

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	E-ディフェンス高層建物試験体の長期モニタリング（その3）常時微動に基づく高層補強試験体の振動特性評価
Title	
著者(和文)	尾野勝, 金澤健司, 佐藤大樹, 北村春幸, 長江拓也
Authors	Kenji KANAZAWA, daiki sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 167-168
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 167-168
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/110008123801

E-ディフェンス高層建物試験体の長期モニタリング その3 常時微動に基づく高層補強試験体の振動特性評価

正会員 ○尾野勝* 同 金澤健司**
同 佐藤大樹* 同 北村春幸*
同 長江拓也***

固有振動数 常時微動 高層建物
耐震補強 震動台実験 構造ヘルスマニタリング

1. はじめに

筆者らは、実大鉄骨建物の震動破壊実験の機会を利用して、建築物の建設初期段階から加振経験を経て、解体に至るまでの建築物の長期にわたる振動特性を連続的に実施し、その振動特性の遷移過程を評価してきた^{1),2)}。

本研究では、既存高層建物に耐震補強を施した場合を想定した震動台実験において、その試験建物の振動特性を長期微振動モニタリングによって評価した。

2. 実験概要

対象建物は、2009年9月にE-ディフェンスで実施された長周期地震動を受ける耐震補強高層建物の震動台実験の試験建物である。試験建物の平面図および立面図を図1に示す。本実験では、制振補強と接合部補強を施すことで、耐震性能を向上させた試験建物が用意された。制振補強には、鋼材ダンパーとオイルダンパーが使われ、ダンパーの種類・配置により4つの試験建物ケースにおける制振効果の検証を行った。本論文では、①実架構部と縮約層の5層と6層に鋼材ダンパーを組み込んだ試験体をUBB-1、②実架構部のみに鋼材ダンパーを組み込んだ試験体をUBB-2、③鋼材ダンパーの代わりにオイルダンパーを組み込んだ試験体をOIL、④ダンパーを組み込まない試験体をFRAMEと呼ぶこととする。

この試験建物に対して常時微動の長期連続モニタリングの観測を行い、その観測記録から5分毎の固有値(固有振動数と減衰定数)を同定した。

3. 振動特性評価の結果と考察

2009年7月14日から10月6日における常時微動の観測記録から試験建物の振動特性を同定し、長期間にわたる評価を行った³⁾。本報では特に、試験建物に損傷が発生した加振実験期間に着目して考察を行う。

3.1. 加振実験期間における振動特性評価

加振実験期間には、表1に示す順序で加振実験が行われた。このうち、Elcentro-Lv.1, Lv.2, 気象庁波, 東扇島波, 首都直下波, 三の丸波は各試験建物ケースにおける基本的な耐震性能を確認するための加振である。ホワイトノイズ加振およびスイープ波加振(Y方向のみ)は試験建

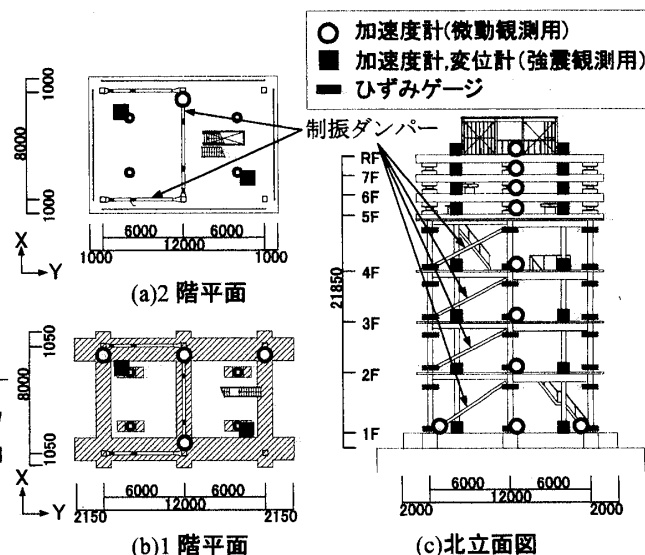


図1 試験建物の平面図と断面図および計測点

表1 加振日程

9月14日		9月17日		9月24日		10月1日	
No.	name	No.	name	No.	name	No.	name
1	東京都庁波	16	W-1	28	W-1	40	W-1
2	W-1	17	W-2	29	W-2	41	W-2
3	W-2	18	W-3	30	W-3	42	W-3
4	W-3	19	Elcentro-Lv1	31	Elcentro-Lv1	43	Elcentro-Lv1
5	Elcentro-Lv1	20	Elcentro-Lv2	32	Elcentro-Lv2	44	Elcentro-Lv2
6	Elcentro-Lv2	21	Sweep-Y	33	Sweep-Y	45	Sweep-Y
7	Sweep-Y	22	気象庁波	34	気象庁波	46	W-2
8	気象庁波	23	東扇島波	35	東扇島波	47	気象庁波
9	東扇島波					48	東扇島波
9月15日		9月18日		9月25日		10月2日	
10	東京都庁波	24	東京都庁波	36	東京都庁波	50	SAN_10
11	W-2	25	W-2	37	W-2	51	W-2
12	SAN_10	26	SAN_10	38	SAN_10	10月2日	
13	SAN_08	27	W-2	39	W-2	52	東京都庁波
14	SAN_06	鋼材ダンパー 1-4層, 縮約5,6層		オイルダンパー 1-4層		53	W-2
15	W-2					54	SAN_10
						55	W-2
						56	SAN_10
						57	W-2
						58	SAN_10
						59	W-2
						60	SAN_10
						61	W-2
						62	SAN_10
						63	W-2

