

幌延 URL における人工バリア性能確認試験

CIM (3次元モデル, ICTの導入・活用) による計画・施工・計測データ管理の適用事例

大成・大林・三井住友特定建設工事共同企業体 正会員 ○白瀬 光泰

日本原子力研究開発機構 正会員 中山 雅, 正会員 大野 宏和

幌延ジオフロンティア PFI (株) 正会員 名合 牧人

(株)地層科学研究所 佐ノ木 哲, 重廣 道子

1. はじめに

日本原子力研究開発機構(以下、JAEA)は、幌延深地層研究センター地下施設(以下、幌延 URL)の深度 350m に位置する調査坑道において、実物大の模擬人工バリアを対象に人工バリア定置後の過渡期の現象に着目した熱・水・応力・化学連成現象を評価するための検証データの取得を目的とした人工バリア性能確認試験を実施している¹⁾。同試験では、坑道の一部をベントナイトと現地掘削ズリ(堆積岩)を混合した材料で埋め戻し、埋め戻し材の膨潤圧と地下水圧に耐えるためのプラグコンクリートを構築している。本稿では、人工バリア性能確認試験における、3次元モデル、ICT(情報通信技術)の導入・活用などの CIM(Construction Information Modeling) による計画・施工及び計測データ管理に関する適用事例について報告する。

2. 人工バリア性能確認試験 概要

人工バリア性能確認試験(概要図:図-1)では、実物大の人工バリアである模擬オーバーパック、緩衝材ブロックを設置後、調査坑道の埋め戻し、プラグコンクリートの設置までを行う。このように坑道の埋め戻しを伴う本格的な人工バリアの実規模模擬試験は日本初である。

竖置き方式を想定した直径 2.4m、岩盤深さ 4.2m の試験孔内に、緩衝材ブロック、模擬オーバーパック、加熱用ヒーター、計測機器、注水管を設置し、試験孔上部の埋め戻し部にも計測機器、注水管を設置した。設置した各種計測機器によりデータを継続的に取得することで、熱・水・応力・化学連成現象を評価するための検証データを取得する。試験孔内に設置した計測機器の数量総括表を表-1 に、試験孔内の緩衝材等設置縦断面図を図-2 に、緩衝材横断面における計測機器配置の例を図-3 に示す。



図-1 人工バリア性能確認試験 概要図(鳥瞰図)

表-1 計測機器 数量総括表(試験孔内)

計測機器名称	断面	12段上	11段上	10段上	9段上	8段上	7段上	6段上	5段上	4,5段	3段上	2段上	1段上	1段下	合計
土圧計		1	2			4			2			2	3		14
間隙水圧計		2	2			2	4		2			2	4		18
変位計				1		1	1		1			2	2		8
光式変位計						3	3		3						9
熱電対						1	2	8	2	8	1				22
白金電極						3	3		3						9
炭素調湿センサー						4	4		4						12
湿度計									3	3					6
水分計(マイクロメータ)									3	3					6
水分計(FDR-V)									3	3					6
緩衝材取出センサー(0.5μm計)		14													14
合計		14	3	5	1	18	36	2	32	1	6	9	127		190
比抵抗(横断面)									72						72
比抵抗(縦断面)															190

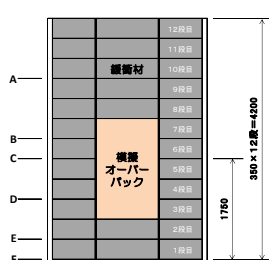


図-2 緩衝材等設置縦断面図

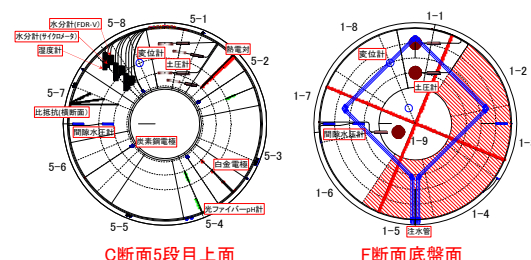


図-3 緩衝材横断面における計測機器配置の例

3. CIM による計画・施工・計測データ管理の適用事例

3.1 計画・施工段階 適用事例(課題と効果)

本試験では、試験孔内に 103 個の緩衝材ブロック、模擬オーバーパックに加え、表-1 に示したように約 130 個の計測機器とそれに付随する計測ケーブル、さらに注水管等を設置する。計画段階で、これらの計測機器、膨大なケーブル類、注水管等の各々が干渉しない最適な位置・ルートを選定し、手戻りの無い確実性の高い施工計画を作成することが、品質や安全の確保につながると考えられた。

キーワード: 幌延深地層研究計画, 原位置試験, 人工バリア, CIM, 3次元可視化

連絡先: 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 大成・大林・三井住友 JV TEL01632-5-2080

