

ローリング指標による効果的な動揺対策整備の確立

西日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 黒田昌生
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木常夫
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 松井精一

1. はじめに

これまで列車動揺については、水平方向と鉛直方向の加速度で管理されており、基準値を超えるものについて軌道整備を検討している。軌道整備手法として、上下動揺に対しては高低狂いを狙った整備でよいが、左右動揺に対してはその性質によって整備対象狂いを判断する必要がある。MTT で整備できるような道床一般区間においては問題ないが、分岐器区間やスラブ区間などの施工においては、人力施工が主体であるため、整備の狙いを明確にしておかないと、整備自体が意味を得ないものになりかねない。

整備手法の選択にかかわってくるのは左右動の性質（ヨーイング、ローリング）であり、それらを区別して整備するのが重要である。そのためには、ヨーイングとローリングをどのように評価するかが重要となる。現在ではそれらを判断する明確な指標がなく、列車添乗による体感報告にも個人差等があり、正確な情報とはなりかねる。

そこで本研究では、列車走行状況をダイレクトに示す動揺波形を用いてローリング指標について検討し、動揺対策整備における整備対象区間の抽出および効果的な整備手法の選択を可能にすることを目的とする。

2. ローリングとは...

(1) 定義

ローリングとは、車体端面および車体内に中心軸をもち、進行方向へ回転運動しながら変化するものである。

(2) 動揺角

本論では動揺角度として、図-2 に示すように、上下動揺成分のベクトルと左右動揺成分のベクトルとが合成されてできる合成動揺成分と中心線とが成す角を定義し、その時間的変化の形状によりローリングを評価できないかと考えた。

(3) 実験的検証

ここで、実際に動揺計（吉田式）を用いてローリングを再現し、上下・左右動の動きの変化を見てみた。その結果を図-3 に示す。この実験では、上下動、左右動で波長が 1/2 倍となり、両者の位相差が 270 度となった、この結果より動揺角の変化を算出すると図-4 のようになり、角度が時系列的に徐々に変化していく三角波の挙動を示すことがわかった。

