

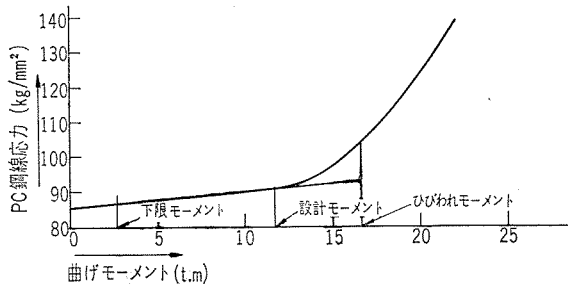
## RC 桁フルおよびパーシャル PC 桁の疲労強度について

野 口 功\*  
立 花 一 郎\*\*  
田 中 方 孝\*\*  
小 須 田 紀 元\*

### 1. ま え が き

プレストレスト コンクリートは、高強度の材料をきわめて有効に使用している非常に合理的な部材であるといえることができる。特にその理由の一つとして高強度の鋼材の利用方法がすぐれている点をあげることができるであろう。一般に高強度の鋼材は静的強度が高くなる割合には疲労強度が高くなるものではないものである。したがって高強度の鋼材を RC 桁の鉄筋として使用する場合、高強度の鋼材に高い許容引張応力度を認めると、コンクリートの引張縁に大きなひびわれを発生し、耐久性を必要とする部材として成り立たなくなるという結果に到達する。たとえこの問題がなんらかの方法によって解決されたとしても、くり返し荷重を受ける部材においては、鋼材の許容応力は静的な安全率よりもむしろ疲労に対する安全率によって決められることになり、静的な引張強度の高いという利点を十分に利用できないことになる。これに対してフルプレストレッシングの PC 部材においては、鋼材の引張強度に比例して高い緊張力を与えることができるが、くり返し荷重の載荷によってはコンクリートに引張応力が働かず、したがってコンクリートのひびわれの開閉がないため、鋼材はコンクリートと等しいひびわれの応力変動しか受けず鋼材の疲労破断に対して十分な余裕をのこすことができる。しかし、図-1 に示すように、活荷重が作用したときコンクリートに引張応力をみとめると、コンクリートにひびわれが発生し、鋼材の応力変動が急速に大きくなる。このため特に疲労を問題

図-1 PC 鋼線応力図 (A, A' 桁)



\* 国鉄構造物設計事務所  
\*\* 国鉄鉄道技術研究所

にしなければならない PC 部材においてはフルプレストレッシングとし、設計荷重が載荷してもコンクリートに引張応力が生じないような設計とすることが多く行なわれてきた。

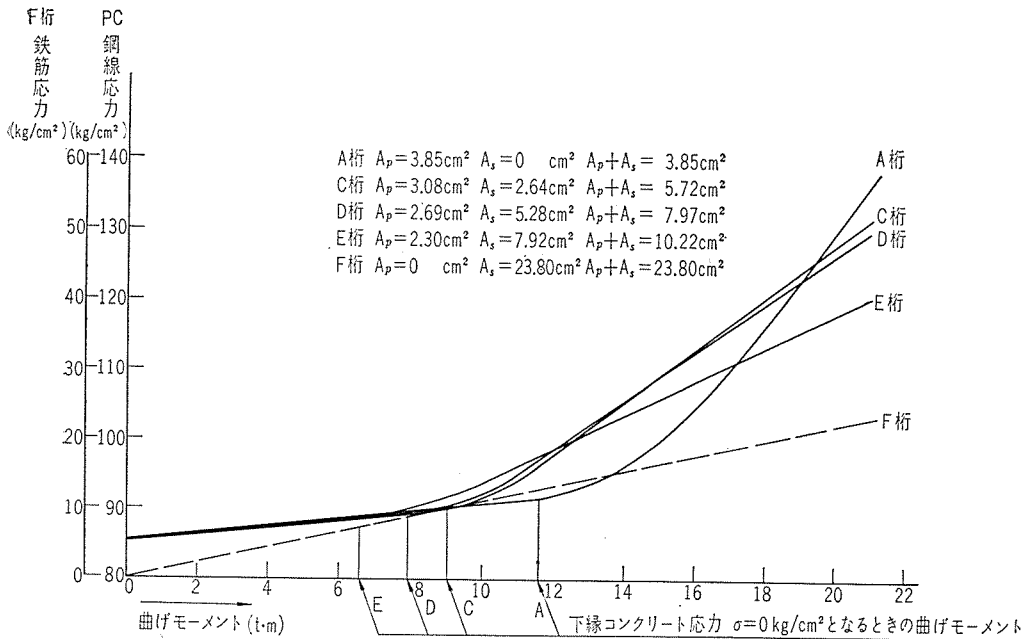
しかし、われわれには鉄筋コンクリートにおける相当長年月の経験があり、荷重が載荷して引張縁のコンクリートにひびわれが生じて、ひびわれ幅がある限度以下であれば、部材の耐久性を低下させるような原因にならないことが知られている。また、PC 部材においてフルプレストレッシングの状態においては、活荷重による鋼材の応力変動はその疲労限度の応力変動に対して多すぎるほどの余裕がある (例えば通常の PC 鋼材において  $0.6\sigma_{pn}$  を下限応力としたときの疲労限の応力変動は  $25\sim 35 \text{ kg/mm}^2$  程度もあるのに対し、実際活荷重によって生じる応力変動は  $5 \text{ kg/mm}^2$  程度である)。

PC 部材が設計どおりに製作され、設計荷重以下の荷重しか載荷されない場合には、もちろんフルプレストレッシングの PC 部材の安全性は十分保証することができるわけである。しかし、常に設計どおりの PC 部材が製作されるとは限らない。このような危険性を考慮すると、フル PC 部材は必ずしも安全な部材であるとい切ることにはできない。なぜならば図-2 に示すようにコンクリートにひびわれが生じたあとにおける PC 鋼材の応力増加の勾配は鋼材の断面積が少なくなればなるほど大きいものである。それだけにフルプレストレッシングの PC 部材として、主方向補強材として PC 部材だけを使用する設計は不測の事故等によってプレストレスが不足するような場合には安全性の余裕が少なくなってくる。

また、シーす、グラウトを介しての PC 鋼材と部材コンクリートの付着強度は、鉄筋とコンクリートとの間の直接の付着にくらべてかなり低くなるものである。したがってコンクリートにひびわれが発生する場合、ひびわれが少ない箇所集中し、部材の耐久性などの面からこのましくない結果を生ずることが予想される。

このように疲労に対して安全性が大きいと考えて設計したフル PC 部材が、部材の製作の不できによってかえ

図-2 ひびわれ発生後の PC 鋼材応力比較図



については、鉄筋コンクリートの部材の設計方法によって、プレストレスを軸方向圧縮力と考え、軸方向圧縮力と曲げを受ける部材として計算することができるが、この計算方法をそのまま適用するにはまだ問題が多く残されている。

