

マンガンクロッシングの振動加速度による損傷状態の検知に関する基礎検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○塩田 勝利
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 清水 紗希
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 及川 祐也

1. はじめに

これまでに著者らは、マンガンクロッシングの振動加速度を用いて損傷状態を検知する手法について取り組んでおり、損傷状態と振動加速度に関連性があることを明らかにした¹⁾。しかしながら、これまでの検討では営業線における損傷状態のデータが不足しており、損傷の程度による振動加速度の発生傾向の違いを評価できていなかった。そこで、本研究では、営業線で損傷程度の異なる複数のマンガンクロッシングを対象に振動加速度測定を実施し、その発生傾向について比較した。また、損傷状態を模擬した解析モデルを用いて損傷状態と振動加速度の関連性について検討を行った。

2. 営業線におけるマンガンクロッシングの振動加速度の測定試験

(1) 概要

営業線において損傷度の異なる2つのマンガンクロッシングで振動加速度を測定した。対象マンガンクロッシングは、60kg レール用 12 番マンガンクロッシング (図面番号: C60M12-102) とした。振動加速度の測定箇所は、乗り移り部近傍とした。振動加速度の測定箇所の概要を図1に、試験対象マンガンクロッシングの状況を図2に示す。

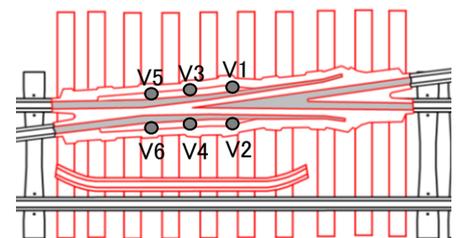


図1 振動加速度の測定箇所の概要

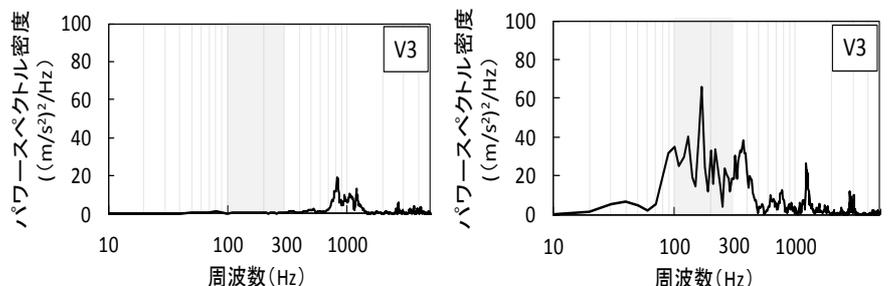
測定車両は特急型車両を対象とし、走行速度は、40~55km/hであった。走行方向は、損傷の小さいマンガンクロッシングは背向方向、損傷の大きいマンガンクロッシングは対向方向である。また、測定データの分析方法として、車両の輪軸通過時の振動加速度のピーク値に対してパワースペクトル分析を実施し、さらに、パワースペクトルのピーク値とその周波数帯を抽出した。なお、測点 V1~V6 のうち、乗り移り部近傍の V3 の測定データの変動が比較的顕著であるため、V3 を対象として分析を実施した。



図2 試験対象マンガンクロッシング

(2) 結果

図3に分析結果の一例を示す。結果より、損傷が大きいクロッシングでは、100~300Hz の周波数帯でピークが発生する傾向があることがわかった。次に、通過軸数分のピーク値とその周波数帯を抽出した結果を図4に示す。結果を確認すると、損傷の大きいマンガンクロッシングでは、通過軸数全体の約9割が100~300Hzの周波数帯でピークが発生しており、また、発生しているパワースペクトルも比較的大きいことがわかった。一方、損傷の小さいマンガンクロッシングでは、通過軸数全体の約8割が上述の周波数帯以外でピークが発生しており、



(a) 損傷の小さいマンガンクロッシング (b) 損傷の大きいマンガンクロッシング

図3 パワースペクトルのピーク値の比較 (測点 V3)

キーワード マンガンクロッシング, 振動加速度, シミュレーション

1000Hz 付近の周波数帯で発生している割合が多いことがわかった。

3. 解析による検証

(1) 概要

マンガクロッシングの損傷状態とパワースペクトルが卓越する周波数帯の関連性を把握するため、図5に示す解析モデルを用いて振動解析を実施した。また、マンガクロッシングの損傷状態を簡易的に模擬するために、試験対象マンガクロッシングのノーズレールとウィングレールの落ち込み量を解析モデルに反映させ、解析を実施した。なお、落ち込み量は、断面形状測定により得られた測定断面と設計断面の鉛直方向の差とした。解析に用いたマンガクロッシングの落ち込み量を図6に示す。

