

## EPS ビーズを用いた交通振動低減壁の地盤振動低減効果

- 2次元有限要素解析による検討 -

東京工業大学大学院 学○伊藤和也 学 大橋正臣 正 日下部治  
(財)鉄道総合技術研究所 正 神田政幸 正 西岡英俊 正 村田修

## 1. はじめに

著者らは列車走行等が原因の地盤振動に対して効果的かつ経済的な振動低減方法として EPS ビーズを混入したセメント改良土による交通振動低減壁工法を開発している。鉄道総研内において本工法を用いた現場施工および起振実験を行い、施工性の確認および振動低減効果について検討している<sup>1)2)3)</sup>。本報では、起振実験測定結果から得られた現象を解明するため、2次元有限要素解析を行った。

## 2. 解析方法

前報<sup>1)2)</sup>の実験サイトの地盤を2次元FEMモデルに置換し、実験結果のシミュレーションを試みた。

解析プログラムには汎用地震応答解析ソフト“DINAS Ver. 6.3”(株)CRC ソリューションズ)を使用した。図-1に地盤の解析メッシュ図、図-2に地盤物性図をそれぞれ示す。地盤のモデル化において分割幅は最も速いせん断波の波長の1/10を目安に全層統一幅0.3mとした。また現場実験を再現するため、起振部には起振機の重量をモデル化したメッシュも配置し、死荷重(35.9kPa)と起振入力荷重(8.4kPa)を分離させた。入力は加振周波数5, 10, 15, 20, 25, 30Hzの正弦波を起振機の設置場所に節点荷重として入力した。解析手法には複素応答解析を用い、境界条件は側面を伝達境界、底面を粘性境界とした。表-1に解析物性値を示す。現地盤の土質定数はPS 検層結果により決定した。また低減壁材の物性値は前報<sup>3)</sup>より設定すべきであるが、EPS60 において他の配合と異なる挙動を示すなど複合材料としての複雑な挙動を示したため、今回はこれらの一軸圧縮強度から得られた  $E_{30}$  からせん断弾性係数  $G$  を推定した値を用いた。なお、これらのパラメーターの設定については、今後詳細な検討が必要であろう。また地盤のひずみ依存性について、環境振動を対象とした微振動であるため、剛性低下は無視できると仮定し減衰定数は5%とした。

## 3. 解析結果

## 1)対策前における整合性について

対策を施す前の地盤伝播状況について数値解析と現場実験を比較した。図-3に実験結果と解析結果の距離減衰を振動加速度レベルで示す。なお加速度レ

ベル基準値は  $A_0=10^{-5}(m/s^2)$  を用いた。この結果を見ると実験結果と数値解析は距離減衰の傾きが比較的一致している。しかしながら、数値解析において 15Hz 以降の周波数を入力させた場合、ある距離において変曲点を取りその後増幅するような現象が見られるのに対し、現場実験ではこのような現象は明確に現れなかった。この現象は、地盤の多層性により層境界で発生する屈折波や反射波の影響を受けたためと考えられる。現場実験であまり明確ではなかったのは、現場実験では起振源から円筒波状に波動が伝播するが数値解析では2次元解析であるためそのような奥行き方向の逸散を考慮していないため、屈折波・反射波の影響を大きく受けたものと考えられる。しかしながら、全体的な傾向としては良い対応を示しているものと思われる。

