

鉄まくらぎの敷設に関する検討

JR西日本 正 東 寛士 JR西日本 正 山口 吉濟
 JR西日本 正 山中 雅司 JR西日本 正 田淵 剛

1. はじめに

将来の就労人口の減少に対し、検査・保守作業の機械化・効率化や軌道材料の延命化、新材料開発などが進められている。そこで、各種のまくらぎの導入について施工性・耐久性・経済性を検討し、ここでは鉄まくらぎの検証結果について、以下に取りまとめて報告する。

2. 鉄まくらぎの特徴

鉄まくらぎの寿命はPCまくらぎと同様の50年と想定しており、使用後にリサイクルが可能という特徴がある。敷設標準に際しては、耐短絡性及交換基準を明確にする必要がある。鉄まくらぎには、JR貨物等で実績のある「お椀型」とH鋼を加工した「H型」の2種類あり、当社ではH型の敷設実績があることから、お椀型について性能を検証することとした。両者の比較は表1に示すように、お椀型はH型に比べ耐久性に優れているが、施工性が劣ることが想定される。

表1. お椀型・H型鉄まくらぎの比較

種別	材質	形状	加工法	長所	短所
お椀型	ダクタイル鋼製		<ul style="list-style-type: none"> 一枚の鉄板を曲げてお椀型にしたもの。 中が空洞 	<ul style="list-style-type: none"> 空洞のため積重ね容積が小さく、輸送性が高い 既存のまくらぎよりも薄く、より道床厚の確保が可能 重量56kgと比較的軽い 両端が爪状で横抵抗力に優れている。 耐腐食性能が有す 	<ul style="list-style-type: none"> 両端が爪状に下がっているため、施工性が悪い つき固めによるバラスト挿入が困難
H型	スチール		<ul style="list-style-type: none"> H鋼の両端に板を溶接し、道床横抵抗力を持たせたもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 2本併せて継目用として使用可能 構造上、施工性が他まくらぎと同程度 つき固めが容易 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接が必要である お椀型に比べ道床厚は確保できない 積重ね容積は大きい 耐腐食性能が劣る

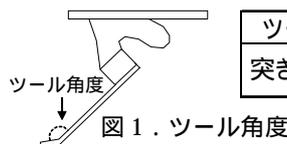
3. 施工性の検証

(1) TTツールの検証

JR貨物が実施したTTツール角度(図1)の検証について紹介する。従来の鉄まくらぎ用173°と163°および153°の3ケースの、つき固め効率を検証しており、結果は表2の通りである。お椀型まくらぎは中空のため、バラストの詰込みに時間を費やすが、ツール角度163°が施工効率をもっとも良く、これを採用した。

表2. ツール角度の違いによるつき固め時間

ツール角度	従来型173°	163°	153°
突き固め時間	4分59秒	4分30秒	6分31秒



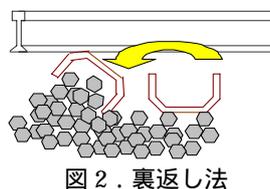
(2) まくらぎ挿入方法の検証

バラストの詰め込み作業の効率化を目的とした裏返し法(図2)と従来の寄せ落とし法について、(1)のツール角度163°のTTを用いて、まくらぎ結果を表3に示す。

交換のサイクルタイムの検証を行った。

表3. 挿入方法の違いによる検証

鉄まくらぎ		PCまくらぎ	
裏返し法	寄せ落とし法	寄せ落とし法	寄せ落とし法
35分	27分		27分



裏返し法は、回転させるためにバラストを多く掻き出す必要があり、寄せ落とし法よりも時間を要した。また鉄まくらぎ寄せ落とし法はPCと同等のタイムであった。

以上より角度153°のツールで寄せ落とし法を行えば、PCまくらぎ交換と同等の時間で施工が可能である。

4. レール締結装置の性能確認試験

(1) 試験条件

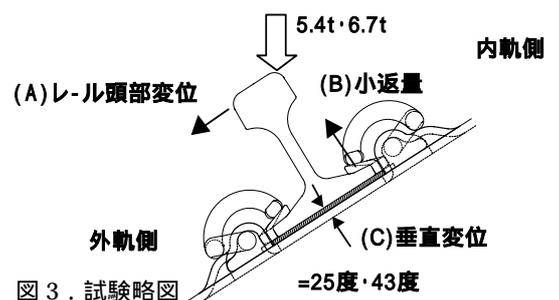
表4に締結装置条件、表5に荷重条件を示す。

表4. 締結装置条件

部材名	仕様
レール	50kgN
クリップ	e-2009
軌道パッド	110MN/m
座盤	一体型

表5. 荷重条件

条件	数値
曲線	R 600m
まくらぎ間隔	909mm (29本/25m)
軸重	150kN



キーワード：鉄まくらぎ、お椀型、H型、バンドロール、敷設本数

連絡先：大阪市北区芝田二丁目4番24号 西日本旅客鉄道(株)施設部保線 TEL 06-6375-8960 FAX 06-6375-8915

(2) 試験結果

図4と5の結果から、次のことが明らかとなった。
 レール変位：最大荷重時でも約3.5mmであり問題ない。
 座盤応力：最大荷重時の約1700kg/cm² < 許容値2200kg/cm² 問題なし。
 試験結果より表6の敷設本数が可能であることが証明された。

5. 現地試験

(1) 試験条件

- ・試験敷設場所：吹田工場試運転線
- ・軌道構造：50kgN レール、有道床(ふるい)、道床厚200mm、曲線半径R=1000m
- ・測定試験日：平成16年11月26日
- ・測定用列車：EF66機関車(単機、軸重16t、速度30・40・50・60・70・80km/h)

