

地中無線モニタリング技術の適用性検討

鹿島建設 正会員 ○新保 弘, 高村 尚

Andra (仏国放射性廃棄物管理機関) Louis Londe, Jean=Philippe Dubois

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 青木 和弘, 須山 泰宏

1. はじめに

放射性廃棄物処分において, バリアに悪影響を与えないモニタリング技術として地中無線通信によるモニタリング技術が提案されている¹⁾. 本報では, 仏国の処分コンセプトに対する地中無線モニタリング技術の適用性検討について報告する.

2. 地中無線の概要

ケーブルにより処分施設内のモニタリングを行う場合, バリア内を貫通するケーブルがバリア性能を劣化させる可能性がある. 低周波の電磁波を用いた地中無線通信技術は, ケーブルをなくすことにより, 水みち要因の排除, ワイヤリングコストの低減など, 放射性廃棄物処分におけるモニタリングの信頼性と実現性を高めるものである. システムの外観を図-1に示す. 円筒形の送信機と円盤型の受信機にはそれぞれにコイル状のアンテナが内蔵されており, 電磁誘導の原理で情報が無線伝送される.

3. 仏国 Andra の処分コンセプトの概要

仏国の放射性廃棄物管理機関 Andra の処分コンセプトの一例として, ガラス固化体(C 廃棄体)の処分コンセプトを図-2に示す. C 廃棄体はオーバーパックに封入された状態で水平の処分坑道に横置き定置される. ここに無線モニタリングを適用する場合, 遮蔽用の鋼製プラグ内に送信機を設置し, アクセス坑道内でその信号を受信する構成が一例として考えられる. この場合, 送信機を囲む鋼製プラグや鋼管, また閉鎖時に充填されるベントナイト系緩衝材が通信性能に影響を与える可能性がある.

4. 適用性試験とその結果

4.1 鋼製部材の影響

Andra のコンセプトを模擬した鋼製部材を用いて, 地中モニタリングシステムの通信性能試験を行った. 模擬鋼製プラグと模擬鋼管の外観を図-3に示す. 鋼製プラグは図-4に示すように, 標準的な形状(a)に加え, 電磁波の通り道を作るため開口を設けたもの(b), 鋼製プラグの一部を絶縁したもの(c)について比較検討した. 試験は鋼製プラグ内に設置した送信機の向きを変化させ, 鋼管内外で通信距離と受信電圧を測定することにより, これらの鋼材が電磁波の伝播に与える影響を確認した.

試験結果を図-5に示す. まず, 鋼管内で送信機を水平に設置



図-1 地中無線通信システム

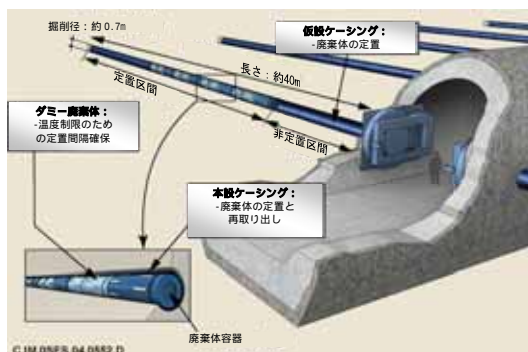


図-2 Andraの処分コンセプトの一例²⁾

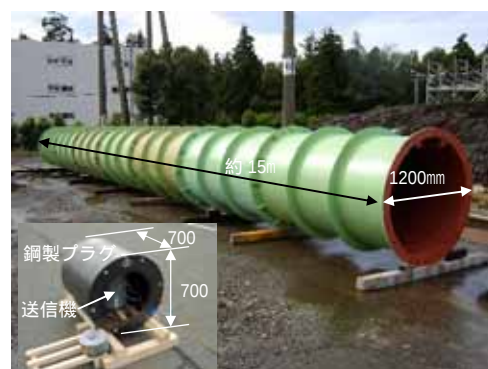


図-3 鋼管と鋼製プラグ



図-4 鋼製プラグの形状

キーワード 放射性廃棄物処分, モニタリング

連絡先

〒107-8502 東京都港区赤坂6丁目5-30 鹿島建設 土木設計本部 設計技術部 TEL.03-6229-6684

すると、鋼管内の受信電圧分布は非常に小さいことがわかる。一方、送信機を鉛直に設置すると、受信電圧分布は大きく改善される。さらに鋼管を一部絶縁することにより受信電圧はさらに大きくなり、鋼製プラグがない場合と同程度まで改善されることがわかる。

これらの試験結果は図-6に示すメカニズムにより説明できる。まず(a)のように鋼管内で水平に送信機を設置すると、電磁波による誘導電流の方向が鋼管の円周方向に一致するため、鋼管内に大きな誘導電流が流れ、電磁波の大きな減衰につながっていると考えられる。一方、(b)のように送信機を鉛直にした場合は、鋼管内に流れる電流は小さくなるが、鋼製プラグ内で大きな誘導電流が流れる。そこで、(c)のように鋼製プラグを一部絶縁して誘導電流を生じにくくすることにより、電磁波の減衰を抑制し、通信距離を伸ばすことができると考えられる。上記の特性は電磁界解析によっても定量的に確認できた(図-7)。

