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)	E-ディフェンス高層建物試験体の長期振動モニタリング（その6）鉄骨建物試験体の地震損傷検知に関する検討
Title	
著者(和文)	尾野勝, 金澤健司, 飯野夏輝, 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. 877-878
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 877-878
発行日 / Pub. date	2011, 8
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/110009519052

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

Architectural Institute of Japan

21439

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関東） 2011年 8 月

E-ディフェンス高層建物試験体の長期振動モニタリング
その6　鉄骨建物試験体の地震損傷検知に関する検討

正会員　○尾野勝*1　同　金澤健司*2
同　飯野夏輝*3　同　佐藤大樹*3
同　北村春幸*3　同　長江拓也*4

剛性　鉄骨造　常時微動
固有振動数　震動台実験　構造ヘルスモニタリング

1. はじめに

前報その 5 [1)]では，実大震動台実験の加振実験記録に基づき，加振経験に伴う試験体層剛性の変化を分析した。また，変形角や累積塑性変形倍率といった設計指標と層剛性の比較を行い，剛性モニタリングの有効性を示した。

本報その6では，常時微動計測と加振実験観測の同定結果を比較し，常時微動計測の有効性を検討する。また，複数層の一括評価による損傷検知の可能性に関する検討結果や，梁破断損傷による層剛性低下の高さ方向分布の評価結果について報告する。

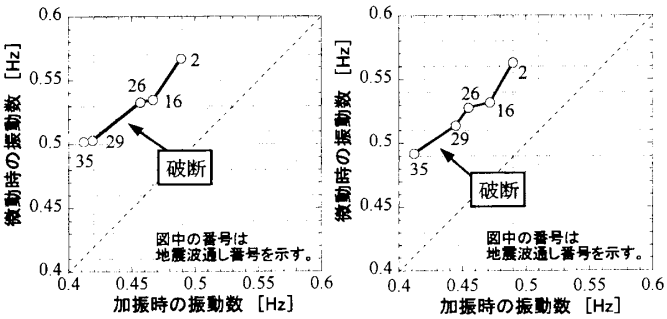
2. 常時微動計測の有効性の検討

常時微動計測記録と加振実験観測記録より試験体の固有振動数を同定した。常時微動計測記録に基づく固有振動数は，ホワイトノイズ波加振前の静穏時における試験体屋上の微動記録に ARMA-Burg 法 [2)]を適用して求めた。また，加振実験観測記録に基づく固有振動数は，加振実験中の柱のひずみ記録より算出した層剛性と設計重量に基づき固有値解析により算出した。常時微動計測記録から同定した 1 次モードにおける固有振動数と，加振実験観測記録から算出した 1 次の固有振動数との関係を図 1 に示す。

図 1 より，X と Y 方向でともに，微動時の振動数が小地震時よりも大きいものの，全体の推移の傾向はほぼ線形であることが確認できる。詳細には，加振初期における固有振動数の低下や梁破断により固有振動数が低下する現象が捉えられている。このことは，地震経験に伴う固有振動数の低下傾向が，微動時と小地震時で同じであることを示唆している。

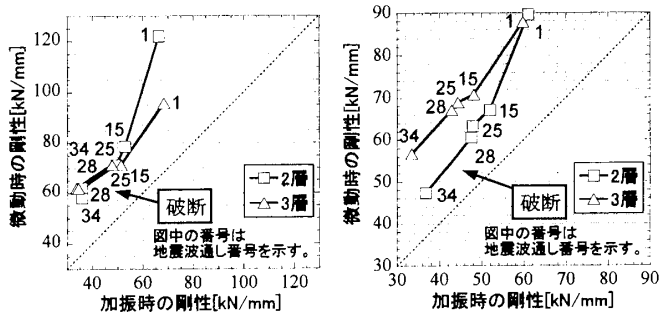
次に，2 層と 3 層における常時微動計測記録と加振実験観測記録から算出した層剛性について，同様の関係を図 2 に示す。図 2 より，X と Y 方向でともに，微動時の層剛性が小地震時の層剛性よりも大きく評価されているものの，微動時と小地震時の層剛性の変化する傾向は全期間を通して良く対応している。特に，振動数と同様に，微動時と小地震時で加振初期と梁破断時に層剛性が大きく低下する現象を確認することができる。

これらの結果は，構造ヘルスモニタリングを実施するにあたり，比較的簡便に振動特性を同定できると考えられる常時微動計測によっても，地震経験に伴う固有振動数や層剛性の低下傾向が小地震記録を用いた場合と同様に評価できることを示している。ただし，微動時と小地震時から評価固有振動数や層剛性の数値そのものには違いがあり，振幅レベルの異なる記録を用いて算出していることによる振幅依存性の影響が現れているものと考えられる。



(a) X 方向　(b) Y 方向

図 1 常時微動計測と加振実験観測に基づく 1 次固有振動数の関係



(a) X 方向　(b) Y 方向

図 2 常時微動計測と加振実験観測に基づく層剛性の関係

3. 縮約モデルにおける複数層一括評価の検討

縮約モデルを用いて複数層の剛性を一括で評価することで，より少ない観測点による評価の可能性を検討する。図 3 に示すように，試験体の 1 層から 4 層を1質点に縮約し（縮約 1-4 層），全体で 4 質点の縮約モデルを作成した。縮約モデルの剛性は，縮約最下層の層せん断力 $Q_{1\text{-}4}$ と実架構部の各層での層間変位の和 $\delta_{1\text{-}4}$ の荷重-変位関係から求まる

Long-term vibration monitoring on a high-rise building specimen of the E-defense project
Part.6 Evaluation on seismic damage detection of a steel moment frame specimen

ONO,Masaru, KANAZAWA Kenji et al.

