プレストレスト コンクリート

構造物図集（第３編）

特殊構造物実例集

平 成 ３ 年 ５ 月

『作成は当時のものであり、現段階において適切に見直したものではないことをご了承ください。』

社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会

東京都新宿区津久戸町４番６号（第３都ビル）

〒162 電話番号 ０３（３２６０）２５３５代

ＦＡＸ ０３（３２６０）２５１８

刊 行 に あ た っ て

プレストレストコンクリート工法が我国で実用化されるようになりまして、39年が経過いたしました。

この間、プレストレストコンクリート構造は、枕木，電柱などの製品から始まり、橋梁，上下水道施設，タンク・サイロ等の貯蔵容器，河海構造物，舗装（道路，空港），防災施設（シェッド，シェルター類），各種建築物等、広い分野にわたって多用されております。

当協会は、上記の各種構造物についての実施例を紹介し、この種の構造物を計画・設計するにあたって留意すべき要点を分かりやすくするための「プレストレストコンクリート構造物実例集」を順次、刊行することとしております。

本編は、橋梁について採録した第1編および第2編に引き続くもので、建築を除くほとんど全ての分野にわたって、現在広く利用されている橋梁以外の土木構造物を網羅しております。

プレストレストコンクリートは、従来の鉄筋コンクリートに比較し、構造物重量の軽減化，スパンの長大化，組立構造への合理的利用，ひび割れ制御の容易さおよびそれに伴う耐久性の向上などの面で、多くの利点を有するものであります。

近年、社会資本整備のニーズはますます多様化・高度化してきており、これに的確に対応して、建設事業を効率的に推進するためには、建設労働者の不足および高齢化、他分野と比較して低い生産性などの現状を改善する対策が急務となっておりますが、その一環として、維持管理の容易な構造物の選定，設計の標準化，施工の規準化の促進などが強く望まれております。

このような実状に鑑み、プレストレストコンクリートの利点を生かした各種構造物の実例について、分かりやすく、使いやすい形に本編を取りまとめ、需要者各位の御参考に供することとした次第であります。

何率、プレストレストコンクリート構造物（または製品）につきまして、一層の御理解と御採用を賜りますようお願い申し上げます。

平成 3 年 5 月

社団法人　プレストレスト・コンクリート建設業協会
会 長　原　田　武　雄

目　　次

第 1 章　道路関連構造物 …… 1

概　要 …… 7

1－1　橋　脚 …… 8

1－2　ＰＣ舗装 …… 22

1－3　道路拡幅工 …… 32

1－4　プレキャストＰＣ床版 …… 45

1－5　そ の 他 …… 57

(1)　ルーフ桁 …… 57

(2)　トンネル天井板 …… 57

(3)　水上歩道橋 …… 57

(4)　ケーソン止水壁 …… 57

(5)　歩 道 版 …… 57

第 2 章　防災関連構造物 …… 68

概　要 …… 73

2－1　ロックシェッド …… 74

2－2　スノーシェッド …… 95

2－3　スノーシェルター …… 110

2－4　そ の 他 …… 118

(1)　ロックバリアー …… 118

(2)　スノーバリアー …… 118

(3)　ウェーブシェルター …… 118

第 3 章　護岸・水路埋設構造物 …… 123

概　要 …… 126

3－1　ＰＣ矢板 …… 127

3－2　ボックスカルバート …… 145

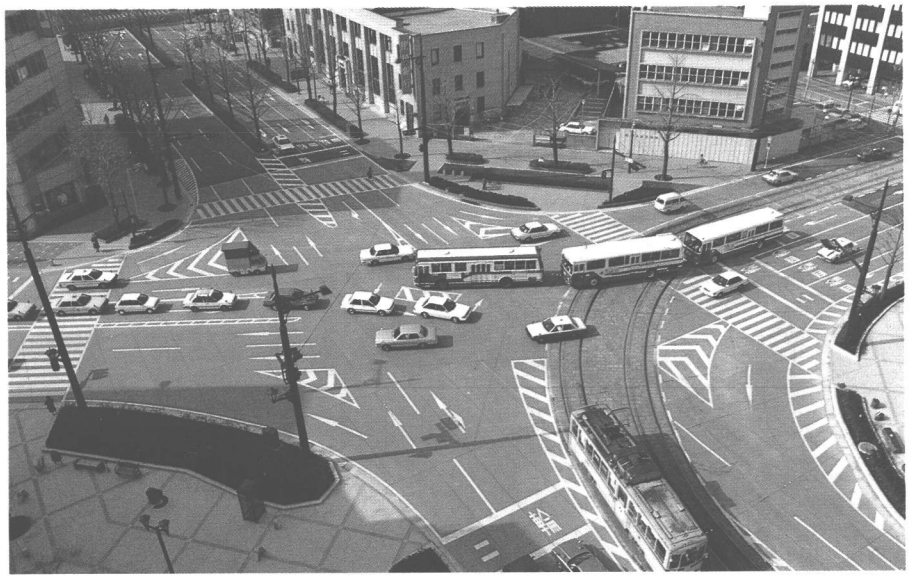
3－3　水 路 橋 …… 156

3－4　その他 …… 164
(1) 組立水路 …… 164
(2) 組立土止め …… 164
第4章　海洋・港湾構造物 …… 168
概　要 …… 171
4－1　着底式（接地式）構造物 …… 172
4－2　浮体式構造物 …… 182
第5章　容器構造物 …… 198
概　要 …… 205
5－1　貯水槽 …… 206
5－2　消化槽 …… 237
5－3　サイロ …… 246
5－4　プール …… 251
5－5　その他 …… 256
(1) 貯油槽 …… 256
(2) 液化ガス貯槽 …… 258
(3) 原子炉 …… 259
第6章　新交通機関関連構造物 …… 264
概　要 …… 268
6－1　モノレール …… 269
6－2　新交通システム …… 275
6－3　リニアモーターシステム …… 283
第7章　その他の構造物 …… 289
概　要 …… 293
7－1　軌道関連製品 …… 293
7－2　その他 …… 299
(1) 土留製品 …… 299
(2) 人口魚礁 …… 300

(3) 煙突，ポール …… 301
(4) 水門カーテンウォール …… 301
(5) 昇降用スラブ …… 301

第１章　道路関連構造物

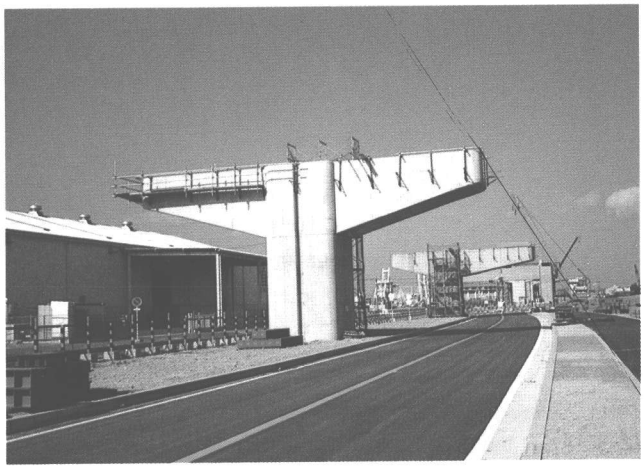
橋脚
ＰＣ舗装
道路拡幅工
プレキャストＰＣ床版
その他



道路関連構造物

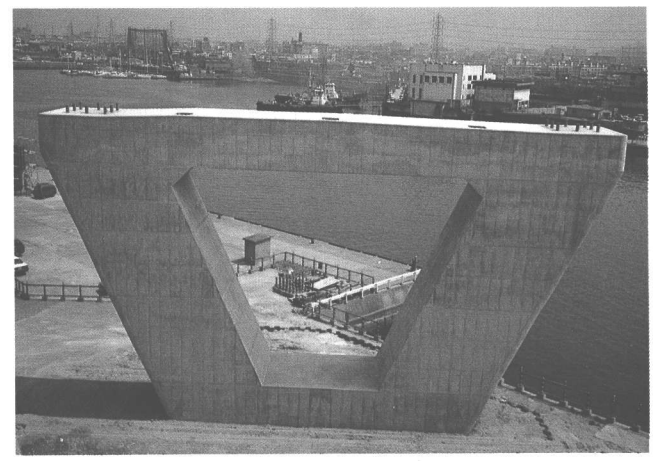
橋　脚

張　出　橋　脚



回　転　橋　脚

ラ　ー　メ　ン　橋　脚

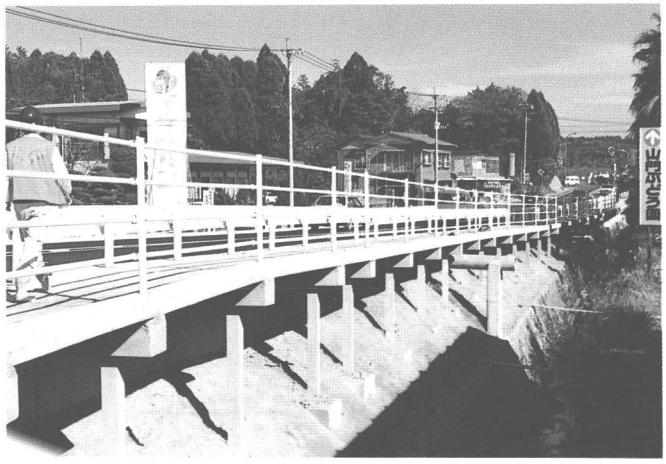


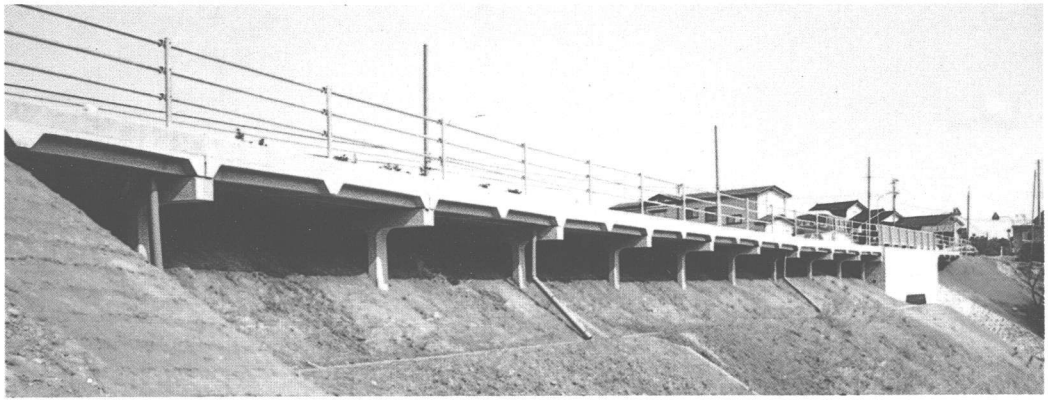
P C 舗 装

道　路　拡　巾　工

キ ャ ン テ ィ

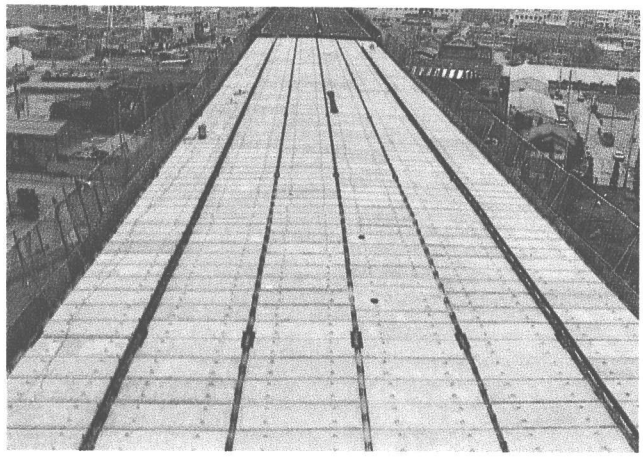
組　立　歩　道



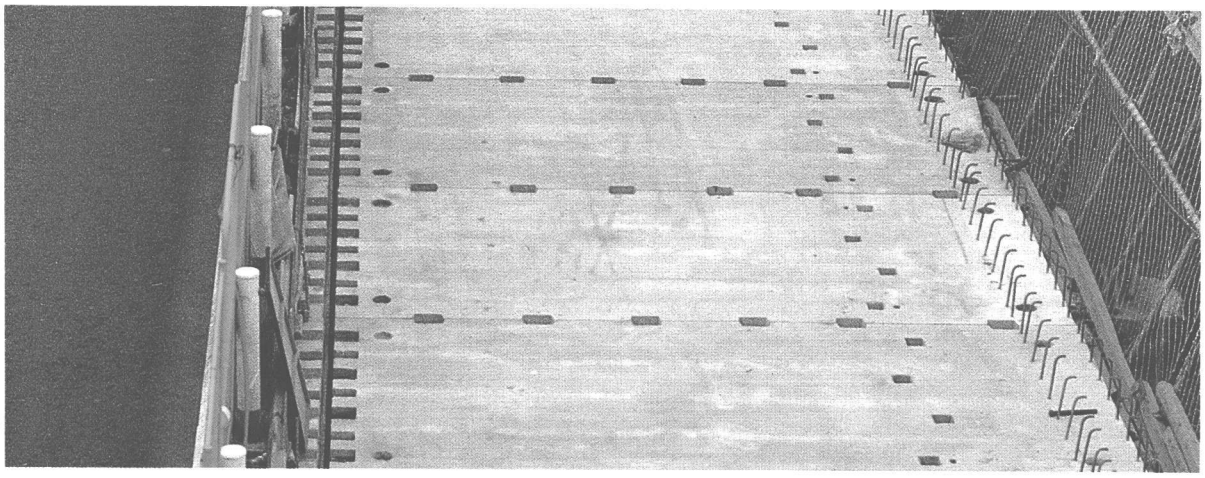


プレキャストＰＣ床版

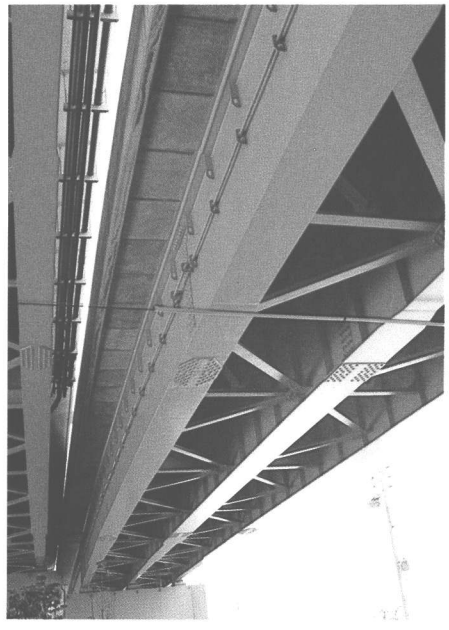
合　成　床　版



打　替　床　版

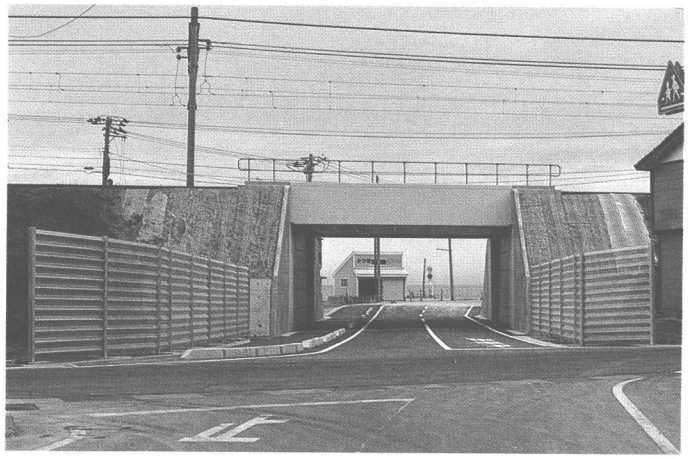


ＰＰＣＳ

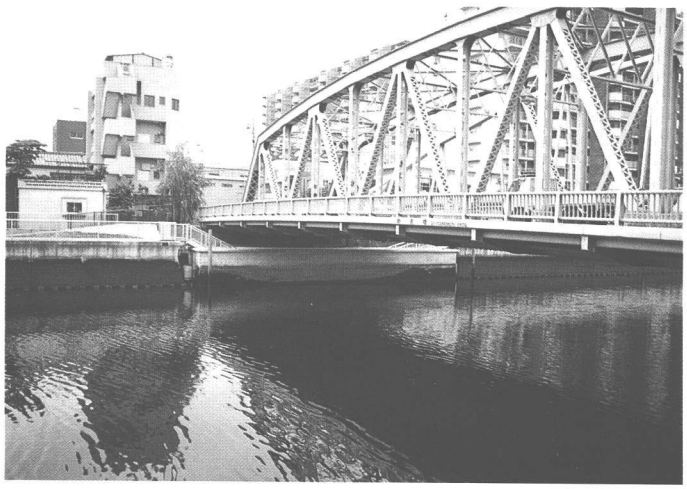


そ　の　他

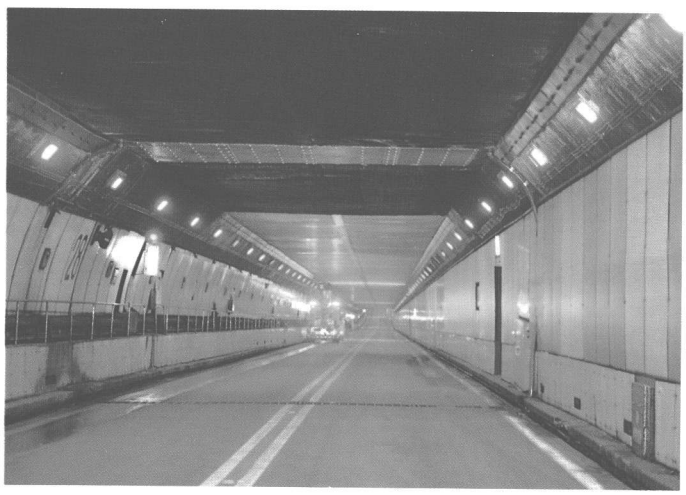
ル ー フ 桁



水 上 歩 道 橋



トンネル天井板



概　要

昭和20年代の後半、プレストレストコンクリートの技術が我国で初めて導入されて以来、今日に至るまで各種のＰＣ構造物が設計施工されてきた。特に橋梁の分野では数多くの実績を残していることは当図集の第１編，第２編に述べたとおりである。

近年、橋梁以外の分野でもＰＣの利点を生かした各種構造物が建設されるようになった。

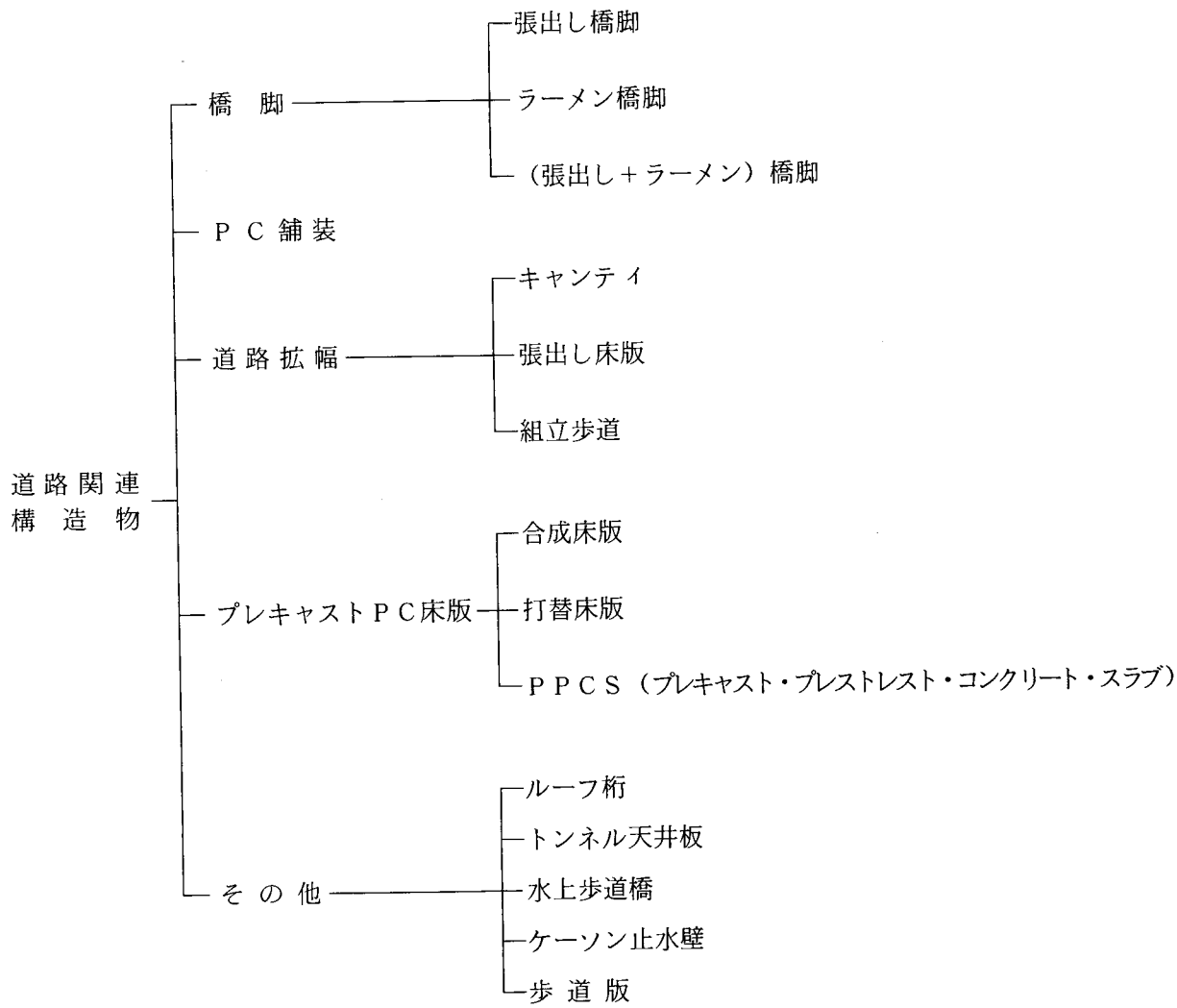
プレストレストコンクリートを鉄筋コンクリートと比較すると次の特長がある。

① プレストレストコンクリート（以下ＰＣと言う）はひび割れが発生しないように、あるいはひび割れ幅を制御できるので、強度，耐久性，水密性等に優れている。

② コンクリート部材を全断面有効として計算できるので、断面寸法が小さくでき、軽量でスレンダーな構造物とすることができる。

③ 同一断面においては、ＲＣ部材に比べ長大化が図れる。

この章では、ＰＣを利用した道路関連構造物（橋梁上部工を除く）について述べるが、それを次のように分類している。



1－1 橋　脚

近年、自動車交通量の増大に伴い道路整備を進めるに際して、市街地においては特に、次のような理由から、高架橋を建設する例が多くなっている。

① 地価の高い都市内であるため、できる限り公有地を使用し河川、あるいは、広幅員の街路上を利用すること。

② 所要用地幅をできる限り少なくする方がより経済的であること。

③ 高架橋下空間の利用が図れること。

橋脚はこうした観点から、桁下空間や交通を確保するため、橋脚躯体をより一層、スレンダーなもの、張出しの長い横梁を有するものなどが用いられるようになってきており、コンクリート橋脚にプレストレスを導入した構造が採用されるようになってきている。

○ 種　類

プレストレスが導入される橋脚は構造形式により１）張出し橋脚、２）ラーメン橋脚、に大別されるが、市街地においては道路線形が複雑になる場合が多く、また用地買収が困難なことなどから、在来道路へ接続するON，OFFランプ部の橋脚などの構造はそれらを組み合わせた構造とすることが多くなってきている。

(1) 張出し橋脚

都市内の高架橋では桁下空間を確保するため、橋脚の両側または、片側を大きく張出しさせた橋脚を採用しなければならないことが多い。この張出しが大きくなると鉄筋コンクリート構造では断面が大きくなり不経済となるので、ＰＣ構造が用いられる。

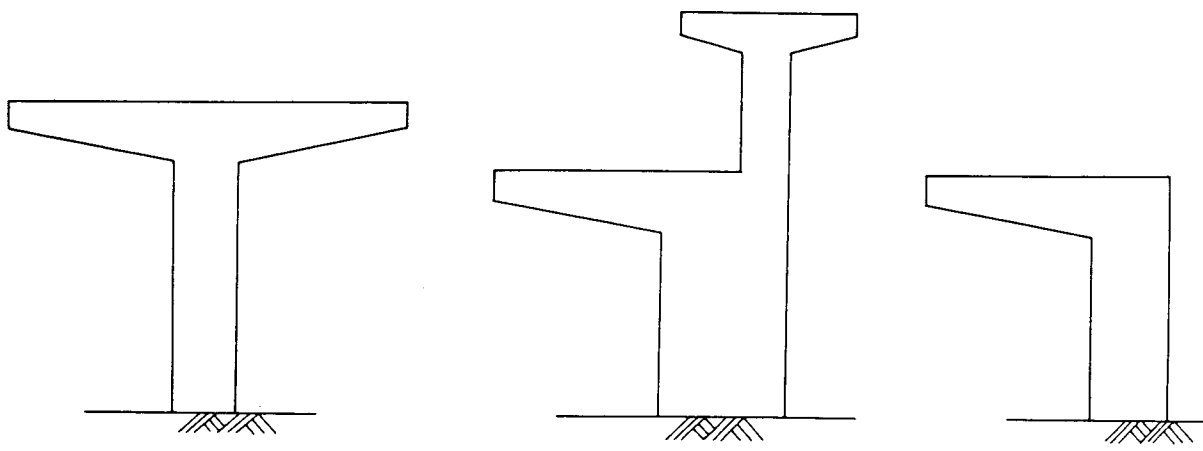


図１－１　張出し橋脚構造

(2)　ラーメン橋脚

市街地の高架橋には見通しがよく桁下空間も利用できるラーメン橋脚が非常に多く採用されている。一般には桁下も在来道路として使用されている。また、上下線が上層，下層に分かれているダブルデッキ式のラーメン橋脚も多い。

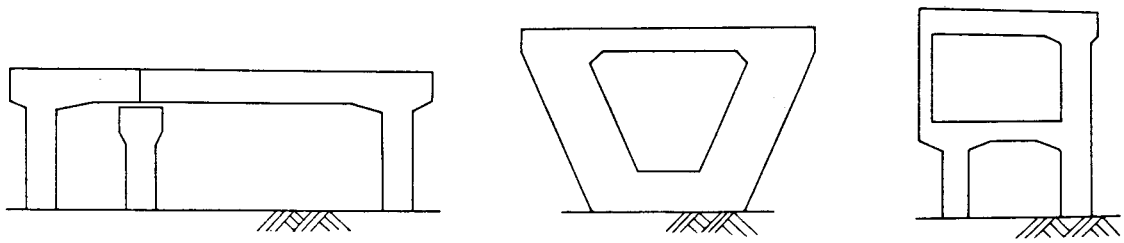


図１－２　ラーメン橋脚構造

(3)　（張出し＋ラーメン）橋脚

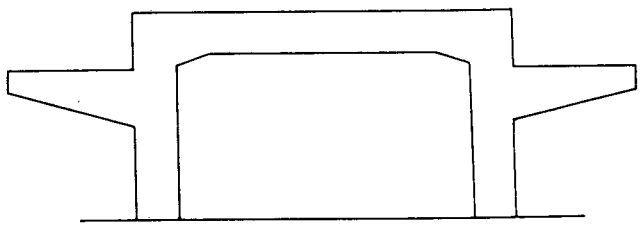


図１－３　（張出し＋ラーメン）橋脚構造

○　設　計

設計は道路橋示方書等に準拠して行うが、ラーメン橋脚については温度変化，プレストレス二次力等による不静定力を考慮しなければならない。

交通車両の衝突の可能性がある陸上部における脚柱には、可能な限り別に防護施設を設け、躯体に直接その影響を与えないようにする。

○　施　工

橋脚の施工は一般に場所打ち工法で足場，支保工を用いて行われる。しかし、昨今の現場作業員の不足と工期短縮の要請などから橋梁建設の合理化が進み、下部工の施工においてもプレキャスト工法が用いられるようになってきている。また、施工に当って作業スペースが充分でなく、既設道路を供用しながらのケースもあり、支保工設置による交通障害落下物による危険などから回避するため、橋脚梁を橋軸方向に製作し回転工法により構築する回転橋脚が用いられる。以下にプレキャスト工法と回転橋脚についての施工要領を示す。

(1)　プレキャスト工法施工要領

脚柱を場所打ちによって建ち上げ、横梁をプレキャスト製作して架設し、プレストレスにより一体化する方法や、現場打ちで施工したフーチングの上にプレキャストブロックを積み上げプレストレスを導入して緊結し、横梁，脚柱を構築した橋脚などがある。

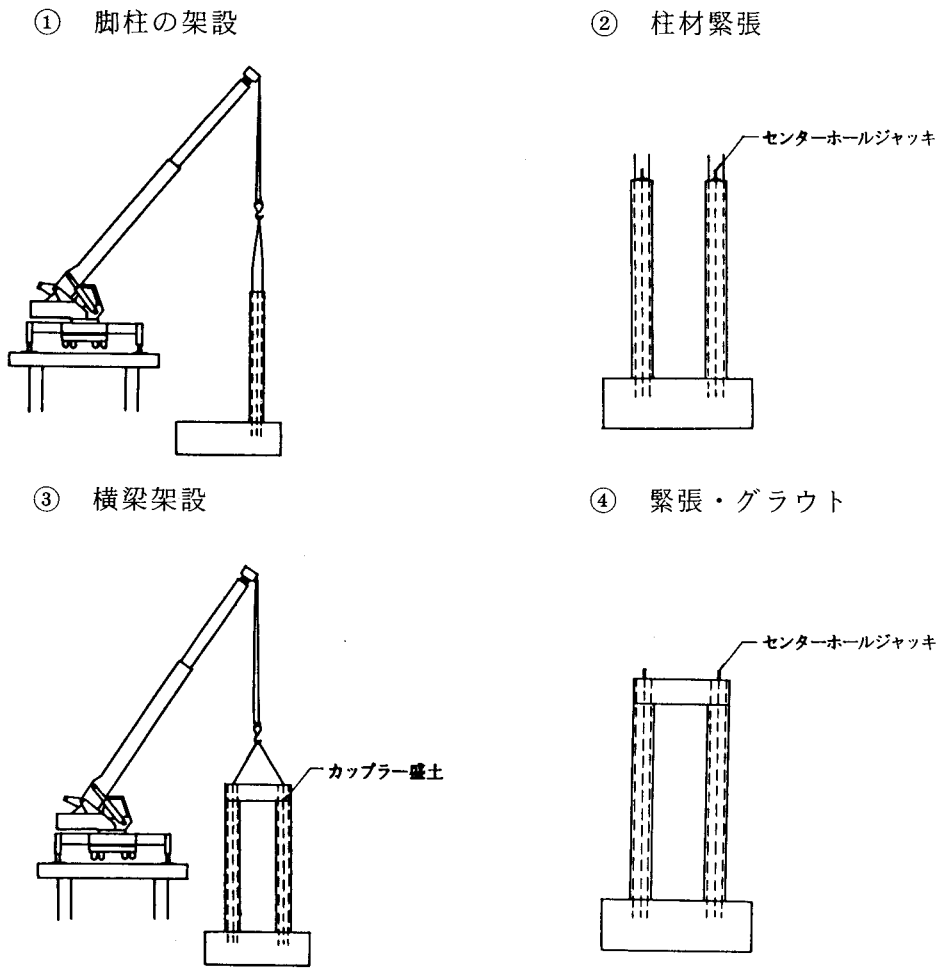


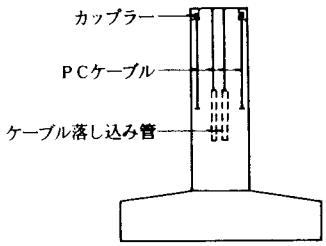
図１－４　プレキャスト橋脚施工要領

⑵　回転橋脚施工要領

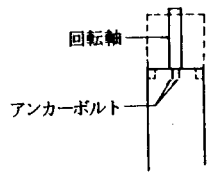
橋脚の「梁」を交通にできるだけ支障を与えないよう道路の縦断方向に製作し、脚柱と梁の間に設置した回転板と、梁上に設置した回転装置により、梁を所定の位置まで回転させ、次にＰＣ鋼材と接着剤等により、梁と脚柱を緊結、接着させて橋脚と一体にする工法である。

回転板はリング状のステンレス板とテフロンシートからなっている。回転装置は脚柱に固定された回転軸と回転力を与えるジャッキ装置で、ジャッキは梁に固定し、回転軸に定着したＰＣ鋼材を引っ張るものである。

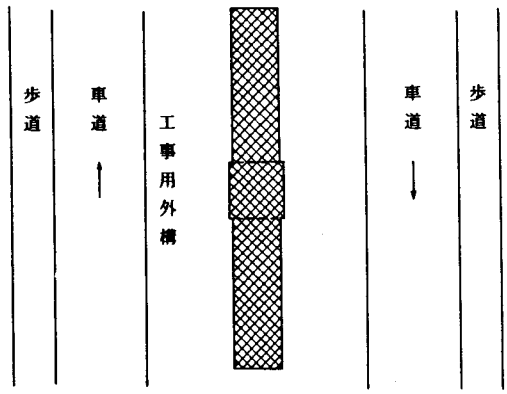
①　脚 柱 工



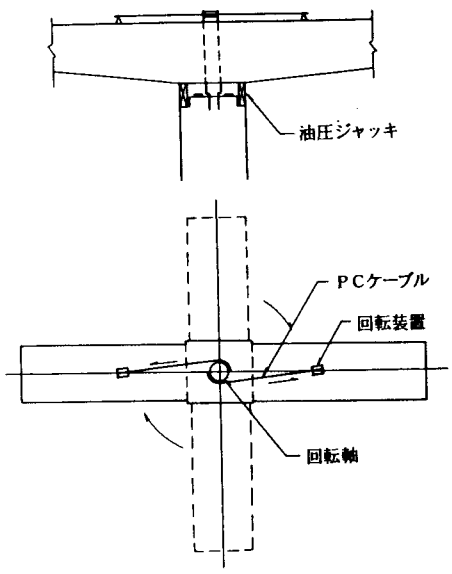
②　回転軸施工



③　枕梁製作要領



④　梁回転準備



⑤　回転要領

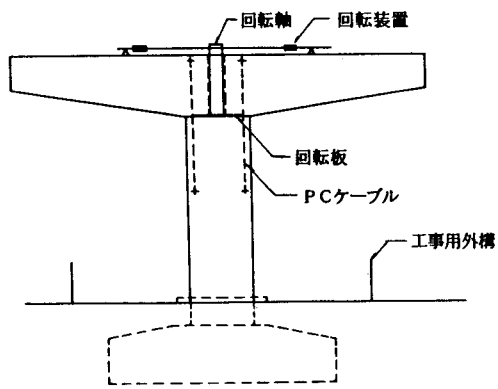


図１－５　回転橋脚施工要領

種　別　1－1

図－1

梁下空間を大きくとり、美観を考慮して梁付け根部材高を3.5ｍに制限したため、梁部にプレストレスを導入してＰＣ梁としたＴ型張出し橋脚である。

図－2

本橋脚は片持ち張出し構造で、梁下空間は交通路となっている。ＰＣ鋼材は張出し上縁にほぼ直線状に配置して負の曲げモーメントに対処している。

図－3

本橋は国道のバイパス新設に伴い、ＪＲ線（現在廃線）と交差する位置に設けられた立体交差橋である。

市街地に新しく建設する場合、用地の確保が難しく、構造形式が複雑となることが多い。本橋の場合も道路と鉄道との交差角度が23度以上取れなかったため、通常の構造形式では上部工が鋭角な斜橋となる。下部工の幅が広く（トンネル形式）なるなどの問題が生じた。

この問題を解決する方法として、橋脚をラーメン構造としラーメンの梁にプレキャスト部材を用いた。

梁と柱の連結は部材の施工誤差を考慮して、片側をＰＣ鋼棒で剛結し、反対側は鋼沓とした。また、橋長をできるだけ短くするために、下部の梁の形状を凸型にし、上部工の桁端を切り欠くことで橋面高を低くすることに対応した。

図－4

旧橋の橋脚が石造りであり、その石を再利用して中間橋脚に石張り施工したものである。橋脚本体は門型ラーメン構造であり、柱と梁をプレキャストとし、工場で製作，運搬し、フーチングに埋め込んだＰＣ鋼棒とジョイントし、緊張して一体とした。

図－5

拡幅区間に位置する橋脚で、梁長が３１ｍと大きくなり、橋脚左側が護岸と近接し、右側には三叉路があって、橋脚両側のスペースが制限されるため、脚柱基部幅をしぼった逆台形のラーメン構造が採用された。

また、フーチングは護岸方向に合わせて橋軸方向に対してひねった配置となっている。

図－6

ダブルデッキ方式の高架橋部に使用されたラーメン橋脚で、上部横梁にＰＣ鋼材を使用して梁高を小さくしている。鋼材の緊張によるコンクリートの弾性短縮の影響を小さくするため、片側隅角部はＰＣ鋼材緊張後、場所打ちコンクリートにより横梁と柱を剛結した。

図－７

本橋脚は国道バイパス工事の一環として施工されたものである。激増する交通量に対処するため現国道（幅員３０ｍ）上を高架橋とし、現道中央部に回転橋脚（９基）を配置して交差点の立体化を図った。

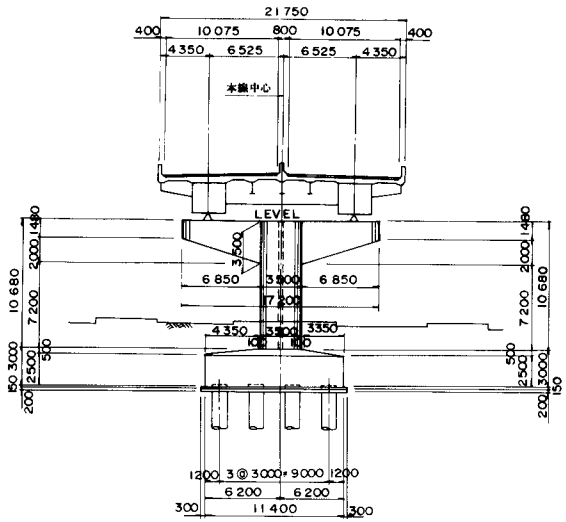
橋脚梁の製作を道路方向に行い、橋脚と梁との間に設置した回転板と、梁上に設置した回転装置（油圧ジャッキ）により梁を所定の位置まで回転させて、次にＰＣ鋼材と接着剤等によって橋脚と梁を接着，緊結させ橋脚を一体にする工法で行われた。橋脚梁にはプレストレスが梁方向に導入されている。

図－８

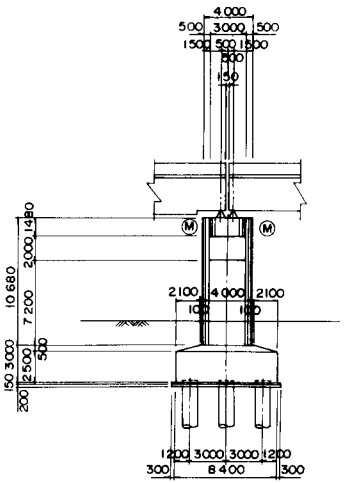
本橋は、国鉄（現ＪＲ）駅舎付近に位置し、幹線道路の交差点さらにこれに平行するＪＲの踏切をまたぐ立体交差高架橋である。橋脚３基についてはＪＲに隣接して支保工施工が困難であったため回転橋脚とした。

橋　　脚

正 面 図

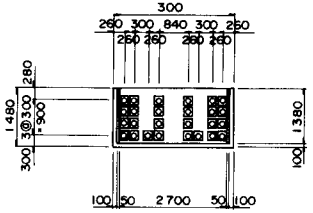


側 面 図

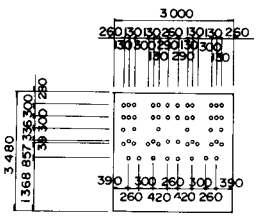


PC鋼材配置図

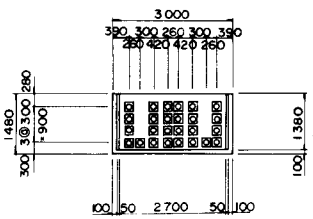
A － A



B － B

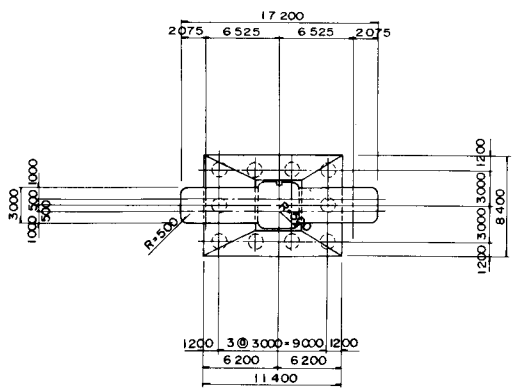


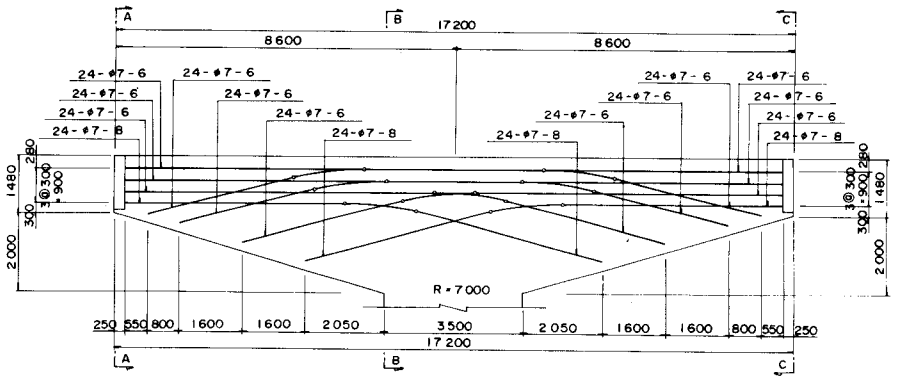
C － C

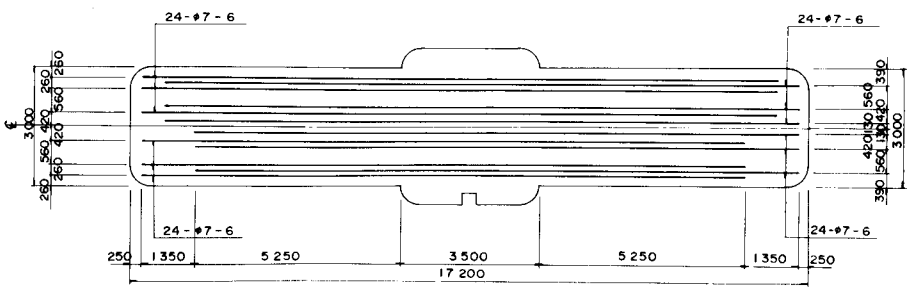


設　計　条　件		
構造形式		張出橋脚
基礎		杭基礎（場所打ち）
活荷重		TL－20，TT－43
震度		Kh＝0.22
使用材料	コンクリート	σck＝350 kg/cm²
	PC鋼材	鋼線24-φ7mm 145t型
施工方法		支保工施工

平 面 図



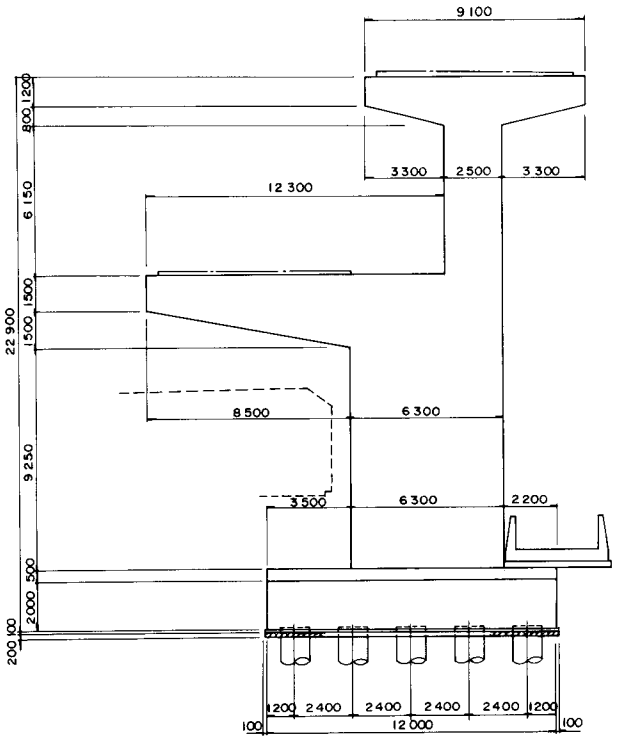




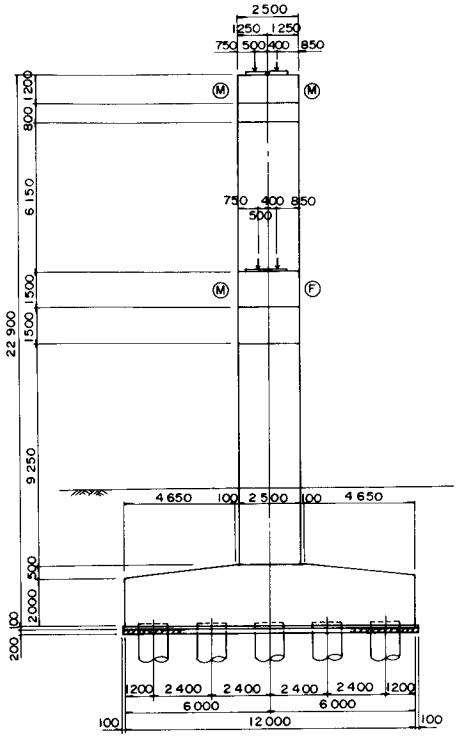
橋　　脚

設計条件	
構造形式	張出橋脚
基礎	杭基礎 （場所打ち）
活荷重	TL－20
震度	Kh＝ 0.19
使用材料 コンクリート	σck＝ 270 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	19×φ11.1
施工方法	支保工施工

正面図

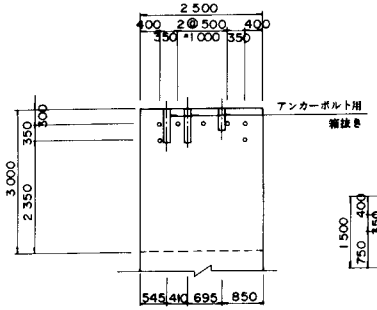


側面図

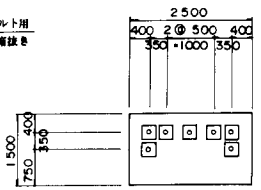


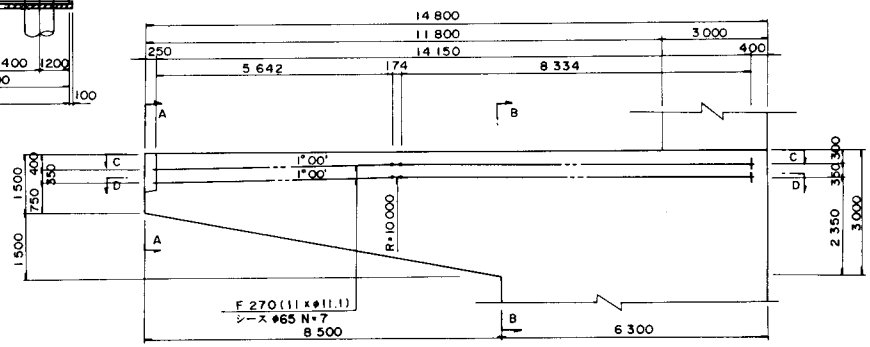
PC鋼材配置図

B－B

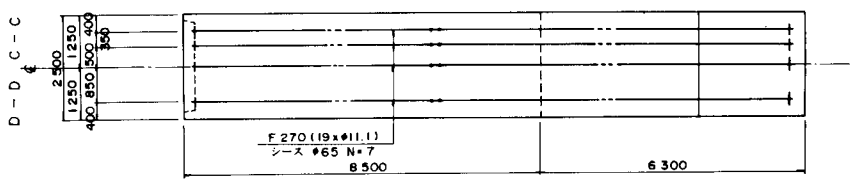


A－A

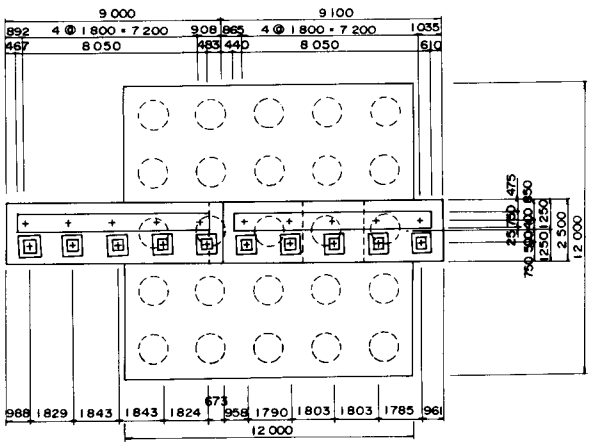




D－D C－C



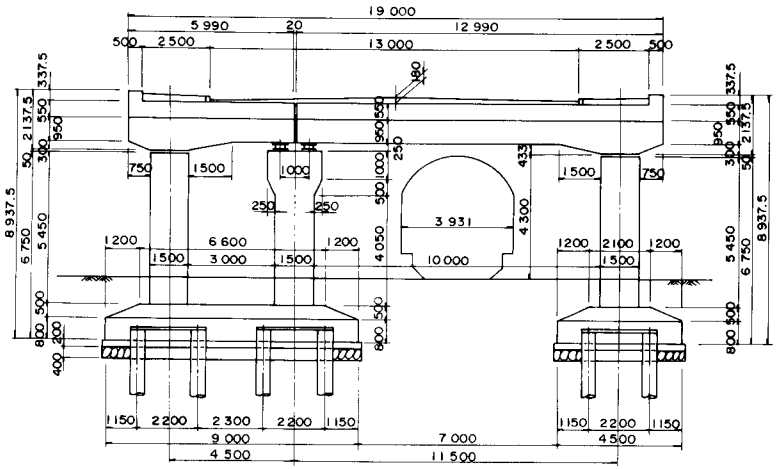
平面図



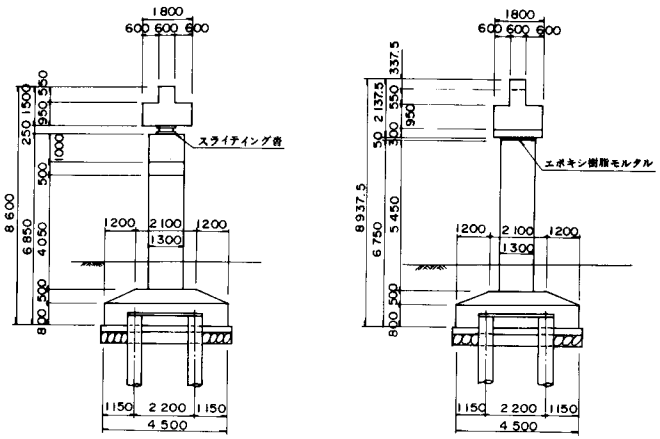
橋　　脚

設計条件	
構造形式	ラーメン橋脚
基礎	杭基礎（鋼管杭）
活荷重	TL－20
震度	Kh＝0.15
使用材料 コンクリート	σck＝350 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12 φ8
施工方法	プレキャスト工法（受桁）

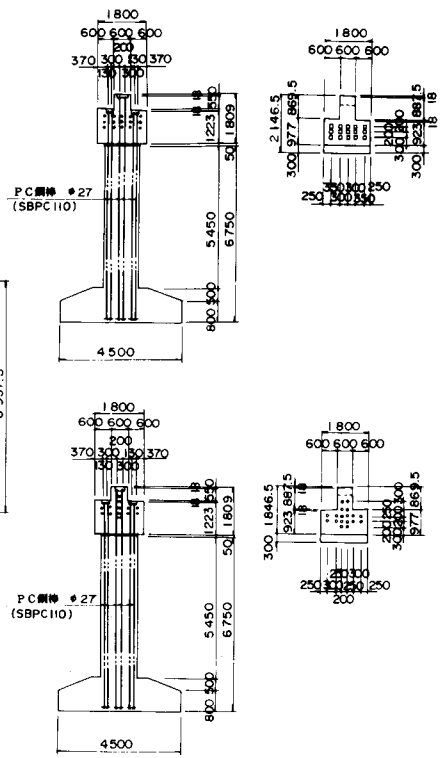
正面図



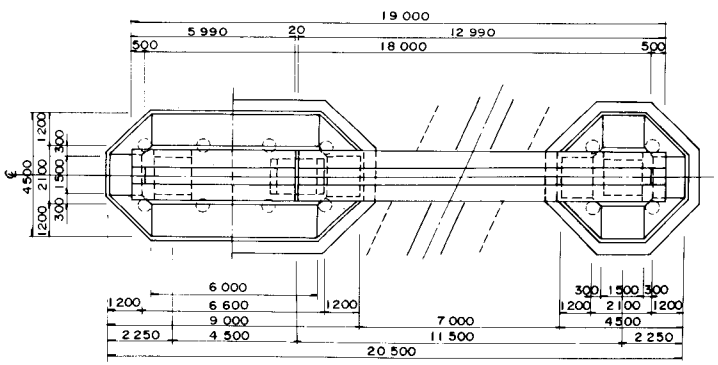
側面図

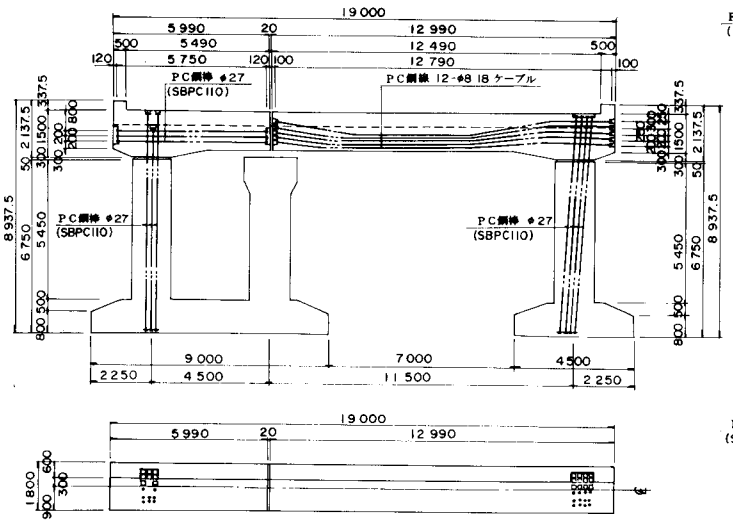


PC鋼材配置図



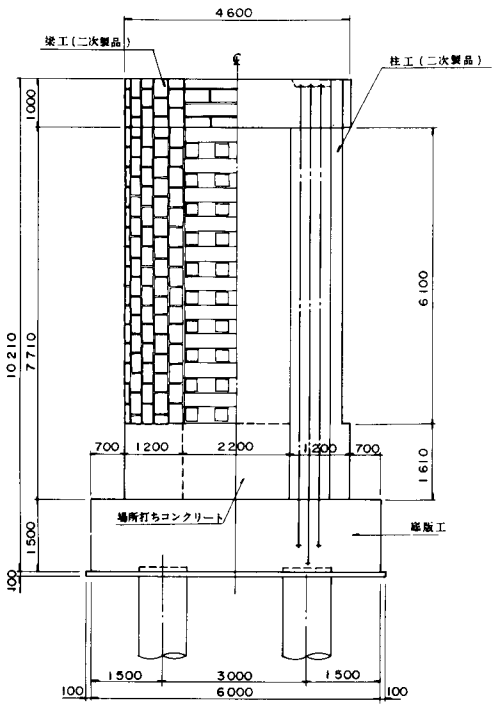
平面図



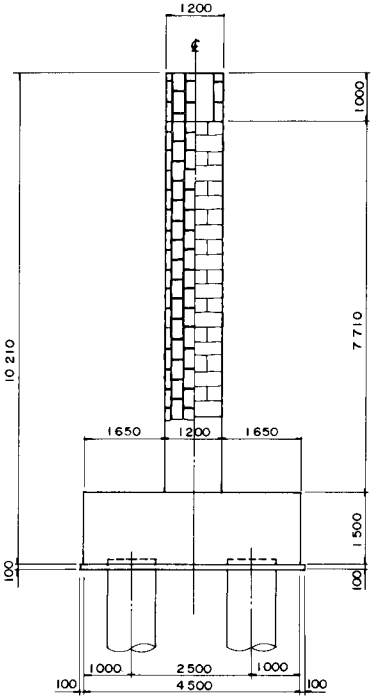


橋　脚

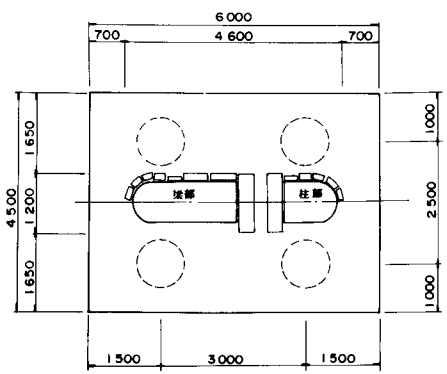
正面図



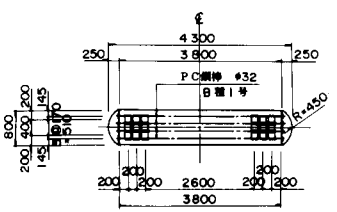
側面図



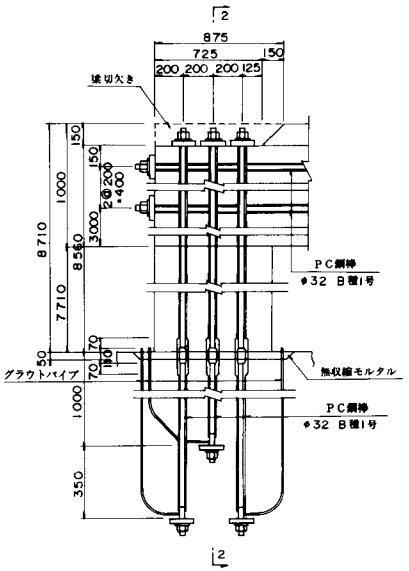
平面図



梁部



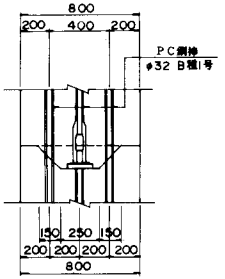
PC鋼棒定着図



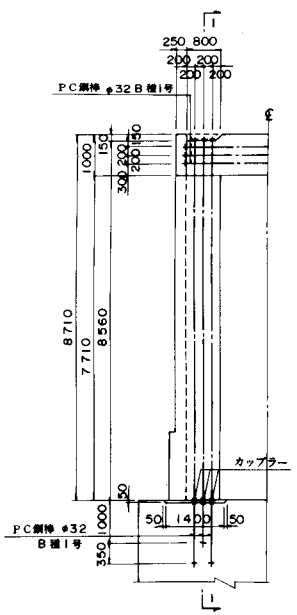
設計条件

構造形式		ラーメン橋脚
基礎		杭基礎（場所打ち）
活荷重		群衆荷重
震度		Kh＝0.15
使用材料	コンクリート	プレキャスト梁・柱 σck＝500 kg/cm²
	PC鋼材	SBPR 95/110
施工方法		プレキャスト工法（梁・柱）

2－2

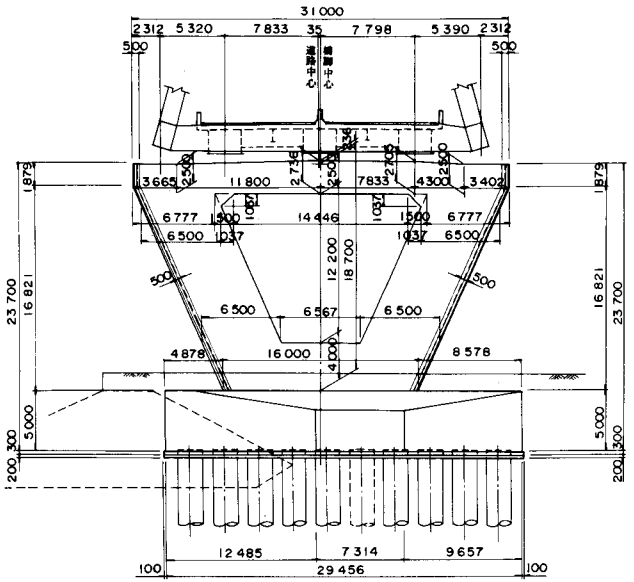


PC鋼材配置図

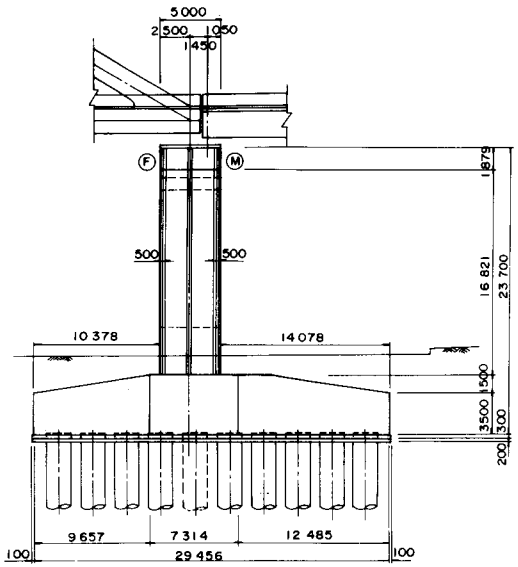


橋　　脚

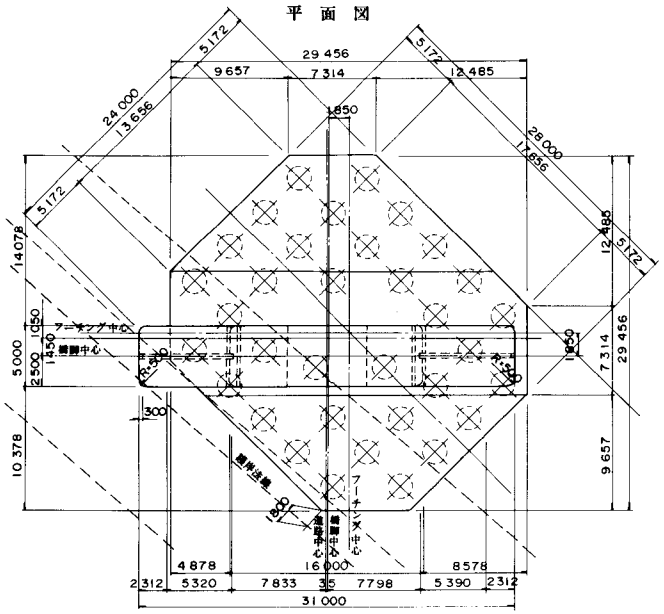
正 面 図



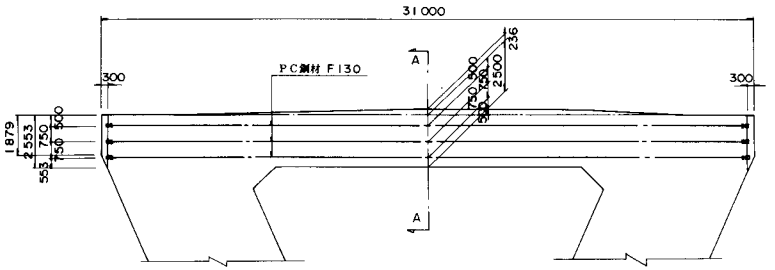
側 面 図



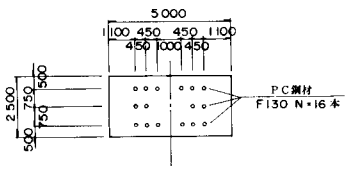
平 面 図



PC鋼材配置図



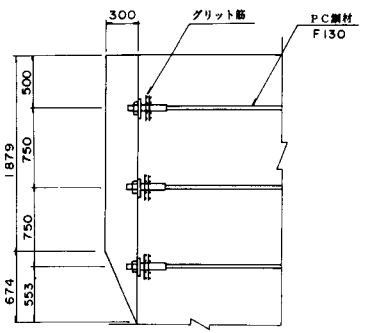
A — A



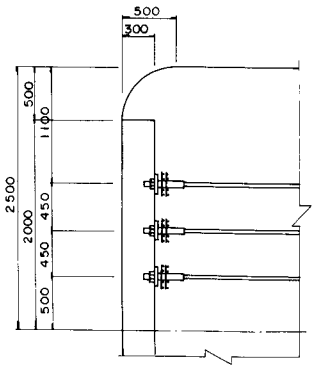
設　計　条　件		
構造形式		ラーメン橋脚
基　礎		杭基礎（場所打ち）
活　荷　重		TL-20, TT-43
震　度		Kh = 0.22
使用材料	コンクリート	築 σck = 350 kg/cm²
	PC鋼材	7×12.7
施工方法		支保工施工

定着部詳細図

側面図



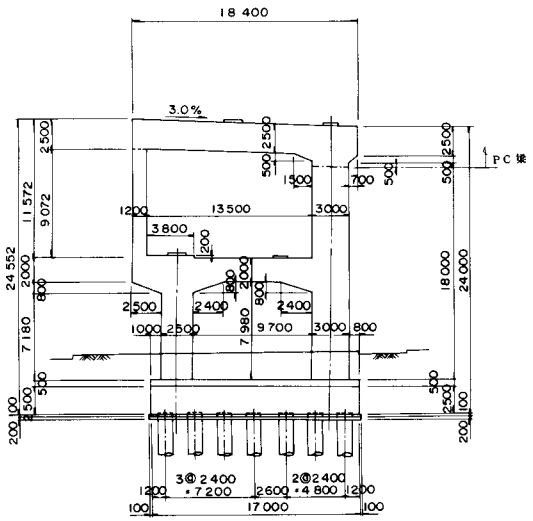
平面図



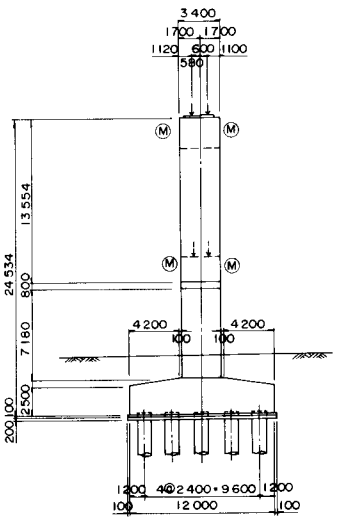
橋　　脚

設計条件		
構造形式		ラーメン橋脚
基礎		杭基礎（場所打ち）
活荷重		TL－20
震度		Kh＝0.19
使用材料	コンクリート	σck＝270 kg/cm²
	PC鋼材	19×φ11.1
施工方法		支保工施工

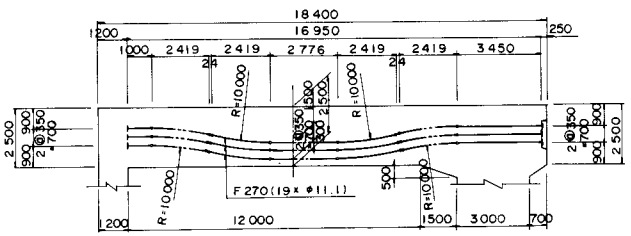
正面図



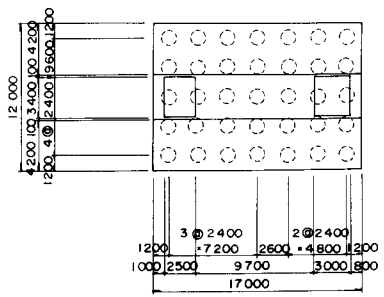
側面図

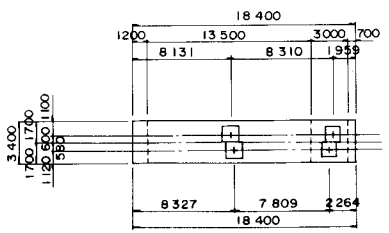


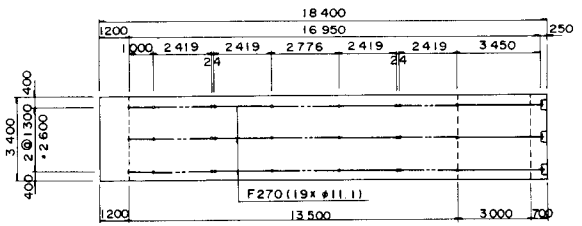
PC鋼材配置図

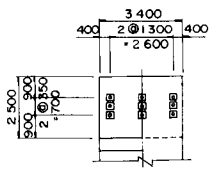


平面図





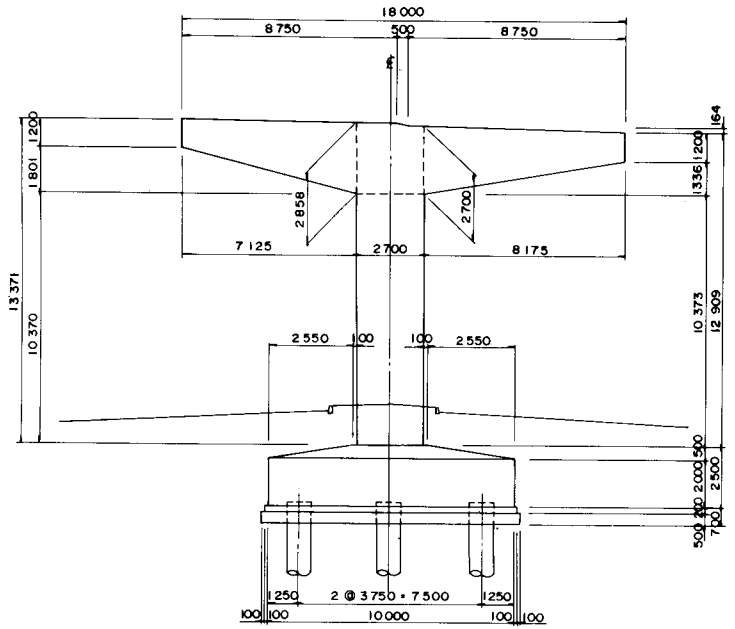




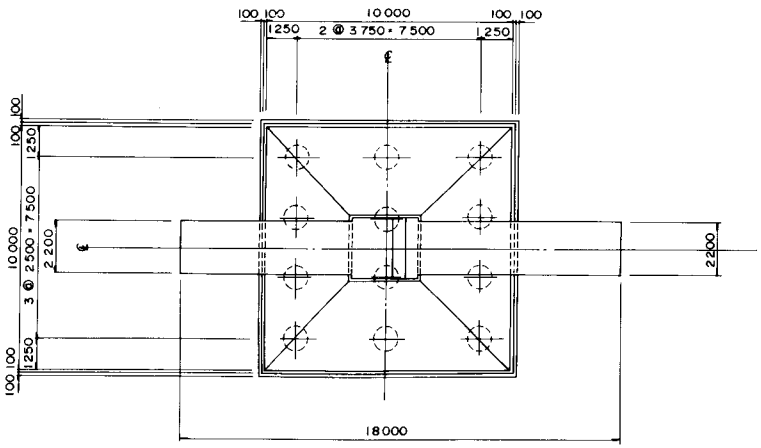
橋　　脚

I — I	図 — 7

正面図

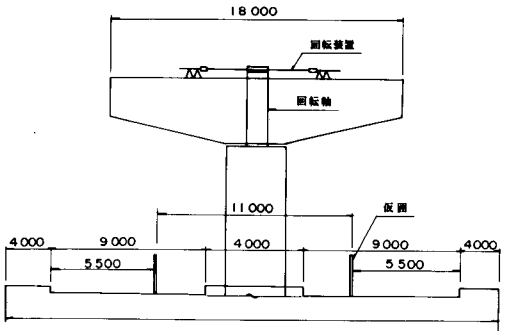


平面図

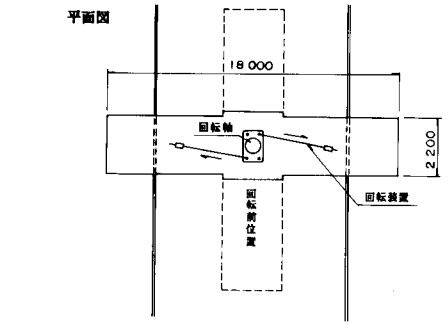


回転工法の概要図

側面図

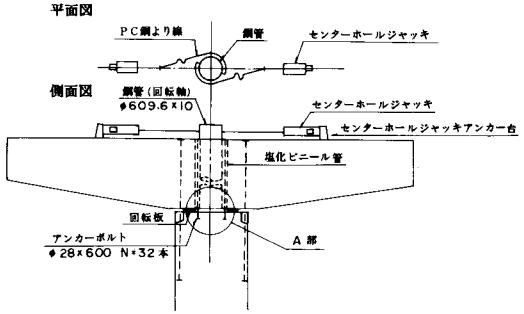


平面図



回転装置

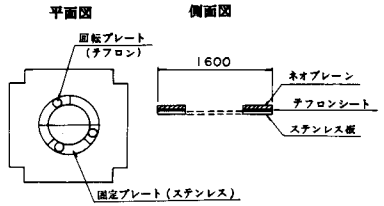
平面図



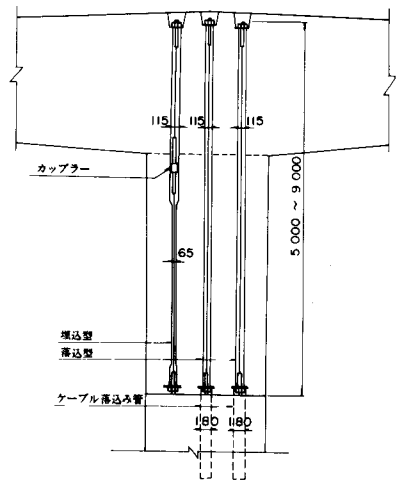
設計条件

設計条件		
構造形式		張出橋脚
基礎		杭基礎（場所打ち）
活荷重		TL 20
震度		Kh = 0.2
使用材料	コンクリート	σck = 350 kg/cm²
	PC鋼材	19×φ11.1
施工方法		回転工法

回転板（A部）



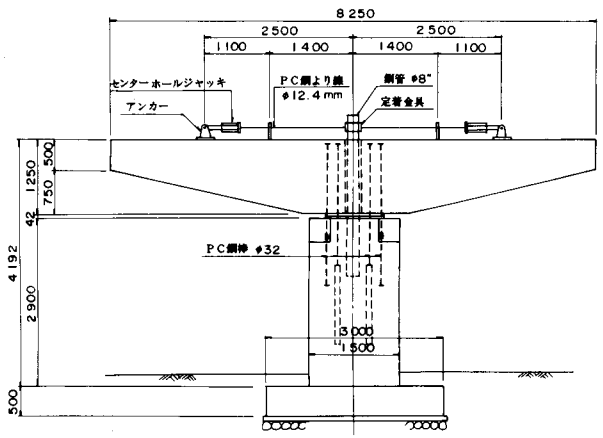
緊結用PC鋼材



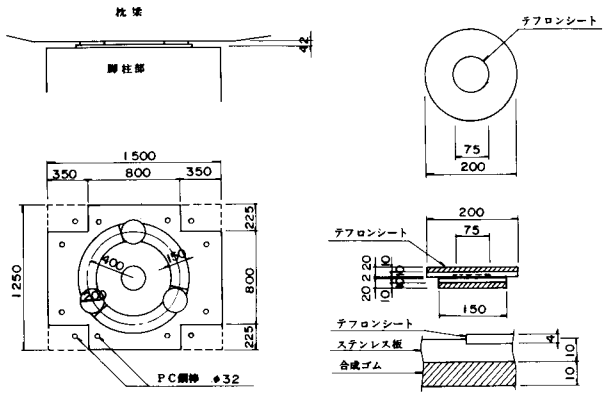
橋　　脚

設　計　条　件		
構造形式		張出橋脚
基　礎		杭基礎
活荷重		TL－20
震　度		Kh＝ 0.13
使用材料	コンクリート	σck＝ 350 kg/cm²
	PC鋼材	SBPR 80/105
施工方法		回転，プレキャスト工法

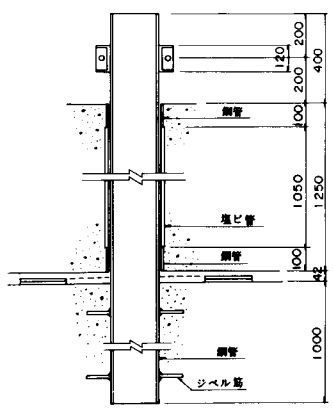
正面図



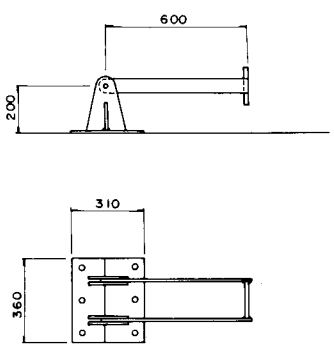
すべり板



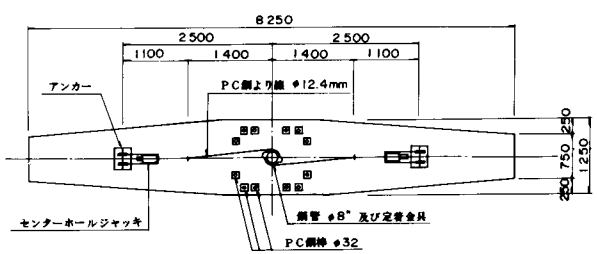
回転軸



アンカー



平面図



1－2 ＰＣ舗装

ＰＣ舗装は、空港，トンネル，交差点，地盤の悪い場所など、アスファルトあるいはＲＣ舗装では構造性，耐久性等の面で問題が生じやすく補修が困難なところで採用されている。

特　長

① 重荷重に耐えられ、曲げに対し強い。

ＰＣ舗装はコンクリートにあらかじめプレストレスを与えているので版厚が薄く、しかも大きな荷重に耐えられる。

② ひび割れを生じない。

舗装版にはプレストレスが与えられているので、荷重により下面にひび割れが生じでも上面までひび割れが延びることがない。

③ 目地間隔を長くできるので走行性がよい。

温度降下による収縮や、乾燥収縮によって生じるひび割れを、プレストレスを与えることによって防止できるので、めくら目地を設ける必要がない。

④ 軟弱地盤にも対応できる。

軟弱地盤で最も心配されるのが不等沈下であるが、ＰＣ舗装はたわみ性の大きい舗装であるため破壊しにくい。

⑤ わだち掘れになりにくい。

⑥ 維持費がかからない。

ＰＣ舗装のプレストレス量は、輪荷重応力，温度差による応力，路盤摩擦応力とプレストレスの和がコンクリートの許容応力度を越えないようにする。

○　ＰＣ舗装の種類

ＰＣ舗装の種類には主に次のものがある。

(1) ポストテンション方式

シースの中にあらかじめＰＣ鋼材をセットしておき、コンクリートを打設し、所定の強度に達した後、ＰＣ鋼材を緊張し、プレストレスを導入する方法である。比較的短い区間の舗装や曲線部の縦締めに適している。

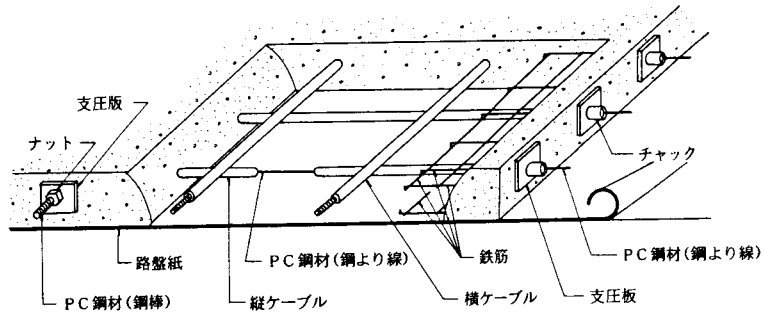


図１－６　ポストテンション方式

(2) プレテンション方式

プレテンション方式は、適当な長さのＰＣ鋼材を一時的に固定するためのアバットメントを舗装予定区域の両側に設置し、ＰＣ鋼材を緊張した後、舗装版コンクリートを打設する。コンクリートが所定の強度に達した後、ＰＣ鋼材をアバットメント部と横目地部で切断し、コンクリートとＰＣ鋼材の付着によって舗装版にプレストレスを導入する。

この方法は大規模な舗装工事に適しており、0.5～1㎞を1サイクルで施工できる。

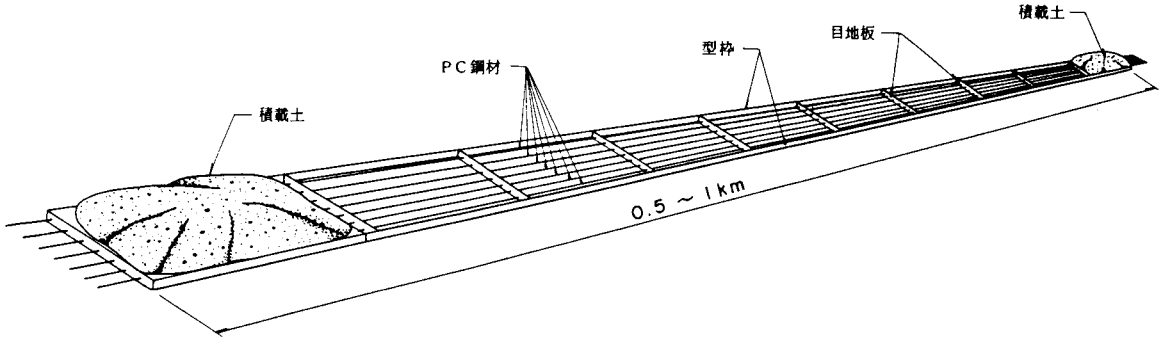


図１－７　プレテンション方式

(3) プレキャスト方式

あらかじめ工場や現場付近のヤードで製作されたプレキャスト版を所定の位置に敷き並べ、ジョイントバーやプレストレスにより版どうしを結合する方法である。

特　長

① 急速施工が可能である。

② 交通規制時間が短くて済む。

③ 耐摩耗性が高い。

④ 補修が容易である。

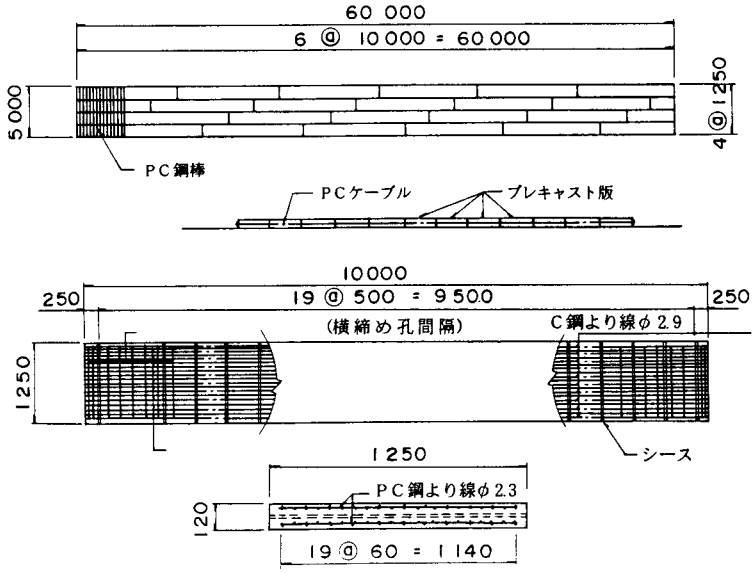


図１－８　プレキャスト方式

(4)　ロッド方式

あらかじめ工場で製作されたＰＣロッド（断面寸法が約75㎜×75㎜，長さが約10ｍ，プレストレスが140㎏／㎠程度）を路盤上に所定の間隔で敷き並べ、その上に鉄筋またはメッシュをおいてロッドを結束し場所打ちコンクリートを打設したもので、コンクリートとロッドとの付着効果によって合成版とした構造の舗装である。

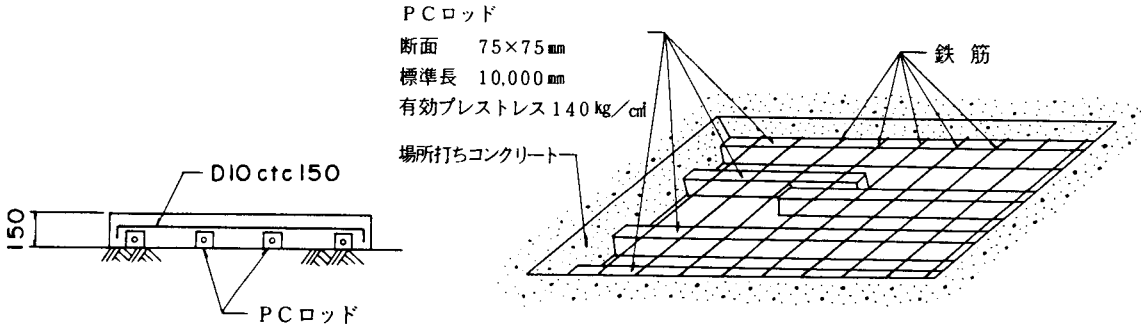


図１－９　ロッド方式

種　別　1－2

図－1

本工法は工場で制作した高品質なＰＣ版を現場に搬入し、敷き並べ、結合部品（ホーンジョイント）によって結合し舗装をつくるもので、組立・解体が自由にできる構造となっている。従って、長期間にわたって交通を止めることができない道路，空港などの舗装の新設，打替えおよび大きな圧密沈下が予想される道路等に対して、効果的なものとして使用することができる。

本工事は、寒冷地で冬期に施工され、しかも１サイクルが夜間の限られた時間（９時間）内で、翌朝には航空機の離発着に供するという厳しい条件のもとで行われた。

図－2

当ＰＣ舗装は、空港のエプロン部の１期工事５７００㎡に対して採用された。この部分は盛土部分であるため、将来不等沈下の不安がある。そこで供用開始前には、プレロードをかけ、事前に圧密沈下を生じさせるとともに、供用後には不等沈下を簡単に迅速に復旧することができるリフトアップ工法が採用された。

リフトアップ工法は次の手順で行われる。

①　雌ネジを切った固定式のスクリュージャッキ図１－10を適当な間隔で埋設しておく。

②　舗装の供用時には、ステンレス製のキャップでスクリュー部に蓋をしておく。

③　路盤が下がったときは、キャップをはずし、上部から雄ネジを廻し込みスクリュージャッキを作動させることによりＰＣ版を押し上げる。

④　ＰＣ版と路盤の間に空隙が生じた後は、版にドリルで穴を開けグラウトを注入する。

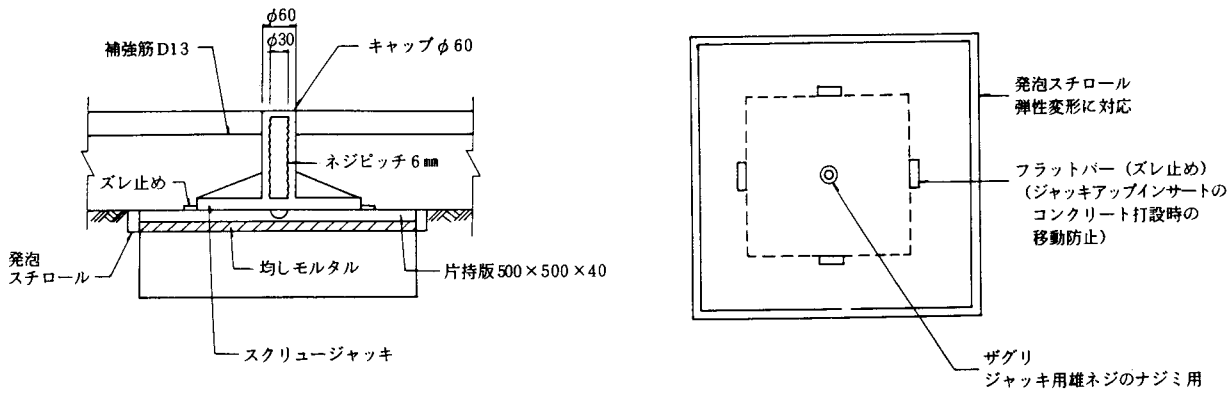


図１－10　スクリュージャッキ

図－3

当路線は沖積平野の中の軟弱地盤帯にあり、そのうえ、年に2～3回は冠水する低湿地帯でもある。この路線を整備するに当っては、従来の路面高を変えてはならないという強い制約があり、種々の舗装工法のうち軟弱地盤に最も適するＰＣ舗装とした。

図－4

トンネル内にＰＣ舗装を使用した例である。

当トンネルは湧水が多く、しかも路盤の支持力が小さい。そのために湧水による支持力の低下や、不均一な路盤になる傾向がある。従って、構造的にたわみ性を有し、曲げ抵抗の大きいことが必要となる。また、トンネル完成後、工事用道路として、トンネルの反対側の道路改良を進める必要があり、短期間の施工が要求された。

以上の点のほか、縦目地を必要とせず、横目地が少ないため走行性がよく、騒音も少ないことを考慮し、ＰＣ舗装とした。

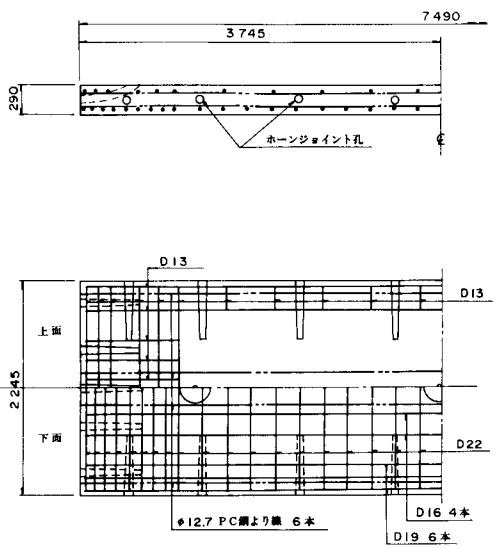
図－5

交通量の増大，重車両の増加等の影響を受け、近年、道路舗装の摩耗が速く進行するようになってきている。しかも交通量の多い箇所は修繕頻度が高く、修繕そのものが交通障害となるという悪循環になっているのが現状である。

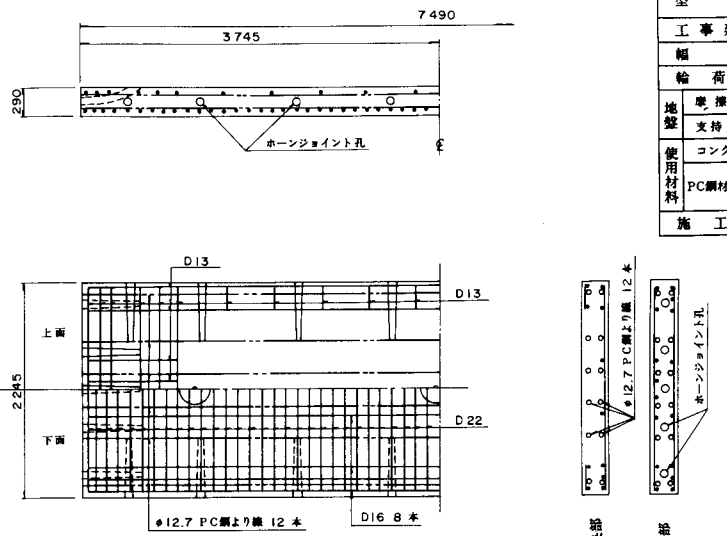
当交差点はその交通形態が個々の道路とは異なっており、道路網全体の交通容量上、あるいは安全上から、交差点における舗装補修工事時の交通渋滞，交通障害，沿道環境への影響を最小限にとどめるため、プレキャスト方式によるＰＣ舗装が採用された。

P C 舗 装

P C版構造図（A構造）

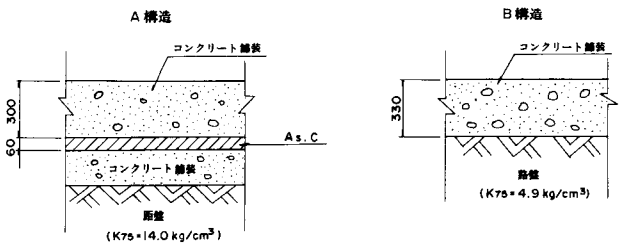


P C版詳細図（B構造）

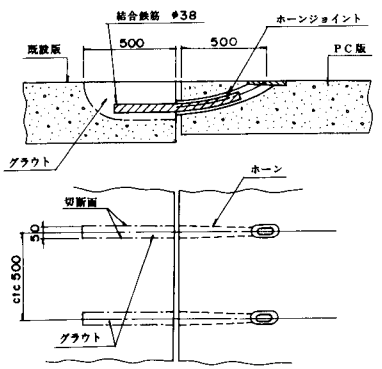


設計条件		
型式		ポストテンション方式PC舗装
工事延長		300 m 000
幅員		45 m 000 x 2
輪荷重		L-1011
地盤	摩擦係数	f = 1.0
	支持力係数	K75=14.0 kg/cm³（A構造部） K75= 4.9 kg/cm³（B構造部）
使用材料	コンクリート	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材 縦締	12-T12.7
	PC鋼材 横締	
施工法		プレキャスト方式

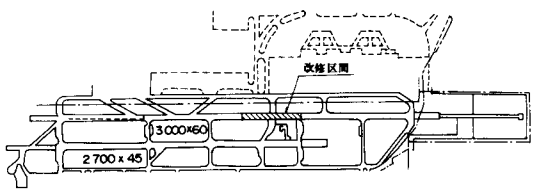
既設舗装断面



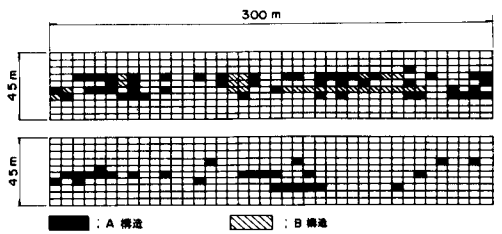
プレキャスト版と既設版の結合



空港平面図



補修版の位置

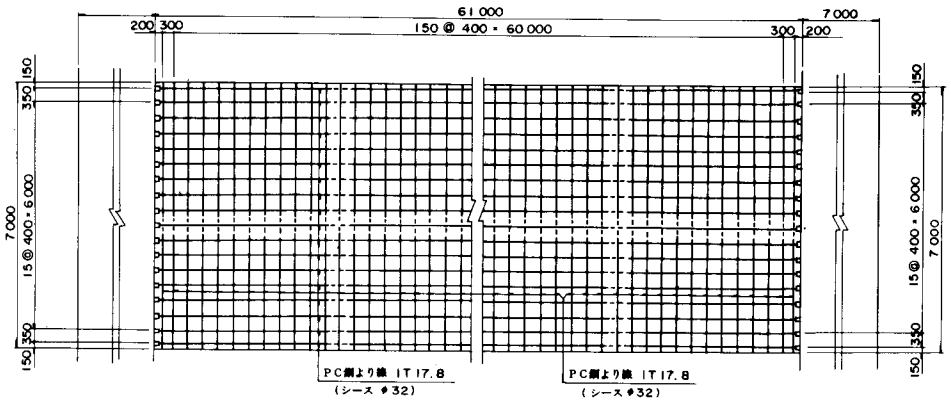


P C 舗装

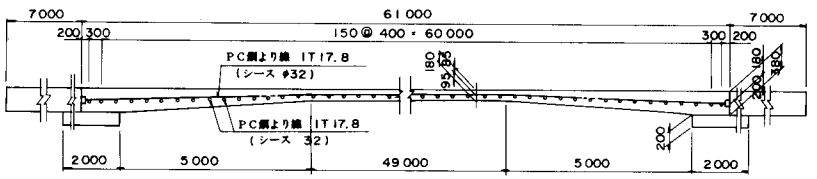
1－2	図－2

設計条件			
型式			ポストテンション方式PC舗装
工事延長			193m500
幅員			127m000
輪荷重			B747－200B
地盤	摩擦係数		f＝1.0
	支持力係数		K75＝7.0 kg/cm²
使用材料	コンクリート		σck＝350 kg/cm²
	PC鋼材	縦締	1T17.8
		横締	1T17.8
施工法			プレキャスト方式

平面図

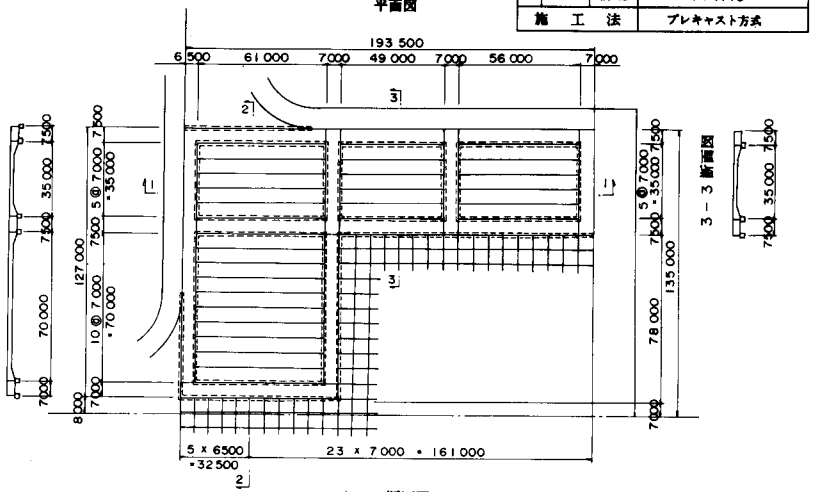


側面図

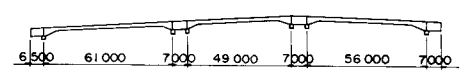


全体一般図

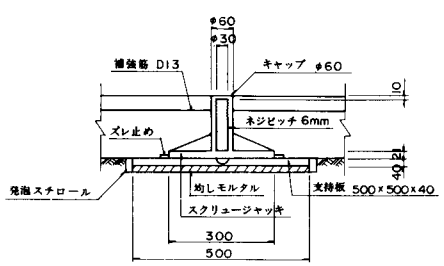
平面図

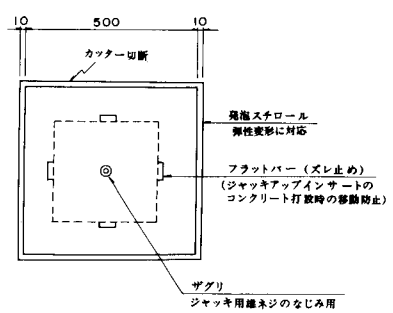


1－1 断面図

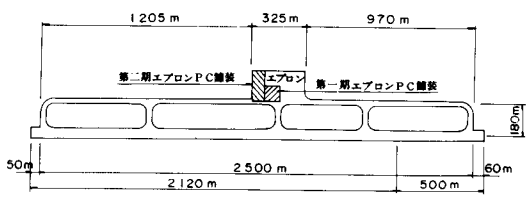


スクリュージャッキ埋設図





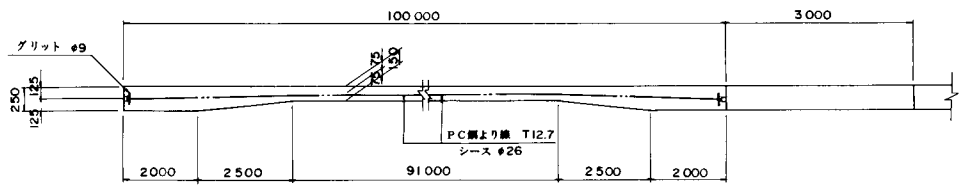
位置図



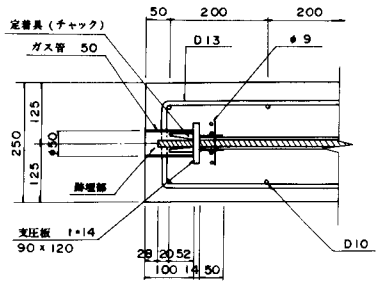
P C 舗 装

PC版詳細図

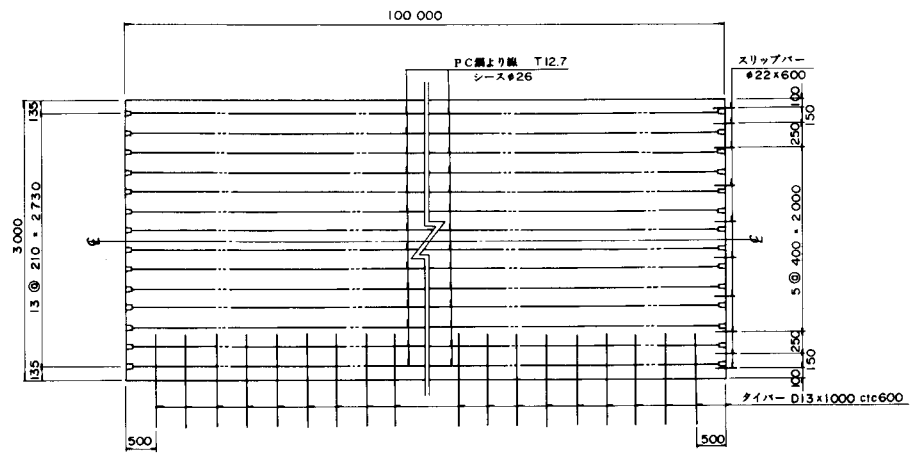
側面図



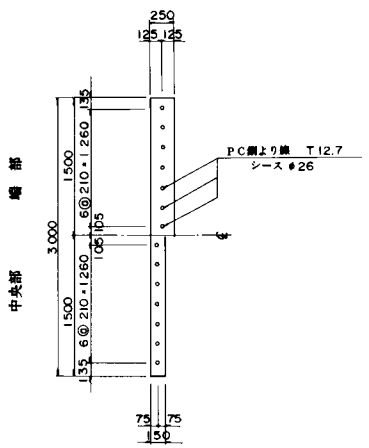
定着部詳細図



平面図

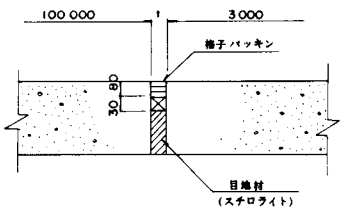


断面図

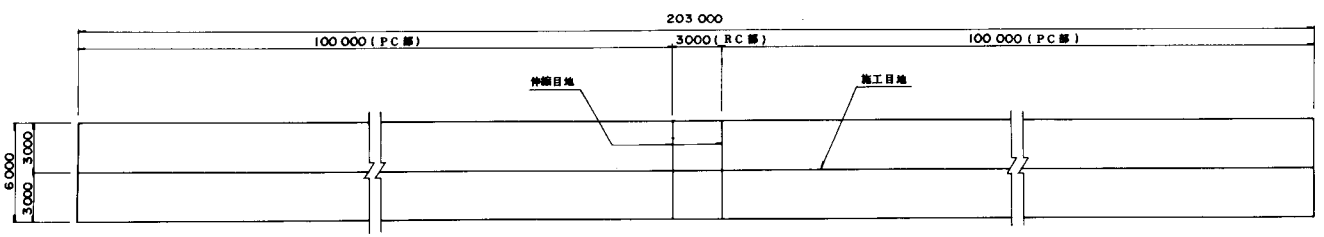


設計条件		
型式		ポストテンション方式PC舗装
工事延長		203 m 000
幅員		6 m 000
輪荷重		8 t 0
地盤	摩擦係数	f = 0.8
	支持力係数	K75 = 5 kg/cm³
使用材料	コンクリート	σck = 350 kg/cm²
	PC鋼材 縦締	1 - T12.7 (SWPR 7)
	PC鋼材 横締	
施工法		場所打ち方式

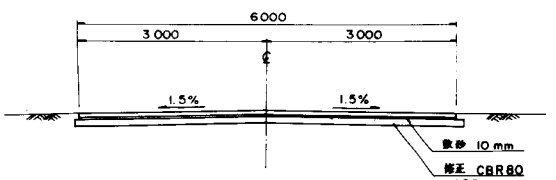
目地部



全体平面図



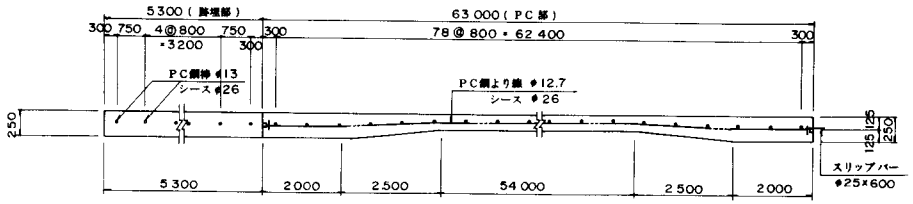
道路横断面図



P C 舗 装

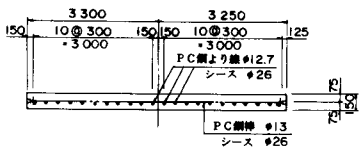
設計条件		
型式		ポストテンション方式PC舗装
工事延長		620m000
幅員		6m500
輪荷重		8 t o
地盤	摩擦係数	f = 1.0
	支持力係数	K75= 5 kg/cm³
使用材料	コンクリート	σck= 350 kg/cm²
	PC鋼材 縦締	1-T12.7(SWPR7B)
	PC鋼材 横締	φ23(SBPR 95/110)
施工法		場所打ち方式

PC版側面図

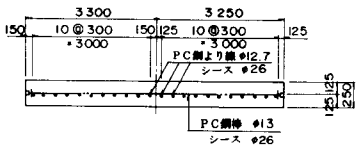


断面図

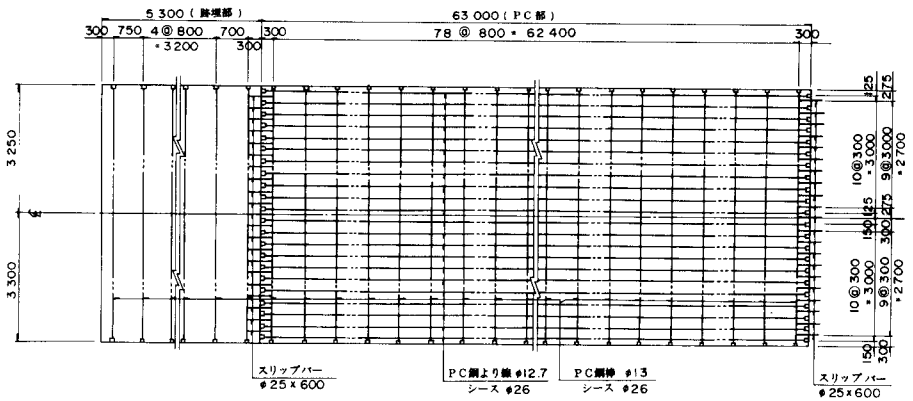
中央部



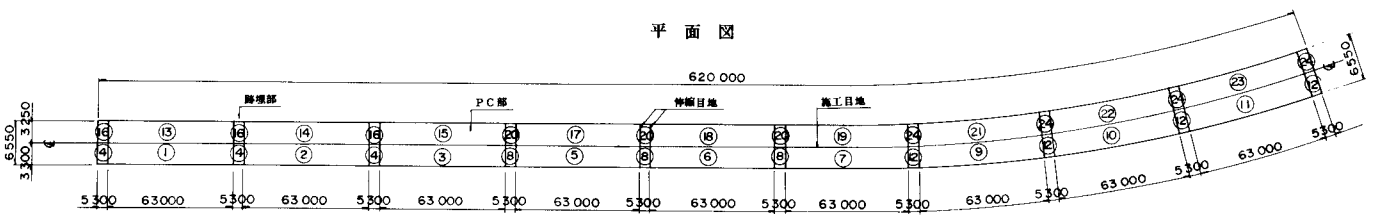
端部



平面図

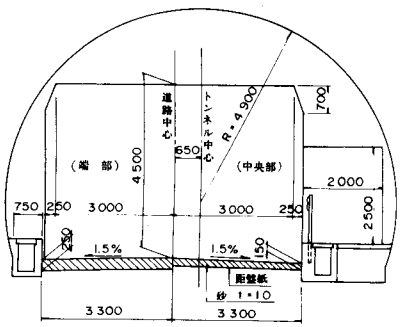


平面図



①～㉔ 施工順序

トンネル内断面図

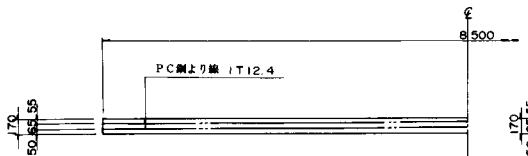


P C 舗 装

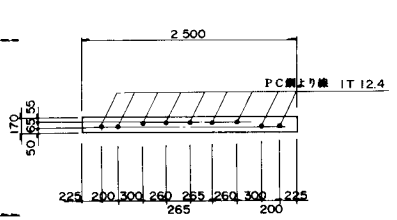
設計条件		
型式		プレテンション方式PC舗装
工事延長		—
幅員		—
輪荷重		8 t
地盤	摩擦係数	f = 0.8
	支持力係数	K75= 7.0 kg/cm³
使用材料	コンクリート	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材 縦締	1 - T12.4 (SWPR)
	PC鋼材 横締	—
施工法		プレキャスト方式

プレキャスト版詳細図

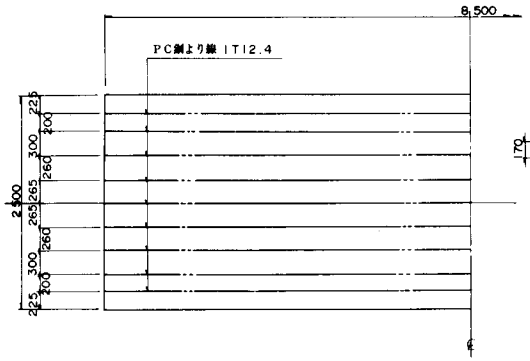
側面図

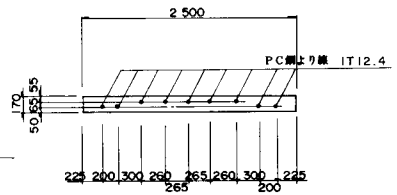


断面図

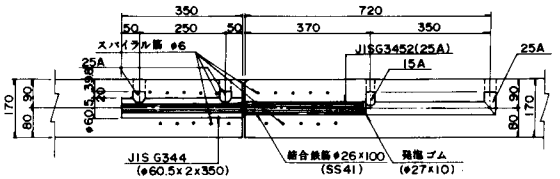


平面図

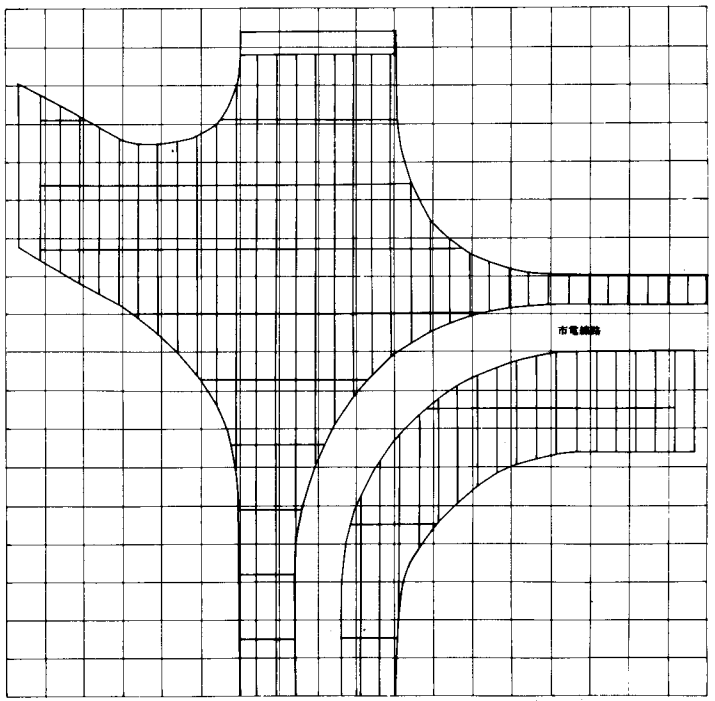




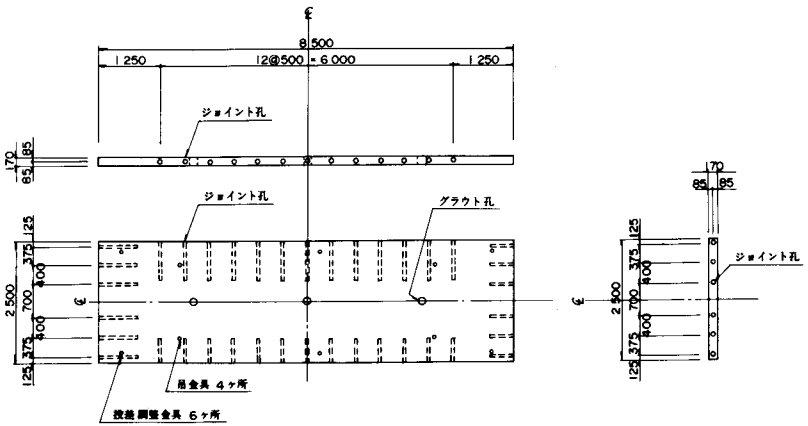
ジョイント部詳細図



交差点平面図



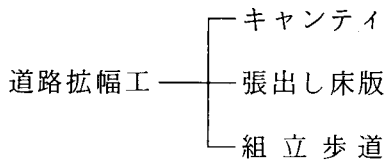
ジョイント用孔詳細図



1－3 道 路 拡 幅 工

我国の道路は、昭和29年の第1次道路整備5ケ年計画以降8次にわたる計画により、着実に整備が進められてきた。しかしながら山岳地では、幅員が4mに満たない道路、1車線を2車線にすべき道路など、拡幅を必要とする箇所は全国で相当の数に上るものと思われる。このような道路は一般に片側が急峻な岩山、他方は渓谷で容易に道路の拡幅ができない場所がほとんどである。また、道路の線形を決定する場合でも、自然を保護する観点から、できるだけ切盛土を少なくする工法が望まれている。

ここではこれらの問題を解決するために用いられている3つの拡幅工法について述べる。3工法ともＰＣの特長を生かして谷間に張出し構造物を設けて、車道あるいは歩道を拡幅したものである。使用部材がプレキャスト化されており、現場での作業が少なく工期短縮が図れ、品質管理，安全管理が容易な工法である。



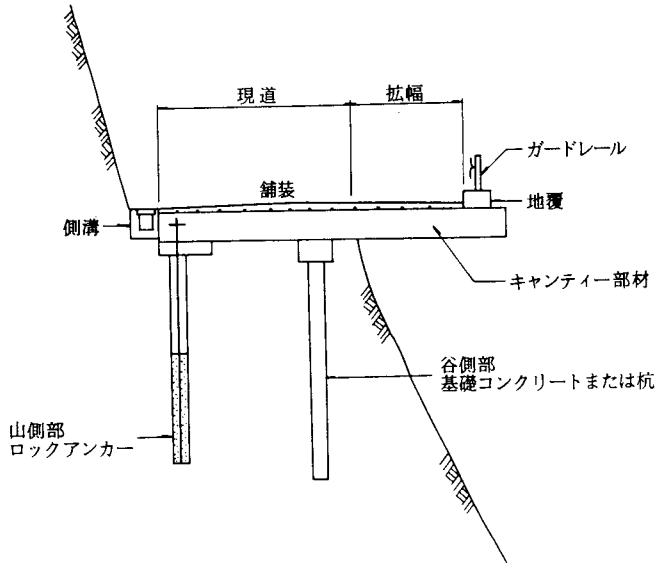
○　用途および構造

キャンティ工法は、プレキャスト化したキャンティ部材を既設道路に設置していくもので、形式は現道を支持点とした片持梁となる。そのため、山側支点において負反力が生じるので、ロックアンカーを使用して対処する形式となっている。

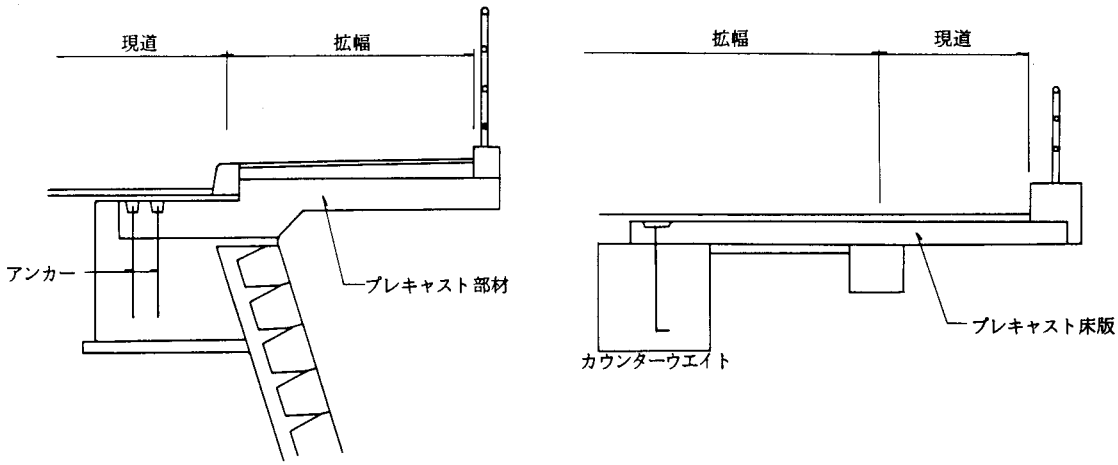
張出し床版は、負反力をコンクリート製のカウンターウェイトを使用して対処する形式となっている。

組立歩道は、特別なアンカーを設けておらず、簡単な基礎の上に工場製品のプレキャスト部材を組立てたものである。

キャンティ



張出し床版



組立歩道

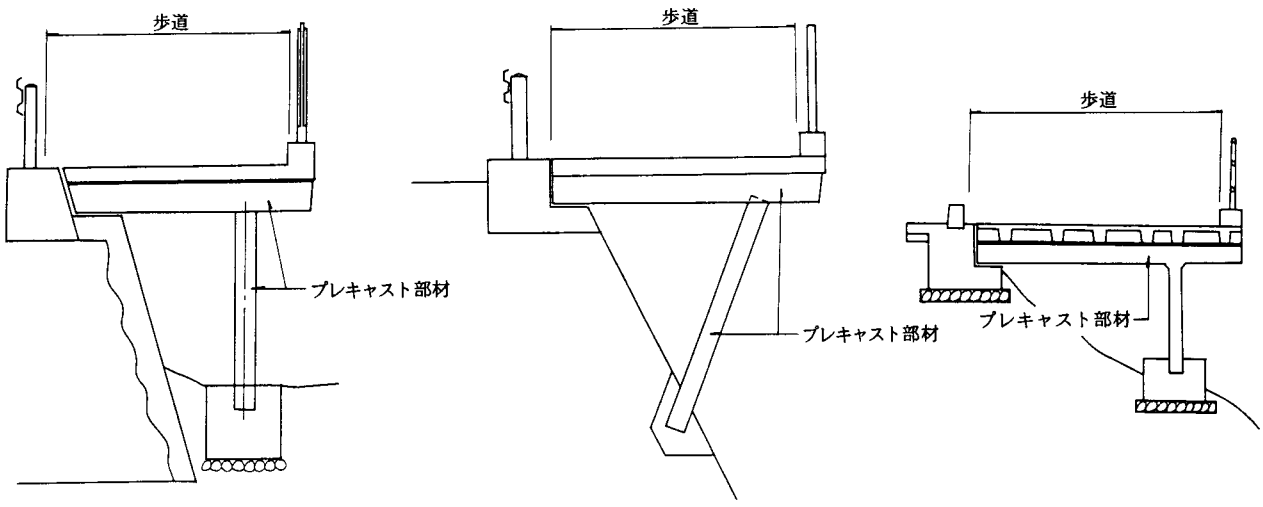


図１－11　構　造　図

種　別　1－3

図－1

この現場は、山，谷側共勾配が1：0.3以下と急傾斜地となっており、高さは50～100mである。

山側切土案，谷側擁壁盛土案，橋梁形式片桟道案はいずれも施工不可能であり、キャンティ工法が採用された。

幅員3～3.5mの未改良の部分を側溝を含めて基本幅員4mに拡げる工事で、地形，線形の連続性，施工性，経済性等を考慮した結果、施工延長22.6m区間にキャンティ工法が採用になった。

図－2

ダム建設のため村道を拡幅し、工事用道路とするにあたり、切土，擁壁盛土工法が難しいため、キャンティ工法が採用された。

図－3

本構造は、ダム堤体取り付け道路の拡幅工法として採用された。施工箇所の地形は、一方が急峻な谷部、他方山側はすでにコンクリート張工が施工されていることから、道路の計画幅員の確保のためには、谷側へ張出す工法を余儀なくされる箇所であった。擁壁案、（枕梁＋プレテンション）案に比較して、施工性，構造性，工期の面から片桟橋案が最も有利であると判断された。

構造は、谷側に支点となる基礎を施工した後、プレキャスト化した道路直角方向主梁（メインキャンティ）および床版部材（フロアキャンティ）を設置し、山側ロックアンカーで負反力に対処する張出し梁である。

図－4

歩道部を車道部と分離するため、マウンドアップにした構造である。

図－5

現在、河川に沿った車道部分に河川断面を阻害しないように歩道を設置したものである。

歩道の構造は、ＲＣプレキャスト部材による支柱、歩道部分のＰＣ板（ＰＣ矢板）およびＰＣ板を支持する受梁からなる。

図－6

交通量の多いカーブ区間で、学童を含めた歩行者も多いため、交通安全上拡幅工法がとられた。

路側ブロック積みの側面に打ち継いだ架台と支柱で支持した受梁上にＰＣ板を架設してい

く方式である。床版をＰＣ構造（橋面にレンガ目模様を配置したプレキャストＰＣ板）とし、支柱と受梁をＲＣ構造とした。また、支柱と受梁の接合部はヒンジ構造である。

図－７

勾配の急な山間部である上に道路幅員が狭く、近くに小学校があることから、安全な通学を配慮して歩道が拡幅されたものである。

床版にプレキャストＰＣ版を用いたＰＣ構造とし、支柱と受梁をＲＣ構造としているが、支柱は方杖式となっている。

図－８

歩道部を車道部と分離するため、マウンドアップにした構造である。

図－９

この歩道は、交通安全施設の整備事業の一環として建設された。設計施工条件がメンテナンスフリーの構造で、しかも急速施工でき経済的な工法であることから、この構造形式を採用した。

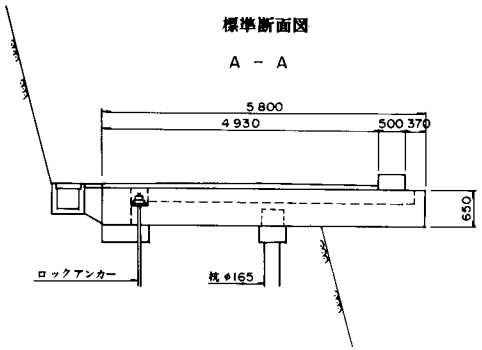
床版は一連あたり３枚（幅１ｍ，長さ５ｍ）のＰＣ板を橋軸方向に敷き並べた構造となっており、ＰＣ板の目地部には耐候性のあるシーリング材を用いた。脚柱はＴ形の形状をしており、ＲＣプレキャスト部材である。

道 路 拡 幅

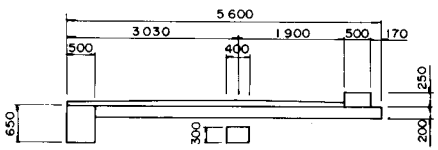
設 計 条 件	
構造形式	片持梁
荷 重	T－20
主 梁 長	5m100 ～ 5m800
主梁張出長	2m570
幅 員	4m000～5m000 (有効)
使用用途	車道
使用材料 コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	φ12.7
架設工法	トラッククレーン架設

標準断面図

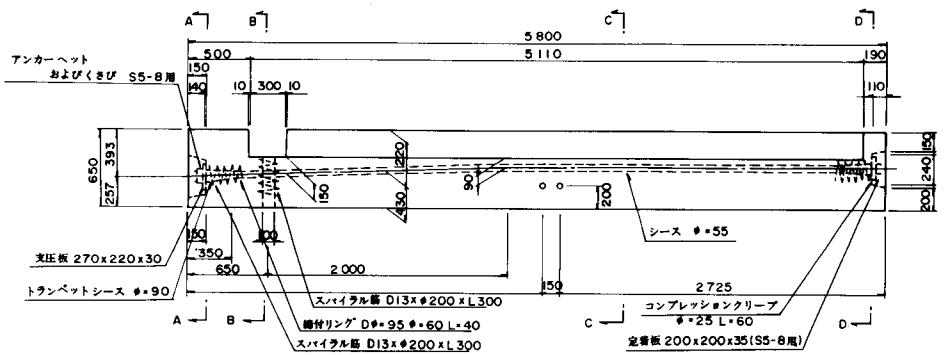
A － A

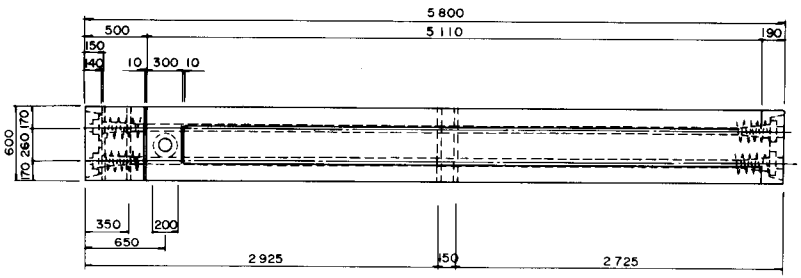


B － B

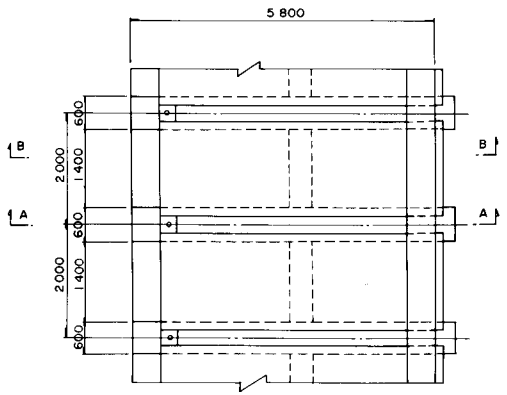


メインキャンティ詳細図

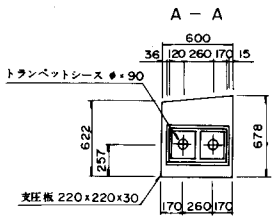




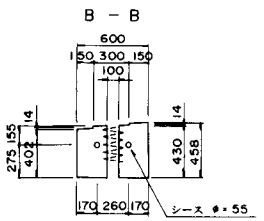
標準平面図



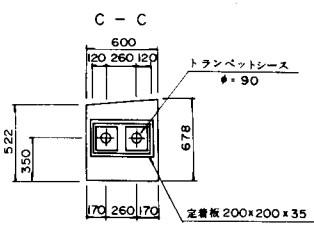
A － A



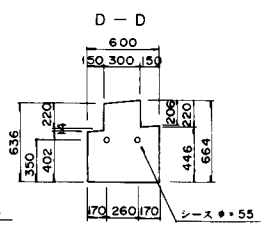
B － B



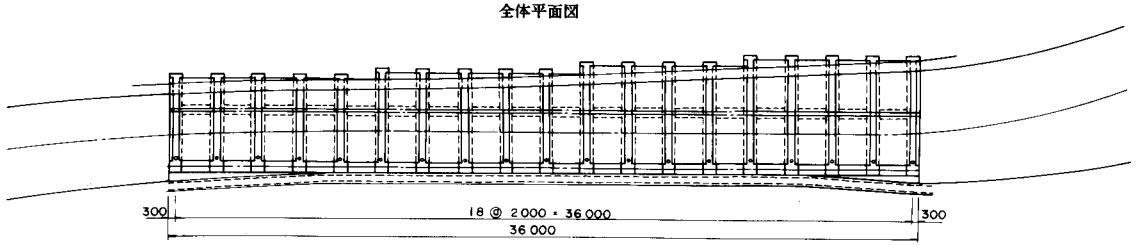
C － C



D － D

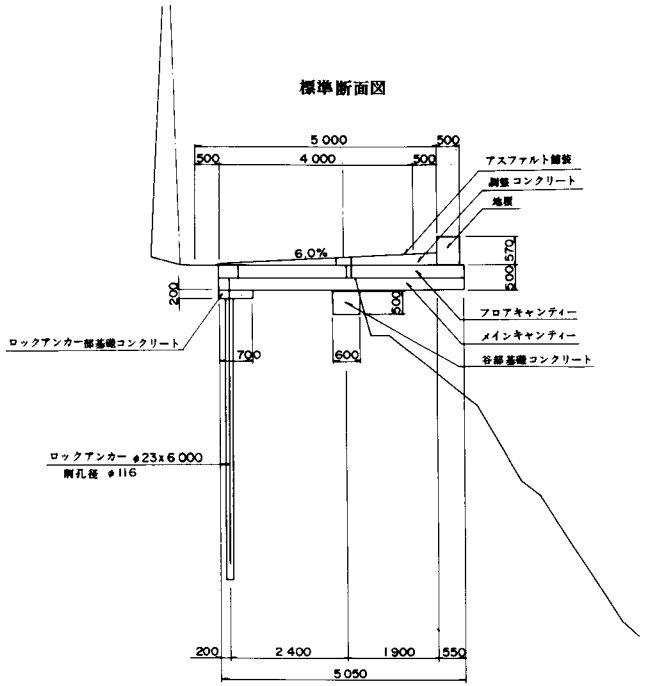


全体平面図

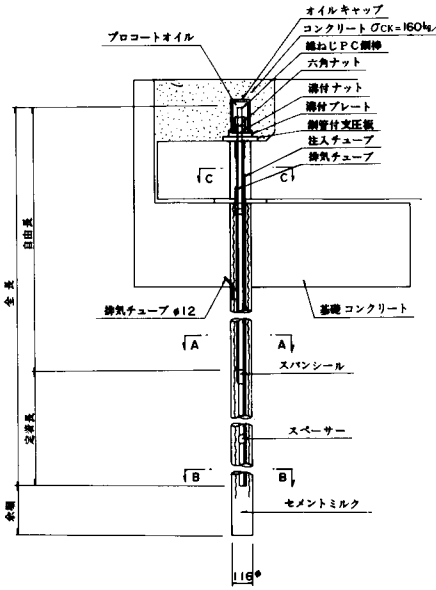


道 路 拡 幅

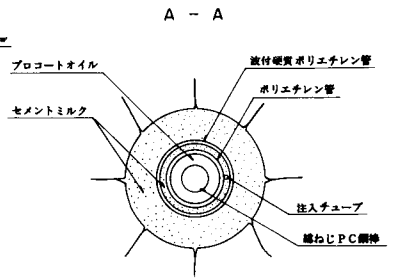
標準断面図



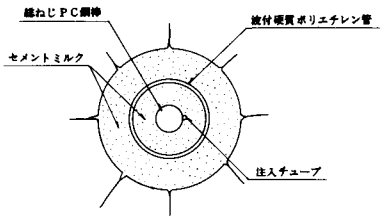
ロックアンカー 詳細図



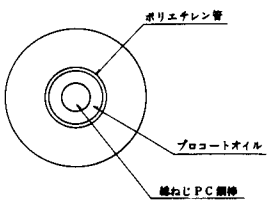
A — A



B — B

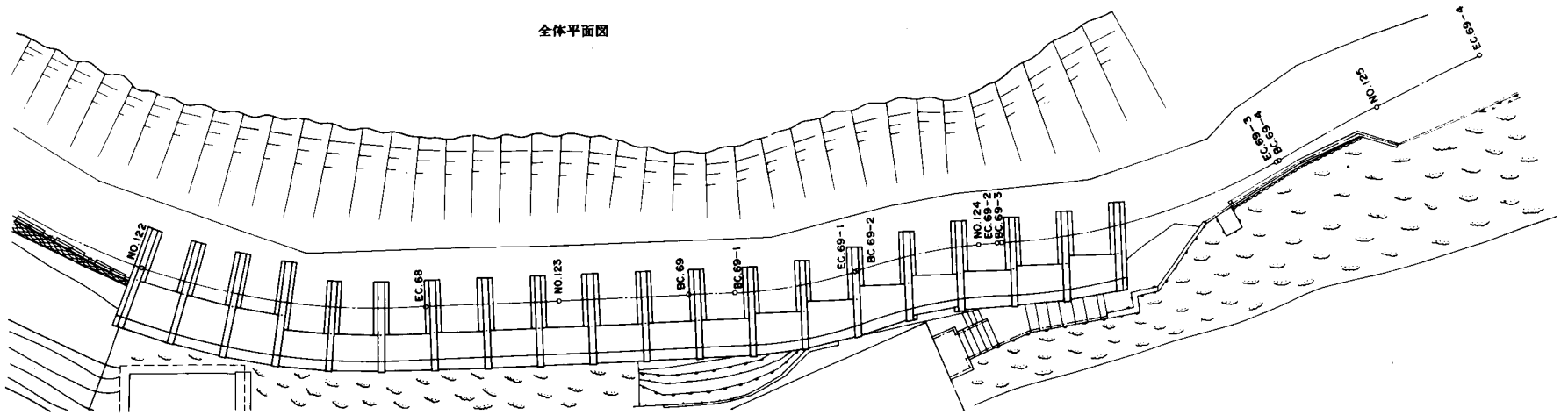


C — C



設 計 条 件		
構造形式		片持梁
荷重		T－14
主桁長		5m050～4m300
主桁張出長		2m450～1m800
幅員		5m000
使用用途		車道
使用材料	コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
	PC鋼材	T 12.4
架設工法		トラッククレーン架設

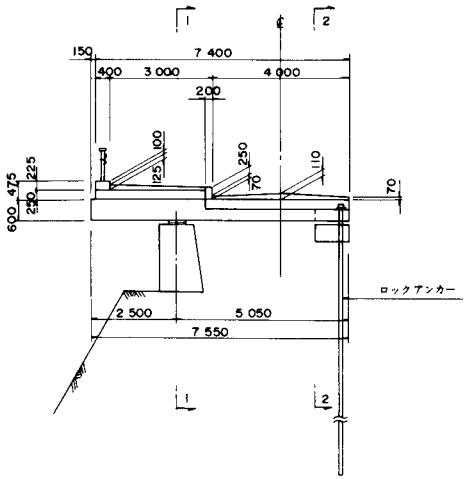
全体平面図



道 路 拡 幅

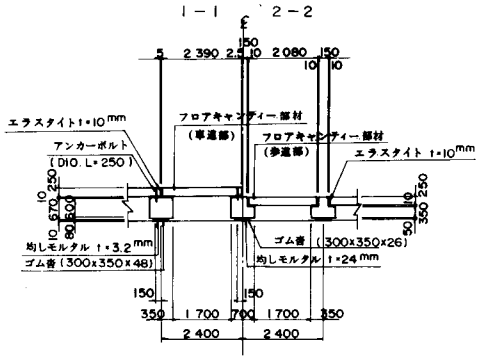
設計条件		
構造形式		片持梁
荷重		T-14＋100kg/m²(雪荷重)
主梁長		7m000～7m765
主梁張出長		2m500～899
幅員		4m000～3m000(歩道)
使用用途		歩道
使用材料	コンクリート	σck＝500 kg/cm²
	PC鋼材	T 12.4
架設工法		トラッククレーン架設

標準断面図

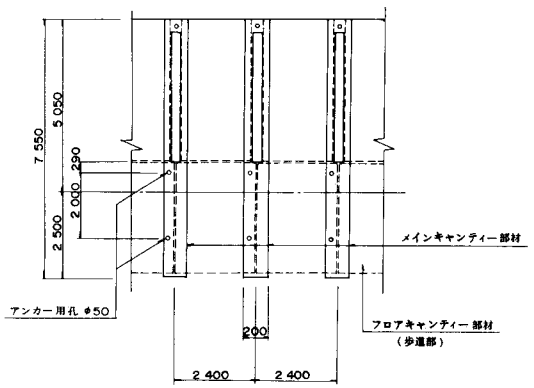


正面図

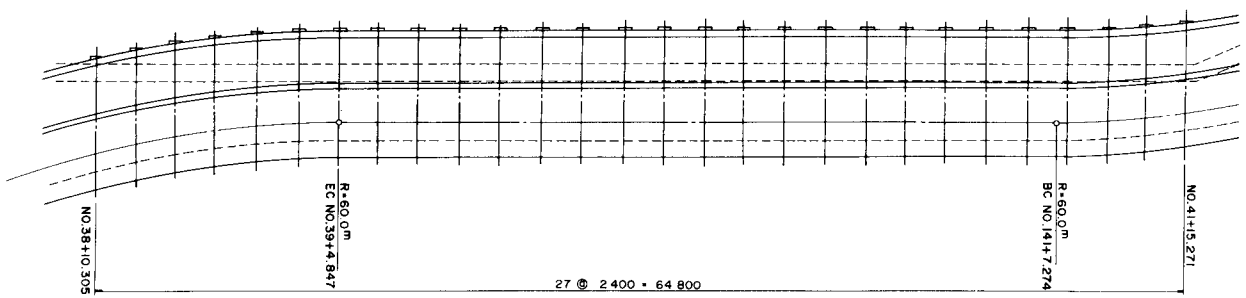
1－1　2－2



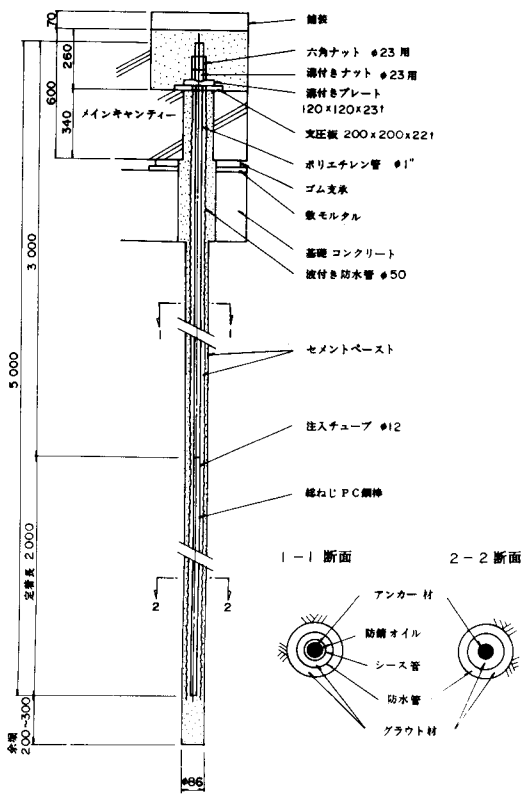
平面図



全体平面図



ロックアンカー詳細図

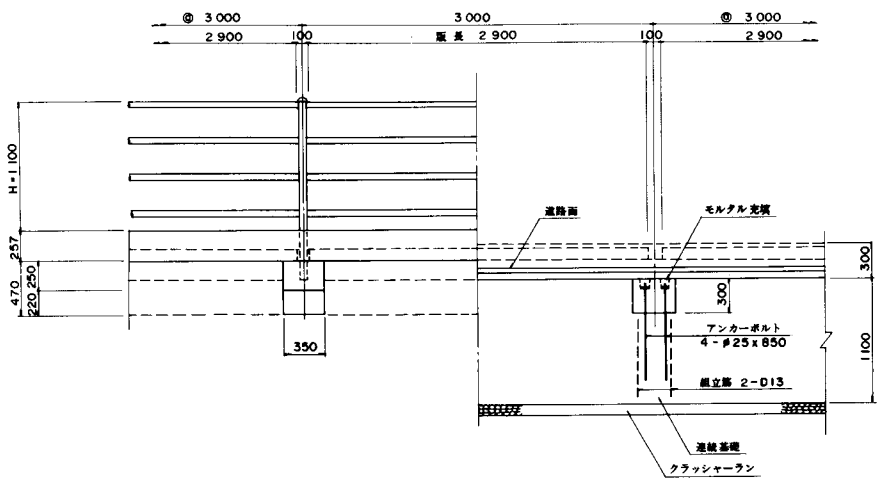


1－1 断面　　2－2 断面

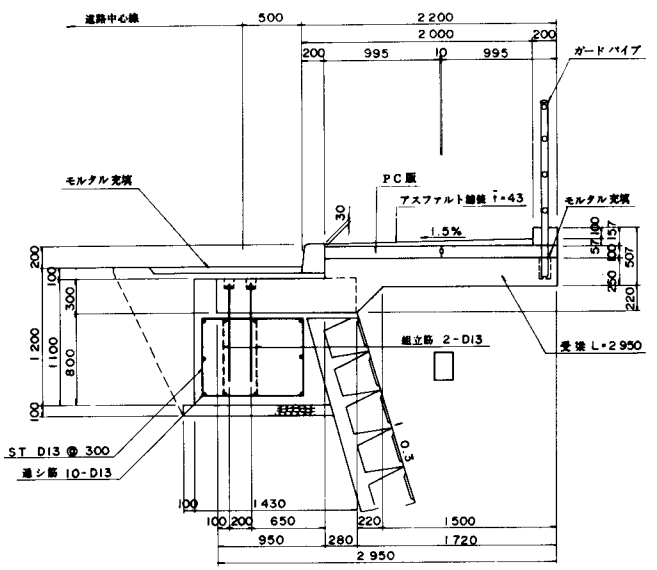
道 路 拡 幅

設計条件	
構造形式	張出床版
荷重	PC部版 500 kg/m² 現場 350 kg/m²
桁(版)長	2 m 900
支間	2 m 800
幅員	1m50, 2m00, 2m50, 3m00
使用用途	歩道
使用材料 コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	1T12.4
架設工法	クレーン架設

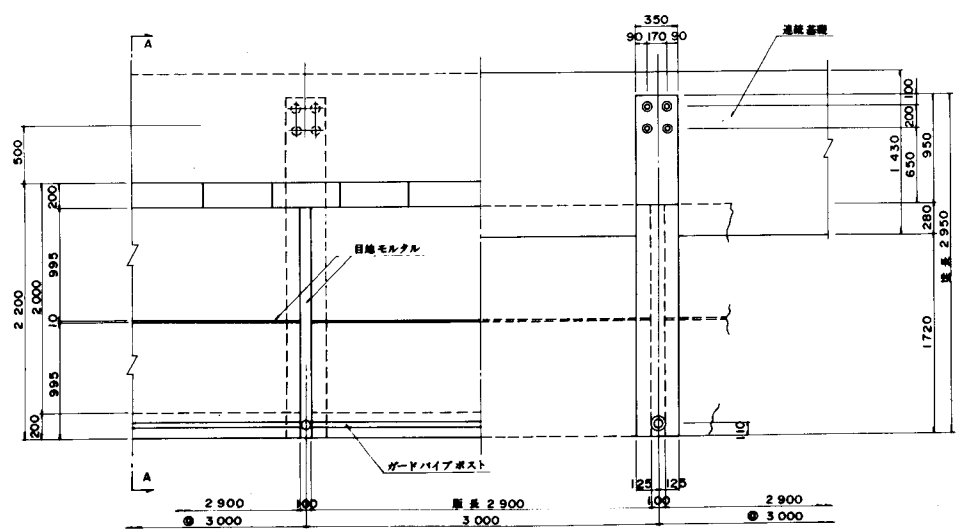
側 面 図



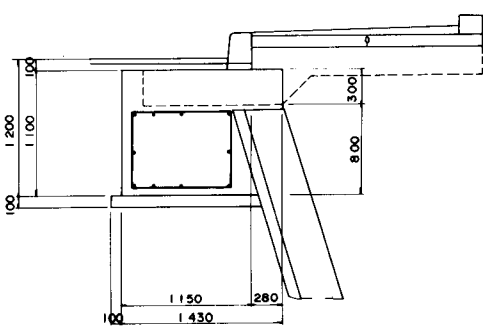
断 面 図



平 面 図

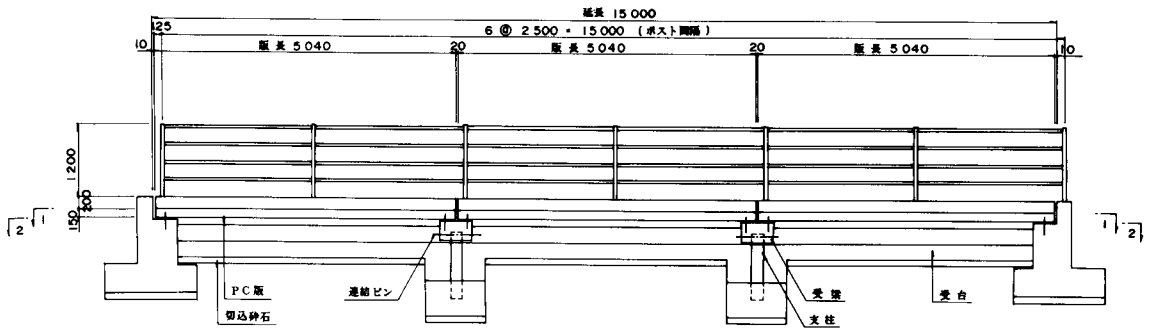


A － A 断面図



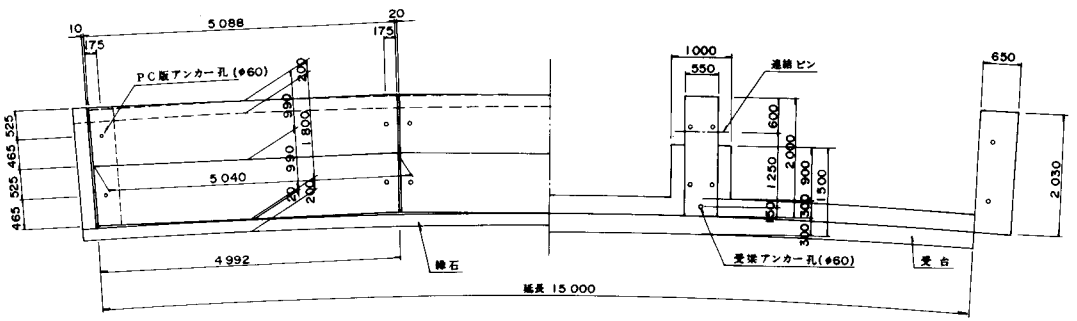
道 路 拡 幅

側 面 図

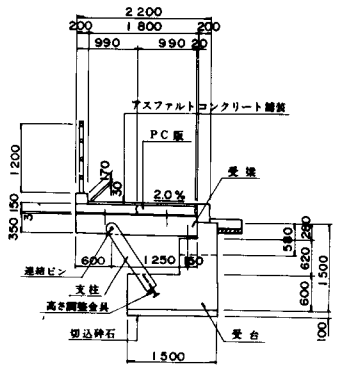


設 計 条 件	
構造形式	プレキャスト部材 単立歩道橋
荷 重	350 kg/m²
桁 長	3 @ 5.040 m
支 間	3 @ 4.715 m
幅 員	2.000 m
使用用途	歩道部の張出し部
使用材料 コンクリート	PC版 σck = 500 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	PC版 SWPR 7A T12.4 連結材 アンカーバー φ25
架設工法	クレーン架設

