

## 手取川橋の施工について

窪 津 義 弘\*  
望 月 昭 一\*\*  
田 中 国 喜\*\*\*

### 1. ま え が き

本橋は、北陸高速道路が石川県美川町を流れる河川幅約 520 m の一級河川手取川を横断する橋梁である。架橋位置は日本海に面した河口で、冬期にはシベリヤからの季節風をまともに受け、橋梁架設工事にとってきわめて過酷な立地条件である。本橋は河川管理上よりスパン 70 m とし、航路限界から桁下空間が制限されたため、比較検討ののち経済性および施工性等から、ディビダーク工法による 8 径間連続有ヒンジラーメン橋を採用したものである。工事は昭和 44 年 10 月に着工し、昭和 47 年 3 月に完成の予定であり、現在はワーゲン工事はすべて完了し、地覆および高欄を施工中である。走行上橋面の平坦性が要求される高速道路に中央ヒンジ形式の多径間連続ラーメン構造を採用したことはきわめてまれであり、完成後の走行性に注目を集めている。以下その施工について簡単に報告する(図-1)。

### 2. 工 事 概 要

工 事 名：北陸高速道路手取川橋工事  
 工事箇所：石川県石川郡美川町  
 橋 種：プレストレストコンクリート道路橋  
 橋 格：1 等橋 (TL-20)  
 形 式：下部工；ニューマチックケーソン基礎  
 上部工；ディビダーク方式 8 径間連続有ヒ

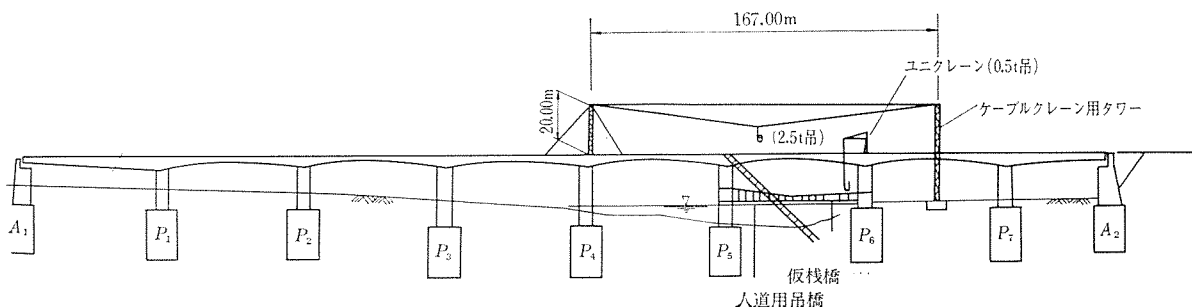
ンジ箱桁ラーメン(橋脚はRC構造)

橋 長：上り線 546.320 m 下り線 547.348 m  
 支 間：上り線 7×70 m+55.320 m  
 下り線 7×70 m+56.348 m  
 幅 員：10 m×2 (総幅員 24.400 m)  
 縦断勾配：1.21% 1.41%放物線  
 横断勾配：2.00%片勾配  
 平面線形：R=8.000m とクロソイド曲線 A=1.500m  
 主要材料：上部工 コンクリート 10 800 m<sup>3</sup>  
 P C 鋼棒 φ 33-554 t, φ 27-207 t  
 鉄筋 900 t  
 下部工 コンクリート 12 300 m<sup>3</sup>  
 鉄筋 665 t  
 ケーソン掘削 22 500 m<sup>3</sup>  
 施工業者：共同企業体 上部工；住友建設(株)  
 下部工；(株) 銭高組

### 3. 設計上での特異点について

設計上での特異点について列記すれば  
 1) 海岸に面しているため鋼材のかぶりを大きくとりフルプレストレスとして設計している。  
 2) 柱頭部は応力の伝達を円滑にするためマッシブな構造としている。  
 3) 橋軸方向に対し非対称構造で、8 次の不静定構造のため橋脚上に不均衡モーメントが生じ、それをプレ

