

6.2 巻末資料－2 ゆずりトンネル技術検討委員会資料（第2回）

1 第1回技術検討委員会のふりかえり

1.1 会議の概要

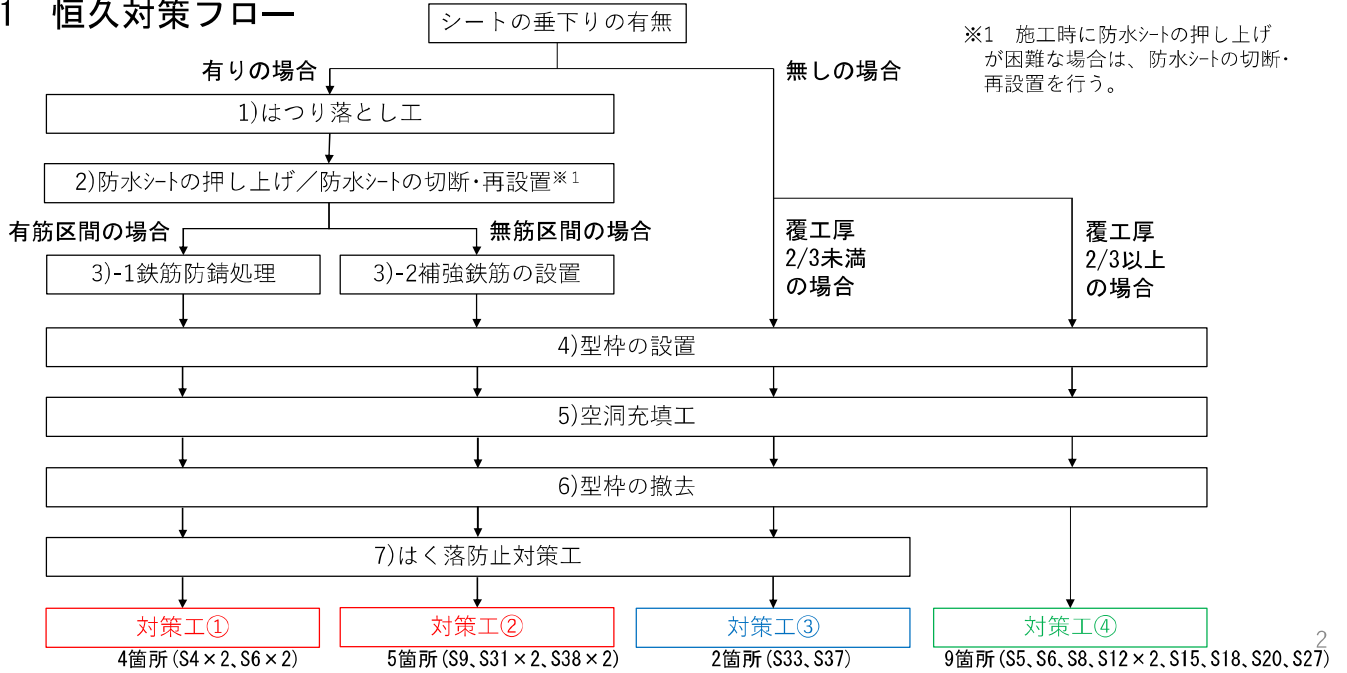
開催日時 令和7年3月4日（月）14：10～17：00
場 所 ゆずりトンネル（談夜久野線）現場、京都府中丹西土木事務所 保健所講堂
出席者 京都大学 朝倉名誉教授、京都大学大学院工学研究科 岸田教授・安原教授、
今堀弁護士、近畿地方整備局 道路部 平井道路保全企画官
京都府建設交通部技監、同道路管理課、同道路建設課、同中丹西土木事務所 他

1.2 主な議事内容

- (1) 府道談夜久野線ゆずりトンネル技術検討委員会設置（案）について
 - 要綱（案）について委員全員が了承
 - 委員長は、委員の互選により朝倉委員を選出
- (2) 【原因の分析、補修すべき箇所の特定に関する審議】：空洞調査結果の報告
 - 覆工コンクリートの厚さ不足と空洞の存在は、地山の変状などが要因ではなく、施工時の問題と断定
- (3) 【補修方法の選定に関する審議】：恒久対策方針（案）について
 - 恒久対策では、地山と一体となるようセメント系の材料で空洞を充填する対策を検討すること
- (4) その他
 - 日交通量が1,500台ある中、府民の生活を考慮し、できるだけ早く通行止めを解除できるよう努めていくことを確認

