

初学者のための建築構造設計システムに関する研究

(その2 鉄骨小梁配置計画のための知識処理システム)

正会員 ○ 原田 幸一*¹
同 江口 翔*²
同 山成 實*³

設計支援システム 知識処理 小梁配置計画

1. はじめに

その1に続いてここでは、構造設計初学者が初めて行うことが多い二次部材の設計をとりあげる。鉄骨構造骨組で用いられる1枚のデッキプレート床版(図1)を支える鉄骨小梁配置を検討するためのシステムを試作し、その検討を加える。

2. 研究目的

現在、二次部材の構造計算は商用ソフトや表計算ソフト(Excel等)による自作ソフトによって行われる。鉄骨小梁の設計のための構造計画は、床版の設計の後に小梁の配置方向・配置本数を仮定することから始まる。

しかし、この小梁の配置計画が構造設計初学者にとっては容易な仕事ではない。本報告は小梁の配置計画のための支援システムを開発することを目的とする。合理的な設計計算と設計解の選択を容易にするために、システムは複数の設計解候補を提供することで^(1,2)小梁の配置計画のための情報を提示する仕組みをもつ。

3. システムの構成

本システムは長澤等による設計計算言語DSP⁽³⁾で開発され、床組の平面寸法および床版の架け渡すことができる限界スパン等を入力情報とした鉄骨小梁の設計を行う。システムが小梁の配置方向と配置本数を生成することで、小梁のスパンと負担する等分布荷重を計算し、H形鋼の断面情報を含むデザインカタログから曲げ応力度検定比と最大たわみを求める。それらは、設計解決定の判断材料を設計者に提供する。本システムのデータフローを図2に示す。

4. 鉄骨小梁の設計

4.1 設計条件

小梁の配置本数は、床版の架け渡すことができる限界スパンから求められる小梁の必要本数の場合と、小梁の負担荷重低減の影響を検討するために必要本数に1本加えた場合を想定し、XY両方向について設計検討を行う。

計算条件として鉄骨小梁の許容曲げ応力度 f_b は一般的に用い

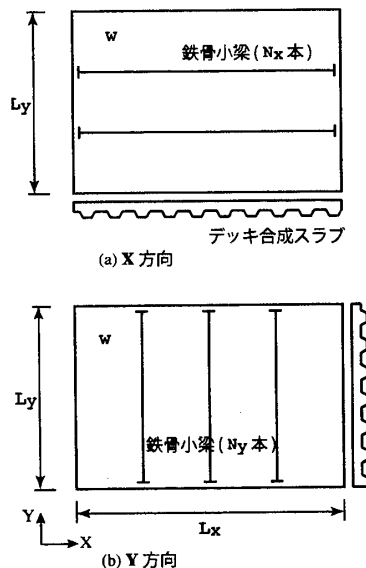


図1 デッキ合成スラブ床組

られるデッキ合成床版⁽⁴⁾を想定し、横座屈を考慮しない $f_b=156 \text{ N/mm}^2$ を用いる。

制約条件として曲げ応力度検定比 σ_b/f_b の設計許容値の範囲を0.55~0.99とし、余裕があり過る断面は設計候補としないこととする。たわみの許容値は一般的な上限値として用いられるスパンの300分の1以下かつ20mm以下とした。

検証に用いた数値や諸条件を表1にまとめる。

4.2 設計解の候補

本検証例では小梁をX方向に架けた場合に1本、Y方向に架けた場合2本の小梁が必要となった。必要本数に1本を加えた場合も設計解の候補とし、設計解の候補としてX方向の小梁は7種類、Y方向の小梁は6種類の合わせて13種類のH形鋼の解を得た。

設計を可とする曲げ応力度検定比の範囲を比較的に広くとったため、設計解の候補は、広幅系から細幅系までをカバーし、梁せいも200~446mmまでと広い範囲の解を得た。総重量も370~790kgと2倍を超える大きな範囲となった。これらは設計解の評価を分析するため十分な候補数と考えられる。

