

国道42号線の切取りのり面の安定度解析

神戸大学大学院 学生員 ○南部光広
神戸大学工学部 学生員 小野 晃
神戸大学工学部 正 員 輕部大蔵

1. まえがき

近年、道路のり面の安定性の問題がクローズアップされている。今回、私達が行なったのは、数量化理論第Ⅱ類を用いて、従来のり面の調査データを統計的見地より解析し、り面の現況分析と将来の災害防止の予測である。解析に用いたデータは、国道42号線の熊野市～三重県長島町の全切取りのり面のデータ255個(安定:173個、崩壊82個)である。取り入れた要因(アイテム)は表-1に示す7アイテム、32カテゴリである。

2. 解析結果に対する考察

2.1. 全般的な考察 ; 表-1に各カテゴリのXuv値と、図-1に度数分布図を示す。表-1の各アイテムのレンジを見ると、防護工がいちばん大きく、り面の安定性に影響する度合いが大きいことを示している。その中でも無処理は大きく崩壊側に傾いており、その反応個数も多い。これに較べてモルタル吹付工は、いちばん安定側にあり、その個数も多いことから、その効果はあり、り面の一部または全部を無処理のまま放置すると、そこから崩壊の危険性が大きい。しかし、モルタル吹付工の場合、表-3の防護工と経過年数との相関表を見ると、大部分が経過年数が2年以下のものであり、通常、年月が経つとクラックが入り、強度が低下する

ことが多いので注意を要する。その吹付厚も大きい目にして、鉄筋を入れると強度が大となる。次にレンジが大きいのはり高であり、り高が大きくなるにつれて、安定性は下がっている。り面構成地質とそのレンジの値は大きく、軟岩は、硬岩に較べて全般に崩壊側に傾いている。り勾配、自然斜面の状況のレンジは比較的小さく、湧水の状況のレンジが最も小さいのは、少し意外であった。表-2に道路土工指針の岩の勾配の設計基準をもとにした代表的な施工例のALPHA値とその判定を示す。り高が大になりほど安定性は下がり、防護工が無処理の場合は、大部分が×である。また、土と軟岩の混合のり面についても×のものが多く安定性は、どの防護工に対してもあまりよくない。現在の設計基準では、り高に対する勾配の取り方の明確な基準はなく、防護工、湧水の状況を組み入れた明確な基準の設置が望まれる。

2.2. 各相関表による考察

表-3の経過年数の項に着目すると、全体では、(1)～5年の安定率が28/68と大きく下がっているが、これは大部分が無処理のものである。防護工が無処理のものを見ると、安定率では、経過年数(1)～1年 5/7 > (4) 5/8 > (2) 10/20 > (3) 22/61

(表-1) アイテム、カテゴリの分類と解析結果のXuv値とレンジ

アイテム	カ テ ゴ リー	観測データ数	Xuv値	レンジ
り面構成地質	(1) 土のみ(崩壊し易土)	24	3	-0.0225
	(2) 土と軟岩のり面	10	6	-0.6567
	(3) 土と中硬岩のり面	23	7	-0.2762
	(4) 土と硬岩のり面	9	3	0.0029
	(5) 軟岩のみのり面	21	7	-0.1621
	(6) 中硬岩のみのり面	40	24	-0.3420
	(7) 硬岩のみのり面	46	32	0.0
り勾配(%)	(1) ～0.5	71	37	-0.1860
	(2) ～0.9	60	30	-0.2585
	(3) ～以上	42	15	0.0
自然斜面の状況	(1) 突出部	54	17	0.0652
	(2) 谷部・稜線に平行	101	57	-0.2053
	(3) 切り残り部	19	8	0.0
湧水の状況	(1) 乾燥状態	134	60	0.0798
	(2) 湧水、水面水あり	39	22	0.0
経過年数	(1) ～1年	94	23	-0.4567
	(2) ～2年	41	16	-0.2833
	(3) ～5年	28	41	-0.5195
	(4) ～以上	10	2	0.0
防護工	(1) 防護工+植生+吹付工	1	1	-0.7837
	(2) 無処理	42	54	-1.3375
	(3) 植生工+無処理	6	7	-1.0517
	(4) 植生工+無処理	11	3	-0.2742
	(5) 植生工のみ	19	0	-0.5851
	(6) モルタル吹付工	94	17	0.0
り高(m)	(1) ～10m	32	3	0.9592
	(2) ～15m	28	17	0.3817
	(3) ～20m	29	13	0.2512
	(4) ～25m	20	15	0.1065
	(5) ～30m	19	12	0.0715
	(6) ～35m	11	9	-0.0089
	(7) ～以上	34	13	0.0

