建物被害の概要

長谷川順一
長岡技術科学大学学外団員　住まい空間研究所　主宰

１．　はじめに

2007 年７月 16 日午前 10 時 13 分、新潟県中越地震から、３年を待たずして発生した新潟県中越沖地震。　地図上の直線距離にして約３８ｋｍの至近で発生した激震によって、復興の道半ばにあった新潟県中越地方は、再び恐怖の体験を強いられることになった。　本震のマグニチュードが６．８、震源に最も近い柏崎や刈羽の震度が６強という数字でみる限り、前回の川口、小千谷、十日町と同程度か、いくぶん軽いという印象も持たれがちであるが、建築物の被害・損壊率はむしろ大きいように思える。

写真1. 古い建物が多く倒壊したといわれる中越沖の被災地

一点はまず建物の倒壊による圧死者の数に象徴される。　中越沖地震では、１１名という尊い命が奪われた（※関連死は含まず）が、その原因の８１．８％（９名）が、建造物の倒壊による圧死であった。　四年前の中越地震では直接死４０名と中越沖の４倍近いのにもかかわらず、建造物の倒壊による圧死が２２．５％（９名）であるから、その逆相関関係は注目に値する。　一方、中越沖の発生が、午前１０時１３分という日中の活動時間帯でありながら、午前５時４６分という早朝の就寝時間帯を襲った阪神淡路の圧死率８３．７％とほぼ同率であることを考えると、この死亡率だけを見るならば、異常な高さであると言ってもよい。

写真2. 砂地盤における挙動被害は広範に亘る（柏崎市安政町）

そして二点目は地盤被害の甚大さである。標高差のある山地の大規模な地滑りや崩落こそ少なかったが、中小河川の運んだ深い堆積土層や砂質地盤上にある柏崎市街地や北東部水田地帯と刈羽地区では、ほぼ全域で地盤被害が起こっていると言え、悩ましい状況にある建物は、相当な高率にのぼると思われる（別図１.）。

ただ幾分でも救われる点があるとすれば、それは中越地震との比較において、中越沖地震は、被害規模や範囲において、ほぼ３年前の１／３程度にとどまっている（別表２.）点である。これは、地殻内の浅い地震でありながら、日本海の海底下であったことに起因する部分も大きく、中越のように内陸型でなかった当然の帰結ともいえる。　そしてもうひとつは余震回数の少なさである。　震災後１ヶ月のうちに発生した余震の回数において、中越では８１１回、中越沖では１５３回と１／５弱。　また震度４以上の余震の発生数も、中越５６回にたいして、中越沖７回と１／８（震災後３週間で比較）ということも際立っている。

本論は、民間実務者としての視点ではあるが、中越地震、そして２００７年３月の能登半島地震と、３たびの震災における建物の被災状況を見てきた中での比較考察と、今後の建築防災への視点も踏まえた、被災概要と若干の提言を含めた報告である。

２．　地震波の特性と建物の被害状況

新潟県中越地震にはじまる一連の地震については、別表２．　にまとめた通りであるが、なかでも際立つのが、建物被害の直接原因に深く関連する地震動波形の違いである。

今回の地震において、その性格を際立たせていると思われる被害要因が三つあげられる。

まず新潟県中越地震における加速度波形と比較すると、中越沖地震では、古い建物に大きな被害を及ぼすとよばれる長周期の波形が記録されている点である（図１．２.）。　ここで中越地震では、一秒未満の比較的短い周期が卓越しているのに対して、能登半島地震が１．８秒と中越地震の二倍以上、そして中越沖地震では同２．５秒と、中越地震の３倍以上という長周期波動が卓越しているということがわかる。

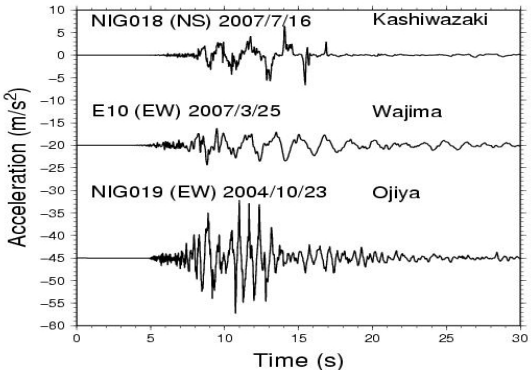


図１．中越沖、能登半島、中越　各地震における加速度波形の比較（※１．）

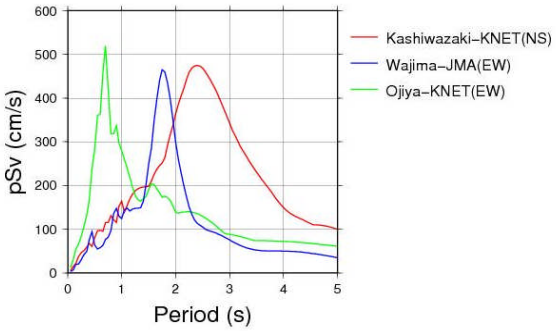


図２．中越沖、能登半島、中越各地震における、減衰５%の擬似速度応答スペクトルの比較（※１．）

一方で、建物のもつ固有周期は、筋交いや耐力壁パネルを用いた現代構法の建物が、０．３秒前後の固有周期をもつのに対し、構造材の弾性抵抗力、つまり主に曲げ抵抗力を生かした伝統的な木造が０．６秒前後と二倍近い固有周期をもっている。　この周期の長さがいわゆる共振現象を惹き起こし、点検や手入れのされていなかった弱った建物や、存在壁量が少なく、木造軸組みの曲げ抵抗力に過度に頼った建物が集中的に被害を蒙ることになった原因である。

二つ目はその地形と地盤性状による違いである。　中越地震が信濃川などの大河の運んだ礫性の地盤が比較的浅いところに見られたのに対し、中越沖の被災地では荒浜砂丘に代表される砂質地盤と、一方で鯖石川や別山川といった中小河川域の堆積土地盤、また軟弱な腐葉土層が形成されているところに、多くの建物が存していたということである。　地震波が地殻から表層に伝播される過程で、一旦軟弱層に入るとその中で地震波が増幅される。　中でも周期の長い地震波ほど増幅され易いという傾向が、建物被害を一層大きくさせたものと思われる。

三番目は、前回の中越地震で被災しながら、十分な補強が講じられていなかった建物への被害である。　仕口や継ぎ手などの接合部分は、繰り返し揺さぶられることによって、緩みが生じやすく、また損傷があった場合には、建物の固有周期が長くなる傾向があり、これが再度の強震動によって破壊されたということである。木造の柱や梁の接合部は、鉄骨やＲＣと違って半剛接合となっており、強震時の挙動では

写真3．繰り返される地震動で接合部が緩む（刈羽村西元寺）

めり込みに期待する側面がある。　しかしそれが、度重なる被災の中で、接合が甘くなったり、構造体への直接衝撃を軽減する役割を果たす壁の剥落等が起こることもあれば、建物の固有周期が伸びていく。　今回の地震の入力波において長周期成分が卓越していれば、より共振も起きやすくなり、建造物が大きく挙動するのは当然の帰結といえる。

３．　建物別の被害状況

３．-1.　ＲＣ構造物

地方の中小都市と、いわゆる中山間地の農村部を襲った今回の震災では、木造建築物以外は、あまりクローズアップされることはなかったが、ここでいくつかの事例を紹介する。

ＲＣ構造物の被害としてひとつ際立ったのが、クリーンセンターかしわざきの可燃ゴミ焼却炉の煙突の被害である。　地上高５９ｍ、柱脚部の一辺の長さが４．６ｍのＲＣ造煙突が地上約１７ｍのところで折損したもので、折損部で

写真4. ①クリーンセンターかしわざき（柏崎市橋場）

写真4. ②　剪断破壊された煙突の細部（柏崎市橋場）

約６ｍ潰れ、傾きながらも辛うじて原形をとどめている。　この極端に細長い中空構造の煙突は、折損部の断面にむき出しとなった主筋の端部配置がきれいにそろって見えている。　設計施工レベルの課題であるか否かは議論の余地があろうが、破断がきれいに主筋の継ぎ手位置でが起こっており、もしや配筋の重ね継ぎ手が乱（千鳥）に配されていれば、このようなせん断破壊は防げたようにも思える。

写真5. ①②　RC造3階建て娯楽施設の被害（柏崎市東本町）

また柏崎市中心部の本町商店街、砂丘地盤の緩やかな頂稜部に位置するＲＣ造建物は、１階柱脚部がせん断破壊を受け、大きく挫屈していた。　本来ならば剪断（せんだん）破壊に抵抗するための帯筋（フープ）は、通常ではD13@100mm程度で配されるべきところ、建築年代が古いことも関係してか、極端に細く、配筋間隔は30cm程度であった。　同建物は３階床板以上と外周壁等を鉄骨造（枠組みＣＢ積み）としていたことも写真６．からわかる。

写真6. 同娯楽施設の構造をみる（解体中）（柏崎市東本町）

写真７.は柏崎市砂丘頂稜部にたつソフィアセンター（図書館）の装飾門柱、また写真８.は西本町通りに面したＲＣ造共同住宅である。支持杭に保持されたフーチングと建物が残り、その柱脚周辺が砂質地盤の液状化と表層滑動によって沈下しているのがわかる。　この結果建物周囲だけでなく、直下の砂地盤の陥没も相当あるものと考えられる。

写真 7. ソフィアセンター（図書館）の地盤変位（柏崎市学校町）

写真8. RC建物のフーチング周囲の沈下（柏崎市西本町）

３．－２．　鉄骨造建築物

塩害を配慮しての地域性からか、鉄骨造の建物はあまり目にすることがなかったが、鉄骨の錆が誘発したと思われる被害も散見された。　写真８．の建物では、スチールの下地チャンネル材もろとも鉄骨フレームから脱落しており、地震力が加わったときの鉄骨造老朽建物の怖さを実感させる。

