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)	エネルギーの釣合に基づく主架構の塑性化の程度を考慮した履歴ダンパーを有する制振構造の応答予測 その2 さまざまな地震動を用いた第1層の応答予測精度の検討
Title(English)	Evaluation Method of Response Prediction Accuracy for Passive Controlled Building with Hysteretic Dampers Part 2: Examination of Response Prediction Accuracy of the First Layer using Various Seismic Motions
著者(和文)	中村一哉, 佐藤大樹, 岩森貴寿, 北村春幸, 山口路夫, 脇田直弥
Authors(English)	Kazuya Nakamura, Daiki Sato, Takatoshi Iwamori, Haruyuki Kitamura, Michio Yamaguchi, Naoya Wakita
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 357-358
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 357-358
発行日 / Pub. date	2018, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（東北） 2018 年 9 月

エネルギーの釣合に基づく主架構の塑性化の程度を考慮した履歴ダンパーを有する制振構造の応答予測
その 2　さまざまな地震動を用いた第 1 層の応答予測精度の検討

正会員　○中村一哉[*1]　同　佐藤大樹[*1]
同　岩森貴寿[*2]　同　北村春幸[*3]
同　山口路夫[*4]　同　脇田直弥[*4]

制振構造　履歴ダンパー　応答評価
エネルギー法　鋼構造建物　主架構の塑性化

1.　はじめに

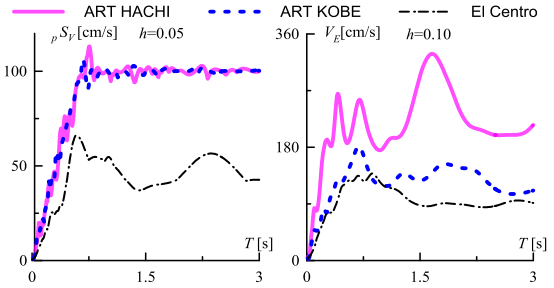
その 1 では，エネルギー法による第 1 層の応答評価と時刻歴応答解析の結果を比較し，筆者らが提案する応答評価式の妥当性について検討を行った。ただし，検討した地震動は 1 波のみで 10 質点の場合で主架構の弾性 1 次固有周期は 1.0 s のみを対象として検討を行った。

そこで本報その 2 では，検討用地震動を 2 波追加し，5，20 質点の場合で主架構の弾性 1 次固有周期は 0.5，2.0 s の場合を検討対象とする。第 1 層応答評価の有用性を示すために，エネルギー法による第 1 層応答評価の精度を時刻歴応答解析の結果と比較し，エネルギー法による第 1 層の応答評価の妥当性を検討する。

2.　解析モデルおよび入力地震動概要

本報その 2 では主架構の弾性 1 次固有周期 ${}_{f1}T$ を ${}_{f1}T$ = 0.5, 1.0, 2.0 s，質点数 N は 5，10，20 と設定する。${}_{f1}T$ = 0.5 s は 5 層，${}_{f1}T$ = 1.0 s は 10 層，${}_{f1}T$ = 2.0 s は 20 層の鋼構造建物の剛性･耐力分布を単純化したせん断モデルを用いる。なお，主架構とダンパーの諸元については本報その 1 を参照されたい。

検討用地震動は，模擬地震動波形 ART HACHI（位相特性：HACHINOHE 1968 EW）と ART KOBE（位相特性：JMA KOBE 1995 NS）[5)]，および観測波 El Centro 1940 NS（以降，El Centro と呼ぶ）を用いる。全地震動ともに解析時間刻み Δt = 0.01 s とする。図 1 に擬似速度応答スペクトル ${}_pS_V$ とエネルギースペクトル V_E を示す。図 1(a)より，El Centro のみ擬似速度応答スペクトルが小さく，固有周期 T によりバラついており概ね 40 ~ 60 cm/s 程度であることがわかる。本報その 2 ではそれぞれの入力地震動を 0.5, 1.0, 1.5 倍して，3 種類の入力レベルを設定して時刻歴応答解析を行っている。



