

EPS 混合ソイルセメントによる振動低減壁の寸法が地盤振動低減効果に及ぼす影響

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 神田政幸，大木基裕
 東海旅客鉄道（株） 正会員 ○舟橋秀磨，吉岡修，神田仁
 東京工業大学大学院 正会員 伊藤和也

1. はじめに

著者らは，列車や自動車走行等により発生する地盤振動の対策工として，発砲スチロールビーズ（EPS ビーズ）を混入したソイルセメントによる交通振動低減壁工法の開発を進めている^{1), 2), 3)}．本工法は，人工粘土材料によるソイルセメントに EPS ビーズを混入することで，全壁体体積の 60%以上が EPS ビーズからなる軽量材料である特徴の他，参考文献 4)に示すようにセメント添加量をコントロールすることで低剛性化（地盤材料の初期剛性の 1/10 程度以下）を図ることが可能となっている．また，本工法は柱列式地盤改良工法を適用していること，および EPS ビーズ自体が地盤と比較してある程度の強度を有するために施工中および施工後の周辺地盤へ変形等の影響を最小限に留める特徴を有している．本研究では，参考文献 4)で提案した EPS ビーズ混合ソイルセメントの配合例を典型的な軟弱地盤に適用し，振動低減壁の寸法（幅 W ，深さ D ）が振動低減効果に及ぼす影響について 2 次元動的弾性 FEM 解析により調べた．

2. 地盤条件および数値解析方法

図 1 および表 1 に典型的な軟弱地盤の地盤条件・解析モデルを示す．想定した地盤は沖積砂層・粘性土層が互層を成す 20m 程度堆積した軟弱地盤であり，表層から支持層まで N 値 2～10 程度を有し，上層にローム，砂層，下部層には粘性土層が存在する．地表面から 1.8m 程度の深さに地下水表面が存在する．この地盤上に N 値 20 程度，層厚 0.6m，幅 14.4m の路盤を設定した．単位体積重量 γ_t およびポアソン比 ν は，土質および N 値より技術基準等 5) に準じて設定し，せん断弾性波速度 V_s は計測値を用いた．単位体積重量，せん断弾性波速度よりせん断弾性係数 G を算定した．なお，減衰定数 h については一律 2% とした．一方，振動低減壁については，参考文献 4) の配合 D セメント添加量 20kgf/m^3 より γ_t ， G ， h を定めた．加振振動数 8，10，20Hz に着目し，最大荷重 3.3kN/m （ 5.5kPa 程度）の $\sin$ 波を路盤中心に幅 4.8m の各節点に鉛直方向に 2sec 間作用させた．振動低減壁については加振中心から 10.2m（路盤端部から 3m 離れ）の位置に壁体側面が来るように設定した．表 2 に解析ケースを示す．なお，図 1 の側面をエネルギー伝達境界，底面を粘性境界に設定した．

