

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

ESTIMATING GENERATION OF CUT SLOPES AND ITS LANDSCAPE IMPACTS IN PRELIMINARY HIGHWAY LOCATION

小柳 武和*・岡田 一天**・中村 良夫***・窪田 陽一****

By Takekazu KOYANAGI, Kazutaka OKADA, Yoshio NAKAMURA and Yoichi KUBOTA

The landscape impact of the huge and steep cut slope generated by highway construction is so large as not to remove easily by the planting and grading of it. Therefore it is most important for the landscape conservation to estimate the generation of cut slopes and consider the countermeasure in the preliminary highway location. A small scale map drawn on a scale of 1/25 000-1/50 000 is generally used in the preliminary location.

This paper presents a method to estimate the frequency of cuts and the position, height and landscape impact of each cut slope in a proposed highway by the use of the plan of the highway drawn on the 1/25 000 topographic map.

1. ま え が き

わが国の高速道路の整備状況を見ると、現在高速自動車国道予定路線7600kmのうち、基本計画延長約7000km、整備計画延長約5900kmとなっており、21世紀初頭の高速道路網完成を目指して高速自動車国道の整備が着々と進められている。近年さらに、交通需要の急激な増加、時間価値の増大、生活水準の向上などの諸情勢により、航空機も含めた新しい高速度交通体系へのニーズが高まっている中で、同時に自動車のもつ迅速性、機動性、随時性などの長所が高速道路網強化への要望をますます強くさせていくものと思われる。

昭和38年名神高速道路の一部が開通して以来、高速道路の建設は交通需要を満足させてきたが、一方で沿道の生活環境や自然環境に大きな影響を及ぼしてきた。人々の環境問題への関心の高まりとともに、道路の環境対策が道路計画の重要な課題となってきた。本研究のテーマである景観の問題もその1つである。

高速道路の建設は地貌、生態系等その地域に本来存在する固有の景観資源に大きな影響を与える。わが国においては、その地形および地理的条件から高速道路の多くの区間は山岳地帯あるいは丘陵地に建設されることになり、その結果として大量の切盛土工が発生し、それが自然景観に影響を及ぼしている。特に、巨大な切土面の景観的影響は大きい。従来、このような切土面には植栽など事後的な対策が採られることが多かったが、切土勾配が急過ぎたり、地質が適しなかったりして植栽に失敗することが少なくない。これは路線選定などの計画段階で生じた欠陥を設計や工事の段階でカバーすることの難しさを示すものである。したがって、切土面の発生と景観的影響は路線計画の初期段階においてできる限り正確に予測し、巨大切土面の発生を抑える路線とするなどの対策を講じる方が事後的な対策より有効な方策といえる。

大量の切盛土工は工事費や施工性の面で不利なため、従来より、路線選定の段階でチェックされているが、それが全体的な土工量バランスや経費に関するマクロな検討であるため、景観的に問題となる大きな切土面はその数が少ない場合、見落とされがちであった。それは、たとえば、切土面の大きさがどの程度なら景観的に問題なのかといった評価基準が明確でなかったことにも原因がある。

本研究では、このような状況を鑑みて、まず実験心理

* 正会員 工博 茨城大学助教授 工学部建設工学科
(〒316 日立市中成沢町4-12-1)

** 正会員 工修 (株)アイ・エヌ・エー新土木研究所地域計画部 (〒162 新宿区水道町22-1)

*** 正会員 工博 東京工業大学教授 工学部社会工学科
(〒152 目黒区大岡山2-12-1)

**** 正会員 工博 埼玉大学助手 工学部建設工学科
(〒338 浦和市下大久保255)

学的手法により、自然景観の中で問題となる切土面の大きさの基準値を抽出するとともに、高速道路の建設に伴う切土面の発生頻度、発生位置および大きさを路線選定の初期段階において予測する手法と切土面の見え方を予測する手法の開発を試みた。

従来より、道路の切土面が自然景観に悪影響を及ぼしていることは多くの調査研究で指摘され、その発生メカニズムのマクロ分析^{1),2)}や景観的な評価構造の定性分析^{3),4)}が行われている。しかし、切土面の景観的影響度を定量的に分析した研究は数少なく、さらに付け加えるならば、本研究のように切土面を景観の側面から検討し得るに足る情報を高速道路計画の初期段階において比較的容易に取得できる手法はなかったといえよう。

2. 本研究の前提および構成

手法開発にあたって、その手法が道路計画のどの段階で、どのような人に、どのように使われるかあるいは使われるべきかを想定しておく必要がある。それは手法開発の基本的考え方と前提条件を明確にすることである。そこで、本研究を進めるにあたっての前提と基本的考え方を次章で述べる現状分析の結果も踏まえて整理すると次のようになる。

(1) 道路計画における位置づけ

高速自動車国道等高規格の道路計画においては、路線が自然公園や環境保全地域などを通過あるいは近接する場合、図-1に示すような段階に環境影響評価が行われる。本研究の予測手法は環境影響予測手法として、路線選定へのフィードバックが可能なこの段階に位置づけられる。

(2) 景観的影響のとらえ方

切土面の発生は自然景観へのマイナス効果であるという考えに立つとともに、地域景観への影響という観点から、道路を地域景観構成要素の1つとして道路外の視点からとらえる。

