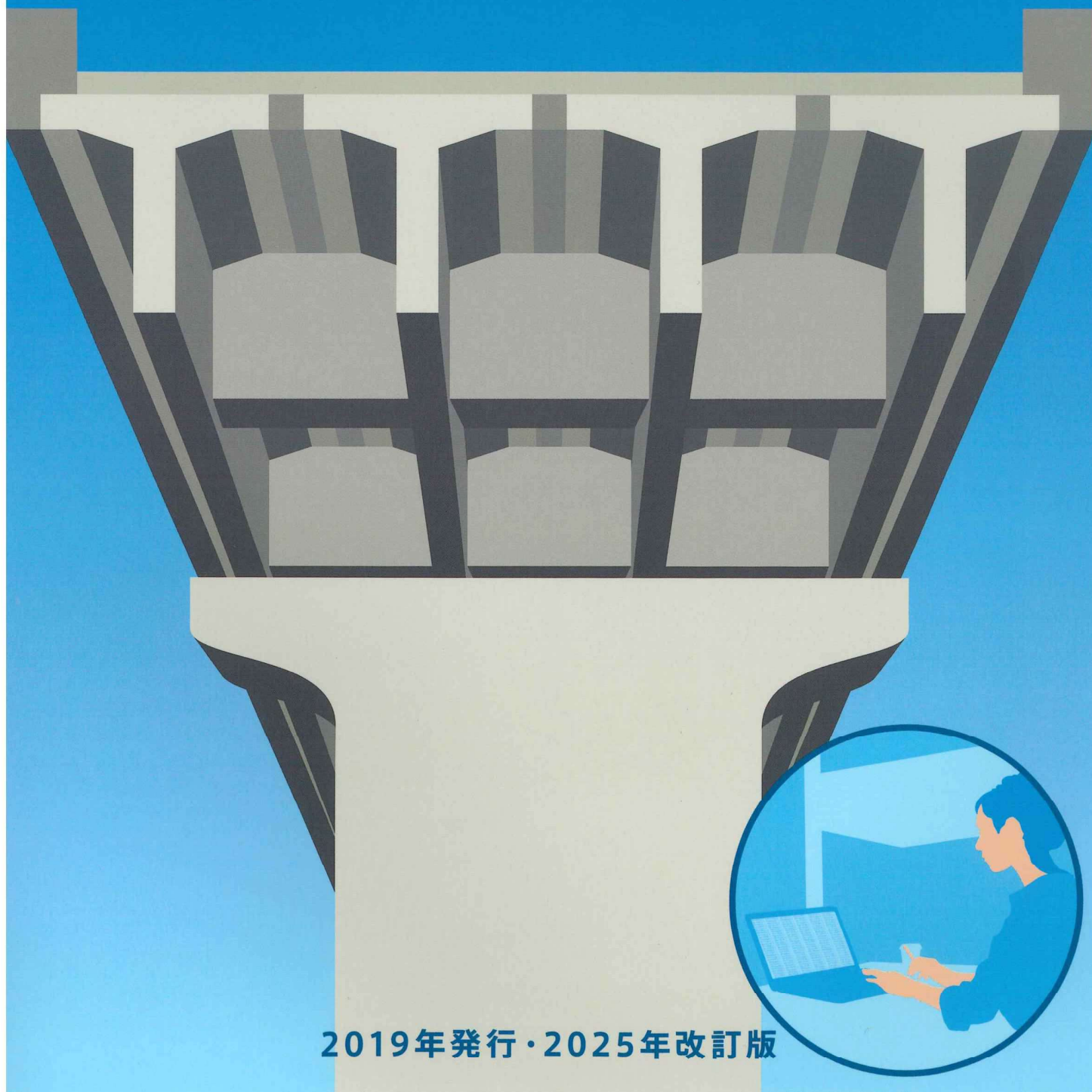


# やさしいPC橋の設計

～ポストテンション方式PC単純T桁橋～

〔H29道路橋示方書対応〕



2019年発行・2025年改訂版



一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会

## はじめに

戦後、ヨーロッパから導入されたプレストレストコンクリート技術（以下「PC技術」と称す）が我国に実用化されて以来、約70年が経ちました。この間、PC技術はさまざまな構造物に応用されて今日に至っており、今後もその適用範囲が拡大されていくことと期待されます。

