

38. 位相最適化手法と自然界に着想を得た建築構造デザイン

05168015 植田 大貴
指導教員 藤井 大地 教授

位相最適化 密度法 構造デザイン 自然界

1. はじめに

近年、建築構造のデザインを考えるツールとして位相最適化手法による構造形態創生が注目されている。

位相最適化手法の研究の多くは、部材の断面設計を中心とするいわゆる構造設計よりも設計の第一段階であるコンセプトデザインへの利用を目指すものであり、このような技術が建築デザインの新しいツールとなる可能性を秘めている。

本研究室においても、研究室で開発した位相最適化ソフトを用いて、様々な構造デザインを行い、位相最適化手法の構造デザインへの応用の可能性について検討を行ってきた。

本研究では、従来の位相最適化手法に、樹木などの自然界の原理を結びつけ、建築家が興味を抱くような構造デザインが創生できないかを検討対象とする。

2. 形態創生の方法（密度法）

構造形態の創生には位相最適化手法の一つである密度法を用いる。この方法は、まず図 2.1 のような設計領域を図 2.2 に示すように有限要素で分割し、最適化の手法を用いて、必要な要素の密度を高く、不必要な要素の密度を低くしていき、図 2.3 のように、最適な形状を浮かび上がらせるという方法である。この方法では、材料の総質量の制約を変更することで、様々な形態を得ることができる。

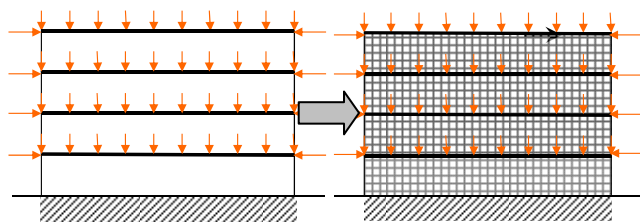


図 2.1 設計領域と境界条件 図 2.2 有限要素分割

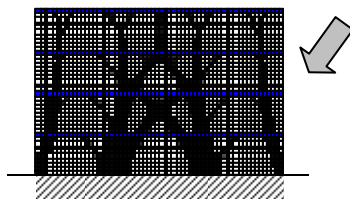


図 2.3 密度法によって得られた最適な形

3. 位相最適化手法と自然界の原理

3.1 自然界からの着想 1

自然界の樹木は自重などの鉛直荷重に耐え、また風や地震などの水平荷重に耐えるよう、力学的に自らの最適な構造形態を作り成長していると考えられる。これらの条件は、図 3.1 に示すように位相最適化手法の荷重条件においても考慮することができおり、同じ原理を持っていることがわかる。

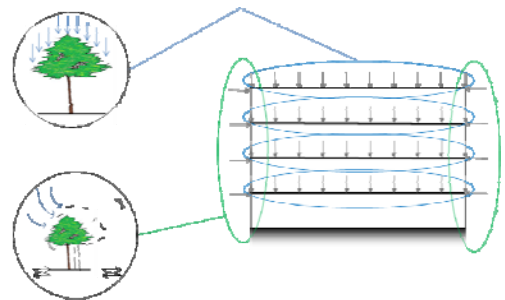


図 3.1 樹木と位相最適化手法との関係 1

3.2 自然界からの着想 2

図 3.2 に示すように、自然界の樹木や植物といったものは、どこに生えるかわからない、また育つ環境によって成長も異なる。これらの条件を新たに位相最適化手法に取り入れようと考えた。

地盤における境界条件を植物の種が落ちる位置と環境条件であると考え、これらの条件を固定端の幅や間隔にランダム性を加えることで取り入れることができると考える。

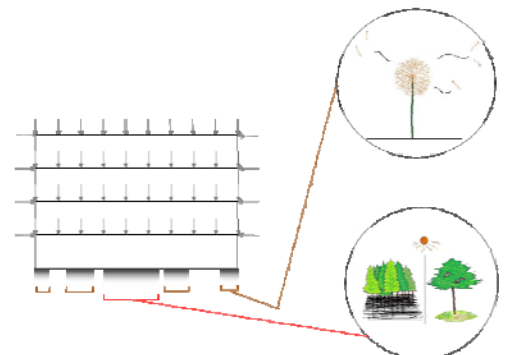


図 3.2 樹木と位相最適化手法との関係 2

3.3 解析例

図 3.2 が従来の解析例で，図 3.3 が今回実際に新しい条件を加えた解析例である．なお，ここでは設計条件として幅 24m，高さ 32m の 8 階建てビルで，設計領域を要素数 80×60 に分割し，体積制約 30% として解析を行った．

