

1 四国における長大のり面の実態と保護工について

愛媛大学農学部 ○井上章二

小川 滋

国際技術コンサルタント 中野京子

1. はじめに

近年、地方の活性化、地方の開発等が重要視されてきており、山村集落の生活環境の整備および山間部への大規模公共施設の建設が漸次進行していくと考えられる。また、これに付随して、交通体系も整備され、大規模なり面が各地で造成されていくものと予想される。このような情勢下において、現在のり面の実態と保護工を一定の基準で整理し、現状の問題点を明らかにすることは今後の指針を確立する上で重要である。特に四国地方は、三条の地質構造線による複雑な地質分布、また気象的には瀬戸内の少雨地域から太平洋に面した温暖多雨地域まで有するという変化に富む自然条件、さらには、瀬戸大橋の開通とようやく始まった高速道路網の整備（一部開通）という社会的条件とが相まって、緊急かつ重要な課題といえる。本研究では、四国全域にわたる長大のり面の実態を整理するとともに、今後のり面保護工に対する問題点についての検討を行なった。

2. 調査方法

建設省、日本道路公団では、それぞれ斜面安定度の基準を設けているが、実際にどのようにり面保護工の選定が行なわれているかについて、愛媛県佐田峠（国道197号線）と愛媛・香川県境付近の高速道路の現地調査を行なった。現地では地質条件等により多種のり面保護工が施工されており、また、植生工としての木本導入の試験区もみられた。これらの結果を踏まえ、建設省、日本道路公団、四国各県の土木・林務・耕地の各課に一定の様式での調査を依頼し、四国全域にわたる長大のり面のデータを収集した。調査項目は、図-1に示すとおりであり、調査対象としたのは直高20m以上のり面である。

3. 長大のり面の実態

3.1 項目別集計結果

実態調査により収集されたデータは、図-2に示す位置のり面から、建設省が108ケース、日本道路公団が79ケース、県が27ケースで計214ケースである。図-3はデータの項目別集計結果を百分率で表わしたものである。岩質は全体では硬岩、軟岩が80%を占め、管轄別でもそれほど大差はないが、道路公団に硬岩の割合が高いようである。これは、道路公団が、山間部を大きく切って高速道路を開設しているためと考えられる。のり面直高については、県は直高30m以下が60%以上を占め、他に比べて小規模のり面が多いことがわかる。道路公団は55m以上が約15%もあり、前述のように山間部での

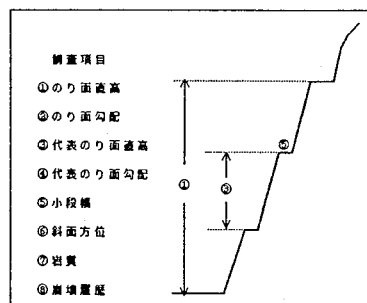


図-1 長大のり面実態調査項目

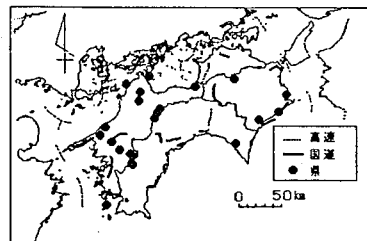


図-2 実態調査のり面の位置

工事が多いためと思われる。のり面勾配は道路公団において40°以下が70%を占めており、のり面直高に比べて勾配が小さいのが特徴的である。特に安全が要求される高速道路という特殊性の現われと考えられる。代表のり面直高は県と建設省とはほとんど差はないが、道路公団では10m以上はほとんどなく、大部分が7mとなっている。これものり面勾配同様、自動車走行の安全性との関連であろう。代表のり面勾配もまた、のり面勾配および代表のり面直高と同様、道路公団が相対的に小さくなっている。斜面の方位を8方位

