

第1章 総 説

1-1 マニュアルの目的と適用

本マニュアルは、バイプレストレッシング工法によるPC橋の設計・施工に関する標準を示し、今後の計画・設計・施工の手引書となることを目的として作成したものである。

このマニュアルの内容は、バイプレストレッシング工法によるPC橋の設計・施工に関して、次に示すような事項を中心に記述している。

- 1) PC単純桁橋、連結桁橋及びセグメント工法による橋梁を対象にしている。
- 2) 従来のPC桁橋に関する記述について重複する部分は省略し、バイプレストレッシング工法固有の諸事項について記述している。
- 3) 道路橋示方書（Ⅰ、共通編、Ⅲ、コンクリート橋編）・同解説に規定のない基準値については、実験などにより定めている。

本マニュアルに示していない事項については、主として以下の示方書等による。〔 〕内は本文中で用いる略称である。

- ① 道路橋示方書（Ⅰ、共通編、Ⅲ、コンクリート橋編）・同解説（平成14年）〔道示Ⅰ〕〔道示Ⅲ〕
日本道路協会
- ② コンクリート道路橋設計便覧（平成6年）〔設計便覧〕日本道路協会
- ③ コンクリート道路橋施工便覧（平成10年）〔施工便覧〕日本道路協会
- ④ 土木学会規準（2002年）土木学会
- ⑤ コンクリート標準示方書・構造性能照査編2002年〔標準示方書・構造性能照査編〕土木学会
- ⑥ コンクリート標準示方書・施工編（2002年）〔標準示方書・施工編〕土木学会
- ⑦ PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル（改訂版）（2002）〔グラウトマニュアル〕
プレストレスト・コンクリート建設業協会
- ⑧ プレキャストブロック工法によるプレストレスコンクリート道路橋設計・施工指針（案）（平成7年）建設省土木研究所、プレストレスト・コンクリート建設業協会
- ⑨ PC連結げた橋設計の手引き（案）（平成10年）プレストレスト・コンクリート建設業協会

1-2 用語の定義

本マニュアルで用いる用語は〔道示Ⅲ 1.2用語の定義〕によっているが、バイプレストレッシング工法に固有の用語を次のように定義する。

- ・ バイプレストレッシング方式…ポストテンション方式もしくはプレテンション方式とポストコンプレッション方式を併用して、プレストレスを与える方式
- ・ ポストコンプレッション方式…コンクリートと付着しないように配置したPC鋼材をコンクリートの硬化後に押し込み、プレストレスを与える方法
- ・ 引張PC鋼材……コンクリート構造物にプレストレスを与えるために引張して用いる高強度の

鋼材

- ・ 圧縮 PC 鋼材……コンクリート構造物にプレストレスを与えるために圧縮して用いる高強度の鋼材で、本文では圧縮 PC 鋼棒を示す。
- ・ 絞りシース……圧縮 PC 鋼棒を収容し、圧縮力導入時における圧縮 PC 鋼棒の座屈防止とダクトを形成するために用いる縦横に一定間隔で交互に絞ったシース
- ・ プレグラウト圧縮 PC 鋼棒…… PC 鋼棒と薄肉鋼管の間に未硬化の常温硬化性のプレグラウト材を充填した圧縮 PC 鋼材

