

# JIS A5316 (T型桁) を用いた PC 橋の急速施工法

—西 今 井 橋—

山	田	一	男*
柴	崎		温**
森	田	一	二+
秋	山	清	志++
横	山	俊	夫+++

## 1. ま え が き

工場製作を主体とするプレテンション方式のプレキャスト PC 桁については、すでに JIS A5316 (T型桁), JIS A5313 (スラブ桁), JIS A5319 (軽荷重用スラブ桁), 建設省標準設計 (中空床版桁) 等が制定されており, これらの活用は, 設計面での省力化, 合理化に大きな効果をあげると共に, 製作面でも設備の整った工場で製作するため, 季節に関係なく品質管理が十分ゆきとどき良品質のものが得られること, 多量生産が能率的, 経済的にできることのほか, 現場施工面でも省力化, 急速性, 工事公害の減少等にわたって幾多の利点があることから, もっとも使用実績の多いものである。

しかしながら, 通常の施工過程では, 現場で PC 桁を架設後, 間詰床版および横桁部にコンクリート打設作業を必要とするために, 工事全体を通して工場製作によるプレキャストコンクリート桁を用いる利点が, いまひとつ生かしきれない不満がある。筆者らは, この不満の解消に対する一つの方法として, PC T型桁を用いた西今井橋の施工にドライコンタクト工法を採用し, オールプレハブ化により急速施工性を高めることを計画した。

この場合のドライコンタクト工法とは, プレキャスト PC 桁相互の間に現場でコンクリート打設を行わずに, PC 桁の側面を相互に直接接触させ, プレストレスを与えて一体化する工法である。すなわち, 通常の施工法では PC 桁の架設後, 現場で間詰床版および横桁部のコンクリートを打設するのに対し, 本橋の施工法では, 工場内のヤードに PC 桁の仮置台を設置して, 仮に横組工を完成させておき下部工の完成を待って現場に運搬, 架設

するもので, 前者に比較し現場施工期間を大幅に短縮することができる。

すでに, 国内でも PC 中空床版桁橋に, この種の施工法を採用し, 急速施工の効果を高めた施工例が報告されているが<sup>1),2)</sup>, PC T型橋については, 試験研究報告のほかは, まだ施工例の報告がなく, 初めての試みと思われるので, 以下に西今井橋の設計および施工の概略, ならびに, 本橋の完成後に実施した載荷試験について述べる。

## 2. 工事の概要

西今井橋は, 中小河川改修工事の一環として群馬県佐波郡境町を流れる一級河川早川に架設された道路橋であり, その工事概要は次のようである (写真-1, 2参照)。

橋長: 44 m 400  
 桁長: 2@22 m 155  
 支間: 2@21 m 555  
 幅員: 6 m 500  
 型式: プレテンション方式単純T型桁橋  
 荷重: TL-14  
 角度:  $\angle R$

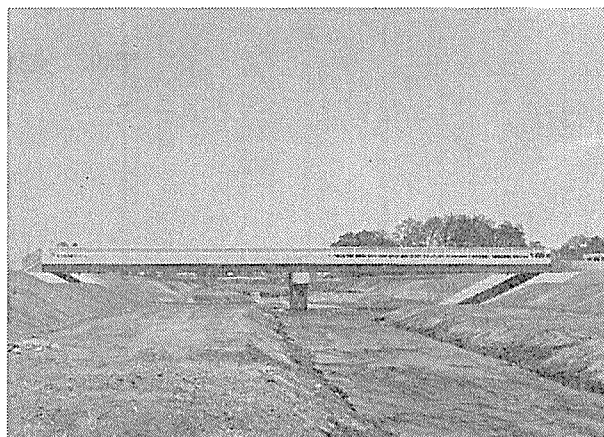


写真-1 完成した西今井橋 (その1)

\* 群馬県伊勢崎土木事務所 所長  
 \*\* " 技師  
 + オリエンタルコンクリート(株) 多摩工場  
 ++ " 東京支店設計課  
 +++ " 東京支店技術課

使用材料

- PC桁コンクリート  $\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$
- 間詰コンクリート  $\sigma_{ck}=300 \text{ kg/cm}^2$
- PC桁のケーブル PC鋼より線  $\phi 12.4 \text{ mm}$
- 横締ケーブル PC鋼棒  $\phi 23 \text{ mm}$   
(SBPR 95/110)

ないための所要プレストレス

$$P_{re} = \frac{\sum Q_y}{f}$$

$\sum Q_y$ : 活荷重によるセン断力

$f$ : 接合面コンクリートの摩擦係数  
=0.6

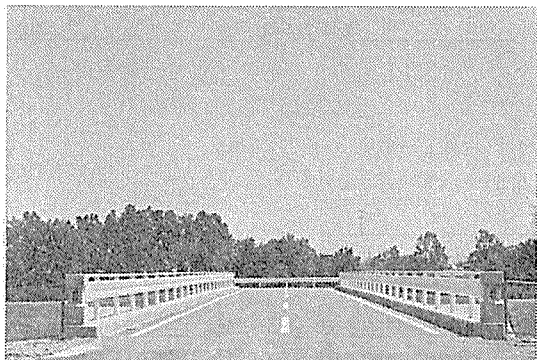


写真-2 完成した西今井橋(その2)

