

空間 ID と高精度 AR を活用した 3 次元管内図による点検業務効率化

(株) コア ○宮本翔 戸田光洋 最上谷真仁 山本享弘

1. はじめに

近年、砂防分野では管理対象施設の増加や老朽化が進む一方で、労働者人口減少や高齢化が課題となっており、点検業務の効率化および高度化が求められている。しかし従来の施設台帳や図面ベースの管理では、施設情報、点検履歴、写真、対策工情報等が個別に管理されており、情報の横断的な参照には複数資料の確認を要する。また、砂防施設は溪流、斜面、堆砂地など複雑な地形条件下に分布しており、位置情報と履歴情報の対応付けが難しく、空間情報と点検実務との間に乖離が生じやすい。このため、過去の点検結果を十分に活用できず、経験に依存した判断が求められる場面が多い。

横断的に情報の参照が行えていないという課題に対し、本研究では、図 1 に示す ChronoSky 3D と名付けた 3 次元プラットフォーム (以下 3 次元 PF) によって空間 ID を基盤とした 3 次元管内図を構築し、グラフデータベース (以下 Graph DB) により施設、変状、点検履歴、写真、対策履歴等の関係情報を構造化して管理する手法を提案する。

また現地での点検業務が経験者依存となってしまう課題に対し、高精度 AR を用いて現実空間とデジタル空間を接続し、現地において情報を参照しながら点検作業を実施可能とする。

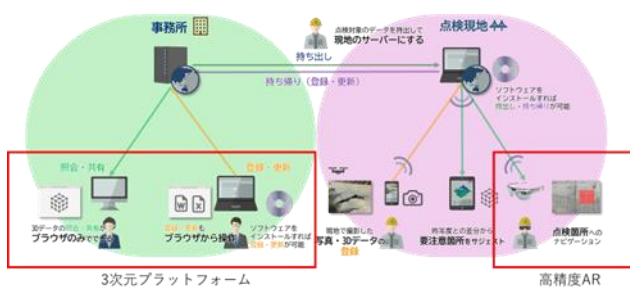


図 1. 3 次元 PF の全体像

2. 空間 ID と Graph DB を活用した 3 次元管内図

1 章で述べた通り、砂防施設の点検では、施設、変状、写真、対策履歴等の情報が個別に管理されており、位置と履歴情報を対応付けて把握することが困難である。このため、空間的な関係性を直感的に把握できないという課題がある。

このような課題に対しては、位置と履歴情報を同一空間上で統合的に扱うことが可能な 3 次元管内図が有効である。本研究では、この課題を解決するために、空間 ID を基盤として 3 次元管内図の構築および情報統合を行う。空間 ID を用いて 3 次元空間を格子状に分割し、各空間単位に対して施設情報や点検履歴を紐付けることで、3 次元管内図を構築する。空間 ID は絶対位置に基づいて空間を一意に特定するだけでなく、施設情報、点検履歴、写真等の異なる種類のデータを統合するための共通インデックスとして機能する。また、ボクセル表現を併用することで、地盤情報や不可視な構造物位置など、不確実性を含む領域情報も 3 次元的に扱うことができる。ChronoSky 3D は位置と時間に紐付けた情報管理、空間 ID およびボクセルによる 3 次元施設管理、時系列差分の可視化、関連データの登録および参照機能を備える 3 次元 PF として構築されており、本研究では 3 次元管内図の可視化および操作基盤として位置付ける。図 2 に ChronoSky 3D のボクセルによる表示、図 3 では空間 ID で紐づいたボクセルへ関連データの登録を行う画面を示す。ChronoSky 3D により、砂防施設の配置、変状位置、過年度点検箇所、対策履歴を 3 次元空間上で一体的に把握でき、従来の図面や台帳では困難であった「位置」「履歴」「時間」の統合管理が可能となる。

