

景観美と機能美を考慮したトンネル坑口景観設計に関する研究

A Study on Tunnel Portal Design Taking Into Account Aesthetical and Functional Considerations

石井靖人*・酒井照夫**・上村正人***
Yasuhito Ishii, Teruo Sakai, Masato Kamimura

SUMMARY

It is needless to say that highway tunnels play an important role in establishing a traffic network system. Hitherto, during highway tunnel design operations, function and safety have been the first consideration, and little attention has been given to the aesthetical aspect from the viewpoint of economy. However, recently, increasing public interest in landscape design has given rise to movements toward the introduction of landscape design techniques to tunnel construction. In order to cope with this emerging tendency in the field of civil engineering, a study has been pursued, although within the scope of the tunnel, with the purpose of integrating two confronting design elements, aesthetical and functional beauty. This paper presents the results obtained from each phase of the study, from laboratory testing to practical application.

Key Words; Tunnel Portal Design, aesthetical and functional beauty, black-light

1. はじめに

1・1 土木景観設計におけるトンネル坑口の位置付け

近年、土木構造物の景観配慮に対する社会的要請の高まりに伴い、あらゆる土木施設に対して「土木景観設計」が検討される傾向にある。中でも、道路、橋梁、都市、河川等に景観設計が導入されることが多く、設計マニュアルに至るまで作成されているのが現状である。

しかしながら、トンネルを対象とした景観設計事例は未だに少ない。この原因としては、

- (1) トンネル本体がほぼ全面地中に位置すること
- (2) 山間部に位置すること
- (3) 交通機能性重視であること

等が考えられる。したがって、トンネル坑口は景観概念を取り入れた、確固たる設計方針が確立したとは言い難い。

また、最近の道路トンネルにおいては、トンネル坑口壁面に写真-1.1, 1.2に示すような特殊装飾（化粧工）を施すケースが増大している。この壁面装飾は、地域性・文化歴史を構造物本体に反映し、その地域のシンボルの存在として地域活性化をもくろんだケースと言え

よう。しかし、「景観概念を導入した環境整備」とは異なり、景観整備と地域活性には曖昧さを感じる。ただ、鉄道トンネルに関しては、道路トンネルと比較して、走行中の坑門への視覚的集中度が大きく異なるので、あまり特殊装飾は施さない。

このような状況の中で、公共性を重んじることを前提に、工学的判断にて本来の景観概念を再検討する中で、坑口を対象とした景観研究を実施することとした。

1・2 トンネル坑口・坑門の区分

まずは、トンネル「坑口」と「坑門」の区分について再確認する。この区分は、設計の合理化・単純化を図るために、これまでの実績を考慮して名称付けされたものであり、図-1.1(Ⅰ)に明確化した。図では、

坑口；トンネル坑口部、坑門、およびその前後の道路区間の一部を含む領域

坑門；トンネル先端口

と定義する。

また、坑門はその形状でも分類される。表-1.1(Ⅰ)にトンネル坑門型式とその特徴を示す。

次に、トンネル坑門本体の主たる役割としては、

- (1) 後背斜面土圧を受け止め地山を安定させたり、落石、雪崩から道路を護る等の、構造物としての基本的役割。
- (2) 明暗差の緩和によるドライバーの目の順応性の確保や、面壁輝度低下による眩しさの解消等の、視覚的安全性を確保する役割。
- (3) 暗部に高速で進入する際の心理的緊張感の緩和お

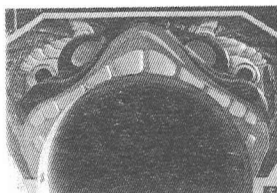


写真-1.1

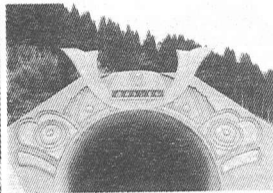


写真-1.2

* 正会員 前田建設工業（株）北海道支店
** 正会員 前田建設工業（株）工事本部 土木設計部
*** 正会員 前田建設工業（株）九州支店

よび坑門周辺景観との調和を図る役割。
等が挙げられる。

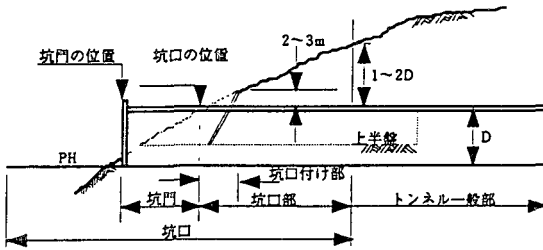


図-1.1 坑口と坑門の区別

1・3 既往の研究と本論の立場

トンネル坑口景観に関する既往の研究として、代表的なのが中園の研究²⁾である。これは、既存の道路トンネル坑門を対象に、スライド写真による心理評価実験を行い、坑門形態が与えるイメージについて比較考察し、坑門設計の留意点について述べたものである。また、評価分析では、実験から得られたデータをファジー数量化理論Ⅰ類と数量化理論Ⅱ類分析手法を用いて、トンネル坑門の好感度を対象とした判別要素分析を行っている。

著者は、上述の研究が既存坑門であるがゆえ、マクロ的なデザイン構成を確認したに過ぎず、ミクロ的なデザイン要素がどう影響しているか具体化できない、

すなわち、研究成果を最大限に実務設計へ反映できないと考えた。よって、C・Gとフォトモンタージュを利用し、スタンダードな形状のトンネル坑門を創造し、これを基に坑門の景観検討を行った。³⁾

