

令和 6 年 9 月 18 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H00790

研究課題名（和文）大地震後の継続使用を可能にする木質制振住宅の汎用設計法の提案

研究課題名（英文）Proposal of a universal design method for wooden vibration control housing that enables continued use after a large earthquake

研究代表者

坂田 弘安（Sakata, Hiroyasu）

東京工業大学・環境・社会理工学院・教授

研究者番号：80205749

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 27,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、木質住宅の耐震性向上、継続使用性の確保に向け、これに制振壁を導入した木質制振住宅の地震時挙動を実験および解析で確認して、その優位性を示すとともに、汎用設計法の提案を行ったものである。木造耐力壁が任意変形履歴を受けたときの耐力劣化と等価減衰定数を精確に評価する方法を示し、これを用いた任意変形履歴に対応する応答スペクトル法を提案して、その妥当性と優位性を確認した。提案設計法により繰り返し地震を受ける木質制振住宅の最大層間変形角、耐震性能保持能力などを予測できることを示すとともに、木質住宅に対する木質制振住宅の優位性を定量的な耐震性能保持能力として示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震による経済的損失を抑え、早期復興を実現するには、国民の生活基盤を支える戸建て木質住宅の耐震性向上は最優先課題の一つであり、建物の倒壊を防ぐという最低限の目標だけでなく、継続使用性まで確保されなければならない。木質住宅に対し制振デバイスを適用するための汎用設計法が存在しないため、その普及が妨げられている。本研究は、構造体の損傷だけでなく、仕上げ材などの非構造体の損傷にも着目し、地震により構造体・非構造体に生じる損傷の多寡と性能劣化・修復費用の関係を調べ、さらには制振デバイスによる損傷抑制効果を明示できる木質制振住宅の設計法を提案し、制振技術の健全な普及に貢献しうるものである。

研究成果の概要（英文）：The application of vibration control systems can improve the seismic performance and continuous functionality of wooden houses. This research proposed a universal seismic design method for wooden houses with energy dissipation wall, while its high capacity was also confirmed by experiments and numerical analysis. Initially, this research provided a method for evaluating the capacity reduction effects and estimating the damping ratio of timber wall under a deformation history. Using this method, a response spectrum corresponding to the deformation history is derived and verification results showed its rationality. By integrating these discussions, the proposed method can predict the maximum story drift, residual seismic capacity, and other indexes when structures are subjected to multiple earthquakes. Furthermore, a quantitative comparison of the residual seismic capacity presented that wooden houses with vibration control systems exhibit higher capacity than those without such systems.

研究分野：建築構造

キーワード：戸建て木質住宅 木質耐力壁 木質制振住宅 木質制振壁 耐力壁の性能劣化 制振設計法

1. 研究開始当初の背景

2016年熊本地震、2024年能登半島地震で多くの木質住宅が倒壊に至ったことは記憶に新しいが、一方で倒壊を免れた住宅の多くも継続使用が困難な損傷を被り、地震後に建て替えが行われている。このことは、大地震に対して倒壊防止を目標とする現行の耐震基準では、結果として住民の財産を護ることができないことを表している。ゆえに、大地震後も継続使用が可能なレベルまで損傷を抑えた高性能住宅が社会的に求められている。

2. 研究の目的

本研究では、制振のメリット、すなわち大地震後の継続使用性まで住宅に付与すること、を定量的に評価した上で、“制振”の定義を明確に打ち出し、これを実現する設計法を提案する。最終的には、制振デバイスの設計から、それらの住宅への取り付け方、必要個数の算定など、設計者が関与する全ての設計行為を支援する指針として取りまとめ、書籍の出版、講習会の実施によって、高性能木質制振住宅の健全な普及に貢献する。前述のように、住宅用制振技術の開発は様々なメーカーが参入しているが、本研究により制振の定義(求められる性能)を明確化することで、必然的に制振技術の淘汰が行われ、より高性能な技術開発が促進されることにも期待している。

