

2.8 道路のり面斜面对策におけるアセットマネジメント技術に関する研究（2）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：地質・地盤研究グループ（地質）

研究担当者：佐々木靖人、浅井健一

【要旨】

本研究は、現場予算が厳しくなる中で効率的に道路のり面斜面の防災対策を進めることができるよう、のり面斜面の点検・調査記録や災害事例などを分析することにより、対策緊急度を判定するための調査項目や判定手法を提案することを目的としている。平成 23 年度は、22 年度の直轄国道斜面災害などの事例を収集・分析し、災害の特徴と防災上の留意点を整理した。その結果、以下のような防災上の留意点が得られた。1) 災害前に変状や災害履歴がある箇所の再被災、小規模な集水地形による崩壊・土砂流出、暗渠の閉塞や道路・水路等の集水による崩壊などは平成 20～21 年度の災害でも見られており、災害弱点箇所として適切に点検し被災原因の究明と対策の検討が必要である。2) 建設時代の新しい切土のり面の崩壊は平成 20～21 年度の災害でも見られているが、軟質な地山が残存している部分での崩壊が多く、工事記録等による地山状況の確認が必要である。3) 河川の増水による道路下方斜面の浸食・崩壊は特に攻撃斜面に相当する場合には注意が必要である。4) 谷埋め盛土の変状・崩壊は東北地方太平洋沖地震だけでなく過去の地震でも見られており、災害弱点箇所として注意が必要である。

キーワード：道路、斜面、災害、点検、対策

1. はじめに

道路ネットワークの信頼性やサービス水準を確保する上で、防災対策は重要である。国土交通省の「道路の中期計画（案）」（平成 19 年 11 月）においても、全国の幹線道路で斜面災害の恐れのある 17,000 区間のうち、公共施設や病院などを結ぶ生活幹線道路 6,000 区間に対して今後 10 年間に重点的に防災対策を実施するとされている。これらの区間には道路防災点検による要対策箇所や通行規制区間等も含まれる。しかしながら、この 6,000 区間の総延長は 18,000km と膨大である。また、これらの箇所は防災面だけでなく老朽化による維持修繕コストの問題も生じてきている。現場予算が厳しくなる中でこれらの箇所の対策を効率的に進めるためには、斜面災害対策が必要な箇所の中でも緊急度の高い箇所から優先的に対策を行う必要があり、そのための判定手法が必要である。

したがって、本研究では、のり面斜面の点検・調査記録や災害事例などを分析することにより、対策緊急度を判定するための調査項目や判定手法を提案することを目的としている。

平成 23 年度は、22 年度の直轄国道斜面災害および奄美豪雨における道路斜面災害の事例を収集・分析し、災害の特徴と防災上の留意点を整理した。

2. 研究方法

平成 18～20 年度の研究課題「道路斜面災害等による通行止め時間の縮減手法に関する調査」において検討した災害事例の収集様式¹⁾により、平成 22 年度の直轄国道斜面災害および奄美豪雨における道路斜面災害事例を収集した。収集できた事例は直轄国道が 41 事例、奄美豪雨における県管理道路が 54 事例である。

収集した災害事例箇所については、個別に現地調査を行い状況を確認しながら分析し、災害の特徴や防災上の留意点を整理した。以降はこれらのうち直轄災害分について研究結果を述べる（奄美豪雨については文献 2）参照）。

3. 研究結果

3.1 概要

平成 22 年度の直轄国道斜面災害 41 事例の内訳は、切土のり面崩壊・変状 14、自然斜面崩壊 8、岩盤崩壊 2、土石流 5、路肩・盛土崩壊 10、橋梁基礎洗掘 1、落石 1 である（切土のり面と自然斜面の両方にまたがるものは主要な部分を占める方としている）。ここで橋梁基礎洗掘 1 を道路斜面災害に含めているのは、アーチ橋のアーチ部基礎の下方斜面が河岸の浸食により崩壊したケースで

