

## 2007年新潟県中越沖地震における宅地被害の特徴と課題

橋本隆雄

Takao HASHIMOTO

(株)千代田コンサルタント東日本事業部地域整備部

2007年新潟県中越沖地震では柏崎市、刈羽村、出雲崎市、上越市の4市町村の宅地が大規模な被害を受けた。そこで、宅地所有者に被災宅地の危険度を把握・周知して二次災害を軽減するために、248人の被災宅地危険度判定士によって2,082件の大規模な調査が2007年7月17日～25日に渡って行われた。

この論文では、被災宅地危険度判定士による宅地擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面等の被害状況の判定の際に用いた調査票を同一の指標になるように精査した後その結果を分析し、さらにこれまでの1995年兵庫県南部地震および2004年新潟県中越地震との比較を行い、被害の特徴を明らかにし、今後の宅地防災対策の課題について検証する。

キーワード：the 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki earthquake, residential land, slope failure, retaining wall, earthquake damage

### 1. はじめに

2007年7月16日に新潟県上中越沖の深さ10kmでマグニチュード( $M_{JMA}$ )6.8の新潟県中越沖地震が発生し、新潟県柏崎市西山町、柏崎市中央町、刈羽村、長岡市小国町と長野県飯綱町芋川で最大震度6強を観測し、多くの建物・宅地被害が生じた。

地震により生じた、地すべり、盛土造成地の滑動、液状化現象等により宅地地盤の沈下、隆起、段差、亀裂等が、市街地や市街地周辺の造成団地を中心に被害が多く発生した。

柏崎市では、震災直後に実施した「被災宅地危険度判定調査」1398箇所と市民より通報のあった箇所を調査し、宅地・がけ地等の被災の調査箇所は1794箇所に及んだ。そのうち、「被害はあったが、防災上問題なしの小被害は856箇所」、「放置すると被害が拡大あるいは早急に対策が必要な箇所は938箇所」となった。

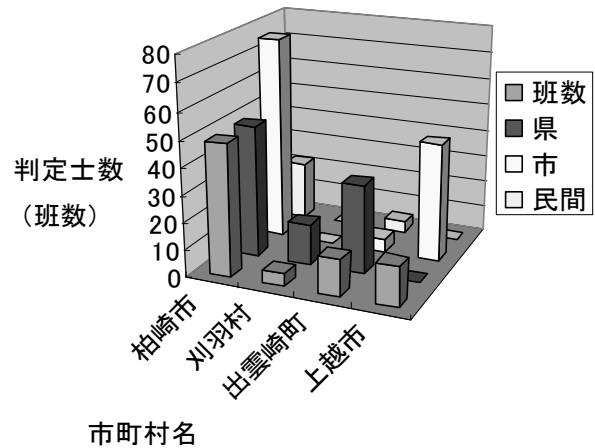


図-1 市町村毎の判定士数

### 2. 被災宅地危険度判定調査の概要<sup>1)</sup>

#### (1) 被災宅地危険度判定士の調査活動

この被害の発生状況を把握し、二次災害を軽減、防止し住民の安全の確保を図ることを目的に、翌7月17日～25日の9日間をかけて図-1に示すように新潟県職員97名、新潟県内市町村職員125名、民間26名を含めた83班248名の被災宅地危険度判定士により、柏崎市1,398件、刈羽村93件、出雲崎町489件、上越市102件の合計2,082件の被災宅地危険度判定が行われた。

被災宅地の調査は、宅地擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面毎に、「被害宅地危険度判定士 危険度判定ファイル」<sup>2)</sup>の擁壁・のり面等被害状況調査・危険度判定票を用いて行われ、写真-1のように、各宅地毎に判定結果を表示している。図-2は、新潟県中越沖地震における被災宅地危険度判定士の調査活動人数の推移を示したものである。



写真-1 宅地擁壁の被災度判定状況 (判定結果ステッカー表示)

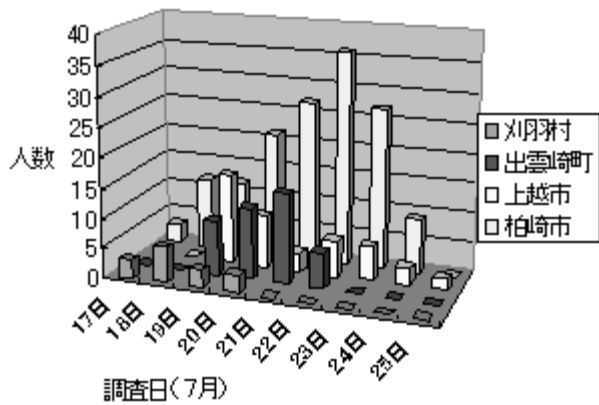


図-2 判定士の調査活動の推移

### (2) 宅地被害調査件数

被害調査件数は、新潟県都市政策課の最終報告において、危険（ステッカーの色：赤）419件、要注意（黄）307件、調査済（青）1,356件の合計2,082件である。調査方法としては、宅地の宅地擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面等の被害状況判定を「被災宅地危険度判定士 危険度判定ファイル」<sup>2)</sup>の「擁壁・のり面等被害状況調査・危険度判定票」を用いて被害が大きい場所から順番に行った。

### 3. 宅地擁壁被害の特徴

宅地擁壁の被害は、図-3に示すように刈羽村25件、出雲崎町45件、柏崎市436件、上越市70件の総数576件について集計を行った。

図-3は、各被災市町村での被害件数を円グラフで示し、それぞれの宅地擁壁の種類を区分したもので、被害のほとんどがコンクリート系擁壁、練石積造擁壁、増積擁壁となっていることがわかる。