2 恒久対策（案）の工法

2.1 恒久対策フロー



2 恒久対策（案）の工法

2.2 恒久対策箇所

表 覆工厚・空洞調査結果及び対策箇所数

実測覆工厚	60~70mm	50~130mm	180~190mm	230~250mm	300mm以上
箇所数	2	7	2	5	4
		9		9	

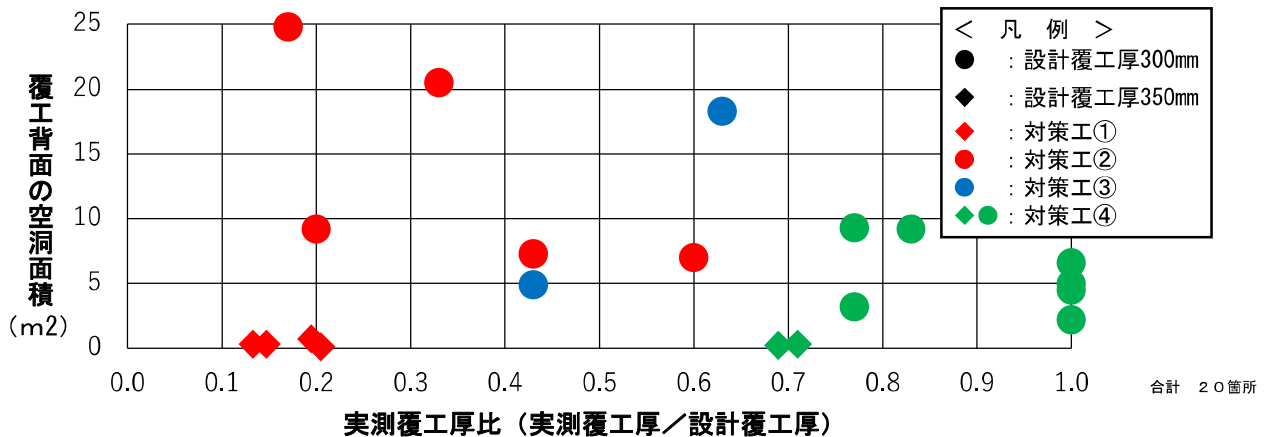


図 覆工厚・空洞調査結果及び対策箇所数

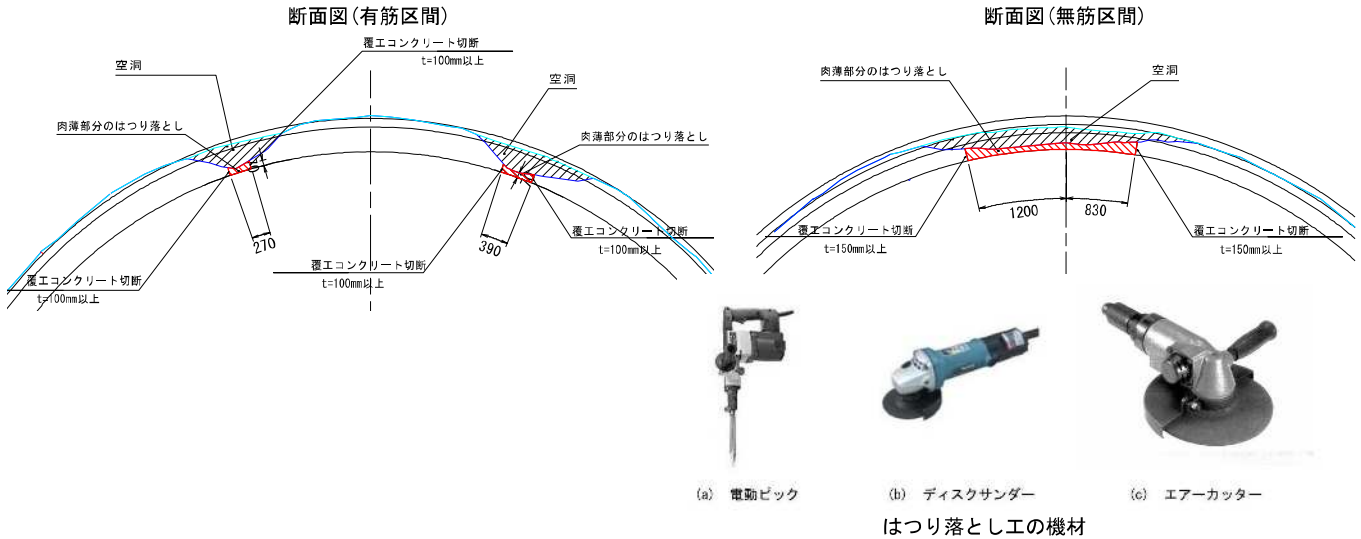
※本図表は、設計覆工厚が確保されているものの、背面空洞がある箇所を含む。覆工厚・空洞調査結果について、詳細分析した結果、空洞面積を見直している。

2 恒久対策（案）の工法

2.3 恒久対策の手順

2.3.1 はつり落とし工

有筋区間は厚さ10cm程度、無筋区間は厚さ15cm程度のはつり落としを実施する。



2 恒久対策（案）の工法

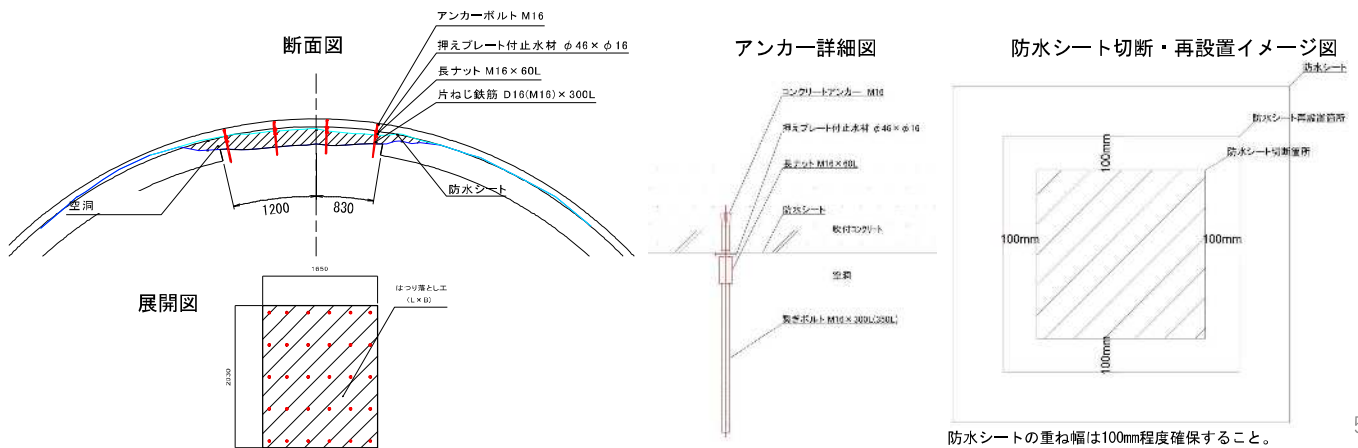
2.3 恒久対策の手順

2.3.2 防水シートの押し上げ / 防水シートの切断・再設置

- ・垂れ下がっている**防水シート**を吹付けコンクリート面に持ち上げて、アンカーで吊り下げて**固定**する。
- ・アンカー打設時に防水シートに穴が開くため、抑えプレート付止水材で対策する。

(防水シートを持ち上げられない場合)

