

VI-182

発破振動の低減手法に関する研究

資源環境技術総合研究所	和田有司
	緒方雄二
	勝山邦久
大成建設(株)技術研究所	川上 純
(株)カコー	昔 哲基

1. はじめに

近年市街地において老朽化した構造物を解体する手法として発破解体が注目を集めている。発破解体は従来の機械による解体工法よりも経済面、安全面等で利点があることが知られているが、その反面、使用される火薬に対する危険なイメージや発破に伴う騒音、振動、飛石等に対する忌避感から社会的に受け入れられ難い情勢にある。

ここでは、発破解体を社会的に受け入れられ易くするために解決しなければならない問題点の1つである発破振動を制御発破によって低減する研究を行った結果を報告する。

2. 実験方法

基礎実験では、アクリル板に複数の白金電橋線の線爆発による振動を与え、その振動の低減を試みた。用いた白金電橋線は、日本化薬(株)製で点火薬を塗布して通常の雷管の点火装置に用いられているものである。アクリル板は、縦330mm、横410mm、厚さ20mmで縦方向に振動を伝播させ、側面からの反射を低減するために同じアクリル板をグリースを介して接続した。このアクリル板のP波伝播速度は、約2,700m/sであった。

測定は、Polytec社製のレーザードップラー振動計OFV-300を用い、測定点に伝播してきた応力波による測定点の変位速度を測定した。レーザードップラー振動計からの電圧信号は、日置電器(株)製のメモリハイコーダー8850でA/D変換して記録し、パーソナルコンピュータで解析した。振動源が複数の場合の振動源の位置は振動測定位置までのP波の伝播時間が $1\mu\text{s}$ 単位で変化するように定め、この時間のずれを考慮して起爆時間差を設定した。基礎実験の配置図を図1に示す。

起爆装置は日本化薬(株)製の精密起爆器を用いた。この精密起爆器は5チャンネルまで接続可能であり、 $1\mu\text{s}$ 以内の精度で白金電橋線や精密雷管の起爆時間が制御できることが確認されている。

小規模モデル実験では、モルタルブロックを複数の精密雷管と導爆線で破壊する際の振動の低減を試みた。用いた精密雷管および導爆線は、日本化薬(株)製で、長さ10cmに切断した導爆線をそれぞれ精密雷管の先端に取り

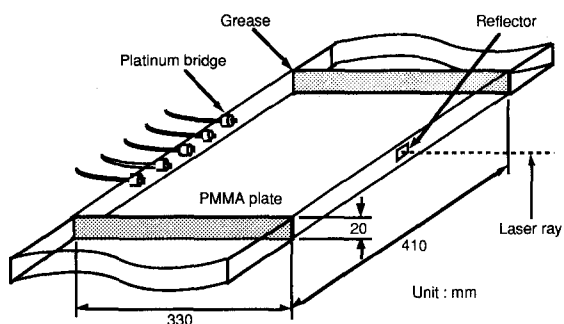


図1 基礎実験配置図

付けた。モルタルブロックは、縦700mm、横700mm、高さ900mmで図2に示すように140mm間隔で直径8mm、深さ200mmの孔を5ヶ所穿孔し、それぞれに導爆線を取り付けた精密雷管を装薬した。

この場合も各装薬孔から振動測定点まで振動が伝播するのに要する時間を考慮して起爆時間差を設定した。起爆装置、測定装置、解析方法は基礎実験の場合と同じである。

3. 相関関数

例えば、一定の周期で減衰するサインカーブで表される振動波形を仮定した場合、この振動に半周期だけ遅らせた同じ振動の波を重ねあわせると互いに干渉して弱め合い、時間差がない場合に比べて最初のピークの振幅が半分になりその他の部分でも振動が低減できるであろうことは容易に想像できる。

ところが実際の振動波形は複雑で、与えるべき時

間差を決定することは容易ではない。そこでここでは相関関数を用いて振動低減のための最適時間差を決定した。相関関数には自己相関関数と相互相関関数があり、それぞれある時間差における自分自身あるいは他の波との相関の程度を時間差の関数で与える。このとき、最も負の相関が高くなるような時間差でそれらの波を重ねあわせれば、互いに干渉し、弱め合う効果が期待できる。

4. 実験結果

図3の下段に基礎実験で得られた振動源が1点の場合の振動波形の例を示す。この波形の自己相関関数を上段に示した。相関関数で最も負の相関が高い時間差、この場合は20数 μs から40数 μs の間の時間差、が振動低減のための最適な時間差であると考えられる。

実際にこの原理を応用して振動源が4点の場合までの合成波形を計算した結果、最初のピークは振動源が増加しても振幅が増加せず、それに続く振動を低減できることが確認された。

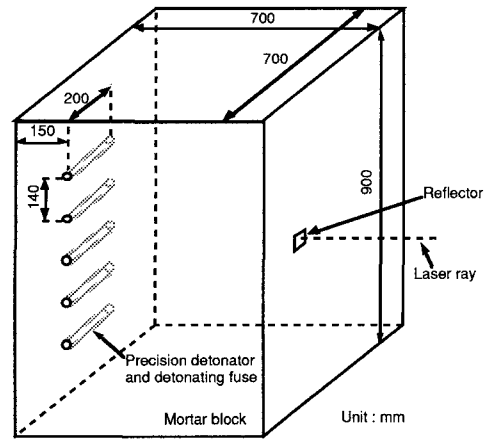


図2 モデル実験配置図

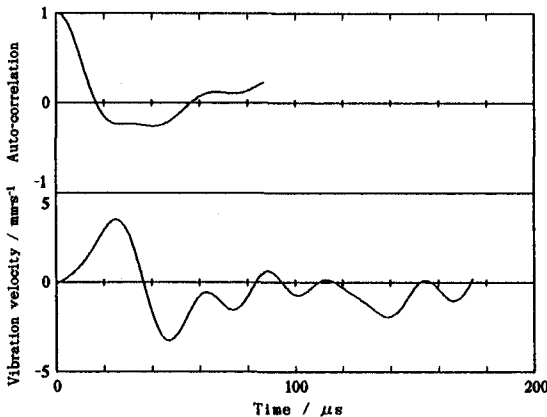


図3 単振動源の振動波形と自己相関関数

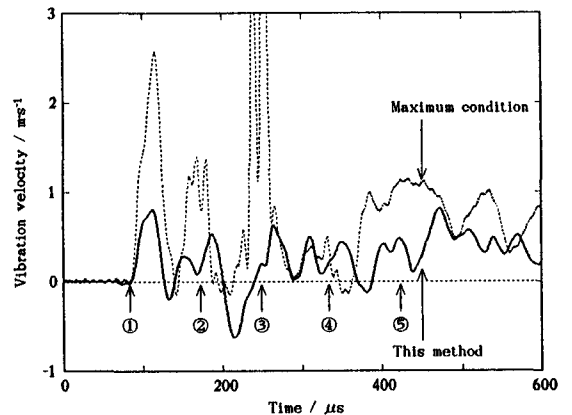


図4 小規模モデル実験の結果

モルタルブロックを用いた小規模モデル実験の結果を図4に示す。点線は起爆点から測定点までの距離を考慮して全ての振動が同時に測定点に到達するような時間差で起爆した場合、実線は相関関数を用いて求められた振動低減のための最適な時間差で起爆した場合である。後者によって明らかに振動低減の効果があることが示された。