

南会津町 トンネル長寿命化修繕計画



唐沢トンネル



鱒沢トンネル

令和 7 年 3 月

南会津町 建設課 土木係

目 次

1. トンネル長寿命化修繕計画策定の背景と目的.....	1
1.1. トンネル長寿命化修繕計画の背景.....	1
1.2. トンネル長寿命化修繕計画策定の目的.....	1
1.3. 維持管理の方針.....	1
2. 南会津町が管理するトンネルの概要.....	2
3. 南会津町の取り組み.....	4
4. トンネルの健全度の判定・診断.....	5
4.1. 対象範囲.....	5
4.2. 定期点検の方法.....	6
4.3. 点検結果の記録.....	7
5. 定期点検の結果.....	8
6. 長寿命化修繕計画.....	10
6.1. 維持管理の考え方.....	10
6.2. 長寿命化修繕計画の内容.....	11
7. 事業計画の策定.....	13
7.1. 保全計画の策定.....	13
7.2. 事業費の策定.....	13
8. 中長期計画の策定.....	13
9. 新技術の活用.....	14
10. 集約撤去の方針.....	14

1. トンネル長寿命化修繕計画策定の背景と目的

1.1. トンネル長寿命化修繕計画の背景

道路は市民生活を支える基礎となる社会資本であり、全国に張り巡らされています。急峻な地形が多い日本国内には、現在使用されている道路トンネルは約1万箇所にのぼります。これらの道路トンネルのうち、約27%が建設後50年を超えていることから、今後もトンネルの老朽化が進み、補修が必要なトンネルは増えていくと予測されます。

南会津町でも、将来にわたり、限られた財源の中でトンネルの機能を維持するために、計画的にトンネルの管理・補修を進めていくことが重要と考えられます。

そこで、町民が生活道路として安心して利用頂けるよう「トンネル長寿命化修繕計画」を策定します。

1.2. トンネル長寿命化修繕計画策定の目的

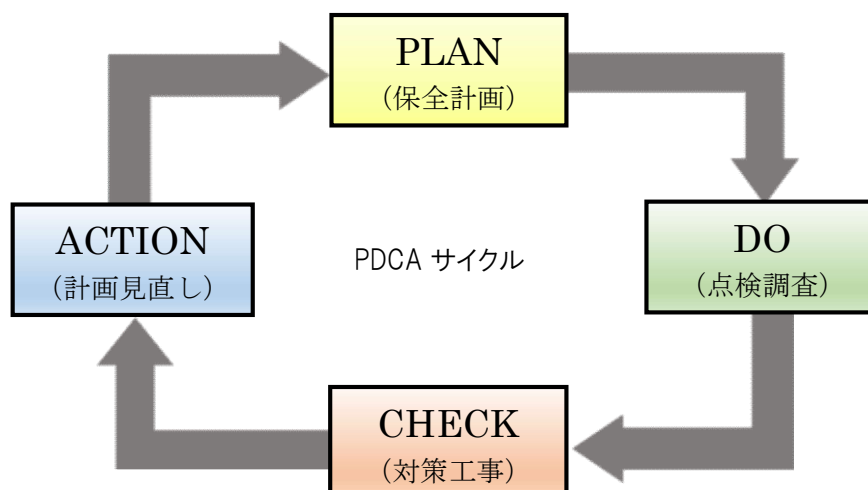
トンネル長寿命化修繕計画は、以下を目的として策定します。

- 1) 国土交通省道路局「道路トンネル定期点検要領」により計画的な点検・診断を行います。
- 2) 修繕計画に基づいて必要な対策を適切な時期に効率的・効果的に実施します。
- 3) 予防保全型の維持管理を実施します。

1.3. 維持管理の方針

「悪くなったら修繕する」事後保全型ではなく、「悪くなる前に補修する」予防保全型の維持管理を行い、毎年の維持管理コストの平準化と大規模な補修工事の回避を目指します。

日常点検・定期点検（5年毎）を行い、必要な補修工事を計画的に実施して、安全に通行できる状態を確保します。また、予防保全型の維持管理で重要となる「P:保全計画→D:点検調査→C:対策工事→A:保全計画見直し」のサイクルが長期にわたって有効に稼働するよう、維持補修に関する情報を公表します。



2. 南会津町が管理するトンネルの概要

表 2.1 南会津町管理トンネル一覧表

名称	路線名	所在地	形式	延長 (m)	全幅 (m)	幅員		建設年	経過年数
						車道 (m)	路肩 (m)		
唐沢トンネル	町道唐沢線	南会津郡 南会津町湯ノ花	NATM 工法	631.0	8.5	7.0	1.5	平成 19年	18年
鱒沢トンネル	町道鱒沢線	南会津郡 南会津町湯ノ花	—	32.0	—	—	—	昭和 36年	64年

※鱒沢トンネルは現在通行止めのため未使用



図 2.1 位置図

(1) 唐沢トンネル

施 設 名	唐沢トンネル		
路 線 名	町道唐沢線		
所 在 地	南会津郡南会津町湯ノ花地内		
延 長	631.0m	幅 員	7.0(8.5)m
建 設 年 次	平成 19 年 (2007 年)	高 さ	5.9m
工 法	NATM工法		

