

図-2 安川橋梁全体図

P C鋼材	OSPA 75 A	2.7 t
	SBPR 95/110	1.3 t
	計	4.0 t
鉄 筋	SD 35, SR 3	9.2 t

2. 設 計

(1) 設計条件

上部工の設計条件は、前節の工事概要のほかは、次のとおりである。

曲線半径：1 200 m

勾 配：10‰ 下り

橋梁負担力：KS-16

衝撃係数：P Cトラスの衝撃係数に関する規程はないので、通常鋼トラスにおいて考えられている影響線長に応じて衝撃係数を求める方法を採用した。ここでは軸力の影響線の基線長を支間とし、一般のP C鉄道橋の値を採用した。

震 度： $k_h=0.2$ $k_v=0.1$

許容応力：超高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=800$ kg/cm²) について

軸方向圧縮応力度 230 kg/cm²

曲げ圧縮応力度 270 kg/cm²

弾性係数：コンクリート

$\sigma_{ck}=800$ kg/cm² 4.0×10^5 kg/cm²

$\sigma_{ck}=600$ kg/cm² 4.0×10^5 kg/cm²

$\sigma_{ck}=400$ kg/cm² 3.5×10^5 kg/cm²

$\sigma_{ck}=300$ kg/cm² 3.0×10^5 kg/cm²

P C鋼材 2.0×10^6 kg/cm²

クリープ係数：コンクリート $\sigma_{ck}=800$ kg/cm² 1.5

$\sigma_{ck}=600$ kg/cm² 1.5

$\sigma_{ck}=400$ kg/cm² 2.0

レラクセーション：P C鋼線（主構） 5%

P C鋼棒（横桁） 3%

(2) 主構の設計

主構の断面力は、一般には格点部をヒンジとして計算するが、P Cトラスでは格点部および目地を現場打コンクリートで固めることを考慮して、格点部を剛としたフィレンディール構造として計算した。なお、主構と床版の合成は、設計施工がむずかしくなるので、今回は見送った。主構部材の断面は、軸力の最大時および最小時について検討して決定した。表-1 に計算結果の一部を示す。

