

道路トンネル維持管理へのアセットマネジメント手法の適用

長崎大学大学院 学生会員○亀崎隆太

長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 フェロー会員 棚橋由彦

九建設計(株) 正会員 松井謙二 平川昌寛

1. はじめに

日本では山地が6割を占める地形的制約から、都市間を結ぶ鉄道・道路はトンネルの割合が高く、また、高度経済成長期には多くの社会資本が整備されこれらの構造物は補修・改修時期が迫っている。本研究では、GISを用いたトンネル基本台帳のデータベースを構築し、これを用いて現状把握と将来予測を的確に行い、さらに、アセットマネジメントの考え方を導入することにより、道路トンネル維持管理の最適化を目指すことを目的とする。

2. アセットマネジメント手法の導入

2.1 健全度(性能)の評価

ここでは、N県内において緊急点検が行われた37本のトンネルを対象とし点検及び補修データの分析を行った。その点検結果に基づきトンネルの現状の性能レベルを推定する作業を行う。性能と判定区分の内容を表-1に示す。調査結果の各スパンにおいて最も危険な要素と判断されるものについての判定を重視し、スパンごとに総合判定を行い、延長を考慮した各スパンの判定結果の平均値をそのトンネルの性能とした。

2.2 将来の劣化予測

地山強度の経時変化と覆工劣化を考慮したトンネル変状シミュレーションを行い²⁾、その結果に基づいて設定したトンネルの基本劣化曲線を図-1に示す。劣化曲線を決定するため、調査結果と作成した曲線の妥当性の検証を行った。図-2から劣化曲線(Case 5)はおおよそ調査結果と一致していることが分かる。これより、本研究では劣化曲線(Case 5)を用いたアセットマネジメントの試算を行うこととした。

2.3 優先順位の決定

本研究では、交通量と交通容量(車道幅員)に着目したトンネル路線の重要度の評価を考える。具体的内容に対して重み係数を設定し、加重平均法により100点満点で算定した。次に、トンネルの健全度およびトンネルの重要度からトンネルの保全更新の優先度を総合的に評価する算定式を以下の式のように定義した。

$$P = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 \quad (1)$$

ここで、 P_1 は(100-トンネルの健全度)を、 P_2 はトンネルの重要度を表す。係数 α_i ($i=1,2$)については、環境条件などに応じて決定されるが、ここでは、 α_1 は0.6、 α_2 は

表-1 性能と判定区分の内容¹⁾

判定区分	判定の内容	性能
3 A	変状が大きく、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	0.5
2 A	変状があり、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、早急に対策を必要とするもの	0.6
A	変状があり、将来通行者・通行車両に対して危険を与えるため、重点的に監視をし、計画的に対策を必要とするもの	0.7
B	変状がないか、あっても軽微な変状で、現状では通行者・通行車両に対して影響はないが、監視を必要とするもの	0.8
S	健全で機能的にも問題がない	0.9
		1.0

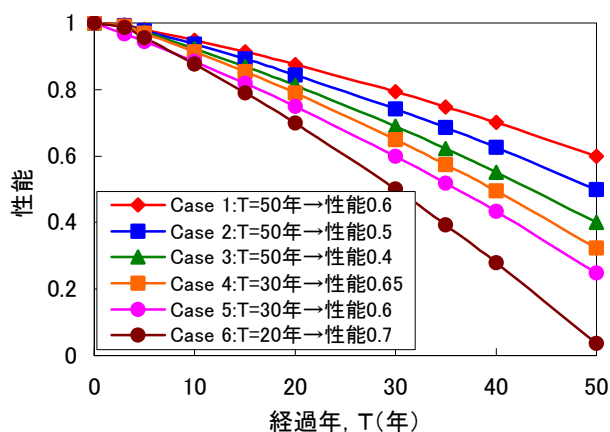


図-1 基本劣化曲線

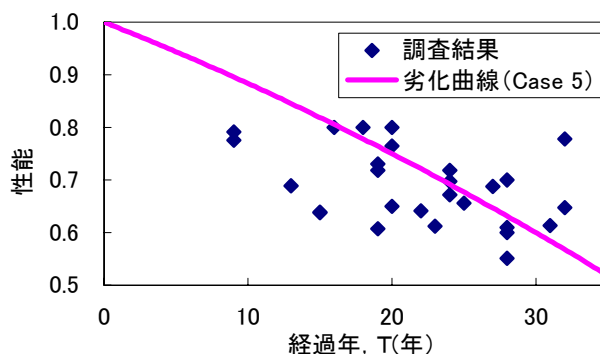


図-2 劣化曲線の妥当性の検証

0.4 とした。

3. アセットマネジメントの試算

3.1 トンネル補修費の分析

補修検討を行ったトンネルの内、補修費のデータのある 27 本についての直接補修費に着目し回帰分析を行った。図-3 に経過年数と相対補修費および性能の関係を示す。ここで相対補修費とは、直接補修費をその対象トンネルの延長で除した値とする。

