

EPSビーズ混入セメント改良土の力学特性に関する研究

東京工業大学大学院 学生会員 ○大橋正臣 伊藤和也
 東京工業大学大学院 正会員 桑野二郎
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 村田修 神田政幸

1. はじめに

今日交通振動を軽減することは非常に重要な課題である。交通振動を遮断・低減する方法は大きく分けて2つある。インピーダンス比が1より極端に小さい遮断壁によって振動を吸収する方法と1より極端に大きい遮断壁によって振動を反射する方法である。本研究では図1に示すように振動遮断壁を想定し、前述の振動低減メカニズムとしてインピーダンス比が1より小さく振動を吸収させ、地盤振動を低減させるものを対象とした。壁体材料としてEPS (Expanded Poly-Styrofoam) ビーズを用いたEPSビーズ混入セメント改良土を対象の1つに挙げている。実際に試験施工されたEPSビーズ混入セメント改良土壁は、図2に示すように $\phi 600\text{mm}$ の円筒形遮断壁を中心間隔500mmで16本打設したもので、施工試験¹⁾の後に起振機による地盤振動実験²⁾や動的FEM解析によるシミュレーションを実施した³⁾。本研究では、壁体材料であるEPSビーズセメント改良土のせん断剛性 G 、減衰定数 h 及び E_{50} を一軸圧縮試験、ベンダーエレメント試験および非排水繰返し三軸試験により求めることとした。

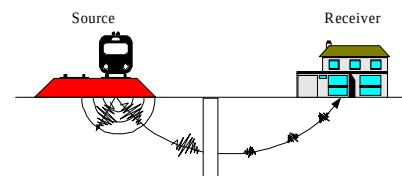


図1. 振動遮断壁概念図

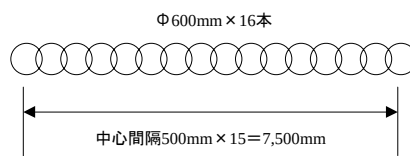


図2. 振動遮断壁寸法

2. 試料及び試験方法

EPSビーズとセメント改良土の割合（体積比）は20%、40%及び60%の3種類とし、供試体の寸法は直径 $\phi 75\text{mm}$ ×高さ $H150\text{mm}$ である。EPSビーズは真比重0.023、実積率 $(1-n)63\%$ 、嵩比重0.014である。セメント改良土はフライアッシュ・ベントナイト・セメント・水からなり、これらを混合・混練りすることによって作製された。出来上がった粘性土改良土とEPSビーズを所定の比率で混合することによって、EPSビーズが混入されたセメント改良土の一軸圧縮試験および三軸試験用供試体を作製した。なお、すべての供試体は振動遮断壁の施工試験の際に、採取されたものである。また、EPSビーズ混入セメント改良土との比較としてEPSビーズ単体のみでも上述の試験を実施した。試験方法は、供試体を三軸試験装置に設置し0~50kPaの範囲で10kPaづつ供試体に負圧をかけ（セル圧は大気圧）、各有効拘束圧ごとにベンダーエレメントを用いてせん断波速度を測定し、拘束圧が50kPaに達した後に非排水繰返し三軸試験を実施した。

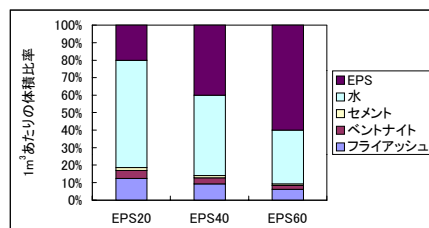


図3. EPS改良土配合表

一軸圧縮試験は直径 $\phi 50\text{mm}$ ×高さ $H100\text{mm}$ の供試体を三軸試験装置にセットし単調載荷により実施された。なお、上下端面での摩擦による影響を軽減するため、キャップとペデスタルにはグリースを塗った。

3. 試験結果及び考察

一軸圧縮試験から得られた一軸圧縮強さ q_u と E_{50} の結果をまとめたものを表1に示す。これよりEPSビーズ混入率が高いほど一軸圧縮強さ q_u 及び E_{50} は小さくなるのがわかる。EPS40の破壊状況の例を図4に示す。粘性土と異なり一度

表1. 一軸圧縮試験結果

ケース	$q_{\max}$ (kPa)	E_{50} (MPa)
EPS20	38.6	3.369
EPS40	22.8	1.651
EPS60	9.4	0.878



図4. 一軸圧縮試験破壊状況

キーワード：EPSビーズ混入セメント改良土・交通振動遮断壁・ベンダーエレメント・せん断弾性係数・減衰定数
 〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 TEL：03-5734-2592 FAX：03-5734-3577

クラックが供試体内に生ずると EPS ビーズとセメント改良土の付着がなくなり、そこから欠片が落ちていく。

次に、EPS20 を用いたベンダーエレメント試験によって得られた波形を有効拘束圧 0kPa の場合について図 5 に示す。伝播距離 L とせん断波到達時間 T からせん断波速度 V_s は L/T によって求まり、せん断弾性係数 G は ρV_s^2 によって求まる。その結果 EPS20、有効拘束圧 0kPa の場合、せん断弾性係数 G は $3.303 \times 10^4 \text{ MN/m}^2$ ($L=15.610\text{mm}$, $T=0.086\text{msec}$, $\rho=1.064\text{g/cm}^3$) となる。各材料におけるせん断弾性係数と拘束圧の関係を図 6～図 9 に示す。

