

# 地下鉄トンネルにおけるアセットマネジメントの研究

アセットマネジメント 地下構造物

早稲田大学 国際会員 赤木寛一  
早稲田大学 学生会員 ○峯岸晃一  
早稲田大学 学生会員 畠山潤

## 1. はじめに

近年、アセットマネジメントを公共の資産である社会資本に適用する動きが増えている。従来から、個人や企業の不動産、株式・債券などの金融資産管理に用いられたが、最近では公共の資産である社会資本にもこのシステムを適用しようという動きがあり、欧米諸国ではすでに多くの国がアセットマネジメントシステムの導入を進めている。アセットマネジメントの導入により、(1) 最適な費用の明示 (2) 効果的な修繕によるライフサイクルコストの削減 (3) 最適な投資の選定やその効果と成長の判断 (4) 統一した基準で一元的に資産管理が可能 (5) 問題個所の早期発見と適切な対応 (6) 中長期計画の立案、などが可能となる。このことから、資産の劣化状態を予測するとともに、決められた予算の中で、いつどのような対策を行うことが最適であるのか判断しやすくなるのがわかる。本研究では東京メトロの地下鉄トンネルを対象に劣化の状態や分布を調べ、劣化予測を行うことで、将来の修繕のために最適なパターンをシミュレーションし、考察していくものとする。

## 2. 研究概要

地下鉄トンネルの劣化予測を行う上で必要なことは、トンネルの建設年次や変状の個数、変状ランクの関係を明らかにし、劣化予測に必要な統計的データを得ることである。

まず、各線のトンネルの年代別における変状の個数を調べ、古い年代ほど変状が進んでいることを確かめる。以下 2 つの図 1、図 2 が東京メトロの A 線、B 線における建設年次と変状の個数・ランクとの関係であり、統計データを可視化することで傾向等の考察を行い、劣化予測につなげていく。なお、表 1 は構造物の変状ランクとりまとめたものである。

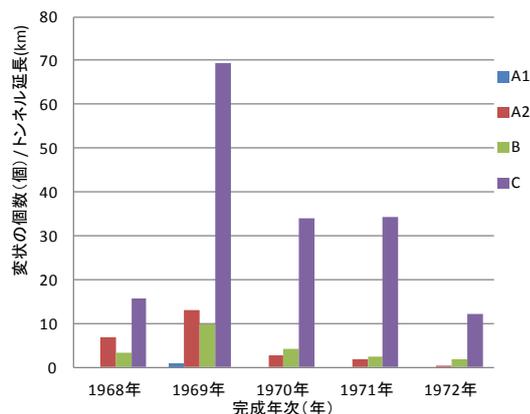


図 1. A 線における完成年次と変状個数の関係

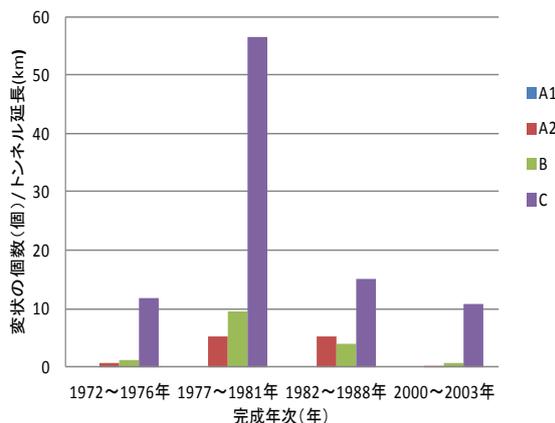


図 2. B 線における完成年次と変状個数の関係

表 1. 構造物の変状ランク

A1	進行している変状等があり、構造物の機能が低下しつつあるもの
A2	変状等があり、将来それが構造物の機能を低下させるおそれのあるもの
B	将来、変状ランク A になるおそれのある変状等があるもの
C	軽微な変状等があるもの

図 1、2 を見てわかるように一番古い年代が最も劣化の多いという結果にはならなかったが、これは既に劣化箇所を修繕済みであると思われる。それを考慮に入れると、年代が進むごとに変状が減っていくということが確認できた。

次にデータを整理する手順として、各線のトンネルを 5m ごとに区切り、その区間内の変状の最悪値を調べ、トンネルの構造種（シールド工法 or 開削工法）、完成年次を踏まえ、変状のランク分け、変状の個数を調べていく。ただし、高度経済成長期など年代によってコンクリートの品質が異なる場合や、JIS によってコンクリートの品質管理が向上するなどの背景もあるため、それらも考慮に入れる必要がある。次に示す開削工法トンネル全体（ここでは A 線、B 線、C

線の3線)の変状個数を見ることで、年代によるコンクリートの質が確認できる。図3を見ると、1974年以降は明らかに変状が少ない事がわかる。

以下の図4~7がシールド工法、開削工法で分けた構造種で変状個数、変状ランクを分けたものの一部である。図4、5はA線における構造種別の変状個数をグラフ化したものである。図5を見てわかるように、シールド工法に関しては、サンプル

数も少なく、工法自体が使われていない年代もあるため、劣化予測に必要な統計データや劣化傾向というものが得られ難い状況になっている。図4を見ると、新しい年代ほど劣化の個数が少なく、変状のランクも低いことがわかる。図4のような傾向が見られると、将来の劣化予測がしやすくなり、修繕費最小化のシナリオ策定など、アセットマネジメントの導入の大きな目的を果たすことができる。図6、7はB線における構造種別の変状個数をグラフ化したものであるが、A線のものとは違い、傾向がわかりづらいものとなっている。幅広い年代のデータのため、上記で述べたようなコンクリートの品質の変化などが原因だと思われる。これらの要因は、研究を進めていく上で考慮に入れ劣化予測を行なっていくかなければならない。

