

高速道路トンネルの維持管理のための GIS による情報統合手法の検討

九州大学工学部 学生会員 ○藤川 貴弘
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 中尾 健太郎

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

1. はじめに

国土交通省は、建設現場の生産性向上を目的として i-Construction を推進している。特に、トップランナー施策の 1 つである「ICT の全面的な活用」では、建設プロセスにおける情報通信技術および 3 次元データの一貫した活用が目標として掲げられている¹⁾。3 次元データの活用は、i-Construction が本格化する以前から CIM (Construction Information Modeling/Management) の取り組みの中で検討されている。平成 29 年 3 月には、3 次元化のメリットが大きいと想定される土工、河川、ダム、橋梁、トンネルの 5 分野において、構造物の形状や属性情報を 3 次元モデルで管理・運用するための指針を示した CIM 導入ガイドライン (案)²⁾が策定された。このように、一連の建設プロセスにおける 3 次元をベースとした情報共有、活用の取り組みは本格化しており、CIM の現場試行が多数実施されている³⁾。

現在のトンネル維持管理においては、ひび割れや浮きといった点検情報を取得・管理するための新しい技術が導入され、建設プロセスの各段階で入手される切羽のスケッチや諸元情報も電子情報として管理されているものの、これらの情報のほとんどが独立して管理されている。施設の維持管理においてこれらの情報を有効活用するためには、これらの情報を統合し、相互に活用することで、より高度な維持管理につながると考えられる。

そこで、本研究では、高速道路トンネルを対象に、GIS (Geographic Information System) を用いて調査、設計、施工、維持管理の各段階で得られる各種情報を 3 次元的に統合する仕組みを検討する。

2. 高速道路トンネルの情報の統合手法

トンネルに関する情報は表-1 に示すように調査から維持管理に至る各段階において様々なものが存在する。通常の維持管理は表-1 に示すような情報を用いて点検や補修が行われる。

しかし、高度な維持管理を行うには、調査・設計・施工の各段階で作成されたトンネル形状を表す図面や切羽観察データ等の情報を活用することが有効である。例

えば、セグメントごとの点検情報と地質情報を組み合わせることで、損傷や変形に対する原因を究明することが可能である。また、トンネル内空の形状を、経時的に点群データとして取得したりすることによって、変形状況をとらえ、地質との相関性を検討することができる。建設プロセスの各段階で得られた情報を活用することにより、適切な維持管理につながると考えられる。

情報を活用するには、様々な情報を 1 つのモデルに統合することが必要となる。その際、3 次元モデル上に情報を統合することは、視覚的にもわかりやすいことから、様々な状況把握が容易になり、維持管理の効率化、高度化につながると考えられる。

これらの情報を統合するにあたり、位置に関する情報とそれに付随する属性情報を同時に管理することが可能な GIS を用いる。GIS はある座標系における位置情報を基に各種情報を統合することができるだけでなく、これらの情報による空間分析等を行うことができる。

各種の情報を統合するイメージを図-1 に示す。統合の基本となるものが、トンネルの形状を表す情報であり、これを作成するために 3 次元の点群データを用いて 3 次元のトンネルモデルを作成する。

このトンネルモデルに様々な情報を統合するために

表-1 トンネルに関する各種情報の例

調査	設計	施工	維持管理
ボーリング柱状図	縦断面図	切羽観察データ	諸元情報
地質縦断面図	平面図	施工時の地質状況	点検情報
	断面図		覆工撮影画像
	支保パターン図		損傷展開図

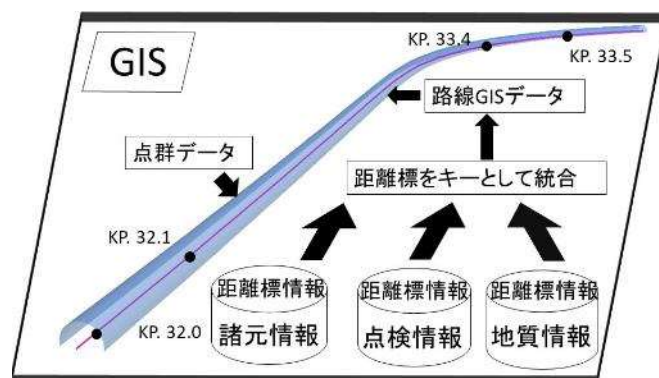


図-1 統合に関するイメージ図

は基準が必要となる。各種情報は路線に沿った距離標を用いて管理されるため、これに距離標の属性を持たせた路線の線形データを GIS で作成する。この路線 GIS データの距離標を基準として諸元情報や点検情報等の各種情報を統合する。

3. GIS を用いたトンネル情報の統合事例

今回は、トンネルの形状を表す点群データ、調査・設計・施工時に得られた地質情報、維持管理時に取得された点検情報、施工後に作成されたトンネルの仕様に関する諸元情報について情報の統合を行った。

点群データは、絶対座標を付与し GIS に格納する。路線 GIS データは、点群データから道路中心線を抽出し、作成した後に距離標の属性を持たせ、各種情報を統合するための基準とする。諸元情報はセグメントごとに帳票形式で支保パターンや地山等級等の情報が管理されている。これらを路線 GIS データの距離標を基に統合する。点検情報は 2 次元の図面に展開された形で管理されているため、これを 3 次元の点群データに沿う形に加工し、3 次元の情報を持つものとして統合する。最後に、図-2 に示すように地質縦断面図から地質境界を読み取り、地質の 3 次元的な広がりを表す地質境界面データを作成し、地質断面図を基に傾きの修正を行う。

