

寒冷地インフラストラクチャーの劣化評価について

東北工業大学 ○須藤 敦史

1. 目 的

寒冷地のインフラストラクチャーの維持管理・更新に関する知識や技術（メンテナンス工学）は確立されておらず¹⁾など、点検・モニタリングやこれに基づく健全度評価・劣化予測など、さらにこれらに基づく維持管理の理論や技術の構築が重要な課題となっている²⁾など。特に道路構造物は、長い耐用年数を必要とするものであり、昨今の経済・社会情勢などから、これらの長寿命化を図るためには、ライフサイクルコスト（Life Cycle Cost : LCC）の最小化をするように補修・補強計画の立案が必要であるが、LCCでは予防保全を基本としているため、劣化状況の予測が不可欠である。そこで本論文では、定期点検データを用いたインフラストラクチャーにおいて、確率統計的なモデルによる劣化状態の将来予測手法の提案を行っている。

2. 橋梁・トンネル・ボックスカルバートの点検評価

一般的に予防保全を前提とした LCC による維持管理では、不具合が生じる前に定量的な評価を行い対策の優先順位（意思決定）を決定することが重要である（図-1 参照）。しかし、道路構造物の定期点検による評価値は、5段階の損傷ランク（劣化判定区分）を判断しているが、劣化状態の将来予測が難しく、予防保全を基本としたライフサイクルマネジメントへの活用には、図-1 に示すように劣化状態を連続的に把握したい。そこで、本研究では種々の道路構造物の定期点検より得られる損傷判定区分（5段階）より、それぞれの構造物の損傷判定区分に応じた連続的な簡易健全度指数（Simple Health Index : SHI）を提案している³⁾。

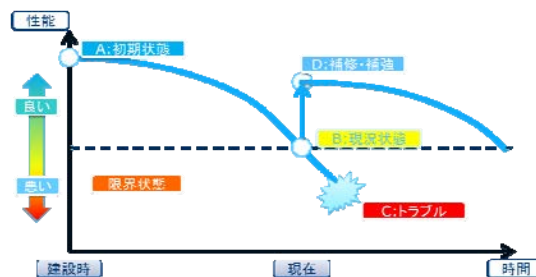


図-1 予防保全に基づいた LCC 概念図

3. 確率・統計的劣化モデルと劣化遷移

構造物における点検値は、劣化の程度により2～5年間隔で実施され、図-2に示すは点検間隔に応じた点検値(o)となる。ここで構造物個々の劣化遷移は、様々な使用環境で異なるサンプルパス（△:構造物A, ■:構造物B, ●:構造物平均値）を示し、加えてそれぞれ点検誤差（正規分布）は有しているものの、点検値（実現値）の遷移（サンプルパス）におけるばらつきや分布状況は、誤差とは考えずに様々な使用環境に影響された特性値として扱うのが現実的である。

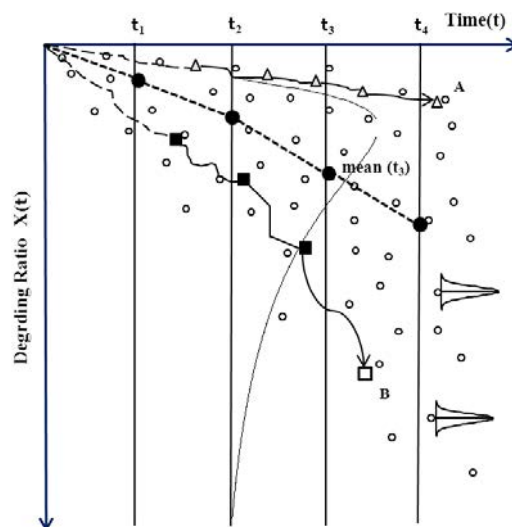


図-2 点検データと劣化サンプルパスの概念

4. 点検値より求めた道路構造物の簡易健全度指数

まず、北海道が管理する道路橋梁（6,764橋）における定期点検値より求めた簡易健全度指数を図-3に示す。ここで用いた道路橋梁の定期点検値は道路橋梁の維持管理台帳より、補修・補強が施されていないと考えられる供用年数25年未満のデータを用いている。

キーワード 社会インフラ施設, 確率・統計手法, 維持管理, ライフサイクルコスト

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 Tel:022-305-3507 E-mail: atsu-sutoh@tohtech.ac.jp

次に、北海道開発局が管理する山岳トンネル（矢板工法：133か所，NATM：138か所）において2015年度と2016年度に実施したトンネル覆工コンクリートの定期点検より求めた簡易健全度指数の経時変化を図-4に示す。図-3, 4より，提案した簡易健全度指数は道路構造物における劣化状態の経時変化（遷移）を表している。

