

パイプレ方式による新町橋の設計および施工について

倉 成 裕 之*
手 嶋 和 男**
中 村 宗 正***

まえがき

「新町橋」は、福岡県京都郡勝山町大字久保地内に架橋されている橋梁を架け替えたものであり、従来のプレテンション桁に初めてパイプレ方式を採用した PC 橋梁である（写真—1）。



写真—1

パイプレ方式とは、コンクリートの圧縮縁に配置した PC 鋼棒に圧縮力を与えて定着し、コンクリートに引張応力を発生させ、圧縮縁の圧縮応力度を軽減させることができるポストコンプレッション方式と従来のポストテンション方式またはプレテンション方式とを併用するので桁高を従来の PC 桁に比べて低くすることができるという特長を有するものである。

ポストテンション方式によるパイプレ桁は、既に、数橋の実績があるが、本橋ではプレテンション方式にパイプレ方式を採用したので、ここに報告するものである。

1. 工事概要

路線名：主要地方道椎田勝山線
工事名：橋梁架替工事
工事場所：福岡県京都郡勝山町大字大久保地内
河川名：初代川
橋長：21.407 m

* オリエンタルコンクリート（株）福岡支店工務部

** オリエンタルコンクリート（株）福岡支店工務部

*** オリエンタルコンクリート（株）福岡支店工務部

桁 長：21.256 m

支 間：20.656 m

基本幅員：2 @ 1.500 m + 9.750 m

橋 種：道路橋（TL-20）

構造形式：パイプレ方式 PC 単純中空床版橋

工 期：61 年 6 月～61 年 12 月

2. 構造形式の選定

本橋梁は、橋梁上に既設の横断歩道橋（写真—1）が設

表—1 比較案

構 造 形 式	主 桁 断 面	桁高/ スパン
プレテンション方式 PC 単純 T 桁橋 ($\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$)		1/21
プレテンション方式 PC 単純中空床版橋 ($\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$)		1/22
プレテンション方式 PC 単純中空床版橋 ($\sigma_{ck}=600 \text{ kg/cm}^2$)		1/31
パイプレ方式プレテンション PC 単純中空床版橋 ($\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$)		1/34
プレビーム桁橋		1/34

◇工事報告◇

置されており、建築限界、河川の H.W.L., 取付け道路等の制約から、桁高を 60 cm 以下の等桁高にする必要があった。

本案の選定にあたり、数案の比較検討を行ったが、その結果は表—1 に示すごとくであった。

表—1 より、60 cm の桁高が可能であり経済的となるバイプレ方式プレテンション PC 単純中空床版橋が採用された。

3. 設計概要

3.1 設計条件

本橋の設計条件を表—2 に、また使用材料の強度およ

表—2 設計条件

橋	長	21.407 m
桁	長	21.256 m
支	間	20.656 m
基 本 幅 員		2 @ 1.500 m + 9.750 m
荷	重	TL-20
斜	角	左 72°14'16"
構 造 形 式		バイプレ方式 プレテンション PC 単純中空床版橋

表—3 材料強度および許容応力度

コンクリート

設 計 基 準	強 度	500 kg/cm ²
許容曲げ圧縮応力度	導入直後 設計荷重時	200 kg/cm ² 160 kg/cm ²
許容曲げ引張応力度	導入直後 静荷重時 設計荷重時	-18 kg/cm ² 0 kg/cm ² -18 kg/cm ²
許容せん断応力度	設計荷重時 終局荷重時	6.5 kg/cm ² 60 kg/cm ²
許容斜引張応力度	設計荷重時	12 kg/cm ²
プレストレスを与える時の圧縮応力度		350 kg/cm ²

PC 鋼材

引	張	鋼	材	1T12.4 mm
降	伏	点	応 力 度	150 kg/mm ²
許容引張応力度	初 引 張 時	135 kg/mm ²		
	導 入 直 後	122.5 kg/mm ²		
	設 計 荷 重 時	105 kg/mm ²		
圧	縮	鋼	材	φ 26 mm
圧 縮 降 伏 点	応 力 度	95 kg/mm ²		
許容圧縮応力度	圧 縮 時	85.5 kg/mm ²		
	圧 縮 直 後	77 kg/mm ²		
	設 計 荷 重 時	66 kg/mm ²		

