工事概要（1）

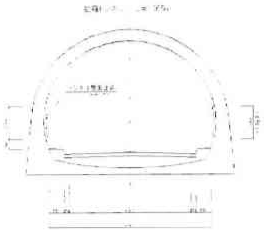
（1）工 事 名 ： 一般国道229号 瀬棚町 虻羅トンネル壁面塗装工事
（2）発 注 者 ： 北海道開発局 函館開発建設部 瀬棚道路総合事業所
（3）工　　期 ： 平成16年9月23日～平成16年11月30日（68日間）
（4）施工場所 ： 北海道瀬棚郡瀬棚町虻羅
（5）工事延長

施工場所	延　長	幅　員
虻羅トンネル	1,066.5m	8.0m

工事概要（2）

（5） 塗装面積

施工個所	塗装面積	色　彩
壁　面	1,530 ㎡	白



設計仕様書

設計仕様書

工　程	使用材料	設計塗布量（kg/㎡）	設計膜厚（μm）
素地調整	ポリマーセメント系モルタル		
下　塗	無機系プライマー	0.40	—
上塗（1）	無機系上塗塗料	0.15	25
上塗（2）	無機系上塗塗料	0.15	25

⇩

変更仕様書

工　程	使用材料	設計塗布量（kg/㎡）	設計膜厚（μm）
素地調整	ポリマーセメント系モルタル		
下　塗	有機無機複合水系プライマー	0.40	150
上塗（1）	無機系上塗塗料	0.15	50
上塗（2）	無機系上塗塗料	0.15	50

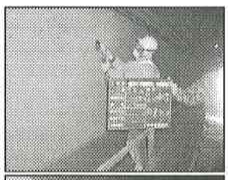
素地調整

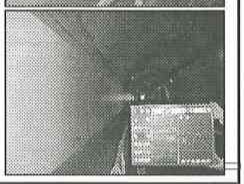
（1）　仕様書による素地調整

塗布面の付着物等、被覆に影響を及ぼすものを除去し、ディスクサンダー等により塗付面の凹凸等を平滑にし、ケレン後、被塗面の粉塵等の付着物の清掃を行う。

（2）　クラック処理、ピンホール処理の仕様についての明示なし。

（3）　受注各社の判断で素地調整材と処理方法を実施。従って完成後の仕上り感は各社にバラツキが見られる。

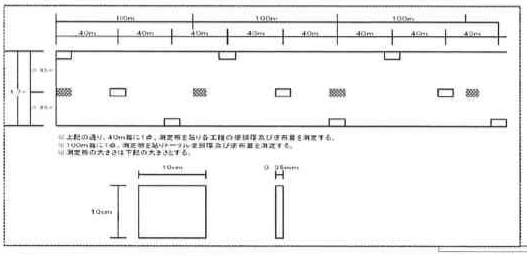




塗膜の管理（1）

◎塗装の管理基準の1つとして塗膜厚の管理が最も重要な管理の一つであり、この膜厚測定方法はロードラインの塗膜厚測定要領と同じ方法で行った。

測定板として10cm×10cm×厚さ0.35mmの鉄板を塗装面に下図のように付着させて膜厚測定計で厚さを測る方法で管理を行った。



塗膜の管理(2)

塗膜厚測定結果表

工　　程	最低塗膜(μm)	最高塗膜(μm)	平均塗膜(μm)	標準塗膜(μm)
有機無機複合水系プライマー	178	240	208	150
無機系上塗塗料(1)	67	97	76	50
無機系上塗塗料(2)	60	88	73	50
合　　計			357	250

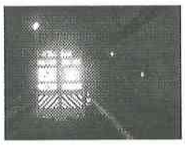
◎ メーカーによって無機系上塗膜厚の数字が異なる。

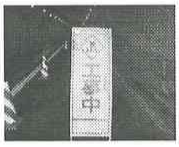
◎ 当工事の塗膜厚測定の結果、平均で42．8%増となった。

安　全　管　理

○ 規制状況(起点、終点)

○ 規制状況(トンネル内)



