

道路トンネル維持管理データベースの活用について

長崎大学大学院 学生会員 藤井 崇博 学生会員 亀崎 隆太
 長崎大学工学部 フェロー会員 棚橋 由彦 正会員 蔣 宇静
 長崎県土木部 井手永 重孝

1. はじめに

日本では山地が6割を占める地形的制約から、都市間を結ぶ鉄道・道路はトンネルの割合が高く、また、高度経済成長期には多くの社会資本が整備されこれらの構造物は補修・改修時期が迫っている。

このような背景を踏まえ、現在トンネルの維持管理に関する研究¹⁾や技術開発²⁾が進められているが、特に山岳トンネルについては地山との相互作用により荷重を保持する構造物であることや、トンネル自体の不均一性(ひび割れ、覆工背面空洞)のため変状の推定が非常に困難である。このように、トンネル変状原因を正確に把握し、定量的に評価することは容易ではないため維持管理データベースを構築する必要がある。本研究では既存の長崎県内の道路トンネルを対象とした道路トンネル維持管理データベース³⁾の充実を行い、トンネル補修管理の支援ツールとしての活用方法を検討する。

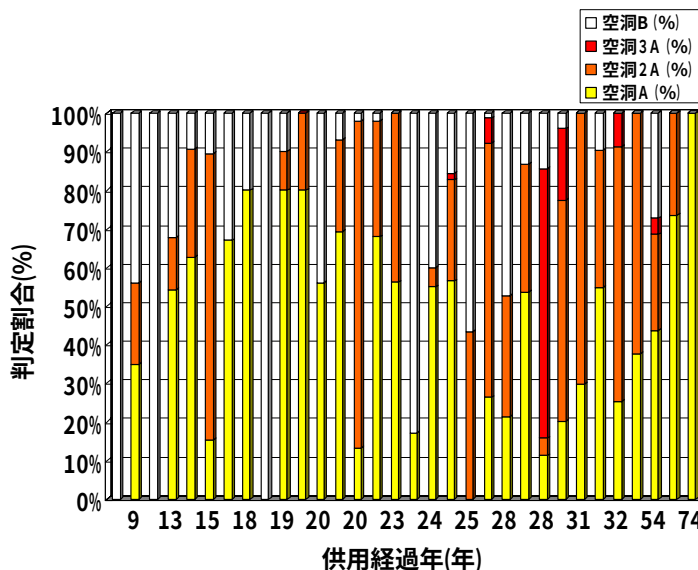


図-1 覆工背面空洞健全度判定結果

2. 調査対象の概要

山陽新幹線トンネル剥落事故を機に、長崎県庁では管轄しているトンネルを対象に緊急点検を行い、内38本について詳細点検を実施した。収集した調査および補修に関する資料から変状に関するデータ分析を行った。収集した資料より覆工背面空洞における健全度判定を行っているトンネルについて、延長に対する判定結果の割合を図-1に示す。図-1より、供用経過年10年未満のNATM工法では覆工背面空洞が生じにくいのにに対し、在来工法ではそのほとんどに覆工背面空洞が存在する。特に、供用年25年を越えるものは危険度の高い3A、2A評価の割合が増えていることが分かる。

3. 本データベースの拡張機能

既往研究⁴⁾より構築したデータベースでは、ひび割れ長さや健全度判定等のデータ検索を可能にし、トンネル変状の現状把握や変状傾向の予測を行った。本研究では、GISを用いたデータ検索や解析作業を簡易にするために、VBA (Visual Basic for Application) を用いて独自のフォームを持った検索、変状容易度検索ツールを開発した。

アプリケーションの開発は、COM (Component Object Model) 技術に基づいている。開発方法はVB (Visual Basic) が基本であり、最初にフォーム (検索や解析画面) を作成し、それぞれのコントロール (検索ボタン等) にコード (作業内容) を入力していく。ここで、通常のVBによる開発と異なる点は、GISソフトのために用意されたプロパティやメソッドを集約したインターフェイスを利用しコードを作成していくことである。標準モジュールやクラスモジュールを用いることでさらに高度な設定を行い、ツールバーとしてデータベース内にリンクさせた。検索ツールの特徴としては、対象トンネルに入力された基本情報 (地質条件、施工方法等) の表示と検索が可能である。一方、変状容易度検索ツールの特徴としては、解析対象および変状要因のウェイトを容易に設定変更できる。このように複数の作業を同一画面上で容易に行うことができ、既

存のデータベースの実用性が増したといえる。

4. 変状容易度の算出

4.1 変状容易度の定義

トンネルの変状要因には、供用経過年、地質、工法等様々な要因が考えられるので、トンネル変状容易度を以下のように定量化する。ここで定義する変状容易度はトンネルの変状を示す評価点であり、トンネル変状要因ごとにウェイトを与え、以下のように評価する。

$$\delta_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot a_j \quad \text{ただし,} \quad \sum_{j=1}^n a_j = 1 \quad (1)$$

