

IV-41

在来線における列車動揺と軌道管理

東日本旅客鉄道 正会員 伊藤長市
東日本旅客鉄道 正会員 ○小関昌信

1. はじめに

ここ数年、ひじょうに安定した線路状態が維持されているが、これからの線路保守の主眼は質の向上にあると言える。その最重要課題は、「スピードアップ」と「乗り心地向上」であり、今後は軌道管理のメインに「乗り心地」を置くべきであると思われる。

しかし、列車動揺は偶然性が大きく、ある意味で「確率過程」であり、軌道状態と車両との相互作用であるため、把握と評価がひじょうに難しい。そのため、従来の軌道管理は、線区レベル毎に軌道狂いの整備基準値・目標値を決めるという極めて一元的なものに停まっていた。それでは、今後のスピードアップや乗り心地向上に対応できない恐れがあり、軌道管理手法の改善を図る必要があると思われる。

そこで基本に立ち帰り、動揺そのものに重きをおいた軌道管理をするための検討を行うためにまず、線形や構造物毎の「揺れ易さ」を調査し、その結果をまとめてみた。

2. 列車動揺調査

吉田精機製手動揺測定器を455系電車に搭載して、東北地域本社管内の東北本線（白河・油島間）の動揺を測定し、数日後に走った軌道検測車（以後「マヤ車」と記す）の軌道狂いデータと比較した。該当区間の455系の最高運転速度は100km/hrであり、曲線通過速度は、基本速度+5km/hrである。

3. データ解析

(1) マヤ車と455系の比較

マヤ車でも動揺加速度を測定しているのでマヤ車と455系の動揺加速度の比較を行った。速度差の影響を取り除くため、100km/hr換算をしてある。相関図を図-1, 2に示す。点のばらつきが大きく、一次回帰直線は寝ているが、相関性は極めて低い。

(2) 動揺箇所の要因分析

動揺の要因分析には、速度補正はせずに測定動揺を用いた。抽出は、0.10g, 0.20g以上の動揺とした。グラフは紙面の関係で左右動揺に限って示す。

① レール継目関連（図-3）

左右動揺 — 全体の40～60%が何らかの継ぎ目が関与してお

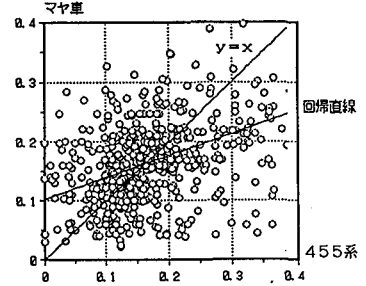


図-1 455系とマヤ車の上下動揺の相関図

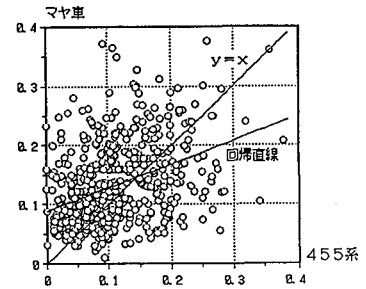


図-2 455系とマヤ車の左右動揺の相関図

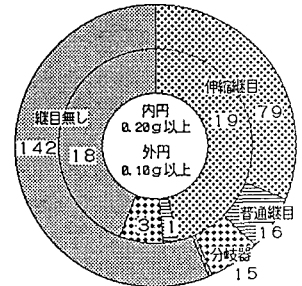


図-3 左右動揺の継目関連の要因分類

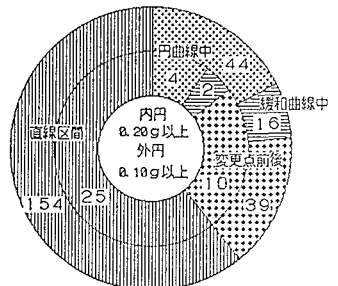


図-4 左右動揺の平面線形分類

り、中でも伸縮継目は約1/3を占める。閾値が大きくなる程、継目部の割合が大きくなる。

上下動揺 — 全体の約1/3が継目関連であり、伸縮継目は1/4を占める。伸縮継目の全数のうち、15%が0.10g以上で、4%は0.20g以上の動揺であった。しかし左右ほど継目の占めるシェアは低い。

