

ニューラルネットワークによるのり面崩壊危険箇所の同定に関する一考察

鹿児島大学大学院 学生会員○安永 信一郎

鹿児島大学工学部海洋土木工学科 正 会 員 北村 良 介

日本道路公団九州支社鹿児島管理事務所 麻生 洋 幸

1.まえがき

鹿児島県ではこれまでに、豪雨のたびに斜面災害が発生しており、平成5年に起こった豪雨においては、斜面崩壊等により多くの人命、財産が失われ、主要道路・鉄道のいくつかは崩壊した土砂によって寸断された。過去に起こった斜面崩壊の事例からこれらの斜面災害を事前に予測することが出来れば、有効な対策が可能になり、被害を減少させることが出来る。安永ら¹⁾は、土木工学の種々の問題に適用され、有用性が明らかにされてきているニューラルネットワーク(以下 NN)法を用いてのり面の崩壊危険箇所の同定に適用した。本報告では、同様の手法を高速道路沿いののり面に適用し、考察を加えている。

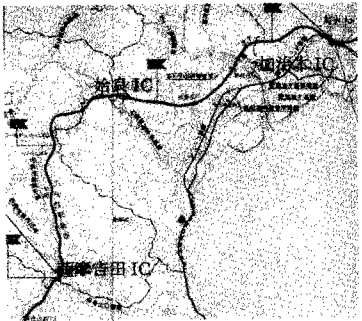


図.1 対象地域

2.対象地域および使用データ

図.1 に示す九州自動車道加治木 IC-吉田 IC 間の切土のり面を対象とし、崩壊危険箇所の同定を試みている。加治木 IC-吉田 IC 間は、昭和48年12月13日に供用が開始されており、全長17.3km、1日に約25,000台の交通量を持つ区間であり、山間を縫うように走っており、上下線合わせて99の切土のり面を持ち、斜面災害が起これば、交通に大きな支障をきたすことが予想される。

本報告に用いたデータは、日本道路公団鹿児島管理事務所所有の昭和49年8月から昭和50年2月に行われた九州自動車道加治木 IC - 吉田 IC 間の切土路面実態調査書²⁾から抽出したものである。降雨データは、鹿児島県農業気象月報³⁾を用いた(表.1 参照)。

のり面データは、地形情報、のり面構造、地質構造、のり面工法の4つに分けている。のり面工法については、平面図により昭和50年2月以降の新しいデータに更新した。降水量データは、日雨量、1日の最大時間雨量、連続雨量、2週間雨量である。崩壊データは出力データとし、崩壊と用地外からの土砂流入の2パターンに分けた。

教師データとして、加治木 IC-薩摩吉田 IC 間の60箇所の斜面データを用いた。降水量と崩壊については、平成3年9月27日・平成5年6月23,26日の降水量に対する崩壊を教師データとし、平成5年8月1,2,6,7日の降水量に対する崩壊危険箇所の同定を行った。

3.NN 法による解析および結果

NN の構造は、中間層1層の計3層からなる階層型

表.1 使用データ

地 形 情 報	(1)地形の種類	1.山岳地形 2.丘陵地 3.崖線谷
	(2)のり面上方の地形	1.凹形 2.凸形 3.黄曲点あり 4.本線側に傾斜 5.水平 6.本線側に逆傾斜
	(3)のり面上方の土地利用	1.樹木 2.草地 3.畑地 4.宅地 5.その他
	(4)のり面の向き	1.北向き 2.南向き 3.東西向き
の り 面 構 造	(5)段数	各斜面における下からの段数
	(6)のり勾配(1:)	
	(7)のり高さ(m)	数値データ
	(8)小段幅(m)	
地 質 構 造	(9)地質	1.凝灰岩 2.安山岩 3.しらす 4.安山岩+しらす 5.固結しらす 6.ローム 7.しらす+ローム
	(10)岩質	1.硬岩 2.軟岩 3.軟岩(キレツ多し) 4.風化岩 5.砂レキ 6.砂 7.シルト 8.粘土
	(11)N値	1.0~10 2.10~15 3.10~20 4.20~30 5.30 以上 6.30~40 7.40以上 8.50 以上
	(12)のり面工法	1.擁生 2.ネット 3.擁生+ネット 4.モルタル吹付け 5.のり枠 6.のり枠+擁生 7.のり枠(縁結) 8.石・ブロック縁結 9.石・ブロック縁結+擁生 10.アンカー 11.石・ブロック縁結+アンカー 12.現場打ち枠工
降 水 量	(13)日降雨量(mm)	(教師データ) (解析データ) ・平成3年9月27日 ・平成5年6月23日 ・平成5年6月26日
	(14)最大時間降雨(mm)	・平成5年8月1日 ・平成5年8月2日 ・平成5年8月6日 ・平成5年8月7日
	(15)連続降雨(mm)	
	(16)週間降雨(mm)	
	(17)崩壊	0.なし 1.あり
崩 壊	(2)用地外からの土砂流入	0.なし 1.あり

