

京都府北部地域における伝統木造建築物の耐震性能評価と文化遺産地区の防災力向上に関する研究

Seismic Performance Evaluation of Traditional Wooden Houses in the Northern Region of Kyoto Prefecture and Advancement of Disaster Prevention Ability in Cultural Heritage District

鈴木 祥之・須田 達

Yoshiyuki SUZUKI, Tatsuru SUDA

1. はじめに

我が国には多くの地域に伝統木造建築物が存在し、特色ある地域を形成している^{例えば1)}。さらに歴史的、文化的に価値が高い建築物群は、伝統的建造物群保存地区に指定され、保存活動が行われている。しかしながら、構造的に改修が行われる事は少なく、災害に対する脆弱性が指摘されている¹⁻²⁾。伝統木造建築物は地域によって様々な構法であるため、一律的な対策が取りづらいことも、災害に対する対策が進まない要因の一つと言える。

京都府北部地域では、丹後型と呼ばれる民家を代表に、数多くの伝統木造建物が現存している。これらの伝統木造建物についても意匠的、歴史的な調査研究³⁾が行われているが、構造的な調査研究は少ない。また昭和2年(1927年)北丹後地震(M7.3)により甚大な被害を受けており、建物の耐震性能の向上が求められている。そこで京都府北部地域における伝統構法木造建物を対象に構造詳細調査を行って構造特性と耐震性能を明らかにする。

また災害を軽減するためには、個々の建築物の防災性能を向上させるとともに、住民の防災意識の向上も重要である。京都府北部に位置する京都府与謝郡与謝野町字加悦は、多くの伝統木造建築物が現存し、重要伝統的建造物群保存地区に指定されているちりめん街道もある。町並みを守り、住民が安心して暮らすには防災対策は重要な課題と言える。そこで与謝野町字加悦地域において建物と防災に関する住民意識と現状を把握して、文化遺産である伝統的建造物群保存地区の防災対策を進める上での課題を明らかにする。

2. 京都府北部地域における伝統木造建築物の構造調査

対象建物は、京都府北部地域の伝統構法木造建築物とし、建築年代、平面形式などから選定した。建設地は一部の地域で偏らないように、京丹后市4棟、与謝野町2棟、宮津市1棟の計7棟である。建築年代は1839年から1934年となり、屋根形式は笹葺きが2棟、瓦葺きが5棟となった。写真1(a)から(g)に調査建物の外観を示す。構造詳細調査は、2008年10月7日から9日に第1次調査、同年11月7日から9日に第2次調査、同年11月15日から17日に第3次調査を行い、建物プラン、構造要素の配置および仕様、主要な構造部材の材積などを実測した。目視できない仕口や継手については、現地で大工棟梁へヒアリングした。実測データは野帳に記録し、各部を写真に記録した。野帳や写真に基づいて各種構造図面を作成した。図1、2に構造平面図、断面図を示す。



