

## 日野町道路トンネル長寿命化修繕計画



令和5年1月

鳥取県 日野町 建設水道課

## 目 次

1. 背景と目的	1
1) 背景	1
2) 目的	1
3) 計画期間	1
2. 対象トンネルの概要	2
1) トンネル諸元	2
2) NATM の施工方法と変状の特徴	7
3) これまでの管理状況	8
3. 管理基本方針	9
1) 点検の種類	9
2) トンネル定期点検での点検個所・着目箇所	10
3) 健全性の診断	13
4. 対策優先順位の考え方	14
5. 個別施設の状態	15
1) 点検結果総括	15
2) 主要変状一覧	16
3) 優先順位に関わる施設情報	22
4) 点検結果を基にした優先順位	23
6. 長寿命化修繕計画方針	25
1) 長寿命化修繕計画の流れ	25
2) 管理水準の決定	27
3) 対策内容の整理	29
4) 対策費用の算出	30
7. 今後の維持管理計画	39
8. おわりに	40

# 1 背景と目的

## 1) 背景

### (1) はじめに

人口減少や高齢化の進行に伴う税収の減少、社会保障費の増加などにより厳しい財政状況が続く中、公共施設等を取り巻く環境や公共施設に求められるニーズは大きく変化しています。鳥取県が保有する公共施設及び土木インフラは高度経済成長期を中心に多数整備されており、今後、それらの老朽化に伴い維持管理費用の増加が懸念されます。

こうした課題を解決するため、鳥取県では「鳥取県公共施設等総合管理計画（案）平成28年3月 鳥取県」や「鳥取県インフラ長寿命化計画（行動計画）-社会経済活動の維持と発展を支える社会基盤の戦略的な長寿命化対策- 平成28年3月 鳥取県（以下「行動計画」とする）」を策定し、適切な維持管理による機能確保と施設の長寿命化実現に努めています。

### (2) 日野町におけるトンネル維持管理の課題

日野町で管理するトンネルは、町道日野金城2号線に位置する久住トンネルおよび、町道濁谷滝山線に位置する鶴見トンネル、黒谷トンネル、茗荷谷トンネルの4トンネルです。

各トンネルは供用から20年以上が経過しており、トンネルの目地部を中心に経年劣化による変状を複数確認しています。

また、山梨県 笹子トンネル天井板崩落事故（2012年12月）等の事故を契機に、維持管理の必要性・重要性が再認識されているなかで、適切な維持管理に努めることが緊急の課題となっています。

## 2) 目的

上記の背景を鑑みて、日野町では管理する4トンネルの安全性・信頼性を保持できるよう、従来の『事後保全』から軽微な損傷段階で対策する『予防保全』に転換し、第三者被害の早期解消（社会的リスクの軽減）を図るとともに、中長期的な予算の平準化を目的に「日野町道路トンネル長寿命化修繕計画」を策定することとしました。

## 3) 計画期間

本計画の計画期間は、定期点検サイクルや対象トンネルの状態から10年間としました。

## 2 対象トンネルの概要

### 1) トンネル諸元

日野町で管理する4トンネルの位置図を示します。

#### ■トンネル全体位置図



各トンネルの詳細を以降に示します。

## <久住トンネル>

### ■トンネル諸元

トンネル名	久住トンネル	車道幅員	4.0m
トンネル延長	447.0m（うち日野町管理230.3m）	完成年次	2000年（経過年数20年）
路線名	町道日野金城2号線	建設工法	NATM