鉄筋 (SD 30)

斜引張鉄筋を計算する場合	3 000 kg/cm ²
引張鉄筋を計算する場合	1 800 kg/cm ²
床版鉄筋を計算する場合	1 400 kg/cm ²

び許容応力度を表—3 に示す。

3.2 主桁の設計

主桁の一般構造を図—1 に示す。

主桁の設計手順を図—2 に示す。

支間中央の荷重による曲げモーメントおよび曲げ応力度を表—4 に示す。

引張鋼材による応力度を表—5 に示す。ただし、引張鋼材として PC 鋼より線 1T12.4 mm を 33 本使用し、初引張応力度 $\sigma_{pi}=127 \text{ kg/mm}^2$ とした。

引張鋼材のみ配置した場合の合成応力度を表—6 に示す。

表—6 に示すように、桁上縁の圧縮応力が許容圧縮応力をかなり超えた状態であり、桁下縁の引張応力も許容引張応力を満足していない。その圧縮応力を軽減し、かつ引張応力も同時に打ち消すように桁上縁に圧縮鋼棒を配置した。圧縮鋼棒としては、圧縮ひずみが引張ひずみとほぼ同様であることが試験により確認されている B 種 1 号 (SBPR 95/110) を使用した。PC 鋼棒は、直径 φ 26 mm を 2 本使用し、導入圧縮応力度 $\sigma_{pi}=52 \text{ kg/mm}^2$ とした。圧縮鋼棒の場合、コンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響により PC 鋼棒の有効応力度が導入時より大きくなるため、全断面にわたり PC 鋼棒の有効応力度が設計時の許容値を超えないように試算して、導

表—4 荷重による曲げモーメントおよび曲げ応力度

	曲げモーメント (tm)	曲げ応力度 (kg/cm ²)	
		上 縁	下 縁
主 桁 自 重	37.061	103.6	-100.3
間詰めコンクリート	9.707	26.2	- 26.1
橋 面 荷 重	18.497	44.1	- 48.5
活 荷 重	29.045	69.2	- 76.2
合 計	94.310	243.1	-251.1

表—5 引張鋼材による応力度 (kg/cm²)

	上 縁	下 縁
導 入 直 後	-36.2	281.9
設 計 荷 重 時	-28.5	222.2

表—6 引張鋼材のみ配置した場合の合成応力度 (kg/cm²)

	上 縁	下 縁	許 容 値
プレストレス導入時 (主桁自重直+後プレストレス)	67.4	181.6	-18< σ <200
設計荷重時 (全荷重+有効プレストレス)	214.6	-28.9	-18< σ <160

表—7 圧縮鋼棒による応力度 (kg/cm²)

