

道路におけるのり面工の景観評価と建設費*

On the Landscape Evaluation and the Construction Cost of Roadside Slope Protection*

北村真一**・渡辺直幸***・佐藤俊明****・松本聡子****

By Shinichi KITAMURA**, Naoyuki WATANABE***,
Toshiaki SATO**** and Satoko MATUMOTO****

1. はじめに

(1) 研究の目的とその背景

道路建設に伴って発生する切土のり面は、自然環境と道路の景観的調和を損なうものとして問題視されてきた。そのためのり面工の景観対策の技術開発は既に多面的に行われ、実施されている。たとえば植生工は景観的にも優れているが、軟岩で安定勾配が確保でき、湧水がなく植生が付きやすい場所において行われている。こうした工法選定のフローは現状では長期的な安全を主目的として、経済性や景観を考慮して決められている。¹⁾しかし実際にこのフローで設計されたのり面のなかでも、複合化したのり面工などは、残念ながら美しく見えない。そこで複雑な地質や地形の場所でも、安全性を低下させず、経済的には不利であるが、のり面工の形態を単純化したり、統一したりする工法選定のフロー（設計フロー）が必要となる。そのために景観対策のための材料費や工種の違いが、景観評価と建設費の変化にどのように影響するかを知ることが基礎情報として必要となる。本研究の目的は、沿道の切土のり面を対象として、①のり面工の景観評価要因の影響をモデル化し、②工種の違いによるのり面工の景観評価と建設費の関係を明らかにすることである。

(2) 既存研究

切土のり面の景観に関する研究は多い。まず多数の緑化工に関する研究とその成果をふまえた著書がある。

切土のり面の景観評価の一連の研究が高速道路調査会²⁾、窪田ら³⁾、建設省土木研究所（篠原らほか）^{4) 5) 6)}、小柳ら⁷⁾によって行われている。それらはのり面工の景観評価の構造分析、評価に影響する要因の分析、そして路線選定時の地形による切土面発生と景観的影響の予測の研究である。特にのり面などは材料の組み合わせの影響が大きいことが明らかにになっている。

確かに路線選定時におけるのり面工の出現を減らす工夫が本質的な解決法であるが、山岳道路をトンネルや高架橋や盛り土ですべてつくるには経済的に難しく、切土のり面はどこかで出現せざるをえない。そこで、本研究は出現してしまうのり面工について、既存の研究を基礎にして、デザインの改善面に主眼をおき、さらにデザインと経済性との関連という新しい視点を導入した。

2. のり面工の景観評価

(1) 実験の概要

以下のように切土のり面の景観評価実験を行った。被験者はのり面工の景観及びデザインについて見識が深く、その設計など実務に携わっている土木関係のコンサルタント会社の職員9名とした。評価対象は、山梨県内を通過している7路線内のり面工の写真（キャビネ判サイズ）97葉、またサンプルの数のバランスを取るため、工法事例の少ない擁壁部分に天然石埋め込みブロックを合成した写真を3葉加え、計100葉とした。評価尺度は、自然景観に馴染みやすいー自然景観に馴染みにくい、造形的に優れているー造形的に劣っているの2組の言語対として、7段階の評価とした。なお評価に際しては、写真の季節、周辺環境に直接的にとらわれず、自然の中にあるものとし長期的に見て汚れなどを考慮して

*キーワード：景観、空間設計、環境計画

**正員、工学博士、山梨大学工学部土木環境工学科
(甲府市武田4-3-11 TEL0552-20-8597, FAX0552-20-8770)

***正員、工修、住宅都市整備公団関東支社
(新宿区西新宿1-81 TEL03-5381-1297, FAX03-5381-1309)

****正員、日本ナチュロック株式会社
(港区北青山1-3-3 TEL03-3497-1388, FAX03-3497-1698)

評価をするよう指示した。更に、刺激写真の中から代表的なおり面工の写真30葉を選び、各被験者に10葉ずつその評価とその理由を回答してもらった。結果は各被験者の評価の差を補正するため、被験者ごとに評価得点の基準化を行い相対評価へ変換した。

