

大型カルバート長寿命化修繕計画

名 護 市

令和 2年 2月

名護市役所 建設部

維持課 道路維持係



目 次

| | |
|---|----|
| 1. 背景と目的 | 1 |
| 2. 道路施設の現状と課題 | 2 |
| 3. 長寿命化修繕計画の方針 | 3 |
| 4. 長寿命化修繕計画の対象施設 | 4 |
| 5. 対策の優先順位（健全性の診断、健全度の評価点、重要度、優先順位） | 4 |
| 6. 長寿命化修繕計画（施設の寿命、劣化予測、予防保全による効果） | 8 |
| 7. 大型カルバート毎の修繕内容・時期・費用（今後 10 年間の維持管理計画） | 11 |
| 8. 意見を聴取した学識経験者 | 11 |

1. 背景と目的

高度経済成長期に集中的な整備を行ってきた道路構造物が、全国的に急速な老朽化を迎えるなか、平成 24 年 12 月に発生した中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故を受け、今後の道路構造物の維持管理のあり方について、より重点的・計画的な実施が望まれています。

現在、名護市が管理する大型カルバートは 3 基であり、その内、大西トンネル（上下線の 2 基）は、竣工の平成 6 年から 25 年、羽-37-1 橋は、昭和 60 年頃の建設（推定）から約 34 年が経過しています。今後、これらの大型カルバートの老朽化が進行するなかで、道路利用者への安心安全なサービス提供が困難となることが予想されます。



| 番号 | カルバート名 | 竣工年度 | | 延長 (m) | 幅員 (m) |
|----|------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| | | 西暦 | 和暦 | | |
| 1 | 大西トンネル(上り) | 1994年 | 平成6年 | 98.5 | 7.7 |
| 2 | “ (下り) | 1994年 | 平成6年 | 98.5 | 7.7 |
| 3 | 羽-37-1橋 | 1985年 (推定) | 昭和60年 (推定) | 42.05 | 6.5 |

図-1 位置図及び大型カルバート一覧



大西 トンネル(上下線：2基)



羽-37-1 橋 (1基)

図-2 対象となる施設

大型カルバートを健全に維持していくためには、対症療法的な『事後保全型』の管理から、『予防保全型』の管理に転換し、計画的かつ効果的な維持補修により大型カルバートの長寿命化とライフサイクルコストの縮減を図る必要があります。そこで、名護市では、計画的な点検・診断・維持修繕を実施し、維持管理費用の縮減と平準化を図りつつ、道路の安全性・信頼性を確保することを目的として「大型カルバート長寿命化修繕計画」を策定します。なお、長寿命化修繕計画については、定期点検結果を踏まえ5年毎に見直し（更新）を行うものとし、今後点検データを蓄積していくことで計画の精度を高めていきます。

2. 道路施設の現状と課題

名護市の道路施設には、大型カルバート以外にも橋梁やトンネルなど多数あり、今後、これら施設の老朽化の進行に伴い、維持修繕費用が膨大となることが懸念されています。大型カルバートについては、平成29年度に定期点検1巡目を実施し、対象となる大型カルバート3基の健全性の診断はⅡで予防保全の段階となっていますが、限られた財源と管理体制の下で、長期にわたり安全に利用できるよう計画的かつ効果的に維持管理していくことが重要となります。

3. 長寿命化修繕計画の方針

(1) 長寿命化修繕計画の基本方針

名護市の現状を踏まえながら、以下の方針で大型カルバートの維持管理を実施していきます。

- 1) 大型カルバート毎に適した維持管理を実施するとともに、対症療法的な維持管理から予防保全型の維持管理へ転換します。
- 2) ライフサイクルコスト（LCC）の低減による維持管理費用の縮減を図ります。
- 3) 計画的な維持管理を実施し費用の平準化を図ります。

(2) 健全性の把握の基本的方針

健全性の把握は、「シールド・大型カルバート等定期点検要領」（国土交通省 道路局）に基づく点検を実施し、大型カルバートの損傷状況を踏まえ継続的に健全度の把握を行います。

