

新幹線におけるビビリ振動対策の一考察

JR 東日本 正会員 ○ 青木宣頼, 稲荷久弥, 岩佐裕一*

1. はじめに

一部の新幹線スラブ区間において非常に細かい上下方向の振動(以下「ビビリ振動」と称す。)が発生している。この振動は走行安全上問題ないが、お客様に対して不快感を与える振動である。平成 15 年頃から認識され始め、徐々に発生区間が広がっている。この振動は走行速度 220km/h 以上の区間で顕著に発生しており、その周波数は約 13Hz、波長にすると 5m となる。そこでこのビビリ振動を低減するために、波長 5m に着目して軌道側の対策を講じたので以下に報告する。

2. 「ビビリ振動」の発生状況

ビビリ振動が発生しているのは、主に旧型の 2 階建車両である。そこでビビリ振動が発生している区間を走行している 3 種類の車両に動揺を測定した。上下方向の振動のパワースペクトルの解析結果を図 1 に示す。図より旧型 2 階建車両には 13Hz にピークが見られる。この周波数帯は車体の一次曲げモーメントと一致する。またこの区間の走行速度は 240km/h(66m/s)であるので波長は 5m となる。この波長は、車両の台車軸距(2.5m)の倍、スラブ長さ、車両長(25m)の 1/5 であり鉄道では特徴的な長さである。本研究では軌道側のスラブ長に着目して解析をすすめる。

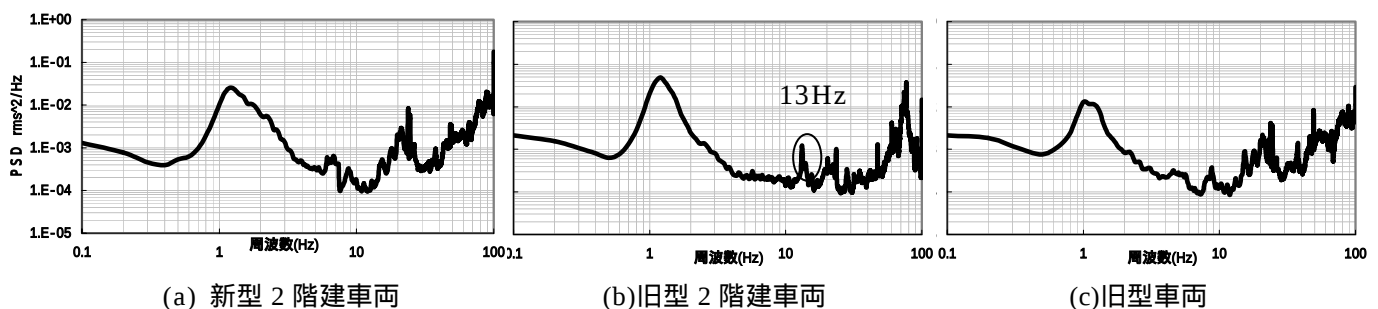


図 1 車種別振動パワースペクトル密度(ビビリ振動発生区間)

3. 5m 弦高低変位とスラブの煽り

旧型 2 階建車両の固有周波数 13Hz と 240km/h 走行時の 5m (スラブ長さ) を通過するときの周波数が一致するために、車両が共振することでビビリ振動が発生すると考えられる。5m の周期的な狂いを発生させる原因としてスラブの煽りが考えられる。そこで筆者¹⁾は、スラブの煽りを抽出する手法として 5m 弦高低変位の活用を提案している。5m 弦高低変位は波長 5m 狂いを強調する特徴があり、動的狂いであるスラブの煽りを抽出するには適している。特に図 2 に示すようなスラブ下の CA モルタルが劣化している箇所では煽りが顕著である。そこで旧型 2 階建車両でビビリ振動が発生している箇所の 5m 弦高低変位と動揺波形を図 3 に示す。図 3 の動揺波形はビビリ振動が 13Hz であることから 8~20Hz のバンドパスフィルター処理した波形である。動揺波形と 5m 弦高低波形を比較すると、ビビリ振動が発生している箇所では 5m 弦高低変位が 2.5mm 以上となっている。この値は煽りを抽出する際の閾値と一致しており、当該区間ではスラブが煽っているものと推測される。



