

(V-18) 周波数領域でのパターン認識を利用した 埋設物探知技術

NTT 技術協力センタ* 新規事業開発室**
永島裕二* 須藤佳一** 増田順一* 永井英二*

1. はじめに

地中埋設物体を探知するための代表的な方法としてパルスレーダ法があり、現在も各方面で研究が進められている。^{(1),(2)} しかし、パルスレーダ法では、観測される信号は様々な反射波の重畳となるため、探知目標物体からの反射波と不要反射波との識別が非常に困難である。このため埋設物の位置を明確に判断できないという問題点があった。そこで筆者らは、反射波の持つ周波数領域の情報を利用することにより両者の識別を可能とするパターン認識技術を開発したので報告する。

2. パターン認識の原理

アンテナから送信された電磁波は地表面の透過・地中の伝播及び標的における反射という3つの過程においてその周波数分布が変化する。図1に単純化した地中のモデル及び伝達関数を示す。受信器の帯域が充分広いとして、 $G(f) = 1$ とする。アンテナを3次元空間のX-Y平

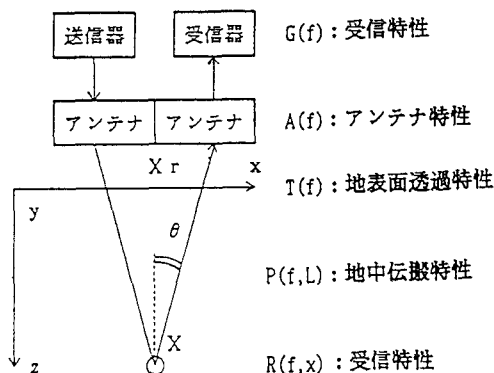


図1 地中モデル

面の点 $X_r = (x_r, y_r, 0)$ に置く。アンテナは送受信一体とすると、周波数 f に対する観測信号 $U(x_r, f)$ はフレネル・キルヒホッフの回折積分⁽³⁾にもとづいて次の様にかける。

$$U(X_r, f) = \iint_{-\infty}^{\infty} (\cos \theta / L^2) (j f / v) A(f) T(f) P(f, L)$$

$$R(f, X) U_0(f) \cdot \exp(-j 4 \pi f L / v) dx dy$$

θ : 点 X における物体面上の法線と点 X, X_r を結ぶ線分と成す角

V : 地中電波伝播速度 $L = |X - X_r|$

$U_0(f)$: アンテナへの入力信号

$A(f)$ は局所的な測定平面においては一定と見なせる。従って土質が一定と仮定すれば物体の反射特性 $R(f, x)$ により管からの反射波と不要反射波とを周波数領域において分離できる。

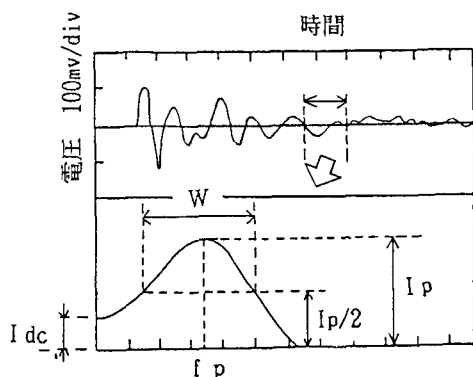


図2 周波数スペクトル

図2は観測信号及び埋設管による反射波(同図矢印の部分のみを取り出した分割波)を周波数領域に変換した例(オートパワー変換)である。このスペクトル分布を評価するため、以下の3つのパラメータを選んだ。即ちスペクトルピーク周波数 f_p 、半値幅 W 、直流成分比 $R_{dc} (=I_{dc}/I_p)$ である。様々なデータ解析の結果埋設管からの反射波のパラメータ値はある特定の範囲に集中することを明らかにできた。そこで範囲外のパラメータ値を持つ分割波を不要反射

