

坑内における発破時の振動・低周波音計測について

フジタ 正会員 ○野間 達也 土屋 敏郎 谷川 学
国土交通省東北地方整備局磐城国道事務所建設監督官 田中 隆紹

1. はじめに

発破振動・低周波音を坑内で計測する場合、振動の計測結果は爆風（低周波音）の影響を大きく受けることは認識されているがこの影響を定量的に求めた結果はあまり見られない。これは、これまで坑内で低周波音を計測するには値が大きすぎ、通常の低周波音騒音計では計測できなかったことによると考えられる。

しかし、最近ハンディタイプによる 160dB まで計測できる大音量用低周波音騒音計が開発されてきた。このため、ここではこの騒音計を使用した振動・低周波音同時計測を実施し、さらに低周波音が計測位置に届く前に終了する心抜きみの発破との比較を実施した。なお、発破は全て普通発破と導火管付雷管による多段発破を実施することにより両者の比較も行い、多段発破の振動低減効果を定量的に把握した。

2. 対象トンネル

対象としたトンネルは現在福島県相馬市で建設中の檜這トンネルであり、掘削対象地山は花崗閃緑岩、上半断面は 83m²、岩盤を構成する岩石の一軸圧縮強度は 80～100MPa 程度と推定されるがき裂が発達しており、支保パターンとしてはCⅡの部分の計測対象とした。

3. 計測方法

坑内計測における発破振動と低周波音との関係を調べるために、**図.1** で示すように切羽から約 120・300m 地点において振動・低周波音（切羽近傍のため大音量低周波音騒音計を使用、また 300m 地点においては騒音計も追加）を同時に計測し、計測後のデータ処理を可能とさせるためにデジタルデータレコーダによる記録を実施した。

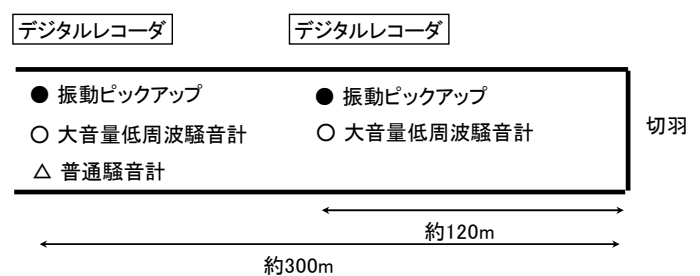


図.1 計測器の配置

4. 計測結果

①上半発破時の振動測定結果

図.2 に切羽より 120m 地点における普通発破の振動・低周波音測定結果を、**図.3** に切羽から 300m 地点における多段発破の振動・低周波音・騒音測定結果を、経過時間と振動・低周波音・騒音レベルとして同一の図とした結果を示す。両図に示されているように、振動の発生開始時における振動は発破のみに起因し、一旦は収束する傾向にあるが、低周波音の到達とともに初期値よりも大きな振動となり、発破振動と低周波音の重複した

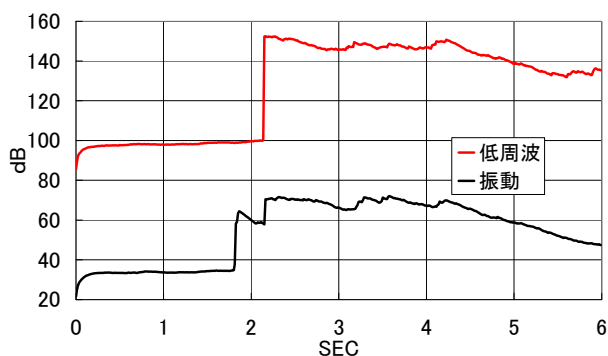


図.2 普通発破 120m 地点の測定結果

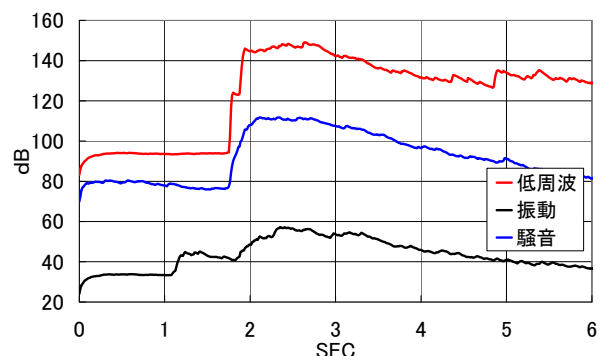


図.3 多段発破 300m 地点の測定結果

キーワード 発破振動、低周波音、多段発破、心抜き

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4 目 25-2 株式会社フジタ建設本部トンネルシールド部 TEL03-3796-2298

