

高架橋接合部の杭軸方向鉄筋の定着長に関する実験的研究

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 柏原 茂 正会員 吉田 幸司
 同上 正会員 谷村 幸裕 正会員 佐藤 勉
 前田建設工業(株) 正会員 近藤 眞生

1. はじめに

1柱1杭式の鉄筋コンクリート(以下、RC)のラーメン高架橋の接合部は、鉄筋が縦横に配置されており、近年では耐震性能向上に伴う鉄筋量の増加により、鉄筋の組立等の施工性を阻害するような過密な配筋が必要となっているのが現状である。現在、鉄道における設計基準¹⁾では、接合部に定着する杭の軸方向鉄筋はフックをつけることを基本としているが、そのフックにより施工を困難にしている場合が多い。本研究では、施工性の改善方法の一つである軸方向鉄筋をフックなしとした場合の定着に関する実験を実施し、定着長の違いによる比較検討を行った。

2. 実験概要

実構造物の約50%縮小モデルとした標準的な1柱1杭式RCラーメン高架橋の地中梁・柱・杭接合部を模擬した十字形試験体の静的交番載荷試験を行った。なお、試験体寸法は、試験体の概略形状を図1に、配筋概略図を図2に、各試験体の諸元を表1に示す。実験パラメータは、杭部材の軸方向鉄筋の定着長とした。ここで、定着長は地中梁底面からの長さを指す。また、必要定着長は文献1)により求めたものである。

試験体の載荷方法は、柱および杭の先端をピン固定し、地中梁先端にジャッキを取り付け、上下方向に静的な正負交番載荷を行った。軸力は、コンクリートの設計基準強度($f'_{ck}=27\text{N/mm}^2$)の10%に相当する530kNを載荷した。交番載荷は、杭の軸方向鉄筋が降伏する変位 y を基準として、その整数倍の変位で3回ずつの正負交番載荷を、杭基部曲げモーメントが降伏時の杭基部曲げモーメントに比べて十分に低下するまで行った。計測は、載荷荷重、試験体各部に埋め込んだ標点の水平鉛直変位、各鉄筋のひずみ等の測定を行った。また、杭の軸方向鉄筋の拔出し量を杭部材基部の載荷方向最外縁の軸方向鉄筋にワイヤーを溶接し、その伸縮量から計測した。

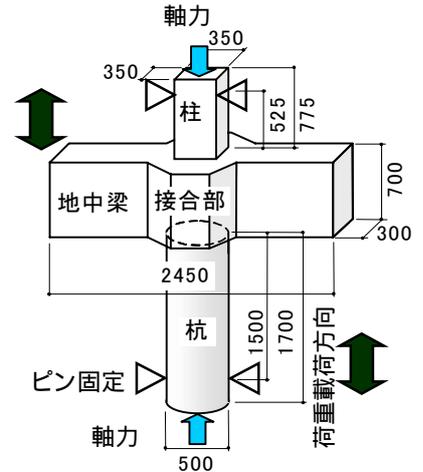


図1 試験体概要

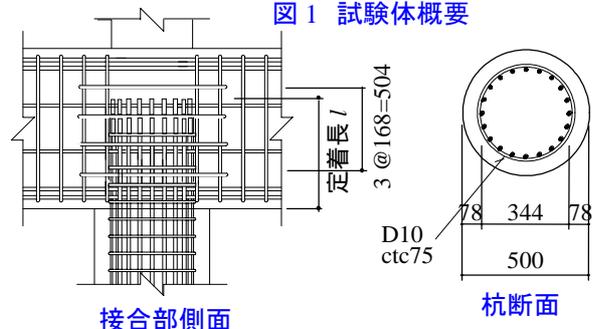


図2 配筋略図

表1 試験体の諸元

| | 定着長 l | 必要定着長 l_d | コンクリート圧縮強度(N/mm^2) | | | 鉄筋材料試験結果(N/mm^2) | | | | | |
|---|------------|----------------|-------------------------------|------|------|-----------------------------|----------|--------------------|-------------|----------|--------------------|
| | | | 杭 | 接合部 | 柱 | 軸方向鉄筋 (D16) | | | 横方向鉄筋 (D10) | | |
| | | | | | | f_{sy} | f_{su} | E | f_{sy} | f_{su} | E |
| 1 | 20 | 40.0 | 32.7 | 29.9 | 29.8 | 379.8 | 553.9 | 1.84×10^5 | 352.2 | 503.2 | 1.70×10^5 |
| 2 | 30 | 46.5 | 31.6 | 23.6 | 31.7 | 393.2 | 597.1 | 1.90×10^5 | 373.6 | 550.3 | 1.69×10^5 |
| 3 | | 40.8 | 35.2 | 30.9 | 28.6 | 393.2 | 597.1 | 1.90×10^5 | 373.6 | 550.3 | 1.69×10^5 |
| 4 | | 34.7 | 31.8 | 39.9 | 38.0 | 379.8 | 553.9 | 1.84×10^5 | 352.2 | 503.2 | 1.70×10^5 |

$l=16\text{mm}$, f_{sy} : 引張降伏強度, f_{su} : 引張強度, E: 弾性係数

キーワード: 接合部、定着、拔出し量

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 042-573-7281 Fax 042-573-7282

3. ひび割れ状況

1, 2 は, 2_y で最大荷重に達した後, 杭部材の軸方向鉄筋の抜け出し量が大きくなり, 急激に荷重が低下した. 杭部材は, かぶりコンクリートが剥落する程度で, 軸方向鉄筋が大きく座屈することはなかったが, 接合部に生じた斜めひび割れが大きく開くとともに, 杭基部周辺の接合部が損傷し, 下面のコンクリートが剥落した. 3, 4 の試験体は, 1_y もしくは 2_y の载荷途中で, 接合部に斜めひび割れが生じたが, 3_y 以降の载荷では発達することはなかった. 変形の増加に伴って杭部材の曲げひび割れ幅が大きくなり, かぶりコンクリートが剥落し, 7_y の载荷途中で軸方向鉄筋が座屈後, 破断して, 大きく荷重が低下した.