文献3)を概説する。対象地域として都市部を、1方向2車線のめがねトンネルを設定した。まずは、ウイング式、アーチウイング式、竹割式、逆ベルマウス式を対象に、個々のデザイン要素を抽出し、これを規則的に変化させた静止画像をC・G等で作成した。次に、安定性、安全性、空間構成、トンネル形態、周辺環境との調和を評価軸にした15項目のSDアンケートシートを作成し、被験者に静止画像を評価させる景観評価実験を実施した。これをプロフィール分析、因子分析、数量化理論Ⅰ類、一対比較の分析手法を用いて評価・検討すると同時に、それぞれの手法の互換性を比較したものである。この研究により、実務に反映できる設計要素が得られた。

この研究を基に、実務設計に展開できる手がかりを見い出した。

2. トンネル坑口景観設計システムの構築

2・1 坑口景観設計システムの概要

文献3)の研究から、坑口の景観デザイン検討がより詳細に定量的評価できた。そこで、実務設計で利用すべく、設計システムの開発に取り組むこととした。

表-1.1 トンネル坑門型式とその特徴

形式 項目	重力型		両壁型		突出型		
	重力・半重力式	ウイング式	アーチウイング式	半突出(バテバト)式	突出式	竹割(逆竹割式)	ベルマウス(逆ベルマウス式)
形状							
地山による適応性	・比較的地形急峻の場合や土留め構造物の構築を必要とする場合 ・落石が多いと予想される場合 ・背面の排水処理が容易	・両切土工の場合 ・背面土圧を全面的に受ける場合 ・積雪量の多い場合には防雪工を併用	・比較的地形がなだらかな場合 ・左右の切土工が比較的少ない場合	・尾根状地形や左右に他の構造物との取り合いがない場合 ・積雪地でも可能	・押え盛土を施工した場合 ・坑口周辺の地質が良くない場合 ・積雪地でも可能 ・坑口周辺地形の切り取り等、整形が比較的可能な場合	・坑門周辺の地形がなだらかな場合 ・逆竹割式の場合重心位置の関係から基礎の支持力の充分な検討を要する	・地形、地質が比較的良く、坑口周辺の開けた箇所に可能 ・積雪地では吹き込み、雪底が生じ易い
施工性	・不良地山では切土量が多くなるので、背面切土法面の安定化対策としての防雪を充分に行う必要性がある	・同左 ・トンネル本体との一体化が必要	・地形によっては一部明り巻き(特にアーチ部)が必要である ・多少の保雪盛土を必要とする	・数mの本体工の明り巻きを必要とし、かつ盛りこぼしに対し多少の土留壁が生ずるが、坑門としては合理的な構造である	・地形、地質が安定している場合は最も経済的であるが、地質が悪く押え盛土を必要とする場合は、先に明り巻きを必要とする	・型枠、配筋等に手間が掛かり経費も多くなる	・同左
景観	・壁面積が大きく傾度を下げる工夫(壁面のハツリ等)が必要 ・重量感があるが、走行上の圧迫を感じやすい	・同左	・アーチ部の曲線が、周辺地形とあまり違和感を感じさせないような配慮が必要	・坑門コンクリートの壁面積が少なくなるため、視覚的には違和感を感じさせない ・坑口周辺地形と良く適合する	・同左	・周辺地形を修景することにより坑門との調和が取れる	・車両の走行に与える影響は少ない ・坑口周辺地形と良く適合する

実際の設計作業として、①事前調査→②設計方針の確立(形状、色彩、周景との調和、経済性等。)→③C・Gによる完成予想バス作成→④景観評価→⑤力学的検討→⑥総合品質判定→⑦プレゼンテーション、といった経緯を踏むこととなる。そこで、出来るだけ手戻りが少なく、汎用的かつ省力化が図れる設計システム開発を目指した。その中で、実務的に最も労力を費やすのが、C・Gによる完成予想バスの作成と力学的検討(数値解析)である。したがって、双方からデータを受け渡してできるインターフェイスを開発し、図-2.1に示すトータル・システムを構築した。

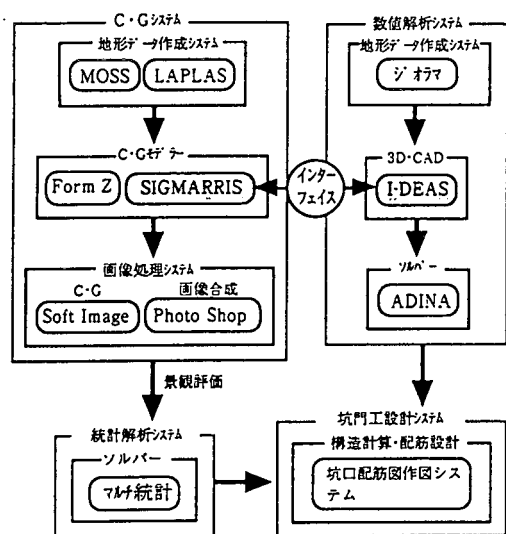


図-2.1 坑口景観設計システム構成

2.2 景観美と機能美の概念区分

トンネルは地中構造物であるゆえ、景観配慮の対象は坑口に限定することが一般的である。そこで、「景観に配慮した坑口を創造する」にあたって、具体的に何を造れば良いのか、あるいはどのような効果が現れるのか、予測することは極めて困難である。しかし、設計者は、「美しい眺めを創造する方向」を原点に持ち、独創的な設計コンセプトの中でこれを創造する。したがって、設計者の設計思想に左右されがちなのが、現状の土木景観設計と考える。ただし、

