

高レベル放射性廃棄物処分における無線電波伝搬技術地下坑道試験および電波伝搬シミュレーション技術の検討

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 中島 均、朝野 英一
 日揮株式会社 正会員 高尾 肇、上坂 文哉
 日揮株式会社 松永 繁秋
 東京工業大学 高田 潤一
 株式会社構造計画研究所 河村 雅彦、吉敷 由起子

1. はじめに

わが国の高レベル放射性廃棄物の地層処分施設は地下300m以深の安定した岩盤中に建設し、地下坑道の延長は立坑・斜坑を除いても約250kmにおよぶ(図-1参照)。人工バリアの搬送・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、地下坑道を走行する装置の状態を遠隔により精度よく、かつ、迅速に把握する必要がある。そこで、地下坑道での監視制御データ等の授受をメッシュ型無線LAN装置で行うことを提案した。

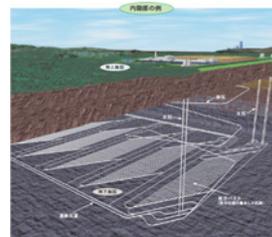


図-1 施設鳥瞰図 1)

無線方式は有線方式に比較するとケーブルなどの設備設置やメンテナンスの省力化などが図れる反面、電波の反射などの影響を受け、通信距離が大きく制限を受けることも考えられる。しかしながら、メッシュ型の通信網は無線機同士の通信回線が途絶えたときでも迂回経路を構築できることから回線途絶に対する冗長性が高いメリットがある。ここでは、地下坑道内での電波伝搬試験結果および、改造した電波伝搬シミュレータのシミュレーション結果と試験結果の比較評価を行った。これらの結果と課題を報告する。

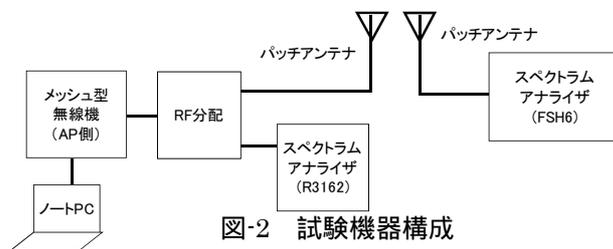


図-2 試験機器構成

表-1 試験の種類と概要

		実機を用いる実験	信号発生器(SG)を用いる実験
目的		遅延広がりを確認 (距離固定)	伝搬利得(受信電力強度) (周波数固定)
測定点		0m、30m、60m地点(距離固定)	0m~60m(距離連続)
送信側	送信周波数	4.92GHz±0.009GHz	4.92GHz
	出力	変動	一定
	機器	実機(StrixSystem)	信号発生器(SG)
受信側	測定周波数	4.92GHz±0.05GHz(300kHz間隔)	4.92GHz(固定)
	測定時間	長い(数回の測定を行い平均化する)	短い
	機器	スペクトラムアナライザ(受信設定100MHzスパン)	スペクトラムアナライザ(受信設定0スパン)

2. 試験の概要

メッシュ型無線LAN実機を用いた試験による坑道内での受信レベル測定、および、信号発生器を使用した伝搬利得距離特性測定を行った。

(1)メッシュ型無線LAN実機を用いた試験の試験装置

図-2に試験機器構成を示す。表-1の左側に試験の概要を示す。この試験では送信点から30m、60m地点でメッシュ型無線LAN実機の電波受信し、遅延広がりを測定した。

試験パラメータは、坑道中央に送受信アンテナを置く場合と坑道壁際に送受信アンテナを設置する2ケースとした。

(2)信号発生器を用いた試験の試験装置

表-1の右に試験概要を示す。この試験では周波数を固定して伝搬利得を測定した。試験パラメータは上記と同様である。

3. 試験結果

(1)メッシュ型無線LAN実機を用いた試験結果

図-3はアンテナ中央で送受信距離60mの結果を示すが、波形を見ると送受信で周波数特性に変化は見られない。受信レベルは、坑道中央の方が壁際よりも若干高い。

キーワード 坑道内電波伝搬, メッシュ型無線LAN, 信号発生器, 坑道内電波伝搬シミュレーション
 連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号(財)原子力環境整備促進・資金管理センター
 TEL03-3534-4546、FAX03-3534-4567、E-MAIL:nakashima@rwmc.or.jp

(2)信号発生器を用いた試験の結果

図-4 のグラフを見ると信号発生器を用いた測定結果に利得の局所的な低下(-35dB 程度)が見られる箇所があった。また、アンテナ位置では中心部が壁面よりも 20dB 程度利得が大きい。

4 .地下坑道を対象とした電波伝播シミュレーション技術の検討

箱形断面の坑道を模擬した既存のレイトレース法を用いたシミュレーションコードを改造して天井が湾曲している坑道形状での計算を行った。表-2 にシミュレーション結果と実測の結果を比較した結果を示す。

