

列車動揺の低減化に対する一考察

JR 東日本 池谷 和之
JR 東日本 稲荷 廣
JR 東日本 高橋 修

1. はじめに

JR 東日本の新幹線輸送において、お客様により快適にご利用いただくためには、列車の揺れをより小さくすることが求められている。そこで、何が？どうして？どのように？列車動揺メカニズムが発生するのかに着目し、軌道整備を考慮に入れた列車動揺の低減化に対して一考察を行うものである。

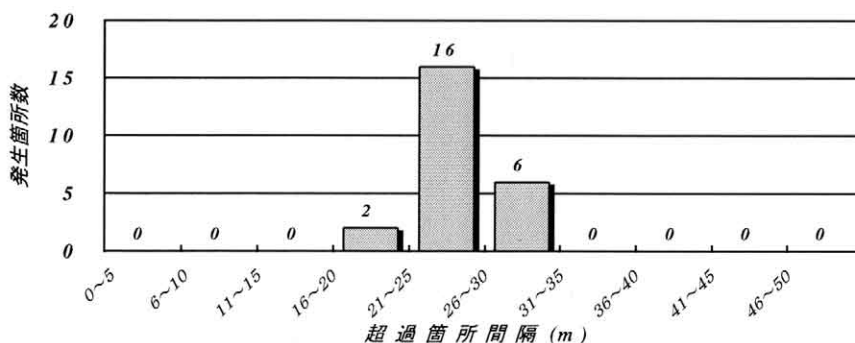
2. 本検討項目

東北新幹線開業当初から営業車両に搭載した自動動揺測定器によって、列車の上下・左右動揺値の測定を実施している。¹⁾ 平成 11 年 12 月 22 日の自動動揺結果(R8 編成)と、12 月 20 日のドクターイエロー（以下、マヤ車）による軌道状態ならびに動揺結果を比較することにより、軌道状態やトンネル等の構造物が、列車動揺に及ぼす影響に対して検討を行った。

3. 自動動揺超過箇所に対する考察

12 月 22 日測定 of 自動動揺超過箇所（左右動揺値：0.15g 以上）を表－1 に示す。また、表中の斜字は、対向列車による動揺超過箇所であり、本検討では議論しないものとした。動揺超過箇所は 38 箇所あり、うち 32 箇所(84%)がトンネル区間で測定された。また、キロ程別に着目すると表中に示すようなある程度の分類ができ、それらの超過箇所間隔を算出し、図－1 に示す。この図－1 から、超過箇所間隔は 25m 付近が最も多く、16m 以下ならびに 28m 以上は測定されなかった。このことから、超過箇所間隔の約 25m は、動揺波長（半波長？） $\lambda = \alpha \times 25m$ と推測され、トンネル等の構造物に関係のない固有な動揺波長が存在すると判断できる。

また後日、他の編成による自動動揺測定結果に対しても、約 25m 間隔の動揺箇所間隔が測定された。このことから異なる列車編成に対しても、動揺波長の違いはないものと思われる。



