

鉄道構造物の維持管理へのリスクマネジメントの適用（２）鉄道トンネル

（財）鉄道総合技術研究所 ○ 栗林 健一
 （財）鉄道総合技術研究所 小西 真治
 大成建設（株） 亀村 勝美
 大成建設（株） 堀 倫裕
 大成建設（株） 田口 洋輔

1. はじめに

近年，土木構造物の効率的な予防保全の実現や説明責任の完遂等への要請が高まりつつある中，鉄道事業者においても，客観的かつ定量的な維持管理計画手法の導入が求められている．

本稿では，鉄道の維持管理実務に活用できるような，比較的簡便で操作性の高い方法論を提案するとともに，実在するトンネルを対象にケーススタディを行い，方法論の適用性について検討を行った．

以下に方法論の概要を示すとともに，ケーススタディの結果を示す．

2. 方法論の概要

本研究で用いた方法論は，参考文献 1) に示すように，構造物の劣化や劣化進行を制御する行為（点検や補修等）を行列やベクトルでモデル化し，これらを組み合わせることで構造物の将来の状態遷移をシミュレートし，その過程で発生するリスクを含んだトータルコストを算出するものである．

3. ケーススタディ

3-1 ケーススタディの概要

対象構造物の緒元を表 1 に示す．ここでは，ここでは，供用期間として 50 年を想定し，トータルコストと単年度リスク変動を比較項目として評価を行った．対策代替案は，健全度ランクに対する補修対策の実施時期をパラメータとした 4 案を作成し，点検間隔は一定とした．

表 1．対象構造物の緒元

工法	在来工法
列車本数	20 本/時
平均乗車人数	65 人/両 6 両編成
トンネル延長	1008.0m
環境	地山の地質は均一
現在の健全度状態	すべて健全 健全度ランク S

3-2 方法論に基づくデータの作成方法

1) モデル化

図 1 に示すように，まず，トンネル延長方向にアーチ覆工コンクリートの打設幅を考慮して分割した．さらに劣化の進行状況を考慮してアーチ部と側壁部に分割して，エレメントグループを作成した．なお，今回対象としたトンネルの

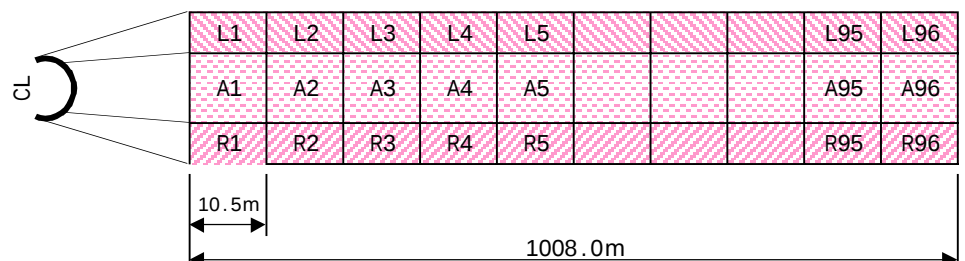


図 1．構造物のモデル化

地山は均一な地質のため，環境属性による再分割は行わないものとした．このエレメントグループ毎に，劣化特性，対策工の検討を行った．劣化判定区分は，一般的に鉄道事業者が用いている建造物保守管理標準に基づいた区分（AA～Sまでの 6 段階）とした．

2) 遷移マトリクス

6 エレメントグループ毎に，自然状態および各対策実施後の状態について遷移マトリクスを作成した．入

力データは、既存の点検データに基づき作成した。

3) 補修対策マトリクスおよび補修費用ベクトル

補修対策マトリクスとしては、定期補修対策マトリクスと緊急補修対策マトリクスを設定した。前者は定期点検後に行われる補修対策、後者は、必要に応じて随時行われる補修対策を指す。

エレメントグループ毎に、無対策を含めた3種類の対策メニューを用意し、状態毎に必要なとなる費用と対策効果を設定した。費用については、過去の事例の代表的な値から算定した。

3) 損失ベクトル

損失ベクトルとは、構造物が特定の状態にあることによって1年間に発生する期待費用のことである。トンネルの場合、覆工の剥落に起因するリスクを中心に劣化判定区分毎に費用を計上した。リスクの算定にあたっては、まず、覆工の剥落に起因する被害の波及の過程をイベントツリーで展開した。(図2参照) つづいて、過去の統計データに基づいて、発生確率と損失額を求め、年間あたりの期待損失を算定した。