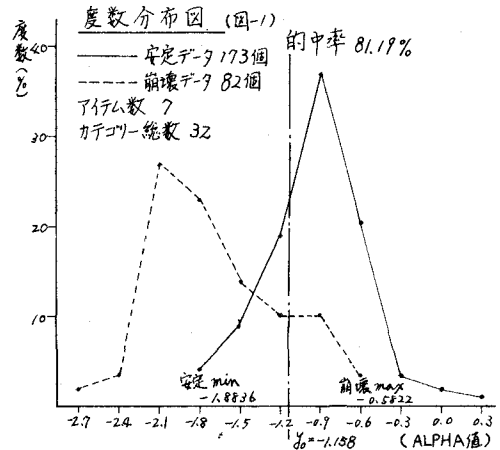
(注) 安定、崩壊データは各カテゴリの反応個数を示す

(表-2) 道路土工設計における代表的な施工例のALPHA値とその判定

・自然斜面の状況-----①谷部・陸縁に平行
・湧水の状況-----②乾燥
・経過年数-----③1年
・定率値-1.58より小X、値と崩壊max-0.5822との間O、崩壊maxより大、◎

構成地質	のり高	のり勾配	防(無処理)土のALPHA値	防(処理)土のALPHA値	防(処理)土のALPHA値
土と軟岩	(1) ~10m	(2) ~0.9	-1.8225 X	-1.2687 X	-0.4850 ◎
		(3) ~1.5	-1.6172 X	-1.0634 O	-0.2797 ◎
		(2) ~0.9	-2.4000 X	-1.8462 X	-1.0625 O
	(2) ~15m	(3) ~1.5	-2.1947 X	-1.6409 X	-0.8572 O
		(2) ~0.9	-2.5305 X	-1.9767 X	-1.1930 X
	(3) ~20m	(3) ~1.5	-2.3252 X	-1.7714 X	-0.9877 O
土と硬岩	(1) ~10m	(2) ~0.9	-1.1629 X	-0.6091 O	0.1746 ◎
		(3) ~1.5	-0.9376 O	-0.4038 ◎	0.3799 ◎
		(2) ~0.9	-1.7404 X	-1.1806 X	-0.4029 ◎
	(2) ~15m	(3) ~1.5	-1.5351 X	-0.9813 O	-0.1976 ◎
		(2) ~0.9	-1.8709 X	-1.3171 X	-0.5334 ◎
	(3) ~20m	(3) ~1.5	-1.6656 X	-1.1118 O	-0.3281 ◎
軟岩のみ	(1) ~10m	(2) ~0.9	-1.3279 X	-0.7741 O	0.0096 ◎
		(3) ~1.5	-1.1246 O	-0.5688 ◎	0.2149 ◎
		(2) ~0.9	-1.9054 X	-1.3516 X	-0.5679 ◎
	(2) ~15m	(3) ~1.5	-1.7001 X	-1.1463 O	-0.3626 ◎
		(2) ~0.9	-2.0359 X	-1.4821 X	-0.6984 O
	(3) ~20m	(3) ~1.5	-1.8306 X	-1.2769 X	-0.4931 ◎
硬岩のみ	(1) ~10m	(1) ~0.5	-1.1465 O	-0.5927 O	0.1910 ◎
		(2) ~0.9	-1.2190 X	-0.6652 O	0.1185 ◎
		(1) ~0.5	-1.7240 X	-1.1702 X	-0.3865 ◎
	(2) ~15m	(2) ~0.9	-1.7965 X	-1.2427 X	-0.4590 ◎
		(1) ~0.5	-1.8545 X	-1.3007 X	-0.5170 ◎
	(3) ~20m	(2) ~0.9	-1.9270 X	-1.3732 X	-0.5895 ◎