	上 縁	下 縁
圧 縮 直 後	-48.9	10.1
設 計 荷 重 時	-59.4	12.3

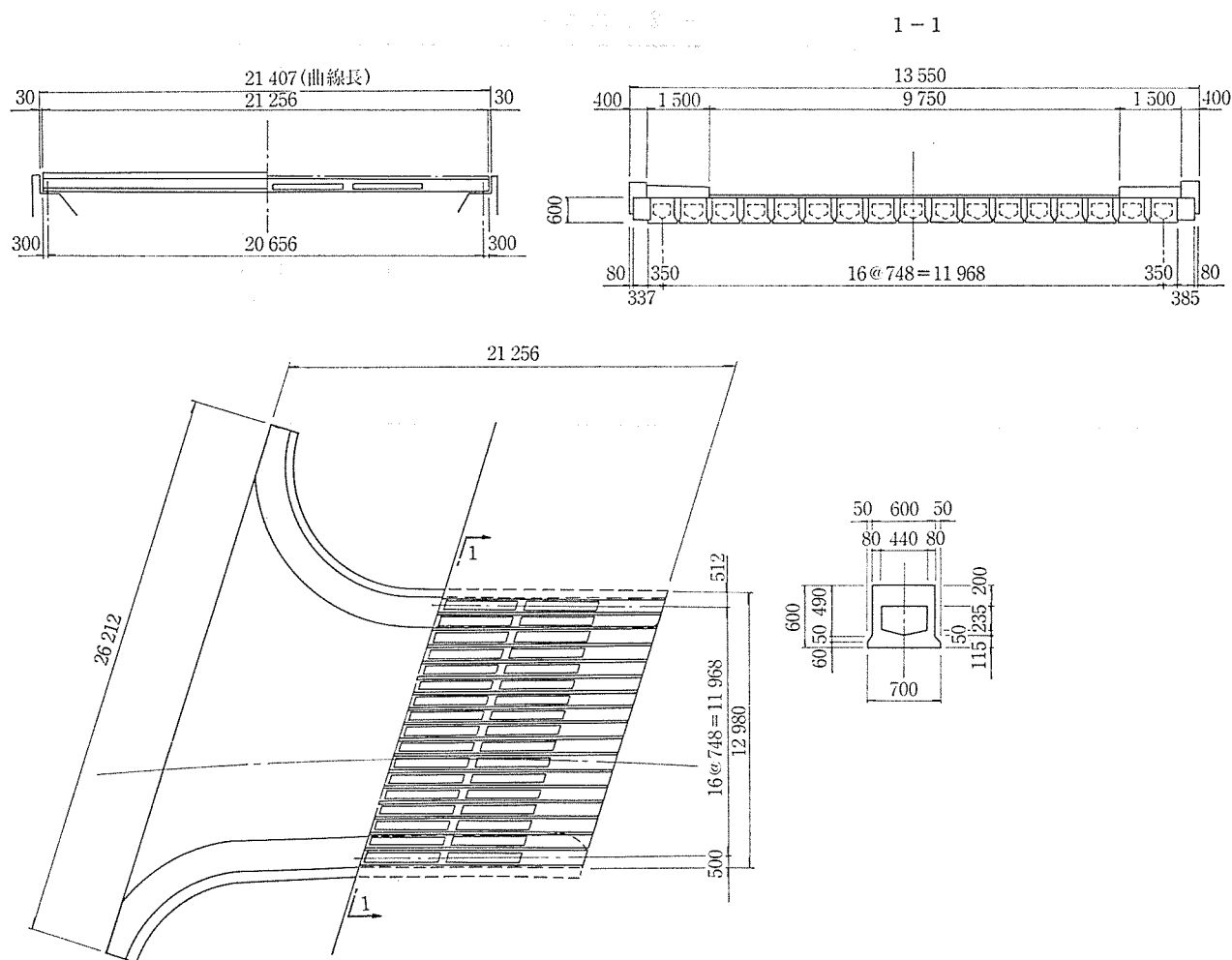


図-1 一般構造図

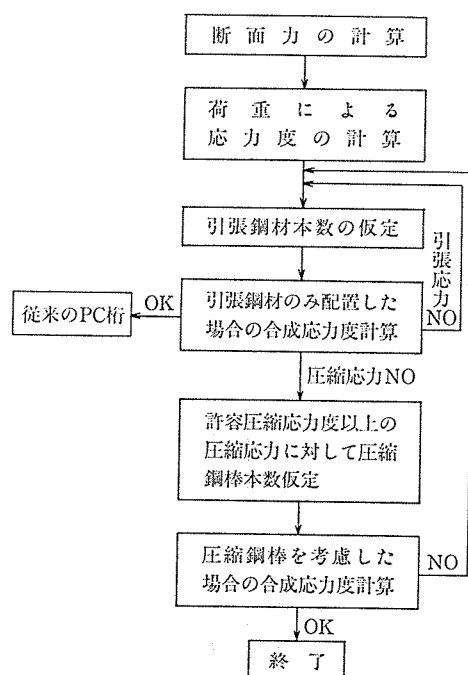


図-2 設計手順

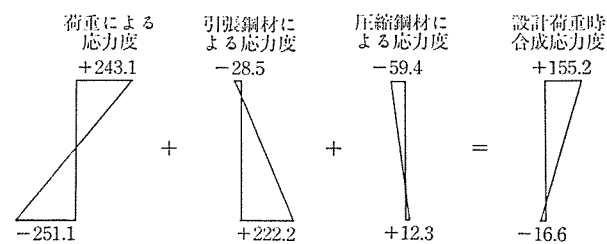


図-3 設計荷重時応力度図

入圧縮応力度を決定した。また、圧縮鋼棒とシース内の摩擦係数は、 $\lambda=0.010$ を使用した。摩擦係数値は、実用化試験の段階で測定した試験値より決定した。