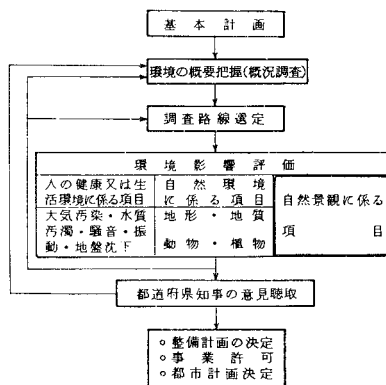


図-1 道路計画における環境影響評価 (参考文献9)より引用)

(3) 予測手法としての条件

本手法は概略の路線選定段階に適用できるものという前提がある。現在、概略の路線選定はおおむね 1/50 000 ~ 1/25 000 のスケールで行われ、数百 m 幅の路線計画帯あるいは何本かの比較路線がこの段階で選定される。したがって、1/25 000 程度の図面から得られるデータにより、切土面の発生位置と大きさが予測できる手法でなければならない。さらに次の段階として 1/5 000 ~ 1/2 500 のスケールで路線選定が行われるが、この段階では景観的に問題となりそうな切土面をより詳細に検討できる手法とする必要がある。

(4) 予測作業および景観評価に関する条件

本手法が現場の技術者に容易に使いこなせることも重要な条件である。そのためには、地形図と概略の路線計画図からデータを簡単に計測できること、評価には切土面の大きさなど客観的な指標を導入した評価基準を設定することが必要となる。

以上の前提を踏まえて、本研究では路線計画における切土面の景観検討手順とその各段階に対応した予測評価手法を図-2のように設定し、その手法開発を試みた。

3. 切土面の景観特性に関する現状分析

既存の研究例^{3),4)}によれば、切土面を含めた道路構築物の景観の評価項目として、調和感、安定感、目立度、

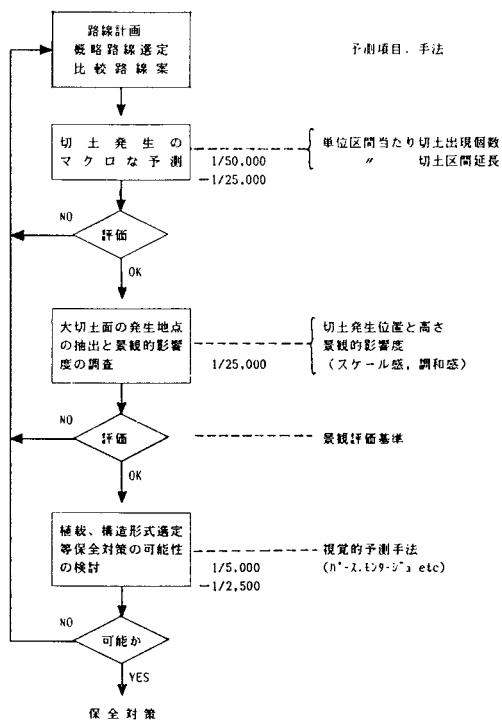


図-2 切土面の景観予測・評価フロー

圧迫感などが示され、その規定要因として、構築物の形状、材質、背景との対比、視距離、視角などが提示されている。そこで、それらの要因を参考として現地調査による切土面の景観実態調査を行い、以後の分析のポイントを絞ることとした。

現地調査は、道央自動車道、札幌自動車道、東北自動車道、中央自動車道、中国自動車道および九州自動車道の6路線より選出した総計914.2kmの供用区間を対象に行い、景観分析の対象切土として81か所を選んだ。そして、それらの切土面がよくみえる適当な地点から切土面のみえ方の調査を行った結果、次の点が明らかとなった。

- (1) 切土面は山地や丘陵部において100~600m程度の比較的近い距離から眺められる場合が多い。
- (2) 切土面の大きさは周辺の地形によるが、その高さはほとんどが50m以下であり、道路外からみた場合圧迫感をほとんど感じないものが多かった。また、切土面と背景との大きさのバランスが景観的に重要な要素であると思われた。
- (3) 切土面の形は三角形に近いものが多い。また、その材質はほとんどがモルタル吹付けであった。

以上の結果、多くの要因はある程度限定して分析が進められることがわかったため、以後、背景と切土面のバランスに焦点を絞って景観的影響度を分析することとした。

4. 切土面の景観的影響度の分析

本章では前章の結果を勘案し、切土面の景観評価要因として背景との大きさの感覚的な対比(スケール感)および構図的なバランス(安定感)に着目し、実験心理学的手法により次の項目について分析した結果を示す。

- ① 切土面と背景との物理的大きさの比とスケール感との関連性
- ② 切土面が背景に対して大き過ぎると感じる大きさの比の境界値
- ③ 背景に対する切土面の位置と安定感

なお、切土面の材質も景観的に重要な要素であるが、材質の問題は事後的な保全対策の問題と考え、本分析には特に取り上げなかった。

(1) 切土面の大きさとスケール感の分析結果

実験には、写真-1のようなVTR特殊効果装置を使って作成した白黒合成画像を用いた。VTR画像は画面サイズが小さいことなどから臨場感に乏しいが、背景の状況を一定に保ったまま、任意の形態の切土面を合成できるため、切土面の形態の変化と景観的影響度を定量的に分析するのに適している。そのような実験的操作は現場実験ではかなり困難なことから、切土面と背景とのバ

ランスはVTR画像でも判定しやすいと思われることから、VTR画像による室内実験を試みた。

心理実験はまず背景を一定とし、切土面の大きさを15段階に変化(ただし、高さ/底辺長=0.4一定)させた15種のVTR画像を1画面当たり10秒間ずつ順次呈示して52名の被験者(土木工学科および社会工学科の男子学生46名とOL6名)に切土面のスケール感を7段階評定尺度法により評価させた。その結果を図-3に示す。横軸は15種の画像の切土面高/背景高(ただし、画面上の高さ比)を表わし、縦軸はそれらに対する平均評価値を表わしている。

