Osaka University Knowledge Archive

Title	履歴減衰型建物の地盤との動的相互作用が地震応答に及ぼす影響に関する研究
Author(s)	伊藤, 真二
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/53970
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　伊藤　真二　）	
論文題名	履歴減衰型建物の地盤との動的相互作用が地震応答に及ぼす影響に関する研究

論文内容の要旨

本論文は、履歴減衰型建物の地震応答に周辺地盤との動的相互作用が与える影響を明らかにすることを目的とした。地盤と建物間で生じる動的相互作用については従来から精力的に研究が行われ、現象が明らかになりつつある。しかしながら、地盤と建物の動的相互作用現象である「入力の相互作用」と「慣性の相互作用」の諸特性は、本来周波数に依存したものであり、入力地震動および地盤と建物のもつ動特性によって相互作用の影響度が異なる。特に、大地震時に上部構造系に弾塑性挙動を示す機構を付与した制振建物や免震建物、また塑性化領域に達する耐震建物の地震応答に、動的相互作用が与える影響を明らかにした研究は少ない。そこで、本論文では、直接基礎や埋込み基礎の動的相互作用効果が、履歴減衰型建物の地震応答に与える影響を解析的に明らかにした。さらに、地盤との連成による固有周期の変化と地盤逸散減衰の効果を、制振補強した建物の構造耐震指標に取り入れる方法を示した。

本論文は以下の7章から構成されている。

第１章は序論であり、本論文の背景と目的を述べ、本研究の位置づけを明確にした。

第２章では、本論文で検討する動的相互作用の要因となる基礎入力動と地盤インピーダンスの基本特性を、地盤剛性、基礎幅、埋込み深さをパラメータとした2次元および軸対称FEMを用いた解析により把握した。また、各種基礎形式の地盤インピーダンスの算定方法について示した。

第３章では、積層ゴムと鉛および鋼棒ダンパーで構成された免震層をもつ地下階を有する免震建物を対象に、入力の相互作用に関する検討を行った。まず、中小地震観測記録を用いて表層地盤に対する免震建物基礎盤上の伝達関数(有効入力動)を求め、耐震建物と同様に短周期領域で入力損失効果があることを示した。次に、入力地震動が比較的大きい場合の検討を2次元FEM解析により行い、有効入力動における慣性の相互作用の影響は免震層の水平変形の増大にともなう免震効果により小さくなることを示した。

第４章では、地盤インピーダンスを時間領域に変換し周波数依存の動的地盤バネを考慮した地震応答解析法を示した。本解析法を用いて履歴減衰型のエネルギー吸収機構をもつ直接基礎建物の地震応答解析を行い、上部構造が弾塑性挙動を示す建物の応答に、慣性の相互作用が与える影響を明らかにした。

第５章では、履歴減衰型のエネルギー吸収機構をもつ埋込み基礎建物の基礎底面と側面に、周波数依存の動的地盤バネを考慮した地震応答解析を行い、上部構造系の塑性化による慣性の相互作用の影響を検討した。その結果、上部構造の塑性化レベルが小さな場合に比べ塑性化レベルが大きな場合には、基礎の埋込み深さに関わらず最大せん断力応答に相互作用が与える影響は小さいことを示した。一方、上部構造の塑性化レベルが大きな場合でも、軟弱地盤に立地している建物や弾性1次固有周期が短い建物では慣性の相互作用が影響し、地盤逸散減衰の効果が地震入力エネルギーの消費割合や累積塑性変形倍率に現れることを示した。

第６章では、弾塑性特性をもつ建物の耐震評価において、地盤と建物の相互作用効果を構造耐震指標に取り入れる方法を提案した。提案した方法では、相互作用を考慮した地震応答解析結果において、最大応答値が設計クライテリアに対応した時の地震入力倍率と各層の層間変形角の余裕度を用いて構造耐震指標を算出した。この方法を用いて、履歴型ダンパーを増設した制振補強建物を対象にケーススタディを行い、地盤との相互作用効果を構造耐震指標に取り入れる本手法が有効であることを示した。