まず、鉄筋とグラウトで包まれたPC鋼材の付着強度の差が問題である。両者の間の付着強度に大きな差があればコンクリートにひびわれが発生したあと

って安全性を損なうことが考えられる。製作誤差に対して十分安全性を考慮するため、部材引張縁のコンクリートに圧縮応力の余裕を考えてプレストレスを与えることあるいは計算上必要のない場合にも主鉄筋を配置して鋼材断面積を増加することが考えられるのである。しかし、このようにすることによって、余分のPC鋼材あるいは鉄筋を使用しなくてはならなくなる。

計算上必要でない鉄筋を配置するという材料の浪費をさけ、はじめからパーシャルプレストレッシングのPC桁で設計し、所要の鉄筋を配置しておけば、鋼材の断面積を増し、ひびわれ後の鋼材応力の増加をゆるくし、疲労に対する安全性の余裕をとり、さらに鉄筋コンクリートとの良好な付着により、ひびわれを分散させる効果をねらうことができる。

パーシャルプレストレッシング、PC部材、いいかえれば鉄筋コンクリートとPCの中間的な部材の設計に

における引張応力の分担に大きな差が生じ、付着強度の強い方の鋼材に大きな負担がかかることが考えられる。また、このような状態できり返し荷重を受けた場合、付着強度の強い方の鋼材にまず無理がかかり、これが疲労によって破断し、その後付着強度の弱い方の鋼材に全部の負担がかかって各個撃破的に鋼材が破断してゆくことが考えられる。このような部材を経済的に設計するには各個撃破的に鋼材が破断することなく、付着強度に応じた疲労強度を発揮することができるように使用する鉄筋の疲労強度を選択する問題も残されるのである。

いろいろと残された問題はあがるが、パーシャルPC部材が疲労に対してどのような挙動を示すかを実験的に知る必要がある。これまでフルPC部材あるいはRC部材の疲労試験はかなり多く行なわれており、その挙動もかなり明らかにされているが、パーシャルPC部材については実験結果も少ないので、RC、フルPC、パーシャ

図-3 (a) 試験桁設計図

(1) A(およびA')側面図

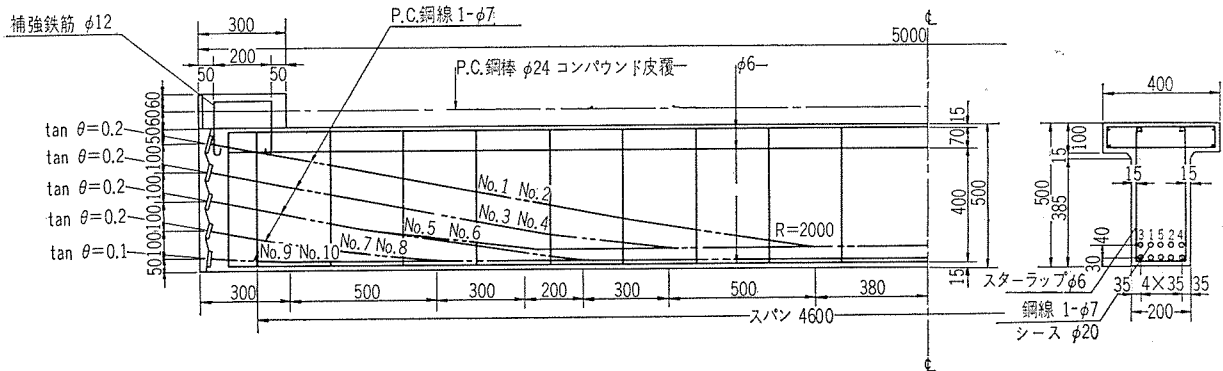
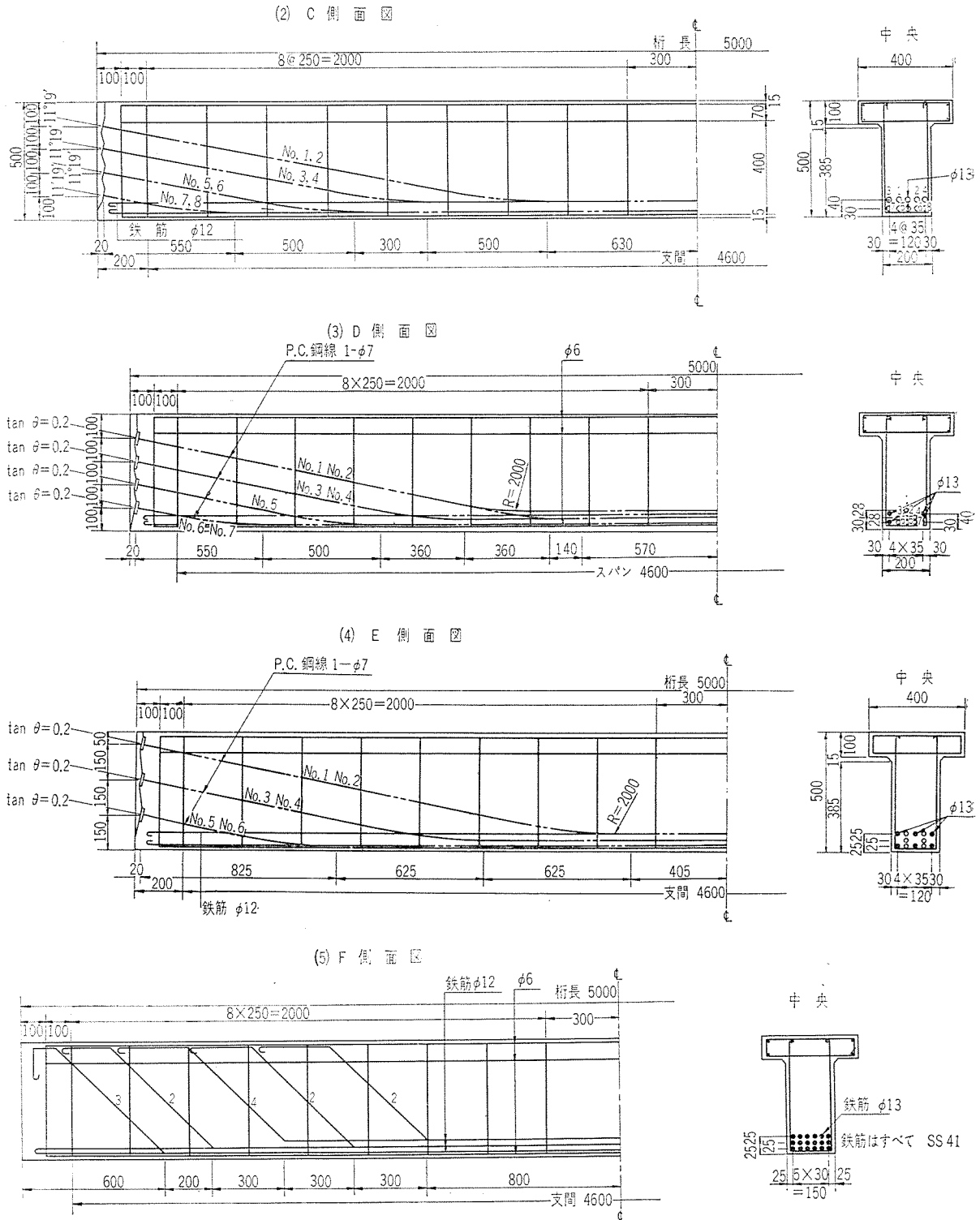


