

## PRC 連続 2 主版桁橋の設計方法について

堺	道	夫*
青	山	伸**
酒	井	秀†
井	谷	計男††

## 1. ま え が き

PRC (Prestressed Reinforced Concrete) 構造は、PC 鋼材によるプレストレスと鉄筋によって補強されたコンクリート構造で、従来の RC 構造と PC 構造の両者の長所を生かすことにより、合理的でかつ経済的な設計が可能となる。

PRC 構造を PC 構造と比較すれば、第一に構造的には、鉄筋に補強され鉄筋量が増加するため、終局時の靱性が向上するとともに、ひびわれを分散させひびわれ制御も容易となる。第二に施工上からは、鉄筋量が増加するものの PC 鋼材量が減少するため、コンクリートの締固めが容易になるなど施工性が改善される。第三に経済性からは、PC 鋼材量が減少することにより、一般的には工費が減少する等の利点がある。

そのため、欧米では既に同様な考え方で設計が行われており、わが国においても、近年諸機関で研究が進められている。道路橋においては、昭和 60 年度に (財) 高速道路調査会で「PRC 道路橋設計要領 (案)」が策定され、現在までに箱桁橋 2 橋が設計されている。しかし、わが国においては、この PRC 構造を本格的に道路の連

続高架橋に採用した事例はなく、その設計に当たっては種々の課題が残されている。

日本道路公団においては、この PRC 構造を、近畿自動車道敦賀線の観音寺高架橋 (PRC 連続 2 主版桁橋) に採用しており、平成 2 年度末の供用をめざして、現在上部工の施工中である。本文は、この PRC 連続 2 主版桁橋の設計方法について、模型実験および各種文献調査等によって検討した結果を報告するものである。

## 2. 観音寺高架橋の概要

観音寺高架橋の代表的な側面図および横断面図を図一 1, 2 に示す。本橋の概要は、下記のとおりである。

## 2.1 橋梁諸元

構造形式：PRC 3~4 径間連続 2 主版桁

道路規格：第 1 種第 3 級 B

車線数：2 車線 (暫定 2 車線施工のため)

橋長：730 m (平均径間長約 28 m)

有効幅員：9.0 m

設計荷重：TL-20 および TT-43

架設工法：支保工による場所打ち工法

## 2.2 使用材料

本橋で使用している材料は、以下のとおりである。

① コンクリート	設計基準強度	350 kg/cm <sup>2</sup>
	弾性係数	295 000 kg/cm <sup>2</sup>
② 鉄筋	SD 35	
	弾性係数	2 100 000 kg/cm <sup>2</sup>

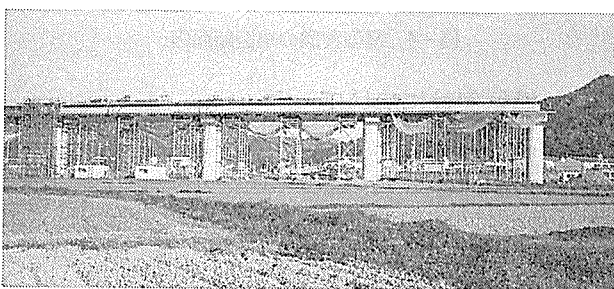


写真-1 観音寺高架橋施工状況 (1)