PC技術につきましては、設計・施工等に関する参考図書が数多く出版されていますが、いずれも専門家向けのもが多く、PC構造物の設計に新たに取り組もうとされる初心者の方への適当な参考書は数少ないのが現状です。そこで私どもは、やさしいプレストレストコンクリート構造物の具体的な設計例についての参考書をまとめてみました。

本書は、特に学生や若い技術者を対象に、道路橋示方書Ⅲ編を中心としたPC橋設計の基本事項の理解と、ひととおりの設計手順の修得を目的としており、PCポストテンション方式単純T桁橋の設計例の解説を中心に実習形式でまとめています。

「やさしいPC橋の設計」は、平成3年10月に初版が発刊されて以来、平成5年11月の道路構造令の改正、平成6年3月に建設省（現、国土交通省）発刊のポストテンション方式PC単純T桁橋の標準設計の改訂、平成11年10月の国際単位系（SI単位）への移行など関連法令や設計基準の変遷に対応し逐次改訂を重ねてきました。

今回の改訂では、平成29年11月に制定された道路橋示方書が、許容応力度設計法に代わって部分係数設計法が取り入れられたことから、これまでになく大きな刷新となりました。以前は、「プレストレストコンクリートの概要」と許容応力度設計法での「PC道路橋の設計例」の2本立てとしていましたが、本書では許容応力度法から部分係数設計法へ変更するとともに、平成24年の道路橋示方書から平成29年の道路橋示方書の改定に伴い変更された事項については「メモ」等で解説を加え、分かり易い資料作りに心がけました。これからは維持管理の時代と言われており、古い橋梁を補修補強していくうえでは当時の設計法を見返る必要性が多分にあり、そのときには旧版となる「許容応力度設計法での設計例」が役立つと考えています。

平成29年11月の道路橋示方書を読み解きながら執筆致しましたが、示方書を正しく理解できていないで記述している箇所もあるかと思えます。ご利用下さる皆さま方のご意見をいただきながら、引き続き内容の充実を図っていく所存です。

平成31年3月

一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会

## 2025 年改訂にあたり

本書は、2019年3月に発刊以来、多くの皆さまにご活用いただいております。このたびの改訂では、読者の皆様から寄せられたご意見や執筆関係者による精査を踏まえ、誤字脱字の修正、示方書記述事項の精査、計算ミスの訂正などを行いました。今後も、皆さまのご意見を取り入れながら、内容の充実を図ってまいります。本書が引き続きお役に立てれば幸いです。

令和7年3月

一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会

# やさしいPC橋の設計 ～ポストテンション方式PC単純T桁橋編～

## 目 次

1. 概要	1
1. 1 設計一般	1
(1) 設計の手順	1
(2) 断面寸法および桁配置の決定	3
(3) 曲げとせん断について	8
(4) 照査方法	9
1. 2 設計条件	15
(1) 設計条件	15
(2) 使用材料と材料諸定数	16
1. 3 構造寸法	19
1. 4 設計概要	22
(1) 作用の組合せ	22
(2) 耐荷性能および耐久性能	25
2. 床版の設計	31
2. 1 床版（橋軸直角方向；PC構造）の設計概要	31
(1) フローチャート	31
(2) 床版の設計に関する基本事項	32
(3) 床版寸法	37
2. 2 断面寸法・PC鋼材配置の設定と断面諸定数の計算	40
(1) 断面寸法とPC鋼材配置	40
(2) PC鋼材の側面配置形状	41
(3) 断面諸定数	42
2. 3 断面力の計算	45
(1) 解析モデル	45
(2) 荷重強度	47
(3) 断面力の計算	48
(4) プレストレスの計算	53
(5) 断面力と応力度の集計	64
(6) ウェブの断面力	69
2. 4 耐荷性能の照査（永続支配・変動支配）	74
(1) 前提条件	74
(2) 曲げモーメントによる限界状態1に対する照査	77
(3) せん断力による限界状態1に対する照査	78

