

天井骨組補強と吊手棒を活用した車体剛性向上手法

瀧上唯夫 富岡隆弘 相田健一郎

通勤車両で主流となっているステンレス鋼製車体は、車体の軽量化・製造工程の省力化に貢献しているが、一方で、車体の床、屋根、側面が独立に振動する複数の曲げ振動モードが、乗り心地に影響を与える傾向が見られる。鉄道総研では、従来強度部材として考慮されていなかった非構造部材を活用して、車体剛性を向上する手法の検討を行っており、車室内の内部骨組によってリング状の構造物（インナーリング）を構成することで、車体剛性が向上することを既に報告した。

本報告では、補強部材の軽量化と実用性の向上をめざし、インナーリングの構成部材のうち、特に剛性向上効果が高かった天井骨組補強に着目し、質量増を抑えるとともに、天井風道等の車内設備設計の制約を緩和するため、断面を薄型化した新たな補強部材を製作した。さらに、天井骨組補強の一部を吊手棒に置き換えた場合について、剛性向上効果の確認を行った。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

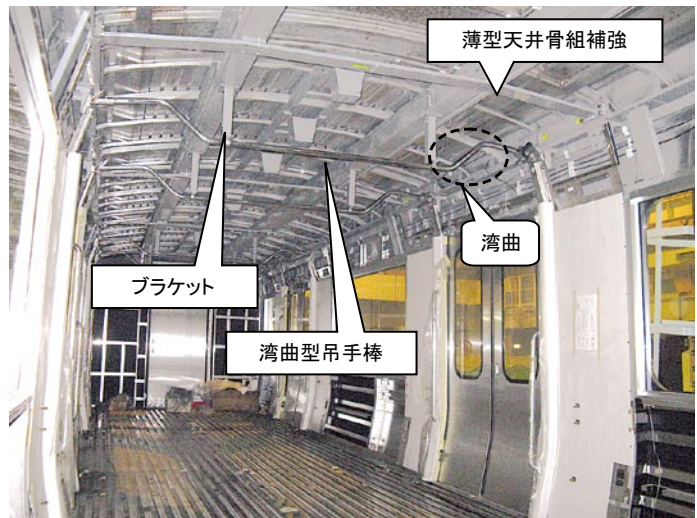


図 天井骨組補強と吊手棒の取付状況

編成走行を模擬するHILSシステムの開発

真木康隆 渡辺信行 下村隆行 佐々木君章 遠竹隆行 森下隼人

実車両の性能確認のため、走行状態を模擬する車両試験台を用いたベンチ試験が各所で実施されているが、複数車両により構成される編成状態でのベンチ試験環境の構築については実現できていない。

そこでベンチ上の実車両に対して、前後車両の妻面の挙動を再現する車体間運動模擬装置、分散型リアルタイムシミュレータ、リアルタイムネットワークにより構成されるHILS (Hardware-in-the-loop Simulation) システムを開発した。HILS内で使用される車両運動モデルはリアルタイムでシミュレーションを実行できることが必須であるため、車両モデルを3つに分割し、シミュレータ内で複数のCPUコアに分散することでこれを可能にした。また、HILSによる3両編成車両に

対して、実軌道データによる加振試験を実施した結果、編成化に伴う実車両の車両挙動への影響を、車体ピッチ角、車体ロール角、車体ヨー角の変化として確認することができた。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

