

IV-280

カント不足量に対応した通り狂い整備目標

鉄道総合技術研究所 正会員 高井 秀之

1. はじめに

列車の到達時間短縮を達成するためには、曲線通過速度向上がきわめて重要である。このため、曲線通過時に作用する左右定常加速度の見直しが検討され、左右振動加速度との組合せによっては現在の乗り心地を悪化させることなく、より大きい左右定常加速度を許容できる見通しが示されている¹⁾。また、曲線通過速度向上の切り札として振子車導入の動きも活発である。ここでは、カント不足量別に乗り心地目標を設定し、これを実現するために必要な通り狂い整備目標を、通り狂いの標準偏差を評価指標として示す。

2. 曲線通過時の乗り心地目標

曲線通過速度は、①走行安全性、②軌道強度、③乗り心地の3点を考慮して決定されるが、通常は乗り心地が決定要因となることが多い。最近の曲線通過時の乗り心地評価の研究に基づいて、左右定常加速度 $\overline{\alpha_h}$ と左右振動加速度(全振幅) α_h の組合せを図1のように設定する。これは次の2点を考慮したものである。

- (1) 左右定常加速度が 0.6m/s^2 以下の場合には、左右振動加速度を 2.0m/s^2 とする。すなわち、

$$\overline{\alpha_h} \leq 0.6\text{m/s}^2 \text{ の場合 : } \alpha_h = 2.0 \text{ ----- (1)}$$

- (2) 左右定常加速度が 0.6m/s^2 超過する場合は、左右定常加速度と左右振動加速度(片振幅)の合計が基準線から 1.6m/s^2 となるよう左右振動加速度(全振幅)の目標値をする(図2)。すなわち、

$$0.6\text{m/s}^2 < \overline{\alpha_h} \text{ の場合 : } \alpha_h = 3.2 - 2 \times \overline{\alpha_h} \text{ ----- (2)}$$

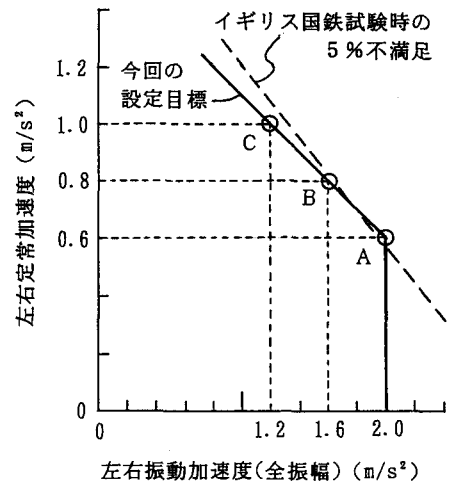


図1 曲線通過時の乗り心地目標

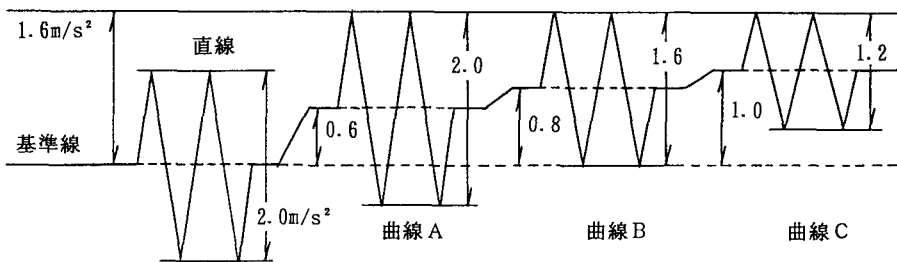


図2 左右定常加速度が作用する場合の左右振動加速度の目標値の考え方

3. 標準偏差を評価指標とする通り狂いと車両動揺の関係解析²⁾

10m弦正矢通り狂いの標準偏差 σ_i (mm)と左右振動加速度(片振幅)の標準偏差 σ_a (m/s^2)との関係については、列車速度 V (km/h)をパラメータとして次式が得られている。

$$\sigma_a = 0.0090 \times \text{通り狂いの標準偏差 } \sigma_i \times \text{列車速度 } V \text{ ----- (3)}$$

