

軌道狂い進みに影響する路盤振動の検討

東海旅客鉄道(株) 正会員 中川 正樹
東海旅客鉄道(株) 正会員 三輪 昌弘

1. はじめに

東海道新幹線では、2003年10月に“のぞみ”の運転を2本/時から7本/時とし、それと同時に使用する車両を全て最高速度270km/hのものに統一した（以下、全高速化と示す）が、全高速化以後、場所によっては全高速化以前の倍以上の軌道整備を余儀なくされた現業機関が存在した。これは軌道管理上も大きな問題となるため、全高速化以後に増大したと考えられる振動に着目し、軌道狂い進みに影響する振動を抑制する手法について検討する必要がでてきた。一般に振動測定は、さく外¹で線路から一定距離をおいた箇所で行われることが多く、軌道狂い進み抑制を主眼としてきたものではない。そこで今回は軌道狂い進み抑制を主眼として、軌道状態が安定した箇所と軌道狂い進みが顕著な箇所、それぞれの箇所の線路内²で振動測定を行った結果を分析し、軌道狂い進みを助長する可能性のある周波数帯について検討を行った結果を報告する。

2. 270km/h化前後の軌道整備投入量の推移と傾向

図2-1に全高速化前後の全線（東京～新大阪間）と全高速化以後にむら直し投入量の増加が顕著になった箇所（以下、A保線所と示す）のむら直し投入量の推移を、図2-2に全高速化前後の、全線のむら直し投入量に対するA保線所の割合の推移を示す。図2-1より全高速化以前のA保線所のむら直し投入量（太い線）は、ほぼ一定量で推移していたにもかかわらず、全高速化以後は多い時で全高速化以前の倍以上の数量になったことがわかる。また全線に対するA保線所の割合も全高速化以後は大きくなり、多い時で全体の約40%まで増加していることが図2-2からわかる。さらに全体の投入量も全高速化を行った以降で約1.6倍に増加している（全体の投入量にはA保線所の投入量を含む）ことを考えると、A保線所の投入量の増加がいかに著しく変化したかがわかる。

3. 振動調査と獲得データの分析

測定はA保線所管内の軌道状態が安定した箇所と軌道狂い進みが顕著な箇所、それぞれの上り線1m通路上にピックアップを設置して測定を行った。軌道状態が安定している区間から3区間（盛土2区間他）8測点をピックアップし、軌道狂い進みが顕著な区間からは3区間（盛土2区間、高架橋1区間）6測点をピックアップし測定を実施した。今回の目的は、軌道狂い進みに影響の大きな周波数帯の特定であるため、獲得したデータから路盤振動加速度に関するパワースペクトル（以下、PSDと示す）を求め、その重ねあわせから特徴をつかむことを試みた。

4. 軌道狂い進みを助長する振動に関する考察

4.1 軌道狂い進みの異なる箇所における路盤振動の比較

軌道状態が安定した箇所を通過した際に発生する路盤振動と、軌道狂い進みが顕著な箇所を通過した際に発生する路盤振動、それぞれのPSDを重ね合わせたものの一例を図4-1に示す。これは新幹線車両が250km/h程度で上り線直線部を通過した際のものである。図の細い線は軌道状態が安定した箇所のもので（上段、下段同一データ）で太い線は軌道狂い進みが顕著な箇所のデータである。上段、下段共通に太い線の特徴として言えることは、

キーワード 軌道管理、軌道狂い進み、高速化、路盤振動、振動周波数

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545-33 東海旅客鉄道(株) 総合技術本部 技術開発部 TEL0568-47-5371

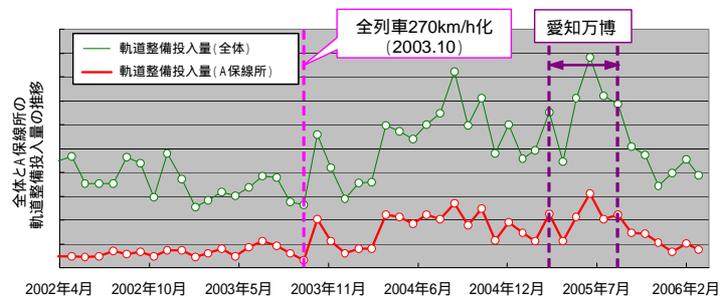


図2-1 全高速化前後の軌道整備量の推移

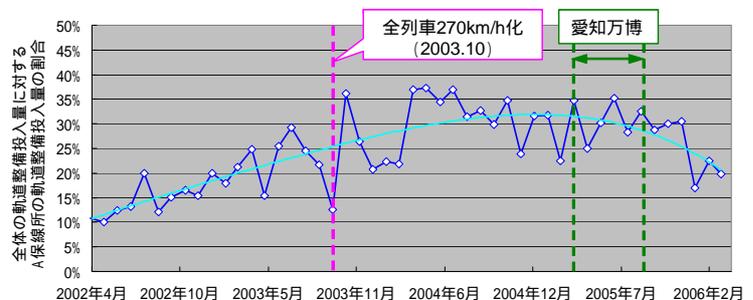


図2-2 全高速化前後の全整備量に占めるA保線所の割合

- ・ 20Hz 付近が最も卓越している
- ・ 8～12Hz 付近のパワーは、安定した箇所と比較してかなり大きい
- ・ 65～70Hz 付近については、安定した箇所と比較してかなり小さい

である。このうち 20Hz 付近の卓越については、これまでの環境対策を行う上で既に着目される周波数帯（8～10Hz 付近）¹⁾とは異なるものである。またこの 20Hz の卓越には、速度依存性が見られた。波長としては約 3.5m である。