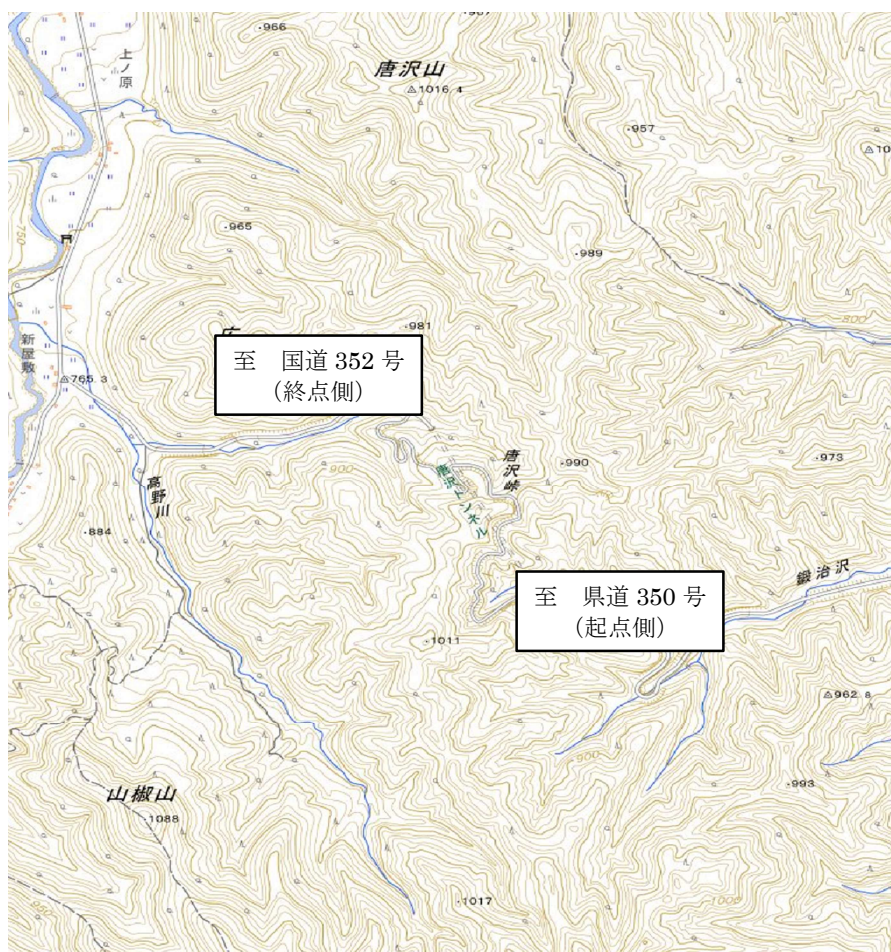
起点側坑口



終点側坑口



位置図



3. 南会津町の取り組み

下表は、国土交通省で策定された「道路トンネル定期点検要領」に基づき、実施する定期点検の実績及び頻度を表します。

表 3.1 トンネル点検実績一覧表

名称 / 年度	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
唐沢トンネル	●					○					○
※鱒沢トンネル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

●・・・点検実施済み ○・・・点検予定 ※鱒沢トンネルに関しては通行止め(未使用)のため点検は未実施

トンネル定期点検は、道路法により義務付けられており、南会津町では5年に1回点検を実施し、その結果に基づき、健全度判定を含むトンネルの診断を行っています。

また、平成30年度の初回点検以来、近接目視点検のほか、走行型画像計測車によりトンネル覆工壁面の画像撮影を行い、帯画像の変状展開図を用いて道路パトロールなどの日常点検や定期点検時の効率化を図っています。次回定期点検は令和10年度を予定しています。