図-2 ケーブルクレーン設備



\* 日本道路公団金沢建設局金沢工事事務所長 \*\* 日本道路公団金沢建設局特殊設計課長 \*\*\* 同金沢工事事務所構造工事長



表-1 実 施 工 程 表

工事期間 自 昭和44年10月18日  
至 昭和47年 3月31日

項目	年 月	44 年												45 年												46 年												47 年					
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6									
準備工		[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
仮設工		[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
詳細設計		[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
A <sub>1</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>1</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>2</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>3</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>4</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>5</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>6</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
P <sub>7</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
A <sub>2</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>1</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>2</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>3</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>4</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>5</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>6</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
S <sub>7</sub>	上り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
	下り橋	[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
地覆、高欄		[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					
跡片付		[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]												[Bar chart]					

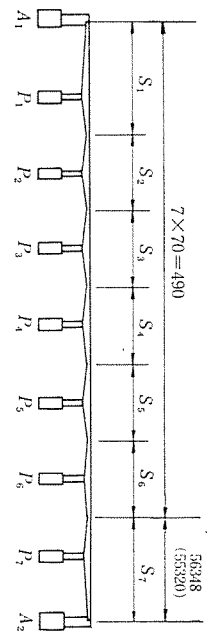


表-2 コンクリート示方配合

クラス	粗骨材最大寸法 (mm)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和剤 (g)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	目 標 スランプ (cm)	目 標 空気量 (%)	設計強度 $\sigma_{ck}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	使用箇所
P <sub>2-2</sub>	25	156	400	650	1164	1600	39	36	3~8	2~4	400	主 桁
B <sub>1-2</sub>	25	156	290	748	1132	1160	54	40	5~10	3~6	240	ケーソン
B <sub>3</sub>	25	150	320	725	1146	1280	47	39	5~10	3~6	300	橋 脚

注：P<sub>2-2</sub>, B<sub>1-2</sub> は早強セメント，B<sub>3</sub> は普通セメント

表-3 表張出しブロック平均実  
施工程表

工種	日	1	2	3	4	5	6	7
型わく、鉄筋、鋼棒		[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]
コンクリート打設		[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]
養生		[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]
緊張		[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]
ワーゲン移動		[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]	[Bar chart]

ることができた。表-3  
にワーゲン部張出しブ  
ロックの平均実施工程表を  
あげておく。

c) コンクリート養生  
ケーソンの冬期コンク  
リート養生は、キューア  
ーマット(220 V, 500 W)  
15 枚を外側型わくにと

りつけ、さらにケーソン全面を防風用シートでおおい、  
その中に投光器 10 個を設けて給熱養生を施した。

張出し桁部はPC構造で、コンクリートの2日強度が  
280 kg/cm<sup>2</sup> という早期強度が要求される。したがって、  
夏期、冬期とも養生の良否が工程を大きく左右する。そ  
こで夏期養生はサララテックスを散布し、水分の放散  
を防ぐとともにスプリンクラーにより、まんべんなく散  
水養生を施した。

冬期はコンクリート温度を 10°C 以上に保つため、箱  
桁内にジェットヒーター (345 W) 1 基 (写真-2) を、

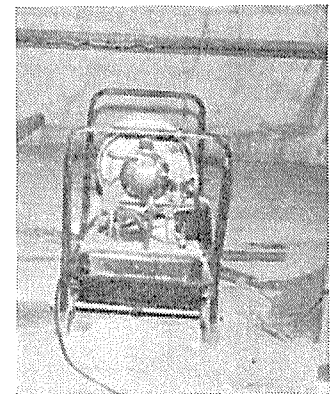
上スラブには電気マット  
(500 W) を設けさらに  
ワーゲン全体を防風シー  
トでおおい保温に努め  
た。その結果外気温より  
10°C 以上高く保温する  
ことができた(写真-1)。

d) 型わくおよび支保  
工 本橋の型わくはす  
べて木製とした。桁の片  
持張出し区間は、ワーゲ  
ン 4 台で施工し、張出しブロックの平均長さは 3.5 m  
とした。コンクリート打設による型わくのふくらみ現象  
は全然見られず、所期の断面が一応確保できたと思われ  
る。

