急曲線を低速で走行する車両の輪重・横圧の継目部における変動について

JR 東日本　正会員　○吉田　尚
JR 東日本　飯島　仁
JR 東日本　安田　陽一

１．はじめに

輪重・横圧は、走行安全性や軌道材料の劣化に関係することから、その値を把握することが重要である。継目部で発生する輪重・横圧は、速度依存性があることが知られており、一般的に用いられている推定モデルでは、速度が 0 の時に原点を通る式として表現されている[1)]。しかし、本線上で低速で一定速度の走行をすることは困難であることから、原点近くの測定データは不足しがちとなり、モデルの正確性を確認するためには、低速域のデータも必要であると考えられる。

本稿では、低速のり上がり脱線の研究のために、構内の実験線を使用して測定した低速走行時の輪重・横圧の測定データについて、継目部における変動を確認した結果について報告する。

２．分析方法

２．１　使用するデータについて

分析に使用するデータは、**図－１**に示す軌道・車両の条件で、サンプリング周波数 10kHz で測定した輪重・横圧（新連続法）である。車両は、E231 系の T 車を使用し、モーターカーによる牽引で 15km/h 以下の低速で定速走行させたものである。**表－１**に示す条件で、速度と静止輪重のアンバランス（1-外軌側輪重/平均輪重）を変えて、同一軌道上を繰り返し走行した。

軌道
50N レール
曲線半径：110m
カント：0mm
スラック：20mm
車両
ボルスタレス台車
軸はり方式
修正円弧踏面

図－１　走行試験概要

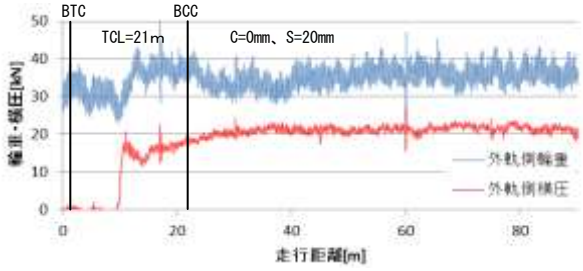
表－１　試験条件およびデータ数

計 61 回		静止輪重アンバランス[%]			
		0	0-10	10-20	20-30
速度 [km/h]	2-5	5	3	2	2
	5-10	15	3	6	6
	10-15	12	3	2	2

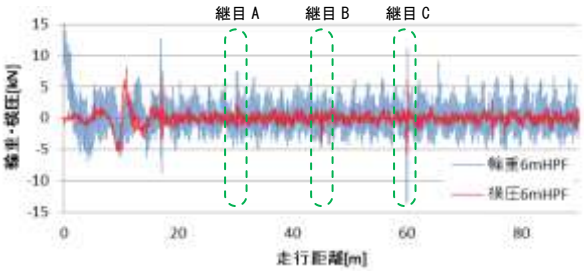
データの下準備として、10kHz の測定データに 120Hz のローパスフィルタを処理した後、0.002m 間隔の距離間隔一定にリサンプリングした。

２．２　変動成分の考え方

輪重・横圧の変動成分については、測定データにハイパスフィルタを通す方法が一般的である。今回は、文献の分析例に倣い、波長 6m 以下を通過するハイパスフィルタ処理により求める方法で算出した。変動成分のイメージを**図－２**に示す。また、継目の位置は**図－２** (b) に示す通りであり、いずれも普通継目である。この継目位置を中心として 1m 幅の中から波形のピーク値を求め、これを継目部の変動成分として整理した。



(a) 測定データ原波形



(b) 変動成分（6m ハイパスフィルタ）波形

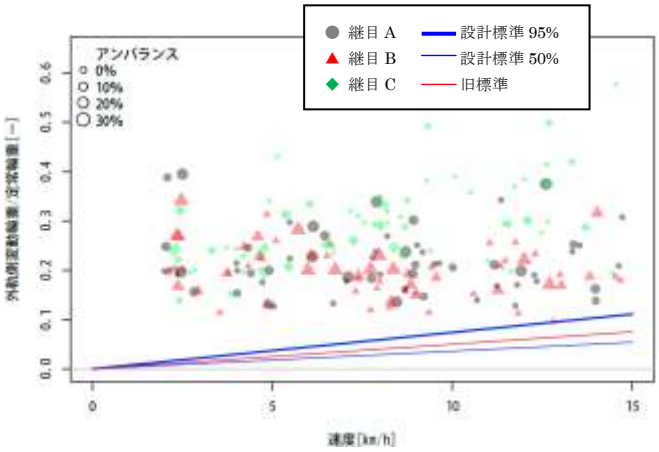
図－２　変動成分イメージ

キーワード　輪重・横圧、変動成分、継目部、低速
連絡先　〒331-8513　埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター 安全研究所 ＴＥＬ048-651-2668