写真 3.2 トンネル定期点検の様子

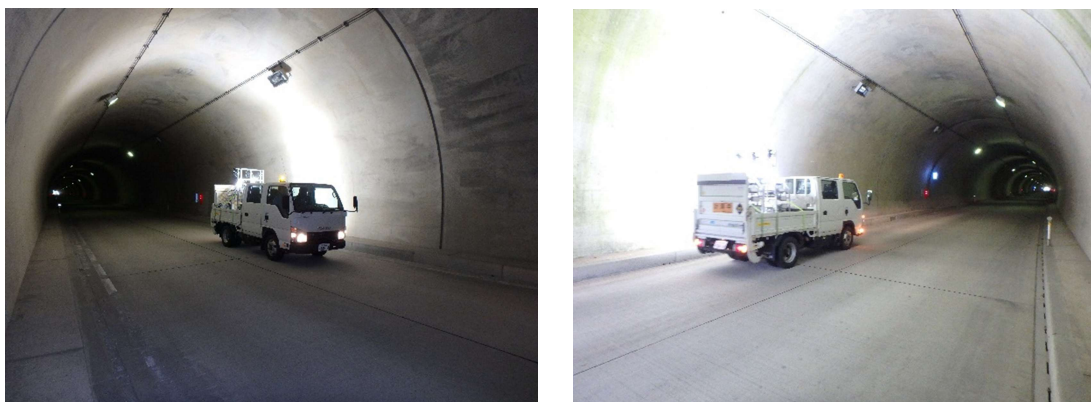


写真 3.3 走行型画像計測車による壁面撮影の様子

4. トンネルの健全度の判定・診断

4.1. 対象範囲

一般に道路トンネルは「トンネル本体工」と「附属物」で構成されていて下記に示す施設で構成されています。

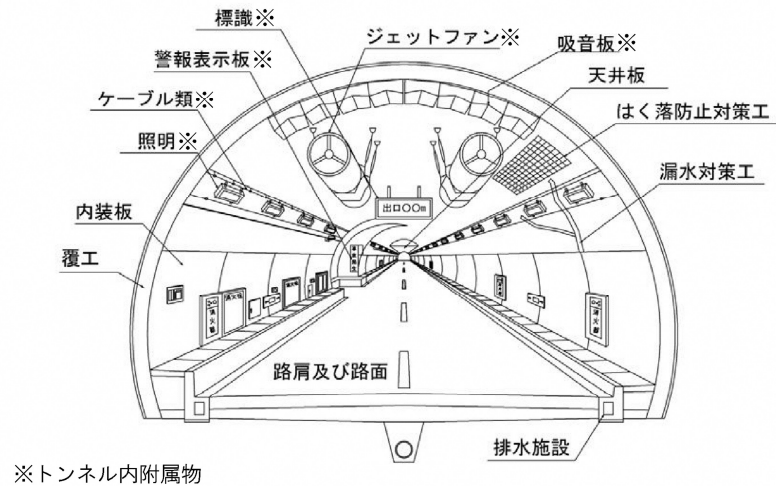


写真 4.1 トンネル坑口部の点検対象箇所

- ① トンネル本体工 覆工、坑門、内装板、天井板、路肩、路面、排水施設及び補修・補強材 ※上記の内、覆工、坑門、路肩、路面、排水施設は各々トンネルに共通する施設です。
- ② 附属物：附属施設（照明施設、非常用施設、換気施設）、標識、情報板、吸音板等、トンネル内や坑門付近に設置されるものの総称です。

4.2. 定期点検の方法

点検方法は、近接目視点検を基本とし、適宜、打音検査、触診を行います。

① 近接目視点検(覆工・坑門・路面・排水施設)

覆工・坑門は、高所作業車を用いて点検箇所付近に近接して観察し、場合によりクラックスケール等を使い、変状を点検表に記録します。

路面・排水施設は、徒歩で点検箇所を目視観察し変状を点検表に記録します。

② 打音検査

遠望目視点検により確認された変状箇所周辺のコンクリート表面や、道路附属物の取付け金具類について点検ハンマーで打診し、うき・はく離箇所や金具の緩み箇所等の変状を点検表に記録します。この際、変状が確認された場合は、可能な範囲で叩き落としや締直し等の措置を行い点検表に記録します。

③ 触診

道路附属物のがたつきや取付け金具等の損傷や緩み等の状況を把握するために、点検対象物に直接触れ、異常の有無を点検表に記録します。



写真 4.2 高所作業車による点検

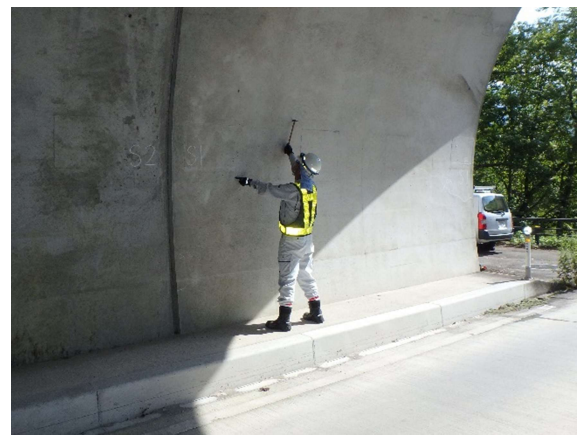


写真 4.3 徒歩による点検



写真 4.4 打音検査



写真 4.5 触診

4.3. 点検結果の記録

(1) 道路トンネル

平成 31 年 2 月に国土交通省道路局からこれまでの道路トンネル定期点検要領から一部改訂されてあらたな点検要領が策定されました。

トンネル本体工の変状等は、健全度の診断を行って外力、材質劣化、漏水に区分します。外力に起因する変状は覆工スパン毎に、材質劣化、漏水に起因する変状はそれぞれの変状毎に健全度を診断します。また、応急対策と本対策の必要性およびその緊急性を判定します。

表 4.1. 変状種類及び変状区分との関係

変状種類	変状区分		
	外力	材質劣化	漏水
①圧ざ、ひび割れ	○	○	
②うき、はく離	○	○	
③変形、移動、沈下	○		
④鋼材腐食		○	
⑤巻厚の不足または減少、背面空洞		○	
⑥漏水等による変状			○

補足 1) 変状種類は変状として現れる事象であり、変状区分は基本的には変状の要因を区分したものである。したがって、ここでの変状区分は、必要となる対策の区分とは異なることに注意する必要がある。たとえば、材質劣化による巻厚不足や減少が生じている場合にも、必要に応じて外力への対策が必要となるなど。

道路トンネル定期点検要領-国土交通省道路局 より抜粋

表 4.2 健全度の判定区分

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、早期に措置を講ずることが望ましい状態
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、または生じ可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

