

(49) プレキャストパネルとPC鋼材を用いた橋脚耐震補強

建設省名古屋国道工事事務所

宇野 良市

(株)クサカ

久松 幹二

藤城建設(株)

岡山 均

(株)ピー・エス名古屋支店 正会員 ○平 喜夫

1. はじめに

平成7年に発生した兵庫県南部地震以来、多くの橋脚耐震補強が行われてきた。これらの多くは鋼板巻き立て工法であり、RC巻き立て工法であった。

ここでは、新しい工法であるプレキャストコンクリートパネルとPC鋼材を用いた補強方法(PCコンファインド工法スパイラル方式)について、実際施工された工事を例にとりて紹介する。

PCコンファインド工法とは、橋脚にPC鋼材を巻き付け、プレストレスを導入することを特徴とする既設橋脚の補修・補強工法である。そのうち、スパイラル方式とは、プレキャストパネルを建て込み、PC鋼材を連続的にスパイラル状に配置し、小型特殊ジャッキで連続的にプレストレスを与える方式である。

PCコンファインド工法の利点としては、

- ① 高強度のPC鋼材を帯鉄筋として使用することにより、少ない補強量で大きなじん性の改善が可能となる。
- ② 場所打ち部内に軸方向筋を配置することが可能で、地震時保有水平耐力を向上することができる。
- ③ プレストレスの導入により、新旧コンクリートの一体性を確保することができ、特別な既設橋脚表面の目荒らしやジベル筋の配置が不要になる。
- ④ プレキャストパネルを用いることにより、工期が短縮される。
- ⑤ 場所打ちコンクリート部を有することにより、原寸取りを待たずにプレキャストパネルの製作が可能で、フーチング上掘削後直ちに現場工事に着手できる。

などが、挙げられる。ただし、鋼板巻き立てと比較して部材重量や橋脚自重が増加するため、重機の進入路などの確保が必要となる。

2. 工事概要

工事名 : 平成9年度23号一ツ木高架橋下部工補強工事

発注者 : 建設省名古屋国道工事事務所

施工箇所名 : 刈谷市一ツ木町 (PCコンファインド工法は、P49～P58橋脚の10基に採用)

下部工形式 : RC円柱橋脚

下部工竣工年 : 昭和56年～58年

図-1に形状概要を示す。なお本工事は平成9年度のパイロット事業として行われた。

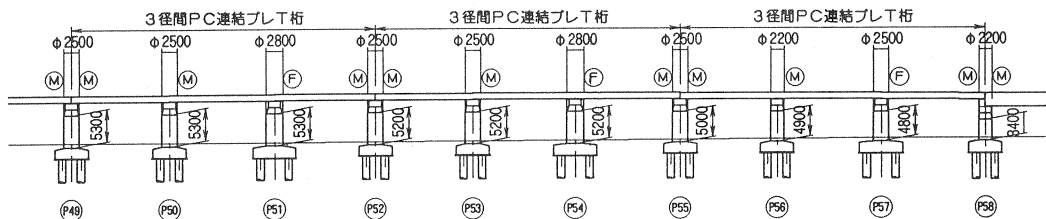


図-1 形状概要

3. 設計概要

設計計算は、「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料(案)(以下、「復旧仕様」)に準じて行った。

