

レール凹凸による車輪の接触点変化の影響

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○前田 昌克
東海旅客鉄道(株) 正会員 中川 正樹

1. 目的

近年、軌道狂い(通り狂い)が確認できないにもかかわらず車両に瞬間的な動揺が発生している事象が確認されている(図-1)。このような箇所では、既往の軌道狂い指標で動揺発生箇所を特定することが困難である。既往の研究で動揺の発生箇所では、現地調査で図-2のとおり溶接部に達するまではほぼレール頭部中心についていた照り面が、溶接部を境にゲージコーナー側に移っていることが確認されている¹⁾。これは急激に車輪とレールの接触位置が変化していることを示している。今回、さらにレールの詳細な凹凸の測定を行い、レール凹凸による車輪の接触点についての検証を行なった。

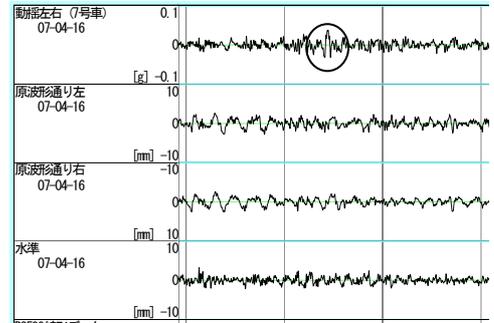


図-1 軌道狂いと動揺状態

2. 三次元踏面測定器の試作

接触点が変わる原因としてレールの凹凸の変化が考えられているので、レールの凹凸の詳細なデータが必要となる。このため、レールの凹凸の形状把握を詳細に行うためのツールとして、レール踏面三次元測定器(以下、三次元踏面測定器と記す)を試作した。現在市販化されている凹凸測定器は、レールの長手方向の凹凸もしくは断面形状のいずれかしか測定できないが、この測定器はレールを三次元的に測定可能である。まず図-3のとおりレールクランプ1,2でレールを固定後、二次元センサーヘッドからレール断面の輪郭映像を撮りながら移動してレール断面を1mmピッチで測定する。1回の移動で500mmのレール断面データを測定できる。その後、二次元センサーヘッドが移動終了後、レールクランプ3がレールを固定し(図-4)、機械本体が次の測定箇所に移動して図-3の測定を再開する。この測定動作で連続した区間でレールの断面を3次元で連続測定ができる。連続測定データを作成するため、前後データ100mmを重複して測定して重ねあわせ処理を行なっている。



図-2 レール踏面の変化箇所

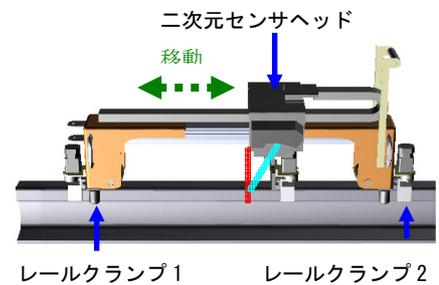


図-3 三次元踏面測定機 (測定動作)

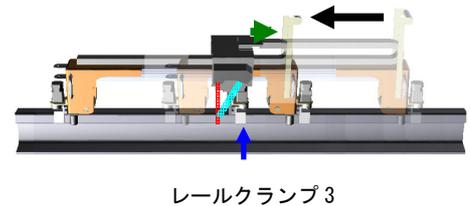


図-4 三次元踏面測定機 (本体移動)

精度確認試験の結果、再現性では測定誤差σ値0.05mm以内を確保しており、整合性はGREENWOOD ENGINEERING社製レール断面測定器のMINIPROF²⁾や原田製作所社製レール凹凸測定器のレール踏面測定器で同じ区間を測定し、データを比較して一致していることを確認した。図-5にMINI PROFと三次元踏面測定機との測定比較した結果を示す。

