

## 読売遊園地モノレール桁の製作について

網 本 克 己\*  
渡 辺 史 郎\*\*

### 1. ま え が き

読売遊園地モノレール線は、川崎市北西部西生田の読売ゴルフ場を中心とした大レクリエーション・センター「読売ランド」の各施設間の交通機関をかねた遊覧用の一施設として、読売ランドの外周に設けられる日立-アルウェグ（跨座式）式モノレールで、最急勾配 65%、最小半径 100 m、全長約 2 km のもので、その概要は次のとおりである。

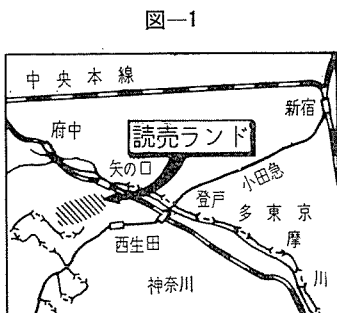


図-1

#### 1.1 線 路

- (1) 線路延長 1972.478 m
- (2) 線路勾配 最急 65/1000
- (3) 曲線半径 最小 100 m
- (4) 縦断曲線 最小 1200 m
- (5) 軌道桁 PC構造 115 連 (巾 600 mm, 高さ 1050 mm, 標準長さ 15.000 m)

#### (6) 橋 梁

	第一橋梁	第二橋梁
橋 長	20+96+20 m	20+75+23.3 m
構 造	鋼パイプ構造	鋼パイプ構造
形 式	逆ランガーガーダー	逆ランガーガーダー
基 礎	鉄筋コンクリート杭 鉄筋コンクリート構 造	鉄筋コンクリート杭 鉄筋コンクリート構 造

- (7) 支 柱 鉄筋コンクリート構造 118 基

#### (8) 停 留 場

生田側停留場	113.500 m
スキーハウス前停留場	1416.738 m
ゴルフ場停留場	1907.478 m

#### 1.2 車 両

- (1) 形 式 HITACHI-ALWEG 式
- (2) 車 種 連接式全金属性 2 軸ボギー電動客車
- (3) 編 成 3 両固定 2 編成
- (4) 設計自重 27.9 t

\* KK日立製作所車両事業部モノレール技術部長  
\*\* 日立モノレールコンサルタントKK建設部副部長

- (5) 定 員 140 人 (座席 76 人, 立席 64 人)

- (6) 満 員 205 人

軽快な乗心地を要求されるモノレールは、特に軌道において、高い精度が要求される。なかでも乗心地の良否に大きな影響するものは軌道桁で、モノレール施設のうちで最も重要な部分を占めるものである。以下軌道桁の設計、製作について概要を述べる。

写真-1 架設中のモノレール桁



## 2. 設 計

### 2.1 設計条件

- 橋 長: 15.000 m
- 桁 長: 14.960 m
- 支 間: 14.500 m
- 桁 断 面: 高 1.050 m, 巾 0.600 m  
200×650 の中空箱型断面とする
- 形 式: フレッシュナー方式単純桁
- 付加物荷重: 給電軌条他 0.06 t/m
- 活 荷 重: 1 軸につき  $P=6.5 t$  とし 図-2 のように配

プレストレスト コンクリート

置する  
 衝撃係数:  $i = \frac{20}{50+L} \leq 0.3$   
 横荷重: 車両の遠心力などによって生ずるもので、1軸荷重の25%集中移動荷重とする。  
 作用点は桁上面から0.55mとする。  
 風荷重: 活荷重載荷時 80 kg/m<sup>2</sup>  
 活荷重無載荷時 300 kg/m<sup>2</sup>  
 電車高 3.86 m  
 作用点は桁上面から0.88mとする

材料強度: 表-1 のとおり

図-2 活荷重の配置

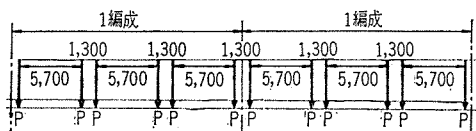


表-1 材料強度

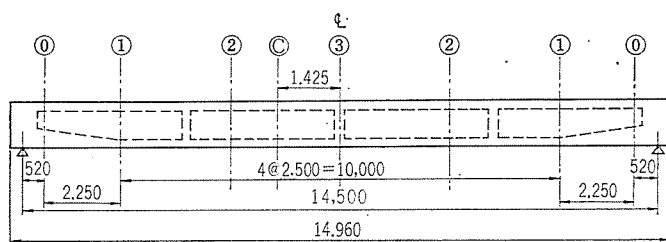
圧縮強度		$\sigma_{28}$	400 kg/cm <sup>2</sup>
許容曲げ圧縮	直	$\sigma_{cat}$	170 "
	後設計荷重時	$\sigma_{ca}$	130 "
許容曲げ引張	直	$\sigma_{cat}'$	-15 "
	(部材圧縮部)		
	後設計荷重時	$\sigma_{ca}'$	0 "
	(部材引張部)		
"	"	$\sigma_{ca}'$	-20 "
"	"		(組合せ荷重時)
許容斜引張	設計荷重時	$\sigma_{1a}$	9 "
	"(ねじりを考え)	$\sigma_{1a}$	12 "
	破壊荷重時	$\sigma_{1a}$	20 "
	"(ねじりを考え)	$\sigma_{1a}$	25 "
許容圧縮		$\sigma_a$	110 "
プレストレス導入時		$\sigma_a$	350 "
引張		$\sigma_{pu}$	155 kg/mm <sup>2</sup>
	降伏点	$\sigma_{py}$	135 "
鋼線	許容	設計荷重時	$\sigma_{pa}$ 93 "
		直	$\sigma$ 108 "
		後プレストレッシング	$\sigma_{pe}$ 121.5 "
鉄筋	許容引張	SS-41	$\sigma_{sa}$ 1 400 kg/cm <sup>2</sup>
		SSD-49	$\sigma_{sa}$ 1 600 "

2.2 曲げモーメント, せん断力, ねじりモーメント

直線桁と R=100 m の曲線桁について, おのおの 図-

3 の点について曲げモーメント, せん断力, 水平荷重に

図-3 計算断面の位置



よるねじりモーメントを求めた。この場合, 曲線桁も同スパンの直線桁として計算した値と大差ないので, 計算の便のため直線桁として計算し, 特に曲線桁については, 曲線桁のために生ずるねじりモーメントを次式で求めた。

図-4 曲線桁のねじりモーメント

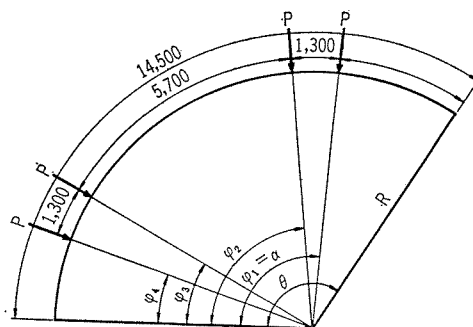


表-2 曲げモーメント (t・m), せん断力 (t), ねじりモーメント (t・m)

