

逸脱防止ガードの開発

○ [土] 楠田 将之 [土] 山口 義信 (西日本旅客鉄道株式会社)

Development of the vehicle guide device after derailment

○ Masanobu Kusuda, Yoshinobu Yamaguchi, (West Japan Railway Company)

The vehicle guide device after derailment (referred to below as “the device”) has been developed as the measures against the phenomenon of first Shinkansen’s derailment in commercial service due to Niigata-ken Chuetsu Earthquake in 2004. The function of the device is to reduce the damage in the case of derailment by the shake of an earthquake, preventing derailment vehicles from deviating greatly from the track by guiding derailment wheels. After being confirmed that the device satisfied its basic performance, it was installed on the Shinkansen operation line to confirm the influence on both vehicle and the site, and long-term situation of the installation. Though the device has been installed around 900 m for more than one year, the situation of the installation has been good, and the trouble of train operation has not been happened. In this way since it has been admitted its completeness, full-scale installation will be planned.

キーワード：地震，逸脱防止ガード，バラスト軌道，減災

Key Words：earthquake, The vehicle guide device after derailment, ballasted track, damage reduction

1. はじめに

新潟県中越地震における新幹線車両の脱線および施設被害を踏まえ国土交通省が主体となり設置された「新幹線脱線対策協議会」において、施設面、車両面で当面とりうる脱線対策等の一つとして「逸脱防止対策」が示された。JR西日本では逸脱防止ガードの実現に向けた開発に取り組んできており、これまでに技術的に成立する見通しを得ることができた。

そこで、本稿においては、主にバラスト軌道用逸脱防止ガード（以下、「ガード」という。）の開発の考え方およびその性能確認内容について述べる。

2. 開発の考え方

ガードは、列車が万一脱線した場合でも脱線後の被害を軽減するために脱線車輪を走行レールに沿って誘導し、脱線車両が軌道から大きく逸脱しないようにする設備である¹⁾。この開発にあたっては、この機能を達成することに加え、設置に伴う通常時の列車走行に与える影響を考慮した。

開発方針は具体的には以下のとおりとし、設計したガードに対して室内試験等により基本性能を確認した後に、本線上への試験敷設を行って最終性能評価を行うこととし

た。

2.1 逸脱防止の機能

- (1) 脱線車輪から受ける水平方向の衝突荷重に耐える
水平力 200kN (設計荷重相当)¹⁾の荷重に対し、ガード部材に対し有害な損傷が発生しないものとする。
- (2) 脱線車両を大きく逸脱させない
脱線車輪をまくらぎから外れない位置で誘導できることとする。
- (3) 脱線時に車両の高剛性部材 (ECB ディスク) が衝撃しない

高剛性部材がガードの上方に衝撃する場合には逸脱防止機能の確保が困難である場合も想定されたことから、走行レールと高剛性部材との衝撃を回避させることとする。

2.2 日常の列車走行および軌道保守への対応

- (1) 日常の列車走行安全を確保する
日常の列車走行に対し、ガードおよび軌道部材が十分な強度を有していることとする。
- (2) 信号に異常を発生させない
ガードの設置により、信号システムの機能に影響を与えないものとする。
- (3) マルチプルタイタンパー (以下、「マルタイ」という。) 作業に支障しない

日常の保守を考慮し、ガード設置状態でマルチ作業を行うことができるようにする。

3. ガードの構造概要

ガードの具体的構造については、既存の軌道構造を変更することなく比較的容易に設置でき、汎用性の高い部材を用いることにより経済的な構造とすることとした。開発したガードを図1に示す。

このガードの構造上の特徴は以下の通りである。

- ・ 軌間内に設けたガード材により脱線車輪を誘導する構造としている。
- ・ ガード材は左車輪用、右車輪用のものを梯子状に一体化することにより、高い剛性を確保している。
- ・ ガードとまくらぎの固定方法については、既設のまくらぎ中央部に設けられたアンカーインサート3本²⁾と受台とを固定し、受台とガード材はくさびとボルトを用いて固定している。
- ・ ガードは一体をまくらぎ3本に固定することにより、脱落等に対する安全性を向上している。
- ・ ガードのまくらぎへの固定間隔はガード材の取り付け作業性および強度を考慮しまくらぎ6本おきとしている。

