

IV-46 曲線部動揺管理目標値の提案

（財）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にとって、曲線通過速度向上は極めて重要な要素である。このため、左右定常加速度の許容値の見直しが検討されているが、曲線部の乗心地には曲線諸元に依存する左右定常加速度だけではなく、主として軌道狂いに起因する左右動揺（振動加速度）の影響が大きい。そこで、左右定常加速度と左右動揺の両者を考慮した曲線部動揺管理目標値の提案を試みる。

2. 曲線通過速度の決定要因

曲線通過速度は以下に示す走行安全性、軌道強度、乗心地の3条件から決定される。通常は乗心地の条件が最も厳しく、乗心地によって曲線通過速度が決まっているといえる。

(1) 走行安全性：○曲線走行中の外方への転倒（重心高さ、風圧、超過遠心力、車両動揺）

○曲線停車中の内方への転倒（重心高さ、風圧）

○脱線（車両走行特性、軌道状態）

(2) 軌道強度：○軌間拡大（レール締結装置の横圧強度）

○急激な通り狂い

(3) 乗心地：○左右定常加速度（円曲線部）

○左右振動加速度

○左右定常加速度の時間変化率（緩和曲線部）

○カントの時間変化率（緩和曲線部）

3. 曲線部動揺管理目標値の提案

3.1 曲線部動揺管理目標値の必要性

曲線部の乗心地は同じ諸元の曲線であっても軌道状態によって大きく異なる。これは曲線部での乗心地には左右定常加速度だけではなく、主として軌道狂いに起因する左右動揺が大きく影響しているからである。現在、曲線通過速度は在来線ではカント不足量70mm、新幹線では同90mm（ともに左右定常加速度0.08gに相当）で制限されているが、軌道状態が良い場合には左右動揺が小さいので、左右定常加速度を現在の基準よりも緩和でき、これによって曲線通過速度が向上できる可能性がある。

3.2 曲線乗心地試験

曲線通過時の乗心地を定量的に把握するためにイギリス国鉄では1983～1984年に大規模な曲線乗心地試験を実施され、左右動揺が小さい場合には左右定常加速度がある程度大きくても乗心地は悪化しないと報告されている¹⁾。日本でも1988年に曲線乗心地試験が行われ、同様の結果が得られている²⁾。両者ともに定性的には同じ結果となっているが、後者は車両動揺が等価振動レベル（上下・左右・前後の3方向合成値）、左右定常加速度が最大左右加速度レベル（左右方向加速度の1Hzローパスフィルタ通過後の5秒間代表値）と特殊な指標となっているので、通常の動揺管理のための指標としては適用しにくい面がある。

3.3 曲線部動揺管理目標値の提案

左右定常加速度と左右動揺が競合した場合の乗心地に関しては、現時点で明確な指標がないので、ここではイギリス国鉄の試験結果に基づいて曲線部の動揺管理目標値を提案する。

立位の乗客の乗心地を対象として左右定常加速度の許容値は0.10gとし、1例として3クラスに分けて左右定常加速度と左右動揺の管理目標値を図1に示す。各クラスの区分の考え方は次のとおりである。

- 【クラス1】 新幹線を想定。軌道および車両の管理状態が良く、乗客も高水準の乗心地を要求することからイギリス国鉄試験の不満足感0%を基本とした。
- 【クラス2】 在来線の特急列車またはそれに相当する列車を想定。イギリス国鉄試験の不満足感5%を基本とした。
- 【クラス3】 一般の列車を想定。イギリス国鉄試験の不満足感10%を基本とした。

左右定常加速度	クラス別の左右動揺目標値					
	クラス1（新幹線）		クラス2（特 急）		クラス3（一 般）	
	カット不足量 軌間1435mm	左右動揺	カット不足量 軌間1067mm	左右動揺	カット不足量 軌間1067mm	左右動揺
0.00～0.02 g	0～25mm	0.20 g	0～20mm	0.24 g	0～20mm	0.28 g
0.02～0.04 g	25～50mm	0.17 g	20～35mm	0.21 g	20～35mm	0.25 g
0.04～0.06 g	50～70mm	0.14 g	35～50mm	0.18 g	35～50mm	0.22 g
0.06～0.08 g	70～95mm	0.11 g	50～70mm	0.15 g	50～70mm	0.19 g
0.08～0.10 g	95～120mm	0.08 g	70～90mm	0.12 g	70～90mm	0.16 g

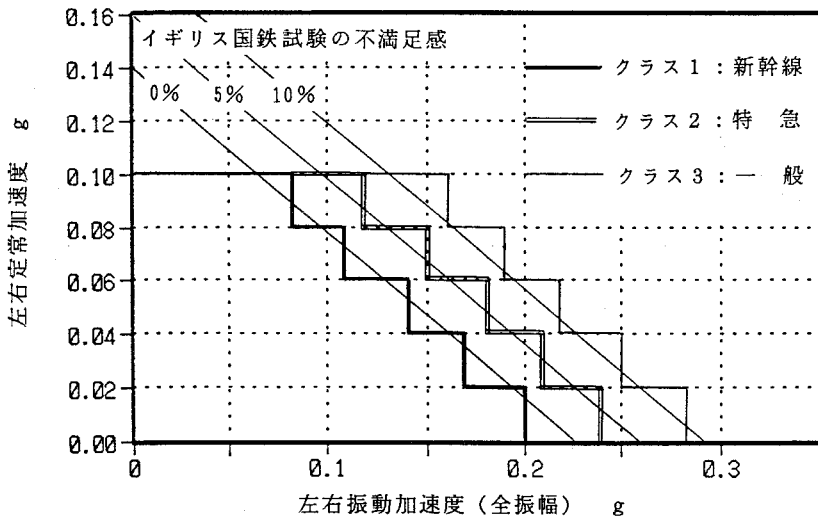


図1 曲線部の動揺管理目標値

4. おわりに

乗心地に関しては乗客の姿勢（立位・座位）、年齢、性別、車両の内装、旅行目的（仕事・観光）、輸送形態（特急・通勤）、その他非常に多くの要素が関連しており、単純に「良い」「悪い」と区分することは困難である。しかし、実際に曲線通過速度を決定するに当たっては何らかの基準を設けざるを得ない。本提案の主たる目的は、曲線部の動揺管理目標値として左右定常加速度と左右動揺の組み合わせが必要であることを示すことであり、その値やクラス区分の方法については全くの私案の段階である。この分野に関して多くの議論がなされ、乗心地向上のための有効な指標が確立されることを期待する。

参考文献

- 1) M G Pollard: Passenger tolerance of high speed curving, Railway Gazette International, 1984.11
- 2) 小笠原・大島・倉又・小林: 列車の曲線通過時乗心地評価法の研究、鉄道総研報告、1990.3