3. 設計の概要

3.1 PC桁の設計

本橋のPC桁は、取付け道路との関係から桁高制限を受け、JIS A5316 のBD100-18をそのまま採用することができないため、修正設計して使用した。

また、PC桁相互の接合目地は「ドライ目地」構造を採用しているが、この目地構造は横方向のプレストレスによるコンクリートの摩擦力により、曲げモーメント、およびセン断力に対し、十分抵抗でき一体構造と考えてよいことが確認されているので<sup>1),3)</sup> JIS A5316 桁の原設計と同様に直交異方性版として、Y. Guyon & C. Massonnet の荷重分担率を用いてPC桁の設計を行った(図-1 参照)。

3.2 接合目地部の検討

PC桁相互の接合目地部については、次のように考慮した。

- ① 床版、および横桁の目地部に作用する設計荷重の曲げモーメントに対して、断面の引張縁に  $10 \text{ kg/cm}^2$  以上の圧縮応力度が残るようにした(表-1 参照)。
- ② 床版、横桁の目地部に作用するセン断力に対しては目地部が十分な摩擦力をもち、ずれに抵抗しうるようにプレストレスを与えた。すなわち、目地部コンクリートの摩擦係数を0.6とし、次のようにしてずれに対する安全率をもとめた(表-2 参照)。

$$\text{安全率 } F = \frac{P_e}{P_{re}} > 3$$

ここで  $P_e$ : プレストレス

$P_{re}$ : 活荷重に対して接合部でずれが生じ

表-1 接合目地部の曲げ応力度(単位:  $\text{kg/cm}^2$ )

項目	床 版		横 桁			
	上 縁	下 縁	正の曲げモーメント		負の曲げモーメント	
			上 縁	下 縁	上 縁	下 縁
荷重による曲げ応力度	21.9	-21.9	2.0	-5.0	-13.6	33.1
プレストレスによる曲げ応力度	23.2	33.8	25.6	26.1	25.6	26.1
合成曲げ応力度	45.1	11.9	27.6	21.1	12.0	59.2
許 容 値	<110	>10	<110	>10	>10	<110

表-2 接合目地部のずれに対する安全度(単位: t)

	床 版	横 桁
$P_e$	45.6	164.8
$P_{re}$	8.1	10.8
安 全 率	5.6	15.2

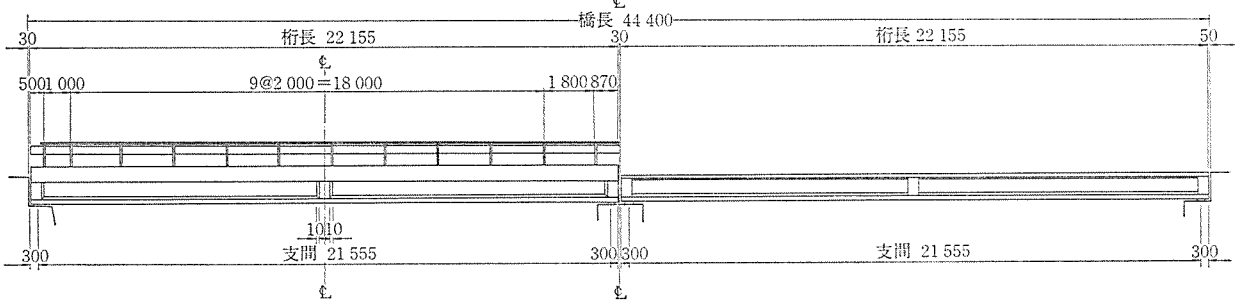
4. 施工の概要

4.1 施工手順

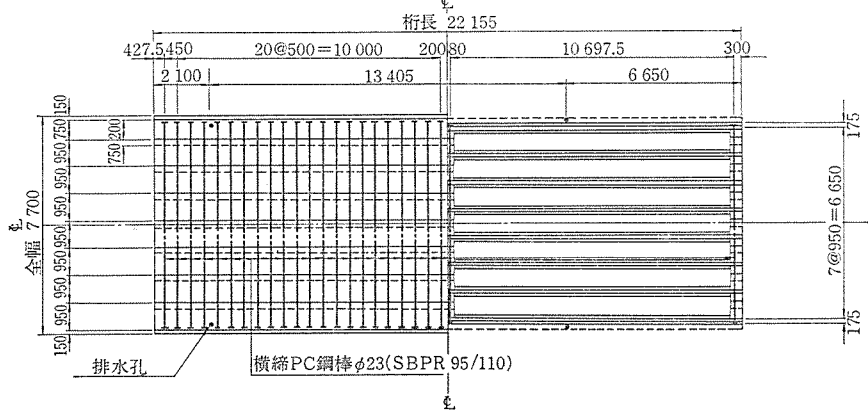
本橋の上部工は次のような手順で施工を行った。

- 1) PC桁は、工場においてプレテンション方式(ロングライン方法)により通常のPC桁の場合と同様な要領で製作する。
- 2) 工場内のヤードに現場の架設地点と同じ支承条件(縦、横断勾配、ゴム沓等)の仮置台を設置する。
- 3) 製作の終わったPC桁を、仮置台上に現場架設状態と同様に配置する。
- 4) 間詰床版および横桁部に鉄筋、シースを配置し、型枠を組立てる(PC桁上突縁の片側にはハクリ剤を塗布しておく)(図-3 参照)。
- 5) 同上部にコンクリートを打込み、養生する。
- 6) 引続き、PC桁上の正規の地覆位置にて地覆をプレキャストブロック状に製作する(以上仮横組工完了)(図-8 参照)。
- 7) 仮横組工が完了すると、次に地覆ブロックおよびPC桁を個々に引離し、現場に運搬する。
- 8) トラッククレーンを使用して、工場での仮横組工の時と同じ状態にPC桁を架設する。
- 9) 架設後、引続いて床版および横桁にプレストレスを与えグラウトを行う。
- 10) PC桁相互の接合部上面に防水工を行う。
- 11) 地覆ブロックを配置し、PC桁に固定する。

