

東北新幹線鉄道沿線地域における 振動レベル経年変化に関する一考察

Study on secular change of Vibration level around the Tohoku Shinkansen Railway

天野 直哉 大熊 一也 菊地 英男*1 三沢 松子
Naoya AMANO, Kazunari OOKUMA, Hideo KIKUCHI, Matsuko MISAWA

宮城県内の東北新幹線鉄道の沿線地域について、振動レベルの経年変化を調べたところ、大河原町金ヶ瀬地点において、2014年度に前年比較で12dB上昇し、その後も横ばい傾向にあることが確認された。この事象について、大河原の測定地点に近接し、軌道構造が同じである村田町沼辺地点と比較して検討した。両地点において、列車をE2型とE5型に分類した列車速度と振動レベルの比較や列車速度280km/hで分割した走行区分ごとの振動レベルの発生頻度の結果等から、列車速度280km/h以上のE5型の走行が関係していることが考えられた。

キーワード：新幹線鉄道；振動レベル

Key words : Shinkansen railway ; Vibration level

1 はじめに

本県では、東北新幹線鉄道の沿線地域について、振動レベルの暫定指針値の達成状況を把握するため、表1に示す11地点（仙台市を除く）を選定し、常時監視を行っている。経年変化を調べたところ、大河原町金ヶ瀬地点（以下、「大河原」）で測定した振動レベルに特異な状況が確認されたため、報告するものである。

表1 測定地点

No	住所	測線側軌道	環境基準類型
1	白石市旭町	上り側	I 類型
2	大河原町金ヶ瀬	上り側	II 類型
3	村田町沼辺	上り側	I 類型
4	柴田町成田	下り側	I 類型
5	名取市高館	上り側	II 類型
6	名取市田高	下り側	I 類型
7	大和町落合	下り側	I 類型
8	大崎市古川	下り側	I 類型
9	栗原市高清水	下り側	I 類型
10	栗原市志波姫	上り側	I 類型
11	栗原市金成	下り側	I 類型

2 測定・評価方法

振動レベルは、「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について（勧告）」（昭和51年3月12日環大特32号）に定める方法により、近接側軌道中心から25m地点において、鉛直方向の補正加速度レベルを用いて、連続する20本の列車の振動レベルを測定した。また、振動レベルの評価は測定した列車の振動レベル最大値の上位半数の算術平均とした。