表6. 曲線半径別まくら木敷設本数

曲線半径(m)	本数(本/25m)
R 800	29
800 > R 600	31
600 > R	34

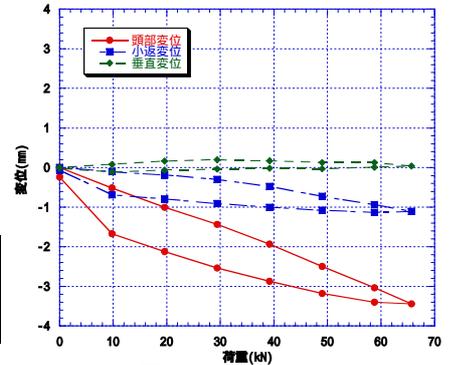


図4. レール変位

(2) 測定項目

表6および図6に測定項目や測定位置を示す。

(3) 試験結果

試験結果は表6に示すように、すべての測定値は許容値¹⁾以内であったことが確認できた。

表7. 測定項目および結果

測定項目	測定位置	レール	軌間内外	許容値	測定値
輪重 P	レール腹部	左	-	300KN	100KN
横圧 Q	レール底部	左	-	68KN	19KN
マクラギ応力 M	マクラギ表面	-	内	220MPa	16MPa
ばね応力 T	締結ばね	左	外	270MPa	198MPa
レール応力 R	レール底部	左	-	300MPa	58MPa
レール左右変位 X	レール頭部・底部	左	外	7mm	1.2mm

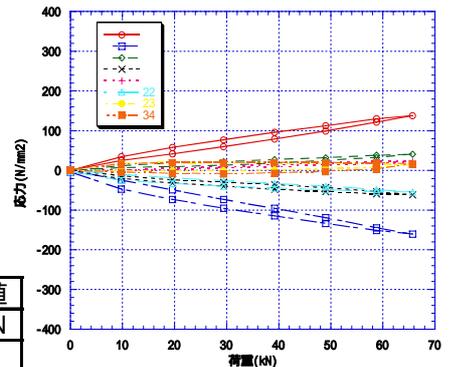


図5. 座盤応力

6. 経費分析

(1) 分析条件

- ・並まくらぎを交換し続ける場合(34本/25m)
- ・並まくらぎから鉄まくらぎに交換した場合(34本 31本/25m)
- ・のあと鉄まくらぎを交換し続ける場合(31本/25m)

軌道延長100mのトータルコストを比較する。

(2) 分析結果

分析結果である図7は、：並まくらぎ交換費、：鉄まくらぎ投入費、：鉄まくらぎ投入による修繕費削減量を表す。

(a) 投入後25年目まで

並まくらぎの耐用年数は25年より、鉄まくらぎは25年で全て敷設されることとなる。このケース(1)では、鉄まくらぎの方が材料費が高いため、> となる。

(b) 25年目から50年目まで

鉄まくらぎの耐用年数50年より、25年目から50年目までは交換は発生しない。結果、約29年で鉄まくらぎ投入費は回収できることになる。

(c) 50年目以降

鉄まくらぎの交換が始まる。発生鉄まくらぎが鉄屑として売却可能なため、交換経費はさらに縮小する。

(d) まとめ

鉄まくらぎを敷設することにより、MTT・TT保守投入量の減少(有道床設計標準²⁾による解析)、遊間整正の減少(クリップ式締結装置敷設箇所)の現状)によって修繕費削減量も発生することとなる。

鉄まくらぎはインシャルコストがかかるものの、将来的には大きなコスト削減となることが証明された。また鉄まくらぎの敷設により検査の簡素化も期待している。

7. まとめ

施工性、耐久性、経済性において、鉄まくらぎが十分に優れていることが証明できた。今後は試験敷設箇所の軌道狂いのトレースや、より厳しい条件下での試験敷設など、照査を重ねていく次第である。

なお、本研究の実施にあたって、新日本製鉄(株)様にお世話になりました。ここに記して深謝いたします。

8. 参考文献

- 1) 『新軌道力学』佐藤吉彦著 p380、『線路工学』佐藤吉彦 梅原利之編 p95、『鋼構造設計標準』日本建築学会編 p109
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造[有道床軌道](案): 運輸省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所編平成9年3月

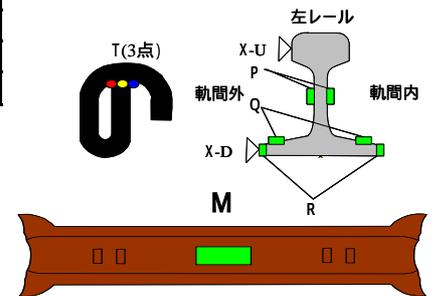


図6. 試験概要

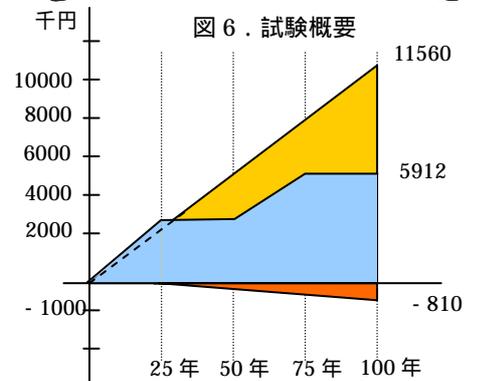


図7. トータルコスト