(W-1: ホワイトノイズ20%)
(W-2: ホワイトノイズ40%)
(W-3: ホワイトノイズ60%)
(SAN_06: 三の丸波 60%)
(SAN_08: 三の丸波 80%)
(SAN_10: 三の丸波 100%)

限界性能試験

ダンパー無し

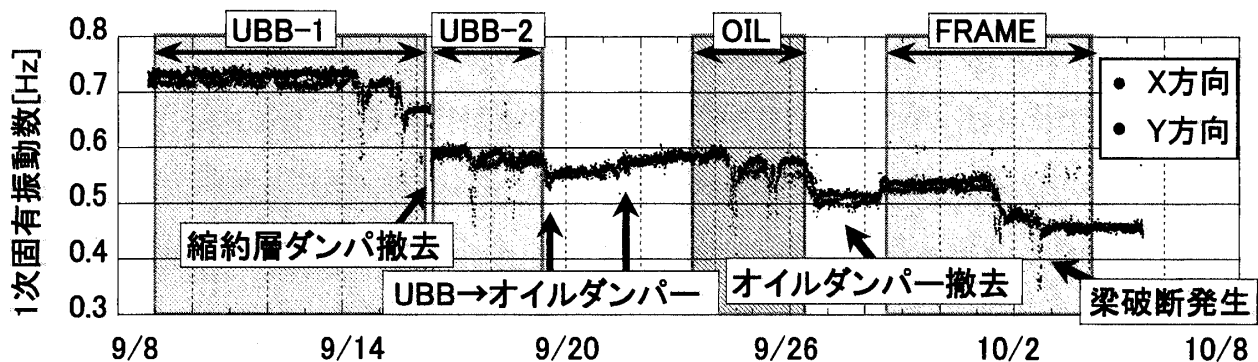


図2 加振期間における試験建物の固有振動数の変動

物の弾性性状を確認することを目的とした加振である。また、「FRAME」に関しては、10月2日に梁が破断するまで複数回の加振を続けた結果、3回目の三の丸波 100%加振で Y 方向の梁端部が破断した。その後、梁破断が確認されなかった X 方向のみに三の丸波 100%加振を 2 回繰り返して行った結果、X 方向の梁端部にも破断が発生した。

図 2 に加振期間中における 1 次固有振動数の変動を示す。図 2 から 9 月 14、15 日の UBB-1 の加振では、固有振動数が大きく減少していることがわかる。特に、14 日と 15 日では 15 日の方が大きく減少している。詳細には、加振未経験の状態の約 0.72Hz から加振後は約 0.67Hz になり、固有振動数は約 10%減少した。これらのことから、加振未経験の状態からより大きな加振を経験することで試験建物の性状が変化すると考えられる。

一方、その後の UBB-2 と OIL の加振実験前後には固有振動数の減少は見られなかった。これは、これらの状態において先に実施された UBB-1 での応答を超える応答が発生しなかったため鉄骨フレームには変化が起らなかったことが原因と考えられる。

そして、FRAME の状態では、10 月 1 日の加振によって再び大きく固有振動数が減少した。これは、制振装置が取り外され鉄骨のフレーム状態になったことで、ダンパー設置時に経験した応答よりも大きな応答を受けたことにより試験建物の剛性が変化したためと考えられる。

加振最終日には、三の丸波 100%加振により梁端部に破断が発生した。破断前後を比較すると、X 方向、Y 方向ともに固有振動数が大きく減少している。これは、試験建物に損傷が発生することで固有振動数が減少することを示している。

3.2 試験建物ケースにおける比較

次に各試験建物ケースの違いによる固有振動数を比較する。UBB-1 と UBB-2 では、縮約層のダンパーを取り外したことで固有振動数の減少が確認できる。詳細には、ダンパー撤去前の 0.67Hz からダンパーを取り外した

ことで 0.59Hz に減少した。一方で、UBB-2 と OIL 時の固有振動数にはほとんど差は見られなかった。このことから、微振動レベルの振動時には、鋼材ダンパーとオイルダンパーが建物剛性に与える影響がほぼ同じであることがわかる。そして、オイルダンパーを取り外し OIL から FRAME へ試験体が切り替わった後に、固有振動数が減少する傾向も確認できる。

4. まとめ

本論文では、耐震補強を行った高層建物の震動台実験の試験建物において取得した長期間の微振動データを用いて、加振期間における試験建物の固有振動数の変化を分析した。その結果、制振部材の設置条件や加振経験による試験建物の状態変化に伴う固有振動数の変動を把握することができた。

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」の下で防災科学技術研究所からの委託研究として東京理科大学が実施した「長周期地震動による被害軽減対策の研究開発（その 2）」の研究成果の一部である。

参考文献

- (1) 桐田史生、金澤健司、北村春幸、松岡祐一：実大 4 層建物における固有振動数の長期モニタリング (E-ディフェンス鋼構造建物実験研究 その 30)、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp.851-852、2008.9.
- (2) 尾野勝、金澤健司ほか：実大震動台実験における高層建物試験体の振動特性評価、構造工学論文集、Vol.56B、p.247-254、2010.3
- (3) 尾野勝、金澤健司ほか：E-ディフェンス高層建物試験体の長期モニタリング、2009 年度日本建築学会関東支部研究報告、(CD-ROM)、2030、2009.3

*東京理科大学理工学部建築学科

** (財)電力中央研究所

*** (独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター

* Tokyo Univ. of Science

** Central Research Institute of Electric Power Industry

*** Hyogo EERC, NIED