

融雪等による道路斜面災害の調査・評価手法に関する研究（２）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 26～平 29

担当チーム：寒地基礎技術研究グループ
（寒地地盤）

研究担当者：山梨高裕、福島宏文、佐藤厚子、
安達隆征、山木正彦、山田充

【要旨】

北海道において平成 24 年 5 月と平成 25 年 4 月に国道 230 号で盛土崩壊が発生した。その後の調査により、崩壊の一因として融雪水の影響が明らかとなり、積雪寒冷地においては融雪水の影響を考慮した斜面の維持・管理の必要性が認識された。平成 26 年度は、北海道における盛土災害に関する近年の事例を収集し、発生の要因、発生時期に関して整理を行った。また、冬期、融雪期における盛土内の水位を把握するために、過去融雪期に変状が生じた盛土において、盛土内水位の観測を行った。

キーワード：盛土、融雪水、水位観測

1. はじめに

積雪寒冷地である北海道の盛土災害に関しては、降雨や地震だけでなく融雪水の影響を無視することはできない。平成 24 年 5 月 4 日に国道 230 号（中山峠）で、道路延長約 40m の範囲で盛土法面が崩壊し（崩壊土砂は約 13,000m³）、地すべり兆候による路面変状も相まって 20 日間の全面通行止め、平成 25 年 4 月 7 日には同じく国道 230 号（薄別）で、道路延長約 50m に渡り盛土法面が崩壊し（崩壊土砂は約 11,000m³）、6 日間の全面通行止めに見舞われている。いずれの被災も融雪水が一因であることがその後の調査により指摘され、盛土を含む道路斜面の維持・管理、さらには対策にあたっては融雪水の影響を考慮する必要性が認識された。

他方、社会的影響が甚大であった近年の盛土被災に東名高速道路の被災がある。駿河湾地震（2009 年）により東名高速道路の牧之原 SA 付近の盛土で崩壊が生じたが、直接の原因（誘因）は地震動ではあるものの、地震時に盛土内水位が高かったこと、水の出入りによりスレーキングが生じ盛土材が細粒化していたことが主たる原因であると推定されている¹⁾。

盛土の被災には種々の原因が考えられるが、盛土内に存在する水がその一因であることは明白である。そのため、道路土工—盛土工指針²⁾においても、盛土は、盛土内に水が入りにくい構造、入った水の排水を促す構造、盛土内水位を上昇させない構造にすべきである、との記

載がある。一般に盛土の劣化を設計に考慮することはないが、先に述べた盛土材のスレーキングや、凍結融解を繰り返し受けることによる盛土材の強度・変形特性の変化^{3,4)}、その他、凍土の形成による透水性の変化や気候変動にともなう降雨や融雪の増加など、水を起因とし想定される盛土の劣化や盛土災害に関して、そのメカニズムや対策法を解明・提案することは重要な意義があると考えられる。

本研究では、積雪寒冷地における盛土災害に着目し、特に融雪水が盛土に及ぼす影響に関して検討を行うものである。平成 26 年度は、北海道において平成 22 年から平成 24 年の 3 年間で発生した盛土の崩壊・変状に関する事例を収集し、整理するとともに、融雪など積雪寒冷地特有の誘因による盛土災害の発生機構を解明すべく、過去実際に融雪期に変状が生じた盛土において、盛土内水位の観測を行った結果を報告する。

2. 盛土災害に関する事例の整理

平成 22 年から平成 24 年の 3 年間で北海道における盛土災害に関して事例を収集し、整理した。事例の収集にあたっては、防災点検業務など災害当時に道路管理者が対応したものを対象とした。

収集した結果、事例数は 20 件となった。災害の誘因別に件数で整理した結果が図 1 である。誘因としては、「降雨」によるものが 8 件、「融雪と降雨」によるものが 6

