

### 33. 制震構造におけるダンパーの最適配置に関する研究

06168025 久保 和毅  
指導教員 藤井 大地 教授

位相最適化 制震ダンパー 最適配置 動的応答解析 骨組構造

#### 1. はじめに

制震とは地震動をエネルギーとして捉え、建物自体に組み込んだエネルギー吸収機構により地震を抑制する技術である。したがって、制震は、建物の揺れを抑え、構造体の損傷を軽減できる。

本研究の目的は、建築構造において、このような制震に用いられるダンパーの最適配置を求める方法を提案することにある。一般に、制震装置の最適配置は、動的応答解析にもとづいて求める必要があるが、ここでは、ダンパーを部材に置き換え、静的地震荷重に対する骨組剛性を最大化する部材配置がダンパーの最適配置に一致すると仮定する。本報告では、基本的な例題により、このような仮定が正しいかどうかの検討を行う。

#### 2. ダンパーの最適配置を求める方法

ここでは、ダンパーを筋交い等の部材に置き換え、ダンパーの最適配置問題を部材の最適配置問題として解く。また、部材の最適配置は、グランドストラクチャ法による骨組構造の位相最適化手法<sup>1)</sup>によって求める。

#### 3. 提案手法の妥当性の検討

##### 3.1 実験モデルによる検討

本手法の妥当性を検討するため、まず、多田ら<sup>2)</sup>による制震骨組の模型実験をもとに解析モデル図 1a)を作成した。本モデルでは、1 次固有周期が 0.8sec になるように梁質量、柱断面を設定した。また、水平荷重は  $A_i$  分布とし、 $C_0=0.2$  として求めた。

図 1a)は、グランドストラクチャを示す。本モデルではダンパー配置可能層に筋交いを配置し、2 章の位相最適化手法により、剛性を最大化する筋交いの配置を求める。図 1b)は、その結果を示す。図より、本モデルでは、下層の 2 層への配置が最適であることがわかる。これをもとに、図 1c)に示すようにせん断型ダンパーを配置する。ただしダンパーの減衰力は層剛性の 10%とした。

次に、図 1b)の筋交い配置位置にダンパーを配置することが妥当であるかどうかを地震応答解析によって検証する。地震波は、ElCentro NS, 神戸海洋気象台 NS, 八戸 NS, Taft EW を用いる。図 2 に比較に用いる解析モデルを示す。

図 3 は、ダンパーの無い骨組の最大応答値を基準として、図 1c)のモデルと図 2 の比較モデルの最大応答値を示したものの一例である。図 3 より、図 1c)のダンパー配置

