

VI-91

トンネル坑門プレゼンテーションのケース・スタディー
(積雪対応型トンネル坑門の提案)前田建設工業(株) 正員 石井靖人
前田建設工業(株) 増本善久

1. はじめに

道路トンネルを構築する際、出入口に位置する坑門は、トンネル背面の地山崩落等の防止、土留効果のあるものとして設計されてきた。しかしながら、近年、トンネル内外部の視覚順応性および視認性の向上等、交通機能性に配慮すると同時に、周辺環境との調和すなわち景観を考慮し、経済的にも優れたトンネルも計画されつつある。本稿では、機能美と景観美を考慮して提案するトンネル坑門を、CGを利用してプレゼンテーションする事を想定したケース・スタディーを紹介する。

2. トンネル坑門の基本的役割

トンネル坑門の基本的役割は、以下に示す3項目に大分される。¹⁾

- (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よび坑門周辺の景観との調和を図る役割。

3. 坑門型式の基本分類とその特性

坑門型式は、面壁型、突出型の2タイプに大きく分類できる。また、これらはその形状を変化させることで

面壁型…重力・半重力式、ウイング式、アーチウイング式
突出型…半突出式、突出式、(逆)竹割式、
(逆)ベルマウス式

のように細分される。この詳細分類は参考文献2)に定義されている。

面壁型は、前面に土留め壁を持ち、坑門延長も短くできる事より合理的な坑門構造である。しかしながら、周辺環境との調和を図ることが困難と言われている。また、壁面が大きく広がっているために、心理的威圧感、輝度変化に伴う視認的順応性の低下等により、速度低下を招く恐れがある。反対に、突出型は、トンネルの覆工部をそのまま明かり部に突き出した構造である。多くは積雪地で、雪崩による坑口前部の閉鎖等の予防として設けられている。突き出し長さは推定する雪崩の大きさによって異なるが、約10～30m程度である。これに低被りの押さえ盛土を施すことで、周辺環境との調和を図り景観美を醸し出せる。また、壁面部が少なく明かり部が多いため、心理的威圧感が少なく走行性に優れている。

4. プレゼンテーション課題の設定

ここで、プレゼンテーション課題を抽出した。トンネル坑門工検討に際し、斬新で鮮麗された坑門デザインとした中で、①積雪対応型 ②交通視認性の向上 ③周景をできるだけ乱さないで坑門を調和させる、以上計3つの設計的な要請があると仮定した。さらに、できるだけ現実に近い画像でプレゼンテーションする事とした。

上述の課題を整理するとは、①②は機能美を、③は景観美を意味する事と考えられる。よって、この2つの美観を追求する事とした。

ただし、地山条件は特に制約がないものとして検討する事とした。

6. 最適坑門型式基本形状の選定

ここで、機能美、景観美を追求した最適坑門型式の基本選定を行う。まず、設計検討要素として、大きく5項目(①積雪対応 ②走行安定性 ③施工性 ④経済性 ⑤景観性)抽出した。これに対して、その評価を坑門型式別に表1に示す。この表で、特に機能美、景観美に関与する①積雪対応 ②走行安定性 ⑤景観性に着目すると、逆ベルマウス式が最適と評価できる。したがって、選定する坑門型式の基本形状を逆ベルマウス式とした。

表1 坑門型式の基本選定比較表

	積雪対応	走行安全性	施工性	経済性	景観性
重力・半重力式	○	△	○	◎	×
ウイング式	○	△	◎	◎	×
アーチウイング式	○	△	◎	◎	×
突出式	◎	○	○	△	◎
半突出式	○	○	○	○	△
竹割式	△	◎	○	△	◎
(逆)竹割式	◎	○	○	△	○
ベルマウス式	△	◎	×	×	◎
(逆)ベルマウス式	◎	◎	×	×	○

悪い ← × △ ○ ◎ → 良い

7. 文献に基づく逆ベルマウス式坑門の考察

参考文献3)は、トンネル坑門型式に着目した景観評価を論じたものである。ここでは、逆ベルマウス式坑門を個性および安定性の評価が高い結果となった。同時に、ベルマウス特有の内空断面拡大化に対して縦方向(内空高さ)の拡幅が無ければ、アメニティー性の評価が向上すると論じている。したがって、この見解を今回の検討に適用することに有為性があると考えられる。

8. 本ケース・スタディーにおける最適トンネル坑門の提案

機能美(積雪対応、走行安定性)、景観美を追求した中で、斬新で鮮麗されたデザインとする坑門型式を提案する。本ケース・スタディーでは、2タイプデザインの提案した。視認性があり、シボメイズ出来るデザインである。

8-1. プレゼンテーション手法

4. で述べたように、できるだけ現実に近い画像でプレゼンテーションするために、2次元フォトモンタージュ手法で画像処理した。具体的には、トンネルが設置されると仮定した秋・冬の2写真に（写真1,2）、CGで作成した提案する2タイプのトンネル坑門を合成し静止画像を作成した（画像1～4）。この手法が現実性を表現するには最適と考えられる。