(a) 擬似速度応答スペクトル　(b) エネルギースペクトル

図 1　応答スペクトルとエネルギースペクトル

3.　地震動の違いが等価繰り返し数に及ぼす影響の分析

図 2 に主架構の塑性化に伴うダンパーの等価繰り返し数を示す。なお，紙面の都合により，主架構の弾性 1 次固有周期 ${}_{f1}T$ を 1.0 s，質点数 N を 10 に設定した解析ケースのみ示す。

図 2 より，ダンパーの等価繰り返し数 ${}_dn_{ei}$ は ${}_f\mu_i$ が大きくなるにつれて小さくなる傾向が確認できる。地震動の違いに着目すると，ART KOBE と El Centro は ${}_dn_{ei}$ が最大 4 程度であるのに対して，ART HACHI は ${}_dn_{ei}$ が最大 12 程度であることが確認できる。これは，図 1(b)を確認すると固有周期 T = 1.0 s で ART KOBE と El Centro は概ね同程度となるが，対して ART HACHI は他の 2 波より約 50 cm/s 大きいことが確認できる。このため，ART HACHI の ${}_dn_{ei}$ が ART KOBE と El Centro に対して最大で 4 倍程度大きくなると考えられる。

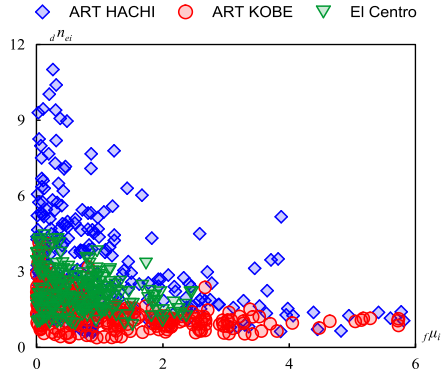


図 2　主架構の塑性化に伴うダンパーの等価繰り返し数

4.　第 1 層応答評価の精度の分析

図 3 に第 1 層の応答予測の精度を示す。横軸は解析結果による第 1 層の最大層間変形角 $[R_{\max,1}]_c$ とし，縦軸は応答予測による第 1 層の最大層間変形角 $[R_{\max,1}]_p$ とする。図中の点線は誤差 10%を意味する。なお，応答予測による最大層間変形比 $\kappa_1 \cdot \delta_{\max,1}/{}_f\delta_0$ は $\kappa_1 \cdot \delta_{\max,1}/{}_f\delta_0 \leqq {}_f\alpha_1/{}_f\alpha_0$ の範囲を本報その 1 の式(3)で求め，$\kappa_1 \cdot \delta_{\max,1}/{}_f\delta_0 > {}_f\alpha_1/{}_f\alpha_0$ の範囲を式(8)で求めており，式の精度の検証のため，主架構の損傷分散係数 ${}_f\gamma_1$，主架構の等価繰返し数 ${}_fn_1$，ダンパーの損傷分散係数 ${}_d\gamma_1$，主架構弾性時のダンパー等価繰返し数 ${}_dn_{e1}$ および損傷に寄与する入力エネルギーの速度換算値 V_D は時刻歴応答解析結果を用いることとする。$R_{\max,1}$ は最大層間変形 $\delta_{\max,1}$ に階高 4.2 m を除して算出される。

図 3 より，全ての解析ケースで応答予測は $R_{\max,1}$ が大きくなるにつれて精度が高くなる傾向がわかる。ただし，主架構の塑性化の程度が小さい範囲では応答予測が解析結果に対して小さくなることが確認できる。これは，設定する等価繰り返し数（${}_fn_1$，${}_dn_{e1}$）に時刻歴応答解析結果を用いているためであり，等価繰り返し数を設定する際には，文献 2)で提案されている時刻歴応答解析結果の下限値を用いることで応答予

Evaluation Method of Response Prediction Accuracy for Passive Controlled Building with Hysteretic Dampers
Part 2: Examination of Response Prediction Accuracy of the First Layer using Various Seismic Motions

NAKAMURA Kazuya, SATO Daiki,
IWAMORI Takatoshi, KITAMURA Haruyuki,
YAMAGUCHI Michio, WAKITA Naoya