道路トンネル定期点検要領-国土交通省道路局 より抜粋

判定区分のⅠ～Ⅳに分類する場合の措置の基本的な考え方は以下のとおりです。

- Ⅰ：監視や対策を行う必要のない状態をいう
- Ⅱ：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう
- Ⅲ：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう
- Ⅳ：緊急に対策を行う必要がある状態をいう

附属物等の判定は、点検員が現地で判定区分を用いて評価します。

附属物等の取付け状態に対する異常判定区分を表 4.3 に示します。

表 4.3 附属物等の取付け状態に対する異常判定区分

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

道路トンネル定期点検要領-国土交通省道路局 より抜粋

5. 定期点検の結果

(1) 令和 5 年度の定期点検健全度評価結果

名称	令和 5 年度健全度評価
唐沢トンネル	健全度判定 Ⅱ

※ 国土交通省道路局定期点検要領判定基準に基づき算出

(2) 令和 5 年度定期点検結果

名称	トンネル毎の健全性	トンネル本体工									附属物
		うき・剥離・ひび割れ・濁音(単位・箇所)			漏水(単位・箇所)			外力(単位・箇所)			取付状態(単位・箇所)
		Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	○/×
唐沢トンネル	Ⅱ	15	0	0	0	0	0	0	0	0	○

※国土交通省道路局定期点検要領判定基準に基づき算出

今回の定期点検結果で、唐沢トンネルは健全性診断結果が判定Ⅱとなりました。予防保全の観点から監視の継続が望まれます。

なお、唐沢トンネルの変状状況と今回の点検で実施した本対策工については表 5.1、および図 5.1 にまとめて示します。

表 5.1 変状原因と変状状況（判定Ⅱ）

変状原因（材質劣化）	変状状況	変状箇所	覆工スパン番号
乾燥収縮・温度応力、締固め不足・充填不足	コンクリート打設時の打ち重ね線に沿ったひび割れ	アーチ	1、9、61、62
打ち継ぎ不良	コールドジョイント	側壁、アーチ下部	46、47、48
セントルセット時・脱型時の型枠の過度な押し当て 締固め不足・充填不足	横断目地沿いの半月状のひび割れ・帯状のひび割れ	横断目地	15、19
締固め不足・充填不足	横断目地沿いで打音はやや濁音を発するが、ひび割れはない	横断目地	55

当該トンネルで健全度「Ⅱ」と判定した変状を表 5.1 に示す。前回の点検では、地山の外力による変状の可能性があることを示していたが、変状の進行性が緩慢と判定されることから、初期ひび割れの材質劣化による可能性が高いと判定される。これらの変状は、施工時に発生したもの、あるいは施工時に生じた打ち重ね線（コールドジョイント）に沿った経年劣化によるひび割れと考えられる。

また、表 5.1 に示した変状のうち、覆工スパン番号 55 の天端ではつり落とした箇所は、うきの範囲をはつり落とし、はつり厚さは 5 cm であった。はつり後、表面に応急対策用の劣化防止コーティング剤を噴霧したが、次回点検時に本対策用の劣化防止コーティング剤を塗布することが望ましい（図 5.1 参照）。

＜本対策工＞									
変状形態 注1) と対象部位	変状規模注2)	(a)パネル系・シート系当て板工 対策工（○印の工種を併用して適用）						(b)金網・ネット工 注12)	
		はつり落とし 工他による 除去注3)	断面 修復工	ひび割れ 注入工 注5)	当て板工 形鋼系 注6)	パネル系 or 繊維 シート系 注6)	備考	対策工（○印の工種 を併用して適用）	備考
① ひび割れ 沿いの覆 工コンク リートの うき・はく 離（ブロッ ク化）	アーチ・ 側壁	変状面積A ～0.5㎡程度	○除去	○注4)	○	○注4)			○
					○	○		○	○
					○	○注7)	○	○	○
								○	○
								個別に検討する	個別に検討する
	横断目地・ 水平 打継ぎ目	変状幅W ～W=0.1m程度	○除去	○注4)、注8)		○注4)、注9)	注10)		○
					○	○注4)、注9)	注10)	○注14)	○
								○注14)	○
								個別に検討する	個別に検討する
								個別に検討する	個別に検討する

注3) はつり落としの範囲・深さについては、変状規模や、その形状・厚さを考慮して適切に設定する。とくに、過度なはつり落としは、覆工の断面欠損による耐荷力の低下を招くおそれがあるため、十分注意する。

注4) 変状規模が小規模なものや、横断目地付近の帯状のブロック化部分について、対策工の設計を行う者が「はつり落とし」のみで「本対策」を完了できると判断した場合は、「断面修復工」と「当て板工」を省略できる。この場合、下地処理の「ひび割れ注入工」も省略できる。また、はつり落とした部分の表面に、劣化防止コーティング剤を塗布することが望ましい。なお、鉄筋コンクリート覆工においては、必要に応じて鉄筋の防錆対策を併用したうえで、必ず断面修復工を適用することを基本とする。