### ■トンネル位置図



### ■坑口写真

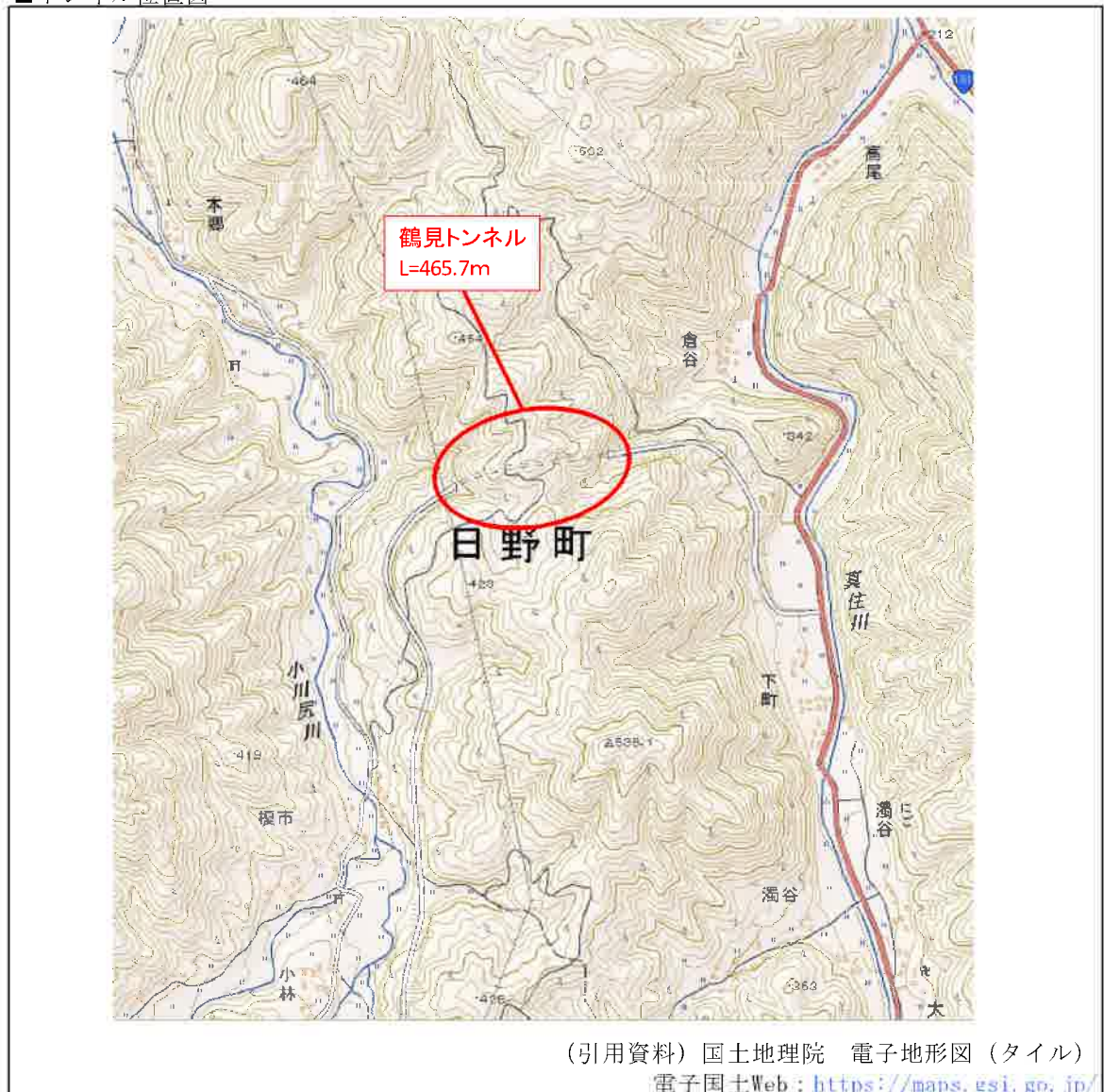


< 鶴見トンネル >

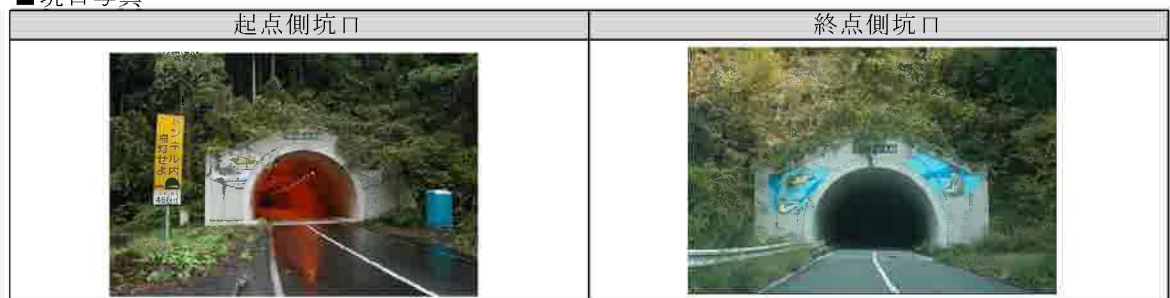
■ トンネル諸元

トンネル名	鶴見トンネル	車道幅員	5.5m
トンネル延長	465.7m	完成年次	1997年 (経過年数23年)
路線名	町道濁谷滝山線	建設工法	NATM

■ トンネル位置図



■ 坑口写真



<黒谷トンネル>



■トンネル諸元

トンネル名	黒谷トンネル	車道幅員	5.5m
トンネル延長	269.0m	完成年次	1997年 (経過年数23年)
路線名	町道濁谷滝山線	建設工法	NATM

■トンネル位置図



■坑口写真

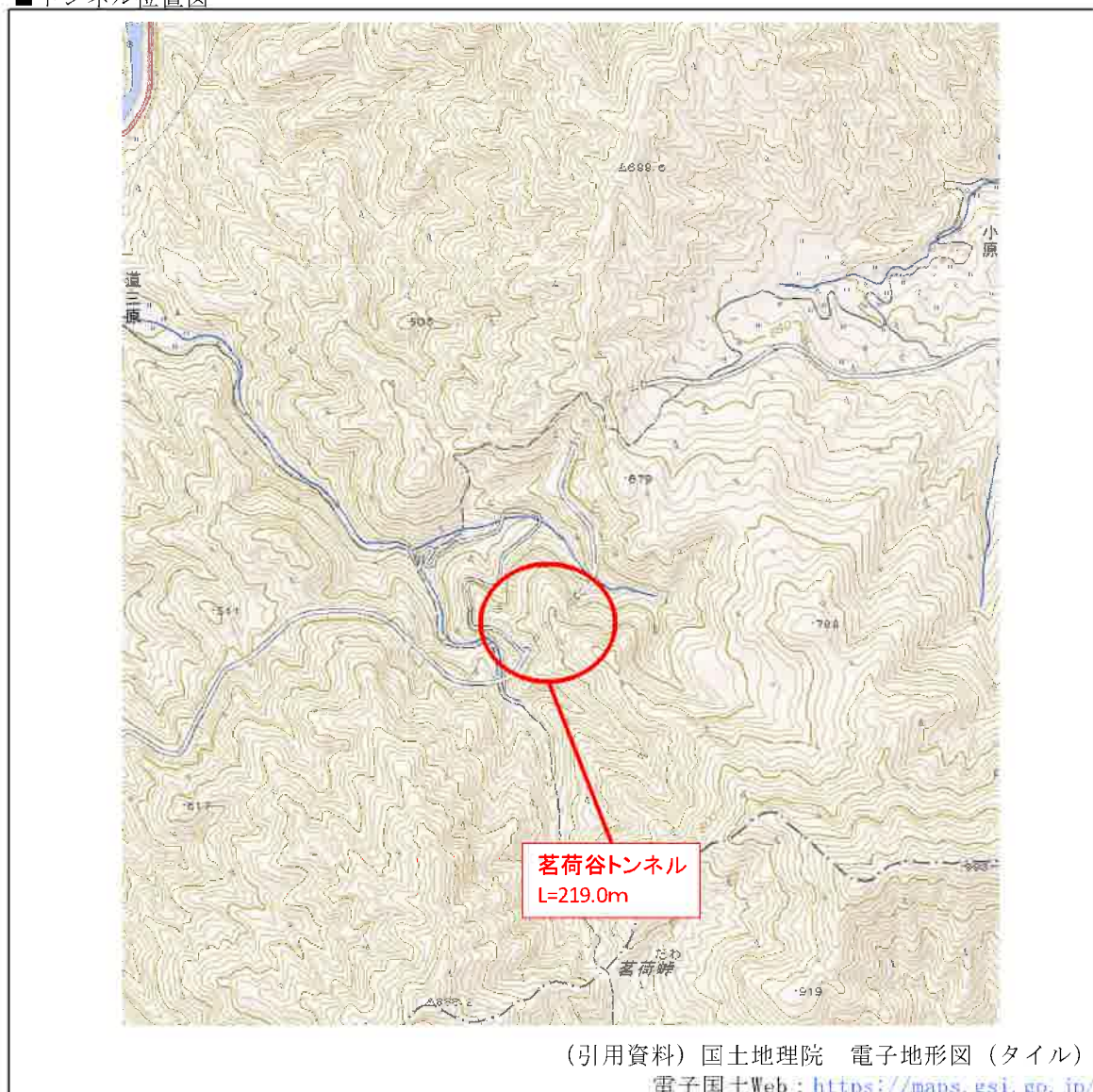
起点側坑口	終点側坑口
	

< 茗荷谷トンネル >

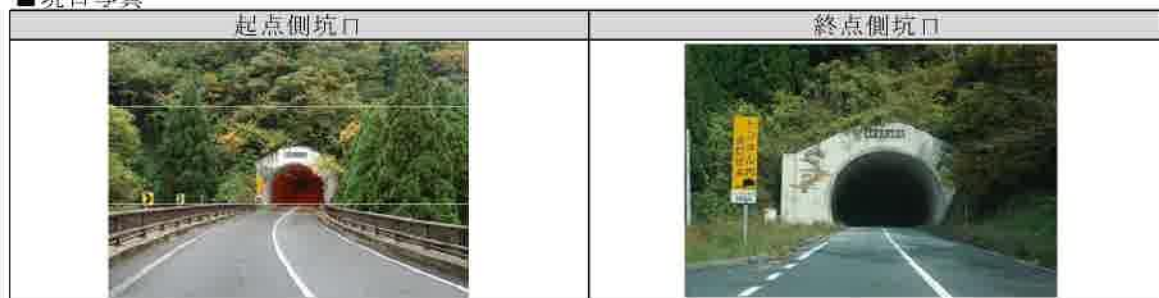
■ トンネル諸元

トンネル名	茗荷谷トンネル	車道幅員	5.5m
トンネル延長	219.0m	完成年次	1994年 (経過年数26年)
路線名	町道濁谷滝山線	建設工法	NATM

■ トンネル位置図



■ 坑口写真





## 2) NATMの施工方法と変状の特徴

### (1) 工法概要

日野町が管理する4トンネルはいずれも『NATM』(New Austrian Tunneling Methodの略)という施工方法によって作られたトンネルです。

- ◆ NATM: 地山の緩みに対して支保工(吹付コンクリート、ロックボルト)と地山を一体化することで形状を保持します。

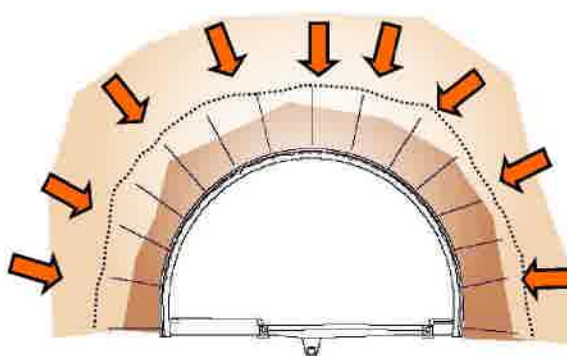


図2.1 NATMの工法概念図

### (2) 発生しやすい変状

一般的に覆工コンクリート打設時の継ぎ目(目地部)に変状が多く発生します。

トンネルは移動式鋼製型枠(セントル)を用いてコンクリートを打設しますが、工事期間の関係から、まだ強度が完全に発現していない状態で、次の区間のコンクリートを打設します。その際、若齢材のコンクリートに対して、過度に型枠が押し当てられることで、ひび割れが発生します。このひび割れが経年劣化等により進行すると、覆工コンクリートがひび割れに沿って縁切れ(ブロック化)し、車道上に落下することで利用者被害に繋がる懸念があります。

