

III-326 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討 —

大日本土木(株)東京本社 正員○中井督介
 近畿日本鉄道(株)技術研究所 澤武正昭
 同 上 仲尾 浩
 大日本土木(株)大阪支店 正員 平松和祐

1. はじめに

本研究では、文献^{1)・2)}において紹介したEPSによる振動低減対策法を力学的観点から検討すると共に、道床圧力および路盤の収縮量に関する実験結果について述べる。

2. EPS路盤の構成

鉄道路盤の設計基準としては、旧国鉄の基準³⁾が最も一般的である。この基準では、路盤の設計に用いる道床圧力と載荷範囲が示されている。その一部を表-1に示す。路盤の変形についての明確な規定はないが、許容沈下量として2.5mm³⁾が提案されている。

表-1 路盤工の設計用道床圧力

枕木種別	在 来 線	
	PC3号	継目枕木
道床圧力 (kg/cm ²)	2.0	2.2

EPS路盤が満たすべき力学的要件には、強度・変形特性、耐久性、疲労強度などがあるが、今回は路盤の内部応力と沈下についてのみ検討した。検討にあたっては、上記基準に従った。

路盤材をEPSに置き換えたときの設計荷重による路盤の沈下量について考える。EPSの厚さを60cmとした場合の解析結果では、EPS路盤の表面沈下量は8.8mmとなり、基準値を上まわる。また、EPSに5%ひずみを生ずる応力の半分をEPSの許容応力⁴⁾とすると、EPSの最大応力は許容範囲内にはおさまらず、なんらかの対応が必要であることがわかる。対応は道床圧力の分散を図ることを主眼として、道床砕石厚の増加、EPS上面へのRCスラブの敷設の二方法について検討した。施工性、経済性、効果などの点から、今回の実験では文献¹⁾で示したRCスラブによる方法を採用し、荷重分散とEPSの保護を図ることにした。RCスラブを弾性支承上の梁と仮定した解析では、設計荷重が載荷されたときのEPSの最大沈下量は1.93mm、最大応力は0.64kgf/cm²であった。3次元モデルによるFEM解析でも、最大沈下量が1.8mm、最大応力は0.26kgf/cm²となり、いずれも基準を満足する結果が得られている。これらの結果にもとづき、実験では、列車荷重分散のためのRCスラブとして、厚さ8cmの加圧コンクリート矢板(JIS A 5329 SPCW-080)を使用した。

3. 列車走行による実験結果

列車走行時の道床圧力と路盤工の設計用道床圧力との関係を確認するため、EPS敷設前の実験で道床圧力(路盤上面)を計測した。計測結果の一部を図-1、図-2に示す。図-1および図-2は、それぞれ軌道横断方向および軌道方向の道床圧力分布である。計測結果によると、道床圧力の最大値は0.85kgf/cm²であった。また、その分布幅は枕木方向へレールを中心に1.4mで、枕木中央付近ではほとんど圧力は観測されていない。レール方向への分布範囲は2.6mであり、レールの剛性によって両側の枕木に列車荷重の50%程度が分散していることがわかる。この結果

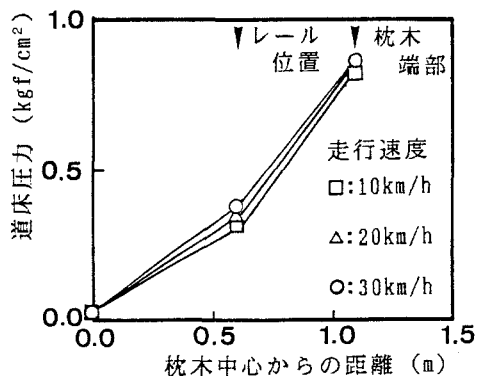


図-1 道床圧力分布(軌道横断方向)

はレールの剛性を考慮し、砕石道床を弾性支承と仮定したときの荷重分布と近い状態であり、設計基準とは異なった状況にある。列車走行によるEPS路盤の圧力は各輪ごとにはっきりピークが現れ、EPS上面における計測値平均で 0.375kgf/cm^2 であった。