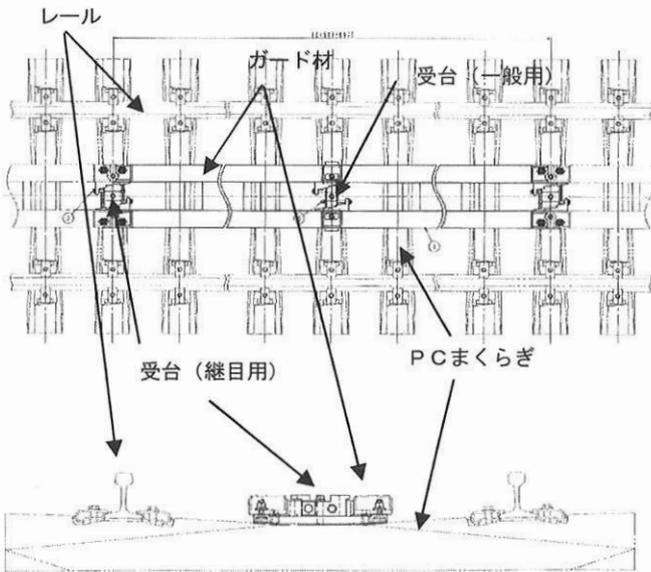


図1 開発したガード

4. ガードの基本性能等の確認

4.1 水平方向力に対する強度確認

水平方向力に対する強度確認は図2に示すとおり、ガード1体を所定間隔でまくらぎ3本に固定したのに対し、油圧ジャッキにより静的荷重を加えることにより行った。

ガード材には標準の部材厚のものと、長期使用に伴う部材厚の減少を考慮したのものを用いた。試験結果は図3に示すとおりで、いずれも 200kN 程度までは弾性的挙動を示しており、強度上問題ないことを確認した。

4.2 列車走行安全確保のための試験および検討

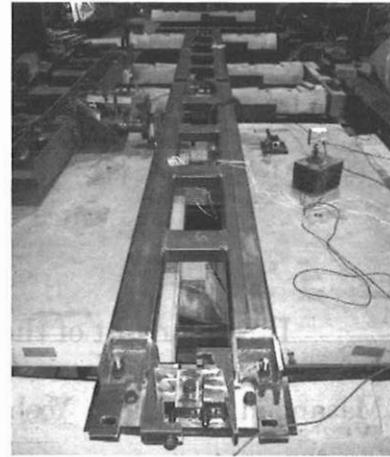


図2 試験実施状況

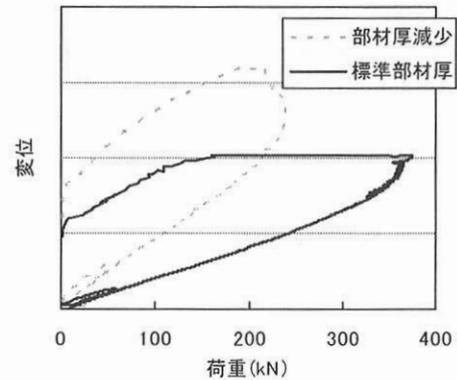


図3 水平方向力に対する強度確認結果

(1) 列車荷重载荷に伴う強度確認

ガードは1体あたりまくらぎ3本に固定されているため、ガードを固定しているまくらぎ付近(以下、「固定部」という。)の道床バラストの支持状態が不均一となっている場合、ガード材、PCまくらぎおよびこれらを接続するボルトに対する負荷が大きくなると考えられる。そこで、固定部を浮きまくらぎ状態とした軌道上に保守用車を通過させ、ガード材、PCまくらぎ(中央断面上部)およびボルトの応力を確認した。

試験結果を図4に示す。ここで、許容応力は、ボルトと

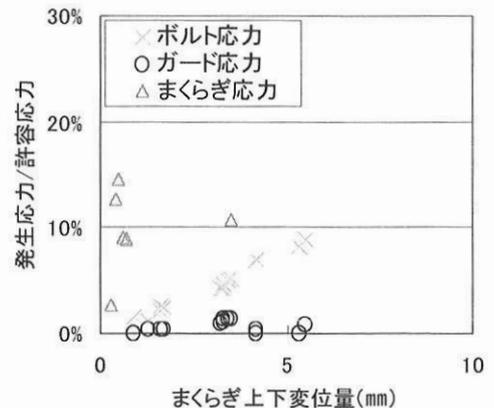


図4 試験結果

ガードについては疲労限度，まくらぎについてはフルプレストレスに収まる限度としている。

この結果より，ガード材が固定されているPCまくらぎ付近が不均一な支持状態となっている場合においても，各部材の強度には余裕があることを確認した。

(2) 氷塊衝撃の影響確認

冬季の列車に付着した氷塊等の落下衝撃に伴う影響を確認するため，空気砲により 300km/h で氷塊および金属片をガードに衝撃させた。結果，氷塊，金属片いずれが衝撃した場合においてもガード機能に影響を与えるような損傷が発生しないことを確認した。