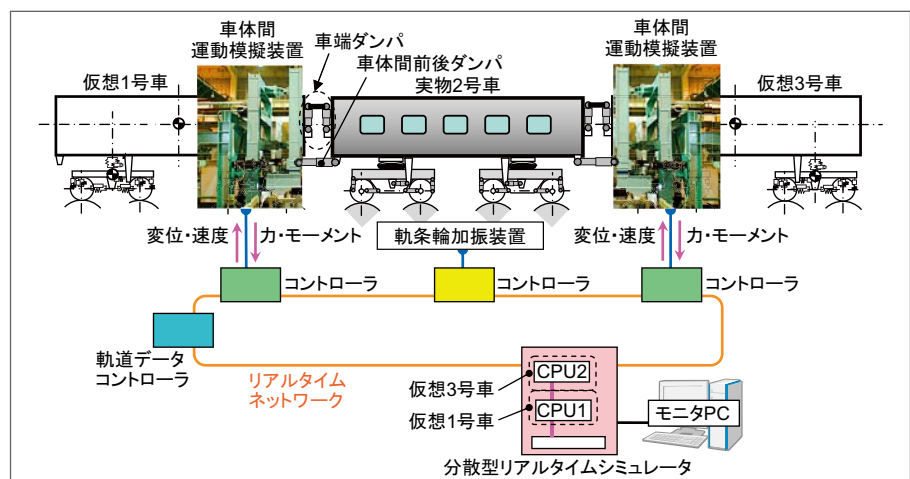


図 3両編成HILSシステム構成

空気ばね並列油圧ダンパの減衰力制御による車体上下振動低減

菅原能生 小島崇 風戸昭人 森下隼人

一般に、鉄道車両の上下振動乗り心地を向上するためには、車体1次曲げ振動のような4～8Hzに近接した周波数の弾性振動を低減することが有効であるとされている。しかし、何らかの対策により弾性振動が低減された車両や、軌道不整が比較的大きい線区を走行する車両では、車体の剛体モードの振動が乗り心地に大きく寄与していることが多い。このような車体の剛体モードの振動を低減するために、可変減衰油圧ダンパを空気ばねと並列に取り付け、車体の振動に応じてこのダンパの減衰力を制御することにより車体の振動を抑制するシステムを開発した(図)。在来線で開催した走行試験において、本システムは有効に

機能し、車体の剛体モードの振動加速度PSDのピーク値を約1/5に低減できることがわかった(図)。さらに、乗り心地レベル(L_T 値)は走行試験区間全体を通して概ね3dB程度低減され、安定した乗り心地向上効果が得られることを確認した。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

