

コンクリート直結軌道の鉄道橋

大 石 辰 雄*
西 山 佳 伸**
菊 地 淳***

1. まえがき

旧国鉄 PC 橋の軌道構造は、一般区間の場合と同様に、バラスト、またはスラブ軌道であるが、軌道保守費の軽減と高速列車の乗心地の維持から、新設の鉄道にスラブ軌道を採用する傾向が続いている。しかし、スラブ軌道は、軌道工事費がバラストの場合に対して高額なことから、経済的な軌道構造の開発が望まれている。そこで、PC 桁の軌道構造は、スラブ、およびバラストを省略し、桁本体コンクリート、排水こう配コンクリート、あるいは本体上の現場打ちによる軌道コンクリート等の施工時にレール締結装置用ボルトを埋め込む直結軌道の試験敷設を進めている。

2. 直結軌道 PC 桁の概要

2.1 PC 桁本体直結方式

PC 桁本体直結方式は、種々の桁断面形式に適用可能である。構造は、タイプレート締結用ボルトを直結本体コンクリートに設置するものであり、本体利用方式とも呼ばれている。レール締結装置は、特殊な形状の特注品（例：朝日 B、白雪川 B、千歳高架）、標準品（例：笹内川 B、第三小深田 B）が使用されている（図-1）。

この方式の構造は、桁コンクリートの上面に直結締結装置を取り付けるので、軌道重量、軌道構造高さのいずれも最小にできる。このことから、本体断面は、軌道重量減少効果により経済的となる。桁高制限区間において

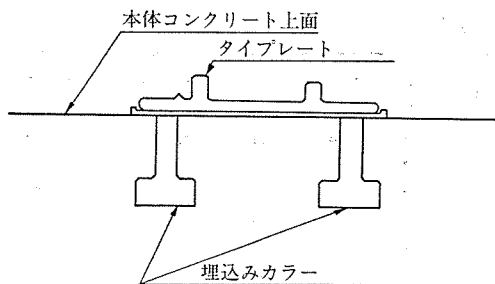


図-1 PC 桁本体直結方式

は、軌道構造高さの減少分だけ桁高を高く計画できるので、PC 桁のコストダウンが図れる。

2.2 排水こう配コンクリート直結方式

プレキャスト T 形 PC 桁は、キャンバーの不ぞろい等が原因の排水不良を防止するため、排水こう配コンクリートを全面打設している。そこで、軌道部付近に施工する排水こう配コンクリートは、鉄筋で補強を行って締結装置固定用のアンカーボルト用埋込みカラーを埋め込むのがこの方式である。福知山線亀治 B は、排水こう配コンクリート直結方式の初の事例である。この方式の要点は、ひびわれの少ない強固な排水こう配コンクリートを経済的に施工することである。排水こう配コンクリート厚さは、軌道部においては埋込みカラー高さから定まる（図-2）。

2.3 軌道コンクリート直結方式

この方式は、本体コンクリート施工時に埋込みカラーを経済的に所定精度で配置することが困難な場合に採用

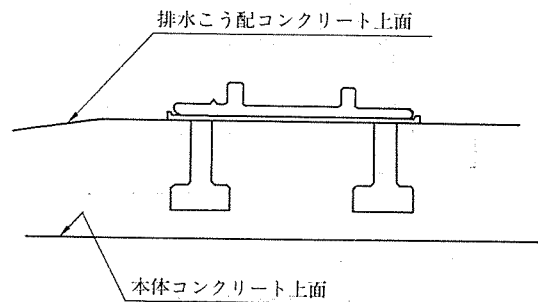


図-2 排水こう配コンクリート直結方式

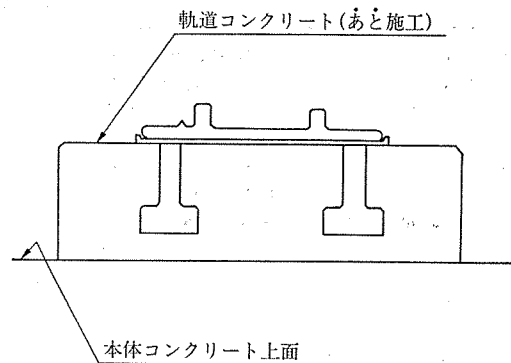


図-3 軌道コンクリート直結方式

* JR 東日本信濃川工事事務所工事管理室

** JR 西日本総合企画本部技術開発室

*** JR 東日本盛岡支店盛岡工事区

する。スパンの大きい場所打ち桁の高さの施工精度は、コンクリート打設時の支保工沈下、および型枠変形等により高い精度を維持することがむずかしく、加えてプレストレスによる弾性変形、クリープ変形の推定誤差も大きくなる。したがって、このような場合は、本体コンクリートを打設してプレストレスを導入、その後埋込みカラーを埋め込むための軌道コンクリートを施工するのが、精度確保の点で有利である（図-3）。

2.4 短枕木直結方式

この方式は、PC 桁上面に埋込みカラーが埋め込まれた既製のコンクリートブロックを所定の精度で並べて、この周りを、本体非利用コンクリートを打設して固める。短枕木方式は、トンネル内の直結構造として実績が多い（図-4）。

3. 直結軌道 PC 橋の設計・施工

3.1 これまでに実施された直結軌道 PC 橋

直結軌道 PC 橋は、過去 20 年程度、実橋による試験施工を実施してきたが、件数は少ない。これは、軌道の主体的な構造が、バラスト軌道を除くと、スラブ軌道へ移行したからである。しかし、冒頭に述べたように、スラブ軌道は、改善すべき点も有することから直結化の研究も並行して進められてきた（表-1）。

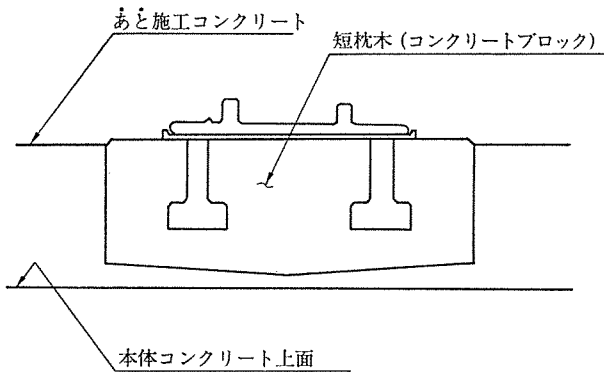


図-4 短枕木直結方式

3.2 亀治 B

(1) 設計

亀治Bの構造概要を図-5に示す。排水こう配コンクリートに軌道締結装置を設置して、現場打ちコンクリートを施工した。

従来のスラブ軌道構造と比較した設計結果を表-2に示す。

排水こう配コンクリート直結方式の場合、設計曲げモーメントが主桁1本当り 3.7t m（設計荷重作用時の4%）減少するが、主 PC 鋼材量は変わらない。また、コンクリート数量は桁1連で 8.8m³ 増加するが、軌道スラブが不要となるので軌道敷設後の完成系ではコンクリート数量が減少して、1主桁当りの桁反力がスラブ軌道に比較して 5t（設計荷重作用時の4%）減少した。

