

33. ESO 法を用いた高層ビルの制振ダンパー層配置の最適化に関する研究

1110920093 神寶美由季
指導教員 藤井大地 教授

ESO 法 制震ダンパー 最適配置 多質点系モデル

1. はじめに

高層ビルの固有周期は低い建物の周期に比べると長い
ため、長周期の波と共振しやすく、共振すると高層ビル
は長時間にわたり大きく揺れる。長周期地震動により高
層ビルが大きく長く揺れることで、室内の家具や什器の
転倒・移動やエレベーターが故障することがある。その
ような被害を最小限にするためには、揺れを抑えること
が重要であり、既存の超高層ビルの長周期地震動対策技
術として制振ダンパーの活用が有効であるとされている。

しかしながら、高層ビルの全層に配置するにはコスト
面から困難である。そこで、制振ダンパーをどの層にど
れくらい配置するのかを進化的アルゴリズムである ESO
法を用い、最適配置を求め、有効かどうかの検証を行う。
超高層ビルの骨組は部材数が膨大となり、解析・検証が
難しいため、本研究では、解析が容易な多質点モデルを
用いる。

2. 解析方法

本手法は、多質点モデルのすべての配置可能な箇所に
制震ダンパーを配置し、時刻歴地震応答解析によって、
各制震ダンパーの累積減衰エネルギーを計算し、これが
最も小さい制震ダンパーから順に除去していく非常に単
純な方法である。

3. 解析例

3.1 1次設計レベルの地震に対する検証

図 1 は ESO 法による 6 層の中高層ビルの解析結果を示
す。地震加速度は El Centro NS 波とし、1 次設計を想定
して最大加速度を 100gal に設定している。図 1 では、制
振ダンパーを太線で表し、制振ダンパーの除去過程(Step)
を示している。

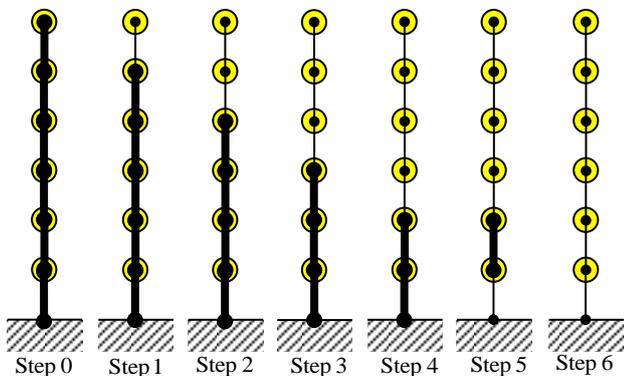


図 1 制振ダンパーの除去過程

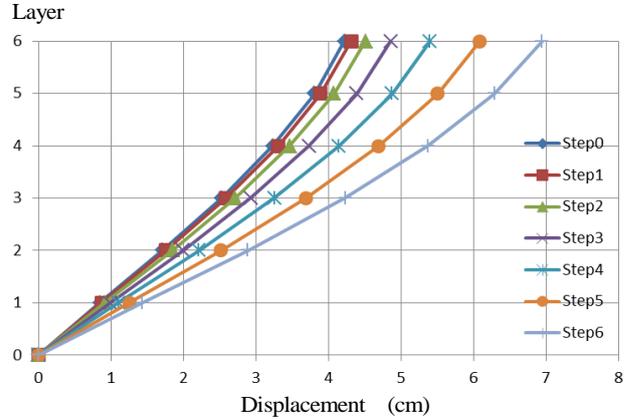


図 2 各ステップの最大応答変位

次に、図 3 は、図 1 の解が最適解かどうかを確認する
ために 1 層にダンパーがある場合について、図 1 の Step
5 の解 (図 3 の Case 0) との比較を行った。図 4 は各ケ
ースの最大応答変位を示したものであり、いずれも Case
0 が最小値になっていることがわかる。

