

# 長崎県道路トンネル 維持補修・補強マニュアル(案)



令和7年3月



長崎県土木部 道路維持課

## 【本マニュアル改訂の経緯】

長崎県では、平成 22 年度に「トンネルの経年的劣化等による災害の未然防止と延命化・維持管理コストの採用化・平準化」を目標として、県が管理する全 123 トンネル（H22.4.1 当時）の維持管理計画および本マニュアルを作成した。

また、平成 25 年度には国土交通省の指示により全 128 トンネル（H25.4.1 当時）に対し「道路ストック総点検」が実施され、平成 26 年度には同省によりトンネルの点検マニュアルが改訂され、5 年に一度の近接目視による点検が義務づけられたため、維持管理計画の内容を大きく見直した（第 2 期計画）。

更に、平成 26 年度から 30 年度にかけ、1 巡目の定期点検を実施すると共に、本体工及び付属施設の補修や更新を施したため、これらの結果を踏まえた上で、維持管理計画の内容を見直した（第 3 期計画）。

令和元年度から 5 年度にかけては、2 巡目の定期点検を実施すると共に、令和 2 年 8 月の「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】 公益社団法人 日本道路協会」の改訂及び令和 6 年 9 月の「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局」の改訂が実施されたため、改訂内容を踏まえて本マニュアルの内容を見直した。

# 目 次

## 【第1編 総則編】

1-1 適用範囲	1-1
1-2 目的	1-2
1-3 用語の定義	1-3

## 【第2編 詳細調査編】

2-1 詳細調査の方針	2-1
2-2 詳細調査における留意事項	2-11

## 【第3編 道路トンネル補修・補強編】

3-1 対策工の基本方針	3-1
3-2 トンネル変状別の対策工法の選定	3-2

## 【第4編 施工上の留意点編】

4-1 施工上の留意点	4-1
-------------	-----

## 【参考資料1：詳細調査表記入例】

様式 B-1～B-5	参考資料-1
------------	--------

# 第1編 総則

## 1-1 適用範囲

長崎県道路トンネル維持補修・補強マニュアル（案）は、長崎県が管理する国・県道の道路トンネルの本体工を対象とした補修・補強工の設計および施工に適用する。

### 【解説】

- (1) 長崎県道路トンネル維持補修・補強マニュアル（案）（以下、本マニュアル（案）と称す）は、長崎県が管理する県・国道の道路トンネルを対象として、トンネル本体工の補修・補強の設計方法および施工方法について示したものである。
- (2) 長崎県の道路トンネルの維持管理は、定期的な点検を行った上で、必要と判断された場合に詳細調査や補修・補強対策を実施し、変状が比較的小規模なうちに対策を行う予防保全の考え方を取り入れている。本マニュアル（案）は、道路トンネルの効率的・効果的な維持管理を図るための補修・補強工の設計および施工を対象とする。

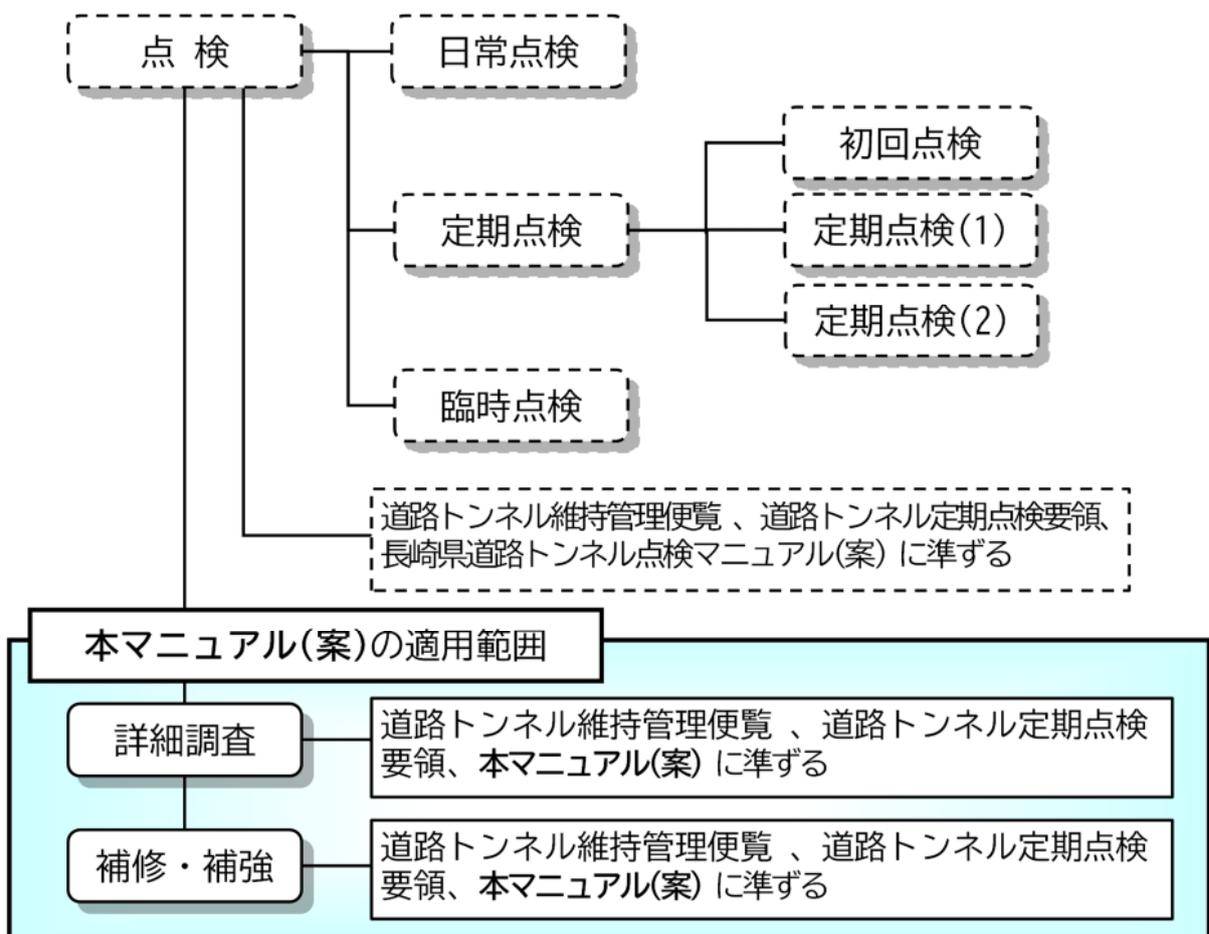


図-1.1.1 道路トンネル維持管理の流れと本マニュアル(案)の適用範囲

## 1-2 目的

本マニュアル（案）は、長崎県が管理する道路トンネルの本体工についての補修・補強方法を示し、道路トンネルの管理者および調査作業従事者が、効率的・効果的な維持管理を行うことによって、道路網の安全性・信頼性の確保とライフサイクルコストの低減を図ることを目的とする。

### 【解説】

長崎県が管理する国・県道の道路トンネルの総数は、令和6年3月現在、計144本である。このうち、供用後50年以上経過したトンネルは、全体の約2割であるが、30年後には全体の約7割となり、今後多くのトンネルが高齢化を迎えることから、効率的・効果的な維持管理を行っていくことが必要である。

本マニュアル（案）は、長崎県が管理する道路トンネルの本体工の補修・補強方法について示しており、従来の「事後保全型の維持管理」から変状が顕著になる前に対策を行う「予防保全型の維持管理」へ方向転換を図ることによって、道路網の安全性と信頼性を確保することを目的とする。

また、定期的な点検、補修・補強工を継続することで、早期に変状箇所を発見して、大規模な対策が必要となる前に、変状が比較的小規模なうちに少ない予算で対策を行い、ライフサイクルコストの縮減と予算の平準化で効果的な財政投資を図ることを目的とする。

### 1-3 用語の定義

本マニュアル(案)では、以下のとおり用語を定義する。

#### (1)維持管理

構造物の供用期間において、構造物に要求される性能を満足させるための技術行為をいう。

#### (2)道路トンネル

本マニュアル(案)では、長崎県が管理する国・県道の道路上のトンネルをいう。

#### (3)トンネル本体工

覆工、坑門、排水設備、路肩、内装板、天井板、トンネル内の路面を総称してトンネルの本体工という。

#### (4)変状

覆工のひび割れや変形、漏水、材料劣化等により、トンネルの構造物としての安全性や耐久性および快適性等の道路トンネルとしての機能が低下している状況の総称をいう。

#### (5)事後保全

変状や損傷が顕著になってから対策を行う方法をいう。

#### (6)予防保全

変状や損傷が顕著になる前に対策を行う方法をいう。

#### (7)ライフサイクルコスト

構造物の使用期間中に係る建設費・管理費・維持補修費・取り壊し費等のコストの総額をいう。

#### (8)利用者・利用者被害

利用者とは、トンネルを利用する歩行者や通行車両等をいう。道路トンネルにおいて予想される利用者被害や、コンクリート片、つらら等の落下物や漏水、滞水、舗装路面等による直接的な被害と間接的な被害がある。

#### (9)検査

構造物の現状を把握し、構造物の性能を確認する行為をいう。

#### (10)定期点検

変状や損傷の状況およびその進行を把握しトンネルの保全を図るとともに、利用者への被害を未然に防止する観点も含めて定期的実施する点検をいう。

#### (11)臨時点検

集中豪雨、地震およびトンネル内事故等が発生した場合、または、日常点検時に異常が確認された場合に実施する点検をいう。

#### (12)詳細調査

定期点検等の実施の際に、対策区分の判定及び健全性の診断に必要な情報が不足する場合に、発見された変状原因の究明及び変状の進行性、規模等をより詳しく把握するために必要に応じて行われる調査をいう。

### (13)補修・補強

定期点検における対策区分の判定、健全性の診断や詳細調査を行った上でトンネルの耐荷力や耐久性等の機能向上を図る必要があると判断された場合に、トンネルの維持管理水準を確保するために行われる対策をいう。

### (14)目 視

変状状況を直接目で見て行う調査をいう。

### (15)打音検査

コンクリートのうき・はく離の状況を把握するために、ハンマー等でコンクリート面を打撃し、濁音の有無によりうき・はく離箇所を記録する点検方法をいう。

### (16)濁 音

打音調査時に発する音のうち、高音の澄んだ音(清音)以外の音の総称。

### (17)応 急 措 置

日常点検で交通に支障を与えるような変状および異常が発見された場合に、緊急的に行う交通規制等の対処措置をいう。また、利用者被害を与えるような覆工コンクリート等のうき・はく離等の変状が発見された場合に、交通機能等に支障を与えないようにするため、うき・はく離を応急的にハンマーで撤去する等の措置をいう。

### (18)応 急 対 策

日常点検、初回点検、定期点検で交通に支障を与える変状および異常が発見された場合に、機能を最低限確保するために応急的に行う対策をいう。

### (19)対策区分の判定

利用者に及ぼす影響や措置の必要性の観点から、本土工の変状の種類や原因毎にその状態や進行性の有無等の状況に応じて、Ⅳ、Ⅲ、Ⅱa、Ⅱb、Ⅰの5段階に区分することをいう。

### (20)判 定 基 準

点検や詳細調査の結果に基づいて、変状の程度および進行性等によって判定区分を設定するための目安をいう。

### (21)変 状 対 策

トンネル変状に対し、本対策または応急対策により覆工等の補修・補強を行うことをいう。

### (22)本 対 策

定期点検や詳細調査の結果、トンネル構造物としての安全性等の機能が低下し、対策が必要と判定された変状に対して、中～長期的にトンネルの機能を回復・維持することを目的として適用する補修・補強対策をいう。

### (23)はく落防止対策

覆工コンクリートや覆工の補修材等の変状箇所、覆工コンクリート等のうき、はく離、はく落等を防止し、または修復する対策をいう。

### (24)漏 水 対 策

地下水がトンネル坑内側へ漏出することにより生じた漏水、つらら、滞水等に対する対策をいう。

(25)空 洞 対 策

覆工背面に残存する空洞に対し、それを裏込め注入により充填する対策をいう。

(26)補修・補強対策

変状箇所において、覆工の材質劣化や漏水によって低下した機能、覆工の構造的安全性を回復・維持するために行う対策をいう。

(27)監 視

応急対策を実施した箇所もしくは未対策の箇所の挙動を追跡的に調査することをいう。内容によっては日常点検で実施する場合から、詳細調査と同程度の内容が必要となる場合がある。

## 第2編 詳細調査編

## 2-1 詳細調査の方針

長崎県における道路トンネル本体工の維持管理は、これまでの「事後保全」を改め、計画的な点検、詳細調査、補修・補強対策を行うことにより、大規模な対策が必要となる前に対処する「予防保全」の考え方を取り入れ、道路網の安全性・信頼性の確保とライフサイクルコストの縮減を図るものとする。