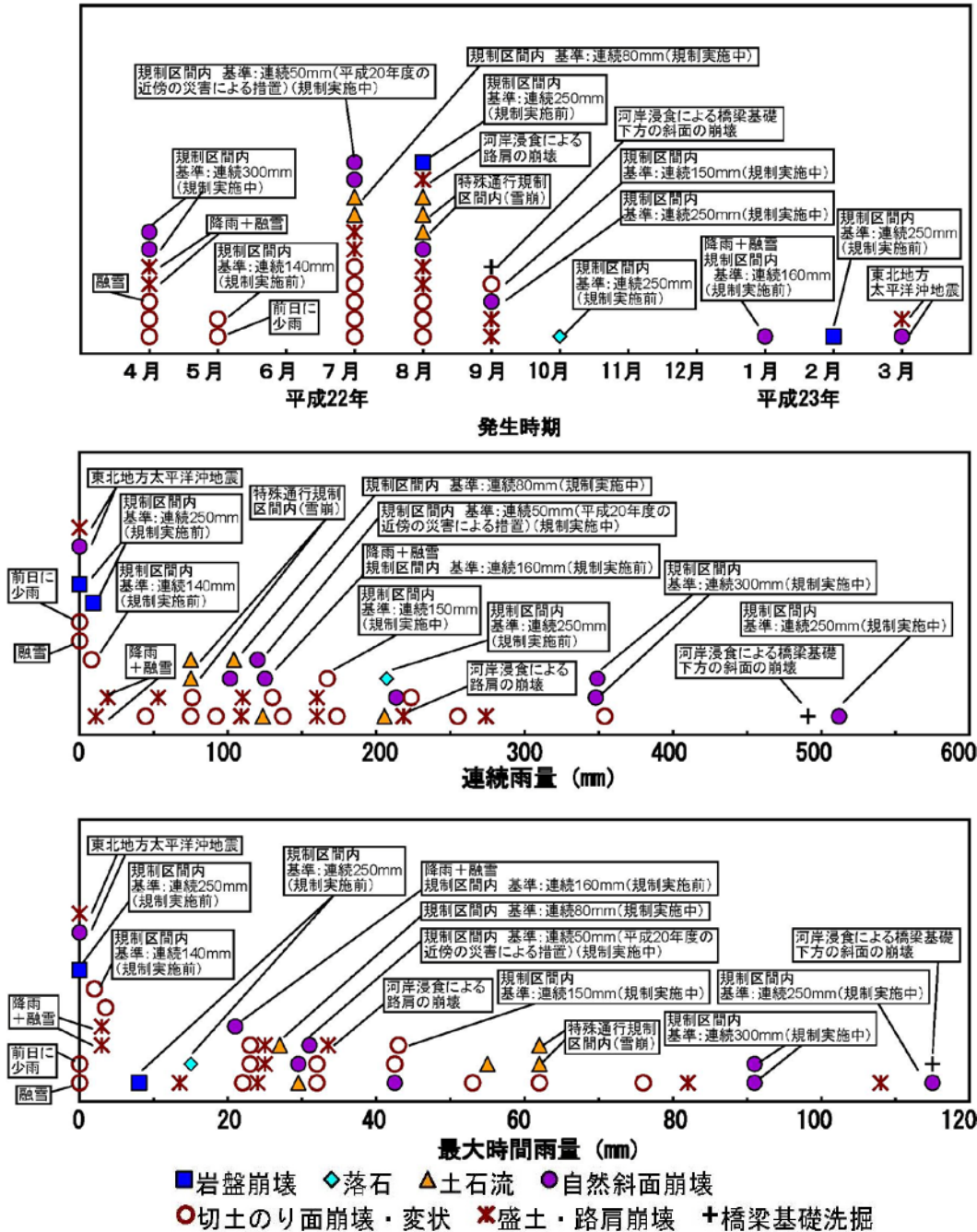


図-1 平成22年度直轄国道災害事例(41事例)の発生時期および発生時の雨量
(誘因は特記しているものを除き降雨)