タフト波、八戸波でも同様に最適配置が求まった。

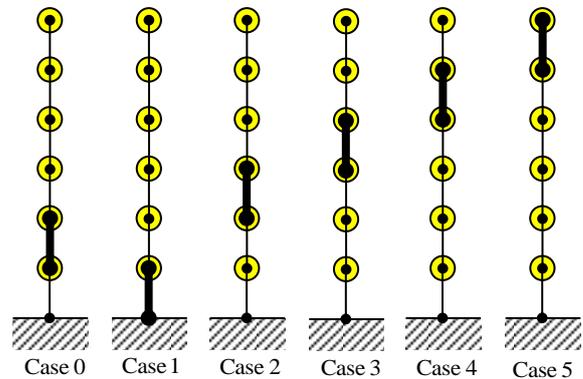


図 3 1層配置問題の比較モデル

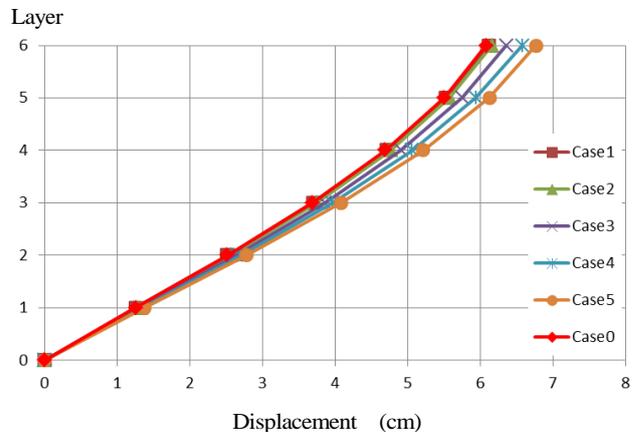


図 4 各ケースの最大応答変位

3.2 2次設計レベルの地震に対する検証

最後に同じモデルを使用して、建物が塑性化した場合について検証する。地震加速度はタフトEW波を用いて最大加速度を350galとした。ESO法によるダンパーの除去過程は図1と同様の結果となった。図5は各ステップの最大応答変位を示す。

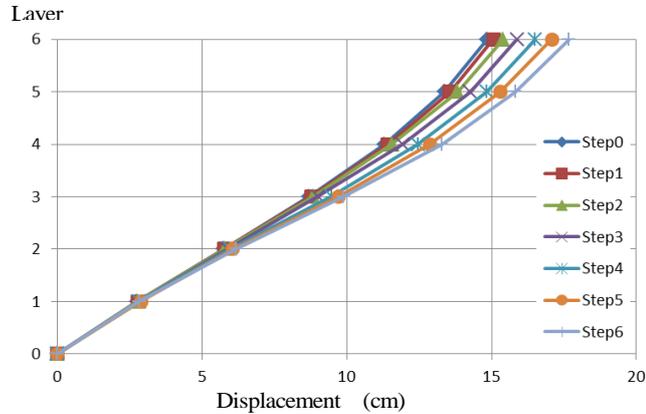


図5 各ステップの最大応答変位

ESO法によるダンパーの除去過程のStep3について最適配置になっているかを検証するため、図6の比較モデルでの検証を行った。図7は各ケースの最大応答変位を示したものであり、いずれもCase0が最小値になっていることがわかる。

