

端板を重ねた接続継手を有する合成杭の開発

大阪ガス(株) 正会員○川崎 浩司*
 大阪ガス(株) 正会員 西崎 丈能*
 (株)竹中工務店 正会員 高橋 透**
 (株)竹中工務店 正会員 前中 敏伸**

1. はじめに

現在、LNG／LPG タンク等の基礎杭としては全長にわたって鋼管杭が用いられることが多い。ここで、杭頭に静的荷重が水平に載荷された場合、深度方向の変形分布と発生モーメント分布は図－1のようになる。このようなモードを考慮すると、曲げ変形が卓越する上部は従来通り曲げ性能に優れた鋼管杭を用い、下部はPHC 杭を採用して基礎杭コストの低減化を図るという合成杭が考えられる。このような杭の性能を明らかにするため、部材の応力解析及び1／2スケールモデル実験を行った。

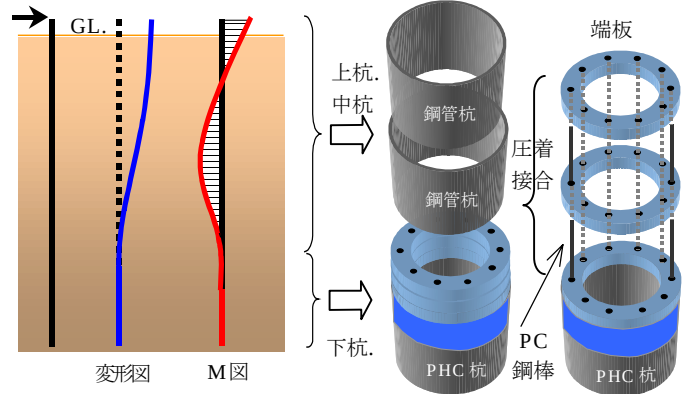
2. 接続継手の仕様

考案した合成杭の接続継手は、PHC杭の継手材料である端板を所定厚さに複数枚重ね合わせ、PC 鋼棒に導入されるプレストレスにより圧着接合（アンボンド）した。図－2に概念図を示す。以下では、接続継手近傍の応力集中が小さくなる仕様を解析的に検討し、実験により合成杭の曲げ性能の検討を行った。

3. 解析による接続継手構造の検討

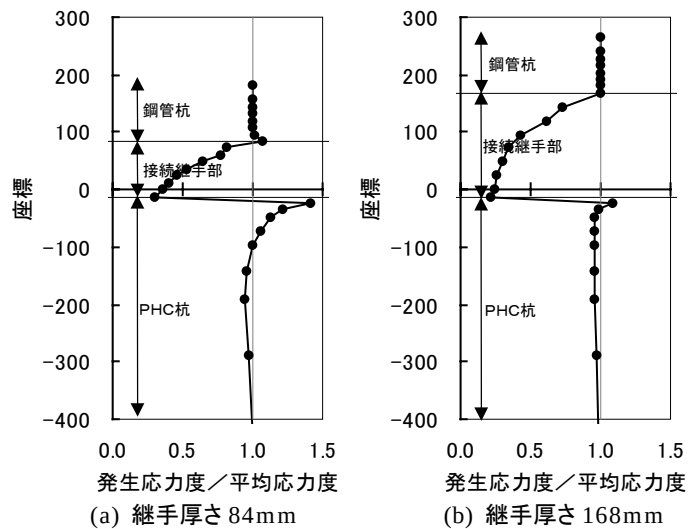
接続継手厚さをパラメータとした3次元FEM解析を行い、接続継手近傍の応力集中度（発生応力度／平均応力度）を評価した。図－3(a)に継手厚さ 84mm（端板 $t=12\text{mm}\times 7$ 枚）、図－3(b)に継手厚さ 168mm（端板 $t=24\text{mm}\times 7$ 枚）とした場合の杭断面外縁要素の結果を示す。