1-3 記号

記号は、従来の記号に位置を表す添字と作用を表す添字を順に付け加える。なお、位置を表す必要のないものは、これを省略する。

例 P_{tc} 圧縮 PC 鋼材による直後プレストレス力

σ_{cegTC} 圧縮 PC 鋼材による引張 PC 鋼材位置の有効プレストレス

記号

	引張 PC 鋼材		圧縮 PC 鋼材	
	直後	有効	直後	有効
導入応力 ●緊張力、圧縮力 ●曲げモーメント ●せん断力	P_{rT}	P_{eT}	P_{tc}	P_{ec}
	M_{prT}	M_{peT}	M_{ptc}	M_{pec}
	S_{prT}	S_{peT}	S_{ptc}	S_{pec}
PC 鋼材の 応力度 ●鋼材応力度 ●弾性変形による変動量 ●クリープ乾燥収縮による変動量 ●リラクセーションによる減少量 ●有効係数	σ_{prT}	σ_{peT}	σ_{ptc}	σ_{pec}
	$\Delta \sigma_{prT}$	$\Delta \sigma_{peT}$	$\Delta \sigma_{ptc}$	$\Delta \sigma_{pec}$
	$\Delta \sigma_{p\phi T}$		$\Delta \sigma_{p\phi c}$	
	$\Delta \sigma_{prT}$		$\Delta \sigma_{prc}$	
	η_T		η_c	
PC 鋼材諸元 ●ヤング係数 ●断面積 ●本数		E_{pT}		E_{pc}
		A_{pT}		A_{pc}
		N_{pT}		N_{pc}
コンクリート 断面諸元 ●断面係数 ●鋼材位置 ●図心距離		W_{gT}		W_{gc}
		Y_{pT}		Y_{pc}
		e_{pT}		e_{pc}
プレストレス ●上縁 ●下縁 ●引張 PC 鋼材位置 ●圧縮 PC 鋼材位置	σ'_{ctT}	σ'_{cet}	σ'_{ctc}	σ'_{cec}
	σ_{ctT}	σ_{ceT}	σ_{ctc}	σ_{cec}
	σ_{ctgTT}	σ_{cegTT}	σ_{ctgtc}	σ_{cegtc}
	σ_{ctgcT}	σ_{cegct}	σ_{ctgcc}	σ_{cegcc}

1-4 バイプレッシング方式の概要

1-4-1 バイプレッシングの原理

バイプレ方式とは、「2つの」を意味する接頭語「bi:バイ」を使った、バイプレッシング方式 (Bi-Prestressing System) の略称で、PC 鋼材を圧縮するポストコンプレッション方式と従来のプレッシング方式を併用することから名称されたものである。なお、バイプレッシング工法 (略称: バイプレ工法) とはバイプレ方式によって PC 部材を製作する技術の総称である。

バイプレ方式の応力状態を図 1.1 に従って単純桁の場合について説明すると次のようになる。

- ① ポストテンション方式では、引張縁 (桁下縁) 付近に配置された PC 鋼材を緊張し、軸圧縮力と偏心曲げモーメントを与えることにより、桁上縁で小さな引張応力、桁下縁で大きな圧縮応力が作用するプレストレス分布状態となり、プレストレスは主として荷重による桁下縁の引張応力を打ち消す。
- ② ポストコンプレッション方式では、圧縮縁 (桁上縁) 付近に配置された PC 鋼材を圧縮し、軸引張力と偏心曲げモーメントを与えることにより桁上縁で大きな引張応力、桁下縁で小さな圧縮応力が作用するプレストレス分布状態となり、プレストレスは主として荷重による桁上縁の圧縮応力を打ち消す。
- ③ バイプレ方式では、2つの方式を組み合わせ、緊張力と圧縮力を調整することによって、軸圧縮応力が小さく曲げ応力が大きなプレストレスを与えることが可能となり、プレストレスは桁下縁において、荷重による大きな引張応力を打ち消すだけでなく、桁上縁における大きな圧縮応力をも打ち消す。