トンネル縦断面図

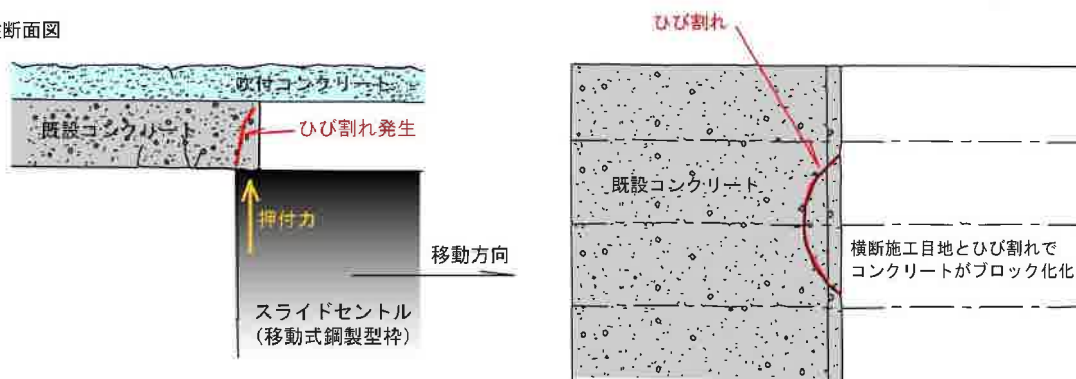


図2.2 覆工打設時におけるひび割れ発生モデル

### 3) これまでの管理状況

日野町が管理する4トンネルでは、5年に1回のトンネル定期点検や適宜実施している道路パトロールにより、トンネルの状態を確認してきました。

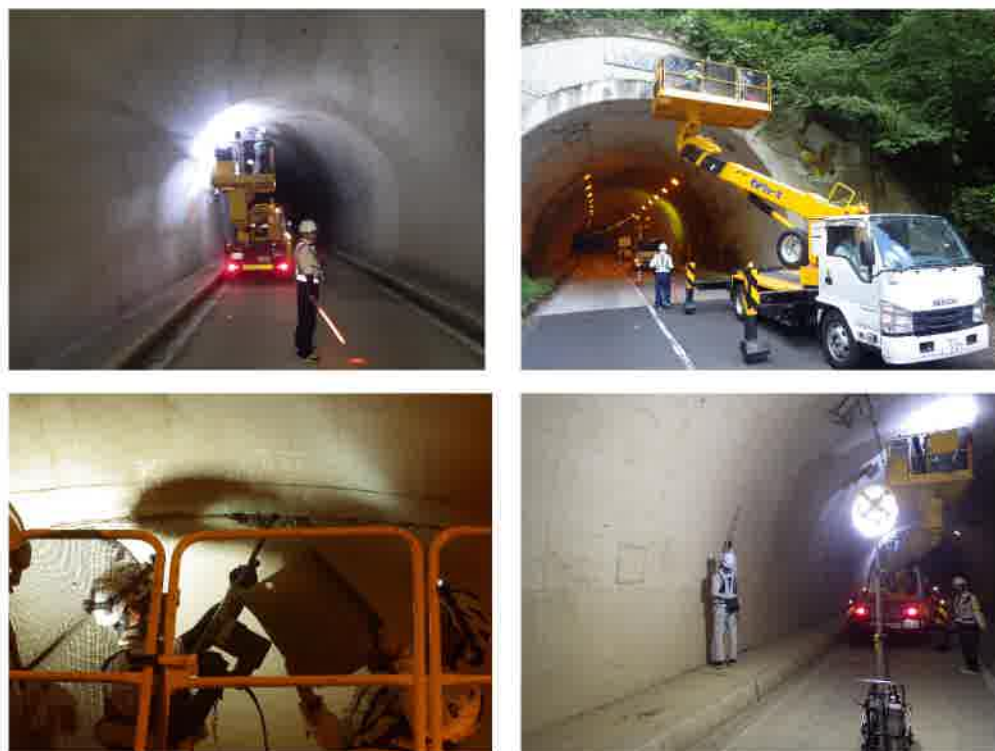


写真 2.1 H30 年度 定期点検状況

### 3 管理基本方針

#### 1) 点検の種類

日野町では引き続き『道路管理パトロール』『トンネル定期点検』の2種類の点検を実施し、道路トンネルの健全性を詳細に把握することとしています。

##### (1) 道路管理パトロール

###### ① 通常パトロール

- ・パトロール車の車内から目視にて道路及び道路の利用状況を点検します。
- ・月に1回程度実施します。

###### ② 異常時パトロール

- ・「パトロール要領」に基づき実施します。
- ・パトロール車の車内から目視にて道路及び道路の利用状況を点検します。
- ・風水害、地震その他の自然災害により通行障害等が発生した場合、またはそのおそれがある場合に実施します。

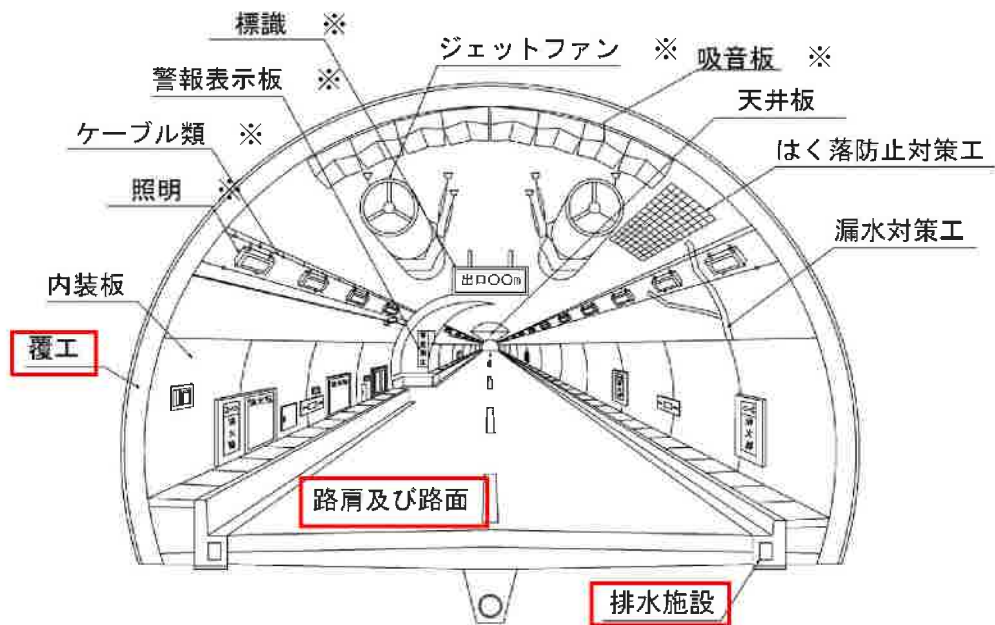
##### (2) トンネル定期点検（法定点検）

- ・「道路トンネル定期点検要領」（H31.4）に基づき点検を実施します。
- ・高所作業車を使用した近接目視や、ハンマーによる打音・触診などにより変状・異常状態の確認を行います。
- ・トンネル本体工および附属物の取付状態に対して、5年に1回の点検を基本とします。  
（附属物の機能については『道路管理パトロール』にて確認）
- ・利用者被害の可能性のある変状を確認した場合は、点検作業の範囲内でできる応急措置を実施します。

## 2) トンネル定期点検での点検箇所・着目箇所

トンネル定期点検では『トンネル本体工』および『トンネル内附属物の取付状態』の確認を行います。点検箇所・着目点は『道路トンネル定期点検要領』より、以下の通りとします。

### (1) トンネル本体工



※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。



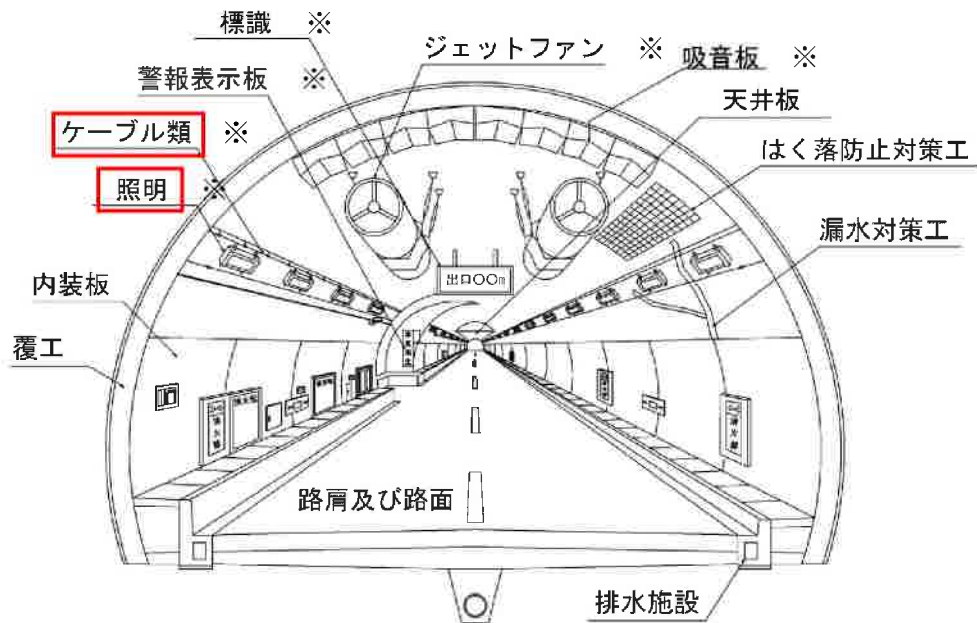
図3.2 トンネル本体工点検箇所

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P17

表3.1 トンネル本体内着目箇所

主な着目点	着目点に対する留意事項	
1)覆工の目地及び打継ぎ目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工の目地及び打継ぎ目は、コンクリート面が分離された部分であり、周辺にひび割れが発生した場合、目地及び打継ぎ目とつながりコンクリートがブロック化しやすい。</li> <li>・ 覆工の型枠解体時の衝撃等により、目地及び打継ぎ目付近にひび割れが発生することがある。</li> <li>・ 覆工の横断目地付近に温度伸縮等により応力が集中し、ひび割れ、うき、はく離が発生することがある。</li> <li>・ 施工の不具合等で段差等が生じた箇所を化粧モルタルで補修することがあり、化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。</li> <li>・ 覆工が逆巻き工法で施工されたトンネル<sup>※</sup>は、水平打継ぎ目に化粧モルタルを施工することがあり、化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。</li> </ul> <p>※矢板工法は横断目地だけではなく、水平打継ぎ目に留意する。</p>	
2)覆工の天端付近	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工を横断的に一つのブロックとしてとらえると、天端付近はブロックの中間点にあたり、乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが生じやすい。</li> </ul>	
3)覆工スパンの中間付近	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工スパンの中間付近は乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。</li> </ul>	
4) 顕著な変状の周辺	①ひび割れ箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ひび割れの周辺に複数の別のひび割れがあり、ブロック化してうきやはく離が認められる場合がある。</li> </ul>
	②覆工等の変色箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工表面が変色している場合は、観察するとひび割れがあり、そこから遊離石灰や錆び汁等が出ている場合が多い。その周辺を打音検査するとうきやはく離が認められる場合がある。</li> </ul>
	③漏水箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工表面等に漏水箇所や漏水の跡がある場合は、ひび割れや施工不良（豆板等）があり、そこから水が流れ出している場合が多い。その付近の覆工コンクリートに、うきやはく離が生じている場合がある。</li> </ul>
	④覆工の段差箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工表面に段差がある場合は、異常な力が働いた場合や施工の不具合等、何らかの原因があり、構造的な弱点となっている場合がある。</li> </ul>
	⑤補修箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 覆工の補修は、覆工コンクリートと別の材料であるモルタル、鋼材、繊維シート、その他を塗布または貼り付けて補修した場合が多く、容易に判別できる。これらの補修箇所は補修材自体、または、接着剤が劣化して不安定な状態になっていたり、変状が進行して周囲にうきやはく離が生じている場合がある。</li> </ul>
	⑥コールドジョイント付近に発生した変状箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コールドジョイントは施工の不具合でできた継目である。コールドジョイントの付近にひび割れが発生しやすいので、コンクリートがブロック化することがある。特にコールドジョイントが覆工の軸線と斜交する場合は、薄くなった覆工コンクリート表面にひび割れが発生し、はく落しやすい。また、せん断に対する抵抗力が低下する原因となる。</li> </ul>