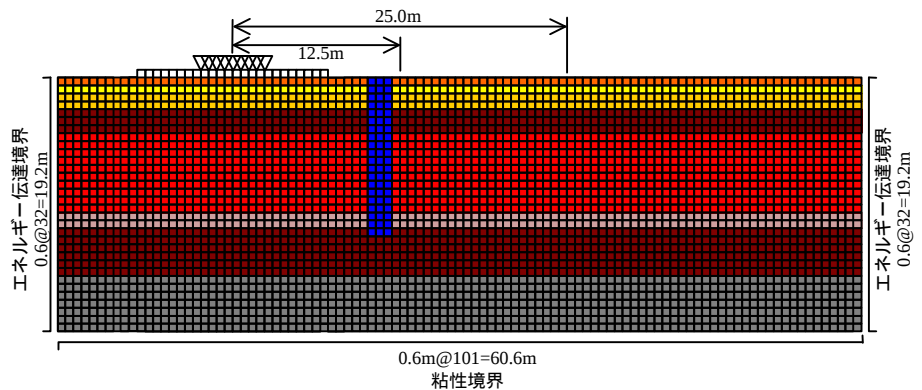


図 1 解析モデル
 表 1 地盤条件

層	層厚 (m)	N 値	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	V_s (m/s)	G (MPa)	ポアソン比 ν	減衰定数 h
路盤	0.6	20	18	217.2	86.6	0.30	0.02
ローム	0.6	2	14	150.0	32.1	0.45	0.02
中砂	0.6	7	17	170.0	50.1	0.30	0.02
細砂	1.2	10	18	170.0	53.1	0.30	0.02
シルト質粘土	1.8	2	14	100.0	14.3	0.40	0.02
砂混じりシルト	6.0	7.8	16	170.0	47.2	0.35	0.02
シルト質砂礫	1.2	13	19	170.0	56.0	0.30	0.02
シルト質粘土	3.6	5	16	170.0	47.2	0.40	0.02
砂礫	4.2	20	20	294.7	177.0	0.30	0.02
振動低減壁	-	-	4.55	-	4.0	0.40	0.02

については一律 2% とした．一方，振動低減壁については，参考文献 4) の配合 D セメント添加量 20kgf/m^3 より γ_t ， G ， h を定めた．加振振動数 8，10，20Hz に着目し，最大荷重 3.3kN/m （ 5.5kPa 程度）の $\sin$ 波を路盤中心に幅 4.8m の各節点に鉛直方向に 2sec 間作用させた．振動低減壁については加振中心から 10.2m（路盤端部から 3m 離れ）の位置に壁体側面が来るように設定した．表 2 に解析ケースを示す．なお，図 1 の側面をエネルギー伝達境界，底面を粘性境界に設定した．

キーワード：振動低減壁工法，EPS ビーズ，セメント改良土，数値解析

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 TEL 0568-47-5370 FAX 0568-47-5364

3. 解析結果および考察

図2に8Hz加振時の壁体施工前後の鉛直振動加速度レベル(dB)の差と振動低減壁体積の関係を示した。同様に図3に10Hz加振時の関係を、図4に20Hz加振時の関係を示した。図2より振動低減振動数8Hzの場合、目標振動低減量 Δ dBを4dBと設定すると振動低減壁体積が最も小さい、つまり施工費の安価な場合は、施工幅 $W=1.2$ m, 施工深さ $D=6$ mであることがわかる。同様に図4より振動低減振動数20Hzの場合、目標振動低減量 Δ dBを4dBと設定すると最も効果的な振動低減壁寸法は、施工幅 $W=0.6$ m, 施工深さ $D=12$ mとなる。しかしながら、図3に示すように振動

低減振動数10Hzの場合、目標振動低減量 Δ dBを4dBと設定すると12.5mの位置では、施工幅 $W=0.6$ m, 施工深さ $D=12$ mが振動低減量 Δ dB=4dB以上を満足するものの、25mの位置では、施工幅 $W=1.8$ m, 施工深さ $D=6$ m以外は目標振動低減量を満足していない。しかしながら、この仕様では、12.5mの位置では地盤振動は施工前よりも増幅する結果となっている。

このように対象とする振動低減振動数域、目標振動低減レベル、測定位置（振動低減位置）によって最も効果的な振動低減壁の寸法は変化することが明らかになった。

4. おわりに

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軟弱地盤に適用した場合、振動低減効果に与える振動低減壁の施工幅、施工深さの影響を数値解析的に調べた。引き続き、モデル

地盤の設定、振動低減振動数の設定、2D動的FEM解析の実施より効果的な振動低減壁の寸法の決定を行い、3D動的FEM解析より振動低減レベル、施工延長、そして対象位置の関係を明らかにすることにより、EPS混合ソイルセメントによる振動低減壁の設計手法を確立する予定である。

【参考文献】1) 神田政幸, 平山勇治, 太田和喜, 福田厚生, 村田修, 棚村史郎, 伊藤和也, 日下部治: 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, pp.207-208, 2002.9. 2) 神田政幸, 平山勇治, 太田和喜, 吉田茂, 村田修, 棚村史郎, 伊藤和也, 日下部治: 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, pp.211-212, 2002.9. 3) 伊藤和也, 大橋正臣, 日下部治, 神田政幸, 西岡英俊, 村田修: 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 -, 第57回年次学術講演会概要集, 土木学会, pp.209-210, 2002.9. 4) 大木基裕, 神田政幸, 村田修, 金口義胤, 太田和善: EPSソイルセメントの配合割合が非排水繰返しせん断特性に及ぼす影響, 第58回年次学術講演会概要集, 土木学会, 2003.9 (投稿中). 5) (財)鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説(基礎標準・抗土圧構造物編), 2001.6.

