

IV-144 鉄まくらぎの構造改良について

東海大学 正会員 黒河内 浩 川崎製鉄 (株) 正会員 村田 勝弘
日本国有鉄道 正会員 佐藤 栄生 新日本製鉄 (株) 藤井 資也
鉄道分岐器工業協会 正会員 ○茂木 重六 日本鋼管 (株) 田村 庸一

1. 開発の目的

軌道のレール支承には木まくらぎ他にコンクリートまくらぎがあるが、鉄鋼製のまくらぎも古くから存在した。我国にありてもかつては盛水時のアプト式区間および御殿場線が東海道の主幹線であった時代に採用されたことがある。しかしこれ等は総て外国より輸入されたものであった。日本では、従来木材とセメントは国内資源で賄えよもの、鉄鋼は腐蝕、絶縁及び締結装置に難点があると考へられてきたことから鉄まくらぎの開発は行われなかった。現今、木材は輸入に頼るとして資源的に入手困難、高コスト化してきた反面電気絶縁技術、鉄鋼の防錆技術は、戦前、戦後の時代とは比較にならぬ進歩を遂げることから鉄まくらぎの使用は可能となっている。更に海外諸国では重貨物列車専用鉄道にありて鉄まくらぎの要望が高ま、こちら、欧米先進国でも研究が継続されている。近時我国が海外諸国から鉄道建設、改良について技術援助、協力と求められることが多くなっており、我国の鉄道技術者および鉄鋼業界さらに分岐器工業会にありてもこの種の技術ノウハウを開発掌握しておくことが必要になった。鉄まくらぎを研究するにあたり社団法人日本鉄道技術協会と事務局として、日本国有鉄道、関係鉄鋼会社、鉄道分岐器工業協会より委員を出し、大学関係者その他学部経験者の指導のもとに、調査研究、試作、試験、仕様書(案)の作成を行った。以下経緯を報告する。

2. 鉄まくらぎの開発経緯

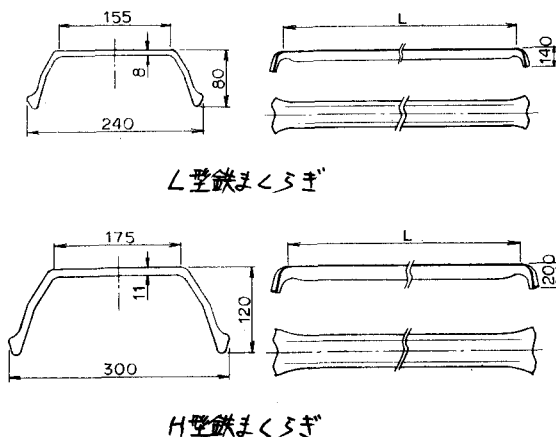
鉄まくらぎの設計荷重として、軽軸重、重軸重の2方式を考慮し、軽軸重は軸重16t、重軸重は36tを採用した。JNRにおけるPCまくらぎとDBにおける鉄まくらぎの寸法の設計手法とを取り入れて荷重条件を定めた。形状寸法等の考え方は、スイス、ドイツ、UIC、オーストラリア等の鉄まくらぎを参考にした。

まくらぎの重量は、経済的に有利なようにJNRの木まくらぎの重量程度になるような板厚を設定し1mmを腐蝕代と考え、7mm厚で許容応力が22kgf/cm²、6mm厚で24kgf/cm²を超えないように軽軸重用は厚さ8mmとして重軸重用でも同様に厚さ11mmで設計した。

許容応力度の考え方は、DBで採用している平均応力説によった。これにより軽軸重用4種、重軸重用3種を設計した。この断面に対してまくらぎの端部曲げ半径、勾配、しぼり形状について道床抵抗力、製造のしやすさ、貯蔵上の積重ね安定度の検討を行い、軽軸重用はL型、重軸重用はH型に決定した。

決定された形状にて鉄まくらぎを試作し疲労試験を実施した。試験では鉄まくらぎの上座応力が200万回平均で8.78kgf/cm²~27.65kgf/cm²(完全片振れに換算すると0~25.2kgf/cm²に相当する)の振幅になるよう荷重を載荷した。疲労試験終了後同一まくらぎを静的荷重(28t)による曲げ試験を行った。

