

博士学位論文審査要旨

氏名	落合 努
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第62号
学位授与の日付	2022年3月11日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文の題目	常時微動H/Vスペクトル比による地盤ハザード評価に関する研究
論文審査委員	主査 神奈川大学 教授 荻本 孝久 副査 神奈川大学 教授 島崎 和司 副査 神奈川大学 教授 藤田 正則 副査 神奈川大学 教授 趙 衍剛 副査 東京都立大学 教授 小田 義也

【論文内容の要旨】

地震時の建物被害は、建物の構造特性と建物が立地する場所の地盤特性に依存する。広域的な建物被害を予測するために防災・減災の観点から地震被害想定調査などを実施する必要があるが、広域的に地盤特性を検討する適切な方法は存在していない。本論文は、主に広域での防災・減災のための利活用を目的に、単点常時微動観測結果を用いた新たな地盤ハザード評価手法について提案するものである。

本論文は以下の7章構成となっている。第1章「序論」、第2章「地盤ハザード評価手法の提案」、第3章「微動による地盤の卓越周期評価と課題」、第4章「数値解析を用いた検討」、第5章「強震記録との比較と横浜全域の地盤ハザード評価」、第6章「過去の地震被害による適用性の確認」、第7章「結論」の7章である。

【論文審査の結果の要旨】

本論文では、地震時の建物被災リスクを検討するために地盤の影響を評価する地盤ハザードの評価法について新たなアプローチを提案している。本論文は、以下の7章構成となっている。

第1章「序論」では、防災・減災のための地盤ハザード等評価手法の現状や課題、常時微動を用いた地盤評価手法における既往の研究を整理し本研究の位置づけを明確としている。第2章「地盤ハザード評価手法の提案」では、第1章において整理された課題を解決するために新たに具体的な地盤ハザード評価手法の提案を行っている。近年の耐震理論におけるエネルギーの釣り合いを考慮した理論が提案され速度応答スペクトルの積分値で与えられるスペクトル強度(SI値)が重要な指標であることから、広域的な地盤評価が可能な簡便な手法として、単点の微動H/Vスペクトル比の卓越周期とピーク値を乗じたものを簡易地盤ハザード評価値と定義し、算定式などを整理し新しい評価式を示した。第3章「微動による地盤の卓越周期評価と課題」では、具体的な3つの地域を対象に検討事例を整理した。検討地域は「神奈川県中央部」、「横浜市」、「神奈川県東部」とし、微動の定点連続観測による安定性の確認や、地形発達史を考慮した地形区分により地盤震動特性が異

なることなどを確認した。すなわち、地盤震動特性が地盤の形成過程に基づいた地盤構造に影響されていることを示した。第4章「数値解析を用いた検討」では、提案している簡易地盤ハザード評価値について、仮想のモデルや実地盤モデルを用いた数値解析によって、理論的な妥当性についての検討を行った。検討は、数値解析から求めるSH波伝達関数とスペクトル強度（SI値）の比較や、微動による簡易地盤ハザード評価値を比較することで、その提案法の妥当性を確認している。第5章「強震記録との比較と横浜全域の地盤ハザード評価」では、常時微動観測と強震記録の比較から、実際の地震時の地盤震動特性を微動観測でとらえられているかの確認を行って、両者は良く整合していることを確認している。また、横浜全域の約5700地点を対象として、新たに提案した評価値を用いて具体的に簡易地盤ハザード評価値を算出し、既往の検討資料との比較をおこなって提案法の妥当性を示している。第6章「過去の地震被害による適用性の確認」では、過去の被害地震と比較的近年に発生した被害地震に分けて、今回の手法の適用性について確認を行った。過去の被害としては1923年関東地震における横浜の被害や1974年伊豆半島地震における南伊豆町における被害などを対象に、また近年の地震としては2016年熊本地震における熊本市の被害を対象として確認を行っている。検討方法は、まず地震による建物被害の情報を収集した。一方で、建物被害の分布を包含するような範囲で多点の常時微動を観測し、地盤ハザード値を算出している。その両者を比較すると、いずれの地震に対しても正の相関（建物被害が大きい地域は地盤ハザード評価値も大きい）が確認でき、提案する地盤ハザード評価手法を用いることの有効性が確認している。2016年熊本地震に関しては、地震動強さや建物年代を考慮した検討を行い、本手法の適用性について整理している。また、最後に現在広域な地盤ハザード評価手法として一般的に使われている、J-SHISの地盤増幅率と本手法の比較を行って、両者と建物被害との相関を比較すると、本手法の相関係数の方が高く、手法の有効性を確認している。第7章「結論」では、本研究で得られた結果を総括するとともに、今後の課題を示している。

以上本論文は、近年の耐震理論におけるスペクトル強度を勘案したうえで、地盤ハザード評価法を提案して理論と実際に発生した被害分布を詳細に分析して、提案法の妥当性を示している。本論文によって得られた成果は、今後予想される大地震による建物被害の軽減化など広域的な防災・減災対策に有益な示唆を与えるものであり、また個別の建物の耐震設計にも有益な示唆を与える可能性が期待され、建物被害を伴うような地震が多発する地震国における広域的な地域の防災・減災対策の向上に寄与するところが大きいと考える。