

(Ⅳ－３) 環境面からのレール表面の管理について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 関 雅樹
東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○井上陽一
東海旅客鉄道株式会社 村上喜英

1. はじめに

クリーンで高エネルギー効率な交通機関である鉄道の役割が再評価され、その延長線上の施策として、各社において速度向上の取り組みが進められている。この場合、騒音、振動といった鉄道が環境面を与える影響は大きな課題である。そこで本研究では、特に鉄道振動問題¹⁾に着目し、レール表面形状の管理が地盤振動に与える影響を検証する。

列車による地盤振動の起振力となる要因は、①車軸が受け持つ車両質量の重力、②レール表面凹凸または軌道高低狂いが励起する車両振動の反作用、③軌道の不正箇所（継目などのレール不連続箇所）通過による衝撃力の3つが考えられる。また、10～30m離れた地点での地盤振動は、列車速度 200km/h付近では、6.3～8Hzの低域、20Hz付近の中域、50～60Hzの高域の3つのピークを持つことが知られている¹⁾。本研究では、これらのピークの中で高域に着目し、レール表面の極短波長凹凸が振動に与える影響の検証を目的としている。具体的には、スベノ社製レール削正車による表面形状改善が振動に与える効果を確認する。

2. スベノによるレール削正の概要

レール削正とは、数cm～2m程度の波長を持つレール表面凹凸を研磨により除去する作業を言い、列車騒音の低減、レール表面傷（シェリング傷、きしみ割れ等）除去による材料延命化を目的としている。その最先端としてスベノ社製48頭式（砥石数48個）削正車があり、東海道新幹線では現在、全線に対して年間1箇所あたり約1回の投入を行っている。その1回（パス）あたりの削正量（材料除去の厚み）は約0.075mmで、通常4パスの削正を実施している。

スベノによる新幹線の近傍騒音の低減については、次のような効果が報告されている^{2), 3)}。

①270km/hの列車の騒音の1/3オクターブ分析によると、近傍騒音で3～5dB、地上騒音4dB程度の低減効果が確認された。

②効果の大きい周波数帯は500～1,250Hzで、新幹線のレール面凹凸の波長5～15cm程度に相当する。

③電気軌道総合試験車の床下騒音では約5dB、地上騒音で4dB程度の低減効果が確認された。

また、今回の振動測定箇所のスベノ削正前後で、試験車の床下騒音、および車軸の軸箱上の加速度を比較した結果によると、レール凹凸削正により低減効果が確認できた。

3. 地盤振動の測定

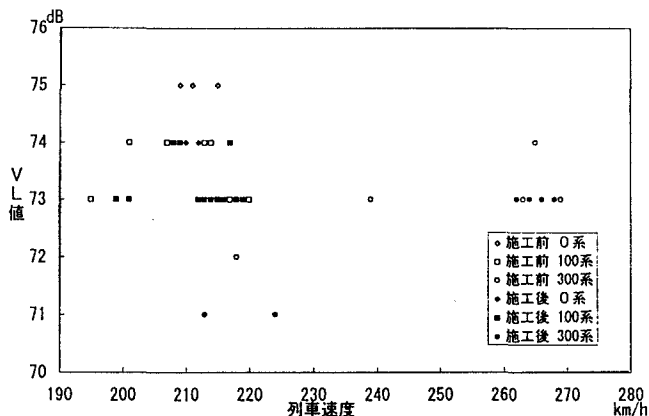
(1) 測定概要

今回の地盤振動測定は、平成7年12月1日のスベノ削正の施工の前後の比較を目的として、同年11月30日と12月14日の2回の測定を実施した。測定項目は鉛直方向の振動加速度とし、測点は新幹線の高架橋区間の1断面において高架橋の柱付近、線路中心より12.5mおよび25m離れの3点測定した。振動ピックアップにはリオン社製のPV41を使用した。測定対象列車は、両日とも17時～22時の間の「こだま」、「ひかり」、「のぞみ」計23本で、内訳は、0系車両が5本、100系が12本、300系が6本である。両日とも木曜日であったこと、ダイヤ上の同一列車かつ同一系車両の速度の近い列車のみを測定したこと、車両の輪重変動も同時測定して車輪凹凸の影響による著大輪重変動を示した列車を除外したことなどから、列車の荷重条件は同一と考えられる。また、試験車により、測定地点前後の数100m間は軌道狂いの無いことを確認している。以上より、今回の測定ではレール表面凹凸のみによる振動の影響が抽出可能である。