3.1 設計フローチャート

図-2に示す。

3.2 使用材料

(1) 既設橋脚部

コンクリート $\sigma_{ck}=210\text{kgf}/\text{cm}^2$
鉄筋 SD295A

(2) 補強部

コンクリート $\sigma_{ck}=300\text{kgf}/\text{cm}^2$
P C鋼材 SWPR7B 1S15.2
鉄筋 SD295A

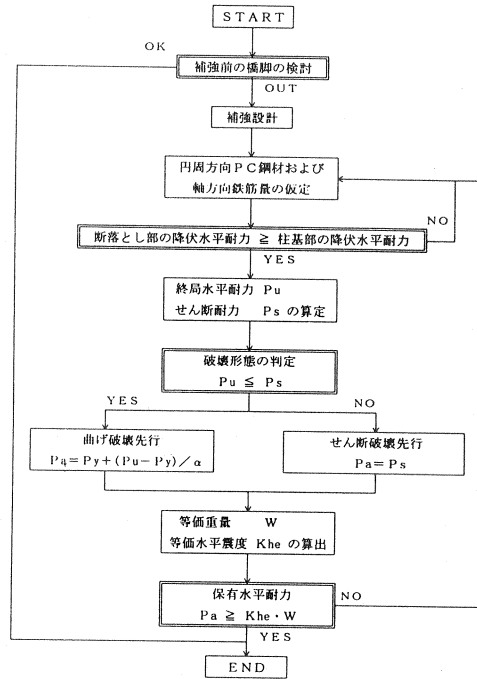


図-2 設計フローチャート

3.3 部材形状

補強後形状を図-3に示す。

プレキャストパネルは運搬上の制約により円周方向に4分割とし、パネル間は緊張スペースとなるため、300mmとした。

パネル厚はシースの配置・鉄筋のかぶりを考慮して標準を100mm、側面小口部のみ緊張時のパネルのずれを防ぐため、150mmに増厚した。

また、既設部とプレキャストパネルの間に100mmの場所打ち部を設けて、軸方向筋を配置した。

高さ方向には、必要以上に曲げ破壊耐力を上げないこと、既設の段落とし部の先行降伏を避けることを目的として、橋脚基部の補強断面を調整した。

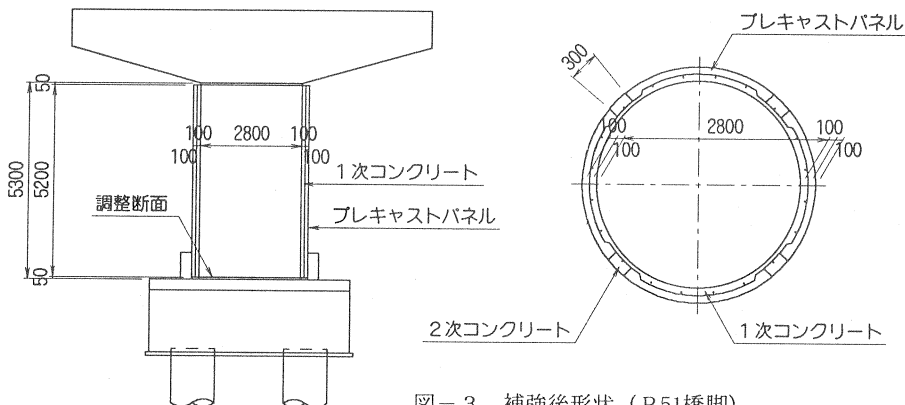


図-3 補強後形状 (P51橋脚)

3.4 照査結果

ここでは、全10基のうち直径・高さが最大のP51固定橋脚について、照査結果を表-1に示す。

補強前と比較すると、保有水平耐力は1.2倍に、許容塑性率は上限値の8.0となった。終局水平変位の増大に起因する大幅な許容塑性率の増加は、橋脚のじん性の向上を示している。

また、降伏および終局状態の先行断面が橋脚基部に移行した。

このほか可動橋脚のうち、断面増し厚および横拘束鋼材補強によるじん性の向上のみで、保有水平耐力が等価水平力を上回る橋脚が有るため、それについては軸方向筋補強は行わなかった。

