

# バイプレ工法による PC 桁橋の設計の要点

渡 部 篤\*

## 1. まえがき

従来の PC 桁の圧縮縁に PC 鋼材を配置し、これを押込・定着することにより、部材圧縮縁に引張応力を付与する工法を“バイプレ工法”と命名してから6年の月日が流れた。この名称のルーツは同工法に対する外国雑誌の論文の中にあった“Bi-Stressing”にあり、Stressing という用語が日本ではなじみがないことから Prestressing に置き換え“Bi-Prestressing”と命名したものである。しかし、バイプレストレスングというのは言いにくく、長ったらしいことから、テレビジョンがテレビとなったように、いつしかバイプレと呼ばれるようになった。

もしバイストレスングとしていたら、バイストと呼ばれたかは疑問である。ネーミングの問題であろう。

1985年5月に、支間 57.58m の川端橋側道橋が国内のバイプレ工法による1号橋として誕生してから今日(1988年9月現在)までにちょうど10橋の実績を数えるに至った(表-1参照)。バイプレストレスング工法協会が1987年7月に発足してから数えると6橋の実績となる。

ここでは、これまでの実績をもとに、バイプレ工法による PC 単純桁橋の設計上の要点を述べている。

不十分な点も多いと思われるが、諸賢各位の今後のご批評並びにご指導を賜わり、バイプレ工法に関する諸技術の向上に努めていきたいと考えている。

## 2. プレストレス導入システム

圧縮 PC 鋼材によるプレストレス導入システムには、部材端で定着する端部定着方式と径間内で定着する径間部定着方式がある。オーストラリアの Alm 橋(支間 76m)では端部定着方式が、国内では図-1に示すような径間部定着方式が採用されている。

端部定着方式は、圧縮 PC 鋼材をすべて部材端で定着するために、径間部断面において断面欠損が生じないという利点がある。しかし、従来よりもさらに桁高を低くした部材端断面で引張 PC 鋼材と圧縮 PC 鋼材を定着しなければならず、プレキャスト方式の I 形断面桁では、その両方を定着することは困難である。箱形断面では両方の PC 鋼材を配置することは可能であるが、過密状態となり、補強鉄筋の配置作業が煩雑となることは避けられない。また、圧縮 PC 鋼材が不要な範囲にまで配置す

表-1 バイプレ工法実績表

(1988年9月現在)

	施 主	橋 名	完成年	橋長・幅員 (m)	桁長・支間 (m)	桁 高 (m)	桁高/支間	橋 梁 種 別, 主桁断面, 荷重
1	福岡県土木事務所	川端橋側道橋	1985	58.600 2.500	58.480 57.580	1.000~1.550	1/58~1/37	歩道橋, 箱桁 350 kg/m <sup>2</sup>
2	長野県役場	薪 寄 橋	1985	30.100 4.000	30.000 29.200	1.000	1/29	道路橋, T桁 TL-14+100 kg/m <sup>2</sup>
3	大阪府土木事務所	新 町 橋	1986	17.500 10.500	17.400 16.840	0.750	1/22	道路橋, I桁 TL-20
4	福岡県土木事務所	新 町 橋	1986	21.400 12.750	21.256 20.656	0.600	1/34	道路橋, 中空桁 TL-20
5	東日本旅客鉄道(株)	堀 川 橋	1988	31.000 14.000	30.900 30.000	0.900	1/33	道路橋, I桁 TL-20
6	長野県役場	鷺ノ巣橋	1988	26.740 10.500	26.700 26.000	0.814	1/32	道路橋, I桁 TL-20
7	島根県土木事務所	小伊津漁港橋	1988	70.500 5.000	50.450 49.550	1.500	1/33	道路橋, 中空桁 TL-14
8	住宅・都市整備公団南多摩開発局	多広路 1-12 号橋	工事中	66.800 4.000	66.700 65.660	2.000	1/33	歩道橋, 箱桁 350 kg/m <sup>2</sup>
9	日本道路管理局	桑名第2-IC橋	〃	27.900 13.400~15.100	27.800 27.097	1.000	1/27	道路橋, T桁 TL-20
10	山口県土木事務所	石 原 橋	〃	26.500 12.000~12.782	26.422 25.722	0.800	1/32	道路橋, I桁 TL-20

