

小口径杭とプレキャストコンクリート部材の結合構造における杭頭結合部の小型化

極東興和 正会員 ○稲富 芳寿 直野 和人
山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

近年、桁下空間や狭隘地での施工に適した杭基礎工法として、マイクロパイル工法（以下 MP 工法）に代表される小口径杭工法の需要が増加している。MP 工法が適用される現場では、躯体コンクリートの施工条件が厳しいこともしばしばであり、コンクリートの品質低下や施工期間の長期化を招きやすい。このような課題に対して、躯体構造のプレキャスト化が有効と考えられる。

筆者らは、鋼製スリーブを埋設したプレキャストコンクリート部材と杭頭を、無収縮モルタルを充填することで一体化する杭頭結合構造を開発し、厚さ 250mm～600mm の杭頭結合部を有するプレキャストコンクリート部材を用いた各種実大実験を行い、開発技術における杭頭結合構造の耐荷性を確認している¹⁾。しかしながら、本技術の適用性をさらに向上させるためには、プレキャストコンクリート部材の薄型化が不可欠である。

そこで本研究では、より小型化した杭頭結合構造の開発を目的とし、各種実大実験を通じて新しい結合構造の性能を調べた。

2. 杭頭結合構造

本研究で対象とする杭頭結合部の構造および抵抗機構を図 1 に示す。この結合構造は、鋼製スリーブと MP を鉄筋で連結し、空隙部に無収縮モルタルを充填することで MP と部材の一体化を図るものである。杭頭に作用する荷重に対して、押込み力には MP 頭部で抵抗し、引抜き力には連結鉄筋で抵抗する。

このように、押込み力と引抜き力に対して異なる荷重の伝達・抵抗機構を有する杭頭結合構造とすることで、杭頭結合部に用いる鋼製スリーブの必要高さを最小限に抑え、鋼製スリーブを埋設するプレキャストコンクリート部材の厚さを薄肉化できる。

3. 実大実験

3. 1 杭頭結合構造

実大実験に用いた供試体の杭頭結合構造の詳細を図 2 に示す。MP には、STK400、外径 114.3mm、肉厚 6mm の鋼管を使用し、連結鉄筋には D25、SD490 のネジ節異形鉄筋を使用した。また鋼製スリーブは、連結鉄筋の定着ナット（座金含む）が収まるように、外形 139.8mm、肉厚 4.5mm、高さ 50mm の筒部鋼管の両端に厚さ 9mm の円形フランジを溶接したものとし、これらの結合部を含めたプレキャストコンクリート部材の厚さを 150mm とした。

3. 2 実大実験項目および方法

はり部材の耐荷性能を調べるために、押抜きせん断載荷、曲げ載荷実験を行うものとし、両者とも杭頭部に作用する荷重は押込み荷重、引抜き荷重の 2 ケースを考慮した。図 3、図 4 に載荷装

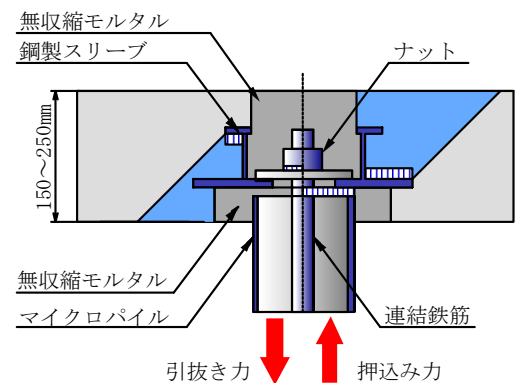


図 1 杭頭結合部の構造および抵抗機構

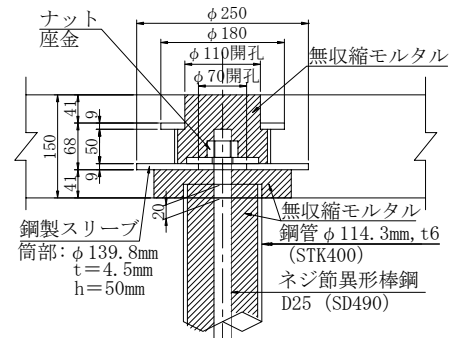


図 2 実大実験用杭頭結合構造

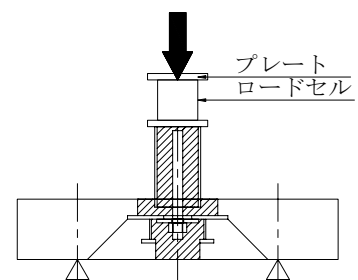


図 3 押込み荷重載荷装置

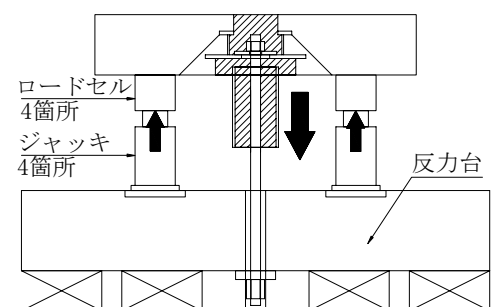


図 4 引抜き荷重載荷装置

キーワード マイクロパイル、プレキャストコンクリート、杭頭結合、鋼製スリーブ

連絡先 〒114-0023 東京都北区滝野川 7-2-13 極東興和株式会社 TEL 03-5974-5150

置図を示す。押込み荷重は図3に示すように供試体を上下反転させて杭鋼管に荷重を載荷した。一方引抜き荷重は、図4に示すように連結鉄筋を反力台に固定した状態で、供試体の四隅に配置した油圧ジャッキを用いて供試体を押し上げることで、埋込み鉄筋を介して杭頭結合部に引抜き力を載荷した。

