

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	幅広い変位レベルにおける杭の水平地盤反力係数の評価と変位レベル依存性のモデル化に関する研究
Title(English)	A Study on Evaluation of Coefficient of Lateral Subgrade Reaction of Piles and Modeling of Displacement-Level-Dependency at Wide Displacement Level
著者(和文)	佐名川太亮
Author(English)	Taisuke Sanagawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4144号, 授与年月日:2017年9月30日, 学位の種別:論文博士, 審査員:高橋 章浩,北詰 昌樹,竹村 次朗,岩波 光保,田村 修次
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4144号, Conferred date:2017/9/30, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

## 論 文 要 旨 (和文2000字程度)

報告番号	乙 第 号	氏 名	佐名川 太亮
<p>(要 旨)</p> <p>我が国の都市部の多くは軟弱な沖積平野に位置するため、土木・建築構造物の多くに杭基礎が用いられてきた。杭基礎は高い鉛直支持力を有する反面、水平方向の荷重に対しては比較的脆弱な構造を有する。そのため、水平力を受ける杭の挙動に関して数多くの実験的・解析的研究がこれまでに行われたとともに、これらの成果が実務設計に生かされてきた。</p> <p>現在の土木・建築構造物における杭基礎の設計では、地盤抵抗をばねと仮定したWinklerモデルを用いるのが一般的である。この地盤ばねにおける地盤反力度－変位関係の傾きを地盤反力係数と呼ぶが、杭や土の諸元（剛性・強度）、境界条件などが複雑に影響し、その値や載荷幅依存性は弾性論から求められる理論値とは異なる。特に、一般的には線形とみなせるような小さな変位においても、杭の変位量に応じて水平地盤反力係数が変化する特性（変位レベル依存性）を有することが示されており、この変位レベル依存性の評価ならびにモデル化が、杭基礎の設計にあたって最も重要な課題のひとつと言える。</p> <p>過去の研究においては大変形時における水平抵抗特性の評価が主体であった。一方、基礎の健全度診断手法として衝撃振動試験が普及しつつあることを背景に、近年では微小振動時の地盤反力係数についても着目されつつある。しかしながら、微小変位における地盤反力係数と変位の関係を定量的に評価する手法がなかったため、微小変位時を含めた変位レベル依存性を定量評価するには至っていない。微小変位から大変位までの幅広い変位レベルにおける地盤反力係数を連続的に評価することができれば、設計に用いる構造解析モデルの合理化のみならず、衝撃振動試験などの非破壊試験から地震時挙動を推定する技術などの開発につながると考える。本研究は、幅広い変位レベルにおける水平地盤反力係数を連続的に評価可能な手法の開発、ならびにその変位レベル依存性のモデル化に関する基礎検討を目的とする。</p> <p>第1章「序論」では、杭の水平支持力に関する既往の研究を示し、水平抵抗の非線形特性に関する評価とモデル化について現状と課題を要約する。またこれらを踏まえ、本研究の目的と意義を述べる。</p> <p>第2章「幅広い変位レベルに対応した水平地盤反力係数の評価手法の構築」では、微小変位時における地盤反力係数～変位量関係の評価手法の構築を目的として、起振器による共振実験を提案した。この共振実験と静的水平載荷実験を組合せることで地盤反力係数を連続的に評価可能になると考え、気乾砂地盤中の単杭模型（杭径150mm）を対象に検証した。結果として杭頭変位量が0.002mmから20mm（杭径の0.0015%～15%）までの幅広い変位レベルにおいて地盤反力係数を連続的に評価可能であることが確認された。</p> <p>第3章「直杭・単杭基礎模型における水平地盤反力係数の変位レベル依存性のモデル化と評価」では、前章の模型実験で得られた微小変位から大変位までの地盤反力係数と杭頭変位の関係を整理した。ま</p>			

た、この変位レベル依存性を表現可能な非線形モデルについて検討を行い、3つの独立パラメータを有するROモデルを用いることで幅広い変位レベルにおける挙動を評価可能であることを確認した。加えて、杭頭で整理した変位レベル依存性を多質点梁ばねモデルに拡張する手法を提案し、単杭模型の水平載荷試験ならびに共振実験を対象に再現解析を実施することでその妥当性を確認した。

第4章「直杭・組杭基礎模型における水平地盤反力係数の変位レベル依存性のモデル化と評価」では、一般的な鉄道構造物の杭基礎を想定した組杭基礎模型を対象に、地盤反力係数の変位レベル依存性を評価した。地中梁の影響により杭頭固定度が杭頭フリーの単杭とは異なるが、模型実験で評価された変位レベル依存性は単杭模型と概ね同等であることを示すとともに、梁ばね解析モデルへの適用についても単杭模型と同様に妥当性を確認した。また、せん断土槽中の高架橋模型を対象に多質点梁ばね解析モデルによる再現解析を実施し、慣性力の影響に対して同定した水平地盤反力係数を地盤変位作用時にも適用可能であることを示した。

第5章「斜杭・組杭基礎模型における水平地盤反力係数の変位レベル依存性のモデル化と評価」では、水平抵抗に優れる斜杭基礎を対象に地盤反力係数の変位レベル依存性を評価し、直杭基礎との比較を行った。評価した変位レベル依存性を反映させた梁ばね解析モデルを用いることで斜杭基礎特有の挙動である逆ロッキング動と入力損失を再現できることを確認するとともに、数値実験を行うことで斜杭基礎による制振効果を項目ごとに定量評価した。

第6章「実地盤中の大型組杭基礎模型における水平地盤反力係数の変位レベル依存性の評価」では、実物の1/2スケールのラーメン高架橋模型を対象に地盤反力係数を評価し、模型地盤中の杭との比較を行った。衝撃振動試験から求められる地盤反力係数の評価精度には課題があるものの、模型地盤中の杭基礎と概ね類似した変位レベル依存性を有することが示された。

第7章「結論」では、本論文で実施した検討結果をまとめるとともに、結論を示す。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(論文博士)

## 論 文 要 旨 ( 英 文 )

(300語程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	佐名川 太亮
<p>( 要 旨 )</p> <p>Most cities in Japan are located on alluvial plains with soft ground. Because of this, many civil engineering and architectural structures adapt to pile foundations.</p> <p>The Winkler model, in which soil resistance is modeled as a spring, is used in recent design calculation for pile foundations. The slope of soil reaction force-displacement relationship is called as coefficient of subgrade reaction of piles (<math>k_h</math>). The <math>k_h</math> value implies very complex phenomena because it is influenced by the conditions of pile and soil, such as stiffness, strength, nonlinearity, boundary condition, etc. Moreover, it is well known that the <math>k_h</math> value is different from the theoretical value calculated based on the theory of elasticity. Particularly, it is shown that <math>k_h</math> has nonlinear characteristics to displacement (displacement level dependency) at small displacement; therefore, it is one of the most challenging problems for design calculation to evaluate and model the displacement-level dependency.</p> <p>In the past studies, main topic is evaluation of lateral soil resistance of pile at large displacement. On the other hand, <math>k_h</math> values at small displacement are gaining attention under a background with the recent spread of impact vibration tests. However, there is no study has been conducted to evaluate quantitatively the relationship between <math>k_h</math> at large and small displacement. If the displacement-level dependency of <math>k_h</math> at wide displacements is evaluated and a standard model is constructed, it develops not only a rational model for design calculation, but also a technology to estimate the seismic behavior with high precision through nondestructive tests such as impact vibration tests. The aim of this study is to conduct basic studies on developing a method to evaluate <math>k_h</math> values at wide displacements, and model the displacement-level dependency of <math>k_h</math>.</p>				

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).