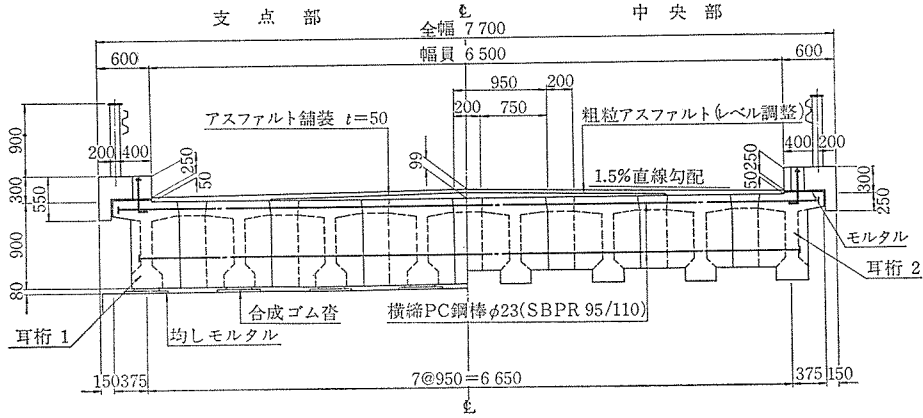
側 面 図 1/100



平 面 図 1/100



横 断 面 図 1/30



主桁形状図 1/20

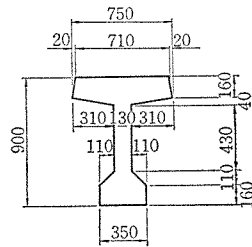


図-1

12) 引続き、高欄、排水、伸縮継手、舗装等の橋面工を施工する。

#### 4.2 PC桁の製作

PC桁（総数 16 本）はプレテンション方式（ロングライン方法）により、工場の固定製作台（有効長 72.0m、緊張能力 400 t）を 2 基使用して製作した（写真-3 参照）。

PC桁の製作にあたっては、型枠の形状寸法、コンクリートの品質、プレストレス量等が、それぞれ許容誤差内におさまるよう十分な管理を行った。

また、用いたコンクリートの示方配合は表-3 に示すようである。

表-3 PC桁用コンクリートの示方配合

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 <sup>3</sup> )					設計基準強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤 (ポゾリス No. 5)	
20	4±1.5	2±1	36	36	162	450	652	1145	1.125	500

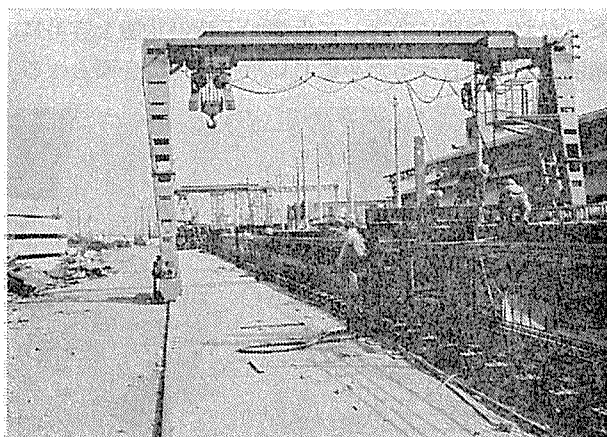


写真-3 PC桁の製作

#### 4.3 PC桁の仮横組工

一般に、プレテンション方式によるPC桁を用いたPC橋の施工では、工場で製作したPC桁を架橋現場に運搬、架設した後に横組工（間詰床版、横桁）を施工する手順がとられているが、ここでは横組工の一部（プレ

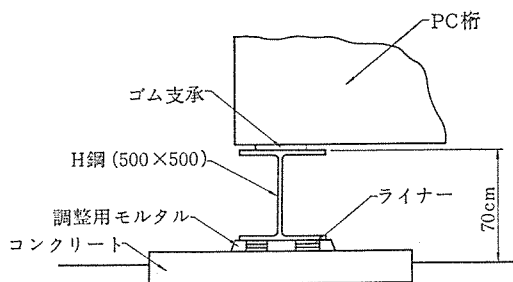


図-2 仮置台

トレッシング、グラウチングを除く)までをあらかじめ工場内で施工することにし「PC桁の仮横組工」とよぶことにした。

##### a) 仮置台

PC桁の仮置台は現場での架橋支承条件にあわせて図-2 に示す構造のものを工場内のヤードに設置した（写真-4 参照）。また、間詰床版および横桁の施工にあたって、型枠の組立作業が容易に行えるように仮置台は地上から 70 cm の高さとした。

