

(97) PCコンファインド工法による昭和橋の橋脚補強

(株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 ○菅野 則夫
 静岡県 島田土木 川根支所 夏目 幸次
 八千代エンジニアリング(株) 辻 眞規男
 (株)ピー・エス 名古屋支店 正会員 大浦 隆

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に全国各地で橋脚補強工事が実施され、また計画されている。静岡県は特に、東海地震に備えて耐震補強工事を積極的に押し進めている。ここに紹介する昭和橋橋脚補強工事はコンクリートのプレキャストパネルとPC鋼線を使用した新しい補強工法(PCコンファインド工法)で施工されたものである。以下に工事概要とプレキャストパネルの製作および施工概要について述べる。

2. 昭和橋の工事概要

本橋は、川根町石風呂地区と中川根町地名地区を結ぶ主要地方道川根寸又峽線の大井川に架かる3径間連続非合成钣桁橋(橋長180m)である。本路線は大井川中流域地区の生活道路であるとともに南アルプス国立公園を控えた観光道路でもある。

この橋は昭和53年に架設されたもので比較的新しいが、平成3年度に島田土木事務所では橋梁震災点検調査を実施した。その結果、橋脚の強度不足と出水時の転石による橋脚の損傷が著しく鉄筋が露出している状況から、兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様(以下[復旧仕様])に準拠した補強と橋脚補修を兼ねた工法となるPCコンファインド工法(スパイラル方式)による耐震補強工事を実施した。

事業名 平成8年度(主)川根寸又峽線
 地方特定橋梁補修工事(昭和橋)
 路線名 主要地方道 川根寸又峽線
 工事箇所 榛原郡中川根町地名地先
 工期 平成8年10月~平成9年3月
 橋脚寸法 $\phi 3, 500 \times 12, 000$ 2基

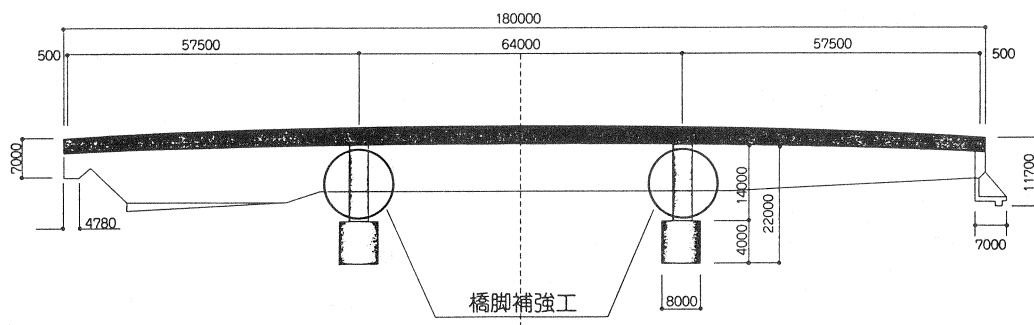


図-1 昭和橋

3. スパイラル方式によるPCコンファインド工法

1995年の兵庫県南部地震において、数多くの橋脚が重大な被害を受けた。地震の規模が大きかったこ

とに加え、昭和55年以前の旧規準に基づいた橋脚は帯鉄筋が十分でなかったことも一因に上げられている。

耐震補強には従来より、鉄筋を増加させるとともに断面を大きくして耐力を上げる方法と、変形性能(じん性)を高めて地震エネルギーを吸収させる方法がある。

前者は主にコンクリート巻立て工法で、工費的に有利であるが鉄筋量が多くなり、定着フックにより鉄筋組みが煩雑となる欠点がある。後者は鋼板巻立て工法で、変形性能に優れるが、エポキシ樹脂の充填や現場溶接等の品質管理に細心の注意が必要である。PCコンファインド工法はPC鋼材の高降伏点強度を生かすもので、少ない鋼材量で所定の性能を持たせることができる。PC鋼材の降伏点強度を考慮することでコンクリート巻立て工法に準ずる設計ができ、耐力とじん性をバランス良くそして自由度の高い設計が期待できる。