\* オリエンタルコンクリート(株)本社技術部

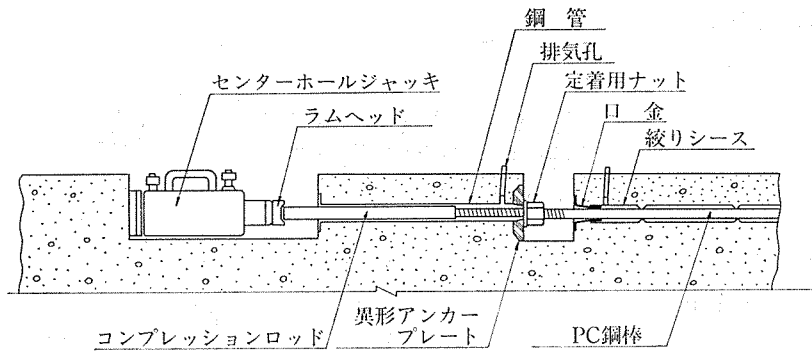


図-1 定着部拡大図

るため、圧縮 PC 鋼材の使用量が多くなる。

一方、箱抜きによる径間部定着方式は、同じ断面にそれぞれの PC 鋼材を定着する必要がなく、段階的に径間部に圧縮 PC 鋼材を定着することができるので I 形断面の桁でも比較的容易に配置することができ、また圧縮 PC 鋼材は必要な範囲に必要な量を配置することができ経済的である。この方式の欠点は、押込・定着のための箱抜き切欠きを断面内に設けなければならないことである。

国内における径間部定着方式による部材へのプレストレス導入システムは 図-2 に示すとおりであり、以下の手順で主桁圧縮縁にプレストレスによる引張応力を与えることができる。

所定の位置に、シース内に収納した PC 鋼棒を配置した後、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、アンカープレートと一体の鋼管内にコンプレッションロッドをジャッキ収納用定着部箱抜き側より挿通し、芯合せ用ラムヘッドおよびジャッキをセットする。ジャッキは PC 鋼棒とジャッキの軸芯合せが容易なセンターホール型のものを使用している。次にジャッキ反力をジャッキ背面の箱抜き部で支持しながらジャッキを作動させ、PC 鋼棒を主桁中央部に向かって押し込む。ジャッキは通常対向させ 2 基使用するが、桁長が短ければ 1 台で片押しすることも可能である。ジャッキ背面と部材との間には応力分散用のプレートを紹介している。PC 鋼棒両端のジャッキにより PC 鋼棒を押し

込むと PC 鋼棒の短縮とともに定着ナットも移動するので、移動した量だけ定着ナットを回転させ、アンカープレート前面まで戻す。同様の作業を繰り返して、PC 鋼棒に所定の圧縮力を与えるまで押し込む。PC 鋼棒に与えた圧縮力が減少しないように定着ナットをしっかりと止めた後、ジャッキを解放する。

PC 鋼棒に与えた圧縮力は、定着ナット、アンカープレートを介し反

力として主桁に伝えられる。両端の反力はそれぞれ部材端方向に向かって作用するので、両アンカープレート間の主桁部には、主桁を引き伸ばそうとする引張力と主桁を上側に反らせようとする負の偏心モーメントが発生し、これらによる応力が合成されて桁上縁に引張応力が発生する。

### 3. 主桁の断面形状

バイプレ工法は、従来の工法では不可能な低い桁高が要求される場合に採用されることが最も多いと思われる。

したがって主桁断面の検討に際して、桁高を与えられたものとし、荷重、支間、幅員および主桁コンクリートの場所打ちが可能か否か等から断面形状が選定される。

一般に支間が 50 m 以下でプレキャスト化が可能ならば、I 形断面あるいは中空断面となる。支間が 50 m を超える場合、圧縮 PC 鋼材の配置から箱形断面とするのがよい。

バイプレ工法による主桁の最小桁高の目安は、支間にもよるが、一等橋の場合、I 形断面で支間の 1/35 くらい、箱形断面で 1/40 くらいである。I 形断面の場合、主桁間隔を従来よりも 35~50% 小さくしないと上記の桁高まで低くすることができない。

