

RTK-GNSSによる維持管理段階における観測する法面の選定手法に関する検討

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○中村 淳
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 村上 豊和
 東日本高速道路(株) フェロー会員 横田 聖哉
 国際航業(株) 非会員 室井 翔太

1. はじめに

昨今、集中豪雨や大規模な地震が増加するなか、災害発生前にその恐れのある法面を抽出し、常時監視を行うことで、災害の兆候を素早く察知し必要な点検・調査や交通運用を行うことにより、道路利用者の安全安心を確保することが重要といえる。安全安心で効率的な維持管理を目的として、RTK-GNSSによる地盤変位計測システム（以下、「RTK-GNSS」という）を用いた維持管理段階における法面変位の観測手法¹⁾（以下、「観測手法」という。）について検討している。

一方、すべての法面にRTK-GNSSを用いることは、費用面等から困難であることから、観測する対象法面（以下、「観測法面」という）をどのように選定していくかが課題である。本選定手法は、2つのSTEPを想定している。STEP1は、村上ら¹⁾が地形的素因、地質的素因および過去の災害履歴を踏まえて路線内で大きくエリアを区分することで、同一路線のなかでも、法面の潜在的危険度の高いエリアを明確にするものである。

しかし地形・地質によるエリア区分を行い、危険度の高いと判断されたエリア内にも、まだ相当数の法面が存在する。そのため、STEP2によって危険度の優先順位をより明確にすることが、効率的な維持管理を行う上で重要となってくる。法面の危険度優先順位を決定する方法として、道路防災点検²⁾の安定度調査表によるスコア方式があげられる。NEXCO3会社には、この手引きを参考に被災率や地域性を考慮しながらスコア算出し法面の管理を行っている路線がある。本報文では、STEP2によるエリア内の危険度優先順位の選定方法について、供用中の高速道路を対象に、既に設定されていたスコアと数量化Ⅱ類による分析（以下、「数量化Ⅱ類」という）によって新たに得られたスコアを比較検討した結果について報告する。

2. 本選定手法の概要

多変量解析における数量化Ⅱ類³⁾は、質的な形で与えられる外的基準を質的な要因に基づき予測または判別する方法である。表-1は、崩壊した法面の存在する高速道路路線を対象に、各切土に対し崩壊要因（以下、「要因」という）の地質・構造・強度・規模についてまとめた例である。

表-1 崩壊要因とスコアの関係

切土No	地形		地質		構造								強度		形状(高さ)		スコア Zn	崩壊 有無		
	集水地形		崩壊性要因地質		地すべり		リニアメント		断層		流れ盤		N値		直高					
	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	23<	23>	3>	3<				
ウェイト	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2	e1	e2	f1	f2	g1	g2	h1	h2				
切土.No1	1		1			1		1		1	1		1			1			a1+b1+f1+g1	有
切土.No2	1		1			1		1		1		1	1			1			a1+b1+g1	有
切土.No3		1		1		1		1		1	1		1			1			f1+g1	無
切土.No4	1			1		1		1		1	1			1	1				a1+f1+h1	無
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
切土.No268	1			1		1		1		1		1		1	1				a1+h1	無

切土.No1は、要因有の項目として「崩壊性要因地質」「集水地形」「流れ盤」「強度」を含むためスコアはa1+b1+f1+g1になる。268法面に対して、崩壊の有無及びスコアを算出し、数量化Ⅱ類を行う事で、a~h

キーワード 切土, RTK-GNSS, スコア, 数量化Ⅱ類,

〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 TEL: 042-791-1624 FAX: 042-791-2380

の要因にウェイト（重みづけ）を与えた。結果を表-2に示す。自然斜面と異なり切土法面の形状（勾配）については、道路防災点検²⁾では重みづけを大きく設定していない一方、安定勾配で施工されている法面にも崩壊が発生している⁴⁾ことから、従来のスコアの1/2の値を採用した。形状（高さ）の項目については、従来の選定方法では要因とされていなかったが、数量化Ⅱ類の結果ウェイトが大きいために新たに要因として設定した。スコアを100点満点として、要注意の12点及び形状（勾配）の6点を引いた82点にウェイトの比率をかけることでスコアの算出を行った。スコアの比較表を表-3に示す。

