

山口大学 学生員 ○奥川 勘介
高知高専建設システム工学科 フェロー 多賀谷宏三
西日本科学技術研究所 小松 豊
西日本科学技術研究所 筒井 郁夫

1. はじめに

近年、様々な環境問題がクローズアップされているが、中でも環境振動は日常生活での心理的影響が大きく、間接的に人の健康に影響を与え、さらに建物や施設などの構造物にも損傷を与えるため、我々に身近な問題となっている。土木工学の分野では、構造物を造るにあたり、施工機械の使用は不可避であり、振動問題との関係は非常に深いものとなっている。本研究は、環境振動推定式中の内部減衰率を実測データより求め、推定式の精度向上を図ると共に地盤や加振機の特徴が与えられたときの振動解析について述べる。

2. 実測データによる内部減衰率

2. 1 データ解析法

実際の建設現場で計測された振動レベルのデータをもとに、環境振動距離減衰の推定式を用いて施工機械、地盤特性に対応した内部減衰率を求める。振動データを施工機械、施工場所の表層地盤で分類し、一組の振動データに対する2点の振動源からの距離と振動レベルの実測データから逆解析を行う。

2. 2 データ解析結果及び考察

実測データの解析結果を表1に示す。代表的な距離減衰を図1、図2に示す。図は、縦軸に振動レベル (dB)、横軸に振動源からの距離 (m) の対数をとったものである。

内部減衰率はバラツキがあり、ある程度の範囲で示さざるを得ないので、施工機械の種別による内部減衰率の有意差はほとんど無い。図1に示すように砂礫地盤における距離減衰では、30m付近で減衰の傾向が変化する。すなわち2種類の内部減衰率が存在しているとして整理するのが良いと推測される。30m付近までの内部減衰率は $\lambda_1=0.01703$ 、30m以上の内部減衰率は $\lambda_2=0.06127$ となる。粘性土地盤における距離減衰では、減衰の傾向が変化する点が見られず、内部減衰率は1つである。粘性土の内部減衰率は $\lambda_c=0.04222$ となる。

3. 振動解析

3. 1 解析方法

3次元薄層要素法^{1)~3)}による解析プログラムを使用した。無限地盤を再現するための解析解による側方伝達境界と、ダッシュポットによる底部粘性境界を導入したプログラムである。

環境振動は微小振動であるので、剛性率やダンピングを一定として、整層地盤における振動伝播を軸対称有限要素法で解析する。

解析結果は変位で与えられるので、最大変位から最大加速度を求め、振動加速度レベルを感覚補正して振動レベルを得る。

3. 2 解析条件

解析領域は中央の加振点から半径50m、深さ20mで、分割要素数は800、節点数は1020である。分割要素図

表1 実測データの解析結果

施工機械	内部減衰率: λ				
	砂岩がら互層	礫	砂礫	砂	粘性土
電動バイブロハンマ	0.0533782	—	0.0252420	—	0.0438265
油圧式超高周波杭打機	—	—	0.0618930	—	0.0222953
サイレントバイラー	—	—	0.0752230	—	0.0267493
アースオーガー	—	—	0.0687919	0.0305720	—
ダウンザホール	—	—	0.1042880	—	—
ハンマーグラブ	—	—	—	—	0.0317924
ダブルオーガマシン	—	0.0261042	—	—	—
平均	0.0533782	0.0261042	0.0670876	0.0305720	0.0311659

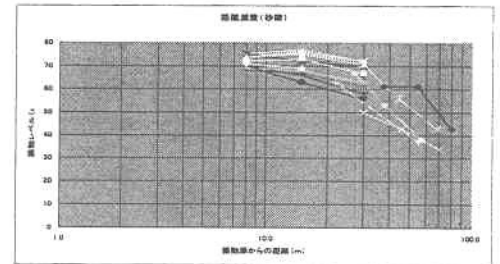


図1 距離減衰 (砂礫)

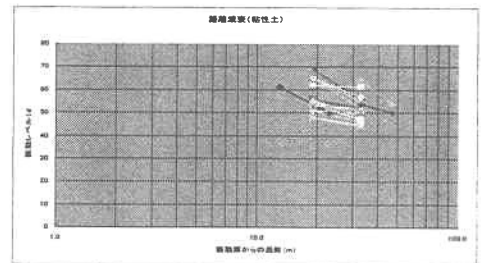


図2 距離減衰 (粘性土)

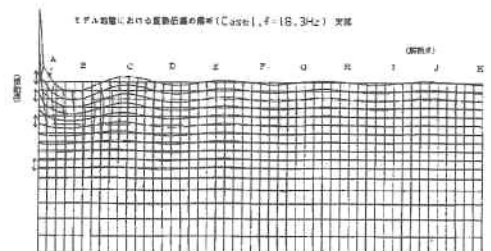


図3 要素分割図

を図3に示す。解析ケースを表2にまとめる。振動の加振力は実在の機械に合わせ48.7tf（一定）とし、加振点は軸対称中央の地表面及び地下2m、5m、10mである。加振振動数は各ケースともに10Hz、18.3Hz、20Hz、30Hzとし、一部のケースでは40Hzの場合の解析も行った。

