

VI-90

トンネル坑門型式に着目した景観設計についての一考察

前田建設工業(株) 正員 石井靖人

1. はじめに 本研究は、景観工学分野としては現在あまり取り扱われていない“トンネル”という1大型土木構造物を対象としたものであり、基礎的研究範囲の中で考察したものである。ここでは、都市部を対象に1方向2車線のガレトンネルを設置したケースを想定し、特に、坑門型式（ウイング式、竹割式、逆ベルマウス式、アーチウイング式の計4タイプ）に着目した景観検討を行うことがテーマである。まず、トンネル坑門とその周景を、トンネル進入時のドライバー視点にて2次元フォトモンタージュを利用して作成した（近景、中景の2タイプ）。次に、現在、標準的に景観検討に導入されている景観評価手法を用いて、この画像データを被験者にスライド投影し、SD法等で心理評価データを抽出した。これを先の標準的な景観評価手法を用いて統計解析を実施し、定量的に評価検討を加えたものである。

2. 研究目的 研究目的は、着目した4タイプの坑門型式の形状を設定条件に従って変化させることが、心理的にどう影響するかを定量的に判断することである。その中で、

(1)力学的安定性、走行安全性、周辺環境との調和度を、現在、景観工学分野で一般的に導入されている景観評価手法（プロフィール分析、因子分析、数量化I類、一対比較）にて定量的に分析する。

(2)評価検討結果を、客観的に景観設計ツールとして織り込むことが可能か否かを検証する。

(3)数量化のために採用した景観評価手法の分析結果から、それぞれの手法についての比較検討を行う。

以上3項目を具体的な検討項目とした。

3. 研究方針 先ず、4タイプの坑門型式に対してその基本形状を抽出した。ここで基本形状について解説する。

これについては、各坑門型

表1 景観構成要素に従って作成したトンネル坑門一覧表

	基本形状	内空高さ		内空天端から坑門天端までの高さ		擁壁左右ウイング部の切込角度 (基本形状は60°)		擁壁アーチ外周部の曲率	
		基本形状 ×(4/5)	基本形状 ×(6/5)	基本形状 ×(2/3)	基本形状 ×(4/3)	45°	80°	基本形状の内空曲率と相似	曲率をトンネル内にすり付け
ウイング式	○	○	○	○	○	○	○		
竹割式	○	○	○						
逆ベルマウス式	○	○	○						
アーチウイング式	○	○	○	○	○	○	○	○	○

式別に実在のトンネルを調査した。その結果、それぞれの坑門型式ごとにほぼ類似した形状を保持していることがわかり、これを基本形状と称した。ただし、内空断面は全て一定である。次に、この基本形状に対して、景観的に影響があると考えられる部分を抽出し形状変化させた。これを景観構成要素と称す（表1）。これに従って作成した合成写真（全22の景観写真）を用いて、心理的評価実験を実施し、集計データを基に統計解析を実施することから定量的に景観評価した。

4. データ分析結果 実施した心理的評価実験から得られたデータを、前述の景観評価手法（プロフィール分析、因子分析、数量化I類、一対比較）にて定量化した。

4-1. プロフィール分析結果 項目比較分析であり、基本形状を対象とした坑門型式別プロフィールを図1に示す。周辺環境との「調和」という総合評価で考察すると、以下に示す順位となった。

- 1位 竹割式 2位 アーチウイング式
3位 逆ベルマウス式 4位 ウイング式

次に、これを個々に考察した。

4-1-1. 竹割式 「安定した」と「力強い」の安定性及び「はっきりした」の安全性（視認性）に関しては評価が低い、それ以外の全ての項目で評価が高い。特に、「圧迫感がない」「軽快な」「親しみやすい」「品のある」「個性的な」及び「魅力的な」の項目で評価が高く、空間構成やトンネル形態に関して良い評価が得られた。また、他の型式は人工的と評価されているが、竹割式はやや「自然」と評価されている。