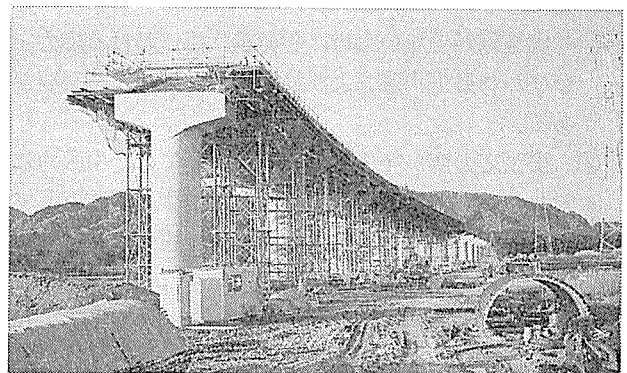


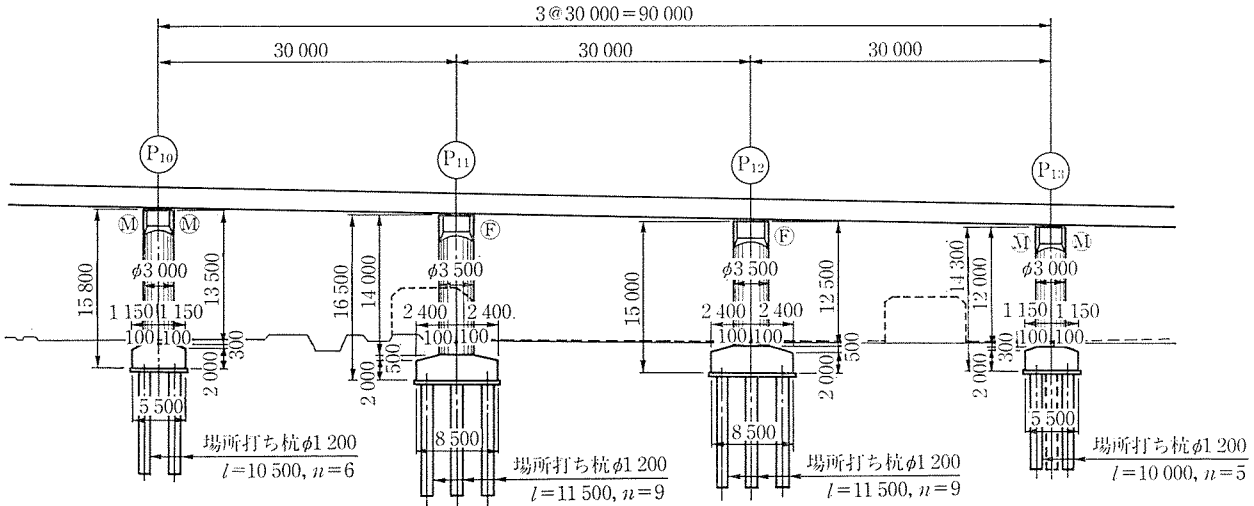
写真-2 観音寺高架橋施工状況 (2)

\* Michio SAKAI：日本道路公団大阪建設局福知山工事事務所長

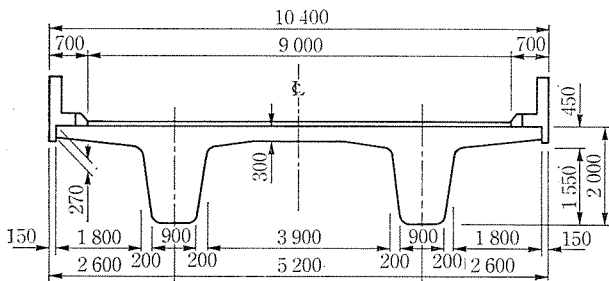
\*\* Minobu AOYAMA：日本道路公団大阪建設局建設第二部構造技術課長

† Hideaki SAKAI：日本道路公団大阪建設局建設第二部構造技術課 (現、財団法人高速道路技術センター構造技術部構造技術課課長代理)

†† Kazuo IDANI：住友建設 (株)・ピーシー橋梁 (株) 共同企業体



図一 観音寺高架橋側面図（一部）



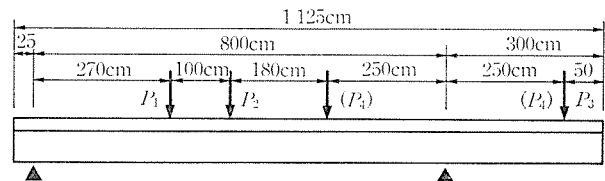
図二 観音寺高架橋標準横断面図

- ③ PC 鋼材 主桁 SWPR 7 A  $\phi 12.4$   
 床版 SBPR 95/120  $\phi 32$   
 弾性係数 2 000 000 kg/cm<sup>2</sup>

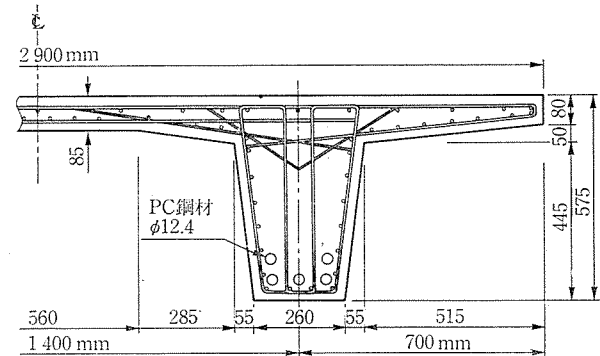
### 3. 設計上の課題

PRC 構造の設計上の課題については、以下の点が挙げられる。

- ① ひびわれの発生が予測されるので、特にひびわれの制御および PC 鋼材・鉄筋の疲労の検討が重要なポイントとなるが、現行の道路橋示方書<sup>4)</sup>による許容応力度設計法では、これらの検討を行うことが困難である。
- ② 実施例が少ないため、各荷重状態における応力・ひびわれ発生状態および終局耐力を確認する必要がある。
- ③ 引張応力度が発生する断面においては、引張力に対して、PC 鋼材および鉄筋で補強する構造としている。しかし、中間支点付近の上縁引張区間においては、フランジ内（床版）に配置された鉄筋が、どの範囲まで有効と見なせるかが不明確である。



図三 模型実験供試体側面図



図四 模型実験の模型断面図

### 4. 模型実験について

各荷重状態における応力・ひびわれ発生状態および終局耐力を確認することを目的として、模型実験を実施した。その方法および結果を以下に示す。

#### 4.1 実験方法

##### 4.1.1 計画の概要

桁の挙動は、支持条件と載荷条件から決まるモーメント分布形状・スラブと梁とのせいの比・鉄筋比および PC 鋼材比等の影響を受けると考えられる。したがって、実験では、できるだけこれらを実橋の PRC 3 径間連続 2 主版桁と合わせるべく、縮尺模型による曲げ破壊実験を行った。