- (1)構造物の機能性を重視しがち
- (2)対象構造物の重要度で左右されがち
(巨大プロジェクトか? 利用者が少ないものか?)
- (3)コストダウン

等の現状の業界方向を考えると、今後構築される全ての構造物への景観配慮は困難である。したがって、上述の見解を総括的に検討し、妥協ラインを見出す傾

向にある。

トンネル坑口に対する景観配慮の優位性を述べる。トンネル利用者の観点で、自然光による明るさと開放的な空間を走行する中で、突然現れるトンネルの暗くて閉鎖的な空間は、人間心理に大きく影響することは言うまでもない。現に、東名高速道路の自然渋滞はトンネル進入時の減速によると報告されている。したがって、人に安らぎを与える効果を持つ景観は、車輛の走行進入性を向上するための、重要な交通機能としての役割を果たしていると考えられる。

上記の景観と交通機能の関係から、坑口景観には以下に示す2つの概念があると考えた。

- (1)より快適で周辺環境と調和の取れた空間構成
 - (2)トンネルへの適切な走行誘導で車輛の安全性を確保
- それぞれは、景観性と交通機能性を意味するが、両者ともデザインによる影響が強いため、本論では「景観美」、「機能美」と名付けた。

最終的には、図-2.2に示すように、これら2つの美観の整合を図ることを、坑口景観設計の基本コンセプトとした。

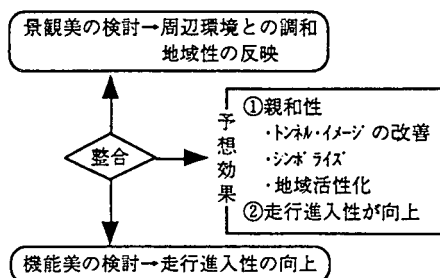


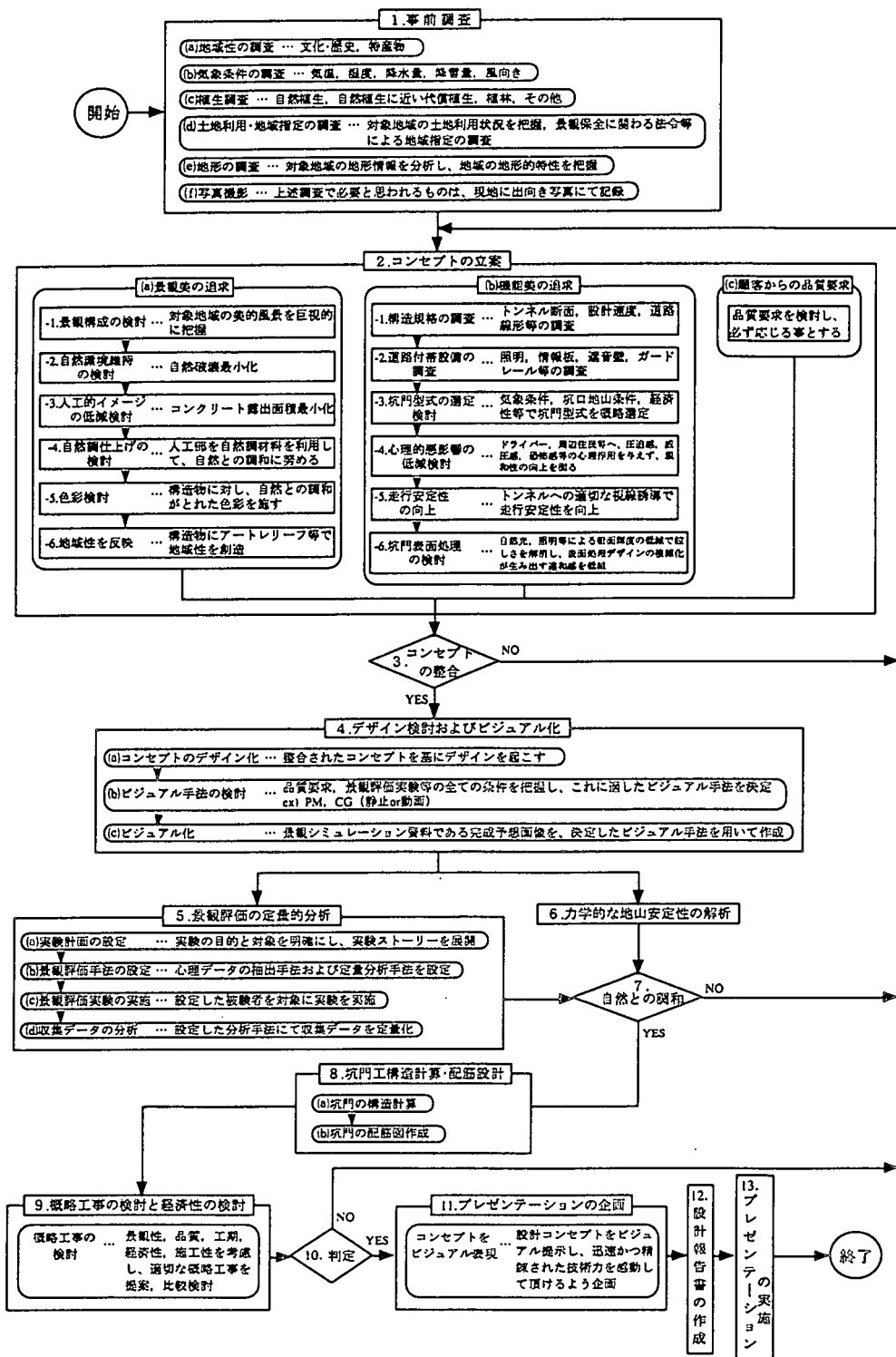
図-2.2 坑口景観設計の基本コンセプト

2.3 坑口景観設計フローの作成

図-2.1に示したように、坑口設計システムは構築できた。次に、設計の検討項目を細分化し、明確な工程の基で業務を遂行できるよう、図-2.3の設計フローを作成した。ただし、業務内容に応じて、成果品の品質も異なるため、全てのケースで忠実にこれを適用するは限らない。

3. 実務設計事例

交通ネットワークの重要付帯構造物として位置付けられているトンネルは、機能性重視の概念で構築されがちであったが、近年、美観といった意匠性を考慮するケースは、社会要請により多少なりとも増加傾向にある。しかしながら、よほどの巨大プロジェクトでない限り、高価な土木構造物であるトンネルに対して、当初から景観性を取り込んだ設計を実施することはまれである。そし



図－2.3 坑口景観設計フロー図

て、新たに景観配慮で経済性を悪化させる事も望まれていないのが現状である。

また、坑門型式においては、面壁型の方が突出型に比べて掘削延長が短いゆえ安価に構築できるが、文献3)では、「周辺環境との調和」という景観面で突出型の評価が高くなっている。しかしながら、経済性の制約が絡む事で、現在なお、面壁型坑門の構築要請が主流である。

以下に、前提として面壁型坑門と形状制限がある中で、機能美と景観美を整合を目標に実施した坑口景観設計の最新事例を紹介する。

3・1 与条件の整理と課題の抽出