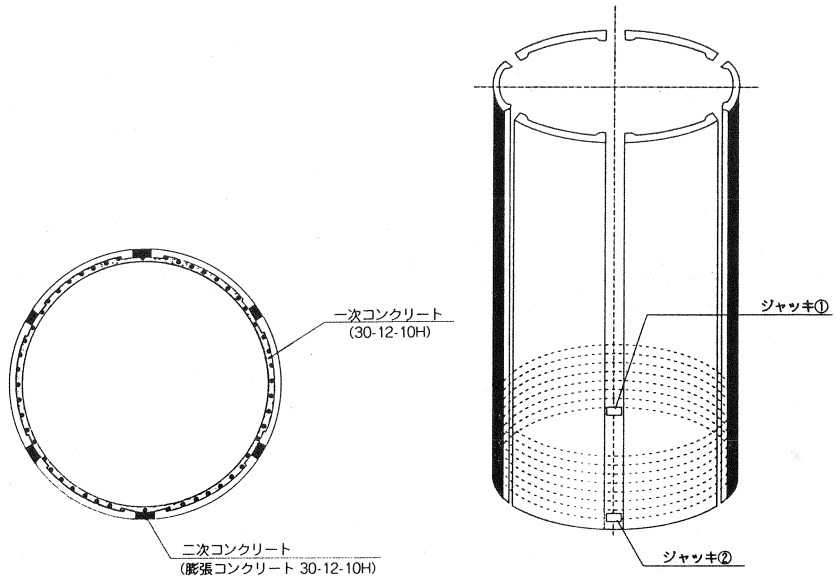


図-2 PCコンファインド工法スパイラル方式

本工法のスパイラル方式は、プレキャストパネルを橋脚外周に建て込み、このパネル内にPC鋼線を連続的にスパイラル状に配置し特殊小型ジャッキで連続的にプレストレスを導入する方式である。通常の中規模橋脚(橋脚径が2mから5m程度)に適している。

本工法の特長を整理すると、以下のようである。

- ① PC鋼材をスパイラル状に配置し、プレストレスを導入することにより、プレキャストパネルと既設橋脚との一体化が図れる。
- ② 降伏強度の高いPC鋼材を帯鉄筋として使用することによりコンファインド効果が高められじん性に優れた粘り強い橋脚となる。
- ③ 工場製品であるプレキャストパネルを使用することにより、現場作業の省力化が図れ、工期も短縮できる。

4. 設計

設計は[復旧仕様]に基づいて行った。

1) 橋脚諸元と荷重

表-1に示す通りである。

表-1 橋脚諸元と荷重

橋名	昭和橋(P1・P2)
既設橋脚径	φ 3.500m
橋脚高	12.000m
反力(死荷重反力)	Rd=672.8t
支承条件	可動
地盤種別	1種地盤
設計水平震度	0.20
補強後の橋脚径	φ 3.900m

2)許容応力度および物理定数

表-2に示す通りである。

表-2 許容応力度と物理定数

使用材料		既設部	補強部
コンクリート			
設計基準強度	σ_{ck} kg/cm ²	240	300
ヤング係数	E_c "	250,000	280,000
鉄筋		SD295	SD345
降伏点応力度	σ_{sy} kg/cm ²	3,000	3,500
ヤング係数	E_s "	2,100,000	2,100,000
P C鋼材		-----	1S17.8
引張強度	σ_{pu} kg/cm ²		19,000
降伏点応力度	σ_{py} "		16,000
許容引張応力度			
設計荷重時	σ_{pe} kg/cm ²		11,400
導入直後	σ_{pt} "		13,300
緊張中	σ_{pi} "		14,400
ヤング係数	E_p "		2,000,000

