

曲線の整備手法に関する考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 赤松 秀彦  
 東日本旅客鉄道株式会社（現・鉄道総合技術研究所） 正会員 手代木 卓也  
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 小林 旭

1. 研究の背景と目的

貨物列車の走行する中距離線の曲線区間では、内軌側の砕石が細粒化している箇所が多く見受けられる。内軌側の砕石の細粒化は、列車動揺に大きく影響する要因の一つであり、軌道修繕の増加に直結する原因となってしまう。そのため原因を把握し、解消していかなければならない。

そこで本研究では、研究対象として、貨物列車が多く走行する高崎線を対象とし、曲線諸元、列車速度などを調査する。そして、マルチプルタイタンパ（以後MTT と呼称）による曲線整備を実施し、施工効果の確認を行うことを目的とする。

2. 曲線区間の現状把握

内軌側の砕石が細粒化している箇所を調査したところ、特に半径 1000m 以内の曲線区間で多く見受けられる。そこで、曲線の現状を把握するために列車別のカント不足量を算出した。その結果、貨物列車に対して速度が遅いために、カントが過大に設定されている場合が多いことがわかった。さらに旅客列車と貨物列車の本数を比較すると、8:2 の割合であるが、通過トン数は、6:4（大宮～籠原間）と貨物の割合も大きいことがわかった。

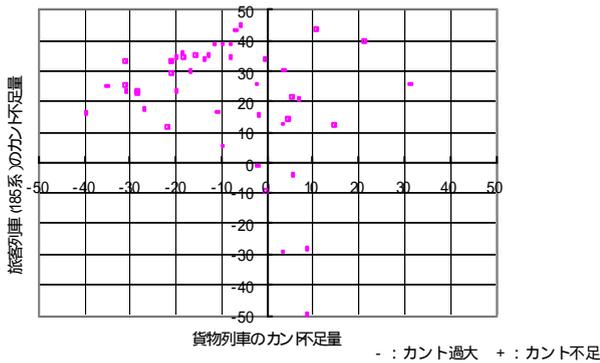


図 - 1 列車別のカント不足量

また、貨物列車に対するカント不足量と水準変位(実測値 - 諸元) との関係を図 - 2 に示した。その結果、貨物列車に対して、過大カントであるほど水準変位が生じていることがわかる。つまり、自重の大きい貨物列車に対する過大カントが内軌側を沈下させる要因となっているため、乗り心地の悪化や軌道修繕の増加につながっているものと推測される。そこで貨物列車にも考慮した適正カントを見出し、MTT により諸元カ

トを低下させることで内軌側の沈下を抑制することとした。

なお、カントは低減する上で、旅客列車の基準は満たすようにした。対象とした曲線箇所では、これまでの MTT の施工方法では整正できなかった水準過多の箇所（下り 3k500m）である。なお対象箇所のカント現況は表 - 1 の通りである。

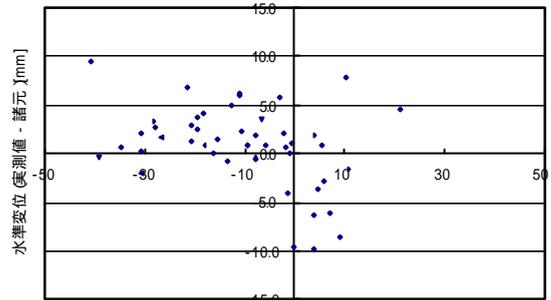


図 - 2 貨物列車のカント不足量と水準変位の関係

表 - 1 曲線整備箇所のカント現況

	施工日	カント整備前		カント整備後	
		諸元	カント不足量	諸元	カント不足量
下り:3k500m	2004年11月	91	旅客 22 貨物 -28	75	旅客 38 貨物 -12

3. 施工方法

通常の施工方法では、MTT（マティサ：B40DE）はカントを大きくすることは行っているが、小さくすることは行っていない。これは曲線区間ではレベリングの基準を内軌側に設定しており、外軌側を基準にすることは行っていないからである。そこで、今回は、以下の点に考慮して施工を行った。

- ）内軌側・外軌側両方をこう上させながらカントを低下する。
- ）高い軌道変位が存在する箇所は、こう上しても取り残しが生じてしまう可能性があるため、水準を設定するために MTT の PBR 機能を使用する。PBR 機能とは、図 - 3 のように常に高いほうのレールを基準側とするように高さを補正し、水準を設定していく機能である。<sup>1) 2)</sup>

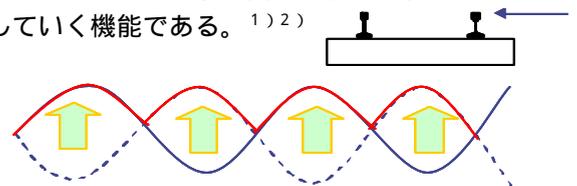


図 - 3 PBR 機能の概要

キーワード：カント、軌道変位進み量、曲線、左右定常加速度

連絡先：〒360-0033 埼玉県熊谷市曙町 5-5 JR 東日本（株） 高崎支社 熊谷保線技術センター TEL048 - 525 - 1315

## 4. 施工結果

### 4-1 水準の仕上がり結果

施工の結果を図-4に示す。これまでのMTTの施工方法では整正できなかった水準過多の箇所が解消され、PBR機能を用いることによって計画通りのカントの設定ができたことがわかる。今回の施工は諸元カントの見直しを同時に行うものであった。しかし、通常の軌道整備で、水準過多の箇所に対しては同様の整備方法で水準の整正を行うことができる一つの手法として有効と考えられる。