柱頭部支保工は、ケーソン止水壁を利用してIビーム  
とペコサポートおよびビティで組上げた。

側径間支保工は、地耐力試験を行なって、地耐力の確  
認をしたのちIビームとビティわくによって行なった。

写真-1



## 5. 品質管理および施工管理

### (1) コンクリート

PC用のコンクリート打設は約300回、2年近くの長期にわたる。したがって、その間のコンクリートの均質性を高めるため、日常管理試験、定期管理試験を行ないながら施工した。表-4に圧縮強度と変動係数を示す。

なお、供試体は24時間現場養生をしたのち標準養生を施したものである。

表-4 コンクリートの圧縮強度および変動係数  
 $\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$

材令(日)	試料数	圧縮強度(kg/cm <sup>2</sup> )	標準偏差(kg/cm <sup>2</sup> )	変動係数(%)	備 考
2	240	287	34	3.0	
7	270	411	45	1.6	
28	270	472	32	1.2	$\sigma_{28}=1.15 \sigma_7$
90	210	502	73	1.7	$\sigma_{90}=1.22 \sigma_7$

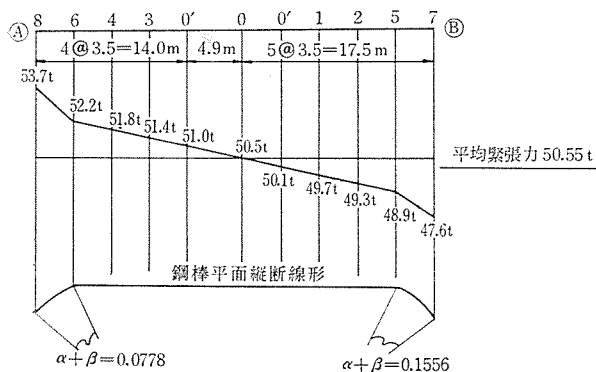
### (2) プレストレッシング

a) PC鋼棒 本橋に使用したPC鋼棒は2種PC鋼棒で、縦締め鋼棒φ33mm斜鋼棒、横締め鋼棒はφ27mmを使用した。これらの品質管理はPC鋼棒製造会社で試験し、その成績表にもとづいて行なった。その結果、許容値に低触するものは皆無であった。

### b) PC鋼棒引張力および伸びの計算

No. 14 鋼棒について鋼棒伸びの計算例を示す。① PC鋼棒弾性係数  $2.05 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ , ② コンクリート弾性

図-3 No. 14 鋼棒 (P<sub>2</sub>~P<sub>6</sub>) 応力分布



$\alpha$ : 縦方向角変化ラジアン

$\beta$ : 横方向角変化ラジアン

A: 緊張端

B: 定着端

$$\text{鋼棒伸び} \frac{pl}{E_s A_s} = \frac{50.55 \text{ t} \times 36.4 \text{ m}}{20500000 \text{ t/m}^2 \times 0.0008 \text{ m}^2} = 110.3 \text{ mm}$$

残りプレストレスによる弾性変形

$$\frac{pl}{E_c A_c} = \frac{3108 \text{ t} \times 36.4 \text{ m}}{7.9 \text{ m}^2 \times 3500000 \text{ t/m}^2} = 4.1 \text{ mm}$$

∴ P: 8断面を緊張したのち、8断面から7断面までに導入された平均緊張力

l: 8断面から7断面までの長さ

A<sub>c</sub>: 8断面から7断面までの平均断面積

ゆるみ量 アンカー 2個×0.5mm=1.0mm

カップラー 5個×0.2mm=1.0mm

伸び総計 110.3+4.1+1.0+1.0=116.4mm

係数  $3.5 \times 15^5 \text{ kg/cm}^2$ , ③ 鋼材角変化摩擦係数  $\mu=0.26$ , 単位長さあたり摩擦係数  $\lambda=0.87 \mu \times 10^{-2}$ , ④ ゆるみに対する割増し 0.5mm/アンカー, 0.2mm/カップラー, ⑤ 鋼棒許容応力度, プレストレス作業中  $0.9 \sigma_{py}=56.8 \text{ t/本}$ , プレストレス導入直後  $0.85 \sigma_{py}=53.7 \text{ t/本}$ , 設計荷重時  $0.75 \sigma_{py}=47.3 \text{ t/本}$ , 設計荷重作用時における鋼棒応力の検討は, クリープおよびレラクセーションが終了した状態で行なっている (図-3)。

