

②-6 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 24 年度は、平成 23 年に発生した東北地方太平洋沖地震による道路斜面災害のうち宮城・福島両県の県管理道路の事例を収集・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) 地震時の岩盤崩壊は尾根地形で開口亀裂が発達してゆるんでいる箇所、流れ盤構造の箇所、硬い岩盤が相対的に軟らかい地層の上に位置する構造で発生しやすい。2) 斜面縁辺部に位置する盛土で、のり尻が谷底の低地となっていて地盤が軟弱である場合や背後に集水地形があるなど含水状態が高くなりやすい条件の場合には盛土高さがそれほど高くなくても地震時に崩壊や変状が発生しやすい。3) 谷埋め盛土の崩壊や変状は過去の地震でも今回の地震でも発生しており、災害弱点箇所として注意が必要である。4) 道路に隣接する土地の谷埋め盛土は現状の地形を調査しただけでは存在を把握することができない場合もあり、過去の空中写真等によって地形改変の履歴を調査することにより道路に影響が及ぶ可能性のあるものを抽出する必要がある。5) 地震時の地すべりの場合、特に緩傾斜の流れ盤の箇所では必ずしも地すべり地形を呈していないことから、地質構造の把握が重要である。

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（素案）」¹⁾（平成 19 年 11 月）においても、全国の幹線道路のうち落石や土砂崩れ、地すべり、雪崩等のおそれのある約 17,000 区間、約 50,000km のうち、公共施設や病院などを相互に結ぶ生活幹線道路で通行止めにより生活に大きな影響を与える約 6,000 区間、約 18,000km に対して集中的に防災・防雪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が、これらの膨大な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 24 年度は、平成 23 年に発生した東北地方太平洋沖地震による道路斜面災害のうち宮城・福島両県の県管理道路の事例を収集・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²⁾により、平成 23 年に発生した東北地方太平洋沖地震の本震・誘発地震等による宮城・福島両県の県管理道路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 92 事例（宮城県 53 事例、福島県 39 事例）である。なお、福島第一原発事故による規制区域は収集対象から除いた。

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。

3. 研究結果

3.1 概要

収集した災害事例の内訳を図-1（宮城県）および図-2（福島県）に示す。両県とも路肩・盛土崩壊および岩盤崩壊が比較的多い。宮城県では数は少ないものの道路以外の盛土（宅地等）の崩壊により道路が被災した事例がある。福島県では3月の本震時に比べ、誘発地震とされる4月の福島県浜通りの地震時の方が岩盤崩壊の割合が高く、5割強を占める。これは被災箇所がいわき市西部に比較集中し、古生代の結晶片岩地域を通る県道での岩盤崩壊が多かったことによる。被災箇所近傍の観測点の震度を図-3に示す。ほとんどが震度5強以上で発生しており、震度6弱での発生事例が多い。被災箇所の崩壊深さ、発生土量、崩壊勾配（崩壊頭部と末端を結ぶ勾配）を図4～6に示す。岩盤崩壊は比較的小規模な事例が多いが大規模な事例もあり、また急勾配で発生している事例が多い。地すべりは数は少ないものの大規模な事例があり、また緩勾配でも発生している。路肩・盛

土崩壊は様々な規模や勾配で発生しており、緩勾配での発生事例も見られる。被災箇所の基盤地質を図-7に示す。岩盤崩壊の箇所で作成岩類が多いのは上記で述べたように福島県浜通りの地震における結晶片岩地域での岩盤崩壊が多かったことによるものであり、同じく岩盤崩壊で古生代・中生代の堆積岩類が多いのは宮城県東部でのこれらの地質の地域での岩盤崩壊が多かったことによる。

