

振子制御用空気圧アクチュエータの応答性向上による低周波左右振動低減

風戸昭人 鴨下庄吾 山長雄亮

本研究の目的は、油圧や電動に比べて応答性や位置決め精度に劣る、空気圧を用いた振子制御用サーボシステムの性能を向上し、乗り物酔いの発生しにくい振子制御を実現することである。従来の振子制御用空気圧アクチュエータに対して、サーボ弁の変更による給排気特性の向上、及び併設の油圧式振子ダンパを取り外すことによってアクチュエータの応答性を大きく向上し、かつピストン変位の2階微分によって得られるピストン加速度をフィードバック制御することによって制御安定性を確保した。このアクチュエータの効果を検証するため、空気圧サーボシステムの理論モデルを振子車両の一両モデルに組み込み、実際の軌道線形上を制御走行させたときの乗り心地をシミュレーションによって確認した。その結果、提案するシステムが、乗り物酔いの原因となる低周波左右振動を低減できることがわかった。さらに、振子ダンパ機能を組み込む空気圧回路を開発した。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

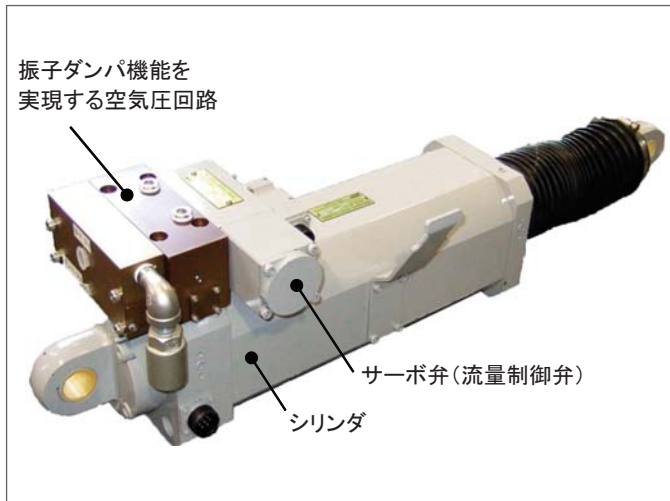


図 開発した高応答空気圧アクチュエータ

実測データに基づく車体3次元弾性振動解析モデルの精度向上

富岡隆弘 瀧上唯夫 鈴木康文 秋山裕喜

軽量化・構造簡素化された最近の車体では、屋根と床が異なる形状や位相で変形する3次元的な弾性振動モードが乗り心地に影響している。著者らは、そのような振動を表現し、低減対策を検討するためのシンプルな解析モデルとして、車体を平板とはりの接続系で表現するモデル(箱形モデル)を提案している。

本稿では箱形モデルについて概説し、その解析精度向上の検討を行った。そして、測定データを適応度関数に用いた遺伝的アルゴリズム(GA)を適用して計算に必要な入力パラメータを計算機により自動的に更新することで、簡便に実測結果に良く一致する解析モデルが得られることを示した。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

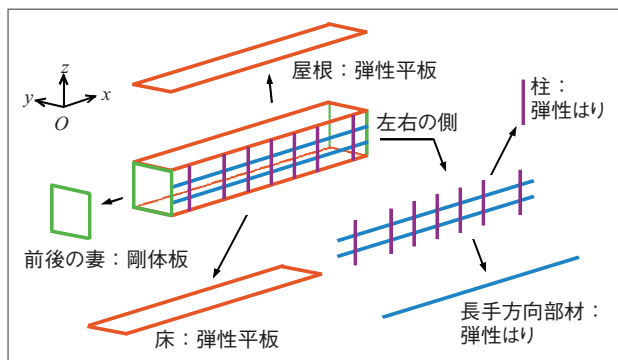


図1 平板とはりの接続系による車体3次元振動解析モデル(箱形モデル)

