

# 道路トンネルの老朽化対策について

## ー長崎県を事例にー

### はじめに

2012年の中央自動車道笹子トンネルの天井板崩落事故をきっかけに、社会インフラの老朽化に対する関心が高まっている。高度経済成長期に集中的に整備された社会インフラは、今後数十年の間に、集中的に更新の時期を迎えることになるが、適切な維持管理を欠いた場合には、本来の機能を保てなくなる恐れや、崩壊等による事故の発生などが懸念される。

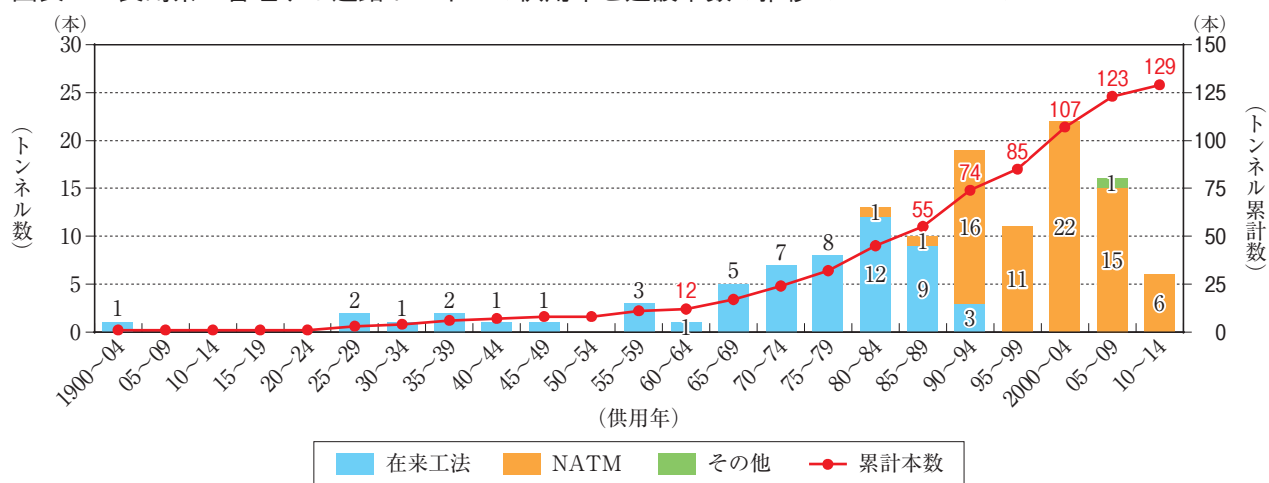
道路トンネルについても、厳しい財政状況のなか、効率的・効果的な維持管理の実施により、安全な状態で道路利用者に提供することが重要である。

今回は長崎県の取組みを事例に、道路トンネルの老朽化対策について考えてみたい。

### 1. 長崎県が管理する道路トンネルの現状

長崎県が管理する国・県道の道路トンネルは、1965年（昭和40年）以降に建設されたものが多く、14年6月末の総数は129本である（図表1）。

図表1 長崎県が管理する道路トンネルの供用年と建設本数の推移（2014年6月末現在）



在来工法：トンネルを掘り、掘削壁面に木製や鉄製の板をあてがい、鉄製の枠で支えて、表面をコンクリートで仕上げる工法。

NATM：(New Austrian Tunneling Method：ナトム)

トンネルを掘り、掘削壁面にコンクリートを吹付けし、鉄製の棒を挿入して安定させ、表面をコンクリートで仕上げる工法。

トンネル数：在来工法56本、NATM72本、その他1本の合計129本。

資料：長崎県道路トンネル維持管理計画等より当社作成

このうち供用後50年以上経過したトンネルは全体の約1割であるが、30年後には全体の約5割となり、今後多くのトンネルが高齢期を迎えることから、効率的・効果的な維持管理を行っていく必要がある。

長崎県が管理する道路トンネルの特徴として、離島の占める割合が全体の6割以上となっている点が挙げられ、離島のなかでも対馬地区が最も多く、全体の4割を占めている（図表2）。

図表2 長崎県が管理するトンネル数と総延長

(2014年6月末現在)

| 振興局   | 本数   | 長さ：m    | 離島・本土割合            |
|-------|------|---------|--------------------|
| 対馬振興局 | 49   | 15,319  | 離島合計<br>81本（62.8%） |
| 五島振興局 | 29   | 11,145  |                    |
| 壱岐振興局 | 3    | 768     |                    |
| 長崎振興局 | 23   | 10,411  | 本土合計<br>48本（37.2%） |
| 県北振興局 | 14   | 8,773   |                    |
| 県央振興局 | 5    | 2,825   |                    |
| 島原振興局 | 6    | 1,879   |                    |
| 合計    | 129本 | 51,120m | 129本（100%）         |

