

トンネル長寿命化修繕計画



令和2年3月

大網白里市

目 次

| | ページ |
|----------------------------------|-----|
| 第 1 章 業務概要 ----- | 1 |
| 1-1 業務目的 ----- | 1 |
| 1-2 業務概要 ----- | 1 |
| 1-3 トンネル位置 ----- | 1 |
| 1-4 業務数量 ----- | 1 |
| 1-5 業務内容 ----- | 4 |
| 1-6 業務の流れ ----- | 5 |
| 1-7 参考文献 ----- | 6 |
| | |
| 第 2 章 対象施設 ----- | 7 |
| 2-1 トンネル概要 ----- | 7 |
| 2-2 点検結果 ----- | 8 |
| | |
| 第 3 章 アセットマネジメントの検討 ----- | 9 |
| 3-1 アセットマネジメント手法 ----- | 9 |
| 3-2 健全度ランク及び対策区分判定 ----- | 9 |
| 3-3 補修補強対策工法 ----- | 12 |
| 3-4 長寿命化計画シナリオの策定 ----- | 17 |
| | |
| 第 4 章 個別施設計画 ----- | 24 |
| 4-1 計画概要 ----- | 24 |

第1章 業務概要

1-1 業務目的

本業務は、大網白里市における社会資本長寿命化計画の策定にあたり、大網白里市が管理する道路隧道（道路トンネル）の点検を行い、その結果のデータベース化から将来のアセットマネジメントに資する業務の一環である。

具体的には、大網白里市が管理する5隧道（トンネル）の点検結果を使用し、各隧道の効率的・効果的な補修・更新を実施するメンテナンスサイクルの構築を図り長寿命化修繕計画の策定（アセットマネジメント）を行うものである。

1-2 業務概要

- 1) 業務名 令和元年度 トンネル長寿命化修繕計画業務
- 2) 業務箇所 大網白里市内
- 3) 実施期間 令和元年10月1日～令和2年3月30日
- 4) 業務内容 トンネル長寿命化修繕計画策定 一式
- 5) 業務担当 大網白里市役所 建設課 道路班
技術士（建設部門 トンネル）、コンクリート診断士

1-3 トンネル位置

別紙の通り

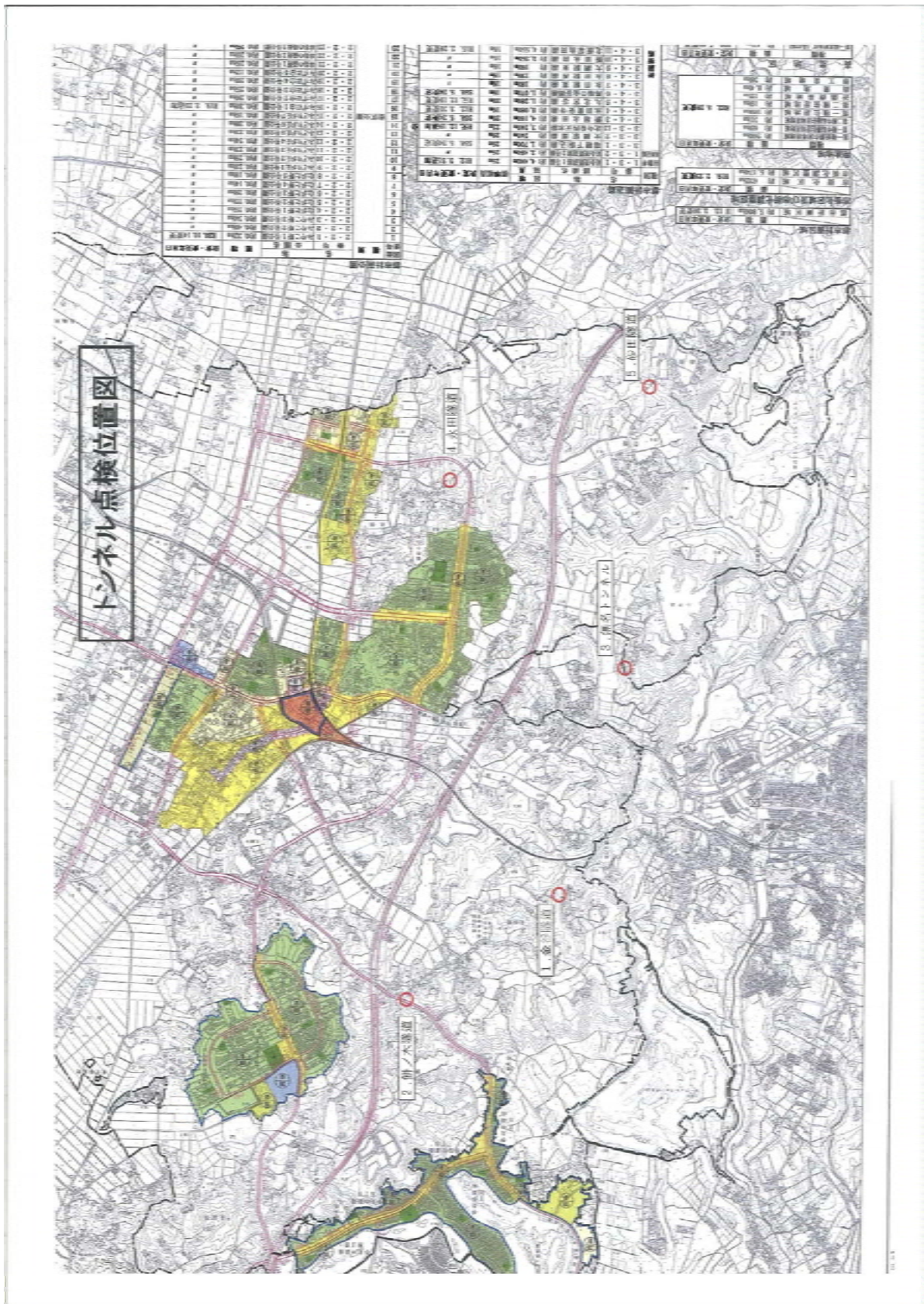
1-4 業務数量

大網白里市内 5トンネル

表1. 1 トンネル一覧表

| トンネル名 | 市道番号・場所 | 長さ (m) |
|-----------|--------------------|--------|
| 1. 金谷隧道 | 市道 1-0061～金谷郷 1583 | 49.8 |
| 2. 餅ノ木隧道 | 市道 2-002～金谷郷 1173 | 55.4 |
| 3. 無名トンネル | 市道 2-005～ 小中 1636 | 23.5 |
| 4. 永田隧道 | 市道 1-007～永田 836-1 | 31.7 |
| 5. 砂田隧道 | 市道 2-0333～萱野 297-1 | 29.2 |

