

CA モルタル劣化箇所の診断方法に関する研究

JR 東日本 正会員 青木 宣頼

1. はじめに

東北新幹線開業 20 年を過ぎ、メンテナンスフリーと考えられていたスラブ軌道においても補修の必要性が生じている。特にスラブ下の CA モルタルの劣化が散見されるようになり、一部で大きな輪重が発生している。現在の CA モルタルの劣化は目視検査により確認しているが、検査の省力化や実荷重下における現象の把握の観点から、動的な検査方法が求められている。そこで今回軌道検測車で測定可能な項目（軌道変位、軸箱振動加速度）を用いて、CA モルタルの劣化箇所の診断の可能性について検討したので報告する。

2. CA モルタルの劣化状況

東北新幹線ではメンテナンスフリーを目的に約 9 割の区間でスラブ軌道が採用されている。昨年度の東北新幹線（大宮～盛岡間）の上下線の軌道材料検査（スラブ検査）での CA モルタル劣化箇所の割合を図 1 に示す。凡例の A<B<C ランクの順に悪化の状態を示している。全体のスラブ数の 15% で悪化の兆候が見られ、C ランクは全体の 5% である。区間で見ると宇都宮以北のほぼ全域で C ランクが多数発生している。昭和 62 年頃から CA モルタルの劣化が散見され、随時補修が行われてきた。CA モルタルの劣化箇所の一例を図 2 に示す。CA モルタル劣化の原因としては、列車通過による衝撃荷重による疲労劣化に加え、昼夜および夏冬期の温度差の変化等により、スラブにそりが生じることによるものが考えられる。

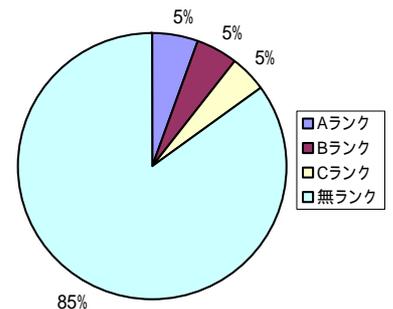


図 1 CA モルタル不良割合(東北新幹線)



図 2 CA モルタル不良箇所

3. CA モルタル劣化箇所の軌道検測データの特徴

現在の軌道材料検査は夜間に人による目視と定規による欠損部位長の測定により判定している。しかし、実際に問題となるのは CA モルタルの劣化によるスラブのあおりであるため、動的な測定が求められている。現在の軌道検測車では軌道変位と軸箱振動加速度の測定が行われている。これまで軸箱振動加速度を用いて CA モルタルの劣化箇所の測定の可能性が示されており¹⁾、今回 CA モルタルが劣化した箇所での軌道変位や軸箱振動加速度の特長について検討した。図 2 に劣化箇所(3 箇所)を含む 500m 区間の軌道変位データ(高低変位復元波形(波長 2~100m)と 2.25m 離れた 2 つの軸の高低の一次差分)と軸箱振動加速度のパワースペクトル密度を示す。軌道変位データでは空間周波数で 0.1~0.2(波長 5~10m)にピークが見られる。一方、軸箱振動加速度には空間周波数で 0.8 と 1.57 にピークがみられる。このうち 1.57 は締結装置間隔に一致する。次に復元波形(波長 3~10m, 2~100m), 1 次差分波形と軸箱振動加速度(30Hz ローパスフィルター)の波形を図 4 に示す。実際のあおりが確認されている箇所は矢印で示す 3 箇所である。3 箇所のうち 2 箇所については軸箱振動加速度でも軌道変位データにもピークが見られる。この箇所ではスラブ全体であっていることを確認している。一方、

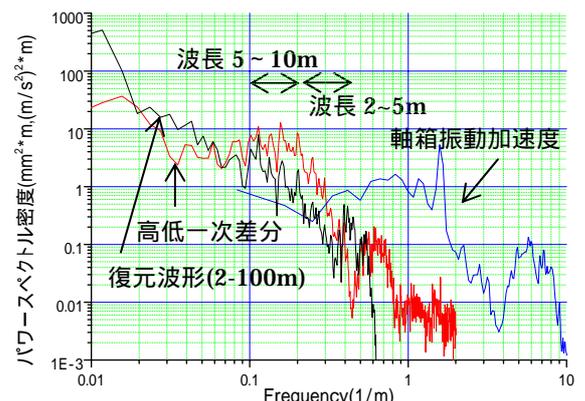


図 3 軌道検測データのワースペクトル密度

キーワード：CA モルタル, 軸箱振動加速度, 軌道変位, 偏心矢

〒331-8513 さいたま市北区日進町 2 丁目 0 番地 TEL 048(651)2389 FAX 048(651)2289

残りの一箇所については軸箱振動加速度にはピークは見られず、軌道変位には若干の変位が現れているが、明瞭な変化は見られない。これまで 30Hz ローパスフィルターの軸箱振動加速度と復元波形(3~10m)の相関が高いことが報告されている¹⁾が、今回はそのような傾向はなかった。

