

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	複層ダブルレイヤー配置のオイルダンパーによる制振設計 その2 部材構成モデルへの適用
Title(English)	Passive control design using oil dampers arranged in multi-story double layer (Part 2: Application to member-to-member model)
著者(和文)	増田寛之, 上野史也, 渡井一樹, 佐藤大樹, 笠井和彦, 佐分利和宏, 前田達彦, 濱田明俊
Authors(English)	Hiroyuki Masuda, Fumiya Ueno, Kazuki Watai, Daiki Sato, Kazuhiko Kasai, Kazuhiro Saburi, Tatsuhiko Maeda, Akitoshi Hamada
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , pp. 883-884
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , pp. 883-884
発行日 / Pub. date	2020, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

複層ダブルレイヤー配置のオイルダンパーによる制振設計
その2 部材構成モデルへの適用

正会員 ○増田寛之*1 同 上野史也*2 同 渡井一樹*2
同 佐藤大樹*2 同 笠井和彦*2 同 佐分利和宏*1
同 前田達彦*1 同 濱田明俊*1

制振構造 オイルダンパー 設計法
複層ダブルレイヤー配置 2層跨ぎダンパー 大振幅地震動

1 はじめに

本報その1では、複層ダブルレイヤー配置の分配法を提案し、4層、10層および20層のせん断モデルでその精度を確認した。

本報その2では、37層の部材構成モデルに対し、提案手法を適用し、その応答を確認する。

2 解析概要

解析モデルは、文献1)で用いた超高層の37層部材構成モデル(37層モデル)を使用する。図1に37層モデルの軸組図と基準階平面図、図2に構造特性を示す。37層モデルの柱梁部材にはSM490材を使用しており、梁断面は最大H-850×350×19×32、最小H-700×250×12×19、柱断面は、最大口-700×700×65×65、最小口-700×700×25×25である。なお、解析検討はX方向について行う。X方向の固有周期は1次が4.82s、2次が1.67s、3次が0.99sである。

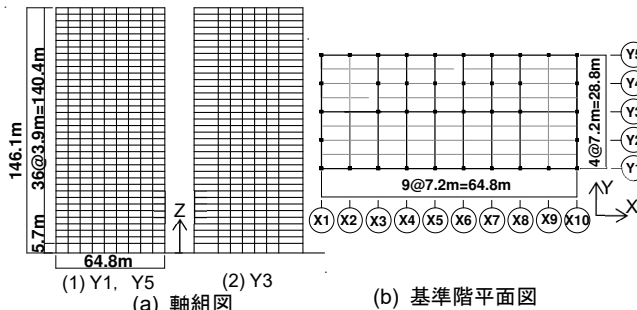


図1 非制振モデルの軸組図と基準階平面図

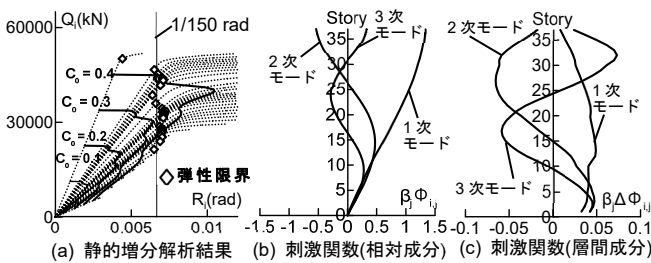


図2 37層モデルの構造特性

3 ダンパー配置の作成

3.1 37層モデルのダンパー量分布

37層モデルに対し、提案手法を用いて複層ダブルレイ

ヤー配置のオイルダンパーによる制振設計を行う。なお、1次損失剛性比 K_{di}''/K_f を算定するときの変位応答スペクトル S_d と多質点系へ分配するときの層せん断力 Q_i は本報その1に示す検討対象地震動の包絡値を使用する。図3に性能曲線による K_{di}''/K_f の算定、図4に算定されたダンパー量 K_{di}'' 分布を示す。単層配置の場合は $K_b/K_f = 2.0$ 、複層ダブルレイヤー配置は $\lambda = 1.0$ として K_{di}''/K_f を算定した。図4より、最終的に得られる複層ダブルレイヤー配置の K_{di}'' 分布は、単層配置と比較して、約0.3倍となることがわかる。

	K_d/K_f	S_d (cm)	θ_{max} (rad)	p	μ_d	β
単層配置	0.336	150	1/125	0.02	2.0	4.5
複層ダブルレイヤー配置	0.436					

