

8. 斜面の被害状況

8. 1 斜面に関する被害の状況

5月30日7時時点における国土交通省の発表によると、今回の地震により、宮城県から岩手県にかけて、がけ崩れ5件（岩手県2箇所、宮城県3箇所）、地すべり1件（宮城県1箇所）の発生が報告されていた。また、国道では、4路線で落石により通行規制（283号1箇所、397号2箇所、398号1箇所、340号2箇所）が行われていた。斜面災害による人的被害は、岩手県で負傷者1名であった。

8. 2 調査の概要

斜面の調査は、被害報告のあった急傾斜地崩壊危険箇所及び道路斜面を対象として実施した。急傾斜地崩壊危険箇所の調査は、国土技術政策総合研究所及び土木研究所の職員3名が5月29～30日に宮城県牡鹿町1箇所、石巻市2箇所、気仙沼市2箇所、築館町1箇所で行った。道路斜面（切土斜面）の調査は、土木研究所の職員4名が6月3～4日に岩手県内の国道397号、県道38号、167号を調査した。調査はいずれも、主に斜面下部からの目視による現地概査および移動中の目視観察により実施した。

今回現地概査を実施した箇所は次の9箇所であり、そのうち主な箇所について報告する。

(1) 急傾斜地崩壊危険箇所

宮城県牡鹿町 前浜の2地区

宮城県石巻市 鹿妻地区、井内の3地区

宮城県気仙沼市 太田2丁目地区、魚町3丁目地区

(2) 道路斜面

岩手県住田町世田米子飼沢（国道397号）

釜石市甲子町（その1）（県道167号 釜石住田線）

釜石市甲子町（その2）（県道167号 釜石住田線）

陸前高田市広田町山田（県道38号 大船渡広田陸前高田線）

(3) 地すべり

宮城県築館町館下地区

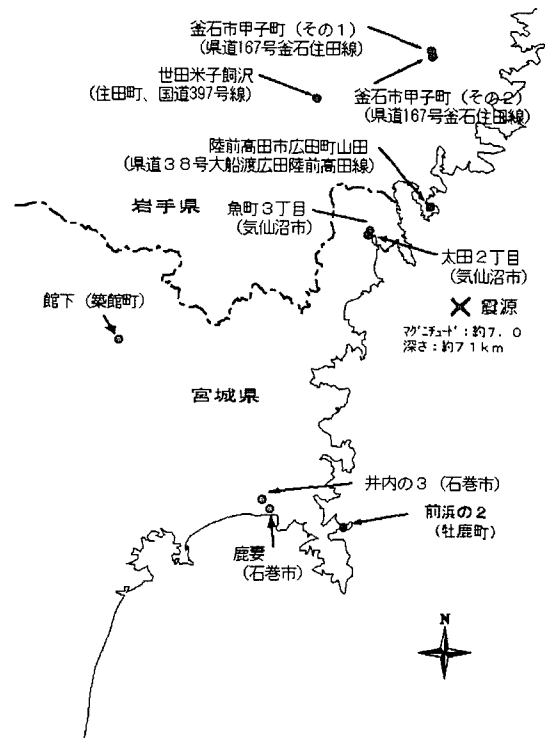


図 8.1 調査位置図

8. 3 調査結果

8. 3. 1 急傾斜地崩壊危険箇所

(1) 宮城県牡鹿町前浜の2地区

本地区は、海岸に面した標高0mから標高80m程度までの、広さ300m×300m程度の集落のほぼ全域が一つの急傾斜地崩壊危険区域となっている。人家はこの中にひな段状に立地している。本地区では、はく離（浮石）型落石、表層土砂の崩落、のり肩部のき裂が認められた。

写真G8.1に示す箇所では、のり肩部から約1m程度の位置に長さ30m程度の連続的なき裂が確認された。亀裂の開口幅は1cmから3cm程度であった。また、斜面直下の道路脇に設置された土留めコンクリートの一部にき裂が認められた。斜面高さは直下の道路（人道）まで約7m、勾配は約50°であった（図8.2）。