### 2-1-1 詳細調査の基本方針および調査手法

#### (1) 詳細調査の基本方針

図-2.1.1 にトンネル本体工の維持管理の流れを示す。

- ・ 詳細調査は、初回点検、定期点検(1)、臨時点検において必要と判断されたトンネルを対象とする。
- ・ 詳細調査結果は、トンネル本体工の変状に応じて、「2-1-2 判定区分」に示す判定区分により評価する。
- ・ 詳細調査は基本的に、『道路トンネル維持管理便覧((社)日本道路協会)』に準じて実施する。

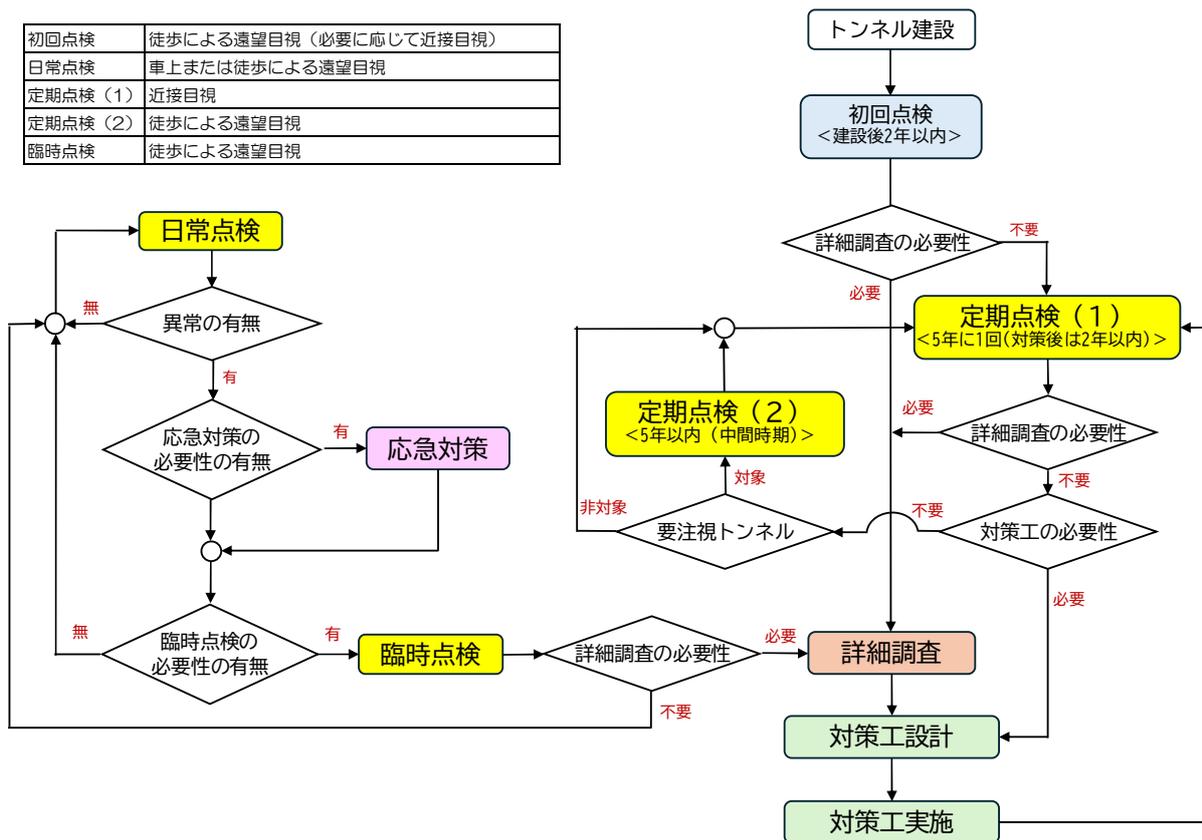


図-2.1.1 トンネル本体工の維持管理の流れ

## (2) 調査計画

詳細調査は『道路トンネル維持管理便覧』（(社)日本道路協会）に準じて実施する。その抜粋を下記に示す。

### 1) 調査項目の選定

#### ① 調査対象と調査項目の種類

調査は既存資料、気象、地表面・地山および覆工等のトンネルの構造物とその背面を対象として実施する。これらの調査対象にはいくつかの調査項目がある。調査項目・内容と推定される変状原因の対応の例を表-2.1.1 に示す。同表に示されるように、調査対象や調査項目、手法等は多岐にわたり、推定される変状原因等に応じて選定することとなる。

#### ② 調査項目の選定

調査項目とその内容の選定は、点検結果をふまえ、変状の状況に加え、さらに調査場所の交通状況等の諸条件を勘案し決定する。

なお、地震や火災による被害に関しては、発生頻度が比較的低いことに加え、被害形態や変状現象およびその原因が多岐にわたることから、状況に応じて個別に必要な調査項目と内容を選定する。

### 2) 調査の際の留意事項

調査の実施にあたっては、次の項目を事前に検討し、適切な調査計画を策定する。

#### ① 調査の実施時期

調査時期は、緊急性と季節変動性の両者を考慮し設定する。また、通行規制の実施時期、他の作業との同時実施による通行規制の回数低減等、交通条件もあわせて検討する。

#### ② 調査箇所の選定

調査箇所は、点検結果をふまえて、効果的かつ効率的な調査ができるように選定する。

#### ③ 調査の準備

調査内容に応じて、足場の必要性、覆工コンクリート等の表面が著しく汚れている場合の清掃やその他必要な補助器具について計画する。

(3) 詳細調査の調査項目

表-2.1.1 調査項目・内容と推定される変状原因の対応の例

調査対象	調査項目	代表的な調査内容	代表的な調査手法、使用機器	定期点検 で標準的 に実施す る項目	推定変状原因																		
					外因										内因								
					外力					環境					材料	施工		設計					
					緩み土圧	偏土圧・斜面のクリープ	地すべり	膨張性土圧	支持力不足	水圧	凍土圧	近接施工	経年劣化	漏水	凍害	塩害・有害水	材料起因の変状	巻厚不足	背面空洞	施工起因の材質不良	設計起因の変状		
既存資料	資料調査	設計図書、施工記録、点検記録、変状調査、対策工の履歴等	既存資料の収集等	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
気象	気温条件調査	トンネル内の気温測定	温度計等								◎												
		降雨量測定等	気象庁の観測データ等							◎				○									
地表面・地山	地形・地質調査	地形、地質、地下水条件、近接工事の調査	踏査、ボーリング、孔内検層、孔内弾性波探査等		○	◎	◎	○	○	○	○	○		○									
	地山挙動調査	地中変位測定、地すべり変位測定	地中変位系、孔内傾斜計、地すべり計、パイプひずみ計、GPS/GNSS変位計等			○	◎	○	○			○											
		ゆるみ領域・塑性領域確認	地中変位計、孔内傾斜計等		◎	○	○	◎	○			○											
地山試料試験	物理試験、力学試験	密度試験、一軸圧縮試験、浸水崩壊度試験等		○	○	○	○	○			○												
本体内	全般	観察調査	覆工、坑門工および内装板の表面のひび割れ、劣化、漏水状況の観察、展開図作成	カメラ、巻尺、ノギス、クラックスケール等	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○				
		打音検査	覆工、坑門工表面の打音異常箇所、うき・はく離箇所の確認	点検用ハンマー等	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	ひび割れ	ひび割れ進行性化調査	ひび割れ幅、段差の進行、ひび割れ深さの調査	標点、機械式ひび割れ計、電気式ひび割れ計、超音波探査、コアボーリング、電磁波法等		◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○				○		○			
	漏水等	漏水状況試験	漏水量測定、土石流出状況、微生物被害状況	ストップウォッチ、メスシリンダー等	●							◎				○			○				
		漏水水質試験	水温、水質科学分析	pH測定、電導度試験、土砂流出状況調査等												○		◎					
	巻厚・背面	覆工巻厚と背面空洞調査	簡易ボーリングによる巻厚、背面地山状況の観察、背面空洞の測定	ボーリング、ファイバースコープ、ポアホールカメラ、地中レーダ等		○	○	○	○	○	○	○	○	○					◎				
	材質	強度試験	コンクリート強度試験	コンクリート圧縮試験、コンクリートハンマー（通称シュミットハンマー）等		○	○	○	○	○	○	○	○	◎				○	○	◎			
		材質試験	アルカリ骨材反応試験、中性化試験、コンクリートの分析、空けき率試験、塩化物含有量試験、鉄筋の劣化調査等	骨材のアルカリシリカ反応性試験方法、フェノールフタレイン溶液、イオン電極法等											◎		○	◎					
	形状	覆工断面の形状調査、形状変化調査	トンネル内空断面測定、内空変位測定、路肩・路面の変状の把握	レーザー距離計、光波測距儀、コンバージェンステープ、モバイルマッピングシステム（MMS）等		○					○	○	○	◎									
		トンネル内の測量	トンネルの平面線形、縦断勾配	トランシット、レベル、トータルステーション等			○				○		○	○									
	荷重	覆工応力および背面土圧	覆工応力・ひずみ測定、水圧測定	コンクリートひずみ計、水圧計等		○	○	○	○	○	○	○	○										
	補強工	補強工の効果判定調査	ロックボルト軸力測定、ロックボルト引抜き試験、鋼アーチ支保工応力測定、内空変位測定等	ロードセル、ひずみゲージ等		○	○	○	○	○	○	○	○										

注) ◎…よく用いられる項目 ○…用いられる項目

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.232-233,令和2年8月

(4) 道路トンネル調査における統一事項

詳細調査を行う場合は、表-2.1.2 を基準として、適切な調査方法を選定する。

表-2.1.2 トンネル調査統一事項一覧表

調査項目	統一事項
空洞・覆工厚調査	覆工コンクリートの巻厚や背面の空洞および背面の地山状況を下記方法で調査する。 ① 地中レーダーによる覆工厚および空洞の計測 ② コアボーリング ③ ファイバースコープまたはボアホールカメラによる覆工背面状況観察
漏水調査	コンクリートの劣化原因の究明や漏水の流入経路について概略推定を行うことを目的として、下記項目調査を調査する。 ① 漏水量……………トンネル内の漏水量や漏水状態及び中央排水工や側溝等の排水状態を調べる ② 濁り……………漏水が透明なものであるか、濁ったものであるかによって、土砂が漏水とともに流出しているかについて調べる ③ 土砂流出状況調査………流出土砂の量と位置、流出土砂の種類、湧水の有無、流量について調べる ④ 微生物被害調査……………被害を受けた材料の種類や湿度、気温、水温等の環境条件について調べる
ひび割れ進行性調査	ひび割れの進行状況を確認するため、自動計測またはクラックスケールやノギスでひび割れ幅を計測する。調査は1年以上継続して実施する。
コンクリートの強度と材質に関する調査	① コンクリートの強度試験…反発硬度法を利用する方法、採取したコアによる強度試験を行う ② コンクリート中性化試験…フェノールフタレイン溶液をはつり部やコアに吹き付けて、中性化の深さを確認する ③ アルカリ骨材反応試験………使用骨材の岩種や骨材に含まれる反応性鉱物を調べることにより、アルカリシリカ反応性を間接的に推定する ④ コンクリート分析……………コンクリートの配合推定試験方法、X線回析、熱分析等の化学分析により劣化状態を確認する ⑤ 空げき率試験……………コンクリートに含まれる空気量を測定し凍結融解に対する抵抗性を確認する ⑥ 塩化物含有量試験……………コンクリート中に含まれる塩化物含有量を調査し、鉄筋等の鋼材腐食への影響を確認する ⑦ 鉄筋の劣化強度調査……………原位置におけるはつり調査、鉄筋腐食量の計測、引張強度試験等を行う
覆工断面の形状変化調査	① トンネル断面測定 ② 内空変位測定
気温調査	① トンネル内外の気温調査
地山試料試験	① 土質試験等 ・単位体積重量      ・超音波伝播速度測定 ・自然含水比        ・スレーキング試験 ・一軸圧縮試験      ・膨潤度試験 ・圧裂引張試験      ・クリープ試験 等

## 2-1-2 判定区分

### (1) 詳細調査の対象

詳細調査は、初回点検、定期点検、臨時点検で必要と判断されたトンネルを対象とする。

### (2) 詳細調査の対策区分の判定

詳細調査結果は、トンネル本体工の変状に応じて、表-2.1.3 に示す対策区分表により評価する。

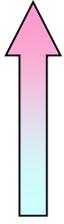
『道路トンネル維持管理便覧((社)日本道路協会)』における対策区分は、5段階(I、IIb、IIa、III、IV)に設定されているため、本マニュアル(案)も踏襲する。

