

8. 道路土工・斜面

8.1 概要

今回の地震により、何等かの通行規制を要する道路土工・斜面の被害は 44 箇所が生じた。内訳は、直轄国道で 14 箇所、補助国道で 5 箇所、県道で 25 箇所である。表-8.1.1、表-8.1.2 に直轄国道、県管理道路（補助国道・県道）の被災箇所一覧を示す。

道路土工・斜面の被害では、道路上方斜面の表層崩壊、地すべり、岩盤崩壊、盛土の変形に伴う縦断亀裂・段差、切り盛り境での横断亀裂・段差、橋梁取付部やカルバート上部での横断亀裂・段差、盛土のり面崩落等が発生した。特に、国道 8 号長岡市大積地区では、国道 8 号に沿った緩斜面で地すべりが発生し、道路路面は路肩とともに斜面方向に約 17m 崩落した。当該国道は激甚な地震災害を被った柏崎市周辺への緊急及び復旧のための車両ばかりでなく、広域ネットワーク上、最も重要な幹線であり、一刻も早い交通確保が求められていた。また国道 352 号柏崎市椎谷～大崎地区（新潟県所管）では大規模な斜面崩壊が多数発生し、通行が不能となった。

土木研究所は北陸地方整備局および新潟県の要請により、発災翌日 7 月 17 日に国道 8 号大積地区および国道 352 号大崎地区の復旧対策のため現地調査し、前者に対しては応急復旧工事の方針に対する技術的な助言と、後者に対しては調査手法と対策工法に関する指導を行った。

大積地区におけるボーリング調査などが終了した7月19日に再度現地調査し、地すべり機構を確認し、排土による斜面の安定計画と対策工法に対する技術的な助言を行った。その後、長岡国道事務所による24時間体制により排土及び路面形成の応急復旧工事が行われ、1週間後の23日午前9時には開通した。また、大崎地区は調査結果に基づき抜本的な復旧対策計画が策定され、後日、復旧対策計画に対し技術的な助言を行なった。

また、大積地区の地すべり機構は重点研究「地震時における地すべり土塊の再滑動に関する研究」で検討している典型的な事例であり、自主研究としてレーザープロファイラー計測を実施し、地形解析による地震時に再滑動する地すべり土塊の要因の解明を行っている。

また、7 月 19 日～20 日に、直轄国道の道路盛土の被災状況を把握するため、国道 8 号(長岡市～柏崎市)及び国道 116 号(燕市～柏崎市)の盛土区間について自主調査を実施した。

さらに、7 月 19 日～21 日に、道路斜面災害の状況および既設対策工の効果の確認を目的に、国道 8 号（長岡市～上越市）、国道 352 号（観音岬周辺）の道路斜面について自主調査を実施した。

ここでは、道路土工・斜面の代表的な被害状況について報告する。

表-8.1.1 直轄国道の被災箇所及び交通規制状況一覧（北陸地方整備局より 平成19年8月29日現在）

箇所番号	路線名	場所・区間	交通規制状況			被害状況等
			日	時刻	規制内容	
1	8	長岡市大積千本町地先	7/16	10:13	全面通行止め	斜面崩落
			7/23	9:00	規制解除	
2	8	刈羽郡刈羽村大字赤田北方字滝ノ平～字早道場				赤田大橋損傷、橋台前陥没
3	8	柏崎市大字曾地新田字北田				舗装段差・亀裂、歩道陥没 ブロック積損傷
4	8	柏崎市大字長崎新田字川東				新田橋支承損傷、伸縮装置損傷
5	8	柏崎市大字土合字割～大字土合字前田				舗装段差、舗装亀裂、歩道陥没 排水構造物損傷、擁壁変状 路側防護柵変状
6	8	柏崎市山本～豊田	7/16	10:13	全面通行止め	豊田橋損傷、舗装沈下・亀裂 擁壁変状
			7/17	0:50	規制解除	
7	8	柏崎市北半田一丁目～岩上	7/16	10:13	全面通行止め	歩車道沈下、擁壁変状 横断BOX変状
			7/16	19:58	規制解除	
8	8	柏崎市大字地蔵ヶ沢～大字鯨波字東ノ輪				路肩部崩壊
9	8	柏崎市大字鯨波字鴨～字馬場	7/16	10:13	片側交互通行	路肩・歩道崩壊、車道亀裂
			7/17	5:40	規制解除	
10	8	柏崎市大字青海川字向田				米山大橋 橋梁支承損傷、橋梁伸縮装置損傷 橋詰法面崩落、舗装の空洞化
11	8	柏崎市大字上輪新田字下中道～大字上輪字宮ノ平	7/16	10:13	片側交互通行	舗装段差、ガセットプレート座屈 伸縮装置異常、支承損傷
			7/16	20:40	規制解除	
12	8	柏崎市米山町字名号沢				歩道沈下、法面変状
13	8BP	柏崎市茨目一丁目字西田～半田三丁目字捨枚				柏崎高架橋、支承サイドブロック 変形、中間対傾構座屈、擁壁開き
14	8	上越市柿崎区柿崎	7/17	12:00	片側交互通行	歩道段差、車道亀裂、車道沈下
			7/19	21:00	規制解除	
15	8	上越市長浜	7/16	10:43	全面通行止め	法面崩壊
			7/17	20:30	片側交互通行	
16	116	刈羽郡刈羽村大字正明寺字南向～字北向				舗装段差、支承損傷 伸縮装置損傷、ブロック積開口
17	116	刈羽郡刈羽村大字下高町				舗装段差
18	116	柏崎市西山町坂田字膝付	7/16	10:30	全面通行止め	舗装亀裂、陥没、歩道陥没
			7/17	6:06	片側交互通行	
			7/17	14:45	規制解除	
19	116	柏崎市西山町藤掛字前田	7/16	10:13	全面通行止め	舗装亀裂、陥没、歩道陥没
			7/17	7:25	規制解除	
20	116	柏崎市西山町田沢字三十刈～西山町田沢字ソリ町	7/16	10:13	全面通行止め	舗装亀裂、段差、歩道陥没
			7/17	7:25	片側交互通行	
21	116	柏崎市西山町田沢字谷池	7/16	10:13	全面通行止め	舗装亀裂、段差 歩道陥没、法面崩壊
			7/17	7:25	片側交互通行	
			7/17	18:30	規制解除	
22	116	柏崎市西山町尾野内字向山～西山町尾野内字観音堂	7/16	10:13	全面通行止め	舗装亀裂、段差、歩道陥没
			7/17	7:25	規制解除	
23	116	柏崎市西山町上山田字向山～別山字塚ヶ崎	7/16	10:13	全面通行止め	舗装段差、舗装亀裂、擁壁破損 法面変状、路側防護柵変状
			7/17	7:25	本線規制解除	
			7/17	21:00	下りオフランプ 規制解除	
24	116	柏崎市西山町別山字尾頃部～字清水尻	7/16	10:13	片側交互通行	舗装段差、舗装亀裂、舗装沈下 路側防護柵変状、横断BOX変状
			7/17	20:00	規制解除	

表-8.1.2 県管理道路の被災箇所及び交通規制状況一覧（北陸地方整備局より 平成19年8月10日現在）

路線名	場所・区間	交通規制状況			被害状況等
		日	時刻	規制内容	
国道402号	西蒲区 白石TN新潟側坑口付近	7/16	17:00	通行可	
国道352号	柏崎市椎谷～大崎	7/16	17:00	通行止め	崩壊
国道352号	柏崎市石地	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/17	8:00	通行可	
国道352号	刈羽村刈羽	7/19	8:30	通行止め	擁壁倒壊の恐れ
		7/22	15:00	通行可	
国道352号	柏崎市大湊	7/19	17:00	通行止め	路面陥没
		8/10	17:00	通行可	
(主) 柿崎小国線	柏崎市小村峠	7/16	17:00	通行止め	土砂崩れ
		7/19	17:00	通行可	
(一) 黒部柏崎線	柏崎市原町（なごみ橋）	7/16	17:00	通行止め	路面陥没
		7/17	8:00	通行可	
(一) 黒部柏崎線	柏崎市番神	7/17	13:00	通行止め	路面陥没
		7/26	16:00	通行可	
(一) 黒部柏崎線	柏崎市長崎～山本	7/17	13:00	通行止め	土砂崩れ
		7/22	15:00	通行可(大型車は不可)	
(主) 燕分水線	燕市中島	7/16	17:00	通行止め	路面亀裂
		7/17	8:00	通行可	
(主) 上越安塚柏崎線	上越市北本町	7/16	17:00	通行止め	障害物のため 踏切内電車停車
		7/16	21:00	通行可	
(一) 原之町上下浜停車場線	上越市大潟区長峰	7/16	17:00	応急復旧完了	路面陥没
		7/17	8:00	通行可	
(主) 小千谷大沢線	柏崎市大沢	7/16	17:00	通行止め	土砂崩れ
(主) 上越安塚柏崎線	柏崎市阿相島	7/16	17:00	通行止め	土砂崩れ
		7/19	17:00	通行可	
(一) 三条下田線	三条市一の門	7/16	21:00	通行止め	事前通行規制
		7/17	20:30	通行可	
(主) 鯨波宮川線	刈羽村赤田町方	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/17	17:00	通行可	
(一) 刈羽停車場線	刈羽村刈羽	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/17	8:00	通行可	
(一) 東柏崎停車場線	柏崎市東本町	7/16	21:00	通行止め	家屋倒壊
		8/15	17:00	通行可	
(一) 荒浜中田線	柏崎市荒浜～刈羽村正明寺	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/22	15:00	通行可	
(一) 荒浜中田線	柏崎市長崎	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/26	16:00	通行可	
(一) 礼拝長岡線	柏崎市西山町妙法寺～ 刈羽村油田	7/16	21:00	通行止め	路面陥没
		7/22	15:00	通行可	
(一) 野田高柳線	柏崎市高柳町白倉	7/16	21:00	通行止め	土砂崩れ
		7/26	16:00	通行可	
(一) 東長鳥五十土線	柏崎市成沢	7/16	21:00	通行止め	路面亀裂
		7/17	20:30	通行可	
(主) 鯨波宮川線	柏崎市吉井	7/17	8:00	通行止め	路面陥没
		7/17	17:00	通行可	
(主) 柏崎高浜堀之内線	柏崎市西山町西山（栄橋）	7/17	8:00	通行止め	路面陥没
		7/17	13:00	通行可	
(一) 礼拝長岡線	柏崎市西山町二田 ～西山町坂田	7/17	8:00	通行止め	土砂崩れ
		7/24	16:00	通行可	
(一) 礼拝長岡線	柏崎市西山町和田 ～西山町内方	7/20	8:30	通行止め	擁壁倒壊の恐れ
		8/10	17:00	通行可	
(主) 柏崎高浜堀之内線	刈羽村滝谷新田	7/17	20:30	通行止め	土砂崩れ
		7/21	15:00	通行可	
(主) 鯨波宮川線	刈羽村赤田町方	7/17	20:30	通行止め	家屋倒壊の恐れ による事前通行
		7/23	9:00	通行可	
(主) 大潟高柳線	柏崎市高柳町高尾	7/18	5:00	通行止め	土砂崩れ
		7/24	16:00	通行可	

