

有道床弾性まくらぎに用いる弾性材の耐候性調査

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○須江 政喜
 同上 正会員 熊倉 孝雄
 同上 正会員 小西 俊之

1. はじめに

有道床弾性まくらぎは、PC まくらぎの底部等を弾性材で被覆したものであり、騒音・地盤振動低減およびまくらぎ沈下抑制等を目的に開発され、近年、省力化軌道構造の一つとして国内外で多数実績がある。弾性材の材質は、国内ではSBR(合成ゴム)が主流であるのに対し、近年、欧州ではウレタンが導入されているが、実軌道への導入後、長期的な使用を考慮した環境影響等による弾性材の物性変化について把握できていない。そこで、本研究では、長期的な熱影響および低温時における弾性材の物性変化を調査し、耐久性等の機能について評価することとした。

2. 試験概要

有道床弾性まくらぎを実軌道に敷設した際、使用環境により機能が低下する可能性があるため、弾性材に対して、長期間を想定した熱劣化試験、含水低温加振試験の2項目について試験を行った。弾性材の試験体種別を表1に示す。

表1 試験体種別

試験体	種別	静的ばね定数 (MN/m)	厚さ (mm)	弾性材特性
A	ウレタン	6.5	10	弾性
B	ウレタン	6.5	10	粘弾性
C	SBR	9	20	弾性

また、弾性材A～Cの一般的な物性については、「低廉化有道床弾性まくらぎ製作の手引き(案)」¹⁾(以下、従来の手引きという。)を参考に各試験を実施し確認した。なお、ウレタンについては、一般的に紫外線の影響を受けやすく、本来であれば紫外線による物性確認を行うことが妥当と考えるが、弾性材はまくらぎ底部への設置であり、紫外線からの影響を受けにくいと考え、紫外線劣化に関する評価は省略した。

2.1 熱劣化試験

2.1.1 試験内容および測定方法

弾性材に対して、長期的に熱を与えることで弾性材の物性に変化が生じるかを調査するため、恒温恒湿器(図1)により熱劣化試験を行った。測定項目は、引張強度、伸び率、動的ばね定数の3項目とし、測定方法は、従来の手引きを準用した。なお、試験条件は、ゴム・樹脂素

材の寿命評価等に用いる次式の加速係数を算出し、90℃の恒温槽で40日間程度試験体を保持することで、40年相当の熱影響を与えることとした。

$$AL=2^{(T_2-T_1)/8}$$

ここで、AL：加速係数、T1：状態温度(20℃)、
T2：加速温度(90℃)



図1 恒温恒湿器による熱劣化試験状況
(試験体寸法 100mm×100mm)

2.1.2 測定結果

(1) 引張強度・伸び率

試験開始後約10日毎に試験体の引張強度および伸び率の測定を行った。結果を図2、3に示す。

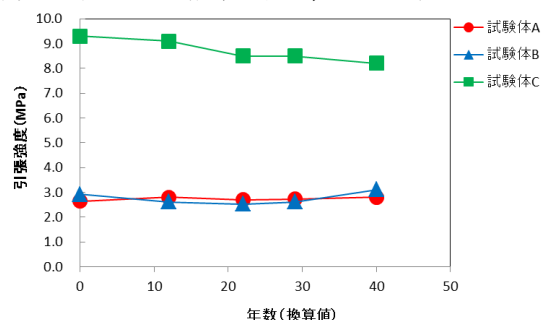


図2 熱影響による引張強度の変化

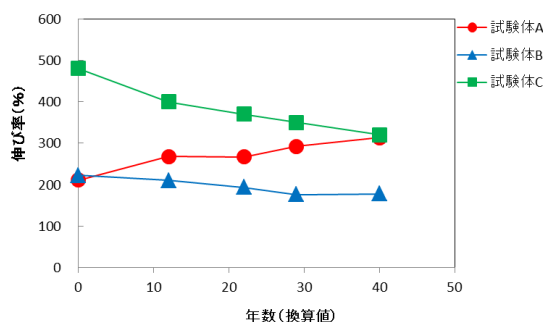


図3 熱影響による伸び率の変化

図2より、90℃加速温度における時間経過毎の引張強度では、試験体A、Bは変化がなく、試験体Cは開始時と終了後では12%低下がみられるが従来の手引きの規格値内(3.0MPa≤)である。また、図3の伸び率の変化を見ると、ウレタンである試験体Aは48%上昇にあり、試験体Bは試験前と同程度の結果となった。これは、同

じウレタンでも粘弾性タイプが弾性タイプに比べ、分子鎖が短く、一般的に架橋密度が高い性質によるものと考えられる。一方、SBRの試験体Cで伸び率が33%低下しているが、これは高温により酸化が進み、内部に含まれる添加剤成分が揮発したためと考えられる。なお、各試験体ともに従来の手引きの規格値(100%≦)を満足している。