図-3 (b) 試験桁設計図



ルPC部材の疲労強度についての比較試験を行なってきた。

## 2. 試験桁の設計ならびに製作

試験桁は、疲労試験機的能力を考え、桁長は5m程度のもを採用することにした。桁の設計は図-3に示すようにすべて同一断面のものを使用し、曲げ試験におい

てせん断破壊をおこさないよう腹部は厚くした。製作した各種試験桁のPC鋼材および鉄筋の使用本数、プレストレス、設計荷重、計算上の破壊荷重、設計荷重時のコンクリートの許容引張応力度は表-1に示すとおりである。設計荷重はほぼ等しくなるようにした。PC鋼材はφ7のPC鋼線1本をφ20のシースの中に配置したものを使用した。使用したPC鋼材および鉄筋の品質は表

表-1 断 面 諸 性 質

項 目		桁	A	A'	A''	C	D	E	F	備 考
鋼材本数	鉄 筋 φ13		0	0	0	2	4	6	18	
	PC鋼線 φ7		10	10	10	8	7	6	0	
有 効 プレストレス	上縁 kg/cm <sup>2</sup>		-35.9	-31.1	-35.9	-26.8	-21.8	-18.4	0	有効リブ=0.8
	下縁 kg/cm <sup>2</sup>		115.2	100.5	115.2	86.7	72.1	59.7	0	
設 計 荷 重	case 1		12.0	10.4	12.0	9.2	7.9	6.4		フルプレストレス パーシャル パーシャル
	" 2				12.0	12.3	12.6			
	" 3				12.7	12.7	12.9	12.0		
許容曲げ 引張応力度 (コンクリート)	case 1		0	0	0	0	0	0	0	
	" 2					-24.1	-37.7	-49.7		
	" 3					-29.5	-39.5	-52.0		
ひびわれ荷重 (t)			17.6	16.0	17.6	15.0	13.9	12.6		$\sigma_{ct} = -50 \text{ kg/cm}^2$
破 壊 荷 重	静 的 (t)		29.0	29.0	29.0	26.1	27.4	28.2		$\sigma_{ca} = 550 \text{ kg/cm}^2$ エックベルグ
	動 的 (t)		18.4	17.3	18.4	16.4	16.6	17.9		
断 面 諸 係 数	断 面 積 (cm <sup>2</sup> )		1218	1218	1218	1229	1241	1253		PC鋼線および鉄筋 換算 " " "
	上縁断面係数 (cm <sup>3</sup> )		13000	13000	13000	13150	13300	13450	10940	
	下縁断面係数 (cm <sup>3</sup> )		10150	10150	10150	10450	10800	11100	鉄筋位置 4680	
	断面二次モーメント (cm <sup>4</sup> )		285505	285505	285505	291211	298131	303816	155786	

注 case 1……フルプレストレスとしたとき  
 case 2……全断面有効として計算した応力分布の引張力を鉄筋で負担するとした場合 ( $\sigma_{sa} = 1300 \text{ kg/cm}^2$ )  
 case 3……軸方向力と曲げを受ける鉄筋コンクリート部材として計算した場合 ( $\sigma_{sa} = 1300 \text{ kg/cm}^2$ )

表-2 PC 鋼線および鉄筋の品質

	引張強さ kg/mm <sup>2</sup>	降伏点 kg/mm <sup>2</sup>	伸 び %	弾性係数 kg/cm <sup>2</sup>
PC 鋼線 φ7	160	146	6.8	208×10 <sup>4</sup>
鉄 筋 φ13	41	29	33	210×10 <sup>4</sup>

表-3 コンクリート配合

粗骨材 の最大 寸法 mm	スラン プの範 囲 cm	単 位 水 kg	単 位 セメ ン ト kg	水セメ ン ト比 %	絶対細 骨材率 %	全骨材 量 kg	単位細 骨材量 kg	単位粗 骨材量 kg
15	0~7	170	420	40.5	42	1834	770	1072

—2 に示すとおりである。コンクリートの配合は 表-3 に示すものであり、材令 28 日におけるコンクリート

の圧縮強度は平均 758 kg/cm<sup>2</sup> (最大 834 kg/cm<sup>2</sup>, 最小 707 kg/cm<sup>2</sup>) であった。

### 3. 静的曲げ試験

A, C, D, E 型の試験桁について、疲労試験と平行して静的試験を行なった。これは試験桁として製作された桁がわれわれの予期する静的性質を有することを確かめるために行なったものである。載荷方法は疲労試験に同様に、スパン 4.6 m とし、スパン中央からそれぞれ左右に 50 cm 離れた 2 点に載荷を行なった。静的試験におけるひびわれ荷重、ひびわれ再開荷重、破壊荷重の計算値および実測値は 表-4 に示すとおりである。表-4 に示すごとく、試験桁のひびわれ荷重は、ひびわ

表-4 静 的 試 験 結 果

桁種別	ひびわれ荷重			ひびわれ再開荷重			破 壊 荷 重		
	実 測 値 (t)	計 算 値 (t)	実測値 計算値	実 測 値 (t)	計 算 値 (t)	実測値 計算値	実 測 値 (t)	計 算 値 (t)	実測値 計算値
A''-1	17	17.6	0.976	12	12.0	1.0	35	29.0	1.207
C-2	15	15.0	1.0	8	9.2	0.870	32	26.1	1.226
C'-1	15	13.1	1.145	9	7.5	1.200	26	23.1	1.126
D-3	14	13.9	1.007	9	7.9	1.139	32	27.4	1.168
E-3	13	12.6	1.037	7	6.4	1.093	30	28.2	1.064

