

* 道路モルタル法面管理のための3次元地形情報 Linked Database System の構築

立花 健太郎[†] 野中 晃^{**} 田口 奈津子^{**} 阪口 愛紀^{**} 高橋 伸弥^{**} 奥村 勝^{***} 前田 佐嘉志^{**} 鶴田 直之^{**}
 († 福岡大学大学院工学研究科 **福岡大学工学部 ***福岡大学情報処理センター)

1 はじめに

近年、日本では全国的に施設された膨大なモルタル吹き付け法面の老朽化が進んでおり、それに伴う災害の対策が課題となっている。これらの災害を予防するためには、法面の定期的、網羅的な点検とそれらに基づく危険度の予測が必要である。しかし、現状の点検は人材・予算・時間の不足により十分に行われていない。また点検結果のデータの不足により危険度の予測の精度も低く、緊急性がないと判断された法面の崩落事故も少なくない。その一方で、クラウドやデータベース上に蓄積された情報を組み合わせて、単一の情報に新たな価値を見出す LinkedOpenData[1] (以下 LOD) と呼ばれる考え方に注目が集まっている。そこで本稿では、点検・記録・分析の簡略化及び高精度化 (以下高度化) を目的として、3次元地形情報 Linked Database System (以下法面 DB システム) を提案する。

2 データの特徴

法面 DB には、経年変化も含めた法面データを地図データベースに関連付けて蓄積する。ここでは、法面データの特徴を述べる。

2.1 データの多様性

法面データは、点検の際に取得された生データとそれらを用いた2次データからなり、ファイル形式は多様である。生データは、モルタル吹き付け等の構造物を把握するための車載カメラ画像と3次元形状データ、構造物の亀裂等を定点観測するための詳細画像と3次元形状データ、その他のスケッチや計測データであり、2次データは、点検書 (図1) や論文、白書である。



図 1: 点検によって得られる点検書の例 (防災カルテ)

2.2 生データの重要性・特殊性

2.1 で述べた生データは、時間・空間的に希少である。例えば、災害時に崩落した法面のデータは、その時にのみ得ることができ、復旧とともに消滅する希少性の高いデータとなる。このような希少度の高いデータを公開し、共有することは法面劣化の原因究明に必要不可欠である。

3 MOMD - GIS を用いた先行研究

第2章で述べた特徴を持つデータを保存するデータベースの先行研究として、福岡大学国際火山噴火史情報研究所

が構築した火山露頭データベースがある [2]。これは、同研究所が開発した MOMD-GIS (Metadata Oriented

Multimedia Database for GIS) [2] を用いて構築したデータベースである。MOMD-GIS は、NoSQL データベース管理システムである MongoDB に独自の WebAPI を追加した地理情報データベース向けフレームワークであり、火山露頭データベースに限らず様々な目的に利用できる。また、MOMD-GIS では、データをファイル形式によらずファイル単位で蓄積でき、かつ蓄積データの作成日付や作成者をメタデータとして柔軟に追加できる。

4 法面 DB システムの実装

法面 DB システムの全体概要図を図2に示す。法面 DB システムのベースには、第3章で述べた MOMD-GIS を用いる。そして、新たに MOMD-GIS の拡張 API と RDF ストアである Virtuoso[5] を追加することで、法面 DB システムを構築した。ここでは、法面 DB システムの要件とその実装について述べる。

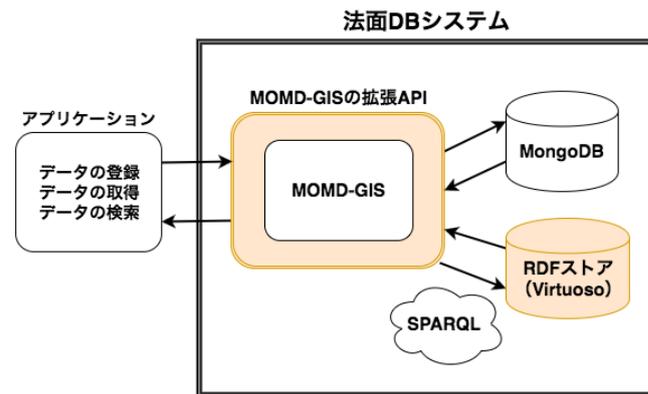


図 2: 法面 DB システムの全体構成図

4.1 データの公開

法面 DB は、多くの専門家や研究者による高度な分析を可能とするために、蓄積したデータを公開することを前提として構築する。また、LinkedData 化することで、地質、地形、降雨量、周囲の植生といった他の情報を関連付け、複合的な分析を可能とする。そのため、蓄積した法面データは、Linked Data の基本原則 [3] に則って表現しなければならない。

MOMD-GIS では、登録されたファイルにメタデータとして fileid が付与される。この fileid から URI を生成し、データを世界で唯一に特定するためのキーとして利用する。そして、拡張 API として、ファイルに付与されるその他のメタデータを RDF (Resource Description Framework) [4] で表現し、RDF ストアに登録する機能を実装する。以上により、公開 URI へのアクセスに対してファイル自身、またはそのメタデータの提供が可能となり、Linked Data の基本原則のうち、1~3 を満たすことができる。

* A Linked Database System of Three Dimensional Geological Information for Maintenance of Shotcrete Road Slopes

[†]Kentaro Tachibana etc.

