

平成21年 4月 1日現在

研究種目：若手研究(B)
研究期間：2007年～2008年
課題番号：19760398
研究課題名（和文） ストック住宅の耐震性能向上による長寿命化と保存・再生に関する研究
研究課題名（英文） Study on the longevity, restoration and preservation of stock houses through improvement of seismic performance
研究代表者 清水 秀丸（SHIMIZU HIDEMARU）
独立行政法人 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 契約研究員
研究者番号：70378917

研究成果の概要：建設分野では既存建物の長寿命化に対する構造的技術の開発が求められており、既存木造住宅を長寿命化させるには、経年劣化を最小限に抑えること、地震による損傷を軽微とすることが最も重要である。本研究では、地震による損傷を定量的に判断するための基礎データを静的加力実験などによって蓄積することを目的に研究を実施した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	0	2,100,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	3,300,000	360,000	3,660,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：既存建物、耐震性能、長寿命化、保存・再生、木造住宅、被害写真

1. 研究開始当初の背景

二酸化炭素排出量の制御に代表される地球環境負荷の軽減対策に伴い、建設分野では既存建物の長寿命化に対する構造的技術開発が求められている。歴史的価値のある建物・町並みの保存はもとより、近年では老朽化した建築物の耐震改修や再生・転用といった活用が多く試みられ、今後その重要性は益々高まるものと思われる。我が国の国家戦略の一つ、観光の大きな資源として期待される歴史的木造建造物や伝統的町並みの保存・再生と同様に、既存住宅を長寿命化させ活用することは次世代の観光資源の確保のみならず、循環型社会を形成する上でも大変有意義なことである。

現在、我が国では住宅戸数が世帯数を上回る状態が続き、都市部を中心にストックされている既存建物が増加する傾向にある。また、

都市部の既存建物では、解体・新築を行うための作業空間の建物外確保が難しいという問題点から、建物外観と室内空間のリフォームのみによる改修が増加している。しかし、既存建物の改修工事の主目的は、建物が持つ資産的価値を高めることにのみ着目することが多く、耐震的観点からの改修は少ない。また、既存建物は既存不適格建物と呼ばれる、現在の耐震基準を満たしていない場合が多い。既存不適格建物が耐震的観点を考慮されないまま改修された場合、地震時のリスクが軽減されず多くの死傷者が発生する可能性を残したままとなる。地震国である我が国で地震時の被害軽減を図るには、既存建物の耐震性能を確保することが必要不可欠であり、それは建物の長寿命化に直結する。

2. 研究の目的

既存木造住宅を長寿命化させるには、経年劣化を最小限に抑えること、地震による損傷を軽微とすることが最も重要である。地震による損傷を軽微にするためには、新築建物では耐震設計、既存建物では耐震補強が最も有効であるが、耐震補強手法は構造的特徴を考慮して建物ごとに提案することが効率的かつ重要性である。本研究では、軸組の持つ変形性能に着目した耐震補強手法を研究し、復元力特性・変形性能をパラメータとして、最適な耐震補強手法の研究を行う。

地震により被災した木造住宅の住民は、壁のひび割れや脱落の状態から建物が修復不能な状態であると目視で判断し、新築住宅に建て替える場合が多い。古い木造住宅に多い軸組構法の場合、柱・梁などの主要な軸組に大きな損傷が発生しなかった場合は、壁のみの補修によって被災前の最大耐力と同程度まで耐力が回復することが実大振動実験より明らかとなった。被災木造建物の目視調査から、修復後も最大耐力が修復前と同程度となる住宅（構造的修復可能建物）と、修復後の最大耐力が修復前より著しく低下する恐れのある建物（構造的修復不能建物）に適切な分類が出来れば、被災地域の住宅復興を迅速に行うことが可能となる。本手法は被災していない住宅にも適応が可能であり、改修工事時に目視による耐震診断を短時間で実施して耐震性能を調査する。

本研究では、静的実験から、試験体の損傷状況と層間変形角をデジタルカメラで撮影する。これは、既往の被災調査や実大実験の損傷写真データを参照して、建物の損傷状態から建物が構造的修復可能建物か否かを簡便に判断する手法を検討するものである。

3. 研究の方法

木造軸組構法を対象とした静的面内せん断加力実験を行った。試験体は、大きく分けて2種類である。柱と土台、梁で構成された軸組に対して、片方は土塗りの全面壁を持つ古い住宅を想定した試験体、もう一方は在来構法の比較的新しい住宅を想定した試験体とした。

加力はJIS-A1414に準拠した変位制御である。古い住宅を想定した試験体では、実験方法を載荷式とし、所定の層間変形角（例えば1/30radなど）を正負交番3回繰り返して実施した。なお、油圧ジャッキのストローク限界に達した後は、負側の変位はそれまで繰り返した最大の変位、正側の変位はさらに大きな変位となるように加力を行った。代表的な試験体は、下見板のみ試験体（図1）、土壁試験体（図2）、そして下見板土壁試験体（図3、図4）である。

