

トンネル情報プラットフォームの新設トンネル施工への利活用に関する研究

九州大学 学生会員 ○Galbaatar Sarnai 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩
九州大学大学院 正会員 谷口 寿俊 九州大学大学院 正会員 本田 博之
九州大学大学院 学生会員 Batbaatar Choijilsuren

1. はじめに

トンネル工事では、3次元モデルを用いることで調査・設計・施工・維持管理の建設生産システムを効率化・高度化を図る CIM (Construction Information Modeling) が積極的に導入されている。例えば、3次元モデルにトンネルの設計・施工に関する情報や竣工時の実地層と初期覆工面の画像を付与することで、施工初期段階から竣工段階までの情報を一元管理している事例などが報告されている¹⁾。このように、トンネルの建設段階の一部に CIM を活用した事例は多く存在するが、調査から設計、施工、維持管理までの一連のプロセスにおいて情報を統合し、有効に活用した事例は少ない。

筆者ら²⁾はこれまでに、既設の高速道路トンネル(以下、I期線トンネル)に対して、建設生産プロセスの各段階の情報を3次元空間情報として GIS (Geographic Information System) を用いて整理・統合し、トンネル情報プラットフォームを構築した。そして、それらの情報を一元管理し、I期線トンネルの維持管理に活用している。

現在、I期線トンネルの渋滞緩和を目的に、隣接して新設トンネル(以下、II期線トンネル)の建設が開始されている。そこで、本研究では、既存のI期線トンネル情報と新設のII期線トンネルの調査・設計・施工の情報を構築したトンネル情報プラットフォームに整理・統合し、II期線トンネルの施工への利活用を検討する。

2. II期線トンネルの施工時の情報の格納

II期線トンネルの施工時に得られる情報として、切羽画像(jpg)、切羽観察データ(pdf)、内空変位・天端沈下量を表すA計測データ(csv)、実績支保パターン区分(csv)などのデータが存在する。これらのデータは、路面線形に紐づいた相対的な位置情報で管理されている。そこで、II期線トンネルの設計支保パターンと路面線形の位置情報から、トンネルの3次元モデルを作成し、

路面線形における相対的な位置情報をもとに、切羽画像、A計測データ地点をGIS上に3次元モデルとして作成する。そして、切羽観察データは切羽画像に、実績支保パターンは覆工に、A計測データ(csv)は各計測位置に属性情報として紐付ける。

以上の手順は、II期線トンネル掘削の進捗に応じて実施され、II期線トンネルの施工情報を時系列で随時格納できる(図1)。

3. II期線トンネルの施工への利活用

3.1 I期線トンネルの情報を用いた地質境界面の作成

トンネルの施工に際しては、トンネル地山の地質状態に応じた最適な掘削方法と支保パターンの選定が必要とされる。そこで、トンネル情報プラットフォームに格納されているI期線トンネルの地質縦断面図・切羽スケッチ・ボーリング調査データをもとに、掘削前に地質の状態を詳細に把握するために、地質境界面を作成する。そして、図2に示すように地質境界面とII期線トンネル対象断面の位置関係から予測切羽モデルを10mごとに作成する。作成した予測切羽モデルと実際の切羽画像を比較すると、図3に示すように予測と概ね合致していることが分かる。

3.2 II期線トンネルの施工情報を用いた地質境界面の修正

実際の地質境界面と異なる予測地質境界面は、切羽

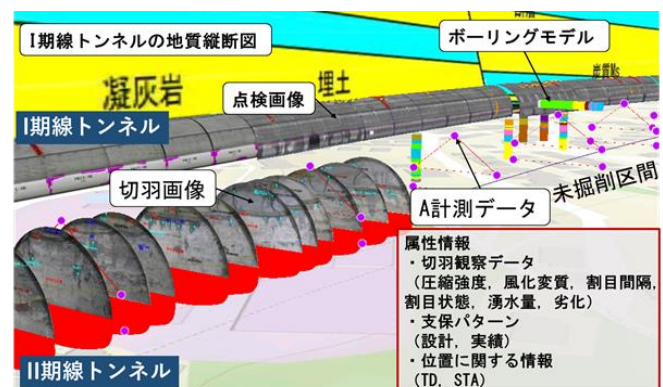


図1 II期線トンネルの施工情報の格納

画像を取得し次第、実際の地質境界面と一致するように修正を施す。II 期線トンネルの施工で得られた切羽画像の地質境界に沿って、ポイントフィーチャを作成し、クリギング³⁾による空間内挿を行うことで、地質境界面を修正する。これにより、図4に示すようにII 期線トンネルの未掘削部分の予測切羽モデルが作成され、掘削の進行とともに地質境界面を修正することで、未掘削箇所の地質状態の予測をより正確に行うことができ、掘削方法や支保パターンの改良などに寄与することができる。

3. 3 切羽観察データと断面変位情報の活用

トンネル情報プラットフォームに追加された切羽観察データと坑内変位や天端沈下量などの数値情報を属性情報として格納することにより、地山の状況を定量的に評価できる。例えば、図5に示すように割目の状態や変位発生の大小から地山の概略的な強度を評価できることから、将来的に、地質の圧縮強度や割れ目の状態、湧水量の切羽観察データなどをさらに加えることで、II 期線トンネルの維持管理段階において覆工の変状やひび割れなどの原因推定にも用いることができるため、より高度な維持管理が見込める。さらに、図5に示すようにII 期線トンネル周辺の地質境界面から、I 期線トンネル周辺の地質状態の予測も可能となり、これまで地質情報の不足により実施できなかったI 期線トンネルの高度な維持管理も期待される。