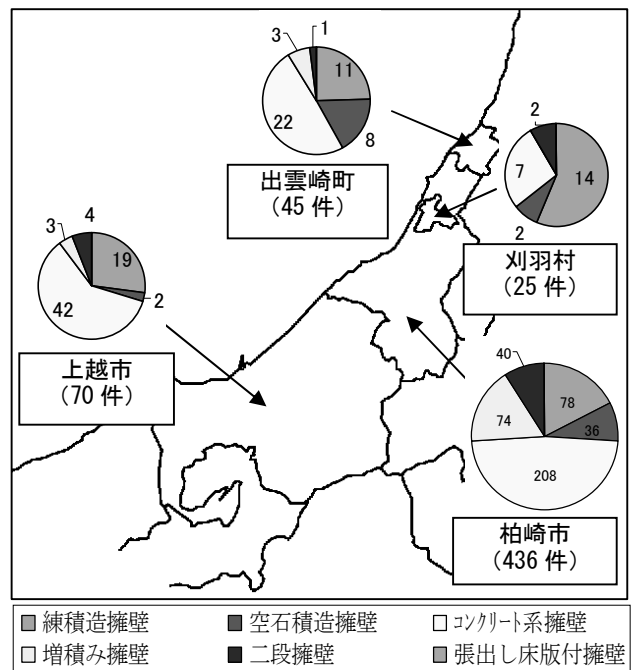
空石積造擁壁や建築ブロックを擁壁として用いている既存不適格擁壁のものは、全数（絶対数）が少なくても被害程度が傾斜・倒壊に至るなど被害発生率が高い。一方、L型擁壁や練石積造擁壁の場合は、全数が多いのに対し、他の形式の擁壁と比較すると被害発生率が少ない傾向にある。また、柏崎市では、増積擁壁や二段擁壁の既存不適格擁壁がある場所の場合は、L型擁壁・練石積造擁壁の一般の形式に比べると全数が少なくても被害発生率が高くなっている。

#### (1) 宅地擁壁の種類

被災した宅地擁壁の種類は、図-4に示すようにコンクリート系擁壁が49%と約半数を占め、練石積造擁壁21%、増積擁壁14%、空石積造擁壁8%、二段擁壁8%である。コンクリート系擁壁の被害は、図-5のように細分類すると、建築ブロックが47%を占め、L（逆T）型31%、重力式11%となっている。さらに、その内、L（逆T）型の内訳は現場打ち64%、プレキャスト13%と、現場打ちが非常に多い結果となった。本来、建築ブロックを用いた擁壁は背後に土砂を盛ったもので土圧や地震動に耐えられない既存不適格のものであるが、新潟県内では非常に多く用いられている。

#### (2) 宅地擁壁の水抜き孔の状況

宅地擁壁の水抜き孔の集計は、全数576件の内、水抜き孔の状況の記載があったもの204件を対象として分類した。宅地擁壁は、水抜き孔を設置しているものが35%しかなく、



注) グラフ中の数値は、宅地擁壁の被災件数を示す。

図-3 宅地擁壁の被害状況

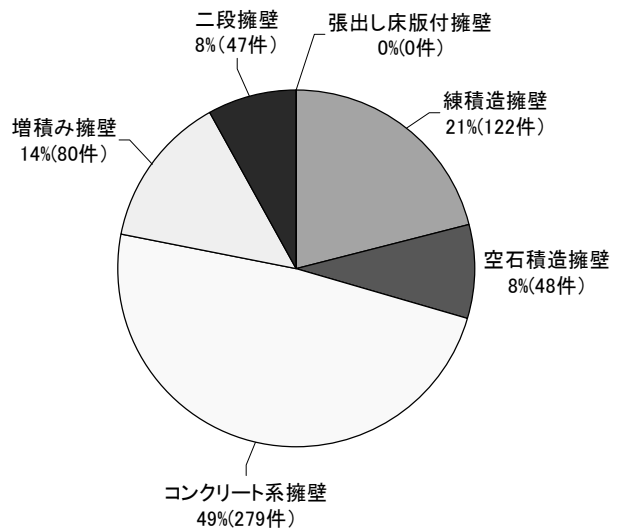


図-4 被災擁壁の種類別分類 (総件数 576 件)

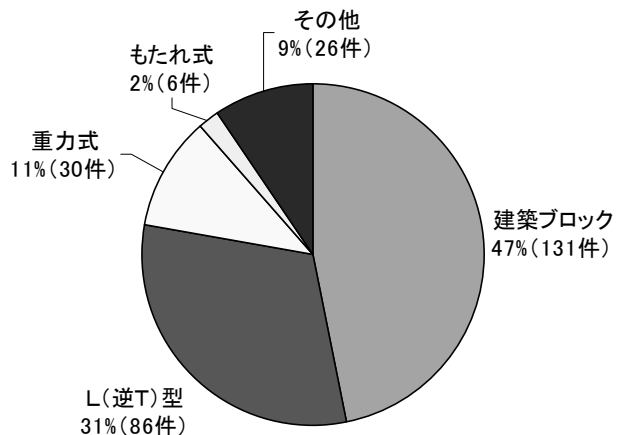


図-5 コンクリート系擁壁 (279 件) の種類別細分類

残り 65%が設置していないため、宅地擁壁背面の地下水位が高く崩壊に影響を及ぼしたことが考えられる。また、水抜き孔を設置しているものが少ないのは、コンクリート系擁壁の建築ブロックが 23%以上、空石積造擁壁が 8%であり、全体の 3 割を越えているためになつたと考えられる。しかし、水抜き孔を設置しているものでも本来 1ヶ所/3m<sup>2</sup>にあるものが、調査の添付写真から分析すると、径が小さいものや本数が少ないものも多く見られる。図-6 は、宅地擁壁の水抜き孔の状況と被災した宅地擁壁の種類との関係を示したものである。この図から、空石積造擁壁には目地間から水が抜けるために水抜き孔がなく、コンクリート系擁壁、増積擁壁、練石積造擁壁の順に被害を受けていることがわかる。コンクリート系擁壁の被害が大きい理由としては建築ブロックが多い他に L 型擁壁の場合でも裏込め地盤の盛土が多く、さらに水圧を受け易い構造であることが考えられる。