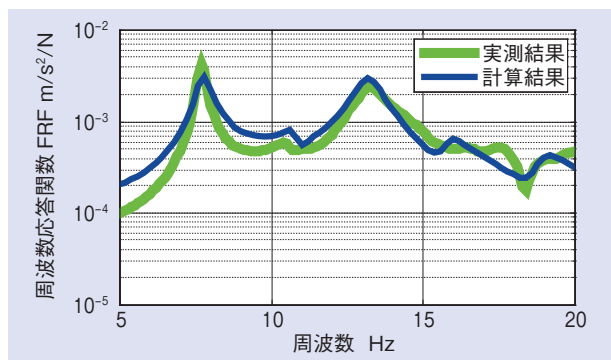


図2 箱形モデルによる周波数応答関数(FRF)の計算結果と実測との比較(床中央の窓寄り位置におけるFRF)

台車振動加速度による状態監視手法

城取岳夫 安永年広

鉄道車両は、安全性や乗心地を維持するため定期的に工場で分解検査が行われる。これらの検査に加え、走り装置の状態監視を運用時に常時行えば安全性や乗心地の向上が期待できる。鉄道車両の常時状態監視は、日本では1980年代から始まり、最近でも盛んに研究が行われているが、営業車の走り装置に状態監視装置が付いた例は少ない。これは、多くのセンサや複雑な機構を使うシステムは、初期費用がかかるばかりでなく、将来にわたり状態監視装置にメンテナンスコストがかかるため鉄道事業者が採用し難いことが原因であると考えられる。そこで本研究では、例えば1台車に1個か2個程度の少ないセンサで車両状態を監視する方法を検討した。その結果、軸ダンパまたは空気ばねの減衰機能の不良、空気ばねのバンク、脱線について、1個の加速度センサによる検知の可能性が確認できたので報告する。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

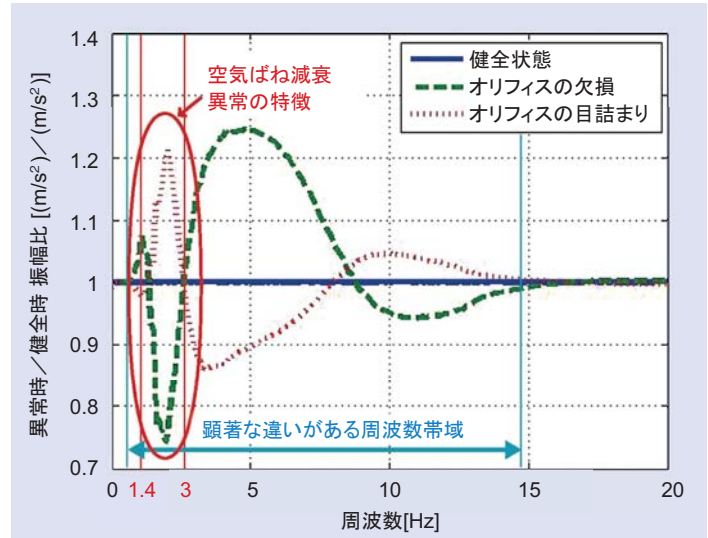


図 空気ばねに減衰異常がある際の台車振動加速度振幅比の特徴

側面からの荷重に対する車体強度特性評価

沖野友洋 宇治田寧

衝突安全性に関する技術開発のうち、側面からの荷重に対する車体強度に関する検討は、従来ほとんどなされていない。そこで、本研究では、裾絞り構造の標準的なステンレス鋼製車両を対象として、中間車を模擬した実物大部分車体を用いて、静的圧縮試験および落錘式衝撃試験を実施し、車体の変形形状や荷重-変形量特性等のステンレス鋼製車体の基本的な側面強度特性データを取得した。また、各試験と同様の条件でFEM解析を実施し、FEM解析は各試験結果を再現することを確認するとともに、試験結果を検証した。これにより、作成した部分車体モデルは車体の側面からの荷重に対する精度の高い強度評価モデルとなっていることを確認した。さらに、部分車体モデルを基に、側面衝撃時の1車両の挙動評価手法を開発するとともに、側面衝突時の挙動評価例を示した。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