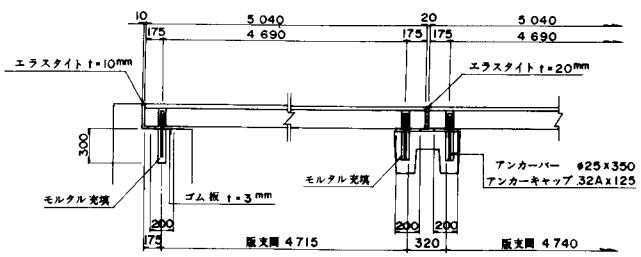
平 面 図



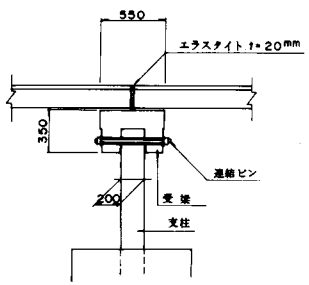
断 面 図



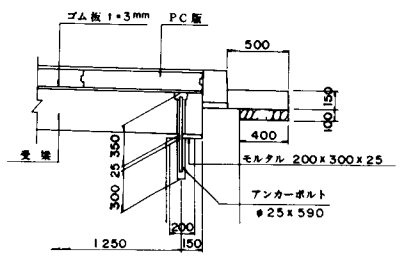
PC版支承詳細図



連結部詳細図



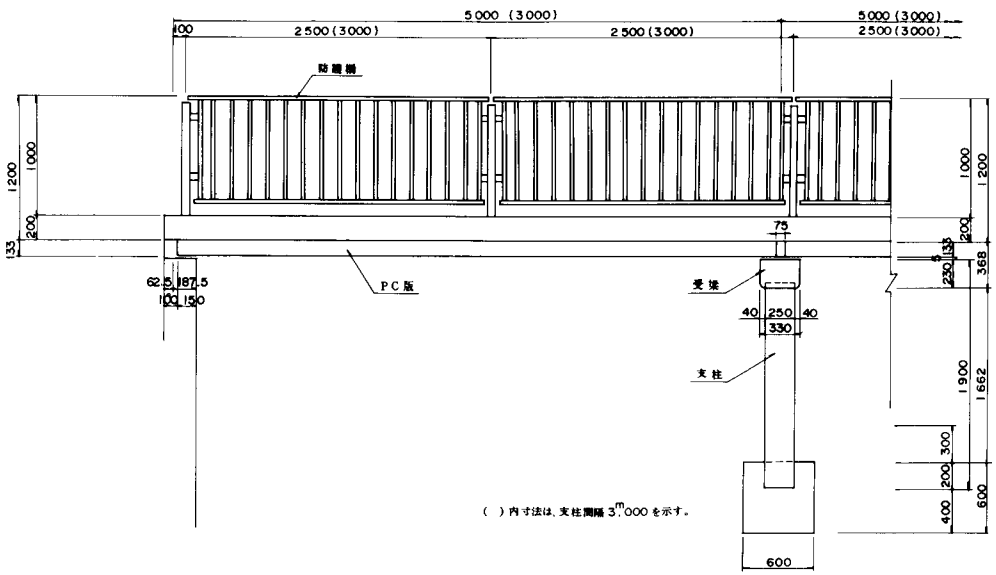
受梁支承詳細図



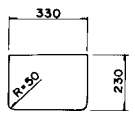
道 路 拡 幅

設 計 条 件		
構造形式		プレキャスト部材組立歩道
荷重		PC版 W_1 = 500 kg/m² 支柱,受梁 W_2 = 350 kg/m²
桁長		5ᵐ000 (3ᵐ000)
支間		4ᵐ725 (2ᵐ725)
幅員		2ᵐ000
使用用途		歩道
使用材料	コンクリート	σck = 500 kg/cm²
	PC鋼材	SWPR 7A T12.4
架設工法		クレーン架設

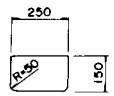
側面図



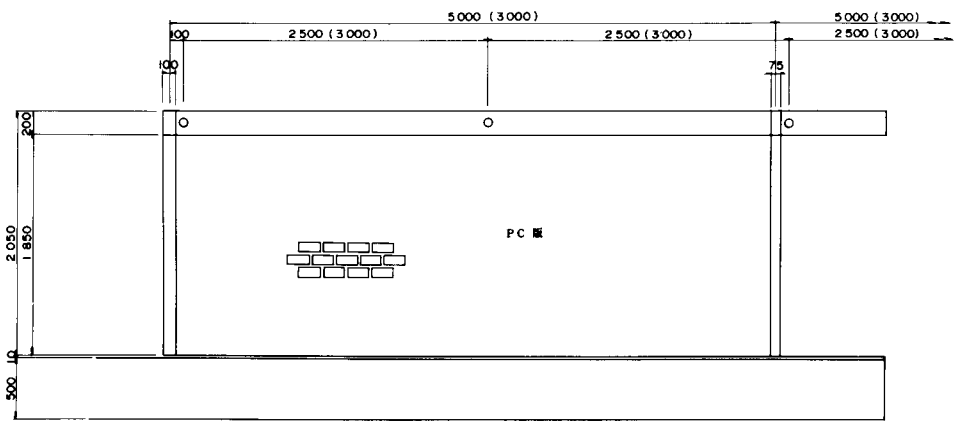
受梁断面図



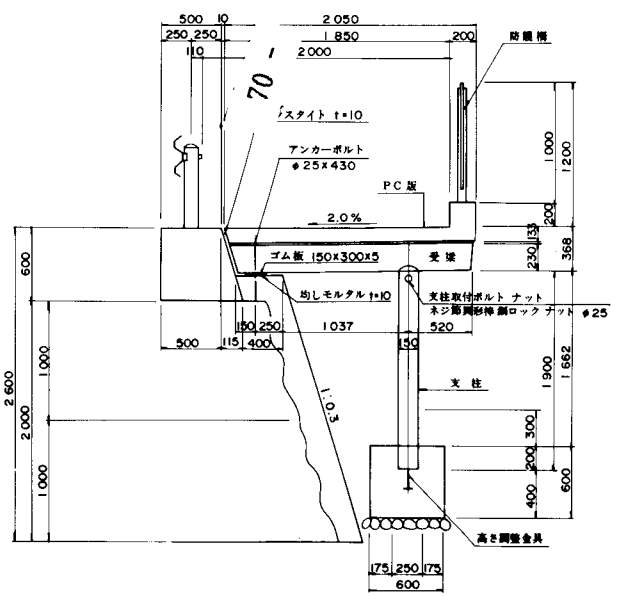
支柱断面図



平面図



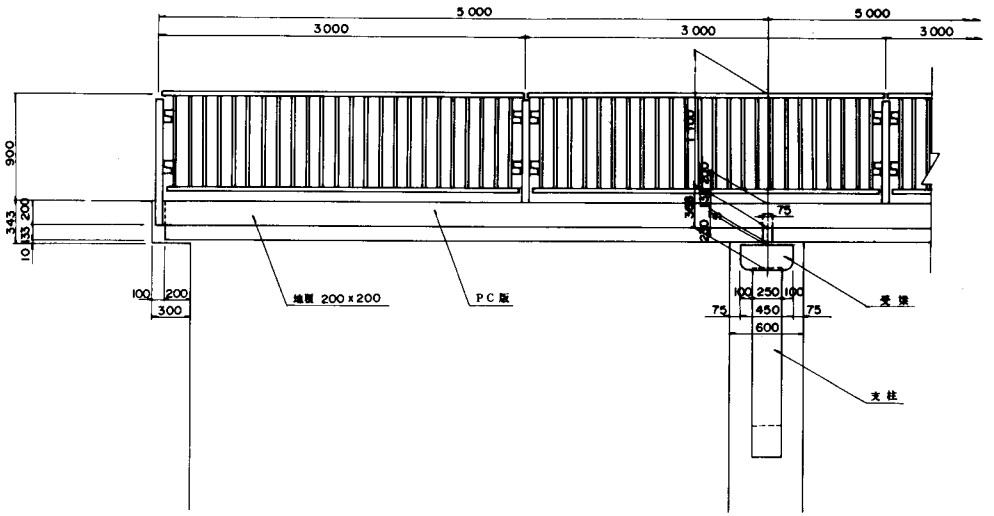
断面図



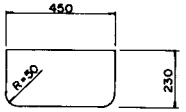
道 路 拡 幅

設 計 条 件		
構造形式		プレキャスト部材組立参道
荷重		PC重 500 kg/m² 支柱 受梁 350 kg/m²
桁長		5 m 000
支間		4 m 725
幅員		2 m 000
使用用途		参道
使用材料	コンクリート	σck = 500 kg/cm²
	PC鋼材	1T12.4
架設工法		クレーン架設

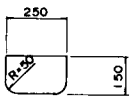
側面図



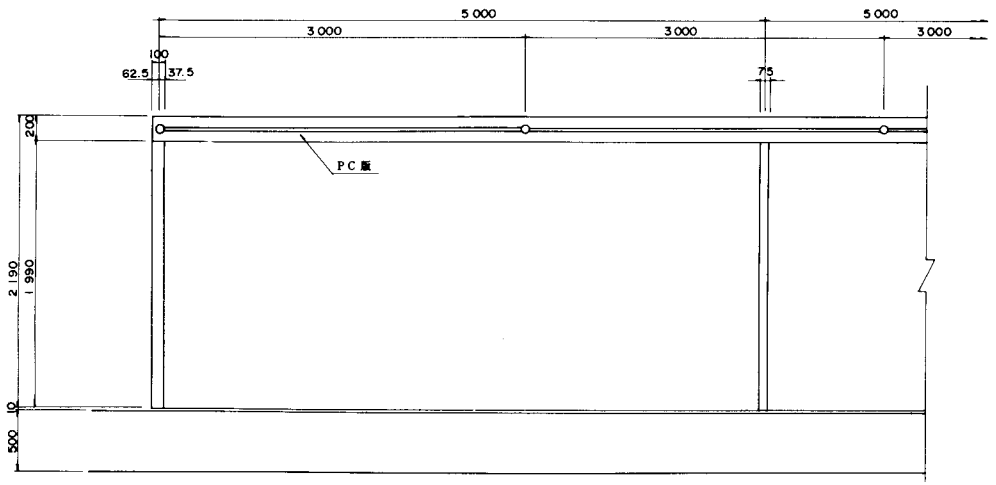
受梁断面図



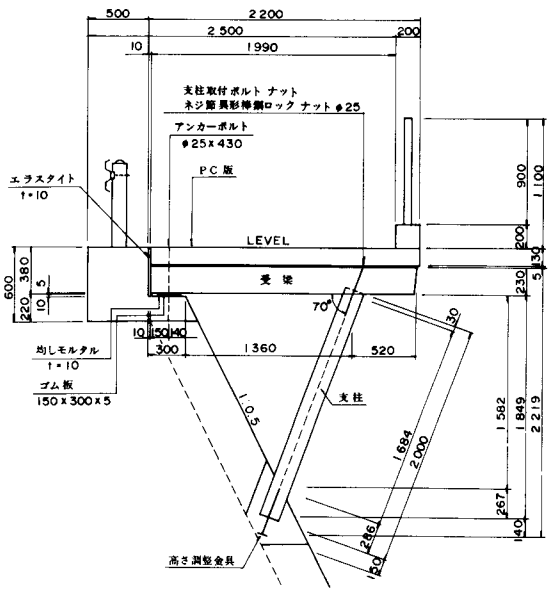
支柱断面図



平面図



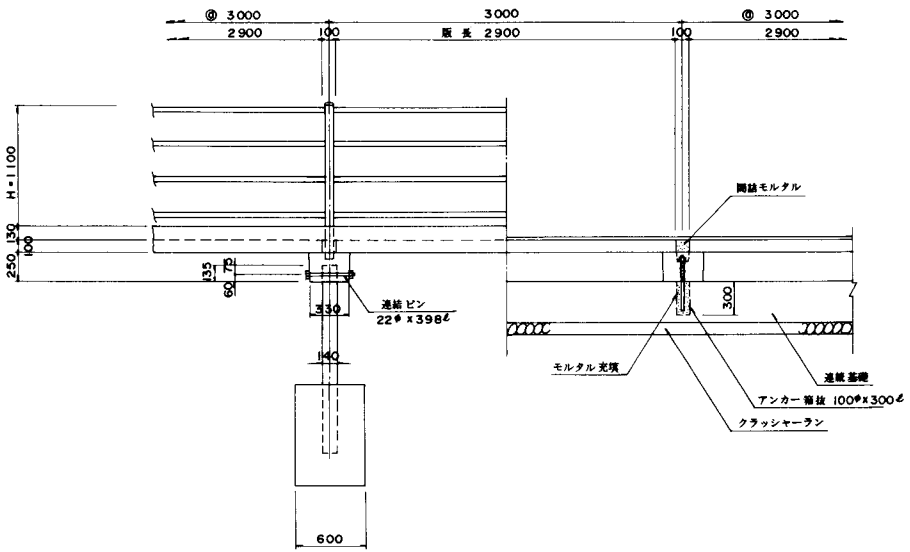
断面図



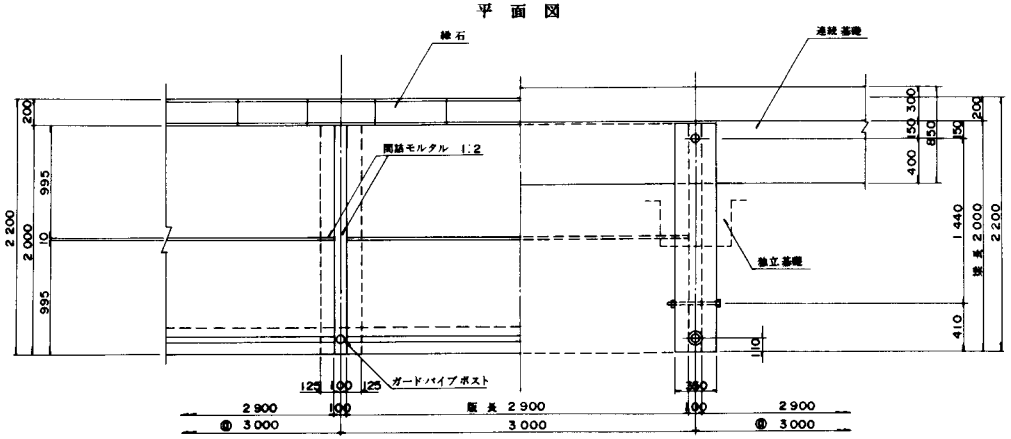
道 路 拡 幅

設 計 条 件		
構造形式		プレキャスト部材組立歩道
荷重		PC床版 500 kg/m² 受梁 350 kg/m²
桁(版)長		2 m 900
支間		2 m 800
幅員		2 m 000
使用用途		歩道
使用材料	コンクリート	σck= 500 kg/cm²
	PC鋼材	1T 12.4 mm
架設工法		クレーン架設

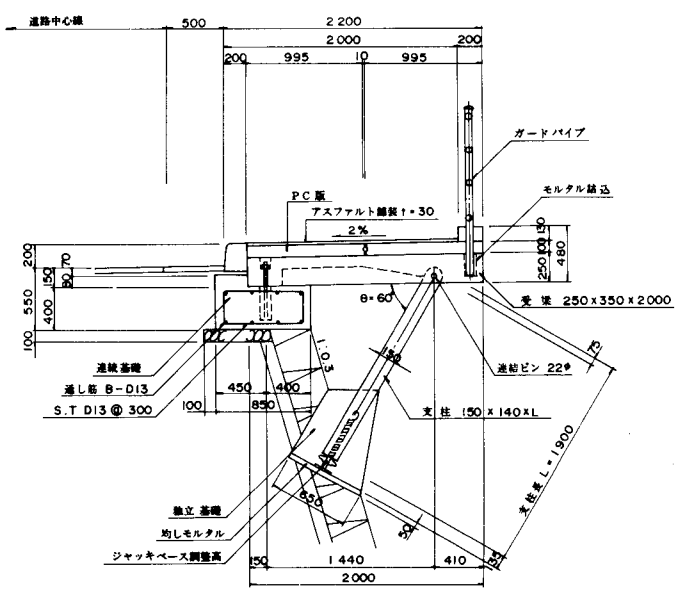
側面図



平面図



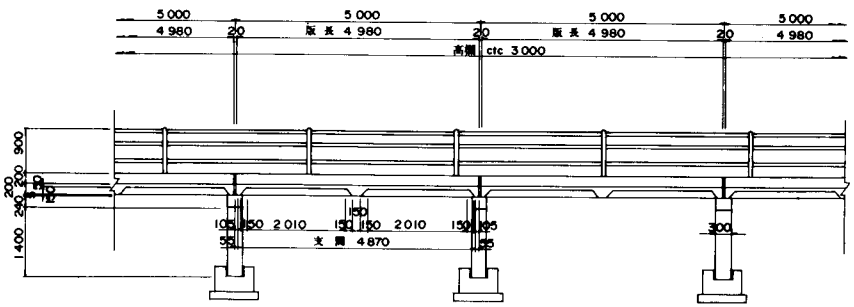
断面図



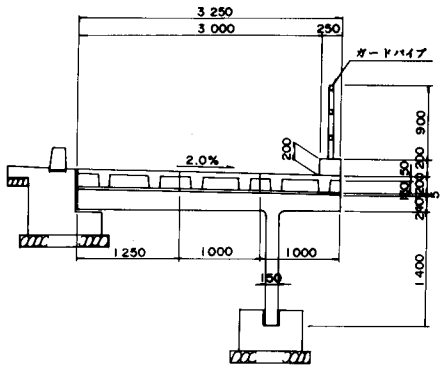
道 路 拡 幅

設 計 条 件	
構 造 形 式	主桁 プレテンション方式WT型 脚柱 プレキャスト鉄筋コンクリート
荷 重	群集荷重 主桁 350 kg/m² 歩道 500 kg/m²
桁 長	4 m 980
支 間	4 m 870
幅 員	3 m 000
使 用 用 途	歩道
使用材料 コンクリート	σck = 500 kg/cm²(主桁)
使用材料 PC鋼材	1T12.4 mm (主桁)
架 設 工 法	クレーン架設

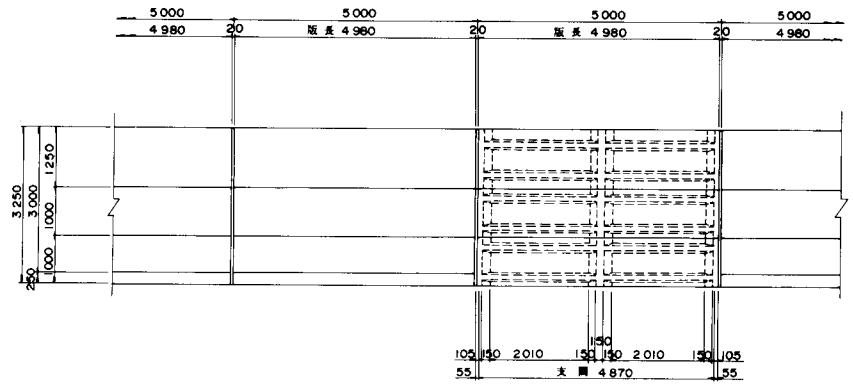
側 面 図



断 面 図

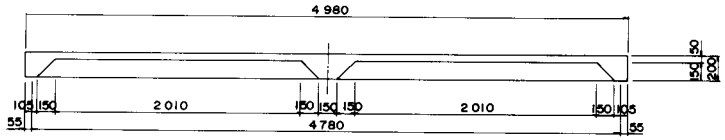


平 面 図

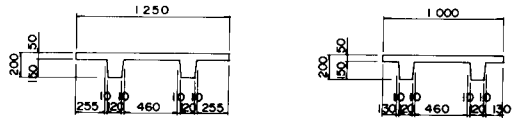


形 状 図

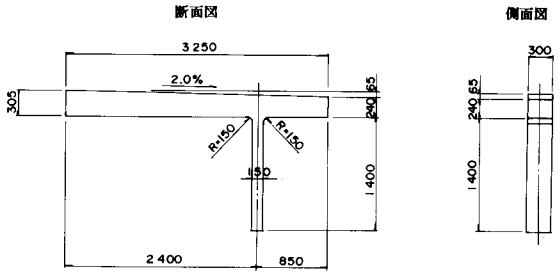
側面図



断面図



脚柱形状図



1－4　プレキャストＰＣ床版

今迄、プレキャストコンクリート桁や鋼桁を用いて橋梁を施工する場合でも、桁と桁を連結する床版は場所打ち施工していたが、この方法では、床版部の施工に当って支保工・型枠の組立・解体に多くの工数が必要となり、施工工程上のネックとなっていた。このような場合、場所打ちコンクリートとしていた床版を型枠兼用のＰＣ板を用いて合成床版としたり、床版の全てをプレハブ化すれば施工の合理化が図れ、省力化，高品質化，工期短縮，労働安全性向上の面に有利性が生まれる。

プレキャストＰＣ床版工法は、このような目的で開発された工法である。

さらに、地覆，高欄等をプレキャスト化する場合もある。

○　種　類

橋梁の車道床版あるいは歩道床版のプレキャスト化には、(1) 合成床版，(2) 打替床版，(3) ＰＰＣＳ（プレキャスト・プレストレスト・コンクリート・スラブ）等がある。

(1)　合成床版

合成床版とは、型枠兼用のＰＣ板と、その上に場所打ちコンクリートを打ち込んで一体とした床版である。

特　長

①　ひび割れ耐力および終局耐力において優れた耐荷性能を有している。

②　長期持続荷重によるたわみが小さい。

③　プレキャスト化されたＰＣ板を組み込んでいるため、乾燥収縮によるひび割れの影響を小さくすることができる。

④　床版用の型枠が不要であり、高所での足場・型枠作業が軽減できるので安全施工，急速施工が可能である。

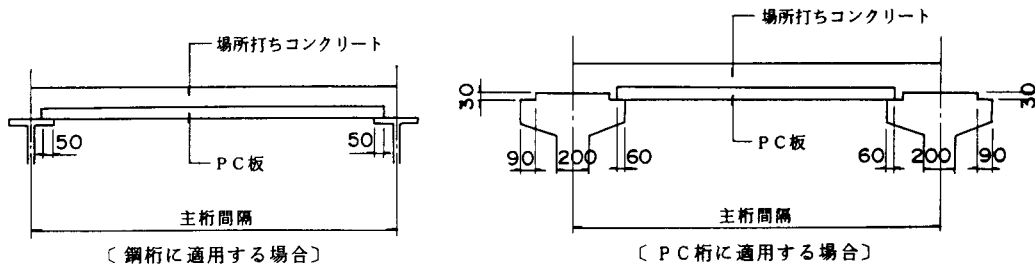


図１－12　床版の構造

⑵　打替床版

打替床版は、床版を横方向に分割（プレキャスト化）したプレキャスト部材を接合して一体化させた床版である。

この方法は、新設の橋梁のみでなく、旧橋の床版打替えにも適用できる。

工場製品としての特長は、前述の合成床版と同様であるが、本工法では、床版厚が薄くできるので、路面高さが変更できない旧橋の床版打替え工事には大きなメリットがある。また、床版をオールプレキャスト部材としているので、とくに工期短縮の効果が大きい。

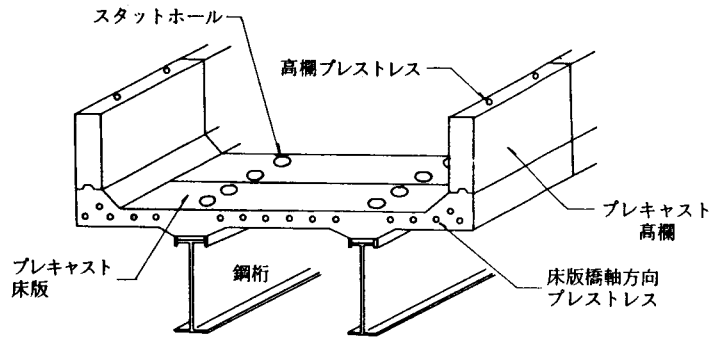


図１－13　プレキャスト床版とプレキャスト高欄

⑶　ＰＰＣＳ

鋼主桁上横断方向にプレキャスト床版を敷き並べ、このプレキャスト床版の橋軸方向にプレストレスの導入，解放という手段によって鋼桁に引っ張り力と曲げモーメントを発生させ、桁高の低減，桁断面の減少，床版耐荷力の向上を同時に可能にした一種のプレストレス工法である。

鋼桁上にプレキャスト床版を敷設してずれ止めにより合成させた構造で、合成桁と同様であるが、橋軸方向にプレストレスを導入，解放することによる応力改善を図っているところに大きな相違がある。プレキャスト床版は、鉄筋コンクリート部材またはプレテンション部材のどちらでも使用できる。下に構造図を示す。

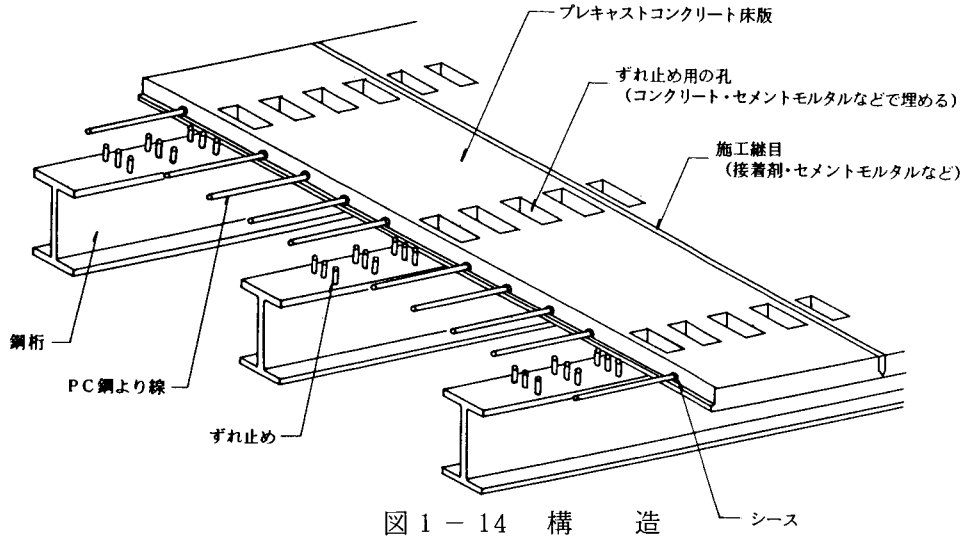


図１－14　構　　造

プレストレスの導入方法

① 鋼桁上へプレキャスト床版の敷設を行う。

② プレキャスト床版のみにプレストレスを橋軸方向に導入する。

③ これにより床版のみが弾性変形して縮む。

④ 鋼桁とプレキャスト床版にコンクリートを打設して結合を行う。

⑤ 橋軸方向のプレストレスを解放、床版が伸びることにより鋼桁に引っ張り力と負の曲げモーメントが発生し、応力の改善がなされる。

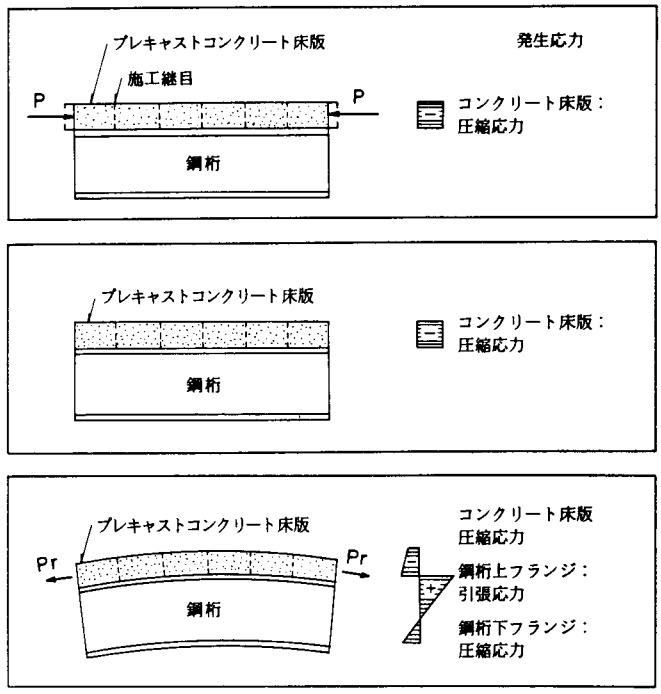


図１－15　プレストレスの導入

種　別　1－4

図－1

本橋は、単純合成鋼鈑桁の床版施工において、ＰＣ合成床版を用いた例である。横断勾配が２％であるため、ＰＣ板の敷設は受金具によって調整し、また、斜角８０度に対しては桁端部を異形ＰＣ板で敷設することにより対処した。

図－2

本橋は、ＰＣ連結合成桁の床版施工において、ＰＣ合成床版を用いた例である。ＰＣ板受けとして、桁上フランジに切り欠きを設けてＰＣ板との間は無収縮モルタル、同ペーストによって据付面を密着させている。

図－3

トンネル内車道部は長年の海水の浸透，排気ガス等により、劣化が生じていることが調査によって明らかになり、床版打替えが行われることになった。

主要幹線道路で、工期が限定されており、また、海底トンネルという特殊な条件下であるため、施工性，耐久性に優れたＰＣ合成床版工法が採用された。

図－4

設計施工条件が旧橋床版厚（18㎝）で現行示方書の耐力を有し、片側交通を許容し、経済的に急速施工できることから、構造形式にはプレキャストＰＣ床版工法を採用した。

床版構造は、鋼主桁（３本）直角方向にＰＣ版を敷き並べ、中央主桁上でＰＣ版を連結するものである。橋軸方向は、ＰＣ版敷設後に縦締めすることによりプレストレスを導入してＰＣ構造としている。

図－5

設計施工条件は前図と同様であるが、本例では地覆もプレキャスト化し、ＰＣ板にあらかじめプレキャスト地覆を取付けて敷設している。

図－6

鋼主桁（３本）直角方向に全幅員長さのプレキャストＰＣ板を敷き並べた構造としている。ＰＣ板は３主桁上で厚くなっており、主桁に固定されている。

また、壁高欄もＲＣ構造のプレキャスト部材である。

図－7

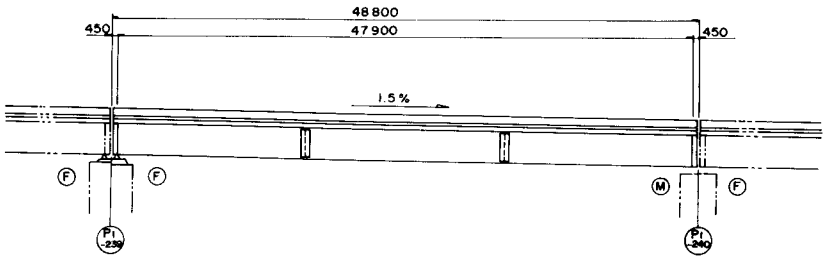
本橋は、橋長 120ｍ（支間 39.3ｍ×３連），有効幅員 5.25ｍの活荷重単純合成桁橋である。

ＰＣ板は、橋軸直角方向にプレストレスを導入したもので、その厚さは２０㎝である。

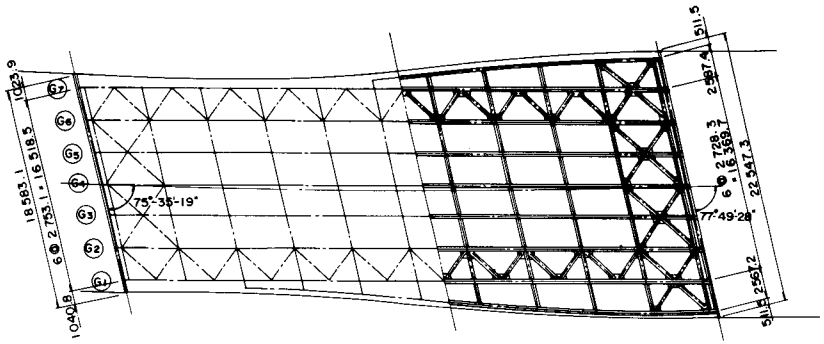
鋼桁については、ＰＰＣＳ工法によって従来のＰＣ床版を有する合成桁橋に比べて10％以上の鋼重の減少を図っている。

プレキャストＰＣ床版

側面図

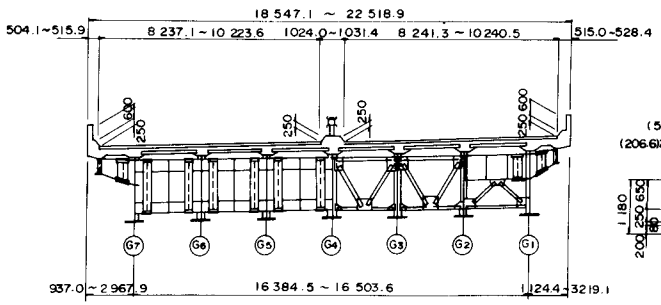


平面図



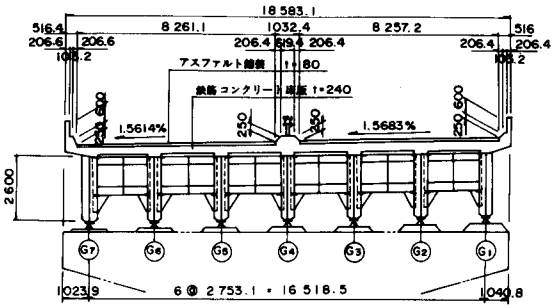
断面図

中間部

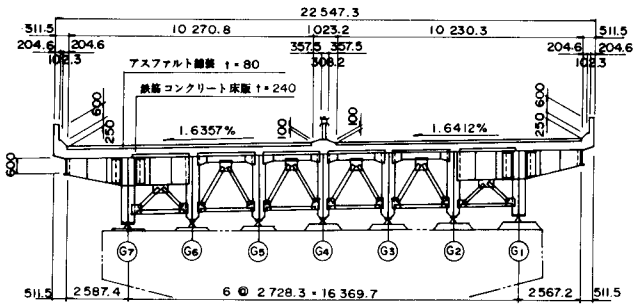


断面図

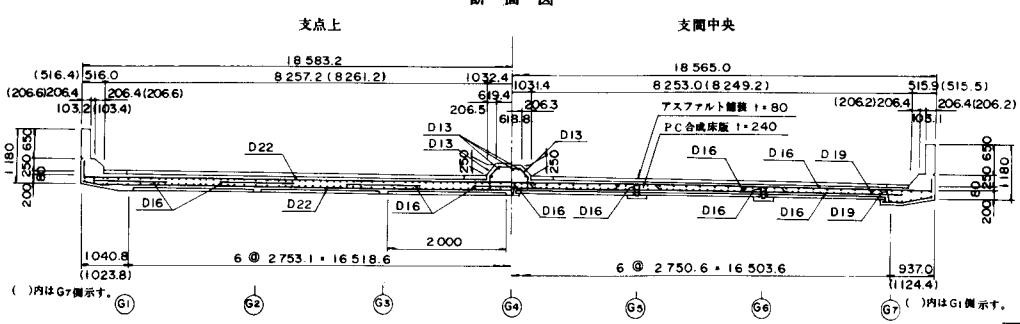
Ｐ1－239 支点上



Ｐ1－240 支点上



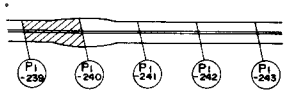
断面図



設計条件

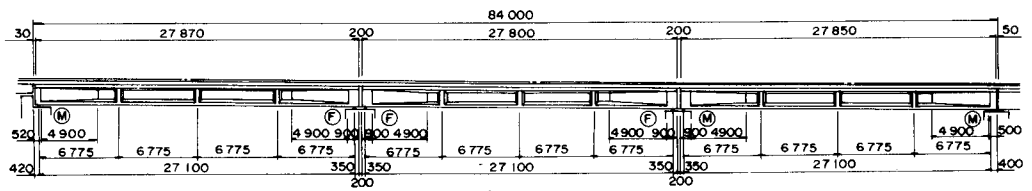
設計条件		
構造形式		PC合成床版
荷重		TL－20
製品長		2.360m ± 0.998m
橋築幅員		8.25m + 8.25m
使用材料	コンクリート	σck = 500 kg/cm²
	ＰＣ鋼材	9.3mm 7本より

位置図

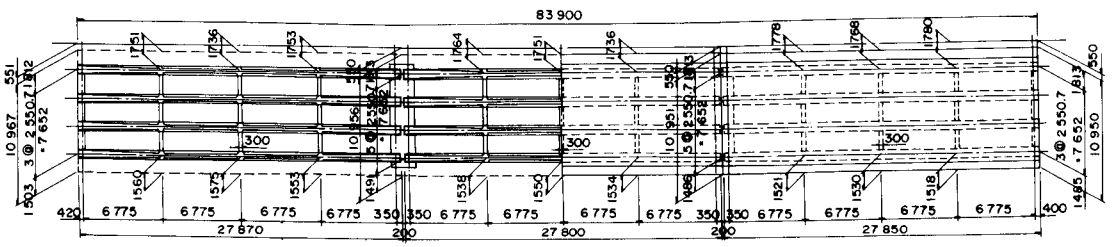


プレキャストＰＣ床版

側面図

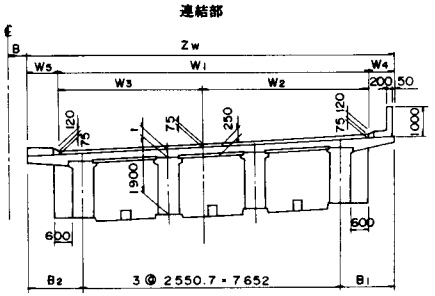


平面図

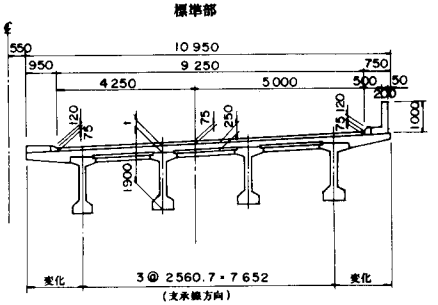


断面図

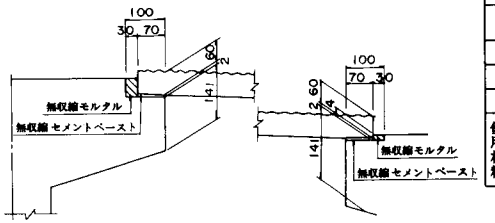
連結部



標準部



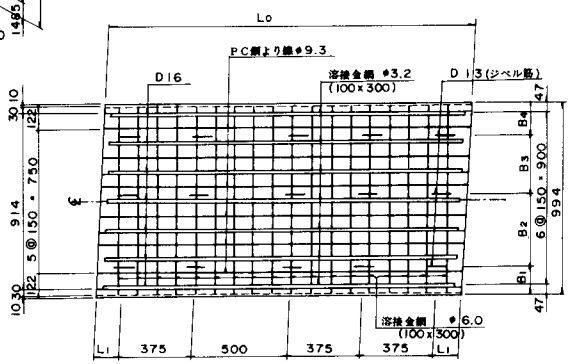
取付部



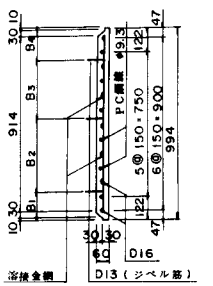
設計条件		
構造形式		PC合成床版
荷重		TL－20，TT－43
製品長		1.890m＊0.998m
橋梁幅員		9 m 25
使用材料	コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
	ＰＣ鋼材	φ9.3mm 7本より

ＰＣ板詳細図

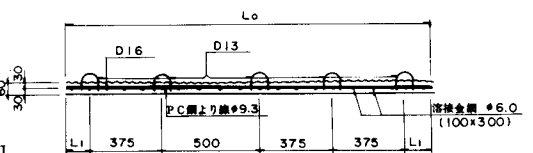
平面図



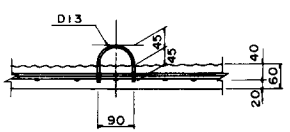
断面図



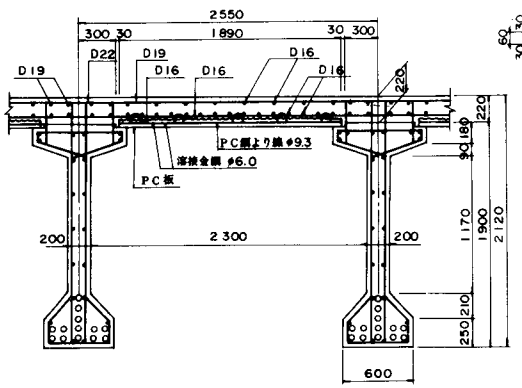
側面図



ジベル筋配筋図

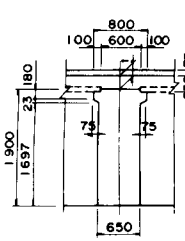


中間床版部詳細図

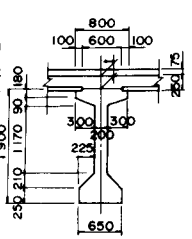


断面図

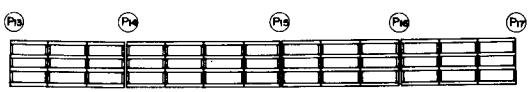
端部



中間部



位置図

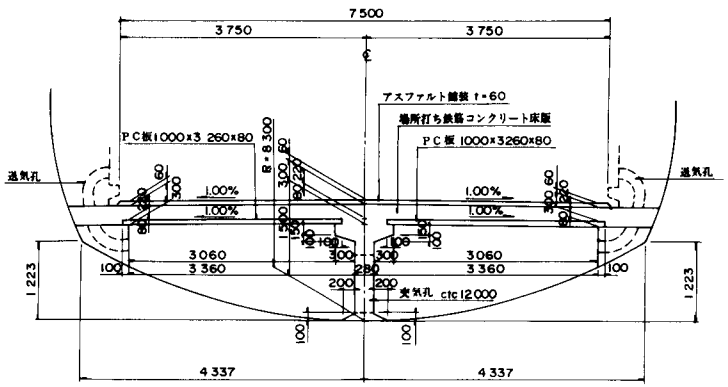


プレキャストＰＣ床版

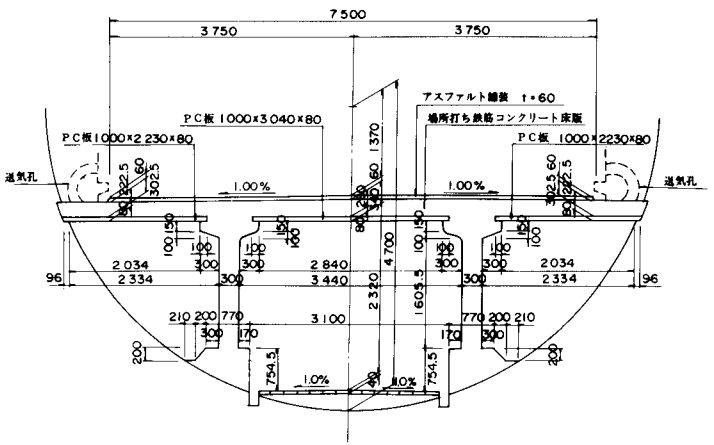
設計条件	
構造形式	PC合成床版
荷重	TL-20，TT43
製品長	3.26m×0.998m
橋梁幅員	7＝5
使用材料 コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	φ9.3mm 7本より

断面図

陸上部

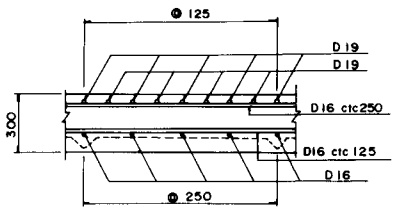


海底部

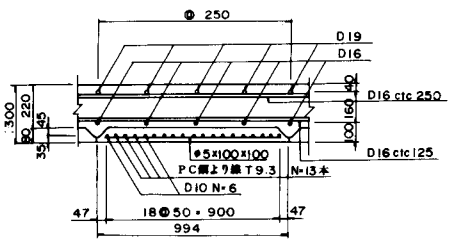


側面図

支点部

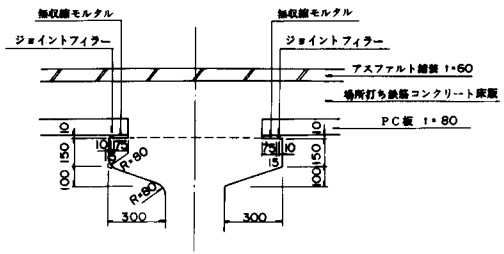


中間部



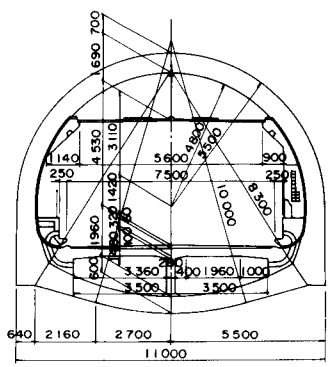
詳細図

床壁部

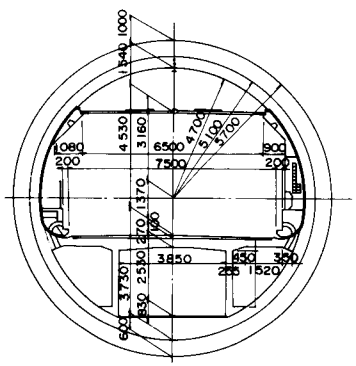


位置図

陸上部



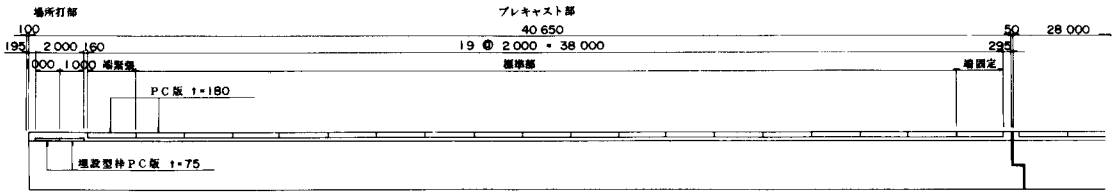
海底部



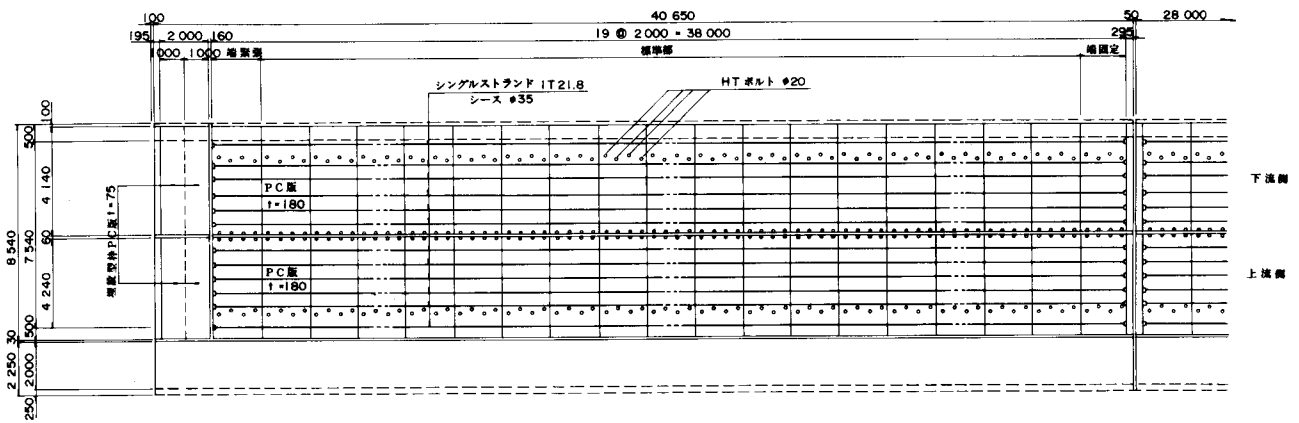
プレキャストＰＣ床版

設計条件			
構造形式			溶接鋼板桁ゲルバー橋
荷重			TL－20
製品長			4m 240
使用材料	PC鋼材	縦締	シングルストランド 21.8mm
		PC板	1T12.4

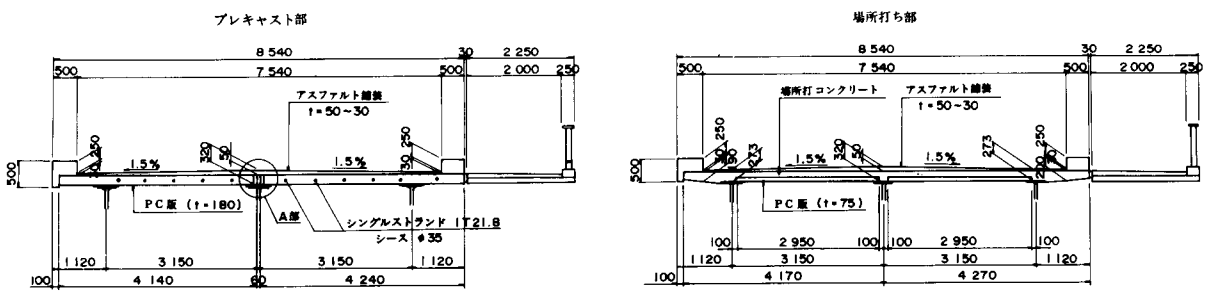
側面図



平面図

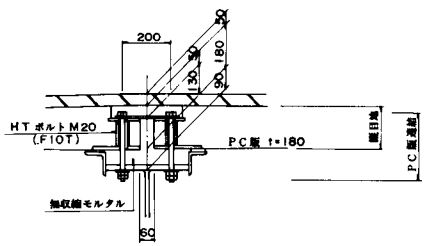


横断面図

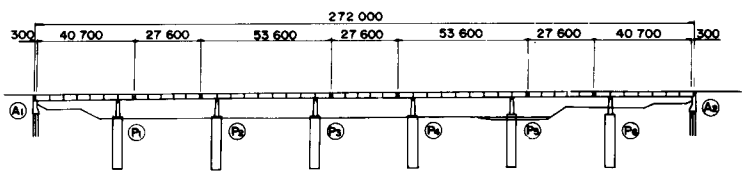


A部詳細

（縦目地及びPC版連結）



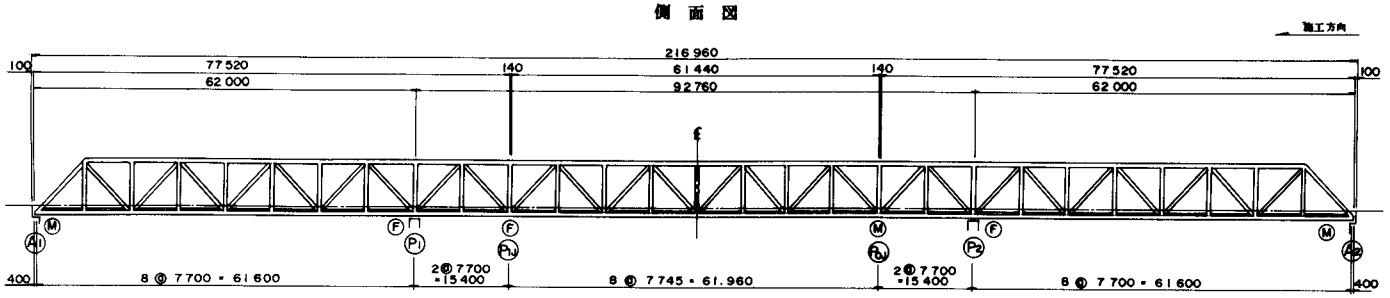
全体側面図



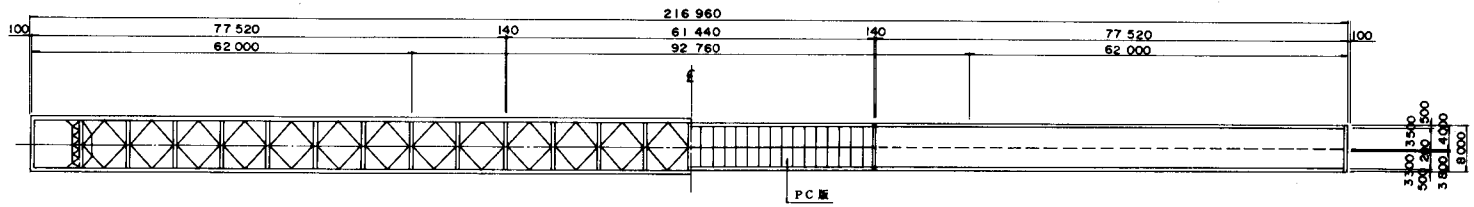
プレキャストＰＣ床版

設計条件			
構造形式			3径間有ヒンジトラス橋
荷重			TL－20
製品長			3m850，3m650
使用材料	PC鋼材	縦締	シングルストランド19.3mm
		PC版	1T12.4

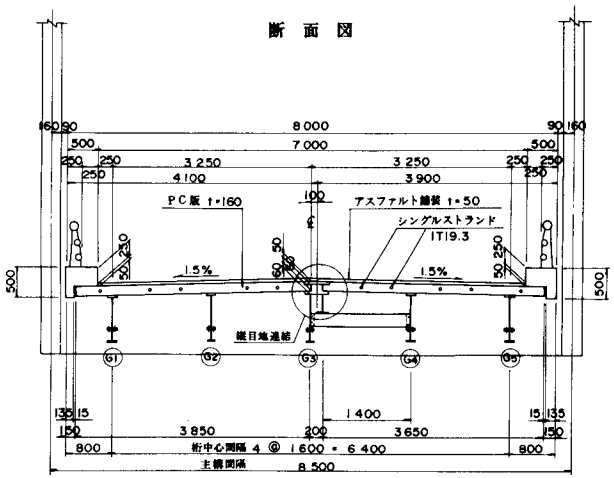
側面図



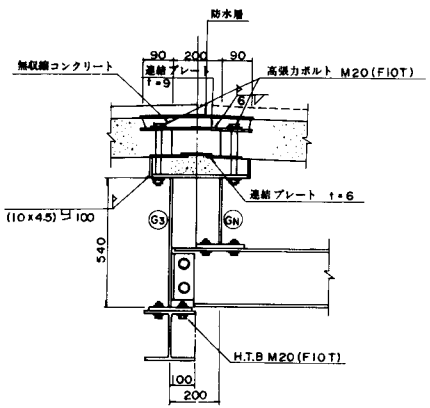
平面図



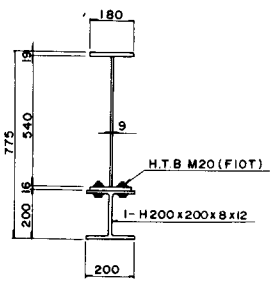
断面図



縦目地連結詳細図



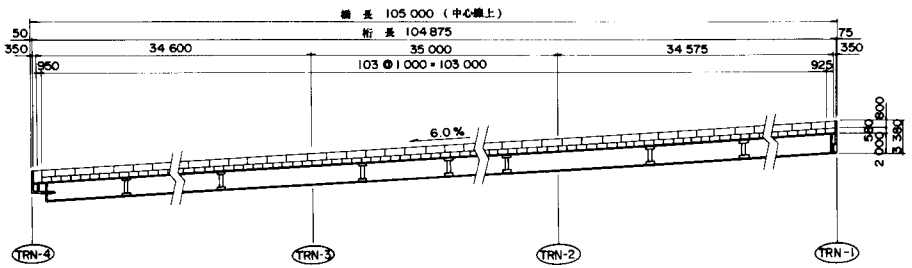
補強縦桁



プレキャストＰＣ床版

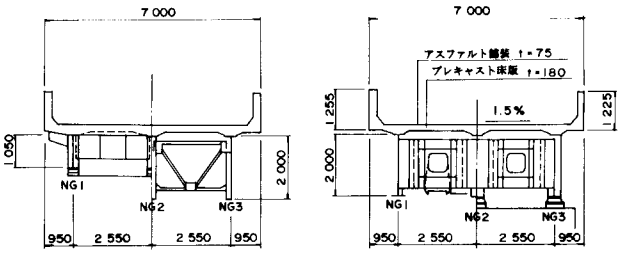
設計条件		
構造形式		3径間連続鈑桁橋（非合成）
荷重		TL-20，TT-43
製品長		7m000
使用材料 PC鋼材	緒締	シングルストランド 21.8mm
	プレキャスト高欄	SBPR 95/110φ26
	プレキャスト床版	1T12.4

側面図

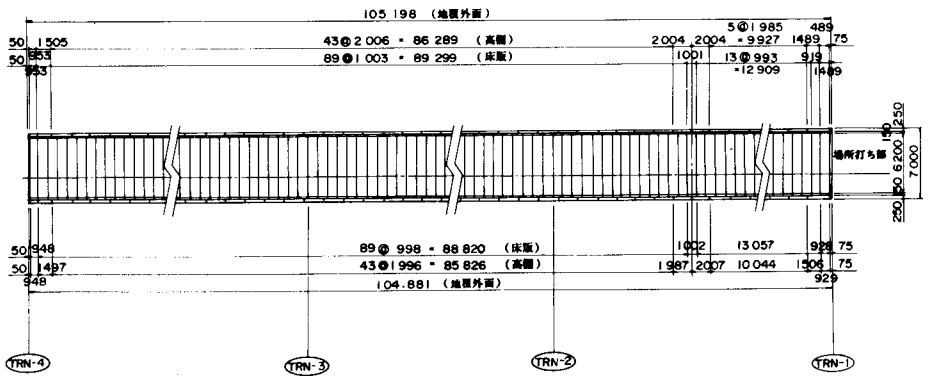


断面図

端支点横桁　中間分配対傾構　　中間分配横桁　中間支点横桁

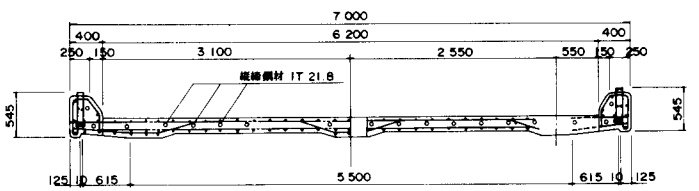


平面図

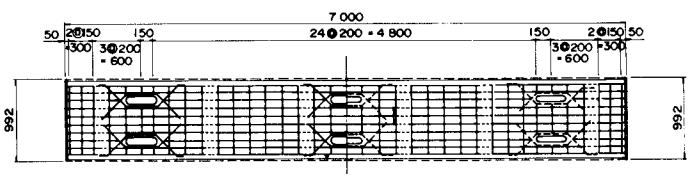


プレキャスト床版配筋図

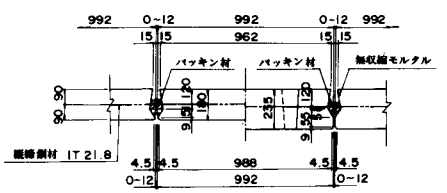
断面図



平面図



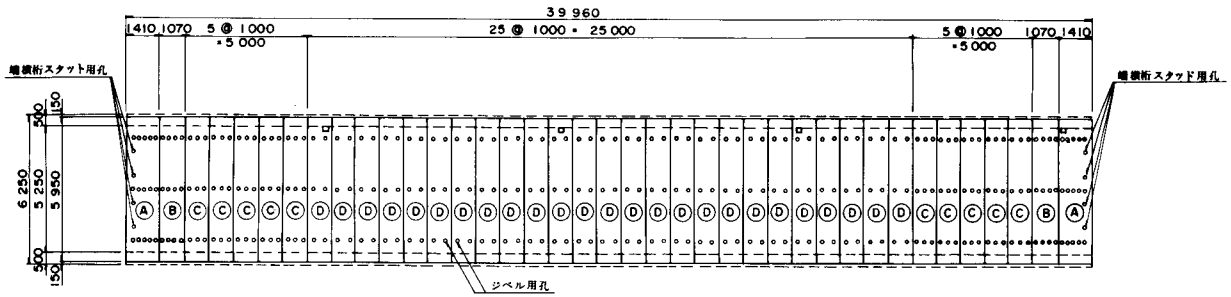
プレキャスト床版接続部



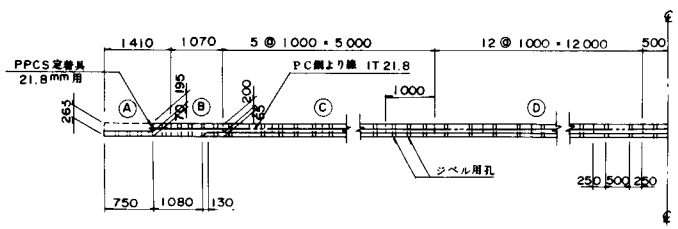
プレキャストＰＣ床版

設計条件		
構造形式		PPCS
荷重		TL－20
製品長		5.95m x 1.409m
橋梁幅員		5車25
使用材料	コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
	ＰＣ鋼材	鋼棒 φ50 t型（部材軸方向） ストランド 60 t型

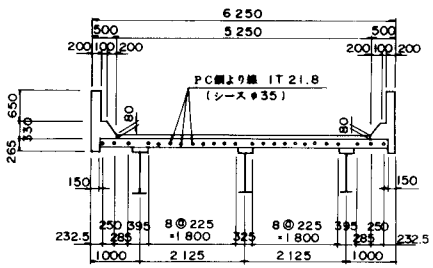
平面図



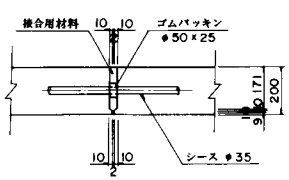
側面図



断面図



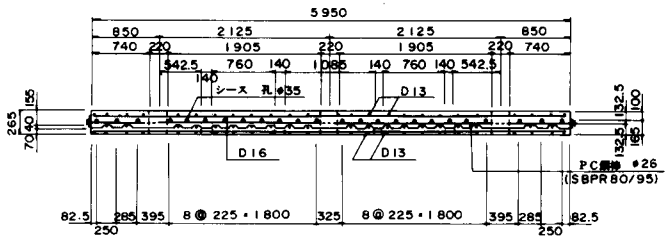
縦目部詳細図



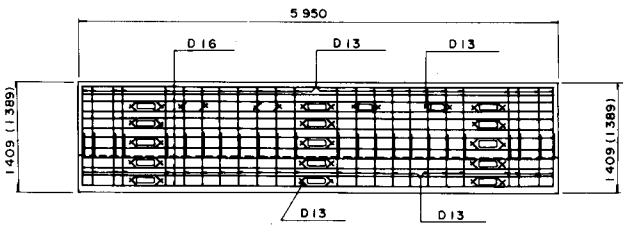
ＰＣ版詳細図

（タイプⒶ）

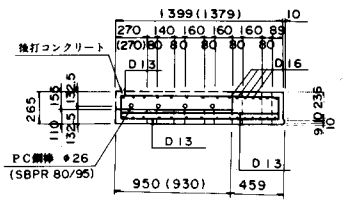
側面図



平面図



断面図



1－5 そ　の　他

道路として、また、道路に付随する構造物にも比較的量は少ないが、プレストレストコンクリート構造が使用されている。ここでは一例として以下のものを紹介する。

(1) ルーフ桁

供用中の鉄道や道路の下に、地下道や下水道などの横断構造物を安全，確実、しかも経済的に構築することを目的に開発された工法である。

この工法は、上載荷重を受ける横桁および土圧を受ける側壁部にＰＣルーフ桁を圧入した後、側壁の支点となる橋台およびこれを支承として横桁を支持するＰＣまたはＲＣの主桁を場所打ちするもので、形式的には下路ＰＣ桁である。

(2) トンネル天井板

(3) 水上歩道橋

(4) ケーソン止水壁

(5) 歩 道 版

種　別　1－5

図－1

河川改修に伴い路線下の河川横断構造物として採用された。これは、現地は民家が道路に隣接した市街地に位置しており、開削工事による架設桁，重機等の作業スペースが確保できない、また、河川の計画水位とレール高さから定まる土被りが小さい（44㎝）、などの理由からである。

構造上の特長としては、斜角が56度と小さかったため、鉄筋等によるねじり部材としての配慮がなされている。

桁の架設方法は、側壁部の地盤が堅く玉石も大きかったことから、先に角鋼管をルーフ桁の代わりに圧入しておき、後にルーフ桁の圧入により鋼管と入れ換える方法を用いた。

図－2

本橋は、駅構内を横断する道路の計画高さを極力低くおさえる必要があり、構造物の土被り厚さが制限された。そのため、活線下における作業の安全性および経済性を満足するＰＣＲ工法を採用した。

図－3

本橋は、ＪＲ東北線の線路下に、久田野川の河川改修による河川断面の増大に伴う大断面の水路を、ＰＣＲ工法で構築したものである。

線路下横断構造物には多くの工法があるが、施工性，経済性および計画高水位から決まる土被りの制限等により、ＰＣＲ工法の採用が決定された。

構造は、上載荷重を受けるプレキャストＰＣＲ桁を圧入し、基礎杭，独立橋台を施工した後、ＰＣＲ桁を支持するＰＣ主桁を現場打ちするもので、型式的には、床版にＰＣＲ桁を用いたＰＣ下路桁である。ＰＣＲ桁にはプレテンション鋼材の他に、主桁との結合時に導入されるポストテンション鋼材が配置されている。ＰＣ主桁は、支間，幅員共比較的大きいことから、桁断面，ＰＣ鋼材量を減らす目的で中空断面としている。

図－4

本例は、トンネル内の送風排気を確保するため設けられた天井板に、老朽化の現象が生じ、新しい天井板に交換する工事に用いられたものである。

自動車の排気ガス，水漏れ等に対して防食性に富む材料として、また、急速施工が可能な天井板としてプレキャストＰＣ板が用いられた。

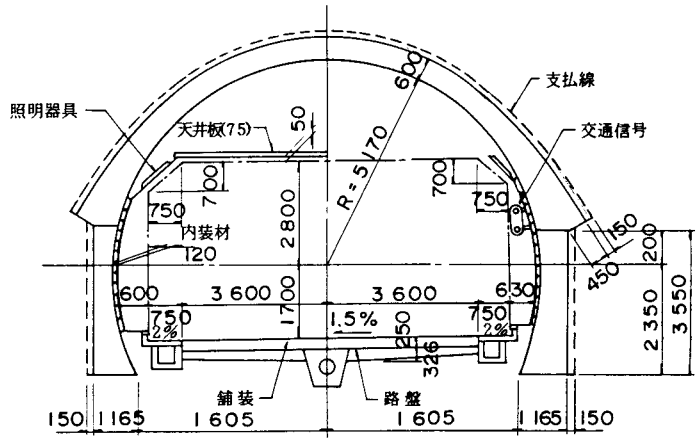


図１－16　トンネル断面

図－5

地域整備事業の一環として、水と身近な親しみのある生活環境作りを目指して、河川に沿った遊歩道の整備が実施された。この遊歩道は総延長1.8㎞に及ぶもので、この間既道路橋との交差部に本連絡通路が計画された。

橋梁の構造は、干潮の影響が大きく、満潮時には計画路面が河水面下に没することもあり、水密性，耐久性の面からＰＣ構造を採用している。また、施工については、既道路の桁下と河水面との空間が非常に小さく、通常の架設方法をとることが困難であるため、岸壁上でプレキャスト製作した。橋桁そのものを進水，曳航して所定の位置に設置する、といった海面を利用した施工方法を採用した点に特長を有する。

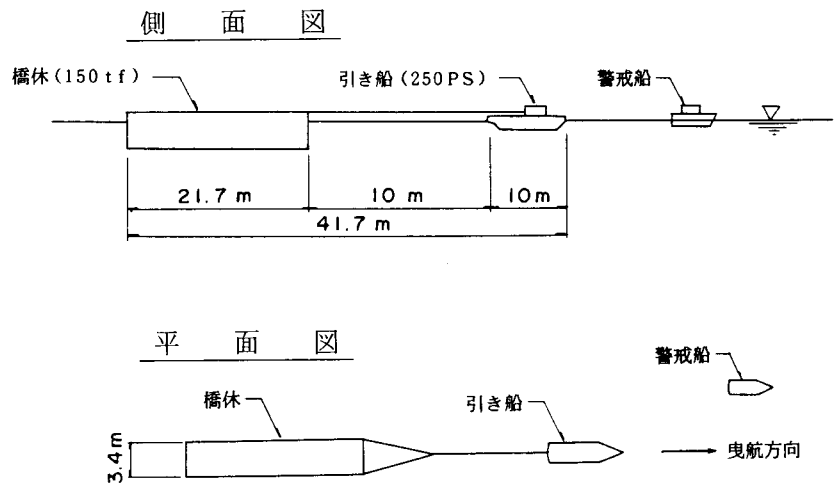


図１－17　曳航要領

図－6

本例は、ケーソン止水壁にＰＣ鋼棒によりプレストレスを与えることにより解体時の作業の省力化を行ったものである。鉛直方向を高さ２ｍ強のリングとして製作し、プレストレスの導入により鉛直接合面の止水を図った。解体はプレストレスを解放して、リングの一部をはつりクレーンにより撤去した。

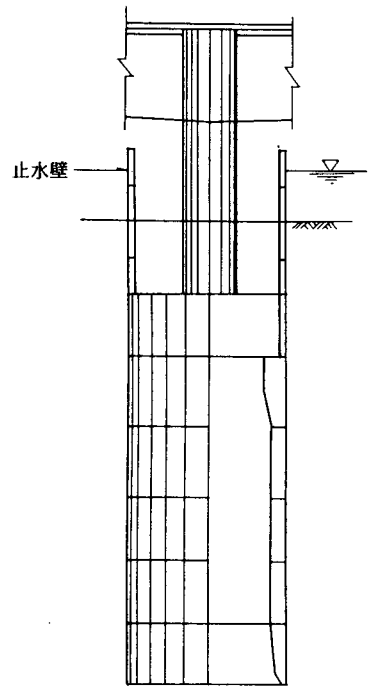


図１－18　止水壁位置

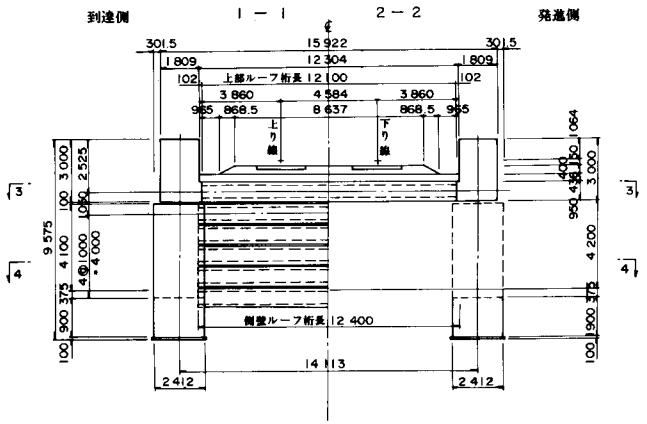
図－7

都市内河川上を交通路（河川方向）として利用した橋梁の側道歩道部に利用した例である。プレキャストＰＣ版を橋軸方向と直角に敷き並べた構造で、工期の短縮を図っている。

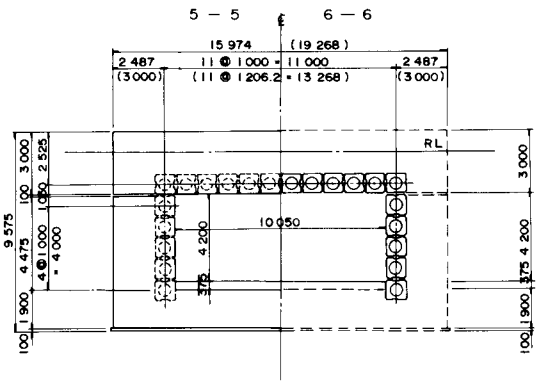
ルーフ桁

設計条件		
桁種別	主桁	ルーフ桁
支間	15.695	12.304
列車荷重	KS-16	KS-16
衝撃係数	0.4	0.4
角度	56°	56°
設計震度	0.2	—
内空断面	B H L 10.05 × 4.20 × 15.922	
使用材料 コンクリート強度	σck=400kg/cm²	σck=500kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12T12.7	1T-12.7 12T-12.7

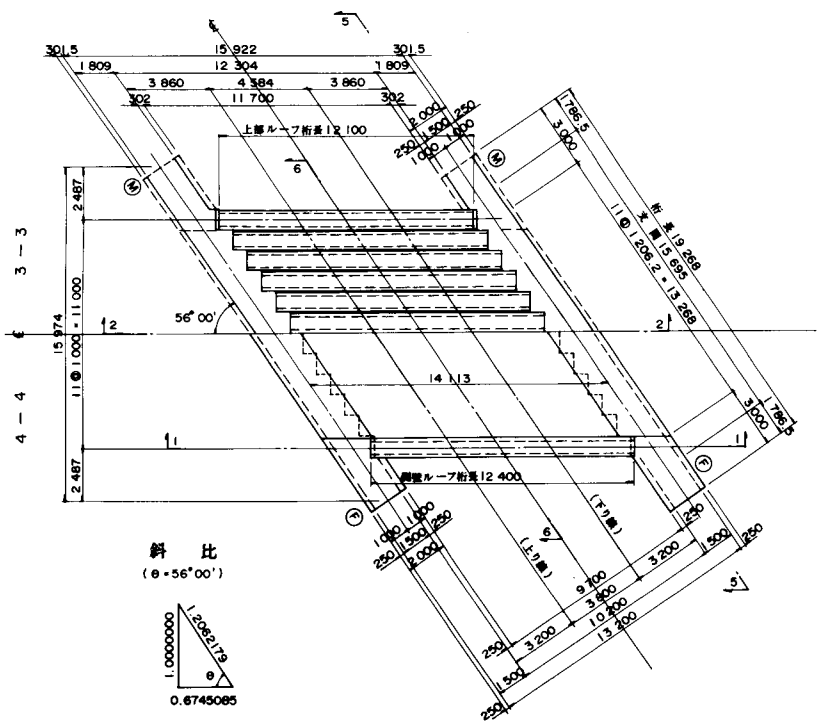
側面図



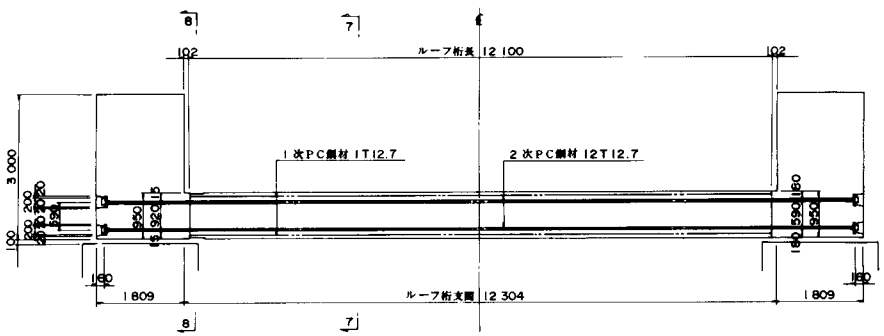
断面図



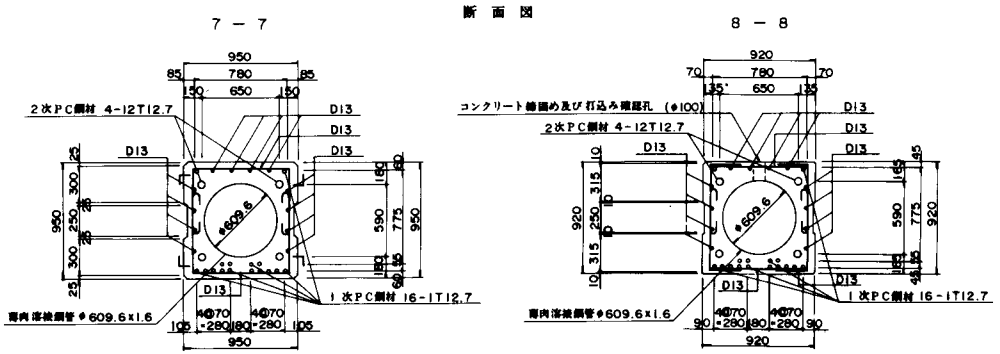
平面図



PC鋼材配置図
側面図



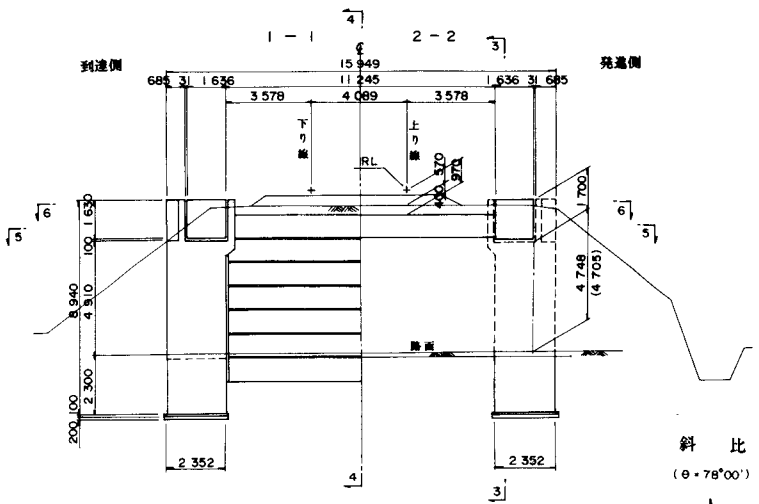
断面図



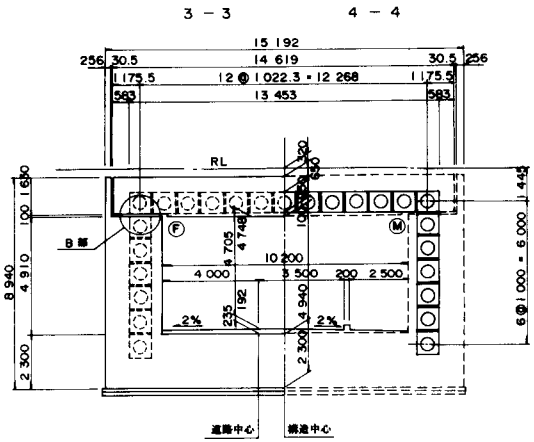
ルーフ桁

設計条件			
桁種別		主桁	ルーフ桁
支間		13.453 m	11.043 m
列車荷重		EA-17	EA-17
衝撃係数		0.382	0.387
角度		78°	78°
設計震度		0.20	0.20
内空断面		B 10.2 x H 4.70 x L 15.949	
使用材料	コンクリート強度	$\sigma ck=400 kg/cm^2$	$\sigma ck=500 kg/cm^2$
	PC鋼材	12 T12.7	12－φ8 1T12.7

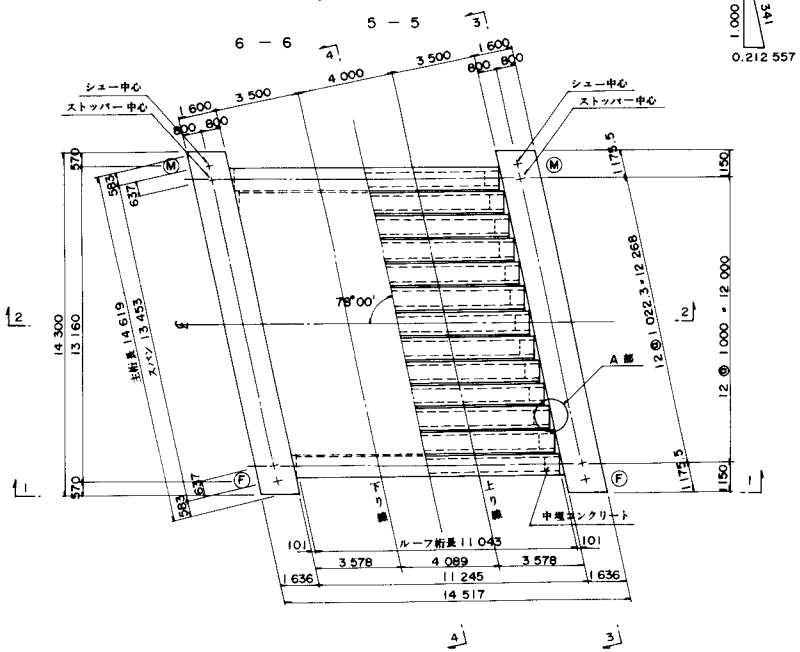
側面図



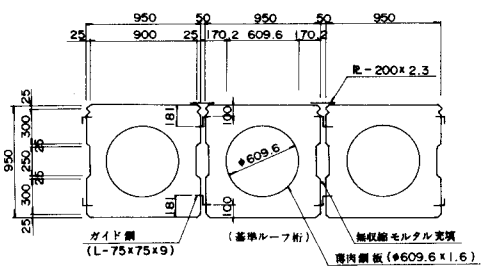
断面図



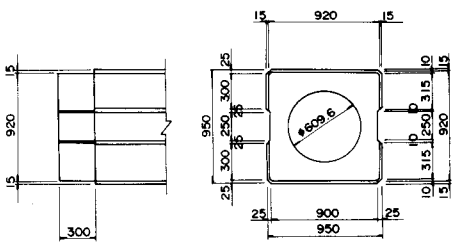
平面図



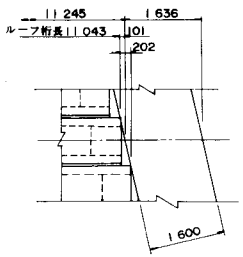
ルーフ桁断面図



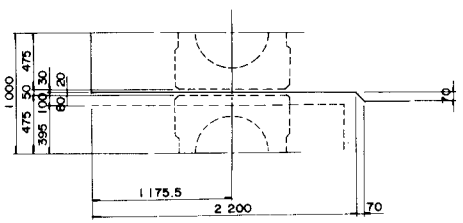
到達側先端詳細図



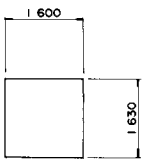
A部詳細図



B部詳細図

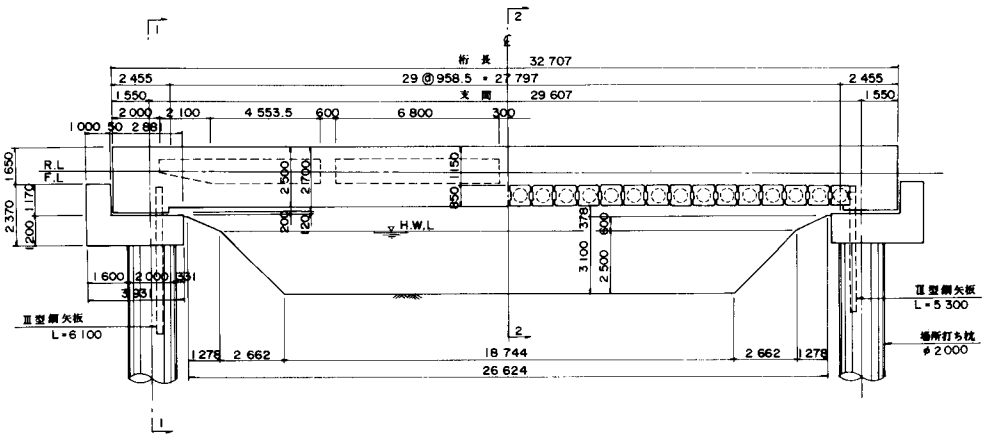


主桁断面図

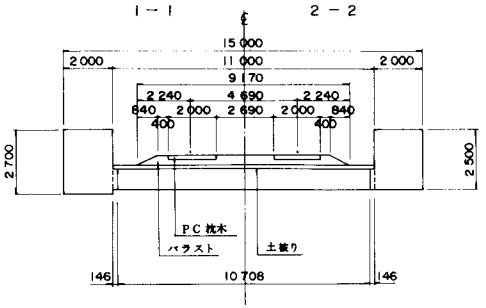


ルーフ桁

側面図

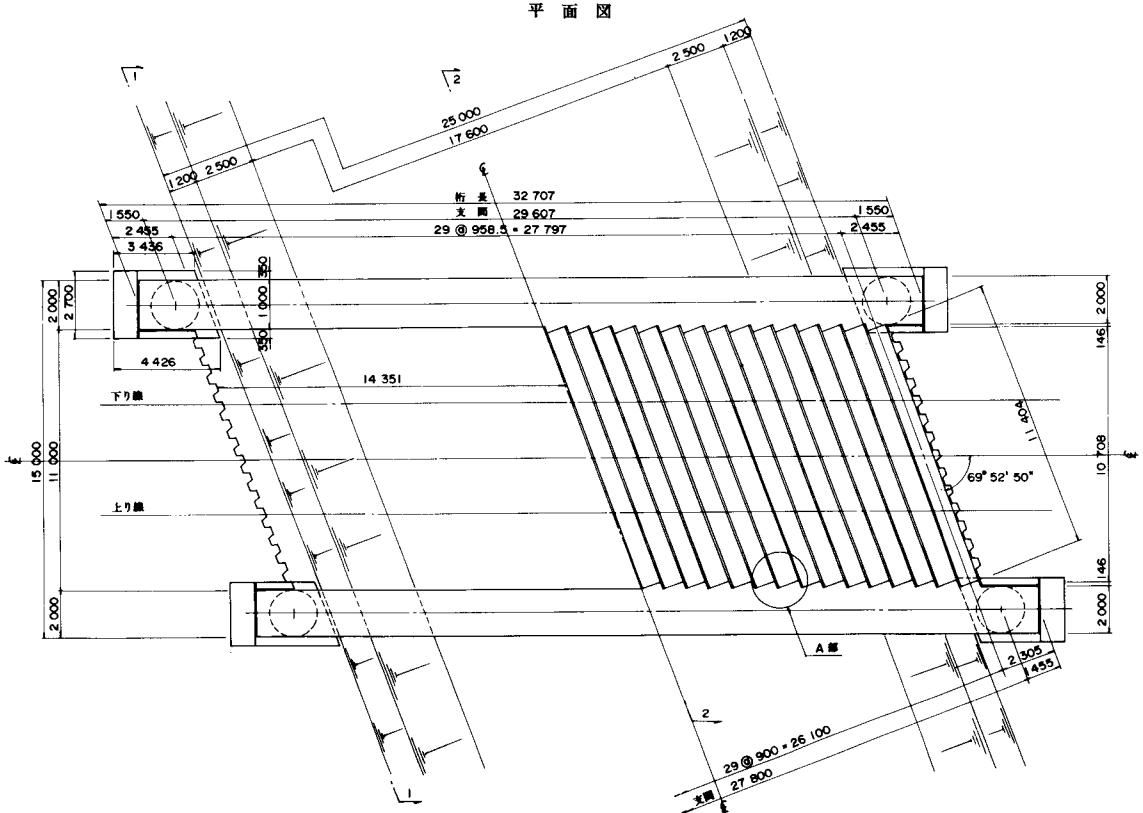


断面図

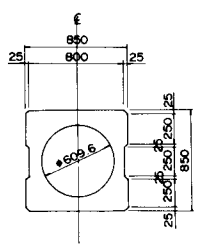


設計条件			
桁種別		主桁	ルーフ桁
支間		29.607m	13.844m
列車荷重		KS-16	KS-16
衝撃係数		0.291	0.379
角度		69°52′50″	69°52′50″
設計震度		0.2	
内空断面			
使用材料	コンクリート強度	σck＝400kg/cm²	σck＝500kg/cm²
	PC鋼材	12 T15.2	1T12.7

平面図

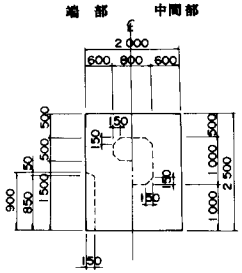


ルーフ桁断面図



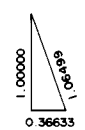
受桁断面図

端部　中間部

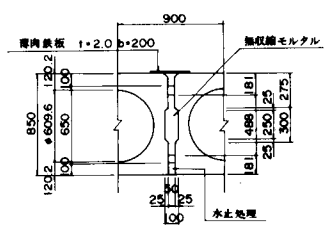


斜比

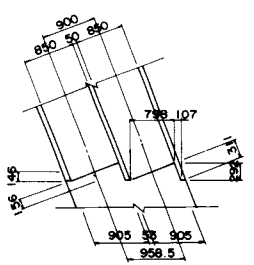
69°52′50″



桁間詳細図



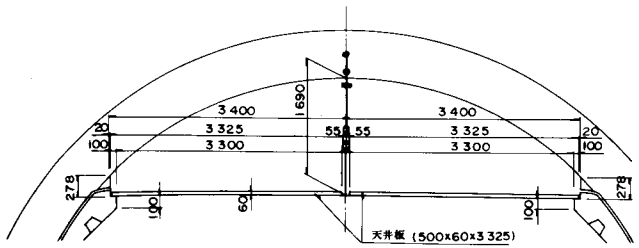
A部詳細図



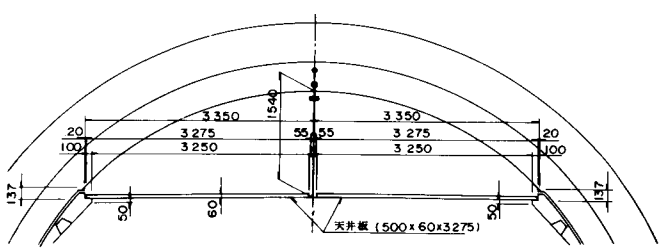
トンネル天井板

断面図

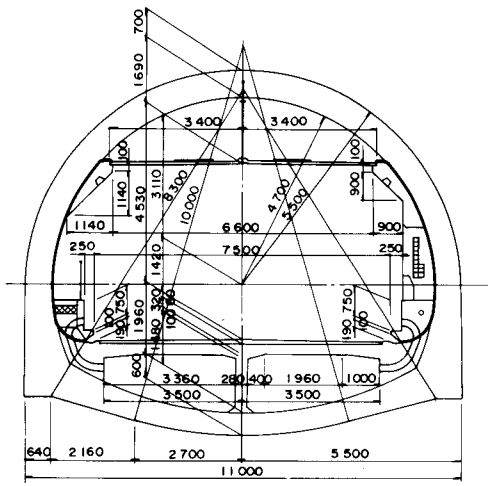
陸上部

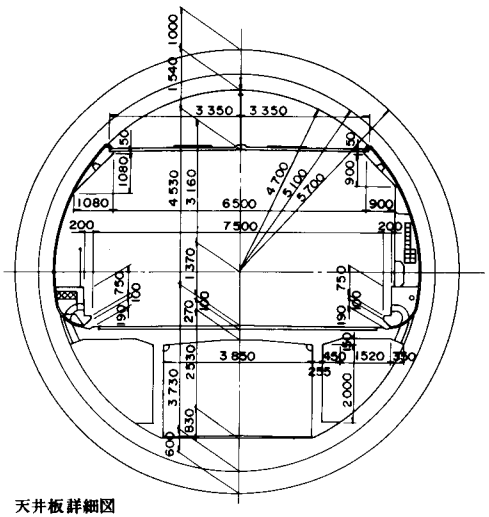


海底部



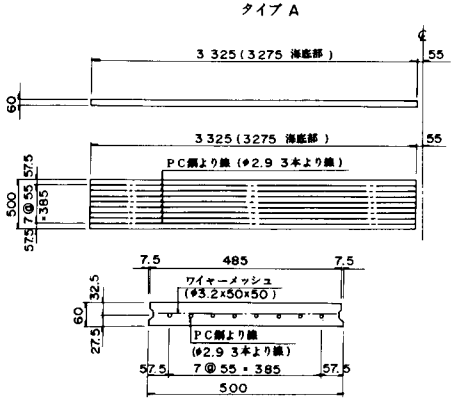
設計条件		
構造形式		プレキャストPC版
荷重		風荷重，人荷重
使用用途		トンネル天井板
使用材料	コンクリート	σck＝ 500 kg/cm²
	PC鋼材	φ2.9mm SWPD3



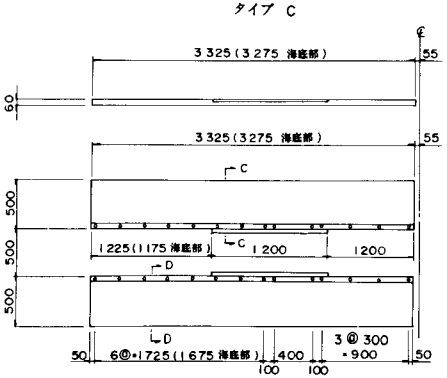


天井板詳細図

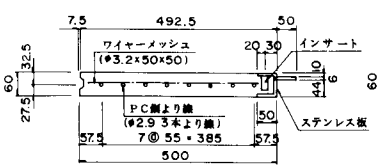
タイプA



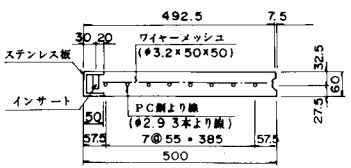
タイプC



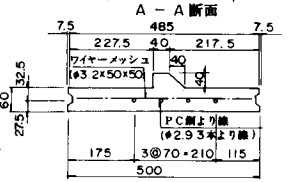
C－C断面



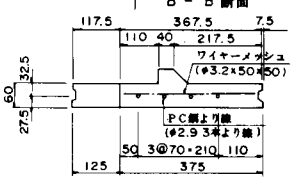
D－D断面



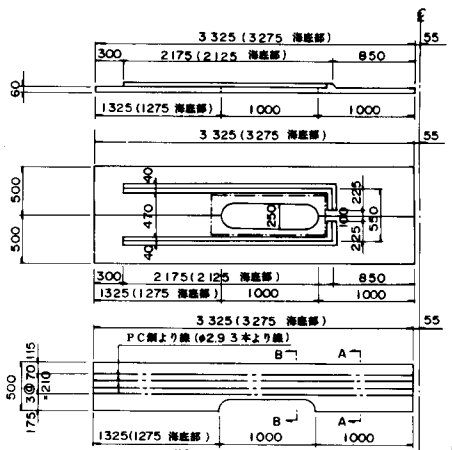
A－A断面



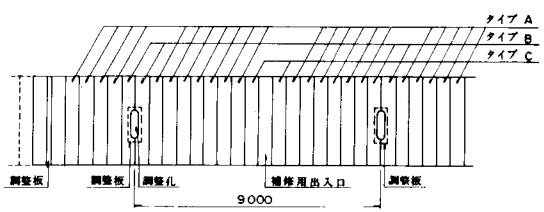
B－B断面



タイプB



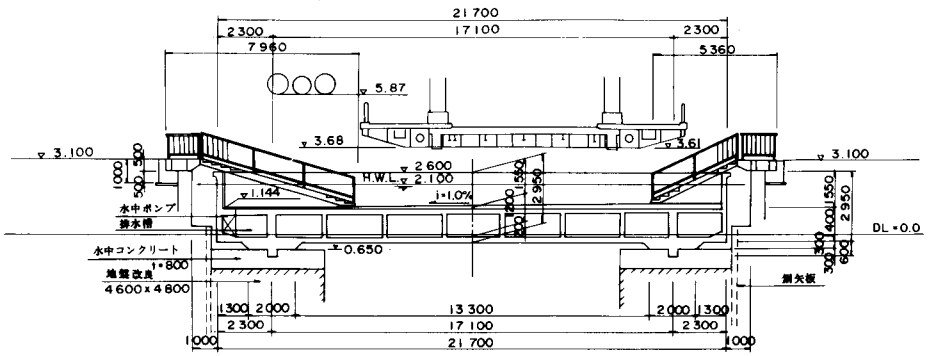
天井板配置図



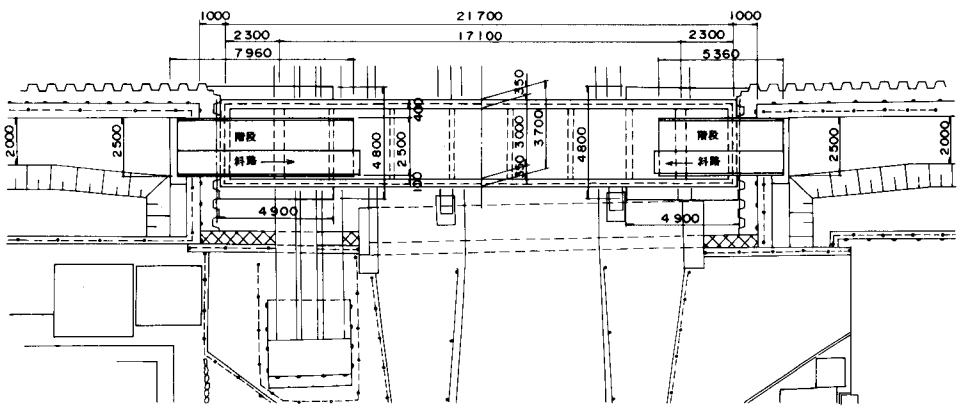
水 上 歩 道 橋

設計条件	
構造形式	水中着定式歩道橋
荷重	群衆荷重　水深
桁長	21.7 m
支間	17.1 m
幅員	3.0 m
使用用途	歩道橋
使用材料 コンクリート	σck = 400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	ストランド 60 t 型
施工方法	鬼蔵据付

正面図

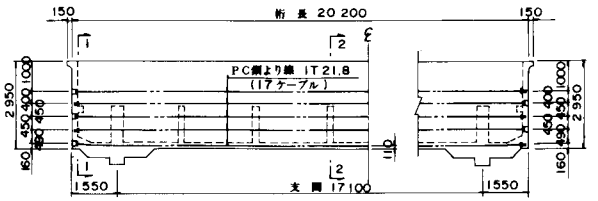


平面図



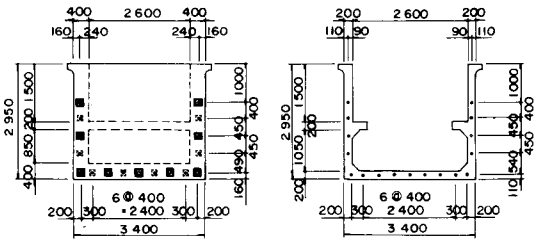
PC鋼材配置図

側面図



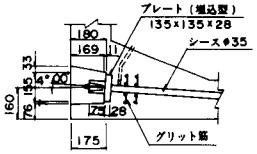
断面図

1 － 1　　2 － 2

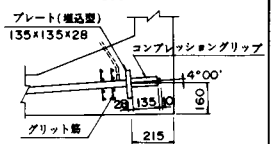


定着部詳細図

緊張側



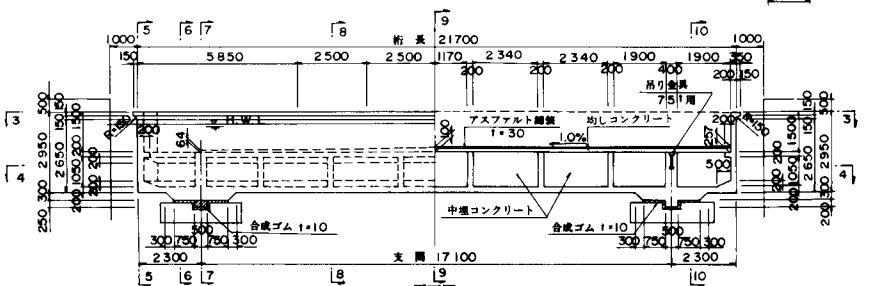
固定側



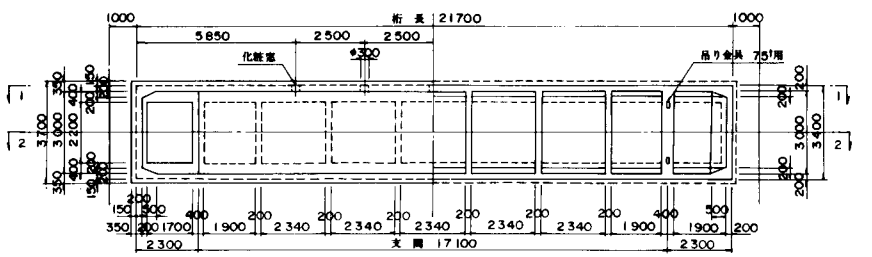
構造寸法図

正面図

1 － 1　　2 － 2

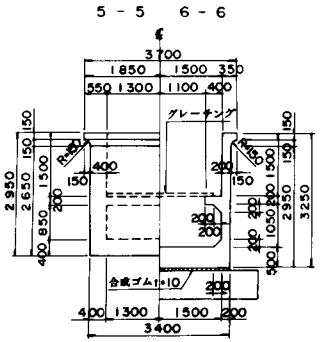


3 － 3　　平面図　　4 － 4

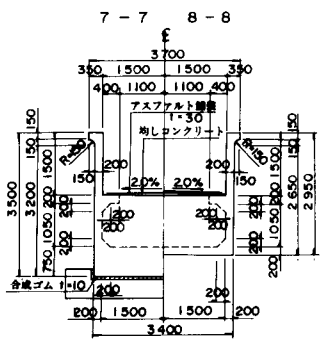


断面図

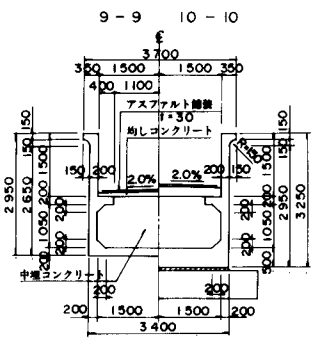
5 － 5　　6 － 6



7 － 7　　8 － 8



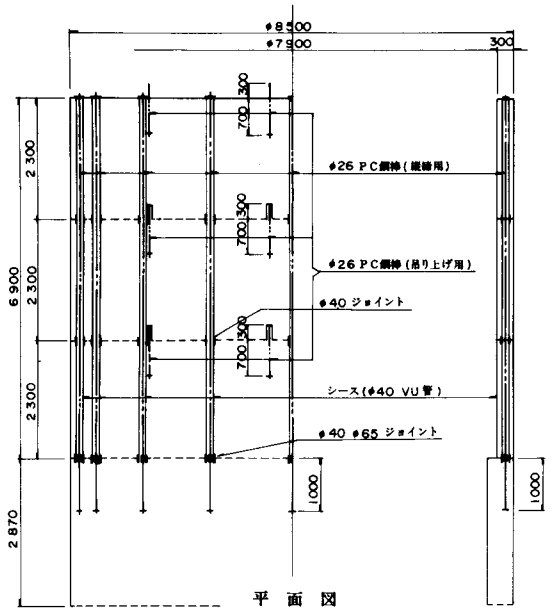
9 － 9　　10 － 10



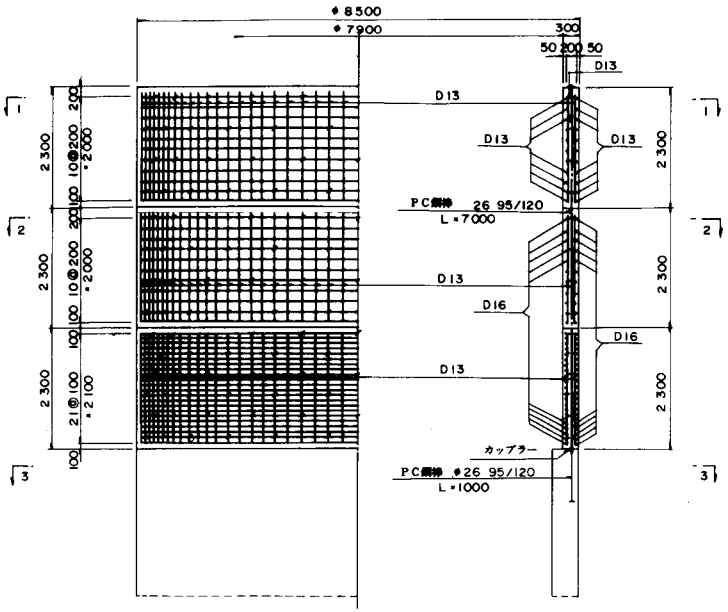
ケーソン止水壁

設計条件		
構造形式		PC版
荷重		水深（7.9m）
使用用途		ケーソン止水壁
使用材料	コンクリート	σck＝240 kg/cm²
	PC鋼材	鋼棒 60 t型

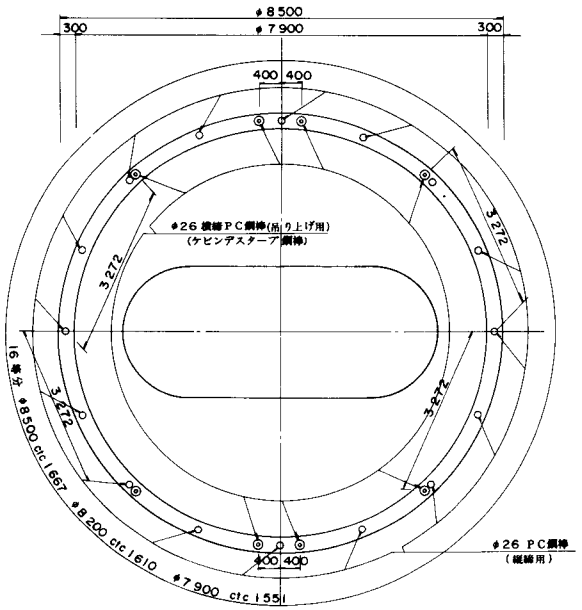
正面図　　断面図



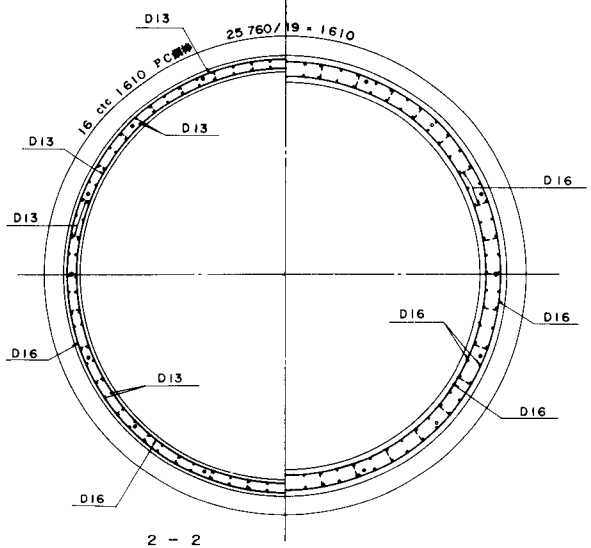
配筋図



平面図

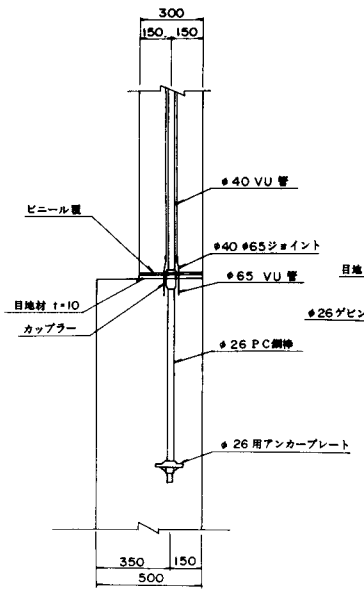


1－1　～　3－3

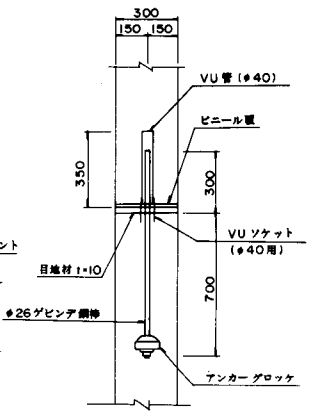


2－2

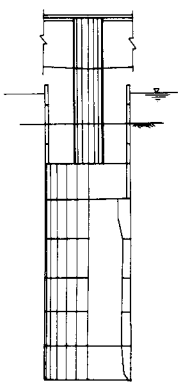
継手部詳細図



吊り上げ鋼棒詳細図

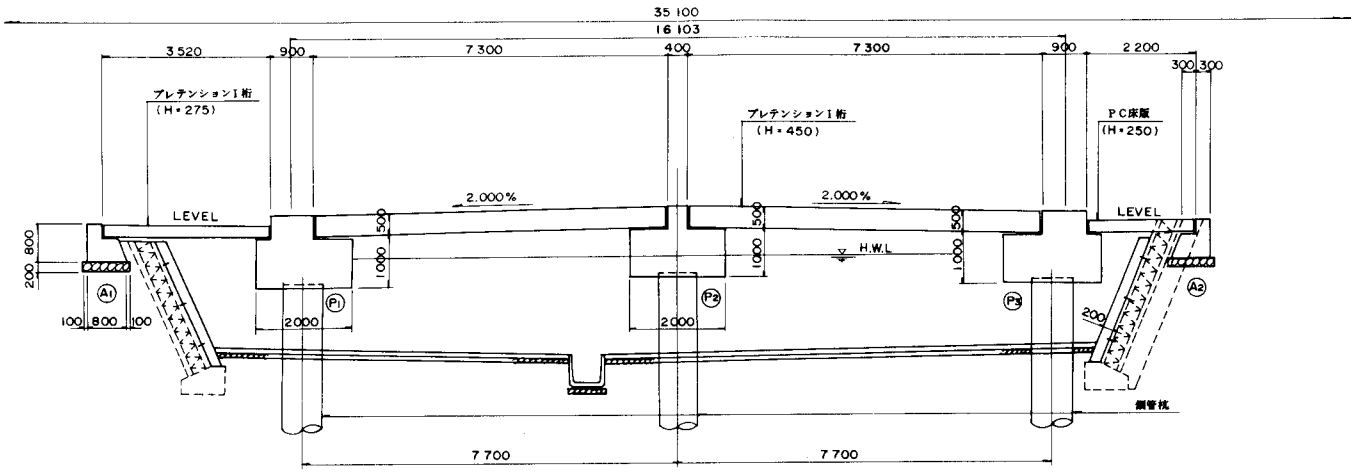


位置図

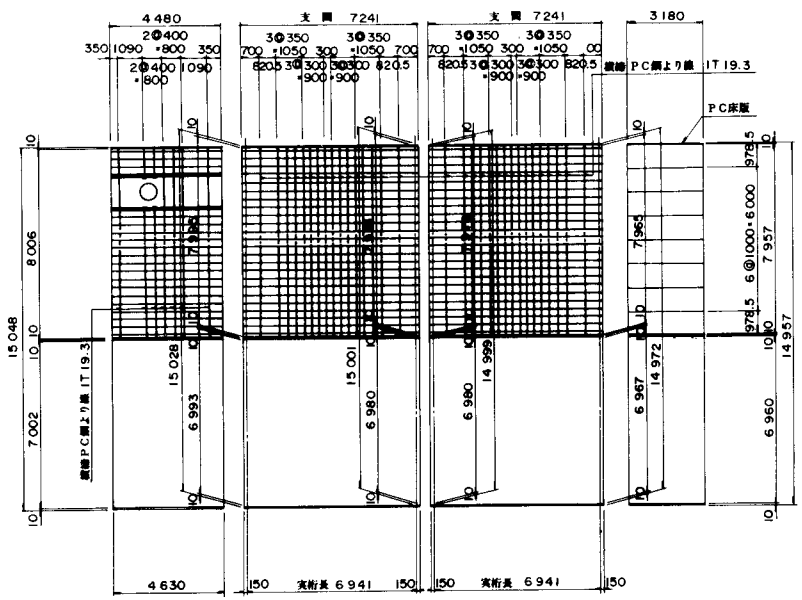


歩　道　版

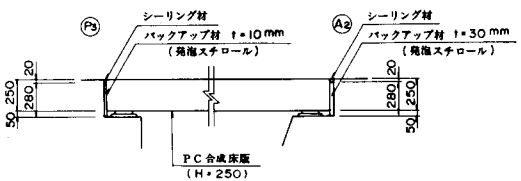
断面図



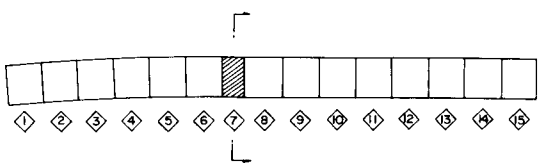
平面図



PC床版側面図



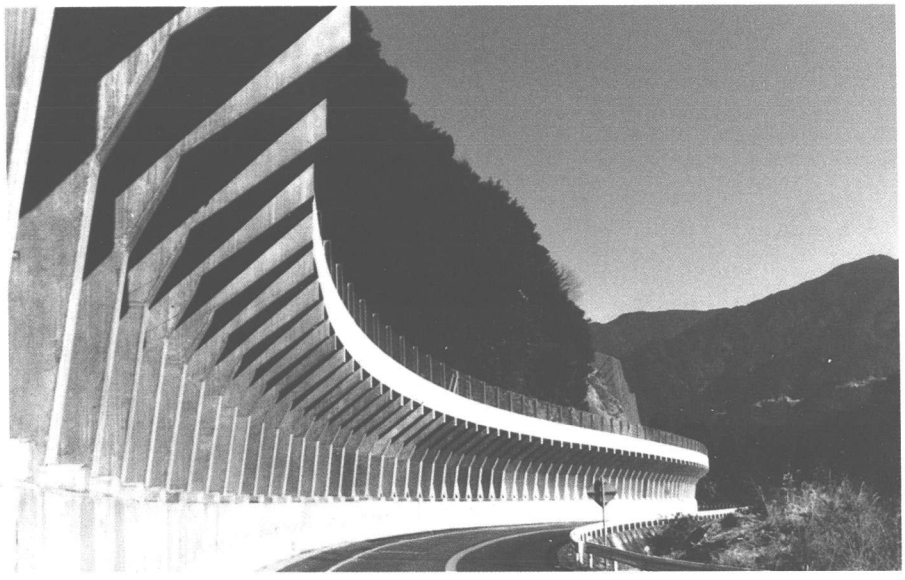
位置図



設計条件		
構造形式		プレキャストPC版
荷重		群衆荷重 (350 kg/m²)
使用用途		歩道版
使用材料	コンクリート	σck = 500 kg/cm²
	PC鋼材	φ9.7mm 7本より

第２章　防災関連構造物

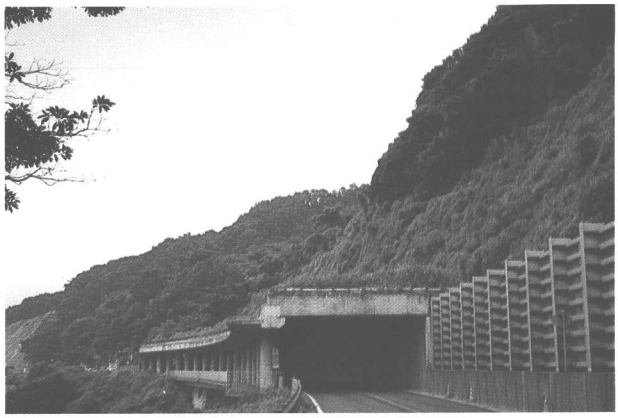
ロックシェッド
スノーシェッド
スノーシェルター
そ　の　他



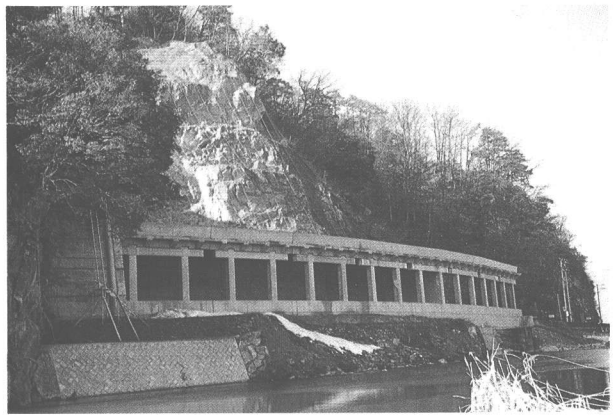
防　災　関　連　構　造　物

ロックシェッド

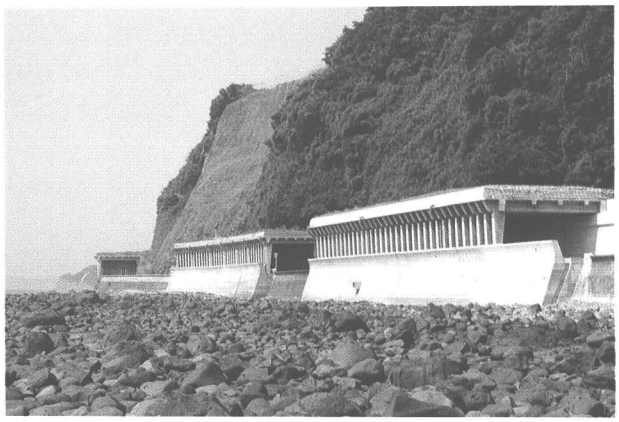
単純梁形式



単純梁形式



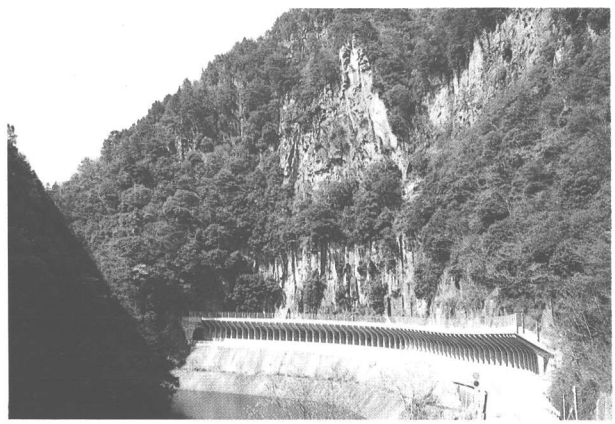
逆Ｌ型形式



逆Ｌ型形式

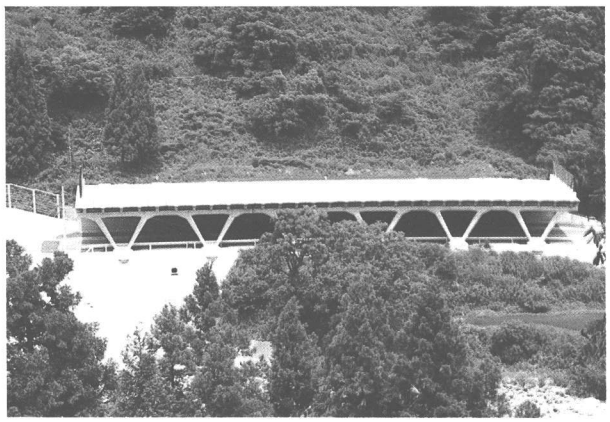
門　型　形　式

ポケット型形式

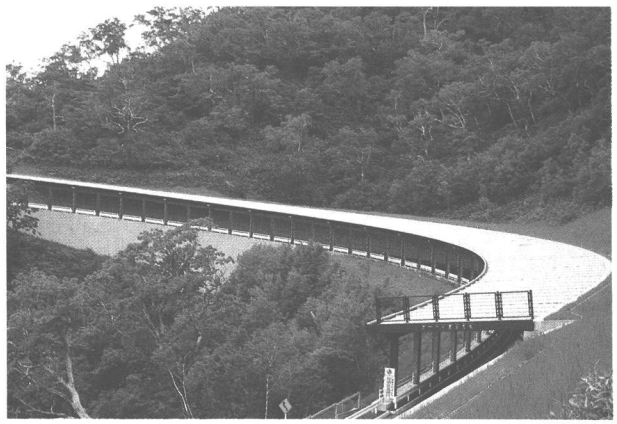


スノーシェッド

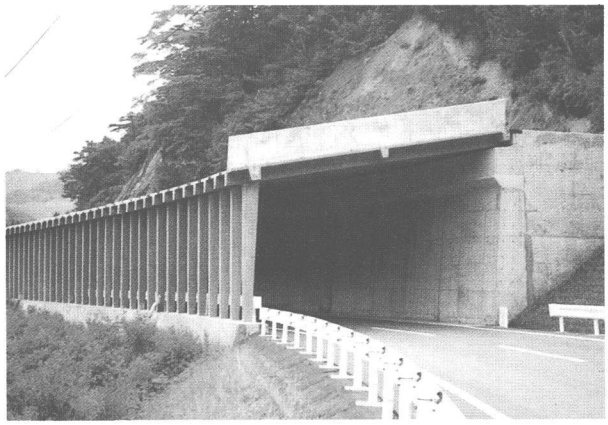
単純梁形式



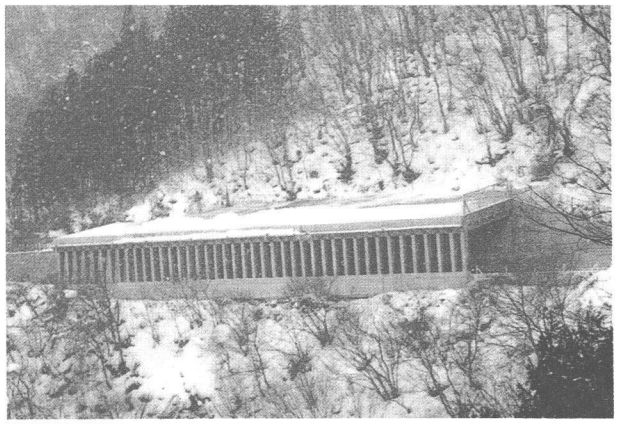
単純梁形式



逆Ｌ型形式

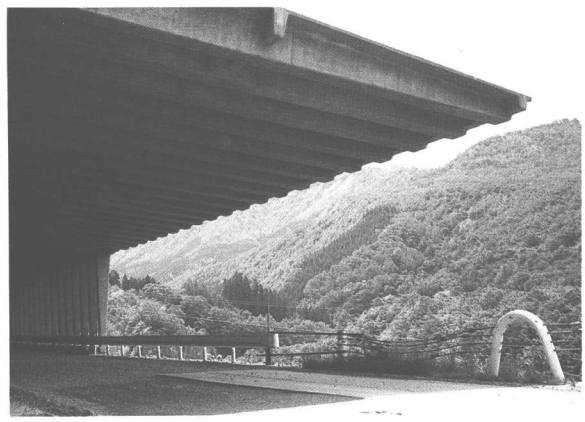


逆Ｌ型形式

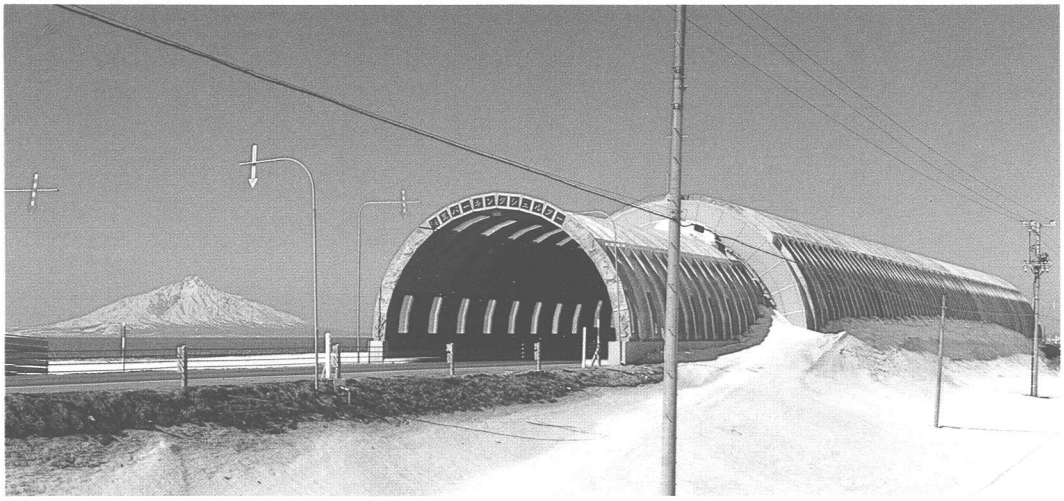


門型形式

片持梁形式



スノーシェルター

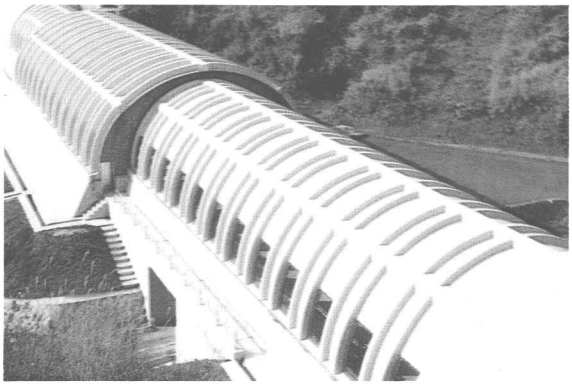


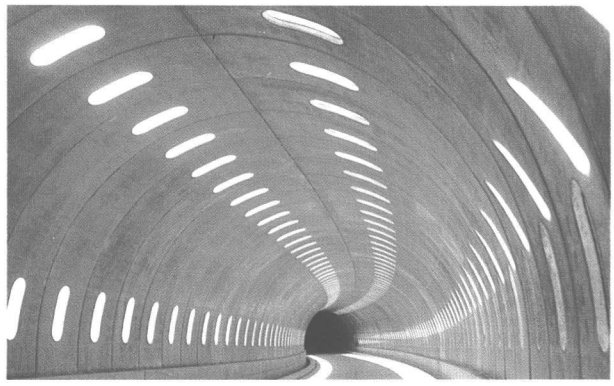
内リブタイプ

外リブタイプ

内リブタイプ

外リブタイプ

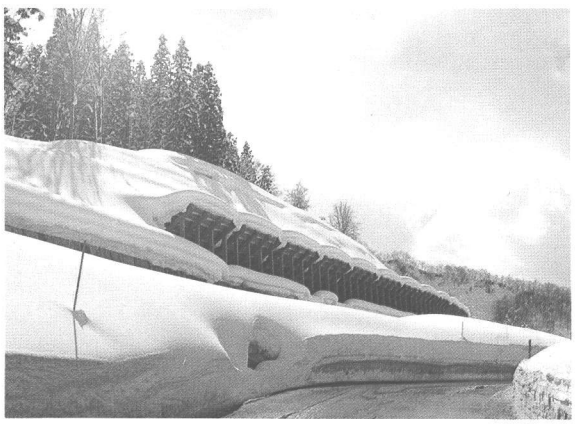




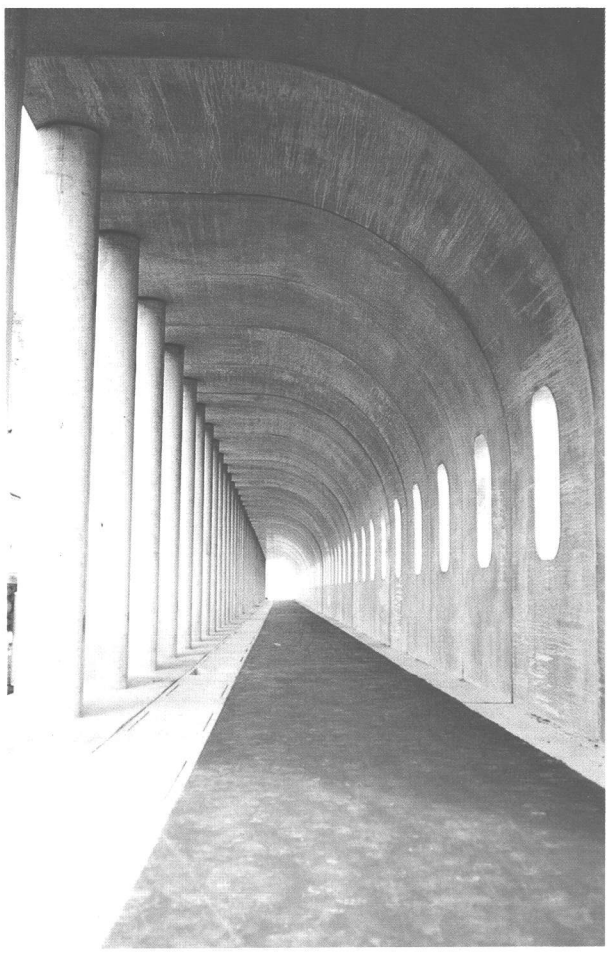
そ　の　他

ロックバリアー

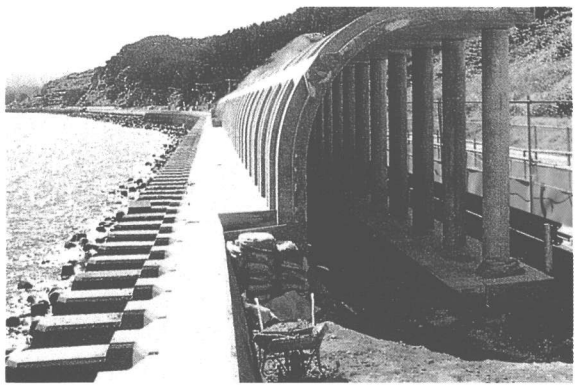
スノーバリアー



ウェーブシェルター



ウェーブシェルター

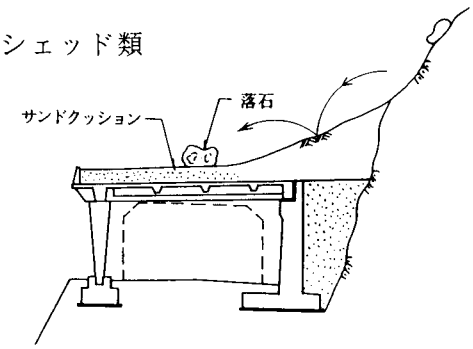


概　要

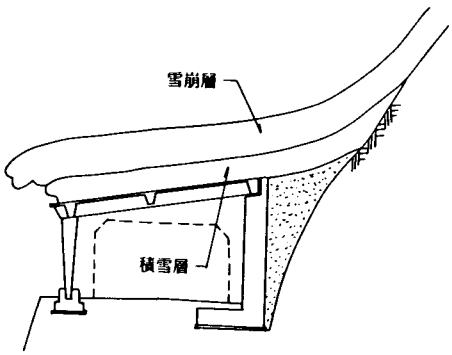
我国の国土は狭小かつ大部分が山岳地帯であり、約半分が雪国である。そのため、やむなくこうした悪環境の中にも道路が建設されている。しかしながら、昭和40年代後半に至り、道路を取り巻く諸情勢が大きく変化し、自動車交通が輸送体系の主流を占めるようになってくると車社会にあっては、地域，季節を問わず、安全な道路交通を確保することが最も重要になってきた。

特に、山岳道路にあっては自然環境が厳しく、そのため、道路を落石および雪崩などから保護し、道路交通安全を確保する必要性が増し、防災施設が不可欠となっている。この防災施設として、落石危険地帯にはロックシェッド、雪崩危険地帯にはスノーシェッド、あるいは地吹雪や吹き溜り地域にはスノーシェルターなどの建設が多くなってきている。その他、各種バリアー，高潮対策用のウェーブシェルター等の建設の需要も多くなっている。

イ．シェッド類

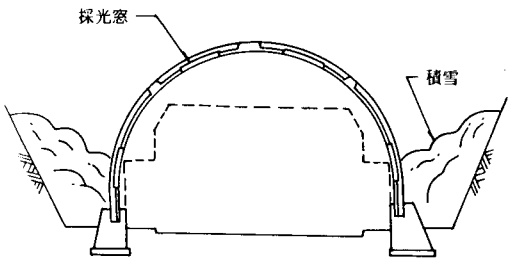


ロックシェッド

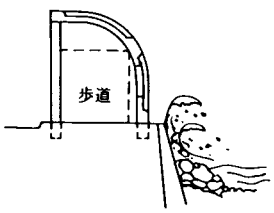


スノーシェッド

ロ．シェルター類

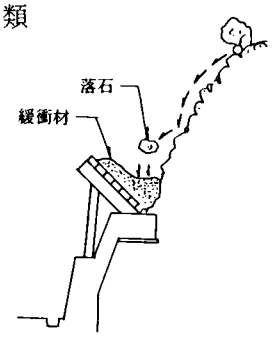


スノーシェルター

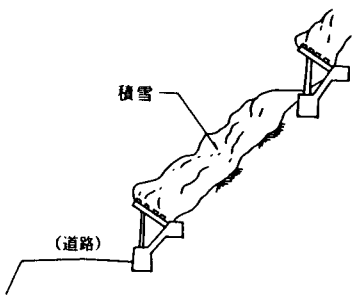


ウェーブシェルター

ハ．バリアー類



ロックバリアー



スノーバリアー

2－1　ロックシェッド

既設の国道，地方道の主要道路が経年にわたり法面の風化や地震，豪雨等による落石，崩壊などで、しばしば交通が遮断されている中で、道路を覆うロックシェッドは道路の維持管理上、今や不可欠なものとなっている。

ロックシェッドは、使用材料によって鋼，鉄筋コンクリートおよびＰＣ構造等に分けられるが、一般に施工が供用中の道路上で実施されるため、現場工期を短縮する目的でプレハブ方式が採用されている。これに応えるものとして従来は主に鋼構造が使われてきたが、ＰＣロックシェッドが開発され、経済性に優れ、メンテナンスフリーであることから、近年では鋼を凌ぐ普及状況である。

逆Ｌ型ＰＣロックシェッドの一般的な構造と呼称を図２－１に示す。

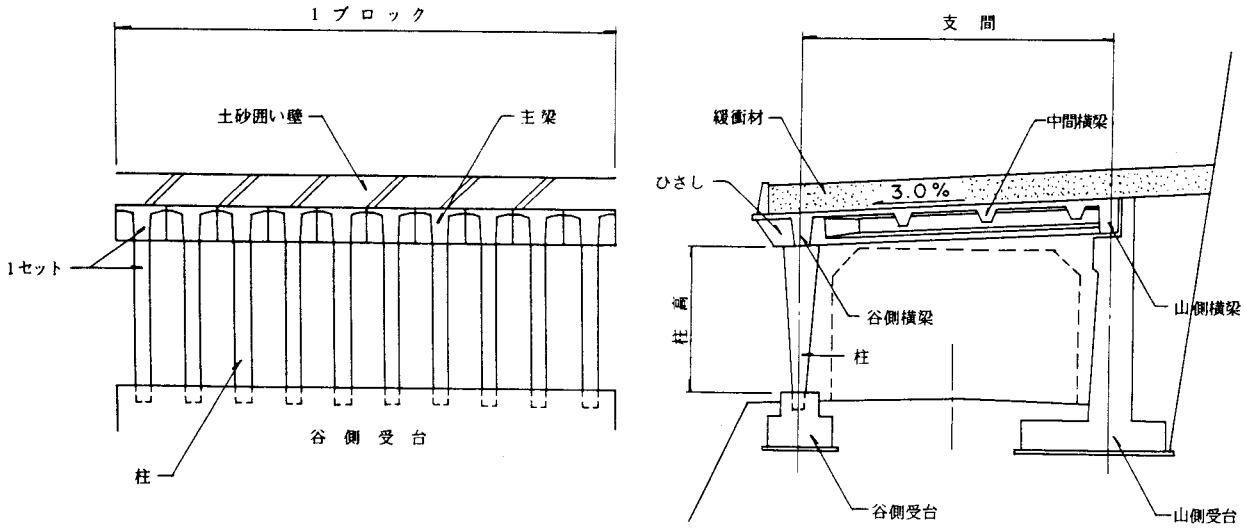


図２－１　逆Ｌ型の基本構造と呼称

ロックシェッド採用迄のフローチャートを図２－２に示す。　（(社) 日本道路協会「落石対策便覧」より）

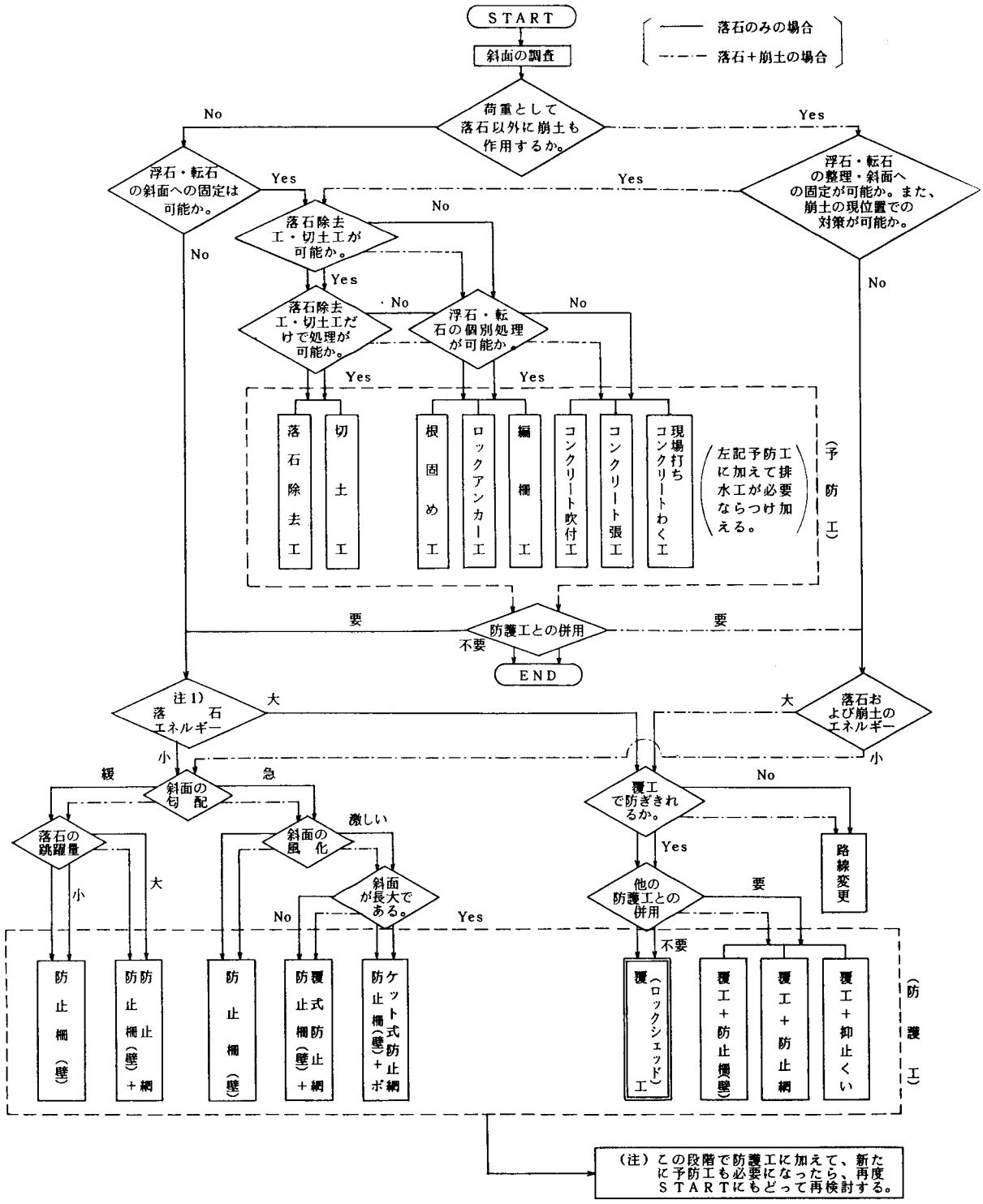


図２－２　落石対策工の選定フローチャート

○　構造形式

ＰＣロックシェッドの構造形式は一般に、逆Ｌ型，門型および単純梁形式の３種類であるが、このうち逆Ｌ型が大半を占め、最も一般的なものとみることができる。

ＰＣロックシェッドの上部工，下部工の一般的な形式を図２－３に示す。

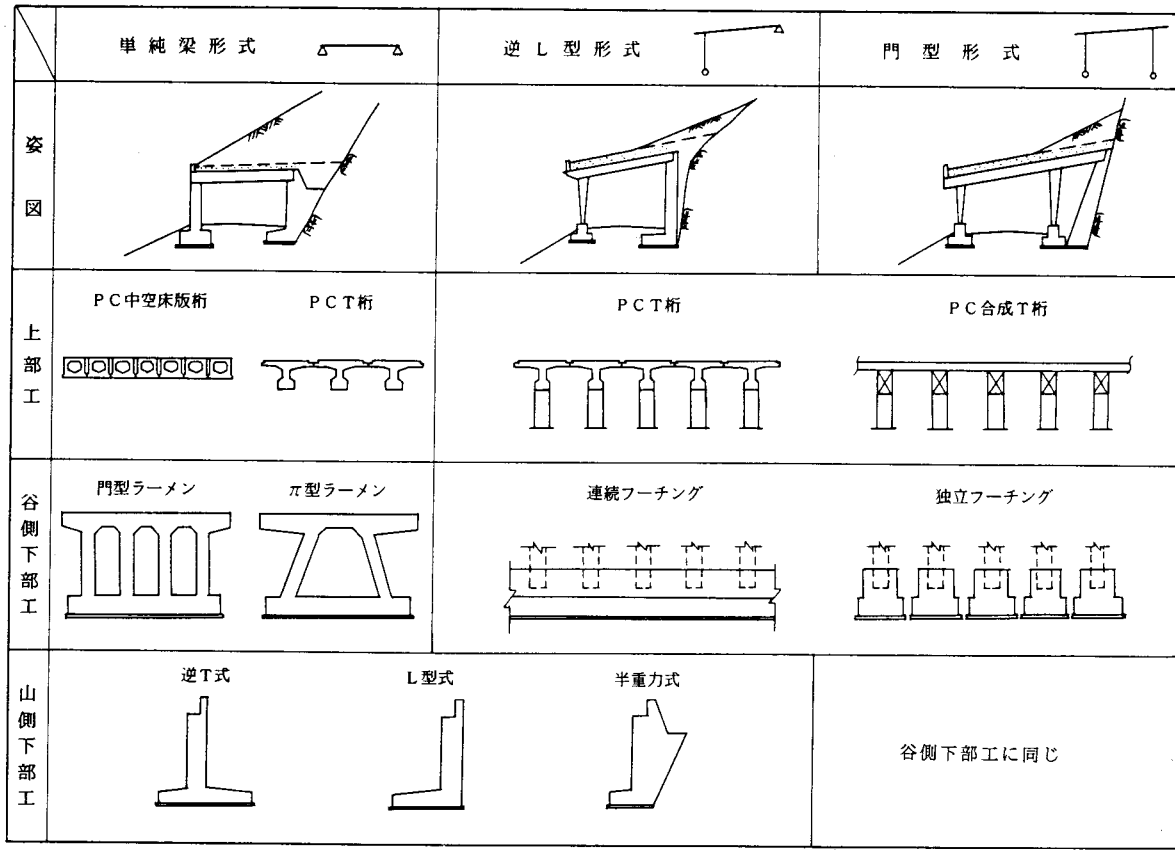


図２－３　形　状　図

上記のように道路全体を覆っている洞門型の他に、山側の形状・地盤の状態および落石の形態・規模等から図２－４に示すようなポケット型（イ型シェッド）の落石保護工が採用される場合もある。

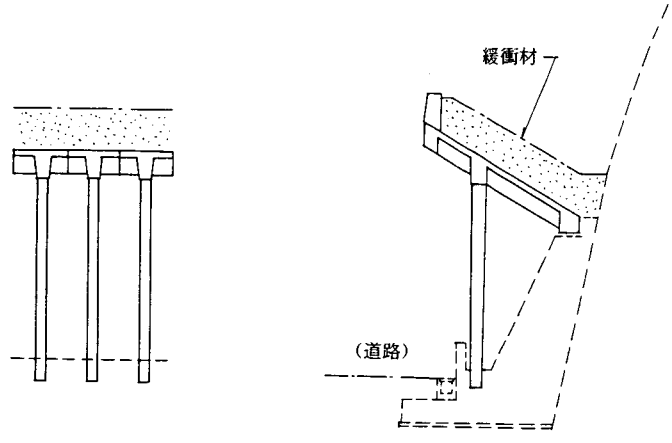


図２－４　ポケット型落石保護工

○　設　計

(1)　荷重とその組合せ

設計にあたり考慮すべき荷重およびその組合せは、地域，環境条件によって異なるが、一般に表２－１のとおりである。　((社)日本道路協会「落石対策便覧」より)

表２－１　荷重の組合せ

荷重の種類 / 設計時の状態	死荷重	土圧	堆積土	積雪	落石	崩土	なだれ	地震	自動車衝突	施工時
常時 *	○	○	○	○						
落石 *	○	○			○					
崩土	○	○				○				
なだれ	○	○	○	○			○			
地震 *	○	○	○	○				○		
自動車衝突	○	○	○	○					○	
施工時										○

*は、必ず考慮すべき組合せを示す。

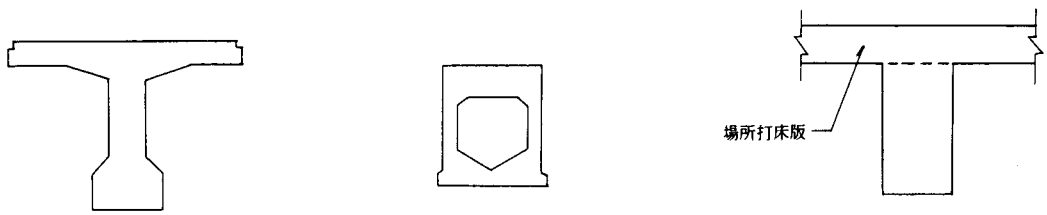
(2)　部材の設計

ＰＣロックシェッドの設計において、ＰＣ部材に導入するプレスト量は、荷重状態が一時的なものであることから、コンクリートのひび割れ幅を許容した設計としている。

(3)　主梁断面形状

ＰＣロックシェッドの屋根を構成する主梁の断面形状は、Ｔ，ホローおよび場所打ち床版を持つ合成Ｔ桁の３種類が選定されているが、そのうちでもＴ桁が大半を占め最も一般的な主桁形状となっている。

Ｔ　桁　　ホロー桁　　合成Ｔ桁



○　施工要領

ＰＣロックシェッドの施工は、工場で製作された部材を現地に搬入し、柱と主梁を１セットづつ組立て、一定の長さ（１ブロック）毎に横締をして一体構造を形成しながら、順次作業を進めていくのが一般的である。

