

VI-7

導水路トンネル内通信連絡方法の研究

東北電力（株）正会員○金 野 栄一
東北電力（株） 五十嵐 昭夫
東北電力（株） 有 明 毅

1. は じ め に

当社の水力発電所は、212個所の発電所が運転されており導水路の全延長は約640kmを有している。この導水路の保守管理をするため、点検周期に基づく内部点検や導水路改修工事および導水路実態調査等を実施している。また、導水路内作業の現状をみると導水路内は湿度が高く、照明設備などが無い厳しい環境条件でありながら、一旦、導水路に入坑してから地上に上がるまでの間は、外部との連絡がとれない状況にあり、安全確保および作業効率化を図る観点から即時性のある経済的な通信連絡手段の確立が要望されている。そこで、導水路トンネル内通信連絡方法について検討を行い、その中から経済的な誘導無線方式に着目し、実証試験を実施してその実用化について確認したのでその概要を報告する。

2. 通信連絡方法の検討

トンネル内の通信システムは、高速道路や鉄道などのトンネルおよび高圧地中送電線洞道内に採用可能な既存の通信方式としては、無線基地局分散方式、漏洩同軸無線方式および誘導無線方式が考えられる。

無線基地局分散方式および漏洩同軸無線方式は、比較的安定した通信を確保できる反面、設備費がかさむため使用頻度の少ない導水路内での通信方法として採用するには、投資効率化が悪くなるといった欠点がある。

一方、誘導無線方式は、誘導線と移動局の間の電磁誘導結合を利用する通信方式をいい、無線局の免許が不要であること、設備費が比較的安いなどの利点があるが、外部雑音の影響を受けやすいため設置場所により通話品質が悪くなるといった欠点がある。しかし、導水路トンネル内は外部雑音が非常に少なく外部雑音の影響を殆ど受けないことから、誘導無線方式が有利であると判断した。以上のことから、誘導無線方式である平衡2線式誘導無線方式（以下、平衡回路）と不平衡単線式誘導無線方式（以下、不平衡回路）について実際の導水路を使用して通話確認および電波伝搬試験を行った。

3. 実証試験方法

(1) 試験箇所

実証試験は、当社 福島支店管内の大笹生発電所導水路を使用し、2kmの区間で100m毎に通話確認と電波伝搬試験を行った。

(2) 誘導無線方式の諸元

平衡回路・不平衡回路の誘導無線方式による諸元は表-1のとおりである。誘導線線路としては、経済性・保守性を考えてIV線（アース線）を使用した。

表-1 誘導無線方式の諸元

諸 元	基地局	移動局
送信出力	2 W	2 W
送信周波数	68kHz	218kHz
変調方式	FM 方式	
誘導線線路	IV 線（φ 1.6 mm）	

(3) 誘導無線方式のシステム構成

a. 平衡回路（2線方式）システム構成

平衡回路とは誘導線2条を往復する回路である。システム構成(図-1)は、基地局を取水口の土屋内に設置し、導水路内のアーチ部にIV線を2条平行に2km敷設し、最終2km地点で終端器により終端して構成した。

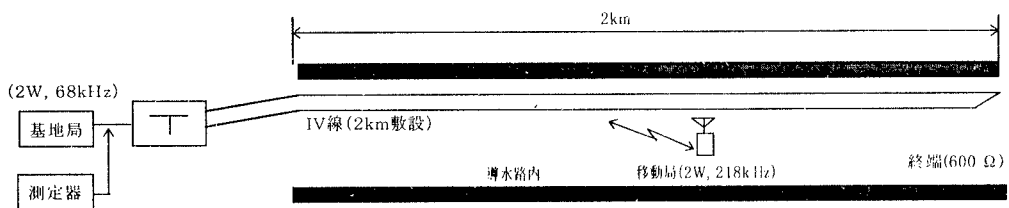


図-1 平衡回路によるシステム構成図

b. 不平衡回路（単線・大地帰還方式）システム構成

不平衡回路とは誘導線1条と大地を往復する回路であり、システム構成(図-2)は平衡回路と同様であるが、導水路内に敷設するIV線を1本にして2km地点でアースに終端して構成した。

