

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	長周期地震動を受ける超高層建物に関するE-ディフェンス制振補強実験(その3)オイルダンパーによる制振効果の検討
Title	
著者(和文)	大内隼人, 大下優作, 島田侑, 佐藤大樹, 長江拓也, 北村春幸, 福山國夫, 梶原浩一, 井上貴仁, 中島正愛
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, Koichi Kajiwara, 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. 65-66
Citation(English)	, Vol. B-2, No. , pp. 65-66
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/110008123750

長周期地震動を受ける超高層建物に関するE-ディフェンス制振補強実験

その3: オイルダンパーによる制振効果の検討

正会員○大内隼人^{*1} 同 大下優作^{*1} 同 島田侑^{*2} 同 佐藤大樹^{*1} 同 長江拓也^{*3} 同 北村春幸^{*1}
同 福山國夫^{*3} 同 梶原浩一^{*3} 同 井上貴仁^{*3} 同 中島正愛^{*3}

キーワード 超高層建物 長周期地震動 耐震改修
震動台実験 エネルギー オイルダンパー

1. はじめに

オイルダンパーを用いて部分的(下層 1/5)に制振補強を行った制振補強高層建物試験体(V-1/5)での実験結果について述べる。本報で用いる床応答は、A-3 通り側の計測値を用いることとし、検討方向はY方向(本報その1, 図1参照)とする。

2. オイルダンパーの概要

図1に基準階オイルダンパー取付図を示す。オイルダンパーの諸元を以下に示す。

- 1 次粘性係数 C_1 125 kN・sec/cm
- 2 次粘性係数 C_2 8.5 kN・sec/cm
- リリーフ荷重 dF_y 400 kN
- リリーフ速度 $d\dot{u}_y$ 3.2 cm/sec

3. 応答値比較

F-07 と、V-1/5 の計測記録から、絶対加速度、相対速度、層間変形角の最大応答値比較を行う。また、部分的に制振ダンパーを配置した際の効果と影響について考察する。最大応答値比較には、EL2, SANを用いる。図2に、最大応答値の比較を示す。なお、最大応答値を示す際には、縮約層の床応答は21層建物に置換したときの等価な層にプロットしている^{1),2)}。

EL2入力時においては、絶対加速度では顕著な応答低減は見られなかった。相対速度では、部分的にダンパーを設置することで、ダンパー非設置の縮約層においても、応答が低減される傾向が見られた。層間変形角については、ダンパーを付与した実架構部分において応答が大きく低減されており、また H-1/5 ではダンパー非設置との変わり目の層である縮約層1層目において層間変形角の急激な増大が見られたが(本報その2参照)、V-1/5 ではその傾向は見られなかった。SAN入力時においては、全てにおいて縮約層2層目の応答が大きくなっているが、これは実験中に、縮約層2層目の塑性化装置が破損した影響であると考えられる。しかし、ダンパーを付与した実架構部分において、特に層間変形角が大きく低減されており、F-07 で2層、3層において層間変形角が1/75を超えているが、ダンパーを設置することにより、層間変形角は1/100以下に抑えられている。

4. 吸収エネルギー比較

4.1 層ごとの吸収エネルギー

図3に、EL2およびSAN入力時の、3層の層せん断力と層間変形の履歴曲線を示す。各層吸収エネルギー量は、層せん断力と層間変位の履歴面積より算出する。求めた各層の吸収エネルギー $W_i(t)$ の時刻歴とともに、入力エネルギー $E(t)$ の時刻歴を図4