(3) 日常的な維持管理に関する基本的な方針

日常時の点検は、市職員にて実施し、大型カルバートの安全性を確認するとともに、点検費用の削減を図ります。

(4) 計画期間及び計画見直し時期

策定した長寿命化修繕計画については、10年を1サイクルとし、5年に1回の定期点検の結果を踏まえ、適宜、管理方針・体制の評価、見直しを行います。

(5) 長寿命化修繕計画に基づく管理フロー

以下に示すように、長寿命化修繕計画に基づいて大型カルバートの維持管理を実施していきます。

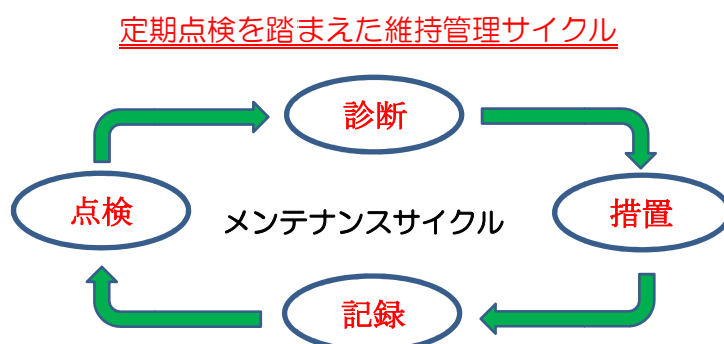
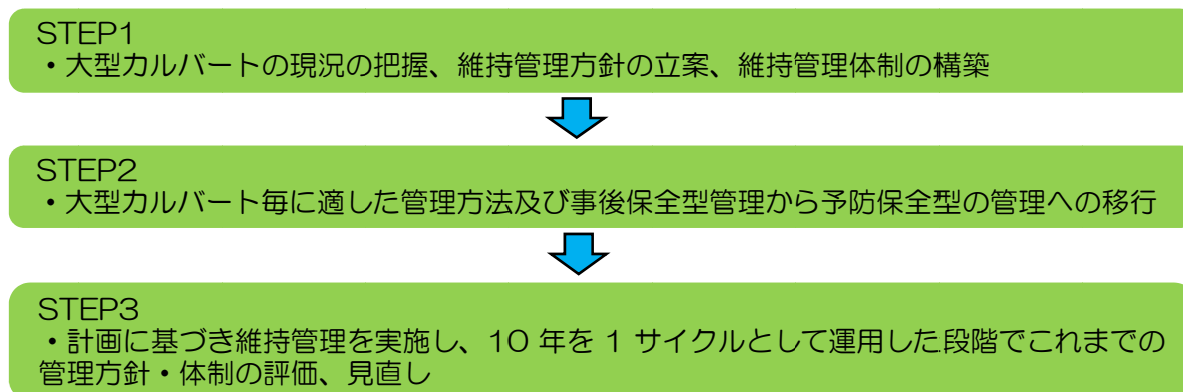


図-3 維持管理フロー

4. 長寿命化修繕計画の対象施設

【大型カルバート 3基】

表-1 計画対象 大型カルバート

| 番号 | カルバート名 | 路線名 | 道路種別 (路線等級) | 竣工年度 | | 延長 (m) | 幅員 (m) | 内空断面積 (m ²) | 交 差 | | 海岸からの 距離(km) | 迂回路 の有無 |
|----|------------|------|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------|----------------------------|-----|-------------|-----------------|------------|
| | | | | 西暦 | 和暦 | | | | 施設 | 幼稚園・ 駐車場 | | |
| 1 | 大西トンネル(上り) | 大西線 | 2級 | 1994年 | 平成6年 | 98.5 | 7.7 | 53.9 | 施設 | 幼稚園・ 駐車場 | 0.65 | 有 |
| 2 | 〃 (下り) | 〃 | 2級 | 1994年 | 平成6年 | 98.5 | 7.7 | 53.9 | 施設 | 幼稚園・ 駐車場 | 0.65 | 有 |
| 3 | 羽-37-1橋 | 多野岳線 | 1級 | 1985年 (推定) | 昭和60年 (推定) | 42.05 | 6.5 | 30.3 | 道路 | 農道 | 0.63 | 有 |

※大西トンネルは、完成年 1994年 (平成6年) から 25年が経過しています。

※羽-37-1 橋は、建設年次を 1985年 (昭和60年) とすると、約34年経過したと推定されます。

5. 対策の優先順位(健全性の診断、健全度の評価点、重要度、優先順位)

・対策（修繕）等の優先順位については、健全度と重要度を考慮して決定します。

(1) 健全性の診断結果について

表-2 健全性の判定区分

| 区分 | | 定義 |
|-----|--------|--|
| I | 健全 | 構造物の機能に支障が生じていない状態。 |
| II | 予防保全段階 | 構造物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 | 構造物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 | 構造物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。 |

シェッド・大型カルバート等定期点検要領：道路局 より

※定期点検結果より、健全性の判定区分に基づいて、効率的な維持及び修繕が図られるような処置を講じます。各段階の措置については、以下のように実施します。

- 1) 予防保全段階（判定区分II）は、予防保全の観点から速やかに措置を行います。
- 2) 早期措置段階（判定区分III）は、点検後5年以内を目標に措置を行います。
- 3) 緊急措置段階（判定区分IV）は、点検後、緊急的に措置を行います。

・対策の優先順位は、点検結果の施設毎の健全性や重要度等の評価点から総合的に評価し、判断します。

表-3 健全性による対策の優先順位

| 対策の 優先順位 | 低い 高い | | | |
|-------------|--|------------------|-------------------|------------------|
| | | | | |
| 健全性 | I 健全 | II 予防保全 段階 | III 早期措置 段階 | IV 緊急措置 段階 |

