

新幹線分岐器用 PC まくらぎの基礎試験

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○東原 孝展
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 狩野 修志

1. はじめに

山陽新幹線では、分岐まくらぎの長寿命化を目的として2001年度より合成まくらぎの適用を進め、まくらぎ寿命の延伸の効果を確認している。しかし、合成まくらぎ底部の摩滅が部分的に発生しており、敷設10年程度経過した時点で交換に至っているものもあるため、50年以上の長期耐久性を期待していたことから、将来的に想定外のまくらぎ交換の多発が懸念される。また、合成まくらぎは木まくらぎと比べて軌道狂い抑制効果は相違ないため、高頻度で軌道整備を要する箇所については、別途対策が必要となる。そこで、将来の保守量の低減を目的にPCまくらぎ使用分岐器を検討し、まくらぎ厚さ150mmの設計を実施した¹⁾。

今回、当該まくらぎの室内および現地における性能確認試験を実施したので、その内容について以下に報告する。

2. 構造概要

設計条件として、新幹線軌道における所要の道床バラスト厚さを確保するため、現行の合成まくらぎと同等のまくらぎ厚さ150mm以下、大型機械による道床つき固め作業を可能とするため、まくらぎ幅を300mm以下とした。

使用する材料は、所要の性能を満足させるため、設計基準強度80N/mm²を有する高強度コンクリート、PC鋼線(φ2.9mm、3本より線)20本とした(図-1)。

分岐器床板類とまくらぎの定着は、分岐器に作用する輪重、横圧に対してボルト軸力による摩擦定着ができ、ボルトの緩みが少ない直結8形のアンカーボルト用の埋込栓を適用した。また、分岐器床板類とまくらぎ間に絶縁性の確保およびまくらぎの損傷防止を目的とした絶縁板(SMC)を設置することとしている。

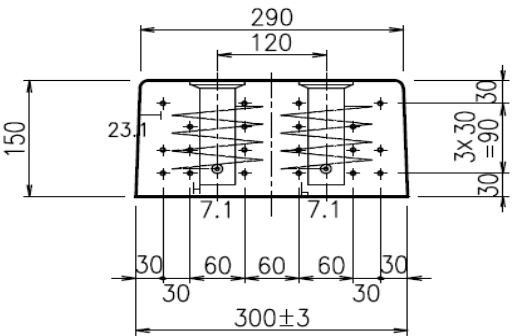


図-1 PCまくらぎ断面

3. 室内試験

当該まくらぎの使用性および安全性を確認するため、鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造²⁾(以下、「設計標準」)に基づいて性能確認試験を実施した。なお、レール締結装置に関しては、現地において所要の性能を側線用分岐器で確認するため、50kgNレール使用9番片開き分岐器の締結構造に準じ、分岐器床板類とまくらぎの締着を直結8形のアンカーボルトが適用できる形状とした。実施した使用性および安全性の照査項目は表-1のとおりである。

表-1 照査項目

要求性能	性能項目	照査指標	作用	試験項目
使用性	電気絶縁性	電気抵抗	環境からの諸作用	電気絶縁抵抗試験
安全性	疲労破壊	レール変位	輪重・横圧	静的斜角載荷試験
		試験後の構成部材の外観		2軸疲労試験

(1) 電気絶縁性試験

本試験では、当該まくらぎにレール締結装置を組み立てた後、左右レール間に交流電流10Vを印加し、各条件における左右レール間の電気絶縁抵抗値を測定した。

試験結果を表-2に示す。電気絶縁抵抗の最小値は、汚損状態における飽和状態の電気絶縁抵抗値6.2kΩであり、設計標準から求めた設計限界値5.2kΩより大きい値であった。これにより、当該まくらぎの電気絶縁性に問題が無いことを確認した。

表-2 電気絶縁性試験結果

試験条件		右レール-左レール (単位:kΩ)
乾燥状態		1010.0
降雨状態 (水道水)	飽和状態	20.4
	1分経過後	30.4
汚損状態 (食塩水0.1%)	飽和状態	6.2
	1分経過後	8.3

(2) 静的斜角載荷試験

本試験では、5締結分の試験用まくらぎを試験機に固定し、片軌きょうを構築した。載荷条件は、設計上で想定される作用に基づき、試験機の載荷重の最小値である10kNを考慮

キーワード 山陽新幹線、分岐器、PC まくらぎ

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本旅客鉄道株式会社 施設部 施設技術室 TEL 06-6375-2296

し、試験荷重 P_1 , P_2 の最大値 P_{1max} , P_{2max} および荷重方向 θ_1 , θ_2 を設定し、試験用レールの頭部側面に軌間内側の θ_1 の方向から荷重 P_1 を、軌間外側の θ_2 の方向から荷重 P_2 をそれぞれ3回ずつ荷重した(図-2)。

試験の結果、レール頭部左右変位とレール底部左右変位の最大値を基に換算したレールの頭部左右変位量は最大0.57mm程度であり、新幹線軌道におけるレールの頭部左右変位量の設計限界値である5.2mm以内に収まっていた。

