

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	部材モデルにおける主架構と履歴ダンパーの累積塑性歪エネルギー分担率の予測 その1 時刻歴応答解析結果
Title(English)	Applicability of prediction method of cumulative plastic strain energy sharing ratio of main frame and historical damper by energy balance-based method to stereo model
著者(和文)	陳正楽, 佐藤大樹, 中村一哉
Authors(English)	Chen Zhengle, Daiki Sato, Kazuya Nakamura
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , pp. 803-804
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , pp. 803-804
発行日 / Pub. date	2019, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

部材モデルにおける主架構と履歴ダンパーの累積塑性歪エネルギー分担率の予測

その 1 時刻歴応答解析結果

正会員○陳 正樂*¹ 同 佐藤 大樹*¹同 中村 一哉*¹制振構造 履歴ダンパー エネルギーの釣合
エネルギー配分 応答予測法 時刻歴応答解析

1. はじめに

近年、建物に制振構造を採用する事例が増加している。制振構造は主架構が弾性に留まることを目標に設計されてきたが、近い将来の襲来が予想されるこれまでの想定をはるかに超える地震動を考えると、主架構の塑性化を考慮する必要がある。さらに、履歴ダンパーを有する制振構造を設計するには、長周期・長時間地震によって生じる、多数回の繰返しによるダンパーの累積損傷も評価する必要がある。累積損傷を評価する手法として、エネルギーの釣合に基づく応答評価法（以後、エネルギー法）がある。

エネルギー法については様々な研究が行われており、主架構の塑性化を考慮した最大層間変形の予測手法も提案されている^{1) 2)}。さらに、主架構の塑性化を考慮するにあたって重要となる、主架構とダンパーの累積塑性歪エネルギー分担率 $f W_p / d W_p$ の予測手法も提案されている³⁾。これらをはじめエネルギー法による多くの研究は、等価せん断モデルを基本に構築されており部材モデルでの評価は未整備である。

これらを踏まえ、本報では、提案されている等価せん断モデルで構築されたエネルギー法による $f W_p / d W_p$ の予測手法の、部材モデルへの適用性を検討する。本報その 1 では、エネルギーに着目した部材モデルの時刻歴応答解析結果について分析を行う。

2. 入力地震動および検討対象建物概要

入力地震動は、コーナー周期 $T_c = 0.64$ s 以降の領域で、擬似速度応答スペクトル $p S_r = 150$ cm/s となる模擬地震動波形 ART HACHI（位相特性：HACHINOHE 1968 EW）と ART KOBE（位相特性：JMAKOB 1995 NS）を用いる^{1), 2), 3)}。加振終了後の入力エネルギーを評価できるように、ART HACHI は 505 s 以降を 0 cm/s²、ART KOBE は 270 s 以降を 0 cm/s² とし、合計で継続時間は 550 s、300 s とする。両地震動ともに解析時間刻み $\Delta t = 0.01$ s とする。図 1 に擬似速度応答スペクトル $p S_r$ とエネルギー Spektral V_E (固有周期 $T = 0 \sim 3$ s) を示す。

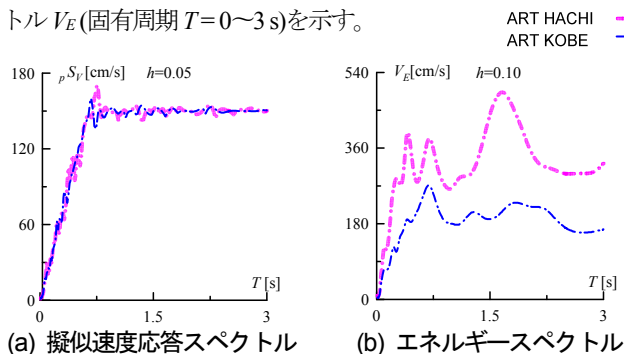


図 1 応答スペクトルとエネルギー Spektral

検討対象建物は、物流施設を想定した 5 階建て鋼構造建物を用いる。図 2 に検討建物の伏図、図 3 に軸組図を示す。階高は 1 階 7.5m、2~5 階 6.5m とする。鋼材種には柱は BCP235、梁は SN400、小梁は SS400 を使用する。

解析においては、床スラブによる剛性効果は梁の曲げ剛性のみを考慮し、剛性増大率 ϕ は片側、両側共に 1.5 とする。構造減衰は 1 次固有周期 $T_1 = 2.01$ s に対して減衰定数 $h = 0.02, 0.01, 0.001$ となる初期剛性比例型とした、3 ケースで検討を行う。本報では各階を剛床と仮定した 3 次元立体骨組でモデル化し、材端部はマルチスプリングモデルを用いた弾塑性モデルとし、X 方向について検討する。図 4 に第 i 層の層質量 m_i と層剛性 k_i の高さ方向分布を示す。

