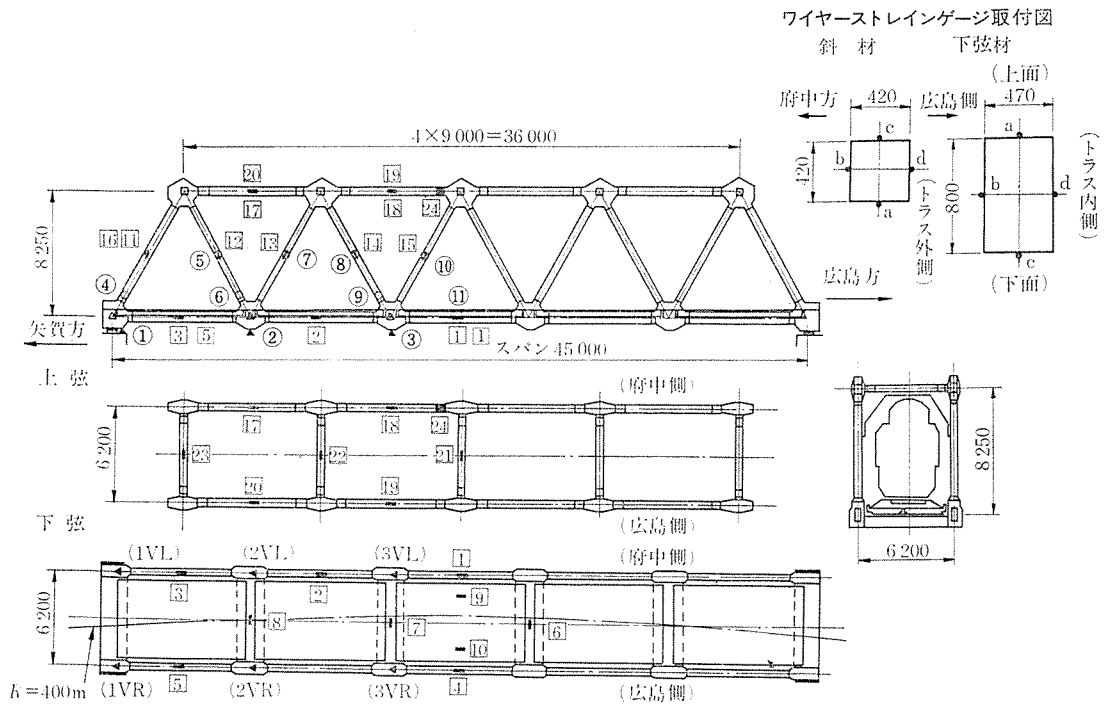


岩鼻 PC トラスの設計と施工 (3) (試 験 編)

町田 富士夫* 宮坂 慶 男**
小須田 紀 元** 小林 栄 次 郎***

岩鼻 PC トラス橋に対して設計精度の確認ならびに今後架設される PC トラスの設計施工のための資料を得る目的で 1) 静的載荷試験, 2) 列車走行試験, 3) トラス部材のクリープ乾燥収縮の測定を実施してきた。このうち静的載荷試験はバラスト散布車を PC トラス橋上の所定の位置に次々と移動停車させ、停車状態におけるトラス部材のひずみおよびたわみを静的に測定したものであり、列車走行試験は平常運転の新幹線車両が PC トラス橋上を通過するときの応力状態を動的に測定したもので

ある。またトラス部材のクリープ乾燥収縮の測定は施工中および PC トラス完成後定期的に各部材のひずみを測定したもので、これは昭和 51 年 3 月まで継続される予定である。静的載荷試験およびトラス部材のクリープ乾燥収縮の測定には測定点位置図 (図-1) に示す計器のうちあらかじめ部材内に埋設しておいたカールソンひずみ計で、また列車走行試験では図-1 のすべての計器を用いて測定した。本文はそれらの試験の測定結果および解析についてとりまとめたものである。



測定点位置および仕様

- …カールソン型ひずみ計 (1~3, 11~15は府中側パネル)
- …ワイヤーストレインゲージ (4~11は広島側パネル)
- △ …変位計 横方向
- ▲ …変位計 鉛直方向

ゲージ名称	部材名	測定点番号	点数	ゲージ名称	部材名	測定点番号	点数
カールソン型ひずみ計	下弦材	1~5	5	ワイヤーストレインゲージ	斜材	4~10の a, b, c, d	28
	横桁	6~8	3		下弦材	11の a, b, c, d	4
	スラブ	9~10	2	変位形	鉛直方向	1~3の VL, VH	6
	斜材	11~16	6		横方向	1~3の H	3
	上弦材	17~20, 24	5				
	上横桁	21~23	3				

図-1 測定点位置図

* 国鉄下関工務局長 ** 国鉄構造物設計事務所 *** 八千代エンジニアリング (株)

1. 静的載荷試験

昭和 49 年 4 月，山陽新幹線は軌道工事が最盛期にあり，広島車両基地より現場に向かう資材運搬車がしきりに PC トラス橋上を往来しているところ実施された。

試験用載荷荷重には 図-2 に示すバラスト散布車（2 軸ボギーホッパー車）4 両を連結し，矢賀方より広島方へ進行させ， 図-3 に示す載荷位置に停車し，停車中の PC トラス部材のひずみおよびたわみを静的に測定したものである。ひずみ測定には前述のカーソンひずみ計を，たわみ測定には 図-4 に示すように 1/100 mm のダイヤルゲージで広島方第 3 格点の府中側パネルと広島側パネルの 2 点を計測した。

岩鼻 PC トラスの床組構造は地震時の対策としてスラブ桁の剛性を利用できるようにスラブ桁端部とトラス横桁との間にモルタルを填充し，さらにスラブ桁と下弦材との相対的な伸縮が生じたときに対応できるように，橋全長にわたりスラブ桁内に 4 本の PC 鋼線が配置されている。このため設計ではスラブ桁が下弦材として働かないスラブ非合成の仮定であるが，スラブ内に配置されている PC 鋼線の作用によりスラブが下弦材として軸力を担っていることも考えられる。このため解析ではスラブ非合成の場合とスラブ合成の場合の両方を計算した。結果

は曲げモーメントでは特に下弦材に差があるものの，軸力に関しては両者の顕著な差異はなく，測定に用いたカーソンゲージの埋設位置は断面図心に配置してあるため軸応力の比較ということになるが，両者の差は下弦材およびスラブにあり，上弦材，斜材ではほぼ同じ値となる。測定結果と計算結果を比較すると，下弦材ではスラブ非合成の場合に近いが（ 図-5 (a) 参照），スラブにはかなりの引張ひずみが測定され，下弦材の一部として抵抗していると推察される（ 図-5 (b) 参照）。その他，斜材，上弦材の軸応力は計算値とほぼ一致している（ 図-5 (c), (d) 参照）。

図-6 は，たわみの測定値と計算値を示したものである。府中側パネルと広島側パネルのたわみ差はほとんどなく，これは設計値と異なっているが，列車を停車させた状態で測定しているので，遠心力や車両横荷重などが作用しないためと考えられる。また計算値と比較すると測定たわみ量が小さいが，計算では格点部分の剛性を無視したこと，ヤング係数を 400 000 kg/cm² としたが，この誤差などのためと考えられる。