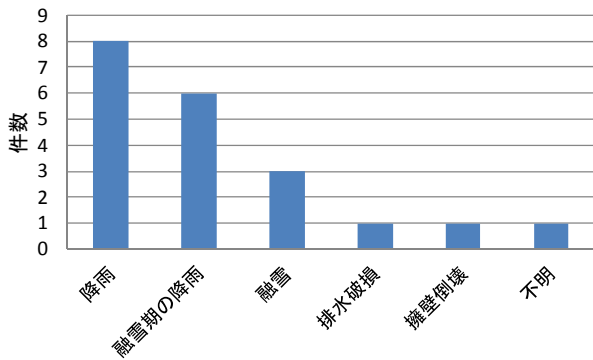


図1 盛土災害の誘因
(平成22年～24年の北海道において)

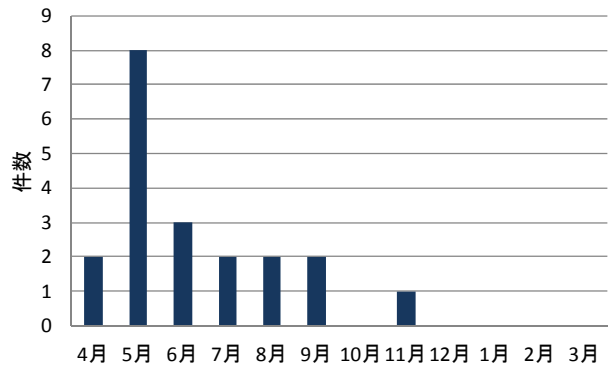


図2 盛土災害の発生時期
(平成22年～24年の北海道において)

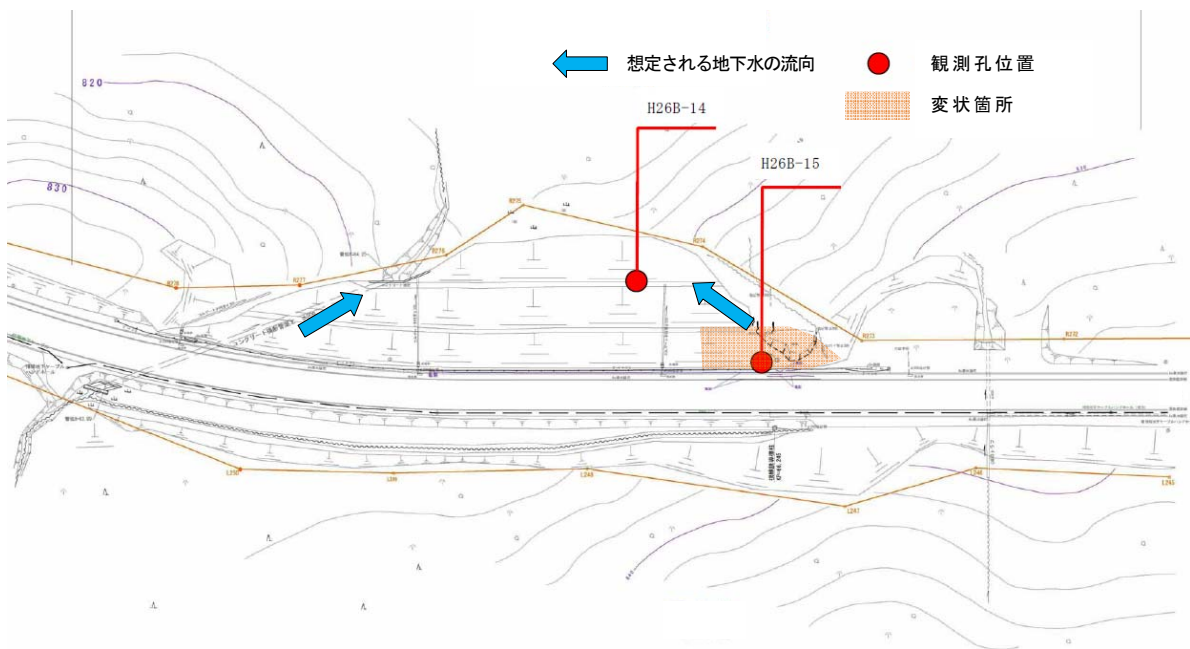


図3 当該盛土の状況および水位観測箇所 (平面図)