断 面		中央	C	2	1	支点	
直線桁	曲げモーメント	死荷重	31.9	30.7	28.1	16.7	
		活荷重	64.4	68.1	65.4	42.5	
		横荷重	5.9	5.7	5.2	3.1	
		風荷重(載荷時)	8.2	8.7	8.4	5.4	
	"(無載荷時)	8.4	8.1	7.4	4.4		
	せん断力	死荷重	0		3.0	6.1	8.2
		活荷重	7.8		13.1	18.9	22.9
	ねじりモーメント	横荷重	0.9		1.2	1.5	1.7
		風荷重	1.4		2.3	3.4	4.1
	曲線桁	曲げモーメント	死荷重	30.7	29.5	27.2	17.0
活荷重			64.4	68.1	65.8	44.7	
横荷重			4.6	4.5	4.0	2.5	
風荷重(載荷時)			7.5	7.9	7.6	5.2	
"(無載荷時)		8.3	8.0	7.4	4.6		
せん断力		死荷重	0		3.0	6.0	9.0
		活荷重	7.8		12.9	18.5	24.4
ねじりモーメント		横荷重	1.2		1.5	2.2	2.9
		風荷重	0.9		1.5	2.2	2.9
曲線桁のねじりモーメント		死荷重	1.5		1.3	0.7	0
	活荷重	2.7		2.8	1.5	0	
	横荷重	2.9		2.2	1.5	1.2	
	風荷重	2.9		2.2	1.5	0.9	

集中荷重の場合

$$任意点: M_{Tx} = PR \frac{\cos \alpha}{\sin \theta} \cdot \sin(\theta - \varphi) - PR \frac{\theta - \varphi}{\theta}$$

$$\varphi \geq \alpha$$

$$M_{Tx} = -PR \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\sin \theta} \sin \varphi + PR \frac{\varphi}{\theta}$$

$$\varphi \leq \alpha$$

$$A 点: M_{TA} = PR \frac{\sin(\theta - \varphi)}{\sin \theta} - PR \frac{\theta - \varphi}{\theta} \alpha = 0$$

$$B \text{ 点} : M_{TB} = PR \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} - PR \frac{\varphi}{\theta} \quad \alpha = 0$$

等分布荷重の場合

$$\text{任意点} : M_{Tx} = wR^2 \left\{ \left( \alpha - \frac{\theta}{2} \right) + \frac{\sin(\theta/2 - \alpha)}{\cos \theta/2} \right\}$$

$$A, B \text{ 点} : M_{TA} = M_{TB} = wR^2 \left( -\frac{\theta}{2} + \tan \frac{\theta}{2} \right)$$

曲げモーメント，せん断力，ねじりモーメントの計算の結果は表-2のとおりである。

### 2.3 応力度

PC鋼線は12-φ7を1ケーブルとし，直線桁は5ケーブル，曲線桁は6ケーブルとした。

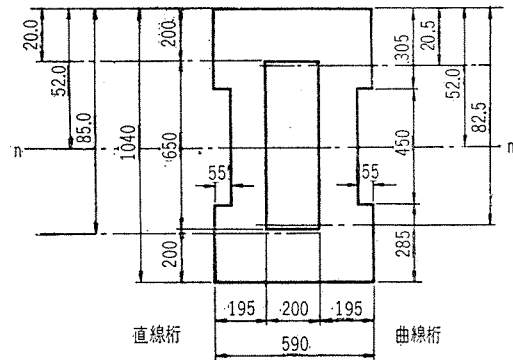
断面の諸係数を計算して，各断面における曲げ応力度を求めると，表-3，4のとおりになる。

一部の断面に引張応力の残る所があるので，この引張力を鉄筋でとらせるために，直線桁・曲線桁のいずれにもφ16の異形鉄筋を，断面の各隅角部に3~4本ずつ配置した。

各断面におけるせん断応力度については，断面を図-5のように仮定して計算する。許容値を越す部分については，さらに斜引張り応力度を求めて鉄筋を決めた。

スターラップには，直線桁はφ13の丸鋼，曲線桁は

図-5 せん断応力度計算の仮定断面



φ16の異形鉄筋を，いずれもU字型でダブルにして10~15cm間隔に配置した。

### 2.4 破壊に対する安全度

コンクリートの $\sigma_{28} = 400 \text{ kg/cm}^2$ ，PC鋼線の $\sigma_{pu} = 155 \text{ kg/mm}^2$ として，抵抗モーメントと，死荷重の1.3倍活荷重の2.5倍の外力によるモーメントとの比を求めると，直線桁，曲線桁のいずれも破壊に対する安全率は1.38となる。

### 2.5 たわみおよび製作キャンバー

車両の走行時には各桁の天端はできるだけ水平である

表-3 直線桁の曲げ応力度

断		面	中央 kg/cm <sup>2</sup>	① kg/cm <sup>2</sup>	② kg/cm <sup>2</sup>	③ kg/cm <sup>2</sup>	摘	要	
設計荷重時	垂直方向	死荷重	$\sigma_{cd}'$	33.2	31.9	29.2	17.2		
			$\sigma_{cd}$	-33.8	-32.6	-29.8	-17.5		
		活荷重	$\sigma_{cl}'$	66.4	70.2	67.4	44.3		
			$\sigma_{cl}$	-65.1	-68.8	-66.1	-43.4		
	水平方向	横荷時	$\sigma_{ch}$	±12.3	±11.9	±10.8	±6.5		
		風荷重	載荷時	$\sigma_{cw}$	±17.1	±18.1	±17.5	±11.3	
無載荷時	$\sigma_{cw}$		±17.5	±16.9	±15.4	±9.2			
プレストレス導	入直後の応力度	コンクリート	$\sigma_{cl}'$	-34.4	-34.3	-34.1	-9.9		
			$\sigma_{cl}$	142.8	142.2	141.6	111.5		
		桁自重との合成	$\sigma_{cl}' + \sigma_{cd}'$	-2.8	-3.9	-6.3	-6.5	> -15	
			$\sigma_{cl} + \sigma_{cd}$	110.6	111.1	113.2	94.8	< 170	
有効プレストレス			$\sigma_{ce}'$	-28.8	-28.4	-28.2	-8.3	12-φ7	
			$\sigma_{ce}$	119.4	117.9	117.1	94.0	5ケーブル	
曲げ応力度の合成	死荷重		$\sigma_1, \sigma_2$	4.4	3.5	1.0	8.9	> 0	$\sigma_{ce}' + \sigma_{cd}'$
			$\sigma_3, \sigma_4$	85.6	85.3	87.3	76.5	< 130	$\sigma_{ce} + \sigma_{cd}$
	死荷重 + 活荷重		$\sigma_1$	21.9	20.4	16.4	18.1	$\sigma_{ce}' + \sigma_{cd}' + \sigma_{cw}$	
			$\sigma_2$	-13.1	-13.4	-14.4	-0.3	> -20	"
			$\sigma_3$	103.1	102.2	102.7	75.7	< 130	$\sigma_{ce} + \sigma_{cd} + \sigma_{cw}$
			$\sigma_4$	68.1	68.4	171.9	67.3	"	"
	死荷重 + 活荷重 + 風荷重		$\sigma_1$	100.2	103.7	96.7	71.0	< 130	$\sigma_{ce}' + \sigma_{cd}' + \sigma_{cl}' + \sigma_{ch} + \sigma_{cw}$
			$\sigma_2$	41.4	43.7	40.1	35.4	"	"
			$\sigma_3$	49.9	46.5	49.5	50.9	$\sigma_{ce} + \sigma_{cd} + \sigma_{cl} + \sigma_{ch} + \sigma_{cw}$	
			$\sigma_4$	-8.9	-13.5	-7.1	15.3	> -20	"