3. 3 解析結果及び考察

図3に解析による実数部の変位を重ねて表示する。虚数部の変位と合わせて最大変位を求め、振動レベルに変換する。加振点付近では変位が大きいが、側方伝達境界付近ではほとんど変位がない。鉛直方向への影響は、水平方向への影響よりも小さい。振動レベルによる解析結果の代表例を図4、図5に示す。

図4は地表面加振の場合であるが、振動レベルは片対数グラフ上でほぼ直線的に減少する。これに対し、図5の地中加振の場合は、振動レベルのピークは振動源から少し離れた地点で発生する。このことは従来の環境振動評価法にインパクトを与える。

4. まとめ

環境振動について、実測データの解析及び振動解析より、次の結論が得られた。

- 1) 実測データの解析
- ①施工機械の種別による内部減衰率の有意差はほとんど無い。②砂礫地盤では、30m 付近で距離減衰の傾向が変化するため、内部減衰率は2種類とするのが妥当と考えられる。③粘土地盤と砂礫地盤を比較すると、30m 付近までの内部減衰率は粘土地盤の方が大きい、30m 以降では砂地盤の内部減衰率の方が大きい。

2) 振動解析

- ①地表面加振の場合は、振動レベルは粘土、砂とも片対数グラフ上でほぼ直線的に減少するが、局部的に波打くこともある。②加振力が同じならば加振振動数が高いほど、振動レベルは大きくなる。③振動の伝播は表層地盤が支配的であり、加振力、加振振動数が同じならば、砂よりも粘土の方が振動レベルは約10dB 大きい。④地中加振の場合、振動レベルのピーク値は振動源から少し離れた地点で発生する。加振振動数が高いほどこの傾向が大きくなる。

5. 今後の課題

- 1) 実測データによる内部減衰率
- ①汎用性を持たせるためには、振動レベル推定式において、振動源や地盤特性に左右されない内部減衰定数で議論する方が良い。そのため、振動源や地盤の詳細なデータが必要である。
- ②振動レベルの実測において、計測点を増やし、精度向上を図る。

2) 振動解析

- ①解析条件を増やして、振動の伝播に何がどのように影響するのかをさらに詳細に調べる。
- ②ボーリングデータなどから得られる実地盤の情報をを用いて解析を行い、実地盤の振動状況と対比させる。

6. 参考文献

- 1) 清水信行ら：3次元薄層要素法による相互作用の解析 part1, 日本建築学会論文報告集, 第253号, 1977
- 2) 清水信行ら：3次元薄層要素法による相互作用の解析 part2, 日本建築学会論文報告集, 第254号, 1977
- 3) 清水信行ら：3次元薄層要素法による相互作用の解析 part3, 日本建築学会論文報告集, 第283号, 1979

表2 解析ケース

Case	加振力 (tf)	周波数 (Hz)	加振点深さ (m)	地盤構成	表層地盤	下層地盤
1	48.7	10.0	0.0	2層地盤	粘土(5m)	砂
2	48.7	10.0	0.0	2層地盤	砂(5m)	粘土
3	48.7	10.0	0.0	1層地盤	砂	—
4	48.7	10.0	-2.0	1層地盤	砂	—
5	48.7	10.0	-5.0	1層地盤	砂	—
6	48.7	10.0	-10.0	1層地盤	砂	—
7	48.7	10.0	0.0	1層地盤	粘土	—
8	48.7	10.0	-2.0	1層地盤	粘土	—
9	48.7	10.0	-5.0	1層地盤	粘土	—
10	48.7	10.0	-10.0	1層地盤	粘土	—

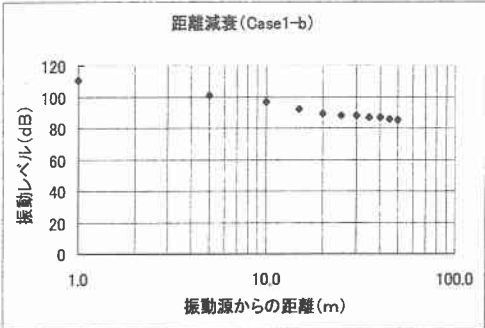


図4 解析結果（加振点地表面）

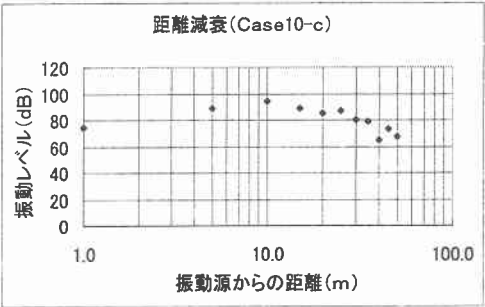


図5 解析結果（加振点地下10m）