逆Ｌ型の一般的な作業手順および施工要領図を図２－５，図２－６に示す。

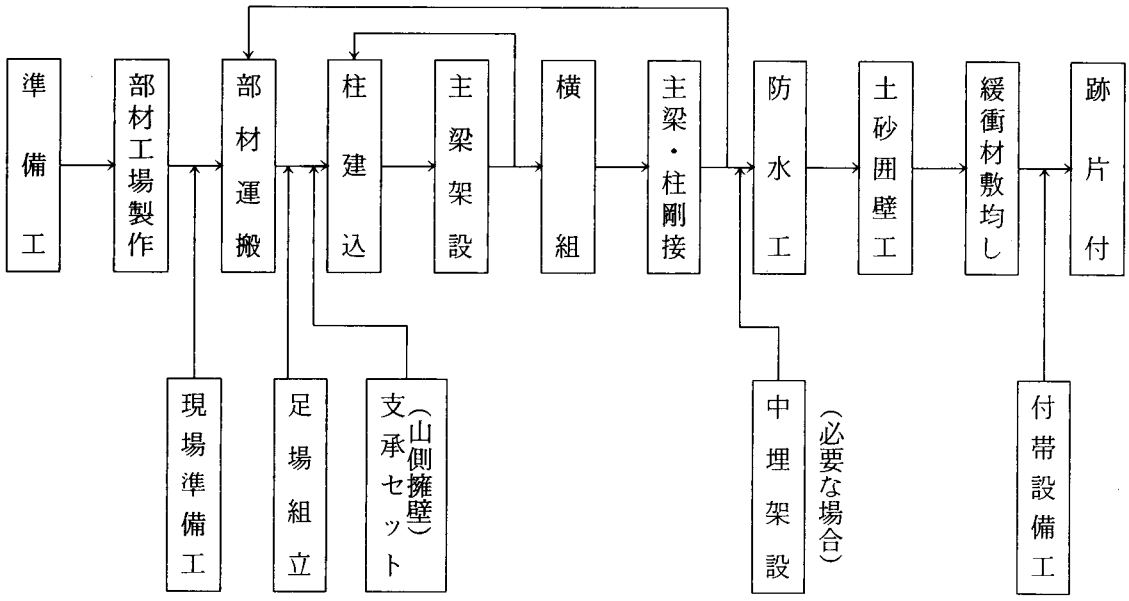


図２－５　作業手順

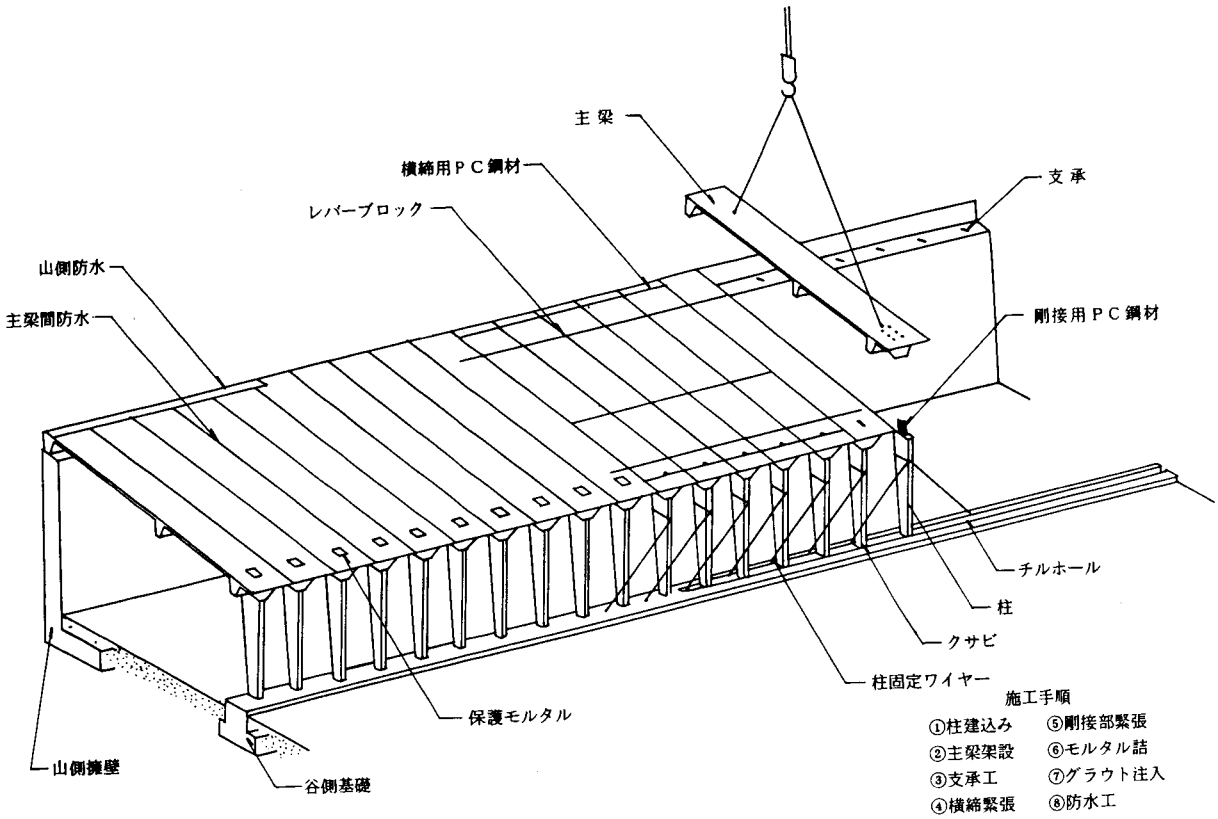


図２－６　施工要領図

種　別　2－1

図－1

設置位置は国道上で谷側は海岸に接しており、山が道路までせり出しその斜面勾配が50°と急で、土砂崩壊の危険地帯である。

施工前には海岸側に歩道があったが、下部工が設置されたため、海側の洞門外に張出し床版を設け歩道を確保している。主梁は建設省制定中空床版桁を使用しており、主梁上の緩衝材は砂層を設け、さらに古タイヤを積重ねている。

なお、谷側の基礎部が大幅に外に出ているため深礎杭を使用している。

図－2

トンネルに隣接するR＝100mのカーブ区間に設置された単純梁形式のものである。

このシェッドの特長は、谷側下部工をプレキャスト部材による門型ラーメン構造として、柱間隔を広く取りシェッド内を明るくするように配慮したことである。1ブロックは下部工施工ブロック長とし、その間の主梁は横締ＰＣ鋼線を配置して一体化している。

施工は基礎工完了後柱を立て込み、その上に受梁（プレテンション方式）を架設し、ＰＣ鋼棒により緊結し、支承セット後プレテンション方式の主梁を架設した。

図－3

交通量の多い幹線道路のトンネル坑口付近にロックシェッドを施工した例である。

トンネル坑口の上部は、岩膚が露出し斜面勾配も急峻で直高55m程度続いており、所々に見られる樹木の根元では岩魂にクラックが見られ、非常に危険な状態となっている所から、ロックシェッドが採用された。

ロックシェッドの形式は、基本的には逆Ｌ型を採用しているが、現況のトンネル坑口は、1：0.35の勾配となっているため、坑口より7.5mの区間は海側に現場打ちによるラーメン構造の下部工を設けた単純梁形式としている。

図－4

本工事は、半島道路の地山特有の急峻な勾配を有している落石危険な箇所にＰＣロックシェッドを施工した例である。

構造形式は品質，景観に優れている工場製作のプレキャスト部材による逆Ｌ型シェッドである。また、海岸に近接しているため、かぶりの増厚によって塩害対策を行っている。

施工は部材架設時に交通量の多い朝夕の時間帯をはずして一時的交通止めとし、その他は片側通行で行った。

図－5

本ＰＣロックシェッドは、山間部を通る道路に設置されており、落石災害の後に計画され

たものである。

構造形式は、逆Ｌ型２ヒンジラーメン構造である。主梁は、プレテンション方式のＴ型断面である。谷側基礎は、深礎杭が採用されている。

図－６

このシェッドは海岸線に沿って架設されたもので、塩害対策を考慮している。

構造形式は逆Ｌ型２ヒンジラーメン構造であるが、他のシェッドと比較して海側の張出しが長いのが特長である。

施工は現場打ちの下部工施工後、予め工場で製作されたＰＣ桁，柱を現地に搬入し、トラッククレーンにて部材を架設し桁と柱の剛結、横締工の緊張作業をし、桁目地等の防水工を完了した後、サンドクッションを施工し完成した。

図－７

本構造物の位置する国道は、産業・経済上、主要都市間および主要港湾を結び、観光的にも国立公園を背後に控える主要幹線道路の一つである。付近一帯は、山岳部が海岸線までせり出した狭隘な場所であり、落石等による交通障害を来たしていた。安全な交通を確保するためロックシェッドが設置された。

構造物の形式は、山側の地質や形状に合わせて、場所によって逆Ｌ型および門型が使用されている。主桁梁および脚部材はプレキャストで製作，架設され、床版および横梁は、道路線形に対処するため場所打ち施工をした。そのため主梁は、主桁梁と床版からなる合成桁構造となっている。

図－８

ダムに沿った道路の落石覆工の例で、構造形式に逆Ｌ型を使用しているが、屋根を一般と違って逆勾配にし、谷側のダム施設に落石を落とさないようにしている。

施工方法は一般的なものと同様であるが、主梁間の連結は床版上部でのボルト結合方式としている。

図－９

急峻な山間部の既設洞門の坑口に防災対策のため道路覆工を行った例である。

構造は、主梁および柱材ともにプレキャスト部材を用いた門型ラーメン構造および逆Ｌ型構造を併用している。

上部工の施工は、施工箇所の交通量が１万台／日～２万台／日と多く、また、近くに迂廻路が無いため全面片側規制を基本として行った。しかし、架設時には危険が伴うので比較的交通量の少ない夜間に短時間の全面通行止めを行った。

図－１０

本構造物は、山岳道路に設置されたポケット型（イ型シェッド）の落石覆工である。

現地は、山間部を縫うように走る幅員の狭い道路である。設置された斜面は勾配が約50°～60°で岩が露出し亀裂が走り、かなり風化しており危険な状態であった。

本タイプを採用した理由は次の２点である。

①　落下する石は比較的小径のものが多く衝撃力が小さい。

②　岩質が脆弱なため山側斜面の大規模な掘削は不可能である。

なお、先端部にはロックフェンスを設け、ポケット部を大きくする工夫も行っている。

施工延長は、Ｌ＝５２.５ｍ（３５セット）であるが、片側交互通行により施工し、架設から防水工事まで２週間程で完了した。

図－１１

本地区は、落石または地山の不安定な場所であり、現場調査の結果、地山に亀裂が見受けられ、降雨時の雨水浸透で地山がすべり面に沿ってすべり現象が生ずる可能性が考えられる。

よって、本地区の落石防護対策は、アースアンカー工等による地すべり対策を実施するとともに、落石覆工のうち現地の諸条件を考慮し、ポケット型（イ型シェッド）の落石防護工が採用された。

図－１２

国道の落石危険箇所に設置した延長約240ｍのイ型シェッドである。

山側形状および落石の大きさと飛び出し角度等からイ型シェッドとした。主構造は、主梁，柱のプレキャスト部材と受台梁などからなり、それぞれＰＣ鋼棒およびアンカーボルトにより剛結、あるいはピン構造となっている。床版部は型枠用のＰＣ版を並べ、その上に鉄筋を組みコンクリートを打設したＲＣ構造となっている。

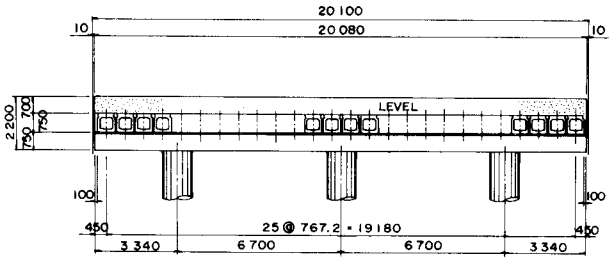
なお、構造全体の安定を受台梁から地山にアースアンカーを取って対処している。

図－１３

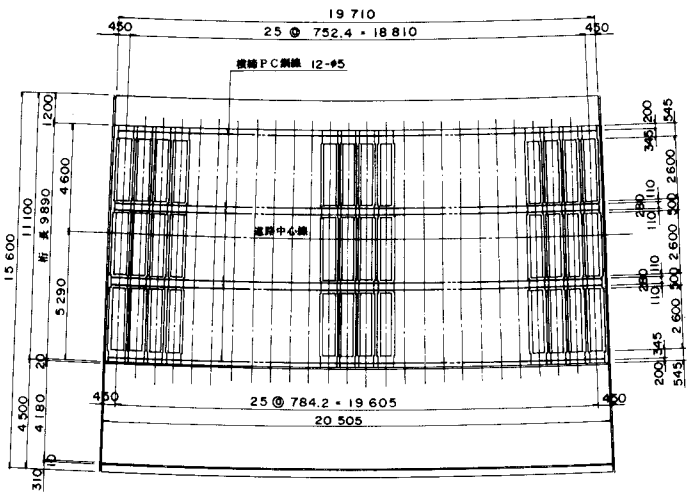
工事箇所は、主要県道がトンネルにさしかかる付近で、軟岩で形成された角度80°～70°で高さ80ｍ前後と切立った山の下である。そのため、計画当初ロックシェッドの形式は洞門式が考えられていた。しかしながら、本地区が観光名所に通ずる道路であり、昼夜の交通量が多く、迂回路もないことから落石の現状を十分に考えた上で、施工時に交通の完全通行止めの無いイ型シェッドとした。構造については、図－１２と同様である。

ロックシェッド

正面図

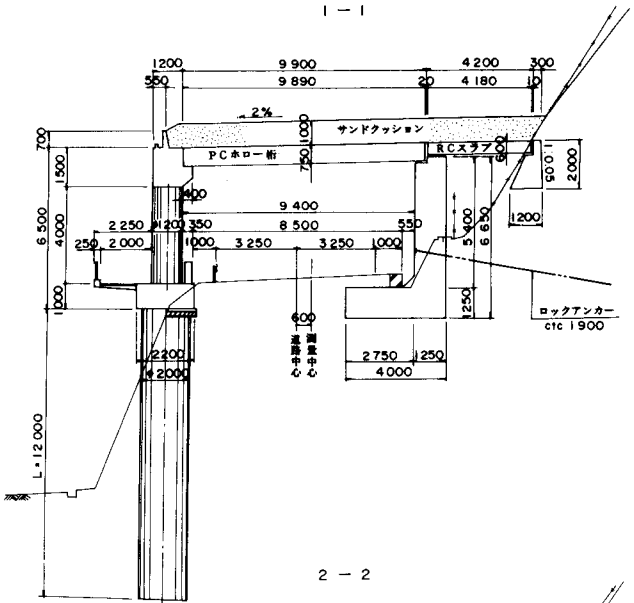


平面図

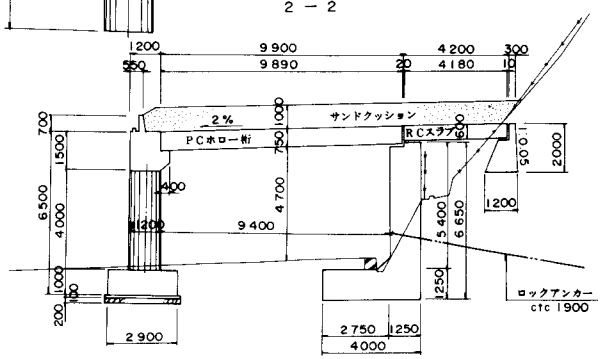


断面図

1－1



2－2

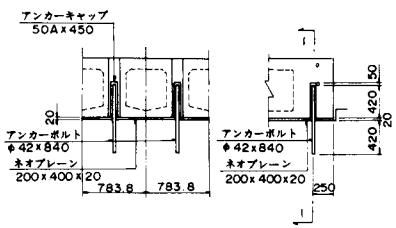


設計条件

構造形式（主桁断面形状）		単純桁形式（ホロー桁タイプ）
支間		9 m 500
屋根勾配		2 %
緩衝材	単位体積重量	1.6 t/m³
	厚さ	1 m 000
堆積土	単位体積重量	1.6 t/m³
	勾配	30°
落石	落石荷重	0.325 t
	落下高	40 m 000
積雪荷重	単位体積重量	0.3 t/m³
	積雪深	1 m 500
水平震度		Kh= 0.15
使用材料	コンクリート強度（主桁）	σck= 500 kg/cm²
	PC鋼材 主桁	1T 12.4 mm
	PC鋼材 横桁	12φ5 mm

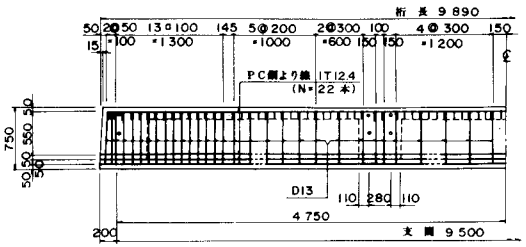
支承詳細図

1－1

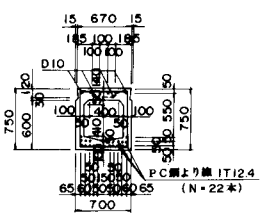


PC梁詳細図

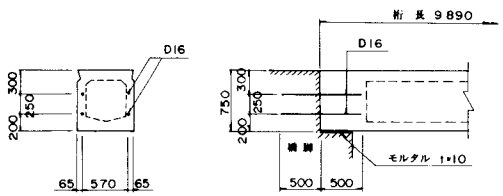
側面図



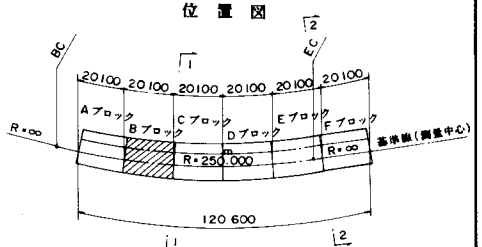
断面図



連結部詳細図

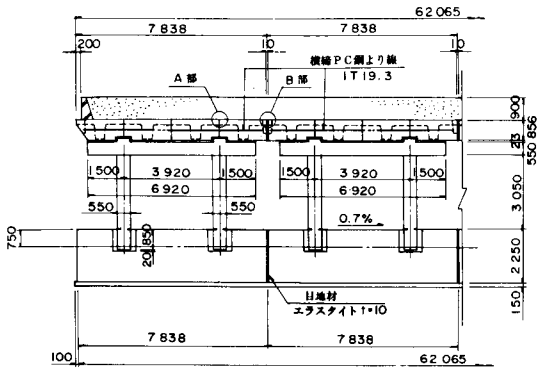


位置図

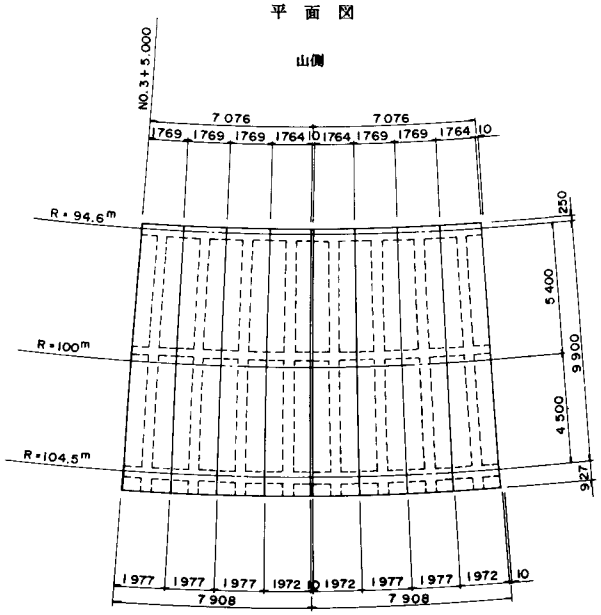


ロックシェッド

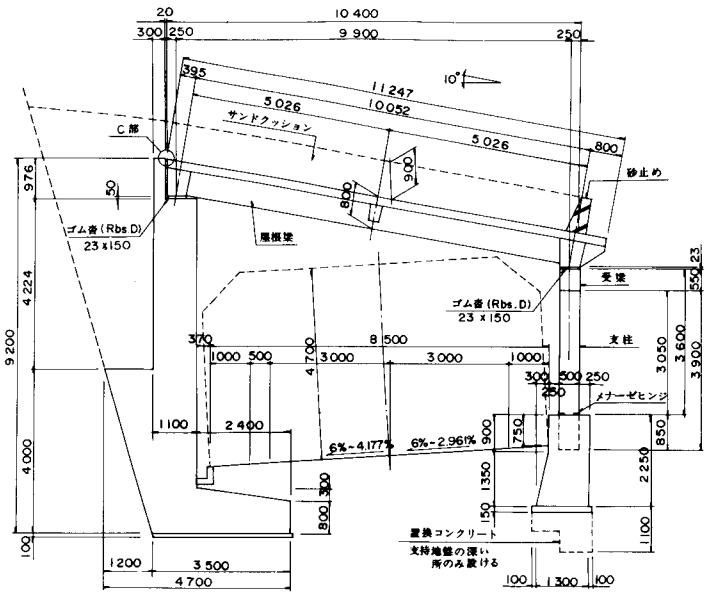
正面図



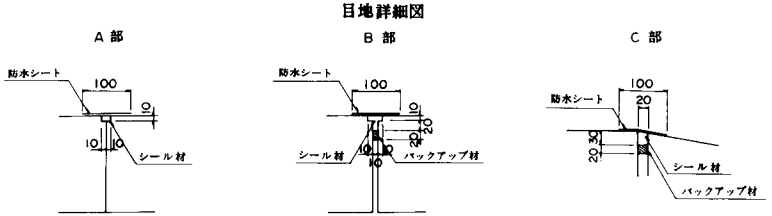
平面図



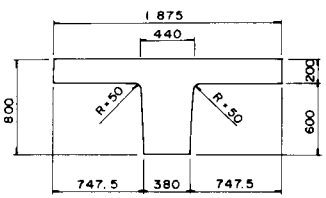
断面図



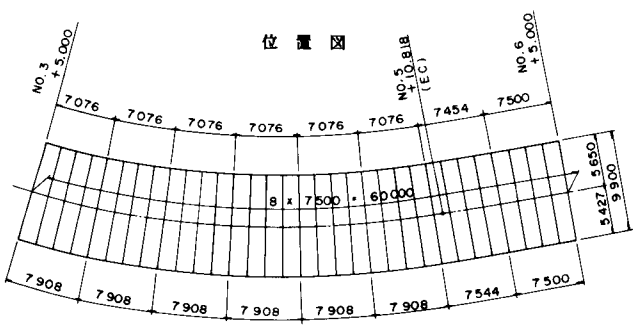
目地詳細図



主梁断面図



位置図

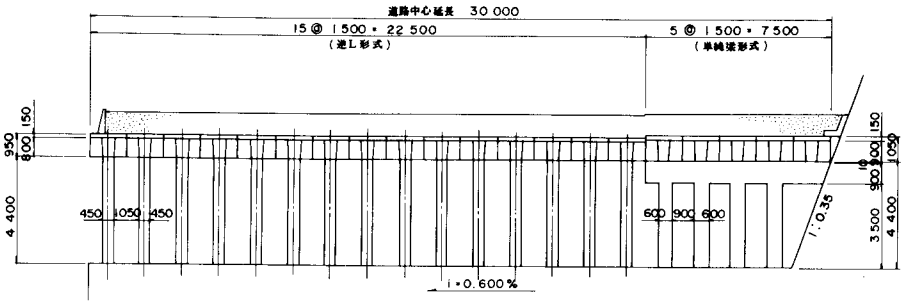


設計条件

設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		単純桁形式(T桁タイプ)
支間		9 m 900
屋根勾配		10°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	0.290 t
	落下高	30 m 000
水平震度		Kh= 0.18
使用材料	コンクリート強度(主梁・柱)	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.7 mm
	PC鋼材 他(アンボンド)	φ32 mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横梁	1T19.3 mm

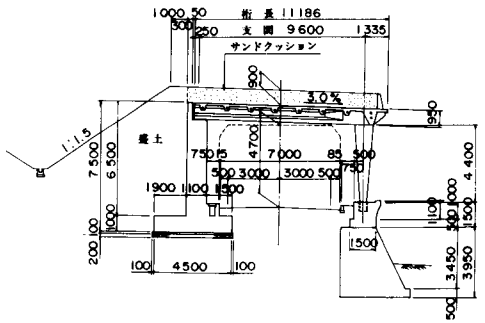
ロックシェッド

正面図



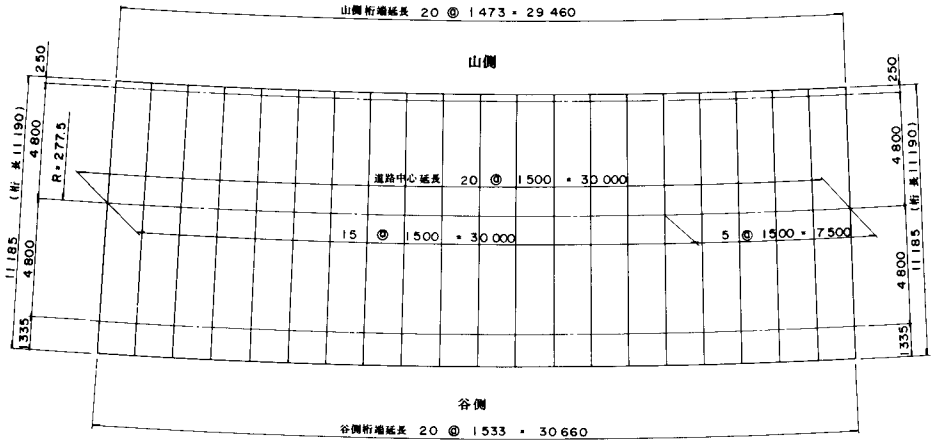
断面図

逆L部

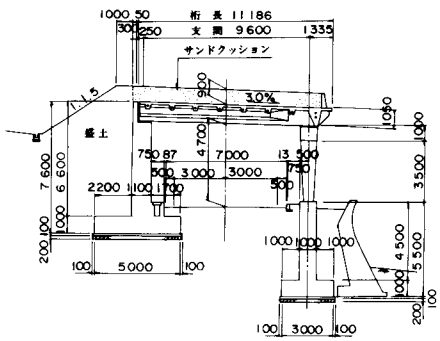


設計条件		
構造形式（主梁断面形状）		単純・逆L型形式（T桁タイプ）
支間		9 m 600
屋根勾配		3 %
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	1.360 t
	落下高	55 m 000
水平震度		Kh= 0.13
使用材料	コンクリート強度（主梁・柱）	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.4 mm
	PC鋼材 横梁（アンボンド）	φ23 mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横梁	φ17 mm (SBPR95/110)

平面図

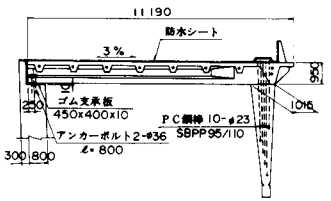


単純梁部

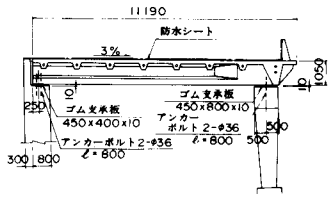


主梁結合図

逆L部

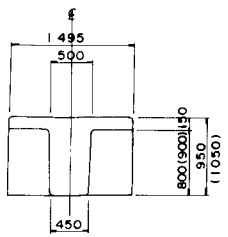


単純梁部

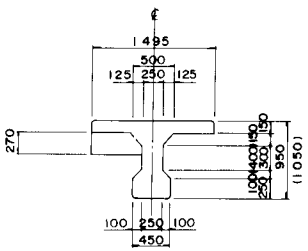


主梁断面図

谷側横梁部

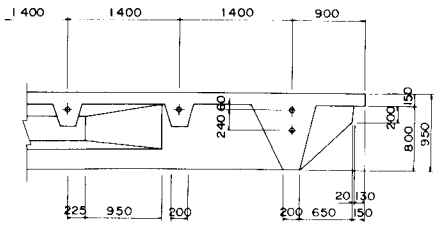


中間横梁部　標準部



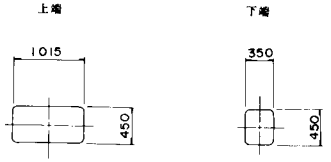
注）（ ）内寸法は単純梁形式を示す。

主梁側面図

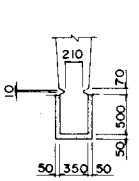


柱形状図

断面図

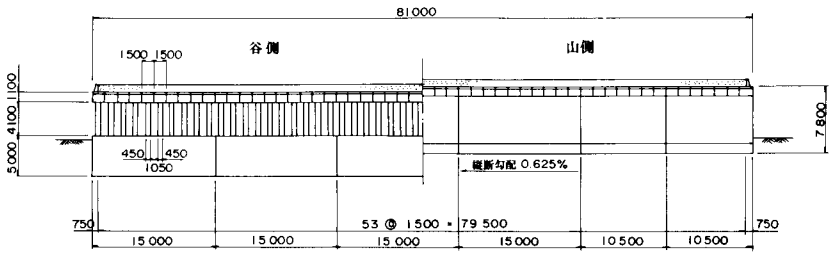


ヒンジ部詳細図

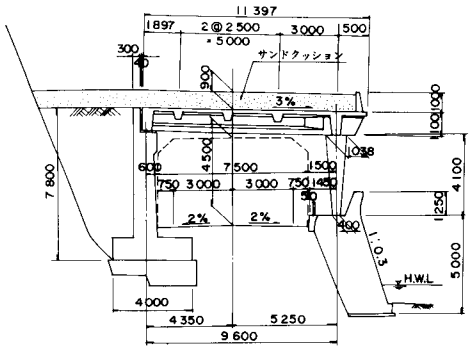


ロックシェッド

正面図



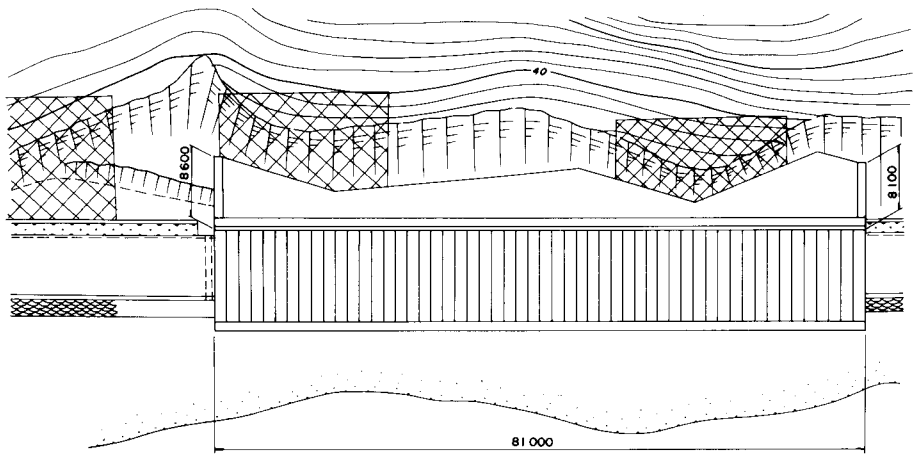
断面図



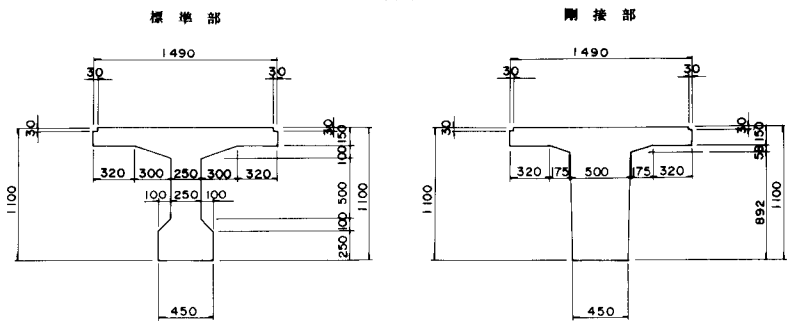
設計条件

設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		逆L型形式(T桁タイプ)
支間		9 m 600
屋根勾配		3 %
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
堆積土	単位体積重量	1.8 t/m³
	勾配	30°
崩落土	単位体積重量	0.9 t/m³
	厚さ	1 m 000
流動土砂	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	1 m 000
落石	落石荷重	1.0 t
	落下高	40 m 000
水平震度		Kh= 0.13
使用材料 コンクリート強度(主梁・柱)		σck= 600 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	主梁	1T12.4 mm
	柱(アンボンド)	1T17.8 mm
	横梁	1T19.3 mm

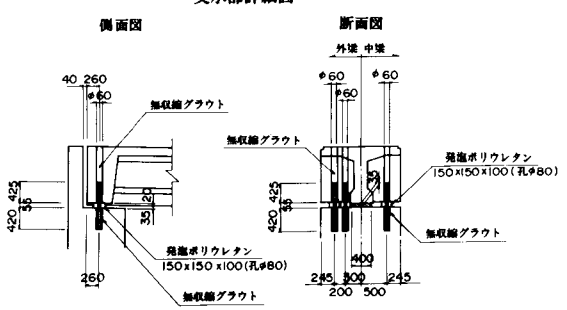
平面図



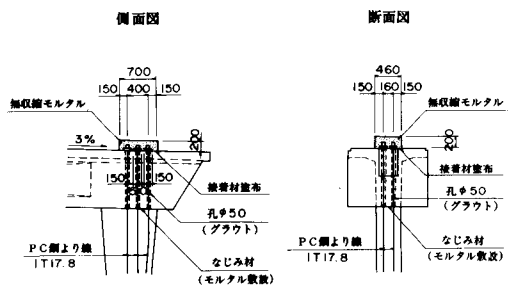
主梁断面図



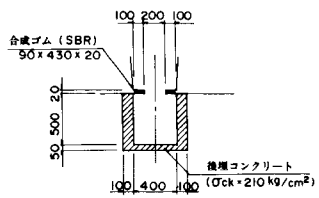
支承部詳細図



主梁剛接部詳細図

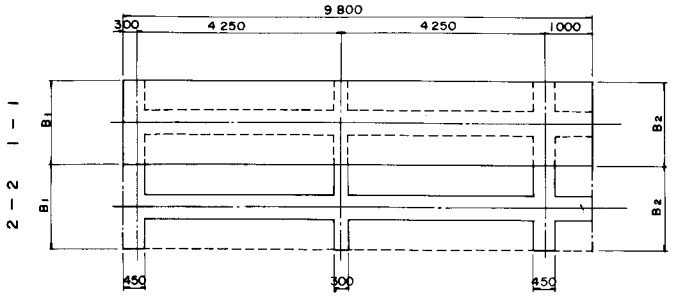


柱埋込部詳細図

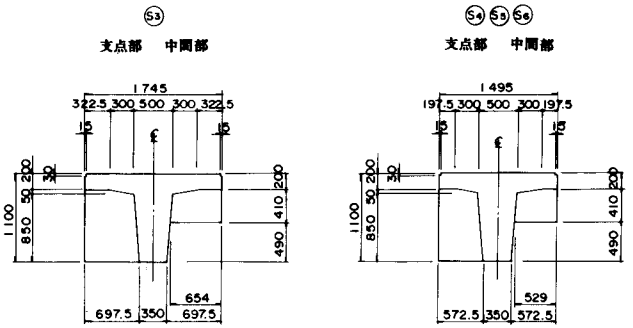


ロックシェッド

平面図

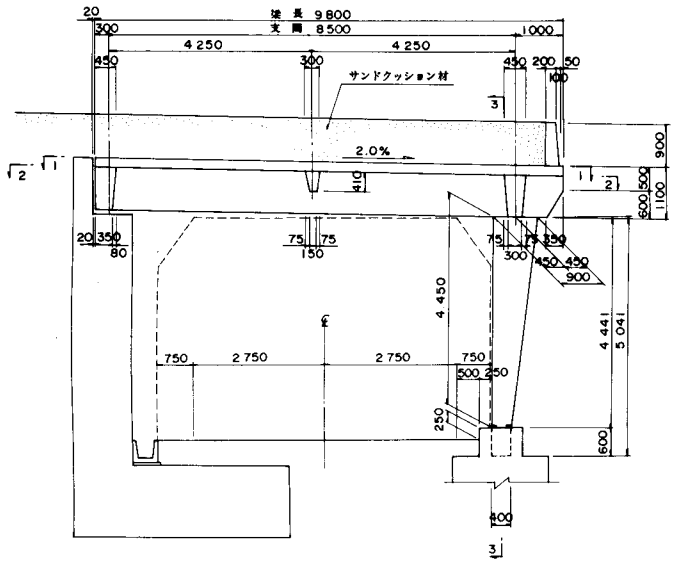


主梁断面図

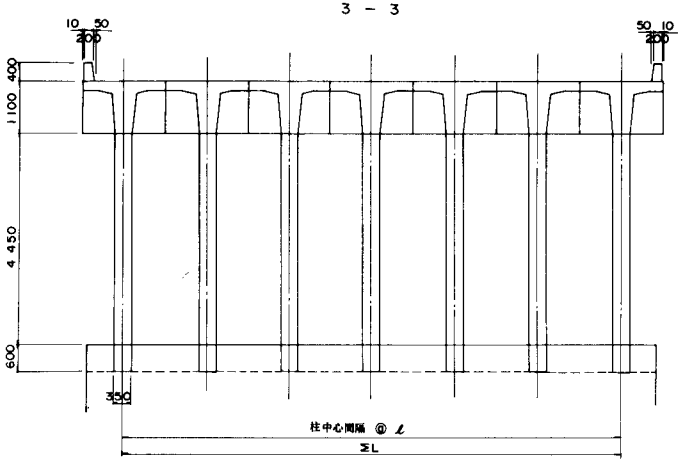


設計条件		
構造形式（主梁断面形状）		逆L型形式（T桁タイプ）
支間		8 m 500
屋根勾配		2 %
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	1.36 t
	落下高	15 m 000
水平震度		Kh＝0.18
使用材料 コンクリート強度（主梁・柱）		σck＝500 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	主線	1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材	柱アンボンド	1T19.3 mm
使用材料 PC鋼材	横線	φ23 mm（SBPR95/110）

断面図



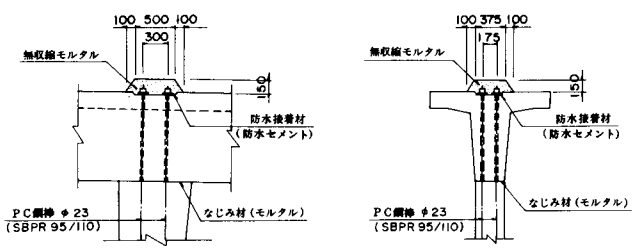
正面図



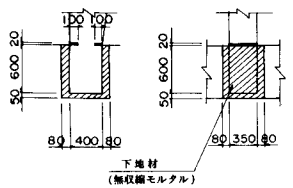
主梁及び柱中心割付表

位置	指定部位	割付（@x）	ΣX
③～④	山側 B1	7@1735.9	12 151
	柱中心間隔 ℓ	6@1760.8	10 565
	谷側 B2	7@1764.4	12 351
④～⑤	山側 B1	8@1487.9	11 903
⑤～⑥	柱中心間隔 ℓ	7@1509.3	10 565
	谷側 B2	8@1512.4	12 099
⑥～⑦	山側 B1	1490+7@1500	11 990
	柱中心間隔 ℓ	1503.9+6@1500	10 504
	谷側 B2	1510.4+7@1500	12 010

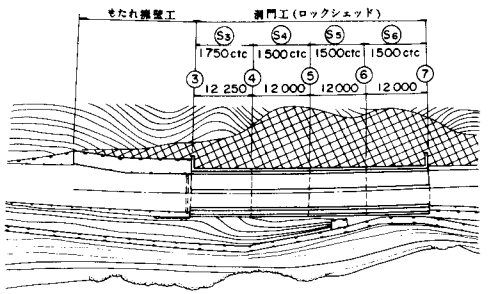
主梁剛接部詳細図



柱埋込部詳細図

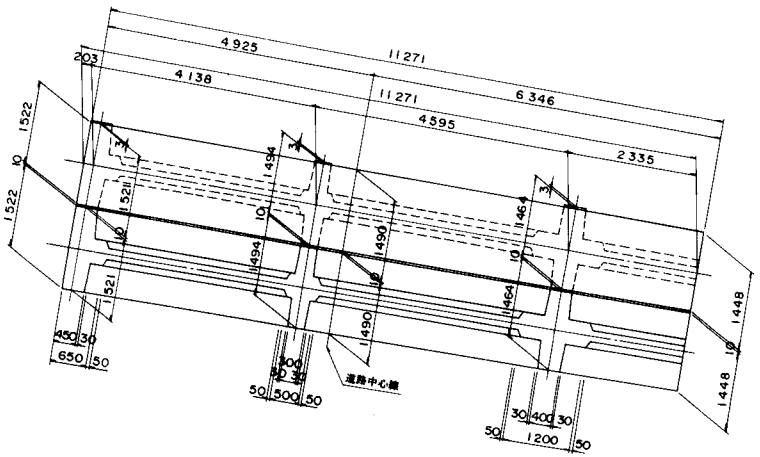


位置図

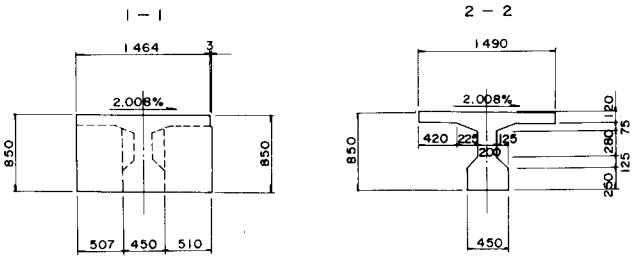


ロックシェッド

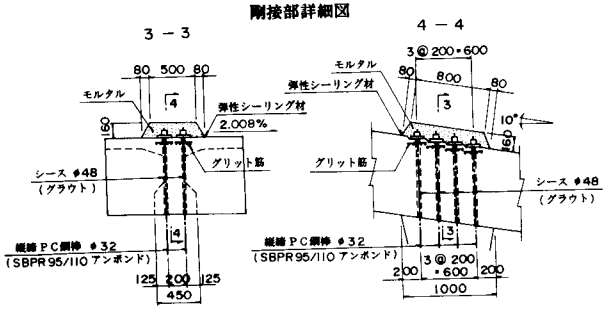
平面図



主梁断面図



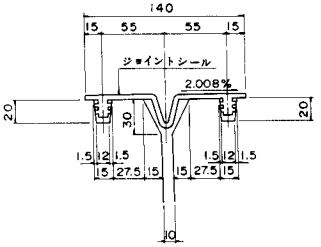
剛接部詳細図



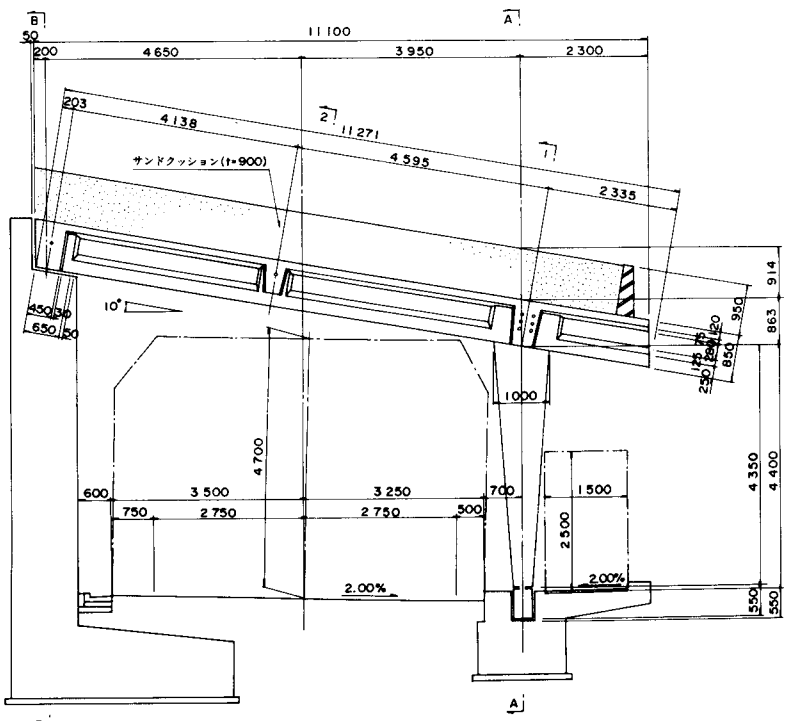
設計条件

構造形式(主梁断面形状)		逆L型形式(T桁タイプ)
支間		8 m 600
屋根勾配		10°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	0.325 t
	落下高	40 m 000
水平震度		Kh= 0.18
使用材料 コンクリート強度(主梁・柱)		σck= 750 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	主梁	1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材	他(アンボンド)	φ32 mm (SBPR95/110)
使用材料 PC鋼材	横梁	1T21.8 mm

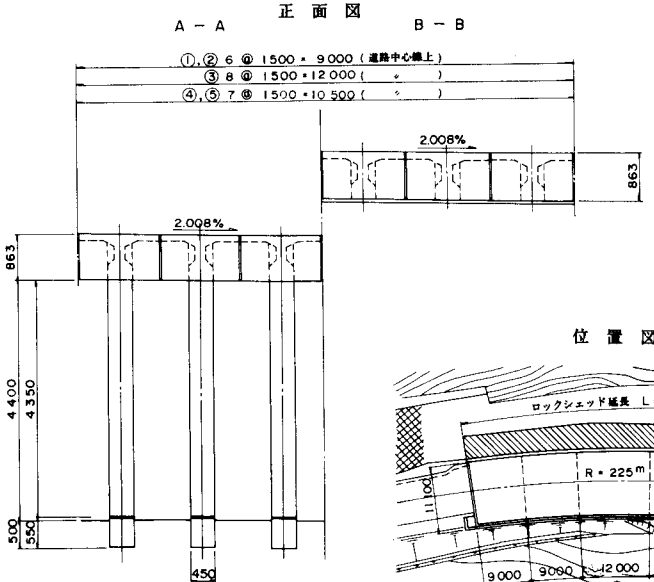
目地部詳細図



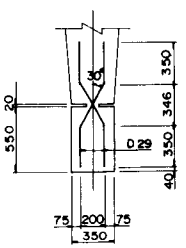
断面図



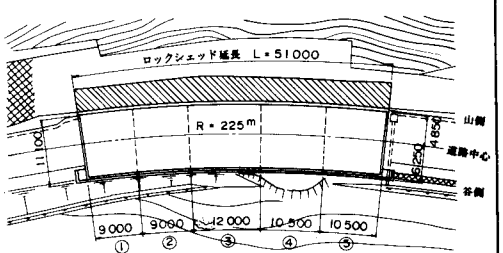
正面図



メナーゼヒンジ部



位置図

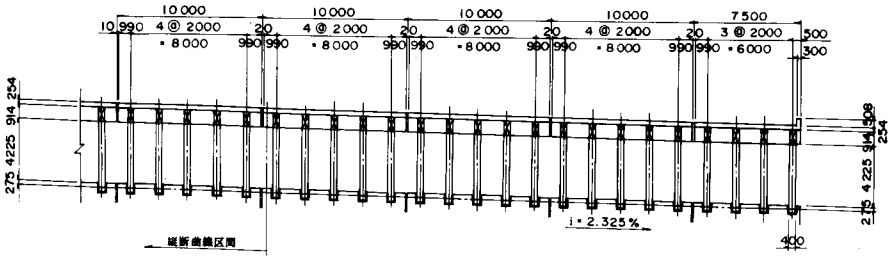


ロックシェッド

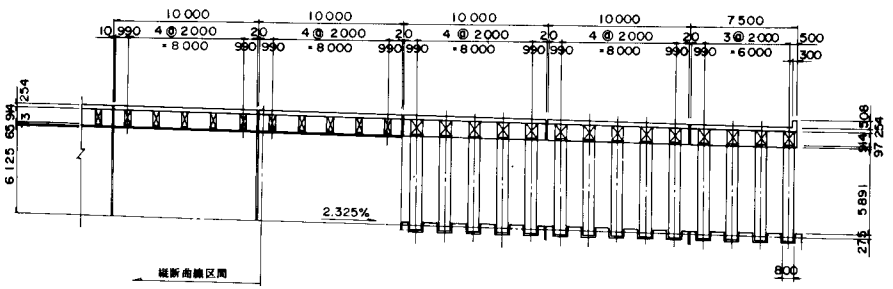
2－1	図－7

正面図

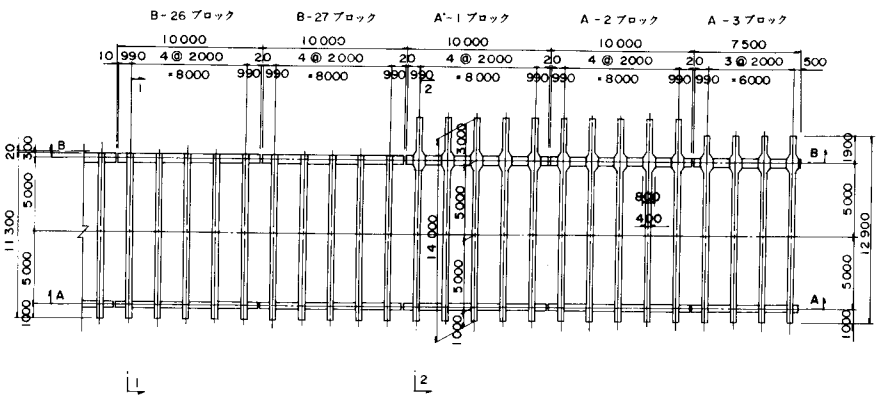
A－A（谷側）



B－B（山側）

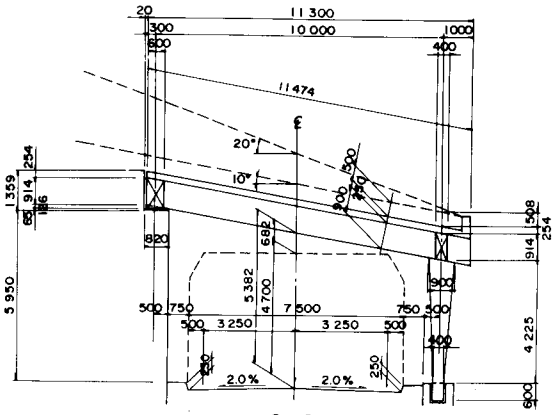


平面図

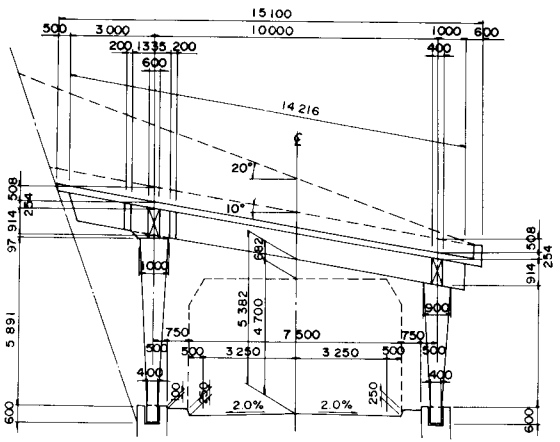


断面図

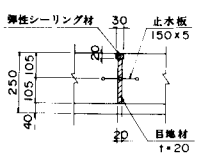
1－1



2－2



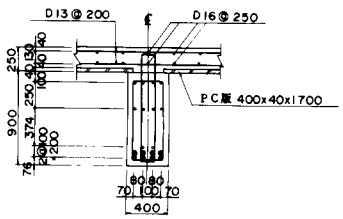
伸縮目地詳細図



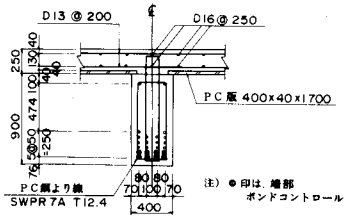
設計条件		
構造形式（主梁断面形状）		逆L・門型形式（合成T桁タイプ）
支間		10m000～11m000
屋根勾配		10°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 500
堆積土	単位体積重量	1.6 t/m³
	勾配	20°
水平震度		Kh＝0.18
使用材料 コンクリート強度	主梁・柱	σck＝500 kg/cm²
	床版	σck＝210 kg/cm²
PC鋼材	主梁	1T12.4 mm
	柱（アンボンド）	φ32 mm（SBPR 95/110）
	横梁	1T21.8 mm

標準鋼材配置図

Aブロック



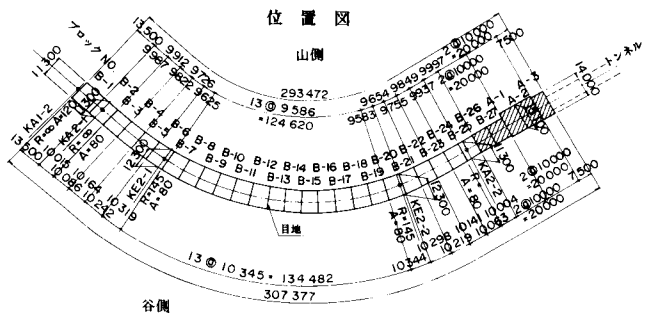
Bブロック



注）●印は、端部ボンドコントロール

位置図

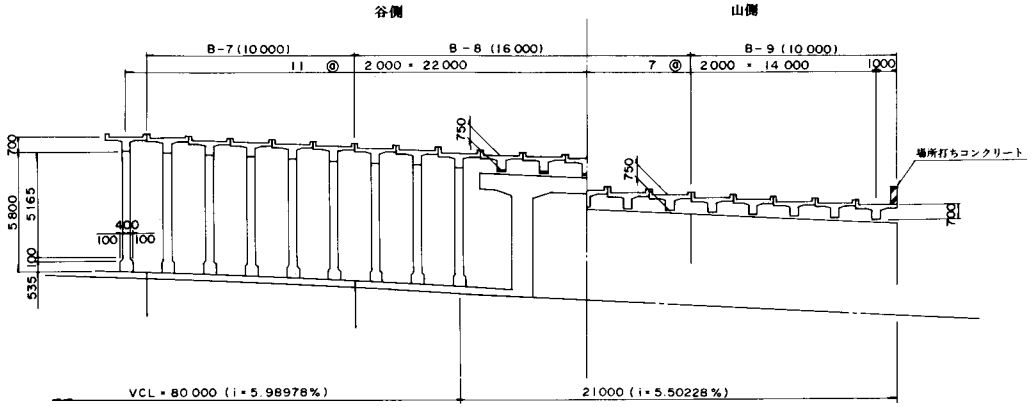
山側



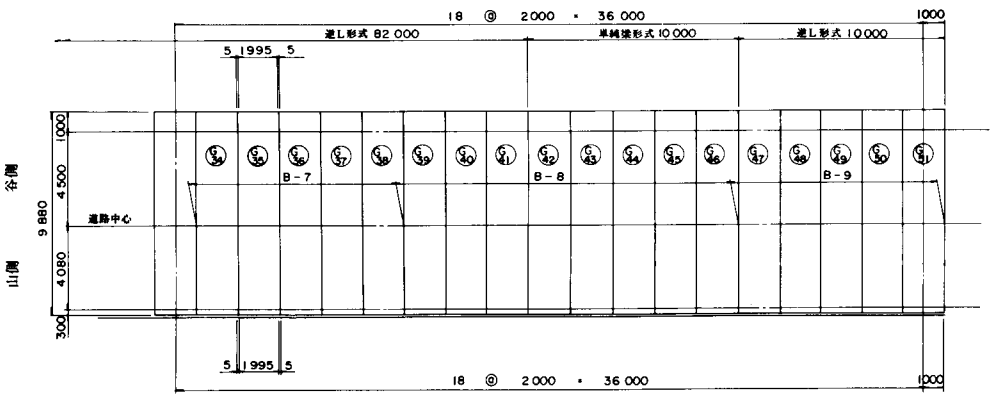
谷側

ロックシェッド

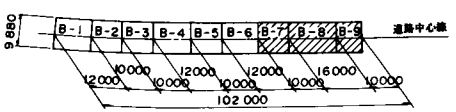
正面図



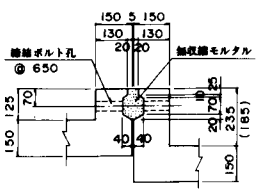
平面図



マーク図

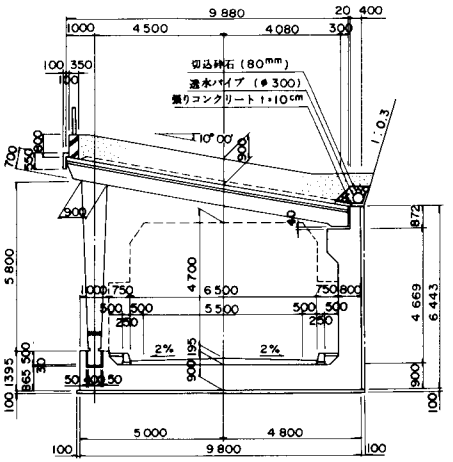


床版連結部詳細図

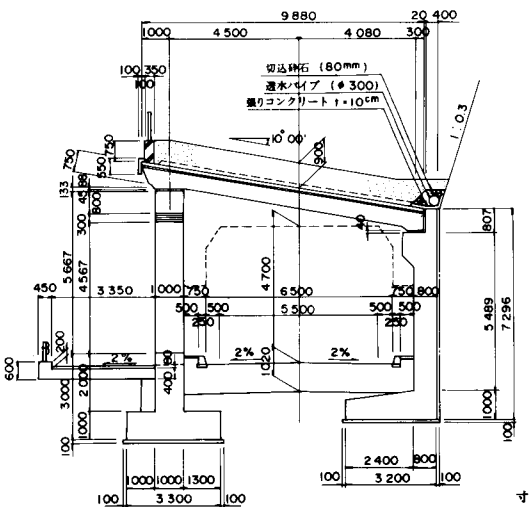


断面図

逆L部

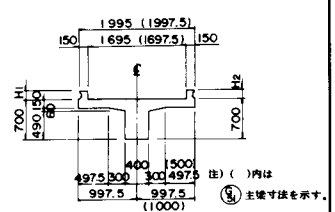


単純梁部

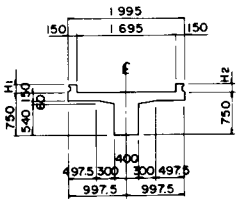


主梁断面図

逆L部



単純梁部



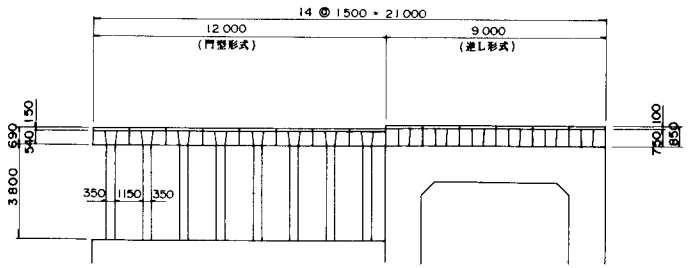
設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		逆L型形式(T桁タイプ)
支間		8 m 580
屋根勾配		-10°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	0.170 t
	落下高	35 m 000
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	1 m 500
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	0 m 750
水平震度		Kh= 0.18
使用材料	コンクリート強度(主梁・柱)	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.4 mm
	PC鋼材 柱(アンボンド)	φ26 mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横方向	締結ボルト φ16 mm

寸法表 (mm)

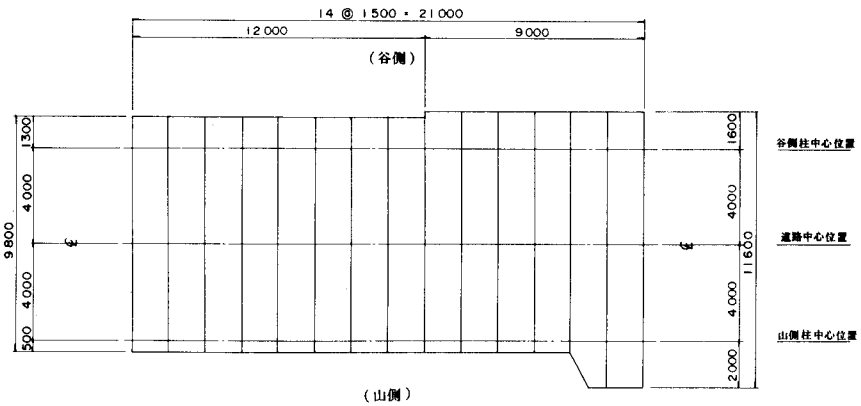
	G34-G38	G39-G41	G42	G43-G46	G47	G48-G50	G51
H1	220	230	185	235	285	235	235
H2	125	125	125	125	125	125	0

ロックシェッド

正面図

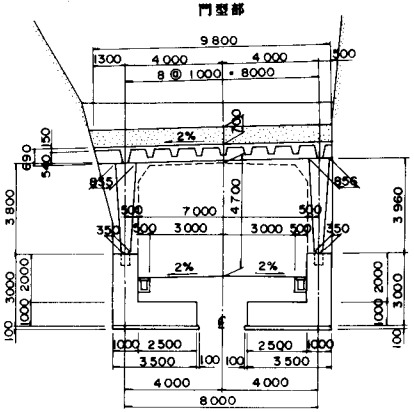


平面図

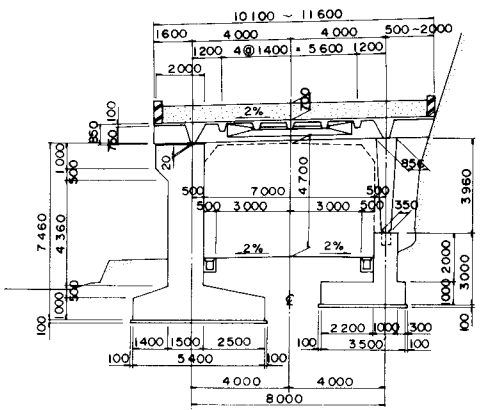


断面図

門型部

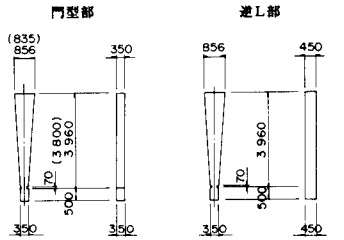


逆L部



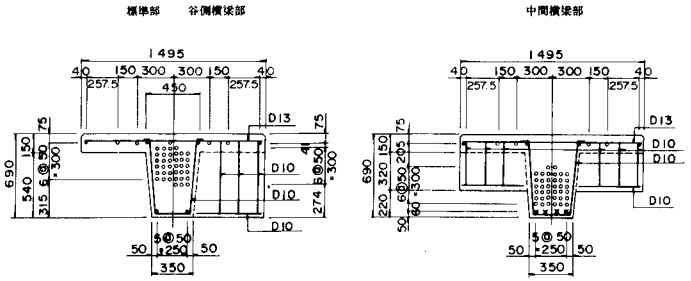
設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		逆L・門型形式(T桁タイプ)
支間		8 m 000
屋根勾配		2 %
緩衝材	単位体積重量	1.6 t/m³
	厚さ	0 m 700
堆積土	単位体積重量	1.8 t/m³
	勾配	20°
落石	落石荷重	0.670 t
	落下高	25 m 000
水平震度		Kh= 0.16
使用材料	コンクリート強度(主梁・柱)	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.4 mm
	PC鋼材 横締アンボンド	φ23 mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横梁	φ17 mm (SBPR80/95)

柱形状図

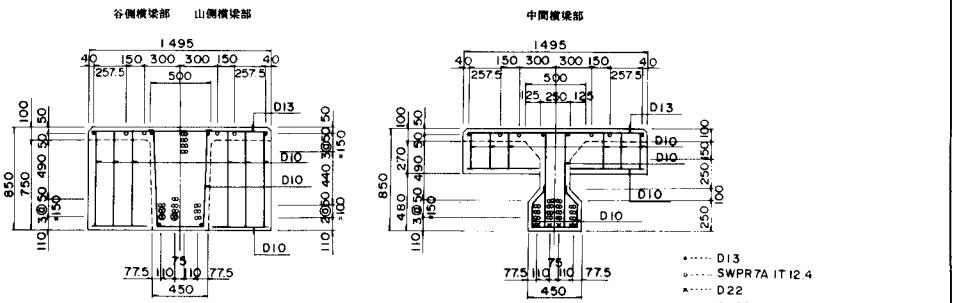


主梁鋼材配置図

門型部



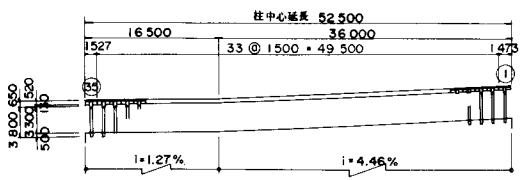
逆L部



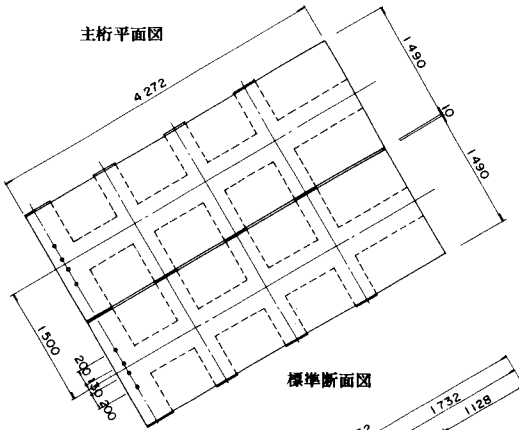
ロックシェッド

設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		イ型形式(T桁タイプ)
支間		1m500 + 2m000
屋根勾配		30°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	0.80 t
	落下高	35 m 000
水平震度		Kh= 0.18
使用材料	コンクリート強度(主梁・柱)	σck= 600 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.4 mm
	PC鋼材 柱(アンボンド)	φ23 mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横梁	1T19.3 mm

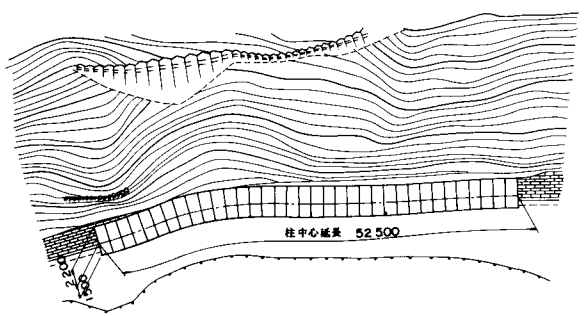
正面図



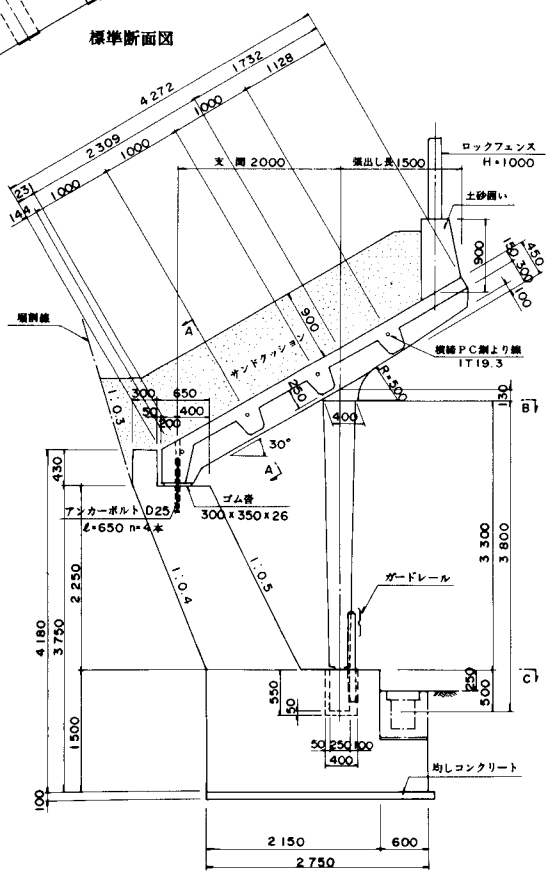
主桁平面図



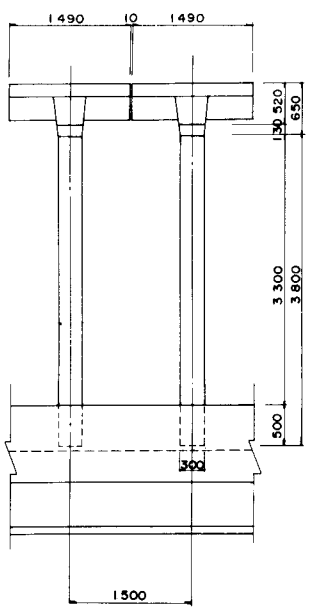
平面図



標準断面図

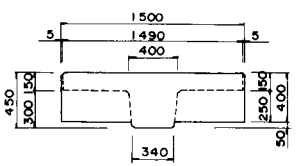


正面図

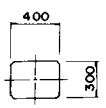


各部断面図

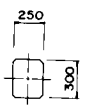
A － A



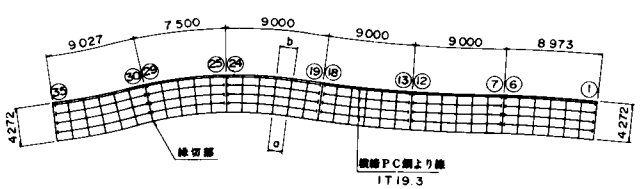
B － B



C － C



ブロック割図

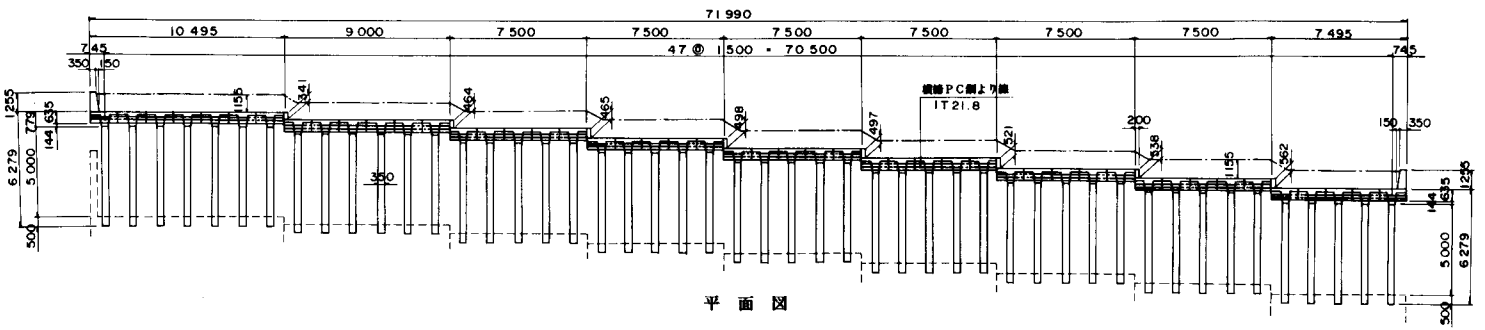


主梁幅寸法表

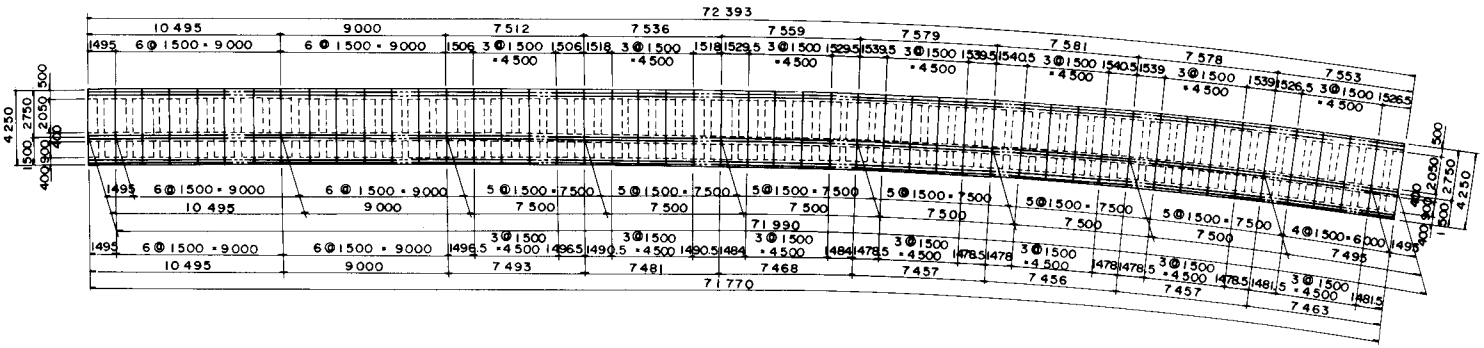
主梁番号	a	b
①	1428	1515
②～⑤，⑧	1473	1520
⑥，⑦	〃	1515
⑨⑪⑭⑰⑳	1503	1476
⑫⑬⑯⑲	〃	1471
㉑～㉓	1425	1590
㉔	〃	1585
㉕，㉙，㉚	1424	1584
㉖～㉘	〃	1589
㉛～㉞	1532	1431
㉟	1577	1426

ロックシェッド

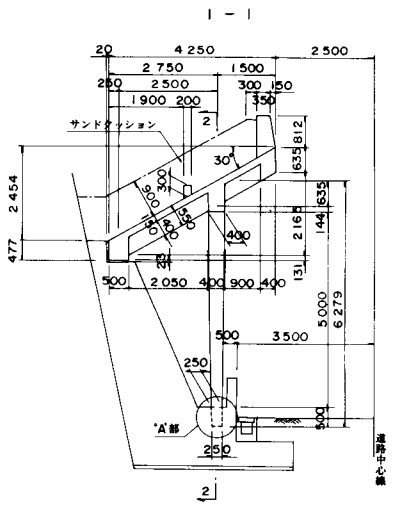
正面図



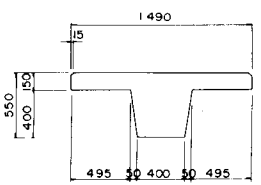
平面図



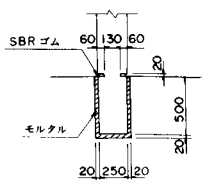
断面図



主梁断面図



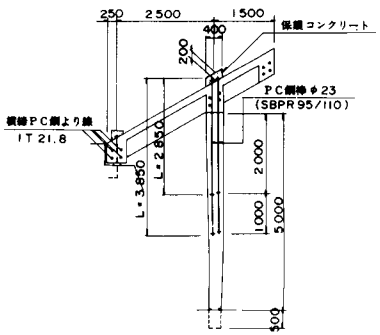
"A" 部



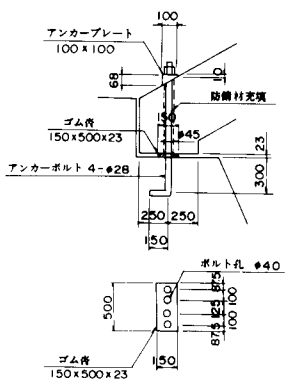
設計条件

構造形式（主梁断面形状）		イ型形式（T桁タイプ）
支間		1 m 500 + 2 m 500
屋根勾配		30°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石	落石荷重	1.00 t
	落下高	25 m 000
水平震度		Kh = 0.15
使用材料 コンクリート強度（主梁・柱）		σck = 600 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	主梁	1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材	柱アンボンド	φ23 mm (SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材	横梁	1T21.8 mm

PC鋼材配置図

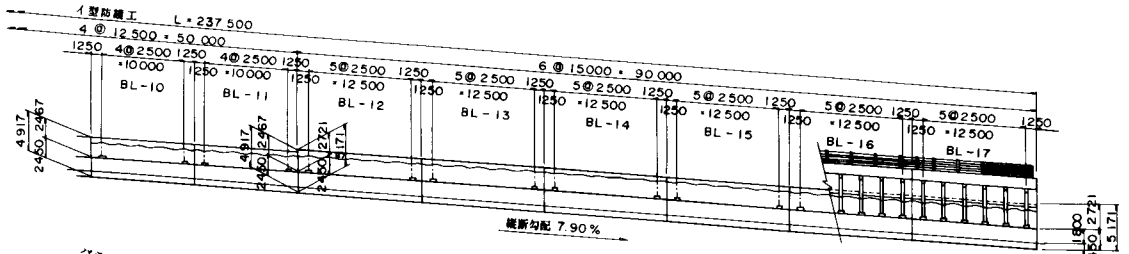


支承詳細図

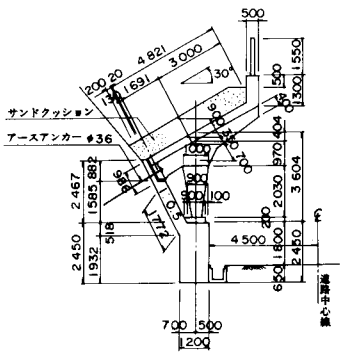


ロックシェッド

正面図

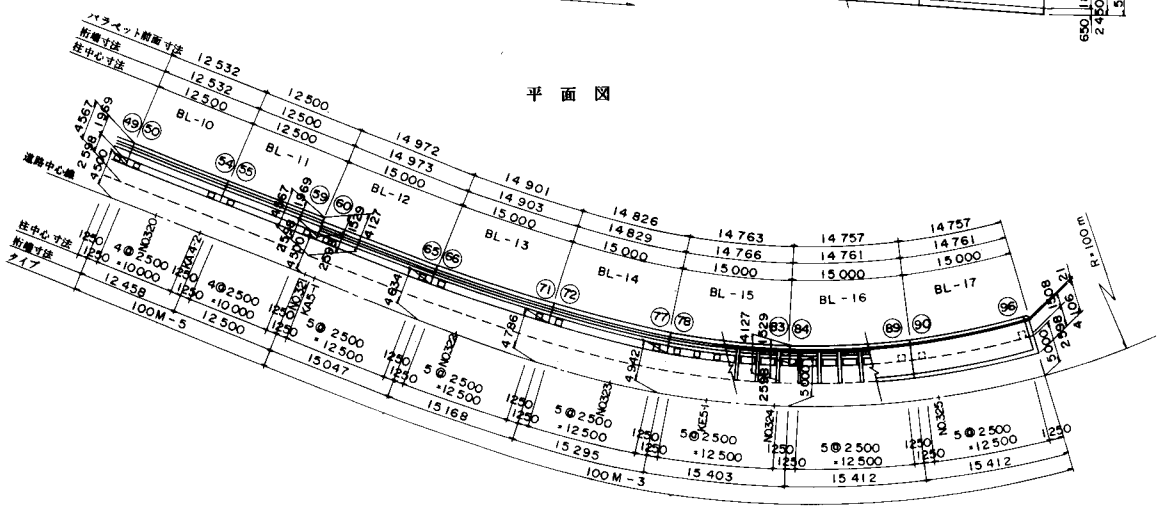


断面図

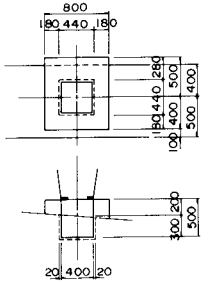


設計条件			
構造形式（主梁断面形状）			イ型形式(合成T桁タイプ)
支間			3m000 + 1m691 2m600 + 1m460
屋根勾配			30°
緩衝材	単位体積重量		1.8 t/m³
	厚さ		0 m 900
落石荷重			衝撃力 100 t
水平震度			Kh= 0.18
使用材料	コンクリート強度	主梁・柱	σck= 500 kg/cm²
		床版	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材	主梁	φ32mm (SBPR95/110)
		柱(アンボル付)	φ26 mm (SBPR95/110)
		アースアンカー	異形鋼棒 φ36 mm

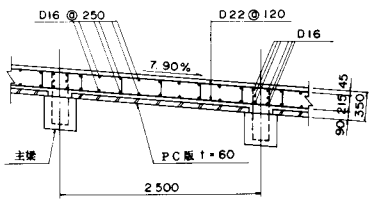
平面図



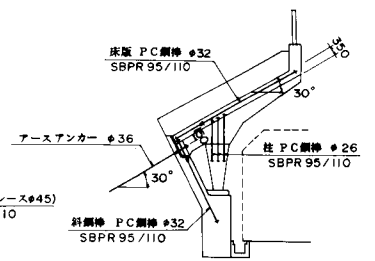
柱下端箱抜詳細図



床版配筋図

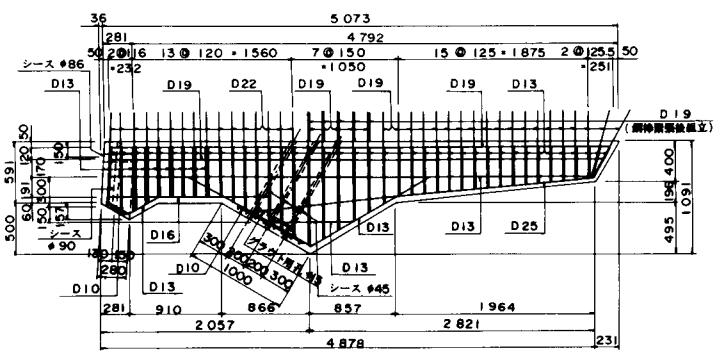


PC鋼材配置図

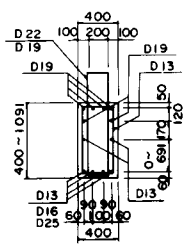


主梁配筋図

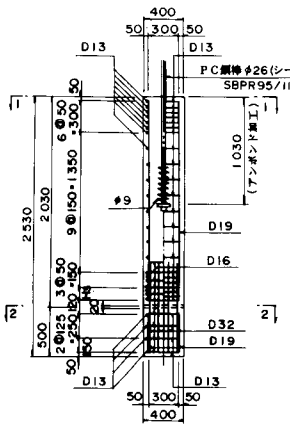
側面図



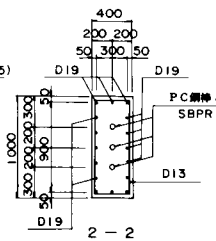
断面図



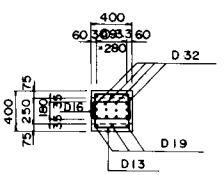
柱配筋図



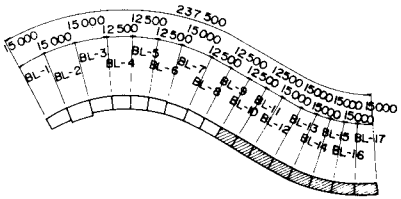
1 — 1



2 — 2

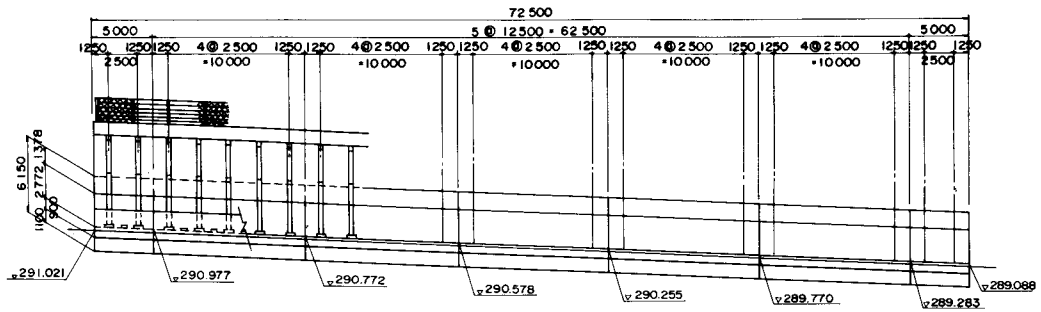


マーク図

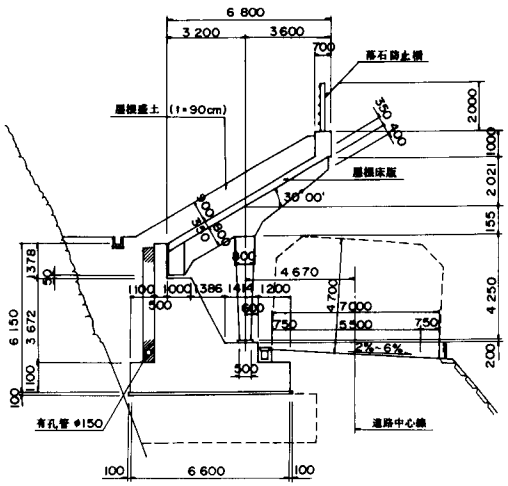


ロックシェッド

正面図



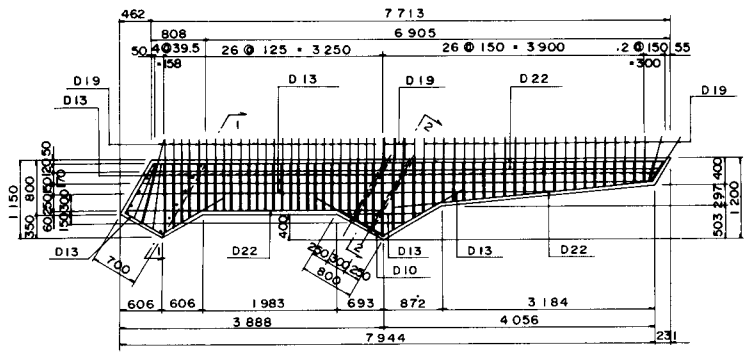
断面図



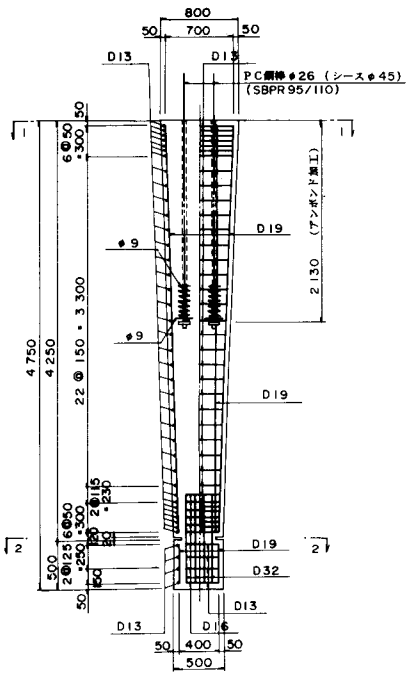
設計条件		
構造形式 (主塔断面形状)		イ型形式(合成T桁タイプ)
支間		3m600 + 2m700
屋根勾配		30°
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 900
落石荷重		衝撃力 100 t
水平震度		Kh= 0.18
使用材料	コンクリート強度 主塔・柱	σck= 500 kg/cm²
	コンクリート強度 床版	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材 主筋	φ32mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 横(アンボンド)	φ26mm (SBPR95/110)
	PC鋼材 補強	φ32mm (SBPR95/110)

主梁配筋図

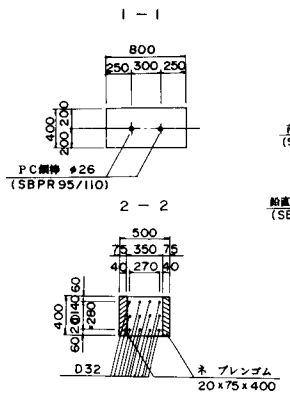
側面図

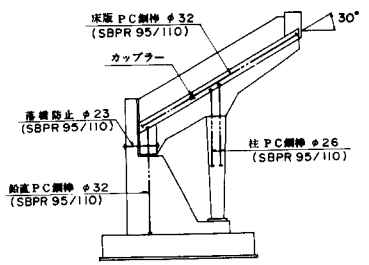


柱配筋図



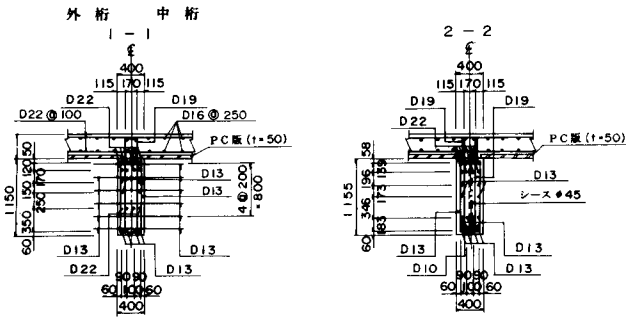
PC鋼材配置図



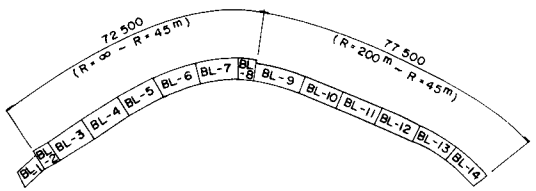


断面図

外桁　中桁



位置図



2－2　スノーシェッド

雪崩は、その発生が突発的で、現状では予知が困難なばかりでなく、ひとたび発生すると、大きな災害をもたらす可能性を秘めている。このため、雪崩が道路に達する走路には、道路を覆う形式のスノーシェッドが最も効果的な防災施設として定着している。

スノーシェッドは、コンクリート系と鋼系に分けることができるが、施工を供用中の道路で行うことが多いため、交通の確保や工期の短縮が求められ、プレキャスト化する傾向にある。

ＰＣスノーシェッドが急増している背景には、施工性，経済性，耐久性にすぐれ、完成した構造物が景観に適合している点がある。

ＰＣスノーシェッドについては、昭和61年9月に(社)北陸建設弘済会より「ＰＣスノーシェッド標準設計」が刊行されている。

逆Ｌ型ＰＣスノーシェッドの一般的な構造と呼称を図２－７に示す。

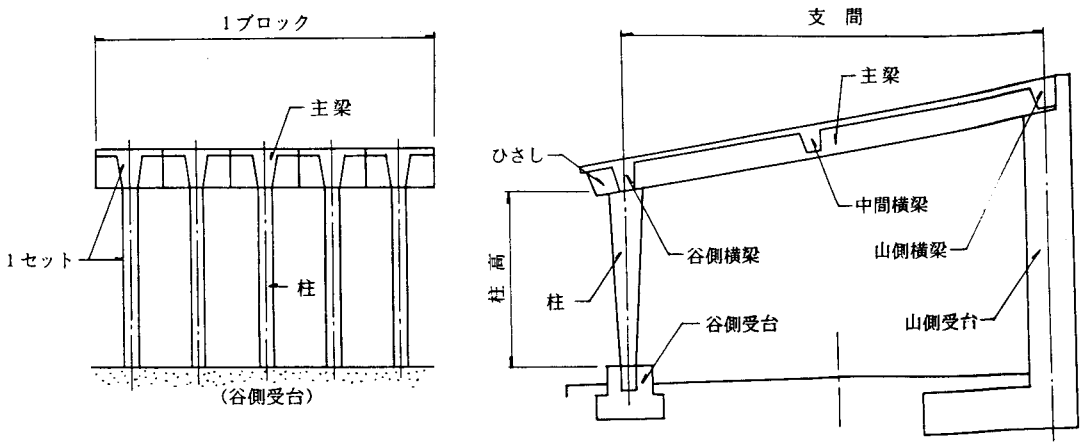


図２－７　逆Ｌ型の基本構造と呼称

○　構造形式

ＰＣスノーシェッドの構造形式は、基本的にはＰＣロックシェッドの場合と同形式の逆Ｌ型，門型および単純梁形式の３種類であり、逆Ｌ型が大半を占め、最も一般的なものであるが、ロックシェッドに比べて門型の採用も多く、多少その選定に差異がみられる。

○　設　計

(1)　屋根勾配

ＰＣスノーシェッドの屋根勾配は、屋根上で雪崩流を滑らせて谷川に導くことが基

本的な機能であり、これに施工性を加味して定められており、実績では10度勾配が大半を占めている。

(2) 荷重とその組合せ

設計にあたり考慮すべき主な荷重およびその組合せは一般に表２－２のようになる。

その他、雪荷重としてデブリ，巻だれ，沈降力や温度変化，風荷重，衝突荷重，施工時荷重，クリープ二次力等があるが、一般的に考慮されていない。

表２－２　荷重の組合せ

設計時の状態＼荷重の種類	自重	積雪	雪崩	地震
常時	○			
積雪時	○	○		
雪崩時	○		○	
地震時	○			○

(3) 部材の設計

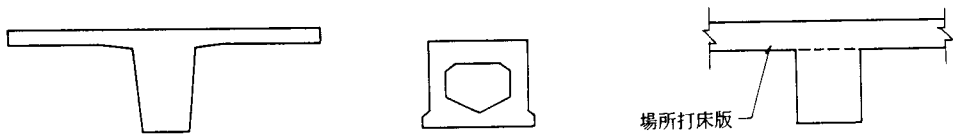
ＰＣスノーシェッドの設計において、ＰＣ部材に導入するプレストレス量は、持続荷重が大半を占めるのと、コンクリートの凍結融解を考慮して、パーシャルプレストレスで設計を行っている例が多い。

(4) 主梁断面形状

ＰＣスノーシェッドの屋根を構成する主梁の断面形状は、Ｔ，ホローおよび場所打ち床版を持つ合成Ｔ桁の３種類であるが、ＰＣロックシェッドに比べて小さな部材となっている。

逆Ｌ型および門型の場合には主にＴ桁が使われている。

Ｔ　桁　　ホロー桁　　合成Ｔ桁



○　施工要領

ＰＣスノーシェッドの施工は、基本的にはＰＣロックシェッドの場合と同じであるが、プレキャストＴ桁の場合、目地部にモルタル施工を行わないドライジョイント工法を用いる場合が多い。

隣り合う主桁の一般的な接合要領を図２－８に示す。　　((社)北陸建設弘済会「ＰＣスノーシェッド標準設計」より)

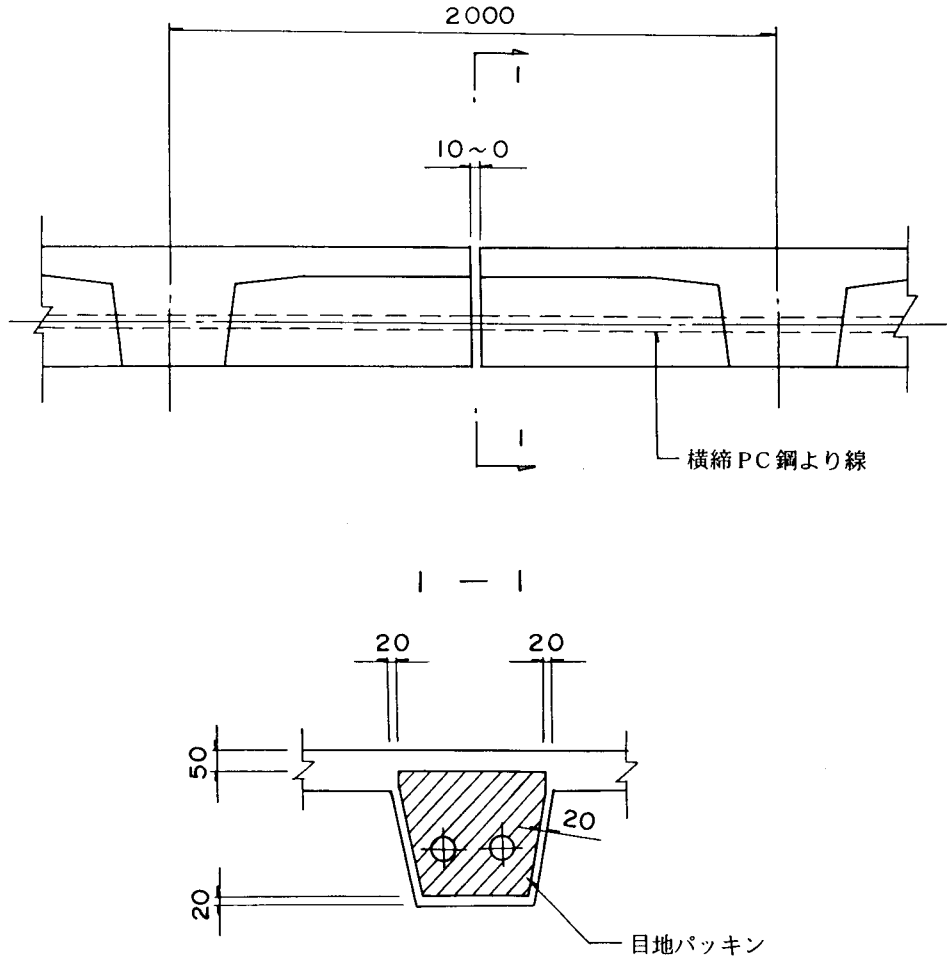


図２－８　接合部概念図

種　別　2－2

図－1

構造は、単純梁形式で主梁に建設省制定中空床版桁を使用した例である。

下部工構造は、谷側はＲＣの門型ラーメン、山側は重力式となっている。

山側斜面勾配が20°～25°とゆるく、一般には25°以下での雪崩の発生頻度は小さく、稀であるとされていることから雪崩荷重は考えない堆雪型スノーシェッドである。

施工区間に於いて複雑な平面曲線となっているため、主桁は間隔を最大80cmを越えないように、かつ桁長が変化せず横締が通るよう法線方向に配置している。（そのため、主桁間隔がわずかずつ異なる形状となっている。）

図－2

本工法の特長は、景観的配慮、ドライバーの視野の妨げにならないように谷側下部工をプレキャスト部材によるＶ脚ラーメン構造としたところにある。その結果シェッド内が明るく美観的に優れたＰＣスノーシェッドとなった。

屋根梁は、プレテンション方式の単純桁を用いており、谷側の地盤が軟弱なため谷側支承をスライド沓にした。また、屋根勾配は通常10％のところを６％にしている。

本工法は、Ｖ脚施工に手間を要するが屋根梁の架設は容易であり、基礎工も少ないので全体工事費は安くなった。

図－3

ＰＣスノーシェッドが施工された峠は、温泉観光地を結ぶルートとして国立公園内に位置しており、冬期間の交通確保のため本工事が行われた。

本工事は、２工区に分かれており、延長165ｍ，Ｒ＝60ｍと延長105ｍ，Ｒ＝40ｍ、横断勾配は両工区ともに９％と従来のプレキャスト部材を使用したシェッドとして複雑な道路線形となっている。

設計を進めるに当たって、国立公園内の構造物としての周辺の環境、ドライバーの視野の妨げにならないよう十分な配慮がなされており、谷側下部工はプレキャスト部材による柱間隔４ｍの門型ラーメン構造とし、また、コンクリート各部材は従来のものに比べ出来るだけ小さく工夫がなされている。周囲の色彩との調和を考えて着色コンクリートを使用している。

構造形式は、主梁がプレテンション方式単純桁であり、柱と枕梁はポストテンション方式門型ラーメン構造である。

図－4

本構造物が設置されている道路は、国立公園内の観光道路である。

本ＰＣスノーシェッドの特長は、谷側下部工にプレキャスト部材を用いたπ型ラーメン構造を採用したことであり、その理由は、道路が平面曲率半径Ｒ＝34ｍと非常に小さく、道路

の平面視距が確保しにくいために柱間を大きくして見通しを良くする必要性があったことと、景観を重視したためである。

施工はまず柱部材を立て込んだ後、プレテンション方式の横梁を架設し、柱部材と横梁をポストテンション方式により結合する。その後、支承材を設置してプレテンション方式の屋根梁の架設を行った。

なお、道路方向にはポストテンション方式で結合することにより一体化させている。

図－5

本構造物は、積雪地帯を通る一般国道に設置されている。

既設のトンネルに継続する形で取り付けられたため、道路線形も複雑で幅員の拡幅も山側，谷側の両方となっている。

構造は、プレキャスト梁，柱を用いた一般的な逆Ｌ型２ヒンジラーメン構造となっている。

図－6

本スノーシェッドの構造は、逆Ｌ型２ヒンジラーメン形式であり、(社)北陸建設弘済会による「ＰＣスノーシェッド標準設計」に基づいている。

施工はまず柱を立て込んだ後、主梁を架設し、柱のアンボンドＰＣ鋼材を主梁内に通して緊張し剛結する。道路方向には、主梁と柱を複数セット組立てた後、３箇所の横梁にＰＣ鋼材を通して緊張し、各セットを一体化する。主梁間の目地はドライジョイント工法となっている。

図－7

このスノーシェッドは、国道沿いにあるダム（ロックフィル式ダム）の傍で両切土区間にあり、冬期には吹き溜りとなり易く小さな雪崩も発生する所である。

今回施工した区間は既に完成したシェッドの延長であり、屋根勾配のない門型ラーメン構造としている。上部の架設時期が11～12月であったので、現場打ちコンクリートを無くすためオールプレキャスト方式が採用された。

図－8

本構造物は、主要地方道の既設スノーシェッドの延長として全体計画60mで施工されたものであり、現地は山側斜面勾配が約45°で雪崩が発生し易い状況にある。

構造形式は、道路改良を施す際に山側の切土工法としてもたれ式擁壁が最も適していたことおよび山側に流れる用水の関係等を考慮して、門型ラーメン構造が採用された。

図－9

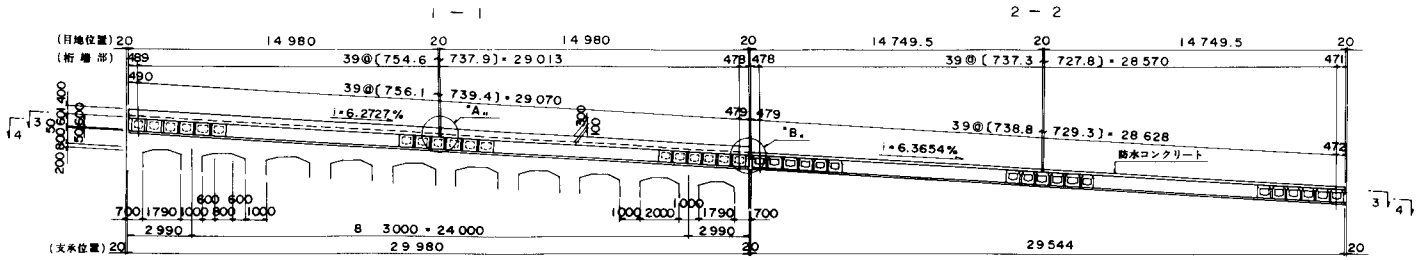
本構造物は、国道に設けられた片持梁形式のスノーシェッドである。

この工区は、幅員の谷側半分が橋梁である片桟橋を2箇所に有し、谷側は路肩スペースにほとんど余裕の無い急峻な崖となっており、谷側に下部工が設けられないため、山側下部構造のみで支える片持梁形式のスノーシェッドが採用された。

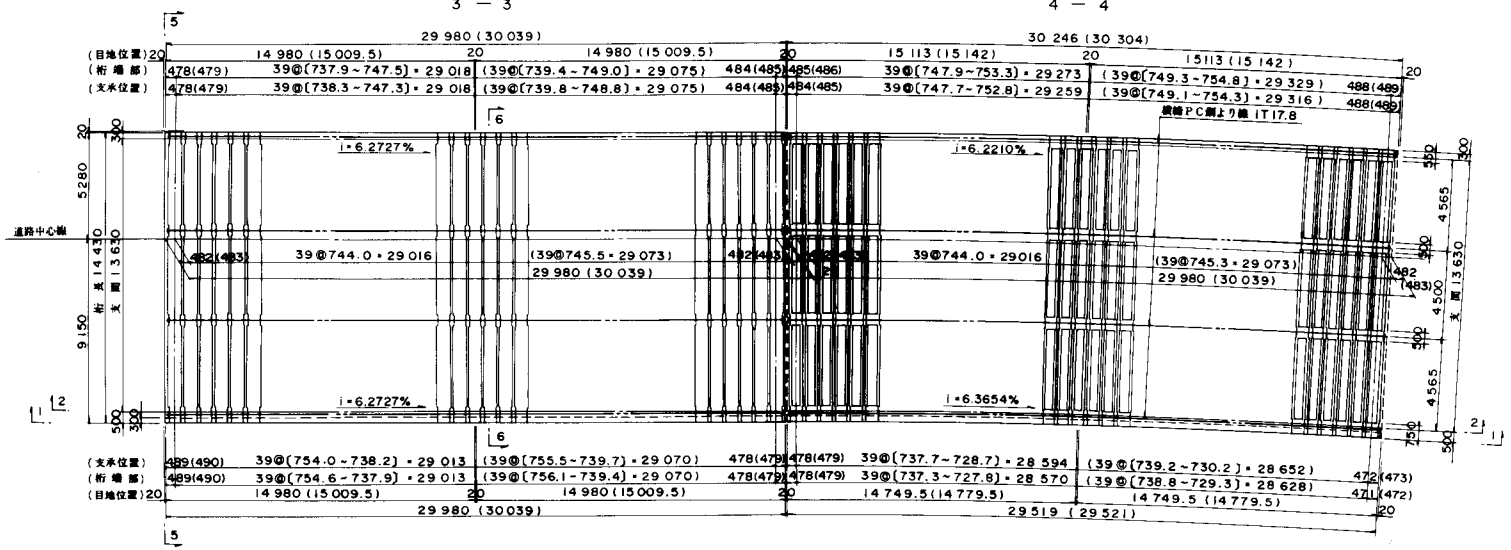
主梁の架設は、トラッククレーンにより山側の剛結用ＰＣ鋼棒緊張作業と平行して順次行った。

スノーシェッド

正面図

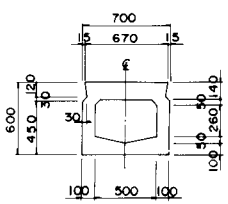


平面図

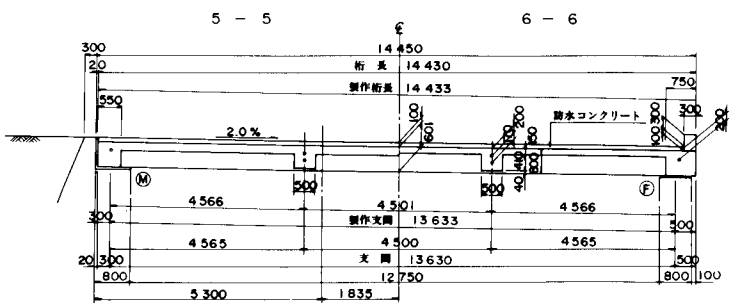


注) 1. ( )内寸法は縦断勾配考慮。
2. [ ]内寸法は上桁間隔の変化量を示す。

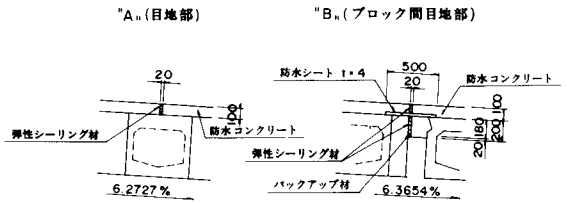
主桁断面図



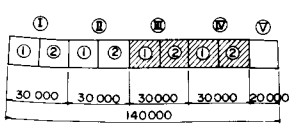
断面図



水止処理図



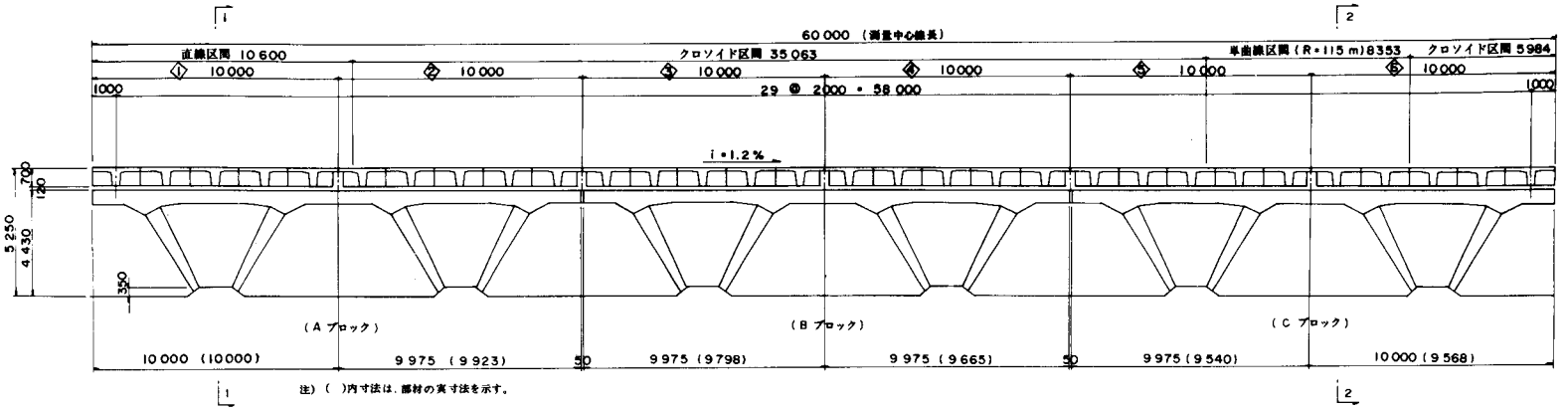
マーク図



設計条件			
構造形式(主桁断面形状)			単純桁形式(ホロー桁タイプ)
支間			13 m 630
屋根勾配			2 %
積雪荷重	単位体積重量		0.35 t/m³
	積雪深		3 m 700
水平震度			Kh= 0.15
使用材料	コンクリート強度(主桁)		σck= 500 kg/cm²
	PC鋼材	主桁	1T12.4 mm
		横桁	1T17.8 mm

スノーシェッド

正面図

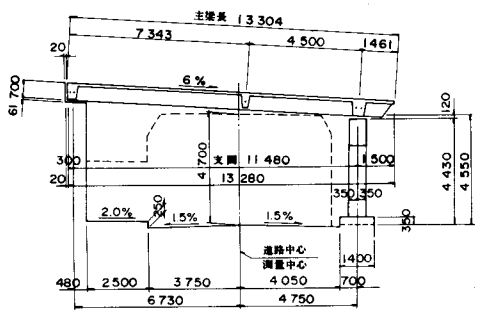


注) ( )内寸法は、部材の実寸法を示す。

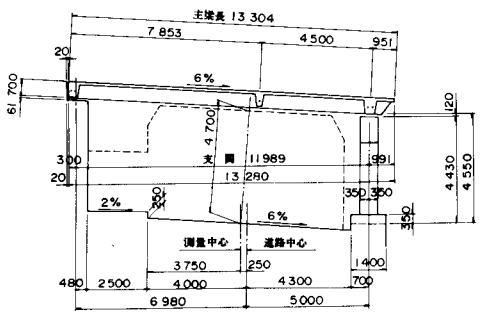
設計条件		
構造形式 (主梁断面形状)		単純桁形式(T桁タイプ)
支間		11m480 ～ 11m937
屋根勾配		6 %
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	3 m 000
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	1 m 500
	静摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	40°
水平震度		Kh= 0.20
使用材料 コンクリート強度(主梁・他)		σck= 700 kg/cm²
使用材料 PC鋼材 主梁		1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材 他(アンボン)		1T19.3 mm
使用材料 PC鋼材 被覆		1T19.3 mm

断面図

1 － 1

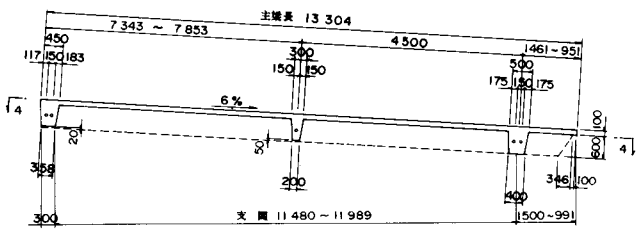


2 － 2

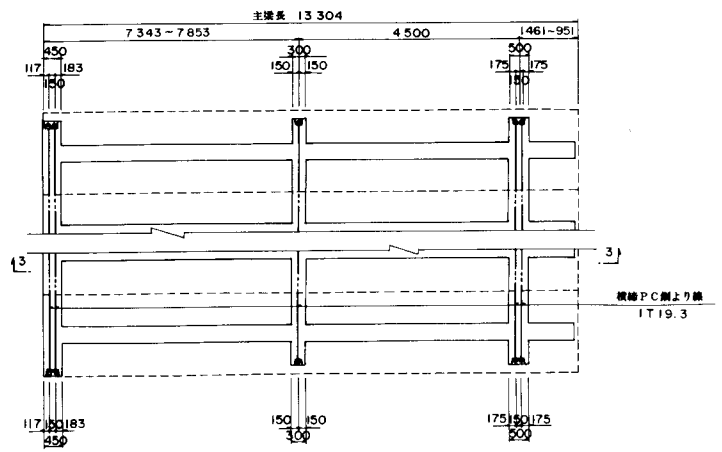


主梁形状図

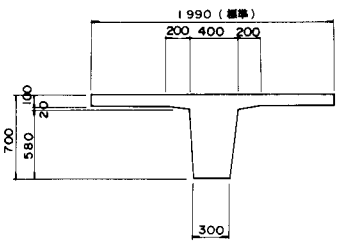
3 － 3



4 － 4

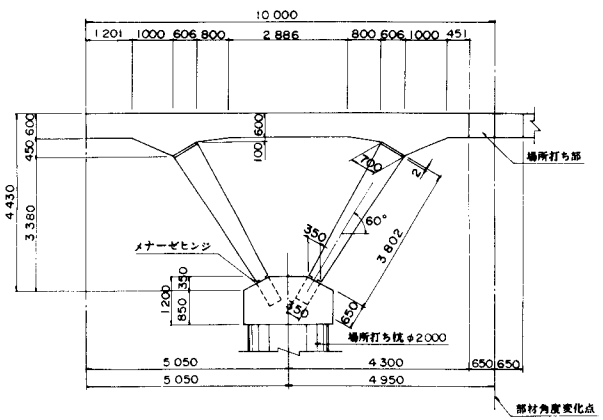


主梁断面図



谷側下部工形状図

(直線区間)

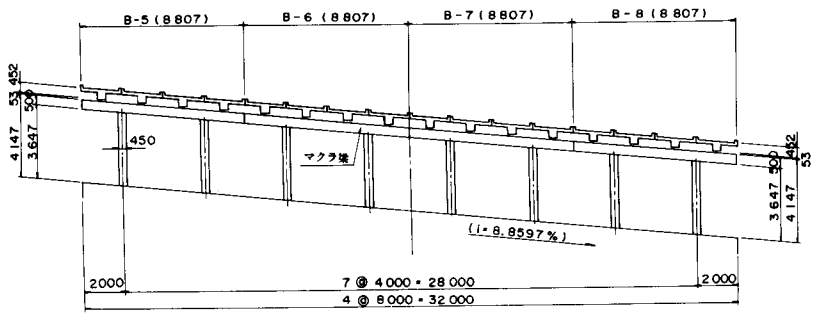


スノーシェッド

設計条件

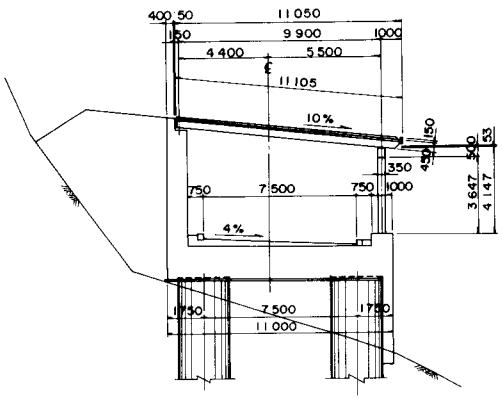
構造形式（主桁断面形状）		逆L型形式(T桁タイプ)
支間		8m900～9m900
屋根勾配		10 %
積雪荷重	単位体積重量	0.30 t/m³
	積雪深	1m600～2m400
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	0m750
	動摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	45°
水平震度		Kh= 0.15
使用材料 コンクリート強度（主桁・柱）		σck= 750 kg/cm²
使用材料 PC鋼材 主桁		1T12.4mm
使用材料 PC鋼材 柱（アンボンド）		φ17mm (SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材 マクラ梁		φ11mm (SBPR110/125)

正面図

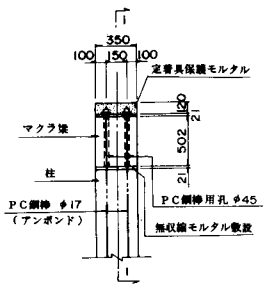


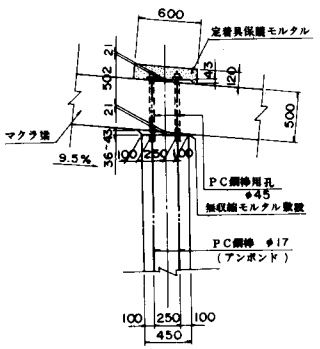
注)（ ）内は、道路中心線上の数値。

断面図

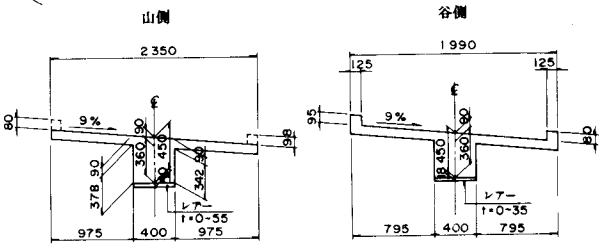


柱接合部詳細図

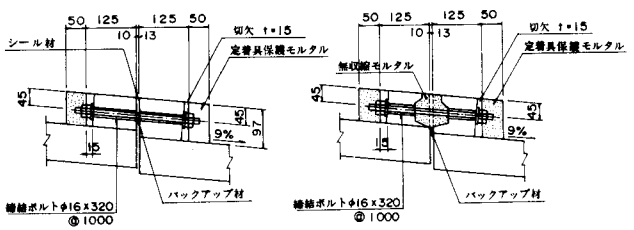




主梁断面図

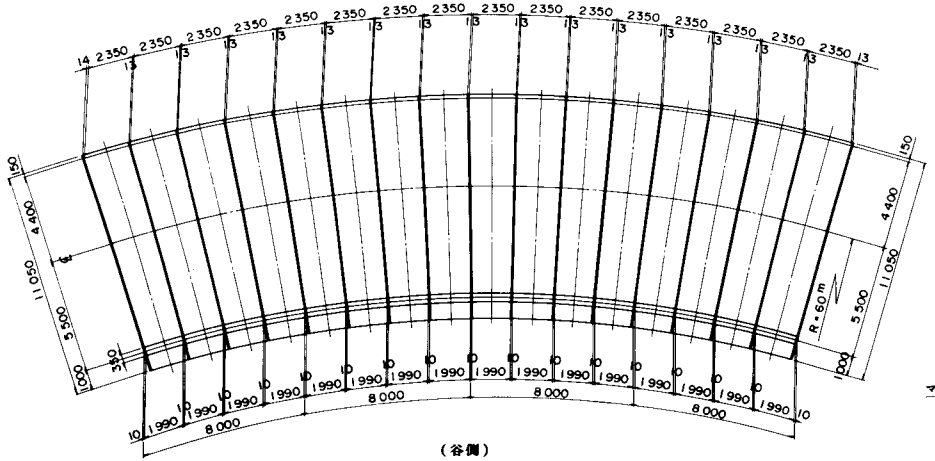


主梁連結部詳細図



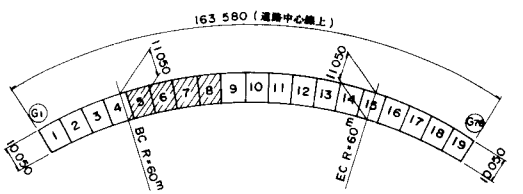
平面図

（山側）



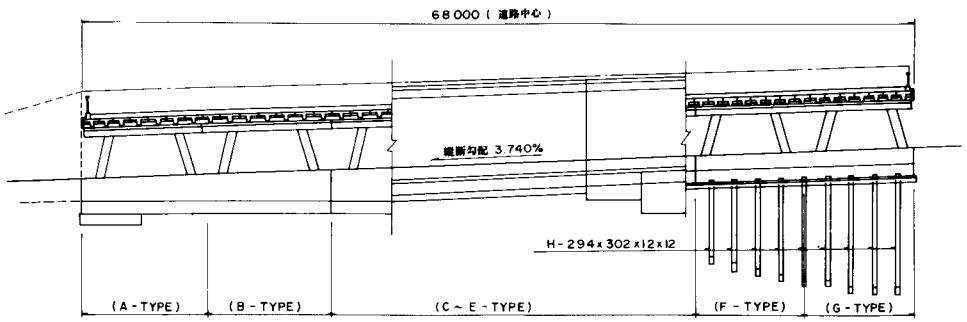
（谷側）

位置図

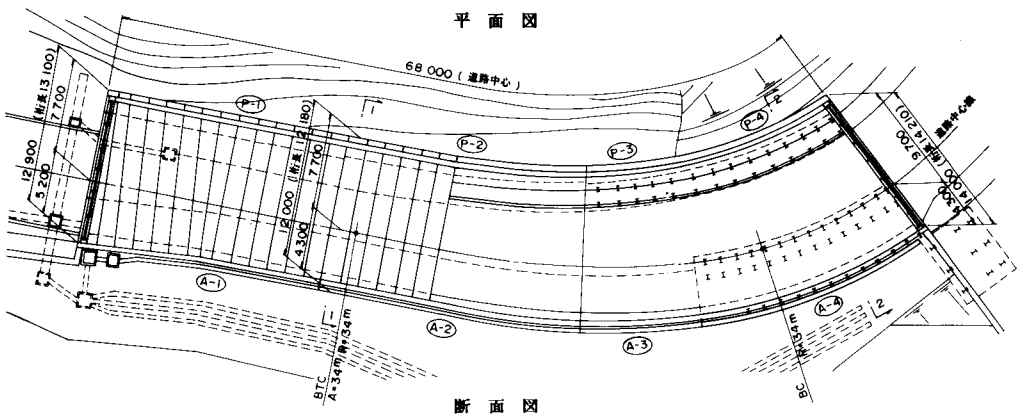


スノーシェッド

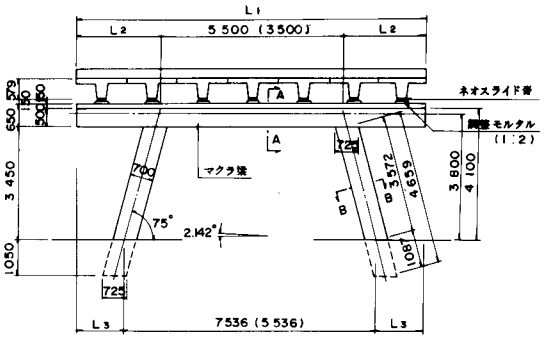
正面図



平面図



3 － 3



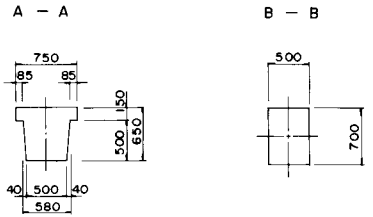
寸法表

	A-TYPE	B-TYPE	C-TYPE	D-TYPE	E-TYPE	F-TYPE	G-TYPE
L1	9.550	10.350	10.300	9.770	7.840	7.250	6.960
L2	2.025	2.425	2.400	2.135	2.170	1.875	1.730
L3	1.007	1.407	1.382	1.117	1.152	0.857	0.712

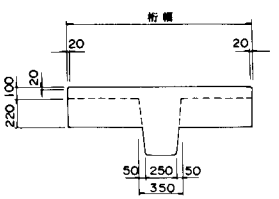
設計条件

構造形式 (主桁断面形状)		単純桁形式(T桁タイプ)
支間		8 m 650 ～ 10 m 650
屋根勾配		10°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	1 m 500
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	0 m 750
	動摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	51°
落石	落石荷重	0.04 t
	落下高	25 m 000
緩衝材	単位体積重量	1.8 t/m³
	厚さ	0 m 300
水平震度		Kh= 0.17
使用材料 コンクリート強度(主桁・柱)		σck= 750 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	主桁	1T 12.4 mm
使用材料 PC鋼材	柱(アンボンド)	φ23 mm (SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材	マクラ端	1T 12.4 mm

部材形状図

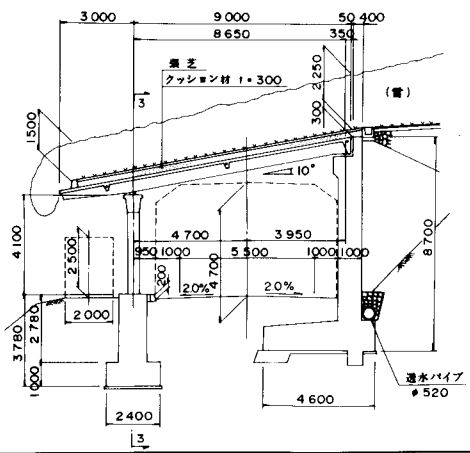


主桁断面図

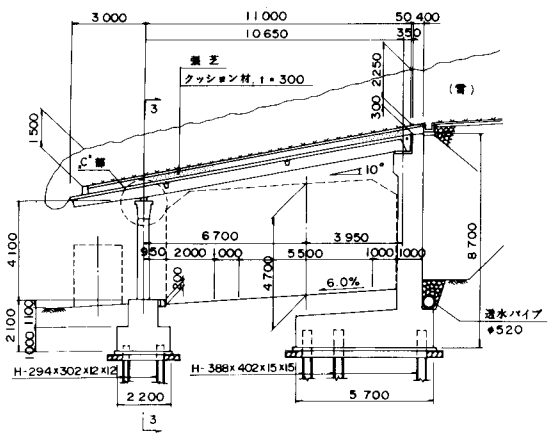


断面図

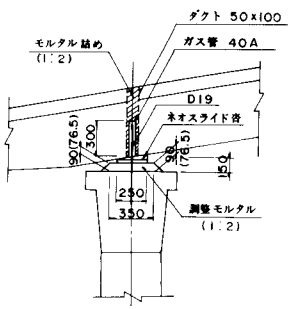
1 － 1

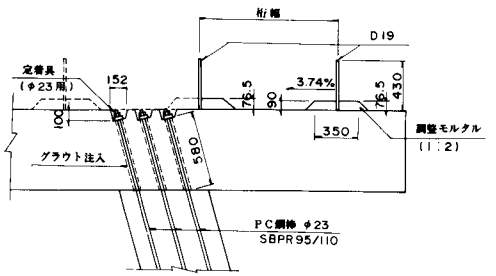


2 － 2



"C" 部詳細図

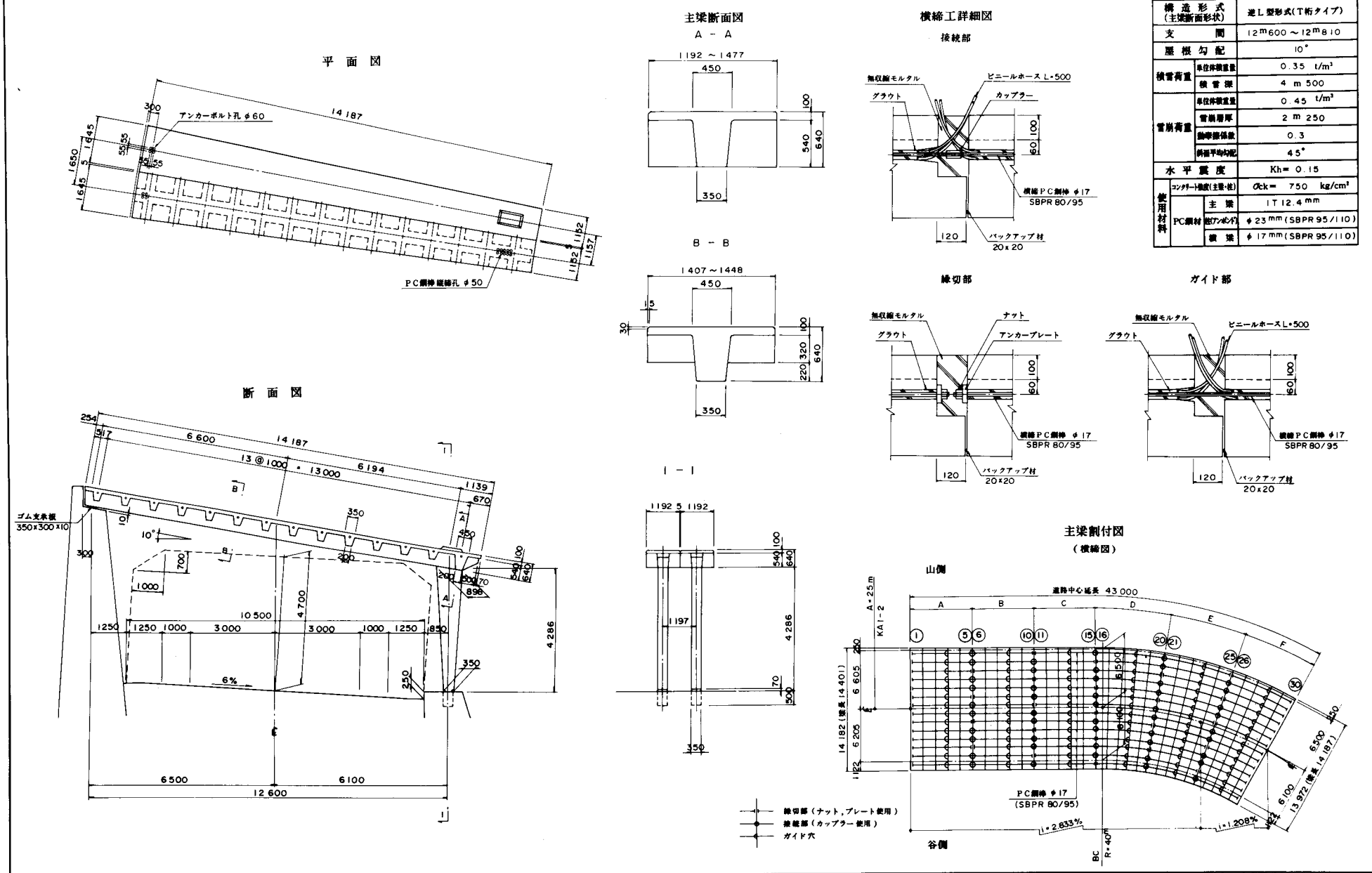




スノーシェッド

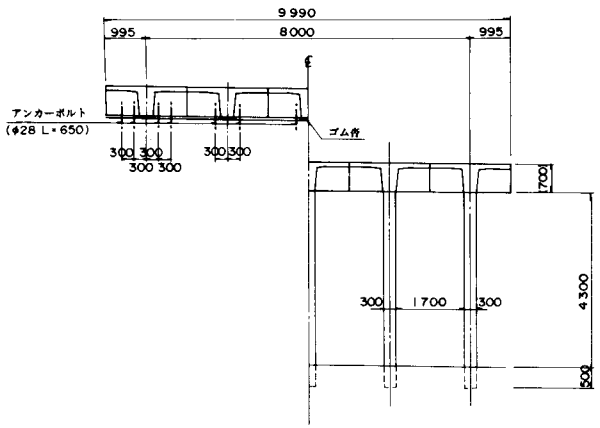
2－2　図－5

設計条件		
構造形式（主梁断面形状）		逆L型形式（T桁タイプ）
支間		12m600～12m810
屋根勾配		10°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	4 m 500
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	2 m 250
	動摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	45°
水平震度		Kh= 0.15
使用材料	コンクリート強度（主梁・柱）	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T 12.4mm
	PC鋼材 柱（アンボンド）	φ23mm（SBPR 95/110）
	PC鋼材 横梁	φ17mm（SBPR 95/110）

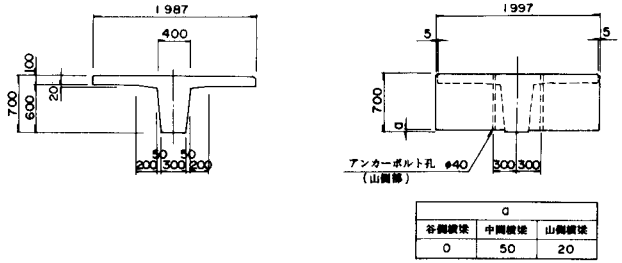


スノーシェッド

正面図



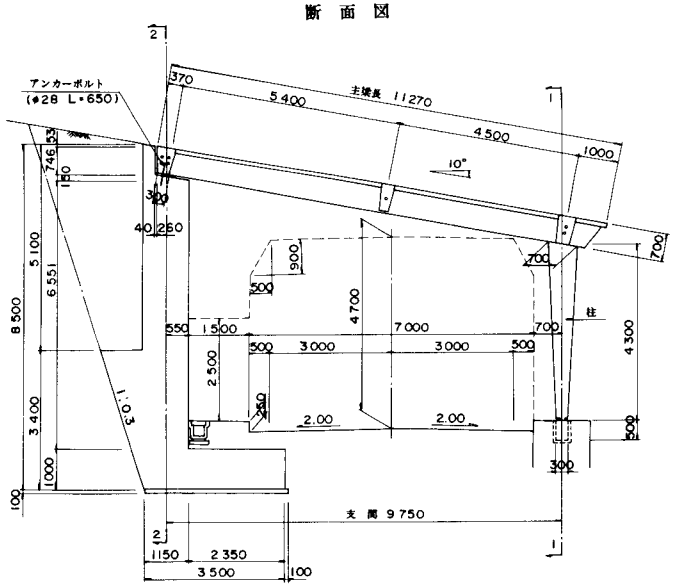
主梁標準断面図



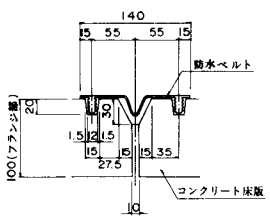
a		
谷側横梁	中間横梁	山側横梁
0	50	20

設計条件		
構造形式(主梁断面形状)		逆L型形式(T桁タイプ)
支間		9 m 750
屋根勾配		10°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	4 m 000
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	2 m 000
	動的増幅係数	0.3
	斜面平均勾配	60°
水平震度		Kh= 0.17
使用材料	コンクリート強度(主梁・柱)	σck= 600 kg/cm²
	PC鋼材 主梁	1T12.4 mm
	PC鋼材 横梁(アンボンド)	1T19.3 mm
	PC鋼材 横梁	1T19.3 mm

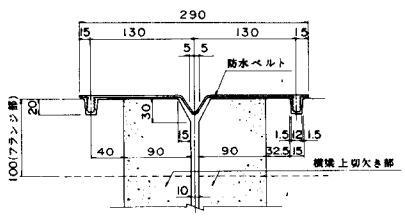
断面図



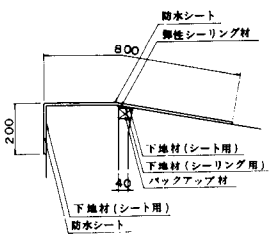
主梁間防水工



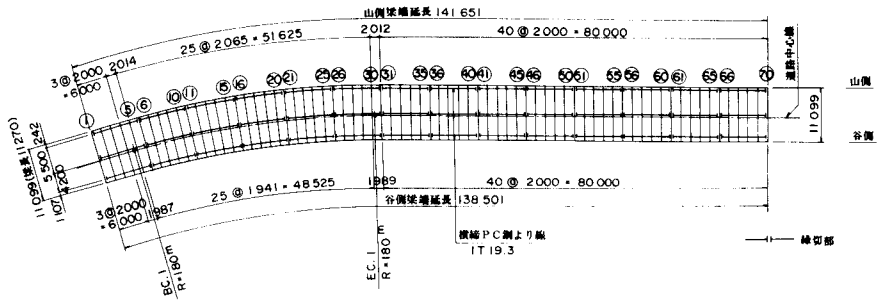
伸縮目地間防水工



山側防水工(パラペット部)

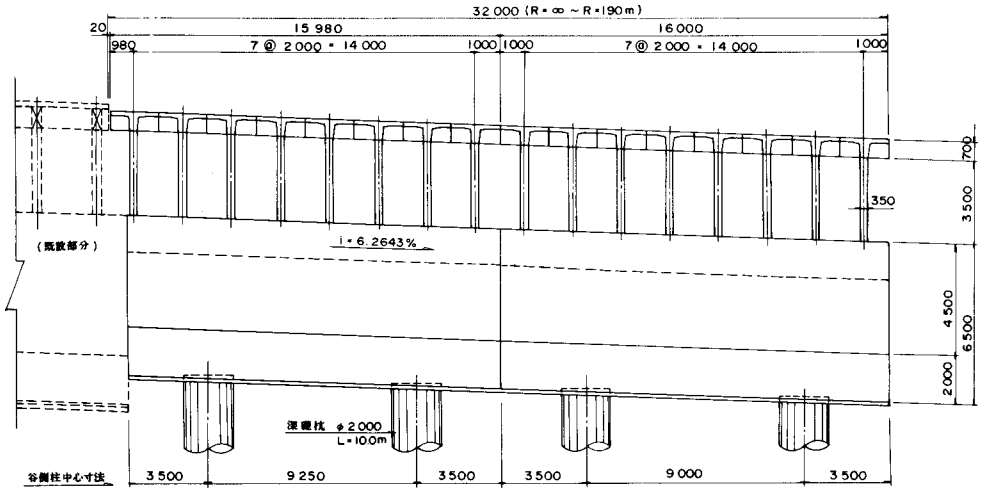


主梁割付図



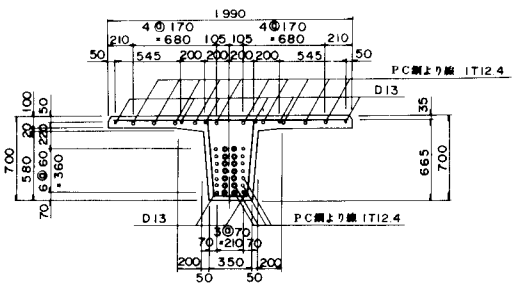
スノーシェッド

正面図



主梁断面図

（標準）

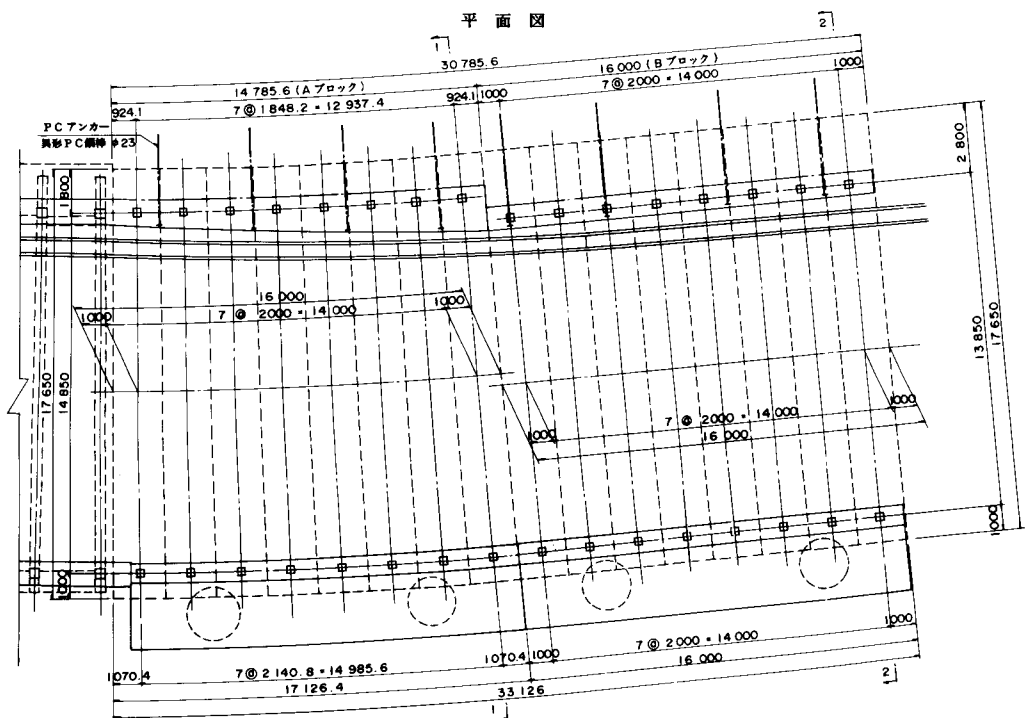


注）PC鋼材表示
- ◦……ボンド有り
- ●……端部ボンドレス

設計条件

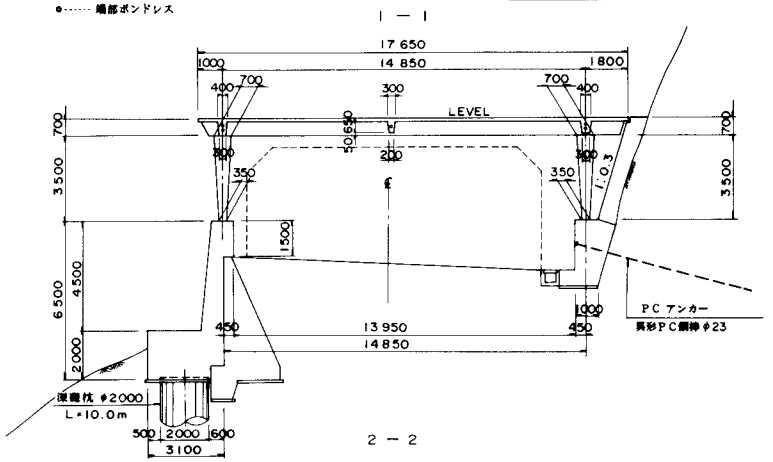
構造形式（主梁断面形状）		門型形式(T桁タイプ)
支間		13m850～14m850
屋根勾配		LEVEL
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	4 m 000
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	1 m 000
	動摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	45°～60°
水平震度		Kh= 0.18
使用材料 コンクリート強度（主梁・柱）		σck= 600 kg/cm²
使用材料 PC鋼材 主梁		1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材 柱(アンボン)		1T19.3 mm
使用材料 PC鋼材 横梁		1T19.3 mm

平面図

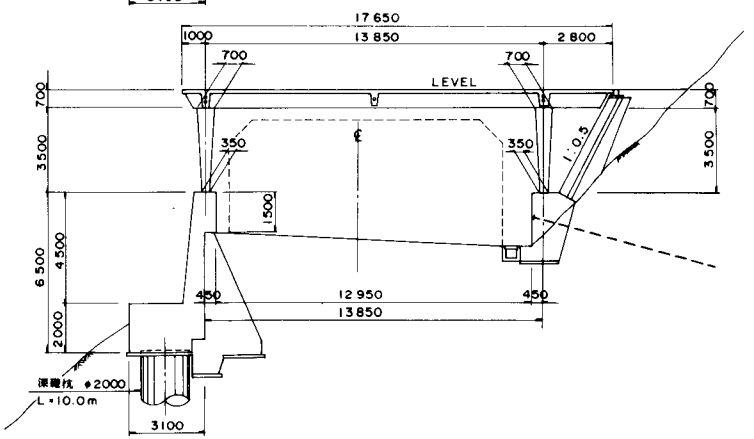


断面図

1 － 1

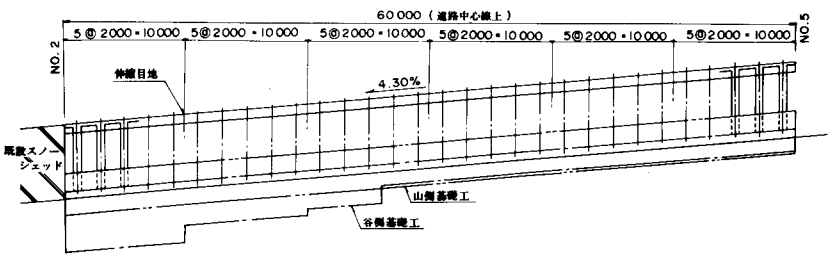


2 － 2

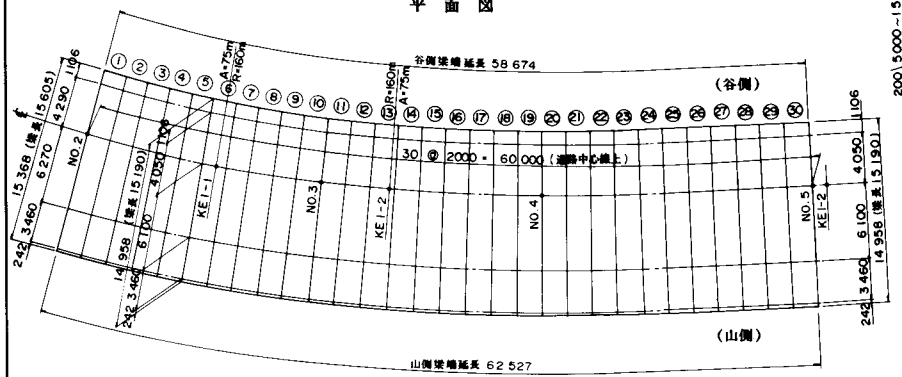


スノーシェッド

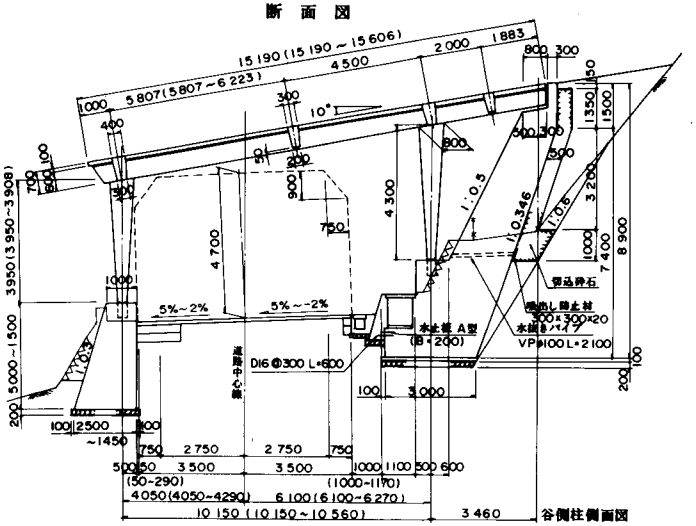
正面図



平面図



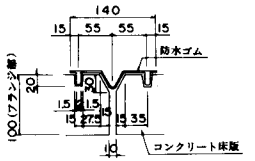
断面図



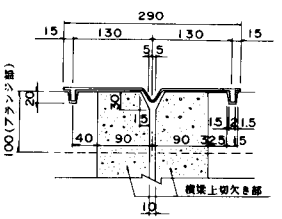
谷側柱側面図

目地部詳細図

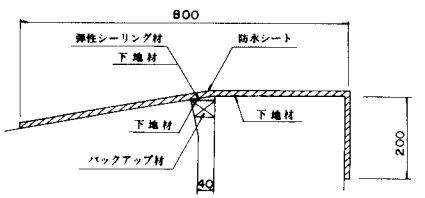
主桁間防水工



伸縮目地間防水工

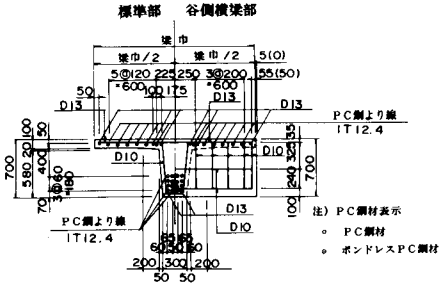


山側防水工（パラペット部）



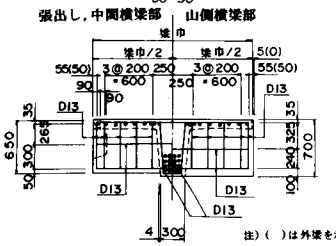
主桁断面図

標準部　谷側横桁部



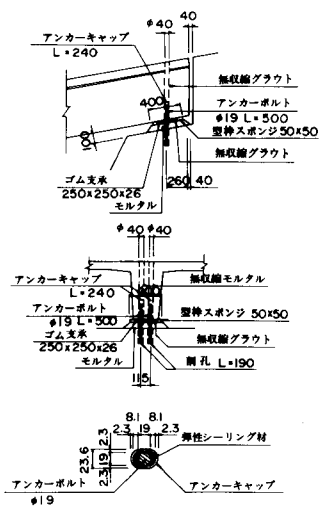
注）PC鋼材表示
○ PC鋼材
◎ ボンドレスPC鋼材

張出し，中間横桁部　山側横桁部



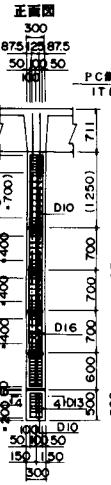
注）（ ）は外壁を示す。

支承部詳細図

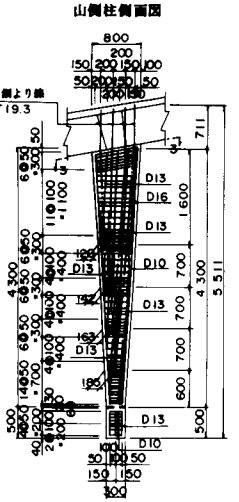


柱構造図

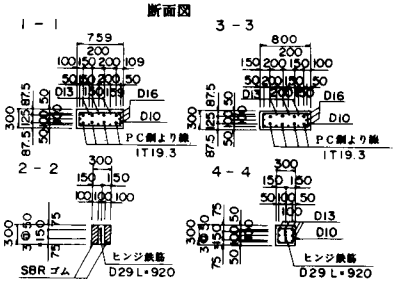
正面図



山側柱側面図



断面図

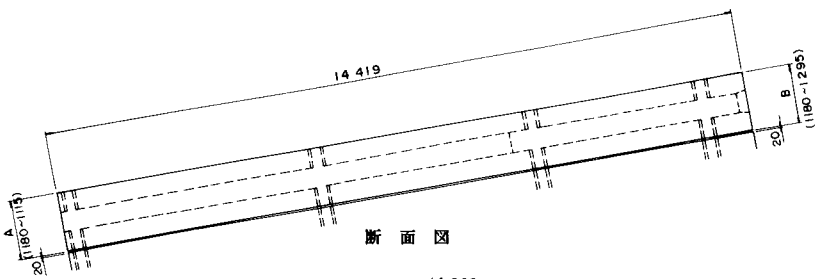


設計条件

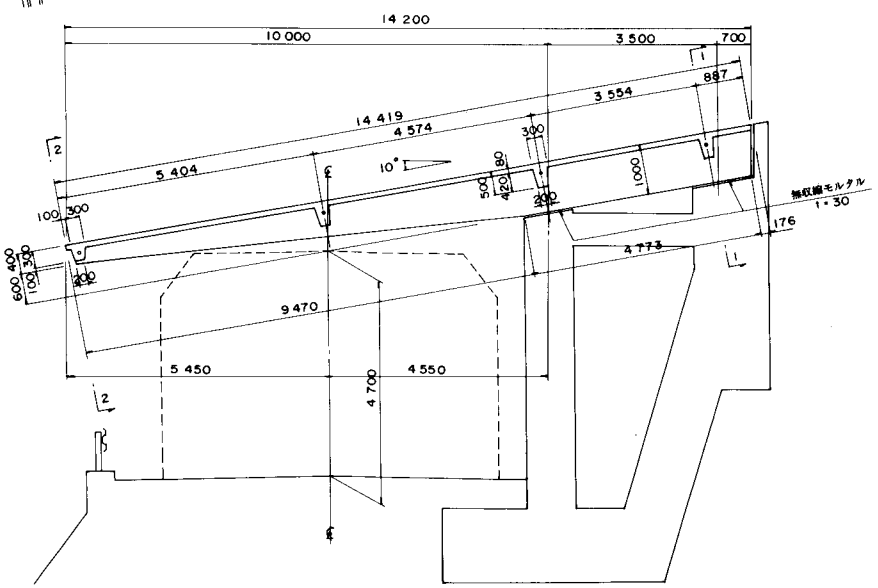
構造形式（主桁断面形状）		門型形式（T桁タイプ）
支間		10 m 150 ～ 10 m 560
屋根勾配		10°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	3 m 500
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	1 m 750
	動摩擦係数	0.3
	斜面平均勾配	45°
雪崩衝撃荷重	衝突速度	20.0 m/sec
	定数 K	1.3
	摩擦係数	0.3
デブリ荷重	単位体積重量	0.60 t/m³
	平均勾配	25°
水平震度		Kh＝ 0.20
使用材料	コンクリート強度（主桁・柱）	σck＝ 600 kg/cm²
	PC鋼材 主桁	1T 12.4 mm
	PC鋼材 柱（アンボンド）	1T 19.3 mm
	PC鋼材 横桁	1T 19.3 mm

