



# 高速鉄道における輪重変動抑制を目的とした短波長領域の軌道狂い管理手法の研究

大竹, 敏雄

---

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2015-03-06

(Date of Publication)

2016-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙第3278号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003278>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(別紙様式3)

## 論文内容の要旨

氏名 大竹 敏雄

### 論文題目 高速鉄道における輪重変動抑制を目的とした短波長領域の軌道狂い管理手法の研究

高速鉄道として世界に先駆けて開業した東海道新幹線は、その後50わたり安全かつ安定した質の高い輸送を提供し日本の大動脈としての使命を担っている。その高速・高密度輸送の安全を足元から支えているものが軌道保守である。本研究は、軌道保守の重要な要素のひとつである列車走行面である軌道狂いの管理について、車両の輪重変動を抑制することを目的とした研究である。輪重変動の抑制は車両走行の安全性確保、レールやまくらぎ、構造物への負担軽減、軌道狂い進行の抑制といった幅広い課題への解決につながる。

本研究は大型試験装置による実験結果、シミュレーション解析により車両と軌道との動的相互作用である軌道狂いと輪重変動の関係を解明し、輪重変動抑制のための合理的な管理手法の確立を目指したものである。対象とした軌道構造は有道床軌道および高速鉄道では東海道新幹線特有の構造である無道床橋りょうである。本研究の目的を整理すると以下のとおりである。

研究の目的 1 有道床軌道における短波長軌道狂いと輪重変動の相関性の解明

大型試験装置による実物軌道への載荷試験結果より、輪重変動を予測する軌道狂い指標を提案する。さらにシミュレーション解析と実フィールドで測定したデータからこの指標を検証するとともに、適切な閾値を提案する。

研究の目的 2 短波長領域の軌道管理手法の確立に向けた検討

提案された指標により軌道保守実務において有効な管理手法確立に向け、実際の軌道検測車の測定データを用い分析し、短波長領域での軌道狂い管理手法について提案する。

研究の目的 3 無道床鋼製橋りょうにおける合理的な軌道管理手法の検討

無道床鋼製橋りょうにおいて輪重変動抑制及び桁に発生する応力低減のため、短波長領域の軌道狂いとの関係性を明らかにするとともに高精度な整備手法を試行し、無道床橋りょうでの短波長領域の軌道狂い管理手法を検討

する。

これら研究目的を踏まえ本論文は以下の6章により構成されている。

第1章では、序論として、高速鉄道における軌道管理の意義を踏まえ本研究の背景を述べるとともに、一般の有道床軌道及び無道床橋りょうにおける短波長領域の軌道狂い管理および輪重変動抑制に関する知見を述べ、本研究の目的および研究内容を示した。

第2章では、東海道新幹線の軌道整備技術の成立と開業後の技術的な発展について整理し、それらの技術的評価を通じて、現時点において短波長領域の軌道狂いの整備手法について十分な解明がなされていない点について述べた。

第3章では、高速鉄道における著大輪重対策としてこれまでの知見を整理するとともに、その抑制のため過去にとられてきた対策について評価し、短波長領域の軌道狂いの保守管理が課題であることを示した。次に大型試験装置による実験結果からの分析とシミュレーション解析結果より輪重変動と軌道狂いとの関係を軌道狂い測定データから算出される曲率により予測が可能であることを示した。さらに70km/hでの実走行試験データを分析し10m弦正矢や5m弦正矢と比較し、曲率による輪重変動の予測がより相関性が高いことを検証した。最後に曲率の管理基準値として軌道材料の設計輪重値からその適正値を提案した。(研究目的1)

第4章では、曲率による輪重変動の予測を主体とした短波長領域の軌道狂い管理手法の確立のため、実軌道の軌道狂いデータを分析した。対象区間は東海道新幹線の比較的短波長領域が比較的多く発生している区間であり、10m弦正矢、5m弦正矢、曲率の3指標を比較評価した。これにより、曲率が輪重変動抑制のために効率的な指標であること、現場における整備後の仕上がりの確認方法について考察した。また短波長領域の軌道狂いの特徴について、軌道狂いの進みの分析や波形や波長として現れる特徴、軌道整備後の効果確認などについて実際の事例をもとに分析し、短波長領域の軌道狂い管理としてポイントとなる点を整理した。(研究目的2)

第5章では、無道床橋りょうにおける軌道整備手法について検討した。まず実際の東海道新幹線のデータから無道床橋りょうにおける輪重及び軌道狂いの発生状況を分析した。そしてシミュレーション解析によって、3章で提案した曲率と輪重変動の相関性が橋りょうにおいても同様に見られるか、さらには橋りょうの桁に発生する応力との関係について分析を行った。また実際に短波長領域の軌道狂いを高精度に整備する手法について現場で試行し、目的とする精度の施工が可能か確認した。(研究目的3)