表-4 曲線桁の曲げ応力度

断		面	中央 kg/cm <sup>2</sup>	◎ kg/cm <sup>2</sup>	② kg/cm <sup>2</sup>	① kg/cm <sup>2</sup>	摘	要	
設計荷重時	垂直方向	死荷重	$\sigma_{cd}'$ 32.0	30.8	28.3	17.7			
			$\sigma_{cd}$ -32.5	-31.3	-29.8	-17.2			
	水平方向	活荷重	$\sigma_{cl}'$ 66.4	70.2	67.8	46.1			
			$\sigma_{cl}$ -65.1	-68.8	-66.5	-43.3			
		死荷重	$\sigma_{cd}''$	± 9.6	± 9.5	± 8.3	± 5.2		
		横荷重	$\sigma_{ch}$	±15.5	±16.5	±15.9	±10.8		
	風荷重	載荷時	$\sigma_{cw}$	±15.6	±16.5	±15.9	±10.8		
		無載荷時	$\sigma_{cw}$	±17.3	±16.7	±15.4	± 9.6		
プレストレストレス導	入直後の応力度	コンクリート	$\sigma_{ct}'$ -21.5	-21.3	-21.2	0.5			
			$\sigma_{ct}$ 152.0	151.1	150.6	114.4			
	桁自重との合成	$\sigma_{ct}'+\sigma_{cd}'$ $\sigma_{ct}+\sigma_{cd}$	10.5 119.5	8.0 121.2	7.1 120.8	18.2 97.2	> -15 < 170		
有効プレストレス			$\sigma_{cc}'$ $\sigma_{cc}$	-17.9 126.6	-17.6 125.0	-17.5 124.4	0.4 96.1	12-φ7 6ケーブル	
曲げ応力度の合成	死荷重		$\sigma_1$	23.7	22.7	19.1	23.3	$\sigma_{cc}'+\sigma_{cd}'+\sigma_{cd}''$	
			$\sigma_2$	4.5	3.7	2.5	12.9	> 0 "	
			$\sigma_3$	103.7	103.2	103.9	84.1	< 130 $\sigma_{cc}+\sigma_{cd}+\sigma_{cd}''$	
			$\sigma_4$	84.5	84.2	87.3	73.7	"	
	活荷重		$\sigma_1$	121.2	125.9	118.7	91.0	$\sigma_{cc}'+\sigma_{cd}'+\sigma_{cd}''+\sigma_{cl}'+\sigma_{ch}+\sigma_{cw}$	
			$\sigma_2$	39.8	40.9	38.5	37.4	"	
			$\sigma_3$	69.7	67.4	69.2	62.4	$\sigma_{cl}+\sigma_{cd}+\sigma_{cd}''+\sigma_{cl}+\sigma_{ch}+\sigma_{cw}$	
			$\sigma_4$	-11.7	-17.6	-11.0	8.8	"	
	風荷重		$\sigma_1$	41.0	39.4	34.5	32.9	$\sigma_{cc}'+\sigma_{cd}'+\sigma_{cd}''+\sigma_{cw}$	
			$\sigma_2$	-12.8	-13.0	-12.9	3.3	> 20 "	
			$\sigma_3$	121.0	119.9	119.4	93.7	< 130 $\sigma_{cc}+\sigma_{cd}+\sigma_{cd}''+\sigma_w$	
			$\sigma_4$	67.2	67.5	71.9	64.1	"	

表-5 桁のせん断応力度

断		面	中央 kg/cm <sup>2</sup>	② kg/cm <sup>2</sup>	① kg/cm <sup>2</sup>	◎ kg/cm <sup>2</sup>	摘	要
直線	設計荷重時	$\tau_{20}$	5.8	9.8	9.9	11.3	< 12	
		$\tau_{52}$	7.5	13.4	11.5	13.0	> 12	
		$\tau_{82}$	5.9	10.0	10.0	12.2	≒ 12	
桁	破壊荷重時	$\tau_{20}$	11.7	19.2	22.9	21.3	< 25	
		$\tau_{52}$	16.0	27.2	31.3	26.4	> 25	
		$\tau_{82}$	11.9	19.6	23.3	23.9	< 25	
曲線	設計荷重時	$\tau_{20.5}$	5.0	12.8	15.7	21.1	> 12	
		$\tau_{52}$	6.7	16.3	16.5	21.6	> 12	
		$\tau_{82.5}$	5.1	12.9	16.3	20.9	> 12	
桁	破壊荷重時	$\tau_{20.5}$	13.1	27.2	38.7	38.5	> 25	> 25
		$\tau_{52}$	17.4	35.1	46.8	39.2	> 25	< 50
		$\tau_{82.5}$	13.3	27.5	45.6	38.3	> 25	< 50

表-6 桁のたわみ

たわみの種類	直線桁 mm	曲線桁 mm
死荷重によるたわみ	4.0	3.8
活荷重によるたわみ	8.5	8.5
プレストレッシングによるたわみ	-11.1	-10.9
コンクリートのクリープによるたわみ	-11.4	-11.1
コンクリートの乾燥収縮によるたわみ	0.6	0.9
計	- 9.4	- 8.8