これによれば、背景に対する切土面の高さ比が約0.25で評価が小から大へ変わる結果となった。また、図-4は同じ実験結果を用いて、背景の山と切土面のみえの面積比を評価値と対応させた結果である。これから、切土面と背景との面積比が約0.06で評価が変わることがわかった。

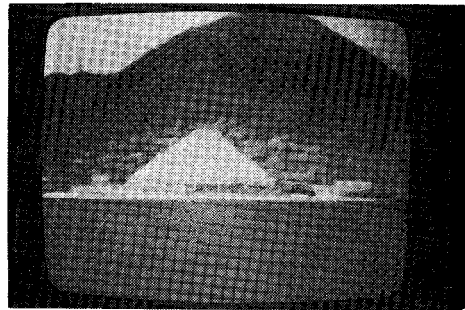


写真-1 切土面のVTR合成画像(高さ比0.3)

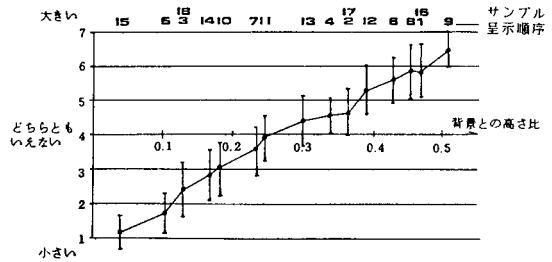


図-3 切土と背景との高さ比に関する評価

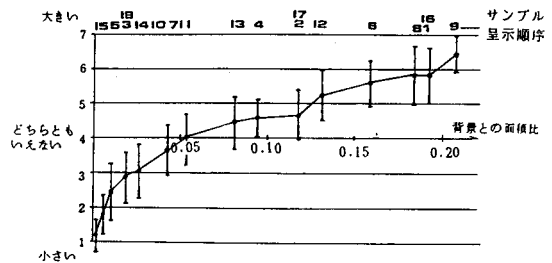


図-4 切土と背景との面積比に関する評価

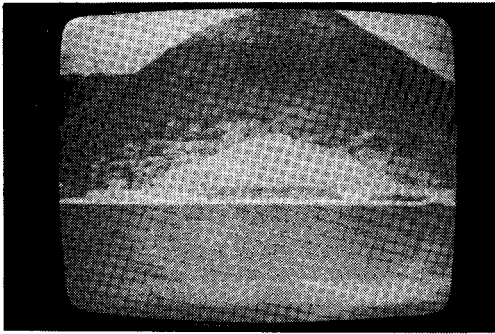


写真-2 切土面高/底辺長=0.2, 高さ比0.3の切土

そこで次に、スケール感の規定力は高さ比と面積比のどちらが強いかを調べるため、切土面の高さや底辺長の比が0.4(写真-1の形状)と0.2(写真-2の形状)の2種類の形状について、おのおの高さを22段階に変化させたVTR画像のキャピネ版プリント写真を作成し、50名の被験者(土木工学科および社会工学科の男子学生)に切土高の順にファイルした連続写真を呈示して背景に対する大小の境界となる写真を選択させた。その結果、どちらの形状でも背景との高さ比で約0.3が境界値となった。そのことから、切土面の高さがそのスケール感を規定する重要な要因であると推察された。

(2) 背景の状況が切土面のスケール感に及ぼす影響

前節の実験では切土面と背景との関係において非常に単純化したモデルを用いた。現実の景観では、その関係が多様な形で現われてくる。そこで、その関係の代表的なものとして次の3形態を選び、おのおの先の実験と同様の実験を行い、先の結果と比較検討することとした。

a) 山並みが二重にみえる背景の場合

写真-3のような背景において、切土面の大きさを9段階に変えて先と同様の評価実験を行った結果を図-5のような一次背景と二次背景それぞれとの高さ比に分けて図-6の実線で示した。また、一次背景だけの合成画

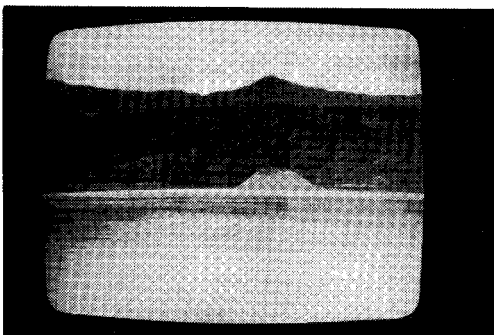


写真-3 二重背景の切土面合成画像
(一次背景との高さ比0.27)

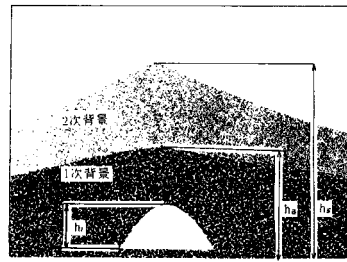


図-5 二重背景モデル (一次背景を基準にした高さ比= h_1/h_2 , 二次背景を基準にした高さ比= h_1/h_3)

