

地層処分エンジニアリング統合支援システム (ISRE) の開発 (その 2)

—ISRE の統合モデルについて—

八千代エンジニアリング (株) 正会員○小林 優一 藤澤 泰雄 吉野 博之
 日本原子力研究開発機構 正会員 杉田 裕 非会員 河口 達也 畑中 耕一郎 柴田 雅博
 鹿島建設 (株) フェロー会員 山村 正人 上迫田 和人 正会員 新保 弘
 熊本大学大学院 正会員 小林 一郎 大阪大学大学院 フェロー会員 矢吹 信喜

1. はじめに

日本原子力研究開発機構 (JAEA) は、地層処分エンジニアリング統合支援システム (ISRE) の開発を行っている。ここでは CIM 技術を活用した概念を示した (その 1) に基づき、ISRE の開発の具体例として、地下坑道等からなる統合モデルを構築し、本モデルを用いた設計変更時の対応手法や、施工および維持管理段階に向けた属性情報の管理手法のあり方についての検討結果を示す。ここで、統合モデルとは、地形、地質環境、構造物等のデータモデルを一つの空間に統合したものとし、また、データモデルとは、3次元モデルに属性情報を関連付けたものとする。

2. トンネルを対象とする CIM 関連の研究、開発動向

矢吹ら¹⁾は、トンネルを対象としたプロダクトモデルの研究として IFC-Tunnel を策定している。ルール大学ボーフムは、IFC-Tunnel を参考にしてシールドトンネルの統合モデル (Interaction Modeling in Mechanized Tunneling) の研究開発を推進している¹⁾。また、国土交通省の CIM 推進事業においては、施工段階で CIM 技術を活用している先駆的取組み・導入事例が報告されており、2次元図面から3次元モデルを作成し、地質とトンネルを組合せて施工時の前方地質予測、事前対策の検討、属性情報の付与、維持管理の初期モデルの構築等が行われている²⁾。ISRE では、地層処分場建設地の地形、地質、地下施設はもとより地上施設、搬送・定置装置、人工バリア等が作成するデータモデルの対象であり、外部のデータベースと属性情報とが連携しつつ、施工、維持管理の情報を適宜取込むことが求められる。ISRE が機能するためには、この要請に対応した統合モデルの研究開発が課題であった。

3. モデルの構造、属性情報

本検討では、統合モデルおよびデータモデルは、表-1 に示すソフトウェアを前提として検討を行った。同表のソフトウェアを対象とした場合、属性情報の付与方法は、表-2 のデータ格納方式とリンク方式が候補となる。地形、地質、地下施設、搬送・定置装置、人工バリア等の属性情報を整理すると約 1,200 個の項目数となり、また、それらは各種物性値等の数値データと、工事図面や書類を例とする帳票に区分できる。このため、データの特性に応じて、データモデルに属性情報を直接関連付けるデータ格納方式と、データモデルに帳票をリンクさせ間接的に関連付けるリンク方式の両方に対応できるモデル構造とした。

表-1 モデルの区分と使用ソフトウェア

| 区分 | 概要 | ソフトウェア |
|---------|---|--------------------------------|
| 地形モデル | 基盤地図情報、測量結果を取込み、地形のモデリングを行う。 | Autodesk 社 AutoCAD Civil3D® |
| 地質環境モデル | 外部DBから取込んだ地質環境モデルと取得した地質・岩盤試験結果を用いて地質環境のモデリングを行う。 | CTC 社 GEORAMA for Civil3D® |
| 構造物モデル | 地上施設、地下施設等をモデリングし、モデルに属性情報を追加する。 | Autodesk 社 Revit Structure® |
| 統合モデル | 上記のデータモデルを取込んで合成する。 | Autodesk 社 Navisworks® |

表-2 属性情報付与方法

| 方法 | データ格納方式 | リンク方式 |
|----|---|---|
| 概要 | データモデルに関係する属性データを全て格納する。 | データモデルにリンクを設定し、リンク先に属性データに関するファイルを格納する。 |
| 利点 | データモデルに属性データが多数格納されているため、システムのリプレース等に伴うリンク切れによるデータ喪失が回避できる。 | 属性データを別ファイルで管理するため、データモデルに格納する属性データは最小限で良く、データ入力の手間が少ない。 |
| 欠点 | データモデルに多数の属性データを格納するため、個別入力が必要となり、作業時間を要する。 | 属性データを別ファイルで管理するため、システムのリプレース等に伴うリンク切れ(データ喪失)が懸念される。属性データを探し出すためにファイルを開く手間がかかる。 |

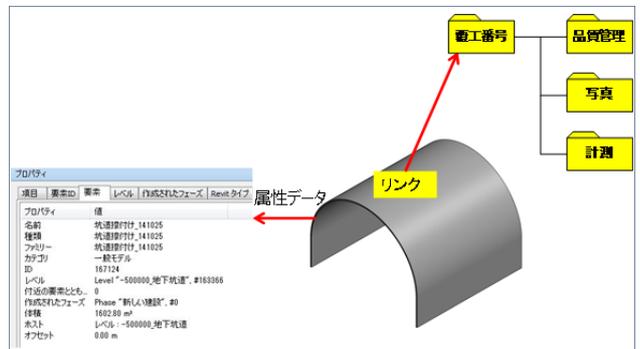


図-1 モデル構造

このため、データの特性に応じて、データモデルに属性情報を直接関連付けるデータ格納方式と、データモデルに帳票をリンクさせ間接的に関連付けるリンク方式の両方に対応できるモデル構造とした。

