

高レベル放射性廃棄物処分における処分孔三次元遠隔計測システムの適用性基礎試験

（財）原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○多田浩幸*、増田良一、朝野英一
日揮株式会社 正会員 高尾肇、竹ヶ原竜大、上坂文哉
日揮株式会社 宇津野二士

1. はじめに

わが国の高レベル放射性廃棄物の地層処分は人工バリアと天然バリアからなる多重バリア概念が検討されている¹⁾²⁾（図-1 参照）。廃棄体（オーバーパック）及び緩衝材などの人工バリアは岩盤に掘削される処分孔及び処分坑道に定置される。人工バリアの定置作業にあたっては、人工バリアの品質確保と作業効率確保及び作業安全確保のために、処分孔及び処分坑道の状態を遠隔により精度よく、かつ、迅速に計測する必要がある。

そこで、定置作業時に遠隔で処分孔、処分坑道を計測する技術について調査し、地下処分場での使用に有望な計測技術を選定して、その適用性確認試験を実施した。



図-1高レベル放射性廃棄物の地層処分概念²⁾

本研究では、処分孔・処分坑道が定置作業時までに形状の変形や処分孔・処分坑道内での落下物の有無、壁面の湧水の影響などの状態を確認する方法を検討対象とした。

適用性試験に用いた計測装置は一般産業界で用いられている方式を調査し、地層処分技術に適していると考えられる回転式レーザ方式を採用した。また、地下環境において想定している作業時間内³⁾で計測作業をリアルタイムで実施することを想定した。ここでは、縦置き定置方式を対象とし、実規模の処分孔モデルを用いた適用性試験結果と技術的課題について報告する。

2. 試験の概要

(1)試験装置

図-2 に試験装置を示す。試験装置は 360 度回転式レーザセンサとセンサ昇降装置、模擬処分孔（コンクリートヒューム管）、計測装置固定架台、制御・データ収集用 PC で構成されている。レーザセンサは SICK 社製（ドイツ製）でレーザ・タイム・オブ・フライト法を用いた。

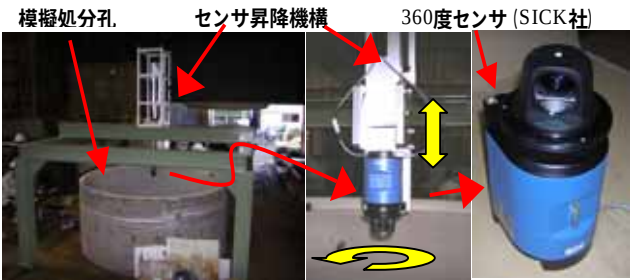


図-2試験装置

模擬処分孔は、処分孔の掘削精度等を考慮し設定した処分孔形状³⁾を基に、内径 2,400mm 高さ 1,150mm の遠心力鉄筋コンクリート管（JISA5732）を使用した。

(2)試験条件

試験条件を表-1 に示す。各計測試験は、①「水平距離の計測試験」では物体の移動量を計測した。試験状況を図-3 に示す。検出体は、高さ 200mm、幅 150mm とした。②「検出下限値の計測試験」では検出体の平面形状を計測した。検出体寸法を図-4 に示す。③「模擬処分孔の計測試験」では模擬処分孔の内壁面までの距離を計測した（図-5 参照）。④「模擬処分孔壁面凹みの計測試験」では処分孔壁面の凹みを計測した（図-6 参照）。

表-1 試験条件	
試験名称	試験条件
① 水平距離の計測試験	物体形状：四角板（200×150mm） 離間距離：250,300,400,600,900mm
② 検出下限値の計測試験	物体形状：三角形、箱抜き三角形 離間距離：1090mm
③ 模擬処分孔の計測試験	模擬処分孔形状測定 直径 2,400mm、高さ 1,150mm
④ 模擬処分孔壁面凹みの計測試験	凹み形状：四角形（縦 100×横 200mm） 凹み深さ：2,10,50mm

キーワード 放射性廃棄物、計測装置、レーザタイム・オブ・フライト、搬送・定置 *連絡先〒105-0001 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 TEL03-3504-1081、FAX03-3504-1297、E-MAIL: tada@rwmco.or.jp

3. 試験結果

(1)計測結果：

①水平距離計測試験の結果を表-2 に示す。計測結果はいずれも設定値 $\pm 25\text{mm}$ ($\pm 1\sigma$) の範囲に入っており、誤差の最大値は 9.8mm である。②検出下限の計測結果からは、凹凸部を通過して模擬処分孔壁面を基準値 (1200mm) $\pm 25\text{mm}$ ($\pm 1\sigma$) で計測しているデータと検出体基準値 (1090mm) から $\pm 25\text{mm}$ の範囲を計測しているデータが得られている。後者は凹凸部形状を正確に認識していないものの、背景である模擬処分孔壁面の前面に何らかの物体があることを示していると考えられる (図-7 参照)。③模擬処分孔計測結果は図-8 に示すとおり設定値 (1200mm) $\pm 25\text{mm}$ ($\pm 1\sigma$) の範囲に入

