

プレキャスト PC 斜 π 橋の標準設計について

日本道路公団構造技術課

1. まえがき

高速道路の供用延長は昭和51年12月に2000 km を越え、現在約3000 km の高速道路が建設中であり、今後、全国に約7600 km の高速道路網が張りめぐらされようとしている。

跨道橋の数は1100にも達し、道路延長約1.8 km に1橋の割合で建設されている。跨道橋の形式には、美観および経済性にすぐれているPC斜材付 π 型ラーメン橋（以後PC斜 π 橋という）が多く用いられている。

従来、PC斜 π 橋はほとんど支保工を用いた現場打ち工法により施工されていたが、1個所当りの施工量が小さいということと、土工工事と競合施工となって工程管理が難しいなどの理由から、標準化による合理化、現場作業の簡略化等が望まれている。

これらの問題に対処するため、プレキャストブロック工法が注目され、いくつかの例で実施されている。

今後は、PC斜 π 橋をプレキャストブロック工法で施工する事例が多くなることが予想されるので標準設計を作成した。

ここでその内容について紹介する。

2. プレキャスト PC 斜 π 橋の概要

プレキャストPC斜 π 橋の外観は図-1に示すとおりである。PC斜 π 橋で鉛直材がまっすぐなものを標準斜 π 橋、斜めになっているものを変形斜 π 橋と呼んでいる。