スノーシェッド

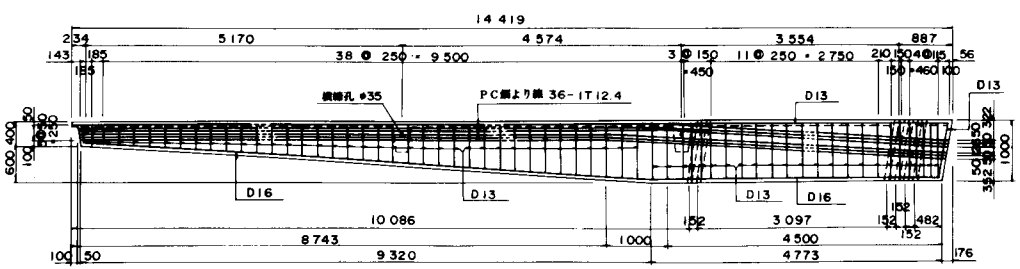
平面図



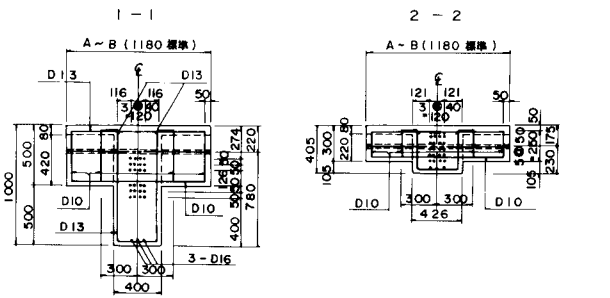
断面図



主梁詳細図（Ⓑ4－Ⓑ7）

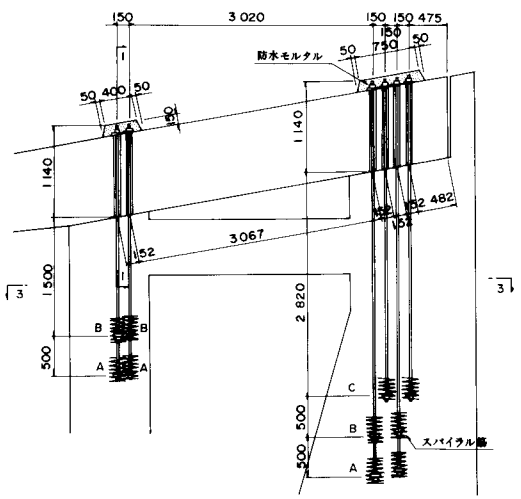


主梁断面図

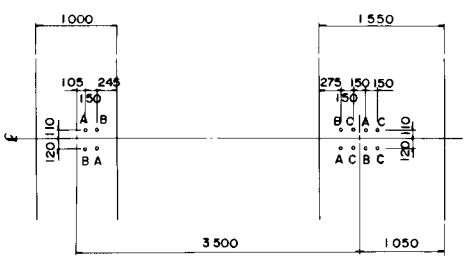


剛結部詳細図

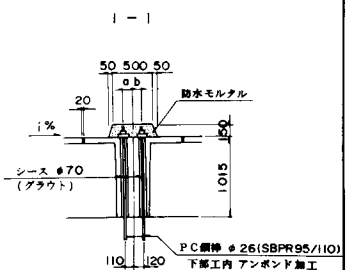
側面図



3－3



断面図

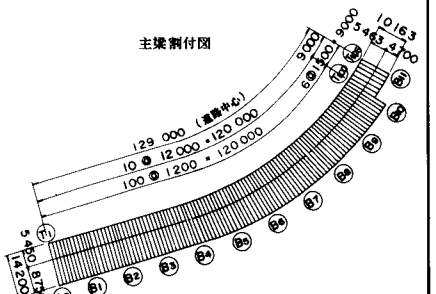


寸法表

主梁番号	i %	a	b
(T1) ~ (T2)	-0.967	120	110
(T2) ~ (T3)	-1.300	123	107
(T3) ~ (T4)	-1.583	126	104
(T4) ~ (T5)	-1.458	125	105
(T5) ~ (T6)	-1.275	123	107
(T6) ~ (T7)	-1.075	121	109
(T7) ~ (T8)	-1.008	120	110
(T8) ~ (T9)	-1.008	120	110

注）縦断勾配は、(B6)に向い上り勾配を(+)符号とする。

主梁割付図



設計条件

構造形式（主梁断面形状）		張出梁形式(T桁タイプ)
支間		10m000 + 3m500
屋根勾配		10°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	4 m 000
雪崩荷重	単位体積重量	0.45 t/m³
	雪崩層厚	3 m 417
	衝撃係数	0.3
	斜面平均勾配	60°
水平震度		Kh= 0.15
使用材料 コンクリート強度（主梁）		σck= 750 kg/cm²
使用材料 PC鋼材 主梁		1T12.4mm
使用材料 PC鋼材 柱(アンボンド)		φ26mm (SBPR95/110)
使用材料 PC鋼材 横梁		1T19.3mm

2－3　スノーシェルター

道路の防雪計画の中でも、積雪や雪崩に対してはスノーシェッドで対処できるが、空中に舞い上がる雪，地吹雪、また局所的に吹き寄せられて積もった雪，吹き溜りに対してはスノーシェルターが適した施設である。

ＰＣスノーシェルターは、景観性，構造性に優れ維持管理も容易な構造物である。

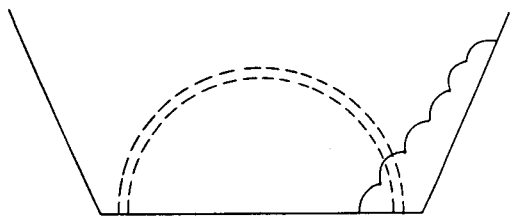
ＰＣスノーシェルターは以下のような場所に設置される。

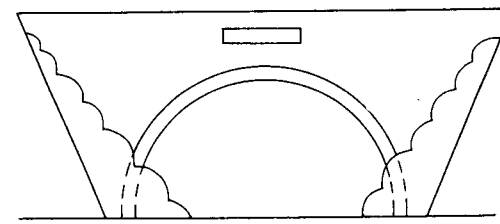
① 山地道路、特に両切土や片切土によって造成された吹き溜りを起こしやすい地形。

② 除雪が困難なトンネル坑口附近。

③ 縦断勾配の急な坂道。

④ 主風向によって吹き溜りの起こしやすい場所。





○ 特　長

① 建設費，維持管理費，耐久性を含めたライフサイクルコストが経済的である。

② シェルター内部は、採光窓をとることによって、明るさと視野の確保ができる。

③ プレキャスト組立方式であるので、工期が短縮できる。

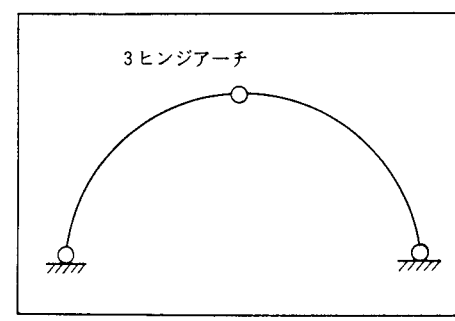
④ アーチ型のため、無雪期の美観が良い。

⑤ 周囲の景観からの調和を図り外装仕上げも可能である。

○ 構　造

(1) ３ヒンジアーチ

アーチには様々な形式のものがあるが、ＰＣスノーシェルターは工場製作によるプレハブ工法をとるため、製作，運搬，架設等を配慮し、各接合部をヒンジとする３ヒンジアーチ形式としている。



(2) 基本部材構成

シェルターのアーチ頂部を道路方向に縦割りし、それを２～３ｍ間隔に横割りされた工場製作によるプレキャストシェル部材（ポストテンション方式）のアーチ頂部をボルト連結することにより、また、道路方向にはポストテンション方式で結合することにより一体化させる。

部材の呼称と単位は図２－９のとおりである。

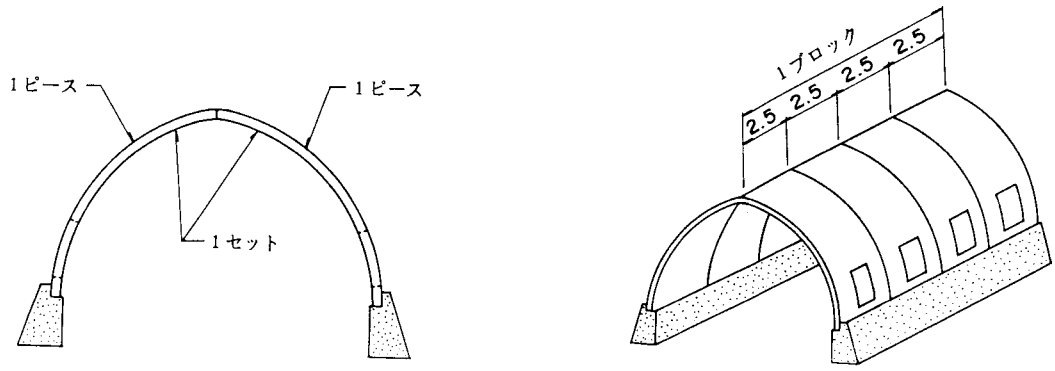


図２－９　シェルターの部材構成

○　施　工

一般的な作業手順および施工要領を図２－10，図２－11に示す。

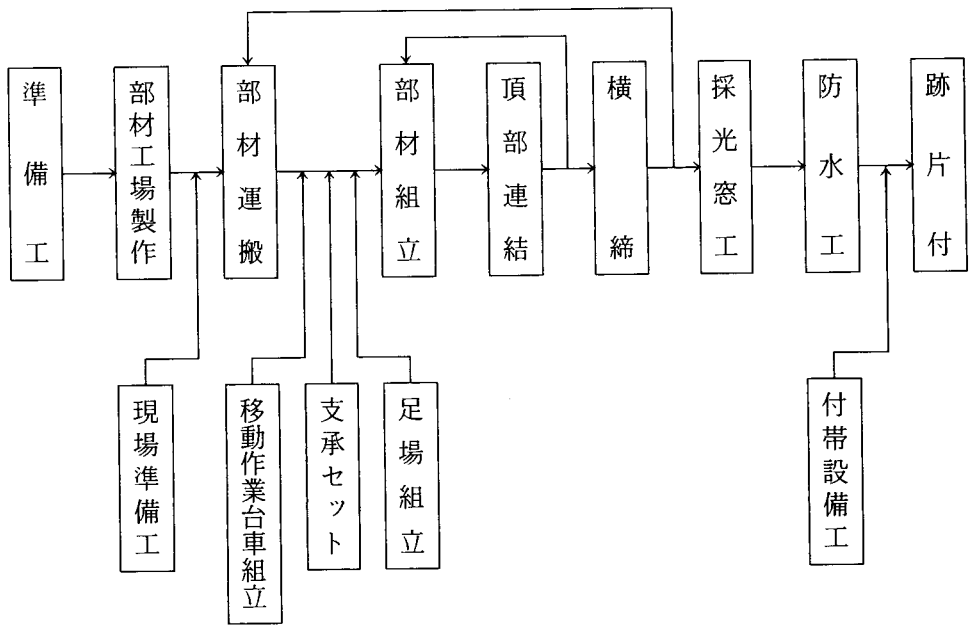


図２－10　作業手順

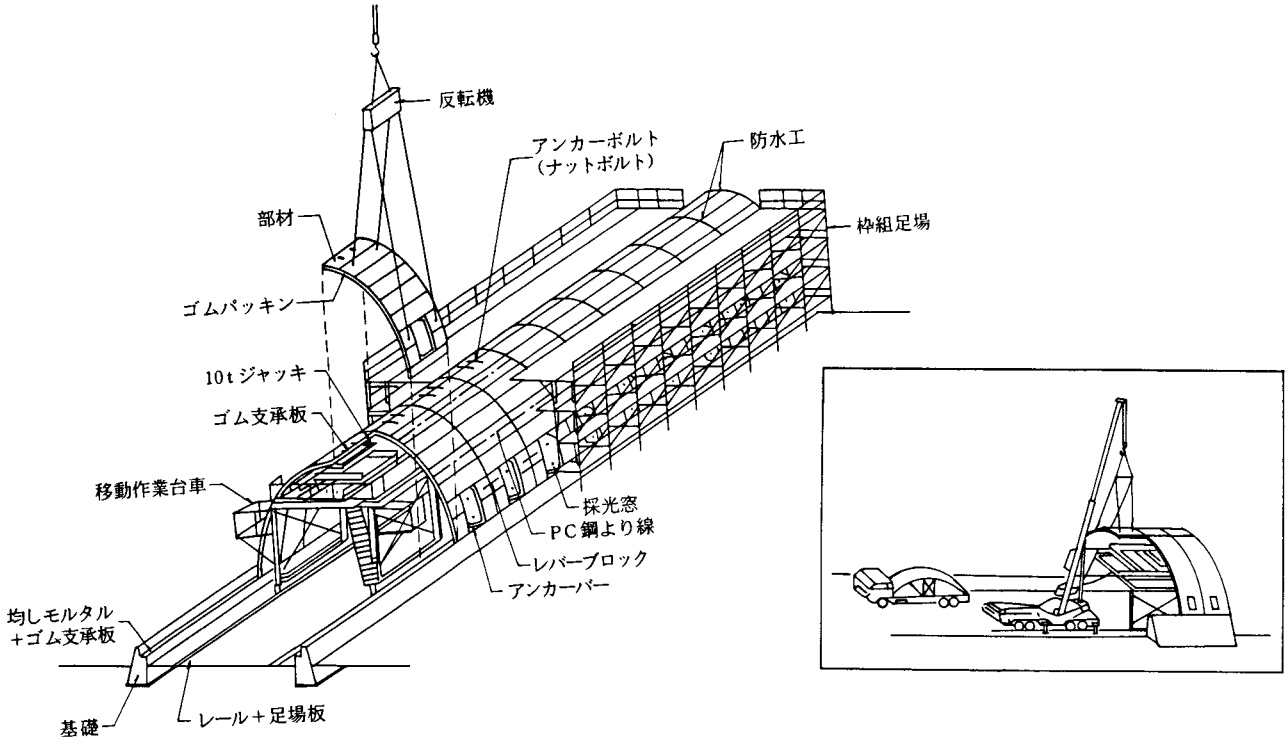

反転機
アンカーボルト
(ナットボルト)
防水工
部材
枠組足場
ゴムパッキン
10tジャッキ
ゴム支承板
移動作業台車
採光窓
PC鋼より線
レバーブロック
アンカーバー
均しモルタル
+ゴム支承板
基礎
レール+足場板

図２－11　施工要領図

種　別　2－3

図－1

本シェルターは、日本有数の豪雪地帯である北陸自動車道の一部に建設された我国の高速道路としては初めてのＰＣスノーシェルターである。シェルターが設置された区間は、２車線からなる通常断面部と非常時に車両を待避させる目的で設けた４車線からなる非常駐車帯部である。

主要部材は、工場で製造されるプレキャスト製品とし、施工法はこれらの部材を現場で組立てるプレハブ工法を用いている。

図－2

本シェルターは、トンネル坑口にトンネルと連続して施工された。このため、トンネルの断面と同じにしてリブは外リブタイプとし、トンネルと連続性を持たせている。

シェルターの施工は、シェルターのアーチ頂部を道路方向に縦割りし、それを２ｍ（道路中心）間隔に横割りされた工場製作によるプレキャストシェル部材をトラッククレーンで建て込み、それぞれの部材を連結し一体化した。

図－3

現場は、海岸線に位置し、冬期間は北西の季節風により発生する視距障害，吹き溜りにより交通障害を起こしていることから、シェルター方式による一時待避所（パーキングシェルター）の設置を行うこととなった。また、周囲の景観からの調和や海岸線に位置することより塩害対策を考慮し、ＰＣコンクリート製シェルターの採用となった。

シェルターは、外リブ型の３ヒンジアーチ構造を採用しており、アプローチ部20ｍ×２ケ所（両側）、駐車帯部100ｍの２断面からなる。車両収容台数は、両側で20台である。また、その他、照明，換気，公衆便所，非常電話，ラジオ放送受信設備が用意されている。

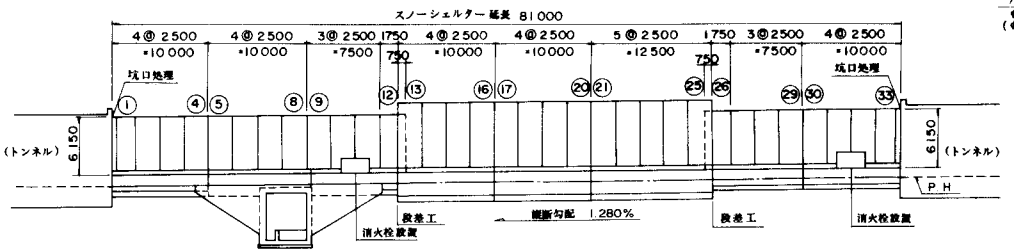
図－4

本スノーシェルターは、我国初のＰＣスノーシェルターであり、冬期の道路閉鎖をなくすための防雪施設である。

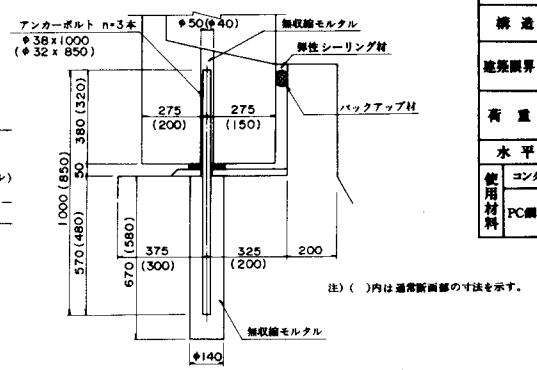
従来の鋼性スノーシェルターに比べて工期の短縮，維持管理，経済性等を改善するため、プレキャスト曲面ユニットによるコンクリート製スノーシェルターが採用された。また、ＰＣスノーシェルターとして初めての構造であるため、実物大モデルによる静的載荷試験を行い安全性を確認した。

スノーシェルター

側面図



支承部詳細図

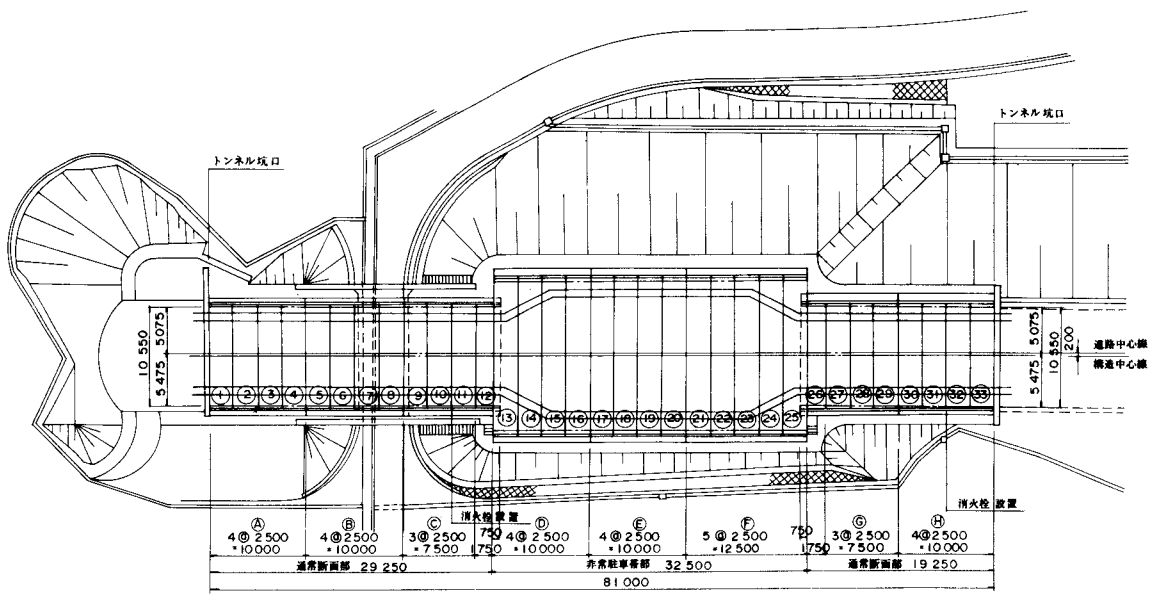


注) ( )内は通常断面部の寸法を示す。

設計条件

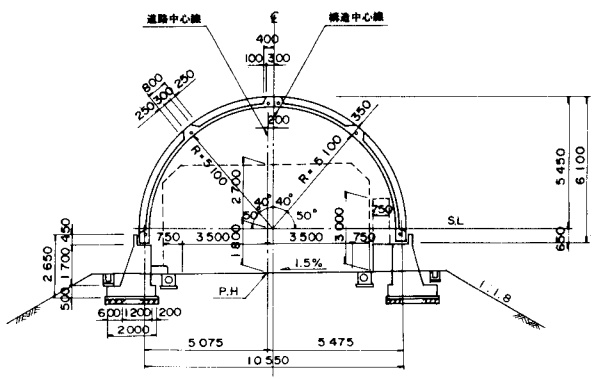
構造形式		PC3ヒンジアーチ(外リブタイプ)
建築限界	高さ	4 m 500
	幅	標準部 8 m 50 非常駐車帯部 13 m 50
荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	3 m 100
水平震度		Kh= 0.17
使用材料	コンクリート強度	σck= 600 kg/cm²
	PC鋼材 (アンボンド) 部材用	1T19.3 mm
	PC鋼材 (アンボンド) 横締用	1T12.7 mm

平面図

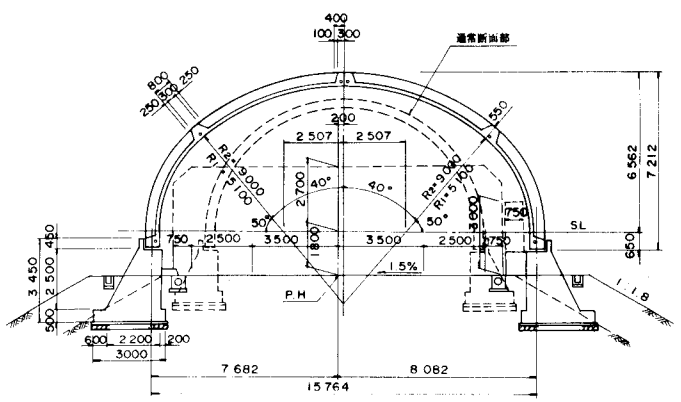


断面図

通常断面部

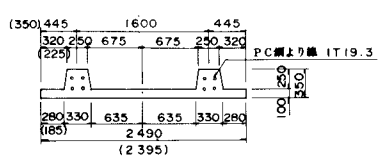


非常駐車帯部

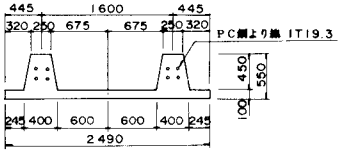


主梁断面図

通常断面部



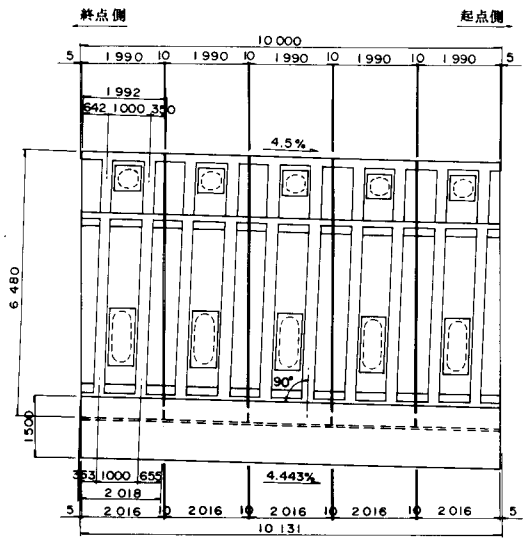
非常駐車帯部



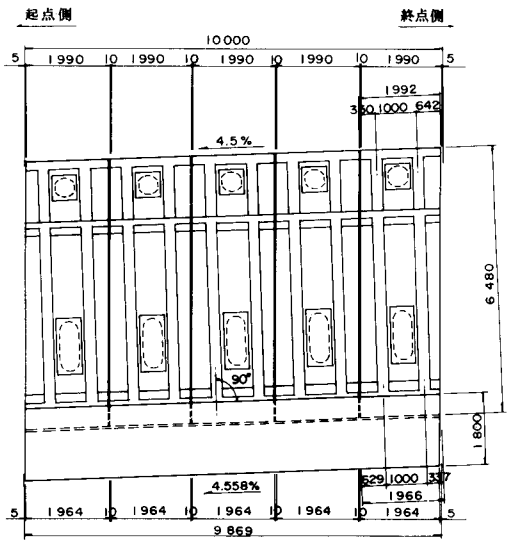
注) ( )内はトンネル坑口部の寸法を示す。

スノーシェルター

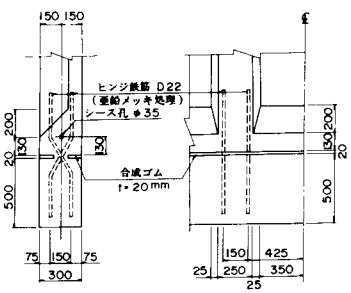
Ⓢ1 側 面 図



Ⓢ2 側 面 図



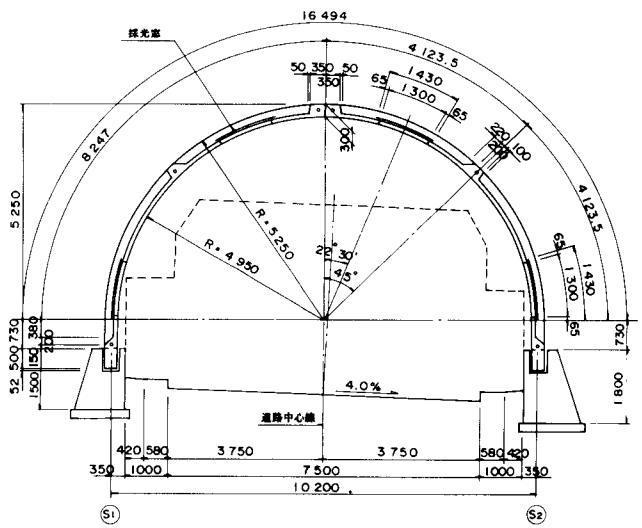
脚部詳細図



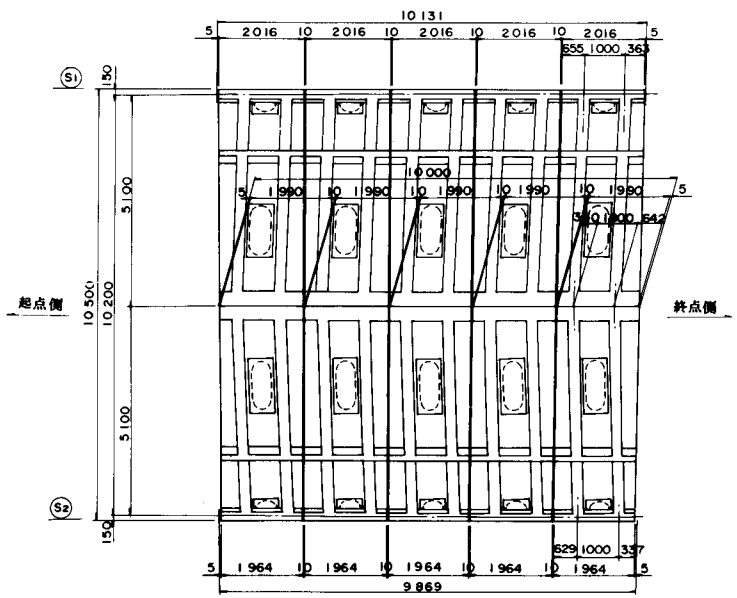
設 計 条 件

構造形式		PC3ヒンジアーチ(外リブタイプ)
建築限界	高 さ	4 m 700
	幅	9 m 500
荷 重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	2 m 000
水平震度		Kh= 0.18
使用材料 コンクリート強度		σck= 600 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	部材用(アンボンド)	1T12.4 mm
使用材料 PC鋼材	継線用(アンボンド)	1T19.3 mm

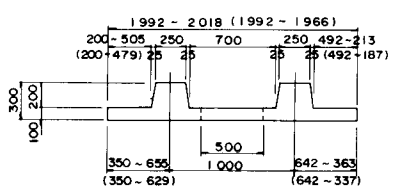
断 面 図

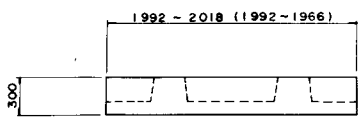


平 面 図



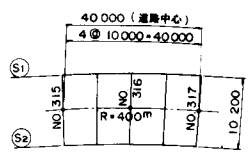
主梁断面図





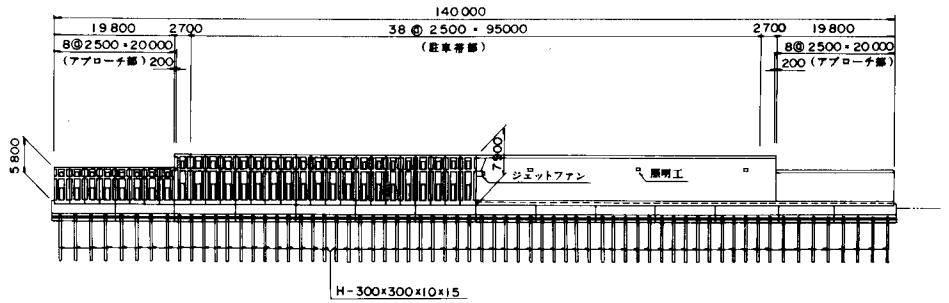
注) ( )内数値は、Ⓢ2 側を示す。

マーク図

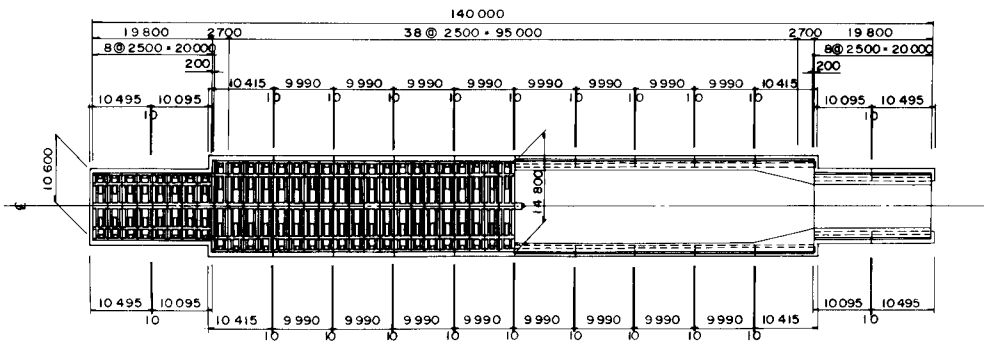


スノーシェルター

側面図

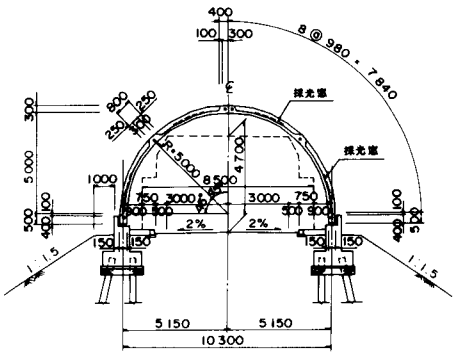


平面図

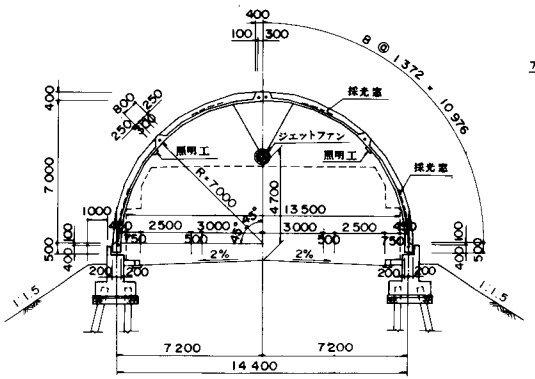


断面図

アプローチ部



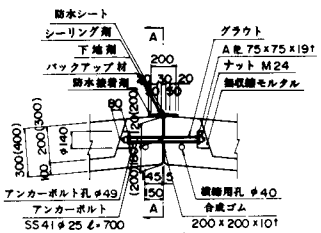
駐車帯部



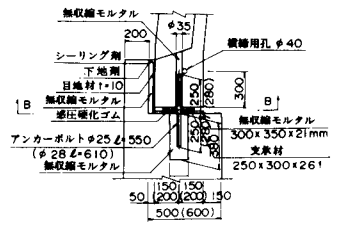
設計条件

構造形式		PC3ヒンジアーチ(外リブタイプ)
建築限界	高さ	4 m 700
	幅	標準部 8m50 非常駐車帯部 13m50
荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	1 m 500
水平震度		Kh=. 0.13
使用材料	コンクリート強度	σck= 600 kg/cm²
	PC鋼材 (部材用 アンボンド)	1T17.8 mm
	PC鋼材 (横締用 アンボンド)	φ17mm (SBPR80/95)

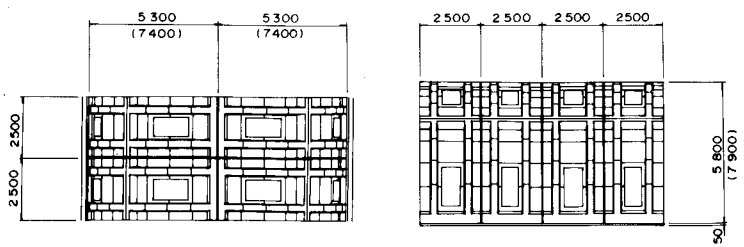
頭部連結工詳細図



支承部詳細図

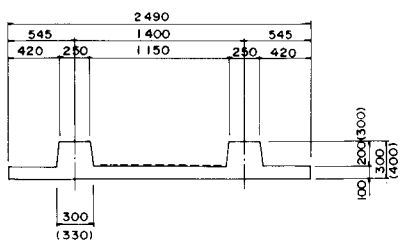


形状図

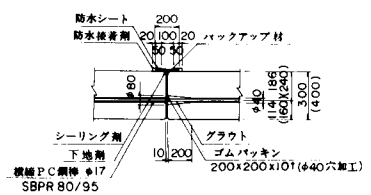


注)( )内は駐車帯部寸法を示す。

主梁断面図 (標準)

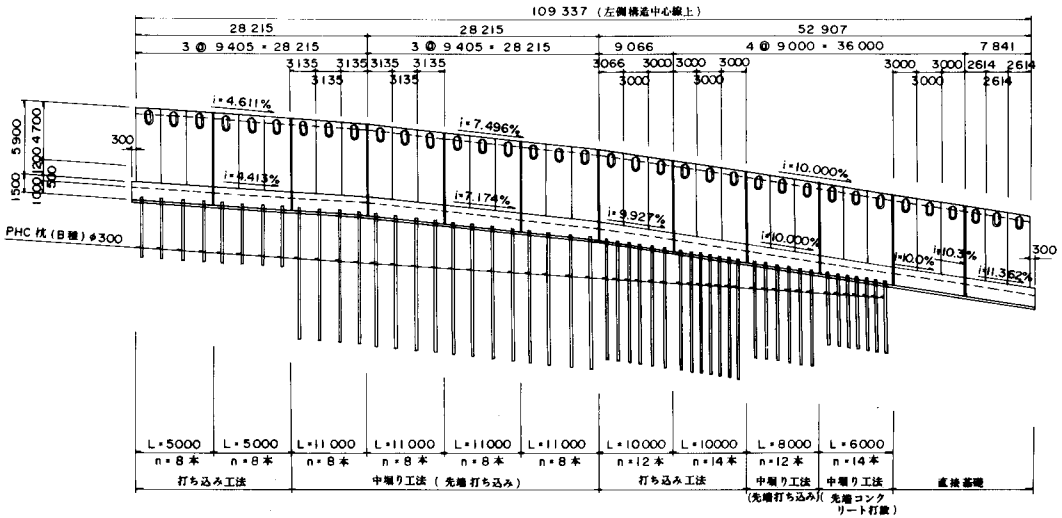


梁間目地詳細図

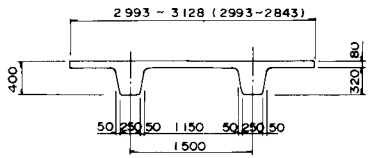


スノーシェルター

側面図



主梁断面図

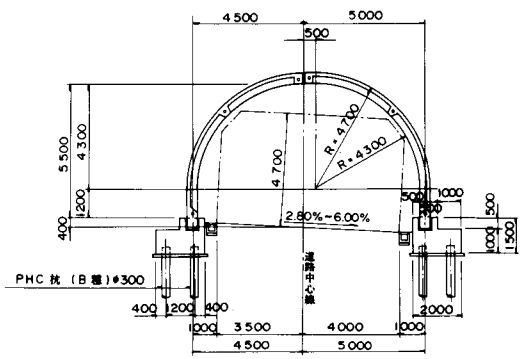


注）（ ）内寸法は右側構造中心を示す。

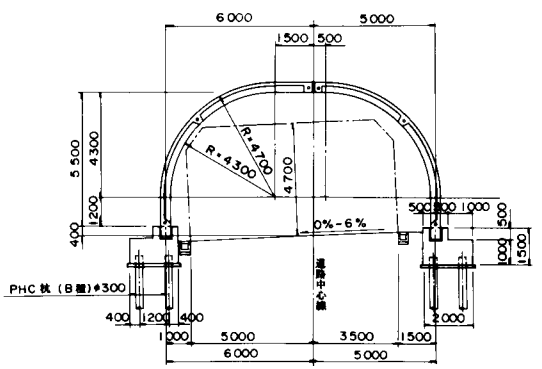
設計条件		
構造形式		PC3ヒンジアーチ(内リブタイプ)
建築限界	高さ	4 m 700
	幅	7 m 500 ~ 8 m 500
荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	3 m 500
水平震度		Kh= 0.17
使用材料	コンクリート強度	σck= 750 kg/cm²
	PC鋼材 部材用（アンボンド）	1T 19.3 mm
	PC鋼材 横締用（アンボンド）	1T 19.3 mm

断面図

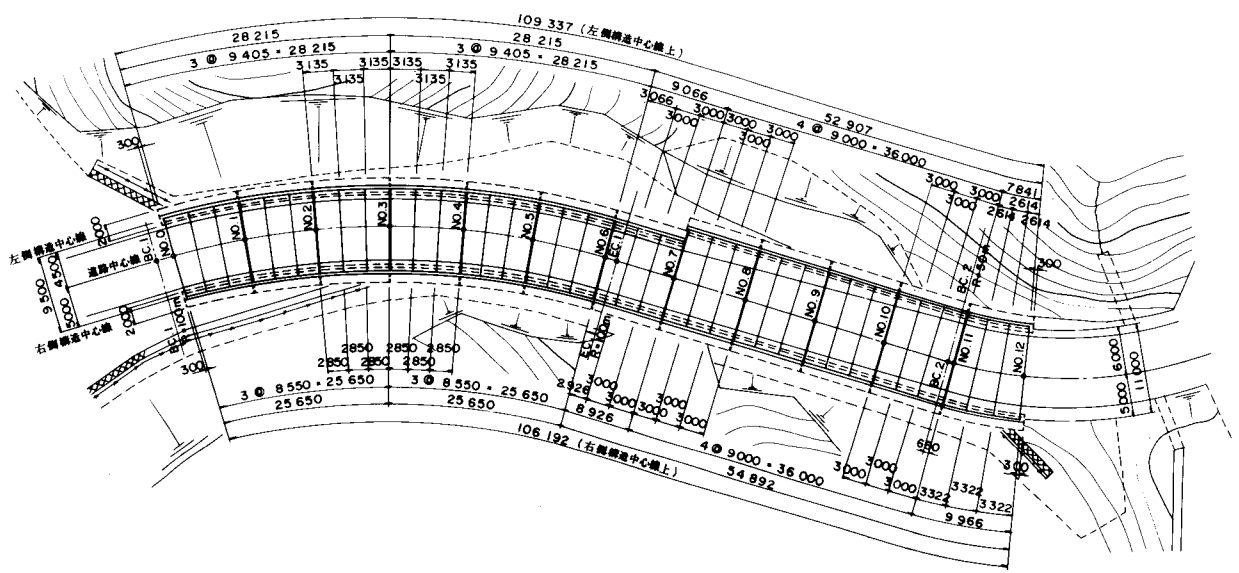
巾 9.5 m 区間



巾 11.0 m 区間



平面図



2－4 そ の 他

ここでは、地山の斜面上に設置する各種バリアー、海岸道路の歩道部に設置されているウェーブシェルターの実施例を紹介する。

(1) ロックバリアー

落石防護柵で、小規模な落石および転石が道路に落下することを防止するため、地山斜面上または道路の側近に設置されるものである。

(2) スノーバリアー

雪崩予防柵で、全層雪崩および表層雪崩の発生区において未然に防止する目的で、地山の斜面上に設置されるものである。

(3) ウェーブシェルター

高潮対策用越波防止覆いで、海岸道路の歩行者の安全通行のため歩道部に設置されるものである。目新しい道路防災施設である。

種　別　2－4

図－1

本構造物は、国道の道路改良工事に伴う山側斜面の落石に対する対策として計画された。

山側斜面勾配は45°程度の斜面を形成しており、斜面には転石，浮石が多数広範囲に分布しており、対策工としてＰＣ製のλ型防護壁が採用された。

施工は、現場打ちの下部工を施工した後、予め工場にて製作された部材を現地に搬入し、トラッククレーンにて組立を行い部材の接合はボルトナットで締結している。また、製品組立て後、緩衝材として山砂を土のう積みにして部材の上に載せた。

図－2

本構造物は、斜面の中腹に設けられ、冬期の雪崩の発生を未然に防ぐことを目的とした雪崩予防柵である。

設計荷重は斜面上でのグライド（滑り）を考慮した積雪荷重のみであるが、切土面上に設けたため、グライド係数を大きめにとっており、また、30年確率積雪深を採用したことにより予防柵としてはかなり大きな形状となっている。特長は、景観的配慮からセメントに顔料を混ぜ、着色コンクリートとしたことである。

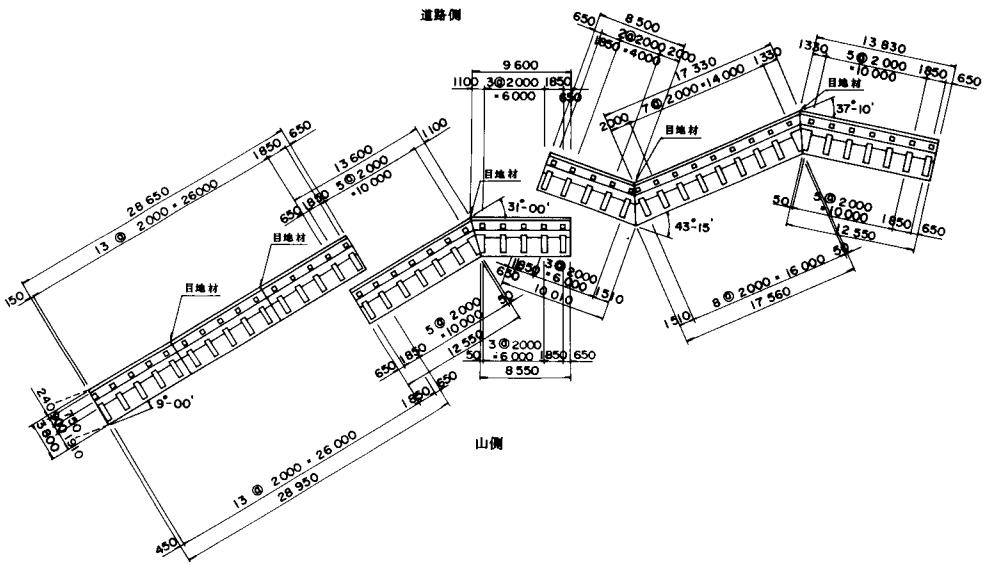
図－3

現場は、生活道路が冬季の厳しい北西の季節風による波浪および波しぶきのため脅かされる地域である。

本構造は高潮対策事業の一環として、海岸道路の歩道部に設置されたコンクリート製越波防止覆いである。国定公園に隣接しているため、景観を考慮し1／4円筒シェルと円柱からなるラーメン構造としている。シェル部材は、アンボンドＰＣ部材を使用したＰＣプレキャスト部材、円柱はＲＣプレキャスト部材とした。円柱上端のヒンジ構造は、合成ゴムパッドとアンカーバーによるものである。また、構造物の安定を図るためこの組立部材4セットを1ブロックとし、シェル部材3箇所で道路方向にプレストレスを導入し一体化している。

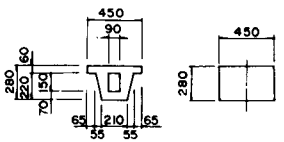
ロックバリアー

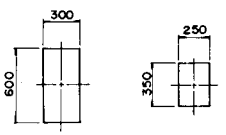
平面図



部材断面図

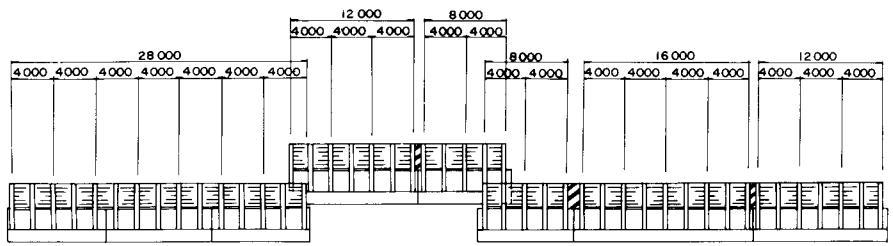
支持バー



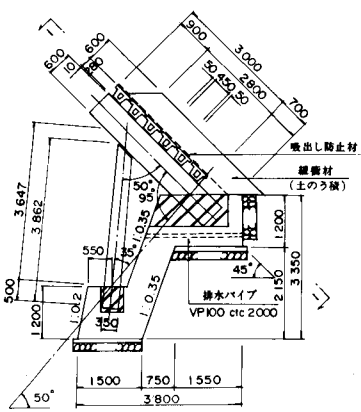


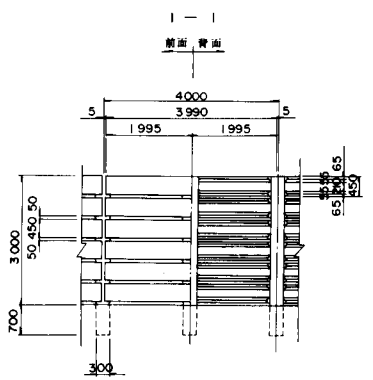
設計条件			
型式	支持バー		プレテンション方式PC構造
	親柱		プレテンション方式PC構造
	子柱		プレキャスト鉄筋コンクリート
	基礎		場所打ちコンクリート
斜面角度			50°
緩衝材	単位体積重量		1.8 t/m³
	厚さ		0 m 600
落石	落石荷重		1.0 t
	落下高		10 m 000
使用材料	コンクリート強度	支持バー	σck= 600 kg/cm²
		親柱	σck= 600 kg/cm²
		子柱	σck= 600 kg/cm²
		基礎	σck= 210 kg/cm²
	PC鋼材		1T12.4 mm
	鉄筋		SD 30

正面図



断面図



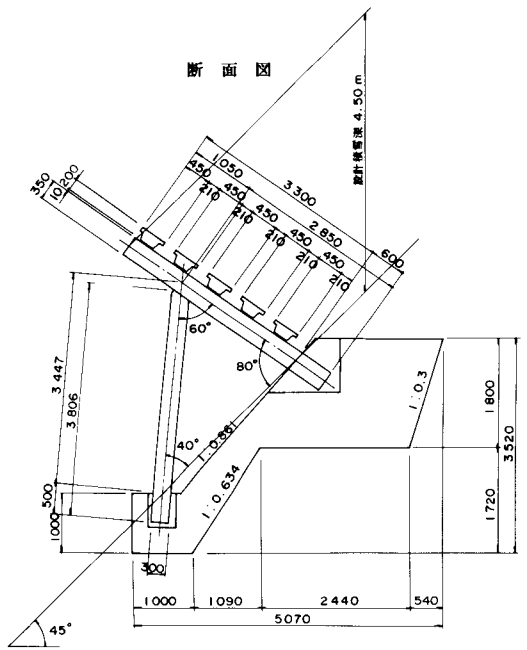


スノーバリアー

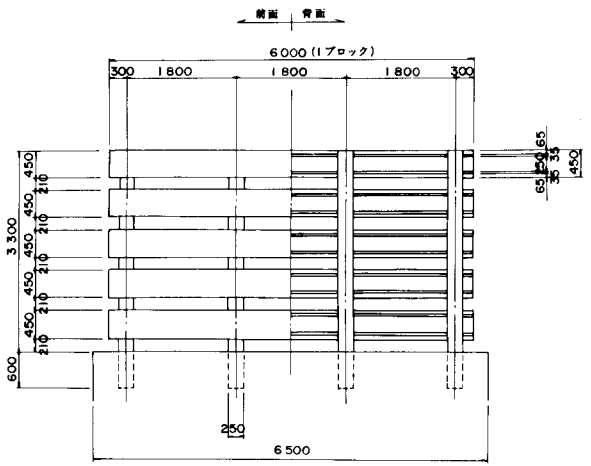
設計条件

型式	支持バー	プレテンション方式PC構造
	親柱	プレテンション方式PC構造
	子柱	プレキャスト鉄筋コンクリート
	基礎	場所打ちコンクリート
斜面角度		45°
積雪荷重	単位体積重量	0.35 t/m³
	積雪深	4 m 500
	グライド係数	5.0
	クリープ係数	0.795
使用材料	コンクリート強度 支持バー	σck= 600 kg/cm²
	コンクリート強度 親柱	σck= 600 kg/cm²
	コンクリート強度 子柱	σck= 600 kg/cm²
	コンクリート強度 基礎	σck= 160 kg/cm²
	PC鋼材	1T12.4 mm
	鉄筋	SD30

断面図

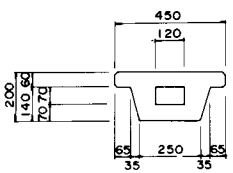


正面図

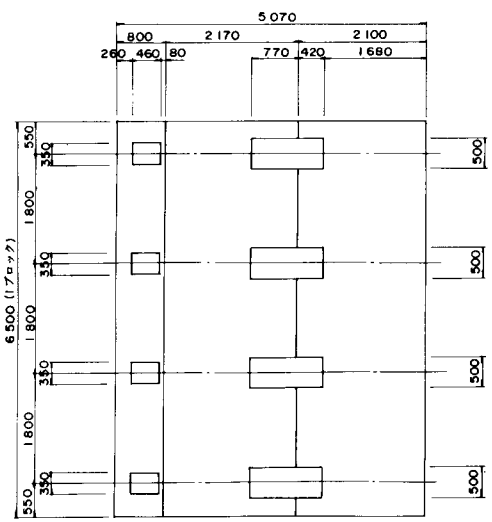


各部材断面図

支持バー

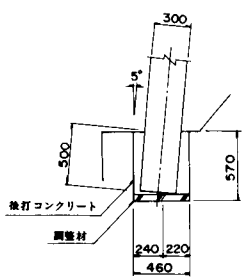


基礎平面図

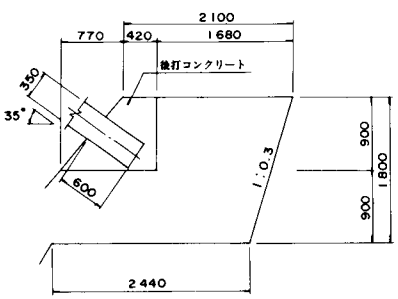


各部詳細図

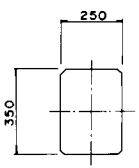
子柱脚ヒンジ部



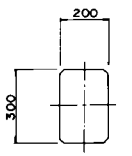
親柱根入れ部



親柱



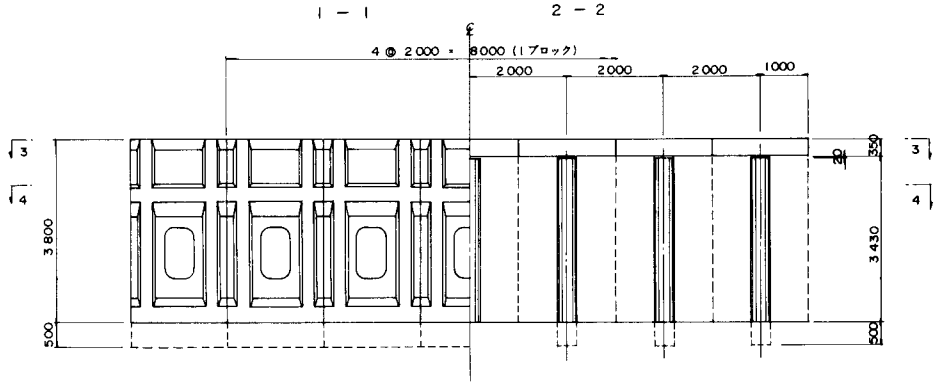
子柱



ウエーブシェルター

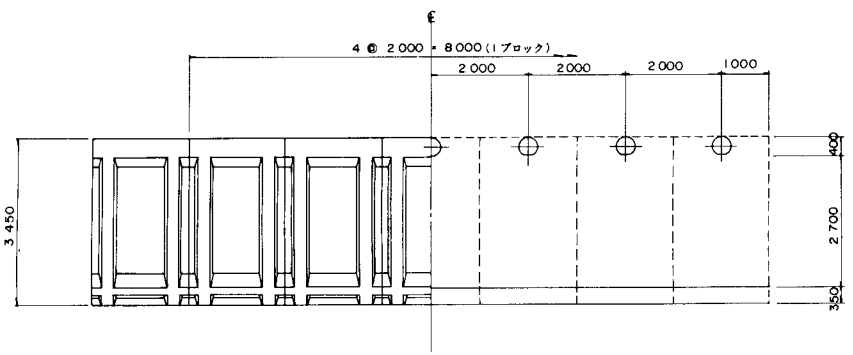
側面図

1 － 1　　2 － 2

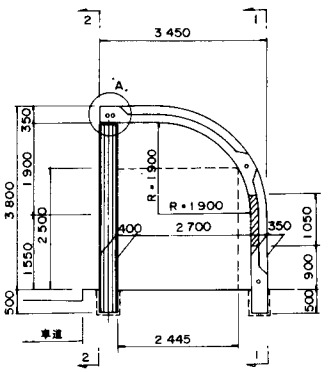


平面図

3 － 3　　4 － 4

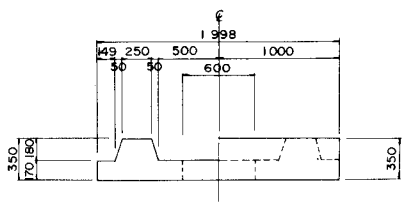


断面図

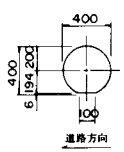


設計条件		
構造形式		PC1/4円筒型ヒンジラーメン
荷重	波圧	1.10 t/m²
	風圧	60·√h t/m²
	雪荷重	0.10 t/m²
水平震度		Kh= 0.20
使用材料	コンクリート強度 基礎	σck= 500 kg/cm²
	コンクリート強度 柱	σck= 240 kg/cm²
	PC鋼材	1T19.3mm

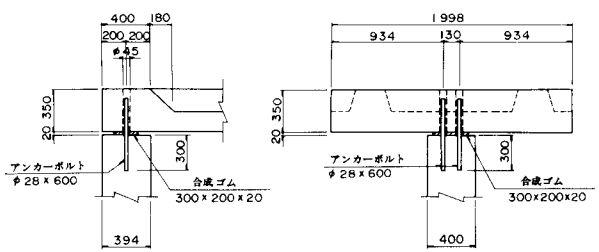
主梁断面図



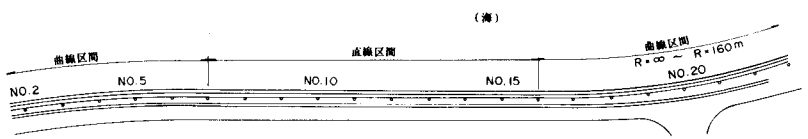
柱断面図



"A" 部詳細図

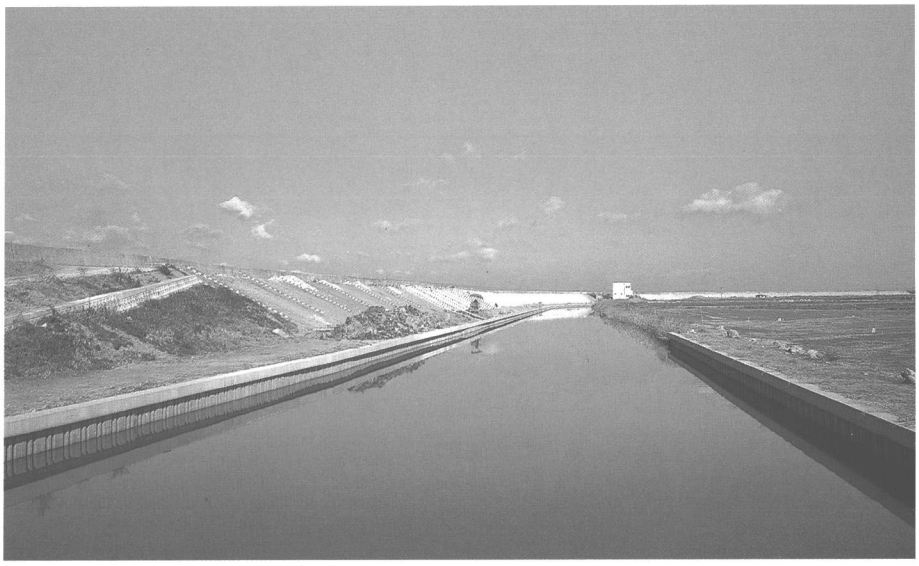


位置図



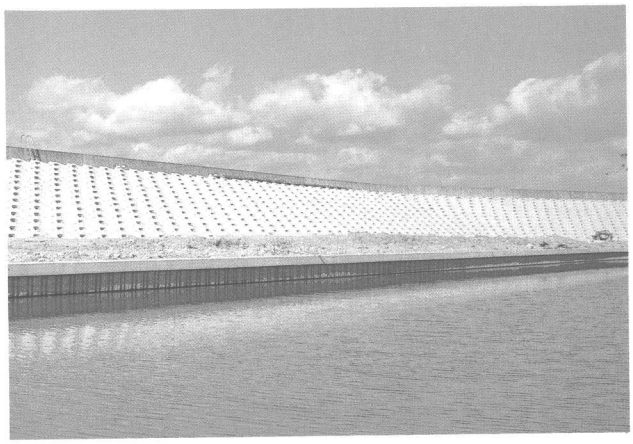
第３章　護岸・水路埋設構造物

ＰＣ矢板
ボックスカルバート
水路橋
その他



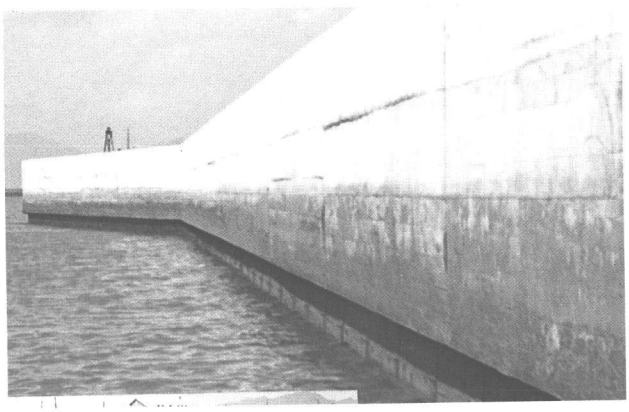
護岸・水路・埋設構造物
P C 矢 板

河川護岸



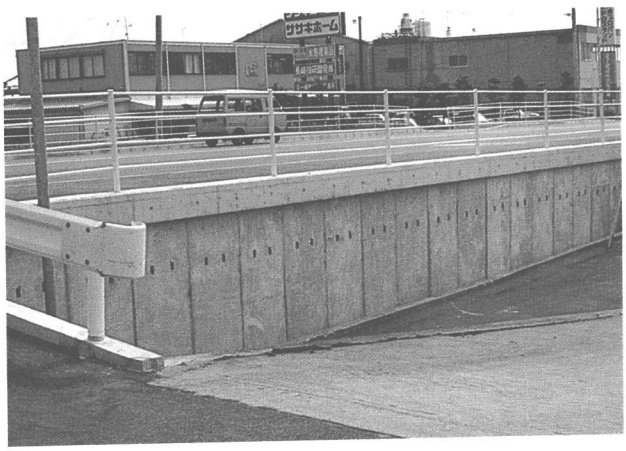
河川護岸

港湾岸壁



港湾岸壁

道路擁壁

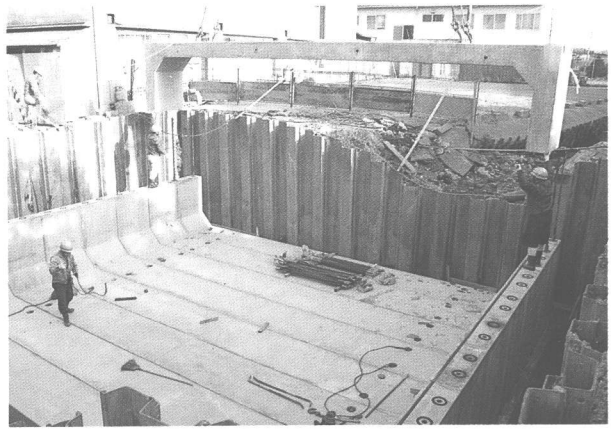


水　路

ボックスカルバート

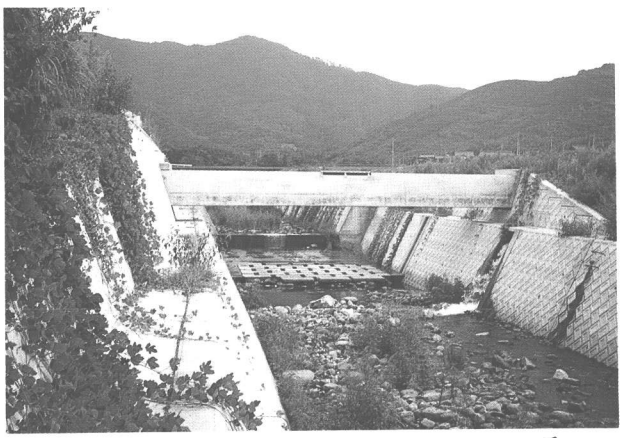
道路横断暗渠

道路横断暗渠

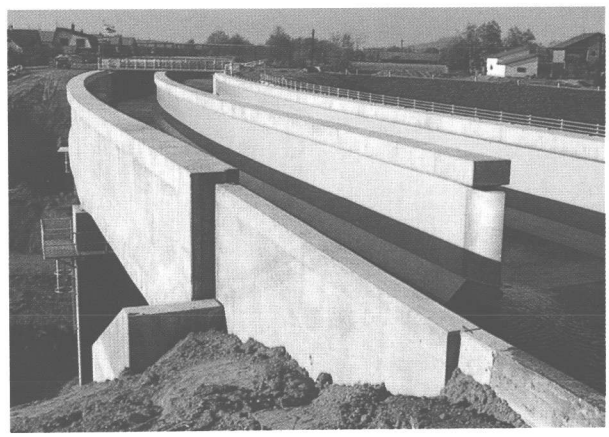


水路橋

単純桁形式



連続桁形式



その他

組立水路

組立土止め

概　要

ＰＣは、橋梁や水槽など地上構造物に広く用いられているが、ＰＣの有用性は徐々に地中や地下の構造物にも適用されてきている。例えば、ＰＣ杭がその例であり、鋼管杭に変わって広く使用されてきている。

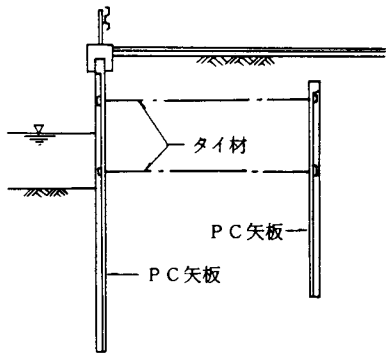
地中構造物においても、ＰＣ技術の発展とコンクリートの品質の向上は、鋼の使用からコンクリートへ、ＲＣ構造物からＰＣ構造物へと変わってきている。

なお、今日的な事情からくる省力化や急速施工は、プレキャスト工法により可能であり、そのためのＰＣ技術はほぼ必須である。

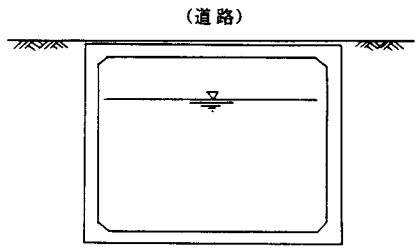
ＰＣ矢板については、波形および溝形の矢板がＪＩＳ化され、矢板の打込み工法の進歩により施工も容易になってきており、ますますの発展が期待されている。

なお、プレキャスト工法によるカルバートは、都市の下水道整備や都市空間の環境問題による電気通信等の空中架線の埋設化への活用が見込まれている。

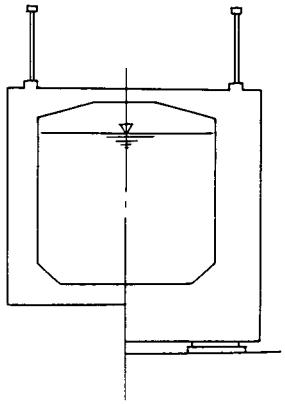
ここでは、ＰＣ技術の地中構造物への応用の例として、護岸・水路に適用しているＰＣ矢板や、プレキャスト工法によるボックスカルバートを中心に紹介するものとする他、図集１編および図集２編で紹介できなかった水路橋や水路施工の特殊なもので急速施工の例として、組立形式の水路も併載することとした。



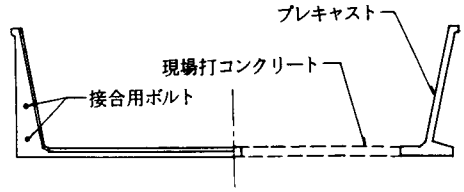
ＰＣ矢板



ボックスカルバート



水路橋



組立水路

3－1 ＰＣ矢板

ＰＣ矢板はＰＣ技術の応用として開発されたものであり、昭和２８年に我国で最初のＰＣ矢板が製造されている。

昭和４０年に幅40cm，厚さ５～17.5cmの平形断面タイプと幅50cm，厚さ20～40cmの中空断面タイプのＰＣ矢板がＪＩＳＡ５３２６として規格化された。

第１回改訂は、昭和５８年に行われ、従来の40cm幅の規格に新たに50cm幅の平形断面タイプの規格を加え中空断面を廃止した。

この頃、ＰＣ構造物の中にはⅢ種設計法が採り入れられてきていたので、ＰＣ矢板の設計はⅢ種で行われた。

このことにより、ＪＩＳＰＣ矢板は初めて市場性を有する製品となり、生産量が増加する運びとなった。その後、コンクリート矢板の施工技術の進歩は著しく、従来困難とされていた固い地盤への施工を可能にするとともに、大型の矢板の打込みができるようになり、幅１ｍの矢板が大勢を占めるようになった。

ＰＣ矢板は、昭和６１年のコンクリート標準示方書の改訂を機にＪＩＳの再改訂を行うこととなり、昭和６３年、新たに幅１ｍの矢板を追加するＪＩＳの改訂を行った。

ＰＣ矢板は、プレテンション方式によって製造するものであり、強度が大きく（σck=700kg／cm²）広幅かつ長尺の矢板が製造されるので、大型の矢板壁を築造することができ、外観や耐久性にも優れており、護岸・水路など土留工に広く採用されている。

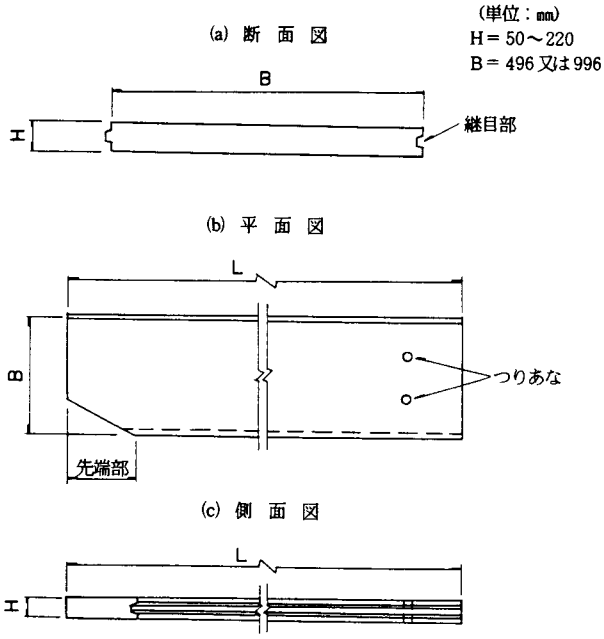
○　用　途

矢板は、堤防を流水による侵食から保護する河川護岸，港湾の岸壁および護岸，用排水路改修，宅地造成に伴う土留壁，用地の有効利用を図るための道路の擁壁等、永久構造物として、近年他のコンクリート製品に変わって広範囲にわたって使用されている。

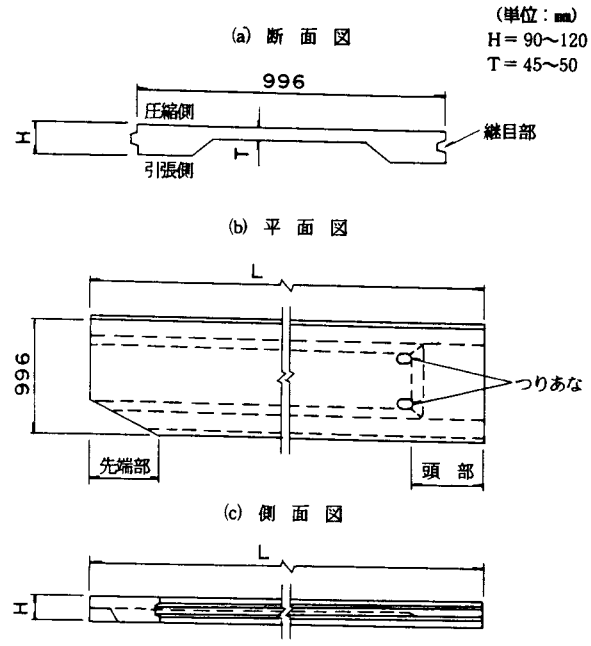
○　種　類

昭和６３年のＪＩＳ改正では、近年、その使用実績が減少していることから従来の幅400㎜の平形矢板の規格を削除し、製造施工技術の進歩，経済性等を考慮して、新たに幅１ｍの平形，溝形，波形の３種類が規格に加わった。それぞれ矢板の使用目的によって使い分けされている。ＰＣ矢板の形状，寸法を図３－１に示す。

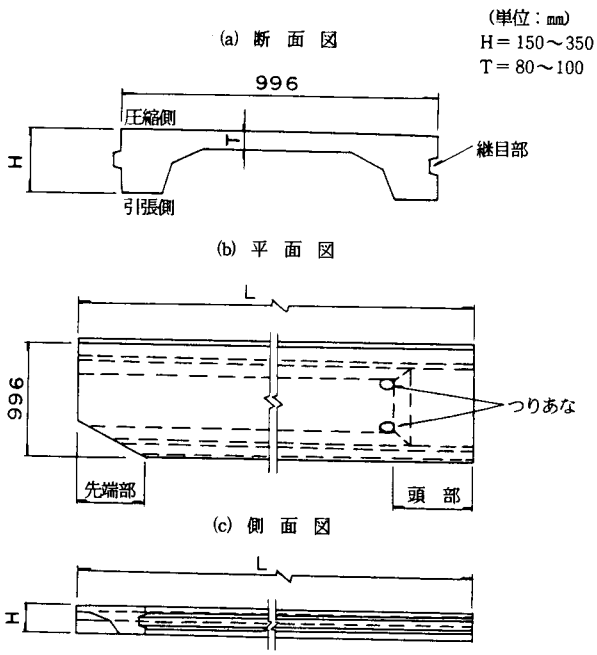
平　形（F）



溝　形（高さ90～120mm）



溝　形（高さ150～350mm）



波　形（W）

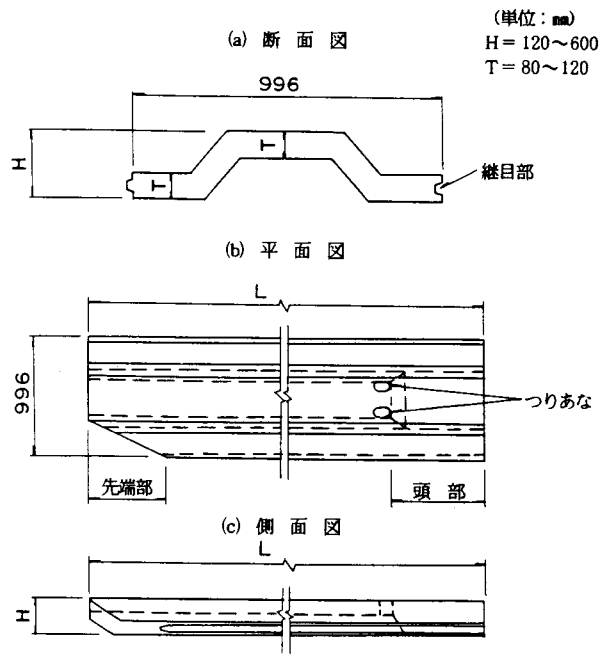
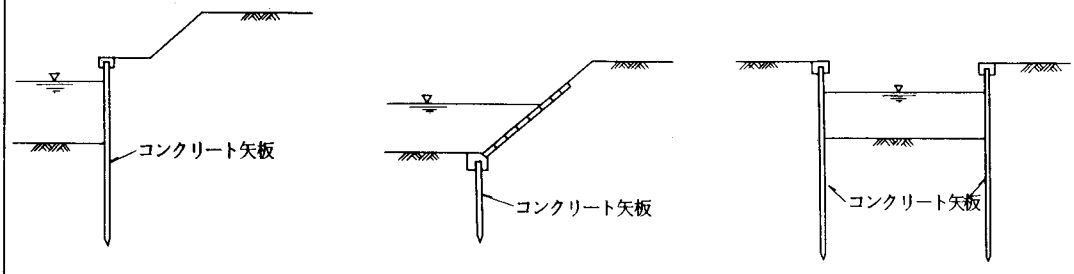
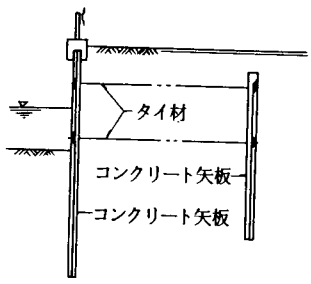


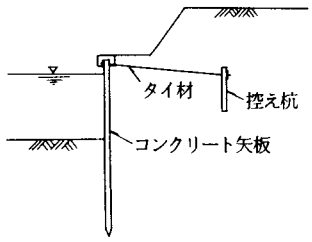
図３－１　ＰＣ矢板の形状・寸法

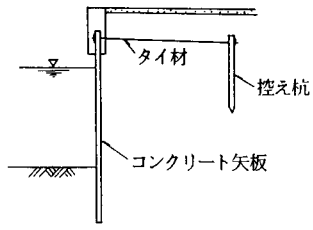
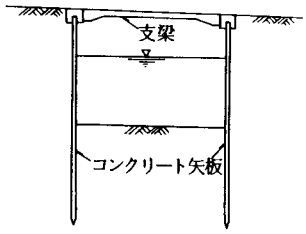
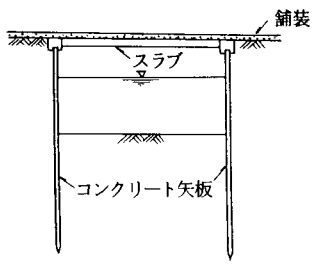
○　矢板壁工法の分類

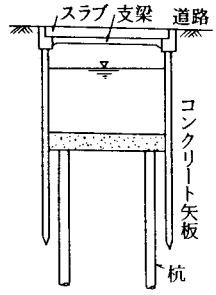
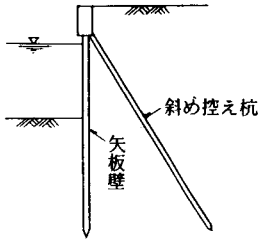
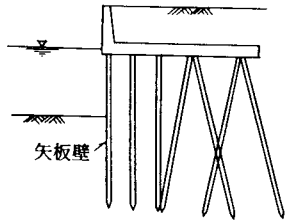
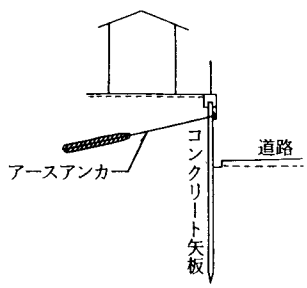
矢板壁工法の構造的な面から分類したものを表３－１に示す。

表３－１　矢板壁工法の分類表

<table>
<tr><th>工法</th><th colspan="3">概　　念　　図</th></tr>
<tr><td>自立式矢板工法</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">控え式矢板工法</td><td>（控え矢板式）</td><td>（控　え　版　式）</td><td>（控え直杭式）</td></tr>
<tr><td> 




</td></tr>
<tr><td>水路式矢板工法</td><td>（開　き　ょ　式）</td><td colspan="2">（暗　き　ょ　式）</td></tr>
<tr><td> 
</td><td colspan="2"> 


</td></tr>
<tr><td>その他の矢板工</td><td>（斜め控え杭式）</td><td>（た　　な　　式）</td><td>（アースアンカー式）</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

○　施　工

ＰＣ矢板の打込み工法は、鋼矢板の場合と同じく次のようなものがあげられる。

①　ドロップハンマ工法（モンケン工法）

②　バイブロ（ハンマ）工法

③　ジェット工法

④　ドロップハンマ・ジェット併用工法

⑤　バイブロ・ジェット併用工法

⑥　圧入工法

⑦　泥水固化工法

⑧　オーガによる建込み工法

現在最も広くコンクリート矢板の打込みに利用されているのが、バイブロ工法とバイブロ・ジェット併用工法である。

(1)　バイブロ工法

本工法は、矢板頭部にセットしたバイブロハンマによって矢板に上下振動を与え、矢板と矢板周辺の摩擦抵抗を減殺し、かつ矢板先端の土に塑性破壊を起こし矢板を貫入する振動式打込み工法であって、地盤が比較的軟らかい場合に有効である。

(2)　バイブロ・ジェット併用工法

本工法は、矢板先端に取り付けたジェットノズルから噴出した圧力水が、打設しようとする矢板面に沿って流出するときに周辺の地盤を穿孔し、矢板先端地盤の抵抗と矢板周面摩擦を弱め、矢板の自重およびバイブロ工法と併用して打ち込む工法である。Ｎ値が30以上の地盤においても施工が可能である。

種　別　3－1

図－1

本工事は、水田を工業用地に造成するに伴い既設の農業用水路のかさ上げが必要となり、Ｌ型擁壁工法にすると、既設水路を壊さないと工事が出来ないために、水路を壊さず将来の維持管理等も考慮して、自立式によるＰＣ波形矢板工法に決定したものである。

矢板打込みは、鋼製パイロット矢板をジェット・バイブロ併用工法にて先打ち引抜き後、その中に波形矢板を打込む方法で行った。

図－2

工業団地内の水路改修に自立式矢板工法（橋梁部），控え式矢板工法を使用した例である。

橋梁部は、控えアンカーが取れないために自立式矢板工法となっており、橋台施工前に矢板打込みを行った。

工業用団地の造成は、海の埋立であるために海水の影響を考慮してコンクリート矢板が採用され、矢板継手部は水密性を考えて止水パッキンを取付け密着させている。

矢板打込みは、バイブロ・ジェット併用工法で行った。

図－3

水路擁壁に自立式矢板工法を使用した例である。

改修される水路には民家が隣接しているため、工事中に仮締切りを必要とするコンクリート擁壁，Ｌ型擁壁では施工が不可能となるので自立式矢板工法が選定された。矢板打込みは、周辺状況を考慮し無振動工法で行うため、鋼矢板（圧入工法）とＰＣ矢板（ジェット工法）を比較した結果、ＰＣ波形矢板が採用された。

図－4

民家および工場が近接している河口護岸の洗堀防止用にＰＣ矢板を使用した例である。

既設のコンクリート護岸の底が洗われ背面道路の路盤に亀裂が発生しており、護岸崩壊の恐れがあるために高水敷に矢板を打込み遮水工を行ったものである。河口であるために、塩害対策とたわみ量を考慮してＰＣ波形矢板が採用された。

図－5

本構造は、海岸の埋め立て地の護岸として使用した例である。

本工事では、工事中の海水汚濁が少なく、かつ鋼矢板のように錆の発生がないＰＣ矢板工法を採用している。また、美観を重視し、矢板壁の上に石積み護岸を取り入れた護岸としている。

図－6

本工事のＰＣ矢板は、道路幅員確保のため貯水池の護岸工事に使用されたものであり、控え式矢板で設計されている。

途中に流入河川があり、ボックスカルバートを敷設するため矢板天端は段差が付いている。

施工は、バイブロハンマーで打ち込んだが、矢板には鋼製のガイドキーにより振れ止めを行った。

図－7

既設の道路を農業用水用の溜池側に拡幅するために、溜池に沿ってＰＣ矢板を擁壁として使用した例である。

地質は池底より、ヘドロ→砂→岩となっている。擁壁高Ｈ＝6.5ｍとなるためにブロック積擁壁では傾斜分だけ池が狭くなり、また、Ｌ型擁壁は池底がヘドロのため不適当である。経済性も含めて比較検討の結果、ＰＣ波形矢板によるタイロッド２段式の控え式矢板工法とした。

矢板打込みは、バイブロ・ジェット併用工法で行い、地盤の硬いところでは鋼製パイロット矢板を併用した。起点部の控え矢板が施工出来ない所には、自立式矢板壁を使用している。

図－8

本物件は、火力発電所の護岸工事で既設の鋼矢板の腐食が激しく、補強するためにＰＣ矢板を用いた例である。構造形式としては、ＰＣ矢板斜め控え式護岸である。

ＰＣ矢板の打設方法としては、地盤がＮ値50以上の砂礫層のため、貫入性に優れた高圧ジェットとバイブロハンマーの併用工法を用いている。

なお、矢板間には目地グラウトを行っている。

図－9

地盤が比較的悪い所の道路の擁壁としてＰＣ矢板を使用した例である。盛土部の道路の両側にＰＣ矢板を打込み、矢板間をタイロッドで結んだ控え式矢板工法であり、擁壁に比べて掘削・養生期間を必要としないので工期が早く経済的であった。

図－10

本工事は、軟弱な粘性土層からなる沖積地で、クリークが網目状に発達している標高２～３ｍの低地に施工された。

このため、本工事の施工にあたり、当初、場所打ち三面水路，プレキャストボックスカルバート案についても比較検討されたが、これらの構造形式の場合、本体とは別に杭基礎が必要になり、経済性，景観を含めた総合評価により、切梁式ＰＣ矢板案が採用された。

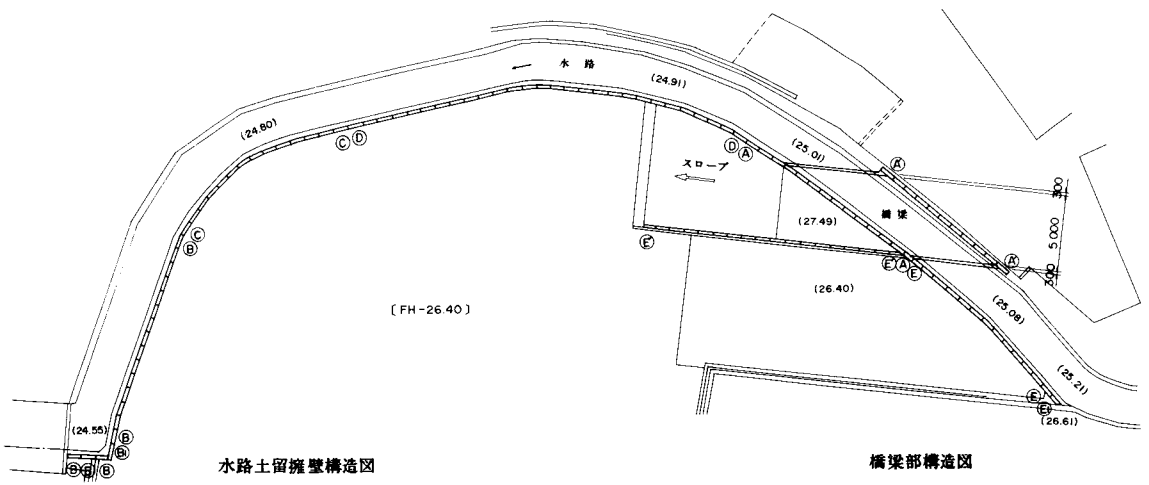
図－11

本工事は、小河川の河川改修にＰＣ矢板を使用した例である。

施工条件として、左岸側の道路を確保するため、掘削は最小限におさえる必要があり、また、作業場所として右岸側の農地の借地が必要なことから工期が農閑期に限られていた。そのためＰＣ矢板開水路が採用された。

P C 矢 板

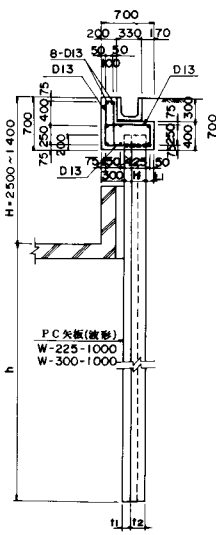
平 面 図



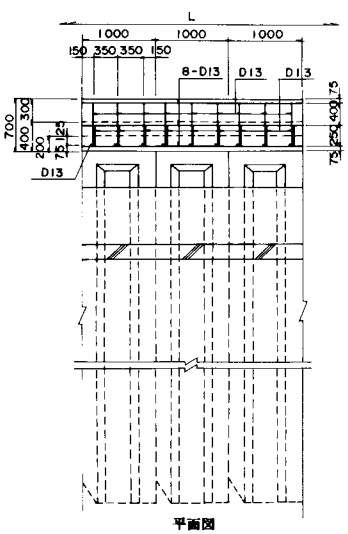
設 計 条 件		
形 式 (矢板形状)		自立式矢板擁壁(波形)
壁 高		H＝1m400～2m500
土の単位重量	盛土部	γ1＝ 1.8 t/m³
	根入れ部	γ2＝ 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝ 30°
	根入れ部	φ2＝ 30°
上載荷重	常 時	q1＝ 1.0 t/m²
	施工時	q2＝ 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝ 700 kg/cm²

水路土留擁壁構造図

断面図

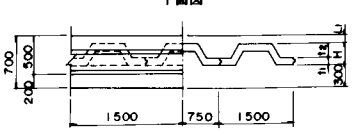


側面図



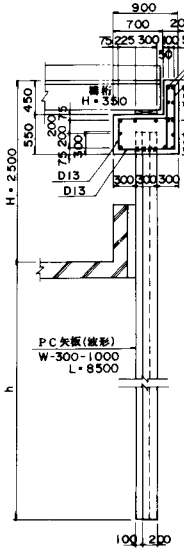
矢板型式	H	L1	t1	t2
W-225-1000	225	175	100	125
W-300-1000	300	100	100	200

平面図

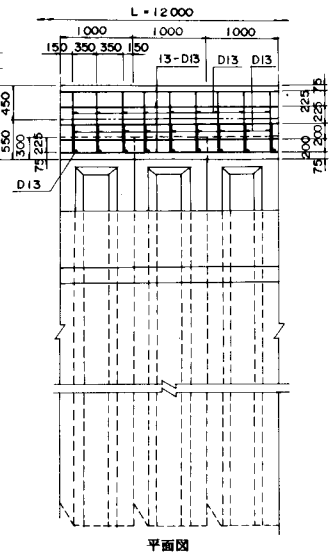


橋梁部構造図

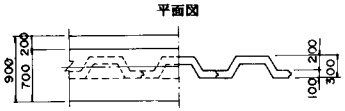
断面図



側面図

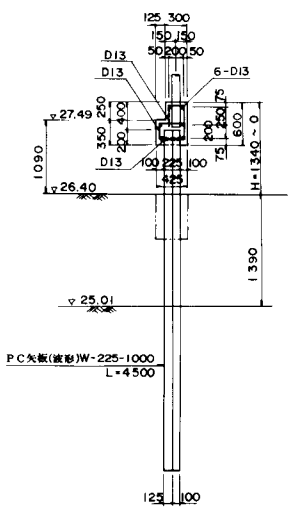


平面図



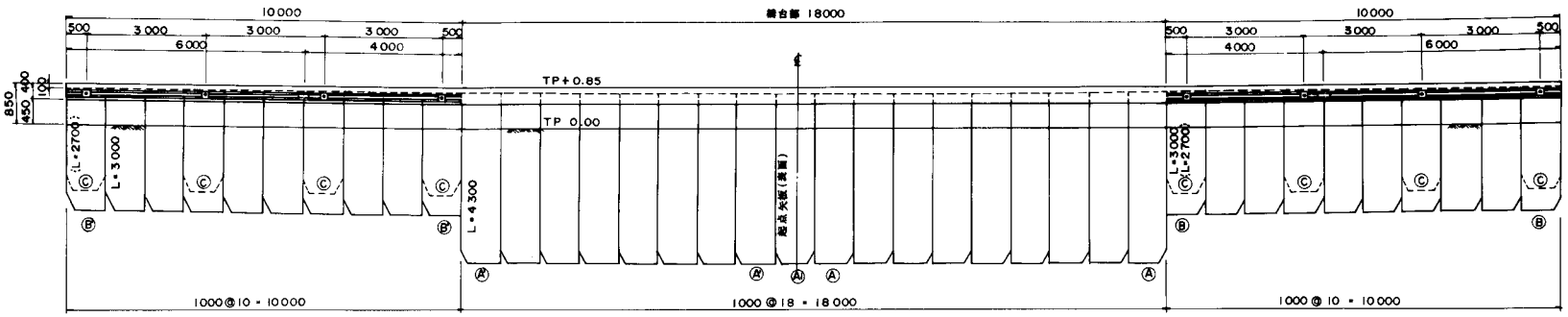
矢板型式	記号	寸法 長さ L(m)	寸法 幅 B(m)	寸法 高さ/厚さ H/t(cm)	仕様
W-300-1000	Ⓐ	8.500	0.996	30/10	
	Ⓐ'	〃	〃	〃	Ⓐの対称とする。
	Ⓐ''	〃	〃	〃	起点矢板 (両面刃付)
W-225-1000	Ⓑ	7.000	〃	22.5/10	
	Ⓑ'	〃	〃	〃	コーナ部
	Ⓒ	6.500	〃	〃	
	Ⓓ	5.500	〃	〃	
	Ⓔ	4.500	〃	〃	
	Ⓔ'	〃	〃	〃	起点矢板 (両面刃付)
	Ⓔ''	〃	〃	〃	Ⓔの対称とする。

スロープ部



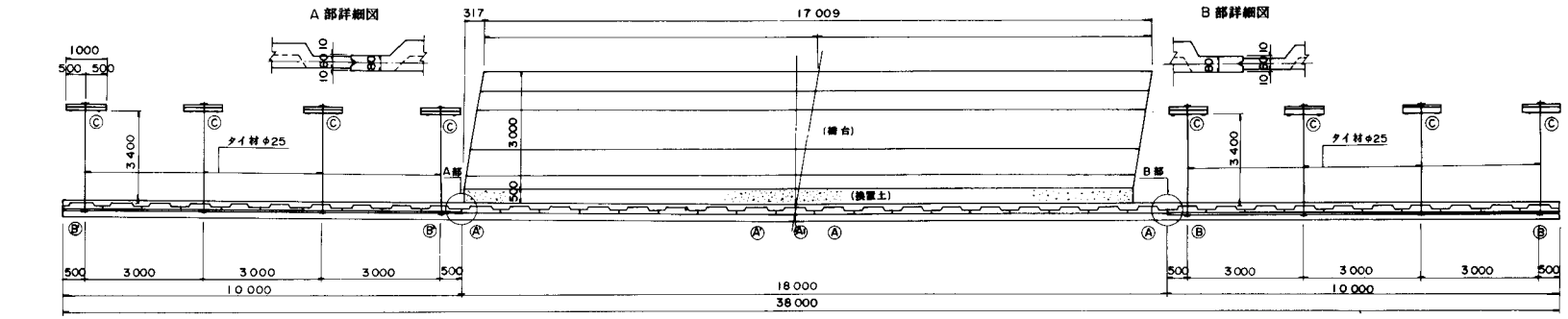
P C 矢 板

正 面 図

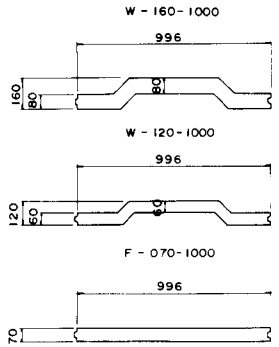


設計条件		
形式(矢板形状)		自立・控え式矢板護岸(波形)
壁高		H=1m050, 1m850
土の単位重量	盛土部	γ1= 1.8 t/m³
	据入れ部	γ2= 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1= 20°
	据入れ部	φ2= 30°, 25°
上載荷重	常時	q1= 1.0 t/m²
	施工時	q2= 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck= 700 kg/cm²
タイ材		φ24mm(SS41)

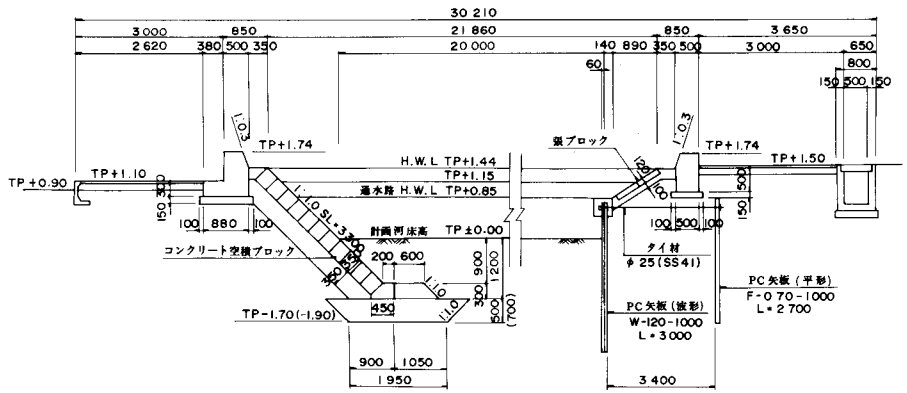
平 面 図



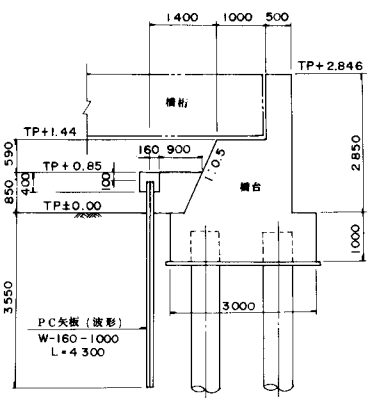
PC矢板断面図



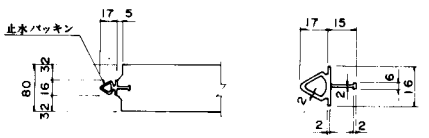
標準部断面図



橋梁部断面図



止水パッキン図

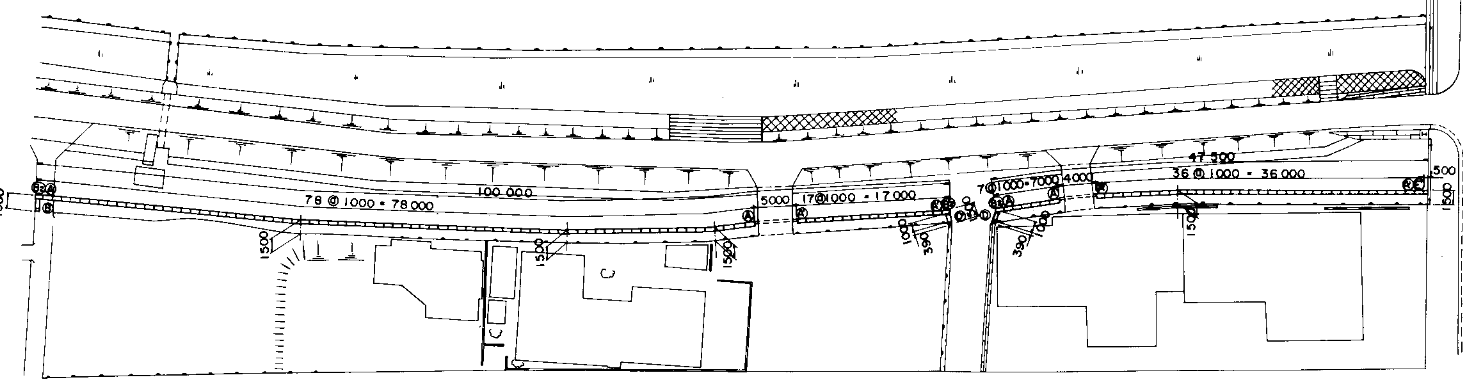


数量表

記号	矢板形式	矢板長 L(m)	断面形状	先端切刃形状	備考
Ⓐ	(波形)W-160-1000	L=4.30			壁用矢板(自立)
Ⓐ'	〃	〃			Ⓐの対称
Ⓐ1	〃	〃			起点矢板
Ⓑ	(波形)W-120-1000	L=3.00			壁用矢板(控え式)
Ⓑ'	〃	〃			Ⓑの対称
Ⓒ	(平形)F-070-1000	L=2.70			控え矢板

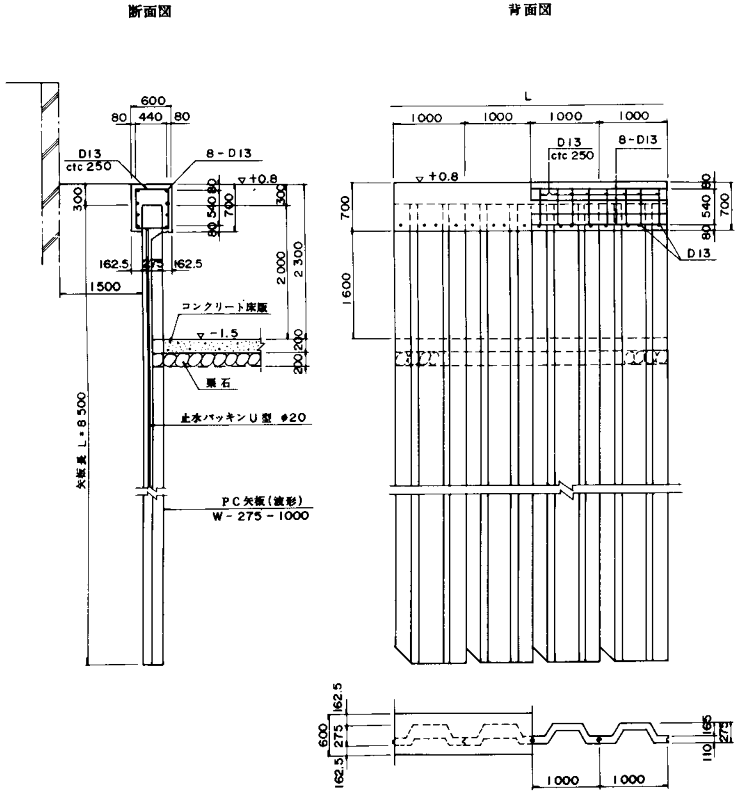
ＰＣ矢板

平面図

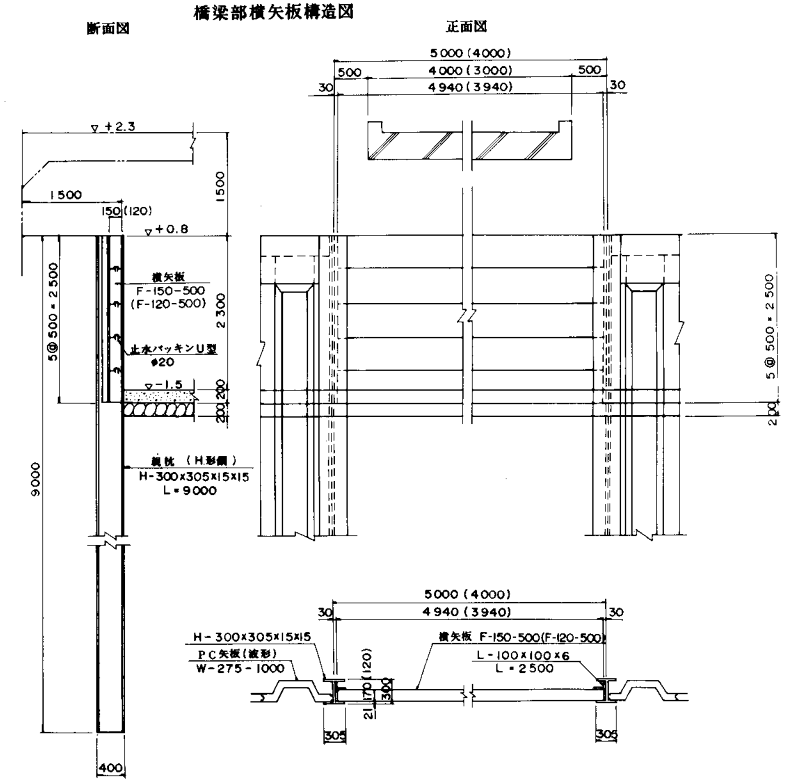


設計条件		
形式 (矢板形状)		自立式矢板護岸(波形)
壁高		H＝ 2m900
土の単位重量	盛土部	$\gamma 1$＝ 1.8　t/m³
	根入れ部	$\gamma 2$＝ 1.0　t/m³
内部摩擦角	盛土部	$\phi 1$＝ 30°
	根入れ部	$\phi 2$＝ 32°
上載荷重	常時	q1＝ 1.0　t/m²
	施工時	q2＝ 1.0　t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝ 700　kg/cm²

護岸擁壁構造図



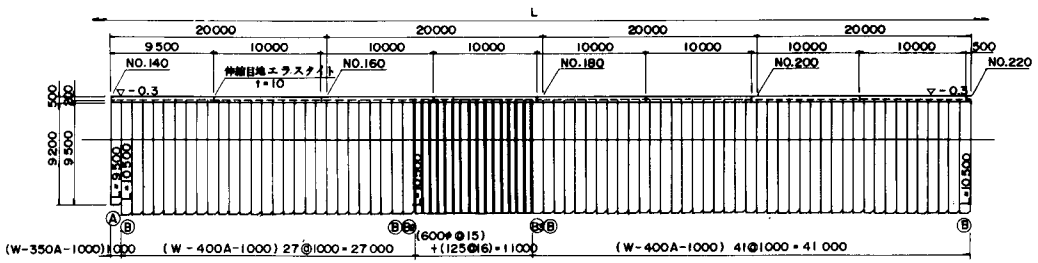
橋梁部横矢板構造図



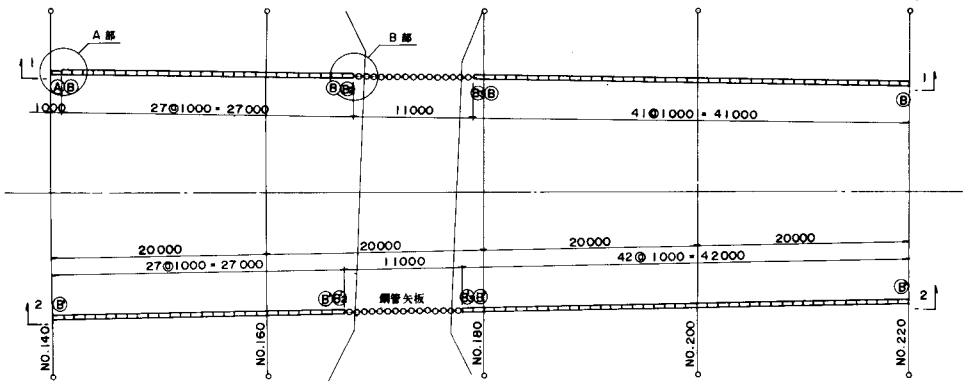
P C 矢 板

設計条件		
形式（矢板形状）		自立式矢板護岸（直形）
土の単位重量	盛土部	γ1＝ 1.6 t/m³
	埋入れ部	γ2＝ 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝ 24°
	埋入れ部	φ2＝ 32°, 26°, 41°
上載荷重	常時	q1＝ 0.35 t/m²
	施工時	q2＝ 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝ 700 kg/cm²

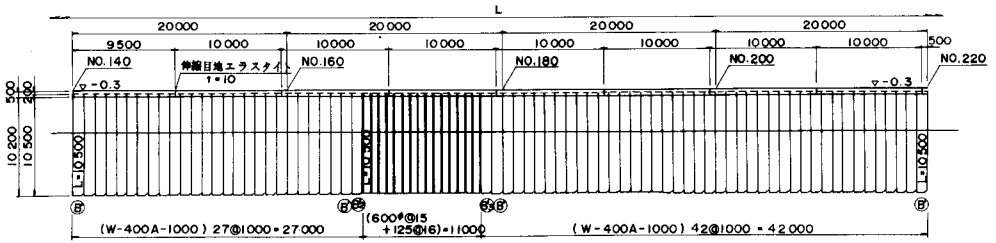
右岸側面図（1－1）



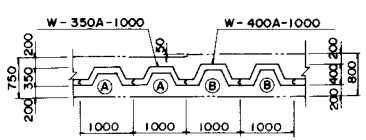
平面図



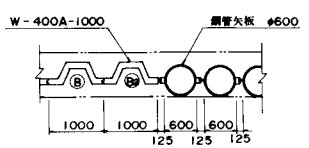
左岸側面図（2－2）



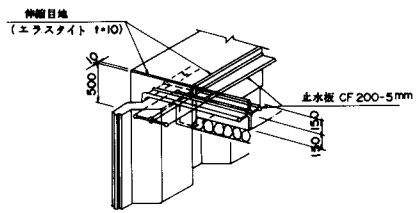
A 部詳細図



B 部詳細図

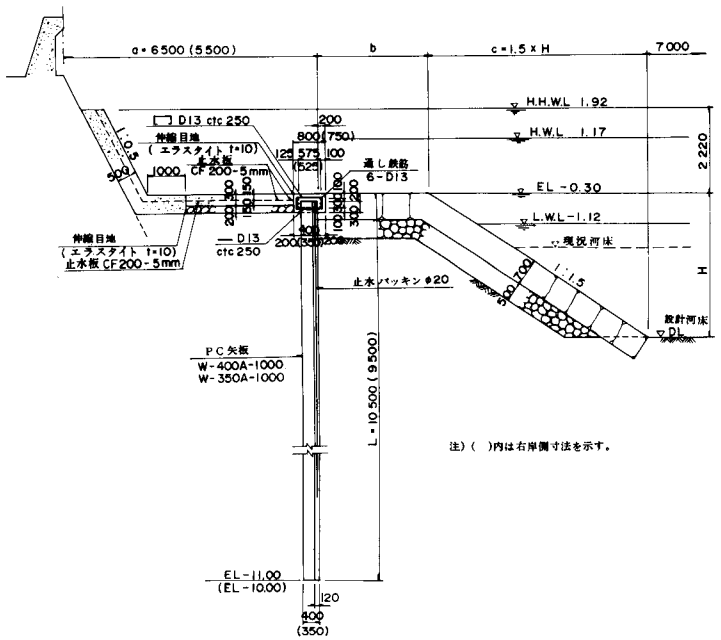


笠コンクリート伸縮継手詳細図



注）頭部コンクリートは10m毎に伸縮継手を設ける。

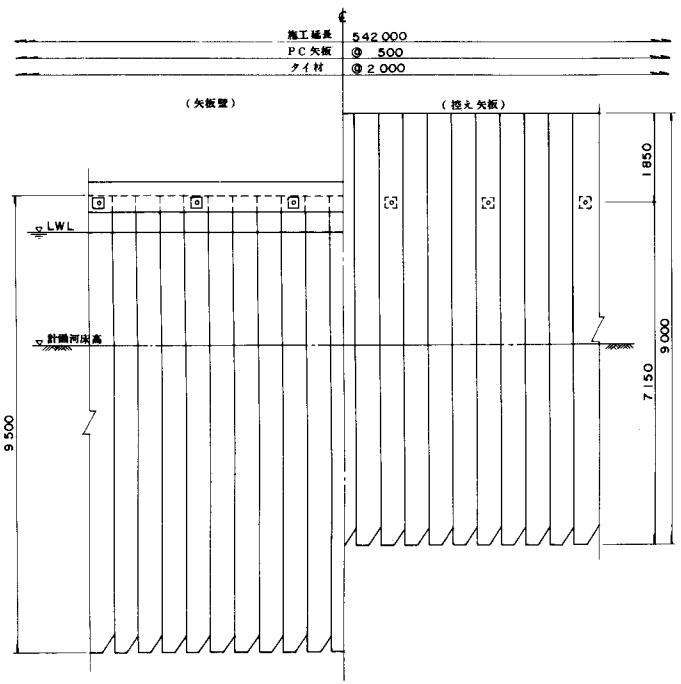
断面図



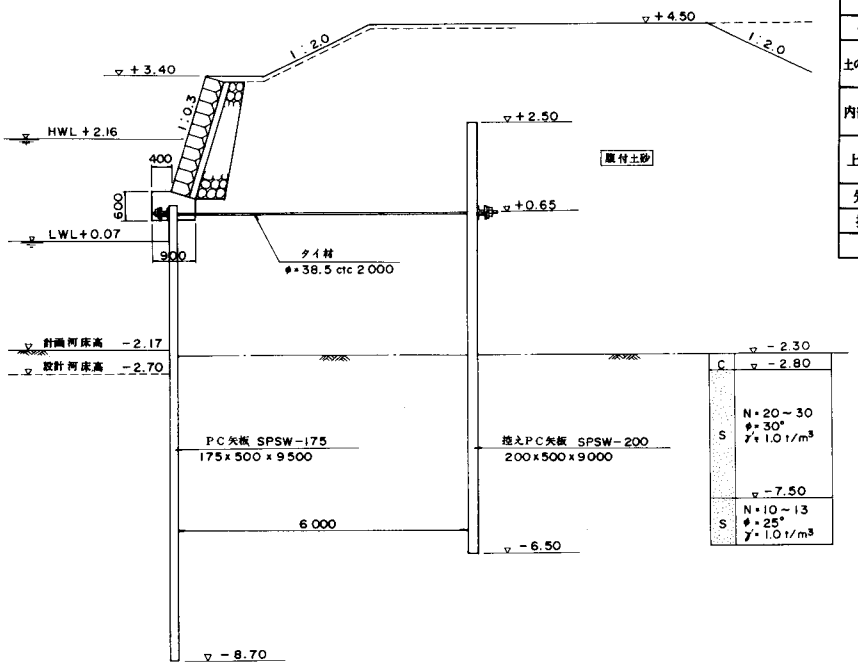
注）（ ）内は右岸側寸法を示す。

P C 矢 板

正 面 図

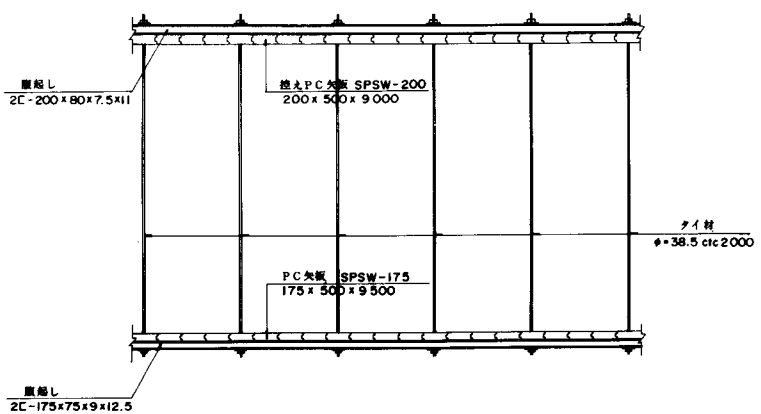


断 面 図

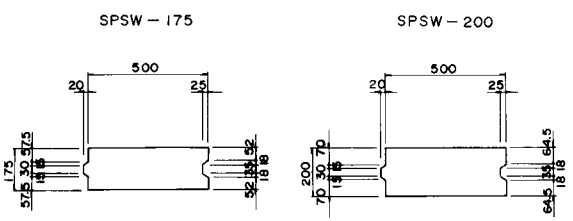


設計条件		
形式(矢板形状)		控え式矢板護岸(平形)
壁高		H= 3m740
土の単位重量	盛土部	γ1= 1.8 t/m³
	根入れ部	γ2= 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1= 30°
	根入れ部	φ2= 25°, 30°
上載荷重	常時	q1= 1.0 t/m²
	施工時	q2= 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck= 600 kg/cm²
控え杭		σck= 600 kg/cm²
タイ材		φ38.5mm(ワイヤー)

平 面 図

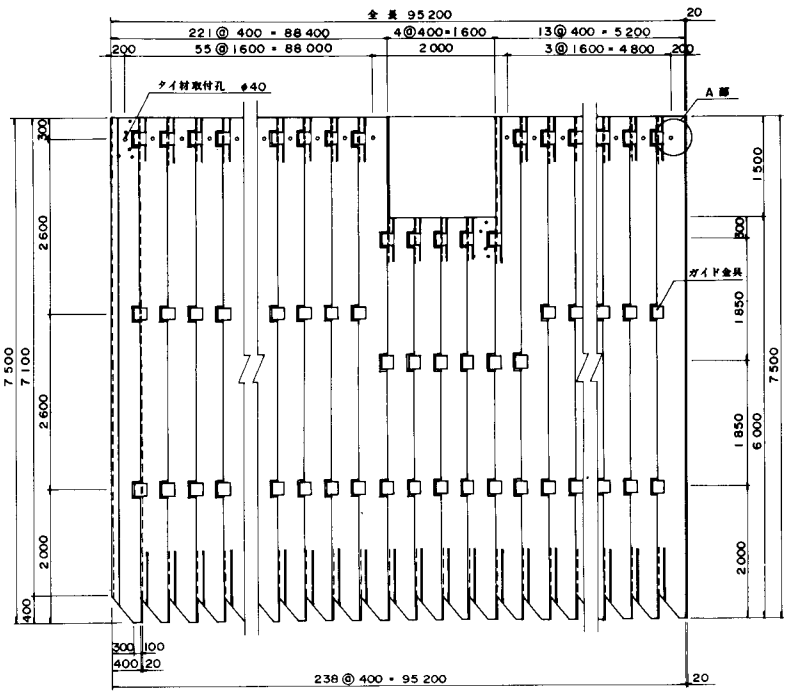


PC矢板断面図

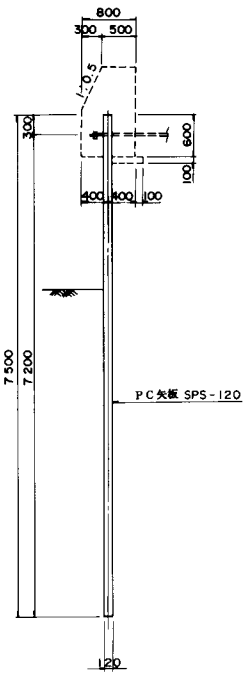


P C 矢 板

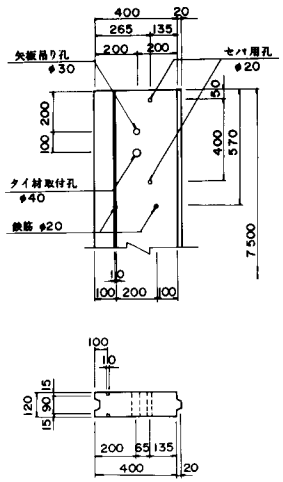
正 面 図



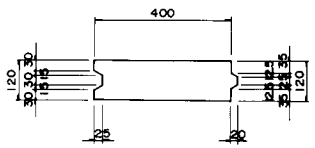
断 面 図



A 部 詳 細 図



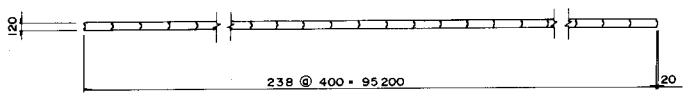
矢板断面図



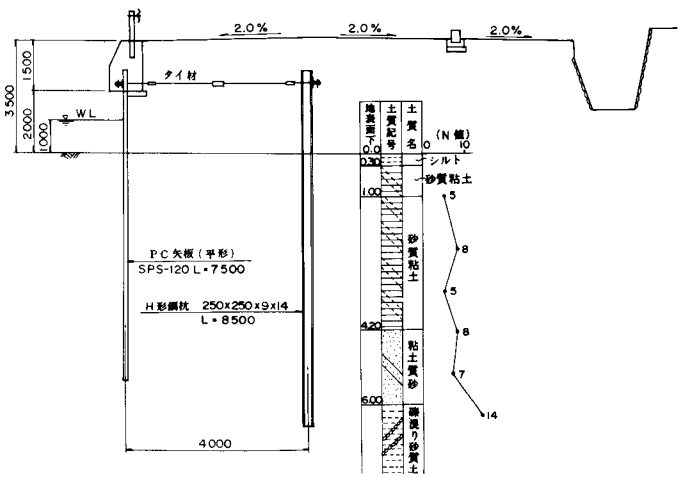
設 計 条 件

形式（矢板形状）		控え式矢板締切（平形）
壁高		H = 3m500
土の単位重量	盛土部	γ1 = 1.9 t/m³
	根入れ部	γ2 = 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1 = 35°
	根入れ部	φ2 = 0°, 30°
粘着力(根入れ部)		C = 5 , 0 t/m²
上載荷重	常時	q1 = 1.0 t/m²
	施工時	q2 = 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck = 600 kg/cm²
控え杭		H形鋼 250×250×9×14
タイ材		φ25mm (SS41)

平 面 図

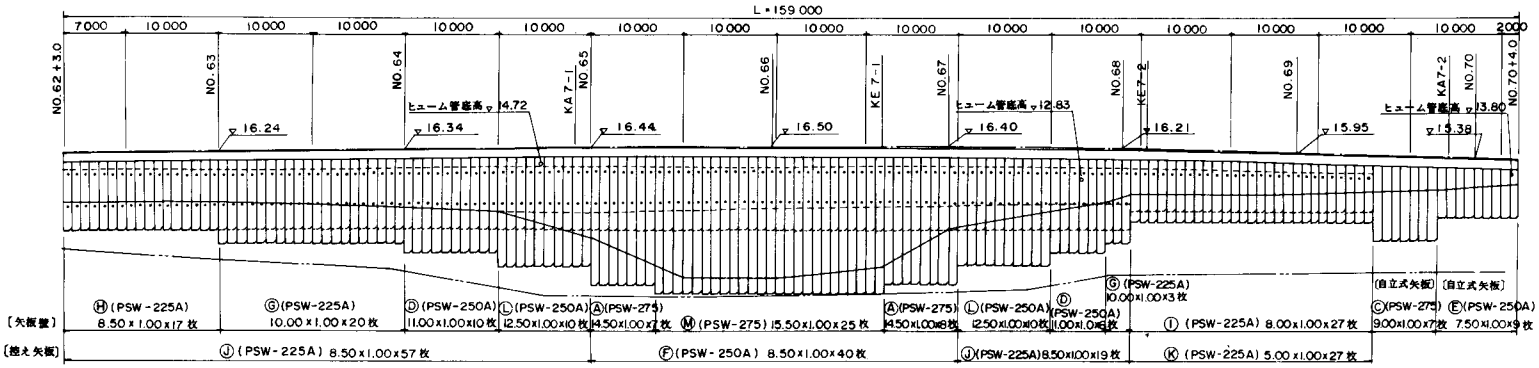


位 置 図



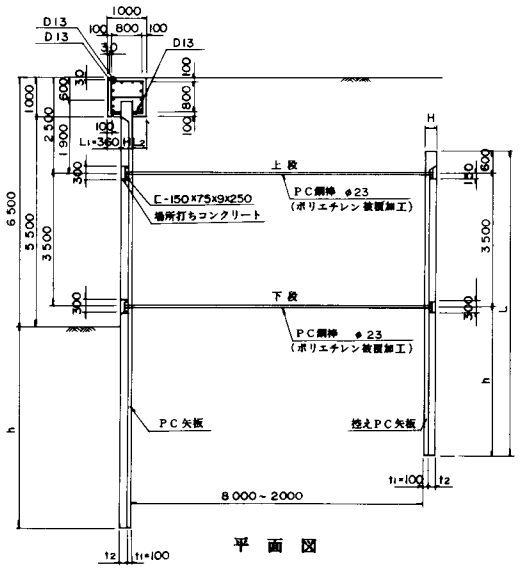
P C 矢 板

側 面 図

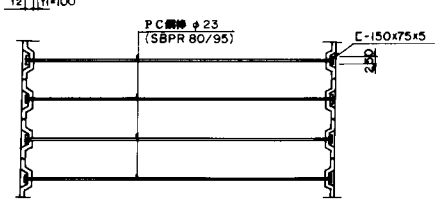


設 計 条 件		
形 式 (矢板形状)		控え式矢板締切(波形)
壁 高		H＝6m500
土の単位重量	盛土部	γ1＝1.8 t/m³
	掘入れ部	γ2＝1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝30°
	掘入れ部	φ2＝25°, 23°, 38°
粘着力(掘入れ部)		C＝0.5 t/m³
上載荷重	常 時	q1＝1.0 t/m²
	施工時	q2＝1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝700 kg/cm²
控 え 杭		σck＝700 kg/cm²
タ イ 材		PC鋼棒φ23(SBPR80/95)

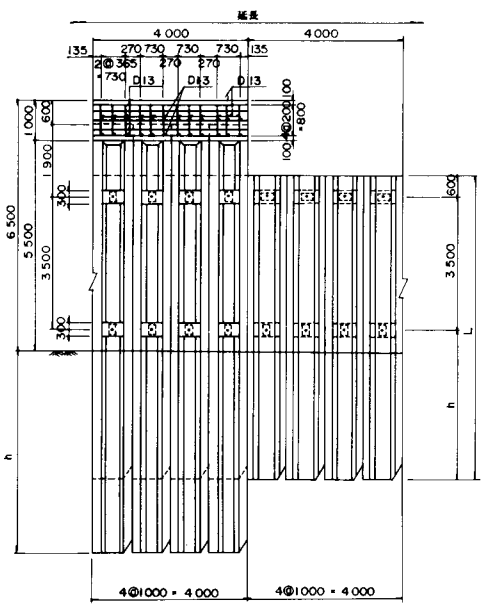
断 面 図



平 面 図



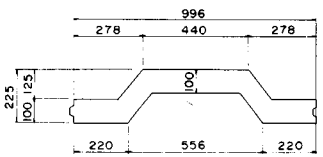
正 面 図



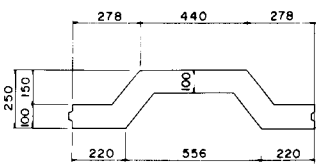
PC矢板厚さ	寸 法				
	H	L1	L2	t1	t2
H＝275	275	360	365	100	175
H＝250	250	360	390	100	150
H＝225	225	360	415	100	125

PC矢板断面図

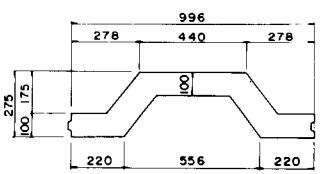
PSW－225A



PSW－250A



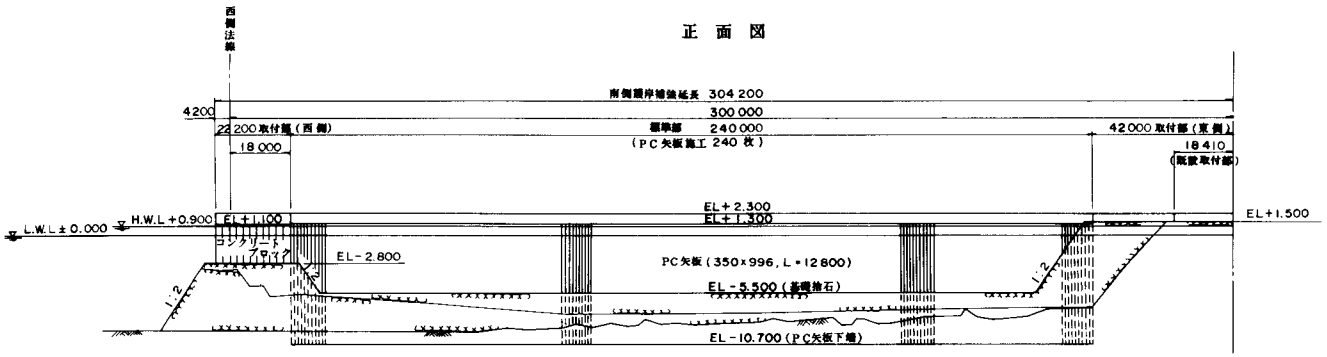
PSW－275



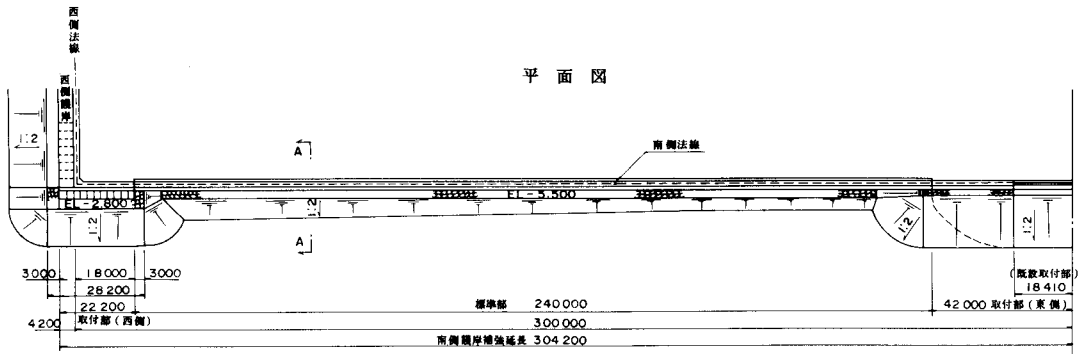
P C 矢 板

設計条件		
形式（矢板形状）		斜め控え杭式矢板壁(鋼形)
壁高		H＝7m800
土の単位重量	盛土部	γ1＝1.5 t/m³
	根入れ部	γ2＝1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝12°
	根入れ部	φ2＝35°
粘着力(根入れ部)		C＝1.5 t/m²
上載荷重	常時	q1＝1.0 t/m²
	施工時	q2＝1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝600 kg/cm²
控え杭		H形鋼 300×305×15×15

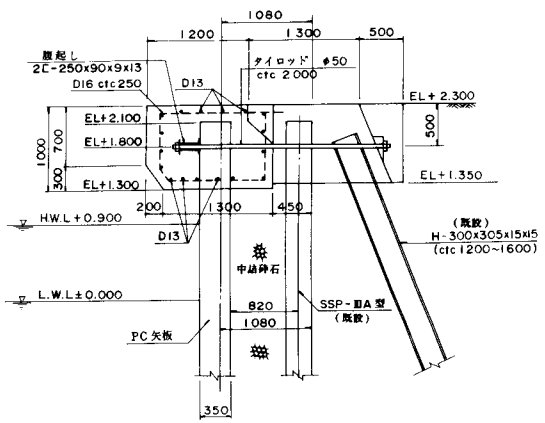
正面図



平面図

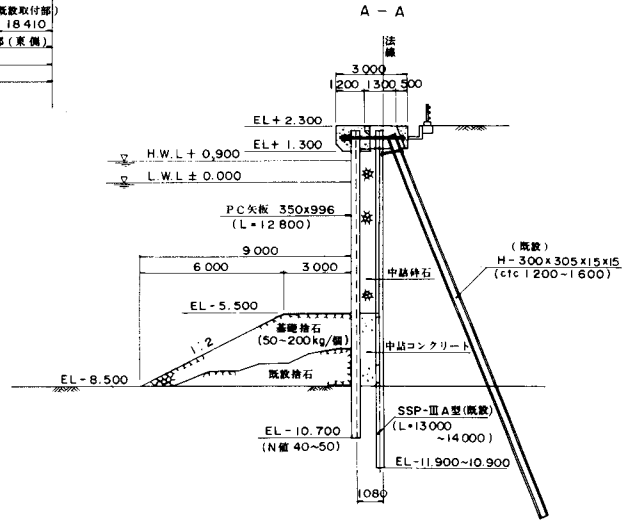


頭部断面図



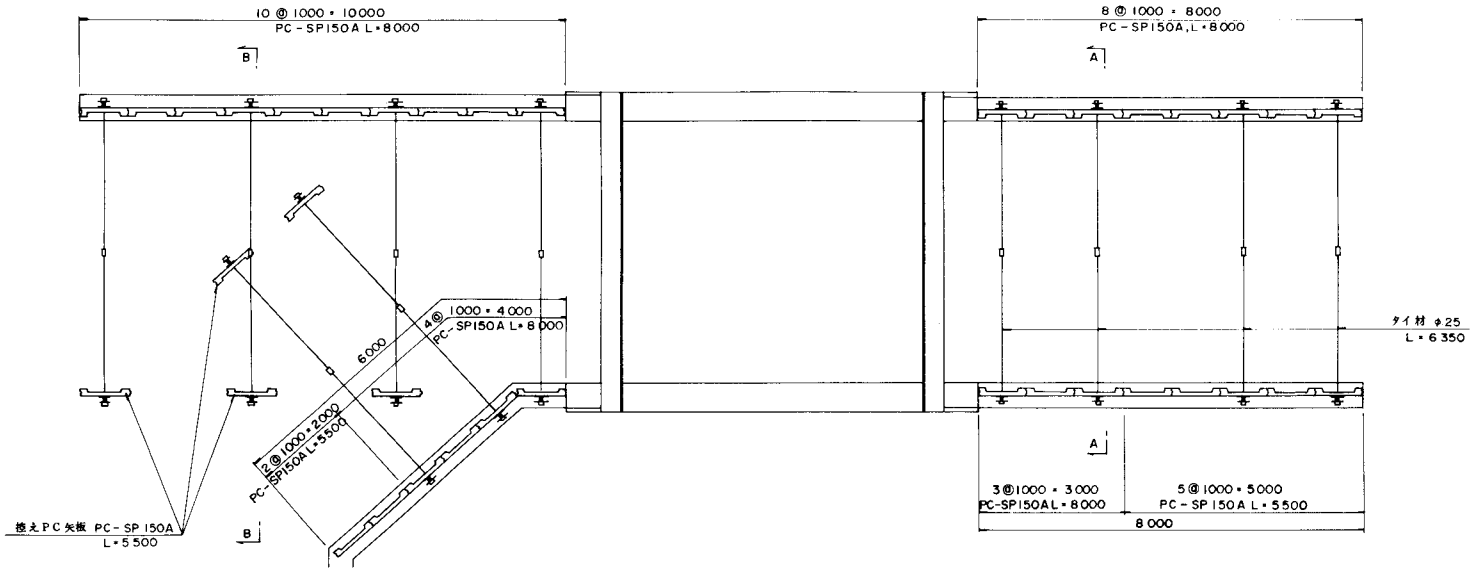
標準断面図

A － A



P C 矢 板

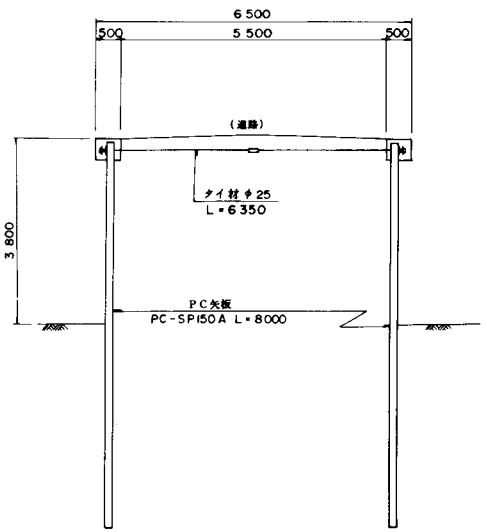
平 面 図



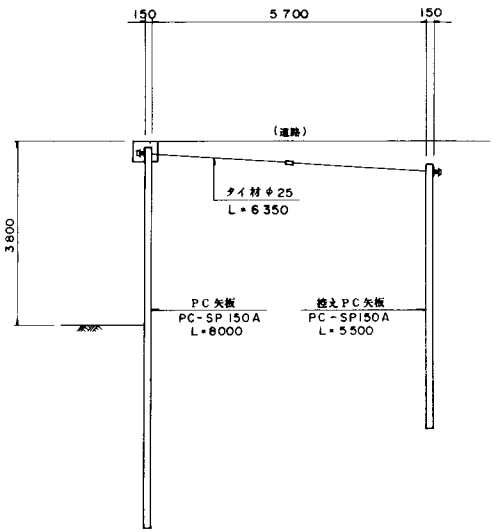
設　計　条　件		
形　式（矢板形状）		控え式矢板壁(溝形)
壁　高		H＝3m800
土の単位重量	盛土部	γ1＝1.8 t/m³
	埋入れ部	γ2＝1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝30°
	埋入れ部	φ2＝30°
上載荷重	常　時	q1＝1.0 t/m²
	施工時	q2＝1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝700 kg/cm²
控　え　杭		σck＝700 kg/cm²
タ　イ　材		φ25mm（SS41）

断 面 図

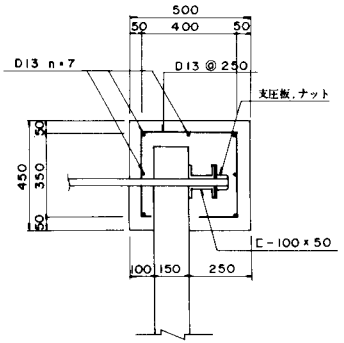
A － A



B － B

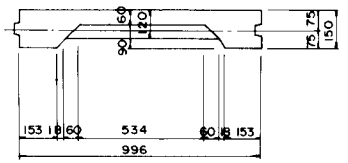


笠コンクリート断面図



PC矢板断面図

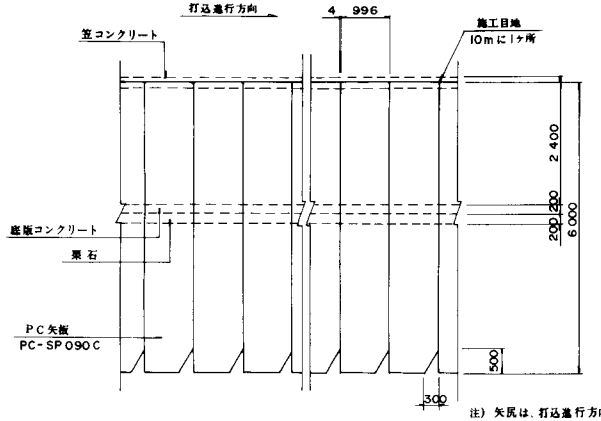
PC－SP150A



P C 矢 板

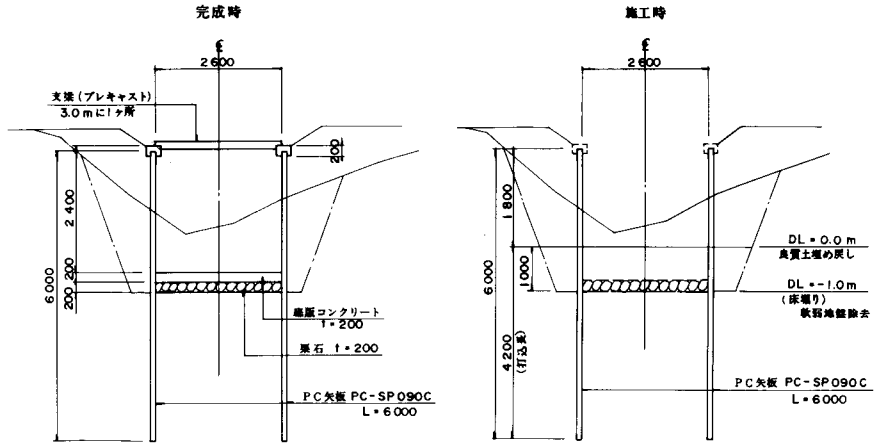
設 計 条 件		
形 式 (矢板形状)		水路式(開渠)矢板壁(薄形)
壁 高		H= 2m500
土の単位重量	盛土部	γ1= 1.8 t/m³
	根入れ部	γ2= 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1= 30°
	根入れ部	φ2= 30°
上載荷重	常 時	q1= 1.0 t/m²
	施工時	q2= 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck= 700 kg/cm²

側 面 図

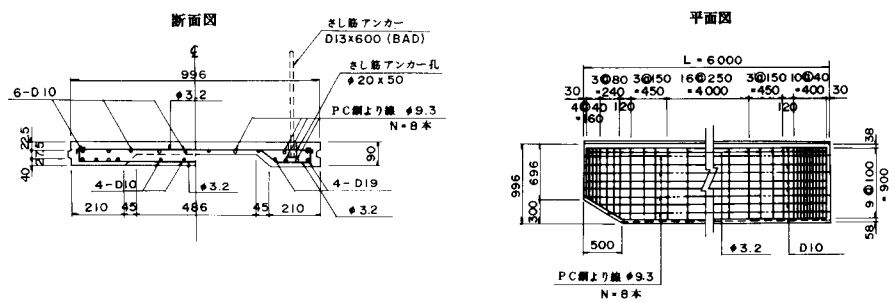


注) 矢尻は、打込進行方向に設ける

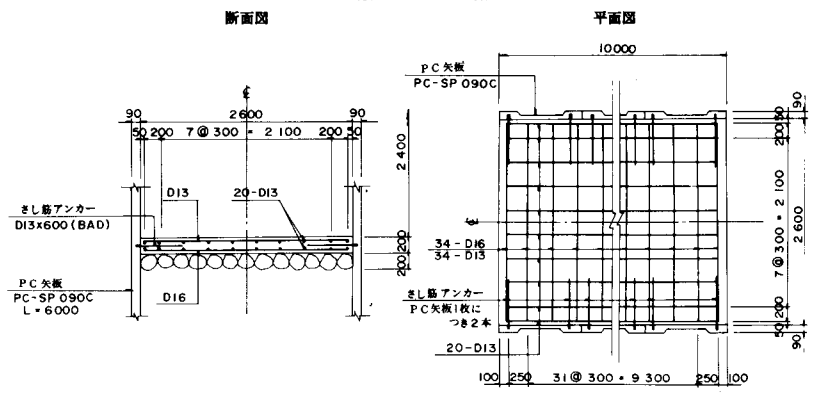
断 面 図



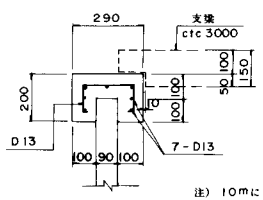
PC矢板配筋図



底版コンクリート配筋図

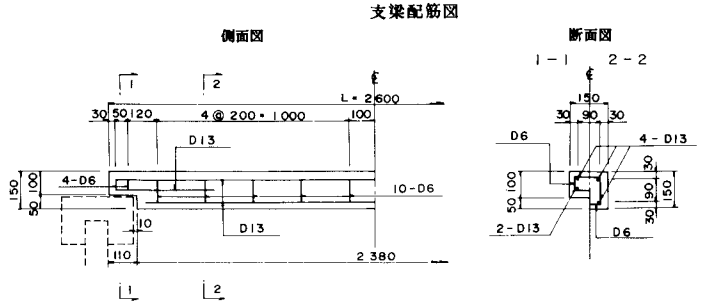


笠コンクリート配筋図



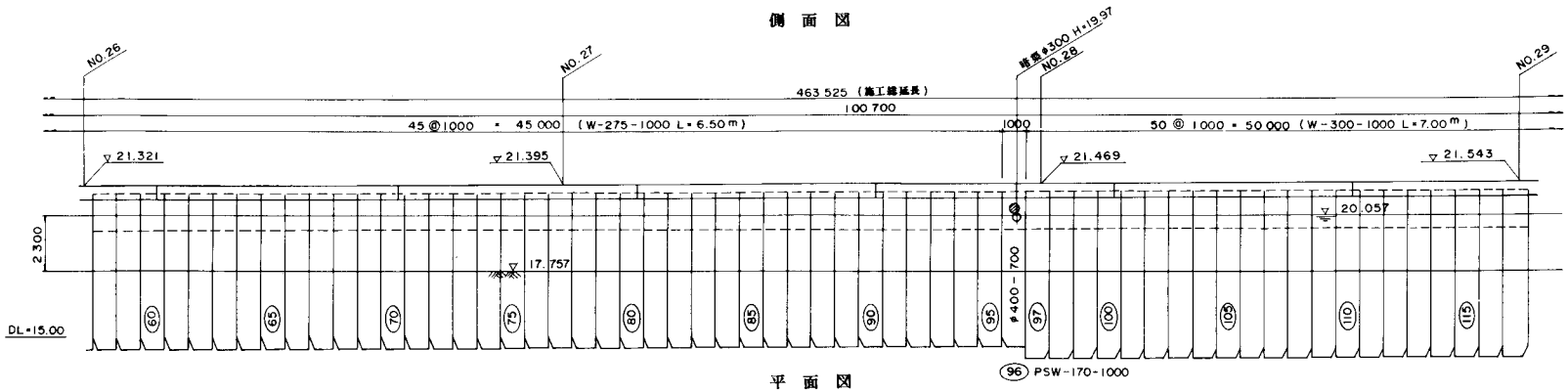
注) 10mに1ヶ所施工目地を設ける。

支梁配筋図

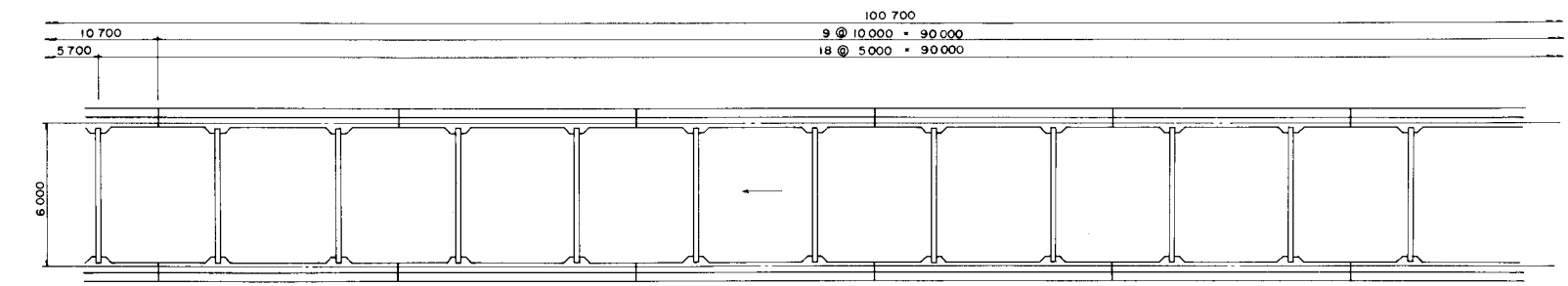


P C 矢 板

側 面 図



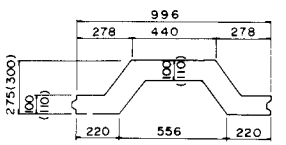
平 面 図



設 計 条 件		
形 式 (矢板形状)		水路式(開渠)矢板壁(波形)
壁 高		H＝2m900～4m500
土の単位重量	盛土部	γ1＝ 1.8 t/m³
	埋入れ部	γ2＝ 1.0 t/m³
内部摩擦角	盛土部	φ1＝ 20°
	埋入れ部	φ2＝ 30°
上載荷重	常 時	q1＝ 1.0 t/m²
	施工時	q2＝ 1.0 t/m²
矢板コンクリート強度		σck＝ 600 kg/cm²

矢板断面図

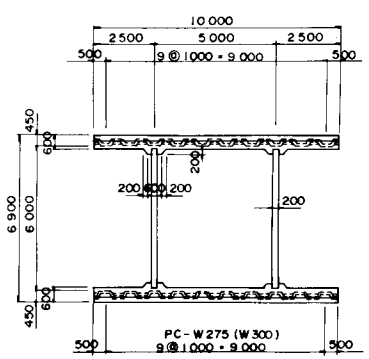
(W-275-1000)
(W-300-1000)



