

氏 名	ながの やすき 永 野 康 行
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2301 号
学位授与の日付	平成 15 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 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	非単調変位応答スペクトル特性を有する設計用入力地震動に対する建築 構造物の性能指定設計

論文調査委員 (主 査) 教授 上 谷 宏 二 教授 井 上 一 朗 教授 中 島 正 愛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、設計用入力地震動として、実務構造設計で用いられるような固有周期に関して非単調に変化する変位応答スペクトル特性を有する地震動を採用したときに、「性能指標」と「コスト指標」との関係が設計者の要望に合致するように、建築骨組構造物の各部材断面を合理的かつ効率的に見出すことができる性能指定型構造設計法を提示したものである。本論文において、コスト指標とは、1次固有周期が大きくなればその値が小さくなるように定義した指標とし、性能指標とは、層間変位が小さくなればその値が小さくなるように定義した指標としている。

1章は序論であり、本研究の背景と内容の概要を述べている。

2章では、最適設計理論や逆問題設計理論などを用いて、論理的に構造設計を行うことを「創造的数理設計手法」と呼び、この創造的数理設計手法の実務構造設計への適用を図ることにより、実建築構造物への適用の可能性を示し、同時に、現状での問題点を抽出している。具体的には、まず2.2節では、小規模な鋼構造建築骨組に対して、既に提案されている最適設計手法を用いて、実用的な最適設計手法を提案している。次に、2.3節では、大規模な鋼構造の実建築骨組に対して、2.2節で提案した手法を適用し、手法の実用性を検証している。実務設計で要求される2次設計である保有水平耐力については、設計された建築骨組に対して検証を行うことで確認を行っている。さらに、2.4節では、建物の最高高さが97mの実超高層建物の構造設計において、初期設計断面の設定する際に創造的数理設計手法の適用を試み、創造的数理設計手法の構造設計プロセスへの導入の可能性を示している。最後に2.5節では、2000年6月の改正建築基準法で規定された、限界耐力計算に基づく構造設計に二段階設計法を適用できることを示し、小規模な鋼構造建築骨組に対して適用の可能性を例示している。

3章では、固有周期に関して非単調に変化する変位応答スペクトル特性を有する地震動を設計用入力地震動とするせん断型構造物に対して、合理的な層剛性の決定法を提案している。固有周期の増加に関して単調に増加する変位応答スペクトル特性を有する地震動を設計用地震動とするせん断型構造物に対しては、当該構造物が指定した層間変位分布を精確に示すような層剛性分布を1次固有震動の卓越性を利用して効率的に見出す手法が既に確立されている。ところが、固有周期に関して非単調に変化する応答スペクトル特性を有する地震動を設計用入力地震動とするせん断型構造物の層剛性を決定する問題に対して、これまでに提案されている手法を直接的に適用しようとすると、次の問題点が生じうる。(A) 指定した層間変位分布を精確に示すような層剛性分布が存在しない。(B) 指定した層間変位分布を精確に示すような層剛性分布が複数個存在する。(C) 指定した層間変位分布を精確に示すような層剛性分布を有するせん断構造物よりも柔らかく（つまり剛性に関わるコストが小さく）、かつ、層間変位も小さいような構造物が存在する。本章では、上記の問題点を解決するために、せん断型構造物の剛性設計問題に対して、「コスト指標」（1次固有周期が大きくなれば、その値が小さくなるように定義した指標）と「性能指標」（層間変位が小さくなればその値が小さくなるように定義した指標）の重み付き線形和関数を導入し、その値を最小とするような剛性分布を見出す方法を提案している。この重み付き線形和関数の導入と、固有モード逆問題に対する閉形解の有効な利用により、設計者が指定した層間変位分布と相似な層間変位分布を示し、かつ、コスト指標と

性能指標との関係が設計者の要望に合致するようなせん断構造物の層剛性分布を容易に見出すことを可能にしている。

4章では、変位応答スペクトル特性の異なる複数の設計用入力地震動に対するせん断型構造物の剛性設計法を新たに提案し、さらに、ここで提案している方法により層剛性が決定された建築構造物の、設計用入力地震動を構成している個々の地震動に対する応答性状を明らかにして、実務で用いられているような設計用入力地震動を受ける構造物に対して、性能指定設計を実現するための方法を提案している。本章の方法により得られた層剛性分布は、設計者が設定した設計用入力地震動に対して、最も合理的な応答性状を示すものとなる。

5章では、固有周期の増加に対して非単調に変化する変位応答スペクトル特性を有する地震動を設計用入力地震動とする建築物の骨組構造物にに対して、3章に示す方法で決定された層剛性を用いて、所定の制約条件を満たす最適な部材断面を見出す手法を提案している。

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。

論文審査の結果の要旨

本論文は、固有周期に関して非単調に変化する変位応答スペクトル特性を有する地震動を採用したときに、地震応答に関する諸性能が設計者の要望に合致するように建築骨組構造物を設計するための方法に関する研究を提示したものである。

従来の逆問題型定式化に基づく設計理論は、固有周期の増加に関して単調に増加する変位応答スペクトル特性を有する地震動を設計用入力地震動とする場合に限定して展開された。これに対し本論文著者は、実務構造設計で採用される設計用入力地震動が非単調に増加する変位応答スペクトル特性を有する場合があることを指摘したうえで、この種の設計用入力地震動が作用するせん断型構造物の剛性設計問題に対して、「コスト指標」（1次固有周期が大きくなれば、その値が小さくなるように定義した指標）と「性能指標」（層間変位が小さくなればその値が小さくなるように定義した指標）の重み付き線形和関数を導入し、その値を最小とするような剛性分布を見出す方法を提案した。この重み付き線形和関数の導入と、固有モード逆問題に対する閉形解の有効利用により、設計者が指定した層間変位分布と相似な層間変位分布を示し、かつ、コスト指標と性能指標との関係が設計者の要望に合致するようなせん断型構造物の層剛性分布を容易に見出すことを可能にしている。さらに、決定されたせん断型構造物の層剛性を用いて、所定の制約条件を満たす最適な部材断面を見出す手法を提示している。

以上、要するに本論文は、実務構造設計で用いられる非単調変位応答スペクトル特性を有する地震動に対し、「性能指標」と「コスト指標」との関係が設計者の要望に合致するように建築骨組構造物の部材断面寸法を合理的かつ効率的に見出し得る性能指定型設計法を提示し、その有用性を実証したものであり、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、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15年5月20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。