

左右動揺抑制に関する整備手法の一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 篠田 勝己
 東日本旅客鉄道(株) ○吉川 央容
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 佐藤 隆行

1. 目的

在来線における列車動揺(左右動揺)の軌道整備は、10m弦軌道変位の整備を中心に施工していた。しかし左右動揺抑制に効果が小さく、整備手法に苦慮している箇所があった。高速走行線区における左右動揺は、乗り心地への影響が大きく、お客さまサービス向上の為に抜本的対策を講じる必要がある。

本稿では、車両のフランジ形状、軌道の長波長軌道変位及び材料状態から左右動揺発生原因を考察することで、左右動揺抑制に関する整備手法を検討し、効果を検証することを目的とする。

2. 検討内容

2-1. 施工実施箇所の現状

○外房(下)線(3級線)【直線, 50N, ロングレール, PCまくらぎ(3号), バラスト, 強化路盤】

○列車動揺加速度検査(E257系 常設型)基準値(0.25g)・目標値(0.20g)発生状況(図-1)

○過去の軌道整備方法: 通り整正(最大移動量10mm), 総つき固め(取付倍率400倍)

定期的に基準値(0.25g)が発生, 移動量が小さい10m弦整備では持続効果が小さい。

よって, 以下に示す施工方法を検討した。

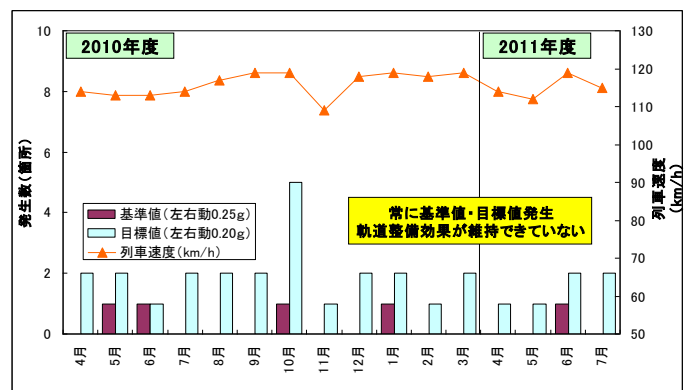


図-1 列車動揺加速度検査 基準値・目標値発生状況

2-2. 施工方法の検討

左右動揺抑制にあたり, 車両の車輪形状に着目した。車輪形状は現在, 修正円弧踏面(図-2)が採用されている。軌間縮小は左右動揺に影響することが知られており, 他の軌道変位が見られないことから, 軌間拡大の施工を検討(施工方法①)。また, 軌道の構造物前後における長波長変位に対し, MTT絶対基準施工(施工方法②), 軌道パッドの経年による弾性力低下対策(施工方法③), 在来ロングレール溶接部の凹凸及び非相対溶接への一頭式レール削正(施工方法④)の施工を検討した。

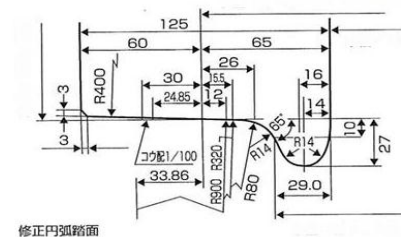


図-2 修正円弧踏面形状

施工方法① 軌間整正(軌間拡大)

【施工内容】○軌間整正(軌間拡大)【(施工前)-3mm~-1mm→(施工後)+5mm】

長波長軌道変位と車両固有振動(1~1.5Hz)が同調した左右動揺に対して, 従来は軌間縮小を主流としてきた。本研究では車輪平行面での走行をより確実にする為, 軌間拡大を施工した。

施工方法② マルチプルタイタンパ(以下, MTT)による軌道整備

【施工内容】○MTTによる軌道整備(絶対基準施工)【最大移動量37mm → 車上仕上がり値±2mm】

過去のMTTによる軌道整備では, 相対基準・復元原波形・ALC測定を施工した。しかし当該箇所の長波長軌道変位には効果が小さいことから, 踏切(不動点)を基準としてトランシットによる測量を実施, 絶対基準による軌道整備を施工した。

キーワード 長波長軌道変位 軌間整正 軌道パッド レール削正

連絡先 〒299-3242 千葉県大網白里市金谷郷33

TEL0475-72-0312

〒260-8551 千葉県千葉市中央区弁天2-23-3

TEL043-284-6764

施工方法③ 軌間整正及び材料修繕

【施工内容】○軌間整正【適正值 (0mm)】、軌道パッド交換、PC まくらぎ穴修繕

軌間を適正值に再度整正. また, 材料状態を目視で確認したところ, 軌道パッドの厚みが小さく, 二重弾性締結装置へ弾性力を付与する機能を有していないことが想定される為, 軌道パッド交換を施工. 公称ばね定数 (在来線用) 老化前: 110MN/m → 老化後: 最大 154MN/m (老化前より最大 40% 硬化) (表-1) また, 軌間整正を繰返し施工したことにより, まくらぎ締結装置の不良が多く発生, PC まくらぎボルト穴修繕を施工した.