主桁断面の構成においては、圧縮 PC 鋼材の偏心量を多くとるために、図心が真中か真中よりやや圧縮縁側に偏心している程度に、上下フランジの幅および厚さを決

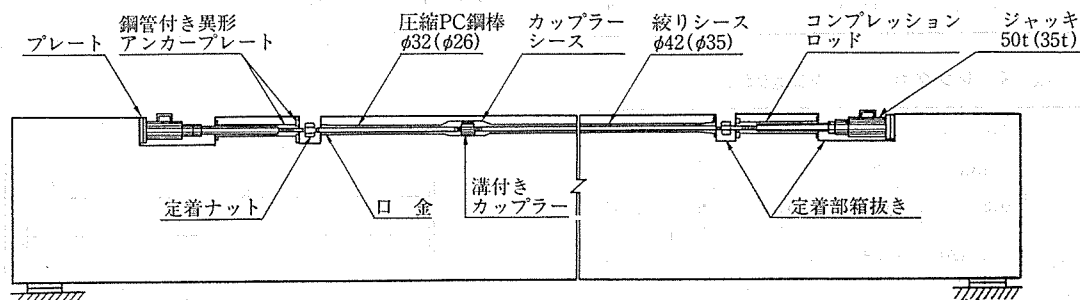


図-2 プレストレスの導入システム

めるのがよい。I形断面の場合ウェブ幅は、従来より主桁間隔を小さくとり主桁本数を増やしているの、従来の主桁より大きくとる必要がない。

#### 4. 使用材料

##### 4.1 圧縮 PC 鋼材

圧縮 PC 鋼材には、JIS G 3109「PC 鋼棒」に適合し、かつ高周波処理により製造された丸棒 B種 1号を用いる。その規格値を表-2 に示す。

表-3、表-4 に示すように、PC 鋼棒の圧縮特性は製造方法によりかなり異なるものである。これは、引抜きあるいはストレッチングによって製造された PC 鋼棒は製造の際、引張方向のひずみ硬化を生じさせ弾性限を高めており、このような PC 鋼棒に逆方向の力が作用すると、逆方向の力に対する性質は加工前のそれに近く、弾性限が低くなり、レラクセーション値も大きくなるからである。

PC 鋼棒の直径は、小支間の場合  $\phi 26$  mm、中支間で  $\phi 32$  mm が使用されているが、 $\phi 40$  mm、 $\phi 36$  mm の使用については、今後、大支間へのパイプ工法の適用に際しての課題となる。

表-2 圧縮 PC 鋼材の機械的性質

種類	記号	圧縮特性	
		降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )	レラクセーション率 (10時間値) (%)
丸棒 B種 1号	SBPR 95/110	95 以上	1.5 以下

表-3 圧縮試験結果

製造方法	種類	引張特性		圧縮特性 降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )
		降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	
高周波熱処理	C種 1号 23 mm	119.1	129.5	120.8
	B種 1号 32 mm	105.1	115.1	105.8
引抜き+ブルーイング	A種 1号 23 mm	89.1	99.2	78.5
ストレッチング+ブルーイング	A種 2号 32 mm	93.3	114.8	41.8
	B種 2号 32 mm	111.8	128.3	60.9

表-4 レラクセーション試験結果

試験片	初期荷重 (kgf) [0.8 × P <sub>y</sub> ]	レラクセーション値 (%)			
		引張		圧縮	
		10 hr	1000 hr	10 hr	1000 hr
高周波熱処理 B種 1号 32 mm	61 120	0.89	2.73	1.09	2.88
ストレッチ+ブルーイング A種 2号 32 mm	51 470	—	—	7.85	—

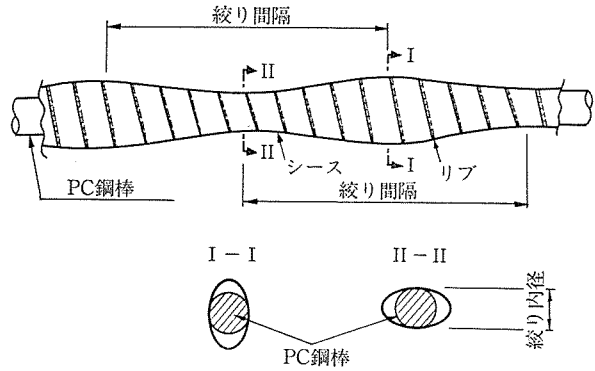


図-3 絞りシース

表-5 絞りシースの仕様

呼び名	適用鋼棒	絞り間隔	絞り内径	板厚
$\phi 42$	$\phi 32$ 用	ctc 280 mm	$\phi 32$	0.32 mm
$\phi 35$	$\phi 26$ 用	ctc 196 mm	$\phi 36$	0.27 mm

##### 4.2 絞りシース

絞りシースは、従来のスパイラルシースを 図-3 に示すように一定間隔で縦・横に絞ったものを用いる。

PC 鋼棒に圧縮力を与えた際にシース内で横方向に変形しないように拘束することにより、PC 鋼棒のバックリングを防止することができる。

絞り間隔は、PC 鋼棒径、作用圧縮力および絞り内径により定められるが、 $\phi 32$  mm および  $\phi 26$  mm PC 鋼棒の場合には、実験により定められた 表-5 の値を用いれば安全である。

