

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	1970年代を想定した超高層建物の長周期地震動に対する応答特性と制振補強 その3 下層部でダンパーを増設した検討
Title	
著者(和文)	助村浩太郎, 佐藤大樹, 加藤翼, 北村春幸, 長江拓也
Authors	Daiki Sato, Haruyuki Kitamura, Takuya Nagae
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 821-822
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 821-822
発行日 / Pub. date	2013, 8
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110009682777

1970 年代を想定した超高層建物の長周期地震動に対する応答特性と制振補強 その 3 下層部でダンパーを増設した検討

正会員 ○助村 浩太郎^{*2} 同 佐藤 大樹^{*1} 同 加藤 翼^{*1}
同 北村 春幸^{*1} 同 長江 拓也^{*3}

超高層建物 長周期地震動 制振補強
鋼製ダンパー 部材モデル 時刻歴応答解析

1. はじめに

本報その 2 では、その 1 の耐震モデルに対し鋼製ダンパーまたは粘性ダンパーを全層に連層配置した制振補強を行い、損傷低減効果と両ダンパーの効果の違いを検討した。その検討より、本報で定めた安全限界値を満たす損傷低減効果が確認できたが、3.2m モデルに鋼製ダンパーを制振補強した場合では、境界梁部分が他の部分に比べて大きな損傷が生じる傾向があることも分かった。しかし、鋼製ダンパーは粘性系のダンパーに比べて安価であり、多大なダンパー本数の設置が必要となる場合には、経済的な面からも鋼製ダンパーの使用が望まれる。そこで、その 3 では 3.2m モデルに対し境界梁部分の損傷を低減できる有効なダンパー配置を示すことを目的とする。

2. ダンパーの部分配置の概要

本報で採用する、3.2m モデルにおける鋼製ダンパーの配置は、本報その 1 の耐震モデルに KANTO を入力した際の損傷分布に基づき、図 1(b)に示すように、下層に多くのダンパーを配置し、ダンパー軸力が下層へ伝達されるように決定した。以降、本報その 2 で採用したダンパー配置(図 1(a))を連層配置と呼び、図 1(b)を Tree 配置と呼ぶこととする。なお、Tree 配置の際には、ダンパー量 2%の全層配置のときに設定したダンパーを増設・撤去している。連層配置における YA~YD 通りに配置したダンパーの数は 1248 基、一方、Tree 配置では、1184 基である。連層配置に対する Tree 配置の割合は約 95%と概ね等しい。

図 2 に両配置における各層のダンパー量を示す。図 2 より、高さ方向で見ると Tree 配置は 30 層以下で連層配置よりもダンパー量が多くなっているのが分かる。図 3 にダンパーの耐力比分布を示す。図 3 より、Tree 配置の上層部は図中の破線の A_i 分布に基づく設計用層せん断力比分布に対して小さい値で分布していることが確認できる。図 4 に主架構とダンパーの剛性比 dK_f/K_d (K_d :ダンパーの水平剛性、 K_f :フレームの水平剛性)を示す。図 4 に着目すると、Tree 配置の 30~40 層付近の剛性比は連層配置の約 0.6 倍であり、10~20 層付近は約 1.4 倍、1~10 層付近は約 1.7 倍となっている。Tree 配置の上層の剛性は連層配置よりも小さく、下層部は連層配置よりも剛性が大きいことが分かる。図 5 にダンパー設置した静的解析より求めたダンパーのせん断力負担率 dQ_f/Q (dQ_f :層のダンパーの負担せん断力、 Q :層のフレームの負担せん断力)を示す。図 5 より、Tree 配置では 20 層以下の下層部で、連層配置よりも約 1.3 倍のせん断力を負担することが分かる。両配置の 1 次固有周期については、連層配置は $T_1 = 4.70(s)$ で、Tree 配置は $T_1 = 4.44(s)$ となっている。Tree 配置は dK_f/K_d が連層配置よりも大きいため、 T_1 は短くなっている。

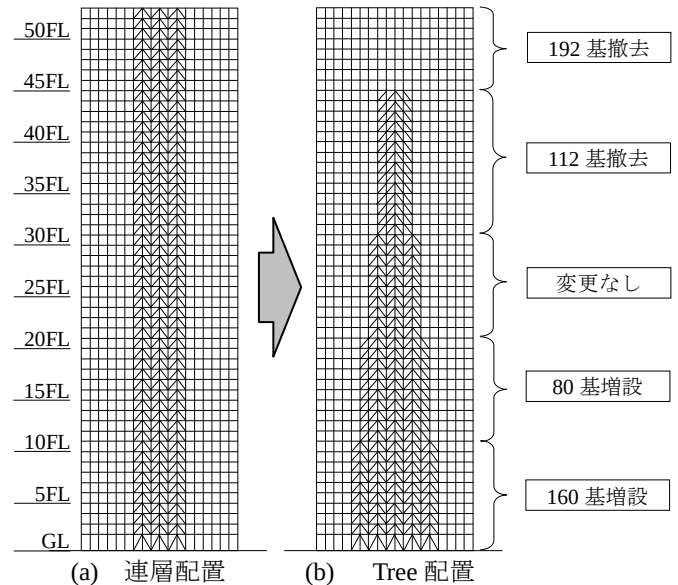


図 1 X 方向構面の軸組図 (YA~YD 通り構面)

