

周期解計算手法を用いた蛇行動安定性解析

山長雄亮

鉄道車両の走行安全性を評価するために設置試験装置上で行う蛇行動試験において、走行速度と加振後の自由振動の初期振幅で表される蛇行動限界曲線が一定の速度範囲に存在することが明らかになっています。この蛇行動限界曲線上では、理想的には収束も発散もしない周期的な振動状態が存在するという実験的な知見に基づき、非線形系の周期解計算手法の一つであるシューティング法を用いて蛇行動限界曲線を算出する手法を構築しました。本手法を半車体条件の蛇行動解析運動モデルに適用した結果、得られた周期解は、その周期解軌道を境界として収束または発散に分かれる不安定解であり、これが蛇行動限界曲線に相当す

ることがわかりました。また、実測での蛇行動限界曲線上の点近傍における輪軸の挙動と特徴が一致していることから、本手法が概ね妥当であることを確認しました。

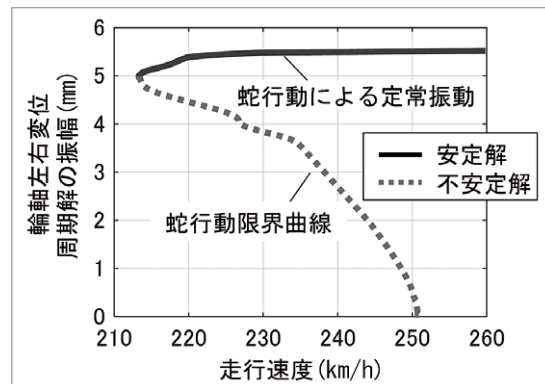


図 周期解の安定性と蛇行動限界曲線

床下機器弾性支持質量の違いによる車体弾性振動低減効果の検証

相田健一郎 瀧上唯夫 秋山裕喜

上下方向の振動乗り心地向上を目的とした車体弾性振動低減手法の一つとして、床下機器などの質量を高減衰部材で弾性支持する手法の開発に取り組んでいます。本論文では、提案手法の有効性を検証するために実施した営業線での走行試験による車体上下振動測定結果と、鉄道総研所有の新幹線型試験車両の床下機器に提案手法を適用し、床下機器の質量の違いが車体弾性振動低減効果に及ぼす影響を検証した結果を示します。

床下機器の質量について複数の条件を設定し、鉄道総研の車両試験台において加振試験を行った結果、弾性支持する質量が大きい方が車体上下振動加速度パワーのピーク値の低減量や乗り心地向上効果が大きいことがわかり、

車体質量の4%程度に相当する質量(1040kg)を弾性支持した条件において、剛支持条件に対して乗り心地レベル値が3dB以上低減することを確認しました。

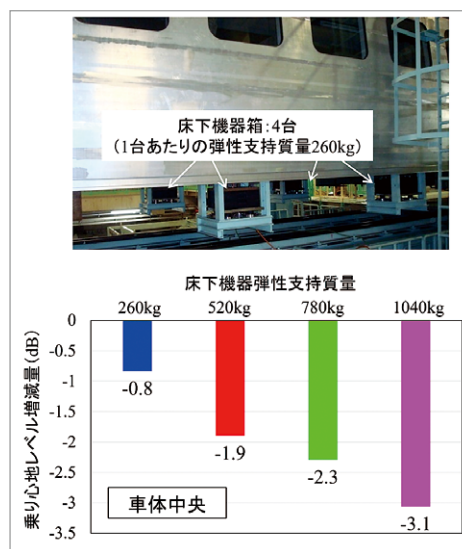


図 試験車両による加振試験結果

車軸の超音波探傷における反射点のずれによる影響の評価

牧野一成

鉄道車軸の超音波探傷では、中実車軸の場合は車軸の側面から、中ぐり車軸の場合は探傷ヘッドを挿入して中ぐり内面から、それぞれ斜角探傷が行われています。車軸には、平行部(自由境界面)や車輪座(はめ合い面)が存在しますが、こうした境界面に超音波が斜角入射するとき、超音波の反射点が境界面に沿ってずれる「音束変位」が生じることが知られています。本研究では、上記の2種類の境界面を対象として、まず、超音波の境界面への入射角と音束変位との関係を解析的あるいは数値的に導出し、有限要素モデルを用いた計算でも音束変位が生じることを確認しました。そのうえで、車軸

の表面きずを超音波探傷したときに、音束変位が探傷結果に及ぼす影響について、(1)きずと幾何学的に相対する位置に探傷子を配置したときの反射波のずれ、および(2)エコー高さが最大となる探傷子位置からきず位置を推定したときの誤差、の観点から理論的に評価しました。

