

氏 名	Charles Scawthorn チャールズ スコーソーン
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 707 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学位論文題目	Urban Seismic Risk : Analysis and Mitigation (都市における地震危険度の解析と耐震化手法に関する研究)

論文調査委員 (主 査)  
教授 山田善一 教授 土岐憲三 教授 吉川和広

### 論 文 内 容 の 要 旨

都市が地震をうけた場合の被害の程度を推定し、このような被害を軽減する方法について研究することは、現在わが国を含めて世界の地震国において早急に解決せねばならない重要な課題である。本研究は、都市地域における地震の危険度に与える種々の要因と、その影響について、比較的広範な立場から検討を行なった後、地震危険度と被害の減少をはかる方法について考察を進めている。本研究の基本的主旨としては、土木構造物や施設個々よりも、むしろ都市地域そのものを対象としている。本論文は、2部、7章からなっている。

第1章では、本研究の目的を述べた後、本研究で用いる用語、Seismic Risk, Seismic Hazard などについての定義を定式化した形で与えている。つぎに本研究に関係した従来の研究の主なものについて、とくに地震活動とその確率的性質、地震の伝播・減衰、地盤の特性などの影響、危険度と被害の解析、構造物のコストと被害額を含めた最適化問題、ケーススタディなど、歴史的に総括し、これらを一覧表の形で与えている。さらに本論文の構成について述べ、全体を構成図の形で与えている。

第1部は、2, 3, 4の各章からなり、確率論的手法を中心として、都市の地震危険度の解析について述べている。

第2章では、地震活動と地域の地震動の特性 (Seismic Hazard) について解析を行っている。まず地震活動について、極値理論による解析を行い、震央距離などによる減衰特性から、Hazard Function としての確率的な応答スペクトルを与えている。これらの結果を、さらに、従来の研究成果と比較して検討を行なった上、断層モデルの結果についても述べている。大阪地域の地震活動度について、本研究で求めた応答スペクトルを、各地盤種別ごとに、確率的表現で与え、第3章以下の研究の基盤としている。

第3章では、地震による建築物の被害について、被害調査の結果と、解析によって考察している。都市内での代表的な構造物として、建築物のうち、低層建築と中層建築をとりあげ、これらの地震被害と地震動特性との関係を、1978年宮城県沖地震 (M=7.4) の被害調査の結果から求めている。この地震の地震

動と震央との関係を、仮想震源の考え方により、従来の研究成果と関係づけた後、低層建築、中層建築それぞれの被害や、被害額を加速度応答スペクトルなどの関数として与えている。火災、地盤の流動化による被害についても、過去の他の地震の資料などを含めて同様な考察を行っている。

第4章では、上に求めた諸関係を、地盤の特性と関連づけ、都市地域における地震被害の予測を行っている。とくに大阪地域を対象として、土質分布、建築物（木造、非木造、中層）の分布から、地震動、火災、流動化による、それぞれの種類の建築物の被害率を予測する方法について述べ、被害額を、年平均期待値として求めるとともに、大阪地図の上にグラフィックに表わしている。またこれらの関係を特定の地震の規模と、震源距離に対する確率量としても求めている。

第2部は、5、6章からなり、地震危険度を軽減する方法について考察している。

第5章では、低層、中層建築物の地震動による被害モデルについて述べている。この章は、第3章を発展させたもので、とくに構造物の性質が変化した場合、被害期待値がどのようになるかについて考察を加え、次章の解析の基礎としている。

第6章では、被害を減少する方法として、2種類の考察を行っている。第一の方法は、耐震設計を行うことによる建設費の増加、被害額の減少を含めて総合的に考えを全費用を最少にする立場から考察し、最適な設計レベルを、各種地盤と構造物の種類について支えている。第二の方法では、都市の中央地域（Central Business District）の配置について考察を行い、新しい耐震都市について見解を述べている。

第7章では、本研究で得られた主要な結論を述べるとともに、とくに今後この分野の研究を進めるにあたり重要な研究項目を列挙している。

## 論文審査の結果の要旨

都市の震害を事前に予測し、適切な耐震化をはかることは、極めて重要なことであるが、地震の発生や伝播の特性のもつ不確定性、さらに、近年における都市形態や機能の複雑さなどから、問題の解決には多くの困難がともなっている。本論文は、都市の地震危険度を求めるための手法について考察し、具体例について試算を行うとともに、都市の耐震化について、構造物設計レベルの最適値と、都市における最も好ましい施設の配置を対象として検討した結果についてまとめたものであり、得られた成果の主なもののはつぎのとおりである。

(1) 地震発生モデルに対して極値理論を適用することにより、過去の地震記録から構造物の危険度を求めるための新しい確率論的な応答スペクトルを作製した。これは従来のものにくらべ、簡単で、より直接的に利用することができる。

(2) 1978年宮城県沖地震などの被害を統計的に解析することにより、低層木造家屋と、中層建築物の地震動による応答被害特性と損害額関数を求めた。さらに考察を地震による火災、地盤の流動化などに広げて、地震と被害との関係をより明確な形で与えた。

(3) 将来地震被害の予想される都市について、地震活動度、地震規模、震源距離、地域特性などを考慮して、被害と損害額を導き出す手法を見出すとともに、大阪地域に適用して、地震動、火災などによる被害予想額を求め、これを年平均期待値の形で与えて、都市における地震対策に対する経済的な指針を与え

た。

(4) 低層、中層建築物に対する地震応答解析をもとにして、地震被害モデルを作製し、都市耐震化のための基礎とした。

(5) 都市の耐震化の一つとして、構造物耐震設計のための設計レベルを、建設費、想定される1次被害額、2次被害額の年平均値などを総合的に考えた全コストを最小にする立場から求めた。この結果は将来の設計規準の策定に貴重な資料となるばかりでなく、これを用いることにより、現在地盤条件による差異が大きいといわれている被害の差を、小さくすることができることを明らかにした。

(6) 現在の都市の中央地域 (Central Business District, CBD) の位置は、耐震の面からは必ずしも最適でないことを指摘し、地盤条件等を考えた新しい2次元都市モデルを考案するとともに、都市経済学的手法により、最も好ましいCBDの位置について考察し、大阪地域を具体例としてその結果を示している。上記(5)の結果との組合せにより、一試算ではあるが、現在の90%の全コストで、損害額を約1/3にすることが可能であろうと述べている。

以上要するに、本論文は、都市の地震危険度をよりの確に求めるとともに、耐震化の手法とその結果を示し、耐震工学、都市防災計画上貴重な資料を与えるとともに、今後のこの分野の研究に有力な指針を与えたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

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。