亀治Bはスパンが 19.2m と小さいため、版上死荷重の軽減効果はわずかであったが、スパンが大きくなると効果が大きくなって桁の設計も経済的になると思われる。

軌道締結装置設置の詳細を図-6に示す。複線軌道のうち1線（断面 A-A）は、現場施工コンクリートに直接締結装置の絶縁板を設置した。残り1線（断面 B-B）は、コンクリート上面に、軌道締結装置の箇所のみコン

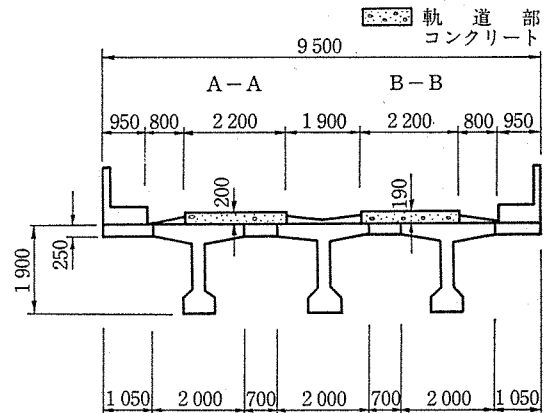


図-5 亀治 B

表-1 直結軌道 PC 橋の実施例

紀勢線有田川 B	3 径間連続 PC 桁 $L=32+32.5+32 \text{ m} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{上り} 4 \text{ 連} \\ \text{下り} 4 \text{ 連} \end{array} \right.$	短枕木直結	昭和 43 年 供用開始
東海道本線浜松駅構内	単線 PC 下路桁 $L=20 \text{ m}$	短枕木直結	45 年 (設計)
関西本線朝日 B	開床式 PC 2 主桁 $L=10 \text{ m}$ (単線)	本体直結	46 年 竣功
"	開床式 RC 2 主桁 (")	本体直結	" "
羽越線白雪川 B	開床式 PC 2 主桁 $L=23$ (")	本体直結	47 年 竣功
"	開床式 RC 2 主桁 $L=9$ (")	本体直結	" "
千歳線高架橋 (桁式)	開床式 PC 2 主桁 $L=10 \times 3 \text{ 連}$ (")	本体直結	55 年 供用開始
"	開床式 RC 2 主桁 " (")	本体直結	" "
五能線笹内川 B	開床式 PC 2 主桁 $L=13.6 \times 7 \text{ 連}$ (")	軌道コンクリート直結	56 年 竣功
福知山線亀治 B	T 形 PC 3 主桁 $L=20$ (複線)	排水こう配コンクリート直結	61 年 竣功
花和線第 3 小深田 B	開床式 PC 2 主桁 $L=13.76$ (単線)	本体直結	61 年度 竣功
本四備讃線用高架橋	T 形 PRC 3 主桁 $L=26$ (複線)	排水こう配コンクリート直結	61 年度 竣功
福知山線三田駅構内、ほか	RC スラブ 桁 $L=3$ (単線)	本体直結	61 年 竣功

表-2 設計比較 (亀治B)

		コンクリート直結式	スラブ軌道		
桁長(スパン) 設計荷重		19.96 m (19.20 m) KS-16			
使用材料	主ケーブル コンクリート (主桁)	12 T 12.4 mm 4本 (主桁1本当り) 400 kg/cm ²			
	横締め筋	1 T 21.8 mm SD 35			
曲げモーメント	主桁自重 D_0	144.2 tm	144.2 tm		
	桁間版上活荷重 D_1	23.9 tm	23.9 tm		
	版上活荷重 D_2	99.5 tm	123.1 tm		
	活荷重 D_L	330.6 tm	330.6 tm		
	設計荷重合計	598.1 tm	621.8 tm		
曲げ応力度	直後のプレストレス	上縁 -29.2	下縁 165.4	上縁 -30.3	下縁 171.5
	有効プレストレス	-23.4	132.7	-24.4	138.3
	主桁自重	20.4	-37.0	20.4	-37.0
	桁間コンクリート	3.3	-5.7	3.3	-5.7
	版上活荷重	11.4	-22.8	14.1	-28.3
	活荷重	38.0	-75.9	38.0	-75.9
	自重作用時	-8.8	128.5	-9.9	134.5
	全静荷重作用時	11.7	67.3	13.4	67.5
	設計荷重作用時	49.7	-8.6	51.4	-8.4
	支点反力(ト)	(最大反力)			
主桁自重		34.5		34.5	
桁間コンクリート		3.7		3.7	
版上活荷重		23.8		28.8	
活荷重合計		140.8		145.8	
材料数量	コンクリート (m ³)				
	主桁	84.2		84.2	
	桁間	11.4		11.4	
	その他	38.5		29.7	
	合計	134.1		125.3	
	主ケーブル (t)	2.2		2.2	

クリートの不陸吸収および絶縁を目的として樹脂を施工した。

PC 桁本体よりジベル筋を配置して排水こう配コンクリートの軌道部コンクリートと PC 桁を一体化した。軌道部コンクリートには軌道スラブに準じた鉄筋配置を行った(図-7)。

(2) 施 工

軌道部コンクリートの配合および試験結果を表-3に示す。

軌道部コンクリートは、ブリージング・乾燥収縮およ

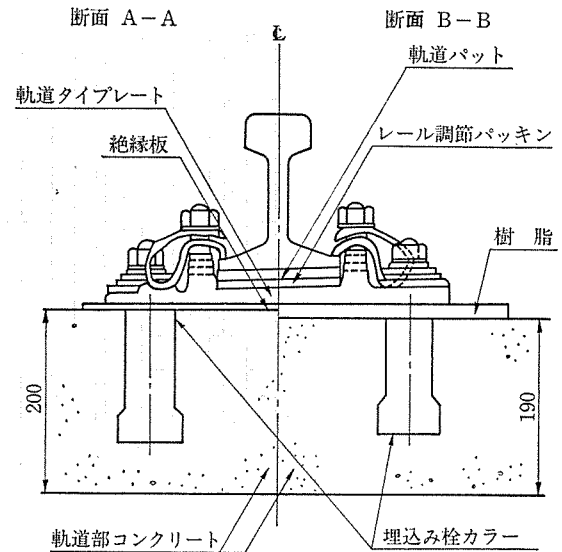


図-6 軌道締結装置詳細図 (50 N レール直結 8 形)

びびびわれの少ないコンクリート配合を検討し、単位セメント量および水セメント比を小さくした。また膨張材を用いた。さらに、コンクリート上面の仕上げを容易にするため、粗骨材の最大寸法を 10 mm と小さくした。軌道部コンクリートには、施工目地を 5 m 以下に設けた。

軌道部コンクリートの施工は、図-8に示すように、桁上面にホールインアンカーを打ち込み、鋼材(アングル)を溶接で固定、埋込み栓カラーを鋼材に接着剤およびビニール被覆鉄線で固定した。軌道部コンクリートの側型枠にスライド架台(鋼材)を配置しコンクリート上面仕上げの際、スライド・バーを移動させる台とした(写真-1)。

