

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	簡易加速度センサを用いた地震時におけるRC建物の損傷評価 その2 部材モデルを用いた損傷予測式の適用性の検討
Title(English)	Evaluation of damage to RC buildings during earthquakes using simple acceleration sensors Part 2 : Study using component models of applicability of damage prediction equation
著者(和文)	河野 利器, 佐藤 大樹, 久田 翔俊, SHEGAY ALEX
Authors(English)	Riki Kono, Daiki Sato, Takatoshi Hisada, Alex Shegay
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, , pp. 379-380
Citation(English)	, 構造II, , pp. 379-380
発行日 / Pub. date	2024, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

簡易加速度センサを用いた地震時における RC 建物の損傷評価 その2 部材モデルを用いた損傷予測式の適用性の検討

ヘルスマニタリング 損傷評価手法 地震応答解析
RC 造建物 塑性率

正会員 ○河野 利器*1 正会員 佐藤 大樹*2
同 久田 翔俊*3 同 Alex Shegay*4

1 はじめに

本報その1では、簡易加速度センサが減衰定数 $h = 5\%$ における速度応答スペクトルが最大となる周期を記録できると想定し、建物のせん断モデルを用いて損傷評価手法を提案した。本報その2では、その1で提案した損傷評価手法について建物の部材モデルを用いて検討する。

2 建物モデル概要

本報では、一般的な RC 造の中低層共同住宅を想定し、その1でも用いた長方形平面の板状建物 (Plate-shaped buildings) の地上5階建てモデルと地上14階建てモデル (以降、それぞれ P-5Model, P-14Model) に加えて、本編からは正方形平面の口の字型建物 (Square-shaped buildings) の地上5階建てモデルと地上14階建てモデル (以降、それぞれ S-5Model, S-14Model) の、4種類の建物を対象とする¹⁾。それぞれの建物を構造計算プログラムの RESP-D を用いてモデル化する。図1に4種類の建物モデルのそれぞれの建物俯瞰図を示す。解析対象は X 方向と Y 方向のそれぞれ1方向とする。P-5Model と P-14Model の1次固有周期はそれぞれ X 方向で 0.46 秒, 0.85 秒, Y 方向で 0.14 秒, 0.60 秒である。S-5Model と S-14Model の1次固有周期はそれぞれ X 方向と Y 方向ともに 0.41 秒, 0.80 秒である。

図2に S-5Model と S-14Model の X 方向, Y 方向の静的増分解析による層せん断力 Q と層間変形角 R の関係を示す。図中に各層のいずれかの部材にひび割れが発生した点 (●) と曲げ降伏が発生した点 (●) を併せて示す。



図1 対象建物モデル概要

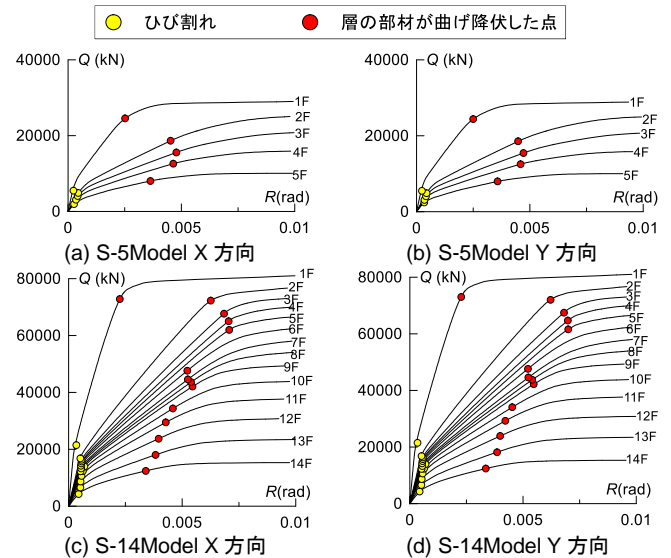


図2 静的増分解析 (口の字型建物モデル)