### (3) 対策工の対象

対策工は、対策区分の「IV、III、IIa」判定のものを対象とする。

判定区分5段階評価(I、IIb、IIa、III、IV)のうち、通行者・通行車両に影響を及ぼすと考えられる「IIa、III、IV」判定のものを対策工の対象とする。

表-2.1.3 トンネル本体工における対策区分

対策区分 	対策区分	定義	
	IV	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態。	
	III	早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じる必要がある状態。	
	II	IIa	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。
		IIb	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態。
I	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態。		

#### (4) 詳細調査の判定基準

詳細調査を基にした各損傷の判定区分は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」に準拠して行うものとする。

##### 1) ひび割れ

ひび割れに対する評価は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じて“進行性のあるもの”と“進行性の有無が確認できないもの”と区分する。そこで、幅のある評価がされている場合は、現場の状況に応じた判定とする。

また、鉄筋コンクリート区間におけるひび割れの評価は、0.2mm～3mm 幅のひび割れに対しても今後の鉄筋の腐食の進行に影響を及ぼすことが懸念されるため、範囲中の悪い評価を採用するものとする。

表-2.1.4 ひび割れの進行性がある場合の判定の目安

箇所	位置	ひび割れ幅		ひび割れ長さ		判定区分
		3mm 以上	3mm 未満	5m 以上	5m 未満	
覆工 坑門	断面内		○	○	○	Ⅱa, Ⅲ
		○			○	Ⅲ
		○		○		Ⅳ

注) 無筋区間における判定の目安とする

表-2.1.5 ひび割れの進行性の有無が確認できない場合の判定の目安

箇所	位置	ひび割れ幅			ひび割れ長さ			判定区分
		5mm 以上	3～5mm	3mm 未満	10m 以上	5～10m	5m 未満	
覆工 坑門	断面内			○	○	○	○	Ⅰ, Ⅱb, Ⅱa
			○				○	Ⅱb, Ⅱa
			○			○		Ⅲ
			○			○		Ⅲ
		○					○	Ⅱb, Ⅱa, Ⅲ
		○					○	Ⅲ
		○				○		Ⅳ

注) 無筋区間における判定の目安とする

判定の目安における判定区分には、変状の状態により幅を持たせている。変状の状対による判定区分は下記を目安にする。

- ・縦断方法あるいは、せん断ひび割れは上位ランク
- ・横断方向ひび割れは下位ランク
- ・幅 0.5mm 程度以上のひび割れ密度が、20cm/m<sup>2</sup>程度以上の場合は上位ランク

## 2) うき・はく離

うき・はく離は「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じて評価し、利用者への影響に着目して変状の発生している部位(アーチ、側壁)に応じた評価を行うものとする。

表-2.1.6 うき・はく離・はく落に対する判定の目安

損傷状態	打音異常		判定区分	
	有	無	アーチ部 側壁部 (歩道あり)	側壁部 (歩道なし) 水平打継目
ひび割れを伴わない、あるいは叩き落しが可能	○		I	I
ひび割れを伴うが閉合の恐れなし	○	○	II b	I
ひび割れを伴い閉合が懸念される	○	○	III II b	II b
閉合しブロック化 <sup>注1)</sup> している	○	○	IV III, II a	III II a, II b
漏水防止モルタルや補修材が材質劣化 <sup>注2)</sup> している	○	○	IV III	III II a, II b
覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等の材質劣化	○	○	IV III	III II a, II b

注 1) ブロック化とは、ひび割れ等が単独またはひび割れと目地、コールドジョイント等で閉合し、覆工が分離した状態をいう。

注 2) 補修材等のうき・はく離については、本体工に生じるうきに比べてその厚さが薄いことが多いため、発生位置等を考慮し、判定することが考えられる。

注 3) 打音異常が認められない場合、一般的には対策区分 II b と考えられるが、下記の場合は対策区分 II a または III とするなどを検討することが考えられる。

- ・ブロック化の面積が大きい場合
- ・ひび割れの発生状況から落下の危険性が考えられる場合
- ・ブロック化が進行している場合
- ・劣化要因が明確な場合や寒冷地等の厳しい条件下にある場合

### 3) 突発性崩壊

突発性崩壊の評価は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じるものとする。

表-2.1.7 突発性の崩壊の恐れに対する判定の目安

覆工巻厚 (有効巻厚)	背面空洞深さ	
	大 (30cm 以上程度)	小 (30cm 未満程度)
小 (30cm 未満程度)	Ⅲ~Ⅳ	—
大 (30cm 以上程度)	Ⅱa~Ⅲ	

注 1) 本表は矢板工法による道路トンネル(二車線程度)を想定した場合の目安例である。

注 2) 判定にあたっては、背面空洞および巻厚不足箇所を平面的な広がりも考慮する。

注 3) 地山の状態や覆工の性状が比較的良好な場合は、Ⅲとして判定することができる。

注 4) 背面空洞が側面の場合、あるいは地山の状態や覆工の性状が比較的良好な場合は、Ⅱとして判定することができる。

注 5) 背面空洞の深さが 30cm 程度未満の場合は、覆工の性状や土砂流入の状態によって判定する。

### 4) 漏水

漏水の評価は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じるものとする。

なお、現地状況にて特異的な漏水が認められると判断された場合は、別途評価を行うものとする。

表-2.1.8 漏水などによる変状に対する判定の目安

箇所	主な現象	漏水の度合				車両走行への影響		判定区分
		噴出	流下	滴水	にじみ	有	無	
アーチ	漏水				○		○	Ⅱb
				○		○		Ⅱa
			○			○		Ⅲ
		○				○		Ⅳ
	つらら						○	Ⅱb
						○		Ⅲ, Ⅳ
側壁	漏水						○	Ⅱb
				○		○		Ⅱa
			○			○		Ⅱa
		○				○		Ⅲ
	側氷						○	Ⅱb
						○		Ⅲ, Ⅳ
路面	土砂流出					○	○	Ⅱb
						○		Ⅲ, Ⅳ
	滞水						○	Ⅱb
						○		Ⅲ, Ⅳ
	凍結						○	Ⅱb
						○		Ⅲ, Ⅳ

表-2.1.9 漏水の度合

漏水の度合	噴出	流下	滴水	浸出 (にじみ)
漏水状態	水圧の作用により水が噴き出している	自然流下のような状態で、連続的に水が流出している	ポタポタと落ちるような状態で、断続的に水が流出している	表面が濡れている状態で、滴水等はない
模式図				

### 5) 鋼材腐食

鋼材腐食による変状は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じて評価するものとする。

表-2.1.10 鋼材腐食による変状に対する判定の目安

所	主な原因	腐食の程度	判定区分
覆工などコンクリート中に補強用鋼材を含む構造物	塩害、漏水、中性化など	表面的あるいは小面積の腐食	Ⅱb
		浅い孔食あるいは鉄筋の全周にわたるうき錆(側壁部)	Ⅱb
		浅い孔食あるいは鉄筋の全周にわたるうき錆(アーチ部)	Ⅱa
		鋼材の断面欠損の程度が著しく、構造物としての機能が損なわれているもの	Ⅲ, Ⅳ

### 6) 変形・移動・沈下

変形・移動・沈下は、「長崎県道路トンネル点検マニュアル(案)」等に準じて評価するものとする。

表-2.1.11 変形・移動・沈下に対する判定の目安

対象箇所	部位区分	変形速度				判定区分
		10mm/年以上 著しい	3~10mm/年 進行がみられる	1~3mm/年 進行がみられる ~緩慢	1mm/年未満 緩慢	
覆工 路面 路肩	断面内				○	Ⅱb, Ⅱa
				○		Ⅱa
			○	○		Ⅲ
		○				Ⅳ

注) 変状が見られる箇所に対して定点観測を行い、変形の進行等が見つかった場合は、その結果を上表により評価する。

### 2-1-3 詳細調査の記録

詳細調査の結果に基づき、調査表を作成する。

詳細調査において、以下の調査表に記録する。

- ・様式 B-1: 判定区分評価結果
- ・様式 B-2: 変状展開図
- ・様式 B-3: 変状数量表
- ・様式 B-4: 変状写真台帳
- ・様式 B-5: 詳細点検シート

なお、調査表の記入例を「参考資料」に示す。

## 2-2 詳細調査における留意事項

### (1) 詳細調査における留意点

詳細調査を実施する際の留意点を表-2.2.1 に示す。

表-2.2.1 詳細調査の留意点

調査内容	留意事項																		
空洞・覆工厚調査	鉄筋・支保工等がある箇所の覆工背面は検知不可能であるため、コアボーリングを増やす等、別方法により空洞および覆工厚確認調査を実施する。 なお、ウレタン系注入材による空洞充填が実施されている場合、覆工レーダ探査では確認できないため、補修対策履歴の整理が重要となる。																		
漏水調査	湧水箇所については総湧水量を測定する。 なお、長大トンネルについては、側壁排水孔の位置、勾配等を考慮し適当な区間を設定し、区間湧水量を測定する。併せて降水量、融雪量を調査し、経時変化を把握する。 pH 測定において覆工表面に煤煙が付着している場合等での漏水調査では、pH 値は煤煙の科学的影響を受けた値を示す場合が多い。下記にコンクリートに接触している水の pH についての概略判断基準を示す。 表-2.2.2 pHと覆工コンクリート劣化(目安)																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>コンクリートへの作用</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.0 以下</td> <td>セメントが溶解され崩壊</td> <td>危険</td> </tr> <tr> <td>4.1~5.0</td> <td>比較的短い年月で表面がでこぼこになる</td> <td>//</td> </tr> <tr> <td>5.1~6.0</td> <td>表面がもろくなりやすい</td> <td>注意</td> </tr> <tr> <td>6.1~7.9</td> <td>コンクリートの材令が新しい間は要注意</td> <td>やや安全</td> </tr> <tr> <td>8.0 以上</td> <td>心配少ない</td> <td>安全</td> </tr> </tbody> </table>	pH	コンクリートへの作用	判定	4.0 以下	セメントが溶解され崩壊	危険	4.1~5.0	比較的短い年月で表面がでこぼこになる	//	5.1~6.0	表面がもろくなりやすい	注意	6.1~7.9	コンクリートの材令が新しい間は要注意	やや安全	8.0 以上	心配少ない	安全
pH	コンクリートへの作用	判定																	
4.0 以下	セメントが溶解され崩壊	危険																	
4.1~5.0	比較的短い年月で表面がでこぼこになる	//																	
5.1~6.0	表面がもろくなりやすい	注意																	
6.1~7.9	コンクリートの材令が新しい間は要注意	やや安全																	
8.0 以上	心配少ない	安全																	
うき・はく落調査	打音調査で抽出され利用者被害を引き起こす可能性の高いうき・はく離箇所は応急措置としてハンマー等を用いて可能な範囲で、健全部までたたき落とすこととする。																		
ひび割れ調査	前回調査時よりひび割れ長さが増大している、またはひび割れ幅が増大している等、ひび割れの形状変化に進行性が認められる場合には、変状が進行している可能性が大きいと判断されるため、ひび割れの進行性を詳細に調査する。 ① ひび割れ幅の変化……ひび割れ変位計の設置 ≫ ≫ 継続的な観測で確認 ② 段差測定……………開き、段差、ずれの三方向変位測定 ③ ひび割れ深さ、方向…はつり、コアボーリング、超音波																		

## (2) 写真撮影における留意点

○写真撮影時には、下記事項について明確に把握できるよう努める。

- ・ 変状の状況
- ・ 変状の規模
- ・ 変状の進行状況

○撮影された写真は、今後の効率的な維持管理のため、整理のしやすさや、変状の状況・規模等の判断のしやすさ等を向上させるため、以下の点に留意した撮影に努める。

- ・ 起点側から終点側に向かって撮影することを基本とする。  
ただし、起点側からの撮影では、変状の確認等が困難な場合には、「終点側から撮影」等のコメントを入れて撮影する。
- ・ 変状箇所は、継続的に同一方向から写真撮影することを基本とする。  
つまり、過去に変状写真が撮影されており、今回の調査では変状の進行が認められない場合でも、過去の写真と同一方向・同一角度から撮影し、記録として保存する。
- ・ 調査結果の判定に利用できるように、鮮明な写真撮影に努める。  
通常のデジタルカメラでは、フラッシュライトの光量が小さく、トンネル覆工表面の変状を鮮明に撮影することが困難な場合も考えられるため、変状写真撮影用カメラは、十分な光量のあるフラッシュを取り付けた一眼レフデジタルカメラ等を使用することが望ましい。