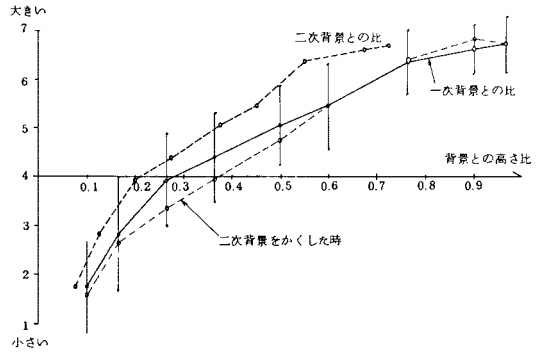


図-6 二重背景の場合の評価実験結果

像による実験を行った結果を点線で示した。それを見ると、実線で示す一次背景との比に関する結果と点線で示す結果が近いことから、一次背景との高さ比が切土面のスケール感の基準となっていると考えられた。

b) 背景の山頂と切土面の位置が横にずれる場合

切土面の位置を図-7のように3種とし、おのおの位置で切土面の大きさを10段階に変えて評価実験を行った。その結果が図-9である。これによると、切土

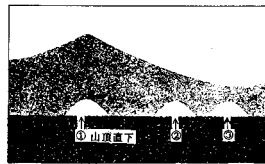


図-7 山頂と切土の位置

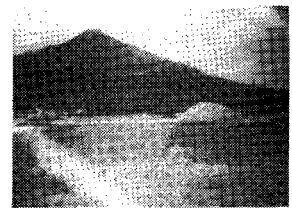


写真-4 合成画像(②の位置でピークとの高さ比0.21)

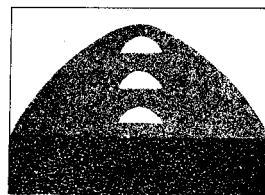


図-8 山中腹の切土位置

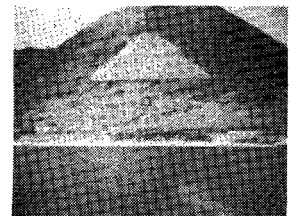


写真-5 中腹の切土面合成画像
(路面の高さ比0.42)

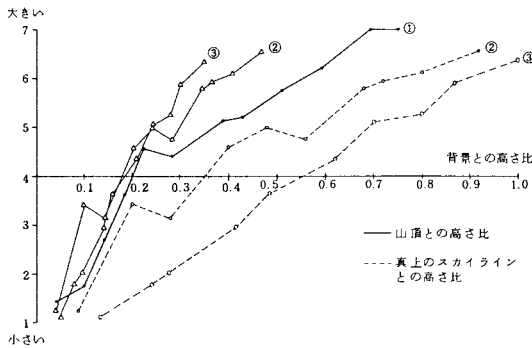


図9 背景の山頂と切土面の位置のずれによる評価の変化

の位置にかかわらず山頂との高さ比がスケール感を規定していると考えられる。そして、切土面の大小感の境界は山頂との高さ比で約0.2となった。

c) 切土面が背景の中腹に位置する場合

図-8のように、切土面が背景の上の方に位置した場合について、先と同様の実験を行った。その結果だけを述べると、切土面が山の中腹のどこに位置しても、切土面の大小感の境界値は背景との高さ比で約0.2であった。

(3) 切土面と背景との構図的安定感の分析

切土面が写真-5のように山の中腹に位置する場合は構図的な安定感が景観上重要になると考えられる。そこで、6種の大きさの切土面（背景に対する切土面の高さ比で0.3, 0.25, 0.20, 0.15, 0.1, 0.05。ただし、切土面高/底辺長=0.4の形状は一定）をおのおの11~15の段階で切土底辺の上下方向位置（以下、路面の高さおよび）を変えたVTR合成画像のキャビネ版プリント写真を用いて、安定感の7段階評価実験を行った。図-10がその結果である。それによると、安定感は背景と路面の高さ比に規定され、路面が上方に位置するほど不安定感が増す結果となった。また、安定から不安定の境界値は路面の高さ比で約0.35程度と考えられる結果になった。

(4) 考 察

以上、VTR合成画像およびそのプリント写真を用い

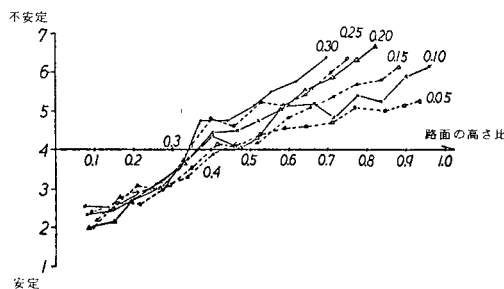


図-10 路面位置の高さによる安定感の評価実験結果

て切土面の背景に対するスケール感および構図的バランスの評価実験結果について述べたが、その結果をまとめると、切土面のスケール感は一次背景すなわち、切土面が設置されている背景の山頂（透視形態的なみえの頂）に対する切土面のみえの高さ比に影響され、切土面が背景に対して大きいと感じる下限値はその高さ比で0.20~0.30と考えられる。また、構図的な安定感が生じるのは背景に対する路面の高さ比が0.35程度以下であるという結果が得られた。しかし、以上の結果はあくまでVTR画像等による室内実験からのものであり、現実性の問題は残されているが、3.で述べた現地調査での印象から考えるに背景と切土面のみえの高さ比に関するこれらの結果は切土面のスケール感を評価するための基準として有効なものと思われる。

なお、VTR合成画像の切土面の輝度を変えて同様の実験を行った。これは天候などによって切土面の明度が変化することによる評価の変化およびVTR画像の切土面の明度と現実の切土面の明度の差異による影響を調べるために行ったものである。その結果、輝度の変化による評価の違いはほとんどみられなかった。それより、切土面のVTR画像の明るさによる影響はこの実験の場合あまりないと判断した。

