

道床不良箇所の効果的な抽出方法及び補修方法の確立

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 塩満俊和

1. はじめに

昭和 47 年 3 月より新大阪～岡山間で山陽新幹線が開業、以来 33 年が経ち、道床不良（バラストの白石化、流れ、浮きマクラギ）の発生が顕著となってきた。現在、この道床不良の程度を定量的に評価できておらず、またこの道床不良対策として効果的な補修手段が確立されていないのが現状である。

そこで、本研究では道床不良の抽出方法として不良状態に至る軌道状態の特性を分析し、道床不良の効果的な抽出方法の確立を図ることを目的に検討するとともに補修方法として弾性マクラギ敷設が有効であることについて定量的に評価を行った。

2. 現状の解析

道床不良の発生要因は、主に高い周波数帯域の振動がバラストに伝わり、白石化（細粒化）又、道床断面を崩していくと想定される。この状態が進行すると著大な輪重の発生、軌道狂いの著大値の発生、道床横抵抗力の低下、マクラギ寿命の縮み、道床劣化が生じてくる。

道床不良の発生箇所は、主に高架橋ジョイント部、レール溶接部、接着絶縁継目部の 3 つに分類される。高架橋ジョイント部等、高架橋ジョイントや盛土から高架橋の変化点など、構造物の境で衝撃が道床へ伝わり不良状態となるタイプとレール溶接部・接着絶縁継目部など、レール継目部から生じる振動が道床へ伝わり不良状態となるタイプに分類される。

姫路新幹線保線区管内における道床不良箇所は、167 箇所でありジョイント部、溶接部、接着絶縁継目部に分けると図-1 のようになる。ジョイント部、溶接部、接着絶縁継目部等の構造物境で 70%、なにもない箇所で 30%を占め、これらの箇所を 10m 弦復元波形で照合した結果、構造物のない箇所では軌道狂いに起因するものが多くを占めることがわかった。

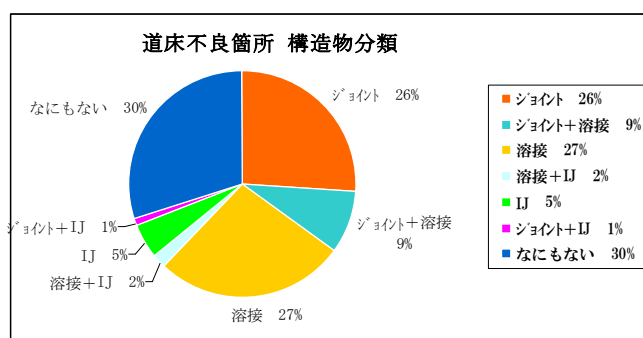


図-1 道床不良箇所分類

3. 目的

道床不良への対策としてこれまで、レール削正、MTT による軌道整備を投入してきたが、一時的な補修となっても道床不良状態を抜本的に解消できる根本的な補修とはなり得なかった。道床不良箇所については放置しておく、いずれ走行安全性に支障する恐れがあるため、早期に発見し、対処していくことが必要であると考えられるので、本研究では道床不良の定量的な抽出方法と抜本的な対策の提案を目指し、検討を行なった。

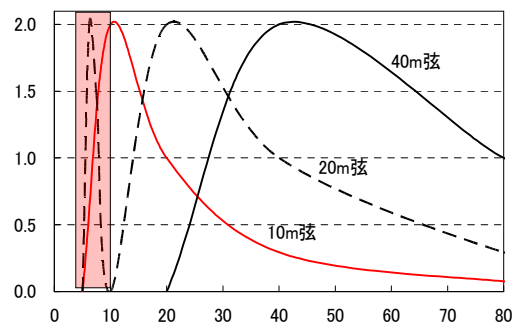


図-2 正矢法による検測特性

4. 新たなる指標の模索

JR 西日本では軌道整備の投入基準として 10m 弦軌道狂いを用いているが、10m 弦と道床不良箇所は一部の軌道狂いが進行している箇所を除き相関性が低く、10m 弦軌道狂いが良好な箇所であっても道床不良の発生している箇所が多数存在している。

・ keyword:道床不良

・ 連絡先:姫路新幹線保線区 相生管理室 〒678-0006 兵庫県相生市本郷町 1-10TEL0791-23-2465 JR:073-7355

ここで、10m 弦の検出特性は図-2 に示すように 8~20m の波長の軌道狂い以外では検出倍率が低くなっていることから、10m 弦において検出できない短波長軌道狂いを用いて道床不良箇所を評価できるのではないかと仮定した。また、姫路新幹線保線区管内では、道床不良状態が 10m 未満で発生している箇所は全体の 95%であり 1~5m の延長で道床不良が発生していることから、10m 弦の検出特性で最も検出倍率の低い 5m 弦軌道狂いデータを活用し、道床不良箇所の抽出を行った。