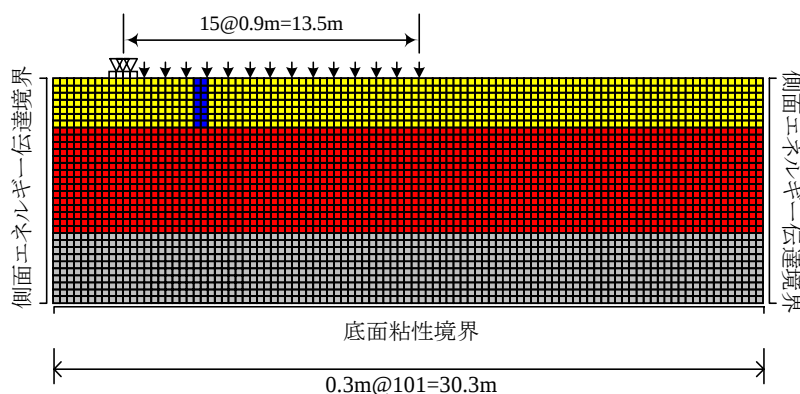


図-1 地盤解析メッシュ図

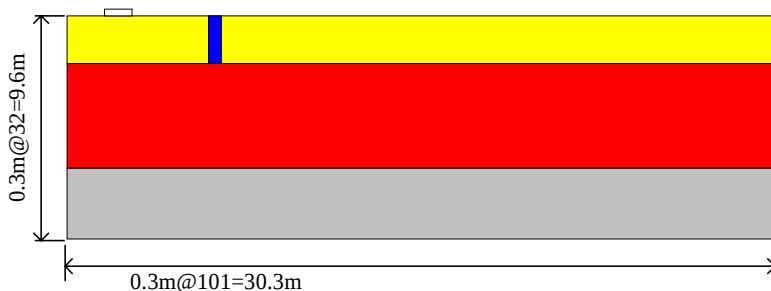


図-2 地盤物性図

表-1 地盤物性値

|  | $G (MN/m^2)$ | $\nu$ | $\rho_s (g/cm^3)$ | $h$  | 種別     |
|--|--------------|-------|-------------------|------|--------|
|  | 46.1         | 0.400 | 1.80              | 0.05 | 関東ローム  |
|  | 304.0        | 0.400 | 1.90              | 0.05 | 砂礫     |
|  | 288.0        | 0.400 | 1.90              | 0.05 | 粗砂     |
|  | 857.0        | 0.400 | 1.107             | 0.10 | EPS20% |
|  | 468.0        | 0.400 | 0.848             | 0.15 | EPS40% |
|  | 229.0        | 0.400 | 0.598             | 0.20 | EPS60% |
|  |              |       |                   |      | 基礎     |

Key Words: 振動低減壁工法, 数値解析, EPS ビーズ

連絡先: 東京工業大学 日下部研究室 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2798 FAX 03-5734-3578

## 2) 振動低減壁による振動低減効果について

振動低減壁設置による低減効果について、図4に各配合条件における対策前後における低減dB値～距離関係として実験結果とともに示す。ここで各線は解析結果、各点は実験結果をそれぞれ示している。まず、全体的に数値解析から得られた低減量は実験結果より小さくなっていることが分かる。これは3次元的な波動の逸散を考慮できていないためと考えられ、早川らの研究でも同様な傾向となっている<sup>4)</sup>。次に、各配合条件ごとに検討する。まず、EPS20%の実験結果では低減壁上において入力加振周波数10, 15, 20Hzが増幅しているのに対して、数値解析結果では入力加振周波数5, 10, 20Hzが増幅する結果となった。入力加振周波数15Hzは低減壁施工前の距離減衰結果において振源から約1.8mで変曲し、以後増幅しており施工前の結果も実験結果と異なる挙動を示しているため、対策後の挙動も一致しなかったものと考えられる。次に、EPS40%の実験結果は低減壁前の計測点において全ての周波数で増幅しているが、解析ではその挙動は確認できなかった。しかし、低減壁以降の低減量は良い対応を示している。最後に、EPS60%の実験結果は低減壁上において入力加振周波数10Hzが10dB以上の増幅を、入力加振周波数25, 30Hzが10dB以上の低減を示しているが、数値解析ではそれほど大きな差は生じていない。ただし、入力加振周波数15Hz以外の増幅および低減は解析と実験が一致した。

振源からの距離  $L=8.3\text{m}$  地点における数値解析結果と現場実験結果の加速度低減量 $\Delta\text{dB}$ と周波数の関係を図5に示す。20Hz以下の入力加振周波数では解析結果と実験結果の差が $\pm 2\text{dB}$ 程度と比較的小さいことから、ほぼ妥当な結果であったことが分かる。また、25Hz以降の結果ではその差が大きく異なっているが、実験結果のほうが低減しており低減壁設置により振動が増幅するようなことはなかった。

## 4. まとめ

本報は現場施工実験を2次元有限要素解析モデルにモデル化した振動低減壁設置による振動低減効果結果を確認した。その結果、以下のことが分かった。

- 1) 対策前の地盤振動での距離減衰は数値解析と現場実験でおおむね良い対応を示したが、入力加振周波数15Hzなどでは層境界の屈折・反射波の影響を大きく受け、異なる挙動を示した。
- 2) 振動低減効果は数値解析結果では実験結果の半分程度の低減量しか得られなかった。