4-1-2. アーチウイング式 やや「人工的」と評価された以外は、全ての形容詞対で良い方に評価されており、好ましい型式と言える。

4-1-3. 逆ベルマウス式 「個性的」「力強い」及び「安定した」の評価は高いがその他の評価は低い。

4-1-4. ウイング式 竹割式と全く逆の評価である。つまり、安定性の評価は高いが、その他の評価は低い。

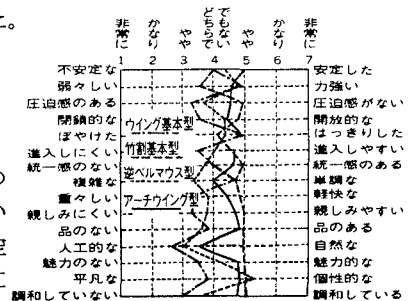


図1 坑門型式別基本形状プロフィール

4-2. 因子分析結果 因子分析は、SD法に用いた計15の形容詞対を用いて実施した。因子数の決定は、寄与率、累積寄与率に着目し、最適因子数をトライアルで決定した。結果として、最適因子数は3であった。次に、決定した3因子と形容詞対の相関およびそれぞれの因子が持つ意味合いから、第1因子（寄与率62.9%）を快適性因子、第2因子（寄与率9.3%）を安定性因子、第3因子（寄与率9.0%）を個性因子と名称付けした。また、因子得点を基に、全22の景観パブリックに対して新たに座標軸を設けプロット展開した。図2、3にこれらを示す。図から、4坑門型式の基本形状は、それぞれ座標象限に分かれ、明瞭な判別が可能であることがわかる。2つの座標象限から各坑門型式の基本形状を検討すると、総合的に評価してアーチウイング式が無難な坑門型式と言える。しかしながら、最大寄与率を示し、景観評価に及ぼす影響が最も大きい快適性因子で考察すると、竹割式の評価が最も高い。各景観構成要素の変化に対する景観評価の変動を、因子得点を参考に各因子別に図4のような評価尺度を設定し、図示した。代表的なものを図5、6に示す。

4-3. 数量化Ⅰ類分析結果 目的変数を「周辺景観との調和」（SD法に採用した形容詞対の中の一項目）に、説明変数を「坑門型式と内空高さ」設定し、解析を実施した。総合的調和の評価に坑門型式と内空高さがどのように影響しているかを検討で考察すると、坑門型式が1.6760、内空高さが0.4126となり坑門型式がかなり総合評価に寄与していると思われる。しかしながら、内空高さも坑門型式ほどではないが寄与している。ケガリスコアで考察すると、坑門型式は良い評価に竹割式（1.0277）が、悪い評価にウイング式（-0.6482）に寄与していた。内空高さでは良い評価に基本形状（0.1086）、内空高さを減少（基本形状×4/5）すると、かなり悪い評価（-0.3040）に寄与することがわかった。また、決定係数0.6066であり多少精度は悪い。特にウイング式、アーチウイング式でばらつきがあった。今後、目的変数を増やして分析した方が、より有効的と考えられる。

4-4. 一対比較結果 あくまでも選択回答個数で順位付けを行った結果、坑門型式基本形状に着目すると、評価の高い順に以下に示すとおりとなった。

- | | |
|------------|-------------|
| 1位 竹割式 | 2位 アーチウイング式 |
| 3位 逆ベルマウス式 | 4位 ウイング式 |

5. 結論 以下に結論を述べる。

- (1) トンネル坑門の景観問題に、道路、橋梁、都市、河川等で用いられる標準的な評価手法が充分採用可能であることが明確となった。
- (2) 因子分析から作成した景観評価変動図が、景観設計ツールに導入できる可能性を示唆しているものと考えられる
- (3) 着目した4タイプの坑門型式基本形状の中で、実施した全手法の分析結果を比較して、総合的な調和という見地で景観を考察すれば、竹割式が最適な坑門型式と判断できた。

6. むすび 最終的には、トンネル坑門の景観設計マニュアルを開発し、これを実務設計に適用することが目標である。本研究は、このマニュアル化のための導入段階の位置付けであり、今後、さらに多くの検討を重ねていく必要が有ることは言うまでもない。



図2 〈安全性-快適性プロット〉

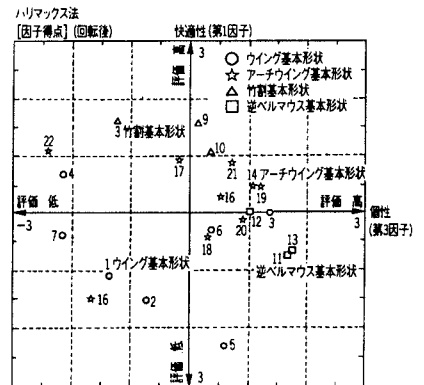


図3 〈個性-快適性プロット〉

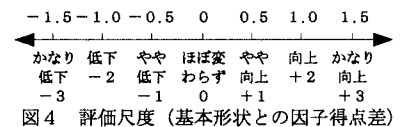


図4 評価尺度（基本形状との因子得点差）

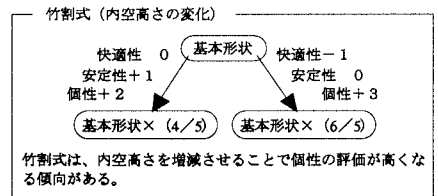


図5 竹割式の景観評価変動

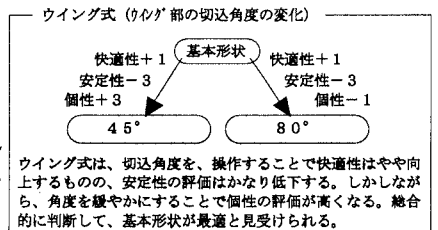


図6 ウイング式の景観評価変動