- ・防水シートを切断し、新しく**防水シート**を吹付けコンクリート面に**再設置**したのち、既設の防水シートと溶着する。



2 恒久対策（案）の工法

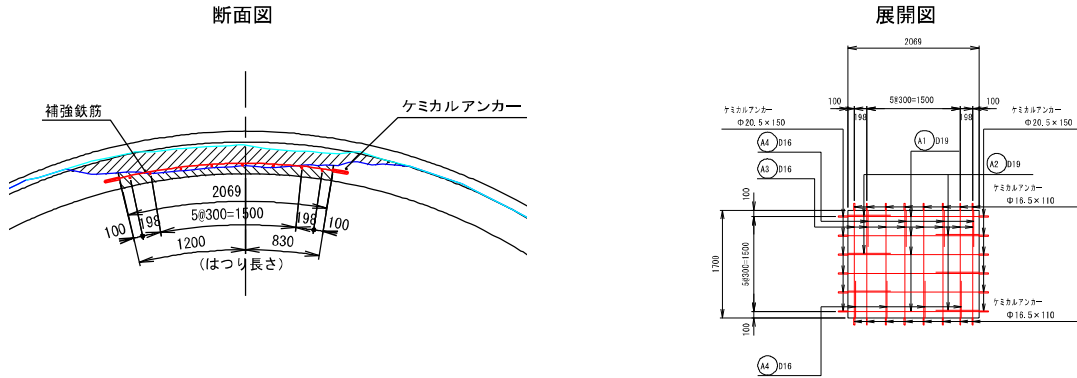
2.3 恒久対策の手順

2.3.3.1 防錆処理（有筋区間）

- ・鉄筋防錆剤を既設鉄筋に塗布する。

2.3.3.2 補強鉄筋設置（無筋区間）

- ・はつり面整形後、既設覆工コンクリートにアンカーを打設する。
- ・アンカー打設後、補強鉄筋を設置する。

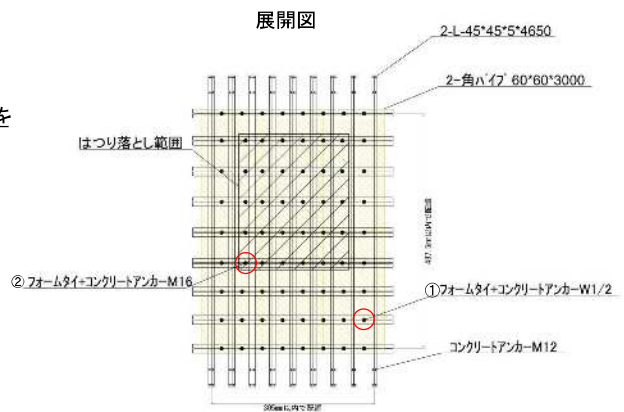
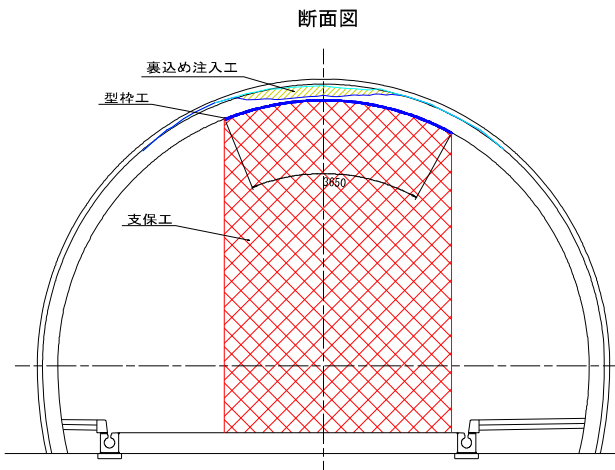


2 恒久対策（案）の工法

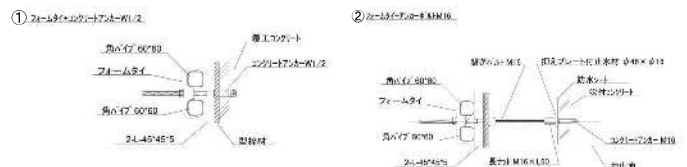
2.3 恒久対策の手順

2.3.4 型枠の設置

- ・型枠を支保工等により固定する。
- ・型枠の設置と併せて、注入用の注入パイプ及び確認パイプを設置する。



フォームタイ詳細図

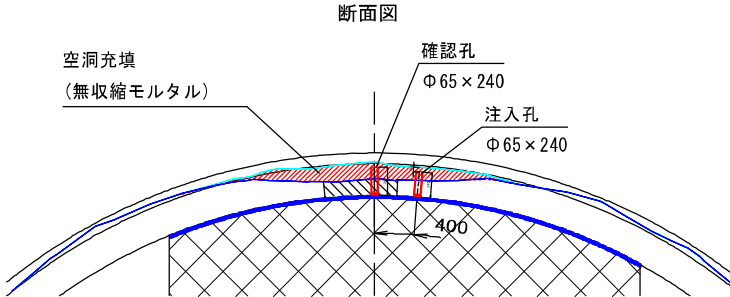


2 恒久対策（案）の工法

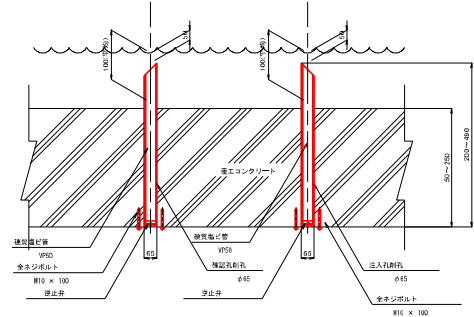
2.3 恒久対策の手順

2.3.5 空洞充填工

- ・設置した注入孔から**無収縮モルタル**を注入する。
- ・注入は圧力注入とし、**設計注入量及び注入圧0.2MPaを確認し**、注入完了する。



注入孔・確認孔詳細図



2.3.6 型枠撤去

- ・所定の期間養生（覆工と同等の強度発現の確認）を行い、型枠を撤去する。

2 恒久対策（案）の工法

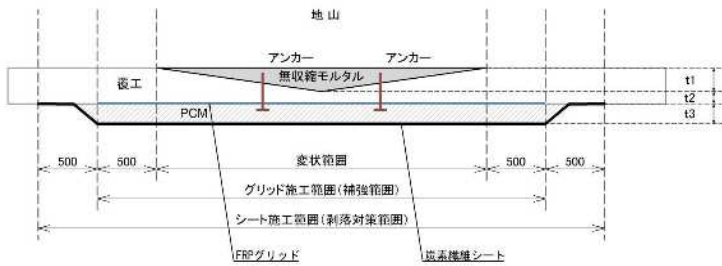
2.3 恒久対策の手順

2.3.7 はく落防止対策工

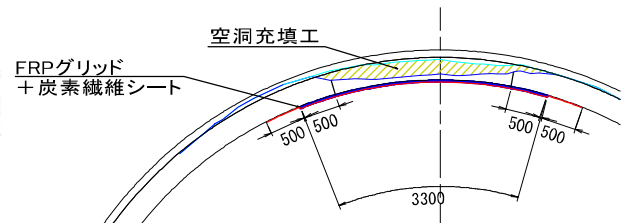
長期的な覆工の材質劣化などを考慮し覆工厚2/3未満の端部から50cmの余裕しろを設けて2/3以上確保できる範囲を対象とする。

