

急傾斜地崩壊危険箇所における工種別対策工効果の評価

山口大学大学院理工学研究科 学生会員 西村大喜
 山口大学大学院理工学研究科 正会員 杉原成満
 山口大学大学院理工学研究科 フェロ-会員 古川浩平

1. はじめに

斜面崩壊や落石等の斜面災害を対象としたハード対策はそれを必要とする急傾斜地崩壊危険箇所（以下、危険箇所）が多いことから、思うように事業の展開がはかれておらず、現状の整備率が低いという実情がある。このような状況を改善するためには、個々の危険箇所において最も効果的な工種を選定し効率的に事業を展開していくことが重要であると考えられる。

そこで、本研究では、数理的な手法である SVM を活用し、詳細な工種ごとの対策工効果の客観的な評価を行うことによって、個々の危険箇所において最も効果的な工種を選定を試みた。また、対策工効果があると評価された箇所については、現地調査を行い、現地状況から得られる知見と算出した対策工効果とを比較検討し、妥当性についての確認を行った。

2. SVM の概要

SVM は現在、最も強力なパターン分類手法として注目されている。SVM は、あるパターン分類によって、線形分離可能な高次元特徴空間にマッピングを行う。これにより、線形分離可能な状態となり、最適な分離超平面を求めることができる（図-1）。また、各データに対し分離超平面からの距離 $f(x)$ を算出することで危険度を評価することができる。

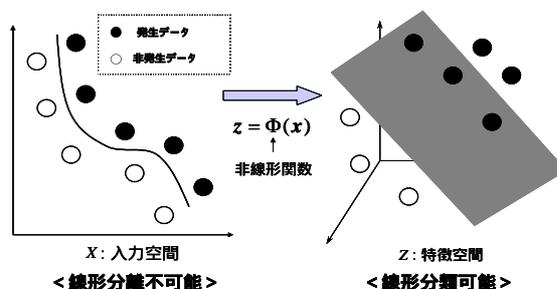


図-1 SVM の概念図

3. 対策工効果の算出方法

まず、対策工が施工されていない斜面データ群を用いて災害の発生・非発生を判別する分離超平面を設定し、斜面 A の現在の危険度 $f(x)1$ を求める（図-2）。次に、任意の対策工が施工されている斜面データ群を用いて災害の発生・非発生を判別する分離超平面を設定し、分離超平面から斜面 A まで距離 $f(x)2$ を求める（図-3、図-4）。このとき、 $f(x)2$ と $f(x)1$ の差は、任意の対策工の施工による危険度の変化、すなわち対策工効果 E として考えることができる（図-5、式(1)）。

$$E = f(x)2 - f(x)1 \quad (1)$$

IF $E < 0$ THEN $E = 0$

本研究では、任意の工種それぞれの分離超平面から求められる危険度 $f(x)2$ と現在の危険度 $f(x)1$ を用いることにより、工種ごとの対策工効果の評価を行う。また、本研究では現在対策工が施工されている危険箇所に対策工を追加した場合の対策工効果についても同様に評価を行う。

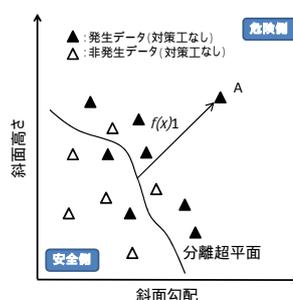


図-2 $f(x)1$ の算出

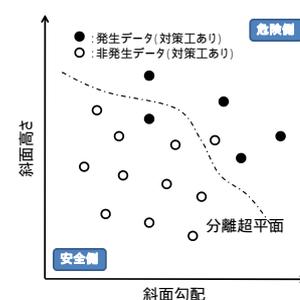


図-3 分離超平面の構築

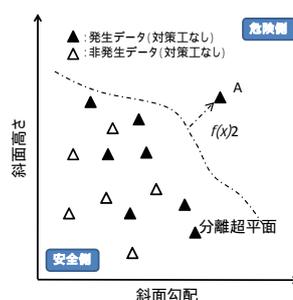


図-4 $f(x)2$ の算出

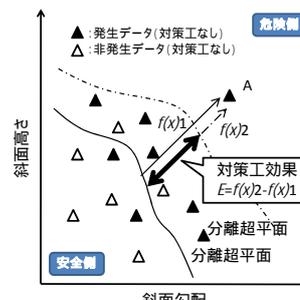


図-5 対策工効果 E の算出

4. 使用データの概要

本研究では、山口県内の危険箇所のうち対策工が施されていない斜面と、擁壁工が単独もしくは法枠工と落石防止工を組み合わせる形で施工されている箇所を対象データとし、合計 627 箇所（発生 27、非発生 600）で解析を行うこととした。ただし、発生データについてはその件数が少ないことから、現状の斜面より対策工が多く施工されている斜面においての災害は、現状の斜面においても発生すると考え、解析上の対象データに追加した。なお、使用する要因として地形・地質要因 14 要因、環境要因 4 要因を使用した。