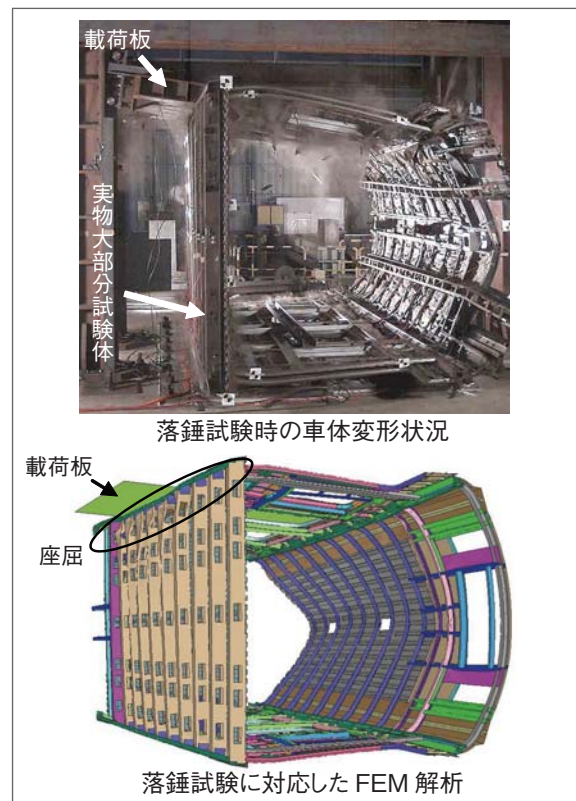


図 実物大部分試験体による落錘式衝撃試験

車輪削正後の車輪表面状態の変化と塗油による乗り上がり脱線防止効果

土井久代 宮本岳史 鈴木淳一 中橋順一 陳樺 伴巧

急曲線や分岐器通過における乗り上がり脱線に関して、車輪削正から比較的、短距離走行後に発生している事象が見られる。そこで、車輪削正とその後の走行による車輪表面状態の変化に着目し、車輪削正後に急曲線を繰り返し走行したときの車輪フランジの表面状態の変化と、環境条件や表面状態と車輪・レール間の摩擦係数の関係について、走行試験および室内試験により評価した。その結果、車輪とレールが繰り返し接触して削正痕が摩擦しつつあるときの金属素地の露出と真実接触面の増加による摩擦係数の上昇が、車輪フランジ乗り上げに影響している可能性があることがわかった。また、乗り上がり脱線防止対策としての削正直後のフランジ塗油について、車両運動シミュレーションや営業車の車輪調査、および室内試験により、フランジ塗油の有効性と持続性を検証した。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

