T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	実大架構内に設置したオイルダンパーの性能評価および長周期地震動による温度上昇
Title	
著者(和文)	佐藤大樹, 大内隼人, 長江拓也, 五十幡直文, 北村春幸, 中島正愛
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, Masayoshi NAKASHIMA
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, No. , pp. 529-530
Citation(English)	, Vol. B-2, No. , pp. 529-530
発行日 / Pub. date	2010, 9
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/110008123982

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

Architectural Institute of Japan

21265

日本建築学会大会学術講演梗概集
（北陸） 2010年 9 月

実大架構内に設置したオイルダンパーの性能評価および長周期地震動による温度上昇

正会員 ○佐藤大樹*1 同 大内隼人*1
同 長江拓也*2 同 五十幡直文*3
同 北村春幸*1 同 中島正愛*2

長周期地震動 超高層建物 オイルダンパー
E-ディフェンス 温度上昇 正弦波置換法

1. はじめに

巨大海溝型の地震動による長周期地震動が超高層建物に作用した場合，これまで想定していた何倍ものエネルギーが、建物に入力される可能性が有ると予想されている。このような地震動に対し，超高層建物の耐震性を確保するためには，十分なエネルギー吸収性能を有する制振ダンパーによる制振補強が有効であると思われる。これには，ダンパー単体試験で確認された所定の性能を，架構に取り付けられた際も発揮することが前提となる。本報ではE-ディフェンス振動台で行われたオイルダンパーを設置した実大規模の試験体での実験結果[1)]と，ダンパー単体試験結果を比較することで，上述した点について検討する。

また，オイルダンパーは，振動エネルギーを熱エネルギーに変換するため，封入されているオイル（内封油）の温度は上昇する（特に，長周期地震動のような継続時間が長い場合）。一般に，オイルダンパーは，内封油の温度上昇による性能低下が殆ど見られないが[2)]，温度上昇により膨張した内封油の体積を，ダンパー内部で許容できるかが性能を保持する上で重要となる。しかし，長時間のランダム振動で加振実験を行うことは，加振試験装置の性能上，困難な場合が多い。そこで本報では，オイルダンパーは長周期地震動のようなランダム振動時のダンパーの温度上昇を，正弦波加振試験（正弦波置換法[3)]）によって再現する実験手法の有効性を確認する。

2. オイルダンパーおよび計測概要

図 1 に本実験で用いたオイルダンパー示す。本加振試験で用いるオイルダンパーは，E-ディフェンス振動台実験において，試験体の 3 層に設置され，多くの地震波実験[1)]を経験したものを，実験終了後に取り外して用いている。

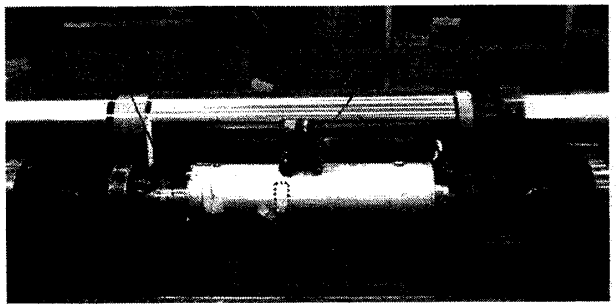

図 1 ダンパー単体試験状況

実験に使用したオイルダンパーのリリーフ荷重および速度はそれぞれ，400 kN, 3.2 cm/secである。

ダンパー変位は変位計で計測した。E-ディフェンス実験では，4 枚の歪ゲージの値からダンパー荷重を求めた。単体試験では歪ゲージおよびロードセルを用いてそれぞれからダンパー荷重を求めた。さらに，熱伝対を用いてダンパーの表面温度を計測した（図 1）。

3. 地震応答波加振試験

E-ディフェンス振動台実験で計測されたダンパー変位u_dの時刻歴を，ダンパー単体加振試験での強制変位波形として用いる（以下，応答波加振試験と呼ぶ）。図 2, 3 の(a), (b)には，振動台実験および応答波加振試験で計測されたダンパー変位波形および荷重の時刻歴をそれぞれ示す。図 4(a), (b)にはダンパー変位—荷重履歴を，図 5 にはダンパー履歴面積より求めた吸収エネルギーW_dの時刻歴を示す。表 1 には，実験結果をまとめて示す。