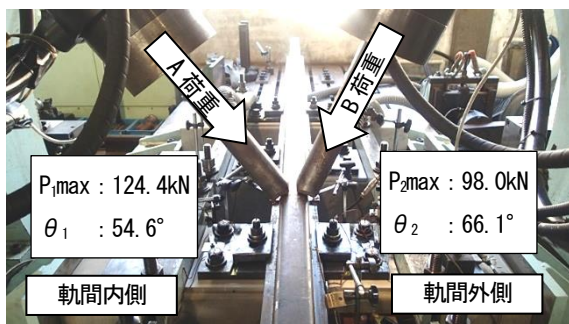


図-2 静的斜角荷重試験の概況

(3) 2軸疲労試験

本試験では、静的斜角荷重試験と同様の荷重条件において、試験用レールの頭部側面に軌間内側の θ_1 の方向から荷重 P_1 を、軌間外側の θ_2 の方向から荷重 P_2 を180度の位相差で100万回の繰り返しの荷重をした。

試験の結果、100万回の繰り返し荷重中にレール変位、レール小返り角およびタイプレート用ボルト軸力の顕著な変動は認められなかった。また、レール締結装置の各部材および当該まくらぎの埋込栓部に顕著な変状は認められなかった。

4. 現地試験

(1) 試験概要

現地試験は、当該PCまくらぎに実荷重で発生する応力の測定および交換工事の施工性の確認のため、側線用分岐器のポイント部へ当該まくらぎ21本を敷設した。なお、現地における測定項目は、まくらぎ応力および輪重・横圧とし、図-3に示す箇所のまくらぎを測定対象とした。

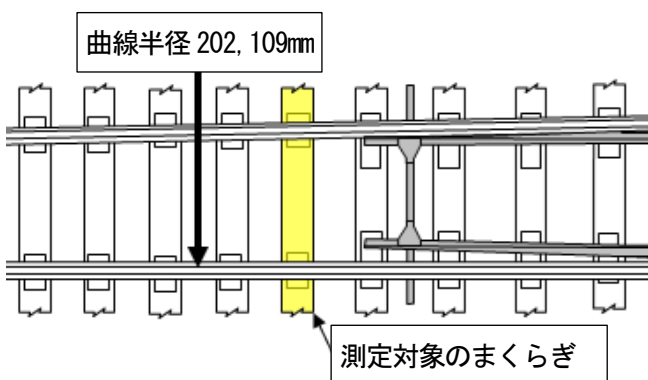


図-3 測定箇所

(2) 試験結果

まくらぎ応力の測点を図-4、輪重・横圧と曲げモーメントの関係性を図-5に示す。当該まくらぎの曲げ応力から換算した発生曲げモーメントの最大値は、列車が分岐線側を背向で進行した際に作用した輪重74kN、横圧54.9kNにおいて、測点M③で最大1.78kN・mであった。この値は、当該まくらぎの設計限界値であるデコンプレッションモーメント7.98kN・m以下であり、設計限界値に対して余裕のある値であった。また、施工性に関しては、合成まくらぎと同等の施工が可能であることを確認した。

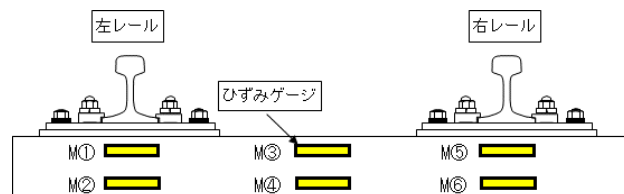
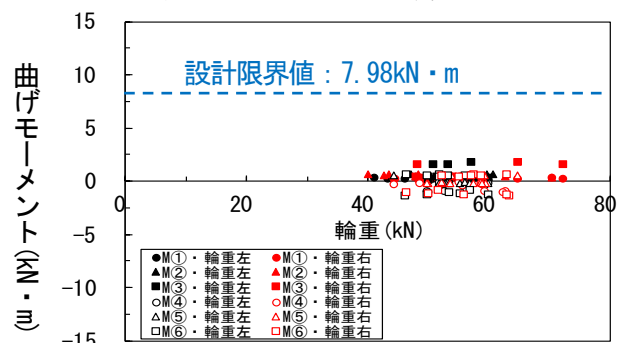
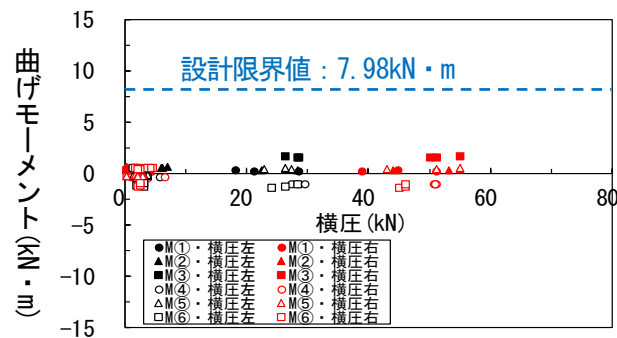


図-4 まくらぎ応力の測点



(a) 輪重と曲げモーメントの関係性



(b) 横圧と曲げモーメントの関係性

図-5 輪重・横圧と曲げモーメントとの関係性

5. おわりに

今回の検証により、山陽新幹線におけるPCまくらぎ使用分岐器の実現可能性について確認することが出来たことから、本構造の展開を推進していくこととしたい。

謝辞：本試験に際しては、(公財)鉄道総合技術研究所から多大なるご指導をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

【参考文献】

- 井上拓也, 他: 新幹線用PCまくらぎ使用分岐器の設計, 土木学会第71回年次学術講演会, 2016.9
- 国土交通省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造, 2012.1