

III-324 鉄道振動の低減対策に関する研究（その1）

— EPSによる実軌道実験の概要 —

近畿日本鉄道㈱ 技術研究所 正員 ○村田裕計 澤武正昭

大日本土木㈱ 技術研究所 奥野裕之

立命館大学 理工学部 正員 早川清

1. はじめに

在来線鉄道では線路と民家が近接している場合が多く、列車走行時の騒音振動が問題となりやすい環境にある。鉄道における騒音振動の対策は発生源において行なうことが有効であるが、振動対策についてはログレール化など限られた方法しか実用されていない状況である。筆者らは^{1)~3)}、すでに軌道直下に防振マット（ゴム等のバラストマット）を敷設する方法について実軌道実験を行ってきた。今回は、我が国では初めての試みである発泡スチロール（以下EPSという）を敷設した実軌道実験を行なったので報告する。なお、今回の実験に先立ち、バス走行等に対するEPSの振動低減効果について、実物大敷設実験を行ない、その効果を確認している⁴⁾⁵⁾。

2. 実験概要

1) 実験場所：近鉄西大寺検車区構内の実験軌道

2) 軌道構造並びにEPSの敷設状況：軌道構造は、通常の営業線における素地のレール継目区間とほぼ同様である。

レールは50N、枕木は継目部のみ大盤木枕木、他はPC枕木、バラストは碎石を使い枕木下のバラスト厚さは23~25cmである（図-1）。EPSの敷設状況を図-1に示す。レール継目を中心に左右各4m、計8mの軌道直下を長さ1.4m、幅3.0m、深さ0.8m掘削し、底面から順に敷砂（100mm）、EPS（20kgf/m³、500mm）、EPS（30kgf/m³、100mm）、敷砂（20mm）、加圧コンクリート板（JIS A 5329 SPCW-80 t=80mm）を敷設し、その上に通常のバラスト、枕木、レールで軌道を組み立てている（EPS-II）。又、レール継目を中心に左右枕木1本分のみ敷設した「EPS-I」も併せて実験した。

3) 測定項目等：①レールの上下振動加速度②レールの曲げ応力③枕木の上下振動加速度④枕木の地盤に対する上下変位量⑤バラスト中の上下振動加速度⑥EPS（30kgf/m³）上面での上下振動加速度⑦EPS（20kgf/m³）上面での上下振動加速度⑧EPS（20kgf/m³）下部での上下振動加速度⑨軌道直下土中の振動加速度⑩加圧コンクリート板上面での土圧⑪EPS（30kgf/m³）上面での土圧⑫EPS（20kgf/m³）下部での土圧⑬EPSの伸縮量⑭沿道地盤振動⑮沿道地盤の上下変位ならびに振動加速度⑯地中（深さ1.5mと3.0m）の振動加速度⑰列車速度等。

4) 加振源：①重錘落下（重量24kgf）②列車走行（1両当たり重量、M車約41tf、T車約36tf）③マシナリ・ル・タイタン[®]（以下マシタイという）によるバラスト突き固め作業。

5) EPSの物性：EPS（20kgf/m³）は型内発泡法、EPS（30kgf/m³）は押出發泡法による製品で表-1にその物性を示す。

3. 土質調査

周辺の土質を図-2に示す。表土約2mの下は深度約5mまで砂質シルトで、N値は10以下、10~11mまではN値10~30の細砂、砂礫、12mからはN値50以上の固結シルト、細砂等で形成されている。

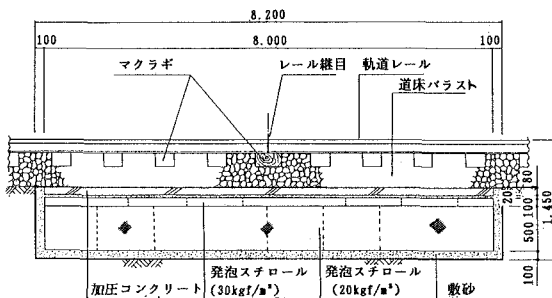


図-1 EPSの敷設図

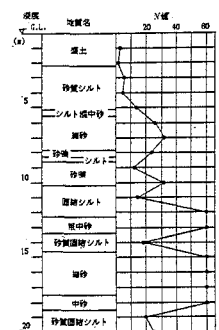


図-2 ボーリング柱状図

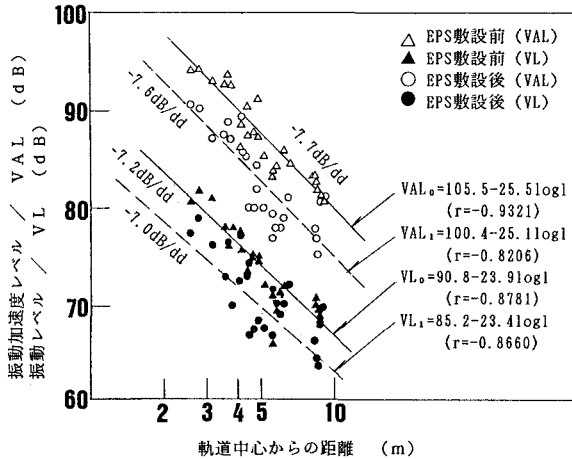


図-3 マルタイ加振時における地盤振動のEPS敷設前後比較

4. 測定結果および考察

列車走行等の実験結果は「その2」⁶⁾「その3」⁷⁾で述べ、ここではEPS-IIにおける、マルタイによるバラスト突き固め作業時の振動実験結果について示す。実験に使用したマルタイは、ブラッシャー社製(08-16, M-84型)で、枕木一本分づつ軌道整備作業を行なう大型保線機械で、作業が夜間になることから振動騒音が問題となりやすい。