2. 列車走行試験

列車走行による試験は，列車試運転中の昭和 49 年 12 月に行われた。試運転中の運転都合によって速度別の試

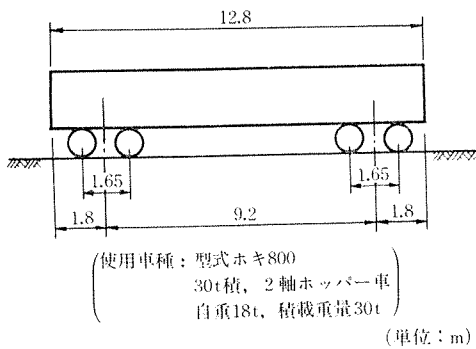


図-2 バラスト散布車

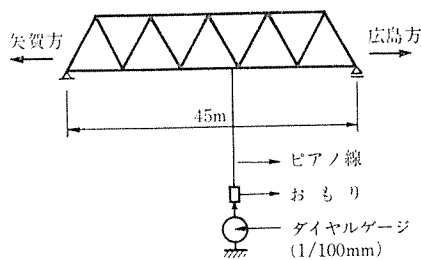


図-4 たわみ測定方法

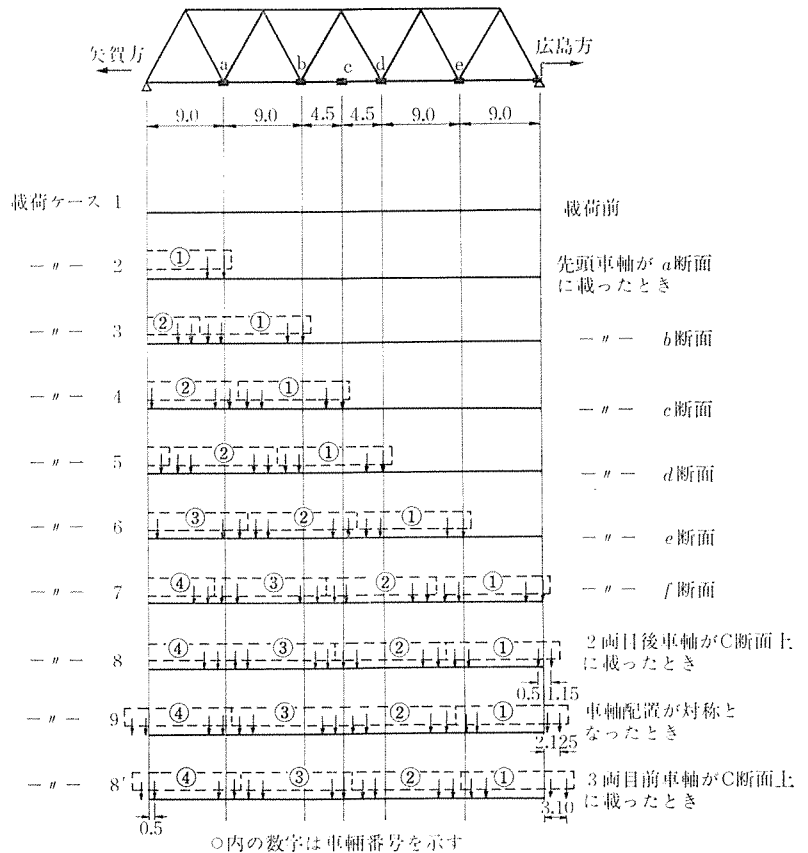


図-3 載荷位置図

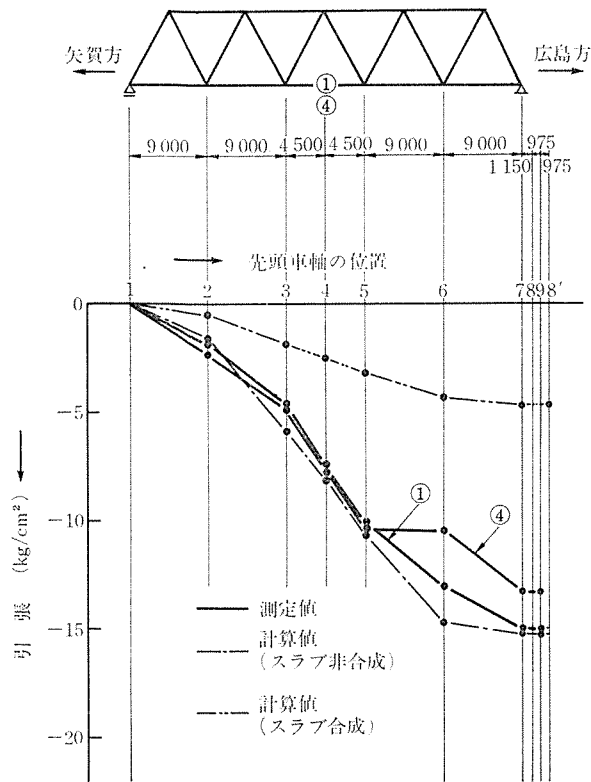


図-5 (a) 下弦材

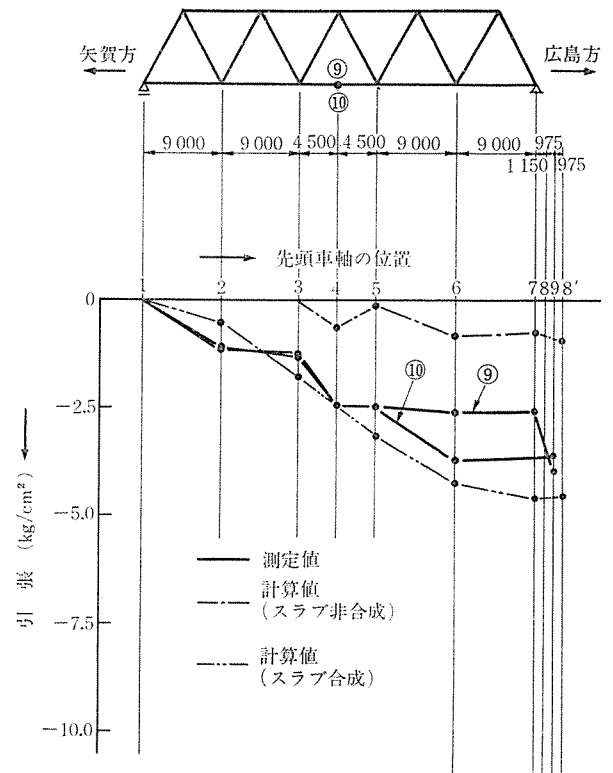


図-5 (b) スラブ

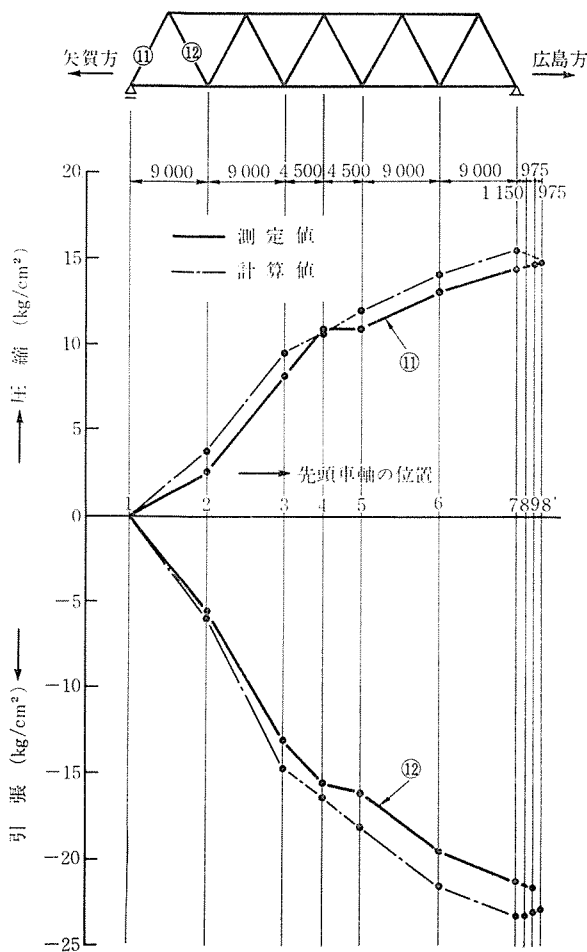


図-5 (c) 斜材

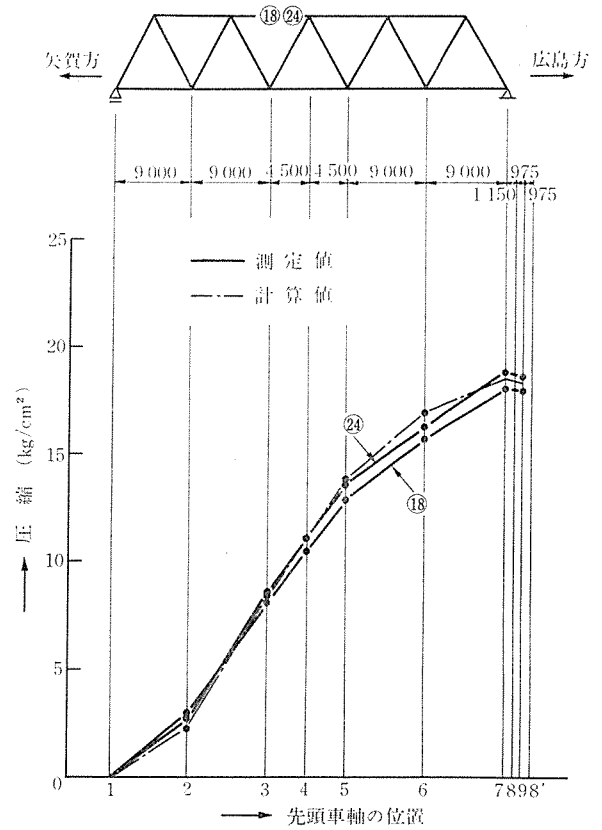


図-5 (d) 上弦材

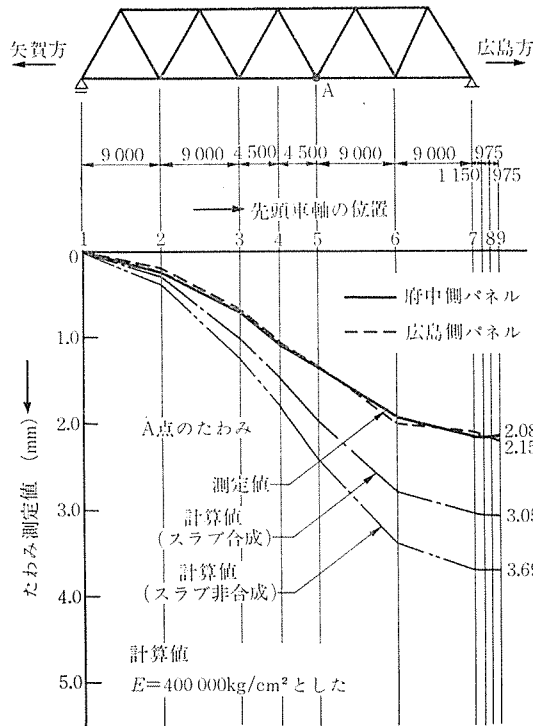
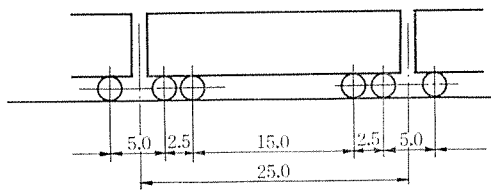


図-6 たわみの比較

表-1 列車仕様

車両番号	車両型式	車両重量	車両番号	車両型式	車両重量
1号車	21型	57.6t	9号車	35型	56.0t
2	26	54.6	10	26	53.9
3	25	52.5	11	15	53.0
4	26	53.9	12	16	55.1
5	25	52.5	13	25	52.5
6	26	52.9	14	26	53.9
7	27	—	15	25	52.5
8	36	57.4	16	22	57.4



験はできず、全回数とも平常運転の速度（約 60 km/h）で実施し、車両基地発 5 回、広島駅発 3 回の計 8 回実施された。試験当日の車両編成はすべて同じであり、1 列車の編成および重量は表-1 にあるとおりである。なお、列車の重量は岩鼻 P C トラスが回送線内にあるため、営業運転開始後も同程度であると思われる。

測定には図-1 に示す位置に埋込されたカールソンひずみ計および、斜材、下弦材にはワイヤーストレインゲージを貼付けてコンクリート表面のひずみを測定し、変形の測定には変位計を用いて動的な測定を実施した。各測定データのうち埋込カールソングージによるものでは前述のように部材断面図心に配置されているため、得ら

