

寒冷地のトンネル覆工における劣化評価の提案

(株)建設技術研究所 ○禿 和英

東北工業大学 須藤 敦史

土木研究所寒地土木研究所 佐藤 京

関西大学 兼清 泰明・檀 寛成

東京都市大学 丸山 収

1. はじめに

平成25年度に国土交通省は道路構造物（橋梁・トンネル・コンクリート構造物など）に対して、本格的なメンテナンスサイクルを回すための取組みに着手し、さらに平成26年度にはこれらの具体的な取組みとして国の定める監視および統一的な尺度で健全度の判定・診断を実施¹⁾している。しかし、表-1に示すように5段階の離散的な劣化評価でしかなく、本来の予防保全が行えないのが現状である。そこで本研究では、トンネル覆工を橋梁と同様な劣化評価する目的で連続的なトンネル健全度指数（Tunnel Health Index : THI）を提案し、これらの経過年数に対する推移を求めた。

2. トンネル健全度指数（簡易THI）の提案

寒地土木研究所のトンネル覆工における劣化評価値は0.0が健全な状態で、数字が大きくなるほど劣化が進行しているモデルを採用していた。しかし道路全体の劣化評価が必要になったことより、トンネルにおいても橋梁や他の構造物と同様な健全度指数が必要となった。

そこで定期点検値（外力、漏水、部材腐食などの損傷判定：5段階）から、損傷判定に応じた影響度（ Wf_i ）を乗じて橋梁と同等な簡易 THI を式（1）より求める²⁾。

$$\text{簡易 THI} = 1/V \sum_{i=1}^V (\text{覆工スパン数 } i \text{ の判定} \times Wf_i) \quad (1)$$

ここで影響度はI=1.0, II b=0.75, II a=0.50, III=0.25, IV=0.0を採用しており、トンネル覆工の健全度（簡易 THI）は橋梁等と同様な区間0.0~1.0の連続値をとり、健全な状態1.0から経年劣化に伴い0.0に遷移する値となる。

これより、材料力学における経験的なカチャノフ劣化モデル³⁾が用いられる。ここで寒地土木研究所におけるトンネル点検データより、簡易 THI を求めたものを図

-1.1, 1.2に示す。図-1.1, 1.2より、提案した簡易 THI はおおむね従来の評価基準値の特性を表している。

次にトンネル覆工における従来の評価基準値を変換したものを図-2、変換式（2）を以下に示す。

キーワード：トンネル点検、覆工コンクリート、健全度指数、経年劣化

連絡先 〒980-0014 仙台市青葉区本町 2-15-1 Tel:022-261-6852 E-mail : kamuro@ctie.co.jp

表-1 トンネル覆工の健全度判定区分

区分	定義
I	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態
II	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態
II a	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態
III	早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態

判定区分IVにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までを言う

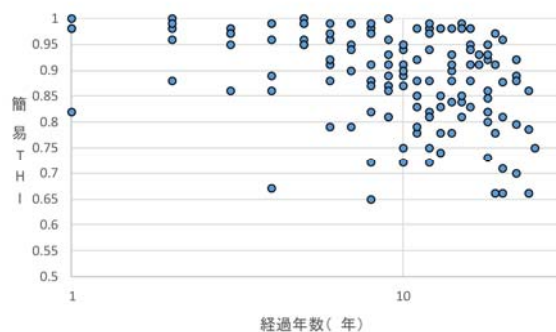


図-1.1 提案式(1)より求めた簡易 THI (NATM)

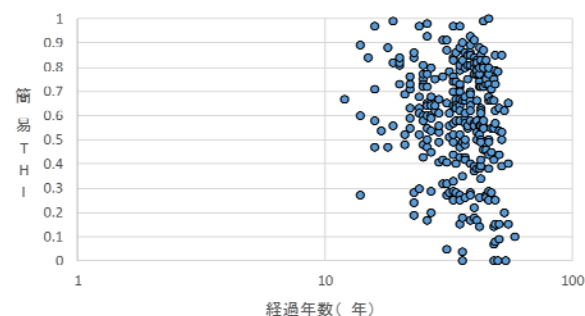


図-1.2 提案式(1)より求めた簡易 THI (矢板工法)

$$y = 32.245e^{-4.166x} \quad (2)$$

これにより、従来のトンネル覆工の劣化評価値が簡易THIに変換される。したがって、橋梁やトンネルなど異なる構造物の劣化評価が可能になる⁴⁾。

3. トンネル覆工の簡易THIの分布傾向

北海道内の国道トンネル（270か所）における定期点検値より求めた簡易THIの分布（NATM, 矢板工法）を図-3.1, 3.2に示す。図-3.1, 3.2より、北海道における国道トンネルにおける簡易THIは対数正規分布を示しており（図-3.1参照）、加えて供用年数が経ている矢板工法のトンネルでは分布の中心が劣化進行している値に推移している（図-3.2参照）⁵⁾。