3. 研究の方法

木質制振構造の利点は、一度大地震を経験しても継続使用が可能な点にある。ゆえに、地震後の損傷の評価が本研究の鍵であり、評価された損傷を最小化する設計法の開発が制振技術の普及にも繋がる。ここで、木質住宅が受ける損傷とは、構造体だけでなく、壁紙や内外装材などのいわゆる非構造体に対するものも大きい。

繰り返し載荷による木質耐力壁・制振壁の性能劣化の評価手法 耐力壁の静的載荷実験を実施し、従来から用いられている載荷履歴の実験から、任意のランダム載荷履歴を受ける場合の性能を予測する手法を提案した。また、制振壁に関しては、制振ダンパーと周辺架構の実験を別々に行い、任意のランダム載荷履歴を受ける制振壁の性能予測をするための標準実験法を提案した。り提案した手法の精度を、国立研究開発法人建築研究所の実大振動台実験により検証した。

非構造体の損傷評価の統一化と修復可能性の検討 壁紙や内外装材などの非構造体は、仕様が様々にあるため、まずは実務者へのヒアリングを実施し、類型化を行った。申請者らは既に一般的な内外装材の一例を実験しており、その知見も活用した。この結果を踏まえ、実験を行う試験体を選定した。実験方法は と類似するが、損傷の観察方法に特徴がある。すなわち、様々な変形履歴を受けた後、壁紙のシワや割れといった”視認”できる損傷をデータベース化し、それらの修復可能性と費用算定を各損傷状態に対して行った。また、損傷を与えた後に補修作業の施工実験、そして再度載荷実験を行い、コスト・力学挙動の両面から性能を検証した。非構造体における視認可能な損傷は、美観の問題から継続使用性に関わるため、住宅所有者にも認識できる画像データとして収集した。また、耐力が高くて石膏ボードを付した木造住宅の壁において、石膏ボードの劣化挙動と損傷に注目して動的・静的載荷実験をおこなった。

地震後の継続使用を可能にする制振設計法の提案 、に基づき、「構造性能の劣化」と「非構造体の修復費用」をクライテリアとして制御する制振設計法を提案した。許容耐力法、等価線形化手法、時刻歴応答解析法の3種の設計法を検討したが、最終的に等価線形化手法を用いた応答スペクトル法を提案した。

4. 研究成果

任意履歴を受ける木造耐力壁の耐力劣化予測 と 耐震性能低下率 -制振壁負担割合 関係

単調載荷時に得られる包絡線(基準包絡線と呼ぶ)に対し、繰り返し載荷時は包絡線が下方遷移することから、この低下率を劣化関数 $f(\Delta, n)$ と呼び、式(1)で表した。

$$f(\Delta, n) = R(\Delta^{(-)}) (1 - f_{\infty}(\Delta)) \prod_{i=1}^n (\varphi(\Delta, \Delta_i) e^{-\lambda(\Delta_i)} + 1 - \varphi(\Delta, \Delta_i)) + f_{\infty}(\Delta) \quad (1)$$

ここで、 Δ : 総乗記号、 $\Delta^{(-)}$: 目標振幅比(= Δ / u)、 n : 過去に経験した振幅拡大もしくは定振幅のサイクル数、 $f(\Delta)$: 目標振幅比 Δ での $f(\Delta, n)$ の収束値、 $\lambda(\Delta_i)$: 目標振幅比 Δ での耐力劣化の速度を決める係数、 (Δ, Δ_i) : 目標振幅比 Δ の時に、過去に経験した i 番目の振幅拡大サイクルからの振幅拡大に伴う損傷の低減係数、 $R(\Delta^{(-)})$: 過去に経験した負側の最大振幅比 $\Delta^{(-)}$ のときの低減係数($\Delta^{(-)} > \Delta$ のときのみ有効)である。

$$R(\Delta) = \begin{cases} 1, & (0 < \Delta < 0.40) \\ -1.64 \Delta + 1.66, & (0.40 < \Delta < 1) \end{cases} \quad (1) - 1$$