表-2 試験番号と列車速度

(a) 車両基地発

試験番号	列車番号	基地出発時刻	列車速度
1	H-59	6° 39'	60.0 km/h
2	H-20	6° 51'	60.9
3	H-26	6° 59'	50.4
4	H-44	7° 09'	30.1
5	H-49	8° 15'	60.8

(b) 広島駅発

試験番号	列車番号	広島駅出発時刻	列車速度
6	H-38	17° 49'	63.7 km/h
7	H-20	18° 49'	62.6
8	H-49	20° 10'	60.5

れたひずみ値は軸力によるひずみに相当する。またワイヤーストレインゲージでは部材表面 a, b, c, d の 4 辺のひずみを測定したので $(a+b)/2$ または $(c+d)/2$ を軸力によるひずみ、 $(a-c)/2$ を橋軸方向曲げモーメントの作用によるひずみ、 $(b-d)/2$ を橋軸直角方向の曲げモーメントの作用によるひずみに相当すると考えた。静的載荷試験での解析ではスラブ構造がスラブ合成式と非合成の場合を検討した。ここでは解析モデルをスラブ非合成構造として、左右両パネルの荷重分担を等分と考え、格点部分の剛性を考慮する場合と考慮しない場合をそれぞれ計算した。表-3 は軸力による応力度について測定値と計算値を比較したものである。表-2 に示すように全 8 回の走行試験のうち 3 回目 50.4 km/h、4 回目 30.1 km/h のほかは 60 km/h 前後の速度で実施された。表-3 にある測定値は 3 回目と 4 回目のデータを除く 6 回の測定値について t 分布するものとして 95% 信頼幅を求め、その範囲を示した。測定値と計算値を比較すると斜材、上弦材では計算値にほぼ一致しているが、下弦材、スラブではやや異なっている。ここでスラブの計算値であるがカールソンひずみ計はプレキャスト部分の図心に配置されており、現場打部分を合成すると図心位置が異なるため配置位置における曲げモーメントによる緑維応力度を示した。図-7 (b) は曲げモーメントによる応力度を比較したもので、測定値のばらつきは大きい、下弦材を除くと計算値は測定結果の 95% 信頼範囲内にある。下弦材では軸力に対しては計算値より小さく、曲げモーメントでは若干大きな値が測定され、一方スラブの軸力は大きくなっている。ここに計算値はスラブは軸力を受けたくないとしたが、下弦材とスラブの軸方向ひずみの分布を調べると（図-8 参照）スラブも下弦材同様軸力を受けているが、C-9 と C-10 が C-1 と C-4 の間にないことから完全なスラブ合成構造とはいえない。

表-3 測定値と計算値の比較 (軸力による応力度) (kg/cm²)

部 材	ゲージ	測点	測 定 値			計算値	測定値/計算値		備 考
			σ_{min}	$\bar{\sigma}$	σ_{max}		σ	$\sigma_{min}/\delta \sim \bar{\sigma}/\delta \sim \sigma_{max}/\delta$	
下弦材	カールソン	C 1	5.6~	5.9~	6.2	8.4	0.67~0.70~0.74	府中側パネル	
		C 2	4.4~	4.7~	5.0	8.0	0.55~0.56~0.63	〃	
		C 3	1.8~	2.0~	2.2	3.5	0.51~0.57~0.63	〃	
		C 4	2.6~	3.2~	3.7	8.4	0.31~0.38~0.44	広島側パネル	
		C 5	0.9~	1.2~	1.4	3.5	0.25~0.34~0.40	〃	
	ワイヤーストレイン	W 11	6.7~	7.1~	7.5	8.4	0.80~0.84~0.89	広島側パネル	
スラブ	カールソン	C 9	3.3~	3.8~	4.2	1.2	2.75~3.17~3.50		
		C 10	2.2~	2.8~	3.4	1.2	1.83~2.33~2.83		
斜 材	カールソン	C 11	-8.7~-	9.3~-	9.9	-10.0	0.87~0.93~0.99	府中側パネル	
		C 13	-8.8~-	10.3~-	11.9	-8.9	0.99~1.16~1.34	〃	
		C 14	9.7~	10.1~	10.4	8.9	1.09~1.13~1.17	〃	
		C 15	3.8~	4.2~	4.5	4.8	0.79~0.88~0.94	〃	
		C 16	-8.6~-	-9.1~-	-9.6	-10.0	0.86~0.91~0.96	広島側パネル	
	ワイヤーストレイン	W 4	-6.7~-	7.7~-	8.8	-10.0	0.67~0.77~0.88	広島側パネル	
		W 5	9.9~	11.5~	12.8	15.2	0.65~0.76~0.84	〃	
		W 6	11.2~	11.7~	12.2	15.2	0.74~0.77~0.80	〃	
		W 7	-6.8~-	-7.3~-	7.8	-8.9	0.76~0.82~0.88	〃	
		W 8	6.5~	6.9~	7.2	8.9	0.73~0.77~0.81	〃	
	W 9	6.1~	6.8~	7.4	8.9	0.69~0.76~0.83	〃		
	W 10	2.5~	2.8~	3.1	4.8	0.52~0.58~0.65	〃		
上弦材	カールソン	C 17	-6.2~-	6.7~-	7.3	-8.3	0.75~0.81~0.88	府中側パネル	
		C 18	-10.5~-	11.4~-	12.3	-10.5	1.00~1.09~1.17	〃	
		C 19	-9.3~-	10.1~-	11.0	-10.5	0.89~0.96~1.05	広島側パネル	
		C 24	-10.9~-	11.6~-	12.4	-10.5	1.04~1.10~1.18	府中側パネル(目地)	

注：測定値のひずみから応力度への変換には $E = 4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とした。
測定値の σ_{min} , $\bar{\sigma}$, σ_{max} は測定値の上限, 平均, 下限を表わす。

図-9 はたわみを比較した結果である。測定値は左右パネルの平均を、計算値は格点部分の剛性を考慮したものと考慮しないものを示しているが、剛性を考慮したものは測定値に非常に近い値を示している。

図-10 および 図-11 は列車速度の各部材への影響を示したものである。その影響は各部材により異なっており、列車速度 30.1 km/h (4 回目) の場合に対する 1, 2, 5~8 回の平均速度 61.4 km/h の比をとると表-4 のようであり、斜材、上弦材では顕著でないものの、下弦材、上横構、水平方向変位では大きく影響されている。とくに下弦材では、外軌側である府中側パネルは列車速度が大きくなるにつれてひずみは大きくなっているが、広島側パネルでは逆に小さくなっている。岩鼻架道橋の架設地点は軌道曲線が $R=400 \text{ m}$ であり、列車衝撃の影響よりも遠心力の影響を大きく受けていると考えられる。

表-5 は岩鼻 PC トラス橋のプレキャスト部材製作時に採取した $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ テストピースの圧縮および引張強度の試験結果である。試験は列車走行試験を行ったところ実施したもので、材令はほぼ 500 日を経過しており、

表-4 列車速度に対する測定値の比
($V=61.4 \text{ km/h}/V=30.1 \text{ km/h}$)

項目	パネル		府 中 側	広 島 側
	部 材			
軸方向 ひずみ	下弦材	中 央 端 部	1.44	0.89
		—	—	1.28
	斜 材	中 央 端 部	1.20	—
		1.01	1.00	
変 形	上 弦 材	1.08	1.02	
	上 横 構	1.22		
鉛 直 方 向	鉛 直 方 向	1.17	1.12	
	水 平 方 向	5.93		

