

|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| 氏 名         | ふくもと かずまさ<br>福 本 和 正           |
| 学位(専攻分野)    | 博 士 (工 学)                      |
| 学 位 記 番 号   | 論 工 博 第 3347 号                 |
| 学位授与の日付     | 平 成 10 年 5 月 25 日              |
| 学位授与の要件     | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当        |
| 学 位 論 文 題 目 | 埋め込み杭・場所打ちコンクリート杭の先端地盤支持力の評価方法 |

(主査)

論文調査委員 教授 長岡弘明 教授 足立紀尚 教授 渡邊史夫

## 論 文 内 容 の 要 旨

建築構造物に用いられる基礎杭として、低騒音、低振動で施工できることから、埋め込み杭、場所打ちコンクリート杭が多用されている。これらの杭の荷重～沈下量関係を評価する場合、実物杭の載荷実験による評価が望ましいが、費用の多大さ等のため、地盤調査結果を用いて評価する事が多く、その内でも標準貫入試験のN値を用いた評価が一般的である。N値を用いる評価においては、載荷実験による関係と評価した関係の一致度は良好ではなく、変動が大きいため、信頼性設計を行うおうとする場合、極端に小さな支持力を用いる事になり、実用上、信頼性設計の実施が困難となる事が多い。

本研究は、埋め込み杭、場所打ちコンクリート杭の杭先端荷重～沈下量関係を、N値等の土質柱状図情報に基づいて評価する、新しい方法を提示しており、従来の方法に比べ、載荷実験による関係と評価した関係の一致度は向上し、変動が小さくなる事を特徴としている。

第1章の序論では、本研究の位置付けを行っている。本研究は、従来の評価方法の問題点を解決しようと試みている一連の研究の主要な一部と位置付けられるが、一連の研究として既に行われた先行研究の問題点を述べ、本研究で行った各問題点の解決の概要を示している。即ち、根固め部径をDとする時、先行研究においては、N値を根固め部先端から下1Dの範囲の値を用いているのに対し、より下の位置のN値の影響を考慮した等価N値の評価方法の誘導を行う事、先行研究が根固め部径Dの8%の杭先端沈下量まで載荷された実験のみを対象にしている事に対し、それより小さい沈下量まで載荷された実験結果の活用を可能とする評価方法の誘導を行う事、及び先行研究が対象として載荷実験数が19であるのに対し、Dの8%の杭先端沈下量まで載荷された実験数が58、Dの8%未満の先端沈下量の載荷実験数が27であり、評価方法の信頼性が格段に向上している事である。

第2章では、本研究で使用する解析ツールの説明を行っている。解析ツールは、地盤の弾塑性有限要素解析法、ニューラルネットワーク及び遺伝的アルゴリズムである。

第3章では、本研究で使用する埋め込み杭の載荷実験データを収録している。Dの8%まで載荷された実験数が58、Dの8%未満の先端沈下量の載荷実験数が27である。

第4章では、等価N値の評価方法を誘導している。等価N値の評価は、等価な内部摩擦角及び等価な剛性を表すパラメータの評価に置換できる事を示し、有限要素法、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズムの複合使用により、等価な内部摩擦角及び剛性を表す等価なパラメータの評価方法を誘導し、それに基づいて等価N値の評価方法を求めている。その結果として、根固め部先端から1D間のN値と比較して、1D以深において大きなN値となる支持層においては、先端と1D間の平均N値がそのまま等価N値となり、1D以深において小さなN値となる支持層においては、1D以深のN値を考慮に入れた等価N値となっている。

第5章では、前章の結果及び第3章の載荷実験データを用いて、内部摩擦角及び剛性を表すパラメータと等価N値及び支持層に作用する有効上載圧との関係式を誘導している。前節と同様に有限要素法、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴ

リズムを複合使用している。本章で求めた内部摩擦角についての関係は、凍結サンプリングにより採取した支持層の不攪乱試料の3軸圧縮試験による、内部摩擦角についての関係と良く一致しており、ここで誘導した関係式の妥当性を示している。

第6章においては、前章で誘導された内部摩擦角及び剛性を表すパラメータと等価N値及び支持層に作用する有効上載圧との関係式を用いて、根固め部の直径、支持層への根入れ深さ、等価N値、支持層表面に作用する有効上載圧が与えられた時、根固め部の荷重～沈下量曲線をニューラルネットワークを用いて評価する方法を誘導している。更に、ノモグラフを用意して手計算による評価を可能としている。従来の方法により評価した先端基準支持力の精度と比較して、本方法による支持力評価は格段精度の良いものとなっている。また、埋め込み杭を対象にして求めた内部摩擦角及び剛性を表すパラメータと等価N値及び支持層に作用する有効上載圧との関係式を、場所打ちコンクリート杭の載荷実験に適用した結果、埋め込み杭とほぼ同様の精度で評価できる事を確認している。

第7章は結論であり、本研究での成果をまとめると共に、関連して今後解決されるべき課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

標準貫入試験のN値等を用いた杭先端支持力の評価は、評価精度の低さのため、信頼性設計の実施が実際上困難であった。本研究は、評価精度の向上を目的として、埋め込み杭、場所打ちコンクリート杭の杭先端荷重～沈下量関係を、N値等の土質柱状図情報に基づいて評価する、新しい方法を提示している。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1)埋め込み杭について、杭先端沈下量が杭径の10%程度まで載荷された実験の他、10%未満の実験も含めた載荷実験に基づき、地盤の構成則に用いるパラメータと支持層のN値等との関係式を導く新しい方法を提示した。関係式の誘導は、地盤の弾塑性有限要素解析、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズムの複合使用により、可能となっている。
- (2)85個の載荷実験を収集し、この方法を適用した。更に、求めた地盤パラメータを用いて順解析を行った結果、従来方法に対し、格段にばらつきの小さい評価方法である事を示した。また、以上の方法は電算機の使用を前提とするものであるが、手計算による設計を可能とする簡便法を提示した。
- (3)先端支持層のN値が不均一な場合、等価な均質地盤を想定し、等価N値を求める必要がある。不均一な支持層の構成則パラメータに対し、等価なパラメータを導出する方法を提示し、これに基づいて、等価なN値の評価方法を導出した。
- (4)以上の埋め込み杭を対象にした評価方法を場所打ちコンクリート杭に適用し、場所打ちコンクリート杭にも適用可能である事を示した。

以上、要するに、本論文は、埋め込み杭、場所打ちコンクリート杭の先端荷重～沈下量関係を、N値等の土質柱状図情報より評価する、従来より高い精度の新しい評価方法を提示したものであって、学術上、実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10年4月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。