

道路トンネルの性能評価に基づく累計補修費の算定について

長崎大学大学院 学生会員○上田 静 長崎大学 学生会員 上川尚孝
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 フェロー会員 棚橋由彦

1. 研究の背景と目的

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の構築を行い、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。

2. アセットマネジメント手法の導入

2.1 導入の手順

まず、トンネルの将来劣化を予測するために、劣化曲線を仮定する。次にN県内37本の詳細調査¹⁾より、トンネルの現状の性能(完全健全1.0~完全劣化0.0)を推定する作業を行う。推定されたトンネルの性能値と路線の重要度からトンネルの補修の優先度を決定し、性能評価に基づいたトンネル補修費の試算を行う。

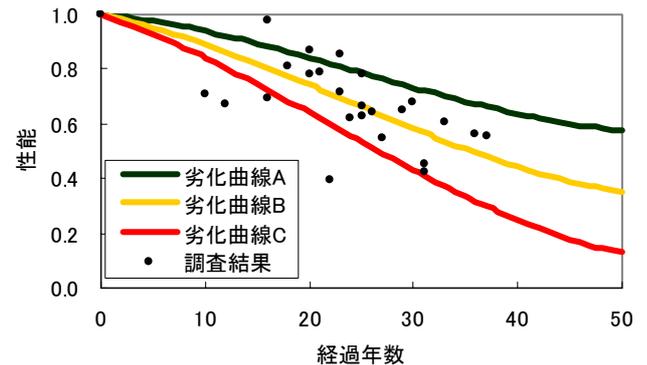


図-1 調査結果に基づく劣化曲線の設定

2.2 劣化曲線の設定

本研究では、N県内26本のトンネルの詳細調査結果¹⁾より、トンネルの供用年数と覆工コンクリートの一軸圧縮強度に着目して、劣化の進み方が最も遅いケース(劣化曲線A)、最も早いケース(劣化曲線C)、劣化曲線AとCの平均値のケース(劣化曲線B)の3ケースを設定し、トンネルの性能が1.0(完全健全)から劣化する過程をモデル化した。調査結果と劣化曲線を図-1に示す。

表-1 性能と判定区分の内容

判定区分	性能	判定の内容
3A	0.5~0.35	変状が大きく、歩行者・通行車両に対して危険があるため、直ちに何らかの対策を必要とするもの
2A	0.65~0.5	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
A	0.8~0.65	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
B	0.9~0.8	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
S	1.0~0.9	健全で機能的にも問題がない

2.3 性能の評価

図-1の劣化曲線Bを基に、トンネルの性能と判定区分を決定する。判定区分については「道路トンネルの維持管理便覧」²⁾を参考にした。劣化曲線Bによると、50年後の性能は0.35となっている。トンネルの耐用年数は一般的に50~60年とされていることから、最も危険とされる判定区分3Aの下限値を0.35と設定した。さらに劣化曲線の形状により性能の値を表-1のように決定した。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。

2.4 優先順位の設定

本研究では交通量、交通容量、迂回路の交通容量、バス路線の有無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、トンネルの性能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 はトンネルの劣化度を、 P_2 は路線の重要度を表す。係数 $\alpha_i (i=1,2)$ 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0.4とした。

3. 性能評価に基づく補修費の試算

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-2 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

試算条件を以下のように設定し、劣化曲線 A と C を用いた LCC の試算を試みた。

- ・ 詳細点検が行われたトンネルの内、式(1)によって優先度が高いと判定された J トンネル(表-2)を対象とする。
- ・ 性能をアップする費用は劣化曲線 B の性能値と直接補修費の回帰分析結果に基づく。
- ・ 性能が 0.8, 0.65, 0.5, 0.35 に落ちた時点で劣化レベルに係わらず必ず性能 1.0 までアップする。

劣化曲線 A を用いて予測した性能の経年変化と補修費の経年変化を図-3 に、同じように劣化曲線 C を用いて予測したものを図-4 に示す。性能の経年変化を見ると、早めに補修することで高い性能を維持できることがわかる。また、A と C どちらの劣化曲線を用いた場合でも、性能が 0.8 に落ちた段階で補修を行えば、初期の補修費用は高くなるものの、最終的な補修費用は低くなるのがわかる。その費用は、劣化曲線 A を用いた試算によれば 0.262 億円、劣化曲線 C を用いた試算では 0.393 億円となった。