3 入力地震動概要

本報で用いる地震動は、図3に示す EL Centro 1940 波の EW 方向, NS 方向成分 (以降, EL Centro EW, EL Centro NS) とする。この地震動を 0.1 倍, 0.5 倍, 1.0 倍, 1.2 倍, 1.5 倍に倍率を変更して4種類の部材モデルの X 方向または Y 方向に1方向入力する。図4には EL Centro EW, EL Centro NS の減衰定数 $h = 5\%$ のときの加速度応答スペクトル S_a をそれぞれ示す。

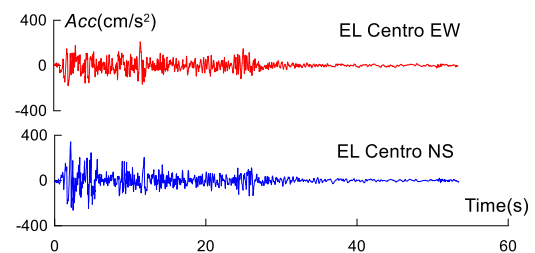


図3 EL Centro 1940 波の加速度波形

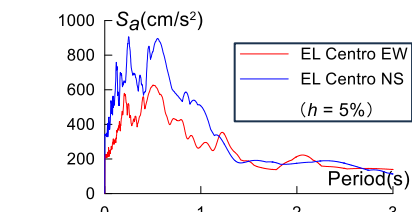


図4 EL Centro 1940 波の加速度応答スペクトル (減衰定数 5%)

4 時刻歴応答解析結果

図5に、対象地震動による各建物モデルの地震応答の例として、El Centro EWの入力倍率を変更して各部材モデルのX方向に入力して時刻歴応答解析を行ったときの各層の最大層間変形角の高さ方向分布を示す。図中には、各層いずれかの部材にひび割れが発生するときと各層のいずれかの部材に曲げ降伏が発生するときの層間変形角の高さ方向分布を、それぞれ破線で示している。層間変形角が過大に生じると、 $P-\delta$ 効果が発生する恐れがあるため、本検討では最大層間変形角が1/75以上となった解析ケースについては除外する²⁾。

入力倍率0.1倍のときは、最大層間変形角はほとんどの層でひび割れが生じる層間変形角以下となり、ほぼ弾性域であるといえる。入力倍率が0.5倍以上では、ほとんどの層で最大層間変形角はひび割れが生じる層間変形角以上となり、特に1.0倍以上で部材に曲げ降伏が生じる層があり、塑性化している。

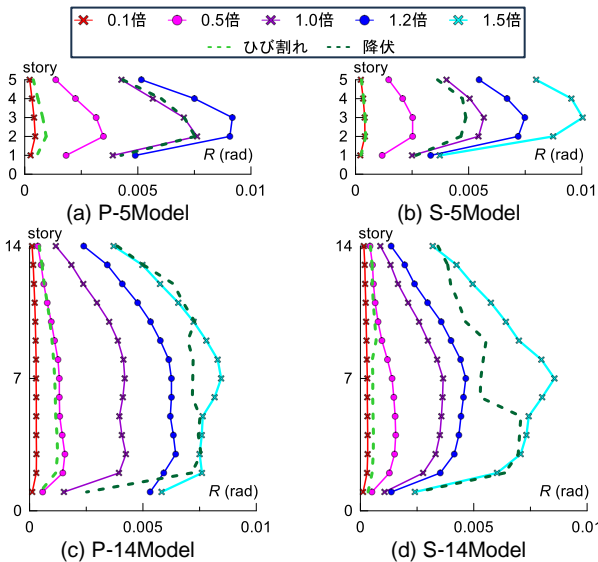


図5 最大層間変形角の高さ方向分布 (EL Centro NS X方向入力)

5 損傷評価

5.1 評価方法の概要

本報その1と同様、周期0.1~2.5秒までの範囲で速度応答スペクトルが最大となったときの周期を T_s とする。入力倍率が0.1倍のときの T_s である T_{se} に対する入力倍率が0.1倍以上のときの T_s である T_{sp} の比を Γ_T として式(1)で算出する。 Γ_T は弾性時に対する周期の変化を表す。

$$\Gamma_T = T_{spi} / T_{sei} \quad (1)$$

図6はEL Centro EWをP-5ModelのX方向に入力したときの2階床における速度応答スペクトルである。長周期側でのスペクトルピークで T_{sp} をとることを防ぐため、塑性時の T_s である T_{sp} は、0.1~($2 \times T_{se}$)秒の範囲で算出する。

