T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

# 論文 / 著書情報
# Article / Book Information

| | |
|---|---|
| 論題(和文) | オイルダンパーの設置上限を考慮した制振設計手法の検討 |
| Title(English) | Study of passive control design method with oil dampers considering an upper installation limit |
| 著者(和文) | 満田悠斗, 佐藤大樹, 笠井和彦, 渡井一樹, Shegay Alex |
| Authors(English) | Yuto Mitsuta, Daiki Sato, Kazuhiko Kasai, Kazuki Watai, Alex Shegay |
| 出典(和文) | 日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 339-340 |
| Citation(English) | , , , pp. 339-340 |
| 発行日 / Pub. date | 2023, 9 |
| 権利情報 | 一般社団法人 日本建築学会 |

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（近畿） 2023 年 9 月

# オイルダンパーの設置上限を考慮した制振設計手法の検討

正会員 ○満田悠斗*1 同 佐藤大樹*1
同 笠井和彦*1 同 渡井一樹*2
同 Shegay Alex*1

制振構造　オイルダンパー　大振幅地震動

## 1. はじめに

近年，南海トラフ地震による長期地震動 1)や直下型地震動など，これまでの設計レベルを大きく上回る地震動（大振幅地震動 2)）の発生が予測されている。そのため，超高層建物においてもより高い耐震性が求められる。その対策の 1 つとして，オイルダンパーを用いた制振設計が挙げられるが，対象となる建物によっては，建築計画上，層間変形角を目標値以内に収めるという十分な制振効果が得られるダンパー量を設置できない場合がある。文献 4)で，層剛性非比例分配 3)に，設置できる上限のダンパー量を導入した設計手法が提案されている。この手法により，上限となるダンパー量として各層の制限を設けながらも、建物の構造特性に従うダンパー分配を行うことが可能となる。しかし，検討数が少なく，様々な設計パラメータが及ぼす影響については明らかになっていない。

そこで本報では，様々なパラメータを変化させ，比較することで，そのパラメータが設計値に与える影響について確認する。

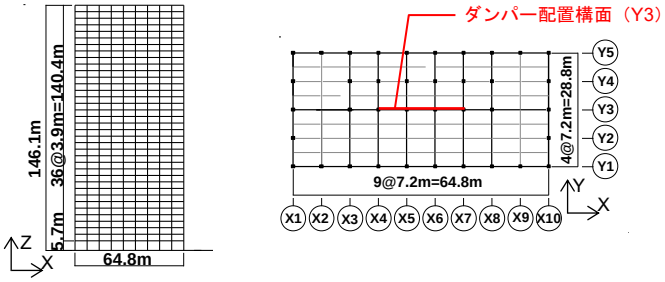
## 2. 建物モデルおよび入力地震動概要

### 2.1 非制振モデル概要

本報で用いる建物モデルは，文献 4)で用いたモデルと同様である。本報では，このダンパーが設置されていない建物モデルを非制振モデルと呼ぶこととする。以下に非制振モデルの概要を記す。図 1 に非制振モデルの軸組図と基準階平面図を示す。建物モデルは，地上 37 階，建物高さ 146.1m で，平面プランは各階同一の片コア形式である。長辺方向をX方向，短辺方向をY方向としており，本報では，X 方向を検討対象とする。図 1 に示すように，Y3 構面の X4~X7 スパンの高さ方向にのみダンパーが設置可能であると仮定する。梁断面は H-850×350×19×32~H-700×250×12×19 ， 柱 断 面 は ， □-700×700×65×65~□-700×700×25×25 である。また，柱梁の鋼種は SM490 である。なお，非制振モデルの X 方向の固有周期はそれぞれ，1 次 4.87 s，2 次 1.69 s，3 次 1.00 s である。

