

VI-40

速度波形を用いた発破振動レベルの算出について

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 宇部興産(株) 今村 威

1. はじめに 発破振動の評価法の1つである振動レベル(VL)は、振動感覚補正(振動の周波数に対する人体の感じ方の補正)や振動の継続時間に対する感じ方の補正を考慮して算出されるため、他の評価法である最大速度振幅(速度波形中の最大振幅)のように容易に算出することが困難である。そのため振動レベルの推定に関する研究は最大速度振幅に対するものほど行われていないようである。また、振動レベルと最大速度振幅との関係についてもまだ十分な議論がなされていないようである。

そこで、本研究は速度波形より振動レベルを算出するための方法を述べ、それによって得られた結果と加速度波形より算出した結果の比較を行いその妥当性について検討を行ったものである。また、単発発破の振動レベルを速度波形の最大振幅と継続時間を用いて推定するための推定式についても検討を行い、推定式により得られた値と実際に得られた値との比較も行った。

2. 速度波形を用いた振動レベル算出法 発破振動が8 Hz以下の成分を含まないと仮定すれば、図1の鉛直特性の振動感覚補正に対する8 Hz以上の-6dB/octの減衰特性は、電気回路における積分回路の特性であることから、加速度波形に図1の補正を行った後の加速度波形は速度波形と同様の波形となると考えられる。そこで、速度波形を用いて振動レベルを算出することを考えれば、加速度を用いた振動レベルの定義式を書き換えた次式を用いて求めることができる。

$$VL = 20 \log (V/V_0) \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

ここで、Vは振動速度実効値(cm/s)、 V_0 は基準速度であり、 $V_0 = 10^{-3}/16\pi$ (cm/s)である。

速度波形を用いて振動レベルを算出する場合、周波数成分が8 Hz以上であれば、加速度波形から振動レベルを算出するために必要な振動感覚補正を行う必要がなくなる。図2の(a)は砂質盛土地盤で得られた発破振動加速度記録¹⁾であり、図2(b)は図2(a)に対して振動感覚補正を行った後の加速度波形である。また、図2(c)は図2(a)の加速度記録を数値積分して求めた速度波形である。図2(b)と図2(c)の2つの波形が非常に良く似ていることが判る。図3は図2(a)の波形の周波数特性である。波形の卓越周波数が約35 Hz付近に存在し、8 Hz以下の成分が少ないことが判る。このような加速度記録に対しては、速度波形を用いて振動レベルを算出してもその大きさに大きな差はないものと思われる。しかし、実効値の算出および継続時間に対する補正は行わなければならない。そこで、加速度波形を用

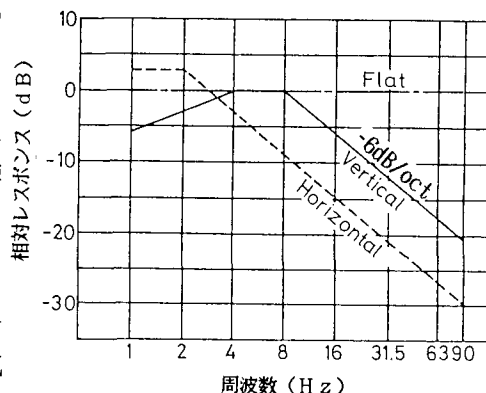


図1 相対レスポンスと周波数の関係

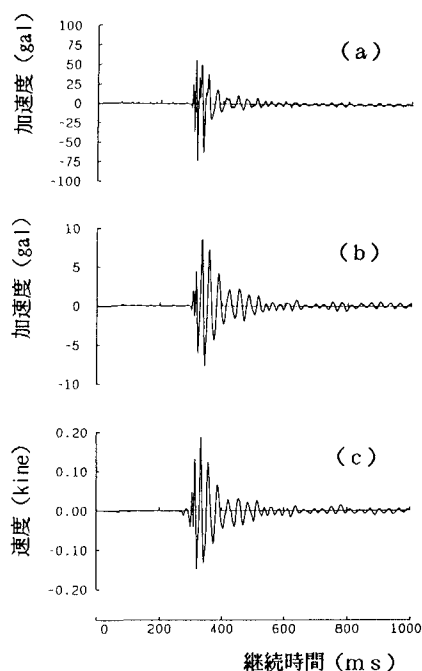


図2 加速度記録、振動感覚補正後の加速度波形と速度波形の比較例

いて振動レベルを求めるための計算機プログラム²⁾をもとに、速度波形より振動レベルを算出するプログラムを開発した。これを用いて以下の解析を行う。

3. 速度波形より算出した振動レベルと加速度波形による振動レベルとの比較 図4は縦軸に速度波形より算出した振動レベル、横軸に加速度波形より算出した振動レベルをとりプロットした結果である。図中の直線は2つの値が等しい線であるがプロット結果はほぼこの直線上にあるといえる。ちなみに、2つの値の最大差は0.5 dBと非常に小さい。

