

平成19年（2007年）能登半島地震における木造住宅の被害

園田 里見*¹, 中谷 浩*¹, 若島 嘉朗*¹, 長谷川 益夫*¹, 柴 和宏*¹, 秦 正徳*²

Damage of Wooden Houses by the Noto Hanto Earthquake in 2007

Satomi SONODA*¹, Hiroshi NAKATANI*¹, Yoshiaki WAKASHIMA*¹,
Masuo HASEGAWA*¹, Kazuhiro SHIBA*¹, Masanori HATA*²

木造住宅を中心に平成19年（2007年）能登半島地震による被害調査を行なった。被害と建物の特徴との因果関係は既往の知見と概ね一致するものであった。門前、穴水など地域的に古い家屋・土蔵が多く、このような建物に被害が多くみられた。間口開口が広く、部分的に壁量が極端に不足する店舗等に顕著な被害があった。土蔵など被害家屋の一部には著しい腐朽・蟻害がみられた。既存不適格建築物への耐震改修が今後の重要な課題であることが示唆された。

1. 緒言

2007年3月25日に死者と多くの被災者を出した平成16年（2007年）能登半島地震（以下、能登半島地震と略す）の本震が発生した。門前地区をはじめ地方の古い木造市街に多大な被害をもたらした点など、今後の地域の地震対策を検討するうえで教訓としないといけない課題が浮き彫りとなった。また、有感地震が極めて少ない富山県においても震度5弱を観測し、人的および物的被害を受けた。短い調査期間ではあったが、同震災の被害調査の機会を得たのでここに報告する。

2. 能登半島地震の概要

能登半島地震の本震の概要を表-1に示す。地震動の詳細や被害統計については、本稿執筆時点で速報¹⁾が出されているので、割愛する。震動の大きかった地域は概して（剛性の低い建物が共振しやすい）軟弱地盤にある上、表-2に示すように築年代の古い木造住宅の割合が高いと推定される。特に、昭和56年（1981年）の新耐震基準適用前に建築された住宅の割合がかなり高く、劣化とともに、建築時の耐震性の低さが能登半島地震の「古い木造住宅の被害

表-1 能登半島地震本震の概要¹⁾

発生時刻	2007年3月25日9時41分
発生場所	能登半島沖(北緯37.2度、東経136.7度) 深さ11kmの地点
地震規模	マグニチュード6.9
最大震度	震度6強(七尾市、輪島市、穴水町) (富山県内は富山市、滑川市、舟橋村、氷見市、小矢部市、射水市で震度5弱)
最大加速度	1304gal [※] (輪島市門前町走出)

※ 最大加速度は3成分合成値

表-2 被害地域の木造住宅の築年代

築年代	輪島市	七尾市	金沢市	石川県
住宅のうち木造の割合	91%	87%	62%	75%
昭和35年以前				
昭和36~45年				
昭和46~55年				
昭和56~60年				
昭和61~平成2年				
平成3~7年				
平成8~12年				
平成13~15年9月				
昭和55年以前の割合	71%	53%	44%	49%
改修済み割合 [※]	3.0%	2.1%	2.9%	2.3%

※平成15年土地家屋統計に基づく(市名は当時の区分。)

※ここでいう木造住宅は木造と防火木造の合計。

※改修済み割合は持ち家木造に対する耐震工事を行った住宅の割合。

本稿の一部は2007年度日本木材学会中部支部大会(富山)にて発表した。

*1: 木材試験場 *2: 富山大学芸術文化学部

が多い」という特徴を生む要因の一つであったと推察される。

3. 調査の方法

本震発生直後よりインターネット上で様々な速報が公開された。また、調査前に現地調査を行なった複数の研究者から情報を得る事ができた。これらの情報を元に、図-1に示すように平成19年3月30日に富山県氷見市姿地区と石川県鳳珠群穴水町の穴水駅周辺を、翌31日に輪島市門前町の総持寺周辺および輪島市鳳至町を主として調査を行なった。調査地域一帯は概して世帯密度が低く、所々に小規模な歴史ある街が河川の入り組んだ低地に形成され、被災しているという状況であった。したがって、地震規模の割に被害数が少ないのは人口や家屋が少ないためといえる。

調査は建物外部から観察できる範囲に留まったが、一部で居住者の好意により、聴き取りや内部の被害状況の観察を行なったものもあった。

の被害が著しい。

- 間口全面開口の店舗等に被害が著しい。
- 門前、穴水など烈震地域の被害が著しい。
- 地区内に被害が集中する領域がある。
- 被害建物の多くに顕著な蟻害・腐朽がみられる。
- 基礎など地盤に由来する建物被害は平成16年新潟県中越地震でみられた²⁾ほど顕著ではない。
- 新しい建物は被害が極めて少ない。

各調査地域の被害の特徴は以下の通りであった。

4.1.1 氷見市姿地区

氷見市では震度5弱が観測されたが、この地区は石川県七尾市に接し、気象庁の推計震度分布³⁾によれば震度5強であった可能性がある。この地域周辺は富山県内で最も被害が多く、一部で応急危険度判定も行なわれた。調査地域は姿地区の入口付近のみであったが、古い家屋や土蔵が多く、漆喰の剥落や外壁の損傷などの被害がみられた。また、この地区に大きな斜面崩壊があった(図-24)。

