



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	不整形地盤におけるRC池状構造物間の地震時非線形挙動に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	猪子, 敬之介
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11571号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57218
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Keinosuke_Inoko_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 猪子 敬之介

審査担当者 主 査 特任教授 林川 俊郎
 副 査 教 授 蟹江 俊仁
 副 査 教 授 石川 達也
 副 査 准教授 松本 高志

学位論文題名

不整形地盤における RC 池状構造物間の地震時非線形挙動に関する研究
(A Study on Earthquake Nonlinear Behaviors of RC Tanks on Irregular Ground)

水道施設は国民生活や社会活動に極めて重要なライフラインである。地震などの自然災害による突発的な断水あるいは減水の影響は極めて多大であり、地震前および地震後の機能維持が強く求められる社会基盤施設である。1995 年兵庫県南部地震、2004 年新潟県中越地震、2007 年能登半島地震、2011 年東北地方太平洋沖地震などでは、水道施設の地震被害が数多く報告されている。特に、不整形地盤、軟弱地盤、埋立地、液状化地盤などの地形的かつ地質的な要因や構造物間の管路や接合部など構造変化部において顕著な被害が見受けられる。

水道施設は池状構造物に代表されるように、平面的な広がりが大きく、固有周期の短い構造物が多い。地盤や構造物との動的相互作用による影響は比較的少なく、従来から震度法が多く用いられてきた。また、管路などの地中構造物では、地震時における挙動が主として地盤変位に支配されることから、応答変位法が多用されてきた。これらの静的解析法は、地盤が複雑ではなく、構造物の形状が単純な場合には実用上有意な精度で評価できる合理的な耐震計算手法である。しかし、1995 年兵庫県南部地震による水道施設の甚大な被害を教訓として、比較的固有周期の長い構造物や形状が複雑な構造物では、必要に応じて動的解析法を併用した安全性の照査が行われるようになってきた。

本論文は、地表面や基盤面が傾斜した不整形地盤および軟弱地盤における RC 池状構造物と埋設管路の接合部に着目し、2 次元動的有限要素法を用いた RC 池状構造物の建設過程に応じたケーススタディを行い、強震動下の不整形地盤における RC 池状構造物間の地震時非線形挙動を明らかにし、動的相互作用を考慮した水道施設の耐震設計の実務化および実用化に資する新たな知見を得たものである。

本論文は全 7 章から構成されており、各章の内容は以下のようなものである。

第 1 章では、研究の背景および既往の研究成果をまとめ、本研究の目的を明確に示し、各章の構成について記述している。

第 2 章では、札幌市南区南沢に立地する水道施設を対象として、地形的かつ地質的な地盤の設計条件および構造物の材料力学的条件と幾何学的条件を明確に記述している。地盤—構造物—管路系の動的相互作用を考慮した 2 次元有限要素法を用いた非線形地震応答解析法を提示している。解析対象が RC 池状構造物と建物と異なる条件で耐震設計がなされた構造物群であるため、各種基準および法律に定める地震動をもとに入力地震動の検討を実施している。

第3章では、山間部の硬質な傾斜地盤上に非線形特性を考慮した表層硬質地盤が堆積する地盤モデルを用いて、既設 RC 池状構造物直下の基盤傾斜の有無による地震時非線形挙動の影響について検討している。加速度と水平変位がほぼ比例関係にあるような等価線形挙動を示す表層硬質地盤において、基盤傾斜の無い地盤に比較して、基盤傾斜を有する地盤上の RC 池状構造物と周辺地盤との加速度や変位応答値、RC 池状構造物間の相対変位量などが大きくなることを記述している。さらに、地表面や基盤面が傾斜した不整形地盤における動的サブストラクチャー法の適用限界について言及し、有益な知見を得ている。

第4章では、硬質な傾斜地盤上に軟弱土の非線形特性を示す表層軟質地盤が堆積する地盤モデルを用いて、表層地盤の軟弱が不整形地盤上の RC 池状構造物間の地震時非線形挙動に及ぼす影響について検討している。軟弱土の非線形特性を示す不整形地盤上にあり、RC 池状構造物と周辺地盤に剛性差がある場合には、周辺地盤の水平変位の減少や構造物周辺の加速度応答の増加が顕著となることを明示している。また、RC 池状構造物間の相対変位に比べて、RC 池状構造物と地盤との間の相対変位が大きくなることを明らかにしている。

第5章では、複数の地表面傾斜が周辺地盤や既設構造物に及ぼす影響および新設構造物が築造された場合の既設構造物に及ぼす影響について検討している。地表面傾斜や新設構造物が既設構造物に及ぼす影響より、高剛性および短周期の RC 池状構造物が軟弱土の非線形性を生じる周辺地盤に及ぼす影響が大きいため、低地側に位置する既設構造物への影響は比較的少ないことを明らかにしている。

第6章では、RC 池状構造物間に埋設水道管路の伸縮性および基盤傾斜の影響について比較検討している。構造物間の相対変位量が水道管路の設計照査用伸縮量を超えない範囲においては、水道管路が RC 池状構造物の応答に及ぼす影響が少ないこと、基盤傾斜の影響により地層境界付近のせん断ひずみが大きくなることから、構造物間の相対変位量が大きくなることを明らかにしている。

第7章では、各章で明らかとなった内容を要約し、本論文を総括している。

これを要するに、著者は地表面や基盤面が傾斜した不整形地盤および軟弱地盤における RC 池状構造物と埋設管路の接合部に着目した非線形有限要素解析を実施し、不整形地盤における RC 池状構造物間の地震時非線形挙動を明らかにし、水道施設の耐震設計の実務化および実用化に資する新たな知見を得たものであり、地震工学および地盤工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。