

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	履歴減衰型制振部材の実効変形を考慮した鋼構造建物のエネルギーの釣合に基づく応答予測法 その2 せん断型モデルの妥当性の検証とエネルギー法への適用
Title	
著者(和文)	山口路夫, 栗林晃司, 佐藤大樹, 北村春幸, 西本晃治
Authors	Michio Yamaguchi, Daiki Sato, Haruyuki Kitamura, Kohji Nishimoto
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, , pp. 495-496
Citation(English)	, B-2, , pp. 495-496
発行日 / Pub. date	2009, 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: <a href="http://ci.nii.ac.jp/naid/110007978691">http://ci.nii.ac.jp/naid/110007978691</a>

## 履歴減衰型制振部材の実効変形を考慮した鋼構造建物のエネルギーの釣合に基づく応答予測法 (その2:せん断型モデルの妥当性の検証とエネルギー法への適用)

正会員 ○山口路夫<sup>\*1</sup> 栗林晃司<sup>\*2</sup> 佐藤大樹<sup>\*3</sup>  
北村春幸<sup>\*4</sup> 西本晃治<sup>\*1</sup>

履歴減衰型制振部材 部材レベルモデル せん断型モデル  
実効変形 時刻歴応答解析 エネルギー法

### 1. はじめに

本報その2では、その1で提案したせん断型モデルを部材レベルモデルと比較することで作成手法の妥当性を示し、提案したせん断型モデルをエネルギー法に適用することを目的とする。

### 2. 提案したせん断型モデルと部材レベルモデルの応答比較

対象建物の減衰定数は、 $h=2\%$ とする剛性比例型とする。解析に用いる地震動は、レベル2地震に相当する長周期領域で、 $S_v=100\text{cm/sec}$  ( $h=5\%$ )となる模擬地震動のART HACHI, ART KOBE, ART TOMAを用いる。図1に速度応答スペクトルとエネルギースペクトルを示す。なお、主架構は弾性とし、 $\alpha_{y1}=0.07$ のときのシステムの1次固有周期 $T_1$ は1.05(sec)である。

時刻歴解析より得られた全ての地震動について、層間変形角 $R_i$ 、ダンパーの累積塑性変形倍率 $\eta_i$ 、ダンパーの塑性変形倍率 $\mu_i$ 、ダンパーの $\alpha_{di}$ 値、ダンパーの等価繰返し数 $n_i$ を図3に示す。3章で述べるエネルギー法の結果も併記している。なお、 $\alpha_{di}$ 値、 $n_i$ の算出方法は、文献2を参考されたい。

図3より、従来のせん断型モデル(時刻歴解析(直列バネ無し))より、本報その1で提案したせん断型モデル(時刻歴解析(直列バネ有り))の方が、部材レベルモデル(時刻歴解析(部材レベル))の応答値に近い値になっていることがわかる。よって、提案したせん断型モデルの妥当性を示すことができた。

### 3. エネルギーの釣合に基づく応答評価法

#### 3.1 ダンパーの実効変形を考慮したエネルギー法

制振構造におけるエネルギー法について述べる。なお、本報では、主架構を弾性としている。

エネルギーの釣合式<sup>(1)</sup>を以下に示す。

$${}_fW_e + {}_sW_e + W_p = E_D \quad (1)$$

ここで、 ${}_fW_e$ :主架構の弾性振動エネルギー、 ${}_sW_e$ :ダンパーの弾性振動エネルギー、 $W_p$ :ダンパーのエネルギー吸収量、 $E_D$ :損傷に寄与する入力エネルギーである。(1)式の $i$ 層のダンパーのエネルギー吸収量 $W_{pi}$ は次式で求められ、図2(a)のような履歴ループの面積で表される。

$${}_sW_{pi} = 4 \cdot n_i \cdot Q_{pi} \cdot \delta_{imax} \quad (2)$$

だが、部材レベルモデルの $W_{pi}$ は、ダンパーの実効変形の影響で、図2(b)のように従来のエネルギー法の $W_{pi}$ より小さくなり、次式で表される。

$${}_sW_{pi} = 4 \cdot n_i \cdot Q_{pi} \cdot (\delta_{imax} - \delta_i) \quad (3)$$

