

氏名	井 上 豊 いの うえ ゆたか
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論工博第679号
学位授与の日付	昭和49年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	基礎地盤の動特性を考慮した建築構造物の地震応答に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 小堀 鐸二 教授 横尾 義貫 教授 金多 潔

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は地盤および建築構造物の地震応答の解析を行なって地盤-構造物系の地震応答特性を明らかにするとともに、地盤の動特性を考慮した建築構造物の耐震安全性を考究するための基礎的資料を提供しようとしたもので、4章よりなっている。

第1章は、この研究に関連する研究の現状と問題点を記して、この研究の目的と内容について述べたものである。

第2章は、自然地震による実在の建築構造物とその周辺地盤の地震応答を解析して得られた地盤-構造物系の応答特性に考察を加えたものである。構造物の耐震解析において、地震外乱特性および地盤-構造物連成系の動特性の把握は極めて重要であるが、地震の非予測性あるいは不確定性によって計測によるこれらの特性の検出は困難な現状にある。このような観点から、群発地震の発生を機にその震源域内に建つ建築構造物と周辺地盤上、あるいは地中の地震応答を多点同時計測し、多数の地震応答記録のスペクトル解析から地盤および構造物の連成振動領域を検出して、非連成地盤における震動特性を明らかにするとともに、これを地震外乱として地盤-構造物連成系の伝達特性を抽出した。また構造物基礎における地震応答と構造物各部応答との比較から構造物の固有振動特性の検出を行なった。そして広範に特性の異なる自然地震による応答から、地震外乱特性および地盤-構造物連成系の動特性の検出を行なうための手法に関し、多数の応答記録を対象として解析する場合についての有効な提案を行なった。

第3章は、地盤の震動特性に応じて定めた地震外乱に対する線形構造物の最大応答の特性に関して、数値実験的ならびに解析的に得られた結果に考察を加えたものである。まず構造物の建設地盤の震動特性から構造物の耐震解析のための模擬地震波を作成する過程を述べ、数種の具体例に対してこれを適用して得た地震外乱のスペクトル解析を行なって十分な精度を有していることを確認した。またこれらの地震外乱による1質点系の弾性応答解析を実施して絶対最大応答を意味する応答スペクトル図を求め、地盤の震動特性の相違による比較検討を行なった。ついで線形1質点系の非正常応答に対して等価な定常化応答を定

義し、定常確率過程のエルゴード性と応答の有界性を仮定して応答スペクトルの平均およびその上下限の半解析的表現を導き、実験的に定めた数値を用いて地震外乱に対する平均応答スペクトルおよび応答スペクトルの上下限の推定式を示すとともに、数値例を適用して満足し得る推定が行い得ることを確めた。

第4章は、地盤-構造物連成系に対する地震応答解析を行ない地盤および構造物の非線形連成作用が構造物の弾塑性地震応答特性に及ぼす影響について考察を加えたものである。すなわち、半無限弾性地盤上の基礎の動的応答に関する理論的解析から得られた動的グラウンドコンプライアンスを、構造物周辺地盤の近似伝達特性として表現する方法を述べて具体的な伝達関数として表示し、構造物基礎近傍における地盤の非線形性を弾塑性復元力を有する境界層地盤として考慮して、これらを弾塑性質点系上部構造と接続して地盤-構造物連成系モデルを設置した。この地盤-構造物系の固有振動解析から連成効果の定性的考察を行ない、ついでランダム性地震外乱群に対する非常応答解析を実施して、境界層地盤の非線形挙動を含む地盤の連成作用に伴った上部構造の弾塑性地震応答特性の変動に検討を加えた。また非線形復元力に確率統計的手法による等価線形化解法を用いて連成系の弾塑性応答を一般的に述べる方法を示し、数値解として求めた応答特性の考察を行なった。さらにこれらの応答特性を総合して地盤連成を考慮した構造物の終局耐震安全性の評価について論及した。

論文審査の結果の要旨

基礎地盤の動特性は建築構造物に対する地震外乱特性および地盤と構造物との連成振動性状に多大の影響をおよぼし、構造物の地震応答特性あるいは耐震安全性は地盤特性によって大きく支配される。この論文は、自然地震による実構造物とその周辺地盤の応答記録あるいは地盤および構造物モデルにおける地震応答の詳細な解析に基づいて、地盤特性の影響を受けた上部構造の弾塑性地震応答特性を考察し、地盤の動特性を考慮した建築構造物の耐震安全性について論及したもので、得られた主な成果を要約すればつぎの通りである。

1) 自然地震による地盤および構造物の応答の多点同時計測に基づく記録のスペクトル解析から、両者の非連成領域を検出するとともに、連成振動性状を明らかにし、とくに構造物近傍の地盤は強い連成作用を受けることを具体例をもって示した。これより自然地震による応答から地盤-構造物連成系の動特性の検出法に関して有効な提案を行なった。

2) 地盤の震動特性に応じて構造物の耐震解析のための地震外乱を作成する手法を示し、数種の震動特性に対して適用し十分な精度を得ることを確めた。またこのような震動特性を考慮した線形系の平均応答スペクトルと応答スペクトルの上下限の推定式を半解析的に求め、数値例を用いて満足し得る精度を有していることを確認した。

3) 動的グラウンドコンプライアンスを用いた地盤-構造物系の固有振動解析から、構造物に対する地盤の連成度の増加に伴って連成系の基本固有周期は伸長し、地盤への波動逸散による減衰性が増加することを明らかにした。また連成系の地震応答解析に基づいて、構造物の線形応答は地盤の連成度の増加とともに減少するため、連成効果は弾性構造物に有利に作用することを示した。

4) 弾塑性復元力を有する境界層地盤として導入した構造物基礎近傍の地盤の非線形挙動は、連成度の

低い硬質地盤の場合には、非線形化に伴う剛性低下と履歴減衰性によって上部構造の地震応答を抑制する効果を示すが、連成度の大なる軟質地盤の場合には、地盤剛性の低いことと波動逸散による減衰性の大きいことにより余り影響をおよぼさないことを明らかにした。

5) 上部構造の弾塑性地震応答に関しては、硬質地盤の場合には上部構造の塑性化に伴う履歴減衰性によって応答が効果的に抑制されるが、軟質地盤系では上部構造への地震外乱に対する下部構造系の低域瀟波特性が顕著となり、上部構造の塑性応答は不安定的に急増を示して、終局耐震安全性の評価に重要な影響を与えることを明らかにした。

以上を要するにこの論文は、地盤および構造物の地震応答の詳細な解析を通じて、地盤特性の影響を含めた構造物系の弾性ないし弾塑性地震応答に関する基本特性の把握と同時に、構造物に対する地盤の連成作用の明確化に関しいくつかの新しい知見を得たものであって、それらの成果は建築構造物の耐震安全性を得るための耐震解析、耐震設計に対して極めて有益な資料を提供するものであり、学術上實際上寄与するところが少ない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。