

図-2 構造物比率(高槻～神戸)

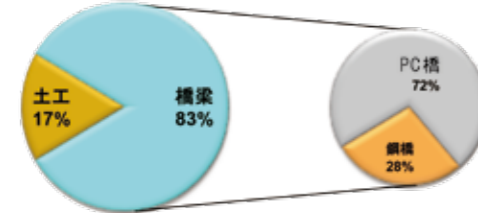


図-3 構造物比率(城陽～八幡)

新名神高速道路の高槻JCT～神戸JCT間(40.5km)は、大部分が山間部を通過しているためトンネルと橋梁を合わせた構造物比率が64%と高くなっています。橋梁は、高橋脚、長大支間で計画されており、片持ち張出し架設で施工できるPC箱桁橋を主体として、(図-2)の通り、PC橋の比率が橋梁延長の約7割と大きくなっています。

これに対して鋼橋は、供用中の道路と連結するJCTのランプ橋等に

2 橋梁の概要

PC橋のシェアは約7割



武庫川橋完成予想図(バタフライウェブ橋)



西日本高速道路株式会社
関西支社 建設事業部長
里深 一浩

#003

明日を築くプロジェクトの風景

1 事業の現況

新名神高速道路は、愛知県名古屋から三重県、滋賀県、京都府、大阪府を經由して兵庫県神戸市に至る約174kmの高速道路です。

新名神は、名神高速道路や中国自動車道と適切な交通機能の分担を図り、渋滞緩和を図ると共にダブルネットワーク化による高速道路の信頼性を確保し、日本の産業・文化・社会経済活動の振興に大いに寄与することが期待される高速道路です。

東海・南海・東南海地震などの大災害に備え、災害発生時における緊急輸送路として早期整備が期待されているとともに、昨年開通50周年を迎えた名神高速道路や開通後40年以上を経過した中国自動車道の抜本的な大規模補修を行う際の代替道路の役割も期待されています。

事業中区間の内、京奈和自動車道と第二京阪を結ぶ城陽JCTから八幡JCT間の3.5kmおよび名神高速道路と接続する高槻JCTから

採用されています。

城陽JCT～八幡JCT間(3.5km)は一級河川木津川を挟む平坦地であり、大部分が橋梁構造となっています。河川部、JCT部以外はコンクリート橋としており、(図-3)の通り橋梁延長のPC橋の比率がこちらも約7割と大きくなっています。

3 橋梁の特徴

耐久性・耐震性の向上を目指す

橋梁構造の計画にあたっては、既に開通した大津JCT以東の区間の新名神高速道路や新東名高速道路の建設時に開発された技術を活用し、さらに高強度材料を積極的に活用してよりコスト削減、耐久性、耐震性の向上を目指しています。

また、冬季に散布する凍結防止剤の影響による既設橋梁の劣化状況を踏まえた高耐久化への取組みとして構造物と道路排水を遮断する対策を徹底しています。具体的には、路面から床版への水の浸入を遮断するために高性能防水工を実施するとともに、ジョイントからの漏水を防ぐために可能な限り連続化を図って中間の掛け違い部を無くしています。



図-1 新名神高速道路位置図

中国自動車道・山陽自動車道と接続する神戸JCTまでの40.5kmは、用地取得が既成し工事が本格化しています。橋梁工事についても、下部工が立ち上がりつつあり、一部では上部工工事にも着手しています。

さらに、将来の維持管理が容易にできるように桁端部の点検スペースの確保等、点検し易い構造を積極的に採用しています。

なお、新名神高速道路は本来片側3車線の高速道路として計画されていますが、当面は暫定的に片側2車線で整備することになっており、将来片側1車線を拡幅できる構造にする必要があります。片持ち張出し架設のPC箱桁は主桁を増設することが困難なため、拡幅部の床版は新東名高速道路で採用されているストラット構造で支持することとし、暫定施工時にはストラットの受け台のみ設置しておく構造としています。



写真-1 川下川橋(連続ラーメン箱桁橋)

