

久米式耐震木骨構造の耐震性能及びその耐震補強に関する実験的研究
 (その1) オリジナルの架構の耐震性能の評価

正会員	○西川 英佑*1	同	木津 直人*4
同	松田 昂大*2	同	伊藤 央*5
同	梶井 健*3		

久米権九郎	久米式耐震木骨構造	登録有形文化財
近代建築	木造	耐震補強

1.はじめに

久米式耐震木骨構造は、大正12年の関東大震災における木造建物の地震被害を踏まえ、昭和初期に久米権九郎によって提案された耐震構造である。主な特徴として、小径の柱2本で土台・貫・胴差などの横架材を挟み込みボルトで固定し、この2本組の柱を密に並べ、要所に筋違を入れる構造である(図1)。近年、建築史的観点からの研究が進み、当該構法を用いた建築の特徴が整理され^{2),3)}、現存する建築の文化財としての価値付けも進んだ⁴⁾。一方で、特殊な構造であるため耐震性能を評価することが困難な点などが保存上の課題となっている。

本研究で対象とするのは、当該構造の現存建築の一つである旧本多家住宅である(図2)。旧本多家住宅は昭和13年に建設された洋風住宅で、神奈川県逗子に所在する。令和4年秋より保存修理工事が進行しており、耐震対策検討のための基礎データが必要となっている。

本稿では、旧本多家住宅に現在も残る当該構造のオリジナルの架構について再現模型を作成し、静的載荷試験を行い、耐震性能を評価する。

2.実験概要

2.1 試験体

試験体は旧本多家住宅をモデルに2種類の架構を作成した。試験体の形状・材種・部材寸法などは建設当時の図面や木材見積書を参照し、建物を部分解体して行った実測調査の結果と照らし合わせ決定した(図3)。架構

には筋違がない箇所と筋違が入った箇所が確認できたため、筋違がない架構を試験体A、筋違入りの架構を試験体Bとして再現した。材種は土台に檜、貫・胴差に米松、柱・筋違に杉を用いた。なお、試験に用いる反力フレームの寸法的制約のため、試験体の高さを旧本多家住宅の1階階高の9割ほどに縮めている。

【試験体A：オリジナル架構(筋違なし)】 (図4)

試験体寸法は1800mm×2918mmとした。久米式耐震木骨構造は建物の隅や壁の交わる箇所では柱が4本組となっているため、試験体の両端の柱を4本組とした。各柱と横架材の接合部はボルト1本で留めており、締め付けトルクについては考慮していない。

【試験体B：オリジナル架構(筋違あり)】 (図5)

上記の試験体Aと同様のものに筋違を加えて作成した。筋違をたすき掛けにし、片側を通し、もう一方は二材として通しの筋違に設けた切り欠きに大入れとする。また、筋違と貫との接合部では筋違を通し、貫を突きつけとする。筋違端部は胴差・土台に設けた切り欠きに大入れとする。

2.2 試験方法

試験体のセットアップ状況を図6に示す。試験体の胴差の一端にジャッキを取り付け、ジャッキに備え付けたロードセルで載荷荷重を計測する。また、胴差の他端ではレーザー変位計で水平変位を測定する。試験体の固定方法は柱脚固定式とし、土台両端部に柱脚固定治具を据え、ボルトを用いて反力台フレームに緊結した。

試験は水平方向の正負交番漸増載荷で行い、押しを正、引きを負とし、層間変形角が±1/120rad、±1/60rad、±

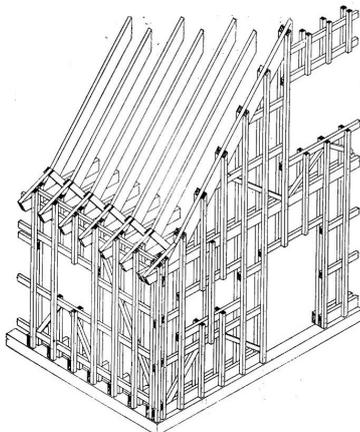


図1 久米式耐震木骨構造のアイソメ図¹⁾



図2 旧本多家住宅外観



図3 部分解体調査(筋違接合部)

