

第 部門 ボルトを用いた杭頭接合構造の力学的特性に関する研究

京都大学工学部 学生員 ○林堂 靖史
 京都大学工学研究科 正会員 大島 義信
 山川建設(株) 山川 圭介

京都大学工学研究科 正会員 杉浦 邦征
 京都大学工学研究科 正会員 木村 亮

1. はじめに

近年、様々な現場において急速施工が求められているが、養生期間を必要としないプレキャストのフーチングと杭をボルト結合できれば、大幅な工期短縮につながる可能性がある。ただしこの場合、ボルト結合による杭頭接合部は完全な剛結とならないため、道路橋示方書等で推奨されてきた結合方式とはならない。しかし杭を剛結しない構造では、杭本体に発生する曲げモーメントが低減されるため、近年半剛結の結合形式が提案されつつある^[1]。そこで本研究では、図1に示すように、杭頭半剛結性を期待できるボルトとコンクリート充填二重鋼管を用いた杭頭接合構造を提案し、実験によりその接合構造の力学的挙動を明らかにすることを目的とする。

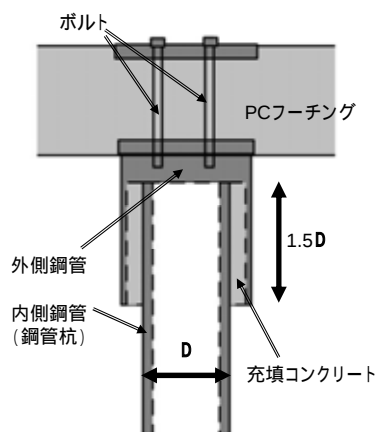


図1 提案する杭頭接合方法

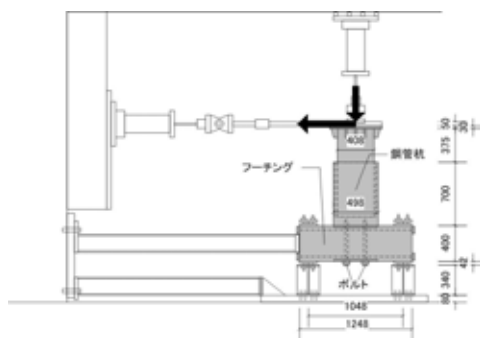


図2 実験装置概要

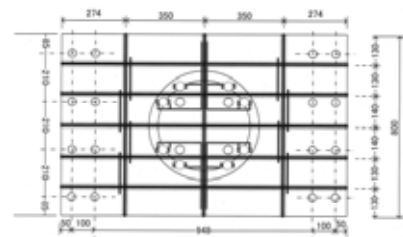


図3 フーチング配筋図

2. 実験概要

図2に示すように、実験では上下逆にした実物の2/3スケールの接合部周辺を模擬し、鉛直荷重一定の下で荷重装置の変位の限界125mmまで水平方向に荷重した。内側鋼管、外側鋼管の外径はそれぞれ408mm、498mm、厚さはともに7mmで、SS400を用いた。二重鋼管部分は杭径の1.5倍程度(600mm)埋め込み、間には無収縮コンクリートを充填した。フーチング部分は図3に示すように縦800mm、横1248mm、高さ400mmで、スパン1048mmとしてピン固定し、曲げ、せん断に対して十分な耐力を有するようにせん断補強筋と、上縁側、下縁側にPC鋼より線を格子状に配置した。また、中央には直径480mm、厚さ13mmのベースプレートが埋め込まれている。ボルトはSS400を用い、M32を一边210mmの正方形の四隅に、初期軸力としてそれぞれ6tfを導入した。これは、ボルトの降伏荷重の約30%に相当する。荷重点は接合部より杭側に1130mmの中央とし、鉛直荷重は20tfとした。これは、鋼管の降伏荷重の約15%に相当する。