8.2 道路土工の被害

8.2.1 概要

土木研究所では、地震発生後2日後の7月19日～20日に、直轄国道の道路盛土の被災状況を把握するため、国道8号(長岡市～柏崎市)及び国道116号(燕市～柏崎市)の盛土区間について自主調査を実施した。調査は、新潟県中越沖地震による道路盛土の被害の有無とその状況について調査し、道路盛土の被害の特徴を整理した上で、今後の道路盛土の耐震設計法及び耐震対策法の向上に資することを目的に実施した。

調査対象は、国道8号(長岡市～柏崎市)、国道116号(燕市～柏崎市)の盛土高10m程度以上の比較的規模の大きな道路盛土とした。また、上記の道路盛土以外に、また、県道、市町村道についても道路盛土の特徴的な被害がみられた箇所について調査を行った。なお、今回の調査においては橋梁への取付盛土の被害は対象としていない。表-8.2.1、図-8.2.1に調査箇所を示す。

表-8.2.1 道路土工調査の調査対象

No.	路線	箇所	盛土形式	盛土高 H(m)×延長 L(m) ※概略
1	国道 8 号	柏崎市曾地地先	片切片盛土	H=15m L=60m
2		柏崎市曾地地先	沢埋め盛土	H=25m L=60m
3		柏崎市曾地地先	片切片盛土	H=20m L=180m
4		柏崎市曾地地先	平地盛土	H=5m L=30m
5		柏崎市鯨波地先	片盛土	H=10m L=120m
6	国道 116 号	三島郡出雲崎町乙茂地先	沢埋め盛土	H=5m L=120m
7		三島郡出雲崎町乙茂地先	片盛土	H=15m L=340m
8		長岡市村田地先	片切片盛土 +平地盛土	H=10m L=360m
9		長岡市島崎地先	片盛土	H=10m L=300m
10		長岡市島崎地先	沢埋め盛土	H=10m L=140m
11		長岡市島崎地先	沢埋め盛土	H=10m L=80m
12		長岡市島崎地先	沢埋め盛土	H=10m L=70m
13		長岡市島崎地先	沢埋め盛土	H=15m L=280m
14		長岡市寺町有信地先	片盛土	H=15m L=490m
15	国道 8 号	長岡市大積千本町地先	片切片盛土	※高さ 10m 程度の切土区間
16	国道 8 号取付道路	柏崎市笠島地先	片切片盛土	H=20m L=10m
17	県道 73 号	柏崎市堀地先	平地盛土	H=2m L=300m
18	県道 23 号	長岡市大積町地先	片盛土	H=5m L=100m

- ①国道 8号 82.1kp 柏崎市曾地地先
 - ②国道 8号 83.0kp 柏崎市曾地地先
 - ③国道 8号 83.3kp 柏崎市曾地地先
 - ④国道 8号 83.9kp 柏崎市曾地地先
 - ⑤国道 8号 36.9kp 柏崎市鯨波地先
 - ⑥国道 116号 22.5kp 三島郡出雲崎町乙茂地先
 - ⑦国道 116号 22.8kp 三島郡出雲崎町乙茂地先
 - ⑧国道 116号 23.3kp 長岡市村田地先
 - ⑨国道 116号 26.0kp 長岡市島崎地先
 - ⑩国道 116号 26.3kp 長岡市島崎地先
 - ⑪国道 116号 26.6kp 長岡市島崎地先
 - ⑫国道 116号 26.8kp 長岡市島崎地先
 - ⑬国道 116号 27.2kp 長岡市島崎地先
 - ⑭国道 116号 30.3kp 三島郡寺泊有信地先
-
- ⑮国道 8号 74.7kp 長岡市大積千本町地先
 - ⑯国道 8号 取付道路 (R8:102.3kp) 柏崎市笠島地先
 - ⑰県道 73号 柏崎市堀地先
 - ⑱県道 23号 長岡市大積町地先



図-8.2.1 調査箇所位置図

8.2.2 道路盛土の被災状況

ここでは、調査を実施した国道 8号、国道 116号、県道、及び市町村道の主な盛土の被災状況について報告する。

(1) 国道8号 柏崎市鯨波地先（道路欠壊）

延長120m程度、盛土高10m程度の片盛土が、右折レーンを含む3車線のうち1車線が延長60m程度にわたり1m程度沈下した。被災箇所は、上越市方面の下り側へ傾斜した地盤上の盛土である。また、路面と同様に、盛土のり面にも沈下が見られた。盛土のり先には液状化によると思われる噴砂が見られた。盛土上部の地山は粘性土と砂質土の互層地盤となっており、盛土中腹からのり先にかけては粘性土層が堆積しており、さらにその上に砂質土層が堆積している。この盛土のり尻直下の砂質土層は、*N*値が2程度と非常に緩く、地下水位も高くなっていたことから、この砂質土層が液状化した可能性がある。また、被災後の地盤柱状図から盛土内の水位も比較的高く、地山からの盛土内への浸透水の影響も被害を拡大させた要因である可能性もある。

応急復旧では、本線を右折レーンにシフトさせて暫定2車線を確保した。本復旧では、すべり影響範囲の盛土材を排除した後、盛土内の排水性を高めるために、底面排水層、盛土内に水平排水層をもうけて、盛土の再構築が行われる予定である。



(a) 路面の被災状況



(b) 盛土のり面の被災状況



(c) 盛土のり先の状況



写真-8.2.1 被災状況（国道8号 柏崎市鯨波地先）

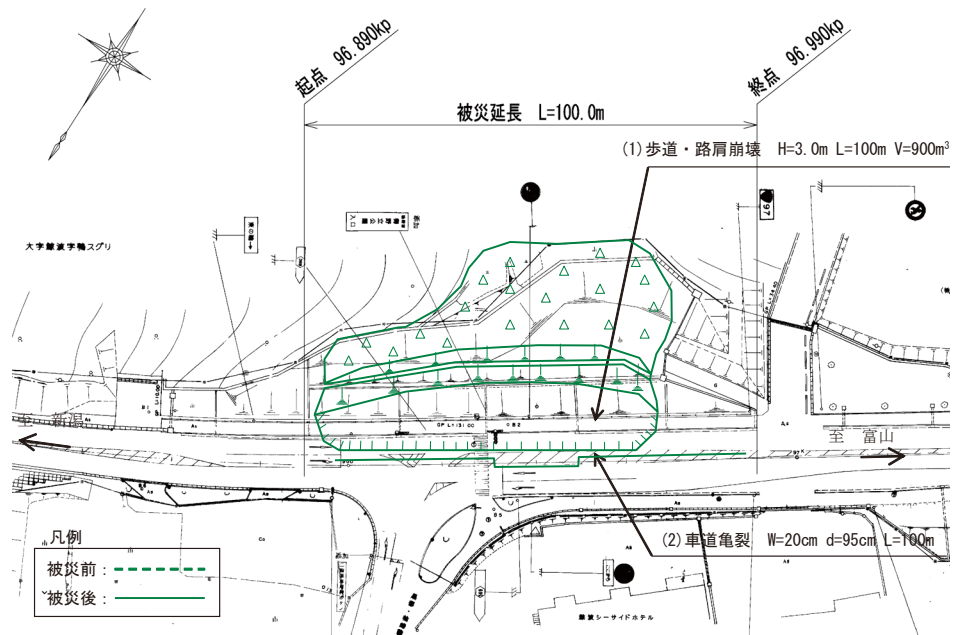


図-8.2.2 被災箇所平面図（国道8号 柏崎市鯨波地先）

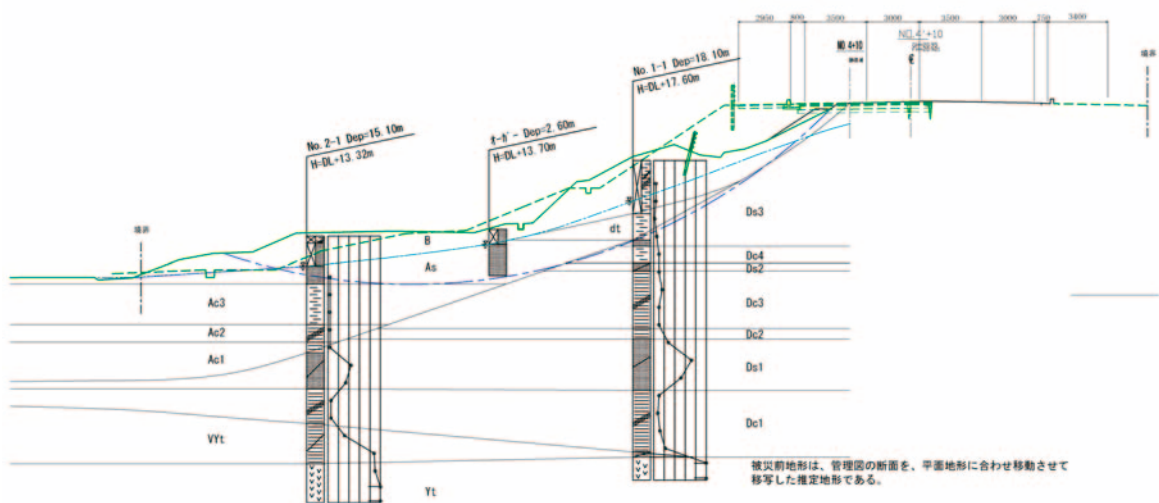
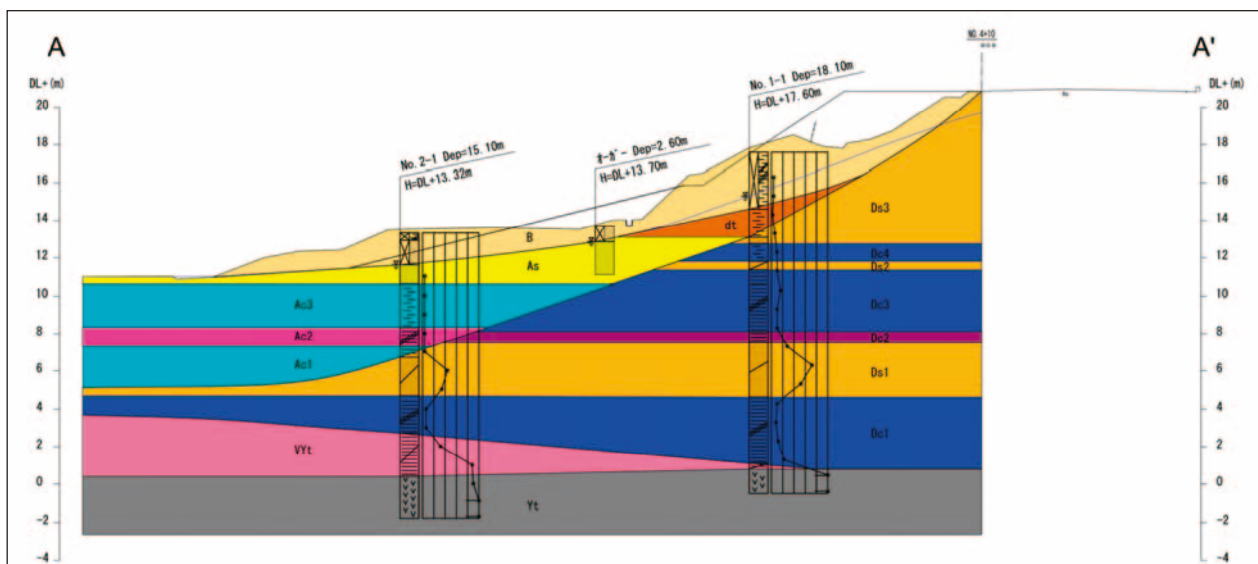


