

4. 形態創生手法を用いた建築構造デザインに関する研究

03168055 白石文乃

指導教官 藤井大地 助教授

位相最適化 形態創生 構造デザイン

1. はじめに

近年、計算機と解析技術の発達によって、様々な形態の構造設計が可能となり、従来の概念を打ち破るような構造形態を有する建築物が建てられるようになった。

既往の研究では、位相最適化手法を用いて剛性を最大化する構造形態を創生し、これを橋梁や建物の構造デザインに応用することを提案した。また、その構造形態と背景とのマッチングを考え現代社会と調和することを確認している¹⁾。

本研究では、既往の研究を発展させ、設計者が設計の自由度を高めることができるようこれまでのソフトを改良し、デザインツールとしての有効性を検討する。

2. 解析理論

2.1 密度法

構造デザインの創生には位相最適化手法である密度法を用いる²⁾。これは、必要な要素の密度を高くし、不必要な要素の密度を低くして、最適な形状を浮かび上がらせる方法である。簡単な例として、図1の設計領域を図2に示すように有限要素で分割する。そして密度法を用いて最適化を行えば、図3のような形状が浮かび上がる。この方法では、材料の総質量の制約を変化させることで、様々な形態を得ることができる。

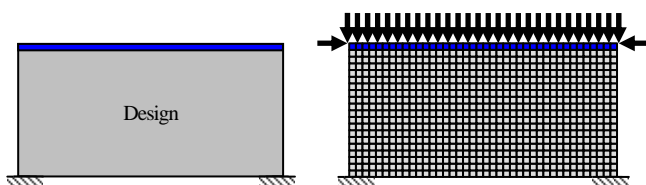


図1 設計領域と境界条件

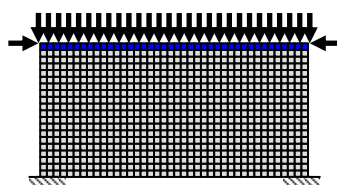


図2 設計領域の有限要素分割

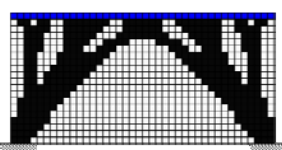
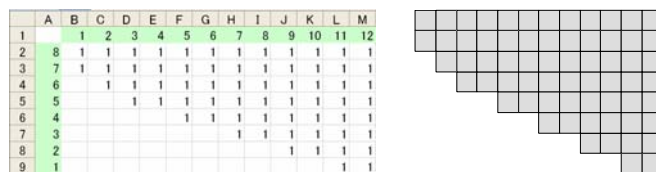


図3 密度法によって得られた最適な形状

2.2 設計領域の変更方法

従来のソフトでは、長方形以外の設計領域を解析することはできない。そこで今回、長方形から要素を削り取ることができるようソフトの改良を行った。例えば図4.aのようにセル内の“1”を消すことで図4.bのように自動的に設計領域が変更される。このソフトを用いることで、これまで画一的だった形態に設計者の個性が現れるようになる。



a 設計領域の変更方法

b 変更された設計領域

図4 設計領域の変更方法

3. 解析例

3.1 橋梁のデザイン

図5は橋梁のデザインを行った解析結果である。aは従来のソフト、bのModel A~Model Cは改良したソフトを用いて解析を行った。それぞれ長さ260m、アーチライズ34.5mの橋梁をデザインしたものである。