ある。

これらの発生時期および発生時の雨量を図-1に、発生土量を図-2に示す。3月の2件は東北地方太平洋沖地震によるものであり、それ以外の事例の発生時期は4～5月(9件)、7～10月(28件)、1月～2月(2件)に分かれている。7～10月は台風や前線による豪雨を誘因とするものが多い。一方、他の時期のものは豪雨によるものも含まれているものの、無降雨または少雨での事例が多く、融雪の影響を受けているものも比較的多い。これらのうち、事前通行規制区間内では12件発生したが、規

制実施中が7件、規制実施前が5件であった。発生土量は 1000m^3 以下が71%(29件)、 2000m^3 以下まで含めると83%(34件)、それ以上のものが17%(7件)あり、平成20年度³⁾・21年度⁴⁾の事例に比べるとやや大きい傾向にある。

災害発生時の雨量について、平成20～21年度の災害も含め、連続雨量と最大時間雨量の関係を整理したものを図-3に示す(東北地方太平洋沖地震による2件を除く)。これらの災害の降雨量の領域は、中間的なものもあるが概ね次のグループに便宜的に分けられる。

①豪雨(連続雨量が 250mm 程度以上で、最大時間雨量も $30\sim 100\text{mm}$ 以上と比較的多い。)

②多雨(①ほどではないが連続雨量が $100\sim 250\text{mm}$ 程度と比較的多く、最大時間雨量も $20\sim 50\text{mm}$ 程度と比較的多い。)

③短時間の集中豪雨(連続雨量は 100mm 程度以下であるが、最大時間雨量も $50\sim 100\text{mm}$ 程度と多く、降雨が短時間(1～2時間程度)に集中している。)

④少雨(連続雨量 50mm 程度以下で、最大時間雨量も 20mm 程度以下と比較的少ない。融雪期の少雨・無降雨のものも含まれる。)