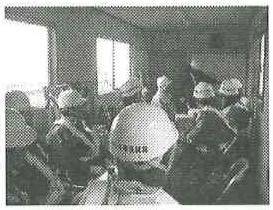


安全講習会と安全パトロールの実施

安全講習会

北桧山警察署 警部補の交通安全講話

安全パトロール



パトロール前の現場概要説明

トンネル塗装の問題点（施工管理）

（1） 鋼構造物塗装に比べ、素地調整はそれほど重要視されていない。

（2） トンネル内は結露が意外と発生する為、ピンホール、クラック等の処理方法で塗膜剥離の原因となる。

（3） 素地調整を軽視しているため、仕上り状態は良いとは言えない。

（4） 素地調整の規格統一作成の必要性がある。

（5） 塗装により明るくなり、照明設置数減の維持管理費縮減が考えられる。

（6） 維持管理費縮減となる調査データの作成が必要である。

（7） 調査データ作成によるコスト縮減提案が需要開発につながる。

トンネル塗装の問題点（安全管理）

（1） 塗装することで歩行者、自転車通行者への事故防止となる。
車両運転者から見た安全効果調査データの作成。

（2） トンネル内の交通誘導員配備人数の制度化。

（3） 交通誘導員の制止合図を無視して進入する確信犯車両が必ず工事期間中にある。（当工事でも2回発生）

（4） 交通規制標示をロボット配備することで、コスト縮減と創意工夫点がアップされるが、確信犯車両を制止するには人間のすばやい対応しか事故防止できない。

（5） 交通誘導員の権限アップの必要性。
確信犯運転手に対して反則キップの発行など。

（社）橋塗協　会員効果

当工事は同じ管内で2ヶ所のトンネル内壁塗装工事があり、1ヶ所は橋塗協会員外工事であった。

（1） 会員の塗装工事では、素地調整のピンホール、クラック処理を自主的にかなり入念に行った。

（2） 橋塗協による安全講習会、安全パトロールを発注監督員参加のもと、会員施工現場で実施し、報告書を提出した。

その結果、工事評定点が非会員工事に比べ6ポイント高く評価を得ることができた。

技術報告

トンネル壁面（コンクリート）塗装工事の報告

大島 和広※

トンネル壁面塗装工事の施工を行った，塗装工事の概要と施工方法の中で感じた点を報告したいと思う．

❶工事概要

(1) 工 事 名：一般国道229号　瀬棚町　虻羅トンネル壁面塗装工事

(2) 発 注 者：函館開発建設部　瀬棚道路総合事業所

(3) 施工場所：瀬棚町

(4) 工　　期：平成16年9月23日～平成16年11月30日　68日間

(5) 工事延長：

施工箇所	延　長	幅　員
虻羅トンネル	1,066.5m	8.0m

(6) 塗装面積：

施工箇所	塗装面積
壁　面	1,530m

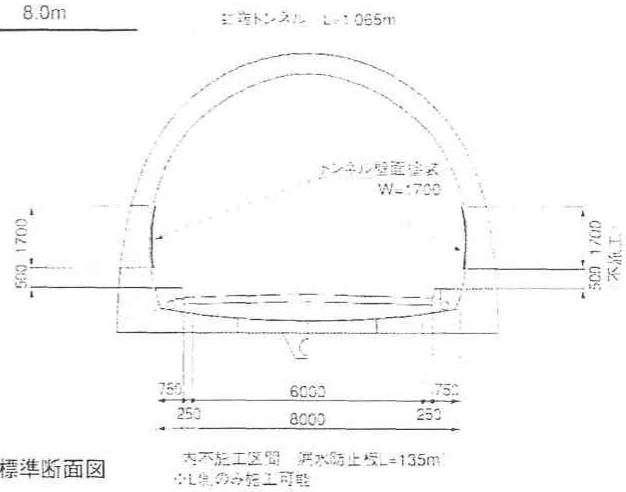


図-1　標準断面図

(7) 塗料条件：

塗料条件	規　格	適　要
塗料材料	無機質系塗料	
表面反射率（初期）	60%以上	JIS K 5600
耐火性	不燃材料	旧建設省告示1828号
塗膜硬度	3H～4H以上	JIS K 5600
促進耐候性	異状なし	JIS K 5600
耐アルカリ性	異状なし	JIS K 5600
耐酸性	異状なし	JIS K 5600
温冷繰返し試験	異状なし	JIS K 6910
洗浄回復率	土木用防汚材料Ⅱ種　合格品	