軌道部コンクリートは、ベーススランプを 5 cm、流動化剤を現場添加してスランプ 15 cm にしてポンプ打設を行った。流動化剤の練混ぜが不十分なため、ポンプからの排出に手間取った。ベーススランプをもう少し大き目にする、かなり改善すると思われる。コンクリート打設中は、埋込み栓カラーにパイプレタが当たらないよう気をつけながら十分に締固めを行い、スライドバーで上面高さを決定した。コンクリート上面は仕上げを行った後にわずかに沈降するので、コンクリート打設中

表-3 軌道部コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 減水剤 ポゾリス No. 8	流動化剤 ワーク 500	膨張材 デカン # 20
10	ベース 5	4±1	41.5	45.5	174	389	779	949	1.05	1.80	30

(試験結果)

1. スランプ
流動化剤添加直後 15.9 cm

2. 圧縮強度
 $\sigma_4 = 373 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_7 = 478 \text{ kg/cm}^2$

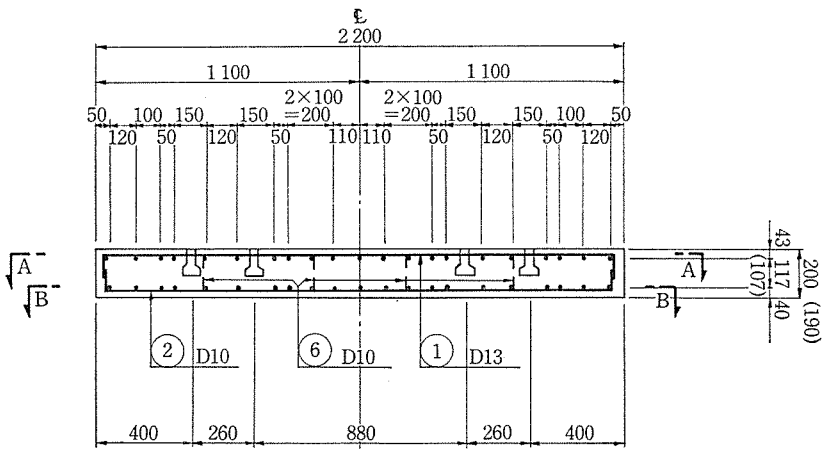
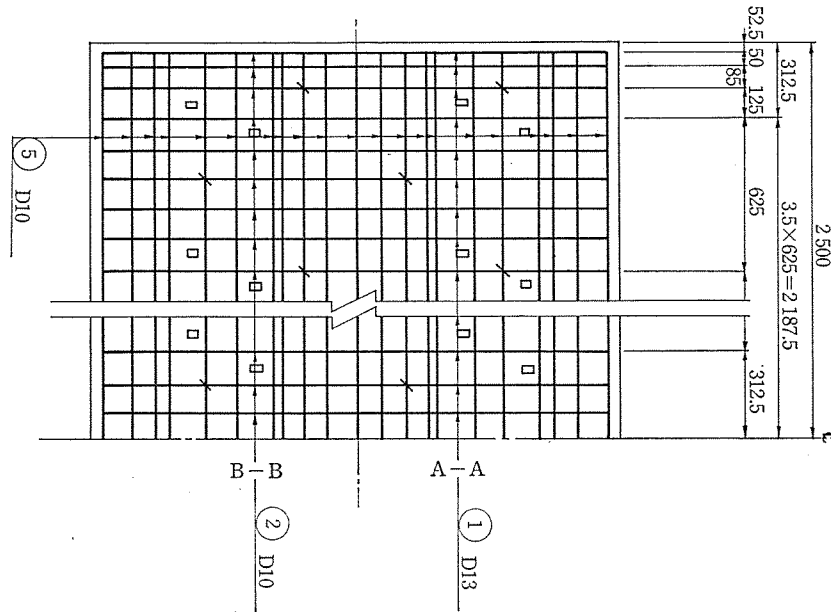


図-7 軌道部コンクリートの配筋 (亀治B)

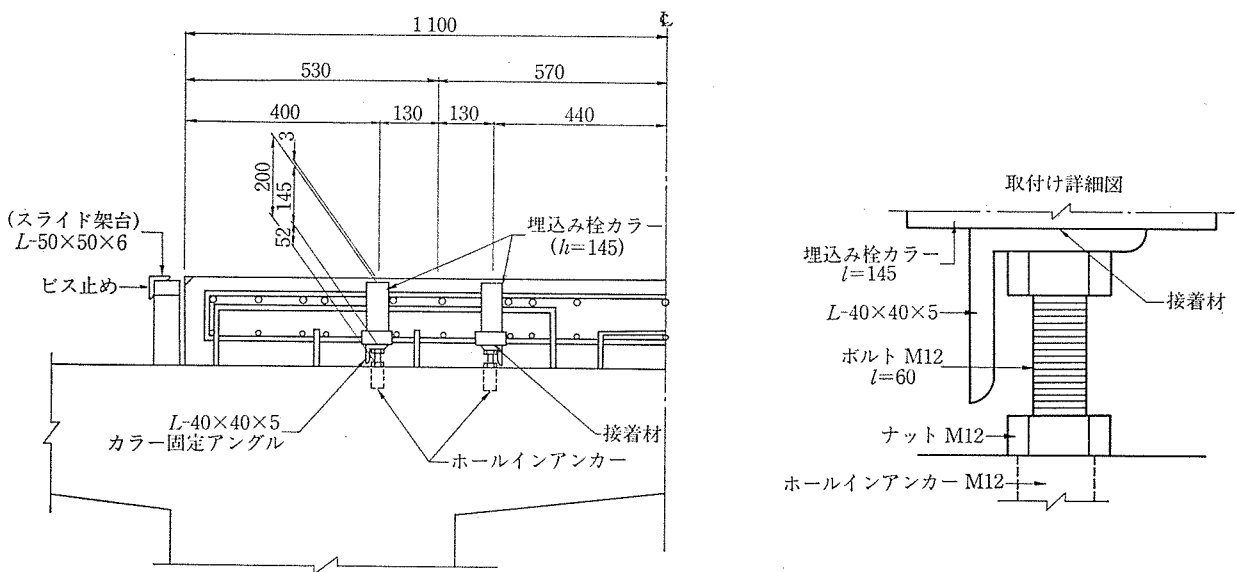


図-8 埋込み栓カラーの固定およびスライド架台

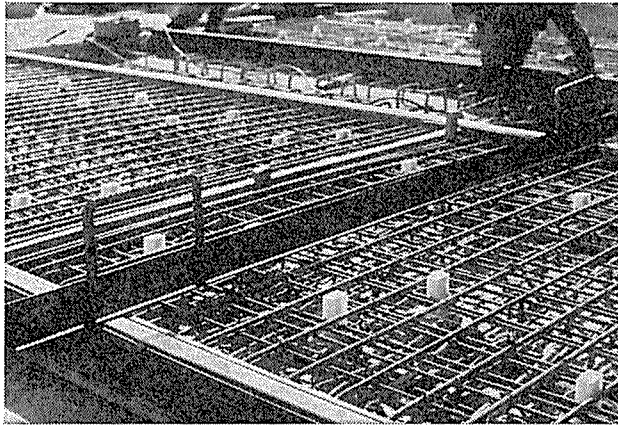


写真-1 スライド架台およびスライドバー

の仕上げ高さは埋込み 栓 カラーの上面 3mm 程度上に設定した。コンクリートのプリージングが発生してコンクリートの硬化が見られた頃（打設後 3 時間程度）に再度、上面仕上げを行った。