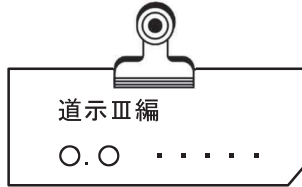
(4) 曲げモーメントによる限界状態3に対する照査	79
(5) せん断力による限界状態3に対する照査	84
2. 5 耐荷性能の照査 (特定の荷重組合せ) -----	85
(1) 相反応力部材の照査	85
(2) 施工時の照査	86
(3) 片持版端部の照査	86
(4) 防護柵への衝突の照査	87
2. 6 耐久性能の照査 -----	91
(1) 腐食に対する耐久性能の照査	91
(2) 疲労に対する耐久性能の照査	92
2. 7 その他の検討 -----	93
2. 8 床版 (橋軸方向 ; RC 構造) の設計 -----	94
(1) フローチャート	94
(2) 断面寸法と鉄筋配置の設定	95
(3) 断面力の計算	96
(4) 耐荷性能の照査 (永続支配・変動支配)	97
(5) 耐荷性能の照査 (特定の荷重組合せ)	100
(6) 耐久性能の照査	101
(7) その他の検討	101
3. 主桁の設計 -----	102
3. 1 主桁の設計概要 -----	102
(1) フローチャート	102
(2) 主桁配置	103
(3) 標準桁高と主桁寸法	103
(4) 主方向 PC 鋼材配置	103
3. 2 断面寸法・PC 鋼材配置の設定と断面諸定数の計算 -----	105
(1) 設計断面	105
(2) 断面寸法と PC 鋼材配置	106
(3) PC 鋼材の側面配置形状	107
(4) 断面諸定数	108
3. 3 断面力の計算 -----	122
(1) 解析モデル	122
(2) 荷重強度	128
(3) 断面力の計算	133
(4) プレストレスの計算	138
(5) 断面力の集計	146
(6) 応力度の集計	149

3. 4	耐荷性能の照査（永続支配・変動支配）	152
(1)	前提条件	152
(2)	曲げモーメントによる限界状態 1 に対する照査	155
(3)	せん断力による限界状態 1 に対する照査	157
(4)	ねじりモーメントによる限界状態 1 に対する照査	161
(5)	曲げモーメントによる限界状態 3 に対する照査	164
(6)	せん断力による限界状態 3 に対する照査	168
(7)	ねじりモーメントによる限界状態 3 に対する照査	175
(8)	ウェブに配置する鉄筋の計算	176
3. 5	耐荷性能の照査（特定の荷重組合せ）	178
(1)	相反応力部材の照査	178
(2)	施工時の照査	179
3. 6	耐久性能の照査	183
(1)	腐食に対する耐久性能の照査	184
(2)	疲労に対する耐久性能の照査	186
3. 7	その他の検討	189
4.	横桁の設計	190
4. 1	横桁の設計概要	190
(1)	フローチャート	190
(2)	横桁の構造	191
(3)	横桁横締め PC 鋼材配置	191
4. 2	断面寸法・PC 鋼材配置の設定と断面諸定数の計算	193
(1)	断面寸法と PC 鋼材配置	193
(2)	断面諸定数	194
4. 3	断面力の計算	201
(1)	断面力の解析結果	201
(2)	プレストレスの計算	203
(3)	断面力の集計	206
(4)	応力度の集計	209
4. 4	耐荷性能の照査（永続支配・変動支配）	212
(1)	前提条件	212
(2)	曲げモーメントによる限界状態 1 に対する照査	215
(3)	せん断力による限界状態 1 に対する照査	216
(4)	ねじりモーメントによる限界状態 1 に対する照査	219
(5)	曲げモーメントによる限界状態 3 に対する照査	222
(6)	せん断力による限界状態 3 に対する照査	223
(7)	ねじりモーメントによる限界状態 3 に対する照査	230

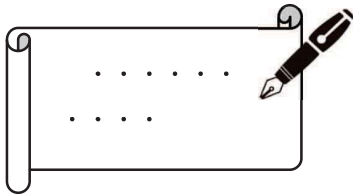
4. 5	耐荷性能の照査（特定の荷重組合せ）	231
(1)	相反応力部材の照査	231
(2)	施工時の照査	232
4. 6	耐久性能の照査	233
(1)	腐食に対する耐久性能の照査	233
(2)	疲労に対する耐久性能の照査	234
4. 7	その他の検討	235
5.	ゴム支承の設計	236
5. 1	設計条件	236
(1)	基本条件	236
(2)	反力と移動量	237
(3)	設置条件	239
5. 2	耐荷性能の照査	241
(1)	限界状態 1～3 における制限値	241
(2)	反力の集計	243
(3)	移動量の集計	248
(4)	耐荷性能の照査	250
(5)	端支点部の圧縮変位量	258
5. 3	耐久性能の照査	259
(1)	照査条件	259
(2)	制限値	260
(3)	疲労に対する照査	261
(4)	環境作用による劣化に対する照査	264
5. 4	アンカーバーの照査	265
(1)	設置条件	265
(2)	地震による水平力と曲げモーメント	265
(3)	限界状態 1, 3 における制限値	267
(4)	耐荷性能の照査	268
(5)	耐久性能の照査	270
付 1.	ギヨン・マソネーの荷重分配	271

