

東京工業大学 正員 奥島基良

" " 正員 〇本岡誠一

1. まえがき ガス管、水道管、電話ケーブル等の地下埋設物を比較的容易に探知できる技術の開発が望まれている。筆者らは地表上に送・受波器を置き、パルス反射法を用い、受信信号に特殊な実時間相関処理を施し、地中の断面像を作製することにより、地下埋設物を探知する方法を考案し、モデル砂槽を用いて埋設管の探査実験を行なった。その結果、筆者達の考案した方法が非常に有効であることが確かめられたので報告する。

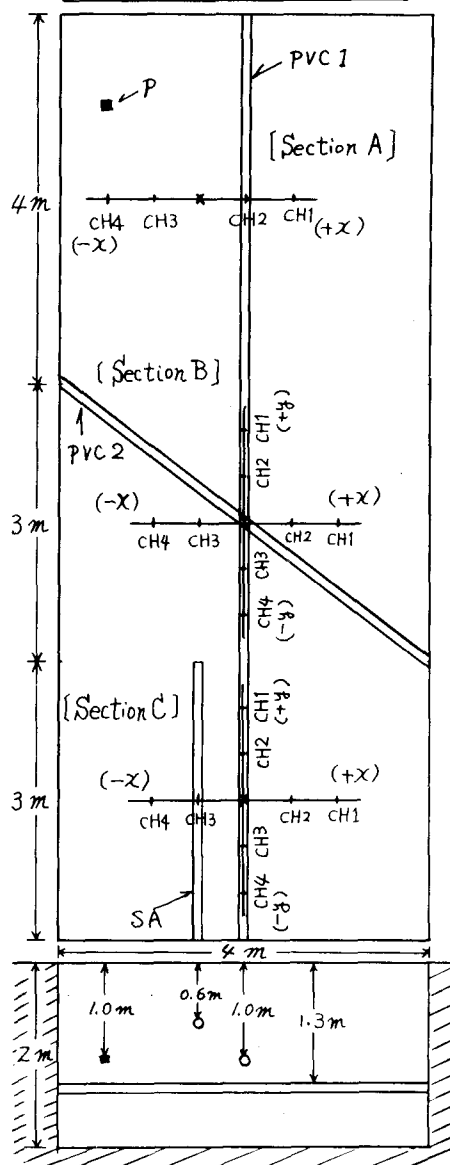
2. モデル砂槽の概要 モデル砂槽は電電公社茨城通研通信工本研究室の屋外実験場に設けられた。寸法は幅4 m、長さ10 m、深さ2 mで、深さ約1.3 m以内に、直径8 cmの塩化ビニール管(PVC管)2本と、銅管(SA管)1本が埋設された。使用した砂は、粒径のかなりそろった山砂である。Fig.1 にPVC管とSA管の埋設状況とモデル砂槽の概要を示した。

3. 測定装置および測定方法 Fig.2 a) に現場測定のプロック図を示した。インパルス音源として電磁誘導形送波器を、受波器として電気ひずみ形受波器4個を用いた。測定場所はFig.1 に示したA, B, Cの3箇所である。図中、X印に音源を置き、この音源を中心に左右対称に50 cm 間隔で直線的に受波器を4個配列し、埋設管からの反射波を同時録音した後、研究室に持ち帰り、再生時に実時間相関信号処理を施し、地中の断面像を作製した。

4. モデル砂槽中での縦波速度 Fig.1 に示した深さ1 m地点に埋設した送波器(P)でインパルス音波を地表面に向けて放射し、その真上の地表上に置いた受波器で放射音波を受信し、その伝搬時間を測定して縦波速度を求めた結果、153 m/sであった。

5. 信号処理方法 Fig.2 b) に信号処理装置の概要を示す。前もって、探査すべき位置を決め、その位置からの反射信号が時間的に一致するように、径路差に相当した電氣的遅延量を3個の受信信号に与えたのち、2個ずつをそれぞれ加算し、両者の出力信号に実時間相関信

