

(132) PCコンポ橋 岡部川橋の設計・施工

建設省中部地建 静岡国道工事事務所 工藤 隆  
 建設省中部地建 静岡国道工事事務所 小島正志  
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 ○田中秀斉  
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 鎌田祐一

1. はじめに

近年、省力化施工・コスト縮減を目指した橋梁開発へのニーズが高まっている。「PCコンポ橋」は、現行の標準ポストテンションT桁橋や合成I桁橋に対し、さらに施工性・経済性を追求した新しい構造といえ、平成8年改訂の道路橋示方書にも「PC合成床版タイプのPC合成げた橋」として新しく取り上げられた。PCコンポ橋は、支間 20~50m 程度の道路橋を対象に主桁および中間横桁の少数化を図った構造であり、主桁はプレキャストセグメント工法により製作し、床版は型わく兼用のプレキャストPC板を使用してPC合成床版とするなど、極力現場作業を軽減した合理化コスト縮減橋梁である。

この橋梁形式は、(社)プレストレストコンクリート建設業協会が工法の確立を目指して建設省との共同研究を数年来、推し進めてきたものであり、今回、国道1号岡部バイパス上り線に2径間連結構造のPCコンポ橋が適用された。当上部工事は、平成8年度の建設省「試験フィールド制度」工事の一環として実施施工における適応性について検証を行ったものであり、今後への波及効果が期待される。

2. 工事概要

工事箇所：一般国道1号岡部バイパス岡部川橋（上り線）

構造形式：プレキャスト桁架設方式連続合成桁（PC合成床版タイプ）

橋 長：70.640m	平面線形：R = ∞
支 間：2 @ 34.350m	横断勾配：2.000%
有効幅員：9.250m	縦断勾配：3.602%~1.223%
設計荷重：B活荷重	斜 角：90°
支承条件：反力分散支承（タイ°B 支承）	架設工法：架設桁架設

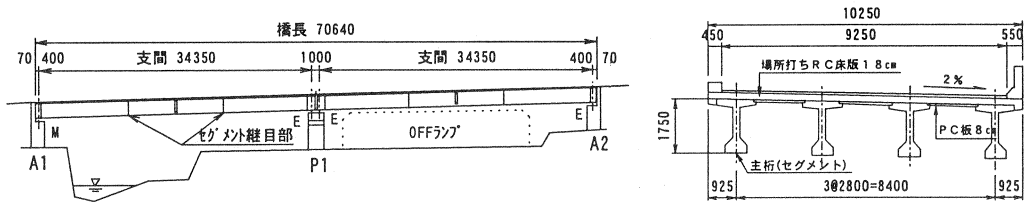


図-1 一般形状図

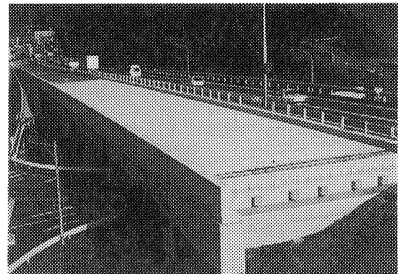
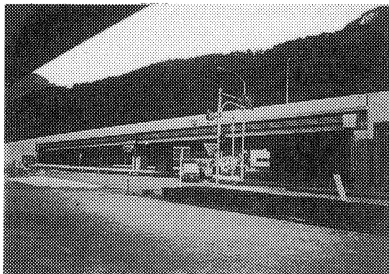


写真-1 完成状況

表-1 岡部川橋の主要数量

		主桁工	P C 板工	横組工	床版工
コンクリート	設計基準強度	600 kgf/cm <sup>2</sup>	500kgf/cm <sup>2</sup>	300kgf/cm <sup>2</sup> (早強)	300kgf/cm <sup>2</sup> (普通)
	使用数量	240m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>	137 m <sup>3</sup>	44 m <sup>3</sup>
P C 鋼材	種別	SWPR7BL 12S15.2	SWPR7A S9.3	SWPR19 1S19.3	---
	使用数量	14.8 t	1.1 t	0.6 t	---
鉄筋	種別	SD295A	SD295A	SD295A	SD295A
	使用数量	36.6 t	1.8 t	4.2 t	32.9 t

### 3. 設計概要

当初、岡部川橋は2径間のポストテンション単純T桁橋で計画されており、下部工が上下線とも昭和48年に、下り線の上部工については昭和50年に完成し、その後供用されてきた。

