

杭頭接合部を改良した場所打ち杭の模型水平載荷実験

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正員 ○青木一二三 * 正員 山東 徹生 *
 鉄道総合技術研究所 正員 神田 政幸** 正員 濱田 吉貞**

1 はじめに

本研究は前報¹⁾に続き、合理的な杭の耐震設計を目的として、場所打ち RC 杭の杭頭接合部の塑性ヒンジ化を許容する構造を提案し、その地震時の変形および損傷の特性を、模型水平交番載荷実験を通して検証したものである。

2 実験の概要

実験の概要を図1および表1に示す。いずれも $\phi 1000\text{mm}$ 場所打ち杭の 1/2 スケールを想定しており、これらのうち Case5～Case8 の4 ケースについて報告する。Case5 は標準的な接合構造と比べて接合部の帯鉄筋量を密にして変形性能の向上を図るものであり、Case6、Case7 は Case3、Case4 と同様に接合部を小径化し、帯鉄筋量を増加させることで塑性ヒンジ化を期待する構造で、作用軸力および帯鉄筋量を変えて実施したものである。また Case8 は Case6 と同じ鉄筋配置であるが、接合部の帯鉄筋外側にシート材を介し、その外側を無筋コンクリートとして接合部径を杭本体と同じ $\phi 500\text{mm}$ とした。これは小径断面の施工性を考慮したものである。また実験における水平変位は接合面より $3D=1500\text{mm}$ 位置で制御した。なお圧縮軸力 1500kN および引張軸力 500kN は、主に鉄道橋脚における L2 地震時の軸力を想定している。

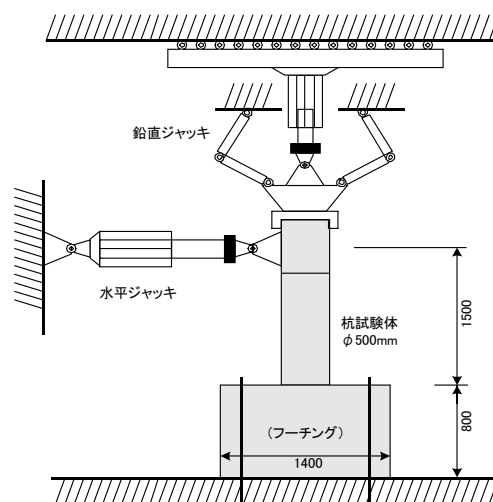


図1 交番載荷実験の概要

表1 試験ケースの概要

試験体	f'_c (N/mm^2)	接合部径 (mm)	主鉄筋 (SD345)	帯鉄筋 (SD295)	軸力 (kN) (圧縮+)	備考
Case1	28.7	500	D16-20	D10@75.0mm	1500	(昨年度実施) 標準の杭頭接合構造
Case2	28.7	500	D16-20	D10@37.5mm	1500	(昨年度実施) 接合部主鉄筋アンボンド
Case3	28.7	350	D16-10	D10@37.5mm	1500	(昨年度実施) 接合部小径RC構造
Case4	28.7	350	D16-10	D10@20.0mm	1500	(昨年度実施) 接合部小径RC構造
Case5	34.3	500	D16-20	D13@35.0mm	1500	Case1より接合部の帯鉄筋量増、接合面切欠
Case6	27.4	350	D16-10	D13@40.0mm	1500	Case3、4より帯鉄筋量変更
Case7	38	350	D16-10	D13@40.0mm	-500	Case6と同じ試験体、引張軸力
Case8	27.3	500	D16-10	D13@40.0mm	1500	Case6の接合部に無筋コンクリート巻立(シート介在)

3 実験結果と考察

各実験ケースにおける終局時の試験体の損傷状態を写真1～4に、また載荷点における水平荷重と水平変位の関係を図2に示す。Case5では、水平変位 8.1mm で接合面付近での鉄筋の圧縮ひずみ ($\epsilon_s=1840\mu$) により降伏し、その後水平変位の増加とともに、接合部の $1D$ 区間で表面のひび割れ・剥離が進行し、 $10\delta_y=81\text{mm}$ でほぼ完全に被りコンクリートが剥離した。 $11\delta_y=89\text{mm}$ 以降は、接合面付近で載荷方向外縁の主鉄筋が帯鉄筋を外側に押し出すように座屈・破断しながら耐力低下して終局となった。

Case6の損傷過程はCase3、Case4とほぼ同様で、接合面付近で鉄筋の圧縮ひずみにより降伏し、その後接合部の小径RC区間の損傷は進行したが、フォーチングや杭体には特に損傷は見られず、 $10\delta_y=75\text{mm}$ までは軸圧縮による垂直変位も顕著ではなかった。その後 $17\delta_y=127.5\text{mm}$ 変位で接合部の主鉄筋が座屈・破断すると、耐力低下と