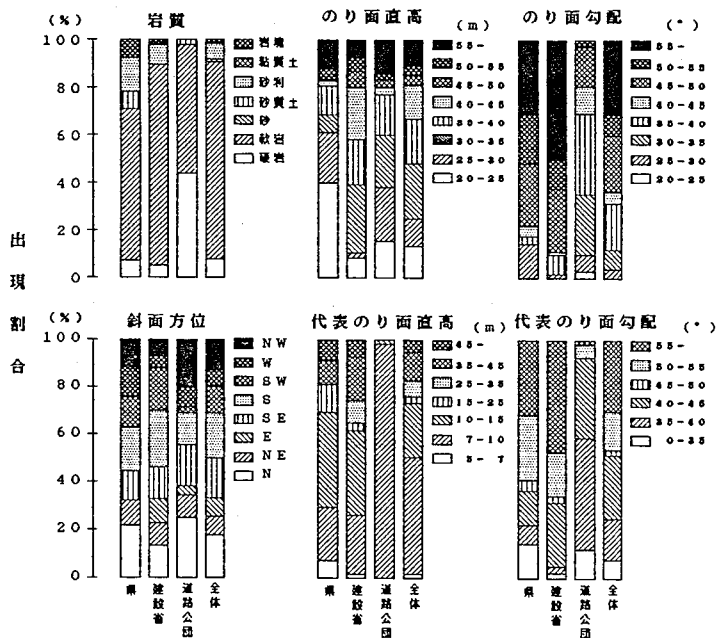


図-3 各調査項目の管轄別集計結果

で分類すると、若干のバラツキはあるもののほぼ均等な出現割合を示している。また、地質図より各のり面の地質を読み取り以後の解析にもちいた。

3.2 のり面保護工法の決定要因

のり面保護工法を決定する要因としては、のり面保護工の目的、規模、地質、岩質、施工時期等の条件により、その場に応じた工法が選択されていると考えられるが、現在施工されているのり面保護工が、全体として、どのような基準で決定されているかを明らかにすることは、今後ののり面保護工のあり方を検討する上で非常に重要である。そこで、数量化Ⅱ類により保護工の決定要因の整理を行った。

外的基準をのり面保護工の種類としたが、まず、表-1のごとく保護工をのり面基礎工(A)と表面保護工(B)とに大別し、それぞれを4種類ずつに分け、計8個のカテゴリーに分類した。説明変数としては、管轄、斜面方位、岩質、のり面直高、のり面勾配、代表のり面直高、地質帯の7変数を取り上げた。分析結果を表-2に示す。まず、寄与率約30%を占める第1判別成分の平均スコアをみると、サンプル数1の無処理を除けば、表面保護工のうち生態的安定工がマイナスに大で落石対策工がプラスに大となっている。すなわち、表面保護に植生をもちいるか否かを判別している成分といえよう。7変数のうち植生工の有無と最も関連の深いのは、レンジ、偏相関係数の高い地質帯である。その中でも、和泉層群、花崗岩類はマイナスに大きく生態的安定工と関連が深いと考えられる。次いで偏相関係数が高いのは管轄であるが、プラスに大きいものはなく県がマイナスに大である。すなわち、県は生態的安定工を用いることが多いことを示している。これは、前述のように長大のり面のなかでも規模の小さいものが多いことによるものと考えられる。次いで、のり面勾配、のり面直高、代表のり面直高の偏相関係数が高いが、のり面直高では30m以下、代表のり面直高では25m以下

の場合に生態的安定工が導入されているようである。

次に、寄与率約21%の第2判別成分は、サンプルの少ない無処理を除くとのり面基礎工のうち、表面処理の工法とのり面全体の安定工法（崩壊対策工等）とを判別する成分といえる。この成分に最も影響を及ぼしている変数は、代表のり面直高であり、35m以上はのり面全体の安定を図る工法、それ以下は表面処理の基礎工が施工されることが多いと判断される。次いで、のり面直高、岩質等の偏相関係数が高くなっているが、第1判別成分ほどカテゴリー間の関係は明確でない。また、寄与率16%の第3判別成分は、のり面基礎工と表面保護工とを判別する成分と考えられ、地質帯、代表のり面直高、のり面勾配の3因子が同程度に関連している。