4.1.2 七尾市

この地域は震度5弱から6強であったと推定される³⁾。1933年に七尾湾を震源とするM6.0の地震があり、当時大きな被害を経験している⁴⁾。今回の調査では、この地域の家屋被害の調査は特に行っていないが、港湾周辺の七尾マリニパークや能登島大橋における液状化・地盤の亀裂や山手の住宅造成地における擁壁の被害がみられた。

4.1.3 穴水地区(鳳珠群穴水町)

この地域は震度6強を記録した。小又川など河川が入り組んだ軟弱で低湿な河口地帯に市街が形成されている。調査地域は穴水駅周辺が主であったが、古い家屋や土蔵が多く、建物に顕著な被害が多くみられた。この地区には地盤被害も多くみられた。

4.1.4 門前地区(輪島市門前町)

震度6強を記録した最も被害が著しい地区であった。総持寺祖院周辺を主な調査地域とした。調査地域は、総持寺の門前をなす古い市街で、古い家屋・土蔵、商店街に面した間口開口の大きな町屋が多い。このような家屋に被害がみられ、倒壊も多い。町内を通る鬼屋川周辺で地盤被害がみられた。旧庁舎周辺ではマンホールの隆起がみられた。他の地域と同様に、倒壊家屋に隣接して構造的に無被害・被害軽微な建物がみられた。

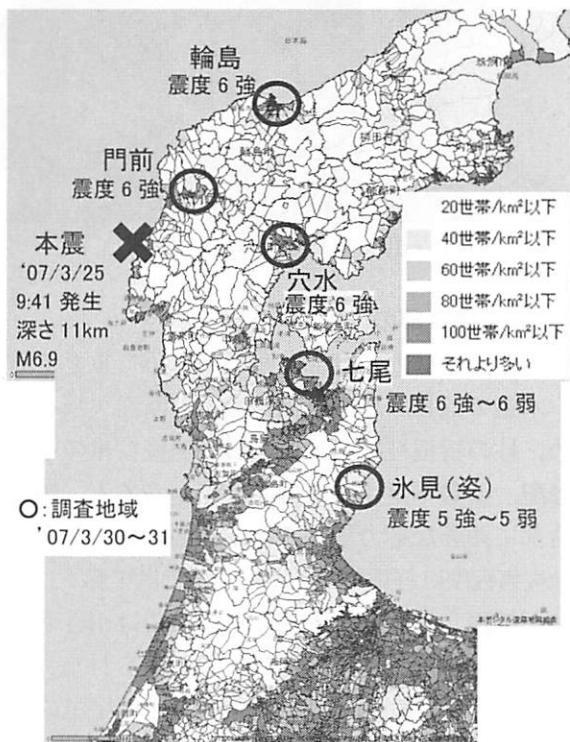


図-1 調査地域および世帯密度*

*平成12年国政調査データにより総務省統計局 GIS 統計プラザで作成し加筆。

4. 調査結果

4.1 被害の概要

被害の概要は以下の通り。

- 地域的に古い家屋・土蔵が多く、このような建物

4.1.5 輪島地区（輪島市鳳至町など）

朝市で知られる輪島市の中心地域で、震度6強を記録した。河川の入り組んだ河口一帯に市街が形成されている。日本建築学会の悉皆調査のため、鳳至町の輪島漁港の隣接地域を主に調査したが、比較的被害は少なかった（旧輪島市地域では選択的な家屋倒壊が報告されている⁵⁾）。一方、道の駅輪島（旧輪島駅）には地盤被害がみられた。また、海岸地域で土砂崩れによる道路被害がみられた。

4.2 木造建築の被害

前述のように、被害地域は古い木造家屋や土蔵が元々多く、このような建物に被害が集中していた。被害の状況は以下のとおり。

4.2.1 漆喰・塗り土の亀裂・剥落・脱落

一般に伝統的な木造構法は、躯体が低剛性で変形能力が大きいのに対し、壁面の仕上げに使われる漆喰や塗り土などは無機材料で脆く変形能力に乏しいため、亀裂の発生、剥落・脱落が生じる。

氷見市姿地区（震度5弱～強）では、土蔵の土塗壁に亀裂がみられ、民家の外壁の漆喰塗りは1階よりも2階部分の方に剥落が顕著であった（図-2）。一方、烈震があった門前・穴水地区では土蔵に特徴的な脚部の土塗壁の崩落が散見された（図-3）。露出した躯体には蟻害痕・腐朽が多く観察された。一般に土蔵の固有周期は短いが、土塗壁の脚部がこのような崩落すると建物重量も大きいことから固有周期が長くなり、被害を受けやすくなると考えられる。また、このような脚部被害を受けた土蔵造りと隣接建物の間に衝突痕がみられた（図-4）。同じ門前地区でも総持寺祖院内の木造建築群では、漆喰の剥落や大きな残留変形は多く見られたが、土蔵造りではなく、このような脚部の特徴的な破壊は顕著ではない（図-5）。地盤や構法の差異によると思われる。