3. 実験結果及び考察

実験により得られた荷重点での水平方向の荷重、変位関係を図4に、杭頭に作用する曲げモーメントと杭頭回転角の関係を図5に示す。

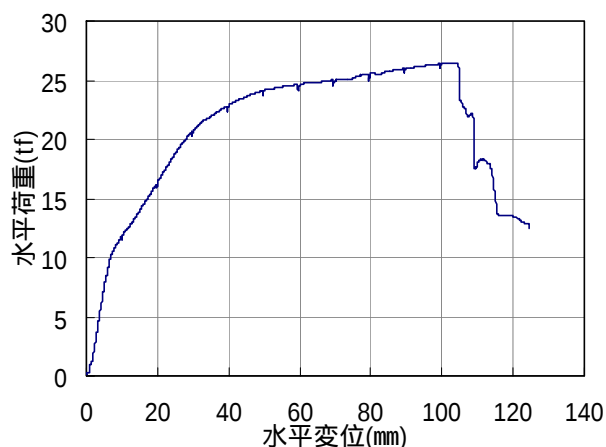


図4 水平方向の荷重変位関係

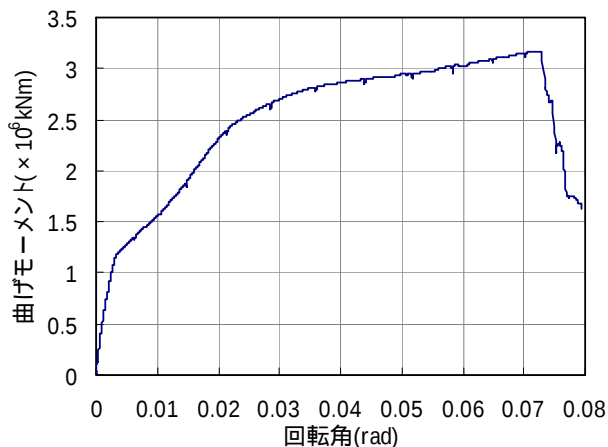


図5 杭頭曲げモーメントと回転角の関係

図4より、変位6mm付近で引張側のボルトが降伏し、40mm付近で圧縮側のボルトも降伏、100mm付近でフーチングと杭を結合するナットがすべりはじめたものと考えられる。図より、ボルト部が降伏する荷重は10tf程度となるが、本実験供試体にレベル1地震動が作用した場合の作用荷重は8tf程度の水平荷重に相当するため、提案する接合構造では十分な曲げ耐力を有することがわかる^{〔2〕}。またこの構造では、ボルト部が降伏し変形を吸収する形式となっているため、高い変形性能を有している。さらに、より降伏強度の高いボルトを用いたり、ボルトの本数を増やすことにより、曲げ耐力を上げることができると考えられる。

次に剛結の程度について述べる。まず杭頭固定度 α を次の式により定義する。

$$\alpha = \frac{K_{\theta}}{\beta EI + K_{\theta}} \quad (1)$$

ただし、 K_{θ} ：杭頭の回転剛性、 β ：基礎の特性値(道路橋示方書等により求められる)、 EI ：杭の曲げ剛性である。実験結果から弾性範囲内(回転角0.003rad以下)において、杭頭固定度を計算すると、 $\alpha=0.9$ 程度となる。一方、既往の研究によると、従来の杭頭埋め込み方式(杭頭剛結方式)での接合部の杭頭固定度は、0.9～1.0程度であることがわかっており^{〔3〕}、提案する構造形式は従来工法と同程度の杭頭固定度であることがわかる。つまり、この構造形式では、道路橋示方書等で推奨されているような完全な杭頭剛結ではないものの、従来の接合方式に相当する結合力を持つことがわかる。

4. 結論及び今後の課題

本研究によって、提案する杭頭接合構造が十分な耐力を持ち、従来の接合方式と同程度の結合力を持つことが明らかとなった。また、この杭頭接合構造を用いることにより、工期を短縮することができると考えられる。今後の課題としては、この実験をもとにした解析モデルを作成し、ボルトが破断するような終局状態についての検討、あらゆる鉛直荷重(引張荷重も含む)における力学的挙動の検討、ボルトの初期軸力が及ぼす影響についての検討等を行う必要があると考えられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、桧垣義雄技官をはじめ多くの方にご協力いただきました。この場を借りて感謝の意を表します。

[参考文献]

〔1〕松尾 雅夫, 辻 英一, 小野 俊博 他: ローラーおよび半固定とした杭頭接合法--P/R パイル工法 基礎工 29(12) (通号 341) [2001.12] 〔2〕社会法人日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 平成14年3月 下部構造編 〔3〕(社)建設コンサルタンツ協会: 杭頭部の試設計 複合橋梁形式と細部構造および設計法に関する調査研究