

模型実験による発泡スチロールの振動低減効果について

立命館大学大学院 学生員 ○天野 勲
立命館大学理工学部 正員 早川 清
同 上 正員 竹下 貞雄

1. まえがき

近年、発泡スチロール(Expanded Poly-Styrol,略してEPS)の超軽量性、耐圧縮性、耐水性および積み重ねた場合の自立性といった特徴を生かして、軽量盛土工法、土圧軽減工法および浮体工法などの土木工法としての利用開発が盛んになってきている。また一方では、地盤振動の伝播経路での低減対策として、地中壁材料としての適性が従来より検討されてきている。しかし、EPSをサンドマットのように用いた場合の振動低減効果についての研究例はまだ数少ない¹⁾²⁾³⁾。そこで本研究では、模型土槽を用いてEPS内部の振動の減衰状況および振動数の変化によるEPSの応答などについての実験を行ったので、以下にその結果について述べる。

2. 実験方法

110×90×10cmにカットしたEPSを緊結金具で固着し、8枚重ねて図-1のように土槽内に入れた。側面および底面からの反射波を防除する意味で、周囲を乾燥砂(含水比0.638%、比重2.68)で埋め戻した。ピックアップは図-1のように、速度型を水平軸より30°おきに(図中の●印)、加速度型を水平および鉛直方向に(図中の▲印)設置した。加振方法は、重錘(5.9kgf)落下による衝撃加振(高さは0.9, 1.8, 3.6cmの3段階に変化させた)と不平衡マス型加振機による鉛直方向の定常加振(回転数は3段階に変化させた)とした。なお、使用したEPSの密度は、型内発泡法による $\rho = 15\text{kg/m}^3$, 25kg/m^3 の2種類とした。

3. 実験結果および考察

(1) EPS内の減衰 振動の加振点に最も近い床版直下の測点を基準点とし、各速度型ピックアップより得られた速度振幅(単位:cm/sec)を基準点の値で割り、振幅比を求めた。そして、振動の低減量が、-5, -10, -15, -20, -25dB(振幅比で、0.56, 0.32, 0.18, 0.10, 0.056)の等振幅曲線を描いた。図-2は、密度 15kg/m^3 の衝撃加振の一例である。この図から、深さ方向および水平方向ともに基準点より60cm離れたところで約25dB低減しており、EPS内の振動はどの方向にも平均的に低減されていることがわかる。この傾向は密度 25kg/m^3 でも、また定常加振の場合でもほぼ同様な分布形状となることが見られた。

次に、図-3は、水平方向の距離減衰の一例を示したものである。この図より衝撃加振の方が定常加振より大きく減衰されており、定常加振の場合、床版直下の測点ではほとんど減衰されておらず、床版がないところで大きく減衰されている。これは加振機の加振エネルギーが大きく、床版自体が加振源となっているためだと思われる。60cm離れた測点での低減量は、衝撃加振の場合の密度 15kg/m^3 のもので22~27dB、 25kg/m^3 のもので13~16dBである。一方、定常加振の場合での低減量は、それぞれ

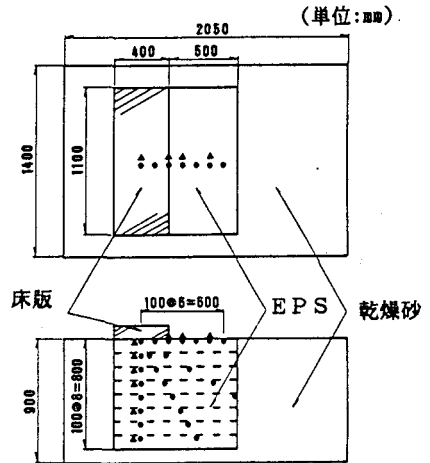
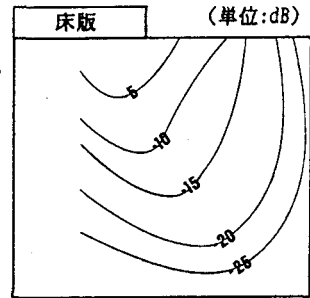