このことから、ローリングの基本的な挙動として、動揺角の三角波的变化が見られるのではないかと考えられる。

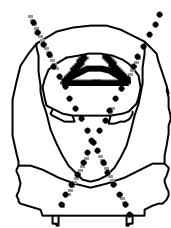


図-1 ローリングイメー

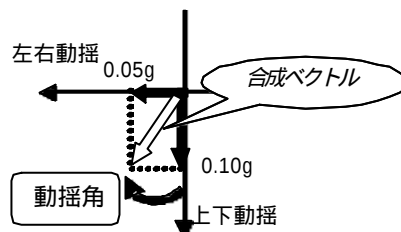


図-2 動揺角イメージ

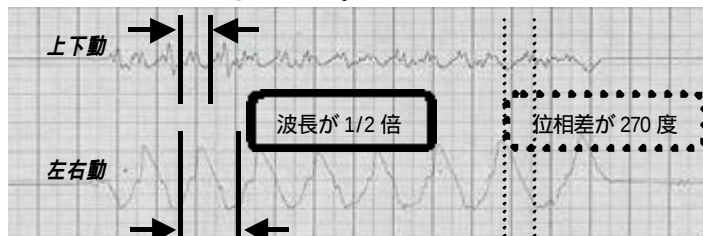


図-3 吉田式動揺計によるローリング実験

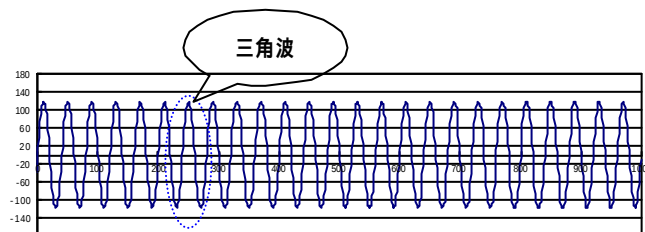


図-4 吉田式測定における動揺角変化

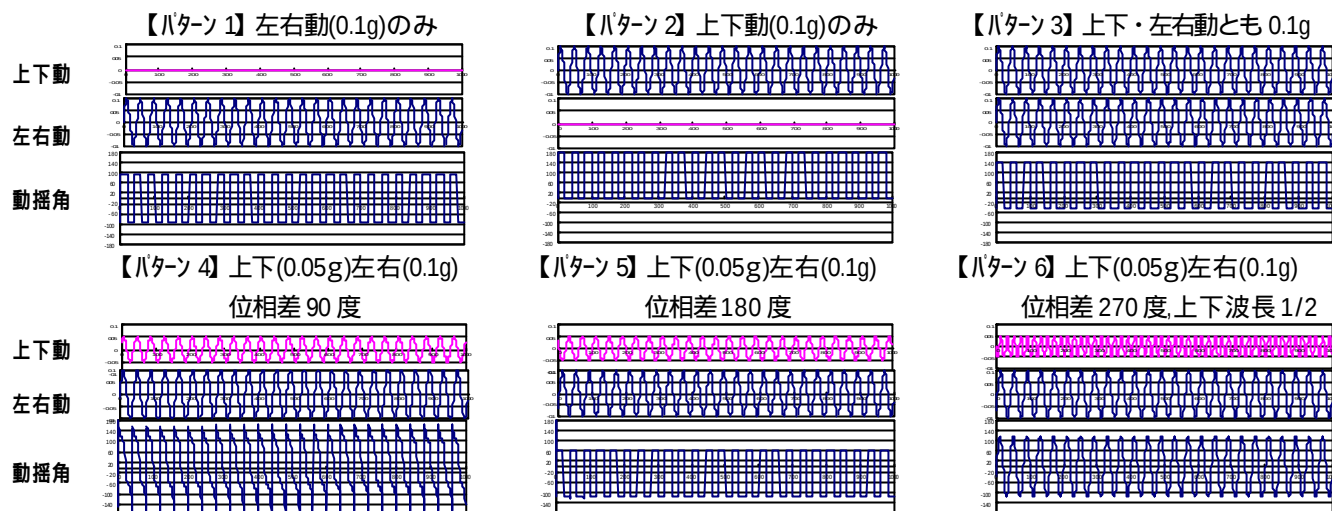
3. 動揺角におけるシミュレーション

(1) 動揺角変化のシミュレーション

前章では基本的な動揺パターンの検証を行ったが、実際の動揺は様々な正弦波の合成であり、様々な動揺パターンが存在する。そこで、動揺の振幅、位相差、波長を変化させることで動揺角変化のシミュレーションを行い、ローリングとの関連性を検討する。なお、動揺成分の表現は正弦波とし、1波長が 40m の場合を仮定している。

・keyword: ローリング、動揺、動揺角

・連絡先：西明石新幹線保線区 〒673 - 0049 兵庫県明石市西明石西町 1 - 1 - 9 TEL(078)922 - 3620 JR:072 - 6761



シミュレーションの結果を見ると、上下動・左右動のみが加わるようなパターンや、位相差が180度であるパターンでは、動揺角変化は矩形になり、その他のパターンでは、形状の差異はあるものの、角度が時系列的に変化している様子がわかった。

この結果から、動揺角の変化が矩形となっているような場合ではローリングは発生しておらず、傾きを持って変化している場合についてはローリングが発生しているのではないかとと思われる。

4. 実動揺波形での検証

左右動揺発生箇所を長波長むら直しにより、左右の乗り心地を改善した箇所の事例から、これまで検討した動揺角について検証を行ってみることとする。

図-5 に施工前後の動揺および動揺角の変化を示す。動揺角の変化で見てみると、施工前に細かく毛羽立っていた波形が大まかな波形となり、矩形に近づいている様子がわかるが、非常に検証しづらい。これは、動揺角自体が動揺値の微細な変化をも表現するためであり、動揺自体の値を考慮したものではないからである。本来、微細な動揺ではなく、ある程度動揺値が大きい箇所でローリングを指標化するのが目的であることからすると、動揺波形を移動平均処理等により、微細な動揺波形を除去し、動揺角の変化を検証するほうが効果的であると考えられるため、5m, 10m, 20m とそれぞれの範囲で動揺値を移動平均処理し、その波形からの動揺格変化を検証した。図-6 には20m 移動平均処理を行った結果を示すが、図の丸で囲んだ箇所で三角波の波形が矩形波形に変化している様子がわかる。これは前述の分析からローリング動揺がとれている状況を示しているものと思われる。移動平均区間が何mで適切なかは定かではないが、今後の事例検証の蓄積によって明確にしていきたい。

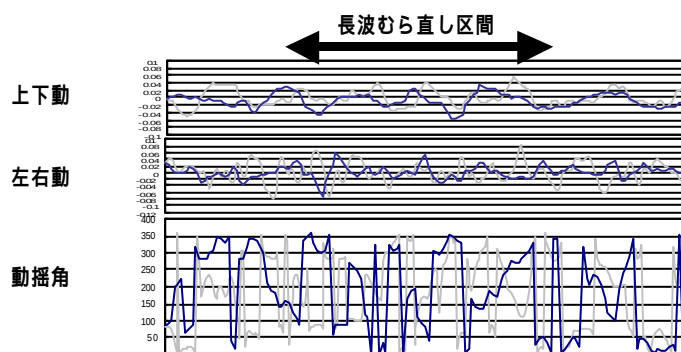


図-5 施工前後の動揺角変化

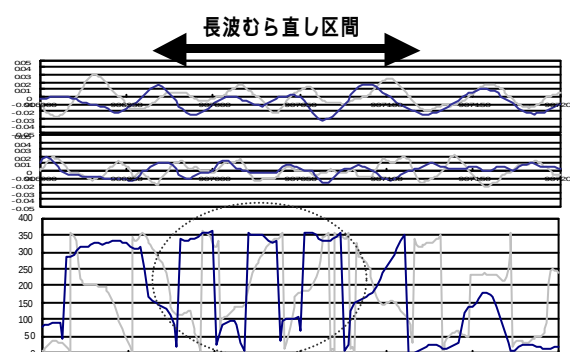


図-6 施工前後の動揺角変化(20m 移動平均)

一方、施工前後の40 通り波形を図-7 に示すように、40m 通り波形が改善していないことがわかる。しかし、この区間での乗り心地レベルは改善しており、この結果から、通り狂いを単に整備するだけでは乗り心地は改善せず、今回提唱したローリング指標などでローリングを評価し、整備方法または整備区間を決定していくことが有効な動揺対策整備になると考えられる。

5. まとめ

本研究では、ローリング指標として動揺角を提唱し、動揺対策における効果的な整備手法に関する考察を行った。今回は検証事例も少ないため、今後さらに検証実績を積み上げ、指標の精度を高めていきたい。また、指標の精度の向上によって、整備手法・整備区間の選定を可能とし、動揺測定結果と軌道狂い波形により有効な整備を行えるようにしていきたい。

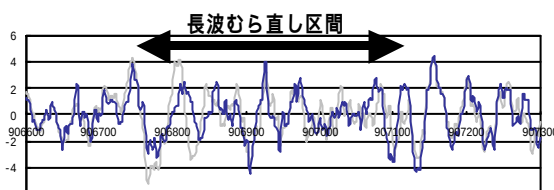


図-7 施工前後の40m通り波形