$$f(\Delta) = \begin{cases} -0.88\Delta + 1, & (0 < \Delta < 0.88) \\ 0.23, & (0.88 < \Delta < 1) \end{cases} \quad (1) - 2$$

$$\lambda(\Delta) = 1.59\Delta^2 + 0.62\Delta \quad (1) - 3$$

$$\varphi(\Delta, \Delta_i) = (\Delta_i / \Delta)^{4.97} \quad (1) - 4$$

図 1 にこの評価式で用いられるパラメータの傾向を示す。パラメータの値は $f(1)$ と (1) を終局変形繰り返し載荷の結果に $=0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ における $f(\Delta)$ と (Δ) 、 $\phi(\Delta, \Delta_i)$ を漸増載荷の結果に最小二乗法で同定して求めた。以下に各近似式を示す。

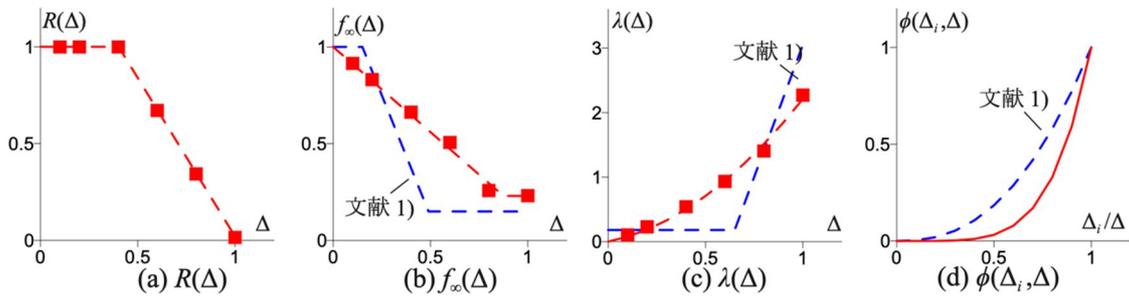


図 1 各パラメータの傾向

図 2 にランダム載荷 3 体の包絡線と、導出した評価式による予測式を示す。 $=0.05\text{rad}$ 以下では良好な精度で包絡線の形状を予測できており、終局変形と漸増載荷物のみから、精度を保ちつつ比喩等なパラメータを取得できたといえる。

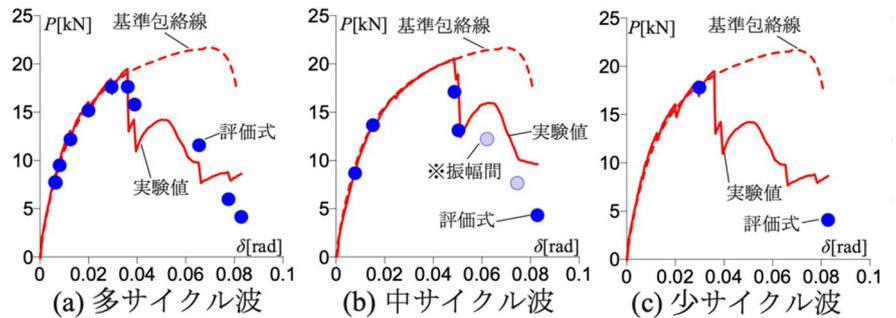


図 2 ランダム載荷 3 体の実験結果包絡線と導出した評価式による予測式の比較

上式における適用範囲を任意変形に拡大し、時刻歴応答解析を行った結果より、提案する応答スペクトル法の妥当性を検証した。対象は、筋かい耐力壁、合板耐力壁(9mm, 12mm)の 3 種の木造耐力壁とし、それらにおける復元力特性モデルのパラメータ一覧を表 1 に示す。応答スペクトル法の予測精度と変動係数を、比較し、提案手法の妥当性を検証した。