##### b) PC桁の配置

製作の終わったPC桁は、トラッククレーンにより仮置台上に、橋長、幅員等の基準値を満足するように配置された（写真-4 参照）。

また、支承には本橋用のゴム沓を転用した。

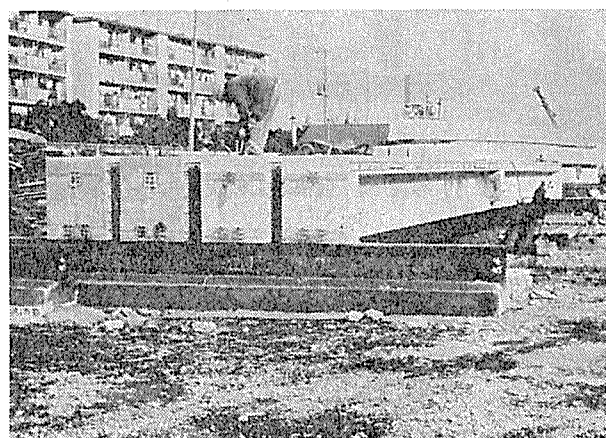
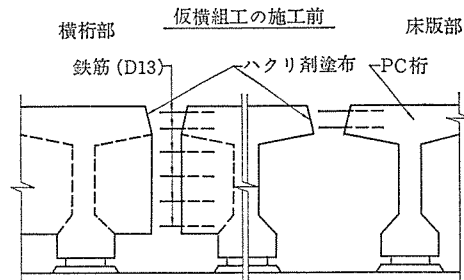


写真-4 PC桁の仮置台への配置

##### C) 仮横組工

仮置台上に配置したPC桁は、図-3 に示す「仮横組工の施工前」の状態であり、まず床版および横桁部に、



仮横組工の施工後

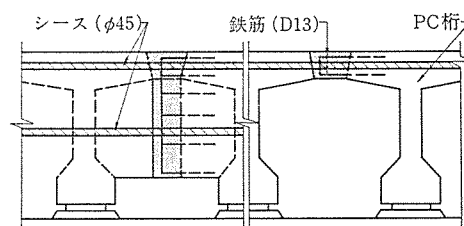


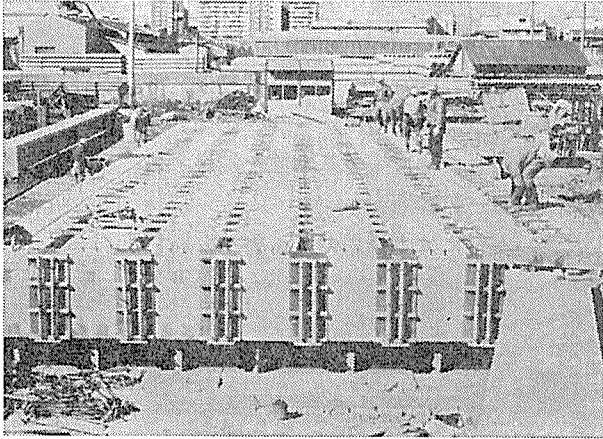
図-3 仮横組工

## 報 告

鉄筋、シース、型枠等を組立て、続いてコンクリートを打込み養生を行った（写真—5 参照）。

なお、架設時にPC桁相互の接合面となる床版部片面および横桁部片面には、型枠の組立て前にハクリ剤を塗布するようにした。

ハクリ剤には、粉末洗剤とケイ酸ソーダを重量比2:1で混合し、温水で溶解したものを使用した。

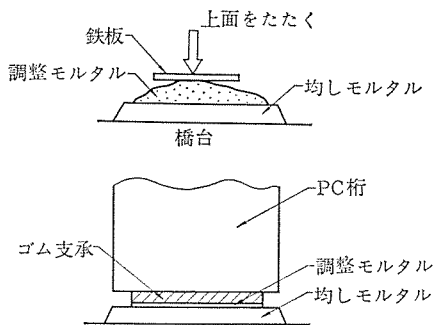


写真—5 仮横組工の状況

### 4.4 支 承 工

#### a) ゴム支承の据付け

支承の施工にあたっては、PC桁の仮横組工時の支承精度と同等の精度を確保するように、図—4 に示す要領で入念に施工した。すなわち、まず ± 2mm の高低差を目標に均しモルタルを施工し、その上に調整モルタルにより高低差 ± 0.5mm の精度を目標として天端仕上げを行った。

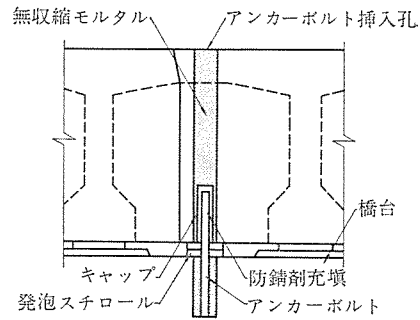


図—4 ゴム支承の据付け

#### b) アンカーボルトの取付け

アンカーボルトは、PC桁製作時にあらかじめ取付孔を設けておき、PC桁の架設後にPC桁上方から挿入し、隙間に無収縮モルタルを充填して固定した。

無収縮モルタルは、まず橋台、橋脚のアンカーボルト取付孔に充填し、次いでPC桁とのすき間に発泡スチロールをはさみ込み、PC桁部の孔を充填するようにした（図—5 参照）。



