

地盤振動低減用防振溝の最適設計法

九州電力(株)総合研究所 正員○畑元浩樹 深池正樹
九州共立大学工学部 正員 鳥野 清
山口大学工学部 正員 麻生稔彦

1. はじめに

近年、都市部における土木・建築工事や交通量の増加により発生する振動が大きな環境問題になっている。著者らはこの振動を低減するために人工軽量骨材で埋め戻した防振溝を用いる方法を実験および解析により検討してきた。しかし、防振溝による地盤振動の低減効果は地盤条件、防振溝位置、防振溝の形状等により大きく影響されと考えられる。そこで、有限要素法による数値解析から防振溝の最適な形状および設置位置について検討したのでその結果を報告する。

2. 解析モデル

今回の解析に用いたモデルを図-1に示す。この解析モデルは防振溝の防振効果を確認するために起振機実験を実施した地盤をモデル化したものである。なお、起振機実験と結果の詳細については参考文献(1)、(2)に述べている。

解析モデルは幅 100m、深さ20mとし地層は4層からなっている。各地層および埋め戻しに用いた人工軽量骨材の諸元を表-1に示す。解析モデルの境界条件は下端を固定、左右両端を自由とし、減衰定数については測定された起振力で加振した場合の起振点の応答加速度および距離減衰が実験結果とはほぼ一致するように定めた。解析は防振溝の深さ h と加振点から防振溝までの距離 L をそれぞれ変化させて行い、これらと地盤振動の波長 λ との関係を用いて防振効果を整理した。本解析における防振効果は次式により評価することとした。

防振効果 (dB) = $20 \times \log(A_0/A_g)$ ここで、 A_0 : 対策時の応答加速度、 A_g : 原地盤の応答加速度

3. 解析結果

今回の解析は公害振動として問題となる上下振動を対象とした。以下に防振溝を埋め戻さない場合の結果を示す。図-2は防振溝深さ h を波長 λ で除した値と防振効果との関係を加振点から防振溝までの距離 L を変化させて示したものである。ここで、測点Bは防振溝より加振点側、測点Cはその反対側である。測点Bでは h/λ が 1.5以下では L によっては原地盤より振動が大きくなる場合もある。これは防振溝が波動の反射面となり、この反射波によって加振点側の地盤が大きく振動するためと考えられる。一方、測点Cでは h/λ が 1.0以上になると加振位置によらず防振効果が大きくなっている。すなわち、防振溝の深さは対象とする地盤振動の1波長程度以上にすることが必要である。これは高い振動数に対しては防振溝を浅くしても良いが、低い振動数に対しては防振溝を深くしなければならないことを示してい

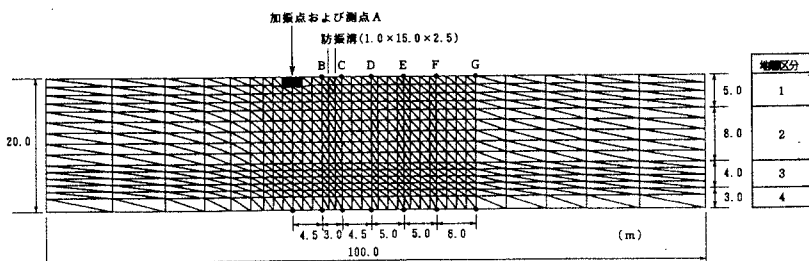


図-1 解析モデル

表-1 地盤諸元

地層区分	層厚 (m)	単位体積重量 (tf/m ³)	ポアソン比	せん断弾性係数 (tf/m ²)
1	5.0	1.37	0.45	3620.0
2	8.0	1.48	0.45	7850.0
3	4.0	1.80	0.45	3250.0
4	3.0	1.90	0.45	16760.0
人工軽量骨材		1.02	0.48	224.6

