

GIS を用いた高速道路トンネル維持管理のための データ構築とその活用に関する研究

九州大学工学部 学生会員 ○野々村 瞬 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩
九州大学大学院 正会員 池見 洋明 九州大学大学院 学生会員 葛尾 亮太
西日本高速道路(株) 非会員 諸戸 桂一
西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 非会員 東 克徳

1. はじめに

高速道路は舗装、橋梁、のり面、トンネルなどの構造物からなり、近年供用年数や交通量の増加によりその劣化が著しい。限られた予算の中で、構造物の機能を保持するためには、健全度の状況の把握や健全度の予測を立て、維持管理を適切に行っていくことが不可欠となる。なかでもトンネルは、覆工と地山が一体となった構造物であり、使用条件や構造条件によって維持管理における制約が異なるため²⁾健全度の状況の把握や健全度予測を立てることが難しい。加えて、トンネル諸元情報、点検情報、補修情報等、健全度状況の把握と劣化予測に必要な情報は帳票や紙ベースで個別に保存されており、それらの情報を十分に有効活用できていないため、各種情報を統合し、効率的に管理することが求められている。

そこで本研究では、既存のデータを利用してより高度な維持管理の仕組みを作るために、GIS(地理情報システム)を利用したトンネル情報の管理手法の提案を行う。さらにそれを維持管理計画の意思決定支援の手段として活用することを検討する。

2. トンネル維持管理 GIS データの構築

トンネルの維持管理に関する情報の統合においては諸元情報及び点検・補修情報を、空間情報を基に統合することを考える。GISを用いたトンネルデータ統合のイメージを図1に示す。その際、舗装、橋梁、のり面等他の構造物との連携を考慮し、図2のように路線データ³⁾(管理用平面図を元に作成された基点からの連続的な距離標情報を持つ線形データ)を基準としてトンネルの維持管理情報を格納する。

(1) 諸元情報

諸元情報にはトンネル名、所在地、路線内での始終点距離標、資産番号、上下線区分といった基本的な情報の他に、地質、地山等級、各スパンの延長、インバート厚、工法、設計覆工厚、支保パターンといった施工時の帳票データが格納されている。路線データがもつ距離標情報を基準にマッチングを行い、セグメント

毎に面データ(ポリゴン)を作成する。

(2) 点検・補修情報

点検・補修情報として用いるのは損傷展開図とその帳票データである。このデータには1チューブ毎にひび割れ、漏水、エフロレッセンス、補修工といった点検・補修情報が1箇所につき1レコードという形で格納されている。レコードには車両進行方向入り口部分を基点として、進行方向にX座標、進行方向に直行する方向でY座標が格納されている。これらの情報を路線データと対応させ点データとして取り込む。

このようにしてGIS上にトンネルの展開図を路線に沿って表示するような形で格納し、現段階で個別にしか管理、参照できないデータを空間的に統合することができる。

3. トンネルデータの可視化

GISを用い諸元情報及び点検・補修情報等、業務の際に必要な情報の可視化を検討する。多くの場合、維持管理業務はセグメント単位で行われるため、それに



図1 GISを用いたトンネルデータの統合イメージ

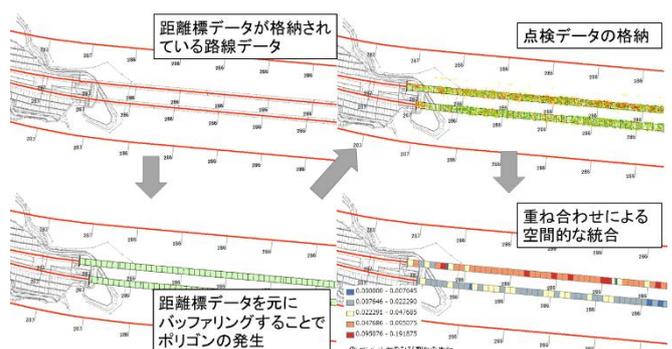


図2 トンネルGISデータ構築の手順

即した形で可視化を行うことが最適であると考えられる。諸元情報は基本的にセグメント単位で管理されており、そのまま表示する。そこにひび割れ、漏水、エフロレッセンスなどの点データを重ね合わせ、ひび割れの方向、トンネルの天端、側壁部での分布、幅及び評価などで分類、集計しセグメント単位で可視化する。例として支保パターン、地質分布、ひび割れの箇所数の分布及び覆工の健全度ランクの分布を図3に示す。

またひび割れ、漏水、エフロレッセンスは個別にXY座標を持っており、この情報を用い損傷箇所がどの位置にあるかをよりわかりやすく表示することを試みる。例としてひび割れの分布を可視化したものを図4に示す。点検情報の点データから点密度を計算することでトンネルのどの位置に損傷箇所が集中しているかを参照することができる。このようにGISを用いて可視化を行うことで、一目で必要な情報とその位置関係の把握が行えると同時に、維持管理業務に必要な情報を一元化でき補修計画立案の効率化が期待できる。