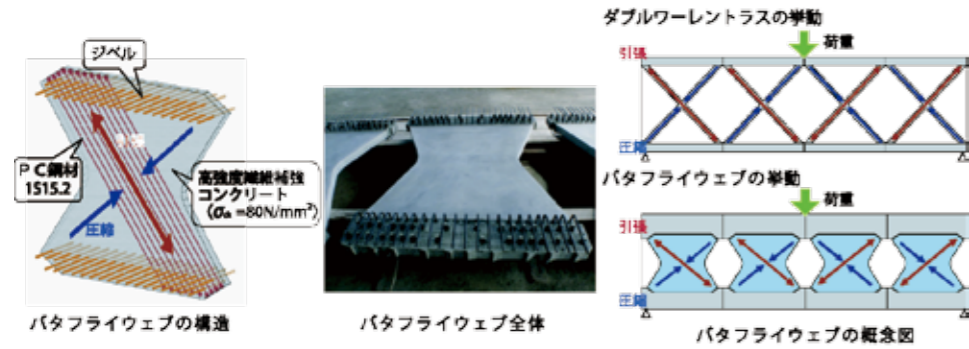


図-6 バタフライウェブ構造

上下線一体構造であり、将来の6車線拡幅時には両側にストラットを設置する計画であるため、エクストラード構造の斜材が設置できる箇所は中央分離帯部に限られ、広幅員の1面吊り構造としています。

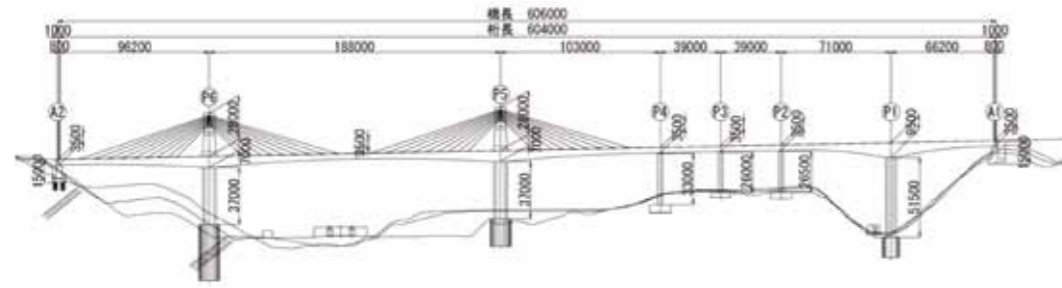


図-7 生野大橋(エクストラード橋)



図-8 安威川橋(下り線)(波形鋼板ウェブ橋)

本橋はトンネルが近接するため上下線が分離した線形となっており、川下川橋、武庫川橋、生野大橋のような上下線一体構造ではないため、拡幅時には上下線それぞれの橋梁の両側

(4) 波形鋼板ウェブ橋
安威川橋は大阪府茨木市の山間部に位置する安威川の急峻な谷を跨ぐ、橋長が上り線636m、下り線545.5mのPC連続桁橋です。本橋の特徴は安威川と府道を斜めに横断する上に河川内に橋脚を設置することが困難であったため、河川・道路交差部の支間が上り線179m、下り線170mという長大支間となったことです。(図-8)

大の長さとなっています。JR線と斜めに交差するため、交差箇所の支間長が長くなっており、エクストラード構造を採用しています。本橋も武庫川橋と同様に上下線一体の広幅員1面吊り構造となります。(図-7)

5 おわりに
新名神高速道路にはここで紹介できなかった多くのPC橋があります。いずれの橋梁においても、高耐久、維持管理性の向上を目指して、新たな挑戦を行っています。また、新名神高速道路は過去に経験したことがないような災害が発生した際にも、道路サービスを間断なく提供しつづけることを最大の使命として防災・減災対策にも配慮しています。事業を進めるにあたっては、地域の皆様との対話を重視しつつ、工事中の安全・安心の確保に努め、早期開通に向けて取り組んでまいります。

PC箱桁構造で設計するにあたり、長大支間橋であるため波形鋼板ウェブを採用し、波形鋼板の製作、運搬の実績を勘案して桁高は11.5mで計画しています。支間179mは波形鋼板ウェブ箱桁橋としては日本最大の支間となります。

4 代表的な橋梁の概要

(1) 連続ラーメン箱桁橋(3径間)