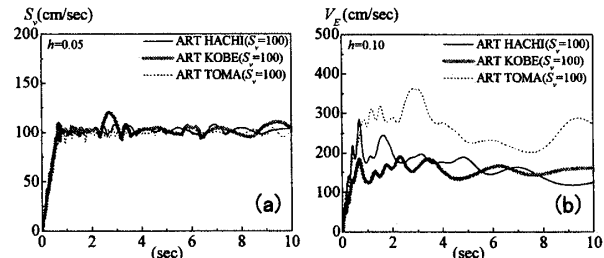


図1 (a) 速度応答スペクトル, (b) エネルギースペクトル

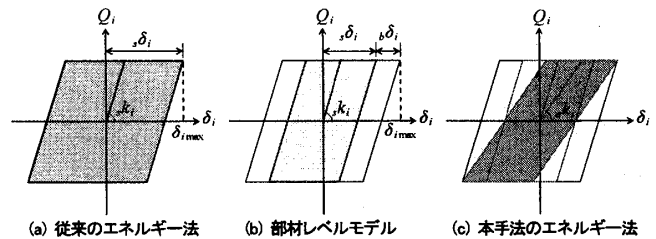


図2 ダンパーの履歴ループ

本手法のエネルギー法では、ダンパーの実効変形の影響を考慮するため、ダンパーの剛性 $k_i$ を本報その1で示した直列系剛性 ${}_s k_i$ に置き換えることで、図2(c)のように部材レベルモデルの ${}_s W_{pi}$ を表現する。

#### 3.2 時刻歴応答解析による結果との比較

解析に用いる地震動は、ART HACHI, ART KOBE, ART TOMAとし、ダンパー量は $\alpha_{y1}=0.07$ とする。

エネルギー法の結果について、層間変形角 $R_i$ 、ダンパーの累積塑性変形倍率 $\eta_i$ 、ダンパーの塑性変形倍率 $\mu_i$ を図3に合せて示す。

図3より、エネルギー法での直列バネの有無を比較すると、 $R_i$ は直列バネ有りの方の値が大きく出ていて、 $\eta_i$ 、 $\mu_i$ は直列バネ有りの方の値が小さくなっている。これより、本手法のエネルギー法がダンパーの実効変形の影響を考慮できていることがわかる。エネルギー法と時刻歴解析を比較すると、上層部でズレが生じている。これは、エネルギー法ではダンパーが塑性化しない場合を考慮していないからだと考えられる。

#### 4. まとめ

本報その2では、ダンパーの実効変形を考慮したせん断型モデルの妥当性を示し、エネルギー法においても適用できることを示した。

参考文献 (その1に掲載)

Energy Balance-Based Seismic Response Prediction Method for Steel Structure Considering Effective Hysteretic Damper Deformations  
(Part 2: Examination of the Validity of Shear Spring Model and Application to Energy Method)

Michio Yamaguchi, Koji Kuribayashi, Daiki Sato,  
Haruyuki Kitamura, Koji Nishimoto

—時刻歴解析(部材レベル) —□—時刻歴解析(直列パネ有り) —△—時刻歴解析(直列パネ無し) —■—エネルギー法(直列パネ有り) —▲—エネルギー法(直列パネ無し)