※平成 29 年度の定期点検結果は、以下のように予防保全段階となっています。

表-4 大型カルバートの点検結果（健全性）

健全性の判定区分: I II III IV

| 番号 | カルバート名 | 竣工年度 (西暦) | 橋梁延長 (m) | 部材単位の診断 | | | | 施設毎の 健全性 | 損傷概要 |
|----|------------|--------------|-------------|---------|----|------|-----|-------------|-----------------------------------|
| | | | | カルバート | 継手 | ウイング | その他 | | |
| 1 | 大西トンネル（上り） | 1994 | 98.50 | II | I | - | I | II | 頂版、側壁とも多数のひびわれが見られる 錆汁は見られない |
| 2 | 大西トンネル（下り） | 1994 | 98.50 | II | II | - | I | II | 頂版、側壁とも多数のひびわれが見られる 目地部からの漏水あり |
| 3 | 羽-37-1橋 | 1985 (推定) | 42.05 | II | I | I | I | II | 頂版に鉄筋露出、頂版全体にひびわれ が見られる |

(2) 健全度の評価点について

・健全度の評価点については、国土技術政策総合研究所の健全度の指標値に基づいて以下のように設定します。健全度の評価点は、部位毎の健全性に対する影響度合いに配慮し、重み係数を考慮して、決定します（図-5 参照）。

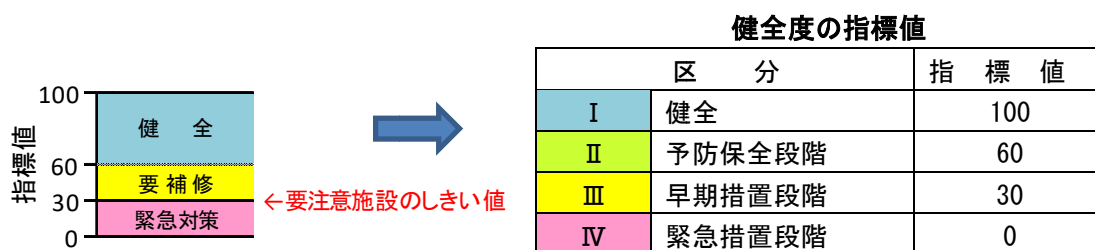
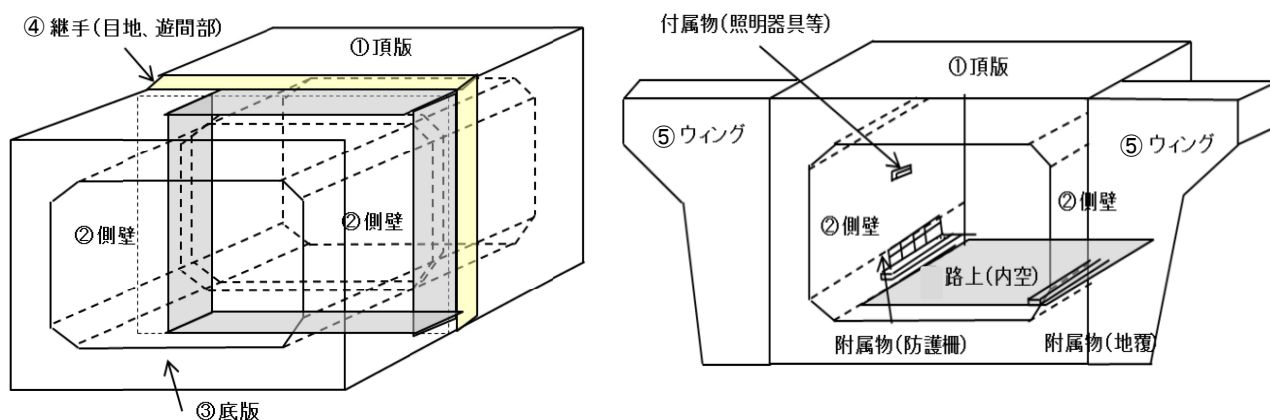


図-4 総合評価指標（国土技術政策総合研究所）



カルバート本体（①、②、③）、継手（④）、ウイング（⑤）、その他

図-5 大型カルバートの部位名称

表-5 部位毎の重み係数（大型カルバート）

| 部 位 | 重み係数 | 評価点（I の場合） |
|------------|------|------------|
| ①～③カルバート本体 | 0.62 | 62 |
| ④継手 | 0.17 | 17 |
| ⑤ウイング | 0.15 | 15 |
| その他 | 0.06 | 6 |
| 計 | 1.00 | 100 |

