

孔あき鉄筋定着鋼板を用いた栈橋鋼管杭の杭頭接合方法に関する交番載荷実験

五洋建設 正会員○石塚 新太, 正会員 池野 勝哉
非会員 又吉 重克, 正会員 前田 一成

1. はじめに

栈橋上部工のPCa化では、鋼管杭とPCa上部工との接合方法が重要な技術課題である。港湾分野では、上部工に杭径以上の鋼管杭を挿入する接合方法(以下、方法A：図-1(a))が広く適用されており、PCa化においても方法Aをベースとした構造が多い¹⁾。一方、道路分野²⁾では中詰め補強鉄筋を介して鋼管杭と上部工を接合する方法(以下、方法B：図-1(b))が用いられている。方法Bでは格子状に配筋された上部工の主鉄筋を避けるように中詰め補強鉄筋を配置するため、PCa化を想定した栈橋への適用には鉄筋干渉や施工精度の観点から工夫が必要である。そこで著者らは煩雑な杭頭部付近の配筋を簡素化するため「孔あき鉄筋定着鋼板」を用い、方法Bをベースとする新しいPCa上部工の接合方法を考案した。本報では、考案した接合方法について、従来の現場打ちによる方法Bを比較対象に交番載荷実験を実施したので報告する。

2. 孔あき鉄筋定着鋼板を用いた接合方法の概要

本接合方法は、上部工主鉄筋を孔あき鉄筋定着鋼板に溶接し、孔あき鉄筋定着鋼板に設けた貫通孔に中詰め補強鉄筋を挿入することで、上部工主鉄筋と中詰め補強鉄筋の干渉を回避させるものである。また、中詰め補強鉄筋の上端にアンカープレートを設置することで、孔あき鉄筋定着鋼板を介した機械式定着により中詰め補強鉄筋を上部工へ定着する(図-2)。

3. 方法Bの杭頭接合部に関する正負交番載荷実験

3.1 実験概要

考案した接合方法が構造性能に与える影響を確認するため、逆T形模型による正負交番載荷実験を実施した。試験体は、実栈橋の鋼管杭(杭径1.4m)を含むRC梁(幅1.4m、高さ1.8m)の1スパンを概ね縮尺比1/4でモデル化した。実験は従来方法の現場打ちによる「方法B-現場打ち」、孔あき鉄筋定着鋼板を用いたPCaによる「方法B-PCa」の2ケースとした。載荷は、最外縁の中詰め補強鉄筋が降伏したときの降伏変位 δ_y を基準に $\pm 1\delta_y$, $\pm 2\delta_y$, ... $\pm 5\delta_y$ を各3サイクルずつ繰返し与える方法とした。試験体杭頭接合部の詳細図を図-3、実験で用いた材料物性値を表-1に示す。実験では杭頭接合部の曲げ耐力、荷重-変位関係に示される変形性能および杭頭固定度に着目した。

表-1 材料物性値

試験体名	鋼管杭		中詰め補強鉄筋		中詰めコンクリート	
	降伏点 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	降伏点 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
方法B-現場打ち	391.4	199×10 ³	381.3	183×10 ³	39.8	30.7×10 ³
方法B-PCa					39.8	32.0×10 ³