(2) トンネル内附属物



※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。

図3.3 トンネル内附属物点検箇所

表3.2 トンネル内附属物着目箇所

異常の種類	判定区分×	附属物 本体	取付部材	ボルト・ ナット アンカー 類
破断	取付部材に破断が認められ、落下するおそれがある場合		●	●
緩み、脱落	ボルト・ナットに緩みや脱落があり、落下するおそれがある場合			●
亀裂	亀裂が確認され、落下するおそれがある場合	●	●	●
腐食	取付部材の腐食が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	●
変形、欠損	取付部材の変形や欠損が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	
がたつき	取付部材のがたつきがあり、変形や欠損が著しく、落下するおそれがある場合	●	●	

●：該当箇所

### 3) 健全性の診断

トンネル本体工の変状は、下表の判定区分に従って分類します。

表3.3 対策区分の判定（本体工）

区分		定義
I	健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路トンネルの機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P4

対策区分の判定を基に、トンネルの変状・異常が利用者に及ぼす影響を詳細に把握し、適切な措置を計画するために、健全性の診断を行います。

また、トンネル内附属物の異常は下表の判定区分に従って分類を行います。点検により異常（×判定）が確認された場合は、日々の維持管理にて速やかに対応します。

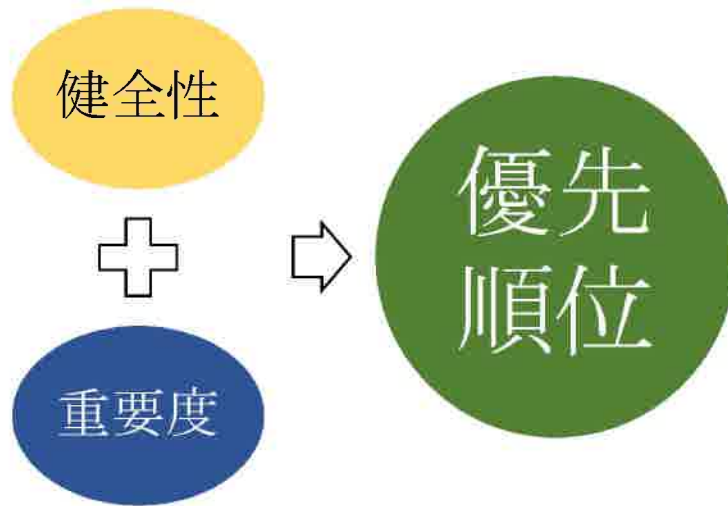
表3.4 対策区分の判定（附属物）

異常判定区分	異常判定の内容
×	附属物の取付状態に異常がある場合
○	附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P13

#### 4. 対策優先順位の考え方

一般的にトンネルの対策優先順位は、トンネルの健全性（定期点検結果等）と施設の重要度（交通量や役割等）を総合的に判断して決定します。



対象トンネルのうち、鶴見、黒谷、茗荷谷トンネルが位置する町道濁谷滝山線と、久住トンネルが位置する町道日野金城2号線は、交通量や迂回路の有無、緊急輸送道路の指定といった路線の重要度で明確な差がありません。

よって本計画では各トンネルの劣化状況を考慮して、4トンネルの優先順位付けを行います。



## 5 個別施設の状態

### 1) 点検結果総括

対象トンネルの主たる変状は、横断目地部やひび割れ沿いの「うき」です。IV～III判定相当の変状も確認したが、叩き落としによる処置を実施しました。

久住トンネルを除く3トンネルで「×判定」の灯具を複数確認しました。主たる変状は取付金具周りの錆であり、灯具の取付状況に影響があることから、「×判定」となっています。

また、茗荷谷トンネルでは金具の欠損による、灯具カバーのぐらつきを確認したため、現地作業時に番線による応急対策を実施しました。

各トンネルの対策区分判定（箇所数）を下表に示す。

表 5.1 点検結果一覧（箇所数） 2019 年点検実施

	トンネル名	道路種別	竣工年次	延長 (m)	対策区分判定(箇所数)					附属物 ×	健全度 判定
					IV	III	IIa	IIb	I		
1	久住トンネル	町道口野金城2号線	2000	230.3	0	0	7	8	1	-	II
2	鶴見トンネル	町道濁谷滝山線	1997	465.7	0	0	9	34	2	23	II
3	黒谷トンネル	町道濁谷滝山線	1997	269.0	0	0	26	105	5	12	II
4	茗荷谷トンネル	町道濁谷滝山線	1997	219.0	0	1	20	86	4	58	III

\* 久住トンネルは附属物が無いため、附属物の判定は「-」としている。

表 5.2 判定区分

区分	定義
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。
II	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。
	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。
III	早晩、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。
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。

## 2) 主要変状一覧

各トンネルの特徴的な変状を示します。

### <久住トンネル>

#### (1) 目地部の変状

横断目地部沿いとうきはく落が複数確認された。うきはひび割れが閉合してブロック化しているが、異音を伴わない物が多い。一部異音を伴ったうきを確認したが、ハンマー強打でも安定しており、変状も側壁に位置し、車道上にないことから利用者被害の懸念は低く、経過観察（Ⅱb判定）としている。



写真 5.1 目地部のブロック化 左：S002、右：S006（いずれもⅡb判定）

#### (2) 拡幅部妻面の打音異常箇所

トンネル中央部分に位置する離合用の拡幅部と一般部の境にある妻面に 0.4m×1.2m、深さ 10mm の補修材のうきを確認した（Ⅳ判定相当）。叩き落としを実施し不安定部分は現地点検時に除去済みである（Ⅰ判定）。また、はつり断面に劣化防止コーティング剤の塗布も実施した。



写真 5.2 S020 妻面のうき（左：除去前、右：除去後）Ⅳ→Ⅰ判定

### <鶴見トンネル>

同路線の黒谷、茗荷谷トンネルと比較して施工の品質が高く、トンネルの状態も健全であった。ただし、附属物についてはトンネル供用時から更新されておらず、取付金具と灯具本体の接合部分に錆びを確認した。

#### (1) 目地部のうき

横断目地部沿いとうきを確認した。異音を伴うブロック化であるが、ハンマー強打でも安定しており、利用者被害の懸念は低い。ただし、車道上に位置しており、ひび割れの進行やコンクリートの劣化により利用者被害に繋がる可能性もあるため、計画的な対策が必要（Ⅱa判定）とした。



写真 5.3 目地部のブロック化 左：S016（上：Ⅱa判定、下：Ⅱb判定）、右：S038（Ⅱa判定）

#### (2) その他の変状

その他の変状としては軽微な骨材露出箇所が確認された。ハンマー軽打で骨材がはく落したため、不安定部材を除去し劣化防止コーティング剤の塗布を実施した。変状箇所の安定度合いに応じて経過観察（Ⅱb～Ⅰ判定）としている。

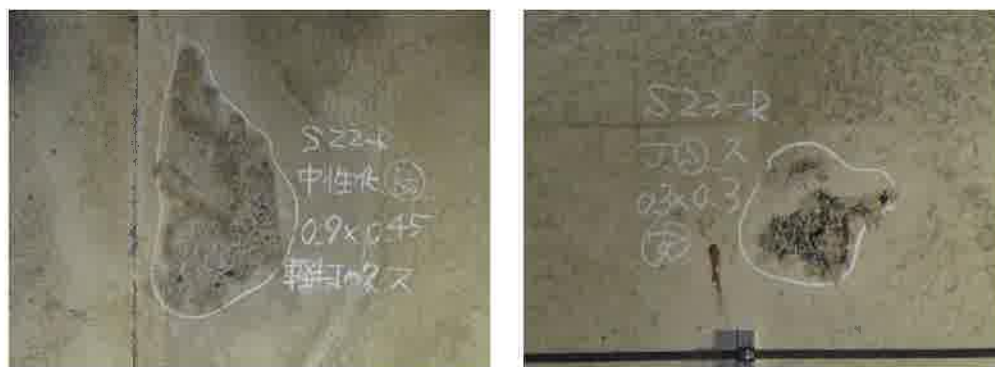


写真 5.4 左：骨材露出 S022（Ⅱb判定）、右：骨材露出 S023（Ⅰ判定）

### <黒谷トンネル>

本トンネルの曲線部は、外カーブ側の目地部を後打ちモルタルによって間詰めをしているが、間詰部分が劣化し弱部となっている。また、横断方向のひび割れや漏水・遊離石灰が複数確認されている。

#### (1) 目地部の変状

横断目地部沿いとうきやはく落が複数確認された。特に、曲線部外カーブ側のモルタル部分は変状の範囲が広く、叩き落とし後も不安定箇所が残っている変状もあったため、計画的な対策が必要（Ⅱa判定）としている。



写真 5.5 モルタル部のうき 上：S008（Ⅲ→Ⅱa判定） 下：S021（Ⅳ→Ⅱa判定）

## (2) 外力作用が懸念されるひび割れ

本トンネルでは、経年劣化ではなく地山などから外力が作用したことによって発生した可能性のあるひび割れが複数確認されています。現段階では変状は軽微であり、また外力の作用は既に収束している可能性もあるため、次回点検での進行性確認を予定しています。