表-1 照査結果（P51橋脚）

橋脚番号		P 5 1	
照査方向		橋軸方向	
項 目	単位	補 強 前	補 強 後
軸方向鉄筋		102-D32	+ (20-D25)
帯鉄筋		D16 ctcl150	
P C 鋼材		----	IS15.2 ctcl150
ひびわれ (水平力) P_c	tf	116.3	120.3
(変位量) δ_c	cm	0.20	0.13
(位 置)		(柱基部)	(柱基部)
降伏 (水平力) P_y	tf	257.9	310.6
(変位量) δ_y	cm	1.30	0.95
(位 置)		(段落とし部)	(柱基部)
終局 (水平力) P_u	tf	348.9	503.6
(変位量) δ_u	cm	6.36	20.23
(位 置)		(段落とし部)	(柱基部)
せん断耐力	tf	541.6	1056.3
破壊形態		曲げ破壊先行	曲げ破壊先行
許容塑性率 μ		3.6	8.0
等価重量 W	tf	1069.5	1081.3
等価固有周期 T_{eq}	sec	0.458	0.359
等価水平震度 K_{he}		0.57	0.31
保有水平耐力 P_a	tf	318.6	377.2
等価水平力 P_e	tf	609.6	335.2
安全度 P_a/P_e		0.5	1.1
判 定		N. G	O. K

4. 施工概要

本工事においては、土工工事を除く本体工事は、20~25日/基のサイクルで施工を行った。

4.1 施工フローチャート

図-4に示す。

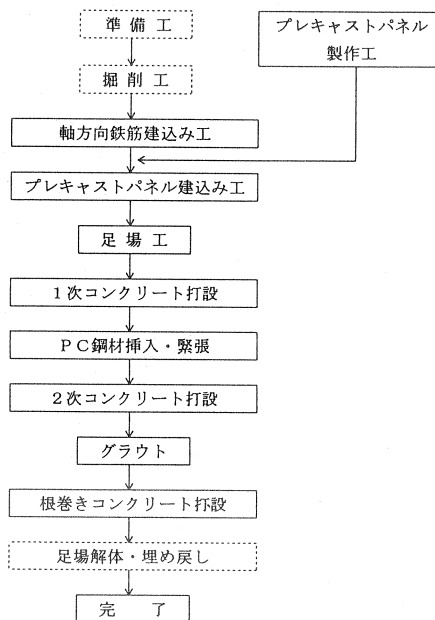


図-4 施工フローチャート

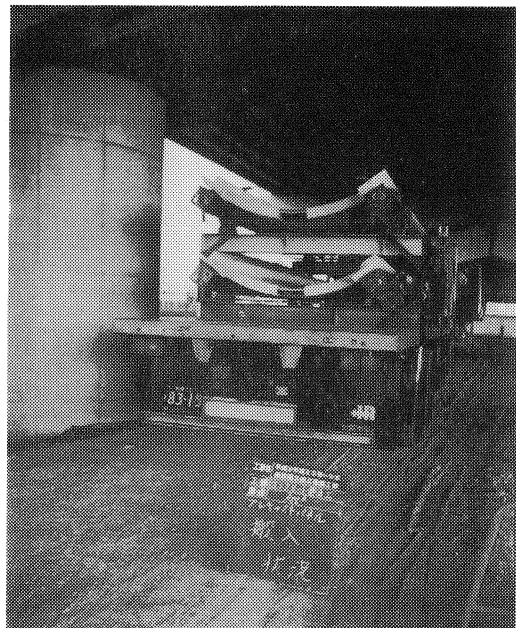


写真-1 プレキャストパネルの搬入

4.2 工程

表-2に本体工の実施工程表を示す。

表-2 実施工程表

工種	数量	単位	12月				1月				2月				
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90			
パネル製作	40	枚													
P49	1	基													
P50	1	基													
P51	1	基													
P52	1	基													
P53	1	基													
P54	1	基													
P55	1	基													
P56	1	基													
P57	1	基													
P58	1	基													

—— フーチング削孔から
2次コンクリート打設

----- グラウト
殺菌済みコンクリート

4.3 プレキャストパネルの製作・運搬

型枠構造は、既設橋脚の径の違いに対応するためにフレキシブルなものとし、鉄筋およびシースはあらかじめユニット化したものをセットした。

コンクリート打設後の脱型・運搬にあたっては、パネル厚が薄いため、パネル内外の両側にH鋼と特製ジグにて補強を行った。(部材重量1.5~3.0t) (写真-1)