5. 設計解の評価

鉄骨小梁の複数の設計解について、図3に小梁の総重量と(a)曲げ応力度検定比、(b)中央たわみおよび(c)梁せいの3つの要素との関係を図3に示す。ここでは、工事に

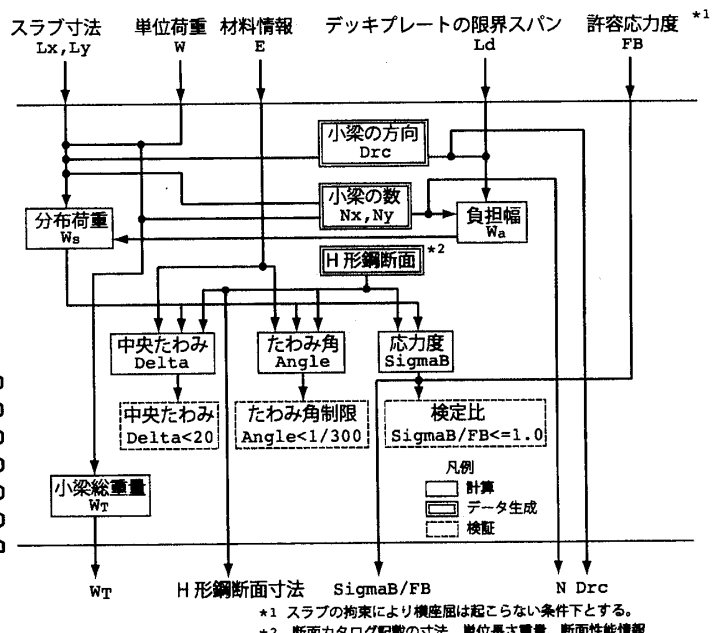


図2 データフロー図

*1 スラブの拘束により横座屈は起こらない条件下とする。
*2 断面カタログ記載の寸法、単位長さ重量、断面性能情報

関係が深い総重量を縦軸に取り、評価の基本尺度と考えた。13の設計解の候補のうち、合理的な解と考えられる細幅系を必要本数を配置した解はX方向に架けた場合で3つ、Y方向に架けた場合で2つである。これらをXY方向別に線で結ぶと、XY両方向共に総重量の小さい方からの値を結ぶことが分かる。これにより3つの横軸要素との傾向がわかり易くなる。

5.1 曲げ応力度検定比と小梁総重量

検定比が大きいほど総重量が低くなると予想され、そのおりの結果が得られた。スパンの短いY方向に必要本数を架けた細幅系で板厚が薄い断面が合理的であるため、小梁の総重量が最も小さくなる。

5.2 中央たわみと小梁総重量

X方向の場合は制限値に近い傾向がみられ、Y方向は余裕のある値となった。小梁スパンが短くなるY方向に架けた方が中央たわみは小さくなり、小梁の設計は容易となる。

5.3 小梁せいと小梁総重量

梁せいは、小梁スパンが5.8mのY方向で300mm、スパン8.0mのX方向で400mm程度であれば、総重量が小さくなることが分かり、これが設計を進める上での標準値となり得る。

5.4 評価のまとめ

梁せいと総重量の関係から一度にXY両方向のはりせいの標準値が分かり、小梁配置計画が進め易くなる。最も総

重量が小さい設計解においては、検定比や中央たわみの他の解との関係から設計支援となり得る。

6. システムの分析

構造設計初学者が行うことの多い計算自体は単純な鉄骨小梁の設計においても複数解が一度に得られることで構造計画のための情報が得られ、総合的な検討が行え、設計解を吟味し設計者が決定することができることを示すことができた。

7. おわりに

3つのグラフにプロットされた複数の設計解の関係から設計者が得る情報は経験則であった配置方向、配置本数の決定の支援に有効な役割を果たすこととなる。

ここから見えてくる新人教育に関しての計算ソフトの問題点について考察する。

計算ソフトは設計の手間を大きく省き、スムーズに構造設計を行うことができる今日の構造設計を支えているツールの1つである。しかし、初学者にとってはある条件下における設計解を出すだけのソフトに過ぎず、初学者教育に適しているとはいえない。それはアンケートの結果⁽⁹⁾からも窺える。構造設計者に求められる役割が大きくなってきている今、本知識処理システムが初学者教育機能をもつツールとなるのは確かである。

