

新しい概念を備えた鋼構造骨組設計支援に関する研究  
(その2 山形ラーメン骨組の設計処理)

正会員 ○ 山浦秀行\*<sup>1</sup>, 同 山成 實\*<sup>2</sup>,  
同 松尾伯方\*<sup>3</sup>, 同 原田幸一\*<sup>4</sup>

1. はじめに 本報告は、設計者の知的設計活動を支援しつつ設計者の設計技量向上を促進させる仕組みを持つ新しい概念を具備した知識処理を用いた設計システムの構築を試みたものである。ここでは、鋼ラーメン骨組構造設計システム構築の一環として、前報<sup>1)</sup>で構築したH形鋼部材設計システムを組入れた骨組設計レベルの設計システム構築をした。

2. 鋼構造設計の特質と設計システムの提案 鋼構造とRC造設計の両者の最も大きな相違点は設計処理の過性があるかどうかである。骨組設計では断面を仮定し準備計算、構造解析を経て断面算定を行う。RC造設計では部材内の鉄筋量の加減により応力を調整できる。一方、鋼構造設計では、設計不可の場合は仮定断面を変更し、初めから準備計算、構造解析をやり直さなければならない。このように一連の作業を複数回繰り返しつつ設計条件を満足するように全ての設計項目を決定する繰り返し手続「デザインスパイラル」が生じる。

図1は従来の設計システムによる骨組設計手順を示したものである。従来の設計システムの問題点は、設計初心者はデザインスパイラルの収束までに多くのスパイラルを要することである。この問題は、設計初心者は仮定断面を過大・過小評価してしまいがちであることが、適正解を効率的に探索できないことに起因している。

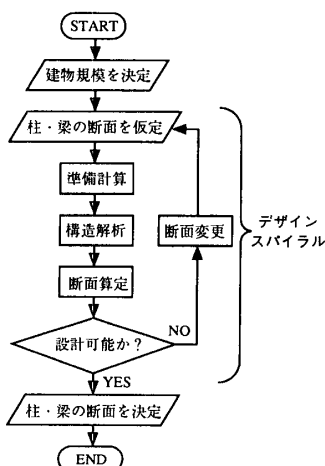


図1 従来のシステムによる設計手順

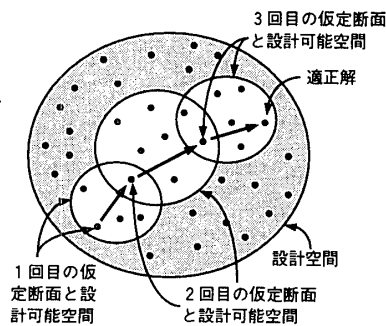


図2 設計可能空間と適正解

ここで、適正解の探索について考える。従来の設計システムは、設計者自身の知識・経験を基に適正解の探索を行っていたので、デザインスパイラルの回数は設計者のスキルに大きく左右される。そこで、本研究では設計者が適正解と推測した1点を見据えて探索するのではなく、適正解と推測した1点とその周辺を見渡し、その状況を基に探索する方法を提案する。この方法を用いることで、図2に示すように1回のデザインスパイラル毎に設計者は確実に適正解に近付くことができる。

以上より、本研究では図3に示す設計手順を持つ設計システムを提案する。本システムの特徴は以下の通りである。

- 1) システムが透明化されており、設計者自身によるカスタマイズが可能である。
- 2) 設計システムが設計者に仮定断面の変更の際に役立つ情報を提供できるので、設計初心者でも少ない回数でデザインスパイラルを収束させることができる。
- 3) 仮定断面、適正解の判断は設計者主導で行われる。

3. 山形ラーメン梁間方向フレーム設計システム

上述の設計システム概念を基に山形ラーメン梁間方向フレーム設計システム「K-System」を構築した。

入力インターフェイスは視認性の高いものを必要とするので、図4に示すようにExcelを用いた。柱・梁の断面算定には、前報<sup>1)</sup>で構築したH形鋼部材設計システム

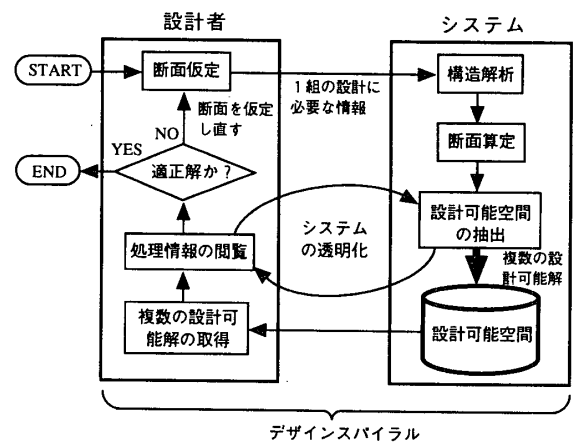


図3 提案する設計システムによる設計手順

A Study on Computer Assisted Structural Design System for Steel Frames with New Concept

Part 2 Scheme of Steel Gable Frame Design

YAMAURA Hideyuki et al.

