

冷間成形により製作した鉄まくらぎの断面検討

日本貨物鉄道(株) 正会員 ○青島 健
 日本貨物鉄道(株) 正会員 遠藤 康敬
 日鐵住金建材(株) 正会員 吉田 幸司

1. はじめに

鉄まくらぎは、軽量（56.2kg/本）である、他のまくらぎよりも道床厚を確保できる、使用後は鉄くずとして処分できるなど利点が多い。JR 貨物では、鉄まくらぎを平成3年度より本格導入し、平成22年度末までに285千本を投入しているが、近年、鉄鉱石及び石炭価格の上昇により、鉄まくらぎ価格は上昇傾向にあった。そこで、従来の「熱間圧延」により製作した鉄まくらぎ（以下、熱間鉄まくらぎと呼ぶ）に代わる素材として、低コストで製造できる可能性がある、「冷間成形」で製作した鉄まくらぎ（以下、冷間鉄まくらぎと呼ぶ）の検討を行った。

2. 冷間鉄まくらぎとは

冷間鉄まくらぎ製作上の特徴として、予め製作したコイル状の薄い鉄板を常温でまくらぎをプレス加工することが挙げられる。利点としては、加工時に熱を加える必要がないため製作コストを安価に抑えられる可能性があること、素材がすでに製作済みのため、加工が速やかに行えることがある。一方、薄い鉄板をプレス加工するため、熱間鉄まくらぎの端部にある「リブ」のような細かい加工をすることが出来ない。よって、冷間鉄まくらぎを検討するにあたり、新たに鉄まくらぎ断面を検討する必要がある。

3. 冷間鉄まくらぎ断面検討

冷間鉄まくらぎの断面検討をするにあたり、①従来品の熱間鉄まくらぎと出来る限り類似したものとする、②腐食代を1mm考慮することとした。また、素材の検討をするにあたっては、銅を含んで腐食に対して防食効果のある含銅鋼を対象に検討を行い、熱間鉄まくらぎと同様に0.3～0.4%の銅を含む「COR-TEN490」を採用することとした。以上のことから、(図-1)に示したまくらぎ断面について検討することとなった。

CASE1 (熱間)	CASE2 (冷間)	CASE3 (冷間)	CASE4 (冷間)	CASE5 (冷間)
まくらぎ幅: 260mm	まくらぎ幅: 272mm	まくらぎ幅: 262mm	まくらぎ幅: 273mm	まくらぎ幅: 279mm
まくらぎ高: 110mm	まくらぎ高: 110mm	まくらぎ高: 115mm	まくらぎ高: 110mm	まくらぎ高: 110mm

図-1 検討したまくらぎ断面

4. まくらぎ材料に発生する応力及び軌道負担力の検討

まくらぎに発生する応力の検討では、曲線半径 $R=300\text{m}$ 以上 800m 未満の狭軌線急曲線の PC まくらぎ設計と同様の荷重を設定し、検討を行った。検討では、鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物）を参考とし、SM490 相当の強度である $315(\text{N}/\text{mm}^2)$ の安全率 1.5 を考慮した $210(\text{N}/\text{mm}^2)$ を設計基準とした。検討の結果、全てのまくらぎ断面において設計基準を満たすことを確認した。

また、熱間鉄まくらぎのまくらぎ高さは 110mm であるが、断面 CASE3 のみまくらぎ高さが 5mm 高い 115mm となっていることから、最弱の軌道構造である、 25m あたり 25 本のまくらぎ間隔において、レール作用応力度と路盤作用応力度の確認を行った。この結果、 30kg レールでは不適であったが、 30kg レール区間には鉄まくらぎは投入しないため、実質問題ないと判断した。

キーワード 鉄まくらぎ, 冷間成形, 熱間圧延, 静的曲げ試験

連絡先 〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-33-8 日本貨物鉄道株式会社 保全工事部 TEL03-5367-7408

5. 静的曲げ試験

前項において、計算による検討では問題ないことを確認したが、冷間鉄まくらぎの端部には「リブ」がないため、荷重が加わったときの鉄まくらぎの開き量、平面保持、曲げ性能への懸念があった。これらを確認するために、静的曲げ試験を行った。

