

GIS を活用した切土のり面の維持管理の優先度の検討

西部技術コンサルタント株式会社 ○近藤 竜也, 田邊 信男, 大嶋 優斗

1. はじめに

平成 25 年 2 月, 道路のり面工や斜面安定対策工の道路施設を対象とした総点検実施要領 (案)¹⁾が策定された。この道路施設の中で, 道路のり面工や土工構造物は, 橋梁などの構造物と比べ, 自然地形を直接的, あるいは間接的に利用している。このため, 場所的な地盤特性や地盤の不均一性などの違いによる特徴が, 維持管理上の課題として指摘されている。²⁾

そこで, 本稿では, 道路のり面工や土工構造物に着目し, 道路施設一次点検データ及び GIS を用いて, 第三者被害に影響を及ぼす環境要因や維持管理の優先度を分析する。さらに, 分析結果の考察を通して, 今度の効率的, 効果的な維持管理を検討する際の知見を得ることを目的とする。一次点検データは, 弊社が岡山県から道路施設総点検業務委託³⁾により実施した結果である。なお, この分析結果は岡山県全体の傾向を示しているものではない。

2. 点検方法と分析データ

点検対象と点検方法は, 総点検実施要領 (案)¹⁾に基づき実施した。また, 分析に使用したデータは, 目視点検により異常判定の有無を評価した N=1999 サンプルとした³⁾。異常判定に影響する変状要因として, 点検帳票や斜面安定度の一次評価の項目⁴⁾を参考に, 「道路施設種別」, 「災害履歴」, 「要対策」, 「表層地質分類」, 「漏水状況」, 「降雨量」, 「最高最低気温差」の 7 つの要因を抽出した。なお, 「要対策」については, 道路防災点検により判定された評価である。分析方法には, 二項ロジスティック回帰分析および GIS を使用した。まず, 表層地質分類は, 国土調査の表層地質図⁵⁾を用いて GIS で作成した。漏水状況については, 調査記録表のコメント及び現状写真を参考に漏水有, 漏水跡, 浸み出し, 漏水無の 4 つの状況に分類した上で, 「漏水有 (漏水有, 漏水跡, 浸み出し)」と「漏水無」の 2 つのカテゴリーに分類した。また, 年平均降雨量及び年平均最高最低気温差は, 1988 年~2018 年の 30 年間の気象庁の観測データを用いて算出した。分析に使用したデータを表-1^{3), 6)}に示す。

3. 道路土工構造物の異常判定に影響を及ぼす要因

第三者被害に影響を及ぼす道路土工施設や環境要因を分析するため, 一次点検による異常判定の評価項目を用いて二項ロジスティック回帰分析を行う。各変数が及ぼす影響の強さは「オッズ比」によって評価する。このオッズ比は, 他の変数を一定として, 特定の変数が 1 単位増加した際の「異常」と判定された確率を示す指標である。目的変数は「異常」の有無とし, 説明変数は表-1 に

表-1 一次点検分析データ

表層地質分類	分析データ	施設種別	分析データ	
沖積層(砂質土)	未固結土 ダミー変数	カルバート工	カルバート工 ダミー変数	
沖積層(粘性土)		コンクリート擁壁工	擁壁工ダミー変数	
沖積層(礫質土)		ブロック積擁壁工		
崖錐堆積物		石積み擁壁工		
崖錐堆積物(礫質土)		組立歩道		
扇状地堆積物		張り出し歩道		
段丘堆積物	段出歩道			
山砂り層	半固結土 ダミー変数	グラウンドアンカー工	切土工ダミー変数	
砂岩(三疊紀)	堆積岩 ダミー変数	のり枠工		
砂岩粘板岩互層(超丹波帯)		プレキャスト法枠		
砂岩粘板岩互層(舞鶴層群)		ブロック張工		
石灰岩(三疊帯)		ロックボルト工		
粘板岩(三疊帯)		吹付工		
粘板岩(舞鶴層群)		盛土工		盛土工ダミー変数
頁岩(下部三疊紀)		落石防護柵工		落石対策 ダ ミー変数
頁岩砂岩互層(三疊紀)		落石防護網工		
礫岩(三疊紀)		落石防護擁壁		
流紋岩質火砕流堆積岩類		火山岩 ダミー変数	漏水有(漏水, 漏水 跡, 浸み出し), 漏水	漏水ダミー変数
流紋岩質凝灰岩				
石英閃緑岩	深成岩 ダミー変数	年平均降水量(年平均最高最低の気温差) (1988-2018: 30年間)		
細粒花崗岩		虫明観測所	1173.1mm(9.4°)	
粗粒花崗岩		高梁観測所	1247.5mm(10.4°)	
風化細粒花崗岩		津山観測所	1450.2mm(11.3°)	
砂質片岩(舞鶴層群)	変成岩 ダミー変数	恩原観測所	2435.8mm(10.5°)	
泥質片岩(舞鶴層群)		災害履歴の有無	災害履歴ダミー変数	
		要対策の有無	要対策ダミー変数	
盛土(礫質土)	盛土 ダミー変数	総点検実施要領(案) に基づく判定: 異常有 (×, △), 異常無(○)	異常有無ダミー変数	