(a) YS家



(b) OS家



(c) TU家



(d) OM家



(e) NG家



(f) KW家



(g) BT家

写真1 対象建物の外観

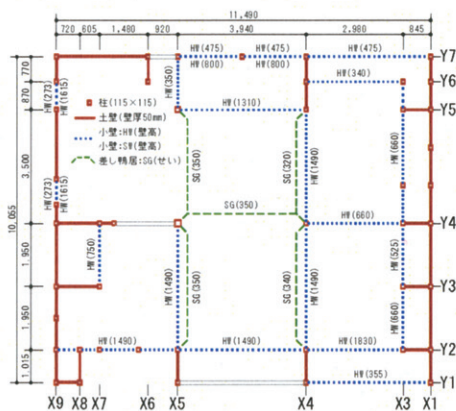


図1 構造平面図

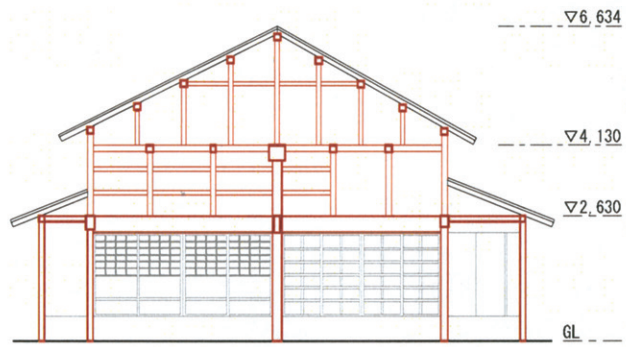


図2 断面図

構造上主要な壁は竹木舞下地による土塗り壁であり、壁厚は主に 50mm~75mm であるが、30mm~40mm 程度に薄くする壁もある。外壁の仕上げは板張りが多く、他は漆喰としている。垂れ壁や腰壁などの小壁は、壁厚が 50mm~75mm、貫は 1 段~2 段、背の高い小壁で 4 段の場合もあり、せいは 100mm~120mm である。

構造上主要な柱の断面は 100mm 角~175mm 角であり、大黒柱は 190mm 角~330mm 角である。写真 3 に示す天井の高い居室では、写真 4 のように断面の大きい材で格子状に梁を架けている。その梁の断面は平均的に 280mm×290mm 程度である。最も大きい断面の小屋梁は 390mm×400mm である。写真 5 のような居室では差し鴨居とし、せいは 310mm~380mm であった。

各部の高さは、実測の結果から、最高高さ6466mm~9501mm、2階の高さ1320mm~2340mm、1階高さ2510mm~3090mm、床高さ360mm~775mmであった。



写真2 外壁



写真3 内壁



写真4 天井



写真5 差し鴨居

建物重量は、建築基準法施行令 84 条、85 条の固定荷重と積載荷重に基づいて算出した。ただし小屋組については、比較的大きな材が使用されているため、実測による材積に比重を乗じて算出した。笹葺き屋根については、重要文化財(建造物)基礎診断実施要領の茅葺き屋根の建物を参考に算出した。積載荷重は地震時設計用とした。その結果、対象建物の重量は 374kN～821kN であり、延べ床面積あたりの単位重量は、2.52kN/m²～3.31kN/m²である。図 3 に各対象建

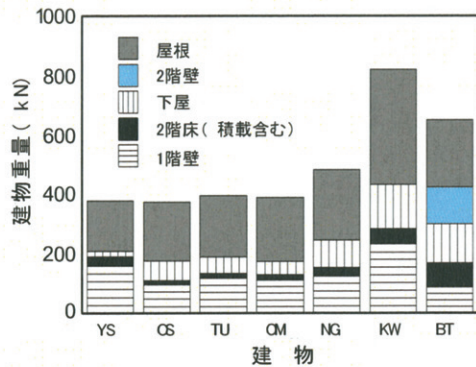


図 3 建物重量の構成

物の建物重量を構面ごとに示す。この地域の伝統構法木造住宅は、建物中央部の居室は天井面の梁を断面の大きな材によって構成し、階高を高くするため小壁が高い。また図 3 から、屋根重量は建物重量のおおよそ半分を占めている。これらのことから、重量は建物上部に集中していると考えられ、耐震安全上は不利な状態と言える。

対象建物は、建築年代が非常に古いが、改修や修繕工事をほとんど行っていないため、経年的な劣化や、生物的な劣化による損傷が見られた。特に蟻害が多く発生しており土台や梁が損傷していた(写真 6(a)(b))。また外壁や土壁にひび割れ(写真 6(c)(d))、天井の雨漏り(写真 6(e))など、経年的な劣化も見られた。



(a) 土台の蟻道



(b) 梁の蟻害



(c) 外壁のひび割れ



(d) 土壁の割れ



(e) 天井の雨染み

写真 6 劣化箇所

3. 伝統木造建物の構造詳細調査による耐震性能評価

対象建物の構造要素は、土塗り壁(土壁)、土塗り壁の垂れ壁および腰壁(土塗り小壁)、貫、差し鴨居、柱であった。既往の研究⁴⁾に基づいて、各構造要素の復元力特性を算出した。その際、土壁は基準となる復元力に対して壁長さ、壁厚にそれぞれ比例して算出した。小壁は、小壁枚数と小壁の高さに比例させた。ただし対象建物の小壁は、写真3、5に示すように、一般的な小壁と比べて高いが、基準とする復元力⁴⁾を上限值とした。柱、貫、差し鴨居は、本数とめり込み面積に比例し、階高に反比例とした。