3.1 特徴的な事例および防災上の教訓

2.8 道路のり面斜面对策におけるアセット マネジメント技術に関する研究

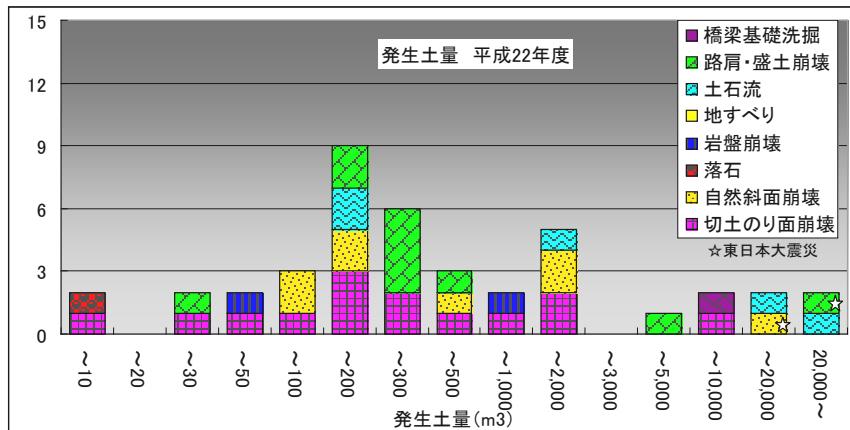


図-2 平成22年度直轄国道災害事例(41事例)の発生土量

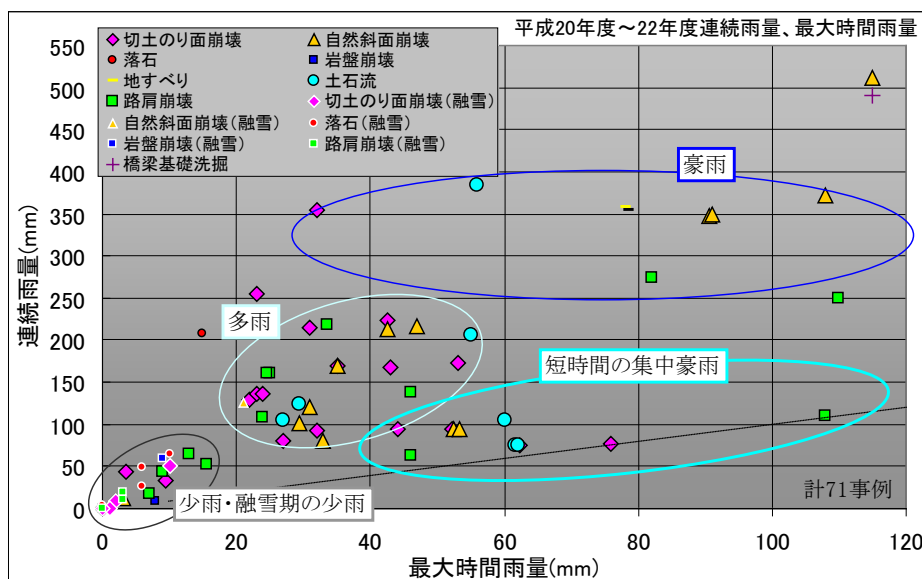


図-3 平成20～22年度直轄国道斜面災害(71事例)における連続雨量と最大時間雨量の関係

豪雨：連続雨量250mm程度以上

多雨：連続雨量100～250mm程度

短時間の集中豪雨：時間雨量50～100mm程度で連続雨量100mm程度以下

少雨：連続雨量50mm程度以下

平成22年度の災害の特徴的な個別事例としては、

- ①災害前に変状や災害履歴があった(または想定される)箇所での崩壊等(切土のり面崩壊6件、自然斜面崩壊7件、岩盤崩壊2件)
- ②建設時代の古い急勾配の切土のり面の崩壊(2件)
- ③完成後数年～10年の比較的新しい切土のり面の崩壊(3件)
- ④無降雨あるいは少雨での岩盤崩壊(2件)
- ⑤小規模な集水地形による崩壊・土砂流出(切土のり面崩壊3件、自然斜面崩壊4件、土石流2件)
- ⑥砂防堰堤が満砂となり土砂流出(土石流3件)
- ⑦暗渠閉塞による崩壊(路肩崩壊3件)
- ⑧道路・水路等の集水による崩壊(路肩崩壊5件)

⑨河川の増水による攻撃斜面側の浸食で崩壊(路肩崩壊1件、橋梁基礎洗掘1件)

⑩ロックネットの隙間からの落石(1件)

⑪緩んだ凸型斜面の大規模な崩壊(東北地方太平洋沖地震1件)

⑫谷埋め盛土の大規模な崩壊(東北地方太平洋沖地震1件)

がある(複数の該当する箇所もあるので合計数は41に一致しない)。

これらのうち、①～⑤、⑦、⑧

については平成20～21年度の災害でも見られており、注意が必要な災害形態である。また、⑥は砂防堰堤の堆砂状況も含めて点検が必要であり、状況によっては堆積土砂の撤去(管理者への要請)が必要であることを示している。⑨は道路下方斜面に対する適切な点検・対策の必要性を示している。⑩は対策工の状態が適切であるかどうかについても注意して点検する必要があることを示している。

なお、東北地方太平洋沖地震での災害(⑪⑫)

については現在収集中の自治体管理道路の事例も含めて分析を行う予定であるが、特に⑫については自治体管理道路や道路以外(宅地等)でも谷埋め盛土の崩壊や変状が発生していることから、要注意箇所として抽出する必要がある。

以下に上記①～⑫のうち一部の事例を示す。

(1)小規模な集水地形による崩壊・土砂流出の事例

写真-1はトンネル坑口上方の谷型斜面の崩壊事例である(発生土量2000m³、到達土量800m³)。崩壊時の連続雨量は512mm、最大時間雨量は115mmで、事前通行規制実施中(基準雨量は連続250mm)であった。当該箇所はカルテ点検箇所、落石を対象とした対策工(ロックネット等)があり、カルテ点検箇所であったが、前年の点検



