

山口大学工学部 正会員○国松 直

山口大学工学部 正会員 中川浩二

山口大学工学部 正会員 三浦房記

1. まえがき 従来より岩盤の破碎、掘削には発破が頻繁に使用されてきた。しかし、最近では発破を行なうための発破条件が厳しくなっており、発破作業を行なうにあたり種々の規制を受けるようになってきている。その1つは近接する既存構造物に対するものであり、他の1つは振動公害に対するものである。発破振動において前者は最大速度振幅(ppv)、後者は振動レベル(VL)がその対象となる。

本研究では発破による振動公害問題を対象とし振動レベルの低減法、振動レベルの推定を目的とした実験および計算機によるシミュレーションを行ない、これに対して検討を加えた。

2. 実験概要 基本的な振動波形を得るための発破実験を、地形の影響を受けないようなI鉱山内の平坦な石灰石岩盤上で行なった。表-1に発破規格を示す。図-1は発破実験を行なったときの発破孔の配列(・印)を示し、数字は上側が実験I、下側が実験IIで用いた標準秒時差(規格値ms)を表わしている。標準秒時差からわかるように図中破線で区切られた2列目は段発発破、1列目と3列目は単発発破とみなせるものである。また各行の間は十分な時間間隔をとっている。観測点は発破領域の中央から100m、150m、200m離れた位置とし、その位置に加速度ピックアップを石こうで固定して上下方向振動波形を観測した。

3. 実験結果および考察 実験Iの(3,2)の段発の100m地点で観測された波形例を図-2(a)に示す。図(b)には実験Iの(3,3)の単発における100m地点での観測波形を示す。図(a)と図(b)を比較してわかるように段発発破の各段における波形は単発発破のそれとかなりの類似性を有する。そこで図-2(b)の波形を図-2における遅延時間で重ねて作成した波形を図-3に示す。図-2(a)と図-3は比較的良く似ており、これより単発発破を単純に重ね合せて段発発破波形を作成する手法は妥当であると思われる。

次に、観測された加速度波形から振動レベルを算出した結果について述べる。図-4は各行の1列目、3列目の発破により得られた加速度波形より算出した振動レベル(fast)と距離減衰の関係を示したものである。図中の実線は実験Iに対して、破線は実験IIに対して得られた平均値であり標準偏差も同時に示してある。ちなみに、1点鎖線は振動レベルが距離に対して指数的に減衰するものと仮定して指数部に-0.5を用いた場合の減衰曲線を示している。各段発破による振動レベル結果(slow)を図-4と同様に距離に対して描いたものが図-5である。

表-1 発破規格

孔 径	孔 長	1 孔当りの装薬量
60 mm	2.0 m	1.0 kg (あかつき $1\frac{1}{3}$ 本)

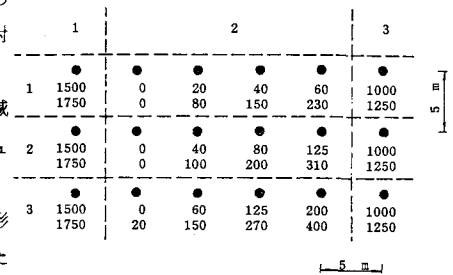


図-1 発破孔配列および発破条件

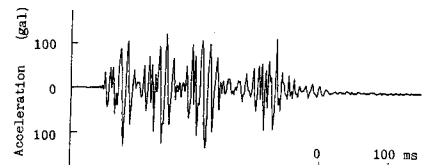
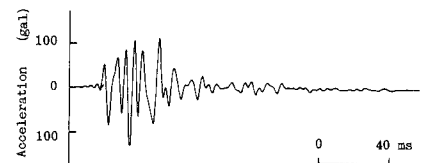
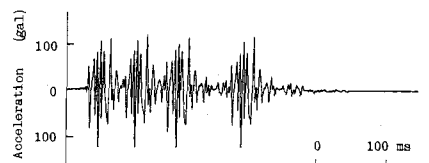
図-2(a) (3,2)発破により観測された
加速度波形図-2(b) (3,3)発破により観測された
加速度波形図-3 図-2(b)の重ね合せによる
シミュレーション波形

図-3のようにして作成したシミュレーション波形を用いて振動レベルをslowで算出した。その結果を実験Ⅰについて示したのが図-6である。実測結果とシミュレーション結果とはかなりの一致がみられることがわかる。