【トンネル位置図】



1-5 業務内容

1. トンネル長寿命化修繕計画策定

- 1) 計画
- 2) 現状及びデータ整理
- 3) アセットマネジメント手法
- 4) 維持管理費の算定
- 5) 長寿命化修繕計画の設定

2. 成果品

- 報告書 1部
- 電子データ（建設課道路班共有ホルダー）

3. その他

- 1) 千葉県トンネル長寿命化修繕計画マニュアルにより策定する。
- 2) 点検診断は「平成 29 年度トンネル点検業務 報告書」に従う。
- 3) 診断結果は個別施設計画に記録する。

1-6 業務の流れ

1. 業務フロー



1-6 参考文献

- 1) 「平成 29 年度トンネル点検業務 報告書 大網白里市」
- 2) 千葉県トンネル長寿命化修繕計画

第2章 対象施設

2-1 トンネル概要

1. トンネル概要

評価対象とするトンネルは、全て市道の道路施設であり、住民の生活に密接に関与している。このうち2トンネルは素掘トンネル（裸坑）として覆工を地山のアーチクッションで保持していると仮定した（その評価手法はなく確定していない）。

トンネルの殆どは大網白里市内の市道部に位置しているが、無名トンネルは隣接する千葉市と境界を接している（中央部を境界とする）。

- ・延長 5トンネル 189.6m
- ・幅員 2.5m（標準）

表2.1 トンネル位置

| | 区分 | 北緯 | 東経 | 備考 |
|-----------|----|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1. 金谷隧道 | 起点 | 35.532402 | 140.294613 | 地図から取得 10進数式表示 |
| | | 35° 31' 56.65" | 140° 17' 40.60" | |
| | 終点 | 35.532649 | 140.294076 | |
| | | 35° 31' 57.54 " | 140° 17' 38.60" | |
| 2. 餅ノ木隧道 | 起点 | 35.538992 | 140.305919 | 同上 |
| | | 35° 32' 20.37" | 140° 18' 21.30" | |
| | 終点 | 35.539389 | 140.306329 | |
| | | 35° 32' 21.80" | 140° 18' 22.70" | |
| 3. 無名トンネル | 起点 | 35.518000 | 140.289212 | 同上 |
| | | 35° 31' 04.80" | 140° 17' 21.10" | |
| | 終点 | 35.518060 | 140.289522 | |
| | | 35° 31' 05.02" | 140° 17' 22.20" | |
| 4. 永田隧道 | 起点 | 35.506377 | 140.303213 | 同上 |
| | | 35° 30' 22.96" | 140° 18' 11.50" | |
| | 終点 | 35.506223 | 140.302881 | |
| | | 35° 30' 22.40" | 140° 18' 10.30" | |
| 5. 砂田隧道 | 起点 | 35.504334 | 140.287819 | 同上 |
| | | 35° 30' 15.60" | 140° 17' 16.10" | |
| | 終点 | 35.500162 | 140.287473 | |
| | | 35° 30' 00.58" | 140° 17' 14.90" | |

2-2. トンネル点検結果

- ・トンネル点検結果一覧表
- ・トンネル対策区分判定と健全性診断一覧表

表2. 2 トンネル点検結果一覧表

| トンネル名 | 場 所 | 長さ (m) | 健 全 性 | 本 体 工 健 全 性 | | | | 備 考 |
|-----------|-----------------------|-----------|-------------|-------------|----|-----|----|------------------------------|
| | | | | I | II | III | IV | |
| 1. 金谷隧道 | 市道 1-0061 金谷郷 1583 | 49.8 | II | 4 | 7 | 0 | 0 | 機能に異常はない 予防保全が必要。 |
| 2. 餅ノ木隧道 | 市道 2-002 金谷郷 1173 | 55.4 | II | 4 | 14 | 0 | 0 | 機能に異常はない 予防保全が必要。 |
| 3. 無名トンネル | 市道 2-005 小中 1636 | 23.5 | III | 0 | 0 | 3 | 0 | 岩塊崩落の危険があ る。 早期の対策が必要。 |
| 4. 永田隧道 | 市道 1-007 永田 836-1 | 31.7 | II | 5 | 4 | 0 | 0 | 機能に異常はない 予防保全が必要。 |
| 5. 砂田隧道 | 市道 2-0333 萱野 297-1 | 29.2 | II | 0 | 2 | 0 | 0 | 機能に異常はない 予防保全が必要。 |