既設コンクリートと新設部材の一体化及び覆工表面の下地処理としての**FRPグリッド工**とはく落防止として**炭素繊維シート工**を計画している。

施工概要図



断面図

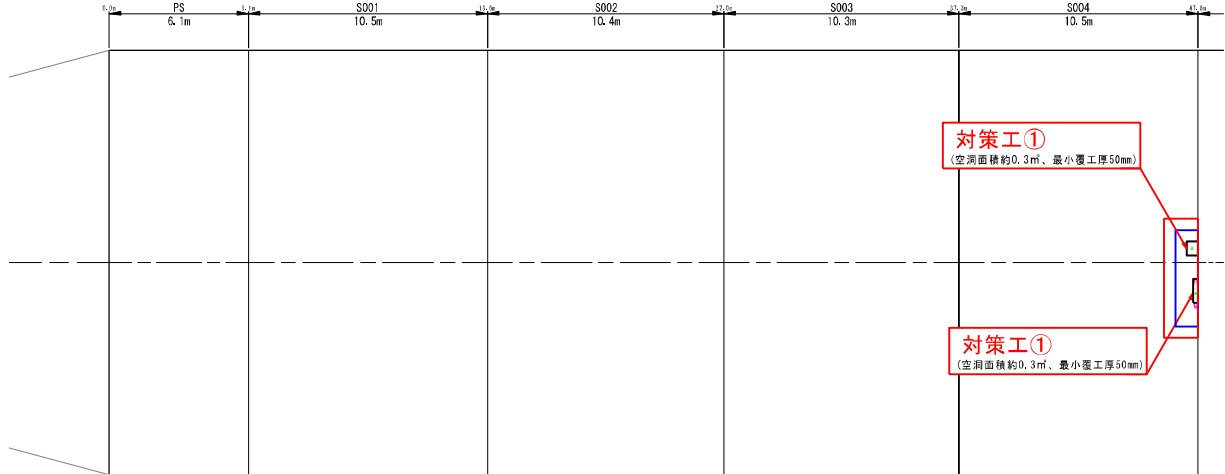
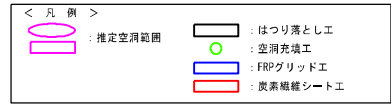


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

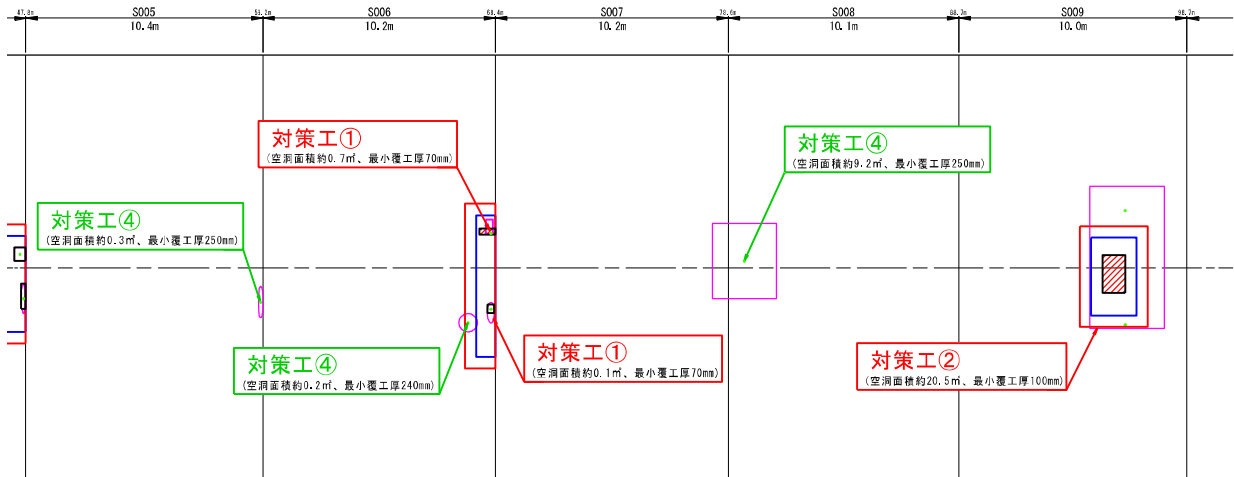
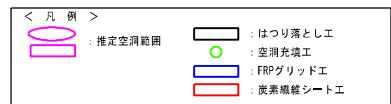