3)フローチャート

地震時保有水平耐力の検討は、以下の計算手順で行った。

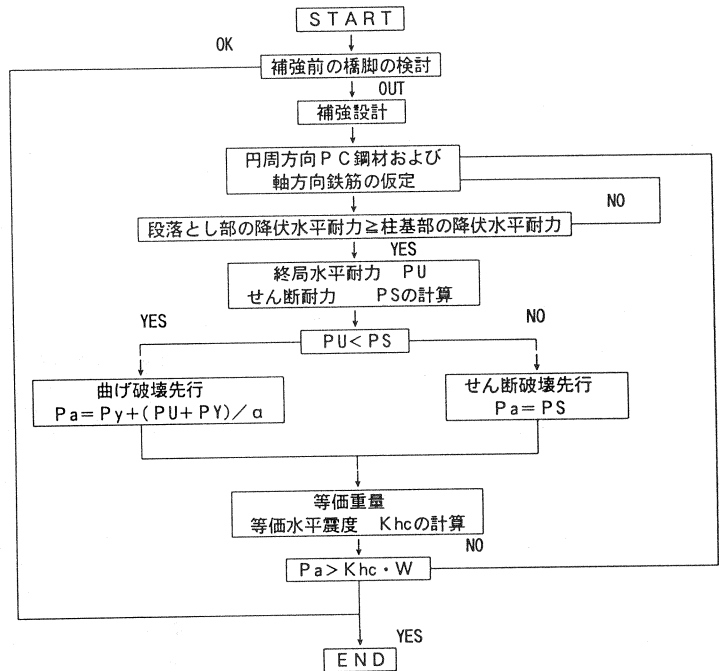


図-3 補強設計のフローチャート

4)部材寸法

橋脚は、河川の阻害率の関係から増厚量200mmに設定した。したがって部材厚100mmのプレキャストパネルとし、パネルと既設橋脚との場所打ち部は100mmとした。プレキャストパネルは工場から現地への運搬を考慮して円周方向6分割、高さ方向3分割として割付を行った。

5)設計計算結果

〔復旧仕様〕に準じた地震時保有水平耐力の照査結果を以下に示す。
補強前と比較すると、保有水平耐力は1.7倍に、等価水平震度(じん性に関係するもの)は3.4%になった。

表-3 耐震性の照査結果

項目	単位	補強前	補強後	
軸方向鉄筋	本	D32 - 72	D32-72 + D35-52	
帯鉄筋		D16-ctc150	---	
PC鋼材		---	1S17.8 ctc150	
水平力(ひびわれ)	Pc	tf	103	152
(降伏)	Py	tf	188	326
(終局)	Pu	tf	262	493
変位量(ひびわれ)	δ_c	cm	0.88	0.83
(降伏)	δ_y	cm	4.82	5.47
(終局)	δ_u	cm	24.17	67.30
せん断耐力	δ_s	tf	260	1881
破壊形態		せん断破壊先行	曲げ破壊先行	
許容塑性率		1.0	8.0	
保有水平耐力	Pa	tf	260	430
固有周期	Teq	sec	0.899	0.738
等価水平震度	Khe		1.43	0.48
等価重量	w	tf	1034	888
等価水平力	Pe	tf	1479	426
判定	Pa > Pe		NO	OK

5. プレキャストパネルの製作

1)型枠

型枠は、橋脚の径が変化しても自在に変えられる構造とした。

2)鉄筋およびシース

プレキャストパネルの鉄筋は、縦、横、D13をctc150mmで配筋した。ただし最下段のパネルのみ示方書の規定の土中部のかぶり70mmを確保できないため、エポキシ塗装鉄筋を使用した。シースは薄肉電線管(内径34.9mm)を使用しR加工のあとグラウト孔を取付、鉄筋とともに固定しユニット化し、省力化を図った。