表 1 復元力特性モデルのパラメータ一覧

	δ_u [mm]	K_0 [kN/mm]	K_d [kN/mm]	F_0 [kN]	$\delta_{P_{max}}$ [mm]	δ_t [mm]	P_t [kN]	P_{10} [kN]	a	r_1	r_2	s_1	s_2	p_1	β	K_{sc1} [kN/mm]
B	71.3	1.414	0.146	13.57	64.7	81.1	12.79	0.62	1.16	0.50	0.47	0.053	0.91	1.08	1	0.200
P9	122.9	0.581	0.059	7.38	114.3	163.4	7.48	0.31	1.51	0.42	0.75	0.038	1.09	1.76	0.21	0.160
P12	226.0	0.708	0.039	15.04	189.0	229.6	11.89	-1.57	4.10	1.69	0.21	0.009	1.11	1.81	0.34	0.344

木住宅の繰り返し地震に対する性能評価指標値として耐震性能低下率 を定義した(図 3)。1 回の地震動入力時の最大応答が u_{max} となる時の入力倍率を α_1 とし、同時振動を 2 回続けて入力した際の最大応答が u_{max} となるような入力倍率を α_2 として、その比を $=\alpha_2/\alpha_1$ とした。

第 2 種地盤の応答スペクトルに概ね適合する模擬地震動 7 波における木造制振住宅を対象とした時刻歴応答解析により、と制振壁割合 の関係について検討した。その結果を図 4 に示す。解析結果より、各耐力壁における最大層間変形角ごとの による の平均値の推移を図 4 に示す。図 4 より - 関係は線形に変化する傾向があるため、 $=0, 1.0$ における の線形補間を併せて示した。 $1/75\text{rad}$ 以下では線形補間で概ね評価できていることより、最大層間変形角が $1/75\text{rad}$ 以下の場合、耐力壁と制振壁における個別の評価値、から併用した場合の が予測できていると言える。

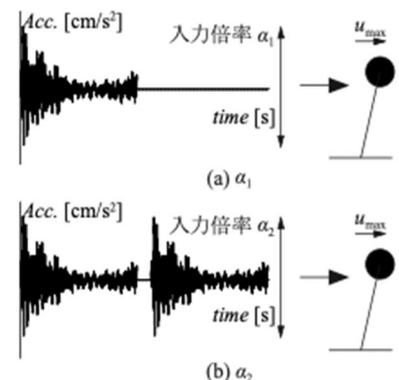


図 3 $\alpha = \alpha_2/\alpha_1$

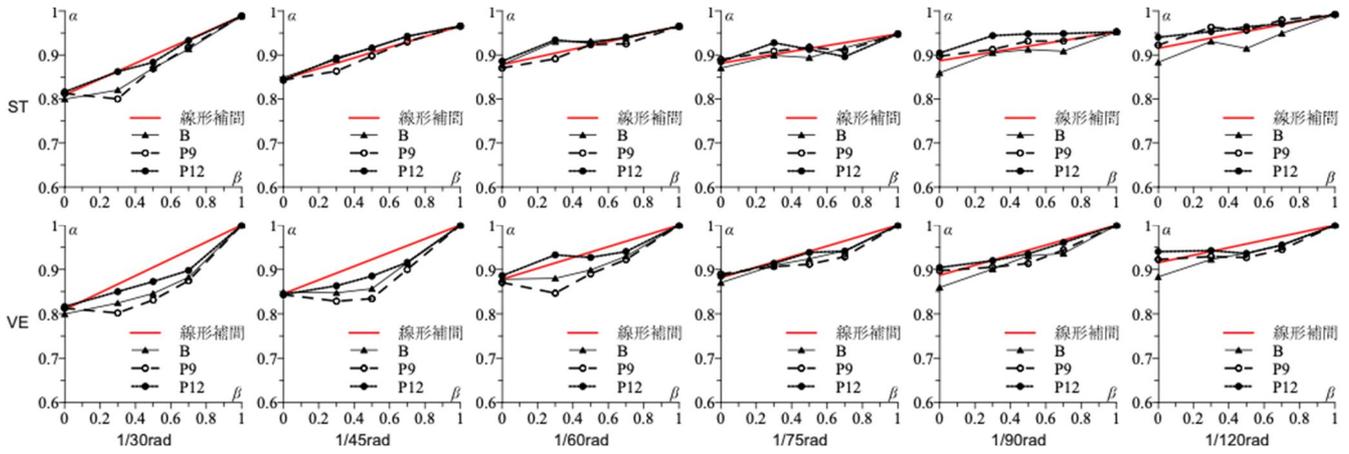


図4 による の平均値の推移と線形補間の比較(ST:鋼材ダンパー制振壁、VE:粘性ダンパー制振壁)

