

新潟県中越地震による雪崩防止策基礎地盤におけるスレーキング特性

元 東京大学院生 学生会員 ○木村 智博
 長岡工業高等専門学校 福田 誠
 新潟大学 青山 清道
 (株) 村尾技建 新関 敦生
 (株) 村尾技建 村尾 治祐
 長岡工業高等専門学校 猪爪 高見

1. はじめに

2004年10月23日（土）17時56分頃、川口町を震源とするM6.8の新潟県中越地震が発生した。県内では1,000ヶ所以上とも言われる斜面災害がカウントされ、その深刻な状況は報道や各学会の速報³⁾で示されているとおりである。筆者らは、かねてより積雪寒冷期地震の対策の在り方について提言し^{1), 2), 4)}、被災地の地盤災害や雪氷災害の調査を現在も行なっている。

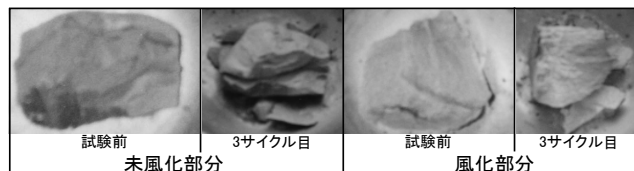
県によって発表された砂防、地すべり、急傾斜地土木関連施設の復旧費用は約290億円と見込まれてはいるが、本震、余震に加え積雪、融雪による被害もあり更に費用は増加するものと思われる。道路管理面においても雪崩被害が起きている。本論では特に見落とされがちな雪崩防止柵支持地盤の被害実態に着目し^{5), 6), 8), 9)}、地質及び固結度が低いため吸水膨張等の物理変化を受けるとスレーキング現象を引き起こすことが多い泥岩として、崩壊地山から採取した試料について浸水崩壊度試験等を実施したので、その結果を報告する。



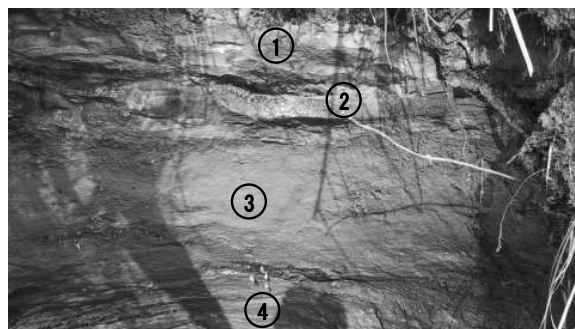
十日町市中条

十日町市焼野

図－1. 雪崩後の写真(2005年2月19日)



図－2. 浸水崩壊度試験結果



図－3. 十日町市樽沢



小千谷市山本

十日町市中条



十日町市焼野



十日町市樽沢

図－4. スレーキング現象による崩壊写真(2005年4月5日)

表－1. 土質試験結果

試験項目	ρ_s (g/cm ³)	W_n (%)	W_L (%)	W_p (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	q_u (kN/m ²)
見附軟岩	2.64	48.4	75.2	45.8	0.0	3.7	72.7	23.6	4.4	176.1
乙吉軟岩(赤)	2.71	52.0	63.7	48.9	0.0	32.4	44.5	23.1	4.8	74.2
乙吉軟岩(白)	2.66	48.8	64.5	39.5	0.0	22.0	54.6	23.4	4.7	45.9
小千谷市山本, 風化部分	—	—	101.6	43.9	—	—	—	—	—	—
小千谷市山本, 未風化部分	—	—	88.7	47.6	—	—	—	—	—	—
十日町市樽沢, (崩壊斜面中部)	—	43.1	54.4	37.3	0	32	51	17	—	—
十日町市樽沢, (崩壊斜面下部)	—	33.6	NP	NP	12	76	12	—	—	—
十日町市樽沢①	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.6
十日町市樽沢②	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.4
十日町市樽沢③	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3
十日町市樽沢④	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8

キーワード 雪崩防止柵, 亀裂, 剥離, 風化, スレーキング現象, 地震

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝888番地 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL 0258-34-9273

2. 調査法と被害箇所の状況

地震発生後、直ちに現地入りし、数回以上の現地調査を行った過程で、雪崩防止施設の被害が甚大であったことから、特に被害が集中した小千谷市と十日町市の雪崩防止柵の被害形態と、当地の地質・地形的要因との関連性について調査を行なった。調査地点は、小千谷市山本（小千谷発電所周辺）、十日町市中条（国道252号沿い、至堀之内町）、十日町市焼野（十日町市中条より堀之内町寄り）、十日町市樽沢（国道253号至近）の4ヵ所となっている。

