

VI-5 ベンチカット発破による低周波音の予測

山口大学工学部 正会員 国松 直 山口大学工学部 小嶋直哉
 宇部興産（株） 今村 威 山口大学工学部 正会員 中川浩二

1. はじめに

ベンチカット発破やトンネル発破に伴う発破音はかなり低い周波数成分をもち、低周波音としての問題を含んでいることが報告されている¹⁾。低周波音問題は騒音と異なり、耳には聞こえない音圧による不快感や家屋構造要素の2次的な騒音が問題となる。

本研究は露天掘鉱山のベンチカット発破から生じる低周波音の対策を目的として、低周波音圧レベルの予測方法について検討を行ったものである。

2. 低周波音圧レベルの定義

低周波音圧レベルの測定方法はまだ規格化が検討²⁾されている段階であるが、現在主に2つの方法が採られているようである。1つは低周波音レベル計（周波数帯域1Hz-1kHz：指示特性slow（時定数1s））、他の1つは低周波マイクロホン（周波数帯域1Hz-500Hz）と振動レベル計（周波数帯域1Hz-90Hz：指示特性vibration（時定数0.63s））の組合せである。両者の測定方法で測定された音圧レベルは周波数帯域と指示特性が異なることから指示値の低周波音圧レベルは異なった値を示すことになる。

本研究では発破音の音圧波形をデータレコーダ（TEAC製 R-61：周波数帯域0C-650Hz（FM方式））に記録した後、A/D変換後マイコン処理により後者の特性³⁾で低周波音圧レベルを算出した。

3. 発破音の特性

図-1は低周波音圧レベル（LSPL）と通常測定される騒音計（周波数帯域10Hz-20kHz）のfast特性（時定数0.125s）で得られた音圧レベル（SPLfast）の関係である。この関係は非常に高い相関を示している。この理由として、露天掘鉱山でのベンチカット発破の発破条件が規格化され、大きく条件が異ならず発破音の卓越周波数の変動が少ないためと考えられる。図-2は記録された発破音の卓越周波数の頻度分布である。

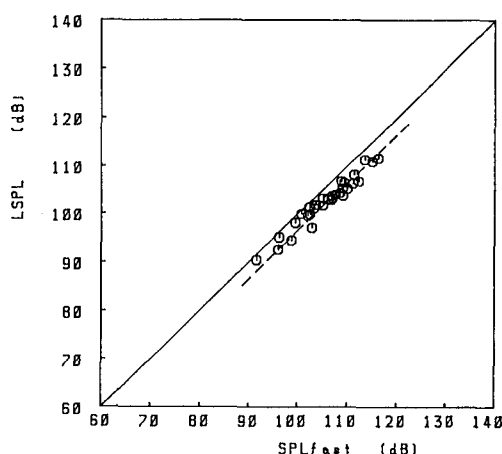


図-1 LSPLとSPLfastとの関係

4. 低周波音圧レベルの予測

図-1の結果を踏まえて、予測は図-3に示す流れ図に従って行うことが可能であると考えられる。

1) ピーク音圧値（Ppeak）の予測式 従来、装薬量（W）と伝播距離（D）を変数とした式（1）による予測式が使用されてきた¹⁾が本研究では新たにベンチカット発破であることを考慮してベンチ面の方向を表す変数Tと通常段発破が行われることから面音源の大きさに関係する孔当りのベンチ面の大きさを表す変数Sを導入した式（2）を提案する。

$$P_{\text{peak}} = K_p \cdot W^a \cdot D^{-b} \quad (\text{Pa}) \quad (1)$$

$$P_{\text{peak}} = K_p \cdot W^a \cdot D^{-b} \cdot T^n \cdot S^c \quad (\text{Pa}) \quad (2)$$