図-2 土蔵の亀裂と漆喰の剥落（氷見市姿）



図-3 下部の塗り土の脱落（穴水）

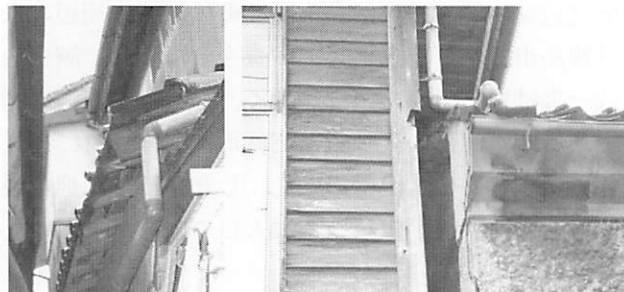


図-4 衝突痕のあった土蔵と隣接建物（穴水、門前）



図-5 総持寺祖院の漆喰の剥落（門前）

4.2.2 接合部の破壊

軸組構法では、接合部は耐力上極めて重要であるが、木造ではしばしば躯体に大きな断面欠損を伴うため、柱の折損被害を誘発する。鉛直荷重の不均衡な分配、壁量不足、壁の偏心などがあると、軸組み接合部に顕著な応力集中を起す。図-6の住宅は外観の被害程度は軽微であるが、内部では中廊下に沿って柱が折損していた。隣接する倉庫では引き寄せ金物を用いた頬杖の柱接合部に折損がみられた（図-7）。図-8の木造旅館では、2階の小屋組の地棟梁の継手が抜けかかっていた。梁の継手は、継手下側の梁を直交する横架材か柱に載せ、その上に継手上側の梁を載せて継ぐのが一般的である。部材の長さ不足のためか、この地棟梁は小屋梁の間で継がれていた。この建物では小屋組が倒壊するような被害はなかったが、断面の大きな部材は、乾燥収縮により嵌合が緩みやすいので、注意して架構しないと地震時に接合部が崩壊する危険性がある。



図-6 内部で柱に折損のある住宅（穴水）

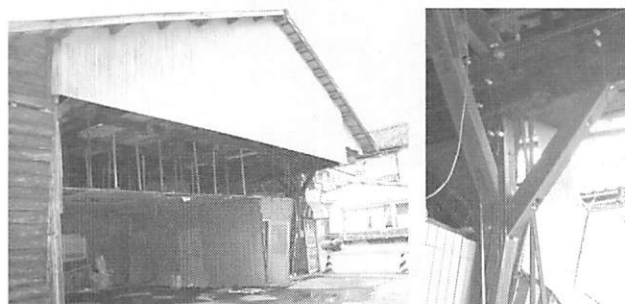


図-7 頬杖接合部付近で折損した柱（穴水）



図-8 2階小屋組の地棟梁の継手の緩み（穴水）

4.2.3 建物の水平移動・転倒

一般に古い木造建築では、基礎や地盤と建物本体を緊結しないため、柱脚の水平移動がみられるが、今回の調査でもその事例が見られた（図-9）。建物の平行移動だけであれば、大きな被害とはいえないが、水平構面が脆弱であると柱脚の踏み外しによる倒壊や、脚部引抜き力による上部構造の転倒を招く。図-10の土蔵は基礎天端が高く、上部構造との緊結が不十分なため、転倒したと思われる。後述するように石造構造物にはこのような転倒が多くみられた。



図-9 水平移動した住宅（穴水）



図-10 土蔵の転倒（穴水）

4.2.4 大きな残留変形・倒壊

一般に、低壁量で開口の多い木造家屋は、地震被災時の残留変形が著しく、極端に変形が進むと倒壊する。壁量不足には、①建物全体として壁量が少ない場合（図-11）と②店舗併用住宅（町屋）や車庫のように局部的に壁がない場合（図-12、図-13）がある。特に後者は、水平構面が剛強であれば偏心力を生じ、水平構面が柔であれば負担すべき水平力を他の壁に分担できないので、開口部軸組のラーメン的な負担が大きくなる。

今回の調査では、①・②両者とも多くの被害がみられたが、②の被害が顕著にみられた。両者とも被害が多くみられた理由として、築年代の古い住宅が多いことが挙げられるが、特に後者については、次のような理由が考えられる。

- 主に街中を調査したため、町屋被害が目立った。
- 降雨・降雪時の利便性のため、車庫や車庫内蔵型の民家が多かった。

観察された被害建物は、①・②のいずれの場合も接合部が簡易で脆弱なため、4.2.2で述べた柱の接合部の破壊も多くみられた。また、耐久計画や維持管理も不十分なため、腐朽・蟻害も多くみられた。腐朽・蟻害の項で後述するが、特に今回の調査では②のタイプの建物の開口周辺の隅角部や柱脚に著しい腐朽・蟻害がみられた。これら部位では外観上は改装しているものの、劣化の大きい躯体はかなり古いものとみうけられた。