以上より、発破振動加速度波形において8 Hz以下の周波数成分が少ない場合には上述のプログラムを用いて振動レベルを算出しても振動レベルの大きさはあまり変わらないといえる。もし、8 Hz以下の成分が存在するような場合には実際の値よりも大きめに算出される。

4. 最大速度振幅と速度波形の継続時間を用いた振動レベル推定式 筆者らは単発発破の振動レベルを推定する方法について検討を行ってきた³⁾が、今回速度波形に対してその式を適用してその妥当性について検討を行った。次式が単発発破の振動レベルの推定式である。

$$VL = 20 \cdot \log (PPV) + 85 \\ + 10 \cdot \log (1 - \exp (-Td/1000/0.63)) \quad (3)$$

ここで、PPVは速度波形の最大振幅 (cm/s)、Tdは Vanmarcke and Lai⁴⁾の方法により算出された波形の継続時間 (ms) である。

図5は縦軸に式(3)により算出した振動レベル、横軸に加速度波形より算出した振動レベルをとりプロットした結果である。式(3)による振動レベルが約1 dB程度大きいものの両者の対応関係は非常によいといえる。式(3)によれば、単発発破のPPVおよびTdの予測が可能となれば同時にその波形の振動レベルをも推定することができる。

5. まとめ 速度波形より振動レベルを算出する方法を検討し、それによって振動レベルを算出したところ、今回用いた波形については加速度波形を用いて得られた値と非常によく一致した。また、式(3)を用いて単発発破の振動レベルの推定を行ったところ約1 dBの誤差で求めることができることが判明した。

参考文献 1) 国松ら：第18回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、1986.2、2) 国松ら：土木学会論文集、第367号/VI-4 1986.3、3) 国松ら：日本鉱業会昭和61年度春季大会、1986.4、4) Vanmarcke et al.: BSSA, Vol. 70, No. 4, 1980

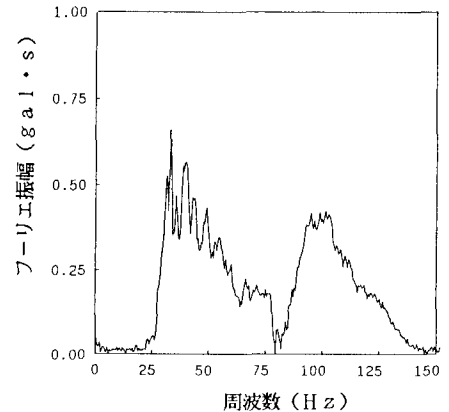


図3 加速度記録のフーリエスペクトル例

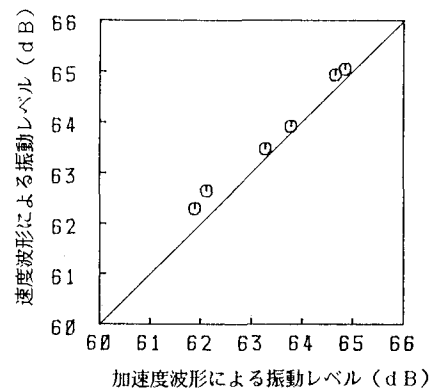


図4 速度波形と加速度波形を用いて算出した振動レベルとの比較

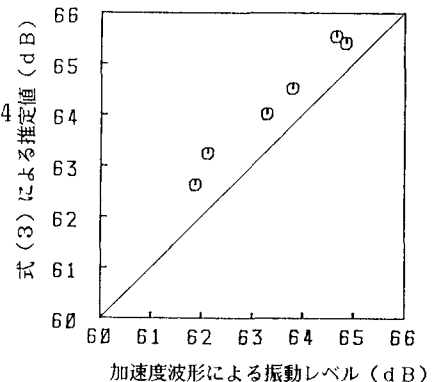


図5 式(3)による推定値と加速度波形による振動レベルとの比較