

3.4 地盤変状の影響を受ける道路橋の耐震安全対策技術に関する研究（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、日外勝仁

【要旨】

本研究は、山地部の地盤を主対象として、地震による斜面地盤変状の事例を収集・分析することにより、地震時に道路橋に影響を及ぼすような変状を起こしやすい地盤条件の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、過去の調査報告や文献検索等により地震による斜面地盤変状 42 事例を収集し、地形・地質の特徴の整理と変状パターンの分類を行った。変状の規模は幅では 300m まで、長さで 400m まで、層厚では 40m までのもので約 9 割を占めるが、地すべりとされた事例の中にはこれらを超えるものも存在する。変状箇所の地質構造（層理面、節理面など）については流れ盤の事例が非常に多い。また、変状パターンについては以下に示すパターンに分類することができた。①古い地すべりなどにより形成された崩積土のすべりまたは崩壊、②厚い風化層または未固結層のすべりまたは崩壊、③流れ盤の層理面・節理面・断層面・薄い脆弱層によるすべりまたは崩壊、④下部の脆弱層の変形による上部の岩盤の変状又は崩壊、⑤柱状節理の発達した岩盤の節理面からの変状または崩壊。

キーワード：道路橋、地震、斜面、災害、地盤、変状

1. はじめに

平成 20 年 6 月に発生した岩手・宮城内陸地震における国道 342 号祭時（まつるべ）大橋の落橋や国道 397 号尿前（しとまえ）溪谷橋の橋台基礎地盤の変状などの例のように、地震時に大きな地盤変状を生じる箇所に立地する道路橋は、道路通行の安全性はもとより、復旧、復興の長期化などにより地域経済に大きな損失を及ぼしかねない甚大な被害を生じる可能性を有する。このような橋梁が多いと想定される山地部等の橋梁は数万橋に及び、道路ネットワークの確保のためにも地震時に大きな地盤変状を受ける立地条件の道路橋に対する耐震安全性の確保が求められる。そのためには、地震時に変状を起こしやすい地盤条件の判定と道路橋への影響を推定する手法が必要となるが、その手法は確立されていない。

したがって、本研究では、山地部の地盤を主対象として、地震による斜面地盤変状の事例を収集・分析することにより、地震時に道路橋に影響を及ぼすような変状を起こしやすい地盤条件の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、岩手・宮城内陸地震、新潟県中越地震、東北地方太平洋沖地震などにおける斜面の地盤変状事例を収集し、地盤変状箇所の地形・地質の特徴の整理と変状パターンの分類を行った。

2. 研究方法

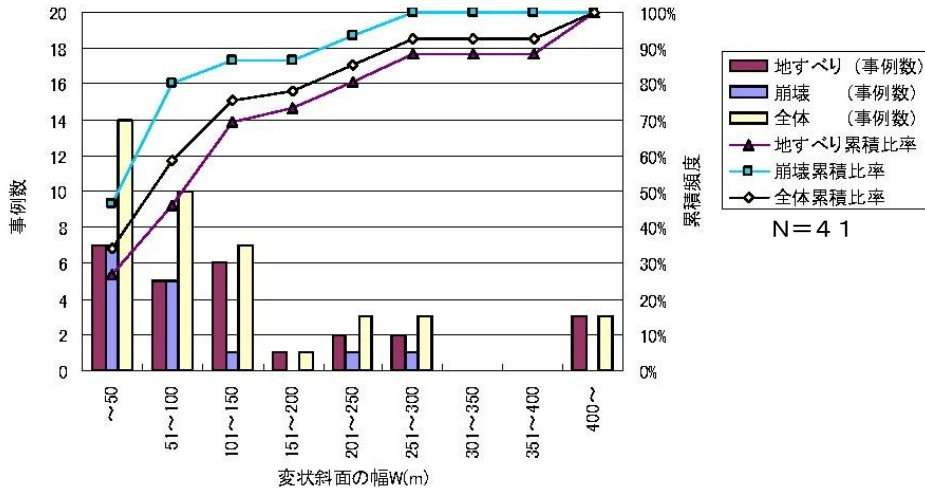
過去に土木研究所が調査した平成 16 年新潟県中越地震の報告書¹⁾、平成 20 年岩手・宮城内陸地震の道路斜面災害事例、同地震や東北地方太平洋沖地震での災害箇所について個別に土木研究所が道路管理者等から入手した報告書等の資料に加え、文献の検索も行い、それらをもとに斜面地盤の変状事例を収集した。収集事例は当該箇所に道路橋がない事例も含めているが、小規模な表層崩壊や落石は含めず、道路橋の基礎が存在した場合に変状を生じると想定される規模のものとし、42 事例を収集することができた。