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

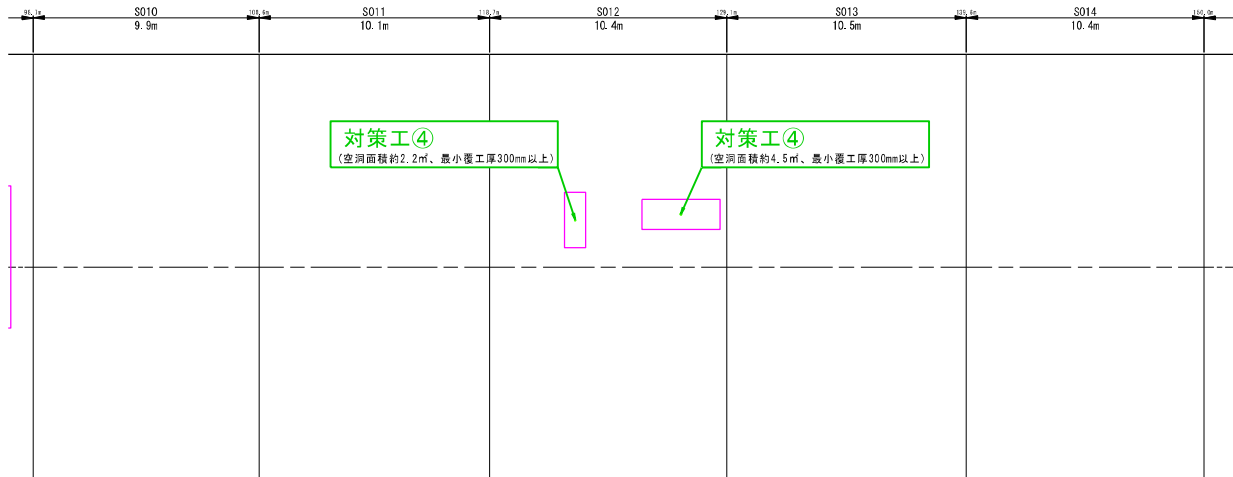


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

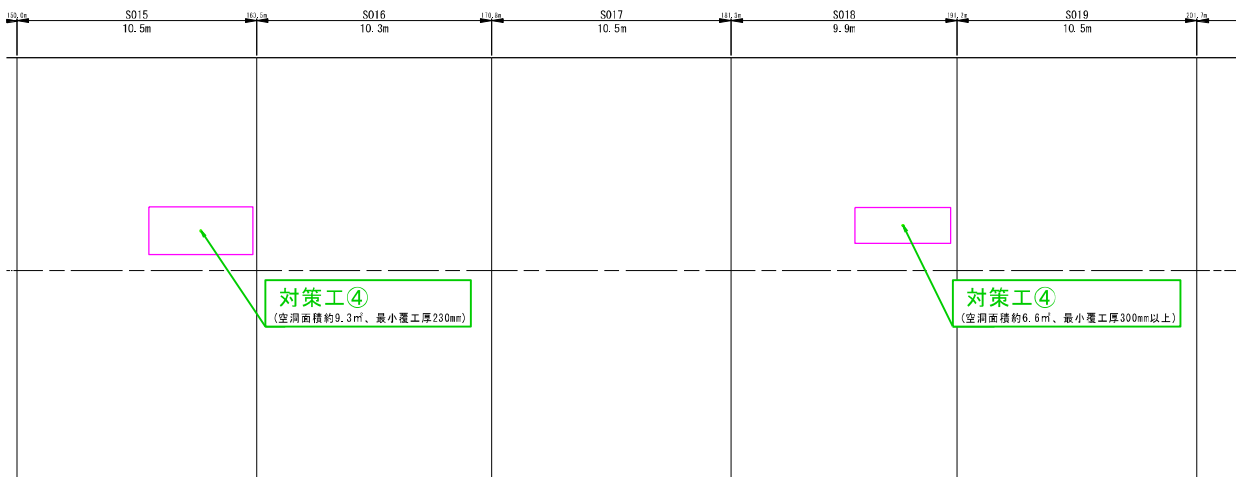
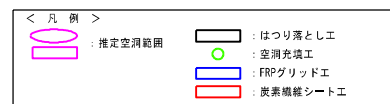


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

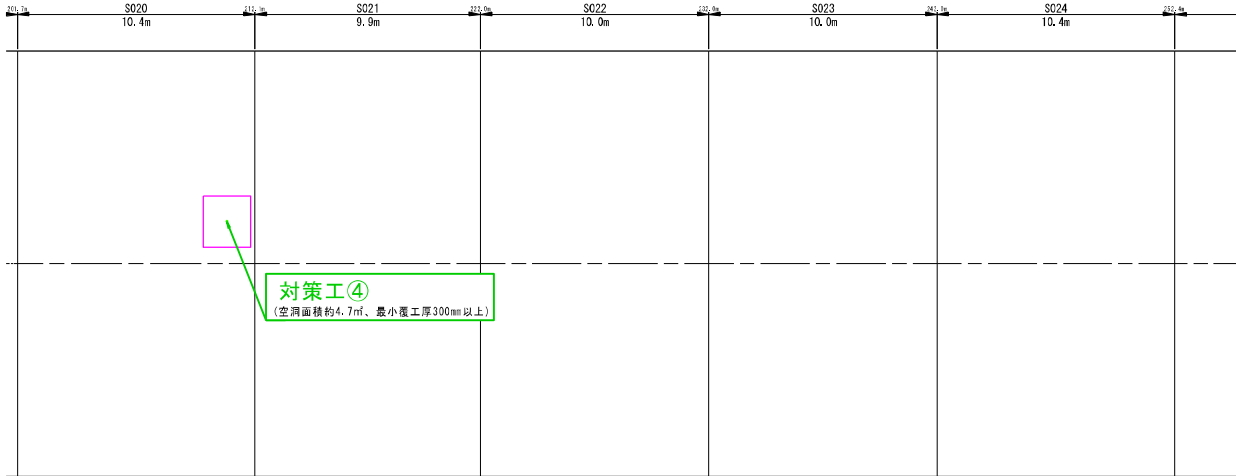
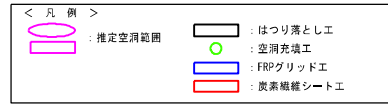


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

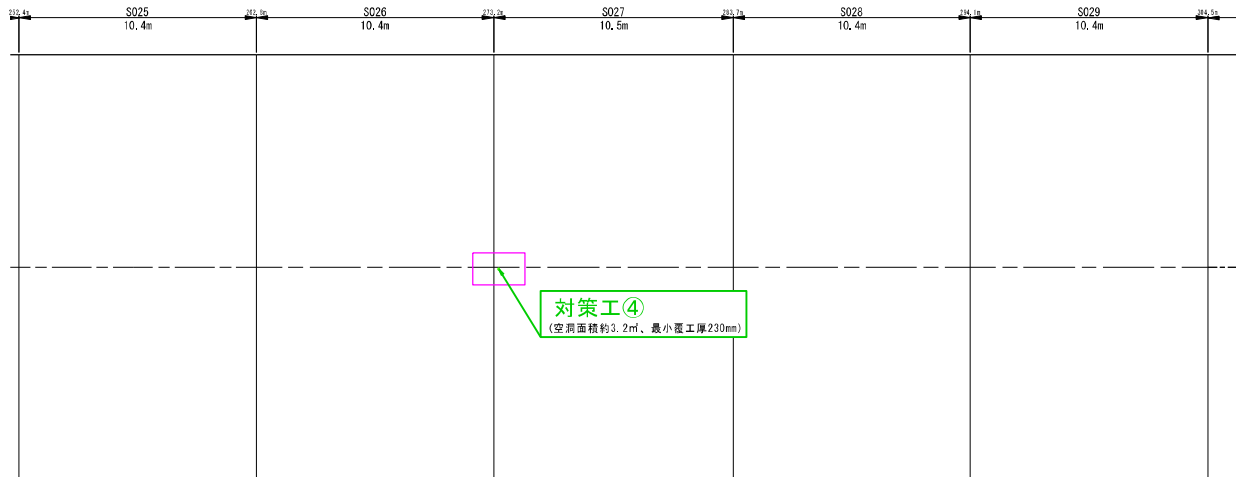
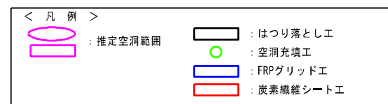