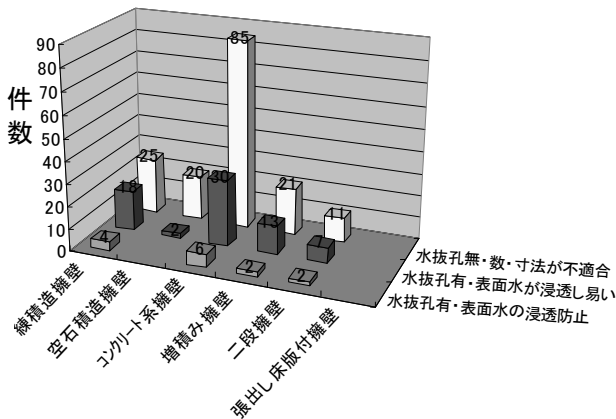


図-6 宅地擁壁の種類と水抜き孔の状況の関係

### (3) 擁壁被害の分析

宅地擁壁の被害の集計は、全数 576 件に 203 件の重複項目を加えた 779 件を母数として分類した。その結果は、傾斜・倒壊 36%が多く、クラック 24%、はらみ・変形 9%となっている。図-7 では、クラック、水平移動でも中被害、大被害となっていることから非常にもろい構造となっていることがわかる。傾斜・倒壊の被害が多い理由としては、図-8 に示すように水抜き孔の無いコンクリート系擁壁の建築ブロックが 23%、空石積造擁壁 8%と全体の 3 割を越え、さらに増積擁壁 14%、二段擁壁 8%を加えると、既存不適格な擁壁が計 53%となり、宅地開発基準に基づいた擁壁に比べて土圧や、地震力に耐えられない変形しやすい構造であるためと考えられる。図-8 は、宅地擁壁の水抜き孔と被害程度との関係を示したものである。この図から、水抜き孔が無い場合は傾斜・倒壊など大きな被害が生じていることがわかる。

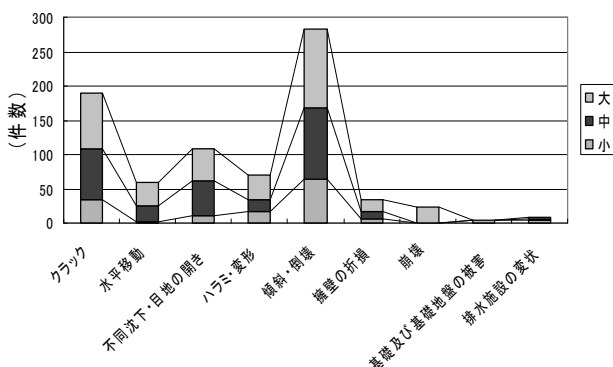


図-7 宅地擁壁被害の種類と被害程度(779 件)

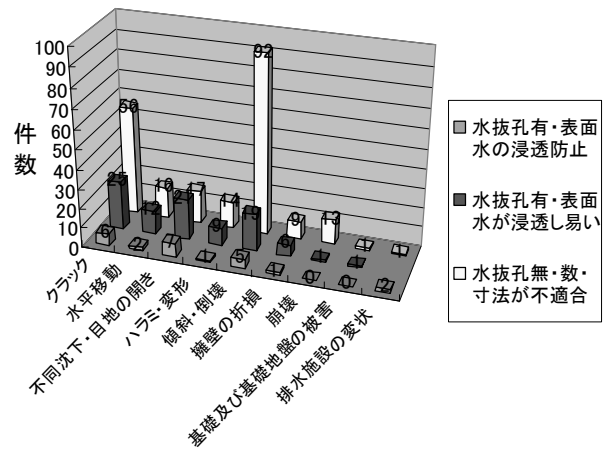
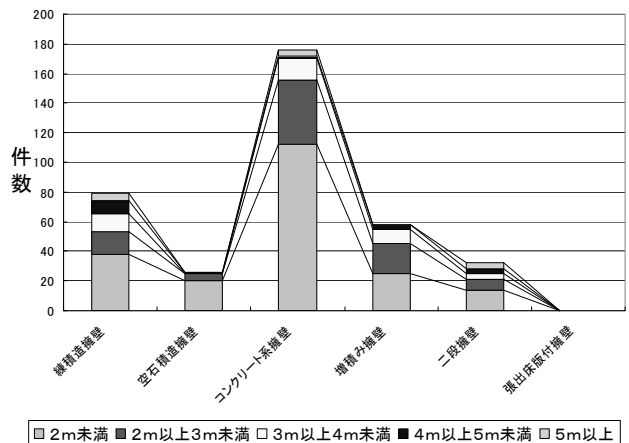


図-8 宅地擁壁の被害程度と水抜き孔の状況の関係

### (4) 宅地擁壁種類毎の高さ別分類

宅地擁壁の高さは、図-9 に示すように全体的に 2m 未満の低い擁壁において被害を受けているものが多く、コンクリート系擁壁で 61%、空石積造擁壁で 67%を占めている。この 2m 未満のコンクリート系擁壁の被害が多い理由としては、建築ブロックを擁壁しているものが被害全体の 23%を占めていること、宅地造成等規制法で構造計算が義務づけられていないために強度的に弱い断面構造のものが多かったことが考えられる。また、空石積造擁壁では地震力に耐えられない構造であるために、擁壁の高さ 2m 未満の被害率が他の種類と比べて多いことがわかる。



注) この集計は、調査票に被害擁壁の高さを記入している件数を集計した結果を示すため、被害件数と異なる。

図-9 宅地擁壁の種類毎の高さ別分類

### (5) 他の大地震との比較

図-10 に、新潟県中越沖地震 576 件の宅地擁壁の被害と兵庫県南部地震 1,085 件と中・大被害のみを対象とした新潟県中越地震 561 件の宅地擁壁被害の分析した結果を対比した。その結果、以下のような違いがあることが明らかとなった。ただし、他地震被害との比較に関しては、地震被害地域全体の母集団(被災+被災無し)が明確でないために、ここではあくまでも被災宅地判定士が判定したものの被害全体を母集団としており、実際の母集団と異なる。新潟県中越沖地震では、コンクリート系擁壁の被害が 49%と、兵庫県南部地震の 15%、新潟県中越地震の 32%に比べて非常に多くなった。この理由は、図-5 に示したようにコンクリート系擁壁のうち、建築ブロックの背後に土を盛った既存不適格な擁壁が 47%を占めているためである。

練積造擁壁の被害は、兵庫県南部地震 37%と新潟県中越地震 38%がほぼ同様であるのに対し、21%と少なくなっている。

空石積造擁壁の被害は、新潟県中越地震が 20%と多いのに対し、兵庫県南部地震 6%と新潟県中越沖地震 8%とほぼ同様である。増積擁壁の被害は、兵庫県南部地震が 28%と非常に多く、新潟県中越地震が 3%と極端に少なく、新潟県中越沖地震では 14%とその中間である。二段擁壁の被害は、兵庫県南部地震 6%、新潟県中越地震 7%、新潟県中越沖地震 8%とほぼ同様である。張り出し床版付擁壁の被害は、兵庫県南部地震 8%、新潟県中越地震では 1 件のみである。