川下川橋は、兵庫県宝塚市と神戸市の境界部付近の高低差100m以上の非常に急峻なV字谷を横過する橋梁です。

本橋は、前後の土工部を施工するための本線内土運搬路として活用するために先行して工事発注が実施されましたので、既に橋梁は完成し、土運搬車両が橋面上を走行しています。(写真-1)

工事発注にあたっては、支間割を含めた自由な橋梁構造の提案を認める上下部一体設計施工一括方式(デザインビルド)による入札を行いました。その結果、工事受注者の提案により図-4に示すPC3径間連続ラーメン箱桁橋を採用しました。

P2橋脚は、川下川の西側斜面の破碎帯部を避けて谷底付近に橋脚を設置したため、高さ95mの国内でも最大級の橋脚高さとなっています。この高橋脚となるP2橋脚には高強度材料(コンクリート設計基準強度50N/mm²、鉄筋降伏強度685N/mm²)を採用し、さらに橋脚基礎には小判形断面の大口径深礎杭を採用し下部構造のコンパクト化を実現しました。

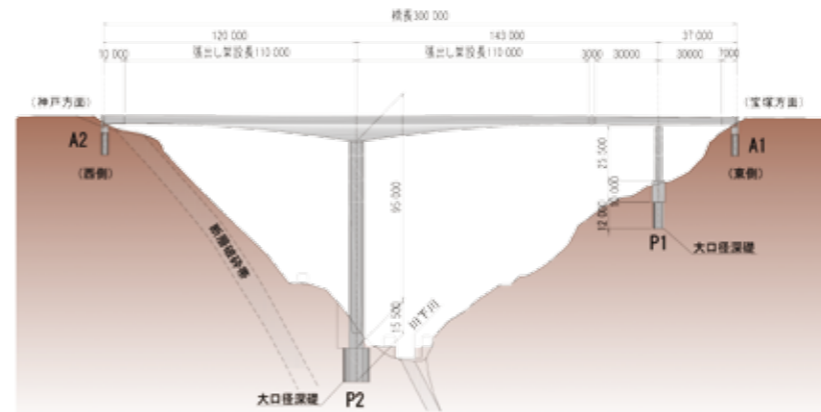


図-4 川下川橋(連続ラーメン箱桁橋)

また、P2橋脚から西側の橋台までの距離が120mとなり、張出し架設長としても最大級の110mとなりました。(図-4)

(2) バタフライウェブ橋

武庫川橋は兵庫県神戸市北区を流れる武庫川を跨ぐ橋長442m、最大支間100mのPC5径間連続ラーメン橋です。(文頭写真・図-5) 武庫川の河川内に橋脚を1基配置

していますが、河川条件の制約から最大幅が5mの円形断面に制限されているため、高強度コンクリート(設計基準強度50N/mm²)を使用することで高さ約80mの高橋脚を成立させています。

上部構造は工事受注者の提案によりバタフライウェブ橋を採用しました。バタフライウェブ橋は、PC箱桁のウェブを蝶型形状のコンクリートパネルにするとともに、パネルとパネルの間に空間を設けたことにより、上部工重量を軽量化した構造で、東九州自動車道の寺迫ちようちよ大橋において世界で初めて採用されたものです。本橋では、軽量化により全ての橋脚断面を縮小することができ、全体的にスレンダーな橋脚構造が実現できました。

バタフライウェブ橋のウェブには図-6のように引張力と圧縮力が働きますが、引張力に対してはPC鋼材を配置して補強を行い、圧縮力に対しては通常の2倍の圧縮強度である80N/mm²のコンクリートを用いています。

なお、バタフライウェブの桁高は工場から運搬するウェブの寸法から制約され、100mの長支間構造に対しては桁高が足りないため、不足する桁高分については、柱頭部付近を斜材により補剛するエクストラード構造を採用しました。

