

知識処理システムを用いた鋼骨組鋼造設計システムに関する研究
(その1 システムの概念と鋼部材の設計)

正会員 ○ 山成 實^{*1}
同 田中尚生^{*2}

構造設計 鋼構造 知識処理

1. はじめに

本研究では、構造設計初学者が建築構造骨組の構造設計技量を獲得・向上するための仕組を持つ新しい概念を具備し、知識処理を用いた鋼骨組構造設計システム構築の一環としてH形鋼個材の設計処理システムの開発を行う。本報告では、そのシステムを紹介し、その事例を示す。

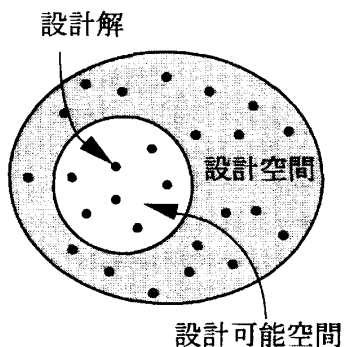


図1 設計空間と設計可能空間

2. 設計解の取得法について

設計とは、図1に示すように与えられた設計情報(本研究では設計空間と呼ぶ)から設計条件(拘束条件)の下での設計解の集合(本研究では設計可能空間と呼ぶ)を抽出し、その中から最終的に1組の解(本研究では適正解と呼ぶ)を決定する作業であるといえる^[1]。部材設計を例として考えると、設計情報とは、設計者に用意されているデザインカタログに記述されている断面数法、断面性能、単位重

量などといった数値情報である。

3. H形鋼構造部材の許容応力度設計のデザイン分析

図2はH形鋼部材の許容応力度設計処理を分析したものを簡潔に示した図である。H形鋼部材の許容応力度設計は、デザインカタログより抽出された断面より断面算定に必要な値を算出し、鋼構造設計規準^[2]の設計式を用いて座屈の検討、せん断力の検討を行う。実務では振動問題や部材のねじれ問題など他の設計要件が存在するが、ここではそれらは割愛した。

部材設計システムの構築に際し、部材設計全体を構成する処理を部品化することにより、複雑であった処理は単純な処理の集合となる。これらの処理を長澤等が開発した設計計算言語^[3]で記述する。このようなシステム構築法は小梁の設計システムとして文献[4]で事例を示しており、本報告では個材のためのより一般的なシステム構築を実現している。

4. H形鋼個材の設計システム

設計処理の分析結果をもとに、上記の設計計算言語を用いてH形鋼個材の設計処理システムの構築を行った。すなわち、図3示すように、xおよびy軸回りの支持点間の柱

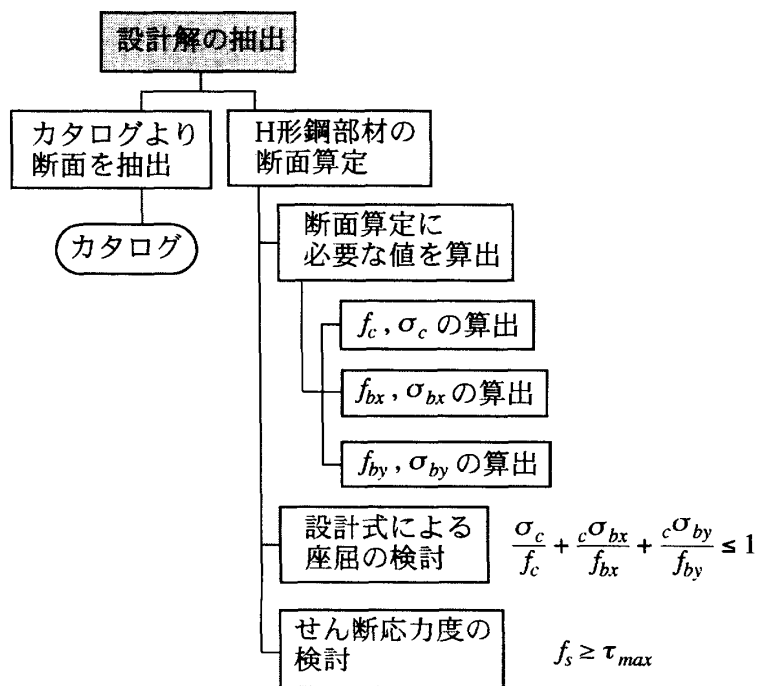


図2 H形鋼部材の断面決定処理の構成

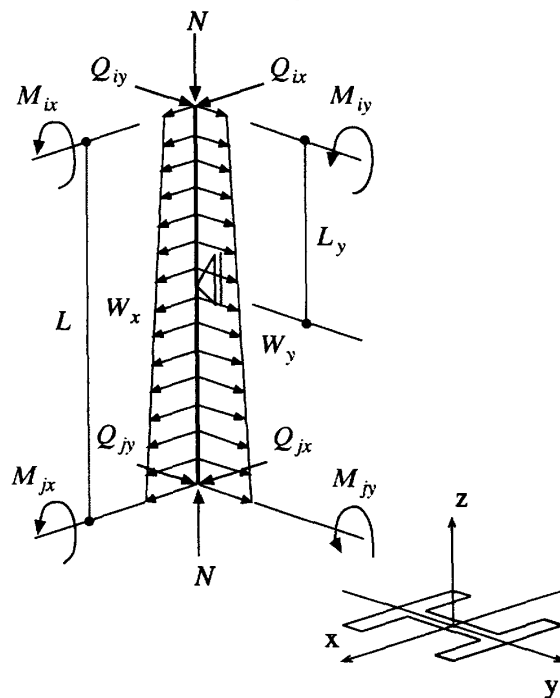


図3 H形鋼個材の荷重条件

長さは、それぞれ \$L\$ および \$L_y\$ であり、両材端部に3つの一般化応力および部材への横分布荷重を受けるH形鋼個材について断面算定を行っている。

従来のシステムは自動的に試行錯誤を行い設計空間から適正解を導き出すか、もしくは入力仮定値に対する解を出力するのみの単一解を得る。このようなシステムでは設計者はシステムに設計条件を入力するのみで、システムに設計者が従属するといった主客転倒するといった奇異な利用形態が生じるため、設計初心者の設計技能向上につながることは考えられない。

