

高強度鉄筋を用いた杭頭結合構造の正負交番水平載荷実験

一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会 恩田 邦彦 大久保 浩弥
(独)土木研究所 中谷 昌一 白戸 真大

1. はじめに

鋼管ソイルセメント杭工法¹⁾や回転杭¹⁾等の大支持力鋼管杭実用化に伴う杭頭反力増大に対応するため、現状では、杭頭補強鉄筋を鋼管杭外周に現場溶接(フーチングへの埋込み部 10cm 範囲のフレア溶接)して杭頭部耐力を高める方法(図 1)が広く用いられている。しかし、本杭頭結合構造では、現場溶接における施工条件管理や品質確認を確実にすることは困難であり、必ずしも十分な品質保証がなされていないのが実情である。

この問題への対応として、杭頭結合部に用いる中詰め補強鉄筋の材質(強度)を現状最大の SD345(降伏点 345N/mm²以上)から SD490(降伏点 490N/mm²以上)に高強度化することにより、構造性能とコスト性を維持しつつ、現場溶接レス化する方法(図 2)を提案しており、実用化に向けて検討を進めている。今回、提案構造の構造性能を確認するとともに、設計法確立に資することを目的として実施した実験結果を報告する。

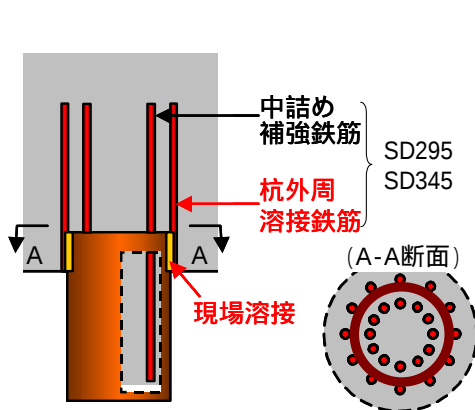


図1 現状の杭頭結合構造

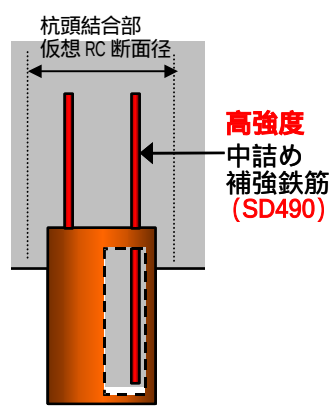


図2 高強度鉄筋を用いた杭頭構造

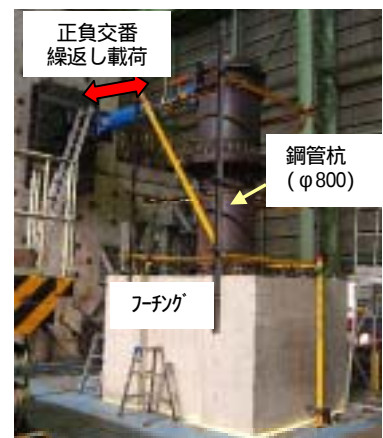


写真1 載荷状況(No.3試験体)

2. 実験条件と結果概要

実験の主な目的は、新しい杭頭結合構造「主鉄筋(中詰め補強鉄筋)の高強度化」による杭頭結合部耐力向上の実証。杭頭部耐力設計で用いる仮想RC柱径の合理的な評価手法の確立(現行設計法¹⁾は杭径によらず仮想RC柱径 = 「杭径 + 200mm」である(図2参照)。

表1に実験ケースならびに結合部に用いる鉄筋サイズ、材質、本数、定着長などの条件を示す。試験体は外径 800~1000mm の鋼管杭の杭頭接合部を模したもので、No.1, 2 に比べて No.3~4 では杭側の定着長を長めの設定とした。載荷は写真1に示す装置で繰返し水平荷重を静的に正負交番載荷する方法で行った。

表1 杭頭結合構造(実験ケース)

No.	鋼管杭			杭頭補強鉄筋				フーチン ^g Fc (N/mm ²)	鉄筋定着長(mm)	
	径 φ (mm)	板厚 t (mm)	フーチン ^g へ の埋込長	種類 (実 YS N/mm ²)	鉄筋 径 d (mm)	本数 (主筋量)	鋼管中心- 鉄筋中心 間距離		フーチン ^g 側	杭側
1	800	24	100mm	SD295 (342)	16	24	350mm	30.3	831(52d)	560(35d)
2	800			SD490 (502)		(0.95%)		31.9	831(52d)	560(35d)
3	800	25		SD490 (516)	29	30 (4.4%)	344mm	31.0	1460(50d)	1460(50d)
4	1000					28 (2.5%)	498mm	30.8	1460(50d)	1460(50d)

杭頭補強鉄筋(鉄筋かご)の帯鉄筋は、D13@150mm(SD295)とした。

キーワード： 鋼管杭 杭頭結合 高強度鉄筋

連絡先： 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田 1-1, Tel(044)322-6592, Fax(044)322-6519

荷重と載荷点変位の関係を図3～図6に示す。また、実験における降伏荷重ならびに最大荷重の値より算出した、杭頭部の仮想RC柱径を杭径との対比として整理して図7、図8に示す。同図中には、既往の実験結果を同様に整理したデータも記載した。実験結果より以下の結論が得られた。

いずれのケースでも $10\delta_y$ 程度に至るまで降伏荷重を上回る荷重を保ち続けており、SD490鉄筋を用いた場合でも杭頭結合構造の変形性能に問題ないことが確認できた。

杭頭結合部の補強鉄筋材質（強度）をSD295（No.1試験体）からSD490（No.2試験体）に高めることにより結合部強度が向上した。（降伏強度比 = $414\text{kN} / 273\text{kN} = 1.57$ ）