4. 荷重-変位関係

各試験体の杭部材の曲げモーメント-部材角の曲線の包絡線を図 3 に示す. なお, 杭基部のモーメントは接合部中心まわりの曲げモーメントの釣り合いから, 杭先端水平力を求め, その水平力による曲げモーメントと, 杭が変形することによって軸力により発生する付加モーメントを加えて求めた. 1, 2 は, 他の試験体に比べて, 3_y 以降の荷重低下が大きく, 履歴ループの形状も細長くなっていた. 図 4 に各試験体のエネルギー吸収量の推移を示す. 1, 2 はエネルギー吸収量が 3, 4 に比べて小さい結果であった.

5. 抜け出し量

図 5(1)に, 杭の部材角とその時のワイヤー計測から得られた杭の軸方向鉄筋の正側載荷時の抜け出し量を示す. 1, 2 は, 杭部材角が 0.04rad 程度となったとき, 3 は 0.07rad 程度のとき, 抜け出し量の増加が急激に発生している. 図 5(2)に, 接合部内の杭軸方向鉄筋に貼付けたひずみゲージにより計測されたひずみ分布を長さ方向に積分した値 (s_1) と, ワイヤー計測による抜け出し量 (s_2) との差と, 杭部材角 θ_p との関係を示した. 鉄筋伸び量を s と考えれば, $s_1 - s_2$ は, 付着切れによる抜け出し量と考えられる. ただし s_1 には, 接合部斜めひび割れに伴うひずみも含まれていると考えられるため, 若干の誤差が含まれている. 図 5(2)より, 1, 2 の付着切れによる抜け出し量は, 他に比べて著しく大きくなっており, これによりエネルギー吸収量の低下が生じているものと考えられる.

6. まとめ

1 柱 1 杭式 RC 高架橋の柱・杭・地中梁接合部における杭の軸方向鉄筋の定着長について実験的検討を行った. その結果, 定着長が現行の設計法により求まる必要定着長に比べて著しく不足すると, 杭部材の変形性能が発揮されず, エネルギー吸収量が低下する.

[参考文献] 1) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 (基礎・抗土圧構造物), 丸善, 1997.3

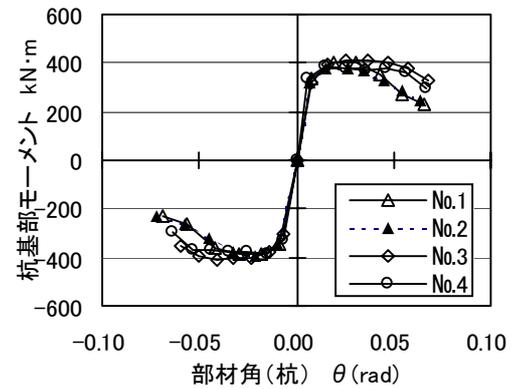


図 3 モーメント-部材角

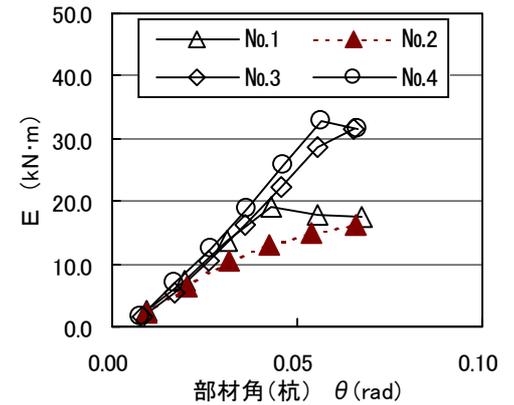


図 4 エネルギー吸収量

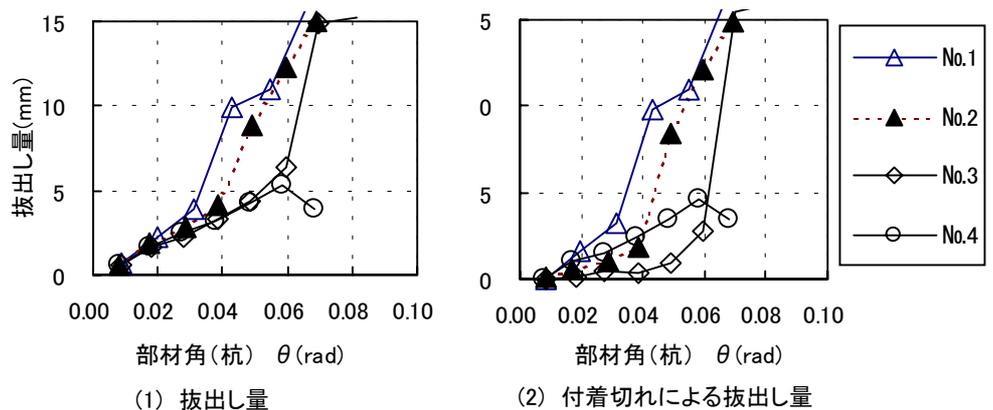


図 5 抜け出し量