PHC杭側の接続継手近傍において(a)では約 1.4 程度、(b)では約 1.1 倍程度の応力集中度となる。また鋼管杭側の接続継手近傍での応力集中はほとんどみられない。従って、適切な接続継手厚さとして接続継手近傍の応力集中を低減できることが分かった。図－4に接続継手部近傍における応力集中度の最大値を、接続継手厚さをPHC杭肉厚で除した比率で部位別に示す。接続部の応力集中度を 1.1 以下（道路橋示方書における現場溶接部分の許容応力度の低減値である 90％を満足する）とするには、PHC杭肉厚の2倍以上の接続継手厚さが必要であると思われる。

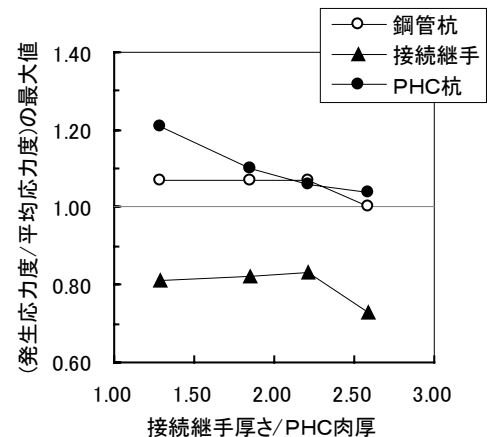


図－1 杭の変位、曲げモーメント分布図

図－2 継手の概念図



図－3 応力集中度の解析結果



図－4 継手厚さと応力集中度の関係

キーワード：合成杭、PHC 杭、鋼管杭、接続継手、応力集中

連絡先：* 〒541-0046 大阪府中央区平野町 4-1-2 Tel 06-6205-4592 Fax 06-6321-1062

: ** 〒104-8234 東京都中央区銀座 8-21-1 Tel 03-3542-7728 Fax 03-3545-0974

4. 実験による接続継手構造の評価

(1)杭仕様と試験方法

試験杭はφ400mmを用い、軸曲げ試験を行った。試験方法は、杭先端N値が50程度の地盤に支持された場合の長期許容支持力(60tf)を想定した軸力を載荷し、JIS A 5337(プレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリート杭)に準じて実施した。表-1に杭仕様を、図-5に試験装置、図-6(a)に事前解析により決定した接続継手部の断面図及び図-6(b)に製作状況を示す。

(2)軸曲げ試験結果と計算値の比較

PHC杭引張側縁応力度が引張強度に達するひび割れ発生時及び圧縮側コンクリートの歪が0.25%に達する終局時の2ケースについて、実測値と計算値を比較した結果を図-7、8に示す。なお計算値は材料非線形性を考慮したファイバー法を用いて行った。図-9に実測値と計算値の比較位置を示す。

PHC杭について、PHC杭断面積が規格値より大きめに製作されているため計算値は圧縮側縁応力度を過大に評価し、また、端板の開口により引張応力は伝達されていない。接続継手部は、実測値と計算値の応力度分布は比較的良好に一致する。鋼管杭部分は、圧縮側応力度を実測値が計算値より超過する傾向を示した。これは試験に用いられたスパイラル鋼管の鋼帯接合部の溶接による影響が考えられる。

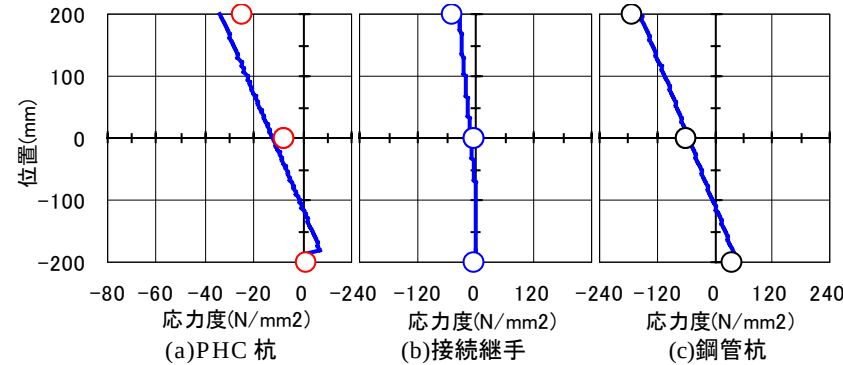


図-7 断面内応力度分布の比較(ひび割れ発生時)

