

N-310

低廉化有道床弾性まくらぎの開発

鉄道総合技術研究所 正会員 堀池高広
 鉄道総合技術研究所 正会員 柳川秀明
 鉄道総合技術研究所 正会員 半坂征則
 鉄道総合技術研究所 正会員 安藤勝敏

1. まえがき

有道床軌道における保守の軽減と振動低減を目的として、有道床弾性まくらぎが開発されたが、従来の有道床弾性まくらぎは価格面で不利であるため、敷設箇所が限定されている。そこで、機能を損なうことなく、コスト低減が可能な低廉化有道床弾性まくらぎ（以下、低廉化弾性まくらぎと略称）の開発に着手した。開発の対象は、新設用弾性まくらぎの更なる低廉化および既設PCまくらぎの弾性まくらぎ化である。

2. 試験概要

以下に示す5タイプについて試作を行い、道床沈下特性試験、道床横抵抗力試験（既設PCまくらぎ加硫ゴムおよびウレタンゴムの2タイプ）および被覆材の物性試験を実施した。なお、まくらぎ本体はPC3号（ポストテンション方式）を使用した。

- ・既設PCまくらぎ用
 - ①再生ゴム（SBR）ボルト取付け方式
 - ②加硫ゴム（NR）ボルト取付け方式
 - ③ウレタンゴム（U）注入方式
- ・新設PCまくらぎ用
 - ①加硫ゴム（NR）勘合方式
 - ②ウレタンゴム（U）勘合方式

3. 試験方法

(1) 道床沈下特性

図1に示す小型ビプロジール試験機を用いて低廉化弾性まくらぎの道床沈下特性試験を行った。試験は加振力を $40 \pm 35 \text{ kN}$ に設定し、加振周波数 50 Hz で55時間の繰返し载荷を行い、道床沈下量の経時変化を測定した。

道床沈下特性試験は連続運転で行い、道床沈下特性が十分精度よく把握できるように、試験開始後小刻みに測定を行い、沈下速度の低下に伴い測定間隔を延伸し、繰返し数18万回以降は30分毎に測定を行った。

なお、試験軌道は、60kgレール、道床厚250mmでバラストマットA45を使用している。

(2) 道床横抵抗力試験

有道床軌道における座屈安定性の確保の観点から、低廉化弾性まくらぎの道床横抵抗力の特性を把握するため、図2に示す試験装置を用いて、道床横抵抗力試験を行った。

試験軌道は、60kgレール、道床厚250mm（碎石道床）、道床肩400mm、余盛なしとなるように、試験装置のコンクリート実験槽内に低廉化弾性まくらぎ2本と1.2mの60kgレール2本をいて、軌枠を組み立てることにより構成した。試験軌道を横引き時に、各まくらぎが別々に変位することのないようにブレーシングにより一体化し、まくらぎ中間でレールに横引棒を取り付けて横引きした。道床横抵抗力は、横引棒の途中に入れた荷重計、横引きにより生じた軌道の変位は、横棒の反対側のまくらぎ端部で実験槽に取り付けた変位計

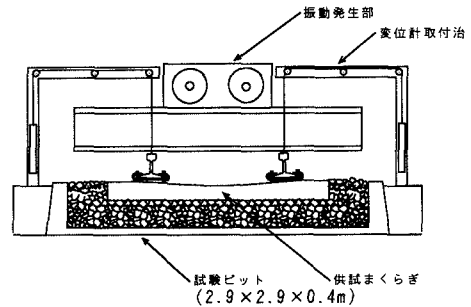


図1 ビプロジール試験機

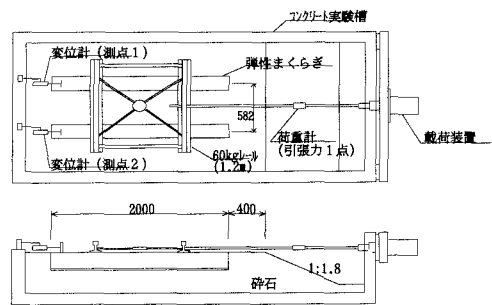


図2 道床横抵抗力試験機

により測定した。測定は各まくらぎについて10回ずつ行い、測定項目は引張力1点、変位2点とした。

(3) 物性試験

弾性被覆材の物性試験は、道床沈下特性試験の実施前後に行った。試験項目は引張特性、引裂強さ、静ばね定数、圧縮永久歪および角押し等とした。試験は特に指定のない限り室温 $23\pm3^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $65\pm5\%$ の条件の室内（以下、室温中）で行い、試験片は試験前少なくとも2時間以上室温中に放置した。