圧縮強度は平均 990 kg/cm² が得られた。これは材令 28 日の平均値 840 kg/cm² より 17% ほど増加している。

3. トラス部材のクリープ、乾燥収縮の測定

この測定はトラス部材内に埋設されたカールソンひずみ計を用いてトラス部材の応力状態を定期的に測定し、応力の経時変化を調査した。測定方法は PC トラス橋上

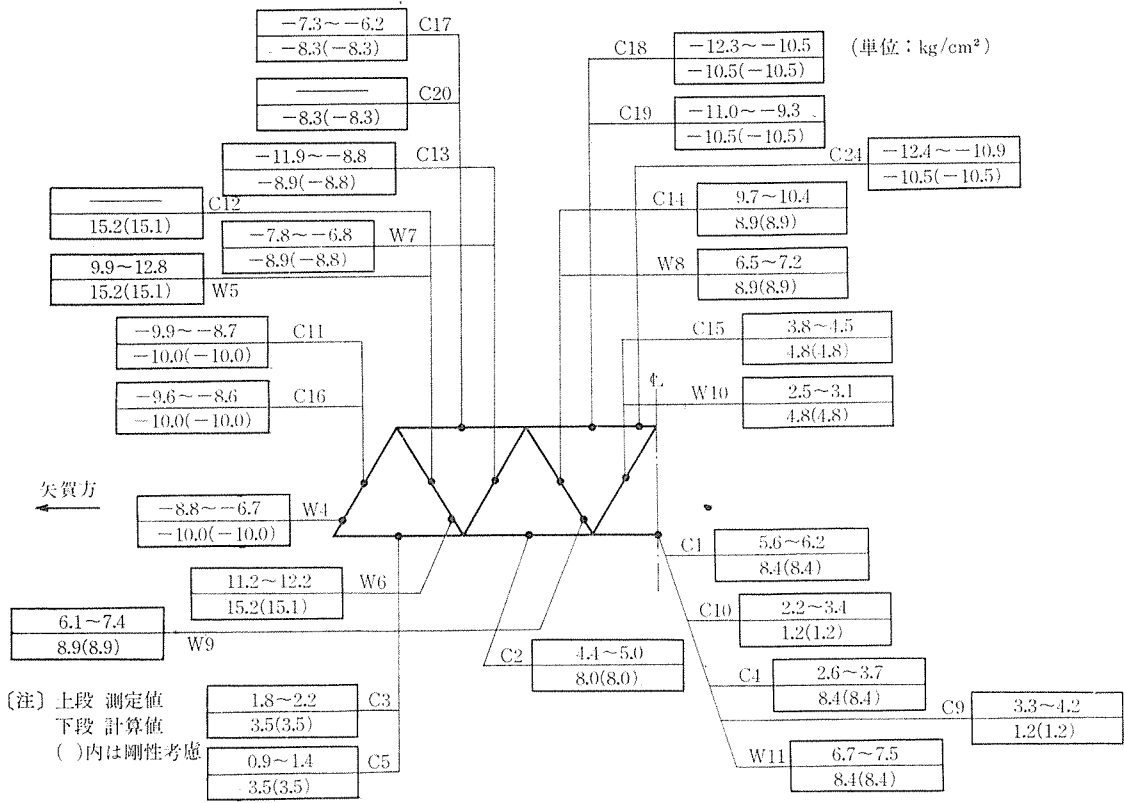
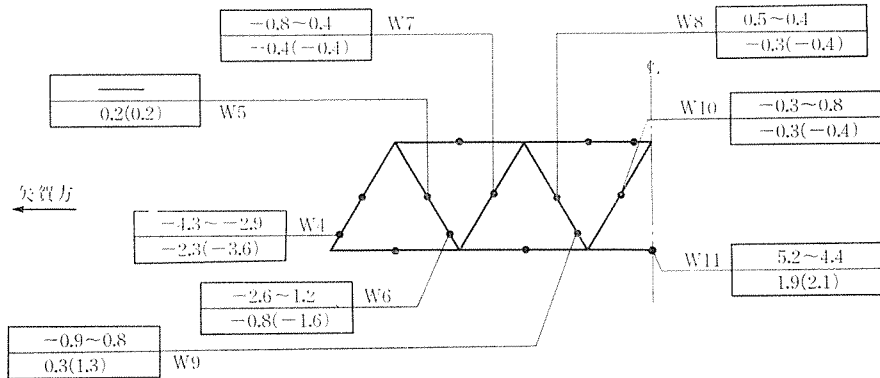


図-7 (a) 軸力による応力度 F/A



(注) 上段 測定値
下段 計算値
()内は剛性考慮

図-7 (b) 曲げモーメントによる応力度 (M/Z)

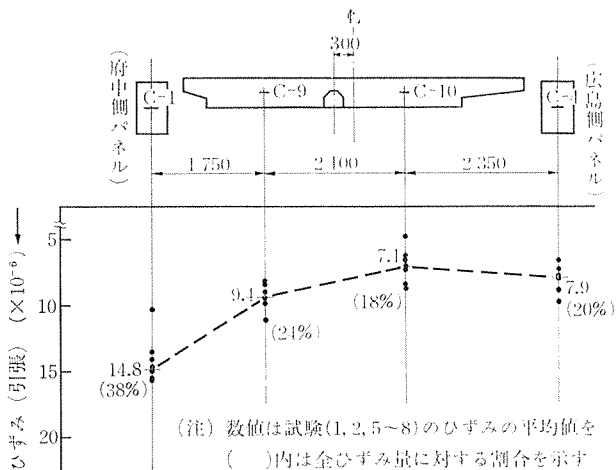
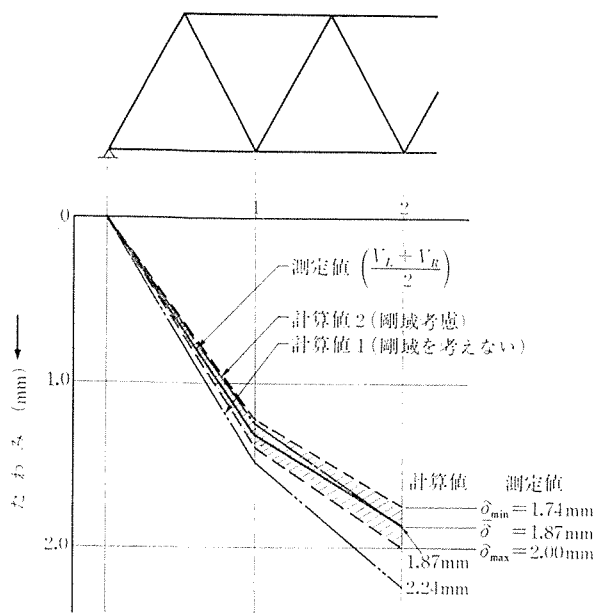


図-8 下弦材とスラブの軸方向ひずみ

に列車が載らない、いわゆる死荷重載荷状態で表-6に示す測定間隔で施工中からのひずみの変化を測定したものである。測定期間中部材は温度変化による伸縮はもちろん、コンクリートの乾燥硬化による収縮、コンクリートのクリープなどが同時に進行する。したがって、おのこの要素を知るには載荷、非載荷の両試験の比較によるのが通例であり、本測定でも現場打目地コンクリートの施工と同時に製作したコンクリートブロック(大きさ50×60×60cm)内にカールソングージを埋設して乾燥収



(注) 1. 破線に囲まれた部分は測定値の95%信頼幅を示す
 2. 計算値のヤング係数は $E=400\,000\text{kg/cm}^2$ とした
 3. 計算値の衝撃は考慮していない

図-9 たわみ

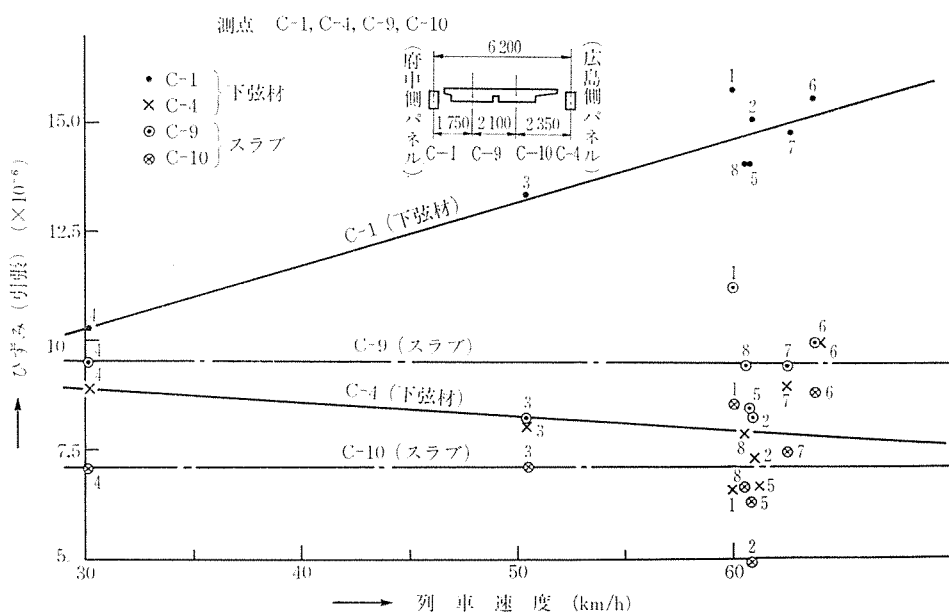


図-10 (a) 各列車速度に対する下弦材スラブの軸方向ひずみ

表-5 圧縮、引張強度試験結果
 (φ10×20cm 円柱供試体)

採取日	試験時 材令 (日)	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	ヤング係数 ×10 ⁵ (kg/cm ²)	記 事
S 48.7.24	512	923	56.0	—	下弦材 斜 材
		985	63.3	5.16	
		1014	57.3	5.59	
7.27	509	975	64.6	—	下弦材 端斜材
		987	55.4	4.71	
		1022	57.3	4.65	
7.30	506	947	57.9	—	下弦材 端斜材 上横構
		1007	65.3	4.34	
		1078	58.3	4.23	
8.2	503	979	75.1	—	下端格点
		966	51.2	4.23	
		984	59.5	4.46	
8.4	501	1005	62.4	—	中間横桁
		979	[37.2]	4.46	
		1043	59.8	5.50	
8.7	498	956	63.3	—	上端横構 上 横 構
		1035	65.3	5.32	
		964	57.9	5.50	

(試験日 昭和49年12月)

圧縮強度 平均値 991.6kg/cm²
 標準偏差 36.5
 分散 1329
 変動係数 3.7%
 95%信頼幅 (991.6±18.7)kg/cm², 上限 1010kg/cm²,
 下限 973kg/cm²
 引張強度 平均値 59.3kg/cm²
 95%信頼幅 (59.3±3.8)kg/cm², 上限 63.1kg/cm²,
 下限 55.5kg/cm²
 ヤング係数 平均値 (4.85×10⁵)kg/cm²
 95%信頼幅 (4.85±0.33)×10⁵kg/cm², 上限 5.18×10⁵
 下限 4.51×10⁵kg/cm²