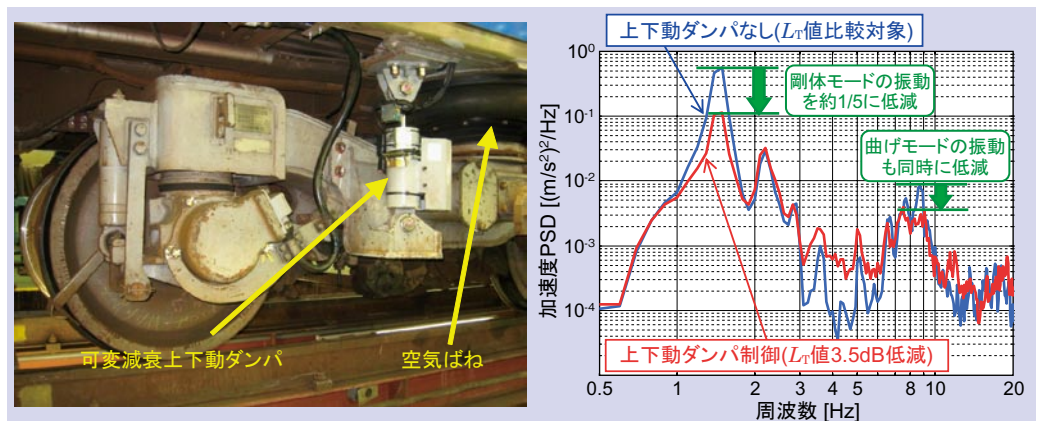


図 可変減衰上下動ダンパの現車への設置状況とその振動低減効果

誘導電動機の回転子スロット内空隙による損失低減効果の解析

宮部実 近藤稔

電車用主電動機には誘導電動機が広く使用され、省エネルギーのためには誘導電動機の効率向上が望まれる。誘導電動機の固定子と回転子の間に生じる回転磁界には、構造上発生する高調波が重畳するため、回転子導体で損失が発生する(高調波二次銅損)。そこで、この損失低減を図るため、回転子スロット内に空隙を設けた新構造を提案した。そして、この新構造と低損失材料の使用を併用した仕様(考案仕様)、および従来の仕様(従来仕様)の誘導電動機について、損失低減効果を電磁界解析により検討した。また、インバータによって誘導電動機に印加される電圧には高調波が重畳するため、インバータ駆動時の損失は正弦波駆動時より増加する。そこで、正弦波駆動とインバータ駆動についても検討した。その結果、入力電力に対する損失の割合について、いずれの駆動の場合においても、考案仕様は従来仕様と比べて、3%程度の低減効果が確認された。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

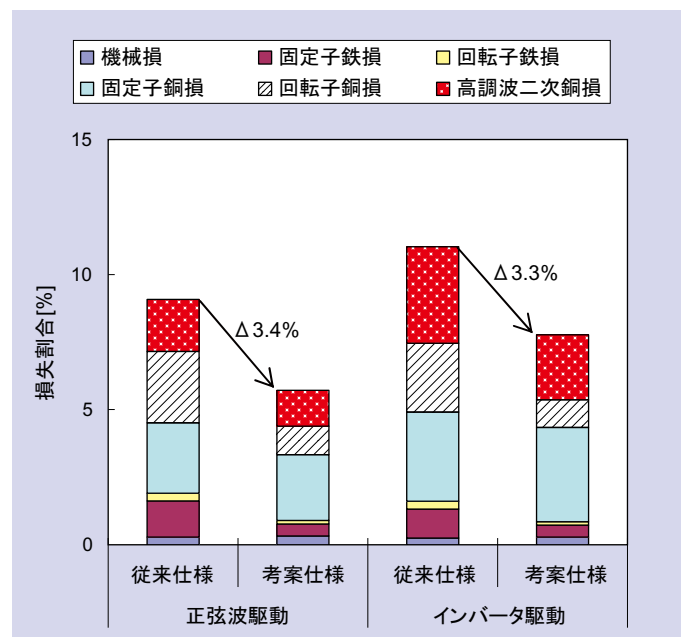


図 損失低減効果の解析結果

近接はめ合い部を有する中ぐり車軸のき裂進展性評価

佐藤康夫 山本勝太 牧野一成 坂本博 石塚弘道

車軸には車輪の他に、歯車やブレーキディスクなど各種のはめ合い物が嵌合されている。車軸は、車輪座の近接した位置に別のはめ合い物を有する場合、単独のはめ合いと比較して疲労強度が低下する可能性がある。そこで、非高周波焼入中ぐり車軸を用いて、近接はめ合い部を有する車輪座のき裂進展性の評価を行うとともに、超音波探傷試験を実施した。

φ56mm はめ合い疲労試験から、通常はめ合い軸と比較して、

$D/d = 1.002$ の近接はめ合い物を有する近接はめ合い軸の疲労限度は約4%低下した(図1)。また、超音波探傷により定期的に監視(図2)し、車輪座ならび近接はめ合い座に人工きずを設けた実体軸の疲労試験を行った。実体軸疲労試験結果ならびに破壊力学を用いた計算から、車輪座公称応力60MPaにおいては、車輪座内ボス端から1mmの位置にある深さ3mmのき裂はそれ以上進展しないことを確かめた。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