##### 4.3 定着具

圧縮 PC 鋼材の定着には、鋼管付き異形アンカープレート、ナットおよびワッシャーを用いる。

異形アンカープレートは引張用のものを応力集中を避けるために4辺を45°テーパカットしたものである(図-4 参照)。

ナットおよびワッシャーは引張用のものと同等のものを用いればよい。なお、この定着具を使用した場合、ジャッキおよび定着具の組合せによる摩擦損失は4%としてよい。

##### 4.4 その他の材料

###### (1) 口金

口金は定着部箱抜きと絞りシースの取付けに用いる金

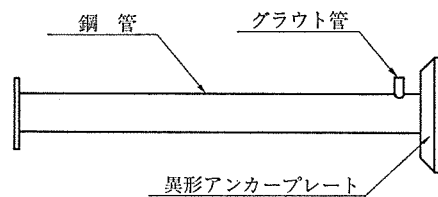


図-4 鋼管付き異形アンカープレート

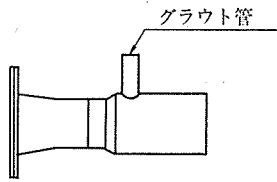


図-5 口 金

具である。図-5 に示すように圧縮 PC 鋼材の軸芯を保つため内部で絞っているが、押込時にネジが入口で接触あるいは食いこまないようにラップ状に広げている。

(2) カップラーシース



図-6 カップラー

カップラーシースの内径は、カップラーシース内での圧縮 PC 鋼材のバックリングを防

止するために、溝付きカップラーの外径よりもわずかに広いものを用いる。

(3) 溝付きカップラー

前述のようにカップラーシースとカップラー外径との間隙が少ないので、引張用のカップラーではグラウトの流れが悪くなる。そこでグラウトの流れを改善するために図-6 に示すような外側に溝を切ったものを用いる。

5. 絞りシースと圧縮 PC 鋼材との間の摩擦の影響

絞りシースと圧縮 PC 鋼材との間の摩擦の影響は引張 PC 鋼材の場合と同じではない。圧縮 PC 鋼材は圧縮力の作用によって軸方向に短縮するだけでなく、軸直角方向にも変形しようとする。絞りシースによって拘束されてはいるが完全に拘束されているわけではないので、軸直角方向にもいくらかは変形し、この変形が軸方向の短縮量のスケールによる測定に際して含まれてくる。これらと関係して、圧縮力のレベルによって単位長さに対する摩擦係数も変化する。圧縮力が大きければ大きいほどこの摩擦係数は大きくなる。したがってプレストレスングの管理においては試験によって求めた摩擦係数を用いることが望ましい。

設計計算においては、圧縮 PC 鋼材の長さ 1m 当りの摩擦係数は、PC 鋼棒 φ 32 mm の場合  $\lambda' = 0.015$ 、PC 鋼棒 φ 26 mm の場合  $\lambda' = 0.010$  としてよい。ただし、この値は実橋での最近の摩擦係数の値に比べかなり安全側の値である。

角変化に対する摩擦係数  $\mu'$  については、これまで圧縮 PC 鋼材の配置を曲線とした例がないので、止むを得ず曲線配置とする場合には、予め試験によって  $\mu'$  を求めておかなければならない。

6. コンクリートの弾性変形の影響

バイプレ工法においては、引張 PC 鋼材と圧縮 PC 鋼材が配置され、各々のプレストレス導入時期が異なる。一般に圧縮 PC 鋼材の押込は、引張 PC 鋼材の緊張後に行われるので、引張 PC 鋼材のコンクリートの弾性変形による PC 鋼材引張応力度の減少は、圧縮 PC 鋼材のプレストレスの影響も受ける。

圧縮 PC 鋼材のプレストレスによる引張 PC 鋼材のコンクリートの弾性変形によって生ずる減少量  $\Delta\sigma_{pTC}$  は、次式により求めることができる。

$$\Delta\sigma_{pTC} = n_T \left( \frac{P_{TC}}{A_{co}} + \frac{M_{pTC}}{W_{goT}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、  $n_T$ : 引張 PC 鋼材とコンクリートのヤング係数比 ( $E_{pT}/E_c$ )

$P_{TC}$ : 圧縮 PC 鋼材の導入時プレストレス力

$M_{pTC}$ : 圧縮 PC 鋼材の導入時プレストレスモーメント

$A_{co}$ : コンクリートの純断面積

$W_{goT}$ : 引張 PC 鋼材図心位置の断面係数

圧縮 PC 鋼材のプレストレスによる圧縮 PC 鋼材自身のコンクリートの弾性変形によって生ずる平均減少量  $\Delta\sigma_{pCC}$  は、次式によって求めることができる。

$$\Delta\sigma_{pCC} = \frac{1}{2} n_c \left( \frac{P'_{TC}}{A_{co}} + \frac{M'_{pTC}}{W_{goC}} \right) \frac{N_{pC} - 1}{N_{pC}} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、  $n_c$ : 圧縮 PC 鋼材とコンクリートのヤング係数比 ( $E_{pC}/E_c$ )