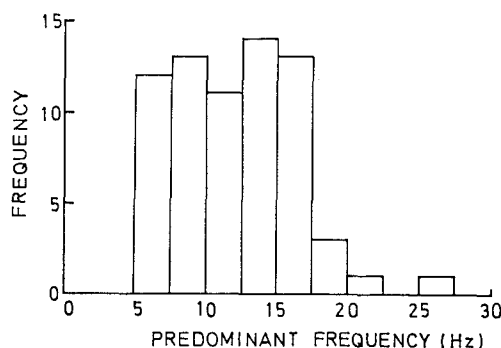


図-2 卓越周波数の頻度分布

ここに、 T は観測点の位置とベンチ面の法線のなす角度 θ を用いて次式で定義した。

$$T = \left(\frac{\cos \theta + 2}{3} \right) \quad (3)$$

上式は n の値により変化し、 $n=0$ では無指向性を、 $n=\infty$ では単一指向性を示す。図-4は n の値による指向性の特性を示している。式(3)の定義により、式(2)はベンチ面後方でも考慮することが可能である。 S は孔間隔とベンチ高さの積である。ベンチカット発破により計測されたデータを用いて式(2)による重回帰分析を行った結果次式が得られた。

$$P_{\text{peak}} = 5.6 \cdot W^{0.64} \cdot D^{-2.2} \cdot T^{2.0} \cdot S^{3.5}$$

ちなみに、式(1)による重相関係数は0.56、上式は0.88である。

2)音圧レベル(SPLfast)の予測式 音圧レベルの予測式は振動レベルの予測式⁴⁾と同様に次式で表される。

$$\text{SPLfast} = 20 \cdot \log_{10} (P_{\text{peak}}) + 85 \\ + 10 \cdot \log_{10} (1 - \exp(-T_d/\tau)) \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

ここに、 T_d は波形の継続時間、 τ は時定数であり、fast特性の場合0.125sである。

3)低周波音圧レベル(LSPL)の予測式 図-1の結果から次式の関係を提案することが可能と考えられる。

$$\text{LSPL} = \text{SPLfast} - \alpha \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

ここに、 α は補正量である。図-1から補正量は3.3dBと計算される。卓越周波数が5-15Hzであるにもかかわらず $\text{SPLfast} > \text{LSPL}$ であるのは時定数が異なるためと考えられる。

5. 実測結果と予測結果の比較

上記の予測の流れに従って実データをもとに予測した結果と実測結果とを比較した結果が図-5である。この図から本研究で提案した予測方法が妥当であることがわかる。

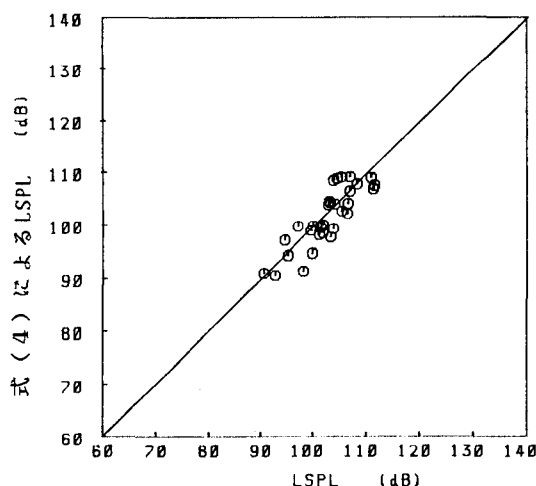


図-5 式(4)によるLSPLと実測のLSPLとの関係

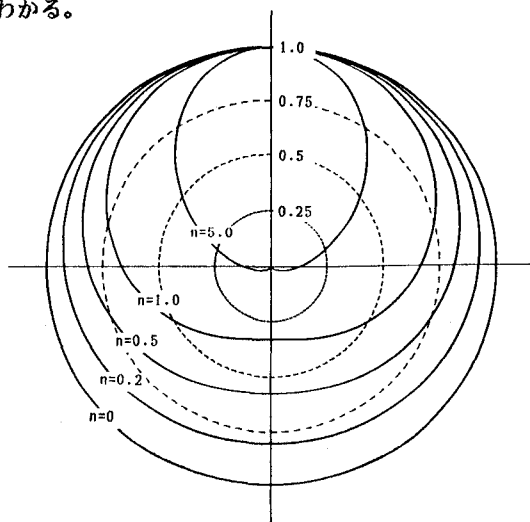


図-4 $\left(\frac{\cos \theta + 2}{3} \right)^n$ の指向特性

参考文献 1)関他：明り発破に伴う騒音の事前推定法に関する一考察，前田技術研究所報，VOL.24，pp.57-64，1983. 2)騒音制御工学会低周波音分科会資料，1989. 3)国松他：振動レベル計の計算機によるシミュレーション，山口大学工学部研究報告，VOL.39，No.1，pp.205-211，1988. 4)国松他：速度波形を用いた振動レベルの推定，土木学会論文集，pp.134-141，1988.