## (3) 詳細調査の記録における留意点

詳細調査は、「道路トンネル定期点検要領 令和 6 年 9 月」、「トンネル維持管理便覧 令和 2 年 8 月」に従い実施する。詳細調査の結果は、「2-1-3 調査結果の記録」に基づき下記調査表(様式 B-1、様式 B-2、様式 B-3、様式 B-4、様式 B-5)に記録し、その記録は、データベース「長崎県道路情報管理システム」に登録するものとする。

- ・ 様式 B-1: 判定区分評価結果
- ・ 様式 B-2: 変状展開図
- ・ 様式 B-3: 変状数量表
- ・ 様式 B-4: 変状写真台帳
- ・ 様式 B-5: 詳細点検シート

## 第3編 道路トンネル補修・補強編

### 3-1 対策工の基本方針

道路トンネルの補修・補強は、「予防保全」の考え方を取り入れることにより、道路網の安全性・信頼性の確保を図る。

定期点検または詳細調査による健全性の評価に基づき、必要な箇所の対策を実施し、トンネルの変状ごとに、トンネル構造物の低下した機能を回復させるための適切な補修工法を選定する。

- 補修・補強対策は、定期点検または詳細調査における対策区分の判定が「Ⅱα、Ⅲ、Ⅳ」判定のトンネルについて実施する。
- 補修・補強対策の工法選定は、ひび割れ、漏水、うき・はく離、路面損傷等の変状項目に応じて適切に行う。
- 常に最新の技術を導入し、より効率的・効果的な対策工を選定することにより、ライフサイクルコストを縮減する。
- 地震や地すべり等の発生により、地山から予想外の外力が作用したことによる変状や、通行に支障を与える恐れのある亀甲状・格子状のひび割れが生じた場合には、その原因や進行の程度を直ちに調査・検討し、補修・補強対策により耐久力、耐荷力の向上を図り、安全で確実な対策を講じる。

### 3-2 トンネル変状別の対策工法の選定

#### 3-2-1 対策工の選定フロー

トンネルの補修・補強対策工選定に際しては各変状における補修対策工の選定フローを図-3.2.1に示す。選定フローは標準的な対策工選定の目安であり、各トンネルの変状状況等により最適な工法の検討を実施すること。

トンネルの補修・補強対策工選定に際しては次頁に示す適用基準類も参照すること。

【覆工変状種類による補修・補強対策の選定フロー】

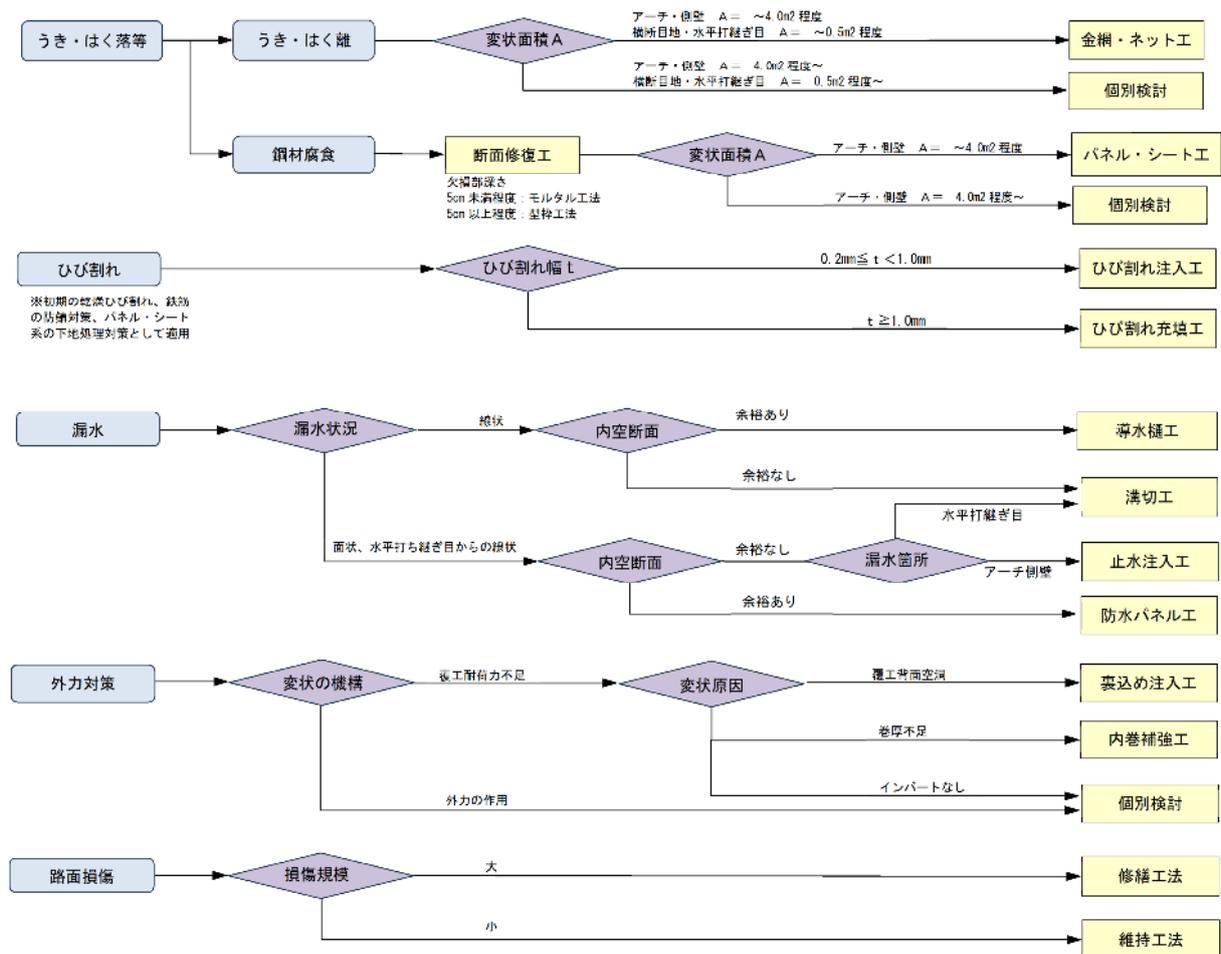


図-3.2.1 道路トンネル本体の補修・補強対策フロー

【補修・補強工 適用基準の例】

- 道路トンネル定期点検要領（技術的助言の解説・運用標準）国土交通省 道路局 令和6年3月
- 道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和2年度版（令和2年8月 日本道路協会）
- 道路トンネル定期点検要領（令和6年9月 国土交通省 道路局 国道・技術課）
- 2016年制定 トンネル標準示方書[共通編]・同解説/[山岳工法編]・同解説（平成28年7月 土木学会）
- 土木研究所資料「道路トンネル変状対策工マニュアル(案)」（平成15年2月 土木研究所）
- 矢板工法トンネル背面空洞注入工設計・施工要領（平成18年10月 東・中・西日本高速道路株式会社）
- トンネルライブラリー第12号 山岳トンネル覆工の現状と対策（平成14年9月 土木学会）
- コンクリートのひび割れ調査、補修、補強指針2022（令和4年6月日本コンクリート工学会）
- 土木工事設計要領 第3編道路編（令和5年4月 九州地方整備局）
- 設計要領 第一集（令和5年7月 東・中・西日本高速道路株式会社）
- 設計要領 第三集（令和5年7月 東・中・西日本高速道路株式会社）
- 舗装の維持修繕ガイドブック2013（H25年11月日本道路協会）

### 3-2-2 うき・はく離箇所

#### (1) 対策工の考え方

うき・はく離箇所は、経年による材質劣化により落下が懸念されるため、利用者の通行に影響を及ぼすと考えられることから対策を講じる必要がある。

#### (2) 対策工の対象範囲

対策工の対象は、健全性評価の判定区分「Ⅱa～Ⅳ」と判定され、通行者及び通行車両への影響が懸念されるスパンを対象とする。

#### (3) 対策工の選定

うき・はく離・はく落箇所の対策は覆工構造を踏まえ表-3.2.1に示す対策を行うものとする。

表-3.2.1 うき・はく離・はく落箇所の対策工

損傷状況	判定区分	対策工の考え方
うき・はく離	Ⅱa、Ⅲ	はく落防止対策工（金網・ネット工）
はく落跡	Ⅱb	状況によって対象とする
鋼材腐食	Ⅱa、Ⅲ	はつり落とし → 断面修復 → はく落防止対策工（パネル・シート工）

#### ◆断面修復工

鉄筋区間のはく落箇所、鉄筋露出箇所は、鉄筋かぶり確保のために断面修復工を行う。

断面修復面積が比較的小さい箇所の断面修復工は下記工法とする。

モルタル工法

また、修復材料は材料費も比較的安価なうえ、接着性も高く曲げ引張強度が大きい「ポリマーセメントモルタル」とする。

なお、欠損部が深さ5cm以上となる場合は「型枠工法」を採用する。

#### ◆はく落防止対策（うき・はく離部）

はく落防止工は比較的安価であり近年の実績も多く、施工後の観察が容易に行える下記工法とする。

金網・ネット工

なお、金網・ネット工は、はく落物の支持効果は期待できるが、覆工材料の劣化の進行を予防する効果は期待できないことから、5年に1回の頻度で近接目視によって行われる定期点検によって金網・ネット工の対策効果を確認する必要がある。



写真-3.2.1 FRPメッシュシート施工例

◆はく落防止対策（鋼材腐食）

鋼材腐食箇所は、金網・ネット工が適用外であることから、下記工法を採用する。

パネル・シート工

選定においては、補修後も変状の目視確認が可能な工法を選定することを推奨する。

なお、対策範囲が大きい場合等により、上記工法では安全性が確保できない場合は「内面補強工」を採用する。

### 3-2-3 ひび割れ箇所

#### (1) 対策工の考え方

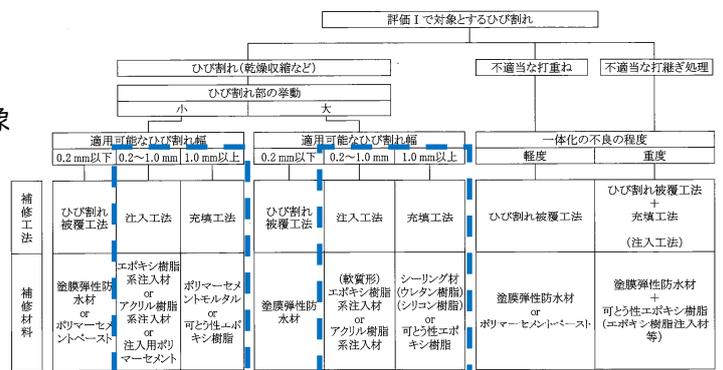
経年で粉じん等が付着した無筋コンクリートのひび割れに対し、ひび割れ注入工を単独で適用しても、対策効果が確認出来ない。このため、鉄筋コンクリート覆工の鉄筋防錆対策または「パネルエ・シート工」の下地処理のみに限って適用とする。なお、建設直後の段階でのひび割れ補修としては、粉じん等の付着もないと考えられることから、単独での適用可能とする。

#### (2) 対策工の対象範囲

対策工の対象は、健全性評価の判定区分「Ⅱα～Ⅳ」判定とされたものを対象とする。

ひび割れ幅は構造鉄筋の有無によって対象とするひび割れを変える。

- 鉄筋区間 …幅0.2mm以上のひび割れを対象
- その他区間…幅3mm以上のひび割れを対象



※「評価Ⅰで対象とするひび割れ」とは乾燥収縮や水和熱によるひび割れなど、竣工から数年以内には収束すると考えられるひび割れをさす。

図-3.2.2 ひび割れ補修工法の選定例

#### (3) 対策工の選定

出典：日本コンクリート工学会 コンクリートのひび割れ調査、補修、補強指針 2022 pp.114

ひび割れ対策は、接着性・耐久性に優れ、ひび割れ深部まで充填可能な対策が必要である。

よって、対策工は微細部までの浸透性が期待でき接着効果が高い下記工法とする。

#### 自動式低圧樹脂注入工

なお、1mm以上のひび割れに関しては、自動式注入工の適用が困難なため、「ひび割れ充填工(シーラント系)」を計画する。

#### ひび割れ充填工(シーラント系)



写真-3.2.2 自動式低圧樹脂注入工例

#### 【エポキシ樹脂注入材料】

エポキシ樹脂注入の材料は、トンネル覆工におけるひび割れの進行性の有無により評価し、トンネル覆工のひび割れの進行が完全に停止したと評価することは困難なため、次の材料とする。

- 日変化または温度変化によるひび割れの挙動および構造に起因するひび割れの発生を対象とし、異常なひび割れ幅の進行がないもの … エポキシ樹脂注入材 1種
- 完全にひび割れの進行が止まった保証が得られない場合 … エポキシ樹脂注入材 2種
- ひび割れ幅の増加が進行している場合 … エポキシ樹脂注入材 3種