件、「融雪」が3件となったほか、排水施設の破損が1件と、水に関するものが全体の9割を占めた。

次いで、盛土災害の発生時期について図2に整理した。先に示した通り、融雪を誘因とする災害が多いことに関連し、5月に災害件数が突出している。収集した事例は限られているが、北海道のような積雪寒冷地においては、融雪期の盛土災害に対する技術的検討の重要性が改めて確認された。

3. 盛土内水位観測

3.1 概要

盛土内に浸入した水(降雨・融雪水等)が盛土の安定に影響を及ぼすことは自明であるが、実際に盛土(特に道路盛土)内の水位を計測した事例は限られている。融雪期における盛土災害のメカニズムの究明や、対策工を提案するに当たって、盛土内の水位等を把握することは

重要であると考えられる。ここでは、過去融雪期に変状が生じた道路盛土に対して実施した盛土内水位観測の結果を紹介する。

当該盛土は切り盛り境に位置する片盛土であり、平成26年4月に、盛土法面の変状および路面クラックが確認された。変状箇所における盛土高さは5m、勾配は1:1.5であり、被災当時は全体が湿地状で、法尻には湧水があり、また山側背後斜面には残雪があった。なお盛土材はシルト質砂礫に分類される。以上のような災害時の状況と、その後のボーリング調査等により、盛土内への融雪水の浸入が変状の一因と推察された。

当該箇所の平面図を図3に示す。図中の矢印は、旧地形から想定される地下水の流向である。盛土内水位観測孔は盛土法面の変状箇所(B-15)と盛土法面谷側(B-14)の2箇所で行った。図3と併せて図4を参照されたい。

次いで、盛土内水位観測孔について説明する。水位観

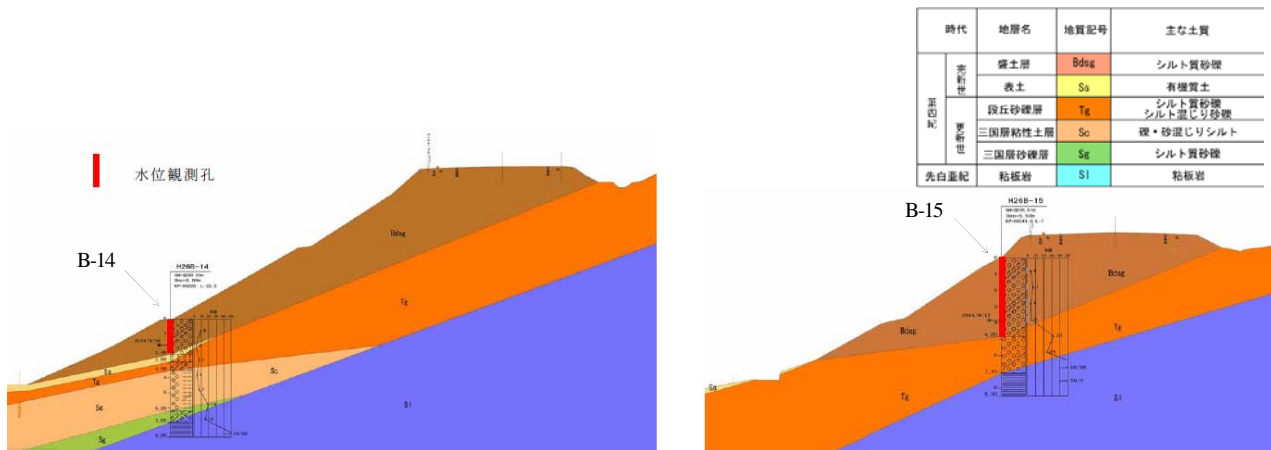


図4 盛土断面および水位観測箇所

測はボーリング箇所を利用して行われた。今回、あくまで盛土の変状に直接的に影響を及ぼす盛土内の水位を観測したかったため、既存のボーリング孔において地山部を埋め戻した上、ベントナイトペレット等のシール材により遮水し、地山部を完全に閉塞した後、その上部において盛土内水位観測孔を設置している。これは、融雪水のように短期間である程度の水量が盛土や地山に流入することを考えると、盛土と地山の透水性の違いにより、地下水位が盛土と地山それぞれに形成されることが想定されるためである。盛土内水位観測孔の構造概要を図5に示す。なおB-14の孔底は地表面から深度2.4m、B-15の孔底は地表面から深度4.85mである。