(2) 振動レベル（VL）による測定結果

各測点での施工前後の振動加速度について、ここでは周波数オールパスのVL値による比較を行った。図－1に12.5m点における結果を示す。測定結果より、以下が明らかになった。

- ①スベノ施工効果を列車23本の平均で見ると、柱付近、12.5m点、25m点で約1 dB程度の改善が見られる。これらの結果からは、スベノ削正が地盤振動低減に直ちに効果的であるとは言い難い。
- ②振動加速度レベル（VAL）による測定結果も振動レベル（VL）での結果と同程度である。
- ③列車速度と削正効果に明白な関連性はない。
- ④車両タイプ（0系、100系、300系）、すなわち車両重量（軸重）と削正効果に明白な関連性はない。



図一 スベノ施工前後のVL値：12.5m地点

(3) 振動加速度のフーリエ解析結果

各測点につき、0～100Hzに関して振動加速度のフーリエ解析を行った。12.5m点の1列車について施工前後を図-2と3に示す。解析結果からは、いずれの周波数においても削正による効果は確認できない。

また、これらのように著しい振動低減効果は見られなかった一因としては、床下騒音およびスベノ管理図等から確認された削正前の凹凸量が特に大きくなかったことが挙げられる。

4. まとめ

今回、騒音対策に効果のあるスベノによるレール表面凹凸削正について、振動対策としての評価を行った。しかし、分析結果からも明らかなように、レール削正は鉄道振動が問題となる領域での効果が無いことが確認された。地盤振動において高周波数領域である50～60Hzにおいても同様である。この要因の一つとして、東海道新幹線では年1回の恒常的削正により元来レール凹凸が少ないことも挙げられる考えられる。

また、今後、レール溶接部の落ち込み等の異常な凹凸に対する補修作業の効果については、レール継ぎ目等のレール不連続箇所の研究により明らかにしたい。

参考文献

- 1) 吉岡、芦屋：新幹線鉄道振動の発生・伝播モデル，物理探査，第48巻，第5号（1995），pp.299-315
- 2) 越野、千代、須長：転動音低減を目的とした効果的なレール凹凸管理とレール削正手法，土木学会第50回年次学術講演会（平成7年）概要集第4部，pp.522-523、
- 3) 千代：レール削正の効果と管理指標，新線路，平成7年7月号，pp.12-14

($m/s^2 \times s$) 振動加速度のフーリエ解析結果

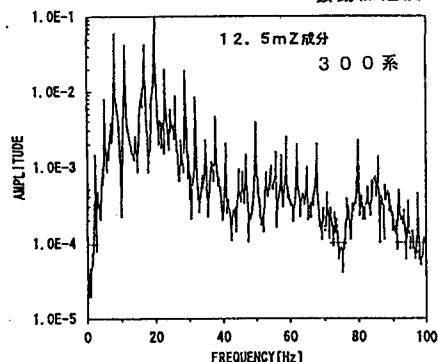


図-2 施工前

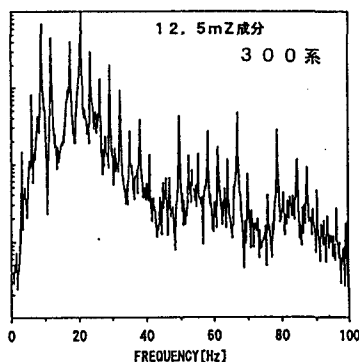


図-3 施工後