5. 劣化状態の将来予測

北海道が管理している道路構造物（ボックスカルバート）における簡易健全度指数から求めた，供用期間ごと（平均供用年：①7.5年，②15年，③22.5年，④28年）における平均値と分散値の経年変化を表-1，図-5に示す。表-1，図-5より，ボックスカルバートにおける簡易健全度指数の分布平均値は，橋梁やトンネルと同様に供用期間に伴って一様に劣化が進行しており，かつ分布の裾野は劣化が広がる傾向を示している。さらに，簡易健全度指数の分布特性（平均値・分散値）を対数曲線で近似（平均値：実線・分散値：点線）したものを図-5に示す。ここで図-5に示したように非常に良い相関特性を示している。

6. まとめ

寒冷地のインフラストラクチャーにおける道路構造物（橋梁・トンネル・ボックスカルバート）の劣化特性を評価するために簡易健全度指数を提案し，加えて確率・統計的な損傷度成長モデルと点検値により，簡易健全度指数の平均値と分散値の時間的な遷移過程を推定することで，これらの長期的な予測は可能である。

しかし，アセットマネジメントはデータに基づいた実学であるため，今後も多くの点検値の蓄積および様々な検討・解析が必要である。

参考文献

- 1) 社会インフラ維持管理・更新の課題についての対処戦略（案），（公社）土木学会，社会インフラ維持管理・更新検討タスクフォース，平成25年，3月。
- 2) 特集，インフラの状態評価と将来予測の最前線，土木学会誌，Vol.98, No.11, 2013。
- 3) 須藤敦史，佐藤京，兼清泰明，丸山収，西弘明：寒冷地の道路構造物（橋梁・山岳トンネル）における劣化特性とその分布について，土木学会構造工学論文集F1，Vol.62A，pp.156-165，2016.3。
- 4) 須藤敦史，兼清泰明，佐藤京，丸山収：ボックスカルバート構造物の不規則な劣化現象に対する確率モデルの提案，日本コンクリート工学，年次論文集，Vol.40，No.2, pp.1375-1380，2018。

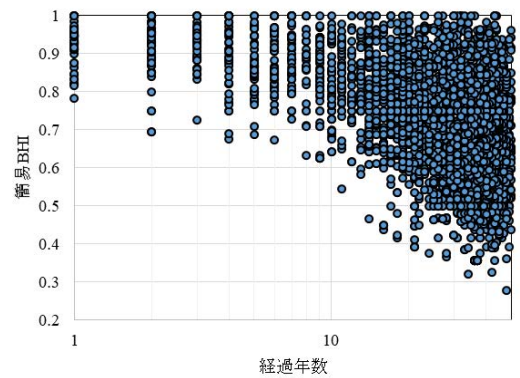


図-3 PC 橋梁の簡易健全度指数

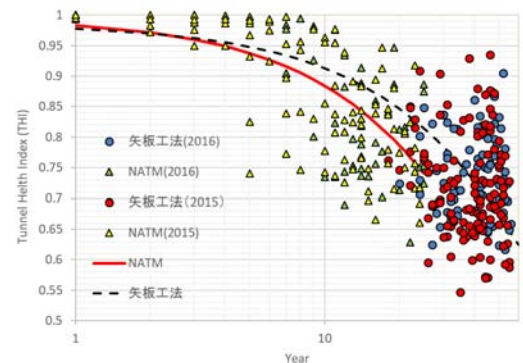


図-4 山岳トンネルの簡易健全度指数

表-1 簡易健全度指数の平均・分散の遷移

供用期間		平均値	分散値
ボックスカルバート(簡易BHI)	0～15年	0.8964	0.01195
	0～30年	0.8535	0.02217
	0～45年	0.824	0.02595
	0～56年	0.8143	0.02719

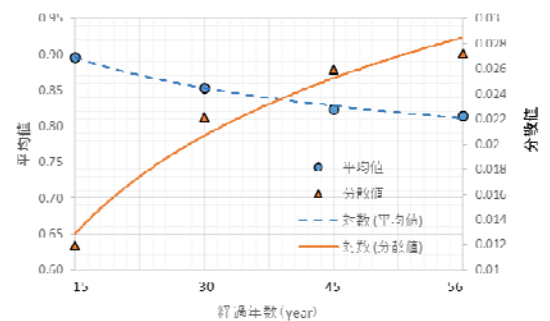


図-5 経年ごとの分布遷移（平均値・分散値）