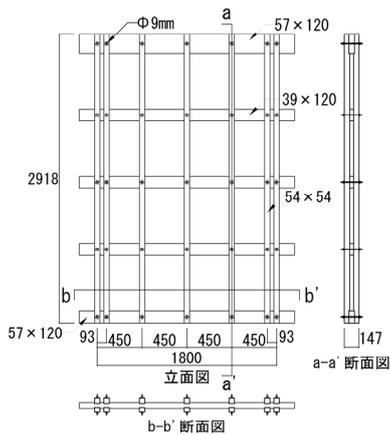


図4 試験体 A

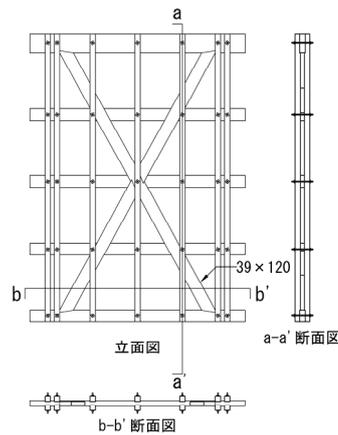


図5 試験体 B

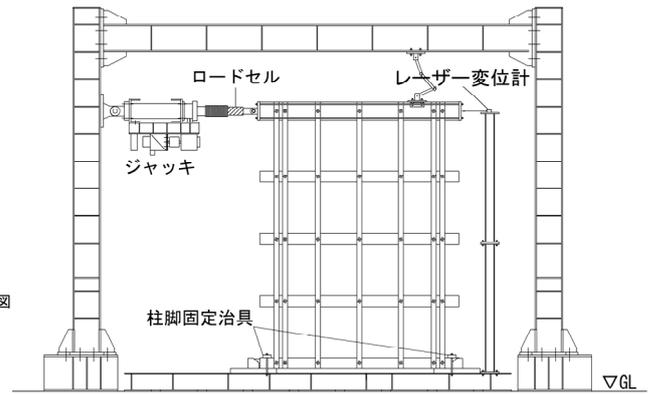


図6 試験体セットアップ

1/30rad を基準として各 1 回載荷した。試験体の耐力が大きく低下する破損が生じた場合、その時点で試験を終了した。

3. 試験結果

試験により得られた荷重変位関係を図 7 に示す。

試験体 A では、1/30rad の載荷までで破壊箇所は見られず、変形能力には富むが、各接合部がピン接合となっているため、復元力の最大値が 0.48kN と水平荷重に対する抵抗力がほとんどないことが分かった。

試験体 B では、1/120rad で復元力が 8kN を超えており、試験体 A に比べはるかに剛性が高く復元力大きい。引きでは-1/78rad 時、押しでは 1/106rad 時に土台が割裂し (図 7 写真)、復元力の最大値は 11.28kN となった。筋違は端部が金物などで緊結されていないため圧縮のみに効くが、両側を柱によって挟まれるため面外座屈を起こすことはない。筋違が効くことで突き上げられる柱頭・胴差の接合部はボルト接合されているため外れな

かったが、これによって柱が持ち上げられ、柱脚・土台のボルト接合で土台が割裂することとなった。

4. まとめ

日本多住宅をモデルに久米式耐震木骨構造の筋違がない架構 (試験体 A) と筋違入りの架構 (試験体 B) の 2 種類を作成し、水平載荷試験を行った。

オリジナルの架構は筋違の有無により性能が大きく異なり、筋違がない架構は耐震要素として期待できない。筋違入りの架構は復元力を 10kN ほど示しており耐震要素として期待できるが、比較的小さい変形角で脆性的な破壊をすることが分かった。

以上を踏まえると、久米式耐震木骨構造は筋違が圧縮側で効き、筋違による胴差や柱の突き上げに対しても一定程度まで耐える構造といえるが、当該構造の建物がより高い耐震性能を発揮するためには、筋違を十分に入れるとともに、筋違が効いたときに負担が集中する接合部の破損防止策を行うことが必要であることが分かった。

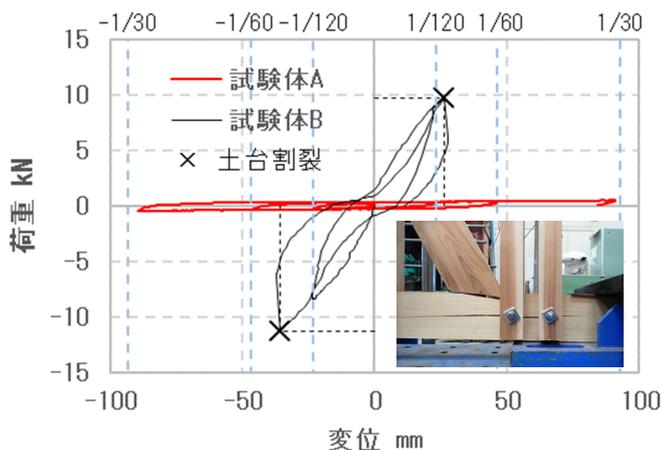


図7 荷重変位関係

[註]

- 久米権九郎, 福富孝治, 「二木造洋風建築物の振動験測結果報告」『地震第 1 輯』, 日本地震学会, 第 4 巻, 第 11 号, pp657-680, 1932 年 4 月
- 木津直人, 山崎鯛介, 「久米式耐震木骨構造を用いた作品の骨組みに示された構造への理解」, 日本建築学会計画系論文集, 第 87 巻, 第 791 号, pp150-159, 2022 年 1 月
- 木津直人, 山崎鯛介, 「久米式耐震木骨構造を用いた作品に見られる意匠と性能の関係」, 日本建築学会計画系論文集, 第 87 巻, 第 797 号, pp1327-1335, 2022 年 7 月
- 日光金谷ホテル別館が 2005 年に、万平ホテルアルプス館が 2018 年に、旧本多住宅主屋が 2022 年に登録有形文化財となった。

*1 関西大学環境都市工学部建築学科助教・博 (工)
 *2 関西大学大学院理工学研究科博士課程前期課程
 *3 関西大学環境都市工学部建築学科教授・博 (工)
 *4 東京工業大学環境・社会理工学院建築学系助教・博 (工)
 *5 株式会社久米設計

*1 Assistant Professor, Kansai University, Dr. Eng.
 *2 Graduate student, Master's course, Kansai University
 *3 Professor, Kansai University, Dr. Eng.
 *4 Assistant Professor, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.
 *5 KUME SEKKEI Co., Ltd.