写真9. 塩害の影響も懸念されるS造建物被害（柏崎市諏訪町）

また駅前から東本町にかけては、大きく残留変形の出た、鉄骨造建物も見受けられた。

３．－３．　木造建築物

３．－３．－１．　開口部の偏在する建物

柏崎市内中心部の駅前通りと、駅より北（海）側７００ｍを海岸に平行して走る本町通りには、間口が狭く、奥行きの長い町屋とよばれる細長い平面形状の建物が多く存する。　なかでも被害の大きかったのが、１００年以上の歴史の面影を残す本町通りである。　間口（幅）が３間から６間（5.5～11m）程度にたいして、

写真10. ①②　角地の建物（右端）へむけて重なるように倒れた建物と。同写真左端の町屋型建物の細部（柏崎市東本町）

写真11. 乗り入れのため全開口された車庫（柏崎市茨目）

奥行きが 30 間から 60 間（55～110m）という極端な短冊に区割りされた敷地の中での建物配置は、いくつもの問題点を露呈した。　かつて小千谷ちぢみなど絹織物の上方への集散地、中継地としての商業が栄えた本町通りでは、表通りに面する部分に店舗を、そしてその背後に居住部分を配し、さらにその後ろに庭や多くの土蔵を配するという敷地利用形式が多い。　両隣と密接した建て方に特徴をもつ、これらの町屋づくりの建物は、メンテナンスもできないという状況があり、これが市街地の密集建物の負った課題を露呈したともいえる。

　被害が甚大な町屋型建物が多い中で、わずか３尺（約 91cm）の間口方向の壁があるだけで救われている例をここに示す。　今回の震災で

写真12. ①②　狭小間口でも、玄関両袖に小壁、梁間方向に通し貫土壁をつけた建物に、構造被害はなかった（柏崎市学校町）

近隣の多くの建物が被害をこうむっていた中で、写真 12.13.に示す家は間口３間（約 5.5m）の梁間に、３尺（約 91cm）の壁と通し貫構造、そして玄関下屋の尺五寸（約 45cm）ずつの壁が、それぞれショックアブソーバーとしての役割をきちんと果たし、ほとんど残留変形もなく正立していた。　剛性の高い土壁は、大きな地震に際しては、剪断抵抗力を示し、壁自らの剥落破壊によっては骨組みが折損するのを防ぐ。言わば面内ダンパーとしての機能を持ちながら、激震から構造破壊を防ぐ役割を果たす。市内には多くの古い建物が被害を受けてはいたが、この住宅は伝統的な木組み、通し貫、土壁づくりの定石をきちんと守ったことで、大破せずに済んだものと考える。

３.－３.-2.　作業所

３年前の中越の被災地と大きく異なる点の一つに、作業所、車庫などの非住家被害の多さがあげられる。　とくに車庫を RC 混構造の高床式住宅地上階に組み込んだ積雪地との地域性の違いが生んだ被害の違いとも言える。　中越沖被災地における、車庫・作業所の特徴として、１階を農作業や車の乗り入れを前提としたオープンスペースに、そして二階を物置や住宅の別室にというつくりが圧倒的に多い。　そしてまた開口部の幅だけでなく、１階の階高が高めにつくられている場合もあった。　また背の高い脱穀乾燥機などを設置するために、中には２階を吹き抜け構造にして、水平構面の剛性を弱くしてしまっていた建物もあった。　間仕切り壁や柱のない大スパンのこのような建物が、総じて容赦ない仕打ちにあったといえる。

別表３．４．において、住家、非住家別に罹災集計を出しているが、柏崎・刈羽を合計すると、住家の全壊４．１６％にたいし、非住家の全壊８．７０％という数字が表れている。　一団の敷地に複数の建物をもつ中での被害というのも今回の特徴である。

写真13. 開口部の広い車庫・作業所の倒壊被害（柏崎市長崎）

３.－３.-3.　土葺き瓦の建物と土蔵

かつて小千谷縮みの集散地として栄えた柏崎市中心部には、古い伝統的な建物が多く残っていた。　強い季節風と潮風、そして火災にたびたび見舞われていた中で育まれてきた土と瓦に守られた建物が、今回はマイナスに働いたといえる被害である。　現在一般的に行われている引掛け桟瓦工法による屋根は平米あたり４１～４５ｋｇ、それに対して土葺き瓦工法の屋根は同８５～１１０ｋｇと約二倍の重量がかかる。　市街地の標準的な建物を３間半×６間、軒の出を６００とすると、屋根の面積は約１００平米であるから、一棟あたりの屋根重量の差の大きさは歴然としている。　柱の小径、壁量が、昭和５６年の耐震基準が定められる以前の建物でも殆ど変わらないと仮定すると、この差が倒壊率と大きく関連していると言える。

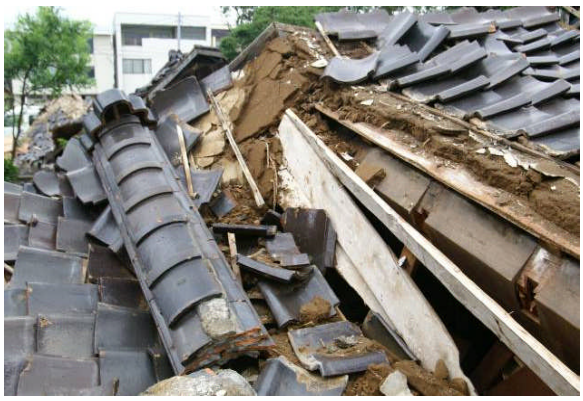


写真14. 市街地の倒壊家屋の多くは土葺き瓦が使われていた。（柏崎市新花町）

また土蔵の構造的要因から来る被害も見逃せない。 厚さ２０ｃｍ前後の半大壁造の土蔵は、外部からは土台や柱などの腐朽やシロアリなどの食害があっても発見できず、また内側は構造体が露出しているものの、家財などの陰で点検が容易にはできないことが多い。 周囲の湿度や通風の悪さなど木材の腐朽しやすい条件が重なったものは、状況を知らずに放置しひとたび地震動に遭遇すれば、大破してしまうという結果となる。

ただ柱間が３尺ピッチ以下で、多くの土蔵は４．５寸以上の太い柱、長いスパンを持たせる牛梁など、太く良質な構造材がコンパクトに組まれており、これらの弱点を突かれながらも、建ち残っているものは多かった。

写真15. 土蔵は風と火災から財産を守る文化（柏崎市西本町）

写真16. 土蔵の葺き土は厚さ20cm前後。その屋根荷重に長周期の揺れが加わったことで、総柱に近い土蔵もあえなく倒壊した。（柏崎市西本町、新花町）

写真17. 置き屋根の落下した土蔵（柏崎市西山町和田）

写真18. 使用材の石数が多い通し貫構造の土蔵は1/7RAD.という傾斜でも持ち堪えていた。 土壁の落ちた米蔵でも構造体が健全であれば、建て起こし修復も可能である（ 刈羽村刈羽）

３.－３.－4.　神社仏閣

神社仏閣は、通常は銅板などの金属板葺き、あるいは桧皮などの、木羽板が重ね葺きされることが多いが、今回の被災地では圧倒的に瓦で葺かれているものが多かった。 これは塩害と

写真19. 残留変形が大きい金刀比羅神社（柏崎市新花町）

写真20. 瓦葺き替えを終えたばかりの聞光寺（柏崎市西本町）

写真21. 屋根と組物を残して層崩壊した白山神社（刈羽村大塚）

写真22. 専福寺鐘楼の転倒被害（柏崎市東本町）

季節風と雪を考慮すれば、当然とも言える地域特有の建築様式であるが、こと震災に対しては太刀打ちができなかった。　平米あたりの屋根の重さが４ｋｇ程度の金属板葺きに対して、通常の和瓦で同４０ｋｇ、安田瓦では５２ｋｇとさらに嵩む瓦葺きの屋根は、軸組みの応力に大部分を頼らざるを得ない開放的建築である、神社仏閣には過重な負担を加えた。　そして冒頭の通りの長周期波動もあいまって、この屋根荷重の重さがスナップを効かせるよう作用したといえる。

　また市内東本町にある専福寺鐘楼も、瓦乗せの鐘楼という重心の高さが災いしたのか、跳躍転倒していた。　本来免震的な考え方を持つ伝統的な石場建ての構造建物も、頭の重いものには、このような被害ケースが目立っていた。

　柏崎市の指定文化財である海抜３０ｍの高台に建つ番神堂では、御堂そのものには、足もとの大谷石の礎石の破損やずれはあったものの、構造的な被害は見当たらなかった。また庫裡と御堂をつなぐ、床高が地上２ｍ以上ある渡り廊下の被害を心配したが、伝統的なつくりの中でエキスパンションの要素を上手にとっていたことで、相互の建物の干渉による接合部の被害もほとんどなかった。

写真23. ①②　足元の礎石のはらみ出し損壊のほか、目立った被害がなかった番神堂（柏崎市番神）

　敷地内ではこのほか鐘楼が転倒被害を受けていた。　また噴砂現象もみられ、また石柱や灯篭の倒壊、手水舎や水盤などのずり落ち被害などがみられた。

４．　被災パターン別の分析

４.-1.-1. 開口部の大きい建物の構造被害

建物の倒壊につながる致命的な構造被害の第一の要因は、１階の層崩壊にみられるように、地上階柱の内法部分での損傷があげられる。柱と梁、桁、胴差し、差鴨居など、地震の水平動によって最も負担のかかる接合部の外れと折損が目立ち、とくに大開口部の隅柱ほど、接合点にかかる負担が過重になりそこから破壊される。　また柱一本当たりの荷重負担の大きい伝統構法の建物は、太い柱であっても靭性の限界を超えて応力負担に耐え切れないケースもみられた（写真２４）。　この築１００年という伝統的な町屋づくりの建物は、つなぎ梁がはずれ、一方で大黒柱が内法で挫屈し、中で留められた差し鴨居が外れるという状況であった。　被害は、３間×２．５間（約５．５ｍ×４．５ｍ）の間の広さに加えて、２０尺近い高さの二階まで吹き抜けという、スケールアウトしたつくりが原因であったと推察される。