資料：長崎県道路トンネル維持管理計画等より当社作成

## 2. 長崎県道路トンネル維持管理計画の概要

長崎県では、08年度から09年度にかけて行った道路トンネルの点検および詳細調査をもとに「長崎県道路トンネル維持管理計画」を11年3月に策定した。

### （1）計画の目的と対象

今後予想される道路トンネルの維持管理費用の増大に対応するためには、従来の「事後保全型の維持管理」から「予防保全型の維持管理」へ方針転換を図る必要がある。この計画では、効率的・効果的な維持管理によって、中長期にわたる道路網の安全性・信頼性の確保とライフサイクルコスト（構造物の建設費・管理費・維持補修費・取壊費等のコストの総額）の縮減を目的としている。

対象とするトンネルは、長崎県が管理する国・県道の道路トンネル123本（計画策定時）であり、計画の対象期間は50年間（10年度～59年度）としている。（調査時点では121本。その後2本が新設された。）

### （2）08年度から09年度に行った点検と評価および対策

維持管理計画の策定にあたり実施したのが2段階の点検である。第1段階として遠望目視（後述）による点検を行い、異状がみられたトンネルについては第2段階として詳細調査を行った。

さらに第3段階として、詳細調査の結果対策が必要とされたトンネルについて、10年度から14年度の5年間で補修・補強対策を行っている。

### （い）第1段階：遠望目視による点検と判定

県では、トンネル本体とトンネル付属施設の異状（維持管理計画では変状と表記）や損傷状況について、「遠望目視点検」を行った。これは高所作業車などを使わず、職員が徒歩で双眼鏡や携帯用ライト等を使用して目視観察するものである。

点検に当たっては、以下のようなトンネル本体と付属施設の異状や損傷状況に応じた判定区分が設定されている。

#### ○トンネル本体の判定区分

| 不良<br>↑<br>良好 | 判定区分 | トンネル本体の判定基準                                                  |
|---------------|------|--------------------------------------------------------------|
|               | A    | 異状が著しく、通行車両の安全を確保できないと判断され、直ちに応急対策を行った上で、詳細調査及び補修補強対策が必要なもの。 |
|               | B    | 異状があり、補修・補強対策の要否を判断するための詳細調査が必要なもの。                          |
|               | S    | 異状が軽微であり、当面对策は必要ないもの。                                        |
| 良好            | 良好   | 異状がなく、健全なもの。                                                 |

資料：長崎県道路トンネル維持管理計画を参考に当社作成、異状＝変状

#### ○トンネル付属施設の判定区分

| 不良<br>↑<br>良好 | 判定区分 | トンネル付属施設の判定基準                         |
|---------------|------|---------------------------------------|
|               | I    | 腐食及び破損等の損傷が著しく、応急対策を行った上で直ちに更新が必要なもの。 |
|               | II   | 腐食及び破損等の損傷があり、早期に更新が必要なもの。            |
|               | III  | 腐食及び破損等の損傷が軽微であり、当面更新は必要ないもの。         |
| 良好            | IV   | 腐食及び破損等の損傷がなく、健全なもの。                  |

資料：長崎県道路トンネル維持管理計画を参考に当社作成

点検結果をもとに、判定区分に基づいて、トンネル本体の詳細調査や補修・補強の要否、または付属施設の更新の要否を判定した結果は次のとおりである。

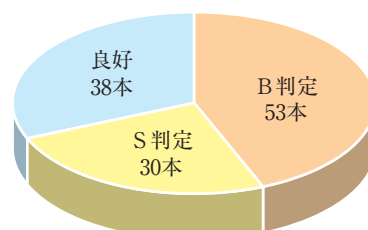
#### ①トンネル本体

121本のトンネルを対象に点検を行った結果、確認された異状は、ひび割れ、漏水、うき・はく離、導水工の排水不良、路面損傷等であった。

このうち異状が著しく、通行車両の安全を確保できないと判断される「A判定」のトンネル本体は無く、異状があり補修・補強対策の要否を判断するための詳細調査が必要な「B判定」のトンネルは53本（44％）であった。

一方、異状が軽微で、当面对策が必要でない「S判定」のトンネルは30本（25％）、異状がなく健全で「良好」と判定されたトンネルは38本（31％）であった（図表3）。