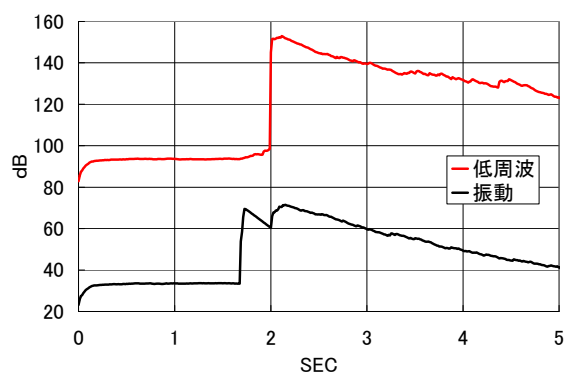


図. 4 普通発破心抜き 120m 地点の測定結果

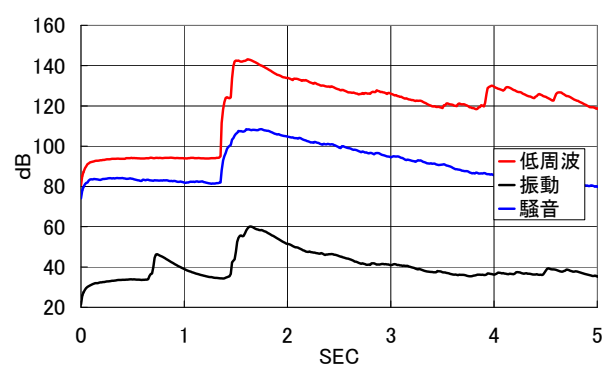


図. 5 多段発破心抜き 300m 地点の測定結果

結果となっているものと推定できる。ただし、その後の波形は低周波音の収束とほぼ相似形となっていることより、低周波音による影響を大きく受けていると考えられる。特に 300m 地点の計測結果では、振動の初期値よりも後半の最大値の方が 12dB 以上大きな値となっており、坑内振動計測では最大値を把握するよりも低周波音到達前の結果に着目する必要がある。

②心抜き発破のみの振動比較

上述したように、坑内における発破振動では低周波音の到達以降は低周波音の影響を大きく受けることが明らかとなった。これより、計測位置に低周波音が到達する前に発破が終了する心抜き発破のみを実施し、普通発破と多段発破の差異を定量的に把握することにした。今回採用した心抜きの装薬パターンは、

多段発破では 17ms と 25ms の秒時差のコネクターを組み合わせることにより 17ms～93ms の 1 孔 1 段（1 段当りの秒時差は 8～9ms）を 10 孔、普通発破では瞬発雷管による 8 孔の同時発破とした。なお、含水爆薬を使用し各孔の装薬量は 0.8kg である。

計測結果を図. 4、5 に図. 2、3 と同様の関係として示す。図より、多段発破、普通発破とも低周波音到達以降はほぼ低周波音と同一の傾向を示しており、図. 2、3 でも低周波音到達以降の振動値は低周波音によるものと考えられる。

図. 6 に、120m 地点における普通発破と多段発破の経時時間と振動・低周波音レベルの関係を示す。図より明らかなように、振動・低周波音とも多段発破は普通発破と比較して 5～6dB の低減効果がある。また、振動変位速度を振動レベルに変換する北村の式¹⁾より逆算した変位速度 (kine) の最大値と低周波音の最大値を求めた結果を表. 1 に示す。変位速度に換算することにより、多段発破は普通発破と比較して 40～50%の振動抑制効果があることが示されている。

5. おわりに

坑内において普通発破と多段発破における発破振動・低周波音を計測した結果、以下が明らかとなった。

- ① 8～9ms の秒時差による多段発破では、振動を 40～50%、低周波音を 6～7dB 低減させる効果があった。
- ② 坑内で振動を計測する場合、低周波騒音の影響を十分に考慮に入れる必要が明らかとなった。

参考文献

1) あんな発破こんな発破、<http://www.j-kayaku.jp/pdf/anna.pdf> , p. 3

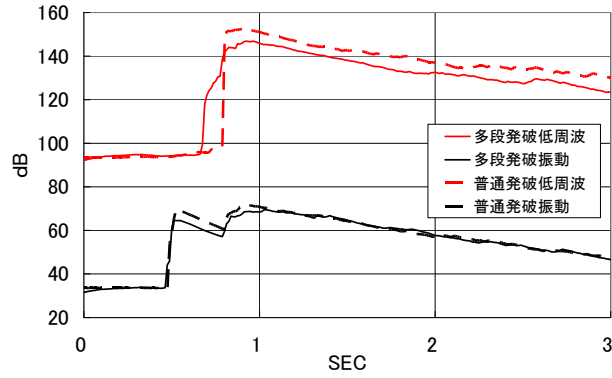


図. 6 普通心抜きと多段発心抜きの比較 (120m)

表. 1 普通心抜きと多段発心抜きの最大値の比較

	変位速度(kine)		低周波音(dB)	
	120m	300m	120m	300m
普通発破	0.189	0.030	153	150
多段発破	0.107	0.013	147	143