ここに、 δ_i はトンネル変状容易度、 A_{ij} 評価対象トンネルの変状要因における評価、 a_j は変状要因におけるウェイトを示す。 δ_i が高いほど変状が生じ易い。

4.2 変状容易度の算出

本研究で収集している資料には健全度判定が示されており、詳細検査から定量的に変状の大小を判断している。そこで、変状容易度を算出するために詳細調査が行われたトンネルを対象に各スパン（施工目地間）における変状要因の分析を行った。分析の一例を図-2に示す。この図より、土被り厚が大きいほど変状の割合が大きくなっていることが分かる。このように分析結果を参考に、各施工目地に対する変状の割合を算出しウェイトを決定した。決定したウェイトを用いて解析した結果一例を図-3に示す。図中左線が解析結果、右線が詳細調査による健全度判定の結果である。ここで、用いたウェイトとしては、経年劣化 0.13、工法 0.13、地質 0.34、傾斜角 0.20、土被り厚 0.21 と求められた。地質縦断図によると、トンネル周辺の地山は新第三紀砂岩であり、変形を生じやすいためウェイトが高くなっている。図中矢印部付近はで変状容易度が高い結果となっているが、詳細資料からひび割れ密度が対象トンネルの中で高いスパンであった。

5. おわりに

本研究では、GIS を用いて構築した道路トンネル維持管理データベースの活用として基本情報の検索、表示に加えて各スパンに対する変状の割合からウェイト調整および解析を行い、健全度判定との比較により変状傾向を予測することができた。

今後は、トンネルの変状資料を収集分析し、変状要因ウェイトの精度と信頼性を上げていくまた、収集資料を再度分析し、その他の変状要因との評価についても考察する。

【参考文献】

- 1) 安田亨, 大津宏康, 大西有三: 道路トンネル維持・補修問題へのリスク工学理論の適応に関する研究, 土と基礎, Vol.51, No.10, pp.18-20, 2003
- 2) 粥川孝司, 今井淳次郎, 多田誠, 志賀正延: 地下構造物の維持管理におけるモニタリング手法について, 地下空間シンポジウム論文・報告集・第7巻, pp.325-330, 2002
- 3) 棚橋由彦, 蔣宇静, 小山田清人, 竹下揚子, 藤井崇博: GIS を用いた道路トンネル維持管理データベースの構築に関する研究, 平成 14 年度土木学会西部支部研究発表会講演会概要集・第一分冊, pp.406-407, 2003
- 4) 棚橋由彦, 蔣宇静, 竹下揚子, 藤井崇博: GIS を用いた道路トンネル維持管理データベースの構築と展望: 第 58 回年次学術講演会講演概要集, pp.417-418, 2003

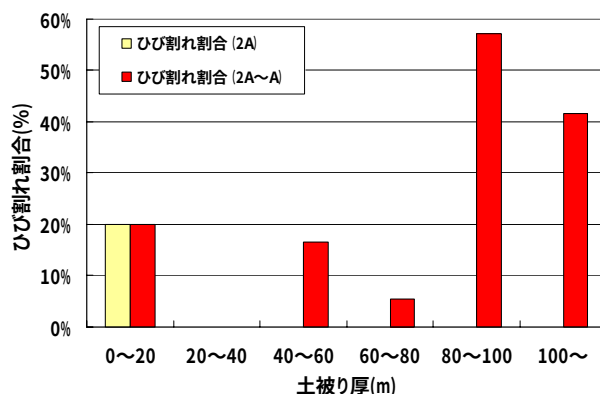


図-2 土被り厚とひび割れ判定の割合

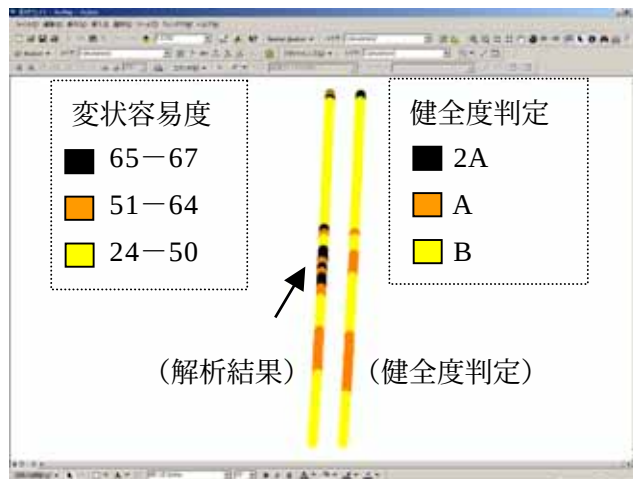


図-3 健全度判定（ひび割れ）と解析結果の比較