

鋼骨組の知識処理に基づく設計可能空間取得法に関する研究

正会員 ○ 山浦秀行*¹, 同 山成 實*²,
同 原田幸一*³

1. 序 近年, 建築業界では性能設計^[1]が提唱されて以来, 現在では性能設計法が施行されている。仕様設計から性能設計への移行に伴い設計者は明確な意図を基に建物の条件に応じた設計解を求める能力の必要性が更に生じてきた。本研究では, この「建物の条件に応じた設計解」のことを適正解と呼ぶ。性能設計への移行に伴い, 設計システムには設計者の適正解探索を支援する必要性が生じてきた。

従来の設計システムは, 設計空間から選択した解が設計解であるかどうかを判別するのみのものが一般的なため, 設計者は試行錯誤を行いながら適正解を探索することになり, 設計初学者が適正解を探索する場合非常に多くの労力を要する。この問題を解決するために, 本研究では設計可能空間に着目し, 設計システムは知識処理^{[2],[3]}を用いて設計空間から設計可能空間を抽出し, 設計者自身が設計可能空間から適正解を確定する方法を提案する。従来の設計システムには, このような概念を持つものは存在しない。そこで, 本研究では適正解を取得可能な設計者主導のシステムのあり方を提案すると共に, その事例を示し今後のシステムの発展に関する展望について言及する。

2. 骨組構造設計の検討 設計システムを構築するには, 骨組構造設計の処理やそれらの構成について検討する必要がある。骨組設計には複数の部材を一纏めにして骨組を部材グループによって構成されるとするグルーピングという手法がある。このような設計作法についてもシステム構築に関する検討が必要である。

図1(A)に示す伏図を持つ骨組の部材のグルーピングをする場合, 設計者は設計条件を満たし, かつ現実的であるグルーピングを考える。この場合, 同図(B)~(C)の3種類である。各グルーピング毎に設計解を決定し, この3つの設計解を比較し, どの設計解が適正解に相応しいかを検討する。各グルーピング毎に決定される設計解の事を「適正解候補」と呼ぶ。

3. 適正解の探索のプロセスとその問題点と解決案

骨組設計の検討により, 鋼骨組の

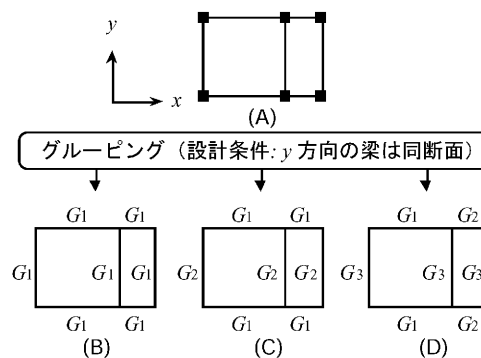


図1 適正解候補の吟味

適正解探索のプロセスは図2に示すようになる。適正解探索のプロセスには, 2つのデザインスパイラルが存在する。デザインスパイラルとは, 同じ手続を設計項目が決定されるまで繰り返し続ける処理のことで, 同図に示すフローチャートではループ構造で表される。

構造設計において, 適正解を探索するということは, デザインスパイラルを収束させる作業であり, デザインスパイラルの収束において問題となることは, ループの開始部分である「グルーピングの方法」と「仮定断面の決定方法」である。本研究では, これらの問題を以下の方法を用いて解決した。

3.1 グルーピングの方法

グルーピングの問題に対して, 本システムはグループ作成の指標を提供する。この指標の一例としてここでは余裕度を与える。余裕度とは, 部材の存在応力度を許容応力度で除した値(σ/f_a)である。

図3に示す伏図を持つ建物があるとし, その中で G_a, G_b および G_c の3本の梁を同一グループにし, ある仮定断面を与えて断面算定を行った結果, 同図に示す余裕度を得たとする。 G_b は他に比べて余裕度が高い。このことは, G_a と G_c は仮定断面を過大評価し過ぎ

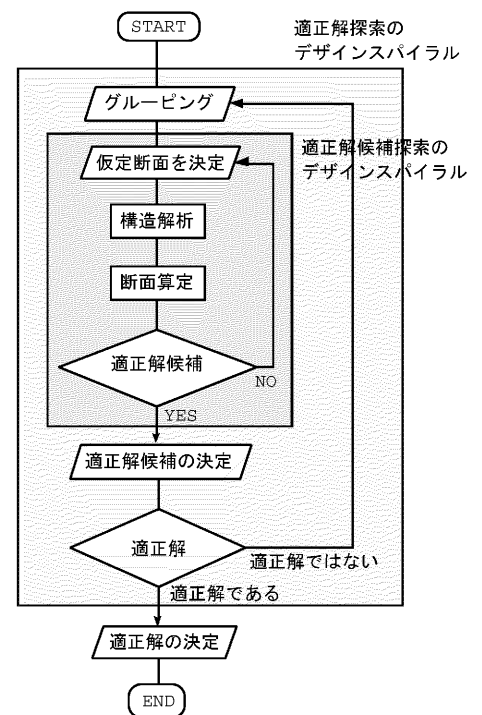


図2 適正解探索フロー

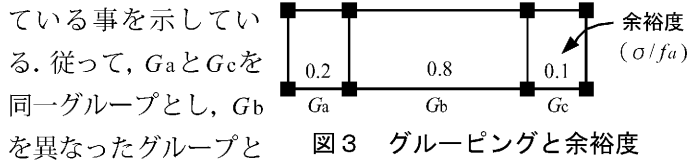


図3 グルーピングと余裕度

ている事を示している。従って、 G_a と G_c を同一グループとし、 G_b を異なったグループと

した方が良いグルーピングである。このように、そのグループ内での余裕度のばらつきを評価することで、そのグループ全体を評価することが可能となる。

3.2 仮定断面の決定方法

この問題は、従来の設計システムは断面算定後、設計の可・不可に関する情報しか得られないため、設計者は次に仮定断面を変更するとき、どうすればよいか判らないという事に起因している。

