

実大 10 階建て鉄筋コンクリート造建物を用いたE-ディフェンス実験 (2018 年度)

その 4. モード応答性状と等価 1 自由度評価

○正会員 姜 在道^{*1}, 同 TEP Mesa^{*2}, 同 梶原 浩一^{*3}, 同 福山 國夫^{*4}, 同 佐藤 栄児^{*5}, 同 井上 貴仁^{*6},
同 壁谷澤 寿海^{*7}, 同 塩原 等^{*8}, 同 長江 拓也^{*9}, 同 壁谷澤 寿一^{*10}, 同 土佐内 優介^{*11}

1 次モード, 2 次モード, 等価減衰

1. はじめに

題目の実験について, モード応答性状を分析したので報告する。試験体を図 1 に示す。試験体の詳細については文献 1 を参照されたい。本実験は基礎滑り条件の実験前半と基礎固定条件の実験後半に分けられる。

2. 固有振動モードの特定

ここでは基礎固定条件の実験を対象とする。JMA 神戸波を入力した実験データより抽出した 1 次と 2 次の固有振動モード形状を図 2 に示す。青のプロットは (1) 層せん断力-層間変形角関係に基づき, 各層の最大応答変位時の割線剛性を求めて, 多質点せん断ばね系の剛性行列を作成して固有値解析して求めた。赤のプロットは (2) 変形分布が最も近い平均的な一定振動モードの 2 乗累積和を最小とする一定モードの抽出手法によって求めた。緑のプロットは 1 次モードに対して (3) 最大変位分布によって求めた。図 2(a), 図 2(c)では, 1 次モード形状に対して, (1)の評価と(2)の評価はほぼ一致している。2 次モード形状に図 2(b), 図 2(d)では, (1)の評価と(2)の評価が異なり, (2)の評価の方が, Frame 方向, Wall 方向のいずれにおいても値が大きくなっている。Frame 方向の 1 次モード, 図 2(b)には最大変位分布の(3)の評価を追加しているが, (1)および(2)の評価とほぼ同等となった。

3. 代表加速度と代表変位における 1 自由度縮約応答

(2)の評価を採用する。1 自由度縮約の概要については, 文献 3 を参照されたい。1 次モードと 2 次モードの全体質量に対する有効質量の割合を図 3 に示す。25%加振, 50%加振, 100%加振のいずれの場合も 1 次モードが約 80%, 2 次モードが約 10%となった。50%加振における代表加速度 S_a の時刻歴波形を図 4 に示す。1 次モード応答, 2 次モード応答の周期は Wall 方向で約 0.8 秒と約 0.2 秒, Frame 方向で約 1.2 秒と約 0.3 秒となった。 S_a の振幅の傾向は Wall 方向と Frame 方向で異なる。代表加速度-代表変位履歴と基礎入力に基づく S_a - S_d スペクトルを重ねて図 5 に示す。Wall 方向と Frame 方向のいずれの方向も履歴のピークが S_a - S_d スペクトルと対応しており, 図 4 の振幅の異なる傾向は, 各方向に入力されたスペクトル特性と整合する。

4. 等価減衰の評価

1 次モードを対象とする。基礎滑り実験も含め, すべての加振における代表履歴を図 6 に重ねて示す。横軸は等価高さで除している($R = \rho S_d / H$)。設計時のプッシュオーバー解析結果¹⁾の 1 自由度縮約を赤の破線で示す。実験結果の骨格曲線(赤の実線)上で保有水平耐力時相当 R_u に対する $S_{a,u}$ の 2/3 の点と原点を結ぶ直線と $S_{a,u}$ 水準との交点として降伏時相当 R_y を評価した。基礎固定条件の各加振の