4.2 緩衝材の影響

施設閉鎖時には、鋼管内にベントナイト系緩衝材が充填される。この影響を確認するための電磁波伝播試験を行った。試験は図-8中に示すように、鋼管を空もしくは内部にベントナイトや淡水・塩水を充填した状態で、鋼管端部に設置した小型のコイルアンテナから低周波電磁波を発生させ、鋼管外で小型のコイルアンテナに発生する電圧を測定した。試験結果を図-8に示す。これより、鋼管をベントナイトで充填した場合の低周波電磁波の伝播特性は充填しない場合とほとんど差がなく、ベントナイトの存在は、通信性能に影響を与えないことがわかった。ただし、淡水や塩水の場合には、導電率の違いにより若干受信電圧が低下した。

5. おわりに

Andraの処分コンセプトを模擬した鋼材や緩衝材を用いた地中無線モニタリングシステムの通信試験を行った結果、電磁気的な構造を考慮することにより、本システムは鋼部材の多い環境においても適用可能性があることが示された。本検討結果に基づき、原環センターとAndraは共同研究を開始し、現在ピュール地下研究所の地下490mの水平坑道内において長期モニタリング試験(2007~2012年予定)を実施中である。

参考文献

- 1) 高村尚ほか：「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」, 土木学会第57回年次学術講演会, 平成14年
- 2) Andra: 「Dossier 2005 Tome Architecture et gestion du stockage géologique」, 2005

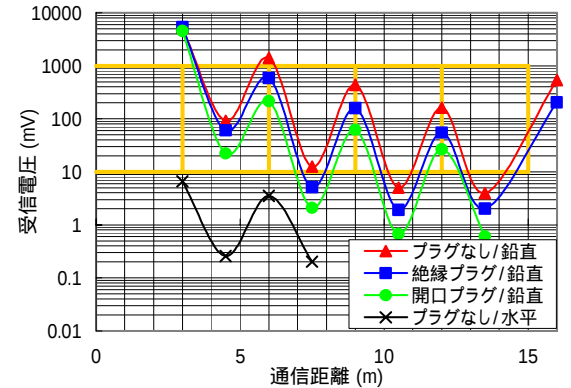


図-5 鋼管内の試験結果

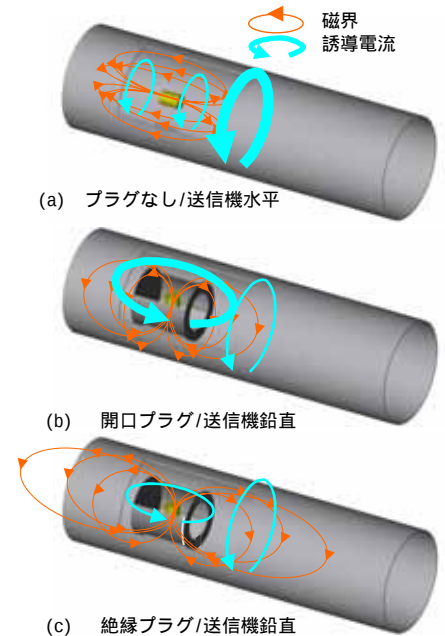


図-6 磁界と誘導電流の挙動

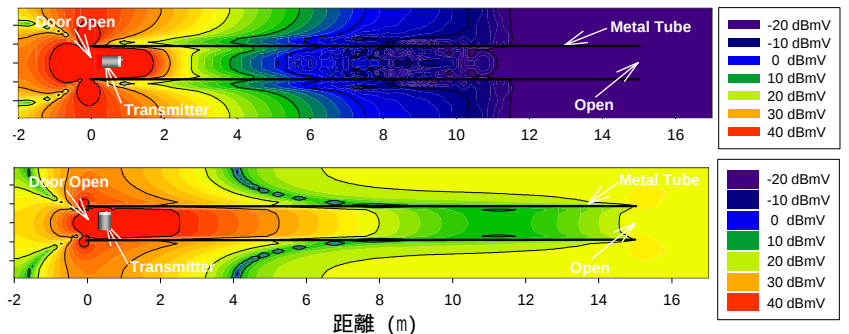


図-7 電磁界解析結果の一例

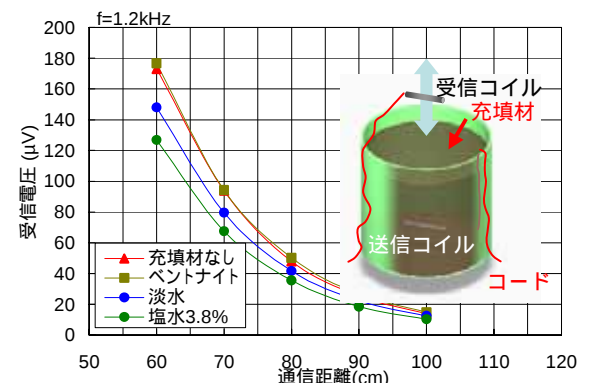


図-8 緩衝材の影響