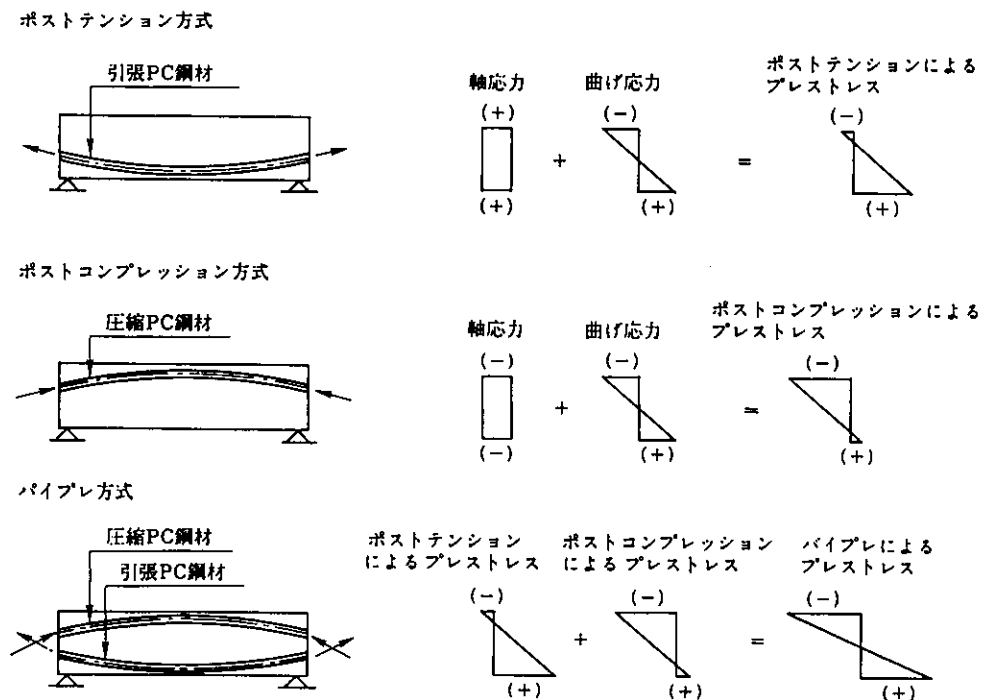


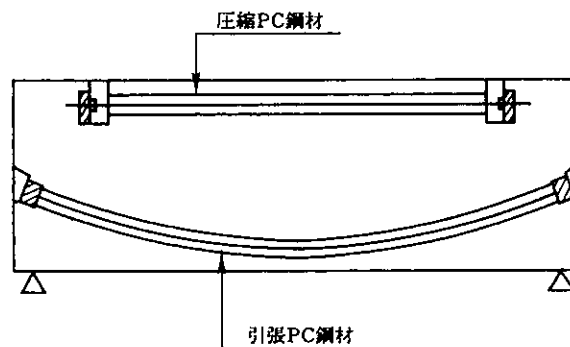
図 1.1 コンクリート断面の応力状態 [(+) : 圧縮, (-) : 引張]

つまり、曲げモーメントを受ける部材に対して、より軸圧縮力が小さく、偏心曲げモーメントの卓越したプレストレスを与えることとなる。プレストレスの分布は引張PC鋼材と圧縮PC鋼材の配置・量を調節し、自由にコントロールでき、理論上は、荷重による曲げ応力を打ち消し、無応力状態を作り出すことも可能である。

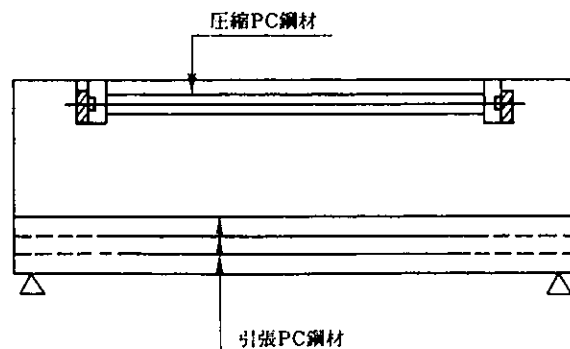
1-4-2 バイプレストレス方式の種類

従来のプレストレス方式にはポストテンション方式とプレテンション方式があり、これらの方式とポストコンプレッション方式とを併用することにより図1.2に示す2種類のバイプレストレス方式が実施されている。

- ① ポストテンション・ポストコンプレッション併用方式（略称：ポステン併用方式）
- ② プレテンション・ポストコンプレッション併用方式（略称：プレテン併用方式）



(a) ポストテンション・ポストコンプレッション併用方式



(b) プレテンション・ポストコンプレッション併用方式

図1.2 バイプレストレス方式の種類

1-5 ポストコンプレッション方式の概要

ポストコンプレッション方式の圧縮PC鋼材には、 $\phi 26 \sim 40\text{mm}$ の太径の熱処理PC鋼棒が用いられる。ここでは、2つの圧縮PC鋼棒システムと2つの圧縮力導入定着システムを概説する。

1-5-1 圧縮PC鋼棒システム

圧縮PC鋼棒に圧縮力を導入するポストコンプレッション方式には、グラウト施工を行う絞りシース方式と後硬化型のプレグラウト材を注入したプレグラウト方式の二つのシステムがある。二つのシステムについてはコスト面での大きな差異はないが、鋼材配置・構造寸法などの構造面、セグメント