今回、上り線の実施設計にあたっては、①設計荷重がB活荷重対応となること、②下部工が既設であるため桁高に制限を受けること、③耐震性の観点から地震時水平力を軽減するといったことなどを考慮して、合理的かつコスト縮減が可能な構造となるよう以下の設計方針とした。

#### 3.1 設計方針

- ①新合成桁「P Cコンボ橋」の採用により、主桁本数は当初設計の標準ポストテンションT桁6本から4本に減じ、軽量化と合理化施工を図った(図-2参照)。
- ②耐震性と走行性の向上を図るため、橋脚上で主桁を連結連続構造とした。
- ③反力分散ゴム支承を採用し、既設下部工に作用する地震時水平力を調整した。
- ④P C合成床版の設計施工に関する適用指針は、「P C合成床版工法設計施工指針(案)」(土木学会コンクリートライブラリ-第62号 昭和62年3月)によった。
- ⑤P C合成床版厚は、道路橋示方書の規定に基づき決定した。

「P C合成床版」とは、プレキャストP C板を床版の型わく支保工兼用として使用し、場所打ちRC床版と一体化させた床版である。P C板自重、場所打ち床版荷重および作業荷重に対してはP C板単体で、橋面荷重および活荷重に対しては合成床版として抵抗させる構造である。なお、床版橋軸方向についてはP C板を無視したRC床版構造となる。

なお、現在では(社)プレストレストコンクリート建設業協会より「P Cコンボ橋——P C合成げた橋(P C合成床版タイプ)設計・施工マニュアル(案)平成9年9月」が発刊されているので参照されたい。

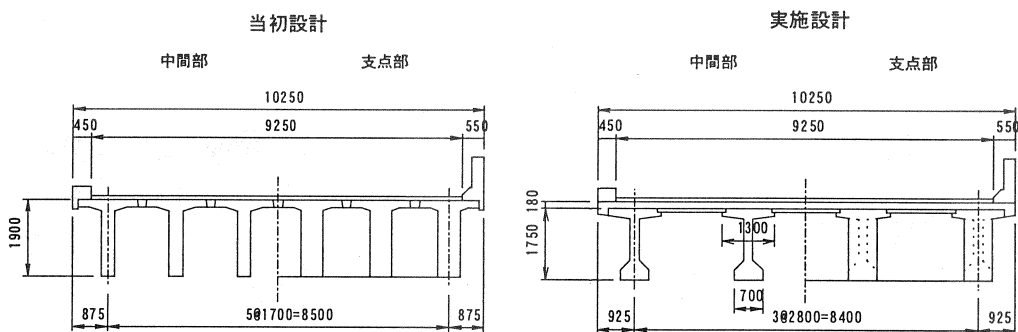


図-2 横断面比較

3.2 検討結果

(1) 主桁の応力検討結果

PCコンポ橋の一般的な桁高としては支間の 1/14~1/15 を想定する<sup>1)</sup>が、本橋の桁高は、1.750m と支間長 34.350m に対し、桁高支間比 1/19.6 という厳しい制限を受けた(図-3 参照)。

このため、 $\sigma_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$  の高強度コンクリートを使用して桁高制限を満足させ、軽量化を図った。したがって、必要コンクリート強度の観点からも工場製セグメントのみが対応可能といえた。表-2 に主桁下縁の応力検討結果を示す。

表-2 主桁下縁の合成応力度 (単位:  $\text{kgf/cm}^2$ )

	支間中央	セグメント目地部	許容応力度
プレストレス導入直後	208.8	213.2	$\leq 230$
設計荷重作用時	-11.7	14.9	$\geq -20$ (0)
活荷重 70%割増時	----	-13.2	$\geq -30$

注1) ( ) 内数値は、セグメント目地部を示す。

注2) 主桁PC鋼材は、12S15.2B N=4 本使用。

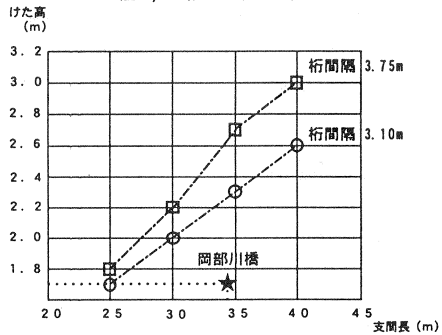
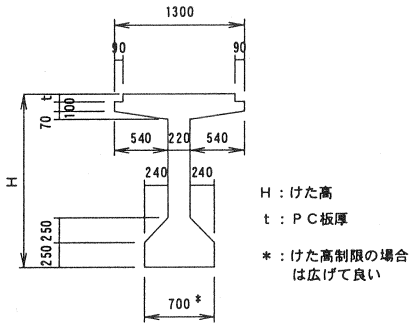