収集した斜面地盤変状事例について、上記の資料および検索した文献に基づき、地形・地質の特徴を整理するとともに、変状のパターン毎に分類した。

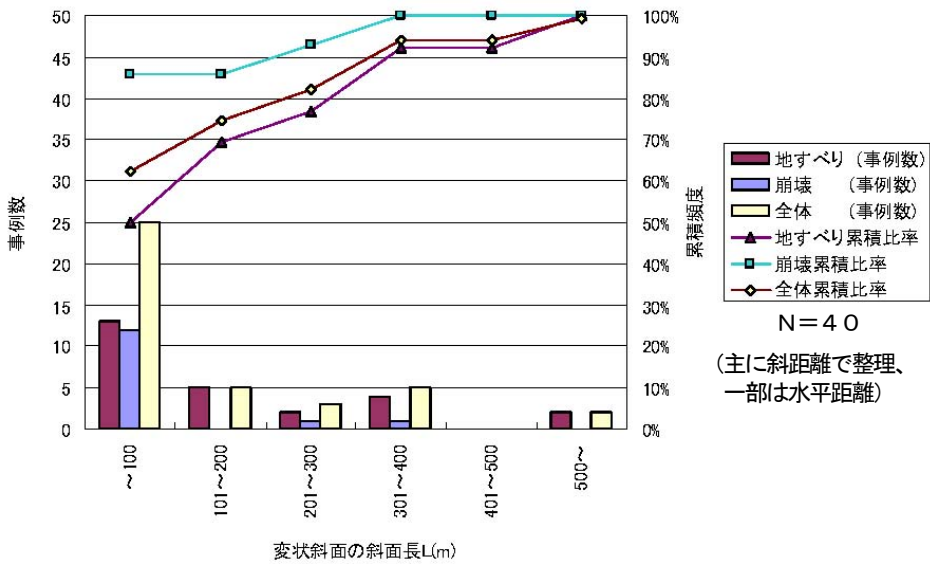
3. 研究結果

3.1 収集した事例の概要

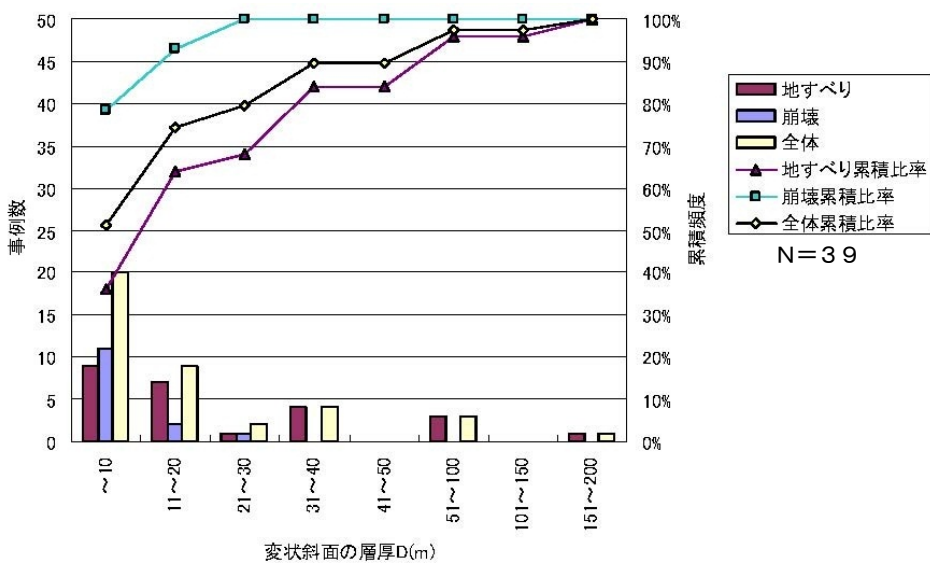
収集した 42 事例の地震の内訳は、北海道東方沖地震（平成 6 年）1、新潟県中越地震（平成 16 年）6、新潟県中越沖地震（平成 19 年）3、岩手・宮城内陸地震（平成 20 年）19、東北地方太平洋沖地震（本震：平成 23 年）7、同誘発地震（いわき：平成 23 年）2、長野県北部地