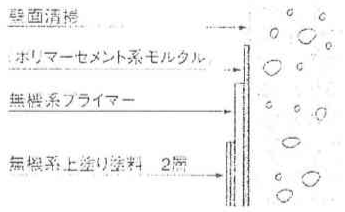
※　（株）大島塗装店　代表取締役社長

(7) 塗装塗料標準使用量・塗膜厚

当初の発注者の設計指示書は下表のとおりであった．

工　程	使用材料	標準使用量 (kg/m²)	標準膜厚 (μm)
粗面調整	ポリマーセメント系モルタル		
下塗	無機系プライマー	0.40	—
上塗(1)	無機系上塗塗料	0.15	25
上塗(2)	無機系上塗塗料	0.15	25

壁面塗装工



設計書に無機系塗料と記載されているため該当するメーカー3社の製品カタログを参考に発注監督員と時間をかけて協議した結果，K社製品を今回の施工に採用することに決定した．決定条件は耐火性能及び塗膜硬度を重要視した．そのK社製品での施工標準は次表のとおりである．

工　程	使用材料	標準使用量 (kg/m²)	標準膜厚 (μm)	塗装条件
粗面調整	ポリマーセメント系モルタル			
下塗	有機無機複合水系プライマー	0.40	150	気泡、ムラ、塗り残しがないようにする
上塗(1)	無機系上塗塗料	0.15	50	プライマーが硬化乾燥後に塗装
上塗(2)	無機系上塗塗料	0.15	50	

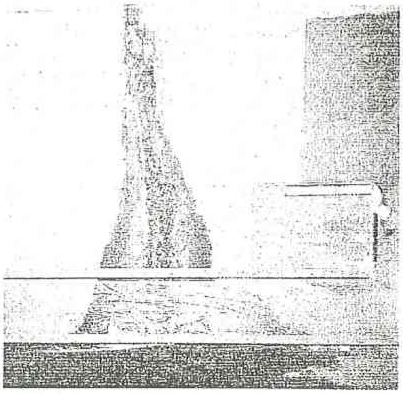
❷素地調整

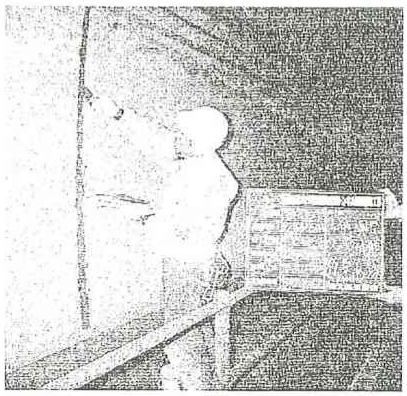
(1) 塗付面の付着物等被覆に悪影響を及ぼすものを除去し，ディスクサンダー等により塗付面の凹凸等を平滑にし，ケレン後，被塗面の粉塵等の付着物の清掃を行った．

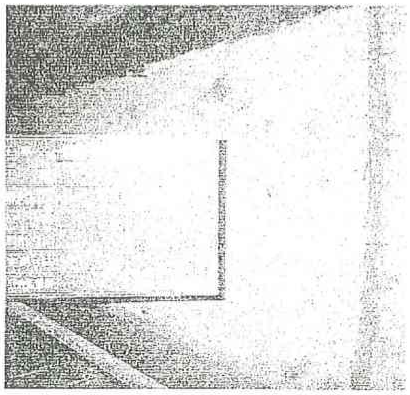
(2) 特に設計書には記載されてはいなかったが，クラック処理としてディスクサンダー等でVカット後ポリマーセメント系モルタルで補修施工を行った．

(3) 表面はコンクリート打放し面のためかなりのピンホールがあり，設計書にはこのピンホール処理についても記載はなかったが，自主的調整として7～8mm以上のピンホールについてはポリマーセメント系モルタルで充填を行った．

(4) 漏水箇所が数箇所あり，漏水部分についてもハツリ又はVカットを行い，その部分を水洗い後止水材を充填し，完全に止水したことを確認してから工程どおりの上塗塗装を行った部分と，完全に止水ができなかった数箇所は漏水部分の水平両横1mを残し塗装とした．