である。中間層におけるユニット数は10個とし、シナプス荷重総数は180とした。

NNの学習方法として、一般的にバックプロパゲーション(BP)法がよく使われている。しかし、本報告のNNの学習では、拡張カルマンフィルタ法を用いたカルマン・ニューロトレーニング(KNT)法を用いた。なぜなら、KNT法はBP法に比べて、収束誤差の大幅な改善や学習回数の減少など、かなりの成果を得ることが出来たという報告⁴⁾があるためである。NNにおける拡張カルマンフィルタは、シナプス荷重を更新し、誤差を観測し、再びシナプス荷重を更新するという過程をくり返すものである。

学習経過を図.2に示す。縦軸の平均出力誤差は、教師出力値と推定出力値の差の平均である。平均出力誤差は、120回を過ぎたあたりからほとんど変化がなかったため210回、平均出力誤差 $1.71\text{E}-2$ で学習を終了した。

解析においては教師データを用地内の崩壊と用地外からの土砂の流入の2パターンに分け、平成5年8月1,2,6,7日の32個のデータについて計算結果と実際の崩壊の有無を比較した(図.3参照)。図.3中の出力値は、危険度を表し、1に近づくほど危険であることを意味している。

崩壊解析(図.3a)では、実際の崩壊が6箇所(データNo.8,10,12,13,22,31)に対して解析結果は7箇所(データNo.2,4,5,6,8,15,31)に高い値が出た。2箇所(データNo.8,31)において実際の結果と一致した。用地外からの土砂流入解析(図.3b)については、実際は2箇所発生(データNo.3,9)しているのに対して解析結果では、 $2.0\text{E}-5$ 以下という非常に小さい値しか出ていない。

4.考察

崩壊解析の8月1日(データNo.1~8)に危険と判断されるデータがある。これは実際に崩壊した斜面以外にも危険な斜面があったことをいみしているものと考えられる。また、解析結果では8月2日(データNo.9~16)において危険が小さいと判断されているが、データNo.15は高い値を示している。このずれは、この日にはほとんど雨が降っていなかったために、解析値が低い値を示したものと推測される。

用地外からの土砂流入解析では、切土斜面上方の細かなデータがなかったことも値がずれた原因と推測される。

5.あとがき

本報告において、NN法を用いて斜面崩壊危険箇所の同定を行ったが、まだ解析に用いるデータを細かく設定し、多くの情報を集める必要ある。特に、降雨データについてはさらに細かくデータを収集する必要がある。

また、用地外からの土砂流入の解析については、崩壊解析とは別にデータを集めて、解析を行うことがよいと思われる。

謝辞

本研究に対して科研費(地域連携: No.12792009)の援助を受けた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1)安永・北村・荒牧:統計的処理による危険斜面評価に関する一考察,第20回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp91-92, 2001
- 2)九州自動車道切土法面実態調査書
- 3)鹿児島県農業気象月報平成3年9月、平成5年6月~8月、鹿児島県地方気象台
- 4)村瀬・小山・石田:カルマン・ニューロコンピューティング, pp14-23, 森北出版, 1995

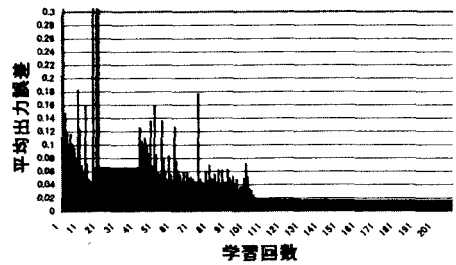


図.2 学習経過

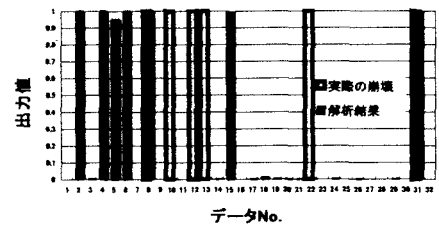


図.3a 崩壊解析

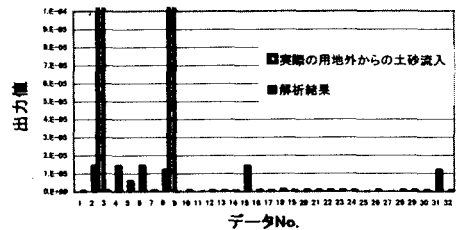


図.3b 用地外からの土砂流入解析