圧縮鋼棒による応力度を 表-7 に示す。

設計荷重時合成応力度を 表-8、図-3 に示す。

図-4 に PC 鋼材配置図を示す。圧縮鋼棒は桁端より約 1.7 m の位置で定着しているため、桁端より約 3 m は充実断面とした。また、圧縮鋼棒により桁上縁に引張応力が発生するため、荷重による圧縮応力度が小さくなる支付付近の合成応力度が、桁上縁で引張応力となる断面がある。この引張応力を打ち消すために、引張鋼材の

◇工事報告◇

表-8 合成応力度 (kg/cm²)

		プレストレス導入直後		静 荷 重 時		設 計 荷 重 時	
		上 緑	下 緑	上 緑	下 緑	上 緑	下 緑
圧縮鋼材	直後プレストレス	-48.9	10.1	—	—	—	—
	有効プレストレス	—	—	-59.4	12.3	-59.4	12.3
引張鋼材	直後プレストレス	-36.2	281.9	—	—	—	—
	有効プレストレス	—	—	-28.5	222.2	-28.5	222.2
主 桁 自 重		103.6	-100.3	103.6	-100.3	103.6	-100.3
間 詰めコンクリート		—	—	26.2	-26.1	26.2	-26.1
橋 面 荷 重		—	—	44.1	-48.5	44.1	-48.5
活 荷 重		—	—	—	—	69.2	-76.2
合 計		18.5	191.7	86.0	59.6	155.2	-16.6
許 容 値		> -18	< 200	< 160	> 0	< 160	> -18

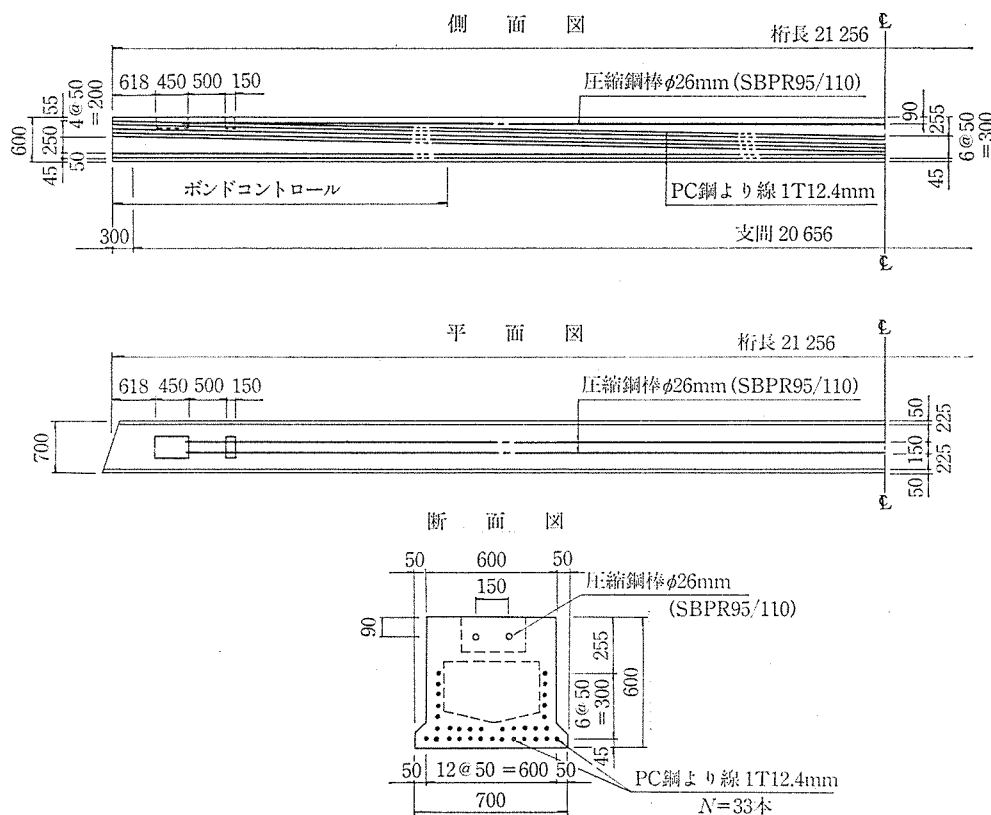


図-4 PC 鋼材配置図

うちウェブに配置してあるものは、バンドアップ鋼材とし、下フランジ内の鋼材は、2段階のボンドコントロールを行った。

4. 施工概要

本橋は、プレテンション方式であるため、主桁製作は工場にて行い、トレーラーにより現地まで運搬し、トラッククレーンにて架設した。また、横断歩道橋がある部分は、直接クレーンで架設できないため、クレーン架設後横取りを行った。