参考文献

- (1) M.Yamanari, H.Tanaka, Acquisition of designable space for planar steel frames, Digital Architecture and Construction, WIT Press, pp.77-84, 2006.9
- (2) 田中尚生, 山成實, 鋼構造設計における設計可能空間取得技法に関する研究, 鋼構造年次論文報告集, 第14巻, pp.409-414, 2006.11
- (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, 電子情報学会技術研究報告集, AI 91-60, pp.25-32, 1991
- (4) 合成スラブ工業会, 合成スラブの設計・施工マニュアル, 2005.3
- (5) 江口翔, 原田幸一, 山成實, 九州地区における建築構造設計技術者のコンピュータ支援設計システムに関する意識調査, 鋼構造年次論文報告集, 第17巻, pp.109-114, 2009.11

表1 デッキ合成スラブ床組設計のための情報

| | | | |
|--------------------|-------------------------------------|------------|-----|
| 大梁によって囲まれた床組の平面寸法 | X方向スパン | Lx (m) | 8.0 |
| | Y方向スパン | Ly (m) | 5.8 |
| 床荷重 | w (kN/m ²) | 4.8 | |
| デッキプレートの架け渡せる限界スパン | Ld (m) | 3.0 | |
| 小梁の許容曲げ応力度 | f _b (N/mm ²) | 156 | |
| 使用材料 | 小梁 | SS400 | |
| 構造形式 | 小梁 | 単純支持梁 | |
| | デッキプレート | デッキ合成スラブ構造 | |

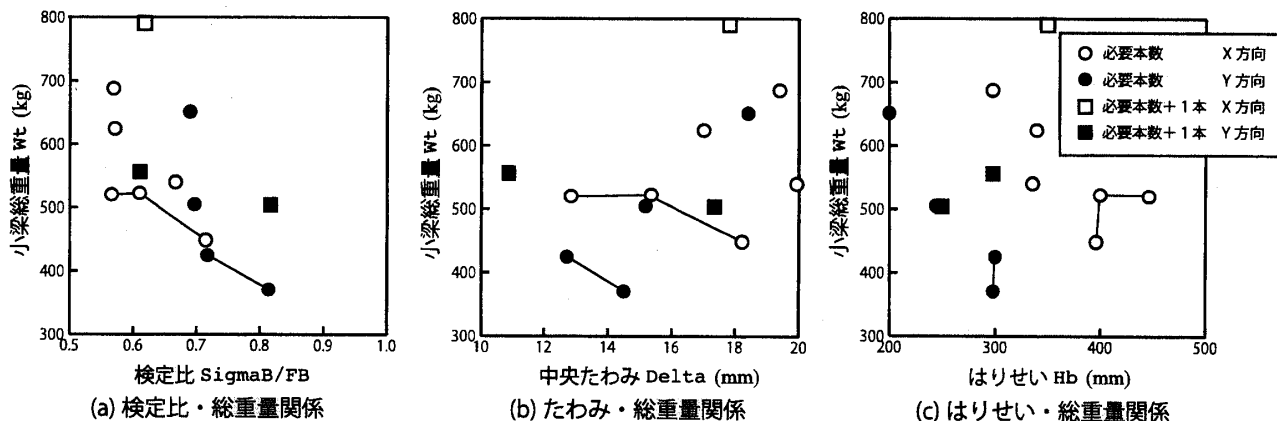


図3 設計解の評価

*1 熊本大学大学院 博士後期課程
 *2 熊本大学大学院 博士前期課程
 *3 熊本大学大学院 准教授・工博

*1 Graduate Student, Kumamoto University
 *2 Graduate Student, Kumamoto University
 *3 Assoc. Prof., Kumamoto University, Dr. of Eng.