

TC型有道床弾性まくらぎの開発

Development of TC-type resilient sleepers for ballasted track



面高 陽紀*



熊倉 孝雄*



小西 俊之*

Under-sleeper pads (hereinafter called USPs), which are mainly made of rubber in Japan, have been developed for certain purposes such as controlling track subsidence, and their effects have been confirmed. We conducted tests such as subsidence characteristics of resilient sleepers for ballasted tracks with USPs which we developed in this research. The tests were conducted using a full-scale track tester. The results indicate that resilient sleepers for ballasted track have the effect of controlling subsidence of track compared with sleepers without USPs. And, lateral ballast resistance forces of sleepers with USPs increase compared with sleepers without USPs. Development of resilient sleepers for ballasted track with the optimal USPs will allow wider choices of materials suiting conditions on individual sections, significantly reducing costs of material and maintenance work.

●キーワード：TC型有道床弾性まくらぎ、まくらぎ下弾性材 (USP)、沈下特性、道床横抵抗力

1. はじめに

砕石 (バラスト) を用いた有道床軌道におけるまくらぎ下弾性材 (以下、USP) は、国内では主にスチレンゴム (SBR) を使用しており、欧州ではウレタンを使用することで、軌道の沈下抑制の効果が報告されている¹⁾²⁾。そこで、本研究では、SBRと比較して、より沈下抑制の効果が認められるウレタン の特性を活かしたUSPを開発することで、図1に示すように道床への伝達荷重の分散による軌道沈下の抑制等により、メンテナンス低減効果が高いTC型有道床弾性まくらぎを開発した。

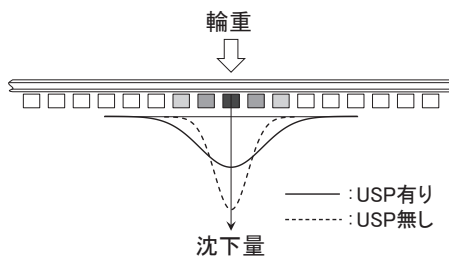


図1 USPによる道床への伝達荷重の分散効果

2. TC型有道床弾性まくらぎの特徴

開発したTC型有道床弾性まくらぎの特徴は、以下のとおりである。

【まくらぎ】

- ・締結装置は、ファーストクリップ型締結装置を採用し、機械化施工が可能な構造とした。また、50Nレールから60kgレールへ重軌条化を行う際に、まくらぎ交換が不要となる。
- ・レール直下部に羽根構造を採用し、道床に対する横抵抗力を向上させ、軌きょうとして構造強化を図った。

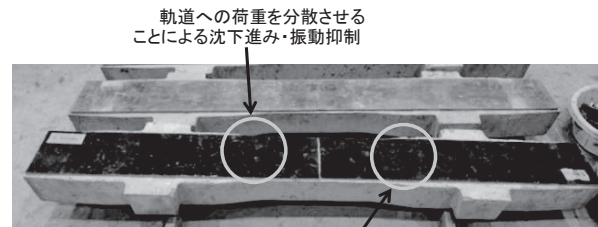


羽根構造による道床横抵抗力向上

図2 まくらぎ部における特徴

【USP】

- ・軌道への荷重を分散させることにより、まくらぎの沈下進みや路盤振動を抑制する効果が期待できる。
- ・砕石の摩滅防護および流動を抑制させることにより、道床横抵抗力及び縦抵抗力の増加が期待できる。



砕石の摩滅保護と流動抑制
(道床横抵抗力及び縦抵抗力の増加)

図3 USP部における特徴

3. USPの機能の評価

USPによる効果を評価するために、図4に示す実物大軌道試験を実施し、軌道の沈下進みおよび道床横抵抗力の測定を行った。荷重条件は、載荷荷重50kN (貨物列車: EF66相当の輪重に荷重分散率を考慮)、周波数7Hz (列車

速度60km/h程度)とし、路盤・道床条件は、路盤強度71MN/m³、道床厚250mmの条件として試験を実施した。USPについては、ばね定数(ばねの硬さ)及び反発度合(弾性・粘弾性)を変化させた4種類を用いた。また、道床横抵抗力は、図5に示すように横抵抗力測定器および変位計を用いて測定した。

