

2000 形分岐器におけるボールベアリング設置位置の検討

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 堀 雄一郎

1. はじめに

分岐器の故障防止と省メンテナンス化を目的に JR 東日本が開発した「2000 形分岐器」¹⁾は、2003 年度より導入され、2019 年 3 月現在 525 組敷設されている。

同分岐器の導入当初、トンダレールが基本レールに密着した際に、トンダレール中央部控え棒付近で引き残りによる接着不良(5~8mm)が複数箇所で発生した。その原因として、ボールベアリング床板²⁾におけるベアリング設置位置が影響しているものと考えられたことから、接着不良解消のための検討を行った。



図 1 2000 形分岐器



図 2 ボールベアリング床板

2. 検討の背景と目的

2000 形分岐器の導入当初におけるボールベアリング床板のベアリング設置位置は、軌道変位に対する余裕分を考慮した従来形分岐器を踏襲しトンダレール底側面から 7~10mm としていた(図 3 の A)。しかし、2000 形分岐器は、高剛性のグリッドまくらぎ³⁾を使用することにより軌道変位を抑制して、控え棒の張り調整機能(ターンバックル)を省略し転換装置の構造を簡素化した結果、控え棒の張り調整ができずトンダレール転換終了後に引き残りが生じやすくなった。

そこで、設計的に A 値を小さくすることによりトンダレール引き残りを解消することを狙って、性能確認試験を行った。

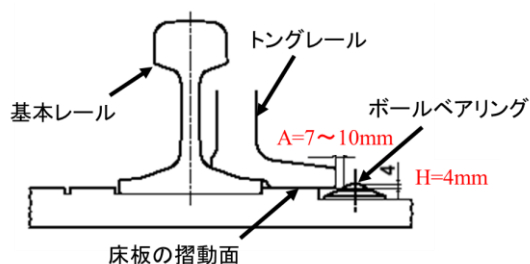


図 3 ボールベアリングの設置位置(離れ A, 高さ H)

3. 性能確認試験

3.1 試験の概要

分岐器転換試験を行い、ボールベアリング床板のベアリングの離れ(図3のA値)と、トンダレール転換時の引き残り量・ポイント転換力等との関係を測定した。なお、参考のためベアリング高さ(図3のH値)の影響も測定した。

3.2 試験条件

(1) 供試体: 2000形分岐器ポイント部(60kg16番)

(2) 試験条件

試験条件として、次の3点を組み合わせて測定した。

①ベアリングの離れ(図3のA値): A=10~2mmまで 2mmずつ基本レールに近づける。

②ベアリングの高さ(図3のH値): 現行品4mm, 2mm

③床板摺動面の塗油状態: 無給油(A=10, H=4のときのみ塗油も実施)

(3) 測定項目

①控え棒付近における接着の隙間量(トンダレール引き残り量)、②対側トンダレールのフランジウェー幅、③ポイント転換力(負荷)の3項目(図4)について、各条件で3回測定し、その平均値により評価した。

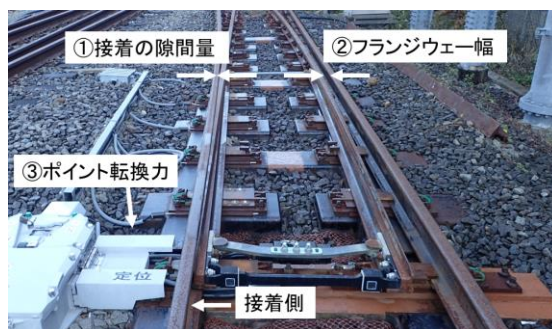


図 4 測定項目(イメージ)

3.3 試験結果

(1) 接着の隙間量(トンダレール引き残り量)

接着の隙間量の測定結果を図5に示す。供試分岐器が16番のため本来は2点で転換する必要があるが、本試験では引き残り量の把握を目的とするため転てつ機1台で転換した。よって接着の隙間は0mmにならない。

キーワード 2000 形分岐器 ボールベアリング床板 トンダレール引き残り グリッドまくらぎ

〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 TEL 03-5334-1244 FAX 03-5334-1191

ベアリングの離れ（A）と接着の隙間量は比例的関係にあり， $A=10\text{mm}$ から 2mm まで近づけた時に接着の隙間量は 7mm 小さくなった．一方，ベアリング高さ $H=4\text{mm}$ から 2mm に下げると，接着の隙間量は， $2\sim 4\text{mm}$ 程度大きくなった．また，ベアリング床板の摺動面に塗油した場合，接着の隙間量が 4mm 程度改善した（図5）．

