

拡頭型鋼管杭の構造特性

杭、ソイルセメント、室内試験

J F E スチール(株)	正会員	坂口裕司
ジャパンパイル(株)		三村哲弘
ノザキ建工(株)		芳川隆利
J F E 技研(株)	国際会員	林 正宏
Super KING 工法協会	正会員	須見光二
ソイルセメント合成鋼管杭工法協会		山口 昭

1.はじめに

拡頭型鋼管ソイルセメント杭 (HYSC 杭)¹⁾ 工法および拡頭型鋼管杭先端拡大根固め工法 (Super KING 工法)²⁾ は、鉛直抵抗と水平抵抗のバランスが取れた合理的な設計を可能とする構造として開発した工法である。拡頭鋼管杭の製作においては直径の異なる鋼管を接続するが、その接続方法としてスチフナ方式の継手を採用した。その拡頭構造に対して軸圧縮試験、曲げ試験および FEM 解析を実施し、必要性能を満たす継手仕様を明らかにした。以下に、結果を報告する。

2. 拡頭鋼管の構造

拡頭型鋼管杭に使用する鋼管は、頭部の大径鋼管 (頭部鋼管) と先端側の小径鋼管 (軸部鋼管) からなる拡頭構造を有する鋼管である。その拡頭構造の継手部分 (拡頭継手部) は、頭部鋼管と軸部鋼管を平行四辺形状の板材 (スチフナ) を介して接続することにより構成される。拡頭継手部の構造を図-1 に示す。この継手構造の性能を明確にするために、軸圧縮試験、曲げ試験および FEM 解析を実施した。

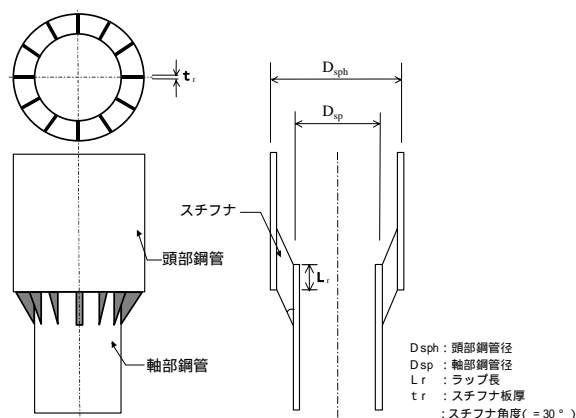


図-1 拡頭鋼管の構造概要

3. 軸圧縮特性

軸圧縮試験の試験体の諸元を表-1 に、試験方法の模式図を図-2 に示す。頭部鋼管径 762mm、軸部鋼管径 508mm とした拡頭継手部試験体 2 体と、比較のための鋼管 508mm 1 体の試験を実施した。拡頭継手部試験体は、スチフナ枚数を 8 枚、12 枚とした。

荷重 ~ 軸方向変位 (載荷板位置で測定) 関係を図-3 に示す。杭の要求性能として、軸部の鋼管と同等以上の耐力を有することが求められるが、CASE 1 (スチフナ 8 枚) の場合には、鋼材の引張試験から求めた軸部鋼管の降伏荷重 (4190kN) を若干下回る結果となった。一方、CASE 2 (スチフナ 12 枚) および CASE 3 の場合は、最大耐力が降伏荷重を上回る結果であった。また、試験体は軸部の座屈で破壊に至った。これらの結果より、拡頭継手部はスチフナが 12 枚の場合に、軸部鋼管の軸圧縮耐力以上の性能が得られることが確認できた。

次に、軸圧縮試験体をモデル化して FEM 解析により試験を再現した。解析は、シェル要素を用いた 3 次元弾塑性 FEM 解析とした。スチフナ 12 枚の場合の解析結果と軸圧縮試験結果の比較を図-4 に示す。両者とも解析と実験結果は良く一致しており、FEM 解析の妥当性が検証された。

表-1 試験体の緒元

CASE	軸部鋼管		頭部鋼管		スチフナ		材 質	
	(mm)	t (mm)	(mm)	t (mm)	枚数	t (mm)	鋼管	スチフナ
1	508	9	762	9	8	12	SKK400	SS400
2	508	9	762	9	12	12	SKK400	SS400
3	508	9					SKK400	

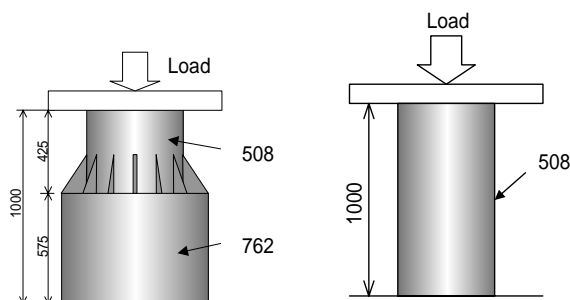


図-2 試験方法の模式図

Structural Performance of Steel Piles with Enlarged Pile-Head

Yuji Sakaguchi (JFE steel Co.) , Tetsuhiro Mimura (Japan Pile Co.)

Takatoshi Yoshikawa (Nozaki Kenko Co.) , Masahiro Hayashi (JFE R&D Co.)