##### 4.1.2 断面形状および諸元

表一 実橋と模型との断面性能比較

項 目		実 橋		模 型	
径 間 長		27.925+28.5+27.950 m		8.0 m	
使 用 材	PC 鋼材	床 筋	SBPR 95/120 φ32 mm	—	
		主 桁	SWPR 7 A 12φ12.4 10本	SWPR 7 A φ12.4 10本	
	PC 鋼材比	0.155%	0.156%		
主 鉄 筋	種 類	支間中央	支 点 上	支間中央	支 点 上
		D22	D22	D10	D10
せん断補強筋	種 類	D19	D22	D10	D10
	補強筋比	0.255%	1.376	0.823%	1.098%
コンクリート設計基準強度		350 kg/cm <sup>2</sup>		350 kg/cm <sup>2</sup>	
プレストレスによる コンクリート緑応力度		支間中央	支 点 上	支間中央	支 点 上
		86 kg/cm <sup>2</sup>	26 kg/cm <sup>2</sup>	85 kg/cm <sup>2</sup>	26 kg/cm <sup>2</sup>

※ コンクリート緑応力度は、プレストレスによる2次力を除いた値。

表二 荷重状態別の荷重方法

荷重状態	載 荷 状 態	曲げモーメント分布
死荷重状態 使用限界状態 終局限界状態		
破壊荷重状態	支間中央 中 間 支 点	
	支 点 上 中 間 支 点	

模型の形状は、断面形状およびスパンを実橋（径間長28m）と相似とし、模型の製作が可能な鋼材配置等を考慮して、縮尺を3.5分の1とした。ただし、実橋は3径間連続桁であるが、模型実験では、実験装置の規模等を考慮して、図一3に示すような側径間と中央径間の一部を含む張出し桁とし、モーメント分布が実橋の場合と近似するように荷重することで、3径間連続桁を評価した。また、断面形状および鋼材配置等も実橋を考慮し、図一4に示すとおりとした。プレストレス導入度（プレストレスによるコンクリートの緑応力度をゼロにするのに必要な曲げモーメントの死荷重荷重時の作用力による曲げモーメントに対する比）についても、実橋と同様に0.6程度とした。実橋と模型との断面諸元を比較すれば、表一のとおりとなる。

#### 4.1.3 荷重方法

荷重方法は、曲げモーメント分布が実橋の場合と近似するように、荷重条件ごとに側径間中央および中間支点上の断面を対象として、表二に示すような集中荷重で、実橋の応力状態を再現した。

### 4.2 実験結果および考察

#### 4.2.1 ひびわれ発生状態

曲げひびわれ幅については、コンクリート標準示方

書<sup>3)</sup>（以下、「標準示方書」と言う）によれば、次式で計算される。

$$\omega = K_1 \{4C + 0.7(C_s - \phi)\} \times \{\sigma_{se}/E_s + \epsilon_{cs}'\} \dots\dots\dots(1)$$

$\omega$ ：ひびわれ幅 (cm)

$K_1$ ：鋼材の付着性状の影響を表す定数で、鉄筋の場合、一般に1.0としてよい。

$C$ ：かぶり (cm)

$C_s$ ：鋼材の中心間隔 (cm)

$\phi$ ：鋼材径 (cm)

$\sigma_{se}$ ：鉄筋応力度の増加量 (kg/cm<sup>2</sup>)

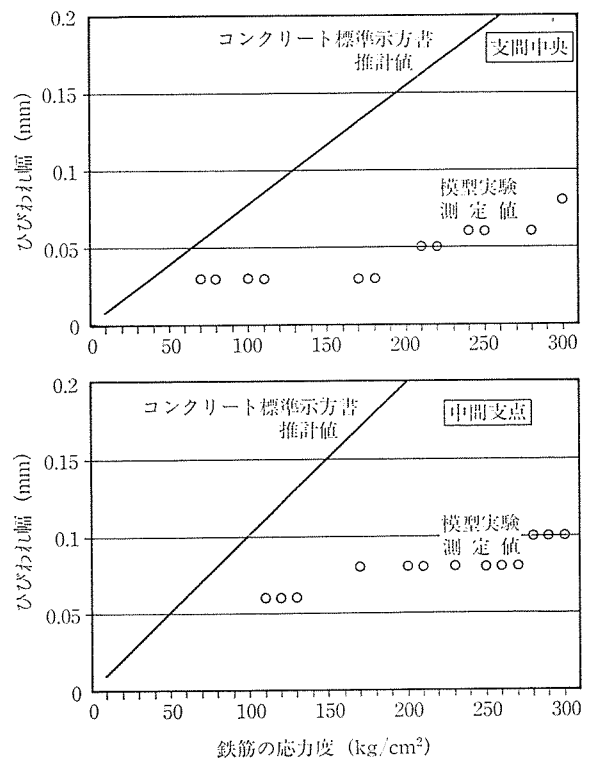
$E_s$ ：鉄筋の弾性係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\epsilon_{cs}'$ ：コンクリートの乾燥収縮およびクリープによるひびわれ幅の増加を考慮するための数値。

