

拡張杭の軸方向力伝達機構におよぼす継手金具の平面度の影響（解析的研究）

九州工業大学大学院 学生会員 ○繁富 友也

九州工業大学工学部 正会員 廣岡 明彦

旭化成建材（株） 正会員 大和 真一

日本設計（株） 非会員 中川 進

1.はじめに

既成コンクリートパイルの接合は、一般に溶接によって行われる。杭の両端部には継手となる端板があり、端板外周面には溶接用開先が設けられている。端板の製作時や取り付け時の平面度の誤差があるので、上下の端板が全面で接触することは難しい。そのため、一般に既成コンクリート杭では端板外周面の溶接用開先部分のみが上下で接触し、端板の杭内面側は 1~2mm のクリアランスが生じるように製作加工されている。これらのクリアランスがあっても PHC 杭（高強度プレストレストコンクリート杭）では杭の耐力に問題は生じないことは実験によって確認されている。今回は SC 杭（鋼管コンクリート複合杭）を対象として、その上下端板のクリアランスが継手部付近の応力伝達にどのような影響を与えるのかを詳細に検討するために有限要素解析を実施した。以下にこれについて報告する。

2.解析モデル

解析モデルを図 1 に、杭の寸法を表 1 示す。解析モデルは 1/4 断面とし、底面は完全拘束である。実物の杭における拡張杭と下杭は、拡張部の継手金具と下杭の頭部金具が外縁部で溶接されることにより結合されており、溶接を実施するためにあらかじめ両者には 1mm のクリアランスが施工上設けられている。このクリアランスの影響を評価するためには、上下継手金具が完全に密着したものと両金具間に溶接にて接合された外縁部を除き 1mm のクリアランスが存在しているものを解析対象とすることが最善であるが、解析の都合上、クリアランス部にコンクリートの 5%程度の剛性を有する材料が存在するものと仮定した。すなわち、クリアランスが有る場合は、溶接された外縁部を除く継手金具と頭部金具の間に周囲と比べて剛性が著しく小さい（1/100 程度）弱部が存在するものとして解析を実施した。解析ケースはクリアランスが存在しない場合、1mm のクリアランスがある場合、上端板が全てクリアランスとなった場合の 3 ケースとした。荷重条件は拡張部に本杭の地震時（短期）荷重を想定した 12000kN を 12000 ステップにわたって载荷を行い、材料の力学特性は構成則に MISES モデルを使用し、表 1 のような材料パラメータを設定している。

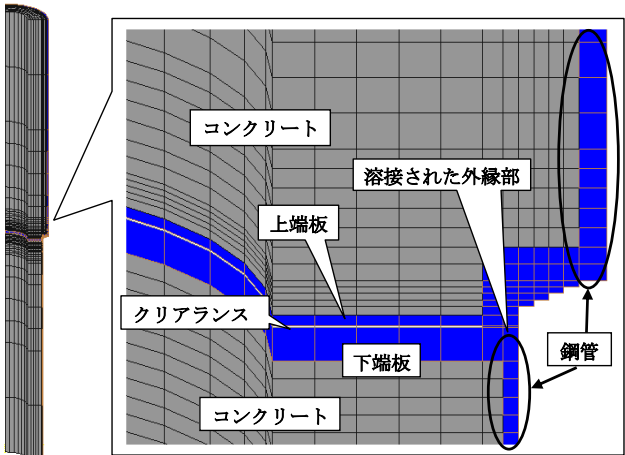


図 1 解析モデル

表 1 杭の寸法

拡張杭（φ 800）		下杭（φ 700）	
コンクリート厚（mm）	鋼管厚（mm）	コンクリート厚（mm）	鋼管厚（mm）
174	16	131	9

表 2 材料特性

材料	弾性係数（Pa）	ポアソン比	降伏応力（Pa）
鉄	2.10×10 ¹¹	0.3	2.4×10 ⁸
コンクリート	4.0×10 ¹⁰	0.2	5.0×10 ⁷
クリアランス部	2.10×10 ⁹	0.3	2.4×10 ⁸

3.解析結果

(1) 荷重－杭頭変位関係

図2に各解析ケースの杭頭変位と載荷重との関係を示す。全ケースではほぼ直線的な荷重－変位関係にあり、杭体は降伏に至っていない。クリアランスを有し、かつそれが大きくなると杭頭変位は大きくなるが、その違いは微小であり、有意な差が認められない。したがって、載荷重－杭頭変位関係にクリアランスの有無による著しい影響は生じないものと考えられる。