4.2 列車速度の違いによる路盤振動の比較

今回の事柄は、全高速化をきっかけとして発生していると考えられている事象の解明であるため、次に軌道狂い進みが顕著な箇所において、速度差による PSD の比較を行った。結果の一例を図 4-2 に示す。図の太い線が速度約 260km/h、細い線は速度約 225km/h のものである。最もパワーの大きな周波数が 20Hz 付近であると共に、9Hz 付近についてもパワーが大きい。その他の大きな 26Hz 付近と 30Hz 付近については軸距や車輪径等の影響によるものと考えられる。以上より、速度が高くなった場合については、全高速化前に主流であった 220km/h 付近で走行した場合と比較して 8～12Hz 付近と 20Hz 付近のパワーが卓越することを確認した。

4.3 軌道狂い、軸箱加速度との関連

一方でこれらの現象が、車両や軌道状態に誘発されているのではないかという懸念もあったため、振動測定を実施した直近の電気・軌道総合試験車の検測データのうち、原波形高低狂い（復元帯域 2.7m～100m）と軸箱加速度（上下）の PSD に、8～12Hz 付近および 20Hz 付近の卓越が見られるかどうかの検証を行った。図 4-3 に原波形高低狂いの PSD の一例を示す。図中の 3.5m、6.0m、9.0m はそれぞれ 260km/h 走行時の 20Hz、12Hz、8Hz に相当する波長であるが、いずれについてもその付近での卓越は見られないことがわかる。軸箱加速度についても同様に検証を行ったが、8～12Hz 付近、20Hz 付近における卓越は見られなかった。ただし、波長 6m 付近のパワーについては、前後と比較してやや高い傾向にあることがわかる。

5. まとめ

今回はあくまで軌道管理上問題となる振動の検証を目的に新幹線線路内で地盤振動調査を行った。その結果、既に提唱されている 8～10Hz 付近¹⁾に該当する 8～12Hz 付近と 20Hz 付近に卓越が見られることを確認し、これらが軌道狂い進みを助長する周波数である可能性をもつことを確認した。今後はこのうちどちらの周波数帯が軌道狂い進みを助長するのか、当社研究施設内にある動的載荷試験車などを使用して、波長域の特定を行うと共に、特定された周波数に対して軌道側で実施可能な対策を検討することが必要であるといえる。また波長 6m 付近の高低狂いは、高速区間であれば 8～12Hz をカバーする波長であるため、その部分のパワーを下げる MTT 施工、下げた場合の軌道の持続性、沿線環境への影響などについての検証も行っていく必要があると思われる。

1：東海道新幹線における線路防護さくの外を表す。

2：東海道新幹線における 1m 通路から 50cm 通路までの範囲を表す。

【参考文献】

1) 関雅樹：固有振動数に着目した構造物の健全度評価および動的応答に関する各種提案, JR 東海技報, vol.6, pp.07-14, 2006.03

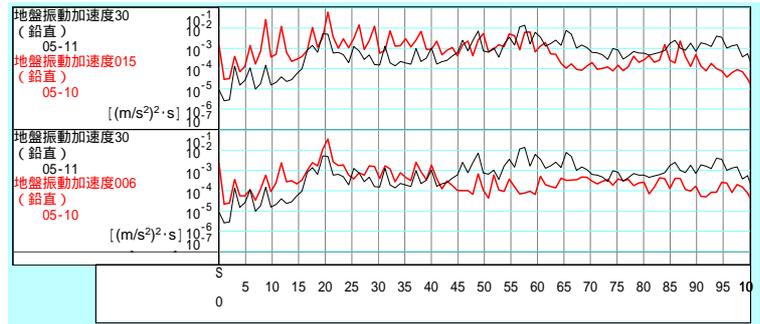


図 4-1 新幹線車両通過時の路盤振動 PSD（横軸：Hz）

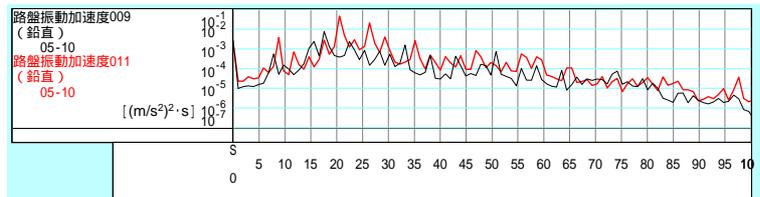


図 4-2 速度差のある列車通過時の路盤振動 PSD（横軸：Hz）

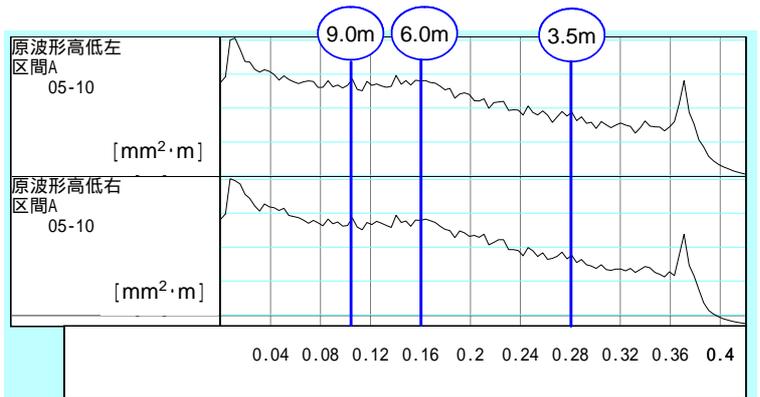


図 4-3 原波形高低狂いの PSD（横軸：1/m）