

北海道の道路構造物（橋梁・トンネル）における劣化速度とその分布

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

寒冷地の道路構造物（橋梁やトンネル・コンクリート構造物など）における劣化分布の特性が，対数正規分布に近いことに着目して，金融デリバティブで広く用いられているBlack-Scholes¹⁾と同様な確率モデルを提案している²⁾。この分布におけるテイル特性は損傷度の速度が関連している³⁾と考えられるが，いまだ十分に考察されてはいない。そこで本研究では，北海道における橋梁・山岳トンネルの点検データより，劣化度の速度分布に対する整理・考察を行っている。

2. 北海道における橋梁・トンネルの劣化モデル

一般に道路構造物では各部材の損傷判定（5段階レイティング値）で評価しているが，ここでは式(1)に示す材料力学における経験的なカチャノフ(Kachanov)モデル³⁾を採用している。これが 0.0～1.0 に収まるように式(2)を導入する。

$$\frac{dX(t)}{dt} = -\beta_0 X(t)^{-\gamma} \quad (1)$$

$$F_c(x) = \begin{cases} 1 & (\varepsilon < x < 1) \\ (x/\varepsilon)^{\gamma+1} & (0 < x < \varepsilon) \end{cases} \quad (2)$$

ここで β_0 は劣化に関する平均的進展抵抗値， γ は劣化に関する形状パラメータである。

ここで橋梁やトンネルにおける劣化度の（対数正規）分布は供用期間にともない裾野は劣化が進行した方向に広がり，かつ度数も増加するロング・ヘビィテイル化の傾向が見られる⁴⁾。

3. 橋梁・トンネルにおける劣化速度の分布

北海道における橋梁点検で得られた劣化度より，求めた劣化速度の経時変化を図-1に示し，同時に劣化速度の分布を図-2に示す。

次に北海道におけるトンネル点検で得られた劣化度

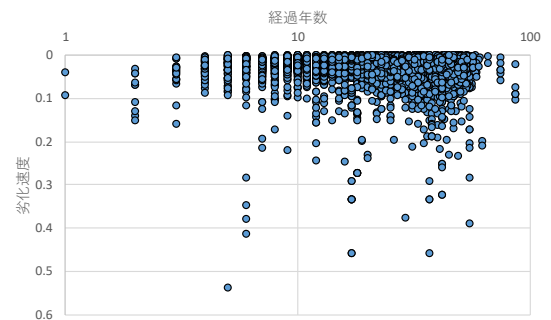


図-1 劣化速度の経時変化（橋梁）

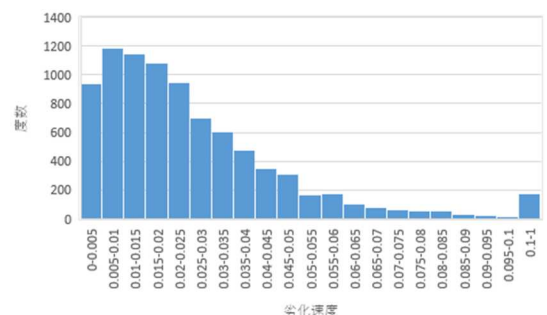


図-2 劣化速度の分布（橋梁）

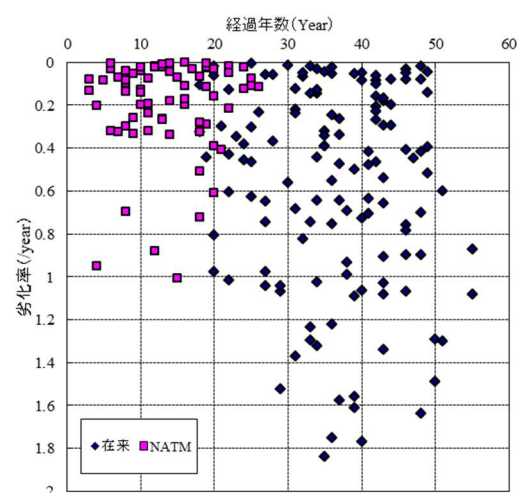


図-3 劣化速度の経時変化（トンネル）

キーワード：寒冷地，橋梁・トンネル点検値，劣化速度，ロング・ファットテイル

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@iwata-gr.co.jp

より、求めた劣化速度の経時変化を図-3に示し、同時に劣化速度の分布を図-4に示す。

図-2, 4より、北海道における橋梁・トンネル（NATM・矢板工法）劣化速度の分布は劣化度と同様に対数正規分布を示し、また図-1, 3より、供用年数に伴って大きな値を示している。