今回の地震では雪崩防止柵の基礎地盤である魚沼層の風化とスレーキング現象による被害箇所が目立ち、雪崩防止柵の上に落下した土砂・岩塊等が堆積して雪崩防止機能が低下した事例が顕著に見られた。図-1には、雪崩の状況を、図-4には、スレーキング現象による斜面崩壊の写真を示す。

3. 土質・岩石試験結果

本研究における調査地点4ヶ所の内、小千谷市山本、十日町市樽沢の2箇所の試料に加え、2004年7月新潟・福島豪雨により見附市、長岡市乙吉で崩壊した斜面から採取した試料における土質試験結果も合わせて、表-1に記載する。また、表-1中の十日町市樽沢①～④は、図-3における写真の①～④にそれぞれ対応している。

発生した諸現象を、試験結果に順じて、考察する。当該地周辺の地質構成は、主に新第三紀層と第四紀層から成っている。これら両者共に、斜面災害等の面からは、問題の多い地層である。しかし、試験された例は多くなく、風化や変質作用によって左右されるという一面も有しているが、X線回折の結果から、この両者を概観する。新第三紀層は、スメクタイト、雲母群、長石族、緑泥岩等の含有が特徴的である。それに対して、第四紀層は、カオリナイト、モンモリロナイト、イライト等の含有が、特徴的となっている。モンモリロナイトを始めとした、粘土鉱物をより多く含有する第四紀層は、新第三紀層と比較して、スレーキング現象が、より発生しやすい条件を有していると考えられる。

そこで、スレーキング現象に着目し、浸水崩壊試験を行なったのでその結果を述べる。図-2に小千谷市山本において雪崩防止柵支持地盤の崩壊した場所から採取した泥岩のスレーキング状況を示す。地表部の風化が進んでいると思われるサンプルでは、1サイクル目の浸水時に小さな気泡が発生して水中を多く立ち上がる、と同時にサンプル表面からは細かい土粒子が落下し、小さなクラックの発生が確認された。更に未風化と思われるサンプル（採取深さ1.5m）は、1サイク

ル目の浸水が始まると鋭角状の碎片形状で剥離現象が始まった。双方のサンプル共に6サイクル目になると泥状化した。

4. まとめ

雪崩防止柵を包含したまま道路面へ土砂が崩落する危険が高まっている事が理解される。同時に雪崩防止柵のポケットに上部の土砂・岩塊・木が落下し、雪崩防止機能が低下している事も理解される。今後の余震と降積雪や融雪等により更なる支持地盤の脆弱化が危惧される。

スレーキング現象の要因と思われる粘土鉱物の混入は、顕著に確認できなかったが、地表部付近から採取した泥岩は、短時間の浸水でも泥状化が始まった。これは、崩壊した雪崩防止柵基礎地盤は、大規模地震前に大雨があり、それが引き金になって支持力が低下していた事も一要因と思われる¹⁰⁾。

参考文献

- 1) 木村智博, 青山清道, 福田誠, 猪爪高見, 神田順, 三橋博巳: 新潟県中越地域における積雪期地震の発生確率に関する試論, 土と基礎. Vol.53. No.1. pp.34-36. 2005.
- 2) 木村智博, 青山清道, 福田誠, 後藤恵之輔, 後藤健介, 猪爪高見: 新潟県中越地震に見る積雪期地震の発生確率を考慮した地震防災対策の展望, 日本雪工学会誌. Vol.21. No.1. 2005.
- 3) 日本建築学会北陸支部 編: 2004年10月23日新潟県中越地震の災害調査速報, pp.18-27. 2004.
- 4) 青山清道編: 積雪寒冷地域における地震防災対策の確立に向けた研究, (財)日本積雪連合, 2003.
- 5) K.Aoyama, P.Bhattarai, M.Fukuda, J.Oku, and T.Sakai: Geo-environmental Problem of Snow Avalanche Defensive Structures in Mudstone Zones, Niigata Prefecture, Japan, Vol.27, (special issue) pp.159-164.2002.
- 6) Bhattarai Pankaj, Aoyama Kiyomichi, Fukuda Makoto: Foundation Failure Consideration on Snow Avalanche Defensive Structures at Mudstone Zones in Niigata Prefecture, J. of Snow Eng. of Japan, Vol.18 No3, 80-83, July 2002.
- 7) 新潟県編: 新潟県地質図・説明書 (2000年版). 2000.
- 8) 木村智博, 青山清道: 豪雪地帯の地震防災マネジメントの方向性, 土と基礎. Vol.47. No.1. pp.13-34. 1999.
- 9) 中俣三郎, 青山清道 編: 積雪地方における雪崩防止施設の構造研究, (財)日本積雪連合. 資料No.140. 全105頁. 1986.
- 10) 前田勇輝, 福田誠, 猪爪高見, 陶山由佳: 2004年7月新潟・福島豪雨において崩壊した斜面のスレーキング特性, 第22回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, pp.83-84.