EPS ビーズのみで試験を行った図 9 や通常の土に関する既往の研究では、拘束圧が高くなればせん断弾性係数も高くなることが知られている。しかしながら、EPS ビーズとセメント改良土の複合材料の場合、図 6～図 8 を見ても拘束圧とせん断弾性係数との関係は明瞭ではない。これは複合材料であるためせん断変形メカニズムが均一材料のように単純ではないことによると考えられる。

図 10 はせん断波速度と EPS 混入率の関係を示したものである。せん断波速度には拘束圧 0kPa～50kPa までの平均値を用いた。EPS 混入率が高くなれば、せん断波速度は小さくなると予想され、EPS20・40・100 と EPS ビーズの混入率を上げることによりせん断波速度が低下する傾向がある。しかしながら EPS60 のせん断波速度については EPS20 の約 4 倍のせん断波速度が得られたことから、せん断波速度の計測だけでなく、供試体の全体的な変形挙動の計測を実施し、EPS ビーズ混入率の違いによる供試体の挙動の違いをさらに調べる必要がある。

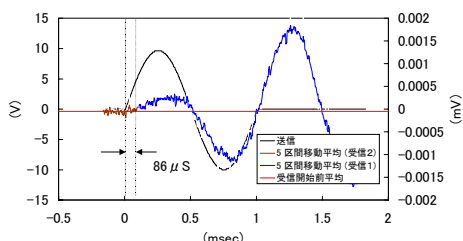


図 5. 受信波形 (EPS20、 $\sigma'_c=0$)

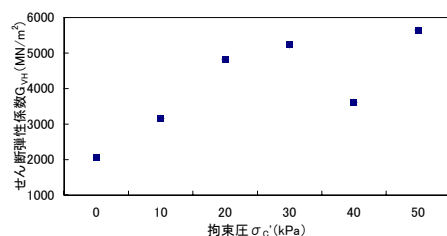


図 6. せん断弾性係数—拘束圧 (EPS20)

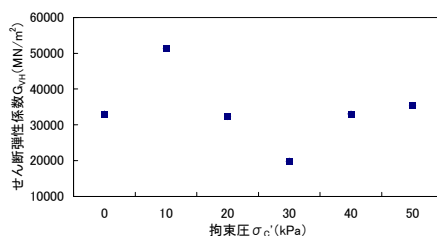


図 7. せん断弾性係数—拘束圧 (EPS40)

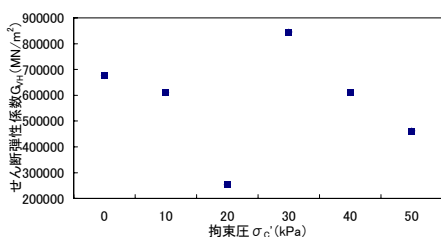


図 8. せん断弾性係数—拘束圧 (EPS60)

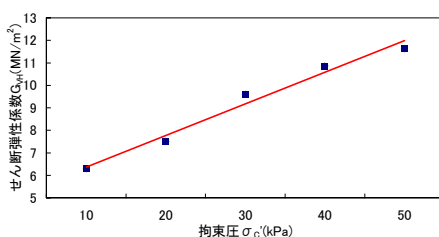


図 9. せん断弾性係数—拘束圧 (EPS100)

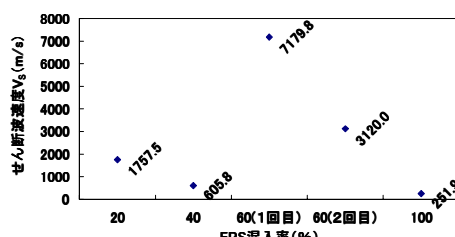


図 10. 材料—せん断波速度関係

図 11 に示すように EPS20 を例として 10 回の繰返し载荷による荷重—変位関係から減衰定数 h を求めた。EPS20 では 8.94% という結果が得られた。

4. 結論

- EPS ビーズ混入セメント改良土では、せん断弾性係数 G_{vh} の有効拘束圧 σ'_c に対する依存性は明瞭ではない。
- EPS ビーズ混入率が高いほど q_u 及び E_{50} は低くなる。
- EPS ビーズ混入率が高いほどせん断波速度 V_s 及びせん断弾性係数 G_{vh} は小さくなる傾向があるようである。

参考文献

- 1) 平山, 神田, 太田, 福田, 村田, 棚村, 伊藤, 日下部: 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, 平山, 太田, 吉田, 村田, 棚村, 伊藤, 日下部: 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) 伊藤, 大橋, 日下部, 神田, 西岡, 村田: 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, 2002. 9 (投稿中)

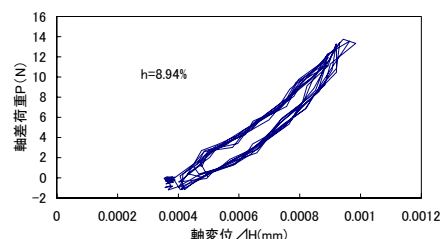


図 11. 繰返し载荷応力—ひずみ関係