写真8.1に示す斜面では、家屋裏の斜面においてははく離（浮石）型落石が発生していた。斜面高さは6～7m、勾配は約70°であった。家屋の外壁が破損し窓ガラスが割れる被害があった。斜面に露頭する岩の節理方向が斜面中央部で変化しており、変化している部分は地形上の凹部となり露頭している泥質岩は著しく風化していた。

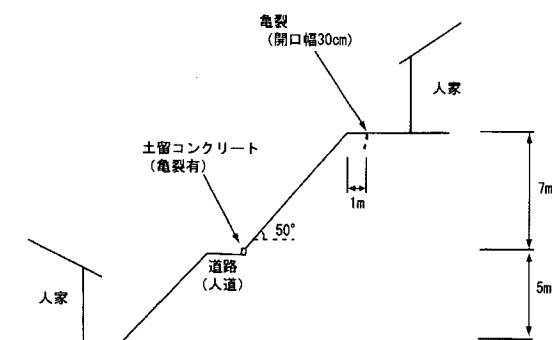


図8.2 のり肩部亀裂発生箇所 断面図



写真8.1 落石が発生した岩盤斜面

(2) 宮城県石巻市鹿妻^{かつま}地区

泥質岩からなる高さ25～50m、勾配80°以上の斜面（採石跡地の人工がけ）の一部で、大きさ約1～2mのはく離（浮石）型落石を生じていた（写真8.2）。地震による落石の多くは斜面下にある待ち受け擁壁（土地所有者による施工：H=1.7m、フェンスH=1.3m、繊維系ネットH=5m）で停止していたが、一部は擁壁上部に設置されている繊維系ネットを突き抜けた（図8.3）。落石は斜面の土地所有者が市の指導により施工した覆式落石防護網工の未施工箇所から発生していた。擁壁から水平距離で11m離れた位置にアパートがあるが、今後の余震等により落石等の被害を受ける可能性があるため、石巻市の勧告により調査時点では住民は避難していた。