### 3. 今後の研究課題

この研究の目的は東京メトロの地下鉄トンネルにアセットマネジメントを導入し、将来の修繕費など、資産の最適な運用に役立てるというものである。そのためには上記のようなトンネルの変状ランクや変状個数などの統計的データを利用し、将来の劣化予測を行なっていくことが今後の研究課題となってくる。劣化の推移を求める上で、以下の(1)のような劣化予測マトリックスを用いて、過去から現在の劣化推移をもとに将来の劣化予測を行なっていく。

$$\left\{ \begin{matrix} X_C' & X_B' & X_{A2}' & X_{A1}' \\ t = t_{n+1} \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X_C & X_B & X_{A2} & X_{A1} \\ t = t_n \end{matrix} \right\} \begin{bmatrix} K_{CC} & K_{CB} & K_{CA2} & K_{CA1} \\ 0 & K_{BB} & K_{BA2} & K_{BA1} \\ 0 & 0 & K_{A2A2} & K_{A2A1} \\ 0 & 0 & 0 & K_{A1A1} \end{bmatrix} \dots (1)$$

将来の劣化予測を行なった後のステップとしては、維持管理シナリオのシミュレーション行ない、さらにはアセットマネジメントの機能をより向上させていくためにトンネル別、完成年次別、構造種別などを細分化し、データの充実を図っていく。

最後に、本研究の実施にあたり、データ提供のご協力をいただいた東京メトロ(株)関係各位に感謝の意を表する。

参考文献：1) 赤木他，第42回地盤工学会研究発表会

2) 赤木他，土木学会第61回年次学術講演会

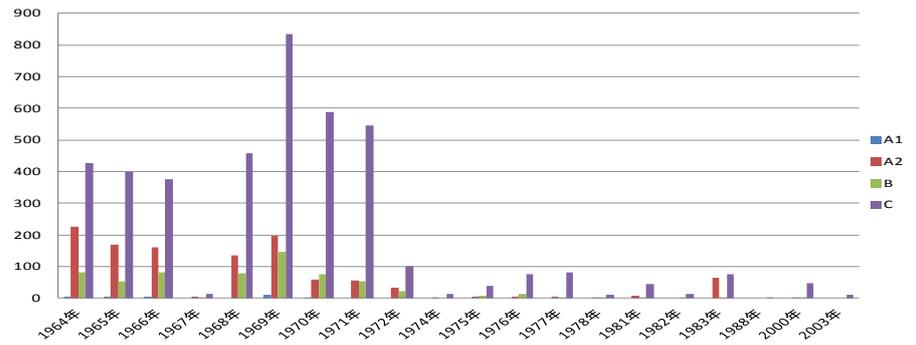


図3. 開削工法トンネル全体での完成年次と変状個数の関係

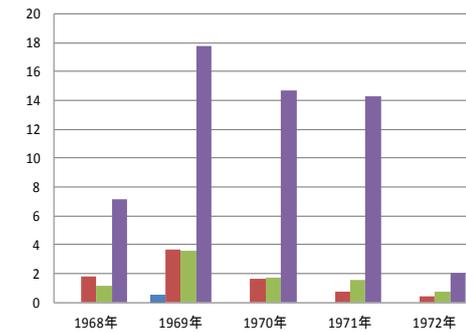


図4. A線の開削工法トンネルにおける1kmあたりの変状個数

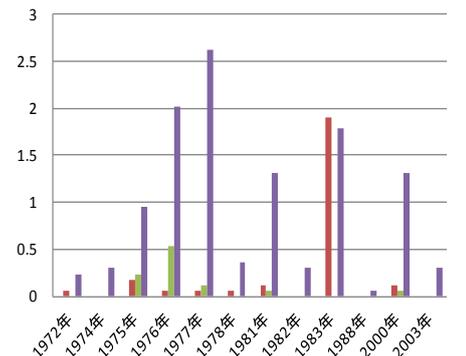


図6. B線の開削工法トンネルにおける1kmあたりの変状個数

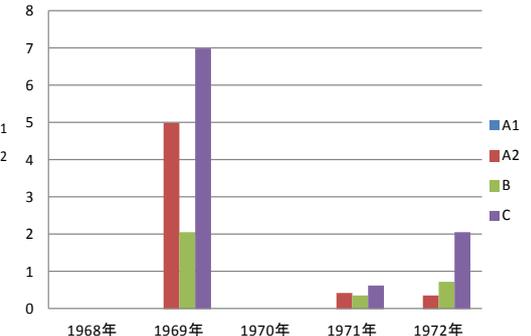


図5. A線のシールド工法トンネルにおける1kmあたりの変状個数

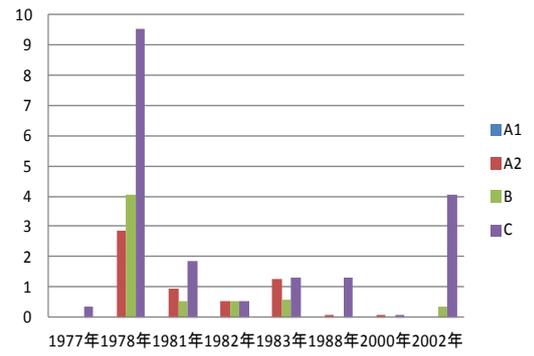


図7. B線のシールド工法トンネルにおける1kmあたりの変状個数

