

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	兵頭 順一
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 杭の杭軸方向挙動のモデル化と性能に基づく耐震設計への応用 (Modeling the pile-soil interaction in vertical direction and applicability to the seismic design based on the performance design)			
論文審査担当者			
主 査	特任教授	土田 孝	印
審査委員	教 授	半井 健一郎	印
審査委員	教 授	河合 研至	印
審査委員	教 授	畠 俊郎	印
審査委員	教 授	一井 康二	印
(関西大学)			
〔論文審査の要旨〕			
<p>兵庫県南部地震後、構造物の耐震性能の照査では、2段階の地震動（レベル1地震動，レベル2地震動）を想定することが提言され、各種基準類に反映されてきた。このため、近年実務設計においても、二次元有限要素法（FEM）による動的解析が様々な施設の耐震性能照査に広く使われるようになってきている。</p> <p>二次元有限要素法による杭基礎構造物の解析では、杭と地盤の相互作用を適切に考慮することが重要である。従来の耐震設計は水平地震動のみについて行うため水平方向に関する杭と地盤の相互作用の研究が行われてきた。近年の耐震設計では、水平地震動と鉛直地震動の同時入力による解析が行われるようになり、鉛直方向の杭と地盤の相互作用のモデル化が重要となってきた。本研究は、実務に多く使う二次元有限要素法の使用を想定し、鉛直方向の杭と地盤の相互作用のモデル化の提案を行うことを目的として実施した。本論文は全6章で構成している。</p> <p>第1章では、序論として研究の背景を述べた。</p> <p>第2章では、杭の支持力の評価方法、杭と地盤の相互作用のモデル化、杭基礎構造物の耐震設計と数値解析におけるモデル化の課題、砂杭による地盤の耐震性能評価について既往の研究と残された課題をまとめ、本研究の位置付けを述べた。</p> <p>第3章では、本研究に用いた解析プログラムの概要を示し、杭の先端支持力に関する数値解析プログラムの検証（Verification）の方法を検討した。創成解の考え方をを用いることで、杭の先端支持問題に関して、数値解析の検証（Verification）を実施することができた。また、杭の周面摩擦力は施工影響を考慮できる非線形ばね要素でモデル化した。モデル化の妥当性は杭の押し込み試験・引抜き試験の再現解析により確認した。</p> <p>次に、二次元有限要素法による杭と地盤の杭軸方向相互作用のモデル化の提案を行い、</p>			

杭の先端支持力と周面摩擦力のそれぞれに関してモデル化の妥当性の確認を行った。その結果、杭の先端支持力に関して、既存の杭先端のモデル化に問題があることを確認し、杭先端の地盤変形の影響範囲を評価した提案モデルを用いることで、既存のモデルの問題(メッシュサイズへの依存性、杭先端非線形ばね要素の変位のダブルカウント)を解消することができた。また、提案モデルの適用性は事例解析により確認した。

第4章では、提案モデルの応用例として提案した二次元有限要素法による杭と地盤の相互作用のモデル化を応用して、未達杭によって支持された建屋の傾斜を評価する方法を提案した。本提案では、未達杭の杭基礎構造物の安定性を二次元解析で評価することができ、提案法が未達杭を有する構造物の耐震性能を評価する実務設計に使用できる可能性も示すことができた。

第5章では、本研究で用いた三次元有限要素法を用いて、締固め砂杭工法に関して密度増加と静止土圧係数 K_0 増加のそれぞれが N 値増加に及ぼす影響について検討を行った。改良地盤の貫入抵抗に関する三次元解析を行い、締固め砂杭工法の改良地盤の N 値増加を「①密度増加によるもの」と「② K_0 の増加によるもの」に分けて定量的に評価した。既往の実測例と比較しても、全体としてほぼ良好に説明することができた。また、一次元解析による事例解析を行い、 K_0 を適切に設定あるいは測定できれば、従来に比べ地盤改良効果を大きく評価できることが示唆された。

第6章では結論として各章で得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について言及した。

以上、審査の結果、本論文は学術的および工学的観点から価値が高いと判断されるので、本論文の著者は博士(工学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。