表-1 軌道パッドの品質

項目	品質	
	木まくらぎ用	PCまくらぎ用 (直結軌道用を含む)
引張強さ	老化前 12N/mm ² 以上	
	老化後 老化前の70%以上。ただし、最低は、10N/mm ²	
伸び	老化前 250% 以上	
	老化後 老化前の60%以上。ただし、最低は、180%	
弾性係数	老化前 3~5N/mm ²	
	老化後 老化前の60~140%	
屈曲疲労性	表面に粘着現象またはき裂を生じないこと	
圧縮永久ひずみ	30% 以下	
耐油性	質量変化率25%以下、また、外観にはなはだしい異常を生じないこと。ただし、パッドが特に薄い場合は、注文者の指定によることができる	
絶縁抵抗	—	3.0×10 ⁶ MΩ 以上

施工方法④ レール削正

【施工内容】○総つき固め, 一頭式レール削正

当該箇所は在来ロングレール化箇所であり, 更に設定替を複数回施工, 貨物線廃止に伴う分岐器撤去, EJ 撤去を施工した箇所であることから, 非相対溶接部が多く介在している. この溶接部の短波長変位が列車の左右動揺に起因していると予測し, 一頭式レール削正を施工した. 削正の効果をより上げる為, 既往の研究から, レール削正と総つき固めを併用することとした.

3. 施工結果

3-1. 施工前後における列車動揺の推移

列車動揺加速度検査より, 基準値・目標値推移を図-3 に示す. 施工方法①後, 目標値の増加が見られるが, 不快な左右動揺基準値は出来た. 施工方法②から徐々に目標値が減少し, 左右動揺が大幅に抑制出来たといえる.

3-2. 施工効果の検証

列車動揺加速度検査結果から, 当該箇所の動揺加速度データを抽出し, 基準月と各施工後と比較して近似線により列車動揺加速度値 (10m代表値) を評価した (図-4). 施工前を $y=x$ として, 施工後の傾きが小さいほど列車動揺が改善されていることを示す. 各施工を重ねる毎に傾きが小さくなり, 軌道状態が良化していることが確認出来る.

4. 考察

施工方法①では, 軌間拡大から車輪フランジ曲率部分にレールを出来るだけ誘導せず, 車輪平行面に誘導出来, 施工方法 ②では, 構造物前後の取付が大幅に向上, 構造物起因の上下・左右動揺を解消することが出来た. しかし, 軌道変位を解消出来ても左右動揺が完全に抑制できないことから, 材料機能に目を向けた. 本研究で最もコストパフォーマンスが高かったといえる施工方法③は, ロングレールふく進対策として交換が検討されるが, 列車動揺抑制にも効果があることが分かった. 施工方法④では, 当該箇所に多く存在し, 軌道の弱点箇所のひとつである継目部 (溶接部) の凹凸を削正することで, 左右動揺の抜本的解消に至ったといえる.

在来線において左右動揺抑制に苦慮している箇所は他にもある. 軌道 (変位, 材料状態), 車両のフランジ形状等から発生原因を推測し, 今後も整備手法を検討し, 施工実績を重ね, データの信頼性を高めていく.

参考文献 新版軌道材料編集委員会: 新版 軌道材料, レール締結装置, P284-300

須田, 長門, 徳岡, 三浦: 新しい線路, 車両と荷重, P17-20

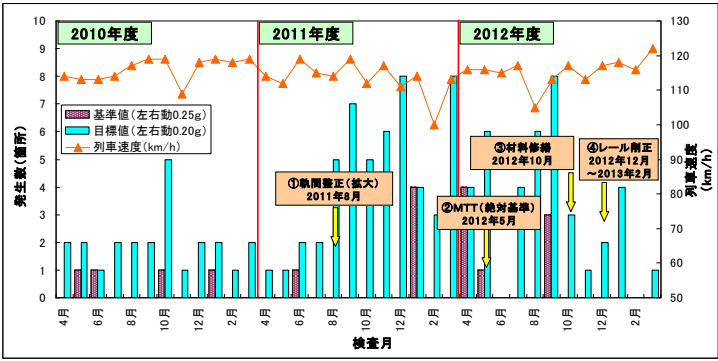


図-3 列車動揺加速度検査 基準値・目標値発生推移

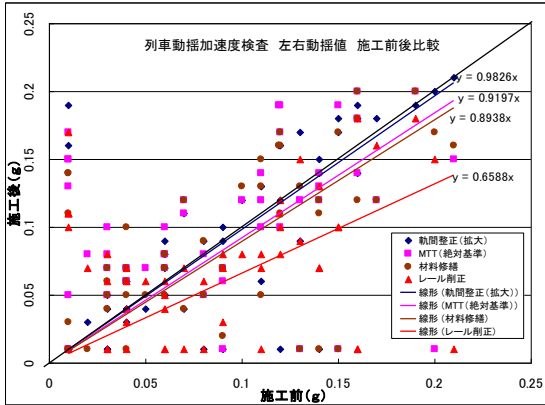


図-4 左右動揺値 施工前後比較