表-3.2.2 ひび割れ注入材選定表

項 目		単位	1 種	2 種	3 種	試験方法	
ひび割れ進行区分 <sup>注1)</sup>		—	進行度 A	進行度 B	進行度 C	—	
ひび割れ幅 <sup>注2)</sup>		mm	0.2～5.0	0.2～5.0	0.2～5.0	—	
未硬化の 注入材	粘度 (×10 <sup>-3</sup> ) ※	Pa・S	1,000 以下	—	1,000 以下	JIS K 6833	
	チキソトロピック係数 <sup>注3)</sup> ※	—	—	4±1	—	JIS K 6833	
	可使用時間 <sup>注4)</sup> ※	min	30 以上	30 以上	30 以上	温度上昇法 <sup>注4)</sup>	
	収縮率	%	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	JIS A 6024	
硬化した 注入材	伸び率	%	—	50 以上	100 以上	JIS K 7113	
	モルタル 付着強さ	乾 燥 面	N/mm <sup>2</sup>	6 以上	6 以上	6 以上	JIS A 6024
		湿 潤 面	N/mm <sup>2</sup>	3 以上	3 以上	3 以上	JIS A 6024
	付着力耐久性保持率	%	60 以上	60 以上	60 以上	JIS A 6024	

※ これらの項目については、施工条件等を勘案の上、必ずしも基準値を満足する必要がないものと判断される場合には、参考値として取り扱うことができるものとする

注 1) ひび割れ進行区分

進行度 A：日変化または温度変化によるひび割れの挙動および構造に起因するひび割れの発生を対象とし、異常なひび割れ幅の進行がないもの。

進行度 B：完全にひび割れの進行が止まった保証が得られない場合。

進行度 C：ひび割れ幅の増加が進行している場合。

出典：東・中・西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領,pp.Ⅲ-30 令和2年7月

### 3-2-4 漏水箇所

#### (1) 対策工の考え方

施工継目およびひび割れ箇所からの漏水は、利用者の通行に支障を及ぼす他、漏水を放置した場合にコンクリートの劣化を促進させることが懸念されるため、漏水対策を講じる必要がある。

#### (2) 対策工の対象範囲

対策工の対象は、健全性評価の判定区分「Ⅱa～Ⅳ」と判定され、通行者及び通行車両への影響が懸念される“滴水”程度以上の漏水が生じているスパンを対象とする。

#### (3) 対策工の選定

漏水部の対策は漏水量や内空断面余裕の有無、漏水の状態(線状、面状)などを踏まえ選定するものとする。

#### ◆内空断面余裕なし（線状の漏水・水平打ち継ぎ目部）

経済的で、かつ、歩行者などへの影響のない  
下記工法とする。

溝切り工

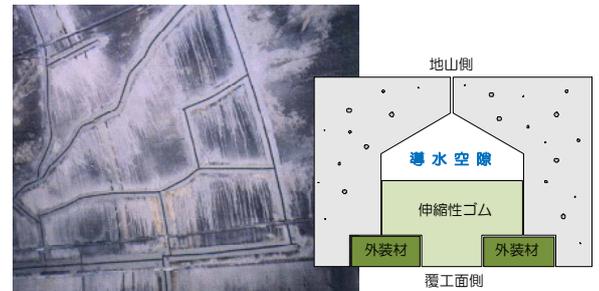


図-3.2.3 溝切り工施工例  
(伸縮性ゴム(凸型)による工法)

#### ◆内空断面余裕なし（面状・複数ひび割れからの漏水）

覆工に過度な溝切り工を適用すると、覆工自体の耐荷力の低減を招く恐れがあることから、止水注入工と組合せを行い対策する。

溝切り工、高圧止水工

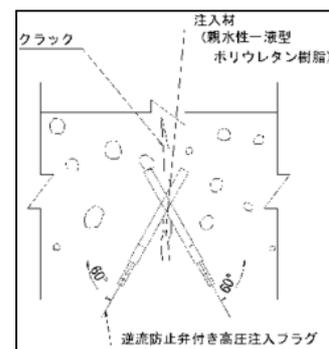


図-3.2.4 高圧止水工施工例  
(ポリウレタン樹脂注入工(溝切り型))

なお、山岳工法で施工されたトンネルにおいては、止水注入工対策を適用することで、覆工と防水シートの間隙に地下水が滞り覆工に水圧が作用する可能性があることから、十分留意の上、採用をすること。

◆内空断面余裕あり（線状の漏水）

施工性も良く大量出水時の即応性も高く、設置後の着脱も容易である、下記工法を採用する。採用に当たっては覆工面の目視確認が可能となる工法とする。

溝切り工、導水樋工

◆内空断面余裕あり（面状の漏水）

内空断面に余裕があり、漏水箇所が広範囲に広がっている場合やひび割れの方向性が一定しない場合には、導水工より導水効果の優れる、下記工法とする。

溝切り工、防水パネル工

### 3-2-5 外力対策（覆工耐荷力不足）

#### （1）対策工の考え方

外力による変状については、調査を実施して、変状原因の究明や変状の進行度合いを把握した上で、対策工を検討する必要がある。

対策工の選定においては、トンネル建設時の設計・施工情報、トンネル施工方法（矢板工法、山岳工法）、地山状況に関する資料および維持管理履歴を考慮する必要がある。

#### （2）対策工の対象範囲

対策工の対象は、健全性評価により「Ⅱα～Ⅳ」までのスパンを対象に行うことを原則とする。なお、外力対策は覆工スパン単位で適用する必要がある。

#### （3）対策工の選定

トンネル内空の建築限界を確保できるものを適用することを基本とする。内空断面に余裕のないトンネルについては、対策工法の選定に十分注意する必要がある。

#### ◆覆工背面空洞

空洞部の対策は「裏込め注入工」とし、覆工と地山を密着させ覆工に均等な荷重を作用させることで、覆工および周辺地山の安定性の向上を図る。

注入材料は、自己流動性が小さく、かつ加圧することによる流動化が容易で、漏出・逸走防護に対する工費や工程の縮減が可能であり、また、地下水等による材料分離がなく漏水箇所などへの適用も可能な材料を選定する。

【裏込め注入工】（注入材、注入工法は適宜選定する）

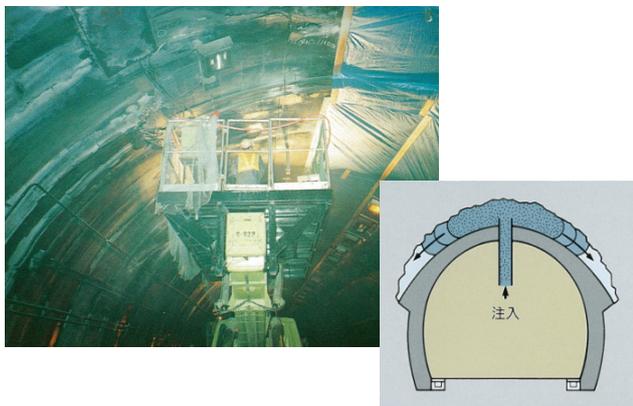


図-3.2.5 空洞注入工施工例  
（可塑性エアモルタル注入工の例）

◆覆工厚不足

(1) 対策工の考え方

覆工厚が不足する箇所や、地すべり等の予想以上の外力が働いた場合、または亀甲ひび割れおよび格子状ひび割れ等の進行性ひび割れ箇所については、空洞保持機能が十分でない可能性が高い。また、空洞充填を行う場合においても、覆工背面に注入材の自重が作用することにより、覆工の崩落が懸念される。

したがって、空洞保持機能が十分でないトンネルにおいては、図-3.2.6に示す対策工を参考に必要な対策工を検討するものとする。

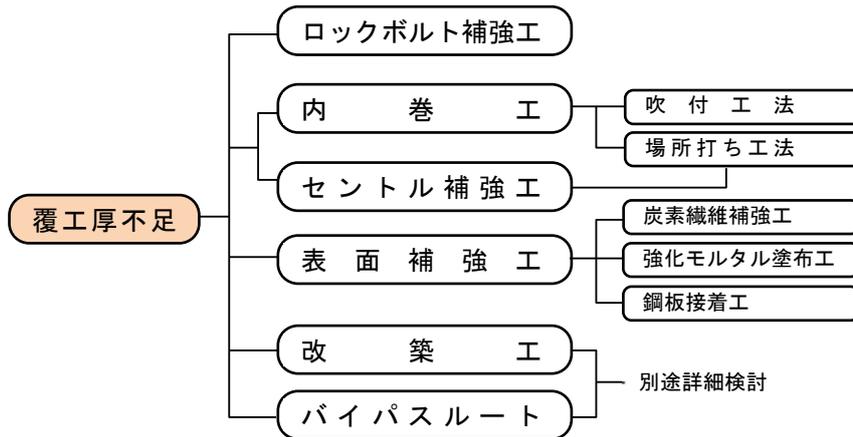


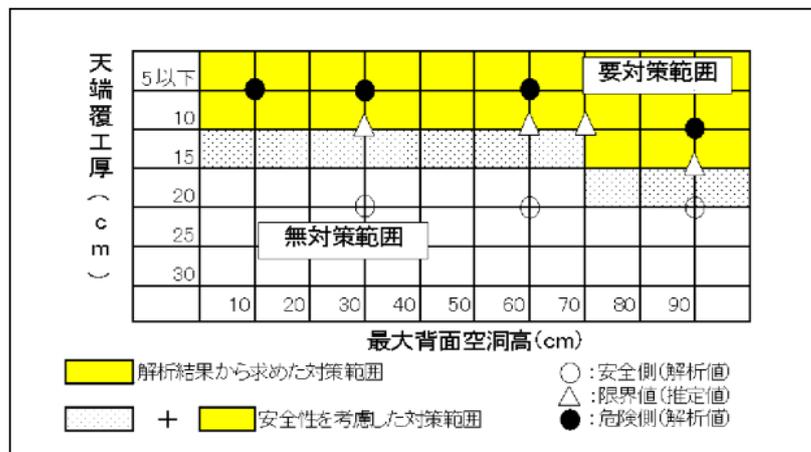
図-3.2.6 覆工厚不足等の対策の区分

出典：東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領第三集トンネル編- pp.4-2,令和5年7月

なお、対策対象箇所は、トンネル建設時の施工時点、検査時点で覆工厚に問題がなかった箇所が対象であり、トンネル供用後の維持管理で大きな変状は確認されなかった箇所である。

また、詳細調査の覆工厚・背面空洞調査時において、覆工厚が部分的に設計覆工厚より不足する箇所が確認された場合には、部分的な補修・補強対策を行う。

なお、覆工厚に関しては一般的な目安として、図-3.2.7のような考え方が示されている。



※ 覆工厚20cm未満の場合、表面補強工を実施する。

出典：東・中・西日本高速道路株式会社：矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計・施工要領- pp.6,令和6年7月

図-3.2.7 背面空洞高に対する対策を必要とする天端覆工厚の目安

表-3.2.3 変状原因に対する外力対策工の一般的な適用区分の目安

変状の機構		外力の作用								覆工耐荷力の不足		備考	
		緩み土圧	膨張性土圧	偏土圧・斜面のクリープ	地すべり	支持力不足	水圧	凍上圧	近接施工	覆工背面空洞	巻厚不足		インバートなし
対策の分類と種類													
支保材による保持対策	補強セメント工	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	
覆工内面の補強対策	内面補強工	○	○	○	○		△		○		○		
	内巻補強工	吹付け工	△	△	△	△		△	△	△	△	○	
	場所打ち工他	○	○	○	○		○	○	○	○	◎		
漏水対策	地下水水位低下工				△※		○	△				※排水ボーリングとして坑内から施工する場合がある	
凍結対策	断熱工							◎					
覆工背面の空洞充填対策	裏込め注入工	◎	◎	◎	○		○	○	○	◎			
地山への支持対策	ロックボルト工		◎	◎	○	○		△	○			△	
	アンカー工		◎	◎	○	○		△	○			△	
地山改良対策	地山注入工					△※	△					※地山の細粒分の吸出し防止により沈下対策として有効な場合がある	
覆工改築対策	覆工改築工	○	○	○	○	○	△	△	○	○	◎	部分改築または全面改築	
	インバート工		◎	○	○	◎	△	△	△		◎	インバート新設または改築	