## マークの説明

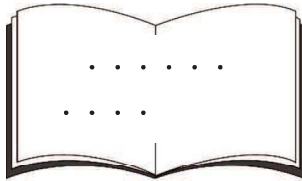
本書では、内容を理解しやすいように以下のマークが使われています。マークの意味は次のとおりです。



「道路橋示方書・同解説」各編の項目を見れば、詳細内容がわかります。



メモ：用語や内容の説明，または注意点です。

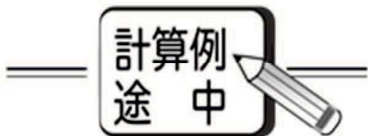


道路橋示方書や，参考文献の抜粋です。

. . . . .  
. . . . .



計算例の“始まり”を示しています。



計算例の“途中”を示しています。



計算例の“おわり”を示しています。



## 用語の定義

本書で用いる用語の意味は次のとおりです。

設計供用期間	……	適切な維持管理が行われることを前提に、設計の前提条件として橋が所要の性能を発揮することを期待する期間
橋の性能	……	橋の耐荷性能や耐久性能、その他使用目的との適合性を満足するために必要な性能から構成される一連の性能
橋の耐荷性能	……	設計状況に対して、橋としての荷重を支持する能力の観点および橋の構造安全性の観点から、橋の状態が想定される区分にあることを所要の信頼性で実現する性能
橋の耐久性能	……	設計供用期間に対して、材料の経年的な劣化が橋の耐荷性能に影響を及ぼさない状態を、所要の信頼性で実現する性能
限界状態	……	橋の耐荷性能を照査するにあたって、応答値に対応する橋や部材等の状態を区分するために用いる状態の代表点
作用	……	部材等に発生する断面力や変形等の状態変化を部材等に生じさせる全ての働き
荷重	……	部材等に働く作用を力に変換したもの
永続作用	……	設計供用期間内において、その大きさが大きく変動することなく継続的に、または非常に高い頻度で部材等に影響を及ぼす作用
変動作用	……	設計供用期間内において、絶えず大きさが変動し、その作用の最大値または最小値が部材等に及ぼす影響が無視できない作用
偶発作用	……	設計供用期間内に生じる可能性が極めて小さい、またはその規模や頻度について確率統計的に扱うことが困難であるが、部材等に及ぼす影響が甚大である作用
応答値	……	断面力や変形等、作用により変化する部材等の状態を表す指標の値
特性値	……	設計計算において、作用や材料の性質、部材等の応答の性質を最も適切に代表できるものとした指標の値
制限値	……	橋および部材等の限界状態を超えないとみなせるための適当な安全余裕を考慮した値
断面力	……	荷重作用により部材断面に生じる曲げモーメント、せん断力、軸方向力およびねじりモーメント
相反応力	……	死荷重による応力と活荷重（衝撃の影響含む）による応力のそれぞれの符号が異なる場合のその応力
荷重組合せ係数	……	異なる作用の同時載荷状況に応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行うための係数： $\gamma_p$
荷重係数	……	作用の特性値に対するばらつきに応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行うための係数： $\gamma_q$