層間変形に対する内外装材損傷表

内外装材を張った軸組工法木造壁の静的載荷実験と既往の研究のデータを併せて作成した非構造体の損傷より経験最大層間変形角を予想する損傷表を作成した。

		1/450	1/300	1/200	1/150	1/100	1/75	1/50	1/30	1/15	1/10
内装材 開口無 (IC、N)	クロス		ボード壊しむ			隅部欠け(1/120) 面外浮き クロス突き破り	破れ増大 右上角剥離				
	ボード		隅角部浮き上がり					ボード破片落下			縁切れ
内装材 開口有 (IO、N)	クロス		ボード壊・開口右上・ 開口右下浮き				開口上破れ				
	ボード		ボード壊・開口右上・ 開口右下ひび		開口左下割れ 割れ幅4mm 開口右上割れ剥離	右ボード右上割れ ボード上下ずれ 開口右下浮き	開口右下側面ひび 開口上部、躯体に追従でき なく多量	右ボード上部面外浮き 開口右下浮き・分離 開口歪み割れ	開口左下浮き ボード上下割れ 右ボード上下浮き上がり		
内装材 開口有 サッシ有 (IO-S、N)	クロス		ボード壊れ	開口右下・左上・左下破 れ 開口右上しむ	開口右上破れ	開口右下しむ		右ボード右下破れ 中央下割れ			
	ボード			開口左下割れ	開口右下割れ 開口上のボード浮き	開口右上・左上割れ 開口右側面 ボード壊れ	開口左下割れ 開口上側面、右ボード 右側面外浮き	開口下面外浮き 左右ボード左下床材に圧 縮めり込み	開口左下ボード間で圧縮 面外浮き 開口左上割れ、面外浮き	開口左下ボード圧壊 右ボードが左ボードに乗 る	
外装材 開口無 (ENC、N)	サイディング		上下ずれ(5mm以下)	上下ずれ(6mm以下)	上下ずれ(6.5mm以下)	上下ずれ(8mm以下)	上下ずれ(10mm以下)	上下ずれ(12mm以下)	上下ずれ(18mm以下)	上下ずれ(30mm以下)	5段目左下割れ
	防水紙	しむ					浮き	浮き増大	浮き増大	面外浮き 引き抜	引き抜
外装材 開口有 (ENO、N)	サイディング		上下ずれ(1mm以下)	上下ずれ(2mm以下)	上下ずれ(2.5mm以下)	上下ずれ(5mm以下)	上下ずれ(7mm以下)	上下ずれ(9mm) 開口左上割れ	上下ずれ(17mm以下)	上下ずれ(40mm以下)	上下ずれ(62mm以下)
	防水紙	タッカー外れ(載荷前) しむ			土台との間に隙間あり		浮き4か所	浮き増大、破断	浮き増大	タッカー外れ位置で破れ	開口右上・開口中央ひ び パンチングアウト 無開口側の間柱位置に 破れ
外装材 釘締め 開口有 (ENO-S、N)	サイディング		上下ずれ(3mm以下)	上下ずれ(4mm以下)	上下ずれ(5mm以下)	上下ずれ(6mm以下)	上下ずれ(9mm以下)	上下ずれ(15mm以下)	上下ずれ(28mm以下)	上下ずれ(44mm以下)	
	防水紙	しむ			土台との間に隙間あり	浮き1か所	浮き2か所	浮き11か所 パンチングアウト	パンチングアウト	破断	破断
外装材 全長締め 開口有 (EMO、N)	サイディング		上下ずれ(2mm以下)	上下ずれ(2.5mm以下)	上下ずれ(3.5mm以下)	上下ずれ(4mm以下)	上下ずれ(5mm以下)	上下ずれ(7mm以下)	上下ずれ(16mm以下)	上下ずれ(26mm以下)	上下ずれ(39mm以下)
	防水紙	タッカー外れ(載荷前) しむ				上下ずれ(7mm以下) 開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび	開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび	開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび	開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび	開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび	開口左側面にひび (2サイクル目) 開口左上ひび
外装材 開口有 サッシ有 (EMO-S、N)	サイディング		上下ずれ(2mm以下)	上下ずれ(3mm以下)	上下ずれ(4mm以下)	上下ずれ(5mm以下)	上下ずれ(7mm以下)	上下ずれ(9.5mm以下)	上下ずれ(14mm以下)	上下ずれ(22.5mm以下)	上下ずれ(33mm以下)
	防水紙	タッカー外れ(載荷前) しむ						開口がない(ピーク)	シーリング切れ	開口左下ひび	開口左下ひび

