

場所打ち杭を対象とした杭頭半剛接合工法に関する研究

技術研究所 渡邊 一弘
 建築本部 建築統括部 設計部 川上 卓志
 建築本部 建築統括部 生産技術部 古澤 顯彦
 建築本部 建築統括部 生産技術部 黒澤 明

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震の経験から、近年、杭とパイルキャップ(基礎スラブ)を半剛接合とする工法の研究・開発が盛んに行われている。筆者らは、ゼネコン9社で構成する杭頭半剛接合研究会(研究代表;熊谷組)に参加し、場所打ちコンクリート杭を対象とした杭頭半剛接合工法(HRパイル工法)を開発し、(財)日本建築センター基礎構造評定委員会の技術評価を取得した。

本工法の適用範囲は杭径1000mm~2000mmで、その性能および施工性については、最大径の1/4縮尺試験体を用いた構造性能試験および実大径による施工性試験によって明らかにした。

2. 工法概要

HRパイル工法は、場所打ちコンクリート杭の杭頭部を凸型に成型し、その頂部を面積比で杭軸部の50%以下に縮小することで、杭頭の固定度を小さくした杭頭半剛接合法である。接合部は直接にパイルキャップを支承し、杭頭に作用する荷重は、杭頭接合部の回転に応じて、接合面あるいは接合面と芯鉄筋の両者を介して各構造部材へ伝達される。

杭主筋は杭頭接合部内でカットオフ筋となる。芯鉄筋は必要に応じて円形あるいは正方形に配筋する。

コンクリートの靱性を高めるため、接合部の外周面には炭素繊維リング(炭素繊維シートを円形に成型したもの)を取付け、接合部本体ならびにその直下の杭軸部のせん断補強には、高強度せん断補強筋を用いた。なお、接合部外周には回転を拘束しないように緩衝材を敷き詰め接合部の外周を保護することとした。

(2) 各部寸法

杭頭接合部の各部寸法は、杭軸径との関係で設定した(表-1)。なお、パイルキャップの幅は杭軸部径以上とした。

表-1 杭頭接合部の各部寸法 (mm)

| 部位 | 寸法 | 備考 |
|-----------------|---------------------------|---|
| 接合部本体の高さ | 0.25pD | pD: 杭径 |
| 接合部の径(jD) | 0.70pD | 杭軸部径の1/2の断面積とする |
| 接合部の高さ | 70 100 | 1000 ≤ pD ≤ 1400 1500 ≤ pD ≤ 2000 |
| 炭素繊維リング内径 高さ | 接合部の径に同じ 70-t 100-t | 副部材 1000 ≤ pD ≤ 1400 1500 ≤ pD ≤ 2000 |

t: 10mm~12mm

3. 構造実験

(1) 実験目的

杭頭接合部の曲げおよびせん断性状を把握し、接合部のM-φ関係式、接合部本体のせん断強度式を得ることを目的とした。このため、試験体はせん断破壊に先行して接合部が曲げ降伏する試験体と、曲げ降伏に先行してせん断破壊する試験体とした。

(2) 試験体と加力装置

試験体は、杭頭の曲げ性状を把握するための試験体5体(F1~F5試験体)、せん断性状を把握するための試験体2体(S1, S2試験体)である。試験体の断面は、適用範囲内最大軸径の1/4縮小模型とし、杭軸径は500mm、接合部径は350mmとした。

全試験体とも接合部には目付け量300g/m²、引張強度3990N/mm²、引張弾性率2.56×10⁵N/mm²の炭素繊維シートを1巻きしている。

試験体F1は標準となる試験体で、芯鉄筋には高強度鉄筋USD685、せん断補強筋には円形スパイラル形状の高強度せん断補強筋SBPD1275/1420を用いた(図-2)。加力は写真-1に示すように、油圧ジャッキ①を加力点、油圧ジャッキ②を反力点とした端部固定の不静定梁形式の載荷方法とした。頭部に所定の軸力を載荷し、油圧ジャッキ①により押し引きの正負交番載荷を行った。載荷軸力は長期軸力相当(982kN)とした。

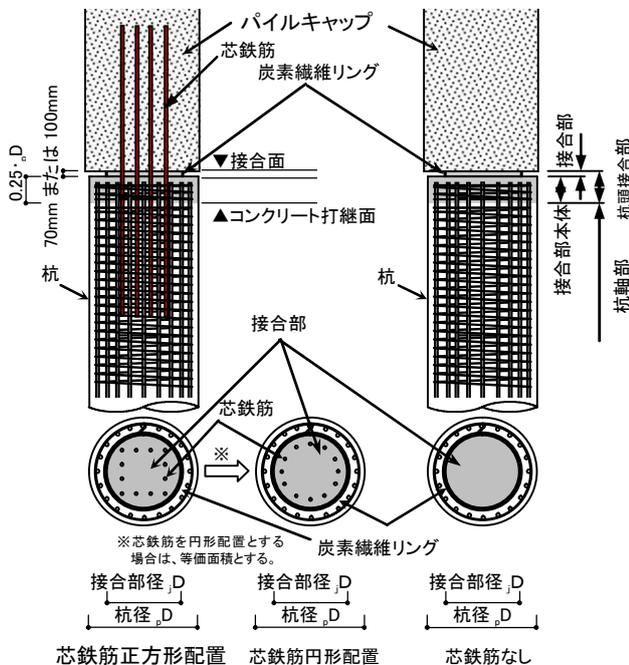


図-1 杭頭接合部の構成

(1) 各部の名称と機能

凸型の杭頭接合部は、図-1に示すように、杭頭部の不良コンクリート(余盛部)をハツリ取った後に築造するが、このうち上部を接合部、下部を接合部本体、接合部とパイルキャップとの境界面を接合面と称する。