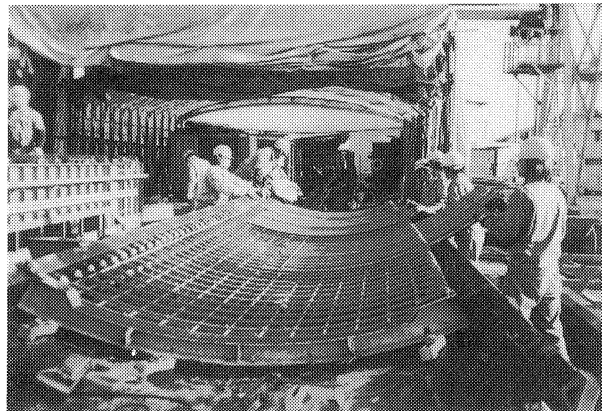


写真-1 型枠および鉄筋、シース組

3)コンクリート打設

コンクリート打設は、パネル内側を仕上げ面として打設した。表面仕上げは、薄肉電線管をガイドとしてコテでならし、竹箒目による仕上げとした。

4)プレキャストパネルの取り出しおよび運搬
部材厚が100mmと薄く、シースの外径が40mmあるためコンクリート厚60mmでは直接吊り上げることができない。したがって、部材厚150mmの部材端部長手方向にH鋼-200mmを通しc/c1500でボルトにより縫いつけ補強した。製品の吊り上げは特製ジグによりH鋼を直接吊り上げ取り出した。仮置きと運搬は、取り出しと同様表面にH鋼200mmの山留材をボルトで縫いつけて補強して行った。

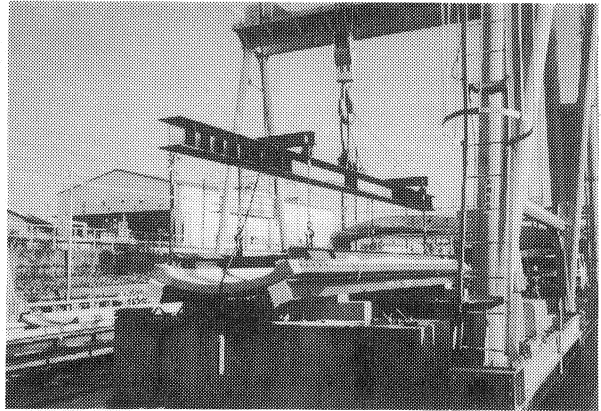


写真-2 パネルの取り出し

6. 施工

1) 施工手順

施工は図-4の手順で行う。

2) プレキャストパネルの建込み

プレキャストパネルの建込みは、1段目と2段目は16t吊りラフタークレーンを使用し、3段目はスライド架台を装備した高所作業で架設した。吊り上げはパネル外面にブラケットを取り付けて行った。ここで、吊り上げ時、パネルの傾き(内側)が生ずるためパネル外面下にウェートを取り付けパネルの鉛直を保持した。

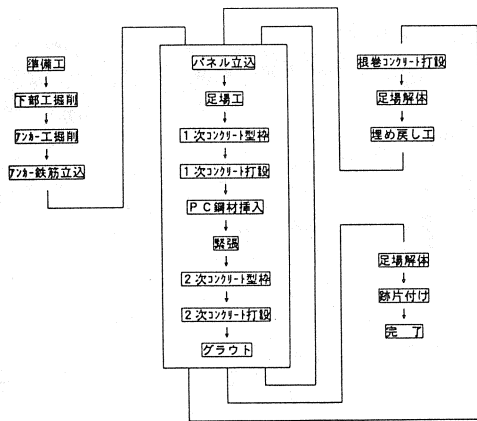


図-4 施工順序

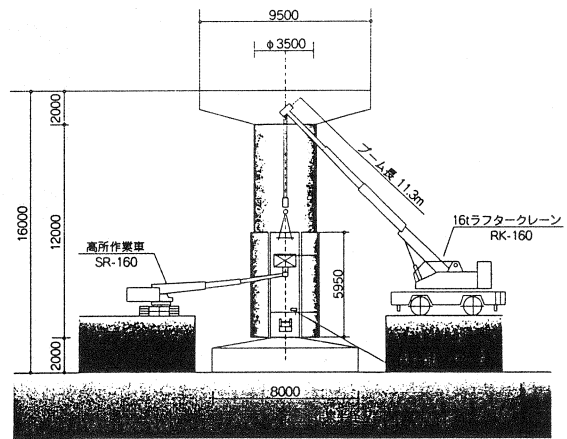


図-5 パネルの建込み要領図

3) 1次コンクリート

プレキャストパネルと既設橋脚との空間に打設するコンクリート(1次コンクリート)は、配合300-12-10の早強コンクリートを使用した。コンクリートの側圧に抵抗するためプレキャストパネルの外側を円周方向にPC鋼より線で巻き付け、固定した。

