

弾性マクラギによる高架橋ジョイント部白石化箇所対策について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小園耕平

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木常夫

1、はじめに

山陽新幹線（新大阪 - 岡山間）が開業して約 30 年が経過し、高架橋の白石化箇所でのバラスト流れ等が問題となっている。溶接や IJ 箇所は軌道構造上の要因で発生しているが、高架橋ジョイント箇所の発生についてはジョイント構造によると考えられる。そこで、ジョイント部における白石化の発生分析を行い、また、このジョイント部白石化における対策として弾性マクラギを敷設した。本論文では、白石化発生分析及び弾性マクラギ敷設効果について報告する。

2、白石化発生状況

白石化現象とは、バタツキによってバラスト同士、バラストとマクラギが擦れ合い、角が取れて丸くなり表面が白く変色する現象をいう。白石化は、高架橋ジョイント部での発生割合が 74% と非常に高くなっており、高架橋ジョイント種別毎の発生割合は、R - R（ラーメン高架橋）での発生数と発生割合が非常に高くなっている（図 - 1）。白石化した箇所はバラストの流れ、道床横抵抗力の低下へとつながっている。また、支持力が低下している為に、MTT 施工後に軌道狂いが急進する箇所も存在するといった問題点があることから、運転保安上の弱点箇所となっている。

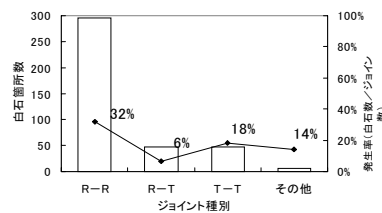


図 - 1 ジョイント種別毎の白石化状況

3、白石化分析

上記のことから、道床掘削による細粒化の確認、高架橋の振動加速度測定、軸箱振動加速度測定によって分析することとする。

3-1、道床掘削分析

白石化箇所の道床状態を確認する為、道床掘削を行った。条件として、道床更換をほぼ同時期に行った箇所とした。

一般部とジョイント部

一般部ではマクラギ下面約 100mm の所から細粒化が発生しているが、ジョイント部では、マクラギ下面直下から細粒化が発生している（図 - 2, 3）。これは、一般部は列車荷重をマクラギ下面でバラストに伝えている状況からと考えられ、ジョイント部はマクラギがバタつくことによって、マクラギ下面直下から細粒化していると考えられる。

構造の異なるジョイント

R - R と R - T では、R - R の方が細粒化が進行している。これは、R - R のジョイントは張出し部が単純な突き合わせ構造である為、列車走行時の振動が大きいのではないかと想定される（図 - 4, 5）。

以上のことから、ジョイント部による白石化箇所では細粒化状態が異なることや細粒化を促進させていることが判明した。また、ジョイント種別で細粒化がことなることも判明した。以上のことから、本研究では R-R ジョイントに着目していくこととする。

3-2、高架橋の振動加速度測定

振動加速度の AP での比較でジョイント部の振動加速度は中間部に比べ大きくなっている。

R - R での振動加速度の 1/3 オクターブ分析では、いずれの周波数帯においてもジョイント部が大きい（図 - 4）。多くのジョイント部は 1 ~ 4 間の白石化が発生し、そのウキによ

る 30 ~ 120Hz（1 間で 250km/h ÷ 3.6 ÷ 0.58 = 120Hz、4 間で 250km/h ÷ 3.6 ÷ 2.32 = 30Hz）の周波数の振動が卓越すると考えられることから、それ以下の低周波領域（30Hz）が高架橋ジョイント部の振動と考えられる。一般的に、張り出し部の長さが 2.5 ~ 3.5m（28Hz ~ 20Hz）であることから想定できる。

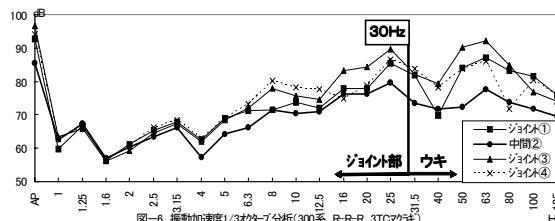


図 - 6 振動加速度 1/3 オクターブ分析 (300系 R-R 3TC27系)

・キーワード：軌道弱点箇所、白石化、高架橋ジョイント部、弾性マクラギ

・連絡先：西明石新幹線保線区 〒673-0049 明石市西明石西町 1-1-9 TEL(078)922-3620 FAX(078)922-3627

3-3、ジョイント部における道床更換後の挙動

道床更換実施一ヶ月後においても、ジョイント部はバタツキを発生させていることを確認した。このことから、細粒化してバタついているのではなく、高架ジョイント部における振動で、白石化や道床細粒化を促進させていると考えられる。

4、弾性マクラギ敷設による効果の確認

以上の検討結果から、ジョイント部の振動を低減することが必要であると考えられる。また、高架橋ジョイント部自体の対策は、経費的に困難なことから、振動低減を目的として弾性マクラギを敷設することとした。なお、敷設に関しては、開業以来、道床更換を実施していない箇所（30年経過）で最大12間の白石化が発生している事と、張り出し部が最大3.5m、両方で7mあり、張り出し部を覆うために約15本必要であるということから、ジョイント部に弾性マクラギを15本敷設することとした。