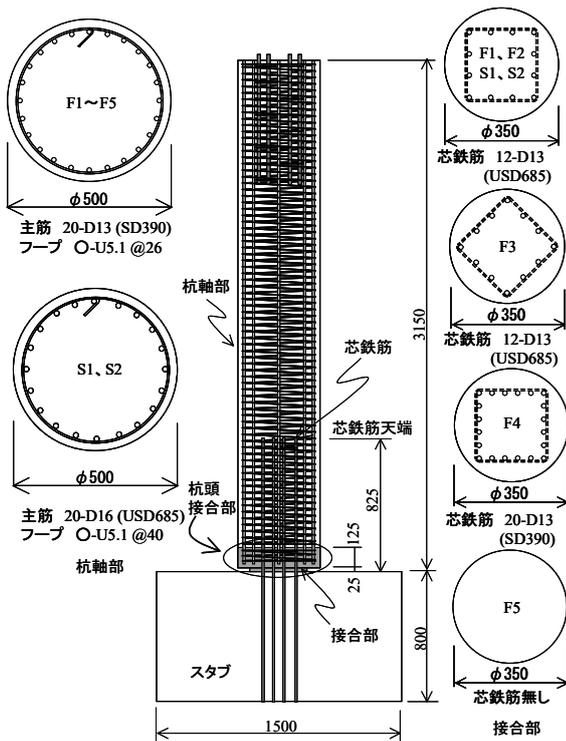


図-2 試験体配筋および寸法



写真-1 加力装置

(3) 破壊状況

いずれの試験体も杭頭接合部およびコンクリート打継面杭側で

支圧破壊は観察されず、接合部の炭素繊維シートも1/33rad.まで観察されなかった。写真-2に試験体の最終状況の例を示す。

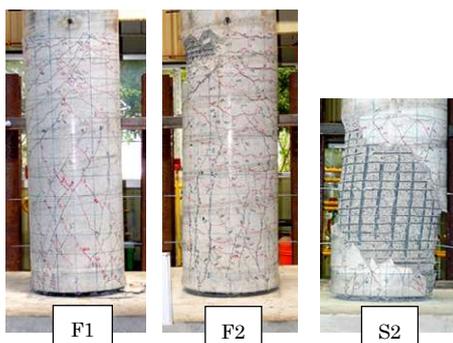


写真-2 最終破壊状況の例

4. 施工試験

(1) 試験目的

HRパイル工法の施工および管理技術の妥当性を確認することを目的とした。そのため、杭軸部から杭頭接合部までの一連の施工工程を模擬した施工試験を行い、場所打ち杭の施工と異なる芯鉄筋の配筋、杭頭のハツリ、杭頭成型の手順と精度を確認した。

(2) 試験体の種類および使用材料

試験体数は3体とした。試験体径は、適用径の中からφ2000を2体、φ1400を1体とした。芯鉄筋配置は、φ2000を円形(Case1)と正方形(Case2)に分け、小径のφ1400(Case3)では正方形とした。各部位の寸法・使用材料を表-2に示す。芯鉄筋の最大本数は、杭軸部のコンクリート充填および杭頭処理が最も困難になると予想され、かつ設計時に杭の引抜きに対して最大となると予想される鉄筋の断面積を考慮して20本-D41と定めた。

その配置は、芯鉄筋の間隔が最小(110mm)、およびトレミー管(φ250mm)の挿入が可能な内法寸法で配筋径を決めた。

表-2 各試験体の寸法と使用材料

| | | Case1 | Case2 | Case3 |
|---------|------------|------------------------|-----------------|----------------|
| Fc | 杭軸部 | 24(N/mm ²) | | |
| | 杭頭接合部 | 42(N/mm ²) | | |
| 鉄筋 | 主筋 | 配筋(SD345) | 30-D35 | 24-D29 |
| | フープ | 杭軸部 | U17@150(スパイラル) | |
| | | 杭頭接合部 | U17@100(スパイラル) | |
| 芯鉄筋 | 配筋(SD345) | 20-D41 (円形) | 20-D41 (正方形) | 8-D41 (正方形) |
| 炭素繊維リング | 高さ(=h-12) | 88mm | | 58mm |
| | 内径(=0.7pD) | 1,400mm | | 980mm |
| | 巻き数 | 4 | | 2 |
| 杭頭処理工法 | | 在来 | 杭頭処理具 | 在来 |

注)U17は、SBPD1275/1420

(3) 試験結果

一連の施工試験で、施工方法と施工管理の妥当性の検証を行い、本工法の施工方法は妥当であることを確認した(写真-3)。



写真-3 出来型形状

5. おわりに

杭頭半剛接合法研究会は、熊谷組を研究代表として、青木あすなる建設、安藤建設、大木建設、西武建設、銭高組、間組、前田建設工業、およびピーエス三菱で構成された。

Key words : 場所打ち杭, 半剛接合, 炭素繊維リング