プレキャスト部材は、主桁と斜材であり、その他の部材は現場打ちである。

施工順序は図-2に示すとおりである。

3. 標準設計の種類

今回行った標準設計の種類は表-1に示す7種類である。

4. 設計条件

標準設計を行うにあたって考慮した設計条件を次に示

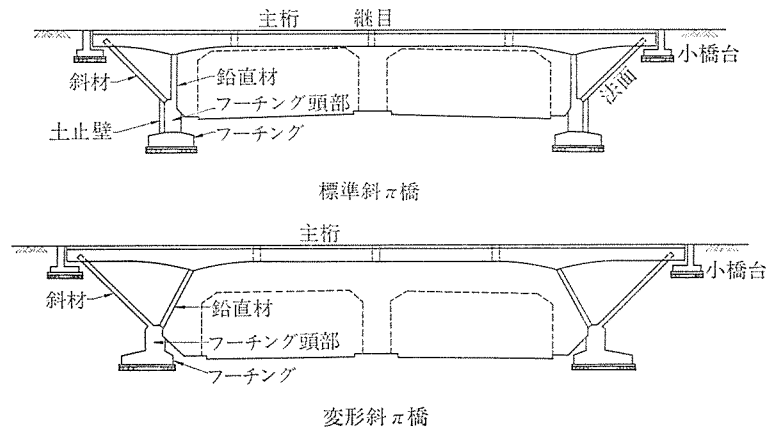


図-1 プレキャスト PC 斜 π 橋の概要

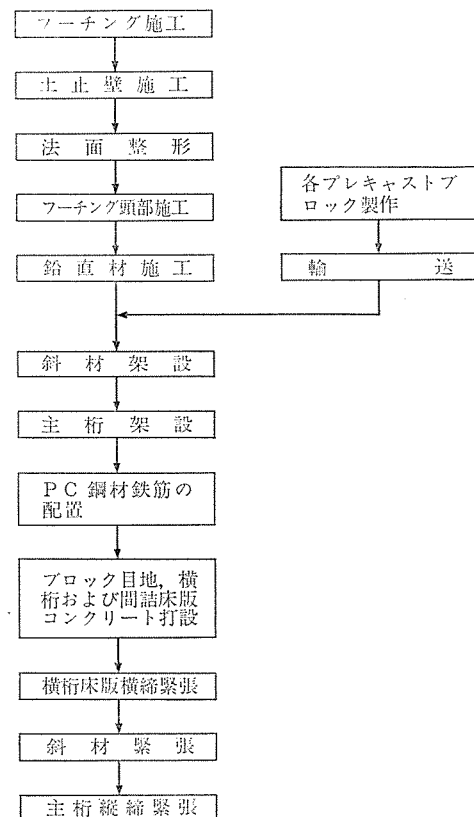


図-2 プレキャスト PC 斜 π 橋の施工順序

す。

- 1) 斜角 90°
- 2) 桁下高 5 m および 7 m
- 3) 法勾配 1:1

表一 標準設計の種類

記号	高速道路全幅 (車線数)	有効幅員 (m)	桁下高 (m)	活荷重	構造形式	主桁断面
L4-W4-H5	27,000 (4)	4.00	5.00	TL-14	標準斜	T形
L4-W4-H5	27,000 (4)	4.00	5.00	TL-20	"	"
L4-W6-H5	27,000 (4)	6.00	5.00	TL-20	"	"
L4-W8-H5	27,000 (4)	8.00	5.00	TL-20	"	"
L4-W6-H7	27,000 (4)	6.00	7.00	TL-20	変形斜	"
L6-W6-H5	34,000 (6)	6.00	5.00	TL-20	標準斜	"
L4-W4-H5	27,000 (4)	4.00	5.00	TL-20	"	ホロー形

4) 設計震度

水平震度 0.2
鉛直震度 0.0

5) コンクリート設計基準強度

主桁, 横桁, 斜材, 鉛直材, フーチング頭部
ブロック継目 $\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$
フーチング, 小橋台 $\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$

6) PC鋼材

主桁 12- $\phi 7$ (フレシネー工法)
床版 12- $\phi 5$ (")
横桁および斜材 PC鋼棒 (SBPR 80/95)

7) フーチング基準水平変位 $\delta = 5 \text{ mm}$ (両方で 10mm)

8) 地盤常数

許容地盤支持力度 常時 $q_{va} = 30 \text{ t/m}^2$
地震時 $q_{va}' = 45 \text{ t/m}^2$
土の内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

5. 構造細目

1) 主桁断面

主桁断面はT形断面とした。ただし, 1ケースのみはホロー形断面とした。図-3 に主桁断面形状および寸法を示す。

2) 横断面形状

幅員の変化に対しては主桁本数および間詰幅等を調節

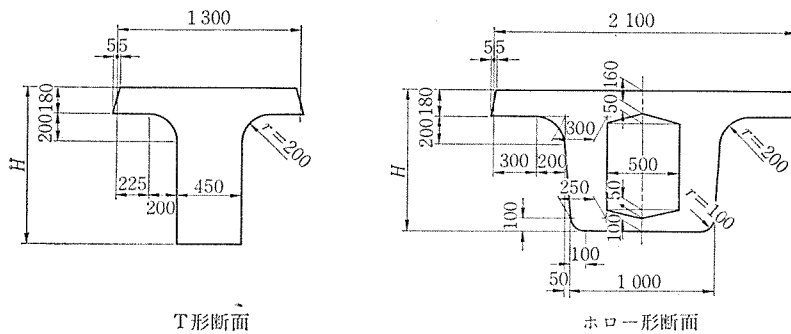


図-3 主桁断面

表-2 幅員の変化に対する主桁本数および間詰幅

全幅 (mm)	有効幅員 (mm)	桁本数	間詰幅 (mm)	地幅端幅 (mm)	備考
5000	4000	3	450	100	間詰幅最大
5500	4500	3	650	150	
6000	5000	4	200	100	
6500	5500	4	360	100	
7000	6000	4	530	105	間詰幅最大
7500	6500	4	650	175	
8000	7000	5	325	100	
8500	7500	5	450	100	
9000	8000	5	575	100	