図 5.1 変状形態による本対策工（はく落防止対策）の選定の目安

道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和2年版 p 296～297 より抜粋

6. 長寿命化修繕計画

長寿命化修繕対策は、路線の重要度、交通量、迂回路、緊急度や健全度等を基に総合的に順位付けを行い、計画的な補修・修繕により、本来の機能や健全度の向上を図り、安全に利用できるようにします。

6.1. 維持管理の考え方

南会津町の道路トンネルの維持管理は、図 6.1 メンテナンスサイクルの基本に基づき行います。

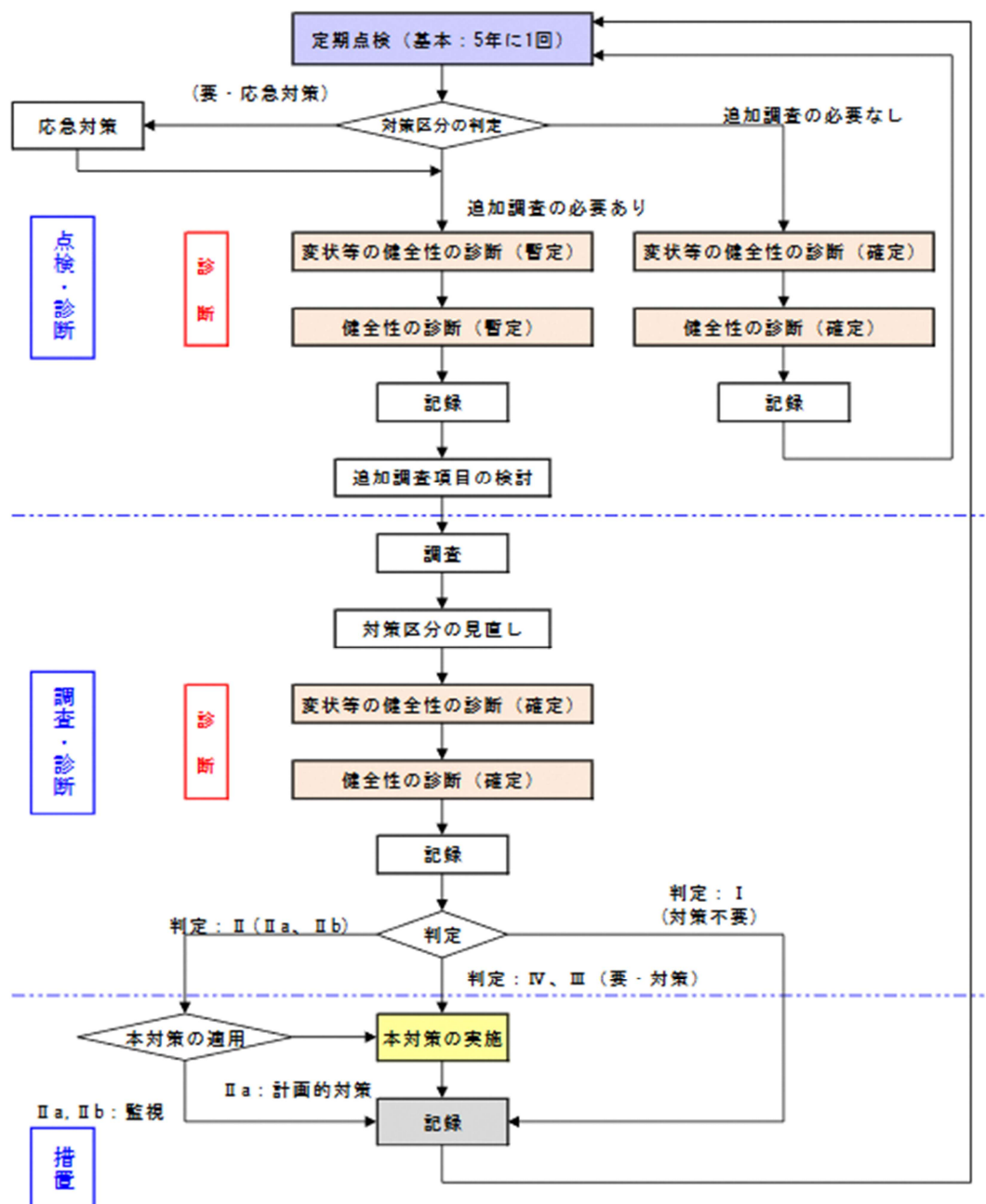


図 6.1 道路トンネルのメンテナンスサイクルの基本フロー

6.2. 長寿命化修繕計画の内容

(1) 長寿命化修繕計画のマネジメント

以下のマネジメントのフローに従って行います。

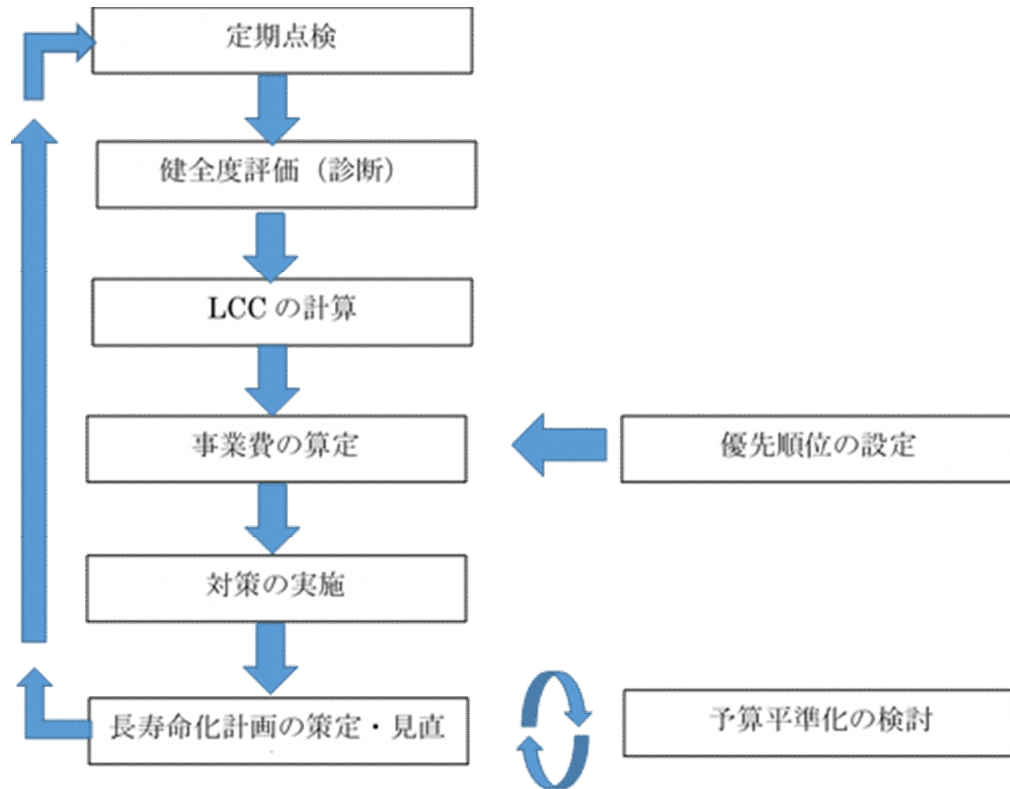


図 6.2 長寿命化修繕計画のマネジメントフロー

(2) ライフサイクルコスト（LCC）の計算

トンネルは更新を考慮しない構造物であるため、寿命は永年として考え、ライフサイクルコスト（LCC）計算による経済性評価にあたっては、道路付属物の耐用年数や通常の維持管理費等を勘案して、計画期間を 10 年とします。

トンネルライフサイクルコスト（LCC）は以下のように計算します。

$$\text{LCC} = [\text{補修費用}] + [\text{設備更新費用}] + [\text{維持管理費用}]$$

補修費用：トンネル本体の各変状の対策工費用

設備更新費用：照明設備 配線電気工事

維持管理費用：点検費、照明設備電気料金

① 補修費用の計算方法

- ・ トンネル本体の各変状に対する健全度評価結果（判定区分）を踏まえて施工期間や施工年度を設定します。
- ・ 各変状の対策工は、代表的工法を選定します。
- ・ 対策工の数量を算定し、対策費用を算定します。