写真-1 トンネル坑口上方の谷型斜面の崩壊事例（管轄事務所提供）



写真-2 供用開始後約1年の切土のり面の崩壊事例（管轄事務所提供）



写真-3 上記のり面の施工中の写真（管轄事務所提供）

赤枠付近が崩壊箇所

でロックネット背後に堆積した崩壊土砂の増加とネットの破損、ガリー浸食の増大が見られており、斜面がゆるんでいた可能性も考えられる。

(2) 供用後約1年の切土のり面の崩壊事例

写真-2は拡幅工事で施工され、供用開始後約1年で崩壊した切土のり面の事例である（発生土量 5400m³、到達土量 5m³）。崩壊時の連続雨量は 44.5mm、最大時間雨量は 3.5mm と少雨で発生しており、しかも上方からの表流水の集中のない切土上端付近の尾根部が崩壊した。崩壊



写真-4 河岸浸食による橋梁基礎の下方斜面の崩壊事例（管轄事務所提供）

黒点線：もとの河岸（推定）

青矢印線：災害時の河川の流れ（推定）



写真-5 東北地方太平洋沖地震による谷埋め盛土の崩壊事例（管轄事務所提供）

前の切土勾配は 1 : 1.0 で対策は植生のみであった。当該のり面の施工中の写真（写真-3）では上部の崩壊箇所付近の風化が進んでいることがわかる。このような風化が進んだ地山で切土勾配が 1 : 1.0 であったことが影響していると想定される。道路土工指針⁵⁾の標準のり面勾配では砂質土等では下限値に相当し、強風化斜面などでは適用できない場合がある（必要に応じてのり面勾配の変更等）とされている。このような建設時代の新しい切土のり面の崩壊では強風化部などが残存している部分が崩壊している場合が多く、工事記録等による地山状況の確認とのり面勾配の変更など適切な対策の検討が必要である。

(3) 河岸浸食による橋梁基礎洗掘（基礎下方斜面の浸食・崩壊）の事例

写真-4はアーチ橋のアーチ部基礎の下方斜面が河岸浸食により基礎の近くまで崩壊・後退した事例で、道路下方斜面の災害ということで道路斜面災害事例として挙げられたものである（発生（浸食）土量 8000m³）。発生時の連続雨量は 491mm、最大時間雨量は 115mm で、事前通行規制区間の一部であったため事前通行規制実施中

(基準雨量は連続 250mm)であった。もとの河岸から基礎側に15~20m程度(基礎まであと5m程度まで)浸食された。当該斜面の地質は上位は火山礫凝灰岩であるが下位の5m程度が未固結の砂礫層であった。河岸に護岸はあったものの、当該斜面が河川の攻撃斜面であったことと連続雨量500mmに近い豪雨のため、護岸を超える増水で被災したと想定される。このような箇所では水位の想定と護岸等の対策が適切であるかどうか検討が必要である。

(4)地震による谷埋め盛土の崩壊事例

写真-5は東北地方太平洋沖地震(本震)により国道に面した住宅地の谷埋め盛土が崩壊し国道を閉塞した事例である(発生土量45000m³、到達土量11000m³)。近傍の震度は5強であった。先行降雨は1週間で5mmとわずかであった。崩壊した盛土は約40年前に民間により造成された。崩壊地の背後に残存する盛土のN値は2~5であった。なお、谷埋め盛土の崩壊・変状は、直轄国道に関しては重大な被害に至ったものは本事例の他になかったが、現在収集中の自治体管理道路の事例では道路自体の盛土の崩壊事例が多数見られたり、道路以外(宅地等)でも発生し問題になっているほか、過去の地震でも発生しており、道路自体の盛土が隣接地の盛土かを問わず、道路に影響が及ぶ可能性のあるものは要注意箇所として抽出する必要がある。