は活荷重の 70% を載荷したときのたわみに相当した。

コンクリート打設時は上記キャンバーに死荷重、緊張、クリープ、乾燥収縮等によるたわみを加え、直線桁で 12 mm、曲線桁

で 11.4 mm の逆キャンバーをつけることになる。

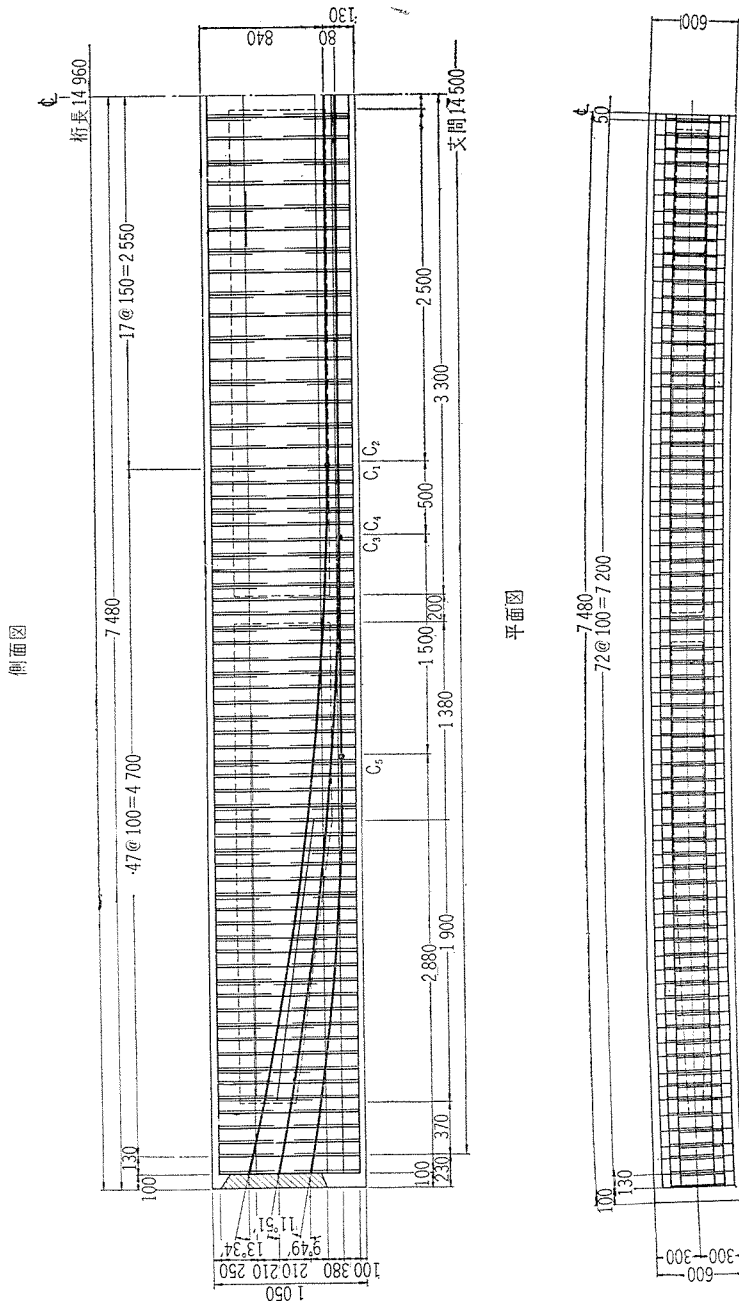
### 3. 製造設備

モノレール線の今後の発展にはかなりの期待が持て

ことが望ましい。直線桁、曲線桁のおのおのについて、たわみを計算すると表-6 のようになる。

各輪重が支柱上を通過するときの前後の桁上面の折れ角が最小となるキャンバーを計算した。このキャンバー

図-6 曲線桁 ( $R=100\text{ m}$ ) 詳細図



る。その建設工事はある程度継続すると考えられ、また既設のモノレール線に対する補修などのための基地を常時準備しておくことも望ましい。このような考えから設備工事をオリエンタルコンクリートKKと契約をして、同社多摩工場の敷地内に日立アルバーグ方式によるモノレール桁製造設備をつくった。この作業場は一方が国鉄下河原線の構内側線に沿っており、また一方は大型トレーラーの乗入れも可能なので資材、機材の搬入、あるいは製品の搬入、あるいは製品の搬出のためにきわめて有利な立地条件を持っている。

日立アルバーグ方式この設備は、可撓モールド等一部の設備を除いて、大部分の設備はそのまま次のモノレール桁の製作に利用することができる。日立アルバーグ方

式による第1号モノレールの犬山ラインパークモノレール線（桁は鉄筋コンクリート）建設の場合は、製造設備が巡環式に配置されていたが、今回の設備は図-8のように直線状に配置された。モールド場における可撓モールド、調整用ジャッキ、サイクルチェーンジャー、高速バイブレーター、および型わく底板をかねる運搬台車等は、この設備の中で最も重要なものである。

### 3.1 モールド場

2列の強固な鉄筋コンクリート支柱に取付けた合計36個の調整用スクリー ジャッキの先端に、鋼製の可撓モールドが取付けてある。ジャッキの目盛を操作することにより、モールドは所定の間隔(60 cm)を保ちつつ直線状にもなり、また円弧状にもなる。この支柱は型わく調

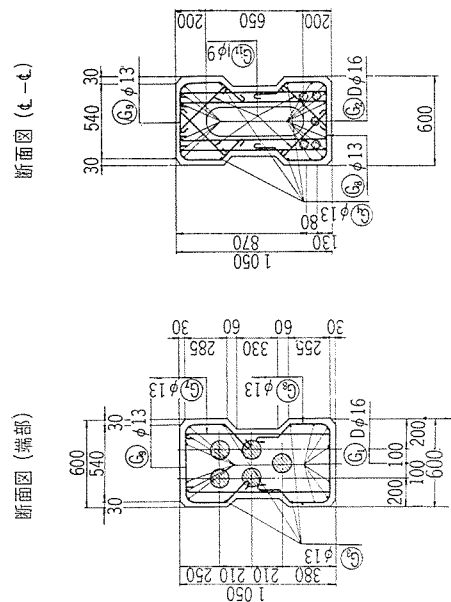
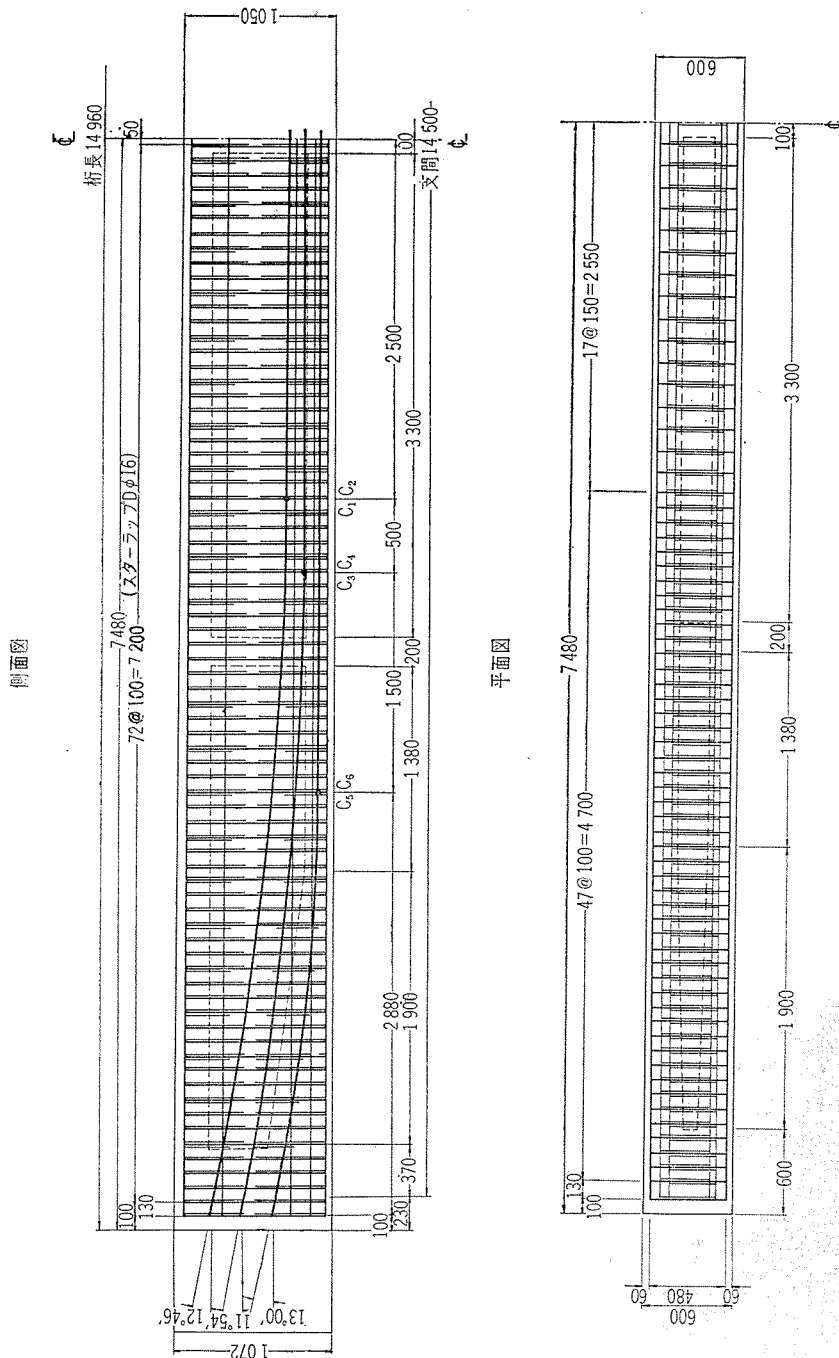
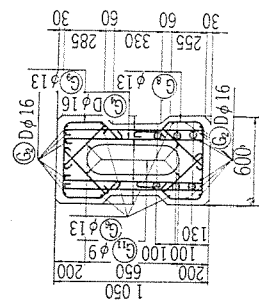


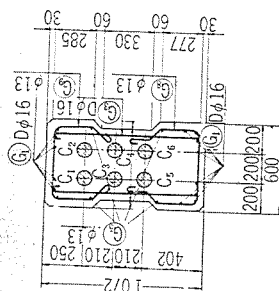
図-7 直線桁詳細図



断面図 (c-c')



断面図 (端部)