4.4 軸方向鉄筋建込み工

コアドリルにてフーチングにφ36のアンカー孔を削孔し、軸方向鉄筋(D25)を建て込んだ後、無収縮モルタルを充填した。

4.5 プレキャストパネル建込み工

現地にプレキャストパネルをストックするスペースが無いため、現場工程に合わせて製作工場より逐次搬入を行った。

(10tトラックにて、2枚/台)

プレキャストパネルの建込みは、25tラフタークレーンと14m高所作業車を併用して行った。

クレーンの作業範囲が、隣接橋脚やコーベルなどで制約を受ける

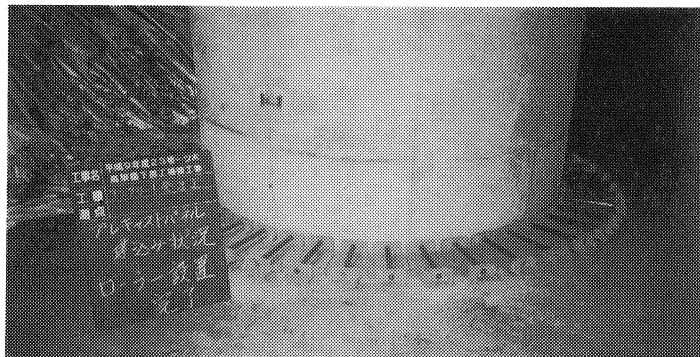


写真-2 回転スライド用ローラー

ことから、一方向のみから1枚づつ建て込み、回転スライド用ローラーにて円周方向に横移動を行った。

施工ステップとしては、以下の順序でパネル枚数(4回)繰り返す。

- ①H鋼で補強されたプレキャストパネルをクレーンにて建て込み、回転スライド用ローラー上にセットし、H鋼を取り外す。

- ②既設橋脚に控えを取り、パネルの上下からレバーブロックを用いて円周方向にスライドさせる。この時、専用ローラーやワイヤーにて内外への倒れ防止を行う。
- ③円周方向の定位置に据えた後、手動式油圧ジャッキを用いて最終高さ調整を行い、既設橋脚に固定する。

4.6 1次コンクリート打設

既設橋脚とプレキャストパネルの間に、PC鋼材の緊張より前に打設するコンクリートを、1次コンクリートと呼ぶ。

各パネル間に型枠を組み立て、コンクリート打設はあらかじめパネル上部に設けた打設孔より、コンクリートポンプ車を使用し行った。

打設時の側圧に対して、鋼板バンドを50cmピッチに巻き付けることにより補強し、過大な側圧がかからないように円周方向に均一に、高さ方向に4回に分けて打設した。

4.7 PC鋼材挿入・緊張

PC鋼材は最下段から挿入するが、挿入機械および人力の施工能力の制限から、7段毎に挿入・切断をし、緊張時にカプラーにて接続して全体を連続化した。

PC鋼材の緊張は、2台の小型特殊ジャッキ(双胴ジャッキ30t)を用いて180°対称にセットして、下段より半周毎に上段に盛り替えながら連続的に行った。

設計平均緊張力は文献¹⁾より、PC鋼材の降伏点強度の1/3 ($22.6 \times 1/3 = 7.5 \text{tf}$) とし、試験緊張より導入緊張力を算出した。