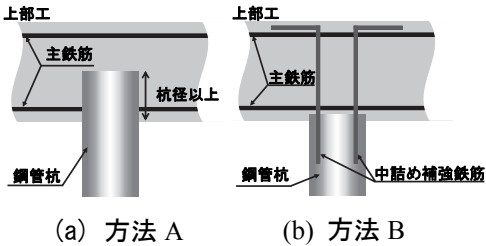


図-1 鋼管杭と上部工の接合

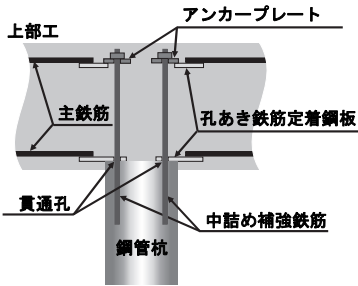
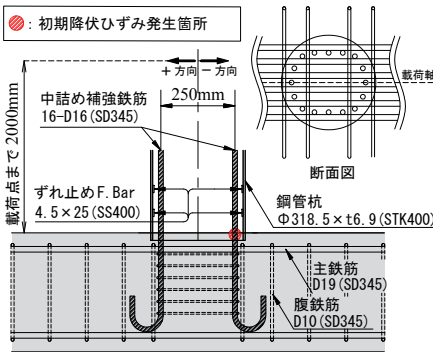
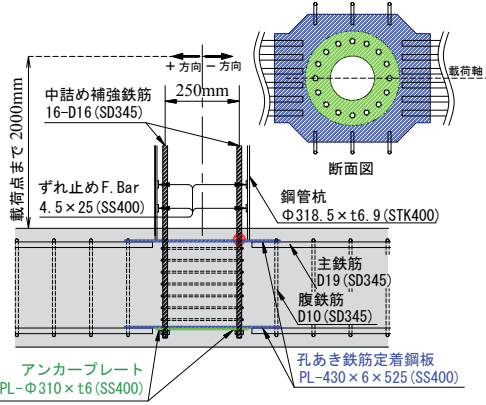


図-2 考案した接合方法の構造



(a) 方法B-現場打ち



(b) 方法B-PCa

図-3 杭頭接合部の詳細図

キーワード プレキャスト, 栈橋上部工, 杭頭接合, 交番載荷, 孔あき鉄筋定着鋼板

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 0287-39-2100

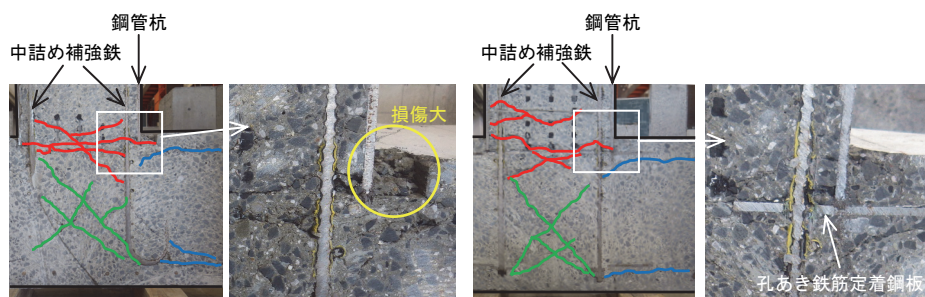
3.2 実験結果及び考察

(1) 降伏荷重の実験値と設計値の比較

両ケースの載荷点における荷重－変位関係を図-4 に示す．なお，図中に示す降伏設計値は，表-1 の物性値を用いた仮想 RC 断面²⁾の初期降伏モーメント M_{y0} となる水平荷重である．本実験では方法 B-現場打ち，方法 B-PCa とともに設計値以下で降伏した．現行基準²⁾の基となった既往研究³⁾では杭径 600mm～1200mm 程度を対象に検討されており小杭径についての知見は少ないため，本実験結果は模型寸法の影響を受けているものと推察される．

(2) 方法 B-現場打ちと方法 B-PCa の比較

図-4 に示す両ケースの荷重－変位関係を比較すると，概ね同じ形状の履歴ループを示しており， $5\delta_y$ 時点で荷重低下は見られなかった． $5\delta_y$ の水平荷重は，方法 B-PCa の方が 8%程度大きく，曲げ耐力と変形性能は方法 B-現場打ちと同等以上の構造性能を有すると考えられる．次に，池野ら¹⁾に倣い杭頭固定度 α を変位ステップごとに算出したものを図-5 に示す．両ケースとも変位ステップの増加に従い杭頭固定度が低下するが， $1\delta_y$ 以降は常に方法 B-PCa の方がやや高く推移している．これは鋼管杭が孔あき鉄筋定着鋼板を支点に回転しているのに対して，方法 B-現場打ちは接合部コンクリートの損傷を伴いながら回転しているためだと推測される(写真-1)．また，既往研究に示された方法 A-現場打ち¹⁾と比較すると，方法 B の方が杭頭固定度の低い接合方法といえる．図-6 に $1\delta_y$ 時の載荷軸上に配筋された中詰め補強鉄筋のひずみ分布図を示すが，両ケースとも同じ分布傾向といえる．最後に，実験終了後の試験体鉛直切断面を写真-1 に示す．両ケースともに杭頭接合部の中詰めコンクリートに曲げひび割れ(赤線)が発生し，梁部の主鉄筋に沿った付着ひび割れ(青線)および中詰め補強鉄筋の内側にせん断ひび割れ(緑線)が生じるなど，概ね同様の損傷形態を呈している．なお，中詰め補強筋の抜け出しや，孔あき鉄筋定着鋼板付近の局所的な損傷などは認められなかった．



