

氏名	きたお さとこ 北尾 聡子
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博乙第179号
学位授与の日付	平成22年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	ファジィ理論を用いた建築骨組の満足度指定設計法
審査委員	(主査)教授 小坂郁夫 教授 森迫清貴 教授 森田孝夫

論文内容の要旨

建築構造物の設計実務においては、構造設計技術者の蓄積された経験や技術資料を基に初期設計が行われ、応力解析・安全性の検定及びその繰返しによって設計作業がすすめられることが多い。これに対して最適設計法や逆問題の解法などの設計理論が提案されてきているが、その中でもより有用な手法が求められてきている。

本論文は、建築構造設計者にとって使いやすい設計手法の提案をめざして、ファジィ理論及びその α -レベル集合の概念を導入した建築骨組の満足度指定設計問題とその解法を提示したものである。満足度指定設計問題の解は幅を有するファジィ数で表現され、得られたファジィ数の幅の中におさまる部材を選択すれば満足度に適合する建築骨組が容易に設計できるという特徴がある。

本論文では満足度指定設計問題の定式化とその設計解について以下の事柄を示したものである。

- (1) 建築骨組を対象とした満足度指定設計問題の定式化とファジィ設計解についての基本的な考え方を提示した。満足度指定設計問題の特徴としては、制約条件や目的関数にファジィ理論の α -レベル集合の概念を導入して設計者の満足度と関連させる事と、目的関数を通常のクリスプ最適設計解の目的関数値と整合させることである。得られるファジィ設計解はファジィ数で幅を持つため、既成品などからの部材選定が容易に行える。
- (2) 上記の考え方を適用して、各種の構造的特徴をもった建築構造物の満足度指定設計問題を具体的に記述し、さらに、その設計解を誘導して提示した。ここでは、建築構造物の水平力作用下での応答変位の制約や保有水平耐力の制約、および、固有周期の制約などを採用している。
- (3) 上記の手法をさらに発展させて、設計の自由度を広げる手法の提案を行った。この手法はすべての部材を一度に選定せずに設計解の中から一部の部材の断面性能を確定させて、その後、残りの部材を選定するための新たな設計問題を設定しその解を求めて次の部材を確定させるという手法である。これを繰り返す度に設計変数の個数が減少し、ファジィ数で表現される設計解の幅が広がる。
- (4) 満足度設計解としては建築骨組の全部材の断面性能が解のセットとして得られるが、セットの中のファジィ設計解の幅を同一とせず、セット中のすべてのファジィ設計解の幅の和が最大となる設計問題と、ファジィ設計解の幅の積が最大となる設計問題を提示し、そ

それぞれのファジィ設計解の特徴を検証した。

- (5) さらに、同一の満足度を有する骨組の設計の自由度の広がり把握するために、構造重量一定の条件下でのファジィ制約条件を設計変数の第2次偏導関数で近似する方法を提示した。これにより通常の最小重量設計解近傍のファジィ設計解の広がりが容易に数学的に表現できる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、建築骨組の構造設計に於ける新しい設計法を提案した研究内容である。主として地震に対する設計強度や応答量を制約条件とした建築骨組の設計に際して、ほぼ最適に近い構造物を容易に設計することができる手法を提案している。特に、ファジィ理論の考え方を導入し、設計された建築骨組が最適設計にどの程度近いかを満足度という指標で表して設計の優劣の判断が容易にできることが特徴である。

従来、建築構造物の設計実務においては応力解析と安全性の検定を行いながら設計者が経験に基づいて修正を繰り返すという作業が多く行われてきている。これに対して近年コンピューターを用いた最適設計法が適用されることが多くなってきたが、この方法では多くの事柄が確定した後の数学的に記述が可能な条件の下での解は得られるが、人間の感性や美的要素を考慮した設計時の検討に際しての判断材料とはならないことが多い。これに対して、本研究は、設計の優劣の程度が分かりやすい設計手法を目指しており、設計変更をした場合にも、どの程度の材料費の増加が生じるかが分かりやすく、意匠設計者にとっても有用な設計法の確立に寄与している。これらの設計の考え方に基づく研究の遂行は評価できる。

とりわけ、本研究の手法はファジィ理論の考え方をを用いた満足度指定設計問題というかたちで提示されており、建築の構造設計の研究として独創的である。建設コストや構造物の強度の制約を満たす構造物は多数存在するが、その全体像の把握は容易でないことが多い。そこで、設計者が建設コストや構造物の強度の要求値を満足度という形で与えてそれに合致する構造物の集合をファジィ数で表現するという内容となっている。

また、制約条件の異なる数種類の満足度指定設計問題の解を閉形表現で提示しており、この誘導された解は研究を進展させる上での有用な成果であり、本研究は高く評価できる。建築骨組の実務設計の際の初期設計の指標として採用される一次固有周期を制約条件とした満足度指定設計問題の解の提示を行い、また、地震に対する建築物の耐震強度の指標となる保有水平耐力を制約条件とした満足度指定設計問題の解の提示も行っている。

本論文の内容は、以下のように学術雑誌などに掲載されている。

審査付論文

[1]小坂郁夫, 北尾聡子, 丸田憲司: ファジィ理論を用いた建築骨組の満足度指定設計, 日本建築学会構造系論文集, 第 516 号, pp.129-134, 1999.2

[2]小坂郁夫, 北尾聡子, 原田玲二, 鳥居政宏: 設計用水平力を受ける建築骨組の構造重量と保有水平耐力を指標とした満足度指定設計法, 日本建築学会構造系論文集, 第 536 号, pp.79-86, 2000.10

[3]北尾聡子, 小坂郁夫: ファジィ理論の満足度を採用した建築骨組の最適設計: 第 17 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.823-826, 2001.9

[4]小坂郁夫, 北尾聡子: せん断型構造物モデルの一次固有周期制約条件下の満足度指定設計における設計許容領域と逐次剛性決定法, 日本建築学会構造系論文集, 第 582 号, pp.57-64, 2004.8

参考論文

北尾聡子, 小坂郁夫: 設計解を順次求める方法を利用した一次固有周期制約条件の満足度を満たすせん断型骨組の設計手順: 日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国) 構造 I, pp353-354, 1999.9

他 11 編