【凡例】◎：非常に有効、○：有効、△：場合により有効、▽：主に応急対策

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.290,令和2年8月



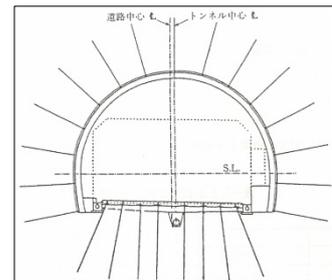
鋼板接着工法

トンネル壁面に鋼板を取付ける。また、必要に応じてロックボルトによる補強を併用する。



炭素繊維補強工法

トンネル壁面に炭素繊維を取付ける。



ロックボルト工法

トンネル壁面または路面に対してロックボルトを打設する。

図-3.2.8 トンネル本体工 補強対策工の対策事例

### 3-2-6 新技術の活用

今後、修繕を行う全てのトンネルにおいて、新技術の活用により、コスト縮減およびトンネル維持管理の高度化・効率化を目指す。

活用方法は道路トンネル定期点検要領、道路トンネル維持管理便覧、本マニュアル(案)を参考に検討すること。また、一定の期間が経過すると NETIS(新技術情報システム)掲載終了となる新技術もあることから、活用にあたっては、最新の NETIS に掲載されている工法やその他メーカーの新製品・新工法等で従来技術と比較してコストの縮減や施工・維持管理の効率化等が期待される技術を活用すること。

## 第4編 施工上の留意点編

## 4-1 施工上の留意点

### 4-1-1 外力対策工

#### (1) 裏込め注入工

- ①注入箇所作業員は、注入孔、確認孔及び覆工表面を常時監視し、覆工の変形、ひび割れの進展等の異常が発生した場合は、直ちに注入を停止し、状態に応じて個別に必要な処置を行う。
- ②供用車線への注入材の漏出、飛散には十分注意し、大きなひび割れからの漏出防止措置を講ずる必要がある。  
(ひび割れのシール、シート養生他、注入材の特性によって対応は異なる。また、漏出防止措置として、横断目地部等をシールした場合には、施工後にシール材を確実に撤去する必要がある。)
- ③注入材が流出する恐れのある側溝あるいは中央排水管等については、注入作業中および毎日の作業終了時に点検し、注入材が流出していないことを確認する。また、トンネル坑内の排水に注入材が混入することで環境に影響を及ぼす可能性がある場合は、事前に排水の水質基準・監視方法を定めて、これに準じて監視を行う。
- ④多量の漏水がある場合、水抜き孔等で水を切り回す等の措置が必要である。また、降雨などによりトンネル内の漏水が増加している場合には、注入作業中断の検討が必要である。
- ⑤覆工面などに付着した注入材は、硬化後にはく離し落下する恐れがあるので、完全に除去が必要がある。
- ⑥注入管や注入孔内に残った注入材料等が、将来落下しないよう以下に示すいずれかの処置を講ずる必要がある。
  - a)注入管の設置時に、取付け器具を用いコンクリートアンカーで注入管を覆工コンクリートに固定する。また注入後にネジプラグ(接着剤をネジ部に塗布し将来、緩まないように処置)で管を閉塞する。
  - b)覆工コンクリートより突出した注入管は切断し、樹脂モルタル等で孔口を平滑に仕上げる。また樹脂モルタル等が将来はく落しないようにステンレス板(ステンレス製コンクリートアンカー併用)で覆う。
  - c)注入孔位置で、引き続き当て板工(パネル系、繊維シート系)等の対策によって、注入管や注入材が落下する恐れがない場合は、各対策工の下地処理工に準じて個別に処置する。
- ⑦覆工厚が20cm以下のスパンにおいては覆工補強を行うこととする。基本的にはアーチ全面の補強とするが、アーチ肩部の削孔を行い、覆工厚を確認し、補強範囲の検討を行うことが望ましい。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.321-329,令和2年8月

## (2) 炭素繊維補強工

- ①炭素繊維シートの含浸・接着樹脂は、一般にエポキシ樹脂が使用されており、この施工可能な最低気温、最高気温は以下の通りである。  
最低気温:5℃  
最高気温:上限はないが、気温が高いと樹脂の使用可能時間が短くなるので注意が必要となる。
- ②5℃以下で施工を行う場合は、加温養生を行い、環境温度を5℃以上に保つ必要がある(冬用含浸・接着樹脂を使用)。
- ③樹脂性能上は35℃を越えた施工を行っても問題ないが、使用可能時間が極端に短くなるので、含浸時に十分注意を払う必要がある(夏用含浸・接着樹脂を使用)。
- ④近年5℃以下でも連続繊維シート施工が可能な樹脂(MMA樹脂や低温硬化エポキシ樹脂等)が開発されており、-10℃までの気温までは加温養生無しで施工可能な場合がある。この場合、樹脂メーカーにより施工可能温度や施工方法が大きく異なるため、各メーカーの指示に従った施工が必要である。
- ⑤含浸・接着樹脂は強度発現に時間を要する。このため施工直後に大型車の高速走行やジェットファン稼働による風圧上昇等によって、繊維シートがはく離する恐れがある場合は、一時的に平鋼等で端部を仮押さえしておく必要がある。

出典:日本道路協会:道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.304-308,令和2年8月

## (3) 鋼板接着工

- ①覆エコンクリートの劣化が著しく、コンクリートの強度が小さい場合には、覆エコンクリートとの接着やアンカーの定着が不十分となり、補強効果が得られない場合があるため注意を要する。
- ②鋼板やボルトはステンレス等の耐食性の高い材料を用いる。
- ③鋼板は繊維シートや成形版接着工と比較して、重量が大きく、施工性も劣るので、侍従を考慮した設計、施工計画を立案する。
- ④ボルトは、健全な覆エコンクリート部に確実に固定する。接着系アンカーは使用しない。
- ⑤鋼板を一部分に施工することはできるだけ避けることが望ましい。なお、やむを得ず使用した場合は、脱落の危険性がないか点検時に確認する。

出典:日本道路協会:道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.311,令和2年8月

#### (4) ロックボルト工

- ①ロックボルト工の計画に当たっては、トンネルの状態、地山条件、湧水条件、施工条件等により、補強範囲、ロックボルトの配置、ロックボルトの種類、長さ、材質等を設計し、施工機械、施工方法等を選定する。
- ②矢板工法で施工されたトンネルでは、覆工コンクリート背面の矢板や鋼アーチ支保工等が穿孔の支障となる場合があるため、それらの位置や間隔について、竣工図や調査によって確認しておく。また、矢板工法で施工されたトンネルでは、覆工背面に空洞があることが多く、ロックボルトの定着材がリークする可能性が高いため、事前に覆工背面の空洞を裏込め注入工で充填する。
- ③ロックボルト工が効果を発揮するためには、周辺地山に対して確実に定着させ、十分な定着力を得るが、未固結な土砂地山（洪積層、強風化層）や粘土化した破碎帯等の極端に軟弱な地山に対しては、補強効果が発揮されないこともある。このような地山では、事前にロックボルトの試験施工を行い、引き抜き試験によって定着状況を確認する。
- ④地山からの湧水が多い場合には、定着材が流出するなどの問題が生じることもあるため、事前に湧水状況を把握しておく。湧水が多いロックボルト孔に対しては、通常のもルタル系定着材では流出するおそれがあるため、定着材の選定には注意が必要であり、発泡樹脂型、カプセル型、防錆処理を行った鋼管膨張型等で対処する。また、湧水量によっては、そのロックボルト孔の下部に水抜き孔を設けて導水処理を施すなど、湧水処理が必要となる場合もある。
- ⑤変状の進行が著しい場合には、トンネル周辺地山の劣化範囲を確認する。覆工背面の地山の緩みが大きく、ロックボルトの定着が不完全となり、目的とする効果を発揮できないような場合には、地山注入工の併用を検討する。
- ⑥削孔水により地山をみだすことが懸念される場合は、無水削孔方式を採用するなど、削孔方法に留意する。
- ⑦穿孔時に孔壁が自立しない場合は、ロックボルトの挿入や定着材の重点ができず、十分な定着効果が得られないため、自穿孔タイプのロックボルトを使用する。
- ⑧ロックボルト工の穿孔の際には、山岳トンネル工法の場合、防水シートを貫通するため、ロックボルト孔から湧水が出る場合がある。そのため、湧水が懸念される箇所においては、覆工コンクリートへの漏水対策を検討しておく。
- ⑨覆工コンクリートの劣化が著しく、はく落の危険がある場合には、ロックボルトの反力体として覆工に応力伝達が可能なように、鋼板等の当て板工を併用する。また、覆工コンクリートにはく離や劣化が見られる場合には、事前にはつり落とし工や断面修復工を行う。
- ⑩ウレタン系の定着材等、定着方式に注入式を用いる場合には、注入厚によるひび割れの進行等が懸念されるため、覆工コンクリートへ影響を及ぼさない注入圧で施工する。また、鋼管膨張型のロックボルトを用いる場合も覆工への過大な圧力が生じないように、保護パイプを使用するなどの対応が必要である。

- ①車線規制等で作業スペースが狭い場合、標準的なガイドセルでは作業スペース内に収まらないことが多いため、短いガイドセルを搭載するか、標準的なガイドセルを切断・加工するなどの改造が必要となる。また、作業スペースよりも長尺のロックボルトを施工する場合には、1回の穿孔でロックボルト孔全長を穿孔できないため、削孔ロッドやロックボルトの継ぎ足しが必要であり、施工性の低下を考慮して計画する。
- ②車線規制での活線作業では、作業に伴う排気ガスや粉塵の発生、削孔水や定着材の飛散・流下、作業範囲からの穿孔機械のはみ出し等によって通行車両の通行を阻害しないよう、防護対策を講ずる。削孔水の飛散・流下対策として無水削孔機が用いられる場合や、定着材の飛散・流下対策として鋼管膨張型のロックボルトが用いられる場合もある。
- ③ロックボルトのねじ部、ナット部およびプレートは、覆工内面に突出するため、防錆処理を行った材料を使用することが望ましい。また、ナットやプレートが脱落しないような対策を適用することが望ましい。脱落防止対策としては、金網・ネット工を適用している事例がある。内空余裕が少ない場合には、ロックボルトの頭部処理を行う。頭部処理として、座掘りをして覆工内に頭部を埋め込む方法が用いられる場合や、座掘り部に断面修復をした後、繊維シートを貼る事例もある。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.329-331,令和2年8月

## 4-1-2 はく落防止対策工

### (1) はつり落とし工

- ①はつり落とし工の施工に先立ち、近接目視点検、打音検査等により、覆工の劣化状況を的確に把握し、除去範囲を決定する。
- ②はつり落とし工に使用される工具・機械の選定にあたっては、除去する対象面積等の施工条件を十分に調査したうえで、目的に合った工具・機械の中から、現地での施工性や経済性を考慮し、適切な機種を選定する。
- ③はつり落とし工の施工後には、近接目視点検、打音検査により、はつり落とし範囲及び周辺部を含めた覆工コンクリート表面にうき・はく離部分が残っていないことを確認する。
- ④はつり落とし工を単独で補修対策とする場合には、はつり落とした部分の覆工コンクリート表面に、劣化防止のためのコーティング剤や改質材（セメント系または樹脂系）を塗布あるいはスプレーしておくことが望ましい。また、はつり落としの深さ制限まで覆工コンクリートを除去しても、うき・はく離部や濁音部が残る場合には、別途はく落対策工を検討する。
- ⑤本対策工として、はつり落とし工を単独で用いる場合の、はつり落としの限界深さは、現状の山岳トンネル工法の場合 5cm 程度、矢板工法の場合 10cm 程度以下を目安としているのが一般的である。また、切削の場合のはつり落としの範囲は 1 箇所 0.5m<sup>2</sup> 程度を上限とするほうが望ましい。
- ⑥解体をする場合は、既設の覆工コンクリートの耐荷力が低下している箇所、はつり落としの施工範囲が広い箇所等、覆工コンクリートの劣化の程度によっては、覆工コンクリートを構造的に不安定化させるおそれがあり、覆工の一部が抜け落ちたり、それに起因して背面土砂が崩落したりする危険性がある。そのため、必要に応じて、裏込め注入工、地山注入工、ロックボルト工等の補強対策を事前に施しておく。また、片側車線規制下の施工においては、必要に応じて、防護セトルやシェルター等で適切な防護措置を施しておく。
- ⑦大きな打撃を与えてはつる方法は、打撃の規模によっては、コンクリート内に新たに微細なひび割れを誘発する懸念があるため、注意する。
- ⑧劣化やはく離が著しく、はつり落としによって覆工の機能を損なうおそれのある場合には、ほかの対策工との併用を検討する。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.337-338,令和 2 年 8 月