4. 橋梁における劣化速度の分布

北海道の橋梁において求めた劣化速度に対して橋梁形式、環境（寒冷地）で集計した結果を図-5, 6に示す。ここで北海道が管理する橋梁（8,669径間）の点検値を用いている。

図-5, 6より、橋梁形式や環境においては、明確な相違は見られないが、寒冷地における道路構造物（橋梁・トンネル）の劣化成長速度においても劣化度分布と同様に対数正規分布を示しており、さらにテイル部ではロング化・ヘビィ化も同様に見られる。

加えて、短時間で大きく成長する劣化が一定割合含まれる結果が橋梁・トンネルともに実際の点検値より得られた。

4. 結論

本研究では、北海道における道路構造物（橋梁・トンネル）の点検データより、それらの劣化度の速度分布の整理・考察を行った。

北海道における橋梁・トンネルの劣化速度では、劣化評価値と同様に対数正規分布を示し、そのテイル特性は環境（寒冷）などの影響を受けている結果が得られた。

今後も寒冷地の道路構造物（橋梁・トンネルなど）における劣化評価の正確さを上げるために点検データの蓄積が必要である。

参考文献

- 1) F. Black and M. Scholes, : The Pricing of Options and Corporate Liabilities, J. of Political Economy, Vol.83, pp.637-654, 1973.
- 2) Hiroaki Kanekiyo, Osamu Maruyama, Atsushi Sutoh, Takashi Sato : A mixed Poisson model for random damage growth of tunnel concrete linings, 62nd Japan National Congress for Theoretical and Applied Mechanics, pp.149-157, 2013.
- 3) Kachanov, R. : Rupture time under creep conditions, Int. J. of Fracture, 97, xi-xviii.
- 4) 兼清泰明, 丸山収, 須藤敦史, 佐藤京 : 寒冷地トンネル覆工コンクリートの損傷度確率分布のテイル特性に関する考察, 日本材料学会論文集, Vol.65, No.4, pp.275-281, 2016.

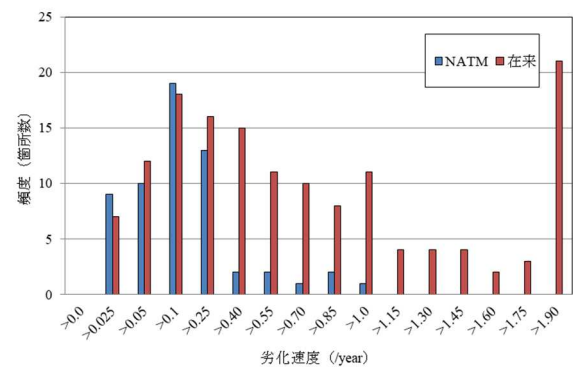


図-4 劣化速度の分布（トンネル）

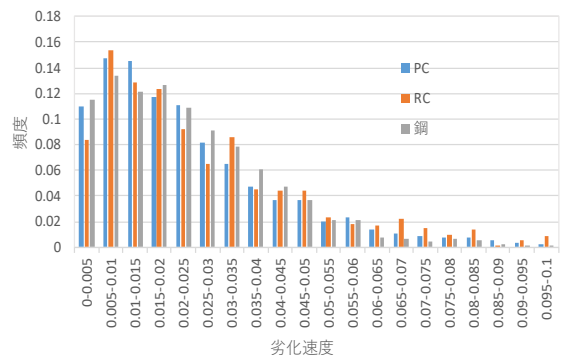


図-5 橋梁における劣化速度の分布（形式別）

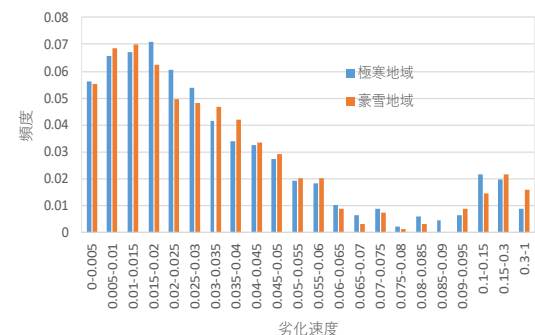


図-6 橋梁における劣化速度の分布（環境別）