(2) 動的ばね定数

平板にて荷重 2.5 ± 1.5 kN (試験体 100×100 mm 時の荷重)、10Hzにて2分間加振を行ない、動的ばね定数(貯蔵ばね定数)を求めた結果を図4に示す。試験終了時は開始時に比べ試験体Aで26%、試験体Bで14%、試験体Cで41%ばね定数が上昇していることから、熱影響による繰り返し载荷では、動的ばね定数は上昇傾向にあることがわかる。特に上昇率が高かった試験体Cは、前項のとおり伸び率が低下したためと考えられる。なお、静的ばね定数が同等の試験体A、Bにおいて動的ばね定数が異なるのは、試験体Bが粘弾性タイプであり、時間依存による圧縮変形を受けた状態での载荷により、ばね定数が静的に比べ大きい値を示しているためである。

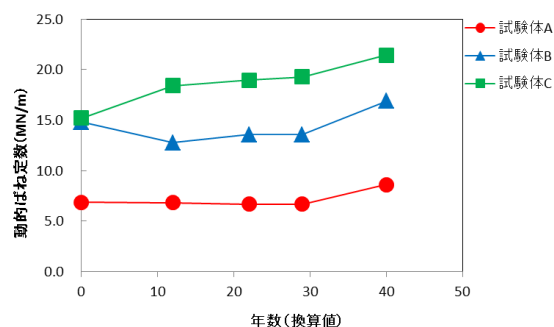


図4 熱影響による動的ばね定数の変化

2.2 含水低温加振試験

2.2.1 試験内容および測定方法

実際の使用環境下では、湿潤状態で弾性体が繰り返し圧縮を受ける。特にウレタンの場合、低温時に発泡ウレタン内部に吸水された水が凍結し、凍結された状態での加振による材料破壊が危惧されるため、浸水および低温での加振試験を行った(図5)。測定方法は、浸水させた試験体を -10°C の低温槽で8時間保持し、10Hz、 5.63 ± 3.38 kNで10万回の加振を行った。載荷板には、実軌道のバラストを模った載荷板を使用し、ウレタンとSBRの動特性の比較を行った。

なお、ウレタンについては、前項の動特性が同じ傾向であ



図5 加振試験状況

ったことから、試験体Aのみを対象とした。

2.2.2 測定結果

含水低温時に加振させた際の動的ばね定数(貯蔵ばね定数)および 25°C 乾燥時の動的ばね定数を図6に示す。 25°C 乾燥時の動的ばね定数と比べ、 -10°C 1000回後は試験体Aが同程度、試験体Cが11%上昇、 -10°C 10万回後では、試験体Aが10%および試験体Cで28%上昇し、特にSBRでばね定数が高くなる傾向にあった。各試験体で材料破壊は生じなかったが、ウレタンおよびSBRともに低温時の繰り返し载荷により、ばね定数は上昇する傾向がみられた。

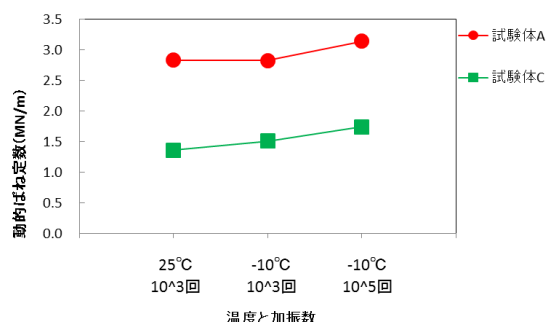


図6 含水低温時の動的ばね定数

3. 使用環境下での弾性材機能

物性の異なる弾性材を使用し、環境影響に対する弾性材の機能面について、以下の通り評価した。

- ・熱劣化試験の結果より、ウレタンは、長期的な熱影響においても引張強度は維持するが、伸び率は弾性タイプで変化はなく、粘弾性タイプで著しい変化はないものの上昇傾向にあったことから、弾性タイプの方が熱影響を受けにくいことを確認した。一方、SBRは引張強度および伸び率が低下するが、従来の手引きで示される規格値内であることから、機能上問題ないと考えられる。

- ・含水低温加振試験の結果より、ウレタンおよびSBRでばね定数は上昇し、弾性材の硬化傾向がみられたが、急激な硬化および弾性材の損傷等も発生しないことから、 -10°C 以上の使用環境下で、弾性材が凍結された場合でも機能が低下する可能性は低いと考えられる。

4. まとめ

弾性まくらぎを導入する際は、弾性材の特性および使用環境を考慮し、物性に合せた性能確認をする必要がある。今後、実軌道への試験敷設等により、長期的にみた性能評価を引き続き行う予定である。

【参考文献】

1) 公益財団法人 鉄道総合技術研究所「低廉化有道床弾性まくらぎ製作の手引き(案)」, 2002年12月