

## ポイントガードの保守管理に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 中島 裕晋  
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 堀 雄一郎

### 1. はじめに

主に内方分岐器に設置されているポイントガードは、ポイント先端部における基本・トングレールの摩耗防止と、割り込み・乗り上がり脱線防止の機能を有する安全上重要な部材である。しかし、稀にポイントガード取付用ボルトが折損し、分岐器不転換等の輸送障害の原因になることがあり、安全と安定を両立させるためには適切な管理が求められる。

そこで、ポイントガード取付用ボルトに作用する力について検討し、ポイントガードの調整方法等の保守管理方法について考察した。

### 2. ポイントガードの構造と作用する力

一般的なポイントガードの構造を図-1に示す。列車通過時は、バックゲージ(BG)調整量に応じてポイントガードが車輪を誘導し、その際に背面横圧が発生する。この背面横圧はポイントガード本体を通じて、ポイントガード取付用ボルトに作用し曲げ応力を発生させる。このボルトに作用する力がボルト

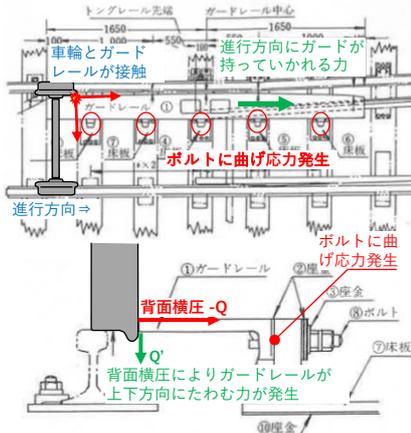


図-1 ポイントガードの構造と作用する力



図-2 ポイントガード取付用ボルトの折損による分岐器不転換

の強度を超えるとポイントガード取付用ボルトの折損が発生するが、折損したボルトが図-2に示すように床板上に落下すると分岐器不転換となる。

はじめに、通常使用時におけるボルトの余裕度を確認するために、ポイントガード取付用ボルトに作用する力を算出した。

### 3. 従来形ポイントガード取付ボルトに作用する力

#### (1) 背面横圧の算出

車輪がポイントガードに誘導される時の背面横圧

は文献<sup>1)</sup>を参照して算出し、背面横圧 $-Q_1 = 120kN$ となる。計算に使用した数値を表-1に示す。

表-1 計算に使用した数値

入力項目	入力値	単位	記事
ポイントガードの誘導角 $\theta$	0.02296	rad	図面より算出
車輪の誘導量 $\delta$	14	mm	設計上のBG1024, 最小車輪内面間距離 1010 より
輪重 $P_{st}$	65	kN	
ばね下重量 $m$	2.048	kN	
摩擦係数 $\mu$	0.25	-	
重力加速度 $g$	9.8	m/s <sup>2</sup>	
フランジ力 $F$	16.25	kN	$F = -Q \times \mu$
ガードレールの横誘導ばね定数 $C_y$	1250	kN/m	
速度 $V$	100	Km/h	

#### (2) ボルト1本あたりに作用する力

ポイントガードに背面横圧が生じたときのボルト1本あたりに生じる引張力 $Q_1''$ は図-3に示すモデルで検討

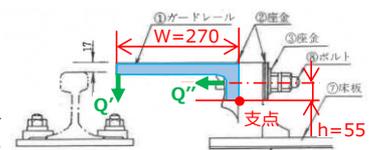


図-3 計算モデル

し、上記(1)で算出した背面横圧 $-Q_1 = 120kN$ を用いて次式で計算した。ここで、背面横圧 $-Q_1$ により発生する摩擦力を $Q_1'$ 、M24のボルトの締付けにより発生する軸力 $A$ は文献<sup>2)</sup>より65kNとする。

$$Q_1' = -Q_1 \times \mu = 60kN (\mu \text{ は最悪条件として } 0.5 \text{ とする})$$

図-3におけるモーメントのつり合いより、

$$Q_1'' = A + Q_1' \times W / (h \times \text{ボルト本数}(5本)) = 124kN$$

また、ボルト強度 $T$ は文献<sup>2)</sup>より算出すると $T = 126kN$ となる。 $Q_1'' = 124kN$ と比較すると $Q_1''/T = 0.98$ となり余裕が小さい。以上のことから、従来形ポイントガードでは既にJR東日本で採用している脱落防止金具(図-4)設置等によるボルト折損対策が有効と言える。