Key Words : 杭頭接合部, 場所打ち杭, 交番載荷実験, 塑性変形

* 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 横浜アイランドタワー

Tel.045-222-9082 Fax.045-222-9102

** 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel.042-573-7261 Fax.042-573-7248

もに垂直変位も顕著にあらわれるようになった。

Case7 では、接合面付近で鉄筋の引張ひずみにより降伏し、水平変位の増加とともに小径 RC 範囲が伸びるようにひび割れが拡大した。そして $30\delta y=75\text{mm}$ で主鉄筋が連続的に引張破断して終局となった。

Case8 は、降伏時においては Case6 と比べてかなり大きい曲げ耐力を示したが、その後水平変位の増加とともに、接合部での巻立コンクリートの剥離が進行し、耐力は急激に低下している。しかし $4\delta y=30\text{mm}$ で剥離が接合部の全周に及ぶと、その後は Case6 とほぼ同じ荷重－変位特性を示し、同じ

く $17\delta y=127.5\text{mm}$ で鉄筋が破断し終局となった。このとき接合部のシートは写真 4 に示されるようにかなりはらみ出しており、内部では主鉄筋が帯鉄筋を押し出すように座屈破断していた。

4 まとめ

- ・圧縮軸力下における RC 構造は、主鉄筋の座屈によって終局状態となるが、帯鉄筋を密にした杭頭接合構造とした場合、降伏以上の曲げ作用においても、帯鉄筋による拘束効果が高まることによって、より高い塑性変形性能を発揮させる効果がある。

- ・接合部を小径 RC 構造とした場合、圧縮・引張りいずれの軸力状態においても変形、損傷は接合部に集中する傾向があり、これによって杭本体やフーチングの損傷を軽減させることができる。また小径 RC 接合部の施工性に配慮して、小径 RC 接合部にコンクリートを巻立てて杭本体と同径とした接合構造とすると、接合部の降伏時は高い耐力を示すものの、その後巻立コンクリートの剥落とともに小径 RC 構造と同様の変形特性を有する。

【参考文献】

- 1) 濱田吉貞・神田政幸・山東徹生・青木一二三:塑性ヒンジ化を許容する場所打ち杭の杭頭接合部の実験, 土木学会第 59 回年次学術講演会 V-426, 2004.9
- 2) 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物, 丸善, 2000.6
- 3) 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 丸善, 1999.10



写真 1 終局時の損傷状態 (Case5)



写真 2 終局時の損傷状態 (Case6)



写真 3 終局時の損傷状態 (Case7)



写真 4 終局時の損傷状態 (Case8)

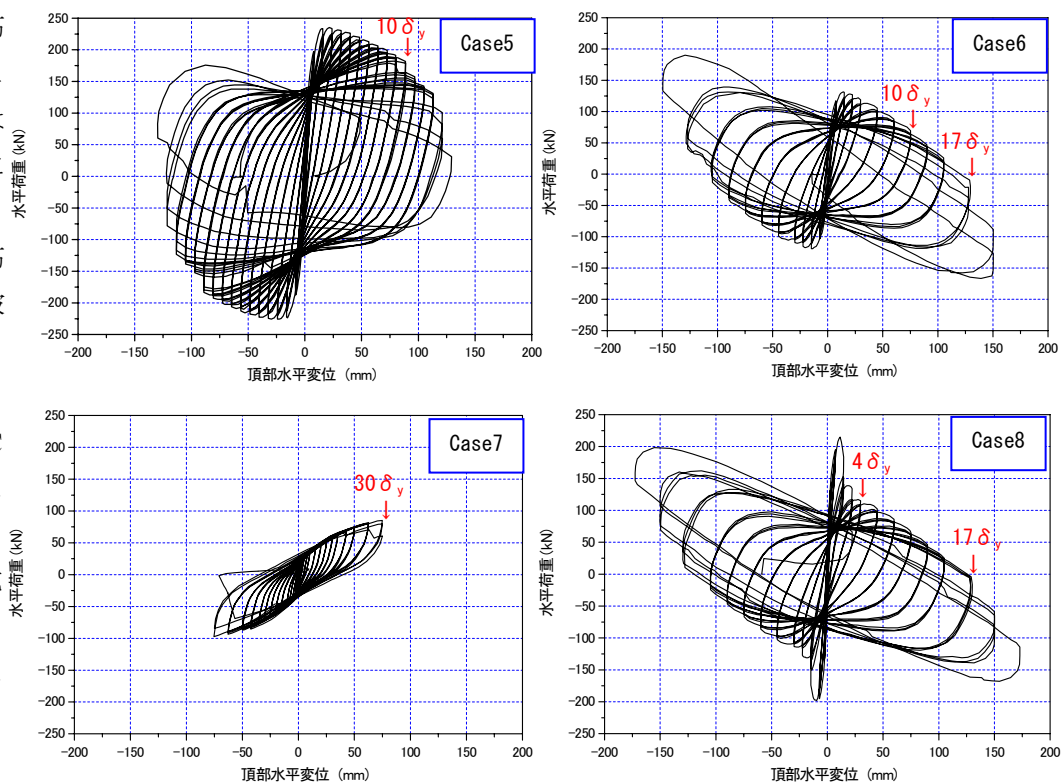


図 2 載荷点における水平荷重－水平変位関係