表-5 動 荷 重 載 荷 表

桁種別	第 1 回		第 2 回		第 3 回		第 4 回		第 5 回	
	荷 重 (t)	くり返し回数	荷 重 (t)	くり返し回数	荷 重 (t)	くり返し回数	荷 重 (t)	くり返し回数	荷 重 (t)	くり返し回数
A-2	2.0~16.2	0~20万	2.0~17.8	20~40万	2.0~19.4	40~60万	2.0~21	60~80万	2~22.7	80~96.4万
A'-1	2.0~16.2	0~20万	2.0~17.8	20~40万	2.0~19.4	40~60万	2.0~21	60~80万	2~22.7	80~93万
A''-2	2.0~16.2	0~20万	2.0~17.8	20~40万	2.0~19.4	40~60万	2.0~21	60~80万	2.0~22.7	80~110万
A'-3	2.0~16.2	0~20万	2.0~17.8	20~40万	2.0~19.4	40~60万	2.0~21	60~63.5万		
A-1	2.0~18.9	0~50万	2.0~23	50~111.3万						
C-1	2.0~14	0~25.7万	2.0~19	25.7~76.9万						
C-3	2.0~20	0~30.9万								
E-1	2.0~18.9	0~50万	2.0~25.6	50~83.7万						
F-1	2.0~14	0~50万	2.0~17	50~119.9万						
F-2	2.0~29	0~20.5万								
F-3	2.0~18	0~110万	2.0~20	110~153万	2.0~22	153~170万	2.0~25	170~245万	2.0~28	245~274万

れ再開荷重については実測値と計算値は比較的良好一致しており、試験桁がほぼ設計どおりに製作され、プレストレスも設計どおりに与えられていることが明らかになった。

#### 4. 疲労試験

疲労試験は、鉄道技術研究所所属の森試験機製の能力 50 t の疲労試験機と森試験機製の能力 100 t の疲労試験機を使用して行なった。荷重のとり返し速度は150~200 回/分 である。

疲労試験を行なった P C 桁、およびその載荷方法は表-5 に示すとおりである。

疲労試験の目的は単に P C 桁の疲労強度を知るばかりでなく、何万回かのくり返し荷重を受けたのちにおける P C 桁の静的挙動を知ることその一つである。疲労試験において実測した項目から以下の諸事項について検討を行なってみることにする。

##### (1) P C 桁のひびわれについて

P C 桁の静的ひびわれ強度については、すでに多くの実験結果が提出されており、設計計算値と実測値とよく一致することはすでに明らかにされている。本実験においても表-4 に示すとおり、計算値と実測値はよく一致している。しかし、P C 桁のひびわれ荷重は設計荷重の 1.5 倍程度以下であり、設計荷重に対してあまり大きな余裕は残されていない。しかもコンクリートの引張強度は非常に不安定なものであり、P C 桁の製作時にすでにコンクリートにひびわれが生じていることもまれではない。このような場合には、フルプレストレッシングの設計においても、ひびわれが開口するまでの荷重は設計荷重に対してほとんど余裕はなく、パーシャルプレストレッシングにおいては設計荷重が載荷された場合、すでにひびわれが開口していることも考えられるのである。一

方、鉄筋コンクリートにおいて設計荷重時にすでにひびわれが発生しているのが普通である。しかし、ひびわれが発生してもひびわれ幅がある程度以下であれば部材の耐久性に対して悪影響を与えないことはすでに経験されているところである。したがって、P C 桁において問題となるのは、単にひびわれに対して安全率がいくらかあるかということより、むしろ、ひびわれが発生した場合ひ

