

京都大学	博士 (工学)	氏名	平 井 俊 之
論文題目	地震動のエネルギー指標の活用法に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文では、土木構造物の設計地震動評価や地震被害想定等で地震動強さを表す指標として用いることを念頭に、地震動のエネルギー指標を対象として、特にそのばらつきに着目して既存の他の指標と比較検討してその優位性を見出し、その地震工学における実務への活用法について検討しており、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的について述べている。</p> <p>第2章では、地震動のエネルギーに関する既往の研究について整理するとともに、本研究で用いる地震動のエネルギー指標の定義について述べ、主な被害地震の観測記録を用いて地震動の強さを表す既存の他の指標とともに地震動エネルギーの値を算定し比較している。その結果、地震動エネルギーと既存の各指標とは明確な相関があり、地震動エネルギーが地震動の強さを表す指標として有望であることが示されている。</p> <p>第3章では、国内における17地震における522観測記録を用いて地震動エネルギーの距離減衰特性を調べ、モーメントマグニチュードと等価震源距離を説明変数として距離減衰式を作成している。その結果、地震動エネルギーの距離減衰特性のばらつきは、最大加速度値よりも小さく、最大速度値とはほぼ同程度であるが、地震の規模に起因するばらつきは、最大加速度値や最大速度値よりも小さいことがわかった。さらに、地震動エネルギーの周波数特性をウェーブレット変換に基づいて調べたところ、地震動エネルギーはオメガ・スクエア・モデルと整合していることが示されている。</p> <p>第4章では、地盤内における地震動エネルギーの基本的な保存則について、減衰の無い水平成層地盤を対象に、1次元SH波弾性波動伝播問題として検討している。その結果、水平2層地盤においては、入力がデルタ関数やホワイトノイズであれば、地震動エネルギーは保存されることが、理論的に証明されている。さらに、水平多層地盤についてモンテカルロシミュレーションによって数値解析的に検討した結果、水平2層地盤と同様にデルタ関数やホワイトノイズが入射した場合には、各層において上昇波の地震動エネルギーは保存されていることが示されている。このことは各層の波動インピーダンスと、応答関数のパワーを周波数軸上で平均した値とを掛け合わせた量が保存されていることと同義である。</p> <p>第5章では、地震動のエネルギー指標を地震工学の実務へ活用する方法として、地震動予測結果の妥当性評価と構造物の被害推定に適用した場合の利点について検討している。</p> <p>地震動予測結果の妥当性評価においては、モデル断層を想定して統計的グリーン関数法に基づき断層周辺における地震動予測波形を作成し、地震動エネルギー、最大加速度値、最大速度値を算出して比較検討している。モデル断層のアスペリティの大きさのみを変えた場合、及びモデル断層の長さを変えて断層パラメータや重ね合わせ条件を新たに設定した場合のいずれにおいても、地震動エネルギーはアスペリティの大</p>			

氏名	平井俊之
----	------

小や地震の規模の大小を反映した結果が得られたのに対して、最大加速度値や最大速度値は、小さいアスペリティや小さい規模の地震の方が大きな値となった地点が相当数存在することを示している。また、統計的グリーン関数法では要素地震波形の位相特性にランダム性があるが、このランダム性が地震動予測結果に影響するかどうかを調べるために、要素地震波形の位相特性を 20 パターン変化させたパラメータスタディを実施している。その結果、地震動エネルギーは、最大速度値や最大加速度値に比べてばらつきが非常に小さく、要素地震波形のランダム性の影響はほとんど受けないことを示している。さらに、地震基盤上と工学的基盤上とで比較したところ、地震動エネルギーは、最大加速度値や最大速度値ほど地盤による違いがないことがわかった。

地震動エネルギーを構造物の被害推定に活用した場合の利点を把握するために、既往の強震観測記録を入力として、バイリニアの履歴特性をもつ自由度系の応答解析を行い、塑性率や塑性ひずみエネルギーで表される構造物被害と地震動の強さを表す指標との関係を求めている。地震動エネルギーと最大塑性率との関係のばらつきは、最大加速度値や最大速度値と最大塑性率との関係のばらつきよりも小さいことがわかった。また最大塑性率が高くなるに従い、地震動エネルギーと塑性ひずみエネルギーとの関係のばらつきが小さくなるので、大きな被害を予測する場合には、推定精度が向上することが示されている。

6 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、地震動強さを表す指標として地震動エネルギーをとり上げ、特にばらつきに着目して既存の他の指標と比較検討してその優位性を見出し、地震動予測結果の妥当性評価や構造物の被害推定などへ活用することを目標とした研究成果をとりまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 地震動エネルギーは、地震の規模に起因するばらつきが、最大加速度値、最大速度値等の他の指標よりも小さい。
2. 入力デルタ関数やホワイトノイズであれば水平多層地盤内を伝播する地震動のエネルギーは各層で厳密に保存されることから、入力が地震動の場合であっても、地震動エネルギーは、地盤の増幅の影響が小さいため、地盤の違いに起因するばらつきが、最大加速度値、最大速度値等の他の指標よりも小さい。
3. 水平成層地盤では、波動インピーダンスと、応答関数のパワーを周波数軸上で平均した値とを掛け合わせた量が各層で保存されており、地盤特性を表す新たな指標として有望である。
4. 地震動エネルギーを地震動予測結果の妥当性評価に活用した場合、最大加速度値や最大速度値等の他の指標よりもばらつきが小さく、地震規模に応じて安定した結果が得られる。
5. 地震動エネルギーを構造物の被害推定に活用した場合、地震動エネルギーと最大応答塑性率との関係のばらつきは、最大加速度値や最大速度値と最大応答塑性率との関係のばらつきよりも小さい。また、最大応答塑性率が高くなるに従い、地震動エネルギーと塑性ひずみエネルギーとの関係のばらつきが小さくなるので、大きな被害を予測する指標として優れている。

本論文は、地震工学上の実務に活用した場合、地震動強さを表す指標として地震動エネルギーが優れていることを見出しており、学術上・実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年2月1日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。