

車両運動シミュレーションによる軌道整備基準値の評価

鉄道総研 正会員 ○古川 敦
J R 東日本 正会員 元好 茂
鉄道総研 宮本 岳史

1. 目的

現在 J R 各社で用いられている軌道整備基準値（表 1）は、昭和 47 年に国鉄が定めた三種軌道整備基準値を基礎にしている。しかし当時と現在では車両の諸元や営業速度等が大きく異なる。本研究では車両運動シミュレーションによって、走行安全性の観点から現行の軌道整備基準値の妥当性を検証した。

2. 解析方法

余弦波の軌道変位上を走行する車両の輪重を車両運動シミュレーションにより算出し、軌道変位の振幅と輪重減少率との関係を求めた。車両運動シミュレーションは、58 自由度の 1 車体モデルで、車輪位置に変位を入力することで任意の軌道変位上を走行する車両の挙動を計算できる¹⁾。軌道変位の波長は 10m、25m の 2 種類とした。速度は表 1 の区切りの速度である 45、85、95、120、130km/h とした。また線形は直線と半径 600m、C=105 の曲線の 2 種類とした。車両は電気機関車、コンテナ貨車（積、空）、ボルスタレス通勤電車（乗車率 100%）、特急電車の 4 車種 5 条件とした。

3. 計算結果

(1) 軌道変位の種類と輪重減少率の関係

図 1 に直線、波長 10m の軌道変位に対する特急電車と電気機関車の輪重減少率の計算結果を示す。高低変位については、振幅 30mm でいずれの条件でも種輪重減少率が 0.4 以下と、安全に対する余裕が十分あるのに対し、通り変位は振幅 21mm 以上で、特急電車の 120km/h 走行時に輪重減少率が 0.8 を越え、余裕が無いことがわかる。また平面性変位は台車 3 点支持の原因となり、速度の影響はあまり受けない。

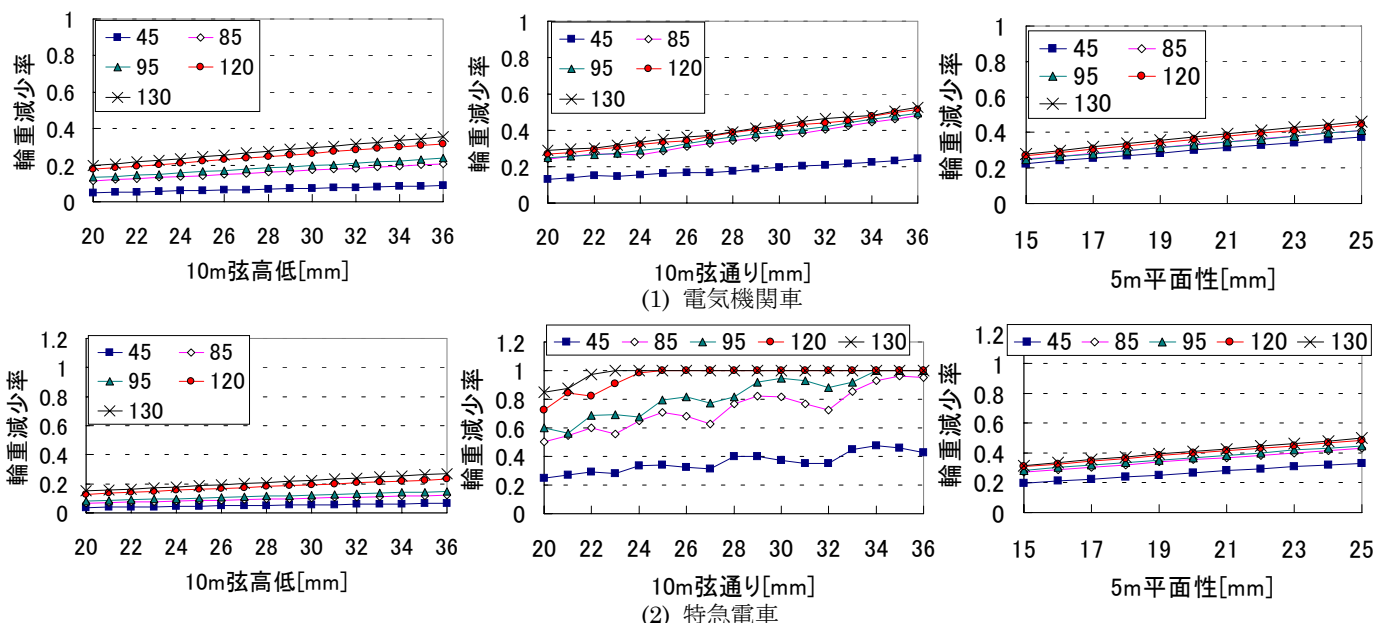


図 1 速度別の軌道変位振幅と輪重減少率との関係（直線、波長 10m）

キーワード 軌道整備基準値、車両運動シミュレーション、輪重減少率、脱線係数

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総研 軌道管理研究室 TEL 042-573-7277

(2) 車種の違いの影響

図2に、全ての車種の95km/h走行時における、直線、波長10mの通り変位・5m平面性変位に対する輪重減少率を示す。

通り変位については、空車のコンテナ貨車が最も条件が厳しく、振幅23mm以上で輪重減少率が0.8となる。平面性変位については車種にかかわらず、現行の基準値23mmを超えても輪重減少率は0.8以下であった。