3.2 特徴的な事例および防災上の教訓

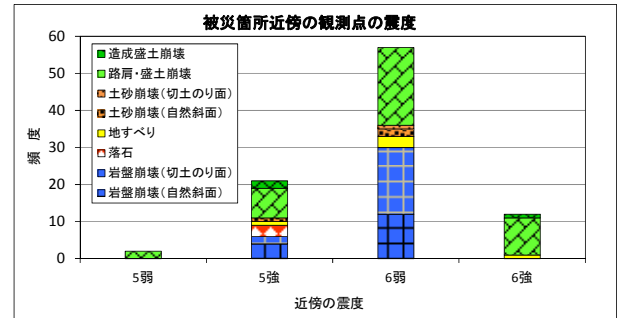


図-3 被災箇所近傍の観測点の震度

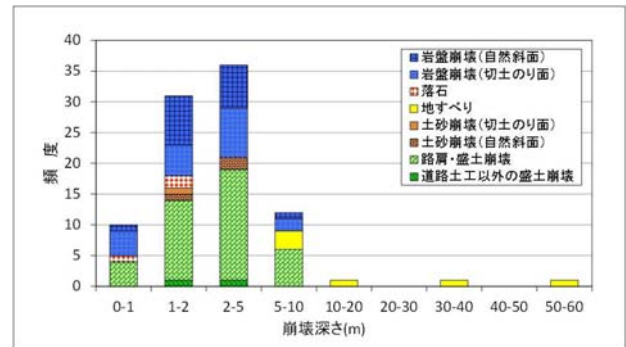


図-4 被災箇所の崩壊深さ

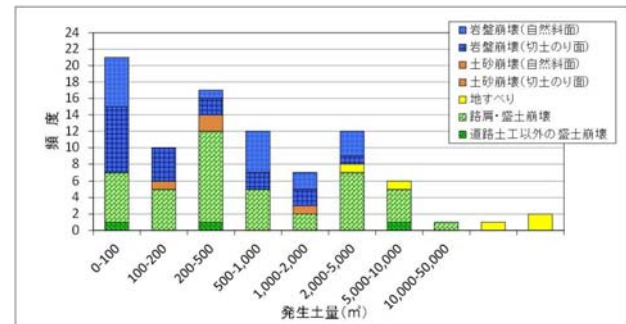


図-5 被災箇所の発生土量

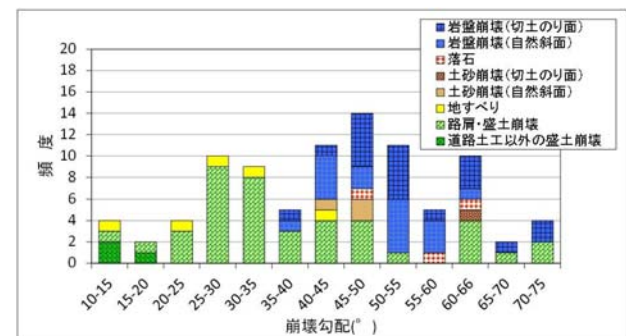


図-6 被災箇所の崩壊勾配
(崩壊頭部と末端を結ぶ勾配)

