

曲線部における摩耗と動揺の相関に関する一考察

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 高田幸裕

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木常夫

1. はじめに

JR 西日本では、山陽新幹線500系の300km/h走行や、700系の285km/hといった高速化がされている。そのため、これまで以上に低コストで質の高い線路作りを行い、安定した輸送機関として新幹線を提供する必要がある。JR 西日本では、 σ 値の管理の徹底、08MTTの導入等により軌道状態や乗り心地は非常に良い状態である。しかし、一方では動揺が感じられないにもかかわらず、船酔いに似た状態を経験したり、曲線部においては、左右動揺による摩耗が発生している箇所もある。以上のことから、本研究では、曲線部における定常加速度に着目し、左右定常加速度と摩耗との相関関係を分析し、その結果から今後の曲線管理について検討することとする。

2. 曲線部と摩耗関係

JR西日本では、40m 弦通り σ 値による管理のほか、定常加速度と振動成分の和をもって動揺を管理している（JR西日本では、100mの LPF により得られる動揺波形を左右定常加速度としている。）。前述した、船酔いに似た状態やレールが摩耗している状況から、列車動揺がレールに影響を及ぼしていると考えたため、その影響の度合をレール断面測定器により、25mピッチで測定し、図-1に示す頭頂面、13R、側面の値をもって評価することとする。そして、動揺波形をそれぞれの摩耗成分と照らし合わせることで、摩耗との相関性を明らかにすることとする。

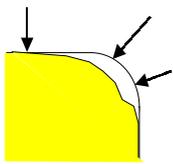


図-1 摩耗測定箇所

2-1. 列車動揺

左右定常加速度は、緩和曲線で徐々に定常加速度分が増加し、曲率が一定であれば本曲線で一定となり、緩和曲線に戻るときには減少していくので、図-2(1)のような台形状の定常加速度と振動成分となるのが一般的である。しかし、図-2(2)の区間では、左右定常加速度が大きく波打っており、この定常加速度によって船酔いに似た状態となるのではないかと考えられる。一般的に船酔い

