

分岐器踏面測定器の開発

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○前田 昌克

1. はじめに

通常、分岐器の曲線部にカントや緩和曲線を設けないため、その区間を走行する車両には大きな横圧及び車体動揺が生じる。著者は分岐器分岐側の車両運動シミュレーション解析ツールを開発している¹⁾が、分岐器の通過において、車両の挙動に車輪とレールの接触が大きく影響することがわかっている。車両運動シミュレーションについて、さらに精度を高めるため、分岐器のトングレールや基本レールの摩耗を考慮する必要がある。既存のレール断面測定器としてMINIPROF²⁾があるが、レール1断面のみの測定であり、連続したレール断面の測定は困難である。そこで、連続したレール摩耗状態の把握のため、分岐器のレール断面を連続的に測定できる測定器（以後分岐器踏面測定器と称す）を開発した。以下に、開発した分岐器踏面測定器の機能と精度確認試験について記す。

2. 分岐器踏面測定器の機能

連続した分岐器のレール断面を得るために、過去に開発している三次元のレール断面測定器³⁾を分岐器仕様に改良した。三次元レール断面測定器は、測定するレール両側面をクランプしてレール断面を測定している。しかし、分岐器測定において、従来のレール両側面をクランプし検出器を固定する方式ではトングレールが太くなるため検出器の固定が困難となる。このため、図1のとおり、クランプ用アームを追加してレール幅の変わらない基本レール側にクランプ用アームを渡し検出器の固定を行い、測定できるように改良した。測定手順は以下のとおりである

- (1) 測定レール側に検出器を設置し、内軌側からローラをレールに押し当てる。
- (2) 基本レール側のクランプ用ネジを締めつけ、検出器が動かないように固定する。
- (3) 測定開始処理を行うことで、検出器で二次元センサヘッドが取り付けられたLMガイドが長手方向に500mm移動する（図2）。移動時に二次元センサヘッドは1mmピッチでレール断面の輪郭映像を撮影する。
- (4) (1)～(3)を繰り返し、任意距離を測定する。

断面形状のデータを連続的に並べることで三次元データを得ることが出来る。連続的に取得した断面を図3に示す。これにより、特定の断面だけでなく、分岐器レールの摩耗位置及び接着状況を1目で把握することができる。また、レール設計断面を組み込み、重ね合わせることでレールの摩耗量の把握もできるようにした。

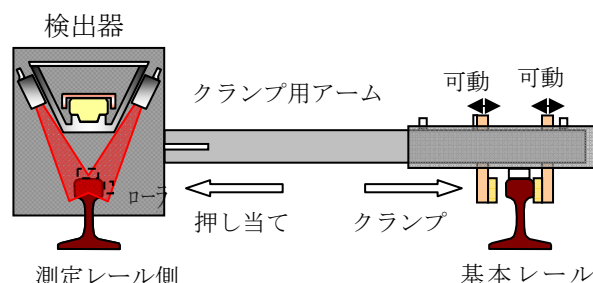


図1 分岐器踏面測定器のレール固定

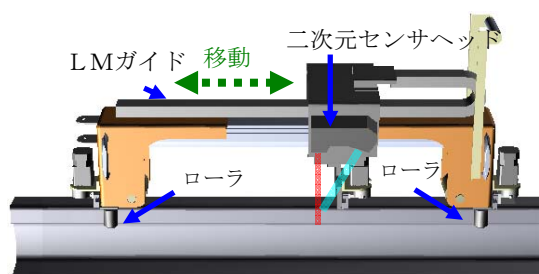


図2 検出器の構造

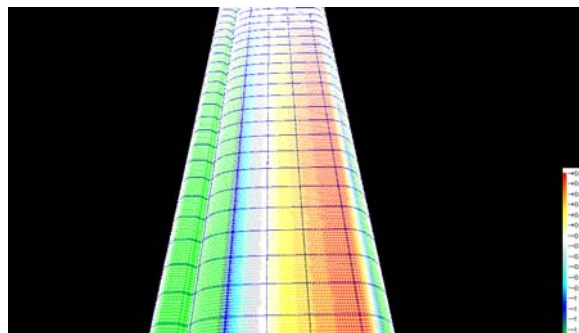


図3 3次元の測定断面例

キーワード 分岐器, レール踏面, 三次元踏面測定器, 精度確認

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道(株) TEL 0568-47-5371

3 分岐器踏面測定器の精度確認

試作した分岐器踏面測定器の精度確認のため、新幹線 18 番分岐器で精度確認試験を行った。

精度確認試験では再現性と整合性について検証した。再現性では、同じ区間および断面を 2 度測定して、各測定値の誤差で判定した。測定誤差の標準偏差 $\sigma < 0.05\text{mm}$ とする。また、整合性では同じ位置のレール断面で既存するレール断面測定器 MINIPROF との比較を行った。

