クロソイド曲線を適用した分岐器の検討

西日本旅客鉄道株式会社	正会員	唐須	崇
西日本旅客鉄道株式会社		今城	正嗣
大和軌道製造株式会社		吉田	敏幸

# 1.はじめに

現状,分岐器の曲線部にはカントや緩和曲線を設け ないこととされており,横圧や車両動揺の改善を図る には曲線半径を大きくする方法が一般的である.しか しながら,限られた軌道延長の中で,曲線半径を大き くする手段として曲線クロッシングを用いた線形の採 用や複心曲線分岐器が既に設計されている.複心曲線 分岐器の効果的な曲線半径の組み合わせ等は既に研究 <sup>1)</sup>が進められているところである.今回,新たな手法の 一つとして,クロソイド曲線の分岐器線形への適用を 検討した.クロソイド曲線とは,緩和曲線の一種であ り、曲線の長さに比例して曲率が変化する特徴を持ち, 鉄道分野では欧州における敷設実績が知られている.

本稿では,試設計を実施した分岐器線形に対して, 車両運動シミュレーションを実施し,従来の分岐器線 形に比べて大幅に乗心地等を改善できる可能性が示さ れたので,その結果を報告する.

### 2.分岐器線形の試設計

クロソイド曲線の適用にあたり,机上の検討を行う 上で設計時の自由度を確保するため,軌道延長の長い 新幹線 18 番分岐器を対象とした.

- (1) 制約条件
  - 設計にあたり制約条件は以下のとおりとした.

スケルトンの変更は最小限に留め,分岐角は変更 しない

クロッシングの形状は極力変更しない

分岐線側通過速度の向上に対応可能とし,95km/h に設定する

(2) 設計パターン

従来分岐器と同じくカント不足量の時間的変化割合の限度は 85mm/sec, 左右振動加速度の時間的変化割合の限度は 0.057g/sec とし,下記の 2 パターンで試設計を行った.

A. クロソイド曲線を前端側に挿入(図1)

B. クロソイド曲線を前端側,後端側に挿入(図2)



ここで,設計パターン B では分岐器後端側にクロソ イド曲線を挿入するため,必然的にクロッシングの形 状変更を伴うが,クロソイド曲線挿入による効果の検 証を優先し,止むを得ないとした.

## 3. 車両運動シミュレーション

試設計を行った 2 パターンに,比較用の従来線形 (R=1106m:単一曲線)を加え,鉄道総研が開発したマ ルチボディダイナミクスソフトウェア(Vehicle Dynamics Simulator)を用い,シミュレーション解析 を実施した.

(1) シミュレーション条件

解析条件を以下に示す . 数値積分の時間刻み 5/10000 秒 車輪およびレールの摩擦係数 μ=0.3 運動の自由度 合計 58 自由度 走行列車速度 80km/h,95km/hの2パターン 対向走行

キーワード 分岐器,クロソイド曲線,横圧,乗心地,車両運動シミュレーション 連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 TEL06-6375-2296 また,評価項目は横圧および車体床面左右振動加速 度とした.

(2) 車両モデルおよび軌道モデル

車両モデルは,700系新幹線電車(中間車)の空車状 態とし,1車体,2台車,4軸箱の合計7つの剛体をば ね・ダンパ要素で結合して構成した(図3).



図3 車両モデル 軌道モデルは,線形の違いによる影響を把握するた め,それぞれの曲線を接合して構成することとした.

(3) シミュレーション結果

80km/h 走行時の横圧および左右振動加速度のシミュレーション波形をそれぞれ図4,図5に示す.

最大値の発生地点を比較すると,従来線形では,横 圧および振動加速度ともに分岐器進入時に瞬間的な最 大値が確認できる.一方,設計パターンAおよび設計 パターンBでは,分岐器進入時に瞬間的な波形を同様 に示すが,その値は従来線形の約2/3程度であり,最 も曲線半径が小さくなるリード部で最大値をとること がわかる.また,分岐器区間から抜け出る際にも著大 な値が確認できる.特に左右振動加速度で顕著であり, 乗心地に大きく影響すると考えられる.分岐器後端側 にクロソイド曲線を挿入した設計パターンBは、他の



線形に比べ,変化が緩やかで最大値も小さい.

次に,走行列車速度 80km/h および 95km/h の場合に おける各評価項目の最大値の比較結果を図6に示す.

80km/h から 95km/h へ速度を向上した場合,各評価項 目の変化率は,クロソイド曲線を適用した設計パター ンA,Bの方が小さい.また,従来線形の80km/h 走行 時の最大値よりも設計パターンA,Bの95km/h 走行時 の最大値の方が小さいことがわかる.



#### 4.考察

既往の研究からも分岐器進入時等で瞬間的な左右動 のピークが発生し、乗心地に対する最も影響すること が知られている<sup>2)</sup>.今回の検討結果からピーク地点に対 して,十分な曲線半径を設定できれば,左右動抑制に よる乗心地の改善や横圧軽減によるトングレール等の 延命化の可能性が示された.また,リード部と分岐器 前端または分岐器後端の間に,クロソイド曲線を挿入 することにより,ピーク地点における大きい曲線半径 の確保に加え,緩やかな曲率の変化を両立できる見込 みが得られたと考える.

一方で,トングレールが従来分岐器よりも長尺になり、断面形状が従来と異なると考えられ,今後の詳細 検討における課題としたい.

# 5.おわりに

今回,新幹線18番分岐器を対象とし,クロソイド曲線の適用を検討したが,今後は立位乗車が多く乗心地 改善のニーズが高いと想定される在来線高番数分岐器 についても検討を進めていく予定である.

### 参考文献

- 前田ほか:分岐器走行時の車両運動改善に関する解 析研究,第14回鉄道力学シンポジウム,2010.7
- 2) 佐藤ほか:分岐器通過時の乗心地に関する研究,第
  17回鉄道技術連合シンポジウム,2010.12