(a) 方法 B-現場打ち

(b) 方法 B-PCa

写真-1 試験体の鉛直切断面(載荷終了後)

4. おわりに

本報では，方法 B による PCa 上部工への適用を想定した「孔あき鉄筋定着鋼板」を用いた接合方法を考案した．正負交番載荷実験を通して，曲げ耐力，変形性能，杭頭固定度の観点から方法 B-現場打ちと比較して同等以上の性能を有することを確認した．また，載荷終了後の試験体切断面の観察より，孔あき鉄筋定着鋼板が杭頭接合に与える影響は認められなかった．今後は，実橋への適用に向けてさらに検討を進めていく．

参考文献：1)池野ら：鞘管方式による栈橋鋼管杭の杭頭接合部に関する交番載荷実験，構造工学論文集，Vol.64A，pp.724-733，2018．2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編，pp.284-289，2017．3)中谷ら：杭基礎の大変形挙動後における支持力特性に関する共同研究報告書（杭頭接合部に関する研究），土木研究所共同研究報告書，第 433 号，2012．

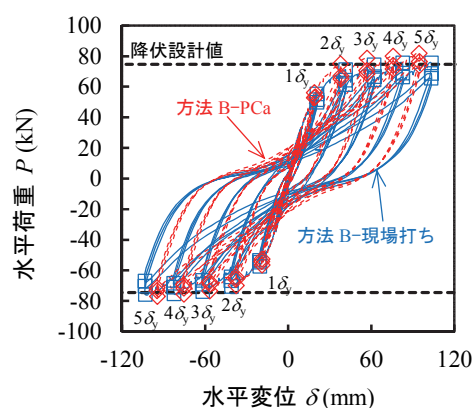


図-4 荷重-変位関係

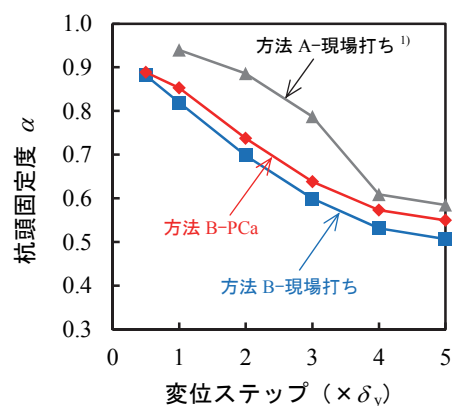


図-5 杭頭固定度の推移

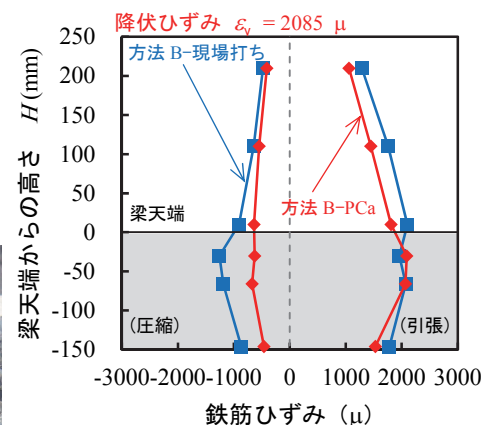


図-6 中詰め補強鉄筋のひずみ分布
(+方向載荷 $1\delta_y$ 時)