図-14の倒壊した旧製材工場は、小屋組みトラスはかなり堅固に造られていたが、倒壊方向に壁がなく、ラーメンを構成できるほど柱の太さや接合の強固さがなかった。写真右の倒壊していない建物と連結されていたが、構造的には一体化されていなかった。柱脚と土台の接合にはカスガイが用いられてい

た。土台には腐朽・蟻害痕も見られた。図-15ア)の総持寺祖院の新しい手水舎は、柱脚にホゾやボルトがあったが、開口構造で、小屋重量に対して接合耐力が低かったため、倒壊した。図-15の山門は、一見、著しい構造被害が見られないが、両脇の回廊の屋根に山門下段の軒が下がって食い込んだ⁶⁾。回廊には腰板の隙間、土台の引張り破壊、柱脚の移動痕等がみられ、山門自体のラーメン的な耐力の他に、衝突や伝達等によって回廊も水平力の低減に寄与したと推察される。

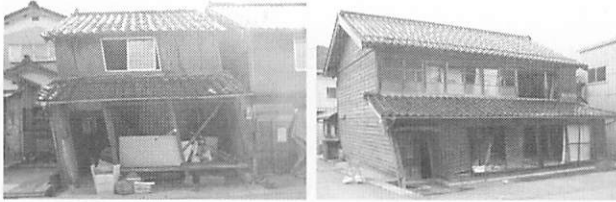


図-11 残留変形顕著な住宅（穴水、門前）

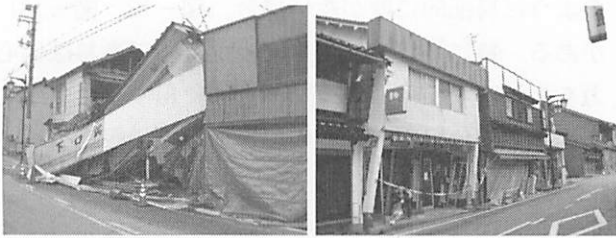


図-12 倒壊や被害顕著な町屋の店舗（門前）



図-13 柱頭が破壊した車庫（穴水）



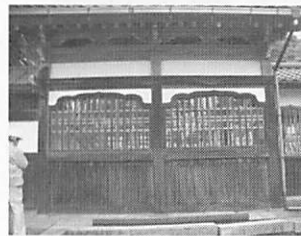
図-14 倒壊した旧製材工場（門前）



ア) 倒壊した手水舎



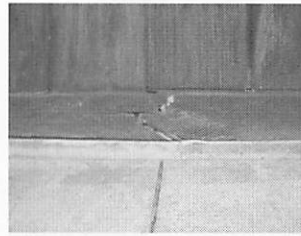
イ) 比較的被害軽微な山門



ウ) 山門脇の回廊



エ) 下段軒の接触部分



オ) 回廊土台の破壊



カ) 回廊柱脚の移動

図-15 総持寺祖院の手水舎と山門（門前）

4.2.5 被害が軽微だった建物

建物の地震被害の差を上部構造のみで論じることは難しい。地盤の差によって隣接する建物で著しく被害程度が異なる事例が知られている⁷⁾。これまでの知見の範囲を出ないが、今回の調査で地盤に起因する基礎や宅地などの被害を除き、概ね構造的な被害が軽微だったのは、築年代が新しい建物や構造的な補強を行った建物であった。

図-16左写真の新しい住宅は目立った被害がないが、近隣の旧製材工場（図-14）の被害は前述の通りである。（但し、両者は小河川を挟んでいる。）同写真右の建物は被害軽微だが、隣家が倒壊し解体された。図-17の建築中の住宅は、施工済みだった筋かい・構造金物が働き、大きな被害を免れた（但し、柱脚金物接合部で土台に割れが生じた）。図-18の1階間口が全面開口の建物は、鉄骨ラーメン肩部は方杖とガセットプレート、直交方向はブレースで補強されている。改築でこのような構造になったとおもわれるが、被害軽微であった。2階を連結していた図-12左写真の店舗は、構造的な一体性がなかったため、単独で倒壊した。商店街を挟んだはず向かいに図-19の店舗があった。2階がオーバーハング

し、直下に大きな開口があるが、筋かい補強されている。筋かい端部の基礎に亀裂が生じたが、大きな被害に至らなかった。

これらの建物は構造被害が軽微とはいえ、建物内部には相応の衝撃力が加わるので、家具転倒などの内部被害が懸念される。例えば、前述の建物の周辺に立地する図-20の門前図書館（平成18年築、RC造2階建）や門前庁舎（RC造3階建、耐震改修済み）は、大きな構造被害はなかったが、蔵書や書類の散乱、棚の転倒などが報道されている。このような被害の防止には、家具の固定・耐震ラッチの使用などの措置や、免震・制振効果の採用による衝撃力の低減が必要となる。