Mitsuji Sumi (Association of Super KING Pile Construction) , Akira Yamaguchi (Association of HYSC Pile Construction)

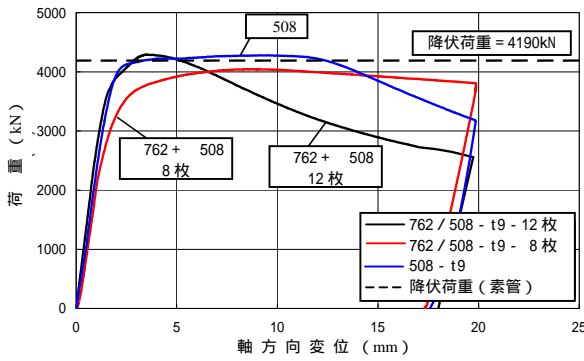


図-3 荷重～軸方向変位（載荷板位置で測定）関係

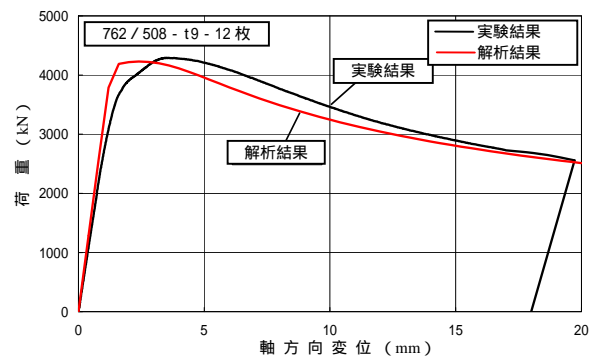


図-4 解析結果と実験結果の比較

4. 曲げ特性

拡頭継手部の曲げ特性を確認するために、4点曲げ試験および3次元弾塑性 FEM 解析を実施した。試験体の諸元を表-2 に、試験体の形状・寸法を図-5 に示す。スチフナ枚数は十分な軸圧縮耐力を有することが確認された 12 枚とした。

図-6 に各荷重段階における試験体の変形挙動を示す。最大変形が生じているのは、中央から 1 m 程度、軸部鋼管 508mm 側の位置であり、軸部鋼管の圧縮側が座屈する挙動を示した。

図-7 に継手位置（支間中央部）における荷重～変位関係を示す。図中には FEM 解析によってシミュレーションした結果も合わせて示した。拡頭継手部の曲げ耐力は、鋼材の引張試験から求めた軸部の鋼管の曲げ耐力と同等以上であることが確認できた。また、解析結果とも非常によく一致した結果となった。

表-2 試験体の緒元

軸部鋼管		頭部鋼管		スチフナ		材 質	
(mm)	t (mm)	(mm)	t (mm)	枚数	t (mm)	鋼管	スチフナ
508	11.4	762	11.3	12	16	SKK400	SS400

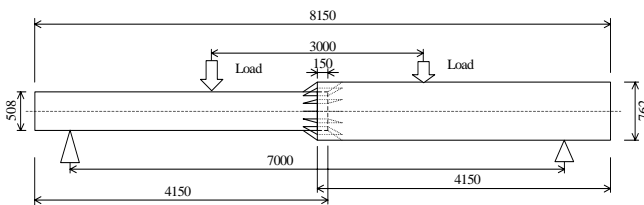


図-5 試験体の形状・寸法

5. おわりに

拡頭継手部の実験や FEM 解析により、スチフナ枚数が 12 枚の場合に軸部鋼管と同等以上の耐力であること、および FEM 解析モデルの妥当性が確認できた。紙面の都合上割愛したが、この解析モデルにより、拡頭倍率（頭部鋼管径 / 軸部鋼管径）を 1.2～1.5 倍として、軸部鋼管の径や板厚ごとに拡頭継手部の仕様を決定した¹⁾²⁾。拡頭型鋼管杭工法への適用性、挙動特性については文献³⁾⁴⁾⁵⁾を参照されたい。

【参考文献】

- 1) (財)国土技術研究センター：HYSC 杭（鋼管ソイルセメント杭工法），一般土木工法・建設技術審査証明報告書，2007。
- 2) (財)土木研究センター：Super KING 工法（鋼管杭先端拡根固め工法），一般土木工法・建設技術審査証明報告書，2007。
- 3) 笠井ほか：拡頭型鋼管ソイルセメント杭の開発（その 1）施工性，第 43 回地盤工学研究発表会，2008。
- 4) 今ほか：拡頭型鋼管ソイルセメント杭の開発（その 2）水平挙動，第 43 回地盤工学研究発表会，2008。
- 5) 大久保ほか：拡頭型鋼管ソイルセメント杭の開発（その 3）軸方向バネ定数，第 43 回地盤工学研究発表会，2008。

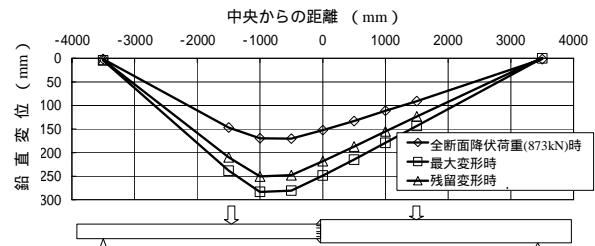


図-6 各荷重段階における試験体の挙動

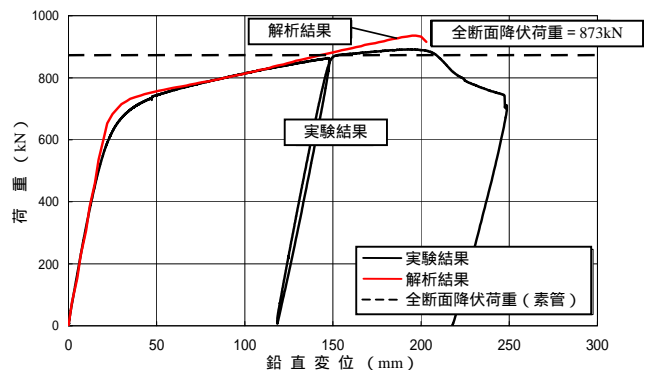


図-7 荷重～変位（支間中央部）関係