写真24. 伝統構造のスケールの大きな建物の差し鴨居接合部。柱一本にかかる応力は想像を絶する（柏崎市東本町）

写真25. 瓦葺きで壁の少ない建物の倒壊（柏崎市新花町）

写真26. 壁の偏在が際立つ建物の捻転被害（柏崎市安田）

写真27. 辛うじて隣家に寄り掛り立ち残った家（柏崎市中央町）

４.-1.-2.　構造劣化を隠蔽する大壁構造

震災被害の態様として、ひとつ大壁構造の建物の被害がある。　戦後の高度経済成長期以降多くつくられてきた壁の納め方で、昭和４０年代に最も盛んにつくられた木造モルタル造の建物がその代表格である。

写真28モルタル塗りの大壁建物は小さなクラックでも命取りに。

中でもモルタル塗り壁は吸湿し、また薄くてヘアークラックなどのひび割れを起こしやすく、それを放置すれば毛細管現象で風雨が容易に浸入しやすい。　入り込んだ水分は、壁内を蒸れさせ腐朽や蟻害をもたらすが、内部構造の劣化が見落とされていたところが、一気に震災によって破壊される。　また木造モルタル塗りの下地ラスメタルの錆が錆膨張圧によってモルタルを浮き上がらせ、地震による被害を拡大させるというケースがみられた。　大規模宅地開発と工法簡便化、そして洋風建物へのあこがれなどから生まれた、大壁構造の建物の問題点を露呈しているとも言える被害でもある。

写真29. モルタル被覆の落下（柏崎市新花町）

４.-1.-3.　外壁・屋根の重ね葺きによる被害

建物被害において、今回特筆すべきものとしてあげられるのが、外装材の重ね張りが助長したと思われる被害である。　本来ならば古い外壁材を撤去して、構造材の腐朽の有無などを点検し、必要な補強を施すのが通例であるが、これを怠った結果ともいえる。　畳一帖分の乾式コンクリート系外壁材で通常２５ｋｇ前後。これを古い外壁の上にそのまま、新しく外壁材張るというリフォーム手法が近年広がっている。　アスベスト含有の建材の取り扱い処分が厳格化された経緯もあろうが、この種の手の速さだけを求めた安易な工法が、結果このような震災時には被害を助長したともいえる。

写真30. 一見新しく見える家も、外装を化粧しただけのものも少なくなかった（柏崎市小倉町）

写真31. 外装を一新する際に耐震診断と補強すべきであった（柏崎市比角）

中越地震との二重被害が取りざたされてもいる中越沖の被災地において、このような建物被害が目立つのは、被災された住民の「もう来

ないと思った」という言葉にも象徴されている。目先の経費コストと手早さに目を奪われがちな、この手の修復への警鐘を鳴らしていると言えるものである。

また固定荷重を増す重ね葺き被害の特異な例として、茅葺き屋根の上に和瓦を重ね葺きした建物もみられた。

写真32. 茅葺き屋根に瓦を重ね葺きした家（柏崎市平井）

４.－１.－4. 増築された建物

甚大な被害を受けたと思われる建物被害のひとつの態様として、増築部からの断裂被害があげられる。 これは増築された建物それぞれは耐え残っていても、その接続部で大きく壊れているケースである。 被災地では、伝統木構造様式の建物に近年増築されたと思われる現代木造が一体となっていたり（写真 33.）、あるいは土蔵に在来の木造住宅が増築され、一体のように化粧された建物など（写真 34.）が数多く見受けられた。 RC 造などの大規模建築では、エキスパンションジョイントが、地震

写真33. 増築建物の被害（刈羽村赤田町方）

写真34. 一体に見える建物も、増築されていた（柏崎市西本町）

写真35. 異種構造による増築部ジョイント被害（柏崎市西本町）

被害を想定して施工されている場合が多いが、小規模の個人住宅等では、なかなかそこまで行き届かないものが多い。

また堅い建物と揺れやすい建物が動いた結果、一方に残留変形が大きく生じたり、場合によっては、落ちた土蔵の壁が、接続部の間に落下して、この変形被害を大きくしている例もあった。 これは建物のもつ固有周期の違いに起因するものであり、構造的には分かれるべきところが縁を切られたというものである。 一見して大きな被害には感じられても、それぞれが独立した建物と考えるべきで、このような場合は、残留変形が構造被害に起因するものでなく、比較的平易に修復できるケースも多い。

４.-1.-5. 耐震補強のあり方に警鐘

中越地震により被害を受け、修復された建物の中には、耐震補強を施したにもかかわらず、不幸にして大きな被害を受けた例があった。写真３６.は建築後１００年余りを経た民家であるが、壁の少ない開放的なつくりの建物を、耐力壁を設置したにもかかわらず、小屋組みが倒壊したものである。 小屋組みはつくりにもよるが、一般的には梁間方向には強く抵抗できても、桁行き方向に強い水平力が働くと、倒れ込みがしやすい。 小屋筋交いなどの補強を忘

写真36. ①②③小屋組みは桁行きの方向に大きく揺すられた結果、大破した（刈羽村刈羽）

写真37. 中越地震後入れられた筋交いの破損。 耐震補強には壁量と補剛形式の全体バランスの確保が重要（刈羽村西元寺）

れ、補強された壁と、補強されなかった小屋組みの強度の差が際立った結果の被害である。この建物は、地震動の水平力を桁行き方向に受けて、剛性の増した直下の軸組み構造の動きに追随できず、その境目となる小屋組みの接合部から倒壊したものと思われる。

また、南に面し大きく開口された茶の間に、一ヶ所入れただけの筋交いが破断したケースがみられた（写真３７）。 これは軸組みの曲げ抵抗を生かした伝統木構造（通し貫、小舞下地土壁構造）の建物に、筋交いという軸力の圧縮抵抗に期待した剛性の高い補強材を入れたために、耐震バランスが失われ大破した例である。補強計画が偏りなく平面全体を見ながら行われ、なおかつ地震抵抗の考え方を一貫させた方法をとれば、被害はより少なくて済んだと思われる破壊形態のひとつであった。

基礎形式、軸組み（足固め、桁固め）、平面上の壁量と壁補強形式、階層ごとの補強など、

それぞれ一貫性とバランスをもって行われることの重要さを、二重被災という現場から痛感させられる。

５．　複合被害としての地盤災害

中越沖地震の主な被災地である、柏崎市、刈羽村における地盤性状をあえて言えば、大きく４つに区分できると思う。　被災地はまず西南部に源を発する鵜川、南部からの鯖石川とそこに合流する別山川などの中小河川が形成してきた粘性土、腐葉土質からなる沖積層の平野部、つぎに海岸線沿いに伸びる震源に近い高浜、荒浜から番神へと２０ｋｍ余り続く砂丘砂層とその両端の海食崖、そして四つ目に海岸線に並行した西山層、椎谷層とよばれる古い第三紀層の褶曲侵食された丘陵などからなる。

今回被害を受けた多くの建物は、そのうち沖積平野部と、砂丘砂層とその辺縁部に位置しており、それぞれに特徴を持つ壊れ方をしている。建物それ自体の耐震性の欠如に警鐘を鳴らし、上部構造の耐震性能を謳うことに終始しがちな、昨今の建物の地震対策に、ある意味で大きな課題を投げかけている今回の地盤と建物の関係について以下に整理する。

５.-1.-1 市街地の砂質地盤被害

柏崎市役所とその間近を海岸線とほぼ平行して東西方向に走る本町通り商店街は、砂丘の頂稜部にあり古くから発展してきた。　被害の大きかったその商店街をみると、それぞれ砂丘頂部から緩やかに南北の傾斜方向に砂質地盤が引っ張られるように変位（側方流動）によってして建物が被害を受けていることがわかる。砂質地盤は静的な状態ではきわめて安定しているが、一旦地震力が加わると、粒子同士の固結粘着力がないことから、せん断変形が容易に起こりうる。

写真38. 砂丘辺縁部では、頂稜部から裾にかけて表層滑動が広範囲に起こった（柏崎市西港町）

５.-1.-2 砂質地盤の特徴

写真39. 固結粘着力に極めて乏しい砂地盤における礎石転倒（柏崎市西港町）

写真40. 海に向かった急峻な自然法面の被害（柏崎市西本町）

写真41．砂丘辺縁部では、頂稜部から裾にかけて表層滑動が広範囲に起こった（柏崎市西本町）

５．-1. -3 砂質地盤の液状化

砂地盤は粘土質地盤と比較すると、粘着力がなく、粒子間の間隙率が高いため、一旦地震による動的荷重がかかり、その粒子の間隙水圧が高まることで、砂同士の噛み合いがはずれて、瞬時に強度が失われる。　これに高い地下水位が加わると流動化による地盤破壊が起こる、いわゆる液状化現象が各地でみられた。

柏崎市中心部の地下水位は、駅前通りなどの砂丘辺縁部では、極めて地表に近いところに地下水位があり、また西港町など海側の比較的ゆるやかな砂丘の頂稜部でも、地下２ｍ程度とそれほど深くないところに、地下水が存していた。それが地震動により加圧されることで地表面方向に浸透流が発生、砂独自が静定状態でもつ表面の摩擦抵抗を消滅させる。　地盤はそこで一挙に液状化して、建物基礎に甚大な被害をもたらした。　そして挙動とともに砂粒子の再配列による密実化が発生し、体積の圧縮に伴い地盤全体の沈降が起こったのであった。

