

IV-174 横圧処理フィルターの検討

国鉄 鉄道技術研究所 正会員 小菅 俊一

1. まえがき

近年、時間価値の増大に伴い、国鉄も各線区で速度向上を実施しているが、この場合に速度向上試験における基準値を超える横圧が発生することがあり、軌道狂いの整正ならびにレール頭側面の削正によりその都度対処しているが、この発生箇所を横圧の測定によらないで、軌道狂い形状の検測により、求めることが希望されている。そこで、横圧の発生に最も関係が深いと考えられる通り狂いのある軌道上を一剛体台車モデルが走行する場合の理論的な計算を行い、通り狂いの整備手法について検討する。

2. 横圧の立場からみた通り狂いの整備限度

2. 1 計算の前提

計算を行うにあたり、次の前提を設ける。

- (1) ここではレール締結装置の横圧限度値付近の大きな横圧を対象としているので、一方のフランジは常にレールと接し、また他方のフランジは常にレールと離れているものとする。フランジがレールと接しているという前提をモデル上では、図1に示すように車輪が軌道の横方向のばねで支持されていることに置き換える。
- (2) レール・車輪間に作用するクリープ力については線形クリープ理論に従うものとする。
- (3) 横動遊間が存在するために実際には車輪がレールに接している状態ではすでに左右の車輪の有効半径に差が生じていること、およびフランジにより車輪の有効半径に制限が加えられることについては、運動方程式の線形性を保つために無視する。
- (4) 比較的短い波長の通り狂いを対象とした検討を行うので、車両のモデルには図2に示す一剛体台車モデルを用いる。

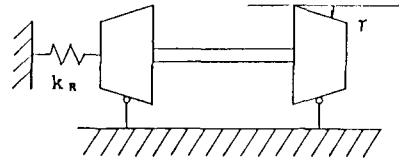


図1 レール・車輪の力学モデル

計算の対象とした車両形式は新幹線が0系、在来線は485系および381系であったが、3者ともその傾向は類似していたので、在来線485系の検討経緯ならびに結果についてのみ報告する。

2. 2 計算の手順および結果

計算は以下のような手順で行った。

- (1) 図2に示した一剛体台車モデルについて運動方程式を導き、これに対して通り狂いの波長および列車速度を考慮して単位の通り狂いの振幅に対する横圧の周波数応答を求める。

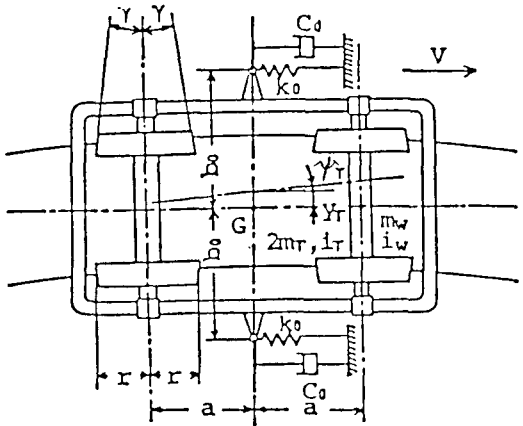


図2 台車モデル

- (2) レール締結装置の横圧の管理目標値については、差当り、6号9形レール締結装置の設計のB荷重であり、3号5形レール締結装置の設計のA荷重である30kNとして、この値に対する通り狂いの許容残存狂い量を求める。

上述の手順に従って計算した在来線485系の横圧の立場からみた許容残存通り狂いを図3に示す。

2. 3 考察

図3によると、短い波長の通り狂いに対する許容残存通り狂いはほぼ一定の値となっている。このことに着目して、波長0mの極限に対する許容残存通り狂いを計算すると、次式を得る。