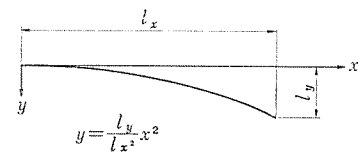
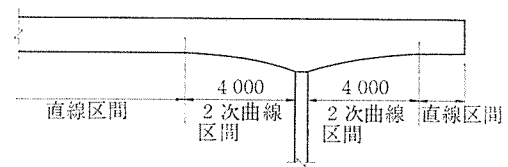
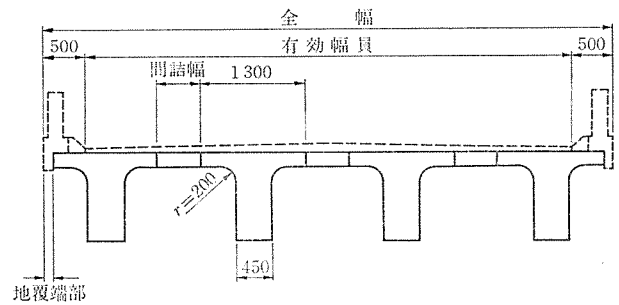


図-4 桁下曲線

して適用する。各幅員に対する主桁本数, 間詰幅等を表-2 に示す。

3) 主桁側面の形状

橋の美観を考慮して桁下面に支点より左右それぞれ 4m まで 2 次曲線を入れて桁高を変化させた (図-4 参照)。

4) ブロック割りおよびブロック重量

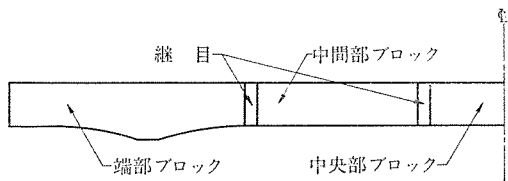
運搬, 架設などの施工上の理由からブロック最大重量を 20~25t 程度, ブロック最大長を 14m 程度に抑えるよう努力した。各ブロックの重量と長さを表-3 に示す。

5) 主桁ブロックの継目位置

4)で述べたように主桁のブロック割りおよび長さは主として施工上の面から決定したが, ブロックの運搬, 架設および構造系完成後の応力にも関係す

表-3 各ブロック重量および長さ

記号	ブロック数	端部ブロック		中間部ブロック		中央部ブロック	
		長さ(m)	重量(t)	長さ(m)	重量(t)	長さ(m)	重量(t)
L4-W4-H5 L4-W6-H5 L4-W8-H5	4	10.10	18.9	9.25	15.4	—	—
L4-W6-H7						—	—
L6-W6-H5						7.00	14.0
L4-W4-H5(ホロー)	4	10.00	29.5	9.25	23.5	—	—



るのでこれらも十分考慮して決定しなければならない。標準設計ではインフレクションポイント付近に1個所、その他に1~2個所のブロック継目を設けた。

6) プレキャストブロック相互の継目構造

主桁プレキャストブロック相互の継目は鉄筋コンクリート目地構造とした。目地幅は鉄筋の重ね継手長を考慮して50cmとした。

7) 鉛直材

鉛直材の厚さは40cmとした。ただしホロー形断面の場合は、ゴム支承の必要幅から50cmとした。

幅については、主桁ウェブ側縁から鉛直材縁端までの距離を15cm以上確保するように決定した。

鉛直材と主桁との接合は、T形断面の主桁の場合は横桁を介して行っている。荷重の伝達には鉄筋を用いている。標準斜πの場合は直筋とし、変形斜πの場合はメナーゼヒンジとした。