実施した坑口景観設計は、鹿児島県阿久根市鶴川内に位置する、鹿児島県発注の横座トンネルである。当トンネルは主要地方道46号に付随し、阿久根市と東郷町にまたがる紫尾山系を貫く、全長1292mの第3種3級道路トンネル(片側1車線)である。この山岳ルートが完成する事により、両市町間の交流がより活発となり、地域活性が期待されていた。また、本トンネル坑門工は当初設計段階で面壁型(ウイング式)と形状決定されていたことと、それに応じてトンネル坑門左側には抱き擁壁が既設されていたため、坑門形状の大幅な変更は不可能であった。

このような条件下で坑口景観設計を開始し、平成8年3月無事完工を迎えた。

まずは、現地での事前調査として、地域性の調査、植生調査、気象調査、現状地形調査、共用後の状況確認等を実施した。以下に調査結果を概説する。

(1)地域性の調査

…古くからの名産物として臥竜梅が有名

(2)植生調査

…針葉樹主体ゆえ、周景色としては1年を通して緑色系

(3)気象調査

…温暖で冬季に降雪はない

(4)現状地形調査

…背後斜面はソイルセメントによる地山改良および左方に抱き擁壁の既設

(5)共用後の状況確認

…坑口左方に憩いの場としての休憩施設有り

次に、設計の基本コンセプトは「機能美と景観美の整合」とし、事前調査を最大限反映させる設計を目指した。具体的に展開すると、

景観美 → 周辺環境との調和 (季節, 昼夜)

地域性の反映

機能美 → 走行進入性の向上

を基本とし、これらを適切に整合し、進入しやすく親しまれるトンネルを創造することとした。

上述のコンセプトを実現化するために、以下の課題を抽出した。

(1)周景の季節変化に順応した坑門

(2)昼夜間ドライバーにトンネルへの的確な誘導を指示する坑門

(3)地域性を反映した坑門

(4)地域のシンボリックな地域活性効果を図った坑門

3・2 課題の検討結果

以下に、課題項目に準じた検討結果を示す。

3・2・1 周景の季節変化に順応した坑門

人工構造物としてコンクリート面が露出するトンネル坑門(面壁型)を、出来るだけ周景である自然環境に馴染ませる事を目的に検討立案した。

事前調査では、周景が針葉樹主体であったため落葉等による周景の変色のおそれが少ないと想定した。したがって、1年中をとおして緑色系を維持できると考えた。すなわち、坑門の周景に対する順応色は緑色系である。

以下は検討時の立案である。

①壁面に自然環境と類似した緑色系の塗装を施す

②坑門を自然石調に壁面表面処理を施す

③坑門最上部から植生を施し壁面を隠す

このうち、③案は特にメンテナンスが大変であることから不採用とした。結果としては、坑門壁面には①、②案の併用した化粧工を施すこととした。

3・2・2 交通機能性の向上

トンネル進入時、ドライバーの心理的圧迫感を低減する為に、補助的に誘導効果与え進入性の向上を図る事とした。

文献3)を参照し、ウイング式坑門は、内空高さが大きくなれば総合評価が高くなることを引用した。したがって、坑門内空面積が拡幅したイメージ、すなわちベルマウス式坑門のイメージを面壁型に反映させる事が有効と判断した。ここで、ベルマウス式と面壁型の形状差異を図-3.1に示す。



図-3.1 ベルマウス式と面壁式の差異

ベルマウス式の内空拡幅イメージを、面壁式坑門に適用する手段としては、壁面処理に工夫を施すことが最適と判断した。よって、壁面での拡幅イメージ・デザインを立案したところ、図-3.2に示すように3案に絞り

