

PC 圧着構造を適用した組立式プレキャスト栈橋工法の提案 ～その 2：杭頭接続部の力学的挙動に関する交番載荷実験～

五洋建設（株）
（株）日本ピーエス
港湾空港技術研究所
東京工業大学

正会員 池野勝哉， 正会員 石塚新太
正会員○栗原勇樹， 天谷公彦， 前 嘉昭
正会員 川端雄一郎， 正会員 加藤絵万
正会員 岩波光保

1. はじめに

著者らは、栈橋上部工の更なる生産性向上を目的に、全ての PCa 部材を工場製作および陸上運搬し、プレストレスにより PCa 部材同士を圧着接合する組立式プレキャスト栈橋工法を提案している（図-1 参照）。本研究では、杭頭曲げモーメントに対する接続部の力学的挙動に着目し、PCa 部材および鋼管杭をおよそ 1/4 縮尺とした逆 T 形模型を用いた交番載荷実験について報告する。

2. 交番載荷実験の概要

(1) 実験ケースおよび試験体諸元

現場打ちの「RC 構造」および提案工法の「PC 圧着構造」の 2 ケースを実施した。実験概要図を図-2 に示す。「RC 構造」は RC 梁（幅 345mm×高さ 400mm×梁長 3000mm，D19×6 本， $f_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ）であり、鋼管杭の溶接プレートに主鉄筋を溶接し、現場打ちコンクリートを打設した。「PC 圧着構造」は $f_{ck}=50\text{N/mm}^2$ で製作した 2 種類の PCa 部材（杭頭部材、梁部材）を組み立て、杭頭部材の鞘管内に鋼管杭を $L=320\text{mm}$ 挿入し、その隙間に無収縮モルタルを充填した。その後、初期引張応力度（ $\sigma_{pi}=1250\text{N/mm}^2$ ）で片引きのポストテンション方式により PC 鋼より線（SWPR7BL，1S15.2）を緊張し、杭頭部材および梁部材の一体化を図った。