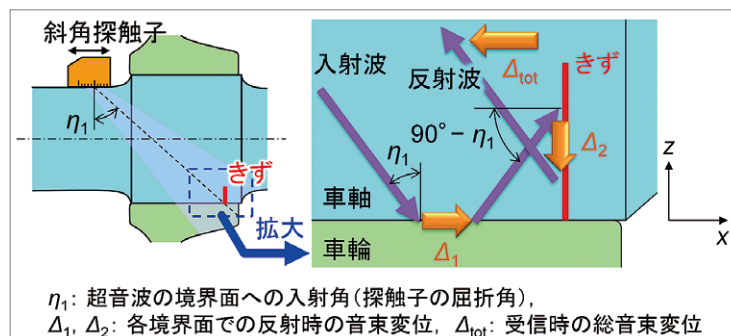


図 音束変位が車軸の表面きずの探傷に及ぼす影響

鉄道車両におけるモニタデータを用いた機器の異常検知

横内俊秀 高重達郎 近藤稔

近年、車両機器の動作状況を記録・集約するシステムの導入が進み、大量のモニタデータを蓄積できるようになりました。本研究では、モニタデータから車両機器の正常動作時の挙動を時系列データの学習に適した種類のニューラルネットワークにより自動的に学習し、正常時に期待される挙動(予測値)と実際の挙動(実測値)を比較することで、異常度を提示する手法を開発しました。適切にしきい値を設定することで、提案手法によりセンサを新設することなく車両機器の早期の異常検知が可能になり、運行の信頼性の更なる向上やメンテナンスの高度化につながることを期待できます。

本研究では、実際に取得されたモニタデータに本手法を適用しました。気動車の機関冷却システムに関するモニタデー

タの事例では、事象が発生する前から異常度が上昇することを確認しました(図)。その他の車両機器に対しても本手法の有効性を確認し、特定の機器に限定されない汎用な手法であることが分かりました。

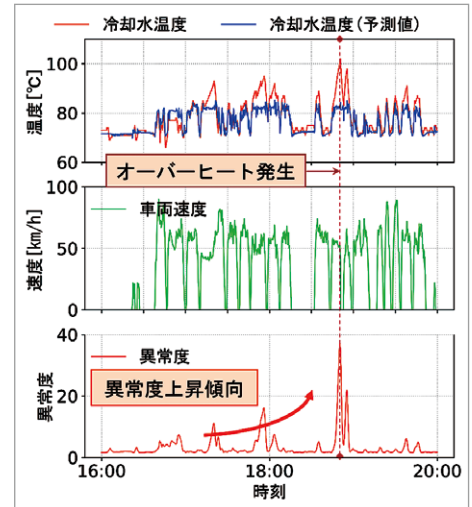


図 異常度計算結果(機関冷却系統の例)

温度変動に対応した鉄道車両用リチウムイオン電池の劣化予測手法

田口義晃 門脇悟志 吉川岳

リチウムイオン電池を搭載した鉄道車両においては、電池の劣化(電池容量の減少と内部抵抗の増加)を予測して適切なタイミングで交換することが重要です。そこで、主に温度によって速さが決まる保存劣化について、実使用環境に即した予測が可能な手法を提案しました。この手法は、電池容量に関する従来の予測手法を拡張して温度変動条件を反映可能とすることで、実使用環境に応じた高精度な予測を可能としています。内部抵抗に関しては従来の予測手法を適用しています。

提案した予測手法について、材料系が異なる2種類の電池モジュール(一方は車両駆動用、他方は制御回路用での適用事例がある組電池)を用いた加速劣化試

験による評価を行いました。その結果、いずれの電池モジュールについても提案手法を適用可能であり、定期的に変化温度が変化する試験条件において高精度な劣化予測が可能であることを確認しました。

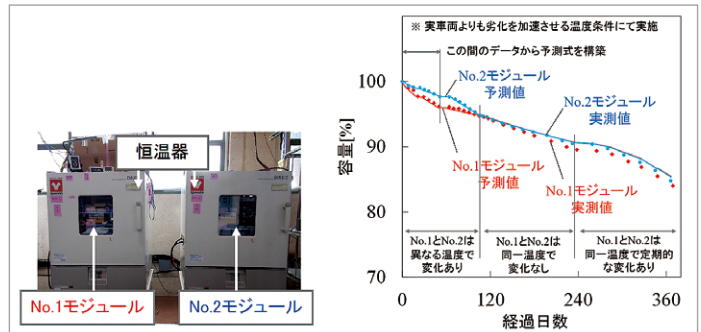


図 駆動用リチウムイオン電池の加速劣化試験実施状況(左)と容量予測結果(右)