建設技術審査証明事業（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）
概要書

Super KING 工法
鋼管杭先端拡大根固め工法

建技審証第0702号

建設技術審査証明書

建技審証第０７０２号

技術名称 鋼管杭先端拡大根固め工法
「Super KING 工法」

（開発の趣旨）
近年、建設投資の効率化のために、コスト縮減を可能とする新しい技術の開発が従来以上に求められている。
本技術は、杭先端に築造する拡大根固め球根により、鋼管径が同一の他の杭工法に比べ高い鉛直支持力が期待できる杭工法を提供することを趣旨として開発されたものである。

（開発の目標）
以下の性能を有する鋼管杭先端拡大根固め工法を開発することを目標とする。
(1) 杭の鉛直支持力
先端支持力は、杭先端に築造する拡大根固め球根の直径に相当する既製杭の支持力式（鋼管ソイルセメント杭の支持力式）を用いることができること。周面摩擦力および極方向バネ定数は、杭周固定液の有無に対して、それぞれ支持力機構が類似する既製杭の支持力式および推定式を用いることができること。
(2) 杭の水平支持力
水平方向地盤反力は、同径の中掘り杭、プレボーリング杭と同等であること。
(3) 杭先端部の構造強度
鋼管と一体化した拡大根固め球根の強度が、地盤から決まる設計極限支持力以上であること。
(4) 根固め球根部の施工管理
地盤中にて、所定の形状および強度の拡大根固め球根が確実に築造できること。
(5) 拡頭継手部の耐力
拡頭継手部は、それが接続される鋼管（一般部鋼管）と同等以上の軸圧縮耐力、曲げ耐力を有すること。

一般財団法人土木研究センターの建設技術審査証明事業実施要領に基づき、依頼のあった標記の技術について下記のとおり証明する。

平成19年８月９日
平成24年８月９日　更新

建設技術審査証明事業実施機関
一般財団法人 土木研究センター
理事長 中村 亮

記

1．審査証明の結果
上記の開発の趣旨および開発目標に照らして本技術を審査した結果、「Super KING 工法」は次の性能を有することが確認された。
(1) 杭の鉛直支持力
現場鉛直載荷試験の結果、杭先端の極限支持力度は鋼管ソイルセメント杭の設計式と同等以上が得られることを確認した。
周面摩擦力度は、杭周固定液を用いない場合は中掘り杭と同等以上、杭周固定液を用いる場合はプレボーリング杭と同等以上が得られることを確認した。
杭の極方向バネ定数は、杭周固定液を用いない場合は中掘り杭と同じ推定式、杭周固定液を用いる場合はプレボーリング杭と同じ推定式で評価できることを確認した。
(2) 杭の水平支持力
水平載荷試験より得られた水平方向地盤反力は、同径の中掘り杭、プレボーリング杭と同等程度が得られることを確認した。
(3) 杭先端部の構造強度
外周実杭と根固め球根、管内リングと根固め球根の付着試験結果より、根固め球根の強度が、地盤から決まる極限支持力を上回ることを確認した。
(4) 根固め球根部の施工管理
Super KING ビット拡翼確認システムを構築し、ビットが所定径に拡翼した事実をビット引き上げ直後に確認出来ることが分かった。
杭の掘出し調査の結果、杭周固定液流出および根固め球根の脱落状況は良好であり、拡大根固め球根が確実に築造できることを確認した。また、掘出し杭および載荷試験杭の根固め球根のコア圧縮強度試験により、十分な強度を有していることを確認した。
(5) 拡頭継手部の耐力
拡頭継手部の軸圧縮試験、曲げ試験およびFEM解析を実施し、拡頭継手部の耐力が一般部鋼管と同等以上の耐力を有することを確認した。
2．審査証明の前提
(1) 本審査証明は、依頼者からの試験データ等の資料を基に審査し、確認したものである。
(2) 審査証明の対象とする技術は、所定の適用条件のもとで、適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。
(3) 施工は、適正な施工管理のもとで行われるものとする。
3．審査証明の範囲
本審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨および開発目標に対し、設定した審査証明の方法により確認した範囲とする。
4．審査証明の詳細　建設技術審査証明報告書
5．審査証明の有効期限　平成29年８月８日
6．審査証明の依頼者
JFEスチール株式会社
所在地：東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ジャパンパイル株式会社
所在地：東京都中央区日本橋浜町二丁目１番１号
ノザキ建工株式会社
所在地：千葉県千葉市美浜区新港２２３－３

