



Title	地盤の非線形特性と地域特性を考慮した地盤－建物の地震応答に関する研究
Author(s)	Xing, Shuang
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/55989
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (邢 爽(Xing Shuang))	
論文題名	地盤の非線形特性と地域特性を考慮した地盤－建物の地震応答に関する研究
論文内容の要旨	
<p>本論文では、地盤の非線形特性と地域特性が、地盤－建物の地震応答性状に与える影響を明らかにすることを目的とした。まず、地盤の非線形特性については、設計レベルを超える極大地震時での杭や改良体地盤と外周地盤との接触境界部で生じる非線形性に着目して、杭基礎建物模型の振動台実験と解析の両面から杭の水平抵抗や杭基礎建物の地震応答に与える影響を検討した。地域特性については、厳寒地での表層地盤の凍結層が地震時の建物応答と杭応力に及ぼす影響を杭基礎建物模型の振動台実験と解析から検討した。さらに、中国と日本の厳寒地に建つ実大建物モデルを対象とした地震応答解析を行い、各地点での地盤の凍結が建物の地震応答に及ぼす影響について検討を行った。本論文は、以下の5章から構成されている。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的について述べ、既往研究に対する本研究の位置付けを明確にした。</p> <p>第2章では、乾燥砂地盤内に設置した杭基礎及び杭周地盤を改良した杭基礎に支持された建物模型の地震波加振実験を、小型振動台により行った。入力地震波として兵庫県南部地震の震度7地域で推定された地震波の最大加速度を変化させることにより、杭や改良体と近傍地盤との接触部で生じる剥離、すべりなどの強非線形現象が、建物応答と杭応力に与える影響を把握した。次に、3次元非線形有限要素法を用いて振動台実験のシミュレーション解析を行い、杭や改良体とその近傍地盤間での強非線形現象の進行程度が、建物の応答性状及び杭応力の振幅と分布形状の変化に与える影響を明らかにした。杭周地盤を改良した場合は、杭の変形が拘束されたことにより杭頭付近の杭応力は低減するが、建物応答は増幅する結果となった。しかし、極大地震時には、改良体の底面及び外周地盤との剥離現象が進行するため改良効果は小さくなり、杭基礎の水平抵抗メカニズムが変化することを示した。</p> <p>第3章では、厳寒地における凍結地盤での杭基礎建物の地震応答性状を把握するために、室内で作製した凍結砂地盤内に杭基礎建物模型を設置して振動台加振実験を行い、凍結層の厚さが杭－建物の地震応答に与える影響を把握した。まず、相対密度が異なる凍結土の供試体を用いて凍結温度をパラメータとした一軸圧縮試験を行い、凍結土の材料特性を把握した。建物模型は固有振動数を変えた2種類の上部構造モデルを用いて行い、表層の凍結深さを変化させた場合に建物の加速度応答と杭応力がどのように変化するかを明らかにした。さらに、1次元の地盤有効応力解析と3次元非線形有限要素法を用いたシミュレーション解析を行い、凍結層が杭基礎建物の地震応答に及ぼす影響を明らかにした。その結果、凍結層では過剰間隙水圧の上昇は抑えられ、下部の未凍結層で過剰間隙水圧の上昇量が大きくなるが、地表面応答に与える凍結層の影響は小さいことを示した。一方、表層地盤の凍結は地盤－基礎－上部構造連成系の相互作用効果に与える影響は大きく、建物の剛性が大きい低層建物では表層部の凍結によって相互作用効果が小さくなり、建物応答が大きくなることを示した。また、杭応力は凍結層において大幅に抑制されるが、凍結層の下部地盤で杭応力が大きくなる分布形状となることを示した。</p> <p>第4章では、厳寒地として中国の瀋陽と日本の釧路における代表的な地盤に建つ実大建物モデルを用いて地震応答解析を行い、両地点での地盤の凍結深さが建物の地震応答にどのように影響するかを検討した。結果として、表層地盤が凍結することにより地盤剛性が大きくなり、地表面の応答がやや低減すること、凍結深さが深くなるほど建物の基礎形式によらず地盤との相互作用効果が小さくなり、建物応答が増幅することを明らかにした。季節性凍土の深さが約0.5mとなる釧路では影響が小さいが、季節性凍土が約1.5mと深い瀋陽では凍結層により建物応答が大きくなる結果となった。これらの凍結地盤での応答特性は、3章で行った振動台実験結果と同様であり、中国厳寒地での地震被害調査報告と対応することを示した。</p> <p>第5章では、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の課題をまとめ本論文の結論とした。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (邢 爽 (Xi ng Shuang))			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	宮 本 裕 司
	副 査	教 授	多 田 元 英
	副 査	教 授	倉 本 洋
	副 査	准教授	川 辺 秀 憲
論文審査の結果の要旨			
<p>本論文では、地盤の非線形特性と地域特性が、地盤－建物の地震応答性状に与える影響を明らかにすることを目的としている。まず、地盤の非線形特性については、設計レベルを超える極大地震時での杭や改良体地盤と外周地盤との接触境界部で生じる非線形性に着目して、杭基礎建物模型の振動台実験と解析の両面から杭の水平抵抗や杭基礎建物の地震応答に与える影響を検討している。地盤の地域特性については、厳寒地における飽和地盤の表層部の凍結が地震時の建物応答と杭応力に及ぼす影響を杭基礎建物模型の振動台実験と解析から検討している。さらに、中国と日本の厳寒地に建つ実大建物モデルを対象とした地震応答解析を行い、各地点での地盤の凍結深さが地震応答に及ぼす影響を検討している。本論文は、以下の5章から構成されている。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的について述べ、既往研究に対する本研究の位置付けを明確にしている。</p> <p>第2章では、乾燥砂地盤内に設置した杭基礎及び杭周地盤を改良した杭基礎に支持された建物模型の地震波加振実験を、小型振動台により行っている。入力地震波として兵庫県南部地震の震度7地域で推定された地震波の最大加速度を変化させることにより、杭や改良体と近傍地盤との接触部で生じる剥離、すべりなどの強非線形現象が、建物応答と杭応力に与える影響を把握している。次に、3次元非線形有限要素法を用いて振動台実験のシミュレーション解析を行い、杭や改良体とその近傍地盤間での強非線形現象の進行程度が、建物の応答性状及び杭応力の振幅と分布形状の変化に与える影響を明らかにしている。杭周地盤を改良した場合は、杭の変形が拘束されたことにより杭頭付近の杭応力は低減するが、建物応答は増幅することを示している。しかし、極大地震時には、改良体の底面及び外周地盤との剥離現象が進行するため改良効果は小さくなり、杭基礎の水平抵抗メカニズムが変化することを示している。</p> <p>第3章では、厳寒地における凍結地盤での杭基礎建物の地震応答性状を把握するために、室内で作製した凍結砂地盤内に杭基礎建物模型を設置して振動台加振実験を行い、凍結層の厚さが杭－建物の地震応答に与える影響を検討している。まず、相対密度が異なる凍結土の供試体を用いて凍結温度をパラメータとした一軸圧縮試験を行い、凍結土の材料特性を把握している。次に、建物模型として固有振動数を変えた2種類の上部構造モデルを用いて、表層の凍結深さを変化した場合に建物の加速度応答と杭応力がどのように変化するかを明らかにしている。さらに、凍結土の物性を用いた1次元地盤有効応力解析と3次元非線形有限要素法によるシミュレーション解析を行い、凍結層が杭基礎建物の地震応答に及ぼす影響を分析している。その結果、凍結層では過剰間隙水圧の上昇は抑えられること、下部の未凍結層では過剰間隙水圧の上昇量は大きくなるが、凍結層が地表面応答に与える影響は小さいことを示している。一方、地盤の凍結は地盤－杭基礎－上部構造連成系の相互作用に与える影響は大きく、建物の剛性が大きい低層建物では表層部の凍結によって相互作用効果が小さくなり、建物応答が大きくなることを示している。また、杭応力は凍結層において大幅に抑制されるが、凍結層の下部地盤で杭応力が大きくなる分布形状となることを示している。</p> <p>第4章では、厳寒地として中国の瀋陽市と日本の釧路市に建つ実大建物モデルを用いた地震応答解析を行い、両地点での地盤の凍結深さが建物の地震応答にどのように影響するかを検討している。結果として、表層地盤が凍結する</p>			

