

VI-192

多孔発破から発生する振動について

大成建設（株）技術研究所 正会員 川上 純
 資源環境技術総合研究所 正会員 勝山邦久
 和田有司
 三井金属資源開発（株） 中嶋敏秀

1. はじめに

岩盤掘削においては、発破工法が最も経済的であるが、発破による振動や騒音の問題から発破の使用が制限される場合があり、発破振動の低減が要求されている。発破から発生する振動の大きさおよび振動数については、いくつかの実験式が報告されているが、詳細な検討は行われていない。筆者等はモルタルブロックを用いて、震源の状況と発生する振動との関係について検討を行った。以下にその内容について報告する。

2. 実験方法

発破実験は、発破孔が一つの場合（単孔発破）と発破孔を列状に配置した場合（多孔発破）について行った。発破実験には、図-1に示す70×70×90cmのモルタルブロックを使用した。モルタルの弾性波速度は3.2 km/sである。長さ20cmの発破孔内で8号雷管を爆発させ、その時に発生する振動速度をブロックの側面において、レーザー速度計により測定した。なお、発破孔には込め物はしていない。

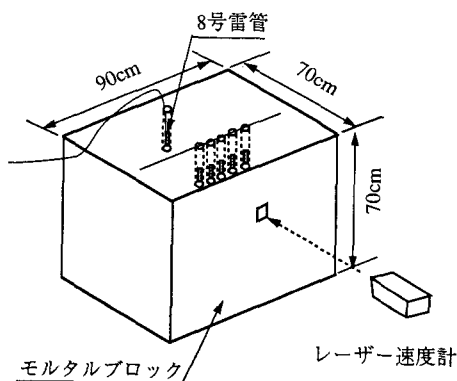


図-1 モルタルブロックによる実験概要

3. 単孔発破から発生する振動

震源の状況の違いとしては、使用する爆薬の種類および発破孔と爆薬径との比（デカップリング係数）がある。ここでは、デカップリング係数と発生する振動の違いについて実験を行った。発破孔の孔径は8mm、16mm、24mmの3種類とした。

図-2は、各孔径で発破したときの、距離40cmにおける振動速度の波形例である。発破孔の孔径が大きくなるほど、第1波目の速度最大値は小さくなり、また、第1波目の半周期は小さく、高振動数の振動が発生していることが分かる。発破孔の周囲の弾性波速度の低下域は図-3

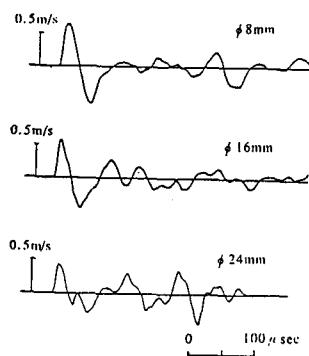


図-2 単孔発破での振動速度波形

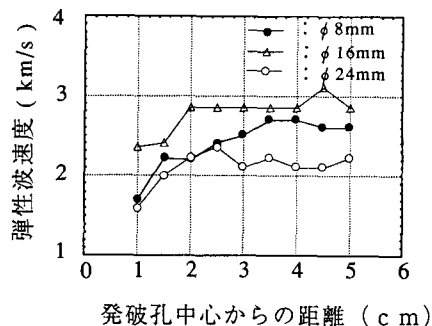


図-3 発破孔周囲の弾性波速度

孔中心から3.5cm、孔径16mmお

よび24mmでは2cm前後であり、孔径が大きいほど発破孔周囲の破碎域は小さくなっていると考えられる。これは、衝撃波の距離による減衰が、破碎域内よりも爆薬と孔壁間の空気中の方が大きいためと考えられる。