Fig.1. Outline of Model Sand Bath



号処理を施す。探
査方向を変えるに
は、遅延時間を変
えればよい。遅延
時間を順次変えて
ゆけば、空間をス
キャンして埋設物

a) Block diagram of measurement

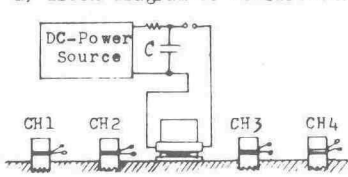
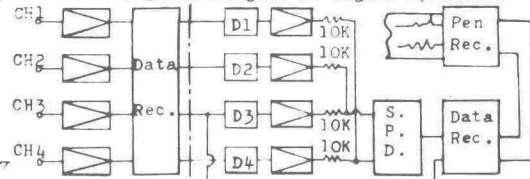


Fig.2 Block diagram of apparatus

b) Block diagram of signal operation



S.P.D. ; Signal processing device

の探知ができる。なお、イ
ンパルス音源を中心に、信
号処理後の記録を実距離で
表示する方法は、前回報告
した方法と同じである。

Fig.4. Position of Sound Source, four Receivers and P.V.C Tube

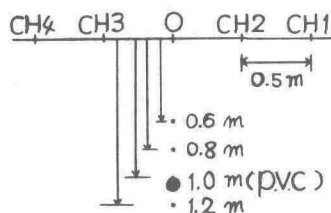


Fig.3. Waveforms of Received Echo Signal

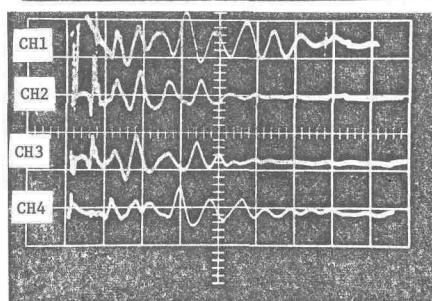


Fig.5. Waveforms of Signal Operation

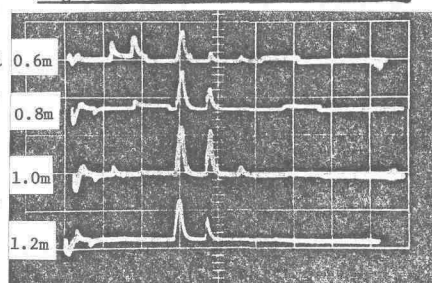


Fig.1 のCの場所で、受信

した4個の反射信号を Fig.3 に示す。Fig.4 に、送・受波器
と埋設管の位置関係を示す。Fig.3 に示した反射信号を用い
て、埋設管の存在する地表面下1.0m地点から上下方向に20cm
間隔で探査設定深度を移動させ、おのゝの場合の信号処理
後の波形の変化の度合から深さ方向の有効探査範囲（写真機
における焦点深度に相当）を求め、記録の有効範囲を決めた。

Fig.5 は Fig.4 に示した各探査地点で得た信号処理後の波形
である。図から明らかなように、いずれの場合も、1mの深
度に相当するほぼ15msの位置に埋設管の存在を示す出力波形が現われている。しかし、探査深度を

0.6m, 0.8m, 1.2mに設定したときに埋設管の存在を示す出力波形の振幅の絶対値と、1.0mに
設定した場合のそれとを比較すれば、0.6mの場合は1.0mの場合のほぼ1/2に、0.8mと1.2mの場
合は1.0mの場合のほぼ0.8になっている。したがって、後者の範囲内の記録像はその深度内の地中
の断面像を表わしていると考えられる。以上の結果から、本実験では、設定深度±20cmの範囲内を
探査したこととし、それ以外の深度範囲では焦点がっていないと考え、有効な記録とみなさないこ
ととした。