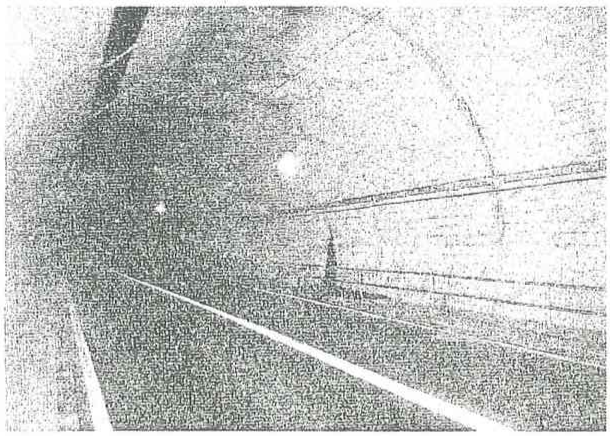

漏水している状態


クラック補修作業中

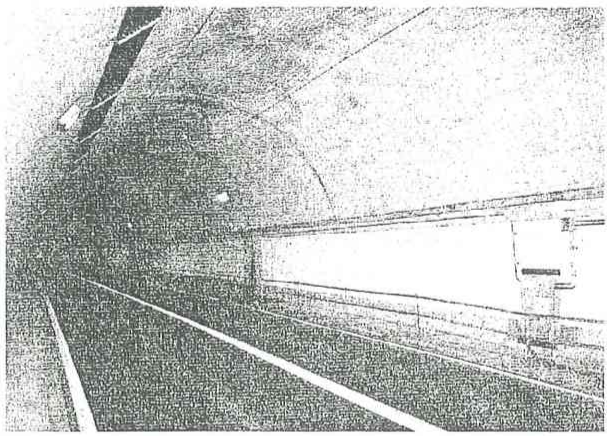

ピンホール充填処理をした状態

❸塗料の色彩

表面の明度を高めるため，日本塗料工業会2003年度塗料用標準色見本帳（B版）の中から白に決定，トンネル内片側壁面のみの塗装仕上げではあるが工事完了後はかなり明度が高くなり明るくなった．



施工前



塗装完成後

❹塗装条件

国道229号線瀬棚町のほぼ全線が，日本海岸に面しており，施工が10月中旬なので，北海道としてはかなり気温が低くなる時季でトンネル内の温度と外気温の温度差が大きくなることと，日本海特有の強風があるため塗装条件管理を充分に行った．

(1) 気温・湿度管理

塗料の種類	気　温	施工中気温	湿　度	施工中湿度
有機無機複合水系プライマー(下塗り)	5℃以上	9～17℃	85%以下	60～78%
無機系塗料(上塗り)	5℃以上	9～17℃	85%以下	60～78%

(2) 強風対策

トンネル内の通風が強く，塵埃が被塗面に付着する恐れがある場合は作業を中止することと設定していたが，今回の作業中台風の影響もほとんど無く，強風による作業中止は１度もなかった．

(3) 結露対策

外気温とトンネル内温度との差が大きい場合，トンネル内壁面に結露が発生するが，施工中の気温・湿度とも塗装を行う上では好条件の中で施工することができ，結露発生がほとんどみられなかったのは幸いであった．北海道でのトンネル内塗装工事の時季としては9～11月施工が最適季かと判断できる．　情報として他社が7～9月に施工した道央でのトンネルではかなり激しい結露に悩まされたとの話を聞いている．

❺ 塗膜の管理

塗装の管理基準の1つとして塗膜厚の管理が最も重要な管理の一つであり，この膜厚測定方法はロードラインの塗膜厚測定要領と同じ方法で行った．

測定板として10cm×10cm×厚さ0.35mmの鉄板を被塗装面に（図2）のように付着させて膜厚測定器で厚さを測る方法で管理を行った．

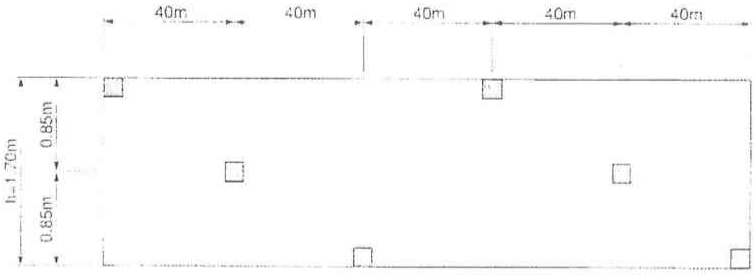


図-2　測定板の付着位置図

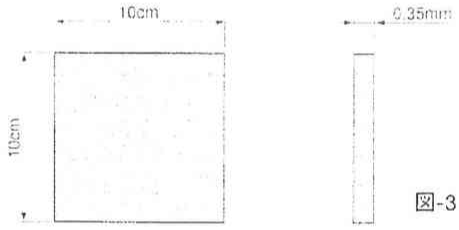
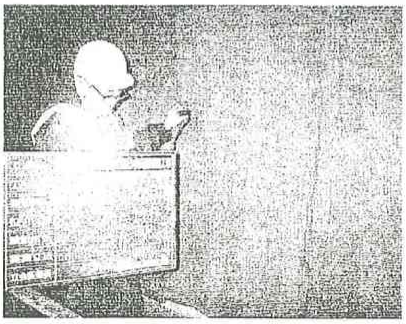