各構造要素の復元力特性を足し合わせて建物の復元力特性とし、建物方向ごとに算出した。算出した復元力特性から変形角 1/30rad 時のせん断耐力を用いて、ベースシア係数を算出し図4に示す。ベースシア係数はけた行方向 0.18~0.36、張り間方向 0.25~0.43 となり、張り間方向のベースシア係数は、けた行方向と比べると平均的に高い。各要素の負担割合は、土壁で約 4 割~7 割、小壁で約 3 割~5 割軸組で 1 割~2 割であった。

耐震性能評価は、限界耐力計算⁴⁾に基づいて、最大応答変形角を算出した。地震力は建築基準法施行令第82条の5第五号により求め、地盤種別は第2種地盤とした。算出した最大応答変形角を図5に示す。同図より、YS家、BT家のけた行とOS家、BT家の張り間で変形角1/15radを超えている。その他は、おおよそ1/20radから1/15radの範囲にある。最大応答変形角はおおむね、けた行方向より張り間方向の方が小さい傾向にある。算出した最大応答変形角とベースシア係数の関係を図6に示す。同図よりベースシア係数が約0.26以降で変形角が1/15rad以下となっている。

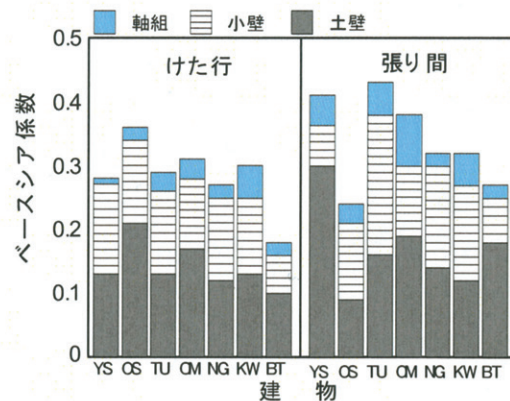


図4 ベースシア係数と構造要素の構成

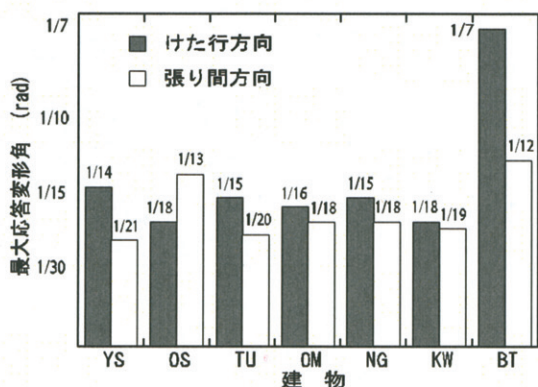


図5 限界耐力計算による最大応答変形角

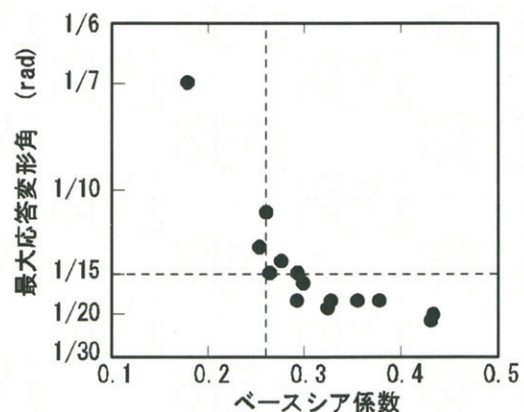


図6 ベースシア係数と最大応答変形角の関係

4. 与謝野町加悦地域における防災意識調査

調査対象地域はちりめん街道の東側の地域とした。この地域は昭和 2 年年北丹後地震で甚大な被害を受けており、今後も近くの断層帯で地震の発生した際には、建物の倒壊などの被害が予想されている。水害が多い地域でもあり、平成 16 年 10 月 20 日には台風 23 号による水害で多くの建築物が床上浸水などの甚大な被害を受けている。

