

VI-8

発破振動レベル管理における逆解析法

榑青木建設横浜支店土木部 田中 尚史, 中村 公治
 榑青木建設横浜支店土木部 正会員 ○塩月 隆久 正会員 坂本 浩之
 榑青木建設技術本部研究所 正会員 永井 哲夫

1. はじめに

近年、住宅地近傍でのトンネル掘削や宅地造成などにおいて、発破による岩盤掘削を行う機会が増加してきている。そのため住民が発破振動に対して不快感を感じないように施工管理を行う必要が生じてくる。そこで、一般に発破振動レベルがその管理の対象として取り上げられている。この振動レベル管理において、振動レベル計測値を用いて当初設計の妥当性を検討するために、振動レベル計測結果の逆解析法が有効であると考えられる。

これまで著者らは振動レベル推定に関して情報化施工に有効な数学モデルの検討を行ってきた。¹⁾ このことを踏まえて、本研究では振動レベル計測値を用いて、当初設計に用いた振動レベル推定に必要なパラメータを再評価する方法(逆解析法)について述べる。

2. 逆解析法の考え方

2.1 逆解析に用いる振動レベル推定式

一般に振動レベルを推定するには、周波数8Hz以上の単一正弦振動に対する理論式(1)を用いることが多いようである。

$$VL^* = 20 \cdot 10 \log_{10} (K \cdot W^a \cdot D^{-b}) + 91 \text{ (dB)} \quad (1)$$

ここで、 VL^* は振動レベル、 K は発破係数(使用する火薬類の種類、性能、発破条件、地盤条件によって定まる)、 W は雷管の段当たりの総装薬量(kg)、 D は爆源からの距離である。また、 a は0.5~1.0の定数、 b は2.0前後の定数である場合が多い。

しかし、発破振動のように継続時間が短い振動に対しては、同振幅の連続振動(式(1))より振動レベルが低下することが知られている。²⁾ そこで、継続時間や段発発破の秒時差を考慮した振動レベルの推定法が研究され良好な結果を得ているようである。本研究では、継続時間を0.1秒前後と仮定して、振動レベルの低下を8dBと見なした推定式(2)を用いる。

$$VL = 20 \cdot 10 \log_{10} (K \cdot W^a \cdot D^{-b}) + 83 \quad (2)$$

2.2 発破係数Kの評価

発破係数 K は、火薬類の種類、発破条件、地盤条件によって定まる値であるから、式(2)に用いる K 値もそれを考慮した値になっていなければ実用的ではない。そこで次のようにしてその不確定要因を K 値に反映させる。

式(2)は、 K 、 W 、 D に関して線形化すると次式のように表すことができる。

$$VL = 20 \cdot 10 \log_{10} K + 20a \cdot 10 \log_{10} W - 20b \cdot 10 \log_{10} D + 83 \quad (3)$$

ここで、不確定要因による影響を式(3)の第1項に補正項 α として考慮する。つまり層別を K 値に考慮するようにすると、

$$\begin{aligned}
 VL &= (20 \cdot 10 \log_{10} K + \alpha) + 20a \cdot 10 \log_{10} W - 20b \cdot 10 \log_{10} D + 83 \\
 &= 20 \cdot 10 \log_{10} (10^{0.05\alpha} K \cdot W^a \cdot D^{-b}) + 83 \quad (4)
 \end{aligned}$$

となる。ゆえに式(4)を振動レベルの逆解析に用いる数学モデルとする。

2.3 逆解析手法

次に示す誤差関数を最少にするように、振動レベル推定に必要なパラメータ(式(4)の α 、 a および b)を求める(直接定式化法)

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n (V L_i^m - V L_i)^2 \rightarrow \min. \quad (5)$$

ここで、 $V L_i^m$ および $V L_i$ は振動レベルを表し、それぞれ計測値および計算値である。 n は計測値の数を表す。

式(5)を実行するために、マイクロコンピュータによる多変量解析プログラム⁴⁾を用いた。これは図-1のように得られた計測値の評価(外れ値の検出)から式(5)の実行および式(4)の α の検討までを対話形式で行える汎用プログラムである。

3. 解析例

3.1 解析に用いたデータ

大規模宅地造成工事の発破施工において計測された振動レベル値を用いて逆解析を行った。

3.2 結果と考察

逆解析により当初設計で用いたパラメータを再評価し、修正されたパラメータにより計算される振動レベル値と計測により得られたレベル値を比較して図-2に示す。この結果から、地盤や施工の不確定性を K 値に反映させた振動レベルの推定式(4)は情報化施工に実用する上で十分な精度を有していることがうかがえる。

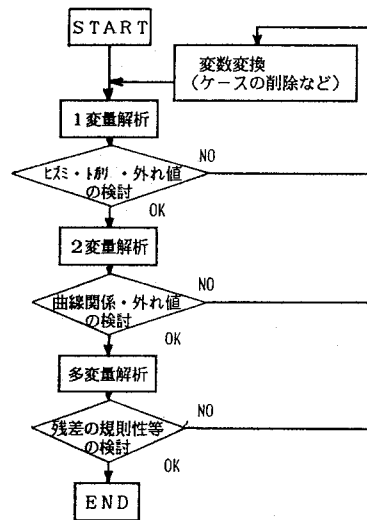


図-1 多変量解析のフロー

4. おわりに

本研究では、解析例をあまり示していないが、前述した工事において、情報化施工システムの一環としてここで述べた逆解析法を組み込み良好な結果を得ている。その詳細については別途報告を行う予定である。⁵⁾

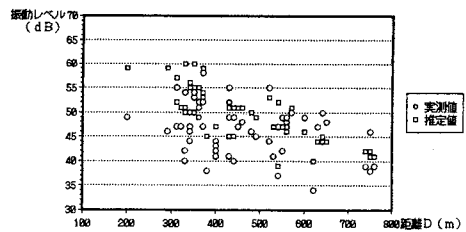


図-2 計測値と逆解析値

参考文献

- 1) 田中・中村・塩月・坂本・永井：発破振動計測による発破施工管理の一提案，第21回岩盤力学シンポジウム，1989。
- 2) 北村：発破振動における振動速度と振動レベルの対応について，土木学会論文集，第362号，pp481-484，1985。
- 3) 例えば、国松・中川・三浦・今村：発破振動における振動レベルの推定，土木学会論文集，第367号，pp41-51，1986。
- 4) 芳賀敏朗：多変量解析入門，日本科学技術連盟，1986。
- 5) 田中・中村・塩月・坂本・永井：発破振動レベル管理のための情報化施工システム，土木学会第44回年次学術講演会投稿中，1989。