平成２４年８月

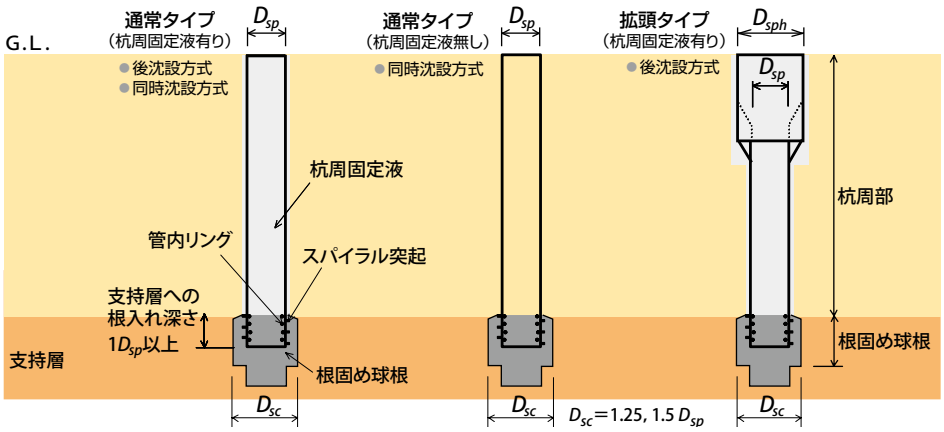
建設技術審査証明協議会会員
一般財団法人 土木研究センター（PWRC）

技術の概要

Super KING 工法は、先端部の内外面に突起を設けた鋼管本体と拡大根固め球根とを一体化させ大きな支持力を発現する鋼管杭工法です。拡大根固め球根は、鋼管径以上の直径を有し、機械式に拡翼する特殊ビット(Super KING ビット)を用いて杭先端部の支持地盤に築造されます。根固め球根径を鋼管径より大きな径とすることにより、同一鋼管径の既製杭より大きな鉛直支持力が得られるため、杭本数の低減や基礎寸法の縮小が期待できます。また拡大根固め球根は2 種類(鋼管径の1.25 倍、1.5 倍)の直径を有し、必要な支持力により最適な根固め径を選択することが可能です。

本工法は杭頭部を拡径しない通常タイプと、水平抵抗力を増大することを目的として杭頭部を拡径した拡頭タイプがあります。拡頭タイプは、通常タイプに比べ杭頭部の変位量、応力を低減できるため、表層地盤が軟弱である場合や地震時の水平力が卓越する場合等に有効です。

施工は、地盤を掘削した後に鋼管を沈設する方法(後沈設方式)と、地盤を掘削しながら同時に鋼管を沈設する方法(同時沈設方式)の2 種類があり、地盤条件等に応じて適宜最適な施工法を選択できます。また杭周面の摩擦力を高めることを目的として杭周固定液を充填する場合と、充填しない場合があります。



杭の姿図

杭先端突起

根固め球根

杭施工状況

拡頭杭

Super KINGビット(Aタイプ)

技術の特徴

(1) 根固め球根の施工管理

本工法で用いる拡翼可能な掘削ビット(Super KING ビット)は、拡翼確認システムを具備しているため、施工直後に完全拡翼した事実すなわち所定径の根固め球根を築造した事実を確認できます。

(2) 大支持力の実現化

根固め球根底面積を支持力評価面積として扱えるため大きな鉛直支持力が期待できます。

(3) 経済設計の実現化

根固め球根は2種類(鋼管径の1.25 倍、1.5 倍)の直径を有し、必要な支持力により最適な根固め径を選択することが可能です。

(4) 拡頭構造による合理的な設計

杭頭が拡径された拡頭タイプを用いることで、液状化地盤や軟弱地盤でも経済的な設計が可能です。

(5) 大径･長尺杭の施工が可能

最大鋼管径φ1200mm(一般部)、杭長75mまでの実績があるため、大径･長尺杭でも対応可能です。

審査証明の結果

(1) 杭の支持力

10件(砂層6件、砂れき層4件)の押込み試験および3件の水平載荷試験により以下の支持力特性を確認しています。

【押込み極限支持力】

$$Ru = \alpha \times N \times A_{sc} + Ui \times \Sigma Li \times fi$$

α ：先端支持力係数 砂:150
砂れき:200

N ： 杭先端地盤のN値(ただし，N値の最大は50とする。)

A_{sc}： 根固め球根の面積 $A_{sc} = \pi \times D_{sc}{}^2/4$

Ui ： 評価周長(根固め部より上端は鋼管の周長、根固め部は根固め球根の周長)

ΣLi： 周面摩擦を考慮する層の厚さ

fi ： 最大周面摩擦力度

杭周固定液を用いない場合の杭周部

・砂質土 $f = 2N$ (≦100)　　N:杭周面のN値
・粘性土 $f = 0.8C$ または $8N$ (≦100)　　C:粘着力(=$qu/2$)

杭周固定液を用いる場合の杭周部および根固め部

・砂質土 $f = 5N$ (≦150)　　N:杭周面のN値
・粘性土 $f = C$ または 10N (≦100)　　C:粘着力(=$qu/2$)