施工順序および工程を 図-5、図-6 に示す。

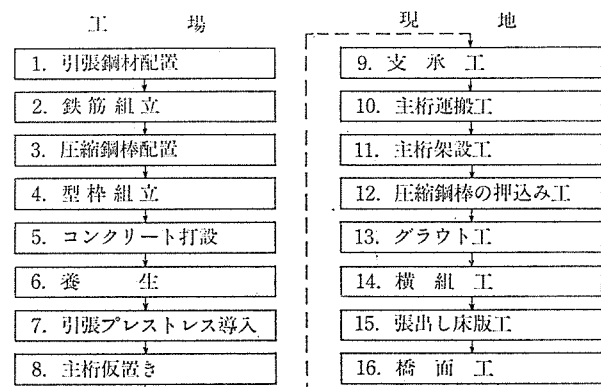


図-5 施工順序

	1(月)	2	3	4
主桁製作工	■			
支承工		■		
主桁運搬架設工		■		
圧縮鋼棒押込み工		■		
横組工		■		
張出し床版工			■	
橋面工			■	

図-6 工程表

図-5の施工順序のうち、バイプレ方式の特徴である圧縮鋼棒の配置、圧縮鋼棒の押込み工について報告する。この圧縮鋼棒は高い圧縮強度を得るために、高周波熱処理を施されて製造されたものである。

また圧縮鋼棒の押込み工は、本橋では桁を運搬架設後に現地にて行った。応力的には、工場にて桁を製作後に行うことも可能であったが、運搬時の仮支点位置の誤差や運搬経路等を考慮して、安全をみて計算上の支承位置となる架設後に行った。桁の応力度に余裕がある場合には、押込み工を工場にて行うことも十分可能である。

4.1 圧縮鋼棒の配置

圧縮鋼棒の定着部詳細図を図-7に、補強筋配筋図を図-8に示す。

プレテンション桁であるため、定着部の組立時には、引張鋼材やスターラップが既に配置された状態となっており、桁内で定着部や補強筋の組立てを行うことは困難であった。したがって、定着部および補強筋は一体として別途組み立てた後、桁内にセットした。また、定着部は圧縮鋼棒とジャッキの軸線を一致させるために、アンカープレートと鉄管は溶接し、箱抜き型枠とビス止めにより一体化した。コンクリート打設時に、それらが移動しないように側枠と箱抜き型枠とを堅固に固定した。圧縮鋼棒の配置状態を写真-2に示す。