図－1 収集した事例の斜面変状幅



図－2 収集した事例の斜面変状長さ



図－3 収集した事例の斜面変状層厚

震（平成 23 年）4 である。なお、収集できた事例数は入手できた資料や検索できた文献に依存するものであり、地震ごとの地盤変状の発生数の状況をそのまま反映しているわけではない。変状の形態は、資料・文献に記載の名称に従えば地すべり 26（「崩壊型地すべり」と記載されている 1 事例を含む）、崩壊 16（「深層崩壊」と記載されている 1 事例を含む）である。ただし、地すべりと記載されているものの中にも土塊が完全に攪乱された状態で発生域外まで崩落した（崩壊とみなせる）事例や中間的と見なせる事例があるなど、必ずしも同一の基準で区分されていない。

3.2 収集した事例の地形・地質的特徴

収集した事例の斜面変状幅、斜面変状長さ、斜面変状層厚についてそれぞれ図－1～3 に示す。ただし、資料・文献に記載のないものは除いている（以下同じ）。また、斜面変状長さについては斜距離のものと水平距離のものがある（斜距離を基本としたが、一部に水平距離のみの記載で斜距離を算出できないものがあるため）。幅では 300m まで、長さでは 400m まで、層厚では 40m までのもので約 9 割を占めるが、地すべりとされた事例の中にはこれを超えるものも存在する。表－1 に収集した事例箇所の地質を示す。第三紀層の火山砕屑岩類と堆積岩類（砂岩泥岩互層、薄層を挟む層状砂岩・泥岩）の割合が多い。ただし、前述のよ