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

等価剛性とした。このようして求めた縮約 1-4 層の層剛性は実架構部における各層の層剛性(本報その 5 の図 3 のデータを使用)よりも小さく評価されるため，両者の剛性低下率を比較することで，縮約モデルの妥当性を検証した。剛性低下率は，加振未経験の状態を基準として，対象となるホワイトノイズ加振時点の剛性がどの程度低下したのかを示している。図 4 に実架構部における各層の剛性低下率と縮約 1-4 層の剛性低下率を示す。

図 4 によると，X と Y 方向でともに，実架構部の各層および縮約 1-4 層の剛性低下率が変化する傾向は全期間を通して良く対応していることがわかる。特に，加振初期や梁の破断による剛性低下率は両者とも等しく変化している。一般に，縮約モデルにより評価した縮約 1-4 層の剛性は，縮約層全域の平均的な剛性を表すものと考えられる。このことは，実架構部を縮約したモデルの評価によっても，実建物における損傷を検知できる可能性を示している。

4. 層剛性低下率の高さ方向分布

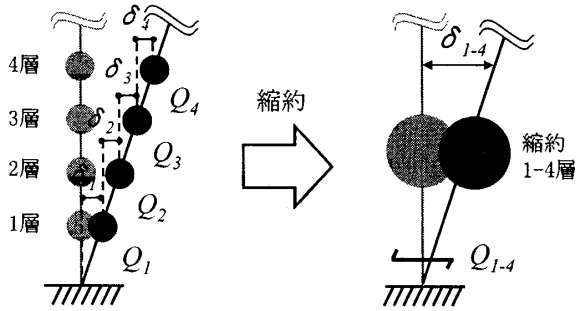
各層の剛性低下率と各階における梁破断の発生箇所数との関係について考察する。算出した層剛性の低下率とその 5 の図 2 に基づき算出した各階における梁の部材破断率(=破断した梁の数／層の全梁数)の結果を図 5 に示す。

図 5 より，X 方向の部材破断率に着目すると，各階でほぼ均等に破断が発生していることが確認できる。これに対応する各層の剛性低下率は，20～30%の範囲で等しく分布している。一方で，Y 方向では各階の部材破断率に偏りが見られる。詳細には，3 階における部材破断率が最も大きく，それに伴い 2 層と 3 層の剛性低下率が他層に比べて大きくなっていることが確認できる。

以上のように，梁破断のような甚大な損傷が多く存在する層ほど剛性が大きく低下することが確認できる。このことは，層剛性をモニタリングすることにより試験体の層単位での損傷程度を把握することができる可能性を示している。

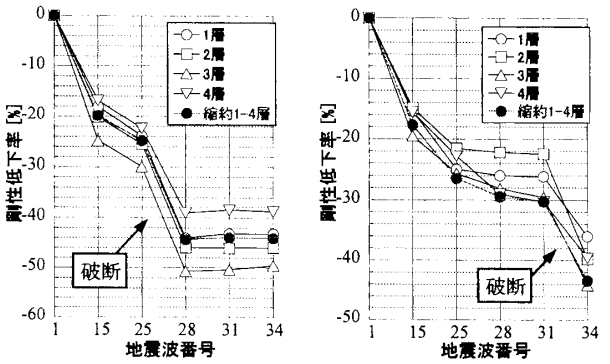
5. まとめ

本報では，実大震動台実験における常時微動計測記録と加振実験観測記録に基づき鋼構造建物の振動特性評価を行った。その結果，構造ヘルスモニタリングにおける常時微動計測による建物損傷検知の有効性を確認した。また，センサ点数を削減した複数層の一括評価による損傷検知の可能性を示した。さらに，各層での損傷程度と層剛性との関係を示し，部材破断率と剛性低下率の高さ方向の分布が良く対応することを確認した。



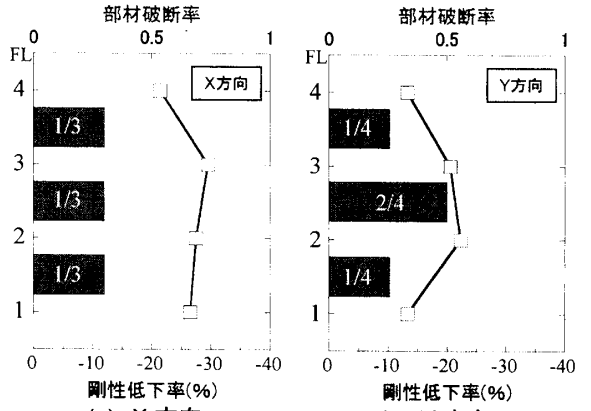
(a) 7 質点モデル　(b) 縮約モデル

図 3 縮約モデルの剛性算出概要



(a) X 方向　(b) Y 方向

図 4 縮約モデルと 7 質点モデルにおける剛性低下率の推移



(a) X 方向　(b) Y 方向

図 5 実架構部の剛性低下率と部材破断率の分布

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) 飯野夏輝，金澤健司，尾野勝，佐藤大樹，北村春幸，長江拓也:E-ディフェンス高層建物試験体の長期振動モニタリングその 5，日本建築学会大会学術講演梗概集（掲載予定）
2) 尾野勝,金澤健司,飯野夏輝,佐藤大樹,北村春幸,長江拓也:実大震動台実験における高層鉄骨造建物の地震損傷検知,日本建築学会構造系論文集, Vol.76, pp775-783 第 662 号,2011.4.

*1 元東京理科大学　修士
*2 (財)電力中央研究所
*3 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻
*4 (独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター

*1 Tokyo Univ. of Science, Mr.Eng
*2 Central Research Institute of Electric Power Industry
*3 Tokyo Univ. of Science
*4 Hyogo EERC, NIED

NII-Electronic Library Service