

III-118 EPSブロックの防振効果に関する現地振動実験(第2報)

立命館大学理工学部 正会員 早川 清

立命館大学大学院 学生会員 栄 大樹

近畿日本鉄道 沢武 正昭

大日本土木 後藤 凌司

大阪大学工学部 正会員 松井 保

1. はじめに

鉄道素地区間の発生源における列車走行時の地盤振動対策法として、著者らは軌道下にEPS(発泡スチロール)ブロックを敷設する方法¹⁾、防振マットを敷設する方法²⁾並びに伝播経路にEPS地中壁を埋設する方法³⁾などの防振効果について研究してきた。今回、地盤に実物大のテストピットを掘削し、底部のEPSブロックおよびゴムマット上にバラストを敷設した実験モデルを作製し、油圧サーボ型起振機を用いて振動実験を行った。本報告では、これらの防振工による振動軽減効果を明らかにするために、数ケースの実験における地表面上での実測結果について比較検討し、考察した。

2. 実験概要

実験場所は奈良県天理市である。防振工として、縦4m、横3m、深さ0.55mのテストピットを掘削し、4ケースの実験モデルを作製した。ケース1-密度 30 kg/m^3 、圧縮強度 1.1 kgf/cm^2 のEPSブロック(XPSと呼ぶ)上にPC版を重ねたモデル、ケース2-PC版上に、ばね定数 110 kg/cm のゴムマット(ポリウレタン製)を重ねたモデル、ケース3-ゴムマットだけを敷設したモデル、ケース4-バラストのみを充填したモデルを作製した。図-1はケース1を代表例として示している。なお、ケース1~3のバラスト厚さは150mm、250mmおよび350mmの3段階とし、ケース4のバラスト厚さは150mm、250mm、350mm、450mmおよび550mmの5段階とした。各実験ケースについて、ピットの両側にEPSブロックを壁状に設置したものと設置しないものとを比較し、壁の影響についても検討している。使用したバラストは鉄道用の標準品であり、通常の軌道構築におけると同程度にタンパーで充分な締め固めを行った。土質状況および振動測定方法の詳細については、前報⁴⁾を参照されたい。

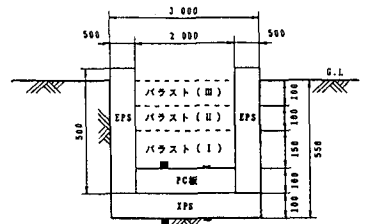


図-1 対策工の断面図(ケース1)

3. 実験結果および考察

(1) 無対策工における距離減衰: 無対策工(ケース4)での測定結果に関し、鉄道の標準的なバラスト厚さ(250mm)について加振振動数ごとの距離減衰を示したものが図-2である。距離減衰傾向には極大・極小値が生じており、この傾向は加振振動数が大きいほど顕著である。全体的な距離減衰傾向を表-1に示す。すなわち、距離減衰傾向は16Hz、20Hzでは $-3\text{ dB}/2\text{ d}$ (d:測定距離)の直線で、25Hz、31.5Hz、40Hzでは $-6\text{ dB}/2\text{ d}$ の直線で近似される。一方、50Hz、63Hzにおける極大値の距離減衰傾向は、 $-12\text{ dB}/2\text{ d}$ の直線で近似される。このことより、16Hz、20Hzでは表面波が卓越して発生していること、25Hz、31.5Hz、40Hzでは地表部を伝播する実体

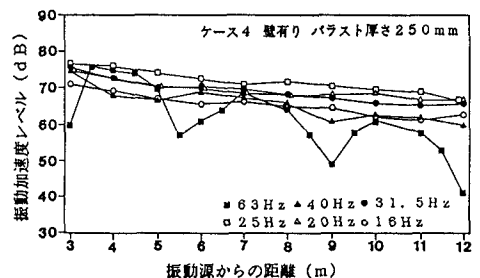


図-2 無対策工における距離減衰

表-1 発生波動の種類

加振振動数 (Hz)	減衰傾向	波動の種類
16・20	$-3\text{ dB}/2\text{ d}$	表面波
25・31.5・40	$-6\text{ dB}/2\text{ d}$	実体波
50・60	$-12\text{ dB}/2\text{ d}$	実体波