本報その1で得られた、 Γ_T の全階の平均値 $\bar{\Gamma}_T$ と過去に

経験した最大の最大層塑性率 μ'_{max} の関係式を式(2)に示す。

$$\mu'_{max} = 2.3 \times 10^{-3} \exp\{2.3 \exp(0.55 \bar{\Gamma}_T)\} \quad (2)$$

このとき、部材モデルの層塑性率は、静的増分解析から得られた第2折れ点における層間変形角を基点層間変形角として、「最大層間変形角/基点層間変形角」として定義している。

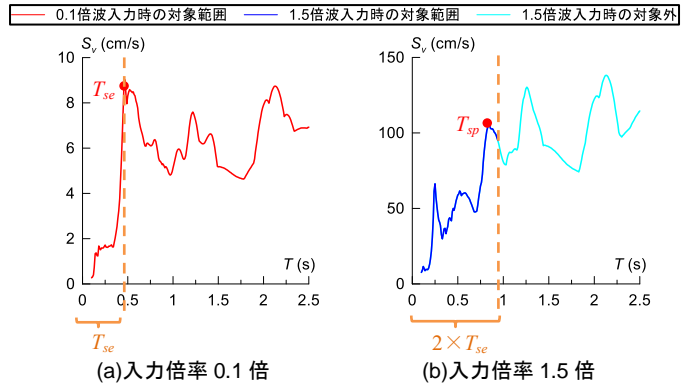


図6 T_s 算出時のスペクトル対象範囲 (P-5Model EL Centro EW X方向入力時の2階床)

5.2 損傷評価結果

図6に4種類の建物モデルにEL Centroを入力して得られた $\bar{\Gamma}_T$ と μ'_{max} の関係および式(2)を示す。図7から、せん断モデルと同様に部材モデルでも、 $\bar{\Gamma}_T$ と μ'_{max} には強い相関があることが確認できる。式(2)に着目すると、 $\bar{\Gamma}_T$ と μ'_{max} の関係の下限をとっていることが分かる。よって、式(2)を用いれば過去に経験した最大の層塑性率を概ね推定することができると思われる。

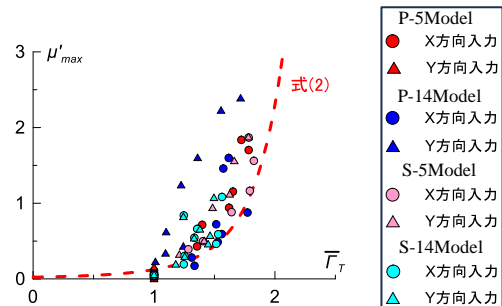


図7 部材モデルでの $\bar{\Gamma}_T$ と μ'_{max} の関係

6 まとめ

本報その2では、その1でせん断モデルを用いて提案された損傷評価手法について、部材モデルを用いてその適用性を検討した。その結果、部材モデルでも提案された推定式を用いることで、速度応答スペクトルが最大となる周期の変化率から層塑性率が概ね推定できることが確認された。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：構造設計・部材断面事例集，2007
- 2) 出水，北村，増田： $P-\delta$ 効果を考慮した超高層RC造建築物の残留変形の評価，日本建築学会構造系論文集，2016.4

*東京工業大学 環境社会理工学院 大学院生 (工学)
 **東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授・博士 (工学)
 ***清水建設株式会社 (元東京工業大学)
 ****オークランド大学 土木環境工学部 講師・Ph.D.

*Graduate, Student, Tokyo Institute of Technology
 **Associate Prof., IIR, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng
 ***Shimizu Corporation (Former Tokyo Institute of Technology)
 ****University of Auckland, Civil and Env. Dept., Lecturer