(1) 試験方法

JISE1201「プレテンション式 PC まくらぎ」のまくらぎ曲げ試験の載荷方法により行うこととし、まくらぎの開き量（水平変位）とまくらぎ端部の変位（鉛直変位）を計測する変位計（図-2）及びひずみゲージを設置し、降伏するまで載荷、熱間鉄まくらぎとの比較により評価する。

(2) 試験結果

① 鉄まくらぎの開き量

正曲げ試験の試験結果を（図-3）、負曲げ試験の試験結果を（図-4）に示す。（図-3）の正曲げ荷重－開き曲線より、CASE3 が最も開きやすく、正曲げ荷重－（鉛直沈下量とサイド沈下量の差）曲線より、CASE5 が最も開きやすいことが判明した。一方、（図-4）の負曲げ荷重－開き曲線より、CASE2 及び CASE4 が開きやすく、負曲げ荷重－（鉛直沈下量とサイド沈下量の差）曲線より、CASE4 が開きやすいことが判明した。以上より、熱間鉄まくらぎよりも冷間鉄まくらぎのほうがまくらぎ開き量は大きい傾向を示しており、実軌道に敷設した際に、バラストの挙動が大きくなる可能性がある。

② 平面保持

正曲げ試験のひずみ比較（図-5左）より、全てのまくらぎで、計算から得られた中立軸よりも、本試験データより得られた中立軸のほうが2～4mm 程度高く、平面保持されていない可能性があることわかる。一方、負曲げ試験のひずみ比較（図-5右）からも、正曲げ試験と同じく、本試験データより得られた中立軸のほうが9～16mm 程度高かった。なお、熱間鉄まくらぎと冷間鉄まくらぎとの有意な差は認められなかった。

③ 曲げ性能

降伏荷重は、熱間鉄まくらぎと冷間鉄まくらぎでは、ほぼ差はなかった。

6. 試験敷設

前項の試験結果より、冷間鉄まくらぎは熱間鉄まくらぎとほぼ同等の性能を持つことが判明した。一方、載荷によりまくらぎが開きやすいことも判明したため、実軌道に試験敷設し、①軌道の沈下状態、②軌道変位、③道床状態、④鉄まくらぎ本体の変状の有無、⑤ふく進、⑥つき固めの作業性を検討することとした。

試験敷設箇所は、当社所有の線路の中では比較的速度が速いことも考慮し、隅田川構内常磐単線を選定した。現在、試験敷設を進めているところである。

7. まとめ

静的曲げ試験からは、まくらぎ開き量以外はほぼ変わらない結果となった。今後は試験敷設により、冷間鉄まくらぎの性能を確認し、コスト削減につなげていきたい。

参考文献

- 1) 三枝長生、「鉄まくらぎの開発に関する研究」

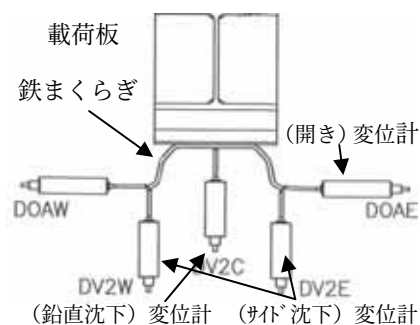


図-2 変位計設置位置

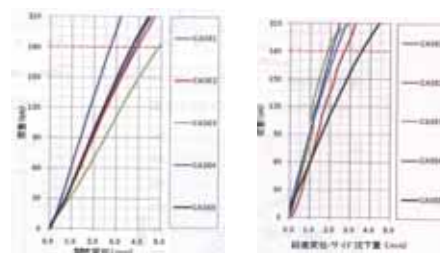


図-3 正曲げ試験結果

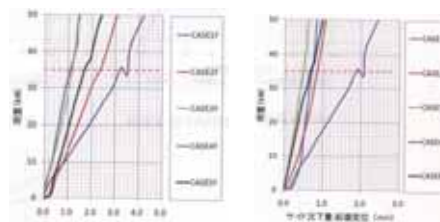


図-4 負曲げ試験結果

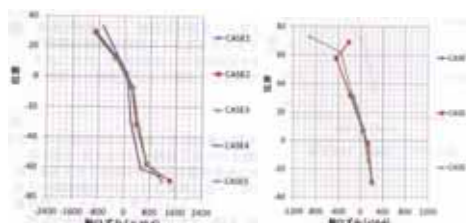


図-5 ひずみ比較