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

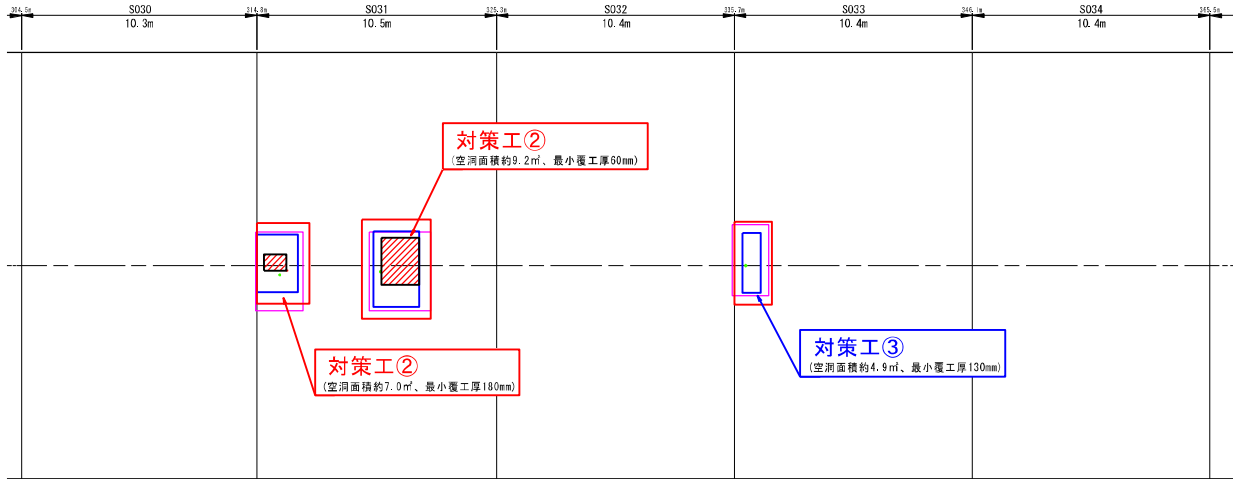
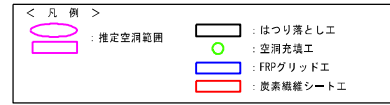


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①： はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②： はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③： 無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④： 無収縮モルタル注入

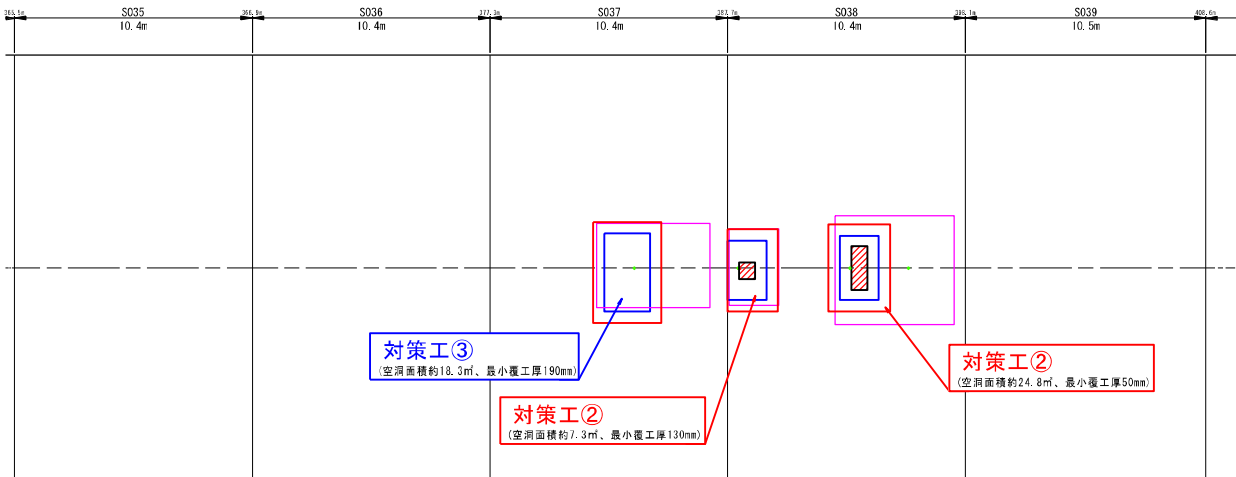
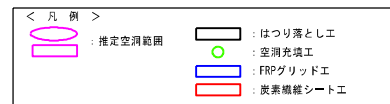


2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①： はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②： はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③： 無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④： 無収縮モルタル注入