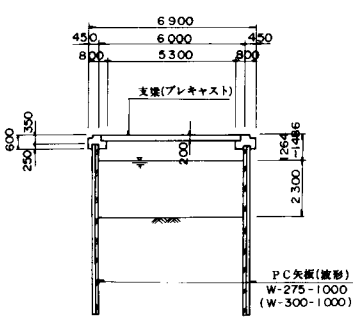
注)( )内寸法はW-300-1000を示す。

水路構造図

平面図

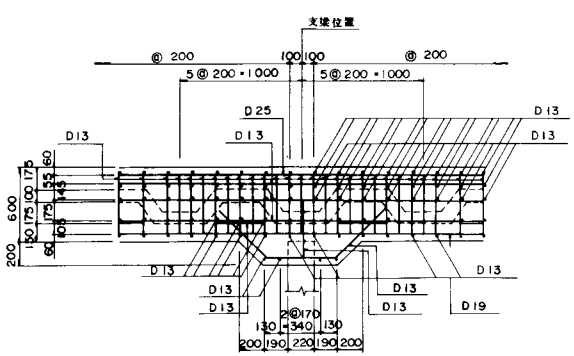


断面図

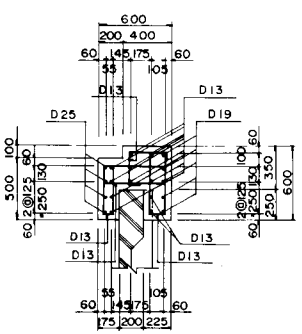


笠コンクリート配筋図

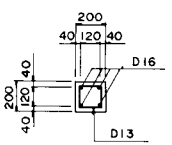
平面図



標準部断面図



支梁配筋図



3－2　ボックスカルバート

ボックスカルバートは、従来から現場打ちコンクリート構造としてその形態を整えてきたが、市街地等における交通障害の緩和と急速施工等を目的として、プレキャストボックスカルバートが開発され、実用化されてから30年近くが経過している。

プレキャストボックスカルバートは、ＲＣ構造とＰＣ構造のものがあるが、ここではＰＣ構造のものを取り上げている。

ＰＣボックスカルバートは、正方形あるいは長方形の断面をした大形断面の暗渠，函渠として、下水道をはじめ閉排水路，道路横断暗渠，地下横断道などに使用されている。

○　特　長

①　軽　　量　　部材が簿く、軽量で取扱いが容易。

②　工期短縮　　プレキャストであるため、現場作業が簡略化し、交通頻繁な所でも据付後直ちに埋戻し交通可能。

③　耐　久　性　　プレストレスの導入により耐久性が向上し、ひび割れに対して安全。

④　品質が均一　　設備の整ったＪＩＳ工場で製作するため、品質管理がゆきとどき、大量生産も可能。

⑤　防　　水　　延長方向のプレストレス導入により目地からの漏水防止。

⑥　経　済　性　　現場作業の簡素化による労務者の省力化と工期短縮による経済性。

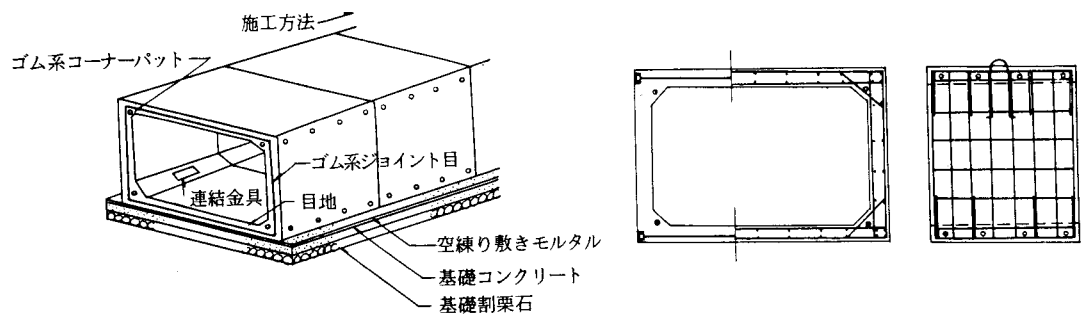


図３－２　ＰＣボックスカルバート概念図

○　設　計

設計は、日本道路協会「擁壁・カルバート・仮設構造物設計施工指針」および土木学会「コンクリート標準示方書」等に準拠して行っている。一般にＰＣボックスカルバートは、パーシャルプレストレスとしている。

なお、大型カルバートの場合、輸送上（桁下空間，重量制限）の問題から分割して製造・運搬を行い、敷設現場でＰＣ鋼棒によって一体とする組立式ボックスカルバートが利用されている。

○　施　工

基礎の施工後、クレーン等により部材を所定位置に敷設する。部材相互のずれ，漏水，不等沈下を防止する目的もかねて、個々の部材の結合と一体化を図るために、ＰＣ鋼材による縦締連結を行う。

ボックスカルバートの一般的な施工手順，据付を図３－３に示す。

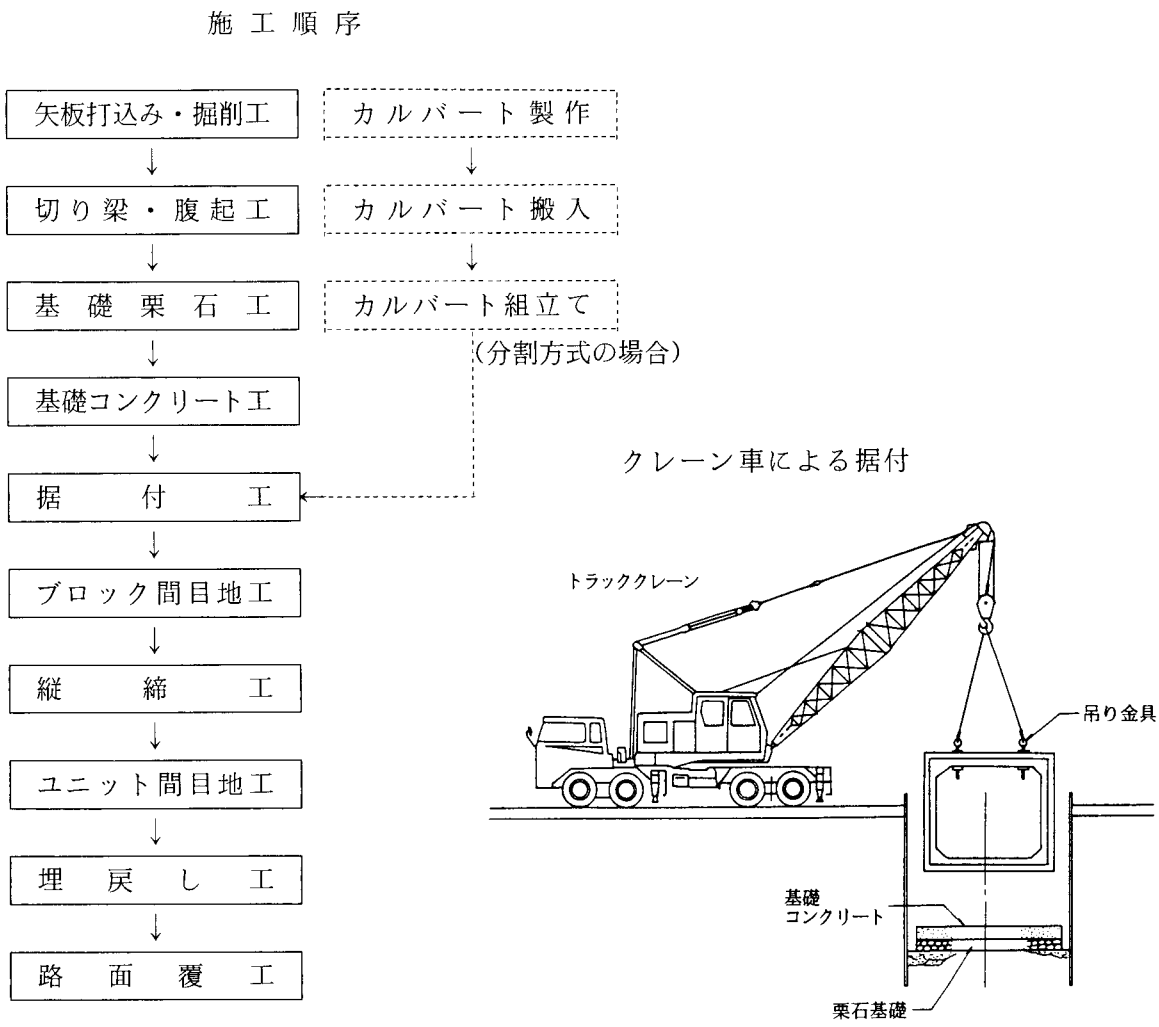


図３－３　施工順序および据付要領

種　別　3－2

図－1

都市河川の改修で計画された内空5ｍ×4ｍのＰＣカルバートである。

現地は、交通量の多い市街地のため現場工期を短縮する必要があり、また、道路面と計画高水位の差が僅かしかないこと、工事用地が狭いことなどの理由からこの型式が採用された。

各々のブロックは、10ｔ車での搬入のため、縦軸方向に2ｍの長さとし、上下に半割りにしたコの字型の形状とした。接合は、先ず鉛直ＰＣ鋼棒φ26、上下床版の横締ＰＣ鋼棒φ26を緊張してＢＯＸを完成させ、次に目地部にモルタルを注入し、最後に縦方向ＰＣ鋼より線1Ｔ21.8を緊張してカルバートを一体とした。

図－2

本工事の特色は、カルバート直下に流域下水道（φ4050）が直角方向に設置されており、通常の橋梁形式によると支持杭配置が不等間隔となる。

よって、ボックスカルバートを2径間の連続梁として解析し、下水道管を十分離して支持杭を配置した。

図－3

本ボックスカルバートは、道路用として構築されたものである。

工事に先立ち、①ボックスカルバート　②矢板＋プレテン　③　橋梁（橋台＋プレテン）の3案で比較され、工費および工期の有利性により本案が採用された。

特に、この道路は交通量が多く、長い間の通行止めが出来ないため急速施工が要求された。

工場から製品を運搬，架設後、ＰＣ鋼材によって連結した。道路面は、通常の橋梁の橋面と全く同じであり、土被りはなく舗装のみである。

図－4

ボックスカルバートを河川改修に伴う県道との交差部に設置したものである。

県道付換えによる道路規制期間を短縮するため、プレキャストＰＣボックスカルバートが採用された。

上下二分割（Ｕ字形）で工場製作し、現地組立後ＰＣ鋼材にて接合した。

図－5

本工事は、老朽化した現橋（鉄筋コンクリート橋）の架替工事として発注された。架設地点には、工場や民家等が隣接し、また、下水道管や電気通信ケーブルが埋設されているため、橋梁下部工を設置するのが困難でありカルバート形式が採用された。

施工は、交通量が多いことから一期施工，二期施工に分けて行い、更に搬入できるクレーン吊り能力から部材は断面的に6ピースに分割して製作し、現地据付と同時にＰＣ鋼棒で一

体化を行った。

図－6

本件は、交差点に位置する下水道用暗渠の新設工事である。

工事延長は、24.0ｍで運搬および架設時のブロック重量の制限から1ブロックをＷ＝4.0ｔ／本とし、長さを1.0ｍとした。施工は、工場にて製作されたカルバートをトラック（10ｔ車）にて運搬し、トラッククレーン（20ｔ吊）にて吊り込み基礎上のレールにセットした。本工事は、国道を横断するため、全面交通止めをしないように2回に分けて行った（約60日の工程である）。

なお、カルバート本体は頂版および底版の厚みがおさえられているため、両版共ＰＣ部材とした。

図－7

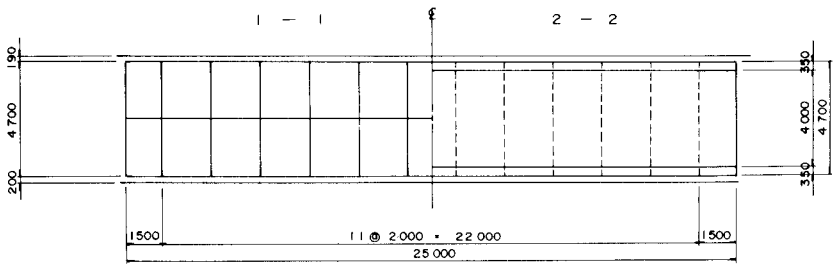
本工事に使用している“ＰＣ可撓性埋設管”は、地盤の沈下等の変形に追従可能な構造となっており、軟弱地盤・圧密性の地盤で、杭基礎を使用しないので経済的に安全に樋門工事を施工できる構造物である。

ＰＣ鋼材の選定は、必要なプレストレスを満足する範囲でケーブルの最も細径のものを選定し、プレストレス導入による面圧縮力は、これまでの実績を基に30kg／㎠とした。

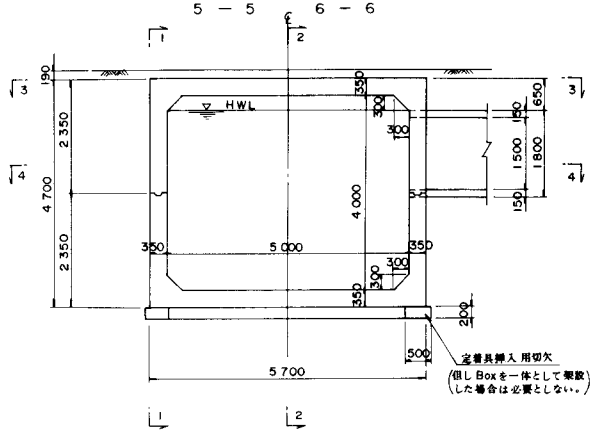
施工は、①基礎コンクリート打設、②　樋管ピースをクレーンにて取り下ろし所定位置にセット、③ブロック間にＣＲゴムをはさみ、次のピースを接合、④全ピース完了後、ＰＣ鋼より線（アンボンド）を挿入しプレストレス導入を行った。

ボックスカルバート

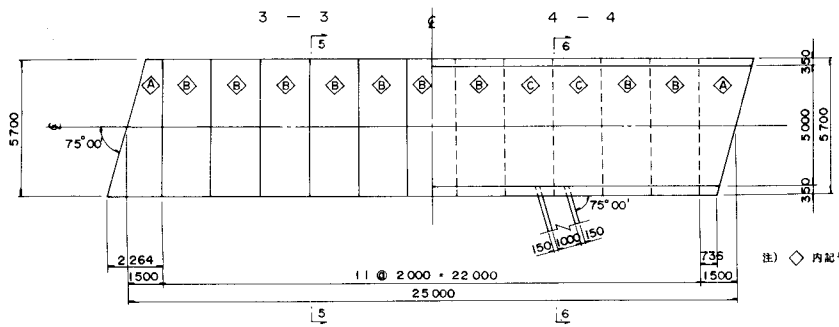
側面図



断面図



平面図

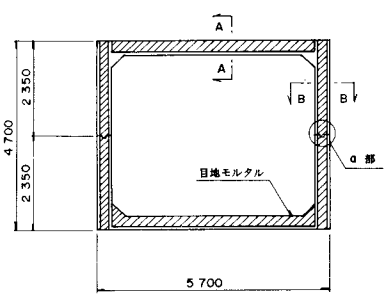


注) ◇ 内記号は 各ブロックのタイプを示す。

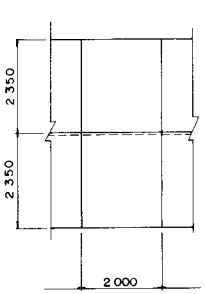
設計条件		
構造形式		プレキャスト方式 PC ボックスカルバート
内空断面	幅	5 m 000
	高さ	4 m 000
土被り厚		0 m 190 (舗装)
土の単位体積重量		γ = 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		ϕ = 30°
活荷重		T - 20
使用材料	コンクリート強度	σck = 400 kg/cm²
	PC 鋼材 部材用	ϕ 26 mm (SBPR 95/110)
	PC 鋼材 縦締用	1 T 21.8 mm

目地部詳細図

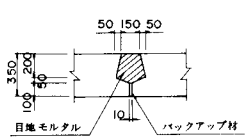
断面図



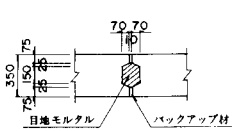
側面図



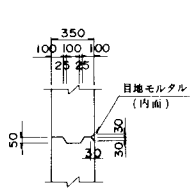
A － A



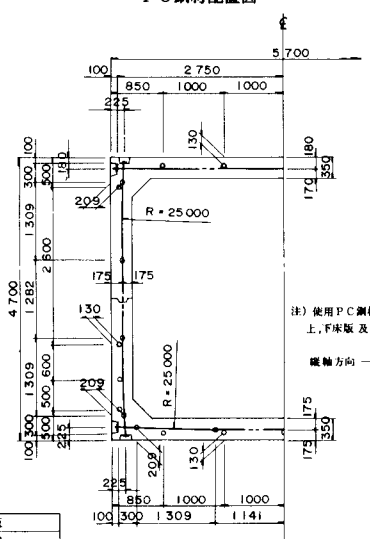
B － B



α 部詳細図



PC 鋼材配置図



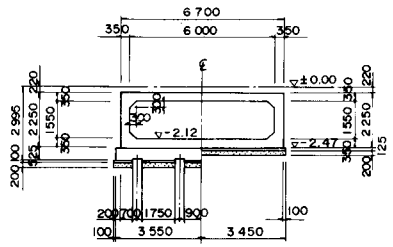
注) 使用 PC 鋼材
上, 下床版 及び 鉛直方向 —— PC 鋼棒 ϕ26
(SBPR 95/110)
縦軸方向 —— PC 鋼より線 1T 21.8

緊張順序

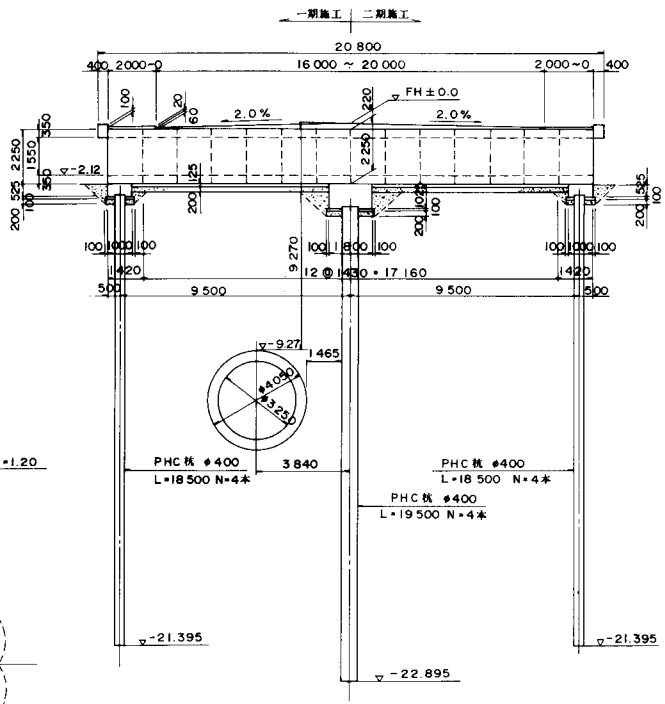
1	上・下床版
2	鉛直方向
3	縦軸方向

ボックスカルバート

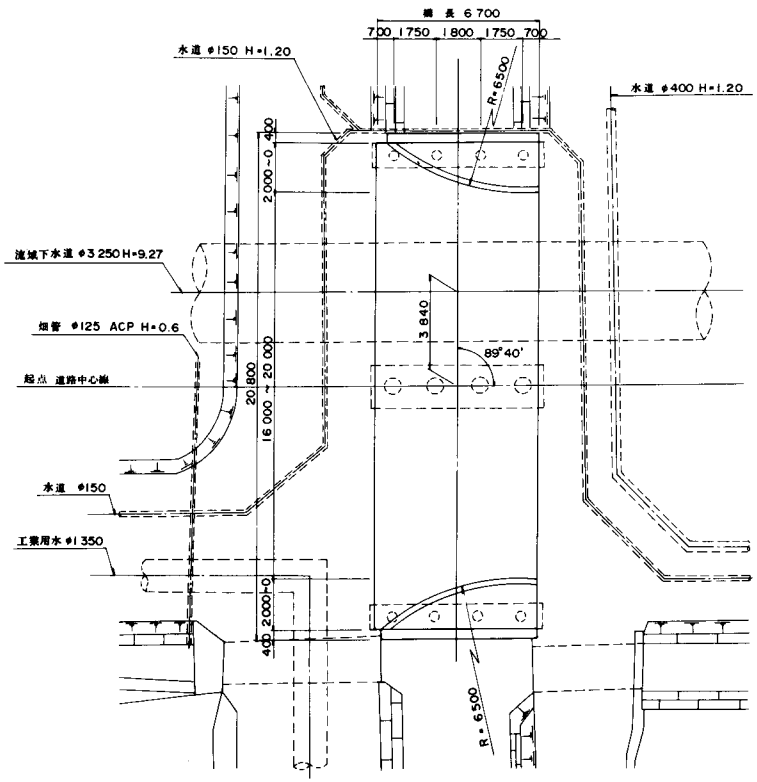
断面図



側面図



平面図



Boring

EL－0.498

深度	土質名	N値
0.25	表土	
0.90	粘土	
3.50	礫混り粘土	0 1 2
6.50	砂	7 10
12.50	シルト	9 10 11 0 0 2
13.45	粘土	3
14.00	シルト	6
15.60	腐植土	9 10
18.80	砂	11 12 17
20.50	砂礫	33 32

N値: 0 10 20 30 40 50

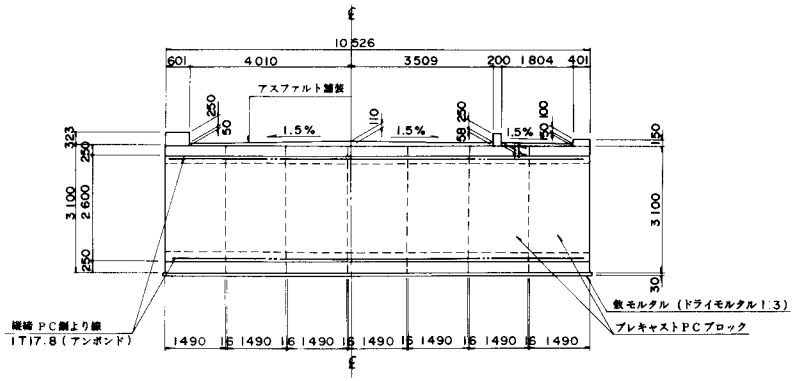
設計条件

構造形式		プレキャスト方式 PCボックスカルバート
内空断面	幅	6 m 000
	高さ	1 m 550
土被り厚		0 m 220 (舗装)
土の単位体積重量		γ= 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		ϕ= 30°
活荷重		T－20
使用材料	コンクリート強度	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材 部材用	φ 26mm (SBPR 95/110)
	PC鋼材 縦締用	1T 21.8 mm

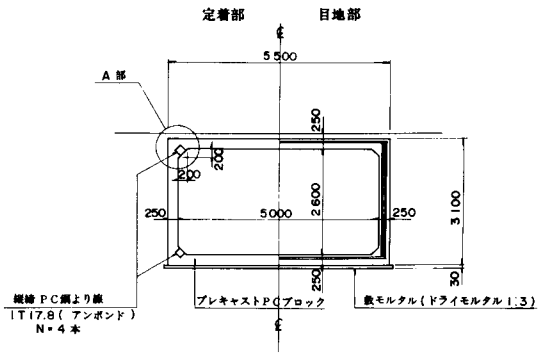
ボックスカルバート

設計条件		
構造形式		プレキャスト方式 PCボックスカルバート
内空断面	幅	5 m 000
	高さ	2 m 600
土被り厚		0 m ! ! 0 (舗装)
土の単位体積重量		γ= 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		φ= 30°
活荷重		T－20
使用材料	コンクリート強度	σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材 部材用	φ26 mm (SBPR 95/110)
	PC鋼材 縦締用	1T 17.8 mm

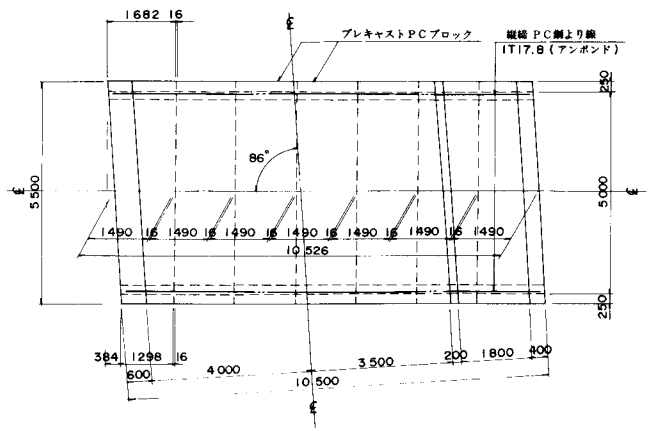
側面図



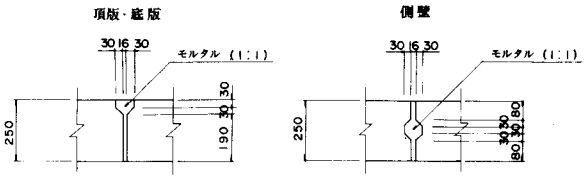
断面図



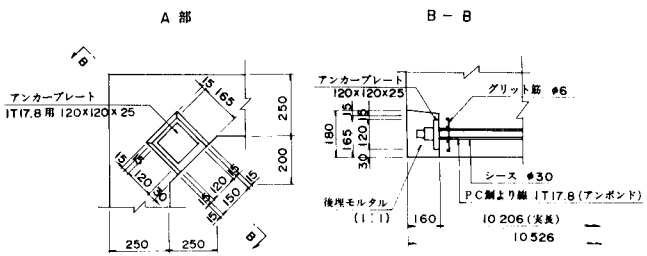
平面図



目地詳細図

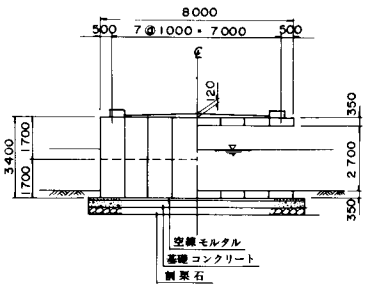


縦締PC鋼材定着部

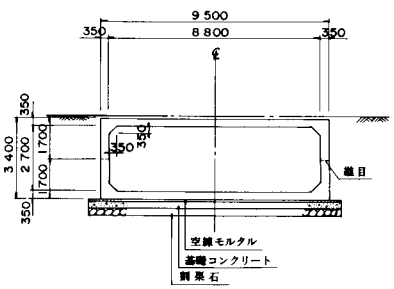


ボックスカルバート

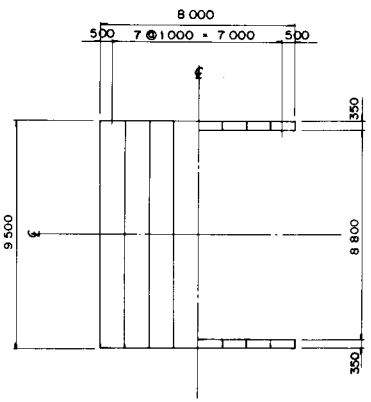
側面図



断面図

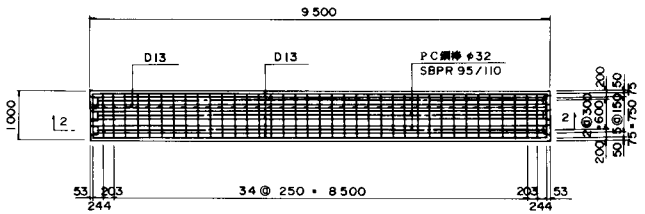


平面図

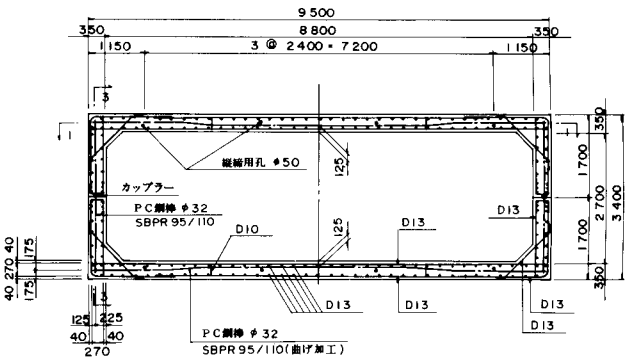


配筋図

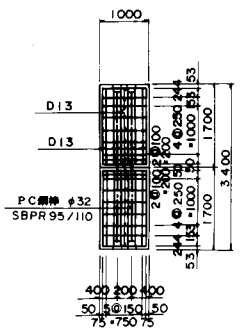
1 － 1



2 － 2

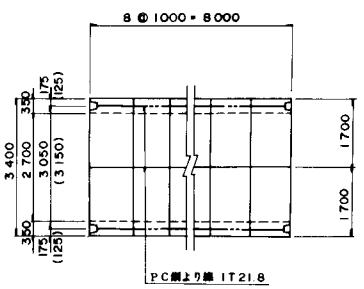


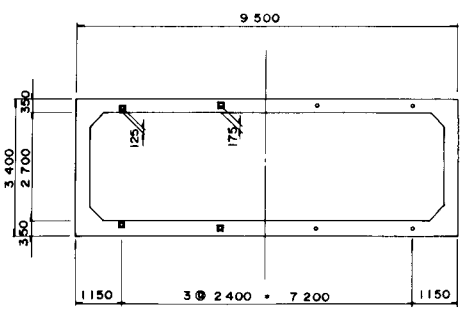
3 － 3



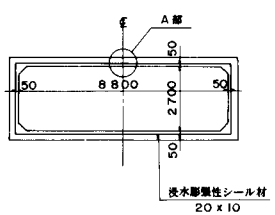
設計条件		
構造形式		プレキャスト方式 PCボックスカルバート
内空断面	幅	8 m 800
	高さ	2 m 700
土被り厚		0 m 120 (舗装)
土の単位体積重量		γ＝ 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		φ＝ 30°
活荷重		T－20
使用材料 コンクリート強度		σck＝ 400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	部材用	φ 32 mm (SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材	継締用	1 T 21.8 mm

縦締PC鋼材配置図

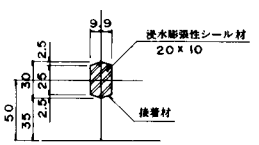




目地部詳細図

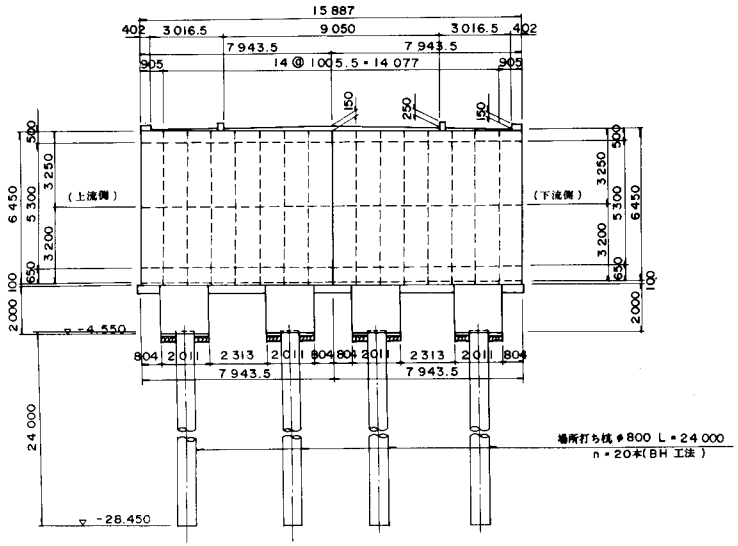


A部詳細図

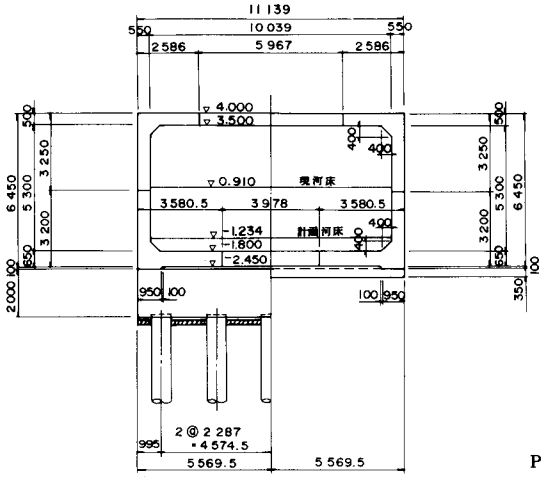


ボックスカルバート

側面図



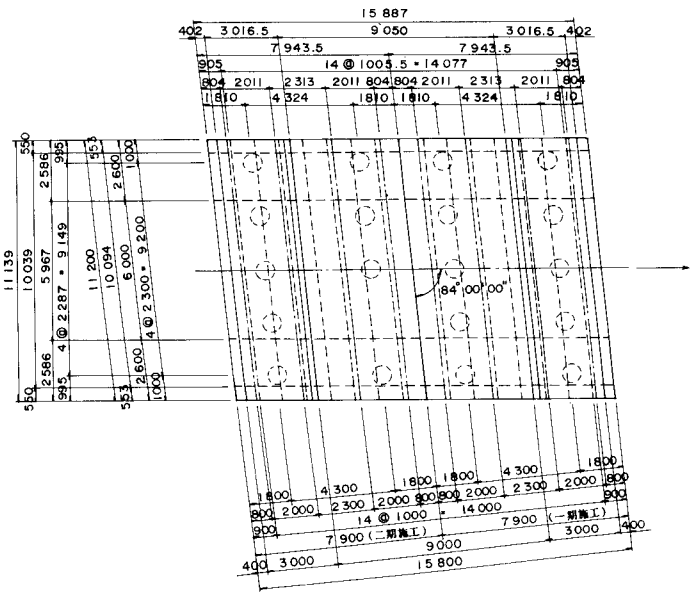
断面図



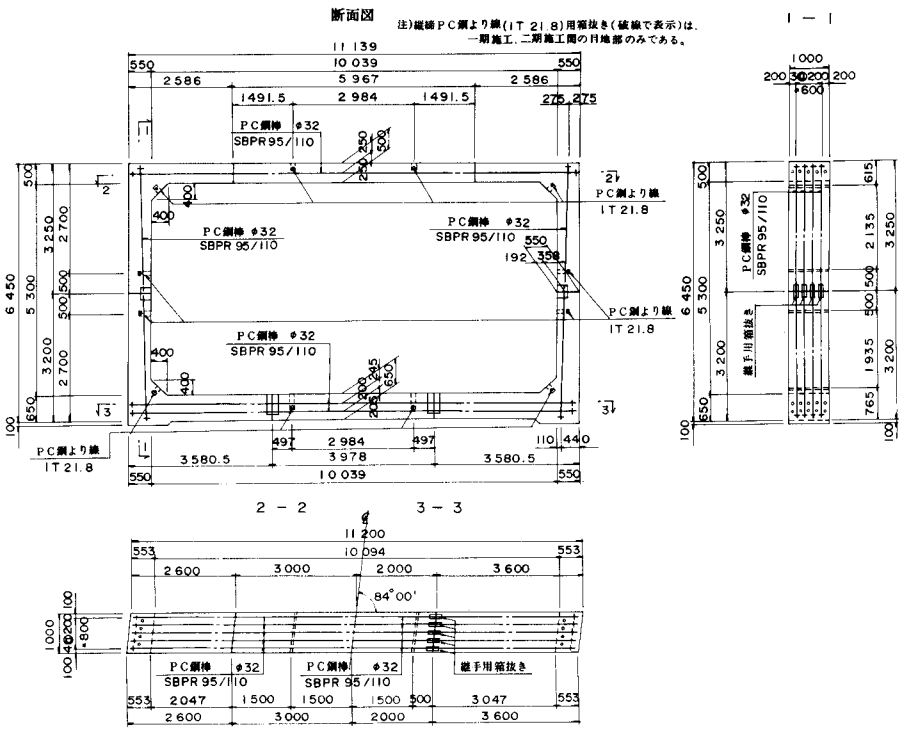
設計条件

構造形式		プレキャスト方式 PCボックスカルバート
内空断面	幅	10 m 039
	高さ	5 m 300
土被り厚		0 m 150 (舗装)
土の単位体積重量		γ= 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		φ= 30°
活荷重		TL － 20
使用材料	コンクリート強度	σck= 500 kg/cm²
	PC鋼材 部材用	φ32mm (SBPR 95/110)
	PC鋼材 縦締用	1T 21.8 mm

平面図



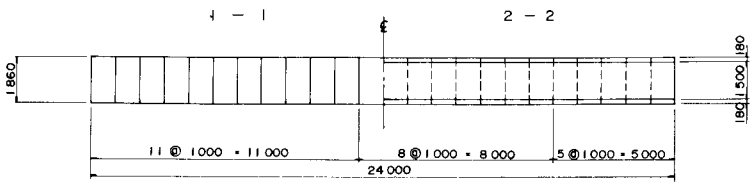
PC鋼材配置図



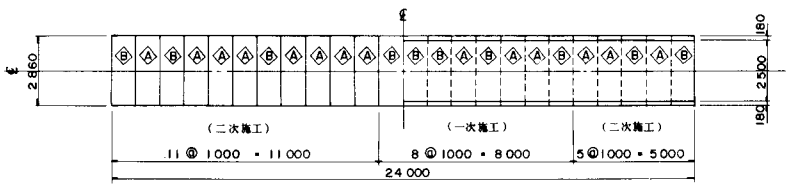
ボックスカルバート

設計条件		
構造形式		プレキャスト方式 PCボックスカルバート
内空断面	幅	2 m 500
	高さ	1 m 500
土被り厚		1 m 000
土の単位体積重量		γ= 1.80 t/m³
盛土の内部摩擦角		ϕ= 30°
活荷重		T - 20
使用材料 コンクリート強度		σck= 400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	部材用	φ23mm (SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材	縦締用	φ17mm (SBPR 95/110)

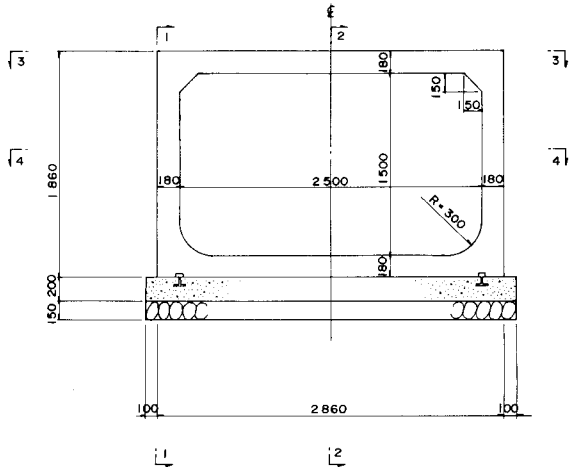
側面図



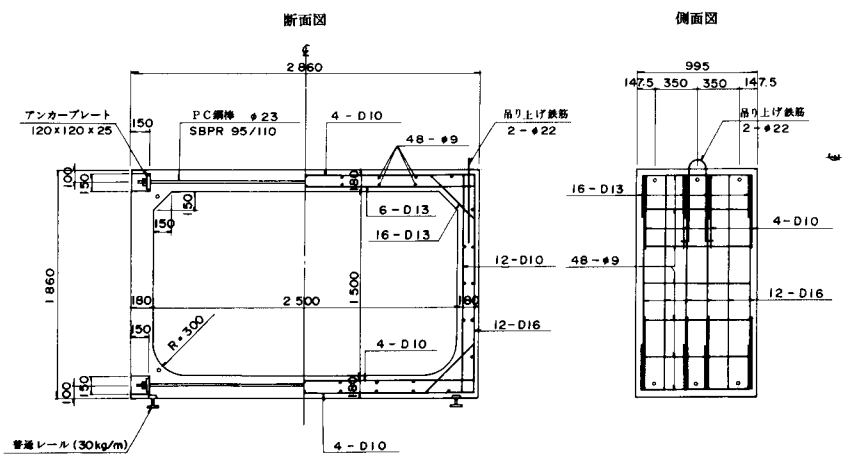
平面図



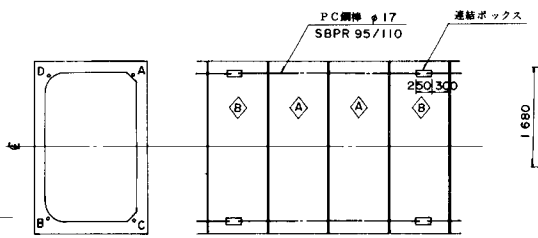
断面図



PCボックスカルバート構造図

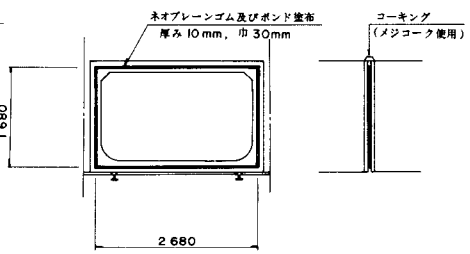


縦締PC鋼棒連結詳細図

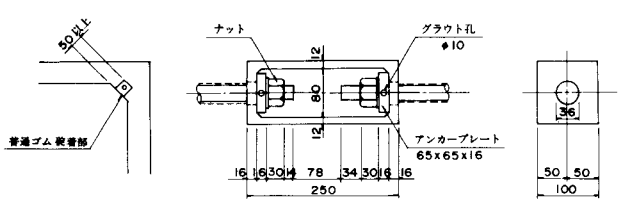


注) 縦締PCジャッキは2連同時緊張を使用しA-B,C-Dを縦締する。

目地部詳細図

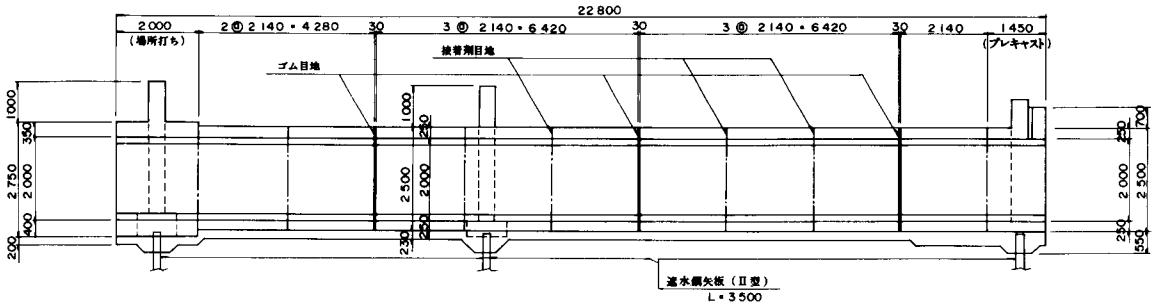


連結ボックス詳細図

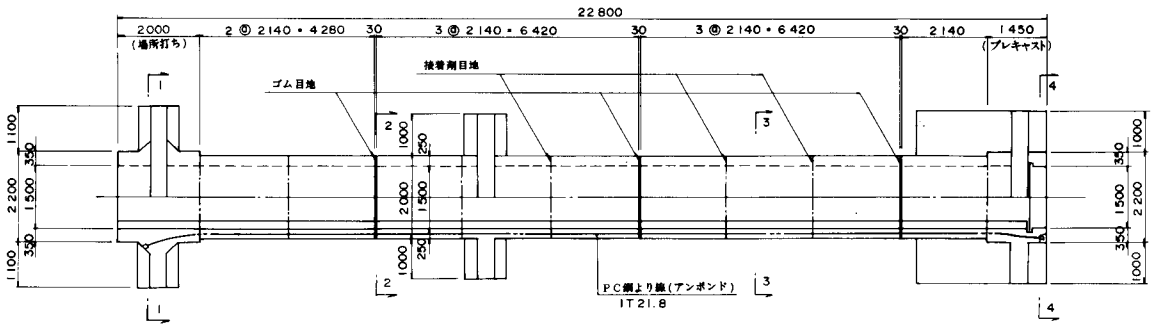


ボックスカルバート（樋管）

縦断図

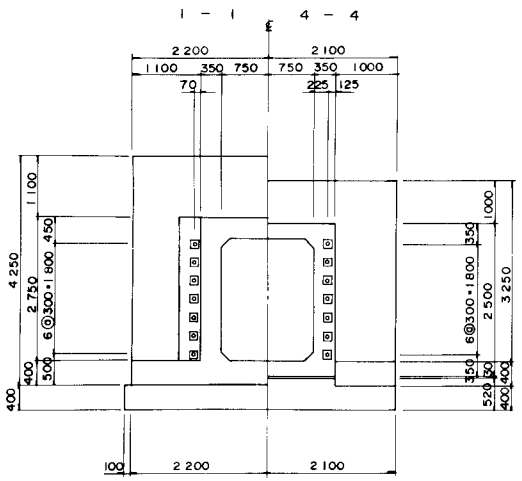


平面図

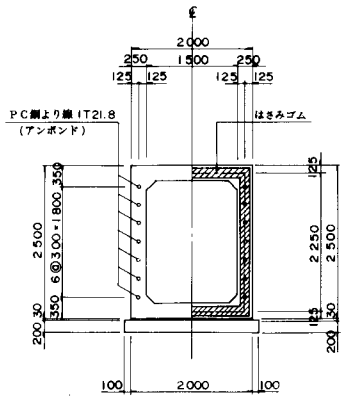


断面図

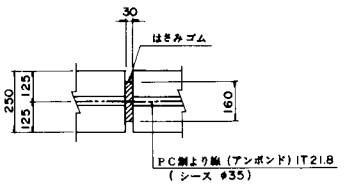
1 － 1　4 － 4



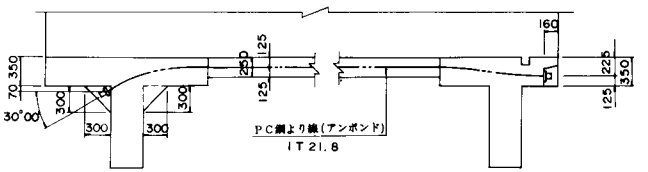
3 － 3　2 － 2



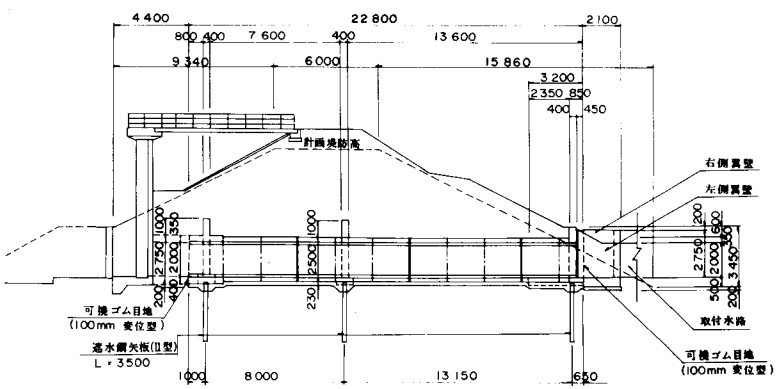
ゴム目地詳細図



縦締ケーブル詳細図



位置図



設計条件		
構造形式		PCポストテンション構造
内空断面	幅	1 m 500
	高さ	2 m 000
	長さ	22 m 800
使用材料	コンクリート強度	σck＝ 300 kg/cm²
	PC鋼材	1T 21.8 mm

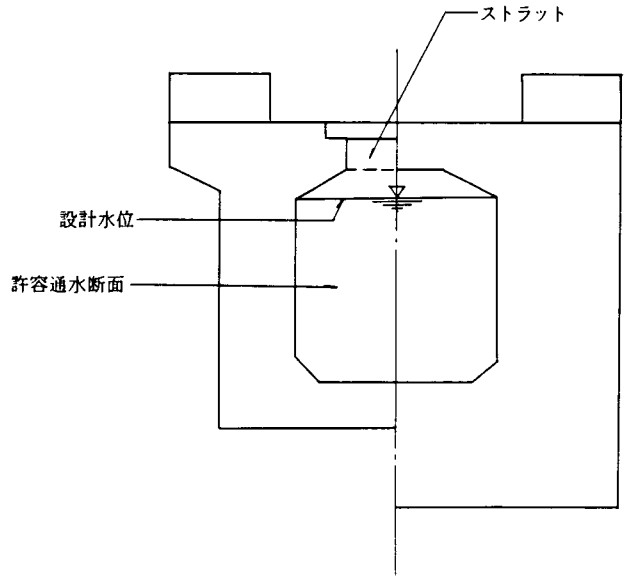
3－3 水　路　橋

水路橋は、水道用，発電用あるいは灌がい用の水を通すための橋梁であり、河川や道路等を横断して架けられている。一般に、漏水を許さない水密性の向上および維持管理上からＰＣ構造が採用されている。

また、水路橋には水路単独橋と水路と道路が一体となっている併設橋とがある。水路と道路はそれぞれ単独橋とする方が望ましいが、通水断面が小さい場合には、併設橋にした方が経済的にも有利となる。ここでは、水路単独橋の実施例を取りあげている。

単　独　橋

（中間支間）　　（支点上）



併　設　橋

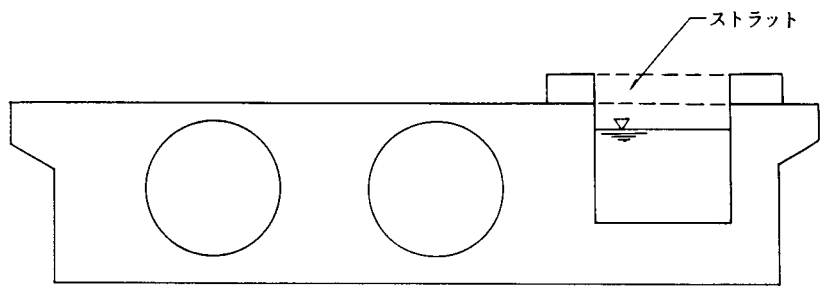


図３－４　水 路 断 面

○　断面形状

水路橋は、管理上から開断面とするのが望ましいが、水路断面上の制限がある場合閉断面とする場合もある。

断面形状は通常、開断面ではU字形状、閉断面ではボックス形状である。大型のU字断面においては上フランジを設け圧縮応力度の低減を図っている。

ポストテンション桁の端部の部材厚は、定着体の配置や伸縮継手とのとりあいなどを十分配慮して決定する必要がある。

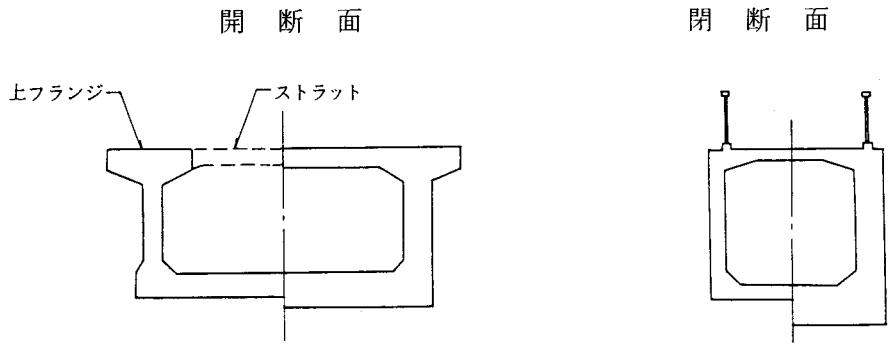


図３－５　主桁断面形状

○　防水工・伸縮継手

水路断面の側壁，底面には防水工を十分に施し、また、特に底面には流下物による防水工の保護から保護モルタルを施すのが望ましい。

伸縮継手部は、漏水の最も発生しやすいケ所であるので、移動量にあわせて止水，防水を十分に行う必要がある。

○　施　工

架設は、プレテンション桁の場合にはクレーン架設で行い、ポストテンション桁の場合には、小規模なものについてはクレーン架設、通常は架橋位置での固定式支保工施工が一般的である。

種　別　3－3

図－1

本線橋の横にプレテンション方式による開断面の水路を並設したものである。

支承部構造はアンカーボルトを桁に埋設し、下部工橋座の方にアンカーキャップをセットして充填材を施している。道路橋等で通常行っている方法の逆としている。

架設は、下方よりトラッククレーンにて単吊り架設を行った。

図－2

本橋は河川改修に伴い河川幅が広くなったため、旧水路橋を撤去し架替えたものである。

新橋部と旧水路取付部の接続のため、橋台背面に現場打ちＲＣ構造の暗渠を設けた。水路部の防水工としては、下地処理後エポキシ樹脂によるライニングを行った。

また、急激な水量の増加に対処するため、スパン中央部下流側の側壁頂部を100㎜切下げ、オーバーフロー部を設けた。

図－3

本橋は、上下部工が同時に発注されたが工期2ケ月と短いため、下部工完成後に上部工の施工に入ることが出来ないので、架橋位置より20ｍ離れた所に支保工を組立て主桁を製作し、ヤードより横移動して所定位置にジャッキダウンし、主桁をセットした。

横移動はスライド用としてテフロン板とステンレス板を敷き、シングルストランド（1T21.8）を引っ張ることによって行った。

図－4

本橋は、水路橋としては長大支間を有する単純箱桁橋である。

橋梁の性格上、漏水を許さない水密性の向上が設計施工の最重要課題であった。支保工の基礎は勿論、コンクリートの打設，養生，型枠の組払し，プレストレスの導入時期，ＰＣ鋼棒による端部の補強，伸縮継手工等細部にわたりクラック防止に努めた。寒冷地でもあり、より水密性を高めるため桁断面の内側はハンチ部を中心に防水工を施し、外側は塗装を行った。

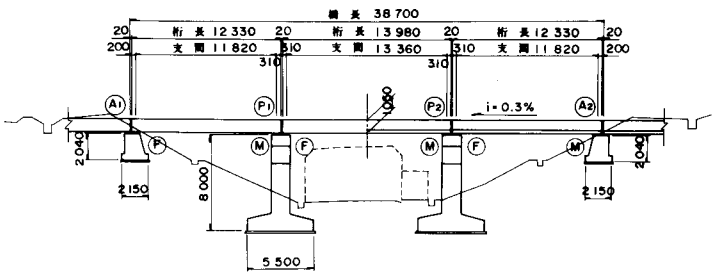
図－5

本橋は、高速道路上に架設された連続桁方式の水路単独橋である。

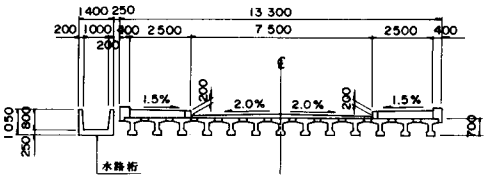
水路の断面形状は、ストラットを設けた開断面となっているが、支点部だけは上フランジを設けた閉断面となっている。ストラットは5ｍ程度に配置されており、グレーチング蓋の形状を考慮した寸法となっている。防水工，伸縮継手の構造は、日本道路公団仕様に準拠している。施工は、固定式支保工によって行った。

水　路　橋

側面図



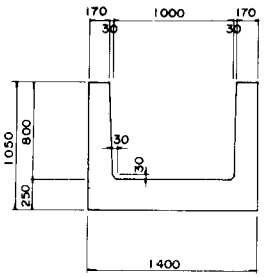
断面図



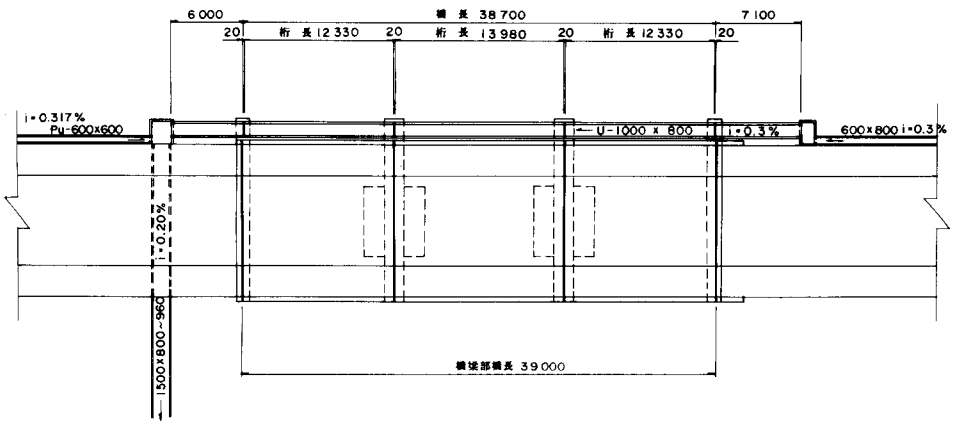
設計条件

設計条件			
構造形式			プレテンション方式単純U桁橋
水荷重	単位重量		γ= 1.0 t/m³
	内容量		水路巾 1m000 水深 0m800
橋長			38 m 700
桁長			13 m 980 , 12 m 330
支間			13 m 380-, 11 m 820
斜角			90° 00' 00"
使用材料	コンクリート強度		σck= 500 kg/cm²
	鋼材	PC鋼材	1T 12.4 mm
		鉄筋	SD 30
架設工法			トラッククレーン架設

主桁断面図

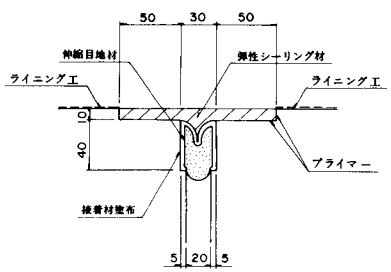


平面図

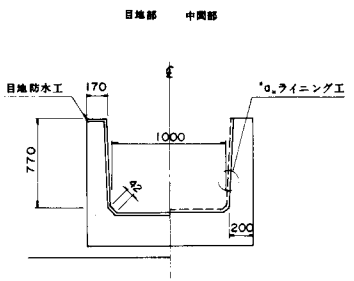


防水工詳細図

目地防水工

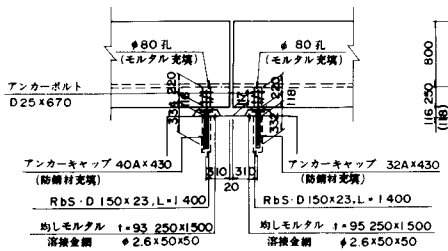


断面図

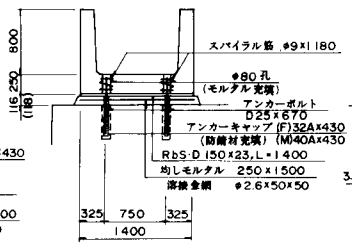


支承詳細図

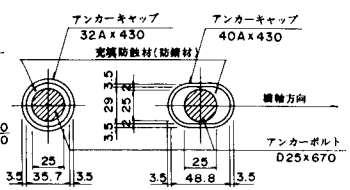
側面図



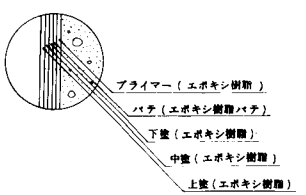
断面図



アンカーキャップ

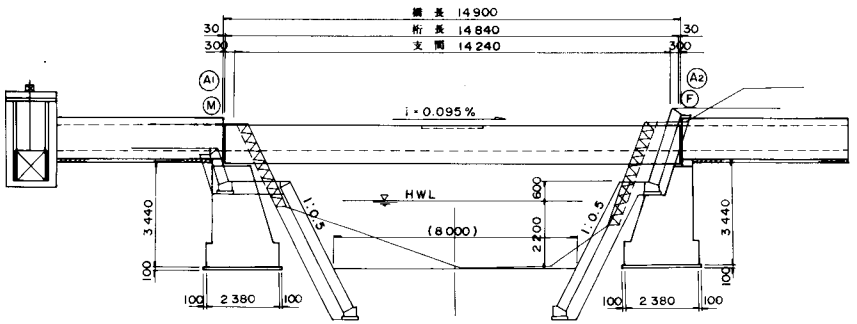


"a" ライニング工詳細図

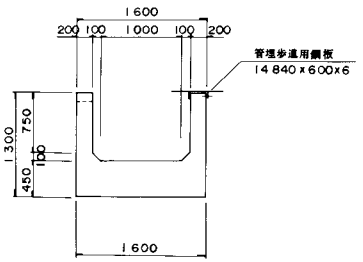


水　路　橋

側面図

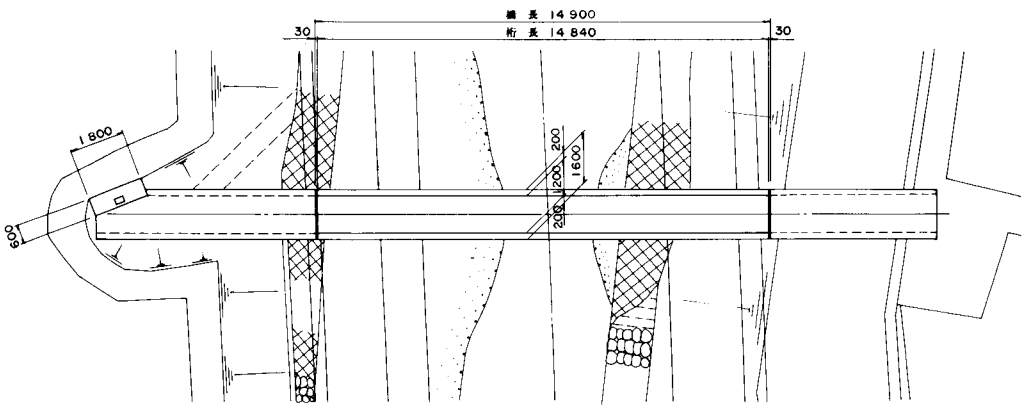


主桁断面図



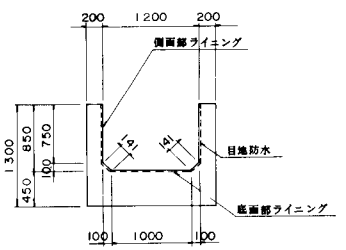
設計条件		
構造形式		ポストテンション方式単純U桁橋
水荷重	単位重量	γ= 1.0 t/m³
	内容量	水路巾1m200 水深0m840
橋長		14m900
桁長		14m840
支間		14m240
斜角		90° 00' 00"
使用材料	コンクリート強度	σck= 350 kg/cm²
	鋼材 PC鋼材	12φ7mm
	鋼材 鉄筋	SD-30
架設工法		固定支保工式架設

平面図

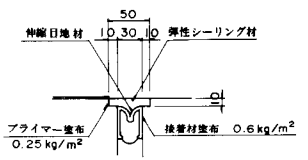


防水工詳細図

断面図

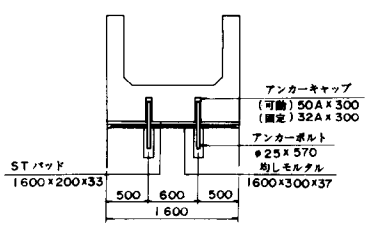


目地防水工

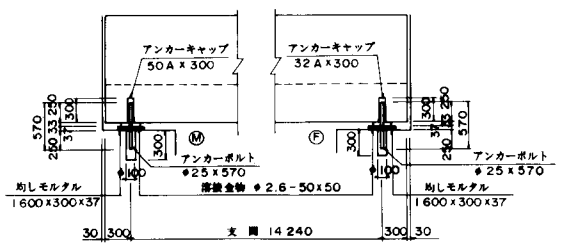


支承詳細図

断面図

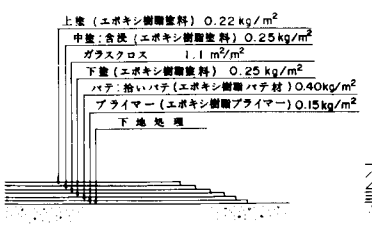


側面図

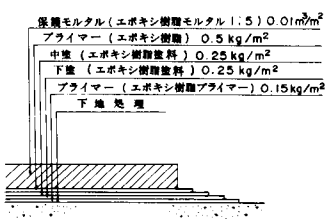


ライニング工

側面部

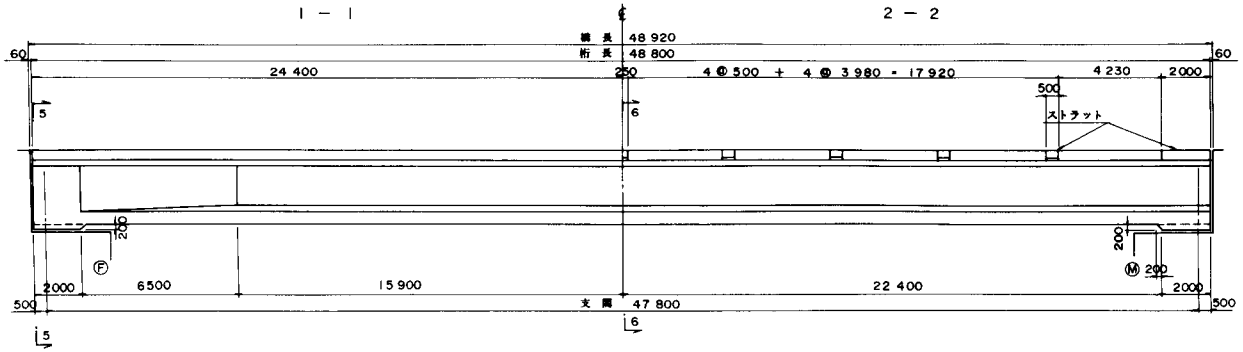


底面部

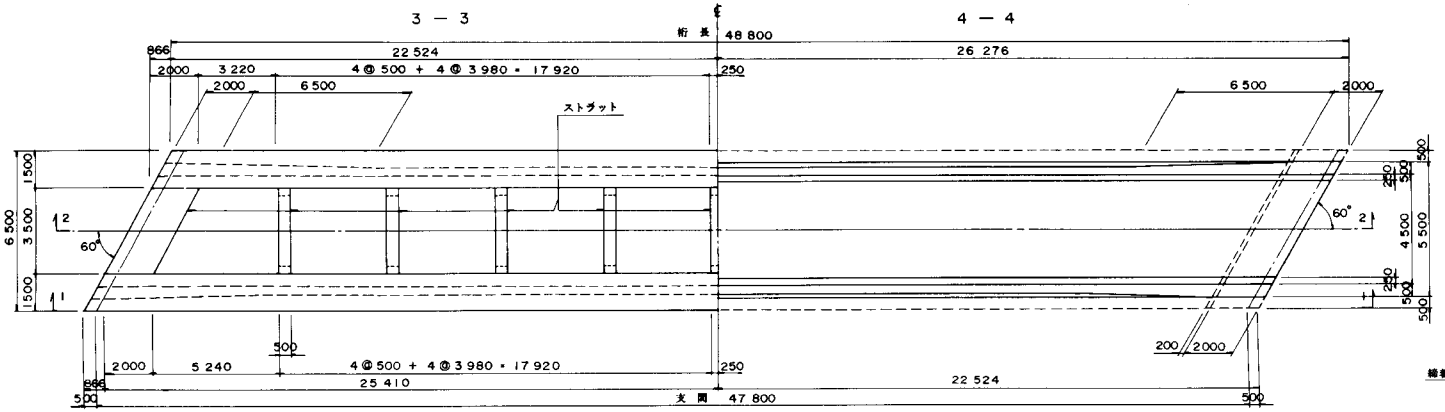


水　路　橋

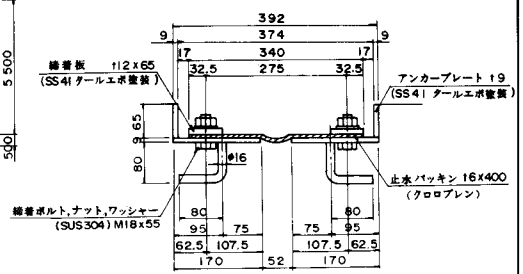
側面図



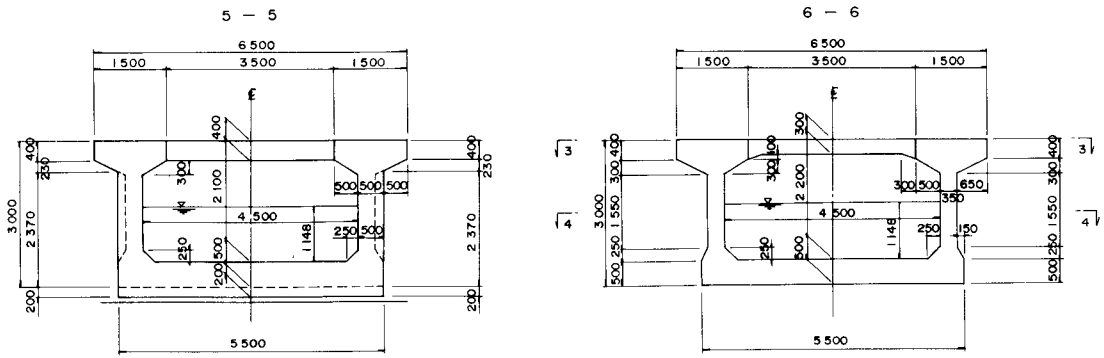
平面図



止水ジョイント図



断面図

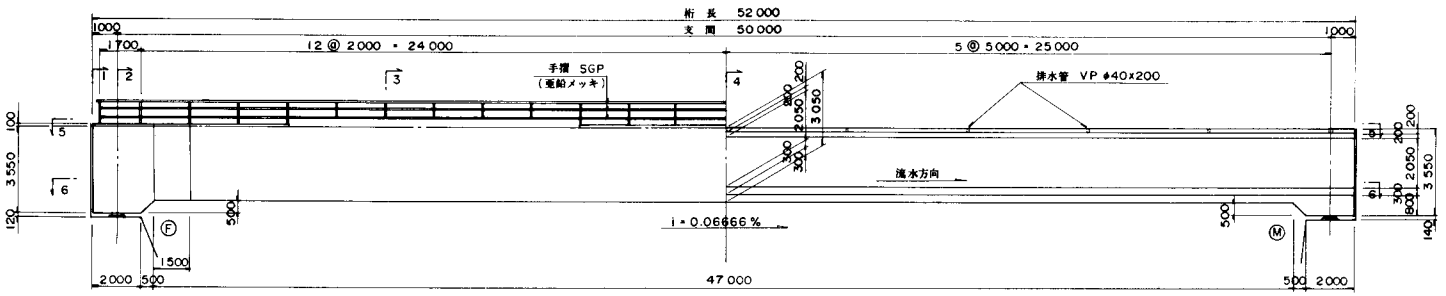


設計条件			
構造形式			ポストテンション方式単純U桁橋
活荷重			群集荷重 350 kg/m²
水荷重	単位重量		γ= 1.0 t/m³
	内容量		水路巾 4m500 水深 1m148
橋長			48 m 920
桁長			48 m 800
支間			47 m 800
斜角			左 60° 00′ 00″
使用材料	コンクリート強度		σck= 400 kg/cm²
	PC鋼材	主方向	12 T15.2 mm
		横方向	φ 32 mm (SBPR95/110)
架設工法			固定支保工式架設

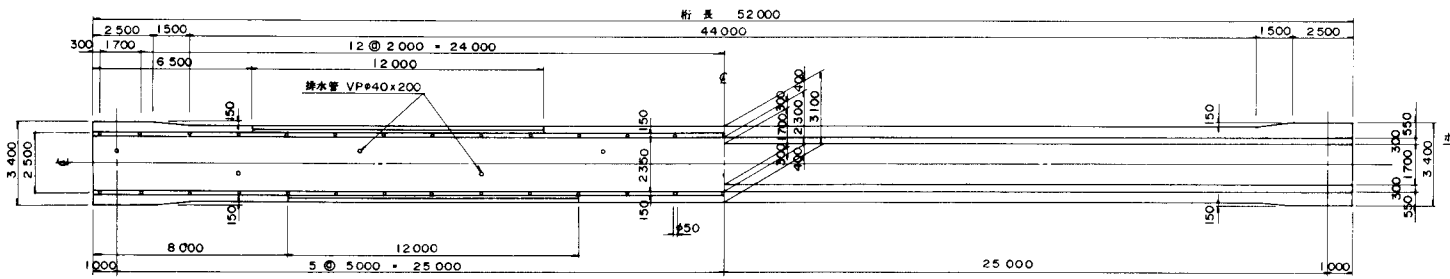
水　路　橋

設計条件		
構造形式		ポストテンション方式単純箱桁橋
活荷重		部集荷重 350 kg/m²
水荷重	単位重量	γ= 1.0 t/m³
	内容量	水路巾 2m300 水深 2m130
橋長		52 m 120
桁長		52 m 000
支間		50 m 000
斜角		90° 00' 00"
使用材料	コンクリート強度	σck= 400 kg/cm²
	鋼材 PC鋼材	12 T 15.2 mm
	鋼材 鉄筋	SD30
架設工法		固定支保工式架設と横移動架設

側面図

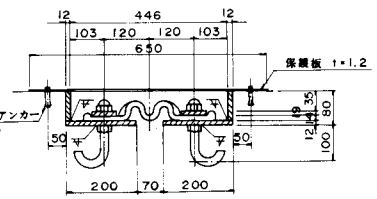


平面図

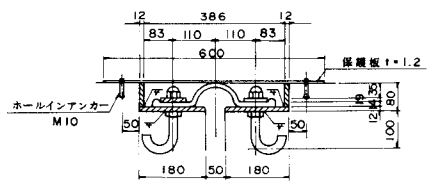


伸縮継手詳細図

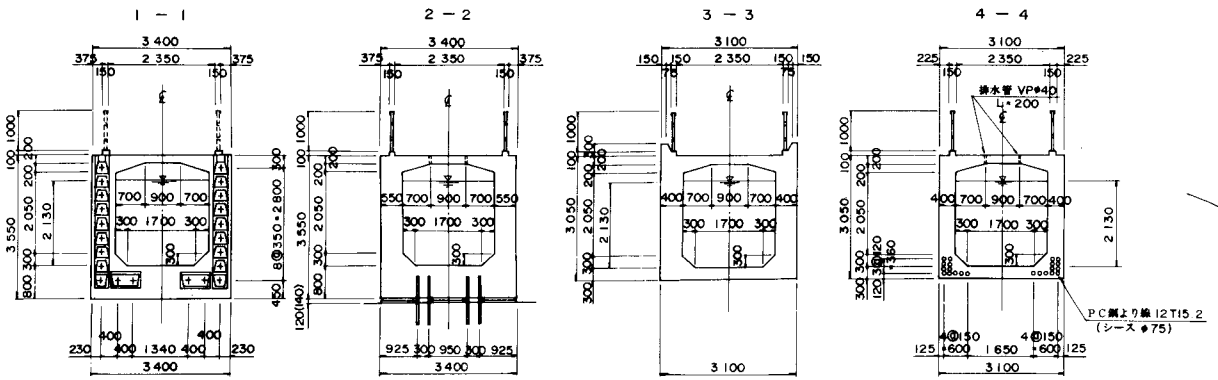
M型ジョイント 100用



オメガ型ジョイント

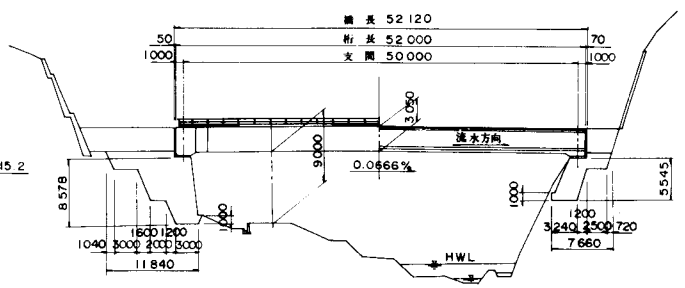


断面図



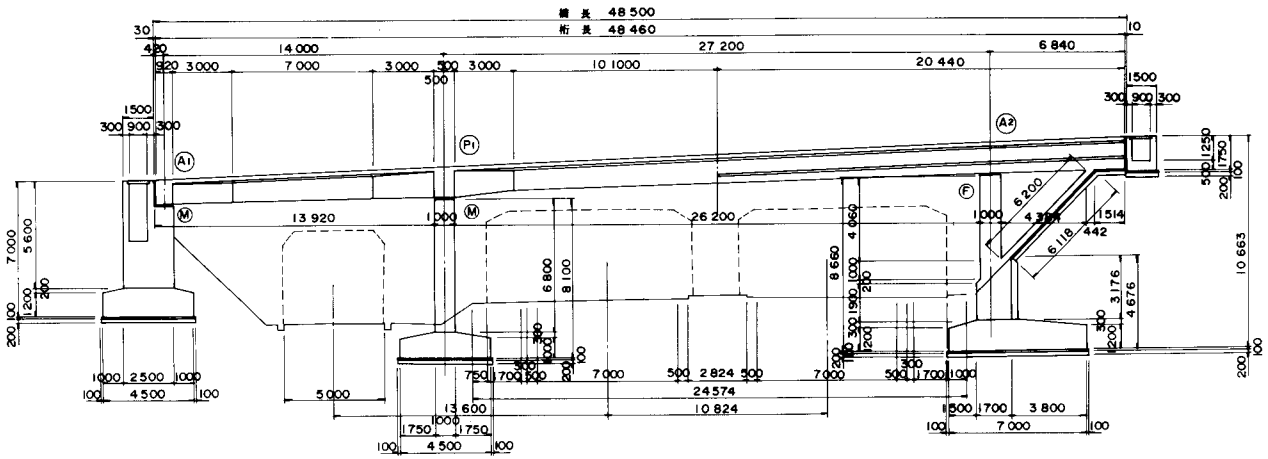
注）（ ）内は 可動側の寸法を示す。

位置図

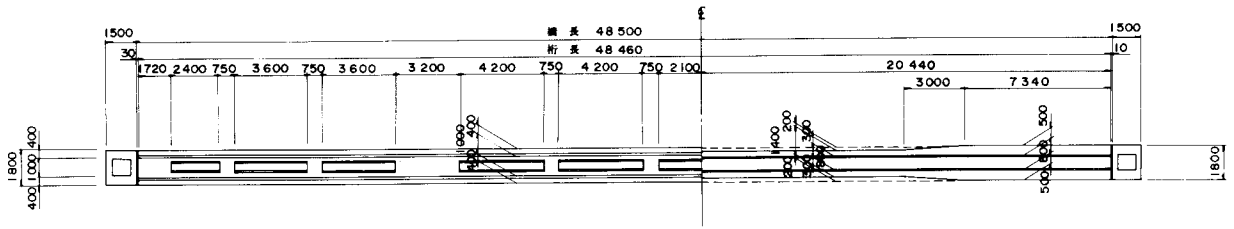


水　路　橋

側面図



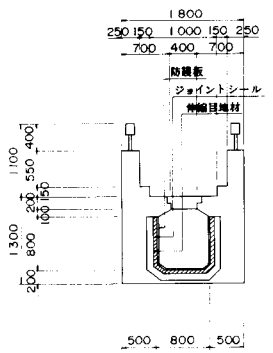
平面図



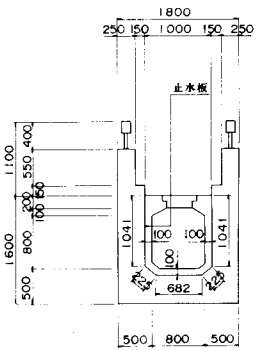
防水継手工詳細図

断面図

A1 側（可動側）

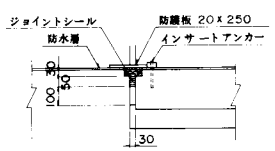


A2 側（固定側）

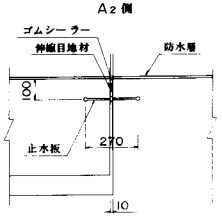


伸縮継手

A1 側



A2 側

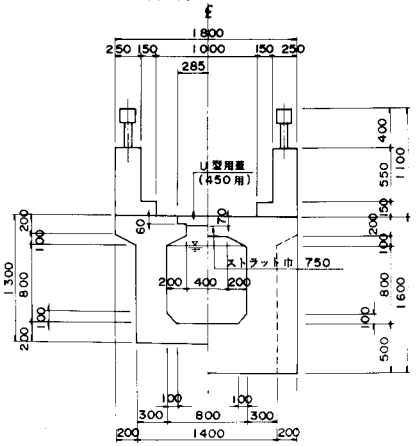


設計条件

設計条件			
構造形式			ポストテンション方式 3径間連続U桁橋
活荷重			群集荷重 350 kg/m²
水荷重	単位重量		γ= 1.0 t/m³
	内容量		水路巾0m800水深0m800
橋長			48 m 500
桁長			48 m 460
支間			14m000+27m200+6m100
斜角			90° 00' 00"
使用材料	コンクリート強度		σck= 350 kg/cm²
	鋼材	PC鋼材	12 φ 7mm
		鉄筋	SD 30
架設工法			固定支保工式架設

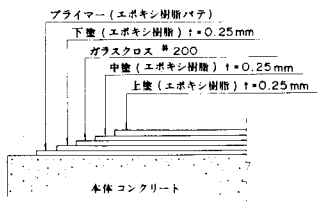
断面図

支間中央　　中間支点

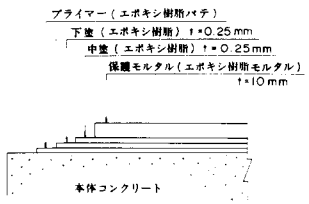


水路防水工詳細図

側面部



底面部



3－4 そ の 他

コンクリート構造物をプレキャスト化することの最大の利点は、現場労働の省略化が可能であると共に、作業時機械力利用の範囲が広くなるので急速施工が容易となる。また、部材は品質管理の行き届いた工場製作であるので、高品質で安全性が高いものである。

ここでは、水路全体をプレキャスト化を図って施工した組立水路と、小河川の護岸に使用されたプレキャスト部材による杭，板および支梁からなるＰＣ組立土止め（杭柵工法ともいう）の施工例を紹介する。

(1) 組立水路

水路構造物を設計，施工等の改善のためプレキャスト化を図って現地にて据付組立ての工事を行うものである。各部材はＰＣ鋼材で緊結し一体化している。

(2) 組立土止め

ＰＣ組立土止め杭，板（柵），支梁のプレキャスト部材よりなり、現場で組立てて小河川・水路等の土止めを行うものである。

種　別　3－4

図－1

本水路が施工された付近は、非常に地盤が悪くＮ値０の粘性土が、８ｍ前後の深さに達する地域である。

本水路には、鋼矢板，親杭柵渠，組立柵渠，大型Ｕ字溝などが検討されたが、水路巾の変化、施工後の沈下、早急な施工などの要件に対してプレキャスト化が出来ることがわかったため、プレキャストＵ字溝となったものである。底版にＰＣ鋼材を配置してあるが、基本的にＲＣ構造である。底版の中抜きは、重量減と敷設する際の納まりを良くするためである。

図－2

本工事は、河口付近に高潮対策事業として設置された開水路である。

軟弱地盤であったため、ＰＣ杭，ＰＣ板，ＲＣ支梁のプレキャスト部材による組立土止めで水路を建設したものである。

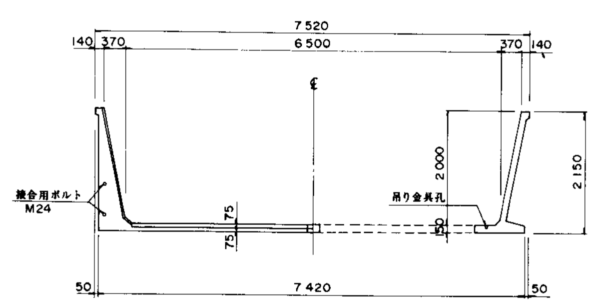
この工法は、他の工法に比べて現場での施工が簡単であり、経済性も発揮された。

組立水路

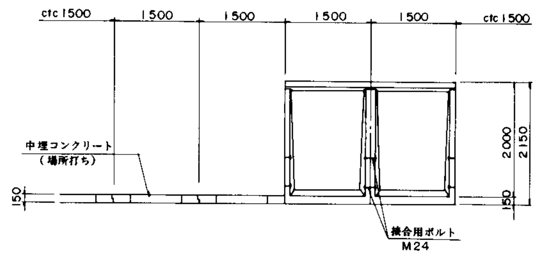
3 － 4	図 － 1

設計条件		
形式		プレキャスト方式U字型水路
水路断面	幅	6 m 500
	高さ	2 m 000
土の単位重量(埋戻部)		γ= 2.0(水中 1.0)t/m³
土の内部摩擦角		ϕ= 30°
上載荷重		q= 1.0 t/m²
使用材料 コンクリート強度	部材	σck= 500 kg/cm²
	中埋	σck= 180 kg/cm²
使用材料 PC鋼材(部材)		ϕ 17 mm (SBPR 95/110)
基礎処理		粉体噴射攪拌工法による地盤改良

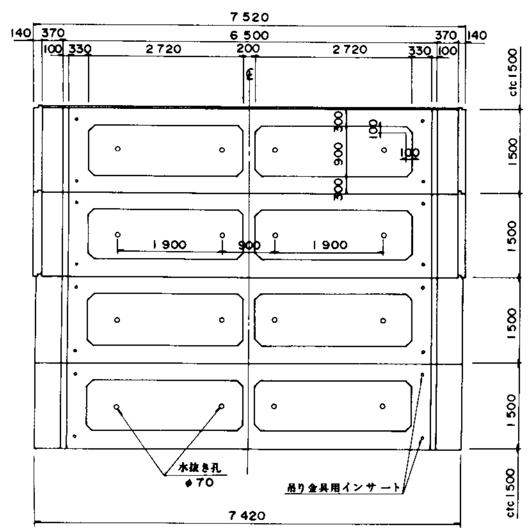
水路断面図



側面図



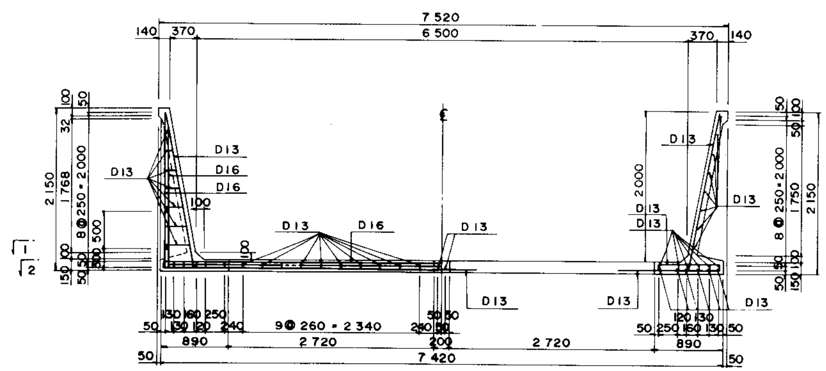
平面図



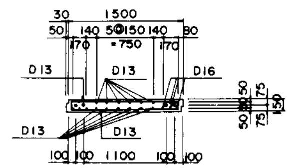
配筋図

断面図

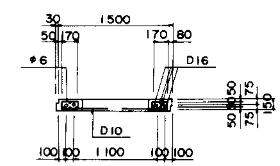
B － B　A － A



3 － 3

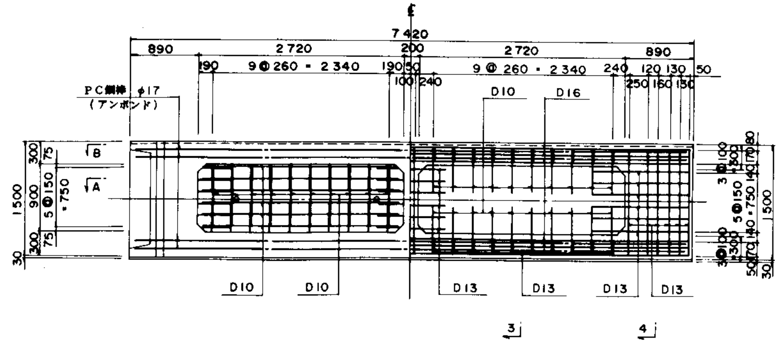


4 － 4

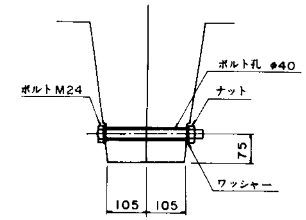


平面図

1 － 1　2 － 2



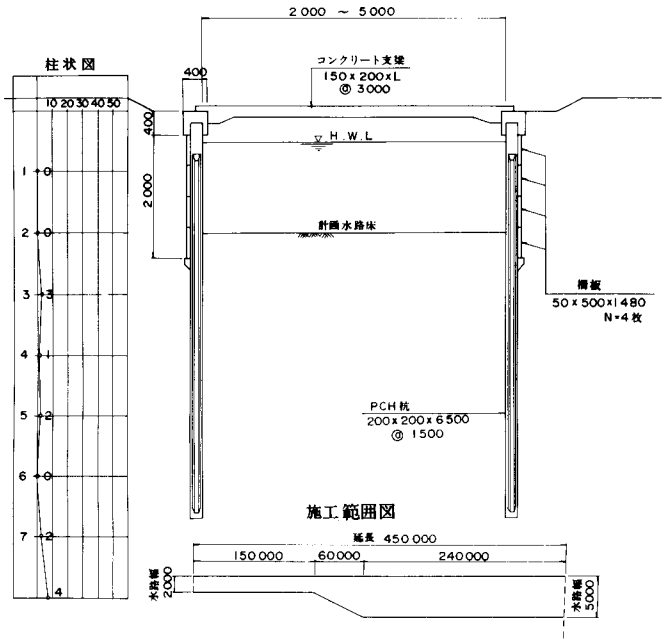
ブロック継手部



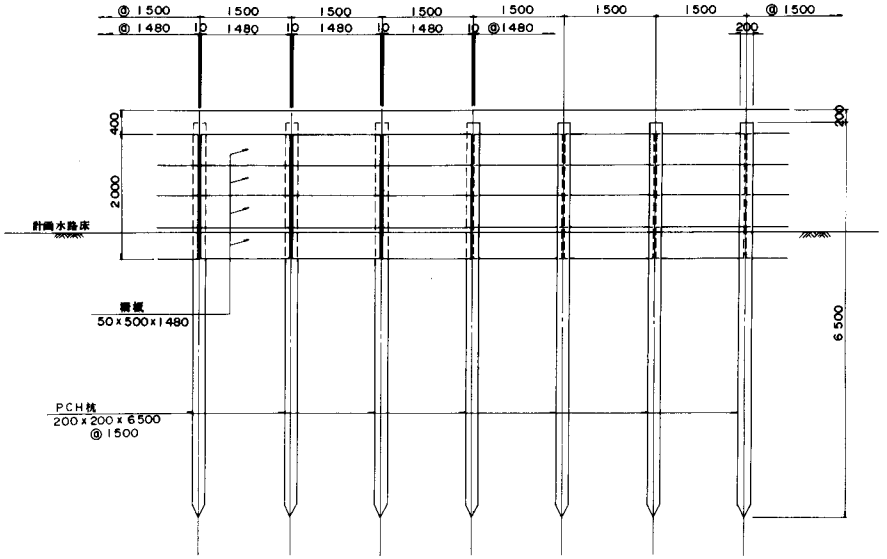
組 立 土 止 め

設計条件		
形式		プレキャスト方式組立土止め水路
水路断面	幅	2 m 000 ～ 5 m 000
	高さ	1 m 500
土の単位重量		γ=2.0(水中1.0)t/m³
土の内部摩擦角		φ= 30°
上載荷重		q= 1.0 t/m²
使用材料 コンクリート強度	杭	σck= 600 kg/cm²
	横板	σck= 600 kg/cm²
	支梁	σck= 400 kg/cm²
使用材料 鋼材	PC鋼材	φ 2.9mm x 2
	鉄筋	SD 30

施工断面図

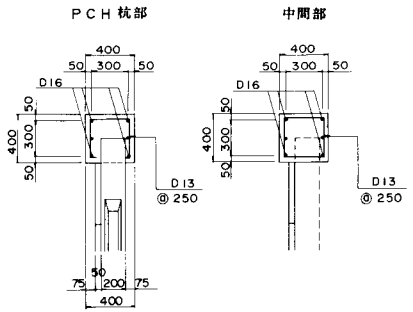


施工正面図

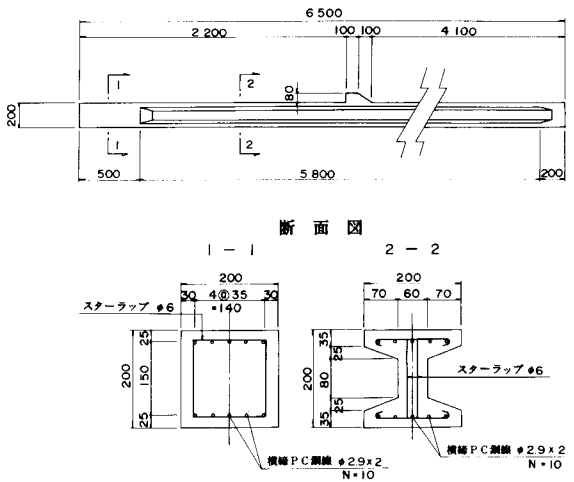


施工範囲図

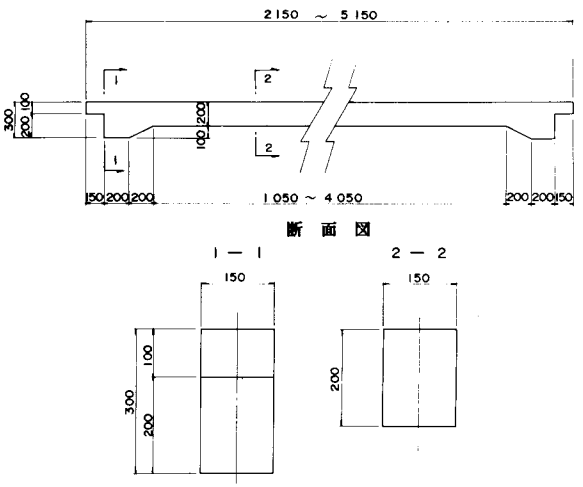
笠コンクリート配筋図



PCH杭構造図



支梁構造図



第 4 章　海洋・港湾構造物

着底式(接地式)構造物
浮 体 式 構 造 物

海洋・港湾構造物

着底（接地）式構造物

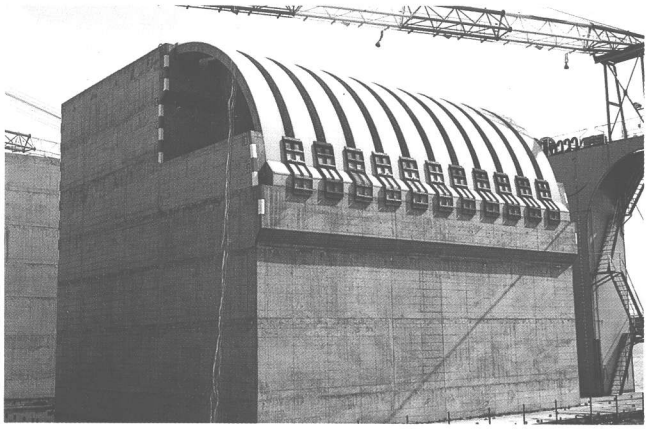
桟　　橋

突堤式桟橋

突堤式桟橋

防　波　堤

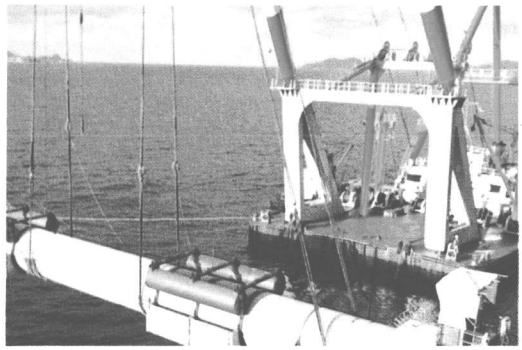
重力式防波堤（曲面スリットケーソン堤）



そ　の　他

沈埋トンネル

沈　埋　管

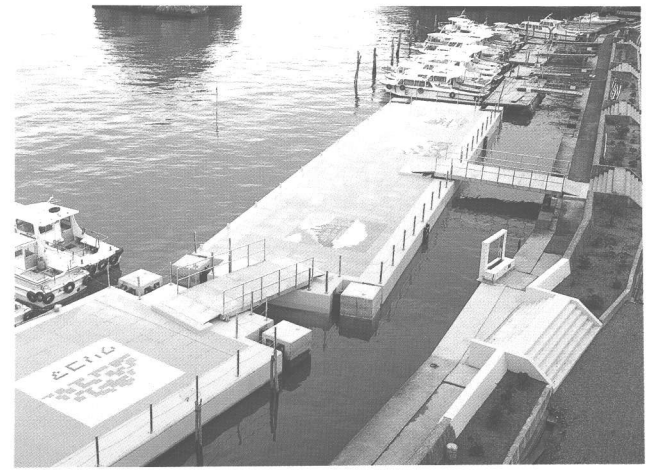


浮　体　式　構　造　物

桟　　橋

浮　桟　橋

浮　桟　橋

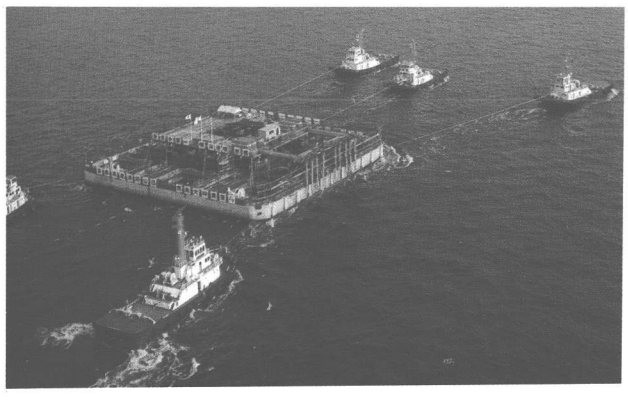


防　波　堤

浮防波堤

コンクリート船

バ　ー　ジ



バ　ー　ジ

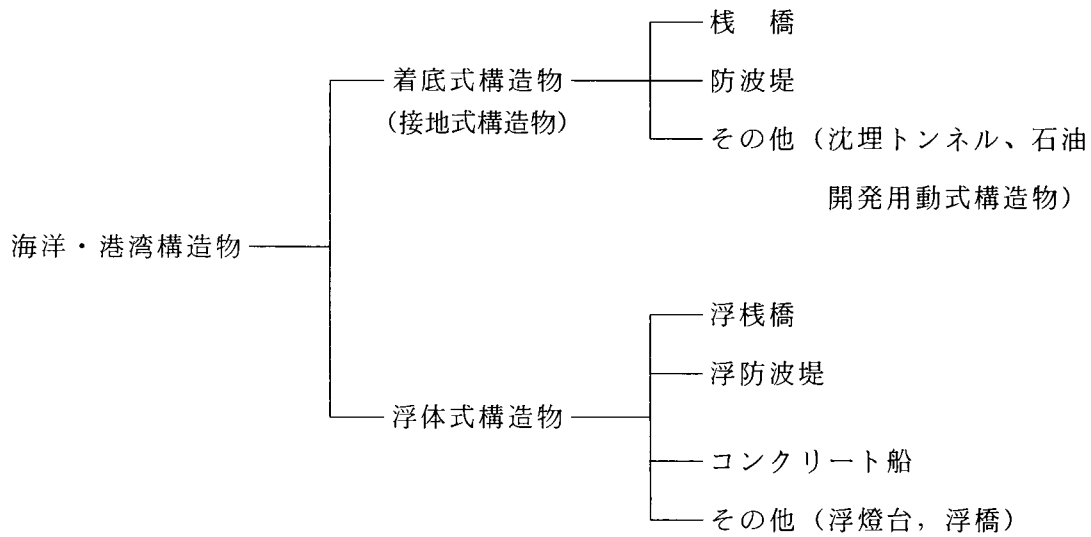
概　要

プレストレストコンクリート構造を海洋・港湾構造物へ応用した例は、従来から、沿岸海域での桟橋や浮桟橋および防波堤など、港湾施設への利用が中心であった。

近年、新しい海洋空間を有効に活用する需用が高まり、海岸線を離れた洋上、例えば、大水深海域とか、軟弱地盤海域のごとく、今まで利用できなかった海域に大規模なＰＣ施設が構築され始めている。具体的には、コンクリート船，浮橋，洋上架橋，海底貯油および石油採掘施設などの諸構造物である。

これらの施設は、波浪，地震などの過酷な自然条件を受けるため、構造型式，材料の品質，設計・施工上に陸上構造物と著しい相違点がある。そこで、ＰＣの特性を生かした新しい構造型式の研究・実験が積極的に図られ、すでにその一部が実用化されている。

この章で扱う海洋・港湾構造物は、国内での実績の外に、外国における工事例も含めたものとし、構造型式から着底式（あるいは接地式）構造物と浮体式構造物に分類して紹介する。



4－1 着底式(接地式)構造物

ＰＣが海洋・港湾施設に導入されたのは昭和３０年代に入ってからで、セメント桟橋や揚炭桟橋等の臨海工業施設への採用がその最初とされている。その後、岸壁や桟橋等で、次第に建設数も増加し、防波堤への応用から海底トンネル（沈埋トンネル）や海洋構造物の代表例である石油開発人工島など、水際線の施設から沖合施設へと発展してきた。

これらの着底式構造物では、海上での工事が伴うので、出来るだけ構造物の一部をプレキャスト部材として陸上で製作し、これを海上の現場へ据え付ける方法が多く用いられ、ＰＣプレキャスト製品が利用されるようになった。

ＰＣは、既知のように、高品質の鋼材およびコンクリートを有効に活用している材料であり、強度，耐久性に優れ、プレキャスト施工に適している。

○ 海洋環境下でのＰＣの有利性

①	耐海水性	高品質コンクリートを使用するための構造物の信頼性が高い。
②	水 密 性	ひび割れの発生およびひび割れ幅が制御でき、耐透水性に優れている。
③	対衝撃性・じん性	衝撃性能に優れ、じん性も高い。
④	プレキャスト化	施工および品質管理が良好に行えるため、保守，修繕および経済性に優れている。
⑤	小断面軽量化	比較的小さな部材断面で大きな強度を保有することができる。

○ 設 計

海洋構造物の種類は多岐にわたり、考慮すべき外力もその機能および構造によって異なる。一般に、検討すべき外力には、風圧力，地震力など、通常の陸上構造物と同様なもののほかに、波力，流水力，静水圧，海水力，船舶の衝突などの、海洋という環境特有のものが加わる。これらの諸構造物の設計に関しては、指針や基準も整備されてきており、合理的な設計ができる素地ができ上ってきている。

(1) 桟　橋

桟橋は、船舶の係留および荷物・旅客の取扱いを行う施設である。

今まで、海上作業の短縮化や上部工の軽量化を目的として、ＰＣ桟橋が数多く採用されてきた。桟橋は平面形態から分類すると、突堤式桟橋と横桟橋に大別される。突堤式桟橋については図集Ⅰ，Ⅱで掲載した構造と大差が無く、支柱の上に床組を載せて係船岸としたものである。横桟橋は、土止め護岸の前面に陸岸と平行に桟橋を設けたもので、一部の土圧を壁で受け大部分は斜面で処理している構造である。

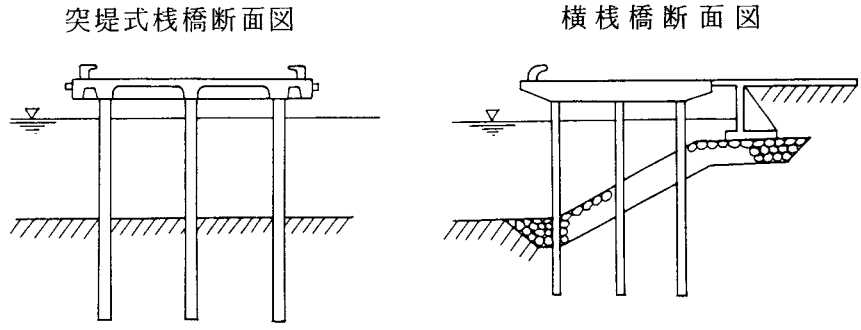


図４－１　着底式桟橋概念図

(2) 防波堤

防波堤は外海から来襲する高潮，津波による海水の侵入を防ぎ、波浪による波を阻止するとともに、地盤が侵食されるのを防止することを目的とした構造物である。

防波堤の型式は重力式，矢板，杭式等に大別される。重力式防波堤はコンクリートの自重によって、波力や土圧などの外力に抵抗する形式であるが、水深が深くなると工費が増大する。この対策として、外海の大波浪域においても適用し得る経済性の高い曲面スリットケーソン堤が開発され、現在50ｍを越す深海にまで実用化が進んでいる。一方、波高の小さい内海，入江，湾や軟弱地盤海域および除波堤とか養殖漁場の近傍で海水の流出入の必要な場所にはカーテン式防波堤構造が利用され、ＰＣ版が除波版として用いられている。

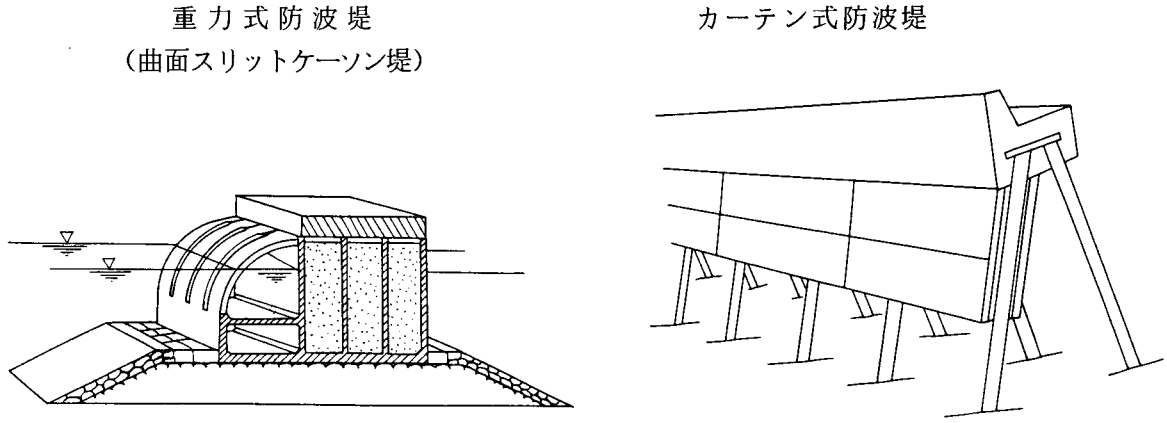


図４－２　着底式防波堤概念図

(3) その他

1) 沈埋トンネル

沈埋トンネルは水底にあらかじめ溝を掘っておき、陸上など別の場所で適当な長さに区切って作ったトンネル函体（エレメント）を敷設現場まで浮遊曳航し、この溝に順次沈めたのち埋め戻してトンネルとするものである。

最初の沈埋トンネルは1894年に完成したボストン港の下水幹線である。

我国では1944年に安治川に施工された鉄筋コンクリート製の沈埋トンネル（幅14.0m，高さ7.0m，長さ49.2m）が最初である。今日までに全世界で多数の沈埋トンネルが建設され、道路，鉄道，モノレール，ベルトコンベアなどの用途に用いられている。

2) 石油開発用重力式構造物

今日、石油の総生産額のうち25％はすでに海底石油に依存している。

そのため、海洋油田掘削に対する人工島の必要性が生じ、北海向けの移動式人工島がＰＣと鋼製の複合構造で施工されている。

以下にその数例を紹介する。

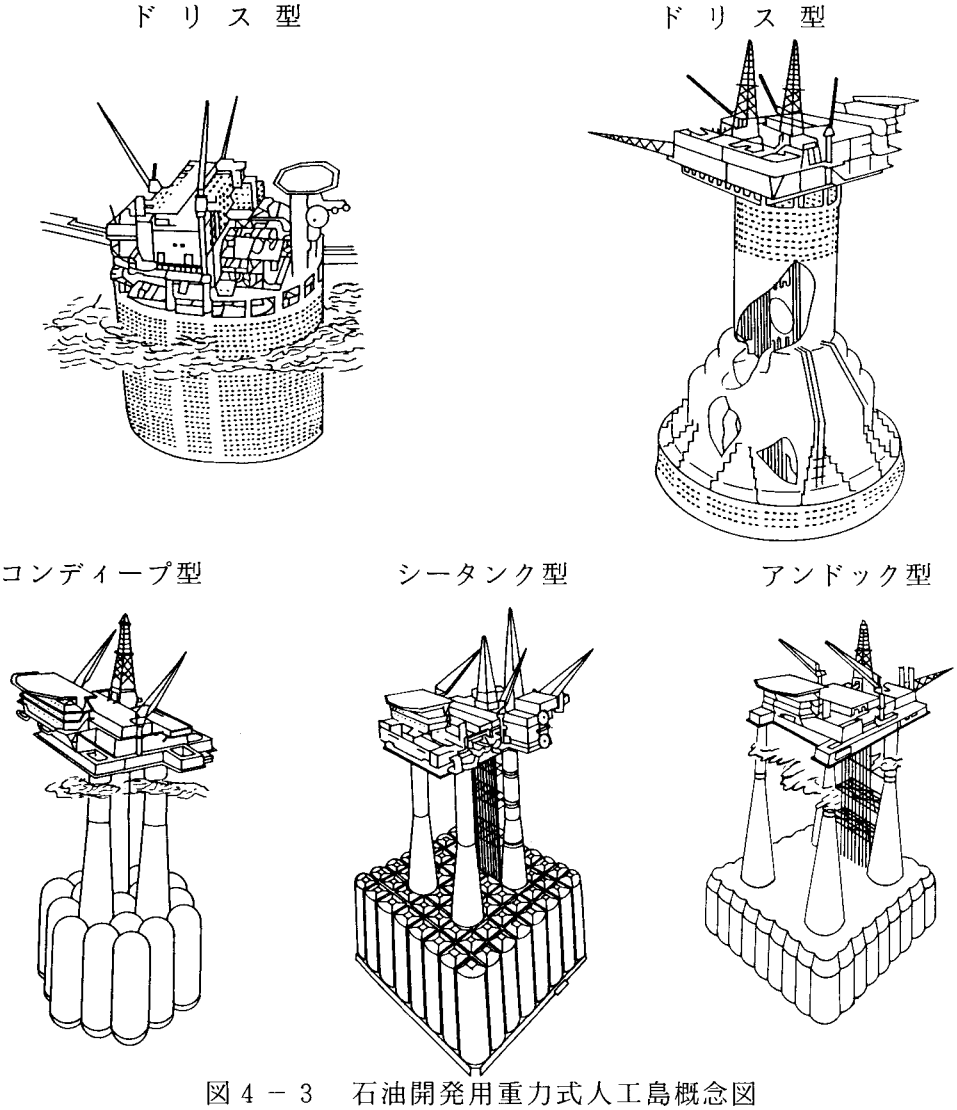


図４－３　石油開発用重力式人工島概念図

種　別　4－1

図－1

本工事は、水深10ｍの岸壁に施工された横桟橋である。

床版部にＰＣ桁を使用することにより、場所打ちＲＣ桟橋に比べて支間を長く取ることができ支柱施工本数が少なくなり、トータルコスト面で経済的となった。

施工は、場所打ちによる海側の角柱にプレキャストＰＣ受梁を架設した後、受梁と陸側のアバット間にプレキャスト中空桁を架設し、横締ＰＣ鋼材を緊張して一体構造とした。現場施工が簡略化されているため、短期間に品質的に良好な構造物が構築できた。

図－2

本桟橋は、陸岸と平行に架設された横桟橋型式で、床版部は塩害対策が施されたＰＣ中空桁が採用されている。構造型式は4径間連結構造とし、ＰＣ桁と受梁との連結部はＲＣ構造で（地震力および接岸力に対して立体ラーメン構造として三次元の解析を行っている）耐震性，耐接岸力を高めている。

下部工は鋼管の直杭方式で、経済性を考慮して1列2本配置としている。

図－3

本構造は、港の防波堤に採用された消波部を有する箱型ケーソンである。防波堤は、大水深になるほど工費の増大が著しくなるため、曲面スリット式ケーソンが開発され、採用されたものである。構造は、通常の箱型ケーソンの前面に、反射波，越波，伝達波，波力などの軽減を目的とした曲面縦スリット壁を設け、断面において1／4円孤状の遊水室を有したものである。スリット部材は、波力により大きな純引張力が発生するため、これを打ち消すことのできるＰＣ構造が用いられている。

図－4

本工事は、漁港防波堤としてカーテン式構造が採用された。

構造は、5ｍ間隔で建込んだ斜杭にＰＣ版（防波部）を取付け、その控杭の上部を鉄筋コンクリート梁で連結したものである。

ＰＣ版の製作は、ＰＣ工場でポステンション方式で行われ、運搬後、架設はフローティングクレーンで斜杭に取付けられた。

図－5

当工事は、ガス導管の海底横断工法として、地質条件や海上交通支障問題等を検討した結果、我国初のＰＣ函沈埋トンネル工法に決定され、昭和52年9月、15ケ月の工期をもって完成した。

施工は、陸上にてＬ＝45ｍのエレメントをブロック工法にて製作し、曳航，沈設を行った。

各エレメント間の接合は、函に作用する水圧を利用する水圧圧接工法によった。

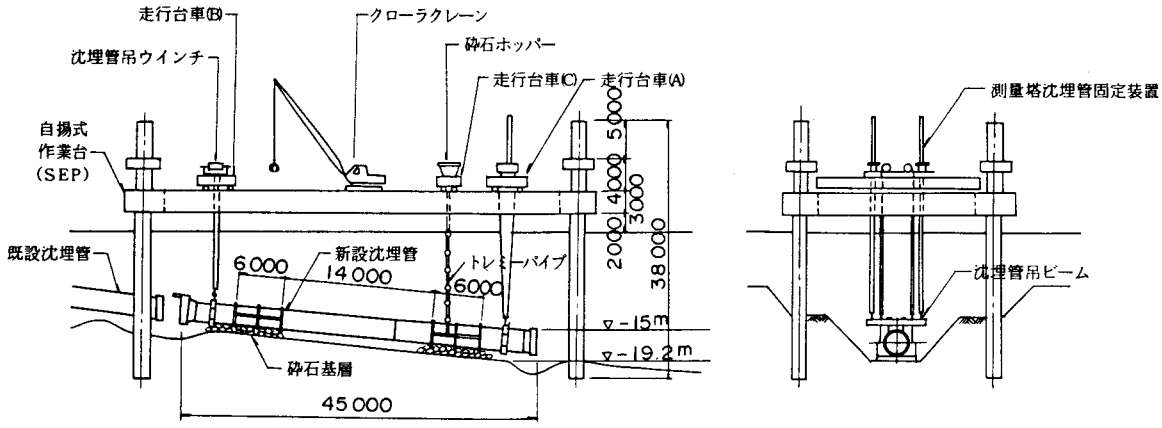
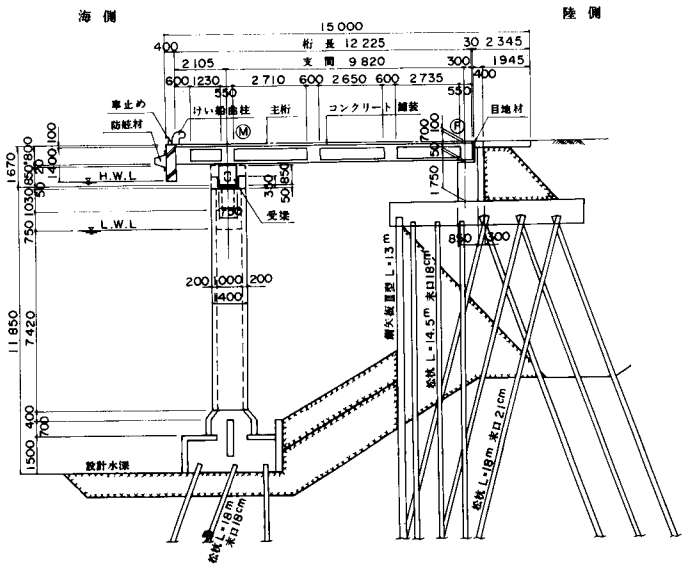


図４－４　沈埋管沈設施工図

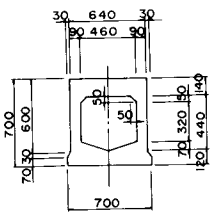
着 底 式 構 造 物

設 計 条 件			
構造形式			プレテンション方式 単純中空床版橋
上載荷重			W＝ 3.0 t/m²
桟橋長			191m000
桁長			12m225
支間			9m820
幅員			20m000
設計水深			－10m140
使用用途			係船岸施設
使用材料	主桁コンクリート強度		σck＝ 500 kg/cm²
	中埋コンクリート強度		σck＝ 300 kg/cm²
	PC鋼材	主方向	1T12.4 (SWPR 7A)
		横方向	1T21.8 (SBPR 19)
架設工法			トラッククレーン

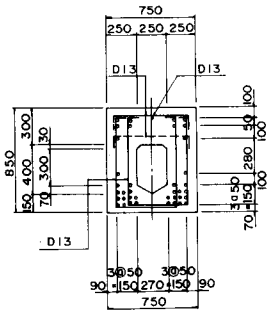
標準断面図



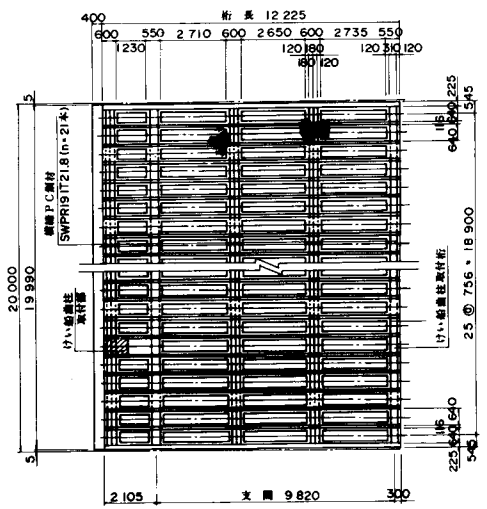
主桁断面図



受梁断面図

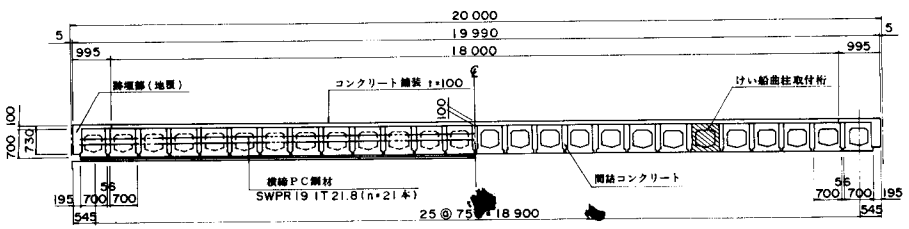


平面図

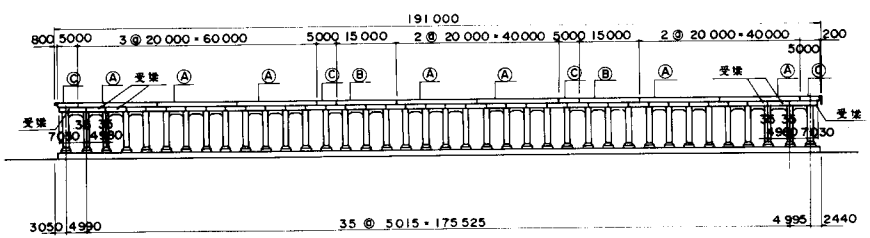


断面図

支点部　　中間部



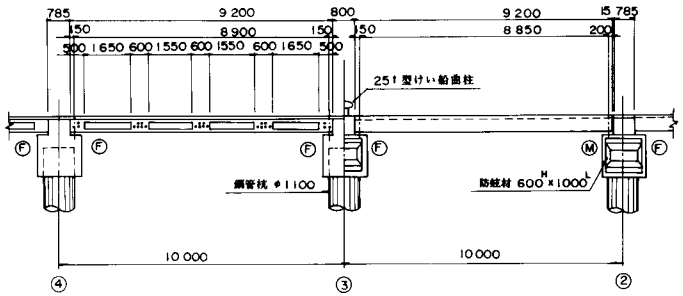
全体側面図



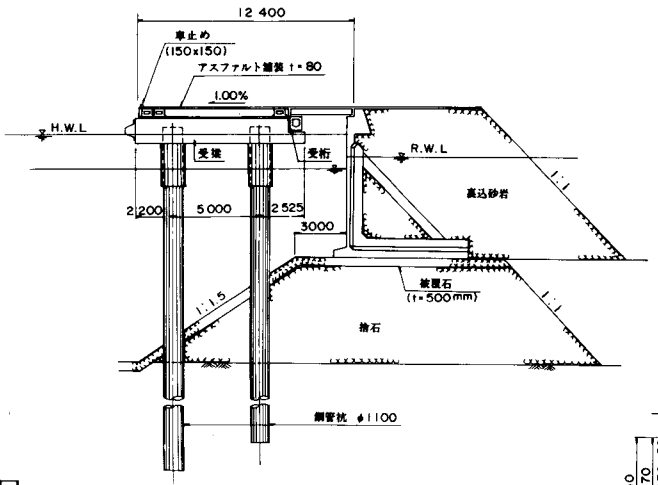
着 底 式 構 造 物

設 計 条 件			
構造形式			プレテンション方式 4径間連続中空床版橋
上載荷重			2.0t/m²(道路)1.0t/m²(地震時) トレーラー 46.5 t
橋長			180 m 000
桁長			9m200, 9m980(受桁)
支間			8m850, 8m900, 9m580(受桁)
幅員			12 m 640
設計水深			−11 m 200
使用用途			係船岸施設
使用材料	主桁コンクリート強度		σck= 500 kg/cm²
	中埋コンクリート強度		σck= 300 kg/cm²
	PC鋼材	主方向	1T12.4 (SWPR7A)
		横方向	1T21.8 (SWPR19)
架設工法			トラッククレーン

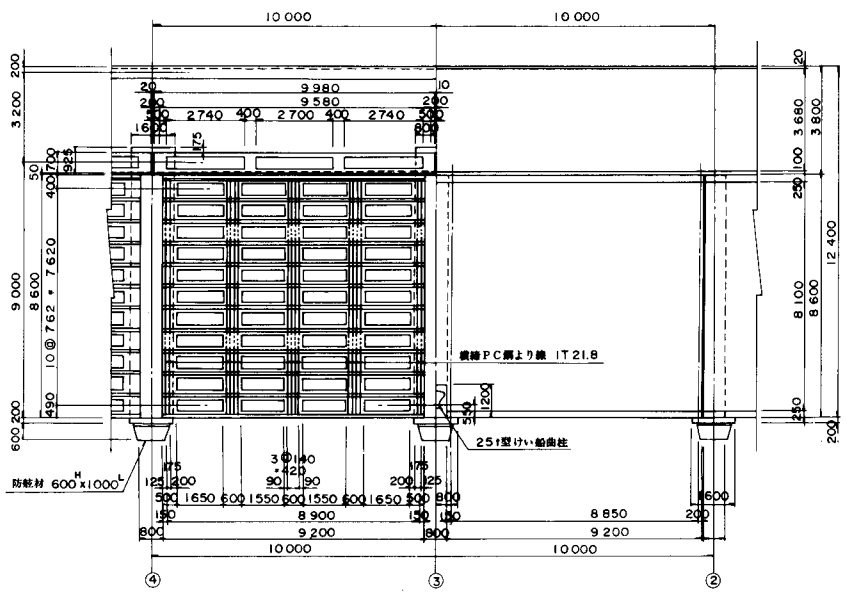
側 面 図



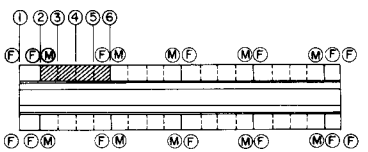
断 面 図



平 面 図

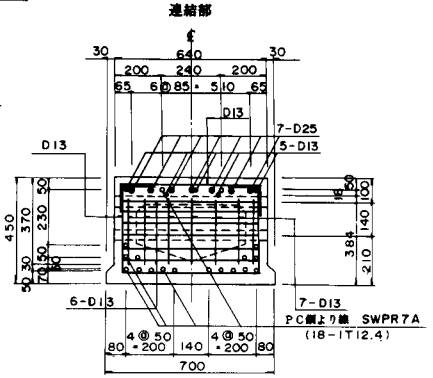


位 置 図

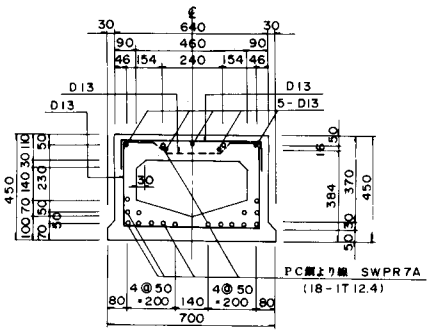


主桁断面図

連結部



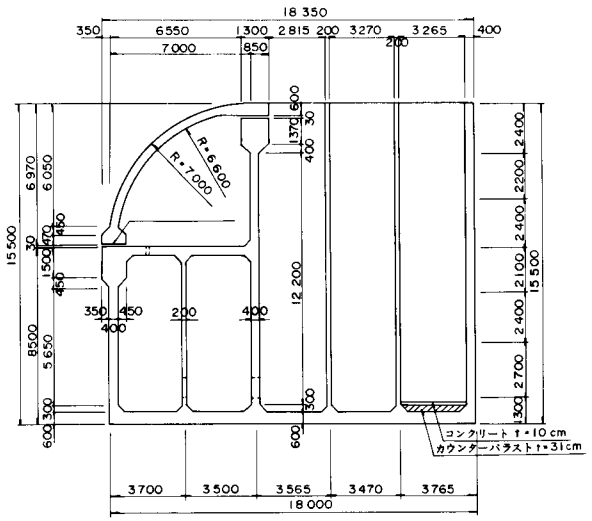
標準部



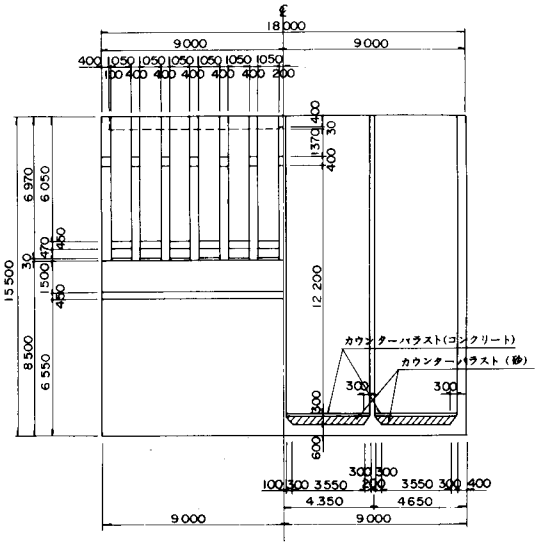
着 底 式 構 造 物

設計条件		
構造形式		曲面スリットケーソン堤
長さ		18 m 000
幅		18 m 000
高さ		15 m 500
設計水深		− 20 m 000
設計波高		5 m 500 (終局限界状態) 3 m 000 (使用限界状態)
吃水		8 m 200
使用目的		防波堤
使用材料	コンクリート スリット部材	σck = 400 kg/cm²
	コンクリート 接合部	σck = 300 kg/cm²
	コンクリート ケーソン部	σck = 240 kg/cm²
	鋼材 スリット部材	12φ7 (SWPR 1)
	鋼材 接合部	φ26, φ32 (SBPR 95/110)
施工方法	スリット部材	起重機船
	ケーソン	フローティングドック方式

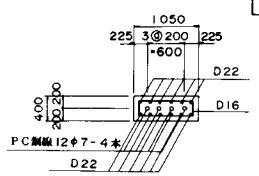
断 面 図



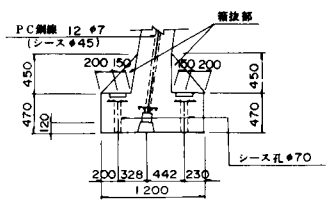
正 面 図



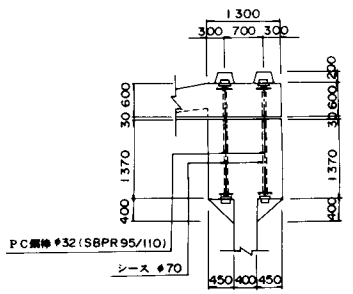
断 面 図



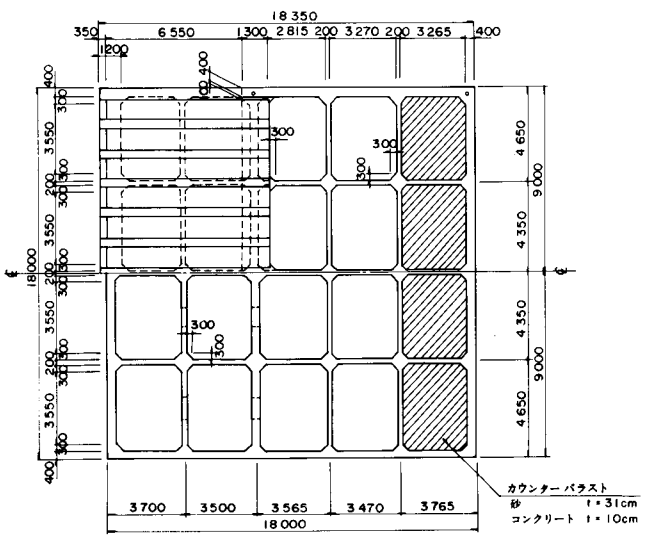
Ⓐ 部詳細図



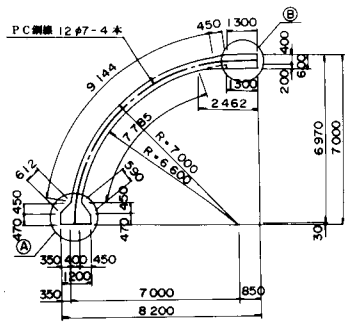
Ⓑ 部詳細図



平 面 図

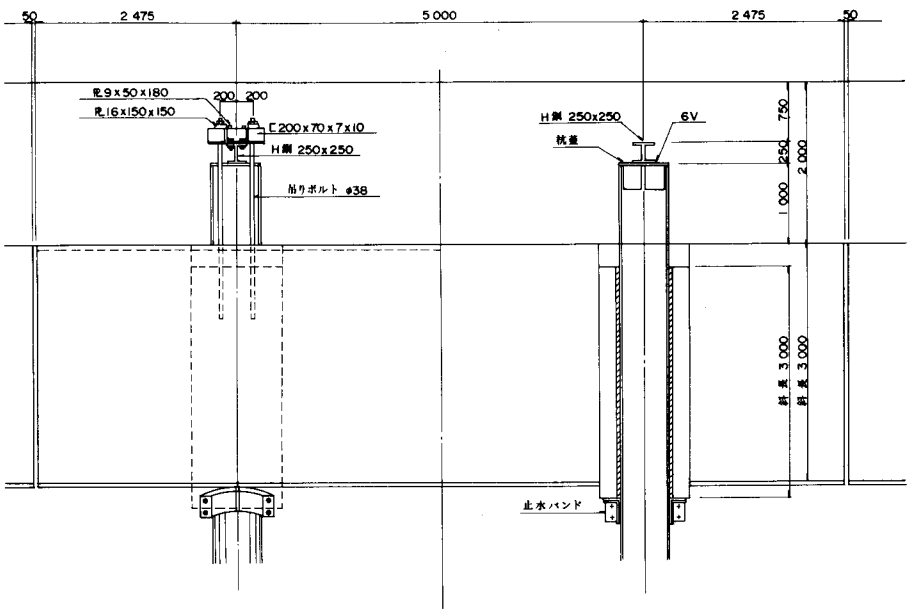


スリット部材

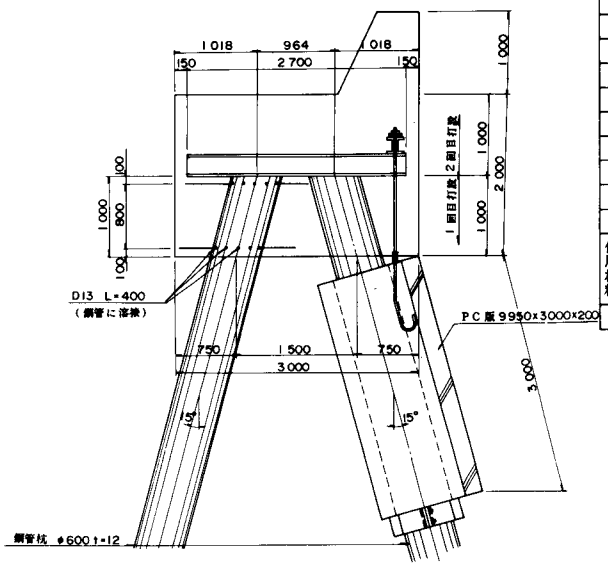


着 底 式 構 造 物

側 面 図

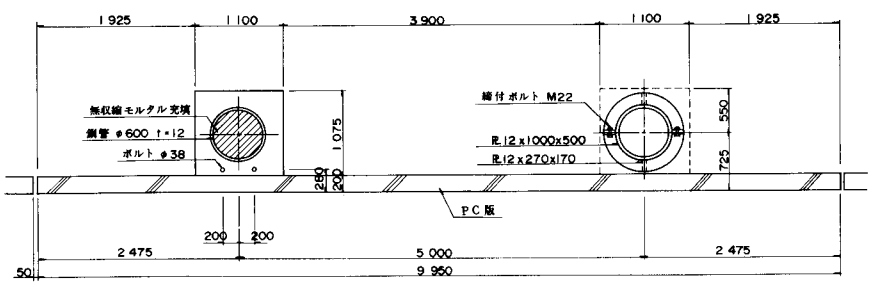


断 面 図

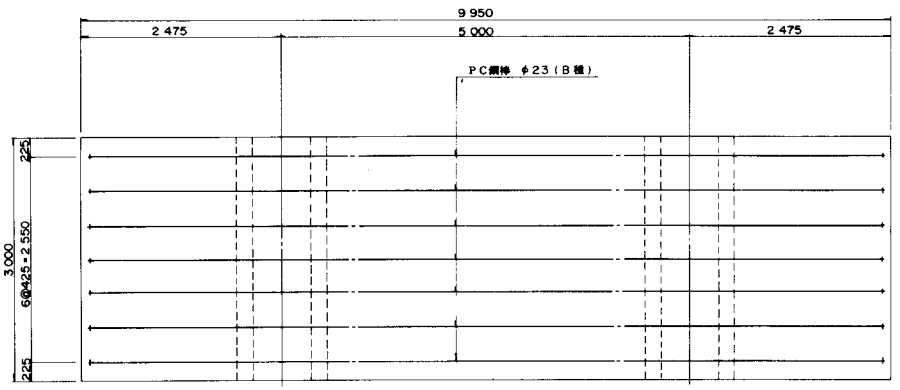


設 計 条 件			
構造形式			PCカーテンウォール型防波堤
施工延長			170 m 000
ブロック長			17 @ 10 000
上部工計画高			+ 5 m 000
PC版設置高			+ 2 m 000 ～ − 1 m 000
設計波圧			630 t/m²
PC版長さ			9 m 950
PC版高さ			3 m 000
PC版厚さ			0 m 200
使用目的			遮蔽防波堤
使用材料	コンクリート	設計基準強度	σck = 300 kg/cm²
	鋼材	長軸方向	φ32 (SBPR 95/110)
施工方法			起重機船

平 面 図



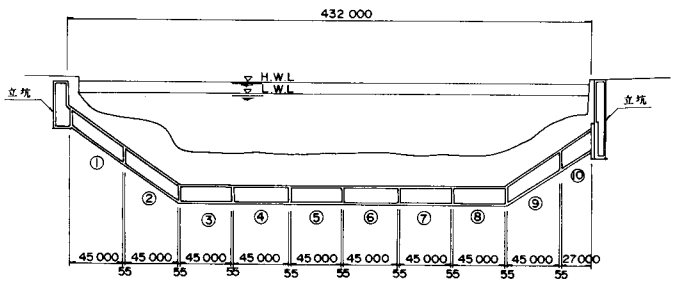
PC版鋼材配置図



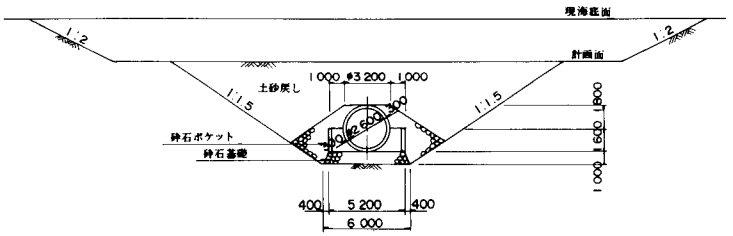
着 底 式 構 造 物

設 計 条 件	
構造形式	プレストレストコンクリート構造 沈埋トンネル
延長	432 m 000
外径	φ3 m 200
内径	φ2 m 600
エレメント長さ	45 m 000
最大施工水深	－19 m 200
最小土かぶり	3 m 000
使用目的	ガス管供給用トンネル
使用材料 コンクリート	σck＝ 400 kg/cm²
使用材料 鋼材	12φ7mm(SWPR 1)
施工方法 製作方式	ゼロ目地構造によるプレキャストブロック工法
施工方法 進水方式	フローティング・クレーン

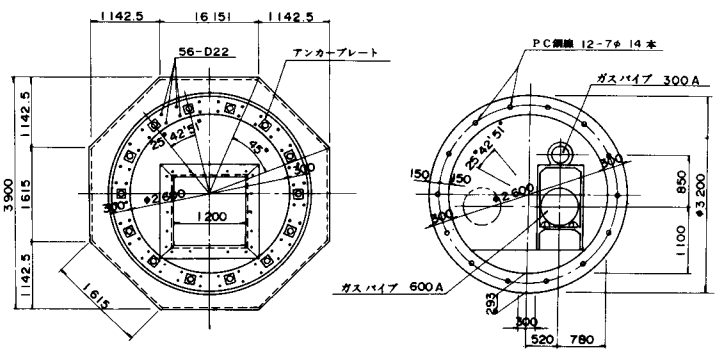
埋管トンネル縦断面図

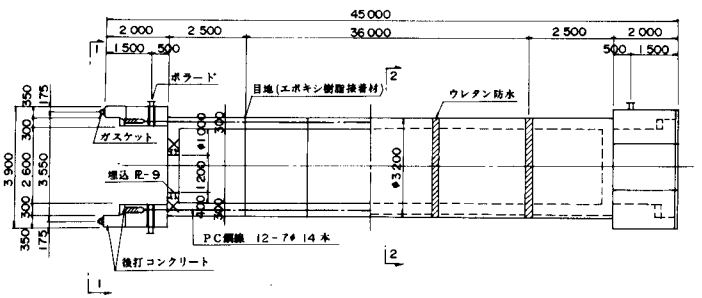


沈埋トンネル標準断面図

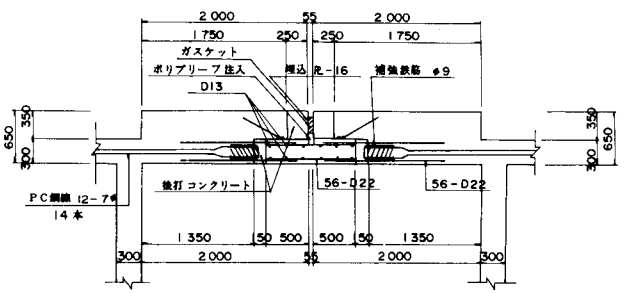


沈埋管構造図





継手部詳細図



4－2 浮体式構造物

浮体式構造物には、浮桟橋，浮防波堤，浮橋，コンクリート船などがある。これらの構造物には、ＰＣ製の浮函（ポンツーンまたはバージ）がその規模に応じて、単独あるいは複数個連結使用されている。

この浮体式構造は、ある程度の伝達波を許容することを前提とし、供用中は係留鎖，アンカー、または杭などで固定されている。

○ 特　長

① 漂砂や海水の動きを妨げない。

② 免震構造となっている。

③ 海底地盤が軟弱な地点や大深海でも建設可能である。

④ 移動可能な構造物である。

○ 設　計

一般に。ＰＣ浮函の設計は、局部応力に対する検討と全体構造に対する安全性の検討を行う。局部応力の検討とは、上載荷重および静水圧による部材の安全を確かめるものである。また、全体構造の検討とは、波浪荷重により生ずる縦曲げモーメントおよびせん断力に対して、浮函を箱型梁と仮定した場合の部材応力と局部応力を合成して部材の安全を確かめるものである。そのほか、係留方式によっては船舶接岸時の衝撃力に対する検討も必要となる。特に、浮体の長さが長くなれば局部応力に比して波浪荷重による部材応力が増大し、しかも床版または底版の部材応力は軸引張応力となる。ＰＣ浮函は、プレストレスの導入により、ひび割れの発生を押さえ、耐久性，水密性に優れた構造とすることができる。

浮体式構造物の設計に必要な設計諸条件を表４－１に示す。

表４－１　設計に必要な諸条件

諸条件			浮桟橋	浮防波堤	浮橋	コンクリート船
波	波長	m	○	○	○	○
	周期	sec	○	○	○	○
	波高	m	○	○	○	○
地形	水深	m	○	○	○	
	潮位	m	○	○	○	
	港の位置		○	○	○	
形状	必要乾舷	m	○		○	○
	高さ	m	○		○	○
	幅	m	○	○	○	○
	長さ	m	○	○	○	○
荷重	上載荷重		○		○	○
	接岸船舶		○			

○　施　工

ＰＣ製のポンツーン並びにバージの製作方法は、一括施工方法とブロック施工方法がある。

一括施工は、斜路またはドックが容易に確保できる場合に多く用いられる。

ブロック施工は、陸上の製作ヤードまたは工場で数個のブロックに分けて本体を製作し、斜路，ドッグまたは浮遊状態でＰＣ鋼材により一体化する方法である。この場合、組立場所の占有期間が短くなる。また、ブロックの大きさは輸送やクレーンの能力により決められる。

浮函を製作・進水する方法は、斜路式，ドック方式，フローティングドック方式，海上接合方式に分類される。

①　斜路方式

水際線に進水用の斜路を造り、斜路の陸側終端部で浮函を製作し、斜路を滑らせて進水する方式である。

②　ドライドック方式

函台部をゲートで締切り、浮函製作後にドック内に注水し、浮函を浮上させた後にゲートを外して曳き出す方式である。この方法は、進水作業が注水とゲートの開放のみであり、他の製作ヤードに比して極めて安全性が高い。

③　フローティングドック（台船）方式

ドックを浮上させた状態で浮函を製作した後、浮函の浮上に必要な深度までドックを沈降させてから、浮函を曳き出す方式である。

陸上製作ヤードがない場合は、他の港湾で製作した浮函を回航する方法もあるが、回航上の危険もあるので、ある程度の近距離以外はフローティングドックを使用することが多い。

④　海上接合方式

本工法は、陸上または工場で製作したブロックを運搬後クレーンにて海上に吊り下す。浮力を利用して海上でＰＣ鋼材により一体化する方法で、ＰＣ工法を有効に利用した施工方法である。

(1) 浮桟橋

浮桟橋は図４－５に示すように連絡橋，ポンツーン，係留鎖，アンカー，渡橋等により構成されている。

この構造形式は、従来より、内海，湾内においてヨットハーバー等のレジャー施設から、水産用および旅客のフェリー用まで中規模船舶の係船施設として用いられている。

浮桟橋に用いられるポンツーンは、貨客取扱い上、十分な広さおよび乾舷を有し、安定の良い寸法でなければならない。

また、設置場所は潮位差が大きく、波高が 1.0 m 以下、潮流が 0.5／ses 以下の所に用いられることが多い。

特　長

① 潮位差が大なる地域においては、常に乾舷が一定なので船舶の係留，乗降および荷役に便利である。

② 海底地盤の良否による影響が少ないので、軟弱地盤においても建造が容易である。

③ 水深が大なる地域においても、水深による影響が少なく、比較的工費が少ない。

④ 浮遊構造物なので容易に移動，再設置ができる。したがって、補修も容易となる。

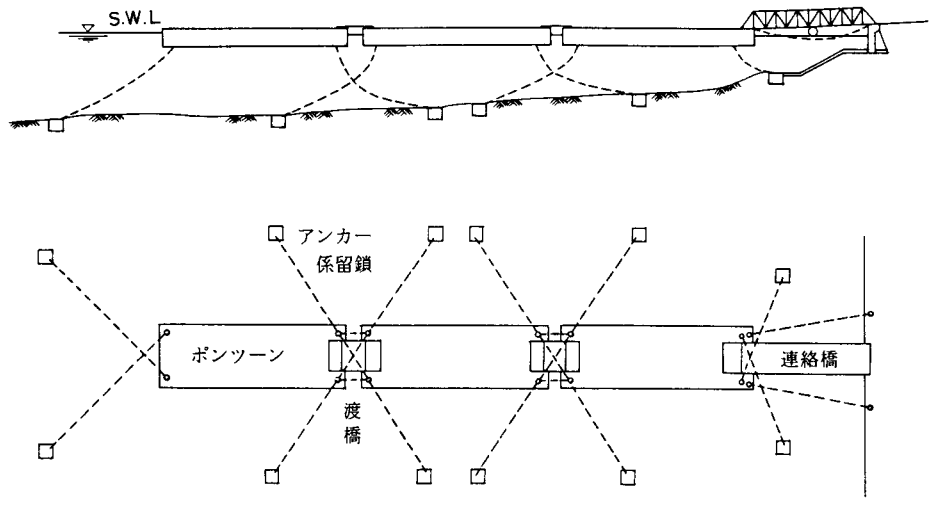


図４－５　浮桟橋の構成

(2) 浮防波堤

浮防波堤は、ポンツーンを連続させ、鎖でアンカーブロックと連結したもので、コンクリート製の浮体を用いて波を防ごうとするものである。その原理は、波によって浮体自身が動揺し、この浮体の動揺によって発生する波が入射波を打ち消す動きを利用したものである。このため、浮防波堤の効果は入射する波によって異なり、どんな波でも一様に防ぐことはできないが、一定の範囲の波については極めて効果的な防波が可能である。

特　長

① 上部を係船施設として利用し易い。

② 波の透過率が比較的大きいが、経済的である。

③ 水深が深く、かつ、波高が小さい所に有効である。

④ 海水交流効果が大きい。

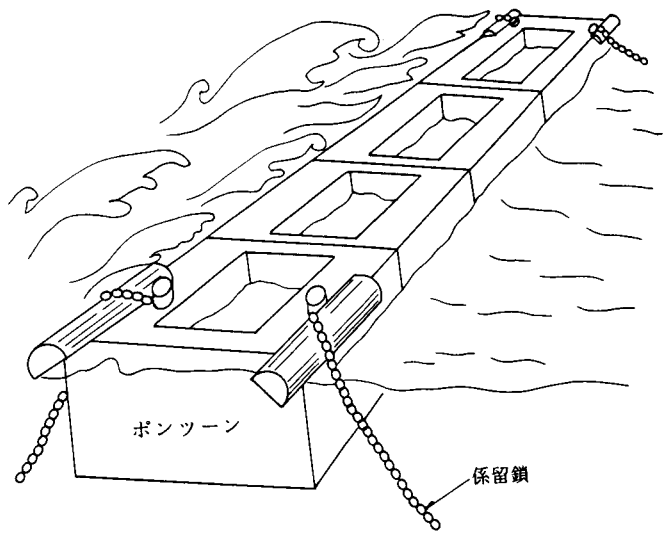


図４－６　浮体式防波堤概念図

(3) コンクリート船

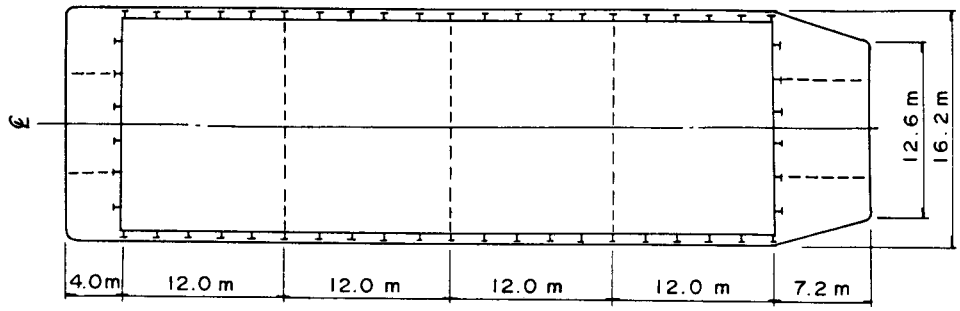
コンクリート船は、従来から漁業用小型船，ボートおよびフェロセメント船などが実用化されているが、近年、規模の大きいバージタイプの大型浮体構造が建設されるようになった。

