

VI-104 送信パルス可変型インパルス地下レーダー装置による探査について

東京電力（株）正会員 ○木村應志 杉 正
応用地質（株） 坂山利彦 兼崎幸雄

1. まえがき

地中埋設物探査では、電波を地表面上のアンテナから地中に向かって発射し、埋設物からの反射波を捉える電磁波反射法による探査が盛んに行なわれている。この方法は、高い精度と分解能が得られるが、探査深度が地盤の比抵抗に大きく左右され、低比抵抗地盤では、極浅部の探査に限られる。筆者らは、送・受信回路を改良し、送信出力および最小受信感度を向上させた結果、従来の機器に比べて約 2 倍の探査深度が得られた。また、本開発では、昨年の報告¹⁾の結果を踏まえ、数種のパルス幅とアンテナを組み合わせる探査システムとした。今回は、この新しく共同開発した探査装置を用いた探査結果について報告する。

2. 探査装置の構成

探査装置は、図-1 に示すように、従来どおり、送・受信アンテナ、送・受信プローブ、システムコントローラで構成されているが、送信プローブは、地盤に応じて所要の分解能が得られるようにパルス幅を変えた 5 種類（1ns, 2ns, 3.5ns, 5ns, 10ns）の送信プローブを開発した。また、送・受信アンテナの寸法も 5cm, 15cm, 25cm, 30cm の 4 種類とした。なお、送信波形、アンテナの形状は、図-2 に示すとおりである。

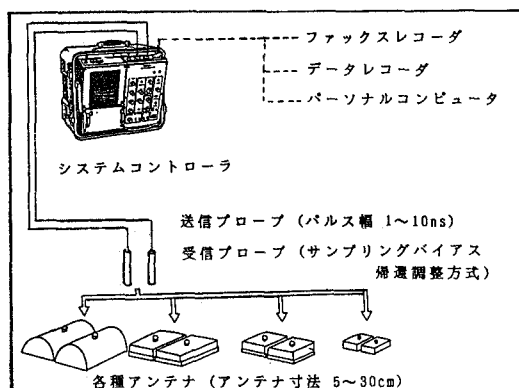


図-1 探査装置の構成

3. 送・受信回路の改良²⁾

(1) 送信回路の改良

従来の送信回路では、半導体素子は、通常使用されているバイポーラトランジスタであり、この素子のコレクタ、エミッタ間に定格以上の過電圧を加えた状態（アバランシェ領域）で動作させている。この方式では、図-3 に示すように、送信出力は、せいぜい 400W 程度であり、それ以上出力を上げようとすると素子が破壊（ショート）してしまい、原理的にこれ以上の出力向上は、不可能であった。そこで、筆者らは、FET（電界効果トランジスタ）素子がバイポーラトランジスタと比較して原理的に高い電圧まで動作することに着目し、FET 素子を使用した結果、出力特性は、図-3 に示すように 0~3KW_{pp} の範囲で送信出力の向上と制御が可能となった。

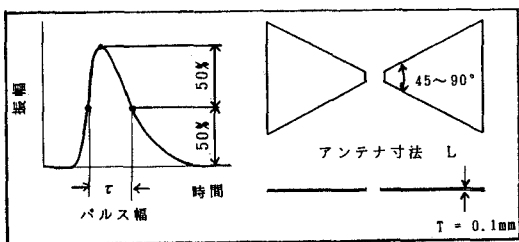


図-2 送信波形とアンテナ形状

(2) 受信回路の改良

受信回路内のサンプリング回路は、高周波の受信信号をパルスサンプリング手法により低周波に変換するものである。従来は、サンプリング回路にお

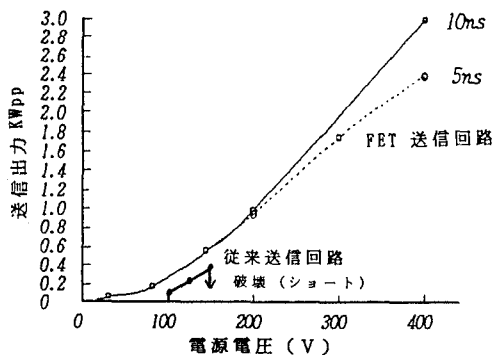


図-3 送信回路の最大出力特性

けるサンプリングダイオードのバイアス電圧値が固定であるため、受信信号の大幅な変化に対して信号が歪み、ノイズが発生し、受信感度の低下を招いていた。今回は、このバイアス電圧値を常に入力高周波信号に比例した最適なバイアス電圧値になるように1サンプリング毎に抽出された信号に追従して、次のサンプリング時刻のバイアス電圧値を変化させる方式（サンプリング帰還調整方式）のサンプリング回路を開発した。この結果、最小受信感度は、図-4に示すように従来に比べて2～3倍程度向上した。

