

限界耐力計算を用いた東広島市志和堀の茅葺古民家の耐震性能評価及び耐震補強計画案に関する考察

学生番号 B142976 氏名 富田 直樹
研究室 建築構造力学 指導教員 森 拓郎 准教授

1. はじめに

2003 年、東広島市志和堀には大小さまざまな茅葺古民家が 14 軒残っていた。しかし、その数は茅葺職人の減少、生活様式や茅葺古民家に対する価値観の変化から 2018 年までに 8 軒減少した。この現状に対して筆者は、2016 年から地域住民や有志の学生と茅葺古民家の保全活動に取り組んでいる。一方で、この活動は建物の機能面だけに配慮したものであり、地震に対する建物の安全性を担保しているとはいえない。この一因として、伝統木造建築物の耐震診断と補強の難しさが挙げられる。そこで本研究では、建物の安全性を担保した保全活動を促進させるために図 1 に示す茅葺古民家を対象として、耐震性能評価を実施しその耐震補強計画案を提示する。



図 1 対象建築物の外観

2. 現状の耐震性能評価

耐震性能評価には、建築基準法施行令第 3 章第 8 節第 1 款の 3 に定める限界耐力計算¹⁾を用いる。これにより、地震時に生じる建物の変形量が算定可能となる。特に伝統木造建築物は、層間変形角が $1/15\text{rad}$ 程度までは十分な変形能力を保持している²⁾と判断できる場合が多い。そのため本研究では、設計クライテリアを $1/120\text{rad}$ (稀に発生する地震) と $1/15\text{rad}$ (極めて稀に発生する地震) に定めた。計算に必要な建物諸元 (部材寸法、重量、耐震要素の選定と配置) は、実測調査と $1/50$ の模型作成により算出、確認した。また、耐震性能評価範囲は、図 2 に示す主要構造部のみとした。建物の復元力特性は、各構面における耐震要素の合算値を用いた。このとき、検定項目として一般的に省略される伝統木造建築物の特性 (腐朽等による耐力低減³⁾) と柱の曲げ破壊の検定についても実測データより考慮した。

計算の結果、張り間方向は極めて稀に発生する地震に対する層間変形角は、 $1/19\text{rad}$ となり設計クライテリアを満足していたが、稀に発生する地震に対しては $1/114\text{rad}$ となり設計クライテリアを満足していなかった。けた行方向は、図 3 に示すように両地震に対する応答値とともに設計クライテリアを満足していなかった。以上より、けた行方向では大地震時に対象建築物の倒壊の危険性があることがわかった。

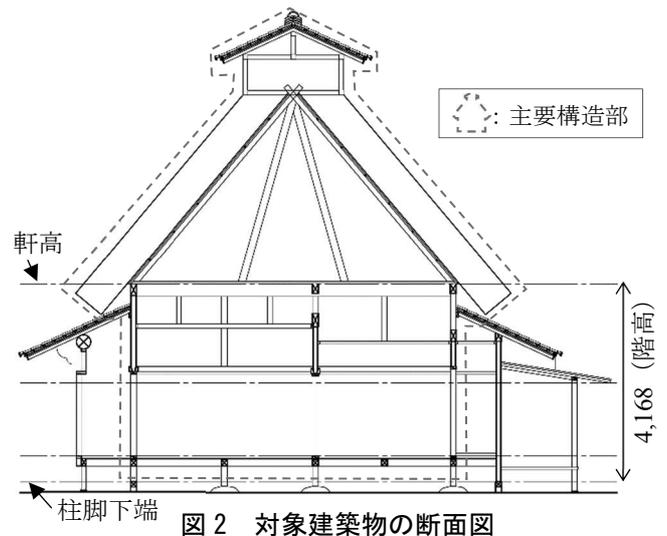


図 2 対象建築物の断面図

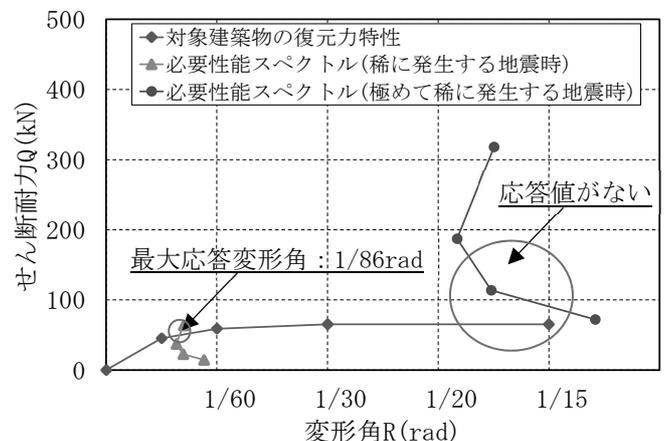


図 3 現状のけた行方向の応答値

3. 耐震補強用袖壁の耐力実験

耐震補強材用袖壁の復元力特性を把握するために、耐力壁の正負交番繰り返し加力試験による壁倍率性能評価を実施した。耐力壁には、薄い削片状にした木片を配向させて積層、接着剤で高温圧縮した木質ボードである Oriented Strand Board (通称 OSB) を用いた。復元力特性は、図 4 に示すように実験から得られた包絡線より算出した。