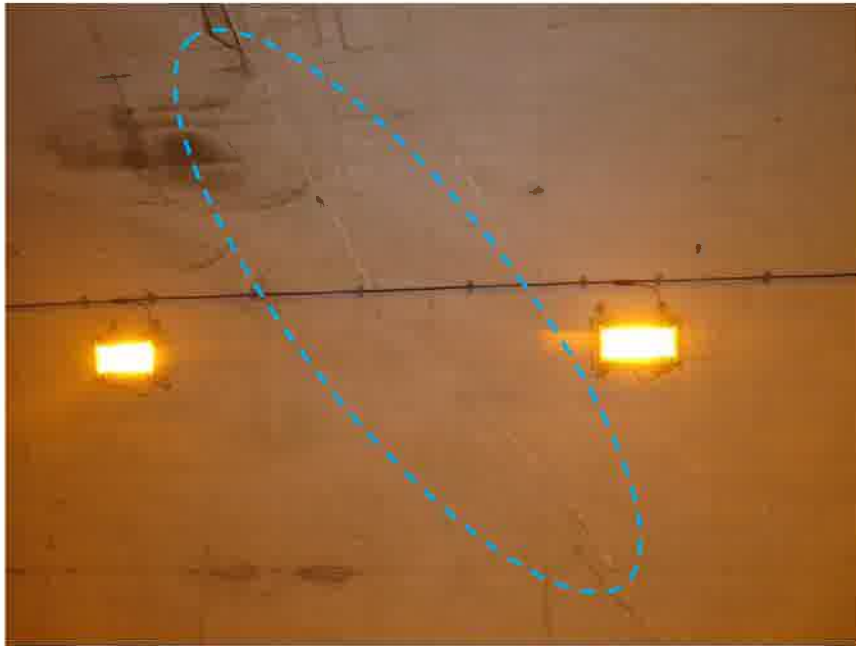


写真 5.6 横断方向のひび割れ S022 (W=1.4mm)

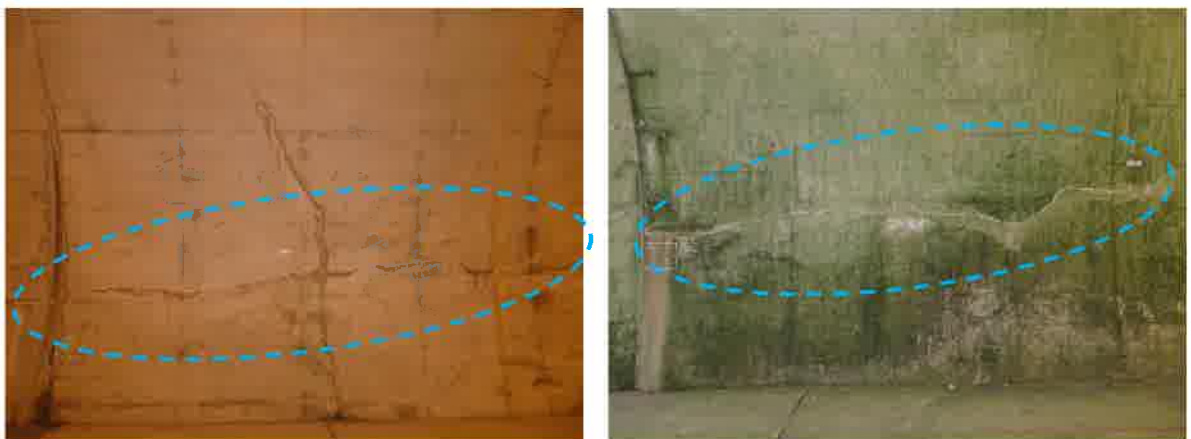


写真 5.7 水平方向のひび割れ (S023)

### <茗荷谷トンネル>

黒谷トンネルと同様に曲線部は外カーブ側の間詰部分が劣化し弱部となっている。また、鉄筋区間箇所はコンクリートの被りが薄く、鉄筋露出や錆を確認した。

本トンネルでも横断方向のひび割れや漏水・遊離石灰が複数確認されている。

#### (1) 後打ちモルタルのうき（目地部のうき）

S020の後打ちモルタルにおいて1.8m×0.15m深さ130mmの範囲で異音を伴うブロック化を確認した。叩き落としを実施して劣化部分の除去と劣化防止コーティング剤の塗布を実施した。

ただし、はつり面はコンクリートが密でなく、また防錆スプレーの塗布は実施したが鉄筋も露出しているため、再劣化によりコンクリート片がはく落する懸念が高い。よって、早急な対策が必要（Ⅲ判定）としている。



写真 5.8 モルタルのブロック化 左：除去前 右：除去後 S020（Ⅳ→Ⅲ判定）



写真 5.9 はつり面と鉄筋

## (2) 一般部の打音異常箇所

S006 (2.5m×0.5m、1.8m×0.6m) と S018 (1.0m×0.2m、1.0m×0.3m) にて、ひび割れを伴わない打音異常箇所を確認した (下写真 赤破線範囲)。鈍い異音のため巻厚不足もしくは、空洞の内在や分離面の内在、内部が疎な状態といった覆工コンクリートの内部欠陥が懸念される。覆工内部や背面状況の確認が重要なため、電磁波探査やコア削孔による詳細調査が望ましい。

直ちに利用者被害に繋がる懸念は低いが、変状規模や位置に応じて計画的な対策もしくは経過観察が必要 (Ⅱa～Ⅱb 判定) とした。

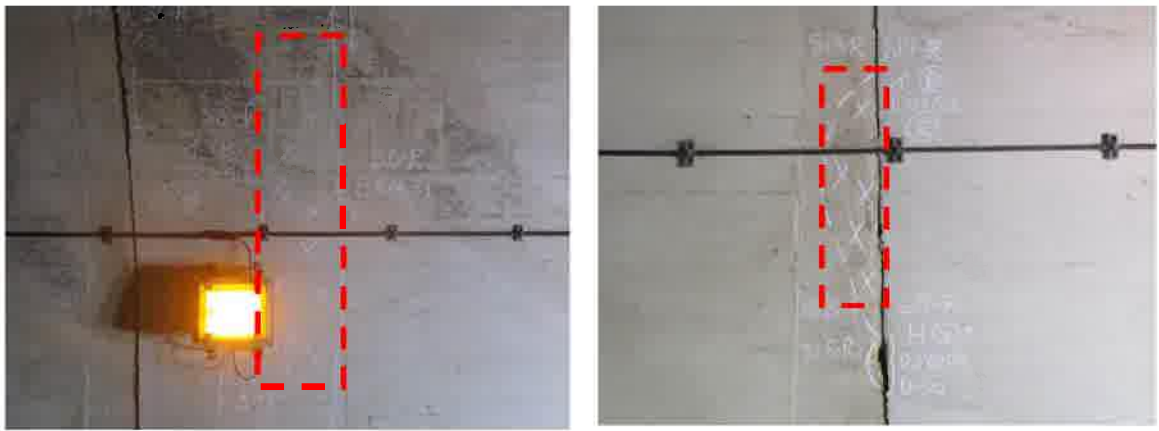


写真 5.10 打音異常箇所 左 : S006 (Ⅱa 判定)、右 : S018 (Ⅱb 判定)

## (3) 横断方向のひび割れ

S006 から終点側坑口にかけて横断方向のひび割れを断続的に確認した。過去の点検履歴が無い場合、ひび割れの進行性の有無は確認できていないが、本トンネルはひび割れ沿いとうきが多いことから、開口幅が温度収縮等により大きく変動している可能性が高い。次回点検以降も進行性の有無に注意する。

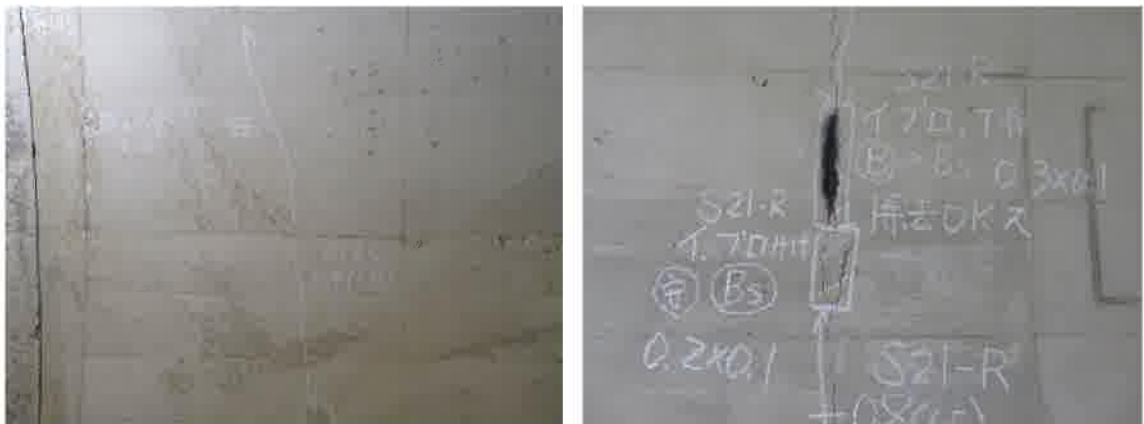


写真 5.11 左 : 横断方向のひび割れ S010、右 : ひび割れ沿いのうき S021 (Ⅱb 判定)