写真42、杭基礎による地盤対策で、万全の対策を講じたはずの新築建物が沈んだ（柏崎市松波）

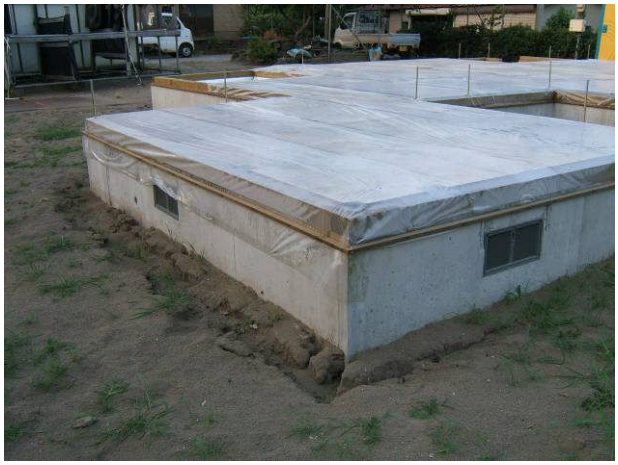


写真43．よく締まった良好な地盤とされ、何らの対策をとらずに施工された住宅基礎は、大きく動いた（柏崎市長崎）

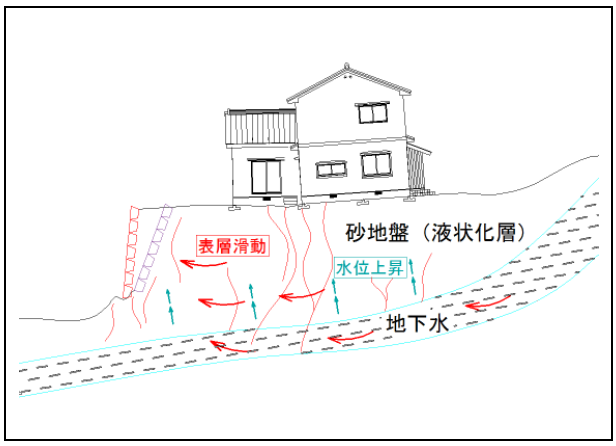
同じ砂地盤でも、地形の平坦な鯖石川の河口付近では、セメントソイル柱状改良による杭基礎で十分な地盤対策がされていたとされる、新築住宅も不同沈下が起こった（写真４２．）。これは静的荷重に対しては、砂地盤は重く固く締まりやすいという性質を忘れ、一般的に住宅の敷地調査で行われるスウェーデン式サウンディング法で出てくる N 値だけを、鵜呑みしてしまった結果でもあるとも推察される。

一方荒浜砂丘の辺縁部にあたる、柏崎市山本では、砂質地盤の大規模な変位が発生した。　この変位については、写真４４．図表３．の通りであるが、ここでは土留め擁壁に水抜き穴がなかったため、これが瞬時に起こる地下水位上昇に寄与する形となり、被害を増大させたというも言われている。　また斜面の同一ライン上で

一斉に沈下崩砂現象が起こっているエリアもあり、これが造成時に切り盛りされた境界線と重なっている可能性も高いと言える。

そしてもうひとつ着目したいのは、同団地における建物の上部躯体構造自体の残留変形や接合部の損傷がほとんどないという点である。これは液状化の発生により、砂地盤の支持力低下とともに、応力の低減もしくは遮断が起こったのではないかということである。 建物基礎自体は、地盤の変位により断裂や変動が大きく起っているが、基礎の破断や傾斜による変形を除けば、上部構造は破断部位を除いては、かなり矩形を保っている。 これが建物の新旧を問わずに、おしなべて起こっているということは注目に値する。

写真44. ①② 135/2000まで傾斜したにもかかわらず、矩形を保つ木造住宅の地盤被害が悩ましい。(柏崎市山本)

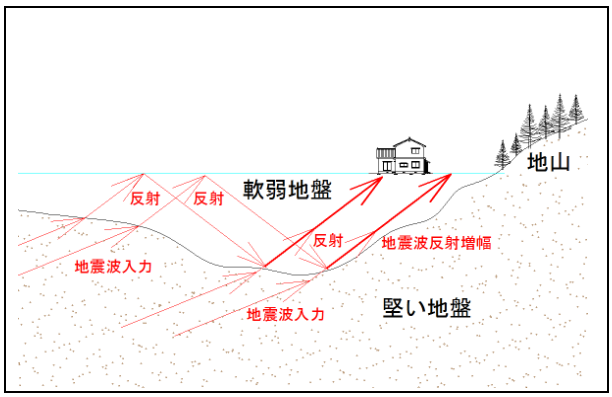


図表3. 砂丘後背地における大規模な水平・鉛直の地盤変位のメカニズム(柏崎市山本)

5.-2.-1. 軟弱地盤における地震波の増幅

鯖石川や別山川周辺など、新第三紀層の浸食流出土の堆積した地域では、中越地震でも大きな被害を蒙った。 いわゆる二重被害の深刻な地域であるが、これは粘性度の高い軟弱地盤における地震波の増幅作用と無縁ではない。 軟弱地盤では、とくに長周期の振動を増幅しやすい傾向があり、今回の地震波の性状もあって、大きく建物を壊す結果となった。

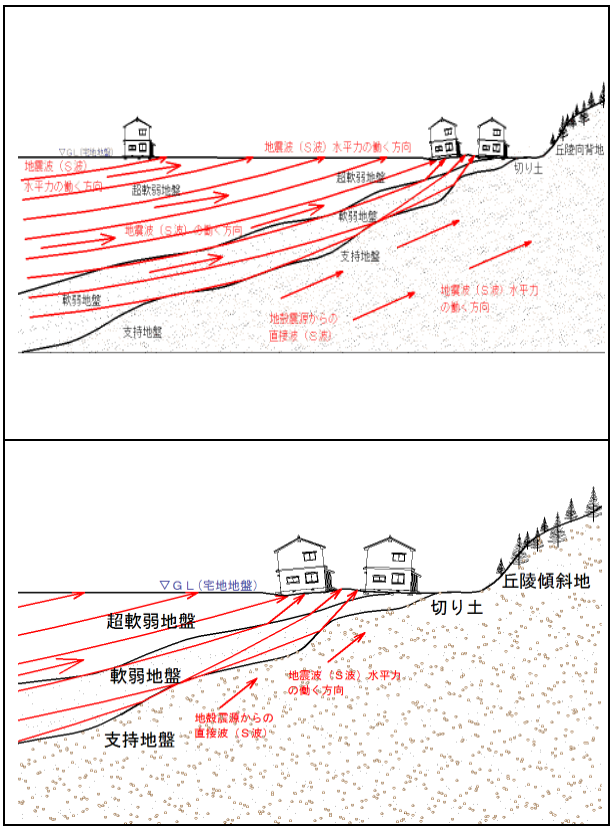
震源となった深層地盤から、建物のある表層部に地震動が伝播する過程で、固い地盤と軟らかい地盤の境界で地震波が反射増幅する。 それが軟弱地盤の上に立つ建物を大きく壊すという原理である（図表４）。



図表4. 軟弱地盤における地震波増幅のメカニズム。 伝播入力される地震波が、硬さの違う地盤境界で反射増幅される。

５.－２.－2.　なぎさ現象

柏崎市長崎、長崎新田、下大新田や、刈羽村正明寺などでは、なぎさ現象と呼ばれる現象が起こった。　これは沖積平野の丘陵との境界付近で地震波が増幅される現象で、２００４年の中越地震では、長岡市の東山丘陵の辺縁部一帯や、震源から４０km 離れた寺泊町（現長岡市）の西山丘陵辺縁部でも起こったとされる。　これは海のなぎさ付近でうねりや白波が際立つように、丘陵近くの沖積平坦層が大きな波動被害を受けるものとされる。　地山の形状が堆積層の大きく複雑な揺れを規定するとも言えるものであるが、注目されるのはいわゆる波打ち際からの距離と建物の破壊度に、ある程度の関連性がみられるということであった。　荒浜砂丘の辺縁境界に位置する国道８号線長崎新田交差点を中心に、半径２００ｍまでの距離でおよそ５０％の倒壊、同４００ｍまでで約２０％の倒壊、そして６００ｍまでの範囲で５％の倒壊という状況はまさになぎさ現象の発生を裏付けるものであると考える。



図表5. 6. なぎさ現象の発生と地震波増幅のメカニズム

写真45. 壁量もある比較的新しい建物も、相当数が潰れた。

写真46. 長崎地区での倒壊率は地山との距離に連関した。

５.－２.－3.　切り盛り境界

宅地造成の必然で起こる地山と谷埋め盛り土の境界線での地盤変位は、中越沖の被災地でも各所で発生した。　これは砂地盤や、内陸部の硬い地山であるを問わず、広く発生している。盛り土の締め固めの大切さも否定はしないが、被害状況を見るに、境界上には建造物を建てるべきではないという認識を強くさせられる。

西山町付近では、国道１１６号線からの接道乗り入れに近いエリアにおいて、広く切り盛り造成がなされたが、その周囲での被害が最も大きかったのが、西山町中央台地区でもある。丘陵地の切り盛り地盤の変状は、中越地震において長岡市高町団地で起こった被害と同様であり、谷埋め盛土の境界をまたぐ一筆の宅地における建物では、大きく変位した地盤基礎から建物がくの字に曲がるなど、深刻な被害を蒙ることとなった。

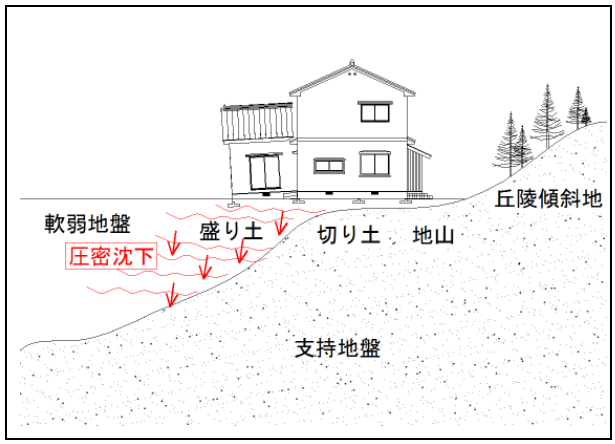


写真47. 図表7.　西山中央台での被害とそのメカニズム

５.－３.　擁壁被害

いわゆる中山間地型災害と呼ばれる中越地震と比較すると、１０m以下の高低差のなかでの地盤変位が大部分を占める今回の地震である。　宅地被害の大きい中で、地盤性状に適応した法面対策や擁壁工事がいかに重要であるかを痛感させられる。　歴史ある街並みの中で何ら斜面の特別の対策を講じられることなく建てられた建物、そして対策しようにも既存建物が障害となり手を入れられない密集市街地の法面。　また番神などの古くからの高台住宅地から、ここ３０年ほどのうちに宅地造成された住宅団地まで、造成されるよりはるか以前の地の貌をあらわしたところも多い。