表2-3-3 トンネル成坑・対策区分別貯水・健全性評価一覧表

| 路線名 | 地名 | トンネル名 | 掘削年度 | | 延長 (m) | 幅員 (m) | 構造 | トンネル成坑 | | | | トンネル 毎の健全 性評価 | 対策区分 別貯水 量 | | |
|--------------|-------------|-------|--------|-------|-----------|-----------|----------------|----------|--------|------|------|---------------------|------------------|--------|---|
| | | | 掘削 | 閉鎖 | | | | 貯水高化(箇所) | 湧水(箇所) | | | | | 湧水(箇所) | |
| | | | | | | | | Ⅱ(2) | Ⅱ(3) | Ⅱ(4) | Ⅱ(2) | Ⅱ(3) | Ⅱ(4) | | |
| 路線 01-003 | 倉谷郡 倉谷街道 | | 不明 | 不明 | 49.8 | 3.95 | 吹付コン クリ | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ⅱ(2) | 0 |
| 路線 02-002 | 倉谷郡 新本街道 | | 9.5.2年 | 1977年 | 55.4 | 4.20 | 掘削 LP | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ⅱ(2) | 0 |
| 路線 02-005 | 小野 トンネル | | 不明 | 不明 | 23.5 | 4.20 | 掘削 (掘削) | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ⅱ(3) | 0 |
| 路線 01-007 | 赤田 赤田街道 | | 不明 | 不明 | 31.7 | 5.00 | 吹付 コン クリ | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ⅱ(2) | 0 |
| 路線 2-0333 | 豊野 赤田街道 | | 不明 | 不明 | 26.2 | 3.90 | 掘削 (掘削) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ⅱ(2) | 0 |

健全性の判定区分

| 区分 | 状態 |
|-----|--------|
| I | 健全 |
| II | 予防保全段階 |
| III | 早期措置段階 |
| IV | 緊急措置段階 |

トンネル成坑の対策区分

| 対策区分 | 対策種別 | 概要 | 対策の内容 |
|------|------|----------------------------------|-------|
| 1 | 貯水高化 | 貯水高化に対して貯水が必要と見込まれたため、貯水高化を実施する。 | 掘削 |
| 2 | 掘削 | 掘削に対して貯水が必要と見込まれたため、掘削を実施する。 | 掘削 |
| 3 | 掘削 | 掘削に対して貯水が必要と見込まれたため、掘削を実施する。 | 掘削 |
| 4 | 掘削 | 掘削に対して貯水が必要と見込まれたため、掘削を実施する。 | 掘削 |

対策区分に対する異常判定区分

| 異常判定区分 | 異常判定の内容 |
|--------|------------------------------|
| X | 対策区分別貯水高化に異常があり、早期措置が必要となる場合 |
| O | 対策区分別貯水高化に異常がないか、あっても軽微な場合 |

第3章 アセットマネジメントの検討

3-1 アセットマネジメント手法の検討

市道の現トンネルでは、維持管理計画となる付属施設が少ないため、本土工についてのみ維持管理計画を策定する（電燈が一部に設置されているが、保安の目的であり、付属施設としては管理していない）。

3-2 健全度ランク及び対策区分判定

1. 健全度ランク及び対策判定区分

表3.1、表3.2に健全性判定区分を示す。

表3.1 健全性の判定区分

| 区分 | 状態 |
|-----|--------|
| I | 健全 |
| II | 予防保全段階 |
| III | 早期措置段階 |
| IV | 緊急措置段階 |

表3.2 対策区分と判定要素

| 対策区分 | 判定の要素 | | | | 対策の緊急度 |
|--------|-------------------|------------------|---------------|-----------------|---------------------|
| | 通行者、車両の安全走行に及ぼす影響 | 構造物としての安全性に及ぼす影響 | 維持管理作業量に及ぼす影響 | 事故の程度 | |
| 1(IV) | 危険 | 重大 | 著しい | 重大 | 直ちに対策を施す。 |
| 2(III) | 早晚高峰が異常時に危険となる。 | 早晚重大となる。 | 大きい | 通行中。橋梁底下も通行する。 | 早急に対策を打つ。 |
| 3(Ba) | 将来危険となる。 | 将来重大となる。 | 中程度 | 通行中。橋梁底下のおそれがある | 重点的に監視をし、計画的に対策を施す。 |
| 4(Bb) | 現状では影響がない。 | 同左 | ほとんどない | 軽微 | 監視をする。 |

2. 維持管理計画手法

トンネル対策工は、外力、材質劣化、漏水のそれぞれに対して選定されるが、健全度の状態に関係なく適用され、かつこの工種はある程度限定され、概ね同じ工法となりやすい。健全度が低下しても変状一箇所当りの対策費は変わらないことになる。ただし、経過年とともに対策必要箇所が増えることで、トンネル全体としての総コストは増加していく。尚、橋梁では、健全度が低下するほど補強や架け換え等で対策費用が増大する考えである。

トンネルはその維持管理の特殊性から、小規模補修を実施しながら延命化を図る予防保全的な維持管理手法をそのまま適用することには無理がある。そのため、定期点検を実施しながら、対策実施までの年数を出来る限り引延し、計画的に対策を実施することで、結果的に将来の対策コストを抑えるような計画的保全手法をとることが必要である。

また、計画トンネルは辺境市道にあることより、交通量等の基礎データがない。よって施設の重要性や交通量等による優先順位付けは出来ないため、緊急性の高い変状を優先して補修補強する維持計画管理とした。