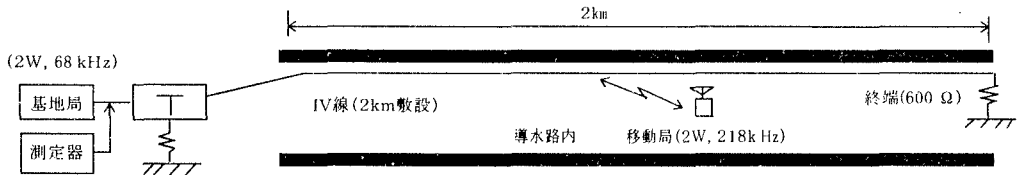


図-2 不平衡回路によるシステム構成図

4. 実証試験結果

(1) 通話試験

基地局側と移動局側との通話試験の結果、2kmの区間までは平衡回路および不平衡回路とも送受信について通話メリット5(※)と良好な結果が得られた。

※通話メリット：通話了解度といい、通話状況を5段階で表し、5は通話状況が一番良い状態。

(2) 電波伝搬試験

基地局側で移動局からの受信電界強度を測定して、電波伝搬調査を行った結果が図-3である。平衡回路は距離が長くなるにつれて減衰し、1700m付近でレベルが弱くなる傾向を示した。不平衡回路についても平衡回路と同様に距離が長くなるにつれて減衰する傾向を示した。

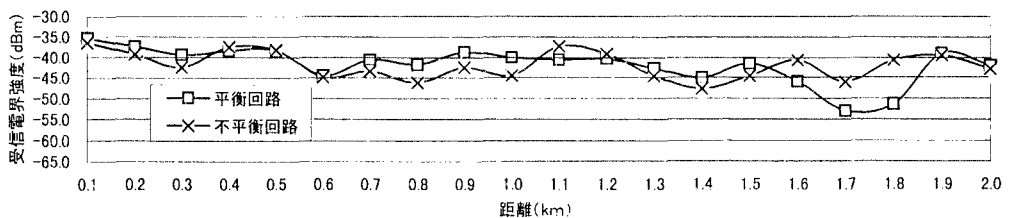


図-3 平衡回路・不平衡回路による電界強度減衰特性（基地局側受信電界強度）

5. まとめ

誘導無線方式による通信システムは、受信電界強度と外部雑音とのレベル差が15dbm以上あれば良好に通話可能である。今回の実証試験結果では、基地局側の雑音レベルが約-85dbmであることから、受信電界強度は約-70dbm以上あれば良好に通話できるため、本導水路トンネルにおける受信電界強度の減衰量は約-30dbmまで許容できるものと考えられる。

この結果から通話可能範囲を推定すると、本導水路トンネルの受信電界強度の減衰量は平衡回路および不平衡回路とも約-4dbm/kmであることから、トンネル延長約7kmまでは通話可能であると思われる。

また、平衡回路と不平衡回路を比較した場合、一般的には平衡回路の方が不平衡回路より安定的である。しかし、今回の結果では不平衡回路でも平衡回路と同程度の結果が得られた。経済性、保守性から見た場合には、導水路内に1条しか敷設しない不平衡回路の方が有利であると考えられる。

6. おわりに

今回の実証試験結果から、導水路トンネル内の通信方式としては、誘導無線方式の実用化が可能であるという結果を得ることができた。しかし、導入にあたって今後の検討課題としては、①導水路トンネル内と社内電話回線網に接続できるようにする。②基地局の構造を可搬型とし汎用性を高める。③誘導線のIV線が断線した場合の検知方法を確立する。以上3点について検討し、さらに経済的な導水路トンネル内通信システムとしていきたい。