第6章は、各章で得られた結果を総括し、今後の課題を指摘して本研究の結論としている。

本研究での成果をまとめると以下のとおりである。

まず、有道床軌道において、輪重変動は軌道狂い波形の曲率を指標として精度よく推定できること、また実車での輪重測定による検証により衝撃成分を加味し、新幹線で使用されている軌道材料の設計輪重から、曲率の管理値としては、 $7 \times 10^{-3} [1/m]$ とするのが妥当との結論を得た。

次に東海道新幹線の最近の軌道狂い測定データの分析により、輪重著大値の発生を抑えるためには曲率が他の指標と比べ有効な指標であること、軌道補修作業を行う施工現場では5m弦正矢法で整備前後の軌道狂いを測定することによってその改善状況を確認することが実用的であることを明らかにした。さらに、短波長領域の軌道狂いの合理的に保守管理手法として、20m程度のロット毎に、軌道狂い波形やその時間的変化を把握する手法について提案した。

無道床橋りょうにおけるシミュレーション解析結果から、輪重変動はバラスト軌道と同様に軌道狂いの曲率と相関があること、一方桁に発生する応力は、輪重値との相関はなく軌道狂いの大きさや桁の固有振動数の付近においては軌道狂いの波長の影響を受けることを示した。また、無道床橋りょうでの高精度な軌道整備手法を試行し、施工が可能であることを確認した。

以上のとおり、本研究により高速鉄道の有道床軌道および無道床軌道における輪重変動と軌道狂いの関係性が明らかとなり、短波長領域の軌道狂い管理として有効な知見を得られ、今後の東海道新幹線の軌道保守業務においてより品質の高い軌道の実現に活かされると期待される。

(別紙1)

論文審査の結果の要旨

氏名	大竹 敏雄		
論文題目	高速鉄道における輪重変動抑制を目的とした短波長領域の軌道狂い管理手法の研究		
	区分	職名	氏名
	主査	教授	川谷 充郎
	副査	教授	阪上 隆英
	副査	教授	芥川 真一
	副査	教授	飯塚 敏

要 旨

本論文は、大型試験装置による実験結果、数値解析により、高速鉄道における軌道狂いと車両の輪重変動との関係を解明し、走行安全性向上や地上設備への負担軽減など幅広い効果が期待できる輪重変動抑制のために有効かつ合理的な管理手法の確立を目指したものであり、6章により構成されている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。高速鉄道における軌道保守の重要性とともに東海道新幹線の軌道技術の現状を踏まえ本研究の背景を示すとともに、一般の有道床軌道および無道床橋りょうにおける短波長領域の軌道狂い管理および輪重変動抑制に関する既往の知見を述べ、本研究の位置づけ、目的および研究内容を示している。

第2章では、東海道新幹線の軌道技術の成立と開業後の技術的な発展について整理している。東海道新幹線の軌道管理に関する技術的評価を通じて、本研究の目的である短波長領域の軌道狂いについて十分な解明がなされていないこと、しかしながら新しい高速軌道検測車によりこの領域の検測が可能となった点を述べている。

第3章では、軌道狂いの曲率と輪重変動の関係性について解明している。まず、最近の走行試験データから短波長領域の軌道狂いに関係する輪重変動が目立つ点を述べている。次に課題である大型試験装置による実験結果および数値解析により輪重変動が軌道狂い測定データから算出される曲率により予測が可能であること、さらに10m弦正矢や5m弦正矢と比較しても曲率が指標として適していることを明らかにした。さらに実走行データを分析し、曲率の管理基準値として軌道材料の設計荷重から適正値を導いている。

第4章では、曲率による輪重変動の予測を主体とした短波長領域の軌道狂い管理手法について実測定データを分析し提案している。まず、曲率が輪重変動抑制のために他の指標と比べ整備対象箇所数が少なく効率的な指標であること、さらに現場における整備後の仕上がり確認方法について提案している。また短波長領域の軌道狂いの特徴について、軌道狂いの進みの分析や波形の特徴などについて実務面において有効な考察を行っている。

第5章では、鋼橋上にまくらぎおよびレールを直接敷設した無道床橋りょうを対象として、短波長領域の軌道狂いと輪重変動及び桁の応力の関係について述べている。数値解析により、有道床軌道と同様に軌道狂いの曲率と輪重変動の相関性が高いこと、橋りょうの桁に発生する応力は軌道狂いの量および支間長が短い桁の場合は固有振動数に影響を受けることを述べている。さらに実際に短波長領域の軌道狂いを高精度に整備する手法について試行し、目的とする精度の施工が可能であることを確認している。

第6章では、本研究をまとめ結論を述べている。

以上、本研究は有道床軌道および無道床鋼製橋りょうを対象として短波長領域の軌道狂いと輪重変動や橋りょうに発生する応力について、大型試験装置、数値解析さらには実軌道のデータにより解明、検証したものであり、鉄道のメンテナンス業務において重要な知見を得たものとして価値ある業績であると認める。提出された論文は工学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の大竹敏雄は、博士(工学)の学位を得る資格があると認める。

- ・特記事項 学位論文の内容に含まれる論文
- ・特許登録数 0件
- ・発表論文数 8編