

列車運行電力デマンド制御の検証走行試験

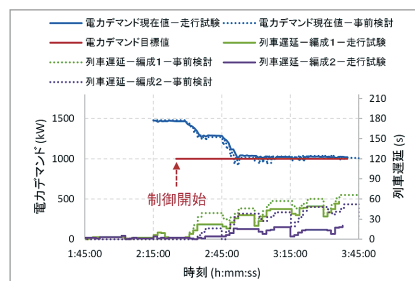
小川知行 武内陽子 森本大観 兎束哲夫 川口淳一郎
太木優介

列車運行時の電力デマンドを抑制する技術として、分散電力制御技術を基礎とした列車運行電力デマンド制御の検討を進め、別途開発してきた「列車運行電力シミュレータ」に本制御のアルゴリズムを組み込み、列車運行電力デマンド制御の効果予測を行ってきました。開発した制御アルゴリズムにより、ある時間帯毎の列車運行の平均使用電力を指定した目標値付近に漸近収束させられることが、理論的およびシミュレーション計算で示されています。開発した制御アルゴリズムの基礎検証のため、列車走行試験の計画を策定し、東急電鉄田園都市線の長津田～中央林間にて列車走行試験を実施しました。具体的には、開発した制御アルゴリズムを検証するのに

適した試験列車の列車運行となるように、列車ダイヤ、列車運転操縦、変電所測定、通信方式等の実施計画を策定しました。

この結果、列車運行計画で想定した列車遅延の範囲となる検証走行試験を実施し、開発した制御アルゴリズムの電力デマンド収束性について基礎検証ができました。

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて開発しました。



鉄道車両の台車系固体伝搬音を対象とした伝達経路解析

朝比奈峰之 山本克也 富岡隆弘

鉄道車両の車内騒音低減対策には、主に騒音源対策と伝搬経路対策があり、前者の方がより効果的ですが、必ずしも対策が施工できない場合もあり、実際には後者も多く実施されています。効果的な伝搬経路対策を行うためには、伝搬経路を正確に把握することが重要です。そこで、筆者らは伝達経路解析の一手法である、実稼働TPAを適用し台車系固体伝搬音などの伝搬経路ごとの寄与度を明らかにする解析手法を提案することに取り組んでいます。

本報告では、まず鉄道総研の車両試験台試験で測定した台車系固体伝搬音を対象とし、台車-車体間結合要素の振動を入力に、車内床面の振動を出力として、振動伝搬における入力間の相関や選択した入力の出力に対する影響度を

評価することにより、実稼働TPAを適用できる条件を明らかにしました。次に、新幹線車両の走行試験データに対し実稼働TPAを適用し、この条件下で信頼性の高い伝搬経路別寄与度が得られることを示しました。