図—5 アンカーボルトの取付け

### 4.5 PC桁の運搬、架設

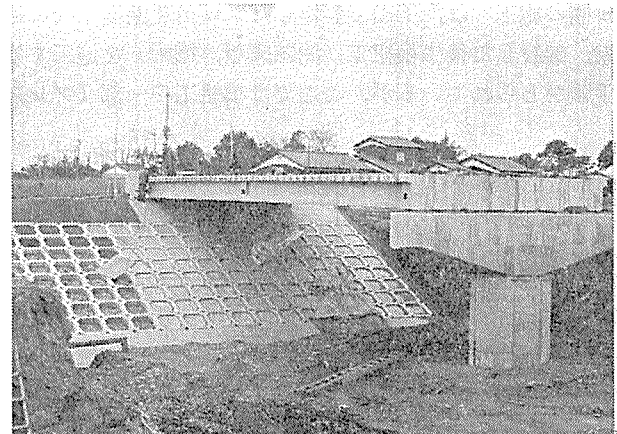
PC桁はトラッククレーン（能力 35t）を2台使用して、仮置台から個々に撤去した後、トレーラに2本ずつ積み運搬した。

また、PC桁の架設にはトラッククレーン35t、60tの2台を使用して、橋台、橋脚の側方から架設した（写真—6、7 参照）。

PC桁の架設順序は、まず耳桁を架設して基準とし、次いで片押しに順次、隣りのPC桁を架設するようにした。なお、架設にあたって仮横組工時の状態を容易に、精度よく再現させるためにPC桁相互の接合面となる側



写真—6 PC桁の架設



写真—7 PC桁の架設完了

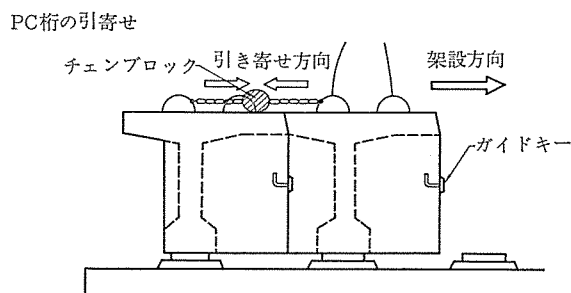
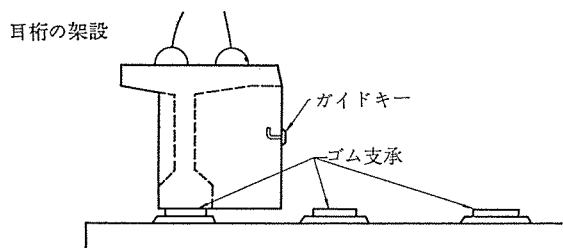


図-6 PC桁の架設

面には、製作時にガイドキーを埋め込んでおき、これを架設基準点として、PC桁を相互に引き寄せて仮固定するようにした(図-6 参照)。

#### 4.6 横組工

架設後、ただちにPC鋼棒を配置しプレストレスを与え、各々の桁を一体化した。PC鋼棒はφ23mm(SBPR 95/110)を使用した。

プレストレスにはセンターホールジャッキ(50t)を2台使用し、支点部、中間横桁部、床版部の順にプレストレスを与えた。

プレストレスの後、シース内に表-4に示す配合のグラウトを充填した。また、グラウト注入時に接合面から万一のグラウト漏れを防ぐため、架設時にPC桁横締用孔の周囲に、薄くシール剤を塗布するようにした(図-7 参照)。

表-4 グラウトの配合

水・セメント比 W/C (%)	セメント C (kg)	水 W (kg)	ボゾリス No.8 C×0.25% (g)	アルミ粉末 C×0.007% (g)
40	40	16	100	2.8

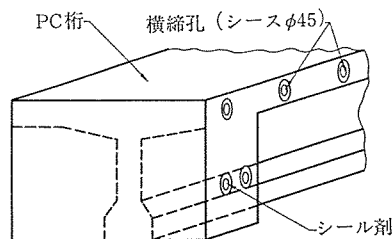


図-7 グラウト漏れ防止

なお、PC桁相互の接合部上面には耐水性を保障するために、安全を期して防水工を施した。

#### 4.7 地覆の施工

本橋の上部工の施工は、現場での作業足場の省略、コンクリートの不使用等をもとにオールプレハブ化を目標としたため、地覆もプレキャスト化することにし、工場で仮横組工時にPC桁上で1ブロック2mの長さに製作した(図-8 参照)。

地覆ブロックは、トラックにて運搬しトラッククレーン(能力15t)を使い据えつけた(写真-8 参照)。

また、PC桁と地覆ブロックの固定は、あらかじめ、PC桁に埋込んだアンカーボルトにより行った。なお、アンカーボルト取付孔には無収縮モルタルを充填した(図-9 参照)。

その他、高欄、排水、伸縮継手、舗装等の橋面工については省略する。



写真-8 地覆ブロックの据付け

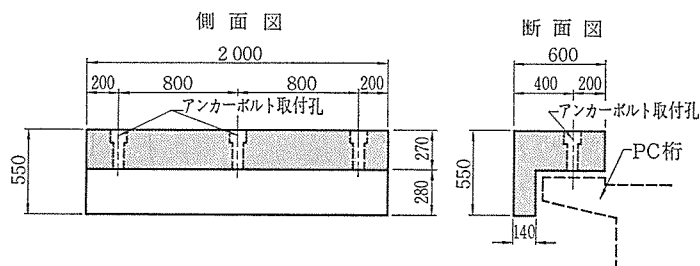


図-8 地覆プレキャストブロックの形状

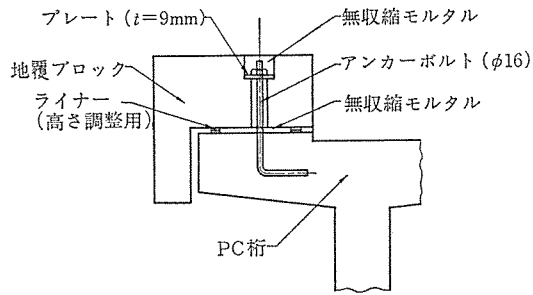


図-9 地覆ブロックの据付け

#### 4.8 作業工程

本橋の上部工工程は、表-5 に示すようである。

この種の施工法は初めてであること、天候に左右されたこと等の影響を含めても、通常の施工法に比較して、現場作業は大幅な工期短縮となっており急速施工の目的を達したといえる。