5. 切土面の発生形態の予測手法

本章では、1/25 000程度の縮尺地形図と路線の平面線形から、切土面の発生個数、区間延長、位置および高さを予測することの可能性を検討し、その予測モデルの構築を試みた。その方法はまず、供用中の高速道路の設計図（平面図1/1 000、縦断図1/1 000、横断図1/200）から地形および切土面に関するデータ計測を行い、そのデータを用いて切土面の発生形態を予測することの可能性を仮設の予測モデルによる回帰分析で検討し、次に、それらのデータの計測が1/25 000の図面でも精度的に可能かどうかを検討することにより、予測モデルの適用性を調べた。

対象として選んだ高速道路と区間を表-1に示す。その選定においては路線区域に地形的な偏りがないように平野部、丘陵部、山間部のそれぞれが同程度含まれるよう配慮した。これらの対象区間から高さが5m以上の切土139サンプルを選び、図-11に示す指標の計測を行った。その際、在来地盤の勾配を求めるための測定幅(2TD)は高速道路の標準幅員をもとに21mとした。

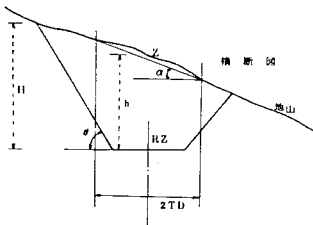
(1) 計測結果

各指標についての計測結果の概要は次のとおりである。

① 切土面の高さHの分布を調べると11~20mの切土面が多く、ほとんどが50m以下であった。

表—1 対象路線区間

対象区間	高速道路名	区間距離
盛岡南 I.C 花巻 I.C	東北縦貫自動車道	2.4 km
二本松 I.C 白河 I.C	東北縦貫自動車道	6.7 km
大月 I.C 勝沼 I.C	中央自動車道	2.0 km
八女 I.C 松橋 I.C	九州縦貫自動車道	7.8 km
えびの I.C 高原 I.C	九州縦貫自動車道	2.9 km
		総計 218 km



- 2TD : 地山の横断勾配を求めるための基準幅
- H : 切土面の高さ (m)
- L : 切土面の長さ (m)
- θ : 切土面の勾配 (度)
- Z : 在来地盤高 (m)
- RZ : 路面高 (m)
- h : Z - RZ (m)
- α : 地山の横断勾配 (度)

図—11 計測指標

- ② 切土底辺長 L は 100~150 m を中心に広く分布していた。
- ③ 切土面のプロポーション (H/L) は 0.1~0.3 に集中していた。
- ④ 地山の横断勾配 α は 16°~20° を中心に広く分布していた。
- ⑤ 切土面勾配 θ は 35°~45° に集中していた。
- ⑥ 在来地盤高と路面高の差 h は 139 サンプル中 128 サンプルが 15 m 以内の差になり、その差の平均は 10.7 m となった。

(2) 切土面の高さの予測

切土面の存在する地山が一定の傾きをもつ平面であると地形を単純化した場合、図—12 に示す切土面高 H は次の式で表わされることになる。

$$H = (\text{WIDE} \times \tan \alpha + h) / (1 - \tan \alpha / \tan \theta) \dots (1)$$

ただし、 $h = z - Rz$, $\theta > \alpha \geq 0^\circ$

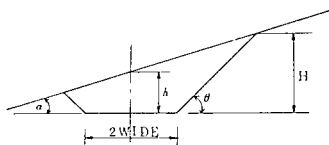
式(1)中の WIDE は道路片側の幅員を表わし、 α , h , θ , z および Rz は図—11 と同様に地山の勾配、在来地盤高と路面中心での標高差、切土面勾配、在来地盤高および路面標高をそれぞれ表わしている。ここで、道路片側幅員 WIDE と切土面勾配 θ は設計条件からほぼ一定の値であると考え、式(1)は α と h , または α と z と Rz から H を算定するモデル式となる。

そこで、 $\theta = 45^\circ$, $2 \text{ WIDE} = 21 \text{ m}$ としたうえで、先の 139 か所の切土サンプルの高さについて実測値と式(1)による予測値の精度を単相関で調べたところ、相関係数が 0.35 と低いものとなった。これは、たとえ縦断線形が与えられて路面標高 Rz が既知であったとしても、現実の地形は複雑で図—12 のように単純化して考えるには無理があることを示していると思われた。そこで次に予測モデルの単純化を図る意味から、 α , h , z を変数とする式(2)の線形重回帰モデルを設定し、重回帰分析によるモデル式の構築を試みた。

$$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot h + \beta_2 \cdot z + \beta_3 \cdot \tan \alpha \dots (2)$$

その結果、表—2 に示すようになりかなり高い精度での予測の可能性が示された。

しかし、本研究で目標とする予測モデルは、路線計画の初期の段階で平面線形だけが情報として与えられている場合に有効なものという前提から、h は未知の変数としてモデル式から除く必要がある。そこで、次式のモデル式を設定して重回帰分析を行ったところ、表—3 の



H, θ , α , h は図—11 で定義したものと同一
WIDE : 道路幅員の $\frac{1}{2}$

図—12 切土面高算定のためのモデル

表—2 モデル式(2)による重回帰分析結果

	β_0	β_1	β_2	β_3
係数	0.464	0.589	0.031	30.756
T 値	0.169	4.402	6.008	6.646

重相関係数 : $R^2 = 0.685$

$R^2 * = 0.678$ (自由度調整済み)