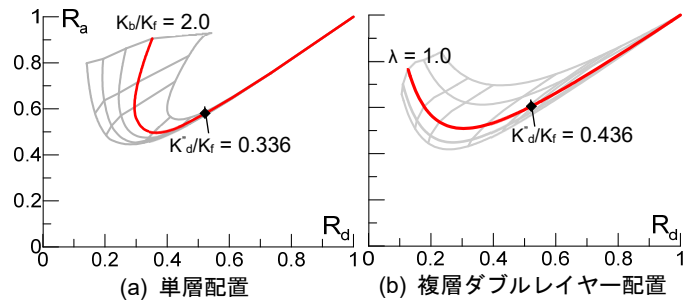


図3 性能曲線による1質点系ダンパー量の算定

	$\Sigma K_{di}''$ (kN/cm)	ΣC_{di} (kN·s/cm)
単層配置	154655	118640
複層ダブルレイヤー配置	51026	39144

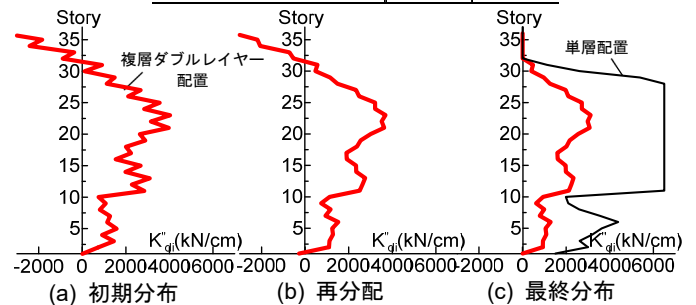


図4 ダンパー量分布

3.2 精度検証

前節で得られた複層ダブルレイヤー配置の K_{di}'' 分布の精度検証を行う。なお、精度検証には静的増分解析で得ら

れる水平剛性をもつせん断モデルを用い、主架構の初期減衰定数 ζ_0 は1次固有周期に対して2%となる初期剛性比例で与え、解析刻み Δt は0.01sの弾性解析とした。図5に示すせん断モデルでの精度検証では、両ダンパー配置とも θ_{max} を満たすことがわかる。

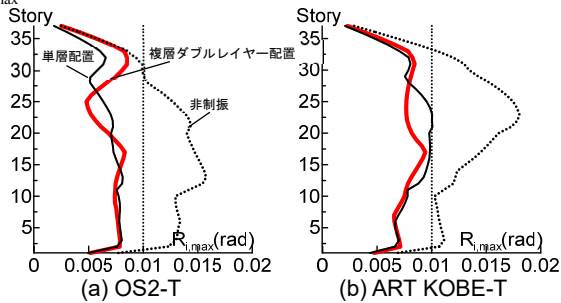


図5 せん断モデルでの精度検証（最大層間変形角）

3.3 部材構成モデルへの適用

文献1)と同様、Y3構面のX4-X7スパンの高さ方向のみにダンパー設置可能とし、3.1節で算定した K_{di}'' 分布を参考に筋交型オイルダンパーの複層ダブルレイヤー配置を作成する。なお、単層配置の場合、37層に用いるダンパーのリリーフ速度 \dot{u}_{dy} は1.5 cm/sであるが²⁾、複層ダブルレイヤー配置の場合はダンパーが2層に跨るため、 \dot{u}_{dy} を3.0 cm/sとした。また、実設計の場合、ダンパーを層跨ぎにするために梁断面を削減する必要があるが、本検討では梁断面の削減をせずに解析を行うこととする。その結果、図6に示すダンパー配置が作成された。リリーフ荷重の総和 ΣF_{dyi} は、単層配置の268,200 kNに対し、複層ダブルレイヤー配置では215,100 kNとなった。

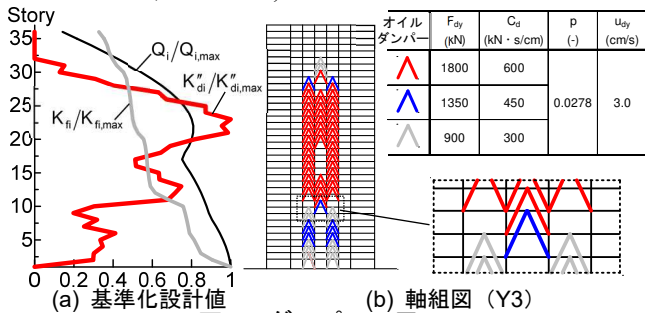


図6 ダンパー配置

4 地震応答解析

4.1 解析条件

37層モデルについて、応答解析結果包絡値¹⁾の最外縁となった地震動はOS2-TとART KOBE-Tであった。そのため、本報ではこれら2波の地震動の応答を検討する。なお、 ζ_0 と Δt は3.2節と同じとし、弾塑性解析とした。

