

まくらぎ直角変位を抑制するレール締結装置の提案

九州旅客鉄道株式会社
(財)鉄道総合技術研究所
(財)鉄道総合技術研究所
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○佐古 武彦
正会員 片岡 宏夫
正会員 渡部 弘信
正会員 岩佐 裕一

1. はじめに

ロングレール区間のまくらぎ直角変位は半径 600～1000mの緩曲線において多く発生する事象であり、PC まくらぎの位置整正やロングレールの設定替えに繋がる問題である。本研究では、まくらぎ直角変位の抑制策として改良形のレール締結装置を考案し、その抑制効果を確認した。



図1 まくらぎ直角狂いの発生状況

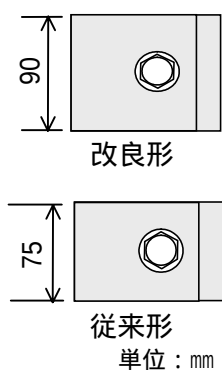
2. まくらぎ直角変位抑制形のレール締結装置の提案

2.1 概略設計および試作

まくらぎ直角変位を抑制するための軌道保守側の対策として、(1)主要因となるレール長さ方向の接線力を減少させる、(2)まくらぎ直角変位に対する抵抗力を増加させる、という2つの方法が考えられる。前者については、例えばカント不足を解消することが挙げられるが、これは現実的に困難である。後者については、レール長さ方向のまくらぎ移動防止板をまくらぎに取り付けて縦抵抗力を増加させること、レール締結装置の回転抵抗を強化し、レール/まくらぎの回転を阻止することなどが挙げられる。まくらぎ移動防止板を取り付けることは、施工面・コスト面の負荷が大きいので、本研究では、レール締結装置の横圧受け部の幅を広げる、または部材を強化することにより、回転抵抗を増加させる構造を検討した。

考案したレール締結装置は、5形レール締結装置の場合は板ばねおよびゲージブロックの幅を広げ、ナブラ形レール締結装置の場合は絶縁ブロックの幅を120mmから200mmに広げた。なお、板ばね、ゲージブロックおよび絶縁ブロック以外は、従来のものを共用した。

また、横圧受け部を強化した座金形のレール締結装置も考案した。



(a) 5形の改良形



(b) ナブラの改良形



(c) 座金形

図2 考案したレール締結装置(3号まくらぎ用)

2.2 回転抵抗力試験

改良形のレール締結装置のまくらぎ直角変位に対する抑制効果を確認するために、回転抵抗力試験を実施した。図3に示すように、PC まくらぎ、短尺レールとレール締結装置で構成された供試体に対し、締結中心から300mm離れたレール底部側面に油圧ジャッキを用いて載荷することにより試験を行った。改良形の締結トルクは従来形と同等とし、座金形の場合はコイルばねが全密着する180N・mとした。試験回数は各供試体ごとに3回ずつとした。試験から得られた回転抵抗力と回転角の関係を図4に示す。5形レール締結装置、ナブラ形レール締結装置ともに、改良形は従来形に比べ、回転抵抗が増大していることが分かる。座金形の回

キーワード まくらぎ直角変位, 回転抵抗力, ロングレール

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL042-573-7275 FAX042-573-7432

転抵抗力は、回転角が $2 \times 10^{-2} \text{ rad}$ 程度までの範囲ではナブラ形レール締結装置の改良形と同等であったが、それ以上の回転角では上回っていた。

試験から得られたデータを線形解析し、その傾きを回転抵抗力係数とする。その結果を図5に示す。5形、ナブラ形レール締結装置の改良形は従来形に比べ2倍程度、ナブラ形レール締結装置の改良形は従来形に比べ3倍以上であった。また、座金形は剛性が高いため、回転角の抑制効果が大きく、5形、ナブラ形レール締結装置の6倍程度の回転抵抗力係数となった。

3. 解析による抑制策の効果の検討

実際の軌道では、まくらぎの回転に対して、レール締結装置の回転抵抗力に加え、道床の縦抵抗力が反力として作用する。そこで、実軌道を想定したレールふく進力によるまくらぎ直角変位の解析を実施し、対策工の効果を検討した。

本解析では、図6に示すとおり、まくらぎ1本をまくらぎ長さ方向に分布させた道床縦抵抗力ばねで支持するモデルを用いた。締結部には回転抵抗力ばねを取り入れ、道床縦抵抗力ばねは、図7に示す非線形のばね特性を持たせた。荷重条件は、レールの位置に列車の1台車分のレールふく進力を繰り返して作用させた。