8-2. 積雪対応型の検討結果

積雪を考慮した検討結果を以下に述べる。

- (1)降雪時、エントランスに吹き溜まりが生じないように逆切りのバラムスとし、坑門側壁部のみ拡張とした。
- (2)路両側に法面が存在するゆえ、道路側の側方路肩を拡張し、堆雪余裕幅をできるだけ大きくとる。また、路肩のすり付けは除雪作業を考慮して行わないものとした。
- (3)後背斜面に過度の堆雪が予測されるため、突出し部を15mとした。坑門先端の拡張は側壁部を対象に実施した。これにより、道路になだれ落ちる積雪を低減できる。
- (4)トンネル坑門前後に消融雪装置（ホット・ヒーティングあるいはヒート・パイプ）を設置する。
- (5)積雪時の風の向き法勾配を考慮して、側壁部に明かり窓を組み込んでも良いと考えられる。今回はあえて計画していない。

8-3. 走行安全性の検討

特に、交通視認性を考慮した検討結果を以下に述べる。

- (1)バラムス式ゆえ、トンネル・エントランスが大きく、進入に対する心理的圧迫感が低減できる。したがって、圧迫感から生まれる走行速度低下による自然渋滞は低減できる。
- (2)降雪時、エントランスの視認性を向上するために、色

彩的に判断し深青色に塗装した。またこの色は、太陽光の反射による眩しさによる輝度は見受けられず、走行に与える悪影響はない。

- (3)7.で紹介した文献に従って（内空高さが低減することでアメンティ性および安定性評価が向上する）、逆バラムス式であるがエントランス部の内空高さはトンネル内部と同一とした。
- (4)トンネルへの適切な誘導を考慮して、内部にリットを施した。これにより、ドライバーは圧迫感なくトンネルに吸い込まれる錯覚を得る。

8-4. 景観美の検討結果

周景をできるだけ乱さないで坑門を調和させる事を考慮した検討結果を以下に述べる。

- (1)突出型なのでコンクリートの人工感は低減できる。
- (2)切土を少なくし、紅葉時の美しさをそのまま生かした。
- (3)エントランスの塗装は視認性重視で実施するものであり、積雪時には調和し難いが、視認性を優先した結果である。非積雪時はさほど違和感が感じられない。
- (4)後背斜面が極端に左下がりであるが、画像上、最奥部の木々のスカイラインを考えて、バランスが取れているとはいえない。したがって、この法面は切・盛土処理を施した。

9. 考察

今回実施した検討は、あくまでもケース・スタディーであり、その意味では検討不足は言うまでもない。しかしながら、このような手法を取り入れていく事で、実務レベルで貢献できる可能性を示唆するものと言える。

【参考文献】

- 1)設計要領 第三集 第9編 トンネル, 日本道路公団, 1985
- 2)設計要領 第三集 第9編 トンネル, 日本道路公団, p.99, 1985
- 3)石井;トンネルと地下, vol.26 no.1~2, 1995

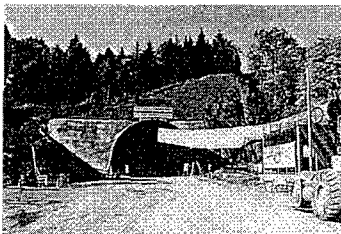


写真1 現況写真 (秋)

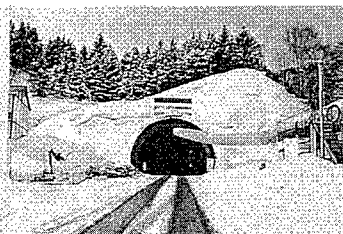
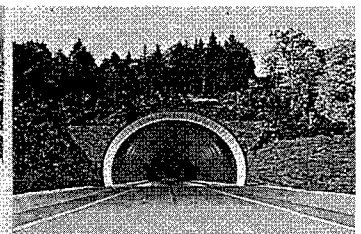
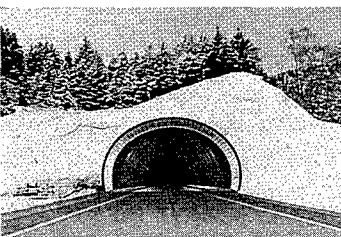


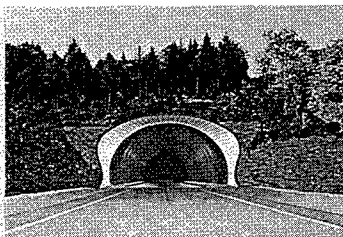
写真2 現況写真 (冬)



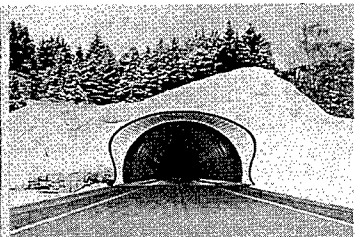
画像1 タイプ1 (秋)



画像2 タイプ1 (冬)



画像3 タイプ2 (秋)



画像4 タイプ2 (冬)