- ・定期点検結果より健全度の評価点の点数付けを下記のように行いました。

表-6 個別施設の健全度の評価点

| 番号 | カルバート名 | 竣工年度 (西暦) | カルバート 延長 (m) | 施設毎の 健全性 | 部材単位の診断 | | | | 部材単位の健全度評価点 | | | | 健全度 評価点 (a+b+c+d) |
|----|----------------|--------------|--------------------|-------------|-----------------|----|----------|---------|------------------------|-----------|-----------------|----------------|-------------------------|
| | | | | | カル バート 本体 | 継手 | ウイ ング | その 他 | カル バート 本体 (a) | 継手 (b) | ウイ ング (c) | その 他 (d) | |
| 1 | 大西トンネル (上り) | 1994 | 98.50 | II | II | I | I | I | 37.2 | 17.0 | 15.0 | 6.0 | 75.2 |
| 2 | 大西トンネル (下り) | 1994 | 98.50 | II | II | II | I | I | 37.2 | 10.2 | 15.0 | 6.0 | 68.4 |
| 3 | 羽-37-1橋 | 1985 (推定) | 42.05 | II | II | I | I | I | 37.2 | 17.0 | 15.0 | 6.0 | 75.2 |

※カルバート本体の健全度IIの場合、重み付け0.62×評価点60点=37.2点となる。

継手の健全性Iの場合、重み付け0.17×評価点100点=17.0点、

継手の健全性IIの場合、重み付け0.17×評価点60点=10.2点

ウイングの健全性Iの場合、重み付け0.15×評価点100点=15.0点

その他の健全性Iの場合、重み付け0.06×評価点100点=6.0点

(3) 大型カルバート毎の重要度

- ・重要度の設定は、以下に示す評価指標に重み係数を考慮して点数付け行います。

表-7 重要度の評価指標について

| | |
|------------|----------|
| 1) 緊急輸送道路 | 6) 塩害地域 |
| 2) 道路等級 | 7) 竣工年次 |
| 3) バス路線 | 8) 延長 |
| 4) 迂回路の有無 | 9) 交差条件 |
| 5) 観光地アクセス | 10) 立地条件 |

重要度による配点

| 評価指標 | 重み係数 | 区分別配点 |
|----------------|------|-------|
| 1-1) 緊急輸送道路 | 0.17 | 17 |
| 1-2) 重要施設アクセス | | |
| 2) 道路等級 | 0.04 | 4 |
| 3) バス路線 | 0.02 | 2 |
| 4) 迂回路の有無 | 0.05 | 5 |
| 5) 観光地アクセス | 0.03 | 3 |
| 6) 塩害地域 | 0.12 | 12 |
| 7) 竣工年次(供用年数) | 0.08 | 8 |
| 8) 延長 | 0.19 | 19 |
| 9) 交差条件(第三者被害) | 0.18 | 18 |
| 10) 立地条件(沿道環境) | 0.12 | 12 |
| | 1.00 | 100 |

※その他、特定の損傷（アルカリ骨材反応、構造的なひび割れ等）で早期措置が必要と思われる施設については、選定し対策内容の検討を行います。

- ・施設毎に10項目の評価指標に準じて、重み係数に配慮し、重要度の点数付けを下記のように行いました。

表-8 個別施設の重要度

| 番号 | カルバート名 | 路線名称 | 道路等級 | 海岸線よりの距離(m) | 竣工年次(西暦) | 延長(m) | 各重要度評価項目の評価点 | | | | | | | | | | その他優先すべきもの | 重要度評価点 |
|----|------------|------|------|-------------|----------|-------|------------------|------|------|--------|---------|------|------|-----|------|------|------------|--------|
| | | | | | | | 緊急輸送道路・重要施設アクセス路 | 道路等級 | バス路線 | 迂回路の有無 | 観光地アクセス | 塩害地域 | 竣工年次 | 延長 | 交差条件 | 立地条件 | | |
| 1 | 大西トンネル(上り) | 大西線 | 2級 | 650 | 1994 | 98.5 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 5.0 | 9.5 | 2.3 | 9.0 | - | 33.8 |
| 2 | 大西トンネル(下り) | 大西線 | 2級 | 650 | 1994 | 98.5 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 5.0 | 9.5 | 2.3 | 9.0 | - | 33.8 |
| 3 | 羽-37-1橋 | 多野岳線 | 1級 | 630 | 1985(推定) | 42.05 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 5.0 | 4.8 | 4.5 | 0.0 | - | 24.3 |

(4) 優先順位付けの設定

- ・修繕優先度の設定は、以下を参考に行います。(沖縄県 長寿命化 参考)

【損傷度】

$$\text{修繕優先度評価点の算出} = (100 - \text{健全度評価点}) \times 60\% + \text{重要度評価点} \times 40\%$$