(3) 横構、耐震壁、床版の設計

横構は、鉛直方向に対しては床版を支持するはりとして設計し、水平方向には弦材と協同して遠心荷重、風荷

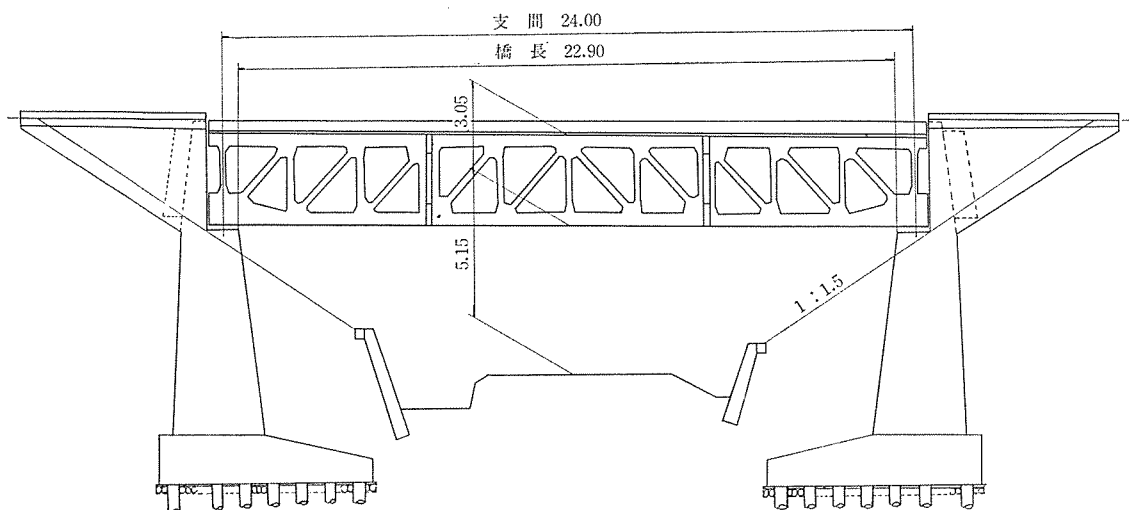


図-3 太田名部橋梁一般図

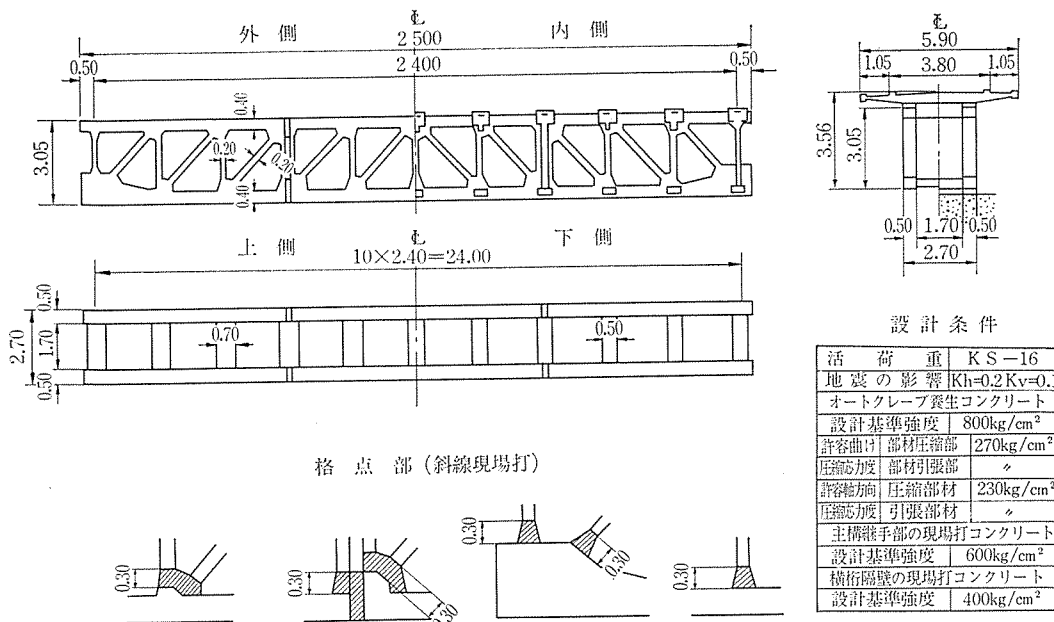


図-4 太田名部橋梁上部工一般図

重、地震に耐える 10 層ラーメン構造として検討した。耐震壁は、トラスの横断面の保持を目的とするもので、今回は十分にマッシブな構造として計算は省略した。

3. 各種実験

PCトラス構造および超高強度コンクリートの特性を調べるために、表-2 に示すとおり各種実験を実施した。本報告では、1/5 PCトラス破壊実験、実橋載荷実験、実橋振動実験について記す。

1/5 PCトラス破壊実験は、設計計算で求めた断面力と実際の PCトラスにおける断面力との間の相関関係を判定するために実施したもので、実橋と試験体との間に力に関する相似関係は成立していない。試験体は、