込めた。



図-3.2 拡幅イメージ・デザイン

ここで、③案は錯覚により走行進路に悪影響を及ぼす可能性があるため不採用とし、①、②の併用案を採用することとした。

また、一般的に夕暮れ時間帯にドライバーの交通視認性が著しく低下する事が問題となっており、確かに、視認性の悪さから事故が発生し易い時間帯と言われている。

そこで、視認性の向上を図る検討を機能美と景観美の両面から試みた。課題として、

- (1)美観を考慮した上での坑門存在の明確化
- (2)快適なトンネル進入

を提示した。対策として、昼間の景観を妨げる事なく、坑門を発光させる方法を選定した。また、ここではその発光形態は景観美を意識し、決して奇抜化しない方針を取った。

3・2・3 地域性を反映した坑門

古くからの名産物として臥竜梅が有名であり、坑門壁面にレリーフを作成することとした。

3・2・4 地域のシンボリックな地域活性化効果を図った坑門

阿久根市と東郷町を結ぶ唯一のアクセス道路と成ることと、坑口周辺に休憩施設ができることから、坑口をアメニティー空間として創造する必要がある。また、この地域は温暖気候も影響してか、原色と奇抜を好む傾向があった。したがって、できるだけシンプルな坑門を避け、斬新なものを提案することとした。

3・3 C・Gによる検討結果の表現

上述の検討結果を基に、実際にこれをどう表現するかの詳細検討を行った。ここでの坑門デザインのキーワードは、

- (1)緑系の壁面塗装
- (2)自然石調に壁面表面処理
- (3)放射状+サークル状の壁面デザイン
- (4)壁面に臥竜梅のレリーフ
- (5)夕暮れ以降の坑門発光

であり、斬新かつ鮮麗された坑門を目指す。

先ずは、基本坑門形状を検討した。既に後背斜面はソイルセメントにより地山安定処理されていたので、この処理面を坑門壁面にて隠す事を前提とした。また、(3)の

イメージ効果を最大限発揮する為には、坑門輪郭を曲線で構成する事が必要と判断し、アーチウイング式坑門を選定した。ただし、左側ウイング部は先に述べた様に事前に垂直抱き擁壁が構築されていた事と、右側ウイング部は法面となっており、5分勾配のもたれ擁壁が必要であった事から、結果的には左右非対称のアーチウイング式坑門に余儀なくされた。

次に、5つのキーワードを、アウトラインを設定したアーチウイング式坑門に適合させる。ここで、キーワード中の(1)、(2)、(3)、(5)が特に基本デザインに関係する要素である。これらの表現では、昼と夕暮れ以降の景観に大別し、機能美と景観美の整合性を考慮した検討が効果的に行えるようC・Gを駆使した。

結果として、昼間の景観は、アーチと放射状にスリットラインを設け、内空側から小→中→大に石積みを配列したような壁面化粧処理を施すことにした。また、色彩も緑系の石積みで濃淡を付けた。基本デザインを図-3.3に、完成予想バースを図-3.4に示す。



図-3.3 昼間の基本デザイン

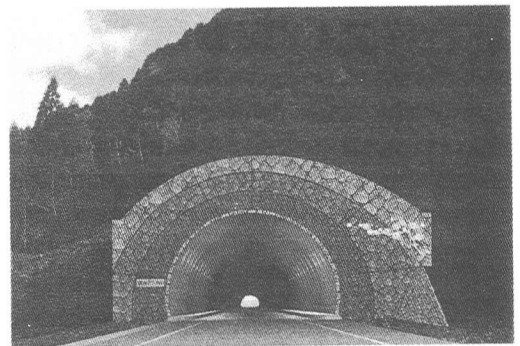
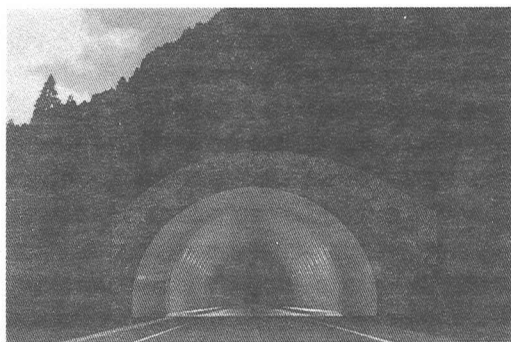


図-3.4 昼間の景観

夕暮れ以降の景観は、小型石積みで囲まれた曲線領域のみ発光させることとし、発光色は視認性の高い黄緑系色を主体とした。ただし、覆工部はメリハリをつけるために青系の発光とした。完成予想バースを図-3.5に示す。



図－3.5 夕暮れ以降の景観

ここで、C・Gによる検討結果の予想効果を述べる。

昼間の景観は、ベルマウス式坑門の内空拡幅イメージがより効果的に表現でき、走行進入性が向上すると予測できる。また、景観面でも緑色系で自然石調に仕上げたため、周景にも馴染みやすく調和した環境が創造できた。さらに、地域シンボルである臥竜梅のレリーフは、地域性を反映できるものである。

夕暮れ以降の景観は、幻想的に小領域を発光させることにより、竹割式坑門のイメージが効果的に表現できた。これにより、ドライバーの視認性は向上し、幻想的なアメニティー空間が創造できる。