(2) 分析

影響する要因の分析は平均値を外的基準とし、評価に関連すると思われる7要因を用いて数量化理論1類を適用して行った。結果、表中の要因は偏相関係数の大きい順に、カテゴリはウエイトの大きい順にその値を示した(表-1・2)。

表-1 数量化理論1類による分析結果(自然景観への馴染み方)
サンプル数: 100 +: 馴染み易い - : 馴染み難い

		要因分析の結果		予測式に用いた値		
		重相関係数	0.864	0.854		
アイテム	カテゴリ	サンプル数	基準化後の のz値	偏相関 係数	基準化後の のz値	偏相関 係数
使用素材 (メイン)	石材	13	0.672	0.773	0.647	0.782
	植物類他	37	0.562		0.578	
	コンクリート材料	50	-0.591		-0.595	
デザインの 組み合わせ	1種類	19	0.707	0.647	0.712	0.659
	2種類	29	0.060		0.061	
	3種類	41	-0.201		-0.208	
	4種類以上	11	-0.630		-0.614	
下部 デザイン	石積み系	10	0.614	0.459	0.551	0.421
	天然石埋込7割 なし	3	0.251		0.184	
	コンクリート系	51	-0.000		0.010	
表面デザイン (メイン)	吹付工	36	-0.191	0.373	-0.183	0.407
	擁壁工	27	0.249		0.265	
	無処理及び植生工他 のり枠工	19	0.068		0.078	
	28	-0.027	-0.011			
スケール (高さ)		26	-0.280		-0.320	
	30m～ ～10m	5	0.385	0.198		
	～10m	50	0.017			
	10～30m	45	-0.060			
落石防止工	防止柵工	11	0.198	0.153		
	なし	47	-0.010			
	防止柵工	42	-0.040			
形態	台形（横長）	45	0.059	0.125		
	三角形	19	-0.002			
	複合形	35	-0.074			

表-2 数量化理論1類による分析結果(造形的な優劣)
サンプル数: 100 +: 優れている - : 劣っている

		要因分析の結果			予測式に用いた値	
		0.866			0.837	
アイテム	カテゴリー	サンプル数	基準化後の の値1	偏相関係数	基準化後の の値1	偏相関係数
使用素材 (メイン)	石材	13	0.673	0.698	0.692	0.705
	植物類他	37	0.288		0.285	
	コンクリート材料	50	-0.388		-0.391	
デザインの 組み合わせ	1種類	19	0.574	0.624	0.624	0.680
	2種類	29	0.110		0.121	
	3種類	41	-0.158		-0.180	
	4種類以上	11	-0.695		-0.725	
					-0.835	
下部 デザイン	石積み系	10	0.798	0.620	0.835	0.610
	天然石埋込7割	3	0.662		0.727	
	なし	51	-0.032		-0.061	
	コンクリート系	36	-0.232		-0.206	
落石防止工	防止柵工	11	0.279	0.233		
	防止柵工	42	-0.008			
	なし	47	-0.058			
表面デザイン (メイン)	擁壁工	19	0.096	0.213		
	無処理及び植生工他	28	0.084			
	吹付工	27	-0.003			
	のり枠工	26	-0.157			
スケール (高さ)	30m~	5	0.333	0.189		
	~10m	50	-0.025			
	10~30m	45	-0.010			
形態	台形(横長)	45	0.074	0.183		
	三角形	19	0.018			
	複合形	35	-0.105			

a) 自然景観への馴染み方

各要因の説明力は使用素材(メイン)、デザインの組み合わせ、下部デザイン表面デザイン(メイン)の影響が大きいことが寄与度を示す偏相関係数から読みとれ、これらの要因によって、のり面工の自然景観への馴染み方の評価は概ね説明されると考えられる。

使用素材は、自然素材(石材、植物類他)は自然景観に馴染みやすく、人工素材のコンクリートは馴染みにくい。デザインの組み合わせは、単一のデザイン又は2種類までは馴染みやすいが、種類数が増すと、整然性よりも煩雑性が強まり、馴染みにくくなっていく。