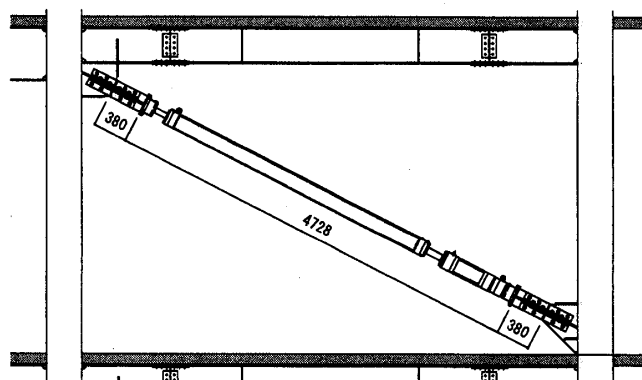
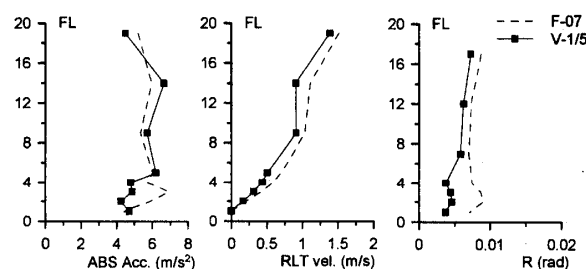
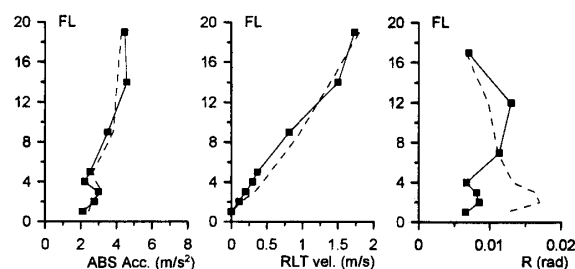


図1 基準階オイルダンパー取付図(単位:mm)



(a) EL2



(b) SAN

図2 最大応答値高さ方向分布

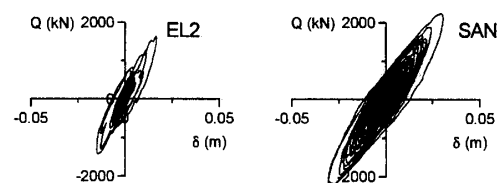


図3 層間変位-層せん断力関係(3層)

E-Defense Damper Retrofit Tests on High-Rise Buildings Subjected to Long-Period Ground Motions

Part.3 Study on Vibration Control Effect with Oil Dampers

Hayato Ouchi, Yusaku Oshita, Yu Shimada, Daiki Sato, Takuya Nagae, Haruyuki Kitamura
Kunio Fukuyama, Kouichi Kajiwara, Takahito Inoue, Masayoshi Nakashima

に示す³⁾。図4より、入力エネルギー $E(t)$ と吸収エネルギー $W(t)$ が良い対応を示しており、精度良く変位、加速度が計測されていたことが分かる。

全体の吸収エネルギー量と実架構部分の吸収エネルギー量の比較を図5に示す。図中、 $W_{1,7}$ は1層から7層までの吸収エネルギーの和、 $W_{1,4}$ は実架構部1層から4層までの吸収エネルギーの和である。実架構部分の吸収エネルギーの全体に占める割合は、F-07では約30%に対し、V-1/5では約60%となっており、V-1/5では、設置したダンパーがエネルギーを吸収することで、実架構部分での吸収エネルギー量が大きくなっていることが分かる。なお、梁端においてはほぼ無損傷であることを確認している。

4.2 ダンパーの吸収エネルギー

EL2, SAN入力時の3階B通りのダンパーのダンパー荷重 δF とダンパー変位 δu の履歴曲線を図6に、ダンパーの履歴面積から求める。吸収エネルギー δW の時刻歴を図7に示す。図7よりEL2に比べ、長周期地震動のSANでは地震動の継続時間も長く、ダンパーは約10倍ものエネルギーを吸収していることが分かる。図8に、求めたY方向での全ダンパー8基の吸収エネルギー δW と、実架構部分での吸収エネルギー $W_{1,4}$ との比較をEL2, HOG及びSANで示す。図8より、V-1/5では実架構部分で負担するエネルギーの約90%がダンパーで吸収されており、ダンパーが効率よくエネルギーを吸収していることが分かる。

5. オイルダンパーの安全性評価

前章までに述べたように、長周期地震動では長時間にわたりダンパーは大振幅の揺れにさらされる。オイルダンパーは地震動の振動エネルギーを内封油の熱に変換するため温度上昇するが、オイルダンパーの性能は温度によってほとんど変化しないことが知られている。しかし、エネルギー吸収により、内部温度が上昇するため、温度上昇に伴う内封油の体積膨張をダンパーが許容できる必要がある。図9にEL2, SAN入力時の3階B通りのダンパーの表面温度の時刻歴を示す。設計用地震動であるEL2入力の結果、ほとんど温度上昇は見られなかった。SAN入力時には、ダンパーに長時間の振動が入力されたことにより、温度上昇が見られたが、約10℃の上昇であった。

