

VI-117

地下レーダーを用いた残火薬検知に関する基礎的実験について

戸田建設(株)

○正会員 岡村 光政 正会員 関根 一郎

〃

正会員 内藤 将史 原 敏昭

旭化成工業(株)

栗原 洋一

黒木 和広

1. はじめに

従来、発破後の残留火薬の検出方法として磁気探査や電気回路を用いる方法等が試行されているが、探査精度や測定に要する時間・手間等の問題のために実用化されておらず、現在では、作業員の目視確認による方法が定着し、十分な対策が施されていない状況である。

地下レーダー法は、短時間で測定できるために作業性が良く、空洞・埋設管、埋蔵文化財等の調査に利用されているほか¹⁾、最近では、トンネルライニング裏の変状調査、岩盤内の亀裂や破砕帯の分布状況の調査等への適用が試みられているが、残留火薬の検出法として適用した例はない。

そこで、筆者らは残留火薬検出法の一つとして電磁波レーダーを用いて基礎実験を行った。本論文は、その結果について報告するものである。

2. 実験概要

実験は、均質な岩塊における探査、発破掘削後のベンチ部における探査、電磁波エネルギーにより発生する微電流の計測について実施した。探査に用いた計測器を写真-1に示す。使用したアンテナは周波数1GHzのパルス波を発信するものである。尚、実験を行った岩質は、石英班岩($q_u=1,500\text{kgf/cm}^2$ 程度)である。

2.1 均質な岩塊における探査

探査方法は、図-1に示すように岩塊に対して模擬の装薬孔を垂直に削孔し、岩塊側面にアンテナを滑らせて行った。

残留親ダイの探査性能を向上させるためには、探査対象物からの反射波エネルギーを増大させる必要がある。そこで、明瞭な反射波が得られ、且つ簡易に加工できる方法として、アルミ箔を親ダイに巻く方法や親ダイ表面に導電性塗料を塗布する方法等を試行した。

(1) 最大可探深度

使用したアンテナの最大可探深度を特定するため、測定距離を200~700mmの範囲で変化させて測定した(図-1参照)。

(2) 探査面の凹凸及び水の影響

探査岩盤面の凹凸や水の影響度について、条件を変えて探査し、比較検討した。

2.2 発破掘削後のベンチ部における探査

発破掘削後のベンチ部におけるクラックや水の影響について比較検討した。

2.3 雷管発火の危険性の検討

電磁波照射時の雷管の発火の危険性について、発生する微電流の計測を行い検討した。

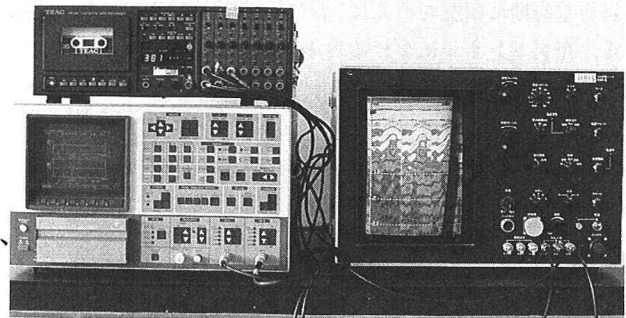


写真-1 計測器 制御表示装置：KSD-8、光電製作所
波形分析器：FFTCF-910、小野測器
データレコーダ：TR-20、TEAC

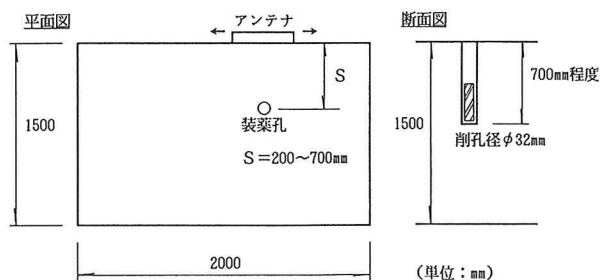


図-1 岩塊試験片における探査例

3. 実験結果および考察

探査結果をまとめると以下の通りである。

3.1 均質な岩塊における探査結果

(1) 親ダイ加工材料について

親ダイをアルミ箔で包装した場合、反射波の電圧値が最も強く、最大可探深度も他の材料に比較して大きいため、現状ではコスト的にも最適な加工材料であると考えられる。探査深度 600mm、孔内・探査面共に乾燥状態、アルミ加工親ダイを探査したときの探査画像を写真-2に、そのときの受信波形を図-2に示す。