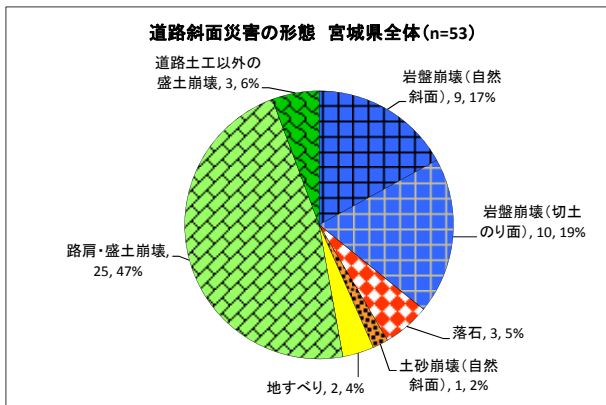


図-1 宮城県の道路斜面災害事例の災害形態内訳

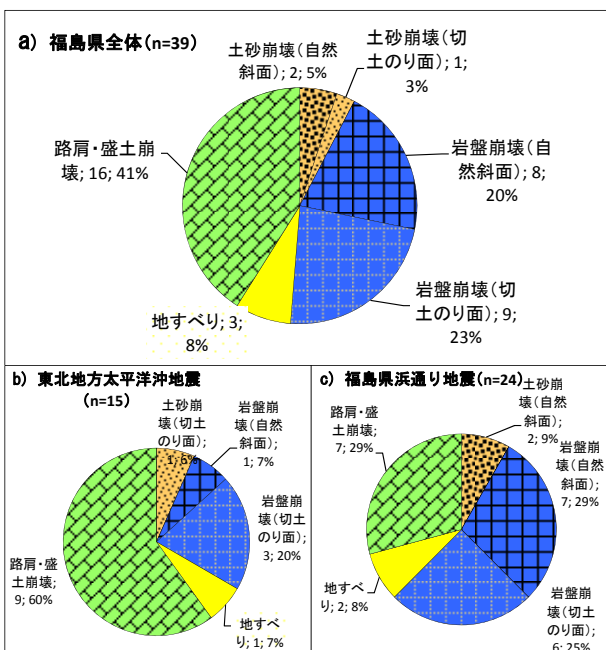
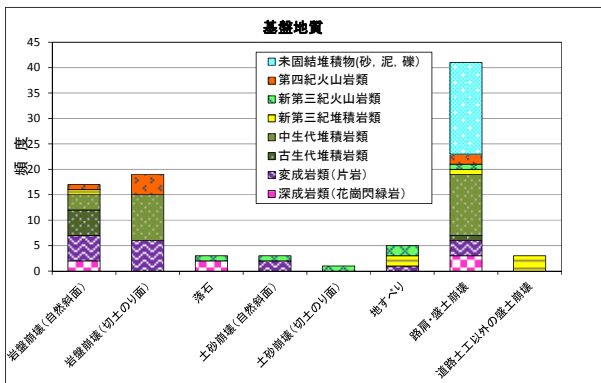


図-2 福島県の道路斜面災害事例の災害形態内訳

②-6 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)



図ー7 被災箇所地基盤地質

(1) 尾根状斜面の岩盤崩壊の事例

写真ー1は4月の福島県浜通りの地震で発生した結晶片岩地域での尾根状斜面の岩盤崩壊の事例である(発生土量 600m³、到達土量 100m³)。近傍の観測点の震度は6弱であった。当該箇所は道路防災点検の対象外であった。既往対策として落石を対象とした対策工(ロックネット等)があったが被災した。当該箇所の岩盤は受け盤方向の開口節理が発達しており、これと流れ盤方向の片理面が分離面となってトップリング状に崩壊したと考えられる。岩盤崩壊ではこのような尾根状地形での崩壊事例が多く、当該事例のような開口亀裂が発達してゆるんでい



(a) 道路への堆積状況



(b) 受け盤状の開口節理(白点線)

写真ー1 尾根状斜面の岩盤崩壊の事例

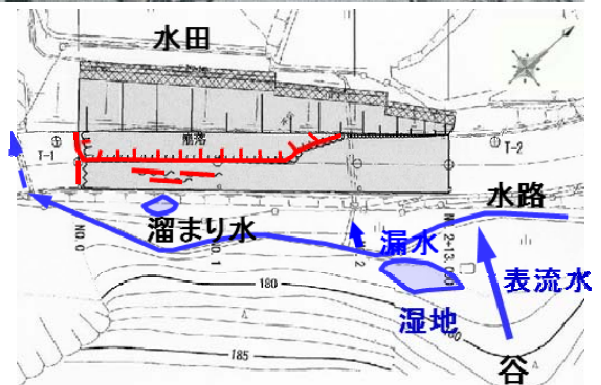
る箇所での崩壊のほか、流れ盤での崩壊や、硬い岩盤が相対的に軟らかい地層の上に位置する構造での崩壊の事例が見られた。

(2) 斜面縁辺部の盛土の崩壊事例

写真ー2は4月の福島県浜通りの地震で発生した、斜面縁辺部に位置し、のり尻が谷底の低地となっている盛土の崩壊事例である(発生土量 420m³)。近傍の観測点の震度は5強であった。当該箇所は道路防災点検の対象外であった。当該箇所の山側には集水地形があり、一部が湿地となっていたほか、同じく山側にある農業用水路の隙間から漏水が見られるなど、含水状態が高くなりやすい条件であった。併せて、のり尻が水田として利用されている谷底の低地に位置し、地盤が軟弱であったことも想定される。当該箇所の盛土高さは最高でも6m程度であったが、このような含水状態が高くなりやすい条件やのり尻の地盤が軟弱である条件では盛土高さがそれほど高くなくても崩壊や変状が発生する可能性があることを示している。