表-5 上部工工程表

項目	実質日数		工場内施工		現場施工	
	1	10	20	30	40	
主桁製作工	1	10				
仮横組工		10				
地覆プレキャストブロック製作工		10				
養生工	1	10				
支承工			20			
運搬・架設工				30		
横グラウト工					30	
地覆据え付け工						40
橋面工・跡片付け						40

### 5. 載荷試験

#### 5.1 概要

西今井橋の完成後、設計荷重相当の荷重を静的に載荷し、PC桁のたわみ、桁相互のずれを測定し設計にもちいた理論の妥当性について検討を行った(写真-9 参照)。

試験の結果、たわみの実測値は Y. Guyon & C. Massonnet 法により求めた理論値より安全側の値を示しており、橋体は一体構造として働いていることが確認できた。

また、PC桁相互のずれは見うけられず、プレストレスにより桁相互面に作用する摩擦力は十分、信頼できるものであった。

#### 5.2 試験の方法

載荷荷重に、土砂を積載したトラックを使用し、その

総重量を約 22.0 t とし、載荷位置は 図-10 のとおり Case-1~Case-4 とした(写真-10 参照)。

たわみの測定には、ダイヤルゲージ(精度1/100)をもちい、各桁の支点部、支間中央の変位を測定した。

また、PC桁相互のずれは、中間横桁の目地部に 図-11 に示すようにダイヤルゲージ(精度 1/1000)を配置し測定した。

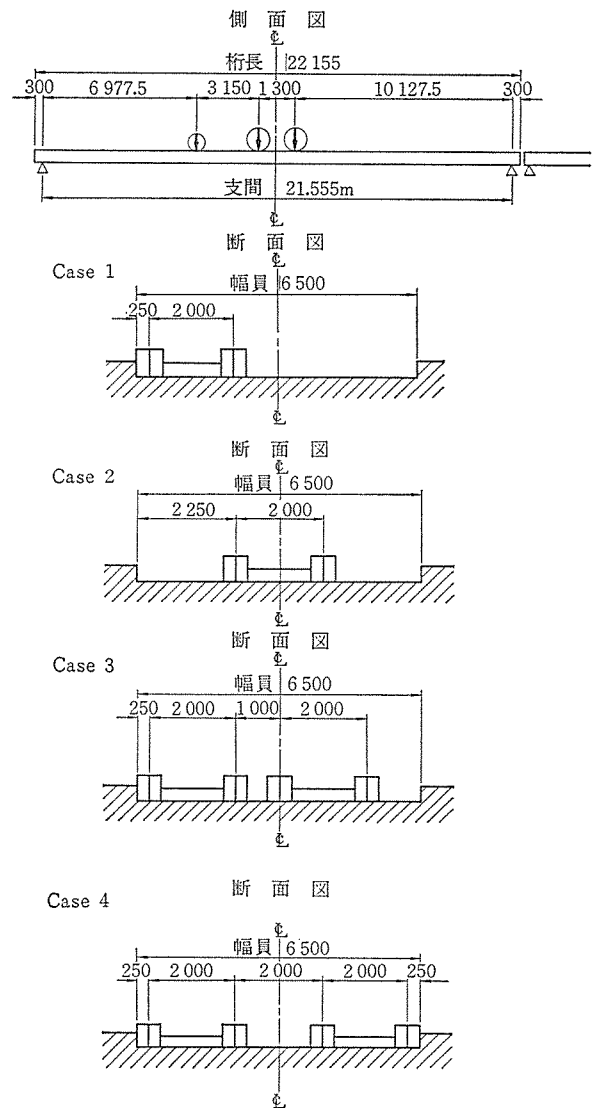


図-10 載荷方法

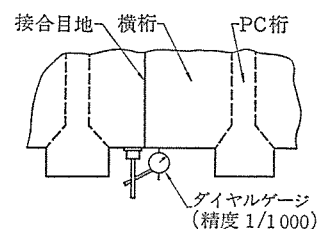
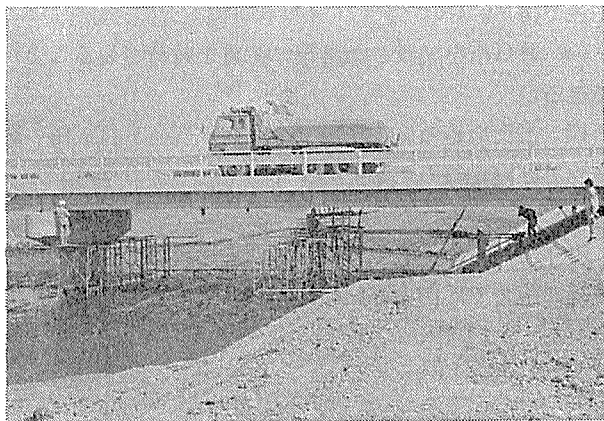