図5 最大層間変形角と非構造体の損傷の関係(損傷表)

地震応答解析による簡易設計法の改良

地震応答解析による簡易設計法の改良を行った。簡易設計法では、耐力壁の塑性変形能力に過度に頼ることがないよう従来の完全弾塑性置換において変形制限を設け、塑性率を2程度以下に抑えている。しかし、内装材で用いている石膏ボードのように初期剛性が高く降伏変形が極端に小さい要素に対しては変形制限を設けても依然として塑性変形能力を過大評価するため、耐力壁との合算において不整合が生じた。そこで設計法に壁の塑性率に応じた低減式を加えることで、この影響を設計法に組み込んだ。振動台実験を再現した履歴モデルに対し、改良した設計法を用いて再度設計及び解析を行うことで、改良した設計法の妥当性を検証した。

$$P'_{0-\frac{1}{75}} = P'_{u} \sqrt{2\mu'' - 1} \quad \mu'' = \begin{cases} \mu' & (\mu' < 2) \\ 2 & (2 \leq \mu') \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $P'_{0-1/75}$: 塑性率を考慮した短期基準せん断弾力、 P'_u : 簡易設計法における終局耐力、 μ' : 簡易設計法における塑性率、 μ : 簡易設計法における上限を設けた塑性率と表す。以下のように解析を通して、上式の整合性を確認した。そして地震応答解析により振動台実験を再現した履歴モデルに対し、式(2)の改良を加えて再度設計及び解析を行うことで、改良した設計法の妥当性を検証した。耐力壁及び非構造壁のモデルは、非線形の包絡線を持つスリップ要素とバイリニア要素からなる汎用モデル、式(1)の劣化モデルを用いた 2 種類で再現した。非構造壁の劣化モデルに用いるパラメータについては表 1 の値を用いた。内装材の解析モデルについては内装材のばらつきを考慮するため荷重を 90%に低減して再現した。制振ダンパーに用いた鋼材は Menegotto-Pinto モデル、粘弾性体は線形粘弾性要素を用いてモデル化した。

図6に振動台実験と2種の履歴モデルに対する地震応答解析の荷重変形関係および、改良した設計法を用いた劣化モデルも含めた繰り返しの加振による変形量の推移を示す。実験結果と比較して汎用モデル、劣化モデル共に包絡線の再現精度はよく、劣化モデルは変形の推移についても 100mm を超えるような大変形以外で概ね良好な精度を示した。さらに劣化モデルに対して式によって改良した設計法を用いることで、100%1 回目で概ね制振目標である 1/75rad 以下に抑えることができた。