(注) ALPHA値は左記にカテゴリのALPHA値の和である。



(表-3) 防護工と経過年数との相関表

経過年数	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	小計
安定	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
崩壊	5	2	10	10	22	39	5	3	42	54	
小計	6	3	10	10	22	39	5	3	47	55	
安定	4	3	5	0	2	0	0	0	11	3	
崩壊	4	0	14	0	0	0	1	0	19	0	
小計	8	3	19	0	2	0	1	0	30	3	
安定	15	13	12	1	2	0	0	0	30	17	
崩壊	9	23	41	16	28	40	10	3	173	82	

と、3~5年が最も小さく、風化による強度低下が原因で崩壊に至る可能性が大きいのは、施工後3~5年と考えられる。表-4にわれ目程度とわれ目間隔の示したデータ安定76個、崩壊75個に対する相関表を示す。われ目程度が悪くなる(I→IV)にしたがって大きく安定性は下がっている。とくにⅠは安定率16/7と非常によくⅣは3/8と悪い。われ目間隔も全般的に小さくなるにしたがって安定性は下がっている。われ目程度がⅣ以下、われ目間隔がⅢ以下(20cm未満)の場合は注意が必要である。表-5に経過年数とわれ目間隔との相関表を示す。安定、崩壊両データについて、相関係数0.6809とかなり相関性があり、経過年数とともにわれ目間隔が小さくなって行く傾向にある。その安定率も、経過年数が大きくなり、われ目間隔が小になるほど、多少、小さくなっている。

(表-4) われ目程度とわれ目間隔の相関表

われ目程度	Ⅰ(20cm以上)	Ⅱ(10~20cm)	Ⅲ(5~10cm)	Ⅳ(5cm以下)	小計
安定	4	0	1	0	16
崩壊	9	6	7	5	27
安定	2	0	3	6	11
崩壊	0	1	3	1	5
小計	15	7	14	9	45

(注) われ目程度

Ⅰ:ほとんど露着している。Ⅱ:開口が認められるが露着に達し、切取りの面で流れ型で滑落は生じない。
Ⅲ:開口目にそって風化し、あるいは約30cmの開口があり、密れ目から崩落しやすい。流れ型の場合滑落しやすい。
Ⅳ:約10cm以下の開口がある。あるいは、そのような開口に風化がみられる。

(表-5) 経過年数とわれ目間隔との相関表

経過年数	a	b	c	d	小計
安定	11	4	9	10	34
崩壊	4	3	3	4	14
安定	0	0	0	0	0
崩壊	0	0	0	0	0
小計	15	7	12	14	48

3. おわりに

今回の解析は従来の解析と異なり、用いたデータを一地域に限定したので、地域性による問題点は解消できたと思う。しかし、同一地域に於いても、崩壊形態は同一ではなく、崩壊形態が異なれば、そのメカニズムが異なり、重要度を占める要因も形態によって違ってくる。それを考慮せず、同一に用いたので、多少精度が悪くなっている。理想としては、各地域でそれぞれの崩壊形態別に解析を行って、その安定度判定の基準を設け、将来、調査したいのり面が、そのすべての崩壊形態に対して、安定であるならば、そののり面は安定であるという方向に進むべきであろう。最後に資料と提供していただいた各方面の方々に厚く感謝いたします。

(参考文献)

- (1) 南部, 浅野) 統計による切り取りのり面の安定度解析, 第8回国土工学論文概要集
- (2) 南部, 浅野, 輕部) 統計による盛土のり面の安定度解析, 第9回国土工学論文概要集