4. 試験結果

(1) 道床沈下特性試験

道床沈下量と通トンとの関係を図3に示す。この図から、各種弾性まくらぎ軌道の流動沈下係数 β は、比較軌道のPC3号まくらぎ軌道より小さい傾向を示し、従来タイプと同様の沈下抑制効果を有していることが確認された。

(2) 道床横抵抗力試験

道床横抵抗力試験の結果を図4に示す。この図から、ウレタンゴムタイプの道床横抵抗力はPC3号まくらぎに比べ、 $0.5\sim2\text{mm}$ の範囲では僅かに小さいが、これより大きい変位領域では上回っており横変位 30mm でほぼ15%増となっている。また、加硫ゴムタイプの道床横抵抗力は、PC3号まくらぎのそれを上回り横変位 30mm でほぼ30%増となっている。しかし、加硫ゴムタイプは試験後ゴム板端部が捲り上がった痕跡が見られた。

(3) 物性試験

各種の静的ばね定数および引張強さは図5および6に示すとおりで、物性試験の結果を総合すると次の点が明らかになった。

(a) 既設PCまくらぎ用弾性材のうち再生ゴム製は、疲れ強さ試験において $8\text{kN}\pm7\text{kN}$ (5Hz)の繰返し圧縮荷重載荷 8×10^4 回で破損し、耐荷重性に劣ることが明らかになった。また、加硫ゴムおよびウレタンゴム製は、全ての規格値を満足していた。

(b) 新設PCまくらぎ用弾性材の加硫ゴムおよびウレタンゴム製は、全ての規格値を満足していた。

5. 製作上の課題とコスト

既設PCまくらぎの加硫ゴムタイプは、アンカーボルトの取付け位置の制限や、まくらぎ下面の凹凸の存在などで、ゴム板の取付けに難点がある。コスト面については、既設PCまくらぎタイプは現在敷設されているPCまくらぎを利用することから、まくらぎ1本当りの単価は従来タイプの約1/3、新設PCまくらぎタイプが約1/2となる見通しが得られた。

6. まとめ

既設PCまくらぎおよび新設PCまくらぎとも、ウレタンゴムまたは加硫ゴムの弾性材を用いることによって、従来タイプ（反応射出成形RIM方式）と同程度の性能を有していることが明らかになった。

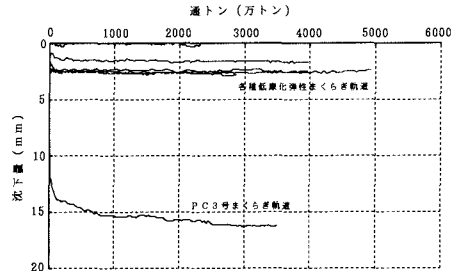


図3 道床沈下曲線

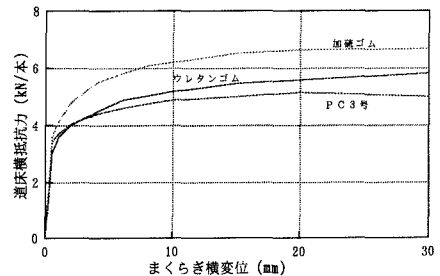


図4 道床横抵抗力試験結果

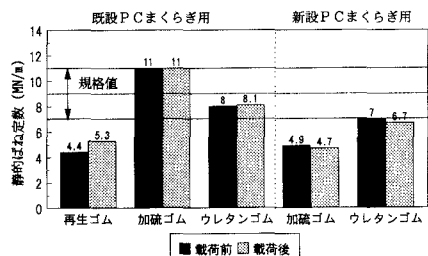


図5 静的ばね定数

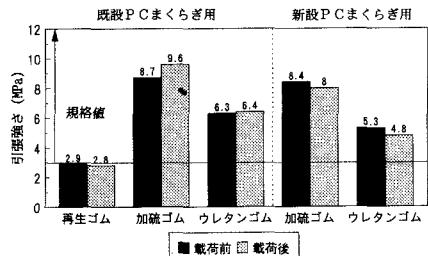


図6 引張強さ