4.2 最大応答分布

図7に最大層間変形角 $R_{i,max}$ 、最大層せん断力 $Q_{i,max}$ 及び最大梁端塑性率 ${}_G\mu_{i,max}$ を示す。複層ダブルレイヤー配置は、最大層間変形角と最大梁端塑性率について、単層配置と同等の低減効果を発揮していることがわかる。また、ダンパー設置による $Q_{i,max}$ 増大の程度は両配置とも小さい。

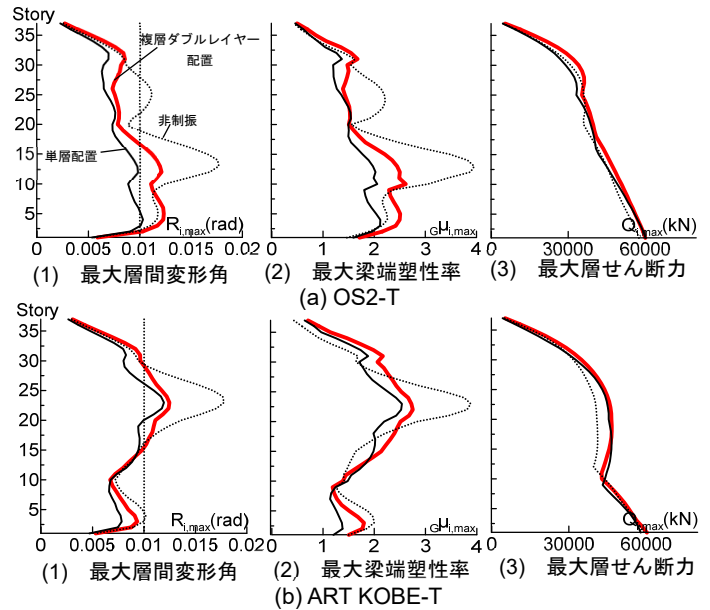


図7 最大応答値

4.3 時刻歴応答

複層ダブルレイヤー配置は、層を跨がせたダンパー配置であるため、軸力が大きくなることが予想される。図8に1層柱(Y3構面 X4)軸力比時刻歴 $N_1^{4,3}(t)$ を示す。複層ダブルレイヤー配置のリリーフ荷重の総和は単層配置と比較して0.8倍であるが(3.3節)、軸力比は同程度となった。複層ダブルレイヤー配置は、ダンパーの取り付け角度が大きくなるために起こる、このような軸力の増大に注意して設計する必要がある。

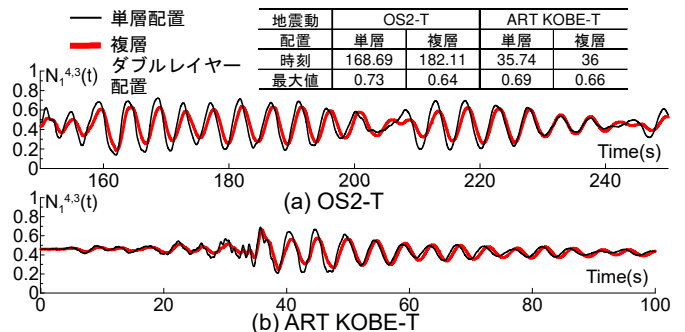


図8 柱の軸力比時刻歴 (Y3構面, X4, 第1層)

5 まとめ

提案手法を用い、超高層の37層モデルに対して複層ダブルレイヤー配置を作成した。部材構成モデルに関しても、より小さなダンパー量で、単層と同等の制振効果が得られることを示した。

謝辞

本研究は東京工業大学と竹中工務店との共同研究であり、一部はJST産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラムによるものです。ここに記して感謝の意を表します。

- 1) 上野史也ほか：オイルダンパーと変形制御機構を併用した大振幅地震動に対する既存超高層建物の制振改修設計法，構造工学論文集 vol.66B, 2020.03
- 2) 日本免震構造協会 (JSSI)：パッシブ制振構造設計・施工マニュアル 第1版, 2003.10, 第2版, 2005.09, 第3版, 2013.11

*1 竹中工務店
*2 東京工業大学

*1 Takenaka Corporation
*2 Tokyo Institute of Technology