盛土内水位の観測にあたっては、水圧式水位計を使用した。観測は水位面から受圧部（各孔底）までの深さを1時間毎に測定している。

3.2 観測結果

B-14とB-15において観測された盛土内水位を図6に示す。図には、現地から最も近いアメダスから得られた、降水量と積雪深のデータも参考に記載している。なお、図6(a)は地表面から水面までの深さで、図6(b)は孔底(地山)から水面までの高さで示している。

図より、観測箇所(標高)が異なり、また観測点における盛土厚さも異なるため、水位は一致しないものの、積雪期においてB-14とB-15の水位挙動は同じ傾向を示している。図6(b)に記している通り、両水位観測孔において、2015年3月10日に水位が低いポイントがあり、それ以降1カ月ほどで水位が60cm程上昇していることが確認できる。観測期間全体で見ると、この時期に特段水位が高い訳ではないが、融雪期には、それ以前と比べて相対的かつ短期間に盛土内水位が高くなることが確認された。

先に、異なる観測箇所にもかかわらず、水位挙動が同

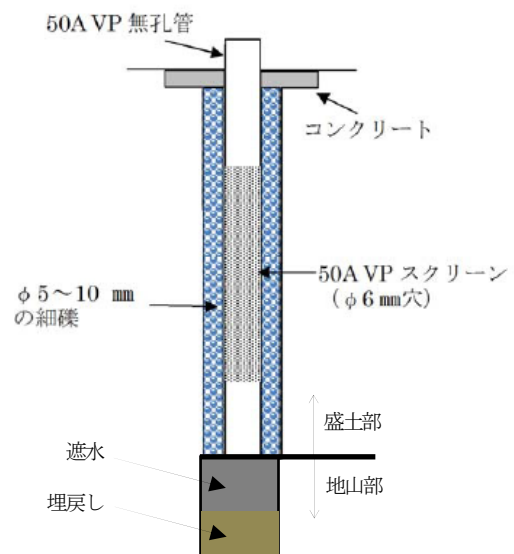


図5 盛土内水位観測孔

傾向を示していると述べたが、当初は水の流入源に近い山側(B-15)の水位変動に追随して谷側(B-14)の水位が変動する(水位変動に時間差が生じる)と思われた。現段階では、水位挙動が同傾向を示している理由は不明であるが、山側から流入する水および盛土法面から流入する水と法尻から流出する水の量のバランスによりこのような結果が生じたものと考えられる。盛土内に存在する水の挙動は本研究において重要な要素であるため、今後浸透流解析等により盛土内における水の流入・流出に関して詳細な検討を進めたい。

次いで、盛土の厚さが形成される盛土内水位に及ぼす影響を見るために、図7に、観測された水位(図6(b))を盛土厚さで正規化した結果を整理した。図より、盛土厚さが厚いB-15の方が全体的に高い数値を示しており、積雪期に関してはその差がある程度一定に見受けられる。本結果は本調査のみの限られたものであるが、ある箇所の水位観測により、その他の箇所の盛土内水位を推定で