また、主桁製作後の桁仮置期間、定着部の切欠き内に

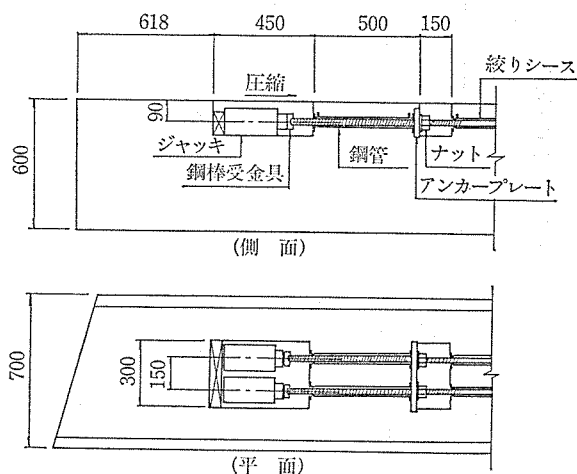


図-7 定着部詳細図

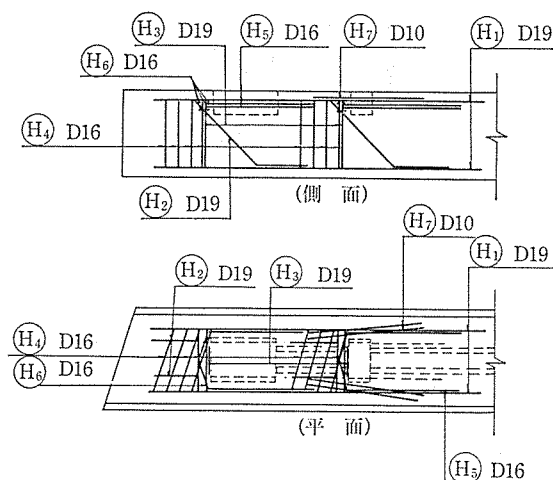


図-8 補強筋配筋図

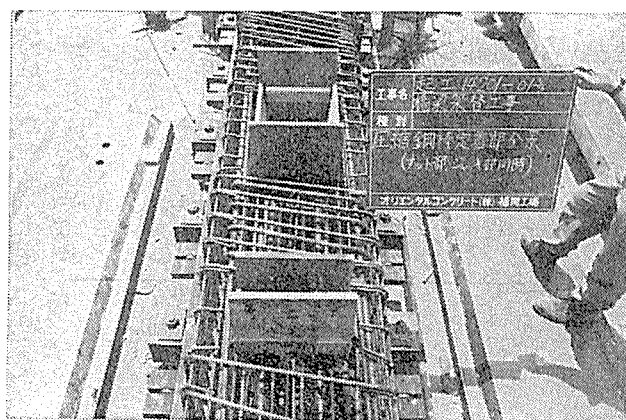


写真-2



写真-3

雨水等の侵入を防ぐため、切欠き周辺にモルタルを余盛りし、蓋をテープ止めすることにした。

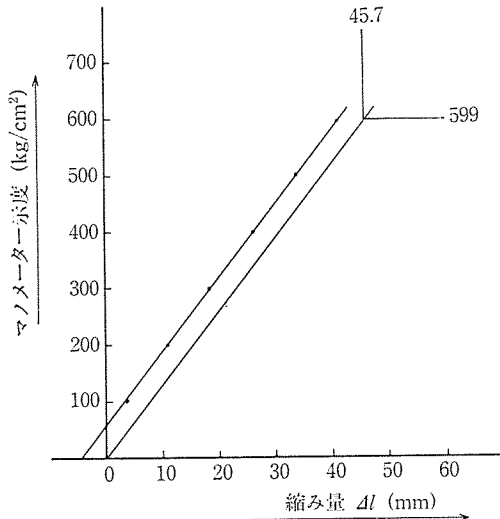
4.2 圧縮鋼棒の押込み

圧縮鋼棒の押込みは、現地で主桁架設後に行った。それに先立ち、主桁製作後工場にて絞りシースとPC鋼棒間の摩擦係数およびみかけのヤング係数の測定試験を行った。圧縮鋼棒は1主桁に2本配置されており、主桁の横ぞりが生じないように、2本同時に圧縮するものとし

◇工事報告◇

ジャッキ受圧面積 $A=51\text{cm}^2$
 PC鋼棒断面積 $A=5.309\text{cm}^2$
 ($\phi 26$ SBPR95/110)

圧力計 (kg/cm^2)	縮み量 (mm)		
	左岸	右岸	計
100	1	3	4
200	4	7	11
300	8	10	18
400	12	14	26
500	16	18	34
599	19	22	41
補正後			46



図—9 導入力管理図

た。したがって、摩擦係数およびみかけのヤング係数の測定試験も2本同時に圧縮して行った。求められたデータにより導入力管理図を作成し、現地にて押込みの管理を行った（写真—3）。導入力管理図の例を 図—9 に示す。

5. 応力測定試験

圧縮鋼棒にて導入される計算上の応力が、正確に導入されるかどうかを確認するために、応力測定試験を行った。なお、測定試験は主桁架設後に実際に鋼棒を圧縮する際に行うのが最善であったが、主桁がプレテンション中空桁であるため桁間が小さく、測定用のゲージのセット等に問題があったため、測定試験は、工場で桁を仮置きしてある状態で行った。

測定桁の仮置き支点位置が正規の位置であるかの確認および試験時のコンクリートのヤング係数の測定を行い、実際の圧縮手順と同様の作業で測定を行った。最終押込み力は、コンクリートの材令を考慮して、 $P=20.4\text{ t}$ /本（マンメーター示度 $400\text{ kg}/\text{cm}^2$ ）とした。