図表3 トンネル本体

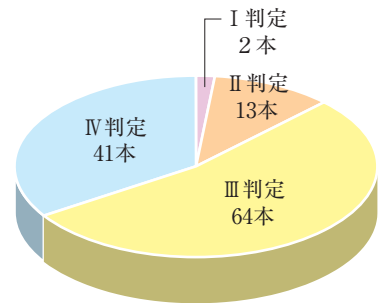


## ②トンネル附属施設

### (イ) 照明施設

照明施設が設置されている120本のトンネルを対象に点検を行った結果、確認された異状は「腐食」で破損等の損傷はみられなかった。判定結果は、腐食が著しく直ちに更新が必要な「Ⅰ判定」が2本（2%）、腐食があり早期に更新が必要な「Ⅱ判定」は13本（11%）、一方、腐食が軽微であり当面は更新の必要のない「Ⅲ判定」のトンネルは64本（53%）、腐食がなく健全な「Ⅳ判定」のトンネルは41本（34%）であった（図表4）。

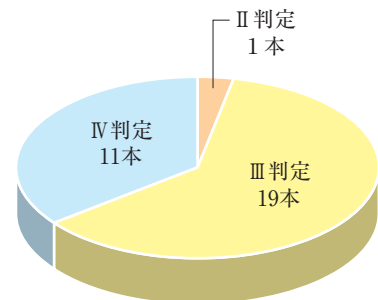
図表4 照明施設



### (ロ) 非常用施設

非常用施設が設置されている31本のトンネルを対象に点検を行った結果、確認された異状は「腐食」で、非常用警報装置の押しボタン蓋や非常用電話箱で多く確認された。「Ⅰ判定」は無く、早期に更新が必要な「Ⅱ判定」が1本（3%）、損傷が軽微であり当面对策の必要のない「Ⅲ判定」のトンネルが19本（61%）、損傷がない健全な「Ⅳ判定」のトンネルは11本（36%）であった（図表5）。

図表5 非常用施設



## (ii) 第2段階：トンネルの詳細調査の実施

「遠望目視点検」による判定区分が「AまたはB判定」のトンネル53本については、トンネルの健全性評価と対策を行う範囲の決定や対策工法の選定等のため詳細調査を08年度から09年度に

図表6 健全性評価に用いる判定区分

|         | 健全性評価に用いる判定区分 | 点検の判定区分(参考) | 健全性の判定基準                                              |
|---------|---------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| 不良<br>↑ | 3 A           | A           | 異状が大きく、通行者・通行車両に対して危険があるため、直ちになんらかの対策を必要とするもの。        |
|         | 2 A           | B           | 異状があり、それらが進行して、早晚、通行者・通行車両に対して危険を与えるため、早期に対策を必要とするもの。 |
|         | A             |             | 異状があり、将来、通行者・通行車両に対して危険を与えるため、計画的に対策を必要とするもの。         |
| 良好      | B             | S           | 異状が軽微であり、現状では通行者・通行車両に対して影響のないもの。                     |
|         | S             | 良好          | 異状がなく、健全なもの。                                          |

資料：長崎県道路トンネル維持管理計画を参考に当社作成、異状＝変状

かけて行った。高所作業車を使って異状箇所に接近し、ハンマーによる詳細な調査やクラックスケール等の計測具による計測を行ったほか、工法的に背面に空洞の生じ易い在来工法のトンネルについては、レーダー探査や削孔調査により、トンネル裏の空洞の有無や規模を確認した。

詳細調査の結果については、健全性評価に用いる判定区分により、調査内容を判別している（図表6）。

詳細調査を行った53本のトンネルのうち、直ちに何らかの対策を必要とする「3 A判定」を含むトンネルは無く、早期に対策が必要な「2 A判定」を含むトンネルは42本、計画的に対策を必要とする「A判定」のみのトンネルが11本で、この合計53本について対応が必要という結果であった。

また、長崎県では道路トンネルの管理者および点検作業者が効率的・効果的な維持管理を行うために、道路トンネルの本体及び付属施設について定期的な点検手法を示した「長崎県道路トンネル点検マニュアル」を11年3月に策定した。これ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縮減を図ることになっている。

### （iii）第3段階：53本のトンネルの補修・補強対策の実施

対応を要する53本のトンネルについては、10年度から14年度の5年間で補修・補強対策を実施する計画となっている。すでに補修済みが48本（A判定11本のうち9本、B判定42本のうち39本）あり、残り5本は本年度に補修・補強予定となっている。

### （3）道路トンネルの補修・補強の考え方

道路トンネルの補修・補強にあたって長崎県は、「予防保全」の考え方を採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ため、以下のように対応することとしている。