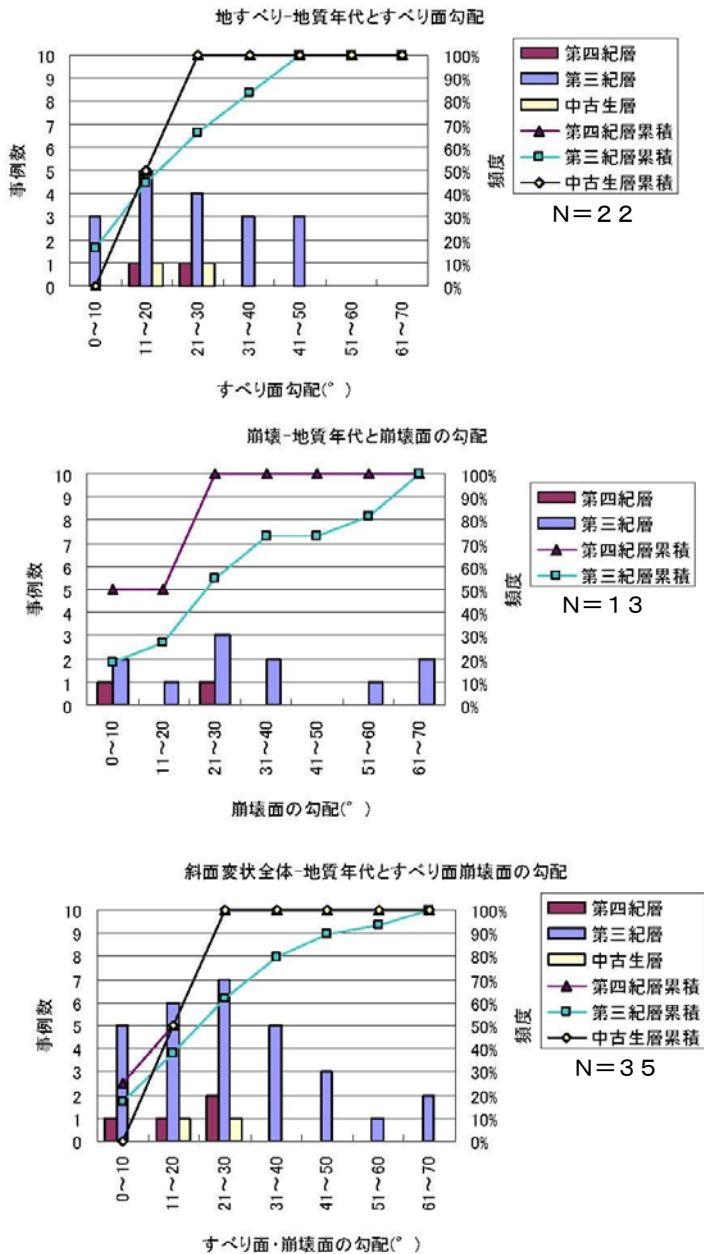


図-4 収集した事例のすべり面勾配
表-1 収集した事例箇所の地質

地質年代	岩相	事例数
第四紀層	溶結凝灰岩	1
	ローム	5
第三紀層	層状砂岩(薄層挟在)	2
	層状泥岩(薄層挟在)	4
	砂岩泥岩互層	11
	石英安山岩	1
	火山碎屑岩類	16
中古生層	砂岩頁岩互層	1
	片岩類	1

N=42

うに収集できた事例は入手できた資料や検索できた文献に依存するものであるため、各地質における変状の発生のしやすさを直接反映しているわけではないことに留意する必要がある。図-4に収集した事例のすべり面・崩壊面の勾配を示す。第四紀層や中古生層の事例は少ない

表-2 収集した事例箇所の地質構造の流れ盤・受け盤の別

	事例数
流れ盤	32
水平	2
水平～受け盤	1
受け盤	1

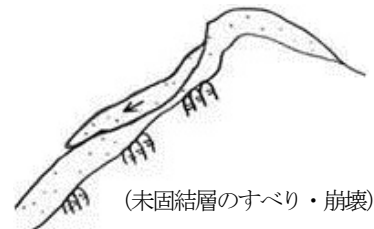
N=36



図-5 変状パターン(1)模式図



(風化層のすべり・崩壊)



(未固結層のすべり・崩壊)

図-6 変状パターン(2)模式図



(流れ盤の層理面・節理面・断層面・薄・脆弱層によるすべり・崩壊)

図-7 変状パターン(3)模式図

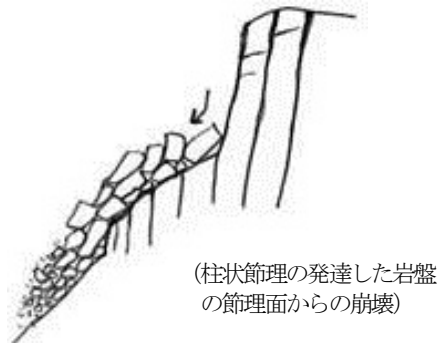
ため地質年代の違いによる差を示すのは難しいが、地すべりとされた事例の方が崩壊とされた事例に比べて緩勾配のものが多く、中古生層では10°以下の事例は見られない。表-2に収集した事例箇所の地質構造(層理面、節理面など)の流れ盤・受け盤の別を示す。流れ盤の事例が非常に多い。

3.3 変状パターンの分類

収集した42事例について、資料・文献の記載をもとに変状パターンの分類を行い、以下に示すパターンに分類することができた。なお、あくまでも資料・文献の記載をもとにした分類であるため、事例によっては詳細調査等が明らかになれば別の変状パターンに属することもあ



