

脱線防止ガード取付部装置の開発

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

○金子 真一
松崎 秀樹
正会員 石坂 佳祐

1. はじめに

脱線防止ガードは図1に示すとおり、等辺山型鋼をブロックと座金で挟み込んでボルトで締結し、ホルダー部をレール底部に取付ける構造である。

しかし、列車の振動によってナット類に緩みが生じることで、部材が脱落し、軌道回路の故障の誘発および部材の飛散による一般公衆への被害が懸念されている。

また、それらを防止するための管理に多大な労力を費やしている。

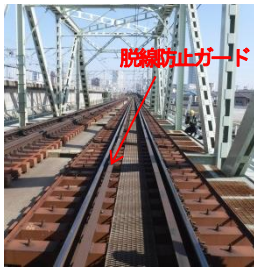


図1 脱落した座金とボルト

そこで本開発では、脱線防止ガード取付部装置の部材が脱落しない構造にするため、同取付部装置の開発を行った。

2. 開発品の概要及び検討条件

本開発は、既存のガードレールに対し、開発した脱線防止ガード取付部装置の取付けが可能であり、部材脱落のおそれがない構造を検討した。また、将来的な実用化を踏まえ、以下の点を考慮した。

- ・脱線防止ガードの撤去復旧に要する作業性は従来のもものと同等とする。
- ・脱線防止ガードの機能として、従来品と同等の強度を有する。
- ・強度として満たしていれば、軽量化も検討する。

3. 構造検討

脱線防止ガードを【2. 検討条件】に適応するためレールへの固定、ガードレールの固定の2つについて検討を行った。

3-1. レール固定部

レール固定部の構造は、座金を介してボルトで固定する方法を採用した。万が一ナットが緩んでしまった場合の対策として、ボルト下部にスプリングピン

ンを差し込むことでボルトの脱落を防ぐ構造とした(図2)。

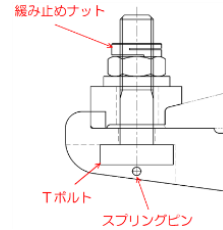


図2 レール固定部の構造

3-2. ガードレールの固定

ガードレールの固定は、座金(大)とボルトを廃止し、ガードレールをブロックと座金で挟み込む構造とした。以下に詳細を示す。

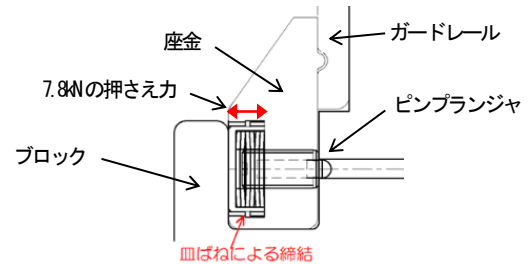


図3 皿ばね構造

ガードレールを固定するにはガードレールに作用する著大な水平荷重を30kNとしたとき、その反力は※7.5kN以上必要である。本開発ではその反力を確保するために皿ばねを2枚並列および3組直列に重ねることで7.8kNを確保出来ることがわかった(図3)。

座金は、ガードレール側に配置したプランジャがブロックに開いた穴に入ること、緩んでも脱落することのない構造とした。

これらの構造により、想定される振動によって部材等の緩みは生じないものと考え、構造解析を行った。図4に従来との比較を示す。開発品は軽量化を図るためにブロックの断面形状を見直した。

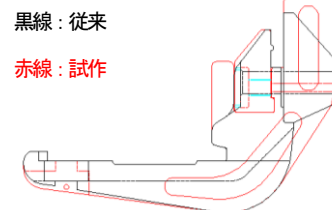


図4 従来比較

4-1. FEM解析

検討した構造に基づき設計したホルダー部に対するFEM解析を実施した。ガードレールは座金により

キーワード 脱線防止ガード、橋上ガード、ガードホルダー、取付部装置、脱落防止、緩み止め

連絡先 〒260-0017 千葉県千葉市中央区要町1番29号 千葉保線技術センター TEL043-252-7258

7.5kNの締結力を与えた状態とし、ガードレールに水平荷重 30kN を作用させ、応力分布及び応力発生部位を確認した。

4-2. FEM 解析結果

解析の結果を(図6)に示す。解析の結果から、発生する最大応力は図6の○位置において 65.7MPa であった。これは表1に示す材料強度に対し、検討した構造においては満足することを確認した。

