

Ⅲ-A414

放電衝撃のトンネル前方反射法弾性波探査への適用実験（2）

大成建設（株）技術研究所	正会員	○今井	博
同 上	正会員	川上	純
日立造船（株）技術研究所		荒井	浩成
同 上	正会員	井上	鉄也
同 上	正会員	佐々木	加津也

1. はじめに

弾性波を用いたトンネル切羽前方探査では、通常50～100 gの爆薬を用いて起震している。しかし、都市部近郊の施工現場では爆薬の使用が制限されている場合が多く、非火薬震源が必要とされている。そこで、筆者らは、第1報¹⁾で報告したように、非火薬震源である放電衝撃源のトンネル切羽前方探査への適用性を検討した（放電衝撃は、放電カートリッジ内に電極とその先端を金属細線で結線したプローブを挿入し、高電圧を瞬時に負荷して金属細線を溶融・気化したときに発生する）。その結果、波動特性は問題ないが、100m程度の探査深度を得るためには起震力を増加させる必要があることが分かった。本報告では、爆発性特殊液体を放電カートリッジに充填して起震力を改善する方法についての実験および放電衝撃を震源とするTSP調査実験等から、起震源としての適用性を検討した結果を報告する。

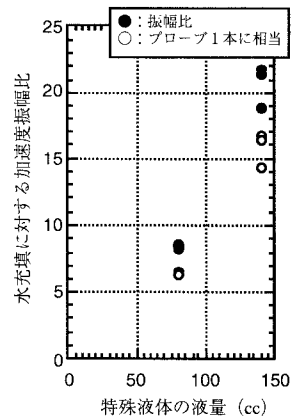


図-1 特殊液体の水充填に対する加速度振幅比
(川上ら²⁾より)

2. 実験概要

実験は、岩質が花崗岩であるTトンネル坑内で行った。トンネル側壁に直径40mm、深さ1.5mの起震孔を24本削孔し、その孔中に放電カートリッジを挿入して起震した。トンネル側壁で起震孔から坑口側、10m、20mおよび40mの3箇所の位置に加速度計を設置し、振動計測を行って起震力の比較を行った。起震区間の弾性波速度はTSP調査による走時データから3.8 km/secが得られ、調査区間では低速度帯が存在している。

3. 特殊液体による起震力増大効果

川上ら²⁾は、放電カートリッジ内の充填液として水を用いた場合の加速度値に対する、特殊液体を80ccおよび140ccを用いた場合の加速度振幅比を図-1で示した。プローブを2本使用した場合は1本を使用する場合の1.3倍程度の加速度値が得られていることが分かっているため、1.3で除した値も示している（図中の○）。この図から、プローブ数1本、特殊液体140ccを用いて起震した場合の加速度は、水を充填した場合の約16倍となっていることが分かる。

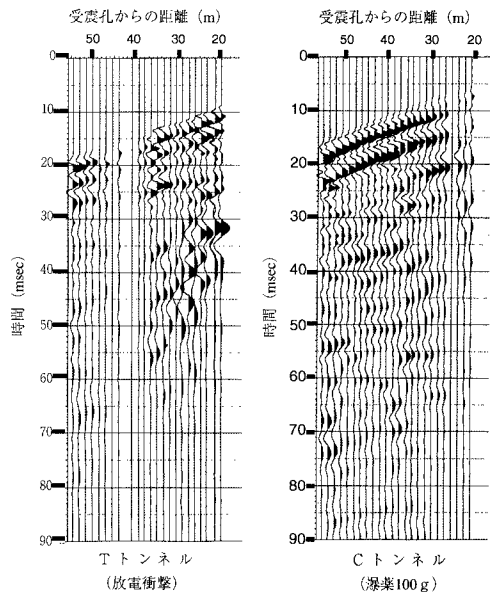


図-2 TSP合成波形の比較

キーワード：非火薬震源、放電衝撃、弾性波反射法、トンネル前方探査、爆発性特殊液体

大成建設（株）技術研究所：〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町3-3-4 TEL 045-814-7237 FAX 045-814-7257

日立造船（株）技術研究所：〒551-0022 大阪市大正区船町2-2-11 TEL 06-551-9435 FAX 06-551-9849

そこで、放電電圧9000Vで水を充填した場合の起震力は爆薬3gに相当しているので、加速度振幅が爆薬量の0.75乗に比例すると仮定すると、特殊液体140ccを用いた起震力は爆薬120gに匹敵することになる。