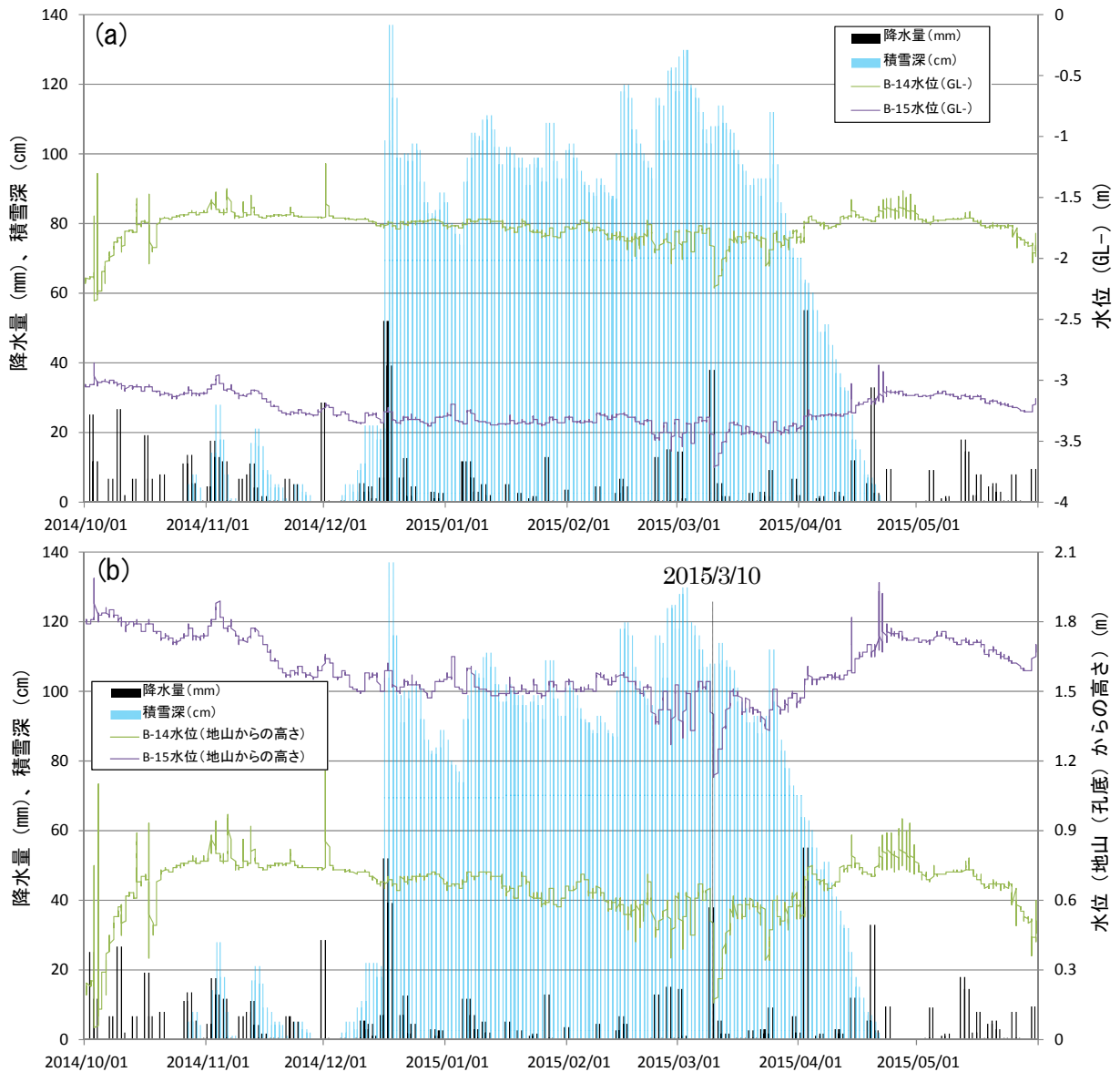


図6 盛土内水位観測結果

(a) GL- (m)、(b) 地山 (孔底) からの高さ (m)