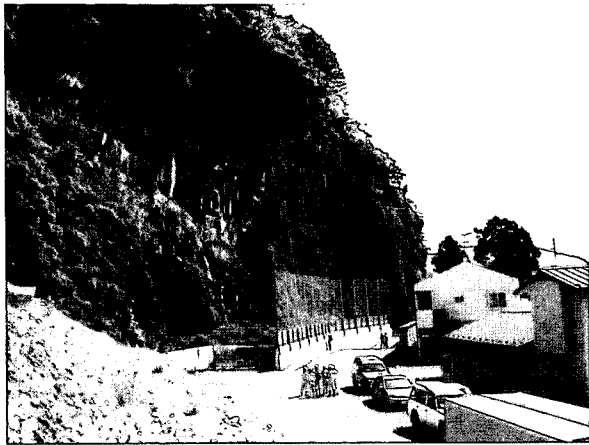


写真 8.2 鹿妻地区 落石箇所全景

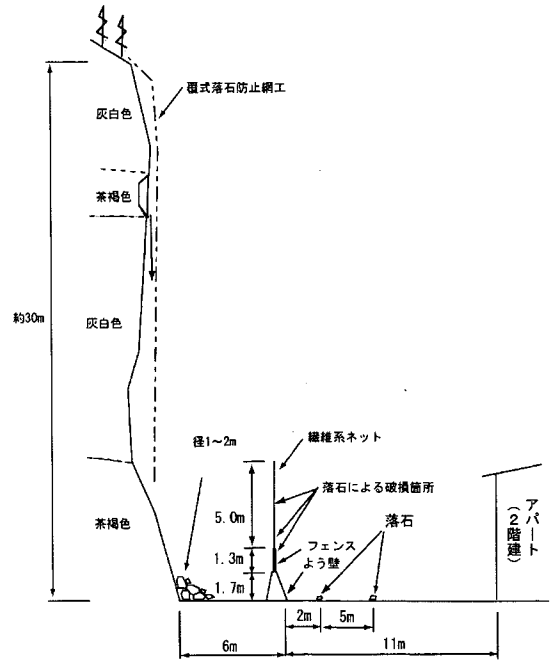


図 8.3 鹿妻地区 断面図

(3) 宮城県気仙沼市魚町3丁目地区

勾配約 $70\sim 80^\circ$ の泥質岩からなる岩盤斜面(高さ約 $10\sim 25\text{m}$)で節理に沿ってはく離(浮石)型落石及びくさび型岩盤崩壊が生じていた。はく離(浮石)型落石及びくさび型岩盤崩壊は計3箇所が発生していた。1箇所は長径約 $2\sim 3\text{m}$ の落石が覆式落石防護網工の金網を破断させた後、斜面から約 6m 離れて設置された待ち受け擁壁のポケット部に堆積していた(図 8.4)。擁壁背後には民家が近接しており、この民家には気仙沼市から避難勧告が発令されていた。

他2箇所では対策施設が未施工である。切り通しの両側の斜面(高さ $7\sim 8\text{m}$)からの長径 $1\sim 2\text{m}$ の崩落岩塊と落石が道路に堆積し、山側斜面からはくさび型の岩



写真 8.3 魚町3丁目地区
崩落岩盤の堆積状況

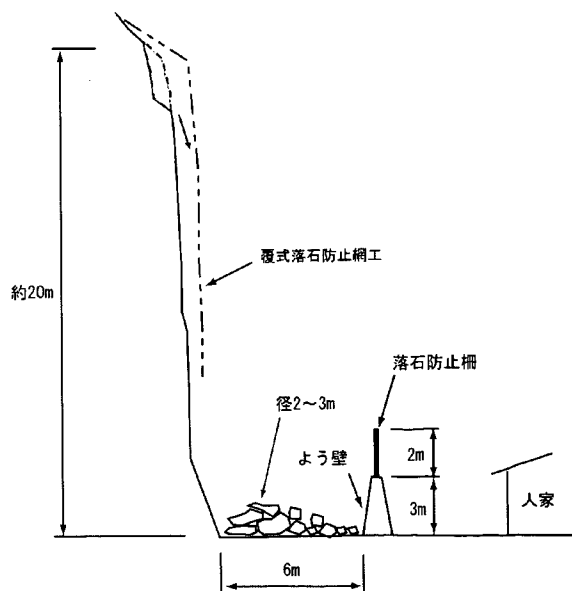


図 8.4 仙沼市魚町3丁目地区 断面図

盤崩壊が生じていた。山側の1箇所では斜面直下に駐車中の自動車に被害を及ぼした（写真8.3）。

(4) その他

今回調査した箇所周辺及び移動途中に目視観察した山腹斜面等においては表層崩壊等の発生は認められなかった。

8.3.2 道路斜面

(1) 岩手県住田町世田米子飼沢（国道397号）

高さ18m、幅23.5mのモルタル吹付斜面の頂部がくさび状に崩壊した（写真G8.3、写真8.4、図8.5、図8.6）。崩落は高さ約5m×幅約10m程度で、崩壊量約80m³である。ロックネットが備え付けられていたが、崩壊した岩片により破損した。また、吹付モルタルの一部にもはく落やき裂が見られた。

地質は古生代ペルム紀の泥岩で、その走向傾斜はN12° W60° Eの流れ盤であった。崩落は泥岩の層理面や片理面に沿い発生したはく離（浮石）型の落石であると推定される。崩壊した岩塊はハンマーによる打撃で金属音を発するが、層理や片理表面は茶