(3) 山岳地道路の谷埋め盛土の崩壊事例

写真ー3は4月の福島県浜通りの地震で発生した山岳地道路の谷埋め盛土の崩壊事例である(発生土量 900m³)。



写真ー2 斜面縁辺部の盛土の崩壊事例
(写真下の図は状況説明図)

近傍の震度は5強であった。崩壊前の盛土高さは 20m、

②-6 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)

のり勾配は1:1.6であった。また、復旧工事中に現地調査を行った時点でも若干の湧水が見られた。このような谷埋め盛土は含水状態が高くなりやすい条件にあり、過去の地震でも谷埋め盛土の崩壊が多く発生していることは周知のとおりである³⁾⁴⁾。

(4) 道路に隣接する谷埋め盛土の崩壊事例

写真-4は3月の本震により道路に面した斜面上の谷埋め盛土が崩壊し道路を閉塞した事例である（発生土量 9800m³、到達土量 9200m³）。当該箇所では崩壊箇所の約100m北側でも崩壊には至らなかったものの変状が発生した。近傍の震度は5強であった。当該箇所は道路防災点検の対象外であった。当該斜面は勾配11度と緩傾斜の放牧地であったが、過去の空中写真では崩壊箇所および北側の変状箇所に谷地形が見られ、これらを埋積して放牧地としたことが判明した。また、崩壊箇所では現地調査時点でも多量の湧水が見られたことから、含水状態が高くなりやすい条件であったと想定される。当該箇所のような場合は道路盛土などと違って現状の地形を調査しただけでは谷埋め盛土の存在を把握することはできず、

とが必要である。



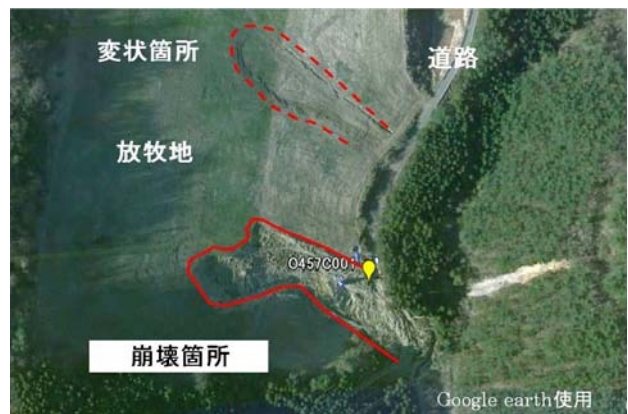
(a) 崩壊頭部



(b) 道路への堆積状況



(a) 被災状況



(c) 被災後の空中写真 (Google earth)



(b) 被災箇所の空中写真



(d) 地形改変前の空中写真 (国土地理院)

写真-3 山岳地道路の谷埋め盛土の崩壊事例

過去の空中写真等によって地形改変の履歴を調査するこ

写真-4 道路に隣接する谷埋め盛土の崩壊事例

(5) 緩傾斜の流れ盤の地すべり事例

写真－5は4月の福島県浜通りの地震により発生した長さ約200m、幅約250m、深さ約30mの規模の岩盤地すべりの事例である(発生土量775000m³、到達土量2500m³)。すべり面の傾斜は約10度であった。地質は新第三紀中新世の堆積岩(凝灰質砂岩、砂岩、シルト岩等)であり、層理面の傾斜とすべり面の傾斜がともに約10度と調和的であった。また、ボーリング調査および現地踏査により、すべり面の上方延長部に厚さ10～20cmの破碎部が認められた。当該箇所は尾根状の丘陵地であり、過去の報告書では末端部および近隣に地すべり地形が判読されていたが、当該地区を包括する地すべり地形は見られず、防災科学技術研究所の地すべり地形分布図でも当該地区に地すべり地形は記されていない。地すべりは当該箇所のような緩傾斜の流れ盤の地質構造箇所での発生事例と崩積土での発生事例が見られた。これらの箇所は(特に前者の場合)必ずしも地すべり地形を呈していないことから、地質構造の把握が重要である。