整後とコンクリート打込み後、調整した寸法に狂いの生じないように、十分強固なものでなければならない(本モールドは特許番号 258094)。

この側型わくの下にモールド台車が入ってきて型わくの底板となる。したがって台車の上は型わくの一部(底板)となるので、この部分の軌条は完全に水平でなければならない。ここではモールド場の基礎コンクリートに、Iビームを2列水平に埋めておき、このIビームの上に軌条天端の水平をチェックしながら敷設した。

側型わくと底板の接続部には、硬質ゴムの中空三角目地材をはさみ、この中空部にゴムチューブを入れて、圧

写真-2 モールド場内部

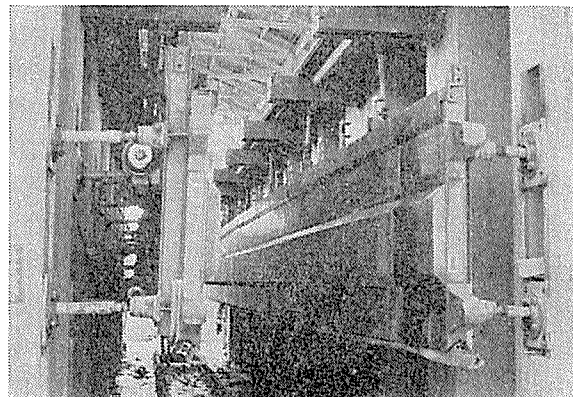
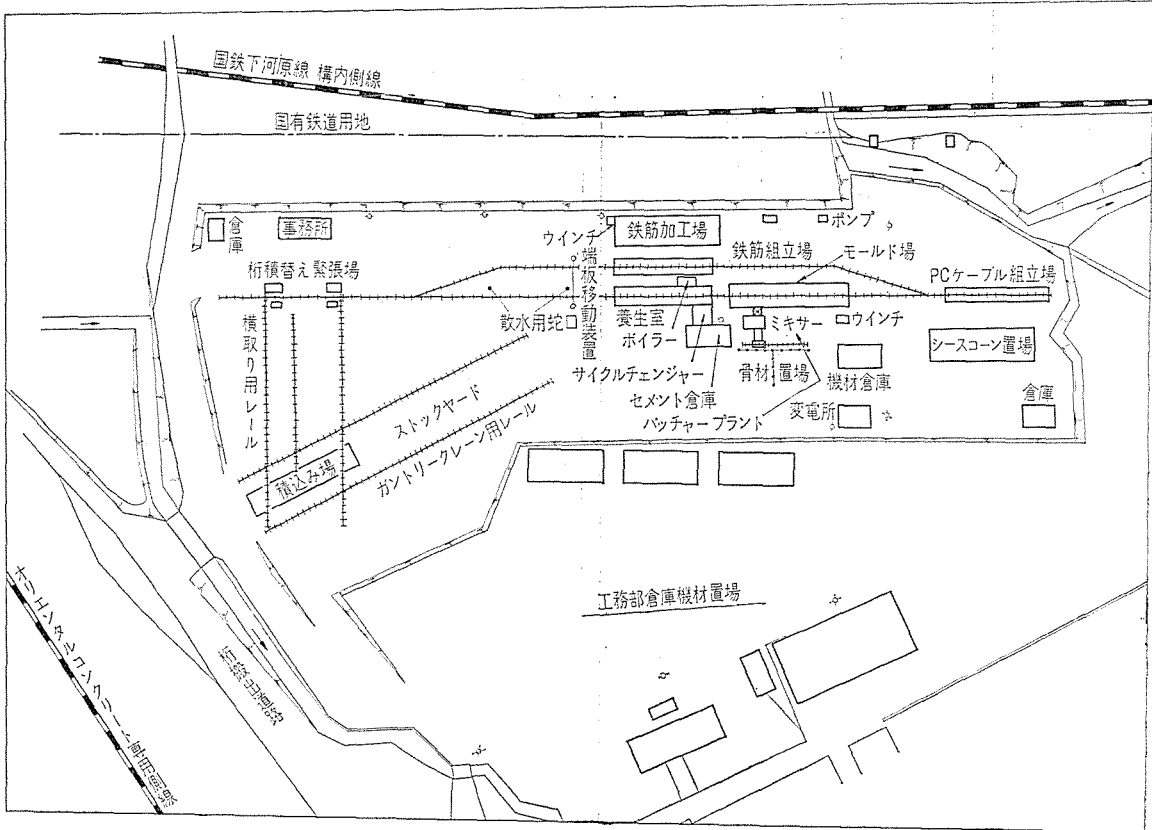


図-8 桁製作場平面図



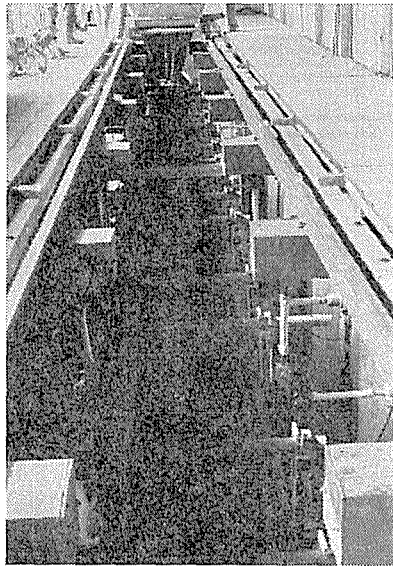
縮空気により目地材を上下の型わくに密着させて、モルタルの漏洩を防ぐとともに、コンクリートに面をつけるようにしてある。

曲線桁には当然カントがつくことになるが、型わく上面の目地金物とフィニッシャーのガイドレールが一定間隔で固定されており、カントにしたがって目地金物を調整すると、フィニッシャーのガイドレールも同時に固定されて、コンクリートの上面に所定のカントを正確につけることができるようになっている。

またこの型わくは、構造上腹部と上下のフランジ部の3つの部分からできており、平面曲線のみならず、縦断曲線の桁を作ることができる。

型わくには片側8個ずつ、両側で16個の高速バイブ

写真-3 上部から見た組立完了のモールド



レーター (8460 rpm) が取付けてあり、これを3倍周波数変換器 (50→150Hz) を通じて振動させる。型わくバイブレーターに、このような高速バイブレーターを使用したのは、わが国ではこの工事が始めてであるが、コンクリートの締固め、桁表面の仕上がり等できわめて良好な結果をうることができた。

### 3.2 養生室

モールド場に接続しており、桁をモールド台車に乗せただまま入れる。断熱効果を大にするため、側壁はコンクリートブロックを積んで作り、屋根と扉は木製 (二重) である。ボイラーは蒸気発生量 80 t/h のものを2台設備した。