っている。④模擬処分孔壁面凹みの計測試験結果の例を図-9 に示す。試験結果からは凹みの深さと計測精度の関係を確認した。

(2)三次元表示結果：

計測システムの運転制御及び収集データの三次元表示は一台の PC でリアルタイムに行った。PC の画面は制御数値の入力エリアと計測中のデータをグラフ表示させ、測定点をリアルタイムで三次元表示させることにより計測中の状態把握を行った (図-10、三次元処理例)。

4. まとめ

①物体の移動量の検出では、センサの精度範囲内で満足できる結果を得た。②の検出下限値では、三角形と抜き三角形では実際よりも小さく結果が得られたが、これは分解能とレーザスポット径による影響と考えられる。③模擬処分孔としてコンクリート製ヒューム管を用いたが、センサの精度範囲内で、円筒形状を計測することができた。④凹みの検出では、凹みの設定深さがセンサ側の精度以内であれば検知することが可能であることが分かった。これらの結果から、作業時の定置精度と計測装置に要求される計測精度に見合った装置仕様と、現状での技術課題を整理することができた。なお、本報告は経済産業省からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である。

参考文献

1)核燃料サイクル開発機構:わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ、分冊地層処分の工学技術、JNC TN1400 99-022、1999 2)原子力発電環境整備機構:高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料-2 処分場処分場の概要、2002 年 12 月 3) (財) 原子力環境整備促進・資金管理センター、平成 12 年度高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査報告書、遠隔操作技術高度化調査 (2/2)、平成 13 年 3 月

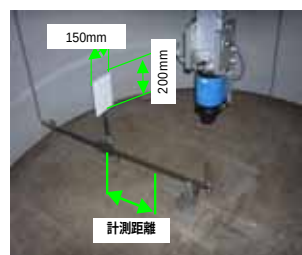


図-3 水平距離計測試験

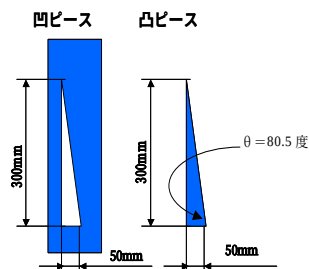


図-4 検出下限凹凸ビース



図-5 模擬処分孔計測

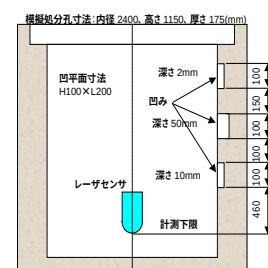
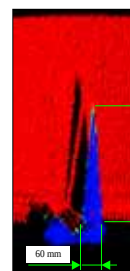
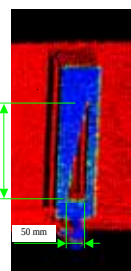


図-6 模擬処分孔凹計測

表-2 水平距離計測結果

項目	ケース No.	計測結果	
		計測値	誤差
90 度 (凸)	KH-250-90	255.9	5.9
	KH-300-90	309.8	9.8
	KH-400-90	401.6	1.6
	KH-600-90	593.3	-6.7
	KH-950-90	940.9	-9.1
225 度 (凹)	KH-250-225	249.1	-0.9
	KH-300-225	302.6	2.6
	KH-400-225	401.1	1.1
	KH-600-225	595.4	-4.6
	KH-950-225	951.9	1.9



KS-凹-01検出 KS-凸-01検出体
図-7 検出下限計測結果

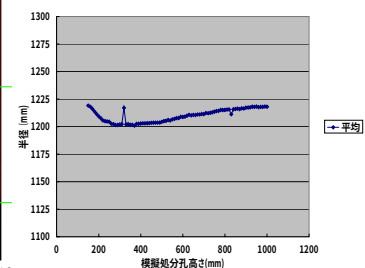
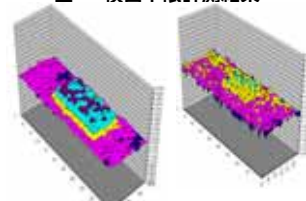


図-8 模擬処分孔の半径計測結果



左: 深さ50mm、右: 深さ10mm
図-9 凹み部の計測結果

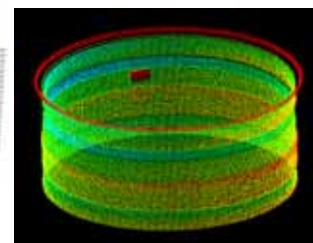


図-10 三次元表示結果