図-11 PC桁相互のずれの測定



写真—9 載荷試験の状況



写真—10 載荷荷重用トラックの配置

### 5.3 測定結果

#### a) たわみの実測値

たわみの測定結果は表—6 に示すようである。

実測値と設計にもちいた Y. Guyon & C. Massonnet 法によりもとめた理論値との比較を 図—12, 13 に示したが、実測値は理論値の約 65%~80% 程度であり、曲げ、および捩り剛性面について、十分安全側の値を示している。

#### b) PC 桁相互のずれの測定

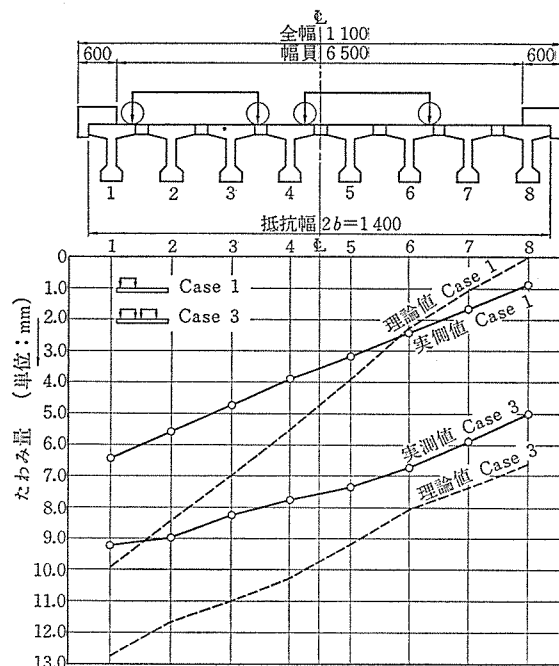
PC 桁相互のずれの測定結果を表—7 に示したが、測

表—6 たわみの実測値と理論値 (単位: mm)

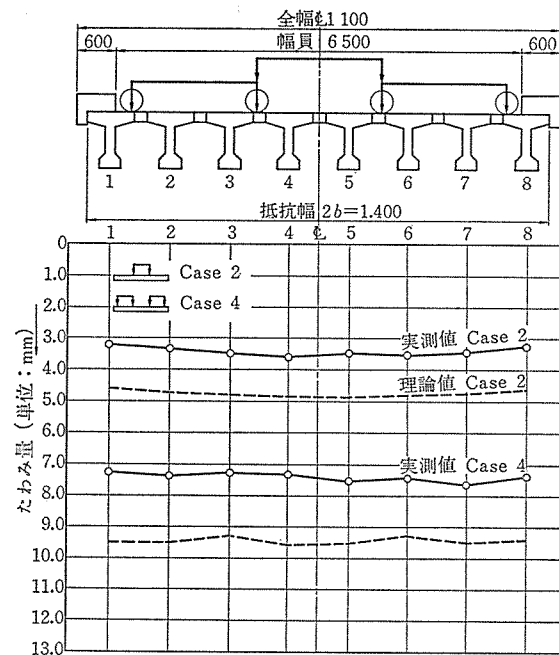
測 点	Case-1		Case-2		Case-3		Case-4	
	実測値	理論値	実測値	理論値	実測値	理論値	実測値	理論値
1	6.40	9.91	3.28	4.61	9.21	12.73	7.23	9.41
2	5.59	8.45	3.36	4.72	8.97	11.69	7.39	9.45
3	4.74	6.94	3.48	4.79	8.24	11.01	7.23	9.23
4	3.88	5.51	3.57	4.83	7.75	10.25	7.26	9.51
5	3.14	3.85	3.46	4.83	7.31	9.16	7.50	9.51
6	2.39	2.20	3.05	4.79	6.71	8.05	7.45	9.23
7	1.64	1.00	3.41	4.72	5.87	7.37	7.60	9.45
8	0.84	-0.30	3.27	4.61	5.00	6.43	7.40	9.41

表—7 ずれの測定値 (単位: 1/1000 mm)

測 点	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
a	0	0	0	0
b	0	0	0	0
c	0	1	0	0
d	0	0	1	0
e	0	0	0	0
f	0	0	0	0
g	0	0	0	0



図—12 たわみの実測値と理論値の比較



図—13 たわみの実測値と理論値の比較



## 報 告

定した7点ともずれは認められず、横方向のプレストレスによりコンタクト目地部のコンクリートに作用する摩擦力は、十分外力に抵抗できるものであることが確かめられた。

### 6. あとがき

本橋は PC T 型桁を用いて、ドライコンタクト工法によりオールプレハブ化による急速施工を目指したが、工事全体を通してプレキャストコンクリート桁を用いる利点が十分、生かされたように思う。

この種の施工法は、工場製作によるプレキャストコンクリート桁がもつ幾多の有利性のほかに、次のような利点があり、今後とも施工法の改良研究を重ね、大いに発展させたいと思うものである。

(1) 下部工の施工期間中に、工場で PC 桁の製作、および仮横組工までの作業ができるため、現場での施工期間が大幅に短縮され急速施工となる。

(2) 現場では、間詰床版および横桁型枠の組立用吊足場が不要となり、コンクリート打設も省略できるため作業が省力化する。また運搬距離などの関係から生コンクリートの使用が困難な現場での PC 橋施工も容易である。