【極限引抜き支持力】

地盤から決まる押込み極限支持力算定式における周面摩擦力のみを考慮して算定する。

【杭の軸方向バネ定数】(通常タイプ)

$$Kv = \alpha \times \left(\frac{A_{sp}E}{L}\right)$$

α： 係数　杭周固定液を用いない場合 $a = 0.010\frac{L}{D_{sp}} + 0.36$

杭周固定液を用いる場合 $a = 0.013\frac{L}{D_{sp}} + 0.53$

A_{sp}: 杭の純断面積
E ：杭のヤング係数
L ：杭長

【水平方向地盤反力係数】

同径の中掘り杭、プレボーリング杭と同等

鉛直載荷試験状況

(2) 杭体構造

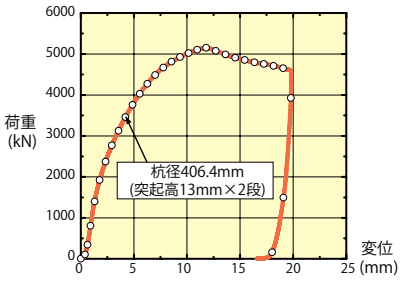
①杭先端部の構造強度

杭先端部の鋼管に取り付けた外周突起および管内リングと拡大根固め球根との付着強度を室内載荷試験により確認し、以下の式を満足するよう先端突起の仕様を決定しています。

鋼管先端内面･外面の突起と根固め球根との付着力 ＞ 地盤から決まる極限支持力

管外突起と球根の付着試験

管内リングと球根の付着試験



管内リングと球根との付着試験結果

②根固め球根の施工管理

● Super KING ビット拡翼確認システムの構築
ビットが地盤中にて所定径に拡翼した事実をビット引き上げ直後に確認できるシステムを開発しました。

●杭の掘り起し調査
実大杭の掘り出し調査の結果、杭周固定液部および根固め球根の撹拌状況は良好であり、拡大根固め球根が確実に築造できることを確認しています。

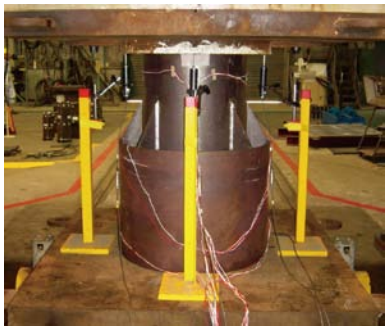
●根固め球根の強度確認試験
掘り出し杭および載荷試験杭の根固め球根のコア圧縮強度試験により、十分な強度を有していることを確認しています。

拡翼確認装置取付状況

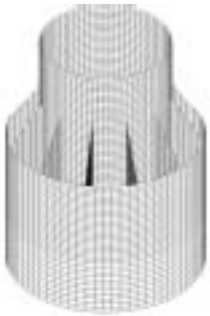
③拡頭継手部の耐力

拡頭部と一般部を接合する拡頭継手部に関して、軸圧縮試験、曲げ試験およびFEM解析から拡頭継手部の耐力を確認し、以下の式を満足するよう継手部の仕様を決定しています。

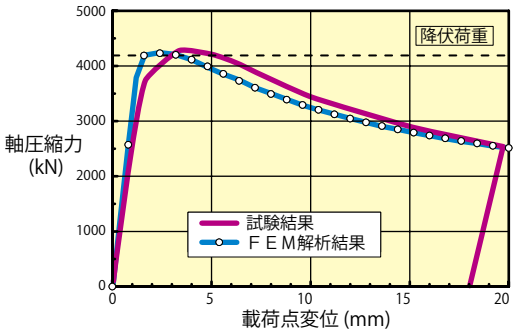
拡頭継手部の耐力 ＞ 一般部鋼管の耐力



拡頭継手部の軸圧縮試験



有限要素モデル



軸圧縮試験の荷重－変位関係

技術の適用範囲

Super KING 工法の対象範囲を以下の表に示します。これは、載荷試験や施工実績等から適用可能であることを確認した範囲であり、この範囲以外での適用可能性を否定するものではありません。

適用範囲

施工方法		後沈設方式	同時沈設方式
鋼管径	通常タイプ	400mm～1,200mm	600mm～1,200mm
	拡頭タイプ	一般部 600mm～1,200mm 拡頭部 900mm～1,800mm	—
拡大根固め球根径		500mm～1,800mm （一般部鋼管径の1.25 倍、1.5 倍）	750mm～1,800mm （一般部鋼管径の1.25 倍、1.5 倍）
最大施工深さ（実績最大）		66m	75m
支持層土質		砂層、砂れき層	砂層、砂れき層

主な実績

平成15年7月に建築分野の国土交通省大臣認定を取得してから平成24年5月までに、民間建築工事や鉄道橋・道路橋工事等で80件以上の実績があります。

審査証明有効期間

平成24年8月9日～平成29年8月8日

技術保有会社／お問い合わせ先

ＪＦＥスチール株式会社　建材センター　建材開発部　03-3597-4518
ジャパンパイル株式会社　施 工 部 門　施工推進部　03-5843-4195
ノザキ建工株式会社　建 設 事 業 室　043-243-0606

本概要書は、一般財団法人土木研究センター（PWRC）が行った「建設技術審査証明（土木系材料･製品･技術、道路保全技術）」の結果を、広く関係各位に紹介する目的で作成したものであります。
一般財団法人土木研究センター（PWRC）企画･審査部　TEL03-3835-3609　http://www.pwrc.or.jp/shinsa.html