比較的新しい住宅を想定した試験体では、

実験方法をタイロッド式として、土台をボルトで反力フレームに固定した。試験体は、間口2000mm、高さ2995mmの軸組に掃き出し窓を取り付ける掃き出し窓試験体（図5）と、腰壁と腰窓を取り付ける腰窓試験体（図6、図7）の2種類である。実験はコンピュータによる自動変位制御として正負交番3回繰り返して、目標変形角に相当する頂部の水平移動量を外部変位計で計測する。

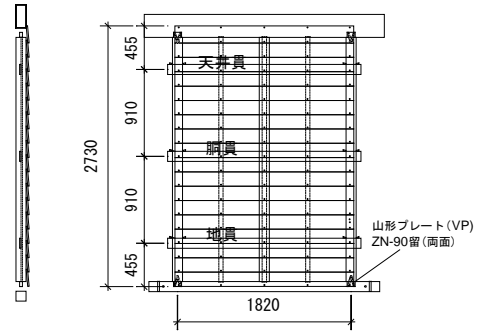


図1 下見板のみ試験体

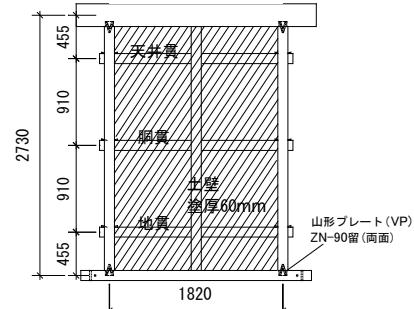


図2 土壁試験体

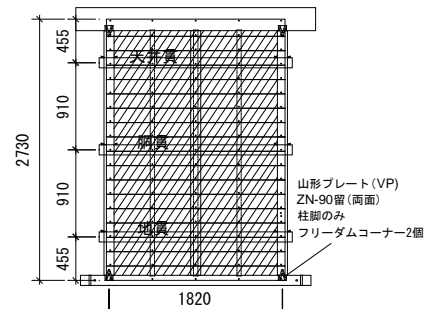


図3 下見板土壁試験体



図4 下見板試験体写真

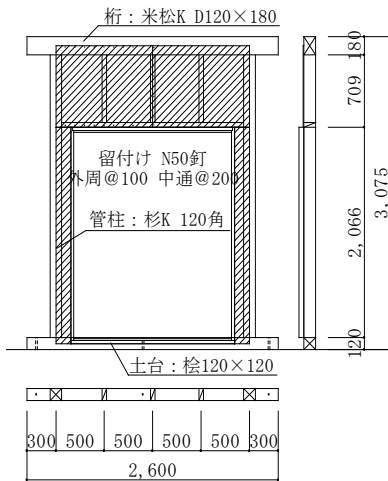


図 5 掃き出し窓型試験体

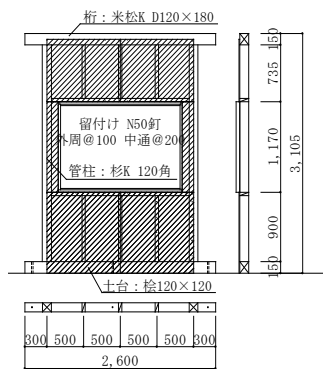


図 6 腰窓試験体



図 7 腰窓試験体

4. 研究成果

1) 古い住宅を想定した試験体

各試験体のベースシア係数-変形角関係を図 8-10 に示す。ベースシア係数は、荷重を上部加力装置の総重量に試験体重量の半分を加えた値で除して求めた。下見板試験体は、1/14rad でベースシア係数(以下、CB)が最大 0.24 となった。その後、CB の著しい低下は認められず、CB が 0 となった変形角は 1/5rad である。土壁試験体は、1/70rad で CB が最大 0.58 の後、CB が 0 となった変形角は 1/4rad

であった。下見板付き土壁試験体は、1/110rad 付近より柱脚の引き抜けが顕著となったため、柱脚にフリーダムコーナー 2 個を取り付け、再度実験を行った。図 10 はフリーダムコーナーを取り付けた後の実験結果である。下見板付き土壁試験体は、1/50rad で CB が最大 0.75 となった。その後、柱脚部分の土台で割裂が起こったことで耐力が低下し、CB が 0 となった変形角は 1/7rad であ