7. 実験結果 Fig.6～Fig.12に信号処理後の記録の表示結果を示す。Fig.6, Fig.7 は Fig.1 に示
したCの測定場所で、地表面下1m地点に探査深度を設定し、PVC管を±90°方向（PVC管上に沿
った方向）に走査して探査した結果の記録である。ただし、Fig.6 は相関信号処理を施した記録であ
り、Fig.7 は加算信号処理を施した記録である。Fig.6 では地表面下1m地点にPVC管の存在する
ことがはっきりわかるが、Fig.7 ではよくわからない。したがって、相関信号処理の手法が、加算
信号処理の手法に比べて非常に有効であることがわかる。したがって、以下各測定場所での探査記録
はすべて相関信号処理を施した結果のみについて述べている。

Fig. 8 は測定場所 A で、地表面下 1 m 地点に探査深度を設定し、PVC 1 管を ±x 方向に走査して探査した記録である。表示結果から明かなように、受波器 CH2 の真下 1 m 地点に PVC 管の存在を示す出力波形が現われている。Fig. 9, Fig. 10 は測定場所 B で、地表面下 1.3 m 地点に探査深度を設定し、PVC 2 管を ±x 方向、±y 方向に走査して探査した結果の記録である。結果は、両者とも地表面下 1.3 m 地点に埋設管の存在を示す出力波形がはっきりと現われている。Fig. 11 は測定場所 C で、地表面下 1 m 地点に探査深度を設定し、PVC 1 管を ±x 方向に、Fig. 12 は Fig. 11 で用いた受信信号を用いて、地表面下 0.6 m 地点に探査深度を設定し、SA 管を -x 方向に、それぞれ小探査した記録である。両者とも、PVC 1 管および SA 管の存在をそれぞれ明確に示しており、埋設管の存在が確認された。以上、Fig. 6 ~ Fig. 12 までに示した探査記録のいずれも、埋設管の存在を明らかにしているが、焦点深度のあっていない部分の記録も一諸に表示したため、埋設管の存在しない部分にも、信号処理後の出力信号が現われ、記録の明確さを低下させている。そこで、前章で述べた、深さ方向の記録の有効範囲内の探査記録のみを採用し、有効探査深度範囲以外の記録を削除すれば、各記録とも、埋設管の存在位置がさらに明確になることがわかる。その一例を Fig. 13 に示した。Fig. 13 は測定場所 C で、地表面下 0.6 m 地点に探査深度を設定し、±x 方向に走査して SA 管を探索した記録と、Fig. 11 で示した PVC 1 管の探査記録を、それぞれ焦点深度内の有効記録のみを採用し、両者の記録を深さ 80 cm のところで継ぎ合わせ、地表面下 0.5 ~ 1.2 m 内の地中の断面像を作製したもので、音源下 1 m 地点に PVC 1 管の存在を、受波器 CH3 の真下 0.6 m 地点に SA 管の存在をそれぞれ明確に示している。

8. むすび 以上の結果から、筆者らの考案した地中埋設物探査装置と、信号処理方法を用いれば、インパルス音波を用いた反射法により、地下埋設物の探知が非常に有望であることが確かめられた。

9. 謝 辞 本研究は電電公社の委託調査研究によるものである。本実験を行なうに当たり、御協力いただいた電電公社茨城通研、通信土木研究室の大浜室長、倉石室長補佐、丸山主員研究員および当研究室の中牟田氏をはじめ研究室の諸氏に感謝致します。