写真8.4 世田米子飼沢地区 落石状況

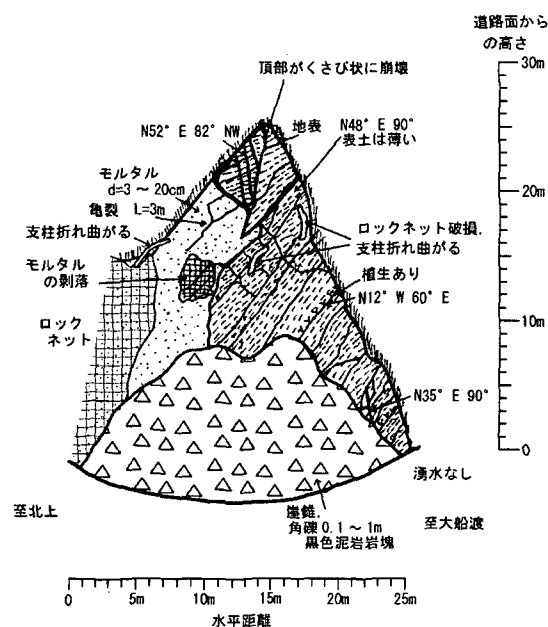


図8.5 世田米子飼沢地区 露頭スケッチ

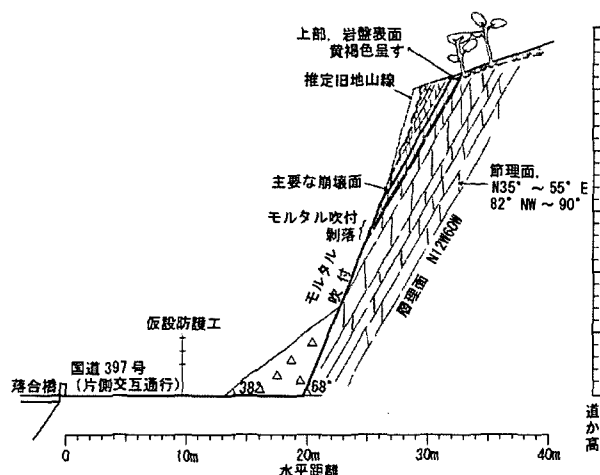


図8.6 世田米子飼沢地区 模式断面図

色に風化し、10cm～1mのブロック状に分離していた。

(2) 釜石市甲子町(その1)(県道167号 釜石住田線)

モルタル吹きつけ斜面のオーバーハング部分が、高さ3.9mの位置から崩落したはく離(浮石)型の落石である(写真G8.4、写真8.5、図8.7、図8.8)。はく落は幅約7.5m×高さ約8mで、岩塊の体積は約25 m³である。

地質は古生代石炭紀の泥岩と砂岩で、その走向傾斜はN60° E52° Sの流れ盤である。層理や片理沿いにき裂が発達し、茶褐色～黒褐色に風化し、崩落した岩塊は10cm～50cmのブロック状に分離していた。浮石が一部斜面に残存している。