ＰＣ製バージは、動力付きで外洋を航行する一般の鋼船とは使用目的が異なり、保守管理が困難な浮遊構造物、低温液体の貯蔵など鋼製ではどうしてもコストアップとなる構造物の分野で需要が増大している。

1） 油輸送船（2000トンバージ）

この構造物は、1964年にプレテンション方式で建造され、現在、フィリピンで油輸送船として活躍している。構造寸法は、長さ60m，幅17m，高さ3.9mである。

平　面　図



側　面　図

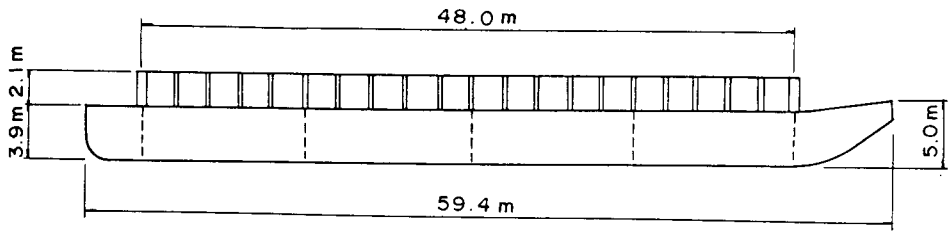


図4－7　2000トンＰＣバージの一般図

2） ＬＰＧ貯油ＰＣバージ

このＰＣバージは、アメリカのタコマで製作され、太平洋を横断して曳航された後、現在はインドネシアのジャワ沖で稼働している。構造物の規模は、長さ140m，幅42m，高さ17mである。バージは、多数のプレキャストコンクリートのシェル部材とプレキャスト版により建設されており、施工はドライドックでの組立作業と、浮遊後の施工に分けて建設された。

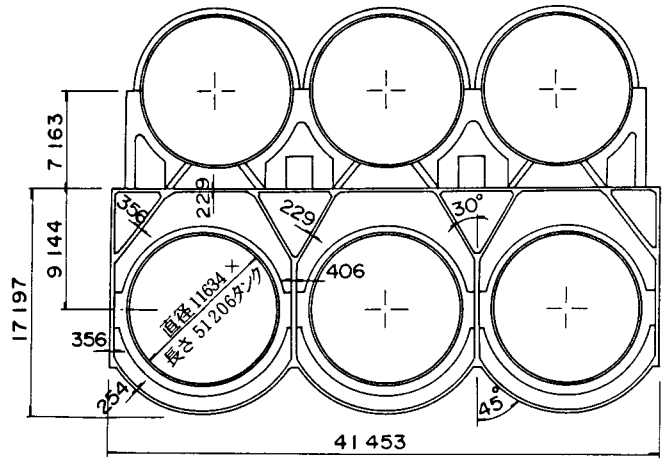


図4－8　ＬＰＧ貯蔵バージ船体断面図

3） ＰＣプラントバージ

プラントバージ建造後、浮上，曳航した後、底に沈設し、プラント稼働時には着底構造物として使用される。また、工事が終了した後は再び浮上，撤去が可能な構造物である。つまり、プラント稼働時は着底式、その他は浮遊式海洋構造物である。本州四国連絡橋の南北備讃瀬戸大橋等に代表される渡海橋梁の下部工に用いられている。

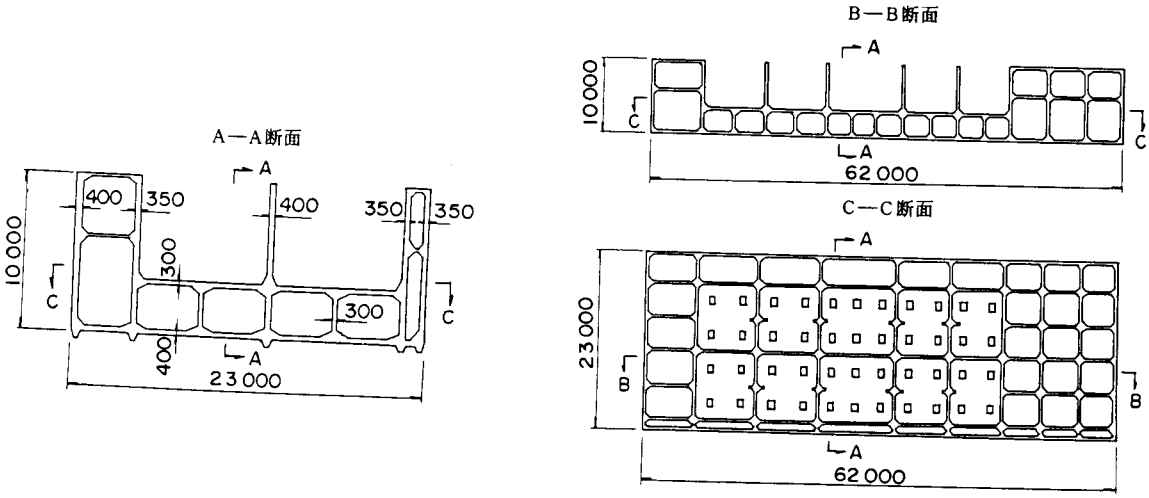


図４－９　本四架橋のプラントバージ

(4) そ の 他

① 浮 橋

浮橋は特殊な構造物であるため施工例は極めて少ないが、現在アメリカのワシントン州シアトル市郊外にある４橋を紹介する。（表４－２）

これら４橋の構造にフローティング形式が採用されたのは、当該地点の水深が非常に深いこと、湖底の地盤が軟弱であるため橋脚の建設に莫大な費用がかかる、などの理由からであった。耐用年数が長く、維持管理に手間がかからないという経済性からもＰＣ製ポンツーンが採用されている。

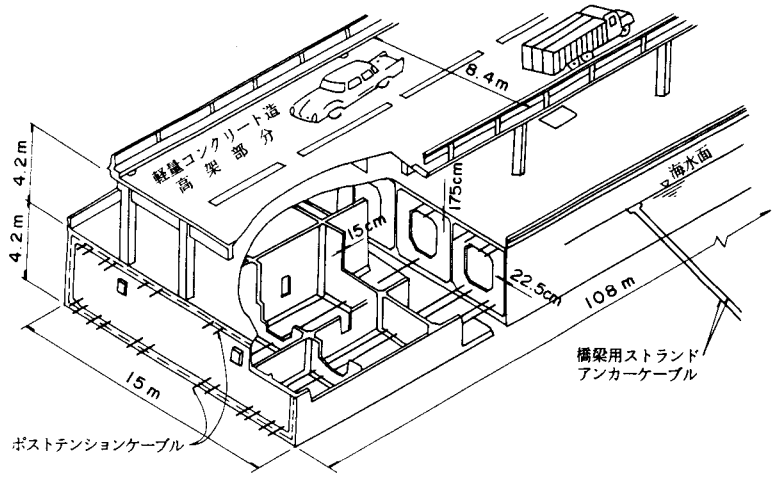


図４－10　浮橋の概要図

表４－２　浮橋実績表

橋名	Evergreer Point橋	Third Lake Vashington橋	Hood Caral橋	Hood Caral Rebuilt橋
架橋場所および条件				
架橋地	米国ワシントン州	米国ワシントン州	米国ワシントン州	米国ワシントン州
架橋幅	3,768.80m	2,346.96m	2,428.34m	1,293.38m
最大水深	60.96m	65.53m	103.63m	103.63m
水位差	+0.3／−0.91m	+0.3／−0.91m	+3.66／−1.37m	+3.66／−1.37m
最大流速	適用無し	適用無し	3ノット	3ノット
最大波高	2.71m	2.44m	3.35m	3.35m
風速（100）	136㎞／h	101.37㎞／h	132.8㎞／h	132.8㎞／h
水底勾配	殆ど平坦	5：1，殆ど平坦	15：1，E10：1	15：1
水底地質	中程度比重のシルト	中程度比重のシルト	硬い氷河土	硬い氷河土
構造				
浮橋長さ	2,309.77m	1,771.19m	1,987.60m	1,150.62m
ポンツーン長	109.13m	107.90m	109.72m	109.72m
ポンツーン幅	18.29m	22.86m	15.24m	18.29m
ポンツーン高	4.51m	1.88m	4.36m	5.49m
喫水	2.13m	2.74m	2.80m	3.66m
上部工形式	コンクリート桁，床版	鋼桁，コンクリート床版	コンクリート桁，床版	コンクリート桁，床版
上部工長	642.32m	315.16m	1,987.60m	1,150.62m
上部工幅	18.29m	32.31m	10.36m	9.91m
道路幅員	15.85m	28.04m	8.53m	9.14m
ポンツーン壁厚	152～229㎜	178～254㎜	152～229㎜	203～305㎜
ポンツーン床版厚	203㎜	229～254㎜	178～229㎜	254～305㎜
設計活荷重	HS−20	HS−20	HS−20	HS−20
車線数	4車線	3車線＋2バス路線	2車線	2車線
プレストレス(ポンツーン)	パーシャルプレストレス	フルプレストレス	パーシャルプレストレス	フルプレストレス

種　別　4－2

図－1

観光船の係留を目的として、この浮桟橋が計画された。

ポンツーンの製作は、岸壁の製作ヤードで、長軸方向に3つのブロックに分割し、マッチキャスト方式で製作した。各々のブロックは、海上より起重機船（165t 吊り）一隻で吊り上げ、約2mの間隔をあけて仮置きし、接合キー，止水ゴムの取付け、シース孔の確認をした後に海上へ吊り降ろした。進水方法は、各ブロックを人力で接合位置まで移動し、乾舷，傾斜をコンクリート製のウェイトを載せ調整し、ＰＣケーブルによって一体化する海上接合工法で完成させた。

図－2

本浮桟橋は、清掃事業に使用している油回収船および清掃船の係船施設である。

ポンツーンは、耐久性および維持管理費の低減化を考慮してコンクリート製とされた。

この浮桟橋は、設置条件が所要乾舷 1.5m以上、吃水 1.3m以下と非常に厳しいことより、軽量コンクリートを用いたプレストレストコンクリート製とした。

製作・進水方法はドライドック内で場所打ち工法で行い、ドックに注水後進水させた。

図－3

本浮桟橋は、フェリー船の発着場となるものである。

本港は潮位差が3m程度あり、乗降に便利なように浮桟橋形式がとられた。ポンツーンは設置場所付近の岸壁において製作し気密試験を行って、気密性を確めた後、フローティングクレーンによって進水させた。

図－4

この構造物は、博覧会において、海のパビリオンとして使用された六角形浮体構造物である。博覧会期間中、中央部の空間を利用してイルカショーが開催され、周囲にはヨット，クルーザーが係留された。

構造は、平面形状が台形で、内部が中空の6個のＰＣポンツーンをＰＣ鋼棒で接合して六角形状を形成しているものである。

施工は、ドック内で6個のポンツーンを製作し、その後進水・海上接合を経てアンカーにより係留された。

この海上接合は、接合面の外周部とＰＣ鋼材の周囲に止水ゴムを張りつけておき、連結ＰＣ鋼材の仮緊張後に接合面に無収縮モルタルを充填し、硬化後本緊張して連結する方法とした。

図－5

この工事は、運輸省第四港湾建設局が開発したＰＣ浮防波堤である。設計・施工の面で次の２つの特長を持っている。

①　設計方法は限界状態設計法によっている。

②　４つの小さな浮函を海上で接合した。

この浮防波堤の型式は、中央部に遊水部を設けて波のエネルギーを消しやすくしたサイドフロート型である。

製作は陸上で行い、長さ10ｍのブロックに分割して、マッチキャスト方式で施工し、完成後、クレーンにより進水させた。

図－6

本工事は、将来のコンクリート製大型海洋構造物建造のための建造法の検討を主な目的として建設されたものである。

工期短縮，建造費低減のため、プレキャスト工法による大ブロックの建造（ヤード作業），ブロック接合工期の短縮（ドック作業：接着剤注入，接合鋼材溶接），既設造船所設備の有効利用（揚重機，運搬機，ドック）等を考慮し、数個のブロック建造による目地注入接合工法が採用されている。

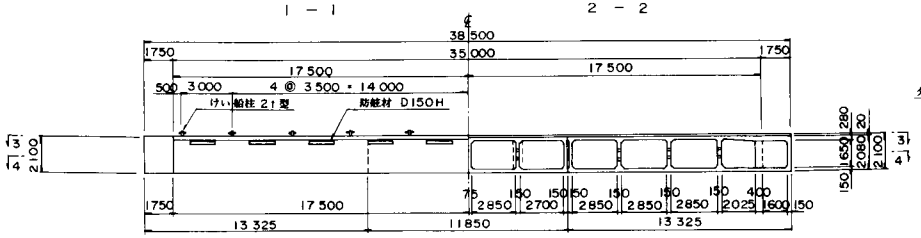
図－7

この施工例は、ＰＣ製浮函を浮燈台に利用したもので、係留鎖で固定している。

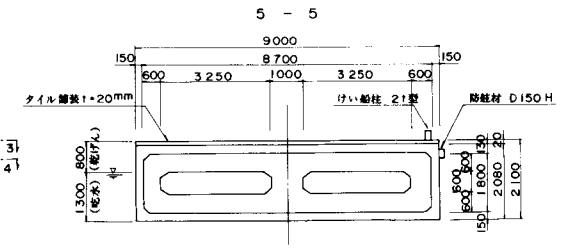
本燈台の施工においては、設置場所の気象・海象等の自然条件が厳しいことや、着底方法に難点があったため、浮燈台型式が採用された。

浮 体 式 構 造 物

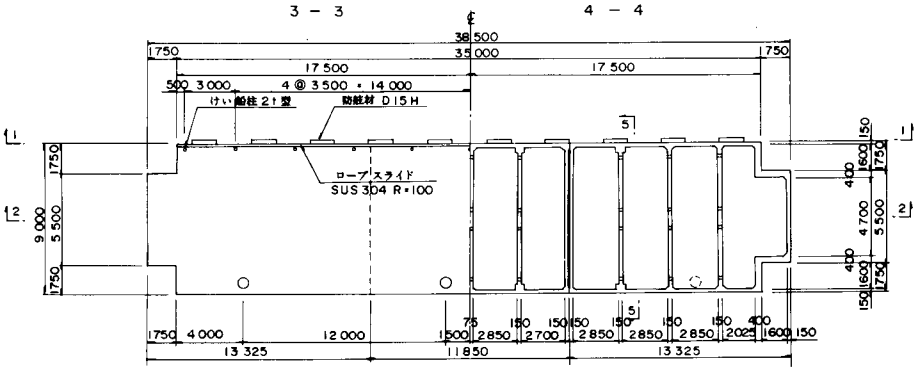
側 面 図



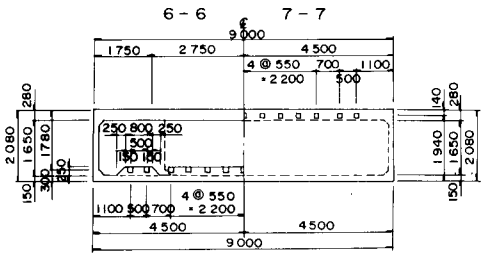
断 面 図



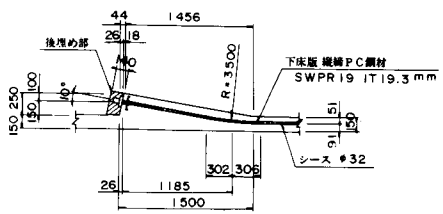
平 面 図



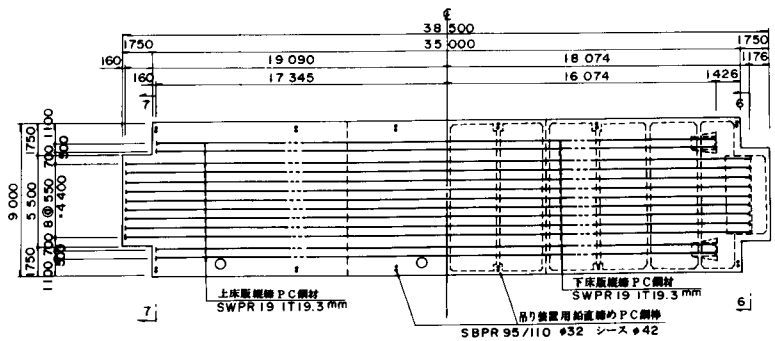
断 面 図



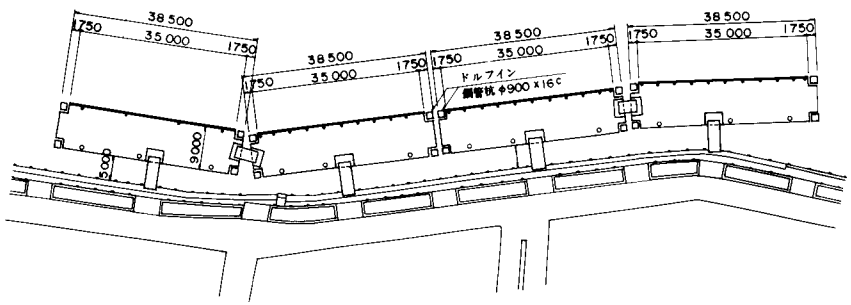
定着部詳細図



PC鋼材配置図



位 置 図



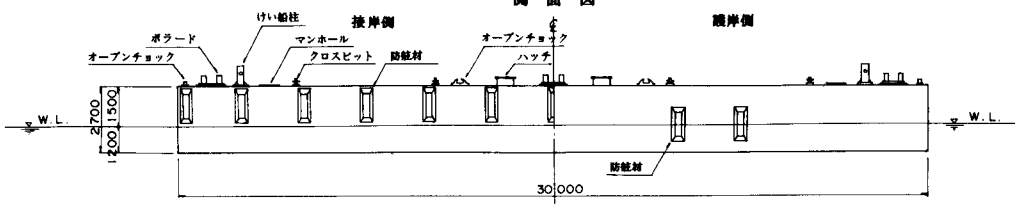
設計条件		
構造形式		PCボンツーン
船長		38 m 500
船幅		9 m 000
船高		2 m 100
乾舷		0 m 800(無載荷時)
吃水		1 m 300(無載荷時)
設計水深		－ 1 m 500
設計波高		1 m 650
上載荷重		500 kg/m² (常時) 250 kg/m² (異常時)
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		ドルフィン方式
使用目的		観光船の係留
使用材料 コンクリート	設計基準強度	σck＝ 350 kg/cm²
	単位重量	γc＝ 2.5 t/m³
使用材料 鋼材	軸方向	1T19.3(SBPR19)
	吊装置	φ32(SBPR 95/110)
施工方法	製作場所	岸壁エプロン
	製作方式	場所打ブロック方式
	通水方式	海上接合(起重機船)

浮体式構造物

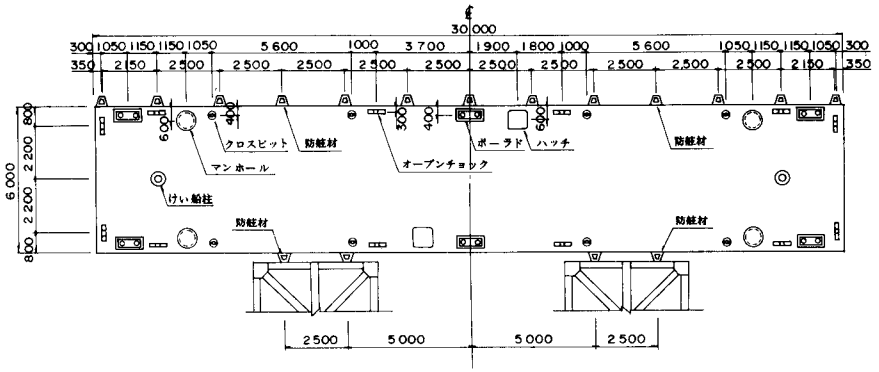
4 − 2	図 − 2

設計条件		
構造形式		PCボンツーン
船長		30 m 000
船幅		6 m 000
船高		2 m 700
乾舷		1 m 500
吃水		1 m 200
設計水深		− 1 m 600
設計波高		1 m 000
上載荷重		300 kg/m²
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		カテナリー方式
使用目的		清掃事業船の係留
使用材料	コンクリート 設計基準強度	σck = 350 kg/cm²
	コンクリート 単位重量	γc = 1.9 t/m³ (鉄筋コンクリート)
	鋼材 軸方向	1T21.8 (SBPR19)
施工方法	製作方式	場所打ち一括施工
	進水方式	ドライドック方式

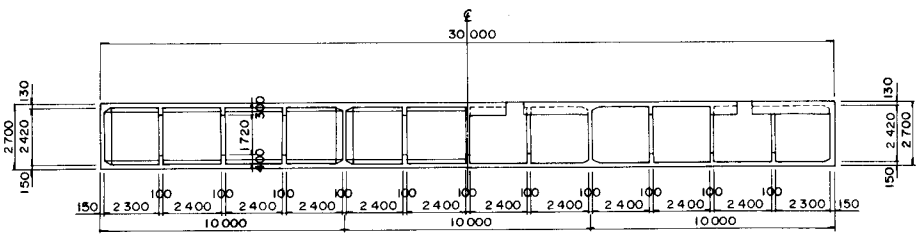
側面図



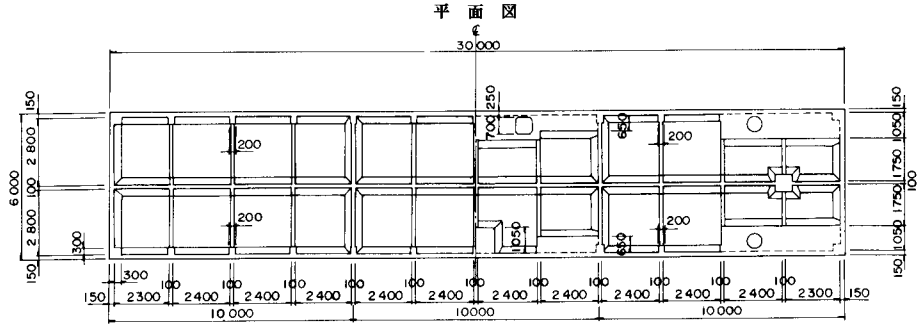
平面図



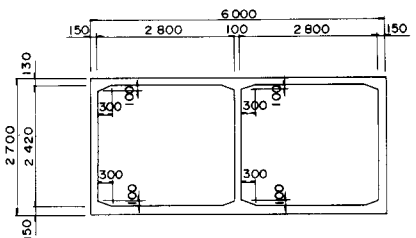
側面図



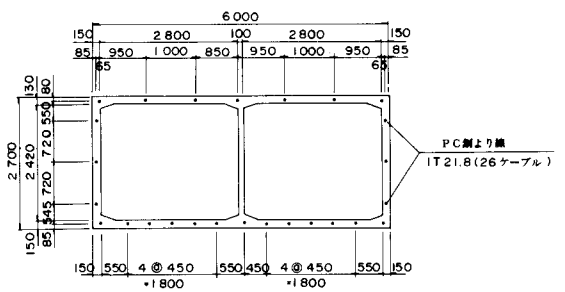
平面図



断面詳細図

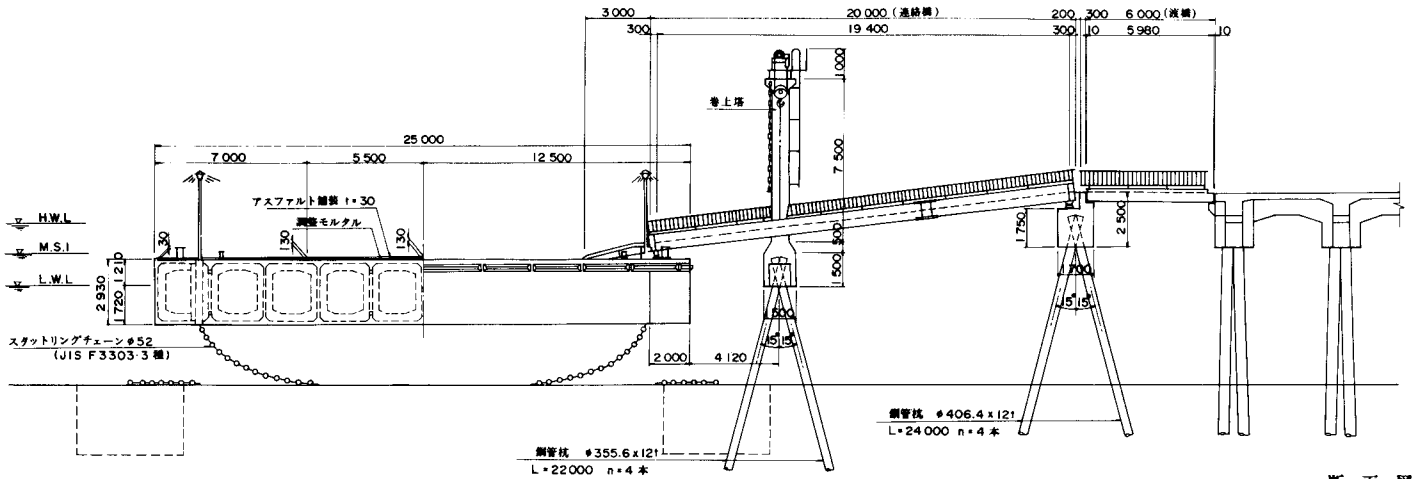


PC鋼材配置図



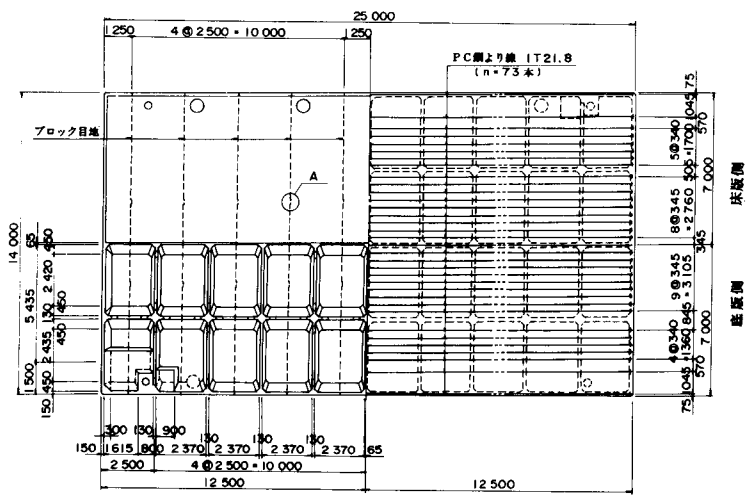
浮 体 式 構 造 物

縦 断 図

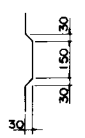


設 計 条 件		
構造形式		PCポンツーン
船長		25 m 000
船幅		14 m 000
船高		2 m 930
乾舷		1 m 210
吃水		1 m 720
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		カテナリー方式
使用目的		フェリー船の発着場
使用材料 コンクリート	設計基準強度	σck = 350 kg/cm²
	単位重量	γc = 2.5 t/m³
使用材料 鋼材	軸方向	1T21.8 (SWPR19)
施工方法	製作場所	岸壁エプロン
	製作方式	場所打ブロック方式
	進水方式	フローティング・クレーン

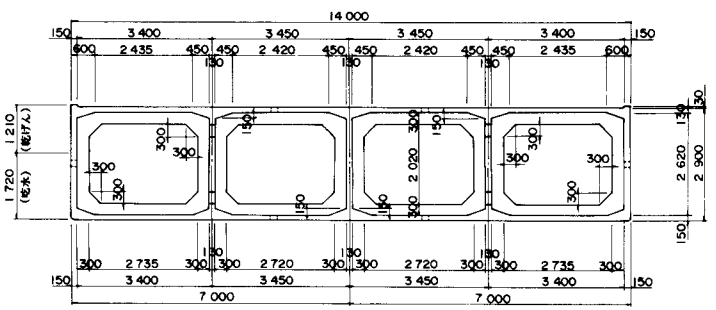
平 面 図



A 部詳細図

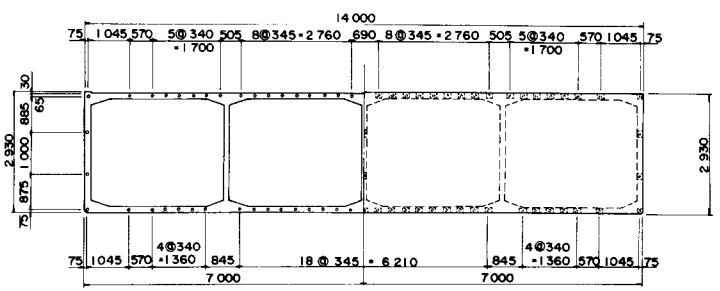


断 面 図



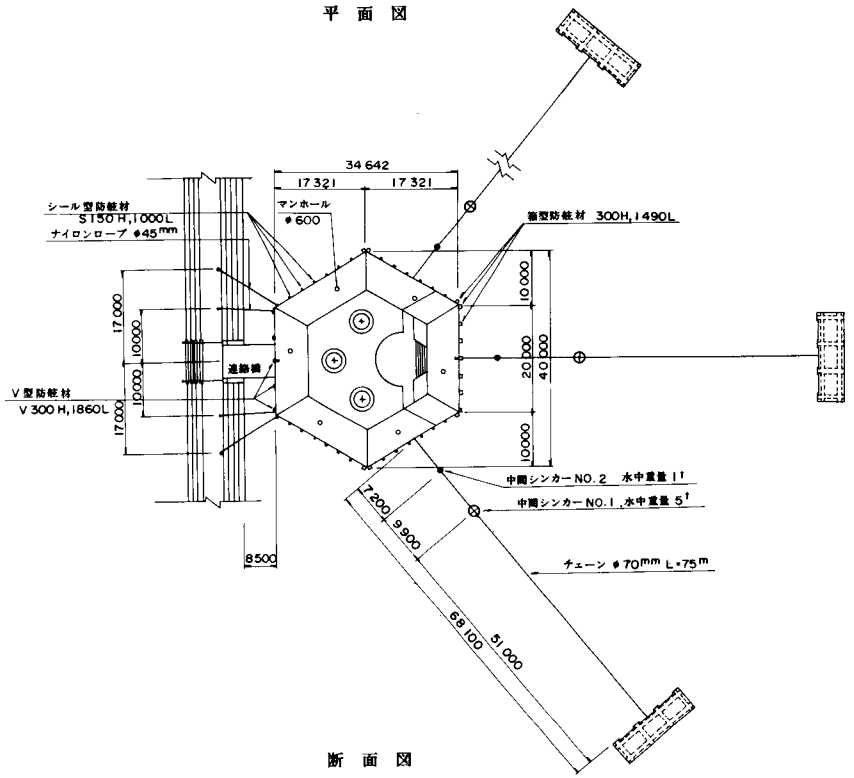
PC鋼材配置図

中央部　　端 部

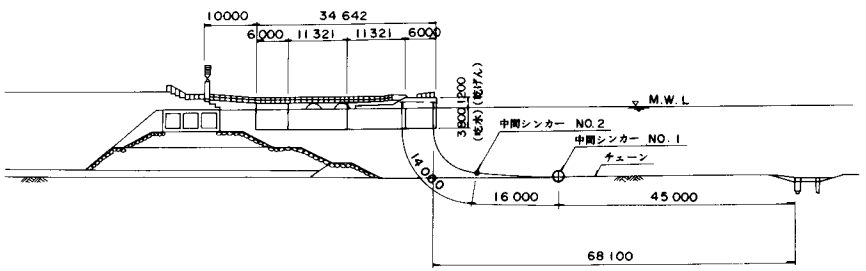


浮 体 式 構 造 物

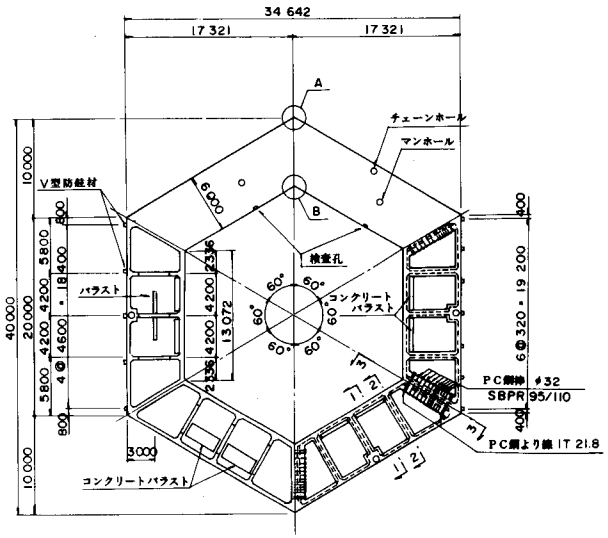
平 面 図



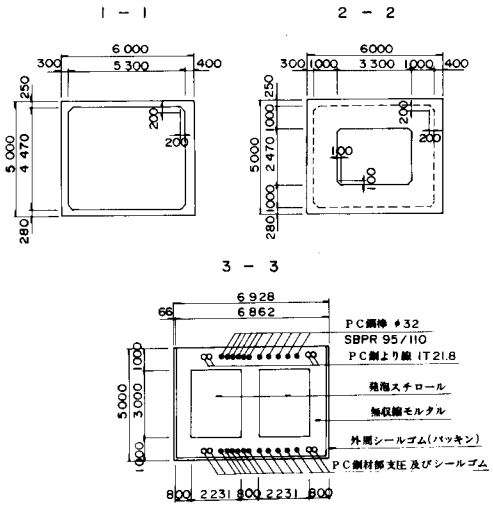
断 面 図



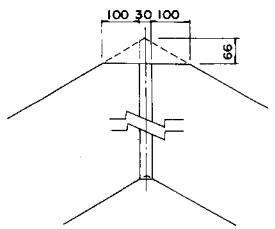
平 面 図



断 面 図



A，B 部詳細図

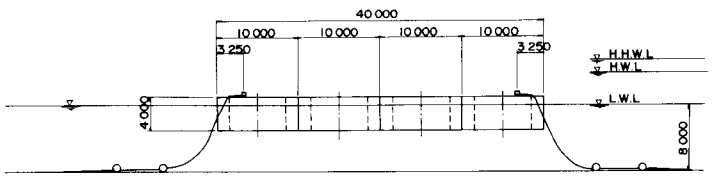


設 計 条 件		
構造形式		六角ポンツーン
船長		40 m 000
船幅		34 m 642
船高		5 m 000
乾舷		1 m 200
吃水		3 m 800
設計水深		−10 m 500
設計波高		1 m 500
上載荷重		500 kg/m²
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		カテナリー方式
使用目的		浮防波堤・浮桟式揚船岸・マリーナ施設
使用材料 コンクリート	設計基準強度	σck= 300 kg/cm²
	単位重量	γc= 2.5 t/m³
使用材料 鋼材	軸方向	1T 21.8 (SBPR 19)
	浮体連結	φ32 (SBPR 95/110)
施工方法	製作場所	岸壁エプロン
	製作方式	場所打ブロック方式
	進水方式	海上接合方式

浮 体 式 構 造 物

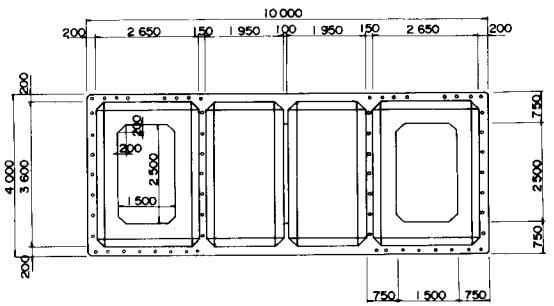
設計条件		
構造形式		PCポンツーン
船長		40 m 000
船幅		10 m 000
船高		4 m 000
乾舷		0 m 940
吃水		3 m 060
設計水深		− 8 m 000
設計波高		2 m 100 (終局計算状態) 1 m 500 (使用計算状態)
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		カテナリー方式
使用目的		防波堤
使用材料 コンクリート	設計基準強度	σck = 400 kg/cm²
	単位重量	γc = 2.5 t/m³
使用材料 鋼材	軸方向	1T 17.8 (SWPR19)
施工方法	製作場所	岸壁エプロン
	製作方式	場所打ブロック方式
	造水方式	海上綜合(ドック内)

側 面 図

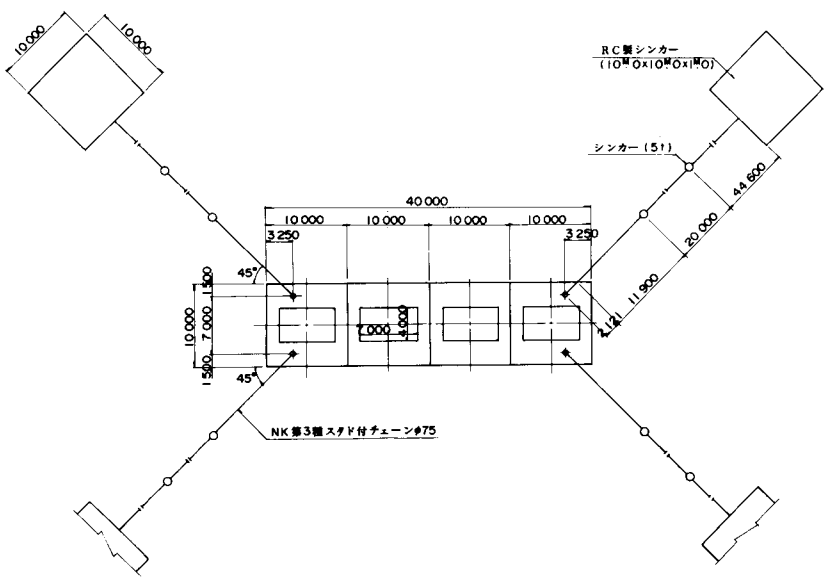


断 面 図

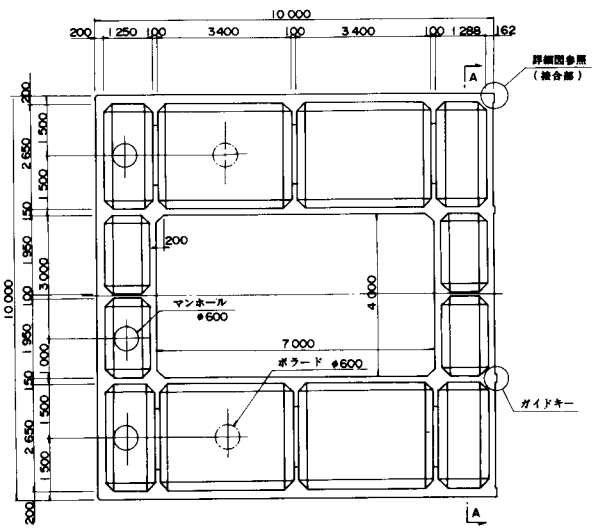
A − A



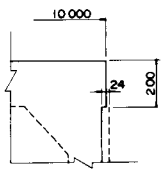
平 面 図



平 面 図



接合部詳細図

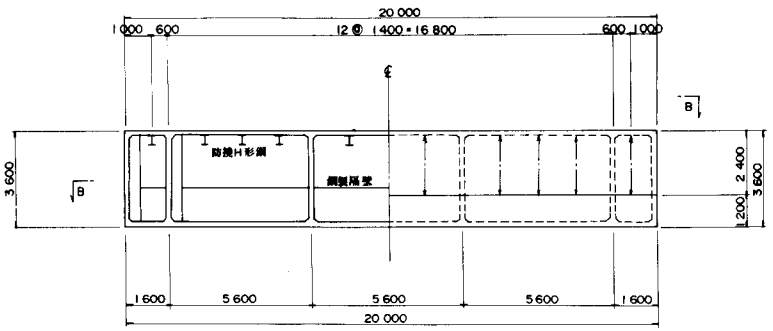


ガイドキー

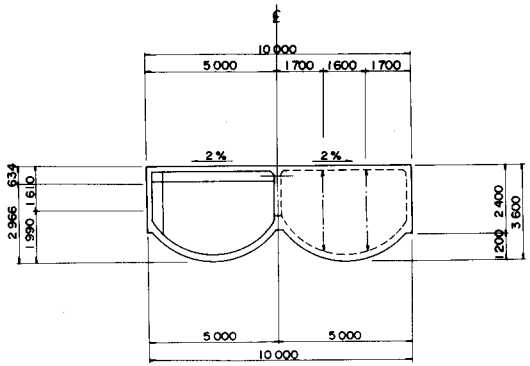
浮 体 式 構 造 物

設 計 条 件		
構造形式		PCバージ
船長		20 m 000
船幅		10 m 000
船高		3 m 600
乾舷		1 m 610(空木時) 0 m 634(満載時)
吃水		1 m 990(空木時) 2 m 966(満載時)
上載荷重		200 TON, 1.0 t/m²
浮体形式	断面方向	ハイブリッド合成桁構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
使用目的		実験船
使用材料	コンクリート 設計基準強度	σck= 400 kg/cm²
	コンクリート 単位重量	γc= 2.5 t/m³
	鋼材 軸方向	1T19.3(SWPR19)
施工方法	製作方式	場所打プレキャストブロック方式
	進水方式	ドライドック方式

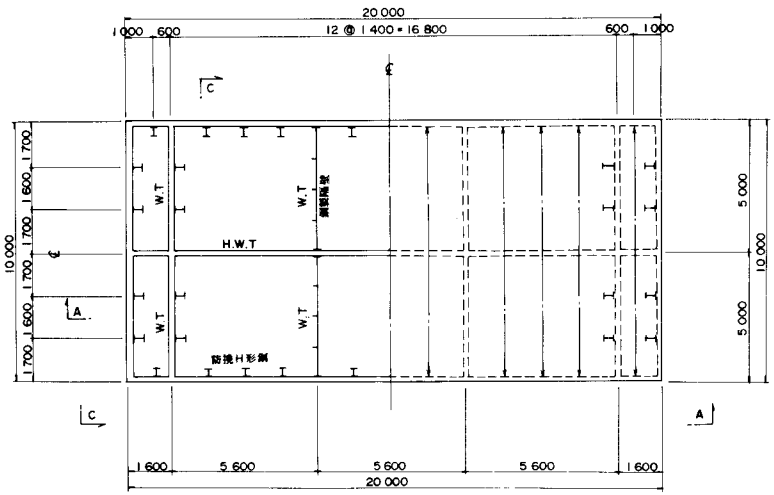
A－A 断面



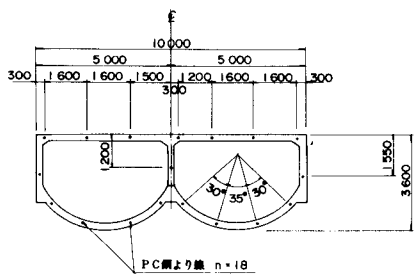
C－C 断面



B－B 断面



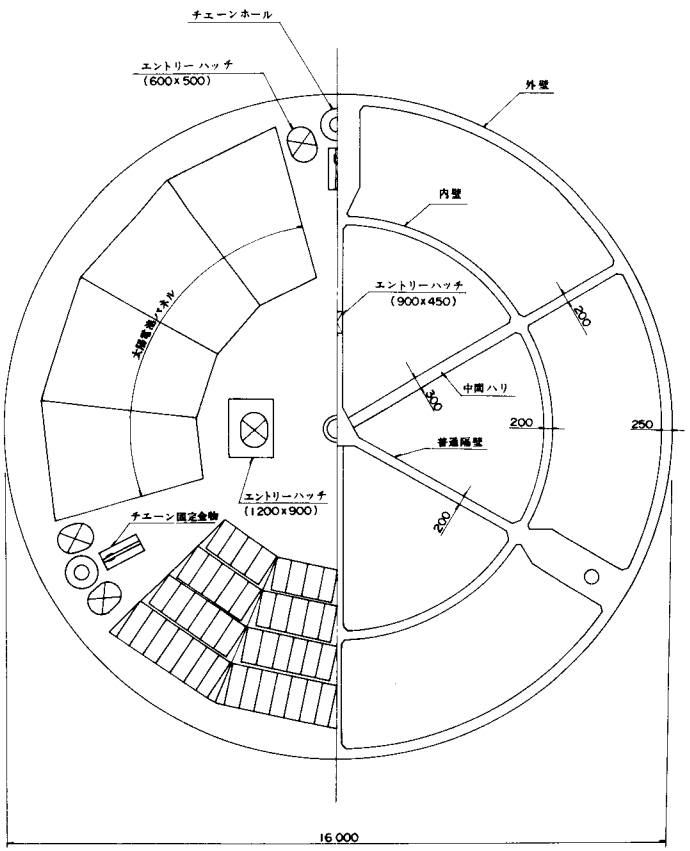
PC鋼材配置図



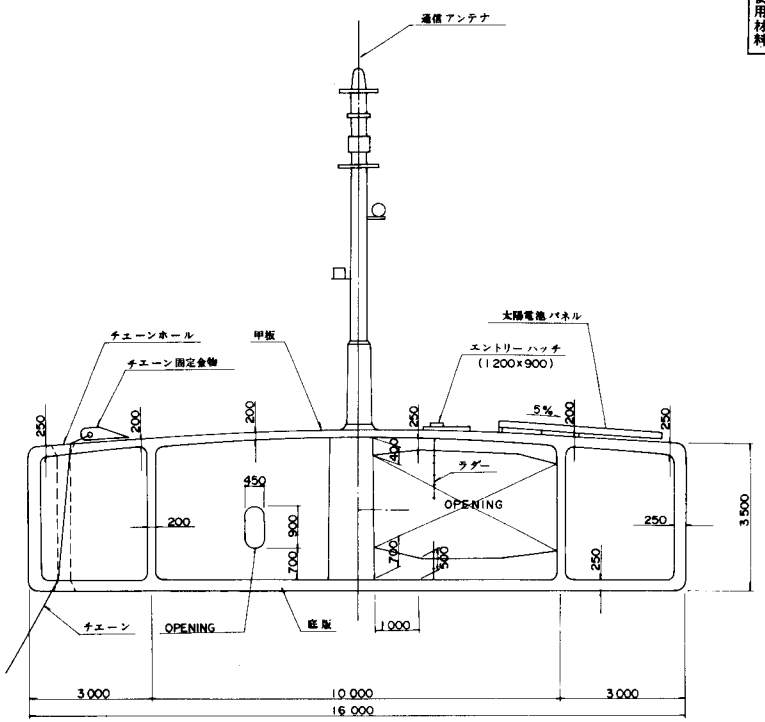
浮 体 式 構 造 物

設計条件		
構造形式		PCバージ
船径		16m000
船高		3m500
乾舷		1m400
吃水		2m100
上載荷重		500 kg/m²
浮体形式	断面方向	鉄筋コンクリート構造
	軸方向	プレストレストコンクリート構造
係留方式		カテナリー方式
使用目的		燈台
使用材料	コンクリート	σck= 400 kg/cm²
	鋼材	φ32(SBPR 95/110) PC鋼より線 1T19.3

平面図

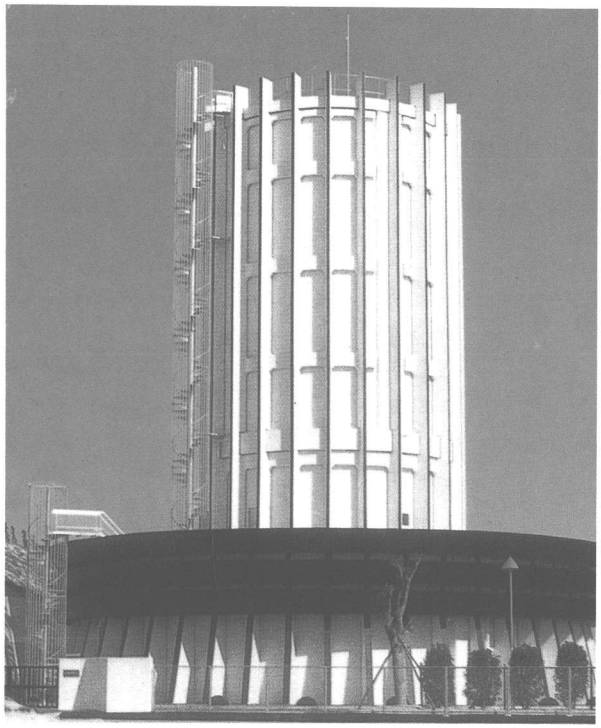


断面図



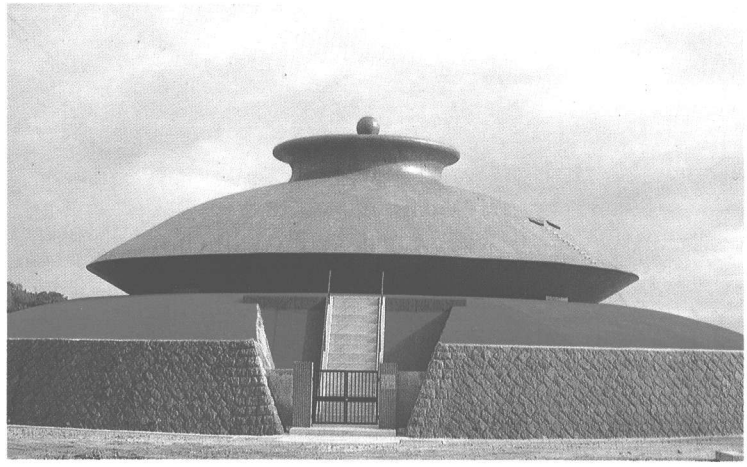
第５章　容器構造物

貯　水　槽
消　火　槽
サ　イ　ロ
プ　ー　ル
そ　の　他



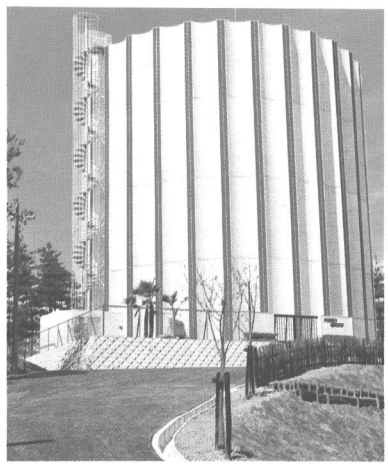
容　器　構　造　物
貯　水　槽

標　準　タ　ン　ク



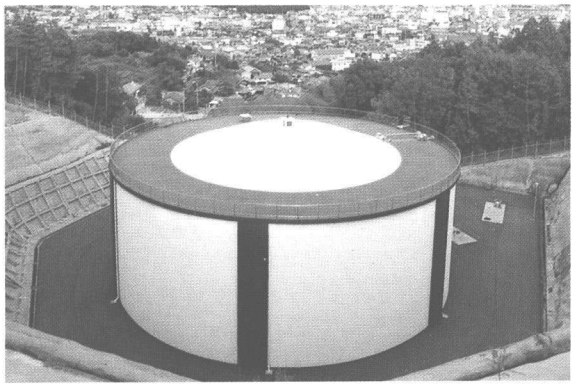
（V＝1,600㎥）

（V＝5,000㎥）



（V＝4,000㎥）

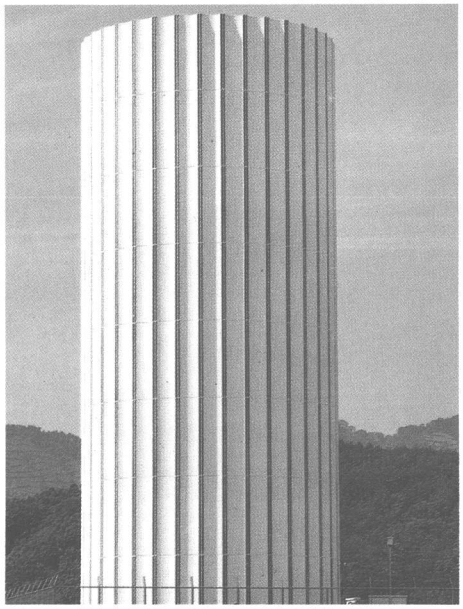
二重タンク



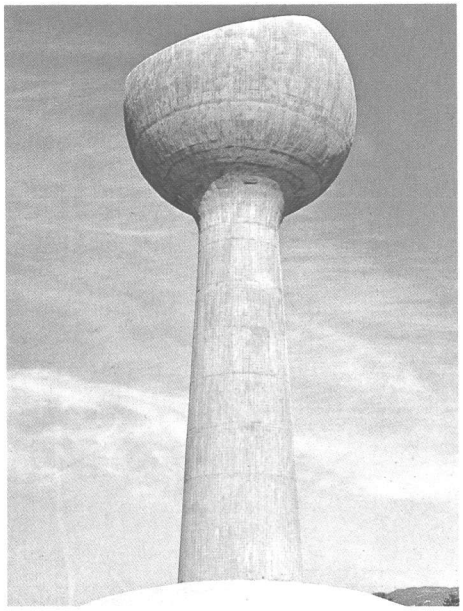
（V＝4,000㎥（内）
V＝4,000㎥（外））

（V＝3,930㎥（内）
V＝4,570㎥（外））

高架タンク

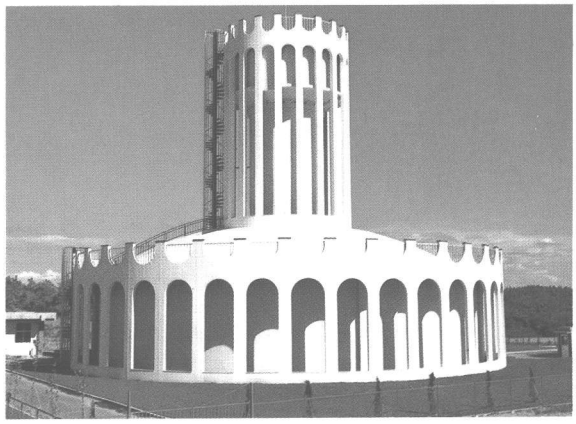


（V＝800㎥）

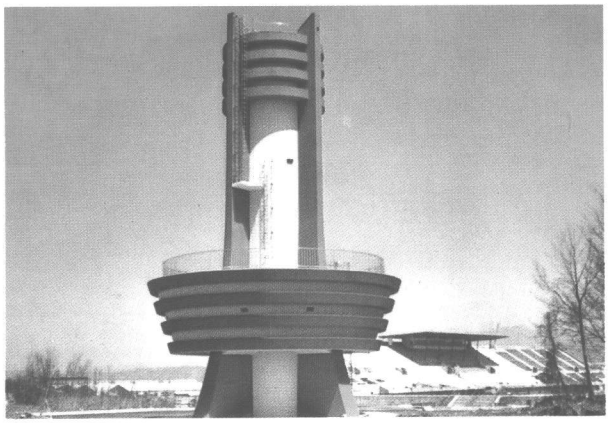


（V＝1,000㎥（内）
V＝2,000㎥（外））

複 合 タ ン ク

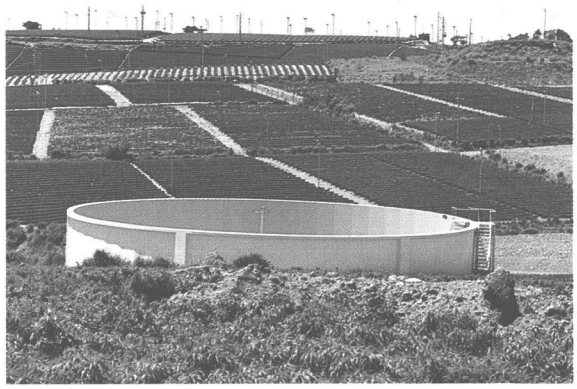


（V＝3,500㎥（下）
V＝　150㎥（上））



（V＝100㎥）

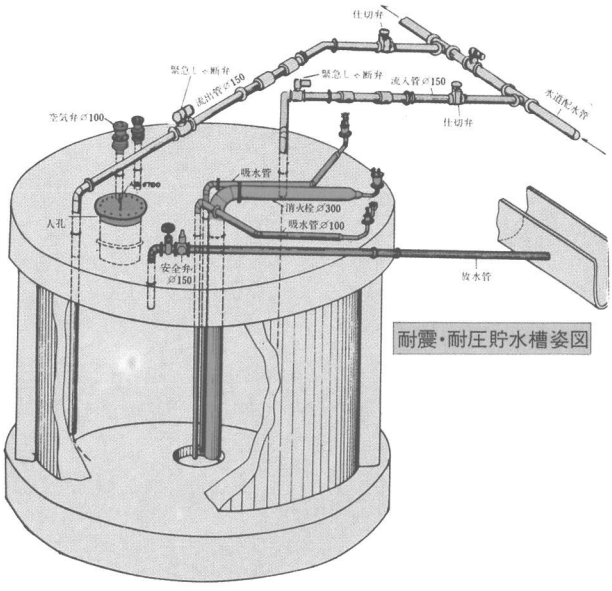
調　整　池



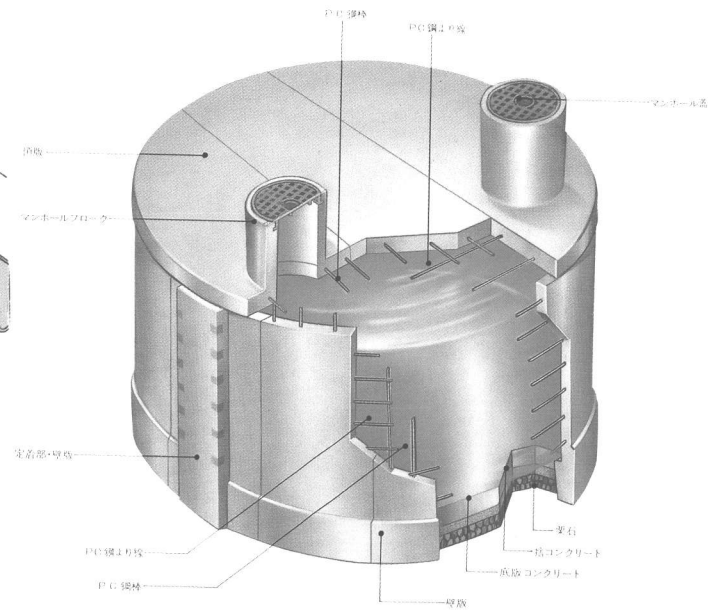
プ　ー　ル

サージタンク

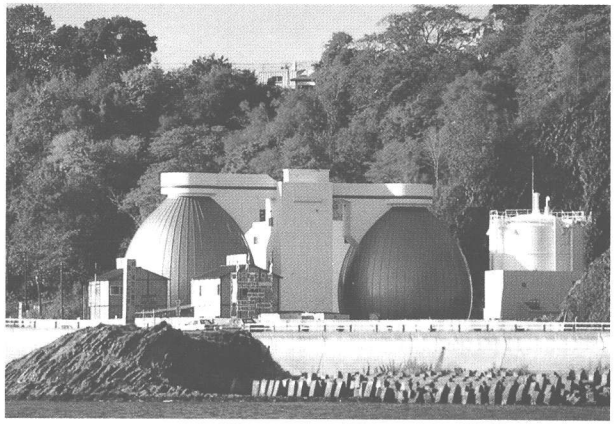
防火水槽

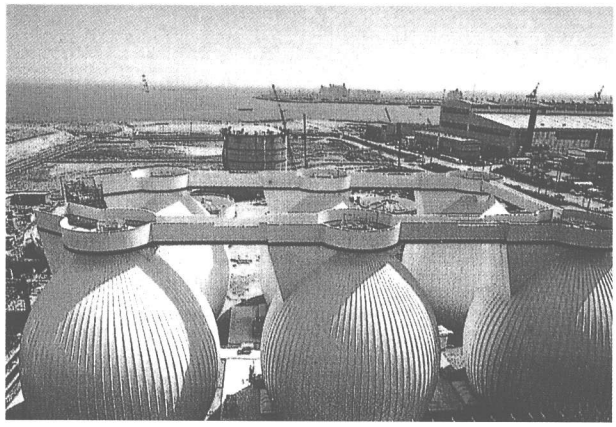


耐震・耐圧貯水槽姿図

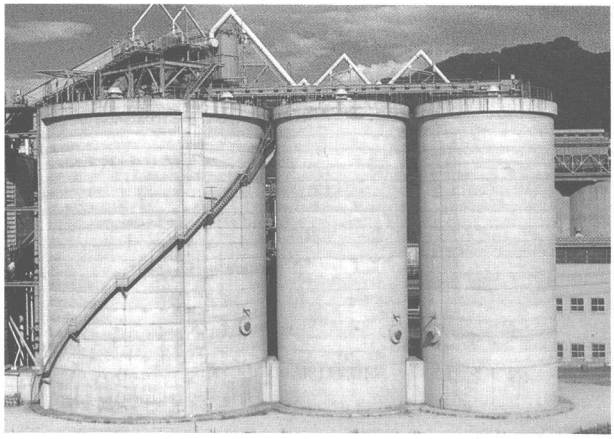


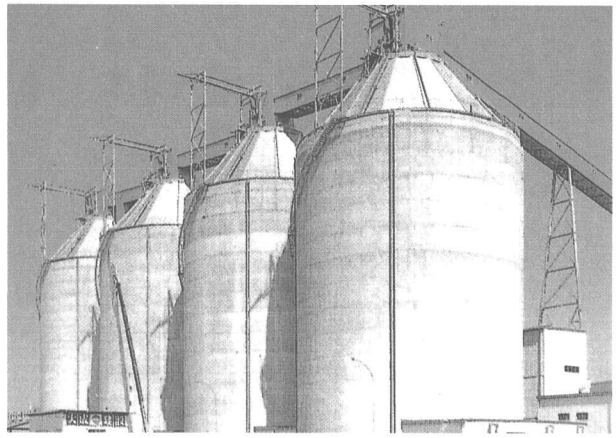
消　化　槽





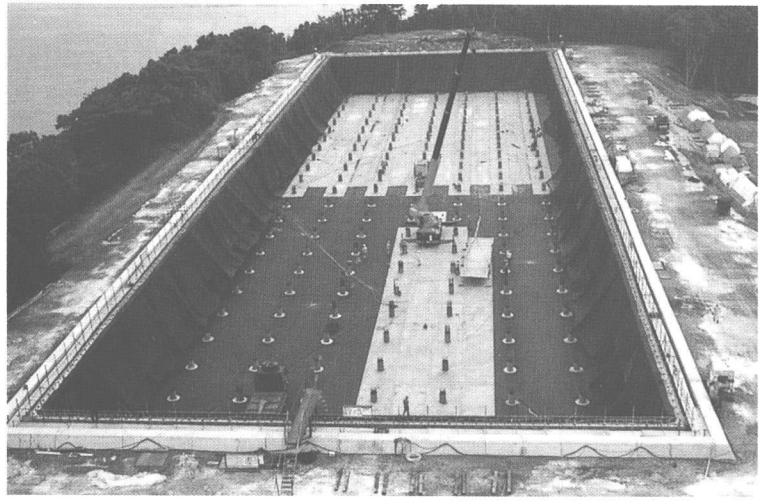
サ　イ　ロ



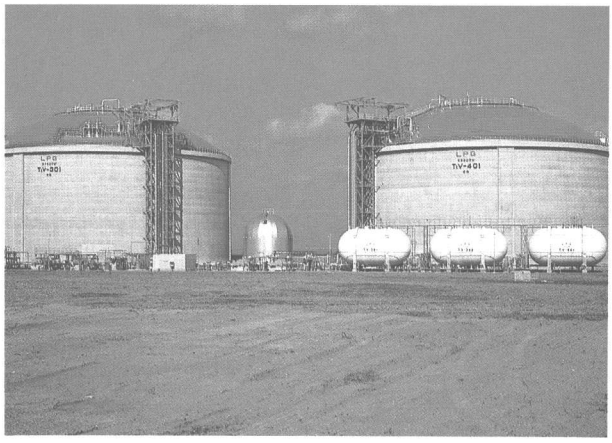


そ　の　他

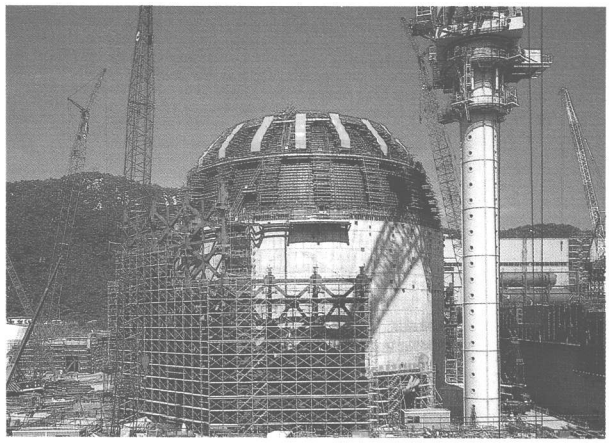
オイルタンク



低温タンク



原　子　炉



概　要

容器構造物は、従来主として、鉄筋コンクリートや鋼製等で造られているが、鉄筋コンクリートは、乾燥収縮や温度の影響をうけて、ひび割れが生じ易く水密性に欠けるため、何らかの材料を用いて、防水工を施さなければならず、鋼製では錆の発生防止が必要不可欠であった。

これらの問題を解決するのにＰＣは大変、的を射たものであり、その有利性より多く用いられるようになった。

ここでは、各分野で用いられてきた貯蔵容器をその使用目的によって分類すると次のようになる。

貯蔵容器構造物
- 貯水槽
  - ・上水道施設用（工事用水も含めて）の配水池，浄水池，調圧水槽，その他の水槽構造物
  - ・農業施設用の貯水池，調圧水槽
  - ・電力施設用の火力発電用水用貯水槽，水力発電用サージタンク
- 浄化槽
  - ・下水道施設用の浄化槽，各種処理槽
  - ・排水廃液処理用の処理槽
- サイロ
  - ・鉱物，セメント貯蔵用のサイロ
  - ・砂糖，塩，穀物貯蔵用のサイロ
- プール
- その他
  1. 貯油槽
     - ・石油類貯蔵用貯油槽
  2. 液化ガス貯槽
     - ・液化石油ガス，液化天然ガス等の貯槽
  3. 原子炉
     - ・原子力発電用反応器格納容器

5－1 貯　水　槽

昭和３２年に始まったＰＣタンクの建設は、その後急速な発展をとげ、現在では4,０００基を越える実績があり、各種貯水槽の主流となってきた。

また、容量2,０００㎥未満のタンクが全体の５割以上を占めているが、容量10,000㎥以上の大型タンクの実績も数多く、最大容量40,000㎥を越す上水用ＰＣタンクの実績がある。

○　構　造

ＰＣタンクは、屋根，側壁および底版から構成され、各構成要素の特長から以下のように分類することができる。

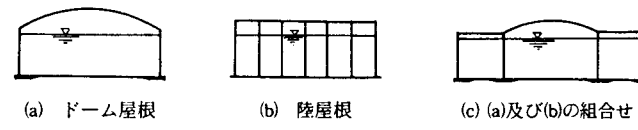


図５－１　屋根形状の分類

(1)　屋根形状

ドーム屋根もしくは陸屋根が代表的で、二重タンクではこの組合せも見られる。我国ではドーム屋根が多いが、大型ＰＣタンクの場合では陸屋根も見られる。

(2)　壁下端構造

フリー，ヒンジもしくは固定が一般的で、各々一長一短で、フリー，ヒンジ，固定の順で液密性（一体性）および耐震性は高まるが、逆にシェル応力の観点では、前者ほど優れているといえる。よって、工学的には一概にどの工法がよいか特定出来ないが、我国では固定が多い。

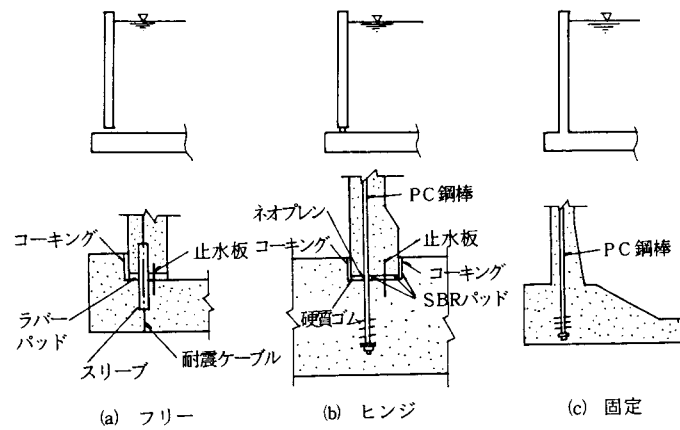
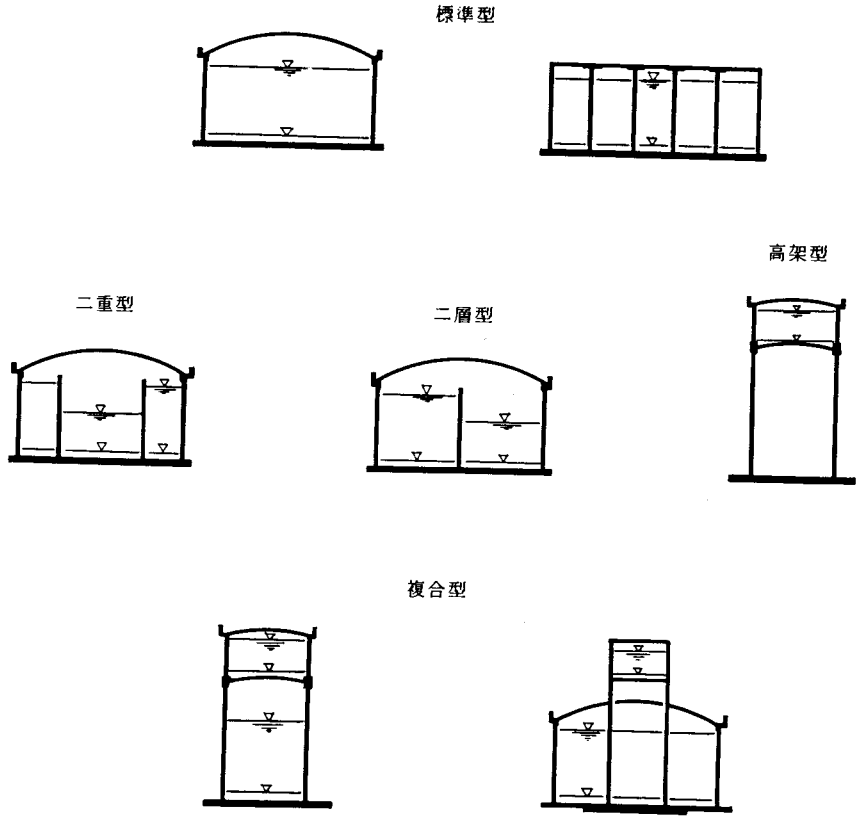


図５－２　壁下端構造の分類

(3) 容器形式

容器形式別分類



○ 設 計

側壁の円周方向に与えるプレストレス力は、静水圧に相当する力＋余裕圧縮力である。

円周方向にＰＣ鋼材を配置する場合、もし一周を一本のテンドンで緊張すると、摩擦によるプレストレスロスが大きいので、図５－４に示すように、一般には４～８の偶数本の定着柱（ビラスター）を設けて定着する。

また、図５－４は一周を２分割する例であるが、定着を90°ずらすことにより、全周にわたって導入されるプレストレスを平均化してある。

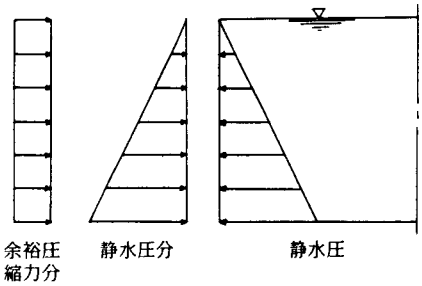


図５－３ 円周方向プレストレス力

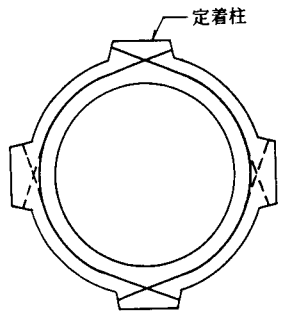


図５－４ 円周方向ＰＣ鋼材の配置例

種　別　5－1

図－1

農業用水に設置された内径16.1ｍ，水深5.0ｍの貯水槽である。

底版と側壁の支承条件は固定、側壁と屋根の支承はヒンジ構造を採用した。また、側壁の特長として、下端部は現場施工性を考慮し斜めハンチを設けず、直折れ形状となっている。内部塗装にはエポキシ樹脂を塗布し、屋根上には雨水進入に対する保護のために防水モルタルを塗っている。

図－2

本配水池は、ニュータウンの上水道施設の配水施設として築造されたもので、外観は機能だけの優先ではなく、自然環境との調和を考え、住民に心のやすらぎを覚える「黒ジョカ」をモチーフにしたものである。

黒ジョカとは焼酎用徳利で、地元の人達はその中にお湯を4、後から焼酎を6の割合で入れ常用している。また、その表面は黒く光っており重量感がある。特別注文のタイルを全面に張りその雰囲気を表現した。

図－3

本貯水槽は、地下水をポンプアップし貯水をしている。当タンクと同じ位の高さの位置で（当タンクも含めて）3基のタンクがあり、この3基のタンクは配管が同じで一つのタンクが地震で万が一、一時的に機能は停止しても他の2つのタンクで貯水ができるようになっている。

景観的には、歩廊の巾を広げその下に飾り柱を設けている。また、外装は2色で塗装着色し、アクセントをつけている。

図－4

本配水池は、内径34ｍ，水深9.7ｍ，有効容量8,800㎥を有しているＰＣタンクである。

天井および底版はＲＣ構造で側壁は円周方向、鉛直方向共プレストレスが導入されている。壁下端は、固定構造となっている。

図－5

土地の有効的利用の一つとして、タンク屋上にテニスコート等の厚生施設を配備したもので、内径30ｍのタンク2池を並べて作り、屋根は4ｍ間隔に格子状に配置した柱に支えられるフラットスラブ構造（ＲＣ構造）となっている。

この形式は、土地の多目的有効利用に適している。

図－6

本貯水池は、径の大きいタンクなので球形ドーム構造では、側壁部プレストレスに大きな負担がかかるため屋根は柱で支えられたフラットスラブ構造になっており、施工性を考慮して柱2列分ごとに分割した。

側壁1段目（高さ1.8m）のコンクリートは、打設後、比較的初期段階でのひび割れ抑制策の一つとして無収縮コンクリートを使用している。

図－7

外観は標準タンクと何ら変わらないが、側壁は外壁と内壁が同心円上に二層に区切られている（二重型）。送配水系統も槽内部において完全に分離しているため、水槽の清掃時に運転中止しても、もう一層の方で対応できる構造である。したがって、断水することなく、常に配水が可能である。

図－8

給水用タンクとしては貯水量6,000㎥と大規模なもので、二重型タンクという構造特性を有している。また、側壁は半球状にくびれており、色彩については美観上調和のとれた色が配慮されている。

図－9

現地は干拓による平地で、高水位を確保する目的で計画されたＰＣ高架水槽である。

構造はＲＣ円筒支柱の上部に容量100㎥の水槽を有する連続した同軸二重側壁からなる円筒シェル構造である。

景観を考慮して定着柱は設けず外面を八角形とし、隅角部4箇所にポケットを設け、円周方向にＰＣ鋼材を定着している。また、残りの隅角部も面取りしデザイン上のバランスを取っている。

図－10

この配水塔は、高台地域一帯へ水を安定的に供給するために、従来のポンプ加圧方式から自然流下方式による配水方法に転換する施設として築造したものである。

この配水場が公園に隣接していることから、構造物の外観形態については、側壁の鉛直面に双曲線を用いて、中央部分を細く絞った鼓形とするデザインとし、配水塔全体に軟らかみをもたせ、周辺の環境との調和を図っている。

図－11

学術研究都市の中央部に位置し、高・低区共、Ve＝2,000㎥の複合型貯水槽である。

タンク廻りには、ＡＬＣ版を張り付け、周囲景観に調和したものを意図している。また、

基礎は、ＰＣ杭φ500のＢ種を使用し、施工は、アースオーガー掘削で先端打込みで行った。

図－12

本貯水槽は、3,000㎥／日の水を配水塔下部の受水槽（容量2,000㎥）で貯水し、そこから上部の配水池（容量300㎥）へポンプアップし、自然流下で安定的に給水し、さらに余剰水を他地域へ給水するものである。

配水塔の高さは51.8ｍで、非常に高い建造物であるが、安全性には特に考慮し、関東大震災程度の激震にも耐えられ、風速60ｍ／秒の風にも耐えられるよう、設計された堅固な施設である。

図－13

本構造物は、有効容量380㎥の高架水槽と有効容量2,000㎥の配水池の組合せ形式からなっている複合配水池である。プレストレスは各配水池共側壁に導入されている。この地域の名産である竹がデザインされ、町のシンボルタワーとしての工夫がなされている。

図－14

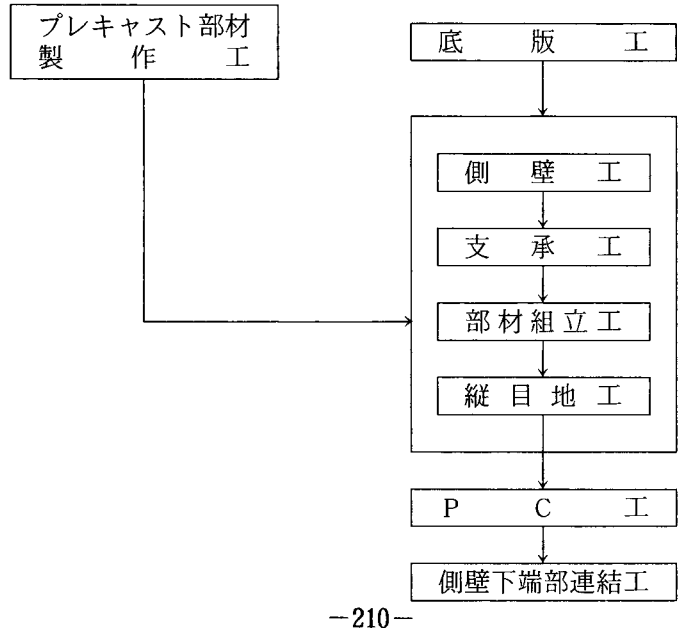
本タンクは、プレキャスト部材を組立てた近似円筒形ＰＣ構造である。側壁は48枚の縦割部材で構成され、屋根部はプレキャスト部材とし、場所打ちコンクリート部により接合し、球面に近似する多面体を形成している。

側壁下端と底版接合部は、完成時にはヒンジ構造であるが緊張時は滑動を許す構造とした。

図－15

有効容量6,000㎥のプレキャスト工法採用の円筒形ＰＣタンクである。

経済性，品質，安全性，環境性等を総合的に判断し、採用したものであり、施工順序を示すと次の様になる。



図－16

ファームポンド予定地が空港の近傍であるため、射体高さは12mを越えないことが条件となっている。

通常直径に対する高さの比率は1／3～1／4が最も経済的とされているが、本構造物は敷地の制約によりH／D＝1／2.8になっている。

図－17

この水槽は、水道用水供給事業の一環として、浄水場内に広域調整池を築造したものである。立地場所を利用した自然流下式により安定した送水を確保する様計画され、有効容量は29,000㎥で大規模である。

施工場所は、緩斜面部で、法面土止としてアースアンカー土止矢板工法が用いられ、基礎は置換コンクリートにし岩着直接基礎とした。

図－18

当貯水槽は、容量11,200㎥の半地下式コンクリート製無蓋貯水槽である。貯水槽の底面積が2,000㎥以上の広面積であることと、この地域に多く発生する地盤の不等沈下等に対処するため、底版をＰＣ構造としている。また、地下水位が高く、底版に浮力がかからない様にするため、多数の逆止弁付通水管をＰＣ底版に設置している。

この地域は有名な「みかん」の産地であり、栽培は県内一円に普及している。

また、石炭採掘が盛んに行なわれ、その結果、果樹園が石炭採掘の影響を受け、土壌の保水力が低下し、このことが果実の生育を阻害することとなった。従って、この果樹園鉱害の対策として用水量を補給するための用水源の確保、かん水施設の設置により効用回復を図ることを目的として当事業が着手された。

図－19

本貯水槽は、逆Ｔ型の側壁と底版により構成される。

側壁は、ＲＣ構造、底版においては、ポストテンション方式によるＰＣ構造とし、水密性を向上し荷重，温度変化，乾燥収縮等によるひび割れに対処するとともに、不等沈下に対する変形能力の向上を図った。

なお、施工上，構造上の利点より施工目地を設け、側壁と底版は分けて施工し、それぞれの施工完了後、無収縮コンクリートで施工目地を打設し、ＰＣ鋼材により緊結し、一体構造としている。

図－20

本サージタンクは浄水場から中継ポンプ場間の送水管路に設けられ、一定圧力を維持する目的で必要水量を補給するワンウェイサージタンクである。

ワンウェイサージタンクは、送水管路に対して水を流入させる一方向のみに開く逆止弁をつけたサージタンクで、送水管路内の圧力が水槽内の水位面より低下した時に逆止弁を押し開いて水を供給するタンクである。また、用地が狭いので、タンク基礎部に弁室を設けた。

本タンクの側壁部は、鉄筋コンクリート構造と比較して、ひび割れ，水密性，耐久性などに優れたＰＣ構造とした。

図－21

この調圧水槽は、ポンプ電源しゃ断時に生じる大きなウォーターハンマーに対処する目的で採用されたワンウェイサージタンクである。

浄水場の表玄関に位置するため、とくに美観上を考慮し、ＰＣ構造のすりばち型が採用された。

図－22

本水槽は、公園内敷地の地下に完全埋設される耐震性の防火用水槽である。

構造は、12枚の側壁パネルを円筒形にし、３枚の頂版パネルを壁版天端に取り付けＰＣ鋼より線で緊張一体化している。

図－23

本耐震耐圧貯水槽は、常時消火栓として使用され災害時には、緊急消防用水として、消防車２台で50分間の消火活動ができ、応急飲料水として15,000人に２日間の生活用水を供給することができる能力を保有している。

なお、通常圧力は5.5 kg/cm²で設定してあり、圧力変動に対しては安全弁により保つ。

図－24

この耐震性防火水槽は、ボックスカルバート型で容量40 m³である。

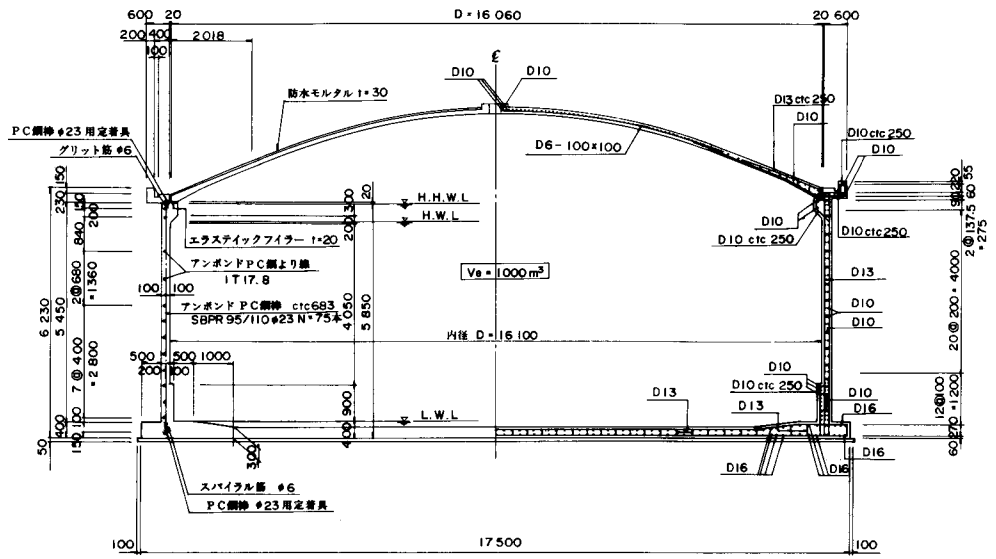
６個のブロックに分けて製作，運搬し現地にてＰＣ鋼線を用いて一体とするものである。

設計は自治省消防庁の防火水槽設計指針に従って行ない、地震時においても十分な安全を保証している。

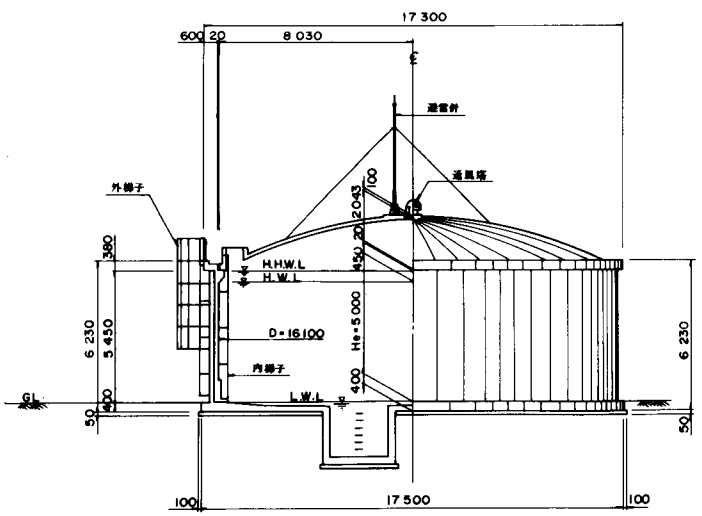
貯　水　槽

設計条件	
形式	配水池(標準タンク)
内径	D＝16^{m}100
有効水深	H＝5^{m}000
壁厚	t＝200^{mm}
有効容量	V＝1000$^{m^3}$
側壁下端の構造	固定
使用用途	農業用水
設計震度	KH＝0.2　KV＝0
使用材料 コンクリート 屋根	σck＝300 kg/cm^2
使用材料 コンクリート 側壁	σck＝350 kg/cm^2
使用材料 コンクリート 底版	σck＝300 kg/cm^2
使用材料 鋼材 円周方向	1T-17.8^{mm} (アンボンド)
使用材料 鋼材 鉛直方向	φ23^{mm} (SBPR95/110) (アンボンド)
使用材料 防水材料	エポキシ樹脂

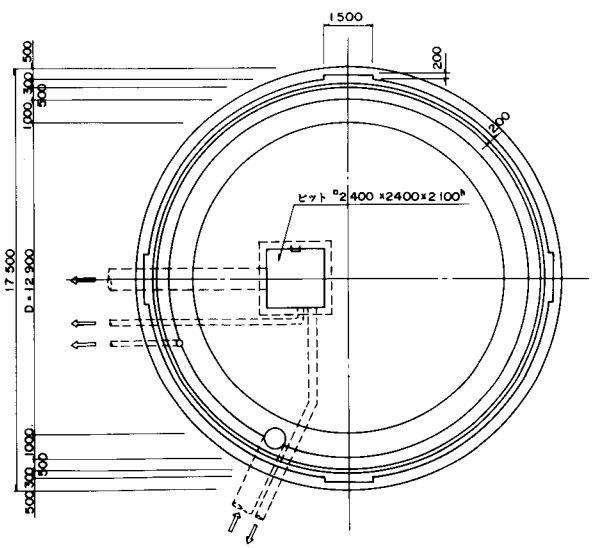
断面詳細図



側面図



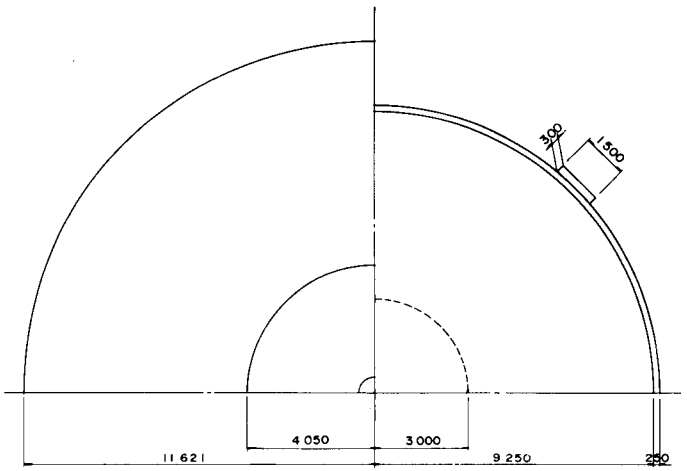
平面図



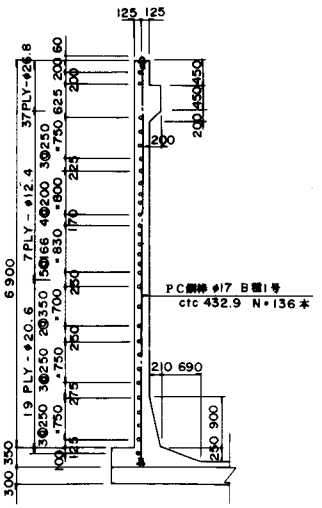
貯　水　槽

設計条件		
形式		配水池(標準タンク)
内径		D = 18m500
有効水深		H = 6m000
壁厚		t = 250 mm
有効容量		V = 1 600 m³
調整下端の構造		固定
使用用途		上水用水
設計震度		KH = 0.3 KV = 0.1
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 400 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 400 kg/cm²
	鋼材 円周方向	7PLY12.4mm, 37PLY26.8mm, 19PLY20.6mm
	鋼材 鉛直方向	φ17(SBPR 95/110)
	防水材料	エポキシ樹脂

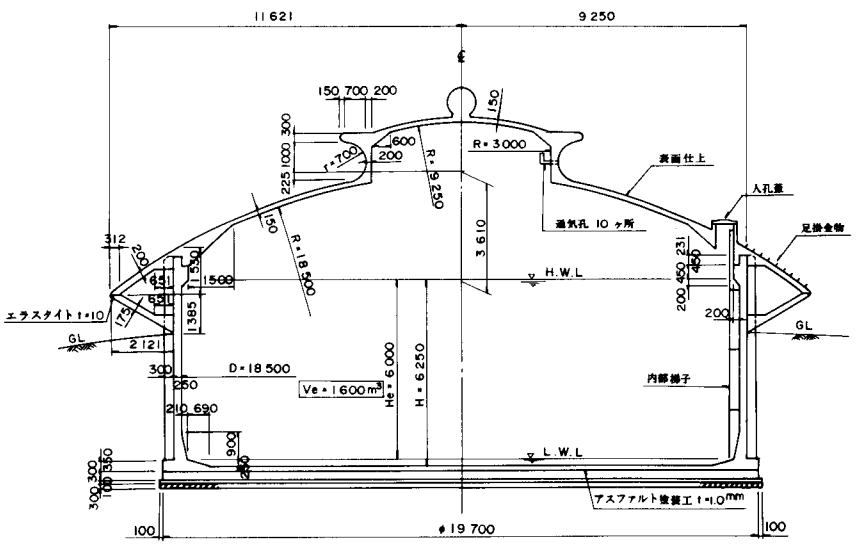
平面図



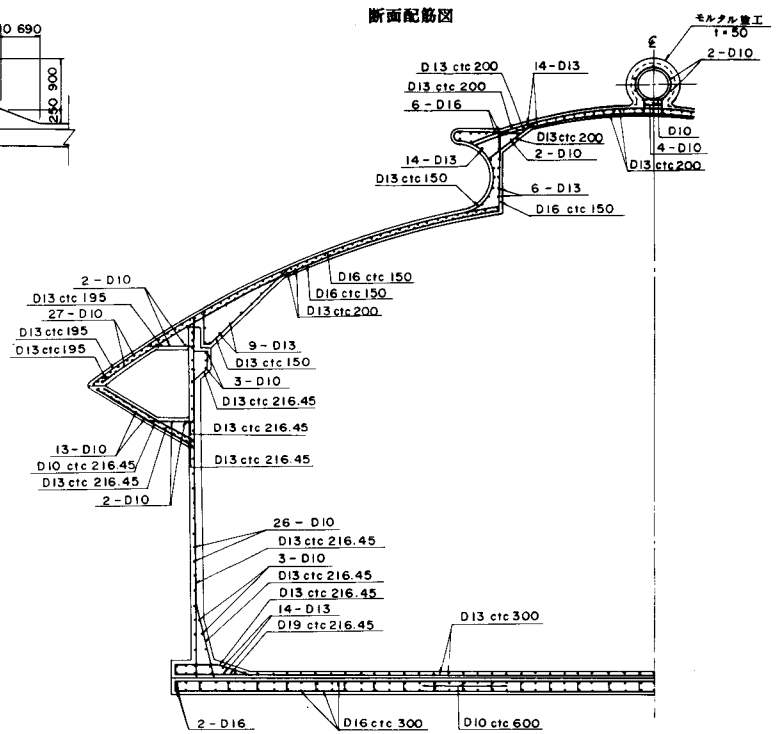
PC鋼材配置図



側面図



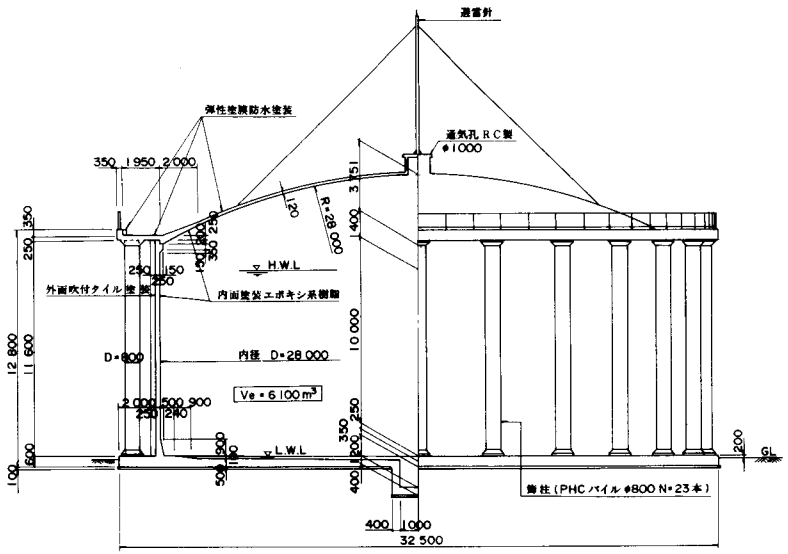
断面配筋図



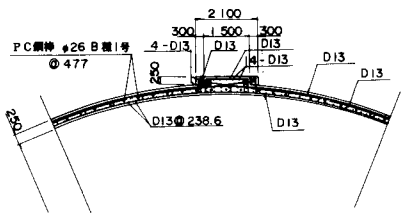
貯　水　槽

設計条件		
形式		配水池(標準タンク)
内径		D = 28^{m}000
有効水深		H = 10^{m}000
壁厚		t = 250^{mm}
有効容量		V = 6 154 m^{3}
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.45 KV=0.225
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 240 kg/cm^{2}
	コンクリート 側壁	σck = 350 kg/cm^{2}
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm^{2}
	鋼材 円周方向	1T-21.8^{mm}
	鋼材 鉛直方向	φ26 (SBPR95/110)
	防水材料	エポキシ樹脂

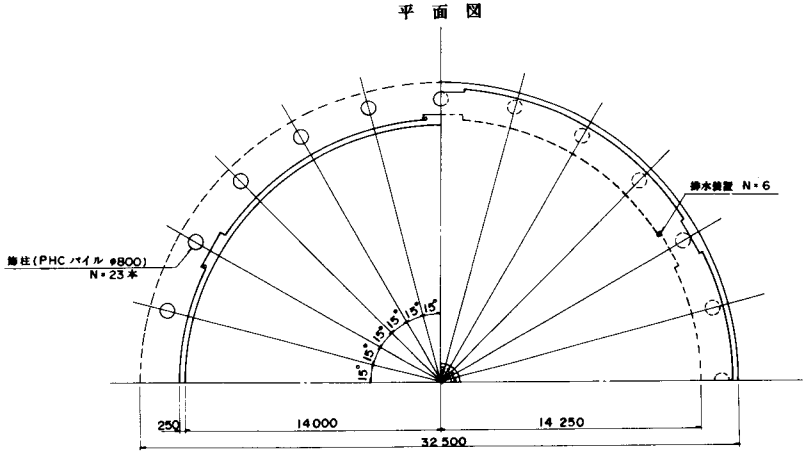
側面図



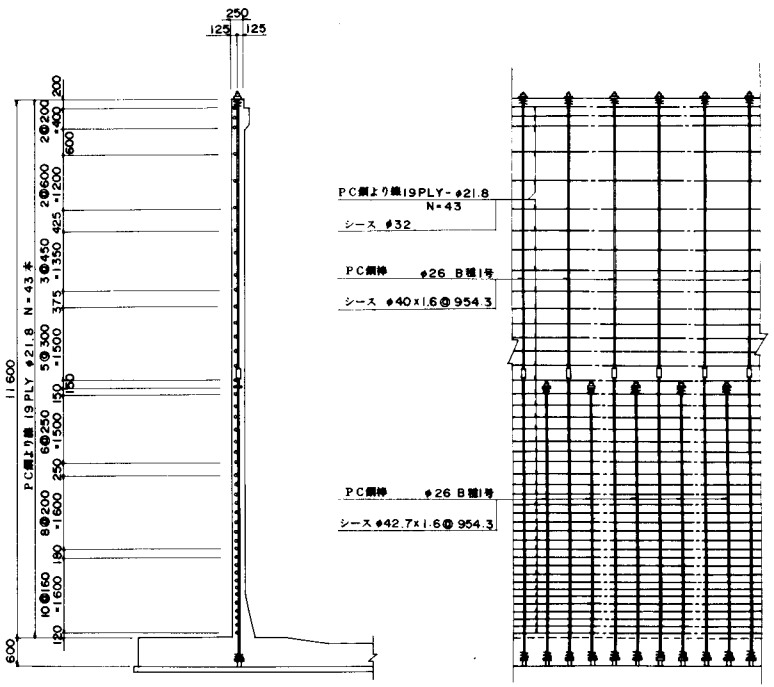
ピラスター詳細図



平面図

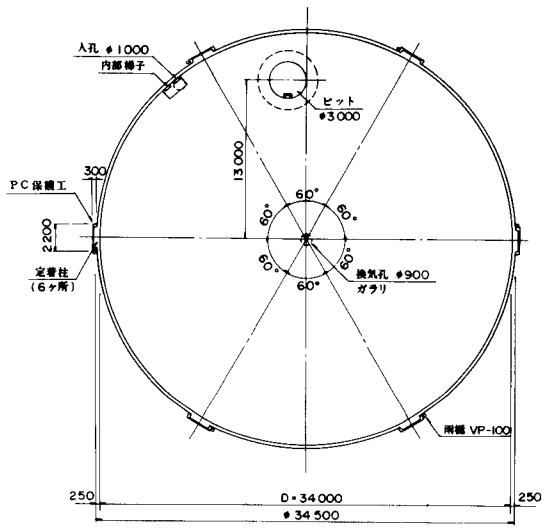


PC鋼材配置図

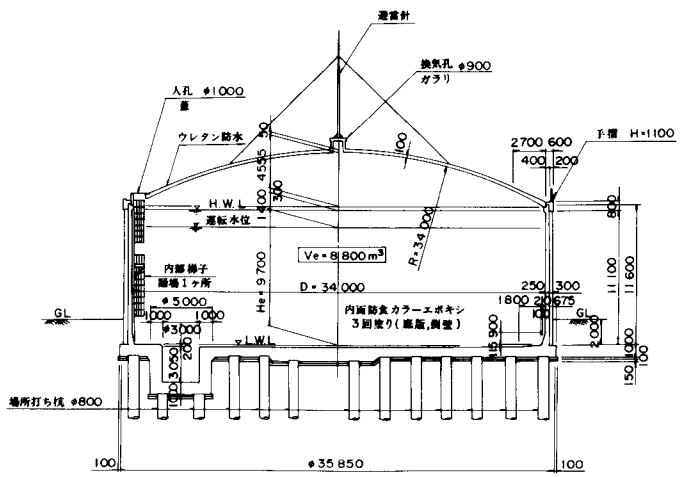


貯　水　槽

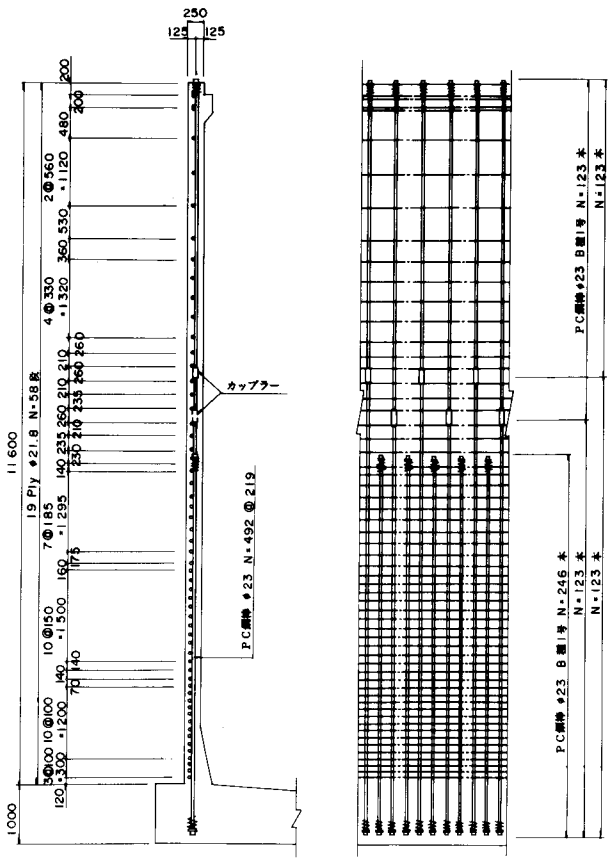
平面図



側面図



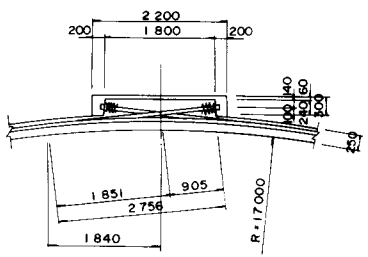
PC鋼材配置図



設計条件

設計条件		
形式		配水池(標準タンク)
内径		D=34m000
有効水深		H=9m700
壁厚		t=250mm
有効容量		V=8800m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		上水用水
設計震度		KH=0.3 KV=0.1
使用材料	コンクリート 屋根	σck=300 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck=350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck=300 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-21.8mm
	鋼材 鉛直方向	φ23(SBPR95/110)
	防水材料	カラーエポキシ樹脂

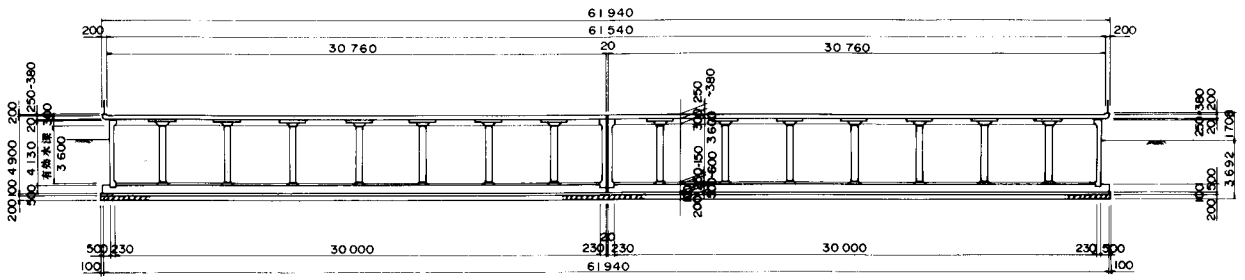
ピラスター詳細図



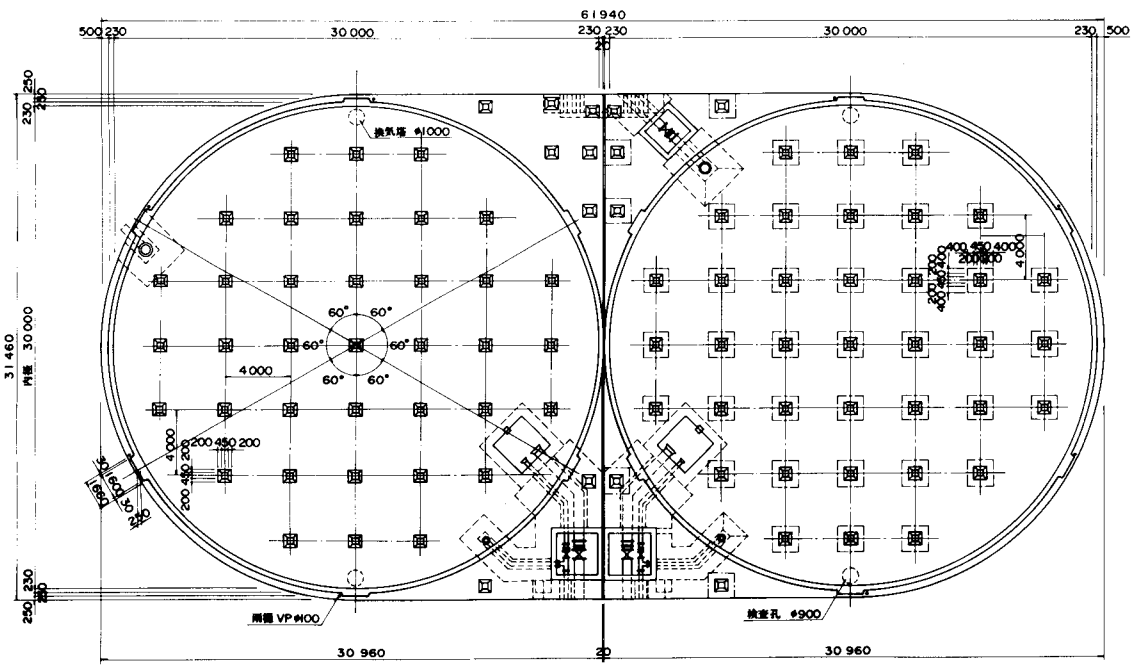
貯　水　槽

設計条件		
形式		配水池(標準タンク)
内径		D = 30^{m}000
有効水深		H = 3^{m}600
壁厚		t = 250^{mm}
有効容量		V = 2 500 m^{3}
測壁下端の構造		ヒンジ
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.30 KV=0.1
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 210 kg/cm^{2}
	コンクリート 側壁	σck = 350 kg/cm^{2}
	コンクリート 底版	σck = 210 kg/cm^{2}
	鋼材 円周方向	1T-21.8^{mm}
	鋼材 鉛直方向	φ23 (SBPR 95/110)
	防水材料	エポキシ樹脂

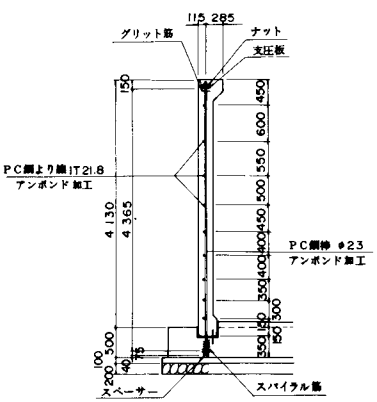
側面図

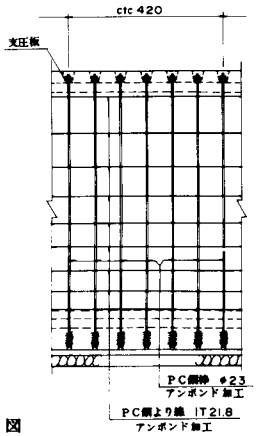


平面図

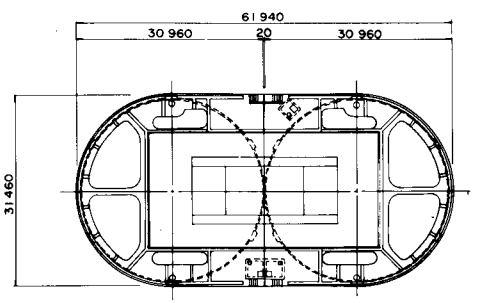


PC鋼材配置図



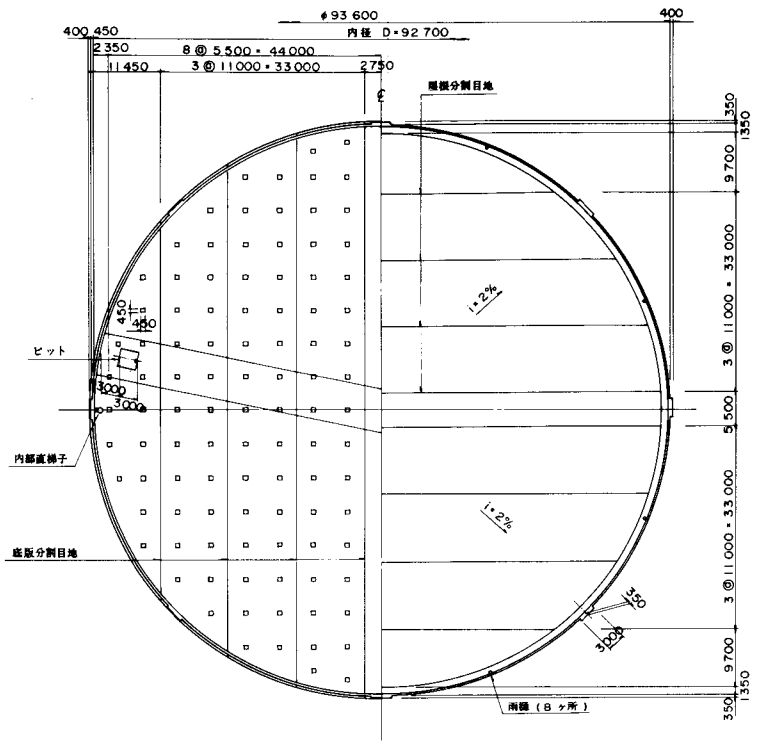


平面図

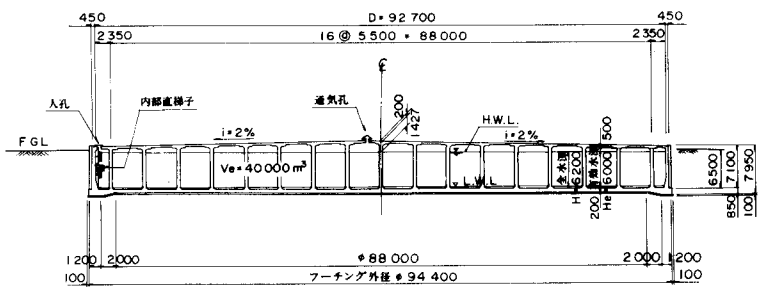


貯　水　槽

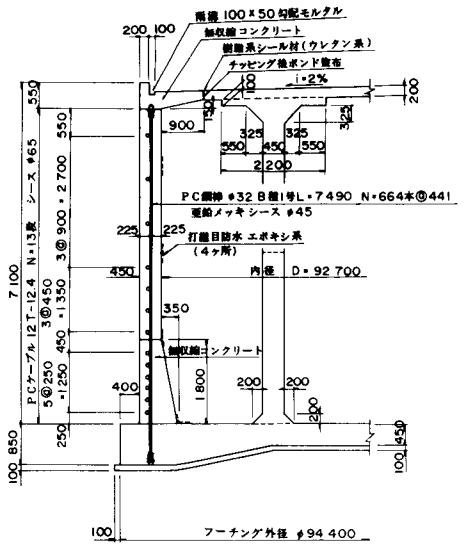
平面図



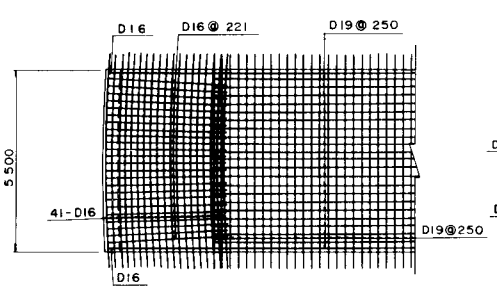
側面図



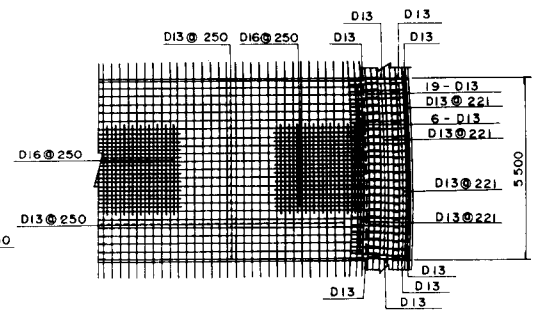
PC鋼材配置図

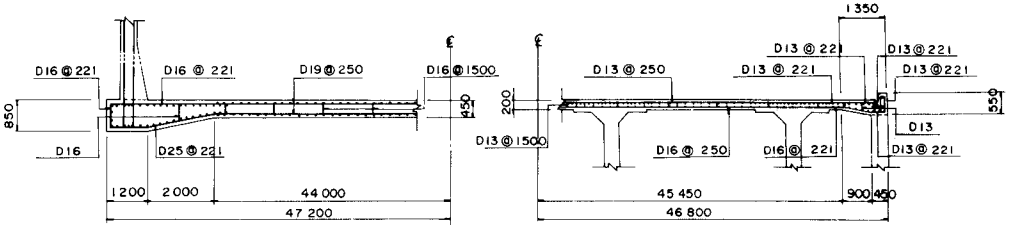


底版配筋図



頂版配筋図



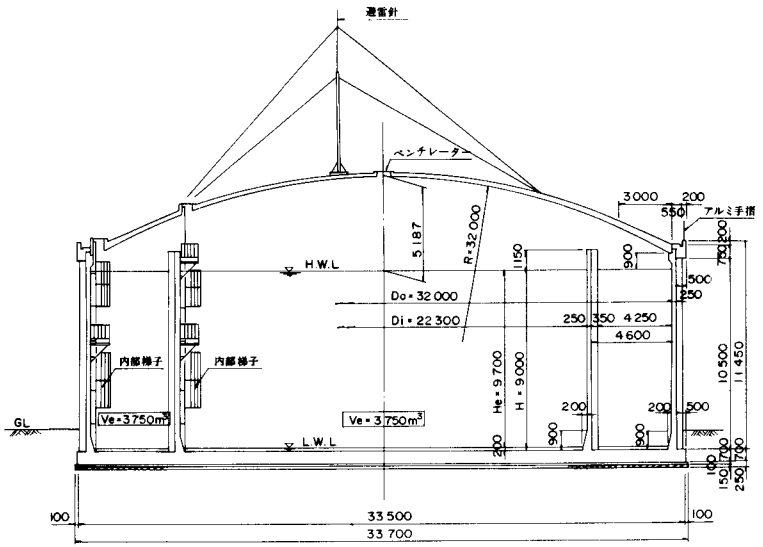


設計条件		
形式		配水池(標準タンク)
内径		D=92m700
有効水深		H=6m000
壁厚		t=450mm
有効容量		V=40 000m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.13 KV=0
使用材料	コンクリート 屋根	σck=210 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck=300 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck=300 kg/cm²
	鋼材 円周方向	12V12.4mm
	鋼材 鉛直方向	φ32(SBPR95/110)
	防水材料	エポキシ系

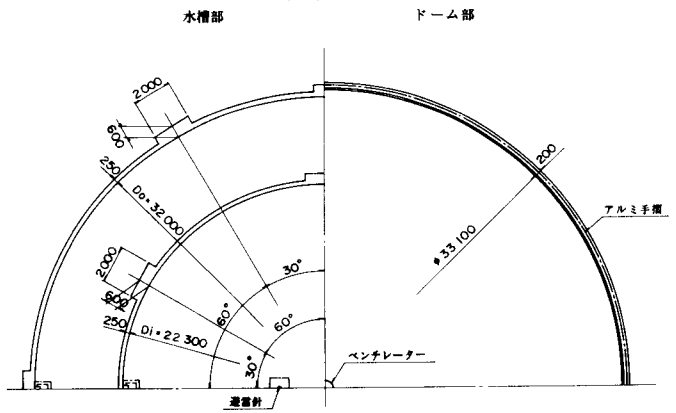
貯　水　槽

設計条件		
形式		配水池（二重タンク）
内径		D＝32m000（外槽） D＝22m300（内槽）
有効水深		H＝9m 700
壁厚		t＝250 mm
有効容量		V＝3 750m³（外槽） V＝3 750m³（内槽）
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH＝0.3 KV＝0.15
使用材料	コンクリート 頂版	σck＝ 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck＝ 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck＝ 300 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T－21.8 mm
	鋼材 鉛直方向	φ32（SBPR 95/110） φ32（SBPR 80/95）
	防水材料	エポキシ系

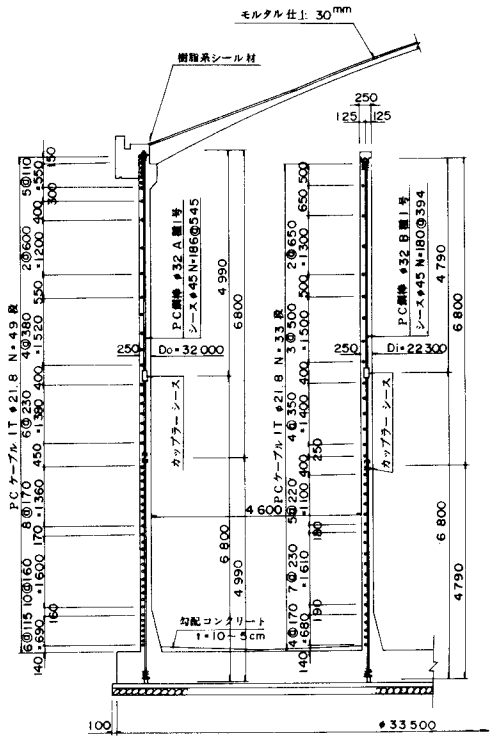
側面図



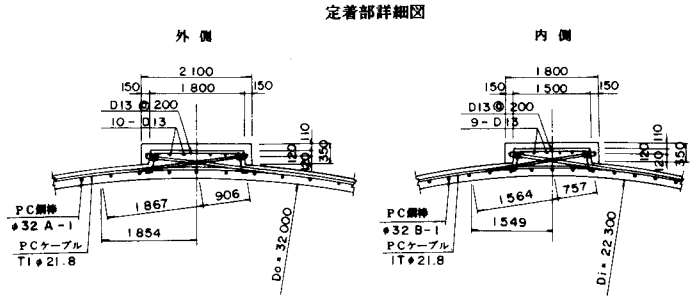
平面図



PC鋼材配置図

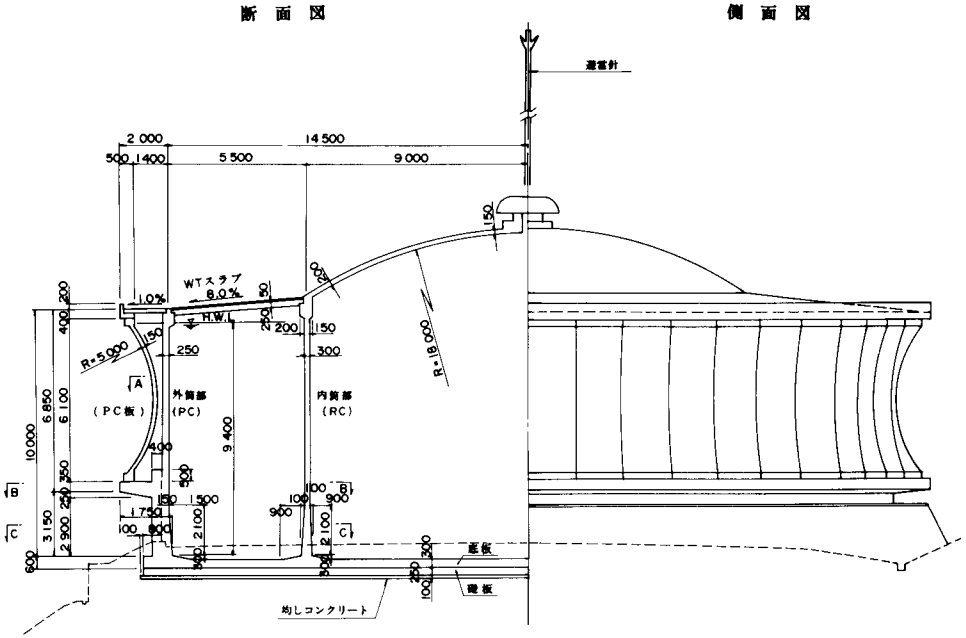


定着部詳細図



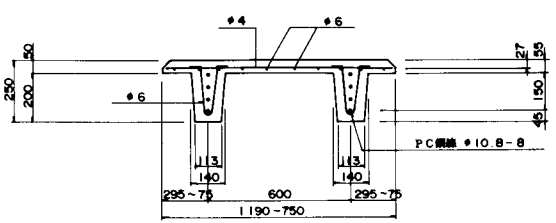
貯　水　槽

断面図



側面図

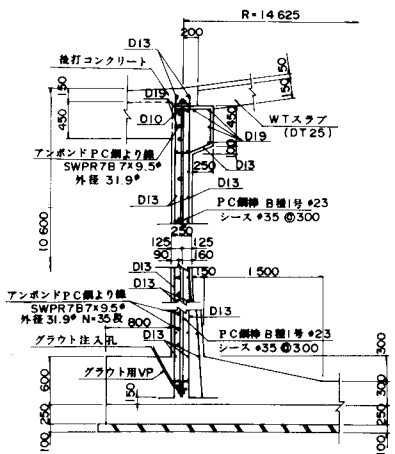
WTスラブ断面図



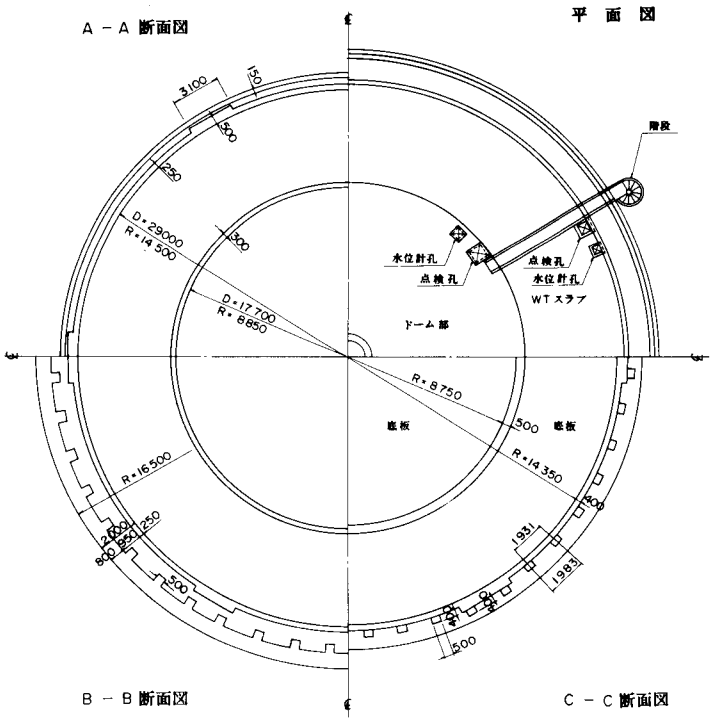
設計条件

設計条件		
形式		PC二重タンク
内径		D=29m000 D=17m700 (外壁) (内壁)
有効水深		H=9m400
壁厚		t=250mm t=300mm (外壁) (内壁)
有効容量		V=3,700m³ V=2,300m³ (外壁) (内壁)
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.3 KV=0.15
使用材料	コンクリート 屋根	σck=240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck=350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck=300 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-9.5mm
	鋼材 鉛直方向	φ23(SBPR95/110)
	防水材料	エポキシ系

PC鋼材配置図



A－A 断面図



B－B 断面図

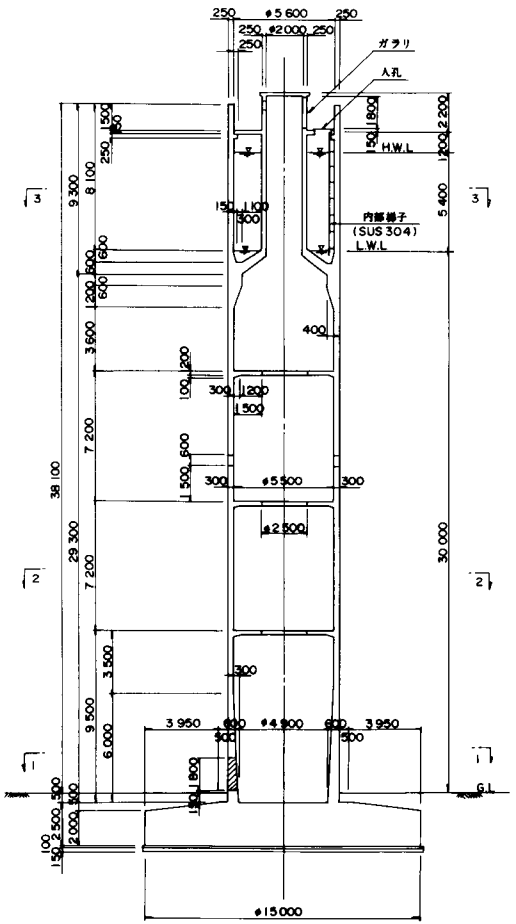
C－C 断面図

貯　水　槽

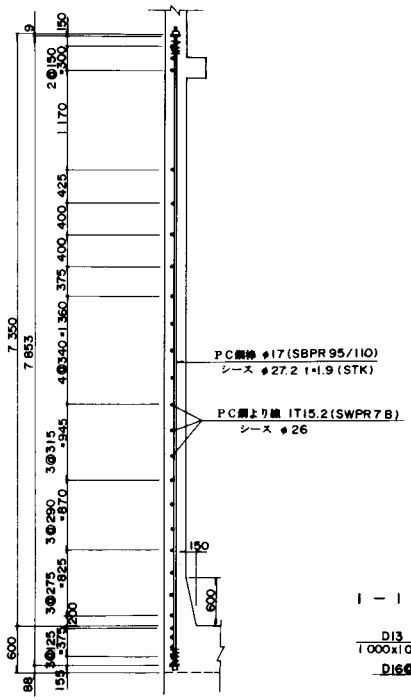
5 − 1	図 − 9

設　計　条　件			
形　式			配水池(高架タンク)
内　径			D= 5m600
有効水深			H= 5m400
壁　厚			t = 250mm
有効容量			V= 100 m³
測壁下端の構造			固　定
使用用途			上水道用
設計震度			KH=0.4　KV=0
使用材料	コンクリート	屋　根	σck= 240　kg/cm²
		側　壁	σck=240kg/cm²(支柱,内壁) σck=350kg/cm²(外壁)
		底　版	σck= 240　kg/cm²
	鋼材	円周方向	1T-φ15.2mm
		鉛直方向	φ17(SBPR 95/110)
	防水材料		エポキシ樹脂

側　面　図

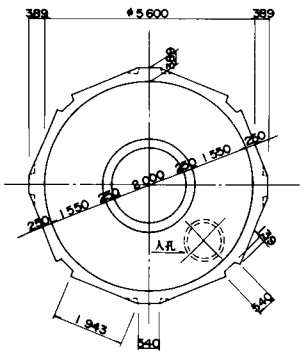


PC鋼材配置図



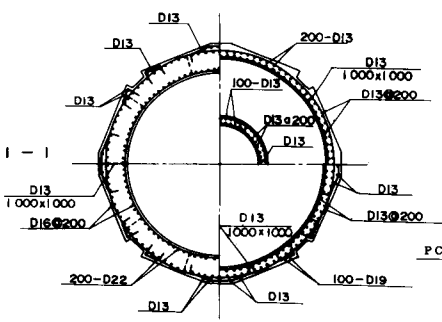
平　面　図

3 − 3



平面配筋図

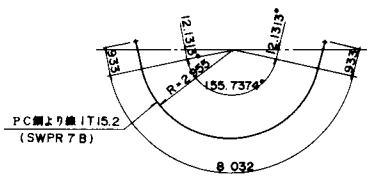
3 − 3



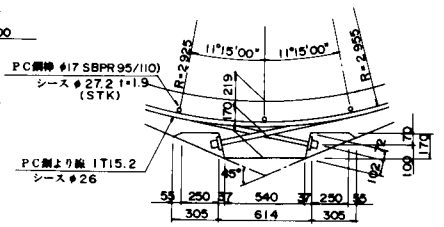
1 − 1

2 − 2

円周方向PC鋼線形状図



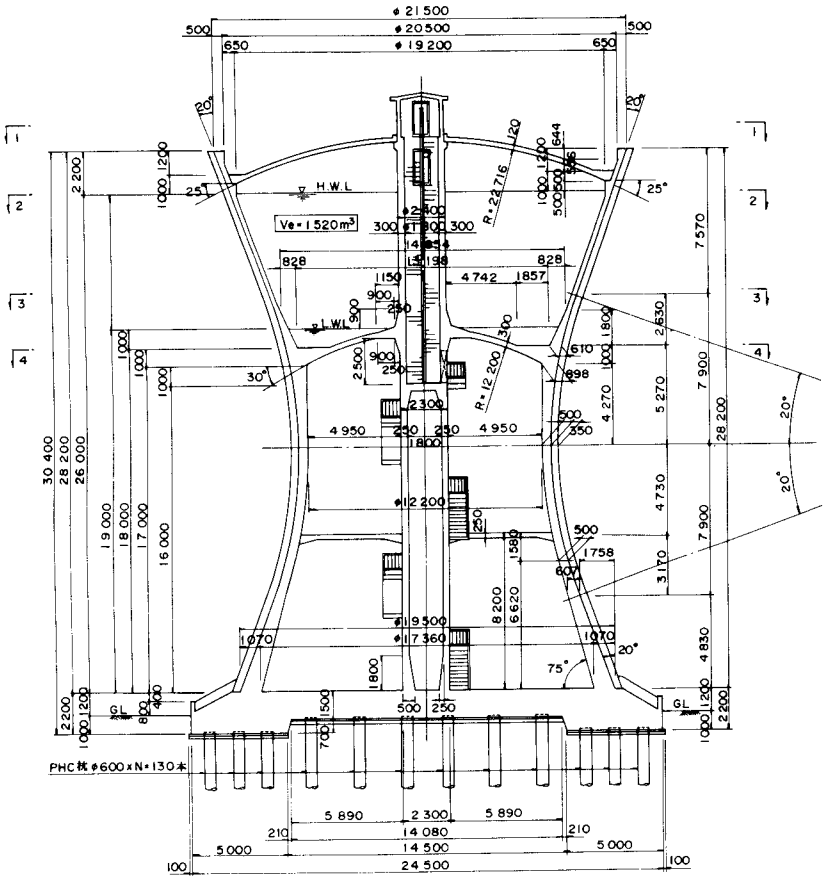
ピラスター詳細図



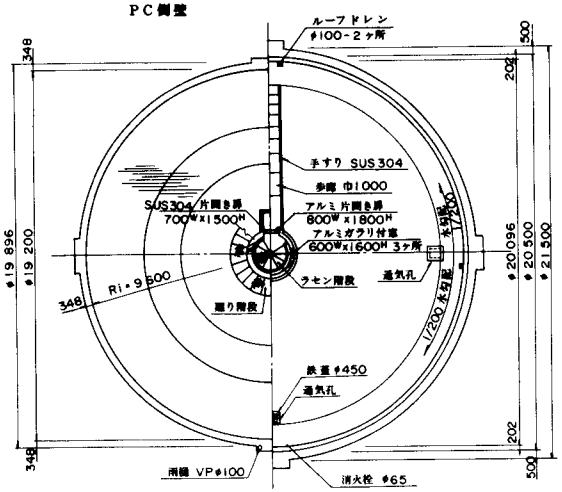
貯　水　槽

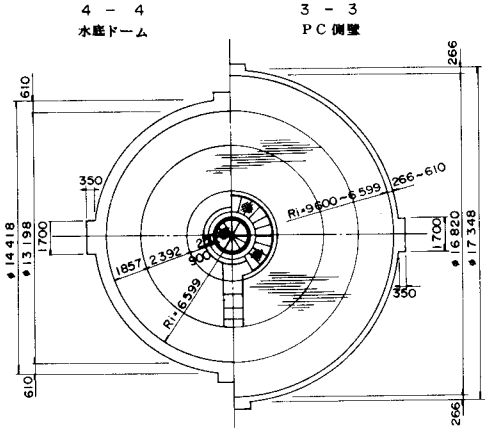
設計条件		
形式		配水池(高架タンク)
内径		D=13m198~19m200
有効水深		H=7m000
壁厚		t=250mm
有効容量		V=1520m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.4 KV=0
使用材料	コンクリート 屋根	σck=240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck=350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck=300 kg/cm²(水底ドーム)
	鋼材 円周方向	1T-φ19.3mm 12V-φ12.4mm
	鋼材 鉛直方向	φ17(SBPR95/110) φ23(SBPR95/110)
	防水材料	カラーエポキシ樹脂

側面図

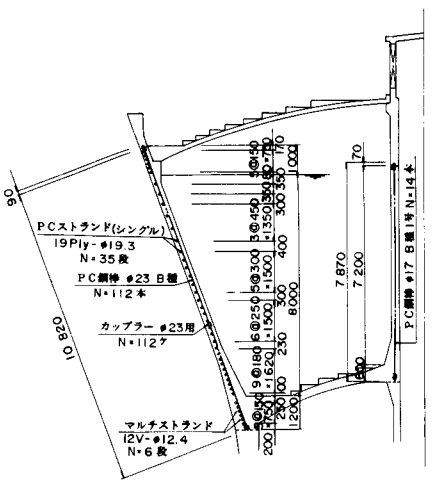


平面図





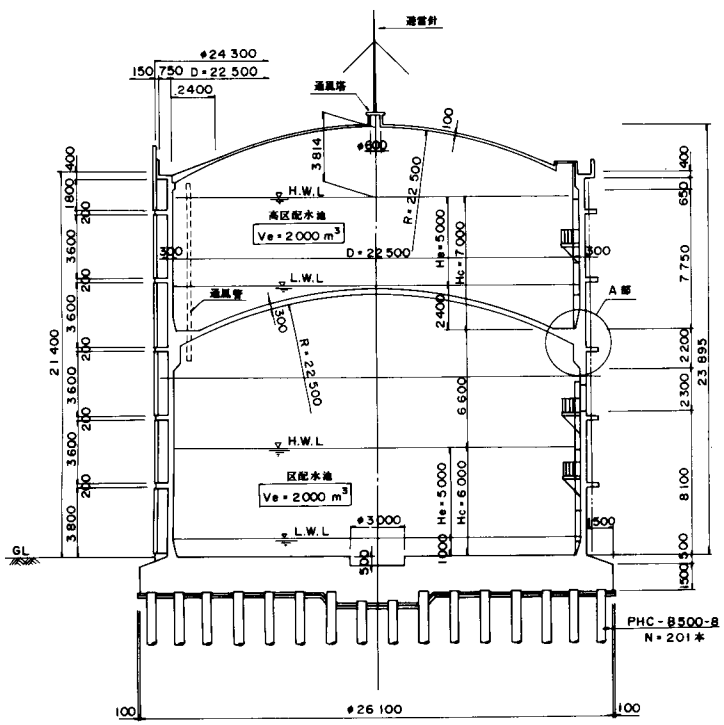
PC鋼材配置図



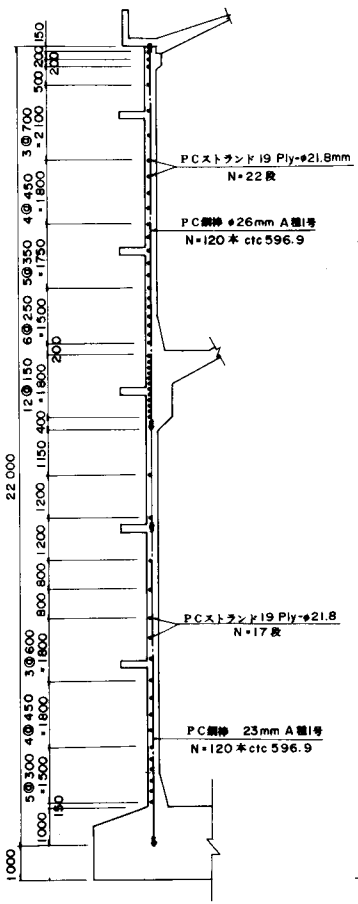
貯　水　槽

設計条件		
形式		配水池(複合タンク)
内径		D = 22 m 500
有効水深		H = 5 m 000 (上槽) H = 5 m 000 (下槽)
壁厚		t = 300 mm
有効容量		V = 2000 m³ V = 2,000 m³ (上槽) (下槽)
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH = 0.3 KV = 0.15
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm² (水底ドーム)
	鋼材 円周方向	1T - φ21.8 mm (上槽) 12V - φ12.4 mm (下槽)
	鋼材 鉛直方向	φ26 (SBPR 80/95)
	防水材料	カラーエポキシ樹脂

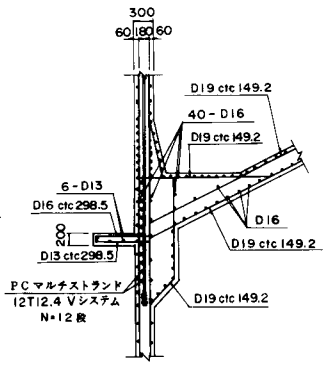
側面図



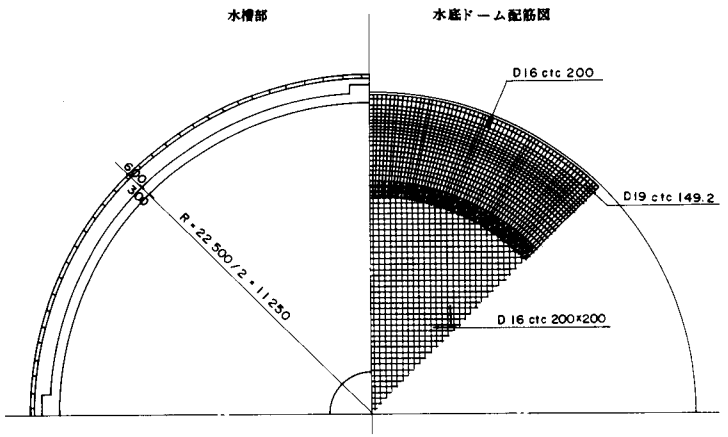
PC鋼材配置図



A部詳細図

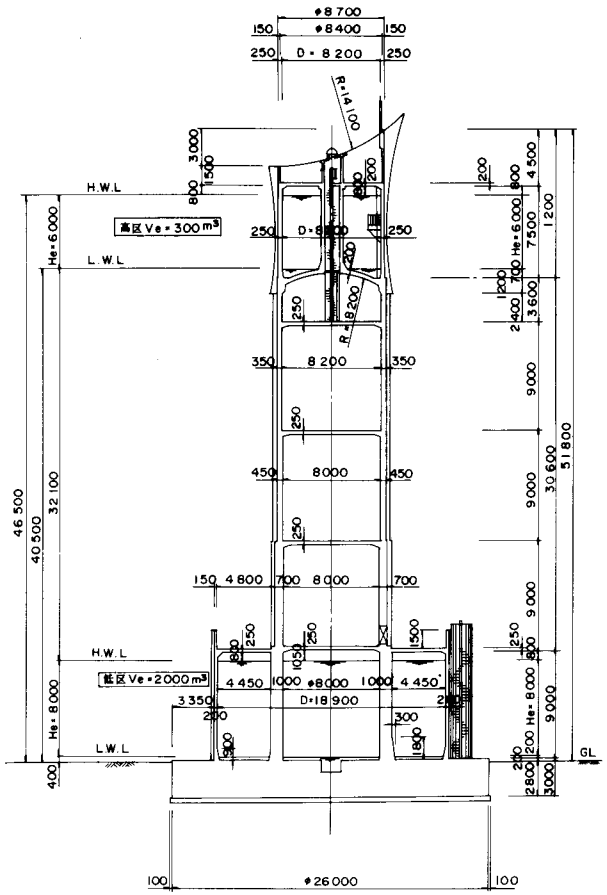


平面図

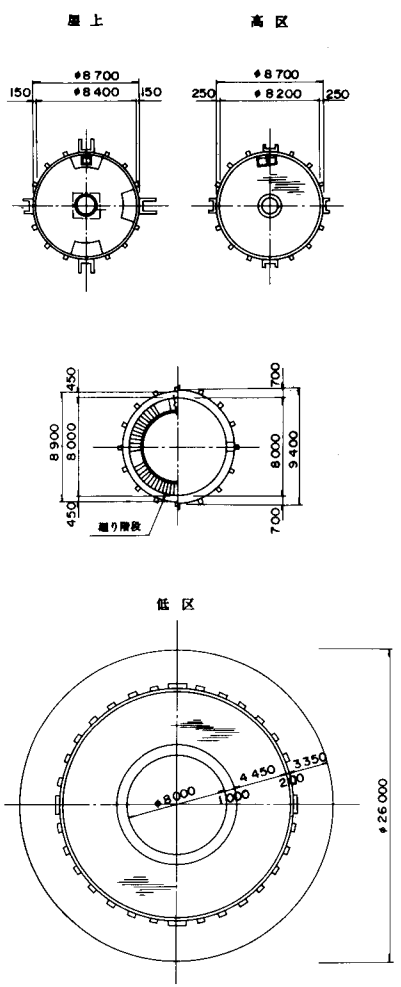


貯　水　槽

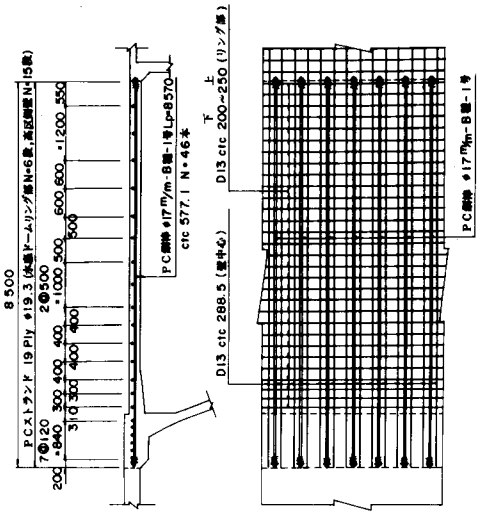
側面図



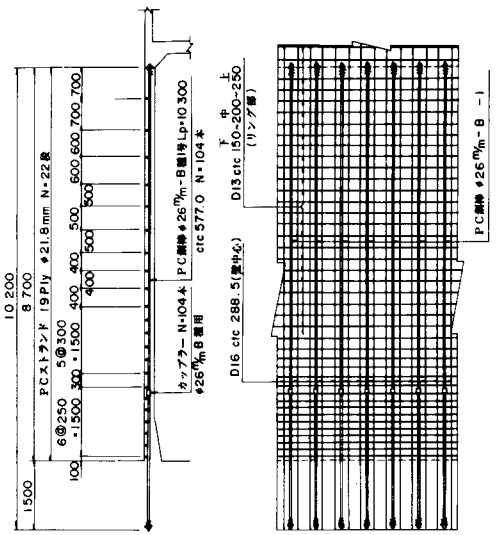
平面図



高区PC鋼材配置図



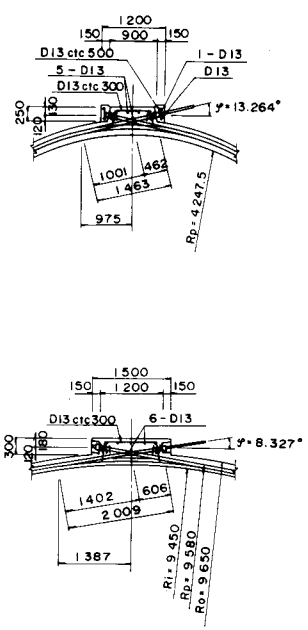
低区PC鋼材配置図



設計条件

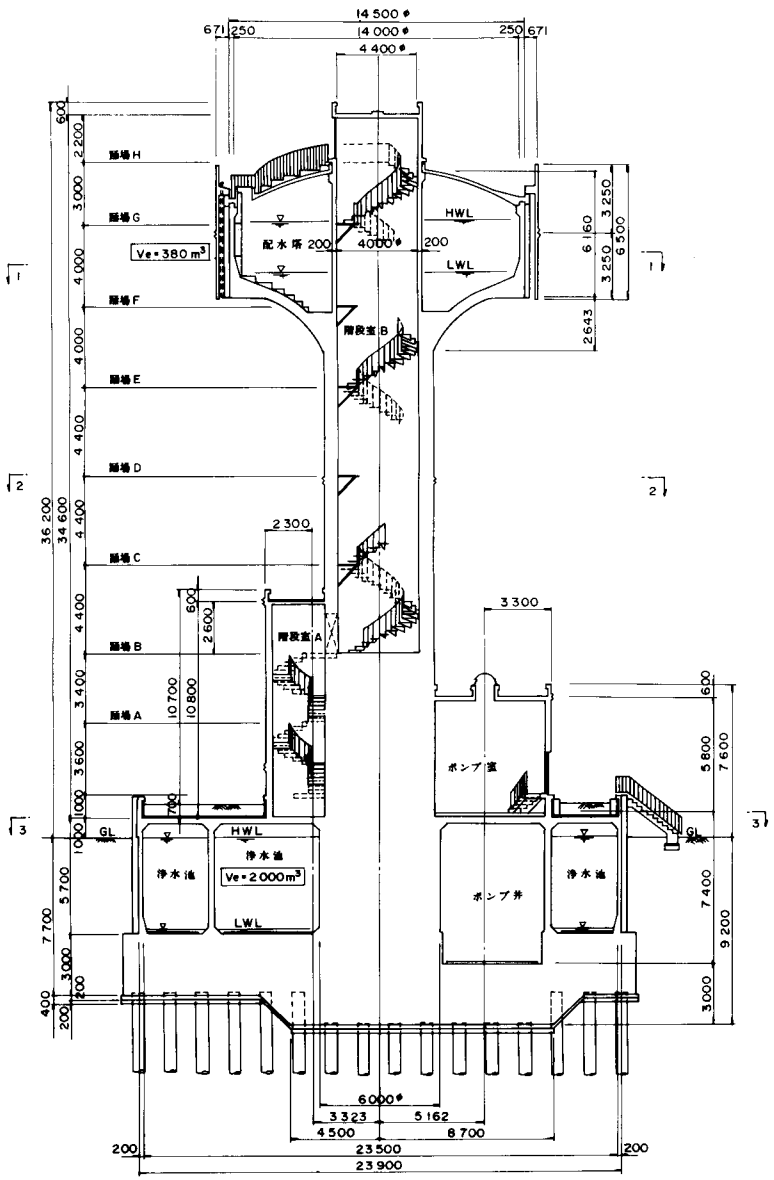
設計条件		
形式		配水池(複合タンク)
内径		D = 8 m 200 (上層) D = 18 m 900 (下層)
有効水深		H = 6 m 000 (上層) H = 6 m 000 (下層)
壁厚		t = 250 mm (上層) t = 200 mm (下層)
有効容量		V = 300 m³ (上層) V = 2000 m³ (下層)
側壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH = 0.45 KV = 0.15
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm² (水槽ドーム)
	鋼材 円周方向	1T - φ19.3 mm (上層) 1T - φ21.8 mm (下層)
	鋼材 鉛直方向	φ17 (SBPR 95/110) (上層) φ26 (SBPR 95/110) (下層)
	防水材料	カラーエポキシ樹脂