参考文献

- 1) 奥島, 本岡, 木下: 土木学会第 26 回年次学術講演会講演集 1971, 10 Ⅲ-94 P291

Fig. 8. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

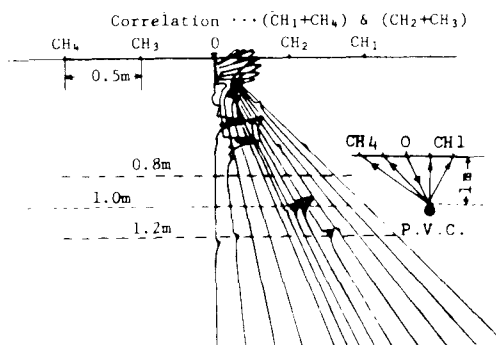


Fig. 7. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

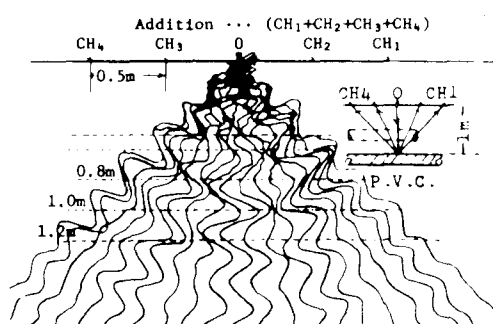


Fig. 6. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

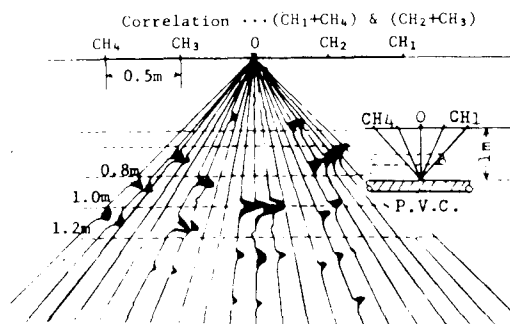


Fig.9. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

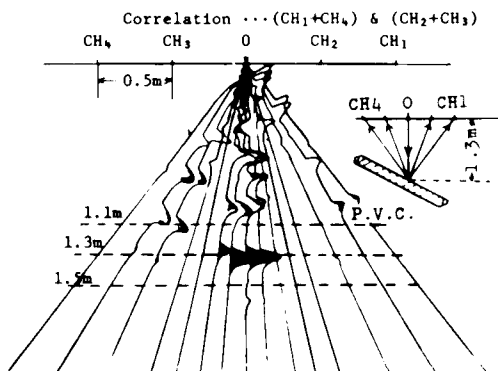


Fig.10. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

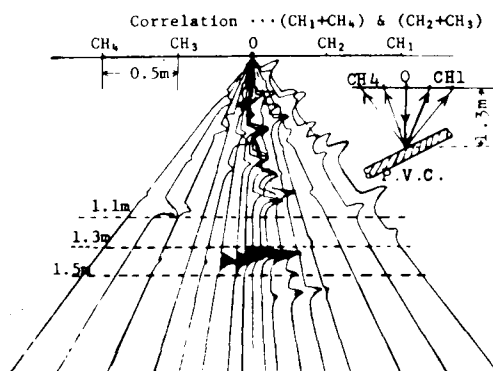


Fig.11. Cross Sectional Display under Ground for Detection of P.V.C Tube

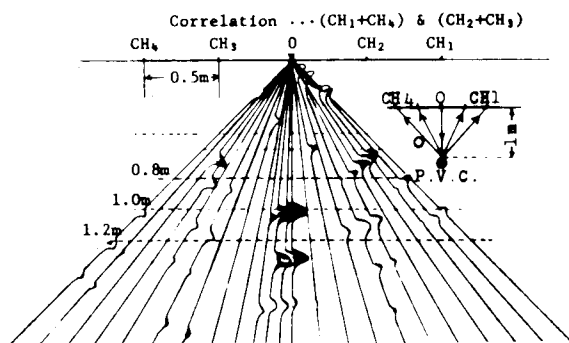


Fig.12. Cross Sectional Display under Ground for Detection of S.A. Tube

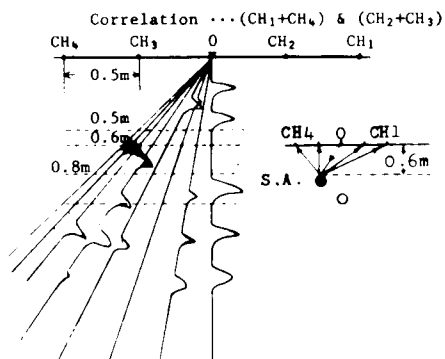


Fig.13 Combined Cross Sectional Display of Two Displays.
(0.5m to 0.8m and 0.8m to 1.2m)