$P'_{TC}$ : 圧縮 PC 鋼材の定着直後のプレストレス力

$M'_{pTC}$ : 圧縮 PC 鋼材の定着直後のプレストレスモーメント

$W_{goC}$ : 圧縮 PC 鋼材図心位置の断面係数

$N_{pC}$ : 圧縮 PC 鋼材本数

7. クリープ・乾燥収縮の影響

PC 鋼材のクリープ・乾燥収縮による影響を計算する際には、引張 PC 鋼材および圧縮 PC 鋼材のプレストレスがそれぞれの PC 鋼材に互いに影響を与えるのでこれを考慮しなければならない。

引張 PC 鋼材応力度のクリープ・乾燥収縮による減少量  $\Delta\sigma_{p\varphi T}$  は、次式により求めることができる。

$$\Delta\sigma_{p\varphi T} = \frac{n_T \cdot \varphi (\sigma_{ctgTT} + \sigma_{ctgTC} + \sigma_{cdgT}) + E_{pT} \cdot \epsilon_s}{1 + n_T \frac{\sigma_{ctgTT}}{\sigma_{pT}} \left( 1 + \frac{\varphi}{2} \right)} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、  $\varphi$ : クリープ係数

$\epsilon_s$  : コンクリートの乾燥収縮度

$\sigma_{ctgTT}$  : 引張 PC 鋼材のプレストレスによる引張 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{ctgTC}$  : 圧縮 PC 鋼材のプレストレスによる引張 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{cdgT}$  : 持続荷重による引張 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{ptT}$  : 引張 PC 鋼材のプレストレス導入直後 PC 鋼材応力度

一方、圧縮 PC 鋼材は静荷重によるコンクリート応力度が圧縮応力状態下にあるため、PC 鋼材の圧縮応力度はクリープ・乾燥収縮により増加する。

圧縮 PC 鋼材応力度のクリープ・乾燥収縮による増加量  $\Delta\sigma_{p\varphi C}$  は次式により求めることができる。

$$\Delta\sigma_{p\varphi C} = \frac{nC \cdot \varphi (\sigma_{ctgCT} + \sigma_{ctgCC} + \sigma_{cdgC}) + E_p C \cdot \epsilon_s}{1 + nC \frac{\sigma_{ctgCC}}{\sigma_{ptC}} \left(1 + \frac{\varphi}{2}\right)} \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 $\sigma_{ctgCT}$  : 引張 PC 鋼材のプレストレスによる圧縮 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{ctgCC}$  : 圧縮 PC 鋼材のプレストレスによる圧縮 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{cdgC}$  : 持続荷重による圧縮 PC 鋼材図心位置のコンクリート応力度

$\sigma_{ptC}$  : 圧縮 PC 鋼材のプレストレス導入直後 PC 鋼材応力度

### 8. 曲げ破壊安全度

曲げ破壊安全度の計算においては、圧縮 PC 鋼材が受け持つ圧縮力を考慮することができる。圧縮 PC 鋼材の存在により、圧縮応力度の合力の作用位置から引張 PC 鋼材までの距離が増加するので、主桁の曲げ破壊安全度が改善される。

圧縮 PC 鋼材を考慮した破壊抵抗曲げモーメントは、

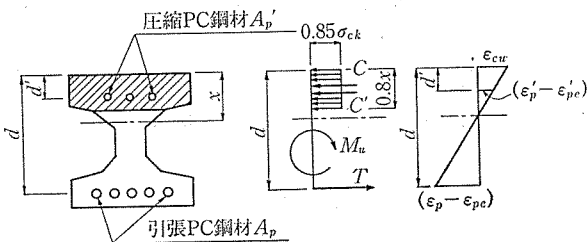


図-7 破壊抵抗曲げモーメントを算出する場合のひずみおよび応力度の分布

道示 III 2.4.4 に従い、次の仮定に基づいて求めることができる。ただし、ここでは鉄筋の影響を無視する。

- ・ 維ひずみは中立軸からの距離に比例する。
- ・ コンクリートの引張強度は無視する。
- ・ コンクリートの圧縮応力度の分布は 図-7 のとおりとする。
- ・ 鋼材応力度-ひずみ曲線は、道示 III 図-2.4.3 のとおりとする。ただし、圧縮 PC 鋼材の応力度-ひずみ曲線は PC 鋼棒 1 号の曲線を用いる。

