

発破振動のスペクトル特性について

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 三浦房紀

1. まえがき 従来より岩盤の破砕、掘削には低コストで破砕力が大きい発破作業が頻繁に行われてきた。しかし、最近では環境条件が厳しくなり発破作業に伴う振動に対して種々の規制がとられるようになってきており発破による振動レベルを如何に低減するかが重要な問題となりつつある。そこで、本研究では振動レベルが発破振動における加速度波形のスペクトルと密接に関連していることより、実験で得られた単発発破および段発発破のスペクトルの比較や伝播距離によるスペクトルの変化について考察し、振動レベルとの関係について検討を加えた。

2. 振動レベルの算定法 振動レベルは JIS C1510 に定義されており加速度レベルに人体感覚の補正を加えたものである。この人体感覚は図1に示すような周波数特性を有しており、これは相対レスポンスと呼ばれている。振動レベルの算定法は文献 (1) を参照された。

3. 実験概要 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において発破実験を行なった。図2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。以後、発破孔の配列は破線で区切られた範囲について行列形式で呼ぶこととする。ここで、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(DB)、1列目と3列目は単発発破(SSB)とみなせるものである。また、各行の発破について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、上下方向の加速度波形を観測した。

4. 実験結果および考察 実験Iの3行3列目(以下(3,3)と表わす)の単発発破において 100m, 150m, 200m 地点で観測された加速度波形記録の1例を図3に示す。次に、実験Iでの伝播距離の増加に伴うスペクトルの変化例を示した図が図4、5、6である。ここで、スペクトル算出のための積分時間は 0.2秒とし、データのサンプリング間隔は 0.2msとしている。これらの図より、伝播距離が 100m では約 80Hz と 120Hz に存在した卓越周波数が 150m では低周波側へ移行し約 80Hz と 40Hz となっていることがわかる。伝播距離の増加に伴うこの傾向は相対レスポンスとの関係より振動レベルが距離の増加に伴いそれほど減少しないということを意味していると思われる。図6の 200m でのスペクトルにおいては卓越周波数は 100m, 150m 地点におけるように明瞭ではなく振動レベルもかなり低下する。

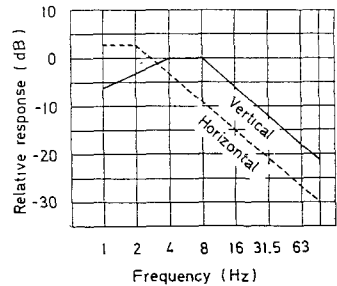


図1 周波数に対する相対レスポンス
COLUMN

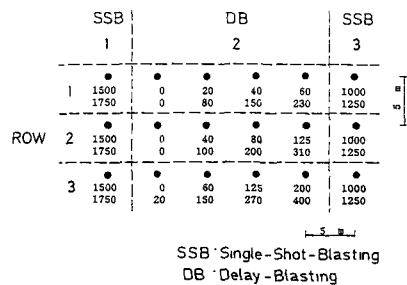


図2 発破孔配列および秒時差

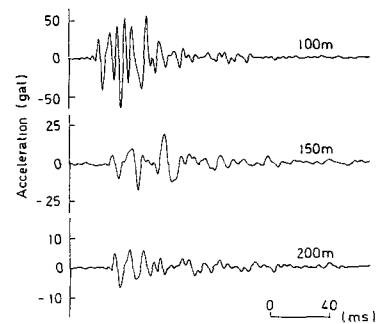


図3 単発発破の加速度波形記録例

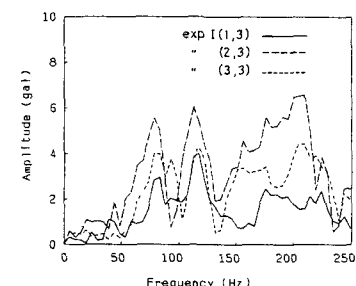


図4 単発発破の伝播距離 100m におけるスペクトル例

実験Ⅰの(3,2)の段発発破において100m, 150m, 200m地点で観測された加速度波形記録の1例を図7に示す。図7の各加速度波形のスペクトルを図8に示す。ここで、積分時間は1秒としデータのサンプリング間隔は1msとしている。次に、段発発破における秒時差がスペクトルに及ぼす影響を見るために実験Ⅰの(2,2), (3,2), 実験Ⅱの(1,2) (秒時差はこの順に約40ms, 60ms, 80msと大きくなる)のスペクトルを図9に示す。この図より、秒時差はスペクトルの形状ではなく振幅に影響を及ぼすことがわかる。すなわち、図9に示したスペクトルの例からは秒時差が大きい方が振幅が小さくなり振動レベルを低く押えるという傾向が見られる。この秒時差と振幅との関係については今後検討を行なう予定である。