3. 本選定手法の妥当性の検証

図-1に従来のスコアによる法面評価を、図-2に数量化Ⅱ類によって修正したスコアによる法面評価を示す。災害履歴を有する法面のスコアの最低点と、災害履歴のない法面のスコアの最高点の差が小さいほど、災害を見逃さず、空振りをしない、災害実態を反映したものだと考えられる。

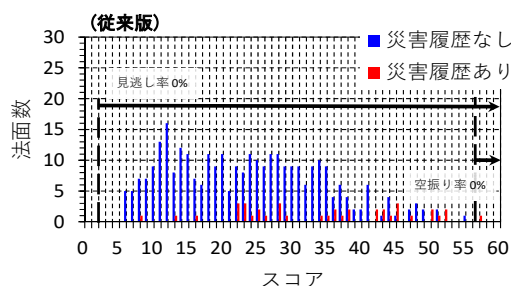


図-1 従来のスコアによる法面評価

表-2 崩壊要因のウェイト

	地形	地質	構造				強度	形状(高さ)
	集水地形	崩壊性 要因地質	地すべり	リニアメント	断層	流れ盤	N値	規模
	a	b	c	d	e	f	g	h
ウェイト	2.30	2.85	1.00	1.74	1.78	1.92	4.36	5.42

表-3 スコアの比較表

	従来スコア	数量化Ⅱ類	備考
	スコア		
地形	18	9	尾根型、直線、谷型など
地質	28	11	地質別の被災率
構造	15	25	流れ盤、断層、地すべりなど
強度	15	16	不透水性基盤上の土砂を対象
形状(勾配)	12	6	のり面の勾配
形状(高さ)	-	21	のり面の段数
地下水	0	0	
要注意	12	12	変状の有無
対策工	-10	-10	

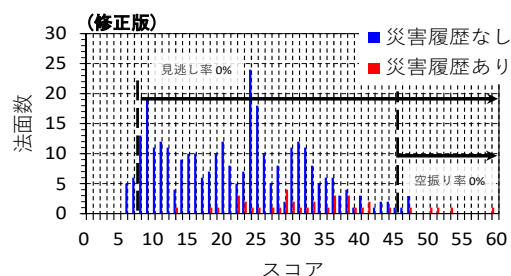


図-2 数量化Ⅱ類で修正したスコアによる法面評価

図-1, 2に示すとおり、修正後のスコアの方が、空振り率0%と見逃し率0%の差を小さくできた。これらから、法面のスコアをより災害実態を反映したものに見直すことができたと考えられる。

4. まとめ

今回の検討では、数量化Ⅱ類によって崩壊の要因と考えられる項目を整理することで、危険度の優先度評価の精度を向上させることが可能であった。観測手法のSTEP1¹⁾とSTEP2によってモニタリング箇所を絞り込むことができれば効率的に潜在的危険度の高い法面を選定し観測することが可能である。ただし、この手法は机上での評価であり、現地での確認が必要な水の影響を考慮できていないため、湧水等が確認された箇所については別途考慮を行う必要がある。本手法により選定した観測法面以外で災害が発生した場合は、エリア区分の見直しや要因のウェイト修正を行う必要が生じることも想定しており、引き続き現場での本格運用に向けて研究を継続し検討を進めていく。

参考文献

- 1) 村上豊和, 横田聖哉, 武石朗, 室井翔太, 維持管理段階におけるRTK-GNSSを用いて観測する法面の選定手法に関する検討, 第56回地盤工学研究発表会, 2021
- 2) 財団法人道路保全技術センター, 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等), 2007
- 3) 有馬哲, 石村貞夫, 多変量解析のはなし, 東京図書, 1987
- 4) 平井健太, 村上豊和, 滝口潤, 佐藤尚弘, 適切なのり面保護の選定に向けた実態把握と基礎分析, 第57回地盤工学研究発表会(投稿中)