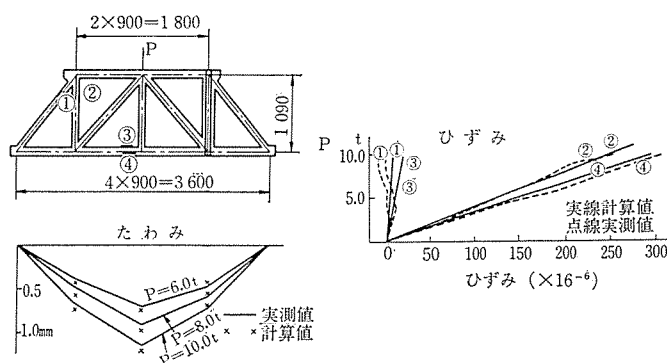


図-5 1/5 PC トラスの実験成績

破壊実験用に 1 体、疲労実験用に 1 体、計 2 体製作した。

図-5 は実験結果の一部であるが計算と実験結果がよく一致しており、計算の前提が当を得ていたといえる。

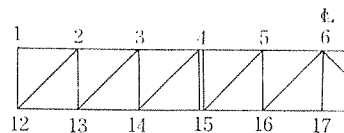
表-1 主 構 の 断 面 力

部 材	計算に用いた断面形状 幅×高 (cm)	荷重状態	軸 力 (t)	軸方向応力 σ_N (kg/cm ²)	部材端曲げモーメント		曲 げ 応 力 $\pm\sigma_M$ (kg/cm ²)	$\sigma_{N+\sigma_M}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{N-\sigma_M}$ (kg/cm ²)
					左, 上, 斜上 (t·m)	右, 下, 斜下 (t·m)			
12	50×40	A 注1	121.04	60.5	1.10	-1.95	14.6	75.1	49.9
		B 注2	104.85	52.4	-5.47	4.52	41.0	93.4	11.4
		C 注3	96.58	48.3	3.71	-4.71	35.3	83.6	13.0
23	"	A	122.74	61.4	0.38	-3.87	29.0	90.4	32.4
		B	229.59	114.8	-4.04	5.44	40.8	155.6	74.0
		C	151.33	75.7	2.19	-3.95	29.6	105.3	46.1
34	"	A	123.01	61.5	-1.34	-3.47	26.0	87.5	35.5
		B	323.82	161.9	-0.51	4.76	35.7	197.6	126.2
		C	192.95	96.5	1.98	-3.14	23.6	120.1	72.9
45	"	A	123.42	61.7	-1.36	-2.38	17.9	79.6	43.8
		B	388.80	194.4	0.38	4.57	34.3	228.7	160.1
		C	224.77	112.4	1.77	-2.07	15.5	127.9	96.9
56	"	A	121.95	61.0	-0.20	-9.83	73.7	134.7	-12.7
		B	413.54	206.8	2.22	-2.72	20.4	227.2	186.4
		C	234.69	117.3	2.55	-7.57	56.8	174.1	60.5
1213	"	A	516.28	258.1	1.98	-4.43	33.2	291.3	224.9
		B	365.12	182.6	-4.01	2.34	30.1	212.7	152.5
		C	299.55	149.8	2.25	-2.89	21.7	171.5	128.1
1314	"	A	516.05	258.0	-1.55	-3.30	24.8	282.8	233.2
		B	326.51	163.3	-4.60	2.71	34.5	197.8	128.8
		C	204.96	102.5	2.18	-1.89	16.4	118.9	86.1
1415	"	A	515.82	257.9	-0.73	-4.13	31.0	288.9	226.9
		B	298.25	149.1	-1.95	1.67	14.6	163.7	134.5
		C	139.48	69.7	3.38	-1.62	25.4	95.1	44.3
1516	"	A	517.20	258.6	-1.93	-1.52	14.5	273.1	244.1
		B	283.14	141.9	-1.51	2.97	22.3	163.9	119.3
		C	109.44	54.7	3.13	0.41	23.5	78.2	31.2
1617	"	A	510.89	255.4	0.50	-10.00	75.0	330.4	180.4
		B	272.96	136.5	1.18	-8.00	60.0	196.5	76.5
		C	89.04	44.5	4.94	-3.30	37.1	81.6	7.4
112	"	A	80.13	80.1	-1.10	1.32	39.6	119.7	40.5
		B	96.54	96.5	0.36	0.11	10.8	107.3	85.7
		C	75.61	75.6	0.21	-0.19	6.3	81.9	69.3
213	"	A	158.35	158.4	-1.90	1.96	58.9	217.3	99.5
		B	90.20	90.2	-0.09	0.49	14.7	104.9	75.5
		C	38.37	38.4	1.00	-0.85	30.0	68.4	8.4
314	"	A	137.91	137.9	-1.91	1.84	57.4	195.3	80.5
		B	86.38	86.4	-0.50	0.54	17.4	103.8	69.0
		C	42.07	42.1	0.52	-0.49	15.6	57.7	36.5
415	2本×50×20	A	114.44	57.2	-1.67	1.59	25.1	82.3	32.1
		B	83.86	41.9	-0.76	0.53	11.4	53.3	30.5
		C	44.20	22.1	0.07	-0.14	2.1	24.2	20.0
516	50×20	A	77.56	77.6	-1.78	1.72	53.5	131.1	24.1
		B	69.41	69.4	-1.33	1.32	39.9	109.3	29.5
		C	36.84	36.8	-0.57	0.58	17.4	54.2	19.4
617	"	A	72.65	72.7	0.00	0.00	0.0	72.7	72.7
		B	60.66	60.7	0.42	0.56	16.8	77.5	43.9
		C	60.66	60.7	-0.28	-0.25	8.4	69.1	52.3
212	"	A	5.05	5.1	-0.44	0.66	19.8	24.9	-14.7
		B	171.87	171.9	0.69	-0.34	20.7	192.6	151.2
		C	86.53	86.5	0.27	0.17	8.1	94.6	78.4
313	"	A	2.99	3.0	-0.62	0.92	27.6	30.6	-24.2
		B	134.67	134.7	0.48	-0.24	14.4	149.1	120.3
		C	64.82	64.8	0.09	0.40	12.0	76.8	52.8
414	"	A	2.81	2.8	-0.44	0.74	22.2	25.0	-19.4
		B	102.40	102.4	0.32	-0.16	9.6	112.0	92.8
		C	43.10	43.1	-0.05	0.36	10.8	53.9	32.3
515	"	A	0.09	0.1	-0.40	0.62	18.6	18.7	-18.5
		B	67.52	67.5	0.09	-0.05	2.7	70.2	64.8
		C	16.79	16.8	-0.23	0.35	10.5	27.3	6.3
616	"	A	11.34	11.3	0.40	0.30	12.0	23.3	-0.7
		B	47.11	47.1	0.49	-0.04	14.7	61.8	32.4
		C	-0.38	-0.4	0.66	0.27	19.8	19.4	-20.2