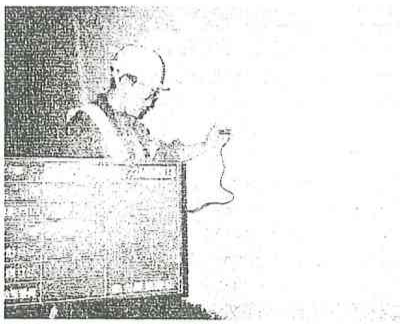
図-3　測定板の大きさ

(1) 工程毎に塗付量と塗膜厚を測定する測定板は（図2）のように40m毎に1点上・中・下の位置順に貼り，測定管理を行った．測定箇所は28箇所で各塗付毎（下・中・上塗）に測定板を取り替え，塗膜厚測定を行ったため計84枚の測定板を使用した．

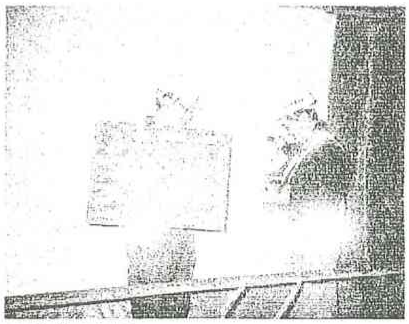
(2) トータルの塗付量と塗膜厚を測定するため100m毎に一点測定板を貼り，測定管理を行った．
測定箇所は11箇所で計11枚．合計測定箇所39箇所で測定板は合計95枚を使用し，膜厚測定を行った．



下塗後の測定



中塗後の測定



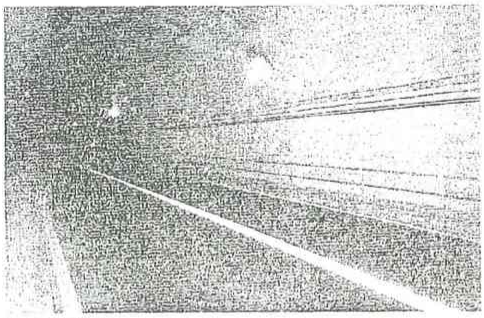
上塗後の測定

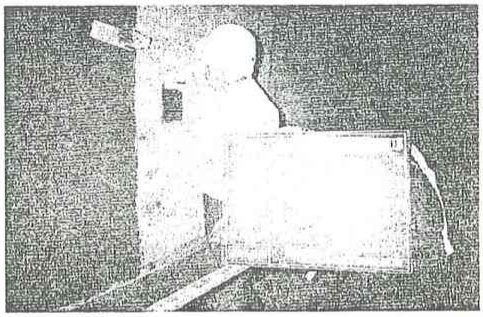
膜厚測定の結果は次表のとおりであった．

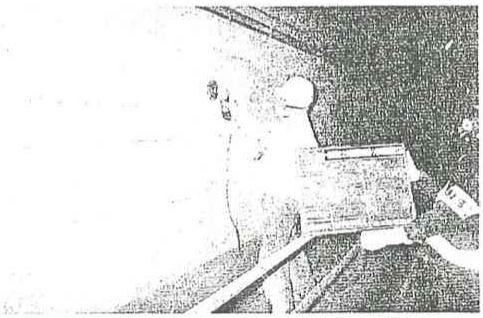
工　程	最低塗膜（μm）	最高塗膜（μm）	平均塗膜（μm）	標準塗膜（μm）
有機無機複合水系プライマー	178	240	208	150
無機系上塗塗料(1)	67	97	76	50
無機系上塗塗料(2)	60	88	73	50
合　計			357	250

