

# 1. 形態最適化手法を用いた建築構造デザイン

02168072 西岡 篤臣  
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

最近の計算機と解析技術の発達により、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ている。本研究では、既往の研究を発展させ、位相最適化手法で得られた構造デザインと背景とのマッチングを考え、現代社会と調和するかどうかを検討する。

以下、本論文 2 章では、構造形態の創生に用いる位相最適化手法の概要を述べる。3 章では、橋梁の構造形態の創生を試み、風景との合成を行う。4 章では、建物の構造形態の創生を試み、荷重や設計条件により、どのような形態が得られるかを調査する。また、得られた様々な建物をを用いて仮想の街を制作し、このような構造デザインの有効性を検討する。5 章では、以上のまとめを述べる。

## 2 解析理論

### 2.1 均質化設計法

構造デザインの創生は、菊池らによって提案された均質化設計法を用いる<sup>2)</sup>。この方法を簡単に言えば、まず、図 2.1 の設計領域を図 2.2 に示すように有限要素で分割する。そして、最適化の手法を用いて、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行けば、図 2.3 のような最適な形が浮かび上がる。ただし、均質化設計法は、要素の材料のマイクロ構造の穴の大きさと角度が設計変数となっている(図 2.4 参照)。この方法では、材料の総質量の制約を変えることで、様々な形態が得られる。

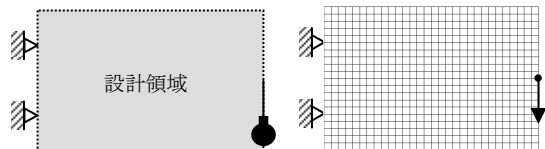


図 2.1

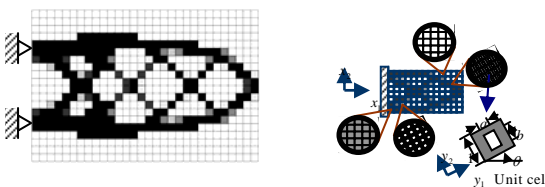


図 2.3

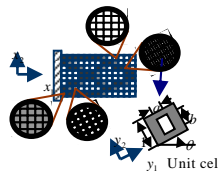


図 2.4

### 2.2 画像処理

本研究では、2 章で得られた位相を Illustrator で加工し、構造デザインを作成する。次に Photoshop により適当な背景に埋め込む。以下、その手順の概要を示す。

#### ①Illustrator<sup>6)</sup>

1. 画像を用意し、ペンツールで画像全体を選択。
2. 選択範囲を移動後、画像の輪郭通りにペンツールで象る。
3. モデル画像を移動後、1 の画像を 2 の画像に重ねる。
4. パスファインダの形状エリアから前面オブジェクトで型抜きする。
5. 型完成後、効果の 3D 押し出し・ベベルを選択すると、3D 押し出し・ベベルオプションウィンドウが表示される。
6. 角度・押し出し奥行きの数値を挿入すれば、3D が完成。
7. 3D 同士を組み合わせれば、3D モデルが完成する。

#### ②Photoshop<sup>7)</sup>

1. Illustrator で作成した 3D モデルと合成する画像を用意。
2. まず合成画像を編集、背景レイヤーを複製(←背景 2)。背景 2 を選択してフィルター抽出を選択。
3. 維持する範囲の境界線をマークし、塗りつぶしツールで残す範囲を選択後、クリーンアップツールで境界線をきれいにする。
4. Illustrator で作成した 3D モデルを挿入して合成完了。

### 3 橋梁の構造デザイン

図 3.1~3.3 は、設計条件を長さ 260m、幅員 7m、アーチライズ 34.5m として創生された橋梁のモデルを示す。

図 3.1 は上路橋、図 3.2 は中路橋、図 3.3 は下路橋を示す。図より、この手法で得られた構造デザインは橋梁のデザインとしては新しく、現実に適用可能であることがわかる。

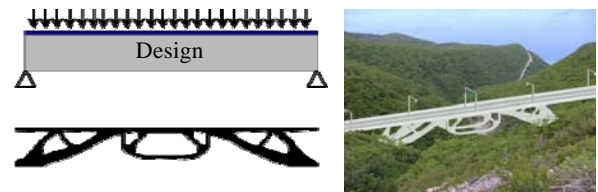


図 3.1 設計モデル及び、合成画像 (上路橋)

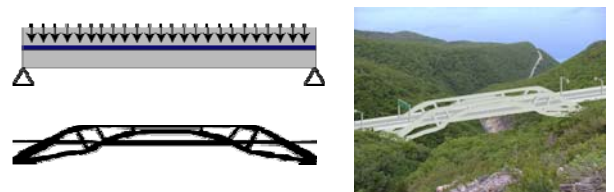


図 3.2 設計モデル及び、合成画像 (中路橋)