5. SVM による危険度の設定

発生・非発生を最も分離できる分離超平面を設定するため、(2) 式で定義される的中率が最大となり、かつ汎用性の最も高くなる時のパラメータを用いることとした。解析の結果、 $C=500$ 、 $r=8$ を最適なパラメータとすることとした。これより算出された $f(x)$ 値を用いて危険度を設定した。

$$\text{的中率} = \frac{\text{的中データ数}}{\text{全データ数}} \quad (2)$$

6. 対策工効果の算出と妥当性の評価

選定したパラメータを用いて、工種ごとに分離超平面を設定し、危険箇所それぞれにおいて工種別対策工効果の算出を行った。算出した結果の一例を表-1～表-3 に示す。

表より、303- -0035 では擁壁工、法枠工、落石防止工の 3 つの工種の追加が最も望ましいが、201- -0005 では擁壁工に加え法枠工を追加するのみで十分であると判断することができる。また、擁壁工が施工されている 201- -0088 ではどの工種を追加しても対策工効果が 0 となっているため、これ以上対策工を増加させても意味はないと判断することができる。

このように、本研究で提案する手法を用いることで、個々の危険箇所について、対策の必要性を示すことができるとともに、対策が必要な箇所については、最も効果的な工種の選定を行うことが可能であると考えられる。

個々の危険箇所について算出した対策工効果と現地調査の結果から得られた知見を照らし合わせて、妥当性についての確認を行った。以下に調査結果の一例について述べる。

201- -0130 は、H11 斜面カルテでは擁壁工のみ施工されている箇所であり、法枠工と落石防止工を追加施工した際、最も効果的であるという結果が得られている(表-4)。現地調査を行った結果、法枠工と落石防止工が追加施工されていることが確認できた(図-6)。このことから本研究で得られた結果は技術者判断と一致していると考えられ、妥当であると判断できる。

7. 結論

本研究では、詳細な工種ごとの対策工効果の客観的な評価を行うことによって、個々の危険箇所において最も効果的な工種の選定を行った。本研究で得られた主要な結論を以下に示す。

- ・ 提案する手法を用いることで、個々の箇所について、最も効果的な工種を選定することが可能である。
- ・ 現地調査を行った結果、現地で得られる知見と一致し、技術者判断とも一致していることが確認できた。

表-1 対策工効果の算出結果 (303- -0035)

現在の工種	追加施工後の工種		対策工効果	
	工数	工種		
なし	1種類	擁壁工	E1	0.19
	2種類	擁壁工+法枠工	E2	1.08
		擁壁工+落石防止工	E3	0.37
	3種類	擁壁工+法枠工+落石防止工	E4	1.76

表-2 対策工効果の算出結果 (201- -0005)

現在の工種	追加施工後の工種		対策工効果	
	工数	工種		
擁壁工	2種類	擁壁工+法枠工	E5	3.97
		擁壁工+落石防止工	E6	2.21
	3種類	擁壁工+法枠工+落石防止工	E7	3.97

表-3 対策工効果の算出結果 (201- -0088)

現在の工種	追加施工後の工種		対策工効果	
	工数	工種		
擁壁工	2種類	擁壁工+法枠工	E5	0.00
		擁壁工+落石防止工	E6	0.00
	3種類	擁壁工+法枠工+落石防止工	E7	0.00

表-4 対策工効果の算出結果 (201- -0130)

現状	工数	工種		対策工効果 E	
	1種類	擁壁工			
対策工効果が高い工種	1位	3種類	擁壁工+法枠工+落石防止工	E7	2.62
	2位	2種類	擁壁工+落石防止工	E5	1.62
	3位	2種類	擁壁工+法枠工	E6	0.00
効果的な対策方法		法枠工と落石防止工を施工			



図-6 現地状況写真 (201- -0130)