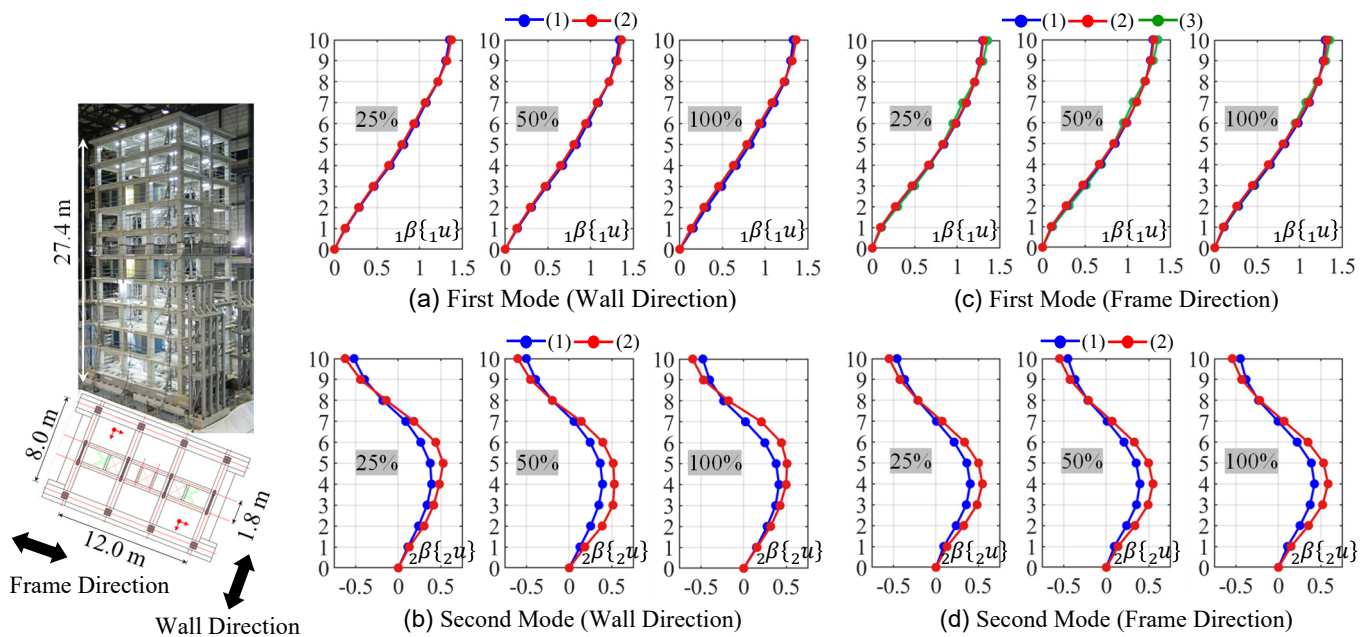


図 1 試験体概要

図 2 モード形状評価 (JMA 神戸波 25%加振, 50%加振, 100%加振)

E-Defense tests using a full-scale 10-story reinforced concrete building (FY2018): Part 4. Modal response and SDOF assessment

Jae-Do KANG, Mesa TEP, Koichi KAJIWARA, Kunio FUKUYAMA, Eiji SATO, Takahito INOUE, Toshimi KABEYASAWA

Hitoshi SHIOHARA, Takuya NAGAE, Toshikazu KABEYASAWA, Yusuke TOSAUCHI

最大応答変位時 R をこの値で除して塑性率 μ を求めた。これを図 7 の横軸にとり、縦軸に等価減衰定数 h_s (図中で定義) をプロットした。2015 年度に実施された 10 階建て鉄筋コンクリート造建物実験⁴⁾の結果も合わせてプロットした。Wall 方向(白抜き)の h_s は Frame 方向(塗りつぶし)よりも大きい傾向にある。2015 年実験(緑)と 2018 年実験(赤)ではいずれの方向も顕著な差は見られない。

参考文献

- 1) 梶原浩一他：実大 10 階建て鉄筋コンクリート造建物を用いた E-ディフェンシブ実験(2018 年度) その 1～3, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.605-610, 2019 年 9 月
- 2) 滝沢春男：梁崩壊型靱性架構の動的機構形成における定モード成分の抽出, 構造工学論文集, vol. 36, pp.245-258, 1990
- 3) 松森泰造他：純フレーム構造骨組および連層耐震壁フレーム構造骨組を有する 4 層コンクリート系建物の 1 次モード応答評価：E-ディフェンシブ実験 その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.581-582, 2013 年 8 月
- 4) 梶原浩一他：E-ディフェンシブを用いた 10 階建て鉄筋コンクリート造建物(2015) の三次元震動台実験 その 1～5, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.863-872, 2016 年 8 月

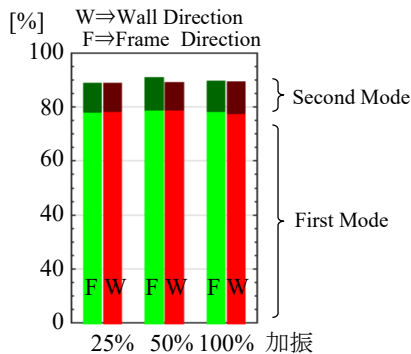


図 3 有効質量割合(25%-100%加振)

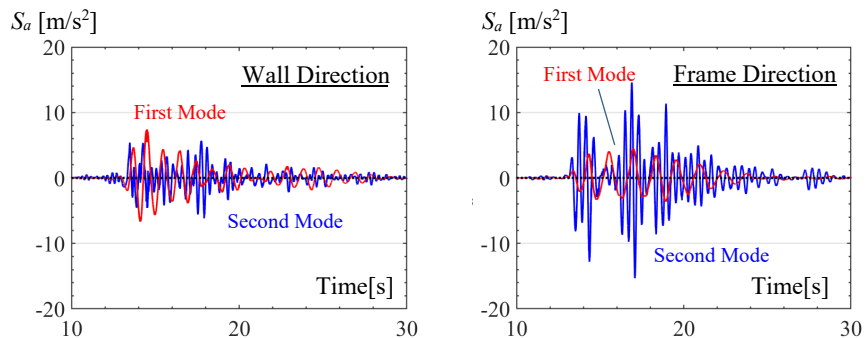


図 4 代表加速度の時刻歴波形 (JMA 神戸波 50%加振)