ダンパーは、座屈拘束ブレースを図 2、図 3 の位置に配置する。図 5 に使用したダンパーの復元力特性を示す。図 5 においては、 $K_0 = K_u$ とし、剛性低下率は 0.01 とする。ダンパーは、ダンパー量 $d\alpha_{51} = 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07$ となるような製品を選び、同様のダンパーを全箇所に配置した全 6 ケースで検討を行う。なお、解析プログラムには任意形状立体フレームの弾塑性解析ソフト「SNAP」を使用する。

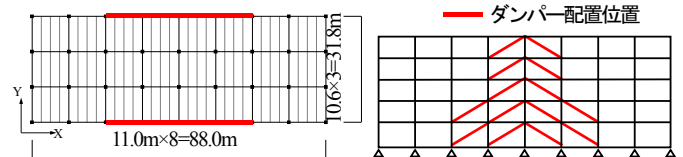


図 2 基準階伏図

図 3 軸組図

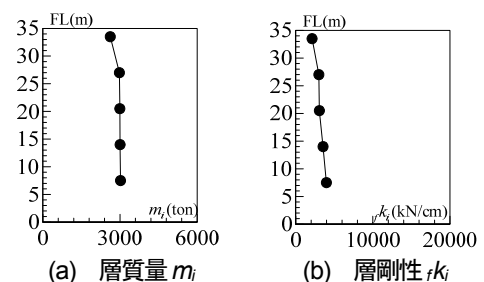
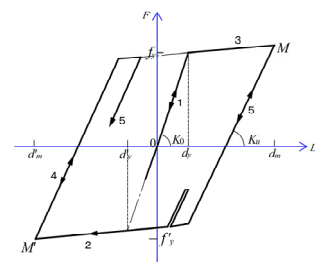
図 4 層質量 m_i と層剛性 k_i の高さ方向分布

図 5 ダンパーの復元力特性

Applicability of prediction method of cumulative plastic strain energy sharing ratio of main frame and historical damper by energy balance-based method to stereo model

Zhengle Chen, Daiki Sato, Kazuya Nakamura

3. 時刻歴応答解析結果

本章では、第2章で示した入力地震動と建物モデルを用いた時刻歴応答解析結果を示し、地震動やダンパー量による応答の違いをエネルギーに着目して分析する。図6に減衰エネルギー W_h 、主架構の累積塑性歪エネルギー fW_p 、ダンパーの累積塑性歪エネルギー dW_p の値を、図7にそれらの割合を示す。それぞれ、(a)にはART HACHI、(b)にはART KOBEによる結果を示す。各ダンパー量 $d\alpha_{y1}$ において左から、 $jh=0.001, 0.01, 0.02$ とする。

図6より、ART HACHIのほうがART KOBEよりも入力エネルギー $E=W_h+fW_p+dW_p$ が大きい。それは、ART HACHIが長周期地震動、ART KOBEがパルス性地震動に分類され、一般に長周期地震動の方が E が大きいことによる。図7より、いずれの地震動においても、 jh が等しい場合、 $d\alpha_{y1}$ が大きくなるほど dW_p が増大し、 fW_p が小さくなる。 $d\alpha_{y1}$ が等しい場合、 jh が大きくなるほど W_h が増大し、 dW_p, fW_p ともに小さくなる。本報では fW_p/dW_p に着目するため、ART HACHIの場合は $d\alpha_{y1}=0.04$ 、ART KOBEの場合は $d\alpha_{y1}=0.07$ よりも $d\alpha_{y1}$ を増やした場合、 fW_p が非常に小さい値になると判断し、このように $d\alpha_{y1}$ を設定した。

図8に主架構とダンパーの累積塑性歪エネルギー分担率 fW_p/dW_p と、ダンパー量 $d\alpha_{y1}$ の関係を示す。 fW_p/dW_p は、地震終了時刻 $t=t_0$ のものとする。図6, 7と同様に各 $d\alpha_{y1}$ において左から $jh=0.001, 0.01, 0.02$ とする。凡例は、シンボルで jh を、色で入力

地震動を表す。図中には $fW_p/dW_p=1.0$ を赤線で示しており、 fW_p/dW_p が1.0以下のプロットは、主架構よりもダンパーの方が累積塑性歪エネルギーを多く負担しており、制振構造としてダンパーの性能が発揮できているといえる。図8より、いずれの地震動においても、 $d\alpha_{y1}$ が等しい場合、 jh が大きくなるほど fW_p/dW_p が小さくなる。また、 jh が等しい場合、 $d\alpha_{y1}$ が大きくなるほど fW_p/dW_p が小さくなる。