3.2 試算結果と考察

(1) 参考順位と優先順位

ここで定義する参考順位は現行 (2005 年度) の劣化レベルのみを考慮して劣化度の大きいものから、また、優先順位は式(1)で得られたトンネル評価点より順序付けしたものである。今回の試算では優先順位の方が最終的な補修費は安く、性能はそれほど大差ない結果となった (図等省略)。

(2) 補修時期選定の試み

2005 年から補修を毎年 3 本ずつ実施し、性能がそれぞれ 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 に落ちた段階で性能 1.0 までアップする補修を行う。図-4 (a) に補修費の経年変化を示す。補修を遅らせるほど最終的に補修コスト増を招くことが分かった。少なくとも性能が 0.7 に落ちた段階で補修を行えば、高性能を維持でき最終的な補修費を削減することができると言える。

(3) 予算平滑化の試み

毎年補修できるトンネルを 1, 2, 3, 4, 5 本と想定し、性能が 0.7 に落ちた段階で、それを性能

1.0 にアップする補修を行った結果を図-4 (b) に示す。この図より、やはり年に 1 本ずつ補修を行えば最も補修費を平滑化できるが、補修を遅らせたため最終的に補修コスト増を招くことが分かる。また、年に 3～5 本ずつ補修する場合では最終的な補修費はおよそ同じ値となった。したがって、本研究の検討条件では年に 3 本ずつ補修を行うことは最終補修費の削減と予算平滑化の両方の側面から優位であることが分かる。

4. おわりに

本研究では、アセットマネジメントのトンネル維持管理の最適化における適用性について検討した。今後は詳細な枠組みをさらに検討し、最終費用の算出を行う際に、トンネル剥離事故などのリスクや、車両交通止めなどの費用などの利用者損失を考えた試算を行う。また、補修工ごとに抑制効果を考えた費用と性能のアップ率を導入し、様々なケースで最終費用の算出方法を提案する。

【参考文献】

- 1) 「道路トンネルの維持管理便覧」, (社)日本道路協会, 1993.
- 2) 棚橋由彦, 蔣宇静, 川田晶仁: 地山強度劣化を考慮した変状予測と補強効果に関する研究: 第 60 回年次学術講演会講演概要集, III-414, pp.825-826, 2005.

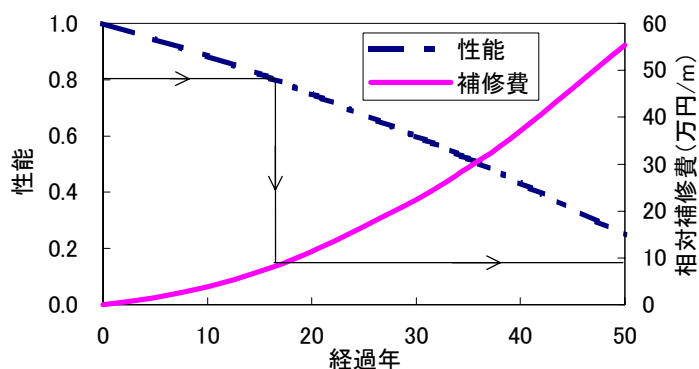
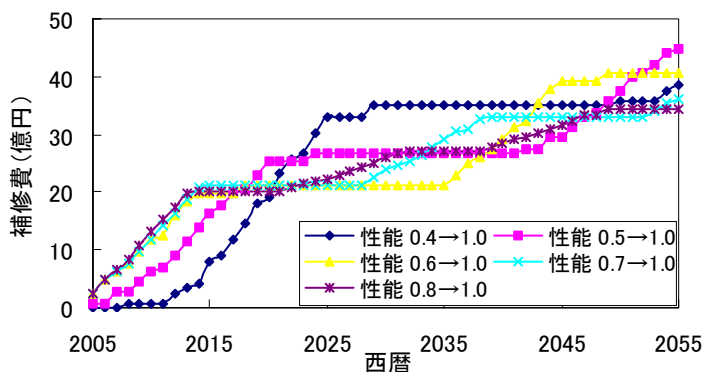
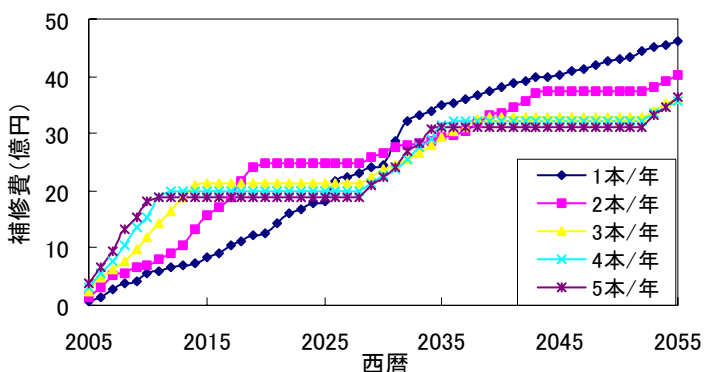


図-3 経過年に対する性能と補修費の推移



(a) 補修時期選定



(b) 予算平滑化

図-4 補修費の経年変化