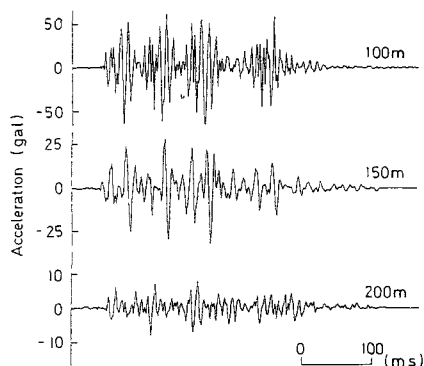


図7 段発発破の加速度波形記録例

振動レベル算出にかかわる周波数の範囲を知るために加速度スペクトルに図1の相対レスポンスを考慮した図を図10, 11, 12に示す。これらの図はそれぞれ図4, 5, 6に対応するものである。これらの図より振動レベルに影響を及ぼす周波数範囲は100mでは約130Hz, 150mでは約100Hz, 200mでは約100Hzまでの成分であることがわかる。現在、振動レベルを測定するための振動レベル計は90Hz以上においてシャ断特性を持たせている。そこで、ちなみに100mで250Hzまでの振幅の和に対する90Hz以下の振幅の和の割合をとれば約6割となる。このことは、発破振動の100m付近の振動レベル計によるレベルは人体感覚に対して低く見積る可能性があることを示しているといえよう。

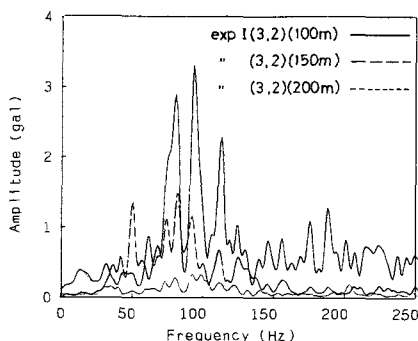


図8 段発発破における伝播距離増加に伴うスペクトル形状

参考文献1) 新版・公害防止の技術と法規〔振動編〕：監修 通商産業省立地公害局，1980

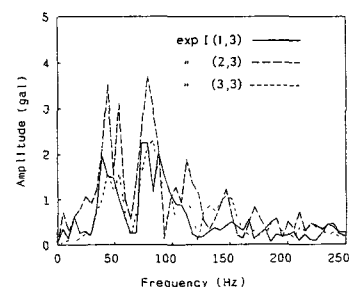


図5 単発発破の伝播距離150mにおけるスペクトル例

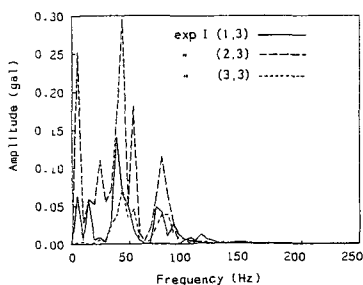


図11 相対レスポンスを考慮した伝播距離150mのスペクトル例

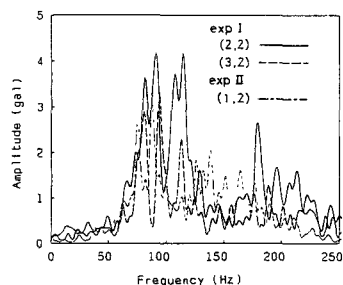


図9 段発発破における秒時差の変化に伴うスペクトル形状

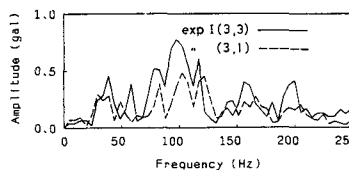


図6 単発発破の伝播距離200mにおけるスペクトル例

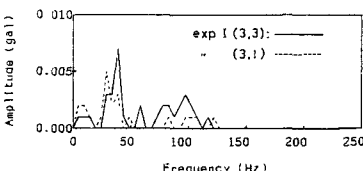


図12 相対レスポンスを考慮した伝播距離200mのスペクトル例

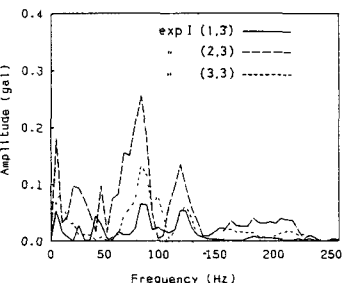


図10 相対レスポンスを考慮した伝播距離100mのスペクトル例