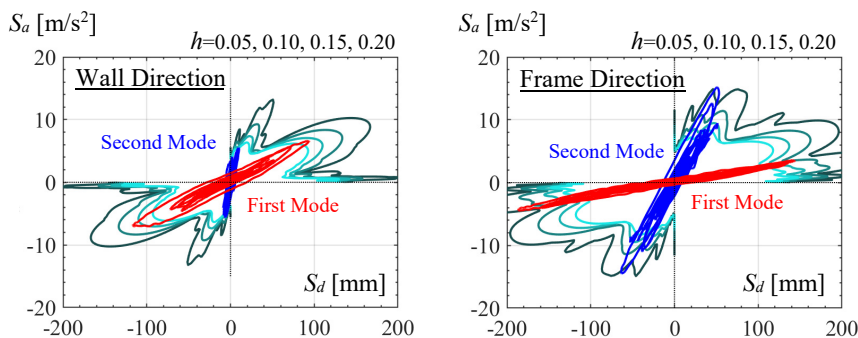
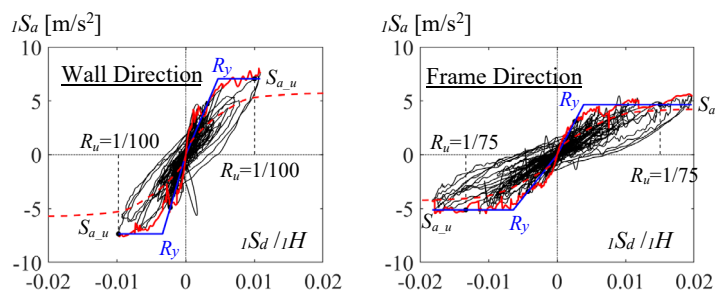
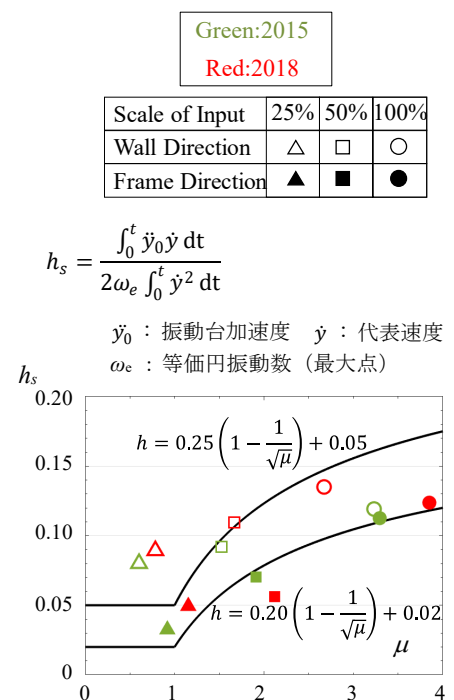
図 5 代表加速度-代表変位履歴と S_a - S_d スペクトル (JMA 神戸波 50%加振)図 6 全加振の代表履歴 iS_a - iS_d/iH 骨格 (R_u : 保有水平耐力時相当, R_y : 降伏時相当)

図 7 等価減衰と塑性率の関係

- *1 ソウル技術研究院 主任研究員・博士 (工学)
- *2 飯嶋建築事務所 (元名古屋大学大学院生)
- *3 防災科学技術研究所 部門長・博士 (工学)
- *4 防災科学技術研究所 客員研究員
- *5 防災科学技術研究所 主任研究員・博士 (工学)
- *6 防災科学技術研究所 副部門長・工博
- *7 東京大学地震研究所 名誉教授・工博
- *8 東京大学大学院工学系研究科 教授・工博
- *9 名古屋大学減災連携研究センター 准教授・博士 (工学)
- *10 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 准教授・博士 (工学)
- *11 フジタ技術センター 研究員・修士 (工学)

- *1 Senior Researcher, SIT, Dr. Eng.
- *2 IJIMA Structural Design Office
- *3 Manager, NIED, Dr. Eng.
- *4 Visiting Researcher, NIED, Dr. Eng.
- *5 Senior Researcher, NIED, Dr. Eng.
- *6 Deputy Manager, NIED, Dr. Eng.
- *7 Emeritus Prof, ERI, The University of Tokyo, Dr. Eng.
- *8 Professor, The University of Tokyo, Dr. Eng.
- *9 Assoc. Prof., Nagoya University, Dr. Eng.
- *10 Assoc. Prof., Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.
- *11 Researcher, Fujita Corporation, M. Eng.