図-4 A-1 桁ひびわれ図

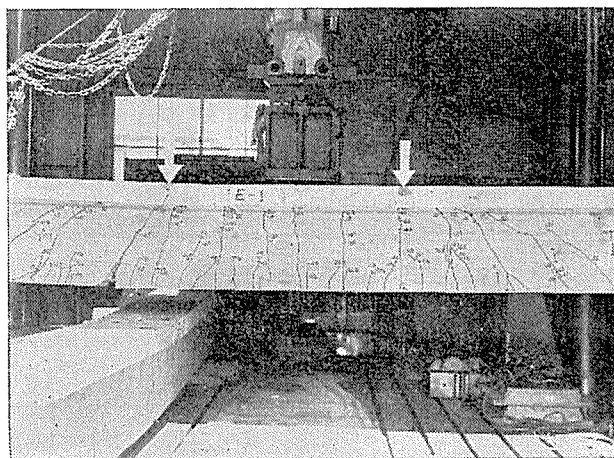


図-5 A''-2 桁ひびわれ図

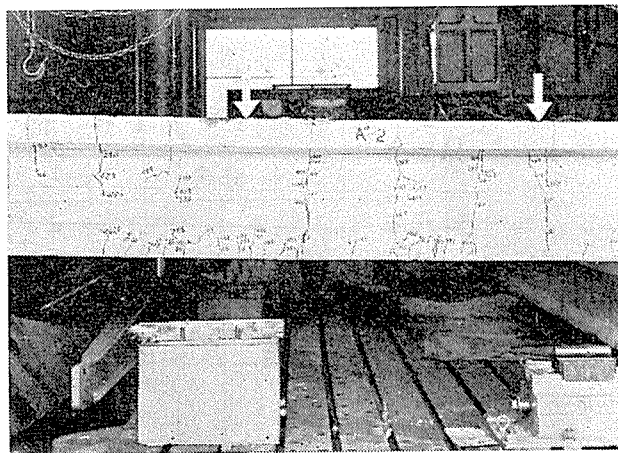


図-6 C-1 桁ひびわれ図

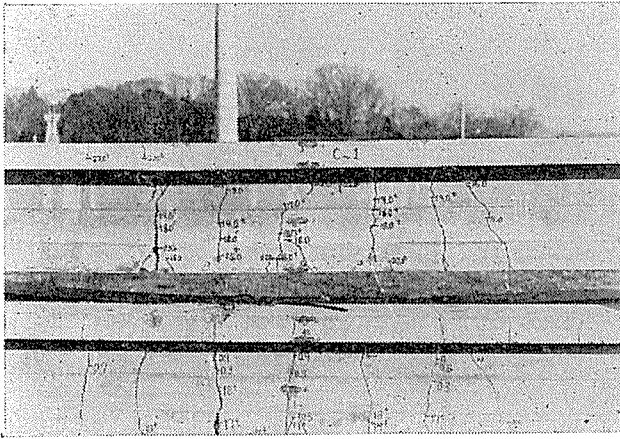


図-7 E-1 桁ひびわれ図

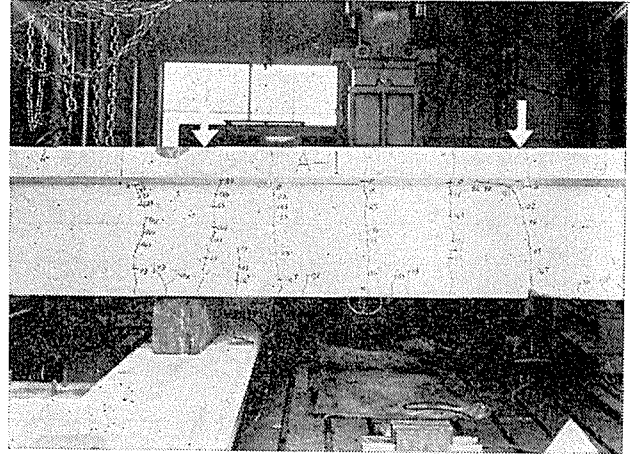


図-8 F-1 桁ひびわれ図

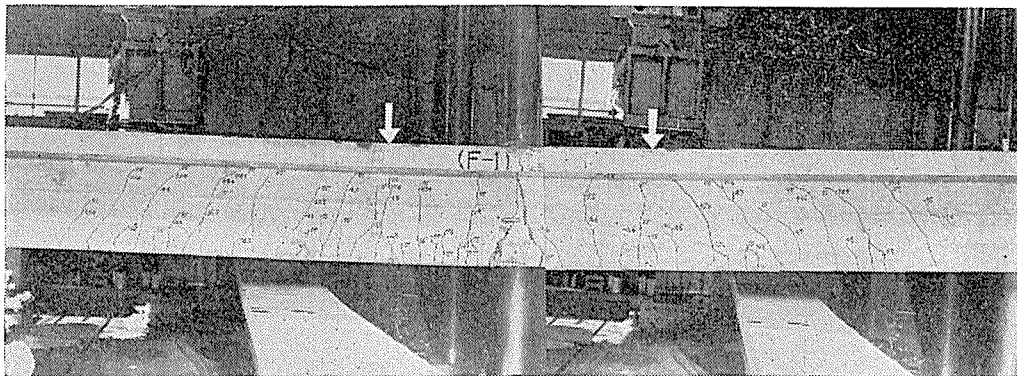
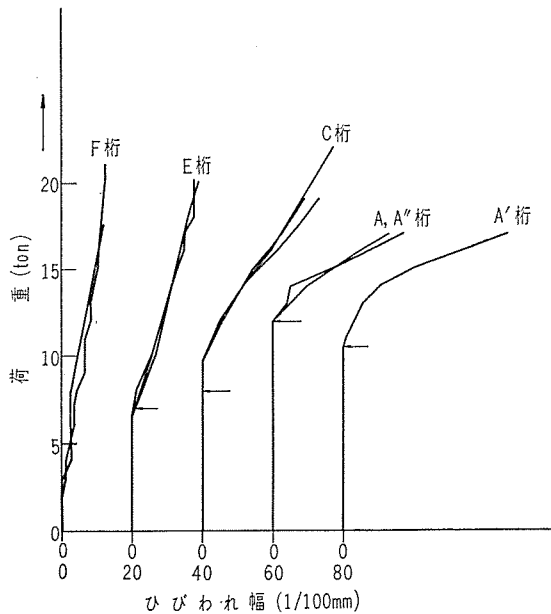


図-9 ひびわれ幅比較図 (下縁コンクリート  $\sigma_c=0$  となるまでの弾性変形を補正)



ひびわれ幅をどの程度におさえることができるかにある。

図-4~8 は各 PC 桁がくり返し荷重によって生じたひびわれの状態である。図-9 は、くり返し荷重によってひびわれが発生したのち、静的に載荷を行ない、ひびわれの幅と荷重の関係をもとめたものである。

これらの図から明らかなように、フルプレストレッシングの A 桁はもっともひびわれが集中してあらわれており、パーシャルプレストレッシングになり鉄筋量が多くなるにつれてひびわれがよく分散している。これは、シーすに入れられた PC 鋼材はグラウトを行なっても、PC 桁本体のコンクリートとの付着が間接になり、直接付着する鉄筋にくらべて付着強度が弱くなることを示している。

表-6 は疲労試験途中において静的に測定した各荷重におけるひびわれ開口幅である。E, C 桁はパーシャルプレストレッシングの桁としての設計荷重を考慮しており、このときにおけるひびわれがないものとしたときのコンクリートの引張応力度は E 桁において、 $52 \text{ kg/cm}^2$ 、C 桁において  $30 \text{ kg/cm}^2$  である。

設計荷重時には、ひびわれ幅は、いずれも  $0.1 \text{ mm}$  以

表-6 各荷重におけるひびわれ幅  
(カッコ内はその時の荷重)

桁種別	設計荷重時	1.2×設計荷重時	1.4×設計荷重時
	mm t	mm t	mm t
F	0.01 (12.0)	0.09 (14.4)	0.11 (16.8)
E	0.10 (12.9)	0.13 (15.5)	0.17 (18.1)
C	0.07 (12.7)	0.16 (15.2)	0.26 (17.8)
A, A''	0.00 (12.0)	0.11 (14.4)	0.33 (16.8)

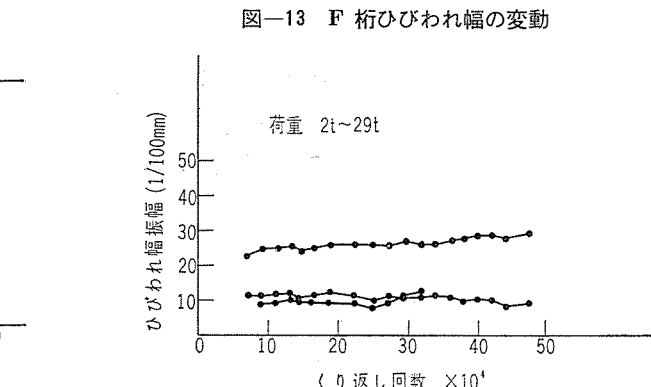
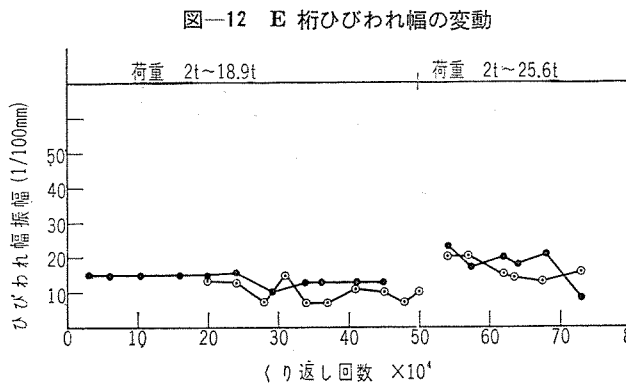
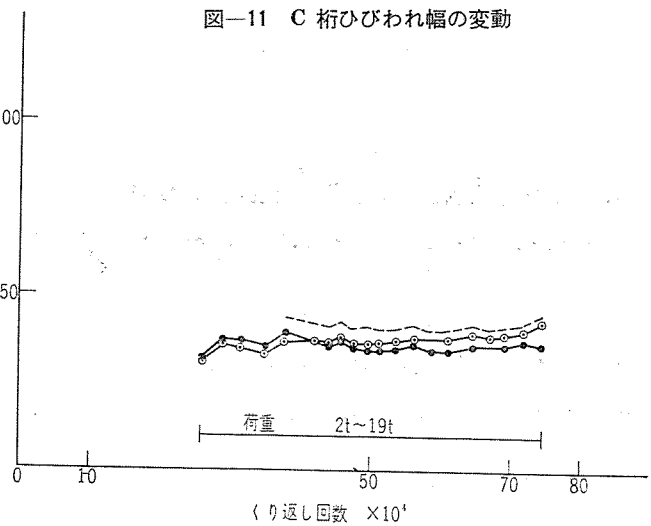
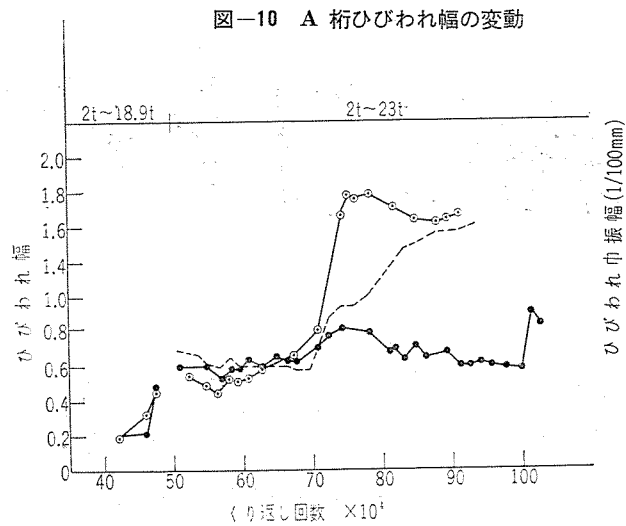


