

氏名	よし とみ しん た 吉 富 信 太
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2433 号
学位授与の日付	平 成 16 年 11 月 24 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	実 施 可 能 性 条 件 を 取 り 入 れ た 鋼 構 造 骨 組 の 最 適 設 計 法

論文調査委員 (主査) 教授 上谷宏二 教授 井上一朗 教授 竹脇 出

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、既往の最適設計法に関する研究成果が実務の構造設計で用いられていない理由を明らかにし、特に鋼構造を対象として重点課題の解決を試みたもので、本文6章と、序論、結論から成る。

序論では、建築構造物を対象とした最適設計法に関する既往の研究の背景、及び、本論文の目的、構成について述べている。

1章では、実務設計における設計者の意思決定を、既往の最適設計法の研究との対比において分析し、未解決の課題として(1)意匠設計、設備設計上、また、部材の製作、施工上不具合なく実現可能であることを保証するための条件を考慮できること、(2)規格品鋼材からの部材断面選択を行いたいという実務設計上の要請に対応できること、(3)必要な構造性能に関する条件をもれなく考慮できること、の3点を重点課題として抽出している。本研究はこれらの課題に対応できる手法の提案を目的としており、設計者の判断と最適設計ツールを適切に組み合わせて運用することで、経験に基づく従来の設計に比べ、様々な設計場面での設計の論理的支援が可能になることを示している。

2章では、実務上有用であり合理的であるような設計解が最適設計法を用いて得られることを示す事例として、保有水平耐力と呼ばれる弾塑性応答に関する制約条件を備えた最適設計問題の解の特性分析を試みている。その結果、少ない鋼材量の増加で相対的に大きな保有水平耐力の向上が得られることを示している。また、柱の材端力制約を用いて、保有水平力耐力時の柱の塑性化を有効に抑制することができ、かつ、柱塑性化を許容した場合と比較して遜色のない目的関数値をもつ解が得られることを示している。

3章では、まず、最適設計法を用いて得られた部材断面の組み合わせが、接合部詳細等をも含めた実施設計に直接用いられるためには、意匠、設備設計、部材の製作施工との関係において実行可能な設計であることを保証する条件を全て満足することが不可欠である点を指摘している。次に、実務の状況を分析することにより、実施可能性に関する条件の記述を試みている。実務設計上このような条件は、詳細図と呼ばれる図面上で不具合が無いことをもって確認されているが、図面上で認識・評価可能な項目は全て断面寸法だけを用いた等式又は不等式として記述できることから、これらの条件は最適設計に直接取り入れることが可能であると結論付けている。特に実務設計で広く用いられている標準ディテールについて、条件式の記述例を具体的に示している。

4章では、第3章で論じた実施可能性条件を最適設計に取り入れるため、実務設計上よく用いられる各種鋼材を対象として、断面寸法の陽な数式表現が可能な断面の連続変数モデル化の方法を提案している。特に外法一定H形鋼については、同じ部材せいを有する複数の断面集合を断面系列と呼び、系列の指標である部材せいと、同一系列内に含まれる断面を識別する指標を独立な2パラメタとする断面モデルを提案している。その際、全系列を包含した断面表現を得るために、空間的に広がりを持った分布特性を主成分として抽出する混合主成分分析と呼ばれる手法を用いている。更に、断面の独立パラメタ及び、そのパラメタで評価される断面諸量の軸で張られる空間内に規格断面の存在確率密度関数を定義し、これを利用し

て規格断面の存在領域内に連続変数最適解を合理的に閉じこめる工夫が講じられている。

5章では、規格品鋼材から部材断面選択を行う離散最適化問題に対し、列挙法やヒューリスティックな解法に比べて格段に効率的な近似解法を提案している。本手法は、(1)4章で提案した鋼材断面のモデル化を用いた連続変数最適化問題の解を求め、その解の近傍に断面の探索領域を設定する、(2)幾つかの部材を選び、その部材の断面を強制的に規格断面に固定する、(3)設定された探索領域内でさらに連続変数最適化を実行し、最適化の過程で規格断面に到達した断面を順次固定していく、という手順を基本とする手法である。本手法の特徴は、一貫して連続変数最適化を行うことで、部材断面を規格断面に固定した際に生じる余剰分を合理的に削減できることであり、数値計算例を通じて本手法の有効性を検証している。

6章では、部材断面が各種鋼材で構成される建築骨組について、4章及び5章で提案した成果を総合した手法で得られる解と、列挙法に基づく厳正解を比較している。その結果、本提案手法を用いることにより、圧倒的に少ない計算回数で、厳正解に比べて実用上十分な精度の近似最適解が得られることを実証している。

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、建築構造物を対象とした最適設計法に関する既往の研究成果が実務の構造設計で用いられていない理由を明らかにし、特に鋼構造骨組を対象として重点課題の解決を試み、最適化理論に基づく構造設計法を提案したものである。

まず、実務構造設計における意思決定の流れを分析し、従来の最適設計問題の解が実施可能な設計に結びつくことを阻んでいる主要因として、第1に、部材断面を離散的に存在する規格品鋼材の中から選択しなければならないこと、第2に、生産・施工性も配慮しつつ所要の力学的性能が保証されるような接合部を構成し得る条件や、意匠、設備との取り合い上の条件が満たされねばならないことの2点を指摘している。

第1の点に関しては、従来法と比べて遙かに効率良く良好な近似最適解を求めることができる離散断面選択法を提案している。これは、先ず連続変数最適解を求め、その解の近傍に設定された探索領域の内部で再び連続変数最適化を実行しながら、離散断面に到達した部材断面を逐次確定していく方法である。

第2の点に関しては、実施可能性に関わるあらゆる条件が部材断面寸法だけを用いて記述できることを指摘し、断面寸法の陽な数式表現が可能である断面の連続変数モデル化の方法を提案している。断面の独立パラメタ及び、そのパラメタで評価される断面諸量の軸で張られる空間内に規格断面の存在確率密度関数を定義し、これを利用して規格断面の存在領域内に連続変数最適解を合理的に閉じこめる工夫が講じられている。これによって、離散断面選択に伴う目的関数の増加を有効に抑止することができ、離散最適化問題の厳正解と比べても遜色の無い断面選択が可能であることを示している。

上記の提案手法を総合的に取り入れた最適設計プログラムを用いて鋼構造立体骨組の構造設計を実施し、所要条件を過不足なく満足する実施可能で合理的な設計が行えることを実証している。

本論文は、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16年10月22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。