工法や圧縮 PC 鋼棒の組立などの施工面、構造物の環境条件などを考慮して適切なシステムを選択することとする。

(1) 絞りシース方式

絞りシース方式は、バイプレ工法が開発された当初から、一般に使用されてきたグラウト注入方式の圧縮 PC 鋼棒システムである。絞りシース方式は、圧縮力導入時の PC 鋼棒の座屈を防止するために、所定の間隔で交互に絞ったシースを用いたシステムである。(図 1.3 参照) 絞りシースは、導入時の PC 鋼棒の横変形をシースの絞り位置で拘束して座屈を防いで安定性を保持しながら、グラウト注入時に必要なシース内の空隙を確保したものである。

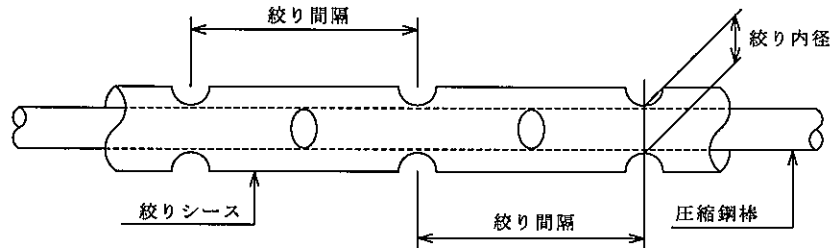


図 1.3 絞りシース

(2) プレグラウト方式

圧縮 PC 鋼棒を、その外径より 1 - 2 mm 程度大きい内径の薄肉鋼管の中に挿入したもので、全長に渡って PC 鋼棒の横変形を拘束することから、圧縮力導入時の安定性も高く摩擦損失も少ない。薄肉鋼管と圧縮 PC 鋼棒との隙間には、プレストレス導入後に硬化するプレグラウト材を専門工場にて圧入したもので、現場でのグラウト作業を必要としない高品質・省力型材料といえる。近年のプレグラウト材料と注入技術の進歩によって実用化されたものである。

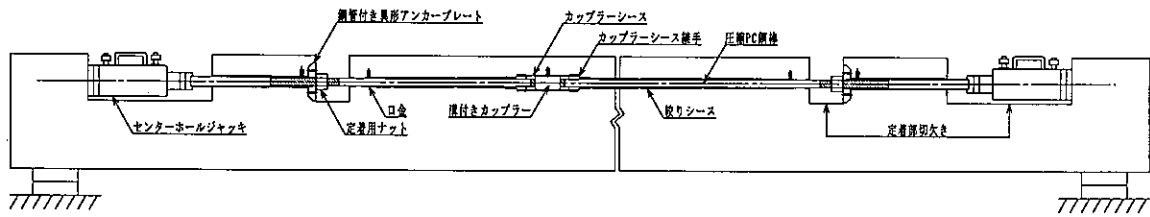
1-5-2 圧縮プレストレス力導入・定着システム

圧縮 PC 鋼棒に圧縮力を導入して定着する方法には、国内で一般的に用いられている主桁上縁部の切欠きを利用した切欠き方式と、主桁の端部に定着具を配置する端部定着方式、および両者の中間的なシステムとして桁端部押し込み方式がある。端部定着方式には、世界で最初に施工されたアルム橋(オーストリア、1977年施工)の例があるが、本文では切欠き方式と桁端部押し込み方式の2つのシステムについて記述する。