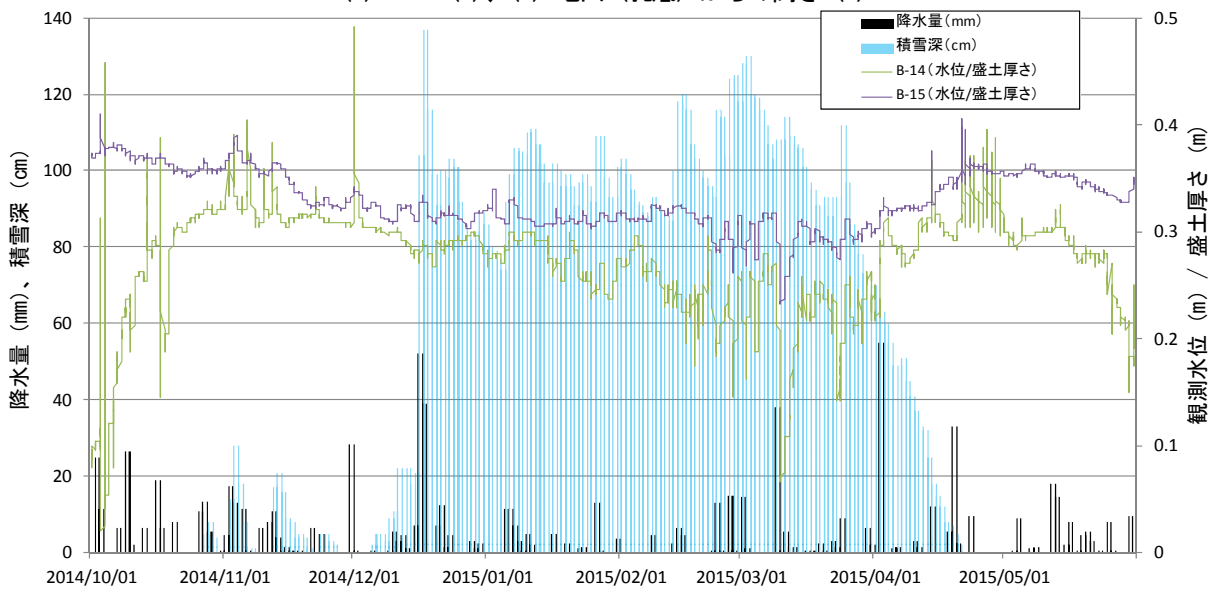


図7 盛土厚さで正規化した観測水位 (単位はともにm)

きる可能性を示唆している。

今回、盛土内水位の観測結果の紹介にとどまったが、今後、盛土材の物理・力学・浸透特性を明確にし、数値解析等により、盛土の安定性に及ぼす融雪水の影響を明らかにしていく。併せて、効果的な対策手法に関して検討を進めていく予定である。

4. まとめ

今年度実施した一連の調査結果をまとめると以下の通りである。

1. 平成22年から平成24年の3年間における事例収集および整理から、北海道における盛土災害の発生件数は融雪期に卓越することがわかった。
2. 盛土内水位観測結果から、盛土内水位は融雪期に短

期間で上昇する傾向にあることがわかった。

参考文献

- 1) 横田聖哉、石田誠幸、高木宗男：駿河湾の地震における高速道路盛土の被災調査報告、第45回地盤工学研究発表会講演集、pp.1493-1494、2010.
- 2) 日本道路協会：道路土工—盛土工指針、2010.
- 3) 所哲也、山木正彦、三浦清一、高木歩維：凍結融解履歴が破砕性火山灰土の液状化強度に及ぼす影響、地盤工学北海道支部技術報告集、Vol.47、pp.131-138、2007.
- 4) 山木正彦、三浦清一、横浜勝司：破砕性火山灰土の変形特性に及ぼす凍結融解履歴の影響、土木学会論文集C、Vol.65、No.1、pp.321-333、2009.

INVESTIGATION AND EVALUATION METHOD OF ROAD SLOPE ATABILITY DUE TO SNOWMELT (2)

Budged : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2014-2017

Research Team : Cold-Region Construction

Engineering Research Group

(Geotechnical Research)

Author : YAMANASHI Takahiro

FUKUSHIMA Hirofumi

SATO Atsuko

ADACHI Takayuki

YAMAKI Masahiko

YAMADA Mitsuru

Abstract : In Hokkaido, embankment collapse has occurred on the Route 230 in May 2012 and April 2013. The subsequent investigation, the influence of snowmelt contributed to the collapse became clear. In the snowy cold regions, the need for maintenance and management of the road slope in consideration of the influence of snowmelt water was recognized. This year, the recent cases concerning embankment disaster in Hokkaido were collected, factors and time of occurrence were coordinated. Also, in order to grasp the water level in the embankment in winter and snowmelt season, the water level in embankment has damaged in the past snowmelt season was measured.

Keywords : embankment, snowmelt water, measurements of water level