- ①詳細調査における「3 A」、「2 A」、「A判定」のトンネルは、補修・補強対策を行って維持管理水準（詳細調査の「B判定」）を確保する。
- ②5年に1度の定期的な点検を行いながらトンネルの状態を常に把握し、点検による「AまたはB判定」のトンネルについては詳細調査を行い、必要と判断された場合に補修・補強対策を行う。
- ③詳細調査で早期に補修・補強対策が必要と判定されたトンネルは、その対策実施までの間、1年ごとに点検を行って安全確認をする。
- ④補修・補強対策を実施したトンネルは、2年以内に点検を行い、対策後の安全性を確認する。
- ⑤補修・補強対策の工法選定は、ひび割れ、漏水、うき・はく離、路面損傷等の異状項目に適切に対応する。また、常に最新の技術を導入し効率的・効果的な工法を選定することで、ラ

ライフサイクルコストを縮減する。

- ⑥地震や地すべり等の発生により、地山（天然の土層）から予想外の外力が作用したことによる異状や、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、安全で確実な対策を実施する。

なお、長崎県では道路トンネルの本体工（トンネル内の天井板、内装板、排水設備、坑門、路肩、路面等の総称）についても補修・補強方法を示した「長崎県道路トンネル維持補修・補強マニュアル」を11年3月に策定している。

### 3. 長崎県道路トンネル維持管理計画によるコスト縮減効果（図表7）

従来の事後保全型の維持管理を続けた場合に比べて、損傷が比較的小規模なうちに対策を行う予防保全型の維持管理をした場合では、総コストに大きな違いが生じることになる。

従来の事後保全型では、およそ40年後には大規模な補修・補強対策が集中し、多額の予算が必要となり、十分な維持管理ができなくなる可能性があり、この場合の今後50年間の投資総額は約216億円と算定されている。

一方、予防保全型では次のような算定ができる。

- (i) 点検および詳細調査の結果、対策が必要とされた53本のトンネルに対して、当初5年間（2010年度から14年度）で約20億円（年平均4億円）の予算を確保し、集中的に対策を行うことで、安全性を向上させ維持管理水準（詳細調査の判定区分B）を確保する。

（今年度が5年目で、予算面についてはほぼ計画に沿った実績となっている。）

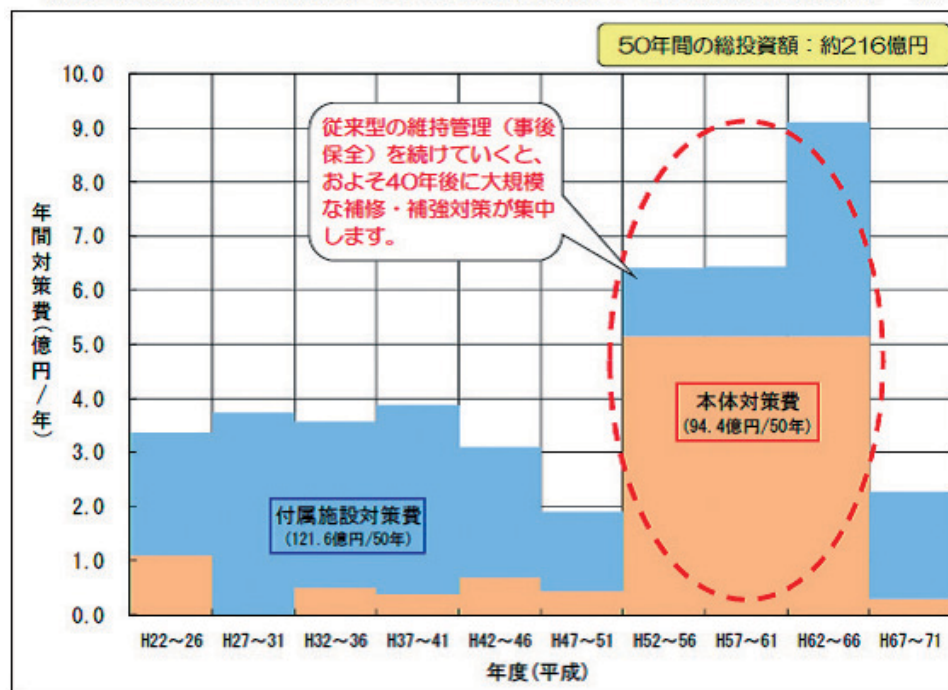
- (ii) その後は、定期的な点検により新たに異状が確認された場合には、詳細調査を行った上で効率的・効果的な対策を行い、道路トンネルの維持管理水準を確保する。必要に応じて、計画の実施効果について評価し、点検手法、補修・補強方法、投資計画を見直していく。これらの予算は、2015年度（平成27年度）からの25年間で約83億円（年平均3.3億円）、その次の20年間で約52億円（年平均2.6億円）となる。

