

北海道の山岳トンネルにおける劣化のモデル化について

岩田地崎建設(株) ○河村 巧
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

北海道ではトンネル・橋梁などの道路構造物は移動手段として欠かせないものであるため、点検結果に基づく予防保全（劣化予測）を前提とした長寿命化の対策を図り、さらに早急に維持管理システムを構築して効率的な運営をしなければならないのが現状である¹⁾。従って、山岳トンネルの維持管理においては図-1に示す予防保全を前提としたライフサイクルマネジメント（Life Cycle Management：LCM）によるアセットマネジメントを考えていく必要があり、劣化モデルの構築とそれによる劣化予測²⁾は最重要事項になってくる。そこで本研究では定期点検値から山岳トンネルの劣化指数（簡易THI：Tunnel Health Index）²⁾を求め、劣化モデル構築に対する検討・考察を行っている。

2. 山岳トンネル（NATM・矢板工法）の劣化モデル

寒冷地の山岳トンネルに対する劣化遷移（進行）を、定期点検や調査結果もとに表現する手法の例として、表-1に示すコンクリートの凍害に対する劣化度（潜伏期・進展期-1・進展期-2・加速期・劣化期）³⁾などを参考にしてトンネル覆工において劣化状態が現在どの状態にあるのかを判断し、さらに図-2に示すような劣化遷移のモデル化の構築と将来予測が必要となる。

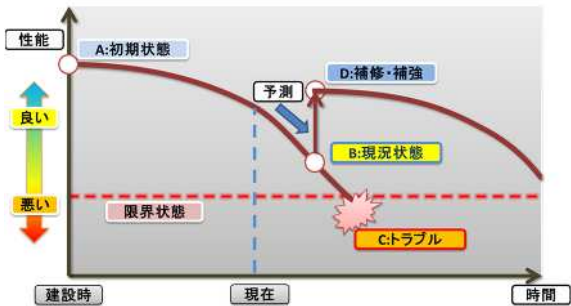


図-1 ライフサイクルコストの概念

3. 北海道における気象区分ごとの劣化評価値

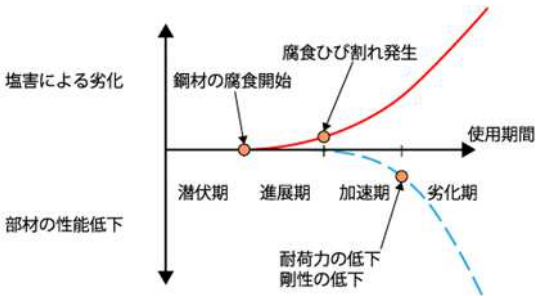
供用中の自然環境により山岳トンネルなどの道路構造物に及ぼす劣化作用が異なる⁴⁾と考えられるため、図-3に示す北海道の気象区⁵⁾（オホーツク海側・太平洋側東部・太平洋側西部・日本海側北部・日本海側南部・内陸部）6つに対して、それぞれの地域における NATM および矢板工法の山岳トンネルにおいて H18 年～R3 年までの劣化評価値（簡易 THI）の経時変化を求めた。

表-1 凍害の劣化進行度³⁾など

劣化度	劣化状態
I (潜伏期)	凍害深さが率が小さく、劣化はほとんどなし
II (進展期-1)	軽度の劣化
II (進展期-2)	中程度の劣化
III (加速期)	やや重度の劣化
IV (劣化期)	重度の劣化

4. 気象区分ごとの劣化の進行動向について

NATMおよび矢板工法のトンネルにおいて各気象区分（地域別）における劣化評価値の進行傾向・動向を検証するため、北海道における気象区⁵⁾（オホーツク海・太平洋側東部・太平洋側西部・日本海側北部・日本海側南部・内陸部）においてそれぞれの地域における NATM および矢板工法のトンネルにおいて H26 年～



*文献3)コンクリート診断技術'09'基礎編pp.204に加筆

図-2 コンクリートにおける塩害劣化の進行

キーワード：寒冷地，トンネル覆工，劣化評価，劣化モデル

連絡先 〒060-8630 札幌市中央区北 2 条東 17 丁目 2 番地 Tel:011-221-2201 E-mail: t.kawamura@iwatachizki.jp

R2年までの劣化過程の連続値（簡易THI）を求めた．

ここで，NATM および矢板工法のトンネルにおいて各気象区分（地域別）における劣化評価値の進行傾向・動向を検証するために，各地域（気象区分）における NATM（青丸）と矢板工法（赤丸）の劣化評価値（簡易 THI）の分布状況を図-4.1～4.3 に示す．