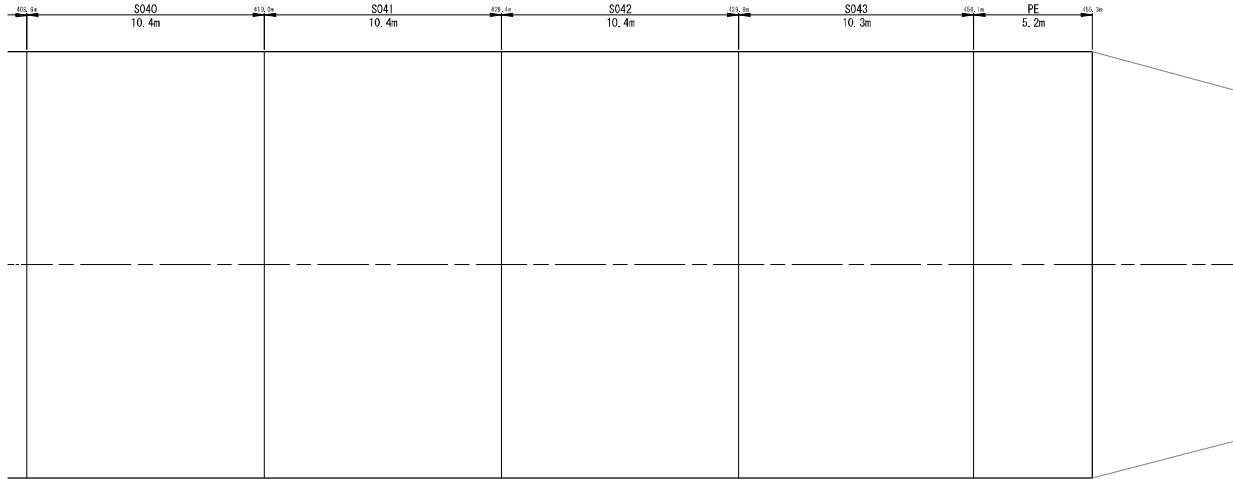
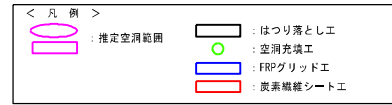
2 恒久対策（案）の工法

2.4 恒久対策工展開図

恒久対策工展開図

- 対策工①：はつり+シート押上固定+鉄筋防錆処理+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工②：はつり+シート押上固定+補強鉄筋設置+無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工③：無収縮モルタル注入+はく落防止対策
- 対策工④：無収縮モルタル注入

背面空洞なし



3 恒久対策（案）の施工管理方法

3.1 恒久対策（案）の施工管理方法

3.1.1 各作業時における施工管理

はつり落とし工

- ・ はつり作業実施前には、はつり箇所周辺のクラック等の状況を十分確認した上で、作業を実施する。
- ・ 無筋区間については、はつり落とし後に、はつり落とし面の覆工厚が15cm以上確保されていることを確認する。

防水シートの押上げ

- ・ アンカー打設箇所は、防水シートを貫通するため止水材を設置し、止水材の取付状況を確認する。
- ・ 防水シート押上げ後、モルタル注入前に覆工厚を確認する。
- ・ 防水シート押上げが困難な場合、現地で状況を確認の上、シート切断、再設置の必要性を判断する。
- ・ 防水シートを切断、再設置する必要がある場合、シートの重ね幅及び溶着状況を確認する。

補強鉄筋工

- ・ ケミカルアンカーは、300本に1回（1回につき3本引張）かつ1箇所当たり1回以上引抜試験を行い、引抜耐力を確認する。
- ・ 補強鉄筋の配筋状況、継手の重ね長等を確認する。

（下線部：立会確認箇所）

（下線部：今回管理強化箇所） 19

3 恒久対策（案）の施工管理方法

3.1 恒久対策（案）の施工管理方法

3.1.1 各作業時における施工管理

空洞充填工

- ・ 無収縮モルタルについて、1注入施工日当たり1回、圧縮強度試験、コンシステンシー試験を確認する。
- ・ 確認孔からモルタルが流出することを確認する。
- ・ 設計注入量及び注入圧0.2MPaの圧力上昇を確認する。（打ち止めしない）
- ・ 空洞面積1㎡以上ではつり落としを実施する箇所について、充填検知センサーにより充填を確認する。
5箇所（S9、S31×2、S38×2）
- ・ 注入圧作用時に覆工面にひび割れなどの変状が生じないことを目視確認する。

はく落防止対策工（FRPグリッド）

- ・ 覆工コンクリートとポリマーセメントモルタルの接着強度を求めため、接着試験を実施して接着強度を確認する。

はく落防止対策工（炭素繊維シート）

- ・ 覆工コンクリート及びポリマーセメントモルタルと炭素繊維シートの接着強度を求めため、接着強度を確認する。

（下線部：立会確認箇所）

（下線部：今回管理強化箇所）

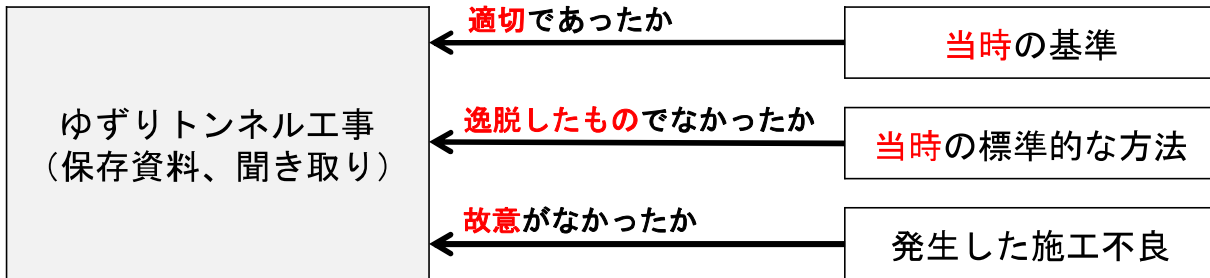
3.1.2 恒久対策時の確認立会

恒久対策の施工時においては、全箇所を京都府職員又は現場技術員が現場にて施工状況の確認を行う。

4. 当時の施工状況の検証

4.1 検証方法

- ①当時の施工管理が**当時の基準**に対して**適切**であったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証
- ②当時の施工方法が標準的な方法に対して**逸脱したもの**でなかったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証
- ③当時の施工により発生した施工不良に**故意**がなかったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証