図 5 試験に使用した空気砲

(3) ガード設置時のロングレールの座屈安定性の検討

ロングレール不動区間にガードを設置する場合を想定し，水平方向力に対する強度確認試験で得られたガード材固定部の回転抵抗モーメントおよびガード材の軸力を考慮して，エネルギー法³⁾を用いた座屈安定性評価を行った。その結果，ガードを設置することにより座屈安定性が低下しないことを確認した。

4.2 信号影響の確認

軌道回路および地上子類に対し，連続敷設による影響および地上子類とのガード端部までの線路方向の離隔(以下，「離隔」という。)による影響を確認するための試験を実施した。対象設備の一覧と確認項目を表 1 に示す。

表 1 試験で確認した設備および確認項目

対象設備	確認項目
トラボン地上子 (有電源)	送受信レベル，応動範囲
トラボン地上子 (無電源)	応動範囲
地点検知地上子	共振周波数，Q値，応動範囲
き電区分コイル	送受信レベル，レール間電圧，レール電流
添線軌道回路	送受信レベル，動作確認，受電器電圧
AF 軌道回路	電流(平常，短絡)，レール間電圧，送受信レベル，受電器電圧
MF 軌道回路	
車軸検知子	受信電圧(平常時，検知時)

(1) トラボン地上子，地点検知地上子

図 6 に示すように地上子近傍にガードを仮設し，離隔距離を変化させて測定を行った。その結果，地上子に対し一定以上の離隔を確保すれば測定結果の変化が小さく問題がないことを確認した。

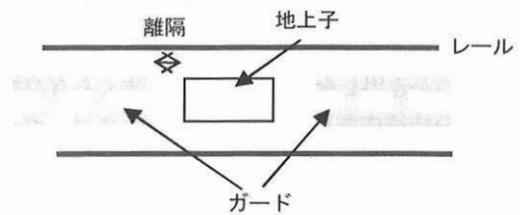


図 6 地上子類に対する試験方法

(2) き電区分コイル

(1)と同様の試験を行い，離隔がない場合においても，影響が見られず問題がないことを確認した。

(3) 添線軌道回路

車両所構内の添線回路敷設区間にガードを仮設し，各種測定を行った結果，測定値の変動は小さいことを確認した。また，現車を用いて 03 信号現示時の機能確認(制動試験)も実施し，機能にも影響がないことを確認した。



図 7 添線軌道回路への試験状況

(4) AF・MF 軌道回路

保守基地および本線にガードを仮設して測定を行った結果，軌道回路の伝送特性および受電器受信特性に与える影響が小さく問題ないことを確認した。

(5) 車軸検知子

本線にて車軸検知子近傍にガードを仮設して測定を行った結果，影響が小さく問題ないことを確認した。

以上より，ガード敷設による信号影響は問題ないことを確認した。

4.3 保守作業への影響確認

保守基地内において，ガード敷設軌道に対するマルタイ，道床部分修繕(BS)，まくらぎ交換，ハンドタイタンパによるつき固め，および通り直し等の各作業についての作業性を確認した。

結果をまとめると以下のとおりとなる。

- ① ガード取り付け状態でマルタイ作業が実施できることを確認した。また，ガード設置に伴う横剛性の増加の影響については，通常の軌道整備



図 8 マルタイ作業

程度の横移動量であれば、ガードを解体することなく作業が可能であることを確認した。

- ② バラストのかき出しを伴う人力作業(まくらぎ交換作業や道床部分修繕作業)に与える影響としては、ガードがない場合と比較して時間を要するものの作業自体は実施できることを確認した。

5. 本線試験敷設

前4項の性能確認の結果、ガードに必要な性能を満足していると考えられたことから、地上、車上双方の影響及び長期の設備保守性を確認することを目的として、本線への試験敷設を実施し、列車走行に伴う影響についての確認を行った。