図-8.2.3 被災箇所主断面図（国道8号 柏崎市鯨波地先）



凡 例

地質時代	地層名	主な地質	記号	
現世	盛土	粘性土・砂質土	B	
	崖堆積物	粘性土	dt	
第四紀	完新世	完新統	砂質土	As
		粘性土	Ac3	
		粘性土	Ac2	
		粘性土	Ac1	
		砂質土	Ds3	
	更新世	更新統	粘性土	Dc4
			砂質土	Dc2
			粘性土	Dc3
			粘性土	Ds1
			粘性土	Dc1
新第三紀	鮮新世	火山砕屑物	粘性土～礫質土	VYt
	米山層	安山岩	Yt	

縮尺 1 : 400

図-8.2.4 被災箇所断面図（国道8号 柏崎市鯨波地先）

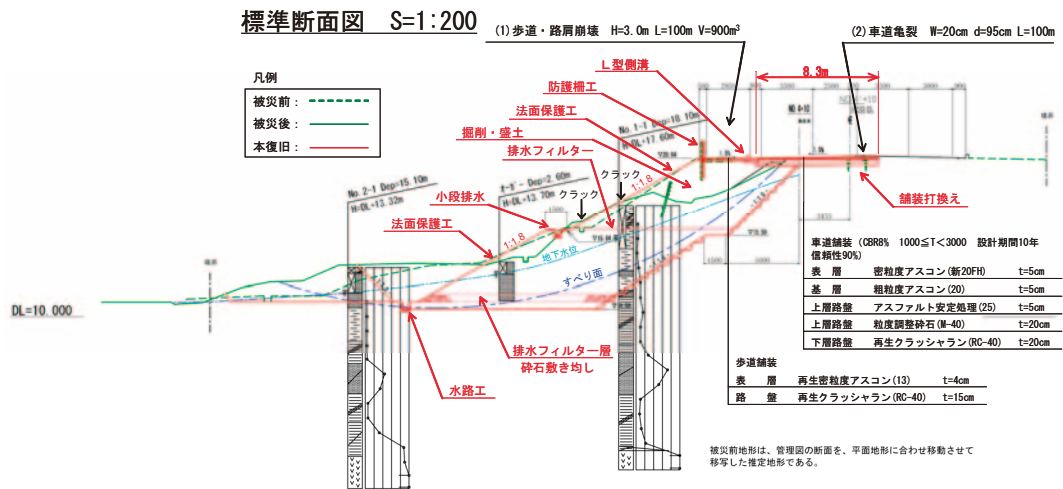


図-8.2.5 復旧断面図 (国道8号 柏崎市鯨波地先)

(2) 国道 116 号 長岡市村田 23.3kp (路面亀裂)

道路延長 360m 程度、最大盛土高 10m 程度の片切片盛土及び両盛土において、切盛境及び横断カルバート上部に横断方向のクラックが生じた。ただし、同クラックは今回新たに発生したものではなく、常時の沈下により生じたクラックの補修跡が再び開いたと考えられる。

常時から盛土部の沈下によりカルバート周辺や切盛境に変状が生じており、地震により変形が助長されたものと考えられる。



(a) 切盛境の横断クラック



(b) カルバート箇所の上の横断クラック



(c) カルバートと擁壁の隙間 (常時での変状跡)

写真-8.2.2 調査箇所状況 (国道 116 号 長岡市村田)

(3) 国道 116 号 長岡市島崎 27.2kp

道路延長 280m 程度、盛土高 15m 程度の沢埋めの両盛土と片切片盛土で、降雨によるのり面の崩壊の補修痕が確認できたが、今回の地震による変状が特に見られなかった事例である。

当地は、柏崎市方面から燕市方向の水田方向への緩い沢地形であり、上流側のり先には背の高い草木が繁茂していた。両側ののり面において湿潤している箇所が見られた。特に下流側ののり面からの湧水が多く、湧水によるのり面の浸食を碎石と排水パイプにより補修している箇所が見られた。



(a) 盛土のり面の降雨による変状痕（左：のり面の変状、右：補修跡）



(b) 路面状況（柏崎市方面）

写真-8.2.3 調査箇所状況（国道 116 号 長岡市島崎）

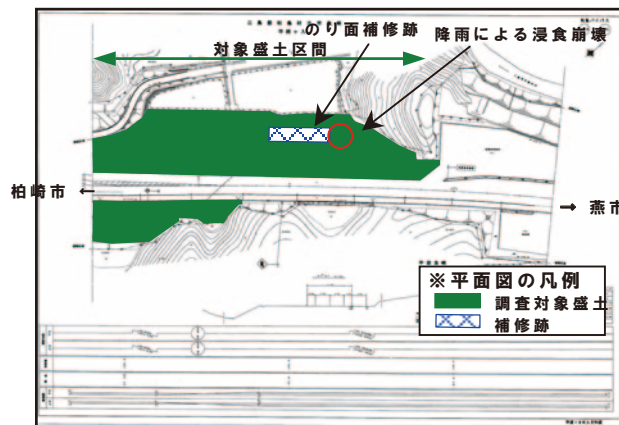


図-8.2.7 調査箇所平面図（国道 116 号 長岡市島崎）

(4) 県道73号 柏崎市堀（路面沈下）

盛土高2m程度の平地部の低盛土において、2車線中1車線及び歩道が数10mにわたり、路面が規則的な波状に変形した事例である。車道脇の側溝は20cm程度沈下していた。また車道脇の平地では、下水道管路の埋戻し部の液状化によると考えられる地表面の沈下が見られた。道路周辺は水田となっており、当地は沈下対策として地盤改良がなされたとの報告もある。

路面の変状は、基礎地盤の液状化によって路面、歩道および側溝が沈下したことにより生じたものと考えられる。調査時点では、路面は舗装打ち換えによる応急復旧がなされていた。



(a) 側溝の沈下



(b) 歩道の変状状況



(c) 車道脇の平地部

写真-8.2.4 調査箇所の状況（県道73号 柏崎市堀）

(5) 国道8号沿い市道 柏崎市笠島（盛土のり面崩壊）

国道8号102.3kp沿いの市道の片切片盛土において、路面全体を含む盛土のすべり崩壊が生じた。当該盛土は、盛土延長10m程度、盛土高20m程度の片切片盛土であり、のり尻にはふとん籠が3段設置されている。すべり面端部は盛土のり尻のふとん籠の上部に現れており、のり尻のふとん籠は1m程度はらみ出ししているものの、崩壊はしていない。また隣接する国道8号ののり面の補強土壁、被災区間に隣接する擁壁には変

状は認められなかった。

国道8号及び国道8号を挟んだ道路反対側の平地部は沢埋め盛土となっている。また国道8号と平行に北陸自動車道が通っており、そこからの路面排水を横断暗渠にて当該盛土ののり先まで流下させている。

盛土材料は粘土分を多量に含んでおり、含水比は相当高いようであった。被害の原因として、盛土は集水地形に立地しているため、盛土背面からの表面水などが浸透し、盛土内が湿潤していたことが、可能性として考えられる。



(a) 路面崩落状況



(b) 盛土のり面変状状況

写真-8.2.5 調査箇所の状況

8.2.4 道路土工の被害のまとめ

直轄国道の道路盛土の被災状況を把握するため、国道8号（長岡市～柏崎市）及び国道116号（燕市～柏崎市）について、盛土高10m程度以上の比較的大きな盛土区間を抽出し、合計14箇所について現地踏査を実施した。また、道路盛土の特徴的な被害が報告されていた県道、市町村道についても調査を行った。結果をまとめると以下のとおりである。

- ①直轄国道において道路盛土に生じた被害は、路面の亀裂・段差、及び、盛土のり肩の陥没であり、道路交通に大きな支障を与える盛土崩壊は生じなかった（ただし、国道8号長岡市大積地先を含む2箇所では、斜面崩壊により全面通行止め措置がとられた）。路面の亀裂・段差は地震後直ちに応急措置が講じられ、道路交通への影響は早期に解消されていた。
- ②被災のパターンは、盛土の変形に伴う縦断亀裂・段差、切り盛り境での横断亀裂・段差、カルバート上部での横断亀裂・段差、盛土のり肩の液状化に伴うのり肩の陥没等であり、既往地震で見られた被害と同様の傾向であった（ただし、今回の調査においては橋梁への取付盛土の被害は対象としていない）。
- ③現地調査を行なった14箇所の盛土のうち8箇所で何等かの被害が認められ、6箇所では何等変状は認められなかった。盛土の形状と被害箇所数を整理すると以下の通りである。
- ・片切片盛土の被害3箇所（縦横断亀裂）
 - ・片盛土の被害2箇所（のり肩の液状化に伴うのり肩の陥没1箇所を含む）
 - ・沢埋め盛土の被害2箇所（縦横断亀裂）
 - ・平地盛土の被害1箇所（縦横断亀裂）
- ④現地調査で確認された路面の亀裂には、常時の補修箇所が地震により再度開口した箇所も散見された。こうした箇所では、常時の降雨等による盛土の変形が地震により助長されたものと考えられる。
- ⑤2004年新潟県中越地震に比べて道路盛土の被害が大きくなかった背景には、盛土区間に作用した地震動強度の大きさ、事前降雨による盛土の湿潤状況、等が関与していると推測される。ただし、これらの因果関係を明らかにするためには、地震観測記録や降雨データについて今後の分析が必要である。
- ⑥2007年能登半島地震においては、能登有料道路で沢埋め盛土の流動性崩壊が注目された。今回現地調査を行なった沢埋め盛土では、のり尻付近が湿潤して路面に亀裂が見られた箇所が散見された（上記③参照）が、いずれも崩壊に至るほどの被害とはならなかった。この背景には、盛土の規模・のり面勾配・盛土材料・締固め状況、排水施設の設置状況、基礎地盤や地山とのなじみ、等の諸条件が関与していると推測される。沢埋め盛土については、流動性崩壊を生じる可能性のある箇所を絞り込むための耐震診断法と効果的な対策工について、引続き詳細な検討が必要である。

8.3 道路斜面の被害

8.3.1 概要

中越沖地震によって発生した規模の大きい斜面災害は主に海岸沿いに集中した(図-8.3.1)。内陸部では国道8号を寸断した長岡市大積地すべりが今回の地震によって発生した大規模な地すべりである。この件に関して地すべり発生後、7月17日に国土交通省の要請により土木研究所雪崩・地すべり研究センターから職員を派遣し、技術指導を行った(写真-8.3.1)。一方、海岸沿いでは、柏崎市観音岬の北部の急斜面で発生した一連の崩壊(大崎崩壊)によって、国道352号の数箇所で大量の土砂堆積がみられた。また、上越市長浜では、2箇所で岩盤崩壊が発生し、国道8号を通行止めにした。この他、通行止めには至らなかったものの、小規模な災害はいくつか発生している。

ここでは、長岡市大積千本町地内で発生した大積地すべりおよび柏崎市大崎の急斜面内で発生した一連の斜面崩壊について、そのメカニズムや2004年中越地震時に発生した地すべりとの比較結果を中心に報告するとともに、上越市長



写真-8.3.1 雪崩・地すべり研究センターによる技術指導

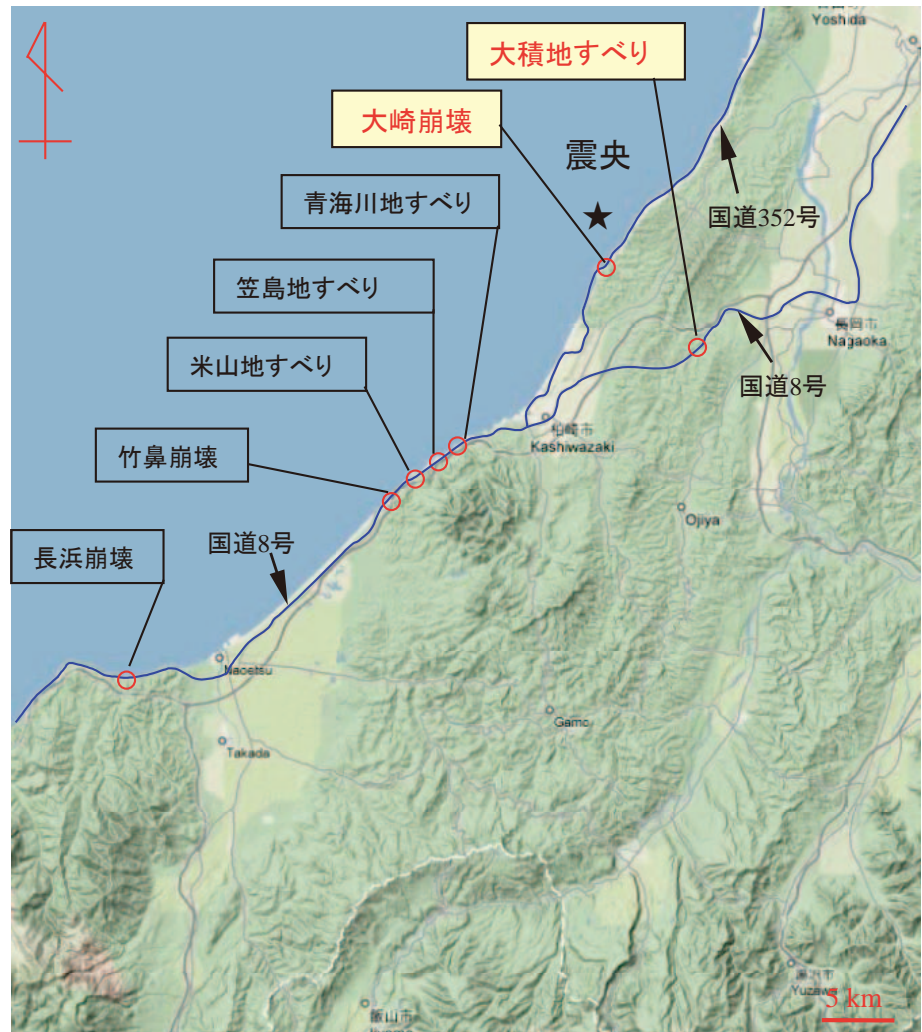


図-8.3.1 中越沖地震によって発生した主な斜面災害

浜で発生した岩盤崩壊、また小規模災害の例として国道8号竹鼻崩壊の概要を報告する。

8.3.2 道路斜面の被害事例

(1) 大積地すべり

本地すべり地は、長岡市の市街地より西に約12km離れた柏崎市との市境に近い大積千本町地内に位置（図-8.3.2）し、中越沖地震本震の震央より南東に約20km離れている。地すべり斜面は信濃川水系黒川の左岸側にあり、その下部を国道8号が南西から北東に通っている。

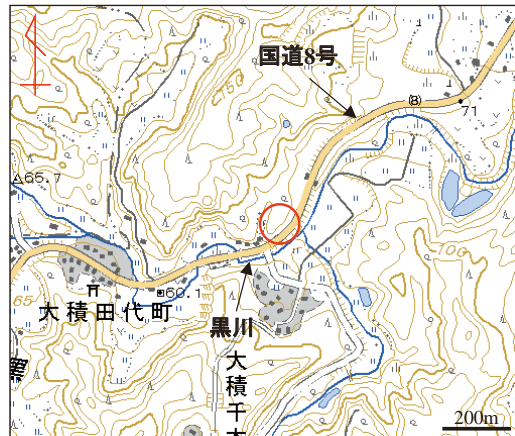


図-8.3.2 大積地すべりの位置
(電子国土より)

1) 被災状況

地すべりによって、国道8号の延長約90mにわたり路面が落差約6mに崩落するとともに、地すべりの崩積土が道路に堆積した。これに伴い道路下部の路肩地山、擁壁および護岸工が黒川の対岸まで押し出され、延長約40mの区間で河道を閉塞した。それによって黒川の上流側及び支流で湛水（写真-8.3.2、8.3.5）したが7月17日の12:00までに、河道開削により仮通水路を確保した。本地すべりによる国道8号周辺の被災状況を、写真-8.3.3～8.3.8に示した。



写真-8.3.2 被災直後の大積地すべり



写真-8.3.3 東ブロック界



写真-8.3.4 西ブロック界

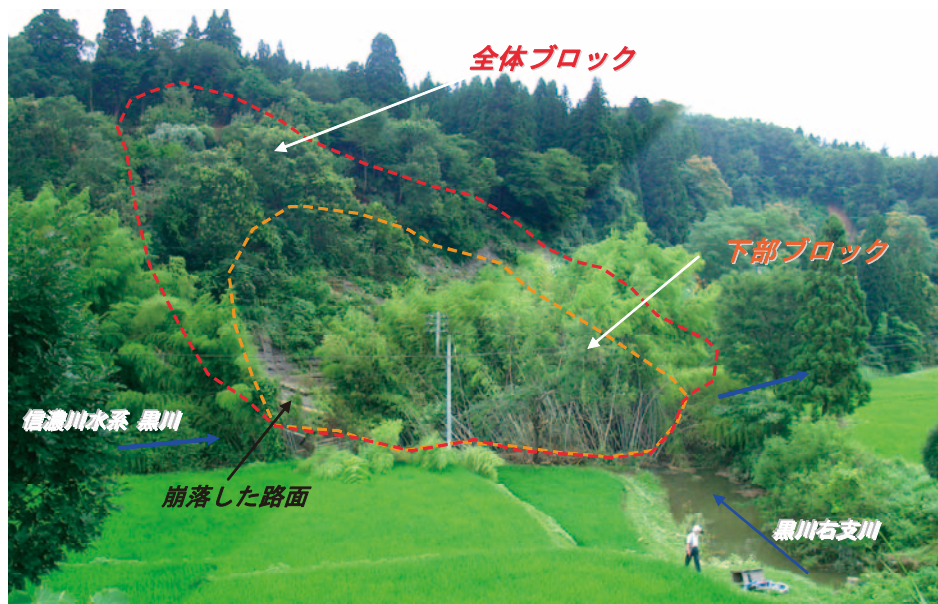


写真-8.3.5 大積地すべりによる河道閉塞状況
(路肩より下部の竹林が滑動した)



写真-8.3.6 黒川の湛水状況



写真-8.3.7 路肩擁壁の変状



写真-8.3.8 大積地すべりの全景：ブロック界と滑動状況

写真に示したとおり、ブロック界付近からブロックの内部にかけて道路が激しく破壊された。また、末端部付近では路肩擁壁が大きく変形した（写真-8.3.7）。

地すべりによるブロック界と滑動状況を写真-8.3.8に示した。なお、地すべり発生前の当地区の空中写真を写真-8.3.9に示した。



写真-8.3.9 地すべり発生前の空中写真（Google より）

2) 斜面周辺の地形・地質

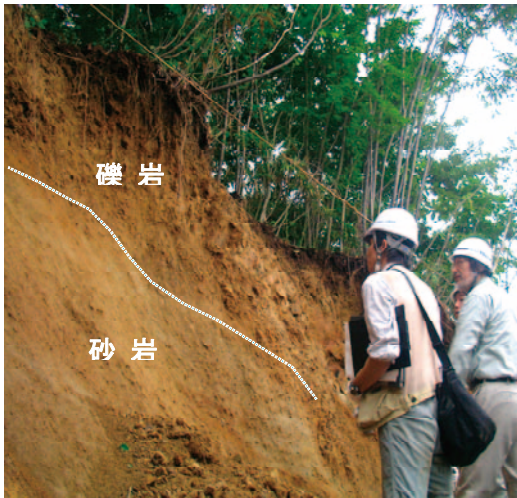


写真-8.3.10 滑落崖の地質状況



写真-8.3.11 地すべり斜面整形後に現れた砂岩・シルト岩の互層



写真-8.3.12 地すべりブロック末端部に観察された未風化シルト岩

本地すべり地は、南西－北東方向に伸びる標高100～150mのカマボコ型尾根地形の南東斜面にあたり、平面的に凸地形を呈している。地すべりが発生した南東向きの斜面は勾配が 10° ～ 20° と緩やかであるのに対し、その反対側の北西向き斜面は勾配が 30° ～ 40° の急斜面となっている。当地域の地層は南向きに傾斜していることから、地すべり発生斜面はケスタ地形の一部と考えられる。国道8号は南東側斜面に沿った線形となっており、地すべりが発生した区間では高さ約10mの切土法面となっていた。

一方、空中写真判読によると、地すべりが発生した斜面の背後には緩やかな斜面があり、その両側に沢地形がみられ、頭部付近には滑落地形や陥没帯、分離小丘等が存在し、大規模な既存地すべり地形が考えられる。すなわち今回滑動した地すべりは、過去に発生した大規模地すべりの一部（末端部）が再滑動したと推定される（図-8.3.5）。

本地域の地質は主に第四紀の灰爪層からなり、その上位には魚沼層が分布する。灰爪層は中越地震で地すべりが多く見られた白岩層に相当し、泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなる（写真-8.3.11）。当該箇所周辺の露頭の観察結果を以下のとおりまとめる。

全体および下部ブロック滑落崖：強風化礫岩・砂岩・シルト岩互層（褐色・軟質）、走向・傾斜： $N45E/20^{\circ}S$ （写真-8.3.10）

地すべり末端部：暗灰色を呈す硬質なシルト岩、走向・傾斜： $N10E/5^{\circ}S$ （写真-8.3.12）

道路舗装面下位：風化シルト岩（褐色・軟質）、走向・傾斜（不明）

確認した露頭状況と地質図¹⁾から、基盤地質は第四紀の砂岩・シルト岩の互層と考えられる。地質構造は南東傾斜であり、斜面傾斜の方位と同じ、概ね流れ盤構造である（写真-8.3.11）。なお、末端部で地層の傾斜が緩くなっている。また、末端部の河床付近の岩盤が新鮮で硬質（写真-8.3.12）

であるのに対し、滑落崖で確認される岩盤は風化が進行し、ハンマーの打撃で土砂化する程度に脆弱化している。これらのことから、本地すべりの移動体は強風化により褐色化した砂岩・シルト岩の互層からなると判断され、地すべり発生後のボーリング調査で、これを確認している。

3) 地すべり挙動および機構

今回の地すべりによって上部に明瞭な滑落崖（写真-8.3.8、8.3.10および図-8.3.13）、中腹部では滑落崖やその前面に陥没帯（写真-8.3.14）を形成し、移動土塊によって末端部では黒川をせき止めた



写真-8.3.13 頭部滑落崖の規模は、幅約60m、奥行き約60mで、斜面傾斜は約20°である。

全体ブロックの頭部ブロック界は連続する滑落崖からなり、最大落差は約6mである（写真-8.3.13）。全体ブロックの西側ブロック界は滑落崖の西側端部よりその下方の路面亀裂（段差を伴わない開口亀裂、幅30cm）であり、下部ブロックとブロック界を共有している。全体ブロックの東側ブ

塊によって末端部では黒川をせき止めた（写真-8.3.5、8.3.15）。地すべりブロックの滑落崖、陥没帯などの分布から全体ブロックと下部ブロックに分けられる（写真-8.3.8、図-8.3.3）。全体ブロックの規模は、幅約90m、奥行き約90mで、斜面傾斜は約20°である。下部ブロックは全体ブロック滑落崖の南西約20mに位置し、規模の小さい滑落崖とその東側に落差約5mの陥没帯を伴う（写真-8.3.14）。下部ブロッ



写真-8.3.14 地すべりブロック中部の陥没帯（長岡国道事務所（2007）による）



写真-8.3.15 末端部の黒川への押し出し状況（竹木の伐採後）

ロック界は、滑落崖の東側端部から連続する路面亀裂（段差を伴わない開口亀裂、幅20cm）である。全体ブロックの末端は、中心部で下部ブロックの末端部と重なり。傾倒した竹林の状況や、黒川の右岸側に隆起などが認められないことなどから、黒川の左岸河床付近

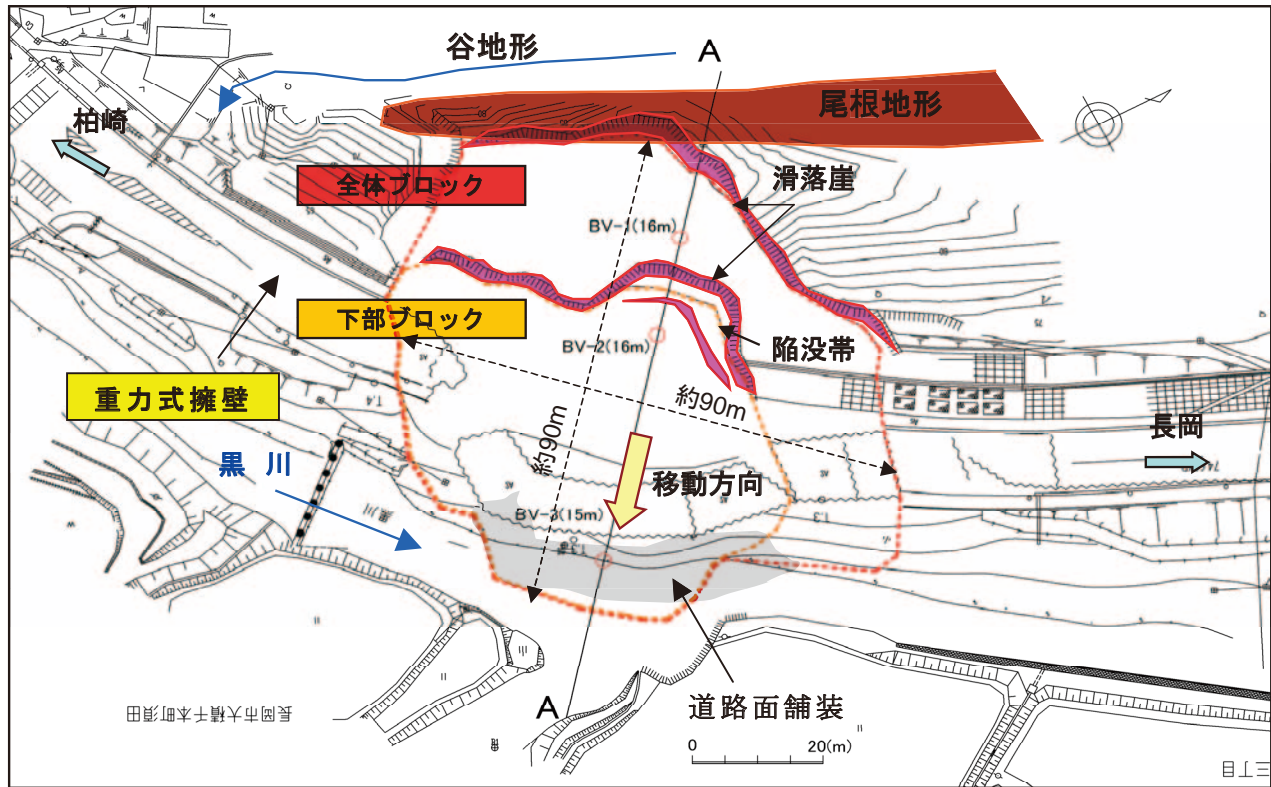


図-8.3.3 大積地すべりの平面図(長岡国道事務所提供図面に加筆)

と考えられる(図-8.3.3)。

全体ブロックの西側部は、移動量が小さく、黒川河床に移動土塊が押し出されていない。この付近は、地すべり末端の地形が凸状で土塊量が多い上に、比較的規模の大きい道路のり面重力式擁壁工が設置されているため、地すべり滑動力の抵抗体となった可能性がある。現地状況から、全体ブロックの滑落崖が道路と概ね平行し(図-8.3.3)、地すべり末端の竹林が国道と直交方向に川側へ傾いていることが確認できる(写真-8.3.15)。これにより、地すべりの移動方向は図-8.3.3に示したとおりと考えられる。被災前後の国道の比較から、地すべりの最大移動量は17mと推定される(図-8.3.4)。

地すべり発生後、長岡国道事務所により、地震直後応急対策のためA-A'測線上3地点、その後の本復旧では6地点でボーリング調査が実施された。その結果から、当地すべりの既存すべり面は図-8.3.4に示したように考えられている。それは風化岩とその下位の新鮮岩の境界付近になる。なお、下部ブロックと全体ブロックのすべり面は共有されている。すべり面の勾配は 18° 、深さは10m程度で、すべり末端は黒川河床左岸まで達していると考えられている。

本地すべりは震源より約20km離れている、灰爪層と魚沼層群の中で発生した代表的な地すべりである。地すべり発生誘因は地震による揺れであるが、大積地すべりは、いくつかの特徴ある地形・地質的な素因が指摘できる。現地調査やボーリング調査から、移動土塊は強風化砂岩シルト岩からなり、その厚さは10m程度である。これらの構成物は強風化により極めて脆弱化していたと推定できる。また、斜面は概ね流れ盤構造を呈し、すべりはほぼ層理面沿いに発生した。また、地形的に地すべり発生

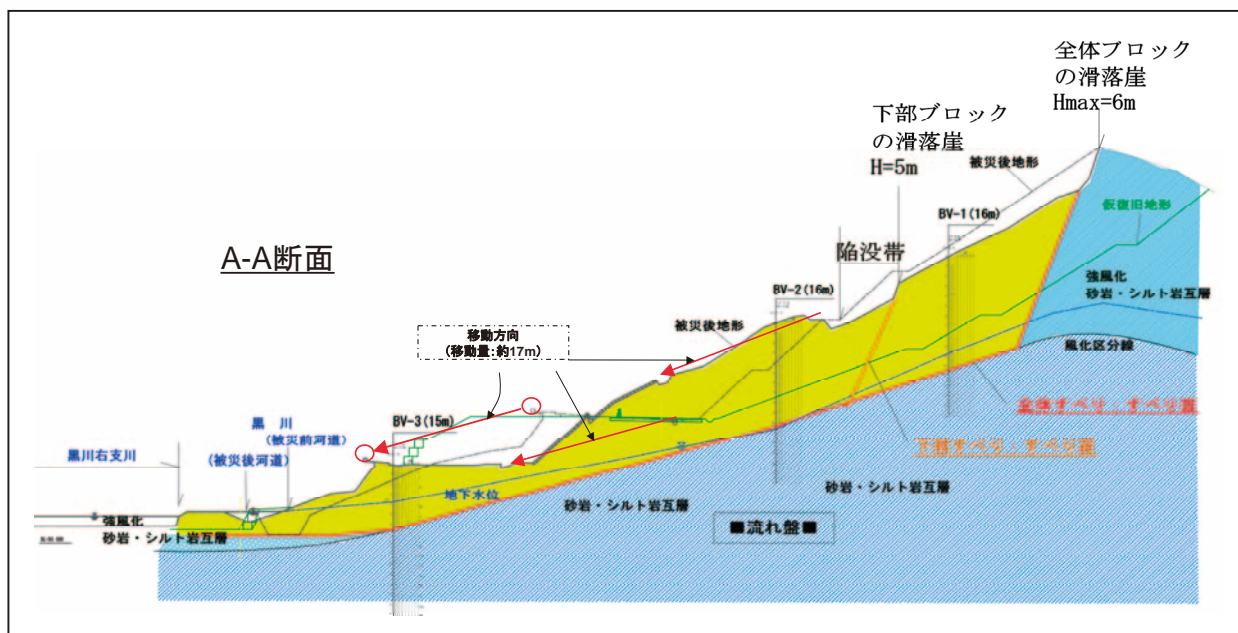


図-8.3.4 大積地すべりの A-A' 断面図(長岡国道事務所提供図面に加筆)

前の斜面は凸型を呈し、外力に対し開放しやすい形態であった。黒川によって侵食され地すべり斜面の末端部は開放されていた。これらの地形・地質的な条件は、中越地震によって発生した代表的な地すべりと共通するものである。

4) 応急対策

地すべり発生後、長岡国道事務所は応急対策として①地すべり土塊で閉塞された黒川の開削、②地すべり斜面の緊急現地調査並びに調査ボーリングの着手（1 測線 3 地点）、③それらにもとづく応急復旧計画の策定を行い、④崩土頭部の排土工及び路肩の盛土工による応急復旧道路の建設を提案した。

一方、土木研究所雪崩・地すべり研究センターでは、地すべり発生直後の現場調査時に、以下の技術助言を行った。

- ①地表面現象や露頭観察だけでは、すべり面の位置・形状、発生機構等が確認できないため、早急に地形測量、ボーリングの結果をとりまとめ、機構解析をすべき。
- ②排土工を基本とする対策計画は、概ね以下の点を考慮し妥当な対策と考える。
 - 1)斜面規模が大きくなり、地すべり頭部が稜線付近に達しているため、排土により新たに地すべりを誘発する可能性が低い。
 - 2)頭部排土工により十分な抑制効果が期待できる。
 - 3)過剰な地下水が存在している可能性が低いいため、地下水排除工の必要性は少ない。
 - 4)崩落した路肩の復旧に排土工の残土を活用できる。
 - 5)現場条件において排土作業は施工性が良く、対策の緊急性に適合している。
- ③ただし、排土工はすべり面形状によって規模、形状等が変化するので、前述のとおりボーリング調査等による機構解析を行うことを条件に、復旧案を了承する。

これを受け長岡国道事務所により、ボーリング調査が完了した 7 月 19 日に再度現地調査し、地すべり機構と排土による斜面对策工法を確認した。その後、24 時間体

制により排土工及び路面形成の応急復旧工事が行われ、一週間後の7月23日9時に2車線が開通した。

5) 地震時に再滑動した地すべりのメカニズム

今回の地震によって発生した道路斜面災害は主に海岸沿いに集中し、緩傾斜地における地すべりよりも急傾斜地における崩壊が多数発生した。比較的内陸部で発生した大積地すべりは数少ない再滑動型地すべりのなかで規模が最も大きく、代表的なものである。今回の地震の震源は大崎沖の海底にあり、その深さは10km程度である。今回

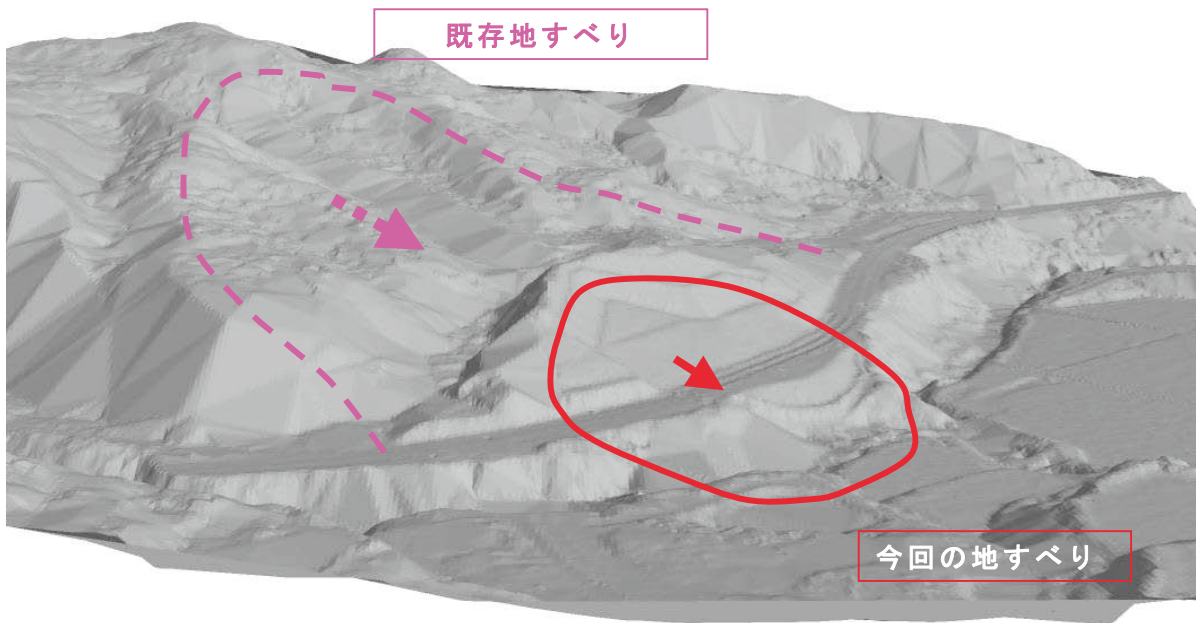


図-8.3.5 大積地すべり地及びその背後斜面の鳥瞰図（7月24日計測 DEM データによる）

の地震を起こした活断層は北東方向に伸び、陸側に傾斜することや、海岸沿いに海岸段丘や急斜面が多く分布することから、斜面災害は海岸沿いに集中したと考えられる。

また、大積地すべりは、雪崩・地すべり研究センターの重点研究「地震時における地すべり土塊の再滑動に関する研究」で検討している典型的な事例であり、自主研究としてレーザープロファイラー計測による高密度な地形情報を用い地形解析を実施した（図-8.3.5）。

今回滑った斜面の背後は、勾配が緩やかで、両サイドに沢地形が存在し、上部には滑落崖や平坦地があり、既存の大規模な地すべり地形と判読される。

今回の地震によっ

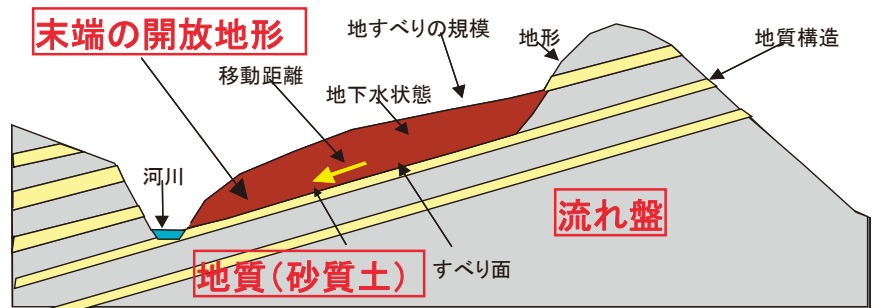


図-8.3.6 中越地震によって発生した芋川流域の地すべりの模式図（大積地すべりもこのモデルに当てはまる）

て発生した大積地すべりの特徴は、①流れ盤構造で、②砂岩シルト岩互層の風化岩からなる地質構成であり、③地形的に凸型斜面の末端部の開放などが指摘できる。これは、中越地震によって発生した規模の大きな再滑動した既存地すべり（図-8.3.6）と地形・地質的な特徴がよく一致している。

今回の地震の規模、深度及び発生機構は2004年に発生した中越地震に非常に類似している。また、既存地すべり地が集中する地域で地震による斜面崩壊や地すべりの発生機構も似ている。しかし、中越地震によって発生した地すべりの箇所数及び規模は今回の地震によるものよりはるかに多い。また、地すべりの規模も今回の地震によるものより格段に大きいという特徴がある（表-8.3.1）。これは、震源からの距離、地震動、地震発生前の降雨量などによる可能性があると考えられる。

表-8.3.1 中越地震による代表的な地すべりと大積地すべり

名称	土砂量 (万m ³)	長(m)	幅(m)	最大厚 (m)	移動 距離 (m)	斜面 勾配 (度)	地質構成	地質構造	既存すべり面 との関係
塩谷神沢川	750	650	450	80	100	15~20	砂岩泥岩互層	流れ盤	深い
田麦山小高	180	350	270	20	50	15~20	砂質泥岩	流れ盤	浅い
小栗山	150	400	170	22	30	15~20	砂岩泥岩互層	流れ盤	浅い
東竹沢	130	350	250	30	60	18~22	砂質泥岩及び 砂岩泥岩互層	流れ盤	同じ
寺野	100	360	170	25	50	18~22	砂岩泥岩互層	流れ盤	同じ
峠塩谷川	90	250	190	18	30	25~30	砂質泥岩	受け盤	浅い
芋川沢	43	180	150	16	40	15~18	砂岩	流れ盤	浅い
峠南	40	200	100	20	40	15~20	泥岩	流れ盤	浅い
尼谷地	35	250	150	18	40	15~20	塊状泥岩	流れ盤	同じ
塩谷南	23	150	100	15	30	15~20	シルト・砂及び礫	流れ盤	同じ
大積	4	90	90	10	17	10~20	砂岩・泥岩互層	流れ盤	浅い

今後は、これらの地震によって発生した地すべり、特に既存地すべり内で発生した再滑動型地すべりに対し、地震動、地形、地質の詳細な検討を行い、地震による地すべり発生危険度評価の手法を提案したい。

(2) 国道352号大崎崩壊

本崩壊地は、柏崎市椎谷～大崎地内に位置し、観音岬の両側、北西向き斜面にあたる（図-8.3.7）。本地区は柏崎市の市街地より北東に約15km離れ、震央より南に約9kmの地点である。崩壊した斜面は、海岸沿いに走る国道352号の南東側にあり、崩壊した土砂の堆積及び道路路肩の変状によって国道が被



図-8.3.7 被災位置図

災した。

1) 被災状況

該当斜面は国道の山側の北向き斜面（一部はのり面）であり、平均高さ約70m、平均勾配が40°の急斜面である。写真-8.3.16に示したように、道路延長約100mの区間で、国道より上方の斜面や下方斜面で数箇所の崩壊が発生し、上方斜面からの崩壊土砂によって3箇所で国道が埋塞された（写真-8.3.17）。

国道より上方の斜面崩壊は道路路盤高より30m～60m上方で発生し、それぞれ幅10m～15m、長さ10m～20mと推定される。このうち3箇所の崩壊土砂は道路まで到達し堆積し、通行を遮断した。また2箇所の崩壊土砂は斜面中腹で堆積し、不安定な状態となっている。崩壊した土砂は、風化した砂質凝灰岩で、最大径は約3mに及ぶ巨礫が混じる土砂である（写真-8.3.19）。

国道より下方の斜面崩壊は、幅約30m、長さ約20mと推定され、国道路肩を頭部として発生している。崩壊土砂は海岸線まで到達せず、斜面中腹に堆積している。また、これより北側の路面には、最大高約0.8m、延長約60mの段差を伴った亀裂が発生している。被災状況を写真-8.3.16～8.3.22に示す。

一方、当該区間は、従前より脆弱な地盤で、斜面对策工（モルタル吹付工、法枠工の法面保護工、落石防護網、落石防護柵などの落石防護工）が施工され、この区間では、一部海岸沿いに擁壁工による海岸侵食対策がなされている。

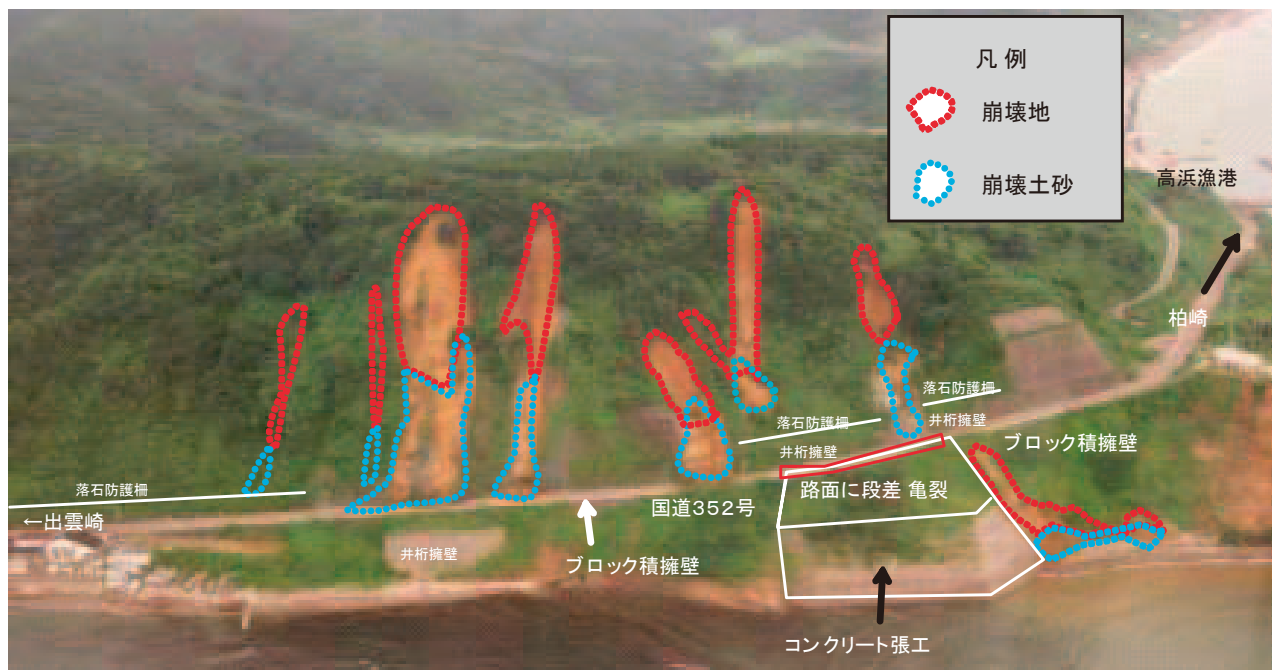


写真-8.3.16 大崎崩壊の斜面全景



写真-8.3.17 崩壊による国道の被災状況



写真-8.3.18 斜面崩壊頭部付近（柏崎地域振興局（2007）による）



写真-8.3.19 斜面崩壊と国道に到達した巨石（ $\phi=3\text{m}$ ）



写真-8.3.20 道路に堆積した土砂



写真-8.3.21 国道路面の段差亀裂



写真-8.3.22 国道に堆積した崩積土

2) 地形特性

当地区は観音岬から椎谷観音堂までの延長約 500m にあり、小規模な凹凸があるものの大局的には凸状尾根地形である。崩壊が集中する国道より上方の斜面は、比高差 50～100m、斜面勾配 45° ～ 60° の急崖地形で、日本海に面した海食崖である。これよりの上部の標高 100m 付近には平坦地形が広がっている（図-8.3.8）。一方、国道より下方の斜面は、海水面までの比高差が 20～40m、斜面勾配 45° ～ 50° の急崖地形で、同じく海食性の地形である。地形及び植生状況から、本地区における国道沿いの急斜面ではたびたび表層崩壊があったと推定される。

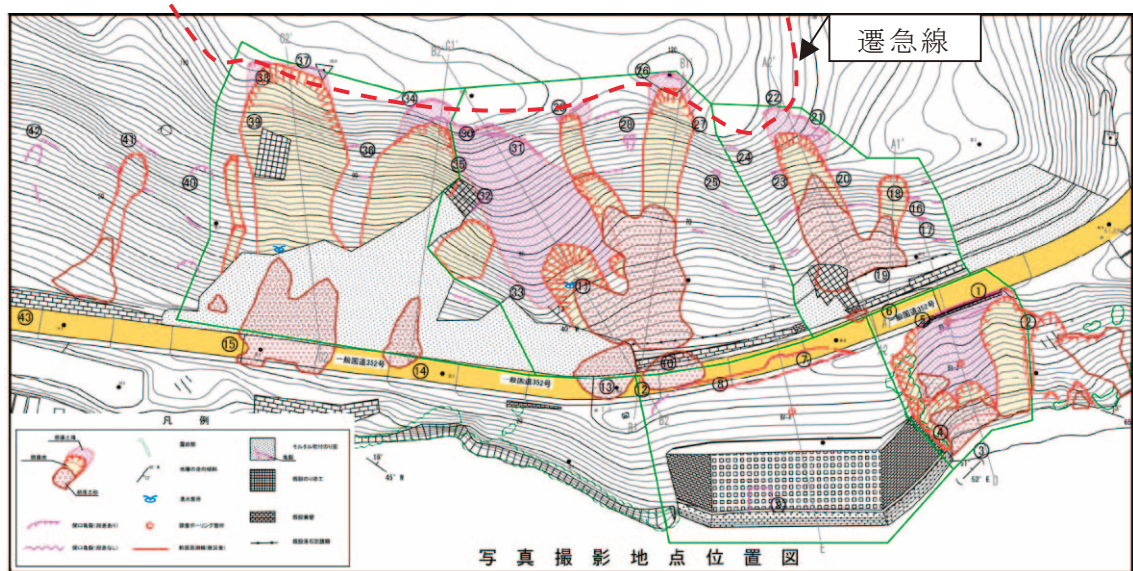


図-8.3.8 被災位置周辺の地形（柏崎地域振興局（2007）に加筆）

3) 地質特性

当地区の基盤地質は新第三紀中新統の椎谷層を主体として構成されている。崩壊面や崖面に露出する岩相は、砂岩優勢の凝灰質砂岩・凝灰質泥岩の互層である（写真-8.3.23）。物性は風化度によってかなり異なるが、国道より上方斜面で崩壊した箇所では褐色状に風化し、脆弱化が進んでいる（写真-8.3.24）。地質構造的には南に緩く傾斜しており、崩壊した斜面に対して受け盤構造をなす。被覆層としては、小規模な段丘堆積物と崖錐堆積物であるが、今回の崩落した崩積土もこれらに含まれる。



写真-8.3.23 観音岬の砂岩・泥岩互層



写真-8.3.24 崩壊斜面の凝灰質砂岩の露頭

4) 斜面崩壊機構

当該地区は平均勾配 40°の海食性の急崖地形であり、崩壊等の土砂移動の履歴を有していることから、被覆層は薄く表層付近まで岩盤が分布する斜面と考えられる。一方、標高 100~110m 付近にある遷急線（平坦斜面と急崖との境界）付近には、地形から考えて比較的厚い風化層が水平に分布している可能性が高い。一方、海側の路肩付近は、道路改良時に盛土されている可能性が高く、斜面と比較すると岩盤上に多量の

土砂が存在する状態にあったといえる。

すなわち、今回の崩壊は、遷急線付近（図-8.3.8）の風化岩や道路路肩の盛土など、周辺と比較して脆弱な地盤が、地震動によって不安定化し、崩壊に至ったと考えられる。また、ほとんどは表層崩壊であったため、崩積土量が小さく、一部の崩積土は斜面途中で堆積した（図-8.3.9）。

5) 技術指導

現地調査の結果を受け、調査手法と対策工法に関する技術的な助言を行った。

- ①現地調査中にも落石があり、今後の余震、降雨等により崩壊の拡大が予想される。また、崩壊箇所には大きな岩塊が不安定に残存しているが、一般の方が立ち入っていた。このため、通行止め等の安全管理を徹底する。現地調査において安全に十分留意し、余震の危険があるうちは崩壊箇所周辺への立ち入りは規制すること。
- ②早急に現地調査を実施し、特に崩壊地の上部及び斜面頭部の亀裂の有無などを調査し、崩壊の拡大の可能性を確認すべきである。
- ③安全かつ正確に地形形状を早急に把握するために、レーザープロファイラーを用いた計測も効果的である。
- ④対策は崩壊箇所の整形工、法面保護工が主体となると考えられるが、大規模な工事となる可能性があるためトンネル工やロックシェッド工等も比較検討する必要がある。

これを受けて、大崎地区は新潟県による調査結果に基づき抜本的な復旧対策計画が策定され、後日、復旧対策計画を確認した。

(3) 長浜岩盤崩壊（国道8号、上越市長浜）

上越市長浜の国道8号斜面において泥岩の岩盤が層理面に沿って2箇所では崩壊し、落石防護擁壁が倒壊した（図-8.3.10、写真-8.3.25、写真-8.3.26）。崩壊土量は、斜面A（新潟側）が約500m³、斜面B（富山側）が約2000m³である。調査時は片側交互通行に規制されていた。斜面には泥岩が露出し、流れ盤となっている（図-8.3.11）。地質は第三紀中新世の能生谷層である。

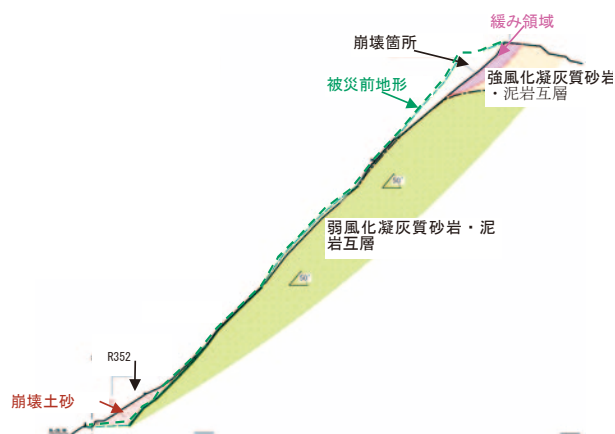


図-8.3.9 崩壊機構の模式図

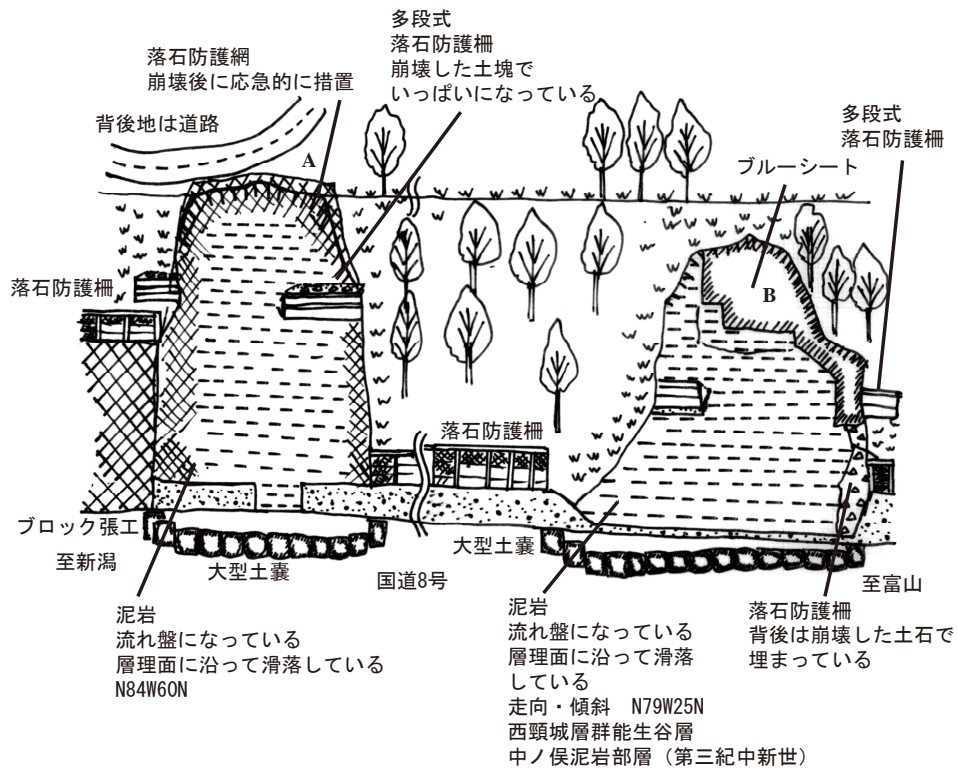


図-8.3.10 上越市長浜（国道8号）の岩盤崩壊のスケッチ図
左側が斜面A、右側が斜面B



写真-8.3.25 上越市長浜（国道8号）の岩盤崩壊（斜面B）の全景



写真-8.3.26 岩盤崩壊箇所（斜面 B）末端部の状況

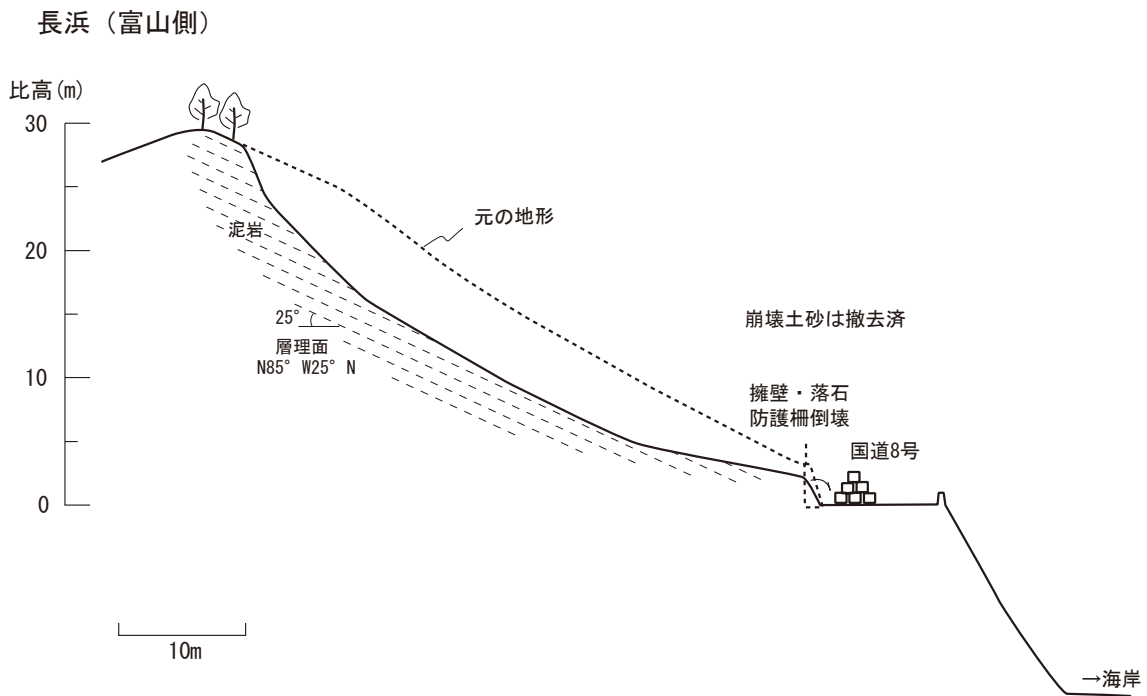


図-8.3.11 岩盤崩壊箇所（斜面 B）断面図

(4) 表層崩壊による被災を免れた事例（国道 8 号、上越市柿崎区竹鼻）

上越市柿崎区の国道 8 号沿いの斜面で発生した小規模な表層崩壊である。落石防護柵と斜面との間には擁壁等によるポケットは無いものの、斜面と柵との間に崩壊土砂が貯まり道路への流出を免れた。また一時的にベニヤ板を柵内に挟み、崩土道路への二次流出を抑えていた(図-8.3.12、図-8.3.13)。地質は第三紀鮮新世前期の西山層と対比される竹ヶ鼻層である。

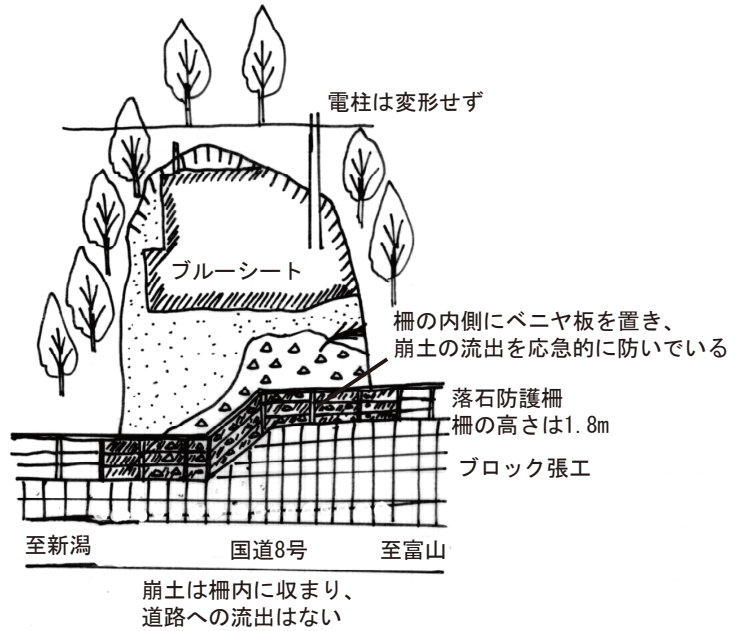


図-8.3.12 上越市竹鼻（国道 8 号）の表層崩壊の写真およびスケッチ図

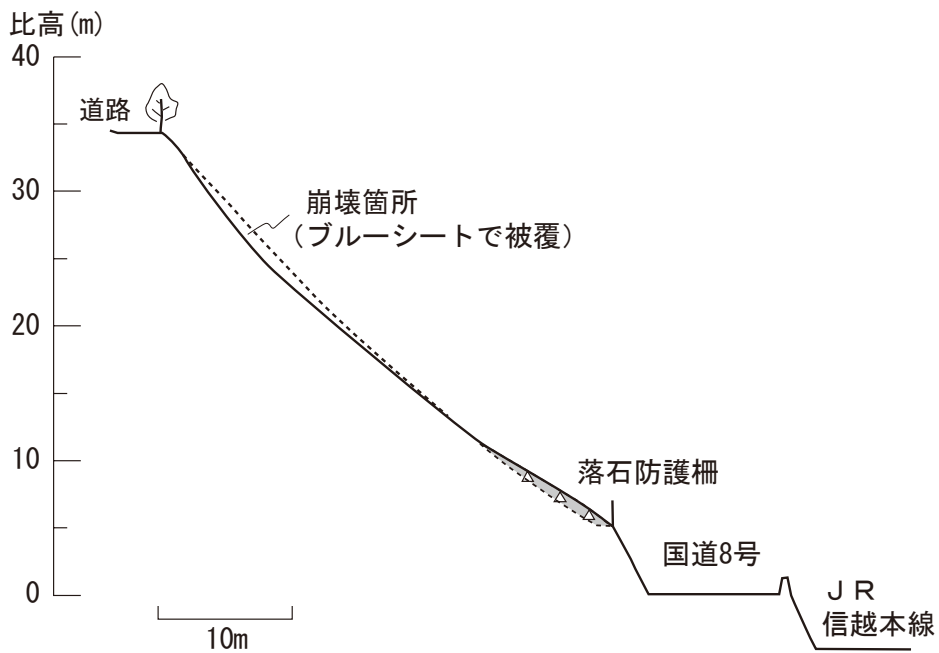


図-8.3.13 上越市竹鼻（国道 8 号）の表層崩壊の断面図

8.3.3 道路斜面災害のまとめ

地震発生後、土木研究所雪崩・地すべり研究センターは国土交通省北陸地方整備局および新潟県の要請により、7月17日から大積地すべり及び大崎崩壊の復旧対策のため現地調査を実施し、前者に対し応急復旧工事の方針に対する助言と、後者に対しては調査手法と対策工法に関する指示を行った。さらに、地震時の地すべり土塊の再滑動したメカニズムを中越地震における事例と対比した。その結果、大積地すべりは流れ盤構造の上シルト系互層に属する既存の大規模な地すべりの末端部が地震時に再滑動したものと考えられ、その発生機構が中越地震による代表的な再滑動型地すべりと一致すると考察した。

また、土木研究所地質チームは7月19日から21日にかけて、上記の災害箇所に加え、上越市長浜の岩盤崩壊をはじめとする国道斜面災害箇所について自主調査を実施した。その結果、斜面災害はいずれも新第三紀～第四紀更新統の丘陵で発生していること、長浜の岩盤崩壊は層理面に沿った流れ盤で発生していたことを確認した。

8.4 まとめ

土木研究所では、北陸地方整備局の要請により7月17日に国道8号長岡市大積地区、国道352号柏崎市椎谷～大崎地区の現地調査を行った。また、7月19日～20日に、直轄国道の道路盛土の被災状況を把握するため国道8号（長岡市～柏崎市）及び国道116号（燕市～柏崎市）の盛土区間について自主調査を実施した。さらに、7月19日～21日に、道路斜面災害の状況および既設対策工の効果の確認を目的に、国道8号（長岡市～上越市）、国道352号（観音岬周辺）の道路斜面について自主調査を実施した。

今回の地震による道路土工・斜面の被災状況を整理すると以下のとおりである。

(1) 道路土工

直轄国道の道路盛土の被災状況を把握するため、国道8号（長岡市～柏崎市）及び国道116号（燕市～柏崎市）について、盛土高10m程度以上の比較的大きな盛土区間を抽出し、合計14箇所について現地踏査を実施した。また、県道、市町村道についても道路盛土の特徴的な被害がみられた箇所の調査を行った。結果をまとめると以下のとおりである。

- ①直轄国道において道路盛土に生じた被害は、路面の亀裂・段差、及び、盛土のり肩の陥没であり、道路交通に大きな支障を与える盛土崩壊は生じなかった（ただし、国道8号長岡市大積地先を含む2箇所では、斜面崩壊により全面通行止め措置がとられた）。路面の亀裂・段差は地震後直ちに応急措置が講じられ、道路交通への影響は早期に解消されていた。
- ②被災のパターンは、盛土の変形に伴う縦断亀裂・段差、切り盛り境での横断亀裂・段差、カルバート上部での横断亀裂・段差、盛土のり尻の液状化に伴うのり肩の陥没等であり、既往地震で見られた被害と同様の傾向であった（ただし、今回の調査においては橋梁への取付盛土の被害は対象としていない）。
- ③現地調査で確認された路面の亀裂には、常時の補修箇所が地震により再度開口し

た箇所も散見された。こうした箇所では、常時の降雨等による盛土の変形が地震により助長されたものと考えられる。

- ④ 2004年新潟県中越地震に比べて道路盛土の被害が大きくなかった背景には、盛土区間に作用した地震動強度の大きさ、事前降雨による盛土の湿潤状況、等が関与していると推測される。ただし、これらの因果関係を明らかにするためには、地震観測記録や降雨データについて今後の分析が必要である。
- ⑤ 2007年能登半島地震においては、能登有料道路で沢埋め盛土の流動性崩壊が注目された。今回現地調査を行なった沢埋め盛土では、のり尻付近が湿潤して路面に亀裂が見られた箇所が散見された（上記③参照）が、いずれも崩壊に至るほどの被害とはならなかった。この背景には、盛土の規模・のり面勾配・盛土材料・締固め状況、排水施設の設置状況、基礎地盤や地山とのなじみ、等の諸条件が関与していると推測される。沢埋め盛土については、流動性崩壊を生じる可能性のある箇所を絞り込むための耐震診断法と効果的な対策工について、引続き詳細な検討が必要である。

(2) 道路斜面

地震発生後、土木研究所雪崩・地すべり研究センターは国土交通省北陸地方整備局および新潟県の要請により、7月17日から大積地すべり及び大崎崩壊の復旧対策のため現地調査を実施し、前者に対し応急復旧工事の方針に対する助言と、後者に対しては調査手法と対策工法に関する指示を行った。さらに、地震時の地すべり土塊の再滑動したメカニズムを中越地震における事例と対比した。その結果、大積地すべりは流れ盤構造の上シルト系互層に属する既存の大規模な地すべりの末端部が地震時に再滑動したものと考えられ、その発生機構が中越地震による代表的な再滑動型地すべりと一致すると考察した。

また、土木研究所地質チームは7月19日から21日にかけて、上記の災害箇所に加え、上越市長浜の岩盤崩壊をはじめとする国道斜面災害箇所について自主調査を実施した。その結果、斜面災害はいずれも新第三紀～第四紀更新統の丘陵で発生していること、長浜の岩盤崩壊は層理面に沿った流れ盤で発生していたことを確認した。

参考文献

- 1) 新潟県柏崎地域振興局：平成19年度道維管第1301-00-60-05号一般国道352号道路災害復旧工法検討業務委託（震災その1）報告書、2007.9
- 2) 長岡国道事務所：平成19年度一般国道8号大積千本震災復旧対策調査 その1作業報告書、2007.10
- 3) 新潟県：新潟県地質図（改訂版）20万分の1、1989