#### ① つり合い条件

図-7 に示す、つり合い状態から次の条件式を得る。

$$T = C + C' \dots\dots\dots (5)$$

$$\epsilon_p = \frac{d-x}{x} \epsilon_{cu} + \epsilon_{pe} \dots\dots\dots (6)$$

$$\epsilon_p' = \frac{x-d'}{x} \epsilon_{cu} + \epsilon'_{pe} \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 $T$  : 引張 PC 鋼材の引張力

$C$  : コンクリートの受け持つ圧縮力

$C'$  : 圧縮 PC 鋼材の受け持つ圧縮力

$\epsilon_{cu}$  : コンクリートの終局ひずみ

$\epsilon_p$  : 引張 PC 鋼材のひずみ

$\epsilon_p'$  : 圧縮 PC 鋼材のひずみ

$\epsilon_{pe}$  : 引張 PC 鋼材の有効応力度によるひずみ

$\epsilon_{pe}'$  : 圧縮 PC 鋼材の有効応力度によるひずみ

$x$  : 圧縮縁より中立軸位置までの距離

$d$  : 圧縮縁より引張 PC 鋼材位置までの距離

$d'$  : 圧縮縁より圧縮 PC 鋼材位置までの距離

#### ② 引張 PC 鋼材の引張力 $T$ (kgf)

$$T = A_p \cdot \sigma_p \dots\dots\dots (8)$$

ここに、 $A_p$  : 引張 PC 鋼材の全断面積 (cm<sup>2</sup>)

$\sigma_p$  : 引張 PC 鋼材のひずみ  $\epsilon_p$  に対応する応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

#### ③ コンクリートの受け持つ圧縮力 $C$ (kgf)

$$C = 0.85 \sigma_{ck} \cdot A_c' \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 $\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (kg/cm<sup>2</sup>)

$A_c'$  : コンクリートの圧縮部断面積 (cm<sup>2</sup>)

#### ④ 圧縮 PC 鋼材の受け持つ圧縮力 $C'$ (kgf)

$$C' = A_p' \cdot \sigma_p' \dots\dots\dots (10)$$

ここに、 $A_p'$  : 圧縮 PC 鋼材の全断面積 (cm<sup>2</sup>)

$\sigma_p'$  : 圧縮 PC 鋼材のひずみ  $\epsilon_p'$  に対応する応力度

以上より (6), (7) 式を満足する  $x$  を求め、破壊抵抗モーメント  $M_u$  を次式により算出する。

$$M_u = C(d - \kappa_x) + C'(d - d')$$

ここに、 $\kappa_x$  : 圧縮縁からコンクリートの圧縮部コンクリート図心までの距離 (cm)

## 9. 圧縮 PC 鋼材の設計基準値

### 9.1 ヤング係数

圧縮 PC 鋼材に用いる高周波熱処理された PC 鋼棒のヤング係数は、圧縮試験結果により引張用 PC 鋼棒のそれと同じ値を用いてよい（表—3 参照）。

### 9.2 見かけのレラクセーション

表—4 に示すように高周波熱処理された PC 鋼棒の圧縮レラクセーション率は、引張レラクセーション率とほとんど変わらない。したがって引張用の PC 鋼棒と同様に見かけの圧縮レラクセーション率は 3% としてよい。

PC 鋼材の見かけのレラクセーション率は、PC 鋼材の初期応力度に大きく依存していることが知られている。圧縮 PC 鋼材の初期応力はコンクリートのクリープ・乾燥収縮による応力増加を考慮して、初期荷重を降伏荷重の 60% 以下にまで下げているため、クリープ・乾燥収縮による増加を見込んでも見かけのレラクセーション率は通常 3% を超えることはない。

### 9.3 許容圧縮応力度

高周波熱処理による PC 鋼棒の圧縮試験結果（表—3 参照）より、圧縮に対する許容値は引張に対する許容値と同等と考えることができるので、道示 III 3.3.2 の規定から、設計荷重作用時の PC 鋼棒の許容圧縮応力度は、 $0.6\sigma_{pu}=66 \text{ kgf/mm}^2$  あるいは  $0.75\sigma_{py}=71 \text{ kgf/mm}^2$  の小さい方の値  $66 \text{ kgf/mm}^2$  を用いてよい。