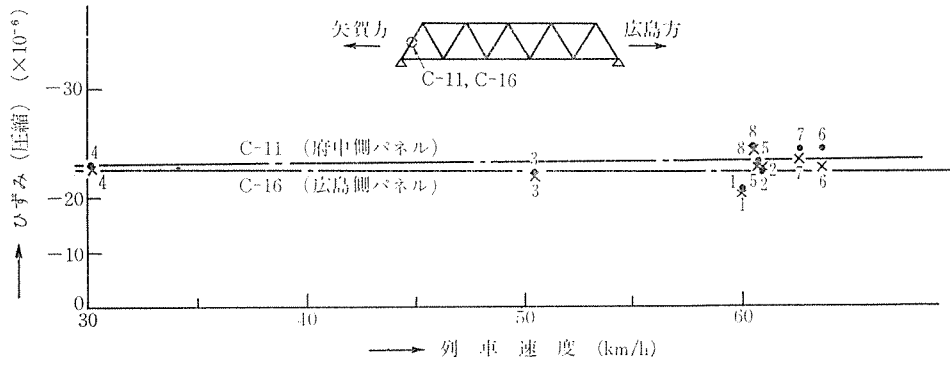


図-10 (b) 各列車速度に対する斜材の軸方向ひずみ

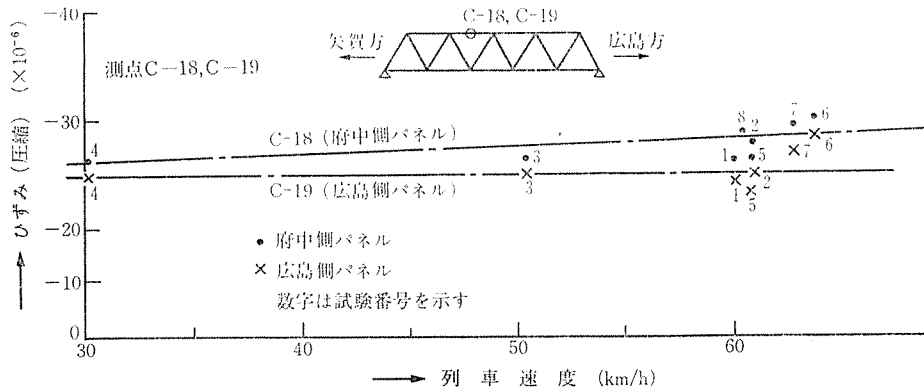


図-10 (c) 各列車速度に対する上弦材の軸方向ひずみ

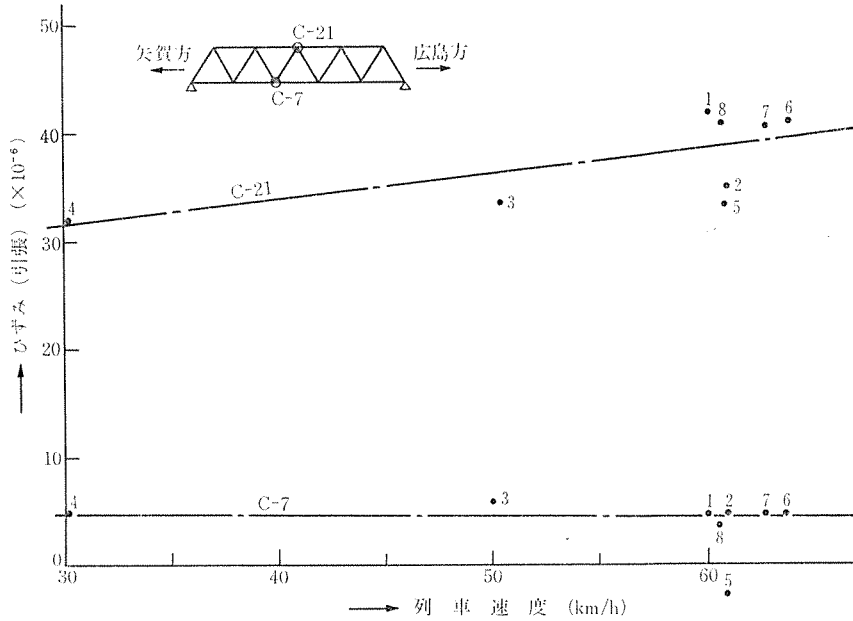


図-10 (d) 各列車速度に対する上・下横材の軸方向ひずみ

表-6 測定間隔

年 月	昭和48年					昭和49年												昭和50年											
	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
状 況	部材製作					組立												PCトラス完成											
測定回数	←施工ごとに測定					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11													
測定間隔 (日)	1~10日					45	30	36	20	63	55	63	56	71	90	日	に1回												

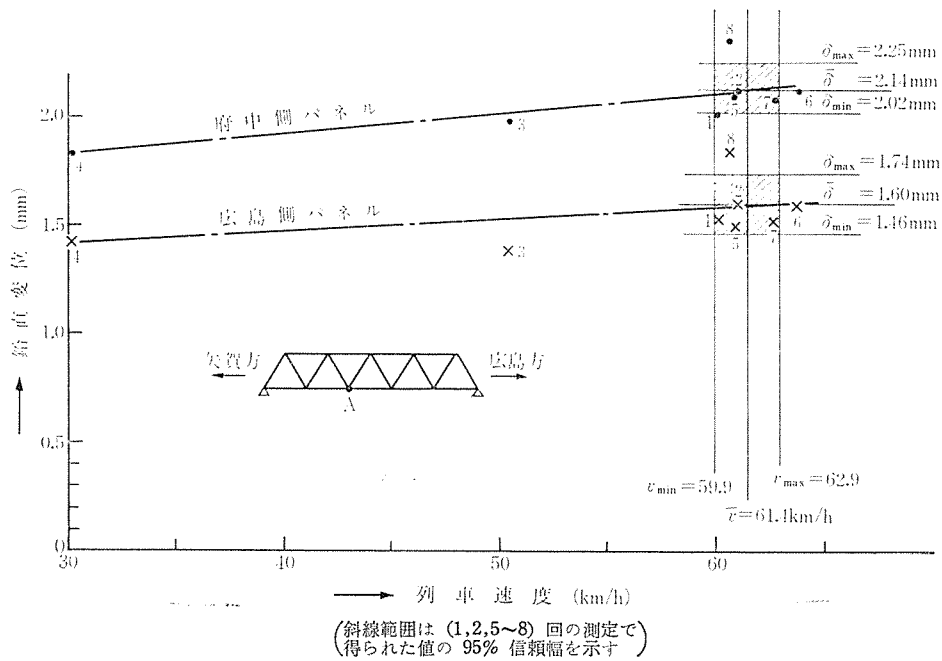


図-11 (a) 各列車速度に対する A 点の鉛直変位

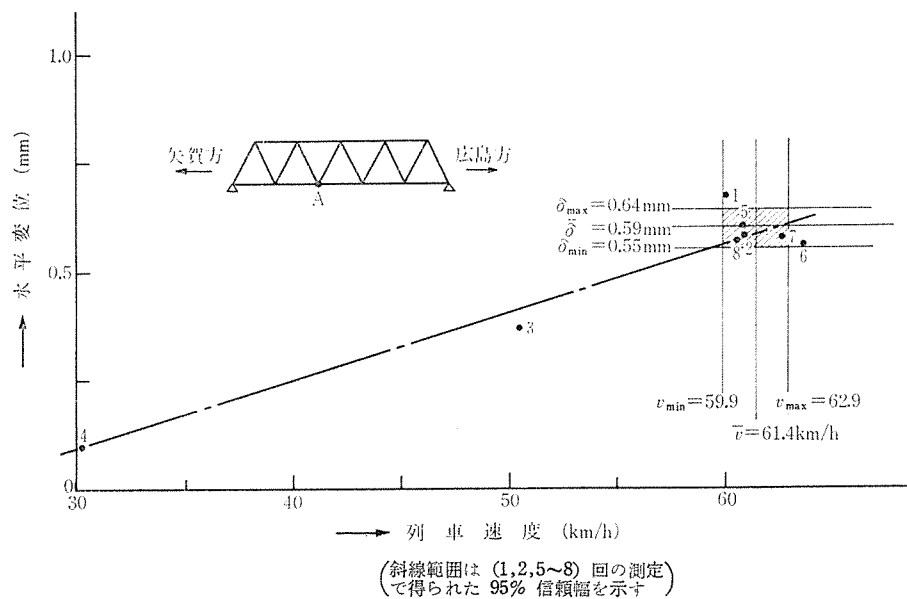


図-11 (b) 各列車速度に対する A 点の水平変位

縮測定用供試体とした。ここに大部分の部材は工場で作成したプレキャスト部材であり、配合、材令も供試体とは異なっており、直接的な比較はできないけれども概略的な傾向は推定できよう。図-12 は下弦材、斜材、上弦材のプレキャスト部分に配置されたひずみ計によって測定したひずみの経時変化であり、図-13 は上弦材目地コンクリート部および乾燥収縮測定用供試体のひずみを記録したもので、コンクリート打込み直後のひずみを 0 としている。岩鼻 PC トラスの施工は、下弦材格点下に支持ジャッキを置き、施工中の部材重量はステージングで受ける工法で施工されたが、この格点支持ジャッキを

撤去して初めて PC トラスとして完成したことになる。測定されたひずみは時間とともに増加しているものの、昭和 49 年 4 月および 50 年 3 月の結果は停滞している。しかし、乾燥収縮測定用供試体も同様な傾向を示しており、これは気象的な影響と思われる。図-14 は軸力を受ける上弦材のプレキャスト部分と目地コンクリート部分について格点支持ジャッキを撤去する直前でのひずみの値を原点にとり、それからのひずみの値の変化を比較した。格点支持ジャッキを撤去したときの両者の材令はプレキャスト部 140 日、目地コンクリート部 15 日である。図-15 に下弦材とスラブについて格点支持ジャ