3.3 防災上の留意点のまとめ

以上に述べたような事例から防災上の留意点をまとめると以下のとおりとなる。

- ・災害前に変状や災害履歴がある箇所の再被災、小規模な集水地形による崩壊・土砂流出、暗渠の閉塞や道路・水路等の集水による崩壊などは平成20~21年度の災害でも見られており、災害弱点箇所として適切に点検し被災原因の究明と対策の検討が必要である。
- ・建設時代の新しい切土のり面の崩壊は平成20~21年度の災害でも見られているが、軟質な地山が残存している部分での崩壊が多く、工事記録等による地山状況の確認とのり面勾配の変更など適切な対策の検討が必要である。
- ・河川の増水による道路下方斜面の浸食・崩壊は特に攻撃斜面に相当する場合には水位の想定と護岸等の対策が適切であるかどうか検討が必要である。
- ・谷埋め盛土の変状・崩壊は東北地方太平洋沖地震だけでなく過去の地震でも見られており、道路に影響が及ぶ可能性のあるものは要注意箇所として抽出する必要がある。

4. まとめ

平成22年度の直轄国道斜面災害の事例を収集し、災害の特徴と防災上の留意点について分析した。その結果、3.3に述べたような防災上の留意点が得られた。これらの留意点を防災点検やカルテ点検等に活かすことで、高い精度で要注意箇所を抽出することができる。

今後、災害事例の収集と分析を継続していくとともに、アセットマネジメントの手法検討に向けて、対策工を含むのり面の劣化に関する事例収集と分析に取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) 佐々木靖人・浅井健一・矢島良紀：道路斜面災害等による通行止め時間の縮減手法に関する調査(1)、平成20年度土木研究所成果報告書、独立行政法人土木研究所ホームページ、<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/pdf/report-seika/2008-1-2-15.pdf>、2012年4月現在
- 2) 林浩幸・浅井健一・佐々木靖人(2011)：平成21年度の直轄国道斜面災害の特徴、日本応用地質学会平成23年度研究発表会講演論文集、pp.149-150.
- 3) 浅井健一・林浩幸・佐々木靖人(2009)：平成20年度の直轄国道斜面災害の特徴、日本応用地質学会平成21年度研究発表会講演論文集、pp.127-128.
- 4) 浅井健一・林浩幸・佐々木靖人(2011)：平成21年度の直轄国道斜面災害の特徴、日本応用地質学会平成23年度研究発表会講演論文集、pp.145-146.
- 5) 日本道路協会(2009)：道路土工一切土工・斜面安定工指針、pp.134-138.

RESEARCH ON THE ASSET MANAGEMENT FOR THE ROAD SLOPE DISASTER PREVENTION MEASURES (2)

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Geology and Geotechnical Engineering
Research Group(Geology)

Author : Yasuhito SASAKI

Ken-ichi ASAI

Abstract : The purpose of this research is to propose investigation method for judging urgency of countermeasures and effective countermeasures by analyzing records of inspection and investigation of slopes and disaster examples. In 2011FY, we analyzed 41 examples of slope disasters occurred in 2010FY on national roads under the direct control of The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, and others, to reveal the features of disasters and notice points for disaster prevention. The notice points for disaster prevention obtained by the analysis are as follows: 1) Disasters occur at such sites as follows: the sites where deformation or past disasters have been recorded, small valleys and the sites where surface water concentrates by road or channel, etc., not only in 2010FY, but also in 2008-2009FY. It needs to inspect these sites properly, and also it needs to examine necessary countermeasures. 2) Collapses of newly constructed cut slopes occur not only in 2010FY, but also in 2008-2009FY. These cut slopes are often consisted of soft earth on the slope (highly weathered earth, earth of recent geological age, etc.). It needs to check condition of earth using the reports of construction. 3) It needs to pay attention to erosion and collapse of the slope bellow the road, especially in the case of undercut slope of riverside. 4) Deformation and collapse of embankment slope filling up the valley occurred not only in the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, but also in the past earthquakes. These sites are weak points against disaster.

Key words : road, slope, disaster, inspection, countermeasures