図-12 E 桁ひびわれ幅の変動

図-13 F 桁ひびわれ幅の変動

表-7 疲 勞 試 験 結 果

構 造	有効鋼線 心 力 kg/mm <sup>2</sup>	疲 勞 試 験 最 大 荷 重 (t) 下限~上限	試 験 最 大 曲 げ モ ー メ ン ト (tm)		鋼線および 鉄筋応力 振幅計算値 (kg/mm <sup>2</sup> )	鋼線、鉄筋 心 力 振 幅 実 測 値 (kg/mm <sup>2</sup> )	荷重くり 返 累 し 数 計	破 壊 状 態	破 断 鋼 材 本 数
			下限~上限	振 幅					
A-2	10-φ7	85.5	2.0~22.7	2.6~21.2	18.6	51.0	96.4万	PC鋼線破断	φ7 5本
A-1	10-φ7	85.5	2.0~23.0	2.6~21.5	18.9	51.0	111.3万	"	φ7 4本
A''-2	φ24 PC鋼棒 10-φ7	85.5	2.0~22.7	2.6~21.2	18.6	51.0	24.0 110.0万	"	φ7 1本
A'-1	10-φ7	68.3~80.5	2.0~22.7	2.6~21.2	18.6	51.0	93.0万	"	φ7 4本
A'-3	10-φ7	55.9~93	2.0~21.0	2.6~19.7	17.1	38	63.5万	"	φ7 3本
C-1	8-φ7 2-φ13 (鉄筋)	85.5	2.0~19	2.6~17.9	15.3	33	76.9万	たわみ多く 載荷不能	なし
C-3	8φ7 2-φ13 (鉄筋)	85.5	2.0~20	2.6~18.8	16.2	37	30.9万	たわみ多く 載荷不能	なし
E-1	6-φ7 6-φ13 (鉄筋)	85.5	2.0~25.6	2.6~23.8	21.2	43	83.7万	鉄筋破断	φ13鉄筋3本
F-1	18-φ13(鉄筋)		2.0~17	2.6~16.1	13.5	14.6	119.1万	破 壊 せ ず	なし
F-2	"		2.0~29	2.6~26.9	24.3	26.3	47.0万	たわみ多く 載荷不能	なし
F-3	"		2.0~28	2.6~26.0	23.4	25.3	274.0万	破 壊 せ ず	なし

下であるが、荷重が大きくなるにつれて、フルプレストレッシングに近いPC桁ほど、ひびわれの大きくなり方が早く、フルプレストレッシングの桁は設計荷重時にはひびわれ幅がであっても、設計荷重の倍の荷重がかかったときには、もっとも大きなひびわれ幅となる。

ひびわれを動的載荷のもとにおいて測定した結果は、図-10~13に示すとおりである。同一荷重のくり返し

において、くり返し回数が多くなるにつれて多少ひびわれ幅が大きくなる傾向はみとめられるが、くり返し荷重の上限荷重が設計荷重の1.5倍程度で、2~3mm程度の大きなひびわれに達しても、ひびわれ幅が大きくなる傾向はさして小さくなく、わずかに増加する程度である。くり返し荷重によってコンクリートと鋼材の間の付着が順次に破壊され、ひびわれがどんどん大きくなるような

現象は、鉄筋の配置していないA桁において、しかも疲労破壊が間近になって始めておこっているにすぎない。

(2) PC 桁の疲労破壊強度について

PC 桁の疲労試験による破壊時の荷重、くり返し回数、破壊状態は表-7に示すとおりである。表-7によると、たわみが多くなって載荷できなくなったC桁およびF-2桁をのぞいてPC鋼材あるいは鉄筋の疲労破断によって生じている。たわみが大きくなって載荷不能になった桁は、まだ完全には破壊を生じていないが、一応疲労破壊を起こしたものとみなしたものである。最終的にコンクリートにおいて破壊をおこすか、鋼材において破壊をおこすかについては明らかではない。

(3) 鋼材の負担する応力について

A''-2桁およびF-3桁の鋼材の動的ひずみは、図-14,15に示すとおりである。A''-2桁、F-3桁とも上限荷重が設計荷重の1.5~2.0倍程度になっても荷重のくり返し数の増加にともなって鋼材応力が増加する傾向は明瞭には認められなかった。A''-2桁の実測疲労荷重は、2~22.7tであったが、この荷重に対する鋼線ひず

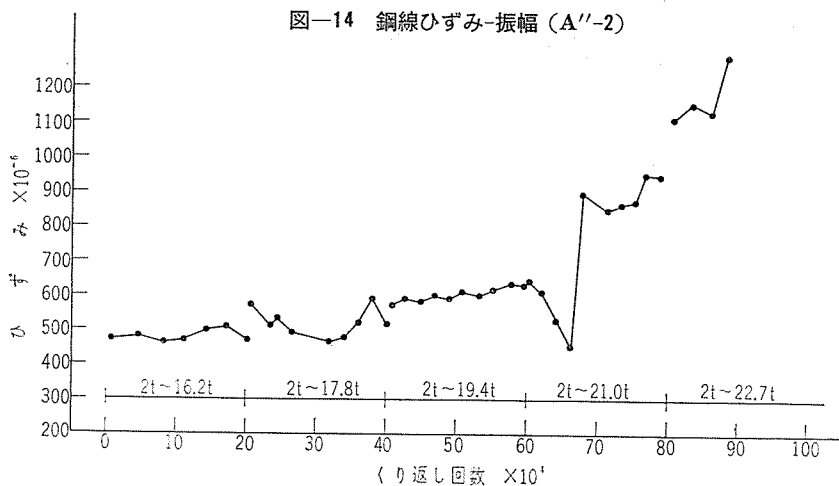


図-14 鋼線ひずみ-振幅 (A''-2)