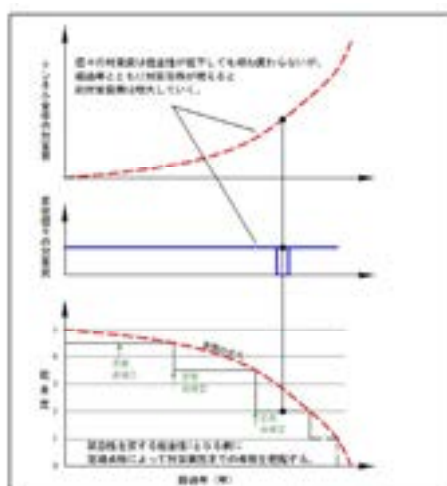


図 3-1 トンネル本体維持管理図

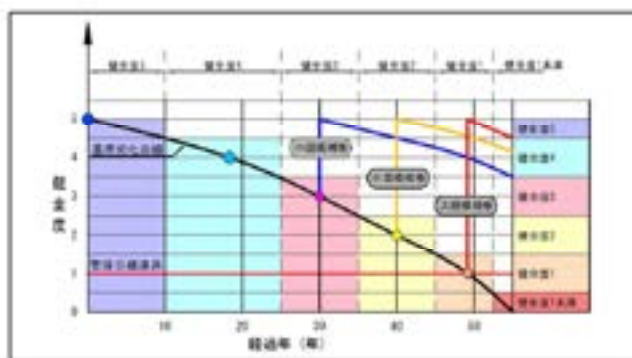


図 3-2 橋梁の健全度概念図

3-3. 補修補強対策工法

1) 各トンネルの対策区分の割合

各トンネルの変状原因を外力、材質劣化、漏水で分類すると図3-3 変状分類図の通りである。対策区分Ⅲがあるのは、材質劣化のみであり、Ⅱaに該当している。

| トンネル名 | 外 力(m) | | | | 材質劣化(m ²) | | | | 漏 水(m ²) | | | |
|--------|--------|-----|-----|------|-----------------------|------|-----|------|----------------------|-----|-----|-----|
| | Ⅳ | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb | Ⅳ | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb | Ⅳ | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb |
| 金谷隧道 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 49.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 餅ノ木隧道 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 55.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 無名トンネル | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.5 | 0.0 | 12.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 永田隧道 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 31.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 砂田隧道 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表3-3 変状数量表

2) 変状原因

トンネルの変状は外力と材質劣化が中心となっているが、これらのひび割れの原因と特徴から原因を推定する。

- ・外力：岩盤は安定しており、地滑り等の外力によるひび割れは想定し難い。木根による割裂も原因である（坑口部）。
- ・材質劣化：施工方法によるものとしては、打込み不足、コールドジョイント、および経年劣化（凍害的な劣化）による原因である。
鋼材の錆：経年劣化（漏水に伴い防錆不良になる）

表 3-4 ひび割れの原因と特徴

| 原因 | ひび割れの主な変状 詳細 | 特 徴 | | | | | | | 特 徴 | 備 考 |
|------|--------------------------|--------|------|---|--|--|--|---|-----------------------|--|
| | | ひび割れ形態 | | | | | | | | |
| | | 主な発生位置 | 主な方向 | | | | | | | |
| 外力 | 掘み土圧 | ○ | △ | | | | | | 主に引張ひび割れが発生 | |
| | 掘削時の崩壊 | △ | | | | | | △ | 掘削直近の場合は必ず引張ひび割れ発生 | 掘削にひび割れが発生しない場合もある。 |
| | 掘土圧・掘削進行 | ○ | | | | | | △ | 主に引張、せん断ひび割れ | 掘削の変形、掘削直近の位置、水平打継ぎ目のひび割れ等が発生する可能性がある。 |
| | 地すべり | | | ○ | | | | ○ | すべり面位置との関係で形態が異なる。 | |
| | 摩擦性土圧 | △ | ○ | △ | | | | ○ | 主に引張ひび割れ | 掘削が原因となる場合もある。掘削、掘削等摩擦性土圧に伴い。 |
| | 支持力不足 | ○ | △ | | | | | ○ | 水平打継ぎ目を主として発生 | 掘削に横断方向ひび割れが発生する場合がある。 |
| 材質劣化 | 水圧・湧上水 | △ | ○ | △ | | | | △ | 主に引張ひび割れ | 漏水（湧）が発生している場合もある。 |
| | 腐食 | | | ○ | | | | ○ | 亀甲状ひび割れ | スチールが腐蝕する場合もある。錆（赤）が見られる。 |
| | 腐食、微塵腐食 | | | ○ | | | | ○ | 火で焼く、方形状ひび割れが発生 | 腐びが腐蝕している場合がある。 |
| | アルカリ骨材反応 | | | ○ | | | | ○ | 不規則な引張ひび割れ | 腐食が多い箇所で行っている場合がある。 |
| | 使用材料 | | | | | | | ○ | 不規則で微塵なひび割れ | |
| | 急激な打込み、掘削直近掘削、掘削の直直な押し上げ | ○ | △ | | | | | ○ | 掘削直近で発生 | 掘削直近で発生 |
| 施工方法 | 打込み不足 | ○ | △ | | | | | ○ | 掘削直近で発生 | 掘削直近による打込み不足がある。 |
| | （冷）ジョイント | | | ○ | | | | ○ | 打込み時と一致する不連続面 | 不連続面で腐蝕が発生する場合もある。 |
| | 腐食・乾燥収縮（外気と地山の湿度差） | ○ | △ | | | | | △ | アーチ中央付近に発生（水平打継ぎまで消失） | 掘削中にコンクリートの体積収縮が大きい場合に地山に誘致されて発生する。 |

○：主に発生する、△：場合によって発生する
注1) 変状原因の区分は「位置」を参考としている。
注2) ひび割れの方法は下記に模式図として示す。



注3) 掘削または掘削方向のひび割れが掘削からアーチ天端にかけて連続して発生する。掘削にもひび割れが発生している場合がある。
注4) 横断方向のひび割れがアーチ部または掘削部で発生するが、水平打継ぎ目を境に消失する。掘削にはひび割れは発生しない。