ホロー形断面主桁の場合は、主桁を直接鉛直材の上に置く構造とし、支承にはゴム沓を用いている。

鉛直材とフーチング頭部との接合部は、標準斜πの場合は剛結、変形斜πの場合はメナーゼヒンジとした。

8) 斜材

斜材はT形断面主桁の場合、各主桁間に配置し、端横桁に埋め込まれる構造としている。ホロー形断面主桁の場合は主桁に突き合わされる構造とした。

斜材はPC部材であり、PC鋼棒で緊張される。

斜材の厚さは30cm、幅はPC鋼棒の配置(φ32mmを最大3本)を考慮して60cmとした。ただしホロー形断面主桁の場合は主桁底幅と同一にした。

斜材とフーチング頭部との接合部は図-8に示すような構造としている。

9) 横桁

横桁の構造は図-9に示すとおりであり、主桁と横桁

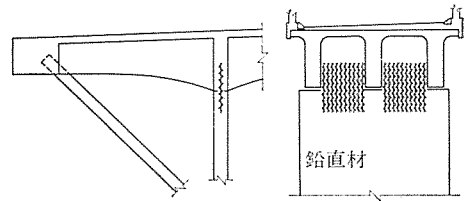


図-5 鉛直材と主桁の接合部

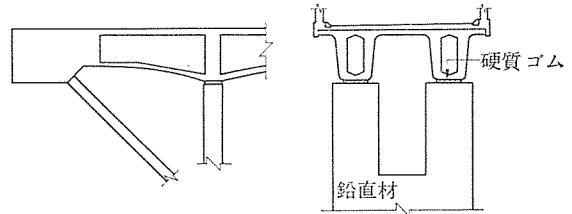


図-6 ホロー形断面主桁の鉛直材と主桁の接合部

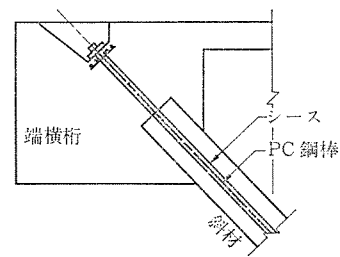


図-7 斜材と主桁の接合部 (T形断面主桁)

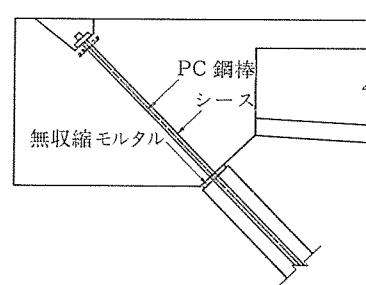


図-8 斜材と主桁の接合部 (ホロー形断面主桁)

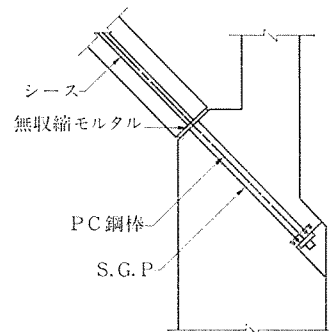


図-9 斜材とフーチング頭部の接合部

との間のせん断力に対しては、PC鋼棒の緊張力による摩擦力が負担している。

主要材料総括表

(1橋当り)