次に供用期間ごとの簡易THIの分布遷移（①0～10年，②11～15年，③16～25年）を図-4に示す。

図-4より、北海道における国道トンネルの簡易THIは供用年数とともに平均と分散が進行していると言え、平均値と分散値は一樣に広がる傾向を示している。

4. 結 果

本研究では、トンネル覆工を橋梁と同様な劣化評価する目的で連続的なトンネル健全度指数（簡易Tunnel Health Index : THI）を求めた。トンネル健全度指数は、対数正規分布に近い分布を示し、かつ供用期間に応じて劣化は平均値・分散値は一樣の進行する傾向が見られた。

参考文献

- 1) 国土交通省（社会資本整備審議会道路分科会）：道路の老朽化対策の本格的実施に関する提言，平成26年4月14日。
- 2) 大島俊之，三上修一，丹波郁恵，佐々木聡，池田憲二：橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析，土木学会論文集 No.703/ I -59, pp.53-65, 2002.4.
- 3) Kachanov, R. : Rupture time under creep conditions, Int. J. of Fracture, 97, xi-xviii.
- 4) 須藤敦史，佐藤京，兼清泰明：点検データに基づいた寒冷地におけるコンクリート橋梁の劣化過程，日本コンクリート工学会，コンクリート工学年次論文集，Vol.39, No.2, pp.1285-1289, 2017.
- 5) 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.

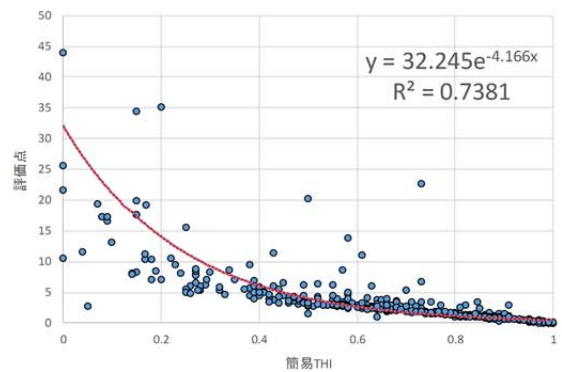


図-2 トンネル覆工の劣化評価値

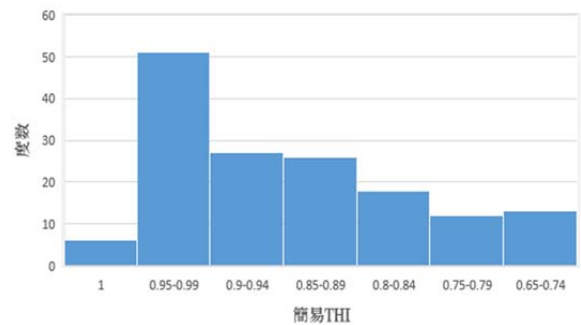


図-3.1 簡易 THI の分布（NATM）

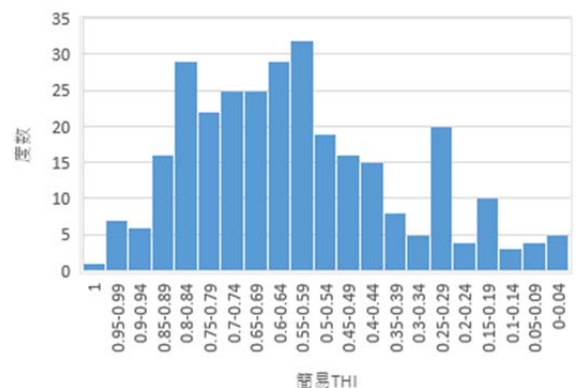


図-3.2 簡易 THI の分布（矢板工法）

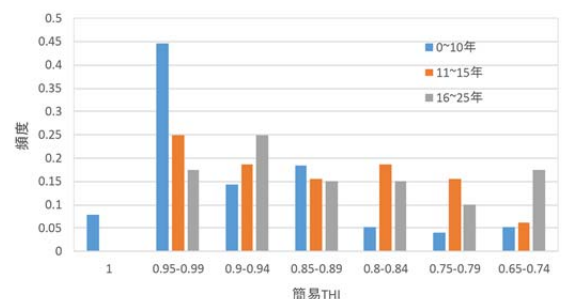


図-4 簡易 THI の分布遷移（NATM）