上述の予想効果から、親和性の高いトンネル坑口として地域のシンボルとなることが期待できる。

4 ブラックライト照明の屋外実験

4.1 実験概要

本坑門にブラックライトによるイルミネーションを提案・適用する過程において、適用上の予想される問題点を実験的に検証した。

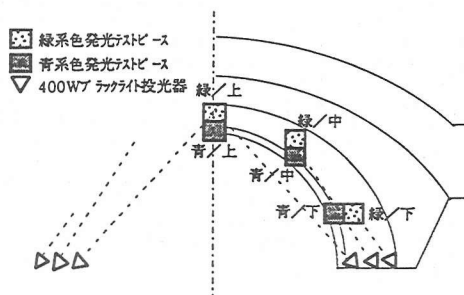
検証項目は、

- (1)夕暮れ時と完全日没時におけるイルミネーション輝度の比較
- (2)車輦ヘッドライト照射時のイルミネーション輝度に及ぼす影響
- (3)坑口照明点灯時のイルミネーション輝度に及ぼす影響

である。ここでは、屋外実験を前提に疑似坑門を作成し、ブラックライト照射時のイルミネーションの視認性を評価した。視認性の評価基準としては、事前にこのイルミネーションの発光形態をショールームで見学し、最も発光輝度が高い状態を個人の感覚で基準値とさせた。そして、実験中の発光輝度が、上述の諸問題に対して視認性にどう影響するかを、チェックシートでデータ抽出した。実験参加者は土木技術者20名である。

実験では、坑門発光域の中から特に3箇所に着目し、

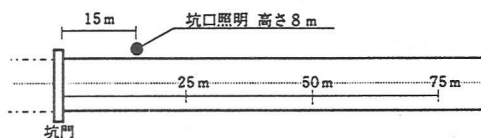
ここに0.9 m四方のテストピースを6枚用意した。このテストピースの素材は、適用するものと同一仕様である。これを疑似坑門とし、開発した400Wのブラックライト投光器を、左右坑門脚部から3機ずつ照射した。実験設備を図－4.1に示す。



図－4.1 実験設備一般図

実験状況を図－4.2に示す。また、実験ケースでの設定は、

- (1)夕暮れ時と完全日没時の場合
- (2)照明点灯なしの場合
- (3)坑口照明点灯の場合
- (4)ヘッドライト上下方向点灯の場合
- (5)視点坑門から25, 50, 75 m 離隔での立位視点
…道路線形は坑門に対して法線方向と設定



図－4.2 実験状況平面図

の組み合わせである。表－4.1に実験ケースを示す。

実験ケースに従って実施し、評価は図－4.3のチェックシートで採点させる。これは、5段階（1～5点）の心理尺度を設定したもので、発光輝度に対する感性データを抽出するために実施するものである。また、基準値は上述したとおりで、尺度では3に値する。

4.2 実験結果

実験中の発光状況を写真－4.1, 4.2に示す。写真からも、幻想的な発光が確認できる。

各チェックシートの評価値の分析を行った。総合的に判断して、ブラックライト・イルミネーションの坑門適用は十分可能という結果が得られた。

以下に、根拠となる代表的な分析結果を3件示す。

表-4.1 試験ケース

試験 名称	屋外環境		追加条件			視点		
	夕暮れ時	完全日 没時	坑口照 明点灯	ヘッドライト 下向き 点灯	ヘッドライト 上向き 点灯	坑門から 50m離 隔での立 位視点	坑門から 50m離 隔での立 位視点	坑門から 75m離 隔での立 位視点
CASE1	○					○		
CASE2	○						○	
CASE3	○							○
CASE4	○		○			○		
CASE5	○		○				○	
CASE6	○		○					○
CASE7	○		○	○		○		
CASE8	○		○	○			○	
CASE9	○		○	○				○
CASE10	○		○		○	○		
CASE11	○		○		○		○	
CASE12	○		○		○			○
CASE13		○				○		
CASE14		○					○	
CASE15		○						○
CASE16		○	○			○		
CASE17		○	○				○	
CASE18		○	○					○
CASE19		○	○	○		○		
CASE20		○	○	○			○	
CASE21		○	○	○				○
CASE22		○	○		○	○		
CASE23		○	○		○		○	
CASE24		○	○		○			○

ブラックライト・イルミネーション屋外実験用
チェックシート

イルミネーションの輝度を対象としたチェックシートです。以下の
チェック項目を、1(暗)～5(明)の尺度で点数付けして下さい。お
気付きの点があれば、コメント欄にご記入下さい。

実施日：平成 年 月 日
氏 名：

試験 名称	イルミネーション輝度 点数値 (1～5点)					コメント
	緑上	緑中	緑下	青上	青下	
CASE1						
CASE2						
CASE3						
CASE22						
CASE23						
CASE24						

図-4.3 チェックシート

(1)発光輝度を左右すると思われる最適条件と最悪条件
下での各テストピースの視認性

発光輝度が最低値を示すと予測されるのは、屋外環
境が夕暮れで、追加照明として坑口照明およびヘッ
ドライトが上向き点灯された時で、さらに視点の離隔が
大きい時(75m)である。これを最悪条件とする。また、
発光輝度は暗部ほど向上するゆえ、完全日没時で追加
照明がない時を最適条件とした。ただし、最適条件の
離隔は、最悪条件と同値の75mとした。