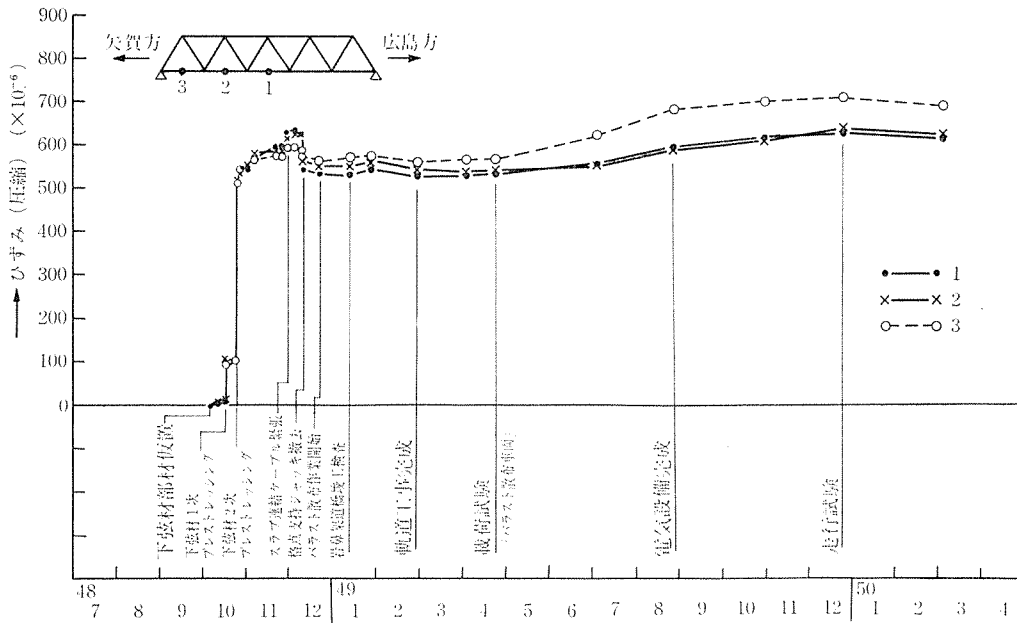


図-12 (a) 下弦材のひずみ

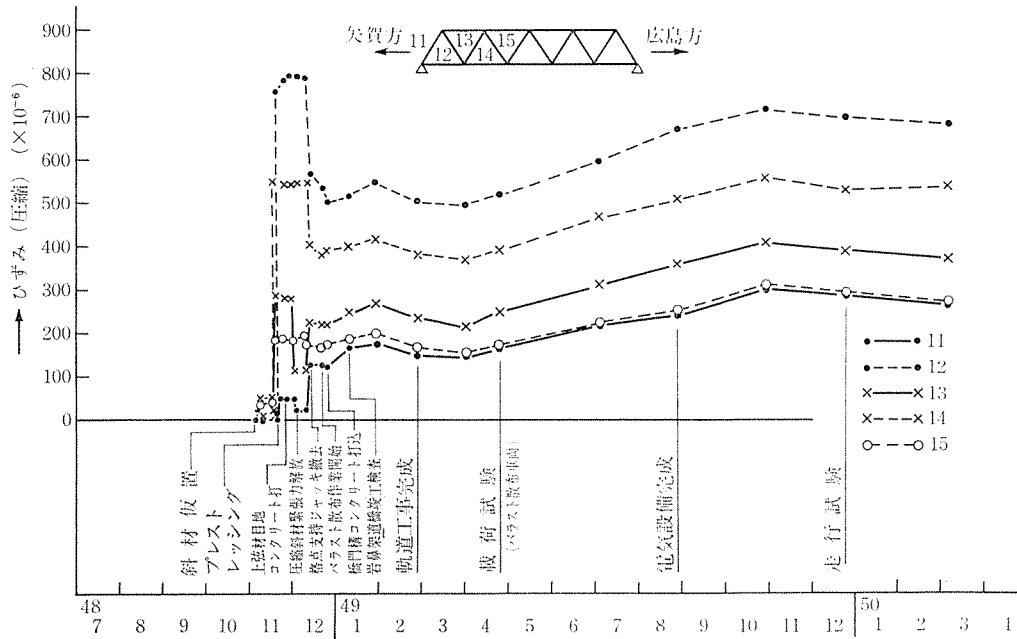


図-12 (b) 斜材のひずみ

ッキを撤去した直後からのひずみの進行を比較した。両者の軸応力は設計上全静荷重作用時、下弦材では 73 kg/cm²、スラブは 61 kg/cm² と下弦材が大きいにもかかわらず、ひずみの進行は同程度かわずかスラブが大きい結果となっている。これはコンクリートの強度の違い（下弦材 800kg/cm²、スラブ 500 kg/cm²）も考えられるが、低応力なので問題なく、むしろ下弦材がスラブに拘束され、その結果下弦材の縮みが少なくなりスラブと同程度のひずみとなったものと考えられる。

本測定よりクリープと乾燥収縮、温度変化による2次応力などを項目別に分離することは前述のように困難が

伴うので、ここでは、プレストレッシング、支保工撤去等によるひずみを弾性ひずみ、それ以外のひずみを塑性ひずみとして示すと表-7のようになる。各部材について比較してみると弾性ひずみに極端な差があっても、測定された塑性ひずみにはあまり大きな差がおきていないことは注目すべきである。コンクリートのクリープ、乾燥収縮についての数式表示には

$$\phi_t = At^B \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi_t = A(1 - e^{-Bt}) \dots\dots\dots (2)$$