F 値 39.683

サンプル数 139

表一 モデル式(3)による重回帰分析結果

	β_0	β_1	β_2
係数	8.691	0.030	25.833
T 値	4.055	5.534	5.583

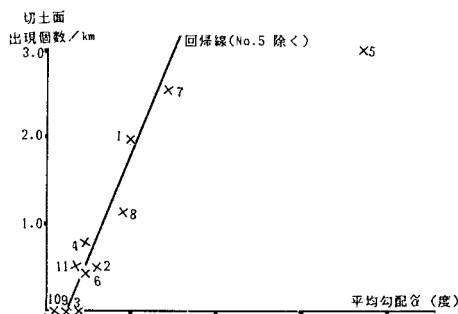
重相関係数 : $R^2 = 0.633$
 $R^2 * = 0.628$ (自由度調整済み)
 F 値 45.576
 サンプル数 139

$$H = \beta_0 + \beta_1 z + \beta_2 \tan \alpha \dots \dots \dots (3)$$

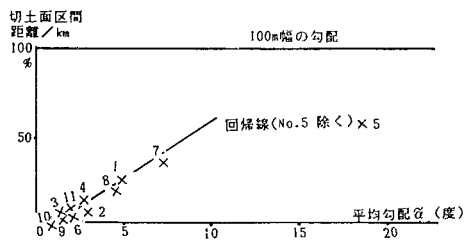
ような結果が得られた。係数 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ は 5% 有意水準で十分に有意な値である。重相関係数と F 値を表一2の結果と比較すると z と α を変数とする式(3)のモデルでも切土面高の予測が可能であると考えられる。このことは平面線形だけが与えられている場合にも、切土面の高さを予測することが可能であることを示唆している。

(3) 切土面の出現頻度に関する予測

地山の横断勾配から、ある区間内の切土面出現個数をマクロに予測することの可能性をみるために、東北、中央、九州の各自動車道より 10 km 程度の区間を 11 区間選び、おのおの 100 m ごとの地点の横断勾配 α を計測し、各区間の α の平均値 $\bar{\alpha}$ と切土面出現個数および切土区間延長との関連性を調べた。図一13と図一14に示す結果をみると、それぞれ No.5 (中央自動車道、大月一勝沼間)を除いて直線関係が存在することがわかった。No.5 のサンプルは区間平均勾配が約 20° とかなり起伏



図一13 地山平均勾配と切土面の出現個数との関連



図一14 地山平均勾配と切土面区間との関連

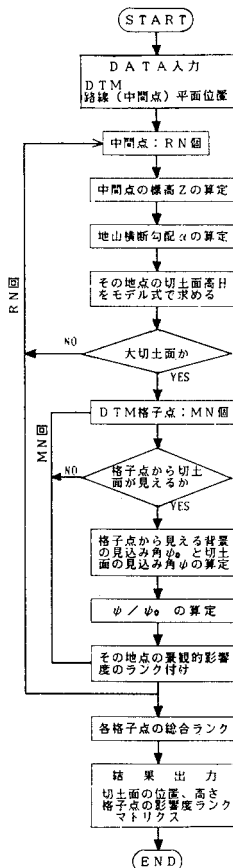
の大きい区間である。このような区間では個々の切土面の長さが現地調査によると長くなり、現実には有限である区間内において、切土面の出現個数が頭打ちになることが考えられる。その意味から、No.5 のサンプルはその限界に対応するサンプルと考え、回帰直線から除くこととした。

これらの結果から、計画路線区域の地山の平均横断勾配から切土面の出現個数とその区間延長をマクロに予測できる可能性が示唆された。

(4) 小縮尺地形図からの予測の可能性

構築した予測モデルが本研究の目的である 1/25 000 のスケールでの予測に使用可能かどうかの検討を行った。小スケールでの適用性で問題となるのは予測のためのデータを計測する精度である。一般に、小縮尺の地形図をもとに地形メッシュモデル (DTM) を作成する場合、そのメッシュサイズによる現地形の再現性は標高の読み取り精度を高いものとすれば、メッシュサイズを極力小さくするほど向上するといえる。しかし、データ作成の能率を考えると、経験的にメッシュサイズは 100 m

(1/25 000 地形図では 4 mm) 以上が望ましいといえる。そこで、100 m の基準幅 (図一11 の 2 TD) でも予測が可能かどうかを検討する目的で、基準幅を 50 m と 100 m として測った横断勾配 α を式(3)のモデルに適用し、おのおのの予測精度を調べた。対象とした切土面は先と同じ 139 サンプルであり、 α は設計図から測定した。その結果、重相関係数で比較すると、50 m の場合 $R^2 = 0.633$ 、100 m では $R^2 = 0.737$ と高い精度を示した。基準幅が 21 m の場合の結果が先の表一3であるが、それと比較しても 100 m の基準幅が最も予測精度が高い結果となった。これは、大きな切土面を対象としたため、100 m 程度の広い幅で α を測定した方がかえって在来地盤の勾配をより適切に再現する結果となったことを示している



図一15 予測プログラムのフローチャート

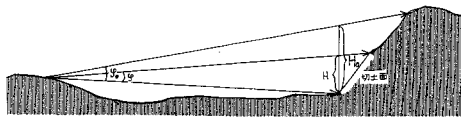
と考えられる。

以上の結果から、1/25 000 地形図から 100 m の基準幅で計測した地山の横断勾配 α を用いても切土面の出現個数、切土面区間延長および切土面の高さを予測することの可能性が示された。

6. 切土面の発生と景観的影響の予測プログラム

前章までの成果をもとに地形の DTM と路線の平面線形データ（フリーハンドレベルの線形も含む）から、切土面の発生位置と高さおよびその景観的影響範囲と影響度を予測するプログラムを作成した。