### 3) 施設情報の整理

管理トンネルが位置する路線が果たしている役割・機能、利用状況（交通量）、重要性（迂回路や、緊急輸送道路指定の有無）等を以下に整理します。

<町道日野金城2号線>・・・久住トンネル

#### ○役割・機能

国道180号の北側に位置し、日野町下榎から日南町菅沢まで菅沢日野線を経由し、国道180号の迂回路としての機能を有します。

#### ○利用状況

日中の交通量は僅かで、また、冬季は通行止めとなります。

#### ○重要性

当該路線は緊急輸送道路ネットワーク計画外の路線であり、また、冬季は閉鎖されていることから、他の周辺路線と比較すると重要性は低くなると想定します。

<町道濁谷滝山線>・・・鶴見、黒谷、茗荷谷トンネル

#### ○役割・機能

日野町高尾付近で国道180号から分岐し、日野町中菅で上石見黒坂停車場線に合流します。国道180号のうち、根雨駅から黒坂駅までの迂回路としての機能を有します。

#### ○利用状況

日中の交通量は僅かで、また、冬季は通行止めとなります。

#### ○重要性

当該路線は緊急輸送道路ネットワーク計画外の路線であり、また、冬季は閉鎖されていることから、他の周辺路線と比較すると重要性は低くなると想定します。



#### 4) 点検結果を基にした優先順位

本計画では点検結果を点数化（以降、健全度と称す）することで劣化度合いを評価し、対策優先順位を決定します。

点検結果は下記の手法で点数化します。

##### 「健全度」算出方法

- ① 各トンネルのスパン毎の対策区分判定をとりまとめる。
- ② スパン毎の対策区分判定を表1の点数に換算する。

表 2-2 点数換算表

対策判定区分	点数
I	100
II b	90
II a	80
III	40
IV	0

- ③ 全スパンの点数の平均値を「健全度」とする。

健全度は100点が最も健全性が高く、0点が最も低い評価になる。算出イメージを以下に示す。



出典)トンネルと地下 平成 24 年 1 月号 P49～ 「点検データの不足を補うトンネル劣化予測手法」  
基礎地盤コンサルタンツ(株)、長崎県土木部道路維持課、長崎大学工学部

整理の結果、各トンネルの健全度は次のとおりとなりました。

表 5.3 健全度集計

トンネル名	各判定のスパン数					総スパン数	健全度 点数	トンネル 健全性
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱa	Ⅱb	Ⅰ			
久住トンネル	0	0	6	6	14	26	93.08	Ⅱa
鶴見トンネル	0	0	8	17	22	47	92.98	Ⅱa
黒谷トンネル	0	0	15	13	22	50	84.64	Ⅱa
茗荷谷トンネル	0	1	8	11	3	23	85.65	Ⅲ

判 定	点 数
Ⅰ	100
Ⅱb	90
Ⅱa	80
Ⅲ	40
Ⅳ	0

優先順位の決定にあたっては、まずトンネル健全性の区分でゾーニングを実施し、健全性が同じトンネルは、健全度により順位付けを実施しました。

表 5.4 対策優先順位

優先順位	トンネル名	健全度点数	トンネル健全性
1位	茗荷谷トンネル	85.65	Ⅲ
2位	黒谷トンネル	84.64	Ⅱa
3位	鶴見トンネル	92.98	Ⅱa
4位	久住トンネル	93.08	Ⅱa

## 6 長寿命化修繕方針

### 1) 長寿命化修繕計画の流れ

本計画は『社会的リスクの軽減』を目的として、定期点検結果から『管理水準の決定』『対策費用の算出』『対策実施時期の決定』を行います。本計画の計画期間は、各種取組の実施時期を考慮し10年とします。

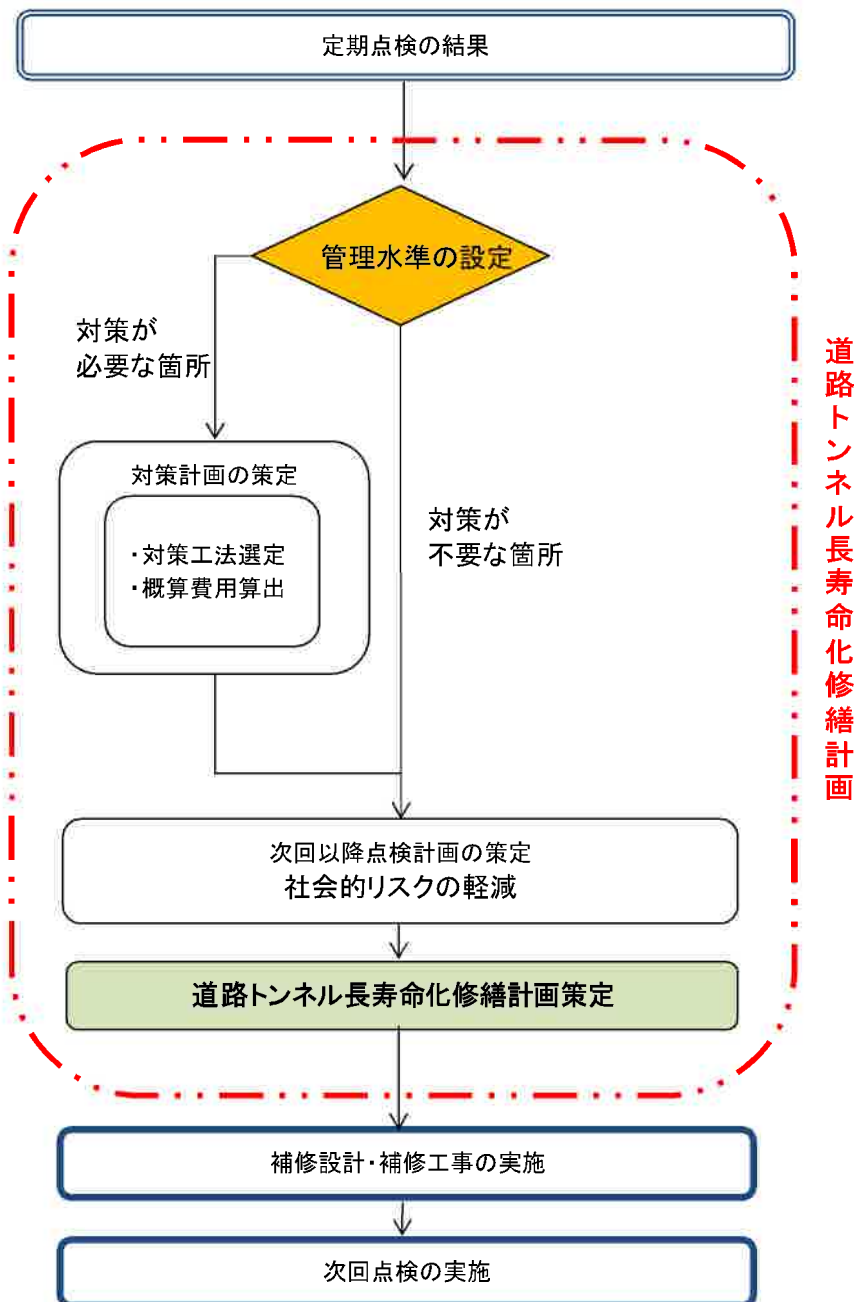


図6.1 長寿命化計画の流れ

また、道路トンネル長寿命化修繕計画は、5年に1回実施する定期点検等の結果を踏まえて、『PDCAのスパイラルアップ』による対策方針や工事対象範囲の見直しなど、継続的な改善を行っていきます。

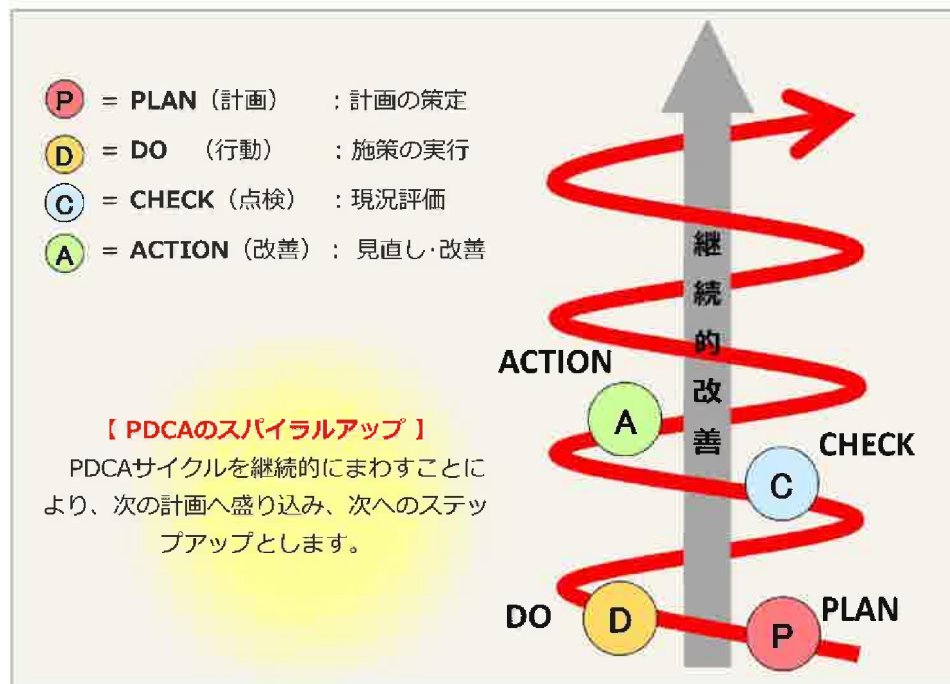


図6.2 長寿命化計画のスパイラルアップ

出典) 鳥取県インフラ長寿命化計画(行動計画)-社会経済活動の維持と発展を支える  
社会基盤の戦略的な長寿命化対策- 平成28年3月 鳥取県

## 2) 管理水準の決定

本計画では道路トンネル定期点検要領より、「Ⅲ判定」以上の変状箇所を補修対象とすることを原則とします。

表6.1 表 対策判定区分表と管理水準

区分		定義
I	健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路トンネルの機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。