KeyWords : 地層処分, トンネル, CIM, 3次元モデル, 属性情報

連絡先 : 〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12 TEL:03-5906-0833 FAX:03-5906-0826

また、モデル上で属性データを簡便、容易に管理すべく、データモデルと Microsoft 社 Excel®の双方向連携を可能とする機能を採用した。

4. ソフトウェアとデータモデルの連携

表-1 に示したソフトウェアには、IFC-Tunnel に対応した機能が実装されていないため、現状ではソフトウェアの標準的なフォーマットで連携を行う。対象としたソフトウェアの連携について検証した結果を図-2 に示す。同図より、標準フォーマット、および FBX 形式でのデータ受け渡しが可能であることを確認した。併せて、作成した地形モデル、地質環境モデル、構造物モデルを統合モデルに取り込み、統合モデル上で構造物モデルに付与した属性情報を閲覧できることも確認した (図-3)。

5. 統合モデルの試作

ISRE の機能を具体化するため、統合モデルの試作として地層処分場の仮想のレイアウトを作成し、次のモデルを作成した。

- ①構造物モデル (アクセス坑道(斜坑), 主要坑道, 処分坑道)
- ②地形モデル, 地質環境モデル
- ③廃棄体定置装置モデル, 廃棄体定置装置用の搬送装置モデル
- ④人工バリア, 廃棄体

作成したモデルを用い、坑道と定置装置および搬送装置の設計整合性の確認, 設計変更時のモデル修正手順等を検証し, 統合モデルとして使用可能であることを確認した (図-4)。地層処分における処分場概念のオプションは, 例えば廃棄体定置方式, 廃棄体パッケージ, および搬送方式等処分場全体の構造に影響するため, データモデルへの影響も大きい。これに対して, 工学的対策として考えられる湧水対策, 空洞安定対策, および予想外の断層への対応等は, 予想した地質環境や地下水の状況と異なる場合の局所対策であり, データモデルへの影響は局所的である。ISRE の運用に際し, この様にデータモデルを柔軟に設定できることが必要であると考え。

6. 開発に向けた課題

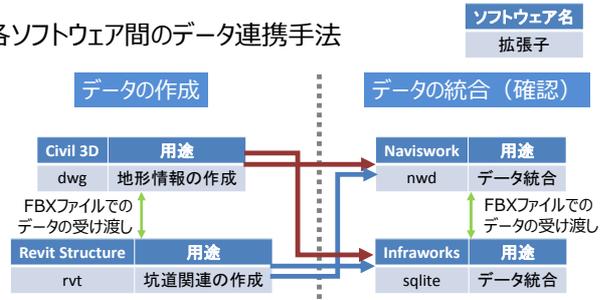
ISRE では, 処分場に関わる全ての統合モデル, データモデル, およびデータモデルに関連付けられる属性情報が集約され, 一元的に管理される。地層処分事業が進むにつれ, 取扱う情報の量が膨大になることから, 無数のデータモデルから, ユーザが必要とする箇所を素早く検索, 抽出する機能が必要となる。また, そのデータを加工し, ISRE にデータを戻すという一連の作業を容易にする機能の開発が必要となり, これらは今後の開発課題である。

なお, 本報告は, 経済産業省資源エネルギー庁の「平成 26 年度地層処分技術調査等事業 (使用済燃料直接処分技術開発)」の成果の一部である。

参考文献

- 1)土木学会 土木情報学委員会 欧州 CIM 技術調査団：欧州における CIM 技術調査 2014 報告書, 2015 年 1 月
- 2)経済調査会：CIM 2014, 2014 年 10 月

■各ソフトウェア間のデータ連携手法



FBX: Autodesk社の一連のコンテンツ制作用のパッケージ間のスムーズかつ信頼性の高いデータ交換を実現する(Autodesk社HP一部抜粋)

図-2 ソフトウェアとデータ連携

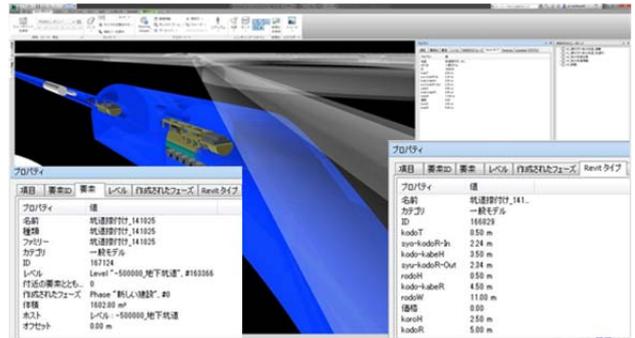


図-3 統合モデルと属性情報の閲覧

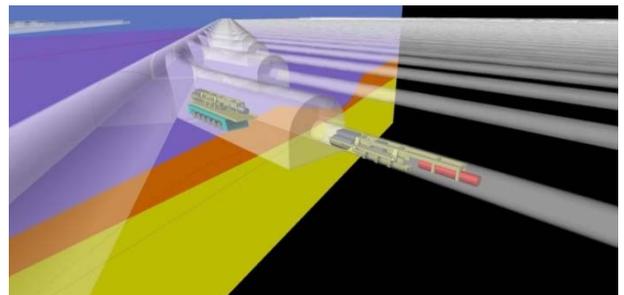


図-4 モデル(地層, 坑道, 定置装置, 搬送装置, 廃棄体)