5 .まとめ

(1)メッシュ型無線 LAN 実機を用いる試験

メッシュ型無線 LAN 実機を用いた試験では、送信レベルに大きな変動は見られなかった。今回の測定範囲においては、伝送レートが 54Mbps を維持できたことから 30m ~ 60m では伝送上問題はないと推測できる。但し、移動体が相手となって送受信する場合、移動範囲において局所的な利得の低下やマルチパス等による遅延が発生する可能性が考えられる。この様な場合、データの通信速度の低下が発生し、装置の制御性に悪影響を及ぼすこともありえる。

(2)信号発生器を用いた試験の試験結果

伝送レートが確保できる利得の限界値と通信が可能な利得の限界値を図-4 に示した。図-4 では所々で利得の局所的な低下が見られるが、設計に 35dB 減少を見込めばいいことが伺える。アンテナ設置位置は、中心の方が壁際よりも遠方利得の減少が少ない。これは、壁面に接近することによる電波伝搬状態の変化が影響していると考えられる。60m 地点で中心部分の方が壁際よりも 20dB 程度高いことから、坑道内でのアンテナ位置は中央部分に設置すると良いことが分かる。しかしながらアンテナを坑道の中央に設置すると通行に支障を来す恐れがあり、伝送レートを確保しつつ通行の障害とならないアンテナ設置方法等は今後の検討課題である。

(3)地下坑道を対象とした電波伝搬シミュレーション技術の検討

伝搬利得の傾きおよび変動幅の標準偏差がほぼ同程度であることから、シミュレーションでも実測に近い利得および変動幅を推測することができた。

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委託費 処分システム工学要素技術高度化開発」の成果の一部である。

参考文献

- 1)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 処分場の概要、2002 年 12 月

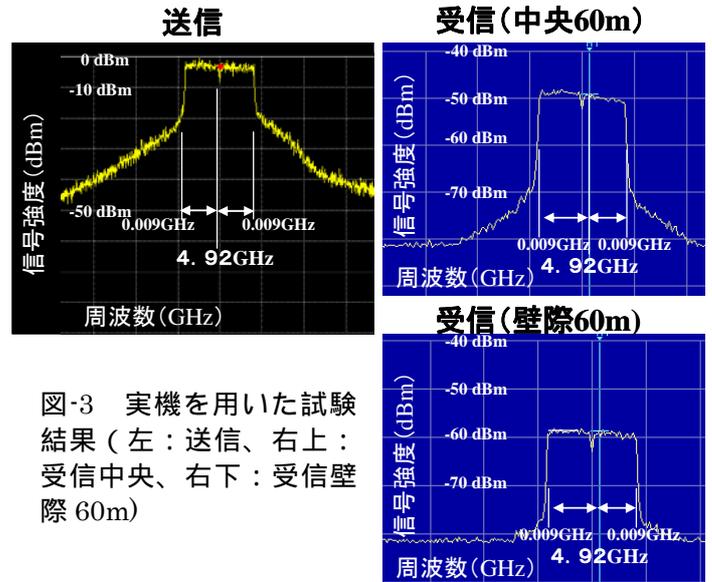


図-3 実機を用いた試験結果(左:送信、右上:受信中央、右下:受信壁際 60m)

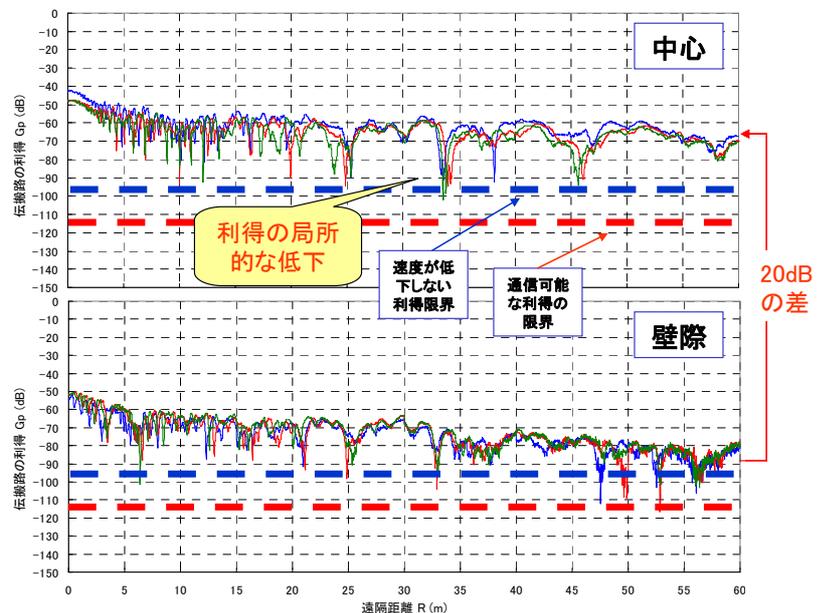


図-4 中央と壁際の測定値の比較

表-2 坑道モデルと実測値の比較

TxRx位置中央	伝搬利得の傾き	変動幅の標準偏差[dB]
坑道モデル	-1.00	5.44
実測平均	-1.02	5.42