

氏名	久 徳 敏 治 ひさ とく とし はる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 177 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 9 月 24 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 建 築 学 専 攻
学位論文題目	高層建築構造物の適正動力学特性とその応用に関する研究

論文調査委員 (主査)  
教授 小堀鐸二 教授 金多 潔 教授 南井良一郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、動的耐震設計の立場から、高層建築構造物の適正な耐震設計を具体的な設計手法を得るために、弾性領域より弾塑性領域にわたる広汎な地震応答解析を行ない、動力学特性と応答量の関係を検討することにより耐震設計の本来の目的に適合し、かつ経済的な適正動力学特性を誘導し、さらにこれを静的設計手法によって高層建築構造物各部に賦与する具体的方法について研究したものである。

第1章は、棚橋博士の地震の破壊力と構造物の耐震力に関する“速度・ポテンシャル論”ならびに小堀博士を中心とする研究者グループの動的終局耐震設計法など、非線型振動論的観点を中心とする動力学的研究と対比して耐震設計法の現状を概説し、本研究の位置づけを明らかにすると共に、本論文の概要について述べている。

第2章は、動的耐震設計の基礎的概念と具体的方法について述べている。まず耐震設計とは建築構造物の建設敷地において将来予想される地震波外乱群に対し、構造物、基礎、周辺地盤および地震波媒体地盤からなる構造物系を考えたときに、耐震安全性を判定する重要な尺度で測った構造物系各部の地震応答が、それらに対応して定められる許容応答量以内に一樣かつ安定に収まるような、最も経済的な動力学特性を構造物系に賦与することと定義し、この観点から現行の耐震設計法の非合理性と非経済性を批判し、動力学的手法を基礎とした耐震設計法、とくに弾塑性終局設計法の研究の重要性を指摘している。そして、一般的には地震の規模ならびに発生頻度と構造物系の性質に応じて、主として弾性領域での耐震安全性を問題とする弾性乃至等価弾性許容応答設計法と、塑性領域あるいは終局状態を問題とする弾塑性終局設計法を対象として、前述の耐震設計の定義の意味で適正な動力学特性の誘導の必要性を述べている。

さらに、かような適正動力学特性を導くための基本的手段となる地震応答解析において、きわめて重要な課題となる構造物系モデルの設定、地震外乱群ならびに耐震安全性の尺度の選定に対する基本的な考え方に言及している。

第3章においては、弾性乃至等価弾性許容応答設定法を対象として、弾性領域における地震応答解析の

具体的方法を述べ、弾性構造物系モデル群に対する地震応答解析を介して応答量の検討を行なった上で適正動力学特性の誘導を試みている。この場合、まず一様な質量分布と2%の内部粘性減衰係数を有する7質点剪断型の異なる剛性分布をもつ32種の基本モデル群に対して、5種の構造物の固有周期と5種の外乱波形関数を用いて計800ケースの応答解析より応答量を検討し、さらに動力学特性が基本モデルと異なるモデル群の800ケースの応答解析を加えて、動力学特性を規定する諸パラメータと応答量との相関関係について考察し、これらの結果より、高層建築構造物の適正動力学特性を誘導している。ここで一般に高層建築構造物の適正動力学特性としては、靱性率応答が外乱地震波と構造物系の動力学特性に内在する不確定要素によるバラツキを考慮した上で、予め定められた空間分布の許容応答量以内になるべく一様に収まるような最も経済的な動力学特性を考えている。弾性領域では、靱性率応答分布は構造物系モデルの弾性限強度分布と剪断力応答分布によって表わされ、剪断力応答分布を構造物系モデルの弾性限強度分布として賦与すれば靱性率応答を一様化できる。このことより構造物系モデルの剛性分布に比較的關係のない、安定した分布性状を示す剪断力応答の最大値の平均分布を適正弾性限強度分布と考え、広い耐震設計領域における靱性率応答のバラツキについて検討した結果その妥当性を確認している。さらに、任意の質量分布、減衰量、質点数に対しては、補正係数を導入して適正動力学特性分布を一般的に求めている。他方、応答規準量（変位応答の平均値、ベースシャー係数応答）から導かれる適正動力学特性規準量については構造物系モデルの質量分布と剛性分布に殆んど依存しないことを示した上でそれを減衰量、質点数、周期パラメータおよび外乱波形関数に関する強度パラメータの関数として一般に示している。