図 2~4 の凡例	—□— 連層配置	—+— Tree 配置
-----------	----------	-------------

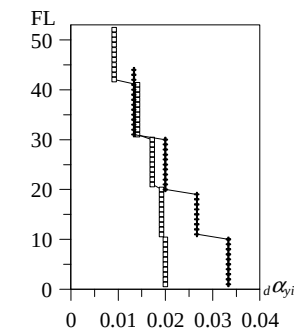


図 2 両配置のダンパー量

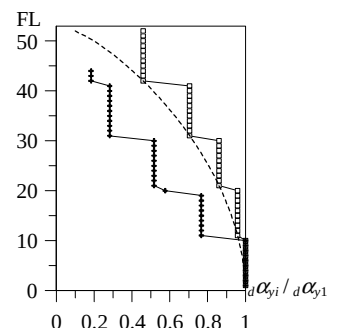


図 3 ダンパーの耐力比分布

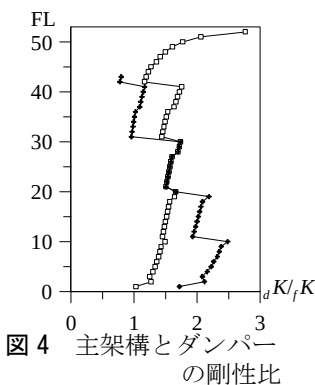


図 4 主架構とダンパーの剛性比

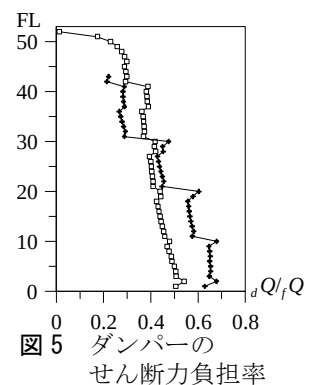


図 5 ダンパーのせん断力負担率

3. Tree 配置の応答評価

図 6 に入力エネルギー E に対する減衰によって消費されたエネルギー fW_h 、主架構の吸収エネルギー fW_p 、ダンパーの吸収エネルギー dW_p の分担を示す。なお、入力地震動は KANTO のみとする。図 6 より、Tree 配置における入力エネルギーについては連層配置と同程度であることが確認できる。図 6 に着目すると、Tree 配置の dW_p は連層配置と同程度あり、Tree 配置の fW_p は、連層配置よりも小さくなりほぼ 0 程度となり、主架構は損傷していないことが分かる。

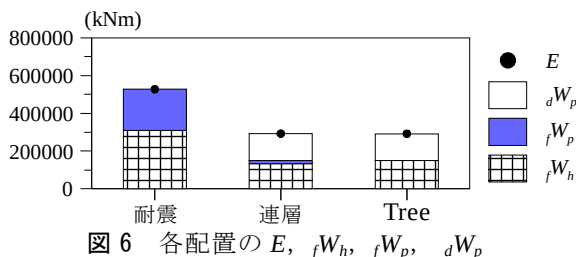


図 6 各配置の E , fW_h , fW_p , dW_p

次に、図 7(a)~(d)に各配置の評価指標についての高さ方向分布を示す。評価指標は、層間変形角 R 、梁の累積塑性変形倍率 $c\eta$ 、実効変形比 α_e (水平方向の層間変形の最大値に対するダンパー変形の水平方向成分の最大値の割合)、ダンパーの累積塑性変形倍率 $d\eta$ とする。図 7 (a)より、Tree 配置によって下層部にダンパーを増設したことで、下層の剛性が大きくなり変形が低減された結果、Tree 配置では 20 層より下層部で変形が最大で $R = 1/110$ から $R = 1/200$ 程度まで低減しているのが確認できる。これは、連層配置の最大応答値の約 45% 低減である。図 7 (b)に着目すると、 $c\eta$ も大きく低減され、主架構は概ね無損傷となっていることが分かる。図 7 (c)より、Tree 配置では連層配置よりもダンパー設置層における実効変形比の値が大きく、ダンパーの稼働効率が改善されているのが確認できる。特に 10~20 層において α_e が増加しているのが分かる。図 7 (d)に着目すると、下層部においてダンパー量を増加させたため、連層配置に比べ下層部のダンパー 1 本当たりの $d\eta$ を低減させることができています。但し、Tree 配置ではダンパー切り替わり層で、上下層と比べると $d\eta$ の値が大きくなることに注意する必要がある。