4. 考察

CA モルタルの劣化の原因としては、上に述べた疲労劣化によるもの他に桁の支承部の劣化により輪重変動が発生して、それにより CA モルタルが劣化すること

が考えられる。CA モルタルのみが劣化した場合の波長としては、スラブ端部のみが変位するとすれば 2~5m、スラブ全体の場合 5~10m 程度と考えられる。図 3 にその波長帯域を明示するが、波長 2~5m の範囲には軌道検測データのいずれにもピークが見られない。一方桁の支承部の劣化に伴い CA モルタルが劣化した場合には桁長(約 10m)もしくは倍の波長が卓越することが考えられ、これについては軌道変位で十分に捉えることができる。以上より、CA モルタル単独の劣化によるスラブのあおりを知ることは現在の新幹線における軌道変位(10m,40m 弦)データでは、特に大きな変位を発生している場合を除けば難しいと考えられる。一方軸箱振動加速度では、CA モルタルのみ劣化の場合輪重変動が低周波であることから、現在の抵抗線型の加速度計では測定が難しいと思われる。つまり CA モルタルの劣化を診断するには、現在の軌道変位と軸箱振動加速度の丁度中間の波長帯域に特化した検測方法が必要である。そこで現状の検測項目の中で可能性のあるものとして偏心矢による測定波形の利用が考えられる²⁾。これは、偏心矢の測定に用いる軸の違いにより表れる波形の違いから検討するものである。今回の箇所における測定軸による波形(復元波長 2~100m)の違いとその差を図 4 の下段に示す。CA モルタルの劣化箇所においては、測定軸による違いが見られ、差としては比較的大きな値となっている場合がある。しかし比較的大きな値が見られるもののスラブのあおりが確認されていない箇所がある。このため復元波形の波長についても検討する必要がある。今後それらの箇所について、そのような波形が生じる原因を検討しなければならない。

5. まとめと今後の課題

CA モルタルの劣化が確認されている箇所の軌道検測データを分析して、軌道検測データから劣化の診断が可能であるか検討を行った。その結果を以下に述べる

CA モルタルの劣化が著しい箇所では軸箱振動加速度(30Hz のローパスフィルター)でも軌道変位にも波形に明瞭なピークが見られる。一方で、CA モルタルが劣化しているにも関わらず、軸箱振動加速度にピークが見られないこともある。

それぞれの波形についてスペクトル解析をしたところ、CA モルタル劣化が単独で発生している場合に想定される空間周波数に対して、軸箱振動加速度と軌道変位データに明瞭なピークは見られず測定方法や波形処理方法について検討の余地がある。

今後は多くの CA モルタル劣化箇所データを用いて、最適な検査方法について検討する予定である。

(参考文献)

- 1) 西垣拓也,須永陽一,瀬川祥:軸箱加速度による短波長領域の軌道狂いの評価.J-RAIL03,2003.12,pp173-176
- 2) 森本勝:偏心矢測定による軌道状態の把握手法.J-RAIL02,2002.11,pp.417-419

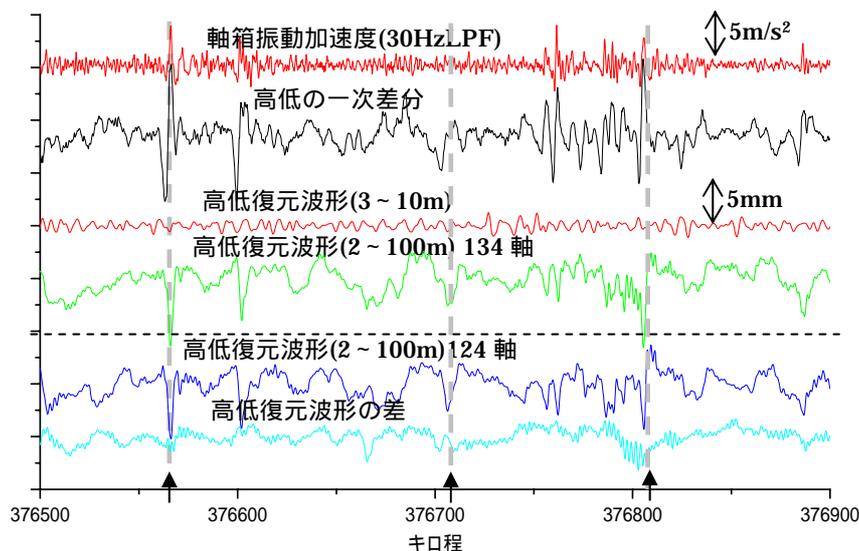


図 4 CA モルタル不良箇所の測定波形