6. 5m 弦軌道狂いデータの検証

道床不良箇所の 10m 弦高低軌道狂いと 5m 弦高低軌道狂いを比較し、5m 弦軌道狂いの有効性の検証を行なった。

道床不良箇所管理総数 167 箇所を対象とし全線で検証した結果、線路状態良好な箇所では、5m 弦波形、10m 弦波形に大きな変化はみられないが、道床不良箇所では図-3 のように 5m 弦の値が突出する傾向が見られた。道床不良箇所では 5m 弦高低軌道狂いで 3mm を超過している箇所は 167 箇所中 77 箇所(46.1%)であった。

この結果をもとに、5m 弦軌道狂い 3mm 超過箇所が道床不良と関連が高いとして管内 18km に渡り 5m 弦 3mm 超過箇所を現場調査した結果、10m 弦についての 4 mm超過箇所の道床不良箇所適合率は 22% (18 箇所中 4 箇所不良)であるのに比べて、5m 弦についての 3 mm超過箇所の道床不良箇所適合率は 75% (71 箇所中 53 箇所不良)と高い適合率を示した。又、現場で道床正常と判断された 18 箇所は、今後道床不良として顕在化する確率が高いと考えられ、道床不良のプロセスを検証していく。

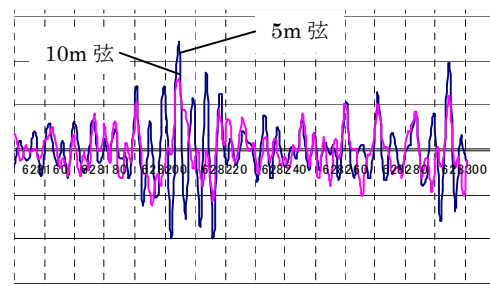


図-3 5m・10m 弦波形比較

7. 弾性マクラギ敷設の検証

道床不良箇所の対策として、弾性マクラギの投入が効果があるといわれているが、その効果を定量的に評価した。まず、道床正常箇所と不良箇所の道床振動加速度を比較したのが図-4・5 であるが、道床不良箇所の方が明らかに道床振動加速度が大きくなっていることがわかる。

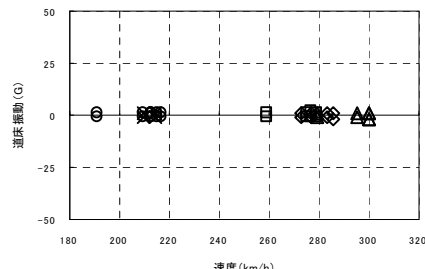


図-4 道床正常箇所の道床振動加速度測定結果

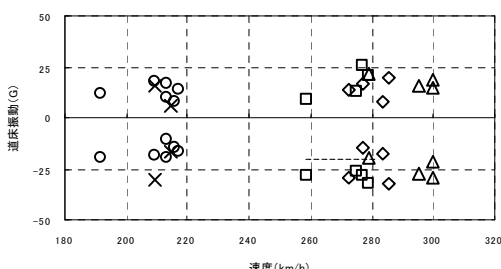


図-5 道床不良箇所の道床振動加速度測定結果

図-6 は流れが発生していた弾性マクラギ敷設前後の道床振動加速度の測定結果である。

道床流れの発生していた弾性マクラギ敷設前では、4G 程度の振動が発生していたが弾性マクラギ敷設後は 1G 未満に収まる結果となった。また、敷設後と半年経過した後の道床振動加速度は敷設後と大きく変化していないという結果が得られ、弾性マクラギ敷設によって道床振動を効果的に抑制できていることがわかった。又、現在敷設から 1 年半が経過し当該箇所は道床状態良好である。

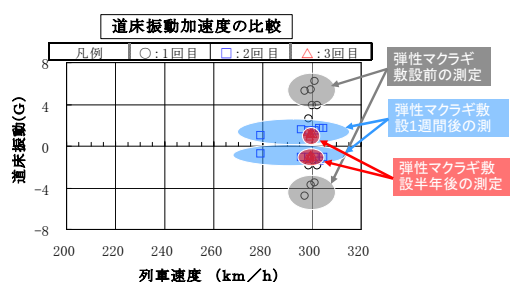


図-6 弾性マクラギ投入前後の道床振動加速度測定結果

8. まとめ

本研究の成果をまとめると以下の通りである。

- ・ 5m 弦軌道狂いと道床不良箇所に相関性が見られた。
- ・ 道床振動抑制効果の高い弾性マクラギ敷設が道床不良対策へ効果的であることを定量的に評価できた。

5m 弦軌道狂いについては更なる検証が必要であり、短波長における最も適正な弦、波長を追求したい。