第4章では弾性終局設計法を対象として、弾塑性領域における地震応答解析の具体的方法について述べ、ついで弾塑性構造物系モデル群の地震応答解析を通じて動力学特性と応答量の関係を検討した上で適正動力学特性を導いている。構造物系モデルとしては、bi-linear 剪断型7質点系を選び、剛性と弾性限強度分布の異なる9種の基本モデル群について、種々の周期パラメータと外乱波形関数ならびにその加速度最大振巾に対して計1000ケースの応答解析よりその応答量を検討し、また動力学特性が基本モデルと異なるモデル群に対する2000ケースの応答解析を行なって、諸パラメータによる応答性状の変動を検討している。さらに、高層建築構造物の耐震設計領域（1次固有周期：1.0～5.0秒、靱性率応答の平均値：1.0～4.0）を対象として、一般的な設計条件に対応する適正動力学特性を誘導している。弾塑性領域においても、弾性領域と同様に剪断力応答の最大値の平均分布を構造物系モデルの弾性限強度分布として賦与することにより、靱性率応答分布の一様化が可能であること、この場合塑性度によってその分布が異なることを指摘し、ついで、任意の質量分布、減衰量、質点数および塑性度に対する適性弾性限強度分布補正係数を導入して一般的に与えている。他方、適正弾性限強度規準量についても構造物系モデルの平均質量、周期パラメータ、減衰量、塑性度、外乱波形関数ならびにその最大加速度振幅の関数として一般的に求めている。

第5章においては、典型的な高層建築構造物系を対象として、個々の設計条件に応じて第3章、第4章で導かれた適正動力学特性を選択し、これを静的構造設計手法によって高層建築構造物各部に賦与する具体的な過程について考察している。個々に設計条件の異なる実際の高層建築構造物の適正動力学特性は、先に得られた一般性と応用性を備えた耐震設計資料としての適正動力学特性から基本応答量が変わらないと

いう規範のもとに容易に変換されることを示し、さらにその手法の妥当性を任意に設定した構造物系モデルの地震応答解析による応答量の検討を通じて確認している。次にその動力学特性を実際の高層建築構造物の各部に具現する方法として、剛性特性と強度特性を静的手法によって各部断面に同時に与える合理的な設計法を示し、事例でもってその妥当性を検証している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、高層建築構造物を対象として、耐震設計の本来の目的に適合した合理的かつ経済的な動力学特性（適正動力学特性）の誘導に関する問題、および静的構造設計手法によってこの動力学特性を高層建築構造物の各部に賦与する問題とを取り扱っている。

適正動力学特性の誘導の基礎となる地震応答解析法、ならびに構造物系の地震応答性状の研究は古くから行なわれているが、具体的な耐震設計を対象とした動力学特性と応答性状の関係についての研究は比較的新しく、とくに高層建築構造物で想定される数多くのパラメータを含み、かつ膨大な応答解析を通じて誘導される適正動力学特性の研究に関しては、ごく少数の部分的な研究がなされているにすぎない。本論文では、高層建築構造物の適正動力学特性の誘導にあたり、弾性領域は勿論のこと弾塑性領域にわたる広い範囲を対象として、数多くの構造物系モデル群を想定し、これらの構造物系モデルの動力学特性と応答量の関係について、地震応答解析を仲介とする理論的な考察ならびに数値的実験を行ない、興味ある結果を導びいている。

本研究においては、高層建築構造物の耐震安全性を弾性および弾塑性領域にわたって統一的に判定する重要な1次の尺度として靱性率応答を考え、その分布を設計許容量以内に一樣かつ安定に収めるものとして適正動力学特性を定義している。そしてこの適正動力学特性を分布量と規準量に分け、適正動力学特性分布量については、靱性率応答のレベルに対応する強度パラメータをもつ一連の地震波群に対して、靱性率応答分布量を可及的に一樣ならしめる規範から定め、他方、適正動力学特性規準量については平均応答量の変動係数を、安全率を考慮して定めた設計許容量に靱性率応答平均量を一致させる規範から定めている。この靱性率応答は構造物系モデルの弾性限強度と関係が深く、剪断力応答分布の平均値を弾性限強度分布として構造物系に賦与することによって、靱性率応答の一樣化が可能であることを指摘し、さらに2次的な耐震安全性の尺度である変位応答分布に対しても、適正弾性限強度分布と同一の剛性分布を構造物系に賦与することによって、その一樣化が実現できるとの結論に到達している。さらに実際の高層建築構造物の耐震設計に適用可能な基礎的耐震設計資料を得るため、任意の質量分布、減衰量、階数ならびに設計許容量に対する適正動力学特性についても検討を加え、広い応用性を備えた一般的な形に導くことに成功している。

一方、このような適正動力学特性をそれぞれ固有な設計条件をもつ実在の高層建築構造物系モデルの動力学特性に応用する問題については振動数、振動型、剪断力係数を仲介としてモデル化の逆過程を取扱い、これが弾塑性構造物系モデルに対しても十分な実用性をもつ方法であることを応答解析の結果に基づいて確認している。さらに適正動力学特性を静的設計手法によって高層建築構造物の各部断面の剛性および強度特性として実現させる具体的な耐震設計法について論及し、その妥当性を具体例によって確認してい

る。

これを要するに本論文は、高層建築構造物の合理的耐震設計を目的とした適正動力学特性について系統的な研究を行ない、耐震構造学の分野に新しい知見を提供したものであり、学術上ならびに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。