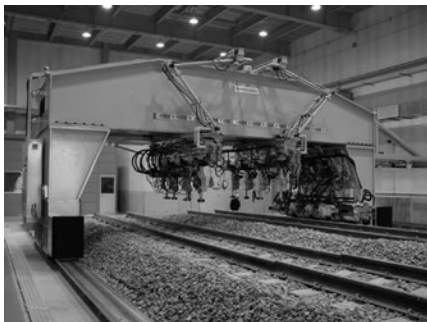


図4 実物大軌道試験装置

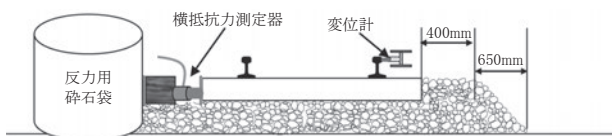


図5 道床横抵抗力測定

3.1 軌道の沈下進みの評価

初期沈下が収束した後の100万トンから1億トンまでの軌道沈下進み(USPなしを「100」とした比率で表す)を測定した結果を図6に示す。USPによる効果として、沈下抑制の効果が認められ、USPなしのケースと比較して最大で約40%良好する傾向があり、補修周期の延伸が期待できる。

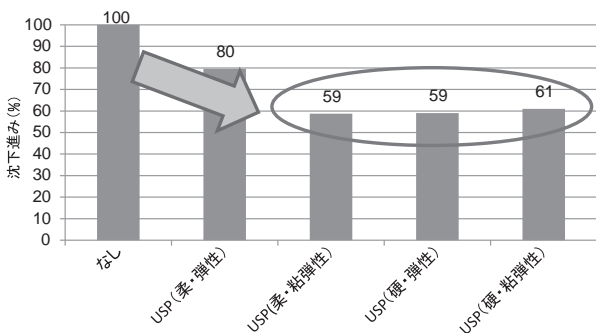


図6 軌道沈下進みの測定結果

3.2 道床横抵抗力の評価

まくらぎが2mm変位した際における道床横抵抗力(USPなしを「100」とした比率で表す)を測定した結果を図7に示す。USP付きまくらぎは、USPなしに比較して約20%程度高い値が示された。これは、USPが碎石を抱え込み、接触面積が増加することによるものと考えられ、通り変位の抑制やレール張出し事象の防止につながる事が期待できる。

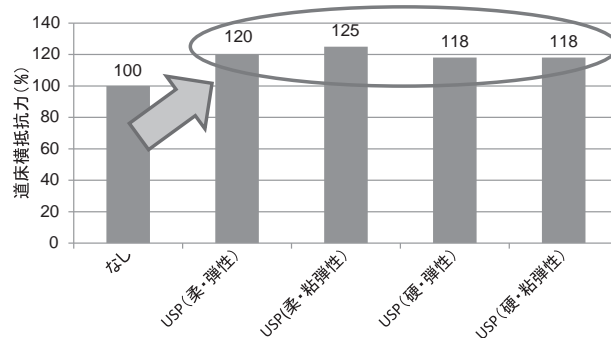


図7 道床横抵抗力の測定結果

4. USPの損傷防止対策

ウレタンのUSPを長期間使用する際、バラスト接地面における弾性材の損傷が懸念される。そこで、弾性材に有効な保護材として、図8に示す「不織布(ポリプロピレンニードルパンチ)」の適用を検討した。

試験条件として、室温を約25℃の状態とし、100×100mmの面積に対し、2.5±1.5kN相当の荷重を1,000万回連続で載荷した。その結果、弾性材および保護材の損傷・剥離は発生せず、弾性材の保護材として長期的に使用した場合でも、機能上問題ないと考えられる。また、「不織布」は市場での流通が多数あることから、経済性にも優れている。

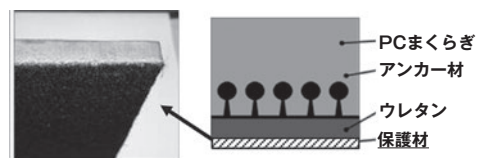


図8 弾性材に使用する保護材

5. まとめ及び今後の実施内容

ウレタンによるUSPを活用することにより、補修周期の延伸によるメンテナンスコスト削減や道床横抵抗力の増加による軌きょうの構造強化などの効果が期待できると考えられる。また、長期的に使用した場合の弾性材の損傷防止策について、問題ないことを確認した。

今後、営業線に試験敷設を行い、営業線下における軌道沈下量の推移および道床横抵抗力等の向上やファーストクリップ構造のまくらぎの施工性を定量的に評価し、バラスト軌道に適した「TC型有道床弾性まくらぎ」の仕様を確立する。

参考文献

- 1) 三浦重、大石不二夫、横田敦、堀池高広：実用形有道床弾性まくらぎの開発、鉄道総研報告、Vol4、No5、1990.5
- 2) 堀池高広、半坂征則、柳川秀明、安藤勝敏、伊達和寛：低廉化有道床弾性まくらぎの開発、鉄道総研報告、Vol12、No3、1998.3