図－1 超過箇所間隔と発生箇所数

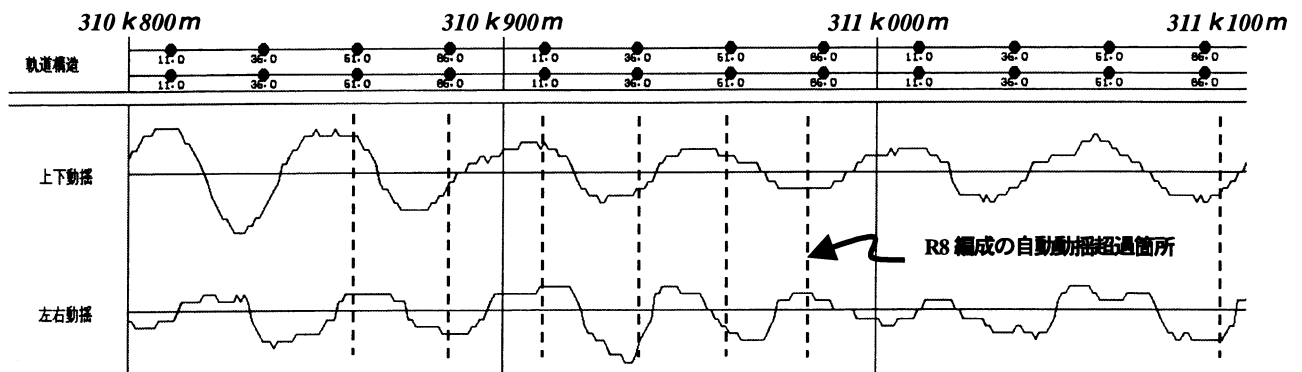
表－1 自動動揺超過箇所

キロ程(k.m)	左右動揺値(g)	トンネル
317.695	0.15	
317.672	0.15	
315.262	0.15	
315.240	0.21	
314.372	0.17	
314.350	0.17	
314.324	0.15	
314.298	0.15	
311.804	0.18	志賀T
311.782	0.17	志賀T
311.681	0.19	志賀T
311.655	0.19	志賀T
311.455	0.17	志賀T
311.431	0.15	志賀T
311.415	0.17	志賀T
311.397	0.17	志賀T
311.134	0.16	志賀T
311.112	0.20	志賀T
311.091	0.20	志賀T
310.984	0.18	志賀T
310.959	0.20	志賀T
310.937	0.16	志賀T
310.910	0.18	志賀T
310.887	0.22	志賀T
310.862	0.17	志賀T
310.593	0.15	志賀T
309.937	0.16	志賀T
307.571	0.19	愛宕T
307.548	0.16	愛宕T
307.371	0.16	愛宕T
307.346	0.19	愛宕T
307.324	0.17	愛宕T
307.162	0.15	愛宕T
300.773	0.16	岡T
300.748	0.18	岡T
300.723	0.16	岡T
291.003	0.16	二白T
290.980	0.15	二白T
289.350	0.16	二白T
289.322	0.16	二白T

愛宕＝愛宕山 T、二白＝第二白石 T

Keywords：列車動揺，自動動揺測定，レール溶接

〒985-0851 宮城県多賀城市南宮字二津井 18 番地 TEL 022-356-5125 FAX 022-356-5430

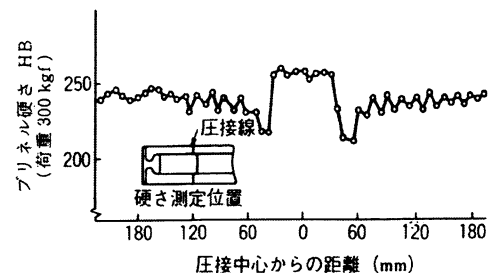


図－２ 軌道構造とマヤ車測定による動揺値の相関（12月20日測定）

4. 軌道構造と動揺値との相関

軌道構造と動揺値の相関を検討するため、図－2にレール長さならびにレール溶接位置（図中●）の軌道構造と12月20日測定のマヤ車による上下・左右動揺値を示す。なお、この区間においては、軌間、通り等の軌道整備基準値を超過するような軌道状態はなかった。また、前述の表－1に示したR8編成による自動動揺超過箇所を併記した。

この図－2より自動動揺超過箇所は、マヤ車測定動揺値のピーク時の値と一致している。また、レール溶接位置において、上下動揺ならびに左右動揺の勾配が変化している。このことは、3. 自動動揺超過箇所に対する考察より、約25mの超過箇所間隔が多数あることから、レール長さの25mが関係していることが推測される。レールは25mを定尺としており、本線上においては、エンクローズアーク溶接やガス圧接によりロングレール化されている。図－3にガス圧接における溶接部のレール硬度分布を示す。その圧接部においては、生レールに対して10%程度の硬度増加があることが確認されている。²⁾ また現場調査の結果、溶接箇所に対してはその摩耗の進行量が異なることが確認されている。このことから、レール溶接部における摩耗の進行量の違い等、軌道からの強制的な波長（波長50m、半波長25m?）を受けると考えられる。また、新幹線車両の固有振動数と速度の関係から、約38.8m～76.4mの軌道狂いが車両特性と共振すると大きな動揺が発生しやすい。そのため25m間隔で敷設されているレールに対して、50m波長の揺れとなった場合、車両との共振する可能性も考えられる。



図－3 ガス圧接によるレールの硬度分布

5. まとめ

- ・軌道狂いによらない列車動揺は、レール溶接部の影響を受けていると考えられる。その動揺波長は、 $\lambda = \alpha \times 25\text{m}$ と推測されている。
- ・軌道狂いは、列車動揺によりレールにかかる横圧が大きい箇所に集中して、進行していくと思われる。その軌道狂いの進行が、再び列車動揺を増幅するものと考えられる。

<改善提案>

- ・列車動揺を低減させるためには、レール溶接を25mの一定周期となるような間隔としない。
- ・レール溶接箇所におけるレール硬度を、生レール硬度と同等にする。

<参考文献>

- 1) 二瓶満, 桑原克也:「新幹線列車動揺測定システム」 日本鉄道施設協会誌 1997.5
- 2) 佐藤吉彦, 梅原利之:「線路工学」 日本鉄道施設協会 1987.7