

オーバーカントが軌道状態に及ぼす影響

西日本旅客鉄道株式会社 福知山支社 福知山保線区 施設管理係 正会員 多久和 学

1. はじめに

列車が曲線を通る際に、遠心力による過大な横圧や、乗り心地への悪影響を防ぐ為に、カントは非常に重要な役割を担っている。

福知山保線区においては、平成14年度で5箇所、平成15年度で6箇所の平面性狂いが生じた。これらはすべて緩和曲線中で発生したものであり、その曲線のカントを調べてみると、すべて実カントよりも大きな値をとっており、オーバーカントである事がわかった。よって、これら平面性狂いは、このオーバーカントが誘発しているものと考えられる。

そこで、平成15年10月1日のダイヤ改正を踏まえ、現在の列車速度に対する曲線区間の適正なカント量を調べることにより、安全性、乗り心地および経済的なカントの形成を目的として検証を行った。

2. 山陰線オーバーカント区間

福知山保線区管内における平面性異常値が生じる区間を始めとする曲線部の実カント量、LABOCSチャートによるカント、およびその差を表1に示す。ここで、LABOCSチャートにより求めた現場のカントを現場カントと呼ぶことにする。なお、現場カントは平成15年9月6日走行のマヤ車のLABOCSデータより求めたものであり、カント差は現場カントと実カントの差により求めている。表1のカント差より、これらの曲線は、現場カントの方が大きくなっていることから、オーバーカントであると言える。

また、オーバーカントは、平成12年4月9日走行のマヤ車のLABOCSデータからすでに見受けられ、福知山保線区管内の曲線は、古くからオーバーカントである事がわかった。平成12年4月9日以降、オーバーカントの進み量は、平均して2.2mm/年であった。つまり、数年毎にカント量を補正しないと、カントの最大値である105mmを超えてしまいかねない。この理由としては、内軌側の道床厚が小さいことが最大の原因として考えられる。そこで次に、これらの曲線区間における適正なカント量を算定する。

3. カント量算定

設定カントは、式(1)により求められる。

$$C_0 = 8.4 \frac{V_0^2}{R} \quad (1)$$

ここで、 C_0 は設定カント (mm)、 V_0 は平均速度 (km/h)、 R は曲線半径 (m) をそれぞれ表す。

さらに、平均速度 V_0 は、自乗平均法 (式(2)) により求めた。

$$V_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n N_i V_i^2}{\sum_{i=1}^n N_i}} \quad (2)$$

ここで、 N_i は列車種別毎の列車数、 V_i は列車種別毎の速度 (km/h) をそれぞれ表す。 V_i については、10月のダイヤ改正時のランカーブから全列車の曲線

表1 曲線部のキロ程とカント差

線路諸元								軌道状態	
BTC	BCC	ECC	ETC	曲線半径	曲線長 (m)	緩和曲線長 (m)	実カト (mm)	現場カト (mm)	カト差 (mm)
99.296	99.351	99.631	99.681	400	385	50	76	95	19
99.686	99.741	99.881	99.936	300	250	55	70	86	16
99.956	100.011	100.073	100.128	400	172	55	81	90	9
100.221	100.286	100.576	100.641	300	420	65	85	103	18
104.561	104.621	104.871	104.931	400	370	60	86	100	14
104.981	105.041	105.181	105.241	400	260	60	86	93	7
105.393	105.453	105.553	105.613	400	220	60	86	95	9
106.027	106.087	106.192	106.252	360	225	60	86	95	9
106.272	106.332	106.377	106.437	360	165	60	86	92	6
106.727	106.782	106.912	106.967	400	240	55	81	99	18

キーワード：オーバーカント ランカーブ 平面性 緩和曲線長

住所： 京都府福知山市天田小字沢 93 - 1 Tel. 0773 - 23 - 8661 Fax. 0773 - 23 - 8661

通過速度を調べた。結果を表2に示す。

表2より、求めた設定カントはカントの最大値105mmを超えるものばかりであった。その為、本検討では、緩和曲線長から設定カントを求める方法を用いた。これは、カントおよび緩和曲線長検討表を用いて取り得るカント量を求めるものであり、車両の3点支持による脱線を防ぐ安全限度 L_1 、車両走行に伴うカントの時間的な変化の割合を考慮した乗心地限度 L_2 、カント不足により走行する車両が受ける超過遠心力の時間的な変化の割合を考慮した乗心地限度 L_3 のそれぞれに対して検討を行うものである。実際の検討表および例として100k221m~100k641mの曲線における解析結果を図1に示す。 L_1 、 L_2 、 L_3 については式(3)により求めた。

$$\begin{aligned} L_1 &= 0.6C' \\ L_2 &= 0.008C'V_0 \\ L_3 &= 0.009Cd'V_0 \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 C' は変数としてのカント量(mm)、 Cd' は C によって変化するカント不足量(mm)を表す。