また、被災宅地擁壁の変状項目の分類は図-11 に示すように、クラックの被害は新潟県中越沖地震 24%、新潟県中越地震 22%と同様であるが、兵庫県南部地震 64%と非常に多くなっている。傾斜・倒壊の被害は、兵庫県南部地震 5%、新潟県中越地震 27%に比べて新潟県中越沖地震 36%と非常に多くなっている。兵庫県南部地震ではコンクリート系擁壁の被害は液状化等による滑動現象が主体で傾斜・倒壊に至るものは少なかった。しかし、新潟県中越沖地震では、コンクリート系擁壁が 49%を占めているにもかかわらず、建築ブロックを擁壁として用いている土圧や地震動に耐えられない構造のものがその内 47%を占めているために、傾斜・倒壊に至ったものが多くなったことがわかる。

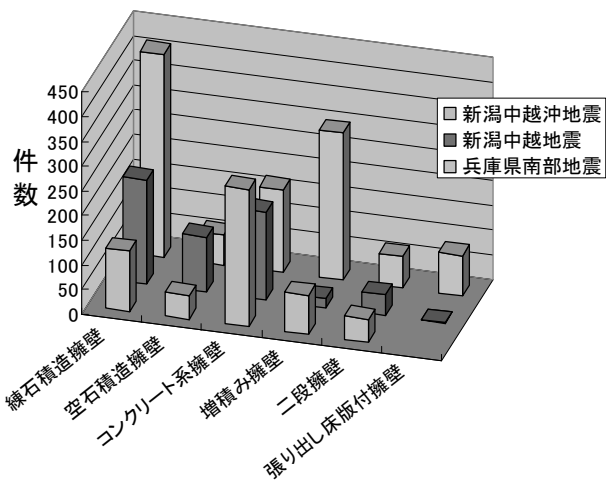


図-10 被災宅地擁壁の種類

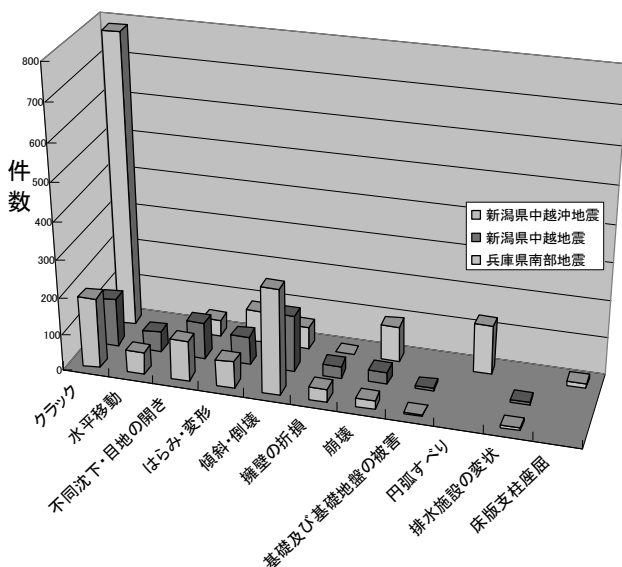
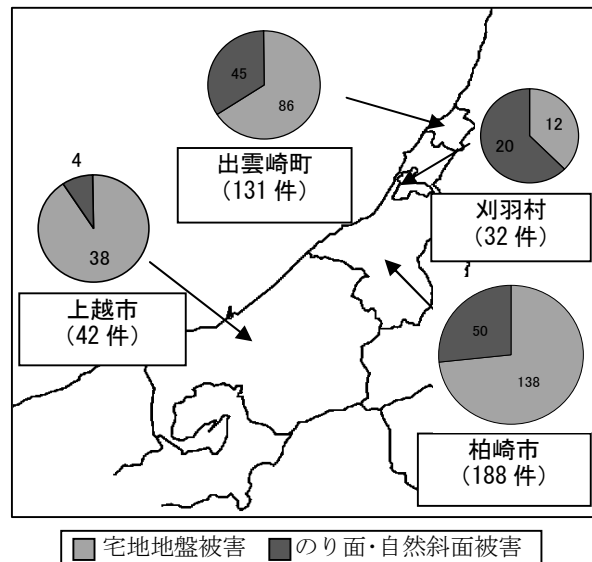


図-11 被災宅地擁壁の変状項目の分類

#### 4. 宅地地盤被害の特徴

宅地地盤の被害は、調査票に基づいて刈羽村 12 件、出雲崎町 86 件、柏崎市 138 件、上越市 38 件の総数 274 件について集計を行った。ただし、液状化被害が顕著であった松波 2 丁目と橋場町の被害については、「被災宅地危険度判定士 危険度ファイル」の危険度判定票の点数評価点が、人命に及ぼす危険と判定されない中被害程度となっているため、他の危険な地域が優先されてここではこれらの被害を除いた分析となっている。

図-12 は、各市町村での被害件数を円グラフで示し、それぞれの住宅被害が生じた件数を集計したものである。

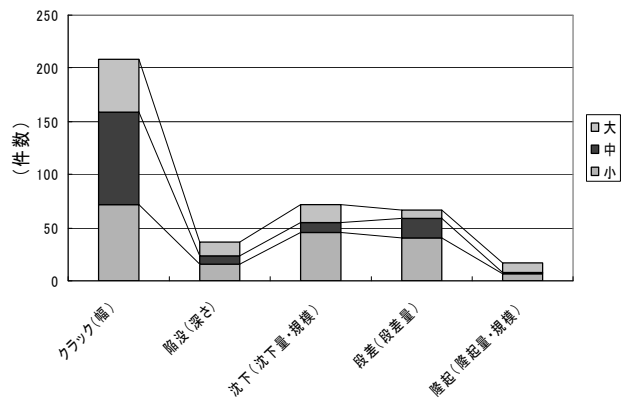


注) グラフ中の数値は、住宅/のり面・自然斜面の被災件数を示す。

図-12 宅地地盤/のり面・自然斜面地震被害位置

##### (1) 宅地地盤被害の分類

宅地地盤被害の集計は、全数 274 件に 127 件の重複項目を加えた 401 件を母数として分類した。その結果は、図-13 に示すようにクラック（幅）による被害が 52%と非常に多く、沈下（沈下量・規模）が 18%、段差（段差量）が 17%、陥没（深さ）が 9%となっている。宅地地盤被害は、宅地擁壁の被害で明らかのように盛土地盤での被害が多いことがわかっているが、ここではその判定を行っていないため定量的な把握ができない。