表2 解析ケース

CASE	壁体幅 W (m)	壁体深さ D (m)	壁体体積/ 単位奥行 $W \cdot D$ (m^3/m)
CASE0000	-	-	-
CASE1111	0.6	3	1.8
CASE2111	0.6	6	3.6
CASE3111	0.6	12	7.2
CASE1211	1.2	3	3.6
CASE2211	1.2	6	7.2
CASE3211	1.2	12	14.4
CASE1311	1.8	3	5.4
CASE2311	1.8	6	10.8
CASE3311	1.8	12	21.6

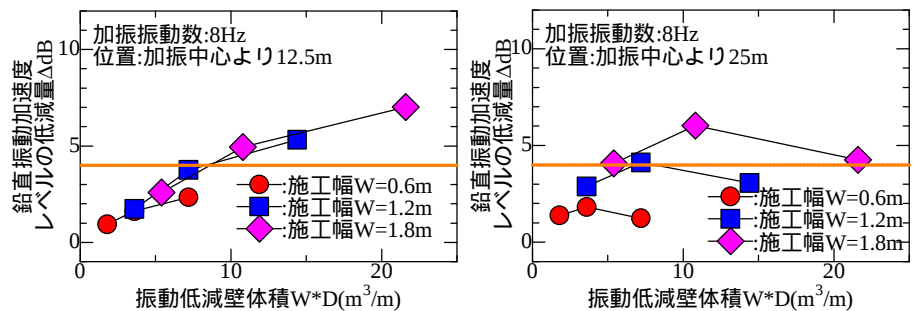


図2 振動加速度レベルの低減量(8Hz)

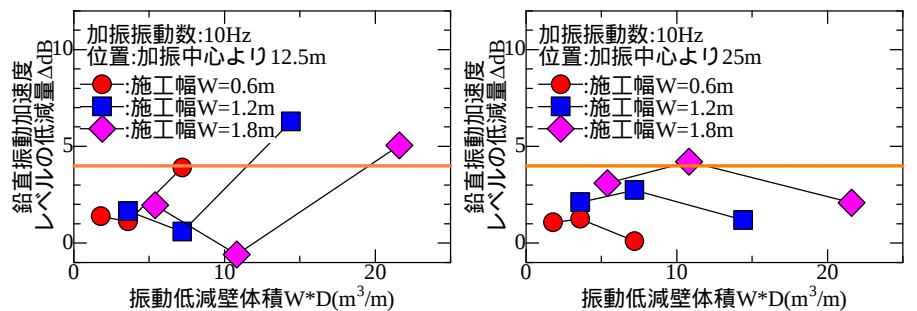


図3 振動加速度レベルの低減量(10Hz)

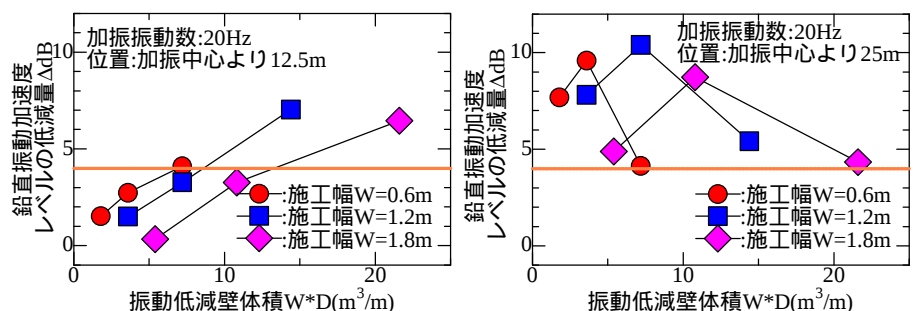


図4 振動加速度レベルの低減量(20Hz)