(1) 再現性

摩耗判定地点であるトングレーレ踏面幅が 10mm ポイントにおける再現性の結果を図 3 に示す。測定誤差の標準偏差は $\sigma_x = 0.0022\text{mm}$ $\sigma_y = 0.0053\text{mm}$ と $\sigma = 0.05\text{mm}$ 以内に収まっており満足している。

また、10mm ポイントを含むレール長手方向の再現性の結果を図 4 に示す。図 4 の凸部は位置の把握のため、ガムテープを張っている箇所である。長手方向も測定誤差の標準偏差 $\sigma = 0.05\text{mm}$ 以内に収まっており満足していることを確認した。

(2) 整合性

同じ断面を三次元踏面測定器と MINIPROF で測定した。お互いの断面比較を図 5 に示す。MINIPROF との比較グラフにおいて、ほぼ一致しており、MINIPROF と同等の精度があることを確認した。トングレーレと基本レールの境で一致していないが、これは MINIPROF がローラの接触式で測定しているため、トングレーレと基本レール間の小さい隙間を測定できないためと考えられる。

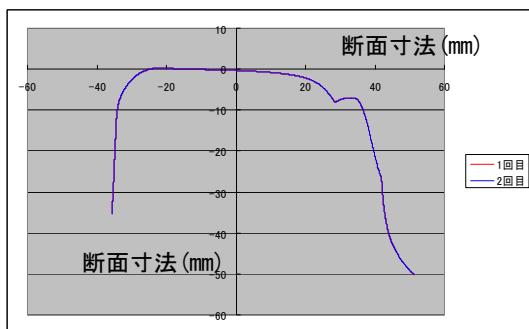


図 3 再現性測定結果 (10mm ポイント)

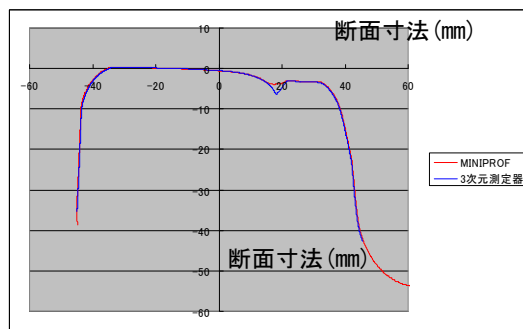


図 5 三次元踏面測定器と MINIPROF との比較

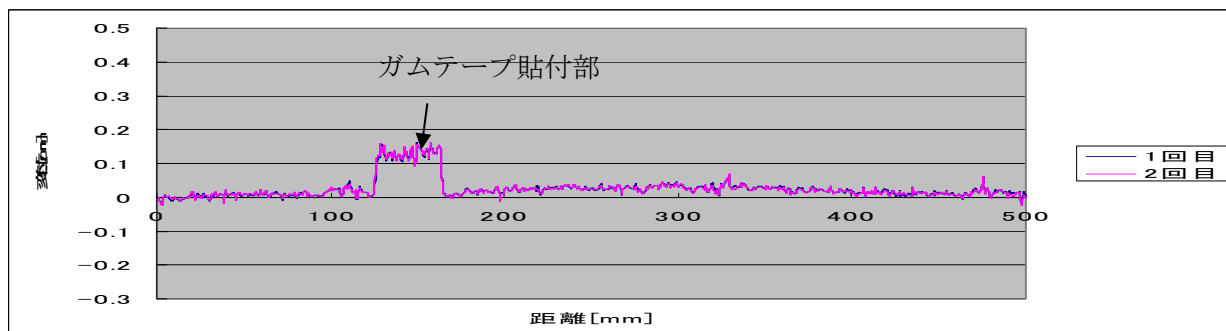


図 4 10mm ポイントを含むレール長手方向のレール頂部の再現性測定結果

4. おわりに

分岐器のレール断面を 3 次元で取得できる測定装置を開発できた。今後は、この装置を使用して分岐器のレール断面を取得し、実軌道の分岐器レールの摩耗状況を把握していく。また、分岐器踏面測定器によるレール断面データを用いて、レール摩耗が車両の挙動に与える影響を車両運動シミュレーションにより解析していく予定である。

- 1) 前田昌克他：分岐器走行時の車両運動改善に関する解析的研究，土木学会，鉄道力学論文集，2010, 7
- 2) <http://www.railway-technology.com/contactors/track/greenwood/>
- 3) 前田昌克，中川正樹：レール凹凸による車輪の踏面変化の影響，土木学会年次講演会，2009. 9