4. トンネル GIS データを用いた分析事例

ひび割れは覆工コンクリートの落下などトンネル走行時の安全性に大きく関わる。またひび割れの要因として地山からの外力があり、その傾向を知ることは、地山からの外力を評価する上で重要な意味を持つ⁴⁾。そこでひび割れについて着目し、分析を行う。ひび割れには長さと最大幅の情報が格納されており、その積をひび割れの進行度の指標として用いる。これをセグメント毎に集計し、セグメントの長さで除し、単位長さあたりのひび割れ進行度とする。次に風化しやすい地質と風化しにくい地質に分け、地質1、地質2として⁵⁾集計を行うと、ひび割れ進行度は地質1が地質2の1.34倍の値を示した。さらに、供用年数5年毎に集計した結果を図5に示す。このグラフをみると、地質1については供用年数が17.5-22.5年から27.5-32.5年にかけて、ひび割れ進行度は2.76倍に増加し、地質2については22.5-27.5年から27.5-32.5年にかけて2.38倍に増加している。このように供用年数27.5-32.5年において、ひび割れ進行度は急増することがわかり、ひび割れの変化を定量的に示すことができた。

5. おわりに

本研究では、高速道路トンネルの維持管理情報をGIS化することで、諸元情報、点検・補修情報を一元的に統合し、可視化した。その結果、維持管理業務に

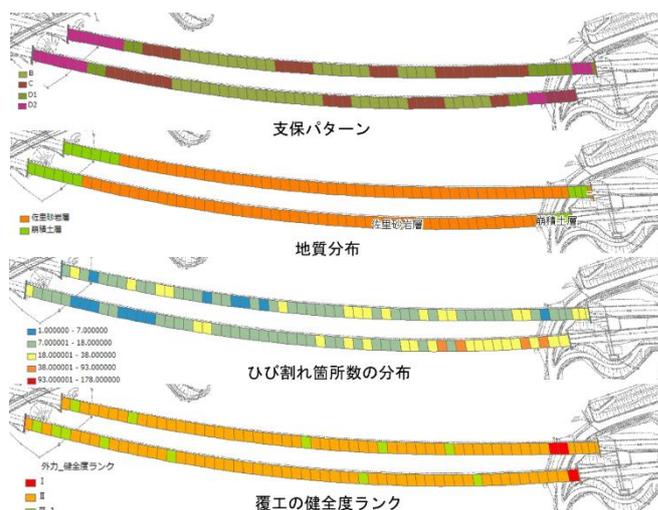


図3 トンネル情報の可視化の例

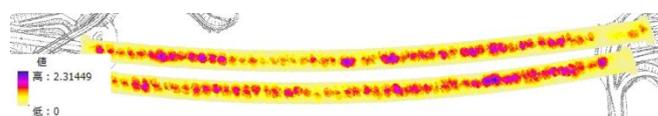


図4 ひび割れ分布の可視化

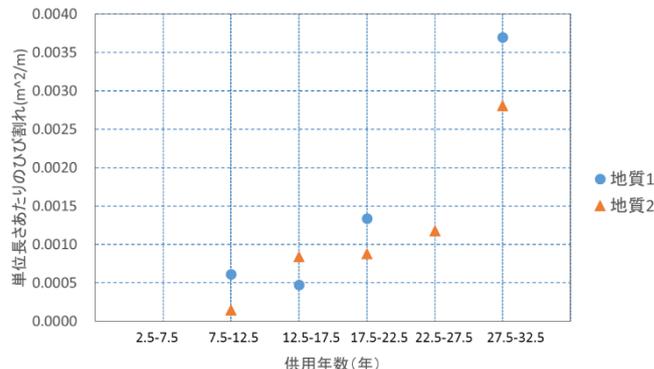


図5 地質によるひび割れと供用年数の比較

必要な情報とその空間的位置関係を容易に把握できるようになった。また、このシステムを用いた分析例として地質、供用年数とひび割れの変化の関係を定量的に示すことができた。このような定量的な評価を、漏水、エフロレッセンス等複数示し、組み合わせることで健全度の把握や、今後の健全度の予測に利用できる。このように高速道路トンネルの維持管理に関する情報を格納、統合するこの管理システムは、維持管理業務の意思決定支援の手段として期待できる。

<参考文献>

- 1) 大島俊之, 実践アセットマネジメント 補修事業計画の立て方と進め方, 森北出版(株), 2009.
- 2) 豊福俊泰・尼崎省二・中村一平, 入門維持管理工学, 森北出版(株), 2009.
- 3) 葛尾亮太, GISを用いた高速道路維持管理のための舗装データモデル構築とそれを活用した効率的な維持管理の提案, 平成25年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.755-756, 2014.
- 4) 土木学会, トンネル・ライブラリー第12号 山岳トンネルの覆工の現状と対策, 丸善出版(株), 2002.
- 5) 山田隆昭ほか, 高速道路トンネルの大規模修繕に関する検討, トンネルと地下, 第45巻, 第8号, pp.39-48, 2014.