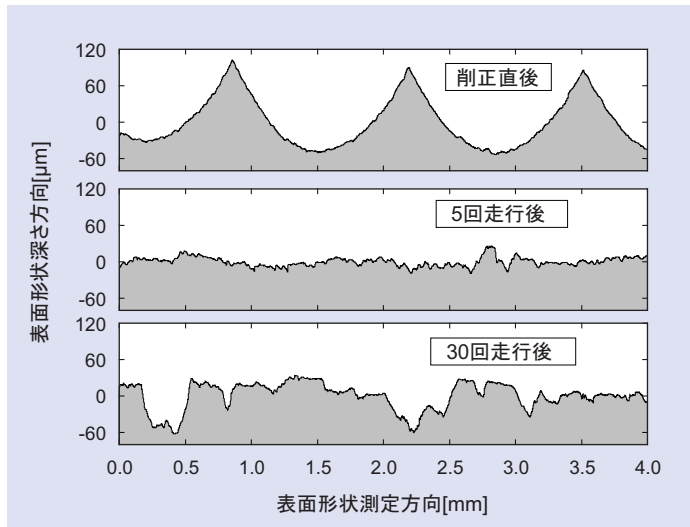


図 曲線の通過にともなう車輪フランジ直線部の表面形状の変化

高熱伝導性有機材料を用いた電子部品・パワー素子の放熱部材の開発

上條弘貴 福田典子 小笠正道

近年、電子機器では小型化が進み、電子部品の熱処理が重要な課題とされ、高熱伝導のセラミックやカーボンなどを用いたグリースや基板の開発が進められている。一方、絶縁性の有機系材料にも繊維方向に高熱伝導特性を有する材料があり、放熱材料としての応用が期待される。本報告では、高熱伝導特性の有機繊維であるPBO繊維クロスによる放熱シートおよび基板を試作し、評価した。その結果、面方向には $10\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 程度の高熱伝導率を有する、低誘電率で高い絶縁性を有する、起毛処理により厚さ方向の熱伝導率も向上し異方性が改善できることを確認した。また、試作放熱シートをパワー半導体モジュールの取り付け部に適用した場合、モジュールケースとヒートシンクの温度差は現状コンパウンドに比べ約2倍となり、

放熱特性向上には至らなかったが、シミュレーションからシートを薄くし、熱伝導率の異方性が改善できれば現状と同程度の特性を得る可能性があることを確認した。

(鉄道総研報告, 2011年8月号)

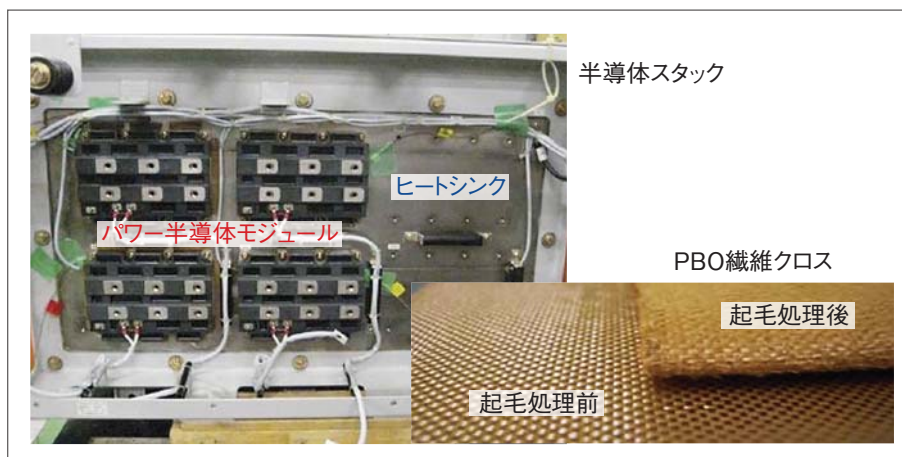


図 高熱伝導特性PBO繊維クロスとパワー半導体スタックへの適用試験

鉄道車両の消費エネルギー簡易計算法

近藤稔 小川知行 村上浩一

鉄道車両の省エネルギー化を推進するためには、車両や運用によって消費エネルギーがどのように変わるかを把握することが重要である。そこで、鉄道車両（電車およびディーゼル車）の消費エネルギーを簡易に計算できる方法を開発した。

本方法は多くのデータ入力が必要とする走行シミュレーションを行うことなく、実走行データを元に予め作成した回帰式と、車両重量、機器の効率、駅間距離や平均速度といった基本的な情報のみを用いて消費エネルギーを計算する。複数の車両について計算結果と実測結果を比較した結果、両者は概ね一致していて誤差は9%以下であり、本計算法の妥当性が確認できた。また、本計算法は消費エネルギーの内訳も把握することができ、省エネルギー化を推進する上で有用な知見が得られるということも大きな長である。