$$\phi_t = t/(A + Bt) \dots\dots\dots (3)$$

などの形式が提案されているが、ここでは $t \rightarrow \infty$ とし

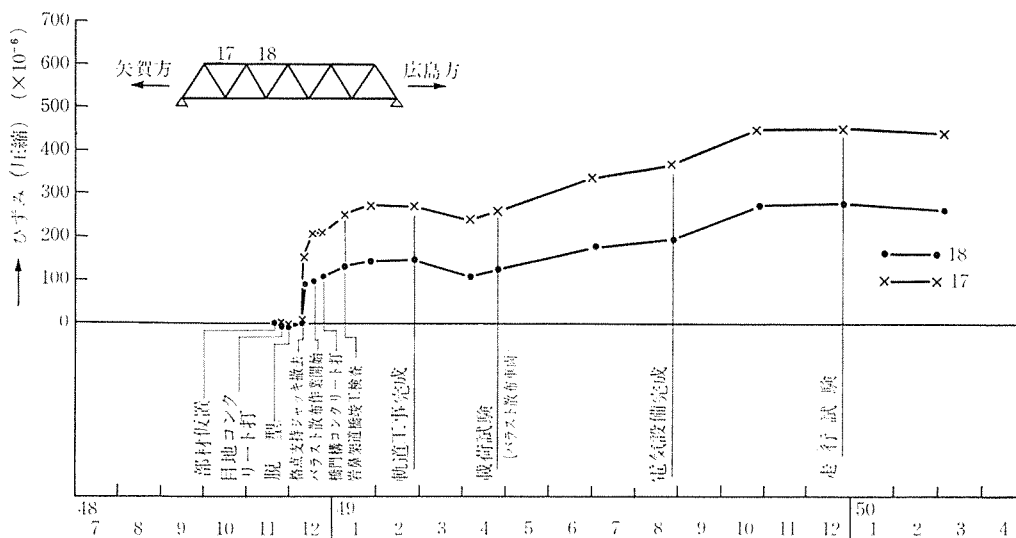


図-12 (c)
上弦材のひずみ

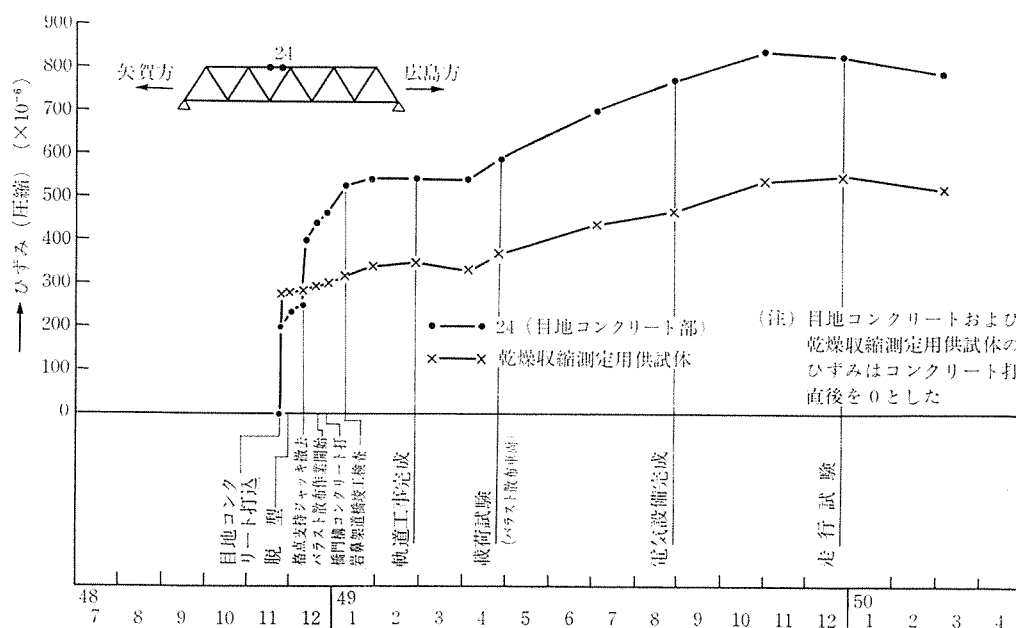


図-13
上弦材目地コンクリート乾燥収縮測定供試体のひずみ

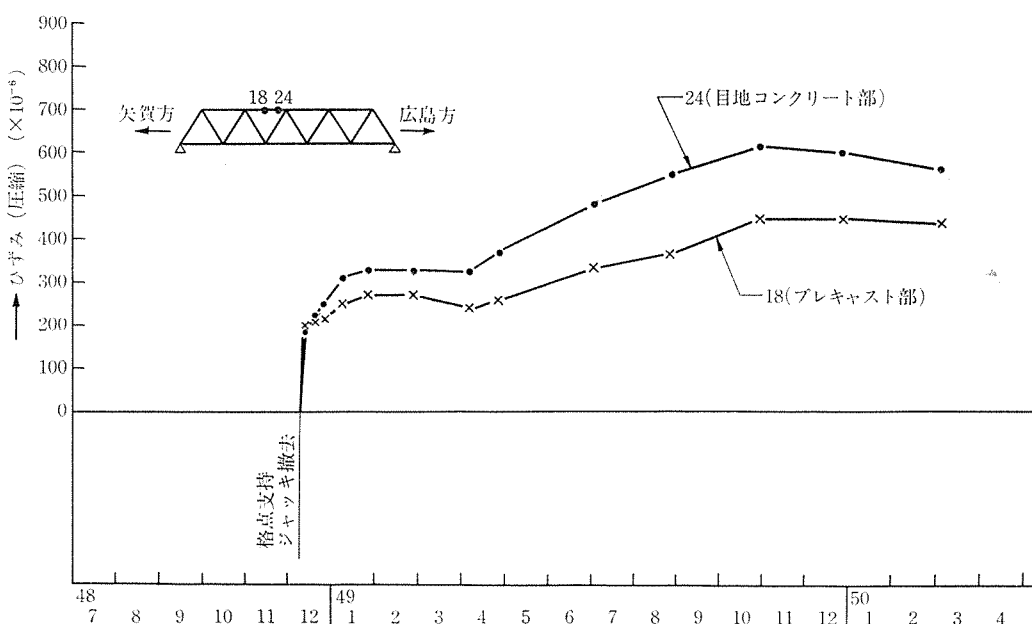


図-14
上弦材目地コンクリート部とプレキャスト部ひずみの比較

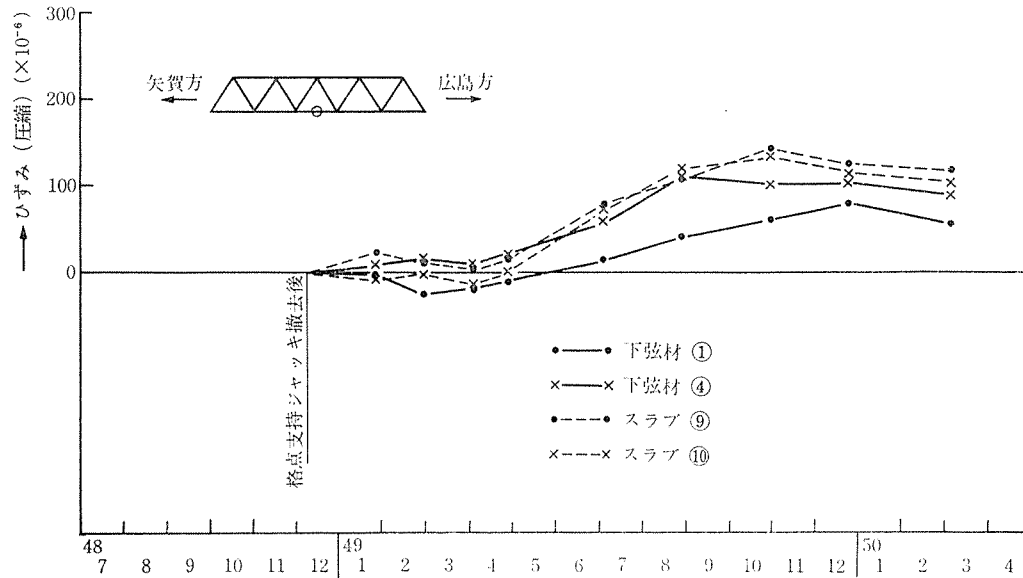


図-15 下弦材とスラブ ひずみの比較

表-7 ひずみ測定結果

部 材		弾性ひずみ $\epsilon_0 (\times 10^{-6})$			塑性ひずみ $(\times 10^{-6})$ (昭和50年3月まで)	荷重載荷時の材令
		プレストレス	荷重載荷	合 計		
下弦材	1	475	-80	395	162	101
	2	460	-60	400	180	101
	3	480	-30	450	225	85
	4	490	-90	400	174	105
	5	460	-40	420	219	89
斜 材	11	—	120	120	132	135
	12	680	-160	520	111	124
	13	—	90	90	155	141
	14	480	-100	380	114	127
	15	80	-25	55	96	127
上弦材	17	—	90	90	186	142
	18	—	140	140	250	142
	19	—	120	120	214	144
	24	—	140	140	419	15
乾燥収縮測定用供試体 (材令1日を基準として)					256	—

表-9 府中側パネルと広島側パネルの断面力の比 (府中側/広島側)

部 材	測 定 値	設 計 値	
軸 力	下 弦 材	1.87	1.38
	端 斜 材	1.03	1.45
	上 弦 材	1.13	1.44
	ス ラ ブ	1.33	—
変 形	鉛直方向	1.33	1.43

表-10 クリープ乾燥収縮による2次応力

部 材	計 算 値		設 計 値	
	$N(t)$	$M(t \cdot m)$	$N(t)$	$M(t \cdot m)$
下 弦 材	-0.56	1.56	-0.37	0.98
上 弦 材	0.12	0.70	0.04	0.78
端 斜 材	0.15	0.91	0.15	0.64
中間斜材	0.03	0.10	0.33	0.23

表-8 時間無限大のひずみ推定値

部 材		$\epsilon = t/a + b t (\times 10^{-6})$	$\epsilon(t = \infty)$	$\epsilon(t = \infty)/\epsilon_0$	備 考
下弦材	1	$t/(0.572 + 0.0051t)$	200	0.54	$\sigma_{ck} = 800 \text{ kg/cm}^2$ プレキャスト
	2	$t/(0.631 + 0.0048t)$	210	0.52	
	3	$t/(0.612 + 0.0032t)$	310	0.69	
	4	$t/(0.559 + 0.0043t)$	230	0.55	
	5	$t/(0.729 + 0.0028t)$	360	0.86	
スラブ	9	$t/(1.28 + 0.0053t)$	190	1.45	$\sigma_{ck} = 500 \text{ kg/cm}^2$ プレキャスト
	10	$t/(1.44 + 0.0043t)$	230	1.92	
斜 材	11	$t/(1.51 + 0.0027t)$	380	3.14	$\sigma_{ck} = 800 \text{ kg/cm}^2$ プレキャスト
	12	$t/(1.55 + 0.0047t)$	210	0.41	
	13	$t/(1.00 + 0.0037t)$	270	2.99	
	15	$t/(3.49 + 0.0017t)$	620	11.3	
上弦材	17	$t/(1.00 + 0.0034t)$	290	3.23	$\sigma_{ck} = 600 \text{ kg/cm}^2$ 現場打コンクリート
	18	$t/(0.54 + 0.0030t)$	340	2.41	
	19	$t/(0.63 + 0.0030t)$	330	2.78	
	24	$t/(0.21 + 0.0018t)$	550	3.94	
乾燥収縮供試体		$t/(0.833 + 0.00179t)$	560	—	

たとき一定値が得られることから式(3)をとり、測定値より未定係数法で係数 A, B を求め、最終状態を推定すると表-8に示すようになる。クリープ乾燥収縮は各部材により異なるものと考えられるが、ここでは一率に下弦材では 260×10^{-6} 、斜材には 370×10^{-6} 、上弦材には 380×10^{-6} のひずみを与えたときの応力状態をフレーム計算により求め、時間無限大におけるトラスの変形および2次応力を推定した。図-16に計算結果を示す。これによれば部材短縮の影響はトラスの軸力にはあまり

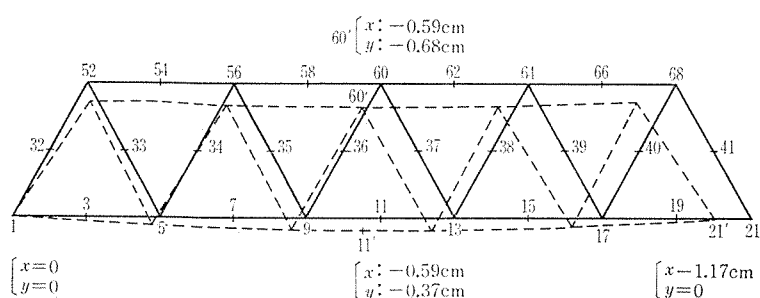


図-16 (a) トラスの変形

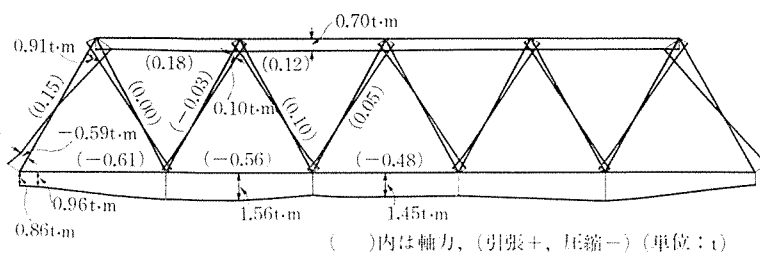


図-16 (b) 曲げモーメントおよび軸力

変化を受けないが、格点モーメントでは変化が大きく、またトラスがたわむ方向にあるのは下弦材の短縮が上弦材より小さいためと考えられる。

4. 試験および測定結果と設計値との比較

表-9 は府中側パネル（外軌側）と広島側パネル（内軌側）の軸力および変形の比（府中側/広島側）について測定値と設計値を比較したもので荷重分担の程度を示している。測定値は列車走行試験で得たデータのうち試験番号（1, 2, 5~8）, 平均列車速度 61.4 km/h のものとした。設計列車速度は 70 km/h である。これからみると上弦材、端斜材では設計値より部材は均等に荷重を分担しているが、下弦材の荷重分担は設計値よりも府中側（外軌側）にかたよっている。列車荷重による応力度を比較してみると、設計では列車荷重として NP-19 を、衝撃係数は 1 格間のスパン 9 m に対する値 0.45 を想定して府中側下弦材では上縁-34 kg/cm², 下縁-49 kg/cm² の引張応力度を考えている。一方測定値ではヤング係数を $E=400\,000$ kg/cm² とすると上縁-1.8 kg/cm², 下縁-11.4 kg/cm², $\phi 10 \times 20$ cm テストピースによる試験結果の上限値である $E=518\,000$ kg/cm² としても上縁で-3.2 kg/cm², 下縁で-14.8 kg/cm² の引張応力を受けているにすぎない。これは試験に用いた列車荷重の軸重および軸距が設計値と異なり、設計値の軸重は衝撃を考慮すると 27.6 t, 試験列車の軸重は 13.8 t であり、さらにスラブも下弦材とともに働いているため十分な結果となったものと考えられる。図-10 (d) に示すように上横構には比較的大きな引張ひずみが測定されている。測定値の大きさは上限 42.7×10^{-6} , 下限 35.1×10^{-6} で