4. 探査実験結果

(1) 深部の埋設管探査

実地盤において比較的深部にある埋設管（鋼管）の探査実験を実施した。地盤条件は、アスファルト舗装下のローム層であり、一部砂礫層が介在している。探査条件は、送信パルス幅を5ns、アンテナ寸法を25cmとし、送信出力は、1KW_{pp}とした。探査結果は、図-5に示すように、往復反射時間約140nsの位置に埋設管の反射が明瞭に捉えられている。ワイドアングル測定により求められた地盤内の電磁波伝播速度は、7.5cm/nsであるので、埋設管の深度は、5.2mと求められ、深部における埋設管探査が可能であることを確認した。

(2) 浅部の埋設管探査

モデル地盤において、深さ40cmの浅部にあるφ13mm、φ25mmの塩化ビニール管の探査実験を行った。地盤は、ローム地盤で厚さ15cmのアスファルト舗装が施されている。探査は、送信パルス幅を1ns、アンテナ寸法を5cmの組み合せで行った。探査結果は、図-6に示すように、それぞれのパイプを鮮明に捉えている。

5. あとがき

今回は、新しく開発した探査機器を使ってパルス幅とアンテナの組み合せおよび送信出力の調整により、1m以下の浅い深度の埋設管から5mを超える深部の埋設管まで探査できる見通しを得た。今後は、さらに、実地盤における探査データを蓄積し、この機器の実用性について評価する予定である。

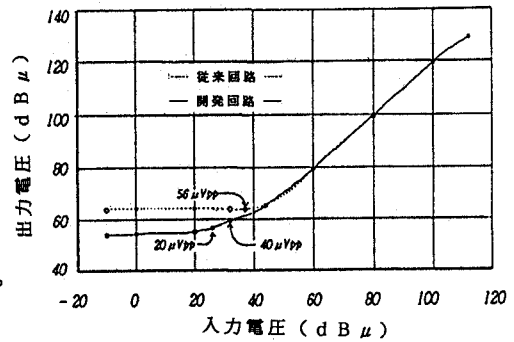


図-4 受信回路の入出力特性

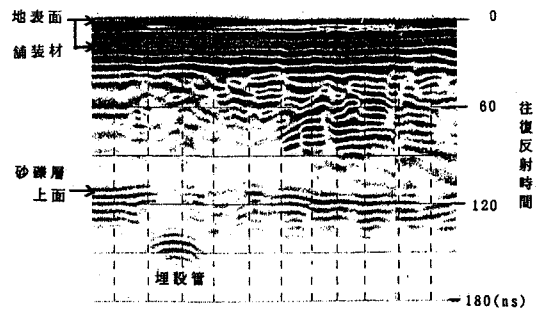


図-5 深部の埋設管探査結果

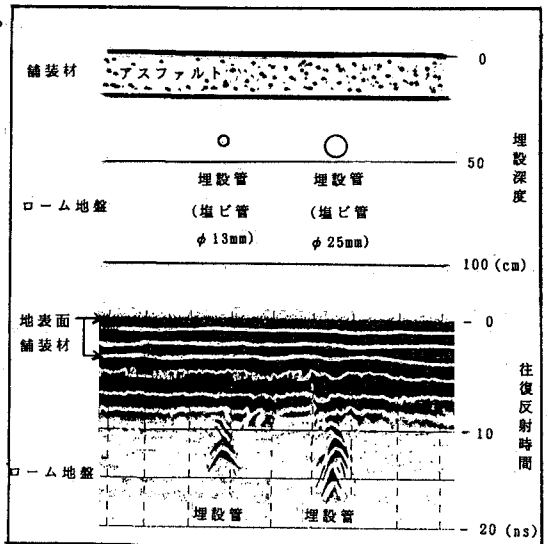


図-6 浅部の埋設管探査結果

参考文献

- 1) 木村・山田：電磁波を用いた埋設物探査技術における送信受信特性と土質性状との関連について
土木学会 第43回年次学術講演会（昭和63年10月）
- 2) 木村・山田・兼崎：電磁波反射法による地中埋設物探査技術について（その1）
物理探査学会 第79回学術講演会（昭和63年度秋期）