第７章では、本研究で得られた成果を要約するとともに、今後の課題をまとめ、本論文の結論とした。

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　伊藤　真二　）		
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

本論文は、履歴減衰型建物の地震応答に周辺地盤との動的相互作用が与える影響を明らかにすることを目的としている。地盤と建物間で生じる動的相互作用については従来から精力的に研究が行われ、現象が明らかになりつつある。しかしながら、地盤と建物の動的相互作用現象である「入力の相互作用」と「慣性の相互作用」の諸特性は、本来周波数に依存したものであり、入力地震動および地盤と建物のもつ動特性によって相互作用の影響度が異なる。特に、大地震時に上部構造系に弾塑性挙動を示す機構を付与した制振建物や免震建物、また塑性化領域に達する耐震建物の地震応答に、動的相互作用が与える影響を明らかにした研究は少ない。このような背景から、本論文では、直接基礎や埋込み基礎の動的相互作用効果が、履歴減衰型建物の地震応答に与える影響を解析的に明らかにしている。さらに、地盤との連成による固有周期の変化と地盤逸散減衰の効果を、制振補強した建物の構造耐震指標に取り入れる方法を示している。

本論文は以下の７章から構成されている。

第１章は序論であり、本論文の背景と目的を述べ、本研究の位置づけを明確にしている。

第２章では、本論文で検討する動的相互作用の要因となる基礎入力動と地盤インピーダンスの基本特性を、地盤剛性、基礎幅、埋込み深さをパラメータとした2次元および軸対称FEMを用いた解析により把握している。また、各種基礎形式の地盤インピーダンスの算定方法について示している。

第３章では、積層ゴムと鉛および鋼棒ダンパーで構成された免震層をもつ地下階を有する免震建物を対象に、入力の相互作用に関する検討を行っている。まず、中小地震観測記録を用いて表層地盤に対する免震建物基礎盤上の伝達関数(有効入力動)を求め、耐震建物と同様に短周期領域で入力損失効果があることを示している。次に、入力地震動が比較的大きい場合の検討を2次元FEM解析により行い、有効入力動における慣性の相互作用の影響は免震層の水平変形の増大にともなう免震効果により小さくなることを示している。

第４章では、地盤インピーダンスを時間領域に変換し周波数依存の動的地盤バネを考慮した地震応答解析法を示している。本解析法を用いて履歴減衰型のエネルギー吸収機構をもつ直接基礎建物の地震応答解析を行い、上部構造が弾塑性挙動を示す建物の応答に、慣性の相互作用が与える影響を明らかにしている。

第５章では、履歴減衰型のエネルギー吸収機構をもつ埋込み基礎建物の基礎底面と側面に、周波数依存の動的地盤バネを考慮した地震応答解析を行い、上部構造系の塑性化による慣性の相互作用の影響を検討している。その結果、上部構造系の塑性化レベルが大きな場合でも、軟弱地盤に立地している建物や弾性1次固有周期が短い建物では慣性の相互作用が影響し、地盤逸散減衰の効果が地震入力エネルギーの消費割合や累積塑性変形倍率に現れることを示している。

第６章では、弾塑性特性をもつ建物の耐震評価において、地盤と建物の相互作用効果を構造耐震指標に取り入れる方法を提案している。提案した方法では、相互作用を考慮した地震応答解析結果において、最大応答値が設計クライテリアとなる時の地震入力倍率と各層の層間変形角の余裕度を用いて構造耐震指標を算出している。この方法を用いて、履歴型ダンパーを増設した制振補強建物を対象にケーススタディを行い、地盤との相互作用効果を構造耐震指標

に取り入れる本方法が有効であることを示している。

第７章では、本研究で得られた成果を要約するとともに、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、本論文は弾塑性挙動により動特性が変化する履歴減衰型建物について、動的地盤バネの周波数依存性を考慮した地震応答解析を行い、動的相互作用効果が建物の地震応答に及ぼす影響を明らかにしたところに特徴がある。また、動的相互作用を考慮して履歴減衰型建物の耐震指標を評価する方法を示した研究として、学術的に新規性があるとともに、社会的にも有用性が高く、様々な展開が期待される研究である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。