

IV-372

路線選定における景観評価のためのトンネル区間長の推定

仙台市 正 員 菊池 信幸
 埼玉大学 正 員 窪田 陽一
 埼玉大学大学院 学生員 深堀 清隆

1. 研究の目的

道路構造は土工、橋梁、トンネルの3つに大別できるが、ある路線がこれらをどのような割合で有するかは、路線の景観的特徴に大きく影響する問題である。近年、我が国では縦断高速道路の建設が一段落し、横断道の建設が各地で行われている。縦断道に比べて横断道は山岳地帯を貫くことが多いため、長大橋梁やトンネルが現れやすい。実際、高速道路の総延長に対してトンネル部分の占める割合は年代を追うごとに増加している。トンネルは、ドライバーの視点から見ると、眺望を阻害し、圧迫感や閉塞感を与える存在であるが、植生など環境への影響は少なく、外部視点場から見た場合にも自然の破壊感はない。このような景観の影響は、路線選定の段階から検討する必要がある。本研究では路線選定の初期の段階で、線形データが与えられなくてもトンネル長が推定できるようなモデル式を構築するために、各地の高速道路におけるトンネル長のデータと地形特徴量の回帰分析を行うものである。

2. 標高メッシュデータによる地形特徴量の算出

路線検討段階においては 1/50,000 あるいは、1/25,000 の地形図をもとに路線位置が検討される。このような設計精度を考慮して地形の標高メッシュデータの利用法を考える。基本となるのは 1/25,000 の地形図で、メッシュデータはこれを縦横 200 等分して得られた約 50m 四方の区画の中心標高値として与えられる。路線位置はかなりの変動領域を有すると考えられるので、ある程度の拡がりを考慮した地形特徴量によってトンネル長の推定を試みる。ここでは 1000m 四方のウィンドウを定義し（図-1）、そのウィンドウについていくつかの地形特徴量を算定する。まずあるウィンドウについて、高度を 0~L-1 に分割し、高度が a であるメッシュの個

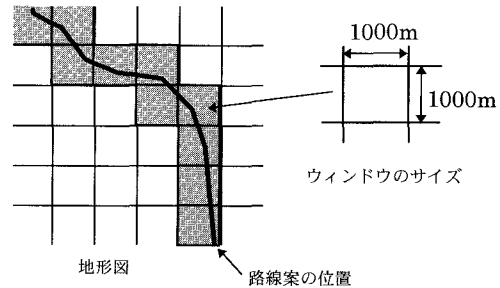


図-1 地形図上へのウィンドウの設定

数を $N(a)$ とする。そしてウィンドウ内のあるメッシュ (i, j) が高度 a をとる確率 $p(a)$ を高度 a の点の数の相対値と仮定する。すなわち

$$p(a) = \text{prob}\{u(i, j) = a\} = n(a) / M \cdots \text{式 1}$$

ここに M はメッシュの総数である。以上の定義に基づいて、次のような統計量が算出される。

(1) 平均 $\bar{h}$

区域の高度分布を表す量としての基本統計量。

$$\bar{h} = \sum_{h=0}^{L-1} h p(h) \cdots \text{式 2}$$

(2) 分散 σ_h^2

平均値を中心に高度がどの程度分布しているかを表す尺度。

$$\sigma_h^2 = \sum_{h=0}^{L-1} (h - \bar{h})^2 p(h) \cdots \text{式 3}$$

(3) 標準偏差 V

分散の平方根

(4) 接峰面高度 $h_{\max}$

ウィンドウ内の最大高度。

(5) 接谷面高度 $h_{\min}$

ウィンドウ内の最低高度。

(6) 起伏量 h_r

ウィンドウ内の接峰面と接谷面の比高

$$h_r = h_{\max} - h_{\min} \cdots \text{式 4}$$

(7) 開析度 P

原地形→幼年期→壮年期の地形というデービス流の地形発達モデルにおいて、開析度はステージの進行の程度を表している。

$$P = 1 - h / h_{\max} \quad \dots\dots \text{式 5}$$

(8) スキューネス h_s

平均値を中心として分布がどの程度偏っているかを示す尺度。

$$h_s = \frac{1}{\sigma_h^3} \sum_{h=0}^{L-1} (h - \bar{h})^3 p(h) \quad \dots\dots \text{式 6}$$

(9) エネルギー h_N

$p(h)$ の 2 乗和。

$$h_N = \sum_{h=0}^{L-1} \{p(h)\}^2 \quad \dots\dots \text{式 7}$$

(10) エントロピー h_E

$p(h)$ が指数関数の場合は、エントロピーは平均高度の定数倍に等しい。すなわちエントロピーの増加という一般法則は平均高度の低下という現象に対応させることができる。

$$h_E = - \sum_{h=0}^{L-1} p(h) \log_2 p(h) \quad \dots\dots \text{式 8}$$

3、各地の高速道路のトンネル長の調査

これに対して、全国の高速自動車道（平成7年10月現在）におけるトンネル長を測定し、その中から供用年代、トンネル長が分散するように配慮して東北、山形、上信越、関越、北陸、名神の各自動車道から標本ウィンドウを選択した。ウィンドウ数は626個であり、それぞれのウィンドウに存在するトンネル本数、長さおよび平均路面高を分析用データとした。

4、地形特徴量とトンネル長の関係

次にこれらのデータを用いて、トンネル長を従属変数、地形特徴量を独立変数として回帰分析を行った。表1はトンネル長と各地形特徴量間の相関係数である。この中から比較的相関の強い変数を用いて重回帰分析を行ったところ、最大起伏量による単回帰直線より有意な回帰式は見いだせなかった。起伏量による単回帰式および散布図を図-2に示す。

以上の結果からトンネルは起伏量が大きい地形条件のときに長くなる傾向にあることが判明した。

表-1 トンネル長と地形特徴量間の相関係数

	トンネル長
平均路面高	0.15
平均標高	0.37
標準偏差	0.56
接峰面高度	0.41
接谷面高度	0.32
最大起伏量	0.58
開析度	0.16
スキューネス	0.02
エネルギー	0.06
エントロピー	0.01

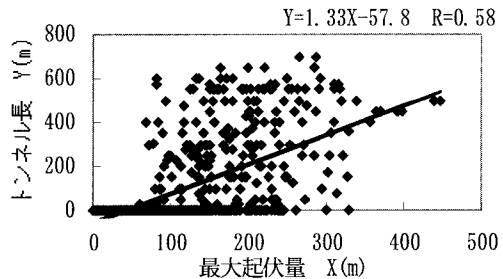


図-2 最大起伏量からトンネル長を推定するモデル式とプロット図

5、ウィンドウのサイズの影響

以上のような分析を、ウィンドウのサイズを1000m、500m、250mと変化させて実施したところ、250mにまで精度を上げてても地形特徴量とトンネル長の相関係数はほとんど変化しないことが判明した。従って、起伏量によるモデル式によってトンネル長を推定する際には、1000mの粗いウィンドウ区分で充分ということになる。

6、おわりに

本研究は、路線選定の際に線形データが未知である場合、かわりに地形特徴量を使うことで、どの程度まで信頼性のあるトンネル長の推定モデルが作成できるかを検証したものである。トンネル長は地形の起伏量と相関があると考えられ、これによってモデル式を作成した。路線選定での路線位置は暫定的なものであるから厳密な精度は要求されない。このような段階で概略的にトンネル長を把握することが可能である。精度はウィンドウのサイズを小さくしても変わらないので、今後、山岳部であるか平野部かなど異なる特徴を有する路線ごとに別のモデル式を作成することで精度を上げることが課題となる。