あり、応力度にして $16 \sim 22$ kg/cm² と推定されるが、設計では 31 kg/cm² の有効プレストレスを考慮している。

トラス部材のクリープ乾燥収縮の測定は昭和 51 年 3 月まで続けることが予定されており、今後のデータにより修正されるが、昭和 50 年 3 月までの乾燥収縮測定供試体からは表-7 にあるように材令 460 日でコンクリート打込後材令 1 日を基準として 256×10^{-6} のひずみの増加が測定され、さらに時間無限大としたときには表-8 のように 560×10^{-6} と推定される。表-8 の実験式を適用するとプレストレス導入後部材に残る乾燥収縮ひずみは $440 \times 10^{-6} \sim 460 \times 10^{-6}$ と計算される。供試体の数が 1 体しかないのは残念であるが、この値は非常に大きいものであり、設計では 180×10^{-6} と

仮定していた。下弦材の有効プレストレスを推定すると $\epsilon_{t=\infty}/\epsilon_0$ の値は小さいために、上弦材との平均をとって $\epsilon_{t=\infty}/\epsilon_0=1.68$ とおき弾性ひずみを 400×10^{-6} としてクリープ係数を求めると $\varphi_t=0.53$ となり、有効プレストレスは $\sigma_{pe}=151$ kg/cm² と計算される。これは設計値の 149 kg/cm² と同程度である。斜材については弾性ひずみを $\epsilon_0=520 \times 10^{-6}$, $\epsilon_{t=\infty}/\epsilon_0$ の値は斜材の平均をとり 2.82 としてクリープ係数を計算すると $\varphi_t=1.97$ となる。斜材のプレストレス導入工法は OSPA-75 A ($18-\phi 7$ mm) で施工され、 $\sigma_{pt}=114$ kg/cm², $\sigma_{cbg}=270$ kg/cm², $\sigma_{cb}=147$ kg/cm² が導入された。これより有効プレストレスを計算すると $\sigma_{pe}=210$ kg/cm² となり、これは設計値の有効プレストレス $\sigma_{pe}=203$ kg/cm² を上まわる。

図-16 に時間無限大におけるトラスの変形および 2 次応力を計算した。これは格点部分の剛性を考慮したものであるが、トラスのたわみは 3.7 mm となっており、設計ではクリープ乾燥収縮によるプレストレスの減少量に着目して 2 次応力を求めており、それによるたわみを 47 mm と考えていた。2 次応力を設計値と比較すると表-10 に示すようになり、下弦材、端斜材に若干の相違があるが、曲げ応力度にして ± 3 kg/cm² 上まわる程度であり、許容値に対する余裕も十分ある。

5. 試験結果の要約

山陽新幹線岩鼻 PC トラス橋に対して載荷試験、走行試験、クリープ乾燥収縮の測定を実施して PC トラス橋の応力状態を調査した。これらの結果を要約すると以下のようなになる。

報 告

1) トラスを構成する主要部材のうち、上弦材、斜材については列車荷重に対して、計算値とほぼ一致している。下弦材についてはスラブ非合成として計算した値よりも軸力は小さく、曲げモーメントは若干大きい。

2) スラブも下弦材同様軸力を受けていると考えられる。列車走行試験の結果では下弦材は50%、スラブは42%の割合となった。

3) 各部材の列車速度による影響は斜材、上弦材では顕著でなく、下弦材、上横構の応力および、水平変位には大きくあらわれている。これは遠心力によるものと思われる。

4) 格点部分の剛性を考慮したたわみの計算値は測定値に非常に近い値を示している。

5) プレキャスト部材製作時に採取した $\phi 10 \times 20$ cm 円柱供試体は材令 500 日で圧縮強度上限 1010 kg/cm^2 、下限 970 kg/cm^2 、平均 990 kg/cm^2 であり、ヤング係数は平均 485000 kg/cm^2 であった。

6) 岩鼻PCトラス橋の昭和50年3月までに測定された塑性ひずみは下弦材 190×10^{-6} 、斜材 120×10^{-6} 、上弦材 270×10^{-6} であり、乾燥収縮測定用供試体では材令1日を基準として 260×10^{-6} の増加となっている。

6. あとがき

岩鼻架道橋PCトラスの設計と施工および、これに伴って行った試験について報告したが、PCトラスの建設は、初めての試みであり、設計方法、施工方法について

判断に苦慮することがしばしばであった。

特にPCトラス橋は、他の形式のPC桁橋に比較して、重量が軽減できる利点があり、スパン100m程度の鉄道橋には適した構造と考えられ、将来の発展が期待される。しかし、経済的な構造物として定着するためには、さらに設計方法、施工方法の検討が必要である。特に施工法に関しては、岩鼻架道橋の施工では1径間で初めての架設であるため、安全を考慮して総足場式で架設されたが、全足場式の施工は、工費の点からは有利でなく、張出しの架設または、押し出し工法等、長大橋の施工に適した工法が採用されることが好ましいと考えられる。

このためには、架設機器の開発、部材目地の施工法等、今後の研究すべき問題点は少なくない。

また、PCトラス橋におけるコンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響については、今後解明を必要とする設計上の問題である。

本橋の設計施工に関しては、「コンクリート橋の長大化に関する調査研究」委員会委員長国分正胤博士ほか委員、幹事の諸先生方の御指導を頂いたものである。

設計施工を直接担当した、国鉄広島新幹線工事局、八千代エンジニアリング(株)、オリエンタルコンクリート(株)の方々、模型試験の実施に御協力頂いた国鉄鉄道技術研究所構造物研究室、材料物理研究室の方々に誌上を借って厚く御礼申し上げます。

1975.9.8・受付

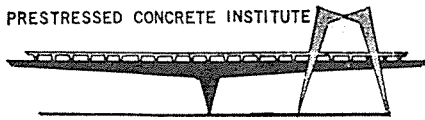
転勤（または転居）ご通知のお願い

勤務箇所（会誌発送、その他通信宛先）の変更のご通知をお願いいたします。

会誌発送その他の場合、連絡先が変更になっていて、お知らせがないため郵便物の差しもどしをうけることがたびたびあります。不着の場合お互いに迷惑になるばかりでなく、当協会としましても二重の手数と郵送料とを要することになりますので、変更の場合はハガキで結構ですから、ただちにご一報下さるようお願いいたします。

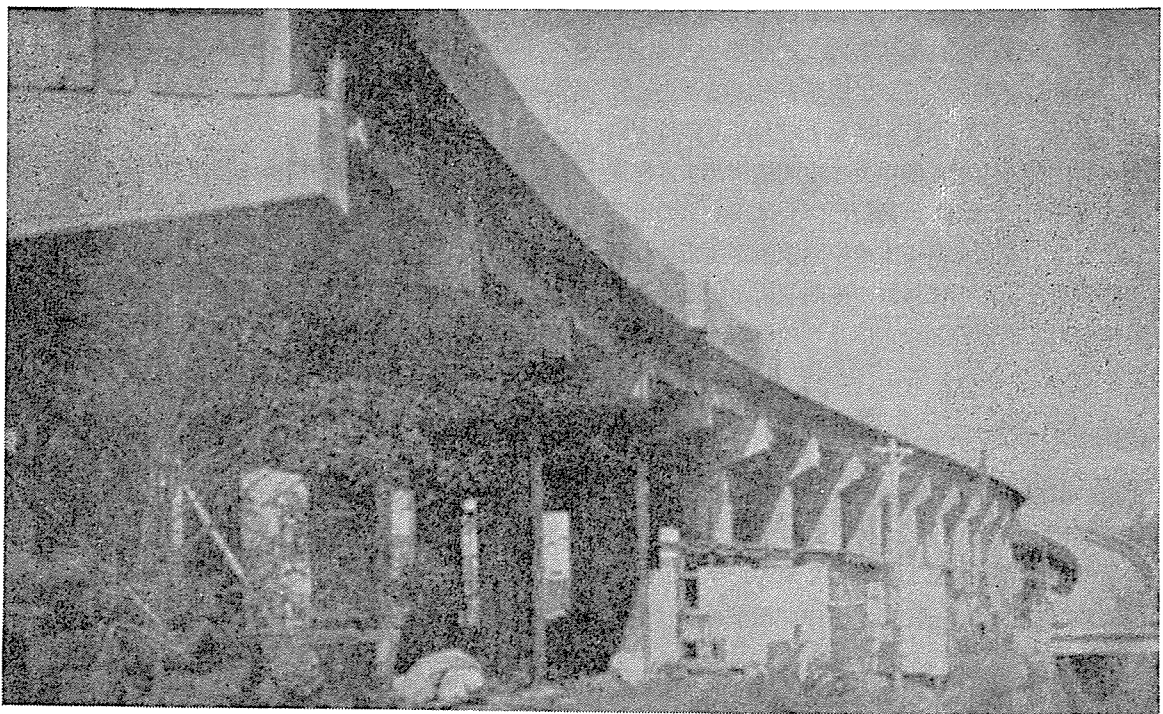
ご転勤前後勤務先に送ったものがそのまま転送されないでご入手にできない場合は、当方として責任を負いかねますからご了承下さい。

MEMBER
PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE



興國のPC鋼線

鋼線・より線・異形線



★興國のPC鋼線・より線・鋼棒は国内はもとより海外の土木・建築に好評を得ております★



日本工業規格表示工場 B. B. R. V. 工法用鋼線認定工場 P. C. I. (アメリカP. C. 協会) 会員

興國鋼線索株式會社

本社	東京都中央区宝町2丁目9番地 宝町清水ビル	電話	東京 (561) 2 1 7 1 代表
大阪営業所	大阪市西区阿波通り1の67の1 大急ビル550	電話	大阪 (541) 3 5 9 5 代表
東京工場	東京都江東区亀戸町九丁目19-15号	電話	東京 (681) 5 3 7 1 代表
大阪工場	大阪府貝塚市堤300番地	電話	岸和田貝塚(3)3701代表
新潟工場	新潟県加茂市上条1369番地	電話	加茂(2)0280代表