実際に露天堀鉱山で行なわれているゆるめ発破を想定し、標準秒時差と振動レベルとの関係を検討した図が図-7、8である。図-7の振動レベルは実験Ⅰにおいて観測された各観測点の波形を一定間隔（標準秒時差）ずらして重ね合せた波形に対してfastで算出したものである。一方、実際の発破では雷管の標準秒時差にはばらつきが考えられるため、そこで標準秒時 100ms に対して標準偏差 6ms の割合でばらつきを正規乱数により与えて振動レベルの計算を行なった。その結果が図-8である。両図にはほとんど差がなく秒時のばらつきは振動レベルにほとんど影響を及ぼさないことがわかる。これらの図より標準秒時差が小さくなれば振動レベルが極端に高くなっている。このような検討を行なうことにより振動レベルの規制値に対して有効な標準秒時差の値を推定することが可能となる。

また、斉発発破を考える場合にも同様のことが考えられ、全くばらつきがなく発破が行なわれるならば波形の重ね合わせにより振動レベルは高くなることが予想される。そこで先と同様な方法で秒時を一定として標準偏差を種々変化させたときの振動レベルを算定した。その結果を図-9に示す。標準偏差が数msと特に小さい範囲内では振動レベルが著しく高くなり、それ以上の標準偏差では振動レベルは多少変動しているもののほぼ一定とみなせよう。

今後は振動レベルに影響を及ぼす個々の因子について検討を加えるとともに、発破振動による応答スペクトルについても解析を行なう予定でいる。

最後に、発破実験を行なうに当たり、いろいろとお世話になった関係諸氏に謝意を表する。

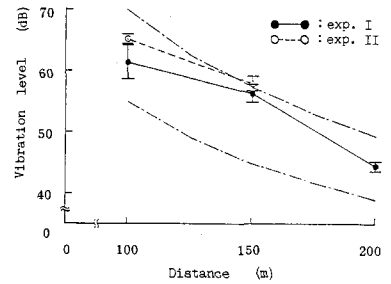


図-4 単発発破における振動レベルの距離減衰

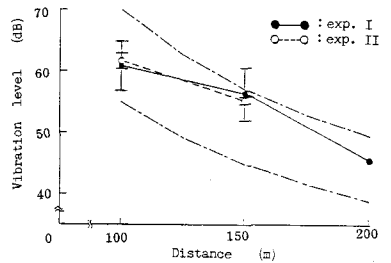


図-5 段発発破における振動レベルの距離減衰

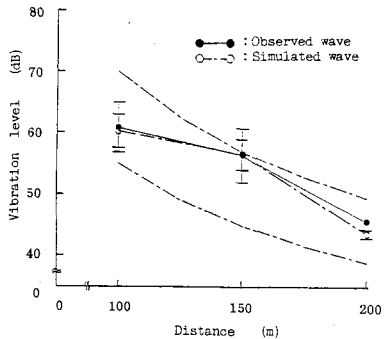


図-6 観測波形とシミュレーション波形における振動レベル

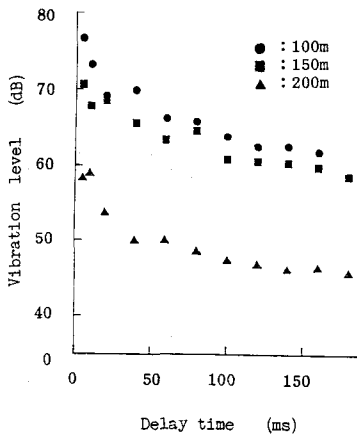


図-7 一定秒時差発破における振動レベルの変化

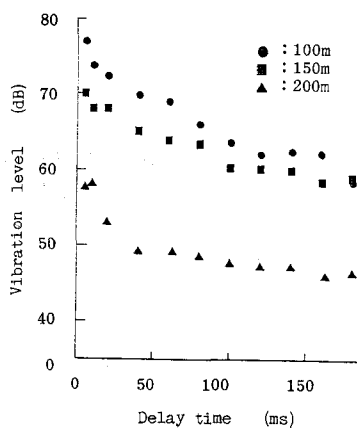


図-8 一定秒時差発破における振動レベルの変化
(正規乱数使用)

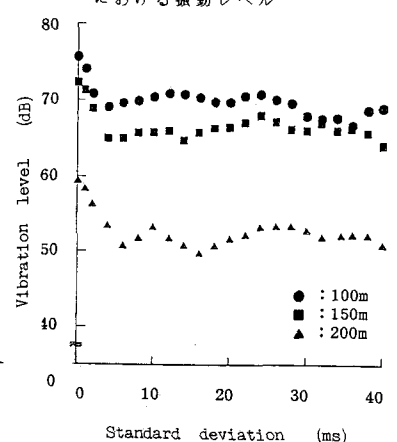


図-9 標準偏差の変化によるばらつきが振動レベルに与える影響