さらに、砂防施設は標高差や斜面条件を含む複雑な地形に分布するため、2 次元図面では把握が困難であった空間的關係を 3 次元的に把握できる点に本手法の優位性があると考え、施設、変状、点検履歴、写真、対策履歴等の関係情報を構造化して管理を容易にする Graph DB を採用した。Graph DB は各情報を空間 ID と紐づけてノードとして定義し、それらの関係をエッジで管理するデータベースである。そして、「施設がどの空間 ID に属するか」、「どの点検でどの変状が確認されたか」、「変状に対してどの対策が実施されたか」、「同一溪流や近接位置で類似変状が発生しているか」といった関係をエッジで管理する。これにより、過去の点検履歴や類似事例を空間的な関係に基づいて横断的に参照

できるようになり、従来は経験に依存していた判断を支援することで作業負担の軽減および作業時間の短縮に寄与する。付随的な機能として、空間 ID に紐付いた情報に対して LLM を用いた自然言語問い合わせを可能とすることで、過去の点検履歴や関連情報の参照を効率化することができる。

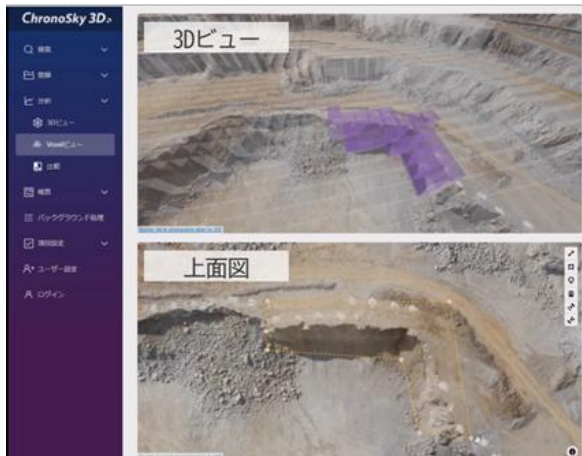


図 2. ChronoSky 3D 画面表示



図 3. ChronoSky 3D データ登録画面

3. 高精度 AR による現地作業支援

砂防施設の点検においては、図面上の対象と現地施設の対応付けが困難であり、特に類似構造物が存在する場合や地形条件の影響により、対象施設の特定に時間を要するという課題がある。また、点検履歴や過去の変状情報は台帳や写真として管理されることが多く、現地においてそれらの情報を即座に参照しながら点検を行うことが難しい。このように、砂防施設点検では「対象の特定」「情報の参照」「現地確認」が分断されていることが、作業効率低下の要因となっている。

本研究では、これらの課題を解決するため、高精度 AR を用いた現地作業支援を行う。高精度 GNSS と 2 アンテナによる方位推定 (GNSS コンパス) を組み合わせることで、磁気センサに依存しない安定した姿勢推定を実

現し、絶対座標に基づくマーカーレス AR を構成する。開発した AR キットを図 4 に示す。これにより、3 次元管内図上で管理されている施設位置や点検情報を現地空間上に重畳表示することができる。また、図 5 に示す対象施設までの誘導及び位置の可視化により、従来は図面や経験に依存していた施設特定作業を直感的に実施できるようになり、対象施設の特定時間の短縮および誤認防止が可能となる。さらに、事前に 3 次元管内図データを端末に保持することで、通信環境に依存しないオフラインでの運用も可能とする。これにより、対象施設の特定に要する時間の短縮および誤認防止が可能となり、点検作業全体の効率化に寄与する。



図 4. 高精度 AR キット



図 5. 高精度 AR 活用例 (ナビゲーション)

4. まとめ

本研究では、空間 ID と Graph DB を用いて 3 次元管内図を ChronoSky 3D 上に構築し、高精度 AR を組み合わせることで、対象施設の特定および情報参照の効率化が可能となることを示した。ChronoSky 3D により位置と履歴を統合し、関係情報を横断的に管理し、高精度 AR によりそれらを現地空間上で活用することで、砂防施設点検における「探索」「確認」「記録」を一体化した作業支援を実現する。

今後は、実際の点検業務への適用を通じた有効性検証を進めるとともに、Graph DB に蓄積された情報を活用した AI による問い合わせ機能や異常傾向の抽出など、知識活用機能の高度化を図る予定である。