ピラスター詳細図

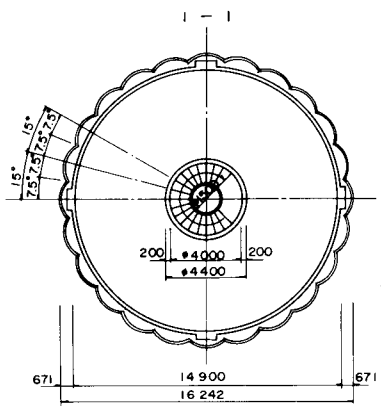


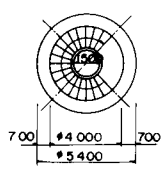
貯　水　槽

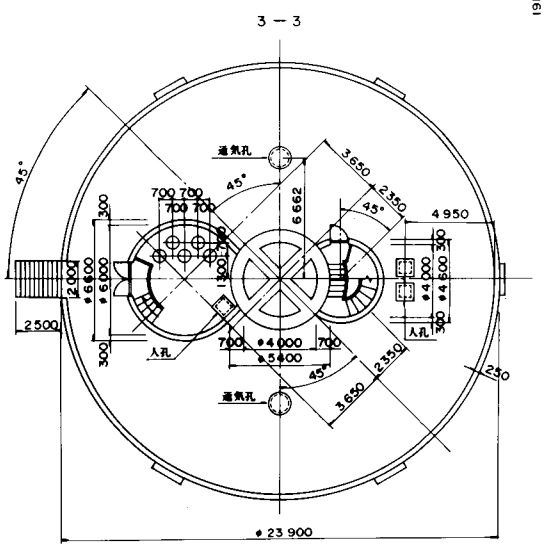
側面図



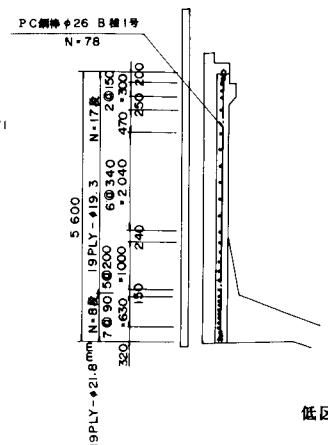
平面図



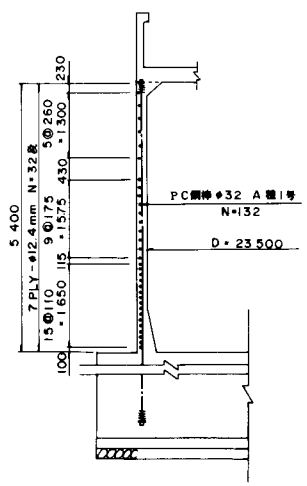




高区PC鋼材配置図



低区PC鋼材配置図

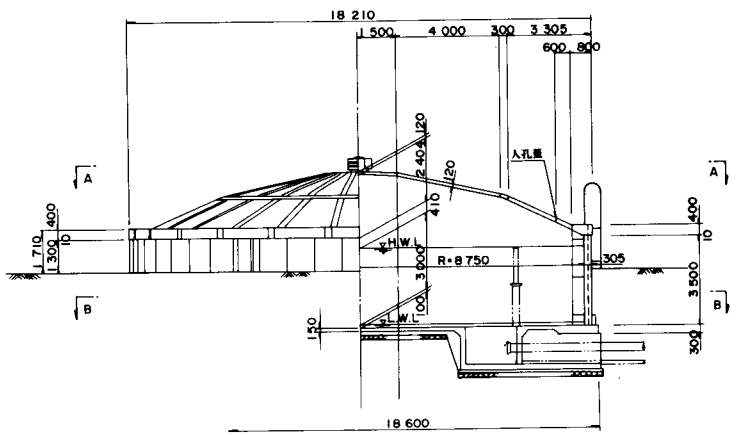


設計条件		
形式		配水池(複合タンク)
内径		D=14m000 (上段) D=23m500 (下段)
有効水深		H=2m750 (上段) H=5m500 (下段)
壁厚		t=250mm (上段) t=200mm (下段)
有効容量		V=380m³ (上段) V=2000m³ (下段)
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用
設計震度		KH=0.4 KV=0
使用材料	コンクリート 屋根	σck= 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck= 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck= 240 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-φ21.8mm, 1T-φ19.3mm (上段) 1T-φ12.4mm (下段)
	鋼材 鉛直方向	φ26 (SBPR 95/110) (上段) φ32 (SBPR 80/95) (下段)
	防水材料	エポキシ樹脂

貯　水　槽

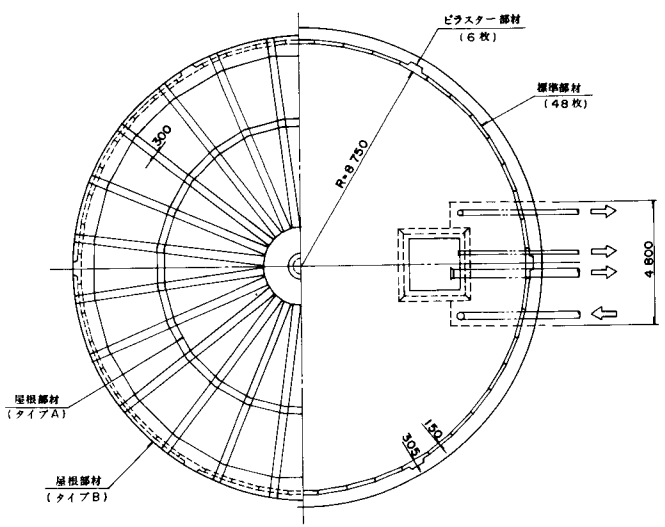
設計条件		
形式		調整池
内径		D＝17ᵐ500
有効水深		H＝3ᵐ000
壁厚		t＝150ᵐᵐ
有効容量		V＝720ᵐ³
測壁下端の構造		ヒンジ
使用用途		畑かん用
設計震度		KH＝0.20 KV＝0
使用材料	コンクリート 屋根	σck＝300 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck＝400 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck＝210 kg/cm²
	鋼材 円周方向	SWPR 7B-15.2ᵐᵐ SWPR 19-17.8ᵐᵐ
	鋼材 鉛直方向	RC構造
	防水材料	ライニングアミコート シーカフレックス 11FC

側面図

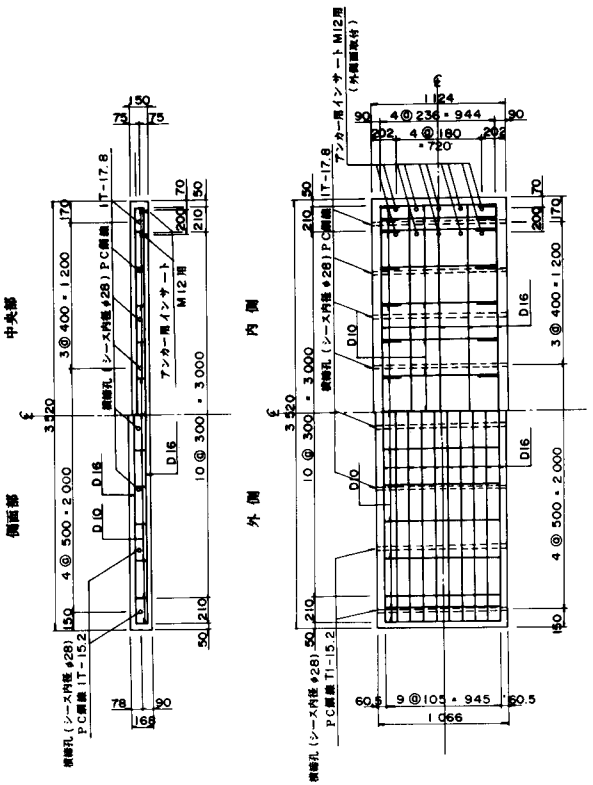


平面図

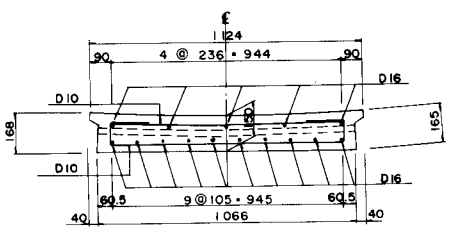
A － A　　B － B



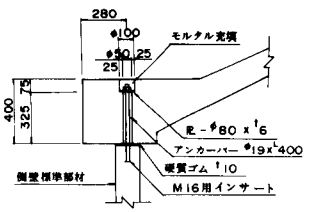
配筋図



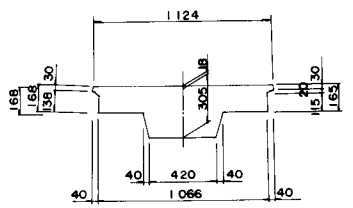
断面図



屋根部取付詳細図



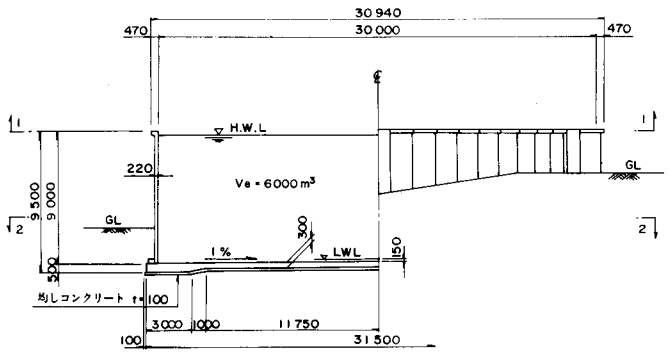
ヒラスター部材図



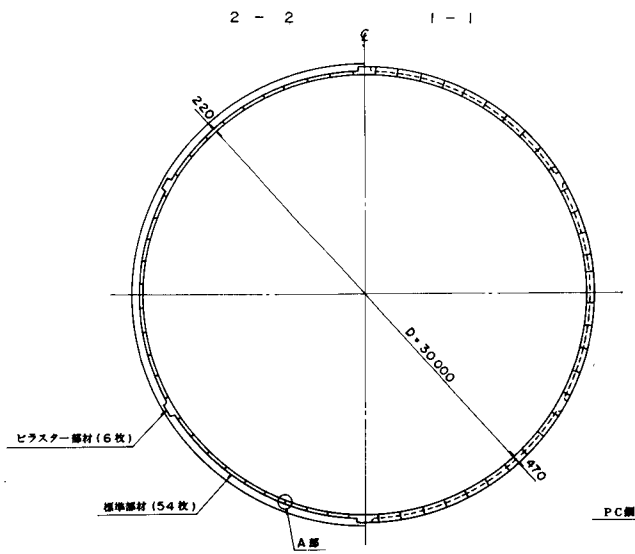
貯　水　槽

設計条件		
形式		調整池
内径		D = 30ᵐ000
有効水深		H = 8ᵐ500
壁厚		t = 220 mm
有効容量		V = 6000 m³
調整下槽の構造		ヒンジ
使用用途		畑かん用
設計震度		KH = 0.2　KV = 0
使用材料	コンクリート 屋根	σck = ——— kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 500 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T - φ12.4 mm
	鋼材 鉛直方向	1T - φ12.4 mm
	防水材料	カラーエポキシ，ポリウレタン

側面図

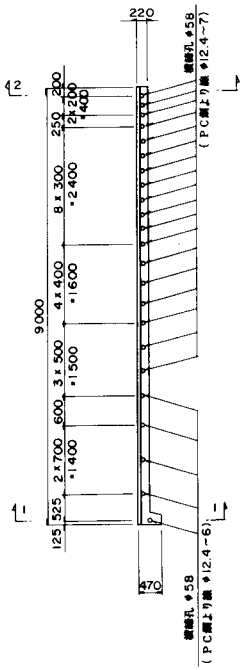


平面図

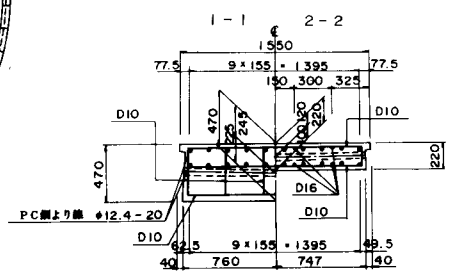


PC鋼材配置図

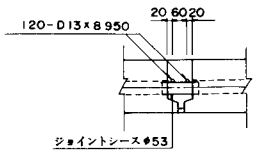
側面図



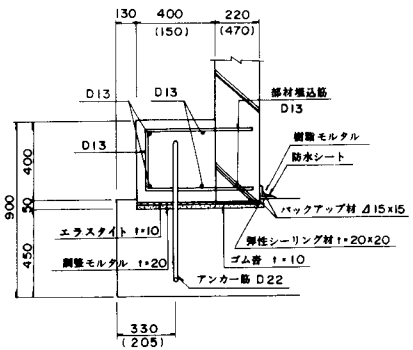
断面図

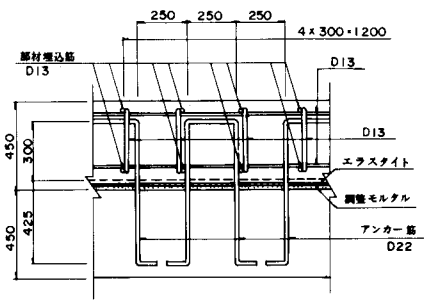


A部詳細図

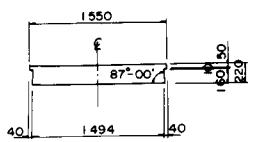


支承部詳細図

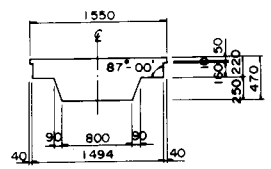




標準部材断面図



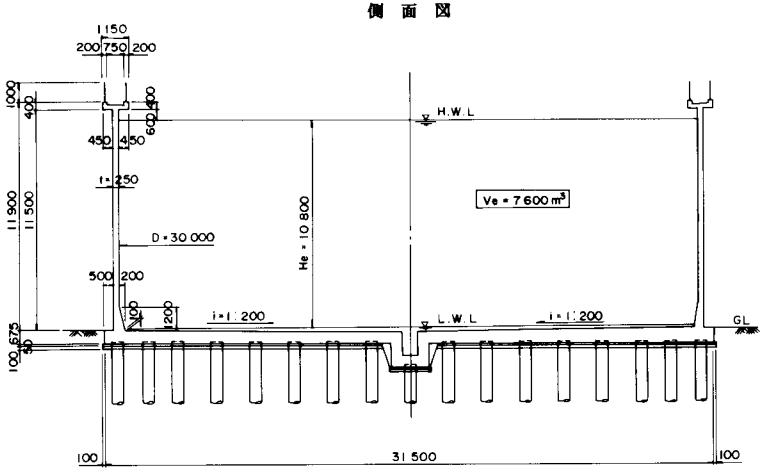
ヒラスター部材断面図



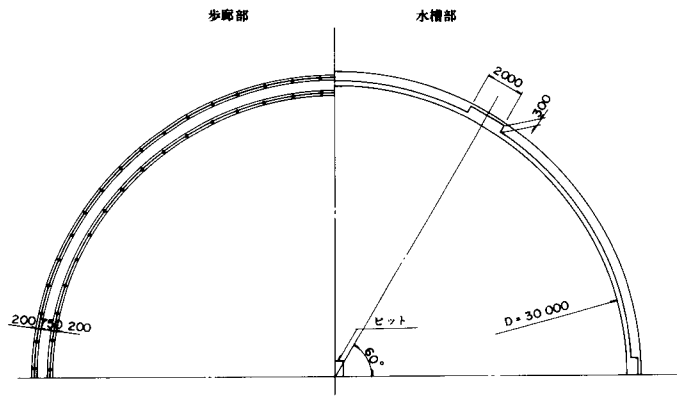
貯　水　槽

設計条件		
形式		側壁地
内径		D = 30^{m}000
有効水深		H = 10^{m}800
壁厚		t = 250^{mm}
有効容量		V = 7 634 m^{3}
側壁下端の構造		固定
使用用途		飲料用水
設計震度		KH = 0.2　KV = 0
使用材料	コンクリート 屋根	σck = ——— kg/cm^{2}
	コンクリート 側壁	σck = 350 kg/cm^{2}
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm^{2}
	鋼材 円周方向	12 - φ8^{mm}
	鋼材 鉛直方向	φ32 (SBPR95/110)
	防水材料	エポキシ系

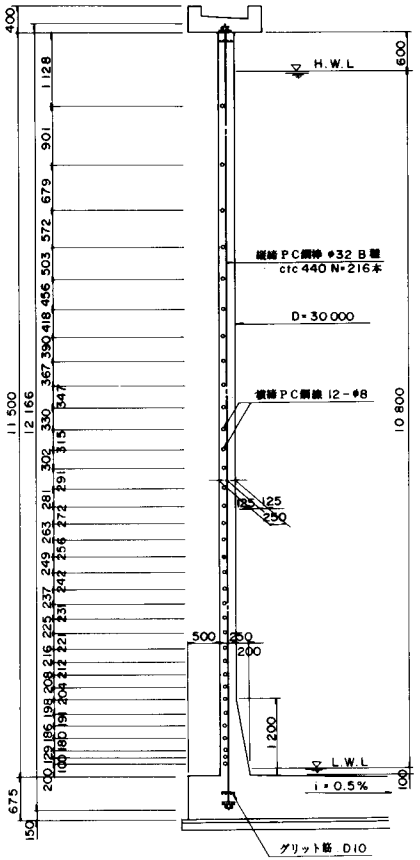
側面図



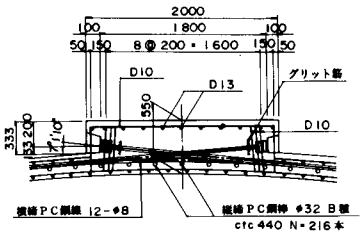
平面図



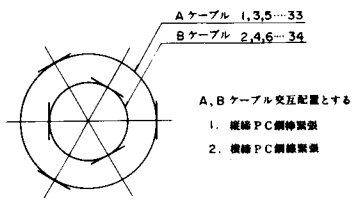
PC鋼材配置図



ヒラスター詳細図

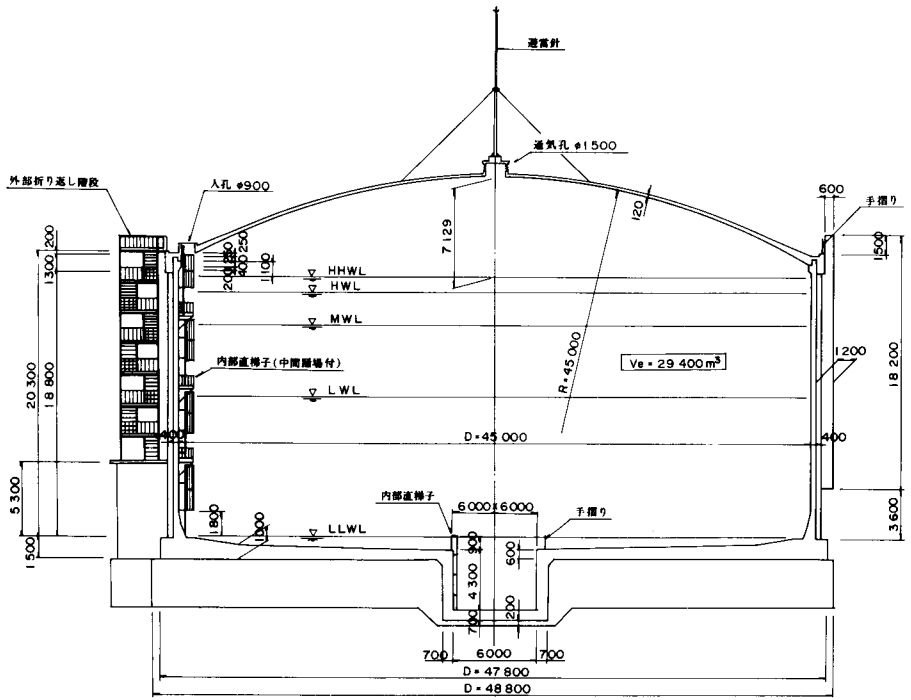


PC鋼線配置要領

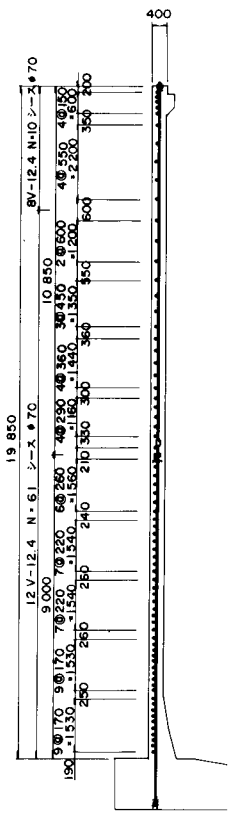


貯　水　槽

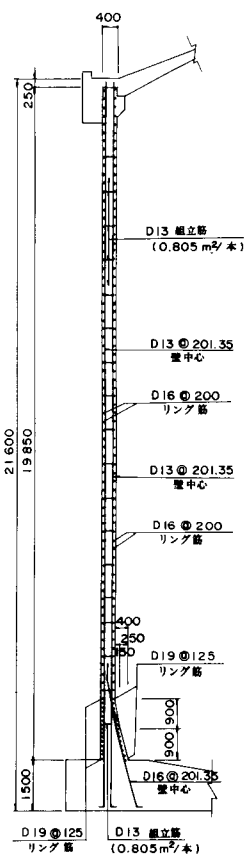
側面図



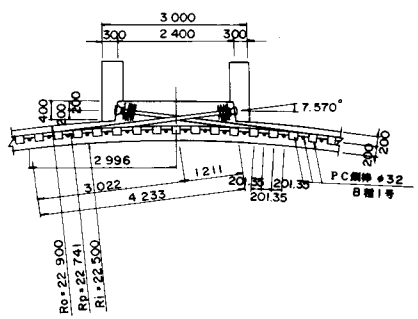
PC鋼材配置図



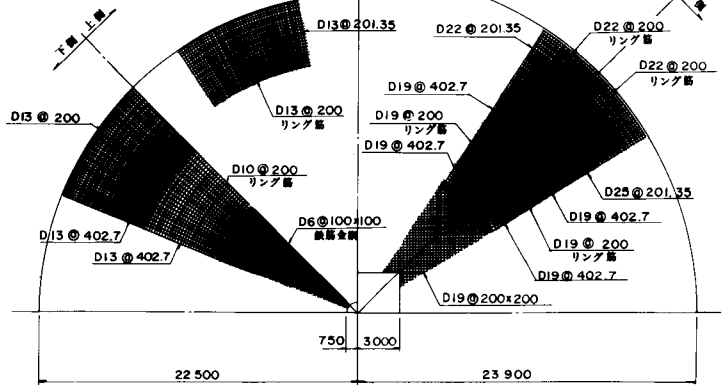
配筋図



定着部詳細図



ドーム配筋図

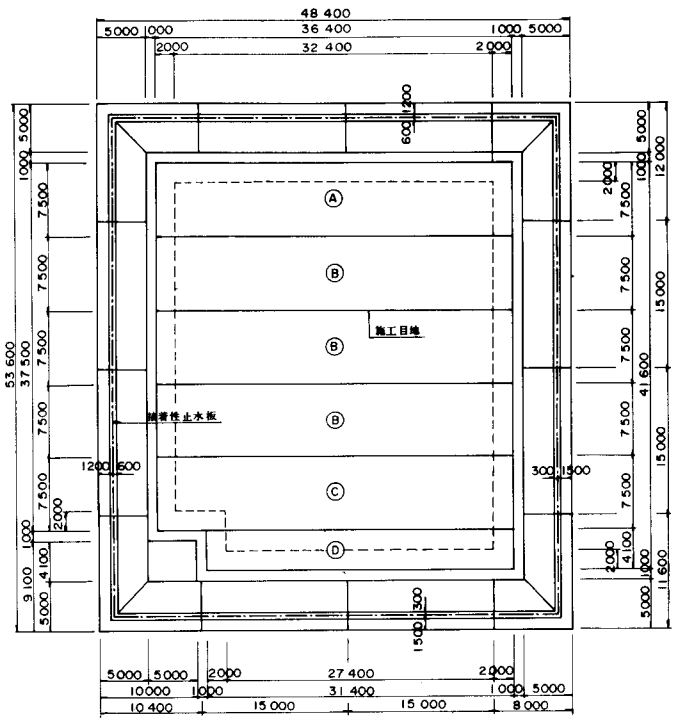


底版配筋図

設　計　条　件		
形　式		調整池
内　径		D = 45^{m} 000
有効水深		H = 18^{m} 500
壁　厚		t = 400^{mm}
有効容量		V = 29 400$^{m^3}$
側壁下端の構造		固　定
使用用途		水道用広域用水
設計震度		KH = 0.3　KV = 0
使用材料	コンクリート　屋　根	σck = 240 kg/cm²
	コンクリート　側　壁	σck = 400 kg/cm²
	コンクリート　底　版	σck = 300 kg/cm²
	鋼材　円周方向	12V13，8V13
	鋼材　鉛直方向	φ32 (SBPR 95/110)
	防水材料	エポキシ樹脂

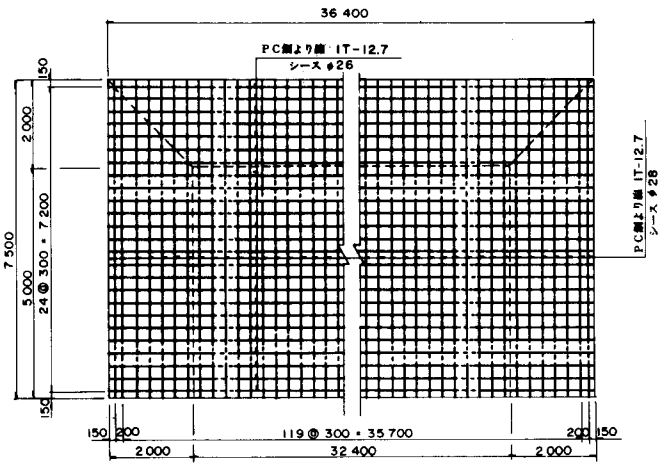
貯　水　槽

平面図

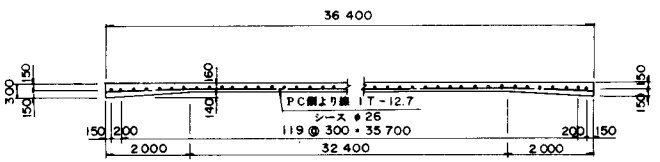


PC鋼材配置図

平面図

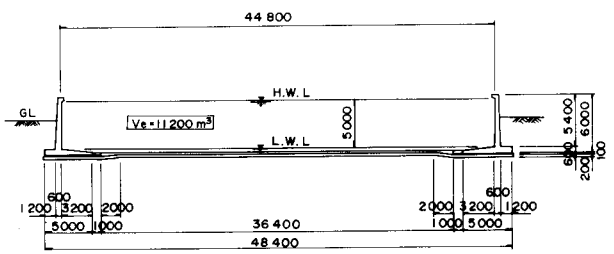


側面図



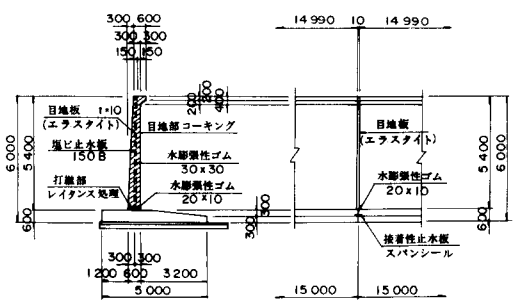
設計条件		
形式		調整池
内径		50m000 x 44m800
有効水深		H=5m000
底版厚		t=160mm
有効容量		V=11 200m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		果樹園地用水
設計震度		KH=0.14 KV=0
使用材料	コンクリート 躯体	σck= —— kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck= 210 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck= 300 kg/cm²
	鋼材 底版	1T-φ12.7mm
	鋼材 側壁	RC構造
	防水材料	防水無

側面図



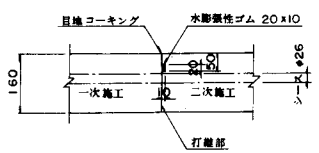
施工目地詳細図

側壁断面図

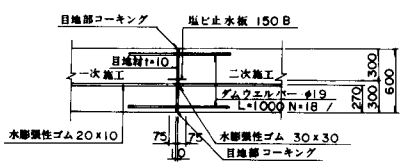


側壁正面図

底版施工目地

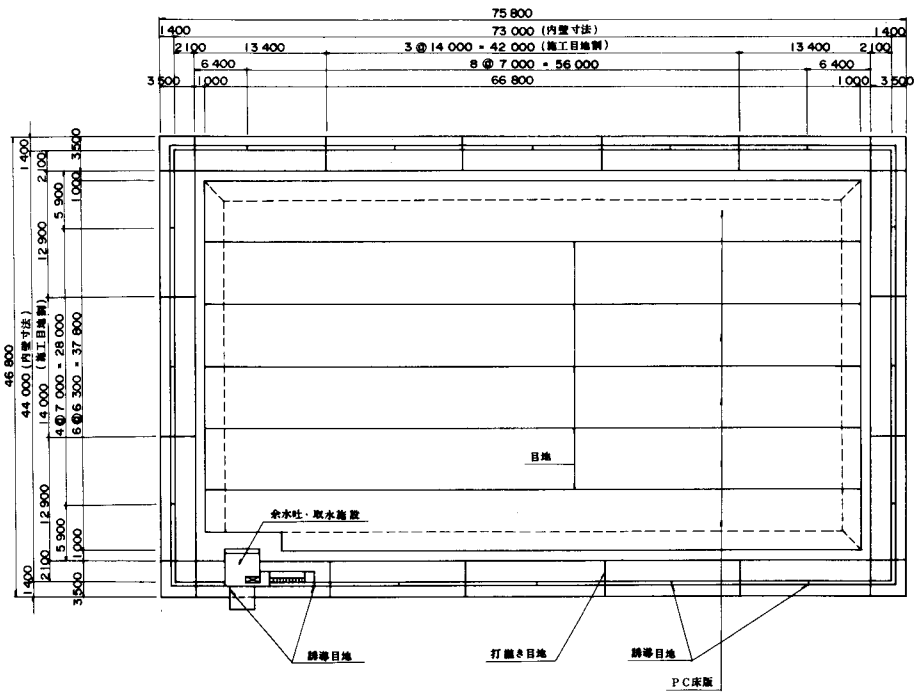


側壁平面図

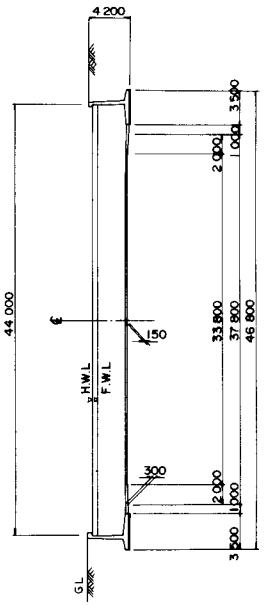


貯　水　槽

平面図

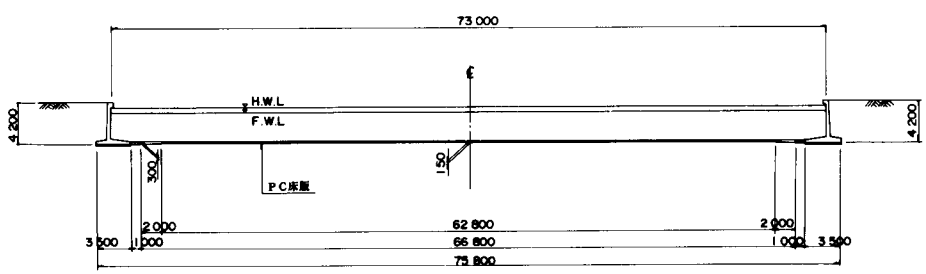


断面図

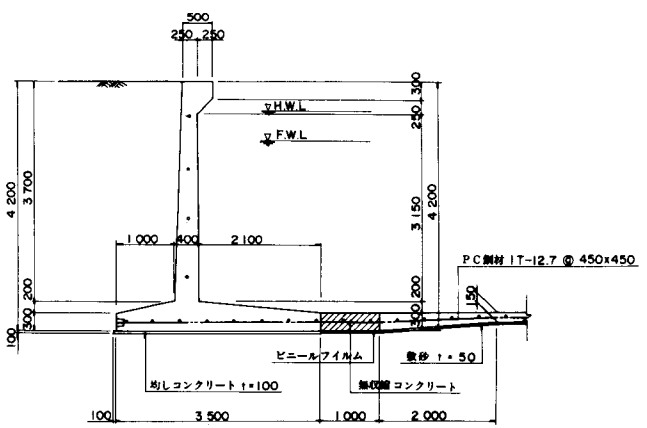


設計条件		
形式		調整池
内径		73m000 × 44m000
有効水深		H = 3m500
底版厚		t = 150mm
有効容量		V = 10 000m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		農業用水
設計震度		KH = 0.2 KV = 0
使用材料	コンクリート 屋根	σck = ―― kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 300 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 300 kg/cm²
	鋼材 底版	1T - φ12.7 mm
	鋼材 側壁	RC構造
	防水材料	エポキシ樹脂

側面図

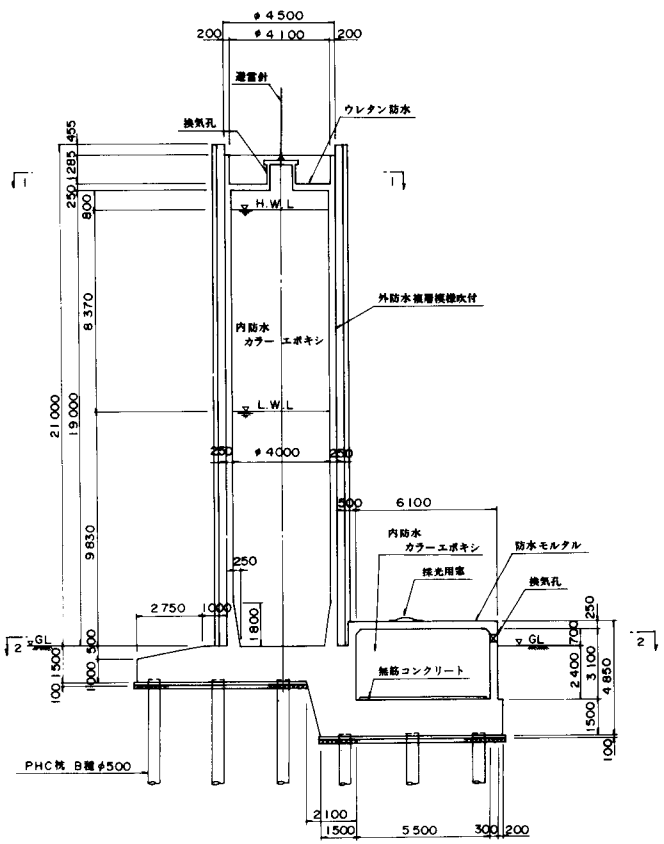


PC鋼材配置図

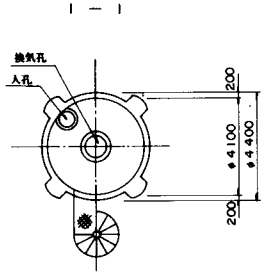


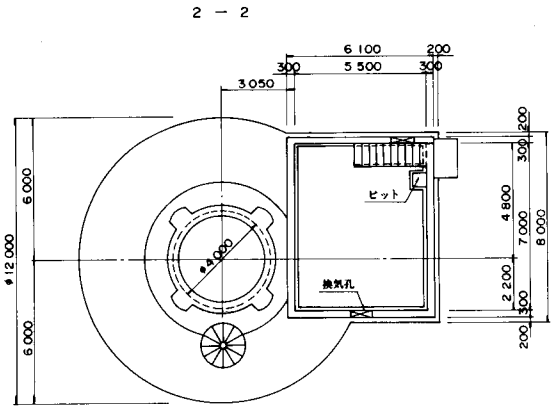
貯　水　槽

断面図

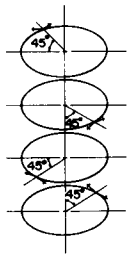


平面図



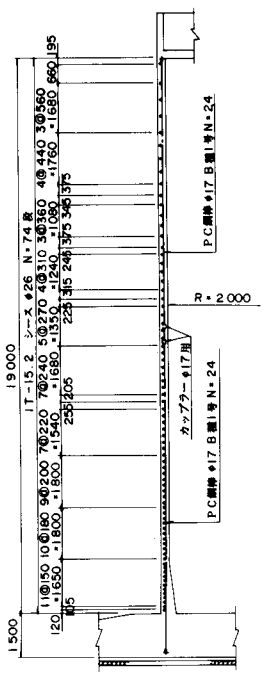


定着概要図

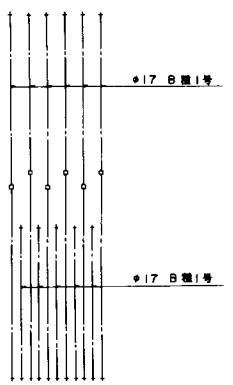


設計条件		
形式		サージタンク
内径		D= 4m000
有効水深		H= 8m370
壁厚		t= 250mm
有効容量		V= 100m³
測壁下端の構造		固定
使用用途		上水道用水
設計震度		KH=0.24 KV=±0.12
使用材料	コンクリート 屋根	σck= 210 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck= 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck= 210 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-φ15.2mm
	鋼材 鉛直方向	φ17(SBPR 95/110)
	防水材料	カラーエポキシ

PC鋼材配置図

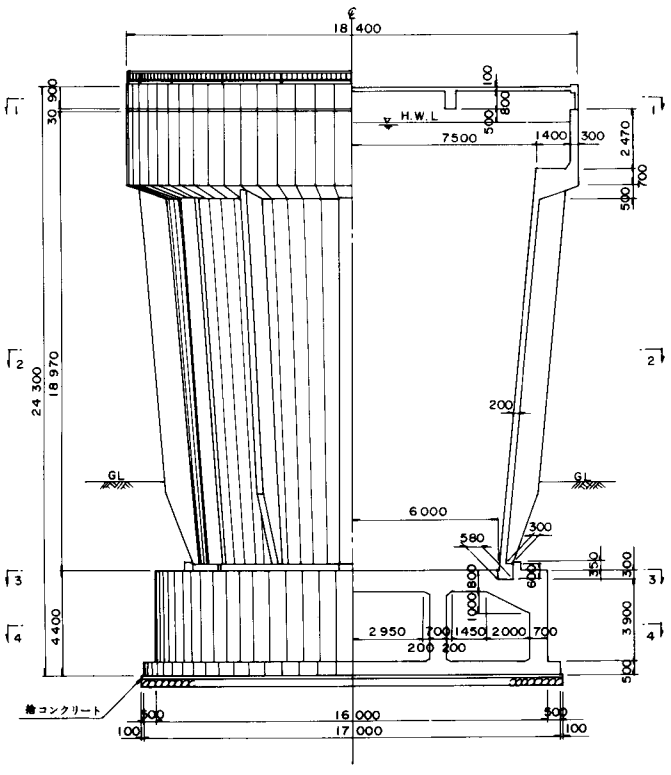


PC鋼棒配置図

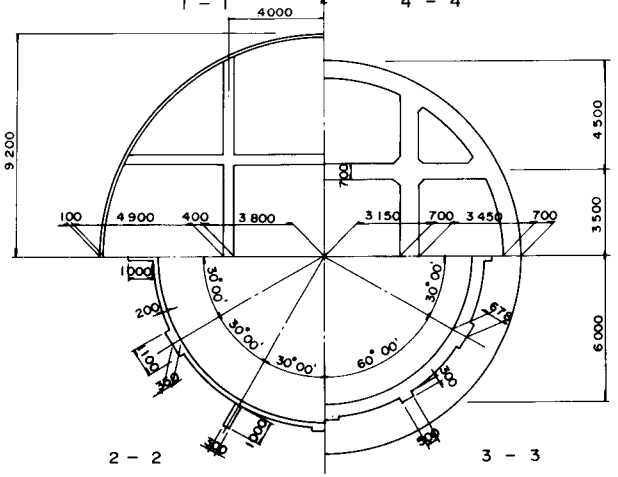


貯　水　槽

側面図

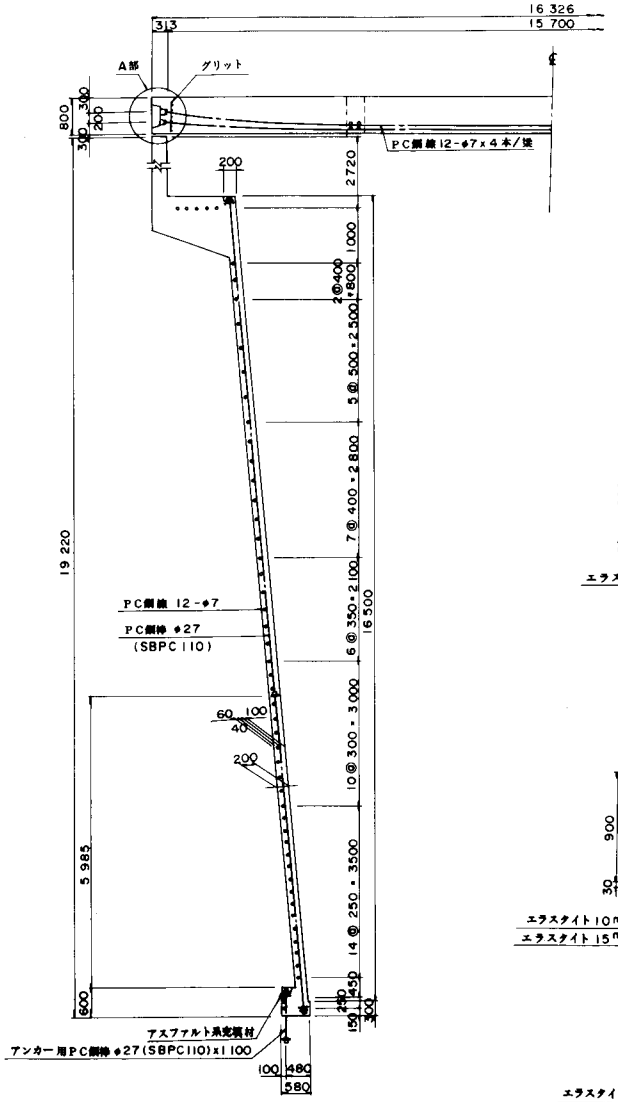


1 － 1　　4 － 4



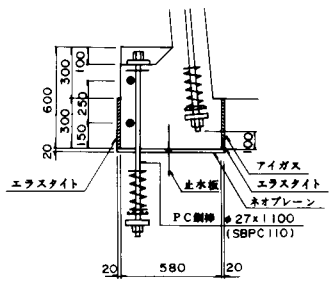
2 － 2　　3 － 3

PC鋼材配置図

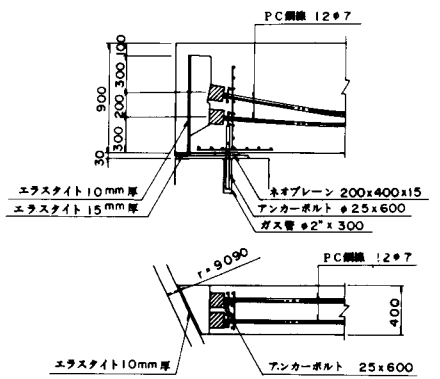


設　計　条　件			
形　　式			サージタンク
内　　径			D＝12m000～17m800
有効水深			H＝18m500
壁　　厚			t＝200mm
有効容量			V＝2534m³
調整下端の構造			ヒンジ
使用用途			上水道用水
設計震度			KH＝0.2　KV＝0.1
使用材料	コンクリート	屋　根	σck＝ 350 / 240 kg/cm²
		側　壁	σck＝ 400 kg/cm²
		底　版	σck＝ 240 kg/cm²
	鋼材	円周方向	12－φ7 mm
		鉛直方向	φ26(SBPR95/110)
	防水材料		エポキシ系

支承詳細図



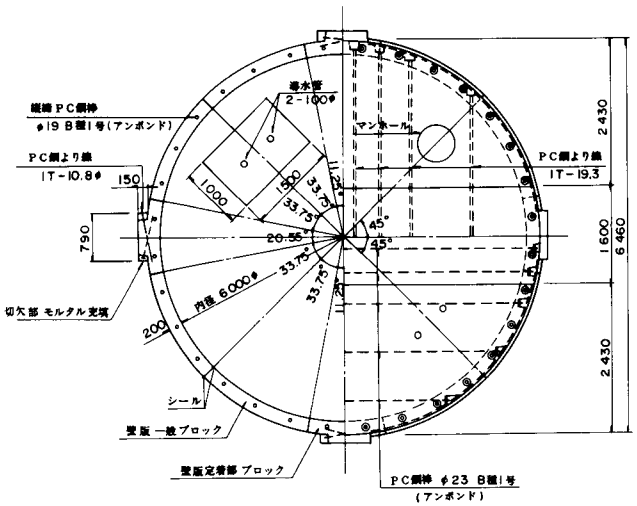
A部詳細図



貯　水　槽

設計条件		
形式		防火水槽
内径		D＝6ᵐ000
有効水深		H＝3ᵐ550
壁厚		t＝200 mm
有効容量		V＝100 m³
測壁下端の構造		ヒンジ
使用用途		消化用水
設計震度		KH＝0.30 KV＝0.15
使用材料	コンクリート 屋根	σck＝400 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck＝400 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck＝240 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-φ10.8 mm
	鋼材 鉛直方向	φ19 (SBPR 95/110)
	鋼材 頂版	φ23 (SBPR 95/110) SWPR 19-19.3 mm
	防水材料	無

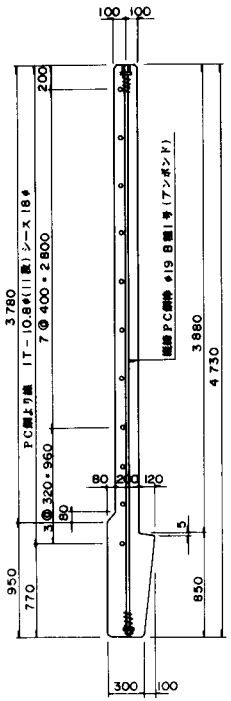
平面図

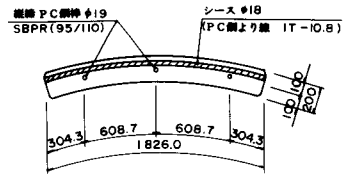


頂版PC鋼より線配置図

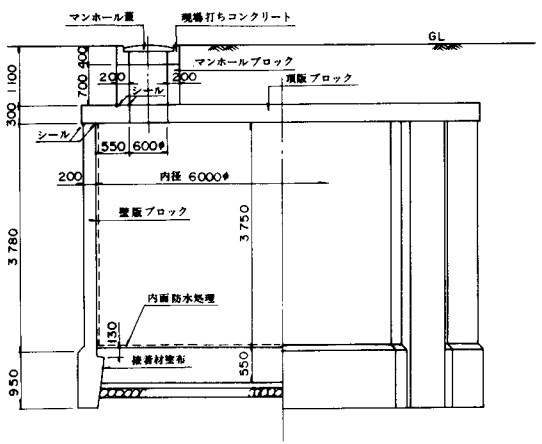
頂版PC鋼棒配置図

壁版標準断面図

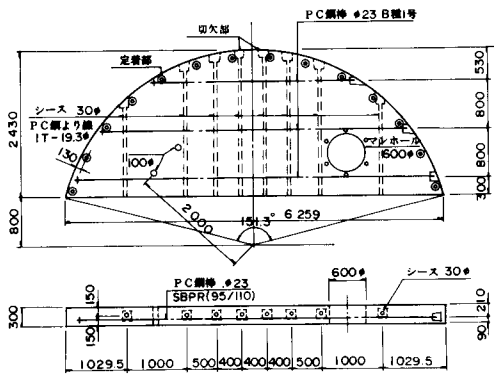


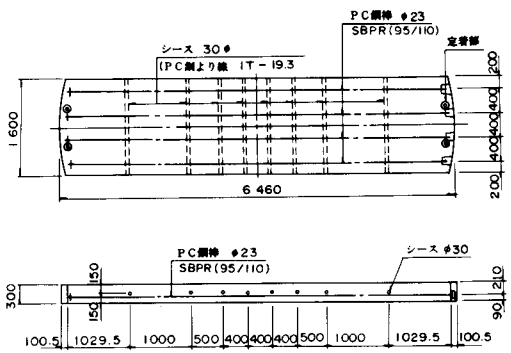


側面図



頂版ブロック詳細図

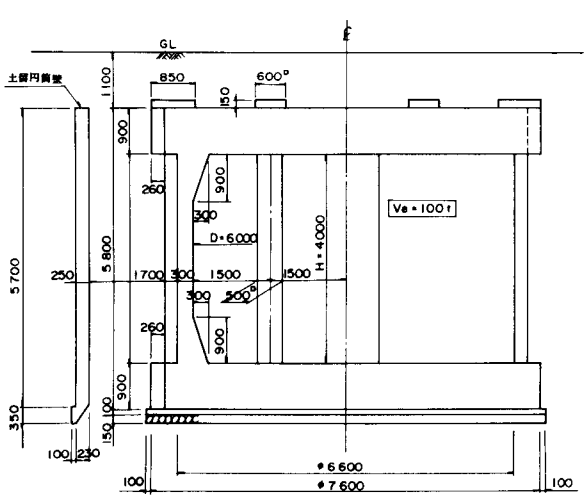




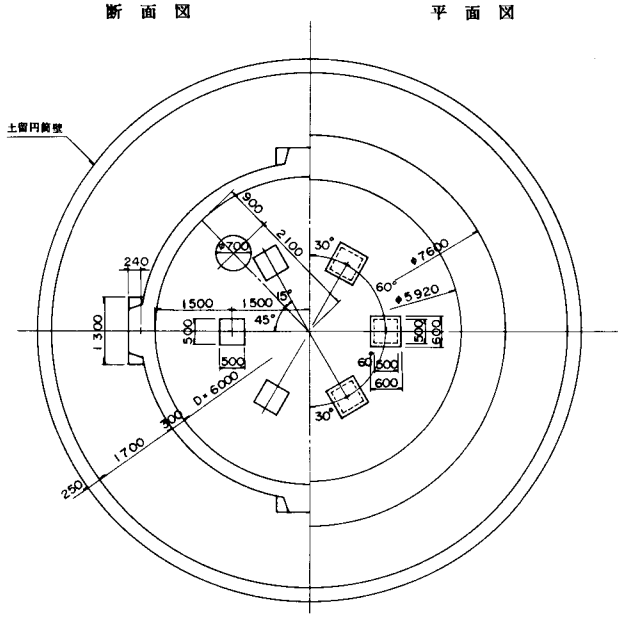
貯　水　槽

設計条件		
形式		防火水槽
内径		D = 6m000
有効水深		H = 4m000
壁厚		t = 300mm
有効容量		V = 100m³
側壁下端の構造		固定
使用用途		消化用水及応急飲料用
設計震度		KH=0.3 KV=0.15
使用材料	コンクリート 屋根	σck = 400 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck = 400 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck = 400 kg/cm²
	鋼材 円周方向	1T-φ21.8mm
	鋼材 鉛直方向	φ32 (SBPR 95/110)
	鋼材 底版	φ32 (SBPR 95/110)
	防水材料	エポキシ系

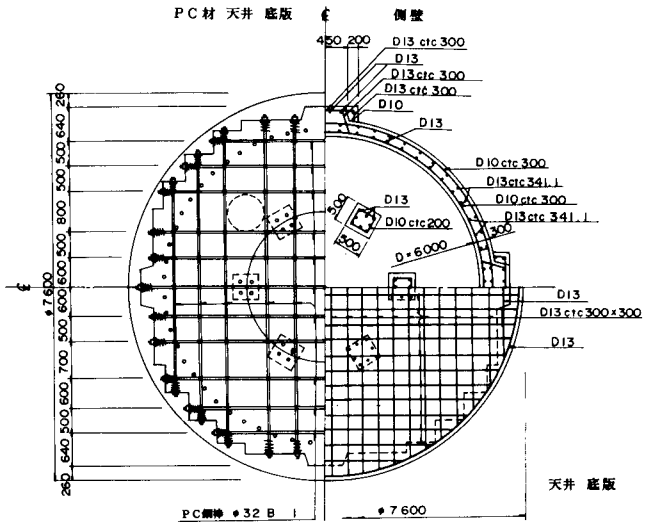
断面図



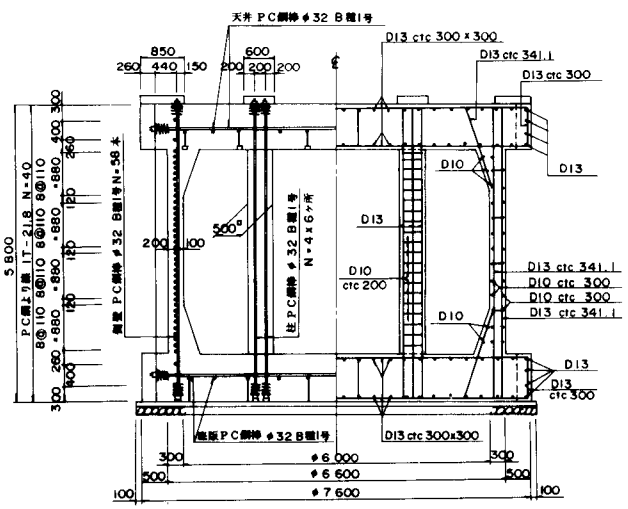
平面図



鋼材平面配置図



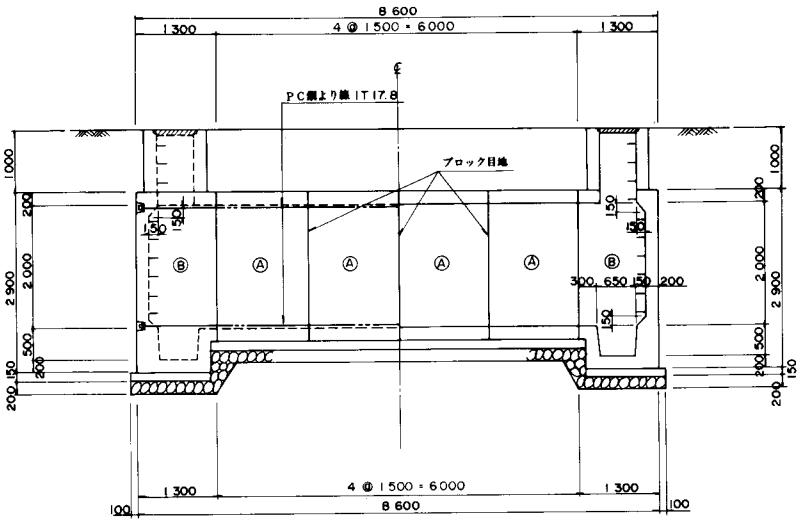
PC鋼材配置図　　断面配筋図



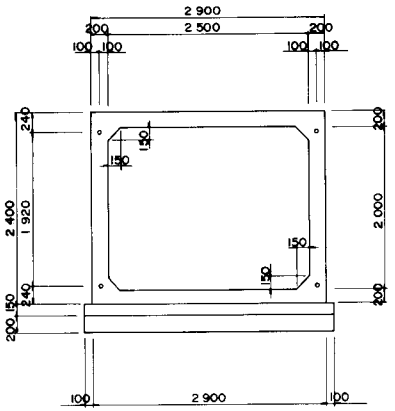
貯　水　槽

設計条件		
形式		防火水槽
内径		2m500~2m000
有効水深		H= 2m 000
壁厚		t = 200 mm
有効容量		V= 40 m³
測壁下端の構造		——
使用用途		防火用水
設計震度		KH=0.288 KV=0.144
使用材料	コンクリート 屋根	σck= 400 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck= 400 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck= 400 kg/cm²
	鋼材 連結材	1T-φ17.8 mm
	鋼材 円周方向	RC構造
	防水材料	水膨張シーリング材, シリコン系止水材

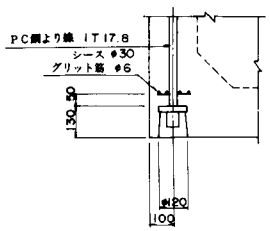
側面図



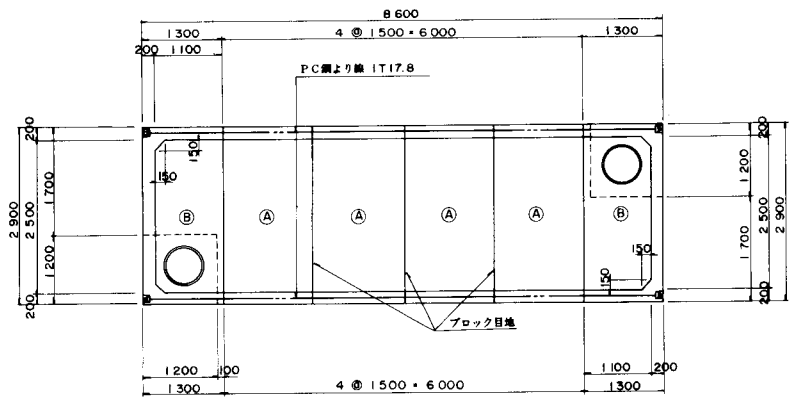
断面図



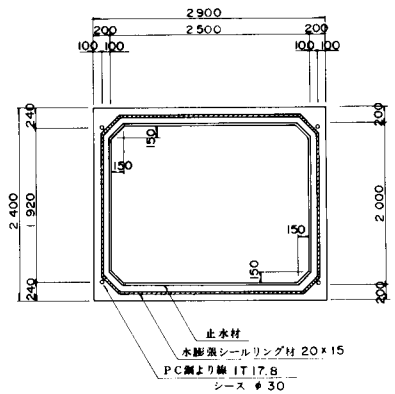
定着部詳細図



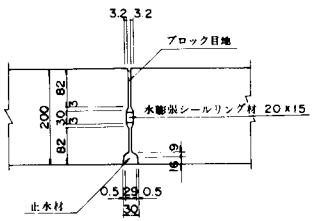
平面図



ブロック目地部



目地部詳細図



5－2 ＰＣ卵形消化槽

現在の下水処理システムは図５－５に示すように、水処理系と汚泥処理系から構成されている。このうち、汚泥処理系では水処理系で発生した汚泥の最終処分に先立ち、汚泥の減量化，安定化が行われる。一般的な汚泥の処理フローは、濃縮，消化，脱水，焼却の工程となるが、消化工程の主な役割は有機物を分解し、汚泥を減量化することであり、消化槽はここで使用されるものである。

一方、近年我国でも消化過程で生じるメタンガスを利用した消化ガス発電の研究が本格化してきており、下水汚泥からエネルギーを回収する創エネルギー施設としても嫌気性消化法が注目され、消化効率がよく経済的で、かつ構造的に十分安全な消化槽が要求されている。

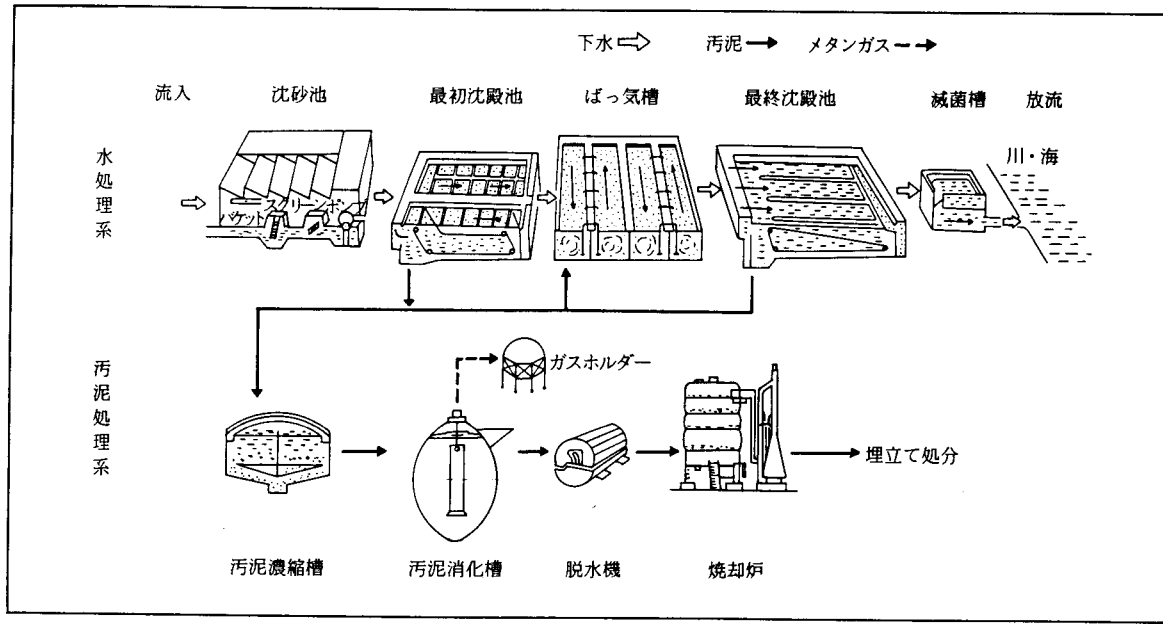


図５－５　下水処理システム

消化槽の形状は図５－６に示すように３種類に大別できる。円筒形の消化槽は最も多く採用されているものであるが、そのほとんどはＲＣ製である。亀甲形の消化槽は主としてヨーロッパに数多く建設されており、容量の大きいものはＰＣ製となっている。

卵形消化槽は槽形状を最適化することにより、機械設備，維持管理費の増大を伴わずに高い消化機能を維持させる方向で研究が進められ、この結果から生まれたものであり、その特長は次の通りである。

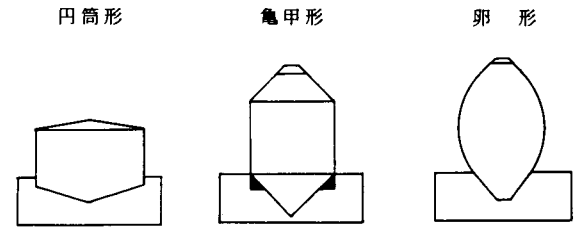


図５－６　消化槽の形状

① 槽内に折角がないので汚泥の攪拌効率が高い。

② 汚泥中の砂は槽底部中央に集まるので沈砂の除去が容易である。

③ 槽内の液面が狭く、そこに生じるスカム（汚泥中の軽い浮遊物）の除去が容易である。

④ 放熱面積が小さいので加温保温に有利である。

○ 設　計

ＰＣ卵形消化槽の断面力は一般に薄肉シェル構造として求める。

底版は、地盤反力を期待しないで、リング基礎部を支持点としたＰＣ部材として設計し、液圧による円周方向と子午線方向の両方向に生じる引張力に対して、ＰＣ鋼材を配置する。

リング基礎は、基本的にはＲＣ構造として設計しているが、リング基礎の外周部に円周方向のプレストレスを導入している。

また、側壁は２方向に曲面を有する薄肉シェル部材となるため、円周方向と子午線方向の２方向にＰＣ鋼材を配置している。

表５－１　荷重の種類，組合せおよび許容応力度の割増し係数

荷重の状態 ＼ 荷重の種類		使用状態			地震時			備考
		満液		空液	満液		空液	
		冬	夏		冬	夏		
死荷重		○	○	○	○	○	○	頂部付属物，保温材，内部機器の重量含む
静水圧		○	○		○	○		消化ガス圧 0.4 t／m² 含む
プレストレス力		○	○	○	○	○	○	—
温度	冬	○			○			外気温　0℃
	夏		○			○		外気温　30℃
浮力		○	○	○	○	○	○	—
地震の影響					○	○	○	$k_H = 0.2$ $k_V = 0$
荷重組合せによる許容応力度の増割し係数		1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	—

注）ただし、風荷重の影響は地震の影響よりも小さいので除外した。

○　施　工

ＰＣ卵形消化槽の一般的な施工順序は、①杭基礎工，②土工，③底版工，④リング基礎工，⑤側壁工，⑥頂部工に分けられ、全体施工順序を図５－７に示す。

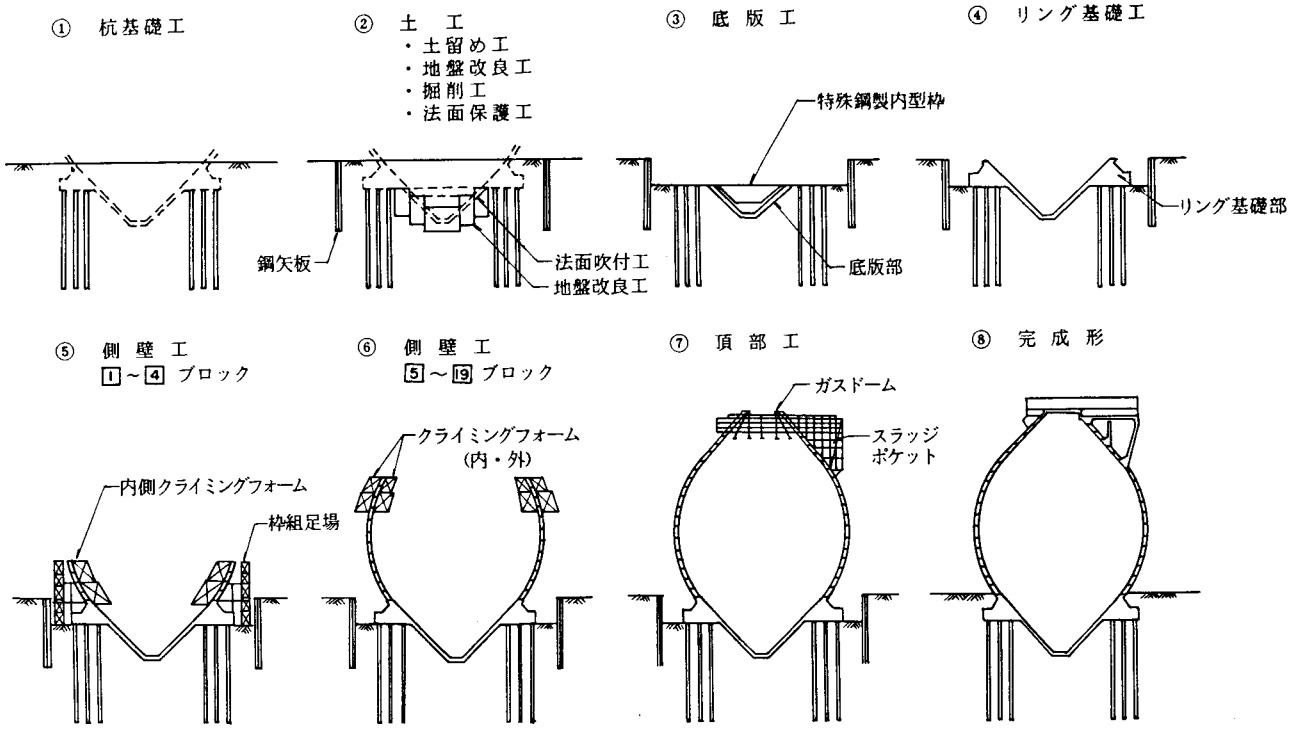


図５－７　施工順序図

種　別　5－2

図－1

この消化層は、既設の終末処理場から送られてくる汚泥を処理する専用施設として、沿岸沿いの観光ルートに面した場所に新規建設されたものである。従って、卵形消化槽の機能的メリットの他に、市のシンボルとしての意味合いからもこの形状が採用された。

構造および施工に関する特長は次のとおりである。

① 支持地盤が岩盤であることからリング基礎形式の直接基礎とした。

② 温度条件が外気温－15℃、地盤凍上深度－1.0ｍであることから、ＧＬ－3.0ｍまで保温工を施したほか、地盤の凍上防止として土壌の置換工法と地盤断熱工法を採用した。

③ 保温工事は、ポリウレタンフォーム注入工法によった。

④ マスコンクリートの温度ひび割れ制御を目的に基礎リング部ではパイプクーリングを実施し、側壁１段目には膨張性混和剤を使用した。

⑤ 冬期施工では全天候型養生とし、囲い内部ではコンクリート打設時＋10℃（その他＋5℃）を確保するよう努めた。

図－2

当流域下水道は、１市４町を対象として、昭和５２年度からこの事業に着手し、卵形消化槽２基も昭和61年から昭和６３年にかけて建設され、流域面積は245haを対象に供用を開始している。

汚泥の嫌気性消化方式は、発生汚泥を減量化し、消化ガスの回収によりエネルギーに利用できるなど有効な処理方法であり、あわせて汚泥消化タンクを卵形とすることにより、機能・維持管理面で優れた下水処理システムにすることが出来た。

図－３，図－４

消化タンク設置予定地の支持地盤は、深度が大きく変化しており、杭基礎となる部分と直接基礎となる部分があるが、共通の構造とした方が望ましいため、リング基礎に比べて側壁と支壁の接合部分の応力集中が低減される等の理由により、支壁・底版方式の基礎が採用された。

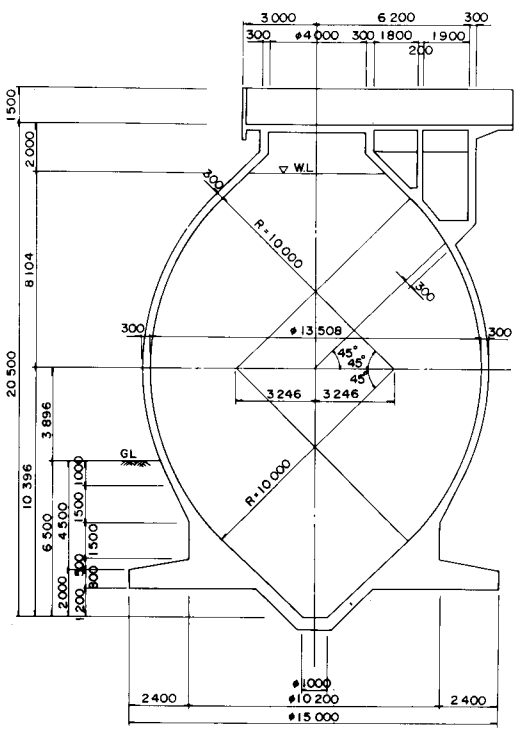
図－５

下水道整備地域の増大に起因する処理施設の増設にせまられ、汚泥の安定化・減量化・脱水の効率化・臭気対策・建設用地等の総合的判断の結果、ＰＣ卵形消化槽が採用された。

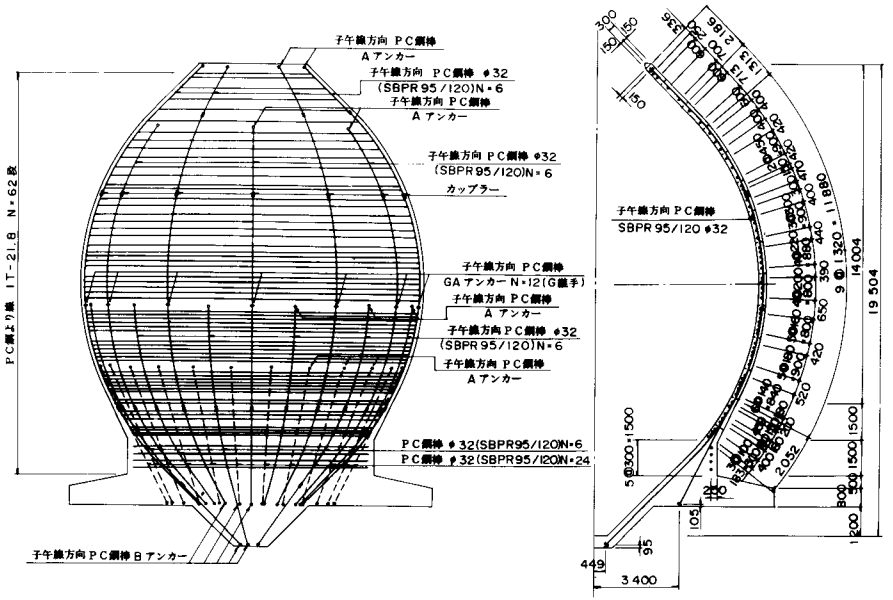
ＰＣ鋼材は底版部に配置したストランド、側壁の円周方向および子午線方向に鋼棒を使用している。基礎は標準的なリング基礎としている。

卵 形 消 化 槽

断 面 図

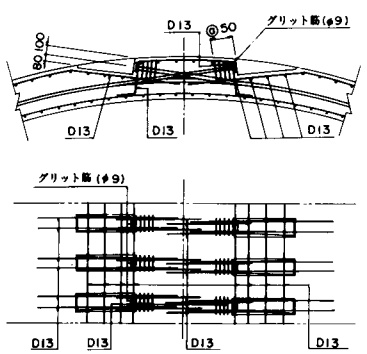


PC鋼材配置図

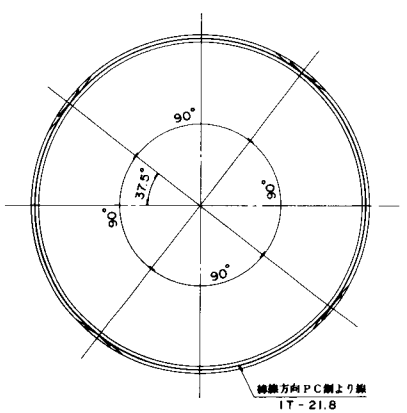


設　計　形　式		
構造形式		PC卵形消化槽
内径(赤道径)		D＝13m508
全　高		H＝22m500
壁　厚		t＝300mm～500mm
有効容量		V＝1 600m³
設計震度		KH＝0.2 KV＝0
消化槽数		2 基
使用目的		汚泥消化
基礎形式		直接基礎
使用材料	コンクリート　ガスドーム	σck＝ 210 kg/cm²
	コンクリート　側　壁	σck＝ 350 kg/cm²
	コンクリート　基　礎	σck＝ 350 kg/cm²
	鋼材　線線方向	SWPR19－φ21.8mm
	鋼材　経線方向	φ32(SBPR 95/110)
施工方法		クライミング工法

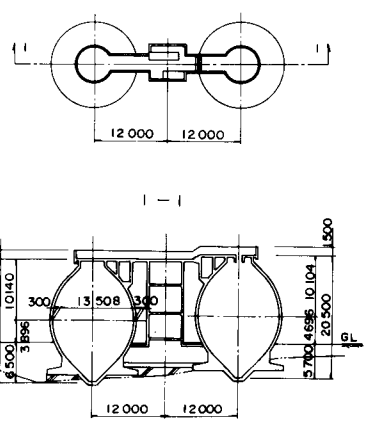
定着部詳細図



平 面 図



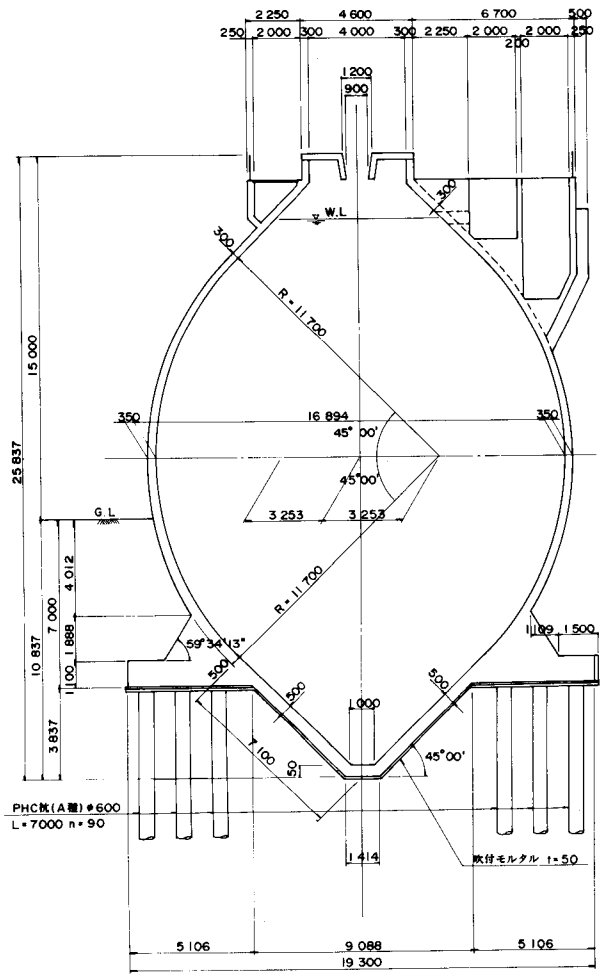
位 置 図



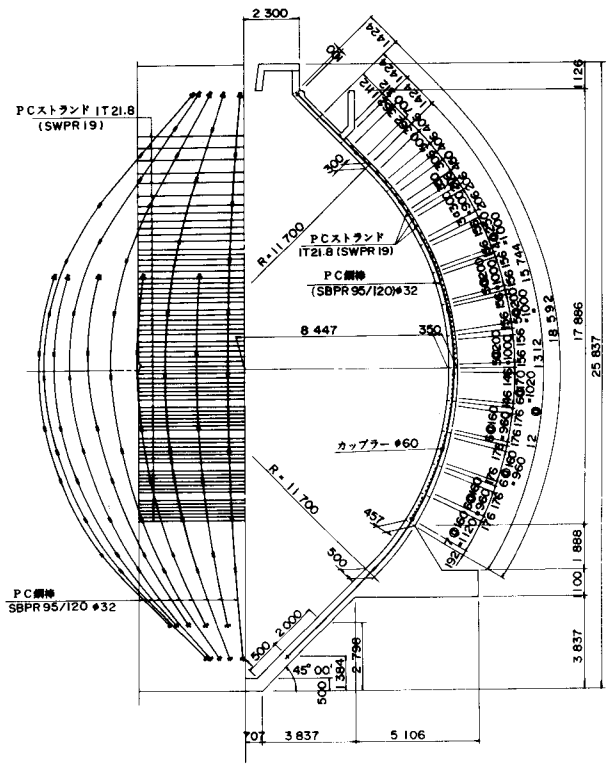
卵形消化槽

設計形式		
構造形式		PC卵形消化槽
内径(赤道径)		D= 16m894
全高		H= 25m837
壁厚		t= 300mm 500mm
有効容量		V= 3 100 m³
設計震度		KH= 0.18
消化槽数		2 基
使用目的		流域下水浄化
基礎形式		杭基礎
使用材料	コンクリート ガスドーム	σck= 350 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck= 350 kg/cm²
	コンクリート 基礎	σck= 350 kg/cm²
	鋼材 縦線方向	SWPR 19 - 21.8mm
	鋼材 横線方向	φ32 (SBPR 95/110)
施工方法		クライミング工法

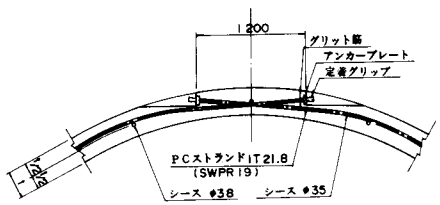
断面図



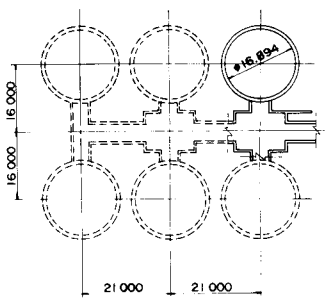
PC鋼材配置図



定着部詳細図

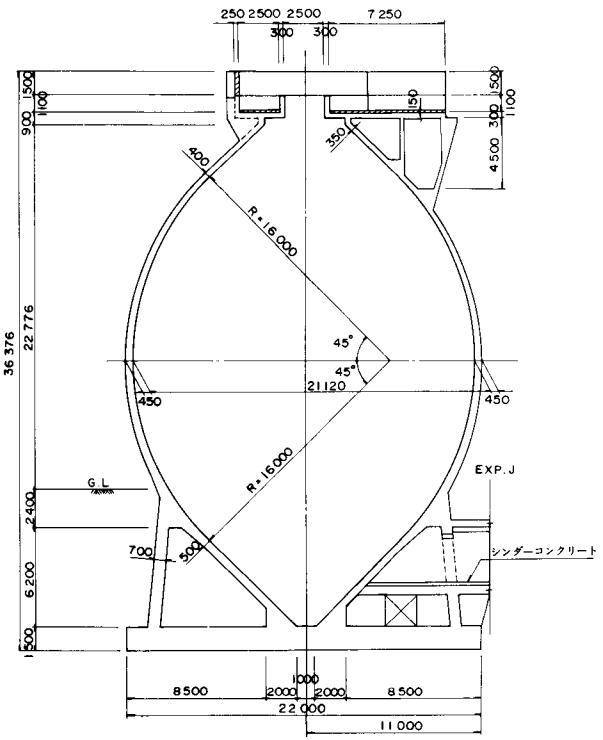


位置図

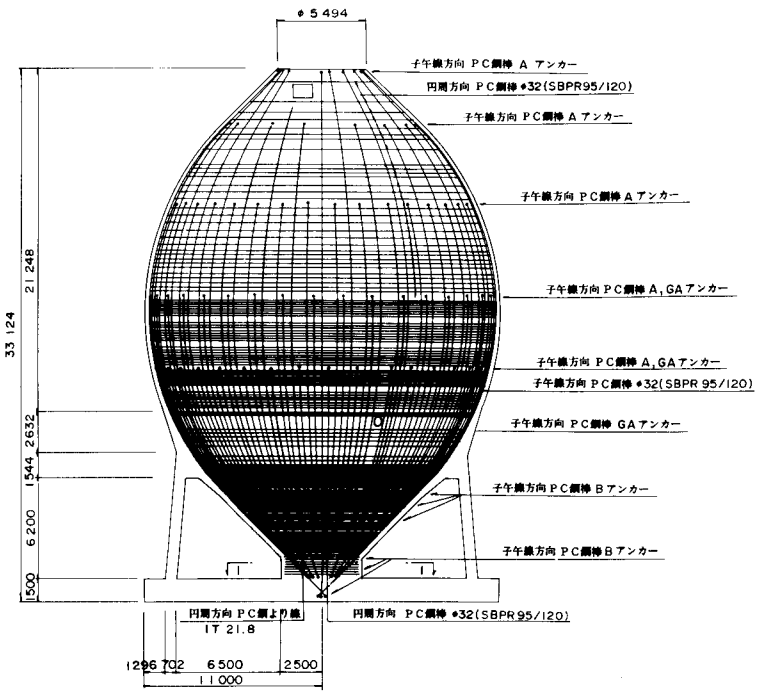


卵 形 消 化 槽

断 面 図

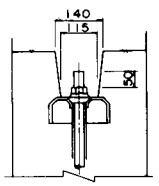


PC鋼材側面配置図

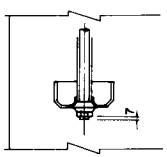


設 計 形 式		
構造形式		PC卵形消化槽
内径(赤道径)		D= 21m120
全 高		H= 33m124
壁 厚		t= 350mm～500mm
有効容量		V= 6 400 m³
設計震度		KH= 0.2
消化槽数		6 基
使用目的		汚泥消化
基礎形式		直接及び杭基礎
使用材料	コンクリート ガスドーム	σck= 300 kg/cm²
	コンクリート 側 壁	σck= 400 kg/cm²
	コンクリート 基 礎	σck= 300 kg/cm²
	鋼材 縦線方向	SWPR19-21.8mm φ32(SBPR 95/120)
	鋼材 経線方向	φ32(SBPR 95/120)
施工方法		クライミング工法

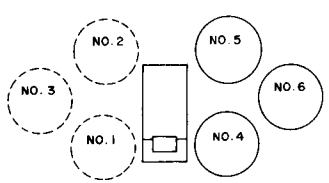
A アンカー詳細図



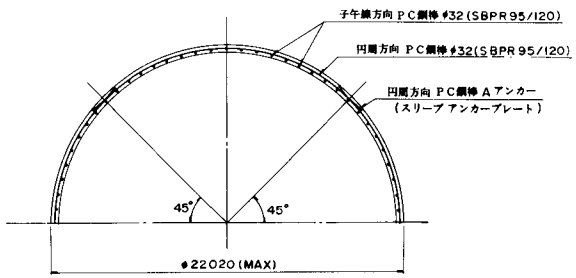
B アンカー詳細図



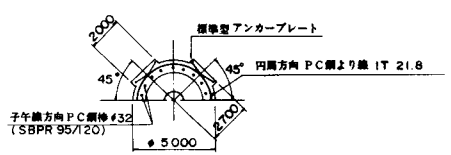
位 置 図



PC鋼材平面配置図

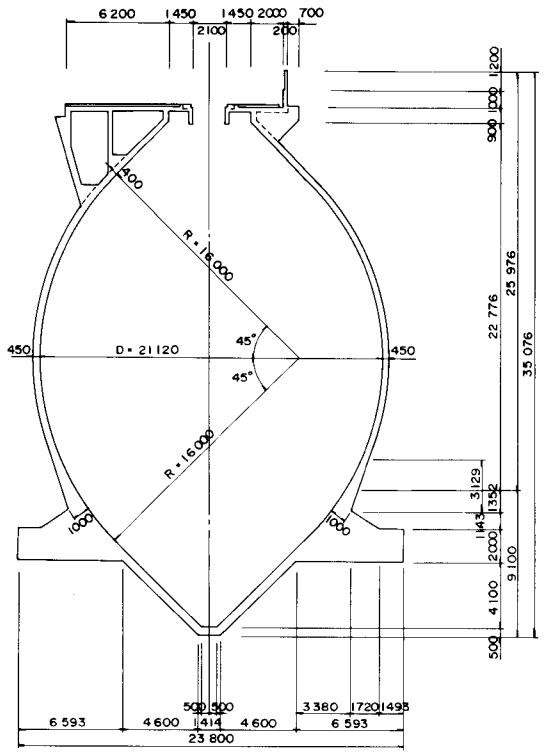


I－I 断面

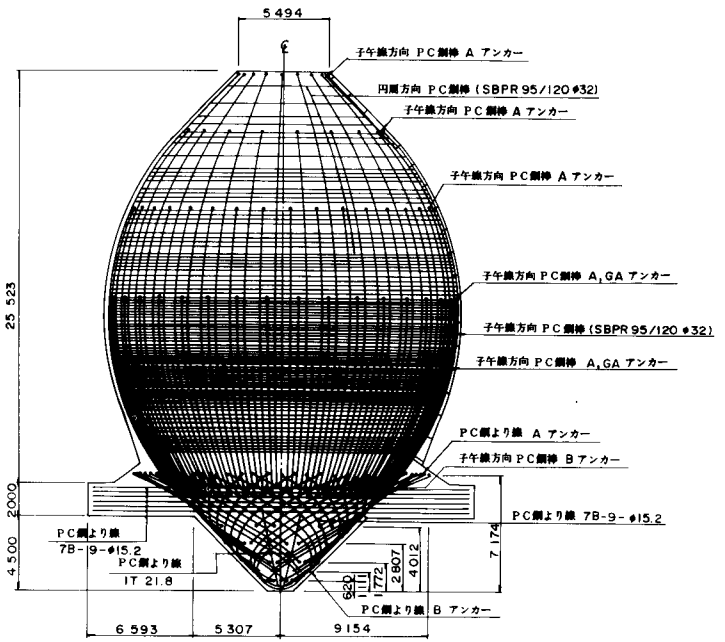


卵 形 消 化 槽

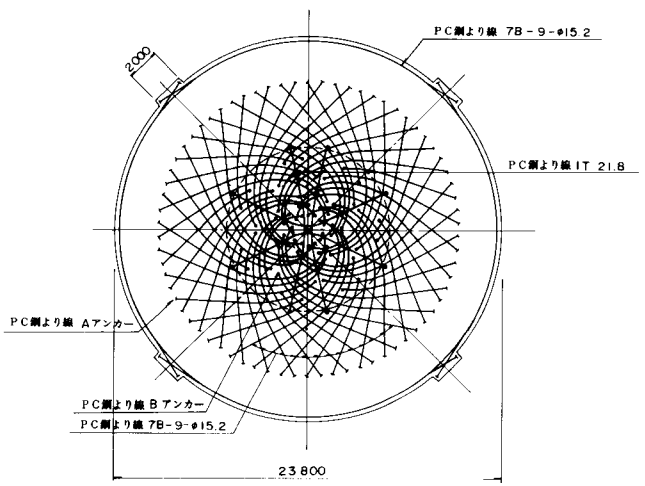
断 面 図



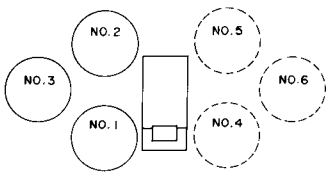
ＰＣ鋼材側面配置図



ＰＣ鋼材平面配置図

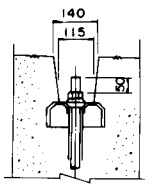


位 置 図

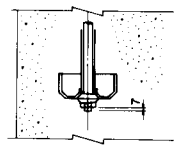


設 計 形 式		
構造形式		PC卵形消化槽
内径(赤道径)		D＝21m120
全 高		H＝32m123
壁 厚		t＝350mm～500mm
有効容量		V＝6 400m³
設計震度		KH＝0.20
消化槽数		3 基
使用目的		汚泥消化
基礎形式		杭基礎
使用材料	コンクリート ガスドーム	σck＝ 300 kg/cm²
	コンクリート 側 壁	σck＝ 400 kg/cm²
	コンクリート 基 礎	σck＝ 300 kg/cm²
	鋼材 鉉線方向	SWPR7B-φ15.2mm φ32(SBPR95/120)
	鋼材 経線方向	φ32(SBPR95/120)
施工方法		クライミング工法

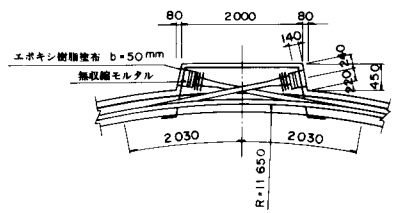
Aアンカー詳細図



Bアンカー詳細図

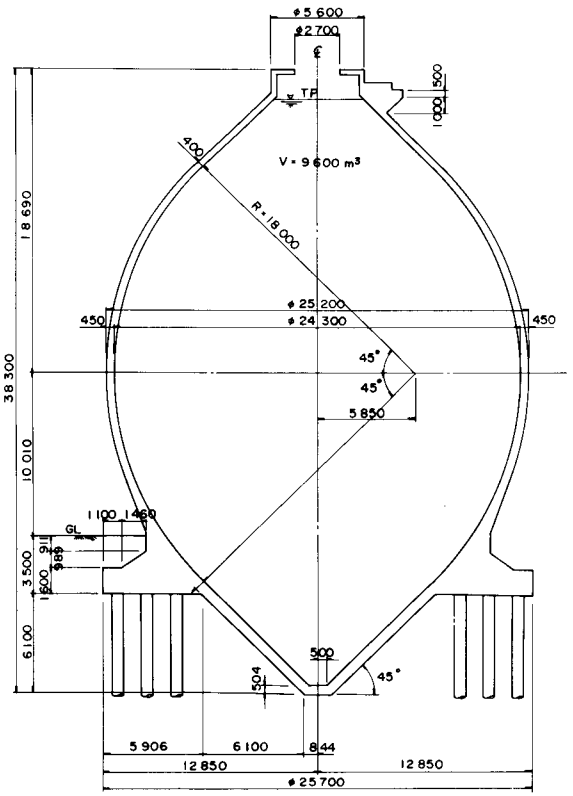


定着部詳細図

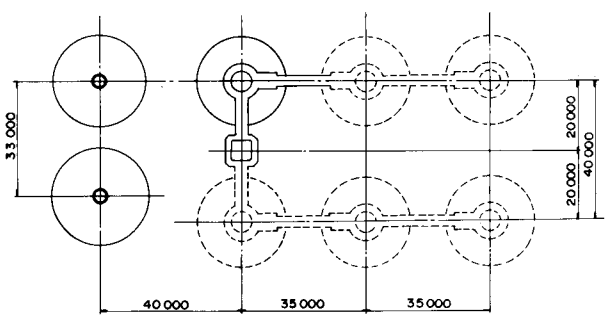


卵 形 消 化 槽

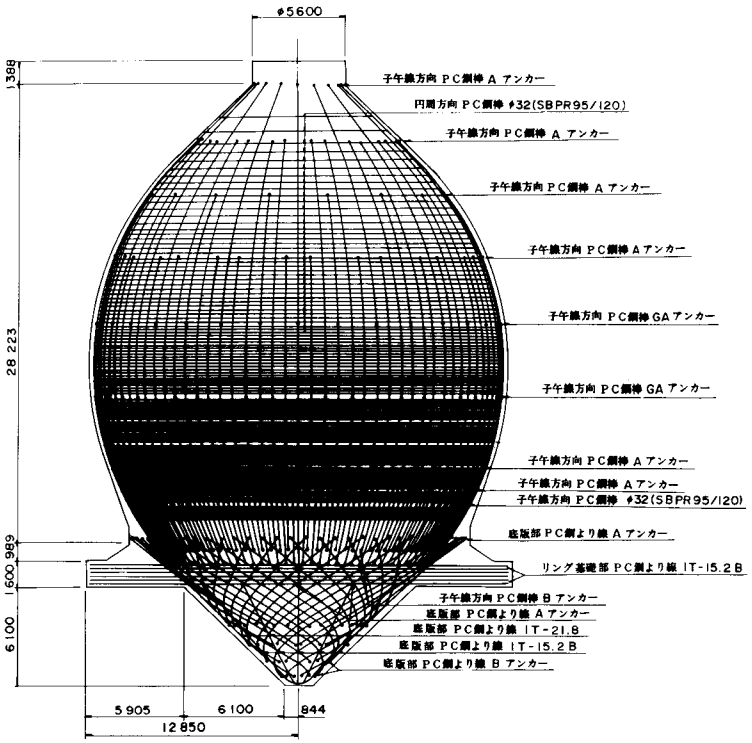
断 面 図



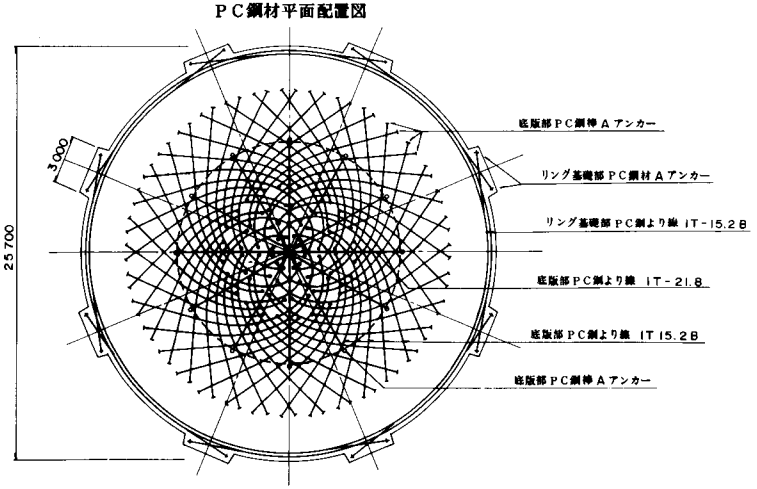
位 置 図



PC鋼材側面配置図

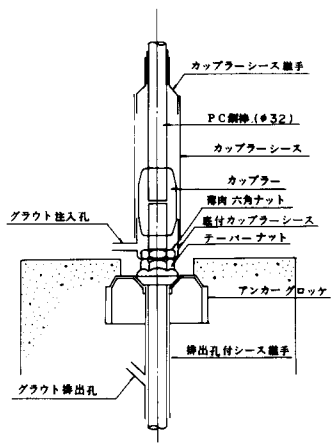


PC鋼材平面配置図



設計形式			
構造形式			PC卵形消化槽
内径(赤道径)			D＝24ᵐ300
全高			H＝38ᵐ300
壁厚			t＝400ᵐᵐ～500ᵐᵐ
有効容量			V＝9 600ᵐ³
設計震度			KH＝0.2
消化槽数			2 基
使用目的			汚泥消化
基礎形式			杭基礎
使用材料	コンクリート	ガスドーム	σck＝350 kg/cm²
		側壁	σck＝350 kg/cm²
		基礎	σck＝350 kg/cm²
	鋼材	縦線方向	SWPR19－21.8ᵐᵐ φ32(SBPR95/120)
		経線方向	φ32(SBPR95/120)
施工方法			クライミング工法

GAアンカー詳細図



5－3　サ　イ　ロ

サイロには、セメントサイロ・石炭サイロ・穀物サイロ等があり、内容物をばら状態で貯蔵する鉛直たて型容器のことである。我国におけるサイロは鋼製またはＲＣ構造であったが、ＰＣ構造が、コスト・工期・品質の面からも高品質の優れたものと言える。

設計は、円筒形薄肉シェルに内圧が作用するものとして解析し、鉛直方向と水平方向に各々ＰＣ鋼材を配置する。

形状の変化部に生じる応力状態や、側壁開口部周辺の応力状態，温度応力等もＦＥＭ解析などにより検証され、サイロの機密性の保持についても十分考慮された構造物である。

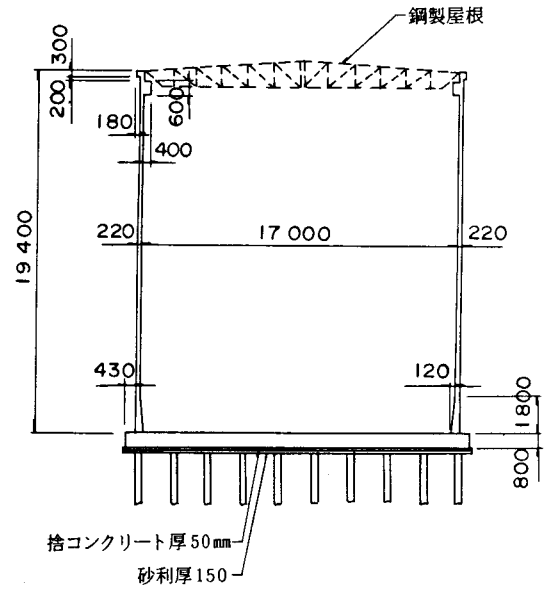


図５－８　サイロ断面図（例）

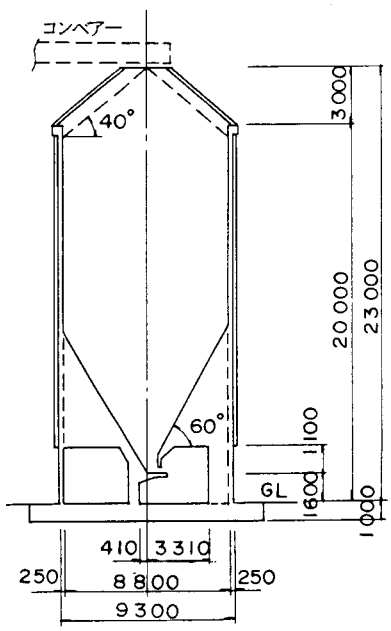


図５－９　サイロ断面図（例）

種　別　5－3

図－1

本サイロは工場内の敷地面積が狭い場所に建設されたものである。

パルプの漂白工程へ送りこむための一時貯蔵用として建設されたが、従来のＲＣ構造では気密性が不完全になる理由から、今回ＰＣ構造が採用された。

内容物の温度が40～80℃になることから、設計上、温度応力をも考慮してＰＣ鋼材を決定している。

図－2

セメントサイロは、静置粉体圧のほか、衝撃圧，温度応力等が発生するが、設計用圧力に対してはコンクリートのひび割れを許さない設計とし、サイロの機密性を高めている。

なお、温度応力については鉄筋コンクリートとして設計しているが、ひび割れ制御することで、その性能を確保している。

さらに、施工時にもコンクリートにひび割れが発生しないように慎重な対策をとって施工された。

本サイロの施工は、側壁下部（テーパー付）を通常の工法でコンクリートを打設し、等厚断面部はスライディングフォームにより構築した。スライディングフォームの速度は、3～5m／日で約2週間で全高打設したものである。

図－3

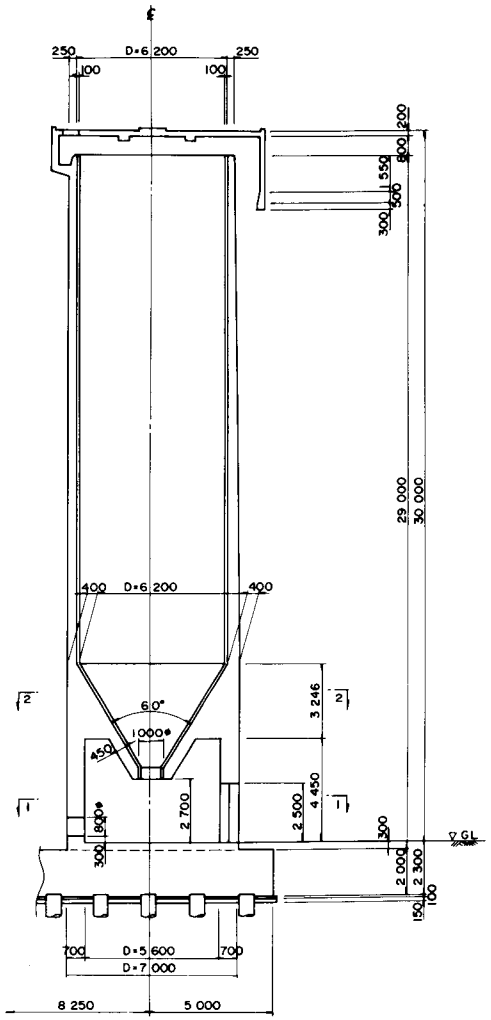
石炭サイロは静置粉体圧のほか衝撃圧が発生するが、これ等の設計用圧力に対しコンクリートにひび割れを許さない設計とされている。

また、施工的には工期が左右されるホッパー部の施工方法，順序を充分に検討し工期の短縮を計っている。

サ イ ロ

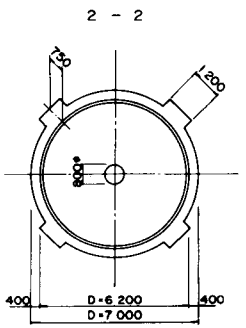
設計条件		
形式		サイロ
内径		D＝ 6 m 200
全高		H＝ 30 m 000
壁厚		t＝400 mm ～ 250 mm
有効容量		V＝ 697 m³
地盤下場の構造		固定
使用用途		バルブ
設計震度		KH＝0.2 KV＝0
使用材料	コンクリート 基礎	σck＝ 240 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck＝ 350 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck＝ 240 kg/cm²
	鋼材 円周方向	SWPR 19－21.8 mm
	鋼材 鉛直方向	φ26 (SBPR95/110)
施工方法		オールステージング
基礎形式		杭基礎

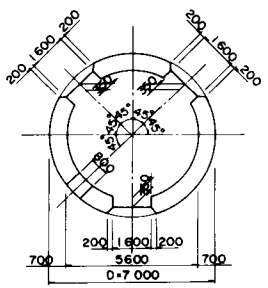
断 面 図



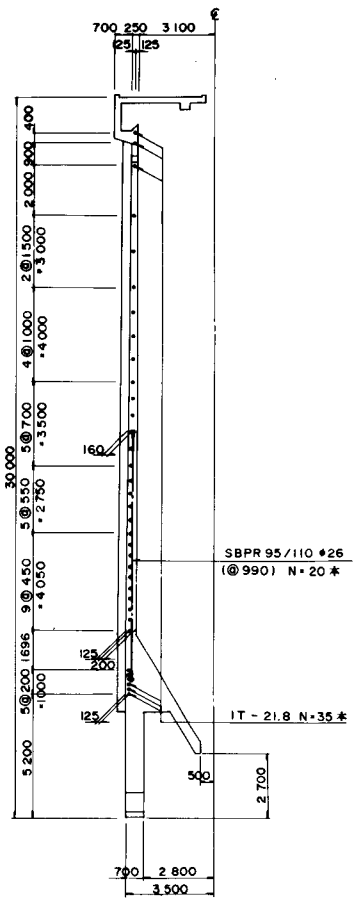
D 塔

平 面 図

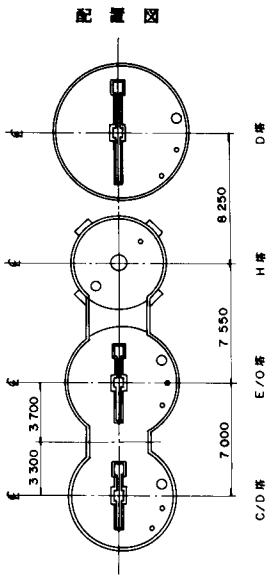




PC鋼材配置図

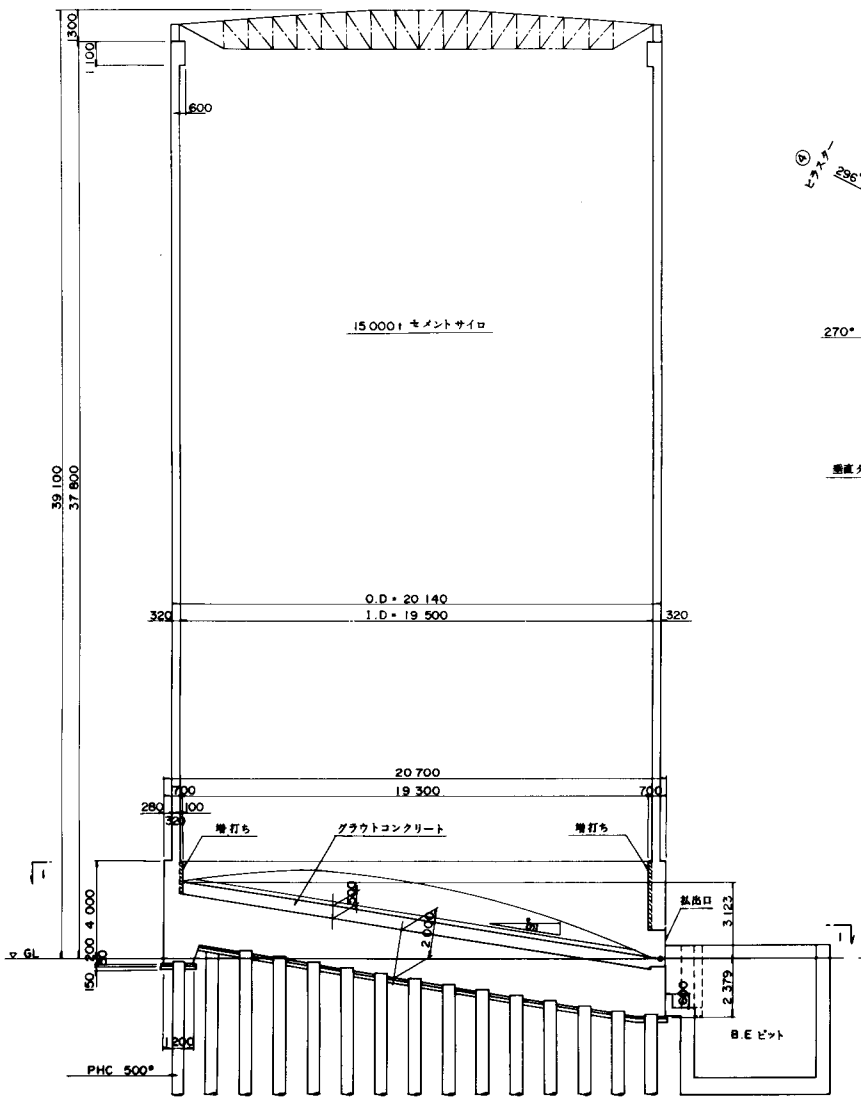


配 置 図

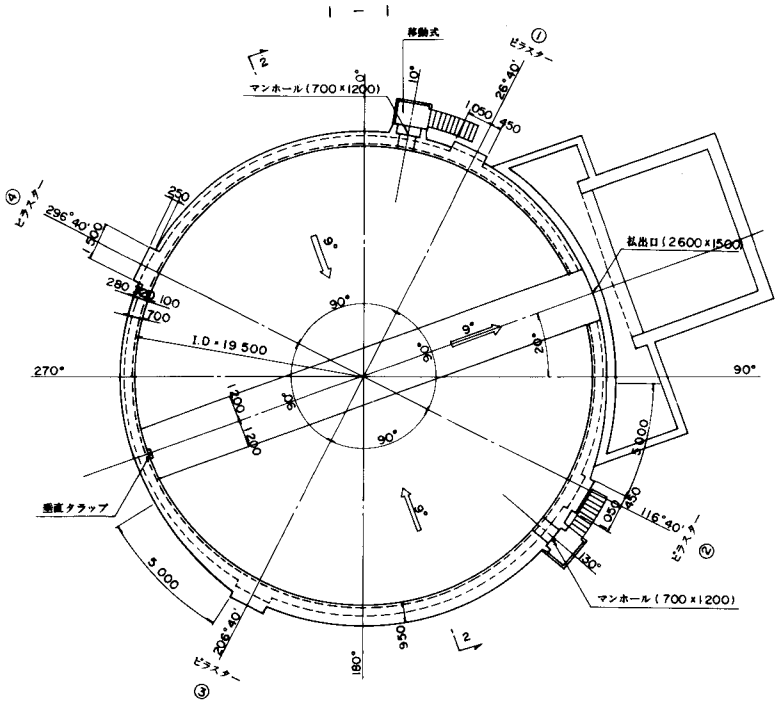


サ イ ロ

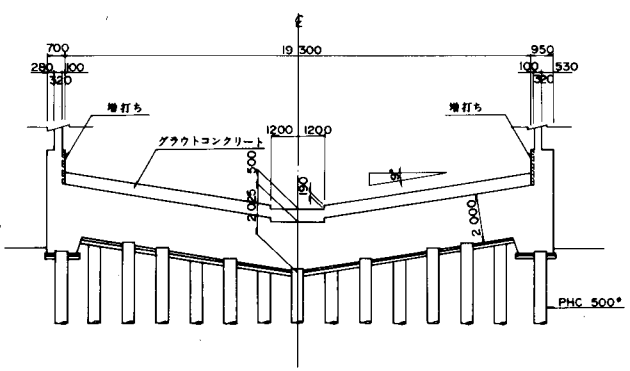
断面図



1 － 1



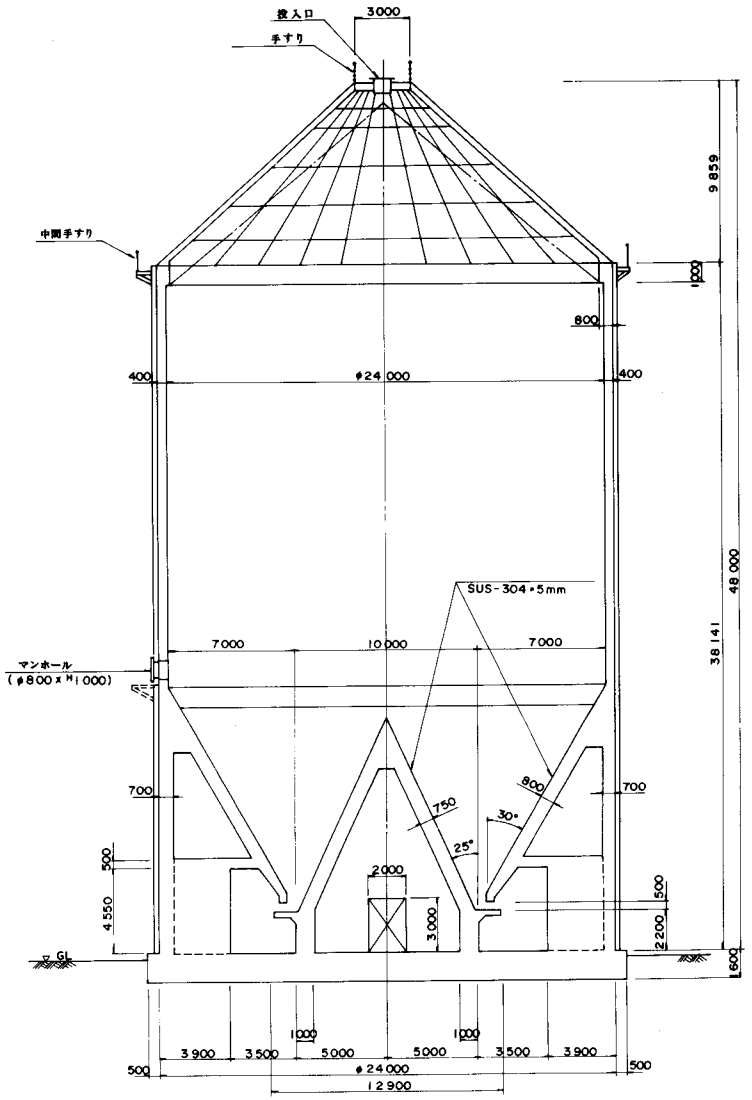
2 － 2



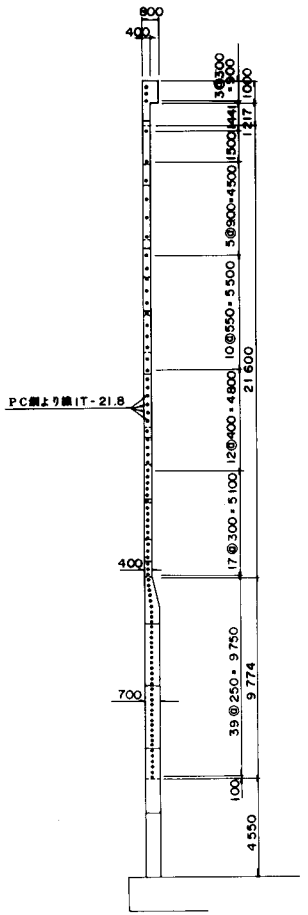
設計条件		
形式		サイロ
内径		D＝19 m 500
全高		H＝39 m 100
壁厚		t＝320 mm
有効容量		V＝15 000 m³
測壁下場の構造		固定
使用用途		セメント
設計震度		KH＝0.288 KV＝0
使用材料 コンクリート	屋根	σck＝350 kg/cm²
	側壁	σck＝240 kg/cm²
	底版	σck＝240 kg/cm²
鋼材	円周方向	SWPR19－21.8 mm
	鉛直方向	φ23 (SBPR 95/110)
施工方法		オールステージング
基礎形式		杭基礎

サ　イ　ロ

断面図

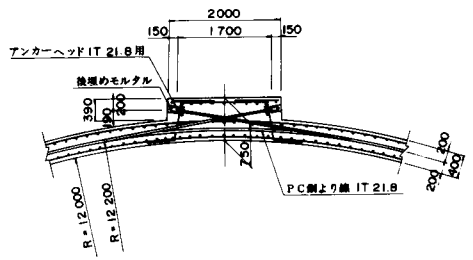


PC鋼材配置図

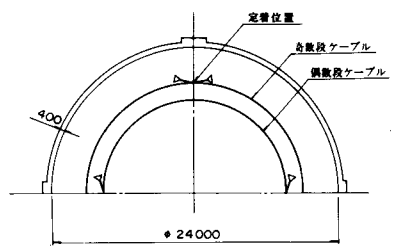


設計条件		
形式		サイロ
内径		D＝24ᵐ000
全高		H＝48ᵐ000
壁厚		t＝400 mm
有効容量		V＝14 740 m³
地盤下地の構造		固定
使用用途		石炭
設計震度		KH=0.288 KV＝0
使用材料	コンクリート 屋根	σck＝ 300 kg/cm²
	コンクリート 側壁	σck＝ 210 kg/cm²
	コンクリート 底版	σck＝ 210 kg/cm²
	鋼材 円周方向	SWPR 19－21.8 mm
	鋼材 鉛直方向	RC構造
施工方法		オールステージング
基礎形式		杭基礎

ヒラスター詳細図



定着概要図



5－4 プ　ー　ル

近年、プールも教育施設用の学校プールから娯楽施設用のレジャープール，コミュニティー施設用の市民プール，スポーツ施設用の競技プールと、その需要も大きく広がっている。

プールは長期間にわたって使用されることから耐候性，耐薬品性に優れ、維持管理のかからない構造が要求される。

ＰＣ構造のプールは、漏水のない高品質で工期の短縮ならびに建設費の低減がはかられ、維持管理に伴う費用が少ないなどの利点があり広く採用されている。

○　分　類

プールを使用上から分類すると次のように別けられる。

プ　ー　ル
- 徒歩用プール
- 水浴用プール（レジャー用プール）
- 競技用プール・競泳用プール・飛び込み用プール
- 医療用プール
- 家庭用プール

○　施　工

まずプールの位置の選定について、運動場その他の使用目的からの要求が優先するようであるが、それと同時に地盤の良否も位置の選定に当って重要な検討項目である地盤が良好であることはもちろん望ましいが、それより大切なことは、プール底面にあたる部分が一様な強さであることである。均等に沈下してもたいした影響はないが、沈下が不同であるとひび割れの原因となるので注意を要する。

学校プールでは荷重は２ｔ／㎡程度であるが、プールの底面の範囲内の地耐力が場所により非常に異なれば、杭基礎工を行なうか、床掘を深くして充分転圧するなどの処置を講ずる必要がある。

種　別　5－4

図－1

コンクリートのひび割れを防ぐために、プレストレスを与え、ユニット化した工法は、次のような優れた特長を持っている。

1. 水槽部には、高強度のコンクリートを使用し、プレストレスを与えているため、外力に対して大きい抵抗力を持っている。
2. プレキャスト部材によるプレハブ工法をとるため、急速施工が可能で、現場作業を最小限にしている。
3. 経済性に優れメンテナンスの負担が少ない。

図－2

現存するプールは、その90％以上がＲＣ造りといっても過言ではない。しかし、施工が粗雑になりやすく、急速施工ができないことやひび割れが生じやすいことなどの理由からＰＣプールが注目され、採用されたものである。

特長は、プール側壁をプレキャスト化することにより施工精度の向上を図り、また、底版にアンボンド鋼材を使用してプレストレスを導入し、水密性の高いものとしている。

図－3

本施設は、水泳競技用プールとして使用され、各種競技会の他、一般市民にも開放されている。

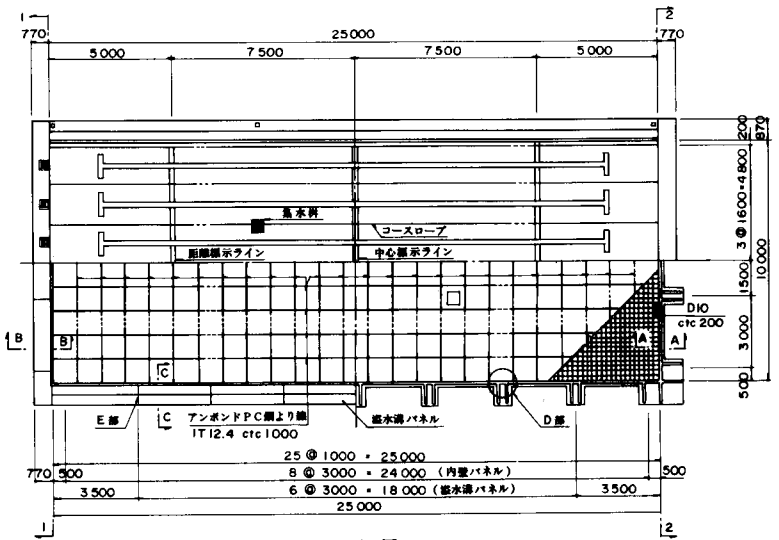
ＰＣプールはひび割れがないため漏水の心配がなく、耐久性があり、工期が短く、公認用プールとしての精度も十分確保できることから採用されたものである。

工法的にはプール側壁をプレキャスト部材とし、底盤は現場打ちコンクリートを打設、側壁水平方向と底盤の縦，横方向にプレストレスを導入している。

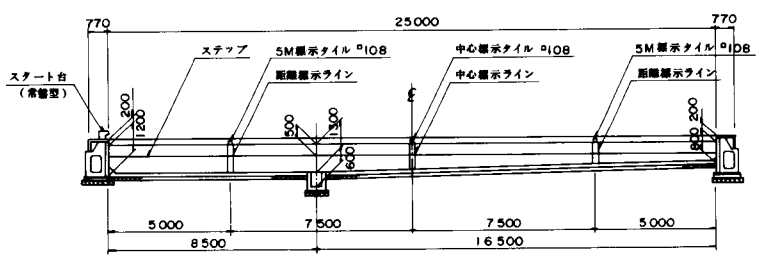
なお、基礎は地盤の状況と構造物の重要度からＰＣ杭基礎となっている。

プ ー ル

平面図

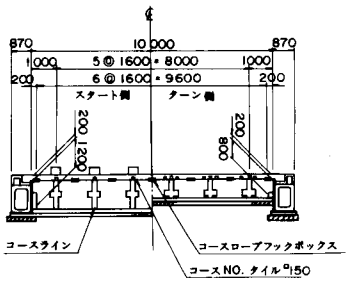


断面図



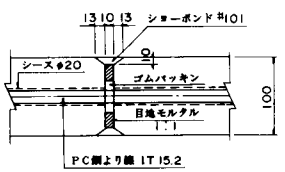
断面図

1 — 1　2 — 2

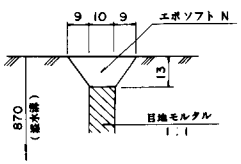


設計条件		
形式		プール
長さ		L = 25m000
幅		W = 10m000
水深		H = 0m800 ~ 1m300
設計震度		KH=0.20 KV= 0
使用目的		小学校用プール
使用材料 コンクリート	側壁	σck = 400 kg/cm²
使用材料 コンクリート	底版	σck = 350 kg/cm²
使用材料 鋼材	鉛直方向	RC構造
使用材料 鋼材	水平方向	1T-φ15.2 mm
使用材料 鋼材	底版	1T-φ12.4 mm
施工方法		

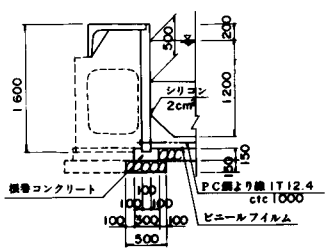
D部詳細図
内壁パネル目地図



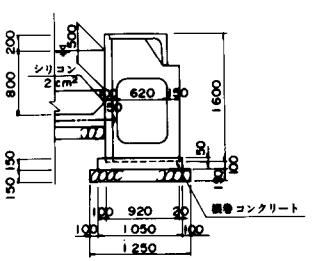
E部詳細図
溢水溝目地図



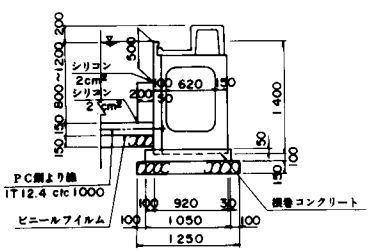
A — A 断面図



B — B 断面図



C — C 断面図

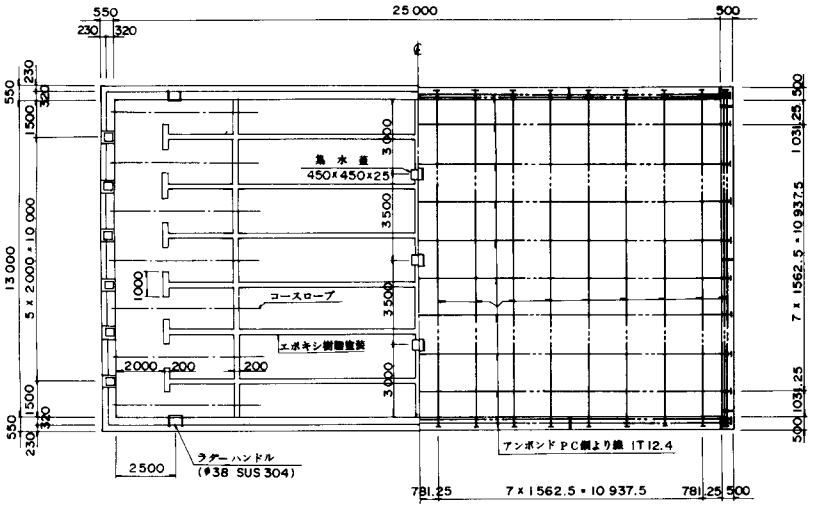


プ　ー　ル

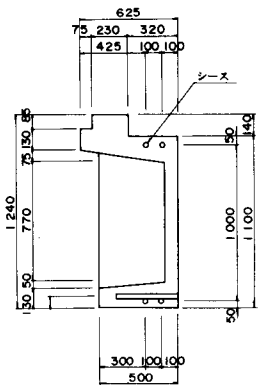
設計条件			
形式			プール
長さ			L＝25ｍ000
幅			W＝13ｍ000
水深			H＝0ｍ900～1ｍ000
設計震度			KH＝0.2　KV＝0
使用目的			小学校用プール
使用材料	コンクリート	側壁	σck＝ 300　kg/cm²
		底版	σck＝ 300　kg/cm²
	鋼材	鉛直方向	RC構造
		水平方向	1T-φ12.4 mm　(アンボンド)
		底版	1T-φ12.4 mm　(アンボンド)
施工方法			

平面図

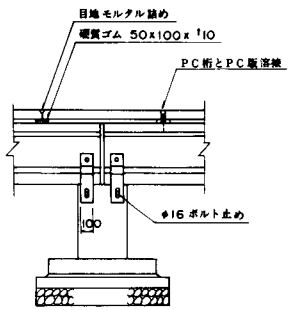
形状図　　PC鋼材配置図



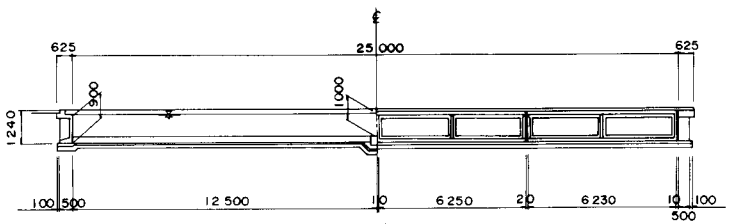
側壁ブロック構造図



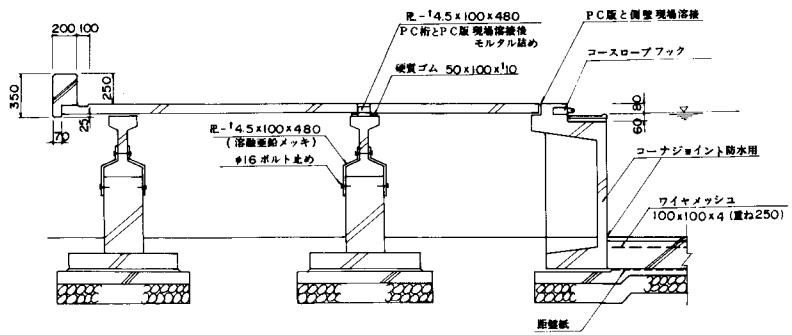
プールサイド側面図



側面図

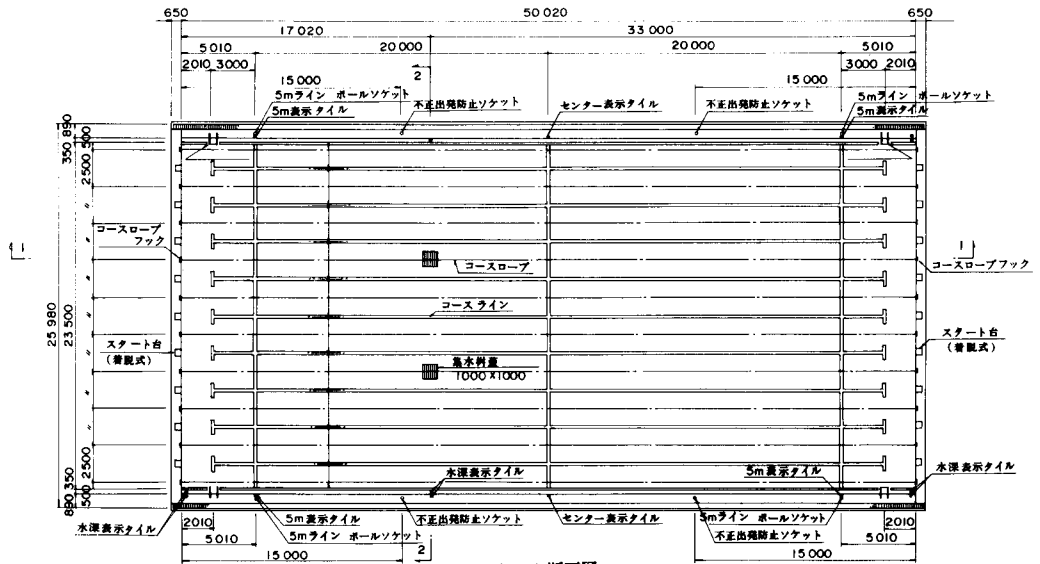


プールサイド断面図

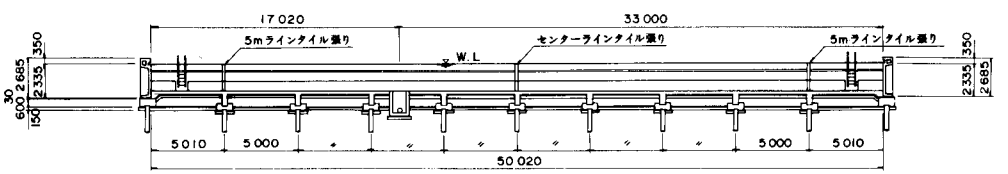


プ　ー　ル

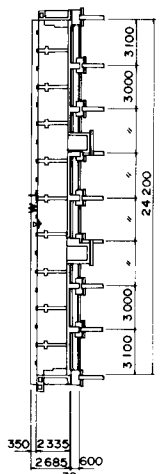
平面図



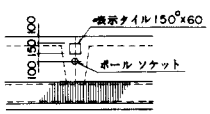
1 － 1 断面図



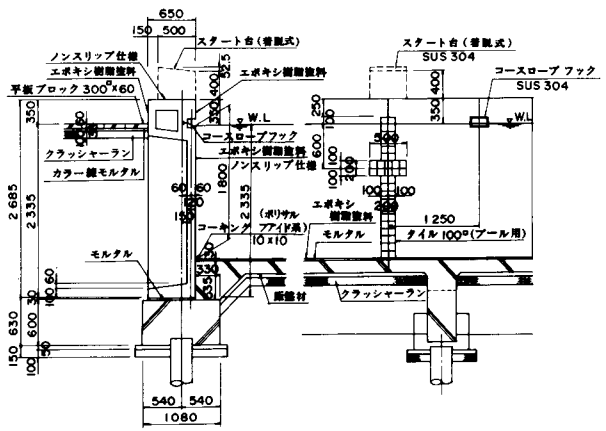
2 － 2 断面図



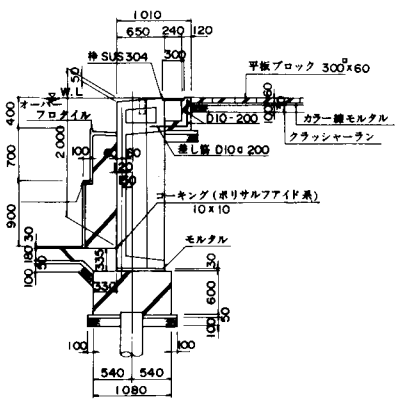
設　計　条　件			
形　式			プール
長　さ			L＝50m000 公 認
幅			W＝23m500（9コース）
水　深			H＝ 2m000
設計震度			KH＝0.20
使用目的			公式競技及一般用
使用材料	コンクリート	側　壁	σck＝ 400 kg/cm²
		底　版	σck＝ 300 kg/cm²
	鋼材	鉛直方向	RC構造
		水平方向	1T-φ12.4 mm（アンボンド）
		底　版	1T-φ12.4 mm（アンボンド）
施工方法			

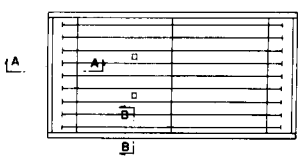


A － A 断面図



B － B 断面図





5－5 そ　の　他

(1) 貯 油 槽

ＰＣ貯油槽とは航空燃料や船舶燃料などのオイルを貯蔵する容器である。二重殻タンク（ＰＣ＋金属）であり内槽金属は、コンクリート面にライニングされた漏油対策上のものであって、保護層の役目にもなっている。

外槽のＰＣコンクリートが内油圧に対する構造的耐力を有するものとなっている。我国では、貯油量60,000kℓ（内径84.9ｍ，液深10.4ｍ）のものをはじめ数多く施工されている。

コンクリートの固有特性とＰＣタンクの構造的な剛性とを組合せると、次の利点がある。

① 耐震性が大である。

② コンクリート製タンク壁は、熱拡散性が比較的低いので耐火性がある。

③ ＰＣタンクは、重量が重く壁が厚いので転倒，廃屈また外部危害への抵抗力が大である。

一 般 形 状

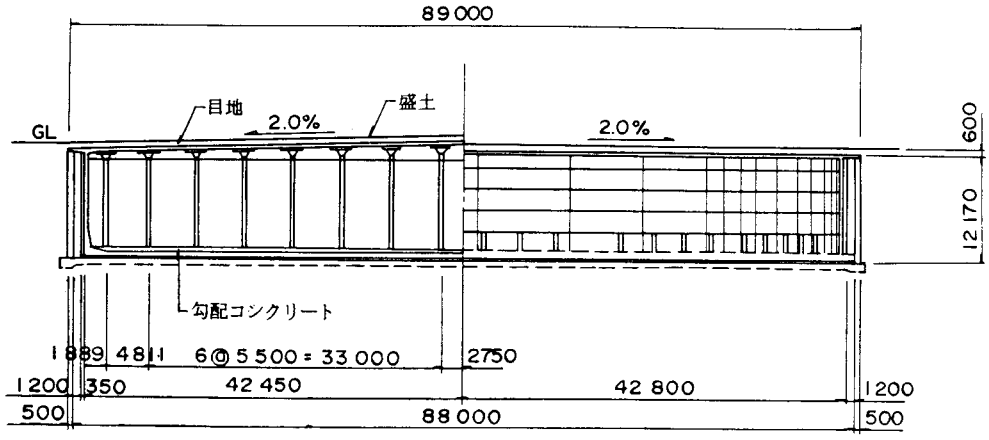


図５－10　（例）

○　設　計

荷重条件

石油タンクは“普通荷重”として次の荷重を考える。

—主荷重—

a）死荷重，施工時の部分的死荷重

b）油の一部注入

c）水の試験注入

d）摩擦損失を考慮したプレストレス導入

e）コンクリートのクリープおよび収縮、ならびにＰＣ鋼材のレラクセーションの影響

f）雪荷重

—付加荷重—

g）過大圧力，過小圧力

h）風荷重

i）温度影響

j）地震荷重

全荷重βは、主荷重および付加荷重に分ける。耐力Wは使用する材料に対し明確にする。

⑵　液化ガス貯槽

天然ガスやプロパンなどのガスエネルギー（またはガス原料）を低温液化した状態で貯蔵する大型低温貯槽に、ＰＣ構造を利用した実績が増えている。

低温貯槽にＰＣ構造が利用される理由は、次のような特長が考えられる。

⑴　低温下のコンクリートは大きな強度増加を示し、ＰＣ部材の耐力も上昇する。

⑵　低温下においてもＰＣ部材は靱性に優れている。

⑶　液密性が確保できる。

⑷　半地下式や盛土式などの貯槽形式に適応できる。

⑸　耐火性が優れている。

これらの長所を持つＰＣ構造の低温貯槽への利用は益々幅広く進められるものと思われる。とくに、低温用鋼材を用いた内槽とＰＣ外槽を組合わせたＰＣ外槽式貯槽は、金属とコンクリートの長所を生かし合った貯槽形式として、ＬＮＧやＬＰＧなどの大量貯蔵に適している。

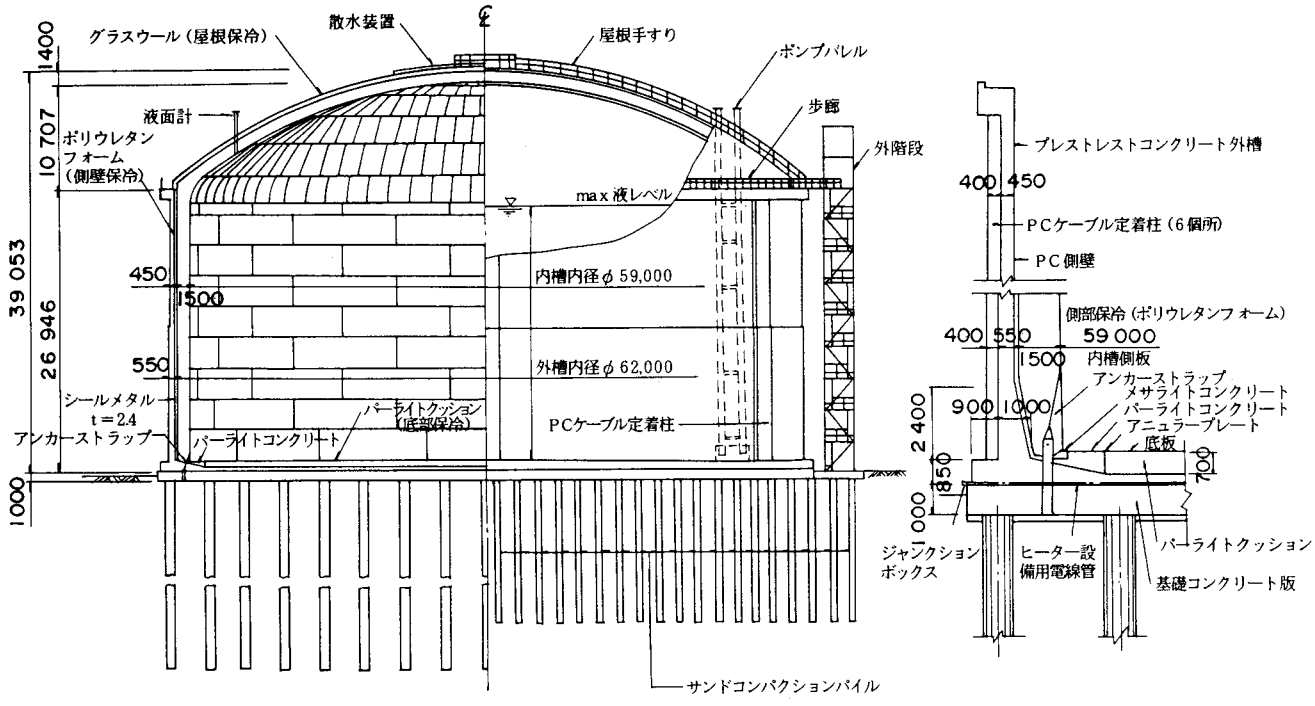


図５－11　ＬＰＧタンク一般図

(3) 原 子 炉

原子炉格納容器は炉心，圧力容器，高圧パイプ，熱交換器等の一次系機器を格納し、通常運転時はもとより、たとえ一次冷却材喪失事故が起こった場合においても、放射性物質を封じ込め、周辺住民並びに発電所従業員の安全を確保するために設けられる容器である。このため、①事故時の内圧や温度上昇に耐える機能，②漏えい防止機能，③遮へい体としての機能を備える必要がある。このほか、構造物として地震，風，積雪等に耐える必要があるのはもちろんである。

○ 設 計

プレストレストコンクリート製格納容器（ＰＣＣＶ）は、内圧に対する強度部材としてＰＣ構造とし、漏えい防止にはライナープレートが、遮へい体としてはコンクリート壁が各々受け持つよう設計され、ＰＣＣＶ自体は上部のシリンダー部とドーム部からなるシェル部と、下部の基礎盤から構成されている。シェル部はＰＣ造であり、基礎盤はＲＣ造である。コンクリート部の内面には鋼製のライナープレートを設けている。

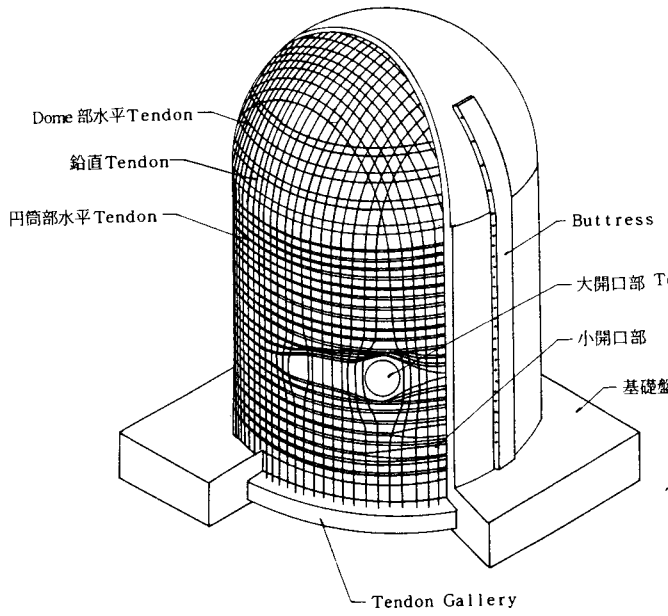


図５－１２　ＰＣＣＶ Tendon 配置図

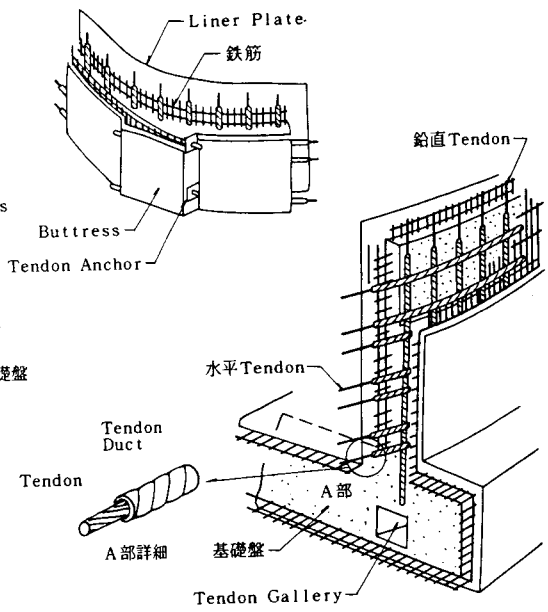


図５－１３　ＰＣＣＶ壁体内構造図

種　別　5－5

図－1

内径88m，有効深10m，有効貯油量6.0万m³のジェット燃料を貯える貯油槽である。

既設貯油槽内（戦前完成）に新たに築造されたＰＣ容器構造物であり、油に接する内面は鋼板ライニングが施されている。

タンクは大別すると底版，側壁，柱，屋根の4パーツに分けられる。底版，屋根は格子状にＰＣケーブルを設け、8分割の部材を一体化している。側壁はＰＣ鋼棒を縦に、ＰＣケーブルを横方向に配置する構造となっている。

図－2

このＰＣ原子炉格納容器は、PWR型軽水炉、出力116万kW／hで、日本では初めてプレストレストコンクリート製格納容器（ＰＣＣＶ）を採用している。

このＰＣＣＶは75×80m，厚さ8.0mの鉄筋コンクリート製ベースマット上に建設される円筒形のシリンダー部（厚さ1.3m，内径43m，高さ43m）と半円球型のドーム部（厚さ1.1m，内径43m）とからなり、気密性を確保するためにＰＣＣＶ内面に鋼板ライナー（一般部厚さ6.4mm）が施されている。

図－3

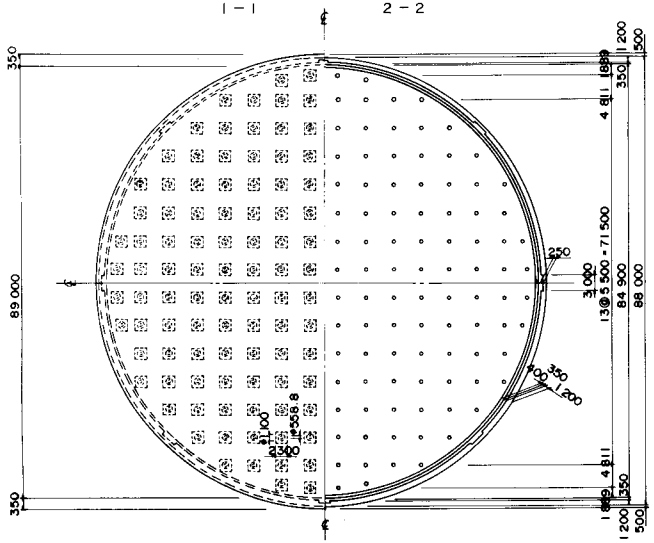
従来、低温タンクとしては、金属二重殻タンクが主体であった。これは、受液槽としての強度を有する金属内槽と、保冷材保持のための薄鋼板の外槽および万一の液漏れ時に液の流出を防止する防液堤とからなり立っている。これに対して、今回大分に建設されたＰＣ低温タンクの形式は、ＰＣ・金属・二重殻タンクであり、内槽は金属で従来型のタンクとほぼ同じであるが、外槽をＰＣ構造としたことに特長がある。このＰＣ外槽が内槽と同じく受液槽としての強度を有しているため、万一内槽から液漏れが起きてもタンク外への液の流出はなく、ガスの拡散も最小限に抑えられる。

また、ＰＣ外槽は防液堤として認可されているため、あらためて従来型の防液堤を設置しなくて済み、用地の有効利用がはかれる。このように、安全性と経済性に優れたＰＣ低温タンクは、海外を中心にすでに多数建設されている。

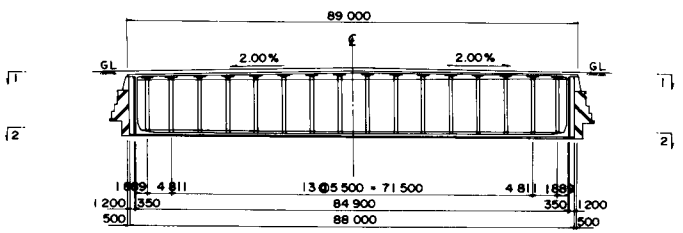
その他

設計条件		
形式		貯油槽
内径		D＝84ᵐ900
有効深		H＝ 8ᵐ535
壁厚		t＝ 350 mm
有効容量		V＝ 58 353 Kℓ
側壁下端の構造		固定
使用用途		燃料貯油
設計震度		KH＝0.16 KV＝ ——
使用材料 コンクリート	屋根	σck＝ 300 kg/cm²
	側壁	σck＝ 300 kg/cm²
	底版	σck＝ 300 kg/cm²
	柱	σck＝ 210 kg/cm²
使用材料 鋼材	円周方向	1T－φ21.8 mm
	鉛直方向	φ32 (SBPR 95/110)
	底版・天井	1T－φ21.8 mm 格子
使用材料 防水材料		——
施工方法		現場打ち
基礎形式		杭基礎