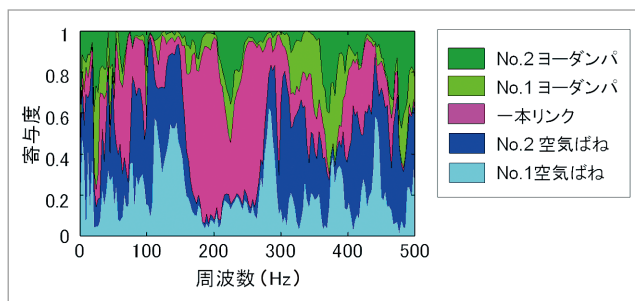


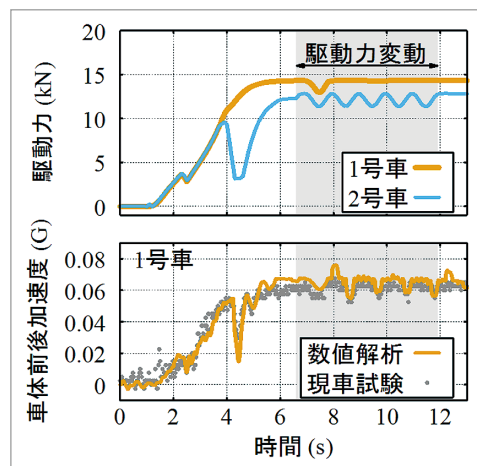
図 走行試験における台車中心上の車内床面中央の伝搬経路別寄与度

駆動力変動を考慮した編成内の車体前後振動シミュレーション

坂本裕一郎 山下道寛

鉄道は摩擦係数が小さく、鉄車輪と鉄レールが接触しながら走行しており、他の交通機関と比較して車輪が滑りやすいという特性があります。車輪の空転や滑走を防ぐため、電気車では主に電動機回転速度や回転加速度情報を用いて駆動力や制動力を制御していますが、列車の加減速中の制御力変動が車体の前後振動を引き起こし、この前後振動に伴う軸重変動によって空転や滑走を起こす可能性が考えられます。電車けん引力の向上と編成前後振動の低減を両立させる電動機制御法の構築には、電気・機械系の振動を考慮しつつ、駆動力と車体前後振動の関係を解明することが必要不可欠です。本報では、連結器に作用する力の検討を目的として開発された数値解析モデルを、変動する駆動力を与えた場合の車体前後振

動加速度の検討に適用しました。現車試験結果と解析結果を比較した結果、図に示すように両者は良く一致しており、数値解析による検討の有効性が確認されました。



振動による駆動機器用状態監視システムの営業列車への適用

西谷幸祐 近藤稔 高重達郎 片岡祐太 野口敬太

鉄道総研では、鉄道車両の駆動用機器を対象として、振動による状態監視手法の開発を行っています。本手法では、機器が正常な状態での振動のオクターブバンド分析結果を3つの周波数帯に分割して学習データとして記憶させ、機械学習によりそれぞれの周波数帯で異常を判定します。

長期間の走行や外気温の変化等に伴う振動の変化を把握するため、営業走行時の振動データを長期的に取得し、分析を行っています。営業走行中に発生した不具合に対し、異常発生率(1日の振動データのうち、異常と判定されたデータの割合)を用いて評価した結果、不具合が発生した機器の高周波数の異常発生率が、不具合発生日の1ヶ月

以上前から増大していることが確認できた(図)ことから、機器の異常の傾向を早期に捉え、異常の種類や進行度合いをある程度推定できる可能性が示されました。

今後は、本手法の適用拡大を進め、車両や機器の個体差についても分析を行っていきます。

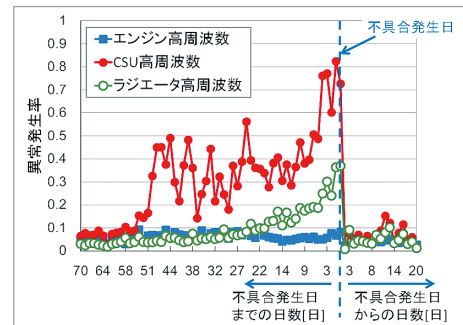


図 駆動用機器の高周波数の異常発生率

一定荷重下における実物大車軸の破壊力学的評価

山本勝太 牧野一成 石塚弘道

鉄道の車軸は疲労限度をもとにした無限寿命概念に基づいて設計されており、近年、疲労損傷による折損は発生していません。しかし、無限寿命設計は車軸が健全な状態であることを想定しており、想定外の材料欠陥などが存在する場合や、使用中に発生する打痕や腐食などに対して、安全性や信頼性を評価することはできません。そこで、使用中の損傷等を考慮した適切な検査体系や検査周期を検討するために、実物大の在来線車軸を用いたき裂進展試験を実施しました。本研究においては、車輪座等の圧入部と比較して、使用中に打痕等が発生する可能性が考えられ、発生応力も高い「車軸平滑部」を対象としました。き裂進展試験結果および試験結果をもとに実施したFEM解析の結果