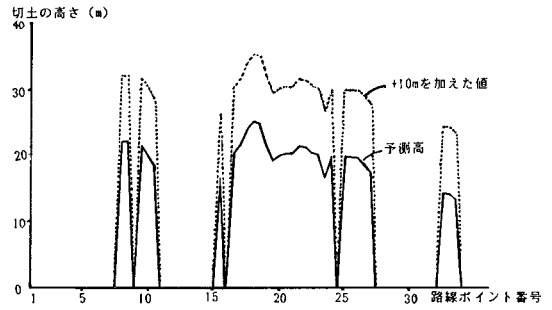
DTM のデータは切土面の発生形態だけの予測の場合、路線に沿った両側 500 m 程度の範囲を入力し、景観的影響範囲を予測する場合には路線両側 5 km 程度の範囲が必要と思われる。路線中間点のデータは 100 m 間隔に DTM のマトリックス座標で読み取った値を入力し、中間点の標高はプログラム内で算定している。また、本プログラムでは景観的影響度の指標として図一16で示すような切土面の見込角 ϕ と背景の見込角 ϕ_0 の比を採用し、そのランク付けを行うものとした。4. で用いた切土面高と背景高の比（ただし、みえの高さ比）と ϕ/ϕ_0 は ϕ_0 が比較的小さい範囲ではほぼ同程度の値となる。図一15がそのプログラムの概略フローチャートである。また、その出力例は7. の図一20に示す。



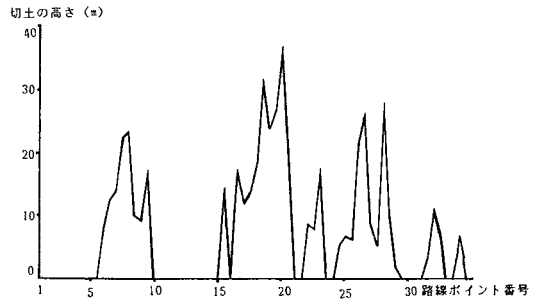
図一16 背景の見込角 ϕ_0 と切土面の見込角 ϕ
(切土面のみえと背景のみえの高さ比が H/H_0 である.)



図一17 九州自動車道大宰府付近の対象地域



図一18 切土面の予測結果（ポイント間隔 100 m）



図一19 切土面の実測値

7. ケーススタディーによる適用性の検討

本章ではケーススタディーによって提案する予測手法の適用性を示す。ケースとして選んだのは福岡県大宰府付近の東西 4.7 km、南北 3.9 km の地域である。この地域は現在、九州自動車道が供用されているが、まだ計画中の段階を想定し、その平面線形のみが既知として本手法による予測を試みた。

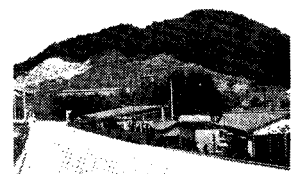
入力データは 1/25 000 地形図から作成した 100 m メッシュの DTM と道路の 100 m 間隔の中間点位置である。ただしプログラム内では 50 m 間隔の中間点で予測作業を行った。

図一18が切土面の予測結果を示したものである。図中の破線は切土面高の予測モデルの誤差（予測値 ± 10 m とすると約 90% の信頼性をもつ）を見込んだ値を示している。一方、図一19が実際の切土面の位置と高さである。

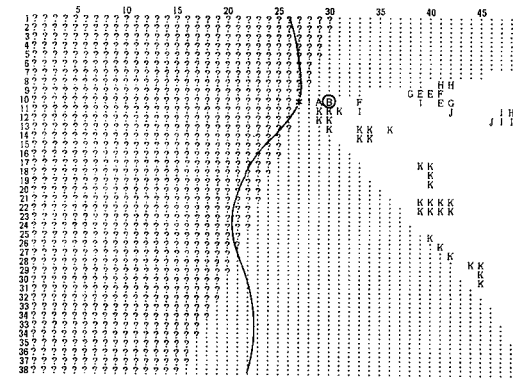
その予測精度を切土面の頂点位置およ

表一4 切土面出現個数と区間長

	予測値	実測値
切土面出現個数/km	2.84 コ	3.25 コ
切土面区間距離/km	0.37 km	0.38 km



写真一6 ポイント番号 10 地点の切土面



図一20 切土面の景観的影響度の予測 (メッシュ間隔 100 m, *は切土面予測高約 20 m, A-Jが ϕ/ϕ_0 のランクで A が 0.9 以上で以下 0.1 間隔, ? は切土面の裏側, : は切土面の視線入射角 60° 以下, ! および K は $\phi > \phi_0$, ブランクは切土面不可視)

び高さの予測誤差に着目して調べた結果, 切土面の頂点は 11 個の切土面のうち, 9 個はほぼ現実の位置に予測され, 残りの 2 個もそのずれは中間点の間隔である 100 m 以内であった。また, 切土面の高さ (実測高平均約 21 m) の予測誤差の分布は 0.5 m ~ 11.5 m で平均 3.47 m, その標準誤差 4.68 m となり, 20 m 程度の切土高を予測するには実用的な精度が得られた。

