

軌間可変輪軸を有する車両走行に対応した誘導ガードレールの基礎検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員○溝口 敦司 佐野 功 三嶋 智志

1. はじめに

軌間可変輪軸を有する車両（以下、「FGT」という）は、軌間の異なる新幹線と在来線を直通運転できるように、北陸新幹線での導入を目指して現在開発が行われている。FGTは、固定輪軸車両（以下、「従来車両」という）と異なり可変輪軸である構造上、車輪内面距離の下限が従来車両より小さくなる可能性が高く、ガードレール（以下、「ガード」という）の導入部に接触し、安全性に悪影響を及ぼす懸念がある。

そこで、FGTが在来線区間を走行する際、従来車両と同様にガードの導入部に接触なく踏切等を通過させるため、ガード手前において車輪を誘導する誘導ガードレール（以下、「誘導ガード」という）について基礎検討を行ったので報告する。

2. 車輪とガードの接触条件

FGTの車輪内面間距離は、表-1に示すように、従来車両と比較して上限値は変わらないものの下限値は小さく設定されている。そのため、FGTの車輪とガードが接触する条件は、図-1に示すように軌間が最大で車輪内面間距離が最小かつ車輪フランジ厚さが最小の場合であると考えられる。

そこで、車輪が踏切ガードに接触する場合のフランジウェィ幅（以下、「FW幅」という）を式-1より算出した。

$FW \text{ 幅} = \text{最大軌間} - (\text{最小車輪内面間距離}/2 + \text{最小車輪外面間距離}/2)$

…式-1

最大軌間は軌間の基準値に軌間狂いの整備基準値を加算した1074mm、最小車輪内面間距離は981mm、最小フランジ厚さは25mmより、68mmのFW幅の時に車輪がガードに接触する条件となり、FGTの車輪内面間距離が下限値に近い場合、ガードの導入部と接触する可能性がある。

3. 誘導ガードの設計

ガード導入部との接触を回避するように、ガード手前に設置する誘導ガード（図-2）を設計した。設計条件を表-2に示す。

誘導ガードは、経済性を考慮して既製のPCまくらぎに取り付け可能なものとし、まくらぎ2丁に1丁となる間隔にて締結することとした。車輪の誘導量は、FGTの車輪内面をガードの誘導部に接触させないためには、前項の結果よりガードのFW幅65mmの場合、3mm誘導すればよいことから、余裕量2mmを加えた5mmとした。また、設計荷重は、誘導ガードを車輪が通過する時に作用する背面横圧に耐えることとし、列車速度、輪重、ばね下質量、誘導量、誘導角、ガード横ばね等を考慮して理論式³⁾にて算出し、分岐ガード背面横圧の最大値の目安とされている118kN⁴⁾よりも小さい85kNとした。

表-1 車両諸元 (単位: mm)

項目	FGT ¹⁾	従来車両 ²⁾
車輪内面間距離	981~994	988~994
最小車輪フランジ厚さ	25	22

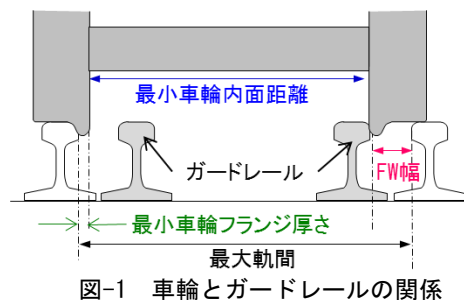


図-1 車輪とガードレールの関係

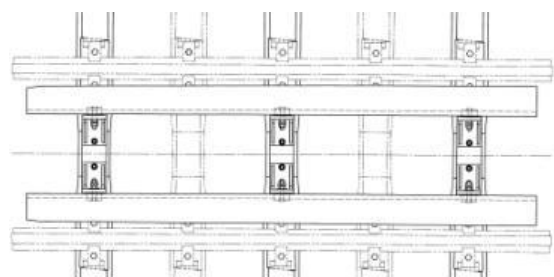


図-2 誘導ガードレール

表-2 設計条件

取付まくらぎ	6号PC・3号PC
レール	50kgN・60kg
誘導量	5mm
誘導角	1/200
ガード横ばね定数	12,250kN/m
設計荷重	85kN

キーワード 軌間可変輪軸, 車輪内面間距離, ガードレール, 誘導ガード, 背面横圧

連絡先

〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 JR西日本鉄道本部施設部保線課 TEL 06-6375-8746