図-1 土槽の平面図および側面図



密度 $\rho = 15\text{kg/m}^3$ 衝撃加振
図-2 EPS内の等減衰曲線

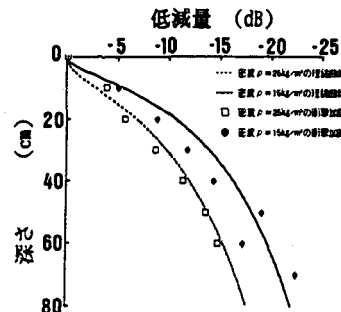
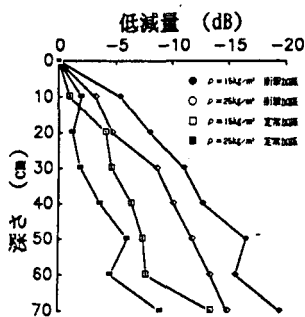
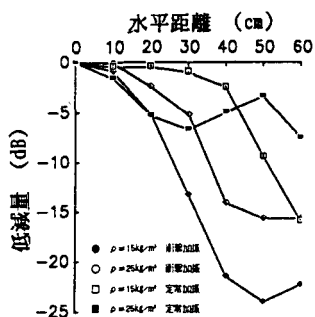


図-3 水平方向の速度距離減衰 図-4 深さ方向の速度距離減衰

図-5 振動透過理論による低減量と測定値の比較

13~17dB、7~10dBであり、密度が小さいほどより振動低減効果があると言える。

図-4は、深さ方向の減衰の一例を示したものである。加振方法で見ると、水平方向の場合と同様に定常加振の方が減衰量が小さくなっている。密度別では15kg/m³のものが定常加振で5~14dB、衝撃加振で19~23dB、25kg/m³ではそれぞれ2.5~9dB、14~18dB低減されており、水平方向と同様に密度が小さいものほど振動低減効果があると言える。

深さ方向の振動低減に関して、振動透過理論を用いた計算結果を図-5に示した。計算で用いたモデルは、コンクリート→EPS→砂の3層モデルであり、振動数は衝撃加振の卓越振動数である30Hzを用いた。この図より、密度25kg/m³のものは理論曲線とよく一致しており、15kg/m³のものはやや小さめの値となっている。

(2) EPSの振動数変化による応答 加速度の磁気録音記録を用い、FFTアナライザによって1/3オクターブバンドスペクトルを求めた。その中から基準点と加振点から最も遠い点(深さ方向で70cm、水平方向で60cm離れた測点)を比較点として両者の結果を示した。図-6(a)(b)(c)は衝撃加振の場合の密度別の結果を示している。(a)では20~100Hzで、(b)では32~50Hzで基準点を上回る傾向が見られる。一方、(c)でも(a)同様25~32Hzで基準点とほぼ同じとなるが、それより高い振動数ではよく低減されている。

4. まとめ

今回の実験により以下のことがわかった。

- (1) EPS内部では、どの方向にも平均的に振動が伝播されるものと考えられる。
- (2) 深さ方向および水平方向ともに、密度が小さいほど振動低減効果があると理解される。
- (3) 密度25kg/m³のものは振動数20~50Hzで、密度15kg/m³のものでは振動数20~32Hzで、明確な低減効果は期待されないようである。

[参考文献] 1) 早川 清: 発泡スチロールによる地盤振動の低減対策について, 第23回土質工学研究発表会, 昭和63年6月 2) 篠崎 亘 他: 発泡スチロールを用いた軽量盛土道路の振動測定(その1) 第24回土質工学研究発表会, 平成元年6月 3) 天野 勲 他: 発泡スチロールを用いた軽量盛土道路の振動測定(その2) 第24回土質工学研究発表会, 平成元年6月

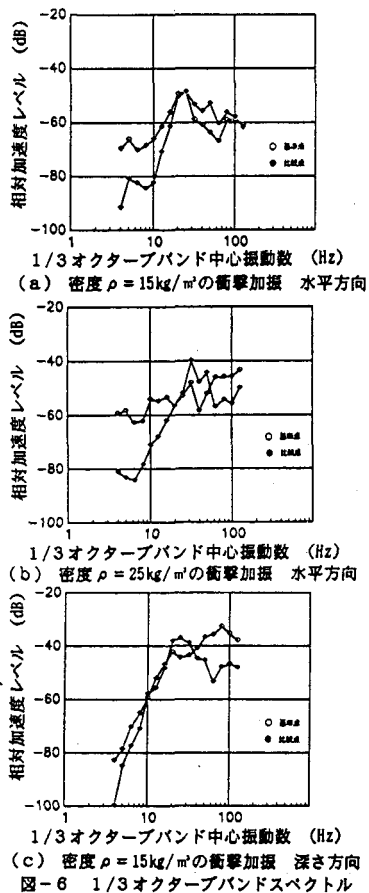


図-6 1/3 オクターブバンドスペクトル