（鉄道総研報告，2011年8月号）

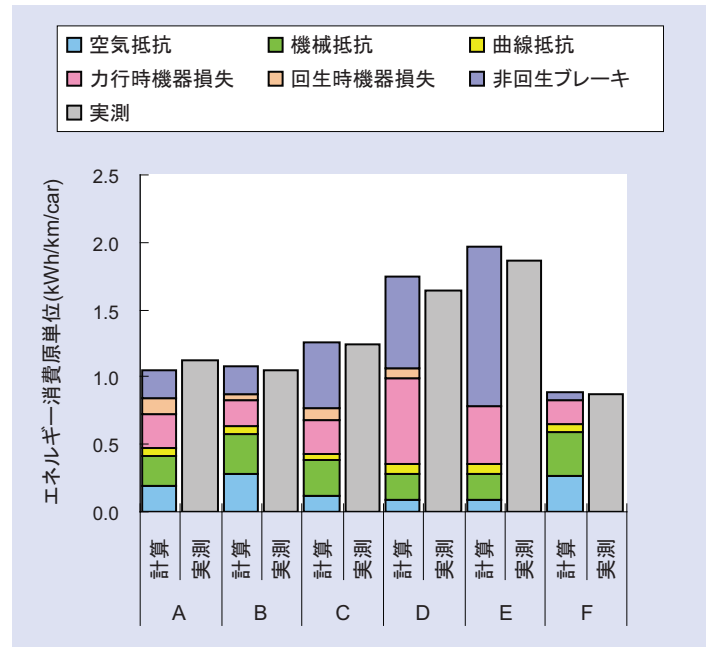


図 計算結果と実測結果の比較（電車）

直流電車帰線電流の低周波成分予測手法の構築

廿日出悟

直流電車の帰線電流には多くの低周波成分が含まれており、それが誘導障害試験に不合格の原因となることがたびたびある。そして、低周波成分の要因は未だ解明されておらず、これらの周波数帯域を利用する信号装置を更新する際に耐量をどう設定すればよいか不明のままであった。

今回は、直流電車の諸元から帰線電流に含まれる低周波成分を定量的に予測する手法を構築した。まず、列車の機械パワーと電力がほぼ等しい性質と速度-引張力特性を用いて力行時の速度と加速度から帰線電流の時間変化を数式で表現した。得られた数式をフーリエ級数展開することで低周波成分を予測する式を構築した。さらに実車試験により構築した予測式の妥当性を確認した。

予測に必要なパラメータは列車質量と起動加速度、架線電圧であり、車両設計段階でも使用可能な式である。

（鉄道総研報告，2011年8月号）

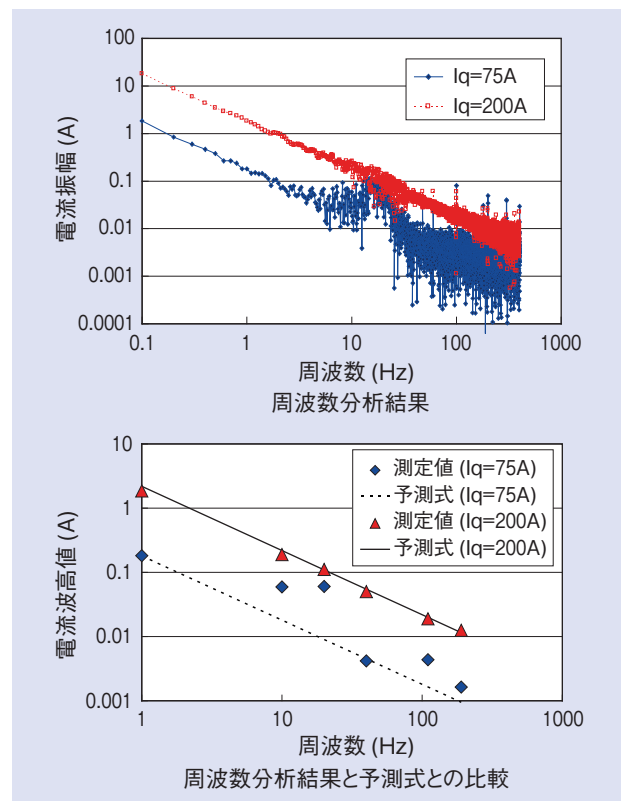


図 周波数分析結果と予測式との比較