なお、列車速度については、振動レベルを評価した列車の速度を算術平均して算出した。

3 結果・考察

2009年度から2019年度までの11年間（2011年度は東日本大震災のため未測定）を対象とした振動レベルの経年変化を図1に示す。

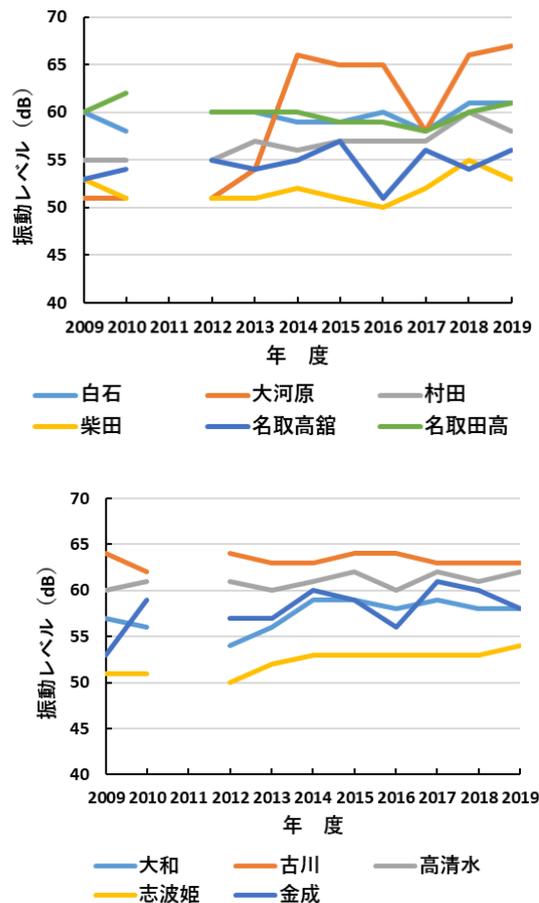


図1 振動レベルの経年変化

（上：仙台以南6地点 下：仙台以北5地点）

全体的には横ばい傾向であり、全地点で国が示す指針値70dBを満足していた。しかし、大河原は他の地点と

*1 前 保健環境センター

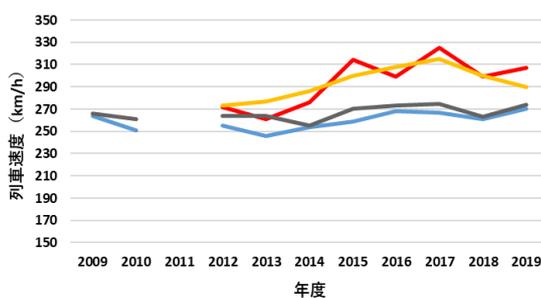
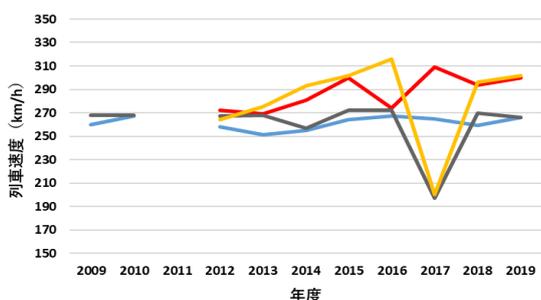
異なり、2014年度に12dB（前年比較）上昇し、その後も横ばい傾向にある。これは、2014年のダイヤ改正ですべての「はやぶさ」が320km/hでの運転となったことが影響していると考えられた。

この事象について原因を究明するため、大河原の測定地点に近接し、軌道構造が同じである村田町沼辺地点（以下、「村田」と）と比較することとした（表2）。なお、走行した列車を最高速度や車両構造が異なる二つに分類（E2型（E2, E2+E3）、E5型（E5, E5+E3, E5+E6））し、大河原の列車速度が通常の状態ではなかった2017年度のデータは比較から除外することとした。

表2 大河原と村田の比較

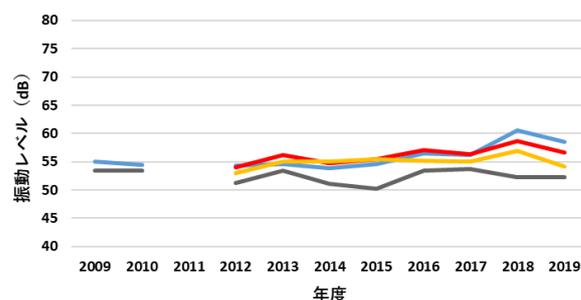
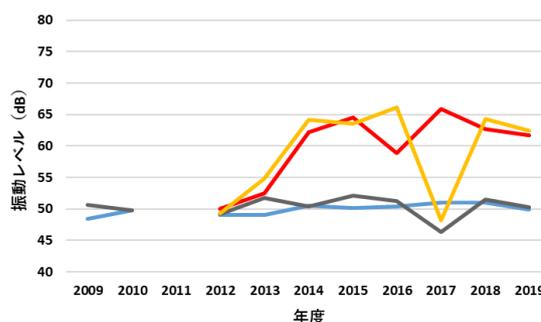
	大河原	村田
構造物の種類	PC桁高架橋	PC桁高架橋
軌道面の地上高	9.2m	6.7m
軌道の種類	バラスト	バラスト
防振対策	バラストマット	バラストマット
ピックアップの設置場所	土	土

列車速度は、大河原、村田で上り、下りのいずれも同じような傾向にあり、E2型はおおむね一定であるが、E5型は270km/hから320km/hの範囲で漸増傾向にあった（図2）。また、振動レベルについては、E2型は大河原、村田とも同じような傾向にあるものの、E5型は大河原で上り、下りとも2014年度から急激に上昇し、一方、村田では横ばい傾向を示し、両地点の振動レベルの推移の差にはE5型の走行が大きく関与している可能性が示唆された（図3）。