図-3 けた高一支間の関係(参考)<sup>1)</sup>

(2) PC合成床版の検討結果

- ・「道示Ⅲ5.4.1」床版の最小全厚(連続版)

$$d_0 = 3L + 11 = 3 \times 2.580 + 11 = 18.7\text{cm}, \quad d = k_1 \cdot k_2 \cdot d_0 = 1.25 \times 1.0 \times 18.7 = 23.4\text{cm}$$

- ・「道示Ⅲ7.2」(2)項の解説による最小全厚の割増し

PCコンポ橋の場合、合理化施工の観点から中間横桁は支間中央に1箇所設けることを基本としており、岡部川橋では横桁間隔が 17.175m となる。道示に規定する中間横桁間隔が 15m を超える場合には床版の最小全厚を 10%割増すものとある。これは中間横桁の減少に伴い、床版に荷重分配性能や付加応力を考慮したものである。

$$d = 23.4 \times 1.1 = 25.7\text{cm} \approx 26\text{cm} \rightarrow \text{岡部川橋の床版全厚 } t = \text{PC板 } 8\text{cm} + \text{RC床版 } 18\text{cm} = 26\text{cm}$$

- ・床版応力検討結果(表-3 参照)

連続版支間曲げモーメントについては、道示Ⅲ5.5.1 に規定する単純版の 90%として設計した。

表-3 床版応力検討結果

		床版厚 (cm)	配置鉄筋量 $A_s$	鉄筋応力度 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	コンクリート応力度 ( $\text{kgf/cm}^2$ )	
橋軸直角方向	支間中央 (PC合成床版)	RC床版 18cm	D16 @ 250=7.944 $\text{cm}^2$ > $A_{smin}=2.25\text{cm}^2$	コンクリート引張応力度に対する引張鉄筋量の照査	床版上縁	30.7 < 100
		PC板 8cm			床版下縁	-10.3 > ---
	合計 26cm	PC板上縁	51.4 < 170			
		PC板下縁	0.1 > 0			
	連続版支座位部	44cm	D16 @ 125	936 < $\sigma_{sa}=1200$	26 < $\sigma_{sa}=100$	
	橋軸方向	18cm	D19 @ 125	1192 < $\sigma_{sa}=1200$	88 < $\sigma_{sa}=100$	

(3) 死荷重反力の比較

PCコンボ橋連結桁と現行ポスト単純桁の死荷重反力を表-4に示す。現行ポスト単純桁についても試算の結果、コンクリート強度 $\sigma_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ を必要とする結果となった(12S12.7B N=5本使用)。現行ポストを連結桁とした場合には、連結部コンクリートの重量増加により死荷重反力はさらに増えることになる。

表-4 死荷重反力比較 (t)

	PCコンボ橋 連結桁H=1.750m	現行ポスト 単純桁=1.900m
橋台反力	323.1	349.8
橋脚反力	734.8	699.6
死荷重反力合計	1,381.0	1,399.2

4. 施工概要

4.1 施工フロー (図-4 参照)

架設作業にあたっては、桁下道路の交差条件からOFFランプの夜間通行止め、片側交互通行の規制を実施した。参考までに、現行ポスト桁橋との現場施工日数の比較を表-5に示す。