図-3は、軌道中心からの距離とEPS敷設前後の振動加速度 $\dot{V}$ (VAL)、振動 $\dot{V}$ (VL)との関係を示している。EPS敷設前の距離減衰勾配はVALで-7.7dB/dd、VLで-7.2dB/ddに対し、EPS敷設後はVALで-7.6dB/dd、VLで-7.0dB/ddとほぼ同様の減衰勾配を示している。Bornitzの式を $\dot{V}$ 表示した次式⁸⁾により、 α を0.03~0.02 (1/m)として求めた幾何減衰定数 n は、 $n=1.1\sim1.3$ となり、実体波の減衰よりやや大きい傾向を示す。

$$LVR = LVR_0 - 20 \log_{10}(r/r_0) - n - 6.8 \alpha (r - r_0)$$

ここに、 LVR 、 LVR_0 ：振源から r 、 r_0 点での振動 $\dot{V}$ 、 n ：幾何減衰定数、 α ：土の減衰定数

EPS敷設前後のレベルの減衰傾向を比較することによって、EPSによる振動減衰効果はVAL、VL共に平均5dBであることが分かる。周波数分布の一例を図-4に示すが、マルタイのタクトンツールの卓越周波数である31.5Hz帯と90Hz帯付近で低減効果大きい。ちなみに、タクトンツールは約1800r.p.m.で加振しており、30Hzが卓越する。

5. まとめ

マルタイによる加振実験では、VAL、VL共に平均5dBの地盤振動の低減効果が見られ、卓越周波数31.5Hzを中心に低減効果大きいことが確認出来た。深夜作業が中心で、問題の多い大型保線機械による軌道保守作業にとって、EPSマットの使用は有効な防振対策であるとの知見を得たが、実用化までにさらに研究を進めたい。

【参考文献】1)早川ほか：防振マットによる鉄軌道振動の低減対策に関する研究(第一報)、第23回土質工学会研究発表会 2)村田ほか：防振マットによる鉄軌道振動の低減対策に関する研究(第二報、その1)、土木学会第44回年次学術講演会予稿 3)早川ほか：防振マットによる鉄軌道振動の低減対策に関する研究(第二報、その2)、土木学会第44回年次学術講演会予稿 4)澤武ほか：EPSによる地盤振動対策に関する研究(その1)、第18回日本道路会議講演論文集 5)早川ほか：EPSによる地盤振動対策に関する研究(その2)、第18回日本道路会議講演論文集 6)早川ほか：鉄道振動の低減対策に関する研究(その2)——EPSによる地盤振動の低減対策——土木学会第45回年次学術講演会予稿 7)中井ほか：鉄道振動の低減対策に関する研究(その3)——EPSの適用性に関する力学的検証——土木学会第45回年次学術講演会予稿 8)塩田正純：公害振動の予測手法、井上書院

表-1 EPSの一般的特性

性 質	試 験 方 法	単 位	製 造 法	
			型内発泡法	押出発泡法
力学的性質	単位体積重量	JIS K 7222 kg/m ³	20	20
	圧縮強度	JIS K 7220 kgf/cm ²	1.1	3.0
	曲げ強度	JIS K 7221 kgf/cm ²	3.5	3.5
	引張り強度	JIS K 6757 kgf/cm ²	4.5	5.0
熱的性質	熱伝導率	JIS A 1412 kcal/m ² °C	0.032	0.031
	耐熱温度	— °C	80	80
耐水性質	線膨張係数	ASTM-D696 cm/cm°C	5~7×10 ⁻⁴	5~7×10 ⁻⁴
	吸水率	JIS A 9511 g/100cm ³	1.0以下	1.0以下
	水蒸気透過率	JIS A 9511 g/m ² mmHg	0.1	0.05
燃 焼 性	JIS A 9511	—	自己消火性	自己消火性

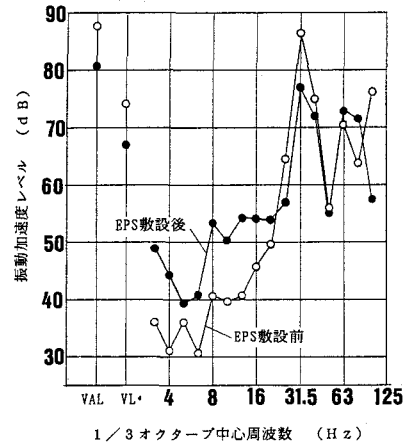


図-4 マルタイ加振時におけるEPS敷設前後の周波数スペクトル比較(軌道中心より4.5m)