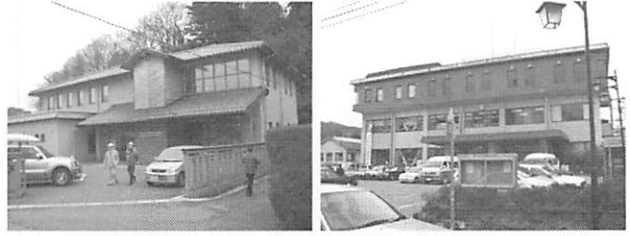


図-20 門前図書館と門前庁舎



図-16 被害軽微な新しい建物（門前、穴水）



図-17 大きな被害を免れた建築中の住宅（門前）



図-18 鉄骨造ピロティの建物（門前）

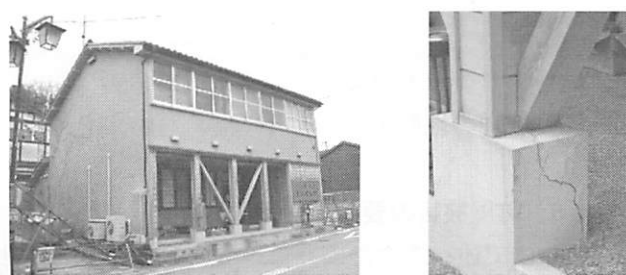


図-19 筋かいの効いた店舗（門前）

4.3 被災家屋における部材の腐朽・蟻害状況

今回の調査では中越地震²⁾と比べ、多くの褐色腐朽・蟻害痕が見られた。特に、土塗壁の木骨、店舗の開口脇の外装内部や柱脚に顕著にみられた（図-21、図-22）。北陸地方は顕著な被害をもたらすイエシロアリの分布北限を超え、ヤマトシロアリの被害地域とされ、氷見市や福井市では乾材シロアリが発見されている⁸⁾。今回の調査ではシロアリ自体はみられなかったが、食害痕の特徴からヤマトシロアリと判断された。褐色腐朽・蟻害の多い理由は、次のように推察される。

- 被害地域、特に調査地域が海に近い低地で、年間を通して湿潤で、気温が氷点下を下回りにくい気候である。
- 築年代の古い木造家屋が多く、腐朽・蟻害のリスクにさらされた期間が長い。
- 維持管理の意識が低い（しばしばシロアリが見られながら、防蟻措置をする例が少ない。躯体をそのまま外装のみを改装する。）
- 比較的耐久性の高い樹種（ヒバ類）を用いる場合もあるが、耐久計画が不十分。（防湿措置、防蟻・防腐処理がされていない。）

なお、蟻害・腐朽の構造被害への影響は従来明確にできない部分があったが、能登半島地震の被害ではこの点に関する知見が報告⁹⁾されている。



図-21 躯体柱脚や土壁内部にみられた腐朽・蟻害痕



図-22 店舗の開口脇に多く見られた劣化被害

4.4 基礎の被害

中越地震に比べ、基礎の被害は概して少ない印象を受けた。これは、前報²⁾の中越地震の調査地が傾斜の多い中山間地であったのに対し、今回の調査地域が傾斜の少ない低地であったためと思われる。しかしながら、玉石積や無筋ブロック基礎などの簡易な基礎の被害は今回も見られた。

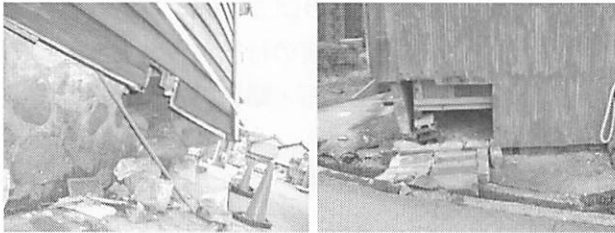


図-23 簡易な基礎にみられる崩壊（門前）

4.5 地盤と宅地の被害

中越地震では地形・天候など悪条件が重なり、大規模かつ顕著な地盤・土砂災害が発生した²⁾。能登半島地震では、天候による悪条件はなかったものの、能登半島や氷見市は斜面崩壊の危険性が高い地滑り地帯であり、斜面崩壊や道路被害など顕著な土木被害が発生した（図-24）。また、被害地域が半島内であったことから、港湾や河川や用水が入り組んだ地盤軟弱な低地が多く、道路被害、液状化現象が随所にみられた（図-25～図-27）。宅地においても、擁壁や宅地地盤に亀裂などの被害がみられた（図-28）。