(3) 特に道路上、人家上、鉄道上等に架橋する場合、桁下空間に余裕がなく、間詰床版および横桁施工用の吊足場が設置できない条件の現場には、最も適した施

工法である。

(4) PC 桁を架設した直後に荷重を載荷させることができる。

(5) 市街地等の施工現場ではコンクリート打設時の騒音および振動等の工事公害をなくすることができる。

終りに、西今井橋の設計および施工、ならびに載荷試験等に関して、御指導いただいた各関係者の方々に感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) 守屋隆, 竹田弘, 佐久間実, 北原隆司, 小田島高: ドライコンタクト工法—塚原橋—, プレストレスト コンクリート, Vol. 18, No. 5, 1976
  - 2) 加藤良一, 加賀田晋成, 蛭川正弘: 湖山橋の施工について, プレストレスト コンクリート技術協会, 1976-11 第16 回研究発表会
  - 3) 社団法人日本鉄道施設協会: 白新線新崎, 大形間本所高架橋のプレキャスト化に関する調査研究報告書 昭和 51 年度
  - 4) Lacey, et al., G.C.: "State of the Art for Long Span Prestressed Concrete Bridges of Segmental Construction", Jour. of P.C.I., Vol. 16, No. 5, pp. 53~77, Sept. Oct. (1971).
  - 5) Rudolf Buhner: Brücken aus Fertigteilen in Spannbetonbauweise, Eisenbahningenieur 14 (1963) 9.
  - 6) Otto Seidl: Die Dywidag-Spannbeton-Kontaktbauweise, Beton-und-Stahlbetonbau, November 1973.
1977. 6. 22・受付

---

### ◀刊行物案内▶

## プレストレスト コンクリート構造物の設計実技

体 裁: A 4 判 113 頁

定 価: 2 000 円 送 料 400 円

内 容: (A) PC 緊張材定着部材端区間の設計 (B) 建築構造物における設計例 (C) 道路橋における設計例 (D) 鉄道橋の設計例 (E) PC パイルベント橋脚の設計例  
お申込みは代金を添えて, (社) プレストレストコンクリート技術協会へ

---

### ◀刊行物案内▶

## プレストレスト コンクリート橋の設計・施工上の最近の諸問題

体 裁: A 4 判 116 ページ

定 価: 1 500 円 送 料 400 円

内 容: (1) PC 橋の施工開始前の諸問題, (2) PC 橋の工事ならびに施工管理について, (3) 新しい PC 設計方法について, (4) 最近の話題の橋梁  
お申込みは代金を添えて, (社) プレストレストコンクリート技術協会へ

## 第 8 回 FIP 大会（ロンドン）のご案内

The Eighth International Congress of the Fédération Internationale de la Précontrainte

第 8 回 FIP 大会が次の日程で行われますが、当協会では参加される会員ならびに同伴者のため、団体旅行を計画し目下募集中であります。今回は FIP 本部ロンドンでの開催であり、また FIP の創立 25 周年ということで各種の行事が計画されております。参加をおすすめいたします。

なおプログラム、登録料、旅行日程など 19 巻 3 号に掲載しましたが詳しくは協会代行窓口下記へお問合せ下さい。

### 《FIP 会議日程》

1978 年 4 月 30 日（日）：Congress Opening Ceremony at Royal Festival Hall

5 月 5 日（月）：Official Opening of Technical Sessions 25 years of FIP  
at Main Auditorium

5 月 2 日（火）～5 日（木）：Seminar at Main Auditorium

Bridge day（5 月 2 日）

Buildings day（5 月 3 日）

Other structures day（5 月 4 日）

●申込み・問合せ先：（株）藤田トラベルサービス

TEL：03-436-3401 担当：FIP '78 係（朝倉，篠崎，及川）

---

## コンクリート海洋構造物の設計施工に関する FIP 指針の予約受付について

FIP 本部より上記の件に関し、ご希望の会員に有償頒布するため所要部数の問合せがありましたので、希望者は下記要領にもとづき協会事務局宛お申し込み下さい。

なお FIP 指針は第 1 回（1973 年 10 月）、第 2 回（1974 年 11 月）、最終第 3 回（1977 年 7 月）にわたり発刊され、その内容もこれまでの経験により修正又は追加されたもので A 4 判の 59 頁です。

### 記

名 称：FIP Recommendations for the design and construction of concrete sea structures

内 容：INTRODUCTION

R1 GENERAL, R2 LOADS, R3 DESIGN, R4 MATERIALS AND DURABILITY,  
R5 FOUNDATIONS, R6 CONSTRUCTION AND INSTALLATION,  
R7 INSPECTION AND REPAIR

REFERENCES

APPENDIX 1 : Concrete in the marine environment—a selected bibliography

申込期限：昭和 52 年 12 月 10 日

頒布価格：1 部に付き ￥ 3,500（但し送料含む）

申込方法：希望者は「ハガキ」に海洋構造物 FIP 指針申込部数、送付先（〒）、所属会社、氏名ご記入の上協会事務局（電 03-261-9151）宛お申込下さい。送金は三井銀行銀座支店（普通預金）920-790 郵便振替口座東京 7-62774 番又は現金書留。

（船便のため日本着 12 月上旬の見込み）