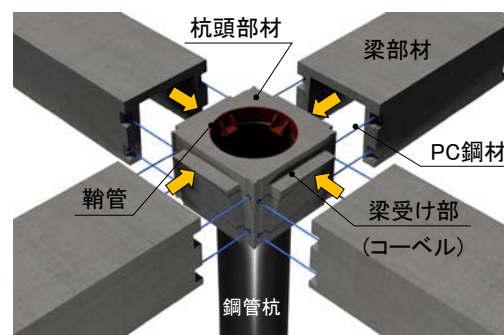


図-1 提案工法の概要

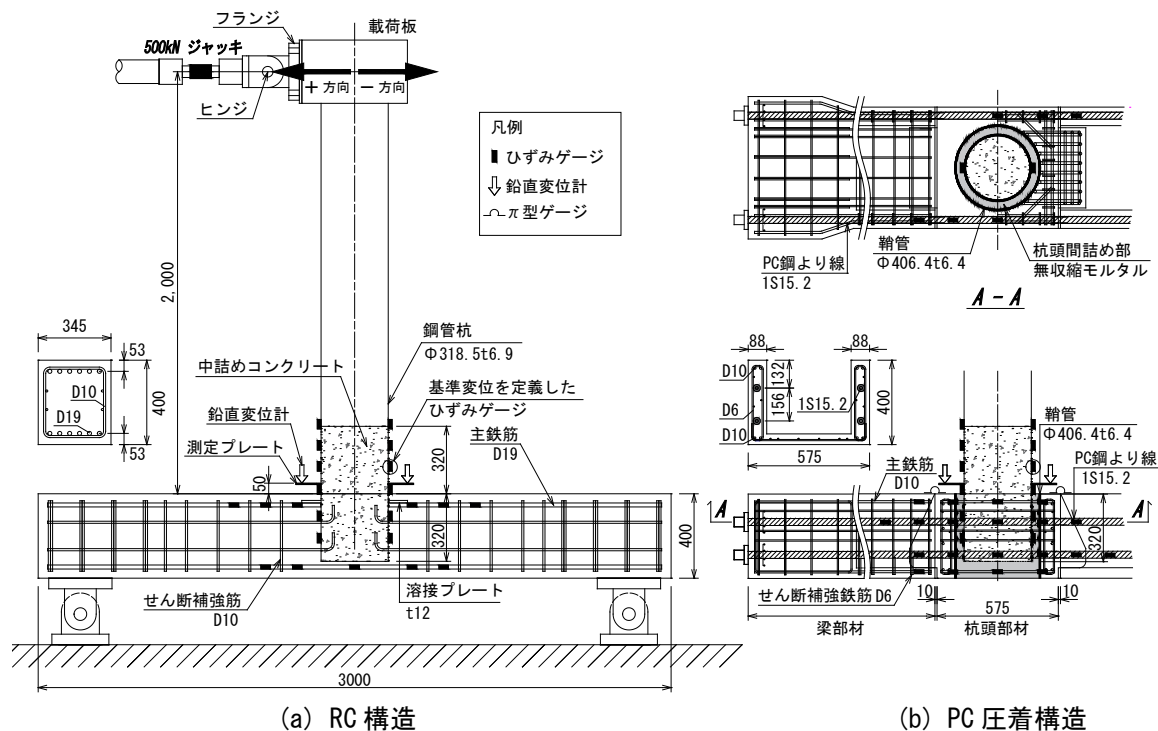


図-2 交番載荷実験の概要

キーワード プレキャスト栈橋，PC 圧着構造，交番載荷実験

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設（株）技術研究所 TEL 0287-39-2109

(2) 荷重方法および使用材料

荷重方法は、基準変位 δ_y の整数倍として $\pm 1\delta_y, \pm 2\delta_y, \dots, \pm 5\delta_y$ の各ステップをそれぞれ3回繰り返した。ここで、基準変位 δ_y は鋼管杭基部の外縁に貼り付けた軸方向のひずみゲージが降伏ひずみ $\varepsilon_y=1920\mu$ に達した時の水平変位として定義した。実験で使用した鋼材の機械的性質を表-1、加力前日に試験したコンクリートおよびモルタルの材料試験値を表-2に示す。計測項目は、荷重ジャッキの水平荷重および変位、鋼管杭・鞘管および鉄筋・PC鋼より線の軸ひずみ、コンクリートのひび割れ性状である。

3. 実験結果および考察

(1) 損傷イベント

損傷イベントの模式図を図-3、荷重ジャッキでの荷重-変位関係を図-4に示す。図-4の終局曲げ荷重 P_u は、表-1および表-2を用いて求めた計算値である。「RC構造」は鋼管杭基部の引張側で降伏し、杭頭部の模型上面および側面においてひび割れが多数発生した。また、 $2\delta_y$ で模型上面の主鉄筋が降伏し、杭頭部のひび割れが発達するとともに、梁部への進展・拡大によって $4\delta_y$ で最大荷重を迎えた。一方、「PC圧着構造」は鋼管杭基部の引張側で降伏した後、 $2\delta_y$ で杭頭部材の側面および梁部材内側にひび割れが生じたが、除荷とともにひび割れは閉じる傾向が確認された。「PC圧着構造」は $5\delta_y$ で最大荷重を迎え、その後の単調荷重による $6\delta_y$ で杭頭部材の上面にせん断ひび割れ、下面で鞘管の支圧による圧壊が発生し、荷重低下に至った。

(2) 荷重-変位関係

図-4より、「RC構造」の履歴ループはくびれた紡錘形状を示し、荷重後半では荷重ゼロ付近で変位が進行するスリップ現象が見られた。これは、上述したように杭頭部のひび割れ損傷が進展・拡大していることに起因している。一方、「PC圧着構造」は、荷重ゼロ付近でのスリップ現象は見られず、残留変位の少ない紡錘形状を示していた。なお、両ケースとも終局曲げ荷重 P_u の1.2倍程度のピーク荷重が観測されている。図-5に $3\delta_y$ 時の杭頭部材と梁部材の離間挙動を示す。除荷時に離間 w がゼロとなる原点指向を示しており、圧着接合面の弾性的な開閉挙動により、PC部材の損傷が抑制されているものと考えられる。