３．分析結果

３．１　輪重

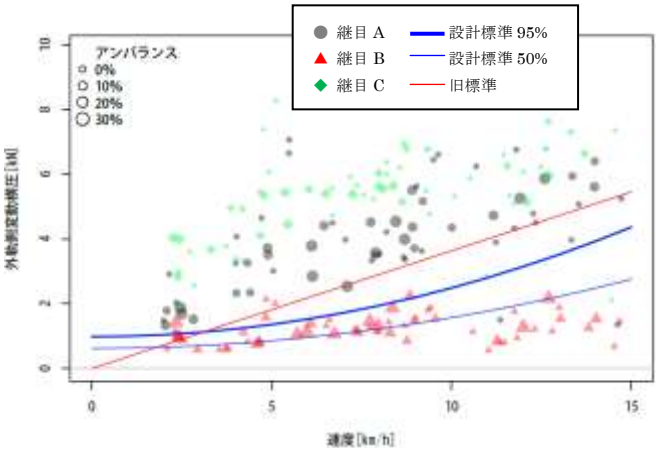
輪重の継目部変動成分は、定常輪重（6m ローパスフィルタ値）との比が速度依存性を持つと考えられることから、変動輪重と定常輪重の比の速度に対する関係を**図－３**に示す。継目位置 C については、速度影響が確認できるが、それ以外では確認できなかった。また、文献[1)] の推定式による推定値よりも大きな値となり、速度 0km/h のときに原点を通過する傾向は見られなかった。



図－３　変動輪重/定常輪重と速度の関係

３．２　横圧

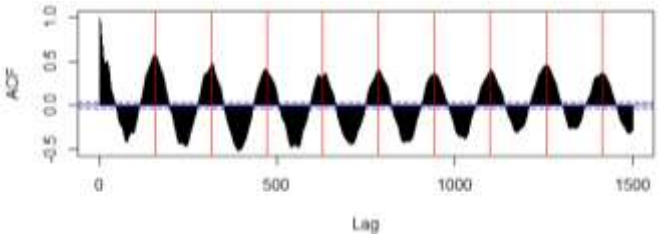
横圧の継目部変動成分の速度に対する関係を**図－４**に示す。継目位置によって異なるが、速度影響があることが確認できる。また、その切片の位置は、概ね原点の近くを通ることが確認された。文献[1)] の推定式による推定値（カント不足量＋5㎜ で計算）と測定データを比較すると、旧標準の推定値の方が、測定値に近い結果が得られた。



図－４　変動横圧と速度の関係

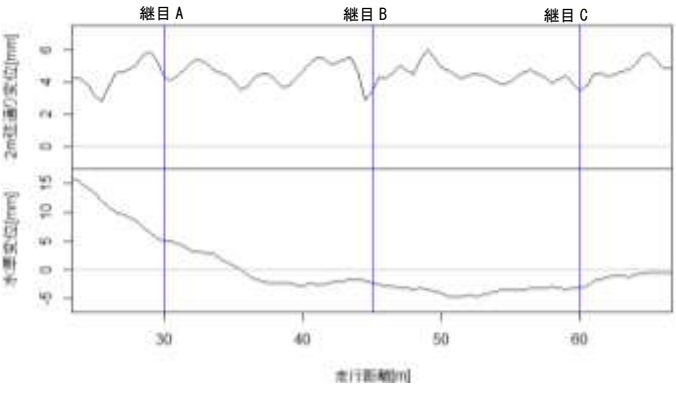
４．考察

輪重に関しては、速度 0km/h で変動輪重が 0 に収束しない様子を確認したが、これは**図－２**(b)を見ると分かるように、継目部以外でも高い周波数の変動により 5kN 程度のピークがあることが原因だと考えられる。そこで、継目部を含まない区間を 8m 抽出し、その自己相関係数を調べたところ、**図－５**に示すように周期的な自己相関が確認された。図中に赤線で示しているのは、輪重ゲージが貼り付けられている車輪 1/8 回転の周期であり、自己相関の周期と一致していることが確認できた。従って、今回使用した新連続法による輪重データの継目部における変動成分を評価するためには、測定装置に由来すると思われる変動の影響を除く必要があると考えられる。



図－５　輪重変動成分の自己相関係数

横圧に関しては、継目位置により異なる線形な速度影響が確認できた。横圧に影響を及ぼすと考えられる通り変位と水準変位は**図－６**の様であり、速度影響の小さかった継目 B と、速度影響の大きかった継目 C で大きな違いは見られなかった。継目部による違いについては、目違い等の継目形状の影響が考えられるが、今回の試験線において目違い量の測定は実施していない。



図－６　軌道変位

５．おわりに

今後は、他の急曲線で測定されたデータの解析を行い、急曲線における輪重・横圧の推定方法について検討していく。

参考文献

1）国土交通省鉄道局 監修、鉄道総合技術研究所　編：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造、pp. 264-282、丸善、2012. 1