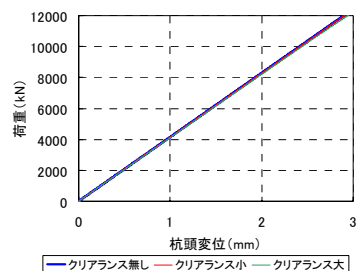


図2 荷重－杭頭変位関係

(2) 鉛直応力分布

図3に載荷重 12000kN 時の継手部付近の鉛直応力分布を示す。鉛直応力が溶接部並びに金具より下杭外周の鋼管部を介して下杭に伝達されていることが確認できるとともに、クリアランスの有無に関わらず鉛直応力がほぼ同様の分布傾向であることが指摘できる。クリアランスが大きくなるとコンクリート部に伝わる応力は小さくなっており、より鋼管部に応力が集中することがわかる。

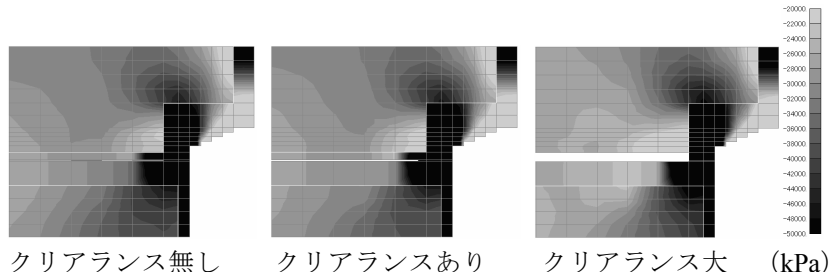


図3 載荷重 12000kN 時の継手部付近の鉛直応力分布

(3) vonMises 応力分布

vonMises 応力は $\sigma_{vm} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$ で表され、構造強度評価に用いられる。

図4は、載荷重 12000kN での vonMises 応力分布を、拡頭部と下杭の接合部の金具・鋼管部について示したものであり、すべての領域で vonMises 応力が鋼材の降伏応力を超えることは無い。最も大きな vonMises 応力が観測される領域では、クリアランスの無い場合に比べてクリアランスの有る場合の方が 5%ほど大きな応力が発生しており、クリアランスが大きくなるとさらに 5%程度増加する。

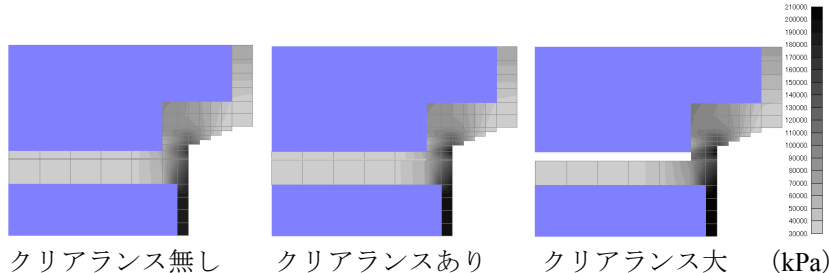


図4 載荷重 12000kN 時の接合部金具・鋼管部の vonMises 応力分布

図5は、載荷重 12000kN での vonMises 応力分布を、拡頭部と下杭の接合部付近のコンクリート部分を示したものである。すべての領域で vonMises 応力が降伏応力を超えることは無い。クリアランスの有無による分布形状・絶対値に顕著な差は無いが、クリアランスが大きくなると応力の大きな領域が広がっていることがわかる。また、鋼管部に比べて、クリアランスの有無による違いが顕著ではないことも指摘できる。

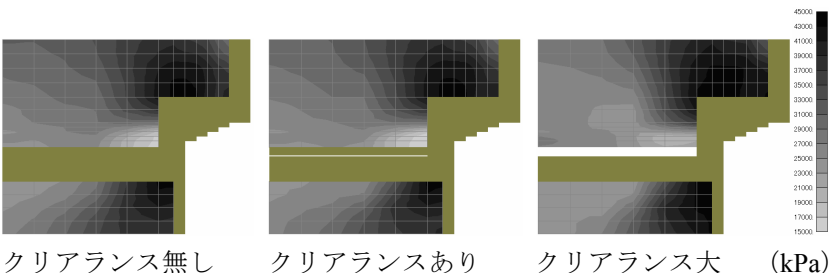


図5 載荷重 12000kN 時のコンクリート部の vonMises 応力分布

4.まとめ

クリアランスの有無・大小によって作用する応力に若干の差が見られるものの、想定し得る鉛直荷重が作用した場合、杭部材の全ての領域で降伏応力に到達することはない。また、荷重は主として鋼管外縁部を介して伝達され、上下端板のクリアランスは杭の安全性を損なうほどの影響を与えないものと考えられる。

参考文献

- 2004 日本建築学会（北海道）拡頭杭の軸方向力伝達機構におよぼす継手金具の平面度の影響（実験的研究）小橋、大和、中川
- 2001 日本建築学会（関東）無溶接型杭継手を用いた PHC 杭の軸方向力伝達機構に関する実験的研究 玉井、津田、大和ら