項 目	規 格	単 位	数 量								摘 要
			L4-W4-H5 (TL-14)	L4-W4-H5 (TL-20)	L4-W6-H5 (TL-20)	L4-W8-H5 (TL-20)	L4-W6-H7 (TL-20)	L6-W6-H5 (TL-20)	L4-W4-H5(TL- 20,ホロー桁)		
コン クリ ート	主 桁	$\sigma_{ck}=350 \text{ kg/cm}^2$ P ₃	m ³	85.2	85.2	113.6	142.0	124.2	160.3	88.0	土留壁を含む 小橋台を含む
	横桁および間詰	" P ₃	"	16.0	16.0	26.7	37.5	32.6	40.0	7.4	
	斜 材	" P ₃	"	4.5	4.5	6.7	8.9	7.8	6.7	5.8	
	鉛 直 材	" P ₃	"	11.2	11.2	16.4	21.6	22.8	16.6	9.1	
	フーチング頭部	" P ₃	"	18.7	18.7	27.4	36.1	23.3	27.4	19.9	
	フーチング	$\sigma_{ck}=240 \text{ kg/cm}^2$ B ₁	"	38.1	38.1	52.1	66.0	54.3	61.3	36.5	
	小 橋 台	" B ₁	"	21.0	21.0	27.6	34.3	27.7	30.8	23.8	
	地 覆・高 欄	" B ₁	"	16.7	16.7	15.1	15.1	16.6	18.0	16.6	
	舗 装	" B ₁	"	15.4	15.4	20.8	30.9	23.3	24.4	15.4	
	均しコンクリート	D	"	6.6	6.6	8.9	11.2	9.1	10.1	6.5	
合 計	"	"	233.4	233.4	315.4	403.6	341.7	395.6	229.0		
型 わ く	主 桁	P ₃	m ²	437.4	437.4	582.8	728.2	636.0	816.1	339.2	フーチング頭部, 土留壁を含む 小橋台を含む
	横桁および間詰	P ₁	"	70.5	70.5	118.2	167.0	123.1	163.3	43.8	
	斜 材	P ₃	"	31.2	31.2	46.8	62.4	54.0	46.8	33.1	
	鉛 直 材	C	"	66.5	66.5	94.9	122.9	121.7	96.1	54.3	
	フーチング	C	"	102.2	102.2	132.6	163.0	125.9	135.1	101.9	
	小 橋 台	C	"	53.4	53.4	62.6	96.4	62.9	76.4	65.7	
	地 覆・高 欄	A	"	152.0	152.0	148.7	148.7	162.7	177.4	154.4	
	埋 殺 し 型 わ く	R	"	—	—	—	—	—	—	170.0	
	均しコンクリート	D	"	7.5	7.5	9.1	10.7	9.2	9.7	7.7	
	合 計	"	"	920.7	920.7	1 214.7	1 499.3	1 295.5	1 520.9	970.1	
鉄 筋	主 桁	P ₂	t	9.672	10.924	14.161	17.459	15.549	17.829	12.013	ヒンジ鉄筋 H ₁ , H ₂ は含まない フーチング頭部, 土留壁を含む
	横桁および間詰	P ₂	"	0.857	1.041	2.025	2.708	2.260	2.538	0.412	
	斜 材	P ₂	"	0.464	0.464	0.880	1.206	1.182	0.906	0.652	
	鉛 直 材	A	"	1.297	1.297	1.862	2.376	2.858	1.878	1.155	
	フーチング	A	"	3.378	3.378	4.692	5.904	3.464	5.642	3.480	
	小 橋 台	A	"	1.234	1.234	1.560	1.890	1.560	1.722	1.392	
	地 覆・高 欄	A	"	2.528	2.528	2.477	2.477	2.713	2.952	2.520	
合 計	"	"	19.430	20.866	27.657	34.020	29.586	33.467	21.624		
P C 鋼 線	12-φ7	kg	3 038.7	3 473.5	4 631.0	6 079.0	5 093.4	6 922.8	3 454.6	余長重量を含まず	
	12-φ5	"	630.5	896.9	1 268.7	1 644.3	1 394.3	1 519.9	1 012.3	"	
P C 鋼 棒	φ32	"	931.0	931.0	1 550.1	2 121.5	634.9	1 985.4	564.0		
	φ23	"	—	—	—	—	353.3	—	—		
主桁運搬架設		t	205.5(18.9)	205.5(18.9)	274.0(18.9)	342.5(18.9)	300.6(24.3)	384.7(23.1)	212.4(29.5)	()内の値は最大運搬架設重量	
斜材運搬架設		"	11.2(2.8)	11.2(2.8)	16.8(2.8)	22.4(2.8)	19.4(3.2)	16.8(2.8)	14.4(3.6)		

6. 設計原則

1) 断面力の算出

構造解析はラーメン構造として変形法による平面骨組構造理論により算出した。

ラーメン軸線は主桁が変断面であるので曲線となるが、中央支間の中央点の主桁総断面の図心を基準にして水平軸と仮定し、その水平軸に対して斜材および鉛直材の軸線とが交わった点を結んだものと仮定した(図-10 参照)。