4-1、道床細粒化

道床細粒化を確認する為、同一ジョイントで弾性マクラギと3Tc箇所を掘削した結果、弾性マクラギ箇所の細粒化の進行が大幅に低減されていた（図-7,8）。

4-2、高架橋の振動加速度

高架橋の振動加速度は、どの周波数領域でも低減され（図-

9）、道床細粒化も大幅に低減している。

4-3、軸箱振動加速度

軸箱振動加速度30HzLPFで3Tc区間と弾性マクラギ区間でのR-R構造のジョイント部における白石化の有無しでの比較を行った。

3Tcマクラギ区間では、白石化が発生している箇所は軸箱振動加速度が大きい傾向になっている（図-10）。弾性マクラギ区間で白石ありと白石なしで比較すると、ほぼ同じであった（図-11）。

30HzLPFはマクラギのウキ状態を表しているの、前項

の検証は妥当と考えられる。

4-4、弾性マクラギ敷設箇所での白石化

弾性マクラギ敷設箇所ではバラストの白石化が多く発生している。これは、マクラギ振動を分析するとマクラギ下面への影響は低減できるが、マクラギ自体の振動は増加するため（図-12）、マクラギとバラストが擦れて白くなっていると考えられる。よって、一般部の白石化と異なり弾性マクラギ箇所は細粒化という意味で軌道への影響は少ないと考えられる。

5、まとめ

振動加速度1/3オクターブ分析において、30Hz以下の低周波領域が高架橋ジョイント部の振動と考えられる。ジョイント部は高架橋振動加速度が大きく、バタツキを生じさせ道床細粒化を促進させている。ジョイント箇所にジョイント張り出し部+αという考え方で弾性マクラギを15本を標準として数箇所敷設しており、その箇所で細粒化とバラスト流れを抑制しているのが確認できた。

6、今後の課題

図-13より白石化の発生していないジョイント箇所においても中間部より振動加速度が大きくなっている。つまり、現在白色化を発生していないジョイント箇所でも、30Hz以下の周波数領域が中間部より大きいことから、いずれかの時点で白石化箇所となってしまうと考えられる。

白石化は、道床厚さや張り出し部の長さ等の複合条件により発生していると考えられる。今後は、振動要因の分析を行うとともに、バラストの白石化・細粒化をより効率的に抑制できる弾性マクラギの敷設本数を検討するとともに、ジョイント部の構造による白石化の発生速度の分析や、白石化の進行抑制工法の確立と白石化の発生予防対策の確立を目指し、検討を重ねていくこととする。

参考文献：田中他「新幹線における道床バラストの白色化現象に関する検討」：第52回年次学術講演会

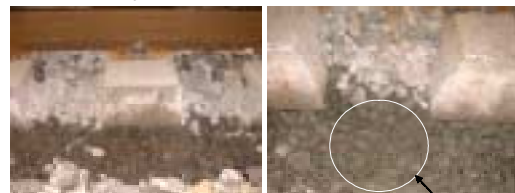


図-7 弾性マクラギ（上り567k163m）

図-8 3Tcマクラギ（下り567k163m）

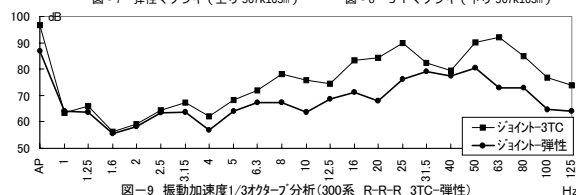


図-9 振動加速度1/3オクターブ分析(300系 R-R-R 3Tc-弾性)

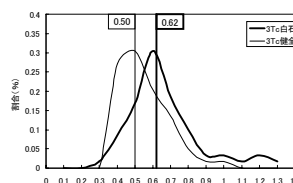


図-10 ジョイント部R-Rの軸箱加速度分布(3Tc)

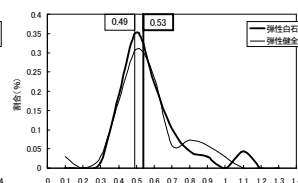


図-11 ジョイント部R-Rの軸箱加速度分布(弾性マクラギ)

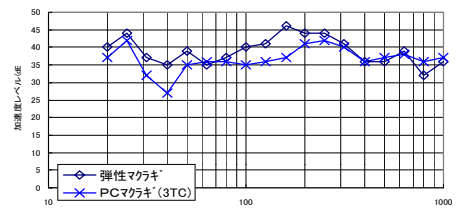


図-12 まくらぎ振動加速度1/3オクターブ分析(内軌)

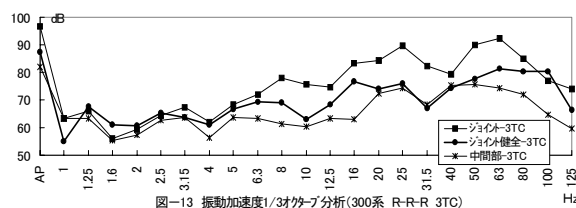


図-13 振動加速度1/3オクターブ分析(300系 R-R-R 3Tc)