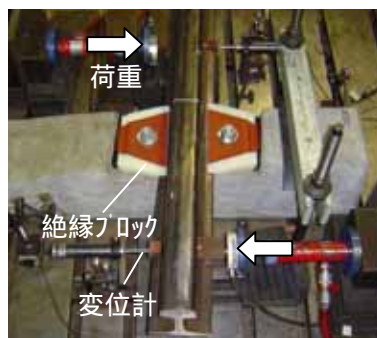


図3 回転抵抗力試験の状況

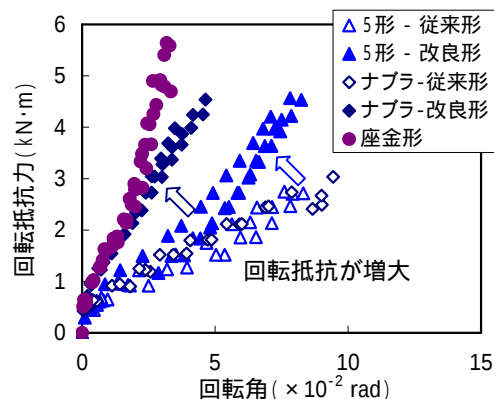


図4 回転抵抗力試験の結果

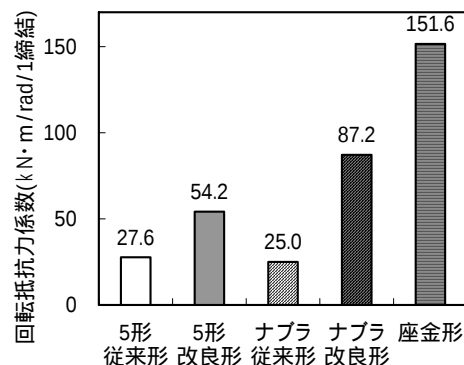


図5 回転抵抗力係数

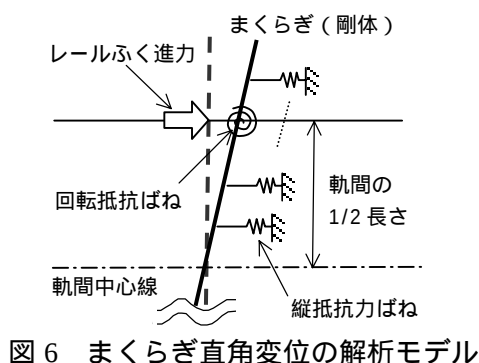


図6 まくらぎ直角変位の解析モデル

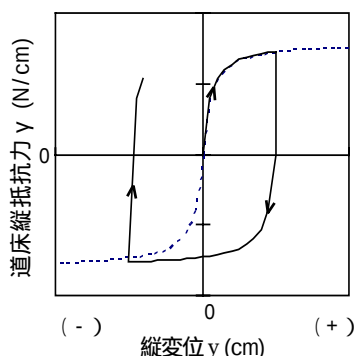


図7 解析に使用した
道床縦抵抗力特性

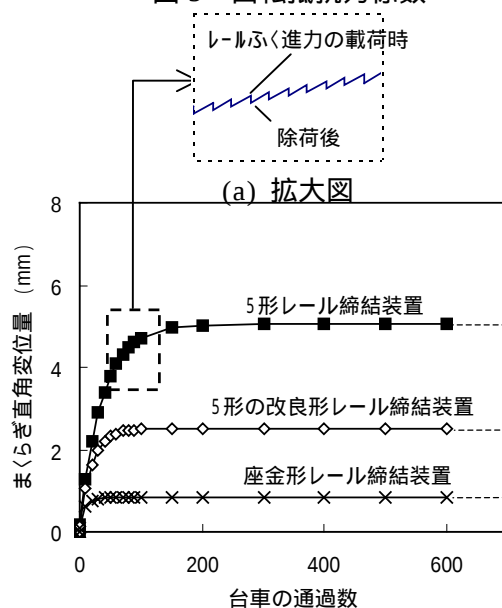


図8 まくらぎ直角変位の解析結果

図8より、5形レール締結装置に比べ、回転抵抗力が2倍程度増加した5形の改良形レール締結装置ではまくらぎ直角変位量は1/2、座金形レール締結装置では1/5程度となった。図8の解析結果は現象を再現したものとはなっていないが、2.2節の試験結果と併せ、レール締結装置の回転抵抗の増加による、まくらぎ直角変位の抑制効果の可能性が認められた。

4. おわりに

まくらぎ直角変位の発生メカニズムを把握し、抑制策として改良形のレール締結装置を考案した。本研究では、3号まくらぎ用レール締結装置を対象としたが、この考え方は他のレール締結装置にも適用できるものである。実際の使用に際してはレール締結装置の性能確認がさらに必要となる。

【参考文献】大塚孝他：まくらぎ直角狂いの発生原因に関する一考察、土木学会第60回年次学術講演会、2005年9月