波が卓越して発生していること、50 Hz、63 Hzでは地中に向かって球面状に伝播する実体波が卓越して発生していることが理解される。

(2) 表層厚さの推定：動的地盤調査法⁵⁾の原理によれば、振動値の極大・極小値間の波長と波動の伝播速度との関係から、表層厚さが求められる。上述の距離減衰傾向の極大・極小値間の波長は、31.5 Hz-5.4 m、40 Hz-4.6 m、50 Hz-3.8 m、63 Hz-3.1 m程度と判定される。これらの数値を用いて、表層（反射層）の厚さを推定すると、2 m程度となる。また、波長と加振振動数からこの層の波動の伝播速度を求めると、185 m/secとなる。

(3) 各対策工と無対策工における距離減衰の比較：対策工ケース1～ケース3（壁有り、バラスト厚さ250 mm）と同一条件の無対策工による距離減衰の比較を、16 Hzおよび63 Hzを代表的な加振振動数として示したものが図-3である。

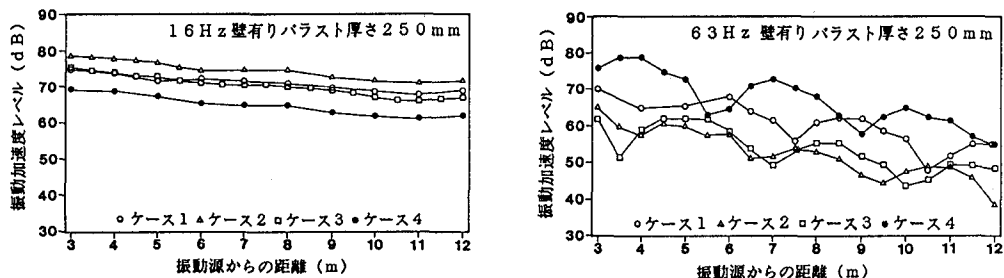


図-3 各対策工における距離減衰の比較

ここで、定量的な振動軽減効果を各対策工と無対策工との振動加速度レベル差で表すものとし、各ケースの距離減衰傾向の極大値における振動軽減量を求めると、表-2のようになる。この表から理解されることは、(1)16 Hzでは、いずれのケースも逆効果が生じること。(2)ケース2では63 Hzおよび31.5 Hzにおける振動軽減量が最も大きい、16 Hzでの逆効果も最大になること。後者に対する理由は、ケース2におけるゴムマットとPC版とのインピーダンス比が、他のケースより大きいことによるものと考えられる。

4. まとめ

防振材としてEPSブロックとゴムマットを用い、実物大のテストピットにおいて現地振動実験を行って、無対策工と比較して振動軽減効果について考察した。得られた主な結果は次の通りである。

(1)距離減衰傾向より、16 Hz、20 Hzでは表面波が、25 Hz、31.5 Hz、40 Hzでは実体波が、また50 Hz、63 Hzでは地中に向かって球面状に伝播する実体波が優性であることが知られる。(2)距離減衰には極大・極小値が生じており、この傾向は振動数の高いほど顕著である。これは、厚さ2 mの表層部における波動の干渉によるものと考えられる。(3)振動軽減効果は25 Hz以上で生じ、その軽減量は、EPSブロック防振工では31.5 Hzで-1.4 dB、63 Hzで5.9 dBであり、ゴムマット防振工では31.5 Hzで1.4～2.8 dB、63 Hzで13.8～16.6 dBである。いずれの防振工においても、16 Hzでは逆効果が生じる傾向にある。

表-2 振動軽減量 (dB)

加振振動数 (Hz)	対策工の種類		
	ケース1	ケース2	ケース3
63	5.9	16.6	13.8
31.5	-1.4	2.8	1.4
16	-6.9	-10.3	-5.9

- (参考文献) 1)早川他：鉄軌道により生じる地盤振動の制御，第8日本地震工学シンポジウム論文集，pp.1077～1082，1990。2)早川他：防振マットによる鉄軌道の地盤振動低減効果とその評価，土質工学会論文報告集，Vol.32，No.1，(ページ未定)，1992。3)早川他：EPS地中壁による防振対策実験，土木学会第46回年次学術講演会，pp.246～247，1991。4)早川他：EPSブロックの防振効果に関する現地振動実験，土木学会関西支部平成四年度学術講演概要(発表予定)。5)鈴木：動力学的基礎地盤調査法，土木技術，第6巻，第7号，pp.2～5，1951。