### 3.3 緊張場

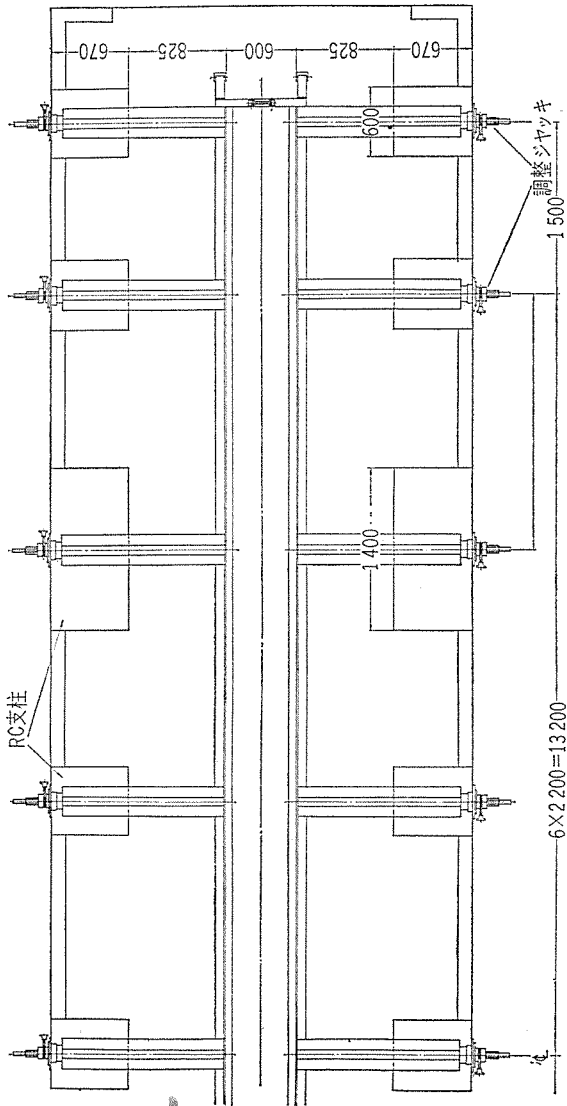
モールド台車は型わくの底板となるので、常に水平でなければならない。モールド台車上で緊張作業をすると桁にプレストレスによるキャンバーがついて、このため台車に対する桁自重が両端に集中して、台車天端の水平を狂わすことになる。したがって緊張作業に先立ち、4個の手動式スクリュージャックを利用して、桁をモールド台車から2台の分離した緊張台車に積みかえる。

### 3.4 スtockヤード

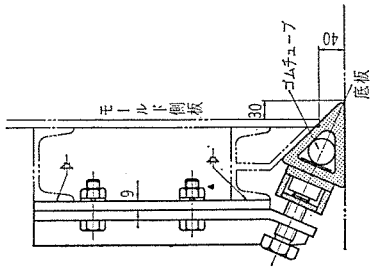
桁製作の能率を良くするため、その製作順序は架設の順序にこだわらず、直線桁、曲線桁を適当なグループに

図-9 モールド場

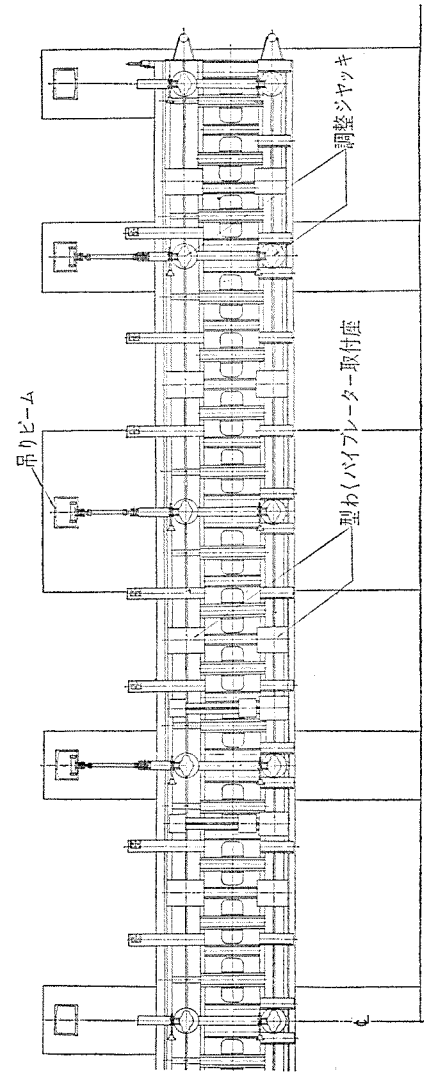
平面図



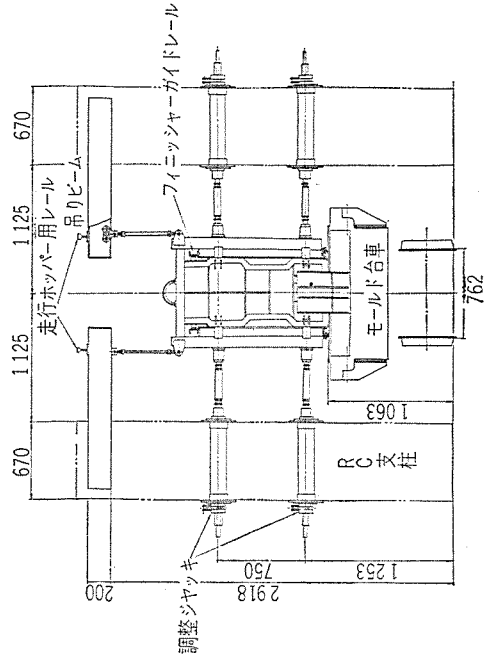
下部目地ゴムパッキング詳細図



側面図



断面図





分けて製作した。したがってストックヤードとしては、できるだけ広い方が便利であるが、ここでは約 50 本のストックを考えた。

桁は 2 段積みとし、10 t 門型クレーン 2 台によって桁の運搬、トレーラーへの積み込みを行なった。

## 4. 桁 製 作

### 4.1 工 事 概 要

製作本数：直線桁 50 本 うち RC 桁 2 本  
 曲線桁 65 本 R=100 m 16 本  
 R=150 m 5 本  
 R=500 m 2 本  
 緩和曲線桁 42 本  
 うち RC 桁 1 本

工 期：38 年 2 月～38 年 7 月 6 カ月間

支 給 品：φ5 P C 鋼線 鉄筋 ラーゲル

桁 1 本あたりの主要材料は 表一7 のとおりである。

表一7 桁の主要材料 (1 本あたり)

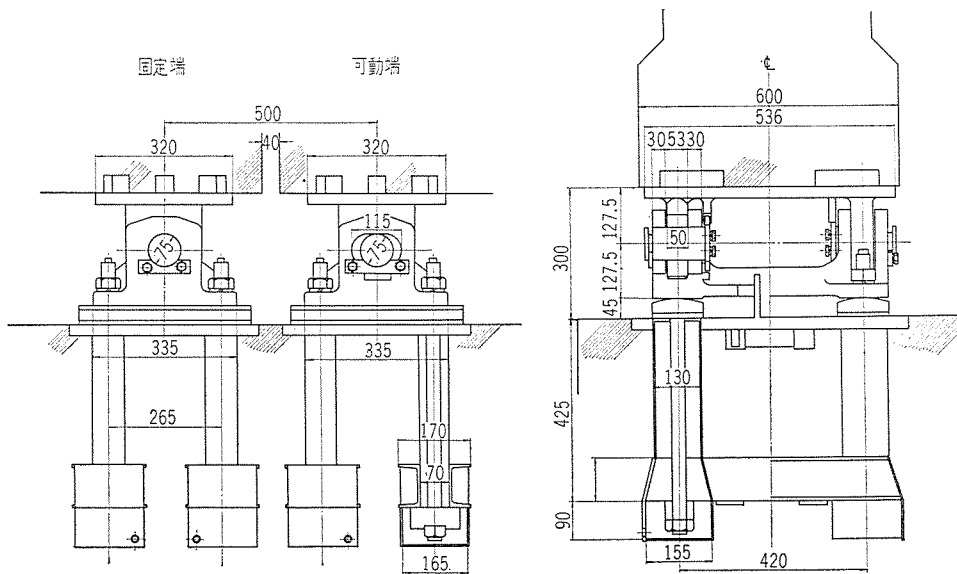
		直線桁	曲線桁	摘 要
コンクリート		7.4 m <sup>3</sup>	7.5 m <sup>3</sup>	$\sigma_{28}=400 \text{ kg/cm}^2$
鉄 筋	SSD-49	373 kg	1 664 kg	
	SS 41	1 204 kg	706 kg	
P C 鋼 線		299.3 kg	359.2 kg	φ7
シ ー ス		76.7 m	92 m	φ40
コ ー ン		10 個	12 個	φ7 用

