分岐器クロッシング部の PC まくらぎの設計に関する一考察

JR 西日本　正会員　○楠田　将之
JR 西日本　正会員　住吉　賢治
JR 西日本　正会員　山口　義信
レールテック　正会員　奥田　広之

１．はじめに

ＪＲ西日本では分岐器の保守周期延伸およびまくらぎの寿命延伸を目的に，平成 11 年度よりポイント部ＰＣまくらぎ化（在来線），続いてリード部･クロッシング部を含めた全体ＰＣまくらぎ化に取り組んでいる．今回，敷設後の状態を追跡調査中の分岐器においてクロッシング乗移り部直下のＰＣまくらぎのうちの１本に傷が見受けられた（図１）のをうけ，当該箇所に発生する衝撃輪重の推定およびバラストの支持条件の実態に応じた変更を柱とする設計見直しを実施したので，その概要を報告する．

図１　まくらぎの傷の状況

２．まくらぎの状況

その事象はまくらぎ底部付近に傷が発生している状態で発見された．なお，その直上のクロッシング乗移り部の最大落込み量は 6㎜ あり，クロッシング乗移り部の座潰により想定した設計輪重以上の衝撃輪重がＰＣまくらぎに作用し，さらに衝撃輪重の繰返し作用により傷が発生したものと推定された．図２にクロッシング乗移り部の状況を示す。

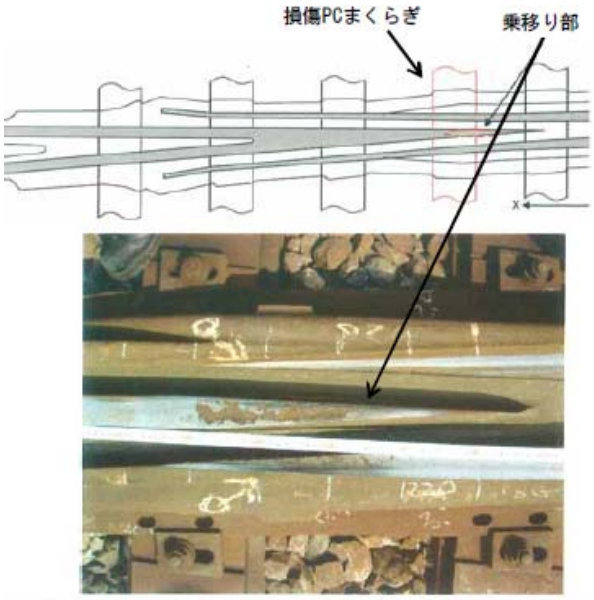

図２　クロッシング乗移り部の状況

３．当該まくらぎの設計方法

当該まくらぎの設計曲げモーメントの考え方は，図３に示す分岐器および一様支持された道床バラストを三次元の有限要素に分割し，これに連行移動荷重列（EA17 荷重）を載荷するモデルを用い，この２倍をひび割れ耐力照査用，５倍を破壊耐力照査用としている[1)2)]．

４．クロッシング乗移り部のまくらぎ設計

4.1　輪重の検討

クロッシング乗移り部の衝撃的な輪重は直接測定を行うのが困難なため，在来線用技術試験車 U@tech を用いた軸箱振動加速度の測定結果および新連続法による輪重測定結果に基づき推定することとした．

なお，まくらぎに与える影響が大きい衝撃荷重[3)]の推定には従来手法が適用できないと考え，以下の３法

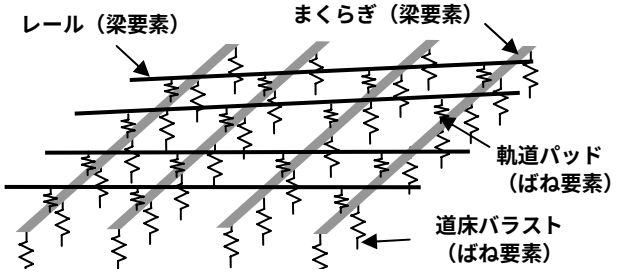

図３　モデル概要

キーワード　ＰＣまくらぎ，限界状態設計法，衝撃輪重
連絡先　〒530-8341　大阪市北区芝田 2-4-24　西日本旅客鉄道㈱　鉄道本部　技術部　ＴＥＬ06-6376-8136

により推定された発生輪重の最大値を設計輪重とすることとした.