(2) 最大可探深度

探査面が比較的平滑(凹凸1~2cm程度)な場合、最大可探深度は、600mm程度である。しかし、探査面の凹凸が比較的大きい(凹凸4~6cm程度)場合では、アンテナと岩盤面のクリアランスのために岩盤面からの反射が大きくなり、可探深度は300~400mm程度に低下する。

(3) 水の影響

探査面が湿潤している場合は、水のために岩盤面が強い反射面となるので、乾燥している場合と比較して探査性能が低下する傾向があるが、探査画像だけでは不明な点もあり、詳細な波形分析等を必要とする。また、装薬孔内に水がある場合、均質な岩塊のために水孔のみでも探査でき、アルミ親ダイの有無の判定が困難となるが、アルミ親ダイの方の反射信号が強いために多重反射する傾向にある。

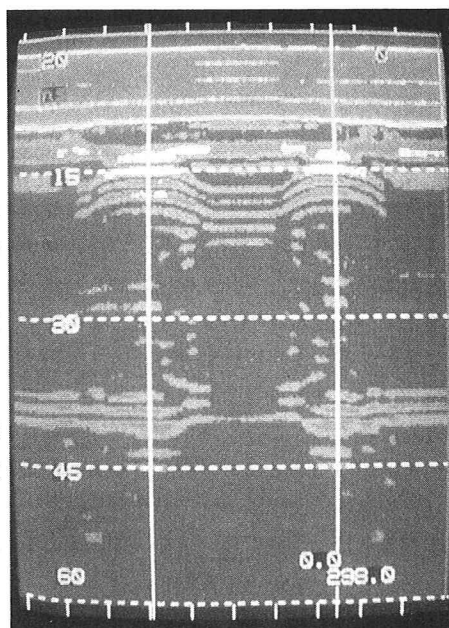


写真-2 探査画像 (600mm、乾燥状態)

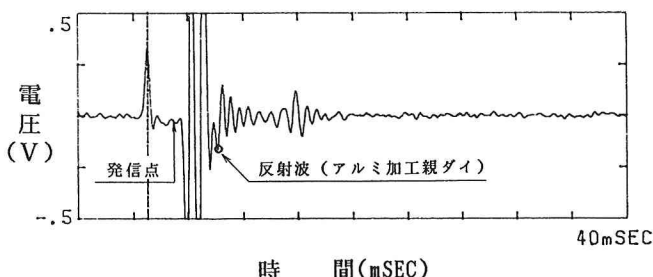


図-2 受信波形 (600mm、乾燥状態)

3.2 発破掘削後のベンチ部における探査結果

今回実験を行ったベンチ部は若干のクラックや節理があるものの、大きく開口した節理や、粘土を挟んだ節理はなかった。このような条件下では、水の影響がない場合、均質な岩塊での探査結果と同様に 600mm程度までは探査可能であった。また、水を考慮した場合も岩塊の結果と同様であった。しかし、装薬孔が完全に水没し、探査面が湿潤している場合は、探査出来なかった。

3.3 雷管発火の危険性の検討結果

今回の実験で使用した1GHzのアンテナを用いて電気雷管回路を照射した時、回路に流れる電流と電気雷管電橋抵抗から発生するジュール熱を求めると、 $W=15 \times 10^{-6}$ (mj) となる。一般に電気雷管の発火エネルギーは2~4 (mj) でありエネルギー的には発火の危険性はないことが明かになった。

4. おわりに

今回の実験では、比較的クラックの少ない均質な岩盤において、親ダイをアルミ加工することにより、ある程度、探査できることが明らかになった。しかし、岩盤の凹凸・水・クラック等が相乗的に作用する現場では、探査性能が低下するものと考えられる。今後の課題としては、地下レーダー探査の障害となるノイズの除去を目的としたソフトおよびハード的なシステム改良、サンプルデータの集積等が挙げられる。

(参考文献) 1)「電波による地中物体の探査」電子通信学会、同学会誌 別刷、第67巻 3号、1984年 3月