— 上り E2型 — 上り E5型 — 下り E2型 — 下り E5型

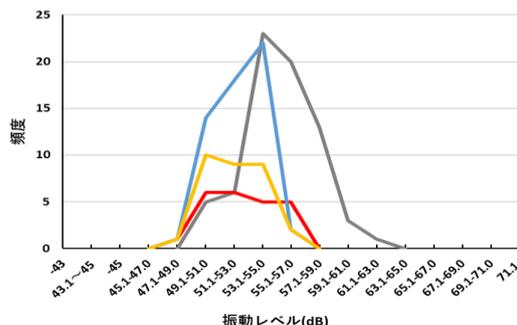
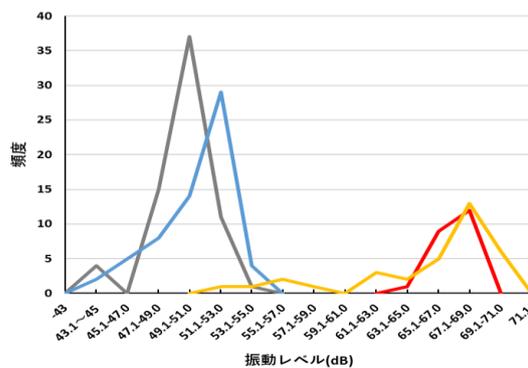
図2 列車速度の比較
（上：大河原 下：村田）



— 上り E2型 — 上り E5型 — 下り E2型 — 下り E5系

図3 振動レベルの比較
（上：大河原 下：村田）

次に、走行する列車の速度と振動レベルの関係を見るため、両地点の各年度の全測定データを列車の走行区ごとに、振動レベルの発生頻度について、E2型の営業最高速度（275km/h）を目安に列車速度280km/hで分割したものを図4に示す。



— 上り 280km/h未満 — 上り 280km/h以上
— 下り 280km/h未満 — 上り 280km/h以上

図4 振動レベルの発生頻度
（上：大河原 下：村田）

大河原は280km/h未満と以上とでピークが分離され、t検定 ($p < 0.05$) を行ったところ、有意差が見られた。一方、村田ではピークが重なり、t検定 ($p < 0.05$) を行っても、有意差は見られなかった。このことから、大河原の振動レベルが特異な推移をみせている原因は、列車速度が280km/h以上であるE5型の走行に起因している可能性が大きいと推察された。

さらに、両地点の振動レベルと列車速度の相関について、図5及び図6に示す。大河原の上りでは、280km/h未満では50dB付近、280km/h以上では65dB~70dBの間にデータの集団ができ、ほぼ一定値と見なせる状態であり、下りは280km/h未満が45dB~55dB、280km/h以上が60dB~70dBに集中しており、相関係数もそれぞれ0.7以上となっている。

