2 次元数値解析を用いた空溝の防振効果に関する一考察

東海旅客鉄道（株）　正○吉岡　修　正　石井啓稔　正　神田　仁
（株）構造計画研究所　庄司正弘　西村忠典
不動建設（株）　正　日置和昭

１．はじめに

交通振動等の防振を目的とした伝播経路対策として、シートパイル工、コンクリート壁[1)]、ＰＣ壁体等の地中防振壁がこれまでに開発されている。一方、実施工を考えると維持管理の難しさや長期安全性に問題があるが、より振動低減効果が大きな対策工としては空溝が最も理想的であると考えられている。

本稿では、空溝の防振効果について、空溝の幅や空隙上部の状態に着目して実施した 2 次元ＦＥＭ解析によるケーススタディの結果を報告する。

２．解析条件

本解析は、2 次元の FEM 解析（SuperFLUSH/2D、（株）構造計画研究所）を用いて実施した。図-1 に解析モデルを示す。解析領域の規模は縦方向約 50m、横方向約 80m とし、境界処理は側面はエネルギー伝達境界、底面は粘性境界としている。加振は地表面上の１点(0m)に入力し、空溝は加振位置から 3m 離れた地点に配置した。

地盤の物性値は、ある試験サイトの標準貫入試験、PS 検層結果を用いて、表-1 に示すように設定した。なお空溝部分は何もモデル化しないで、地盤表面に凹部がある状態とした。

表-2 に解析ケースを示す。5 ケース実施しており、CASE2、CASE3 では空隙部の幅を変化させた場合について、CASE4、CASE5 では主に空隙上部が表層 0.5m だけつながっている状態をそれぞれ平面ひずみ要素とバネ要素（水平・鉛直）を用いてモデル化した場合について検討した。なお、空溝の深さはいずれも 8m である。

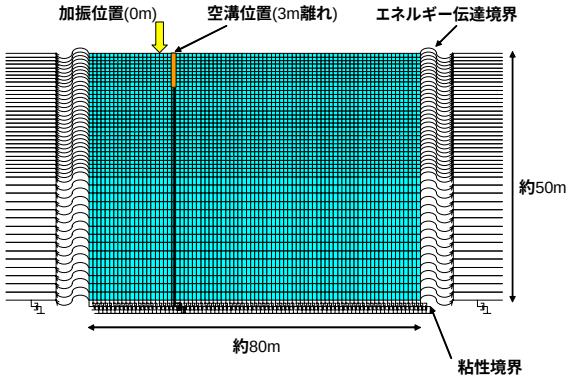


図-1　解析モデル

表-1　地盤の物性値

地盤深度 (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	ポアソン比	単位体積重量 (tf/m³)
0～1.8	1.8	200	480	0.395	1.60
1.8～3.5	1.7	100	480	0.477	1.50
3.5～5.0	1.5	80	1480	0.499	1.50
5.0～8.0	3.0	90	1480	0.498	1.50
8.0～10.5	2.5	200	1620	0.492	1.70
10.5～15.0	4.5	300	1650	0.483	1.70
15.0～		300	1650	0.483	1.70

表-2　解析ケース

ケース	空隙部の幅	空隙上部地盤
CASE1	なし	－
CASE2	0.17m	なし
CASE3	0.50m	なし
CASE4	0.17m	あり（深さ0.5m） 平面ひずみ要素
CASE5	0.50m	あり（深さ0.5m） バネ要素

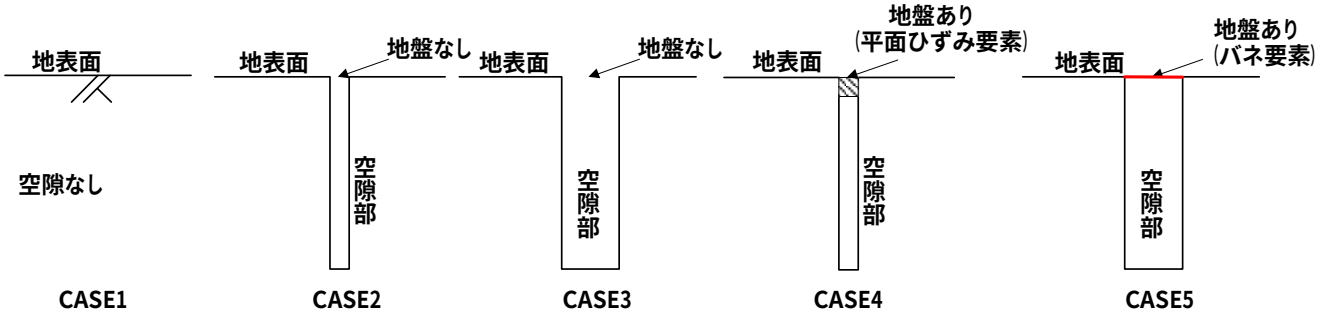


図-2　解析ケースごとの空溝の状態

キーワード：空溝、2 次元解析、地盤振動、防振
連絡先：愛知県小牧市大山 1545-33　電話 0568-47-5370　Fax0568-47-5364

３．解析結果

CASE1（自然地盤）に対する CASE2～CASE5 の低減効果(dB)について、代表的な観測点として、(a)4.5m、(b)8m、(c)12.5m、(d)25m の結果を図-3 に示す。低減効果は、マイナス側にあれば効果があることを表している。