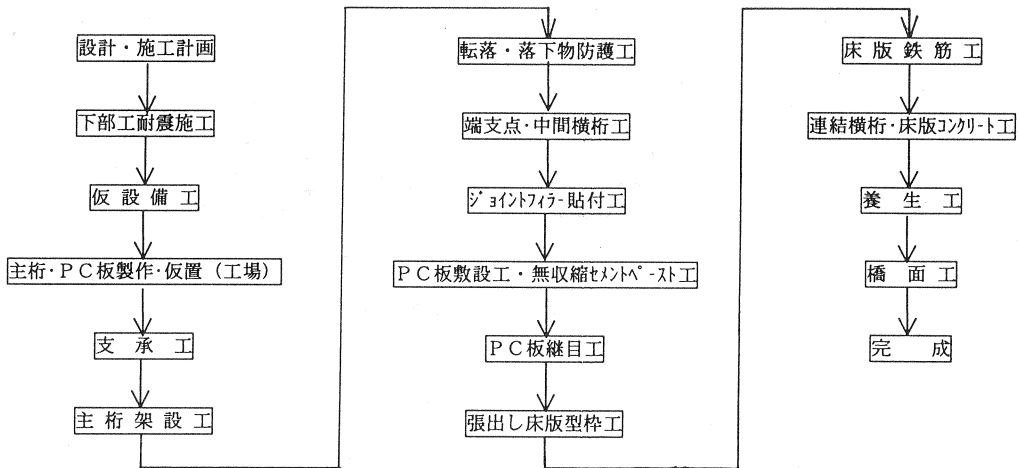


図-4 施工フロー

表-5 現場施工日数の比較

	工場製作	現場施工		
PCコンボ橋 (連結成桁) 4主桁×2径間	①主桁セグメントの製作・保管 ②プレキャストPC板の製作・保管	①主桁セグメントの接合 (主桁組立)	②主桁架設	③端支点・中間横桁の施工 ④PC板の敷設 ⑤中間支点横桁・床版の施工
		60日		40日
ポスト単純桁 (在来工法) 6主桁×2径間		①主桁製作 140日	②主桁架設 40日	③横組工 50日

4.2 工場製作

プレキャストセグメント桁およびプレキャストPC板の製作は、PC桁製作工場にて行った。

①プレキャストセグメント桁は、3分割した1主桁(3セグメント)ごとに製作を行い、全8主桁(合計24セグメント)を製作し、工場内にストックした。1セグメントの標準寸法は、セグメント長 $L=12\text{m}$ 、桁高 $H=1.750\text{m}$ 、セグメント重量は $W=25\text{tf}$ である。主桁には床版との合成ずれ止め鉄筋が配置されている。主桁の鉄筋量

はコンクリート 1m<sup>3</sup>あたり 152kg であった。

- ② PC板のプレストレス導入方法は、プレテンション方式である。PC板の標準寸法は、 $W998 \times L1620 \times H20$ 、1枚あたり重量は  $W=313\text{kgf}$  であり、全 204 枚を製作し工場内にストックした。PC板表面の仕上げ形状は、新旧コンクリートの付着をよくするために「PC合成床版工法設計施工指針（案）」に準拠した凹凸をつけた（図-5 参照）。

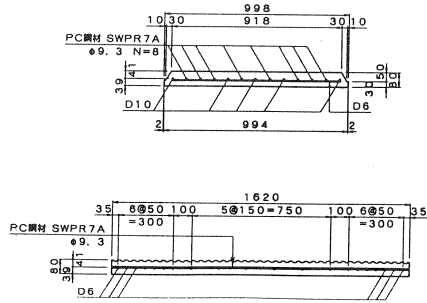


図-5 PC板詳細

#### 4.3 現場施工

- ①プレキャストセグメント桁の接合（主桁組立）

A1 橋台背面に主桁組立および引き出し用の軌道を設置し、工場より運搬されたプレキャストセグメント桁をトラッククレーンおよびトローリーによりセグメントの接合・主桁組立を行った。主桁プレストレスの導入はフレッシュ工法により行った。

- ②主桁架設工（図-6、写真-2）

主桁架設は、橋台背面より架設機架設により 1 主桁組立完了ごとに行い、1 径間架設完了後、架設機材を移動し、4 主桁×2 径間を架設した。

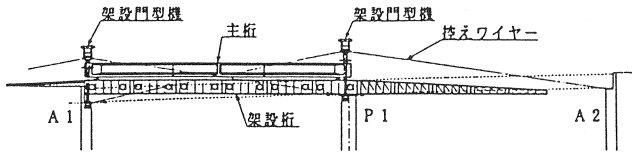


図-6 架設要領図

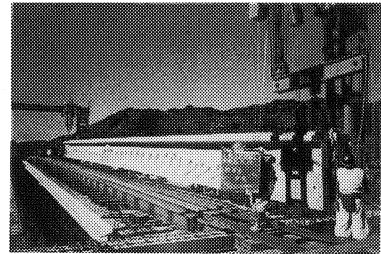


写真-2 主桁架設状況

- ③端支点横桁・中間横桁の施工

主桁架設完了後、桁下道路防護を兼ねた吊り足場を設置した。端支点横桁および各径間に 1 箇所ある中間横桁の施工を行い、横方向プレストレスを導入した。

- ④プレキャストPC板の敷設（写真-3、図-7）

搬入されたPC板をトラッククレーンにより橋台背面および橋下側面から敷設した。敷設作業と並行し、主桁とPC板の取付部の施工を行った。取付部の施工は、ジョイントワイヤーを主桁に貼り付けた後、無収縮モルタルを流し込み、流動性のある内にPC板を敷設した。ジョイントワイヤーは、PC板とその受け部のなじみをよくし不陸調整をすることと、無収縮モルタルの漏れを防止することにあり、一般に市販されている接着剤付きのスポンジテープを使用した。PC板敷設完了後、各PC板の継目部にシール材として無収縮モルタルを打設した。