以上の結果より、現在施工されているのり面保護工は、主として、地質帯、のり面勾配、代表のり面直高等の因子を総合的に判定して、工法が決定されていると思われる。

4. のり面崩壊に関与する因子の検討

のり面保護工の目的として、最近では、生態的保全、景観的保全等も重要視されてきているが、基本的には、防災的保全が最優先されるべきである。そこで、前述のようなのり面保護工法の決定要因がのり面崩壊とどのように関連しているのかについて、数量化Ⅱ類をもちいて検討を行なった。ここでは、外的基準として、そののり面の崩壊の有無を取り上げ、説明変数は管轄を除く6変数とした。分析結果は表-3に示す。崩壊の有無に最も強い影響を及ぼすと考えられるのは、レンジ、偏相関係数の高い代表のり面直高である。その中で、5～7mおよび15～25mのカテゴリーはサンプル数が少ないことを考慮すると、10mを境に崩壊の有無が分離できるようである。前述の分析においては、25mを境に保護工の決定がなされているようであり、10m程度を基準に見直すべきであろう。日本道路公団は代表のり面直高は7mを設計基準としており、その意味では、防災面を十分考慮しているといえる。次いで偏相関係数が高いのは斜面方位であり、北から西向きなのり面が崩壊しやすいといえる。これは土壌水分等の影響と推察されるが、保護工法の決定要因の分析結果では、斜面方位はほとんど考慮されておらず、斜面方位についても再検討が必要であると考えられる。また、一般に地質帯は崩壊と密接な関連があると考えられるが、この分析では崩壊にはあまり影響を及ぼしていない。これは、保護工が主に地質帯によって決定されており、地質が原因となる崩壊が防止されているとも考えられるが、さらに詳しく検討する必要があるだろう。

5. まとめ

四国地方で現在施工されているのり面保護工の実態を整理し、その問題点も崩壊との関連からある程度明らかになり、現在の保護工法の選定基準を再検討する時期ではないかと考えられる。今後、気象条件との関連、崩壊の反復性等について検討していく予定である。本調査の実施にあたり、建設省四国地方建設局、日本道路公団高松建設局、香川・徳島・高知・愛媛各県の土木部、農林水産部の方々に、多大なご協力と資料の提供をいただいた。ここに記して、感謝の意を表する次第である。

表-1 のり面保護工法の分類

のり面基礎工 A	1	斜面全体の構造的安定対策工 ブロック積み擁壁工 じゃかご工・井桁工 コンクリート擁壁工・杭工
	2	崩壊対策工 ロックボルト工・アンカー工
	3	表面对策工 コンクリートブロックのり枠工 現場打コンクリートのり枠工 吹付のり枠工
	4	流水侵食対策工 堰堤工・水路工・のり面排水工
表面保護工 B	1	生態的安定工 客土吹付工・種子吹付工 植生筋工・植生盤工・植生穴工
	2	物理的安定工 モルタル、コンクリート吹付工 コンクリート張工
	3	落石対策工 落石防止網、欄干・落石覆工
	4	無処理 自然カット