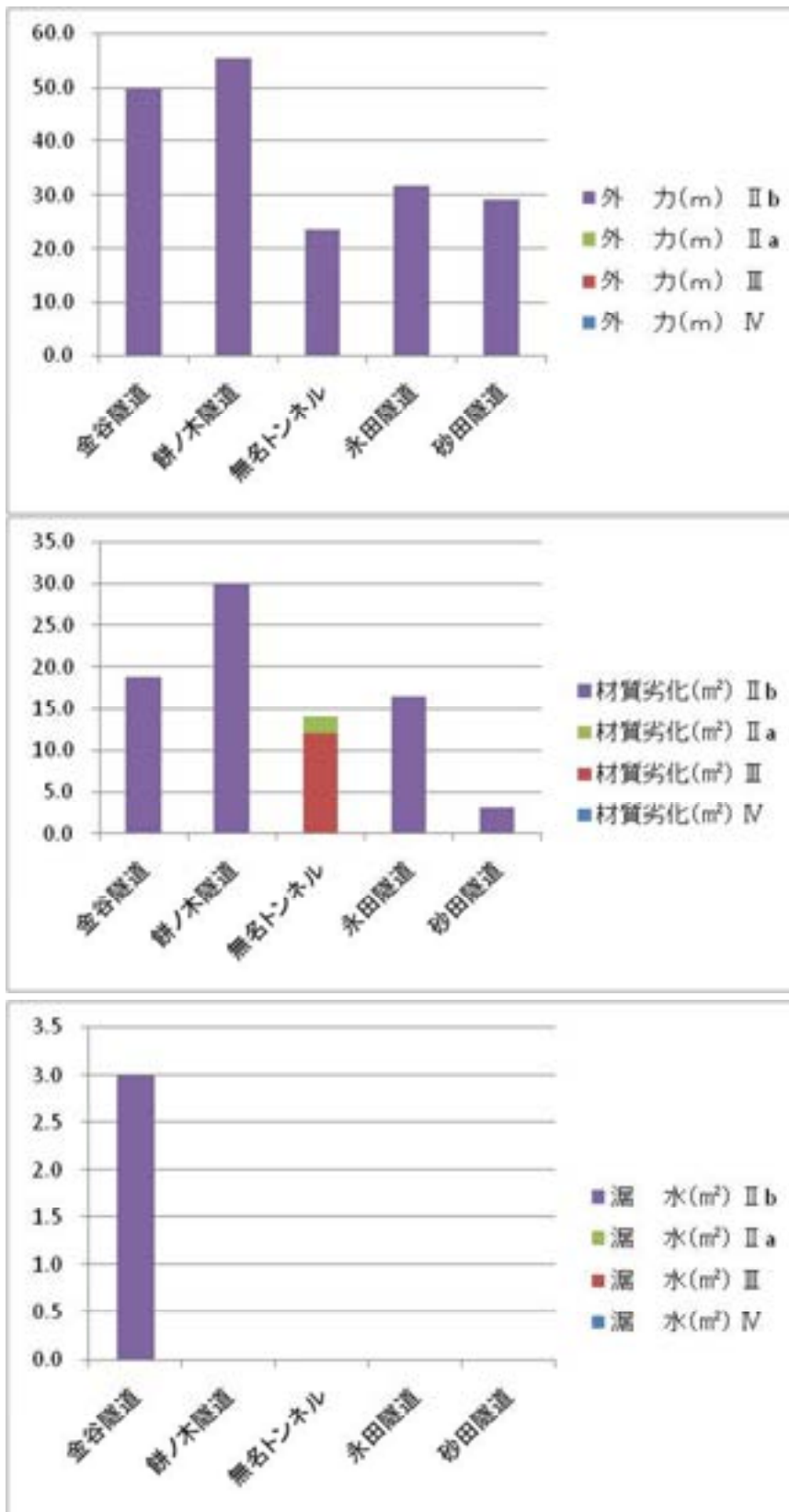


図 3 - 3 変状分類図

3) 代表的な補修対策工

維持管理策定計画において、本体工の補修対策費用を算出する必要がある。トンネル変状に合わせた標準的な工法を選定することが望ましい。尚、裸坑トンネルについては、吹付工を劣化防止と支保工の補強を兼ねて選定する。

表3-5 トンネル変状対策工の分類と対策効果

| 期待する対策効果 ^{注1)} | | | 対策区分 | 対策工法 | | |
|-------------------------|-------|----|-------------|----------------------|--|---|
| 外力 | はく落防止 | 漏水 | | | | |
| | ○ | | はく落部の事前除去対策 | はつり落とし工 | | |
| | ○ | | はく落除去後の処理対策 | 新設修繕工 | | |
| | ○ | | 覆工の一体化の回復対策 | ひび割れ注入工 | | |
| | ○ | | 支保材による保持対策 | 金網・ネット工 | 金網工、エキスパンドメタル工 FRP ^{注2)} グラウト工、樹脂ネット工 | |
| | | | | 当て板工 | 形鋼系(平鋼、山形鋼、溝型鋼)当て板工 パネル系(鋼製、FRP ^{注2)} 等)当て板工 繊維シート系 ^{注3)} 当て板工 | |
| | | | | 補強センター工 | 鋼アーチ支保工 | |
| | ○ | △ | 覆工内面の補強対策 | 内面補強工 | 鋼板内面補強工 繊維シート ^{注3)} 内面補強工 FRP ^{注2)} パネル内面補強工 | |
| | | | | 内巻補強工 | 塗布工 吹付け工 鑄り打ち工 プレキャスト工法 鋼材(リブプレート等)内巻補強工 ^{注4)} | |
| | | | | 漏水対策 | 線状の漏水対策工 | 導水工 溝切り工 止水充填工(Vカット充填) 止水注入工(ひび割れ注入) |
| | | | | | 面状の漏水対策工 | 防水パネル工 防水シート工 防水塗布工 |
| △水圧 凍上圧 | | | 地山注入工 | 高圧注入工 | | |
| | | | 地下水位低下工 | 水抜きボーリング、水抜き孔 排水溝 | | |
| ○凍上圧 | | △ | 凍結対策 | 断熱工 | 線状・面状漏水対策の導水材に断熱材を適用 表面断熱材処理工法、2層断熱材処理工法 | |
| ○ | | | 覆工背面の空洞充填対策 | 裏込め注入工 | エアモルタル、エアミルク 可塑性型エアモルタル、可塑性型ポリマーセメント 等モルタル、セメントベントナイト 発泡ウレタン | |
| ○ | △ | | 地山への支持対策 | ロック付工 | | |
| ○ | △ | △ | 覆工改修対策 | 部分改修工 | アーチ部、側壁部 | |
| | | | | 全周改修工 | インパット断続 NATM改修 | |