アンケート調査を実施するにあたり、事前に地域に建築されている建築物を対象に外観目視調査を行った。外観目視調査は建築物、地域の問題点などの大まかな現状の把握を目的とし、全ての建物を対象に行った。写真 7 に住宅以外に特徴的な建築物の外観を示す。

外観目視調査の結果から様々な用途の木造建築物が密集していること、使われていない住居、工場等の存在が明らかとなった。地域の防災を考える上で、住居が最も重要であるが、その他の建築物についても調査する必要があることがわかった。

アンケートの項目は外観目視調査をもとに作成した(表 1)。「個々の建物に関する項目」は個人所有の全ての建物を対象とした。アンケートの配布数は 59、回収数は 48、回収率は 81%であった。

表 1 アンケートの主な項目

アンケート回答者の属性に関する項目
<ul style="list-style-type: none"> ・回答者の年代・家族の人数 ・住居・土地の所有形態
個々の建物に関する項目
<ul style="list-style-type: none"> ・建物の属性(用途・階数・建築年・構造など) ・過去の改築・改修、今後したい改築・改修(種別・箇所・理由) ・建物の維持管理(シロアリ対策・点検)
防災に関する項目
<ul style="list-style-type: none"> ・怖いと思う災害 ・大地震の際、建物に生じると思う影響 ・地震・水害・火災・台風の対策 ・過去の災害による被害の程度・意識の変化 ・町の防災活動の認知度 ・耐震診断(したことがあるか、結果、改修等) ・住宅・地域に対する意識



(a) 空き家



(b) ちりめん工場

写真 7 与謝野町加悦地域の特徴的な建築物

5. 防災意識に関するアンケート調査結果

アンケート回答者の35%が70歳代以上であった。年齢別人口は直接わからないが、高齢者が多いと推定できる。70歳代以上の回答者は独居・2人暮らしの割合が65%であった。個々の建物の建築状況については、個人所有の建物の59%が住居、16%が住居・事業併用建物、24%はその他の建物であった。木造建物は86%を占め、住居では91%が木造、そのうち72%が昭和56年の建築基準法改正以前の建築物であった。

住民の防災意識については、怖い災害を聞いた項目では、多くの回答者が地震・火災を挙げている。地震の際に住居にどのような影響が生じると思うかという項目では、87%の回答者が倒壊する・大きな被害を受けると考えている(図7)。

今までに住居の改修・改築した箇所は、耐震に関する主要構造部という回答は少ないが、今後改築・改修したい箇所では17%であり、若干向上している(図8)。

災害の対策については、地震・水害の対策が少ないことがわかった。水害では何をすればよいかわからないという回答が多く(図9)、個人での対策は限界といった意見があった。

与謝野町では地震ハザードマップの配布、耐震診断士派遣などの防災事業を行っている。地震ハザードマップの認知度は70%、手元にあるのは29%である(図10)。耐震診断士派遣事業の認知度は約50%、利用者は3棟(6%)であった。

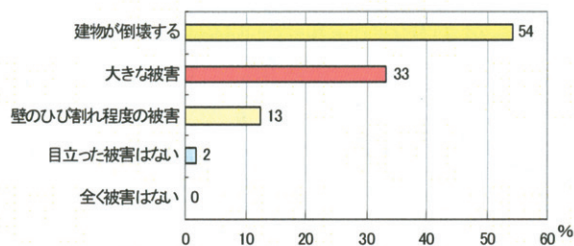


図7 大地震の際に住居への影響(回答数 48)