擁壁の様式は、その建造年代によってさまざまであるが、４０年は経ったかと思われる、鉄筋のさび細ったブロック塀、コンクリートブロック擁壁の倒壊、高さ３mにも及ぶ現場打ちコンクリートの車庫擁壁、そして大谷石の塀の倒壊など、柏崎・刈羽地区の広範囲にみられた被害を写真掲出のうえ以下にまとめた。　その他、壁の自重で土圧を押さえる重力式コンクリート擁壁は、無筋のものも多いが比較的起きているものは少なかった。　またけんちん石積みは孕み出し被害もみられる一方で、角度をつけて積まれたものは比較的健全なものが多かった。

写真48. 市街地に近い古くからの住宅地は、県による法面工事が始まっていたところだった（柏崎市西港町）

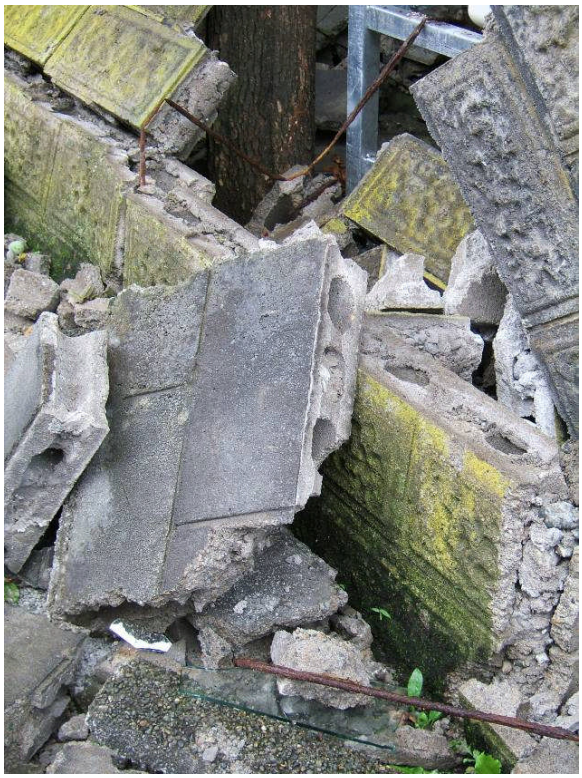


写真49. 風化したコンクリートブロック塀は鉄筋の腐食も著しかった（柏崎市新花町）

写真50. 有筋の石積みはほとんどなかった（柏崎市茨目）

それにたいして、コンクリートブロック積みの擁壁は、有筋無筋を問わず、ほとんど何らかの被害を受けている。　また一定間隔の控え壁をもつこの種の擁壁も、土留めとしての性能を期待した場合には、きわめて脆弱なものであるということは明らかである（写真５１）。

また現場打設の擁壁に代わって、今や主流となっている、プレキャストのＬ型擁壁には、ひとつひとつがバラバラに開いたり、また起き上がりが多くみられた。　とくに砂地盤に設置されたＬ型擁壁には、根入れの深さを問わず、被害を受けていた。　偏心した底盤ベースの地耐圧に頼るこの種の擁壁は、よほど底盤の締め固めをしても地震力に対しては弱さを露呈しやすいものである。

写真51. 高さ1. 6mに積み上げられたCB擁壁（柏崎市西山町）

写真52. 車庫を兼ねた擁壁の開き（柏崎市西山中央台）

写真53. L型擁壁は地業の良しあしと、地盤の性状が命運を分けた（柏崎市番神）

６．　被害の地域別の特徴

６．－１．古い建物の多かった東本町

旧街道沿いに早くから発展した東本町商店街は、緩やかに南に向け斜面を形成する砂丘台地上に位置する。通り側にミセ、奥には土蔵と間口いっぱいに建てられた建物が立ち並んでいた。　中には長い歴史の中で、増築、改造を重ねられた建物も多く、接合部の破壊された建物が見られた。　また一方で、隣家との界壁が近接するなかで、外壁補修や構造補強も思うに任せず、老朽化したと思われる被害も散見された。　そしてアーケードとの取り合いも絡んで、手入れの難しさに輪をかける、商店街特有の条件もまた建物保全を阻んだ要因とも言えよう。

写真54. 小千谷縮を商っていた伝統的なつくりの町屋

写真55. 倒壊家屋が道路を塞いでいた。

写真56. 商店街の建物は建替も手入れも簡単ではない

これは全国各地でみられる古い繁華街や商店街などにも共通した都市型災害の側面を示すものである。膨大な既存不適格建築物の補強やメンテナンスの課題を浮き彫りにしている。

６．－２．多くの寺が倒壊した西本町

東本町に続く商店街で、大型商業施設も含め、比較的新しい建物が多い。 ただ海側に建ち並ぶ社寺は、みな手ひどい被害を受けており、地盤の変位も大きく作用したものと思われる。北側急傾斜地の崩落や、南に向かって緩斜する町内を貫く道路の斜面下側の側方流動がとくに著しく、南面歩道に接する商店街は一様に地盤被害を顕著にうけて不同沈下をしていた。

写真57. 砂質地盤の自由な動きで歩道の壊れ方が卓越した。

写真58. 砂丘頂稜部に建つ社寺群は軒並み全壊被害を受けた。

６．－３．地下水位が高かった柏崎駅前

砂丘辺縁部にあたる駅前は、地下水位の高さが地盤被害を助長させた同地域でもある。 液状化による沈下も顕著で、地盤対策を講じていない建物の中には捻転し、矩形を保ったまま傾斜してしまった建物もみられた。

写真59. 地下水位が高く、液状化による沈下が顕著であった。

６．－４．海岸砂丘地の特徴を示す港町

被災地の多くの建物が北側に向けて残留変形が発生しているが、砂丘北側斜面上に位置するこの地域は、南にむけて倒れたものが多かった（写真６０）。　地盤の傾斜が、地震の主要動の方向とほぼ同一方向であり、その結果斜面下方への瞬時の表層滑動が起こり、建物が足元からすくわれたように、反応して起こった結果とも推察される。

写真60. 斜面の方向と残留変形の方向に規則性があった。

写真61. 砂質地盤の側方流動により擁壁ごと動いた。

写真62. 砂丘辺縁の建物は、側方流動により押し出された。

６．－５．急傾斜した砂地盤上の番神、東の輪

米山から鯨波にかけての海岸線沿いは、起伏が大きく、なかでもその北端にあたる、東の輪、番神といった地域では、大規模な地盤変位が発生した。　高低差１５～２５ｍ、傾斜角も２０度以上と急な地域が多く、自然法面ばかりでなく、大規模な人工法面が続く地域でもあった。地盤の変位と噴砂液状化は、高台の番神堂の参道においてもみることができた（写真６５.）。

写真63. 急崖傾斜地の番神地区は避難勧告が出された。

写真64. 砂質地盤の変状で、建物は矩形を保ったまま傾斜した。

写真65. 番神堂の参道における噴砂液状化の痕跡

６．－６．液状化による変状著しい松波、橋場

荒浜砂丘の辺縁部で、大きく蛇行する鯖石川の河口付近にあるこの地域は、液状化による被害の最も著しく起こった地域である。 一見して平坦なこの地域は、蛇行する河川の埋め立てや改修が行われてきた地域であり、その旧河道上にあった敷地建物が輪をかけて大きな被害に遭っている。

写真66. 鯖石川べりの松波地区一帯の地盤変状

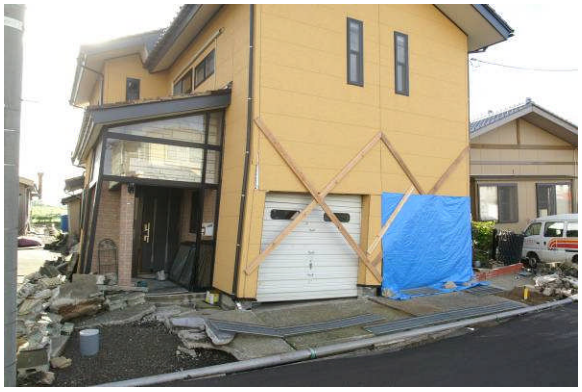


写真67. 宅地地盤の性状と基礎、そして建物の壁量バランスが被害度を左右する（柏崎市松波）。

写真68. 液状化による噴砂と水柱は相当なものだったという。（柏崎市橋場）

６．－７．砂丘地上の造成団地が動いた山本

荒浜砂丘の背斜面にあたる山本団地では、ひな壇状に造成された中での擁壁崩壊を伴った、大規模な造成宅地被害が起こった。 同地域の砂丘辺縁を北東方向から鯖石川にむけて流れる小水路が団地内で消えるという状況もあり、その旧水路と敷地建物の位置関係が命運を分けたようにも思われる。

写真69. 団地手前で砂丘辺縁を流れる水路が消えている

写真70. 地盤変状の著しい山本団地入口。

写真71. 宅地造成の切り盛り境界との関係も疑われる被害。

６．－８．荒浜砂丘の突端部にあたる長崎

長崎・長崎新田は荒浜砂丘の背斜と別山川流域の堆積土層の境界にあたる。 砂丘辺縁部での噴砂現象と側方流動がみられる一方で、その末端から、沖積平野の堆積層にあたる平坦部では、先述の通りなぎさ現象が発生した。 この堆積層では地質も砂丘砂質層と腐葉土質層が複雑に絡み合っており、地盤の生成の遍歴の複雑さがうかがえる地域でもある。 建物被害も１００ｍ単位で動けば様々な状況がみられるこのなぎさ現象の詳細な裏付けが期待される。

