

38. 鉄骨建物の構造設計における小梁の最適配置に関する研究

0710920127 柳川浩之
指導教員 藤井大地 教授

グラッドストラクチャ法, 位相最適化, 最適配置, マトリクス法

1. はじめに

近年, リーマンショック等の経済の不況や民主党への政権交代による公共施設の建設の縮小など建築業界は大きな影響を受けている. さらに, 経済の不況の影響から, 建物の建設において, コストパフォーマンスが重要視されるようになった.

コストを抑える方法としては, 使用する材料を減らす, 材料を安価なものにするなどがある. 鉄骨造の場合, 使用する材料を減らすことは柱, 梁の体積を減らすことになり, これに大きく影響するのが小梁の設計である. また, 一般的に小梁の配置は設計者の経験によって仮定され, 構造設計の計算が行われていく.

そこで, 本研究ではグラッドストラクチャ法を用いて小梁の最適配置を求め, 一般的な配置のものと比較し, どちらがコストを抑えることができるのか検討する.

2. 小梁の最適配置を求める方法

小梁の最適配置は, グラッドストラクチャ法による骨組構造の位相最適化手法¹⁾によって求める.

3. グラッドストラクチャ法による最適配置

3.1.1 設計例 1

設計例 1 として, 図 1 のような建物で設計する.

設計条件

- ・鉄骨造, X 方向, Y 方向ともラーメン構造, 柱脚ピンとする.
- ・柱脚~鉄骨梁天端 5.0m, X 方向スパン 6.0m.
- ・両サイド跳ね出し 1.0m, コンクリート山上 8 cm.
- ・屋上の積載荷重は住宅の居室の積載荷重を見込む.
- ・屋上に設備機器 2 t を 4 ヶ所で支持する.

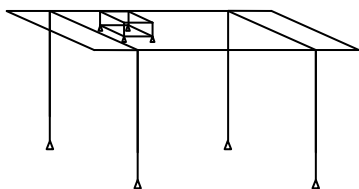


図 1 S 造モデル

3.1.2 一般的な小梁の配置

まず, 一般的に考えられる小梁の配置として下図のような 3 通りの配置で計算をし, この中での最適配置を求める.

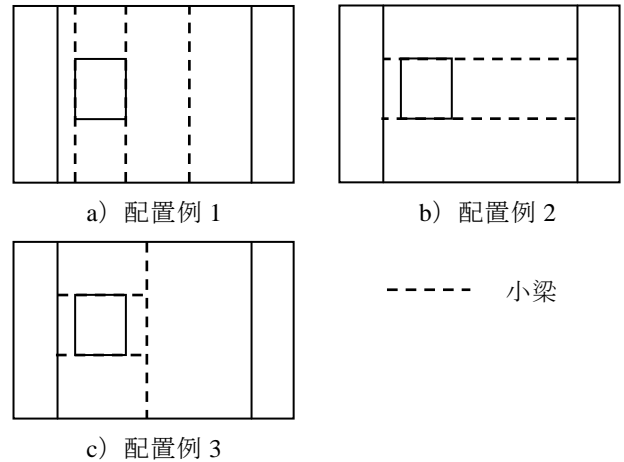


図 2 小梁の配置例

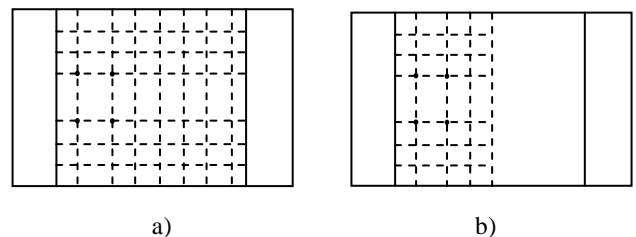
表 1 体積(cm³)

	配置例 1	配置例 2	配置例 3
小梁体積	33852	56136	27994
大梁体積	65700	65180	65700
柱体積	182860	182860	182860
総体積	282412	304176	276554

表 1 は, 図 2 の小梁の配置例で計算し, 求められた小梁, 大梁, 柱の体積を示している. この表から, 配置例 3 が最も部材の総体積が小さいことがわかる. よって, 配置例 3 がこの中の最適配置である.