また、前述したようにプレストレス導入時の PC 鋼棒の圧縮応力度はクリープ・乾燥収縮による増加量を考慮して、設計荷重作用時の許容値  $66 \text{ kgf/mm}^2$  を有効係数 ( $\eta=1.2\sim 1.3$ ) で除した値を用いることになるので、導入時および導入直後の PC 鋼棒の許容圧縮応力度は、設計荷重作用時の許容値と同じでよい。

## 10. 活荷重によるたわみ

パイプレ工法による PC 桁は、従来の PC 桁よりも桁高が低く、曲げ剛性が小さいので、活荷重によるたわみは従来の PC 桁よりも大きくなる。

道示 I 1.9 ではコンクリート橋に対する許容たわみ量を規定していないが、過大な変形を抑制し、通行者に不安感を与えないように鋼橋程度の曲げ剛性を確保するために、鋼橋と同様に活荷重のたわみ量を支間 1/600 以下に留めることが望ましい。

なお、歩道橋については、日本道路協会「立体横断施設技術基準・同解説」に従わなければならない。ここでは、活荷重による主桁の最大たわみは、支間長の 1/600 を超えてはならないとしている。ただし、利用者への影響について特に配慮を加えた場合には支間長の 1/400 ま

でよい。

## 11. 圧縮 PC 鋼材定着部の構造と補強

### 11.1 定着部の構造

圧縮 PC 鋼材を定着するためにパイプレ工法では主桁上縁に定着ナット部およびジャッキ収納部に箱形の切欠きを設けている。これらの寸法は、ジャッキ・コンプレッションロッドの寸法、アンカープレート・ナットの寸法、圧縮 PC 鋼材の短縮量およびせん断に対する耐力確保を考慮して定めなければならない。