図1は、カント量を変数と考え、 L_1 、 L_2 、 L_3 それぞれのカント量に対する変化をグラフに図示したものである。その後、緩和曲線長により、取り得るカント量の範囲を決定するといったものである。本検討においては、安全性を重視し、カント量は取り得る上限から-10mmという値を採用した。ここで、10mmは、継目落ち等が起こってもカントの最大値を超えないように設けた余裕である。

各曲線に対して動揺の解析を行い、結果は表2に併せて示す。さらに、現場カントおよび解析した実カントに対する平面性の初めからある狂い量も、平面性初期狂いとして表2に示した。この際、平面性の異常値に対する対策として、福知山支社での異常

値19mmから、先程同様継目落ち対策として10mmを減じて、さらに余裕を1mmとった8mm以下となることを確認し、脱線の恐れのある強い平面性に対しても、安全性が確保できると考えた。表2より、現場カントに対する平面性初期狂いに対し、解析後の平面性初期狂いが小さいことから、オーバーカント区間において適正なカント量を保持することは、平面性狂いの異常値発生を抑止する効果があると言える。

4. まとめ

福知山保線区管内には、オーバーカントとなっている曲線が古くから存在し、それらは年々進行していることが確認された。また、現在の曲線に対する適正なカント量を提案した。

今後は、これらの曲線にMTTを投入し、適正なカント量の保持が、軌道状態にどのように影響するかを見ていきたい。

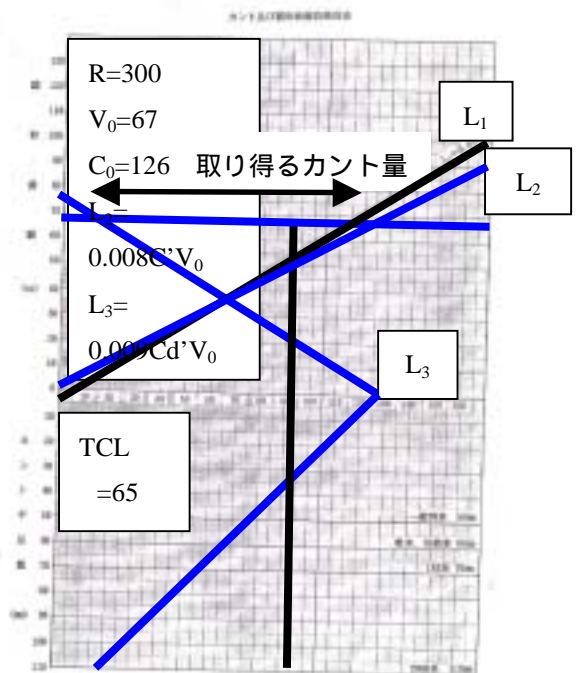


図1 カントおよび緩和曲線長検討表

表2 各曲線における平均速度、均衡カント、設定カント

線路諸元				軌道状態				計算欄		解析結果		
BTC	BCC	ECC	ETC	曲線半径	緩和曲線長(m)	実カント(mm)	現場カント(mm)	平面性初期狂い(mm)	平均速度(km/h)	設定カント(mm)	実カント(mm)	平面性初期狂い(mm)
99.296	99.351	99.631	99.681	400	50	76	95	9.5	75	118	73	7.3
99.686	99.741	99.881	99.936	300	55	70	86	7.8	67	126	81	7.4
99.956	100.011	100.073	100.128	400	55	81	90	8.2	68	97	81	7.4
100.221	100.286	100.576	100.641	300	65	85	103	7.9	67	126	95	7.3
104.561	104.621	104.871	104.931	400	60	86	100	8.3	77	125	87	7.3
104.981	105.041	105.181	105.241	400	60	86	93	7.7	76	121	90	7.5
105.393	105.453	105.553	105.613	400	60	86	95	7.9	75	118	90	7.5
106.027	106.087	106.192	106.252	360	60	86	95	7.9	72	121	90	7.5
106.272	106.332	106.377	106.437	360	60	86	92	7.7	73	124	90	7.5
106.727	106.782	106.912	106.967	400	55	81	99	9.0	70	103	82	7.5