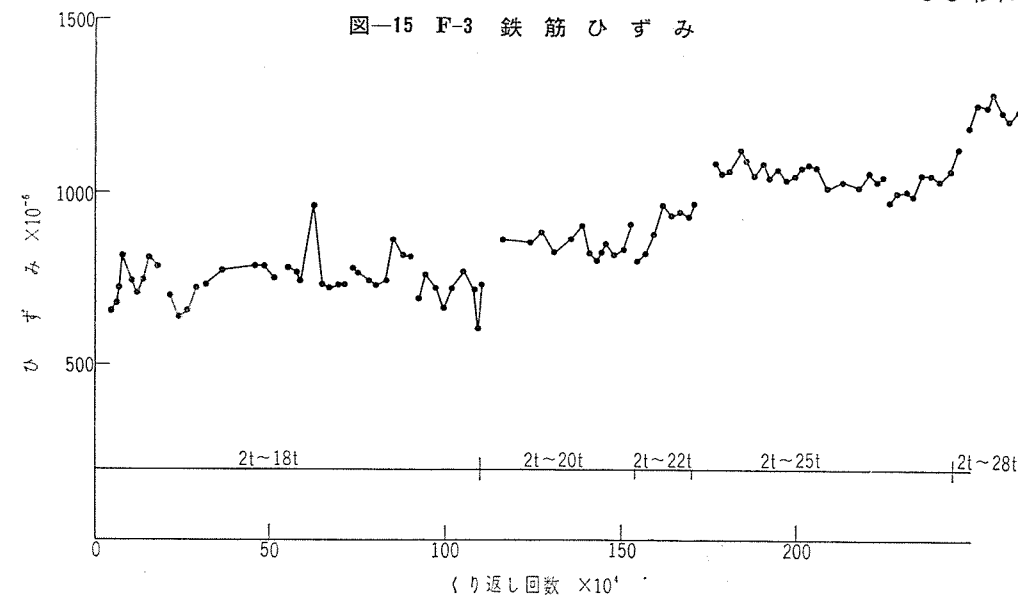


図-15 F-3 鉄筋ひずみ

みは  $1150 \times 10^{-6}$  で  $\sigma_p = 208 \times 10^4 \times 1150 = 2400 \text{ kg/m}^2 = 0.15 \sigma_{pu}$  に相当する。下限荷重  $P=2 \text{ t}$  に対する鋼線応力  $\sigma_p = 8730 = 0.55 \sigma_{pu}$  に対する疲労限の振幅は  $0.15 \sigma_{pu}$  となり、PC鋼材の引張疲労限として一般に考えられている値とほぼ一致する。図-16,17に示すように、ひびわれ発生後の実測鋼線または鉄筋の応力は破壊にあまり近くない範囲において、コンクリートの引張抵抗を無視した計算値とあまり大きな差は生じていない。したがって設計において、鋼材の応力と荷重の関係を図-1,または2のように求めてみれば、PC桁の疲労に対する安全度がある程度見積もることができるものと思われる。

(4) 圧縮縁のひびわれが疲労強度におよぼす影響

PC桁の圧縮縁にはプレストレスを与えた直後引張応力を生じ、このためコンクリートに引張クリープを生じたり、ひびわれを発生したりする。コンクリートに引張クリープを生じたり、ひびわれを発生したりすると、その後、圧縮応力を受けた場合、非常に強度が低下するという説もある。そこで、圧縮縁に引張応力を生じ、引張クリープとひびわれを発生した桁(A桁)と、圧縮縁に全然引張応力を生じないようにして製作した桁(A'桁)の疲労破壊の状態を比較してみた。圧縮縁に引張応力を生じさせないために、PC桁にプレストレスを与えると同時に桁の上縁に配置したPC鋼棒にプレストレスを与えて上縁の引張応力を打ち消し圧縮応力が働くようにしたものである。そしてこのPC鋼棒によるプレストレス疲労試験の直前に解放した。

ひびわれの発生状態について図-

4 A桁と、図-5 A'桁について比較することができる。A桁に当初より上縁にひびわれが発生していたため、下縁に発生し、上方にのびてきたひびわれとぶつかっている。A'桁に当初上縁にひびわれは発生していなかったが、下縁から上方にのびてきたひびわれが、PC桁の破壊



図-16 A''-2 桁の鋼材応力  
(疲労試験途中において静的に測定)

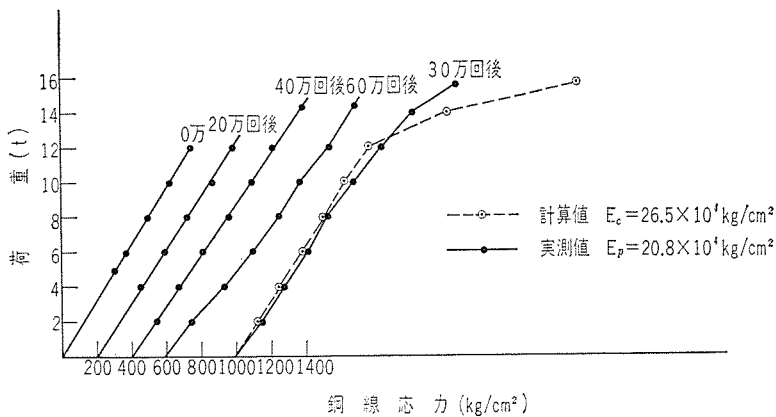
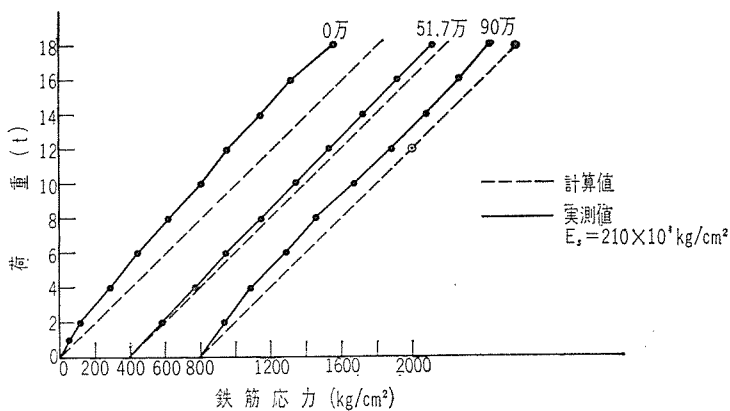


図-17 F 桁鉄筋応力  
(疲労途中において静的に測定)