② 設備更新費用

- ・ トンネルの建設年度を基点とし、各設備の更新年数や更新年度を設定します。
- ・ 各設備の更新費用を算定します。
- ・ 更新が必要となる年度に更新費用を計上します。
- ・ 各設備の更新年数が経過した年度に、再度同額の更新費用を計上します。

③ 維持管理費用の計算方法

- ・ 定期点検の頻度を5年に1回として、各トンネルの点検費用を計上します。
- ・ 照明設備を設置しているものについては、電気料金を計上します。

(3) 優先順位の設定

トンネルの健全性の判定区分が同じ場合には、以下の条件を考慮し、重要度の高いトンネルへの対策を優先します。

表 6.1 重要度の条件

重要度	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5
	交通量 (12h)	緊急輸送 道路指定	迂回路の 有無	利用特性	その他の要素
高	10,000 台 以上	有り	無し	歩行者等 利用有り(多)	補修要望 有り
中	5,000～ 10,000 台以上	—	—	歩行者等 利用有り(少)	—
低	5,000 台未満	無し	有り	歩行者等 利用無し	補修要望 無し

5 つの条件から各トンネルの重要度を判定します。

表 6.2 各トンネルの重要度

施設名	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5
	交通量 (12h)	緊急輸送 道路指定	迂回路の 有無	利用特性	その他の要素
唐沢 トンネル	低	低	低	中	低
鱒沢 トンネル	—	—	—	—	—

※鱒沢トンネルは通行止め(未使用)のため優先順位より除外しております。

上記より、唐沢トンネルが優先となります。

7. 事業計画の策定

7.1. 保全計画の策定

本計画では定期点検の結果を踏まえた健全度評価に基づいて健全度が著しく低下する前に補修や補強等の適切な措置を実施していく「予防保全型」維持管理を進めることで、施設の長寿命化を図るとともに中長期的な維持管理のトータルコストの縮減を図ります。