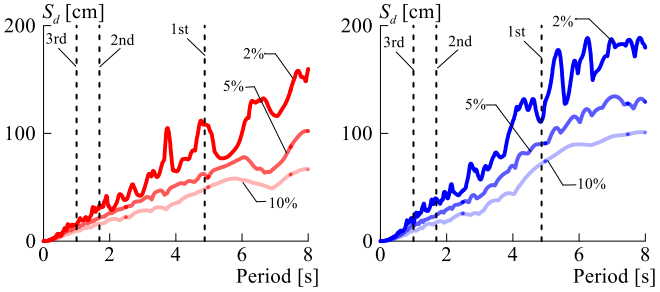
### 2.2 入力地震動概要

本報では，コーナー周期 0.64 s 以降で減衰定数 5 %における擬似速度応答スペクトル ${}_pS_v$ が 80 cm/s で一定となる告示波 ART HACHI（位相特性：HACHINOHE 1968 EW），および大阪地方の基整促波である OS2 の 2 種類の地震動で検討を行う。図 2 に減衰定数が 2，5，10 %の変位応答スペクトル $S_d$ を示す。また，図 2 には非制振モデルの X 方向の 1~3 次の固有周期を併記する。なお，解析は構造計算プログラムの RESP-D を用いて行い，積分時間間隔は 0.001 秒で出力間隔は 0.01 秒で行う。また，本報では主架構を弾性で解析を行う。




(a) 軸組図　(b) 基準階平面図

図 1 非制振モデルの軸組図と基準階平面図




(a) ART HACHI　(b) OS2

図 2 変位応答スペクトル

## 3. 各種パラメータが設計値に及ぼす影響

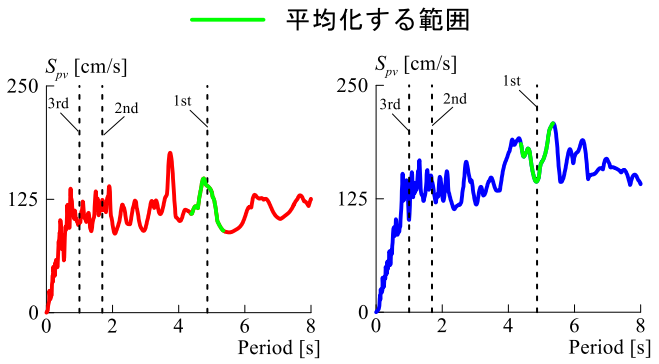
文献 4)の設計手順を用いて制振設計を行う。その際に，様々なパラメータを変化させ，比較することでそのパラメータが及ぼす影響について確認する。

### 3.1 変位応答スペクトル $S_d$ の評価

図 2 から分かるように，2 %における変位応答スペクトルは非制振モデルの 1 次固有周期周辺で大きく変化していることが分かる。オイルダンパーは鋼材ダンパーと比べてダンパーの設置による周期変化は小さいが，周期変化による影響を排除する必要がある。そこで，本報では擬似速度応答スペクトル $S_{pv}$ において非制振モデルの 1 次固有周期の前後 10 %の範囲で平均化し（図 3），その値から $S_d$ を評価することとした。本報の場合，ART HACHI および OS2 はそれぞれ $S_d$ が 94.25，133.52 cm となった。

Study of passive control design method with oil dampers considering an upper installation limit

*MITSUTA Yuto*1, SATO Daiki*1, KASAI Kazuhiko*1*
*WATAI Kazuki*2, SHEGAY Alex*1*




(a) ART HACHI　　(b) OS2

図 3 擬似速度応答スペクトル(減衰定数 2%)

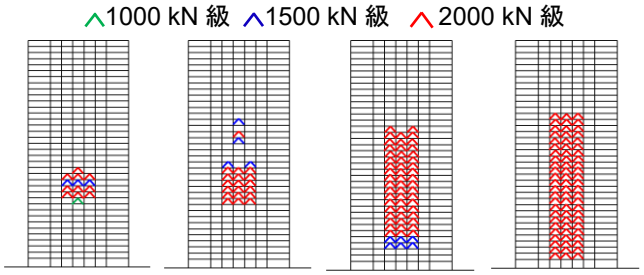
### 3.2 設計時に必要なパラメータ

本章では，設計用地震動の変位応答スペクトル $S_d$ $(T_f,h_0)$ を ART HACHI，OS2 においてそれぞれ 94.25，133.52 cm（3.1 節）とし，リリーフ率 $\mu_d$ = 2.0，取付け部材剛性比 $K_b/K_f$ = 2.0 として制振設計を行う。また，ダンパーの設置上限は，各層に 2000 kN 級のオイルダンパーを 6 基とする。加えて，ダンパーの選定を行う際に，ダンパーのリリーフ荷重$F_{dyi}$は要求値$F'_{dyi}$を用いて以下の範囲内になるように選定した [4]。