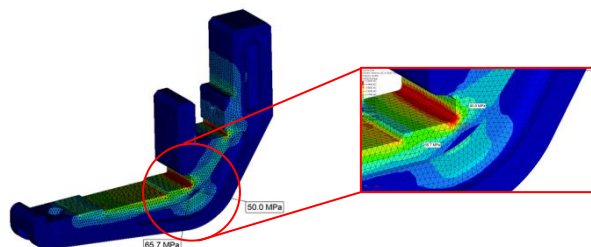


図6 FEM 解析結果

表1 選定材料強度

	降伏点 A (MPa)	$\times 0.8$ (MPa)	備考
FCD450-10	280	224	鋳造用

5. 強度確認試験

構造検討及びFEM解析の結果を基に試作品を製作し、FEM解析と同じ条件で強度確認を行った。

その際、ガードレールに水平荷重 30kN を作用させた時に生じるレールの変位量は水平変位 10mm 以下であることを要求性能とした。

5-1. 試験方法

試験は、まくらぎ間隔 600mm で配置し、レールを 1/40 こう配つけて定盤上に固定、背面横圧を想定し外側から内側に向けて油圧シリンダーで水平载荷を行った(図7)。



図7 強度確認試験状況

5-2. 試験結果

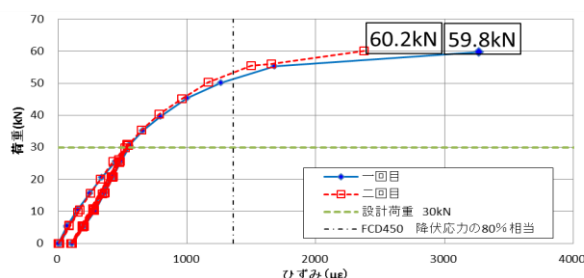


図8 荷重に対するブロックの主ひずみ

試験の結果、ブロックへの発生応力は、FCD450 耐力の 80% である 224MPa に対し 1 回目 114.3MPa、2 回目が 111.8MPa であった。

また、レールの変位量は 2mm 程であり、要求性能を満たしていることを確認した。

6. 実軌道を模擬した連続载荷試験

実物大疲労試験機を用い、実軌道を模擬した連続载荷試験を行った。これにより座金の緩み、部材のズレ、脱落等の発生の有無を確認した。

6-1. 試験方法

試験は(図9)に示す配置で軌きょうを組み、ガードレールとレールを開発品によって取付け、表2に示す試験条件をレールに作用させた。

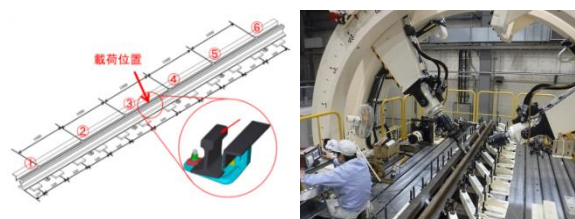


図9 連続载荷試験の状況

表2 試験条件

载荷回数	100 万回 : 5.5Hz
载荷荷重	最大 96kN 53±43kN
角度	斜角 1 軸 51.4° (Q/P=0.8)

6-2. 試験結果

100 万回の連続载荷試験の結果、ナットの緩み及び各部材のズレは認められなかった(図10)。

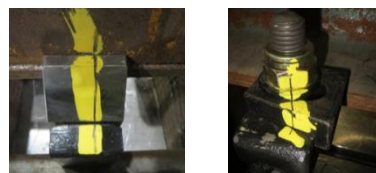


図10 合いマーク(試験後)

強度確認試験・連続载荷試験の結果により、営業線に敷設しても問題ない事を確認した。

現在は実用化に向け、営業線に試験敷設し、経過観察を行っている。

7. まとめ

以上の結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 脱落が発生しない構造検討を行い、ボルト締結に依存しない取付装置を開発した。
- ② 開発品の試験より、要求性能を満足することおよび部材の緩み等が発生しないことを確認した。

参考文献 1) 平田五十, 茂木重六: 脱線防止ガード, 研究報告

2) 片岡宏夫, 吉田敏幸, 平出壮司: 脱線防止ガードによる水平载荷試験, 新線路 2015 年 12 月号

3) 鉄道構造物等設計標準・同解説, 軌道構造