従来のシステムが単一解を得るものだったのに対し、本研究におけるシステムは、知識処理に基づく設計計算言語 DSP で記述されている。知識処理による設計は、生成検証法により与えられた設計空間内から設計条件を満たす全ての解を探索して複数解（設計可能空間）を得る。従って、設計者自身が複数解の中から最も相応しい解を選択することが可能となり、従来のシステムで生じるようなシステムに設計者が従属するといった状態を防止することができる。また、一度に多くの設計解を得ることにより設計者は短い時間で設計技能を向上させることができると考えられる。

5. 設計計算の記述

鋼構造物の部材設計は「鋼構造設計規準」^[2]に基づいて行われる。規準書に記述される設計式および式に関わる変数や定数記号の説明は、図4に

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b} \leq 1 \quad (6.1)$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b \left(1 - \frac{\sigma_c}{f_e}\right)} \leq 1 \quad (6.1)'$$

ただし、 $f_e = \frac{P_e}{A}$, $P_e = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$

図4 設計規準書に見られる記述例

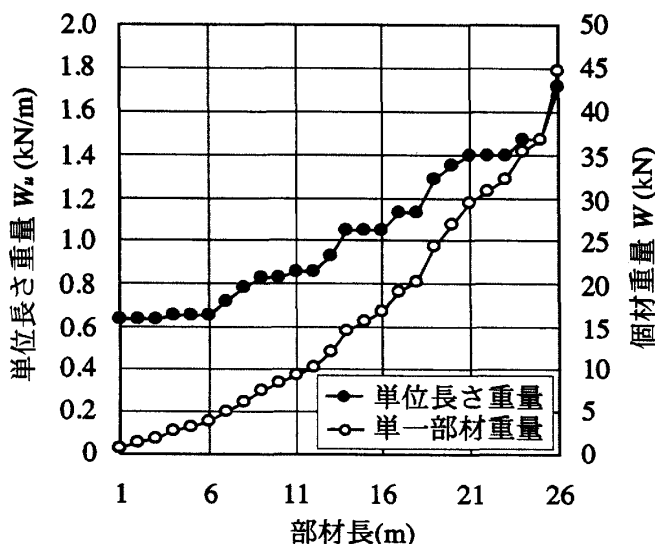


図5 H形鋼個材の部材長と最小重量の関係

示す形態をもつのが一般的である。すなわち、中心となる設計式の後に記号の説明が続く記述様式をもつ。このような記述法は手続き型言語では不可能であり、本システムで用いた設計計算言語 DSP はデータフローの概念より、プログラミングにおいて処理手続順序を気にせず設計仕様を記述できるため、設計者自らがシステム構築に参加でき将来の設計仕様変更が容易かつ迅速に対応することができる。

6. 材長と個材重量の関係

事例として、H形鋼個材の設計システムを用いてH形鋼個材について材長と単位長さ重量および重量との関係について調べてみた。設計可能解の集合は最小重量設計解を結ぶ曲線の上側に存在する。換言すれば、最小重量設計解の曲線は設計可能空間の境界である。

図5は一本のH形鋼材の材長と単位長さおよび個材重量の設計可能空間の境界を求めたものである。なお、これに作用する材端荷重は文献[5]を参考に、圧縮軸方向力 \$N = 196\$ kN, 上端2軸曲げモーメント \$M_{ix} = 29.4\$ kNm, \$M_{iy} = 19.6\$ kNm および下端2軸曲げモーメント \$M_{ix} = 19.6\$ kNm, \$M_{iy} = 9.8\$ kNm とした。なお、せん断力は両端の曲げモーメントの差を材長で除した値を与えた。

同図から個材の長さが増加するにつれて加速度的に単位長さ当り重量および個材重量が増加しており、ある長さを超えるとトラスなどの軽量化を図れる構造部材に置換えた方が合理的であることが窺える。

7. おわりに

本研究は、知識処理を用いた鋼骨組鋼造設計システムに関する研究の一環として、知識処理を備えた設計言語を用いた設計システムを紹介し、2軸曲げを受けるH形鋼個材の設計システムを構築した。実行例として材長と最小個材重量の関係を容易に導き出せることを示した。

参考文献

[1] 山浦秀行, 山成實, 建築鋼骨組の構造設計における設計可能空間取得法に関する研究, 第23回情報システム利用技術シンポジウム論文報告集, pp.193-198, 2000年12月
 [2] 日本建築学会, 鋼構造設計規準, 第15刷, 1990年10月
 [3] 梅田政信, 長澤勲, 樋口達治, 長田良人, 設計計算のプログラム書法, 信学技報, AI91-60, pp.25-32, 1991年
 [4] 山成實, 建築鋼構造要素の設計システム構築に関する研究, パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会論文誌, Vol.11, No.1, 2001年3月
 [5] 鋼材倶楽部, 鋼構造設計演習 (第三版), 14刷, 技報堂出版, 1999年2月

*1 熊本大学工学部環境システム工学科助教・工博
 *2 熊本大学自然科学研究科大学院生

*1 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Kumamoto Univ., Dr. of Eng.
 *2 Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ.