

平成16年新潟県中越地震における地すべり対策について

逢坂康之*

1 はじめに

平成16年10月23日17時56分に新潟県中越地方において、震源の深さ13km、M6.8（本震）の地震が発生し、川口町の震度7をはじめ、小千谷市、山古志村、小国町で震度6強、長岡市、十日町市、栃尾市のほか9町村で震度6弱を観測した。また本震以外にも直後の約1時間以内にM5以上の余震が7回発生し、全て震度5以上を観測した。

新潟県中越地震（以下「中越地震」）の特徴としては、市街地だけでなく中山間地においても甚大な被害が発生しており、マスメディアにも大々的に取り上げられた山古志村東竹沢地区、寺野地区等の「河道閉塞（天然ダム）」、またこれに伴う山古志村木籠集落の浸水被害が代表的なものである。他にも道路、学校などの公共施設をはじめ人家、倉庫、農地、養鱒池など住民にとっての直接的な生計の手立てである施設が甚大な被害を受け、住民が元の生活に戻るには大変な労力と時間を要している。

このような状況を踏まえ、国、県及び市町村では避難生活をできるだけ短縮し、かつ元のコミュニテ



位置図

* 新潟県新潟地域振興局地域整備部治水課主査
(元新潟県土木部砂防課地すべり係主任)

ィで生活が営まれるよう各種の施策を実施しており、中山間地における復旧・復興例として全国の模範となるよう尽力している。

本執筆では、中越地震における地すべり対策はもとより、中越地震の概況なども併せて紹介する。

なお市町村の表記については、市町村合併に伴い変わっているが、中越地震発生時としてある。

2 中越地震の概況について

2.1 被害状況

中越地震により、土砂災害、建物倒壊、ショック死、避難車両でのエコノミークラス症候群などが原因で59名が死亡、重傷・軽傷合わせ4,854名の人的被害があった。また家屋3,175棟が全壊するなど約10万棟の家屋が損壊し、避難者は一時10万人以上にのぼり約600箇所の施設で避難生活を余儀なくされた。

地震発生直後には、主要道路の寸断により長岡市、小千谷市、山古志村など4市2町1村で最大61集落が孤立した。

また公共施設等についても、公共施設約3万8千棟、道路6千箇所、河川229箇所、下水道管きょ約152kmなど平成7年の阪神・淡路大震災以来の甚大な被害を被った。

表2-1 中越地震による被害状況
(平成18年2月1日現在)

人的被害（人）	死者	59
	行方不明	0
	重傷	635
	軽傷	4,160
住家被害（棟）	全壊	3,175
	大規模半壊	2,163
	半壊	11,609
	一部損壊	103,603



写真2-1 小千谷市浦柄地内（県道被災）



写真2-2 芋川流域の土砂災害発生状況
（小千谷市十二平地内から上流を望む） 朝日航洋株式会社 撮影

2.2 地震の特徴

中越地震と他の地震を比較すると、以下3点の大きな特徴がある。

①長期にわたる大きな余震

平成7年の阪神・淡路大震災の最大余震がM5.4（本震2時間後）であったのに対し、中越地震ではM6.0以上の余震が4回発生した。また余震発生期

表2-2 中越地震本震と主な余震
（最大震度が震度5以上を観測した地震） 出典：気象庁HP

年月日	時分	マグニチュード	最大震度
平成16年10月23日	17:56	6.8	7
	17:59	5.3	5強
	18:03	6.3	5強
	18:07	5.7	5強
	18:11	6.0	6強
	18:34	6.5	6強
	18:36	5.1	5弱
	18:57	5.3	5弱
	19:36	5.3	5弱
	19:45	5.7	6弱
19:48	4.4	5弱	
平成16年10月24日	14:21	5.0	5強
平成16年10月25日	0:28	5.3	5弱
	6:04	5.8	5強
平成16年10月27日	10:40	6.1	6弱
平成16年11月4日	8:57	5.2	5強
平成16年11月8日	11:15	5.9	5強
平成16年11月10日	3:43	5.3	5弱
平成16年12月28日	18:30	5.0	5弱

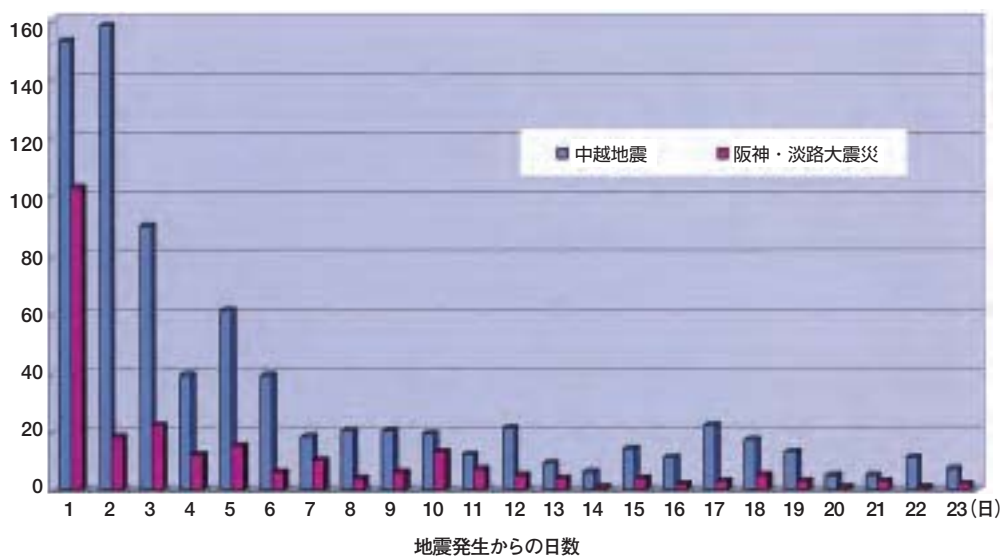


図2-1 新潟中越地震と阪神・淡路大震災の余震発生回数の比較（震度1以上）
出典：気象庁HP

表2-3 各地震における最大加速度の比較

出典：独立行政法人 防災科学技術研究所HP

地震名	日時	観測点	最大加速度 (gal)			
			北西	東西	上下	3成分
新潟県中越地震	2004.10.23	K-NET小千谷	1144.0	1308.0	820.0	1500.0
		K-NET十日町	1716.0	849.0	564.0	1750.0
鳥取県西部地震	2000.10.6	KiK-net日野	923.9	755.9	775.9	1142.0
宮城県沖地震	2003.5.26	K-net牡鹿	1103.6	1111.7	825.0	1571.4
		K-net陸前高田	887.9	555.8	636.6	1098.0
十勝沖地震	2003.9.26	K-net苫小牧	86.7	72.9	33.0	89.3
		K-net広尾	809.5	969.8	461.2	985.8
阪神・淡路大震災	1995.1.17	神戸海洋気象台	617.3	818.0	332.2	891.0
		葦合(大阪ガス)	688.0	800.7	NA	835.8

※表中の「3成分」は「3成分ベクトル合成最大値」を表す。

間も阪神・淡路大震災ではM5.0クラスの余震が8日目以降発生していないが、中越地震では本震の2ヶ月後もM5.0クラスの余震が発生し、この間震度5弱以上を18回観測している。大きな余震が長期間にわたり発生したことから、被害が拡大するなどし、被災地の復旧に大変な障害となった。

②非常に大きな加速度の発生

中越地震では、最大加速度が小千谷市で最大3成分ベクトル合成値1,500gal、十日町市で1,750galに達し、表2-3のとおり、最近の地震では最大値を観測している。

③中山間地の斜面で多発した土砂災害

中越地震によって、3,791箇所もの斜面崩落が確認されており、これらにより多くの土砂災害が、表2-4のとおり発生し多大な被害を受けた。土砂災害が多発した原因を究明中であるが、元々が地すべり・がけ崩れの多発地域であったこと、強い地震動の発生、地震直前の日100mm以上の降雨などが原因として考えられる。

表2-4 中越地震による土砂災害発生状況

発生災害	発生件数	人的被害(人)			住家被害(棟)		
		死者	行方不明	負傷者	全壊	半壊	一部損壊
地すべり	131	2			18	23	31
がけ崩れ	115	2		1		4	16
土石流等	21						1
計	267	4	0	1	18	27	48



写真2-6 東竹沢地区河道閉塞による浸水被害 (山古志村木籠)

3 中越地震における地すべり対策工について

3.1 地すべり対策工の概要について

中越地震による復旧・復興のため、県では国土交通省より「災害関連緊急地すべり対策事業（以下「災関緊事業」）」52箇所の採択を受け対策工事を進めている。

新潟県では従来、被圧地下水に起因した地すべりが多いことから、横ボーリング工、集水井工などの地下水排除工を優先的に施工し、歪、地下水位などを観測しながら地すべり対策工の効果判定を行った後、必要な場合は順次対策工を追加している。しかし災関緊事業については、下記条件を踏まえ表3-1に示すとおり、抑止杭工、グラウンドアンカー工などの抑止工も多く採用している。

- ①地すべり地内及び周辺に人家、主要な道路、河川が存するため、対策工配置に制約となる
- ②滑落崖が安定勾配を呈していない

- ③地すべり冠頂部に滑落崖と平行に帯状の亀裂が残っている
- ④被圧地下水があまり確認されていない

3.2 地すべり対策工の事例紹介

ここでは、災関緊事業のうち土砂災害により地域に甚大な被害をもたらした代表的な2箇所について、事例を紹介する。

(1) 浦柄地区（小千谷市）

i) 箇所紹介

浦柄地区は、小千谷市市街地の北東部に位置し、信濃川右岸支流の一級河川朝日川左岸で発生した地すべりである。また500m下流の信濃川との合流点には著名な「妙見土砂崩れ現場」がある。当該地区は、補助・県単を含めて今まで地すべり対策事業を実施しておらず、当該地区を中心とする半径2km以内に地すべり防止区域は存在しない。しかし、中



中日本航空株式会社 撮影

表3-1 災害関連緊急地すべり対策事業
52箇所で採用した対策工（のべ数）

横ボーリング工	41
集水井	20
排土工	20
盛土工	24
抑止杭工	11
ロックボルト工	8
グラウンドアンカー工	11
土留工	28
法枠工	28
床固工	8

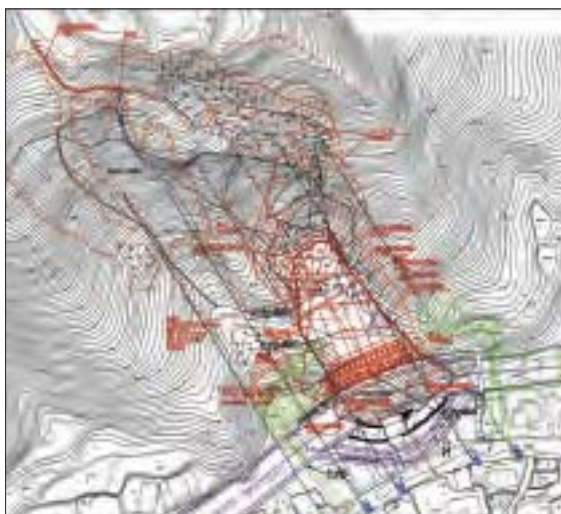


図3-1 浦柄地区計画平面図

越地震により朝日川の左岸において、地すべりが発生し84mにわたり川を埋塞し溢水により下流集落に甚大な被害を与えた。

地すべりの規模は、幅約40m、長さ約100m、土塊量約4万 m^3 と推定されている。

ii) 地質概要

当該地区に分布する地質は、新第三紀中新世の牛ヶ首層及び第四紀完新世～更新世の河床・崖錐堆積物で、基岩である牛ヶ首層の岩相は風化部が黄褐色から黄褐灰色、新鮮部が暗灰色の泥岩を主体とし、特に風化部は軟質化しておりコアは指圧で容易に崩壊する。

iii) 地すべり対策工の検討

当該地区の地すべり対策工における留意点は、地すべりで埋塞した一級河川朝日川の河道確保のため地すべり末端部を排土しなければならないことである。末端部を排土すると、現状安全率が $F_s=1.00$ から0.74に大幅に低下するため、安全率をある程度確保(1.05)した上で末端部を排土する必要があり、施工の手順並びに河道復旧の河川災工程も考慮し、対策工の検討には大変苦慮した。

対策工は、まず $F_s=1.05$ を確保するため、地すべり頭部の被圧地下水の賦存を踏まえ集水井工と抑止杭工(32本)及び頭部の排土工を行い、次に計画安全率($F_s=1.20$)の確保並びに河道復旧の排土のため、地すべり末端部斜面上部より掘削しながらプレキャスト受圧板+グラウンドアンカー工を施工するよう計画した。

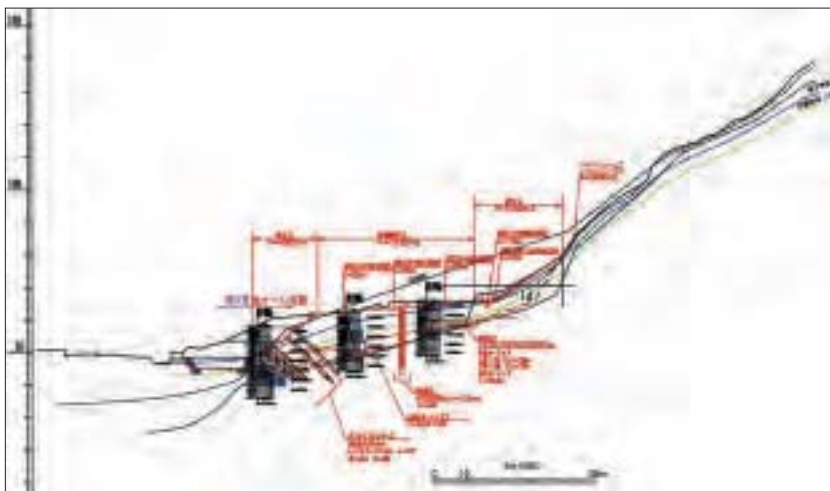


図3-2 浦柄地区計画断面図

当該地区の主な対策工は以下のとおりである。

- 排土工 全体19,550 m^3
(うち災関緊事業5,850 m^3)
- 抑止杭工 32本 ($\phi 500$ mm)
- 集水井工 1基 ($\phi 3.0$ m L=9.5m)
- グラウンドアンカー工 51本
(L=12.5~19.5m 4段)
- 受圧板 51基 (プレキャスト)
- 法枠工 3,600 m^2
- 横ボーリング工 40m×6本

(2) 油夫川油夫地区 (山古志村)

i) 箇所紹介

油夫川油夫地区*は、山古志村の南西部に位置し、一級河川油夫川右岸、山古志村役場の対岸で発生した大規模な地すべりである。当該地区は、昭和36年に地すべり防止区域に指定され平成13年度まで地すべり対策事業を実施していたが、当該地区周辺では対策工は施工されていない。中越地震に伴い油夫川右岸の油夫集落を中心に複数の地すべりが発生し、人家5戸全壊、村道750m被災、油夫川500m埋塞等の甚大な被害が生じ、現在(H18年4月末)においても住民に対し避難指示が継続されている。

地すべりの規模は、幅約750m、長さ約300m、土塊量約360万 m^3 と推定されている。

*地すべり防止区域名は「油夫川」。

ii) 地質概要

当該地区に分布する地質は、新第三紀鮮新世～中新世の荒谷層で、岩相は暗灰色ないし黒色の塊状泥岩を主体とし、所々に砂岩及び火砕岩の薄層を挟在する。泥岩は概ね塊状無層理で砂岩や火砕岩挟在部以外は走向傾斜を判別しがたい場合が多く、風化によって細片化しやすい性質を有している。

当該地区を含む東山丘陵地帯の地質構造は、NNE～SSW方向に伸びる褶曲構造が発達し、複数の背斜構造や向斜構造、断層がほぼ平行に配列している。

なお当該地区斜面の傾斜方

向と地層の傾斜方向はほぼ一致しており、地質構造に対し斜面は流れ盤構造となっている。

iii) 地すべり対策工の検討

地すべり調査の結果、今回特に移動が顕著な地す



図3-3 計画平面図（緑色が埋土範囲）



図3-4 油夫川埋土イメージ図

べりブロックは8ブロックと想定され、それぞれが明瞭な滑落崖を形成し側部を接して並列している。対策工を決定するにあたり下記4点を留意した。

- ①古い地すべり地形を呈する斜面であり過去に活動履歴を有する斜面であること
- ②流れ盤斜面であること
- ③地下水が豊富に賦存すること
- ④滑落崖上部に亀裂が広域に残り、かつ保全対象として山古志中学校、人家多数が存すること

これら留意点を踏まえ、「地すべり移動体の安定」、「滑落崖対策」の2点を目的として対策工を計画した。「移動体の安定」に対しては、地下水排除工（集水井工、横ボーリング工）、頭部排土工、末端部押え盛土工の組み合わせを第一に考えた。「滑落崖対策」については、滑落崖が後退することにより斜面上部の多数の人家、公共施設に被害を及ぼすことから、法枠工をベースとしてグラウンドアンカーやロックボルトを併用した対策を選定した。

また周辺では土砂災害が多数発生し各工事において残土処分場の確保が困難であったことへの対応も含め砂防災と調整を図り、油夫川の災害復旧対策として埋土と流路工整備を行うことにより、地すべり末端部の押え盛土工とした。

なお当該地区では、山古志村の庁舎が対岸にあり人家も多数存在し住民の復興意識がかなり高いことから、埋土した油夫川地表部の利用について住民の意見を取り入れた田畑での利用など集落再生の計画を進めている。

4 おわりに

今回は、中越地震にかかる災関緊事業52箇所のうち2箇所を取り上げたが、県としては他の地すべり対策箇所についても地震における地すべり対策の一考となるよう他稿やシンポジウムなど様々な機会を通じて紹介していきたい。

最後に、中越地震の復興・復旧に向けてご尽力・ご指導をいただいている国、都道府県並びに関係機関の皆様方に対し深く感謝申し上げる。