図 2 スラブ下面の CA の欠損

キーワード：ビビリ振動, 5m 弦高低変位, スラブ煽り

〒331-8513 さいたま市北区日進町 2 丁目 479 番地

TEL 048(651)2389 FAX 048(651)2289

*現 鉄道総合技術研究所軌道技術研究部軌道構造

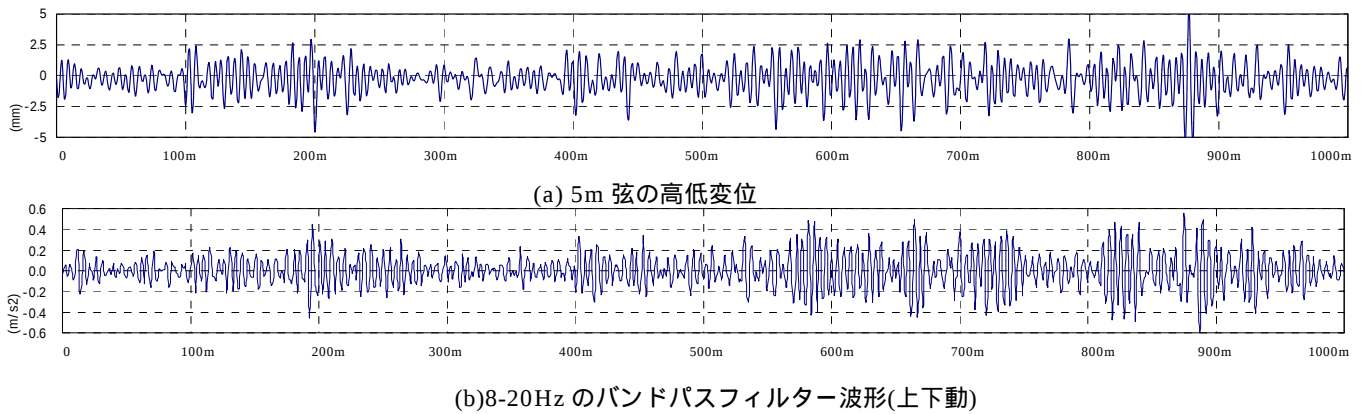


図3 ビビリ振動発生箇所における動的変位

4. ビビリ振動対策

ビビリ振動の原因はスラブの煽りと 5m 弦高低変位が考えられたため、スラブの煽りを止めと、5m 弦の高低変位の整正を行った。整備方法は図4に示すスラブ下面の CA モルタル欠損部の補修を行った後、5m 弦高低変位を図5に示すタイプレート下に PA 板を挿入してレール面整正を実施した。軌道検測車の施工前後の動的変位の比較と旧型2階建車両による動揺測定結果(8-20Hz のバンドパスフィルター処理)を図6に示す。図中の 1km の範囲が補修した範囲であり、5m 弦高低変位が大きかった箇所では改善されていることがわかる。5m 弦高低変位が改善された箇所の動揺の振幅が低減していることがこの図からわかる。よって 5m 弦高低変位着目して補修することで、ビビリ振動が解消される可能性を示した。



図4 スラブ下面の CA 補修

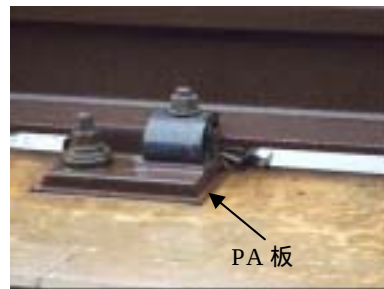


図5 レール面整正

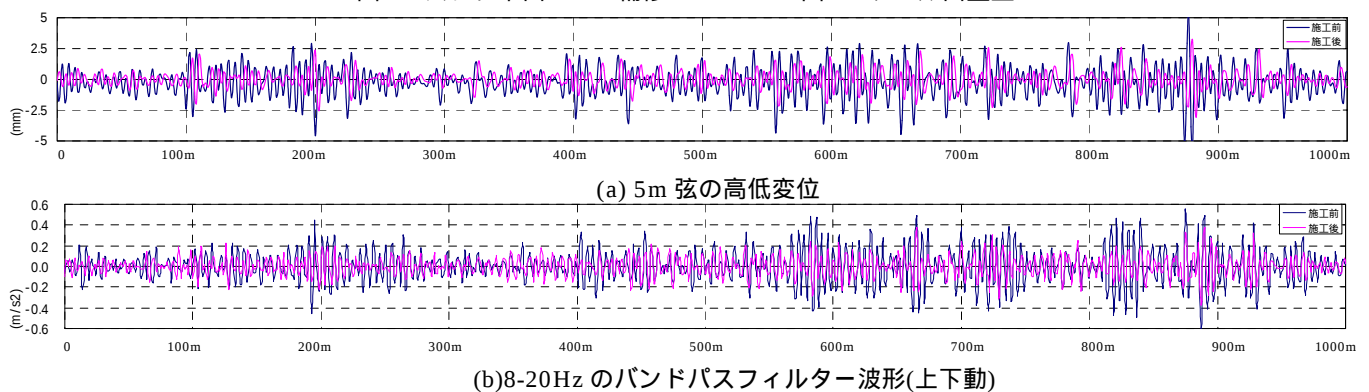


図6 ビビリ振動発生箇所における動的変位

5. 結論

これまでの軌道管理であまり注目されておらず、お客様が不快に感じる周波数の振動(ビビリ振動)について、その原因の究明と対策を検討し、実施した。その結果、原因はスラブの煽りと 5m 弦の高低変位であった。それらをスラブ下面の CA モルタルのてん充によるスラブの煽り止めと 5m 弦高低変位を補修することでビビリ振動が低減されることを実作業で確認した。今後同種の箇所について対策を進めていく予定である。

参考文献) 青木:「CA モルタルの効率的な検査方法の研究」J-Rail2006,2006.11,pp209-211