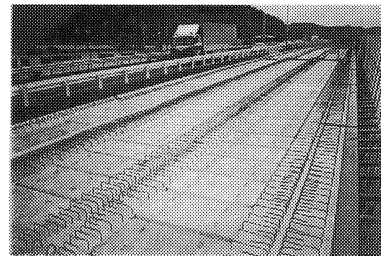


写真-3 PC板敷設完了状況

- ⑤中間支点連結横桁・床版の施工

PC板敷設完了後、中間支点横桁・床版の施工を行った。コンクリート 1m<sup>3</sup>当たりの鉄筋量は 208kg であった。

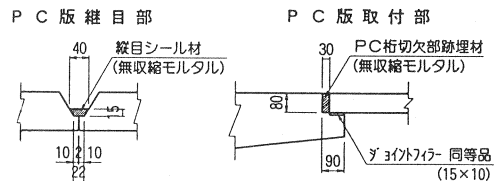


図-7 PC板取付部詳細

## 5. 評価

### (1) 施工性

- ①工場製作のプレキャストセグメント工法(主桁・PC板)の採用により現場作業が減少し、工期の短縮や労働環境の改善を図ることができた。
- ②主桁および中間横桁の少数化により労務工数の削減や工期短縮を図ることができた。
- ③現行のT桁と比較して、架設時の桁の安定性・安全性が向上した。
- ④PC板敷設による床版施工は、多くの労力を必要とする床版型わく作業が省略され同時に現場作業に安心感を与え、作業環境改善への効果が大きい。また場所打ち床版厚さが一定となり、施工性が向上した。

### (2) 耐久性

- ①PC合成床版構造としたことにより、床版の耐久性が飛躍的に向上する。耐久性については土木研究所で行った輪荷重走行疲労試験により検証されている<sup>2)</sup>。
- ②主桁、PC板を品質管理の行き届いた工場で作成するため、耐久性が向上する。

### (3) 経済性

- ①プレキャスト工法、少数主桁構造、PC合成床版構造などの採用により、8%程度のコスト削減が可能となった。橋梁規模が大きい場合や工期の制約がある場合にメリットが大きくなる。
- ②耐久性の向上により、維持管理を含めたトータルコストの低減が十分期待できる。

### (4) 環境保全

- ①合板型枠などの削減により現行のT桁に対し産業廃棄物が8割程度に減少した結果、資源の保護にも貢献できる。
- ②現場作業が減少し、騒音・振動などの発生を少なくできた。

## 6. 今後の課題

- ①本橋においては交差条件の都合上、完全防護吊り足場を設置したが、中間横桁の省略および吊り足場不要による施工の省力化・工期短縮が求められる。
- ②道路橋示方書に規定する合成桁ずれ止め鉄筋の設計方法について、ずれ止め鉄筋量および配置について緩和できるか否か合成度合の検証が必要である。
- ③工場製作プレキャストセグメント桁の場合、運搬重量および建築限界の制約から桁高が制限され適用支間が限定されるため、今後、さらなる高強度コンクリートの採用が望まれる。
- ④平面線形対応にもよるが、張出し床版施工を極力減じた設計施工が必要である。
- ⑤多径間連結桁構造の場合、PC板敷設時の床組工の安定性を図る上で中間支点横桁の施工についても先行施工が望まれる。とくに曲線橋や斜橋の場合、架設時の安全性確保が必要となる。
- ⑥PC板の製作面について、示方書では付着せん断抵抗の面から表面は凹凸を設け「ほうき目」による粗面仕上げを規定しているが、仕上げ制度の管理が難しく簡略化を図りたい。

## 7. おわりに

トータルライフコストの削減を可能にしたPCコンボ橋の普及を願うと同時に、今後ますます新しい合成桁が提案されることを期待したい。最後に本橋の設計・施工にあたり多大なご指導、ご尽力を頂いた建設省土木研究所をはじめ、(社)プレストレストコンクリート建設業協会ならびに関係各位に深く感謝の意を表します。

### [参考文献]

- 1)プレストレストコンクリート技術協会：第26回技術講習会「PCコンボ橋の設計・施工について」、平成10年2月
- 2)西川,内田,菅谷：PC合成床版(PC合成げた橋)の耐久性に関する実験的研究,第22回日本道路会議,1998年12月