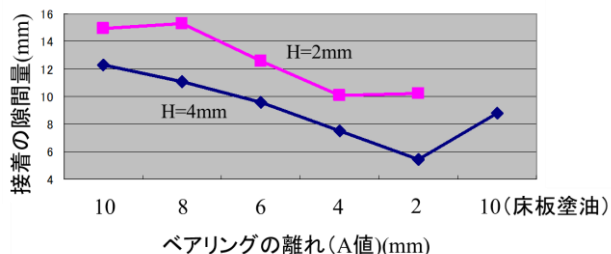


図5 接着の隙間量測定結果

(2) 対側トングレールのフランジウェー幅

対側トングレールのフランジウェー幅（FW幅）の測定結果を図6に示す． $A=10\text{mm} \rightarrow 2\text{mm}$ とするとFW幅は 6mm 拡大（改善）し， $H=4\text{mm} \rightarrow 2\text{mm}$ とすると同 $3\sim 6\text{mm}$ 縮小（悪化）した．

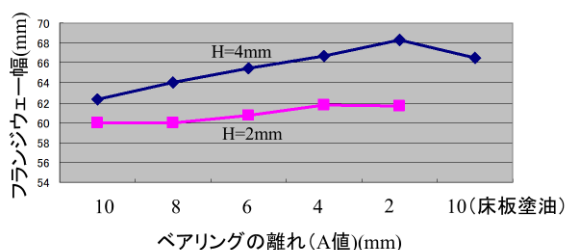


図6 対側トングレールのフランジウェー幅測定結果

(3) ポイント転換力

ポイント転換力は，ジョーピン形軸力計で測定した． $A=10\text{mm}$ ， $H=4\text{mm}$ における測定波形例を図7に示す．

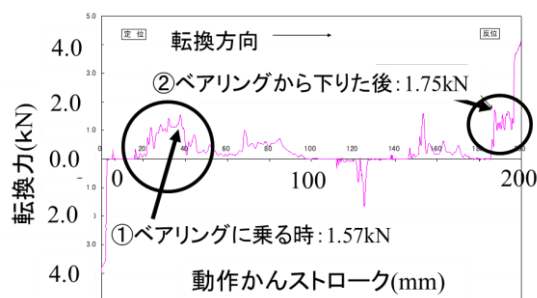


図7 ポイント転換力の波形 ($A=10\text{mm}$, $H=4\text{mm}$ の例)

図7より，転換を開始してボールベアリングに乗りあがる時に転換力のピークがあり，その後転換力は小さくなるが，最後にボールベアリングから下りた後に再び転換力のピークが現れる．この2つのピーク値のうち後者が引き残りに関係することから，ここでは後者に関して得られた各試験条件の測定結果を図8に示す．

$A=10\text{mm} \rightarrow 2\text{mm}$ とするとポイント転換力はやや低減し， $H=4\text{mm} \rightarrow 2\text{mm}$ とすると増加した（図8）．

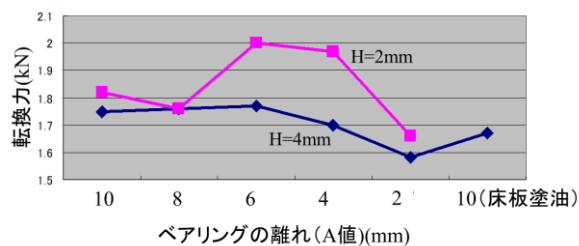


図8 ポイント転換力測定結果

4. 考察

(1) ベアリングの離れ（A）による影響

ベアリングの離れAを $2\sim 3\text{mm}$ 程度にすると引き残り防止効果が高いことがわかった．

(2) ベアリングの高さ（H）による影響

トングレールがベアリングから下りる時の転換姿勢を観察すると， $H=4\text{mm}$ の時はトングレールが勢いを持って基本レール方向に転換していたが，同 2mm の時はトングレールがベアリングから下りる時の勢い（慣性力）が弱く，床板摺動面に着地直後に転換が止まった．

以上より，ベアリングの高さを低くすると引き残り量及び転換力が増大するため， $H=4\text{mm}$ のままとするべきであることがわかった．

(3) ベアリング床板摺動面の塗油の効果

$A=10\text{mm}$ で床板塗油がないと引き残りを起こす．

5. まとめ

以上の結果と2000形分岐器の構造を考慮して，トングレール底側面からベアリングまでの離れを従来設計より近づけて $2\sim 3\text{mm}$ ，ベアリングの高さは従来通り 4mm とした．その結果，設計変更後の全ての2000形分岐器において接着の隙間量は 3mm 未満に改善した．

なお，従来形分岐器はグリッドまくらぎでないため一定の軌道変位が想定され，かつ控え棒の張り調整で接着調整可能であることから設計変更は行っていない．

参考文献

- 1) 小尾，堀「分岐器構造のイノベーション—次世代分岐器の開発—」新線路 2002.9 pp.12-16
- 2) 鶴飼「ボールベアリング床板の開発」日本鉄道施設協会誌 1999.8 pp.21-23
- 3) 堀，天津「次世代分岐器におけるグリッドまくらぎの開発とメンテナンス」J-RAIL2005 2006.1 pp.71-74