c) 緊張作業 鋼棒の緊張作業はジャッキのオートカウンターと, ポンプのマノメーターとにより確認した。オートカウンターの示度が所定の伸び量に達しない場合は, 所定の伸びが得られるまで緊張する。しかし, マノメーターの示度が 56.8t ( $0.9 \sigma_{py}$ ) になってもまだ所定伸びが得られないような場合は, 緊張側の鋼棒先端に打撃を与え, 鋼棒に縦振動を与えることによって摩擦損失をへらし, 所定の伸びが得られるようにした。またジャッキ取りはずし後ユーバースタントメッサ (伸長計) によって伸び量を確認した。鋼棒の打撃による摩擦損失効果については後述する (写真-2)。

写真-2



d) 緊張管理 プレストレッシングの管理は, 土木学会「ディビダーク工法設計施工指針(案)」により行なった。図-4にPC鋼棒伸び量についての管理の一例を示す。他の桁もほぼ同じ傾向を示しているがプレストレッシングは非常に良い精度で導入されていると思う。

緊張作業もカップラーのセット間違いや鋼棒の切断といったアクシデントは全然なく円滑に行なえた。

### (3) グラウト工

グラウトの配合は表-5に示すとおりである。

注入時期は作業効率のうえから橋体完成後にまとめて施工した。なお冬期(12月, 1月, 2月)は凍結現象の起きることを懸念してグラウト注入作業は中止した。

グラウトは注入前に水通しを行ない, コンプレッサーによるエアーで水を排出したのちに行なったが, 異状の

図-4 PC 鋼棒の伸び量の誤差 (P<sub>6</sub> 桁)

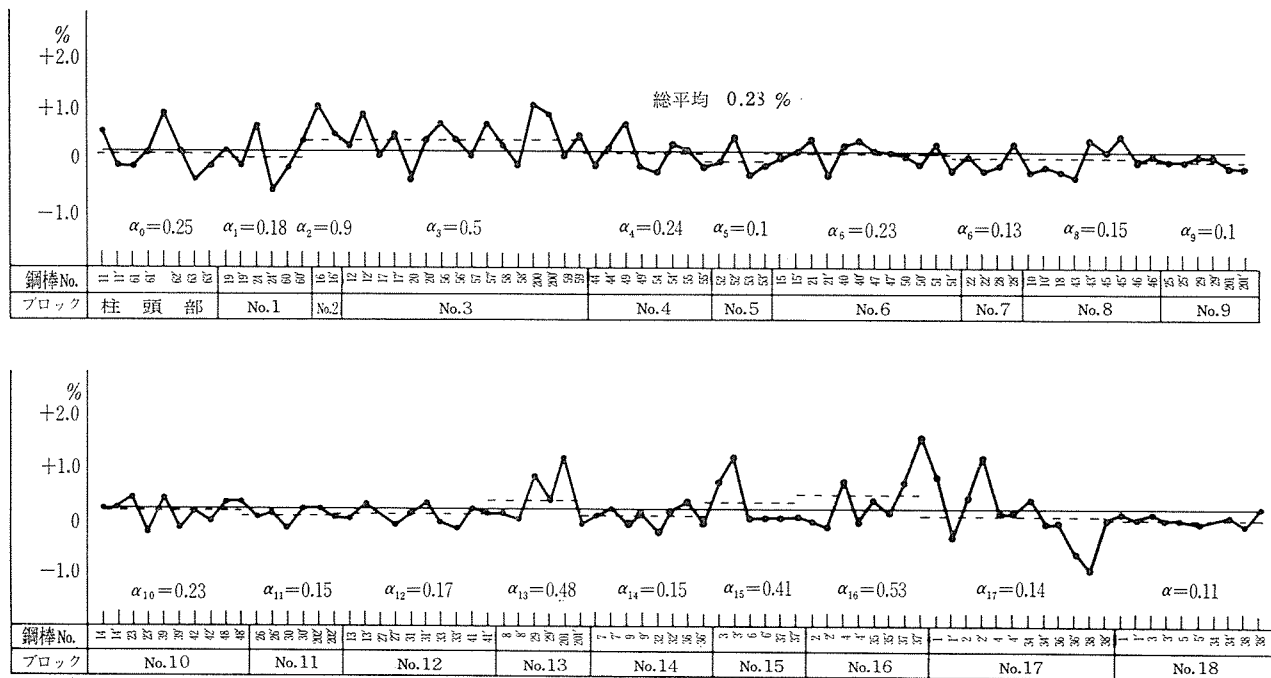


表-5 グラウト配合表

水セメント比 W/C (%)	セメント (kg)	水 (kg)	ポゾリス No. 8 (g)	アルミ粉 (g)	備 考
45	50	22.5	125	2.5	3, 4, 5, 6, 10, 11 月用
48	50	24.0	125	2.5	7, 8, 9 月用