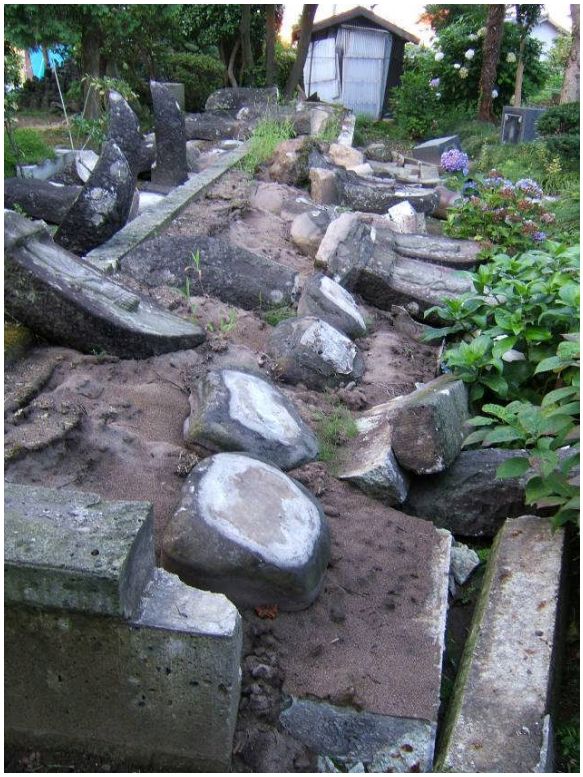


写真72. 荒浜砂丘の辺縁後背部に位置する金泉寺の境内

写真73. 砂丘の辺縁部の自然法面上の建物被害

６．－９．粘性堆積土と丘陵が交錯する田尻・半田から北鯖石地区

柏崎市中心街から南東に広がる同地区は、高度経済成長期に次々と宅地造成され拡大してきた住宅地である。 統計では建物の被害度が最も大きな地域とされるが、同地区は沖積層の埋め立て地帯から、ゆりが丘などの安田層の丘陵地帯までさまざまである。 また池が峰団地の様に、切り盛り造成によりできた谷埋め盛土上の敷地建物に陥没・傾斜が目立った。

水田地帯に造成された宅地、道路には、陥没波打ちと亀裂が無数に広がり、マンホールの突き上げなども散見された。

写真74. 水田地帯の造成宅地境界での被害(上田尻)

写真75. 切り盛り境界上につくられた道路の陥没（池ヶ峰団地）

６．－10. 粘性な軟弱地盤の柏崎中通～刈羽

別山川流域にあたる同地区は沖積平野が広がる一方で、丘陵の懐などには多数の蓮池などが点在する。　地下数十メートルにわたり、泥質と腐葉土質がなす極めて軟弱な地盤層の上になりたつ。　同地域は典型的な水田農業地帯で、そのなかで住宅のみならず作業所、農舎など多くの非住家建物が被害を受けた。　住民によればこの種の建物には、所有者が転用古材を用いて簡便に自作したものも多かったという。

写真76. 伝統的な古い建物の多い中通地区（柏崎市花田）

写真77. 農舎・作業所の倒壊被害が目立った（刈羽村西元寺）

写真78. 農舎・作業所は、所有者の手による改造増築も多い。

（刈羽村十日市）

６．－11. 町内・集落ごとに異なる被害を見せる西山地区

南西には山を背にした沖積層、東西より褶曲地形によりできた西山丘陵に挟まれた同地域は、ひと山越えるごとに被害の態様も異なる地域である。　南の沼沢地を囲んで広がる五日市集落は地盤変状が甚大で、圧密沈下も発生して、震災後も徐々に建物の沈下がすすむ状況もあった。　また礼拝、石地などの駅周辺に集まる住宅商店街は、地盤の変状だけでなく、壁量バランスの悪い建物に倒壊や変形被害がみえた。また別山川周辺では不同沈下被害もみられた。

写真79. 五日市集落の被害状況

写真80. 別山（石地駅前）地区でも地盤の不動沈下が著しい

写真81. 層崩壊に近い被害を受けた店舗併用住宅

が、一方で山を背負う建物に、風化した砂岩泥岩の表土が崩落する被害も発生した。

そのほか、国道１１６号線沿いにとくにみられるのが、国道建設工事のために移転を余儀なくされた住民の移転先代替地における地盤被害である。用地確保のため、国道左右に切り盛り造成工事がなされた結果、これが災いして、多くの建物が被害に遭ったとも言える。

写真82. 砂岩泥岩互層の崩落が住宅を襲う（別山灰爪）

写真83. 切り盛り境界での変位が明快な地盤被害（中央台）

写真84. 山を背負った平野末端部の建物の液状化被害（坂田）

６．－12. 急峻な荒浜砂丘を背負う高浜地区

柏崎刈羽原子力発電所の北部に位置する、宮川、椎谷などの地区では、地盤性状によるものか、古い建物が多い割には倒壊家屋がそれほど多くない。 ただ吹き付ける季節風から守るための高さ２ｍ前後のコンクリートブロック塀の多くが被害を受けていた。

また背後の山裾の地盤変位、山頂付近からの崩落が大規模に発生しており、震源に近いなかでの地震動の大きさを物語っていた。

写真85. 海と山を背負った宮川集落

写真86. 震源に最も近い割に建物の倒伏は比較的少ない。

写真87. 宮川神社社叢も、裏山から大規模崩落した。

６．－13. 上越市柿崎区、吉川区

中越沖地震震源地より３０ｋｍ余り離れた上越市でも砂丘地の広がる柿崎では広範囲に被害が発生した。　中でも被害の大きいのは、砂丘地を流れる柿崎川周辺の直海浜や柿崎市街、また内陸でも砂丘湖のある上下浜、傾斜地の法音寺など、被害範囲は点在している。　砂質地盤と地下水位の関連から表層滑動もみられ、大規模な上下水道やガス管の破断もみられた。

写真87. 砂丘湖周辺一帯は大きく地盤が動いた（上下浜）

写真87. 液状化現象により浄化槽が持ち上がった（上下浜）

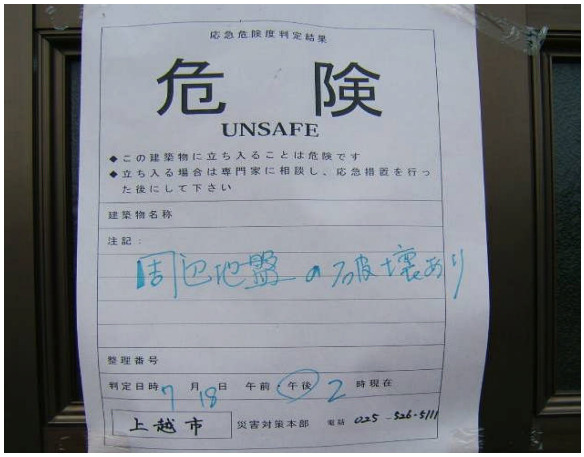


写真87. 応急危険度判定が一帯で行われていた（上下浜）

６．－14. 出雲崎町

出雲崎役場や出雲崎駅周辺では、堆積層上の宅地では建物被害があり、同時に液状化による不同沈下や地盤変位が見られた。　ただ妻入り集落が特徴的景観をなす出雲崎海岸の羽黒町では、屋根瓦の落下被害も殆どないという状況であった。　良寛堂では御堂の漆喰上塗りの剥落と壁ちりの若干の浮き上がり、そして堂内の石碑が時計回りに１０度ほど回っていた（写真９１．９２）程度であった。

写真88. 89. 90. 出雲崎駅周辺における住宅の被害状況

写真91. 妻入り集落の屋根にほとんど被害は見当たらない

写真92. ①② 妻入り集落の中央にある良寛堂とその内部

６．－15. 長岡市和島・寺泊

長岡市の被害については別表にまとめられた通りであるが、中でも旧行政区でいう和島と寺泊の被害が大きい。

和島については、日野浦や荒巻など山懐に抱かれた集落で地盤変位に伴う宅地被害などがみられた。 一方で沖積層と思われる水田地帯の島崎もこれに次ぐ被害数となっている。

また寺泊においても大河津分水と山懐挟まれた寺泊敦ヶ曽根、北曽根、軽井などで被害が大きかった。いずれも地形、地盤地質などの要素が被害の大小を決める要素となったであろうことは、想像に難くない。

写真93. 山あいの集落に大きな被害がみられる（和島荒巻）

写真94. 地盤特性によるものか、通し柱を境に上屋と下屋の断裂という大きな構造被害がみられた（寺泊敦ヶ曽根）

７．むすびに

統計は別表にまとめた通りであるが、中越沖地震で特筆されるのは、震災被害は、震源からの距離ばかりではなく、拠って建つ地盤とその直下の支持層の形状、地下水位などが複雑に絡み合って、建物に被害を及ぼすということである。　これは震源から遠くても表層地盤の軟弱さによって、地震動の非線形化が起こって、振動周期が伸びるという現象であり、能登半島地震において震源から離れながらも甚大な被害に遭った穴水町の例にある通りである。

前回の中越地震においてもそうであったように、当地の降雪地域であるという地域的要因から、新潟の家は比較的堅牢であると言われる。しかしながら地盤的要因となると、別の次元で考えなくては、ならないということも改めて感じる。　人命を守るという点において、上部構造が崩壊しないということは、絶対条件であるが、地盤要素をどう織り込んで建築し、あるいは補強対策を取るべきかという点においては、誠に悩ましい現実がある。