模型実験の結果と上記の式(1)とを比較すると、図一5のとおりとなる。鉄筋応力度が同じ場合の実測ひびわれ幅は、式(1)による数値に比べて小さくなっているの、実橋の場合についても同様にこの式によれば、ひびわれ幅の推計値は安全側になると推定される。また、ひびわれ間隔も推計式による数値の2分の1程度となっており、良好に分散されたひびわれ発生状態になると考えられる。

#### 4.2.2 応力状態および終局耐力

PRC 構造の終局耐力も含めた応力状態の推計方法と

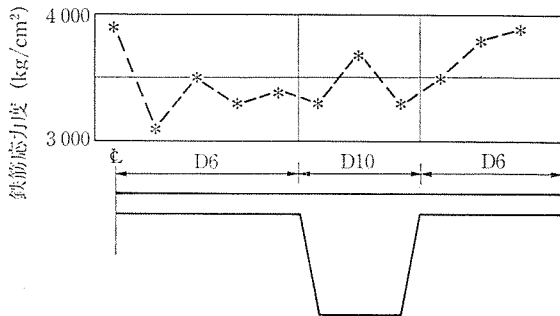


図一5 鉄筋の応力度とひびわれ幅の関係

表—3 各荷重状態の応力および最大荷重

荷重状態	モーメント (t・m)	コンクリート応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	鉄筋応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )	PC鋼材応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )
支 間 中 央		床版上側	主桁下側	主桁下側
死 荷 重	27.0	(25) 21	(-57) -82	(10 580) 9 750
使用限界状態荷重	42.7	(62) 43	(1 495) 414	(11 890) 10 150
終局限界状態荷重	77.3	(183) 172	(3 700) —	(13 730) 14 890
最大荷重	89.8	283	—	—
中 間 支 点		床版上側	床版上側	床版上側
死 荷 重	26.8	-11	(182) 3	(10 470) 9 930
使用限界状態荷重	40.8	-28	(1 070) 84	(11 240) 10 020
終局限界状態荷重	77.0	ひびわれ発生	(3 700) 3 136	(13 730) 11 600
最大荷重	-116.0	ひびわれ発生	—	—

※ コンクリートの正は圧縮。鋼材の正は引張。  
※ 表中の ( ) 内はコンクリート標準示方書による計算値。



図—6 引張フランジの鉄筋応力度 (中間支点)

しては、標準示方書による方法が考えられる。この方法による応力度と模型実験による応力度とを比較すると、表—3 のとおりとなる。表—3 に示すように、応力度については、概ね標準示方書による計算値以下であり、終局耐力も十分にあることが確認された。したがって、PRC 構造の応力状態および終局耐力については、標準示方書による方法で可能であると推察される。

4.2.3 引張フランジ内の鉄筋の有効範囲

中間支点の引張フランジ内に配置されている鉄筋の応力については、模型実験の結果から、図—6 に示すとおり概ね均等に分布されている。したがって、引張フランジ内の鉄筋については、有効な引張鋼材と見なせると推察される。

5. PRC 連続 2 主版桁橋の設計方法

PRC 構造の設計にあたっては、特にひびわれの制御およびひびわれを有することから PC 鋼材・鉄筋の疲労

の検討が重要なポイントとなるので、これらの検討を合理的に行うことが可能な限界状態設計法を適用する必要がある。また、前述の模型実験結果のとおり、ひびわれ幅・応力状態および終局耐力等については、標準示方書に示す方法で行うことが妥当であると推察される。したがって、本橋においては、標準示方書に示す限界状態設計法を参考として、使用限界状態・疲労限界状態および終局限界状態を設定し設計を行うこととした。設計方法の概要を以下に述べる。

5.1 断面力の算定

主桁の断面力の算定に当たっては、RC 構造 および PC 構造とも、一般的にはコンクリートの全断面を有効として剛性を算出し解析を行っている。PRC 構造においては、ひびわれの発生する可能性が高いため、厳密には、ひびわれ発生箇所の剛性が低下するので、これを考慮して設計する必要がある。しかし、ひびわれによる剛性低下が断面力に与える影響は軽微であること、ひびわれの発生が予測される RC 構造においても全断面を有効としていること、剛性低下を考慮した場合には解析が非常に複雑になること等を考慮して、PRC 構造においても、コンクリートの全断面を有効として解析を行うこととした。

また、本橋は、2 主版桁構造であるので、その床版を適正に評価するためには、厳密には 3 次元 FEM 解析を行う必要がある。しかし、試算結果から、平面格子理論との差は少ないので、計算が簡単な平面格子理論および梁理論により解析を行うこととした。主桁主方向の断面力の算定は、各荷重に対して、表—4 に示す理論により計算を行っている。