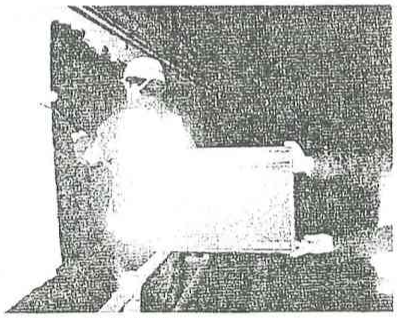
(3) 標準塗膜に対し，施工塗膜の平均は約42%増となっている．その原因は使用した塗料が夏用塗料で，今回の気温が9～17℃と低く，塗料粘度が高いため専用希釈剤を7～8%添加して粘度を下げたが，ピンホールにできるだけ塗料を埋めるように作業したことが結果的に塗布量増となったものと判断する．今後の課題としては塗装時季に応じた塗料選定をし施工する必要があることと，素地調整規格を作成し，その素地調整に基づいた塗装仕様が必要になるのではないかと今工事で感じている．

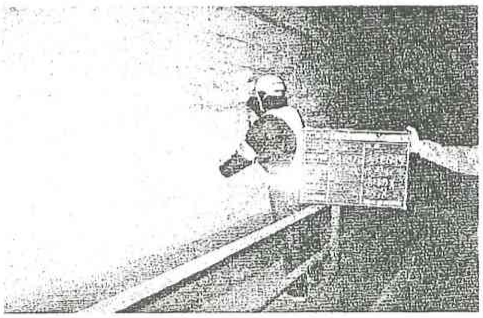
●トンネル塗装工事　工程写真

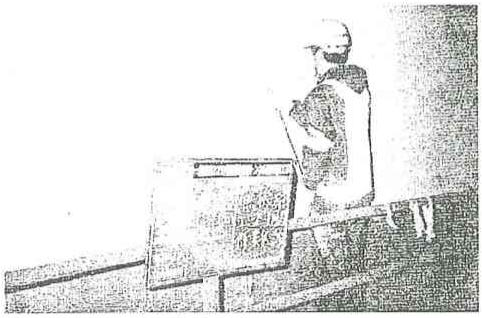

施工前現状

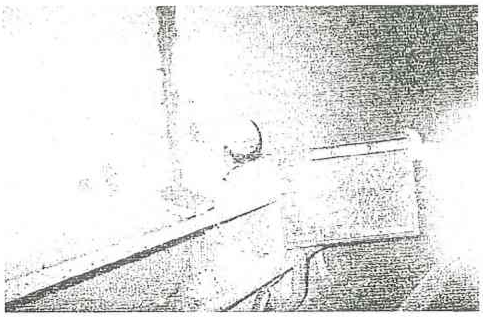

下塗材をローラーで塗布した後，金コテで平滑にする

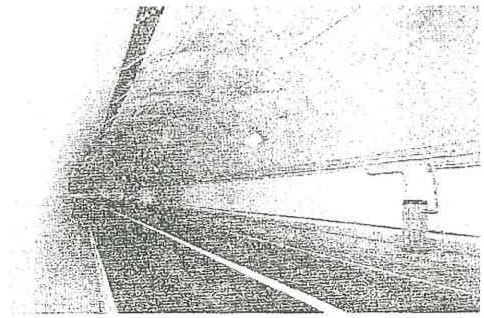

凹凸面をディスクサンダーで平滑にする素地調整


無機系上塗材(1)塗装作業


ケレン後，粉塵をウエス等で清掃する


無機系上塗材(2)塗装作業


クラック，ピンホールを補修充填した


塗装完成

（グラビア頁掲載）

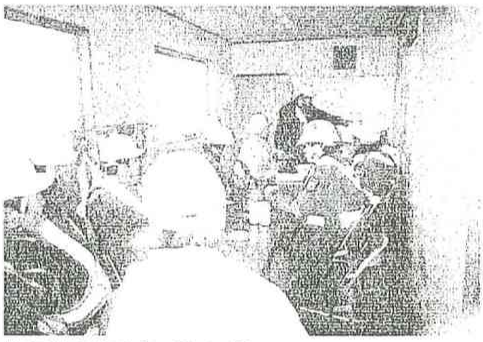
❻ 安全管理

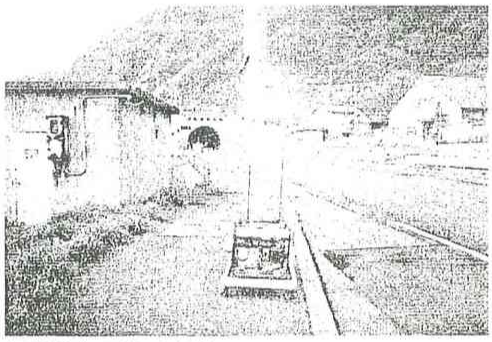
トンネル塗装工事条件の重要なポイントの１つとして，交通を含めた安全管理があげられる．
特に創意工夫点のウェートも高く，この報告の中に取り入れた．