- ・健全度と重要度を考慮して優先順位を決定しました。

表-9 個別施設の修繕優先度

| 番号 | カルバート名 | 竣工年度(西暦) | カルバート延長(m) | 施設毎の健全性 | 部材単位の診断 | | | | 健全度評価点(a) | 損傷度数 b=(100-a) | 重要度(c) | 優先度 (0.6×b+0.4×c) | 優先順位 |
|----|------------|----------|------------|---------|---------|----|------|-----|-----------|-------------------|--------|----------------------|------|
| | | | | | カルバート本体 | 継手 | ウイング | その他 | | | | | |
| 1 | 大西トンネル(上り) | 1994 | 98.50 | II | II | I | I | I | 75.2 | 24.8 | 33.8 | 28.4 | 2 |
| 2 | 大西トンネル(下り) | 1994 | 98.50 | II | II | II | I | I | 68.4 | 31.6 | 33.8 | 32.5 | 1 |
| 3 | 羽-37-1橋 | 1985(推定) | 42.05 | II | II | I | I | I | 75.2 | 24.8 | 24.3 | 24.6 | 3 |

- ・修繕優先度については、損傷度数(100-健全度数)と重要度点数を考慮して、優先度点数を算出し、優先順位を決定しました。

その結果、修繕順序は以下のとおりとします。

- 1) 大西トンネル(下り) : 優先度 32.5 点
- 2) 大西トンネル(上り) : 優先度 28.4 点
- 3) 羽-37-1橋 : 優先度 24.6 点

6. 長寿命化修繕計画（施設の寿命、劣化予測、予防保全による効果）

（1）大型カルバートの寿命について

- ・定期的な点検を実施することで、大型カルバートの損傷が深刻化する前に早期に発見し修繕を実施することで、利用者への安全性と信頼性を確保した道路サービスを提供することができます。
- ・大型カルバートについては、鉄筋コンクリート構造物として、橋梁等の長寿命化修繕計画に準じて劣化予測を行います。
- ・大型カルバートの寿命は、羽-37-1 橋の劣化曲線及び道路橋寿命の推定値を参考として、70 年以上と推定できます。

（2）大型カルバートの劣化曲線（予測）について

- ・長寿命化修繕計画を策定するにあたっては、劣化曲線等を用いて、劣化の進行を予測し、適切な補修時期等を決定する必要があります。
- ・劣化曲線（予測）は、構造物の置かれた環境条件や構造物の種類等によって、異なり、今後の点検結果や検討で更新（精度を上げていく）していく劣化予測のためのツールです。
- ・健全性（健全度の点数）及び供用年数より、以下のような劣化曲線を想定しました。

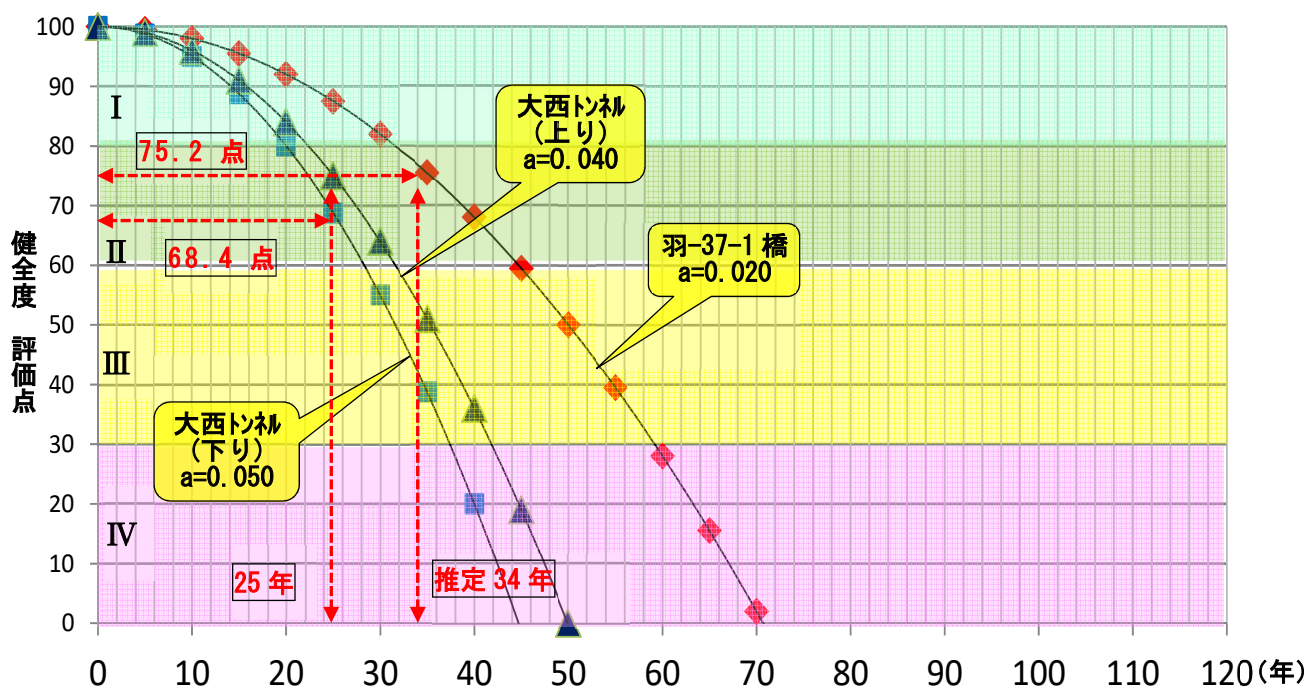


図-6 劣化曲線の設定

- ・劣化曲線は、2次関数（ $Y = -a \cdot X^2 + b$ ）とします。点検結果データは少ないですが、大型カルバートの劣化曲線を以下のように想定しました。