(2) 結果

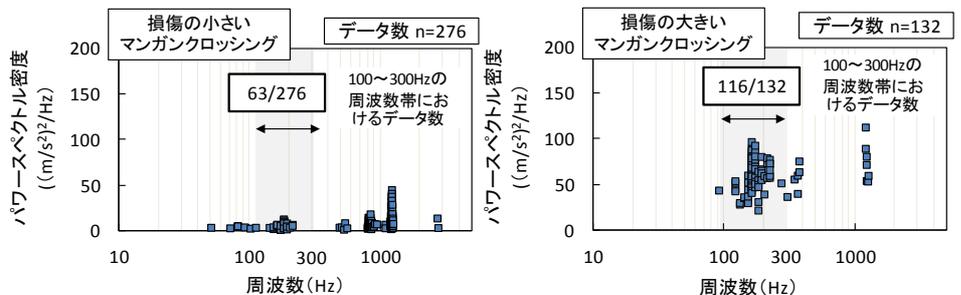
解析結果の一例と図4のグラフを重ね合わせたものを図7に示す。結果を確認すると、損傷の大きいクロッシングでは 100～300Hz の周波数帯でピークが発生する傾向があることを確認し、損傷状態と上述の周波数帯に関連性があることを確認した。また、損傷の小さいクロッシングでは解析結果および実測値ともに、1000Hz 付近でもピークが立つ傾向があり、このことは損傷が小さく、乗り移りが良好な場合にはこの周波数帯でピークが立つ可能性が考えられることがわかった。なお、本解析における解析結果と実測値のピーク値の差異については、車両モデルが1車輪モデルであること、また、断面形状が測定断面を線形で補完していることなどが影響していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、振動加速度によりマンガクロッシングの損傷状態を検知することを目指して、営業線で損傷度の異なる複数のマンガクロッシングの振動加速度の測定および分析を実施するとともに、解析による検証を行った。その結果、100～300Hz の周波数帯で発生するパワースペクトルを確認することで、損傷状態を検知できる可能性があることがわかった。今後は、損傷程度と発生する振動加速度の関係性の深度化および振動加速度を用いた検査への適用方法の検討を行う予定である。

参考文献

1) 清水紗希他:「クロッシング劣化状態監視手法の基礎研究」, 土木学会第 68 回年次学術講演会, VI-512(2013)



(a) 損傷の小さいマンガクロッシング (b) 損傷の大きいマンガクロッシング

図4 パワースペクトルのピーク値の比較 (測点 V3)

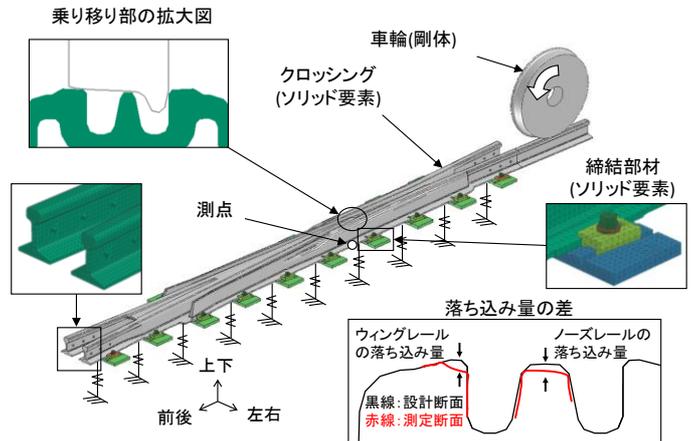
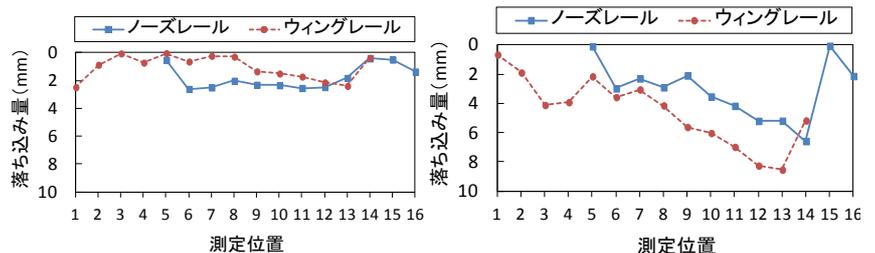
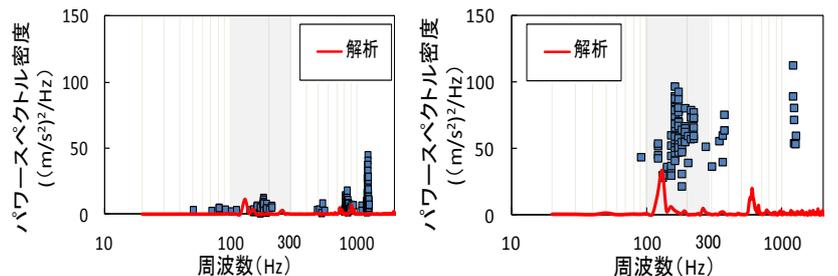


図5 解析モデル概要¹⁾



(a) 損傷の小さいマンガクロッシング (b) 損傷の大きいマンガクロッシング

図6 断面形状測定結果



(a) 損傷の小さいマンガクロッシング (b) 損傷の大きいマンガクロッシング

図7 解析結果 (測点 V3)