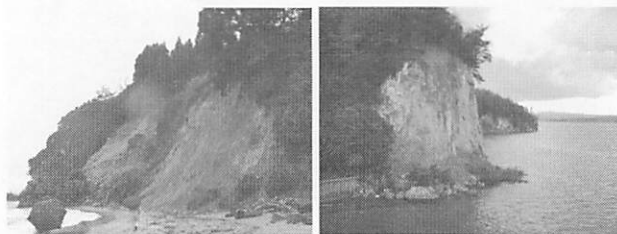
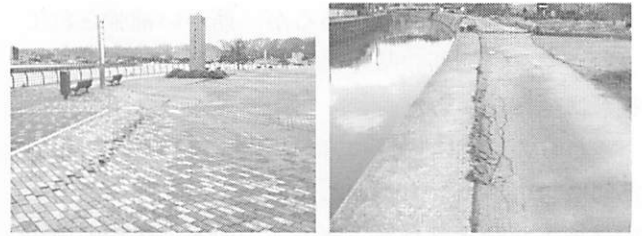
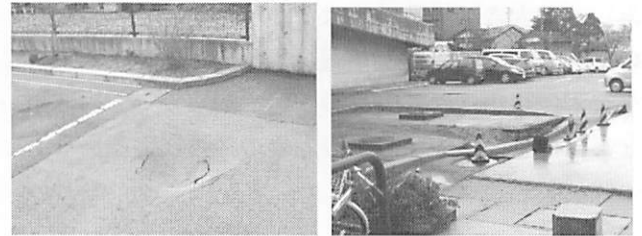


図-24 斜面崩壊（氷見市姿、能登島大橋付近）



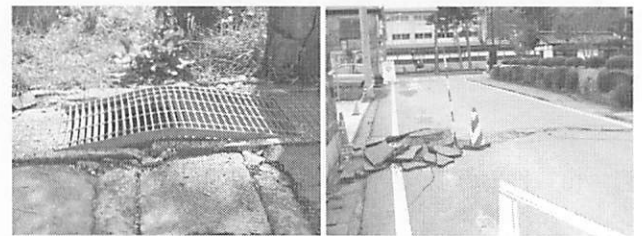
ア) 液状化（七尾マリナパーク） イ) 河岸の変状（穴水・小又川）

図-25 港湾・河川周辺の地盤被害

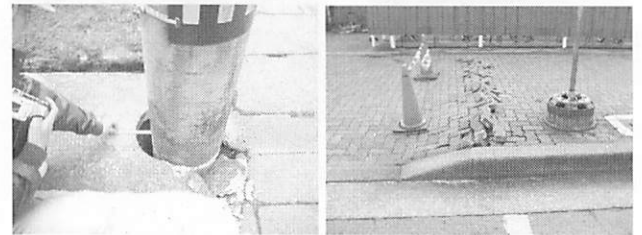


ア) 駐車場の陥没（穴水） イ) 沈下（輪島駅観光センター）

図-26 施設敷地内の地盤被害

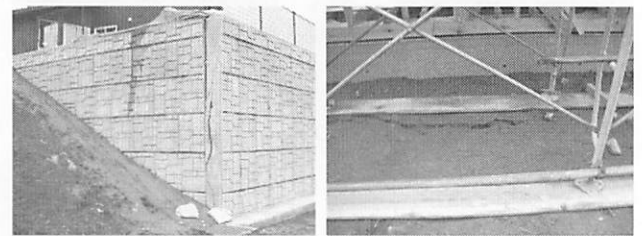


ア) 側溝蓋の圧縮座屈（穴水） イ) マンホールの隆起（門前）



ウ) 電柱柱脚の移動（穴水） エ) 舗装ブロックの隆起（穴水駅）

図-27 その他の地盤被害



ア) 擁壁の亀裂（七尾） イ) 宅地内の亀裂（門前）

図-28 宅地の地盤被害

4.6 町屋被害の要因と対策

これまで述べてきたように、今回の調査では町屋に顕著な被害がみられた。町屋の地震被害が大きい理由に杉山¹⁰⁾は以下の要因を挙げている。

- 町屋が軟弱地盤の上にたっていたこと。
- 建物の作り方が耐震的でなかったこと。
- 柱脚が腐朽していたこと。

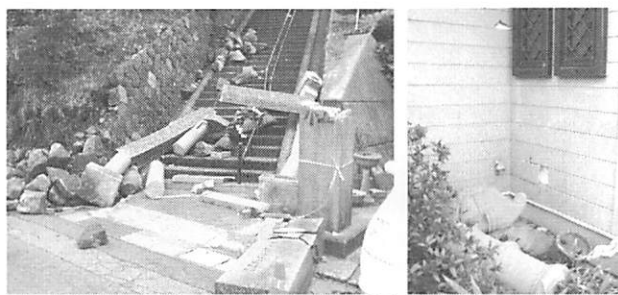
これらの要因は概ね図-29のように関係して構造被害を助長していると考えられる。生活、農業、水上交通などの利便性から河口付近や河川の入り組んだ低地で集落や町並が発達しやすい。このような地域の地盤は概して軟弱である。更に、北陸地域では、年間を通して降雨量が多く、気温も氷点下を下回りにくい。地震や台風被害が希なので、比較的厳しい劣化環境にありながら維持管理意識が育ちにくいことも考えられる。

このように、個別の建物だけでなく、街並などの建物集団として地震被害リスクの特徴があると推察される。能登半島に限らず、同様の条件下にある市街では、今回の地震と同様の被害リスクが潜在することに注意する必要があるだろう。

火災や復旧の困難さ等も含め、町屋は概して地震災害に弱い。個別に維持管理や改修を促す必要性があることは勿論、効率的な防災を行う上では街並単位での対策と取り組みが必要と言える。