注 1: プレストレス導入直後のプレストレスによる断面力

注 2: 主荷重 (プレストレス, 遠心荷重を含む) による軸力最大時

注 3: 主荷重による軸力最小時



破壊実験における計算上の破壊荷重 $P=28t$ であるが実際には $P=42t$ で破壊した。 $P=2\sim 20t$ の 100 万回繰返し載荷後、疲労を考慮しない計算上の破壊荷重 $P=28t$ に対し、実際には $P=40t$ で破壊しており、疲

勞による劣化の心配はほとんどないと思われる。

実橋における載荷実験は床版完成後に実施した。載荷実験は次の 3 種について実施した。

- 1) $1/2l$ 点に $P=72t$ を載荷

表-2 各種実験

オートクレーブ養生コンクリート	超高強度コンクリートの圧縮疲労試験 大供試体におけるオートクレーブ養生の効果
P C ト ラ ス	実物大部材の製作実験
	光弾性模型実験
	有限要素法による格点部の応力解析
	1/5 PCトラスの破壊実験
実 橋	荷重実験, 振動実験

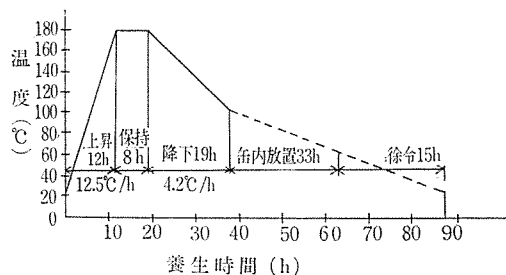


図-6 オートクレーブ養生サイクル

- 2) 1/2 l 点の片側に P=36 t を載荷
- 3) 1/4 l 点に P=72 t を載荷

全体的に計算上の応力と測定値は比較的良好一致しており、例えば 1) の場合、最大圧縮応力（載荷重のみによる）は格点（格点番号は表-1 下端の図を参照）の上側において計算値 43.3 kg/cm² に対して測定値 34.2 kg/cm²、最大引張応力は格点 17 の下側において計算値 45.7 kg/cm² に対して測定値 47.8 kg/cm² であった。

振動実験は、床版上に 3.0 t/m の等分布荷重をして、1/2 1 点に 15 t 2 連式起震機を据付けて、次の 2 種について測定した。① 上下動 ② 左右動

上下動の共振曲線のピークは、6.8~7.0 Hz あたりに見られ、左右動においては、3.3 Hz, 4.3 Hz, 5.1 Hz, 6.2 Hz あたりに見られ、地震との共振に対する安全性が確認された。