永続作用支配状況	.....	例えば、・死荷重のように設計供用期間中に継続的に作用しているものの影響、・死荷重、土圧、水圧などの重力に起因する作用や、クリープ等の材料特性の長期的な変化により橋が受ける影響が支配的な状況
変動作用支配状況	.....	例えば、・複数の車両群の同時載荷による荷重、気温に対応する温度変化の影響、設計供用期間中に発生する確率が高い地震や数回生じる程度の強風などの同時載荷を考慮する状況
偶発作用支配状況	.....	例えば、・設計供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動や船舶等による大規模な衝突などの作用の影響を考慮する状況
抵抗係数	.....	抵抗値の評価に直接関係する確率統計的な信頼性の程度を考慮するための係数： $\Phi_R$
調査・解析係数	.....	橋の構造をモデル化し、作用効果を算出する過程に含まれる不確実性を考慮して抵抗係数を補正するための係数： $\xi_1$
部材・構造係数	.....	橋の耐荷性能の照査を部材等の耐荷性能の照査で代表させることも踏まえ、部材等の非弾性域における強度増加または減少の特性の違いに応じて抵抗係数を補正するための係数： $\xi_2$
プレストレス	.....	あらかじめ計画的に、PC鋼材により部材断面に与える圧縮応力
プレストレッシング	.....	プレストレスを与えること
プレストレス力	.....	プレストレッシングにより部材断面に作用している力
有効プレストレス	.....	PC鋼材の有効引張力によりコンクリートに与えられているプレストレス
有効引張力	.....	プレストレスを与えたのち、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮、PC鋼材のリラクセーションが終わったときにPC鋼材に作用している引張力
有効係数	.....	PC鋼材の有効引張力をプレストレッシング直後のPC鋼材に作用している引張力で除した値
コンクリートのクリープ	.....	コンクリートに一定の応力が作用した状態で時間の経過とともにひずみが増加する現象
コンクリートの乾燥収縮	.....	乾燥によりコンクリートが収縮する現象
PC鋼材のリラクセーション	.....	一定のひずみを保持した状態で時間の経過とともに応力が減少する現象
見かけのリラクセーション率	.....	PC鋼材のリラクセーションに対し、コンクリートの乾燥収縮およびクリープなどによる影響を考慮したPC鋼材引張力の減少量を最初に与えたPC鋼材引張力に対する百分率で表した値
定着具におけるセツト量	.....	PC鋼材を定着具に定着するときにPC鋼材が定着具のところで引き込まれる量
設計基準強度	.....	コンクリート構造物の設計において基準とするコンクリートの圧縮強度

有	効	幅	・・・	T桁などの応力度の照査で設計上考慮できるフランジ幅	
有	効	高	・・・	部材断面において、圧縮縁から曲げモーメントに対して配置される引張鋼材の図心までの距離	
ダ	ク	ト	・・・	ポストテンション方式によるプレストレストコンクリート部材において、PC鋼材を配置できるようにコンクリート中にあけておく孔	
シ	ー	ス	・・・	ダクトを形成するための筒	
あ		き	・・・	隣り合って配置された鉄筋、PC鋼材あるいはシースの純間隔	
か	ぶ	り	・・・	鉄筋、PC鋼材あるいはシースの表面からコンクリート表面までの最短距離	
正の曲げモーメント			・・・	床版および桁部材下側に引張応力を生じさせる曲げモーメント	
負の曲げモーメント			・・・	床版および桁部材上側に引張応力を生じさせる曲げモーメント	
プレテンション方式			・・・	コンクリートの打込みに先立ってPC鋼材を緊張しておき、コンクリートの硬化後に緊張力を解放し、PC鋼材とコンクリートの付着力によりコンクリートにプレストレスを与える方式	
ポストテンション方式			・・・	PC鋼材をコンクリートの硬化後に緊張し、定着具を用いてコンクリートにプレストレスを与える方式	
鋼		材	・・・	コンクリート構造物に用いられる鉄筋およびPC鋼材	
定	着	具	・・・	ポストテンション方式によるプレストレストコンクリート部材において、引張力を与えたPC鋼材を硬化したコンクリートに固定するための器具	
主	鉄	筋	・・・	部材の設計において、荷重作用により部材断面により生じる引張応力に対して配置する鉄筋	
斜	引	張	鉄筋	・・・	せん断力およびねじりモーメントにより部材断面により生じる引張応力に対して配置する鉄筋
軸	方	向	鉄筋	・・・	部材軸方向に配置する鉄筋
横	方	向	鉄筋	・・・	部材軸直角方向に配置する鉄筋
正	鉄	筋	・・・	正の曲げモーメントにより生じる引張応力に対して配置する主鉄筋	
負	鉄	筋	・・・	負の曲げモーメントにより生じる引張応力に対して配置する主鉄筋	