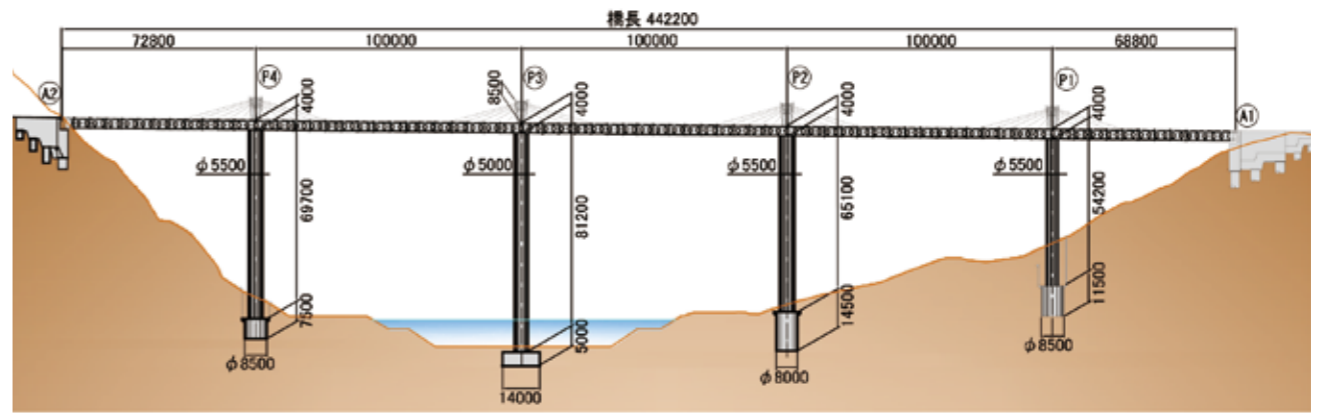


図-5 武庫川橋(バタフライウェブ橋)



東北縦貫線のPC技術 ～新幹線直上でのPC桁架設～

東日本旅客鉄道株式会社
東京工務事務所 次長
荒川 栄佐夫



〔重層部・東京～秋葉原間〕
当該区間1.3 kmのうち、神田駅付近の約0.6 kmについては、京浜東北線・山手線と東北新幹線が並行して走行しており、新たな用地確保ができないことから、東北新幹線の直上に東北縦貫線の構造物を構築し、重層化することとしました。具体的には、既設の東北新幹線高架橋（鋼ラーメン構造物）に設けられた仕口部に新たな鉄骨部材を継ぎ足して、東北縦貫線の構造物を構築します。（下部工・鋼製橋脚・橋台各8か所 上部工・PC桁

こととし、線路のシーサスクロッシング（SC）を12番分岐器に増強します。
〔線路改良部（秋葉原～上野間）〕
秋葉原～上野間には上野駅発着列車を一時回送のうえ留置しておくための回送線3線と10編成分の電車留置線を有しています。東北縦貫線整備にあわせ、3線の回送線のうち2線を東北縦貫線の本線として使用し、1線を回送線として使用する計画です。また、秋葉原駅付近の新幹線上部にある電車留置線の4線を残し、必要な代替機能として電車留置線を尾久駅構内で確保することとしました。
なお、上野駅ホームについては、留置線と接続している3面5線（5番線～9番線）を東北縦貫線として使用することとしました。

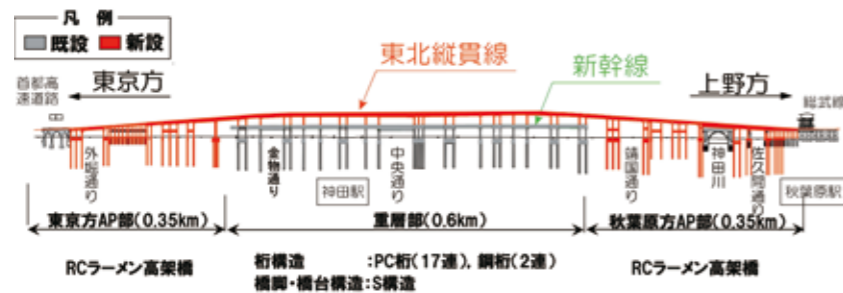


図-4 重層部側面図(神田駅付近)

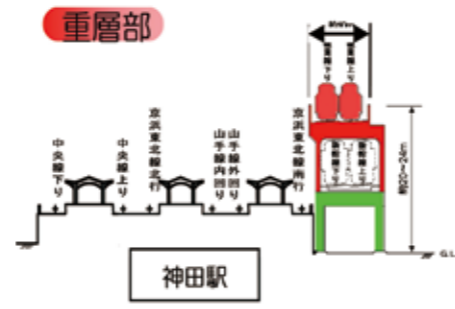


図-3 重層部断面図(神田駅付近)