認められた箇所はほとんどなかった。したがって、コンクリート打設によるシースの破損や極端な変形はなかったと思われる。

(4) 上げ越し

桁の上げ越しに用いた諸数値は、桁の平均値として次のように仮定している、① クリープ係数  $\phi=2.0$ 、② 乾燥収縮  $\epsilon_s=1.5 \times 10^{-5}$ 、③ コンクリート弾性係数  $E_c=3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、④ PC鋼棒のリラクセーション  $\eta=3\%$ 。

表-6 に死荷重、静荷重、およびプレストレスによる桁完成時の弾性変形、塑性変形量の一例をあげておく。

表-7 に静荷重載荷前の計算上の上げ越し量と実測値を示す。

完成桁面については、小さな伏陸はあるが「計画高からのずれの差 25 mm」という公団許容値はほとんど満足している。

当初高速道路橋で中央ヒンジを有する多径間ラーメン橋については、中央ヒンジ部の垂れさがりを懸念したが、計算上のクリープ変形量の最大値が 41 mm と小さいことと、弾性変形量がほぼ計算値と合致していることから、高速走行に支障をきたすほどの変形は起こらない

と思われる。今後レベル測量によって変形の推移をつかみたいと思っている。

型わくの設置は、桁完成時に表-6 に示した値となるように施工した。一例として表-8 に 14 ブロックの上げ越しプログラムを示す。桁完成時での 14 ブロックの高さが 30 mm になるためには、14 ブロック型わくセット時の高さが 60 mm でなければならない。

なお、型わく設置にあたっては、日照の影響を受けない早朝に測量して、当該ブロックの1つ手前のブロックに仮基準点を移し、この仮基準点をもとにして、型わくの高さを決めた。日照による上下スラブ温度差による実測たわみは、上下スラブの温度差が 6°C で桁端部のたわみは 17 mm であった。ちなみに完成系で上下スラブ温度差が 10°C のときの計算上のたわみは 22 mm である。

(5) 施工時応力の検討

図-1 に示す P<sub>2</sub> 桁 ~ P<sub>6</sub> 桁はすべてワーゲン施工とし、P<sub>1</sub> 桁と P<sub>7</sub> 桁は、中央径間とバランスのとれる位置までワーゲン施工で残り側径間は支保工により施工した。

このような架設方法による主桁に生ずる応力は設計荷重時に生ずる応力と異なる。したがって、施工中に許容応力度の検討が必要である。本橋では、施工中に部材圧縮部に生ずる引張応力は  $-2.0 \text{ kg/cm}^2$  程度で、これは桁内の配筋で十分受持つ値である。しかもこの引張力を生じしめる荷重状態は当該ブロック施工の短期間だけである。したがって、施工時応力によって断面が決定され

表-6 桁 (P<sub>1</sub>) の 変 形 量

(単位 : mm)

		18	16	14	12	10	8	6	4	3	0	0	1	2	5	7	9	11	13	15	17	
弾性変形	自重	68	61	50	40	31	22	15	9	4	1	0	1	3	6	12	18	27	36	46	57	68
	静荷重	18	16	13	11	8	6	4	2	1	0	0	0	1	2	3	5	7	9	12	15	18
	プレストレス	73	66	54	43	33	24	16	9	4	1	0	1	3	7	13	21	30	40	50	61	72
	小計	13	11	9	8	6	4	3	2	1	0	0	0	1	1	2	2	4	5	8	11	14
塑性変形	自重	136	122	100	80	62	44	30	18	8	2	0	2	6	12	24	36	54	72	92	114	136
	静荷重	36	32	26	22	16	12	8	4	2	0	0	0	2	4	6	10	14	18	24	30	36
	プレストレス	146	132	108	86	66	48	32	18	8	2	0	2	6	14	26	42	60	80	100	122	144
	乾燥収縮 レラクセーション	14	14	12	8	6	4	3	1	0	0	0	0	1	2	3	5	7	10	11	12	15
	小計	40	36	30	24	18	12	9	5	2	0	0	0	3	4	7	9	15	20	27	34	43