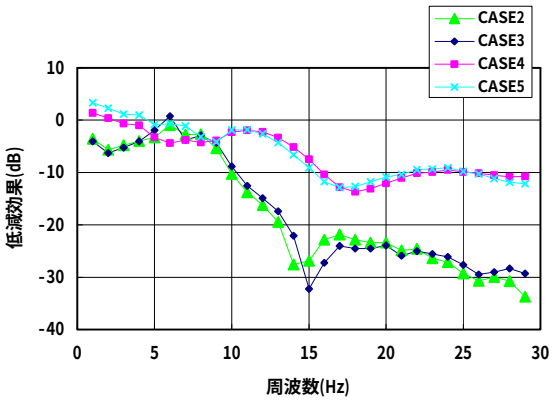
CASE2（空隙幅 0.17m）の場合、(a)4.5m 地点（壁裏 1.5m）では、低周波域では効果が小さいが、7Hz 付近から効果が出始めて、周波数が高くなるほど効果が大きくなり、15Hz 以上の高周波域では△20dB 程度以上と大きな効果が得られた。CASE2 で(a)～(d)を俯瞰すると、(c)12.5m 地点（壁裏 9.5m）の 19Hz 付近に見られる、空溝位置での距離減衰の山谷のずれによる効果の落ち込みなど一部の箇所を除けば、総体的には従来からの知見にあるように、周波数が高い（空溝が表面波の波長に対して十分深い）ほど大きな効果が得られていると見て良いものと思われる。

次に、CASE3 は空隙幅が 0.5m と、CASE2（空隙幅 0.17m）に対して 3 倍程度に広くした場合であるが、その解析結果からは、低減効果に差異はほとんど認められない。すなわち、従来からの知見にもあるが、空溝の幅が低減効果に与える影響は比較的小さいことが確かめられる。

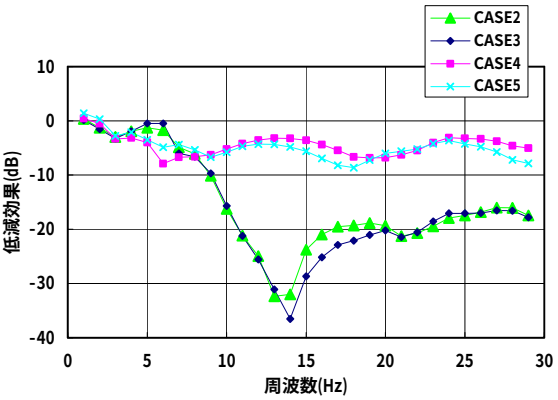
次に、CASE4 は CASE2（空隙幅 0.17m）の空隙上部（地表面から深さ 0.5m まで）を平面ひずみ要素により結合した。これは、通常の地中壁等の打設工事においては地表面上を埋め戻す場合が多いため、空溝での上部埋め戻しを模擬したものである。その結果、完全な空溝では低減効果が大きかった高周波数側で効果が著しく低下した。CASE5 は CASE3(空隙幅 0.5m)の空隙上部をバネ要素で結合した場合であるが、この場合も CASE4 とほぼ同様の結果を得た。すなわち、空隙の上部地盤の埋め戻しを想定して、解析において地表面要素を２通りの方法で結合したところ、いずれの場合も完全な空溝に比べて低減効果が大きく低下することを確認した。つまり、地中部に空溝を設けた場合にも地表面部を伝わる振動の影響が大きく無視できないことを表している。

４．まとめ

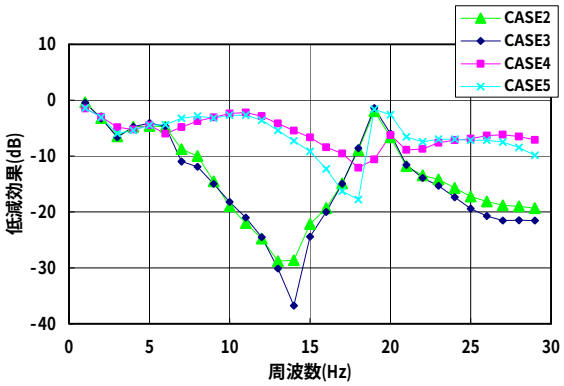
無限長の溝を模擬した２次元数値解析によれば、空溝の地表面部に振動を伝達する要素が存在すると、その低減効果は完全な空溝に比べて大きく低下することが確認された。このことから、空溝を志向した遮断壁の施工に際しては、地表面部の縁をできるだけ切ることのできるような、構造上の工夫が重要であると考えられる。



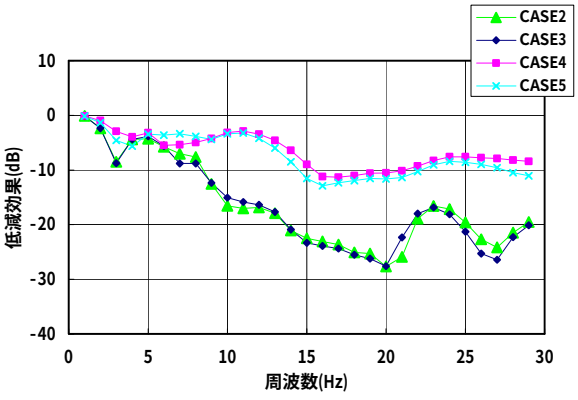
(a)4.5m（壁裏 1.5m）



(b)8m（壁裏 5m）



(c)12.5m（壁裏 9.5m）



(d)25m（壁裏 22m）

図-3　振動低減効果（周波数別）

参考文献　１）石井他：シートパイル工及びコンクリート壁の防振効果に関する一考察、土木学会第 58 回年次学術講演会概要集、IV-095、pp.189-190、2003