示す。分析した結果, 回帰式は, 有意水準 1% でモデル式に適合している。説明変数の分析結果を表-2 に示す。説明変数の評価については, 「異常有」の影響を及ぼす正の偏回帰係数での「オッズ比:1 以上」に着目して考察する。この表より, 「切土工」は, 「有意水準 5%」で異常有と判定される確率が約 42 倍程度高くなる。また, 「漏水」は「有意水準 1%」で異常有と判定される確率が約 152 倍と高いことがわかった。「漏水」は, すべての道路施設において, 鋼材の腐食やコンクリートの劣化, 土工構造物の安定性の低下に, 水が大きく影響しているものと考えられる。また, 「切土工」は, 他の土工構造物に比べて, 地山そのものの風化や変質による強度劣化等の影響を受けやすいことが要因の 1 つとしてあげられる。

4. 切土工の維持管理の優先度の検討

3 章の分析結果を踏まえ, 道路土工施設の中で異常有と判定される確率が最も高い「切土工」に着目し, 維持管理の優先度を検討する。「切土工」は, 一次点検で異常有と判定された n=58 サンプルを使用した。維持管理の優先度を検討する項目については, 表-3 に示すように, 切土工を維持管理していく上で, 重要な要素として考えられる 6 つの項目を抽出した。分析方法は, 6 つの項目を用いて, GIS によるデータベースにより, それぞれの該当する項目の個数の大きさで維持管理の優先度を評価する。分析結果を図-1, 図-2 に示す。優先度の高い順に見ると, 「優先度 1」については 1 箇所が該当する。次に, 「優先度 2」では 14 箇所, 「優先度 3」は 13 箇所, 「優先度 4」

表-2 二項ロジスティック回帰分析

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		オッズ比	オッズ比の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性検定 Wald	P値	判定
				下限値	上限値		下限値	上限値			
要対策ダミー	-0.8929	0.6120	-0.2402	-2.0923	0.3065	0.4095	0.1234	1.3587	2.1289	0.1445	
災害履歴ダミー	0.7040	0.8153	0.1201	-0.8939	2.3019	2.0217	0.4090	9.9929	0.7456	0.3879	
盛土ダミー	-1.7149	0.8713	-0.4347	-3.4226	-0.0072	0.1800	0.0326	0.9929	3.8738	0.0490	*
未固結土ダミー	-1.9230	0.5134	-0.9342	-2.9292	-0.9168	0.1462	0.0534	0.3998	14.0309	P < 0.001	**
半固結土ダミー	-2.1390	0.8966	-0.3308	-3.8963	-0.3817	0.1178	0.0203	0.6827	5.6914	0.0170	*
堆積岩ダミー	-1.3300	0.5260	-0.5585	-2.3609	-0.2991	0.2645	0.0943	0.7415	6.3935	0.0115	*
火山岩類ダミー	-2.3011	0.6462	-0.6384	-3.5675	-1.0346	0.1001	0.0282	0.3554	12.6819	P < 0.001	**
深成岩類ダミー	-1.6186	0.5407	-0.6408	-2.6784	-0.5588	0.1982	0.0687	0.5719	8.9612	0.0028	**
切土工ダミー	2.0548	0.8588	0.7278	0.3715	3.7381	7.8052	1.4499	42.0166	5.7243	0.0167	*
盛土工ダミー	-1.6726	1.3247	-0.5357	-4.2690	0.9238	0.1878	0.0140	2.5187	1.5942	0.2067	
擁壁工ダミー	0.2469	0.8356	0.1218	-1.3909	1.8847	1.2800	0.2488	6.5843	0.0873	0.7677	
落石対策工ダミー	0.3734	0.9525	0.1224	-1.4934	2.2402	1.4526	0.2246	9.3951	0.1537	0.6950	
漏水ダミー変数	4.0654	0.4889	0.5257	3.1071	5.0236	58.2871	22.3570	151.9602	69.1435	P < 0.001	**
平均降水量/年	0.0004	0.0003	0.1867	-0.0001	0.0010	1.0004	0.9999	1.0010	2.3650	0.1241	
気温高低差/月	-0.2762	0.0993	-0.1691	-0.4709	-0.0815	0.7587	0.6245	0.9218	7.7277	0.0054	**