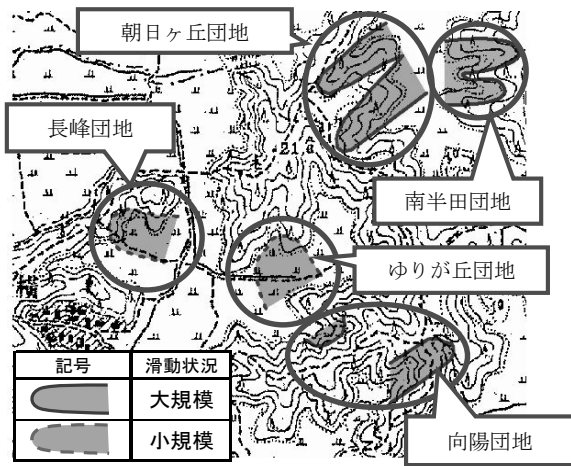


注) 大, 中, 小は, 被害の程度を示す。

図-13 宅地地盤被害の種類と被害程度

##### (2) 大規模谷埋め盛土地盤被害の分類

柏崎市の内陸部では、図-14に示すように安田層が分布している地域の長峰団地、朝日ヶ丘団地、ゆりが丘団地、向陽団地、南半田団地において旧傾斜地形を盛土して作られた谷埋め盛土が滑动現象を起こし、宅地地盤に大きなクラック、沈下等を生じている。



(a) 1909年(国土地理院地形図(縮尺:1:25,000)「柏崎」に加筆)



(b) 2006年(国土地理院地形図(縮尺:1:25,000)「柏崎」に加筆)

図-14 大規模谷埋め盛土地盤の滑动

新潟県中越沖地震では図-15に示すように、地盤が液状化等により大規模谷埋め盛土地盤など大きな滑动現象を起こしている地区では、他地区に比べ陥没・段差被害も多いことがわかる。また、図-16は、大規模谷埋め盛土滑动地区における宅地擁壁被害の関係であるが、図-11の全体の被害に比べ、傾斜、倒壊、擁壁の折損等、被害程度が大きいことがわかる。図-17は、大規模谷埋め盛土滑动地区におけるのり面被害の関係であるが、クラックと滑落・崩壊の被害となっている。

### (3) 他の大地震との比較

新潟県中越沖地震の被害は、図-18に示すように新潟県中越地震と比較して、陥没・沈下が少なくなっているがほぼ同様の変状割合となっている。しかし、実際の陥没・沈下の被害は新潟県中越沖地震では、液状化が顕著であった松波2丁目・橋場町について人命の被害はないと判定され判定化が行われなかったために、新潟県中越地震と同様に多いと考えられる。兵庫県南部地震では、クラック・沈下の変状は多いが、陥没・段差・隆起の変状は少なくなっている。

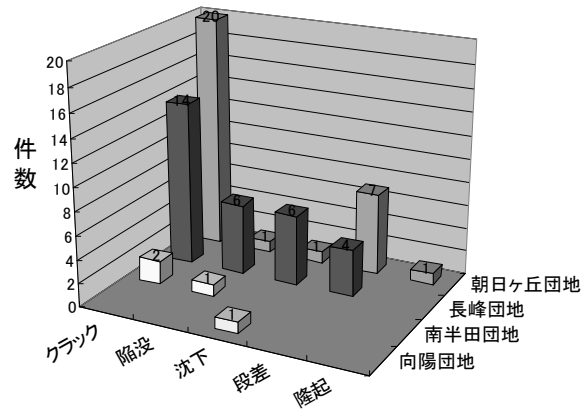


図-15 大規模谷埋め盛土滑动地区における宅地被害の関係

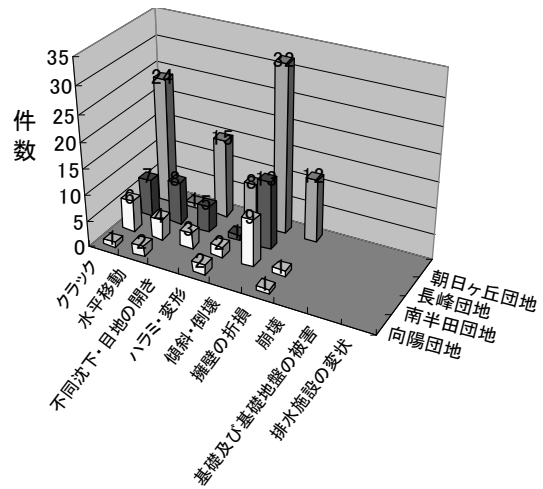


図-16 大規模谷埋め盛土滑动地区における宅地擁壁被害の関係

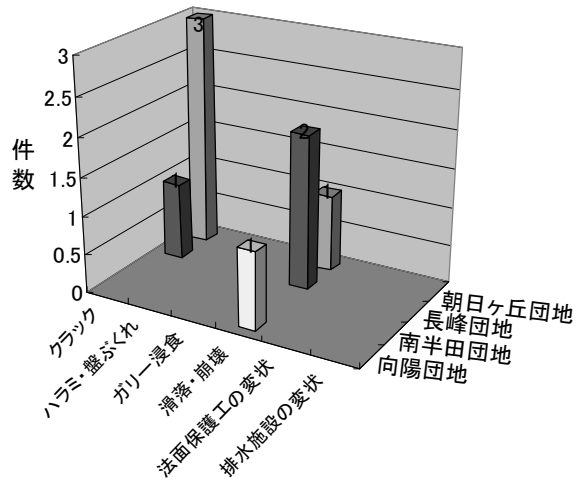


図-17 大規模谷埋め盛土滑动地区におけるのり面被害の関係

## 5. 宅地のり面・自然斜面被害の特徴

宅地のり面・自然斜面の被害は、調査票に基づいて刈羽村20件、出雲崎町45件、柏崎市50件、上越市4件の総数119件について集計を行った。図-12は、各市町村での被害件数を円グラフで示し、それぞれのり面・自然斜面の被害件数を集計したものである。

