

審査の結果の要旨

氏名 佐々木 浩一

本論文は、「トラクションを考慮した高速鉄道車両の振動系設計に関する研究」と題し、7章よりなっている。

省エネルギーなどで優れた性能を有する高速鉄道を世界規模で発展させることが求められており、そのためには、我が国で実績のある新幹線技術における「走行安定性」や「振動乗り心地」などの技術的な課題を体系化することが求められている。

本論文は、車輪・レール間の接線力の特性、車両支持系の最適な設計理論など、高速鉄道の基盤的な技術課題を対象として、高速鉄道車両の設計理論を確立しようとするものである。

本論文の第1章は、「序論」と題し、研究の背景および研究の目的を述べている。

第2章は、「これまでの研究」と題し、91年頃に東海道・山陽新幹線0系電車の左右振動乗り心地改善のために、抜本的な台車改良を行った事例を紹介し、改善効果を確認したことを述べるとともに、その後の一層の高速化と車体の軽量化による課題について述べている。

第3章は、「トラクション・スピンを考慮した車輪・レール接線力特性」と題し、新たに駆動力とスピンの影響を考慮した車輪・レール接線力モデルを示し、新幹線の高速走行試験にて得られた振動データとの比較を行うことにより、その妥当性を検証している。輪軸の蛇行動波長の影響が車両の低周波数の振動に現われることを述べ、このモデルにより、より精度の高い振動解析が可能になることを述べている。

第4章は、「車両上下支持系の設計改善」と題し、空気ばねによる上下振動系に関して、新たな指標を用いて、車両支持ばね系の固有振動数と減衰比をより適切に設定することにより、振動乗り心地を良好にする方法を述べている。オリフィス減衰によらない不動点を利用して、軸ばね、軸ダンパのばね定数比、減衰係数比から、振動乗り心地の良好な支持ばね特性を設計する計算方法を明らかにしている。

第5章は、「車体ローリング系の設計改善」と題し、曲線軌道における車体ロール剛性不足を補うためのアンチ・ローリング装置の付与により、車体ロール振動の減衰が不足することを述べ、その対策として左右の空気ばねを連通させて、ローリング方向のみに減衰力を得る方法を提案している。空気ばね本体(bellows)を結合する方式と補助空気室(reservoir)を結合する二つの方式について、アンチ・ローリング装置とあわせて適切な剛性と減衰を得る手法を示し、解析より後者に優位性があることを述べている。

第6章は、「上下・左右振動系の統合的な車両支持系の最適化」と題し、上下振動系と左右振動系の適切な設計を統合的に可能とする手法について述べている。1車両を対象とした左右振動系解析モデルを用いて、第3章で示した駆動力とスピンの影響を考慮した車輪・レール接線力モデル、第4章で述べた上下振動系の最適化、第5章で提案したアンチ・ローリング装置の付与と左右の空気ばねを連通させて減衰を得る手法等に加えて、左右振動系について車両支持系の設計を最適化する手法を述べている。左右振動系にかかわるデザイン指標の提案と、その指標による左右振動系の最適化結果について示している。

左右振動乗り心地を良好なものとする手法は、4対の輪軸による走行速度に依存する振動と、車両の支持系による6つの振動（前後の台車で対称なものも含めると9つ）との共振を避ける設計が最適であり、走行速度に応じた等価踏面勾配の選定と、車両の支持系に対する設計指標を用いて伝達率の最小化を行うことが重要であることを述べている。車輪・レール接線力特性やフランジ接触などの非線形性を考慮したシミュレーション計算を実施し、車体長の異なる車両での検討結果を基に、提案手法の妥当性と普遍性を検証している。

第7章は、「結論」と題し、以上の結果を要約し、本論文の結論を述べている。

以上、本論文は、営業速度が300km/hを超える高速鉄道車両の振動特性について、走行試験で得られた知見を基に、トラクションを考慮した新たな解析手法を提案し、上下・左右・ローリング振動を総合的に改善するための車体支持系の設計手法を確立し、最適化について体系的に示したものである。よって、これらの研究成果は、機械工学に寄与するところが多い。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。