① トンネル本体工に係る補修・補強対策時期

点検結果から検討した対策必要年数に基づき算定します。

② 判定区分Ⅱ（監視段階）以上を確保します。

対策工は判定区分Ⅱ（予防保全の観点から計画的な対策を必要とする段階）を含む健全性の不良な損傷を補修対象とします。

③ 維持管理費は定期点検および照明設備の稼働に伴う電気料金の費用を計上します。

④ 各変状に対応した代表的工法の費用を算定します。

7.2. 事業費の策定

点検の結果を踏まえて算定します。

① 唐沢トンネル

本トンネルはアーチ部や側壁部に打ち重ね線に沿ったひび割れやコールドジョイントが認められるほか、横断目地沿いに半月状や帯状のブロック化したひび割れ、打音検査でやや濁音を発する箇所が認められます。健全度は判定Ⅱであり、予防保全を目的とした監視の継続が必要となります。

判定区分：Ⅱ

変状：打ち重ね線に沿ったひび割れ、ブロック化したひび割れ等

措置：監視

事業費は、

① 補修費用

・該当なし

② 維持管理費用

・点検費・・・・・・・・・・概算 350 万円

・電気料金・・・・・・・・・・概算 20 万円（1 施設 1 年あたり）

8. 中長期計画の策定

南会津町で管理するトンネル等は、5 年に 1 回の定期点検により健全度判定に基づき、長寿命化修繕計画が策定されますが、修繕計画の進展により必要に応じて見直していきます。

唐沢トンネルは現状において早期に第三者に被害を及ぼす可能性のある変状は存在しませんが、予防保全を目的とした監視を継続します。定期的に点検を行うことにより、新たに変状等が確認された場合は、必要に応じて詳細調査を行い、効果的な対策を行うことで、トンネルの安全性を確保します。

表 8.1 今後 10 年間の南会津町トンネル維持管理・修繕計画

年次	令和 5 年	令和 6 年	令和 7 年	令和 8 年	令和 9 年
唐沢トンネル	定期点検 電気料金	電気料金	電気料金	電気料金	電気料金
概算額	370 万円	20 万円	20 万円	20 万円	20 万円
年次	令和 10 年	令和 11 年	令和 12 年	令和 13 年	令和 14 年
唐沢トンネル	定期点検 電気料金	電気料金	電気料金	電気料金	電気料金
概算額	370 万円	20 万円	20 万円	20 万円	20 万円

9. 新技術の活用

今後、南会津町が管理するトンネルでは、点検等に係る支援技術等の活用の検討を行い、効率化、ライフサイクルコスト縮減や維持管理コストの平準化の効果が見込まれる点検支援技術を活用していくことを目標としています。

トンネルの点検支援は、主に図 9.1 のような新技術が挙げられ利活用されています。これらの技術は、トンネルの立地や作業条件及び変状の状況等によって費用が異なるため、十分な検討が必要となります。それらを踏まえ、次回点検において新技術等を活用した点検等を実施し、約 1 割程度費用を縮減することを目標とします。

10. 集約化・撤去の方針

鱒沢トンネルについては、現在、通行止めとしている路線にあるトンネルであり、供用できていません。トンネル建設から 60 年以上経過し、老朽化が著しいことから、今後、地区住民との合意形成を図りながら廃止・撤去を検討していきます。