軌道部コンクリート上面には、軌道締結装置を直接設置するため、列車荷重が直撃することとなる。コンクリート上面の不陸が大きいと、軌道締結装置の絶縁板およびタイプレートの損傷が発生する可能性があると考えられた。そこで、施工後の上面仕上げ精度を測定して、今後の施工の参考とすることにした。

コンクリート上面仕上げ精度の測定は、図-9 に示す絶縁板より少し大きめの平面板を用意して、平面板に 1~16 まで番号を付け一個の締結装置における各点のす

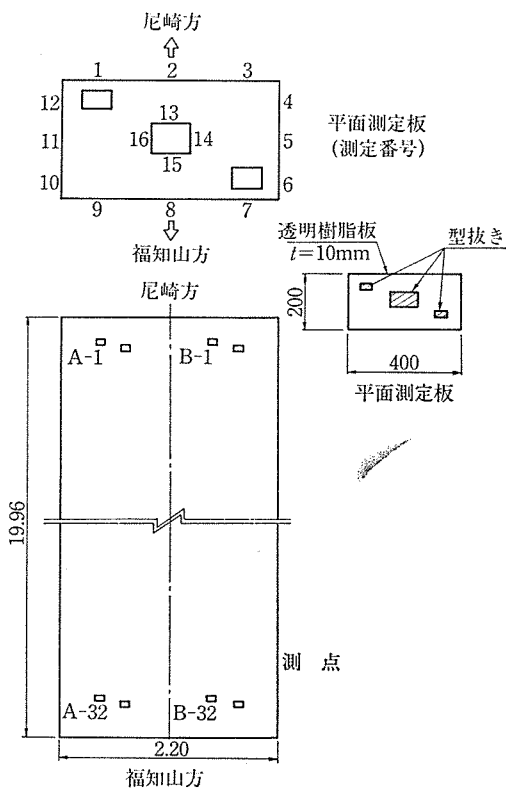


図-9 軌道部コンクリート上面の仕上げ精度測定位置（亀治B）

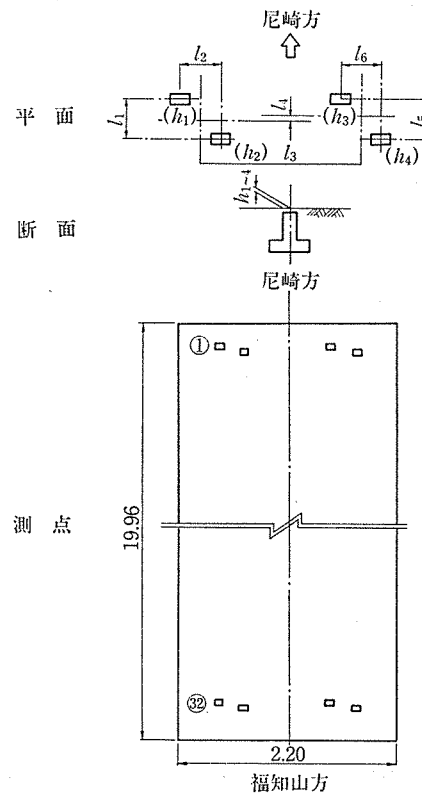


図-10 埋込み栓カラーの設置精度測定位置（亀治B）

表-4 軌道部コンクリート上面の仕上げ精度（亀治B）

(単位: mm)

下り線側																	
平面板番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
測点	平面板	0.5	0.9	0.6	0.4	0.2	0	0.6	0.8	0.6	0	0.1	0.2	1.2	1.0	0.9	0.9
A	最大値	2.0	1.7	1.9	1.2	1.5	1.6	2.3	2.1	2.3	1.6	1.5	1.7	1.0	0.8	0.9	0.9
	最小値	0	0	0.1	0	0	0.2	0.2	0	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0
	平均	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	1.1	1.2	1.3	0.7	0.6	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3
B	最大値	1.6	1.4	2.0	1.8	1.7	1.1	1.5	2.1	2.3	1.8	1.3	1.1	0.7	0.7	0.9	0.8
	最小値	0	0	0	0	0.1	0	0.5	0	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0.1
	平均	0.5	0.5	0.8	0.6	0.6	0.7	1.0	1.0	1.0	0.9	0.6	0.5	0.1	0.3	0.4	0.4

注) 平面板: 平面板自体のすき間, AおよびBの値は平面板のすき間を差し引いた。AおよびB: 左右レール

表-5 埋込み栓カラーの設置精度 (亀治B)

下り線側		(単位: mm)									
測点	カラー位置	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	h_1	h_2	h_3	h_4
(許容値)		100±5	260±5	1140±5	±20	100±5	260±5	0~5	0~5	0~5	0~5
1		100	263	1137	+2	97	264	+2	0	-2	-1
2		100	258	1139	0	96	258	0	-2	0	0
3		100	258	1139	-5	99	259	0	-2	-2	0
4		98	259	1138	+1	101	260	0	-2	-2	0
5		97	260	1140	-2	99	255	+2	+1	-2	-1
28		104	257	1138	+8	100	258	0	0	-1	+1
29		98	258	1135	+3	95	262	0	0	-2	+1
30		98	257	1136	+6	105	260	0	-2	+1	+1
31		98	259	1136	0	96	260	-1	+1	0	+1
32		101	259	1137	+3	100	260	+1	+2	0	+1
最大値		5	5	5	11	5	5	3	3	2	3
最小値		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均		+0.3 3	-1.0 2	-1.0 2	+3.0 5	-0.8 2	+0.3 2	-0.2 1	-0.3 1	-0.9 3	-0.5 1

注) 許容値: 軌道締結装置の設置に支障しないための範囲。したがって軌道力学的な検討は行っていない。

き間をすき間ゲージで測定した。

表-4 に上面仕上げ精度の測定結果を示す。

表-4 より, 不陸(すき間)の最大値は 2.3 mm, 平均 0.6~0.7 mm と, コンクリート上面の仕上げ精度は良好と思われた。

埋込み栓カラーの設置精度を記録するため 図-10 に示す位置を測定した。測定結果を 表-5 に示す。表-5 は途中省略して紹介してあるが, 前後の値とほぼ同じ値である。表-5 より, 埋込み栓カラーの設置精度はアンカー用Tボルトその他の軌道締結装置設置に支障しない精度が確保できたことがわかる。

樹脂を用いた施工は, 写真-2 に示す発泡樹脂を型枠にして, プライマーを塗付した後, 表-6 に示す現場練りの樹脂を金ゴテ仕上げで施工した。一部に不陸が見られたので, グライNDERによる研磨(写真-3)で不陸修正を行った。