変形斜πの場合、鉛直材は桁下端でヒンジ結合されるのでこれを鉛直に伸ばし主桁の水平軸と交わった点を計算上のヒンジと仮定した(図-11 参照)。これは、鉛直材の軸線をそのまま伸ばし水平軸と交わった点を計算上

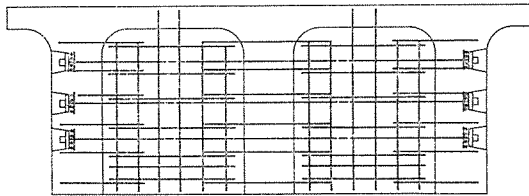


図-10 横桁

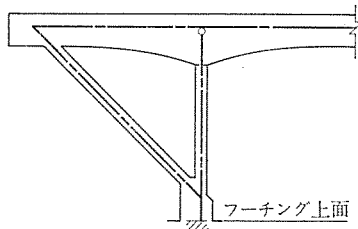


図-11 ラーメン軸線

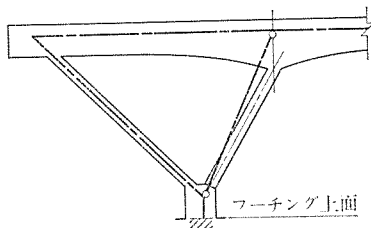


図-12 変形斜πのラーメン軸線

表-4 荷重の組合せ

荷重の組合せ	
1	主荷重 + 支点変位
2	プレストレス導入直後
3	主荷重 + 支点変位 + 温度変化
4	主荷重 + 支点変位 + 温度変化 + 温度差
5	死荷重 + 支点変位 + 地震荷重
6	死荷重 + 支点変位 + 温度変化 + 地震荷重

注) ここでいう死荷重は(主桁自重 + 橋面荷重 + 乾燥収縮 + プレストレスによる有効2次応力)とする。

のヒンジとするとき実際のセンタースパンより短くなるだろうという配慮からである。

2) 荷重の組合せ

設計は表-4に示す荷重の組合せのうち、もっとも不利な組合せについて行った。

3) 許容応力度

- ① プレストレストコンクリート(表-5)
- ② 鉄筋コンクリート(表-6)
- ③ PC鋼材(表-7)
- ④ 鉄筋(表-8)
- ⑤ プレキャストブロック運搬架設時の許容応力度
コンクリートの許容曲げ引張応力度

$$\sigma_{ca} = -15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{鉄筋の許容引張応力度 } \sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

表-5 プレストレストコンクリート

部材		主桁斜材	床版間詰桁	継目部
設計基準強度	σ_{ck}	350 kg/cm ²	350 kg/cm ²	350 kg/cm ²
許容曲げ圧縮応力度	部材圧縮縁 σ_{ca}	115 "	115 "	115 "
	部材引張縁 σ_{cat}	150 "	150 "	150 "
許容曲げ引張応力度	部材圧縮縁 σ_{ca}'	-13.5 "	0 "	0 "
	部材引張縁 σ_{cat}'	-13.5 "	0 "	0 "
許容斜引張応力度	設計荷重時 σ_{1a}	-9.0 "	—	-9.0 "
	破壊荷重時 σ_{1a}'	-18.0 "	—	-18.0 "
許容軸引張応力度	σ_c	0 "	0 "	0 "
プレストレスを与える時の圧縮強度	σ_{ci}	350 "	300 "	300 "

注) 許容曲げ圧縮、引張応力度は常時の値である。

表-6 鉄筋コンクリート

部材	垂直材, フーチング頭部	フーチング	
設計基準強度	σ_{ck}	350 kg/cm ²	240 kg/cm ²
許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	116 "	80 "

注) 許容曲げ圧縮応力度は常時の値である。

表-7 PC鋼材

	PC鋼線 $\phi 7 \text{ mm}$	PC鋼線 $\phi 5 \text{ mm}$	PC鋼棒 $\phi 32, \phi 23$ SBPR 80/95	
引張応力度	σ_{pu}	155 kg/mm ²	165 kg/mm ²	95 kg/mm ²
降伏点応力度	σ_{py}	135 "	145 "	80 "
許容引張応力度	設計荷重作用時 σ_{pa}	93 "	99 "	57 "
	緊張作業時 σ_{pai}	121.5 "	130.5 "	72 "