左右・上下のいずれもロングレールの伸縮継目での動揺が多いので、伸縮継目に限って特別な整備基準値をもうけるべきであると考える。

②平面線形（図-4）

左右、上下とも動揺値による構成比はほぼ変わらない。（全体の1/3）その内訳として、円曲線・緩和曲線・変更点前後の比については、上下は一定だが、左右では値が大きくなるにつれて変更点前後の割合が大きくなる。速度が大きくなると、この変更点付近の線形については、もっとシビアに管理する必要があると考える。

③構造物（図-5）

構造物として、踏切と無道床橋梁に注目した。左右については、閾値が大きくなると二者の割合が低下するが、上下は橋梁20%、踏切15%と一定だった。

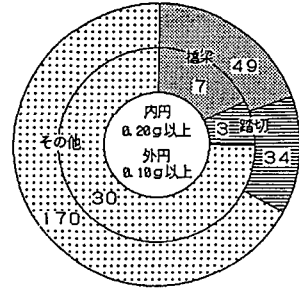


図-5 左右動揺の構造物別分

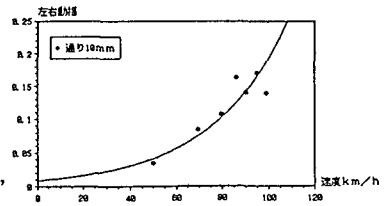
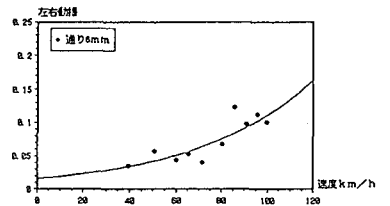
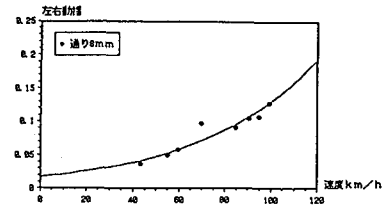


図-6 通り狂いの速度と左右動揺の相関図

（3）動揺の速度依存性

従来、動揺は速度の二乗に比例すると言われてきた。それは、軌道狂いを単一の正弦波とし、車両を剛体に仮定しているからである。果たしてこの仮定がどの程度あてはまるのか調べてみる。高速になるとシビアな条件になりやすいと思われる通り狂いに注目することにした。まず、10m弦通り狂いのデータを集計して、左右動揺と速度の相関性を調べてみた。（図-6）指数関数（ $\alpha = a \exp[bV]$ 、 α ：動揺、 V ：速度、 a 、 b ：未定定数）に回帰させ（表）、80～100 km/hrの範囲で V の何乗に比例するかあてはめる。（回帰式 $\alpha \approx c \cdot V^d$ ）表より $d \approx 2$ となり、速度の二乗に比例するという方法で補正しても80～100 km/hrの範囲ならば問題ないようである。

4. 終わりに

今回のデータ解析は時間の関係でこの程度しか進んでいないが、今後は各条件毎（平面線形や構造物等）で詳しく分析を行い、「揺れ易さ」を明らかにしたい。そこで条件毎の整備目標値を動揺と線区の保守レベルを鑑みて決定する方法を見出すことと目標とする。

今回の調査・データ整理には、東北地域本社管内の郡山・福島・白石・仙台及び小牛田保線区の御協力を多大に戴いた。記して感謝する。

回帰式の定数

通り[mm]	a	b	c	d
10	0.010	0.0297	9.9×10^{-7}	2.65
8	0.016	0.0208	2.4×10^{-7}	1.87
6	0.016	0.0193	3.8×10^{-7}	1.73
4	0.010	0.0227	8.3×10^{-7}	2.04