本章での検討結果より、Tree 配置にしたことで連層配置に比べ、入力エネルギーが同程度の状況においても最大値と累積値が大きく低減し、概ね弾性範囲までに応答低減をすることができた。

4. まとめ

本報その 3 では、3.2m モデルに対し境界梁部分の損傷を低減できる有効なダンパー配置で検討を行った。以下に得られた知見を示す。

- (1) 耐震モデルにおける損傷分布に基づいてダンパーを配置したことにより、全層連層配置に比べ、最大値と累積値が大きく低減し、KANTO に対してでも主架構を概ね弾性範囲までに応答低減をすることができた。

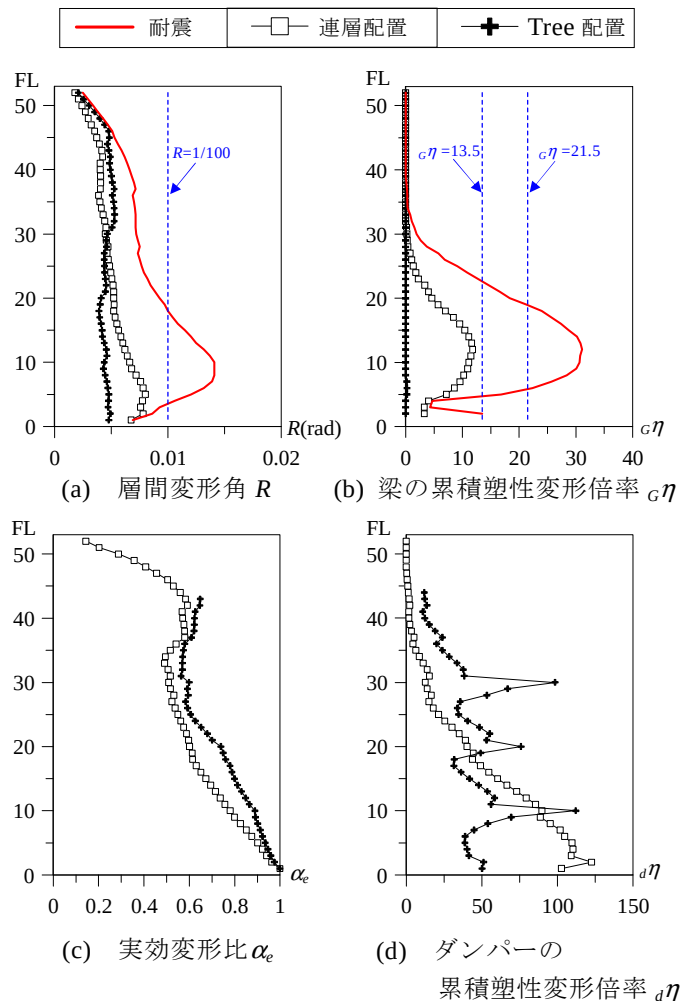


図 7 応答の高さ方向分布 (KANTO)

謝辞

本研究は、文部科学省による「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の「②都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究」における成果展開の一環として実施されました。また、制振研究会（日建設計、オイレス工業、東京理科大学北村研究室）から貴重な助言を頂きました。ここに記して、感謝致します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：長周期地震動と建築物の耐震性，2007.12
- 2) 土木学会，日本建築学会：海溝形巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言，2006.11
- 3) 日本建築学会：2011 年東北地方太平洋沖地震災害調査速報，2011.7
- 4) 日本建築学会長周期地震動 WG：長周期地震動に対する公開研究会，対象とする巨大地震動と地域，2011 年 3 月
- 5) 秋山宏，北村春幸：エネルギースペクトルと速度応答スペクトルの対応，日本建築学会構造系論文集，第 608 号 pp.37-43，2006.10
- 6) 武藤清 監修，久田俊彦 編：超高層建築 2 構造編，鹿島出版社
- 7) 北村春幸，宮内洋二，浦本弥樹：性能設計における耐震性能判断基準値に関する研究—JSCA 耐震性能メニューの安全限界値と余裕度レベルの検討—，日本建築学会構造系論文集，第 604 号，pp.183-191，2006.6
- 8) 栗林晃司，佐藤大樹，北村春幸，山口路夫，西本晃治：実行変形を考慮した履歴減衰型制振部材を有する鋼構造物のエネルギーの約合いに基づく応答予測法，日本建築学会構造系論文集，第 76 巻，第 661 号，543-552p，2011.3
- 9) 沖村明彦，長島和央，持丸昌己，鈴木清春，鋼管型粘性せん断ダンパー (CVD) その 1 ダンパー特性，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.101-102，2004.8

*1 東京理科大学

*2 前田建設工業（元東京理科大学 大学院生）

*3 防災科学技術研究所

*1 Tokyo Univ. of Science

*2 MAEDA Corporation

*3 NIED