なお, PC 桁のクリープ対策として, 軌道部コンクリートを下げ越して施工する方法を採用した。

レール設定時に軌道整備基準の高低の下限を犯さない値までレール頭面を下げ越して施工する方法で, 亀治B

表-6 樹脂モルタルの物性 (硬化条件: 20°C・7 日養生)

項目	単位	標準値	試験方法
圧縮強さ	kg/cm ²	1000	JIS A-1183
圧縮弾性係数	kg/cm ²	65000	JIS A-1183
曲げ強さ	kg/cm ²	300	JIS A-1184
引張強さ	kg/cm ²	140	JIS A-1113
硬化物比重		2.3	重量計算による
収縮率	%	0.01~0.03	コーワ法による

注) ポリモルタル E-11 K (興和化成)

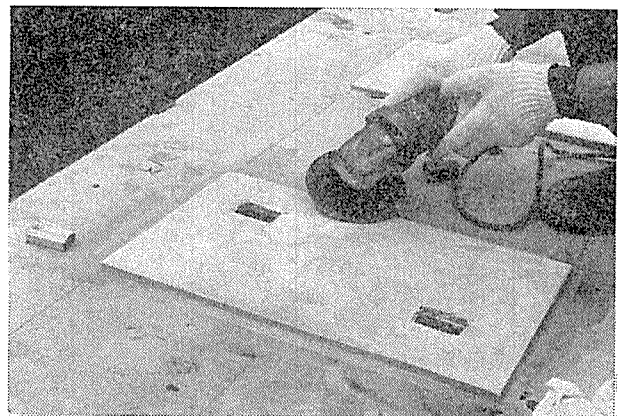


写真-3 脂樹上面の不陸修正

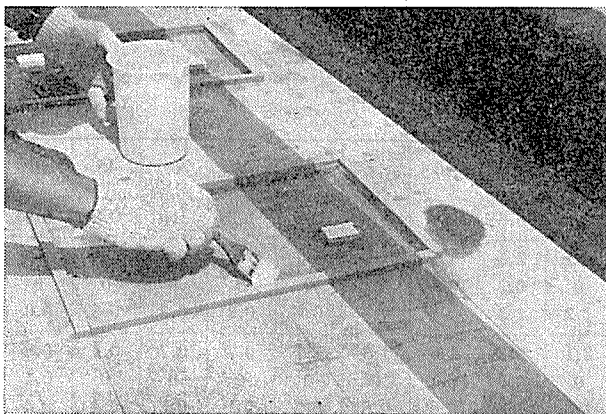


写真-2 現場施工樹脂の型枠およびプライマー施工

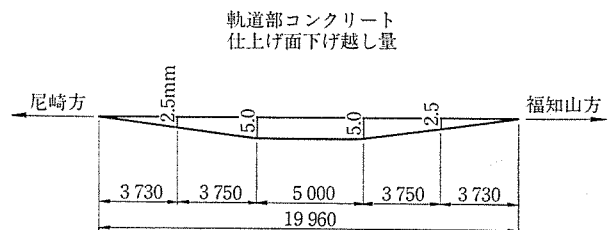
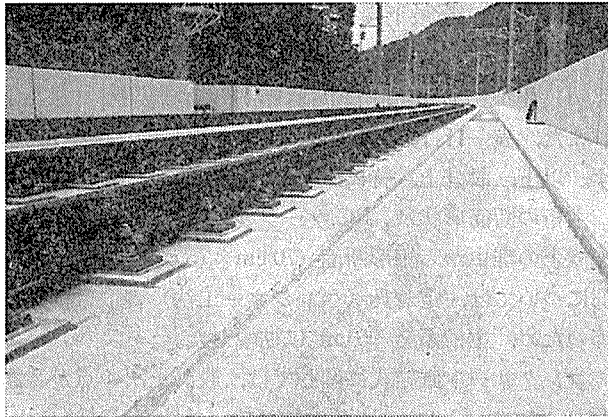


図-11 軌道部コンクリート上面高さ(クリープ対策)

の場合は, 図-11 に示すように軌道部コンクリート上面を 5 mm 下げ越して施工した。この値は軌道部コンクリート施工後に生じる想定クリープ量の約 1/2 である。レール設定もこれに準じて下げ越して施工を行った。



写真—4 亀治B軌道部全景（樹脂使用の側）

亀治Bは国鉄最後の複線電化工事として施工され、昭和61年11月より使用開始した（写真—4）。

3.3 入海 Bv

入海 Bv は、本四備讃線茶屋町駅付近で施工した PRC 桁である。軌道構造は前出の亀治Bと同じであるが、桁のクリープ対策として PRC 桁を採用した。

表—7 に設計条件、表—8 に桁の応力度表を示す。

図—12 に桁中央断面の鋼材配置を示す。当初の設計はスラブ軌道で従来の PC 桁であり、主ケーブルが 12 T 12.7mm×5 本であったのが、コンクリート直結軌道で PRC 桁としたため主ケーブルが1本減って4本となり、桁一連で合計主ケーブルが3本節減となった。

表—7 設計条件（入海 Bv）

桁形式	複線3主 PRC T形桁
軌道構造	コンクリート直結軌道
桁長、支間	25.96 m, 25.20 m
列車荷重	KS-16
コンクリート	$\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$
主ケーブル	12 T 12.7mm

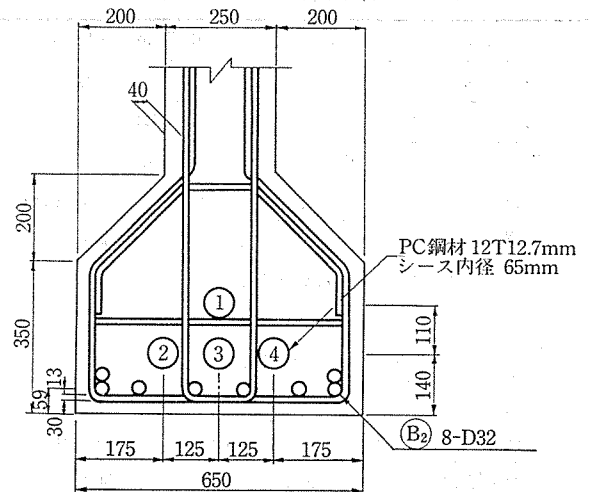
表—8 桁の応力度および反力（入海 Bv）

中央断面応力度					
種別	材料位置	コンクリート (kg/cm ²)		PC 鋼材 (kg/mm ²)	鉄筋 (kg/cm ²)
		上縁	下縁	重心位置	重心位置
プレストレス導入直後	プレストレス自重作用時	-18.6	140.8	95.0	
		11.9	89.1	97.7	
有効プレストレス作用時	プレストレス全静荷重作用時	-16.7	126.9	85.6	
	全設計荷重作用時	47.0	11.4	90.9	
		112.7	—	96.5	1744

桁支点反力

	死荷重 (t)	活荷重 (t)			最大反力 (t)
		単線(左)	単線(右)	複線	
G ₁	91.7	96.4	-2.5	96.4	188.2
G ₂	95.2	46.8	46.8	93.6	188.8
G ₃	91.7	-2.5	96.4	96.4	188.2