を使用する。設計者が入力した情報を基に構造解析、断面算定を行う。注目すべきことは、柱・梁それぞれの仮定断面に対する応力に対して仮定断面のみならずデザインカタログに蓄えられている他の断面に対しても設計の検討を行い設計可能な複数の断面を抽出することである。複数の設計可能解を同時に導き出すことは、設計者自身がその中から適正解を選ぶことができることを許している。この際、システムが透明化されているので、適正解の判断の基準として断面算定時の処理情報を閲覧することが可能である。設計者は仮定断面が適正解であると判断すれば設計を終了し、そうでなければ仮定断面を変更してデザインパイラルを行うことになる。このとき、断面算定によって得られた設計可能空間の中から断面を選択することで、効率的なデザインパイラルが行える。本システムの出力結果を図5に示す。柱・梁それぞれの設計空間と同時に、柱梁の接合部を考慮し、柱と梁の納まりのみを検討し「柱の幅 $\geq$ 梁の幅」を設計可とする取合い表を同時に出力する。

こういう仕組みを備えることで、設計者は適正解の判断の基準を設計に反映させることができ、採用する設計解

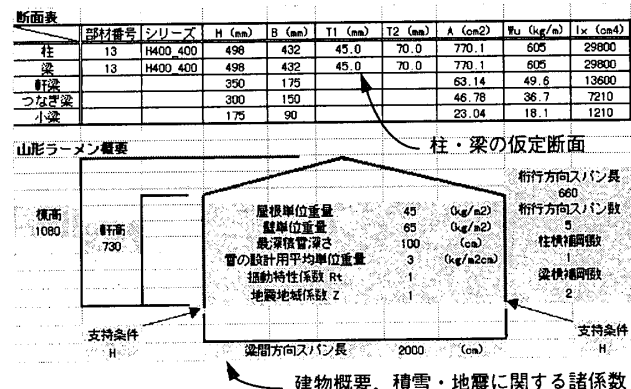


図4 入力インターフェイス

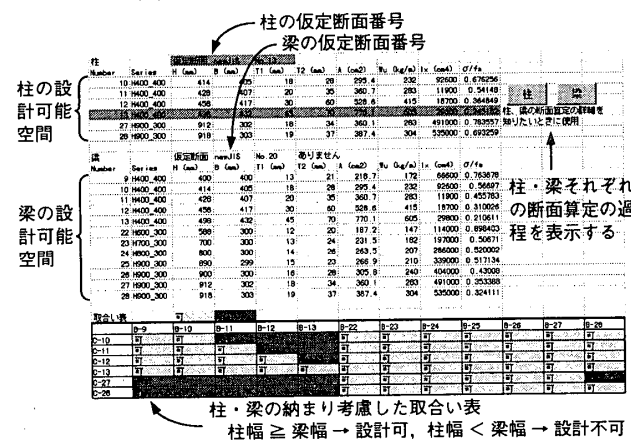


図5 柱・梁の設計可能空間と取合い表

- \*1 熊本大学大学院自然科学研究科 大学院生
- \*2 熊本大学工学部環境システム工学科 助教授・工博
- \*3 伯建築事務所 所長・工修
- \*4 原田建築設計事務所 所長

を効率的に絞り込むことが可能となる。

4. 設計システムによる設計可能空間の抽出 構築したK-Systemを用いて、文献[2]の設計事例を基に梁間方向スパン長と最小フレーム重量の設計可能空間の抽出を行った結果を図6に示す。設計した山形ラーメンは、同図内に示す。柱の横補剛はなく、梁の横補剛は等間隔に配置され、水平方向当りの横補剛間隔  $l_p$  は  $3m \leq l_p \leq 6m$  とする。使用した鋼材はSS400とした。

設計可能空間の抽出は、層間変形角の制限の有・無の2種類で行った。このように種々の検討を付加・変更が容易に行なえるのも本システムの特徴である。両者共フレーム重量が  $l_x = 18m$  を境に急上昇するが、梁に使用した部材が18mを境に細幅系列から中幅系列となるためである。18mを超えるとスパンの増加に対する最小フレーム重量の増加の割合が増えるため不経済な設計となる。一方、層間変形角の制限有の場合は、この制限のため断面が制限無よりも1ランク上になり  $l_x = 20m$  で限界値に達する。

5. おわりに 本研究は、新しい概念を具備した設計システム構築の一環として鋼山形ラーメン骨組設計システムを知識処理を備えた設計計算言語DSPを用いて構築した。本システムは汎用骨組設計システムへと発展させることで、文献[3]のような設計者にとって有益な情報を容易に得ることができ、かつ設計の上流を担うシステムを構築できると推測される。

参考文献

- [1] 山成實, 山浦秀行, 松尾伯方, 原田幸一, 新しい概念を備えた鋼構造骨組設計支援に関する研究(その1 鉄骨構造骨組の設計処理分析), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2000年9月
- [2] 社団法人鋼材倶楽部, 鋼構造設計演習, 技報堂出版, 5章, 1999年2月

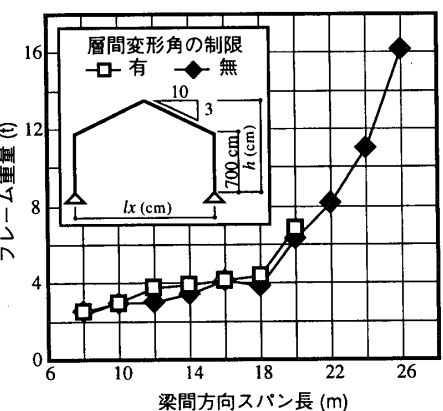


図6 梁間方向スパン長と最小フレーム重量

- [3] 須賀好富, 構造コストと経済設計, 学芸出版社, 1987年7月