杭頭結合部の仮想RC柱径について、降伏荷重時では杭径の拡大とともに「仮想RC柱径 - 杭径」の値も大きくなる傾向が実験により確認できた。なお、SD490鉄筋で杭側鉄筋定着長が $35d$ のケース（No.2試験体）では、補強鉄筋引抜けにより終局に至っており、定着長 $50d$ 確保したケースに比べて最大荷重が低下していることから、鉄筋定着長不足であったことが確認できた。

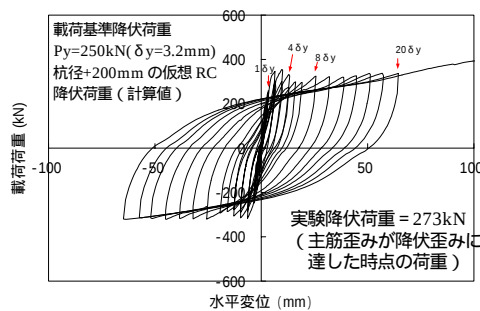


図3 荷重と水平変位の関係(No.1)

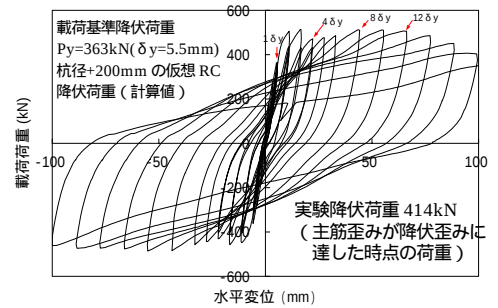


図4 荷重と水平変位の関係(No.2)

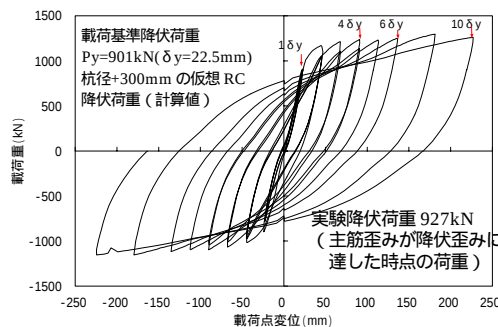


図5 荷重と水平変位の関係(No.3)

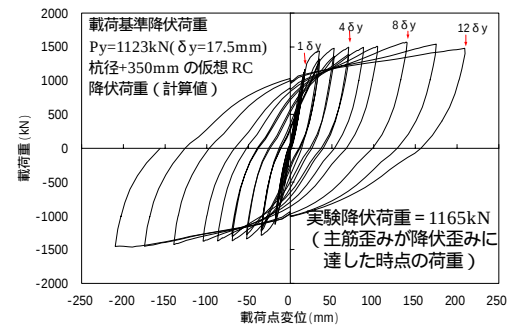


図6 荷重と水平変位の関係(No.4)

本実験の載荷基準変位 $1\delta_y$ は、杭頭結合部仮想RC断面の降伏荷重（＝最外鉄筋降伏：計算値）到達時の変位とした。値および計算条件については図3～6の図中表記を参照のこと。

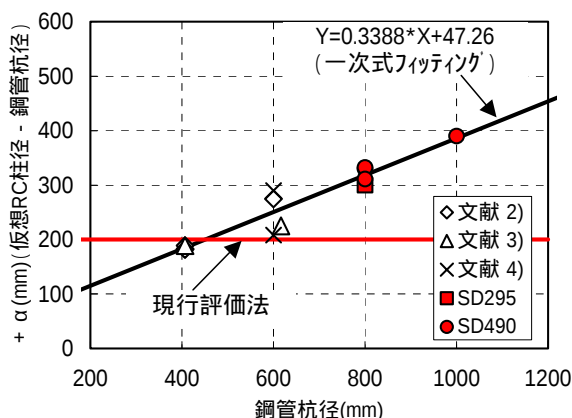


図7 杭径と仮想RC柱径との関係（実験降伏荷重時）

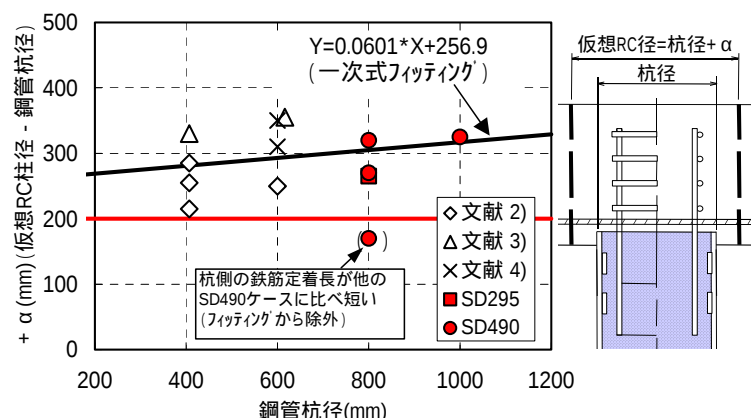


図8 杭径と仮想RC柱径との関係（最大荷重時）

3. おわりに

今回の実験に引き続き、軸力変動の影響を考慮した組杭（2本組）による載荷試験を実施しており、新しい杭頭結合構造の設計手法確立に向け、現在、検討・評価中である。

<参考文献>

- 1) (社)日本道路協会：杭基礎設計便覧，平成19年1月
- 2) 建設省土木研究所：杭頭部とフーチングの結合部の設計法に関する検討，土木研究所資料，第3077号，1992
- 3) 建設省建築研究所：杭頭接合部の力学的挙動に関する研究，建築研究報告，No.129，1990
- 4) 小林ら：くい頭結合部の耐荷特性に及ぼす埋込み型補強筋のかご径の影響，土木学会第42回年次学術講演会，1987.9