

スラブ軌道における軌道材料検査の省力化について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 山根 寛史

1. はじめに

スラブ軌道の軌道材料検査（以下、スラブ検査）は、スラブ板自体、突起コンクリート、セメントアスファルト層（以下、CA 層）を検査対象としている。このうち CA 層はスラブ板より上部の軌きょう設備を安定的に支え、軌道へ弾性を付加する事を目的に敷設されている。しかしながら、スラブ板との縁切れ、CA 層の損傷、欠損がスラブ板のばたつきを生じさせ、スラブ板の損傷を生じさせている。

スラブ検査での CA 層の変状評価は、側面からの表面状態の目視検査と、金尺による端部間隙測定検査により実施されている。しかしながら、従前の検査手法は、スラブ CA 層の軌きょう支保機能を、定量的かつ客観的に評価しているとは必ずしも言えない。それにも関わらず、検査において消費される時間と労力は、軌道関係の他の保守検査と比して大きい。

そこで、CA 層の変状を評価するのではなく、変状の結果として生じるスラブ板のばたつきが定量的で機械的に評価できる手法を見出すことで、スラブ検査の精度向上、省力化が期待できると考える。

これまでの研究¹⁾では、新たな評価手段として 500 系車両の軸箱上下振動加速度測定データ（以下、500 系軸箱）に着目し、ばたつき発生箇所での挙動を追跡した。その結果、ばたつき箇所の CA 層補修前後で、軸箱加速度に明らかな変化が確認されている。

本件ではスラブ板本体の沈下量と沈下による衝撃から発生するであろう 500 系軸箱との相関性を確認するためにスラブ軌道の動的沈下量測定を実施したので以下に結果を報告する。

2. スラブ軌道の動的沈下量測定概要について

(1) 測定装置

スラブ軌道の動的沈下量測定については、図 1 に示すカンチレバー式変位計を用い、路盤コンクリートに対するスラブ板の上下変位を測定した。

(2) 測定箇所

スラブ板 1 枚につき図 2 の様に左右端部および左右中央部の 6 箇所について、スラブ端部より 30 mm の位置における上下変位を測定した。



図 1：カンチレバー式変位測定器

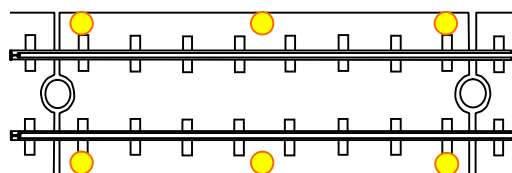


図 2：スラブ板上下変位測定箇所

(3) 測定対象

CA 層劣化は多くが明かりの橋梁上に敷設されたスラブについて確認されている。

そこで明かり区間・橋梁上のスラブ軌道について損傷程度の異なるスラブ板 8 枚について沈下量測定を実施した。

3. スラブ軌道の動的沈下量測定結果について

(1) 車両種別と沈下量の関係について

図 3 に 500 系車両と最も車体重量の重い 100 系車両の同一箇所における沈下量の関係を示す。

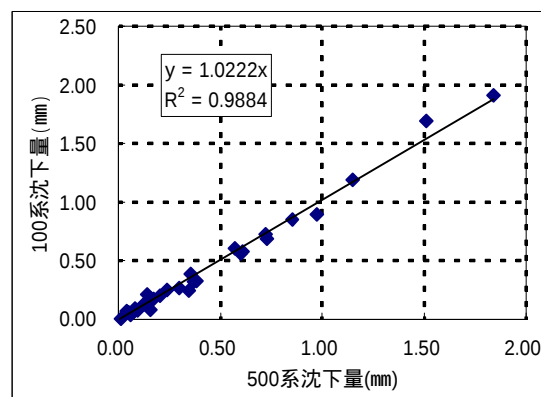


図 3：車両種別と沈下量の関係について

キーワード 軌道材料検査、スラブ軌道、ばたつき、軸箱加速度

連絡先 〒732-0057 広島県広島市東区二葉の里 3-8-21 西日本旅客鉄道(株)広島支社施設課 TEL082-261-2142

車体重量の差で 100 系（約 230km/h）が 500 系（約 275km/h）と比較して沈下量が若干大きいことが、図 3 から確認できる様にその差は 2%程度である。100 系については 230km/h 以上で走行することが無い。このため今回の測定箇所において、各編成の走行で発生する沈下量に差は無いといえる。

4. 500 系軸箱との相関性について

(1) 活用する 500 系軸箱の波長帯域

本稿第 3 項(2)で示したとおりスラブ端部の沈下量が中央部に比して大きいことから、スラブ端部の挙動から沈下傾向を把握できると考えられる。また、図 4 にばたつき箇所における CA 層補修前後の 500 系軸箱のパワースペクトル密度（以下、PSD）を示す。図 4 からスラブ端間隔である波長 4～6m で PSD の改善が確認できる。そこで、本稿では波長 4～6m の領域をバンドパスフィルタで抽出した値を用いる。