写真8.5 甲子町(その1)地区 落石状況

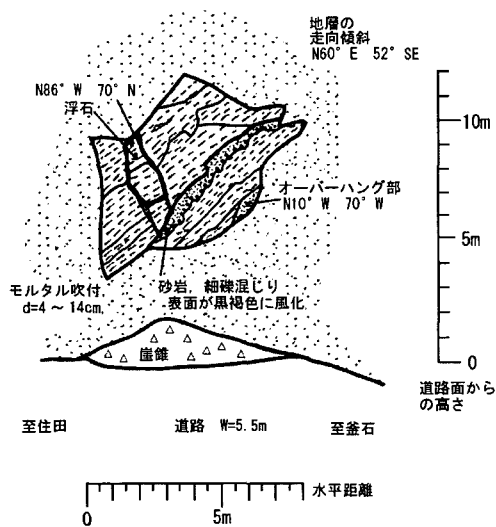


図8.7 甲子町(その1)地区 露頭スケッチ

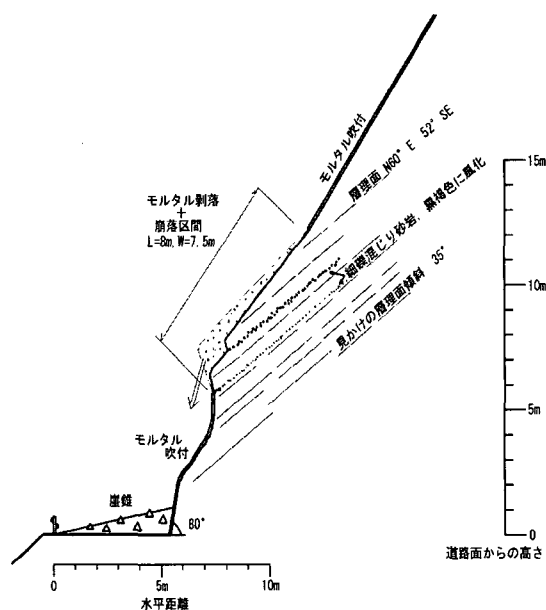


図8.8 甲子町(その1)地区 模式断面図

(3) 釜石市甲子町 (その2) (県道 167 号 釜石住田線)

はく落した部分は、高さ約10m ×幅約5mで、崩壊量は約10m³程度と推定される (写真 8.6、図 8.9、図 8.10)。吹付の内側は古生代石炭紀の泥岩と砂岩である。貫入岩を伴い、ホルンフェルス化しているものの、著しく風化していた。モルタル吹付斜面の表面が風化部とともにはく落したはく離 (浮石) 型の落石である。



写真 8.6 甲子町 (その2) 地区 落石状況

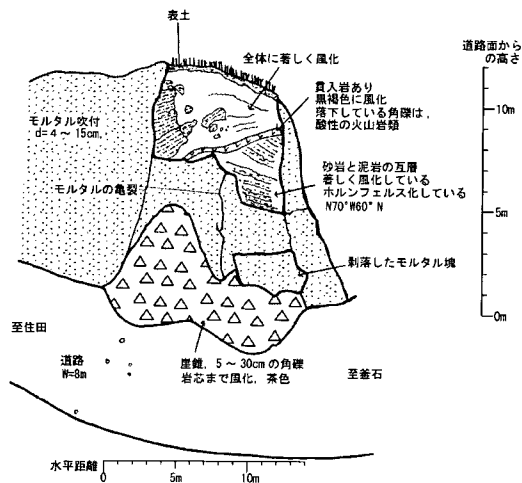


図 8.9 甲子町 (その2) 地区 露頭スケッチ

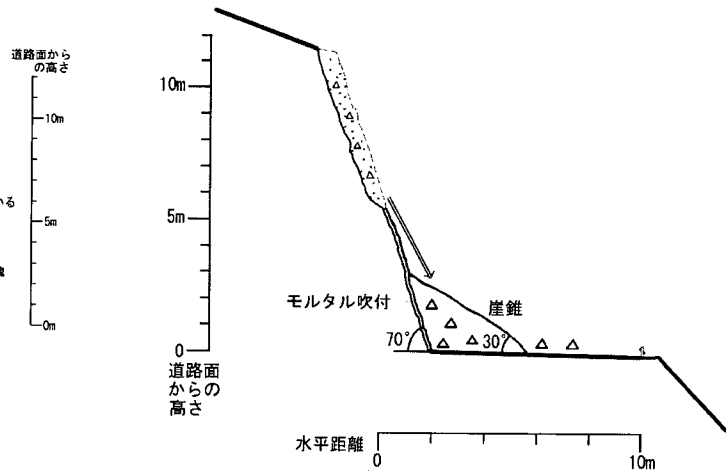


図 8.10 甲子町 (その2) 地区 模式断面図

(4) 陸前高田市広田町山田 (県道 38 号 大船渡広田陸前高田線)

高さ約 10m、幅約 5m の切土斜面から 30～50cm 大の岩塊が落下した (写真 8.7、図 8.11、図 8.12)。地質は花崗閃緑岩で、大部分がマサ化しているが、局部的に風化していない岩塊が残存している。今回の落石は、風化していない岩塊の一部が抜け落ちた、抜け落ち(転石)型の落石であると推定される。



写真 8.7 山田地区 落石状況
(岩手県大船渡地方振興局土木部提供)