下部デザインは、石積み系、天然石埋め込みブロックのように自然素材が用いられているものは馴染みやすいが、現場打ち・ブロック積みなどコンクリート系のは馴染みにくい。下部デザインが無い場合はどちらとも言えないと判断される。

表面デザインは、吹付工、擁壁工の順で馴染みやすく、無処理及び植生工、のり枠工は馴染みにくいと判断された。これは表面デザインの印象が汚れの進行により大きく変わることが影響していると考えられる。吹付工は表面の凸凹が地形の様子に似ており、汚れの進行によって自然な風合いが高まり、馴染み易い印象が高まったと考えられる。それに対し、のり枠工は表面の格子形状は自然界にはないので、汚れの進行によっても馴染みにくいと判断されたと考えられる。無処理及び植生工は馴染みが低いが、これは擁壁など他の構造物が評価の主対象となり易く、自然が回復した部分はのり面として意識されにくいことが原因と考えられる。

b) 造形的な優劣

要因の説明力は、使用素材(メイン)、デザインの組み合わせ、下部デザインの影響が大きく、これらの要因によって造形的な評価については概ね説明される。また、a) 自然景観への馴染み方(以下a)と略す)との違いは、落石防止柵工の説明力の順位が上がり、表面デザインの説明力の順位が下がったことが挙げられるが、偏相関係数に大きな差はなかった。各要因のカテゴリについては、使用素材、デザインの組み合わせは、a)と概ね同様の結果を得たが、自然素材の植物類のウエイトが下

がった。これは自然素材は構造物でなく、造形的な判断が難しかったためと推察される。

下部デザインは、a)と同様の傾向で、下部デザインが無い場合は造形的に劣っていると判断される。天然石埋め込みブロックはa)に比べウエイトが大きく、造形的に特に優れていると判断される。

(3) まとめと予測式の構築

自然景観への馴染み方は使用素材、表面デザイン、下部デザイン、デザインの組み合わせの4要因の説明力が高く、造形的な優劣は使用素材、デザインの組み合わせ、下部デザインの3要因の説明力が高い。それぞれ説明力の低い要因を抜いて再度分析し、重相関係数はそれぞれ0.854、0.837を得た。サンプル数も100と少ないので予測式の安定性を確保する上で、これら要因のみでも評価得点の予測は十分可能であると判断し、以下効果の少ない要因は操作せずに予測式としてこれを用いる(表-1・2)。

3. のり面工の景観評価と工費

(1) 標準のり面の設定

切土のり面工の発生に関わる条件を単純化した標準のり面を以下のように設定した。

a) 地山勾配：山梨県内の山地部を通過する道路の地山勾配は概ね20~30°の間にあるため、25°(1:2.14)を用いた。

b) 切土勾配：指針で設定している標準のり面勾配を採用した。①硬石1:0.5、②軟石1:0.8、③土砂(密実なもの)1:1.0、④土砂(密実でないもの)1:1.2

c) 道路幅員：地方部の幹線道路の道路構造例の設計基準値から標準幅員9mの値を採用した。

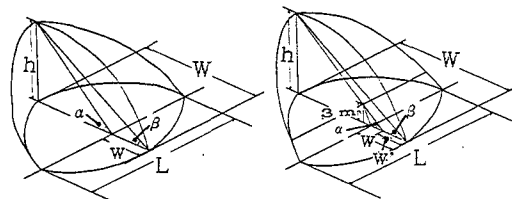


図-1 切土のみ

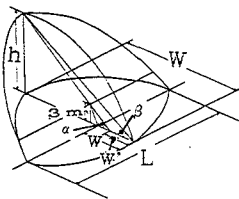


図-2 擁壁あり

d) のり面形態の概要：①のり面は地形的に凸部(稜線部分など)に出現する、②のり面工及び地山の輪郭は放物線で近似する、③のり面幅は50mとする、④完全切土と擁壁工を施した場合の2種類を算出する。

