

高レベル放射性廃棄物の地層処分におけるモニタリングに係わる計測・伝送技術の検討

（財）原子力環境整備促進・資金管理センター 高尾 肇 杉山 和稔
鹿島建設株式会社 ○高村 尚 奥津 一夫
坂田電機株式会社 中山 淳

1. はじめに

地層処分におけるモニタリング技術には、地層処分特有の高温、高圧、高放射線、遠隔、長期間等の様々な条件が課せられる。IAEAの技術文書⁽¹⁾の中には、地層処分のモニタリング技術に関する要件が説明されている。それらの中から本研究では「バリアを乱さないこと」及び「交換・メンテナンスができること」に注目し、2つの技術（「地中無線式センサ」と「移動式センサ」）のフィージビリティを検討した。

なお、「高レベル放射性廃棄物処分の安全は、長期にわたる人間の直接的な管理（モニタリングを含む）に依存すべきではない⁽²⁾」ことを原則とするものの、モニタリングは地層処分に対する信頼性向上や社会的要求の観点から議論されており、本研究においてもそのような立場から技術的内容を検討するものである。

2. 地中無線式センサ

(1) 特徴

地層処分では、モニタリング機器の設置によりバリアに水みち（核種の選択的移行経路）が生じることを防止する必要がある。バリアを乱す最も大きな要因の一つは、モニタリング機器に接続されているケーブルの存在である。ケーブルがあるため（水みちになるため）、処分施設のモニタリングは技術的に困難であるとされることが多い。この問題は、試験施設や実証施設での試験や実証用モニタリングのデータの信頼性にも関係する。試験・実証用の緩衝材、坑道周辺岩盤等に、ケーブルや試験孔を多く設置すると、それらが水みちとなりバリアを乱す恐れがあるため真の値をモニタリングすることが困難になることが想定される。また、ケーブルの養生も大掛かりになる。海外で実施されたプラグ内モニタリングではケーブルには全てベントナイトラバーを設け、配線にも配慮した結果、プラグ設置に要した時間の1/3がモニタリング機器の設置に費やされたという事例もある⁽³⁾。

本センサの特徴は、モニタリング機器を無線化するこ

とによりバリアを乱さない（水みちをつくらない）モニタリングを可能にすることである。

(2) 概念

図1に短距離型地中無線センサ、図2に長距離型地中無線センサによるモニタリングイメージを示す。

天然バリアや人工バリアの各モニタリング対象に、データ送信装置、電源等を内蔵した地中無線式センサを埋設する。センサがモニタリングしたデータは無線でデータ管理設備に伝送される。

通信距離や通信期間、通信頻度を変えたり、データ通信中継機を配置したりすることにより、遠く離れた箇所からの遠隔モニタリング、あるいは埋め戻し後のニアフィールドのモニタリングが可能になる。

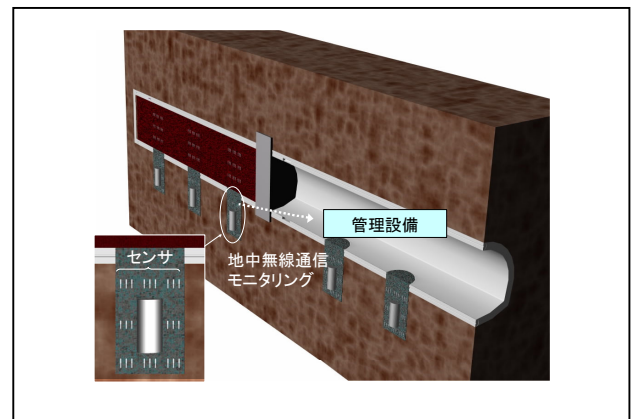


図1 短距離型地中無線センサによるモニタリング

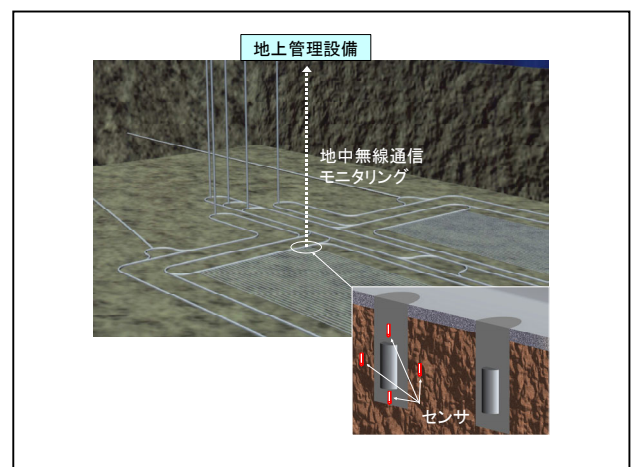


図2 長距離型地中無線センサによるモニタリング

キーワード：地層処分、モニタリング、センサ、無線、交換、メンテナンス
連絡先：〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-8-10 原子力環境整備促進・資金管理センター
電話：03-3504-1081 Fax：03-3504-1297 E-mail：takao@rwmc.or.jp