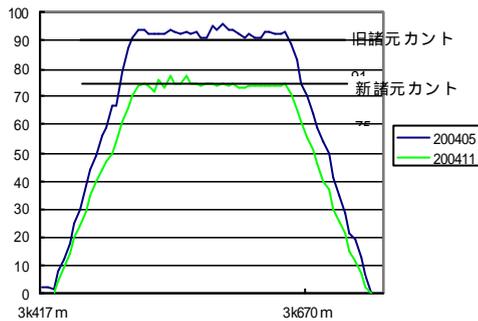


図-4 水準の仕上がり結果

### 4-2 列車動揺結果

乗り心地の評価は、左右振動加速度と左右定常加速度の組み合わせで評価するとよいといわれている。当社で管理している振動加速度の目標値は0.20gであるが、その時、鉄道総研の乗り心地の目標値目安とされる左右定常加速度は0.06gである。カントを低下させたことにより左右定常加速度の増加が推測され、乗り心地の悪化が懸念された。施工後の結果をみると、カント低下前の左右定常加速度が0.03gに比べ施工後は0.04gと左右定常加速度が0.01g悪化している。しかし、目安の範囲内であることがわかる<sup>3)</sup>。

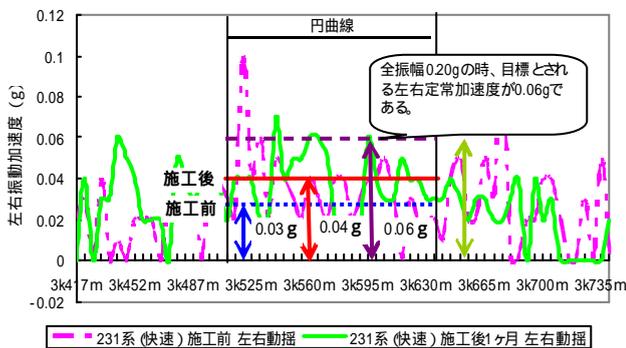


図-4 左右定常加速度の変化

### 4-3 軌道変位進み量

一方で、カントを低下したことにより軌道変位進み量を抑えられたかどうかの結果として、一般に用いられているS式で軌道変位進み量の変化を示す。

$$S=2.09 \times 10^{-3} \cdot T^{0.31} \cdot V^{0.98} \cdot M^{1.10} \cdot L^{0.21} \cdot P^{0.264}$$

S:高低変位量 (mm/100日)、T:通過トン数 (百万トン/年) V:線区の平均速度 (km/h)、M:構造係数、L:継ぎ目係数 P:路盤係数

その結果、この曲線区間でのS式では、軌道変位進み量が0.25 (mm/100日)であった。カント低下前の内軌側の軌道変位進み量は、0.35 (mm/100日)とS式の軌道変位進み量よりも軌道変位が大きいことがわかる。しかし、カント低下後は0.21 (mm/100日)とS式よりも抑制されていることがわかった。また外軌側の軌道変位進み量はカント低下前が0.20 (mm/100日)に対して、カント低下後は0.28 (mm/100日)と軌道変位進み量は増加した。これは、カントを低下した結果、外軌側に力が加わったためと考えられる。しかし、相対的にみると軌道変位進み量は抑制されていることがわかる。

また、特に碎石の細粒化が進む溶接部の軌道変位進み量について内軌側を対象に調査した。その結果、カント低下前の軌道変位進み量は0.32mm (mm/100日)に対して、カント低下後の軌道変位進み量は0.23 (mm/100日)であった。すなわち、貨物列車の走行を考慮してカントを設定することで軌道変位進み量が抑制されている。

## 5. 本研究のまとめ

本研究では、MTTでの曲線改良による効果として、以下のことを把握し、検証することができた。

高崎線では、貨物列車に対してカントが過大傾向にあることがわかった。また、カント超過量の大きい箇所ほど水準過多となっている傾向があることがわかった。

MTTの機能を活用することで、水準過多を解消することがわかった。

カントを低下させたことで、軌道の変位進み量の抑制ができ、曲線整備の有効な手法の一つといえる。

今後も引き続き、お客さまにとって乗り心地のよい線路づくりを目指していく。最後に本研究を進めるにあたり、高崎支社施設課の方々ならびに交通建設熊谷営業所の方々にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表す次第である。

### (参考文献)

- 1) マティサ B40DE 取扱説明書：マティサ・ジャパン (株) pp39~49
- 2) 新線路：新型マルチ入門、平成5年4月、pp42~45、鉄道現業社
- 3) 新しい線路：日本鉄道施設協会、平成9年7月15日、pp312~329
- 4) 線路工学：日本鉄道施設協会、昭和62年7月25日、pp33~39