## (2) 断面修復工

- ① 欠損箇所が比較的浅く広範囲の場合には、ポリマーセメントモルタル等を吹き付ける塗布工によって断面修復することが効率的である。
- ② 断面修復工は、劣化の原因、劣化の状況、漏水状況等を勘察し、補修断面の大きさ、深さ、施工性、経済性を考慮して、覆工コンクリートとの接着性、補修材料の耐久性等、補修材料の持つ特性を評価して、最適な施工方法、補修材料を選定する。
- ③ 断面修復工に用いる補修材料には、覆工コンクリートとの一体性を確保するため、じゅうぶんな接着力と無収縮性を持ち、覆工コンクリートと同程度以上の強度が必要となる。また、冬の低温期、夏の高温期に施工する場合は、使用材料の適用温度を確認したうえで施工する。
- ④ 既設の覆工コンクリートと補修材料との付着力が不足していると、補修材料そのものがはく落する可能性があるため、十分な付着力を確保する。そのため下地処理と漏水処理は念入りに行う。また、覆工コンクリートのうきや劣化部分を除去するとともに、表面のほこり、煤煙、遊離石灰、エフロレッセンス、バクテリアスライム等の付着物、汚れを除去し、プライマーを塗布する。
- ⑤ 断面修復箇所にも漏水がある場合は、止水または導水するとともに、水抜き孔等によって漏水量を低減させ、修復箇所を乾燥状態にする。
- ⑥ 上向きで施工する場合や断面欠損箇所が深く広い場合には、金網や鉄筋、アンカーボルト等を併用して覆工との一体化を図る。金網や鉄筋、アンカーボルト等を用いる場合には、飛沫塩分や周辺環境を考慮した必要なかぶりを確保する。必要なかぶりが確保できない場合には、防錆対策を施した鉄筋や FRP メッシュ等の発錆しない材料を用いる。
- ⑦ 横断目地や水平打ち継ぎ目をまたいで断面修復する場合には、温度収縮によって、修復箇所にひび割れが生じやすいため、目地板（ゴム発泡体等）をあらかじめ設置し、横断目地や水平打ち継ぎ目は縁切りを行う。
- ⑧ 断面修復箇所が広い場合や施工直後に車両通行がある場合等には、未固化状態の修復材料が落下するおそれがあるため、養生方法を十分検討し、落下に耐える初期付着強度を有する補修材料を選定する。
- ⑨ 断面修復工の補修材が経年劣化して、修復材料自体がはく落するおそれがある。このため、断面修復工を施工した箇所では、修復材のはく落防止の観点から、当て板工を併用して修復材を被覆する。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.339-340,令和2年8月

### (3) 金網・ネット工

- ①金網・ネット工の施工範囲は、変状箇所を包含し、四方に最低 50cm 程度以上の設置余裕しを確保する。
- ②金網やネットの継ぎ目は、金網や樹脂ネットでは網目の 2 倍以上、FRP メッシュや FRP 格子筋では網目以上、かつ 50mm 以上重なるようにラップさせる。また、継ぎ目はアンカープレート等で押さえる。
- ③施工範囲が広い場合や、アーチ肩部等の内空断面の余裕が少ない箇所では、平鋼や形鋼等の当て板工を併用し、あるいはアンカーボルトを密に設置するなどして、金網やネットがたわまないように確実に固定し、万一車両が接触した場合でも、破損・落下しないように注意する。
- ④覆工コンクリート表面の凹凸が激しい場合や、アーチ覆工の曲率が小さい場合には、アンカーボルトの本数を適宜増やして、覆工コンクリート表面と金網やネットを密着させる。
- ⑤網目より細かい小さな覆工片のはく落の危険性がある場合には、FRP メッシュや、別途当て板工の適用を検討する。
- ⑥金網工を本対策で用いる場合には、防錆対策が必要である。また、ネット工も同様に延焼性や自己消火性、発生ガスに対して安全性の高い材料を使用することが望ましい。また、漏水等に対して耐食性、耐久性のある材料を使用することが望ましい。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.344-345,令和 2 年 8 月

#### 1) FRP メッシュ工

- ①覆工面については、凸凹程度が大きく、施工に支障がある場合は断面修復工を検討することとする。
- ②電気設備などの添加物がある場合は、必要により防護等の措置を講ずるものとする。
- ③FRP ネットは変形するとその性能を満足しない恐れがあるため、FRP ネットの設置にあたっては、緩み、たるみが生じないように留意する。
- ④アンカー孔の削孔にあたっては、所定のピッチ、経、深さを満足することとし、覆工面に対して垂直に施工する。
- ⑤FRP ネットの継手箇所は、1 網目重ねることとする。
- ⑥充填材による確実な充填を確認するために、口元でのリターン確認を確実に行うこととする。
- ⑦坑口部及びその周辺では耐候性（とくに耐紫外線）を有する材料を用いることが望ましい。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.344-345,令和 2 年 8 月

#### (4) パネル・シート工

- ①繊維シートをアーチ部に施工する場合は、定着余裕長して変状部の周囲に覆工巻厚(実際の覆工巻厚が不明な場合には設計巻厚)+20cm 以上かつ、50cm 以上定着余裕長を確保する。
- ②覆工スパン(横断目地部)をまたいで繊維シートを設置することは、気温変化にともなう目地の伸縮や、漏水が発生することがあるため、できるだけ避ける。
- ③漏水が多いトンネルの場合は、止水対策を行った後、繊維シートを接着する必要があるが、繊維シート背面に際漏水することで繊維シートがはく離する場合がある。とくに、寒冷地ではこれが凍結膨張して容易に繊維シートがうき上がるおそれがある。そのため、漏水が多い場合は、防湿孔の施工や、導水工、止水工との併用が必要である。
- ④アンカーボルトの設置位置は、打音検査等で確認し、覆工コンクリートの健全な箇所とする。
- ⑤鋼板を用いる場合には、応急対策等の短い期間に限定した適用を除き、防錆処理を行うか、ステンレス製品を使用する。アンカーボルトも電蝕の問題から当て板工として使用する鋼材と同様の材料を用いる。  
なお、形鋼や鋼板のアンカーボルト固定用の穴加工等は、防錆処理前に行うことが望ましい。現地合わせ等で防錆処理後に加工を行った場合には、必ず防錆剤を塗布する。
- ⑥FRP 板を用いる場合には、耐候性、耐火性を有するものを使用する。
- ⑦形鋼を用いる工法以外は、内空断面に余裕が少ない場合でも適用可能であるが、車両接触による破損、落下に対して十分に注意が必要である。
- ⑧鋼板や可視化できないシートを用いた場合、変状箇所を覆ってしまうため、覆工コンクリート表面に新たなひび割れが発生した場合、確認できない。そのため、点検時には、補修部材自体の状態とともに周辺の覆工コンクリートの状態も確認する。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.346-348,令和2年8月

## (5) ひび割れ注入工

- ①樹脂系材料では、ひび割れ幅の動きがほとんどなく、ひび割れ接着を目的とした場合には硬質樹脂系注入材を使用する。また、ひび割れ幅の動きが大きい場合には、伸び率の大きな軟質樹脂系注入材を使用し、ひび割れ箇所が若干湿潤している場合には、湿潤面対応型の樹脂系注入材を用いる。さらに、微細なひび割れに対しては、自己浸透性のある注入材を用いるなど、ひび割れの状況に応じて適切な注入材を選択する。
- ②二液タイプの注入材料は、主材と硬化材との所定の配合量を守り、十分にかく拌を行う。
- ③注入材料の可使用時間は、施工時の気温によって変化するので、十分注意するとともに、可使用時間の過ぎた材料は使用しない。
- ④注入パイプの設置間隔は、ひび割れ幅により 1 つの注入孔で注入できる範囲が変化するため、ひび割れ幅に応じて、注入パイプを適切に配置する。
- ⑤注入材料が覆工コンクリート表面にリークしないよう、シール材の施工は確実にを行う。そのため、シール材が接着不良にならないように、覆工コンクリート表面の脆弱部、ちりやほこり等の有害物は事前に確実に除去し、覆工コンクリート表面が濡れていたり湿っていたりしている場合には、覆工コンクリート表面を適度な乾燥状態にする。
- ⑥注入材料が大量に入る場合は、注入材料が覆工背面にリークしているおそれがある。そのため、注入量と注入圧を管理するとともに、リークと判断された場合には注入を一時中断し、別途リーク対策に優れた注入材の適用等の対策を講ずる。
- ⑦注入材料が所定の強度を発現するまで、雨水や漏水の侵入防止、適正な温度管理、衝撃の防止等、適切な養生を行う。
- ⑧ひび割れ箇所に遊離石灰やエフロレッセンス、鉄筋コンクリート覆工で錆汁が発生している場合には、注入材料等の接着不良が発生するため、状況を判断し、場合によっては、はつり落とし工等の別途事前に対策を講ずる。
- ⑨覆工コンクリートがひび割れ等でブロック化して塊状に落下するおそれのあるような場合では、ひび割れ注入工単独では効果が得られない。また、ひび割れ注入により覆工の一体化の効果が確認できないため、本体注入工単独での落防止対策への適用は避け、当て板工等の下地処理として適用する。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.341-342,令和2年8月

## 4-1-3 漏水対策工

### (1) 溝切り工

- ① 溝切り工に使用するシール材、パイプ、充填材等の各種材料は、耐久性に優れた材料を選定する。とくに、シール材は覆工コンクリートとの密着性、覆工コンクリートの温度収縮に対しての追従性に優れた材料を選定する。
- ② 溝切り工の断面や使用する材料は、漏水箇所、漏水量、遊離石灰やエフロレッセンス等を考慮して、適切な導水面積を確保するように選定する。
- ③ 溝切り工は、溝切り工配置の方向により、覆工コンクリートの有効な断面積を小さくするので、切込み深さは最小限とする。また、覆工厚が設計値より小さい可能性もあるため、実際の覆工厚を十分調査したうえで適用する。さらに、ブロック化したひび割れ部で溝切り工を行う場合、ブロック化したコンクリート塊が落下するおそれが高まるため、止水注入工を適用するか、鋼板等の当て板工を併用する。
- ④ 充填材やコーキング材を用いる場合は、それ自体が将来はく落するおそれがあるため、当て板工の併用を検討する。
- ⑤ 多量の漏水がある場合は、水抜き孔等の他の漏水対策工を併用する。また、冬期間に凍結が予想される場合は、断熱材入りの導水材料を用いて漏水の凍結を防止する。
- ⑥ 溝切り工の流末は既設の側溝まで連結することが望ましい。
- ⑦ 溝切り工を逆T型やL型に屈曲させると屈曲部で閉塞し、再び漏水するケースが多いので、できるだけ直線かつ鉛直にし、流末を側溝まで導水するように配置する。また、シール材の劣化にともなって再び漏水するケースがあるため、再補修を繰り返す場合には止水注入工等の他の漏水対策工の適用を検討する。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.352-353,令和2年8月

## (2) 止水注入工

- ①止水注入工の施工後、その箇所の漏水の水みちが変化し、現在漏水がみられない施工箇所付近の他のひび割れ等に漏水が発生することがあるため、付近のひび割れ等についても併せて対策を検討する。
- ②止水注入工は多量の漏水がある場合は施工できないため水抜き孔等を設け、ひび割れからの漏水量を低減する処置を検討するとともに、このような箇所では、導水樋工や溝切り工等の適用を検討する。
- ③注入材料が大量に入る場合は、覆工背面にリークしているおそれがあるため、注入を一時中断し、別途対策を検討する。
- ④滴水程度の漏水対策が必要な場合に限定して適用されてきた止水充填工（ひび割れに沿って溝切りを行い、その部分にモルタル等を充填）は、耐久性に問題があることから、ひび割れからの止水対策としては適用しない。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.354-355,令和2年8月

## (3) 導水樋工

- ①樋材には、塩化ビニル樹脂や合成ゴムや FRP 板等、耐久性に優れるものを使用する。樋の固定に用いるアンカーボルト、平鋼等の固定材料は、防錆材料であるステンレス製品を用いる。
- ②樋の断面形状は、漏水量、漏水箇所、内空断面の余裕を考慮し、適切な断面形状のものを用いる。
- ③シール材は、確実に漏水を防ぐことができ、耐久性に優れるものを使用する。また、シール材が覆工コンクリートに密着するように、下地処理を確実にを行う必要があり、覆工コンクリートとシール材の境界部から漏水しないよう、確実に固定する。
- ④漏水範囲が広い場合は、幅の広い樋を並列に取り付ける方法があるが、対策効果、経済性等について、面状の漏水対策工との比較検討が必要である。
- ⑤樋を屈曲させて配置すると、屈曲部が弱点となり、そこで再び漏水が発生する場合があるため、できるだけ鉛直方向に配置し、流末を側溝まで導水するように配置する。
- ⑥漏水箇所周辺に遊離石灰やエフロレッセンスが多く見られる箇所では、樋内部の目詰まりを起こす可能性が高いため、導水断面積の大きな材料を用いるか、樋内部の洗浄が可能なものを用いるなどの考慮が必要である。
- ⑦内空断面余裕の少ないトンネルでは、もっとも余裕の少ないアーチ肩部で大型車両による接触破損の例が多い。こうしたトンネルへ導水工を設置する場合は、その箇所だけ溝切り工を適用するなどの工夫を要する。
- ⑧歩道部に設置する場合は、歩行者に対し通行の障害にならないよう、施工位置、材料を選定する。
- ⑨冬期間に凍結が予想される場合は、断熱工を併用する。大量の漏水がある場合には、水抜き孔等の他の漏水対策工を併用する。