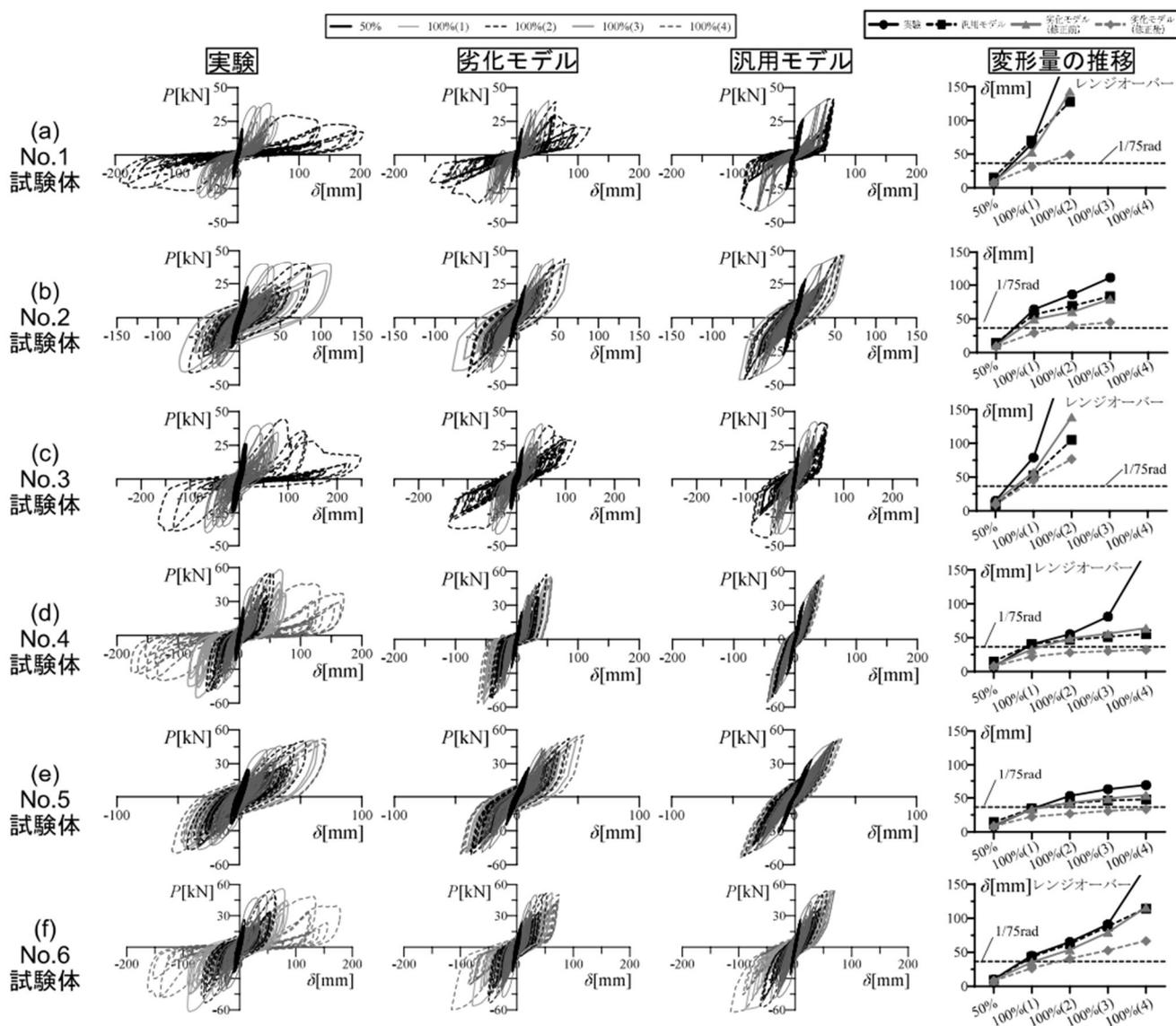


図6 振動台実験および2種の履歴モデルによる地震応答解析のP- δ関係および変形量の推移

これらによって、非構造体を含む木質制振架構の性能劣化挙動を再現し劣化モデルの妥当性を示した。また簡易設計法に対し壁の塑性率に応じた低減を加えることで非構造体を含む木質制振住宅の合理的な設計法を提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 YAMAZAKI Yoshihiro, SUZUKI Koya, MATSUDA Kazuhiro, SAKATA Hiroyasu	4. 巻 27
2. 論文標題 EVALUATION OF PERFORMANCE DETERIORATION OF PLYWOOD SHEATHING WALL SUBJECTED TO REPEATED CYCLIC LOADING	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIJ Journal of Technology and Design	6. 最初と最後の頁 202 ~ 206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijt.27.202	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 YAMAZAKI Yoshihiro, SAKATA Hiroyasu	4. 巻 88
2. 論文標題 SIMPLIFIED PREDICTION METHOD OF ELASTO PLASTIC TORSIONAL VIBRATION FOR SINGLE-STORY WOODEN SHEAR WALL STRUCTURE WITH UNI-AXIAL ECCENTRICITY	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AIJ Journal of Technology and Design	6. 最初と最後の頁 9742 ~ 983
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijs.88.974	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 土倉涼輔, 川原明洋, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安
2. 発表標題 木造住宅における繰り返し地震に対する性能評価法の提案 その1：木造耐力壁の繰り返し変形による耐力劣化を考慮した応答スペクトル法
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川原明洋, 土倉涼輔, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安
2. 発表標題 木造住宅における繰り返し地震に対する性能評価法の提案 その2：耐震性能維持能力の評価指標と制振構造への適用
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田智紀, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安
2. 発表標題 石こうボードを面材とする非構造壁の動的・静的載荷時の劣化挙動と損傷に関する実験研究
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 土倉涼輔, 鈴木滉哉, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安