5.2 安全係数および設計荷重について

各限界状態に対する安全係数は、標準示方書を参考として、荷重係数をのぞき、表—5 に示すとおりに設定した。

設計にあたって考慮する荷重は、道路橋示方書に規定されている荷重の種類とした。ただし、疲労限界状態に

表—4 主桁の断面力の算定方法

	解析モデル	梁理論—P		格子理論—G
		曲げモーメント・軸力	せん断力	ねじりモーメント
主荷重	自重	G	G	G
	静荷重	G	G	G
	乾燥収縮・クリープ	P	P	—
	プレストレス力	P	P	—
従荷重	活荷重	G	G	G
	温度変化	P	P	—
	床版温度差	P	P	—
	橋軸方向地震	P	—	—
	橋軸直角方向地震	P	—	—

表—5 各限界状態に対する安全係数の値

限界状態	材料係数		部材係数 $\gamma_b$	構造解析係数 $\gamma_a$	構造物係数 $\gamma_i$
	コンクリート $\gamma_c$	鋼材 $\gamma_s$			
終局限界状態	1.3	1.0	$\frac{1.0}{*(1.15, 1.3)}$	1.0	1.0
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
疲労限界状態	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0

\* ( ) 内の値は、せん断力およびねじりモーメントに対する検討に用いる。

における活荷重については、TT-43 等価換算荷重とした。この疲労荷重の等価繰返し回数は、本橋の供用期間を 50 年間と仮定して、「PRC 道路橋設計要領(案)」に記述されている東名高速道路・静岡の走行車線の値を参考とし、約 2100 万回とした。疲労荷重の載荷方法は、各部材の変動応力が最大となるように、各径間ごとに TT-43 荷重を最大 1 台載荷するものとした。

各限界状態における設計荷重は、標準示方書 4.3 によれば、式 (2) に示すとおり、荷重の特性値からの望ましくない方向への変動を考慮した荷重係数  $\gamma_f$  と、同時に作用する荷重の生起確率を考慮した荷重組合せ係数  $\psi$  とを、荷重の特性値  $F_k$  に乗じて求めるものとしている。

$$F_d = \sum \gamma_f \cdot \psi \cdot F_k \dots\dots\dots (2)$$

$F_d$  : 設計荷重

ここで、荷重組合せ係数は、荷重の種類および荷重の組合せ確率等を考慮して定める必要があるが、標準示方書においては、その係数を具体的に設定していない。この荷重組合せ係数については、道路橋示方書 III.2.1.1 に終局限界状態における規定があるので、道路橋示方書を参考とするのが妥当と推察される。したがって、本橋に

表—6 荷重の組合せおよび荷重特性係数

限界状態	係数 荷重の組合せ	荷重特性係数					
		主荷重				従荷重	
		死荷重 $D$	活荷重 $L+I$	プレストレス力 $PS(PX)$	乾燥収縮クリープ $CR$	温度 $T$	地震 $EQ$
使用	$D+PS+CR+SH$	1.0		1.0	1.0		
	$D+(L+I)+PS+CR+SH$	1.0	1.0	1.0	1.0		
	$D+(L+I)+PS+CR+SH+T$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
疲労	$D+*(L+I)+PS+CR+SH$	1.0	1.0	1.0	1.0		
終局	$D+(L+I)+PX+CR+SH$	1.3	2.5	1.0	1.0		
		1.0	2.5	1.0	1.0		
		1.7	1.7	1.0	1.0		
局	$D+EQ+PX+CR+SH$	1.3		1.0	1.0		1.3
		1.0		1.0	1.0		1.3

\* (L+I) : 疲労荷重  
PX : プレストレス力による 2 次力

においては、式 (2) による荷重係数  $\gamma_f$  に荷重組合せ係数  $\psi$  を乗じた係数とし「荷重特性係数  $\psi_f$ 」を定義して、式 (3) により各限界状態の設計荷重を算定することとし、表—6 に示すとおり荷重の組合せおよび荷重特性係数  $\psi_f$  を設定した。

$$F_d = \sum \psi_f \cdot F_k \dots\dots\dots (3)$$

### 5.3 曲げモーメントに対する検討

各限界状態における安全性の照査のうち、曲げモーメントについては、以下に示す方法で行った。また、曲げモーメントに対する検討方法について、本橋の設計方法と道路橋示方書による設計方法および標準示方書による設計方法との比較を表—7 に示す。

#### 5.3.1 使用限界状態に対する検討

使用限界状態に対する検討は、コンクリート・鋼材の応力度およびコンクリートのひびわれ幅を制限することによって行う。ただし、中間支点付近の上縁引張区間のコンクリートの引張応力度の制限値は、架橋地点で凍結防止剤を使用するため、耐久性の確保を目的とし、ひびわれの発生を許容しないことを前提に、標準示方書による設計引張強度 (24.8 kg/cm<sup>2</sup>) 以下とすることとした。また、径間中央付近の下縁引張区間のコンクリートの引張応力度については、特に制限値を設けず、ひびわれ幅を制限することとした。

