曲線中のレール破断箇所におけるレール頭部左右変位および輪重・横圧の発生傾向について

- (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 〇栗原 巧
- (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫
- (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 西宮 裕騎

1. はじめに

曲線中のレール破断箇所を車両が走行する場合、横圧によってレールが軌間外側へ変形し、開口部で目違い が生じ、衝撃的な横圧が発生するとともに走行安全性に影響を与えることが懸念される。本研究では、在来線 のバラスト軌道上のレール開口部を対象とした動的挙動解析¹⁾(以下、「走行シミュレーション」という。)お よび過去の研究開発で得た知見²⁾(以下、「静的載荷試験・輪重横圧推定式」という。)を基に、曲線中のレー ル破断箇所におけるレール頭部左右変位および輪重・横圧等の発生傾向に関する基礎検討を行った。

2. 妥当性の検証

最近の研究において走行シミュレー ションにより、レール開口量、曲線半径、 列車速度、軌道変位等がレール開口部通 過時の車両および軌道に与える挙動を 把握して、走行安全性を評価することが 可能となっている。

また、従来より走行安全性の指標に用いられているレール頭部左 右変位について、以下の手順によるレール破断時の静的載荷試験結 果・輪重横圧推定式を用いた推定法を過去に検討している。

① 図1に示すとおり、損傷箇所のレールに横圧が作用した場合、レ ールが曲線外軌に変位して局所的に先頭軸位置の曲率が小さくなる。 この曲率に応じた横圧を輪重横圧推定式で求める。

 別途実施した静的載荷試験から、レール左右変位と横圧 の関係を求める。

③ ①と②が一致する変位量と横圧が、レール破断時の開口 部通過直前のレール頭部左右変位量と発生横圧となる。

後者の推定法の妥当性を検証するため、表1に示した条件 において、静的載荷試験・輪重横圧推定式によるレール頭部 左右変位を、走行シミュレーションによる去り側レール頭部 左右変位と比較した。

曲線外軌の破断時の場合について、静的載荷試験と輪重横 圧推定式から求めた曲率と横圧の関係から、それぞれが釣り 合う交点であるレール頭部左右変位を図2に示す。

静的載荷試験・輪重横圧推定式によるレール頭部左右変位 の推定値は、走行シミュレーション結果に対して安全側の値となっていた(図3)。

静的載荷試験·輪重横圧推定式 項目 走行シミュレーション 列車速度(km/h) 15.0 15.0 設 定 カント (mm) 0.0 0.0 曲線半径(m) 300,600,800 300,600,800 締結間隔(mm) 600 600 通勤電車 通勤電車 車両形式

検討条件

表 1



横圧作用時の曲線形状 図 1



による横圧とレール頭部左右変位

3.輪重・横圧の発生傾向および分析

走行シミュレーションを用いて解析した外軌側第1軸の時刻歴波形を図4に示す。ただし、本走行シミュレ ーションにおいて角折れ、軌道変位、レール頭部の摩耗等は考慮していない。

キーワード 曲線中のレール破断、横圧、レール頭部左右変位、走行シミュレーション、輪重横圧推定式 連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7275

-799-

横圧は、曲線半径が小さくなることでピーク値が大きくなり、 開口部通過前に比べ大きく増加する傾向が見られた。輪重は、曲 線半径 800m におけるピーク値が最大となり、曲線半径 600m お よび曲線半径 300m におけるピーク値はほぼ同程度であった。

また、去り側のレール頭部左右変位は、横圧と同様に曲線半径 が小さくなることでピーク値が大きくなり、ピーク時付近におい て横圧が大きく増加する傾向を示した。

脱線係数については、いずれの曲線半径においても、脱線係数 目安値 0.8 の超過は認められなかった。

4. 考察

図3に示すとおり、静的載荷試験・輪重横圧推定式のレ ール頭部左右変位の推定値と走行シミュレーション結果 による去り側レール頭部左右変位は、曲線半径が小さく なるほど差が大きくなる傾向を示している。

この差については、以下の理由が考えられる。

静的載荷試験・輪重横圧推定式による推定法では、横圧 によって生じる曲線外軌へのレール変位の形を輪重横圧 推定式で用いる曲率に置き換えている。

この推定法は簡易な手法であり、この差はレール破断 時の静的載荷試験・輪重横圧推定式において想定してい る横圧が作用した場合におけるレール変形形状と走行シ ミュレーションで生じているレール変形形状に差異があ ることなどによることが考えられる。

開口部通過時の走行安全性を適切に評価するためには、 走行シミュレーションを用いるのが良いが、静的載荷試 験・輪重横圧推定式による推定法は、種々の条件下の破 断時における走行安全性を評価する際の相対的な手法 として活用し得ると考えられる。

5. まとめ

静的載荷試験・輪重横圧推定式によるレール頭部左右 変位の推定法は、走行シミュレーション結果に対して安 全側の値になっていることを確認した。

今後、レール破断時の走行安全性に関して、さらにケ ーススタディを行っていく予定である。

参考文献

1)西宮裕騎、片岡宏夫、平出壮司、スラブ軌道におけるロングレールの敷設範囲拡大、鉄道総研報告、第29巻、第8号、2105.08

2) 佐古武彦、片岡宏夫、溝口敦司、古川敦、レール折損時 における補強継目板取り付け時の静的載荷試験、土木学会第 61 回年次学術講演会、2006.09