本計画では、大型カルバート3基の劣化曲線として、平均かつ安全側である大西トンネル（上り）の曲線を採用し、下記の2次関数（係数 $a=0.040$ 、係数 $b=100$ ）としました。

$$Y = -0.040 \cdot X^2 + 100 \quad (Y: \text{健全度点数}, X: \text{供用年数 (時間)})$$

※修繕計画については、管理水準（限界水準、目標水準）を下回らないよう、補修時期や修繕方法を決定します。

(3) コスト削減の効果（長期的なシュミレーション）

・適切な維持管理手法を用いて、従来の対症療法型から予防保全型へ変更していくことで、コスト削減効果が見込まれます。また、損傷に起因する通行制限等が減少し、道路の安全性・信頼性が確保できます。

・維持管理については、早期予防を行うことで、長寿命化が図れるとともに、修繕費の総額を縮減することが可能となります。

・管理水準の考え方は以下のように考えます。

1) 限界水準（対症療法における修繕のタイミング）

施設の崩壊や管理瑕疵の発生を回避するための最低限確保すべき水準

2) 目標水準（予防保全における修繕のタイミング）

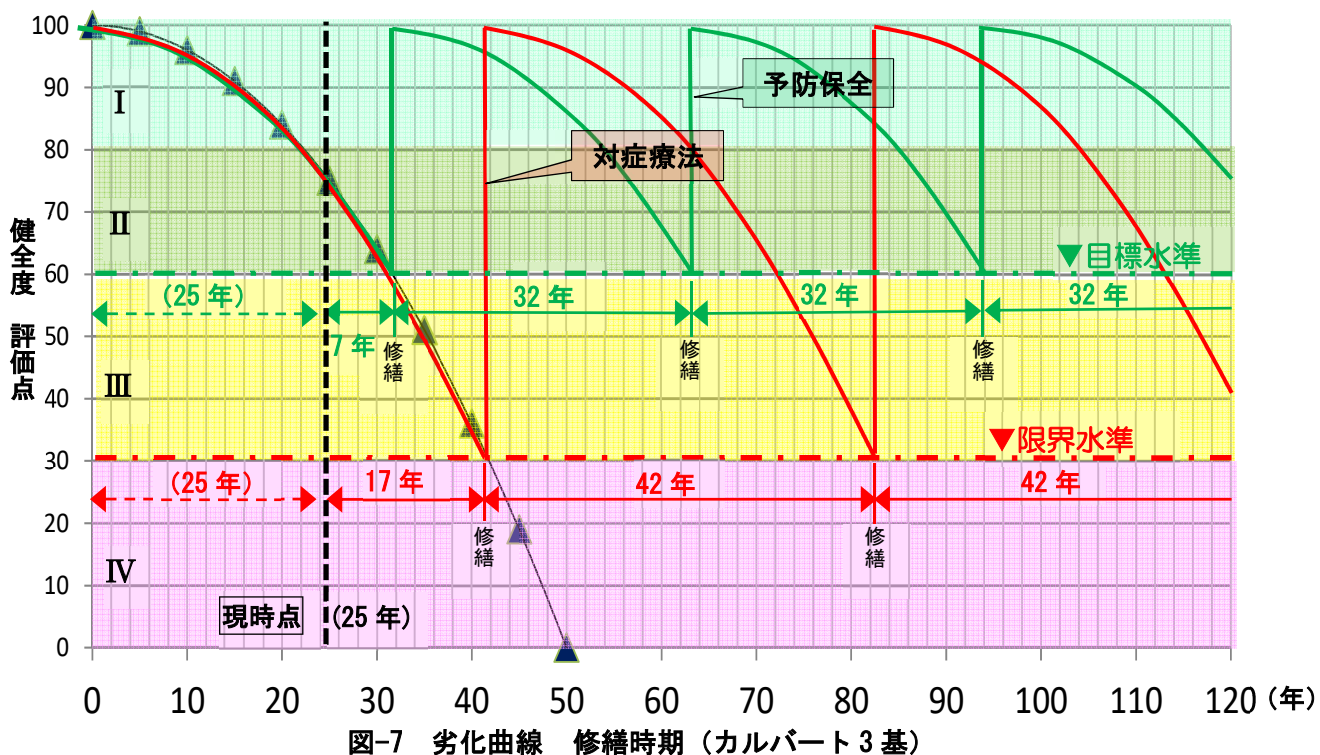
耐久性や安全性を確保し、LCC等を考慮した適切な管理をするための水準

・前提条件 1（大型カルバート）：劣化曲線、修繕周期、管理限界

大西トンネルと羽-37-1橋は、同様な劣化曲線と考え、補修開始時期や修繕周期については、以下のように条件を設定しました。

1) 修繕工事（ひび割れ補修等）の実施周期は、下記の劣化曲線より、予防保全型では32年、対症療法型では42年となります。補修開始時期は現時点からそれぞれ約7年後、17年後となります。修繕後の回復度は100%と想定します。