[‡]The Graduate School of Engineering and Fukuoka University

4.2 データの3D化

2.1 で述べた法面データのうち、3次元形状データは、車載カメラ画像から Structure From Motion の技術を用いた PhotoScan[6] と呼ばれるソフトウェアを利用して作成する。この3次元形状データは、画像処理技術を用いた3次元位置合わせによる経年変化の観測に利用される。

3次元形状データの形式は多様である。その中でも、法面DBシステムでは、PhotoScan のエクスポート機能と Web ブラウザ上での表示の双方に対応した形式として、OBJ・MTL 形式のデータ登録への対応が重要である。OBJ・MTL 形式では、OBJ、MTL、テクスチャの3種類のファイルによって一つの3次元形状データを表現している。従って、3次元形状データの表示のためには、DB 内でどのファイルが必要とするのかを保持しておく必要がある。そこで拡張 API として、OBJ ファイルのメタデータに、必要とされる MTL とテクスチャの fileid を追加する機能を実装し、各ファイル間の必要関係を保持する。

4.3 データのオリジナリティの保証とデータ間の参照関係の確立

法面データは、データベースの中で、オリジナルデータとしてオリジナリティを保証しておく必要がある。また災害の原理を検証するためには、論文の原著と同じように、2次データで利用された元データを唯一に特定して辿れるようにしておくことも重要である。ゆえに、法面 DB 内では、データ間で参照関係を確立し、直接参照関係にあるデータの順引き、逆引きが行えなければならない。

法面 DB システムでは、2次データ内で利用されている元データは、先に登録しておくことを原則とする。そして、拡張 API としてデータ間の参照関係を RDF で表現し、RDF ストアに登録する機能を実装する。なお、参照関係を記述するプロパティには、DCMI (Dublin Core Metadata Initiative) が定義した DCMI メタデータ語彙である「reference」と「isReferencedBy」を使用する [7]。このように各データ間の参照関係を RDF ストアに登録しておくことで、RDF 用クエリ言語である SPARQL[9] を用いて、直接参照関係にあるデータの順引き、逆引きが可能となる。

4.4 法面 DB システムによる試作アプリケーション

試作として、法面 DB システムを利用した地図アプリケーションを開発した。試作アプリケーション内で利用する3次元地図には、機能拡張が自由に行える点から、オープンソースソフトウェアである Cesium[8] を選択した。試作アプリケーションには表 1 に示す機能を実装した。また試作アプリケーションの機能例として、3次元地図と3次元形状データの重ね合わせ表示結果を図 2 に示す。

5 専門家の外部評価

開発した試作アプリケーションの評価を共同研究者である地質・建設コンサルタントの専門家に依頼したところ、以下の評価を得た。

- 法面 DB の LOD 化やデータ間の参照関係確立は、道路法面維持管理において有用である。
- 既存の点検書 (防災カルテ) を電子化することで、点検者の負担軽減が期待できる。
- データ間の参照関係の確立は、登録者のリテラシーに依存するため、それを促す仕組みが必要である。
- 3次元形状データをビューアで表示できるだけでは、詳細な点検に利用するのは難しい。
- 蓄積したデータの活用方法を考えていく必要がある。

- 地図上でのデータのグルーピングやベース地図の変更ができるとう良い (地形図や地質図)

表 1: 試作アプリケーションの機能一覧

機能名
法面データの登録
法面データの3次元地図へのピン立て表示
法面データの検索、一覧表示
3次元形状データと3次元地図の重ね合わせ用の UI
3次元形状データと3次元地図の重ね合わせ表示
3次元形状データのビューア
防災カルテの登録
防災カルテのビューア



図 3: 3次元地図と3次元形状データの重ね合わせ表示

6 まとめ

本稿では、点検作業の高度化を目的とした3次元地形情報 Linked Database System の構築について報告した。経年変化も含めた法面データを地図データベースに関連付けて蓄積し、LOD 化することにより、法面劣化の原因究明と対策工事の優先順位付けに対する貢献が期待できる。

参考文献

- [1] Linked Open Data Initiative, <http://linkedopendata.jp/>
- [2] 奥村勝・高橋伸弥・鶴田直之・鳥居真之・奥野充、火山露頭データベース: 新たな”知識基盤”の構築とその試作例、火山 (60 巻 3 号)、2015
- [3] Tim Berners-Lee. Linked Data - Design Issues, 2006 <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- [4] Graham Klyne and Jeremy J. Carroll. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax - W3C Recommendation. 2014, <https://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf11-concepts-20140225/>
- [5] OpenLink SOFTWARE, <https://virtuoso.openlinksw.com/>
- [6] Agisoft PhotoScan, <http://www.agisoft.com/>
- [7] Dublin Core Metadata Initiative METADATA INNOVATION, <http://dublincore.org/>
- [8] Cesium, <https://cesiumjs.org/>
- [9] 加藤文彦・川島秀一・岡別府陽子・山本泰智・片山俊明、2015/11/6、オープン時代の標準 WebAPI SPARQL、株式会社インプレス R&D、237pp