測は安全側になると考えられる。質点数と固有周期および入力地震動の違いにより，変形の大きさにバラつきは生じるが，応答予測精度に影響はないことが確認できる。

5. まとめ

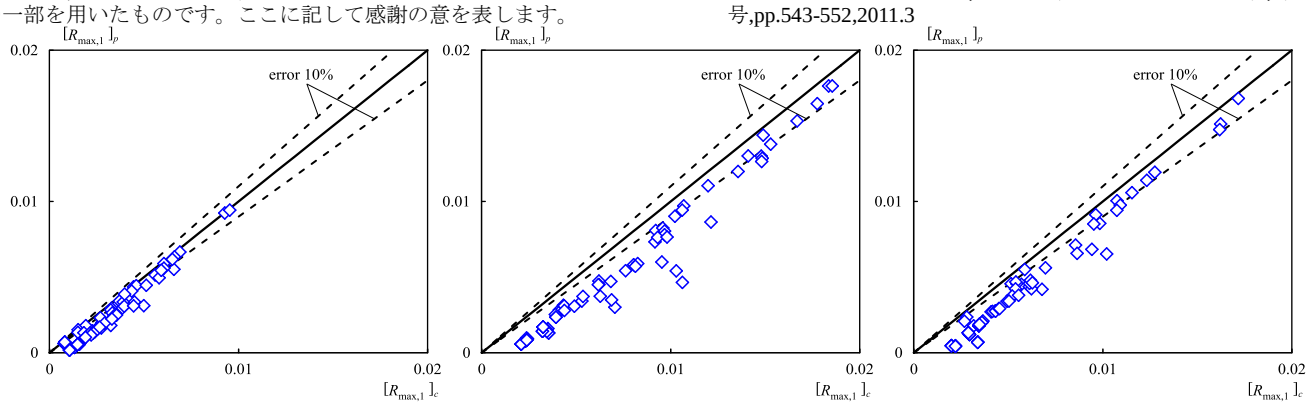
本報その 2 では，第 1 層応答評価の有用性を示すために，エネルギー法による第 1 層応答評価の精度を時刻歴応答解析の結果と比較し，エネルギー法による第 1 層の応答評価の妥当性を検討した。

謝辞

本研究は，新日鉄住金エンジニアリング株式会社，東京理科大学北村研究室，東京工業大学佐藤研究室によるエネルギー法研究会の成果の一部を用いたものです。ここに記して感謝の意を表します。