キーワード レール踏面, 三次元踏面測定器, 踏面変化, 車両動揺

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. レールの踏面調査

前節の三次元踏面測定器を用いて、車輪とレールの接触点の変化が発生している箇所のレール凹凸測定を行った。測定箇所を図-6に示す。この箇所は直線区間で動揺は大きく発生していないが、溶接箇所のゲージコーナー側で突然照り面が消えているのが確認される。そこで、車輪踏面が変動している溶接区間を中心にしてレールの断面測定を行った。三次元踏面測定器から求めた1mストレッチ形状を図-7に示す。図-7(a)はレール中心部とレール中心部からゲージコーナー側20mmであり、(b)はレール中心部とフィールドコーナー側20mmである。ゲージコーナー側20mmの凹凸はレール中心部と大きさおよび形状が異なっているのが確認できる。また、最大約0.3mmの凹凸差が出ている箇所も確認できた。ゲージコーナー側の窪みの影響から車輪がゲージコーナー側と突然未接触の状態になることが推定される。

このように、微小なレール断面変化によって車輪とレールの接触点が急激に変化しているのは明らかである。今回測定箇所の左右動揺はそれほど大きくないが、凹凸が大きい場合、通過する車輪は、レールとの接触位置を急激に変化させ、軌道狂いが無いにもかかわらず動揺が発生することになる。今回開発した三次元踏面測定器は、任意の場所でのレール長手方向の形状や断面形状を知ることができるので、今後、様々な現象解明に活用したい。

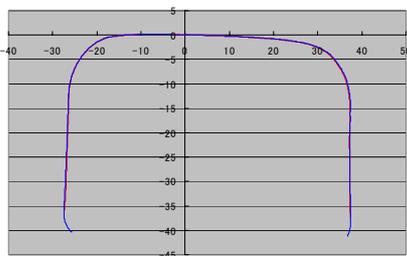


図-5 三次元踏面測定機（青）と MINI PROF（赤）の対比

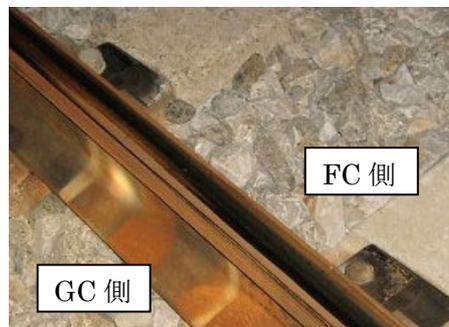
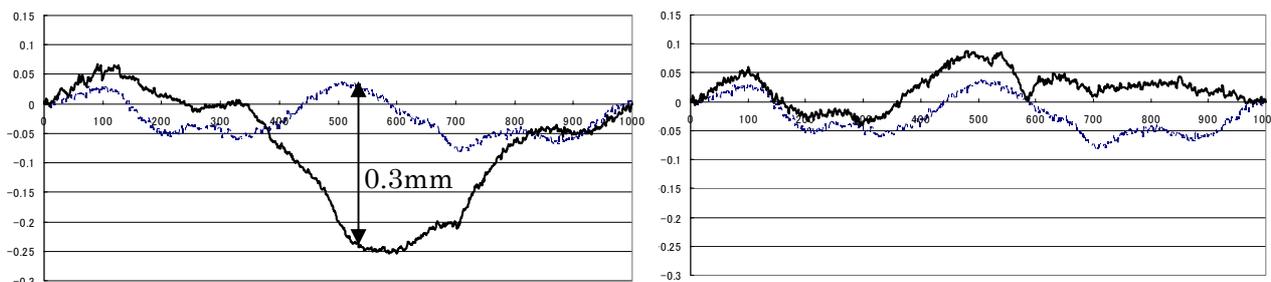


図-6 レール凹凸測定箇所



(a) レール中心部（点線）とゲージコーナー20mm側（実線） (b) レール中心部（点線）とフィールドコーナー20mm側（実線）

図-7 1mストレッチのレール凹凸

4. まとめと今後の予定

三次元踏面測定器による測定の結果、微小なレール断面の変化が車輪とレールの接触点を変化させる原因であることを確認した。今後は、現場調査を継続すると共に三次元踏面測定器のレール凹凸データを用いてレール形状が車両の挙動に与える影響をシミュレーションにより解析していく予定である。また、適正なレール削正方法についても検討したいと考えている。

- 1) 中川他：実測動揺を用いた乗り心地評価手法と評価に影響する地上側要因について、J-Rail2006, SS1-2-3108, 2006.12
- 2) <http://www.railway-technology.com/contactors/track/greenwood/>