②直通運転による速達性の向上
宇都宮・高崎・常磐各線と東京以南をお客様が相互に移動される場合の現在の利用方法は、上野駅・東京駅にて山手線・京浜東北線への乗換が必須

①山手線・京浜東北線の混雑緩和
山手線・京浜東北線の上野・御徒町間は、東京北部および千葉北西部・茨城方面から東京・新橋方面に向かうお客さまが集中する区間であり、当社の中で最も混雑率の高い区間の一つとなっています。
朝通勤1時間の混雑率は会社発足時から、さまざま輸送改善施策を施してきた現在においても、山手線（外回り）で201%、京浜東北線で195%と他線区と比較しても依然として高い値となっています。

②東北縦貫線計画に期待される効果
山手線・京浜東北線の混雑緩和
山手線・京浜東北線の上野・御徒町間は、東京北部および千葉北西部・茨城方面から東京・新橋方面に向かうお客さまが集中する区間であり、当社の中で最も混雑率の高い区間の一つとなっています。

③首都圏鉄道地域ネットワークの強化による地域の活性化
首都圏を南北に結ぶ直通運転サービスについては、2001年12月に運行開始した「湘南新宿ライン」や、2002年12月のりんかい副都心線大崎駅開業と併せて、りんかい副都心線と埼京線の相互直通運転を行なってきました。これらは、新宿・渋谷・池袋といった山手線の西側を経由したルートとなり、横浜・大宮間の新たな交流が発生し、沿線地域の活性化に寄与してきたものと考えています。

現状において、東海道線の東京駅は島式2面4線のホーム及び上野方に引上線2線を有しています。東北縦貫線整備にあわせ、神田駅付近の重層部に向け2本の引上線を本線化する

とされています。また日中時間帯を除き、両線とも概ね1〜2kmほどにある駅に各駅停車することから停車時分を含めた表定速度が他線区と比較して低下する傾向にあります。開業後の輸送体系については検討中ですが、上野駅・東京駅での乗換がなくなることから、各方面とも10分程度の時間短縮が図れるものと考えています。

表-1 到達時分短縮効果

線	区間	所要時間	乗換回数
宇都宮・高崎	品川～大宮	56分⇒45分	1回⇒0回
常磐線(特急)	東京～水戸	86分⇒77分	
東海道線	横浜～上野	44分⇒35分	

1 はじめに
当社は、関東・甲信越から東北までの広範囲な地域を営業エリアとしており、1日当たり在来線・新幹線を含め約1600万人を超えるお客様に利用していただいています。そのうち東京圏の在来線は輸送人キロベースで約7割を占めており、1987年の会社発足以降、東京圏において様々な輸送改善に向けた取組を行ってきました。

2 東北縦貫線計画の概要と期待される効果

(1) 東北縦貫線計画の概要
東北縦貫線は、宇都宮線・高崎線・常磐線の終着駅である上野駅と東京駅の間新たに線路を整備し、東海道線との直通運転を可能とする計画(図1)であり改良後の配線略図及び縦断面略図は図2のとおりです。
東京・上野間約3.8 kmのうち、東北新幹線上空に新たな構造物を設ける重層部と既存の高架橋等の設備を

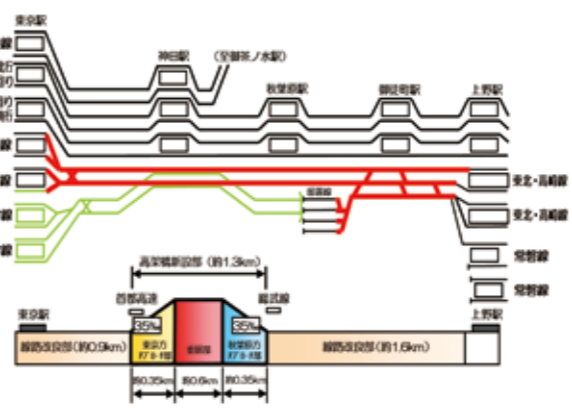


図-2 東北縦貫線計画図(配線略図・縦断面略図)