今後、低減壁材のパラメータをより精度良くすることにより振動低減量の精度向上を目指すつもりである。

<参考文献>1) 平山ら：EPSビーズを用いた交通振動低減壁の施工試験 - 人工地盤材料を用いた壁体の築造 - 第57回年次学術講演会概要集, 土木学会, 2002.9 (投稿中)。2) 神田ら：EPSビーズを用いた交通振動低減壁の地盤振動低減効果 - 起振機を用いた振動実験 - 第57回年次学術講演会概要集, 土木学会, 2002.9 (投稿中)。3) 大橋ら：EPSビーズ混入セメント改良土の力学特性に関する研究, 第57回年次学術講演会概要集, 土木学会, 2002.9 (投稿中)。4) 早川ら：鋼矢板防振壁による地盤振動遮断メカニズム, 地盤環境振動の評価・予測・対策に関するシンポジウム (社)地盤工学会 環境振動の予測と対策の新技术に関する調査委員会, pp.79-84, 2001。

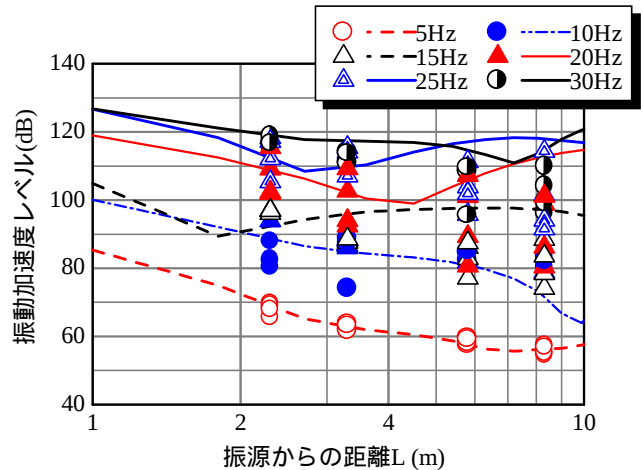


図-3 対策前の距離減衰

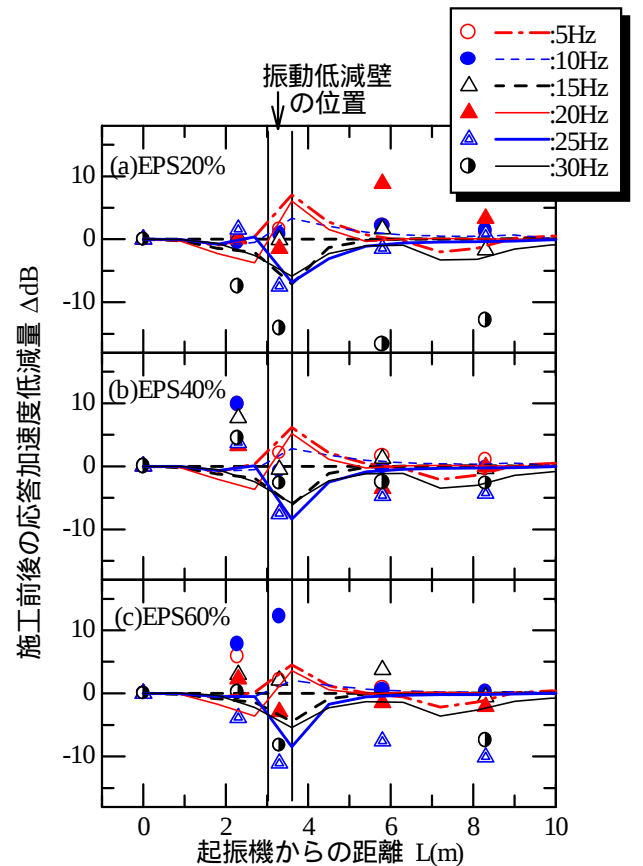


図-4 施工前後の応答加速度低減量～起振機からの距離関係

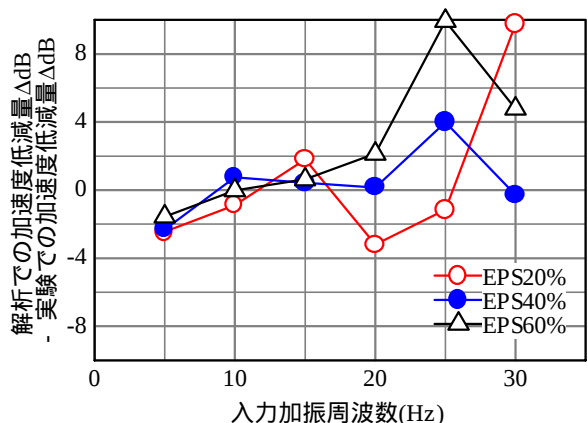


図-5  $L=8.3\text{m}$  地点における数値解析結果と現場実験結果の加速度低減量 $\Delta\text{dB}$ ～周波数関係