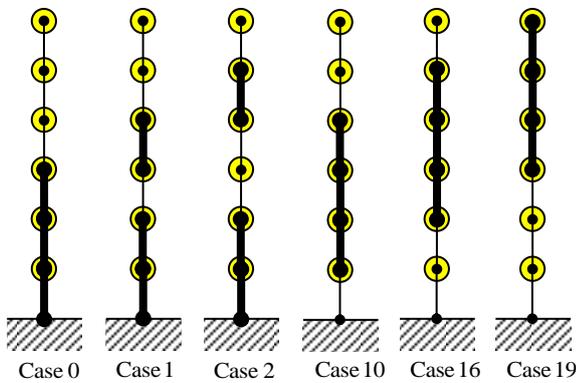


図6 3層配置問題の比較モデル

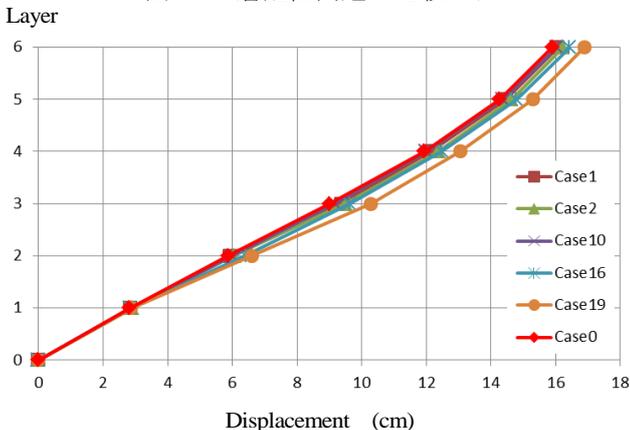


図7 各ケースの最大応答変位

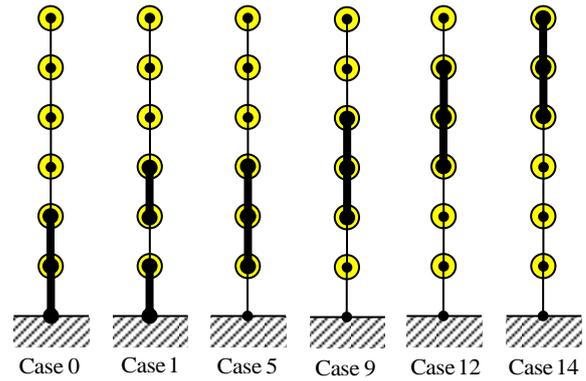


図8 2層配置問題の比較モデル

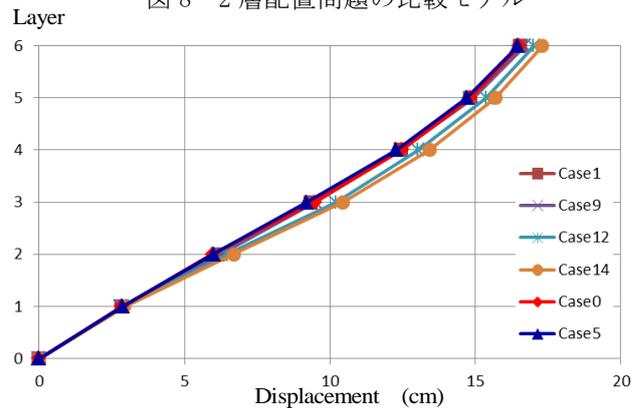


図9 各ケースの最大応答変位

同様に Step4 での検証を行った。図9より2層配置 (Step4) では最小とはならなかった。これは、ダンパーの配置により、各層の応力に偏りが生じ、局部的に塑性変形が大きくなる層が生じるためと考えられる。

El Centro NS波、八戸波でも同様の結果となった。

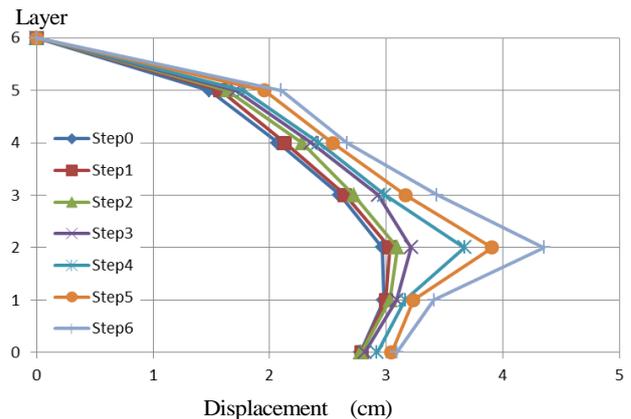


図10 各ステップの最大相対変位

参考文献

- 1) 高坂憲治, 松本慎也, 藤井大地: ESO法とグラウンドストラクチャ法を用いた骨組構造物の位相最適化, 日本建築学科構造系論文集, Vol.81, No.721, pp.547-553, 2016.3
- 2) 山崎進一, 松本慎也, 藤井大地: ESO法を用いた骨組構造物のダンパー配置, コロキウム構造形態の解析と創生 2015, pp.29-34, 2015.10