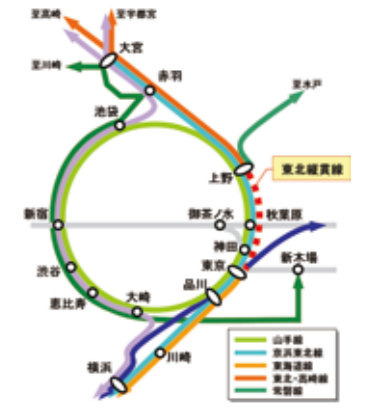


図-1 東北縦貫線計画位置図

東京方アプローチ高架上の組立ヤードで組み立てたPC桁をPC桁架設機での走行ガーダー上に移動する。PC桁の支持台車は、上下に分離できる構造（親子台車）であり、PC桁架設機の走行ガーダー上へは台車を上下分離して子台車のみ移動・載荷する。その後、



写真-3 深夜の桁架設準備作業

走行ガーダー上に移動したPC桁を吊ガーダーとPC鋼棒で連結して、PC桁を吊あげる準備が完了する。ここまでの作業は架設日前の事前作業として実施しました。架設当日は、深夜1時から4時20分までの作業時間3時間20分の間で、



写真-4 走行ガーダーの先送り

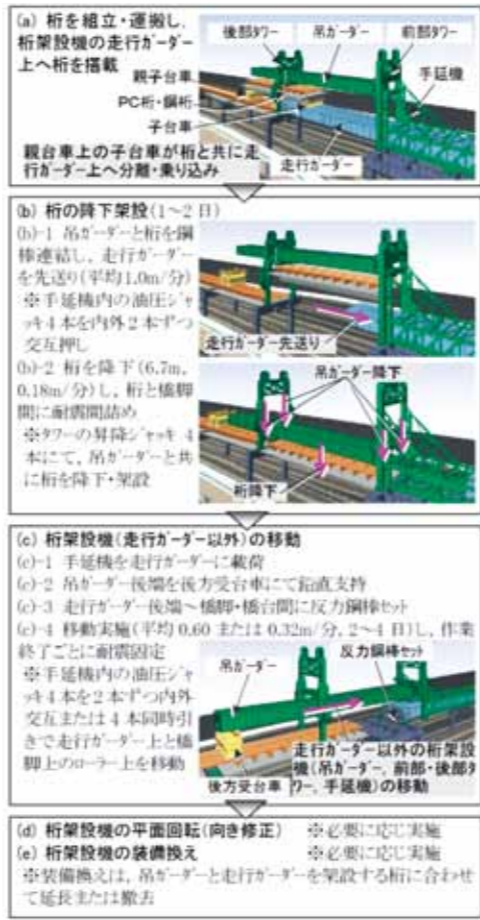


図-6 桁架設の一連の流れ

2010年9月(2009年11月桁架設機の組立に着手)に桁架設に着手し、2013年4月に最後のPC桁架設を完了したが、大きなトラブルなく無事故で完了することができました。

3 おわりに

新幹線線路上で夜間の短時間に桁架設を行ない、昼間は現場直下の新幹線を通常通りに運行させなければならぬという前代未聞の難易度の

高い工事を達成できたのは、特に設計の段階から施工の課題に英知を結集し克服してきた施工協力会社、設計会社をはじめとした関係者、プロジェクトをサポートしていただいた多くの関係者のご尽力とご協力のおかげと、改めて感謝しております。

万が一、本工事中にトラブルが発生した場合、東北新幹線をはじめ、上越・長野・秋田・山形の当社の全ての新幹線列車の運行が不可能となります。上野駅以北へ折返し運転ができるようなりリスク対策設備として、上野駅と東京駅の電気を分離するため、駅間に断路器を設置しました。また、輸送関係者においては異常時に速やかに上野駅からの列車運行ができるよう異常時のダイヤを毎日作成し、トラブルに備えていただきました。さらに営業・設備関係者においてはトラブル時の速やかな復旧・お客様案内を行うため、緊急招集体制を整備し、毎夜の作業に臨んでいただきました。