4. おわりに

本研究では、これまでに構築した既存のトンネル情報プラットフォームにII 期線トンネルの調査・設計・施工段階に関する情報を格納することで、各トンネルの情報を3次元空間上に整理・統合し、トンネル情報プラットフォームの改良を行った。

そして、II 期線トンネルの施工のために、地質境界面を作成し、II 期線トンネルの地質状態を予測した。さらに、II 期線トンネルの施工から得られる情報をリアルタイムに追加することで、未掘削箇所の地質情報を高度に予測することができた。また、切羽観察データや断面変位の情報を属性情報として付加することでトンネル周辺の地山の状況を把握することができるとともに、将来的にI 期線とII 期線トンネルの維持管理にも有効活用できる可能性を示すことができた。

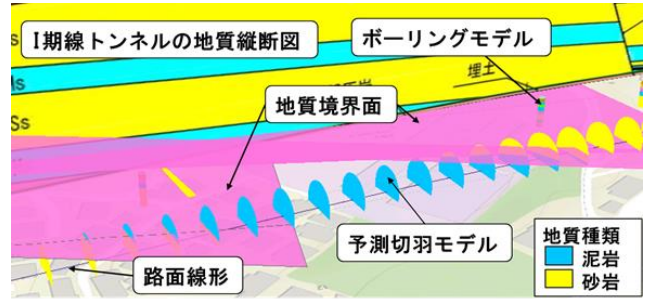


図2 I 期線トンネルの情報による地質境界面と予測切羽モデル

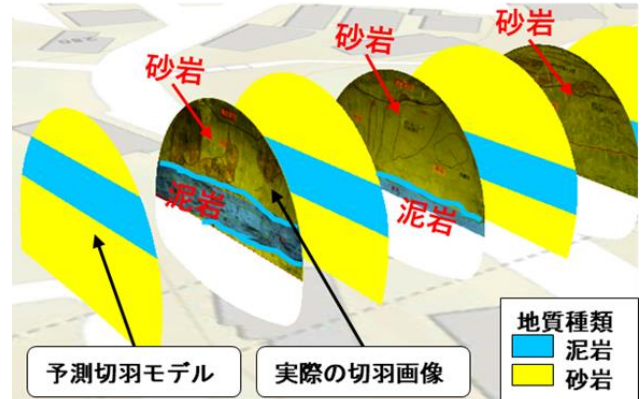


図3 予測切羽モデルと実際の切羽画像の比較

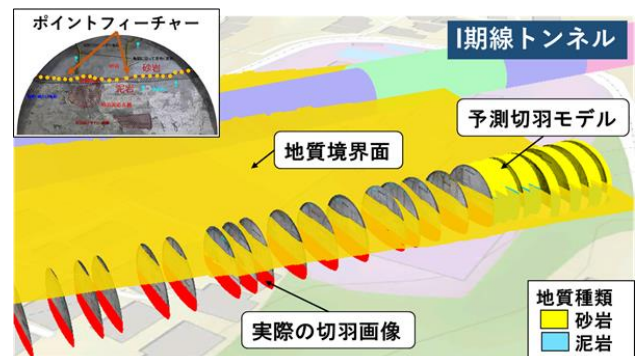


図4 施工情報による地質境界面と予測切羽モデル

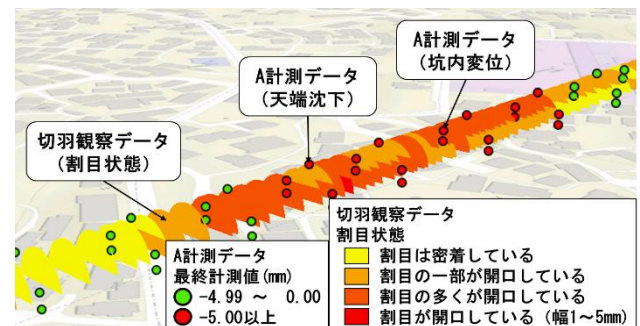


図5 切羽の割目状態と断面変位情報

〈謝辞〉

本研究にあたり、様々なご協力をいただきました西日本高速道路(株)に、この場を借りて感謝申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 杉浦伸哉, 後藤直美: 紀勢線見草トンネル工事における施工CIMから維持管理CIMへの取組み, 土木学会論文集F4, Vol.71, No.4, pp.I_227-I_233, 2015.
- 2) 本田博之, Batbaatar Chojijilsuren, 谷口寿俊, 三谷泰浩, 浜崎智洋: 高速道路トンネルにおける建設生産プロセス情報の三次元統合とその利活用, 地盤工学会誌, Vol.70, No.8, pp.5-8, 2022.
- 3) ESRI ジャパン: GIS 基礎解説, 空間解析, 内挿, <https://www.esri.com/gis-guide/spatial/interpolation/> (参照 2022.12.22) .