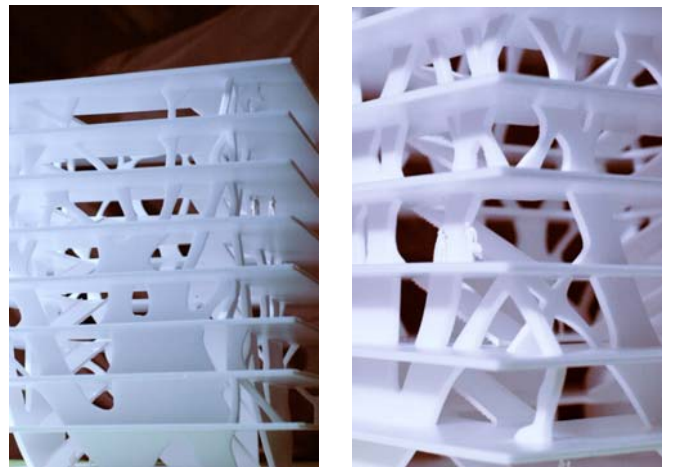
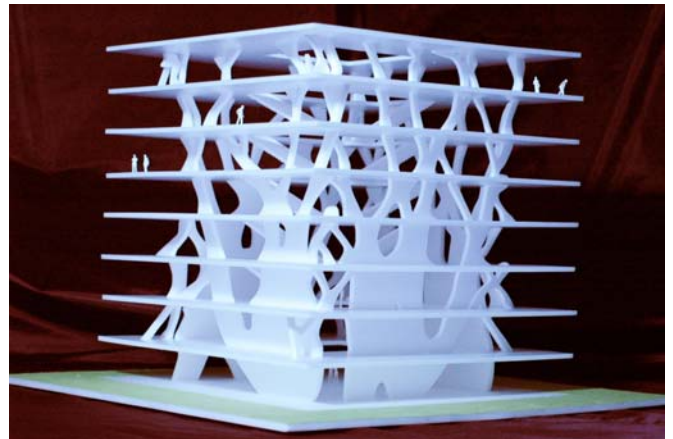
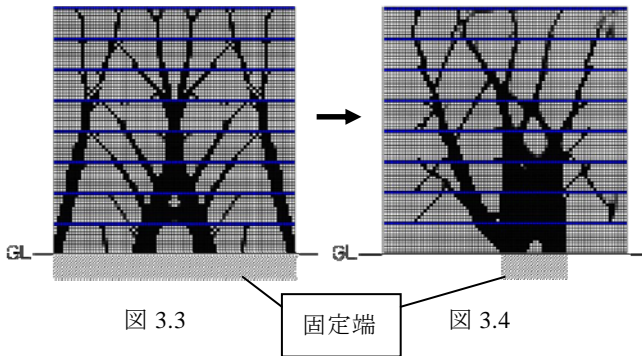


図 4.3 模型写真

4. 自然界に着想を得た建築デザイン

本研究のまとめとして，実際に具体的な一つのビルの構造デザインおよび設計を行い，パースと模型を作製することで，位相最適化手法を用いた建築物がどのような空間を構成するのかを調査する．図 4.1 に立面図，図 4.2 にパース，図 4.3 に模型写真を示す．

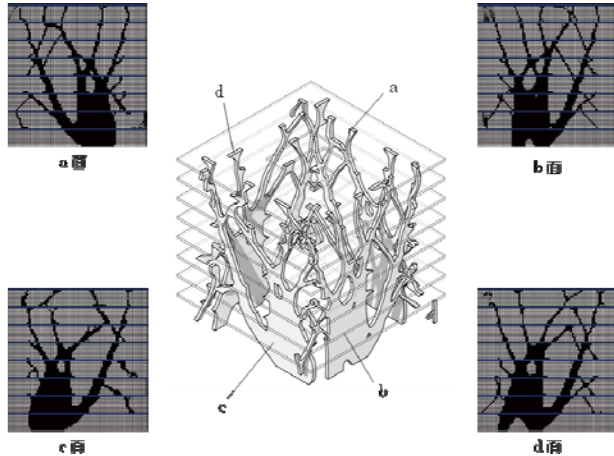


図 4.1 立面図

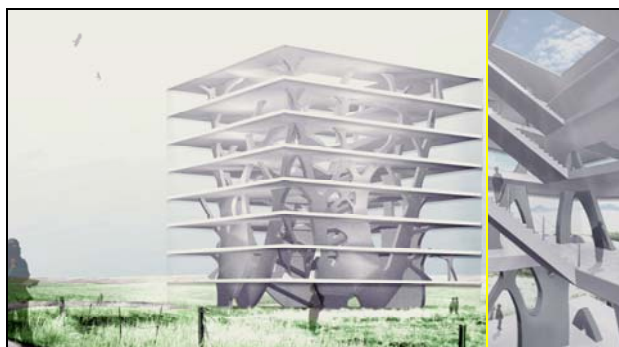


図 4.2 パース

4. まとめ

本研究では，位相最適化手法に，樹木などの自然界の原理を結びつけ，建築家が興味を抱くような構造デザインが創生できないかを検討対象とした．

その結果，新しい条件を加えて解析した位相は，等分布荷重でも非対称になり，より自然界の樹木や植物といった形状に近いことがわかった．また，実際に一つのビルのデザインおよび設計を行ったが，今回の解析で得られた形状を建物の壁ではなく，セットバックさせ内部に入れ込むことで，従来の研究でデザインした建築物とは，まったく雰囲気の違うものになった．

以上の結果から，樹木などの自然界の原理に着目をおき，境界条件を変更することで，従来の解析で得られる形状とはまた異なる形状ができる．また，得られた構造体を壁として使うのではなく，セットバックして建物の中に入れ込むことで，内部空間も変化し，本研究の可能性がさらに広がったと考えられる．

参考文献

- 1) 佐々木睦朗著「FLUX STRUCTURE」TOTO 2005.6
- 2) 藤井大地著「パソコンで解く構造デザイン」丸善 2002.4