その後、目視検査とカラーチェックを実施したが問題となる現象は発生していなかった。



3. 締結装置の研究経緯

締結装置の構造設計は次の条件、種類で検討された。

a. 締結方式 弾性締結装置

b. 荷重種別 軽軸重(軸重16t) 重軸重(軸重36t)とし、設計荷重の考え方は現行締結装置に準じ、A荷重(稀にかかる極大荷重)、B荷重(時々かかる最大荷重)、C荷重(常時荷重)で設計した。

c. 対象まぐさぎ 分岐器部ポイント部、クロッシング部、リード部、一般部

d. 絶縁方式 直接絶縁(レール部)、間接絶縁(床鉄締結部)

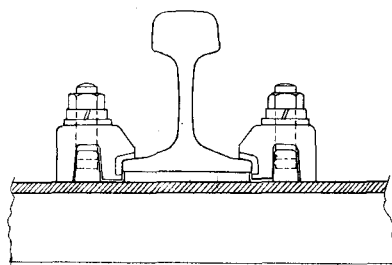
e. 主要部材 床鉄有 床鉄無

各構造案の基本特性及び性能比較を確認するため、試作品による締結装置単体としての性能試験を実施した。試験項目は、a. 締結組立、b. 3.く進抵抗 C. 横圧 d. 鉛直載荷 e. ばね定数 f. 斜角荷重、g. 二軸疲労 h. 絶縁漏れ抵抗 の8項目について実施した。試験結果をもとに提案した締結装置を一部改良して分岐器と一般部の標準軌道構造を定めた。

(絶縁設計)

有道床の軌道回路では R_0 (レール道床間の漏れ抵抗)

R_1, R_2 (レールまぐさぎ間の漏れ抵抗)と有する回路が構成される。 R_0 は測定結果から $0.15/km$ 程度であるから R_1, R_2 の漏れ抵抗限界は $0.45/km$ となる。これは枕木1本当り $4.2k\Omega$ となり、これにより1締結装置当り2.1k Ω が目標抵抗値となる。この目標値に対し分岐器部



一般用弾性締結装置

及び一般部の締結装置の性能確認を行った。各供試体と鉄枕木に $1200kgf \cdot cm$ に固定し経年劣化を考慮して表面を60 μ のヤスリで研磨して水分の付着をよくしてから、時雨量50mm相当の水直水、等価塩分量0.1%の塩水(在来線トンネル内の塩汚等価塩分量に近似値)、同1%塩水(海岸線等の特定場所)と均等に散水して1k Ω 、10Vとレール間またはレールまぐさぎ間に印加してベクトルボルトメーター及びグラブ電流計を用いて、電圧電流法により絶縁漏れ抵抗を測定した。その結果既製の連結5型と比較して一般用では同等、分岐器用では低い値を示した。分岐器を含む軌道回路は一般に短い制御区間長でありとくに間隔などと考えられた。

4 防錆

鉄まぐさぎの海外調査結果によれば、ドイツでは腐蝕速度は $1mm/70$ 年であり他の国々でも特別な防錆処理をしていない例はなかった。日本で50年間使用したまぐさぎの分析調査から同様に考えられた。とくに鉄まぐさぎの外表面のさびから α -Fe OOH の結晶成分が検出される。通常の鋼の大気中のさびの進行過程と異なるとがみられ、表面の腐食がなすびであることと関係して、さび量の少ないことが確認された。この結果本体設計時に腐蝕代として $1mm$ の板厚を付与し、防錆処理(材質及び表面処理)をしないこととした。

5 結論

3年有余にわたる鉄まぐさぎの調査研究において結論を得た。腐蝕状況は思ったより低く、したがって耐久性もあり経済的な効果も十分ある可能性が立証された。電気絶縁の問題についても試験結果から十分対応できる事も確認された。まぐさぎ本体も数種類の断面形状を設計し、試験結果に基づいて軽軸重用はL型、重軸重用はH型がよいと判定した。木材資源の観点から鉄まぐさぎの使用は経済的にも成り立つと考えられる。又海外諸国から鉄道建設、改良について技術援助、協力に対して今回開発した鉄まぐさぎは十分対応出来ると確信する。今後更に研究成果の確認のため、長期敷設試験を行うこととしている。

以上