このように、多くの関係者に支えられ本プロジェクトを順調に進めることができました。

現在、本プロジェクトは高架橋本体工事が完了し、軌道や電気工事の施工中です。今後も安全に工事を進め2014年度の開業後には、東京圏の輸送ネットワークの改善と沿線の活性化に寄与すると期待しております。

PC桁の桁長は19m~39mであり、新幹線直上での作業を極力減らすため張出部・地覆を含む縦貫線複線断面を一体とした工場製作のプレキャストブロックとしました。構造としては全幅員9.8m、桁高は2.1mで、桁長により9~17セグメント(セグメント幅2m)に分割し、桁架設の進捗に伴って現場に搬入後、組み立てます。また、架設や運搬作業を考慮し、桁重量を極力軽減するため床版やウエブ厚を250mmとしました。PC桁を工

場製作のプレキャストブロックとしたことで、現場の作業ヤードが狭くて済み、作業日数を少なくすることができました。(図-5)

PC桁は、群馬県安中市の工場からトレーラーで搬入しました。重量による車両通行制限により、夜間21時から6時までで運搬しました。PC桁組立は、アプローチ高架橋の一部を鋼製の仮構台として、トレーラーで運搬されたプレキャストセグメント(最大30t)を仮構台上の門型クレーン(40t)で吊り上げ、台車上に据えて順次組立を行います。

最初に、道路上を輸送するための重量制限により、橋軸直角方向にも分割して運搬重量を30t以下に抑えた桁端部のプレキャストセグメントの組立を行います。橋軸方向に分割された桁端部のプレキャストセグメントを台車上に据えて、接合面にエポキシ系接着剤を塗布し、横桁横締めPC鋼材で緊張し一体化した後、標準部のプレキャストセグメントを順次据えていきます。接合面には、エポキシ系接着剤を塗布し、プレキャストセグメントを鋼棒を用いて緊張力を導入し接着します。すべてのセグメントを接着し、主ケーブルを挿入して緊張グラウト注入、あと埋めコンクリートを施工して組み立てが完了します。次にセグメント下に配置された台車



写真-1 PC桁組立状況

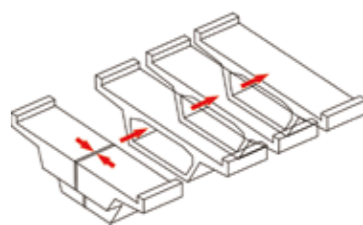


図-5 PC桁のブロック割り・組立イメージ

を引き抜き、桁端部下に台車を配置して、PC桁移動の準備が完了します。(写真-1)

架設作業は、新幹線直上において、新幹線と隣接する京浜東北線の終電後から翌日の営業開始前の実質3時間程度で1スパンの架設を完了し、所定の位置へ桁を固定する課題がありました。

③ PC桁架設

架設は本工事のために製作した前述の桁架設機を使用し、(a)桁架設機への桁の搭載↓(b)桁の降下架設↓(c)桁架設機の移動の一連の動作を繰り返して、約1.5か月で1橋のペースで桁架設を行ないます。(図-6)

この一連の作業を具体的に述べると、

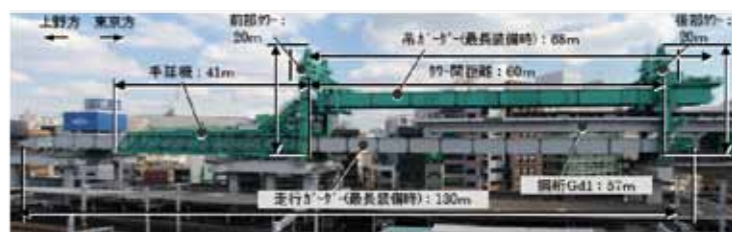


写真-2 桁架設機と構成部材

神田駅周辺は建物が密集する地域で桁架設に必要な作業スペースもないため、東京駅方面から秋葉原方面に向かっての手延べ工法による架設で計画しました。

PC桁は複線断面を一括で架設することに、より、最大重量600t(PC桁)にもおよぶため、移動式のPC桁架設機を設計製作しました。架設機は総重量1800t、架設時の最大延長は130mとなり、新幹線高架橋の直上での作業となります。(写真-2)