- (iii) 予防保全型の維持管理の実施により今後50年間の総投資額は、(i)(ii)の合計で約155億円（20億+83億+52億）となる。

従来の事後保全型の維持管理では今後50年間の総投資額が約216億円となるのに対し、予防保全型の維持管理の場合では約155億円となり、差引き約61億円のコスト縮減になる。

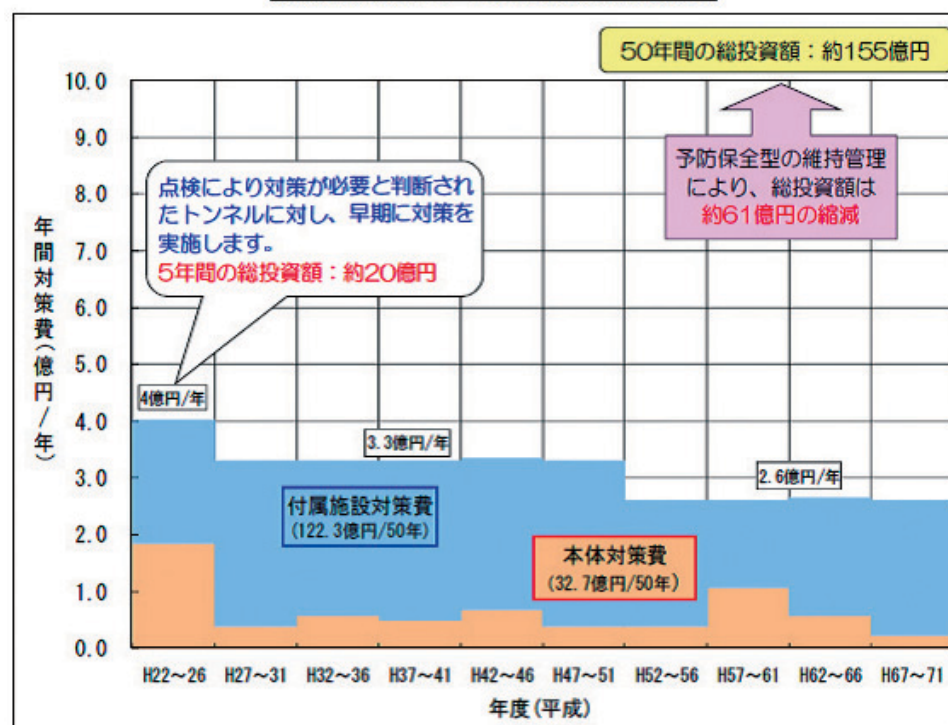
図表7 維持管理のコスト削減効果

従来型の維持管理（事後保全）による長崎県の道路トンネル維持管理の投資イメージ



予防保全型の維持管理  
予算の平準化と最小化

長崎県の道路トンネル維持管理の投資計画



資料：長崎県道路トンネル維持管理計画

## 4. 道路トンネル維持管理計画策定のメリット

維持管理計画策定のメリットとして、次のような事項が挙げられる。

- ①定期的に点検を行い、トンネルの状態を的確に把握し、計画的な補修・補強対策の実施により、道路網の安全性と信頼性の確保が可能。
- ②中長期的にトンネルの計画的な補修・補強対策の実施により、予算の平準化と計画的な事業予算の確保が可能。
- ③予防保全型の維持管理を行い、大規模な対策が必要となる前（損傷が比較的小規模なうち）に、少ない予算で対処することによってライフサイクルコストの縮減が可能。
- ④照明施設においては、長寿命化や省力化の技術革新が目覚しいため、旧型から新型の施設へ更新することで消費電力の削減を図ることができ、環境負荷の低減やライフサイクルコストの縮減が可能。
- ⑤また、定期的な点検および詳細調査等の結果および補修・補強対策履歴をデータベースに反映させることで、道路トンネルの適切な維持管理が可能。

## 5. 人材育成について

長崎県ではトンネルの定期点検を職員が実施しており、定期点検に参加する職員に対して毎年研修会を実施するとともに、県の技術職員OBや長崎大学の道守養成ユニットを受講した「道守」・「特定道守」・「道守補」の資格者と一緒に点検を行うことで技術力の向上を図っている。

### さいごに

今後、道路トンネルの老朽化が進むなか、従来の事後保全型の維持管理では維持管理費等の増大が予想されるが、長崎県の維持管理計画にあるように、構造物の劣化が小さな時点で、小規模な補修・補強を行う予防保全型の維持管理を実施することで、構造物を延命化させ、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推進していくことが重要と考える。

（上村 秀明）