

VI-6 発破振動制御波形を用いた構造物の応答特性

山口大学工学部 正会員 国松 直 山口大学工学部 正会員 三浦房紀
(株) 鴻池組 正会員 岡村昭彦 山口大学工学部 正会員 中川浩二

1. はじめに

住宅地近傍での発破を伴う工事に対しては、発破により生じる振動を厳しく管理することが要求される。管理は最大速度振幅（PPV）または振動レベル（VL）のどちらかで行われるが両方を考慮できれば好都合である。このような観点から、筆者らは最大速度振幅が理想的に管理できると仮定して、振動レベルを一定に制御するための段発速度波形を提案した¹⁾。

本研究は地盤の振動速度波形を理想的に制御できたとして、次にその波形が構造物の応答にどのように影響を与えるかということを検討したものである。

2. 地盤上の発破振動制御波形に関する考え方

発破振動速度波形に対して、次の2つの理想的な制御波形が考えられる。

1) 各段の最大速度振幅が一定である波形
(最大速度振幅一定モデル波形：(図-1))

2) 各段の振動レベルが一定である波形
(振動レベル一定モデル波形：(図-2))

上記の2つの波形は初段と後段との振幅の比（振幅比）により特徴づけられる。その比は最大速度振幅一定波形では1.0、振動レベル一定波形では秒時差250msの場合0.57である。振動レベル一定波形の振動レベルは初段のPPVにより、次式で求められる²⁾。

$VL = 20 \cdot \log_{10}(PPV) + 85 + 10 \cdot \log_{10}(1 - \exp(-Td/0.63))$
ここに、Tdは波形の継続時間である。