4. まとめ

本報その1では、等価せん断モデルを基本に構築された、主架構とダンパーの累積塑性歪エネルギー分担率の予測手法の部材モデルへの適用性を検討するための部材モデルについて、エネルギーに着目して時刻歴応答解析結果を分析した。

参考文献はその2にまとめて示す。

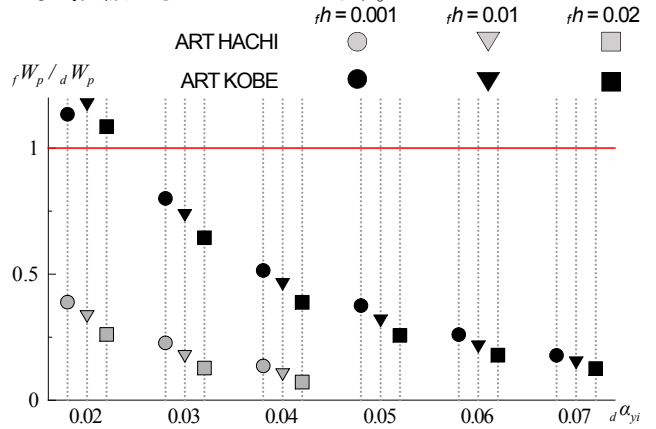


図8 fW_p/dW_p と $d\alpha_{y1}$ の関係

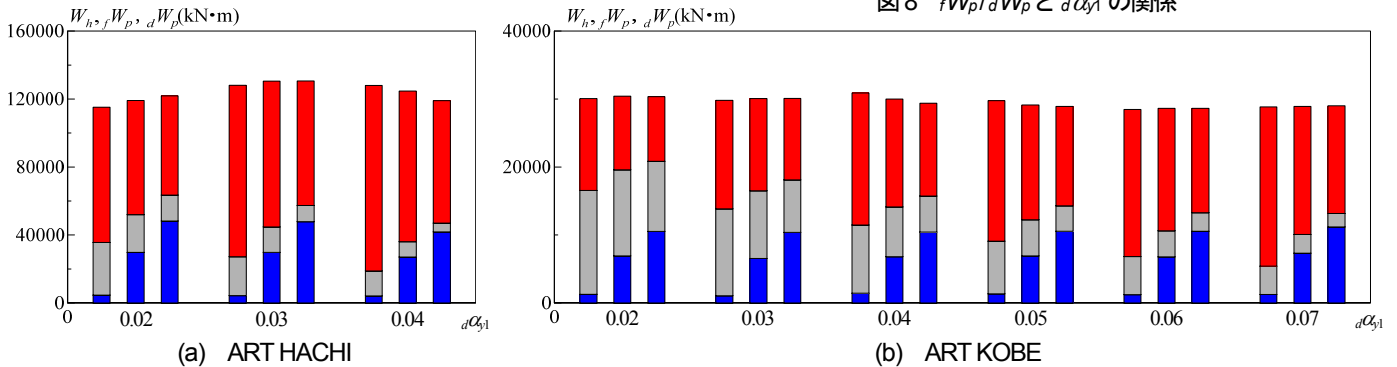


図6 時刻歴応答解析による各エネルギーの値

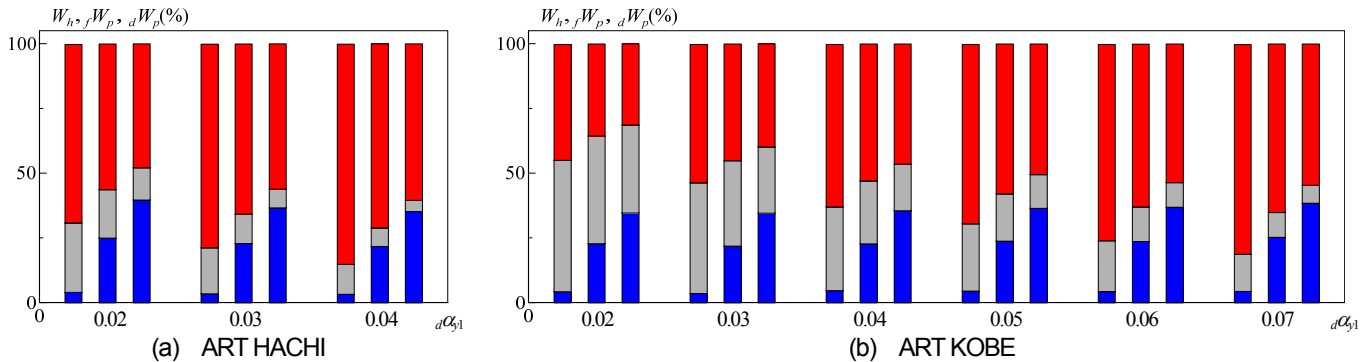


図7 時刻歴応答解析による各エネルギーの割合

*1 東京工業大学

*1 Tokyo Institute of Technology