注) この反力はゴム支承のパネ値 $K=150000 \text{ t/m}$ としている。



○内の数値はケーブル番号を示す。

図—12 中央断面鋼材配置図（入海 Bv）

表—9 構造形式の比較（第三小深田橋梁）

桁種別	R.B 桁最下端 (m)	開床式	工期 (か月)	騒音	総合判定
PC 桁 コンクリート直結式	0.81	○	7	△	○
下路プレートガーター鋼直結式	0.75	○	7	×	×
RC 単純スラブ桁道床式	1.30	×	6	○	×
下路 SRC 桁道床式	0.75	×	6	○	△

PRC 桁としたため、軌道部コンクリート施工後のクリープそり量が、従来の PC 桁と比較して 2/3 程度となり軌道高低狂いの整備基準内におさまるので、軌道部コンクリート上面をレベル(水平)に仕上げて施工した。

3.4 第三小深田橋梁

(1) 設計

1) 概要

本工事は、河川改修事業に伴い、花輪線陸中花輪—柴平間、第三小深田橋梁、支間 2.76 m を 13.00 m に改良するものである。

施工箇所は、秋田県鹿角市の北部に位置し、ここでの年間降雪量は 470 cm に達する。

2) 構造形式の選定

構造形式の選定条件は下記のとおりである。

- R.B から桁最下端までの寸法は 82 cm までとすること。
- 積雪地であるため、開床式の構造とすること。
- 工期が降雪期前までと限られていること。
- 桁製作費、架設費が経済的であること。
- 低騒音の構造とすること。

表—10 設計条件 (第三小深田橋梁)

桁 長, 支 間	13.76 m, 13.00 m		
曲 線 半 径	直 線		
列 車 荷 重	KS-14		
衝 撃 係 数	0.412		
コ ン ク リ ー ト	強 度	設計基準強度	550 kg/cm ²
		プレストレス導入時	350 "
	許 容 力 度	プレストレス導入直後 (圧 縮)	220 "
		" (引 張)	19.5 "
		設計荷重作用時 (圧 縮)	180 "
		" (引 張)	20 "
		" (斜引張)	15(20) "
	場所打ちコンクリート設計基準強度	300 "	
主ケーブル PC鋼より線 SWPR 7B 12 T 12.7	引 張 強 度	190 kg/mm ²	
	降 伏 点 応 力 度	160	
	緊 張 中 許 容 応 力 度	144 "	
	プレストレス導入直後	133 "	
	設計荷重作用時	114 "	
	レラクセーション	5%	
横 締 め PC 鋼 棒 SBPR 95/110 φ 23	引 張 強 度	110 kg/mm ²	
	降 伏 点 応 力 度	95 "	
	緊 張 中 許 容 応 力 度	85 "	
	プレストレス導入直後	77 "	
	設計荷重作用時	66 "	
	レラクセーション	3%	
鉄 筋 (SD35)	降伏強度より定まる基準の許容応力度	2000 kg/cm ²	
	腹鉄筋の場合	3500 "	

注) () 内はねじり考慮の場合

以上の条件を満足する構造形式としては、PC 桁直結式が有利であると判断された (表—9 参照)。

以下ここでの設計・施工について述べる。

3) 設 計

本橋梁の設計諸元は、表—10 および下記のとおりである。構造概要を 図—13 に示す。

- a) 構造種別：PC 桁 (ポストテンション工場製作, 2主桁)

b) R.B~桁最下端寸法：812 mm

c) 単 複 別：単線

d) 軌 道：直結式 (直結 8 形締結装置)

また、表—11 に最大反力および中央断面応力度を示す。以下、設計上、特に配慮した点について述べる。

主桁の断面形状は、PC ケーブル (12 T 12.7, 4本) 配置上の理由から矩形断面 (70 cm×75 cm) とし、桁端部については、定着具 (フレシネー工法) の取付け間隔等のため、主桁幅を 95 cm に拡張した。

コンクリート直結式に関しては、設計上次の点が課題となった。

a) 主桁の上そり量 (以下そりと言う) が、そのまま軌道の変状となること。

b) 寒冷地であるため、直結部に凍害が生じる恐れがあること。

a) については、将来のそりを的確に把えるため、製作工場においてコンクリート、クリープ係数の実態調査を行った。

ここでは、この結果等を参考としクリープ係数を決めた。これによれば、プレストレス導入、クリープ等による最終そりは 39 mm となった。さらに、養生期間をいくらとるかという問題は、軌道敷設後どれだけそり上がるかということと直接関係する。ここでは工期と可変パットによる高低調整量を検討し、養生期間を 3 か月とることとした。

b) については、主桁上面に約 1.4% (1/70) の勾配をつけ、主桁上の水を排水し、凍結融解作用による直結部コンクリートの劣化防止を図った。

また、ここで施工したずれ止めを設けたゴムシューを 図—14 に示す。

(2) 施 工

1) 主桁製作

主桁の製作にあたっては、次の点が課題となった。

a) 型枠の下げ越し量

b) コンクリート打設時における埋込みカラーの固定法。

表—11 中央断面応力度、反力表 (第三小深田橋梁)

種 別	材 料 位 置	コ ン ク リ ー ト		PC 鋼材 重心 (kg/mm ²)
		上縁 (kg/cm ²)	下縁 (kg/cm ²)	
プレストレス 導 入 時	プレストレス	-58	255	105
	自重作用時	-14	210	106
有 効 プレストレス 作 用 時	プレストレス	-45	197	81
	全死荷重作用時	5	147	82
	全設計荷重作用時	174	-20	87