2) 管理水準：予防保全型における目標水準は、健全度Ⅱの最低ライン（60点）とし、対症療法型の限界水準は、健全度Ⅲの最低ライン（30点）としました。



・前提条件2：修繕費用、維持管理費用、修繕方法及び数量

1) ライフサイクルコストについては、以下の費用を想定しました。

- ・定期点検費用
- ・予防保全に係る修繕費用（ひび割れ注入，断面修復，表面含浸工）
- ・対症療法に係る修繕費用（ひび割れ注入，断面修復，繊維シート補強工）
- ・修繕前の調査補修詳細設計費用

2) 予防保全における修繕費用は、平成29年の点検結果時点の損傷状況を踏まえて数量を想定し、費用を算定しました。

3) 修繕時期については、劣化曲線の管理水準（予防保全では健全度Ⅱの最低ライン，対症療法では健全度Ⅲの最低ライン）を参考に決定しました。

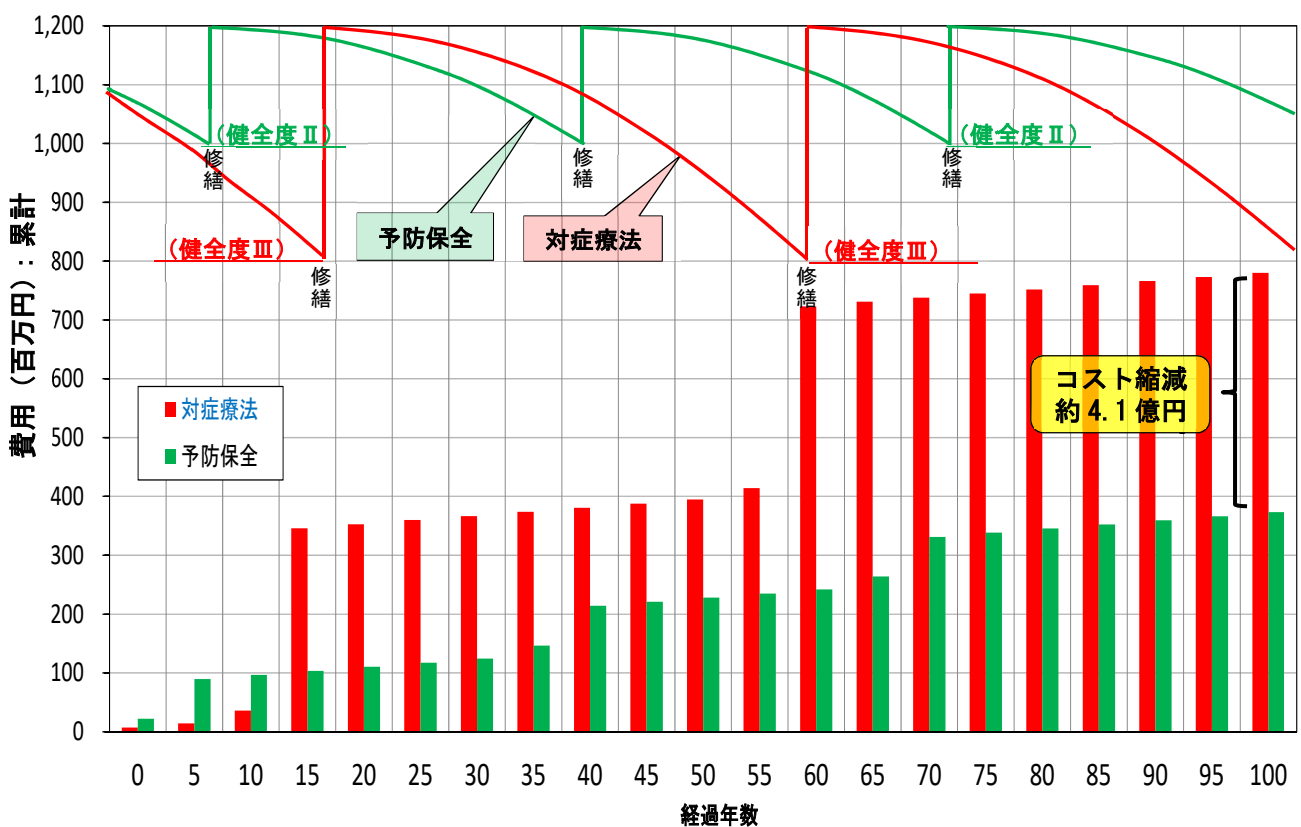


図-8 ライフサイクルコスト及び劣化曲線（修繕時期）

【効果】

- ・予防保全の場合、現在から15年までの初期の段階では、対症療法型より負担が多くなります。
- ・予防保全による長寿命化の実施によって、従来の対症療法型が約7億8千万円と推定されるのに対し、予防保全型の場合は、約3億7千万円となり、約4億1千万円のコスト削減効果が見込まれます。
- ・効果の算出については、今後、大型カルバートの定期点検等のデータを蓄積していくことで、精度向上が図れるため、現計画の値に固定化されるものではありません。

7. 大型カルバート毎の修繕内容・時期・費用（今後10年間の維持管理計画）

・今後10年間の修繕実施計画を策定しました。今後は、本計画に基づいて実施される定期点検で蓄積された情報を踏まえて、計画の見直しを行います。

※施設毎の修繕内容・時期・費用については、以下の通りとします。

1) 修繕内容（補修方法）

- ・ひび割れ注入、断面修復工法、表面含浸工法（予防保全段階）

2) 定期点検（1回/5年）

- ・定期点検費用：2,500千円/回（大西トンネル1基あたり）
2,000千円/回（羽-37-1橋 1基あたり）

※「道路トンネル定期点検業務積算資料（暫定版）」（国土交通省 道路局）に準じて積算

3) 補修調査詳細設計費：5,000千円（1基あたり）：概算

4) 修繕工事費用（予防保全段階の修繕数量を算定）

- ・大西トンネル：22,480千円/1基⇒11,248円/1基（2年）
- ・羽-37-1橋：15,515千円/1基

※今後10年間で健全度Ⅱの大型カルバート3基の補修を行うこととしました。