写真－5 緩傾斜の流れ盤の地すべり事例

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であり、災害弱点箇所としての確な抽出が必要である。

- ・地震時の岩盤崩壊は尾根地形で開口亀裂が発達してゆるんでいる箇所、流れ盤構造の箇所、硬い岩盤が相対的に軟らかい地層の上に位置する構造(いわゆる「キャップロック構造」)で発生しやすい。
- ・斜面縁辺部に位置する盛土で、のり尻が谷底の低地となっていて地盤が軟弱である場合や背後に集水地形があるなど含水状態が高くなりやすい条件の場合には盛土高さがそれほど高くなくても地震時に崩壊や変状が発生しやすい。
- ・谷埋め盛土の崩壊や変状は過去の地震でも今回の地震でも発生しており、災害弱点箇所として注意が必要である。

- ・道路に隣接する土地の谷埋め盛土は現状の地形を調査しただけでは存在を把握することができない場合もあり、過去の空中写真等によって地形改変の履歴を調査することにより道路に影響が及ぶ可能性のあるものを抽出する必要がある。
- ・地震時の地すべりの場合、特に緩傾斜の流れ盤の箇所では必ずしも地すべり地形を呈していないことから、地質構造の把握が重要である。

4. まとめ

平成23年に発生した東北地方太平洋沖地震による道路斜面災害のうち宮城・福島両県の県管理道路の事例を収集し、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。

また、アセットマネジメントの手法検討に向けて、土質・振動チーム、一般社団法人全国特定法面保護協会および一般社団法人全国地質調査業協会連合会と「のり面構造物のアセットマネジメントに関する共同研究」を開始し、吹付工等の対策工を含むのり面の劣化に関する事例収集を始めており⁵⁾、今後、災害事例の収集・分析を継続するとともにのり面の劣化に関する事例分析および点検・対策手法の検討に取り組んでいく予定である。

なお、写真の一部は両県の管轄事務所より提供いただいたものであり、感謝する次第である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局(2007):道路の中期計画(素案)、p8、国土交通省ホームページ、<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-douro-keikaku/02.pdf>、2013年3月現在。
- 2) 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。
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所(2006):平成16年(2004年)新潟中越地震土体施設災害調査報告、国土技術政策総合研究所報告第27号・土木研究所報告第203号、pp.184-203。
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所・独立行政法人建築研究所(2008):平成19年(2007年)能登半島地震被害調査報告、国土技術政策総合研究所資料第438号・土木研究所資料第4087号・建築研究所資料

②-6 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）

第 111 号、pp. 102-153.

- 5) 佐々木哲也・加藤俊二：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（1）、平成 24 年度土木研究所プロジェクト研究報告書.

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 2012FY, we analyzed 92 examples of slope disasters on roads in Miyagi and Fukushima Prefectures caused by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, 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) Rock slope is easy to collapse by earthquake at such sites as follows: the ridge slope which is loosen and cracks have been opened, the geological structure of which dip concordant to the slope, and the slope where hard rock overlies weak layer. 2) The embankment located in the foot of the slope is easy to collapse or be deformed by the earthquake in the case that the toe of embankment slope overlies the soft ground of valley plain, and the embankment is easy to be wet due to the catchment slope, etc. 3) Deformation and collapse of embankment slope filling up the valley occurred not only in the 2011 off the Pacific Cost of Tohoku Earthquake, but also in the past earthquakes. These sites are weak points against disaster. 4) The embankment filling up the valley on the slope near the road cannot always be found only by the investigation of present geography. It needs to investigate history of topographic change by development using ancient aerial photograph, etc. 5) The landslide site by the earthquake do not always show landslide topography before the earthquake. It needs to investigate geological structure.

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