(t)		
全 死 荷 重	主桁自重	9.6
	横 桁	0.3
	版上死荷重	1.3
	計	10.9
列 車 荷 重		41.6
合 計		52.5

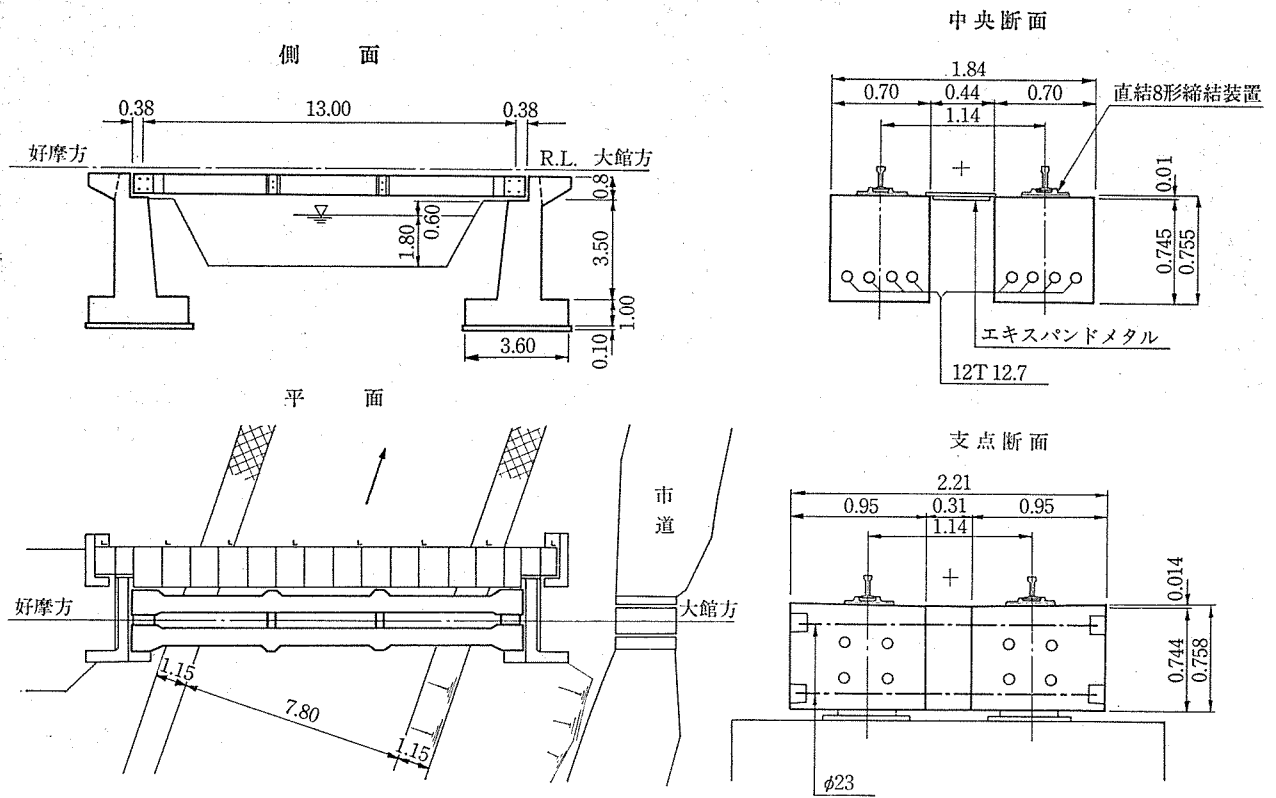


図-13 構造一般図 (第三小深田橋梁)

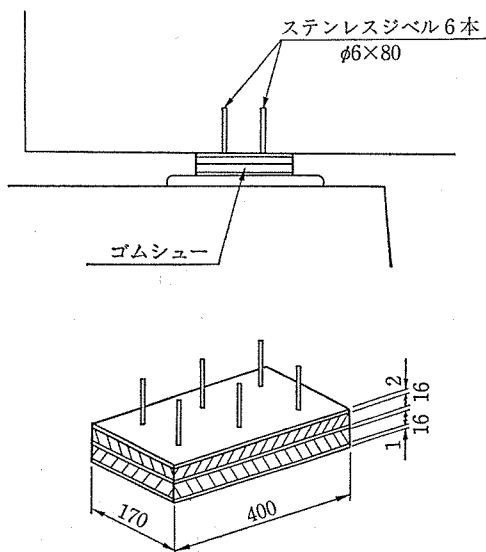


図-14 ゴムシュー (第三小深田橋梁)

c) 桁上面 (特にタイププレート部) の仕上がり精度。型枠の下げ越し量は、レール敷設時に桁上面レベルとなるように、軌道敷設までのそり量とした。

b) については、スラブ軌道のように埋込みカラーを底型枠に固定する、いわゆる逆打ちとする方法もある。しかし、この方法は本 PC 桁のように重量が 19t/本ある場合には、設備的に不可能であった。

他方、旧国鉄大阪工務局においては、接着剤等で埋込

みカラーを固定する方法の施工実績があった。ここでは、工事局の施工例を参考とし、L形鋼を使って固定する方法 (写真-5) とした。この方法は、側型枠上に L形鋼 (65×65×6) を渡し、鋼板 (厚さ 2.3mm) に埋込みカラーを固定させるものである。

また、高低調整はレベルを使用して行い、コンクリート打設後、金ゴテにより上面仕上げを行った。次に、埋込みカラー固定鋼板をはずし、鋼板の下に生じたブリージング、気泡の処理をして仕上げた (写真-6 参照)。この方法によれば、桁上面に約 1.4% の排水勾配をつけたという条件下でも、タイププレート部の仕上がり面の不陸を 1.0mm (最大) 以下にすることができた。

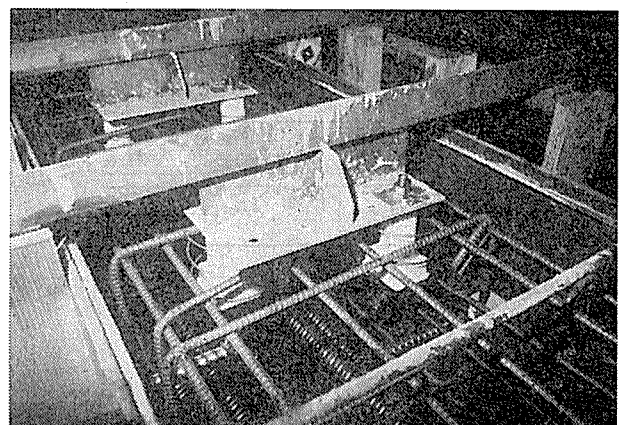


写真-5 埋込み栓カラーの固定 (第三小深田橋梁)

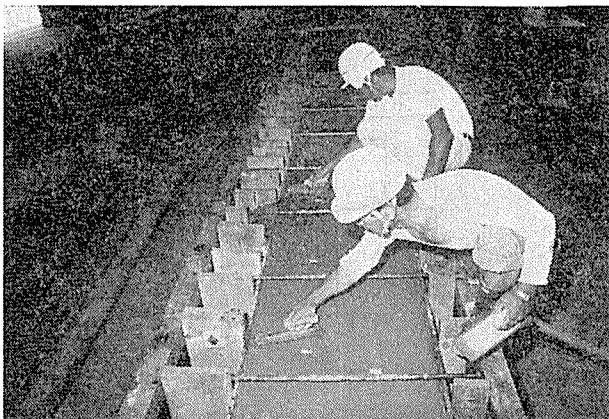


写真-6 埋込み柱カラー固定板をはずした後の金ゴテ仕上げ (第三小深田橋梁)

養生については、コンクリート打設4時間後に、12時間の蒸気養生を行い、その後屋内にて散水養生を行った。

緊張作業は、コンクリート打設1週間後にコンクリートの圧縮強度を確認し、相互片引きにより行った。

2) 桁 架 設

桁の架設工法は、スチールボールを使用する横取り工法とした。ここでは、桁が既に横組されているため、橋台の脊座面の高さの調整は特に慎重に行い、架設される桁が3点支持とならぬよう注意した。

3) 軌 道

軌道敷設にあたっては、敷設時の桁のそり、今後のそりの進行量および軌道整備基準値を勘案し、表-12のとおりレールレベルを設定した。この場合、今後の設計そり+19mmに対して、+25mmまで対応可能である。

4) 施工結果

桁のそりについては、レール敷設時にレベルと実測さ

表-12 レール設定調整量 (第三小深田橋梁)