図—8 に示す各寸法は、以下の事項にいくらかの余裕量を考慮して決めればよい。

#### (1) ナット定着用切欠き部

$b_1$ : アンカープレート幅

$l_1$ : ナット, ワッシャーの厚さ, PC 鋼棒短縮量

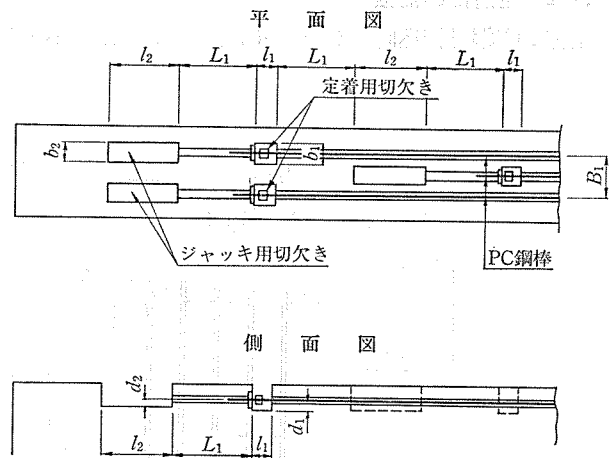
$d_1$ : ナット半径

#### (2) ジャッキ用切欠き部

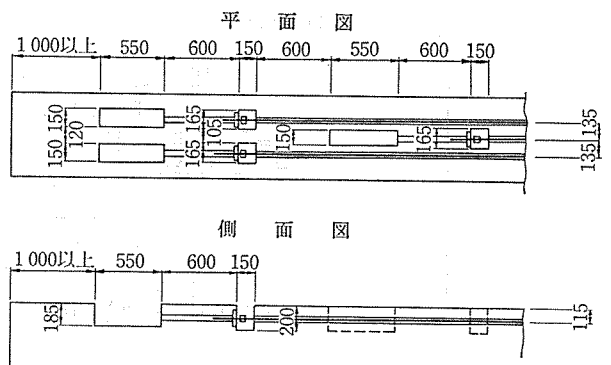
$b_2$ : ジャッキ外径

$l_2$ : ジャッキ長あるいはコンプレッションロッド長の長い方の値

$d_2$ : ジャッキ半径



図—8 定着部切欠き寸法



図—9 PC 鋼棒  $\phi 32 \text{ mm}$  用切欠き寸法

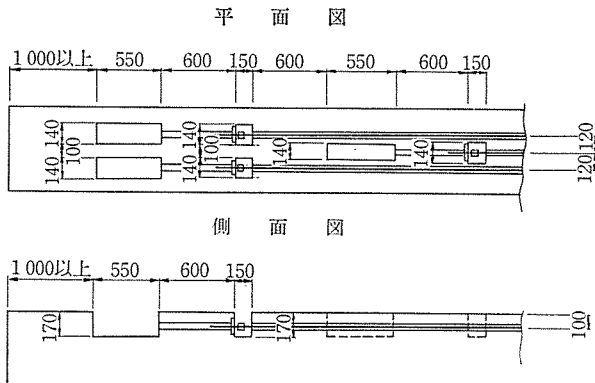


図-10 PC 鋼棒 φ26 mm 用切欠き寸法

(3) 定着部の間隔

$L_1$  : せん断耐力確保から 600 mm 以上

$B_1$  : PC 鋼棒の配置上の取合いから, PC 鋼棒 φ32 mm で 270 mm 以上, φ26 mm で 240 mm 以上

以上を考慮して各寸法を定めると 図-9, および 図-10 のようになる。ただし, ジャッキは PC 鋼棒 φ32 mm 用として 50t センターホールジャッキ(φ134×300), PC 鋼棒 φ26 mm 用として 35t センターホールジャッキ(φ128×300)を対象としている。

11.2 定着部の補強

圧縮 PC 鋼材押込時のジャッキ背面および定着後のア

ンカープレート背面では, 局部的に大きな応力が発生しひびわれの原因となる。引張 PC 鋼材定着部背面の補強と同様に十分な補強を行うと同時に, これらの背面の断面では, フルプレストレス状態として設計しておくことが望ましい。この場合には 図-11 に示す補強を行えばよい。

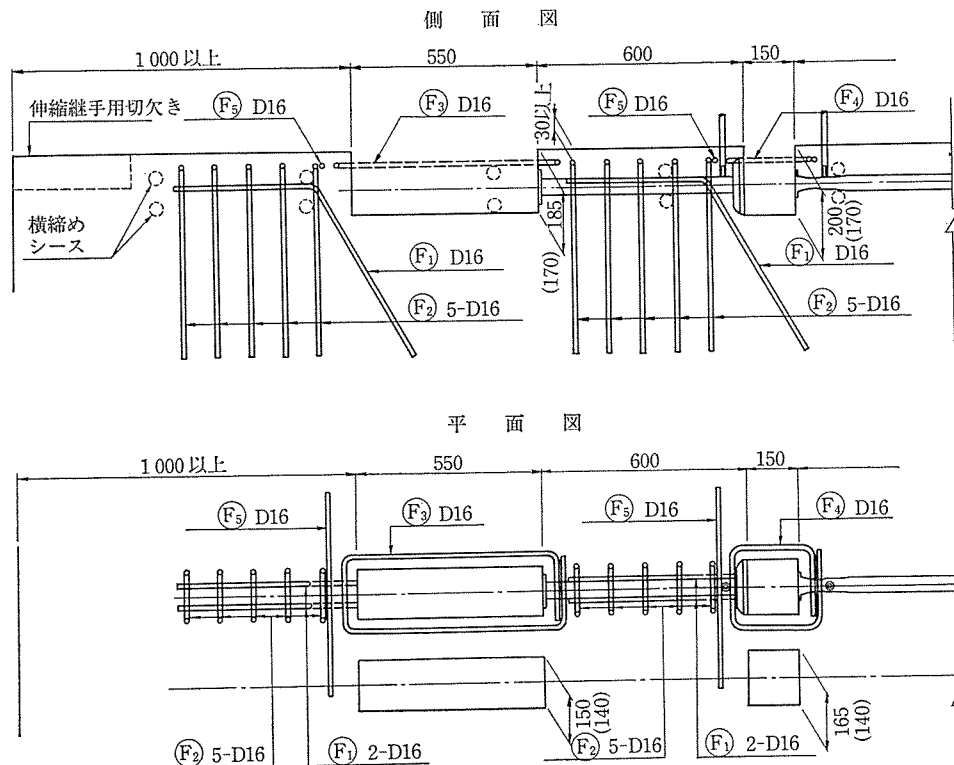
12. おわりに

バイプレ工法による PC 構造は, 従来の PC 構造の延長線上に位置づけることができ, 本文で述べたように設計上従来の PC 構造の設計思想と異なるものではない。

したがって PC 単純桁橋に应用することができるだけでなく, ラーメン構造および連続構造の PC 桁橋にもその応用範囲を拡げることができる。例えば PC 連続桁橋の中間支点上の断面下縁に圧縮 PC 鋼材を使用すれば, 支間中央における低い桁高と支点桁高を同じにできるし, 桁高が変化する場合でも支点桁高を大幅に低減できるので, 建築限界から桁高を従来よりも低くしなければならない場合には極めて有効である。

バイプレ工法がさらに普及発展を遂げることを祈る次第である。

【1988年10月25日受付】



注) ( )内寸法はφ26用を示す。

図-11 定着部補強例