- 注1) ○：対策の主目的として効果を期待するもの、△：対策を行うことで同時に効果が期待できるもの
 注2) FRP: Fiber Reinforced Plastic
 注3) 現在トンネル覆工の補修・補強に使用されている繊維材料には、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維がある。
 注4) 補強センター工に対し鋼材内巻工は、ライナープレート等(鋼アーチ支保工と組み合わせる方法もある)を覆工内空側に設置し、鋼材と覆工面の間にエアモルタル等を充填し、両者の一体化を図る工法であり、工法分類では両者を区分している。なお補強センター工に吹付け工または鑄り打ち工を組み合わせ内巻補強を行う場合もある。
 注5) 本マニュアルでは表中、太枠内の対策工法に關し記述している。

「道路トンネル変状対策工マニュアル(案)」より

4) 対策費用の算出

| 工法 | 内容 (想定数量) | 概算工事費※ (経費込み) 千円/m |
|-----------|---|-----------------------|
| 裏込注入工 | トンネル延長10m 当り 注入量 $V=10.0 \times 10.0 \times \text{平均空洞厚 } 0.20\text{m}=20\text{m}^3$ | 197 (394) |
| ロックボルト工 | トンネル延長10m 当り: $\phi 2.0\text{m} \times \phi 2.0\text{m}$, $L=4.0\text{m}/\text{本}$ 打設 $N=6$ 本/断面 $\times 5$ 断面=30 本 | 190 (380) |
| 炭素繊維シート張工 | トンネル延長10m 当り: 面積 $A=10.0 \times 10.0=100.0\text{m}^2$ | 413 (826) |
| 合計 | トンネル延長1m 当り | 800 (1,600) |

| 工法 | 内容 (想定数量) | 概算工事費※ (経費込み) 千円/m ² |
|--------------------|--|------------------------------------|
| 断面修復工 (はつり工含む) | 変状面積当り はつり・修復厚 $V=\text{面積 } a \times \text{平均厚 } 0.30\text{m}=0.30a(\text{m}^3)$ | 834 (1,668) |
| 剝離防止工 (トゥメッシュ工) | 変状面積当り: 変状範囲+周囲各50cm 面積 $A=\text{変状面積 } a \times \text{割増 } 10.0=10.0a(\text{m}^2)$ | 365 (730) |
| ロックボルト工 | 変状箇所当り: $\phi 1.5\text{m} \times \phi 1.5\text{m}$, $L=4.0\text{m}/\text{本}$ 打設 $N=9$ 本/ $(3\text{m} \times 3\text{m}=9\text{m}^2)$ 当り | 77 (154) |
| 合計 | 変状面積1m ² 当り | 1,276 (2,552) |

| 工法 | 内容 (想定数量) | 概算工事費※ (経費込み) 千円/m ² |
|---------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 面防水パネル工 | 対策面積 $A=\text{変状面積 } a (\text{m}^2)$ | 25 (50) |
| 合計 | 変状面積1m ² 当り | 25 (50) |

| 工法 | 内容 (想定数量) | 概算工事費 (経費込) 千円/ m |
|-----|-----------------------------|-------------------------|
| 吹付工 | 対象面積=変状面積 (m ²) | 207 |

| 工法 | 内容 (想定数量) | 概算工事費 (経費込) 千円/ m |
|-------------|--|-------------------------|
| ライナープレート覆工法 | 対象面積=変状面積 (m ²) 組立及び材料費 | 728 |

概算費内訳書

| 名称 | 規格 | 単位 | 数量 | 単価 | 金額 | 摘要 |
|--------|-----------------------|-----------------|-----|-----------|-----------|------------------------|
| 外力対策 | (トンネリ延長当り) | | | | | |
| 内面補強工 | アーク型全面L=10.0m | m ² | 100 | 41,273 | 4,127,300 | 内訳第6号 |
| | トンネリ延長10m当り | m | 10 | | 4,127,300 | |
| | トンネリ延長1m当り | m | 1 | | 412,730 | |
| 裏込注入工 | 注入側孔工 | 孔 | 25 | 16,450 | 411,250 | 内訳第2号 |
| | 注入管設置工 | 孔 | 25 | 4,470 | 111,750 | 内訳第3号 |
| | 裏込注入材 | kg | 630 | 1,350 | 850,500 | 内訳第1号(注:入量変更) |
| | 裏込注入工 | m ³ | 20 | 25,831 | 516,620 | 内訳第4号 |
| | 目詰工 | 孔 | 25 | 2,988 | 74,700 | 内訳第5号 |
| | トンネリ延長10m当り | m | 10 | | 1,964,820 | |
| | トンネリ延長1m当り | m | 1 | | 196,482 | |
| ロックボルト | ロックボルト | 本 | 30 | 50,000 | 1,500,000 | 6本/断面×5断面=30本 |
| | ボアリングマシン移送 | 回 | 6 | 37,689 | 226,134 | 内訳第13号 |
| | 足場工 | 空m ³ | 50 | 3,348 | 167,400 | 内訳第14号 |
| | トンネリ延長10m当り | m | 10 | | 1,893,534 | |
| | トンネリ延長1m当り | m | 1 | | 189,353 | |
| 材質劣化対策 | (変状面積当り) | | | | | |
| 断面修復工 | 変状面積A×修復厚0.30m(想定) | m ³ | 0.3 | 903,357 | 271,007 | 内訳第17号 |
| | 断面修復工 | m ³ | 0.3 | 1,890,814 | 567,244 | 内訳第18号 |
| | 変状1m ² 当り | m ² | 1 | | 838,251 | |
| 剥落防止工 | トウメッシュ工法 | m ² | 10 | 36,446 | 364,460 | 内訳第19号 |
| | 変状範囲A×四方50cm:△×割増10.0 | m ² | 1 | | 364,460 | |
| ロックボルト | ロックボルト | 本 | 9 | 50,000 | 450,000 | 3×3=9本/9m ² |
| | ボアリングマシン移送 | 回 | 2 | 37,689 | 75,378 | 内訳第13号 |
| | 足場工 | 空m ³ | 50 | 3,348 | 167,400 | 内訳第14号 |
| | 変状9m ² 当り | m ² | 9 | | 692,778 | |
| | 変状1m ² 当り | m ² | 1 | | 76,975 | |
| 漏水対策 | (変状面積当り) | | | | | |
| 面防水工 | No.470透明型 | m ² | 1 | 25,003 | 25,003 | 内訳第20号 |
| | 変状1m ² 当り | m ² | 1 | | 25,003 | |

