

IV-178 山陽新幹線における高速走行下でのスラブ軌道性能確認

○ 西日本旅客鉄道 正 金岡裕之
鉄道総合技術研究所 正 安藤勝敏

1. まえがき

現在 J R 西日本では次世代の新幹線開発を目指して500系(win350)新幹線車両を用いての高速走行試験が行われており、超300km/h領域での安定走行を提供し得る軌道造り・保守管理体制を模索中である。現在の軌道材料が超300km/hに耐え得るかどうかの確認も必要な事項であり、そのための試験・測定が続けられている。ここでは平成4年度の高速走行試験から、スラブ軌道の軌道材料強度試験結果を紹介し、高速走行開始後のスラブ軌道の疲労の観点から考察を行った。

表-1. 試験条件

試験箇所	小郡～新下関間 970k400付近
線路条件	明かり、直線、下り勾配
測定項目	輪重、横圧、レール上下変位、 $\Delta 7^\circ$ 上下・左右変位・表面応力

2. 試験概要

山陽新幹線には A-55 及び A-51 スラブ軌道が存在し、今回試験対象としたのは A-55M である。試験目的は、①高速列車(500系、300系)走行下での安全性 ②特性、③耐久性の確認である。安全性の判断には、従来提案された走行判定標準(案)¹⁾と、これをもとにした300系/500系向けの走行判定基準を設けて行った。

試験条件は表-1、図-1に示すとおりである。測点の設定に際しては、小山実験線での測定²⁾を参考にした。また騒音・振動に関わる特性については、別途試験が行われており、ここでは割愛した。測定対象は高速走行試験列車のみならず営業列車も加え、比較データとした。データ整理は(1)各列車の各測定項目の最大値と速度の関係、(2)代表数列車の各測定項目の全数の分布及び輪重・横圧との関係について行った。

3. 試験結果

- (1) 300系・500系での各項目の最大値は表-2のとおりである。また速度との関係は、図-2のとおりである。
- (2) 500系での輪重・横圧の各代表列車毎の分布は図-3のとおりである。

4. 考察

4-1. 試験結果についての考察

(i) 輪重・横圧、レール上下変位、 $\Delta 7^\circ$ 左右変位

表-2. から各最大値はいずれも判定基準の参考値と比べて小さく、速度効果は殆ど認められない。また営業列車での発生値と比較しても同程度以下であり、軽量化の効果が確認された。輪重の最小値が一部参考値を超過したが、これらに対応した横圧が小さく、走行安全上の問題はない。

(ii) $\Delta 7^\circ$ 上下変位、 $\Delta 7^\circ$ 表面応力

最大値は判定基準の参考値を越えないが、営業列車の値より大きくなった。既往の研究³⁾によれば、 $\Delta 7^\circ$ 上下変位は昼夜の温度変化に伴う反りに影響されることがわかっており、そのため昼間測定の営業列車の値が小さくなったものと思われる。本測定でも時系列測定から、反りによる影響を確認した。

(iii) 統計的特性

輪重の変動係数は設計値(表-3)を越えているが、300系・500系の輪重が設計値よりも小さいため疲労検討荷重の発生は極めて希である。

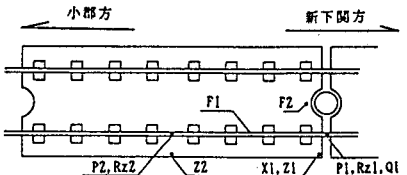


図-1. 測点配置

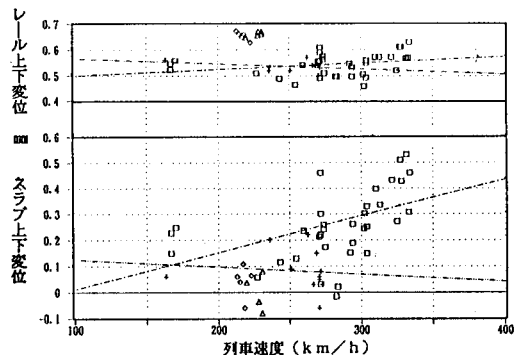
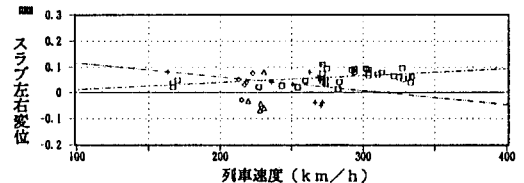
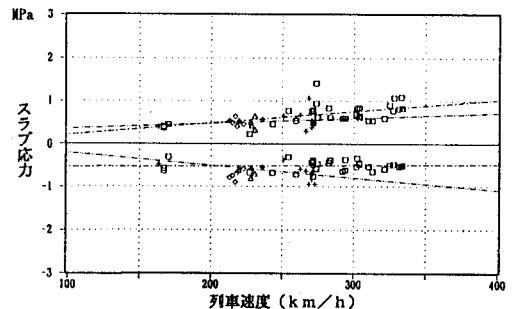


図-2-1. レール上下変位・スラブ上下変位と速度

図-2-2. $\Delta 7^\circ$ 左右変位と速度図-2-3. $\Delta 7^\circ$ 左右変位と速度

以上の結果より、次の事柄が確認できた。

- ① 走行安全上の問題となる値の発生はない。
- ② 高速域における特性も従来の傾向と同様である。
- ③ 疲労性状は本測点程度であれば従来通りである。

4-2. 300系営業下での疲労の検討

A-55M では、表-3. の前提で疲労検討が行われている。これを基に、現状の軌道状態での疲労について検討する。[kN]