#### 5.3.2 疲労限界状態に対する検討

疲労限界状態に対する検討は、引張鉄筋および PC 鋼材に対して、疲労荷重による変動応力を制限することによって行うこととした。

鉄筋 および PC 鋼材の設計疲労強度は、「PRC 道路橋設計要領(案)」の計算式によることとした。

#### 5.3.3 終局限界状態に対する検討

終局限界状態に対する検討は、設計曲げ耐力の設計曲げモーメントに対する比が 1.0 以上であることを確認することによって行うこととした。設計曲げ耐力の算定に当たっては、コンクリートおよび鋼材の応力-ひずみ曲線を、標準示方書によるものとした。

### 5.4 せん断力およびねじりモーメントに対する検討

各限界状態における安全性の照査のうち、せん断力およびねじりモーメントについては、以下に示す方法で行った。

#### 5.4.1 使用限界状態に対する検討

使用限界状態に対する検討は、補強鉄筋の応力度を、1200 kg/cm<sup>2</sup> 以下に

表一7 曲げモーメントに対する検討における各種設計方法との比較

項 目	道 路 橋 示 方 書	コンクリート標準示方書	観音寺高架橋の設計方法	
応力度の検討	PC 鋼材の許容引張応力度	最大緊張力 $0.8\sigma_{pu}, 0.90\sigma_{py}$ 緊張直後 $0.7\sigma_{pu}, 0.85\sigma_{py}$ その他 $0.6\sigma_{pu}, 0.75\sigma_{py}$	最大緊張力 $0.8f_{pu}, 0.90f_{pyk}$ 緊張直後 $0.7f_{pu}, 0.85f_{pyk}$ 限界値 $0.70f_{puk}$ (使用限界状態)	最大緊張力 $0.8\sigma_{pu}, 0.90\sigma_{py}$ 緊張直後 $0.7\sigma_{pu}, 0.85\sigma_{py}$ 死荷重時 $0.7\sigma_{pu}, 0.85\sigma_{py}$
	コンクリートの曲げ圧縮応力度の制限値	プレストレス直後 $160\text{ kg/cm}^2$ 全死荷重作用時 $125\text{ kg/cm}^2$	プレストレス直後 $175\text{ kg/cm}^2$ 永久荷重作用時 $140\text{ kg/cm}^2$	プレストレス直後 $175\text{ kg/cm}^2$ 全死荷重作用時 $140\text{ kg/cm}^2$
使用限界状態	鋼材の応力度増加量	—	ひびわれ幅の検討を省略できる場合の永久荷重による応力度増加量 異形鉄筋 $1200\text{ kg/cm}^2$ PC 鋼材 $1000\text{ kg/cm}^2$	全死荷重作用時の許容増加量 異形鉄筋 $1200\text{ kg/cm}^2$ PC 鋼材 $1000\text{ kg/cm}^2$
	ひびわれ幅の検討	(コンクリート引張応力度を制限し、ひびわれを許容しないこととしている)	許容ひびわれ幅 異形鉄筋・一般環境 $0.005C$ ( $C$ : かぶり)	許容ひびわれ幅 ( $C$ : かぶり) 異形鉄筋・一般環境 $0.005C$ ただし、中間支点付近の上縁引張区間のコンクリートの設計引張応力度を $24.8\text{ kg/cm}^2$ に制限
疲労限界状態 (鋼材と鉄筋の変動応力の照査)	—	設計疲労強度の設計変動応力に対する比が構造物係数以上であることを確認する。	疲労荷重 (TT-43) による変動応力が、設計疲労強度以下であることを確認する。	
終局限界状態	応力ひずみ曲線	Ⅲ.2.2.4 で規定	道路橋示方書と同じ	道路橋示方書と同じ
	断面力の算出	① $1.3 \times$ 死荷重 + $2.5 \times$ (活荷重 + 衝撃) ② $1.0 \times$ 死荷重 + $2.5 \times$ (活荷重 + 衝撃) ③ $1.7 \times$ (死荷重 + 活荷重 + 衝撃)	荷重係数、荷重修正係数、荷重組合せ係数および構造解析係数を考慮して設計断面力 $S_d$ を算出する。	道路橋示方書と同じ
	断面破壊の安全性の検討	Ⅲ.2.2.4 で抵抗曲げモーメントを算出し、断面力以上であることを確認する。	部材係数と材料係数を考慮した設計断面力 $R_d$ を算出し、 $R_d/S_d$ が構造物係数以上となるように設計する。	設計曲げ耐力 $M_{ud}$ は標準示方書により、設計断面力 $M_d$ は道路橋示方書によるものとし、 $M_{ud}/M_d$ が構造物係数以上となるように設計する。

※ コンクリートの応力度制限値は、設計基準強度  $350\text{ kg/cm}^2$  の場合の数値を示す。

制限することによって行うこととした。ただし、中間支点付近の上縁引張区間のコンクリートの斜引張応力度は、曲げモーメントに対する検討と同様に、耐久性の確保を目的として、せん断力またはねじりモーメントが作用する場合は設計引張強度の 75% 以下に、せん断力とねじりモーメントが同時に作用する場合は設計引張強度の 95% 以下に制限することとした。

#### 5.4.2 疲労限界状態に対する検討

疲労限界状態に対する検討は、補強鉄筋に対して、疲労荷重による変動応力を制限することによって行うこととした。疲労荷重の設定および鉄筋の設計疲労強度は、曲げモーメントに対する検討と同様な方法で計算することとした。