表-8 鉄筋

	許容引張応力度 σ_{sa}
鉄筋コンクリート	1800 kg/cm ²
主桁の引張鉄筋を計算する場合	1800 "
床版の鉄筋を計算する場合	1400 "

注) 常時の値である。

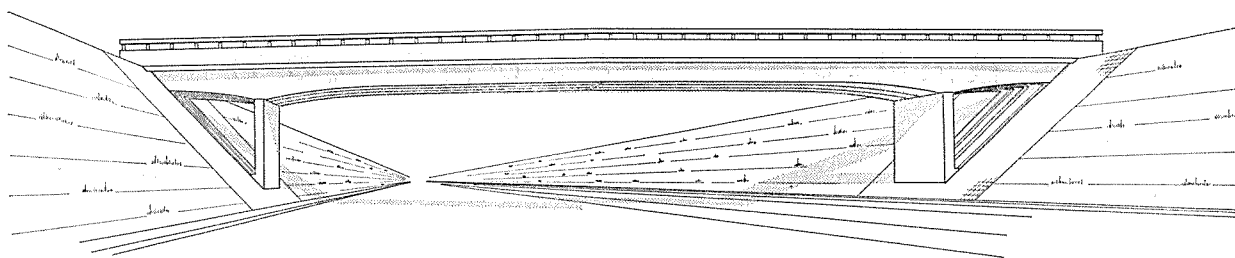


図-13 透視図

4) 部材の設計

- ① 主桁ブロックの継目部は表-4に示す1および2の荷重の組合せにおいてフルプレストレスとして設計した。
- ② 継目以外の主桁断面についてはパーシャルプレストレスとして設計した。
- ③ 斜材はいかなる荷重の組合せの場合もコンクリート断面に引張応力が生じないように設計した。
- ④ 端横桁および支点横桁の設計は、横桁に配置されているPC鋼材のプレストレス力による横桁と主桁との間の摩擦抵抗力が、横桁、主桁間の作用せん断力よりも大きくなるように行った。
- ⑤ プレキャストブロック部材の運搬、架設時に生じる断面力に対しては鉄筋コンクリート部材として設計した。ただしコンクリート全断面を有効と

仮定した場合、コンクリートの引張応力度が 15 kg/cm^2 以下となるようにした。

7. おわりに

日本道路公団の行ったプレキャストPC斜π橋の標準設計について紹介した。

今回、標準設計を作成するにあたって特に意を用いた点は施工性および美観である。主桁を変断面にしたり(図-13参照)ヒンジ部の鉄筋を直筋にしたりした点等がその現われである。

跨道橋の施工性を考えればブロック工法は非常にメリットがあると思われる。その際の何らかの参考にしていただければ幸いである。

(文責 青野捷人)

1978. 1. 19・受付

◀刊行物案内▶

PC 定着工法 (16工法)

会誌 Vol. 19-No. 3 が品切れとなり、これに代わるべく、内容も一部改訂し、本書が発刊となりました。

現在、わが国で使用されているPC定着工法(16工法)について、その概要、定着具、緊張方法、その他使用すべき鋼材およびシース、ジャッキ、工法の特長や注意事項等について、わかり易く説明してあります。

本書は学校・官庁始めコンサルタント、施工会社等の新入社員教材用としてご利用頂けるものと確信いたしております。

ご希望の方は代金を添えて、ハガキ(なるべく)または電話で(社)プレストレストコンクリート技術協会へお申し込み下さい。

体 裁 : B5判 71頁

定 価 : 1800円 (会員特価 1500円)

送料 200円

送 金 : 振替口座番号 東京 7-62774 または 三井銀行銀座支店 (普通預金) 920-790