4.7 石造構造物などの倒壊

これまでの震災でも無筋ブロック塀、石積塀、墓石、石鳥居など無配筋の石造構造物の転倒被害は数多く報告されてきた。建造物の外壁、看板などの落下も同様である。このような被害は今回の地震でも多くみられた(図-30~図-32)。このような重量物の倒壊・落下は人的被害の原因となることは勿論、避難や復興の交通障害となる。北陸地域では大きな石灯籠を造る傾向がみられるが、今回の地震では死者を出した。石造構造物の多くは配筋補強などの安全基準がない。ブロック塀のように安全基準があるものでも、配筋の腐食が懸念されるので、定期点検が必要である(図-31)。設置基準と点検を合わせた安全対策を講じることが急務といえよう。



ア) 倒壊した鳥居と石垣(門前) イ) 灯籠の転倒(穴水)

図-30 石造構造物の倒壊・転倒

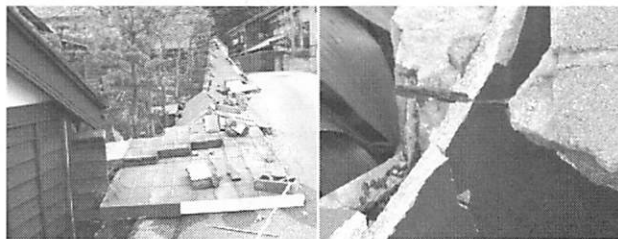


図-31 転倒したブロック塀と配筋の腐食(門前)



図-32 外壁の落下(穴水)

4.8 家屋などの修復状況

前報の調査²⁾では、被災建物の解体・撤去が進む一方で、応急措置・修復作業が随所で見られた。これは、本震発生後から調査時点までにある程度時間が経過し、多発する余震対策が急がれたためであっ

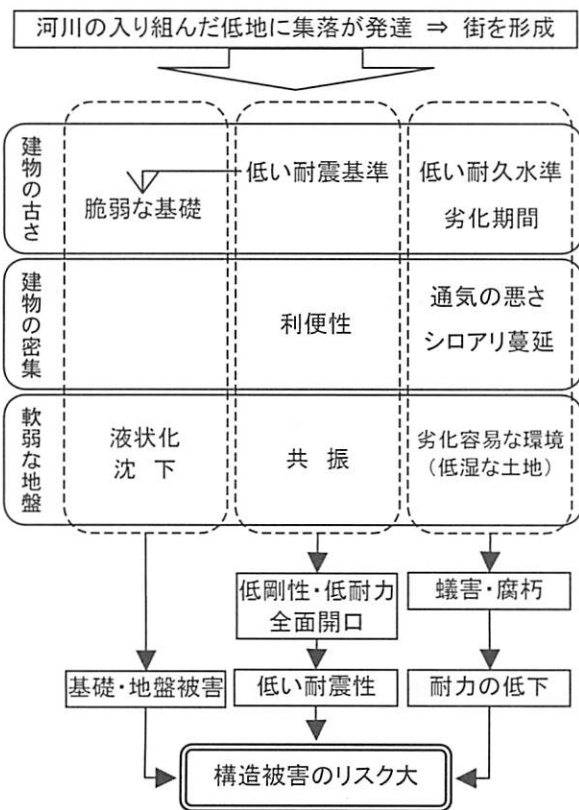


図-29 町屋被害の起因リスクの関係

た。今回の調査では、本震発生後から日数が経過していなかったため、主に応急措置的な対策が見られた（図-33）。社寺建築では応急措置の他に恒久復旧的な措置に取り掛かっている建物もみられた（図-35）。一方、著しい残留変形がありながら、未だ応急措置がなされていない家屋も多く見られた。

応急措置と恒久復旧については、建築防災協会から復旧技術指針¹¹⁾が出されており、この指針に沿った措置が随所でみられた。一方で、応急復旧の方法の理解が十分に浸透していないとの指摘¹²⁾もある。予期せざる地震災害に対して、十分な復旧措置を備えることは多くの困難を伴うが、復旧技術の開発や普及は十分に成熟したとは言えない現況にあり、今後の早急な整備が望まれる。

