

トンネルの維持管理のための トレーサビリティシステムの開発に関する基礎的研究

JR 北海道 正 会 員 堂 守 真 豪 (株)ジオスケープ 正 会 員 須 田 清 隆
室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳 光

1. はじめに

今日、公共事業の建設投資額が大幅に削減されている我が国において、これらの課題を解決するため、施工技術だけではなく、構造物のライフサイクルの延命によるトータルコストの縮減が急務になっている。

本研究の施工トレーサビリティは、情報化施工の発展であり、実際のトンネル構造物の品質維持を目的に、施工で発生する情報を空間 GIS による空間情報として集約している。また、集約した空間情報をもって今後発生するトンネル工事の不具合と空間 GIS に集積している情報との関係付けを行い、類似な工事で発生する可能性のある不具合要因を追跡(トレーサビリティ)し、手当することで管理トンネルの品質維持を求めるものである。

2. 情報化システムの変遷と課題

1980 年代後半から 1990 年代後半までの工事や事業で開発された情報化システムについて表 - 1 に示す¹⁾。

現状では他の工業分野に比べ土木分野では、情報化技術が積極的に活用されていない²⁾。その要因として、土木の特殊性が考えられる。すなわち、土木が扱う水や土質などの素材は、不確定な要素が強く、施工段階において、その性質が変化することから、標準化が困難である。また、土木に関わる業者のすそ野が広く、分かりやすい品質管理基準の必要性から単純化が求められ、複雑な 3 次元の土木構造物を製造する場合でも、2 次元品質管理基準が使用されている。情報化、電子化を積極的に導入し

て生産効率を高める上で、設計・製造を一連の 3 次元管理を実施している自動車等の製造メーカーとの大きな違いと考え、土木の情報化技術の課題は、二次元の品質管理基準や設計・施工における二面的な契約方法等の制度的要因と置き換えることができると考えられる。

3. トンネル事業の品質管理と情報化

土木事業の品質管理の実態や課題を評価するために、トンネル事業を対象にして事業者(国土交通省北海道開発局室蘭建設部)と施工者にヒアリングを実施した。ヒアリング調査結果から、施工者側は要求される施工品質としての品質管理の効率化を意識しているのに対して、事業者側は供用後の問題意識が高く、コンクリートのひび割れ等に対する要因や原因を容易に追跡・検証できる情報環境の整備への要求が強いことが確認できた。また、ヒアリング調査から事業者側のニーズと施工者側のニーズを分析し、不具合の可能性や要因を追跡(トレーサビリティ)するために必要な情報を集約した。

4. 空間 GIS による施工トレーサビリティ

4.1 空間 GIS のコンセプト

本研究は、事業者側が求める維持更新時に必要となる品質情報を施工者側の効率性を損ねることなく収集・蓄積・利用できる情報環境づくりとして、従来の二次元での品質管理の範囲で、事業者側が使いやすい三次元情報等の活用方法である空間 GIS の可能性を検証するものである。空間 GIS の特徴は、土木構造物の施工管理システムとして従来の設計情報である図面や書類の 2 次元情報によって品質管理されていたものを最初から 3 次元性の高い形状要素による品質管理基準を組み込んだことである。図 - 1 で示すように空間 GIS は、情報を形状と位置が定義されている立方体等に、通信技術とネットワークを活用し、必要になる情報の収集・蓄積・利用できる情報環境システムである。事業者側にとっては、供用後の

表 - 1 情報化システムの開発

年代	情報化システム	効果
1980年代 後半	空港造成工事における施工管理プログラムの開発	図面や調書作成における作業時間の削減
1990年代 前半	大規模ダム建設事業における初期の3次元GISの開発	最小掘削量による必要掘削量の確保を実現
1990年代 後半	火力発電所造成工事における中期の3次元GISの開発	現場での事務所作業時間の大幅削減

キーワード：ライフサイクルの延命、トレーサビリティ、情報化施工、空間 GIS

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 工学研究科 暮らし環境系領域 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