低周波振動によると言われていることから、この定常加速度が関与していると考えられる。よって、この区間を対象として検討を行っていくこととする。

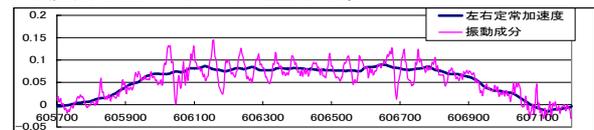


図-2(1) 一般的な動揺波形

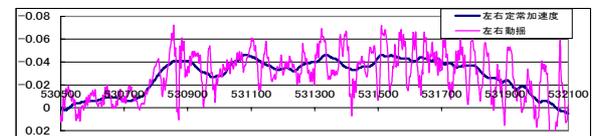


図-2(2) 定常加速度が波打っている動揺波形

2-2. 振動成分—摩耗

動揺の振動成分（100m以下の波長）と各摩耗を示したものが図-3(1)~(3)である。

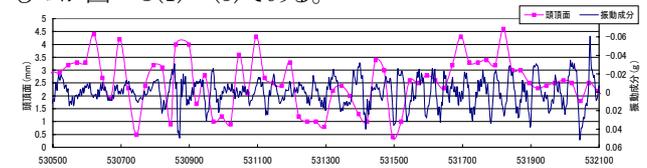


図-3(1) 振動成分 - 頭頂面

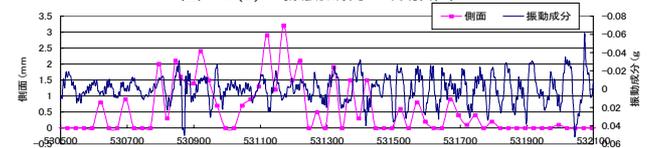


図-3(2) 振動成分 - 13R

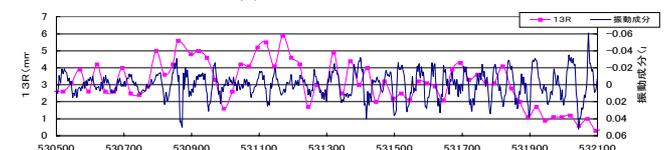


図-3(3) 振動成分 - 側面

それぞれの摩耗と照らし合わせたが、一部、振動成分と摩耗との相関性が見られるものの、相関性があるとは言えない。

2-3. 左右定常加速度—摩耗

次に、定常加速度と摩耗の関係を図-4(1)~(3)に示す。

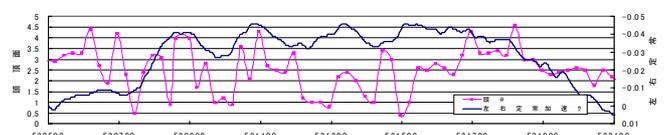


図-4(1) 左右定常加速度 - 頭頂面

・ keyword : 左右定常加速度, 40m 弦軌道狂い, 摩耗

・ 連絡先 : 西明石新幹線保線区 新大阪管理室 〒532-0003 大阪市淀川区宮原1-1 TEL (06) 6302-7787 JR071-4933-4

図 - 6 40m 弦波形 - 左右定常加速度

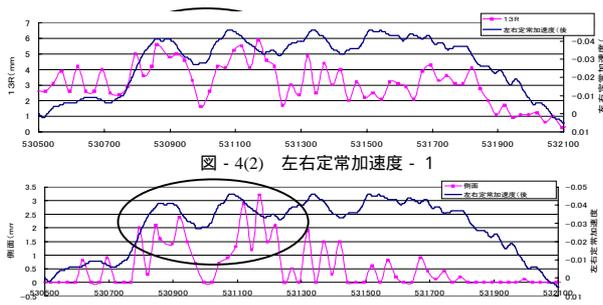


図 - 4(2) 左右定常加速度 - 1

図 - 4(3) 左右定常加速度 - 側

図-4(2), (3)の丸で囲んでいるように、左右定常加速度の変動が大きい部分において、摩耗(13R,側面)も変動具合に沿って摩耗していることが明らかになった。また、530k900 以西は、H2年にレール更替をしており、敷設年数は同程度であるにもかかわらず、531k 付近の摩耗の変動は大きくなっていることがわかる。よって、左右定常加速度と摩耗は非常に相関性が高いと考えられる。

3. 曲線区間の整備

現在の整備手法は、車両の共有振動数である1Hz～1.5Hz(時速 300km で計算すると、55m～85m程度の波長)の振動成分に着目した整備手法であるが、今回着目した船酔い現象や左右定常加速度は、低周波による乗り心地管理やレール摩耗という観点から、整備を進める必要があると考える。そこで、この左右定常加速度の発生要因を特定するため、水準、40m 弦軌道狂い生波形と左右定常加速度とを照らし合わせ、要因を明らかにする。

3-1. 左右定常加速度と水準の関係

定常加速度と水準を照らし合わせたのが図-5である。曲線内において、カント不足量の変動があれば、定常加速度(超過遠心力)に変動が生じると考えられるが、相関性は見られなかった。

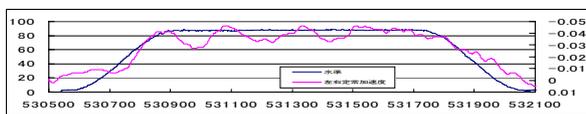
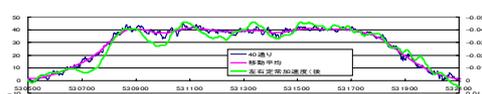


図 - 5 左右定常加速度 - 水準

3-2. 左右定常加速度と40m弦生波形

左右定常加速度と40m弦生波形を照らし合わせたのが図-6である。この図から、100m移動平均処理による基準線と左右定常加速度の形状が非常に合致していることがわかる。つまり、この基準線を整正することができれば定常加速度を抑制する事ができ、また、摩耗の変動も抑制することができると考えられる。



3-3. 復元原波形を用いた整備手法におけるシミュレーション

長波長整備は、交差法演算から得られる移動量、もしくは、逆フィルター処理による復元原波形を用いた整備手法が一般的である。ここでは、復元原波形を用いて、整正後の軌道狂いから基準線がどのように整正されるかを検討することとする。

まず、10m弦通り狂い値から復元原波形(6-100m)を求める。この復元原波形の符号を逆転させ、さらに復元原波形を1/2とした波形を前後20mシフトしこれらを足し合わせると、復元原波形によって求められた移動量による、施工後の40m弦通りを求めることができる(図-7(1)～(3))。これらの図から、復元原波形による整備を行っても、整備前後の基準線のうねりを解消することは出来ないことがわかる。ここでは、紙面の都合上割愛させてもらうが、復元原波形(6-110m), (6-120m), (6-130m)によるシミュレーションでも、整正することはできなかった。

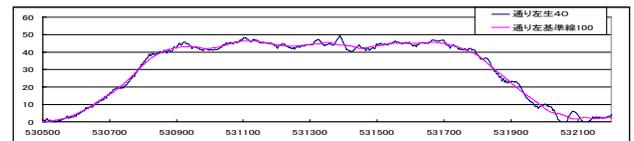


図 - 7(1) 40m 弦通り狂い波形

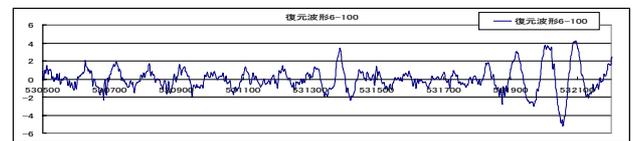


図 - 7(2) 復元原波形

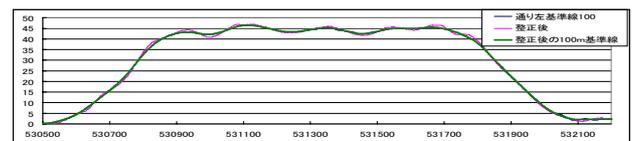


図 - 7(3) シミュレーション後の40m弦波形

4. まとめ

これまでの研究より、左右定常加速度と摩耗との関係が明らかになったが、現在のMTT整備手法では、左右定常加速度を抑制できないという問題も明らかになった。そこで、レーザー測定器を利用した手法や、曲率管理による整備手法を検討し、最終的には、左右定常加速度における管理値を検討し、左右定常加速度を考慮した整備手法の確立に努めたい。

<参考文献>

- 1) 細川, 吉村 ほか ; 「復元波形を用いた軌道狂い補修の新しい方法」; RTRI REPORT Vol8, No11 '94.11