ここで，図中の一点鎖線は NATM の回帰直線，二点鎖線は矢板工法における回帰直線であり，劣化の遷移傾向は回帰直線の平均勾配で表される．さらに表-2 に各地域・工法別において劣化評価値の平均勾配を示す．

図-4.1～5.3, 表 2 より，内陸部を除く各地域（気象区分）において，供用年数 0～10 年と 10 年以降で回帰直線（劣化）の平均勾配は異なっており，10 年以降では各地域における回帰直線（劣化）の平均勾配が大きく（0.001～0.08/年）なっており，特にオホーツク海側においては 10 年以降に大きな回帰直線（劣化）を示している．また内陸側では供用年数 0～30 年で回帰直線（劣化）の平均勾配は一定となっており，日本海側北部・南部と同程度の値 0.01/年を示している．

5. 結 論

本研究では，北海道開発局が管理する山岳トンネルの定期点検値より，北海道を気象区 6 つの区分に分割して，それぞれの地域において劣化過程の進行（勾配）が異なる結果が得られた．加えて，ばらつきも有しているが詳細な検討を実施すれば，トンネル覆工における劣化過程のモデル化が可能であるとの結論が得られた．今後も定期点検値の蓄積・検討することで効率的な維持管理の方法の構築が可能となると考える．

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) 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.

3) 日本コンクリート工学会：コンクリートの診断技術'09 基礎編, pp.202, 2009.

4) 糸井謙介, 須藤敦史, 佐藤京, 西弘明：寒冷地トンネル覆工における劣化過程の気象特性, 第 27 回管理技術シンポジウム, 平成 23 年 11 月．

5) 浜幸雄, 松村光太郎, 田畑雅幸, 富坂崇, 鎌田栄治：気象因子を考慮したコンクリートの凍害劣化予測, 日本建築学会構造系論文集, 第 523 号, pp.9-16, 1999.

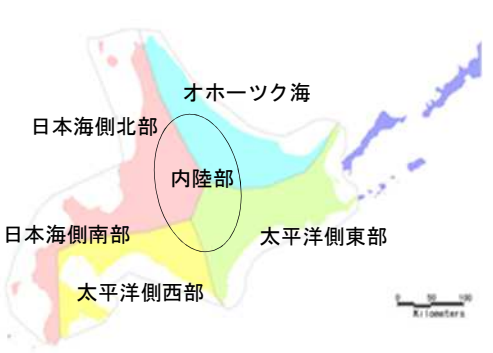


図-3 北海道の気象区分

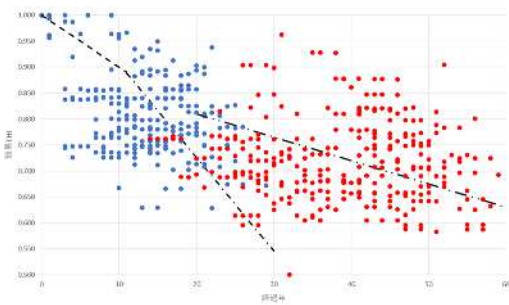


図-4.1 日本海側南部における劣化指数

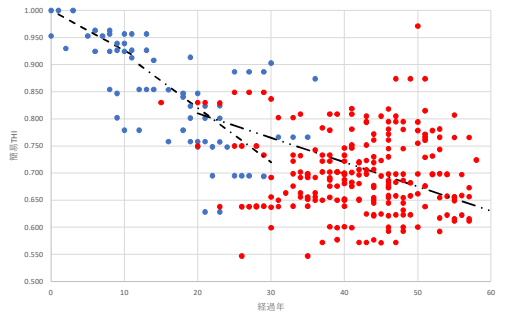


図-4.2 太平洋側西部における劣化指数

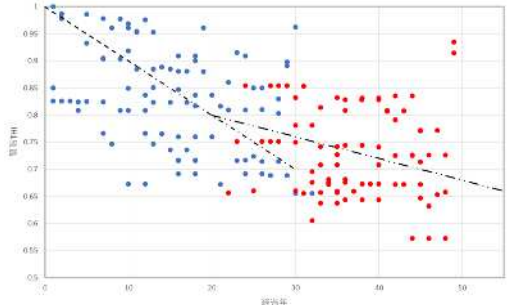


図-4.2 内陸部における劣化指数

表-2 地域・工法別の平均劣化勾配表

工法・期間 地域	NATM		矢板工法
	0～10年	10年以降	約30年以降
日本海側北部	0.0094	0.0120	0.0030
日本海側南部	0.0100	0.0180	0.0045
太平洋側西部	0.0074	0.0100	0.0045
太平洋側東部	0.0050	0.0103	0.0020
内陸側	0.0100		0.0040
オホーツク海側	0.0050	0.0160	0.0030