から、車軸に対して、材料のき裂進展性に基づいた破壊力学を適用できることを確認するとともに、本手法を用いて車軸の信頼性を評価しました。

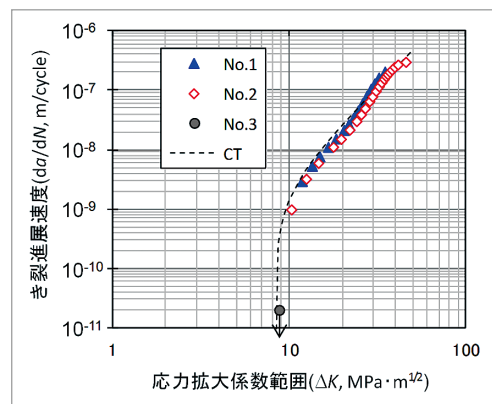


図 SFA640製実物大車軸およびCT試験片の応力拡大係数範囲とき裂進展速度の関係

蛇行動限界速度評価における加振条件の影響

山長雄亮 木戸和哉

鉄道車両の自励振動現象である蛇行動に対する走行安定性を評価する方法の一つに、レールと同じ断面形状の軌条輪を有する車両試験装置を用いた定置での蛇行動試験があります。蛇行動試験には、軌条輪の回転のみで明示的な外乱を与えない単純回転試験と、台車に対して直接力を作用したり軌条輪を加振するなど、明示的な外乱を与える加振試験があります。この時得られる蛇行動限界速度は試験方法によって異なる場合があります。そこで、実物台車を用いた蛇行動試験を実施して、加振方法の差異が蛇行動限界速度に与える影響を調査しました。その結果、輪軸の自由振動の初期振幅が一定の閾値を超えた場合に蛇行動が発生することや、その閾値が走行速度とともに連続に変化する

ことがわかりました。これにより、加振によって生じる自由振動の初期振幅の大きさを指標とすることで、加振方法による蛇行動限界速度の差異が発生する理由を合理的に説明できました。

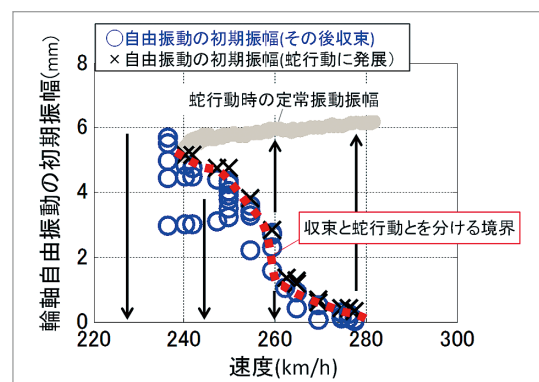


図 収束と蛇行動を分ける初期振幅の境界

高温摩擦試験装置を用いたブレーキ摩擦材の評価手法

西森久宜 松岡耕作

機械ブレーキは、ブレーキ摩擦材を車輪やディスクに押し当てることで生じる摩擦力によって減速を得る装置です。列車の最高速度は機械ブレーキの性能に大きく影響され、列車の高速化を進める場合にはブレーキ力の向上に伴う熱負荷（摩擦熱）の増大に対応した摩擦材が求められます。

なお、実物大ブレーキ試験は最終的な機械ブレーキの性能評価に必要不可欠ですが、摩擦材の開発過程で高温状態の摩擦材係数を測定し耐熱性を把握する際には、膨大な時間と労力を費やす負担の多い試験です。

本稿では、実物大ブレーキ試験に比べて簡易にブレーキ摩擦材を評価する手法として、スラストシリンダ式の摩擦試験

装置に高周波誘導加熱装置を組み合わせた高温摩擦試験装置を検討し、室温から最高1100℃までの任意の温度で摩擦係数が測定可能であることを確認しました。また、実物大ブレーキ試験の結果と比較により、本手法の有効性を確認しました。

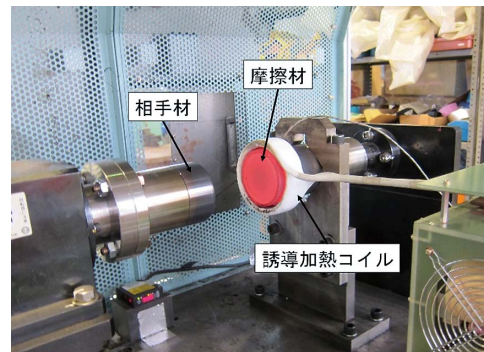


図 摩擦材を加熱する様子