中越沖地震における二重被災のかなりの割合に占める建物は、中越地震を乗り越え、それなりに修復された建物であると聞く。　また前回被災したものをそのまま継続使用して、被害が重度に傾いたというものもあったであろう。しかし一方では、刈羽地区などを中心に、中越地震を機に建て替えた家の被害も大きくクローズアップされている。　2000 年春の品確法の施行による瑕疵担保責任の強化により、建物新築の場合ではほとんどの建築関係者が、地盤調査を行ったうえで建築を行っている。　それにもかかわらず、中越の被害から立ち直りようやく入居したばかりの家が、再び大きな被害を受けたことは、ある示唆と建築のあり方を問うているものであると思う。　以上において中越沖地震は、国と地方が力を上げて取り組んでいる膨大な数の既存建物の耐震補強と、一方で万全な策を講じたはずの建物新築の両方のあり方に、大きな課題を投げかけている。

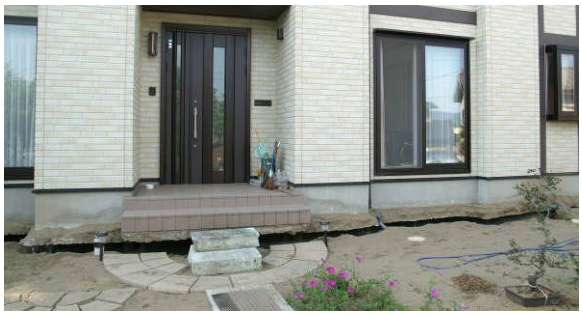


写真95. 中越で被災し新築された家の二重被害（刈羽村割町新田）

建物にも地盤にも絶対はない。　ましてや時系列の推移で地盤が締まるということはない。今必要なこと、そしていつどこで起きるか分からない震災という現実に備えて、われわれが取り組むべきは、「想定外」は起こりうると肝に銘じて、予算の中で相応な対策を建物にも地盤にも行っておくこと。　倒壊や部材の落下などによって、命を落とさないよう備えること。そして万一被災しても、リカバーがしやすい（修復の手が入れやすい）ように建物をつくっておくことではなかろうかと思う。

－・－・－・－・－・－・－・－・－・－

末筆ながら被災された皆様が、少しでも痛みが少ない中での復興の道を歩み、また性急な動きをすることなく、着実な生活や生業の復興と営みをされますことを祈念します。

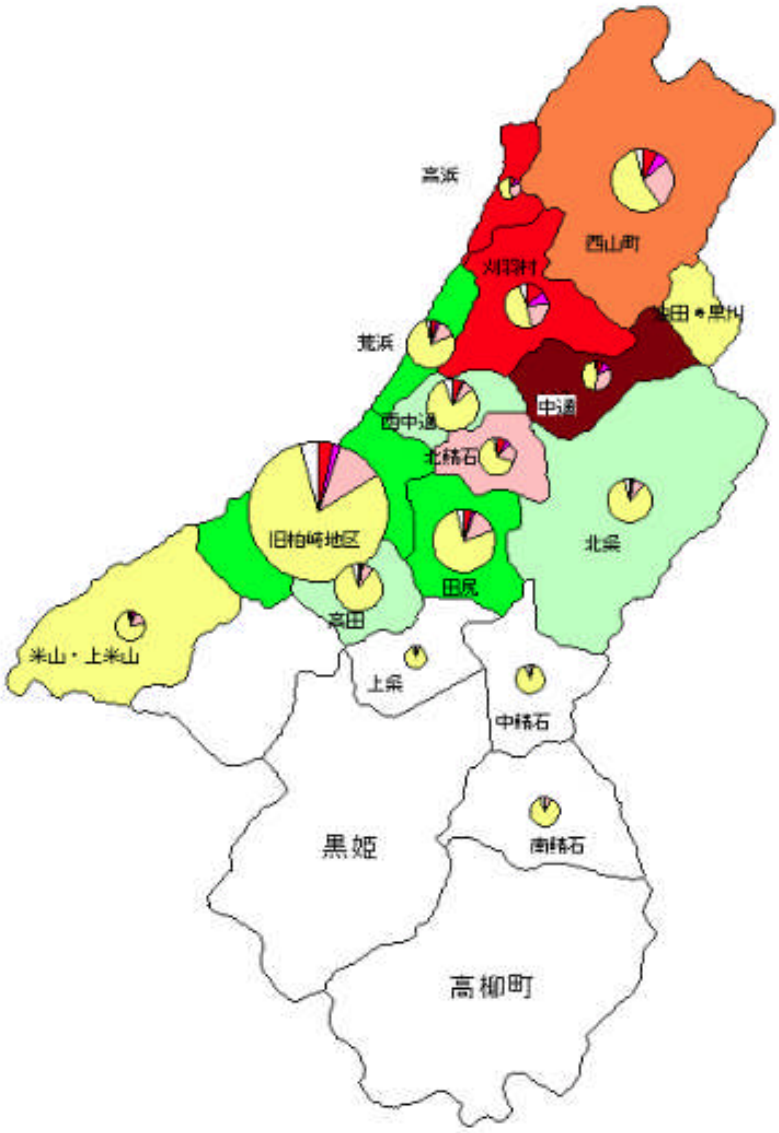
本編作成にあたり、柏崎市役所総務部、財務部、都市整備部、市民生活部、福祉保健部、刈羽村税務課、ならびに長岡市復興推進室等行政各位にご協力を賜りましたことを、謝辞とともにここに申し添えます。

【　参考文献　】. ※１．　独立行政法人防災科学技術研究所の K-NET 強震記録及び気象庁震度計記録に基づく、京都大学防災研究所 地震災害研究部門 強震動分野 浅野 公之・鈴木 亘・岩田 知孝各氏の資料

長谷川順一　：　新潟市在住

特定非営利活動法人日本民家再生ﾘｻｲｸﾙ協会 理事

たてもの修復支援ネットワーク 事務局



【別図１】新潟県中越沖地震罹災度マップ

【 別表 2.】 新潟県中越地震・能登半島地震・新潟県中越沖地震 被害の概要

	新潟県中越沖地震	能登半島地震
発生日時	2007年7月16日 10:13A.M.	2007年3月25日 09:42A.M.
震源地	中越沖 D＝17km	能登半島沖 D＝11km
マグニチュード	M6.8	M6.9
最大震度	震度6強	震度6強
ガル(揺れの強さ)	1,019gal=cm/S2	1,303gal=cm/S2
被災1ヶ月の余震回数	153回	416回
震度4以上の余震発生	本震発生後10日目まで、合計7回	本震発生後50日目まで、合計13回
地盤種別	第3種地盤(中小河川の沖積層・砂質層)	第3種地盤(中小河川の沖積層・砂質層)
被災人口(概数推計)	15万人	8万人
被災世帯数(推計含む)	38,671世帯	27,618世帯
避難人口	1.3万人	0.3万人
死亡者数	11人	1人
死亡者数 最新集計	11人	1人
15分以内死亡(圧死)	うち9人	うち1人
負傷者数	1,959人	355人
全壊棟数	994棟	649棟
半壊・大規模半壊棟数	3,257棟	1,655棟
一部損壊棟数	34,389棟	24,959棟
非住家被害	30,411棟	
火災発生件数	3件	

※ 統計については、条件を揃えるため、おおむね1ヶ月経過後の発表数値によった(中越沖'07.08.20、能登半島'07.05.07、中

※ 出典は、新潟県発表資料、石川県発表資料、兵庫県発表資料、気象庁発表資料、WIKIPEDIAによるWEB発表資料などによる。

【 別表 3. 】

新潟県中越沖地震 住家建物被災区分集計表

2008年3月14日集計

柏崎市

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
旧柏崎	452	205	1471	10374	572	13,074
	3.46	1.57	11.25	79.35	4.38	100
上米山	3	2	23	85	0	113
	2.65	1.77	20.35	75.22	0.00	100
西中通	98	32	134	1489	112	1,865
	5.25	1.72	7.18	79.84	6.01	100
荒浜	52	38	205	1243	29	1,567
	3.32	2.43	13.08	79.32	1.85	100
北鯖石	75	45	181	658	36	995
	7.54	4.52	18.19	66.13	3.62	100
田尻	102	63	366	2099	90	2,720
	3.75	2.32	13.46	77.17	3.31	100
高田	17	16	144	1347	87	1,611
	1.06	0.99	8.94	83.61	5.40	100
中通	50	53	205	272	7	587
	8.52	9.03	34.92	46.34	1.19	100
米山	25	9	75	380	11	500
	5.00	1.80	15.00	76.00	2.20	100
高浜	31	32	112	185	3	363
	8.54	8.82	30.85	50.96	0.83	100
上条	1	1	17	336	24	379
	0.26	0.26	4.49	88.65	6.33	100
中鯖石	2	0	17	524	39	582
	0.34	0.00	2.92	90.03	6.70	100
南鯖石	1	1	39	547	34	622
	0.16	0.16	6.27	87.94	5.47	100
黒姫	0	1	6	256	14	277
	0.00	0.36	2.17	92.42	5.05	100
北条	9	22	125	1088	45	1,289
	0.70	1.71	9.70	84.41	3.49	100
高柳町	5	2	18	189	9	223
	2.24	0.90	8.07	84.75	4.04	100
西山町	186	153	692	1434	92	2,557
	7.27	5.98	27.06	56.08	3.60	100
合計	1,109	675	3,830	22,506	1,204	29,324
	3.78	2.30	13.06	76.75	4.11	100