列車走行にともなうEPS路盤の収縮量の計測結果の一部を図-3、図-4に示す。図-3は収縮量と走行速度の関係を示したものである。走行速度の増加にしたがい収縮量も増加する傾向がみられるが、その影響はわずかである。図-4は走行速度が 20km/h の場合のEPS-IおよびEPS-IIの収縮量の計測値である。このケースではEPSの最大収縮量は、EPS-Iで 0.3mm 、EPS-IIで 0.6mm であった。ほとんどの実験ケースで、EPS-IIの収縮量はEPS-Iの収縮量を上回っている。また、観測された収縮量の波形は、EPS-Iでは各車輪が計測点を通過するときにそれぞれピークが観測されているのに対し、EPS-IIではピークがひとつしか存在せず、台車の後輪が通過したときピークが観測されている。

4. まとめ

計測された道床圧力は、設計基準よりも広い範囲に分布し、その強度は低い。空車の列車走行にともなうEPS上面における道床圧力は約 0.4kgf/cm^2 、EPS路盤の沈下量は 0.6mm であった。実験に用いた列車重量と設計列車重量との差違を考慮しても、EPSの応力、沈下量は基準値を下回るものと推定される。疲労強度や耐久性など今後確認すべき問題も多いが、今回の実験で、鉄道路盤にEPSを敷設する防振対策の可能性が確認できたものと考えられる。

参考文献

- 1) 村田・澤武・奥野・早川：鉄道振動の低減対策に関する研究（その1）－EPSによる軌道実験の概要－，土木学会第45回年次学術講演会，平成2年10月。
- 2) 早川・澤武・村田・松井：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効果－，土木学会第45回年次学術講演会，平成2年10月。
- 3) 日本国有鉄道編：建造物設計標準解説（土構造物），1978年。
- 4) 発泡スチロール土木工法開発機構：EPS工法設計マニュアル（第1版），昭和63年10月。

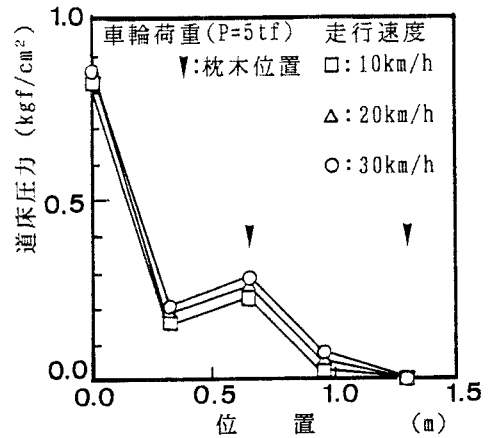


図-2 道床圧力分布（軌道方向）

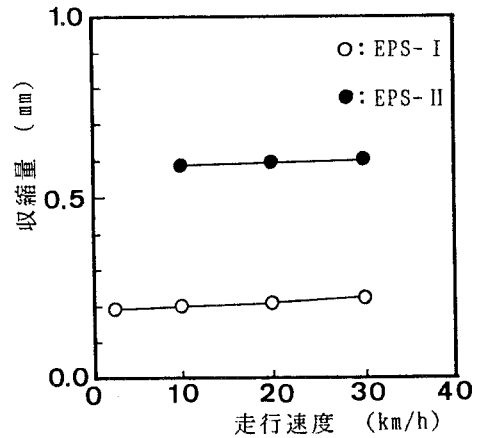


図-3 EPS収縮量に及ぼす列車速度の影響

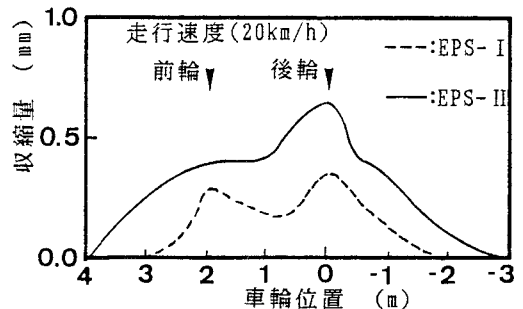


図-4 列車走行時のEPS収縮量