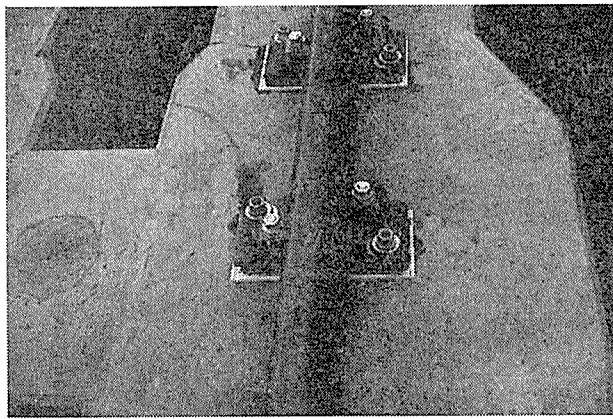
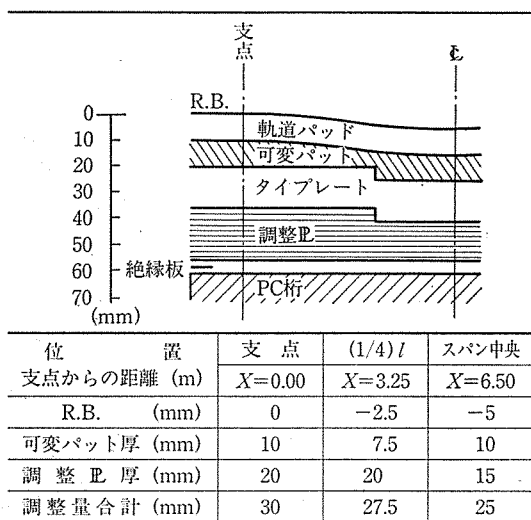


写真-7 開床式桁本体直結桁 (第三小深田橋梁)

れており、ほぼ設計どおりとなっている。

降雪は、主桁間のエキスパンドメタルから落雪し、開床式としての機能を十分果たしている(写真-7 参照)。埋込みカラーの固定および桁上面の仕上げにはかなりの時間を要した。これらについては、より簡易に施工できる方法を開発することが課題となろう。また、主桁製作については工場製作としたが、現場製作も十分可能であると思われる。

本設計では、工期の関係で桁のそりを十分に収束させることができず軌道を敷設することとなった。このため、今後のそりの進行によっては、軌道整備基準値を超える前に一度手を加える必要がある。

3.5 RC 単版桁

福知山線において、軌道コンクリート直結方式のRC単版桁を5連施工した。

構造概要を図-15に示す。

マクラギおよび軌道スラブのない構造であるため、短スパンで桁下空頭に制限のある箇所を用いると有利である。今回施工した箇所はすべて線路横断の水路交差部(写真-8)であった。

今回はコンクリートを現場打設で施工した。今後は、

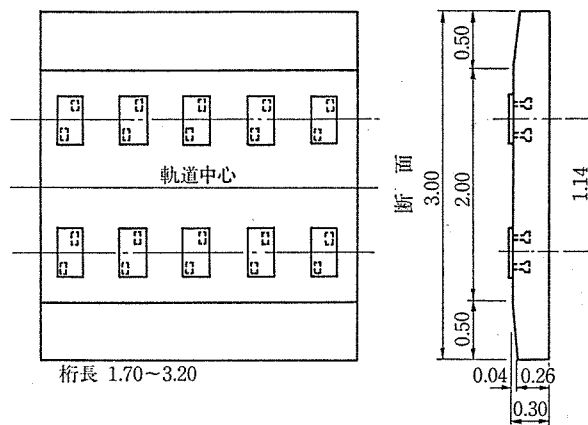


図-15 RC単版桁 (コンクリート直結軌道)

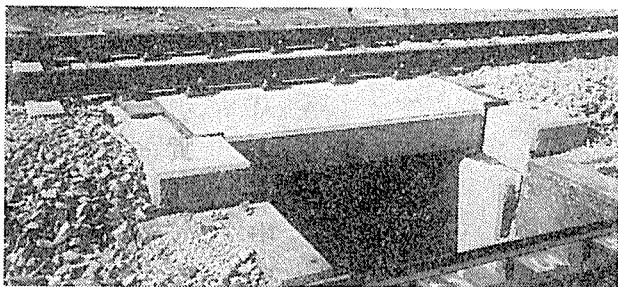


写真-8 RC単版桁（コンクリート直結方式）

工場で軌道スラブを製作する要領でこの種の桁を製作する方法が考えられる。

4. む す び

直結軌道 PC 桁は、軌道構造が単純なため経済的な施工速度を維持しつつ、所定精度にレール整正可能な施工方法、ならびに施工機械の開発が実現できれば、本格的な軌道構造を有する鉄道橋として経済的に採用できる。現在のところ、このような点が今後の研究課題として残されている。桁の構造形式については、連続とし、地震時の下部工の大変位に対しては、容易に軌道位置の修正可能な、桁の支承構造の開発が必要である。

【昭和 62 年 6 月 26 日受付】

◀刊行物案内▶

第 26 回 研究 発表 会 講 演 概 要

体 裁：B 5 判 96 頁

定 価：2 500 円 送 料：300 円

内 容：(1) 横補強筋を有する PS 定着部の耐力評価に関する研究，(2) アルミニウム合金コーンを用いた PC 定着工法について，(3) 防食処理を施した PC 鋼棒の諸特性について，(4) FC 板スラブ工法による人工地盤，(5) PPCS 工法とその施工例，(6) 緊張管理グラフと導入緊張力についての考察，(7) PC 桁のたわみ試験，(8) PC 桁のせん断耐力に関する研究，(9) PC 桁線支承の補修，(10) 清掃工場コンクリート壁のひびわれ防止対策，(11) プレストレッシングによるコンクリート壁体の収縮ひびわれ制御，(12) 円形補強筋をもつ PC 鋼材定着部の割裂ひびわれ耐力性状に関する研究，(13) プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁の力学的性状に関する研究，(14) プレストレストコンクリート梁の復元力特性に関する研究（その 1 復元力特性のモデル化），(15) 同前（その 2 実験結果との比較検討），(16) 「特別講演」都市内 PC 構造物研究委員会報告，(17) PC 板を用いた PC 合成床版の実験報告，(18) 合成床版の力学的性状試験，(19) PC 卵形消化タンク的设计施工について，(20) PC パージ用底板の強度，(21) PC 連続 2 主版桁高架橋の設計と実橋載荷試験，(22) 北海道における PC 高架橋の通年施工について，(23) 複線 3 主 PC 下路橋の設計・施工，(24) プレキャスト下路桁の設計と施工試験，(25) プレストレストコンクリート斜張橋の斜材張力の決定方法について，(26) プレキャスト方式 PC イ型シェッド，(27) 双畑橋（4 径間連続ラーメン橋）の設計と施工，(28) 阿木川大橋の設計施工，(29) 大蔵橋の塩害補修例，(30) 山陽自動車道八幡川橋の設計・施工，(31) 十王川橋の設計と施工，(32) パイプレ方式による新町橋の設計と施工。