前に上縁にまで達し、破壊時には両者ともほぼ同様な状態となっている。

疲労破壊については A-2 桁と A''-2 桁は同様な載荷状態によって試験を行なったのであるが、表-5 に示すようにほとんど同一の条件において、PC鋼線の破断によって生じている。また、ひびわれ幅についても 図-9 に示すごとく A 桁と A'' 桁との間にはほとんど差をみとめることはできない。この試験の結果からは、PC桁の上縁に生ずるひびわれは PC 桁の疲労強度にほとんど影響を与えないであろうことを推察することができる。

### 5. むすび

これまで、PC部材、特にフルプレストレッシングの PC部材は疲労に対して非常に有利な構造であるとし、鉄道橋のようにきなり返し荷重を受ける PC部材においては、わが国ばかりでなく、外国鉄道においてもフルプレストレッシングの設計方法を採用し、さらに設計荷重時にも引張縁に多少の圧縮応力が残るような設計方法が一般に行なわれてきた。設計どおりの PC部材が造られ、設計荷重以下の荷重しか載荷されない場合には、フルプレストレッシングの PC部材は疲労に対して十分な

安全性と信頼性をもつことができるであろう。しかし、設計どおりの PC部材が製作されなかった場合、あるいは設計荷重より大きい荷重が載荷されるような場合には、これまでの実験の結果からも明らかなようにフルプレストレッシングとして設計された PC部材は急速にその機能を失なうことになる。製作される PC部材が常に設計どおりの強度を有すると期待することは現在の段階においては 100% 安全であるとはいえない。したがって設計には、施工における多少の欠陥をおぎなえるだけの考慮を払っておくことが必要である。このために、設計荷重作用時に引張縁に圧縮応力をのこすのも一つの解決方法であり、これまではこのような方法によって設計が行なわれてきた。しかし、フルプレストレッシングの状態においては PC部材は大きすぎる安全性を有しているため、設計荷重時における部材の機能を多少犠牲にしても、設計荷重より、いくぶん高い荷重を受けたときの機能をおぎなうことのできるパーシャルプレストレッシング部材による設計方法がより合理的であるように思われる。パーシャルプレストレッシングにすることによって、

ひびわれに対する安全率は多少低下するが、鉄筋コンクリートにおける相当長年月の経験からコンクリートにひびわれが生じても十分な耐久性を有することが知られているので、ひびわれに対する安全性の多少の低下はさほど気にする必要はないであろう。

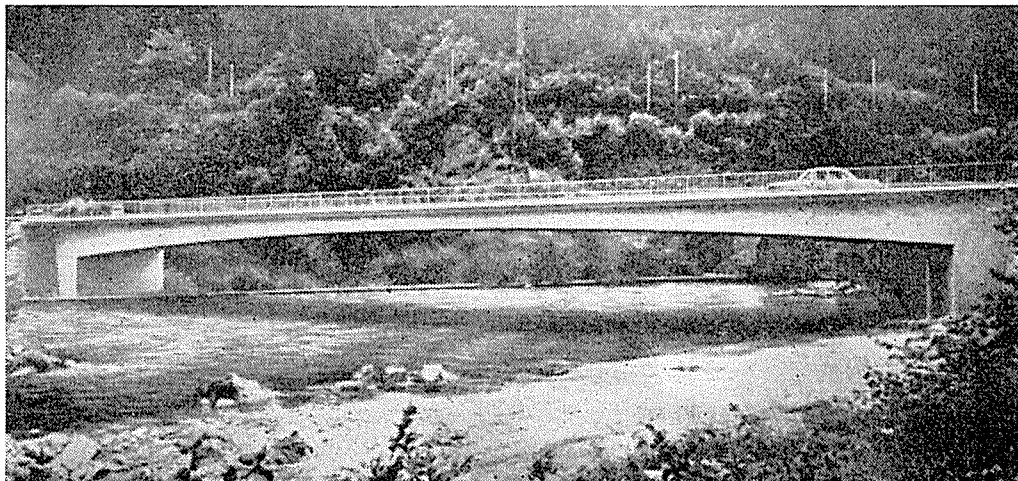
現在の段階においてはパーシャルプレストレッシングの PC部材におけるコンクリートの許容引張応力度はせいぜい  $20 \text{ kg/cm}^2$  程度であり、パーシャルと称してもほとんどフルに近いパーシャルである。しかし、実験の結果によると、鉄筋コンクリートとフル PC部材のほとんど中間的なパーシャル PC部材としても疲労強度が低下することなく、RCあるいはフル PCの欠点が特に大きくあらわれるようなこともないので、鉄筋コンクリートとフル PCの中間的なパーシャル PC部材の設計は実用して非常に有効であると考えられる。ただしこのような部材の設計方法については現在のパーシャル PC部材の設計方法では不適當であり、より合理的に鉄筋量を決めることのできる、設計方法を明らかにする必要がある。

1963.10.26・受付

# BBRV 工法による道路橋

## 営業案内

- 並びにタンク
- 一、ポストテンションニング (P・S) 橋梁及び建築
  - 一、プレテンションニング (P・S) 桁並びに版その他
  - 一、コンクリート・ポール、コンクリート・パイプ
  - 一、藤式V型ブロック、その他セメント二次製品



橋長 58m, 型式ラーメン

建設業者登録 建設大臣 (ホ) 第 5257 号



**北海道ピー・エス・コンクリート株式会社**

本社・東京営業所  
札幌営業所  
幌別工場  
掛川工場

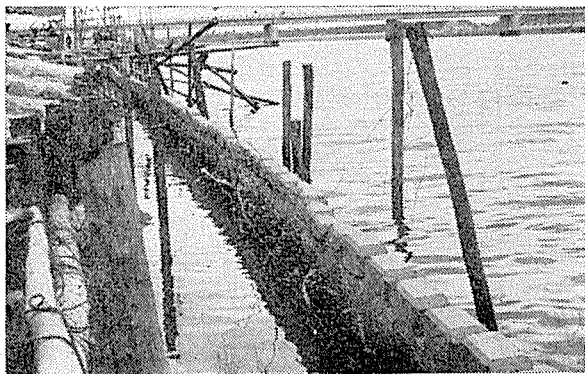
東京都豊島区巢鴨 6 の 1344 (大塚ビル4階) TEL (983) 4176~9  
札幌市北三条4丁目 (第一生命ビル) TEL (4) 5121 (代表)  
北海道幌別郡幌別町字千歳 TEL 幌別 66・220  
静岡県掛川市富部 (34年9月1日操業開始) TEL 掛川 1420・1421

# 豊田コンクリート株式会社

(旧) エフカズレコン株式会社

プレストレスト・コンクリート  
プレキャスト・コンクリート

PC 矢板 施行状況



本社・工場

豊田市トヨタ町6  
TEL 798

東京営業所・工場

東京都大田区古市町18  
TEL (731) 4047

名古屋営業所

名古屋市中村区笹島町 豊田ビル517号  
TEL (54) 9369・8842