補修

### ??管理水準とは??

道路トンネルを管理する水準で、トンネル定期点検の結果を受けて対策を行うか否かの指標とする水準のことです。

ただし、予防保全の観点からⅢ判定未満の変状についても対策が妥当と判断した場合は、計画的に補修工事を実施する予定です。

トンネル内の照明や非常用施設については、機能の低下や故障等の予見が難しく、性能保証からも耐用年数毎の更新が必要となるため『時間計画保全』による管理とします。

表6.2 保全の区分

保全の種類	項目
予防保全	本体工
時間計画保全	照明設備 非常用施設(非常用電話、消火器、押ボタン式通報装置など)

#### ??『時間計画保全』とは??

『時間計画保全』は耐用年数等の対策周期毎に更新を行い、機能の維持を図る保全のことです。日常点検や定期的な保守点検において、機能の低下や故障などを予見することが難しく、性能保証の面からも延命化が困難で、耐用年数毎の更新が避けられない施設・設備等に適用されます。

### 3) 対策内容の整理

日野町管内4トンネルの維持管理にあたり、今後、以下の事業が必要となります。

- ①補修設計
- ②補修工事
- ③定期点検
- ④照明設備設計（久住トンネルを除く）
- ⑤照明設備更新工事（久住トンネルを除く）
- ⑥詳細調査（黒谷、茗荷谷トンネルのみ）

上記①～⑥の事業について、その実施予定時期を以下に整理します。

- ①補修設計・・・2021年度（以降、点検結果に応じて実施）
- ②補修工事・・・2021年度（以降、点検結果に応じて実施）
- ③定期点検・・・2023年度（以降、5年ごとに実施）
- ④照明設備設計・・・劣化状況と予算の平準化の観点から決定
- ⑤照明設備更新工事・・・④と同様
- ⑥詳細調査・・・次回点検時（2023年度）

表 6.3 事業実施時期予定

トンネル名	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
久住トンネル	長寿命化 修繕計画 策定			定期点検 + 詳細調査	補修設計			補修工事	定期点検	
鶴見トンネル					補修設計 照明設計		補修工事	照明工事		
黒谷トンネル					補修工事	照明工事				
茗荷谷トンネル		補修設計 補修工事			照明設計	照明工事				

#### 4) 対策費用の算出

本計画では次回点検までに必要なトンネル本体工補修費用と附属物の更新費用、各種点検調査・設計費用を算出しました。

##### (1) トンネル本体工補修費用について

本計画では管理水準（Ⅲ判定）を上回る茗荷谷トンネルの要対策変状のほかに、各トンネルにおいて次回点検以降Ⅲ判定に進行する懸念が高い変状（Ⅱa判定変状）に対し、一般的に採用事例の多い工法を選定し、費用を算出します。

対象変状の種類は「小規模な目地のうき」と「目地部の欠損部」および「漏水」です。

##### ○小規模な目地のうき

各トンネルで複数確認されている目地のうきは、いずれも小規模なため、主たる目的が小片はく落防止となります。よって、安価で施工性に優れる **FRPメッシュ工**を想定工法とします。

#### <FRPメッシュ工>

覆工表面にコンクリートアンカー等を使用してFRPメッシュを設置する工法。比較的狭い範囲で覆工片が落下する恐れのある場所において適用事例が多い。安価で施工性に優れるため、緊急対策としても適する。

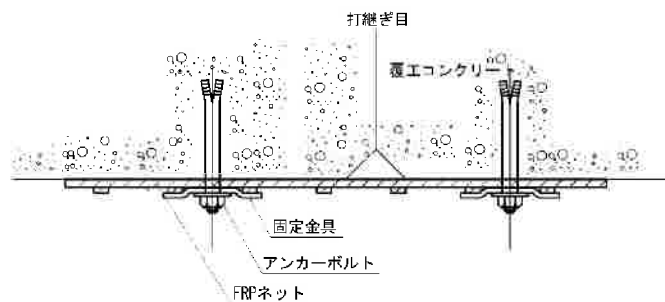


図 6.3 FRPメッシュ工概要図



写真 6.1 FRPメッシュ設置状況例



### ○目地部の欠損部

茗荷谷トンネル、黒谷トンネルでは外カーブ側の後打ちモルタルが広範囲に劣化しており、現場で叩き落しを実施したものの 50~100mm 程度の欠損や、鉄筋露出を生じている部分があることから、**断面修復工と炭素繊維シート工の併用**を想定します。

### <断面修復工>

覆工コンクリートのはく離箇所や劣化箇所をはつり落とした部分、またはすでに覆工コンクリートに生じている断面欠損箇所をもとの断面形状に修復する工法。ポリマーセメントモルタル等の高分子材料（エポキシ樹脂等）を混入したモルタル系材料を充填、塗布することによって断面修復を行う例が多い。

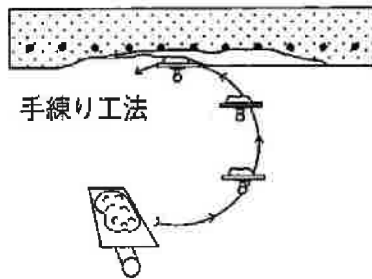


図 6.4 断面修復工概要図



写真 6.2 断面修復工施工状況例

### <炭素繊維シート工>

炭素繊維をエポキシ樹脂で面的にプラスチック化させる工法。引張強度に優れるため、覆工面の補強や、はく落荷重が大きな箇所に適用される。

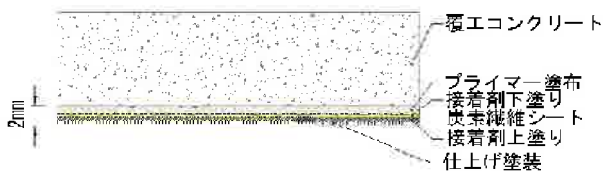


図 6.5 炭素繊維シート工概要図



写真 6.3 炭素繊維シート設置状況例



トンネル名:久住トンネル

変状種類	対策工法	数量	単位	単価	小計
うき、はく離	FRPメッシュ	7	m2	25,000	175,000
漏水	線導水工	15	m	26,000	390,000
欠損を伴う うき	断面修復工	0	m3	2,500,000	0
	炭素繊維シート工	0	m2	50,000	0
				合計(千円)	565

トンネル名:鶴見トンネル

変状種類	対策工法	数量	単位	単価	小計
うき、はく離	FRPメッシュ	15.4	m2	25,000	385,000
漏水	線導水工	0	m	26,000	0
欠損を伴う うき	断面修復工	0	m3	2,500,000	0
	炭素繊維シート工	0	m2	50,000	0
				合計(千円)	385

トンネル名:黒谷トンネル

変状種類	対策工法	数量	単位	単価	小計
うき、はく離	FRPメッシュ	50.8	m2	25,000	1,270,000
漏水	線導水工	7	m	26,000	182,000
欠損を伴う うき	断面修復工	0.7	m3	2,500,000	1,750,000
	炭素繊維シート工	12.5	m2	50,000	625,000
				合計(千円)	3,827

トンネル名:若荷谷トンネル

変状種類	対策工法	数量	単位	単価	小計
うき、はく離	FRPメッシュ	47.8	m2	25,000	1,195,000
漏水	線導水工	0	m	26,000	0
欠損を伴う うき(Ⅲ判定)	断面修復工	0.4	m3	2,500,000	1,046,500
	炭素繊維シート工	3.2	m2	50,000	160,000
				合計(千円)	2,402

(2) 附属物更新費用について

久住トンネルを除く 3 トンネルにはトンネル坑内照明が設置されています。本計画では対象 3 トンネルについて、照明設備の更新工事費用を延長に応じた想定金額を用いて算出します。

表 6.4 想定金額（照明更新）

延長	単価
0～200m	200,000
200～400m	150,000
400～600m	100,000
600m以上	70,000

上表に基づいて算出した照明設備の更新工事費用は次の通りです。

○鶴見トンネル（L=465m）・・・46,500 千円

○黒谷トンネル（L=269m）・・・40,350 千円

○茗荷谷トンネル（L=219m）・・・32,850 千円

(3) 詳細調査費用について

外力作用が懸念される茗荷谷トンネル、黒谷トンネルでは次ページに示す詳細調査を計画しており、その費用はおよそ 350 万～400 万程度です。

## (2) 黒谷トンネルの詳細調査案

外力作用が懸念される箇所については、詳細調査を行い、外力作用の有無を明らかにすることが望ましい。

以下に一般的な調査方法の事例として、固定レーザーによる計測方法を紹介する。

### 1) 固定レーザーとは

- ・ノンプリズムの計測機（非接触で対象物を面的に計測可能）
- ・1秒間に50000点のレーザーを放射し、高速で水平方向に360°鉛直方向に270°の計測を行う
- ・レーザーと内臓カメラによって、3次元の座標データ（点群データ）を取得
- ・今回は、ライカ社製 Scan Station C10 を使用