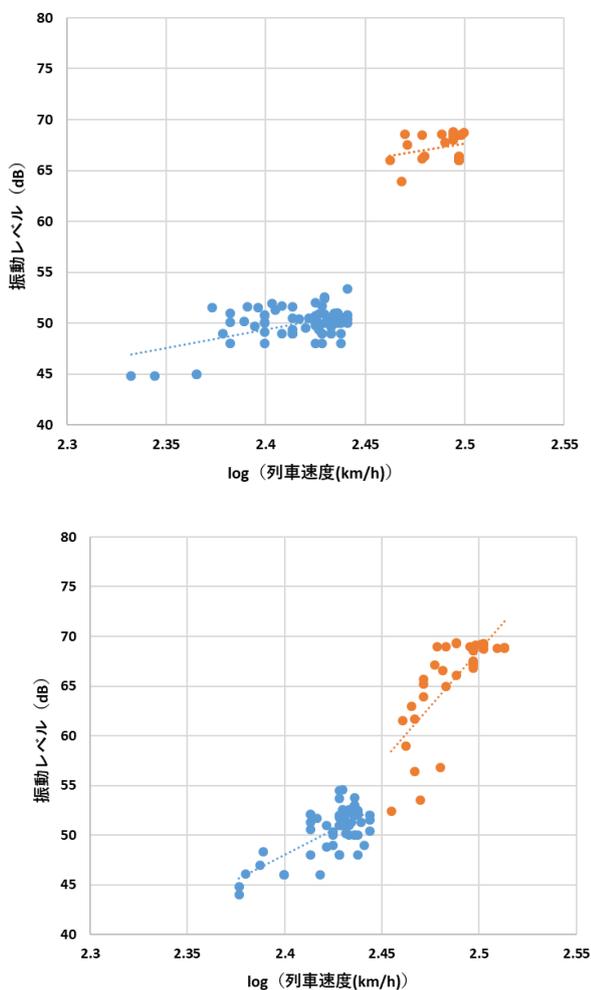


図5 大河原の振動レベルと列車速度の相関
(上：上り 下：下り)

しかし、村田においては速度による振動レベルの分離が明確ではなく、相関係数は上り0.4程度であり列車速度による振動レベルの増加はあまり見られないが、下りは相関係数が0.7と列車速度の上昇に伴い振動レベルの増加がみられる。

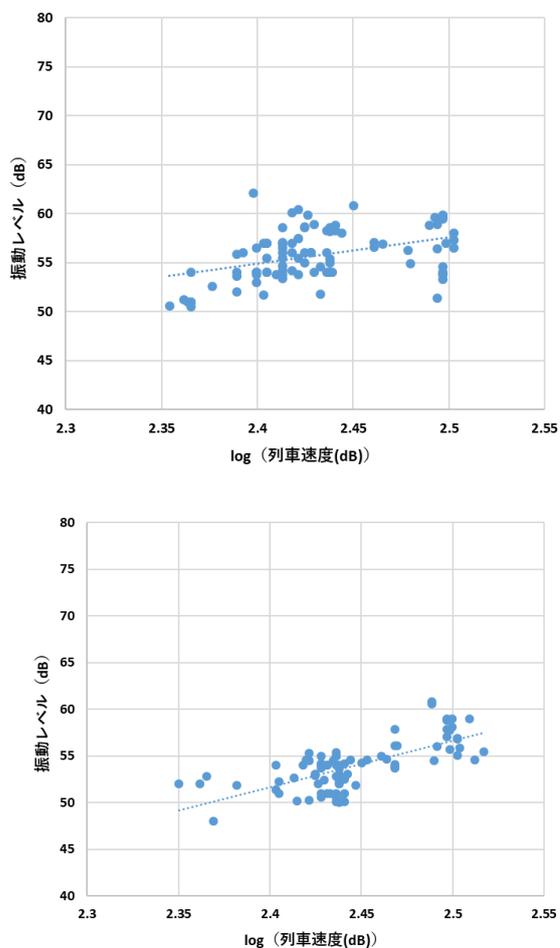


図6 村田の振動レベルと列車速度の相関
(上：上り 下：下り)

一般に、振動レベルが高くなる要因としては、新幹線の走行時に発生した振動がレール、枕木、バラスト等の軌道構造や高架橋と共振している場合、又は地上伝搬過程で共振している場合が考えられる。そのため、表層地盤について「宮城県地震地盤図作成調査報告書」(昭和60年3月宮城県)を確認をしたところ、大河原は腐植土を主とする地盤に、村田は腐植土を主とする地盤と岩盤の境界付近に位置するとされているが、いずれも腐植土を主とする地盤は共通しており、より詳細な現地のデータはなかったため、両者の大きな差までは確認できなかった。

4 まとめ

北海道新幹線の整備延伸と走行列車のスピードアップによる所要時間の短縮を目指した取組が進められる中、今回の解析結果から、列車速度280km/h以上のE5型の走行が大河原での振動レベルの上昇に関係していることが考えられた。今後、その原因が列車と軌道の構造の影響によるものか、あるいは地質地盤に起因するものか、さらに調査を重ね、究明したいと考えている。