注 : 鋼棒のレラクセーションは、クリープと同じ割合で進行するものとする

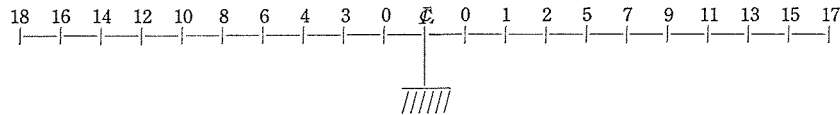


表-7 静荷重載荷前の上げ越し量と実際の出来高

(単位 : mm)

ブロック名	18	16	14	12	10	8	6	4	3	0	0	1	2	5	7	9	11	13	15	17	備考	
静荷重	18	16	13	11	8	6	4	2	1	0	0	0	1	2	3	5	7	9	12	15	18	上げ越し量
塑性変形	40	36	30	24	18	12	9	5	2	0	0	0	3	4	7	9	15	20	27	34	43	
小計	58	52	43	35	26	18	13	7	3	0	0	0	4	6	10	14	22	29	39	49	61	
実際出来高	39	37	38	16	19	19	9	12	6	4	3	3	14	8	8	3	21	12	30	41	46	
誤差	-19	-15	-5	-19	-7	1	-4	5	3	4	3	3	10	2	-2	-11	-1	-17	-9	-8	-15	

表-8 P<sub>2</sub> 桁 14 ブロック上げ越しプログラム

完成系での上げ越し	30 mm	
静荷重載荷	13 mm	
不静定力導入	1 mm	
ワーゲン撤去	左	-23 mm
	右	10 mm
残りプレストレス 残りコンクリート 14 ブロック緊張 14 ブロックコンクリート	21 mm (電算による)	
ワーゲン弾性変形	8 mm	
型わくセット高さ	60 mm	

るようなことはなかった。

(6) 支点反力調整

図-5 に示すように側径間の一部を支保工で施工するが、施工直後の支点反力と全橋支保工上で施工したときの反力とは異なる。しかしいかなる施工方法によっても終局には、コンクリートのクリープによって全橋支保工上で施工した反力に近づいていく。この反力変化はクリプ変形を伴って起るため、終局反力が不明確なものとなるので、強制的に支点反力調整を行なって全橋支保工上で施工したときに生じる反力と一致させた。本橋では調整量が微小であるので反力調整の必要はないが、桁の性

図-5 P<sub>1</sub> ブロック割り

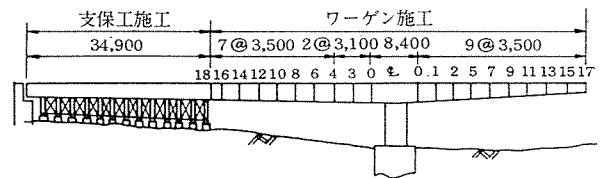
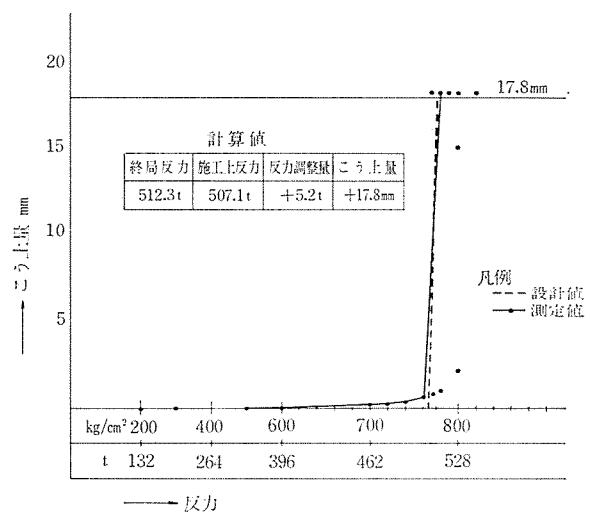


