

氏名(本籍)	かく	けん	ぐん	(中国)
	郭	献	群	
学位の種類	工学博士			
学位記番号	博甲第798号			
学位授与年月日	平成2年7月31日			
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当			
審査研究科	工学研究科			
学位論文題目	構造物への入力エネルギーに基づく地震動の強さとその評価			
主査	筑波大学教授	工学博士	西岡	隆
副査	筑波大学教授	工学博士	園部	泰寿
副査	筑波大学教授	工学博士	松島	豊
副査	筑波大学助教授	工学博士	今井	弘

## 論文の要旨

構造物に被害をもたらすような大地震に対する構造物の耐震安全性は、従来地震入力に対する構造物の耐力と変形能力の大きさによって評価されてきた。これに対して、構造物の崩壊に対する基準として、近年、地震動による構造物への入力エネルギー量と構造物が吸収するエネルギー量を対比させる方法が検討されるようになってきている。設計に用いる入力エネルギーの評価方法を確立するためには、地震動の強さのレベルを地動最大加速度、地動最大速度などで設定してよいかどうか、その他の適切な地震動の強さの指標がないかなどなどの検討や、正規化されたスペクトルを作成する必要がある。

著者はこの点に着目し、構造物の崩壊に至る大地震に対して、構造物を設計する際に必要となる入力エネルギーを定義するとともに、確率統計的手法によって、入力エネルギーに影響をおよぼす種々の因子とその影響の大きさを合理的に定めた。

本論文は全5章から構成されている。まず、第一章「序論」においては、本研究を始めるに至った経緯について述べ、構造物の耐震設計に関する既往の研究を地震動の強さの観点から概観している。

第二章「地震動による構造物への入力エネルギーの特性とその評価」では、性質の異なる数種の疑似地震動モデルを用いて、構造物と地震動の特性が著者の定義した入力エネルギーに与える影響を考究している。すなわち、構造物に被害をもたらすような大地震時の入力エネルギーは、等価な減衰定数をもつ弾性系のモデルで置換できること、入力エネルギーを大きく左右する特性値として、地震動の継続時間が無視出来ないこと、著者の定義するいわゆる地動加速度の全エネルギーは、最大加速度と継続時間を総合的に反映できる地震動の強さのパラメータとして適していること、地震動の卓越周期は構造物の基本周期との対比関係で入力エネルギーに影響を及ぼすほか、固有周期の全領域で入力

エネルギーを大きく左右することなどを明らかにした。これらの結果に基づき、正規化入力エネルギースペクトルを用いて入力エネルギーを評価する方法を提案している。

第三章「地震動の強さの指標と応答スペクトルの変動について」では、1質点系の弾性応答スペクトル（加速度応答スペクトル、速度応答スペクトル）と弾塑性応答スペクトル（入力エネルギースペクトル、塑性ひずみエネルギースペクトル、最大塑性率スペクトル、累積塑性率スペクトル）の変動を地震動の強さの指標の違いから考察している。すなわち、最大地動加速度、最大地動速度、速度応答スペクトル強度、地動加速度の全エネルギー、地動加速度の全エネルギーと卓越周期の積、などを地震動の強さの指標とした場合、それぞれの適用範囲を検討している。これらの検討結果から、構造物の固有周期と対象とする応答量によって、地震動の強さの最適な指標が異なること、地震動の全エネルギーと卓越周期の積を地震動の強さの指標とすると、長周期領域では、入力エネルギー、塑性ひずみエネルギー、累積塑性率に対する変動が他の指標と比べて少なくなり、地震動の強さの指標として最も優れていること、しかし、短周期の領域では、卓越周期の影響を過大に評価するため、むしろ、全エネルギー単独の方が適していることなどを論述している。

第四章「エネルギー論的考察に基づく終局耐震信頼性へのアプローチ」では、第二、三章の結果を整理し、構造物への入力エネルギーの評価式を、構造物の質量、地震動の強さの指標、地震動の卓越周期あるいはその期待値、著者の提案した正規化入力エネルギースペクトルの積によって定式化している。さらに、C. A. Cornellの仮定した地震発生モデルを用いて、地震の強さの指標の確率分布を求めている。すなわち、地震発生の時間分布をポアソン分布、規模別分布を指数分布、空間分布を点震源または面震源からなる一様分布と仮定し、著者の提案する強さの指標が金井の減衰式に従うものとした場合に、どのような確率分布になるかを明らかにしている。また、以上の結果を用いてケース・スタディを行い、構造物の終局耐震信頼性を考察して、建設地点を震源域から離すことにより構造物の耐震信頼性を高める効果は、短周期構造物の弾性限界状態に対する場合、短周期構造物の終局限界状態に対する場合、長周期構造物の終局限界状態に対する場合の順に小さくなることを明らかにしている。

最後に、第五章「結論」において、本研究によって得られた成果を総括し、今後に残された課題や将来への展望について述べている。

## 審 査 の 要 旨

著者は要するに、エネルギー論によって耐震構造物を設計する際に必要となる入力エネルギーを求め、入力エネルギーに影響を及ぼす外的要因を確率統計的手法を用いて定量的に解明している。

ここに示された手法は、多質点系への入力エネルギーに対する検討など、実際の耐震設計に適用するためにはより詳細な検討を必要とするが、基本的には従来の手法とは大きく異なる新たな手法であり、構造工学上貢献するところ大であると認められる。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。