図4.4は、両条件下における全テストピースの視認
性の変化を示したものである。

最適条件下の方が、最悪条件下よりも大幅に視認
性が高いことが分かる(差0.4～0.9)。しかしなが
ら、最悪条件下でも3に近い値を示しており、このイル
ミネーションの坑門への適用可能性を十分に示唆す



写真-4.2 CASE22
(完全日没+坑口照明+ヘッドライト上+25m)

るものと考えられる。

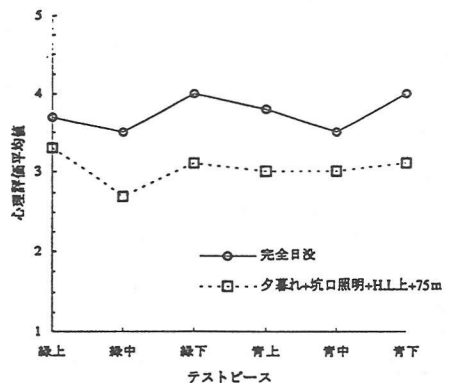


図-4.4 最適条件と最悪条件下での各テストピースの視認性

(2)ヘッドライトによる視認性への影響

離隔50mの視点で、夕暮れと完全日没時に坑口照
明を点灯した中で、ヘッドライト(上下点灯)による
視認性への影響を検証する。

図-4.5、4.6は、両時における全テストピースの
視認性の変化を示したものである。

完全日没時と比較して、夕暮れ時の方がデータに若干ばらつきが見受けられる。これより、完全日没時はヘッドライトによる視認性への影響はないと判断できる。また、夕暮れ時は緑色テストビースが、完全日没時は青色テストビースの方が視認性が高い。

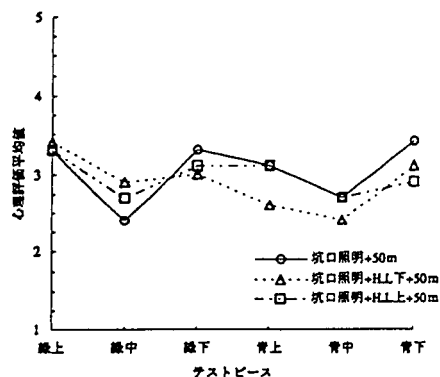


図-4.5 夕暮れ時のヘッドライトによる視認性への影響

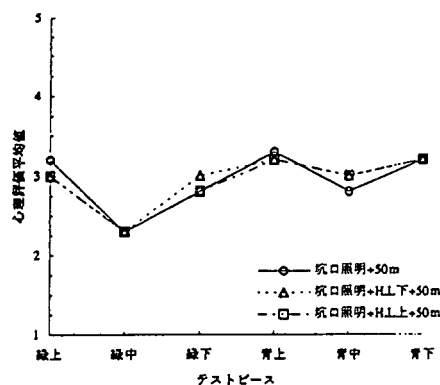


図-4.6 完全日没時のヘッドライトによる視認性への影響

(3)坑口照明による視認性への影響

離隔50mの視点で、夕暮れと完全日没時の坑口照明による視認性への影響を検証する。

図-4.7, 4.8は、両時における全テストビースの視認性の変化を示したものである。

夕暮れ時は、坑口照明により、やや視認性が低下するものの、ほとんど影響は見受けられない。しかしながら、完全日没時は、坑口照明により視認性がかなり低下する(0.3~1.2)。これは、最適条件である最も暗い条件下と比較したためであり、坑口照明点灯時の値そのものは、夕暮れ時のそれとほぼ同等の値を示している。

4.3 考察

ブラックライト・イルミネーションは、その発光形態が幻想的であることから、眩しさで交通安全性を損なうことは決してあり得ない。さらに、色彩的にも視認

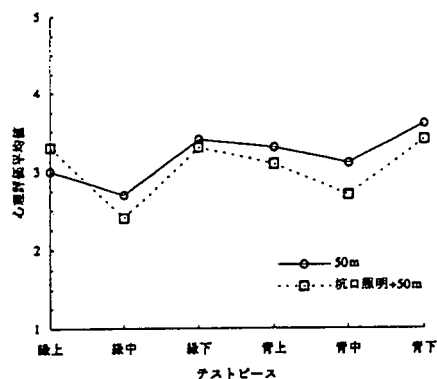


図-4.7 夕暮れ時のヘッドライト坑口照明による視認性への影響

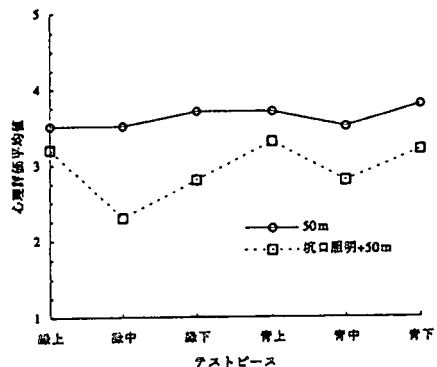


図-4.8 完全日没時の坑口照明による視認性への影響

性の高い緑、青色を使用したことから、坑門の存在がより明確となり、トンネル進入時の誘導効果が向上すると予測できる。景観面では、坑門面積と比較して、発光面積が3分の1以下であり、奇抜性が感じられないと考えられる。

今回の実験は、少人数であるとともに、テストビースを用いた要素試験である。したがって、実験解が特に信頼性があるとは断定できないが、ブラックライトの実用性を十分に示唆している。したがって、光源等の多少の改良程度で、実完成予想バースにほぼ忠実な輝度を再現できると判断した。