【仮定】 A) 輪重の変動割合は、同一点でも車両形式毎に独立である。

B) 疲労検討荷重の、車両形式毎の分担は、形式毎の通トに应ずる。

C) 任意の地点での輪重変動は、その点を含む均質な区間の変動に代表される。

D) 輪重変動は正規分布する。

疲労検討荷重 f は、 $f = m + 2\sigma$ （但し、 m : 平均輪重、 σ : 輪重の標準偏差）と表される。D) の基に発生確率 P と全発生数（全通過軸数） N を用いて、日あたりの f の発生回数 n を求めると、

$$n = NP_{2\sigma} = \frac{T}{2m \times 365} P_{2\sigma} \quad \text{但し、} T: \text{通トン}$$

となる。

A)・B) の仮定により表-4. の300系の分担割合 k_{300} を用いて、300系での発生回数・発生確率を求めると、

$$n_{300} = k_{300} n$$

$$P_{300} = \frac{n_{300}}{N_{300}} \quad \text{但し、} N_{300}: 300 \text{ 系での全発生数}$$

となり、発生確率から f を正規分布上に位置づけると、

$$f = m_{300} + \alpha\sigma \quad \text{但し、} P_{\alpha\sigma} \equiv P_{300}$$

であるので、 α を用いて σ は、

$$\sigma = \frac{f - m_{300}}{\alpha}$$

となる。表-3. 4. の各数値を代入すると、 $\sigma = 26.12[kN]$

となる。C) により表-5. の σ は劣悪な新関門トンネルにおいてもこの値を越えないため、軸箱加速度による頭頂面管理・整備が行われている限り、高速営業下に於いても A-55スラブの疲労進行は設計時より悪化することはない。

5. まとめ

今回の成果をまとめると、

- ① 本試験に於いて、300系・500系による高速走行に対し、問題となるような事象は何等認められなかった。
- ② 300系車上で観測された輪重変動は、設計時の疲労検討前提の範囲内である。

参考文献

- 1) T606「省力化軌道の適用範囲」研究班、走行判定標準検討グループ：軌道関係走行判定標準の提案、鉄道技術研究資料、第41巻、第8号、1984-8。
- 2) 佐藤吉彦他：新幹線総合試験線（小山地区）における軌道関係測定計画の検討、鉄道技術研究所連報、昭和56年9月。
- 3) 安藤勝敏、堀池高広、三浦重：温度変化時におけるスラブ軌道の荷重変形特性、鉄道総研報告、第3巻、第10号、1989-10。

表-2. 各項目の最大値

項目	単位	500系	300系	営業
輪重	kN	60.9	54.5	73.2
レール上下変位	mm	0.63	0.54	0.67
スラブ上下変位	mm	0.53	0.22	0.11
横圧	kN	2.4	4.3	3.9
スラブ左右変位	mm	0.11	0.11	0.08
スラブ表面応力	MPa	1.42	1.31	0.86

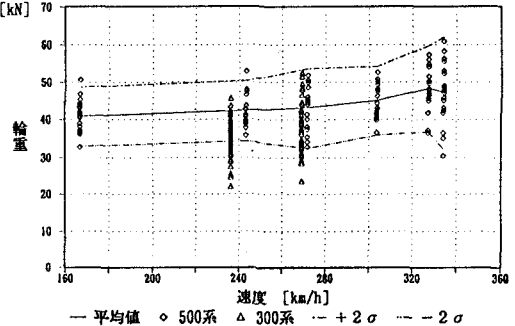


図-3-1. 輪重分布と速度

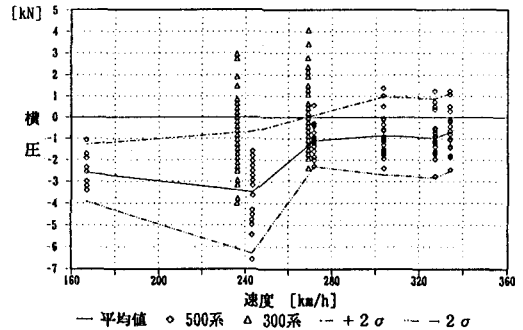


図-3-2. 横圧分布と速度

表-3. 疲労検討時の前提

年通ト	4000[万t]
輪重	8.0[t]
疲労検討荷重	10.4[t]
変動係数	0.15
標準偏差	1.2[t]

表-4. 形式別運転実状（岡山～広島）

	0系	100系	300系
列車数 [本]	41	20	16
軸数 [本]	1312	1280	1024
輪重 [kN]	75	68.5	55
通ト/日[万ト]	2.0	1.8	1.1
分担割合[%]	40.6	36.2	23.2

表-5. 車上輪重の統計特性

状態	良好	悪い	劣悪
延長[m]	330	340	290
m [kN]	54.3	55.8	55.2
σ [kN]	9.5	20.3	24.0
ν	0.174	0.363	0.436
max[kN]	93.2	132.3	153.6
min[kN]	12.0	4.3	1.7
データ数	1014	986	870