P値判定: *: P<0.05 **: P<0.01

は13箇所が該当した。「優先度5」の17箇所については、すべての検討項目への該当は見られなかった。それぞれの優先度項目の集計結果を図-1に示す。

「優先度1」の内容については、「要対策」, 「15m以上」, 「土砂災害危険区域」, 「漏水」の4項目が該当した。

表-3 維持管理優先度の検討項目

項目	内容
①要対策	道路防災点検の評価
②15m以上(重要度1)	特定道路土工構造物: 15m以上
③土砂災害危険区域	土砂災害防止法
④緊急輸送道路	点検帳票より
⑤災害履歴	点検帳票より
⑥漏水	二項ロジスティック回帰分析より

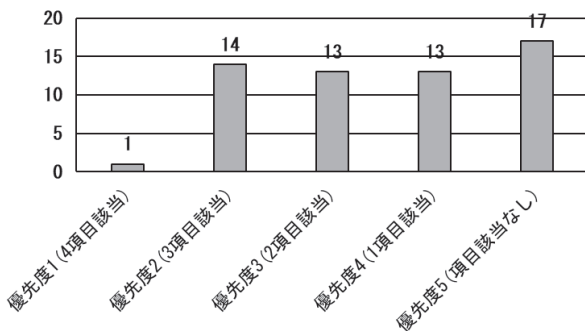


図-1 維持管理優先度項目の集計結果

5. まとめ

道路施設点検データを用いて分析した結果、第三者被害に影響を及ぼす要因として、「漏水」及び「切土工」が異常有と判定される確率が高いことが分かった。また、この中で「切土工」の維持管理の優先度をGISによるデータベースにより可視化することができた。さらに、GISの活用は優先度を単純に可視化するだけでなく、危険箇所の分布状況や傾向の把握、今後発生する可能性のある異常箇所の予測にも繋がると考えられる。今後はさらなる

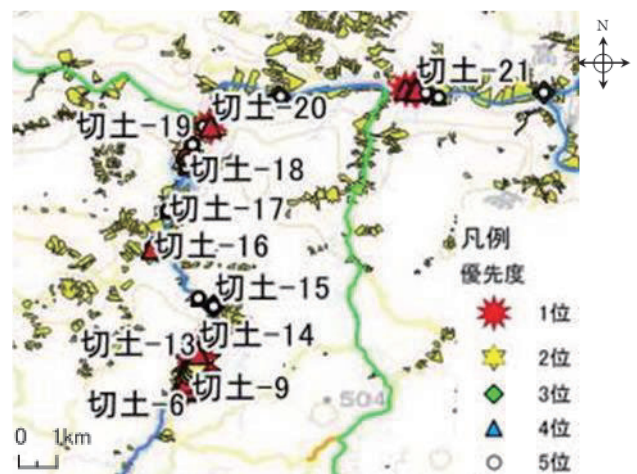


図-2 切土工の維持管理の優先度箇所(一部抜粋)

るデータの蓄積や各項目の重要度を統計的検定(重回帰分析, 数量化2類分析等)によって定量化し, 評価できる手法の検討が必要であると考えられる。

<<引用・参考文献>>

- 国土交通省道路局：総点検実施要領(案)道路のり面工・土工構造物編, 2013. 2
- 建設コンサルタント協会：公共土木施設の維持管理に関する研究委員会報告書, 2012. 7, p2-3-1
- 岡山県：公共道路施設総点検業務委託, 県道岡山牛窓線, 国道 313 号, 国道 374 号, 県道加茂奥津線, 2015, 2017
- 地盤工学会：切土法面の調査・設計から施工まで, pp125-128 2008. 6
- 国土交通省国土調査： <http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html>
- 田邊信男, 上坂未希, 水野正行：目視点検による道路施設の「第三者被害」に影響する要因, 土木学会第 72 回年次学術講演会集, I_251-I_260, 2016
- 国土数値情報： <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>