

耐震場所打ちジョイント杭の性能実験 その1 - 杭頭結合部固定度確認実験

大成建設(株) 正会員 泉 博允
山口大学 正会員 三浦房紀
大洋基礎(株) 正会員 宮坂享明

1 . はじめに

地震によって発生する慣性力や地盤変位などにより、基礎杭が大きな損傷被害を受けた事例は、兵庫県南部地震でも数多く報告されている。その主因は押し込み側の高い軸力を受ける杭に、水平力が集中した結果と考えられる。このような背景で、既製杭の継手部に变形性能を持たせることにより、杭基礎の靱性や变形性能を高める研究が報告されている¹⁾。本報その1では、まず場所打ち杭に適用される新たに開発された高い变形性能を有する耐震ジョイント部の構造について述べる。次にこの耐震ジョイントを杭頭結合部に設けた場所打ち杭の、長期、短期軸力、軸力なしの下における杭頭結合部の固定度を確認するための水平加力実験およびその結果について述べる。また、その2では耐震ジョイント部のモデル化及び水平加力実験結果のシミュレーションについて述べる。

2. ジョイント部構造

ジョイント杭は、そもそも人体の背骨や膝などの関節構造からヒントを得て開発したものである。硬くて脆性的な骨が関節を有することにより、さまざまな変形や衝撃に対応できることに注目し、曲げ剛性の高いコンクリート杭に変形性能を有するジョイント構造を杭本体の頭部（杭頭結合部）または中間部に持たせることにより、地震による慣性力や地すべり、液状化による側方移動などの地盤変状に対応できるようにした耐震性の高い基礎杭である。

耐震場所打ちジョイント杭もジョイント杭の一種である。その構造を杭頭部仕様の場合を図 - 1 a に、杭中間部仕様を図 - 1 b に示す。杭頭部と杭中間部との仕様の相違点は、中間部の場合、上の中間プレートにも補強バンドがある点と、ジョイント部の外径は杭外径より施工上の理由により若干小さいことである。

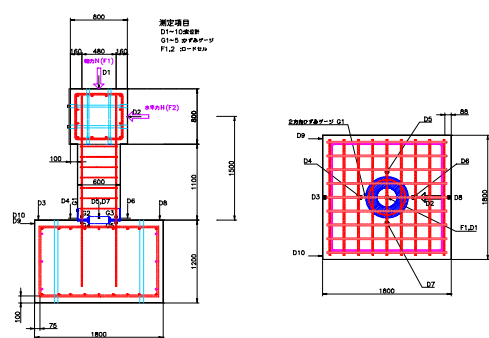
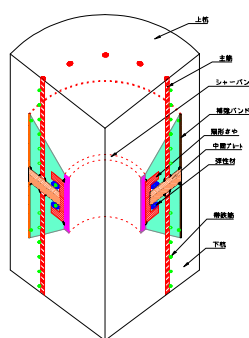
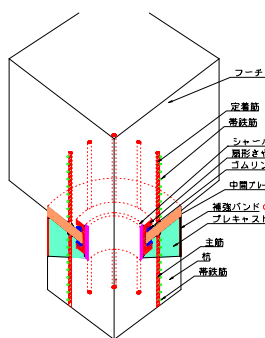


図 - 1 場所打ちジョイント杭構造

図 - 2 試験体及び計測関連位置

3. 固定度確認実験方法

1) 実験概要

最初に予備実験として、軸力 0 (kN) で、5 mm ピッチの 4 サイクルを行った後、本実験として、圧縮軸力を長期の 560 (kN)、短期の 1400 (kN)、軸力 0 (kN) の 3 ケースとした。図 - 2 に試験体の配筋図を示す。杭の配筋は、主筋は杭断面の 1.2%、帯筋は D10@150 とした。杭頭定着筋は、鉄筋径 (D19) の 45 倍 (860mm) 以上とした。試験体は、フーチング部と杭本体部と同品質のコンクリートを打設した。コンクリートの設計基準強度は 22N/mm²、鉄筋は SD290A である。

2) 加力装置と加力方法

加力装置を図 - 3 に示す。軸力作用下において、水平力はせん断スパン比が 2.5 となるようにフーチングから 1500mm の位置に加力した。実験では軸力ならびに水平荷重を油圧センサーで、杭の水平変位および鉛直変位を変位計で、鉄筋およびコンクリートのひずみをそれぞれひずみゲージで測定した。図 - 2 に変位計とひずみゲージの測定位置を示す。ジョイント部の回転角は杭頭部の鉛直変位から求めた。