その後、本トンネルは、平成8年3月に完工を迎えたが、現在なお未共用である。現況を写真-4.3, 4.4に示す。ここで、発注者の要請から、当初の設計思想を多少変更せざるを得なかったことが、唯一残念である。

5. 結び

土木景観設計は、設計者の美的感性と設計思想により、完成後の構造表現は大きく異なるのは言うまでもない。完成後の構造物を振り返って、これが地域住民、利用者に喜ばれるか否かを検証すべきであると考えた。そこで、事後検証としてのアンケート調査の実

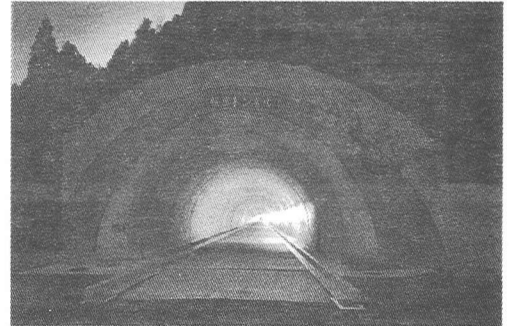
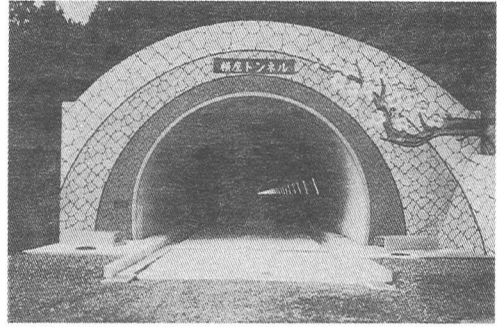
施を推奨する。これにより、設計コンセプトの詳細検証が図れ、事例を蓄積することで、より魅力ある設計を迅速に提案できると考えた。本論での紹介事例は、共用後、図－5.1に従いアンケートを実施する予定である。

一言で「公共の美しい眺めを設計する」と称される土木景観設計は、その判断基準は人間の感性に依存するゆえ、判断する人間の生活環境に応じてその評価は変化する。むしろ哲学的思想に近いものが判断基準と考える。例えば、都会人の感性では自然を強調する設計を、地方人の感性では地域活性のために目立つ設計を、とそれぞれ異なる要求に応じていく必要性もある。

今後の課題としては、突出型の設計事例を増やし、景観美と機能美に関する優位性を面壁型と対比させることで、より合理的な坑門形状を提案することが目標である。

【参考文献】

- 1) 日本道路公団：設計要領 第三集 第9編，1985.
- 2) 中園真人：トンネル坑門デザインの心理評価構造に関する実験的研究，土木学会論文集No.474/VI-20，1993.9.
- 3) 石井靖人：トンネル坑門に着目した景観設計に関する研究，トンネルと地下，vol.26，no.1・2，1995



写真－4.4 夕暮れの状況

(1)目的 完成したトンネル坑門が、地域住民および利用者にどう評価されているかを検証する。

(2)課題 評価構造を抽出し、それに適した形容詞対を設定し、アンケートを実施する。その後、抽出された人間心理データを評価・検討する。

(3)評価構造の抽出

- ①構造安定性評価
- ②車輦走行安全性評価
- ③トンネル形態評価
- ④周辺環境との調和評価
- ⑤空間構成評価

(4)形容詞対の設定 (隔形容詞で示す)

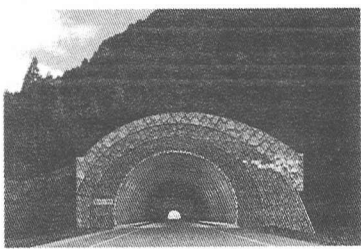
- ①安定性 → 力強い、安定した
- ②走行安全性 → 進入しやすい、はっきりした、吸い込まれる、圧迫感がない
- ③トンネル形態 → 品がある、魅力的な、個性的な、自然な
- ④周辺環境との調和 → 景色に調和している
- ⑤空間構成 → 親しみやすい、軽快な

(5)SD法によるアンケート・データ・シート
完成坑門を実際利用していただき、以下のアンケート・シートに従って、心理データを抽出する。

年齢 () 才	性別 (男・女)
職業 ()	住所 () 町
運転免許書 (有・無)	
非常に ← 普通 → 非常に	
弱々しい	力強い
進入しにくい	進入しやすい
品がない	品がある
吸い込まれるイメージがない	吸い込まれるイメージがある
親しみにくい	親しみやすい
重々しい	軽快な
ぼやけた	はっきりした
魅力がない	魅力的な
圧迫感がある	圧迫感がない
不安定な	安定した
平凡な	個性的な
人工的な	自然な
景色に調和しない	景色に調和している

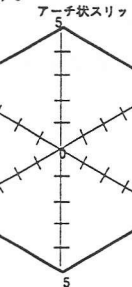
(6)データ分析手法
プロフィール分析および因子分析。

(7)設計詳細部の評価
設計コンセプトのデザイン表現が適切か否かを検証。



※ 目盛りに○印を記入する

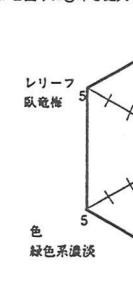
デザイン1.
アーチ状スリットライン



デザイン2.
大中小の自然石調石積み

デザイン3.
坑門全体の輪郭

デザイン4.
放射状スリットライン



図－5.1 事後検証アンケート (案)