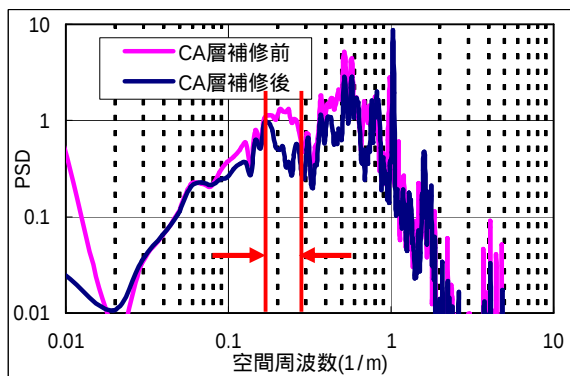


図 4：CA 層補修前後の PSD 変化

(2) 500 系軸箱への高低狂いによる影響の除去

図 5 に高低狂い復元波形（復元帯域：波長 3～110m）と 500 系軸箱とのコヒーレンスグラフを示す。復元した全波長帯で高い相関性が確認できる。

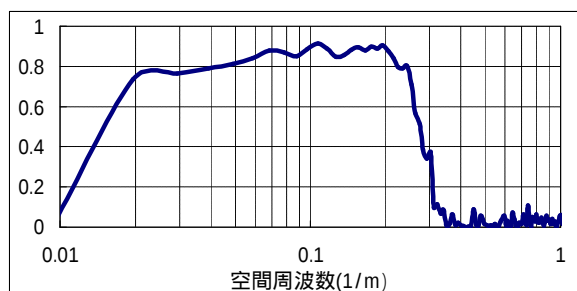


図 5：高低狂い復元波形と 500 系軸箱のコヒーレンス

本研究の目的であるスラブ板沈下の振動加速度値による抽出のために高低狂いの影響を除く必要がある。そこで、高低狂いと 500 系軸箱との周波数応答関数から高低狂いにより発生すると推定される軸箱加速度値を算出し、実際の 500 系軸箱から控除した値を用いることとした。

(3) 速度による 500 系軸箱の補正

図 6 に 500 系軸箱（500m ロットσ値）とロット平均速度との関係を示す。図 6 から 500 系軸箱は速度の影響を多分に受けていると言える。このため沈下量と 500 系軸箱との相関分析の際には速度補正を行う必要がある。本稿では、図 6 より得た相関式(1)を用いて補正を行った。

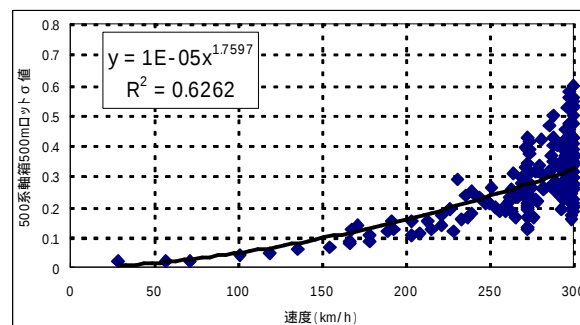


図 6：500 系軸箱と速度の関係

$$(\text{500 系軸箱}) = 1.0 \times 10^{-5} \times (\text{速度})^{1.7597} \quad \dots (1)$$

(4) スラブ端沈下量と 500 系軸箱の相関性

図 7 に第 2 項にて実測したスラブ端における沈下量と当該スラブ端付近における 500 系軸箱（4.(1)の波長帯域について(2)および(3)の補正を施した）のピーク値の関係を示す。図 7 で確認できるように、一定の相関関係（決定係数 0.6129）が成立することが確認できる。

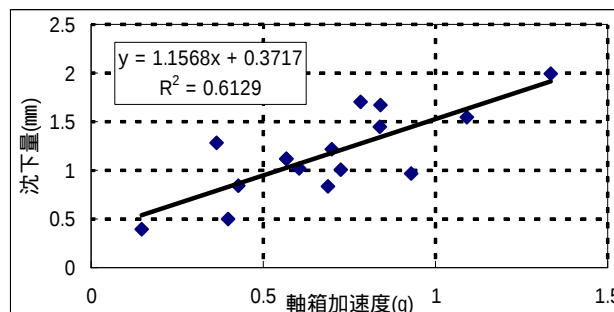


図 7：スラブの動的沈下量と軸箱加速度の比較

5. おわりに

今回の取組で、スラブ板の動的沈下を実測することで列車走行時の動的挙動を確認した。また、スラブ CA 層の補修実績による軸箱加速度の測定結果からスラブばたつきが影響を与える波長領域を確認した。沈下測定データと高低狂いの影響を排除したで実測した 500 系軸箱との間に高い相関性を得た。

今後は、得られた相関関係を用い、スラブ軌道における CA 層補修のための 500 系軸箱の閾値を見極めていく。

【参考文献】

1) 山根他：第 60 回土木学会年次学術講演会概要集，日本土木学会，pp179-180，2005