本研究では、システムが設計者に仮定した断面に対する検討結果の周辺の情報を提供することで、この問題を解決する。具体的には、設計の可・不可と同時に鋼材のカタログに記載されている他の全断面に対しても応力度の検討を行い、設計可能な複数の断面を抽出する。設計者は抽出された複数の断面の中から仮定断面よりも設計条件に相応しいと思う断面を選択する。例えば、骨組をより軽くしたければ、最も軽量の断面を新たな仮定断面として選択すれば良い。この方法を用いることで、図4^[4]のように、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。

4. 本システムによる適正解の探索 3.で述べた解決策を実装した設計システムによって適正解を探索する概念を図5に示す。同図は、ある骨組において設計解の探索を行い、Z軸に骨組の評価指標を採りグラフ化したものである。例えば、骨組の評価指標に骨組全体の余裕度をとったとし、設計要件を最も経済的な建物とした場合、適正解は同図の山の頂上となる。適正解の探索に際して、設計熟練者は経験により頂上がどの辺りに存在するかを理解しているため少ない労力で頂上へ近付くことが可能である。しかし、設計初学者は頂上がどの辺りに存在するかを理解していない

ために適正解を探索するのに多くの労力を要する。

本研究で提案する設計システムは、前述の解決策を実装することによって、設計者に周辺の状況を示すことで、頂上がどの方向にあるのかを示す。こうすることで、設計初学者であっても、頂上へ至る道が示されるため従来の設計システムと比較して少ない労力で適正解を取得可能となる。

5. 鋼構造整形ラーメン骨組設計支援システム 上記の概念を実装した鋼構造整形ラーメン骨組設計支援システムを構築した。このシステムを使用することによって、設計初学者であっても、既存の設計システムと比較して少ない労力で適正解を探索可能である。具体的には、グルーピングの際、伏図毎に全ての梁と柱の2種類のグループを作成する。この状態で適正解候補の探索を行いながら、部材の余裕度を基準として設計条件に照らしながらグループを細分化していく。設計熟練者においては、設計条件に対するグルーピングの作法を心得ているはずなので、設計初学者よりも少ない労力で適正解を得るであろう。

6. おわりに 本研究は、鋼骨組の設計可能空間取得法に焦点を当て、設計可能空間を取得することによって既存の設計システムの持つ問題点を解決可能な新しい設計システムを提案した。このシステムを使用することにより、鋼骨組の設計可能空間抽出作業を行え、文献[5]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、設計の上流を担うシステムを構築できると予想される。

謝辞 本研究は社団法人日本鉄鋼連盟より大学院生のための研究奨励金の支給を受けました。また、九州工業大学教授長澤勲博士から有益な助言を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

[1] 神田順, 限界状態設計法のすすめ, 建築技術, 1995年
 [2] B.Kumar, Knowledge Processing for Structural Design, Topics in Engineering Vol.25, Computational Mechanics Publications, 1995年
 [3] 梅田政信, 長澤勲, 樋口達治, 永田良人, 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の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集, pp.193-198, 2000年12月
 [5] 須賀好富, 構造コストと経済設計, 学芸出版社, 1987年7月

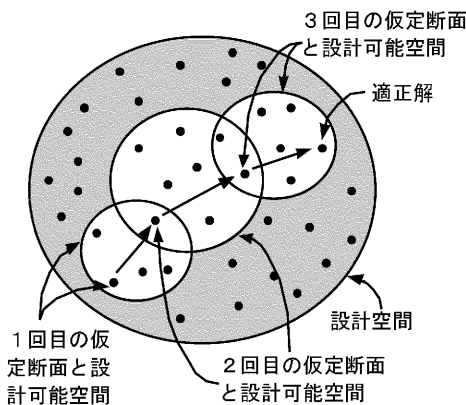


図4 適正解候補の探索

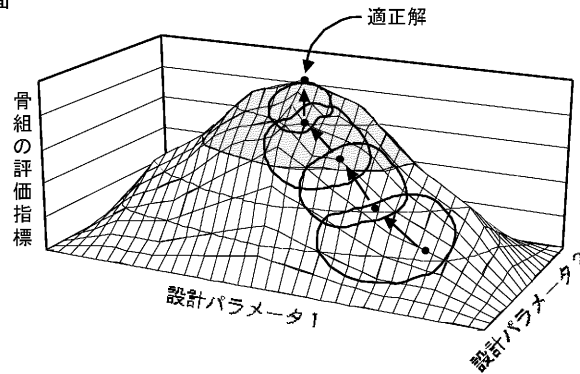


図5 提案する適正解探索の概念

*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 原田建築設計事務所 所長

Graduate Student, School of Science and Technology, Kumamoto Univ.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Kumamoto Univ., Dr. of Eng.

President, Harada Architectural Studio