図 1 および表 1 より，応答波加振試験での変位波形の最大値$u_{d,max}$および標準偏差$u_{d,rms}$には，振動台実験で計測された値に対して 5 %の誤差が生じているが，良い精度で振動台実験で計測されてた変位を再現できていると判断できる。そのような条件下の実験において，ダンパー荷重の最大値$F_{d,max}$および標準偏差$F_{d,rms}$の誤差は 5%以下である。また，表 1 より，加振終了時刻t_0での累積吸収エネルギー$W_d(t_0)$は，振動台実験に比べ 10 %程度の誤差を有するが，これは上述したように応答波加振試験に用いた変位波形の誤差によって生じているものであると思われる。以上より，架構内に設置されているダンパーは，単体試験と同等の性能を示していることを確認した。

図 6 には，振動台実験と応答波加振試験での初期（=周辺）温度θ_0に対する温度上昇$\Delta\theta$の時刻歴を示す。振動台実験および応答波加振試験でのθ_0はそれぞれ，28 ℃, 10 ℃であった。周辺温度θ_0の違いによって熱伝達効果が異なるため，エネルギー吸収（図 5）による発熱が少なくなる 150 秒以降は，両実験での温度に違いが見られるが，内部発熱が著しい 150 秒付近までは，振動台実験と応答波加振試験の温度上昇についても，良い対応を示していることが確認できる。

4. 置換正弦波加振試験

正弦波置換法[3)]とは，ランダム波に内在する様々なパラメータを，共通の振幅と振動数で表される正弦波に置換することで，様々なランダム波を用いることなく，正弦

Performance Evaluation of Oil-damper installed into Real-size Frame and Temperature-rise under Long-period Grand Motion

Daiki SATO, Hayato OUCHI, Takuya NAGAE
Naobumi IKAHATA, Haruyuki KITAMURA, Masayoshi NAKASHIMA

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

波のみでその特性を包括的に把握できる手法である。さらに，本手法は，正弦波に置換することで実験が非常に簡便となるだけでなく，ランダム振動時の特性を，定常状態の理想化された理論や計算法などに接続するのに非常に有用である。

ランダム波を正弦波に置換した場合の振幅A_rおよび振動数f_rはランダム振動時のダンパー変位の標準偏差$u_{d,rms}$，繰り返し数N_0^+（変位波形が 0 軸を正の傾きで超える回数）および実効地震継続時間${}_eT_0$[4]を用いて次式よりそれぞれ求めることができる[3]。

$$A_r = \sqrt{2}\cdot u_{d,rms}\ ,\qquad f_r = N_0^+ / {}_eT_0 \qquad \text{(1a,b)}$$

本試験では、A_r = 8.61 mm, f_r = 0.412 Hz, N_0^+ = 48, ${}_eT_0$ = 116.455 secとなった。図 2(c)に正弦波置換法によって求めたダンパー変位波形を，図 3(c)にはダンパー荷重時刻歴を示す。また，図 5, 6 には、正弦波加振試験でのダンパー履歴面積より求めた吸収エネルギーW_dおよび上昇温度の時刻歴を、それぞれ加えて示す。図 5, 6 より，正弦波置換法による正弦波加振試験は，ランダム加振試験結果と同等のエネルギー吸収や温度上昇を示しており，本手法の有効性が確認できる。

5. まとめ

ダンパー単体試験で確認された性能が，ダンパー架構に設置した際にも同等の性能を発揮していることが確認された。また，ランダム波振動時のダンパー特性を正弦波加振試験で再現する正弦波置換法を適用し，本手法の有用性を確認した。

謝辞

本研究は，文部科学省が推進する「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト／長周期地震動による被害軽減対策の研究開発」の研究成果の一部である。