#### 5.4.3 終局限界状態に対する検討

終局限界状態に対する検討は、せん断力に対しては標準示方書 6.3 による方法で、ねじりモーメントに対しては標準示方書 6.4 による方法で行うこととした。

### 6. 設計結果について

観音寺高架橋の設計結果のうち、代表的な 3 径間連続 2 主版桁 (径間長 30 m) について、PRC 構造

と PC 構造とを比較すると表一8 のとおりになる。また、両者の主桁断面図を図一7 に示す。以下に、本橋の設計結果の概要を述べる。

#### 6.1 応力状態について

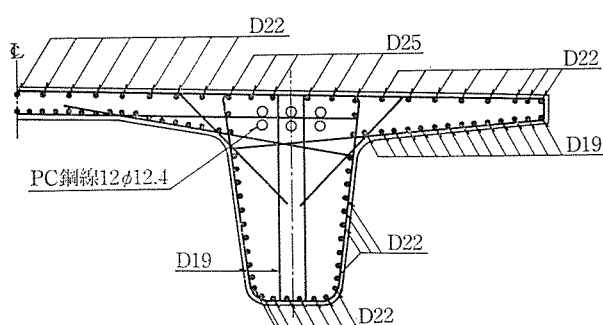
曲げモーメントに対する検討結果から、中間支点上では、PRC 構造のプレストレス導入度が約 0.65 となり、使用限界状態時の上縁側のコンクリート引張応力度で、PC 鋼材本数が決定している。また、PRC 構造の使用限界状態時の側径間中央付近のコンクリート下縁の引張応力度は、約  $40\text{ kg/cm}^2$  となっているので、ひびわれの発生が予想される。そのひびわれ幅は、標準示方書の推

表一8 PRC 構造と PC 構造との断面比較

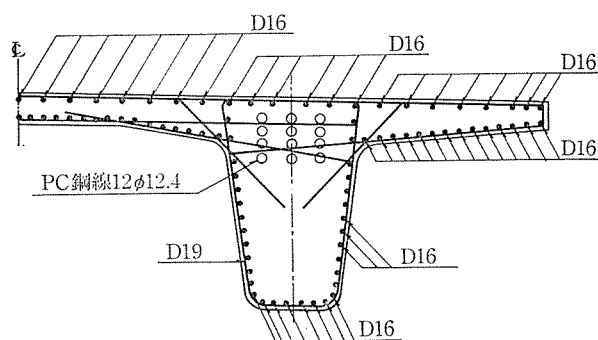
項 目	P R C 構 造		P C 構 造		
	側 径 間	中 間 支 点	側 径 間	中 間 支 点	
プレストレス導入度	0.748	0.651	1.088	1.126	
P C 鋼材本数	12 本	12 本	24 本	24 本	
引張側配置鉄筋	主桁 D29 床版 D22	主桁 D25 床版 D22	主桁 D16 床版 D16	主桁 D16 床版 D16	
活荷重作用時コンクリート応力度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	上 縁	49.3	-23.3	52.3	8.3
	下 縁	-40.2	95.7	5.1	76.8
曲げひびわれ	0.28 mm	引張応力度で制限	—	—	

表—9 PRC 構造と PC 構造との経済比較

内 容	P R C 構 造				P C 構 造			
	数 量	単 位	単 価 (円)	金 額 (千円)	数 量	単 位	単 価 (円)	金 額 (千円)
コンクリート (高欄・地覆)	63	m <sup>3</sup>	20 000	1 260	63	m <sup>3</sup>	20 000	1 260
コンクリート (主桁・床版)	673	m <sup>3</sup>	21 500	14 470	673	m <sup>3</sup>	21 500	14 470
型 枠	1 901	m <sup>2</sup>	15 000	28 515	1 901	m <sup>2</sup>	15 000	28 515
鉄 筋	110	t	150 000	16 500	82	t	150 000	12 300
PC 鋼棒 φ32 (床版)	9 996	kg	1 190	11 895	9 996	kg	1 190	11 895
PC 鋼より線 12φ12.4	9 424	kg	980	9 236	18 848	kg	989	18 471
ゴム支承 (t=48)	1.2	m <sup>2</sup>	240 000	288	1.2	m <sup>2</sup>	240 000	288
ゴム支承 (t=80)	2.7	m <sup>2</sup>	500 000	1 350	2.7	m <sup>2</sup>	500 000	1 350
伸 縮 装 置	3 204	kg	1 000	3 204	3 204	kg	1 000	3 204
合 計				(1,000) 86 718				(1,058) 91 753



(a) PRC構造



(b) PC構造

図—7 PRC 構造と PC 構造の鋼材配置断面図  
(中間支点上)