※ 柏崎市における黒姫、高柳は全数調査によらない数値である

※ 刈羽村は全数調査済み数値である

※ 長岡市は一部損壊については未集計である

※ 長岡市は行政エリアが広域にわたるため、旧市町村別のデータを地区被害率として表した

刈羽村

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
正明寺	8	8	17	31	2	66
	12.12	12.12	25.76	46.97	3.03	100
下高町	23	5	13	56	7	104
	22.12	4.81	12.50	53.85	6.73	100
上高町	10	4	27	80	7	128
	7.81	3.13	21.09	62.50	5.47	100
新屋敷	2	4	15	37	7	65
	3.08	6.15	23.08	56.92	10.77	100
大塚	6	11	20	14	2	53
	11.32	20.75	37.74	26.42	3.77	100
西谷	5	4	5	9	1	24
	20.83	16.67	20.83	37.50	4.17	100
割町新田	3	4	17	59	12	95
	3.16	4.21	17.89	62.11	12.63	100
刈羽	39	21	46	172	22	300
	13.00	7.00	15.33	57.33	7.33	100
井岡	5	13	9	24	3	54
	9.26	24.07	16.67	44.44	5.56	100
十日市	21	19	20	25	1	86
	24.42	22.09	23.26	29.07	1.16	100
西元寺	5	4	6	9	0	24
	20.83	16.67	25.00	37.50	0.00	100
寺尾	0	2	2	7	0	11
	0.00	18.18	18.18	63.64	0.00	100
滝谷	6	8	20	32	5	71
	8.45	11.27	28.17	45.07	7.04	100
滝谷新田	0	3	3	18	1	25
	0.00	12.00	12.00	72.00	4.00	100
入山田	1	0	4	8	1	14
	7.14	0.00	28.57	57.14	7.14	100
枯木	12	1	3	3	0	19
	63.16	5.26	15.79	15.79	0.00	100
赤田町方	17	16	26	21	0	80
	21.25	20.00	32.50	26.25	0.00	100
赤田北方	2	7	45	20	0	74
	2.70	9.46	60.81	27.03	0.00	100
黒川	0	0	1	7	0	8
	0.00	0.00	12.50	87.50	0.00	100
油田	1	2	6	21	2	32
	3.13	6.25	18.75	65.63	6.25	100
合計	166	136	305	653	73	1,333
	12.45	10.20	22.88	48.99	5.48	100

長岡市

旧行政区	全壊	大規模半壊	半壊	合計	地区被害率
長岡	1	9	91	101	21.77
和島	4	8	97	109	23.49
寺泊	4	5	86	95	20.47
越路	0	0	46	46	9.91
与板	1	2	58	61	13.15
三島	0	0	26	26	5.60
小国	0	1	21	22	4.74
中之島	0	0	3	3	0.65
栃尾	0	0	1	1	0.22
山古志	0	0	0	0	0.00
合計	10	25	429	464	100.00

【 別表 ４．】

新潟県中越沖地震　非住家建物被災区分集計表

2008年3月14日集計

柏崎市

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
旧柏崎	458	31	475	5,238	1,424	7,626
	6.01	0.41	6.23	68.69	18.67	100
上米山	11	0	19	169	14	213
	5.16	0.00	8.92	79.34	6.57	100
西中通	204	16	122	1,084	326	1,752
	11.64	0.91	6.96	61.87	18.61	100
荒浜	78	9	93	929	218	1,327
	5.88	0.68	7.01	70.01	16.43	100
北鯖石	281	21	147	884	228	1,561
	18.00	1.35	9.42	56.63	14.61	100
田尻	258	20	258	2,028	472	3,036
	8.50	0.66	8.50	66.80	15.55	100
高田	71	23	129	1071	310	1,604
	4.43	1.43	8.04	66.77	19.33	100
中通	189	30	148	687	132	1,186
	15.94	2.53	12.48	57.93	11.13	100
米山	41	4	58	510	119	732
	5.60	0.55	7.92	69.67	16.26	100
高浜	84	6	76	230	59	455
	18.46	1.32	16.70	50.55	12.97	100
上条	12	3	45	507	241	808
	1.49	0.37	5.57	62.75	29.83	100
中鯖石	15	2	44	530	493	1,084
	1.38	0.18	4.06	48.89	45.48	100
南鯖石	20	2	56	629	497	1,204
	1.66	0.17	4.65	52.24	41.28	100
黒姫	4	3	32	358	133	530
	0.75	0.57	6.04	67.55	25.09	100
北条	65	22	149	1,481	587	2,304
	2.82	0.95	6.47	64.28	25.48	100
高柳町	10	2	14	75	40	141
	7.09	1.42	9.93	53.19	28.37	100
西山町	517	84	536	2,721	534	4,392
	11.77	1.91	12.20	61.95	12.16	100
合計	2,318	278	2,401	19,131	5,827	29,955
	7.74	0.93	8.02	63.87	19.45	100

※　柏崎市における黒姫、高柳は全数調査によらない数値である

※　刈羽村は全数調査済み数値である

※　長岡市は一部損壊については未集計である

※　長岡市は行政エリアが広域にわたるため、旧市町村別のデータを地区被害率として表した

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
柏崎全数	3,434	956	6,285	41,695	6,998	59,368
最新デー	5.78	1.61	10.59	70.23	11.79	100
柏崎全数	1,114	675	3,879	22,583	1,177	29,428
最新デー	3.79	2.29	13.18	76.74	4.00	100
柏崎全数	2,320	281	2,406	19,112	5,821	29,940
最新デー	7.75	0.94	8.04	63.83	19.44	100

刈羽村

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
正明寺	31	1	26	70	6	134
	23.13	0.75	19.40	52.24	4.48	100
下高町	42	1	25	95	58	221
	19.00	0.45	11.31	42.99	26.24	100
上高町	43	5	25	115	53	241
	17.84	2.07	10.37	47.72	21.99	100
新屋敷	17	0	12	58	32	119
	14.29	0.00	10.08	48.74	26.89	100
大塚	42	4	26	45	14	131
	32.06	3.05	19.85	34.35	10.69	100
西谷	9	4	10	19	11	53
	16.98	7.55	18.87	35.85	20.75	100
割町新田	11	2	14	77	53	157
	7.01	1.27	8.92	49.04	33.76	100
刈羽	76	18	79	257	137	567
	13.40	3.17	13.93	45.33	24.16	100
井岡	30	8	12	44	35	129
	23.26	6.20	9.30	34.11	27.13	100
十日市	85	12	28	73	21	219
	38.81	5.48	12.79	33.33	9.59	100
西元寺	19	1	13	17	11	61
	31.15	1.64	21.31	27.87	18.03	100
寺尾	5	0	4	8	6	23
	21.74	0.00	17.39	34.78	26.09	100
滝谷	13	8	28	95	42	186
	6.99	4.30	15.05	51.08	22.58	100
滝谷新田	9	5	10	25	14	63
	14.29	7.94	15.87	39.68	22.22	100
入山田	3	0	7	11	8	29
	10.34	0.00	24.14	37.93	27.59	100
枯木	21	0	4	18	9	52
	40.38	0.00	7.69	34.62	17.31	100
赤田町方	52	14	30	62	16	174
	29.89	8.05	17.24	35.63	9.20	100
赤田北方	21	9	24	88	37	179
	11.73	5.03	13.41	49.16	20.67	100
黒川	3	0	4	20	8	35
	8.57	0.00	11.43	57.14	22.86	100
油田	2	0	2	15	47	66
	3.03	0.00	3.03	22.73	71.21	100
合計	534	92	383	1,212	618	2,839
	18.81	3.24	13.49	42.69	21.77	100

長岡市

	全壊	大規模半壊	半壊	合計	合計
旧長岡市	6	1	27	34	12.19
和島	16	3	61	80	28.67
寺泊	25	6	42	73	26.16
与板	3	1	25	29	10.39
中之島	1	0	20	21	7.53
三島	1	2	16	19	6.81
小国	1	0	11	12	4.30
越路	1	2	6	9	3.23
栃尾	0	1	1	2	0.72
山古志	0	0	0	0	0.00
合計	54	16	209	279	100.00

【 別表 5.】

新潟県中越地震と新潟県中越沖地震において二重に被災した住家建物

2008年3月14日

合計（柏崎市、刈羽村、長岡市）

＼ 2007中越沖	全 壊	大規模半壊	半 壊	合 計
2004中越 ＼				
全壊（棟数）	7	8	26	41
全壊（ % ）	2.32	2.65	8.61	13.58
大規模半壊（棟数）	11	7	30	48
大規模半壊（ % ）	3.64	2.32	9.93	15.89
半壊（棟数）	43	38	132	213
半壊（ % ）	14.24	12.58	43.71	70.53
合計 （棟数）	61	53	188	302
合計 （ % ）	20.20	17.55	62.25	100

柏崎市

＼ 2007中越沖	全 壊	大規模半壊	半 壊	合 計
2004中越 ＼				
全壊（棟数）	1	0	5	6
全壊（ % ）	0.93	0.00	4.63	5.56
大規模半壊（棟数）	1	4	10	15
大規模半壊（ % ）	0.93	3.70	9.26	13.89
半壊（棟数）	16	17	54	87
半壊（ % ）	14.81	15.74	50.00	80.56
合計 （棟数）	18	21	69	108
合計 （ % ）	16.67	19.44	63.89	100.00

刈羽村

＼ 2007中越沖	全 壊	大規模半壊	半 壊	合 計
2004中越 ＼				
全壊（棟数）	6	7	15	28
全壊（ % ）	5.56	6.48	13.89	25.93
大規模半壊（棟数）	10	2	3	15
大規模半壊（ % ）	9.26	1.85	2.78	13.89
半壊（棟数）	26	18	21	65
半壊（ % ）	24.07	16.67	19.44	60.19
合計 （棟数）	42	27	39	108
合計 （ % ）	38.89	25.00	36.11	100.00

長岡市

＼ 2007中越沖	全 壊	大規模半壊	半 壊	合 計
2004中越 ＼				
全壊（棟数）	0	1	6	7
全壊（ % ）	0.00	1.16	6.98	8.14
大規模半壊（棟数）	0	1	17	18
大規模半壊（ % ）	0.00	1.16	19.77	20.93
半壊（棟数）	1	3	57	61
半壊（ % ）	1.16	3.49	66.28	70.93
合計 （棟数）	1	5	80	86
合計 （ % ）	1.16	5.81	93.02	100.00