測定範囲：10cm～300m（中距離タイプ）

計測精度：100mで5.0mmの機械誤差（従来のトータルステーションと同程度の誤差）



写真 5-3 ライカ社製 Scan Station C10

### (3) 茗荷谷トンネルの詳細調査（案）

ブロック化を伴わない打音異常箇所については、覆工背面の状況や、類似変状箇所の有無を確認することが望ましい。

以下に一般的な調査方法の事例として、電磁波探査と削孔穴を用いた背面観察を紹介する。

#### 1) 電磁波探査

電磁波探査法（地中レーダ探査）を用いて覆工コンクリートの厚みや覆工背面の空洞の分布状況を把握する。

電磁波探査機により、調査対象区間の指定箇所においてアンテナを走査し、覆工コンクリート巻厚、および覆工背面の空洞有無を連続的に把握する。測定位置は、トンネルクラウン部の縦断 1 測線と変状箇所（S006, S018）の横断 2 測線を予定する。



写真 5-4 レーダ探査状況（例）



写真 5-5 探査装置外観

表 5-4 探査測線位置（例）

測線 No.	測線位置
1	クラウンセンター部
2	横断方向に全周長 変状部 2 測線

## 2) ドリル削孔

今回点検で打音異常が確認された2箇所について、覆工背面の観察を行うためにドリル削孔する。削孔径は $\phi 30$  mm程度とし、観察後は削孔跡を無収縮モルタルで復旧する。

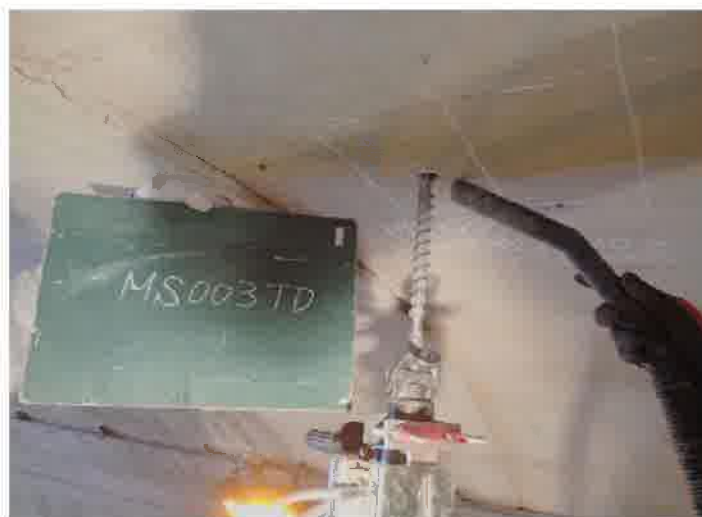


写真 5-6 ドリル削孔状況 (例)



写真 5-7 閉塞状況 (無収縮モルタル)

H30 年度点検成果より抜粋

### 3) 覆工背面観察

ドリル削孔跡を利用して、ファイバースコープ等を用い、覆工背面の状況を確認する。

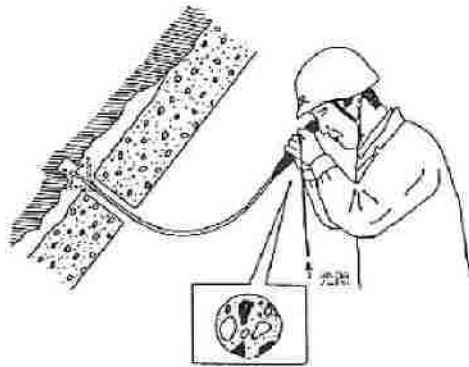


図 5-4 ファイバースコープ観察状況

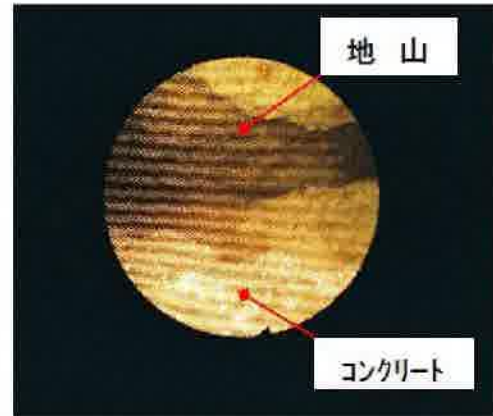


写真 5-8 背面状況写真例

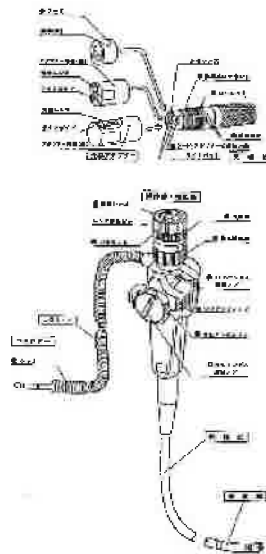


図 5-5 ファイバースコープ

H30 年度点検成果より抜粋



## 7 今後の維持管理計画

トンネルの維持管理は以下のフローに従い実施します。

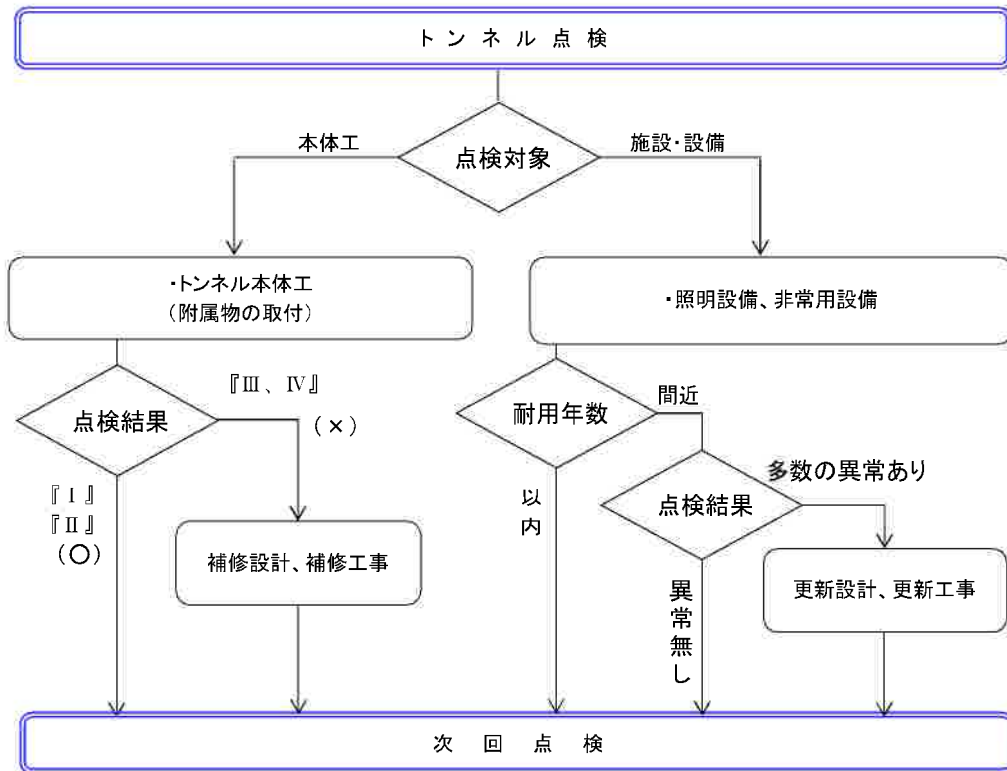


図7.1 今後の管理フロー

また、4トンネルにおける、今後10年間の維持管理計画と想定費用を下表に示します。

表7.1 今後10年間の維持管理計画と想定費用

トンネル名	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
久住トンネル	長寿命化 修繕計画 策定			定期点検 + 詳細調査	補修設計			補修工事		
鶴見トンネル					補修設計 照明設計		補修工事	照明工事	定期点検	
黒谷トンネル						補修工事	照明工事			
茗荷谷トンネル		補修設計 補修工事				照明設計	照明工事			
概算費用 (百万円)			8.0			15.0	16.0	42.4	41.3	47.9

## 8 新技術の活用・費用の縮減

トンネル点検の実施について、2巡目の定期点検からNETIS（新技術情報提供システム）・点検支援技術性能カタログ(案)などを参考に新技術の活用を検討します。

特に、画像計測を用いた展開図作成やタブレットを用いた点検成果作成など積極的に活用を検討することで省力化を図り、コスト縮減に取り組みます。

## 9 おわりに

日野町では、今回策定した「道路トンネル長寿命化修繕計画」に基づき、より効果的で効率的な維持管理を行い、安全性の確保に努めてまいります。

今後も、5年に1回の定期点検によりトンネルの健全性を把握し、その結果に基づき長寿命化計画の見直しを継続的に行ってまいります。

また、トンネル点検技術は画像計測を用いた展開図作成や、タブレットを用いた点検成果作成など、最新技術を積極的に活用し、高精度化や省力化に取り組んでいます。

日野町においても最新技術による点検手法の採用を検討し、有益な手法については積極的に採用することで、点検精度の向上や維持管理コストの縮減に努めていきます。



写真8.1 画像計測状況例



写真8.2 タブレットを用いた現地点検