そこで、計画段階において本試験の坑道形状および使用する全ての計測機器、ケーブル等を3次元化したモデルを作成し、その各々の設置位置・ルート等を可視化した(図-4~6)。可視化の効果により、立体的な位置関係が明確となり、関係者の共通理解が深まるとともに、迅速な合意形成・情報の共有を図ることができた。さらに、緩衝材ブロックの各設置段階における精度の高い施工手順、安全設備計画の作成時に極めて有益となった。なお、これらの3次元化モデルの作成には3次元地質構造・施工情報可視化システム(Geo-Graphia)を適用しており、これまで蓄積した本 URL の地質・計測データとも関連付けされており、計測結果と地質構造との関係を確認することも可能である。

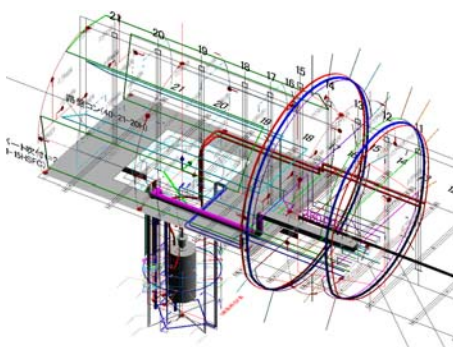


図-4 3次元化したモデル例1(全体鳥瞰図)

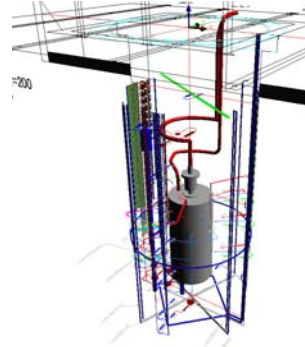


図-5 3次元化したモデル例2(試験孔部)

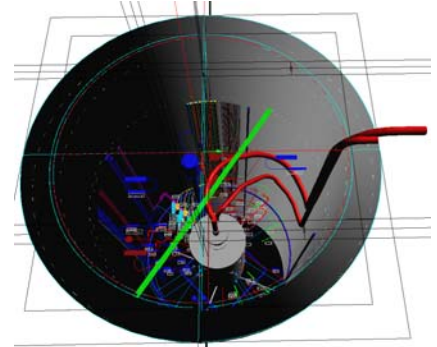


図-6 3次元化したモデル例3(試験孔部)

3. 2 計測データ管理段階 適用事例(課題と効果)

計測は、振動弦式計測(土圧、間隙水圧、変位、ひずみ)、アナログ電圧計測(湿度)、温度計測(熱電対)、水分量計測(FDR-V、サイロメータ:一部手動)、pH計測、腐食計測、電位計測、比抵抗トモグラフィおよび緩衝材膨出計測(ひずみ)に分けられる。これらのうち、比抵抗トモグラフィ以外の計測について、専用のシステム回線に接続し連続計測を実施している。

これら種々の計測データは、元々データの出力形式・出力方法・測定インターバルなどが異なることから、データ管理が複雑となることが予想された。ゆえに、これらのデータを一元管理でき、リアルタイムで情報を共有可能とするシステムを構築した。

情報共有システムは、専用のデータ収集PC・データサーバPCを介して、各データの経時変化図・データ(CSVファイル)の出力を可能とし、モニタリング用PCにて確認を行えるように設計した。

具体的には、各計測機器のデータを、TCP/IP通信を介してデータ収集PCに集め、収集したデータの出力書式を統一させ、データサーバPCに転送する処理を実行する。その後、データサーバPCでは、計測データのデータベース化・保存を行い、データおよびグラフ(図-7)を出力する処理を実行する。

上記システムにより、計測データについて、JAEAおよび請負業者事務所でリアルタイムに確認することが可能となり、計測データの一元化・情報共有によるデータ管理の効率化を図っている。

4. まとめ

人工バリア性能確認試験における、3次元モデル、ICTの導入・活用などのCIM(Construction Information Modeling)による計画・施工及び計測データ管理に関する適用事例を紹介した。

3次元モデル化による可視化は、多くの情報を適切に関係者全員で共有することが可能となり、本試験の計画・施工段階で有益であった。

計測データ管理では、情報共有システムを構築することにより、計測データの一元化、リアルタイムのデータ確認を可能とした。今後蓄積される計測データを迅速かつ適切に更新することが必要となり、一元管理により膨大となるデータ管理の自動化などが今後の課題となる。

参考文献: 1) 中山ほか(2013): 幌延 URL における人工バリアの性能確認試験 (1) 試験計画の全体概要, 日本原子力学会 2013年春の年会, 予稿集 A14, p.14.

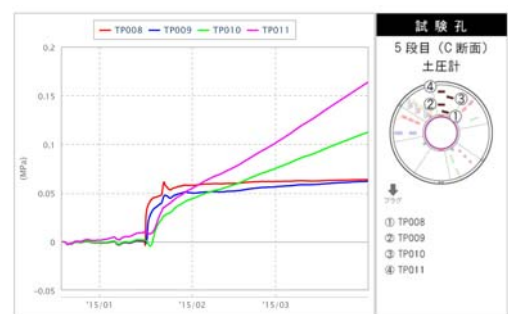


図-7 経時変化グラフ 例(試験孔内 土圧計)