3. 地盤上の発破振動制御波形の入力に対する構造物の応答

地盤上の発破振動を理想的に制御したとしても構造物内にいる住民がそれをどのように感じるかを検討する必要がある。本研究では構造物を1質点系モ

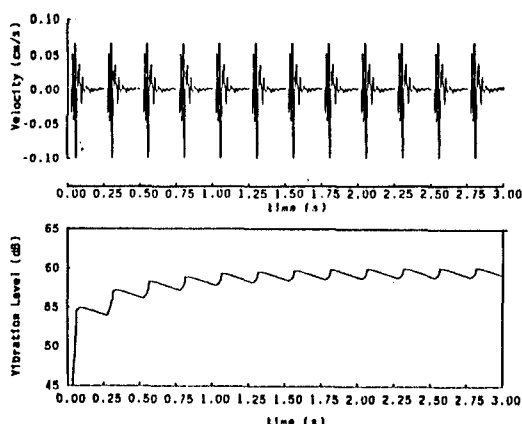


図-1 最大速度振幅一定波形と
その振動レベル時刻歴

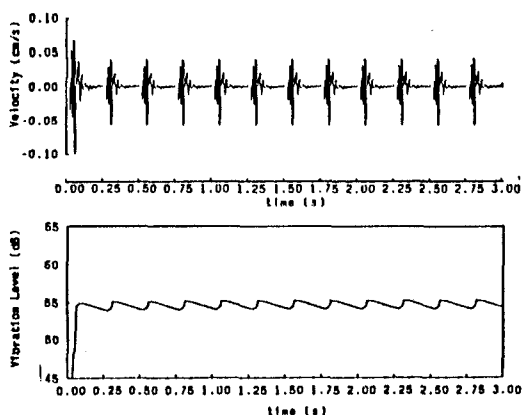


図-2 振動レベル一定波形と
その振動レベル時刻歴

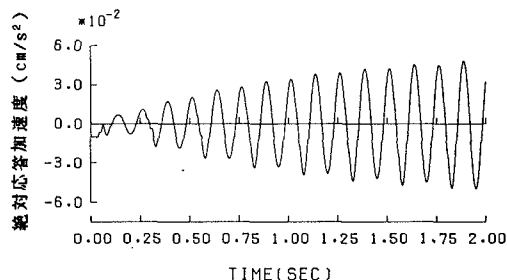


図-3 最大速度振幅一定波形入力に対する
絶対応答加速度波形例

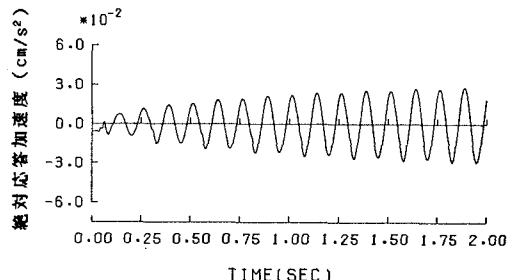


図-4 振動レベル一定波形入力に対する
絶対応答加速度波形例

デルで置き換え、上記の制御波形を基盤入力したときの質点の絶対応答加速度波形を算出した。この加速度波形から構造物の応答を考慮した振動レベルを算出した。図-3、4はそれぞれ最大速度振幅一定波形、振動レベル一定波形の入力に対する固有振動数8Hz、減衰定数2%の応答波形である。応答波形が地盤上の波形と大きく異なることがわかる。また、それぞれの応答波形は最大速度振幅一定波形入力の場合の振幅が大きいのみで振動波形は非常に類似している。地盤上の振動レベルに対する応答波形から算出した振動レベルの比（増幅率）は両波形とも1.01であり、増幅率は等しい。これはモデル波形は同一の単発波形を用いて作成しているので、2つの入力波形の卓越周波数が等しいことによると考えれば、家屋の増幅に関しては地盤の振動波形の卓越周波数のみに注意をすればよいといえる。図-5は最大速度振幅一定波形入力に対する応答スペクトルである。モデル波形が250ms間隔で繰り返されているので4Hz毎にピークがみられる。

4. 実際の発破振動波形による構造物の応答

図-6はトンネル掘進発破により観測された最大速度振幅がほぼ一定と見なせる速度波形である。発破はDS雷管（秒時差:250ms）で制御されている。この波形に対する応答スペクトルを図-7に示す。図-5にみられた4Hz毎のピークがみられない。これは雷管秒時のばらつきによると思われる。

家屋の固有振動数は約10Hz以下と考えられるので、トンネル発破による振動波形（卓越周波数:表土上70Hz）、露天掘鉱山発破による振動波形（卓越周波数:岩盤上60Hz、地盤上30Hz）を入力波形として固有振動数4.8、16Hz、減衰定数2%について増幅率を求めた（図-8）。入力振動波形の卓越周波数が高い場合（×、△）にはほとんど構造物の応答を考慮する必要がなく地盤上において振動を管理すればよいといえる。しかし、卓越周波数が低い場合（○）には低い固有振動数で増幅率が1以上となる。また振動レベルの大きさも人間の感覚いき値60dBを越えるものがあり家屋の応答特性に注意しなければならない。

参考文献 1)国松他：最大速度振幅で管理されたトンネル掘進発破振動の振動レベルについての考察，第21回岩盤力学に関するシンポジウム，pp.116-120，1989. 2)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.

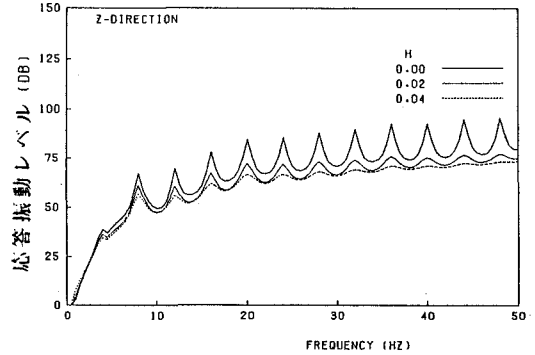


図-5 最大速度振幅一定波形入力に対する応答振動レベルスペクトル

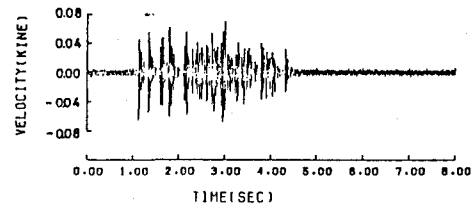


図-6 実発破振動速度波形例

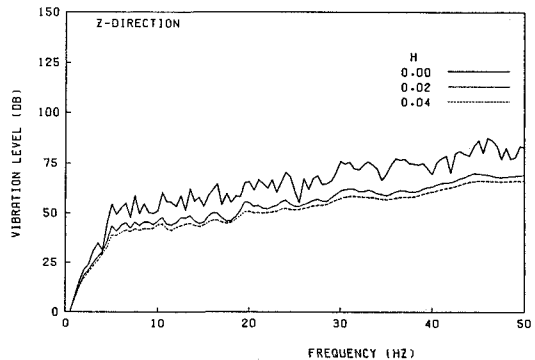


図-7 図-6の波形に対する応答振動レベルスペクトル

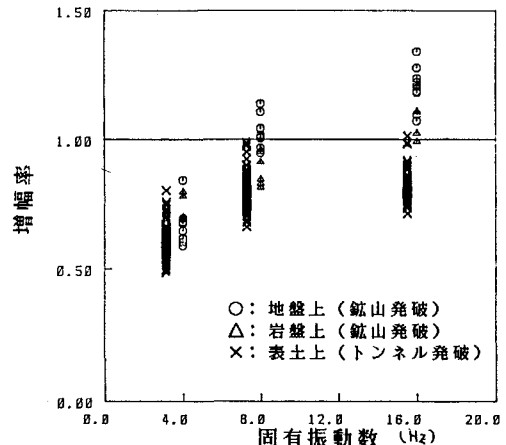


図-8 増幅率と固有振動数との関係