- ⑩導水樋工の施工後には、樋の固定状況、樋脇からの漏水の有無、導水機能が持続しているかについて点検時に確認する。
- ⑪横断目地や水平打継ぎ目のコンクリートのはく落が懸念される場合は、はく落片をはつきり落としてから、樋を設置する。なお、樋の設置によって小さなはく落片の落下を防止できる場合もあることから、小片はく落防止対策工の機能を持たせた導水樋工を適用する場合もある。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.350-352,令和2年8月

#### (4) 防水パネル工

- ①防水パネルとしては、曲げ加工して防錆処理を施した鋼製ライナープレート、鋼製デッキプレートやFRP板、塩化ビニル製パネル等がある。内空断面をできるだけ減少させないよう、仕上がり厚さの薄いものを選定することが多いが、設置個所の漏水量や内空余裕、施工性、経済性、防水パネルの厚さや耐食性等を考慮して選定する。また、火災に対する安全性を考慮し、材料には延焼性や自己消火性、発生ガスに対しての安全性の高い材料を使用することが望ましい。
- ②内空断面に余裕がないアーチ覆工の肩部等に設置する場合は、大型車の接触による防水パネルの破損が危惧されるため、必要に応じて、防水パネルの設置個所への適切な保護対策を講ずるとともに、坑口に侵入車輛の高さ制限を設けることを検討する。また、歩道部に設置する場合は、歩行者の通行の障害とならないよう、施工位置、材料を選定する。
- ③設置時および設置後の材料のゆがみ、変形を防止するため、覆工面の極端な凹凸は設置前に不陸修正を行い、平滑にする。
- ④覆工コンクリートにうきやはく離が発生している箇所については、事前にはつきり落とし工、必要に応じて断面修復工を行う。
- ⑤風圧によるパネルのめくれを防ぐため、アンカーボルトにより確実に覆工コンクリートに固定する。
- ⑥防水パネルで導水した漏水は、流末処理を行い、確実に側溝へ導水する。
- ⑦多量の漏水がある場合は、水抜き孔等により漏水量を低減する。また冬期間に凍結が予想される場合は、断熱材入りの導水材料を用いて漏水の凍結を防止する。
- ⑧外力性の変状や大規模な材質劣化の変状を覆って適用する場合は、後の定期点検時に変状の状況を確認できるように、検査窓を設けることが望ましい。

出典：日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】- pp.356-357,令和2年8月

## 参考資料：詳細調査表記入例

長崎県の道路トンネルにおける調査表の記入例を記載する。

番号	台帳および調書名	記載内容	作成時期
様式 B-1	判定区分評価結果	判定区分結果	詳細調査
様式 B-2	変状展開図	変状位置	//
様式 B-3	変状数量表	変状数量	//
様式 B-4	変状写真台帳	変状写真	//
様式 B-5	詳細点検シート	点検結果	//

# 様式 B-1 記入例

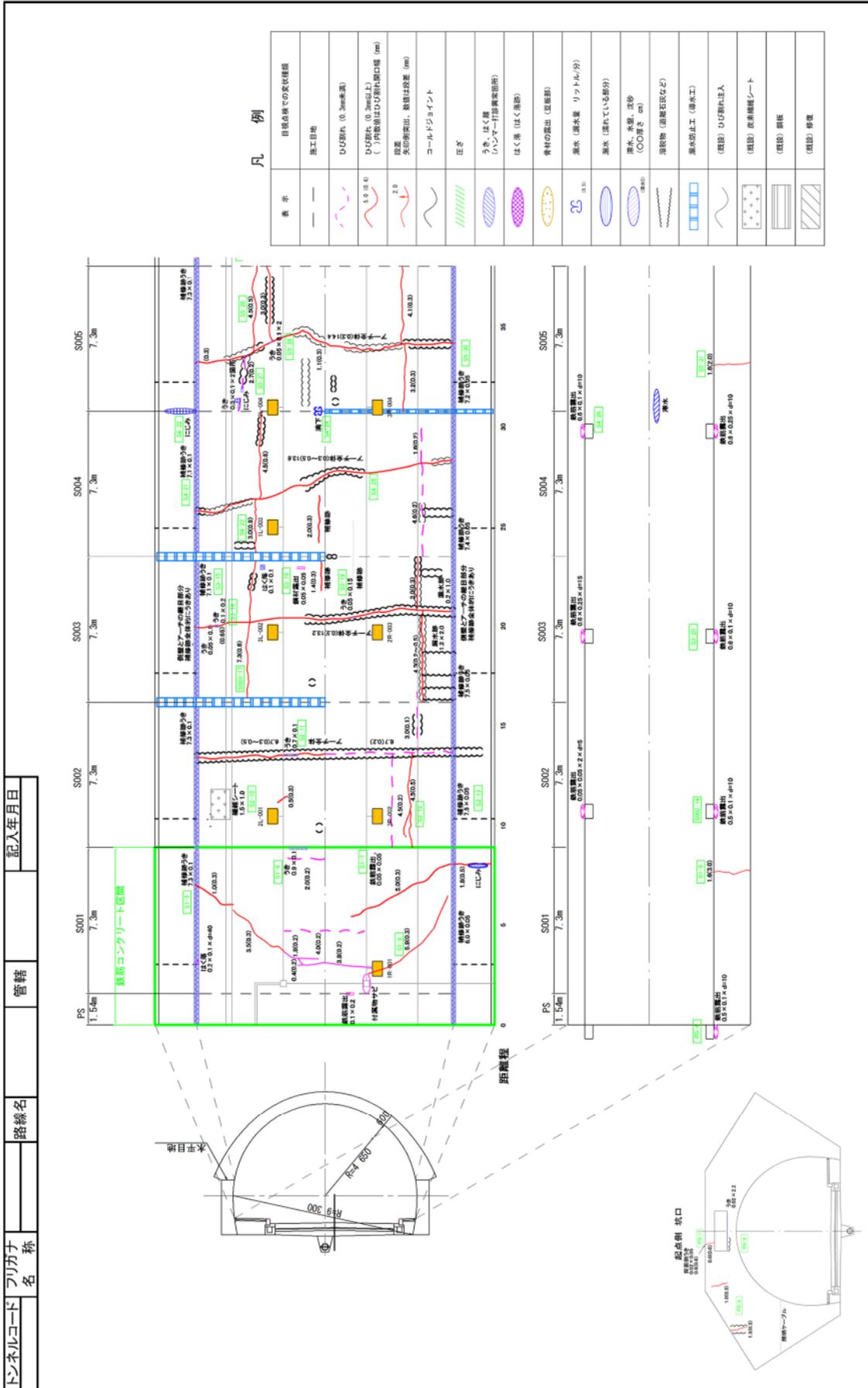
スライム No	スライムコード	スライム名			フリガナ		名称		種類名		特徴		習性		記入年月日		スライム総合判定	
		種類名	属性	属性		属性												
3001	~	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム

属性区分	スライム名	属性																
IV	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム
III	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム	スライム

トータル全体の健全性を記載

健全性の診断の所見を記載

# 様式 B-2 記入例

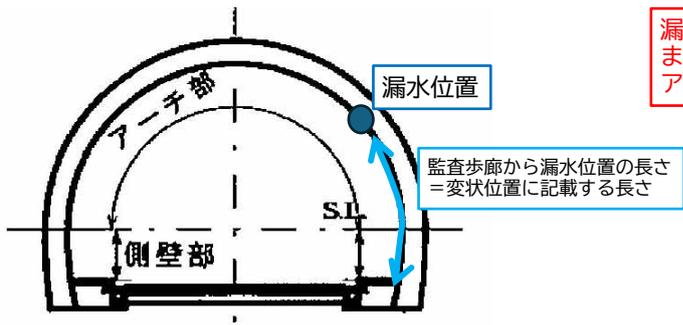


# 様式 B-3 記入例

変状数量表

各変状の対策区分を記載

トンネルコード	フリガナ 名称	路線名				管轄	記入年月日	
スパン No.	変状種別	寸法						対策区分
		ひび割れ		浮き・剥落・表面劣化		漏水		
		長さ(mm)	幅(mm)	軸方向(mm)	周方向(mm)	変状内容	変状位置(mm)	
坑口(起点)	遊離石灰	250	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	500	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	500	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	1400	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	800	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	1600	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	600	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	250	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	300	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	200	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	700	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	遊離石灰	4500	-	-	-	-	-	I
坑口(起点)	漏水	-	-	-	-	にじみ	0mm	I
坑口(起点)	漏水	-	-	-	-	滴水	0mm	II a
坑口(起点)	漏水	-	-	-	-	にじみ	0mm	II b
坑口(起点)	漏水	-	-	-	-	にじみ	0mm	I
坑口(起点)	うき	-	-	300	700	-	-	I
S001	舗装劣化	700	-	-	-	-	-	I
S001	舗装劣化	1200	-	-	-	-	-	I
S001	舗装劣化	1300	-	-	-	-	-	I
S001	うき	-	-	500	150	-	-	I
S002	舗装劣化	2100	-	-	-	-	-	I
S002	舗装劣化	1700	-	-	-	-	-	I
S002	舗装劣化	1200	-	-	-	-	-	I
S002	うき	-	-	700	200	-	-	I
S002	うき	-	-	600	200	-	-	I
S002	うき	-	-	2200	200	-	-	I
S002	うき	-	-	2300	200	-	-	III
S002	うき	-	-	700	200	-	-	I
S002	うき	-	-	700	200	-	-	I
S002	段差_20mm	-	-	-	-	-	-	I
S003	舗装劣化	2200	-	-	-	-	-	I
S003	舗装劣化	1900	-	-	-	-	-	I
S003	うき	-	-	500	300	-	-	I
S003	うき	-	-	1700	200	-	-	I
S003	うき	-	-	2200	200	-	-	I
S004	ひび割れ(路面)	600	0.5	-	-	-	-	I



漏水の変状位置は車道・歩道路面または監視歩廊の位置からのアーチ長さとする。

対策区分の判定と  
前回の発生規模を記載

変状写真台帳

トンネルコード		フリガナ 名称		管轄		記入年月日	
写真番号	1	写真番号	2	写真番号	2		
スパン番号	S008	スパン番号	S024	スパン番号	S024		
部位区分	覆工(右側壁)	部位区分	覆工(右側壁)	部位区分	覆工(右側壁)		
変状の種類	ひび割れ	変状の種類	うき	変状の種類	うき		
対策区分	I	対策区分	II b	対策区分	II b		
前回変状の 発生範囲及び規模	長さ4.5m 幅0.2mm	前回変状の 発生範囲及び規模	-	前回変状の 発生範囲及び規模	-		
メ モ	L=4.5m、W=0.2mm 遊離石灰の落出跡を伴うひび割れが確認された。進行は認められない。	メ モ	0.5m x 0.05mのうきを確認。新規発生。打音検査の結果、落下の危険性は少ない。	メ モ	0.5m x 0.05mのうきを確認。新規発生。打音検査の結果、落下の危険性は少ない。		
写真番号	3	写真番号	4	写真番号	4		
スパン番号	S048	スパン番号	S055	スパン番号	S055		
部位区分	覆工(左ア一子)	部位区分	覆工(左ア一子)	部位区分	覆工(左ア一子)		
変状の種類	うき	変状の種類	異音(空洞)	変状の種類	異音(空洞)		
対策区分	II a	対策区分	III	対策区分	III		
前回変状の 発生範囲及び規模	0.5m x 0.05m	前回変状の 発生範囲及び規模	0.6m x 0.15mの空洞	前回変状の 発生範囲及び規模	0.6m x 0.15mの空洞		
メ モ	0.8m x 0.05mのうきを確認。硬化剤塗布。変状の規模が拡大し、進行が認められる。打音検査の結果、落下の危険性は少ない。	メ モ	0.6m x 0.15mの空洞を確認。深さ0.16m~0.19m。変状の進行は認められない。	メ モ	0.6m x 0.15mの空洞を確認。深さ0.16m~0.19m。変状の進行は認められない。		