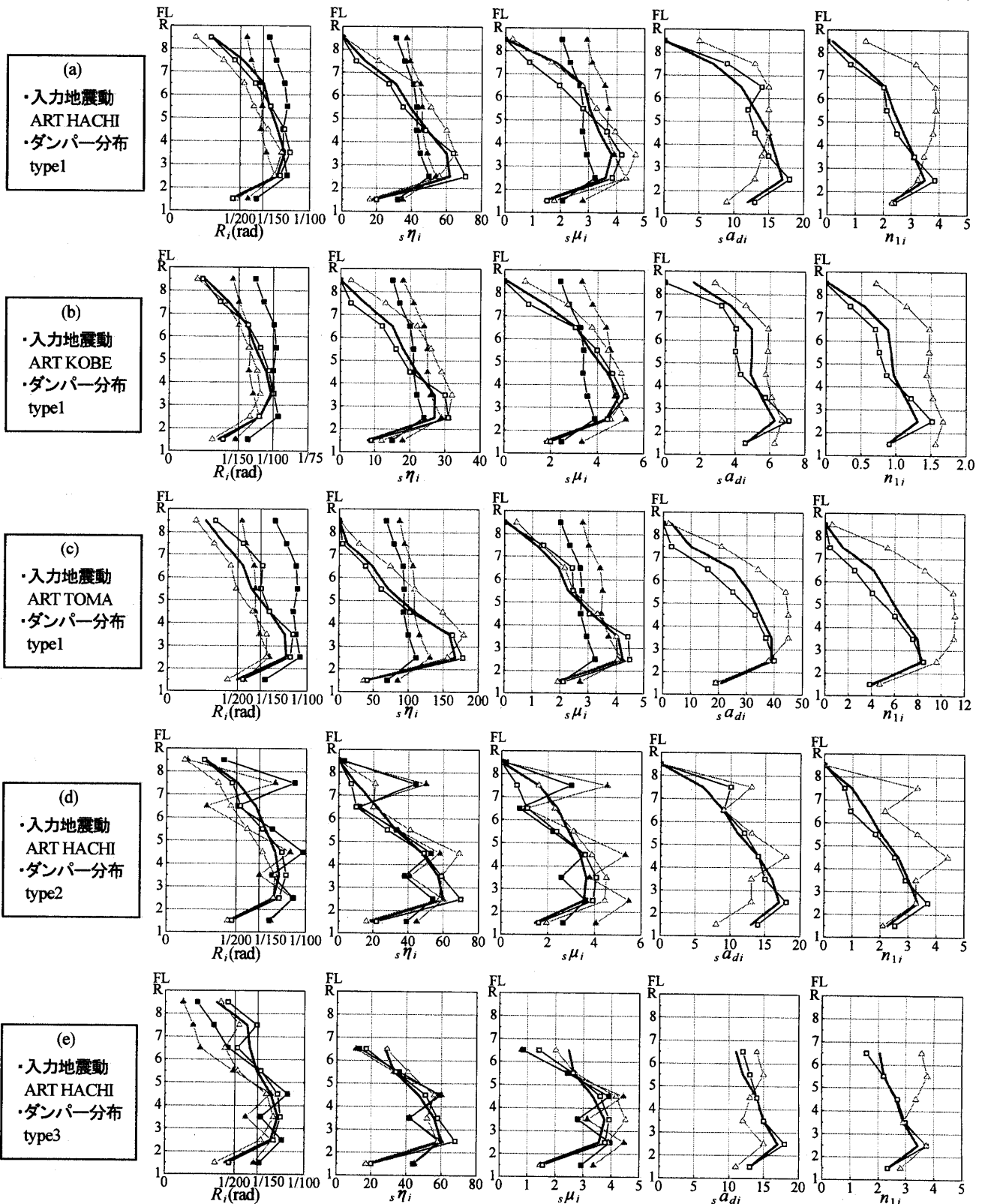


図3 直列パネの有無による時刻歴応答解析及びエネルギー法の結果

\*1 新日鉄エンジニアリング株式会社  
 \*2 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻 大学院生  
 \*3 東京理科大学理工学部建築学科 助教 博士(工学)  
 \*4 東京理科大学理工学部建築学科 教授 博士(工学)

NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD.  
 Graduate Student, Tokyo Univ. of Science  
 Asst.Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.  
 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.