（１） 当該分岐器を通過したときの軸箱振動加速度からの推定

U@tech で測定された軸箱振動加速度データ（サンプリング周波数 3000Hz）より，最も厳しい条件である，機関車が 110km/h で走行する場合に発生する動的輪重を推定した．具体的には，300HzLP 処理を行った軸箱振動加速度と動的輪重の関係 [4]に基づき，走行速度の違いを継目軌道の速度衝撃率の比，静止輪重の違いを U@tech と機関車の静止輪重の比を用いて補正したものを用いた．これより最大動的輪重は 457kN と算定された.

（２） 同一線区の他の分岐器通過時の軸箱振動加速度より推定

U@tech で測定された同一線区の当該分岐器を含む 21 分岐器について（１）と同様の処理を行い，統計的に発生しうる最大の動的輪重を求めた. すなわち, これらの動的輪重の平均値μと標準偏差σより，μ＋３σ（信頼区間 99.7%）を求めた．結果は 473.1kN と算定された.

（３） 新連続法＋統計処理による方法

U@tech では新連続法による輪重測定を行っているが，この測定結果では 100Hz 以上の周波数領域に対応した輪重が測定できない．そこで，U@tech で検測された軸箱振動加速度で補正することにより衝撃輪重を推定することとした．なお，補正は，軸箱振動加速度を 1～100Hz の BP 処理した値（新連続法に対応）と 1Hz 以上の HP 処理した値（衝撃荷重に対応）との関係を求め, これに速度の違いと静止輪重の違いを考慮して行っている．その結果，動的輪重は 437.2kN と算定された.

以上より，これらの最大値である，473.1kN を設計輪重とした.

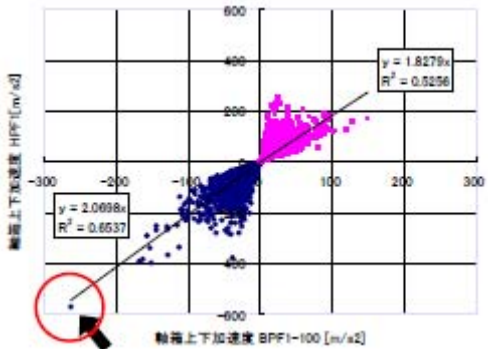

図４　周波数の違いによる軸箱振動加速度

4.2　まくらぎ支持状態の検討

クロッシングの乗移り部は，つき固め作業が困難であるため，設計上この区間を不支持区間と扱うのが妥当であると考えた．すなわち，クロッシング中央を中心とした 65cm の区間を不支持区間とした.

５．まくらぎの設計変更

第４項の検討により決定した輪重および支持条件に対して，ＰＣまくらぎ（プレテンション式）をフルプレストレスで設計するために，ＰＣまくらぎのひび割れに対する曲げ耐力を従来の 44%増しとした．そのため，ＰＣ鋼より線の本数を増加させ，まくらぎ幅の拡大も行った．なお，同様の荷重条件が想定される他のまくらぎについても併せて本設計を準用し仕様の変更を行った.

６．まとめ

今回の取り組みにより, 分岐器全体のＰＣまくらぎ化に対する設計荷重のあり方について極大な荷重載荷を含め一定の整理ができたものと考えている. この設計変更を行った分岐ＰＣまくらぎは本年度中に現地敷設を行う予定としている.

最後に，本報告をまとめるにあたり技術協力いただいた(財) 鉄道総合技術研究所の関係各位および，まくらぎ製造に関する助言をいただいた（株）中央ピーエスの関係各位に謝意を表する.

＜参考文献＞

1) 涌井他　衝撃輪重に対するＰＣマクラギの限界状態設計法，鉄道総研報告，1996.9

2) 吉田他　分岐器全体ＰＣまくらぎ化，平成 17 年度全国大会第 60 回年次学術講演会

3) 奥田他　ＰＣマクラギに関する従来設計法の分析と動的負荷の実態，鉄道総研報告，1996.9

4) 須田他　新しい線路，日本鉄道施設協会