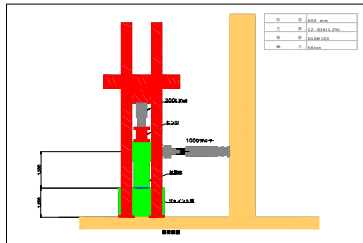


図 - 3 実験装置

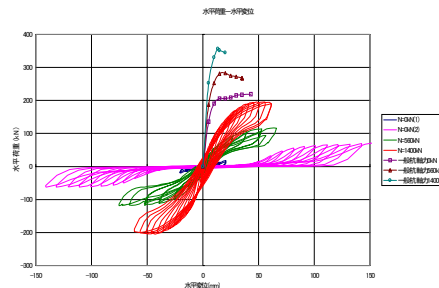


図 - 4 水平力と水平変位の関係

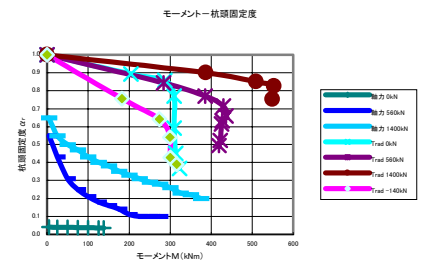


図 - 5 曲げモーメントと固定度の関係

4. 実験結果

1) 水平変位と回転角

実験結果として、特に水平力と水平変位の関係と水平力と結合部の回転角の关系到注目して結果を整理した。図 - 4 に予備実験の結果を含めた水平力と加力点変位 ($P - \delta$) の関係を示した。さらに従来の場所打ち杭と比較するために、長尾ら²⁾が行った今回と全く同様な実験の実験結果を同図にプロットした。図 - 4 からわかるように、短期軸力作用下においては従来の場所打ちコンクリート杭の場合は、水平変位が 10mm 程度になると、鉄筋が先に降伏し、試験体に無数のクラックが発生し、大きな損傷を受けるのに対して、今回の場所打ちジョイント杭の場合は、65mm 変形しても、僅か 2 本のクラック程度に留まっている。軸力がない場合においては、従来杭は約 40mm の水平変位で鉄筋が圧縮降伏しているのに対して、今回の場所打ちジョイント杭は 200mm 変位してもやはり僅か 2 本のクラック程度に留まっている。従来杭に比較して、今回の場所打ちジョイント杭の変形性能が優れていることは明らかである。

2) 杭頭固定度

本実験のように、片持ち梁方式により水平力を試験体に加力する場合には、杭頭結合部の固定度が低下しても、それに応じて曲げモーメントが低下しないため、本報告では秋山他³⁾の提案式を用いて固定度を回転角や水平力から求めた。その結果を既往文献²⁾の従来杭のデータとまとめて図 - 5 に示す。

図 - 5 から、従来の場所打ち杭の結合部固定度は設計水平力に相当する水平力が作用した時において、軸力の大きさに応じて約 0.8 ~ 0.9 となっているのに対して、杭頭部仕様の場所打ちジョイント杭の杭頭結合部の固定度は、軸力の大きさに応じて約 0.04 ~ 0.4 となっていることが確認できた。

5. まとめ

今回の実験により、次の結論が得られた。

杭頭部仕様場所打ちジョイント杭の杭頭変形性能は、従来の場所打ち杭に比較して大きい。

杭頭部仕様場所打ちジョイント杭は、高軸力作用下においても有効であり、杭頭固定度を 0.4 以下になっていることが確認できた。

参考文献

- 1) 宮坂、三浦、平田：高靱性能耐震ジョイント杭の開発とその側方移動する液状化地盤に対する応答 土木学会論文集、No513/I-31, pp201-211, 1995
- 2) 長尾俊昌、妹尾博明、若命善雄：場所打ちコンクリート杭の杭頭結合部の挙動、大成建設技術研究所報 第 22 号、1989.11.
- 3) 秋山 宏他：水平力を受ける鋼管く基礎結合部に関する実験 その 5、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp1003 ~ 1004, 1985.10.