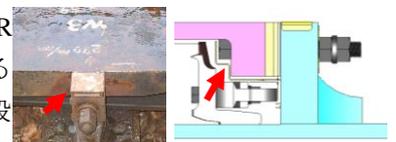


図-4 脱落防止金具の写真(左)と断面図(右)

### 4. 2000形分岐器用ポイントガード取付用ボルトに作用する力

JR東日本で導入を進めている2000形分岐器<sup>3)</sup>に用いられているポイントガードは、図-5に示すようにガード本体が床板支柱にかみ合う凹凸形状としたり、ボルトの本数を増すなどの構造強化が図られている<sup>4)</sup>。

キーワード ポイントガード 分岐器不転換 ボルト折損 背面横圧 2000形分岐器

〒151-8512 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 TEL 035334-1224 FAX 03-5334-1191

2000形分岐器では前述の凹凸形状によるかみ合いにより、車輪接触時に生じる力のうち前後方向の成分はボルトには作用せず、支柱が受けると考えられる。つまり、従来形分岐器のポイントガードでは前後方向と上下方向に働く力の合力が120kNであったのに対し、2000形分岐器のポイントガードでは上下方向のみ考慮すればよい(図-6)。

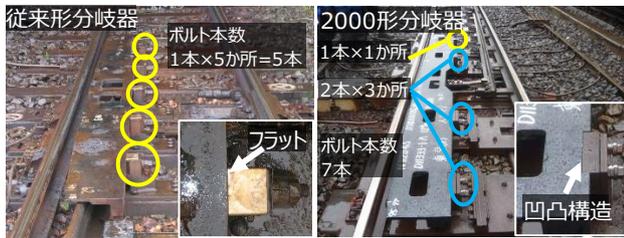


図-5 従来形と2000形のポイントガードの構造比較

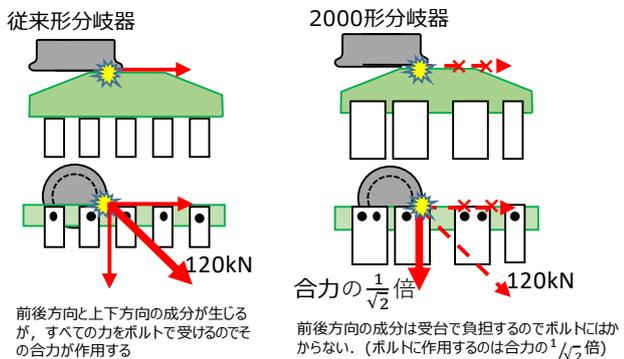


図-6 従来形と2000形のポイントガードの作用する力の比較

2000形分岐器のポイントガード取付用ボルト1本あたりに作用する力 $-Q_2''$ を第3項と同様に文献<sup>1)</sup>を参照して以下のとおり算出した。

$$\begin{aligned} \text{背面横圧} - Q_2 &= 120/\sqrt{2} = 84.9\text{kN}, Q_2' = -Q_2 \times \mu = 42.4\text{kN} \\ Q_2'' &= A + Q_2' \times W / (h \times \text{ボルト本数}(7\text{本})) = 104\text{kN} \end{aligned}$$

ただし、ポイントガード図面より  $W=350, h=55$  とする。

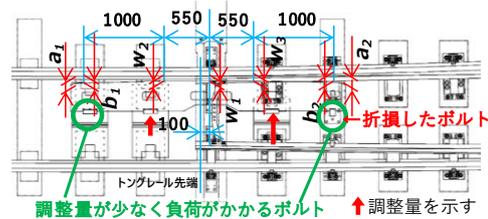
2000形分岐器のポイントガード取付用ボルトに作用する力 $Q_2'' = 104\text{kN}$ は、ボルト強度 $T = 126\text{kN}$ と比較すると $Q_2''/T = 0.82$ となり、構造強化によりボルトに作用する力が軽減され、余裕が増していることがわかる。したがって、ボルト折損リスクは従来形分岐器と比較して軽減されていることから、脱落防止金具のようなボルト折損対策の必要性は低いと考える。