図-6 A<sub>1</sub> 支点反力とこう上量の関係



状を調べる意味で反力調整を行なった。図-6 にその一例を示す。

使用器具は 300t ジャッキ 2 基とダイヤルゲージ 4 個である。

最初はたわみ 0 点の施工完了時の支点反力は約 528t で計算上の値 507t よりも大きい値を示した。しかし、数回のトライアルの結果、図のごとき範囲に収まり計算値とほぼ等しくなった。この結果、断面係数、弾性係数、単位重量などの計算上の仮定値が妥当であったと推測される。

本橋は 8 次の不静定構造であるため、橋完成後クリープにより中央ヒンジ位置にも不静定反力が生ずるのでこれの調整も行った。また桁の材令差による不静定反力も、ゲレンク閉合時に導入した。

(7) PC 鋼棒の打撃効果

緊張作業でも述べたが、所定伸びが得られない場合は鋼棒に打撃を加えて摩擦を減じる方法をとった。この打撃効果については「ディビダーク施工指針」にも明記されているが、本橋でもどの程度まで打撃効果があるか試験を行なった。表-9 にその試験結果を示す。

試験の結果、打撃を与えない場合の引張力減少は、計

表-9 PC 鋼棒の打撃による摩擦損失減少

No. 20E l=39.7m	打撃回数	緊張時の力	定着時の力	引張力減少率	引張力の計算上の減少率	備 考
		① t	② t	(1)-(2) ①-%		
No. 20E l=39.7m	打撃 0	54.3	45.8	15.6	54.3-47.7 =12.2%	平面線形 B A 0.1556    0.0778 +0.0429 =0.1207
	" 5	"	47.7	12.2		
	" 10	"	48.5	10.6		
	" 15	"	48.6	10.4		
	" 20	"	49.0	9.7		
No. 20E l=46.7m	打撃 0	55.3	46.1	16.6	55.3-47.8 =13.5	B A 0.1556    0.0429 +0.1127    +0.0778 =0.2683    =0.1207
	" 5	"	47.8	13.6		
	" 10	"	48.5	12.3		
	" 15	"	48.6	12.1		
	" 20	"	"	12.1		
No. 20E l=46.7m	打撃 0	55.3	44.7	19.1	13.5	全 上
	" 5	"	47.0	15.0		
	" 10	"	48.0	13.2		
	" 15	"	48.1	13.1		
	" 20	"	48.3	12.6		

図-7 クリープ乾燥収縮測定試験器

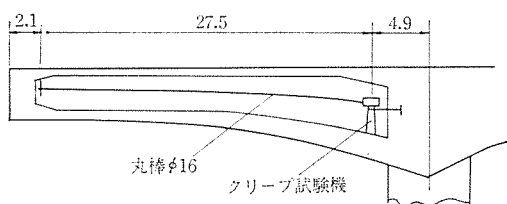
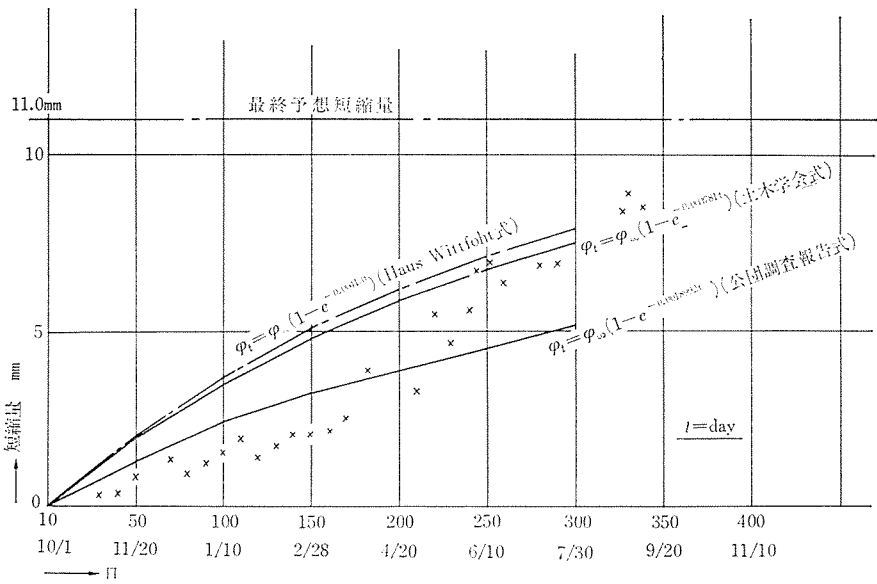


