

IV-250 新幹線における緩和曲線の線形と 動揺発生に関する理論的考察

（勸鉄道総合技術研究所 正員 橋本渉一）

1. まえがき

鉄道における大きい動揺の多発箇所として直線区間から曲線区間へ取付ける緩和曲線付近が知られている。新幹線は、その高速運転を考慮して緩和曲線の線形としては在来線と比較して（1）曲率、カントはサイン半波長通減、（2）カント量は内軌側 1/2下げ、外軌側 1/2上げの設定、の2点が異なっている。

ここでは、0系車両を対象として緩和曲線の設定条件の差異と、高速走行時の車両動揺との関係を明らかにするために、シミュレーションにより理論的検討を行った。

なお、検討対象を明確にするため、軌道狂いの条件は除外した。

2. 緩和曲線の線形条件

新幹線の緩和曲線の線形整備は、主として基準杭およびマルチプルタイタンパー（MTT）を使用した絶対基準で行われているが、通常の補修作業では部分的整備軌道を行うことも多く、建設初期の線形とは異なっている箇所が多いと考えられる。これらを考慮してシミュレーションは東海道新幹線の標準的曲線である曲線半径 2,500m、緩和曲線長 410m、カント 180mm(200mm)を対象とし、以下の4条件を想定して行った。

- (1) 曲率・カントの通減 ----- サイン半波長通減
カントの設定 ----- 内軌を50%下げ、外軌を50%上げる。
- (2) 曲率・カントの通減 ----- 直線通減
カントの設定 ----- 内軌を50%下げ、外軌を50%上げる。
- (3) 曲率・カントの通減 ----- サイン半波長通減
カントの設定 ----- 内軌を20%下げ、外軌を80%上げる。
- (4) 曲率・カントの通減 ----- 直線通減
カントの設定 ----- 内軌を20%下げ、外軌を80%上げる。

なお、曲率をサイン半波長通減した場合と直線通減した場合の通り方向の最大変位は27mmとなる。

3. 車両の走行条件

0系車両が現在の東海道・山陽新幹線の運転最高速度 220km/hで走行した場合と、速度向上のためカント・許容カント不足量に変更があった場合を想定し、曲線半径 2,500m、緩和曲線長 410mにおいて以下の2条件とした。

- (1) 速度 220km/h、カント180mm、カント不足 49mm （現行：許容カント不足 90mm）
- (2) 速度 260km/h、カント200mm、カント不足 119mm （想定：許容カント不足 120mm）

4. シミュレーション結果

新幹線軌道整備心得に定められた通りの、曲率・カントをサイン半波長通減し、カントが±50%設定された軌道（条件(1)）を 260km/h走行した場合の車内動揺加速度（左右動加速度は絶対座標ではなく、車体床面に平行な加速度を表わす。以下単に動揺加速度と称する。）を図1(1)に示す。この場合、車体重心の上下変位はなく上下動加速0は発生しない。左右動加速度はBTC・BCC付近でも滑らかに変化し、緩

和曲線中では進行方向後部台車の直上加速度の方が前部より大きい。

次に曲率・カントを直線通減し、カントが -20% 、 $+80\%$ 設定された軌道（条件(4)）を 260km/h 走行した場合の動揺加速度を図1(2)に示す。この場合、B.T.C・B.C.C付近で上下動加速度および左右動加速度が発生するが、緩和曲線中央付近の動揺は条件(1)と比較して差はない。

4つの軌道条件における 220km/h 、 260km/h 走行した場合の動揺加速度の最大値を図2に示す。走行速度が上がるにより加速度の絶対値は大きくなるが、軌道条件に対する車両の応答は定性的にはほぼ等しくなっている。

5. まとめ

シミュレーションの結果をまとめると以下ようになる。

(1) 左右動加速度について、サイン半波長通減の場合は、B.T.C・B.C.C付近において直線通減の場合より小さい。

(2) 上下動加速度は、直線通減でかつカントの内外軌の設定量が均等でない場合にのみ発生する。

(3) サイン半波長通減であれば、カントの内外軌の設定量が均等でない場合でも左右動加速度には大きい差は無く、上下動加速度も非常に小さい。

6. あとがき

実測される加速度は、今回の軌道狂いの全くないシミュレーション結果より、かなり大きい値を示すことから、緩和曲線通過時の車両動揺は、線形の影響より現実存在する軌道狂いによる影響が大きいものと考えられる。

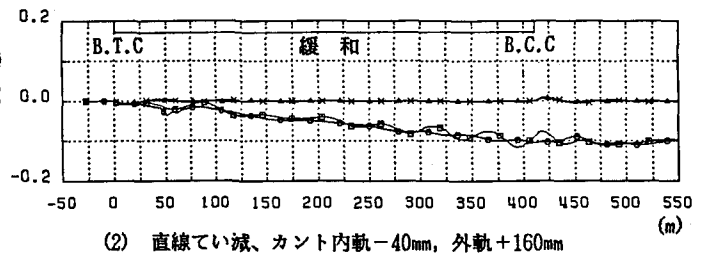
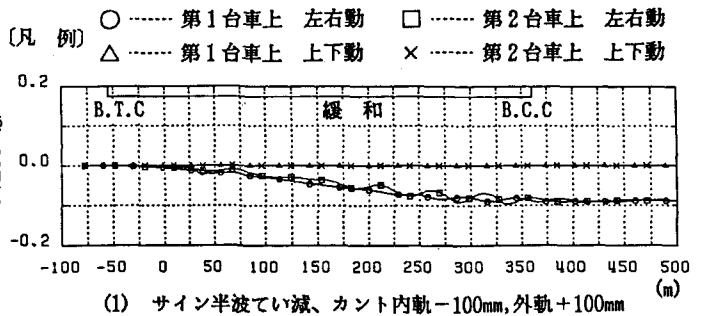


図1 曲線半径 2500m カント 200mm 緩和曲線長 410m
 260km/h 走行時の応答

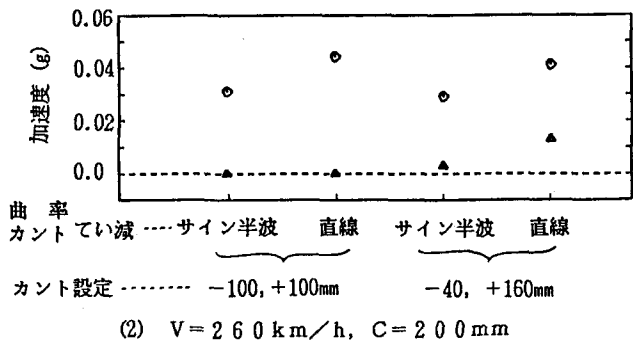
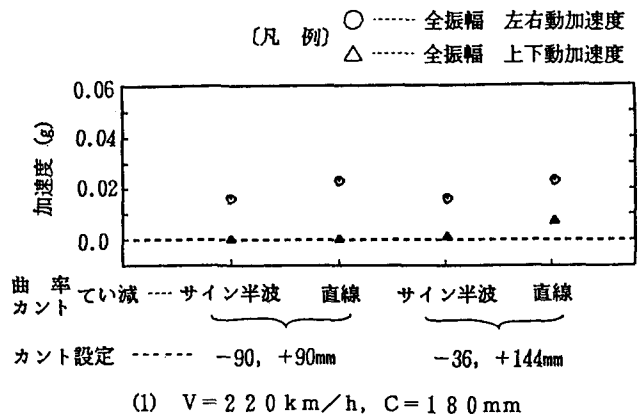


図2 曲線半径 2500m 、緩和曲線長 410m 走行時の全振幅加速度