測定用ゲージは、コンクリート表面ゲージ（PL-60）を使用し、ストレインメーターにより測定した。

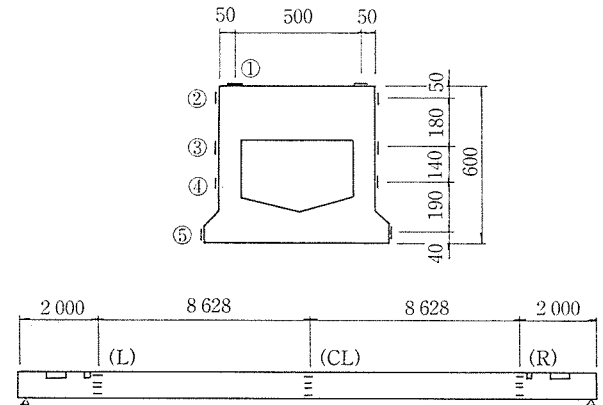
測定位置は、支間中央および両桁端より2mの位置

表—9 応力測定値 (kg/cm^2)

	L		CL		R	
	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値
①	-31.3	-34.0	-32.7	-32.0	-31.3	-36.1
②	-27.8	-29.9	-29.4	-26.6	-27.8	-30.0
③	-15.2	-19.1	-17.6	-16.4	-15.2	-20.4
④	-5.4	-8.4	-8.3	-7.7	-5.4	-9.1
⑤	7.9	6.5	4.1	3.0	7.9	6.6

$E=3.28 \times 10^5 \text{ kg}/\text{cm}^2$

導入圧縮力 $P_t=20.4\text{ t}$

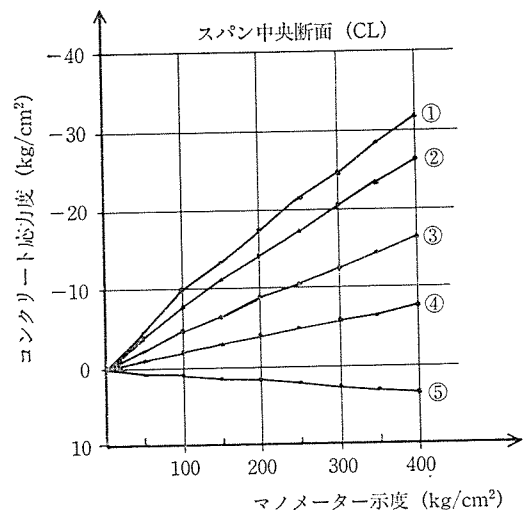


図—10 ゲージ配置図

（定着部付近）とした。図—10 に、ゲージ配置図を示す。

圧縮鋼棒による導入応力を各ゲージ位置で計算し、実測値との比較を行った（表—9）。なお、実測値による応力度は、左右のゲージの平均値とした。表—9 に示すように、実測値の応力度は計算値とほぼ変わらず、計算どおりの応力度が導入されることが確認された。

また、図—11 に圧縮途中の支間中央のコンクリート応力度を示す。ほぼ、直線的に応力度が変化していることから、PC 鋼棒の座屈現象は全く見受けられず、絞りシースの効果等が十分であることが分かる。



図—11

あ と が き

パイプレ方式による橋梁は、すでにポストテンション桁にポストコンプレッションを併用したものとしては数橋の実績があり、十分実用的なものであることが確認されているが、本橋ではプレテンション桁にポストコンプレッションを併用した。

プレテンション桁の場合は一般的にポストテンション桁よりも桁高は低く、これにポストコンプレッションを導入することは設計上および施工上について幾つかの問題も予想されたが、経済性、構造性では十分実用的であ

ることが分かり、また、実際に施工を行った結果、施工性においても実用的なものであることが分かった。今後、市街地などで従来のプレテンション桁より桁高を絞る必要が生じた場合に、有効な工法の一つになると思われる。

最後に、本橋梁の設計、施工にあたり多大な御指導と御尽力をいただいた、福岡県行橋土木事務所およびエイコー・コンサルタンツ株式会社の方々に対し、厚く謝意を表します。

【昭和 62 年 4 月 15 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有した 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 卵形消化タンクの設計施工について, (20) PC バージ用底板の強度, (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