

|            |  |
|------------|--|
|            | [8]                                      |
| 氏 名        | ひろせ たつや<br>廣瀬 竜也                         |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士（工学）                                   |
| 学位記番号      | 理工博第37号                                  |
| 学位授与の日付    | 平成28年3月31日                               |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当                             |
| 学位論文題目     | 小規模建築物に用いる小口径杭の鉛直支持力評価に関する研究             |
| 論文審査委員     | 主査教授 伊藤 淳 志<br>副査教授 鈴木 三四郎<br>副査教授 榎 井 健 |

## 論文内容の要旨

住宅等の小規模建築物において、地盤の支持力が不足する場合に地盤補強を目的として、先端に掘削刃と先端翼を取り付けた小口径鋼管を回転して地盤に貫入させる回転貫入杭工法や、プレボーリングを併用して小口径コンクリート杭を地盤に静的に圧入して施工する既製コンクリート圧入杭工法が多く用いられている。日本建築学会の小規模建築物基礎設計指針では、これらの杭に対して、杭基礎の設計を規定した平成13年国土交通省告示第1113号に示されている埋込み杭と同じ支持力係数を用いることや、同告示における標準貫入試験のN値と粘性土地盤の不攪乱試料についての一軸圧縮強さに基づいた支持力算定式に、小規模建築物の地盤調査に採用されることが多いスウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）による換算N値や換算一軸圧縮強さを用いてもよいことが提案されている。しかし、その根拠については示されていない。

また、小規模建築物基礎設計指針では、これらの小口径杭に対して長さ径比による杭材の許容圧縮力の低減を与えている。この低減は、旧建築基礎構造設計規準・同解説に準じているが、打込み杭の試験結果に基づいて設定されたものであり、その根拠については不明な点が多くある。

以上を背景として、本論文では小規模建築物に用いられている小口径杭の支持力算定式を確立することを目的として、現場載荷試験結果を収集し、極限支持力度とスウェーデン式サウンディング試験結果から評価される換算N値との関係について検討している。さらに、杭の長さ径比による耐力の低下について、座屈問題として実験的および解析的に検討を行っている。

本論文は以下の6章から構成されている。

第1章では、小規模建築物に用いられる回転貫入杭やコンクリート圧入杭の支持力算定の現状と問題点を示して、本研究の目的を明確にしている。

第2章では、3タイプの先端翼形状を有する回転貫入杭工法の載荷試験結果を対象に、先端支持力度および周面摩擦力度とSWS試験結果から求められる換算N値との関係につ

いて統計的に検討している。その結果、先端地盤が砂質土（礫質土を含む）、粘性土の場合ともに、極限先端支持力度と杭先端下方に翼径の1倍～上方に翼径の1倍の間の平均換算N値の相関性が他の範囲のものより高いことがわかり、両者の関係式（設計式）を提案している。さらに、極限周面摩擦力度と平均換算N値との関係式も提示している。また、本研究で対象としている平均換算N値が30程度までの地盤における回転貫入杭の支持力に対しては、測定間隔の小さいSWS試験の方が一般に使用されている標準貫入試験よりも地盤定数を適切に評価できることを示している。

第3章では、4種類の断面形状のコンクリート圧入杭工法の載荷試験結果を対象に、先端支持力度および周面摩擦力度とSWS試験結果から求められる換算N値との関係について統計的に検討している。その結果、先端地盤が砂質土（礫質土を含む）の場合は杭先端下方に杭径の1倍～上方に杭径の1倍の間の平均換算N値と、また粘性土の場合は杭先端下方に杭径の2倍～上方に杭径の1倍の間の平均換算N値と極限先端支持力度との相関性が他の範囲より高いことがわかり、両者の関係式（設計式）を提案している。さらに、極限周面摩擦力度と平均換算N値との関係式も示している。また、施工時の打ち止め圧入力は、載荷試験結果から求められる短期許容支持力にほぼ等しく、打ち止め圧入力を短期許容支持力以上として管理することの有用性を示している。

第4章では、寒天を用いた模擬地盤中の杭の模型座屈実験を行い、地盤の剛性、杭頭の固定条件および杭の長さ径比が杭の座屈荷重に与える影響を検討している。その結果、地盤の剛性が大きくなるほど、杭の座屈荷重も大きくなること、杭の座屈荷重には、長さ径比の影響が認められないことを確認している。

第5章では、第4章で述べた模型実験をモデル解析により検討している。その結果、解析結果は既往の理論値とよい対応を示し、模型実験と同様に、地盤の剛性が大きくなるほど、杭の座屈荷重も大きくなること、杭の座屈荷重には、長さ径比の影響が認められないことを示している。

最後に、第6章で本論文の全体をまとめている。

## 論文審査結果の要旨

小規模建築物に用いる小口径杭の設計においては、経済性や操作性などの面から、スウェーデン式サウンディング試験による換算N値に基づいて支持力を算定することが提案されているが、これまで先端支持力および周面摩擦力と換算N値との明確な関係式は示されていなかった。本論文では、小口径の回転貫入杭およびコンクリート圧入杭についての多数の載荷試験データを収集し、統計的な解析によって、まず先端支持力との相関性が最も高い換算N値の算定範囲を策定し、次いでその換算N値から極限先端支持力度を求める設計式を提案している。この提案式は小規模建築物における今後の杭基礎の設計において有用性が非常に高いといえる。また、極限周面摩擦力度についても杭周面地盤の換算N値との平均的な関係式を提示しており、杭基礎の設計に大きく寄与するものである。

一方、杭基礎の支持力は、上記の地盤によって決まる支持力と、杭材によって決まる許容耐力の小さい方で決定されることから、後者に関して、地盤中の杭の座屈問題の観点から実験および解析によって検討している。模型実験においては、寒天を所定の割合で水と

調合することにより均質な弾性模擬地盤を作製するという斬新で有用な手法を考案している。この模型実験および杭を弾性地盤上の梁としてモデル化した解析の結果より、地盤の弾性係数が大きくなるほど座屈荷重が大きくなること、その際の座屈荷重は杭の長さ径比に影響せず、現行の設計で上限として規定されている杭の長さ径比の2倍の場合でも座屈荷重すなわち杭体の許容耐力が変わらないことを見いだしている。これらの結果は、今後の杭基礎の設計において、杭の根入れ長さを検討する上での貴重な資料となる。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。