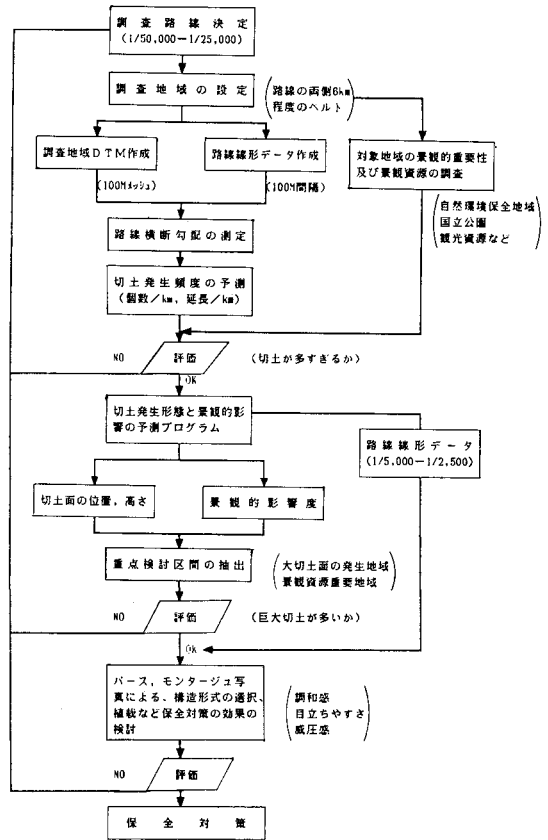
さらに, この区間の平均横断勾配は約 7° であり, それより切土面の出現個数と区間延長を予測した結果が表一4 である。

また, 切土面の出現が予測された路線ポイント番号 10 地点の切土面について, その景観的影響度を出力したものが図一20 である。図中の⑧の地点からみた場合, 切土見込角/背景見込角が 0.8 ~ 0.9 であることを B 記号が示している。写真一6 は B 地点からの現場写真である。

8. 結 論

以上の結果から, 本研究の結論として次のことがいえよう。

- (1) 切土面の出現個数/km と切土面区間延長/km を地山の平均勾配からマクロに予測できることがわかった。
- (2) 切土面の発生位置と高さを 1/25 000 地形図より計測した地山勾配 α と在来地盤標高 z から実用的な精度で予測できるモデルが構築できた。
- (3) VTR 合成画像を利用した室内実験より, 背景と切土面の高さのバランスに関する評価基準値が得られた。
- (4) 以上の成果をもとに, 1/25 000 地形図から作成した対象地域の DTM と平面線形のデータから, 切土



図一21 切土面の発生と景観影響の予測・評価システム

面の発生形態とその景観的影響度を予測するプログラムが作成できた。これによって, 路線計画の初期段階において, 誰にでも容易に予測作業ができるようになった。

そこで, これらの成果をもとに, 切土面の発生とその景観的影響の予測・評価システムの構築を試みたのが図一21 に示すフローである。フローの前半部である重点検討区間の抽出段階までは一部を除き, 前章のケーススタディーで実行済みである。後半部については, パースの自動作成やモンタージュ写真の合成等景観の予測技術の開発は進んでいるが^{(5),(6)}, 予測した景観を誰がどのような手順で評価するのがよいのか議論の余地がある。

以上のことから, 高速道路の路線計画の初期段階において, 切土面の景観的影響度を, その発生形態を予測することによって評価するシステムの一手法を開発するという本研究の目的は達成されたといえよう。

今後の課題としては, 次のことが挙げられる。

- (1) 切土面の景観評価が道路環境問題の中で, どのような位置づけになるか, すなわち, 総合的な環境影響評価システムへの適用性も検討していく必要がある。
- (2) 保全対策の可能性や効果を考える場合, 切土面

の目立つ程度や美醜などの評価項目を、切土面の材質や色彩などの面から分析しておく必要がある。

(3) 予測精度および予測の信頼性を高めるには、ケーススタディーを充実させる一方、地域の地形特性に応じた予測モデルを構築する方がよいと思われ、その検討も今後に残された課題である。

最後に、本研究を進めるにあたって、道路公団の児玉克志氏には資料収集等で多大なご協力を頂き、研究計画の立案においては建設省土木研究所緑化研究室の篠原修氏および東京大学農学部林学科の熊谷洋一氏に貴重なご助言を頂戴した。また、4. の景観評価分析では、海外経済協力基金勤務の山田順一氏に多大なご協力を頂き、その実験に用いた VTR 画像特殊効果装置は東京大学農学部林学科森林風致計画研究室より心よくお貸し頂いた。ここに記して、感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 花岡利幸：山岳道路の美化および景観の保持，第11回日本道路会議特定課題論文集，日本道路協会，1973.
- 2) 二上・篠原・森際：山岳道路切土のり面の高さ及び発生頻度の予測に関する研究，土木学会年次学術講演会，1981.
- 3) 高速道路調査会：道路景観に関する基礎的研究報告書，1976.
- 4) 小柳武和：土木施設が景観に及ぼす影響の計量心理学的測定および評価法，土木計画学シンポジウム，1977.
- 5) 中村良夫・小柳武和：道路景観計画と映像情報，映像情報，Vol.7, No.8, 1975.
- 6) 内山久雄・中村英夫：マンマシンシステムによる環境影響評価をとり入れた路線選定，土木学会論文報告集，Vol.284, No.4, 1979.
- 7) 岡田一天：高速道路切土面の発生ならびに景観的影響の予測に関する研究，東京工業大学社会工学科修士論文，1980.
- 8) 山田順一：道路の切土法面の景観評価に関する研究，東京工業大学社会工学科卒業論文，1980.
- 9) 高速道路調査会：道路建設が自然景観におよぼす影響調査報告書，1980.

(1985.1.7・受付)

1) 花岡利幸：山岳道路の美化および景観の保持，第11回日