$$a_{OLIM} = Q_0 / k_R$$

ここで、

a_{OLIM} ; 波長 0 m の極限に対する許容残存通り狂い

Q_0 ; 横圧の管理目標値

k_R ; 軌道横ばね係数

この式は、横圧の立場からみた短波長の通り狂いの整備限度を検討する場合には、軌道の横ばね係数が大きく影響することを示している。計算に用いた軌道ばね係数は15MN/mで、これは一般の軌道構造を有する箇所における値であるが、レール継目部、分岐器および伸縮継目など特殊な軌道構造を有する箇所の軌道横ばね係数は一般の軌道構造を有する箇所のそれより大きいと考えられるもののその値は不明であった。そこで特殊な軌道構造を有する箇所の軌道横ばね係数を求めるために、レール継目部およびスラブ分岐器の横圧載荷試験を日野土木実験所において行った。その結果、レール継目部についてはほぼ一般の軌道構造を有する箇所と同じ程度であり、スラブ分岐器については分岐器各部でばらつきはあるものの一般の軌道構造を有する箇所と比較してかなり大きな値を得たので、図3に示した横圧の立場からみた許容残存通り狂いはレール継目部に対しても適用可能であると考えられた。

3. 横圧処理フィルターの検討

横圧処理フィルターは、図3で求めた横圧の立場からみた許容残存通り狂いの各列車速度に対する最小値の包絡線の逆数をとることによって求めることができる。図3によると、横圧の立場からみた許容残存通り狂いの最小値はほぼ列車速度の最大値によって規定されているので、この場合には位相差を含めたフィルターの構成が可能であると考えられる。通り狂いの波長 0 m に対する極限値を 0 dB とし、在来線の 160km/h 運転線区用として構成した横圧処理フィルターの振幅特性と位相特性を図4に示す。

前章で述べたように、横圧処理フィルターの形状は軌道横ばね係数をどの程度に見積もるかによって、大きく変わってくる可能性がある。軌道横ばね係数については一般の軌道構造を有する箇所の値を用いて計算しているので、この横圧処理フィルターはレール継目部を含めた一般の軌道構造を有する箇所においてのみ適用されるべきものである。

4. まとめ

比較的短い波長の通り狂いを対象として、横圧処理フィルターの構成の手法に関する検討を行ったが、実用的な横圧処理フィルターについては、現在国鉄の各線区で行われている速度向上試験結果との照合を含む多面的な検討を経て定められることとなる。

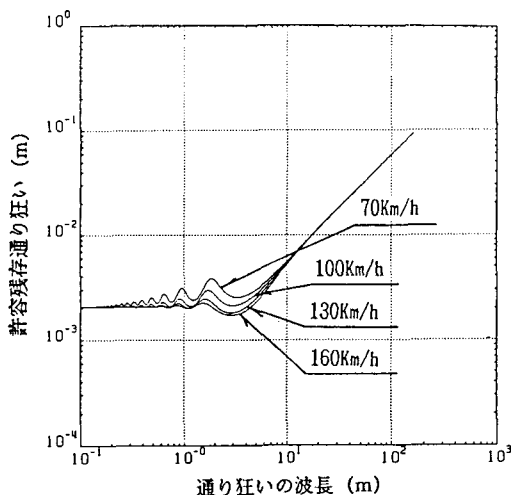
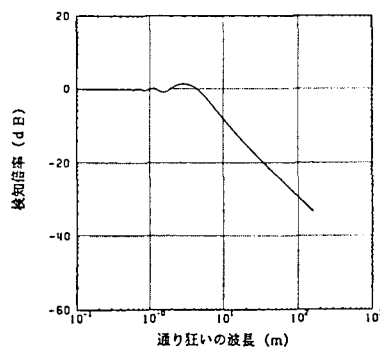
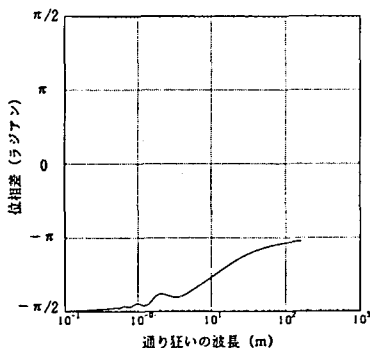


図3 横圧の立場からみた許容残存通り狂い



a) 振幅特性



b) 位相特性

図4 横圧処理フィルター