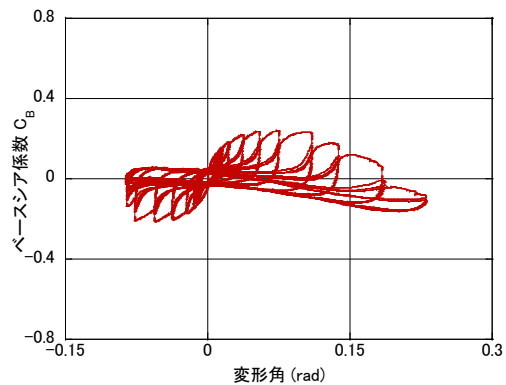


図 8 下見板のみ試験体

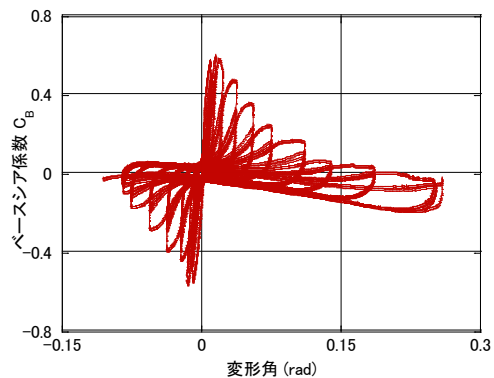


図 9 土壁試験体

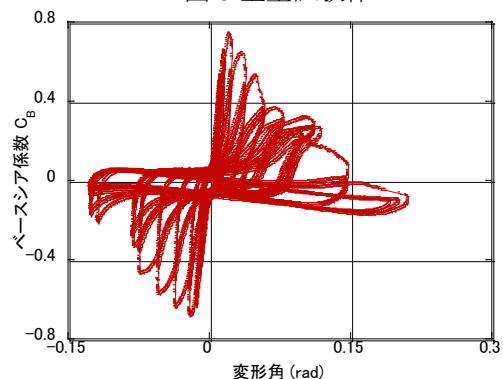


図 10 下見板土壁試験体

試験体の損傷と変形角の関係を整理するため、変形角 1/5rad 時の試験体全体の写真を図 11-12 に示す。下見板試験体の損傷は、下見板を留め付けている N50 釘が面外に外れて、下見板-柱間に大きな隙間が生じた。この様子は図 12 にも見られ、試験体を正面か

ら目視した場合、下見板同士の一部がずれているだけのように見える。土壁試験体では、 $1/125\text{rad}$ 付近より土壁 4 隅の柱-土壁間に隙間が見えはじめ、続いて 4 隅にひび割れが発生した。その後、貫に沿ってひび割れが見られ、 $1/10\text{rad}$ 以後は図 11 のように土壁が脱落した。下見板付き土壁試験体は、図 12 のように下見板によって土壁のひび割れが見えにくくなることを確認された。この傾向は変形角が大きくなっても同様であり、図 12 のように大きな変形角でも下見板は目立った損傷が見えない。しかし試験体を裏面から見ると、土壁の大部分が脱落していた。図 10 から図 12 の変形角では CB が 0 を下回っていた。以上より、下見板付き土壁試験体の損傷は、試験体の正面と裏面で大きく違い、外観からの目視による調査のみから試験体の被害程度を評価することは困難である。



図 11 層間変形角 $1/5\text{rad}$ の土壁試験体



図 12 層間変形角 $1/5\text{rad}$ の下見板試験体

2) 比較的新しい住宅を想定した試験体

各試験体試験体とも $1/60\text{rad}$ 以降においてサッシュ枠端部の破壊や、面材の割れ、クレセントの破壊が確認された。さらに、腰窓試験体については $1/30\text{rad}$ 時に柱が割裂した。実験中に窓ガラスが割れたり、外れたりすることはなかった。実験終了後には、両試験体ともサッシュ枠が大きく歪んでおり、外側に

はらんでいた。窓ガラスにおいては特に変化は見られず、窓ガラスを止めているゴムシール材の残留変形があった。

荷重変形関係の包絡線を図 13-14 に示す。実線が今回の実験結果、点線が以前に実施したサッシュなしの結果を示している。図より、最大荷重がサッシュの有無で上昇していることが分かる。また、初期剛性について窓ガラスありは、なしに対して 1.8 倍以上の耐震性能を有することが分かった。サッシュや窓ガラスの有無により、耐震性能が向上することが確認されたが、数倍というような大きな値ではないことが分かった。

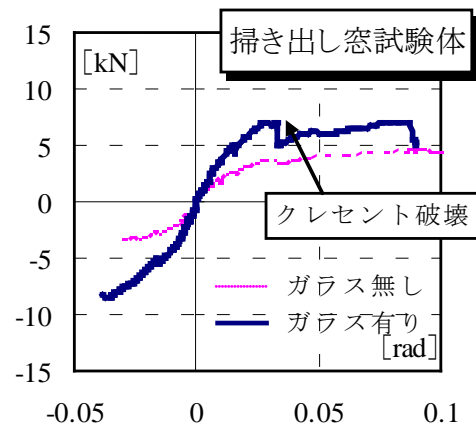


図 13 掃き出し窓型試験体包絡線

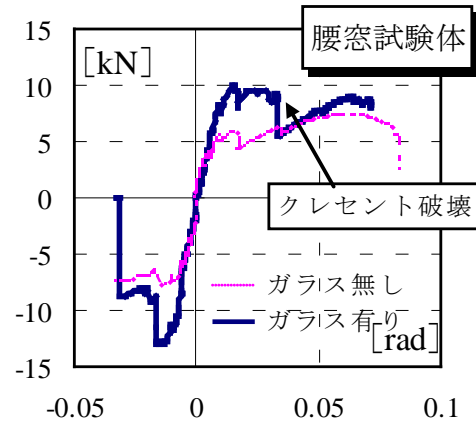


図 14 腰窓型試験体包絡線

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

1. 清水秀丸、森井雄史、工藤渉、林康裕：下見板仕上げされた木造軸組の静的加力実験による耐震性能評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp423-424、2008 年 9 月