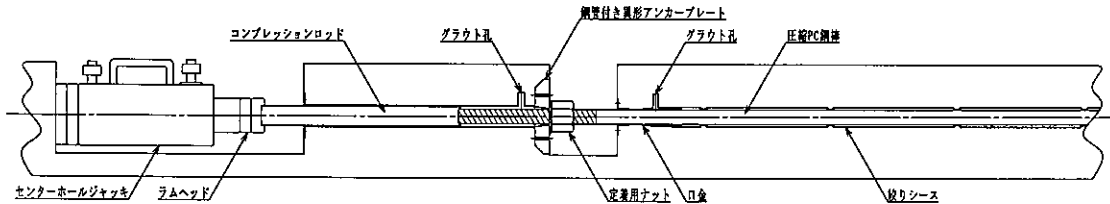
(1) 切欠き方式

バイプレ工法では、主桁上縁に設置した切欠き部にジャッキを設置して、PC 鋼棒を押し込み、定着する切欠き方式が標準化され、圧縮 PC 鋼棒 $\phi 26\text{mm}$ と $\phi 32\text{mm}$ を使用した単純桁橋に一般に使用されてきた。切欠き方式には、導入用のジャッキ用切欠きと定着用切欠きの二箇所の切欠き部を必要とする。導入ジャッキには通常用いられるセンターホールジャッキが使用できるため簡便性があるが、太径の圧縮 PC 鋼棒 $\phi 36\text{mm}$ 、 $\phi 40\text{mm}$ についてはジャッキも大型化し、切欠き部も大きくなることから標準化されていない。

図 1.4 に切欠き方式の圧縮プレストレス導入・定着システムの概要を示す。図 1.4 では圧縮 PC 鋼棒に絞りシース方式を用いた例を示すが、プレグラウト方式もシース、カップラーや金具関係の細部を除いて同様の構造となる。

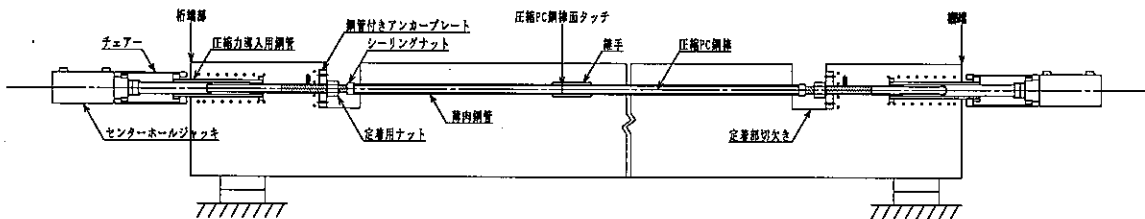


(a) システム全体図

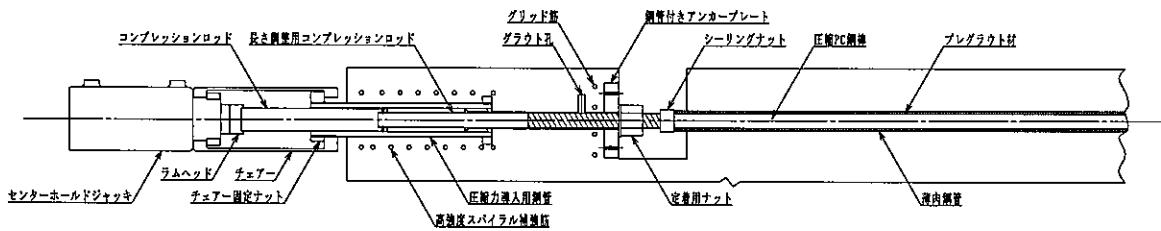


(b) 定着部拡大図

図 1.4 切欠き方式 導入・定着システム (絞りシース方式)



(a) システム全体図



(b) 定着部拡大図

図 1.5 桁端部押込み方式 導入・定着システム (プレグラウト方式)

(2) 桁端部押込み方式

専用ジャッキを用いて、圧縮 PC 鋼棒の押込みを桁端部で行うことで、前項の切欠き方式のジャッキ用切欠き部を不要としたシステムである。コンクリートの切欠きは定着部のみに限定し、切り欠き定着方式の安定性と簡便性を活かしながら、主桁の切欠きを最小化したシステムである。桁端部の主桁上面の切欠きを少なくできるため、連結桁橋などへの適用性を拡大するとともに、太径も含めたφ 26~40mm の各圧縮 PC 鋼棒の導入・定着システムとして標準化した。

図 1.5 に桁端部押込み方式の圧縮プレストレス導入・定着システムの概要を示す。図 1.5 では圧縮 PC 鋼棒にプレグラウト方式を用いた例を示すが、絞りシース方式もシース、カップラーや金具関係の細部を除いて同様の構造となる。