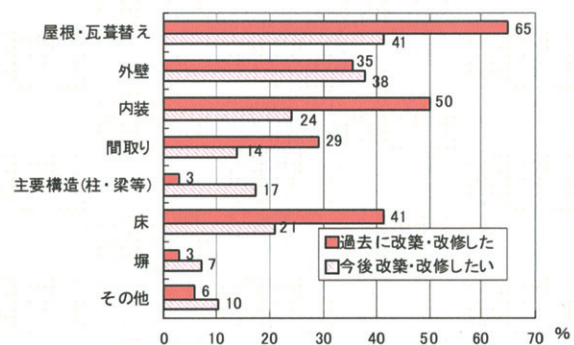


図8 住居の改築・改修状況(複数回答・回答数 129)

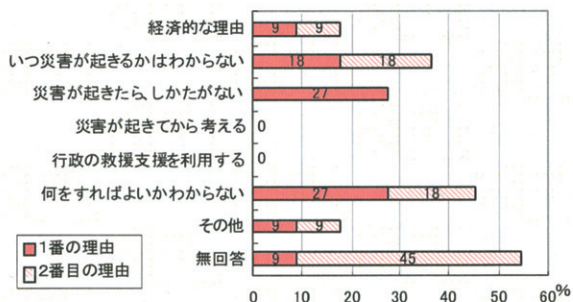


図9 水害対策をしていない理由(回答数 28)

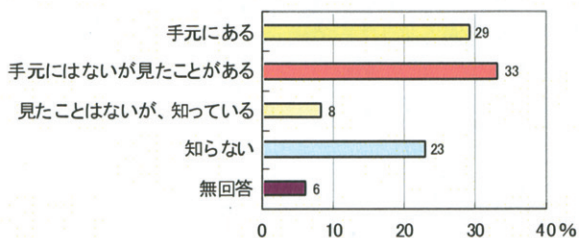


図10 地震ハザードマップの認知度(回答数 48)

6. まとめ

京都北部地域の伝統木造建築物の構造詳細調査の結果から京都府北部地域の伝統木造建物7棟を対象に構造詳細調査を実施し、構造的な特徴を明らかにした。耐震設計上重要な要素となる建物重量と復元力特性を算出して各構成を示した。その結果、建物重量が上部へ集中しており耐震上不利であること、構造要素は小壁や軸組の割合が大きく、さらに一般的な小壁よりも壁高さが高いため、耐震設計等を行う上で、小壁や軸組の構造性能を適切に評価する必要があると言える。限界耐力計算に基づいた耐震性能評価では、十分な耐震性能を有していない建物もあり、建物の構造特性を生かした耐震補強方法を検討した。

与謝野町加悦地域の防災意識アンケート調査から防災・建築物に関する住民意識では、近年、耐震に関する意識が向上しつつあると言えるが、実際に耐震診断や耐震補強はほとんど行われていないことが分かった。また個人での防災対策には限界があり、地域全体の対策を行政に期待していることも分かった。

伝統的建造物群保存地区の多くに見られるように、高齢者の比率が増加し、空き家も増えつつある状況を考慮した防災対策を考える必要があり、地震災害のみならず、水害、土砂災害、火災など総合的な防災の観点から、具体的・効果的な対策の方法の提示が課題と言える。今後、加悦重要伝統的建造物群保存地区における総合的な防災計画の策定を事例とした調査研究を行い、地域に即した防災計画を策定する。

参考文献

- 1) 清水秀丸、林康 裕、鈴木祥之、斎藤幸雄、後藤正美:2003年7月26日宮城県北部の地震による被災木造住宅の構造的特徴と耐震性能、日本建築学会構造系論文集(598)、pp.43-49、2005年12月
- 2) 須田 達、鈴木祥之、原田和典、樋本圭佑:京町家の火災による崩壊メカニズム、歴史都市防災論文集Vol.2、pp.141-148、2008年10月
- 3) 大場修:京丹後市の近代民家と近代建築(役場・旅館・工場)、大学生京都事業連合ブックプリントセンター、2008年3月
- 4) 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会:伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアルー限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計法ー、学芸出版社、2004年3月