による最大応答が最も小さくなることがわかる。

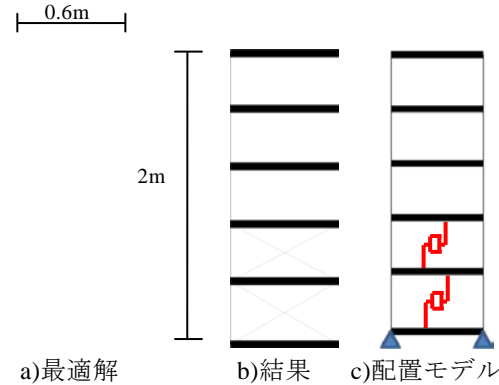


図 1 解析モデル・最適位相・ダンパー配置モデル

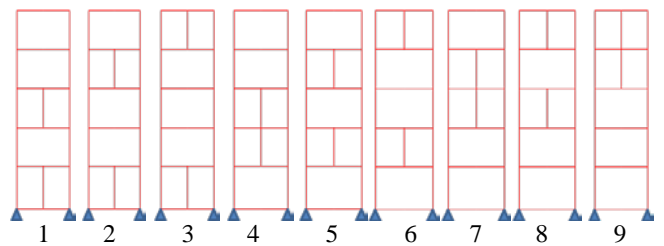


図 2 比較解析モデル

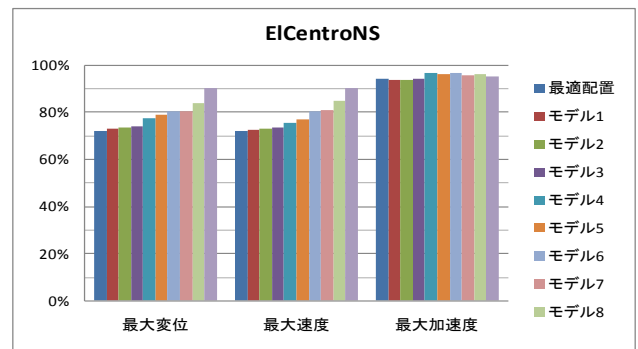


図 3 各ダンパー配置モデルの最大応答の比較

##### 3.2 実設計モデルによる検討

次に、実設計例<sup>4)</sup>の 2 構面から図 4 に示す解析モデルを作成し、本手法の妥当性の検討を行った。

図 5 は得られた最適位相を示し、これをもとにブレース型ダンパーを配置（最適配置モデル）し、動的応答解析を行う。ただし、ダンパーの減衰力は層剛性の 10%とする。地震波は前節と同じものを用いる。図 6, 7 に比較に用いる解析モデルを示す。なお、最適配置モデルと比較モデルの総減衰力は等しく設定している。

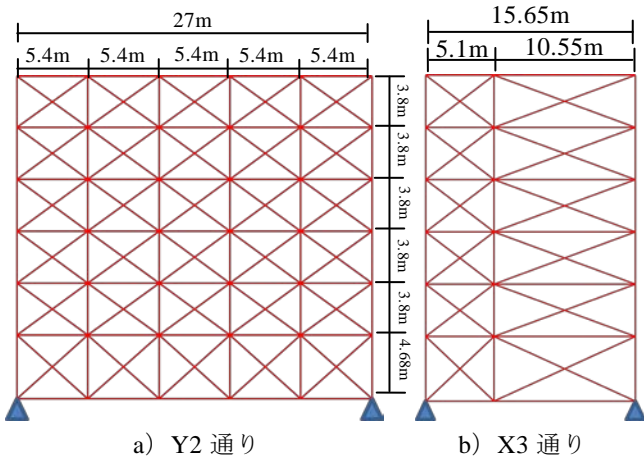


図 4 解析モデル

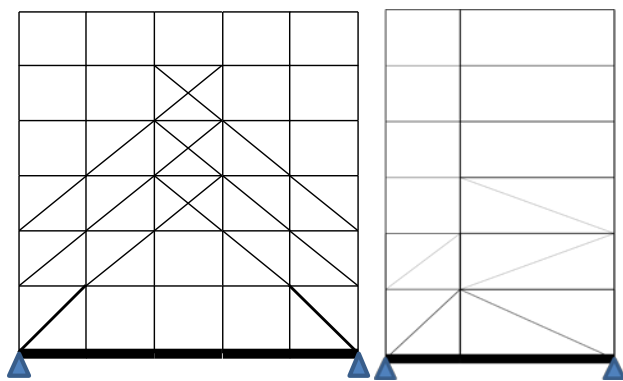


図 5 最適相, ダンパー配置モデル

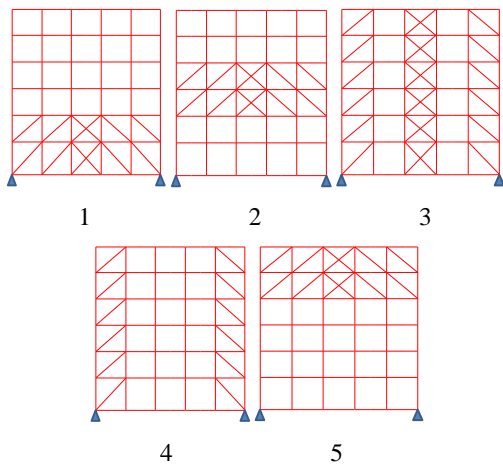


図 6 比較解析モデル (Y2 通り)

