

氏名	李 有 震
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2504 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 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	鋼構造多層骨組の最適設計解特性の解明と最小鋼材量の簡易予測法

論文調査委員 (主査) 教授 上谷 宏二 教授 宗本 順三 教授 竹脇 出

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、建築構造物の基本計画段階における設計者の意思決定を、最適設計法を用いて支援する方法について論じ、鋼構造多層骨組を対象として最適設計解の特性を解明するとともに、意思決定支援の観点から有用である最適鋼材量の簡易予測法を提案したものであり、6章から構成されている。

第1章では、建築物の設計プロセスにおける意思決定の流れを整理し、構造の大枠を決める初期の基本設計段階において構造のコストや性能に関する情報提供が不十分であることを問題点として指摘している。現状の構造設計実務では複数計画案に対して詳細な情報を提供することは極めて困難であるが、最適設計法を用いることにより幅広い範囲にわたる有用な情報を基本計画段階で提供できる可能性があるとして、最適設計手法を組み込んだ新しい設計プロセスを提案している。スパン数、スパン長、コア配置などのパラメータと構造物コストとの関係が最も重要な情報であり、以下の章では鋼構造骨組を対象として最適鋼材量の予測法を展開している。

2章では、設計モデル及び設計条件の設定を行い、最適化手法について論じている。種々の条件下における最適設計解の性質を調査することにより、初期設計の設定法、収束判定基準など適切な最適解を得るために必要な諸条件を抽出している。また、建物の全幅とスパン数が同一であれば、スパンの不均等性が最適鋼材量に及ぼす影響が小さいことから、均等スパン割りの骨組を対象を限定している。

3章及び4章では、純ラーメン骨組の最適設計解の性質と最適鋼材量について論じている。3章では、平面骨組モデルの最適解を分析し、建物全体、柱、梁の各々に対する総鋼材量が、スパン数、スパン長、荷重レベルのそれぞれに対して近似的な線形関係を示すことを明らかにしている。この線形性を利用し、8個のモデルの最適解を用いて、任意のスパン長、スパン数、荷重レベルを有する平面骨組モデルの最適鋼材量を、誤差1、2%の精度で予測できる式を導出している。4章では、平面骨組最適解を組み合わせることで、立体骨組モデルの最適鋼材量を簡易的に予測する手法を提案している。立体モデルを直行2軸方向の平面モデル群に分解し、各々の最適鋼材量を近似式によって求める。梁については全平面モデルの梁鋼材量を加算した値を求め、柱については直交する平面モデルが一本の柱を共有することから、全平面モデルの柱鋼材量を加算した値に1/2を乗じる。その両者を加え合わせることによって立体骨組の総鋼材量を予測する方法を提案している。5層及び10層の骨組に適用した結果は、予測値に含まれる誤差が最大8%近くに達するもののパラメータに対する最適鋼材量の変動を的確に表しており、基本設計段階での意思決定支援に十分な精度を有することを実証している。また、本方法の計算コストは、立体骨組を直接最適化する場合と比べて圧倒的に少ない。

5章及び6章では、ブレース付き骨組の最適設計解の性質と最適鋼材量について論じている。5章では、平面骨組モデルについて異なるブレース配置パターンに対する最適解の比較を行い、以下の性質を抽出している。(1)ブレース設置スパン及びその周辺領域の柱梁部材の断面がブレースを支持するために大きくなり、その他の領域の柱梁部材は均等な断面積の分布を示す。(2)ブレースの設置スパン数とスパン長が同じであれば、最適総鋼材量は骨組スパン数と比例関係にある。(3)同じ柱

梁軸組を持つ骨組では、ブレース設置スパンの数を増やしても最適総鋼材量の低減効果に限界がある。(4)ブレース設置スパンの近接により、最適総鋼材量の低減効果が得られる。(5)複数の異なるブレース群が存在する場合、最も低減効果の大きいブレース群によって骨組の最適総鋼材量が決まる。6章では、以上の性質がブレース付き立体骨組においても同様に見られることを示した。更に、立体特有の性質として、互いに直行するブレース設置スパンの近接によって得られる最適鋼材量の低減効果を明らかにしている。

以上の知見に基づき、ブレース付き骨組の最適部材断面分布を、ブレースの作用によって水平力を最も効率的に支持できるコア部分とコア以外の部分に分離して把握することができ、コア以外の部分の部材に対しては長期設計時の鉛直荷重だけを支持できる必要最小限の断面が割り当てられ、コア部分の部材に対してはコア以外の部分の負担分を除いた水平力をコア部分だけで支持できるような最適断面が割り当てられるという理解に到達している。これらの知見及び理解に基づき、幅広いパラメタ領域における任意の立体骨組の最適総鋼材量を、基本となるコア要素を含む少数の限られたケースの最適解だけを用いて実用上十分な精度で予測できる方法を提案している。

結論では、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、建築構造物の基本計画段階における設計者の意思決定を、最適設計法を用いて支援する方法について論じ、鋼構造多層骨組を対象として最適設計解の特性を解明するとともに、意思決定支援の観点から有用である最適鋼材量の簡易予測法を提案したものである。

基本計画段階では、与えられた部材配置の下で骨組鋼材量を最小化する最適断面設計法の適用が有効であることを指摘し、スパン割りやブレース配置といった部材配置パラメタによって骨組の最適鋼材量がどのように変化するかの情報を効果的に利用することを提案している。均等スパンを有する純ラーメン骨組及びブレース付き骨組の2種類について最適解の性質を分析し、部材配置パラメタと最適鋼材量との間に存在する幾つかの基本的性質を抽出している。

純ラーメン骨組については、先ず平面骨組モデルの最適鋼材量がスパン数、スパン長、荷重レベルのそれぞれに対して近似的な線形関係を示すことを明らかにし、この性質を用いて、任意のスパン長、スパン数、荷重レベルを有する平面骨組モデルに対して梁及び柱の最適鋼材量予測式を導出している。次に、立体骨組を分解して得られる平面骨組モデルに対する梁及び柱の最適鋼材量をその近似予測式によって求め、これらの鋼材量を柱の重複を考慮して加え合わせるにより立体骨組の最適総鋼材量を実用上十分な精度で予測する方法を提案している。

ブレース付き骨組については、最適な部材断面分布を、ブレースの作用によって水平力を最も効率的に支持できるコア部分とコア以外の部分に分離して把握することができ、コア以外の部分の部材に対しては長期設計時の鉛直荷重だけを支持できる必要最小限の断面が割り当てられ、コア部分の部材に対してはコア以外の部分の負担分を除いた水平力をコア部分だけで支持できるような最適断面が割り当てられるという性質を見いだしている。この性質を利用することにより、幅広いパラメタ領域における任意の立体骨組の最適総鋼材量を、基本となるコア要素を含む少数の限られたケースの最適解だけを用いて実用上十分な精度で予測できる方法を提案している。

以上要するに本論文は、鋼構造多層骨組の最適解特性を明らかにし、基本計画段階で有用な最適総鋼材量の近似予測法を提案したものであって学術上、実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17年2月18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。