21

4. 当時の施工状況の検証

4.2 検証対象

トンネル掘削が完了してから坑内付帯工を着手するまでの**項目**とする。

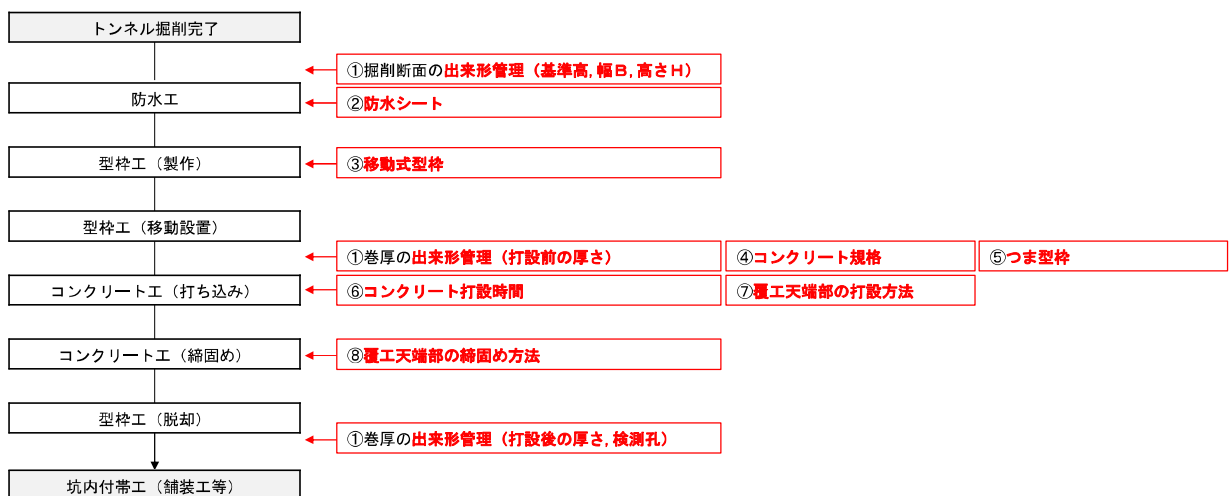


図 施工状況の検証対象

22

4. 当時の施工状況の検証

4.3 検証①（当時の基準）

当時の施工管理が適切であったかを検証する基準は、**下表の適用基準（平成12年3月契約時点）**とする。

表 当時（平成12年3月契約時点）の適用基準

基準書	発行元	発行年
土木請負工事必携	京都府	平成9年2月
道路トンネル技術基準	建設省	平成元年5月
道路トンネル技術基準（構造編）・同解説	日本道路協会	平成元年6月
トンネル標準示方書（山岳編）	土木学会	平成8年7月
コンクリート標準示方書（施工編）	土木学会	平成8年3月

表 現行（令和7年6月時点）の基準（参考）

基準書	発行元	発行年
土木工事共通仕様書（案）	京都府	令和6年4月
道路トンネル技術基準	建設省	平成元年5月
道路トンネル技術基準（構造編）・同解説	日本道路協会	平成15年11月
トンネル標準示方書（山岳編）	土木学会	平成28年7月
コンクリート標準示方書（施工編）	土木学会	令和5年9月

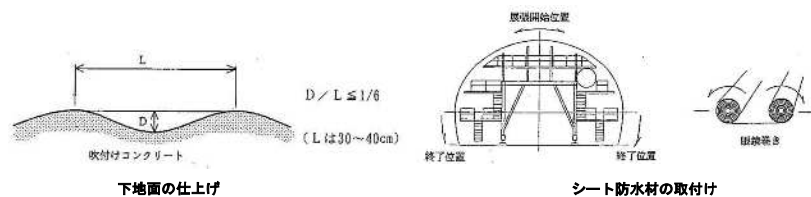
4. 当時の施工状況の検証

4.4 検証②（当時の標準的な方法）

・ 防水シート

（施工方法）

- ① 下地面の仕上げおよび突起物処理
- ② 湧水処理
- ③ シート防水材の取付け
- ④ 防水シートの接合
- ⑤ 端処理



出典：山岳トンネル工法における防水工指針（社）日本トンネル技術協会 H8.2 P22

・ 覆工コンクリート

（施工方法）

- ① 検査窓から側壁部へ左右対称に打込み
- ② 検査窓から側壁部～アーチ部へ左右対称に打込み
- ③ 吹上げ口からアーチ部へ左右対称に打込み
- ④ 吹上げ口から天端部へ左右対称に打込み



検査窓からの打設方法

吹上げ口からの打設方法

出典：トンネルコンクリート施工指針（案）土木学会 H12.7 P45

4 当時の施工状況の検証

4.5 検証③（発生した施工不良）

施工方法の聴取結果（業者聞き取り、写真確認）

- ・ 防水シート
 - ・ 吹付け表面が平滑であり、突起物の処理・保護を確認
 - ・ 湧水の位置を確認し、湧水処理
 - ・ 防水シートに余裕をもたせながら、作業架台を使用して、トンネル中央部より両サイドに向かい取付け
 - ・ 防水シートを鉋等で固定し、溶着機でシート端部がラップするよう溶着
 - ・ コンクリート打設時に防水シートがめくれないう裏面排水工に取付け
- ・ 覆工コンクリート
 - ・ コンクリートの打設方向は、縦断方向の下から上（終点側から起点側）に向かって施工
 - ・ コンクリートについては下段の打設口→中段の打設口→吹上口の順で打設
 - ・ 締固めは検査窓から行い、最終は妻部の型枠の天端で充填を確認
 - ・ 吹上口は、基本的に終点側の1箇所を使用。圧送が困難となった場合に吹上口（予備）を使用
 - ・ 生コンは、設計どおりの18-12-40BBを使用（流動性を上げる等はしていない）
 - ・ 充填確認は目視で実施（センサー等は設置していない）

4. 当時の施工状況の検証

4.6 検証結果

- ・ 当時の施工管理は、当時の基準に対して、適切であったといえる
- ・ 当時の施工方法は、標準的な方法に対して、逸脱したものでなかったといえる
- ・ 当時の施工により発生した施工不良は、故意とは確認できなかった

4.7 基準改正の変遷

- ・ 現行の基準は、トンネル技術の発展に伴って知見や技術を取込み改正されてきた

表 基準の変遷内容

検証内容	主な基準の改定内容	
	当時基準	現行基準
防水シート	適度な余裕	余裕のない状態や余裕過多によるたるみがないよう適度な余裕
移動式型枠	作業窓は適切な位置に設置	作業窓は横断方向に7箇所、縦断方法に5列又は7列（図）
コンクリート規格	スランプ12cm～15cm	スランプ15cm程度
つま型枠		エア抜き金具やブリーディング水を処理できる型枠を推奨
覆工天端部の締固め方法	パイプレーターを使用	内部振動機を原則として引抜き式や伸縮式の天端パイプレーターの使用事例有