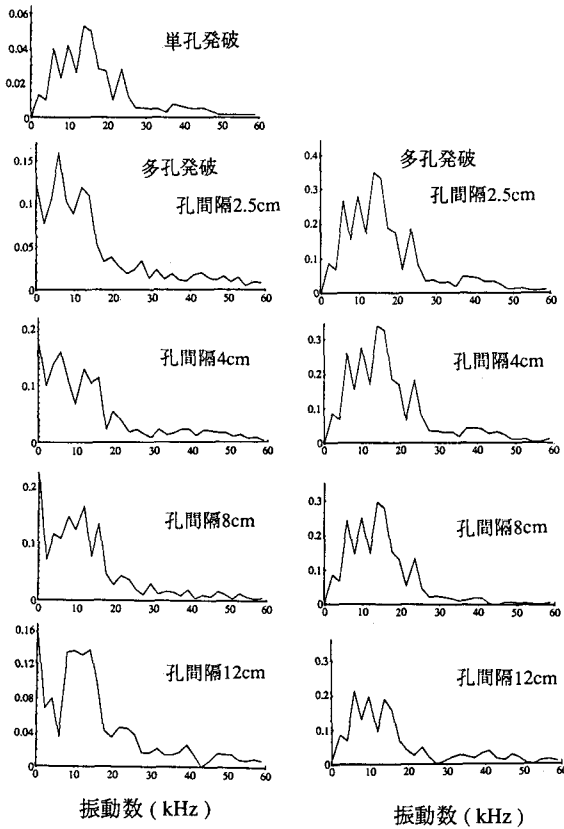
4. 多孔発破から発生する振動

発破孔を列状に配置し、発破孔の間隔を変えて発破を行った。発破孔は5本とし、孔間隔は2.5cm、4cm、

8cm、12cmの4種類とした。発破孔の孔径は8mmである。図-4は距離30cmでの振動速度波形である。単震源での振動波形に比べて第1波の周期は長くなっており、より低振動数となっている。

多孔発破から発生する振動としては、単孔から発生する振動の重ね合わせとして考えることもできる。図-5は、単孔発破の振動波形を距離減衰を考慮して重ね合わせて作成した波形である。図-6は、実験波形と合成波形のフーリエスペクトルである。この図から分かるように、単孔発破からの振動を重ね合わせた波形では、孔間隔にかかわらず15kHz前後の振動数が卓越している。一方、実験波形では、孔間隔が2.5cmおよび4cmの場合は、10kHz以下の低振動数成分がみられる。また孔間隔が8cmおよび12cmとより大きくなると、再び15kHz前後の振動が卓越してきている。

以上から、発破孔の間隔が狭い場合は、発破孔列全体が一つの震源として振舞い、孔間隔が広がってくると、各発破孔が単独の震源として振舞っているものと考えられる。今回の実験結果を見ると、孔間隔が8cm以上では単震源として振舞っている。単震源のときの弾性波速度の低下域の大きさが発破孔中心から3.5cm程度であったことから、孔間隔が各爆源の破壊域以上であると単震源として振舞うものと考えられる。



(a) 実験波形

(b) 合成波形

図-6 各波形のフーリエスペクトル

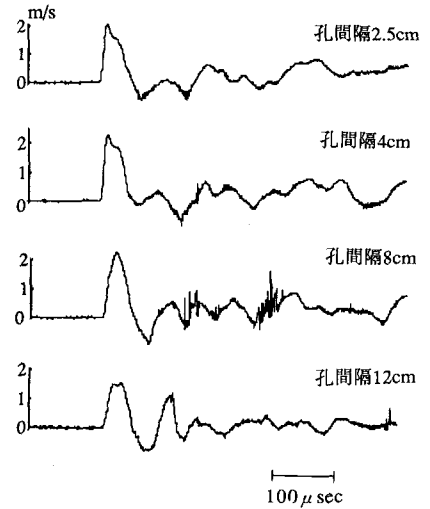


図-4 多孔発破での振動速度波形

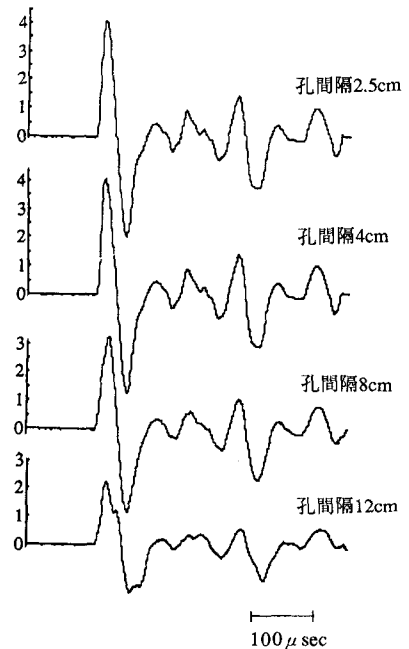


図-5 単孔発破の合成波形