計式によれば、最大で 0.28 mm 程度であり、許容ひびわれ幅 (0.30 mm) 以下となっているので、耐久性上は問題ないものと推察される。

PRC 構造の疲労限界状態時の鋼材の変動応力度は、鉄筋で 480 kg/cm<sup>2</sup>、PC 鋼線で 370 kg/cm<sup>2</sup> となっており、いずれも、設計疲労強度 (鉄筋で 1 055 kg/cm<sup>2</sup>、PC 鋼線で 790 kg/cm<sup>2</sup>) 以下であるので、疲労に対しても十分に安全である。

## 6.2 施工性について

本橋の PRC 構造と PC 構造とでは、PRC 構造の鉄筋量が増加するものの、PC 鋼材量が半分となっている。したがって、コンクリート打設において障害となってい

るシース本数が減少し、コンクリート打設が容易となることから、施工性は、PRC 構造が優れていると思われる。

## 6.3 経済性について

経済性については、表—9 に示すとおり、PRC 構造が PC 構造より、鉄筋量が 30% 程度増加するが、主桁の PC 鋼線量が 2 分の 1 となるので、上部工費で 6% 程度経済的となっている。したがって、本橋のような中規模程度の径間長の橋梁においては、その採用の効果は大きいと思われる。

## 7. ま と め

PRC 連続 2 主版桁橋の設計方法について、今回の検討結果をまとめると以下のとおりとなる。

- ① PRC 構造の設計にあたっては、標準示方書による限界状態設計法を参考とした本文に示す方法を行うことが妥当であると推察される。
- ② 使用限界状態におけるひびわれ幅の推計方法は、PRC 構造においても、標準示方書による推計式によることが妥当であると推察される。
- ③ フランジ内に配置された鉄筋については、引張力に対して、フランジ全幅で有効であると推察される。
- ④ PRC 構造は、本橋の形式においては、PC 構造に比べて経済的となる。
- ⑤ PRC 構造は、PC 構造に比べて PC 鋼材量が減少することから、コンクリートの施工性が改善されると思われる。

## 8. あとがき

PRC 構造ならびに限界状態設計法を道路橋に本格的に適用することは、わが国では初めてであることから、PRC 構造の設計にあたっては、多くの課題がある。本橋の設計によって、これらについては、ある程度整理で

◇報 告◇

きたと考えられるが、まだ残された課題は多いと思われる。したがって、今後は、実橋の載荷試験を行い、実構造物の挙動を確認する等の検討をさらに継続する予定としている。

最後に、本橋の設計にあたって、御指導および御検討頂いた「観音寺高架橋（上部工）の PRC 適用に関する調査研究委員会」（委員長：西澤紀昭 中央大学教授）の

委員ならびに幹事の皆様に、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) PRC 道路橋設計要領（案），（財）高速道路調査会
- 2) 観音寺高架橋（上部工）の PRC 適用に関する調査研究報告書，（財）高速道路技術センター
- 3) コンクリート標準示方書，昭和 61 年
- 4) 道路橋示方書 I・II，昭和 53 年 1 月

【1990 年 4 月 25 日受付】

◀刊行物案内▶

第 29 回 研究 発表 会 講 演 概 要

体 裁：B 5 判 116 頁

頒布価格：3 000 円（送料：350 円）

内 容：（1）プレストレストコンクリート部材の累加最大曲げ耐力について，（2）プレストレストコンクリート梁と鉄骨柱との接合法に関する基礎実験，（3）プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁部材の曲げ強度について，（4）アウトケーブルを用いたはりの支持点の力学的性状試験，（5）高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入した格子状変厚プレキャスト板に関する実験的研究，（6）プレストレスト鉄筋コンクリート合成断面部材の応力計算，（7）新綾部大橋実橋載荷試験について，（8）大反力ゴム支承を用いた PC 多径間連続橋の振動試験，（9）PC 鋼材突起定着部の設計手法に関する一考察（その 1），（10）PC 鋼材突起定着部の設計手法に関する一考察（その 2），（11）生口橋 PC 桁部の設計，（12）3%食塩水における PC 鋼より線の応力腐食割れ試験，（13）PC 板埋設型枠を用いた合成床スラブの多数回繰返し載荷実験，（14）プレキャスト PC 版を用いた床版打替工法用スラブ止めの実験，（15）PC 合成床版の耐火性について，（16）ポストテンション方式による PC 舗装版の摩擦低減試験およびジャッキアップ試験，（17）沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発，（18）ロックアンカーを用いた片持ち式ロックシェッドの載荷試験について，（19）合成アーチ巻立て工法による城址橋の施工，（20）三井野原ループ 6 号橋の施工，（21）現場製作ケーブルを用いた PC 斜張橋（上妻橋）の施工，（22）横浜博覧会「海のパビリオン」H.M.S. の設計と施工，（23）横浜新道（拡幅）藤塚工事に伴う PC フレームアンカー工事，（24）プレキャストブロックによる PC 耐圧板工事，（25）国道 115 号横向 1 号橋の設計と施工について，（26）吊床版橋の設計施工と振動実験—鳥山城カントリークラブ歩道橋—，（27）新十勝大橋（仮称）の設計と施工，（28）プレキャスト PC タンクの設計・施工，（29）牛滝川橋の設計と施工，（30）製紙用 PC タンクの設計について