4) PC鋼材の挿入

PC鋼材の挿入は、全段を連続的に配置することは時間を長く要するため、5段程度に計画し、カバーにて接続して連続化した。鋼材挿入作業を効率良くするために、ピンチローラーで送り込むだけでな

く、パネルの間で補助的にドライブをかけるハンディーマシーンを使用した。

5) 緊張

緊張は地震水平力に対し、新旧コンクリートの一体性を確保することを主に行うものである。導入緊張力は、中心方向への平均圧縮応力度が 4.4kgf/cm^2 となる 12.2t とした。特殊小型ジャッキ2台を使用し、0度地点と反対側の180度地点の2ヶ所で順次下から上へ交互に緊張した。緊張に先立ちジャッキのキャリブレーションおよび摩擦試験を行った。緊張管理は、ジャッキのマノメータ示度および伸び量で行い、1本ごとの管理は $\pm 10\%$ とした。

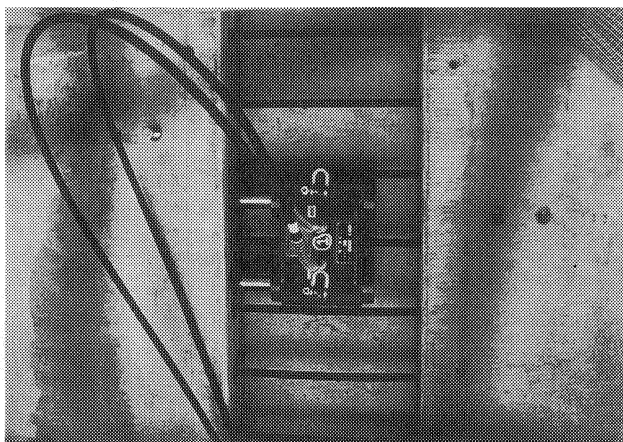


写真-3 緊張

6) 2次コンクリート

パネル端部の緊張スペースは、縦横方向に鉄筋が配置されないため無収縮性のコンクリートを打設する。本橋では設計基準強度 300kgf/cm^2 の膨張コンクリートを打設した。

7) グラウト

グラウトは、PC鋼材5段毎に排気孔を設け、パネル毎に下から順次押し上げ充填した。

6. 終わりに

以上、昭和橋で行われたPCコンファインド工法による橋脚補強について概略を述べた。

本工法は、省力化、工期短縮および高品質と、プレキャスト化のメリットを期待できるものである。実際、昭和橋の現地での施工は、土工事を除くと1橋脚あたり30日で完了し、最終的な仕上がりは写真-4で見られるように良好であった。今後、本工法はコンクリート巻き立て工法、鋼板巻き立て工法と並んで有力な橋脚補強工法として検討されるものと考えられる。

最後に、本工事が無事完了したことに対し、関係者各位に感謝の意を表し本報告の終わりと致します。

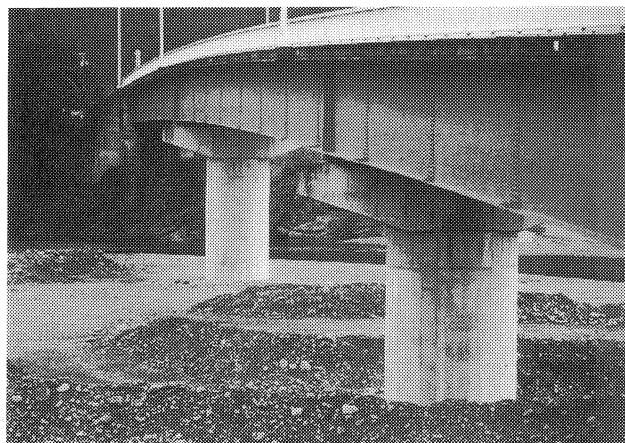


写真-4 完成写真

- [参考文献] 1) PC鋼材を帯鉄筋に用いた円柱コンクリートの応力-ひずみ関係 張建東、森拓也
コンクリート工学年次大会 1997年6月
2) PCコンファインド工法による昭和橋の橋脚補強設計と施工計画 夏目、富田、辻、杉江、
加藤 土木学会中部支部 平成8年度研究発表会