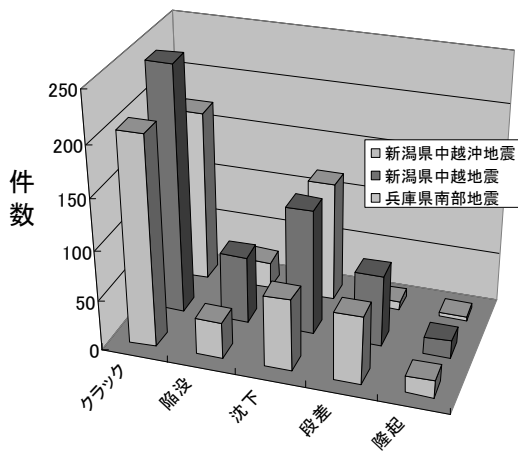


図-18 被災宅地地盤の変状項目の分類

### (1) 被害を生じたのり面高の分類

のり面・自然斜面の被害は、のり面高状況では、10m未満が72%を占め、のり面長でも同様に10m未満が55%を占めており、10m未満ののり面による災害が半数以上を占めている。この原因としては、高さ10m未満ののり面では、のり面安定計算を行っていないため十分な対策が取られていないことや、のり面勾配が急であることも原因の1つと考えられる。また、図-19はのり面被害とのり面高さの関係を示している。この図から、のり面高さ25m以上で滑動・崩落の多いことがわかる。

### (2) のり面の被害箇所の分類

被害を生じたのり面は、のり面上部が44%、のり面の下部が40%、のり面全体が16%となっている。図-20は、のり面被害と被害箇所の関係を示したものである。この図から、のり面上部と下部の局所的な滑動・崩壊が多く、次にのり面保護工の変状が多くなっている。この原因としては、土質状況から粘性土の地盤や盛土地盤であることが考えられる。

### (3) 排水施設ののり面への影響

排水施設ののり面の被害への影響は、83件の内、排水施設を有さないのり面による被害が81%（67件）を占めている。図-21は、のり面被害と排水施設の関係を示したものである。この図から、排水施設の無いものの被害が非常に多く、特に滑動・崩壊の大被害を生じているものが多い。以上のことから、砂質土地盤が多く排水施設の無いものがのり面内の地下水上昇により、特にのり面が高くなるほど地震動の影響を受ける滑動・崩壊に至ったと考えられる。

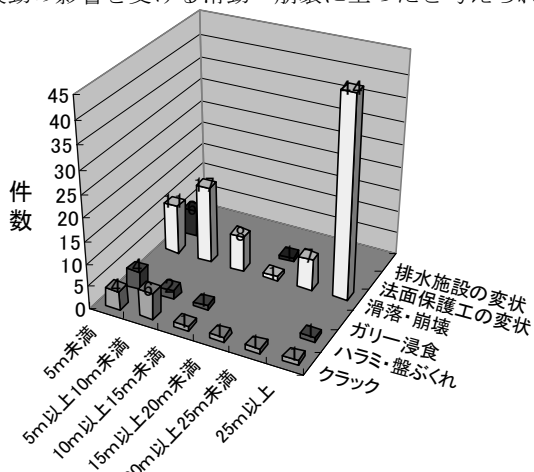


図-19 のり面被害とのり面高の関係

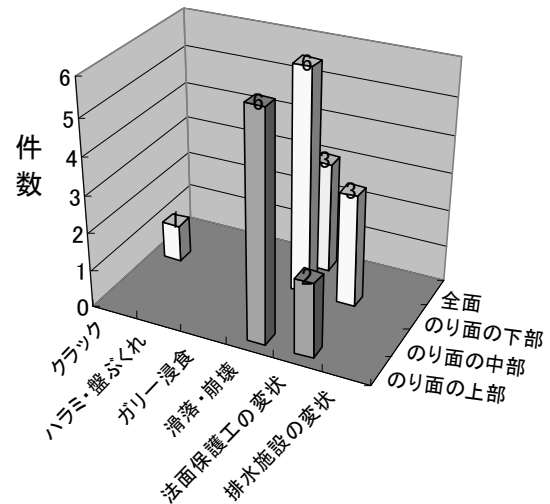


図-20 のり面被害と被害箇所の関係

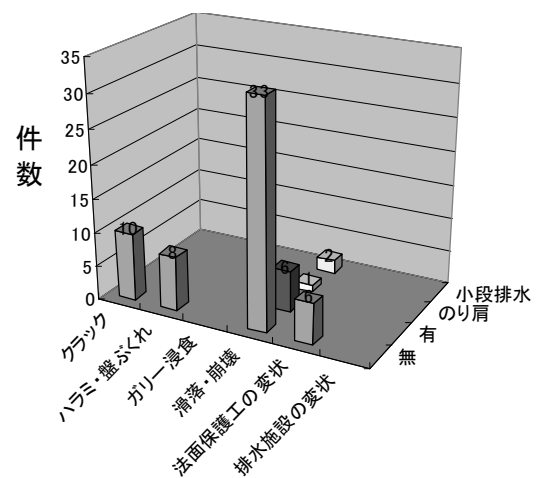


図-21 のり面被害と排水施設の関係

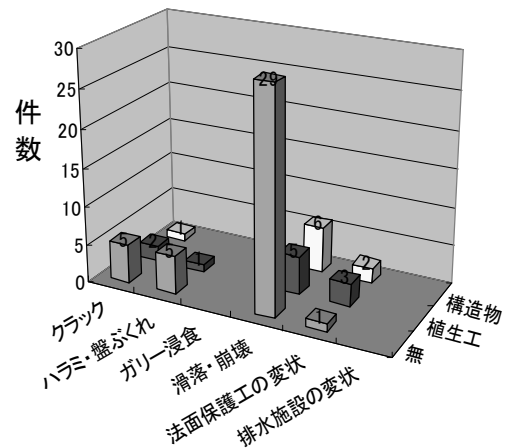
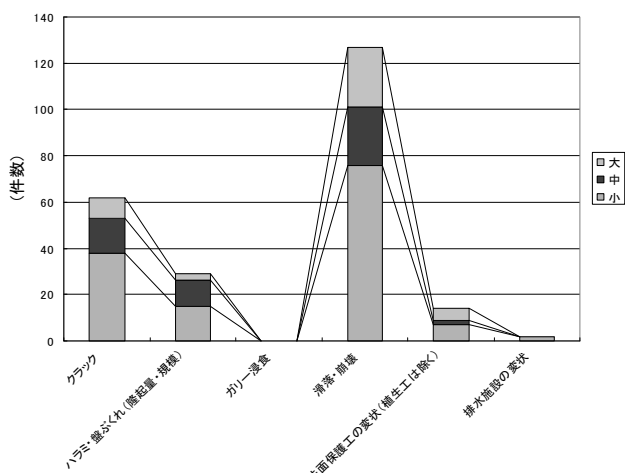


