

専攻	システム 情報工学	学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	武 富 喜 八 郎				

## 論 文 要 旨

論文題目	パルス型地中レーダを用いた空洞検出に関する研究
------	-------------------------

(要旨 1,200字以内)

電磁波を用いる地下探査は、重要な技術の1つとして注目されるようになってきた。本論文では、パルス型地中レーダを用いて、媒質中の埋設物、特に空洞の存在を非破壊的に検査するシステムの開発を通じて得られた成果を記述している。システムの開発とは、主として地中レーダで取得された波形の性質を調査し、空洞検出の新たな信号処理を見いだしたことである。

最初にモノパルス送信波に対し、媒質中の空洞によって、どのような散乱波が地上に現れるかをスペクトル分割計算(SSC)法と差分時間領域(FD-TD)法を用いて検討した。散乱波形計算は、より高精度の信号処理を行うため必要である。計算の結果、受信波形の第3ピーク値の出現する時間に、数ns程度の遅延を生じ、その差分が、空洞の大きさに比例することを確認できた。従って、地中レーダの受信波形群を立体的に表示して、ピーク位置を視察した時、一様でない場所は、周囲媒質と性質の異なる空洞や異物質と推察できる。

地中探査においては、特に地質媒質の誘電特性を正確に知っておく必要がある。パルス波を使用するため、高周波での誘電特性の測定が必要であり、本文では、いくつかの誘電率測定法を提案し、コンクリートや砂および各種液体の測定結果を示した。

本研究で対象とした地中レーダは、UHF帯の周波数を掃引するチャープパルス方式、UHF帯に中心周波数を有するモノ

サイクルパルス方式の2種類である。チャープパルスを送信波とするチャープパルスレーダでは、分解能の検討、受信波形の画像処理法について記述した。このレーダにおけるFraunhofer領域でのパルス圧縮、合成開口による高分解能を検討した。受信波形データに対して、パルス圧縮、合成開口処理の他、補助的な信号処理を適用して、クラッタを抑え、目標物の存在を明確にできることを示した。

モノサイクルパルス方式では、搬送波を有しないパルス幅 6 ns、パルス間隔 200 ns の電磁波が地下に照射される。通常の信号処理は、受信波の振幅値の大きさに応じてカラー画像で表示されるが、空洞部を含む受信波形のように、SN比の劣化した波形に対しては、従来の方式をそのまま適用できない。

そこで、本論文では、スペクトル振幅の変動成分であるケプストラムが、実は内部からの反射波の遅延時間を表しているのに着目し、シミュレーション計算と実験の両方から地中内部の反射位置を推定する方法を開発した。ケプストラムは、ケフレンシ軸上において周期性があるので、周期検出と媒質の誘電率評価が正確であれば、反射位置（空洞部）をほぼ正しく見積れることを示した。

次に、モノサイクルパルス型レーダの受信波形振幅の統計的分布を調べ、振幅がWeibull分布に従うことを見いだした。Weibull分布の分散評価をLog/CFAR処理により行い、分散値が小さい場所は空洞の存在と見なし得ることを示した。フィールドテストにおいて、生データでは空洞部の識別が困難であったが、本処理結果により、空洞部対周辺部所の分散比で生データより約20dB改善され、空洞位置を確認できた。