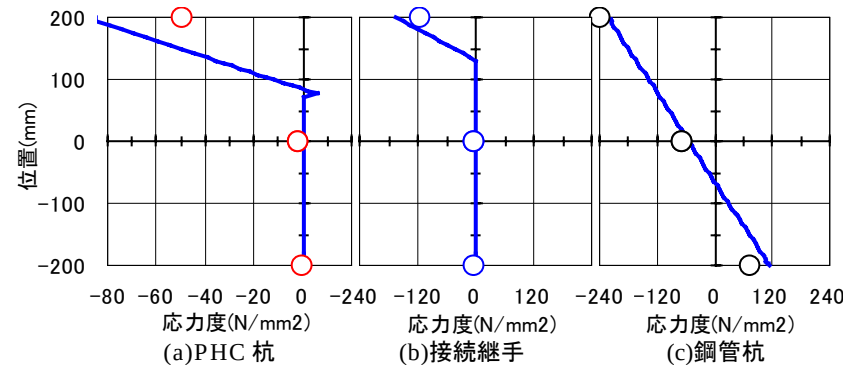


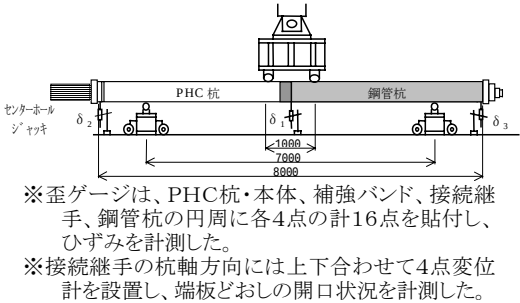
図-8 断面内応力度分布の比較(終局時)

5. まとめ

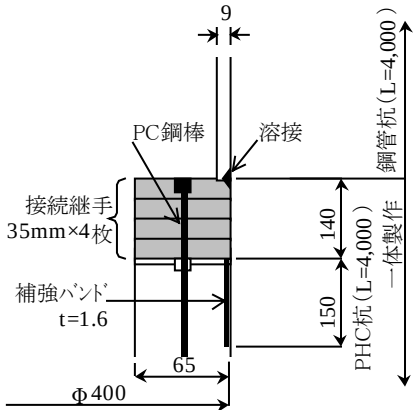
今回考案した端板を重ねた接続継手は、接続継手部近傍の応力集中を低減でき、接続継手部近傍のPHC杭に引張応力を伝達しない等の性能を有することを確認した。今後、得られた結果を基に合成杭の実用化を目指して検討を進めて行く予定である。最後に、本実験・計測に際しご助力を頂いた三谷セキサン株式会社に深謝致します。

表-1 杭仕様

杭種類	規格	杭径 mm	杭長 m
鋼管杭	SKK400	400	4.0
PHC杭	A種	400	4.0



※歪ゲージは、PHC杭・本体、補強バンド、接続継手、鋼管杭の円周に各4点の計16点を貼付し、ひずみを計測した。
※接続継手の杭軸方向には上下合わせて4点変位計を設置し、端板どおしの開口状況を計測した。



(a)断面図

(b)製作状況



図-6 接続部の断面図及び製作状況

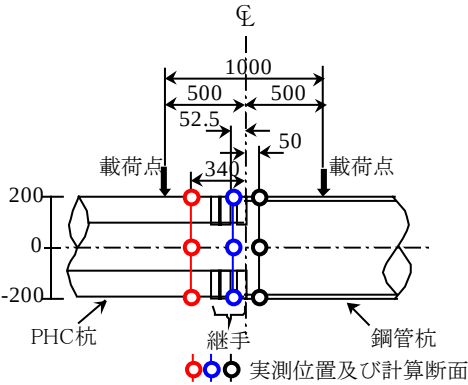


図-9 計算値と実測値の比較位置