図-22 のり面被害とのり面保護工の関係

### (4) のり面・自然斜面被害の分類

のり面・自然斜面の被害の集計は、全数119件に115件の重複項目を加えた234件を母数として分類した。その結果は、図-23に示すように滑動・崩壊55%が非常に多く、クラック（幅）による被害が26%を占め、ハラミ・盤ぶくれ（隆起量・規模）が12%、法面保護工の変状（植生工は除く）6%となっている。滑動・崩壊の被害が多い原因としては、砂質土が多いことから液状化の影響や10m未満ののり面で安定計算を行っていないため十分な対策が取られないことやのり面勾配が急なことが考えられる。



注) 大, 中, 小は, 被害の程度を示す。

図-23 のり面・自然斜面被害の種類と被害程度

### (5) 他の大地震との比較

新潟県中越沖地震の被害は、図-24 に示すように新潟県中越地震と比較して滑落・崩壊がわずかに少なくなっているが、ほぼ同様の変状割合となっている。滑落・崩壊が顕著なものは、砂質土地盤が多く地下水位が高いために液状化の影響を受けたことや、10m未満ののり面で安定計算を行っていないことや、のり面勾配が急なことが考えられる。兵庫県南部地震では、新潟県中越地震と新潟県中越沖地震と比較して被害件数が非常に少なく、はらみ・盤ぶくれ、法面保護工の変状、排水施設の変状がなく、落石、地すべり被害がある。

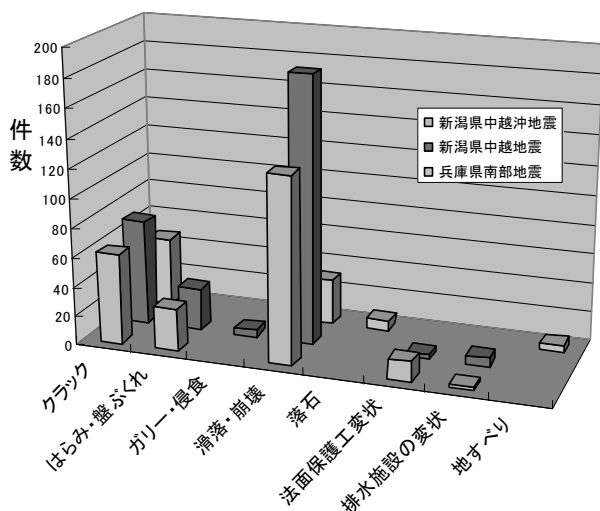


図-24 被災宅地のり面の変状項目の分類

## 6. 宅地被害の課題

被災宅地危険度判定士による宅地被害状況の判定結果から、新潟県中越沖地震の宅地被害の教訓を得るとともに、今後の課題について提言する。

### (1) 宅地擁壁の課題

#### a) 既存宅地擁壁の補修・補強対策

建築ブロックを用いた擁壁は背後に土砂を設けたもので土圧や地震動に耐えない既存不適格のもので、基礎コンクリートとブロックが鉄筋で一体化されていないために倒壊しているものが多かった。

将来的に発生する地震などの災害対応としては、全ての宅地や宅地擁壁に対し、宅地造成等規制法に基づく規格のものに再構築することは、財政的にも時間的にも困難である。そこで、現在使用している宅地擁壁等の補強を行うことが現実的である。また、国土交通省では、新潟県中越地震に対応した「被災宅地災害復旧技術マニュアル(暫定版)―新潟県中越地震対応―」<sup>6)</sup>を発刊している。今後は、これらの技術マニュアルが適正に運用され、既存の宅地擁壁が補強し、地震災害など備える施策を実施することが必要である。

#### b) 宅地造成許可技術基準の徹底および宅地造成等規制法区域の拡大について

宅地擁壁は、水抜き孔を設置しているものが35%しかなく、残り65%が設置していないため、宅地擁壁背面の地下水位が高く崩壊に影響を及ぼしたことが考えられる。

新潟県は、宅地造成等規制法<sup>3)</sup>に基づく「宅地造成規制区域」外の地域であるため、同法に基づかず造成された宅地が多く、水抜き孔が設置されていない不適格な宅地擁壁が被災を受けていることが明らかとなった。今後は、宅地造成許可技術基準の徹底および宅地造成等規制法による宅地造成規制区域に指定し、各地の宅地開発指導要綱を徹底し、法の目的である「国民の生命および財産の保護を図り、もって公共の福祉に寄与すること」の理念に基づき、規制区域拡大へ向け、諸問題を解決し展開していくことが必要である。

#### c) 擁壁基礎地盤の支持力の確保

水田を盛り立てて宅地を造成した場合は、ほとんどの擁壁が基礎地盤の支持力不足のため被災している。

擁壁の設計段階では、十分な地盤調査が行われていないために、擁壁支持力不足が生じることが多い。

今後、施工段階でも設計前に地盤調査を十分に行い設計に反映させるとともに、設計時に設定した地盤について、土質の目視、許容支持力度と土質定数をスウェーデン式サウンディング、ポータブルペネトロメーターなど簡易的な試験によって確認する。設計条件と異なる場合は、当初の設計に戻って設計に反映させるシステムの構築が必要である。

#### d) 擁壁高2m以下の擁壁の耐震性能の確保

現場打ちやプレキャストコンクリート擁壁等の2m以下の擁壁では、建築ブロックを擁壁に使用している場合も多く、特に傾斜、滑動の被害が多く、擁壁基礎面からせん断破壊しているものも見られた。

今後、擁壁高2m以下の擁壁については、法的規制はかからないため、各都市の宅地開発指導要綱に標準図を示したり、安定計算書の提出を求める対策により耐震性能を確保する必要がある。