なお、供試体は、断面幅 800mm、長さは押抜きせん断載荷実験用、曲げ載荷実験用でそれぞれ 800mm、1300mm とし、スパン長を調整した。

4. 実験結果

各種載荷実験により得られた最大荷重の結果を表1にまとめるとともに、荷重－変位関係を図5～図8に示す。なお表1には、杭頭結合部の耐荷性能を確認するための指標として、フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度から算出した許容荷重との対比結果を併せて示す。

押込み荷重による押抜きせん断載荷実験 (SO シリーズ) では、図5に示すように SO1 と SO2 の曲線に若干のばらつきがあるものの最大荷重および最大荷重時変位は同程度であり、最大荷重の平均は 284kN (許容荷重比約 2.6 倍) であった。

一方、引抜き荷重による押抜きせん断載荷実験 (SH シリーズ) では、破壊形態が鉄筋の拔出し破壊であったため、図6に示すように最大荷重は SO シリーズに比べて小さい値となっており、平均 138kN (許容荷重比約 1.6 倍) であった。

押込み荷重による曲げ載荷実験 (MO シリーズ) では、図7に示すようにひび割れから最大荷重までの挙動はほぼ同様であり、最大荷重の平均は 200kN (許容荷重比約 1.8 倍) であった。

一方、引抜き荷重による曲げ載荷実験 (MH シリーズ) では、SH シリーズと同様に破壊形態が鉄筋の拔出し破壊であったため、最大荷重は MO シリーズに比べて小さい値となっており、平均 127kN (許容荷重比約 1.4 倍) であった。

5. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に要約する。

- (1) RC はり部材の押抜きせん断載荷実験において、杭頭結合部の諸元から求めた許容荷重に対して平均最大荷重が SO シリーズで約 2.6 倍、SH シリーズで約 1.6 倍となり、提案する杭頭結合構造を用いたはり部材の押抜きせん断に対する安全性が確認された。
- (2) RC はり部材の曲げ載荷実験において、杭頭結合部の諸元から求めた許容荷重に対して平均最大荷重が MO シリーズで約 1.8 倍、MH シリーズで 1.4 倍となり、提案する杭頭結合構造を用いたはり部材の曲げ荷重に対する安全性が確認された。

なお本研究は、中国建設弘済会より、平成 21 年度技術開発支援制度の助成を受け実施したものである。

参考文献

- 1) 稲富芳寿, 直野和人, 山根隆志, 吉武 勇, 三浦房紀, 中川浩二: 小口径鋼管杭とプレキャスト RC 部材の結合構造に関する実大実験, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.1, pp.15-23, 2008.

表1 各実験における最大荷重一覧

a) 押抜きせん断載荷実験結果

	押込み		引抜き	
供試体	SO1	SO2	SH1	SH2
最大荷重 (kN)	300	267	127	148
A:平均値 (kN)	284		138	
B:許容荷重 (kN)	110		88	
A/B	2.58		1.57	

b) 曲げ載荷実験結果

	押込み		引抜き	
供試体	MO1	MO2	MH1	MH2
最大荷重 (kN)	205	194	121	131
A:平均値 (kN)	200		127	
B:許容荷重 (kN)	110		88	
A/B	1.82		1.44	

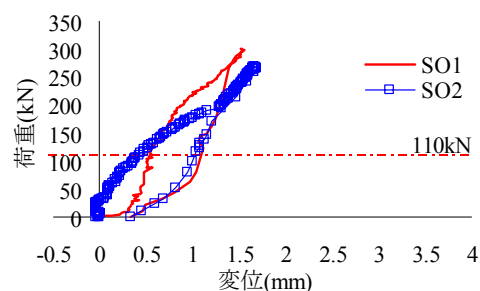


図5 荷重－変位関係 SO シリーズ

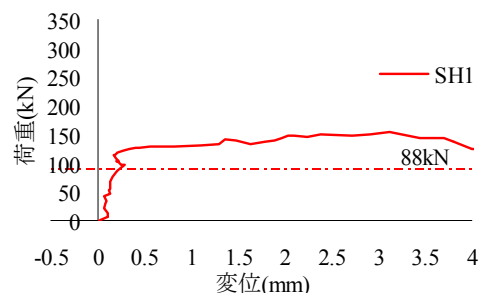


図6 荷重－変位関係 SH シリーズ

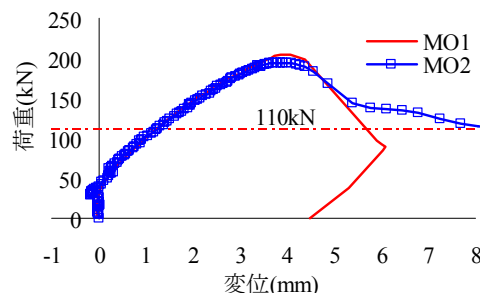


図7 荷重－変位関係 MO シリーズ

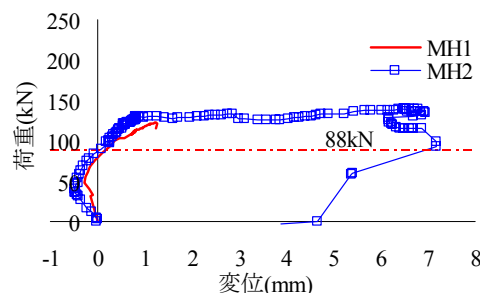


図8 荷重－変位関係 MH シリーズ