4. まとめ

今回の試算では、J トンネルを対象に性能が 0.8 に落ちた時点で補修を行えば、最終的な補修費用が低くなるという結果が得られた。今後は LCC 算定の詳細な枠組みを設定するとともに、N 県内の全トンネルを対象として LCC の試算を行い、最終補修費の削減と予算平滑化の両面から最適な補修時期選定への提言を行う。

【参考文献】

- 1) 亀崎隆太他：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に関する研究，第 61 回年次学術講演会講演概要集，III-080，pp.159-160，2006
- 2) (社)日本道路協会：道路トンネルの維持管理便覧，1993

表-2 試算対象トンネルの概要

供用年数(年)	延長(m)	劣化度	路線重要度	優先度
32	70	29	73	59

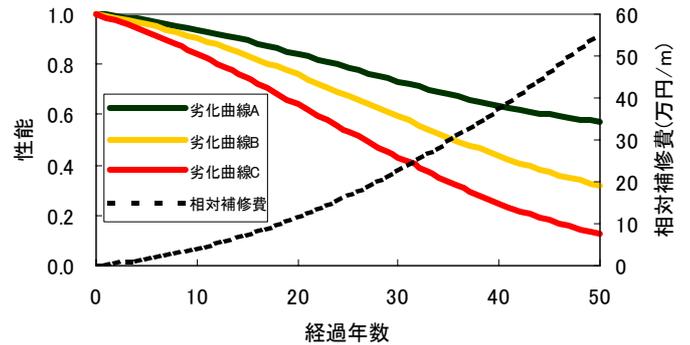
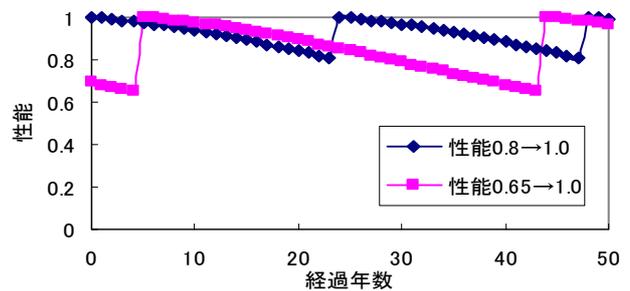
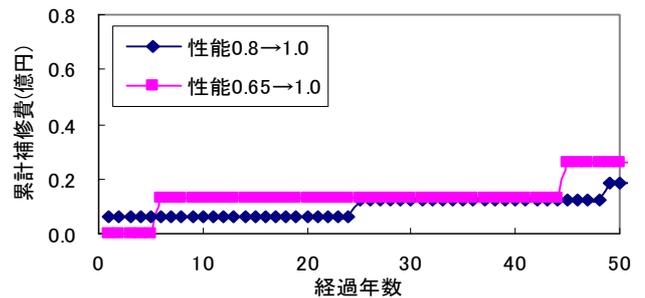


図-2 経過年に対する性能と補修費の推移

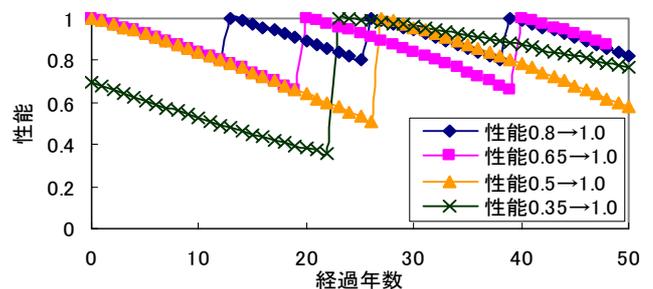


(a) 性能の経年変化



(b) 補修費の推移

図-3 劣化曲線 A による試算結果



(a) 性能の経年変化

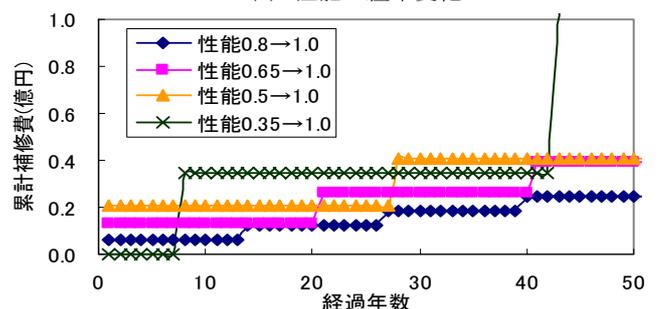


図-4 劣化曲線 C による試算結果