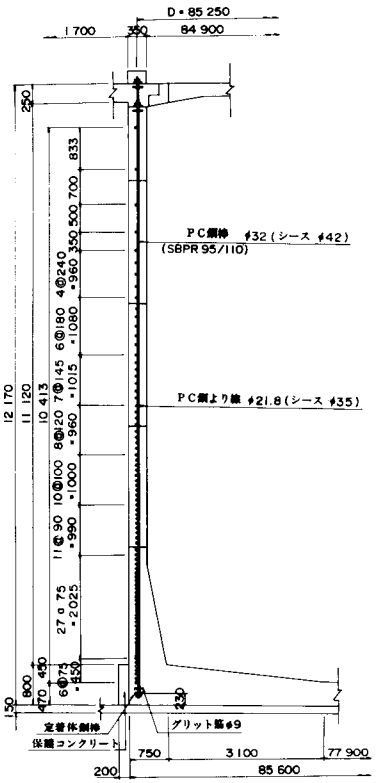
平面図



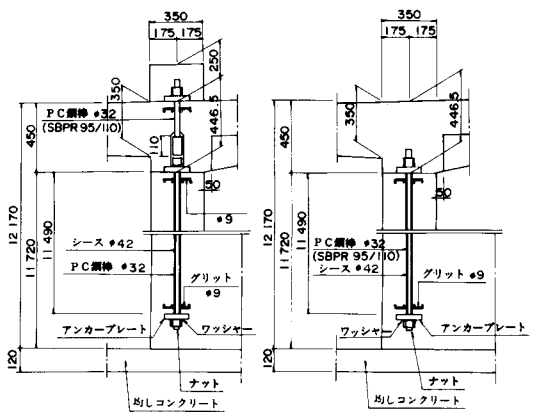
断面図



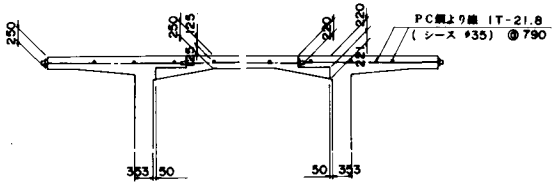
PC鋼材配置図



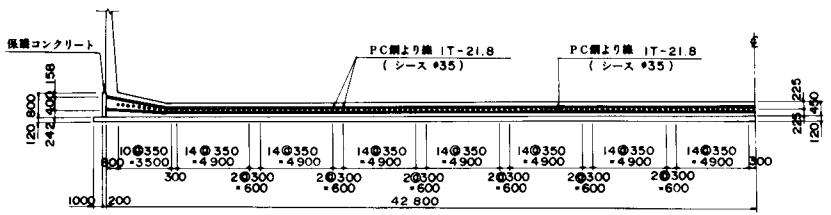
PC鋼棒定着部詳細図



屋根版ケーブル配置図



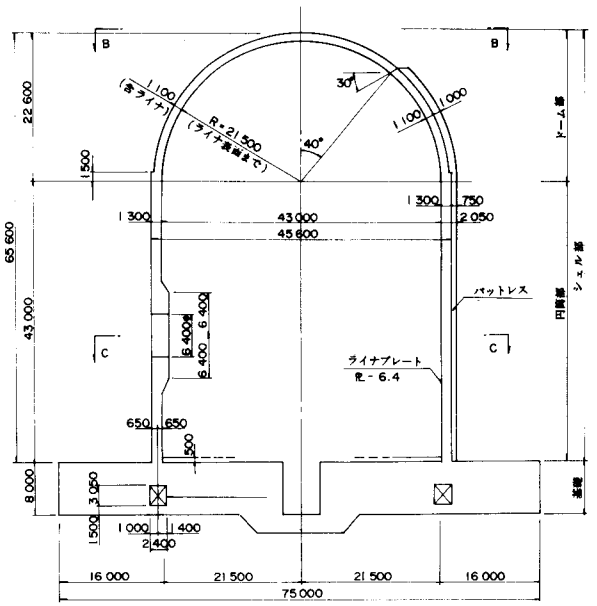
底版ケーブル配置図



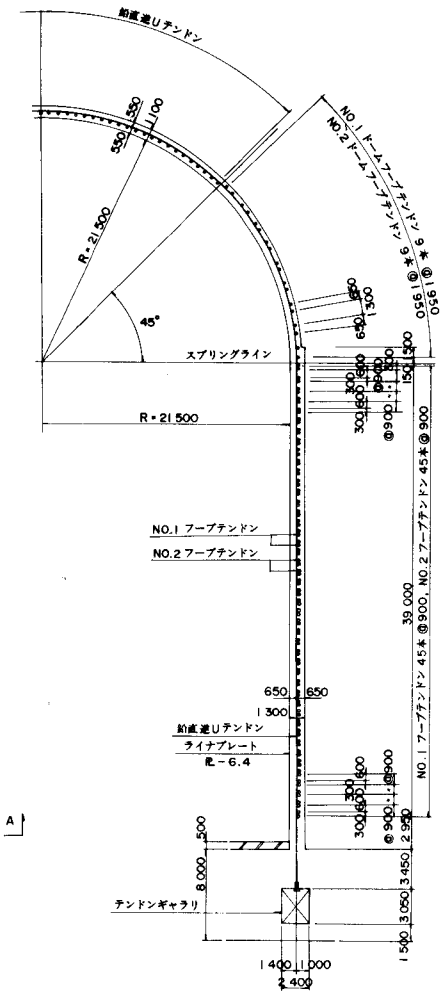
そ の 他

設計条件		
形式		原子炉
内径		D＝43ᵐ000
全高		H＝65ᵐ600
壁厚		t＝1300 mm（壁） 1100 mm（ドーム）
測壁下端の構造		固定
使用用途		原子力発電用格納容器
使用材料	コンクリート PCCV	σck＝420 kg/cm²
	コンクリート 基礎	σck＝240 kg/cm²
	鋼材 円周方向	SWPP1－φ7 mm
	鋼材 鉛直方向	φ32（SBPR 95/110）
施工方法		
基礎形式		直接基礎

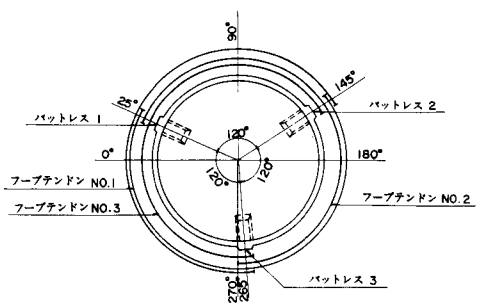
A － A 断面図



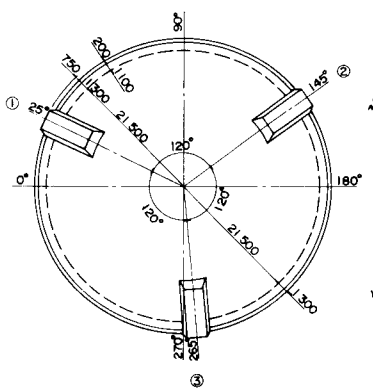
フープテンドン配置断面図



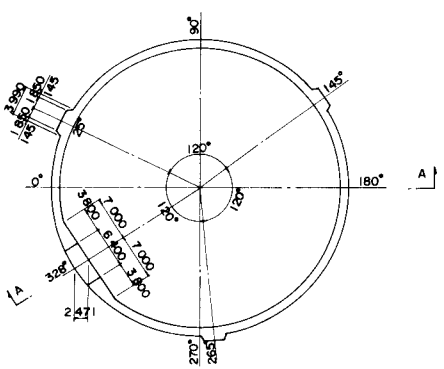
フープテンドン配置図



B － B 矢視図

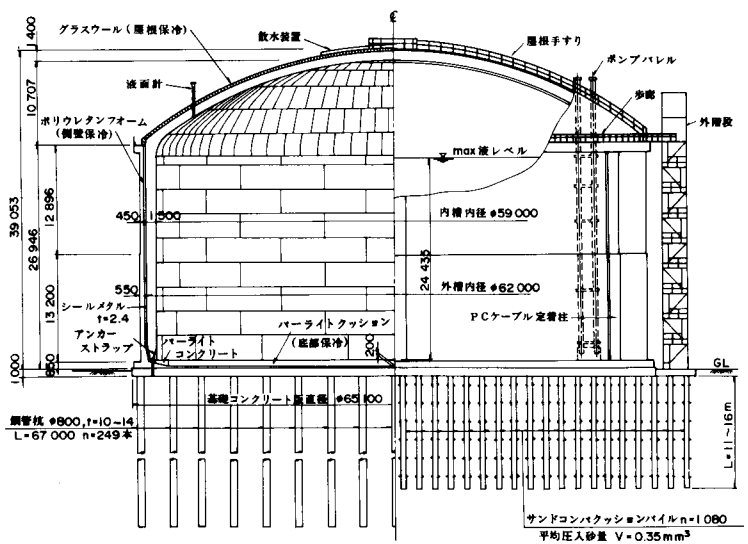


C － C 断面図

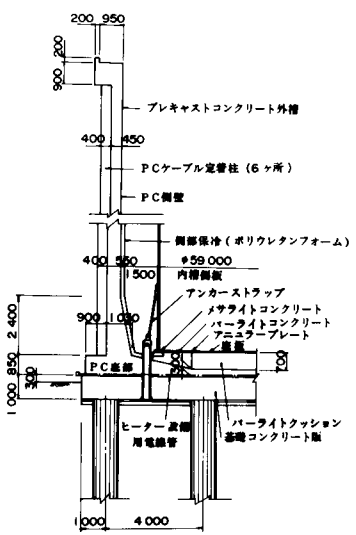


そ の 他

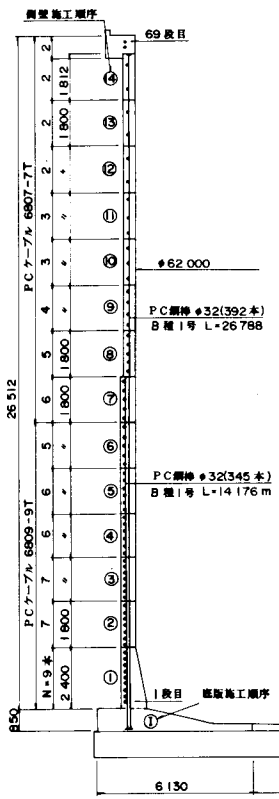
側 面 図



断 面 図

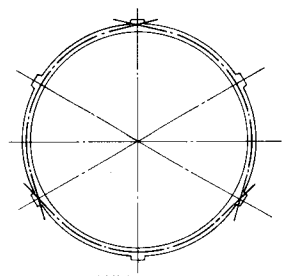


PC鋼材配置およびコンクリート施工区分

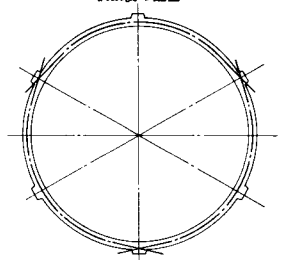


円周方向PCケーブルの配置

奇数段の配置



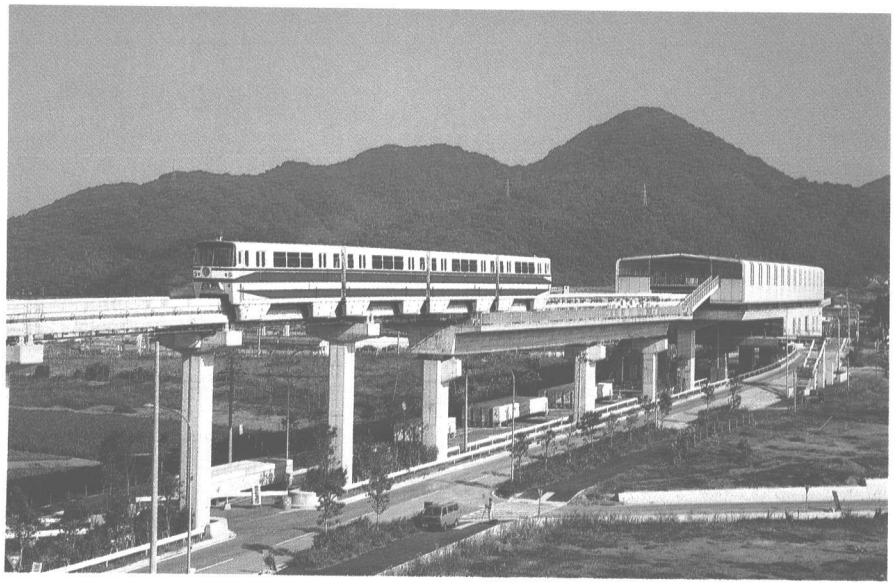
偶数段の配置



設計条件	
形式	LPGタンクPC外槽
内径	D=62ᵐ000
有効深	H=24ᵐ435
壁厚	t=450ᵐᵐ~550ᵐᵐ
有効容量	V=40 000 t
測壁下端の構造	固定
使用用途	低温液体貯蔵槽容器
設計震度	KH=0.3 KV=0
使用材料 コンクリート 屋根	グラスウール
使用材料 コンクリート 側壁	σck= 400 kg/cm²
使用材料 コンクリート 底版	σck= 400 kg/cm²
使用材料 鋼材 円周方向	SWPR7B 15.2ᵐᵐ
使用材料 鋼材 鉛直方向	φ32 SBPR(95/110)
使用材料 保冷材料	ポリウレタンフォーム
架設工法	場所打ち支保工
基礎形式	杭基礎

第６章　新交通機関関連構造物

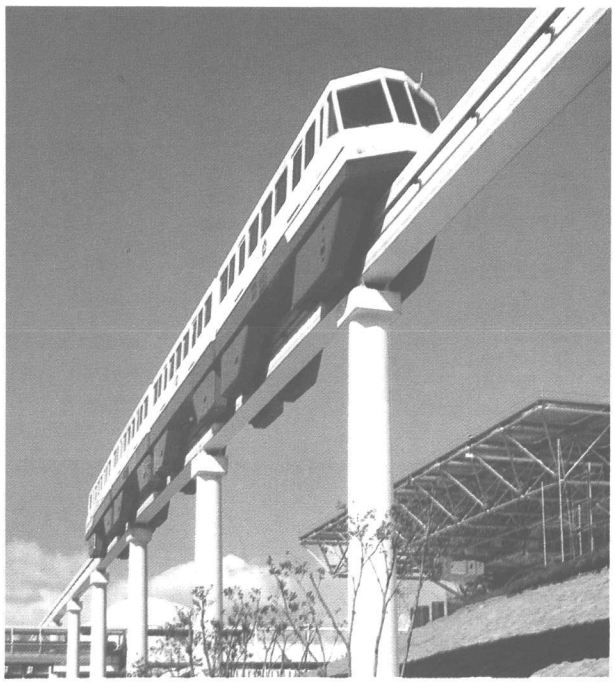
モノレール
新交通システム
リニアモーターシステム



新交通関連構造物

モノレール

万国博モノレール



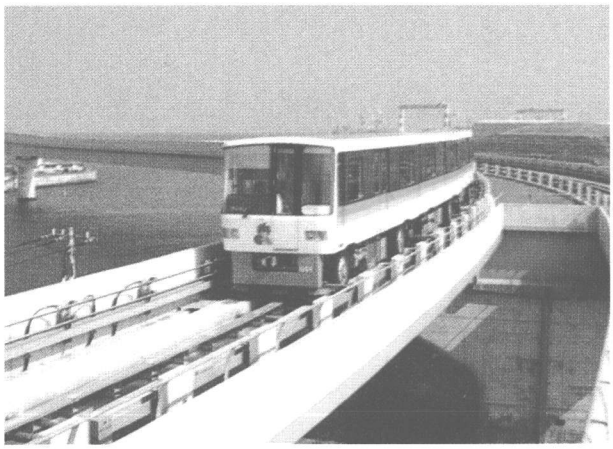
東京モノレール

小倉モノレール

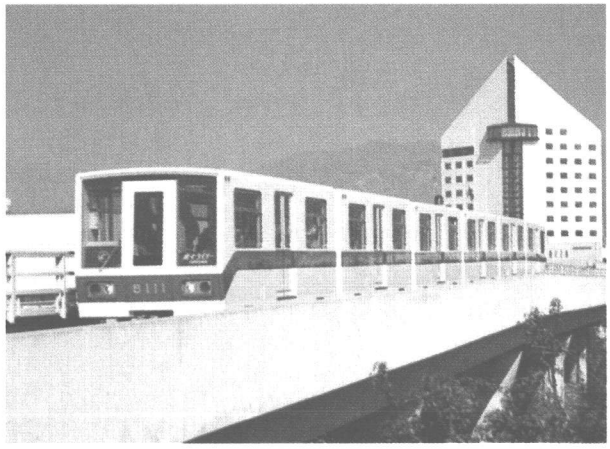
大阪モノレール

新交通システム

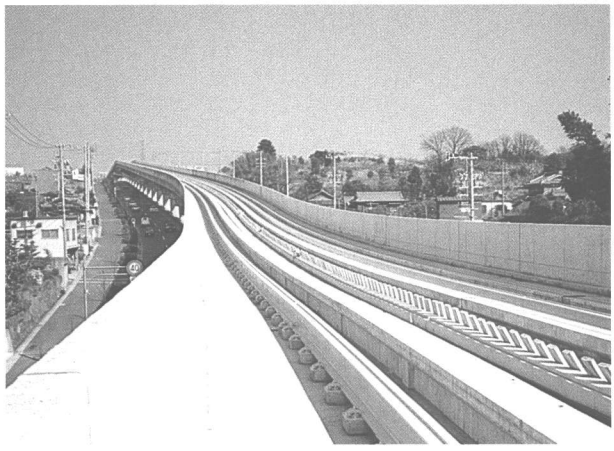
金沢シーサイド



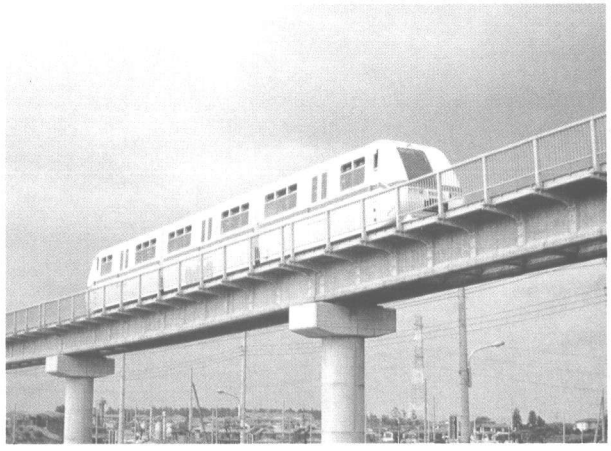
ポートライナー



桃花台線

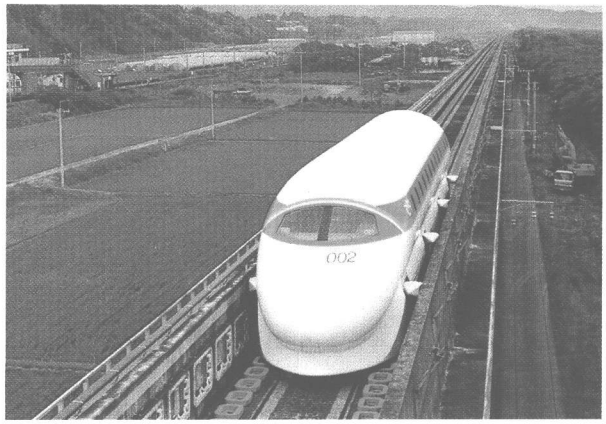


ユーカリケ丘

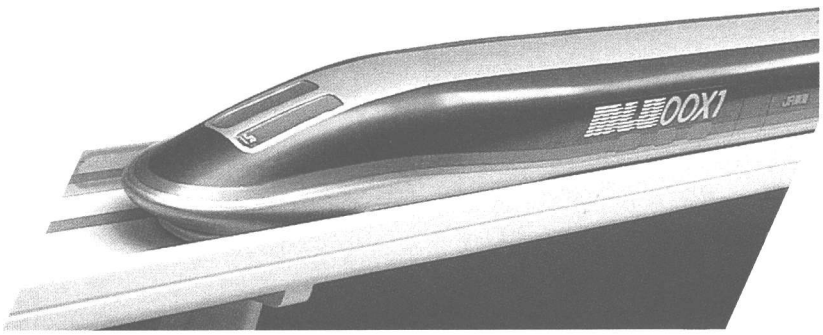


リニアモーターシステム

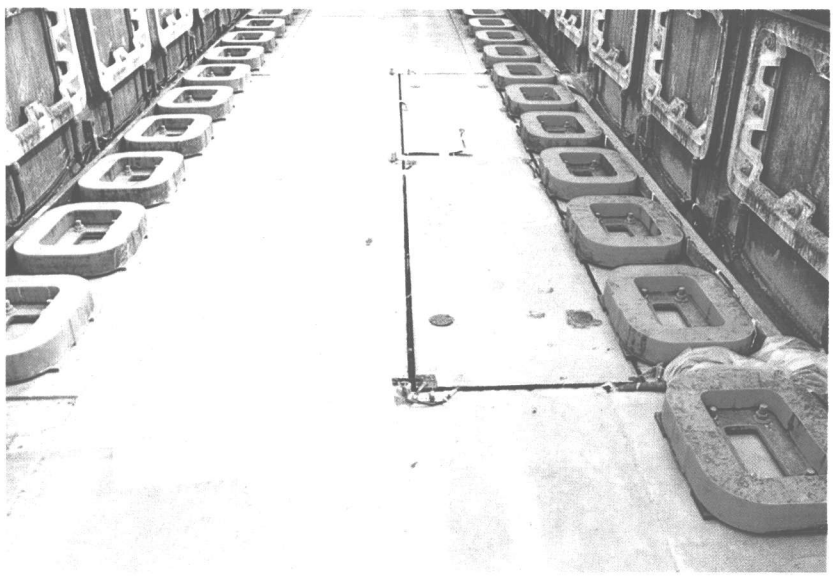
1990年　V＝500㎞／h



未　来



リニアスラブ



概　要

都市およびその近郊での陸上交通手段は、徒歩，自転車，自動車のように自由に使えるものと、バス，鉄道のように公共性の高いものとに分けられるが、前者の内、徒歩，自転車の増加は大きな問題とはならないが、自家用車の増加は都市交通の行きづまり，排気ガスや騒音による公害，バス運行効率の低下等、大きな問題となっている。

このような過密都市における交通渋滞の解消、あるいは開発地域の交通手段の確保等を目的として新しい交通機関が導入されている。

新交通機関の代表的なものとしては、モノレール，新交通システム，リニアモーターシステムがあり、それらの軌道および高架軌道構造には、プレストレストコンクリート桁が多数採用されている。

本章では新交通機関を次のように分類する。

新交通機関
- モノレール（都市内交通）
- 新交通システム（都市内交通）
- リニアモーターシステム（都市内交通，都市間交通）

なお、それぞれの新交通機関に用いられるプレストレストコンクリートは、次の部分に多く使用される。

① モノレール――軌道桁
② 新交通システム――軌道受桁
③ リニアモーターシステム――軌道受桁，リニアスラブ

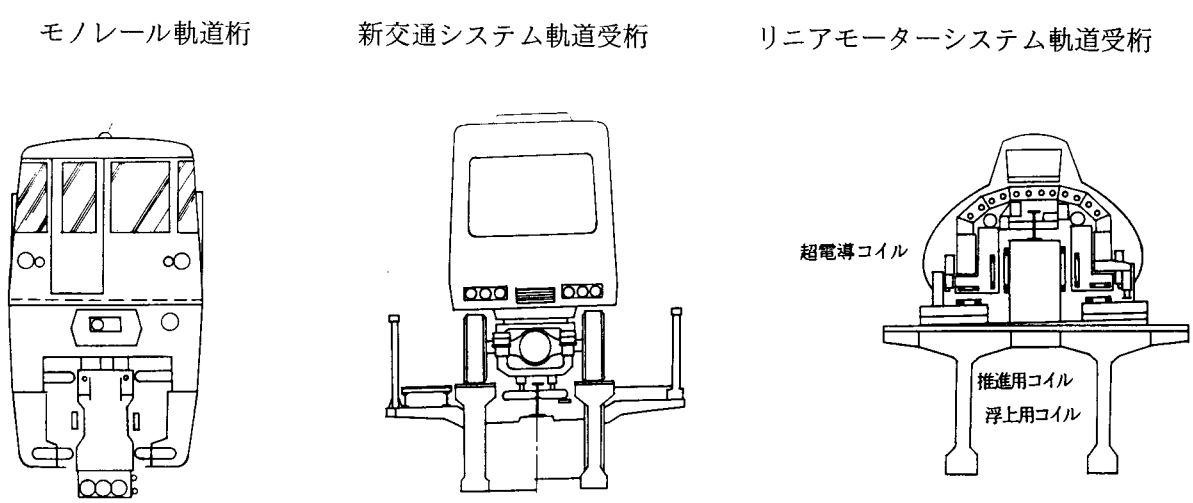


図６－１　各種軌道（受）桁

6－1 モ ノ レ ー ル

モノレールとは、主として道路に架設される１本の軌道桁に跨座、または懸垂して走行する車両によって、人や貨物を運送する施設である。

新交通機関の中で最も古くから開発されたものであり、西ドイツでは1958年にすでに跨座型のモノレールが都市交通機関として実用化されている。

我国でも、ＰＣ軌道桁を使用した東京モノレール羽田線が1964年に運行を開始し、1985年には本格的都市型モノレールが北九州市小倉に建設され、大阪でも都市型モノレールが建設されている。

○ 設 計

ＰＣ軌道桁は、軌道桁そのものが軌道レールであり、従来の一般橋梁用ＰＣ桁と非常に異なっており、車両通過時に鉛直，水平および捩りによる荷重を受け、二方向の曲げモーメントと捩りモーメントを同時に受ける。

よって、ＰＣ軌道桁の設計は、桁自重，活荷重等の垂直荷重およびカントによる横荷重，風荷重，遠心力荷重のうち最も不利な状態の荷重の組合せを考慮する。

設計外力による荷重の組合せと許容応力度の割増しは次に示す通りである。

表６－１　設計外力の組合せと応力度の割増し

ケース	荷 重 の 組 合 せ	許容応力度の割増し
常　時	(1) 死荷重＋添加物荷重 (2) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重 (3) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋衝撃荷重＋車両横荷重＋遠心荷重 (4) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋衝撃荷重＋車両横荷重＋カント荷重	1.0　%
風作用時	(1) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重 (2) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋風荷重 (3) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋衝撃荷重＋車両横荷重＋遠心荷重＋風荷重 (4) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋衝撃荷重＋車両横荷重＋カント荷重＋風荷重	1.15%
地震作用時	(1) 死荷重＋添加物荷重＋地震荷重 (2) 死荷重＋添加物荷重＋活荷重＋地震荷重	1.50%

○ 施　工

(1) 製　作

モノレールの線形は地形，道路構造物，駅舎の位置，走行速度さらに曲線，縦横断勾配等の組合せを考慮し決定され、多種多様な形状を示す。ＰＣ軌道桁はそのまま軌道として用いられるので、その製作には高精度が要求される。従って、軌道桁の製作は特殊型枠装置（モールド）を用いて行う。

モールドには多数の特殊ジャッキが設置されており、これらジャッキ操作により鋼製型枠を曲げ、所要の軌道桁の外形を形成する。さらにモールド室には、桁外形を高精度に製作管理出来るモールド機器およびコンクリート品質管理と桁製作回転率を考慮した養生設備も必要となる。

(2) 架　設

桁架設は、架設地点およびその付近の地形，既設構造物，気象，桁下の交通，人家および障害物を考慮し、安全性，経済性，施工性等の点から一般にトラッククレーン架設で行なう。

軌道桁の運搬にあたっては、軌道桁ストックヤード内で架設順序毎に軌道桁をクレーンにてポールトレーラに積込み架設現場まで運搬する。運搬時には軌道桁に捩り，傾斜等を与えない様に十分配慮する必要がある。また、曲線桁においては、転倒について特に注意する必要がある。

(3) 調　整

軌道桁の架設完了後、以下の項目について調整を行う。

① 通りおよび高低狂い
② 水準狂い
③ 継目遊間
④ 段違い
⑤ 軌道中心間隔
⑥ 支承のアンカーボルトの締付け

以上、各種調整を行なうことにより、所定の軌道線形が確保できる。

種　別　6－1

図－1

東京モノレール羽田線は、羽田空港とＪＲ浜松町駅間を結ぶ我国初の跨座型モノレールで東京オリンピック開催に供するため、昭和38年～39年にかけて建設された。

このモノレールの軌道桁としてＰＣ桁が採用された。

図－2，3

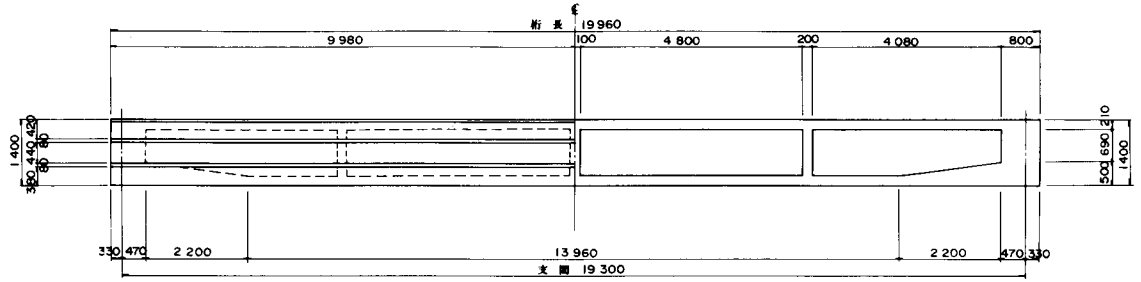
本例は、我国初の都市型モノレールとして昭和53年から昭和59年にかけて建設された北九州市のモノレールＰＣ軌道桁である。荷重は東京モノレール羽田線に比べ大型で軸重は11.0ｔであり、各種の線形に合わせたＰＣ軌道桁が製作された。

主桁は中空桁とし、プレストレスはＰＣ鋼線12φ8㎜によって導入した。

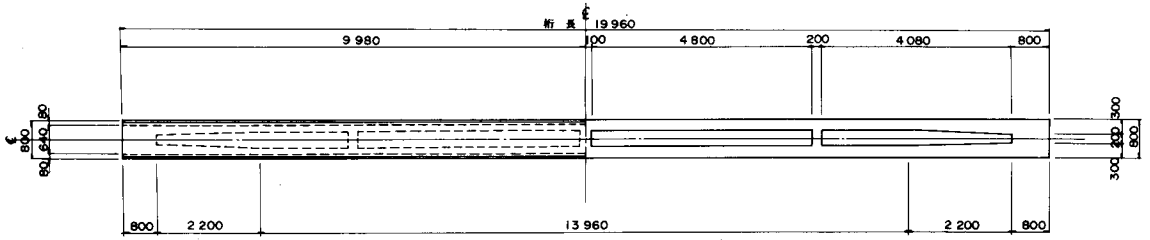
モノレール

設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純中空桁
荷重	通行荷重 軸重 P = 9.2 t
桁長	19m960
支間	19m300
軌道幅	0m800
縦断線形	LEVEL
平面線形	R = ∞
設計速度	V = 80 km/h
設定カント	0
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	95人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck = 450 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12φ7mm
架設工法	トラックレーン架設

側面図

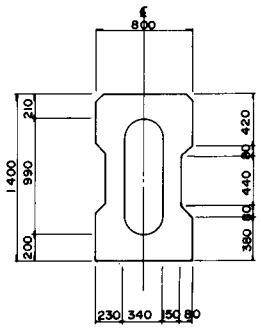


平面図

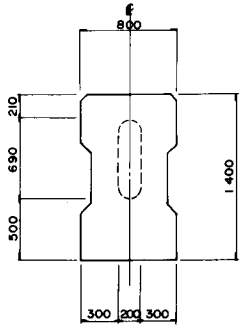


断面図

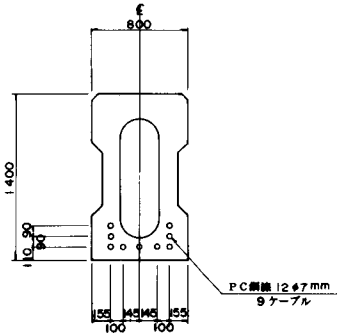
中央部

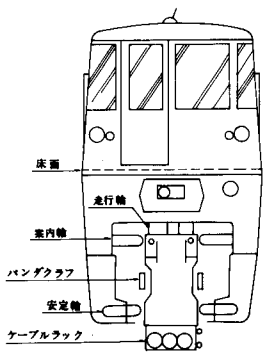


端部



ケーブル配置図

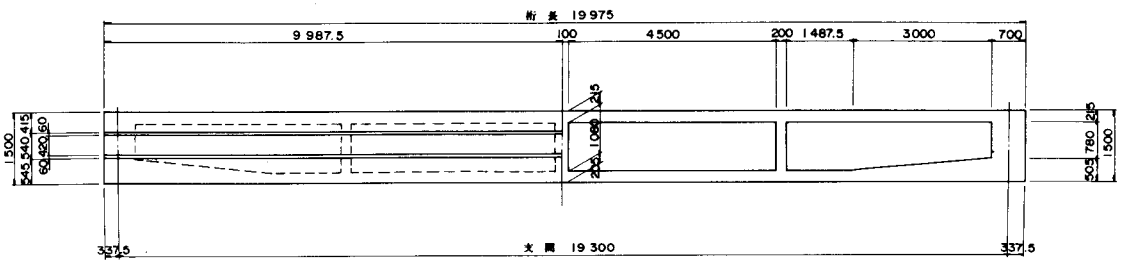




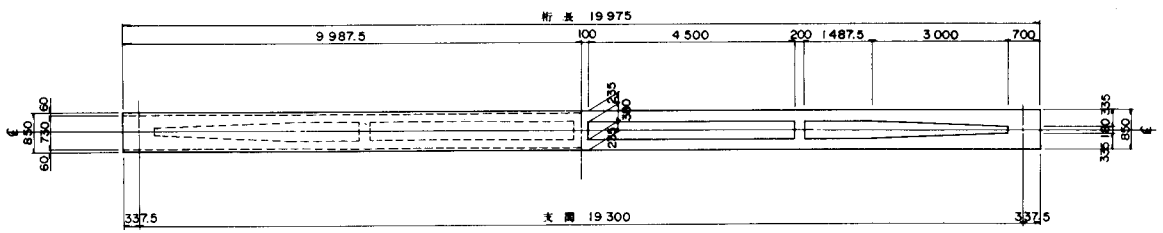
モノレール

設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純中空桁
荷重	走行荷重 軸重 P＝11.0 t
桁長	19.975
支間	19.300
軌道幅	0.850
縦断線形	i ＝ 3 %
平面線形	R ＝ ∞
設計速度	V ＝ 80 km/h
設定カント	0
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	114人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck＝ 450 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12φ8mm
架設工法	トラッククレーン架設

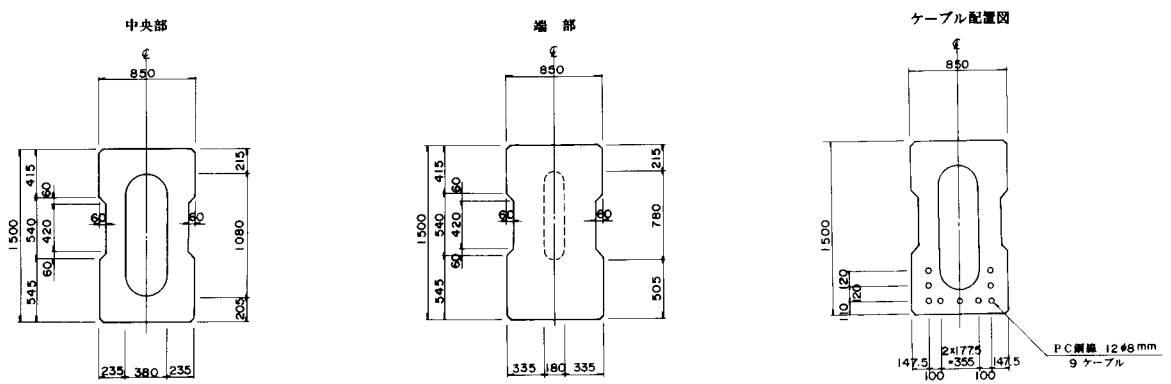
側面図



平面図



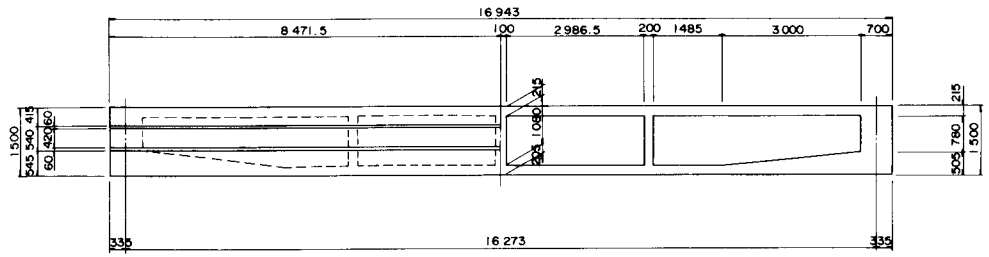
断面図



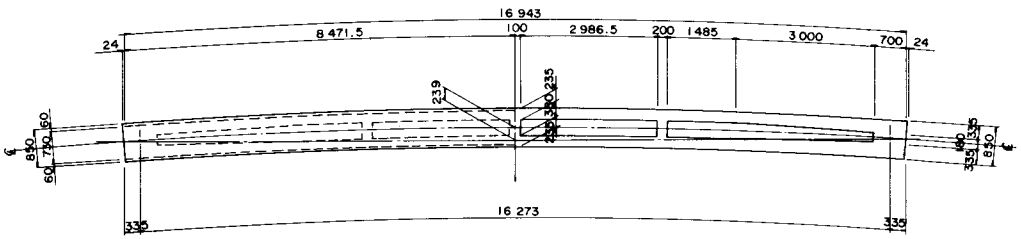
モノレール

設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純中空桁
荷重	通行荷重 軸重 P=11.0 t
桁長	16 m 943
支間	16 m 273
軌道幅	0 m 850
縦断線形	LEVEL
平面線形	R = 150 m
設計速度	V = 80 km/h
設定カント	0 (均衡カント 0.05)
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	114人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck = 450 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12φ8 mm
架設工法	トラッククレーン架設

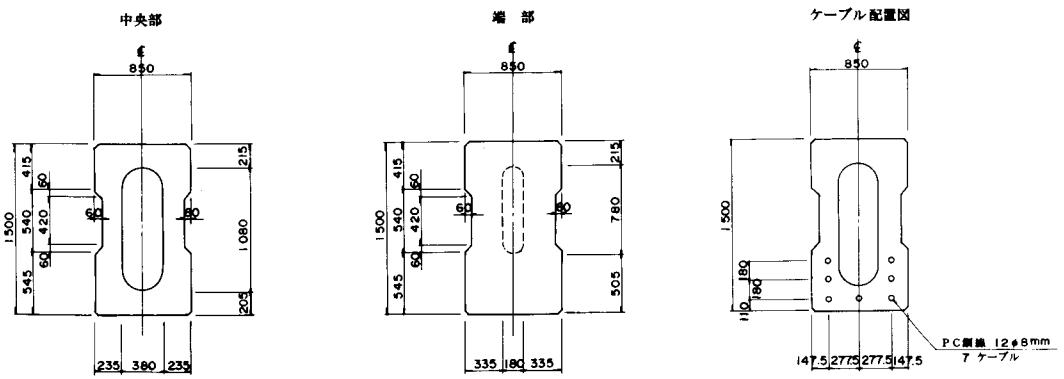
側面図

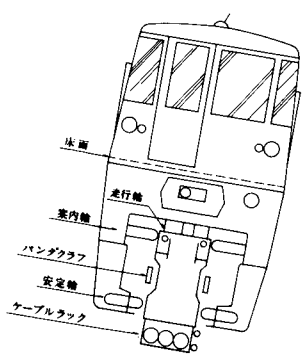


平面図



断面図





6－2 新交通システム

新交通システムとは、鉄道の秩序だった輸送と自動車のきめ細かいサービスを可能とする交通機関として開発されてきたものである。

これまで多くの新交通システムが開発されてきたが、次の様な特長をもっている。

① 自動車のもつ特性に近い機能をもっている。

② 全体として小型軽量である。

③ 専用軌道システムが省力化され，交通事故の対策が十分である。

④ コンピューターコントロールによって安全性，効率性，経済性が高められる。

⑤ 電気運転とゴムタイヤによって排気ガス，騒音等に対し、低公害性である。

⑥ 無人運転が可能である。

新交通システムに使用されるＰＣ桁は、主に専用軌道受桁が主体で、この受桁に軌道スラブと案内，安定用のスラブを取付ける方式が多い。また、案内方式としては、センターガイド方式と側方ガイド方式に分類される。

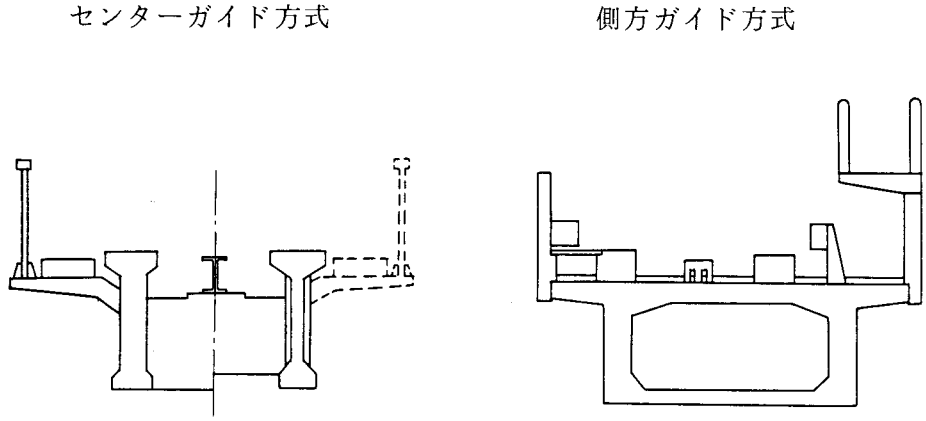


図６－２　新交通システムの案内方式

○ 設　計

新交通システムに使用するＰＣ桁の設計は、モノレール軌道桁と同様に連行移動荷重によって断面力を算出し、許容応力度法によりプレストレス量を決定する手法で行われる。

○ 施　工

新交通システム用のＰＣ軌道桁の製作方法は、センターガイド方式の場合と側方ガイド方式では大きく異なっている。

(1) センターガイド方式

センターガイド方式のＰＣ軌道桁は、その上面を直接ゴムタイヤが走行するので各種の軌道線形に合わせて製作し、その許容誤差も数㎜と厳しく制限される。従って、この軌道桁はプレキャスト製が一般的であり、架設はクレーンあるいは架設桁を用いて行う。

(2) 側方ガイド方式

側方ガイド方式の場合は、道路橋の桁とほとんど同じ施工方法であるが、走行面のスラブ版の施工精度および側方ガイド版の施工精度に注意すれば、センターガイド方式のＰＣ桁に比べ比較的施工が容易である。

通常この方式の軌道桁は全支保工施工で行うことが多い。

種　別　6－2

図－1

名古屋市北部の郊外に桃花台ニュータウンが建設され、住民の足として、名鉄小牧駅まで7.7㎞の新交通システムが計画された。

縦断曲線，平面曲線に対応可能なものとして、各種のタイプ比較を行ない、センターガイド方式による高架構造が採用された。

主桁が走行台と一体のため、外観上の桁高が低くでき、死荷重も軽減できた。しかし、主桁上面が走行面となるため、主桁の製作精度を上げることが要求された。

設計上は、桁高をできる限り高くとり、たわみ量を小さくおさえ、クリープ変形を小さくした。

施工は、縦断曲線，平面曲線にも対応できる専用の型枠設備を設けて製作し、プレストレスは二度に分けて導入し、たわみの管理を行った。

主桁は、横方行の剛性が小さいため、専用の台車に吊りさげて運搬した。

図－2

神戸新交通（ポートライナー）は大阪市住之江区に建設された延長約6.9㎞の複線高架式のシステムである。

主桁はＰＣ箱桁を採用し、走行面は巾450㎜の軌道コンクリートを設け、側方には案内用の壁を設置した。従って、主桁本体が軌道ではない構造のため、センターガイド方式に比べるとその製作は容易である。

図－3，図－4

金沢シーサイドラインは、横浜市磯子区ＪＲ新杉田駅から金沢区京急金沢八景駅までの延長10.9㎞の新交通システムである。

建設主体は国道357号線部分は建設省（2主版桁）で、その他は横浜市（中空床版桁）である。また、本システムの案内方式は側方ガイド方式が採用されている。

施工は1径間毎の分割施工とし、固定式支保工で行った。

図－5

千葉県佐倉市ユーカリが丘ニュータウン内に建設された新交通システムである。

軌道は単線でセンターガイド方式を採用した。

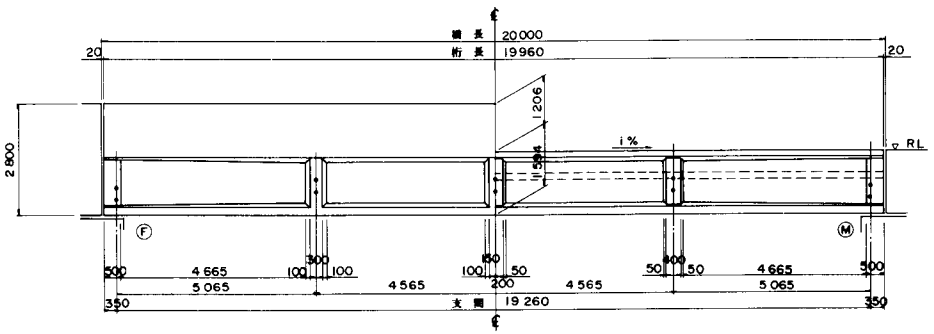
構造としてはＰＣ単純Ｉ形桁で、主桁を2本並列に架け、2ｍ間隔に横桁を設け、その上に案内ガイドを設置した。

なお、ＰＣ桁上面がそのまま走行面となるので、主桁製作時の走行面の精度はかなり厳しいものとなった。

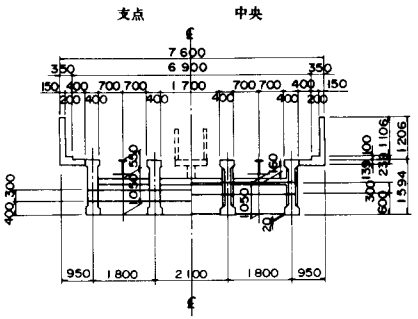
新交通システム

設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純1桁
荷重	通行荷重 軸重 P＝9.0 t
桁長	19m960
支間	19m260
軌道幅	2m200
縦断線形	放物線 (R＝1000m)
平面線形	R＝∞, R＝800m, R＝1200m
設計速度	V＝60 km/h
設定カント	0 ～ 1.57%
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	30人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck＝400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12φ7mm
架設工法	トラッククレーン架設

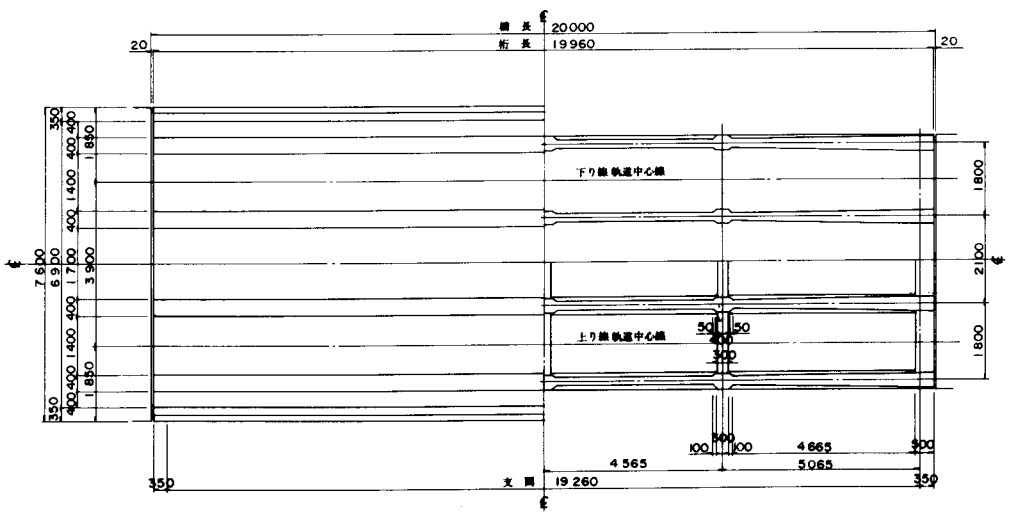
側面図



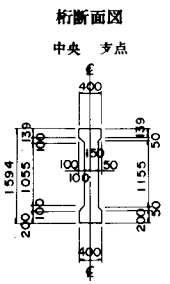
断面図



平面図



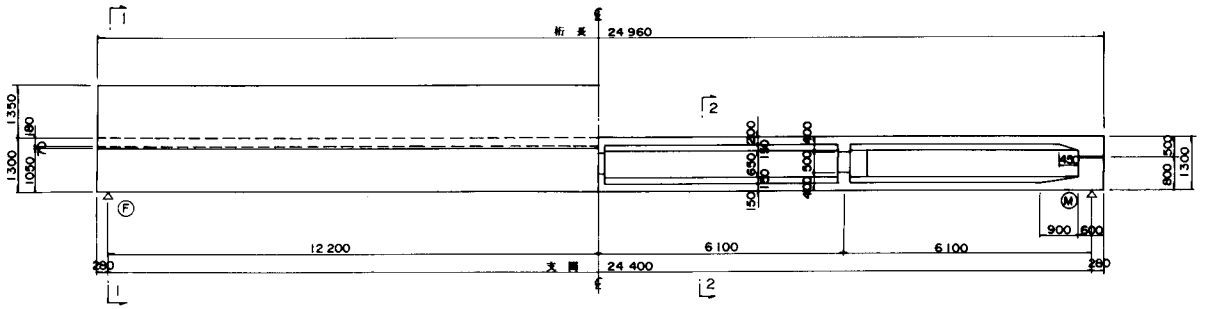
桁断面図



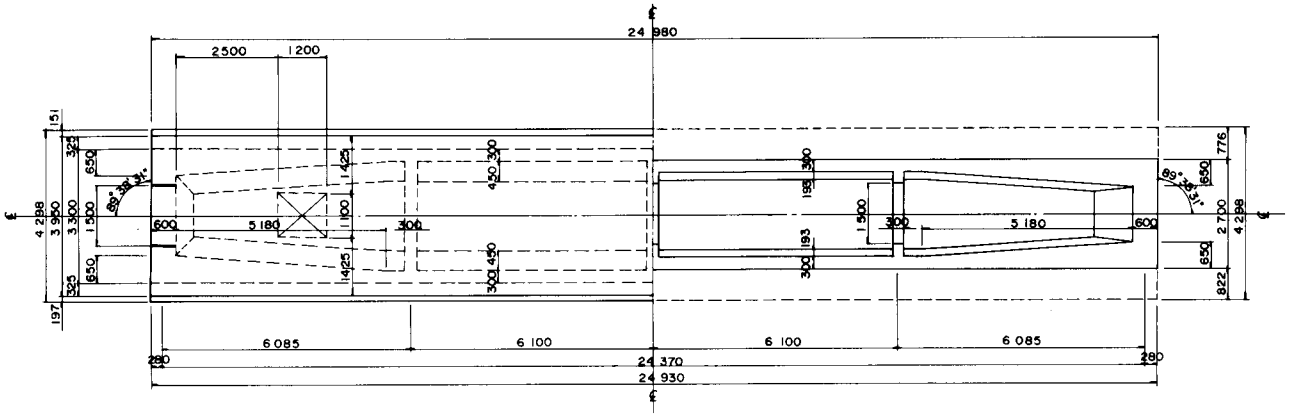
新交通システム

設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純箱桁
荷重	進行荷重 軸重 P＝9.0 t
桁長	24 m 960
支間	24 m 400
軌道幅	2 m 190
縦断線形	LEVEL
平面線形	R＝2000 m
設計速度	V＝60 km/h
設定カント	0
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	75 人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck＝400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12 φ 8 mm
架設工法	トラッククレーン架設

側面図

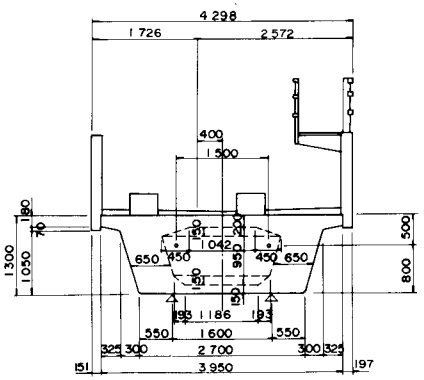


平面図

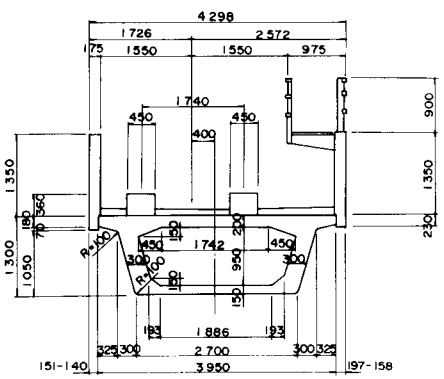


断面図

1 － 1

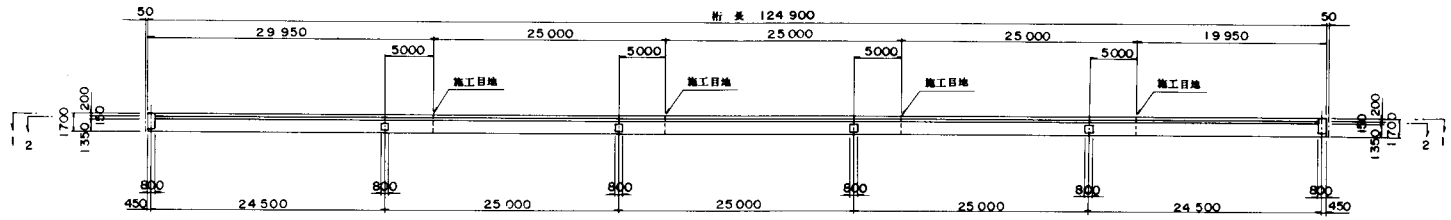


2 － 2

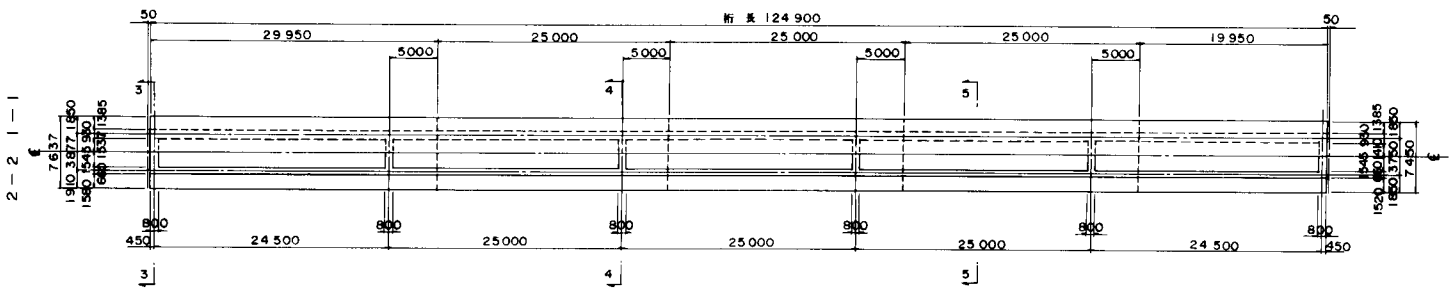


新交通システム

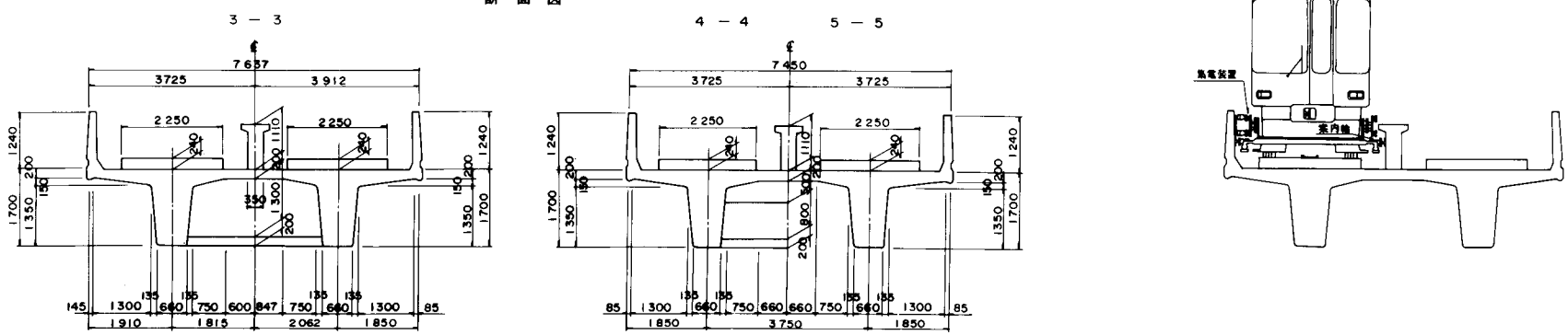
側面図



平面図



断面図

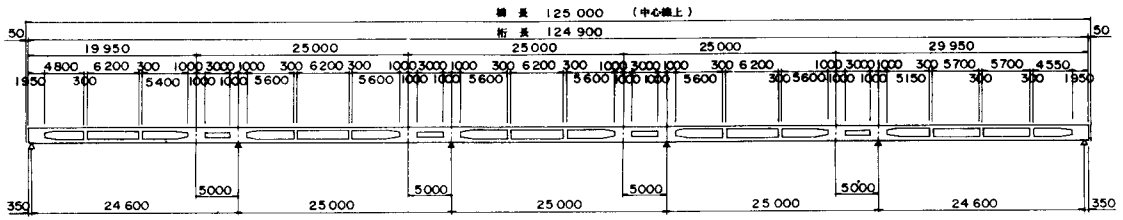


設計条件		
構造形式		ポストテンション方式 5径間連続2主版桁橋
荷重		通行荷重 軸重 P＝9.0 t
桁長		124 m 900
支間		24m500＋3@25m000＋24m500
軌道幅		2@ 2 m 250
縦断線形		i ＝ 2.0 %
平面線形		R ＝ ∞
設計速度		V ＝ 60 km/h
設定カント		0
駆動方式		電動ゴムタイヤ
乗車定員		人/車両
使用材料	主桁コンクリート強度	σck＝ 400 kg/cm²
	PC鋼材	φ23(SBPR 95/110) 19 φ 9.5 mm
架設工法		固定支保工(分割)

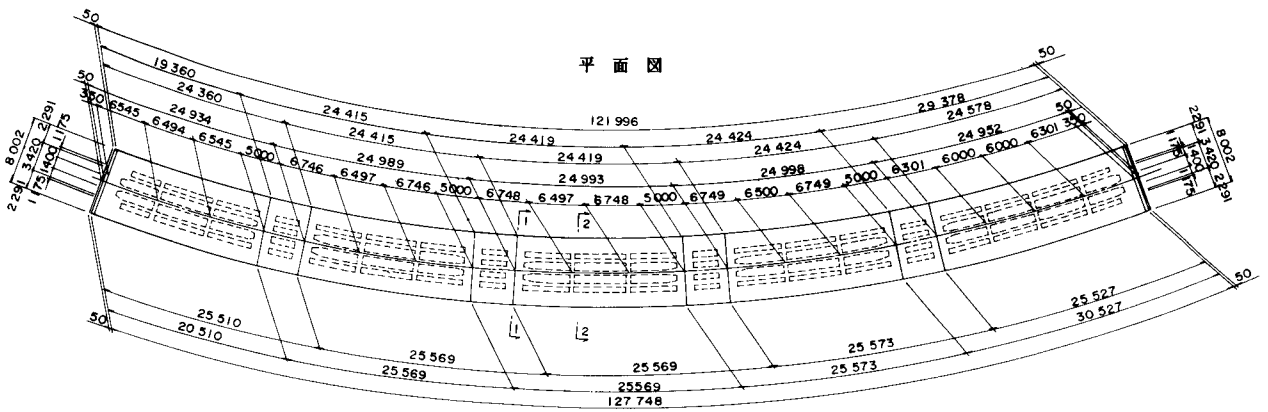
新交通システム

設計条件		
構造形式		ポストテンション方式 5径間連続中空床版桁
荷重		通行荷重 軸重 P＝9.0 t
桁長		124 m 900
支間		24 m 800＋38 m 025＋24 m 600
軌道幅		2 @ 2 m 250
縦断線形		i ＝ 0.3 %
平面線形		R ＝ 174 m
設計速度		V＝60 km/h (30 km/h)
設定カント		10 %
駆動方式		電動ゴムタイヤ
乗車定員		70 人/車両
使用材料	主桁コンクリート強度	σck＝ 400 kg/cm²
	PC鋼材	19－φ9.5 mm
架設工法		固定支保工（分割）

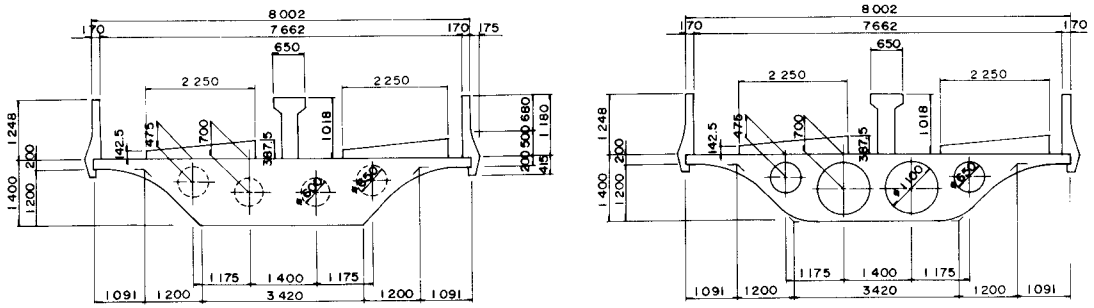
側面図



平面図

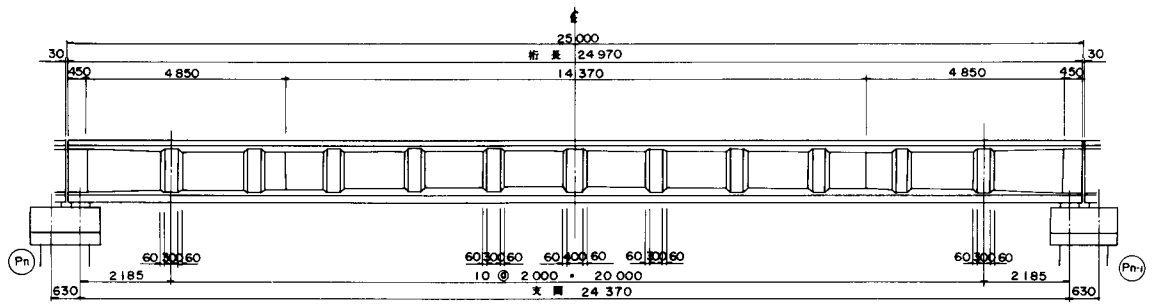


断面図

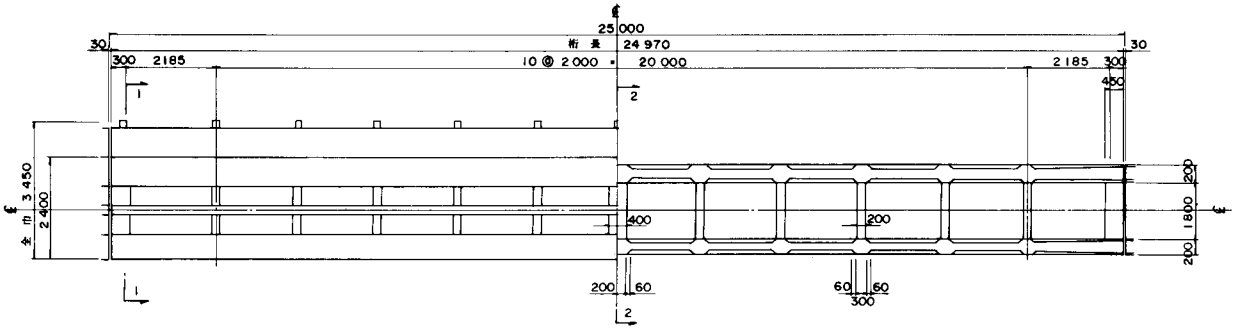


新交通システム

側面図

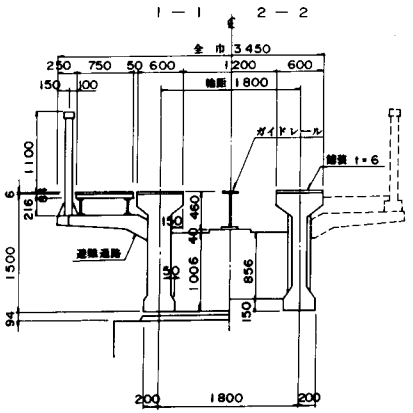


平面図

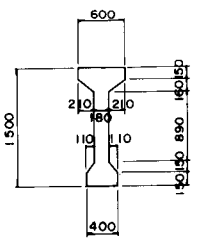


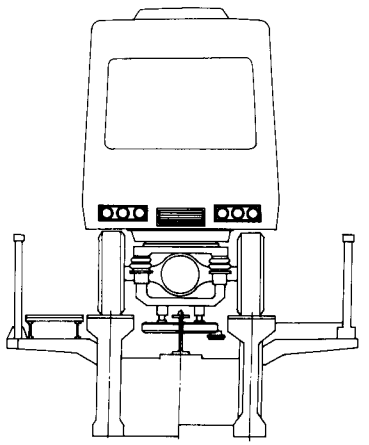
断面図

1－1　2－2



主桁断面図





設計条件	
構造形式	ポストテンション方式 単純T桁
荷重	通行荷重 軸重 P＝9.0 t
桁長	24 m 970
支間	24 m 370
軌道幅	2 m 400
縦断線形	i＝4.5 ～ 0 %
平面線形	R ＝ ∞
設計速度	V ＝ 60 km/h
設定カント	0
駆動方式	電動ゴムタイヤ
乗車定員	70 人/車両
使用材料 主桁コンクリート強度	σck ＝ 400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材	12 φ7 mm φ23(SBPR 95/110)
架設工法	トラッククレーン架設

6－3　リニアモーターシステム

リニアモーターシステムとは、車両の駆動用モーターとして回転型のモーターを回転軸方向に切って展開したリニアモーターを用いた交通システムである。

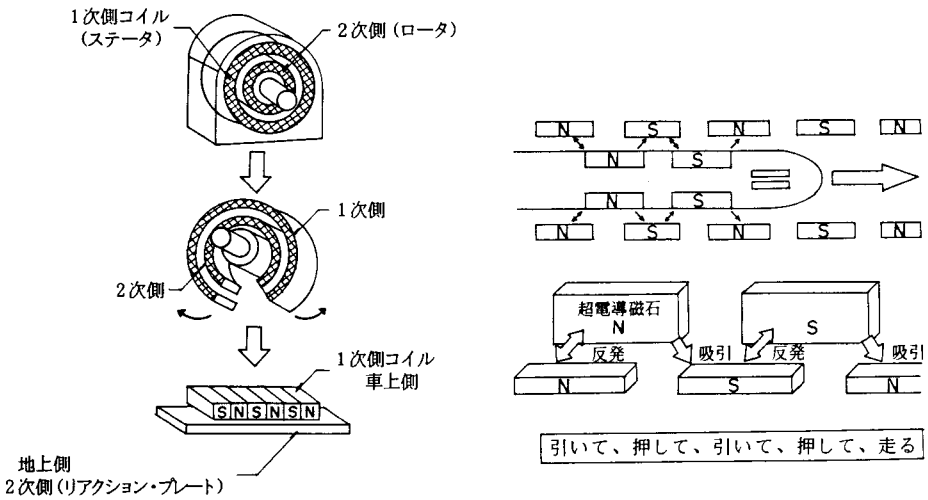


図６－３　リニアモーターの概念図

車両の支持方式としては、鉄輪による直接支持方式と磁気による浮上方式とがある。

鉄輪による直接支持方式は、車両，軌道構造物を小型軽量化できるため、都市型交通機関（都市内）に適している。通常設計速度はＶ＝60㎞／ｈ程度である。

一方、磁気浮上方式は、走行時に接触面がないので高速運行（Ｖ＝500㎞／ｈ）が可能であり、都市間交通機関に適している。

リニアモーターシステムに使用されるＰＣ部材は、新交通システムと同じく、専用軌道受桁と駆動・浮上用のリニアスラブである。

○　設　計

リニアモーターシステムに用いられる専用軌道受桁の設計は、車両の支持方式により活荷重の断面力が異なる。

(1)　鉄輪式

鉄輪式受桁の設計は通常の鉄道橋と同じ方法で行う。

(2)　浮上式

浮上式の場合は活荷重が等分布として載荷されるので、鉄輪式に比べ断面力は小さくなり桁高も低くできる。

他の荷重条件，設計方針は鉄道橋と同様である。

○　施　工

受桁の施工は道路橋の場合と同じく、プレキャスト桁によるクレーン架設，架設桁架設、あるいは場所打ちの固定式支保工架設にて行う。

特に浮上式の場合は受桁に駆動・浮上用のスラブを設置するが、高速運転のため、その設置精度は非常に厳しく制限されている。

種　別　6－3

図－1

ＨＳＳＴとは、「高速地表輸送機」（High Speed Surface Transport）の略である。

本例は横浜博覧会に使用された浮上式リニアモーターカーの軌道桁であるＰＣ箱桁の紹介である。

桁長はＬ＝16.0ｍ，12.0ｍと2種類であったが、Ｌ＝16.0ｍの桁高はＬ＝12.0ｍの桁高と同一とするため、コンクリートの強度を$\sigma ck = 750 kg/cm^2$とした。

施工的には走行時の反力を受けるプレートを取付けるので、アンカーボルトの取付誤差（±2㎜）と厳しい制限を受けた。

図－2

宮崎県美々津町に建設された浮上式高速鉄道の実験線において、車輌走行性実験用として製作したもので、車輌が走行する区間（助走加速区間）には車輌走行用電磁コイル、車輌が助走加速を終え浮上する区間には車輌浮上電磁コイルをコンクリート版に取り付け時速500㎞／ｈの走行浮上実験を行っている。

このコンクリート版には軸方向と横方向にはアンボンドＰＣ鋼棒が使用され、鉄筋は非磁性の特殊なもの（高マンガン鋼）が使用された。

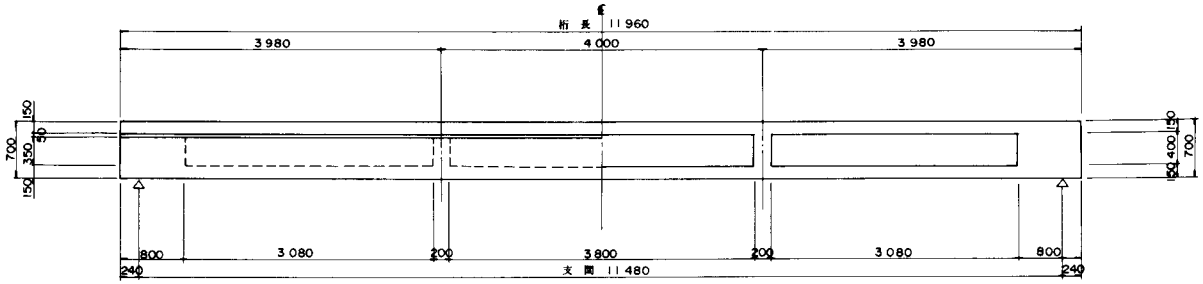
図－3

本橋梁は図－2と同じく、宮崎県美々津町の浮上式高速鉄道実験線（延長6.9㎞）において都濃川に架設された橋長61ｍ700のリニアモーター用軌道受桁である。

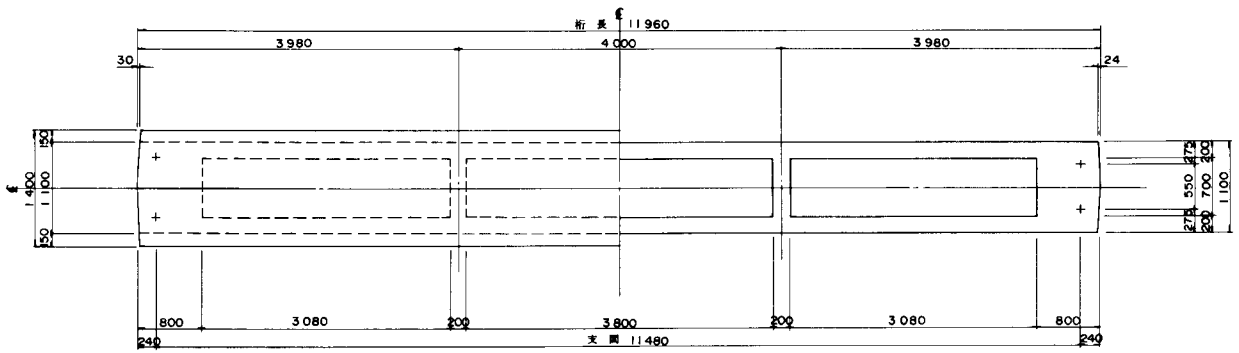
この軌道受桁上面には浮上用コイルを埋め込んだスラブを取付け、受桁上面の壁板には推進案内用のコイルを埋め込んだスラブを取付けている。

リニアモーターシステム

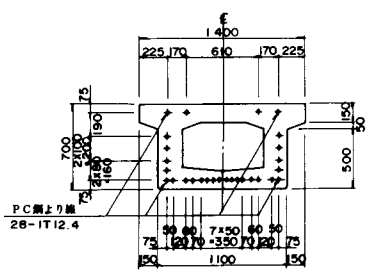
側面図



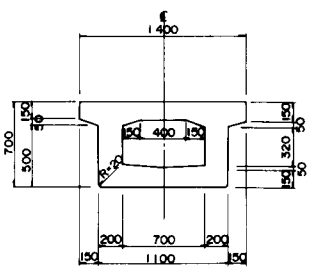
平面図



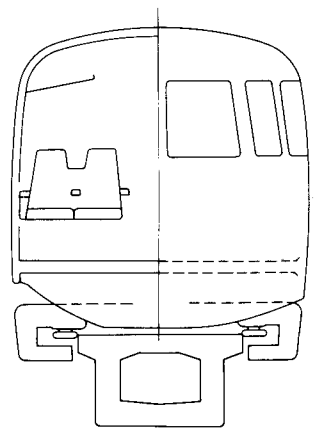
PC鋼線配置図



断面図



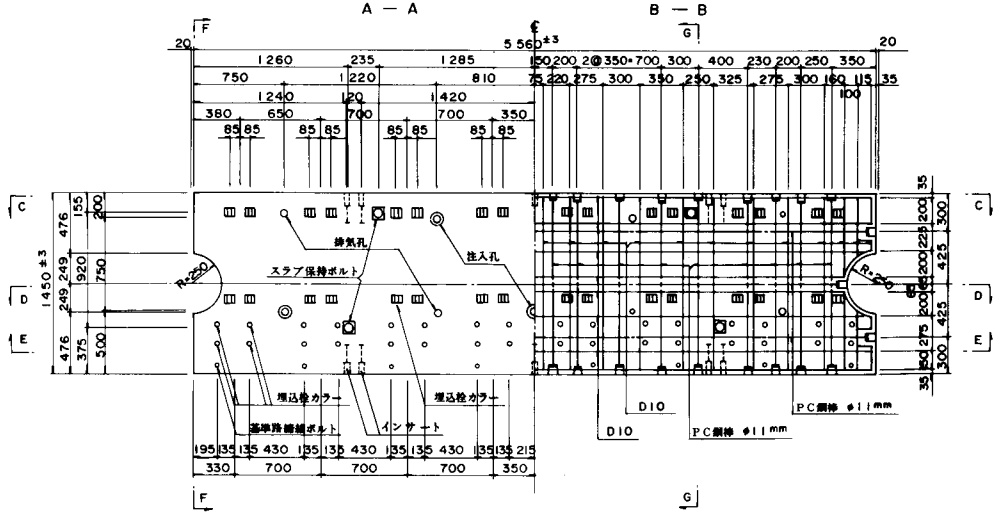
設計条件		
構造形式		プレテンション方式 単純箱桁
荷重		リニアモーター荷重(2.0t/m)
桁長		11m960
支間		11m380
軌道幅		1m400
縦断線形		LEVEL
平面線形		R - ∞
設計速度		V = 40 km/h
設定カント		0
駆動方式		磁気浮上誘導型
乗車定員		
使用材料	主桁コンクリート強度	σck = 500 kg/cm²
	PC鋼材	1T12.4mm(SWPR7A)
架設工法		トラッククレーン架設



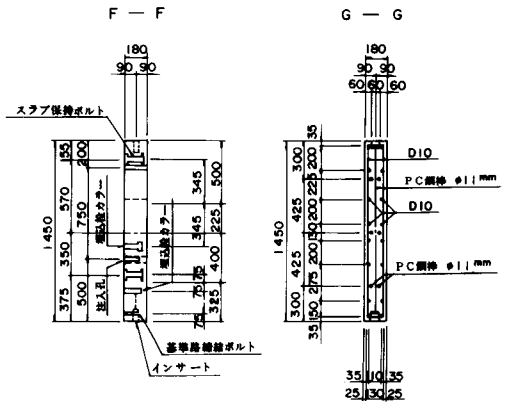
リニアモーターシステム

設計条件			
PC方式		ポストテンション方式（アンボンド工法）	
列車荷重	浮上用コイル荷重	線路方向	W＝1.3 t/m
		横方向	P＝1.4 t
	支持車輪荷重	P＝5.25 t	
使用用途		リニアモーター走行路スラブ	
使用材料	コンクリート強度	σck＝ 400 kg/cm²	
	PC鋼材	φ11（SBPR 95/110）	

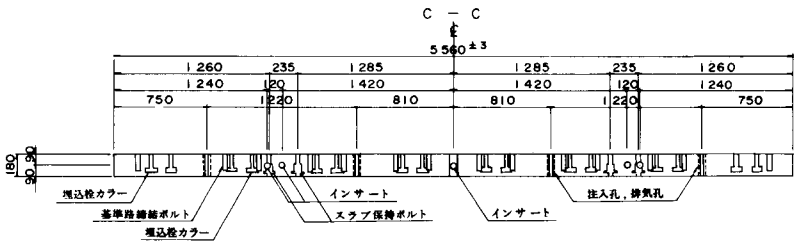
平面図



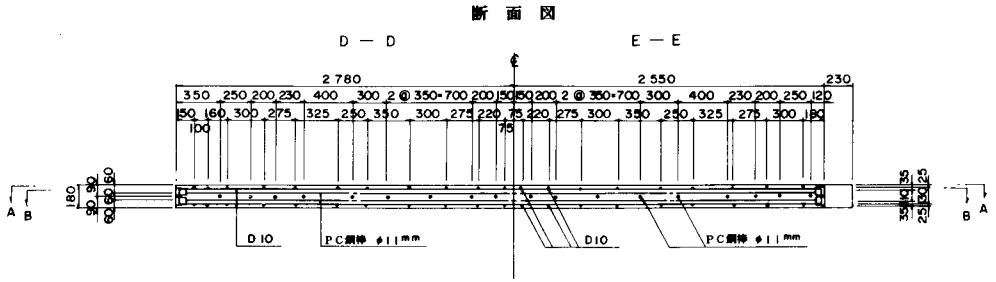
断面図



正面図

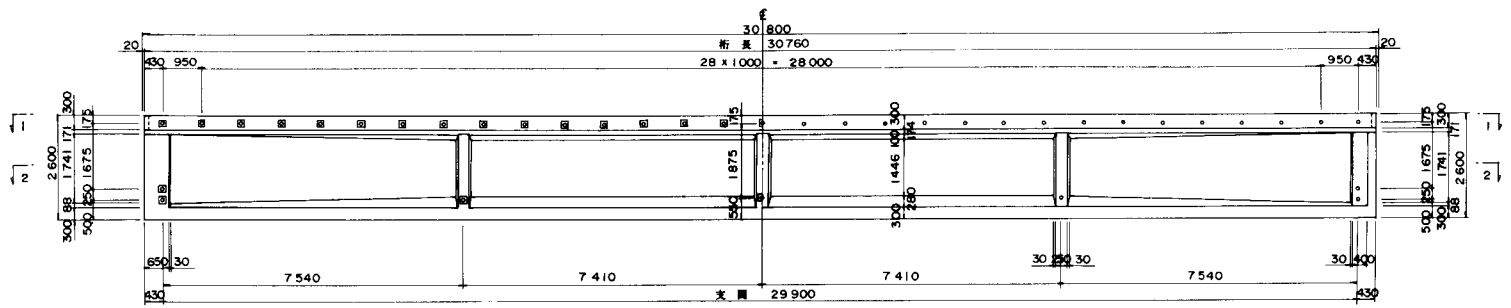


断面図

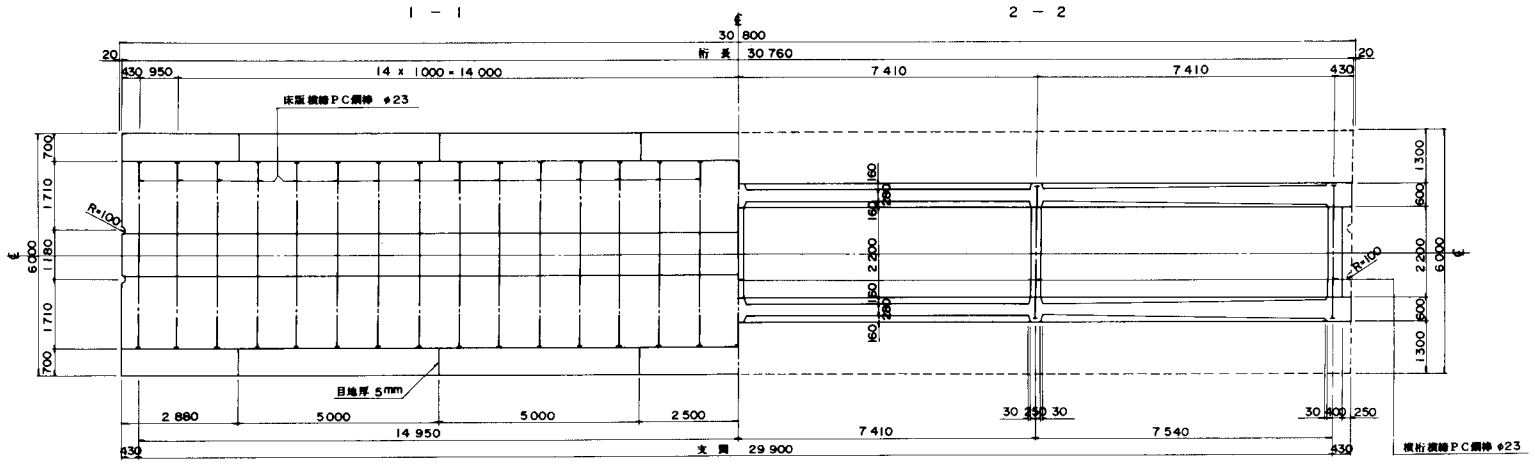


リニアモーターシステム

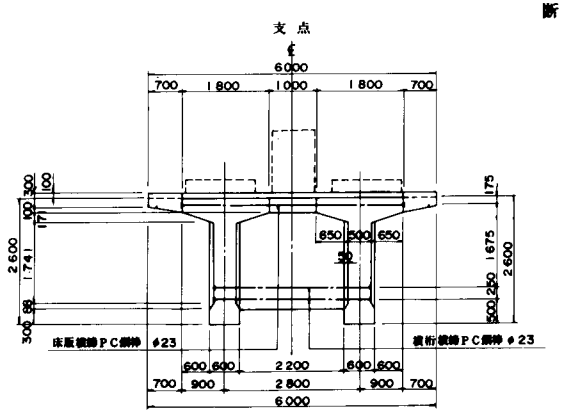
側面図

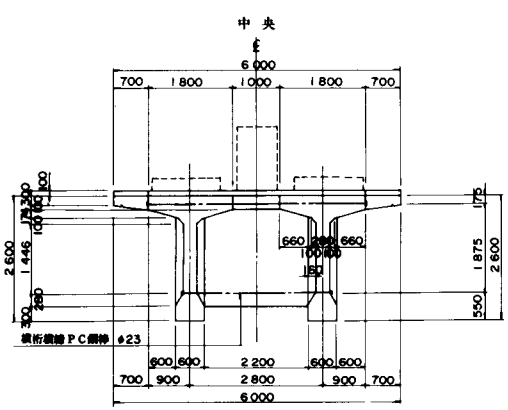


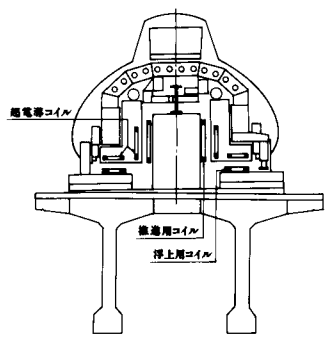
平面図



断面図







設計条件			
構造形式			ポストテンション方式 単純T桁
列車荷重	車両総重量		13 t
	磁気浮上		W = 1.3 t/m
	車輪支持		P = 3.25 t/輪
桁長			30m760
支間			29m900
縦断線形			LEVEL
平面線形			R = ∞
設定カント			0
駆動方式			磁気浮上誘導型
使用材料	主桁コンクリート強度		σck = 400 kg/cm²
	PC鋼材	主方向	12 T 12.4 mm
		横方向	φ23 mm (SWPR 95/110)
架設工法			トラッククレーン架設

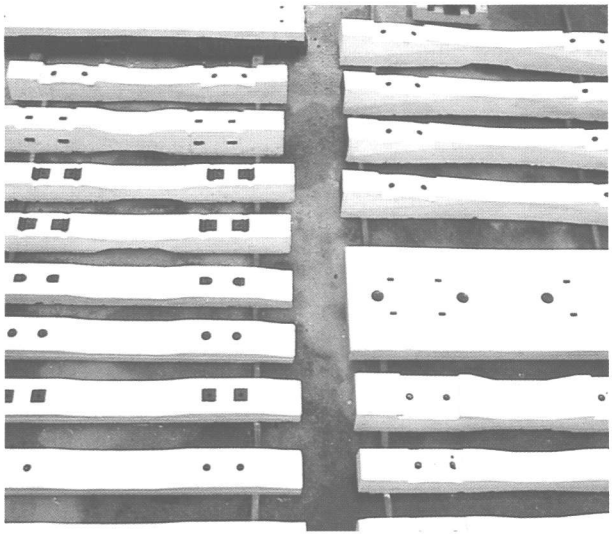
第７章　その他の構造物

軌道関連製品
その他

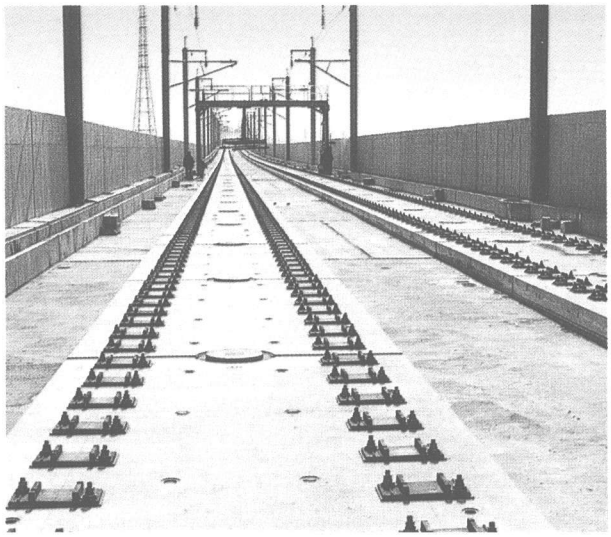
その他の構造物

軌道関連製品

まくらぎ

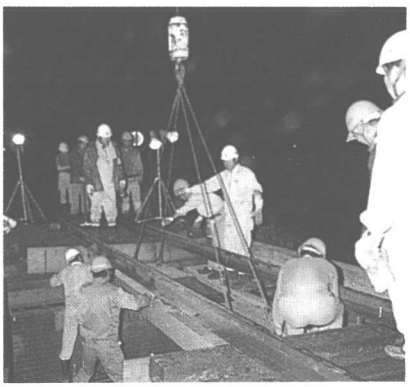


軌道スラブ



ＰＣスラブ

架　設

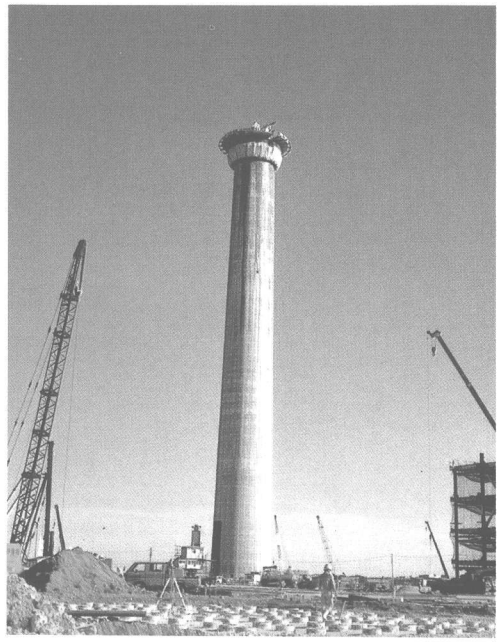


完　成

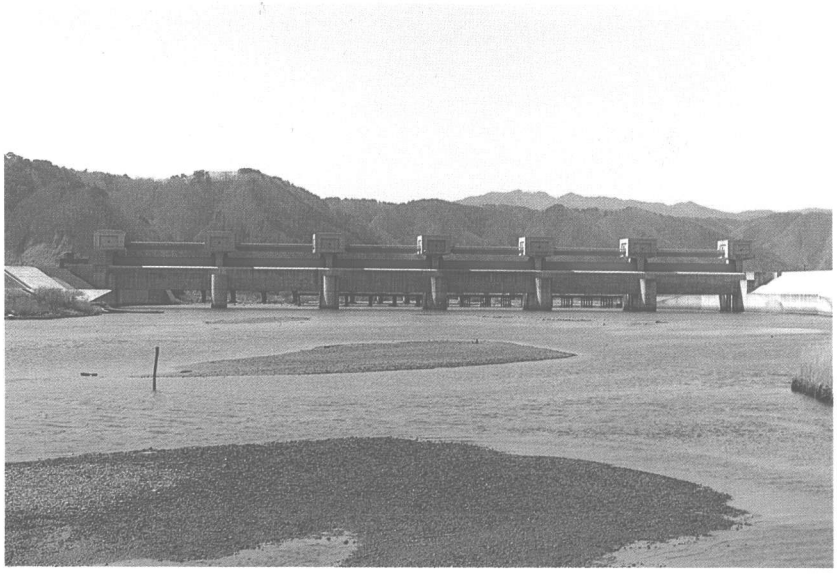
そ　の　他

土留製品

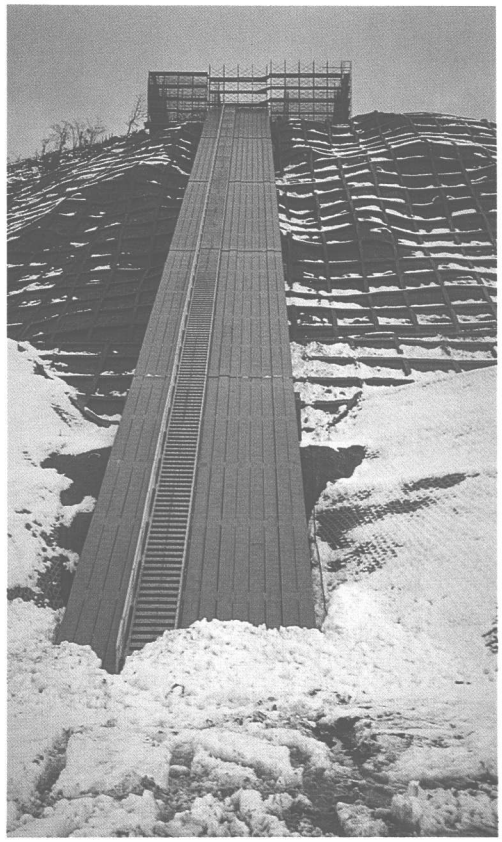
煙　突



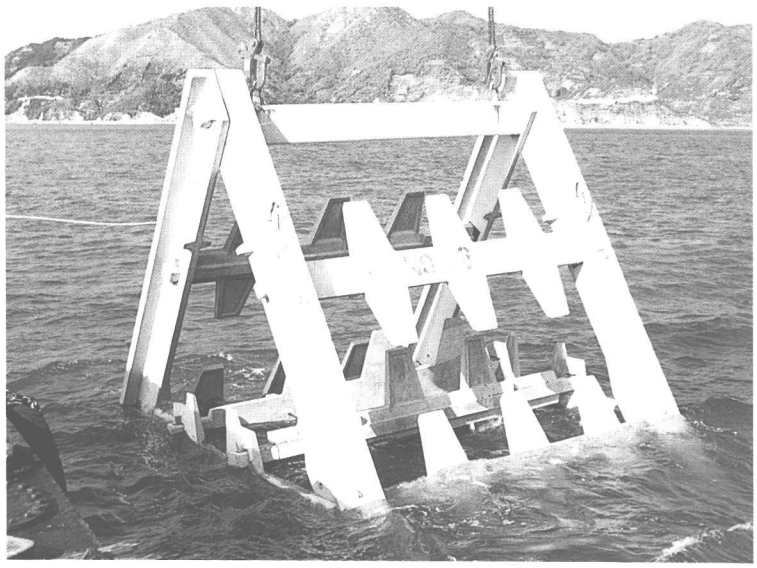
水門カーテンウォール



昇降用スラブ



人 工 魚 礁



概　要

第１章から第６章まで、ＰＣを応用した様々な構造物を取り上げてきたが、本章ではいずれの章とも関連が少ないと思われる構造物を“その他の構造物”としてとりまとめた。

ここでは、工場製品としての軌道関連製品，土留製品，漁礁，特殊な構造のものとしての煙突，ポール、また、ＰＣ桁を利用した設備としての水門，昇降用スラブについて紹介する。

7－1　軌道関連製品

プレストレスを応用した軌道関連製品としては、ＰＣまくらぎとＰＲＣ軌道スラブがあげられる。

ＰＣまくらぎの歴史は、昭和２６年度に国鉄において試作品が作られ東海道本線に敷設されたことから始まり、東海道新幹線建設を契機に大量敷設時代をむかえた。

ＰＣまくらぎは、製法上ではプレテンション方式とポストテンション方式があり、プレテンション方式では異形ＰＣ鋼より線、ポストテンション方式ではＰＣ鋼棒が使用されている。

また、用途別では、新幹線用，在来線用のものがあり、さらに適用範囲からも区別され、それに従って形状が異なる。

ＰＣまくらぎの特長

①　耐腐食性が強いこと。

②　安定性があり、座屈抵抗が大きいこと。

③　軌道狂いが少なく、保守費が節約できること。

スラブ軌道は、軌道保守労力の確保が困難になってきたため、高精度で保守に人手のかからない省力化軌道として研究開発が進められ、各所での試験施工後、昭和４７年に本施工され、新幹線において大々的に採用されるようになり、現在では在来線においても積極的に敷設されている。

スラブ軌道は、高架橋等のコンクリート版上に弾性緩衝材および間隙充填材としてのセメントアスファルトモルタル層を介して軌道スラブを敷設し、締結装置を利用してレールを設置した構造となっているが、バラスト軌道に比べて騒音，振動の点で劣っているので、これを改良するためスラブの下に防振ゴムを敷いた構造の防振スラブ軌道が開発、施工されている。

また、ここでは、軌道を構成する部材ではないが、短径間の鉄道橋用として開発されたＰＣスラブについても取り上げている。

種　別　7－1

図－1

プレテンション方式の新幹線用ＰＣまくらぎ（３Ｃ）で、最高速度が210㎞／h以上の区間において使用されるものである。

ＰＣ鋼材はφ2.9－3本異形鋼より線を20本用いている。

図－2

ポストテンション方式の在来線用ＰＣまくらぎ（1Ｆ）で、Ｒ＝600以上の凍上区間において使用されるものである。

ＰＣ鋼材はφ11㎜のＰＣ鋼棒を4本使用し、固定端はヘッディングにより製頭し、緊張端はネジ切りしている。

図－3

在来線の高架部に設置された寒冷地用の防振タイプ軌道スラブ（A141N）である。レール方向にアンボンドＰＣ鋼棒φ11㎜を、直角方向にはφ13㎜を配置している。

軌道スラブは高精度が要求されるため、品質管理，検査方法について厳しく定められている他、スラブの貯蔵方法，運搬等についても詳細な規定があり、製作，運搬等もこの条件にあわせて行われている。

図－4

ＪＲ線の鋼桁の架替に使用されたスパン2.5ｍの鉄道用ＰＣスラブである。

本工事は供用線の架替であり、深夜き電停止時間内に架替し、翌朝開通させるため、急速施工が必要とされた。

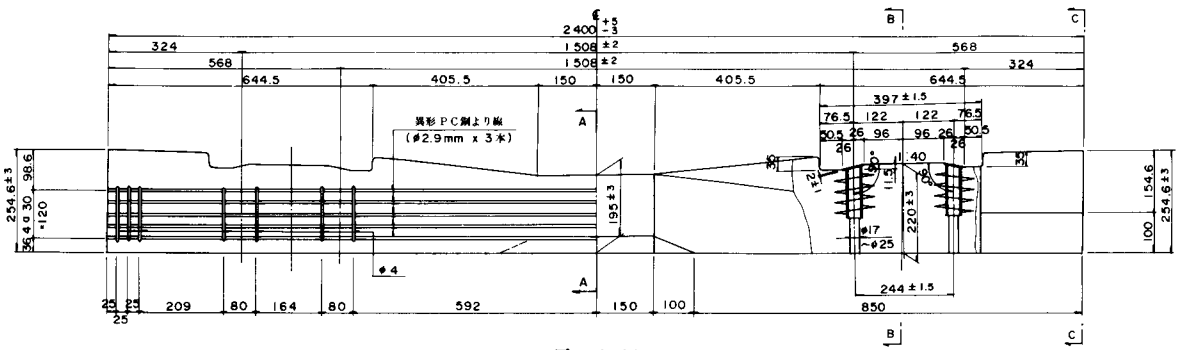
従って、スラブを橋軸方向に4分割のブロックで製作し、現地で架設後横締を行うドライコンタクト工法で施工した。

ブロックは、工場製作とし、プレテンション方式とポストテンション方式の両方のタイプがあるが、本例はポストテンション方式のものである。

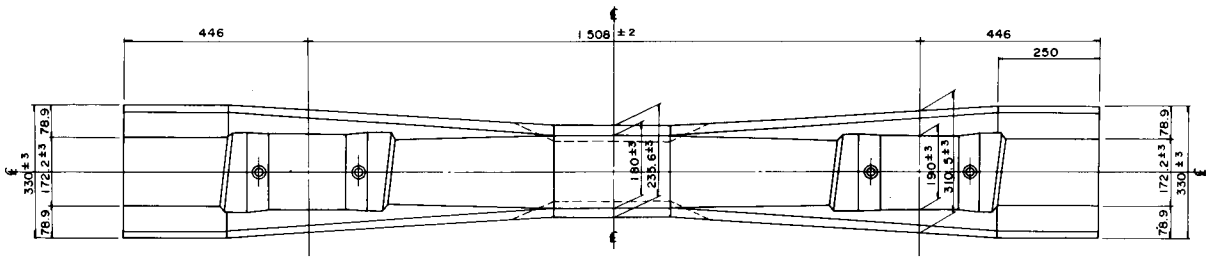
軌 道 関 連 製 品

設 計 条 件		
P C 方 式		プレテンション方式
荷 重		軸重 16 t
製 品 長		2m400
使用材料	コンクリート強度	σck = 500 kg/cm²
	P C 鋼 材	φ2.9mm x 3

側 面 図

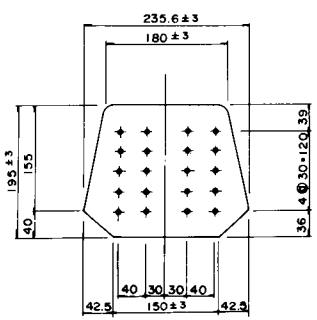


平 面 図

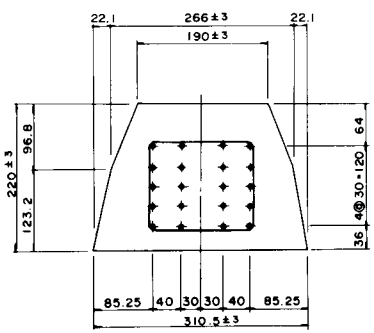


断 面 図

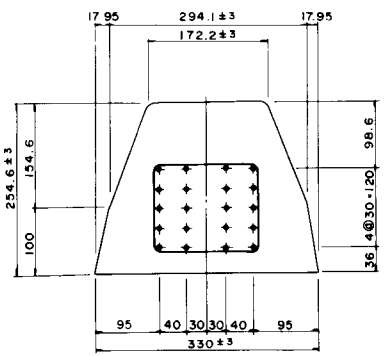
A — A



B — B



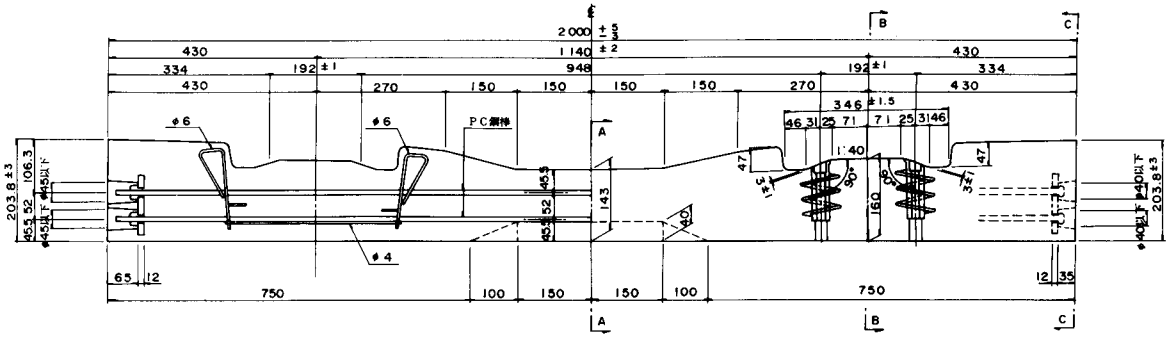
C — C



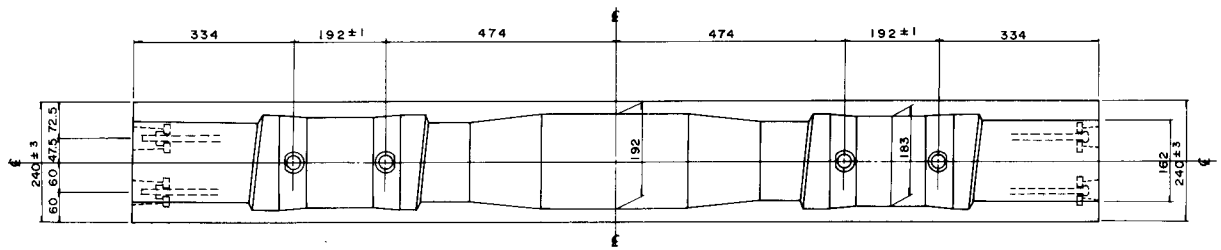
軌 道 関 連 製 品

設 計 条 件		
P C 方 式		ポストテンション方式（アンボンド工法）
荷 重		軸重 16 t 横圧 3 t
製 品 長		2m000
使用材料	コンクリート強度	σck = 500 kg/cm²
	P C 鋼 材	φ11mm (SBPR 117/126)

側 面 図

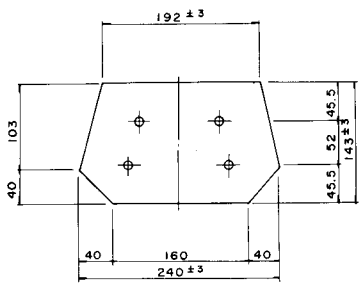


平 面 図

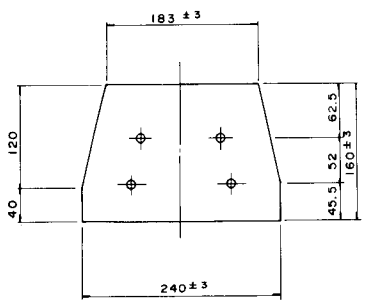


断 面 図

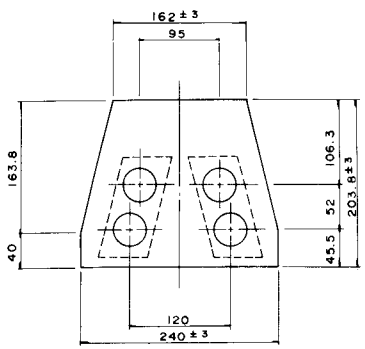
A — A



B — B



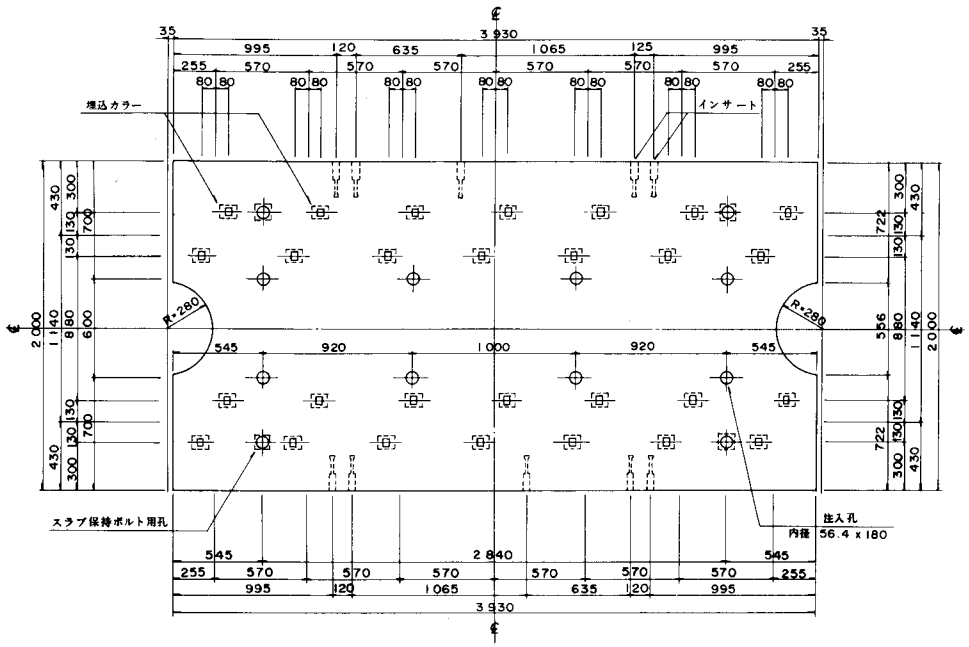
C — C



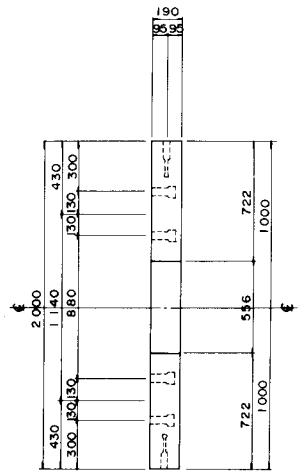
軌 道 関 連 製 品

設 計 条 件			
P C 方 式			ポストテンション方式（アンボンド工法）
荷 重			軸重 18 t　横圧 7.2 t
製 品 長			$3^{m}930 \times 2^{m}000$
使用材料	コンクリート強度		$\sigma ck = 400$ kg/cm²
	PC鋼材	レール方向	$\phi 11^{mm}$ (SBPD130/145)
		直角方向	$\phi 13^{mm}$ (SBPD130/145)

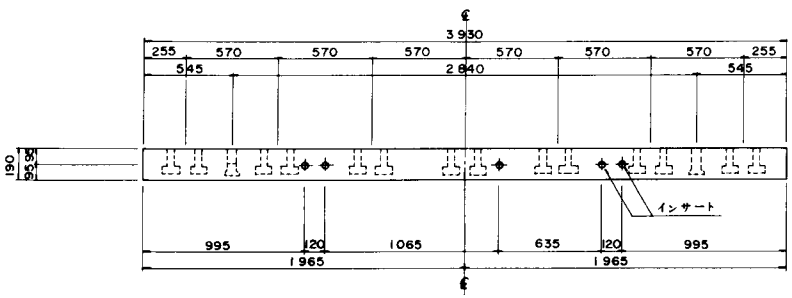
平 面 図



側 面 図



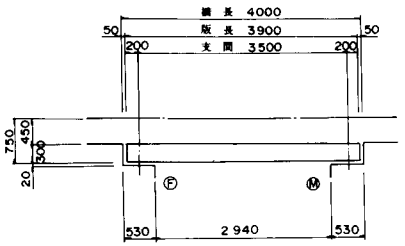
正 面 図



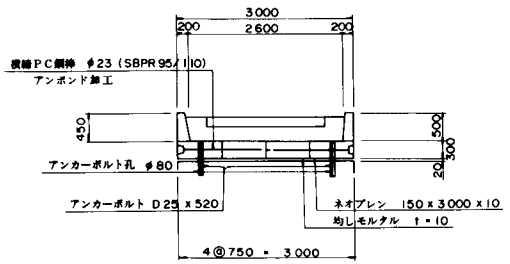
軌道関連製品

設計条件	
PC方式	ポストテンション方式
荷重	EA－17
版長	3 m 900
支間	3 m 500
使用用途	鉄道用PCスラブ
使用材料 コンクリート強度	σck＝ 400 kg/cm²
使用材料 PC鋼材 主方向	φ26(SBPR 95/110)
使用材料 PC鋼材 横方向	φ23(SBPR 95/110)
架設工法	トラッククレーン架設

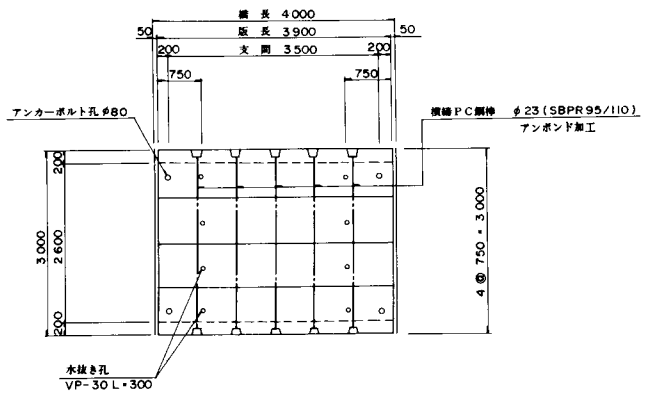
側面図



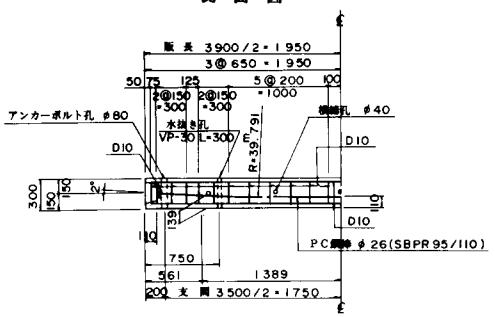
断面図



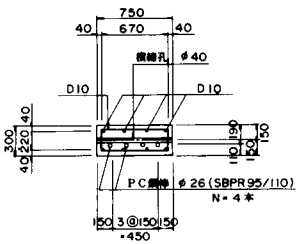
平面図



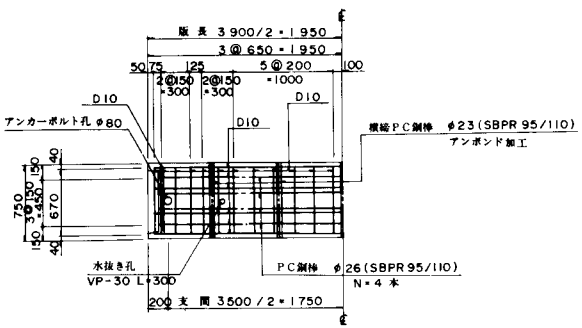
側面図



断面図



平面図



7－2 そ　の　他

(1) 土留製品

平野部が少なく起伏の多い国土を持つ我国は、土地の有効利用のため、勢い丘陵部や山地部へと進まざるを得ず、勾配の急なケ所での工事が急増し、のり面の安定化を図る土留工法やのり面工法の施工が増加する傾向にある。

急傾斜地の崩壊防止工法としては種々の工法が施工されているが、主なものとして次の工法があげられる。

① 排 水 工
② 斜面改造
③ のり面保護工
④ アンカー工
⑤ 擁 壁 工
⑥ 杭　　工
⑦ 落石防止工

ここでは、④アンカー工の一つとして、プレキャストのＰＣフレームを用いた斜面安定工法を取り上げる。

この構造は、アンカー頭部構造体に、ポストテンション方式（アンボンド工法）でプレストレスを導入した十字形のコンクリートフレームを使用し、その中心にアンカー本体を定着し、アンカー力を直接荷重として受ける形式のものである。

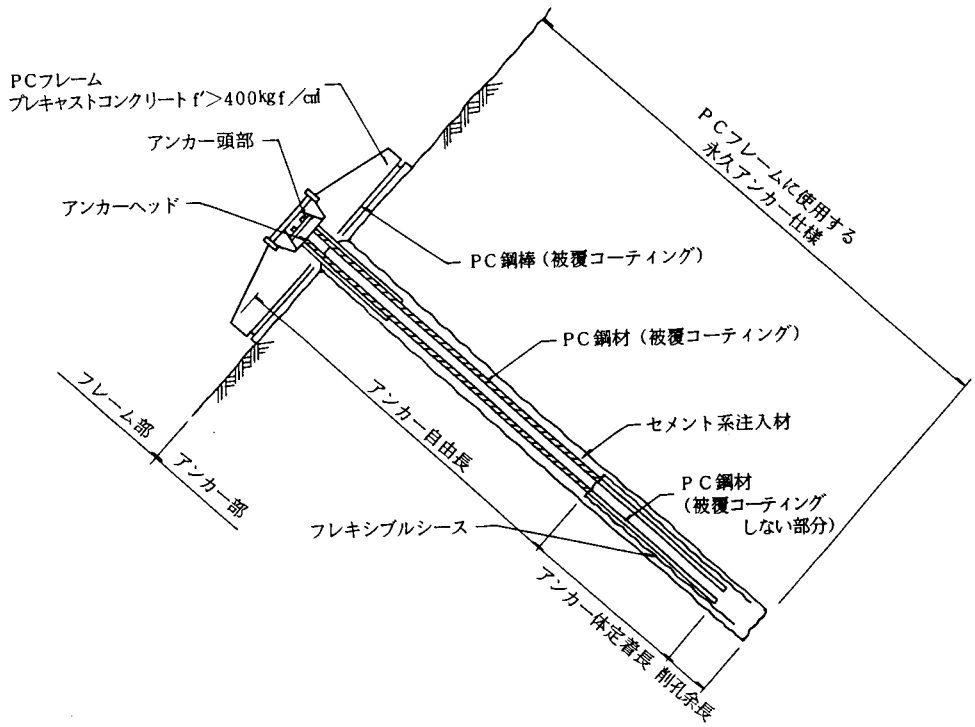


図７－１　ＰＣフレームアンカーの構成

(2) 人 工 魚 礁

人工魚礁は、人工的に構造物を設置し地形的変化を与えて、水産物を集め、保護培養し、その安定的生産供給を図るための施設である。

四方を海に囲まれた我国においては、古来、食糧として水産資源によるところが大きく、明治以降、水産国を誇示してきた我国の漁業は、戦後、沿岸から沖合いへ、更に遠洋へと大きく発展してきた。

しかし、200海里時代の到来によって遠洋漁業が衰退するとともに沿岸漁業の役割が重要となり、昭和51年度からは「沿岸漁場整備開発事業」が実施されることとなった。

人工魚礁には、対象魚，対象漁法，設置海域の環境条件（地形，地質，水深，流速等）によって各種のものがあり、使われる材質も様々で、コンクリート，鋼材，ＦＲＰ，プラスチック，石材等多種に及んでいる。

コンクリート魚礁は、他の材質に比べて、耐久性，経済性の面で優れており、その実績は沈設魚礁の90％となっている。なお、30年の耐用年数があるものとして設計されている。

また、コンクリートの品質は設計強度210～400kg／㎠のものが用いられている。

現在では、10～100m以浅の海域に設置されている例が多いが、今後200海里以内の大陸棚も含めた大水深の漁場造成開発に用いられる人工魚礁や浮き魚礁等の新製品開発が期待されている。

ここではプレキャスト製によるコンクリート魚礁の数例を紹介する。

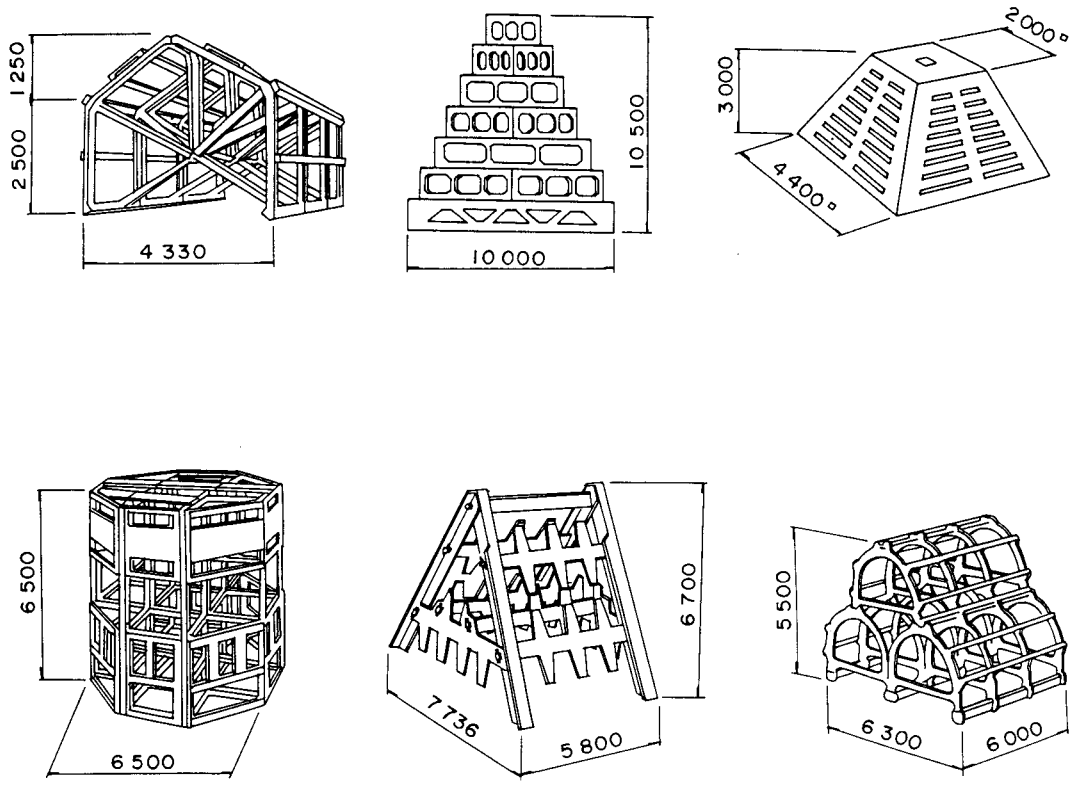


図７－２　代表的な大型魚礁

(3) 煙突，ポール

一般にプレストレストコンクリートは、梁のように荷重作用がはっきりした構造物に使用されてきた。

しかし、近年ではコンクリート構造物のひび割れ耐力向上用として、また、プレキャスト部材の接合用としてプレストレスを導入する例も多くなってきた。

一方、施工技術の発達により、いわゆる背の高い構造物，煙突，ポール等にも、耐久性，復元性に優れ、ひび割れ防止に役立つＰＣが用いられるようになった。

コンクリート製煙突には単独型（直接ライニング方式）と内筒式（二重筒方式）があり、各々の特長は以下のとおりである。

1） 単独型

単独型（直接ライニング方式）の鉄筋コンクリート煙突は、コンクリート筒体の内側にレンガや抗火石などのライニングを直接施したもので、構造体が排気筒を兼用している。古くからあるタイプで、高さ100ｍ以下のものがほとんどである。

2） 内筒式

内筒式（二重筒方式）の鉄筋コンクリート煙突は、構造体であるコンクリート筒体の内部に、ライニングを施した単独または複数の鋼製筒身（内筒）を設けたもので、我国の鉄筋コンクリート超高煙突はすべてこのタイプである。ほかの型式の煙突では排気筒が構造体の一部であるのに比べ、排煙機能と構造機能を完全に分離できるため、コンクリートは温度応力を受けることがなく、酸による腐食の問題も生じない。

(4) 水門カーテンウォール

(5) 昇降用スラブ

種　別　7－2

図－1

本工事ケ所は道路が供用中であり、かつ近隣が住宅地域であるため、逆打ちにより法面の施工を行う必要から、本工事ではＰＣフレームアンカー工法を採用した。

ＰＣフレームは地盤に対して十分な剛性と耐力を有するプレストレストコンクリート部材とし、設計アンカー力およびアンカーの試験荷重による地盤反力が、ＰＣフレーム下面に等分布反力として作用する部材として設計を行った。

図－2

本工事は、比較的地震は少ないが、風については厳しい条件下の地域での煙突外筒工事である。

曲げひび割れ耐力を向上させるため、外筒には鉛直方向に最大30㎏／㎠程度のプレストレスを導入した。

ＰＣ鋼材としては、コンクリートとの付着性を考慮して太径異形鋼棒を使用し、断面算定上は主筋の一部として扱っているが、コンクリート打設はスリップフォーム工法（1次～6次スライドまでの分割施工）によるため、開口部周辺の一部にはＰＣ鋼より線を使用した。

図－3

ゴルフ場の防護ネットを張るためのコンクリート支柱にプレストレスを導入した例である。

荷重は風荷重を考慮し、その速度圧は、設計条件に示す通りである。

施工はプレキャストブロック工法（5分割）にて行い、ＰＣ鋼棒を用いて一体化した。

図－4

このカーテンウォールは、リアス式海岸に注ぐ河川の河口部に設けられ、桁高約7ｍのボックス桁を6径間にわたって架設施工されたものである。

リアス式海岸の高潮対策（津波対策）の一環として施工されたため、設計では津波荷重を考慮し、寄波，引波，揚圧力に対して検討を行った。

図－5

ダム内の水位差（約60ｍ）に対応するため、傾斜角41°で設置された昇降用スラブである。

主桁はプレテンション方式ボンドコントロール工法を用いた中空床版桁で、その上に昇降用階段と船体移動用軌条を敷設した構造となっている。

横組は、急速施工とするためドライジョイント工法を採用した。

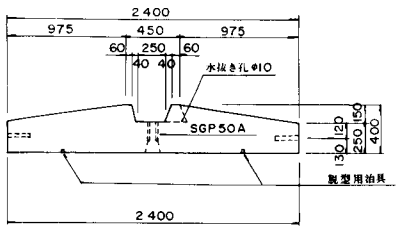
また、水中設置となるため、表面に防水塗装を施した。

土 留 製 品

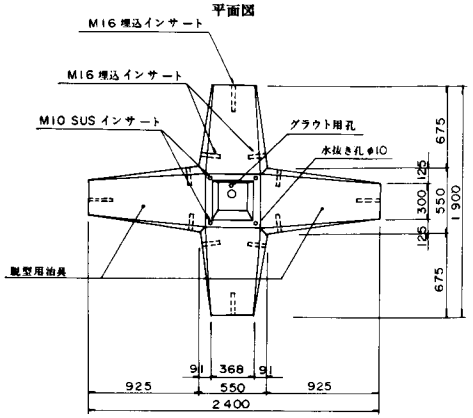
設計条件		
P C 方 式		ポストテンション方式（アンボンド工法）
使 用 耐 力		Pu＝70 t
使 用 用 途		急傾斜面崩壊防止用
使用材料	コンクリート強度	σck＝ 500 kg/cm²
	P C 鋼 材	φ19（SBPR 95/110）

構 造 図

断面図

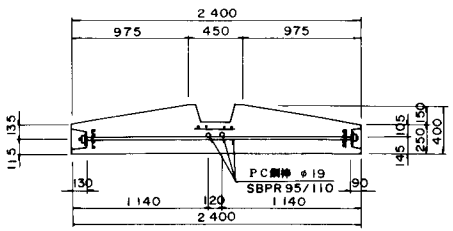


平面図

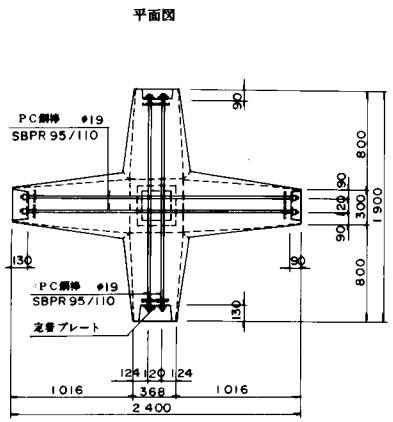


PC鋼材配置図

断面図

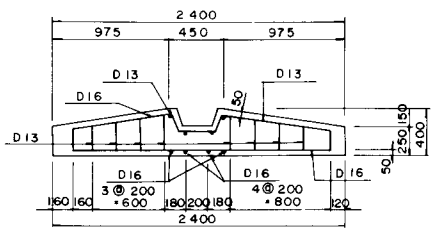


平面図

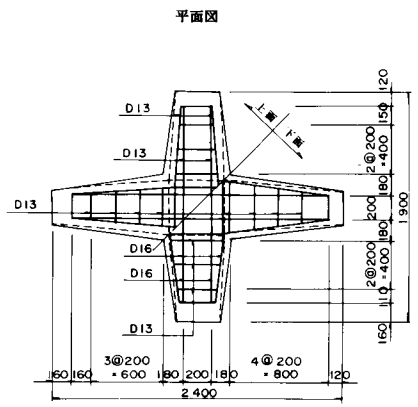


配 筋 図

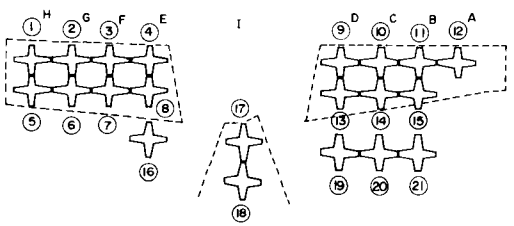
断面図

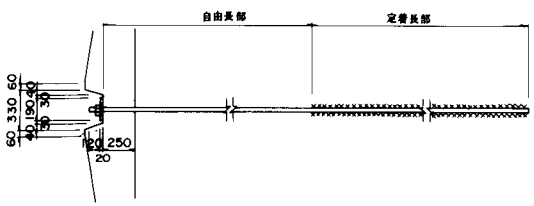


平面図

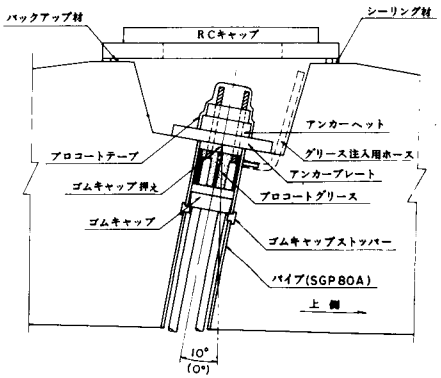


アンカー詳細図





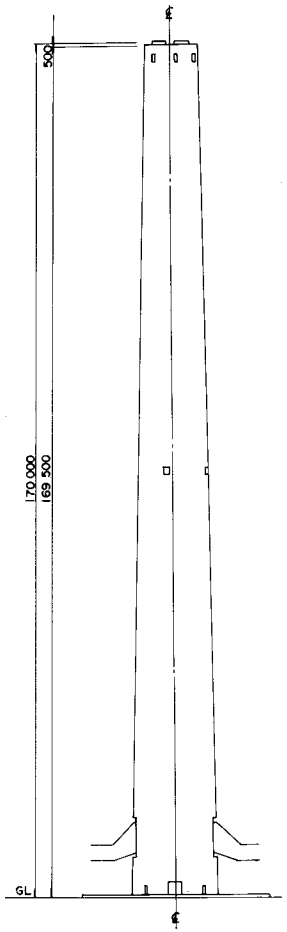
アンカー頭部詳細図



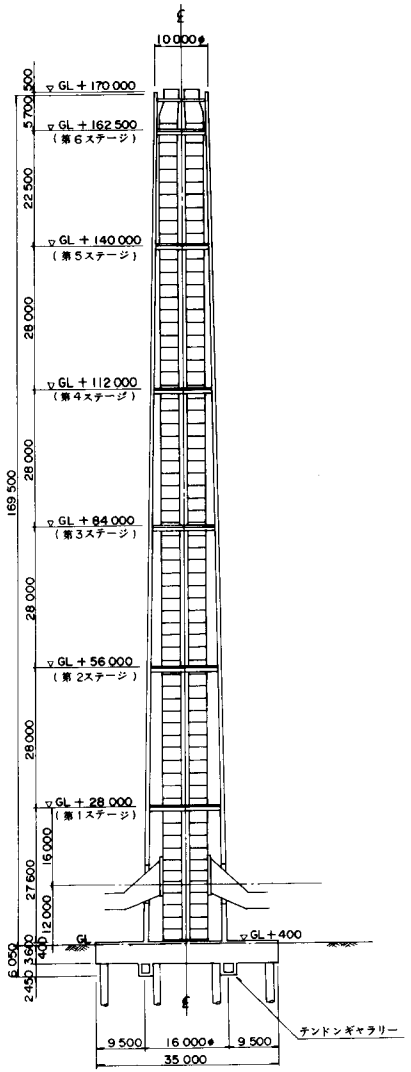
煙　　突

設計条件		
風速	h＝10m位置	V＝67.5 m/sec
	共振風速時	V＝18.5 m/sec
煙突高		H＝170 m
使用用途		石炭火力発電所煙突
使用材料	コンクリート 外筒	σck＝ 300 kg/cm²
	コンクリート 基礎	σck＝ 240 kg/cm²
	鋼材 PC鋼棒	φ32(SBPD95/120)
	鋼材 PC鋼より線	4T15.2mm
架設工法		現場打ちスリップフォーム工法

立面図

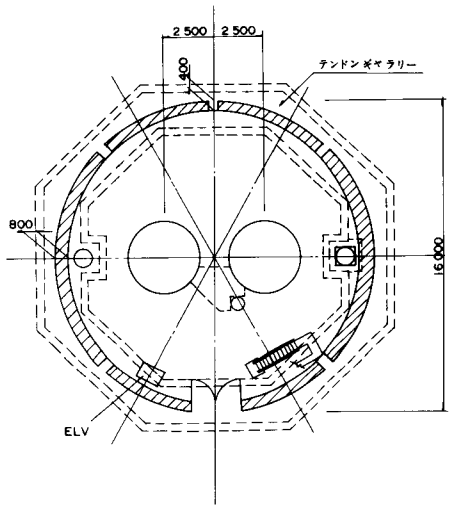


断面図

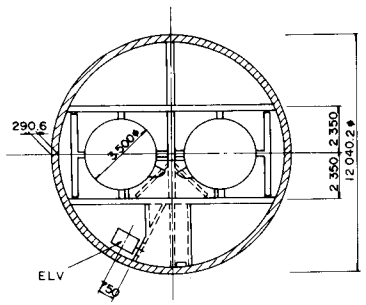


平面図

GL＋4.000



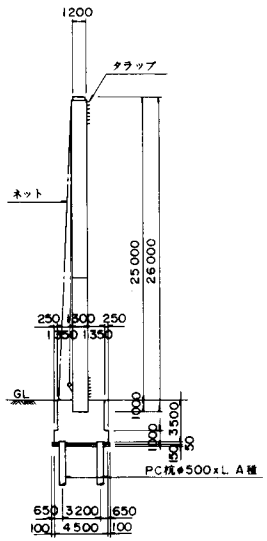
GL＋11.200



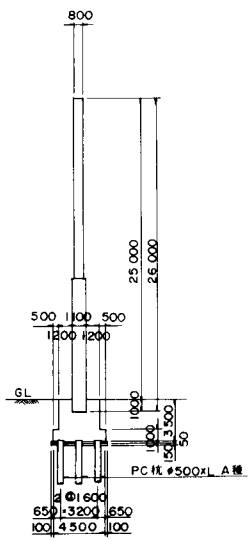
ポ　ー　ル

設　計　条　件			
風荷重	ネットを張った時		$P = 40\sqrt{h}$ or $80\sqrt[4]{h}$
	ネットを下ろした時		$P = 90\sqrt{h}$ or $180\sqrt[4]{h}$
ポール高			H＝26 m
使用用途			ゴルフ場防護ネット
使用材料	コンクリート強度		σck＝ 400 kg/cm²
	鋼材	PC鋼棒	φ32 (SBPR 95/110)
		——	——
架設工法			ブロック工法

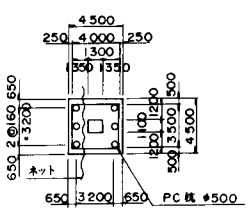
側面図



正面図

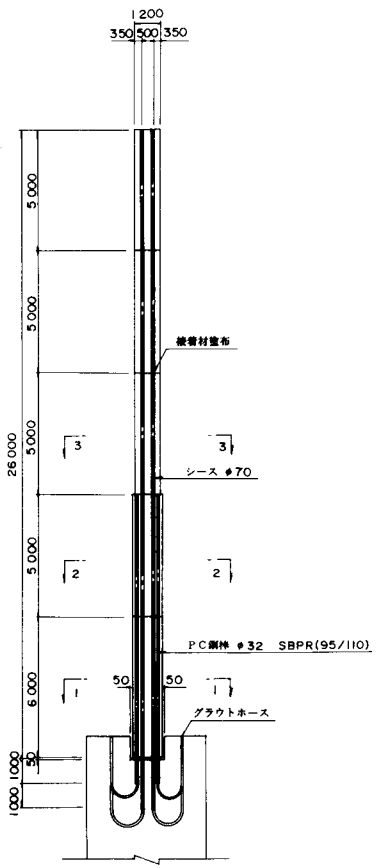


平面図



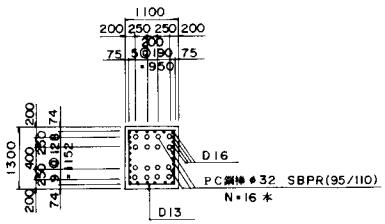
PC鋼材配置図

側面図

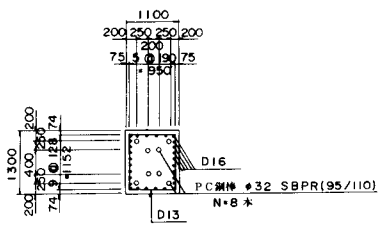


断面図

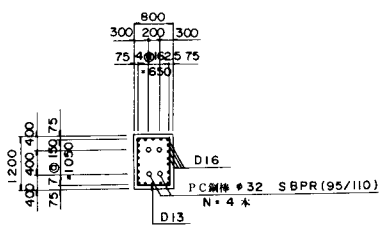
1－1



2－2



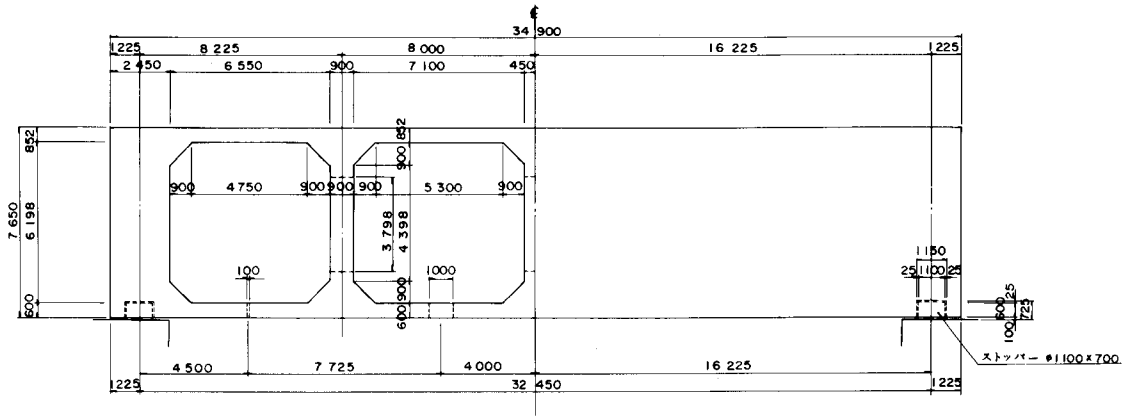
3－3



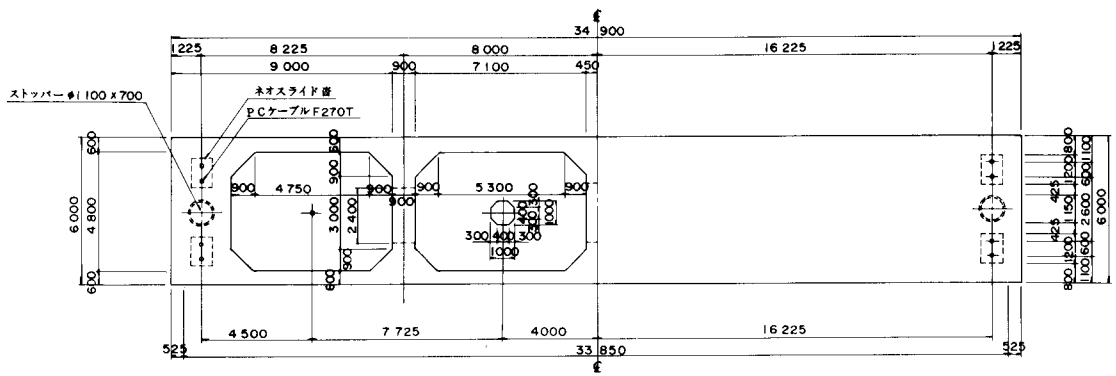
水門カーテンウォール

設計条件		
PC方式		ポストテンション方式
荷重		静水圧 W＝9.82 t/m²
桁長		34 m 900
支間		32 m 450
使用材料	コンクリート強度	σck＝ 300 kg/cm²
	PC鋼材	12 T12.4 mm

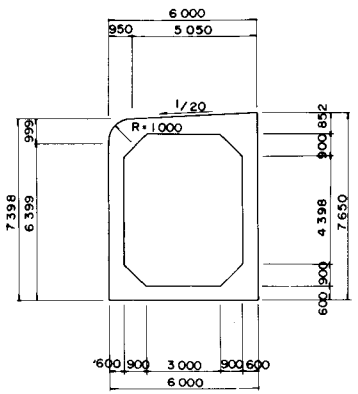
側面図



平面図

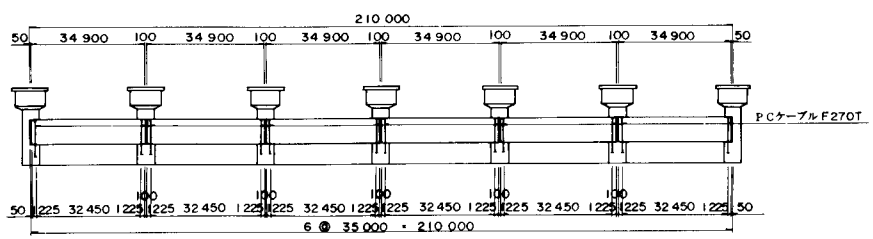


断面図

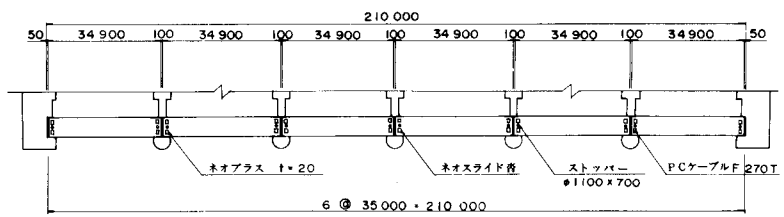


マーク図

側面図



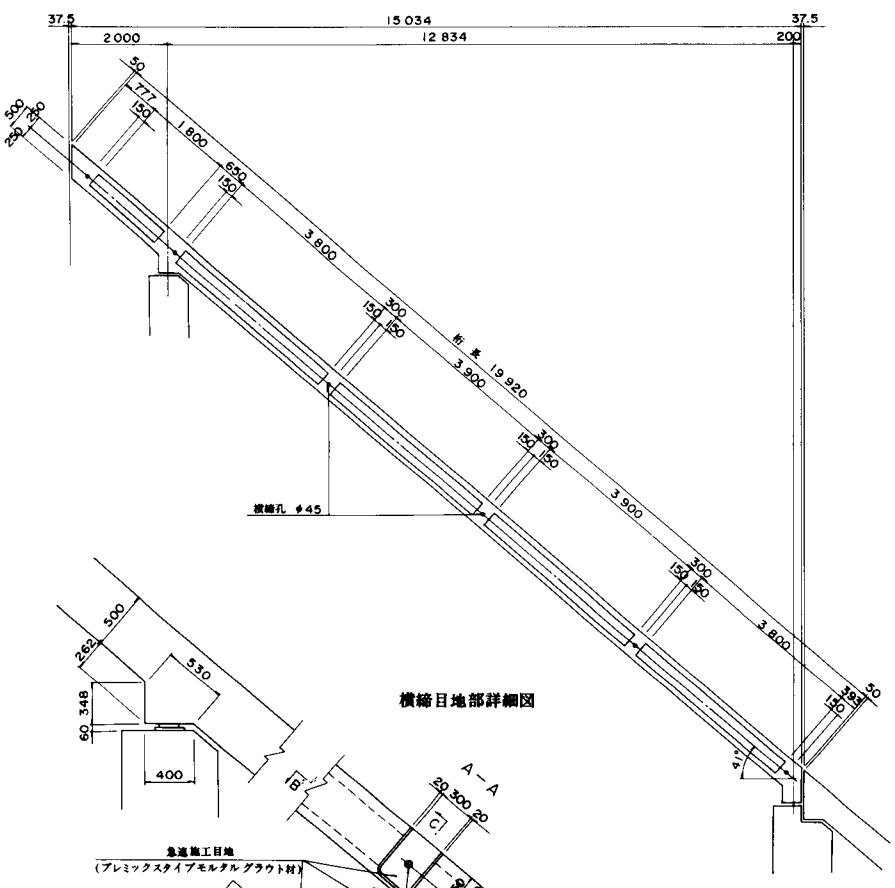
平面図



昇 降 用 ス ラ ブ

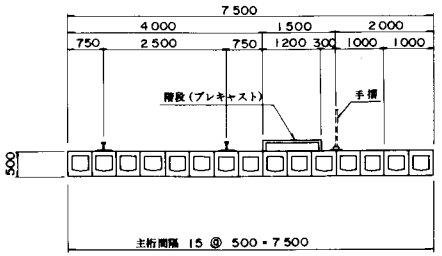
設計条件		
構造形式		プレテンション方式 単純中空床版橋
荷重		積雪 Hs = 3m or W = 350 kg/m²
桁長		19 m 920
支間		14 m 634
幅員		7 m 500
使用用途		体育設備
使用材料	コンクリート強度	σck = 500 kg/cm²
	PC鋼材 主方向	1T 12.4 mm
	PC鋼材 横方向	φ23 mm (SBPR 95/110)
架設工法		トラッククレーン架設

Ⓐ － Ⓟ 径間

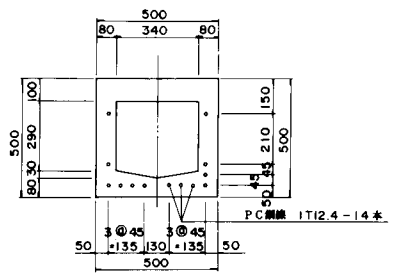


横締目地部詳細図

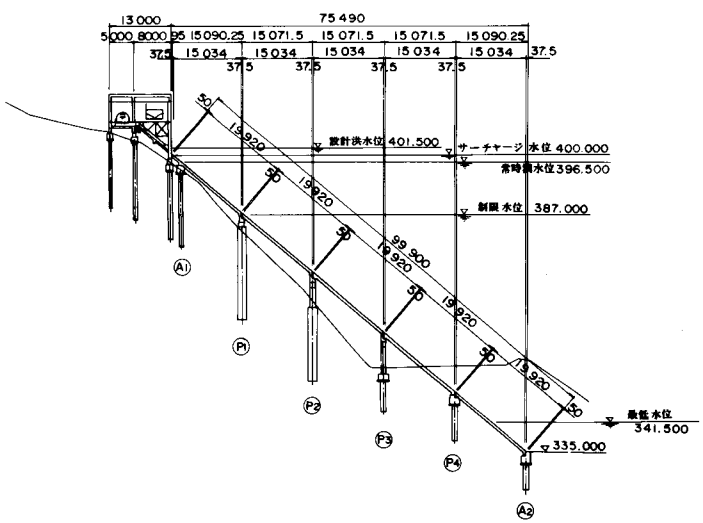
横断面図



主桁断面図



マーク図



社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会

事務局　東京都新宿区津久戸町4番6号（第3都ビル）（〒162）
TEL (03) 3260－2535
FAX (03) 3260－2518

北海道支部事務局　札幌市中央区北1条西6-2（安田火災北海道ビル）（〒060）
ドーピー建設工業株式会社　札幌支店内
TEL (011) 231－7844
FAX (011) 222－5526

東北支部事務局　仙台市青葉区中央1－6－30（宮城林産ビル）（〒980）
東日本コンクリート株式会社内
TEL (022) 266－8377
FAX (022) 221－3072

関東支部事務局　東京都渋谷区代々木3－25－3（大東京火災新宿ビル）（〒151）
日本鋼弦コンクリート株式会社　東京支店内
TEL (03) 3374－3308
FAX (03) 5371－0997

北陸支部事務局　新潟市東大通1－2－23（北陸ビル）（〒950）
ピー・エス・コンクリート株式会社　新潟営業所内
TEL (025) 247－3791
FAX (025) 243－1488

中部支部事務局　名古屋市中村区名駅3－25－9（堀内ビル）（〒450）
株式会社安部工業所　名古屋駅前事務所内
TEL (052) 541－2528
FAX (052) 561－2807

関西支部事務局　大阪市西区西本町1－3－15（大阪建大ビル）（〒550）
ピーシー橋梁株式会社内
TEL (06) 536－6551
FAX (06) 533－3817

中国支部事務局　広島市東区光町2－6－31（〒732）
極東工業株式会社内
TEL (082) 262－0474
FAX (082) 264－3728

四国支部事務局　高松市中新町2－9（富士ビル）（〒760）
住友建設株式会社　高松営業所内
TEL (0878) 31－1260
FAX (0878) 61－7893

九州支部事務局　福岡市中央区天神2－12－1（天神ビル）（〒810）
株式会社 富士ピー・エス内
TEL (092) 751－0456
FAX (092) 721－3465