(2) 表面積及び土工量の算出

(1)で設定した条件を元に標準切土のり面工の表面積、土工量を以下の式により算出した。

a) 切土のみの場合(図1)：地山の稜線部を直線とみなし、切土高(h)、用地幅(w)、表面積(s)、土工量(V)を算出した(式1~4)。

$$\text{切土高} \quad h = \frac{w \tan \alpha \tan \beta}{\tan \alpha - \tan \beta} \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{用地幅} \quad W = w + \frac{h}{\tan \alpha} \quad \text{--- (2)}$$

α ：切土勾配(度) β ：地山勾配(度)

w：道路幅員(m)

$$\text{表面積} \quad s = \frac{2L}{3} \sqrt{h^2 + (W - w)^2} \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{土工量} \quad V = \frac{L}{5} \left[\frac{2}{3} h W - \left(-\frac{\tan \alpha}{2} T^2 + h T \right) \right] \quad \text{--- (4)}$$

$$\text{但し} \quad T = W - w \quad \text{--- (5)}$$

L：切土幅(m) w：道路幅員(m)

h：切土高(m) α ：切土勾配(度)

W：用地幅(m)

b) 擁壁工を施した場合(図2)

擁壁の構造条件は高さ3m、勾配1:0.5とし、切土面を削り取り設置するものとした。軟岩については切土勾配が擁壁工の勾配と同様のため、算出は行わなかった。算出方法については、切土のみで用いた式に準じた式を適用した。表面積については上部のり面部分と下部の擁壁部分に分けて算出した。

(3) 工費の算出

切土のり面工にかかる工費は、①土工にかかる工費、②保護工にかかる工費の二つに分けた。土は完全捨土とし、工種の選択と単価は土木工事積算標準単価(平成4年度版)の山梨県の値を採用した。なお用地費は工費に含めないものとした。

a) 土工費：土工費は、地山掘削費、土砂運搬費、のり面整形工費の3つとし、それぞれ工費単位に土工量及び表面積をかけ、算出を行った。

b) 保護工費：保護工費は、工種が多数あるため、植生工、構造物による保護工の中から価格が平均的で代表的な工種を選択した。

(4) 評価予測値と工費の関係(図-3・4・5)

- ①保護工の種類が増し、煩雑性が高まると、評価得点予測値は低下し、工費は増加する。
- ②自然景観への馴染みは、擁壁工が用いられていないのり面工の評価が高い。造形的な優劣は、石積み・天然石埋め込みブロックなどの擁壁工を用いたのり面工の評価が高い。
- ③擁壁工を用いた場合、石積みは工費はかかるが、現場打込・コンクリートブロック積みに比べ評価は高い。天然石埋め込みブロックは工費、評価得点ともそれらの中間に位置する。
- ④工費あたりの評価得点の値を比較した場合、有利な工法は擁壁を用いない無処理及び植生工である。不利な工法は吹付工・のり砕工(吹付)で落石防止柵工が設置されているものである。

4. おわりに

のり面工の景観設計時の基礎的知見を得るために、①のり面工の景観評価要因を明らかにし、予測モデルを得た。②標準切土のり面を設定し、のり面処理の評価予測値と工費の関係を明らかにした。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路土工のり面工・斜面安定工指針，丸善，1986
- 2) 高速道路調査会：道路景観に関する基礎的研究報告書，1976
- 3) 窪田陽一：形態とスケールと中心とした土木施設の景観の影響予測に関する基礎的研究，第三回土木計画学研究発表会講演集，pp.221~230，1981
- 4) 建設省土木研究所道路部緑化研究室、土木研究所資料第2173号 山岳道路の環境影響評価手法 その2(切土のり面の予測、植生回復判断、景観評価)，1985
- 5) 建設省土木研究所道路部緑化研究室：土木研究所資料第2725号 厚層吹付工法に関する調査研究報告

書(開発の経緯、普及、植生の育成状況)，1989
6) 建設省土木研究所道路部緑化研究室：土木研究所資料第3115号 道路の外部景観に関する研究，1992

7) 小柳武和，岡田一天，中村良夫，窪田陽一：高速道路の路線選定段階における切土面の発生とその景観的影響の予測手法に関する研究，土木学会論文集，No.359/IV 3，pp.159~168，1985