5. フランジウェイ(FW)幅調整時の留意点

2021年2月2000形分岐器のポイントガード取付用ボルトの折損が初めて報告された。折損したボルトは最も後端側の1本ボルトで締結されている箇所、直近にFW幅調整が行われていた。そこで、施工前後のFW幅

表-2 計算に使用した数値(※省略した数値は表-1と同じ)

入力項目	入力値	単位	記事
車輪の誘導量 $\delta$	10	mm	調整後のBG1027, 標準車輪内面間距離1017より
速度 $V$	55	Km/h	

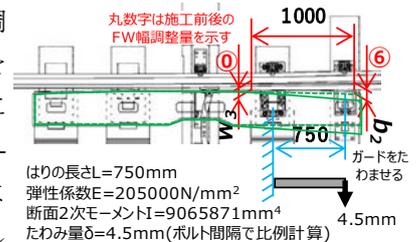


	フランジウェイ幅 (FW)						
	a 1	b 1	W 2	W 1	W 3	b 2	a 2
設計値	100	81	55	57	61	97	117
管理値	96≦FW≦105	77≦FW≦86	51≦FW≦52	47≦FW≦60	57≦FW≦66	93≦FW≦102	113≦FW≦122
施工前	101	82	57	59	68	96	118
施工後	100	81	54	56	62	96	116
FW幅の差	1	1	3	3	6	0	2

図-7 ボルト折損が生じたポイントガードの調整状況

を調査したところ、FW幅を各ボルトとも一様に調整するのではなく、局所的(W<sub>3</sub>)にFW幅を調整しており、調整量が少ない箇所(b<sub>2</sub>)はガードレール本体をたわませておけることになり、その力がボルトに付加されると考えた(図-7)。作用する背面横圧は敷設環境を考慮し表-2に示す数値を用い、第4項の2000形分岐器の場合と同様に計算すると、背面横圧 $-Q_3 = 52.8\text{kN}$ となる。

ここで、FW幅調整によりガードをたわませたときに作用する力(R)を図-8に示すモデルのように片持ち梁として



算定すると図-8ポイントガードをたわませた際にボルトに生じる応力の計算モデル $R=59.5\text{kN}$ となる。

よって、ボルト1本あたりに作用する力 $Q_3''$ は $Q_3'' = Q_3' + A + W = 137\text{kN}$ となる(ただし $Q_3' = -Q_3 \times \mu$ )。これはボルト強度 $T=126\text{kN}$ と比較すると $Q_3''/T = 1.1$ 倍程度となり、車輪とガードの接触状態によっては折損する可能性があることが分かった。従来より、ポイントガードの調整は軌間・FW幅・BGを整合せることが勘所とされていたが<sup>5)</sup>、これに加え、FW幅調整時はガードレール本体が極力たわまないよう、調整鉄板による調整量を各ボルトとも同程度とし、これで適切なFW幅・BGが確保できない場合はガード交換することが、ポイントガードボルト折損防止に対し有効である。

6. まとめ

本稿ではポイントガードボルトに作用する力を算定し、保守管理上のポイントを示した。引き続き適切な設備管理に努めていきたい。

【参考文献】

- 1) 保線工学(上)PP383-385, 鉄道現業社, 2016.10
- 2) 分岐器の構造と保守 PP397-401, 佐藤泰生編, 日本鉄道施設協会, 1999.4
- 3) 分岐器構造のイノベーションー次世代分岐器の開発ー, 小尾, 堀, 新線路 2002.9 pp.12-16
- 4) 2000形分岐器用ポイントガードの設計, 堀, 天津, 2018.8 土木学会年次講演会
- 5) ポイントガードの保守管理, 安藤, 新線路 2020.1 PP67-68