表-2 数量化Ⅱ類によるのり面保護工の決定要因の分析結果

変数	カテゴリー	数	第一判別成分		第二判別成分		第三判別成分	
			スコア	レンジ 偏相関係数	スコア	レンジ 偏相関係数	スコア	レンジ 偏相関係数
管轄	県	30	-1.068		-0.644		-0.570	
	建設局	201	0.172	1.240	-0.017	0.871	0.245	0.815
	日本道路公団	100	-0.025	0.349	0.227	0.140	-0.322	0.150
斜面方位	N	39	-0.155		0.497		-0.238	
	NE	30	-0.013		-0.187		0.052	
	E	25	-0.027		-0.049		-0.141	
	SE	61	-0.156		0.095		0.219	
	S	82	0.110		-0.229		0.129	
	SW	40	0.150		-0.122		-0.367	
	W	18	0.172	0.329	-0.082	0.727	-0.231	0.586
	NW	36	-0.040	0.131	0.191	0.143	0.170	0.109
	硬 岩	45	0.247		0.056		0.265	
	軟 岩	250	-0.049		0.175		-0.125	
岩 質	砂	0						
	砂 質 土	9	0.756		-0.384		0.954	
	砂利・岩塊混砂質土	18	-0.195		-2.363		0.565	
	粘質土および粘土	3	0.004	1.118	0.844	3.208	0.181	1.080
	岩塊・玉石混り粘土	6	-0.363	0.175	-0.509	0.333	0.006	0.127
	20~25 (m)	51	-0.542		0.241		-0.271	
	25~30	41	-0.178		-0.616		0.217	
	30~35	75	0.038		-0.217		-0.346	
	35~40	58	0.127		-0.064		0.317	
	40~45	44	0.174		-0.519		0.317	
のり面直高	45~50	18	0.210		0.052		0.025	
	50~55	18	0.529	1.071	2.406	3.022	0.515	0.946
	55~	26	0.143	0.274	0.445	0.336	-0.430	0.162
	20~25 (°)	0						
	25~30	8	-0.188		-0.273		3.186	
	30~35	29	-0.489		0.450		0.184	
	35~40	69	-0.241		-0.110		0.390	
	40~45	14	0.665		0.014		-0.113	
	45~50	87	-0.049		-0.466		-0.271	
	50~55	22	-0.158	1.155	0.753	1.219	-0.025	3.501
のり面勾配	55~	102	0.302	0.281	0.201	0.219	-0.314	0.265
	5~7 (m)	6	-0.592		0.484		-0.622	
	7~10	160	-0.090		0.232		0.034	
	10~15	94	0.011		0.265		0.214	
	15~25	7	-0.828		0.373		2.088	
	25~35	21	0.207		0.291		0.517	
	35~45	30	0.586	1.414	-0.491	5.033	-1.444	3.532
	45~	13	0.066	0.244	-4.548	0.439	-0.317	0.271
	秩父古生層	86	0.264		0.078		0.006	
	和泉層群(中生層)	15	-1.957		1.308		0.138	
地 質	四万十帯(中生層)	78	0.492		-0.025		0.261	
	第三紀層	5	0.333		-1.155		1.037	
	花崗岩・酸性貫入岩	15	-1.534	2.450	0.917	2.464	-0.616	1.654
	三波川変成帯	40	-0.261	0.633	-0.806	0.263	-0.475	0.127
	相 関 比		0.613		0.280		0.145	
	寄 与 率 (%)		46.7		21.4		11.1	
	外 的 基 準		平均スコア					
	構造的安全対策工	41	0.352		0.113		0.246	
	崩壊対策工	5	-0.048		-2.291		-0.276	
	表面対策工	27	-0.592		-0.906		0.319	
B	流水対策工	4	-0.113		-0.812		-2.591	
	生態的安全対策工	34	-1.733		0.470		-0.063	
	物理的安全対策工	70	0.415		-0.039		0.074	
	落石対策工	58	0.553		0.367		-0.173	
	無処理	0	0.0		0.0		0.0	

表-3 崩壊の有無を外的基準とした数量化Ⅱ類の分析結果

変数	カテゴリー	数	第一判別成分	
			スコア	レンジ 偏相関係数
斜面方位	N	34	-0.560	
	NE	18	0.627	
	E	17	0.511	
	SE	31	-0.044	
	S	37	0.286	
	SW	24	0.425	
	W	14	-0.284	1.310
	NW	24	-0.683	0.335
岩 質	硬 岩	36	-0.534	
	軟 岩	146	0.103	
	砂	0		
	砂 質 土	3	-2.008	
	砂利・岩塊混砂質土	10	0.595	
	粘質土および粘土	1	1.962	3.970
	岩塊・玉石混り粘土	3	0.763	0.300
	20~25 (m)	31	0.194	
のり面直高	25~30	22	0.235	
	30~35	45	0.038	
	35~40	36	-0.432	
	40~45	27	-0.215	
	45~50	11	0.182	
	50~55	10	0.007	0.812
	55~	17	0.378	0.192
	20~25 (°)	0		
のり面勾配	25~30	6	-0.198	
	30~35	17	-0.281	
	35~40	36	0.079	
	40~45	10	-0.381	
	45~50	48	-0.170	
	50~55	21	0.755	1.136
	55~	61	-0.012	0.210
	5~7 (m)	4	-0.122	
代表のり面直高	7~10	97	0.552	
	10~15	50	-0.331	
	15~25	7	0.228	
	25~35	12	-0.002	
	35~45	21	-1.406	1.959
	45~	82	-1.065	0.410
	秩父古生層	61	0.012	
	和泉層群(中生層)	22	0.251	
地 質	四万十帯(中生層)	53	0.131	
	第三紀層	7	0.407	
	花崗岩・酸性貫入岩	24	0.182	1.048
	三波川変成帯	32	-0.640	0.225
	相 関 比		0.401	
	寄 与 率 (%)		100.0	
	外 的 基 準		平均スコア	
	崩壊・無	163	0.297	
	崩壊・有	36	-1.347	