(3) 波長の違いの影響

図3に、図2と同じ条件における、波長25mの軌道変位に対する輪重減少率を示す。

95km/h、波長25mは約1Hzに相当するが、この周波数付近にローリング固有振動数がある車種では、波長10mの場合と比較して輪重減少率が大きくなる。今回対象とした車種では、電気機関車と通勤電車でその傾向が顕著で、機関車の場合平面性変位15mm以上で輪重減少率が0.8を超過した。

(4) 線形の違いの影響

図4に、半径600m、カント105mmの曲線中に波長10mの通り変位がある場合の、特急電車の95km/h走行時(カント不足量21mm)における脱線係数、輪重減少率を示す。なお、通り変位は曲線の向きにかかわらず進行方向右向きに設定した。

脱線係数は直線区間の方が大きいですが、これは、均衡速度を超える速度では曲線外軌側の輪重が増加するためである。逆に超過遠心力によって内軌側の輪重は減少するため、輪重減少率は直線よりも大きくなる。

脱線係数の目安値を0.95とすると、これに対応する通り変位の振幅は27mmであった。

4. おわりに

車両運動シミュレーションによって現行の軌道整備基準値と走行安全性との関係を求めた結果、高低変位の基準値に余裕があるが、通り変位には余裕が無いことなどがわかった。なお紙面の都合上、紹介した計算例は限られたものになったが、その他の計算結果についても機会を改めて紹介したい。

参考文献

- 1) 宮本岳史，石田浩明，松尾雅樹：地震時の鉄道車両の挙動解析，日本機械学会論文集（C編），1997. 12.

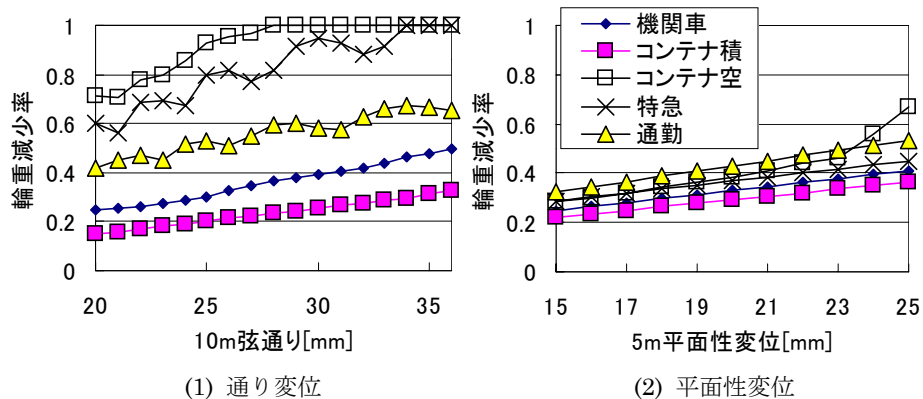


図2 波長10mの軌道変位と輪重減少率の関係（直線，95km/h）

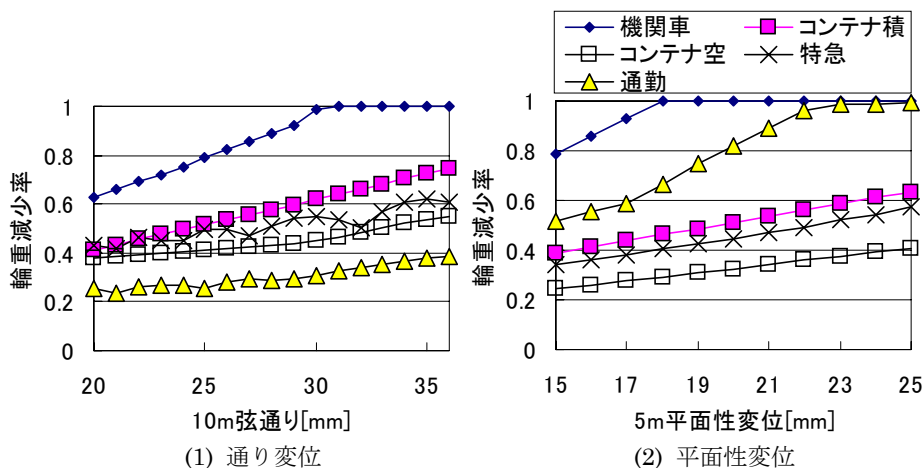


図3 波長25mの軌道変位と輪重減少率の関係（直線，95km/h）

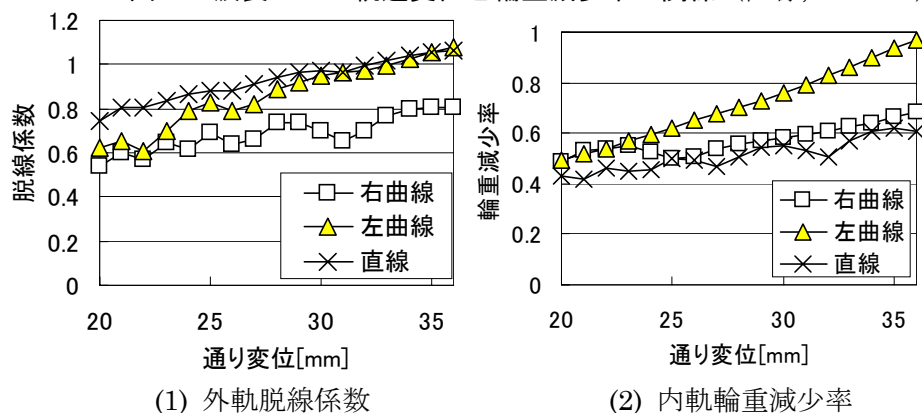


図4 半径600mの曲線中の通り変位と走行安全性の関係（特急電車，95km/h，波長10m）