5.1 列車走行に伴う影響確認

(1) バラスト表面風速

300km/h 走行区間において、ガード設置前後のバラスト表面風速を測定した結果、バラスト表面風速が現行非悪化であることを確認した。

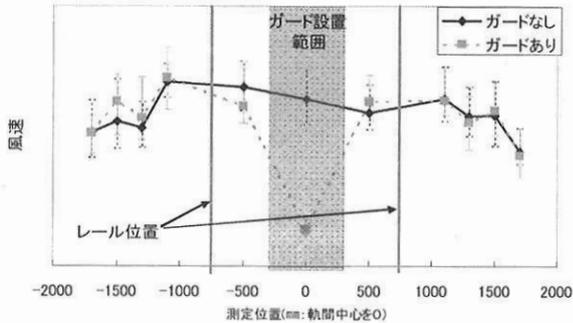


図9 バラスト表面風速の測定結果

(2) ガードおよびまくらぎ応力

300km/h 走行区間において、列車走行に伴うガードおよびまくらぎ応力の確認を図10に示す測点配置で行った。

結果は図11に示すとおりで、ガード材、ボルト、まくらぎとも発生応力が許容応力と比較して十分小さく、強度に問題がないことを確認した。

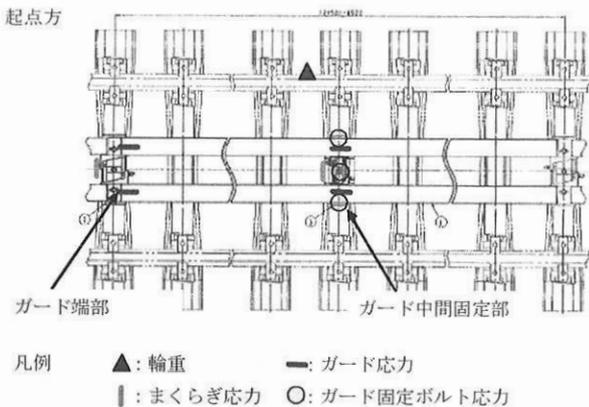


図10 応力測点配置

5.2 信号レベルの変動

1 軌道回路分の試験敷設箇所において、ガード敷設によ

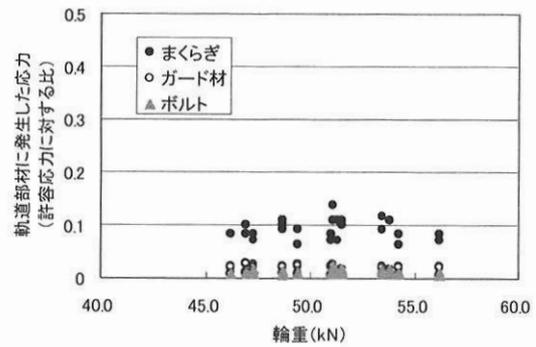


図11 応力測定結果

るATC信号受信レベルの季節的变化を確認した。試験車により測定された、試験敷設箇所の受信レベルの推移は図12に示すとおりで、ガード敷設に伴う影響および季節の変動がないことを確認した。

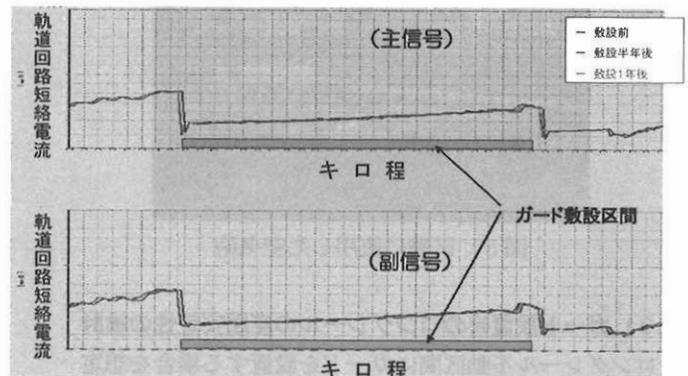


図12 受信レベルの推移

5.3 その他の経過

ガードの総試験敷設延長(バラスト用のみ)は900m以上に達し、いずれも敷設後1年~2年半が経過しており、ガード取付状態や軌道材料への異常は認められず良好に推移している。

6. まとめ

これまでの検討結果より、ガードの構造成立を確認できたことから、本格的な敷設に着手することとしている。

また、スラブ軌道用逸脱防止ガード等についても同様に最終性能評価を終了しているの、詳細については別途紹介させていただくこととした。

最後に、開発全般にわたり、技術協力、試験協力をいただいた(公財)鉄道総合技術研究所をはじめとするJR各社および関係メーカーに対し、紙面をお借りして謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 柳川秀明：軌道における地震時の新幹線脱線対策，第210回鉄道総研月例発表会講演要旨，2008.3
- 2) 楠田将之，山口義信，重吉隆文：PCまくらぎに設ける「あと施工アンカー」の耐荷力について，第17回鉄道技術連合シンポジウム pp557~560，2010.12
- 3) 宮井徹：エネルギー法による軌道座屈の数値解析，鉄道技術研究報告，No.1271，1984.7