## (2) 宅地地盤の課題

### a) 宅地地盤の液状化検証の強化

松波2丁目・橋場町等では、旧河川や旧河川敷の直上にある宅地地盤が液状化により大きな沈下・傾斜・隆起による建物被害を生じている<sup>7)</sup>。宅地地盤の性能は、いわゆる品確法ができ液状化層の検証も行われることになっているが、現実的にはスウェーデン式サウンディングの地耐力評価が主体で地下水の推定に基づく液状化検証が行われていない。今後、液状化マップに加えて簡易的な検討を行う必要がある。

### b) 宅地耐震化推進事業<sup>8)</sup>の推進

柏崎市街地の南側の安田層が分布している地層では、段丘頂部の尾根を切土して周囲に盛土して造成された地区では、谷埋盛土が沈下、滑動した。今後、このような大規模盛土の被害を軽減するためには、国土交通省のガイドラ

イン<sup>9)</sup>に基づいた変動予測調査(宅地ハザードマップ作成)を行い住民への情報提供等を図るとともに、滑動崩落防止対策工事の実施により耐震化を向上させる必要がある。この対策工事に要する費用については以下のような補助を積極的に活用すべきである。

- ①事業主体：地方公共団体がその費用の一部を助成する場合、又は自ら実施する地方公共団体に補助
- ②補助率：国 1/4
- ③補助対象：大規模盛土造成地の滑動崩落防止工事に要する設計費及び工事費

#### c) 宅地地盤の耐震性の確保

柏崎市西港町、西本町地区、間魔通り商店街南等では、傾斜地を利用した広範囲の斜面部利用による宅地地盤で顕著な被害があった。今後、宅地地盤の耐震性確保は、盛土造成地に軟弱地盤を広域的に捉え対策を施し、以下のような面的な耐震性を確保する必要がある。

- ①排水性の確保：水平排水層および地下暗渠管 などの脱排水施設による浸透水および湧水の処理を徹底する。
- ②締固め管理の徹底：密実で安定した盛土 構築するために盛土材料の品質管理を行うとともに、現場密度試験などにより締固め管理を徹底する。
- ③置換：軟弱層を取り除き良質土で埋め戻す。
- ④化学的固結：地盤にセメント改良等を行い、強度増加や不透水化を図る。

#### (3) 宅地のり面・自然斜面の課題

##### a) 地下水低下工法の導入

柏崎市山本団地や刈羽町稲葉地区等では、砂丘末端部で液状化や液状化による裏山の崩壊が発生し、大きな被害を生じている。今後、砂丘背後の傾斜地では、液状化による過剰間隙水圧の上昇を防止するために、これまで以上に地下水を低下させる暗渠工法や水平ボーリング等による水平排水層を設ける必要がある。

##### b) 急傾斜地崩壊対策工の安全率の見直し

柏崎市番神、東の輪町等では、ひな段盛土造成部分の沈下、段差、崩壊の被害が生じている。この急傾斜地対策工は、一般に「がけ地」と称される箇所の安定対策であり、のり面保護が重要な対策工として挙げられる。

しかし、これらの安全率は常時で必要安全率  $F_s \geq 1.2$  を確保する対策となっている。指定された区域内の場合には、急傾斜地法など、関連する法律による規制を受けるので、

それらに準拠することになるが、実際には宅地であるので必要安全率は常時で  $F_s \geq 1.5$ 、地震の設計水平震度  $K_h=0.20$  または  $K_h=0.25$  で  $F_s \geq 1.0$  を確保しなければならない。したがって対策は、以下のように抑制工、抑止工が主体となる。

- ①抑制工：地表・地下水の排除、土塊の排除、押え盛土
- ②抑止工：擁壁、杭、シャフト工、土留めアンカー、補強土工
- ③法面保護工：雨水による法面の風化・浸食、ならびに雨水の浸透防止を目的とした工法

謝辞：最後に、被災宅地危険度判定士の活動調査票の資料は、出雲崎市および上越市について新潟県都土木部都市局都市政策課山岸課長、柏崎市について柏崎市伊藤課長、刈羽村について刈羽村安達参事から提供していただきました。多くの方々にご尽力を頂き、誠にありがとうございます。これらの機関・関係者にこの誌面を借りまして深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 橋本隆雄・宮島昌克：2007年新潟県中越沖地震における宅地被害分析と今後の宅地対策第30回土木学会地震工学研究発表会論文集、5-0017、CD-ROM、2009。
- 2) 被災宅地危険度判定連絡協議会：被災宅地危険度判定士危険度判定ファイル「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」、1998。
- 3) 建設省民間宅地指導室監修：宅地造成等規制法の解説、1994。
- 4) 静岡県都市住宅部建築住宅総室建築安全推進室：人工造成地における擁壁等の応急危険度判定マニュアル、1995。
- 5) 静岡県都市住宅部建築住宅総室建築安全推進室：人工造成地における擁壁等の応急補強マニュアル、1998。
- 6) 国土交通省：被災宅地復旧技術マニュアル、[http://www.mlit.go.jp/kisha04/04/041227\\_3\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha04/04/041227_3_.html)
- 7) 橋本隆雄：新潟県中越地震における液状化による宅地被害の分析、Geo-Kanto2007第4回地質工学会関東支部研究発表会発表講演集、pp.198~203、2007。
- 8) 国土交通省都市・整備局：宅地耐震事業、<http://www.mlit.go.jp/crd/web/jigyo/jigyo.htm>
- 9) 国土交通省都市・整備局：大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説、[http://www.mlit.go.jp/crd/web/topic/pdf/guideline\\_ver.3.pdf](http://www.mlit.go.jp/crd/web/topic/pdf/guideline_ver.3.pdf)、2008。

## FEATURE AND PROBLEM OF RESIDENTIAL LAND'S DAMAGE IN THE 2007 NIIGATA-KEN CHUETSU-OKI EARTHQUAKE

Takao HASHIMOTO

The present paper deals with damage analysis of residential lands in the 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki Earthquake. Since severe damage to residential land was caused in Kashiwazaki, City, Kariwa Village, Izumozaki City and Jouetsu City by this earthquake, an official earthquake damage judgment for residential land was conducted after the earthquake. Damage analysis was done by using the results of the official damage judgment and the characteristics of damage was compared with those in the 1995 Hyogo-ken Nambu and 2004 Niigata-ken Chuetsu Earthquakes. Finally, countermeasures for improvement of residential land were proposed based on the result of the damage analysis.