図－8 変状パターン(4)模式図



図－9 変状パターン(5)模式図

りうる。また、中間的なものや複数に属する（どちらが主か判断しがたい）ものもあるため、事例数の合計は42に一致しない。

(1) 古い地すべりなどにより形成された崩積土のすべりまたは崩壊（図－5）

いわき市の才鉢地区の地すべり（東北地方太平洋沖地震の誘発地震：平成23年4月11日）など5事例が該当すると考えられる。

(2) 厚い風化層または未固結層のすべりまたは崩壊（図－6）

元の地盤が風化した層のすべり・崩壊は5事例、新しい時代に堆積した未固結層のすべり・崩壊は7事例（東北地方太平洋沖地震（平成23年3月11日）における白河市周辺の葉ノ木平地区・岡ノ内地区等）が該当すると考えられる。

(3) 流れ盤の層理面・節理面・断層面・薄い脆弱層によるすべりまたは崩壊（図－7）

祭時大橋の落橋をもたらした地すべり（岩手・宮城内陸地震：平成20年6月14日）、荒砥沢地すべり（岩手・宮城内陸地震：平成20年6月14日）、いわき市の上釜戸地区の地すべり（東北地方太平洋沖地震の誘発地震：平成23年4月11日）など19事例が該当すると考えられる。

(4) 下部の脆弱層の変形による上部の岩盤の変状又は崩壊（図－8）

4事例が該当すると考えられる。いずれも岩手・宮城

内陸地震によるもので、溶結凝灰岩の下部に脆弱層が存在していた。なお、脆弱層が薄くなると(3)に該当し、どこで区分するかは難しい。

(5) 柱状節理の発達した岩盤の節理面からの変状または崩壊（図－9）

4事例が該当すると考えられる。いずれも岩手・宮城内陸地震によるもので、溶結凝灰岩または溶岩からなる斜面であった。

4. まとめ

地震時に道路橋に影響を及ぼすような変状を起こしやすい山地部の地盤条件の判定手法を提案することを目的として、過去の調査報告や文献検索等により地震による斜面地盤変状42事例を収集し、地盤変状箇所の地形・地質の特徴の整理と変状パターンの分類を行った。

変状の規模は幅では300mまで、長さで400mまで、層厚では40mまでのもので約9割を占めるが、地すべりとされた事例の中にはこれを超えるものも存在する。変状箇所の地質構造（層理面、節理面など）については流れ盤の事例が非常に多い。

また、変状パターンについては以下に示すパターンに分類することができた。

- ①古い地すべりなどにより形成された崩積土のすべりまたは崩壊
- ②厚い風化層または未固結層のすべりまたは崩壊
- ③流れ盤の層理面・節理面・断層面・薄い脆弱層によるすべりまたは崩壊
- ④下部の脆弱層の変形による上部の岩盤の変状又は崩壊
- ⑤柱状節理の発達した岩盤の節理面からの変状または崩壊

今後、地震時に不安定となりやすい地盤条件の判定手法の検討に向けて、各箇所の地質調査等詳細資料の収集と地形・地質の分析、数値解析手法適用の検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 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：平成16年（2004年）新潟中越地震土木施設災害調査報告、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、2006年1月

RESEARCH ON THE COUNTERMEASURES FOR PREVENTING THE DAMAGE OF A ROAD BRIDGE CAUSED BY MOVEMENT OF THE GROUND BY EARTHQUAKE (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

Katsuhito AGUI

Abstract : The purpose of this research is to propose method for judging ground condition which is likely to be deformed to influence bridge safety by earthquake in mountainous area. In 2011FY, we collected and analyzed 42 cases of slope deformation by past earthquakes, to reveal the geographical and geological features of these cases and to divide deformation patterns of these cases. The deformation areas of about 90% of the cases are within 300m in width, 400m in length and 40m in thickness, but the areas of some cases which are reported as 'landslide' exceed them. The geological structures (bedding plane or joint etc.) of many cases dip concordant to the slope. We divided the deformation patterns of these cases as follows: 1) slide or collapse of earth formed by past landslide, 2) slide or collapse of thick weathered layer or soft sediments, 3) slide or collapse by bedding plane, joint plane, fault plane or thin weak layer which dips concordant to the slope, 4) deformation or collapse of rocks caused by the deformation of underlaying weak layer, 5) deformation or collapse of jointed rock by columnar joint plane.

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