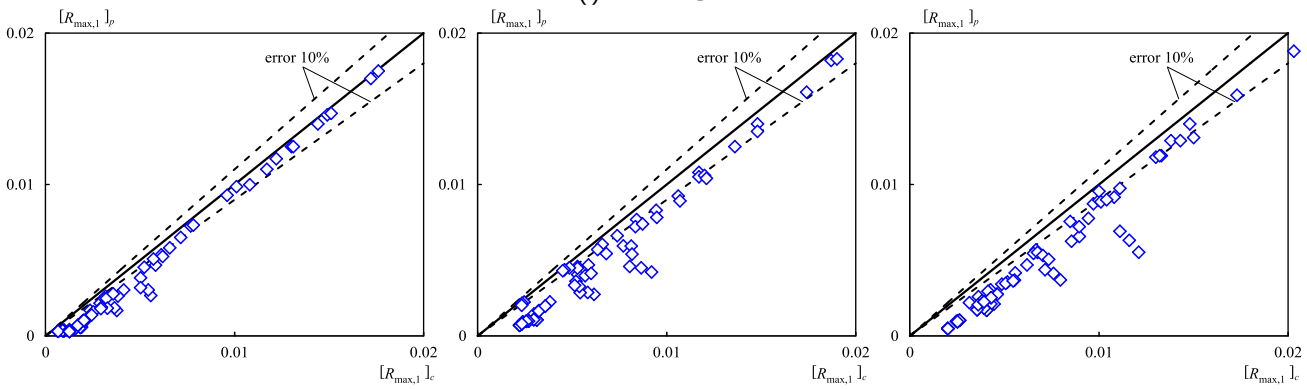
参考文献

1) 秋山宏:エネルギーの釣合に基づく建築物の耐震設計，技報堂出版 1999.11
2) 北村春幸,財津和廉,馬谷原伴恵:主架構の塑性化を考慮した制振構造物のエネルギーの釣合に基づく応答評価,日本建築学会構造系論文集,第 599 号,pp.71-78,2006.1
3) 松澤雄介，佐藤大樹，北村春幸，山口路夫，脇田直弥，松蔭知明，：主架構の塑性化の程度を考慮したエネルギーの釣合に基づく第 1 層の応答評価法，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，pp.1041-1042，2013.8
4) 佐藤大輔,北村春幸,佐藤大樹,佐藤利昭,山口路夫,脇田直弥,綿貫雄太:履歴ダンパーと粘性ダンパーを併用した制振構造のエネルギーの釣合に基づく応答予測法,日本建築学会構造系論文集,第 699 号,pp.631-640,2014.5
5) 栗林晃司,佐藤大樹,北村春幸,山口路夫,西本晃治:実効変形を考慮した履歴減衰型制振部材を有する鋼構造建物のエネルギーの釣合に基づく応答予測法,日本建築学会構造系論文集,第 661 号,pp.543-552,2011.3



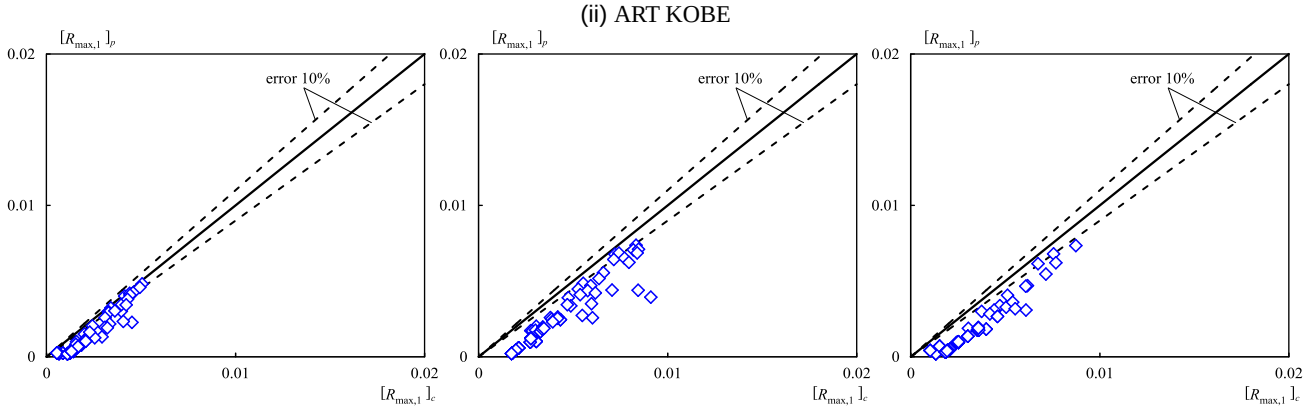
(a) N = 5, $_{f1}T$ = 0.5 の場合　(b) N = 10, $_{f1}T$ = 1.0 の場合　(c) N = 20, $_{f1}T$ = 2.0 の場合

(i) ART HACHI



(a) N = 5, $_{f1}T$ = 0.5 の場合　(b) N = 10, $_{f1}T$ = 1.0 の場合　(c) N = 20, $_{f1}T$ = 2.0 の場合

(ii) ART KOBE



(a) N = 5, $_{f1}T$ = 0.5 の場合　(b) N = 10, $_{f1}T$ = 1.0 の場合　(c) N = 20, $_{f1}T$ = 2.0 の場合

(iii) El Centro

図 3　第 1 層応答評価の予測精度

*1 東京工業大学
*2 株式会社奥村組（元東京工業大学　大学院生）
*3 東京理科大学
*4 新日鉄住金エンジニアリング株式会社

*1 Tokyo Institute of Technology
*1 Okumuragumi Co.
*2 Tokyo University of Science
*3 Nippon Steel & Sumikin Engineering Co, Ltd