3-4 長寿命化計画シナリオの策定

1. 対策の優先順位付け

調査地内のトンネルは大網白里市内に位置する同等な条件でのトンネルであり、路線の重要度によって優先順位を求めることはできない。よって、この差別化として以下に示す項目によって実施する。尚、重要度は同じ健全性の判定区分である場合において、対策の優先順位を決めるための指標とする。

表 3.6 優先順位判定表

| 項目 | 説明 | 理由 | 優先度 |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------|-----|
| 健全度 (対策区分) | 緊急性の高い変状があるトンネルを最優先とする。 | 利用者の被害の恐れがある変状に対して優先する。 | ① |
| 変状点数 | 変状に対して重み付けを行い、その合計点数の多いトンネルを優先する。 | 変状数が多いことは、リスクが大きいことである。 | ② |
| 建設年代 | 建設年度の古いトンネルを優先する。 | 一般的に古いトンネル程劣化が進んでいる。 | ③ |
| トンネル延長 | 延長が長いトンネルを優先する（工事期間が長い）。 | 交通規制に伴う利用者への影響がある。 | ④ |
| 迂回路の有無 | 迂回路のないトンネルを優先する。 | 利用者への影響が大きい。 | ⑤ |

以上より、対策の優先順位は以下の通りとする。

- ① 健全度（対策区分）の低いトンネルを最優先とする。
- ② ①が同順位の場合、②の変状点数の大きいトンネル（スパン）を優先する。
- ③ ②でも同順位の場合、③建設年度の古いトンネルを優先する。
- ④ トンネル延長と迂回路の有無は参考資料とする（規模や条件が同程度であり比較差がない）。

変状に対する重み付け

該当トンネルの変状の特徴は以下の通りである。

- ① 対策区分Ⅳはなく、対策区分Ⅲが1トンネル、Ⅱが4トンネルである。
- ② 区分Ⅲの変状は材質劣化（支保工の岩盤劣化）である。
- ③ 材質劣化の内容は、剥落がほとんどである。
- ④ 漏水量は比較的少ないが、漏水に伴う凍結融解の繰り返しによる材質劣化（亀裂の拡大）を引き起こしている。

以上より、変状点数付けにおける重み付けを行う。

| 対策区分 | Ⅳ | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb |
|------|---|---|----|----|
| 外力 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 材質劣化 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| 漏水 | 2 | 1 | 1 | 0 |

2. 対策シナリオ

1) 対策までの目安年数

管理目標健全度を設定し、その補修時期からシナリオを作成する。事後保全を前提として不健全なまま状態を許容する場合もあるが、管理目標は、設定する最低限の健全度を下回らない様に目標を定め、劣化予測年までに修繕計画を行う。

対象トンネルは5施設であるが、経年変状についてのデータはなく、経年劣化予測は困難である。そのため、トンネルは供用開始が40年以上経過したと想定され、健全度もⅢの国要領を用いることとする。健全度ランクでⅢ→Ⅰまで3段階低下する年数を39年(13年/1段階)とし、設定した管理目標健全度に対して補修時期を決定した。

表 3.7 対策区分と目安年数

| 現在の健全度 | | 対策までの年数の目安 | 備考 |
|--------|-----|-----------------|------------------------------------|
| 県要領 | 国要領 | | |
| 5 | I | (定期点検) | 定期点検 |
| 4 | Ⅱb | 26年以内 (経過観察) | 健全度4が2になるまでに行う (実際は定期点検による変状次第) |
| 3 | Ⅱa | 13年以内 | 健全度3が2になるまでに対策を行う |
| 2 | Ⅲ | 5年以内 | 既に健全度2を下回っているため次回点検までに対策を行う |
| 1 | Ⅳ | 1年以内 | 緊急性が高いため |

表 3. 8 本体工の変状に対する対策区分判定表

| 県要領 | 国要領 | 状 態 | 措置の内容 |
|------------------|---------------------|--|--------------|
| 対策区分 (健全度ランク) | 対策区分 ⁽¹⁾ | | |
| 5 | 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 | 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。 | 監視 |
| 3 | 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、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。 | 監視 計画的に対策 |
| 2 | 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。 | 早期に対策 |
| 1 | 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。 | 直ちに対策 |

注) 1) 道路トンネル劣化の検査(補) (国土交通省道路局(国道・防災課, 1996.6) で検定している対策区分に対応、表 1.2 の健全性の判定区分に読み替る場合は、ⅡaとⅡbはまとめてⅡとする。