6. まとめ

オイルダンパーを用いて制振補強を行い、震動台実験によって制振効果の検討をおこなった。実験より、以下の知見を得た。

- ・オイルダンパーは鋼製ダンパーと比べ、非設置階との変わり目の層での、最大層間変形角の急激な増大は見られなかった。
- ・試験体全体でのエネルギー吸収量の割合から、鋼製ダンパーに比べ、オイルダンパーでは部分的に設置した下層階で大きくエネルギーを吸収することを確認した。
- ・オイルダンパーは、長周期地震動の大振幅の繰り返しの振動により内封油の温度上昇が懸念されたが、SAN入力時においても、ダンパー表面温度で約10℃の上昇であった。

謝辞、参考文献は本報その1にまとめて記す。

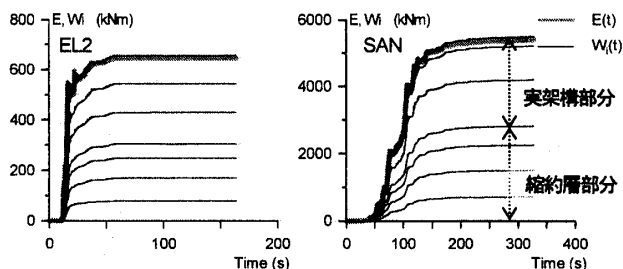


図4 入力エネルギー量と各層吸収エネルギー量時刻歴

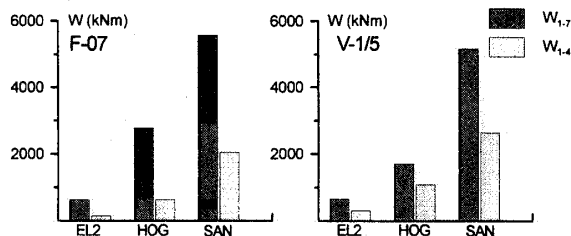


図5 全体に占める実架構部分吸収エネルギーの割合

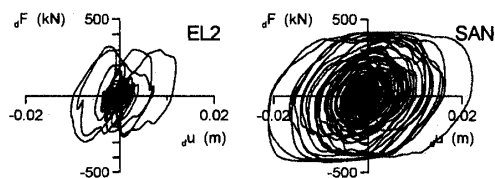


図6 オイルダンパー変位-減衰力関係(3階B通り)

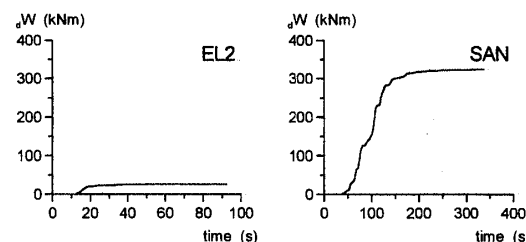


図7 オイルダンパー吸収エネルギー量時刻歴(3階B通り)

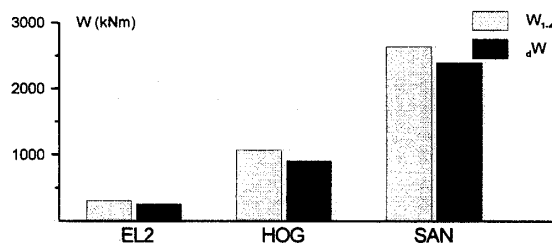


図8 実架構部およびダンパー吸収エネルギー量の比較

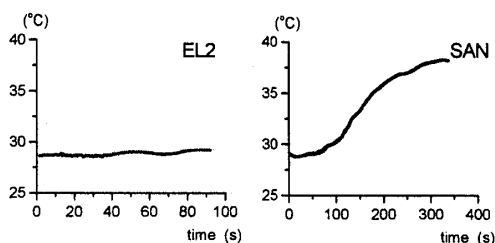


図9 オイルダンパー表面温度時刻歴

*1 東京理科大学
*2 鹿島建設 (元 東京理科大学)
*3 防災科学技術研究所