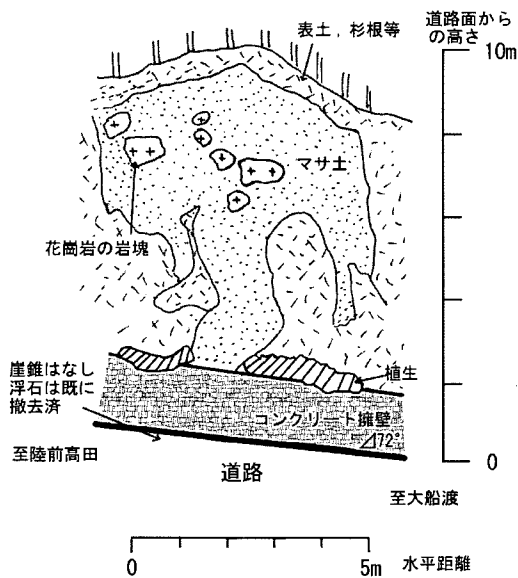


図 8.11 山田地区 露頭スケッチ

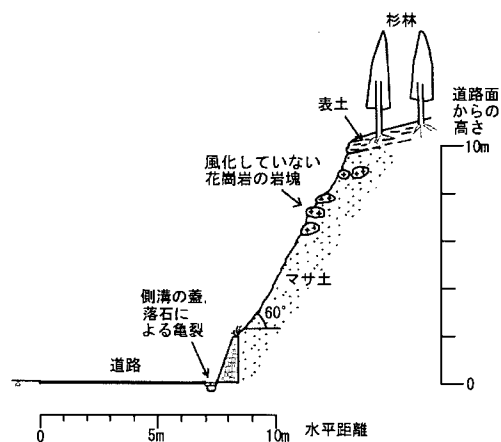


図 8.12 山田地区 模式断面図

8.3.3 地すべり

(1) 館下地区

今回の地震により築館町の1箇所では地すべりが発生した (写真 G8.2)。発生した地すべりは、最大幅約 30m、長さ約 65m (移動土砂量約 4,800m³) の斜面が移動したもので、発生域の元斜面勾配は約 11～12°であった。移動した土塊は人家及び町道付近の斜面 (流下・堆積域) と水田 (堆積域) に堆積 (図 8.13) しており、堆積末端から滑落崖を見通した角度は 8°程度と緩い勾配であった。流下・堆積域では、幅約 20～50m、長さ約 45m の範囲に

堆積し、堆積土砂量は約 2,350m³と推定される。堆積域（水田）の地すべり前の元勾配は 1° 以下であった。地すべり後、厚さ約 0.7m、勾配約 2° で最大幅約 55m、長さ約 65m の範囲に薄く広がって移動土塊が堆積していた（堆積土砂量約 2,500m³）。地すべりの発生により人家の一部が損壊したが、人的被害はなかった。

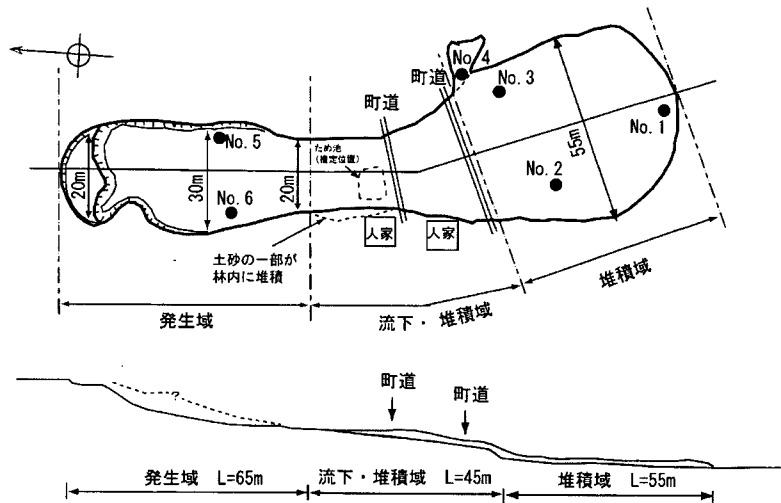


図 8.13 館下地区で発生した地すべりの概要（スケッチ）

現地はシートで覆われていたため詳細な観察は出来なかったが、図 8.13 に示した No. 5 付近の土質を確認したところ、最大径 3cm 程度の軽石を含む火山灰質砂質土からなっていた。勾配の緩い中腹部においては、少量ではあるがシート上面に地下水の浸出が認められた。また、中腹部は歩行が困難なほどぬかるんでおり、水分を多量に含んでいると推察された。