4. 施 工

(1) 主構部材の工場製作

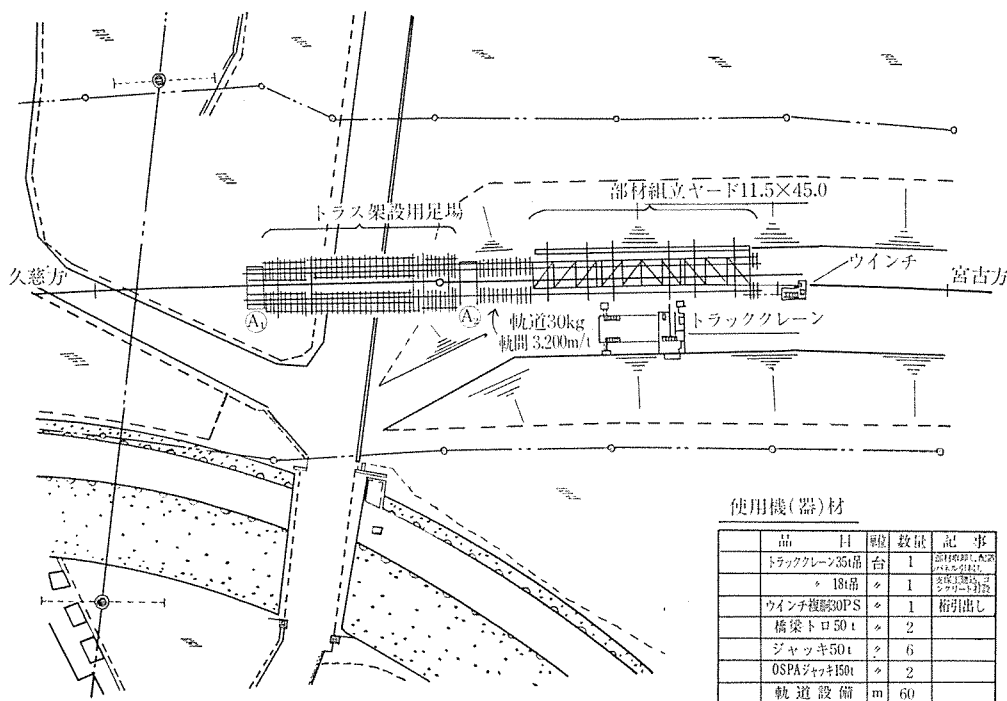


図-7 架設現場の設備略図

表-3 超高強度コンクリートの示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	水セメント比率 W/C (%)	細骨材比率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
				セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 A剤	B剤
20	21±2	31.9	45	480	153	796	975	7.2	0.24

主構部材は、日本コンクリート工業（株）川島工場で作成した。製作法は、1次蒸気養生後に行う高温高压（180°C、10 気圧）のオートクレーブ養生を除けば、一般のプレキャスト コンクリートと同様である。

断面の大きい上下弦材には、実物大部材の製作実験において細かいひびわれが発生したため、ひびわれ防止と運搬取扱のために仮のプレストレスを導入した。

仮のプレストレス量は、上弦材と下弦材の中央部材で 20 kg/cm²、下弦材の端部材で 25~60 kg/cm² である。

(2) PCトラスの架設

a) 主構部材の配置 終点側橋台裏の本線盛土上に設けた製作ベース上に、主構部材を取おろし、35 t 吊トラッククレーンで設計寸法にしたがって配置した。

b) 格点部コンクリートの打設

正しく配置された部材の格点部を、現場打ちの高強度コンクリートで固め、コンクリートの硬化を待って鉛直材にプレストレスを導入した。主構は後述の引き起し作業を考慮してブロックに分けて地組みをした。

c) 主構の引き起し

地組みをした主構は、製作ベース上で 35 t トラッククレーンで

使用機(器)材

品 目	規 格	数 量	記 事
トラッククレーン	35t吊	1台	2500kg吊り、2500kg吊り、2500kg吊り
	18吊	1台	2500kg吊り、2500kg吊り
ウインチ	30PS	1台	極引出し
橋梁トロ	50t	2台	
ジャッキ	50t	6台	
OSPAジャッキ	150t	2台	
軌道設備		60m	

