

京都大学	博士（工学）	氏名	玉井 俊行
論文題目	ソイルセメント羽根付き鋼管杭の鉛直支持特性に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、ソイルセメント羽根付き鋼管杭の鉛直支持特性を明らかにし、現状の設計手法の課題を解決し、新しい設計手法を提案することを目的としてまとめたものであり、7章から構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、開発に至った背景などを述べた後、鉛直支持力特性の評価と圧密沈下量の評価という設計手法の2つの課題を示した。</p> <p>第2章では、ソイルセメント羽根付き鋼管杭の適用範囲や施工方法と鉛直支持特性などについて述べた後、ソイルセメント合成鋼管杭との比較内容を示した。さらに、圧密沈下量の評価について、沈下量および地中応力の計算方法、現行の設計手法について説明した。</p> <p>第3章では、原位置の実大単杭載荷試験について記述した。まず、複合効果を検証するため、羽根付き鋼管単体、ソイルセメント単体、これらを複合したソイルセメント羽根付き鋼管杭の各ケースの載荷試験結果を比較した。その結果、ソイルセメント羽根付き鋼管杭は、羽根付き鋼管単体に比べて、約4倍の耐力を発揮することが分かった。次に、20例の載荷試験結果をもとに、周面摩擦力および先端支持力と土質定数との関係を明らかにし、支持力評価式を提案した。</p> <p>第4章では、杭体のみを対象とした模型実験とその数値解析の内容を記述した。まず杭体の中間部を対象に10分の1スケールの模型実験と実験結果に対する3次元弾性有限要素解析を実施し、羽根の有無が複合効果に与える影響の検証および数値解析のモデル化を実施した。その結果、羽根付き鋼管はストレート鋼管に比べて、杭体の一体性が大きく向上した。次に、適用性が確認できた解析モデルを用いて、対象領域を杭体全体に拡張し、実物大スケールの3次元弾性有限要素解析を実施し、羽根からソイルセメントへの荷重伝達機構を検証した。杭体への拘束条件が等しい場合、各羽根が負担する荷重は、中間羽根の上から1枚目が最も大きく、2枚目、3枚目となるにつれて減少することが明らかとなった。</p> <p>第5章では、杭体と周辺地盤の相互作用に関する検証内容を述べた。第4章で得られた杭体モデルの周辺に地盤を設けた3次元弾塑性有限要素解析の適用性を検証するため、実大載荷試験結果に対するシミュレーションを実施した。この数値解析モデルを用いて、羽根間隔を標準仕様である2mから3mに広げることが支持力性能や周辺地盤への荷重伝達に与える影響を検証した。羽根間隔が異なることで改良体内部の応</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	玉井 俊行
<p>力分布は異なるが、支持力性能や地盤への荷重伝達に大きな影響はない事が確認できた。次に、杭先端の $3D_c$ (D_c: 改良体径) 以深に圧密層があり、杭先端部の砂質土の層厚が異なる 3 ケースの 2 層地盤を用いて、杭体から圧密層への地中応力の伝達機構を土-水連成弾塑性有限要素解析を用いて検証した。その結果、杭体の先端支持力が大きいケースほど、圧密層に伝達される応力も大きくなることが確認できた。また解析値と設計値の比較より、解析から得られた地中応力増分の最大値は設計値を下回る結果となった。</p> <p>第 6 章では、2 つの設計手法の提案について記述した。1 つ目は、杭体の仕様の簡略化で羽根間隔を標準仕様である 2 m から 3 m に広げることで、標準的な杭長 6 m の場合、3 % の鋼材の削減が可能となることを示した。2 つ目は、鉛直応力増分の設計手法の提案である。対象とする地盤は、杭先端の $3D_c$ (D_c: 改良体径) 以深に圧密層がある 2 層地盤とする。荷重作用点に作用する荷重は載荷荷重から作用点までの摩擦力を減じた荷重とし、鉛直応力増分の算出は、地盤内応力分布の近似を目的に応力集中係数を導入した Boussinesq の解の修正式を用いる。以上の提案手法で算出した沈下量と解析で得られた沈下量を比較した結果、提案値は解析値を上回り、提案手法で算出しても解析で得られた沈下量を安全側に評価する結果となった。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文では、ソイルセメント羽根付き鋼管杭の単杭を対象とした原位置載荷試験を数例実施し、鉛直方向および水平方向の支持力性能の明確化および設計法の確立を目指した支持力評価に関する検討を行った。次に、羽根の効果が羽根付き鋼管とソイルセメントの複合効果や荷重伝達メカニズムに与える影響を検証するため、杭体だけを対象とした室内模型実験と模型実験に対する3次元弾性有限要素解析を実施した。続いて、杭周辺に地盤を設けた場合における3次元弾塑性有限要素解析および土-水弾塑性有限要素解析を実施し、杭体から周辺地盤への荷重伝達機構および圧密層への地中応力の伝達機構について検証した。得られた主な成果は次のとおりである。

- 1) ソイルセメント羽根付き鋼管杭は、改良体と羽根付き鋼管の複合効果により、羽根付き鋼管単体に比べて、約4倍の大きな鉛直支持力(極限支持力)が得られることを現場載荷試験より確認した。
- 2) 検証する領域を杭体の全体に拡張し、実物大スケールの模型実験を想定した3次元弾性有限要素解析を実施した結果、各羽根を等間隔に設置し、杭体への拘束条件が等しい場合には、中間羽根が負担する荷重の割合は、中間羽根の上から1枚目が最も大きく、2枚目、3枚目となるにつれて、減少することを明らかにした。
- 3) 羽根間隔を2.0 mから3.0 mに広げても、荷重と変位の関係や周面摩擦力は同等であり、支持力性能に大きな違いがない事を数値解析で確認した。さらに、羽根の枚数や羽根の位置が異なることで改良体内部の応力分布は異なるが、杭体の周辺地盤や下部粘性土に発生する応力の分布形状や大きさは同等であることを確認した。
- 4) 杭先端の $3D_c$ (D_c : 改良体径) 以深に圧密層があり、杭先端部の砂質土の層厚が異なる3ケースの2層地盤を対象とした検証を実施した結果、杭先端部の砂質地盤の層厚が厚いほど、水平方向のより広い範囲に地中応力増分が伝達されることが確認できた。さらに、解析値と設計値の比較の結果、解析で求めた載荷終了時の最大鉛直応力増分は、設計値の54%以下となり、各ケースとも設計値を下回り、沈下量に関しては安全側の設計が実施されていることを確認した。

以上、本論文は、ソイルセメント羽根付き鋼管杭の鉛直支持力特性を明らかにし、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年10月12日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。