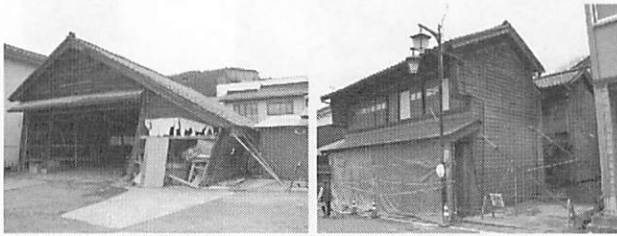


図-33 つっかい棒による応急措置（門前）

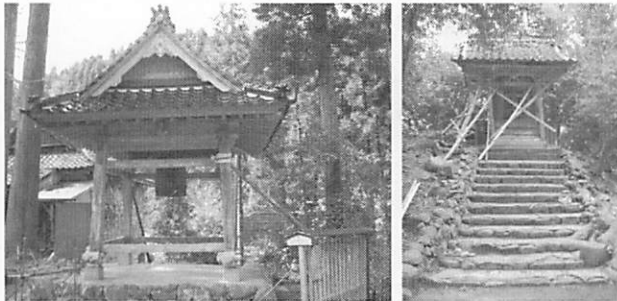


図-34 社寺建築の応急措置（穴水・門前）



図-35 曳屋技術による釣鐘堂の復旧状況（門前）

5. まとめ

限定された条件下であったが、平成19年（2007年）能登半島地震の被災地を調査したところ、木造住宅

の被害、宅地や道路などの地盤被害、石造建造物の転倒・崩壊被害、復旧状況が確認された。

本調査で観察された木造住宅の被害や原因については、概ね従前から指摘されている範疇にあった。耐震計画の水準が高い建物、すなわち築年代が新しい建物や、補強十分な建物は概ね被害軽微であり、この範疇にない建物に被害がみられた。このことから、本調査からみる範囲では現在の耐震基準は概ね地震安全性を確保し得たと言える。

一方、本調査で観察された被害建物の多くに顕著な腐朽・蟻害痕がみられ、劣化による構造的な被害の助長が懸念された。また、本報では、劣化をはじめ、構造被害を助長する複合要因の地域性を示唆した。本報の調査範囲では新旧の耐久技術の効果や構造耐力に対する劣化外力の定量的な影響についてまでは言及できないが、維持管理・補修の重要性が再認識されたと言える。

耐震改修技術や災害時の復旧技術の開発と普及の緊急性・重要性は前報²⁾で述べた通りである。

従来から指摘されているものの、ブロック塀や石灯笼などの石造建造物の被害は今回も多くみられた。このような石造建造物に対する安全基準の整備と普及が望まれる。

今後の課題として、次のような点が挙げられる。

- ① 既存不適格建築物の耐震改修技術の発展。
- ② 維持管理・補修のための技術開発と普及。
- ③ 石造建造物等の安全技術・基準の開発と普及。
- ④ 地域（街並）・築年代別の検査・補修についての知見の蓄積と整備。
- ⑤ 上記を実施するための複合的かつ地域的な取り組みのしくみの整備と普及。

謝辞

能登半島地震で亡くなられた方のご冥福をお祈りし、被災された方々にお見舞い申し上げます。一日も早い復興を祈念致します。

本調査の実施にあたり、貴重な情報を賜りました榎本敬大主任研究官ら建築研究所・国土技術政策総合研究所の皆様、鈴木修治専門研究員ら石川県林業試験場石川ウッドセンターの皆様、後藤正美金沢工業大学準教授、富山県林業技術センター木材試験場栗崎宏副主幹研究員に御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 日本建築学会災害委員会, 他編: "2007年3月25日能登半島地震の災害調査速報", 建築学会北陸支部, 金沢, 2007.
- 2) 園田里見, 栗崎宏, 柴和宏: 富山県林業技術センター研究報告19(2), 40-58(2006).
- 3) 気象庁: 「平成19年(2007年)能登半島地震」の特集, 気象庁ホームページ, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/EVENT1/SUIKEI.JPG, 2007.
- 4) 宇佐美龍夫: "新編 日本被害地震総覧", 東京大学出版会, 東京, 1999, p.270-271.
- 5) 国土技術政策総合研究所, 建築研究所編: "平成19年(2007年)能登半島地震建築物被害調査報告", 建築研究所, 2007, p.38.
- 6) 総持寺祖院: 地震被災状況と復興支援のお願い, 総持寺祖院ホームページ, <http://www.t-monzen.jp/~notosoin/>, 2007.
- 7) 杉山英男: "地震と木造住宅", 丸善, 東京, 1996, p286.
- 8) 乾材シロアリ対策特別委員会: しろあり147(1), 11-24(2007).
- 9) 神谷文夫, 他: 木材工業62(8), 364-368(2007).
- 10) 杉山英男: "地震と木造住宅", 丸善, 東京, 1996, p108.
- 11) 国土交通省住宅局建築指導課: "震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針", 日本建築防災協会, 2005.p.277-332.
- 12) 保坂貴司: 日経アーキテクチャ5-28, 35(2007)

Summary

This paper reports on a field investigation of the damage to wooden houses by the Noto Hanto earthquake in 2007. Previous knowledge of the relationship between the structural damage and characteristics of buildings, was confirmed by the observed relationship in this field investigation. In the Monzen and Anamizu areas, there were many old houses and old fireproof-storehouses (dozo), and many such old buildings suffered serious structural damage. Especially, dwellings with shops, which have wide-open and small walls, suffered serious structural damage such as collapse. Remarkable brown-rot and termite-damage of wooden frames were observed in the structurally damaged old houses. New houses, which were designed under recent building standards, suffered little structural damage. It was suggested that the technical development and spread for seismic retrofitting of the existing non-conformed houses is a most important theme for earthquake disaster prevention in wooden houses.