$$0.8F'_{dyi} \le F_{dyi} \le 1.2F'_{dyi} \qquad (1)$$

### 3.3 $\alpha$による影響

本節は，減衰効果係数 $D_h$ の算定に用いる定数 $\alpha$ = 25，75 の 2 種類で検討する。また，目標層間変形角 $\theta_{max}$ = 1/125 rad とし，層せん断力分布として，モデル A，B には非制振モデルに ART HACHI を，モデル C，D には OS2 を入力したときの最大層せん断力を用いる。設計用地震動としては，層せん断力分布と同じ地震動を用いる。図 4 に設計された制振モデルを示す。その際に，モデル A，C は $\alpha$ = 75 とし，モデル B，D は$\alpha$ = 25 として設計を行う。また，表 1 に各モデルの等価減衰定数 $h_{eq}$ とダンパー数を示す。等価減衰定数に着目すると，モデル A に比べてモデル B では約 32%増加し，モデル C に比べてモデル D では約 50%増加していることが分かる。それに伴い，ダンパー本数も増加しており，モデル B では合計 18 本増加し，モデル D では合計 26 本増加していることが分かる。次に，各モデルに設計用地震動を入力し，時刻歴応答解析を行う。その解析結果より得られた各層の最大層間変形角 $R_{i,max}$を図 4に示す。定数$\alpha$を 75 としたモデル A，C では，目標層間変形角以内に収まっていない層があるのに対し，定数 $\alpha$ を 25 としたモデル B，D では，概ね全層において目標値以内に収まっていることが分かる。これより，設計用地震動を ART HACHI および OS2 とした場合，定数 $\alpha$ を 25 とした方が目標値以内に収めることができると考えられる。

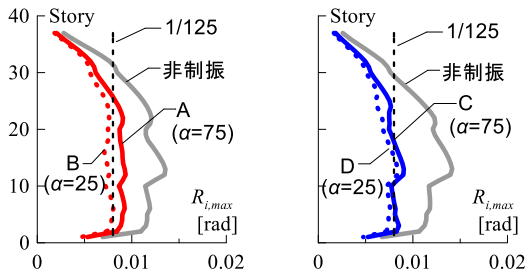



(a)モデル A　(b)モデル B　(c)モデル C　(d)モデル D

図 4 制振モデル

表 1 等価減衰定数とダンパー本数

| 建物モデル | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 設計用地震動 | ART HACHI | | OS2 | |
| $\theta_{max}$ [rad] | 1/125 | | | |
| $\alpha$ | 75 | 25 | 75 | 25 |
| $h_{eq}$ | 0.0351 | 0.0464 | 0.0816 | 0.1222 |
| ダンパー数 [本] | 28 | 46 | 118 | 144 |




(a) ART HACHI　　(b) OS2

図 5 最大層間変形角

## 4. まとめ

本報では，文献 4)で提案された手法を用いて制振設計を行った。その際に，減衰効果係数 $D_h$ の算定に用いる定数 $\alpha$ を変化させ，それが設計値に与える影響について確認した。これより，設計用地震動を ART HACHI および OS2 とした場合，定数 $\alpha$ を 25 とした方が目標値以内に収めることができると考えられる。


参考文献

1)国土交通省：超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について（技術的助言），2016.06

2)日本建築学会：大振幅地震動と建築物の耐震性評価―巨大海溝型地震・内陸地震に備えて，2013.10

3)笠井和彦，伊藤浩資，小椋崇之：オイルダンパーの等価剛性調節による制振構造の応答制御手法，日本建築学会構造系論文集，Vol.73，No.630，pp.1281-1288，2008.08

4)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，増田寛之：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, pp.353-365, 2020.03

5)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 東京工業大学
*2 竹中工務店

*1 Tokyo Institute of Technology
*2 Takenaka corporation