ことにより地盤剛性が大きくなり、地表面の応答がやや低減すること、凍結深さが深くなるほど建物の基礎形式によらず地盤との相互作用効果が小さくなり、建物応答が増幅することを明らかにしている。そして季節性凍土の深さが約 0.5mとなる釧路市では凍結層の影響は小さいが、季節性凍土が約 1.5mと深い瀋陽市では凍結層の存在によって建物応答が大きくなる場合があることを示している。これらの凍結地盤での応答特性は、3章で行った振動台実験結果と同様であり、中国厳寒地での過去の地震被害調査報告と対応する結果であることを示している。

第5章では、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の課題をまとめ本論文の結論としている。

以上のように、本論文は建設地盤の非線形特性と地域特性が地震時の建物応答に与える影響を、振動台実験と解析的検討により詳細に検討している。地盤の非線形特性については、極大地震時に杭や改良体と外周地盤との間で生じる剥離、すべりの強非線形現象が、杭基礎建物の応答に及ぼす影響を明らかにしている。また地域特性については、厳寒地で飽和地盤の表層部が凍結した場合に、凍結深さと建物剛性が杭応力と上部構造の応答に与える影響を明らかにしており、学術的に新規性があるとともに、建築構造物の耐震設計の高度化にも有用性が高い成果を得ている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。