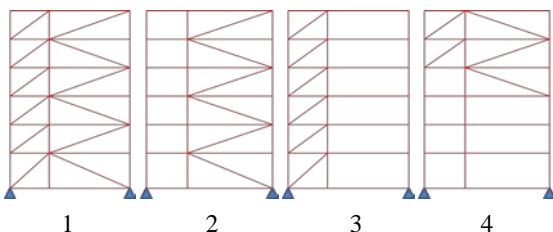


図 7 比較解析モデル (X3 通り)

図 8, 9 は, ダンパーの無い骨組モデルの最大応答値を基準として, 図 5 をもとにした最適配置モデルと図 6, 7 の比較モデルの最大応答値を示したものである.

図 8, 9 より, Y2 通りでは, 変位, 速度, 加速度ともに最適配置モデルの最大応答値が最も小さくなるのがわかる. X3 通りでは地震波によっては, 他のモデルが, 最小値を示すケースもあったが, 変位と速度は, 概ね最小に近い値を示すことが分かった. なお, この場合最小となる配置は, 全層配置となり, コスト面は不利となる.

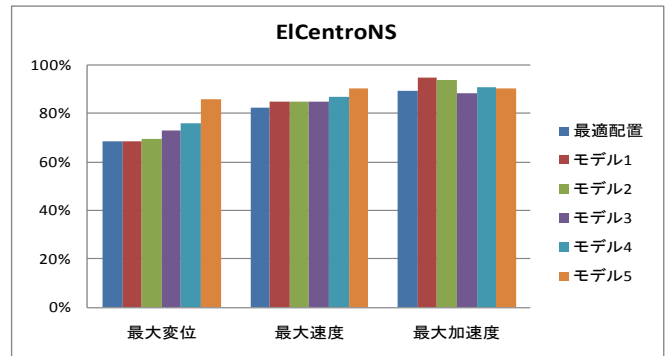


図 8 各ダンパー配置モデルの最大応答の比較 (Y2 通り)

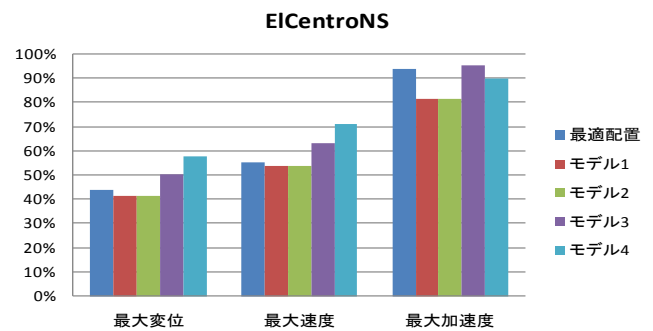


図 9 各ダンパー配置モデルの最大応答の比較 (X3 通り)

#### 4. まとめ

本研究では, 制震構造のダンパーの最適配置を求める方法として, 静的荷重に対する構造の剛性を最大化する部材配置を求め, ここにダンパーを配置する方法を提案した. そして, 本方法の有効性を 2 種の解析例で検討した結果, 本方法によるダンパー配置により地震応答の速度と加速度は概ね最小となることがわかった.

#### 参考文献

- 1) 藤井大地, 「建築デザインと最適構造」, 丸善, 2008
- 2) 多田聡, 飛田喜則, 大場新太郎, 振動実験に基づく制振ダンパーの最適配置に関する研究, 日本建築学会学術講演概集, 2002
- 3) 藤井大地, 「Excel で解く 3 次元建築構造解析」, 丸善, 2005
- 4) 嶋津孝之ら, 「鋼構造」, 森北出版, 2003