

慣性正矢軌道検測装置の測定窓への汚れ付着防止構造の検討

鉄道総合技術研究所
日立ハイテクファインシステムズ

○石川 智行、坪川 洋友、大島 崇史、佐久間 豊
河合 真太郎、香月 翔太

1. はじめに

慣性正矢軌道検測装置は、車両の床下に搭載して軌道変位を測定する装置であり、営業列車に搭載することで、高頻度な軌道検測が可能となる。慣性正矢軌道検測装置ではスポットレーザを用いた2軸レール変位検出装置によりレールの位置を検出しているが、降雨・降雪時にはレーザの投光および受光のための測定窓への汚れの付着が一因と考えられる光飛びが発生し、レールの位置を正しく検知できなくなることがある。

本論文では、慣性正矢軌道検測装置の性能向上のために、測定窓への汚れの付着を防止する構造を検討し、気流シミュレーションおよび風洞試験により効果を確認した結果を記す。

2. 測定窓部の構造と汚れ付着防止構造の検討

図1に、現在の慣性正矢軌道検測装置の測定窓部の構造を示す。以下では、レーザをレール頭頂面に投光する測定窓部の構造を「構造A」、レール側面に投光する測定窓部の構造を「構造B」とする。

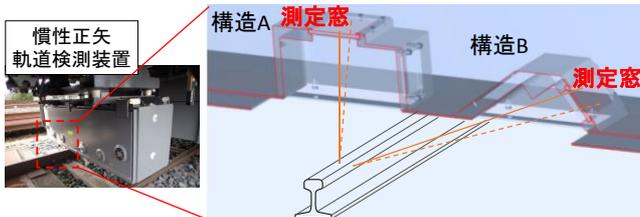


図1 測定窓部の構造

測定窓への汚れの付着の原因として、降雨・降雪時に車両が走行すると、水滴や粉塵などが巻き上げられて測定窓に付着することが考えられる。そこで、測定窓への汚れの付着の対策として、図2に示すような測定窓部に着脱可能な汚れ防止用カバーを取り付けることを検討している。汚れ防止用カバーは、レーザ光路のみに開口部を設けた仕切りで測定窓部を区切り、水滴や粉塵などの汚れが測定窓まで到達しにくくなるように設計している。

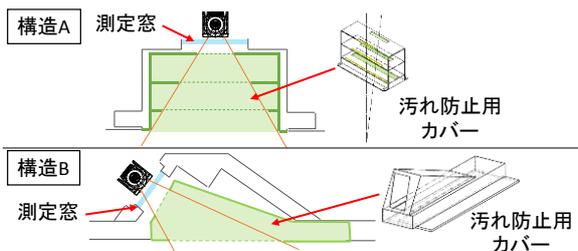


図2 汚れ防止用カバー

3. 気流シミュレーション

前章で検討した汚れ防止用カバーを測定窓部に装着した場合（以下、「対策」とする。）と装着していない場合（以下、「現行」とする。）について、汎用熱流体解析ソフトウェア「ANSYS CFX」²⁾により気流シミュレーションを行い、汚れ防止用カバーの効果を確認した。

図3、図4に、構造A、構造Bの対策前後の気流シミュレーションの結果を示す。測定窓部の汚れ防止用カバー内の流速は、構造A、構造Bともに現行よりも対策の方が小さくなっていることがわかる。なお、②は紙面の表から裏の向きを示している。

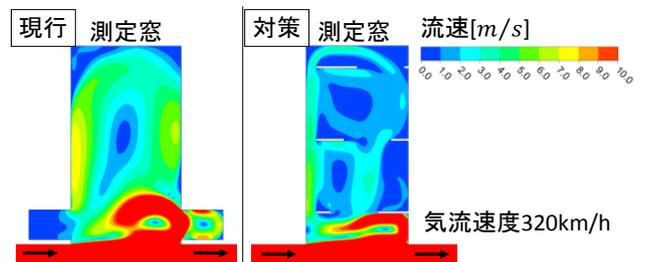


図3 気流シミュレーションの結果（構造A）

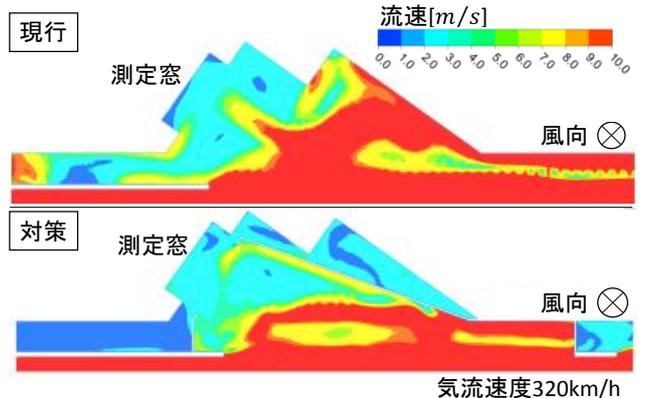


図4 気流シミュレーションの結果（構造B）

4. 風洞試験

シミュレーション結果の妥当性を検証するため、測定窓部の模型を製作して、鉄道総研の小型低騒音風洞で試験を行った。風洞試験では、測定窓部内の流速と風向の測定を行った。図5に、試験状況を示す。風はノズルから吹き出され、測定窓部模型が設置されている区間を通過して、コレクタに向かって流れる。試験に用いた風洞では流速は300km/hまで設定可能であるが、車両が走行している時の車両の下の流速は、先頭車両では車両速度の78%程度となる³⁾ため、試験流速は在来線を想定した90km/hと新幹線を想定した270km/hとした。