特殊な場合を除いて、約 30 人の労務者をそれぞれの作業箇所配置して、毎日 1 本平均 1 カ月 25 本の桁を作ることができた。

### 4.2 ラ ー ゲ ル

構造は 図一10 に示すように、上下の支承部とコンク

図一10 ラ ー ゲ ル



リート支柱の頭部に埋込まれた支承座からなる。上下の支承はピンまたはローラーで結合されており、桁軸方向の移動のほかは、桁の浮上がり、および水平荷重による桁の転倒を拘束している。

### 4.3 鉄筋の加工組立て

あらかじめ台車の上に製作すべき桁の軸を出しておき、この軸上の正しい位置にラーゲルをすえつけてから、この軸に沿って鉄筋の加工組立てを行なう。

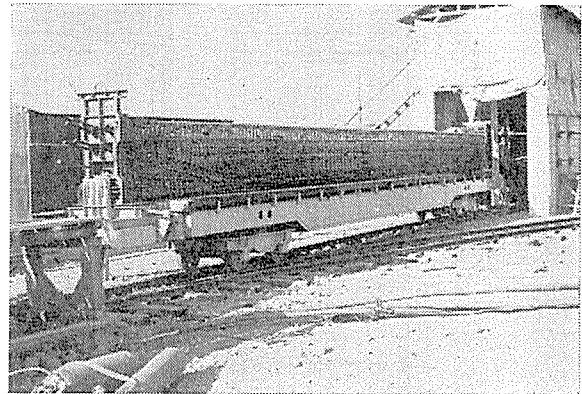
鉄筋と型わくとの間隔を正しくとるために、モールド場に入れる前に、組立ての終わった鉄筋の外側に鉄板製のスペーサーを溶接しておいた。

直線桁の肋筋は φ13 の丸鋼を使用した。曲線桁はねじりモーメントの影響もあってせん断力が多いので、φ16 の異形鉄筋をふくめてコンクリート 1 m<sup>3</sup> あたり約 220 kg 使用した。

### 4.4 中 型 わ く

コンクリートが中空断面となっているので、木製の中型わくをつかって埋殺しとした。位置を決めるためには肋筋に短い鉄筋を溶接して、中型わくを上下左右から

写真一4 台車上で組立ての終わった鉄筋と P C ケーブル



押さえて固定した。

### 4.5 P C ケーブル

12-φ7 P C ケーブルを直線桁は 5 ケーブル、曲線桁は 6 ケーブル使用した。端型わくは、フレッシュネーコンを取付けてからモールド台車に固定した。プレストレッシングによって桁に不測のたわみが生ずることのないよう、また所定の引張力が導入されるように、各ケーブルの位置は特に正確でなければならない。この工事ではケーブルの位置の許容誤差を ±5 mm と

した。

#### 4.6 モールドの調整

モールド場で行なう作業を順序にしたがって列記する。

(1) 鉄筋、ケーブル等の組立ての終わったモールド台車を入れる。このとき端型わくは台車上の所定の位置に固定されている。

(2) 型わく上部の目地金物を所定の位置に固定する。

(3) 給電軌条取付用埋込栓およびこの保護プレート取付座等の付属品を取付ける。

(4) 左右各 18 個の調整ジャッキを操作して、所定の形状にモールドを形成固定する。

(5) 下部目地ゴムパッキングおよび端型わくゴムパッキングに空気を圧入して、型わくを水密に接続する。

(6) コンクリートを打込むと、中型わくに強い浮力が作用して、鉄筋、ケーブルの位置が狂うおそれがあるので、上部から中型わく押えをとる。

モールド調整ジャッキの操作は、すべてのジャッキの目盛りを 0 にすれば型わくは直線となり、曲線桁の場合はおのおののジャッキの位置における曲線の偏倚量を計算して、これに応じた目盛りを指示する。労務者は単に示された目盛りの数値にしたがってジャッキを操作すればよい。

特に曲線桁のときは、中央のジャッキから順に外側のジャッキに向かって調整してゆかないと、型わくに不測のひずみを残すことになる。またモールドの調整は、主としてジャッキの目盛りに頼って行なうので、桁数本に 1 回はジャッキの 0 調整をしておかないとならない。

この工事では、直線桁、曲線桁等によって若干の差はあるが、モールド台車を入れてからコンクリートを打込む前のすべての準備が終るまでに、労務者 8~10 人で所要時間 3~4 時間を必要とした。

#### 4.7 コンクリートの打込み

コンクリートの示方配合は表-8 のとおりである。

表-8 コンクリートの示方配合

粗骨材 最大寸 法 mm	スラン プの範 囲 cm	単位水 量 kg	単位セ メント 量 kg	水セメ ント比 %	絶対細 骨材率 %	骨 材 重 量		
						細骨材 kg	粗骨材 kg	計 kg
20	0~3	165	450	36.7	45	850	967	1 817

桁 1 本あたりのコンクリートは 7.4 m<sup>3</sup> ある。これを 1.5~2 時間で打込み終るため 10 切のミキサーを使用した。練上ったコンクリートは、モールド上面を走行する移動ホッパーにより、一端から他端に向かって、下部フランジ、腹部、上部フランジの三層に分けて打込まれた。

型わくバイブレーターは打込み位置の周辺部のものを順次数分間づつかけた。他の P C 桁にくらべて鉄筋が非常に多い上に中型わくがあり、内部振動機はほとんど使

用できないような状態なので、型わくバイブレーターをかける順序、時間などには、責任者を決めてバイブレーターのかけ忘れ、あるいはかけ過ぎのないよう特に慎重に行なった。

桁の仕上がり側面には残留気泡はほとんどなく、このような型わくの形状、構造、あるいはスランプ 2~5 cm のコンクリートに対して、8460 回転という高速バイブレーターの使用は有効であったと思われる。

コンクリートの打込みが終ると、2 台のフィニッシャーを使用して、中央部から両端に向かって 2 回仕上げを行なう。このとき、ガイドレールの上面を確実に清掃しながらフィニッシャーを走行させないと、コンクリート上面の水準に狂いが生じる。フィニッシャーの走行速度は 1 m/5 分であるから、15 m の桁を仕上げるのに 2 時間近くを必要とした。

#### 4.8 養生

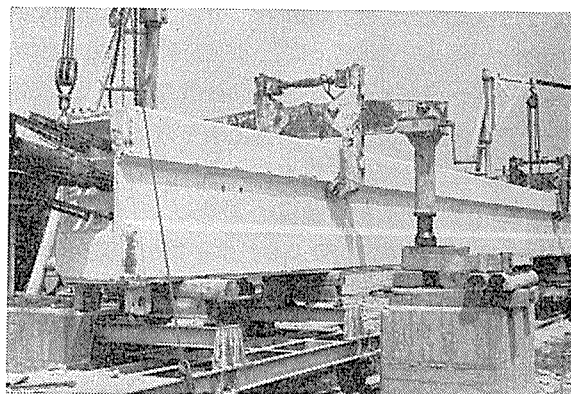
養生室における蒸気養生は 8~10 時間、最高温度は 60°C とし、温度上昇を 15°C/h 以内で行なった。また養生室から引出す数時間前くらいから蒸気の送入を止めて、急激な冷却を避けた。