4. おわりに

提案工法の杭頭接続部は、RC構造と比較して同等以上の曲げ耐力を有し、残留変位の少ない構造であることが分かった。また、圧着接合面は杭頭曲げモーメントに対して変形吸収の機能を有し、PC部材の損傷を抑制する効果を確認した。

参考文献

- 1) 石塚新太, 天谷公彦, 加藤絵万, 岩波光保: オール工場製作による組立式PCa 棧橋の提案, プレストレストコンクリート工学会誌, Vol.64, No.1, pp.37-44, 2022.

表-1 鋼材の機械的性質

鋼材	降伏点 f_y (N/mm ²)	引張強度 f_t (N/mm ²)	弾性係数 E (kN/mm ²)	仕様
鋼管杭	381	461	199	$\phi 318.5t6.9$
鞘管	474	581	210	$\phi 406.4t6.4$
鉄筋	387	556	184	D19
	387	594	184	D10
	425	615	180	D6
PC鋼より線	1,817	2,012	194	1S15.2

表-2 コンクリート, モルタルの材料試験値

コンクリート/モルタル等		圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	割裂引張強度 σ_t (N/mm ²)	弾性係数 E (kN/mm ²)
RC構造	梁部材	39.4	2.9	32.9
PC圧着構造	プレキャスト部材	59.5	3.4	35.9
	杭頭間詰め部 (コンクリート)	39.4	2.9	32.9
	杭頭間詰め部 (無収縮モルタル)	71.2	4.5	27.6
	PCグラウト	99.7	3.5	20.3

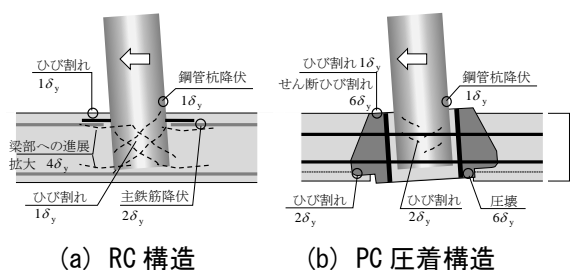


図-3 損傷イベント

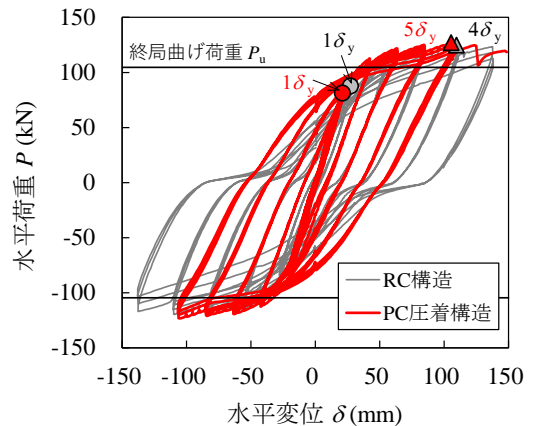


図-4 荷重-変位関係

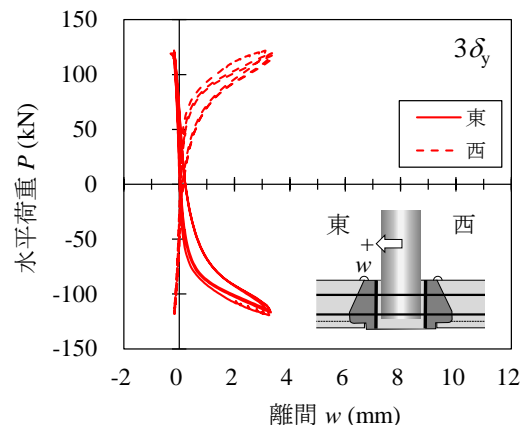


図-5 離間挙動 ($3\delta_y$)