また、修繕費用の平準化を図り、財政圧迫を避けるようにしました。

（金額：千円）

| 番号 | 施設名 | 健全性 | 2020 (R2) | | 2021 (R3) | | 2022 (R4) | | 2023 (R5) | | 2024 (R6) | | 2025 (R7) | | 2026 (R8) | | 2027 (R9) | | 2028 (R10) | | 2029 (R11) | | 2030 (R12) | | 優先順 |
|----|------------|-----|-----------|----|-----------|----|-----------|-------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|-------|------------|-------|------------|--------|------------|--------|-----|
| | | | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | 種別 | 金額 | |
| 1 | 大西トンネル（上り） | Ⅱ | | | | | 点検 | 2,500 | 設計 | 5,000 | | | | | 工事 | 11,248 | 点検 | 2,500 | | | 工事 | 11,248 | | | 2 |
| 2 | 大西トンネル（下り） | Ⅱ | | | | | 点検 | 2,500 | 設計 | 5,000 | 工事 | 11,248 | 工事 | 11,248 | | | 点検 | 2,500 | | | | | | | 1 |
| 3 | 羽-37-1橋 | Ⅱ | | | | | 点検 | 2,000 | | | | | | | | | 点検 | 2,000 | 設計 | 5,000 | | | 工事 | 15,515 | 3 |
| | | | (R2) | 0 | (R3) | 0 | (R4) | 7,000 | (R5) | 10,000 | (R6) | 11,248 | (R7) | 11,248 | (R8) | 11,248 | (R9) | 7,000 | (R10) | 5,000 | (R11) | 11,248 | (R12) | 15,515 | |

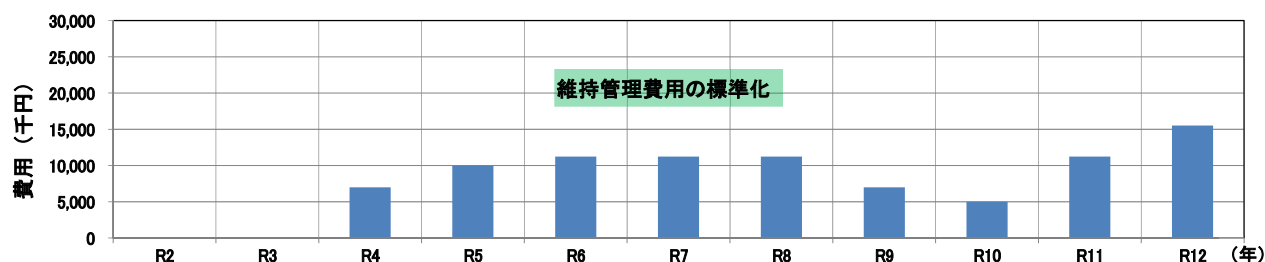


図-9 修繕内容・時期・費用（大型カルバート）

8. 意見を聴取した学識経験者

・意見を聴取した学識経験者

琉球大学 工学部 工学科 社会基盤デザインコース 富山 潤 准教授