4. 耐震補強効果

補強計画には、計画的配慮である機能性の維持と自然採光の確保をした上で、設計クライテリアを満足する耐震補強計画を検討した。補強方法は、3 パターン(荒壁パネル、袖壁、面格子壁+はしご型フレーム)とした。計算の結果、全ての補強方法について設計クライテリアを満足することが出来た。しかし、補強方法毎に計画的配慮に対する結果に大きな差が見られた。荒壁パネルは、設計クライテリアを満足するために必要な壁量が多かったため、室内を壁で完全に仕切る形となり、動線と自然採光の確保が困難となった。袖壁を用いた場合は、図 5 に示すように OSB の利点(軽さと剛性の高さ)を活かすことで、機能性を維持しながら各室への自然採光を確保することが出来た。また、けた行方向の層間変形角は、図 6 に示すように設計クライテリアを満足し、補強前に比べて変形が約 31~41%低減された。面格子壁とはしご型フレームによる補強方法では、面格子壁の利点である自然採光の確保は出来た。一方で、面格子をけた行方向の補強可能箇所全てに設置したため、張り間方向の動線確保が困難となった。これらのことより、袖壁補強が最も良い結果を示した。

5. まとめ

本研究では、実測値を用いた現状の耐震性能評価の実施と実験データと既往の研究による補強方法を検討した。現状の性能評価は、主にけた行方向に課題があることがわかった。耐震補強後の性能評価は、3 種類の補強方法全てにおいて設計クライテリアを満足していた。特に袖壁を用いた場合、対象建築物の機能性の維持と自然採光を確保しながら耐震性能を向上させることができた。つまり、茅葺古民家の保全活動で重要となる機能面の維持を担保し、尚且つ耐震性能を向上することは可能である。これは、現在の保全活動が抱える課題を解決する一つの手法といえる。今後、茅葺古民家の保全活動に本稿での結果を活かすためには、東広島市志和堀に現存する茅葺古民家のデータ蓄積が必要である。

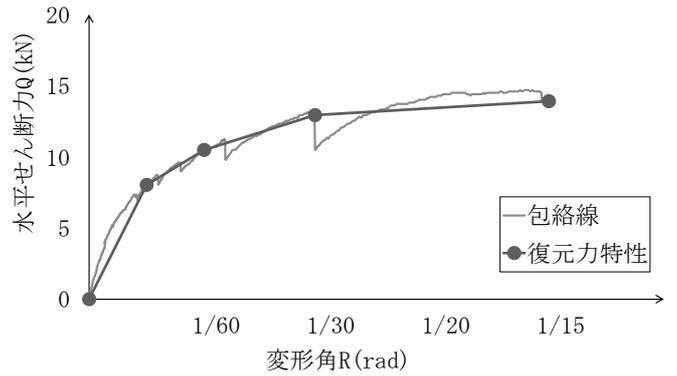


図 4 OSB 袖壁の復元力特性

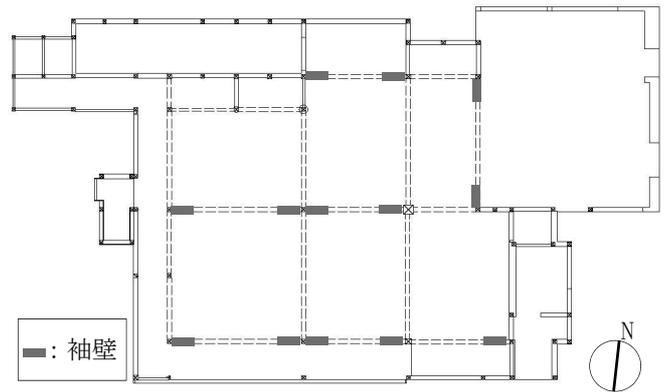


図 5 OSB 袖壁の配置図

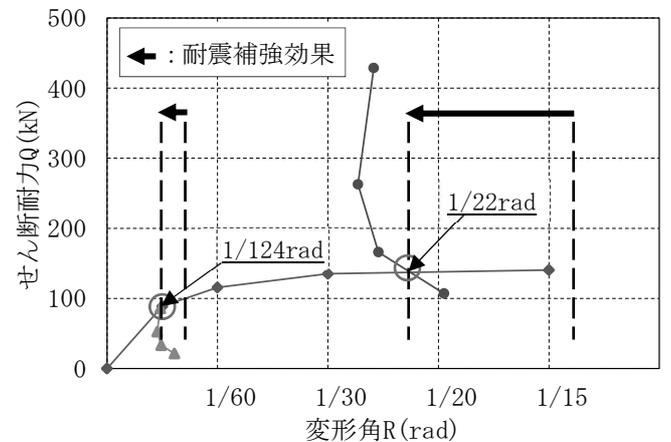


図 6 袖壁補強後のけた行方向の応答値

参考文献

- 1) 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会 著：伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計法、(株)学芸出版社、2015. 2
- 2) 日本建築学会近畿支部「1995年兵庫県南部地震—木造建物の被害—」、1995. 9
- 3) 森拓郎、芝尾真紀、西野進、田中圭、中川貴文、五十田博：強制腐朽処理を壁脚部に施した耐力壁の残存耐力性能(その4) 面材耐力壁の荷重変形角関係の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集、2017. 8