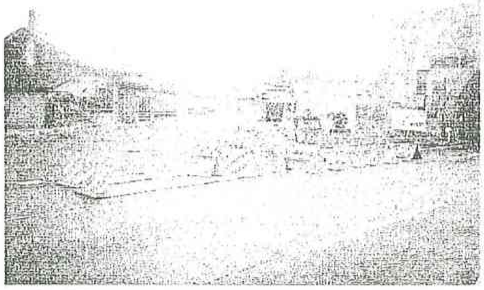
(1) 工事区間内の一般交通の車道での工事中は1車線規制として，その幅員は3.25m以上を確保し作業した．作業終了後は速やかに2車線に復帰した．

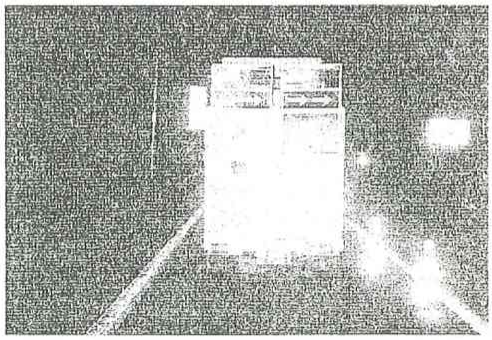
(2) 交通規制を行うため，交通誘導員を配置したが、交通誘導員は警備業法に定めた警備を行うため下表の有資格者を配備した．

資　格	資格条件	確認資格
公安委員会の指定講習を受講した者	警備業法における指定講習を受講した者で交通誘導の知識・技能を有する者	指定講習の受講証明書の写しを提出させる
法定教育を受けている者	警備業法における基本教育及び業務別教育を受けた者で交通誘導に関する警備業務に従事している者	警備員名簿及び、警備員手帳（身分証明書）の写しを提出させる