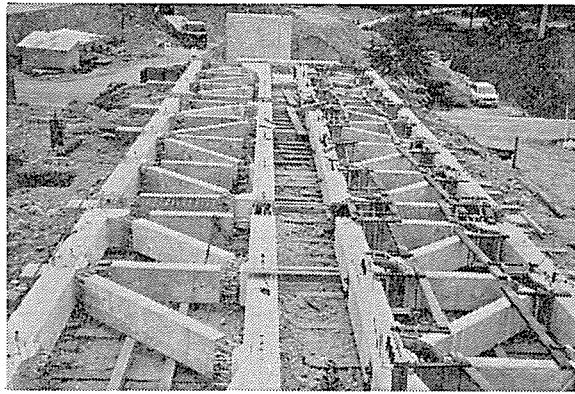


写真-1 主構部分の配置

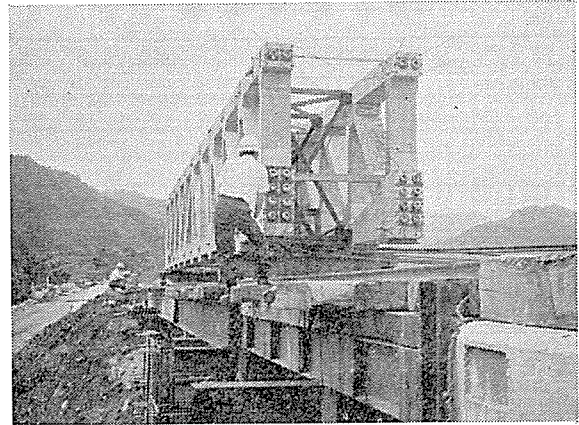


写真-3 PCトラスの引出し

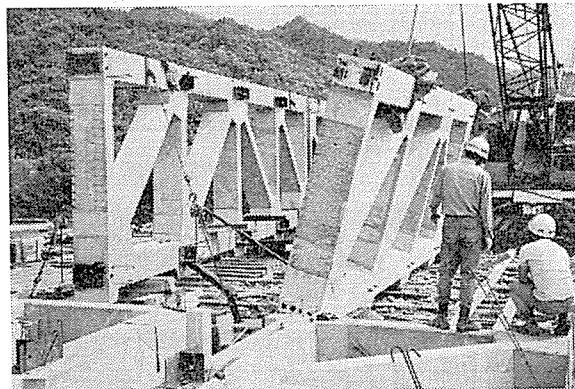


写真-2 主構の引き起し

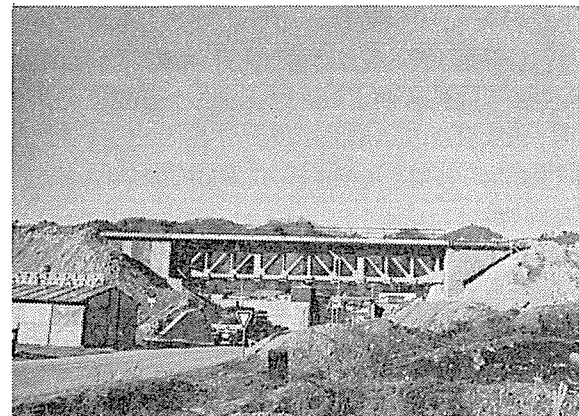


写真-4 完成した太田名部橋梁

引き起し、転倒防止工を取付けた。

d) 仮鋼材の取付け 引き起された左右主構は、仮鋼材で連結して自立させた後、上下弦材に導入してあった仮のプレストレスを解放した。この段階で、横桁、耐震壁を施工しなかった目的は、架設作業中の応力がPCトラスに残留するのを防ぐためと、引出し作業中のPCトラスの重量を軽減するためである。

e) トラスの連結 3ブロックに分かれたトラスの間隔、高低を50tジャーナルジャッキで調整し、各ブロック間の目地に高強度コンクリートを打設して1連のPCトラスとし、コンクリートの硬化後、上下弦材にプレストレスを導入した。

f) PCトラスの引出し PCトラスは重量トロに乗せて、両橋台間(道路)に組立てられた足場上を、ウインチ(30PS)でゆっくりと引き出され、シュー上に据付けられた。

g) 耐震壁、横桁、床版等 耐震壁、床版等はPCトラス据付け後、仮鋼材を取はずしながら施工し、最後に床版を施工した。

(3) 工 程

工事は非常に順調であった。実施工程表を表-4に示す。

5. あとがき

太田名部橋梁の実績を踏まえて、安家川橋梁の部材製作工事は昭和48年12月、架設工事は49年3月に発注された。PCトラスは、まだ開発途上にあるが、今後、長大PCトラス橋の合理的な設計法と架設法が開発されれば十分採算に乗るものと思われる。