3.1.3 解析による小梁の配置

まず, 最適な形を求めるためのグラッドストラクチャ(下地構造または背景構造)を仮定する.



a)

b)

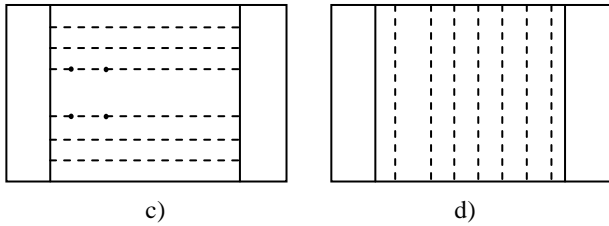


図 3 グランドストラクチャの仮定

図 3 はグランドストラクチャを示している。今回は 4 通りのモデルで解析を行った。

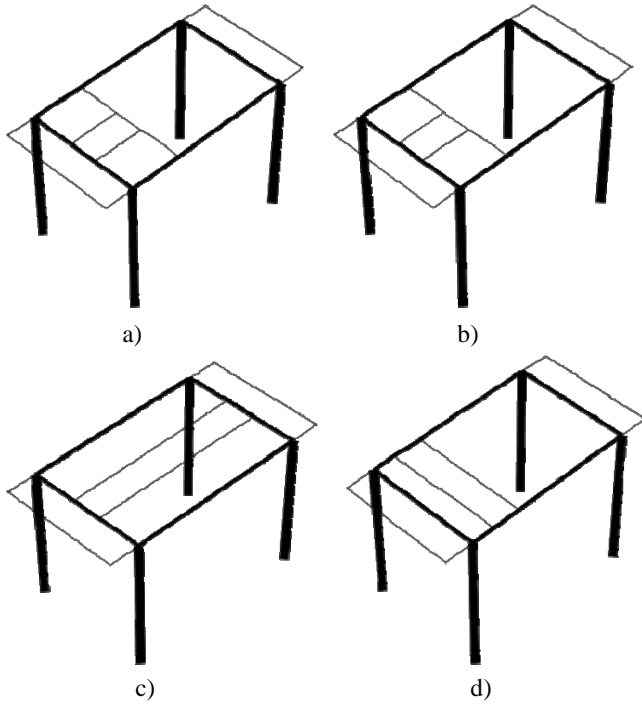


図 4 解析による小梁配置

図 4 はグランドストラクチャ法によって求められた小梁の配置である。a)は、図 3a)の結果。b)は、図 3b)の結果。c)は、図 3c)の結果。d)は、図 3d)の結果を示している。また、a)と b)は同じ結果となった。

この解析に使用した部材は 4 つのモデル全て同じ部材を使用しているため、小梁の部材の長さが最も短い配置が最適配置である。部材長さを計算した結果が下の表である。

表 2 小梁の部材長さ(mm)

モデル	部材長さ
a)	7600
b)	7600
c)	8000
d)	12000

表 2 から、a), b)の部材長さが短く最適配置であることがわかった。

3.1.3 比較

設計例 1 では、3.1.1 の計算で求められた配置と 3.1.2

のグランドストラクチャ法で求められた配置は同一のものとなった。

3.2.1 設計例 2

設計例 1 は小梁の配置の予測も簡単であったため、設計例 2 では地上 8 階建の事務所について解析を行う。また、設計例 2 は実設計例³⁾のため、グランドストラクチャ法によって求められた配置を実際に設計された配置と比較する。

3.2.2 解析による小梁の配置・比較

図 5 は床伏図であり、図 6 のようにグランドストラクチャを仮定した。

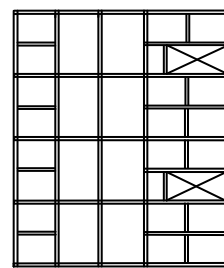


図 5 床伏図

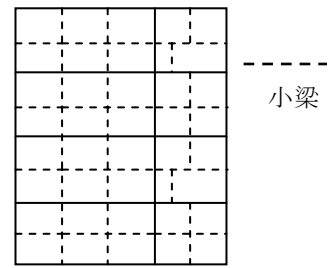
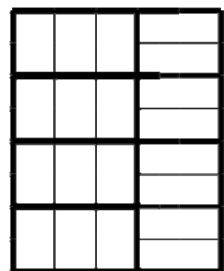
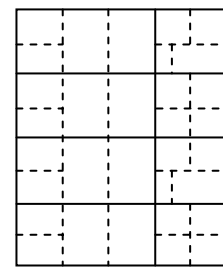


図 6 グランドストラクチャ



a) 解析による配置



b) 実設計の配置

図 7 小梁の配置

図 7 は、グランドストラクチャ法によって求められた配置と実際に設計された配置を示したものである。図 7 から、グランドストラクチャ法によって求められた配置は、実際の配置と近いものであり、実際よりも部材本数が少ない配置となった。

4. まとめ

本研究では、グランドストラクチャ法によって小梁の最適配置を求め、一般的な配置のものとコスト面で比較、検討した。そして、設計例 1 では部材本数を減らすことはできなかったが、設計例 2 では部材本数を減らすことができ、コストを抑えることができた。

参考文献

- 1) 藤井大地, 「建築デザインと最適構造」, 丸善, 2008
- 2) 藤井大地, 「Excel で解く 3 次元建築構造解析」, 丸善, 2005
- 3) 社団法人日本鉄鋼連盟, 「鋼構造設計演習」, 技報堂出版, 2003