（３）フィージビリティの検討

地中無線式センサのフィージビリティに関して以下の項目を検討した。

- ・ 低周波電磁波を利用した地中無線データ通信
- ・ データ通信可能距離
- ・ 数年～50 年程度対応電源の調査と消費電力の算定
- ・ 長距離通信の場合の中継機配置

3. 移動式センサ

（１）特徴

地層処分事業は建設段階から閉鎖段階まで数 10 年を要する長期事業である。これに対し、センサの寿命は非常に短い。したがって、例えば建設段階から閉鎖段階までの数 10 年間を継続してモニタリングするためには、センサの交換・メンテナンス技術が不可欠である。本センサの特徴は、センサの交換・メンテナンス性を向上させ、必要に応じてセンサを交換・メンテナンスすることにより数 10 年間の長期間モニタリングを継続的に行うことである。

（２）概念

移動式センサによるモニタリングイメージを図 3 に示す。本センサは天然バリアや人工バリアに直接埋め込まれるのではなく、天然バリアや人工バリアにあらかじめ設置されたセンサを挿入する管（以下、走向管）の中に挿入される。必要に応じてセンサを移動・交換しながらモニタリングを継続する。

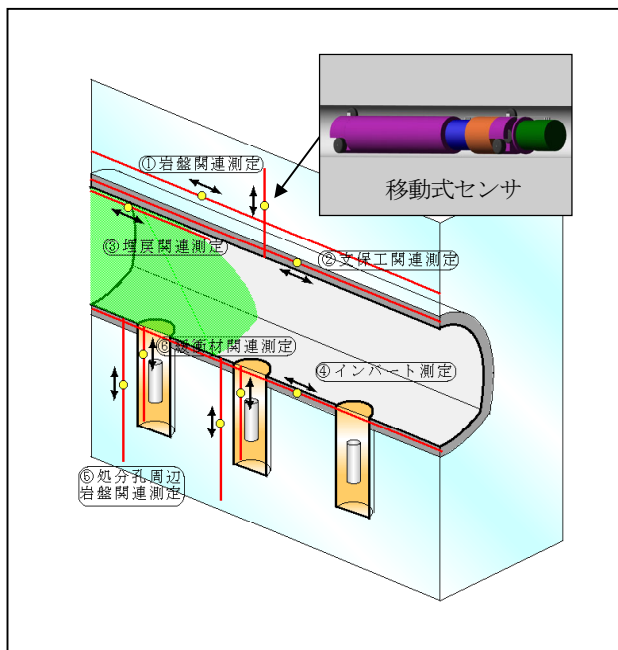


図 3 移動式センサによるモニタリングイメージ

（３）フィージビリティの検討

移動式センサのフィージビリティに関して傾斜計を対象としたプロトタイプセンサを製作し、以下の項目を検討した。

- ・ 走行機能（ステッピングモータでの自立走行）
- ・ モニタリング位置検知機能（ホール素子による測定位置検知）
- ・ データ転送機能（赤外線による無線データ転送）
- ・ 電源供給（電磁誘導による非接触充電）
- ・ 自立制御自己学習機能（センサ移動時期等の学習機能）
- ・ プロトタイプ対象センサ（ベアリング傾斜計）

4. まとめ

本研究の主な成果を以下に説明する。

＜地中無線式センサ＞

ケーブルをなくすことによりバリアへの影響を低減するモニタリングの概念を提示した。

無線で距離 100m(センサ単独)～1000m 程度(中継機使用)の地中データ通信の可能性を示した。また計測頻度や通信頻度及び低消費ユニットを検討することにより、電気消費量を低減し、数年～50 年程度の継続的モニタリングの可能性を示した。

＜移動式センサ＞

センサの交換・メンテナンス性を向上することにより、数 10 年単位の継続的モニタリングを可能にする概念を提示した。プロトタイプセンサにより、基本特性を確認することができた。

今後は、室内試験、現位置試験を通じ、これらの技術の有効性、及びさらに長期的な継続的モニタリングの可能性を示していくことが重要であると考えられる。なお、本報告は「高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査／経済産業省」の成果の一部である。

参考文献

- (1) IAEA, 2001, Monitoring of geological repositories for high level radioactive waste, IAEA-TECDOC-1208, ISSN 1011-4289, Vienna.
- (2) 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次とりまとめ—総論レポート、平成11年11月26日
- (3) 升元、藤田、杉田、カナダ URL におけるトンネルシーリング試験、土木学会第54回年次学術講演会Ⅲ-A280、p.560-561、1999