養生室から引出した桁は、引続き散水養生を約一昼夜行なった。

#### 4.9 プレストレッシング

まず桁をモールド台車から緊張台車に積かえ、空になったモールド台車は再び鉄筋加工場に戻して、次の桁の製造工程に入る。

写真-5 桁の積かえ



プレストレッシングにあたっては、作業中に生ずるコンクリートの弾性変形による P C 鋼線引張応力度の減少量、P C 鋼線とシースの摩擦による損失量、およびコーンのセッティングによる損失量を計算して緊張力を決めた。

#### 4.10 検査、仕上げ

モノレール桁は道路橋と異なり、桁自体が荷重を支えると同時に、走行する車両のレールともなるので、設計強度を保証するだけの十分な強度を持たねばならぬと同

時に、その天端面の水準、桁巾、上面および側面の通り、あるいは端部の直角度、隣の桁との接続など形状寸法の精度も他の一般の桁にくらべて非常に高いものが要求される。

したがって全工程のすべての面で正確な作業を行わなければならないが、コンクリートを打込む前のモールドの調整は必ずしも検査する必要がある。

製品検査は、おのおのの桁について次の箇所を検査する。

- (1) 全体的通りおよび高低
- (2) 部分的通りおよび高低
- (3) 水準測定
- (4) 端部の直角度
- (5) 桁長(走行面中心の弦長およびラーゲル中心間隔)
- (6) 各点の桁巾

(1)については桁の両端、中央、および1/4点について、  
(2)については1.5m間隔に両端のほか9カ所について、各断面の点を測定した。

## 5. 試 験

この工事とは別に、日本高架電鉄の羽田～浜松町間のモノレール線を現在工事中であるが、これに備えて同線モノレール桁の1/2模型( $l=12.70\text{ m}$   $R=\infty$ ,  $l=10.25\text{ m}$   $R=75\text{ m}$ ,  $l=4.50\text{ m}$   $R=\infty$ の3本)による応力測定試験を、オリエンタルコンクリートKKに依頼して行なった。この報告は38年6月の本誌Vol. 5, No. 3に発表済みであるから参照されたい。

この工事においては、No. 74の桁( $l=15.00\text{ m}$ ,  $R=100\text{ m}$ )について、同じく同社多摩工場の200t試験台で破壊試験を行なった。この試験は載荷時の応力測定は行なわず、垂直および水平荷重による破壊荷重までのたわみについて、計算値と実測値の照合を行なったもので、破壊荷重は垂直集中荷重で計算値80.0tに対し、実際には垂直集中荷重80.0tと水平集中荷重13.0tを載荷しても破壊することができなかった。しかし計算値と実測値のたわみは、ほぼ一致していることは確認でき

た。

また完成した軌道を車両が通過するとき、桁に生ずる実応力を測定するため、主桁については直線桁、曲線桁、緩和曲線桁の計4本に、おのおののストレインゲージを32点取付け、支柱は2本に同じく40点取付けた。この測定は後日になるが、次の機会に報告したいと思う。

## 6. む す び

この報告は、プレストレストコンクリートによるモノレール桁の製作に関する部分で止めたが、製作場から読売遊園地の架設現場までの輸送は、日本通運KKが25tトレーラー2台を用いておこない支柱、桁の架設、仕上げ等の現場内の工事は大成建設KKがおこなった。

さきに犬山ラインパークのモノレール線をRCで架設しているとはいえ、日立アルベグ方式によるPCのモノレール桁製作はこの工事が始めてであった。またこの工事は、すでに同じ形式で着工している羽田～浜松町間の本格的都市交通用モノレール線建設工事に対して、貴重な多くの資料を提供することができた。

写真—6 架設完了のモノレール桁

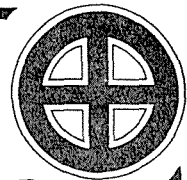


最後にこの工事の設計、施工にあたって、関係各方面から寄せられた御指導、御協力に対し、深く感謝の意を表して稿を終ることにする。

註：モノレール桁製造装置は特許登録済みである。

1963.9.18・受付

駒沢公園跨道橋(橋長60m00. 3径間連続橋) 東京都



PC  
構造物

プレストレスト・コンクリート

設 施 製  
計 工 造

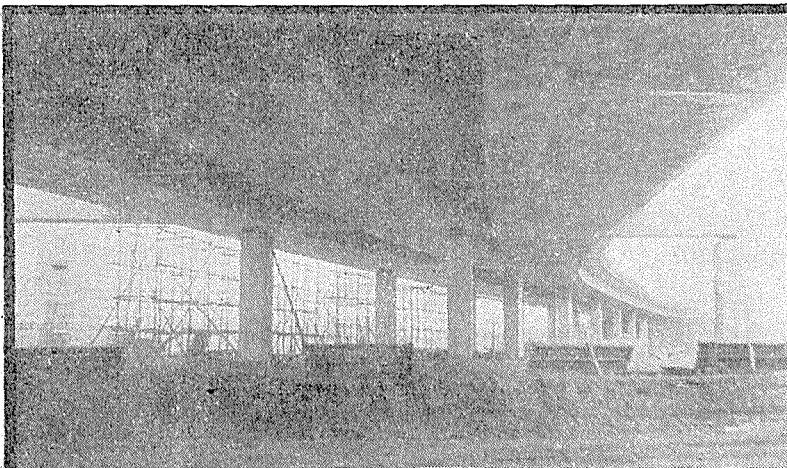
旧称 北日本PSコンクリート株式会社

田島工業株式会社



表示許可番号  
第8222号

本 社 富 山 市 中 島 6 電 話 代 表 ( 富 山 ) ② - 6 1 2 7  
東 京 支 店 東 京 都 港 区 芝 三 田 4 の 3 8 電 話 ( 4 5 1 ) 7 4 0 4 ( 4 5 2 ) 2 7 8 0 ( 4 5 2 ) 1 8 9 1 ~ 2  
大 阪 営 業 所 大 阪 市 南 区 順 慶 町 2 丁 目 順 慶 ビ ル 内 電 話 ( 2 6 1 ) - 6 0 9 3  
名 古 屋 出 張 所 名 古 屋 市 中 区 御 幸 本 町 通 り 3 丁 目 御 幸 ビ ル 内 電 話 ( 2 3 ) - 3 1 2 1  
工 場 ○ 富 山 市 ○ 相 模 原 市



首都高速 高架橋新設工事

第106工区(その1) 高架橋上部新設工事

発註先 首都高速道路公団

橋 長 526.00m

有効巾員 16.40m

桁 長 56.60~94.40m

桁 高 1.40m

P.C2室箱型連続桁

3径間連続5連, 2径間連続2連,  
単桁1連

プレストレスト コンクリートB.B.R.V.工法 橋梁、タンク等の設計施工



東亜コンクリート株式会社

取締役社長 巽 榮 吉

本 社	東 京 都 新 宿 区 南 元 町 8 番 地 ( 多 土 ビ ル )	TEL 東 京 ( 3 4 1 ) 4 2 2 6 ( 代 )
大 宮 営 業 所	大 宮 市 日 進 町 2 丁 目 1 9 5 0 番 地	TEL 大 宮 ( 4 2 ) 1 3 8 5 ~ 6
大 阪 営 業 所	大 阪 市 北 区 梅 田 町 4 3 番 地 ( 大 和 ビ ル )	TEL 大 阪 ( 3 6 1 ) 6 8 2 6
名 古 屋 出 張 所	名 古 屋 市 昭 和 区 高 辻 通 り 3 の 1 5 ( 三 富 ビ ル )	TEL 名 古 屋 ( 8 7 ) 7 3 1 1 ~ 5
福 岡 出 張 所	福 岡 市 長 浜 町 1 の 1 6 ( 東 亜 ビ ル )	TEL 福 岡 ( 7 5 ) 5 4 3 6 ~ 9