統合を行った結果を図-3、図-4 に示す。3 次元形状を点群データで表現し、距離標に関する情報を持つ路線 GIS データを用いることによって、個別に管理されていた諸元情報を他の情報と一元的に管理することが可能となる。また、点検情報をトンネル形状に沿って 3 次元化したことにより、空間的に損傷の位置を把握することができるとともに、その属性情報を確認できる。さらに、地質の情報を統合したことで、3 次元的な地質境界の広がりやトンネルの位置関係を確認できる。これにより、個別に管理されていた複数の情報を他の情報と関連付けて参照することができ、トンネルの変状の原因等を推定することが可能になると考えられる。

4. おわりに

高速道路トンネルの維持管理を高度かつ効率的に行うために GIS を用いて 3 次元モデル上に調査・設計・施工・維持管理の各段階で得られる様々な情報を統合する手法を確立できた。これにより、すべての情報が 3 次元空間内に配置されることとなり、視覚的に情報をとらえることができるとともに、より高度な維持管理を行うこ

とが可能になると考えられる。今後は、統合すべき情報を精査し、統合したモデルを用いて、高度な利活用について検討する予定である。

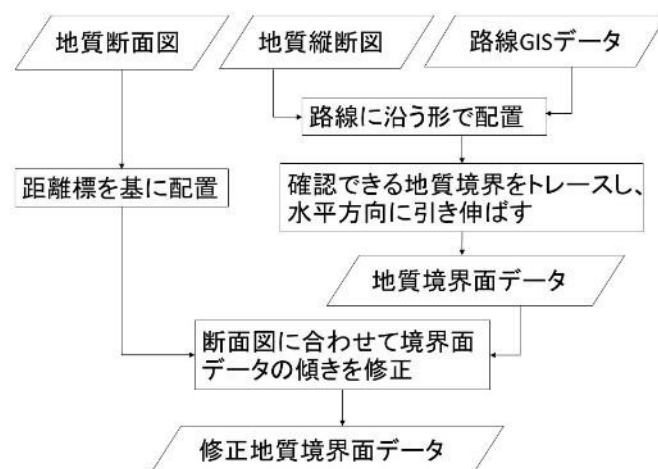


図-2 地質境界面データの統合の流れ

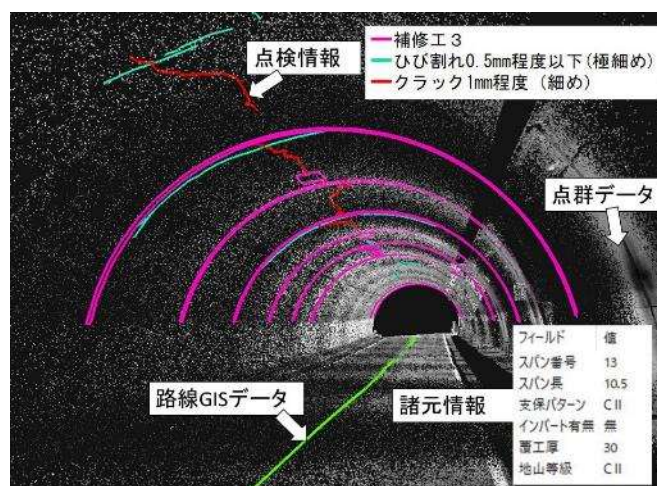


図-3 点検情報や諸元情報の統合の結果

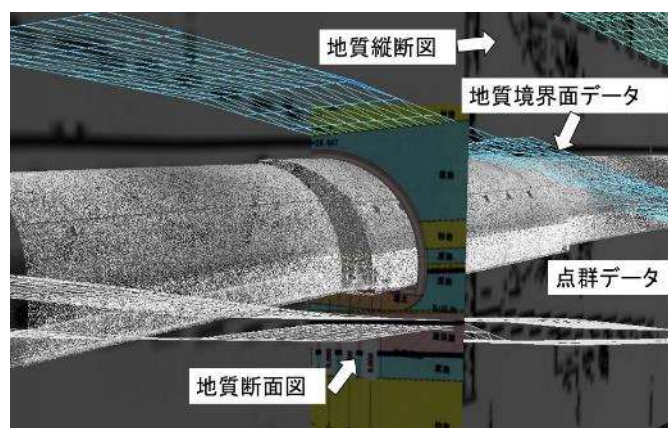


図-4 地質情報の統合結果

<参考文献>

- 1) i-Construction 委員会：“i-Construction～建設現場の生産革命～”。国土交通省。2016-04-11。 <http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>。(参照 2017-12-25)。
- 2) 国土交通省 CIM 導入委員会：“CIM 導入ガイドライン (案) 第 1 編 共通編”。国土交通省。平成 29 年 3 月。 <http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/guide01.pdf>。(参照 2017-12-26)。
- 3) 畑 浩二, 杉浦 信哉, 後藤 直美, 藤岡 大輔：山岳トンネルにおける ICT を活用した予測型 CIM の開発, 土木学会論文集, Vol.71, No.2, pp.78-85, 2015。