施工前の安全ミーティング

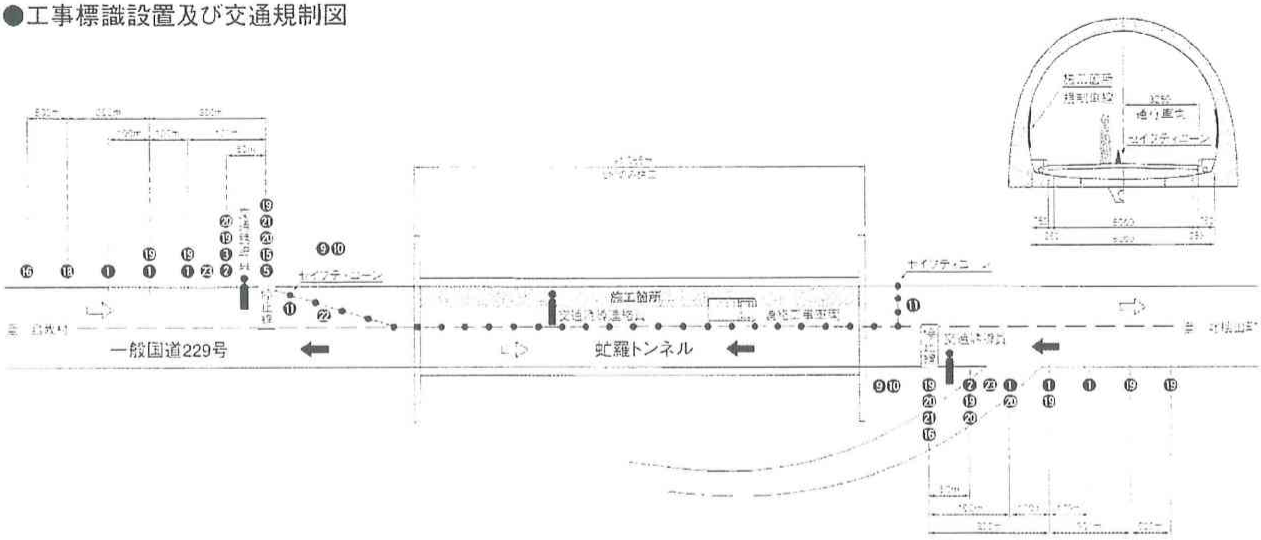

徐行案内ロボット人形

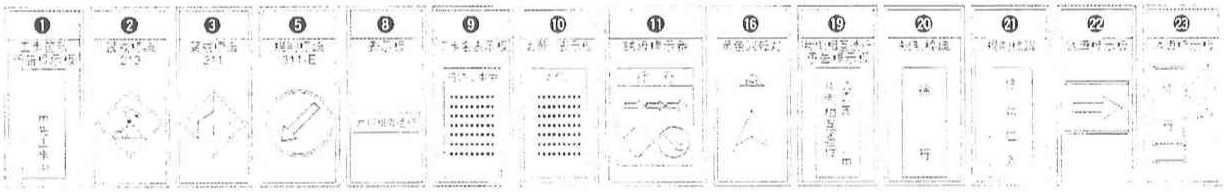

停止位置のガードマット


トンネル内徐行標識（小型車でWC兼用となっている）

北桧山警察署から警部補を招き，交通安全の講習会を開催，この後安全パトロールを実施した．
（(社)橋塗協　北海道地区の安全講習会に発注監督員，当現場従業員全員が参加した）

●工事標識設置及び交通規制図





❼ 施工が終って

初めてのトンネル壁面（コンクリート）塗装工事を経験して感じたことと今後の課題として取り組まなければと思うことをあげてみた．

(1) トンネル壁面（コンクリート）塗装工事として，塗装仕上げ面で塗装専門業者として随分感覚の違いを大きく感じた．その違いとは橋梁塗装・建築塗装などは施工物面に対しては，完成までに要する労力量のほとんどが素地調整に神経と労力を費やすのが常識で，その結果，塗装後の仕上り面が平滑な肌ざわり感が得られ，その仕上がりの状態の評価が，素人との差別感を得られるプロの塗装職人としての満足感なのだが，トンネル塗装の場合，他社でトンネル塗装施工業者の情報でも当工事と同じ工程による仕上り状態だったとのことであり，トンネル塗装の場合この塗装感覚，特に素地調整の違いの割り切り方が必要であると感じた．

(2) 橋梁や建築物のように直射日光や雨風が直接当たる物件と違い，自然の悪さをそれほど受けることの少ないトンネル内であっても，以外とトンネル内は結露の発生が多い場所でもありこの結露水が未処理のピンホール付近から浸透し，塗膜剥離の原因となり塗装耐久年数に大きく影響するものと推定されるし，維持管理作業として壁面に散水洗浄を年数回行うことなどを考えると，トンネル壁面塗装の素地調整の施工規格を統一したものを作成する必要性を感じている．

(3) トンネル壁面塗装の意義について考えると，既設トンネルの場合，新設トンネルに比べて幅員が狭いものが多く，照明設置数も充分でないトンネルが多く，壁面を塗装することでトンネル内を明るくすることができ，車両以外の歩行者や自転車での通行者の確認が容易にできるようになるので事故防止に大きく役立つことがあげられる．又，塗装することで既設の照明設置数を若干でも減らすことができれば維持管理費の縮減にもつながるので，安全面と合せて明るさの調査データの作成が我々に課せられた重要な調査研究

のテーマの１つではないかと考える．

(4) 橋梁（高欄等）の塗装でも交通規制等安全面ではかなり厳しく配慮した対策が必要だが，トンネル塗装工事では道路規制開始前後に第三者による事故発生が多くみられるので交通規制時の安全管理教育等の基本作成についても今後トンネル塗装工事への取り組みを行う上で重要であり急ぐ必要があると考える．特にガードマンの制止を振り切って進入する確信犯的な車両もあり，正面衝突の重大事故につながることとなる．今回の工事期間の中で制止を無視し進入した車両が２回あり，トンネル中間でのガードマン配置人数等の検討材料となる．ロボット人形を配備するとコスト縮減と創意工夫点のアップにはなるが，無視した車両を制止するにはやはり人間のすばやい対応が絶対に必要となる．規制を行うガードマンの権限をどこまで広げ高めるか，施工と保安一体として工事を受注する側としても検討課題になると思う．

この他にも問題点は多くあるものと思われるが、特に強く感じた点を記させてもらった．