維持管理で問題となる予防能力の向上や生産者責任として品質責任や環境責任を明確化するために、品質や環境等の負荷要因の追跡(トレーサビリティ)を容易にし、維持管理に必要な予防予知能力の向上を期待している。一方、施工者側にとっては工事現場の事象を実時間で評価できる仕組みづくりによって、技術者判断の迅速化と施工管理の精密化および技術情報の共有化・継承化を期待している。

4.2 空間情報(空間 GIS)のプロトタイプ

モデル化には CAD システム (MicroStation V8 XM

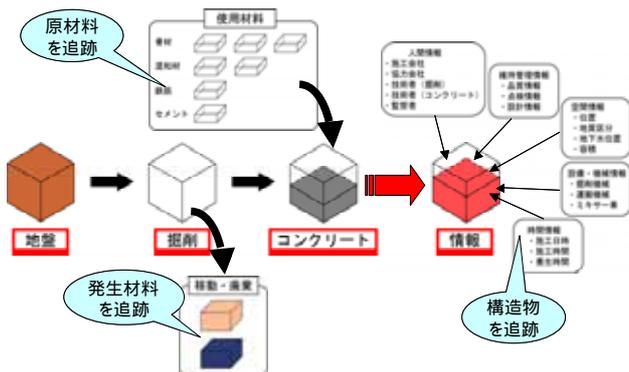


図 - 1 空間 GIS コンセプト

Edition) を使用, データベース作成にはデータベースソフト (Microsoft Office Access 2007) を使用し, 空間 GIS のプロトタイプを構築した (図 - 2)。

データベースの項目としては、1) 工事情報 (工期, 施工業者名, 監督官氏名, 生コンクリート会社名, 天候等) や 2) コンクリートの配合情報 (スランプ量, 空気量, 水セメント比, 細骨材率, 塩化物量等), 3) ブロック情報 (受入検査, 圧縮強度試験結果, テストハンマー試験等) に加え, 本研究では, ヒアリング調査結果から維持更新時に必要となる 4) コンクリートのひび割れ情報, 5) 遊離石灰, 6) 漏水箇所の情報を追加した。また, 施工時の品質から 7) 吹付けコンクリートの品質 (材料消費量や吹付け時間等), 8) 移動式セントルの機械誤差を情報として加えた。

供用期間は施工期間に比べると遥かに長期間に及ぶため, ライフサイクルを延命する上で, 構造物の損傷の早期発見と的確な対処で原因究明をする事業者の役割が重要になる。事業者は, 管轄する地域の道路, トンネル, 橋梁等を複数管理することから, 特定のトンネル構造物に不具合が生じた場合, 不具合要因から他の類似トンネルへの不具合の発生を極力低減することが重要になる。

これは, 空間 GIS に収納した施工情報を追跡 (トレーサビリティ) し, 同じ原石山から採取した骨材を使用したトンネルを抽出し, 不具合の発生に対する可能性を評価することが可能になる。また, 不具合予想箇所を推定し, 予防処置を講じることにより, 不具合発生後の対処に必要な費用に対する費用対効果は, 計りしれないものがある。また, 掘削材料の排出先などの管理を行うことで, 2 次的な環境対策にもつながることが期待できる。

5. まとめ



図 - 2 空間 GIS のプロトタイプ

本研究のまとめとして以下のようなになる。

- 1) トンネル事業における不具合に対する品質管理内容や問題意識について, 供用を意識した事業者と施工を意識した施工者間で差異があることが確認できた。
- 2) 3次元の形状要素に関連する品質管理項目の要因となる施工情報の集約の体系化と, 維持管理時での品質面における施工トレーサビリティモデルの有効性が評価できた。

6. 今後の課題

- 1) より詳細な品質管理情報をデータベースに組み込み, 事業者が管理するトンネル, 道路, 橋梁等の複数の事業を一元管理できる空間 GIS の展開。
- 2) 岩種, 地下水等の地質データを 3次元 GIS に組み込み, ひび割れ箇所等の安全性の検討や内部までの状況を把握するための構造評価モデルの実用化。

参考文献

- 1) 奥村敬司他: 大規模土工事における施工 CALS の開発, 電力土木技術協会誌, 317号, pp.92-97, 2005.05
- 2) 須田清隆: 可視化情報を利用した生産管理技術, 土木施工 Vol.39, pp.17-21, 1998.1