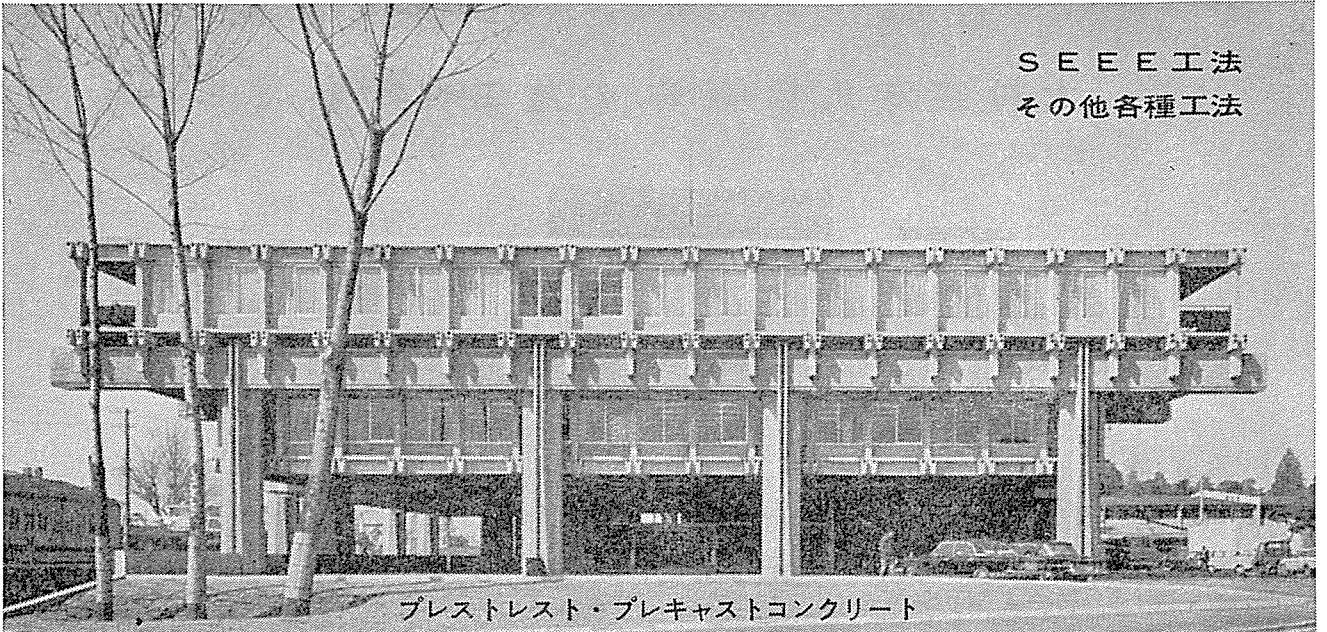
最後に、本橋の設計施工に御指導、御協力いただいた東京大学、東北大学、明星大学の諸先生、国鉄鉄道技術研究所、構造物設計事務所、業界の学識経験者の皆様にこの報告を借りて御礼申し上げます。

表-4 工 程 表

作業内容	48年						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
トラス部材の工場製作、運搬	[Progress bar from April to July]						
ヤード製作等			[Progress bar in June]				
トラス部材の配置				[Progress bar in July]			
格点部のコンクリート打設				[Progress bar in July]			
トラスの引き起し				[Progress bar in July]			
仮鋼材の取付け				[Progress bar in July]			
トラスの連結				[Progress bar in July]			
トラスの引出し				[Progress bar in July]			
耐震壁、横桁、床版等					[Progress bar from August to September]		
実 橋 実 験						[Progress bar in October]	

1974.6.20・受付

SEE工法
その他各種工法



プレストレスト・プレキャストコンクリート

栃木県庁議会棟

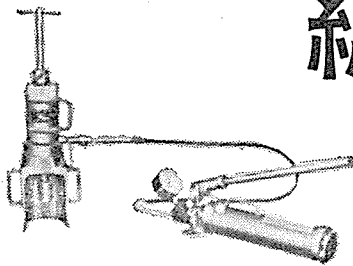
黒沢建設株式会社

取締役社長 黒沢亮平

東京都新宿区三光町25番地 三立ビル TEL 03-356-3573(代)

PC工場 神奈川県秦野市三屋字川原135番地 TEL 0463-75-1324

PC用油圧機器の 総合メーカー



製造元

K.K平林製作所

京都市宇治市槇島町目川8
TEL 宇治(0774) 22-3770番

センターホールジャッキ・モリプラー
PAT.No. 467154

住友 DWジャッキ
PAT.No. 226429

発売元

草野産業株式会社

本社
大阪市東区備後町1丁目11番地
TEL 大阪(261)~8710・8720

東京事務所
東京都千代田区神田錦町3丁目21番地
柴田錦橋ビル TEL (201)~3546