図-8 クリープ乾燥収縮実測値 (P<sub>3</sub> 桁)



算上のそれを上まわっている。しかし、5~10 回の打撃によって計算値と一致し、15 回打撃によって計算上の引張力減少量をかなり下まわっている。この結果 15 回程度の打撃を与えることにより計算にあたって仮定した  $\mu=0.26$ ,  $\lambda=0.0023$  という値は、十分安全側になると思われる。

(8) クリープおよび乾燥収縮の測定

上げ越しの項で述べたように、本橋では P<sub>3</sub> 桁に「公団型クリープ試験機」を設置してクリープおよび乾燥収縮量を測定している。図-7 にゲージ長さ等を示している。ゲージは軸変化のみをとらえる意味で、できるだけ断面図心軸に沿わせて設置した。

クリープおよび収縮量の計算値は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{クリープ収縮 } \Delta l_c &= \frac{\sigma_c}{E_C} \times \varphi \times l \\ &= \frac{37.5}{3.5 \times 10^6} \times 2.0 \times 27.5 = 6.9 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{乾燥収縮 } \Delta l_s &= \epsilon_s \times l = 1.5 \times 27.5 \times 10^{-5} = 4.1 \text{ mm} \\ \text{計 } &11.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

図-8 に測定結果を示すが、これは昭和 45 年 10 月 1 日より 46 年 8 月現在までの変化である。

この表での実測値はランダムな分布を示し、明確な性状がつかめないが、今後長期観測を行ない推移曲線がどのような変化をするかつかみたいと思っている。

おわりに

わが国でディビダーク工法による PC 橋梁の歴史は約 15 年の長きに渡り、架設された橋梁も数十橋を数える。当手取川橋は規模から見れば特記すべきものはないが、高速道路橋として多径間の中央ヒンジを有する橋は他に

類をみない。従来から供用開始後でも上げ越し気味に架設されてきたが、多径間にわたって連続する場合は走行性の問題から上げ過ぎも下げ過ぎも許されない。その意味で美観上の上げ越しは行なっていない。また、上下スラブ温度差により弾性たわみが起るが、これによる上げ越しも無視した。また、クリープ変形量に気候的条件が一因するものであれば、北陸でのディビダークの橋梁の分野にとって、今後の手取川橋のクリープ変形量の推移は注視されるであろう。

最後にこの報告にあたり資料提供をして下さった住友建設(株)の大坪所長、荒船技師および当工事に御協力いただいた各位に厚くお礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) 土木技術, Vol. 26, No. 7, p. 94.
- 2) 土木学会: ディビダーク設計施工指針(案)
- 3) 猪股俊司: プレストレスト コンクリートの設計および施工, 技報堂

1972.1.5・受付

## 講 演 概 要 集 頒 布 に つ い て

協会では毎年行なっております講演会の概要集の残部がありますのでご入用の方は代金を添えて、協会へお申し込み下さい。

○ 5 回, 6 回, 7 回, 8 回, 9 回 (各 250 円 〒 100 円)

## 工 事 ニ ュ ー ス 提 供 の お 願 い

工事ニュースは、現在どこで、どんな PC 構造物が作られているかを知る上で非常に参考になり、また関心をもって読まれていることは諸兄の知るところですが、編集委員の守備範囲内だけではすべての工事を網羅することはできません。

現場におられる会員諸兄から、是非現在このような工事がここまで進行している、または完成したといったニュースを、簡単な文章と、写真・図面等を添付されたうえで協会誌編集委員会へお寄せ下さいますようお願い致します。特にむずかしい規定はありません。採用の分には薄謝を呈します。

東京都中央区銀座2の12の4 銀鹿ビル3階 PC 技術協会編集委員会 電話 03 (541) 3595