設計領域を変更する前は、中心に逆アーチのような形態が現れていた。中心部分の要素を削り取ることによって、よりシャープな形態を創生することができた。



a 既存のソフトを用いた形態



Model A



Model B



Model C

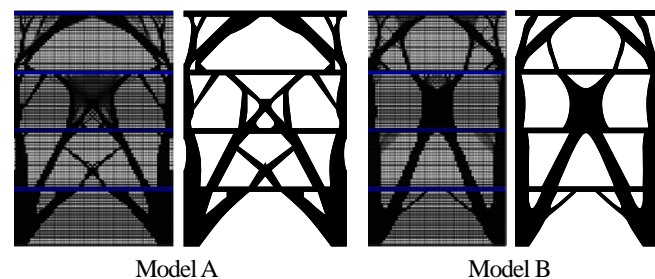
b 改良ソフトを用いた形態

図5 橋梁の形態

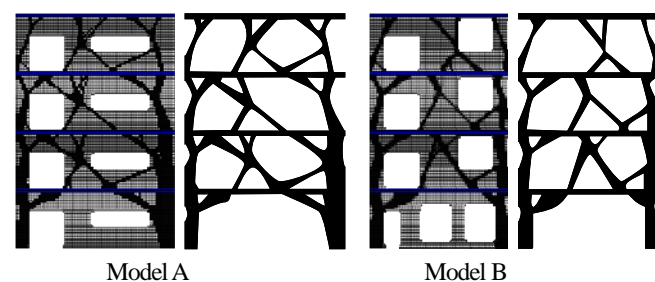
3.2 ビルのデザイン

図 6 はビルデザインの解析結果である。a の Model A・Model B は従来のソフト、b の Model A・Model B は改良したソフトを用いて解析を行った。a・b の 3D モデルは、それぞれの Model A・Model B を用いて作成したものである。c の Model A~Model J は改良ソフトを用いて解析した、その他の位相を示す。

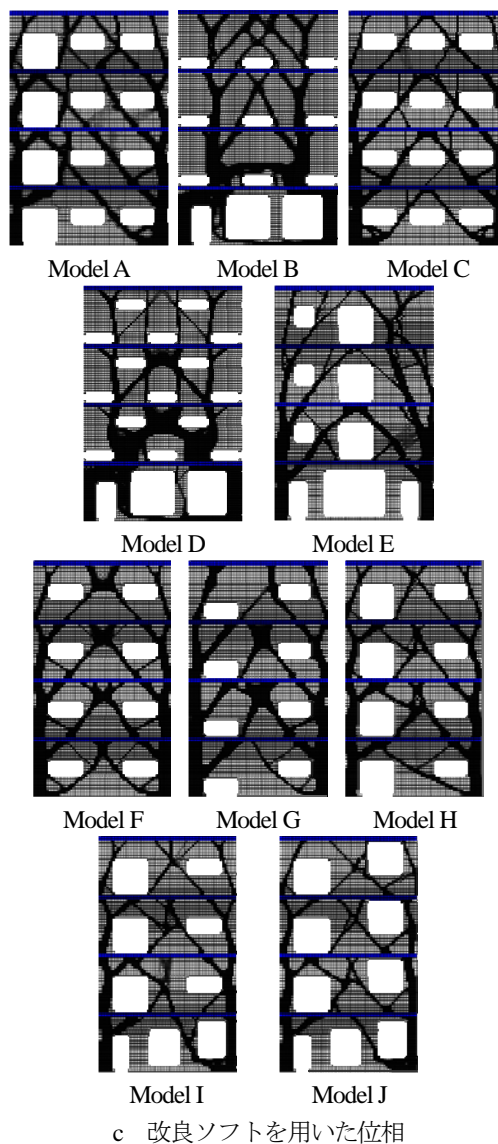
改良ソフトを用いることによって、様々な形態を創生することができ、形態のバリエーションを増やすことができた。



3D モデル
a 既存のソフトを用いた形態



3D モデル
b 改良ソフトを用いた形態



c 改良ソフトを用いた位相
図 6 ビルの形態

4. まとめ

本研究では既往の研究を発展させ、設計者がより設計の自由度を高めることができるようこれまでのソフトを改良し、デザインツールとしての有効性を検討した。解析を多数行った結果、本研究で改良したソフトを用いると、改良を行う前のソフトを用いたときと比べて様々な形態が創生できるほか、よりシャープで、デザイン的にも優れた形態を得ることができた。その上、開口部を設けたい部分に形態が創生されることがなく、立面の計画だけでなく平面の計画も自由に行える。よって本ソフトはデザインツールとして利用可能ではないかと考える。

参考文献

- 1) 「コロキウム 構造形態の解析と創生 2006」日本建築学会 2006.11
- 2) 藤井大地著「パソコンで解く構造デザイン」丸善 2002.4