4. 誘導ガード静的載荷試験

誘導ガードの性能を確認するため静的載荷試験を実施した。

(1) 試験方法

試験は、**図-3**に示すように載荷架台上に軌きょうを固定し、ガード材長手方向に対して直角方向に静的水平載荷とし、ガ



図-3 載荷試験状況

ード部材の応力および変位を測定した。載荷は、まくらぎ直上、

まくらぎ中間、ガード端部に対して予備載荷を実施した上で 0kN→85kN→0kN のサイクルで 3 回繰り返した。

(2) 評価項目

性能評価は、設計荷重作用時の誘導ガード本体、誘導ガード受台およびガード締結用のボルトに発生する応力、および誘導ガード上下変位とした。

(3) 試験結果

試験結果のうち、設計荷重 85kN 載荷時の最大応力および最大上下変位を**表-3**に示す。

表-3 試験結果

部 材	材 質	設計許容応力度 ³⁾	85kN 載荷時の最大値
誘導ガード	S45C	245 N/mm ²	95 N/mm ²
受 台	SS400	98 N/mm ²	71 N/mm ²
締結用ボルト	SCM435	392 N/mm ²	236 N/mm ²
上下変位	—	—	8.0 mm

各部材の最大値は、設計荷重

85kN で載荷した場合設計許容応力度を下回り、除荷後各部材の外観を確認したところ、き裂や損傷の発生した痕跡は認められなかった。

誘導ガード上下変位は、ガード端部 85kN 載荷時最大 8.0mm となり、最大レール摩耗量、ガード上面とレール頭頂面までの離れを考慮しても下部限界 25mm を支障するものではなかった。

以上より、誘導ガードは設計荷重 85kN の耐力を有し、下部限界を支障しないと考えられる。

(4) 誘導ガードの横ばね係数の確認

ガードレールに作用する背面横圧の大きさに影響を及ぼす⁵⁾ものとして、ガードの横ばね定数がある。今回の誘導ガードの横ばね定数は、分岐ガードの設計で用いられる 12,250kN/m としたが、既製の分岐ガードと形状が異なるため確認する必要がある。そこで、静的載荷試験でのまくらぎ直上を載荷した場合の水平変位と荷重との関係(**図-4**)から推定した結果、実物の横ばね定数は、設計値に対し 10,950kN/m と下回り、実際に誘導ガードに作用する背面横圧は 85kN よりも小さくなることが推定される。

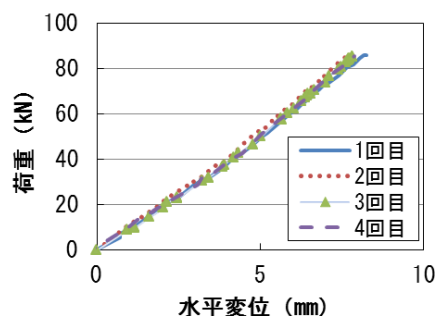


図-4 水平変位と荷重

5. おわりに

FGTの車輪内面距離が下限値に近い場合、ガード導入部に接触する可能性があり、接触を回避する対策の1つとして、ガード手前に設置する誘導ガードの基礎検討を実施した。今後の課題として、FGT走行試験による背面横圧・誘導量の発生状況を確認した上で、まくらぎへの取り付け方法、通常保守への影響等の細部を検討していく必要があり、将来のFGT走行にあわせて取り組んでいく予定である。

最後に、本検討を進めるにあたり協力を頂いた関係者に対し、御礼申し上げる次第である。

[参考文献]

- 1) 軌間可変技術評価委員会：軌間可変技術評価委員会別紙，国土交通省報道資料，2007.12.14、
- 2) 国土交通省鉄道局監修：解説 鉄道に関する技術基準（車両編）改訂版，社団法人日本鉄道車両機械技術協会，2006.12
- 3) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，日本鉄道施設協会，1987.1
- 4) 鉄道総合技術研究所：在来鉄道運転速度向上試験マニュアル・解説，研友社，1993.5
- 5) 黒河内浩：分岐器、レール伸縮継目の設計に関する基礎研究，鉄道技術研究報告，No.799，1972.3