参考文献

1) 野崎康行，大内隼人，島田侑，佐藤大樹，長江拓也，北村春幸，中島正愛：長周期地震動を受ける制振補強高層建物の E-ディフェンス実験，日本建築学会関東支部研究報告，2049-2051，2010.3
2) 社）日本免震構造協会：パッシブ制振構造設計・施工マニュアル，第 2 版，2005.9
3) 佐藤大樹，笠井和彦：長時間ランダム振動時の粘弾性ダンパーの特性および正弦波による評価手法，構造工学論文集，Vol.53B，pp.67-74，2007.3
4) Trifunac, M.D. and Brady, A.G.:A Study on Duration of Strong Earthquake Ground Motion., Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.65, No.3, pp.581-626, June 1975

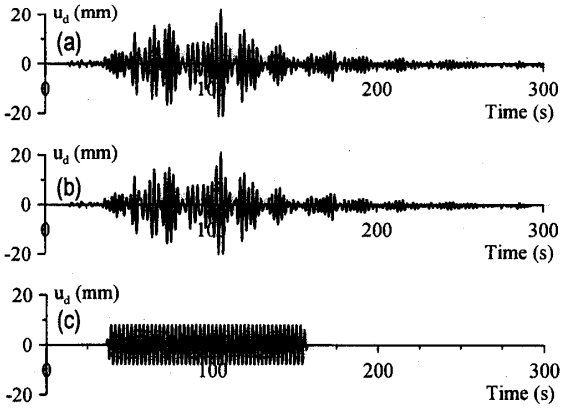

図 2 変位時刻歴: (a)振動台, (b)応答波, (c)正弦波

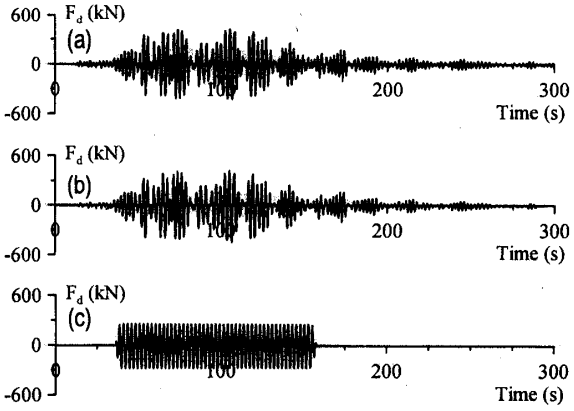

図 3 荷重時刻歴: (a)振動台, (b)応答波, (c)正弦波

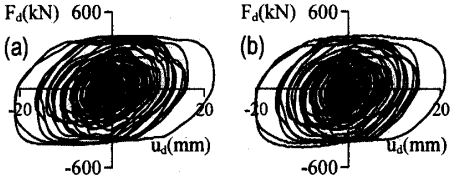

図 4 ダンパー履歴: (a)振動台, (b)応答波

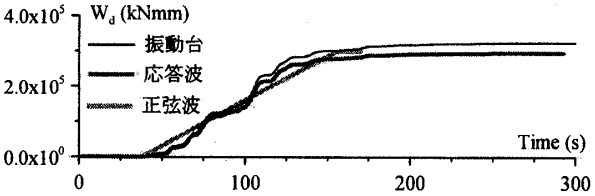

図 5 ダンパーの吸収エネルギー時刻歴の比較

表 1 振動台実験と応答波加振試験結果の比較

	$u_{d,max}$ (mm)	$u_{d,rms}$ (mm)	$F_{d,max}$ (kN)	$F_{d,rms}$ (kN)	$W_d(t_0)$ (kNmm)
応答波	21.02	3.77	419	102	294502
振動台	22.16	3.94	417	104	325825
応答波/振動台	1.05	1.05	0.99	1.02	1.11

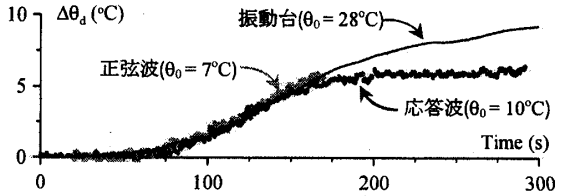

図 6 初期(=周辺)温度θ_0に対する上昇温度時刻歴の比較

*1 東京理科大学
*2 (独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター
*3 三和テッキ株式会社

*1 Tokyo Univ. of Science
*2 EERC, NIED
*3 Sanwa Tekki Corporation

NII-Electronic Library Service