2. 発表標題 非構造体を含む木質制振架構の繰り返し地震に対する性能劣化挙動と簡易設計法に関する研究 その1 実験概要及び実験結果
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木滉哉, 土倉涼輔, 山崎義弘, 松田和浩, 坂田弘安
2. 発表標題 非構造体を含む木質制振架構の繰り返し地震に対する性能劣化挙動と簡易設計法に関する研究 その2 解析モデルの作成及び簡易設計法の改良
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田和浩, 土倉涼輔, 山崎義弘, 坂田弘安
2. 発表標題 木造軸組工法住宅の壁における非構造体の損傷及び継続使用性に関する実験研究 その1 静的載荷試験の概要及び力学特性
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土倉涼輔, 松田和浩, 山崎義弘, 坂田弘安
2. 発表標題 木造軸組工法住宅の壁における非構造体の損傷及び継続使用性に関する実験研究 その2 非構造体の損傷観察
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川北 翔, 志水真央, 松田和浩, 山崎義弘, 坂田弘安
2. 発表標題 木造戸建住宅における非構造体の損傷評価に関する調査研究 その1 調査方法の概要と結果
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 志水真央, 川北 翔, 松田和浩, 山崎義弘, 坂田弘安
2. 発表標題 木造戸建住宅における非構造体の損傷評価に関する調査研究 その2 累積分布関数による評価と考察
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木混哉, 山崎義弘, 坂田弘安
2. 発表標題 合板耐力壁の繰り返し載荷による性能劣化挙動の評価
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂田弘安
2. 発表標題 木造住宅における制振技術の概要
3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会[近畿]パネルディスカッション・構造(木質構造)「木質構造における制振技術の方向性」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松田和浩
2. 発表標題 木造住宅の制振技術に関する国内の研究動向
3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会[近畿]パネルディスカッション・構造(木質構造)「木質構造における制振技術の方向性」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎義弘
2. 発表標題 制振技術を適用した住宅の性能評価
3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会[近畿]パネルディスカッション・構造(木質構造)「木質構造における制振技術の方向性」
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山崎 義弘 (YAMAZAKI YOSHIHIRO) (70644425)	国立研究開発法人建築研究所・材料研究グループ・主任研究員 (82113)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松田 和浩 (MATSUDA KAZUHIRO) (80567397)	名城大学・理工学部・准教授 (33919)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関