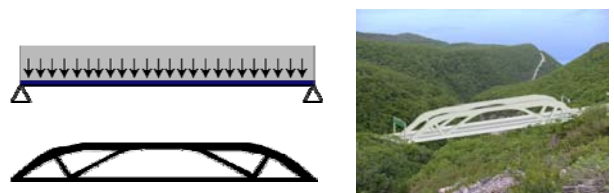


図 3.3 設計モデル及び、合成画像 (下路橋)

#### 4 建物の構造デザイン

次に、同じ手法を用いて、ビルの構造デザインの創生を試みる。

図 4.1 と図 4.2 は、それぞれ水平荷重を等分布と  $A_1$  分布にした場合の結果である。図より荷重分布の違いにより、かなり異なる形態が得られることがわかる。

図 4.2 と図 4.3 は、同じ  $A_1$  分布で高さを変えたモデルの創生結果を示す。

図より、高さが変わっても類似した形態になっていることがわかる。

図 4.4 は、設計条件の段階で両端に柱を設け、水平荷重を等分布とした場合の結果を示す。位相がメガブレース構造に類似した形態になっていることがわかる。

図 4.5 と図 4.6 は柱を与えずに解析を行ったものであるが、柱を与えた場合とは異なる形態が得られている。

以上のように荷重条件や設計条件を変化させることで、様々な形態の建物を創生できることがわかる。

図 4.7 は以上のような創生法で造りだした建物で街を形成したものである。画像処理の関係上、多少殺伐とした雰囲気ではあるが、このような新しい形態の街も不可能ではないことがわかる。

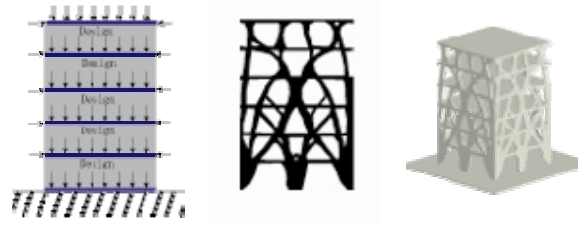


図 4.5 中層ラーメン(6階)



図 4.6 高層ラーメン(12階)



図 4.1 ビル(4階)



図 4.2 ビル(4階)

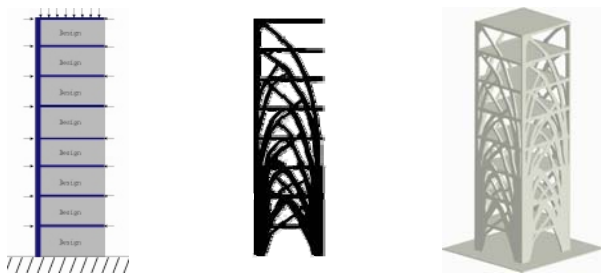


図 4.3 中層ビル(8階)

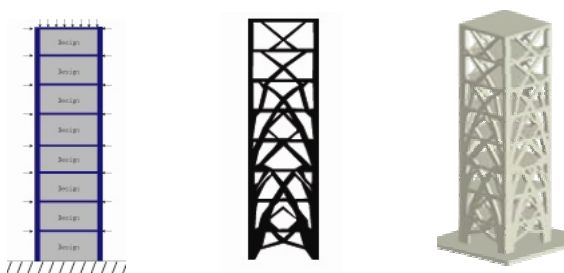


図 4.4 中層ビル(8階)

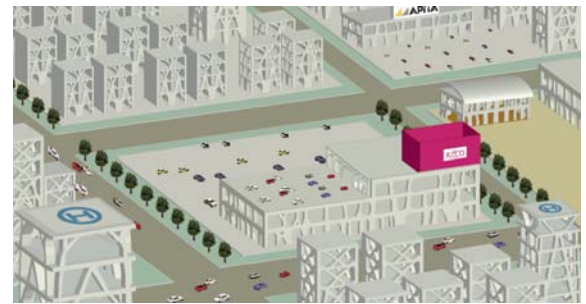


図 4.7 トポロジータウン

#### 5 まとめ

本研究では、既往の研究を発展させ、形態最適化手法で得られた構造デザインと背景とのマッチングを考え、現代社会と調和するかどうかを検討した。

その結果、橋の例題から、このような方法により得られた構造デザインが現実に適用可能であることがわかった。

また、ビルの形態創生の例題から、荷重条件や設計条件を変化させることで、様々な形態の建物を創生できることがわかった。

以上の結果から、位相最適化手法で得られた構造デザインは、現実に適用可能ではないかと考える。

#### 参考文献

- 1) <http://www.c-channel.com/c00088/>より引用
- 2) <http://image.blog.livedoor.jp/takat0702/imgs/>より引用
- 3) 大森博司、風袋宏幸、飯嶋俊比古：構造形態創生法によるオフィス・ビルの設計
- 4) 藤井大地著、「パソコンで解く構造デザイン」、2002.4
- 5) 名古屋大学 大学院環境学研究科 都市環境学専攻建築学系 建築構造システム <http://www.dali.nuac.nagoya-u.ac.jp/>
- 6) エクスメディア著、「Illustrator CS」,2004.3
- 7) 小泉茜、「Photoshop ver6/7」,2003.5