る。したがって、低い振動数の場合には防振溝だけで防振対策を実施することは困難であろう。図-3は加振点から防振溝までの距離 L を波長 λ で除した値と防振効果との関係を深さ h を変化させて示したものである。この図より加振点側の反射による振動を小さくし、かつ防振効果を大きくするためには、防振溝は加振点から1波長以上離れた距離に設けた方が有効であることがわかる。以上より、防振溝で効果的に地盤振動を遮断するためには、防振溝の深さを対象とする振動の1波長以上とし、防振溝は加振点より1波長以上離れたところに設置すべきであるといえる。次に、最適な防振溝 ($h/\lambda > 1$, $L/\lambda > 1$) が設置できるものとしたときの防振効果が、加振点からの距離によりどのように変化するかを検討した。その結果を図-4に示す。図-4の縦軸は原地盤に対する対策後の地盤の応答加速度比であり、横軸は加振点から受信点までの距離 x を波長 λ で除したものである。また、図中の黒印の記号は防振溝より加振点側を示している。図-4より x/λ が 2.0~3.0 の範囲において防振効果が大きく、特に防振溝から1波長離れた点での防振効果が大きい。この理由としては、防振溝直後の地点では防振溝によって波動が反射されるために防振効果が高く、防振溝から離れるにつれ防振溝の下を通過する波動の影響が現れるものと考えられる。

以上の解析結果は防振溝を埋め戻さない場合の結果であるが、防振溝を人工軽量骨材で埋め戻した場合にも同様の結果が得られた。ただし、埋め戻した場合には防振効果が埋め戻さない場合に比べて約80%程度であった。

4. おわりに

地盤振動を低減する方法として防振溝は安価であり簡便に施工できるため非常に有効な手法であるが防振溝による防振効果は種々の要因により大きく影響されるため、あらかじめ防振効果を推定し防振溝を適切に配置することが重要である。今回の検討により防振溝の最適設計に関する基礎資料が得られたものとする。

<参考文献>

- 1) 神谷 他、人工軽量骨材を用いた防振対策—起振機実験、第29回土質工学研究発表会講演集、pp.1111—1112
- 2) 麻生 他、人工軽量骨材を用いた防振対策—数値解析、第29回土質工学研究発表会講演集、pp.1113—1114

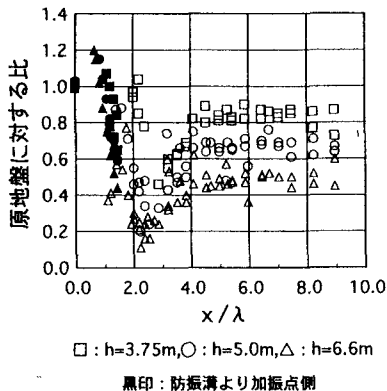


図-4 原地盤に対する防振効果

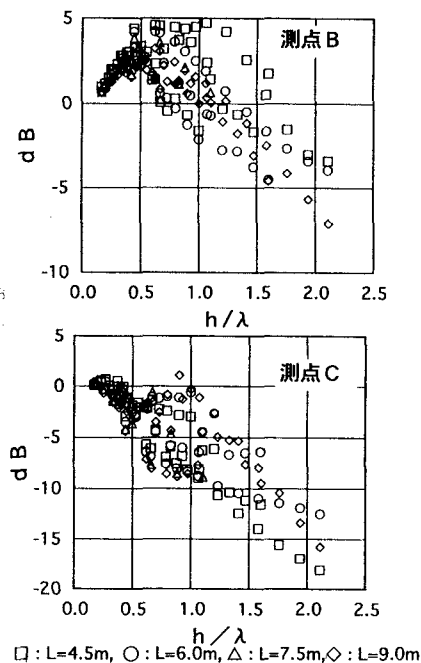


図-2 h/λ による防振効果の変化

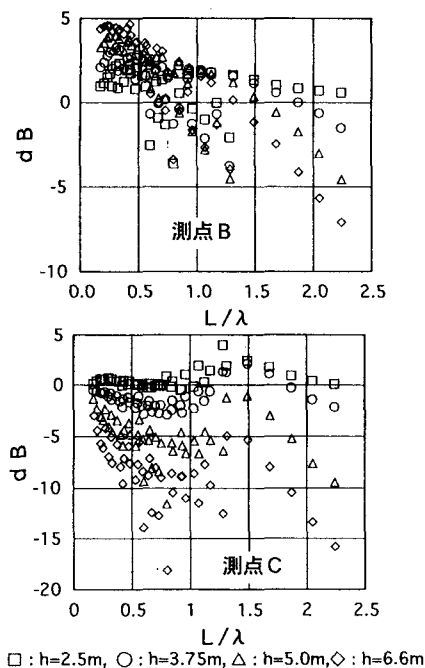


図-3 L/λ による防振効果の変化