2) シナリオ

維持管理の試算には、当該年度に行われた点検結果や補修対策工を反映させた上で検討を行う。複数のシナリオ案を検討する。

【シナリオ 1】

対策する優先順位をトンネル毎に決める。優先順位の高いトンネルから全範囲の変状（Ⅱa～Ⅳ）の全てに対して一括で対策を実施する。

【シナリオ 2】

トンネルの各スパンを対策区分で分類（Ⅲ以上グループとⅡグループ）し、グループ毎に優先順位を決める。対策は部位優先対策とする。

【シナリオ 3】

トンネルの各スパンを対策区分で分類（Ⅲ以上グループとⅡグループ）し、グループ毎に優先順位を決める。対策はスパン一括対策とする。

以上の通り、シナリオとしては3パターンが想起されるが、当該トンネルが延長的に短く、また劣化も材質劣化に起因しているものが大部分である。つまり、トンネル変状は部分的な劣化ではなく、ある程度の広がりをもった状況で発生している。よって、この対策は面的になり、小箇所のスパン対策よりトンネル一括対策が施工性やコスト面でも望ましいと判断される。

シナリオ 1：トンネル一括対策により長寿命化修繕計画を策定する。

(注)

1. 対策費は前述の概算費で算出する
2. 対策年度：平準化前は単年度施工で完了する
平準化後は目標年度内の平均額に配分する場合（該当無）

表 3.10 トンネルシナリオ

| トンネル名 | 延長 (m) | (2) 要扶数量重み付付 | | | | | | | | | | ③建設 覆工 | 優先順位 | | | 総合 優先 順位 | 対策費 (千円) | 対策年度 | | | |
|--------|-----------|--------------|----|------|-----------------------|----|------|---------------------|------|----|---|-----------|----------|-------------|-----------|----------------|-------------|-------------|--------|--------|-----|
| | | 外力(m) | | | 材質劣化(m ³) | | | 漏水(m ³) | | | | | 数量 ×点 | ①掘削 Ⅰ→Ⅱ次 | ②掘削 Ⅰ次 | | | ③掘削 小管一筋 | 平成前 | 平成後 | |
| | | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb | Ⅲ | Ⅱa | Ⅱb | Ⅲ | | | | | | | | | | Ⅱa |
| 無名トンネル | 23.5 | | | 23.5 | | | 12.0 | 2.0 | | | | | 40.0 | | 1 | 1 | - | 1 | 9,140 | R05 | - |
| 金谷隧道 | 49.8 | | | 49.8 | | | | | 18.8 | | | | 3.0 | | 2 | 2 | - | 2 | 22,530 | R15 | R15 |
| 砂田隧道 | 29.2 | | | 29.2 | | | | | 3.0 | | | | 0.0 | | 2 | 3 | - | 3 | 6,040 | R15 | R15 |
| 榎ノ木隧道 | 55.4 | | | 55.4 | | | | | 30.0 | | | | 0.0 | S52年 | 2 | 3 | (1) | 4 | 40,330 | R15 | R15 |
| 永田隧道 | 31.7 | | | 31.7 | | | | | 16.5 | | | | 0.0 | | 2 | 3 | - | 5 | 6,560 | R15 | R15 |
| 計 | 189.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9,140 | 75,460 | |

第4章 個別施設計画

4-1. 計画概要

(1) 基本的事項

大網白里市が管理する市道施設に設置されているトンネル等について、整備後40年以上経過した施設が見受けられるようになってきており、今後その数は大幅に増加することが見込まれている。

(2) 対象施設

市トンネル台帳に記載されたトンネルを対象施設として記載する。本計画の対象とする施設は別紙のとおりである。

- ・トンネル 5施設

(3) 計画期間

施設の状態は、経年劣化等によって変化することから、点検サイクル(5年毎程度)等を考慮の上、5年間を目安として施設毎に計画期間を設定・記載する。本計画における施設毎の計画期間は別紙のとおりである。

(4) 計画優先度

点検・診断により施設の健全度を評価した上で、施設毎に施設の優先度を設定・記載する。本計画における施設毎の優先度は別紙のとおりである。

(5) 施設の状態等

施設毎に点検・診断を実施し、それぞれの施設に求められる機能を適切に発揮しているかを把握したうえで施設毎に現状を記載する。また、初回の計画策定時に点検・診断を実施していない施設については、点検実施予定時期を施設毎に記載することとし、点検・診断実施後に適宜計画を更新する。なお、各施設のデータは、現状の把握のみならず将来の老朽化の予測等に活用可能な貴重な情報であるため、継続的に記録・保存するものとする。また、施設の点検・診断の頻度や内容等の基準については、「千葉県トンネル長寿命化修繕計画」を参考とする。

(6) 対策内容と実施期間

(4) 施設の優先度、及び、(5) 施設の状態等を踏まえつつ、補修、更新、機能強化等の必要な対策について検討するとともに、計画する対策内容(工事等の内容)や実施時期について別紙のとおり計画する。

(7) 対策費用

個別施設ごとの対策費用の概算については別紙のとおりである。なお、この金額は、計画策定時点における概算額であり、具体の工事発注時における詳細な設計や社会情勢の変化等により、金額に変動が生じる場合がある。

(8) 新技術の活用

新技術等の活用について、公共工事等に関する優れた技術は品質の確保に貢献し、良質な社会資本の整備により安全の確保、環境の保全・良好な環境の創出等、社会の形成等に寄与するものであるため、点検方法及び補修工法においては、新技術・新工法を積極的に活用するよう検討する。

(9) 今後の取り組み

今回策定された計画は、トンネル点検に従い、統一的な健全性の診断を示した後、標準的な工法と単価で画一的に試算したものであり、今後の市財政や点検データの蓄積、技術の向上により、適宜計画の見直しが必要である。

原則5年に一回の頻度で実施する定期点検により、トンネルの劣化状況を把握して維持管理を行い、劣化予測の見直しや検証を実施し、より精度の高い修繕計画にすることが望ましい。

同時に、社会資本整備に共通することではあるが、今後の社会情勢に応じてトンネルの機能や役割を常に再検討を行い、災害や経年劣化に伴う事故が起きた場合、人的・物的被害の拡大が懸念される事から、老朽ストックを効率的に減らせるよう、トンネルの集約・撤去等トンネルの必要性についても検証する必要がある。