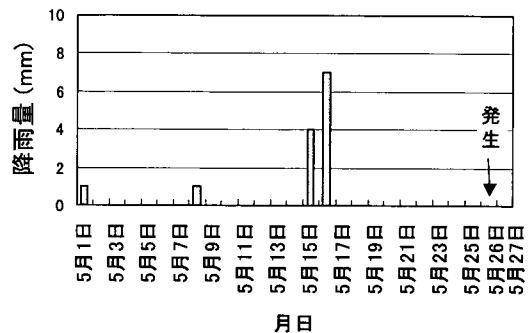


図 8.14 地震発生前の降雨量(宮城県築館観測所)

館下地区の5月の降雨量（築館観測所、当地区より約 8km の地点にある宮城県観測雨量計）は図 8.14 のとおりであり、地震発生以前約 1 ヶ月間で大きな降雨量を記録していない。土木事務所職員の話によると人家付近にあったため池が湧水で涵養されていたということや、今回移動した斜面の上部は地すべり発生斜面に向かってゆるやかな集水地形をなしていることから当該斜面の地下水は周辺と比較して多かったと思われる。

8. 4 分析・考察

8. 4. 1 崩壊

(1) 崩壊の特徴

調査範囲で見られた主な崩壊等の現象は次のとおりで、山腹斜面の表層崩壊などは見られなかった。

① 落石

片理の発達した中古生層（泥質岩）の斜面（60～80° 程度）では、片理や層理面に沿った形ではなく離型（浮石型）落石を起こし、一部では長径 2.5m 程度のくさび型にはく離れた箇所も見られた。一方、花崗岩がマサ化している斜面では、抜け落ち型（転

石型) 落石が見られた。

②表層土砂の崩落

人家裏の切土斜面ののり肩部付近の表層土砂が厚さ数 10cm、土砂量 2~3m³程度の規模で崩落した箇所が若干見られた。

③のり肩のき裂

主に盛土部分ののり肩において、連続性のあるき裂が多く確認された。そのほとんどは、のり肩から 1~2m 程度の位置に発生していた。

(2) 崩壊土砂の堆積状況

崩壊土砂は斜面直下に堆積していた。人家に近接して堆積していたものも見られたが、全半壊等家屋に大きな被害を与えたケースは見られなかった。

(3) 急傾斜地崩壊防止施設等の被害

今回調査した斜面ではのり枠工、待ち受け擁壁等の施工箇所があった。魚町 3 丁目地区で覆式落石防護網工の金網の破断があったが、それ以外の箇所では急傾斜地崩壊防止施設の被害は見られなかった。

鹿妻地区では、落石によって土地所有者の施工した待ち受け擁壁工上部のフェンスが破損していた。

8. 4. 2 地すべり

(1) 地すべりの特徴

館下地区で発生した地すべりには次のような特徴が認められた。

①発生斜面の勾配は平均で約 11~12°、堆積末端から滑落崖を見通した角度は 8° 程度と緩い勾配であった。

②堆積土砂は、水田に長さ約 65m、最大幅約 55m、厚さ約 0.7m と薄く緩勾配で広がっており、調査時点でも水を豊富に含んでいる部分があった。

これらから、多量の水分を含んだ土層が、地震を誘因として流動化して上層とともに移動したものと考えられる。

(2) 土質試験結果

図 13 に示す地すべり発生域 2 箇所及び流下・堆積域 4 箇所において、最大径 3cm 程度の軽石を含む火山灰質砂質土の攪乱資料を採取し、土粒子の密度試験、土の粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験を実施した。