波と認識し除去すれば、埋設管からの反射波のみを観測信号から抽出できる。

3. 処理フロー

処理フロー及び処理例を図3に示す（探知目標：深度1m 75mmφ金属管、送信信号： $V_{pp}=60V$ インパルス）。図1(a)はパルスレーダ法による地中断面図である。図1(b)は(a)を構成する観測信号の一つである。埋設管からの反射波は、観測信号のいずれかの時間位置に重畳している。そこで、観測信号をある時間間隔毎に分割し、これら分割波を上述したパラメータで識別する（図3(c)は観測信号を一波長毎に分割した例である。）。

本パターン認識により、管からの反射波を観測信号から抽出した例を図3(e)、地中断面図を(f)に示す。同図に示されるように、埋設管の位置を明確に判断できる。

4. おわりに

本パターン認識により、埋設管を従来よりも容易に判別できる技術を確認できた。今後は本技術の道路等の実環境での適用範囲を明確化する。

参考文献

- (1) 鈴木：計測と制御 vol.20, no.8, pp.762-772 (1981).
- (2) 荒川、鈴木、肖：電子情報通信学会技術研究報告 vol.87, no.16 (1987).
- (3) 大隅・上野：電子情報通信学会 A.P81-145, pp.13-16, (1982).

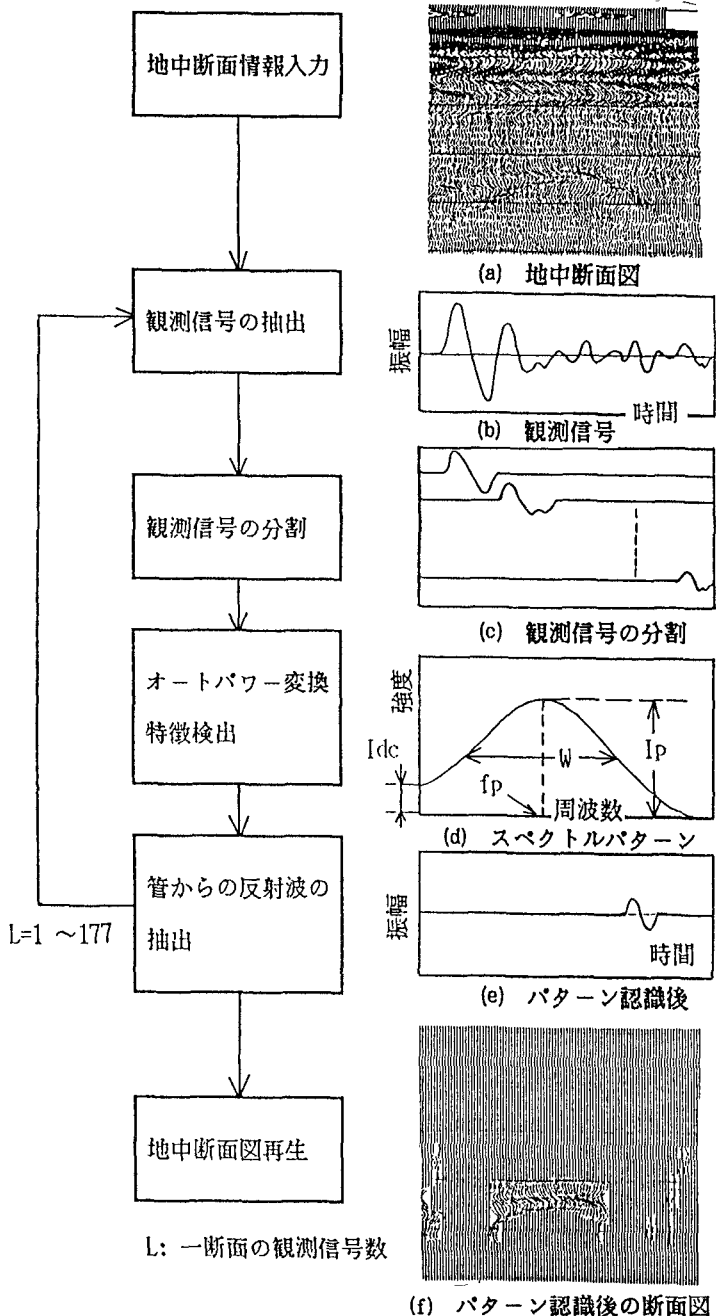


図3 処理フロー及び処理例