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±10%とした。

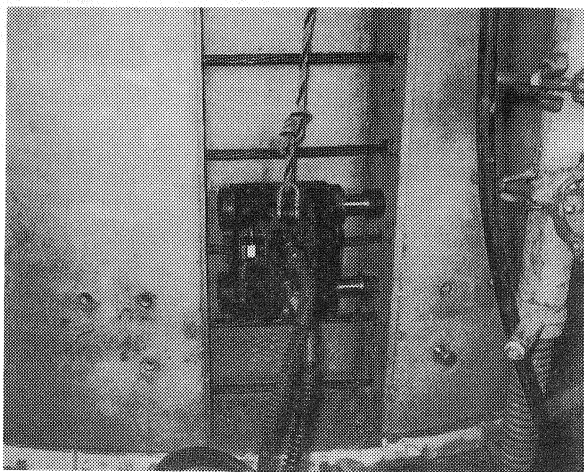


写真-3 小型特殊ジャッキ

4.8 2次コンクリート打設

各パネル間の緊張スペースに、PC鋼材の緊張後に打設するコンクリートを、2次コンクリートと呼ぶ。パネル間のスペースを通過しているPC鋼材に沿って、グラウト用にシースをセットし、型枠組立て後、上部から打設した。

また、この箇所が無筋になることやPC鋼材の緊張後に打設することから、コンクリートの収縮補償として膨張コンクリートを使用した。

4.9 グラウト工

グラウトはノンブリージング型を使用し、7段毎下段の注入口より順次充填を行った。

5. 施工を終えて

以上、一ツ木高架橋での施工を例として、PCコンファインド工法による橋脚耐震補強について報告を行った。

実施工を終えて、同工区内の鋼板巻き立て工法と比較すると、本体工の標準工程サイクルが鋼板巻き立て工法の40~45日/基に対して、PCコンファインド工法が20~25日/基となり、大幅に工期が短縮された。

これは、PCコンファインド工法は、重機の大型化、場所打ちコンクリートの打設、PC鋼材の緊張・グラウト作業が伴うものの、部材製作が現場工程に影響が無いことが大きな要因となった。一方、鋼板巻き立て工法では、調整鋼板(4枚の内の4枚目)の測量・加工、現場溶接・現場塗装やエポキシ樹脂の充填の作業・確認などが、工程の多くを占めている。

また、仕上がりの景観は、コンクリート部材である上下部工にマッチして良好なものであった。

今後、鋼板巻き立て工法、RCコンクリート巻き立て工法と並んで有力な橋脚耐震補強工法となることが期待される。

最後に、本工事の設計・施工にあたり、多大なご協力を頂きました関係各位のみなさまに深く感謝の意を表して本報告の終わりと致します。

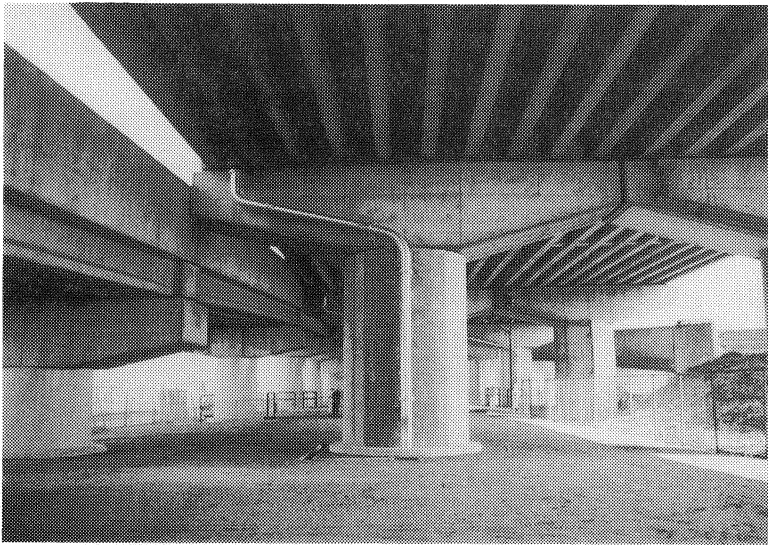


写真-4 完成写真

【参考文献】

- 1) 張、森：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，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 19, No. 2, pp. 315~320, 1997