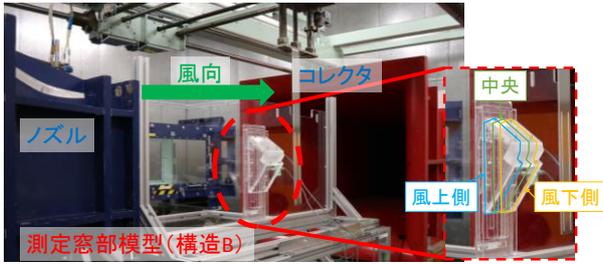


図5 試験状況

4. 1 流速測定結果

流速の測定は測定窓部の模型内に流速計を設置して行った。図6に、流速の測定位置を示す。構造AではAからJの10測点で、構造BではAからFの6測点で流速の測定を行った。なお、汚れ防止用カバーを装着した時の構造を赤線で示している。

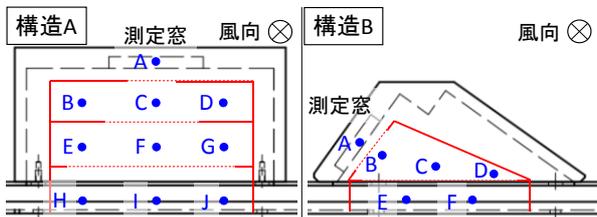


図6 流速の測定位置

図7に、試験流速を270km/h(75m/s)に設定した時の、測点の流速の測定結果を示す。流速の測定は測定窓部内で風上側、中央、風下側3断面で行ったが、ここでは中央の結果を示す。汚れ防止用カバーの入口の測点(構造A測点H~J、構造B測点E、F)では、現行より対策で流速が大きい測点もあったが、汚れ防止用カバーの内側の測点(構造A測点A~G、構造B測点A~D)では、現行よりも対策の方が、流速が低下していた。



図7 流速の測定結果(流速270km/h,中央)

4. 2 風向測定結果

風向の測定は測定窓部の模型内にタフト(綿糸を使用)を設置して行った。図8に、風向の測定結果の一例を示す。

(構造B、流速270km/h、中央)を示す。現行では、測点BやDは外側から測定窓部内に向かう風向であるが、対策では、汚れ防止用カバーにより測定窓部を区切ったことで、全ての測点で測定窓部から外側に向かう風向となっていることがわかる。

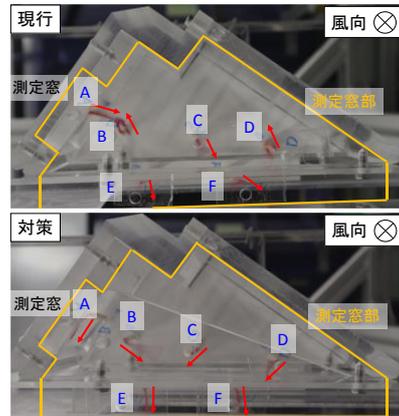


図8 風向の可視化結果(構造B,流速270km/h,中央)

図9に、気流シミュレーションの結果に風洞試験により測定した流速を重ねた結果の一例(構造B、流速270km/h、中央)を示す。図9より、風洞試験による流速および風向の測定結果は気流シミュレーションの結果と概ね一致しており、気流シミュレーションにより測定窓部の流速および風向を再現できることを確認した。以上より汚れ防止用カバーの効果が期待できることを確認できた。

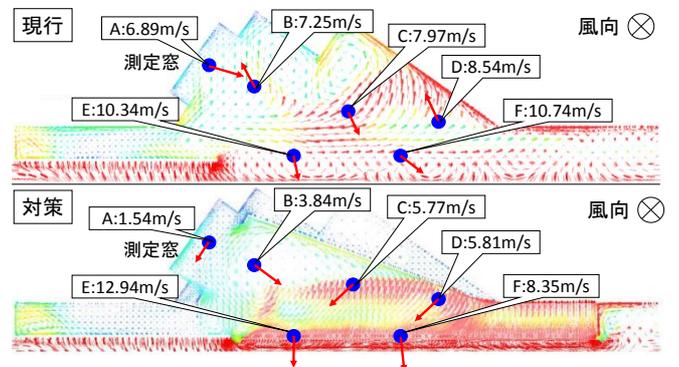


図9 気流シミュレーションと風洞試験の結果の比較(構造B,流速270km/h,中央)

5. おわりに

慣性正軌道検測装置の測定窓への汚れの付着を防止する構造を検討し、気流シミュレーションおよび風洞試験により効果を確認した。今後は気流シミュレーションおよび風洞試験の結果を参考として、営業列車に搭載されている慣性正軌道検測装置に取り付ける汚れ防止用カバーの構造の詳細を検討する予定である。

参考文献

- 1)三和雅史,矢澤英治,佐野弘典,山口剛志: 高頻度の検測で軌道の状態変化を診る,RRR,Vol.73,No.2,pp.12-15,2016.
- 2)ANSYS社 (<https://www.ansys.com/ja-jp/>)
- 3)井門敦志,山崎展博,栗田健,松本雅則: LDVによる車両床下流速分布の測定,第16回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集,pp.199-200,2009.