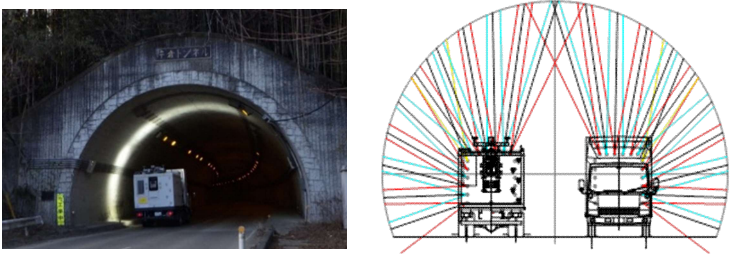
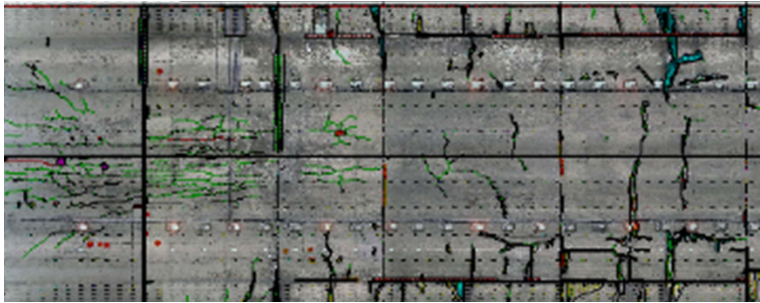
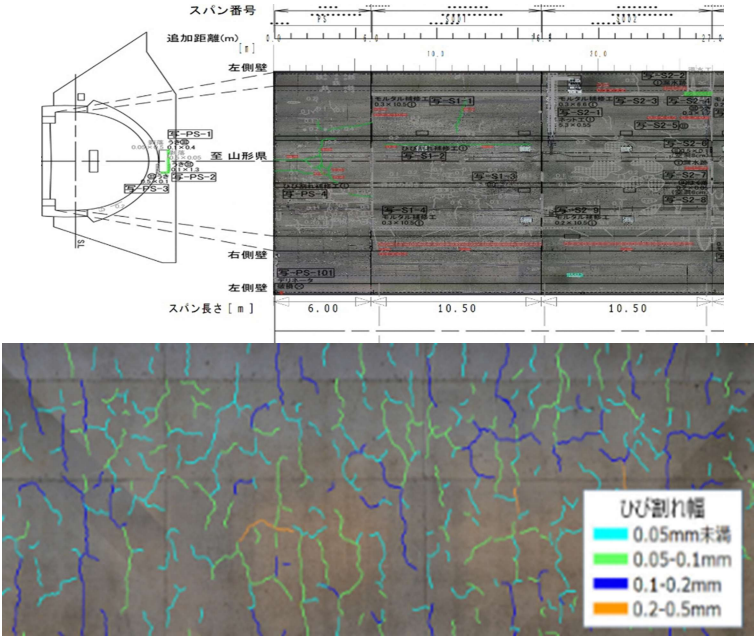
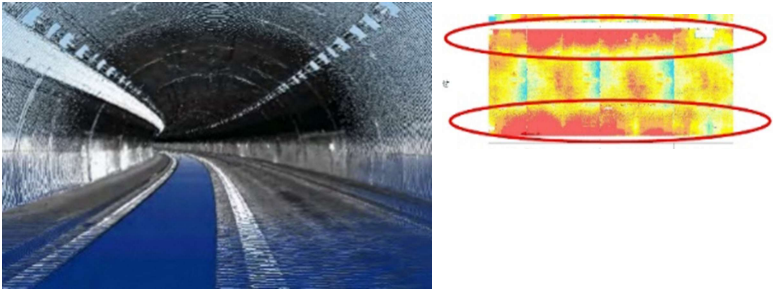
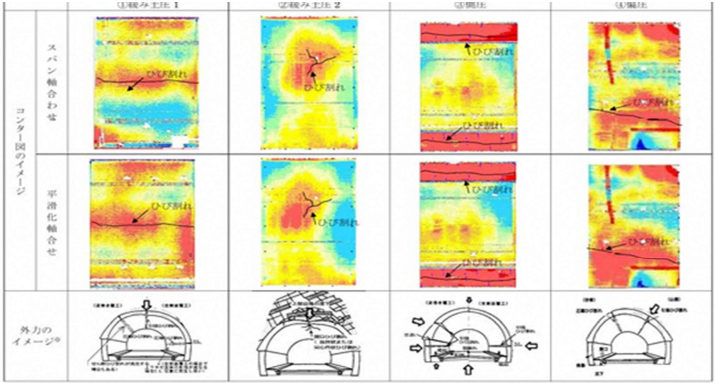
新技術工法	第1案 走行型高精細画像計測技術 NETIS 登録番号：NETIS KK-130026-VE  	第2案 AIを活用した定量評価技術 NETIS 登録番号：KT-190025-VR 	第3案 レーザ計測を活用した断面計測技術  
	技術概要 トンネル覆工面をデジタルカメラ搭載車両で走行しながら撮影し、覆工全体の状態を覆工面カラー画像画像として取得する。ひび割れやその他の変状を抽出し、展開画像、変状展開図を作成する。	画像撮影で取得した展開画像から教師データを豊富に蓄積したAIにより、ひび割れ自動検出を行う。 0.2mm 幅程度以上のひび割れ検出が可能。	走行型レーザ計測車で、放射状にレーザ照射しながら移動しその反射距離を計測するものである。データは淡色の点群で表示され、その点には座標が付与されていることから、レーザの反射面の形状を詳細に捉えることが可能である。
	効果・効率 交通規制なしで撮影作業が可能である。ひび割れ幅は0.2mm以上の検出が可能である。初回定期点検が正確・客観的な変状展開図として記録できるので二回目以降の点検結果と比較することで進行性が評価できる。	AIが大量の教師データを作成し、ひび割れ幅0.2mm以上を高確率で検出し、近接目視との適合率が高い。また、経年比較によるひび割れの進展状況の判断も可能である。	背面地山の状況や地下水及び地震などによって内空断面に変位が生じる可能性があるため、内空断面変化を経時的に計測・記録することが可能である。
	活用判断 (考察) ひび割れは、画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測する。うき・はく離、鋼材腐食：変状箇所を示すチョークを含む画像を基に目視確認し、手動抽出する。	特にトンネルは、コンクリートの型枠跡、目地、キズ、汚れ、水垂れ痕などひび割れと類似する画素を誤検知することが多い。ひび割れの手動修正が相応に必要である。	座標データを付与することで内空断面の定量的評価が可能である。経年による変状進行状況や劣化予測が可能であり、長寿命化計画のとして活用できる。しかし、点群からの変状抽出は難しい。
	データ 展開画像 変状展開図	変状展開図	三次元点群データ 変状展開図 ヒートマップ
	直工概算費用 (10,000 m²当り) 見積価格 ￥500,000	見積価格 ￥250,000	見積価格¥700,000
	作業時間 16 日 (打音検査のみの点検が可能でひび割れ箇所の確認が不要)	12 日 (変状展開図の自動化により内業の作業時間を削減)	20 日 (外力の影響があるトンネルの場合に有効で付加価値となる)
	評価 ○	◎	△

図 9.1 点検支援技術比較図