3-3 代替案比較結果

横軸に経年、縦軸に累積トータルコストを取った累積トータルコストグラフを図3に示す。

これによると、50年間に於ける維持管理計画では、累積トータルコストを比較した場合、代替案3が最小となり、最適な補修対策案と言える。

4. まとめ

ケーススタディを通して、本方法論のトンネルに対する適用性がおおむね確認できた。また、比較的簡便な手順により、意志決定に資する情報を作成できる点において、この方法論は実務者にとっても有用であると考えられる。

5. 今後の課題

トンネルの場合、荷重と応答の関係が不明確であり、解析的予測が困難なため、検討精度はデータに依存するところが多い。今後は、(i)劣化進行予測の精度を向上させるための点検データや環境属性データ、(ii)リスク算定のために必要となる各種データ、等体系立てて蓄積していくことが必要である。

参考文献

- 1) 堀、他；リスクを考慮した土木構造物の維持管理計画手法について、第58回土木学会年次講演会概要集
- 2) 畠中、他；鉄道構造物の維持管理へのリスクマネジメントの適用(1)鋼鉄道橋、第58回土木学会年次講演会概要集

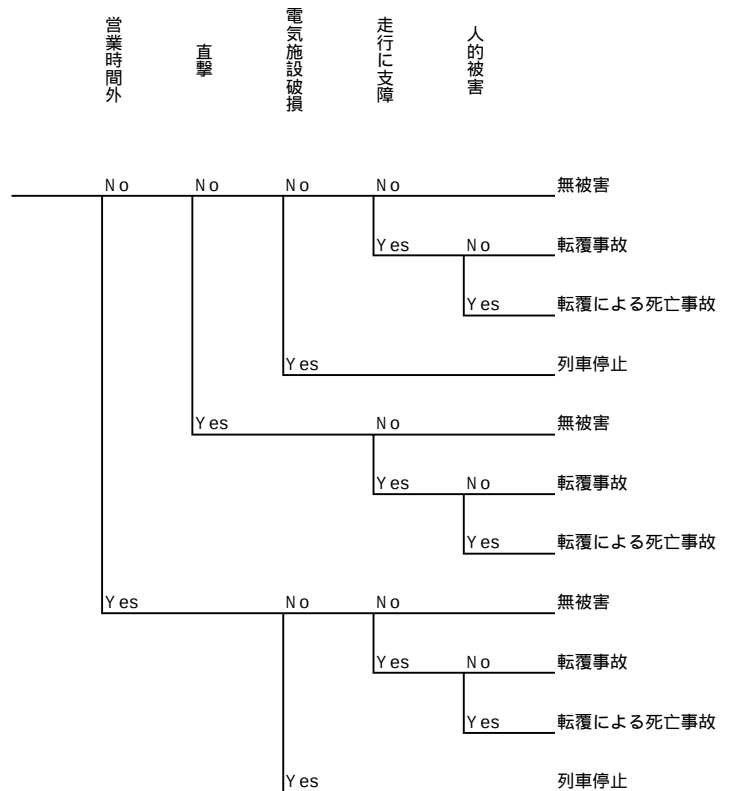


図2. イベントツリー

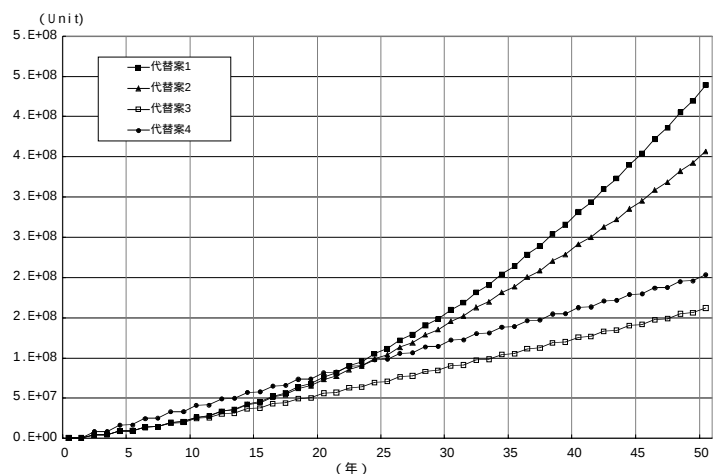


図3. トータルコスト