この式は試験結果に基づくものなので、以下の計算では概数をとって $\sigma_a = 0.01 \sigma_i V$ を用いる。また、左右振動加速度の最大値は標準偏差の約3倍とみなしてよいことも同試験結果から得られている。

4. 通り狂い整備目標

第2、第3章の条件に基づいて、非振子車・振子車のカント不足量別の曲線通過速度と通り狂い整備目標を計算した。なお、「曲線本則」とはJRで用いられている曲線通過時の基本速度である。

4. 1 非振子車の場合（表1）

現在、JR特急などで採用されているカント不足量 $Cd=70\text{mm}$ の場合は、直線130km/h区間と曲線区間とで必要な通り狂い整備目標がほぼ一致しており、バランスのとれた状態といえる。しかし、カント不足量85mm ($\overline{\alpha_h}=0.8\text{m/s}^2$) を採用する場合には、より高い通り狂い整備度が必要になると推定される。

表1 【非振子車】カント不足量別の曲線通過速度と通り狂い整備目標

計算条件：(1) 軌間 1067mm、(2) 車体傾斜係数 0.25

項 目	直 線	曲 線								
	Cd	50mm ($\overline{\alpha_h}=0.6\text{m/s}^2$)			70mm ($\overline{\alpha_h}=0.8\text{m/s}^2$)			85mm ($\overline{\alpha_h}=1.0\text{m/s}^2$)		
	α_h	2.0m/s ² (全振幅)			1.6m/s ² (全振幅)			1.2m/s ² (全振幅)		
	半径	300m	400m	600m	300m	400m	600m	300m	400m	600m
	カント	105mm	105mm	90mm	105mm	105mm	90mm	105mm	105mm	90mm
曲線本則	---	65km/h	75km/h	90km/h	65km/h	75km/h	90km/h	65km/h	75km/h	90km/h
通過速度 (本則+)	130km/h	70km/h (+5)	85km/h (+10)	100km/h (+15)	75km/h (+10)	90km/h (+15)	105km/h (+15)	80km/h (+15)	95km/h (+20)	110km/h (+20)
通り狂い σ	2.6mm	4.8mm	3.9mm	3.3mm	3.6mm	3.0mm	2.5mm	2.5mm	2.1mm	1.8mm

4. 2 振子車の場合（表2）

振子車のカント不足量は110mmが採用されている。振子車では左右定常加速度が低減されるので、表2の条件ではカント不足量130mmでも左右振動加速度の目標は2.0m/s²となる。この場合には曲線部も直線部と同程度の通り狂い整備目標で良好な乗り心地が確保できると推定される。ただし、カント不足量が大きい状態では曲線半径や列車速度の誤差（計画値と実際値との差）が大きく影響することに注意が必要である。

表2 【振子車】カント不足量別の曲線通過速度と通り狂い整備目標

計算条件：(1) 軌間 1067mm、(2) 振子角 5°（有効振子角 3.5°）

項 目	直 線	曲 線								
	Cd	110mm ($\overline{\alpha_h}=0.4\text{m/s}^2$)			130mm ($\overline{\alpha_h}=0.6\text{m/s}^2$)			150mm ($\overline{\alpha_h}=0.8\text{m/s}^2$)		
	α_h	2.0m/s ² (全振幅)			2.0m/s ² (全振幅)			1.6m/s ² (全振幅)		
	半径	300m	400m	600m	300m	400m	600m	300m	400m	600m
	カント	105mm	105mm	90mm	105mm	105mm	90mm	105mm	105mm	90mm
曲線本則	---	65km/h	75km/h	90km/h	65km/h	75km/h	90km/h	65km/h	75km/h	90km/h
通過速度 (本則+)	130km/h	85km/h (+20)	100km/h (+25)	120km/h (+25)	90km/h (+25)	105km/h (+30)	125km/h (+35)	95km/h (+30)	110km/h (+35)	130km/h (+40)
通り狂い σ	2.6mm	3.9mm	3.3mm	2.8mm	3.7mm	3.2mm	2.7mm	2.8mm	2.4mm	2.1mm

参考文献

- 1) 高井秀之：曲線動揺管理目標値の提案、第46回土木学会講演概要集、IV-46、1991.9
- 2) 高井秀之ほか：軌道狂いの標準偏差による車両動揺の推定、第48回土木学会講演概要集、IV-48、1993.9