4. トンネル切羽前方探査結果

Tトンネルにおける放電衝撃を用いたTSP調査実験は、切羽後方の地山の地質状態が分かっている場所で行った。起震は、放電電圧8000～9000V、プローブ数1本で、放電カートリッジに特殊液体を140cc充填して行った。図-2に本実験で得られたX-Z成分合成波形および他の花崗岩質のCトンネルで爆薬100gを用いたTSP調査で得られた合成波形を示す。単純に比較はできないが、放電衝撃は爆薬と遜色がない高周波を発生しているといえる。また、効きの悪い発震孔が幾つかあったが解析では問題はなかった。

図-3にTSP調査の解析結果と地質データとの比較を示す。図中の岩盤評価点とは、切羽観察による地質状況を数値化したもので、数値が大きいほど地山が悪いことを示す指標である。表示は縦軸を逆向きとし、下方ほど地山が悪いことを示す。図-3の下部にTSP調査によって検出した反射面の位置を示す。実線は岩質が硬から軟の変化をする反射面を示し、

破線は軟から硬の変化をする反射面を示している。また、線の太さは、変化の度合いを表している。それぞれの变化面を岩盤評価点と比較するとほぼ一致していることが分かる。探査深度はおよそ100mであり、爆薬を用いたTSP調査と同等の結果であった。

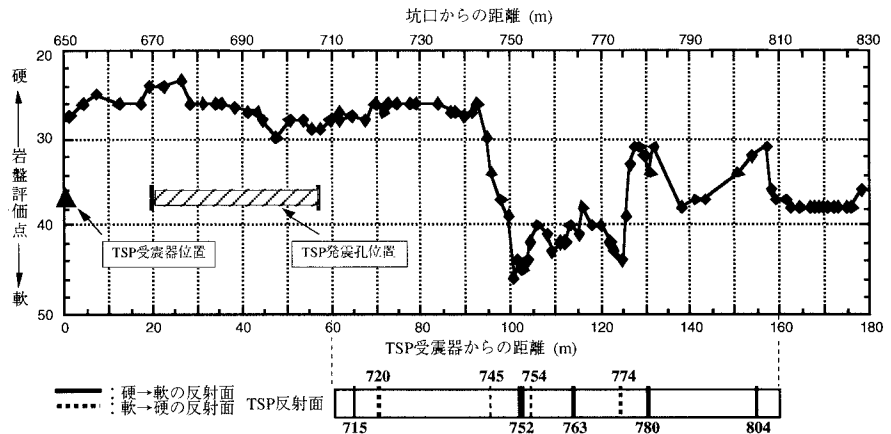


図-3 岩盤評価点とTSP調査による反射面との比較

5. TSP調査における加速度振幅

爆薬（100 g）を使用した5つのトンネルでのTSP調査事例（白抜きマーク）および放電衝撃によるTSP調査での加速度振幅（図中の●）を図-4に示す。調査事例によって加速度値にばらつきがあるが、これは調査地山の地質によるものである。本実験の加速度振幅値は、効きの悪かったデータを除けば、調査事例のほぼ中間の様相を呈しており、放電衝撃は十分な加速度を発生することが分かった。

6. まとめ

放電衝撃源として放電電圧8000～9000V、プローブ数1本、爆発性特殊液体140ccを用いると、探査深度100m程度のTSP調査が十分に行えることが分かり、放電衝撃源の適用性が確認された。

文献

- 1) 今井博他、1997、放電衝撃源のトンネル前方反射法弾性波探査への適用実験、第52回土木学会年次講演会梗概集、p.664.
- 2) 川上純他、1998、放電衝撃の地盤探査用震源としての特性、物理探査学会第98回（平成10年度春季）学術講演会講演論文集、投稿中。

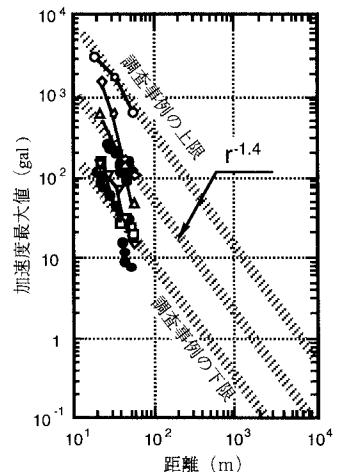


図-4 加速度振幅の範囲と距離減衰