土粒子の密度試験結果は、表 8.1 に示すとおり 2.44~2.50g/cm³ であり、沖積砂質土、洪積砂質土の 2.6~2.8 g/cm³ ¹⁾ より小さい値となっている。また、No. 1 と No. 4 は細粒分質礫質砂(SFG)、それ以外は細粒分質礫質砂(SFG)に分類される。

粒度試験結果を図 8.15 に示す。図 8.15 によれば、どの位置で採取した試料も粒度分布が良く、ほぼ同じ分布をしている。本地区の粒度分布は、ほぼ「港湾施設の技術上の基準・同解説」による「液状化の可能性有り」の粒度範囲²⁾にある。

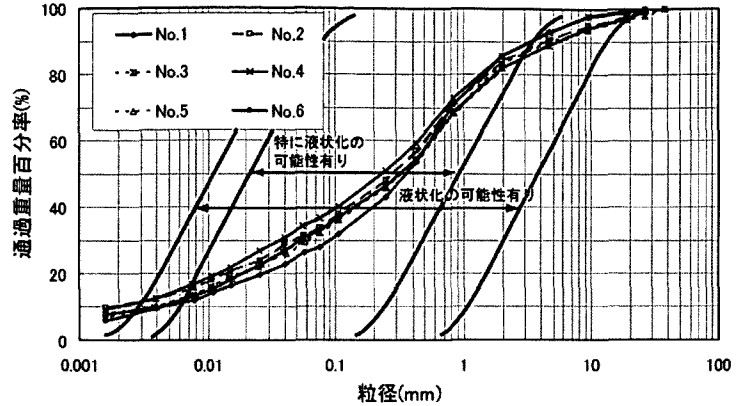


図 8.15 粒度分布試験結果

(「特に液状化の可能性有り」、「液状化の可能性有り」の範囲は「港湾施設の技術上の基準・同解説」²⁾より図示)

表 8.1 に示すとおり、細粒分含有率は No. 4 を除いて 35% 以下となっている。No. 4 は細粒分含有率が 35% 以上ではあるが、塑性指数が 15 以下となっている。また、平均粒径 (D50) が 10mm 以下、10% 粒径 (D10) も 1mm 以下の値となっており、道路橋示方書で規定されている「砂質土層の液状化の判定を行う必要がある地盤」³⁾ に該当する土質であった。

表 8.1 土質試験結果

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.488	2.496	2.453	2.452	2.437	2.443
細粒分含有率 (%)	27.9	33.8	32.4	36.5	32.0	33.0
液性限界 (%)	NP	40.4	NP	39.8	NP	NP
塑性限界 (%)	NP	27	NP	27.4	NP	NP
塑性指数	NP	13.4	NP	12.4	NP	NP
平均粒径(D50) (mm)	0.35500	0.28000	0.32600	0.23300	0.32100	0.31700
10%粒径(D10) (mm)	0.00415	0.00166	0.00394	0.00199	0.00361	0.00439
均等係数	132	298	144	222	155	127
土質分類	埋まじり細粒分質砂 (SF-G)	細粒分質硬質砂 (SFQ)	細粒分質硬質砂 (SFQ)	埋まじり細粒分質砂 (SF-G)	細粒分質硬質砂 (SFQ)	細粒分質硬質砂 (SFQ)

8. 5 まとめ

今回の地震 (M7.1、がけ崩れ 5 箇所) は、近年の同規模の地震 (鳥取西部地震 (M7.3、がけ崩れ 27 箇所)、芸予地震 (M6.7、がけ崩れ 52 箇所)) と比較すると被害が少ないと言える。これには、震源の深さ・位置、周期等地震動の特性、地形・地質、地震発生前の降雨状況など複数の要因が影響しているものと思われ、今後の検討課題としてあげられる。

引用・参考文献

- 1) (社) 地盤工学会：土質試験の方法と解説 (第一回改訂版), pp58, 2001
- 2) (社) 日本港湾協会：港湾施設の技術上の基準・同解説, pp282, 1999
- 3) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, pp121-125, 2002