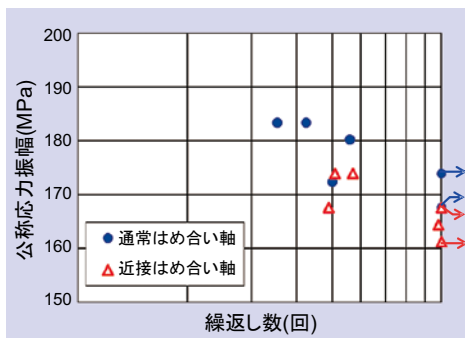


図1 φ56mmはめ合い疲労試験結果

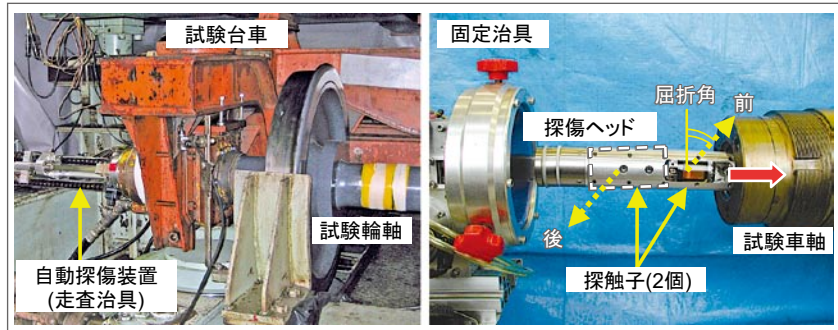


図2 台車組込み状態での探傷試験とφ40mm中ぐり探傷ヘッド

車輪板部の形状変更による応力と騒音の低減手法

赤間誠

騒音問題は交通輸送機関にとって重要な課題であり、鉄道においてもその低減を図ることが求められている。同時に列車速度の向上と省エネルギー対策も重要であり、今後はより耐ブレーキ熱性能に優れた軽量車輪の開発も必要である。本研究では、最初に陰解法有限要素法(FEM)を用いて、車輪板部形状に設計パラメータを設定し、試行錯誤法によって板部に発生する応力を新A形波打(NAC)車輪よりも低減できる二種類の板部形状の候補を導出した。次に得られた候補形状について、NAC車輪とともに陽解法FEMによる時刻歴応答解析を実施し、板部の振動振幅、振動周波数をそれぞれ求めた。最後にその

結果から境界要素法(BEM)による騒音解析を実施し、質量及び剛性はNAC車輪と同等で、板部に発生する応力を低減でき、同時に騒音も低減できる板部形状を得た。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

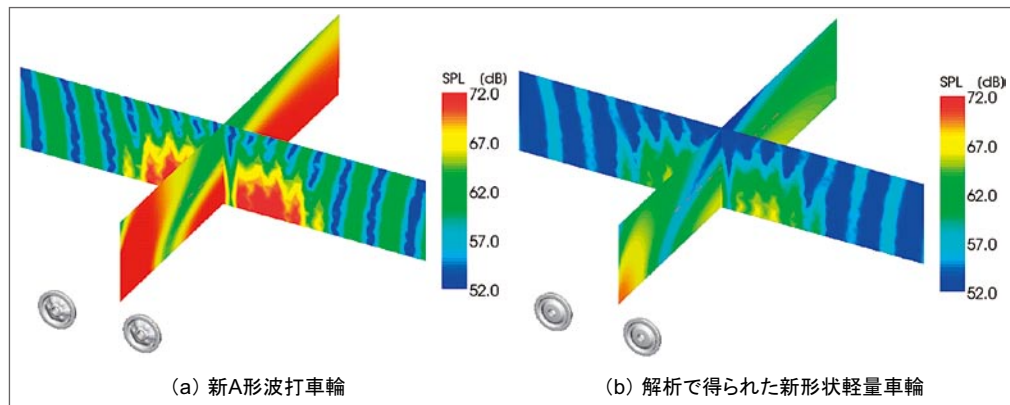


図 音圧分布

(台車中心における軌道に対して直角方向の音圧分布及び軌道中心から6.25m離れた位置における音圧分布を示す)

電気機関車の軸重移動を考慮した空転再粘着制御法の開発

山下道寛 添田正

けん引力が大きな電気機関車では、軸重移動量が大きく、前軸が滑りやすく、後軸が滑りにくくなる。そのため、各軸の滑りやすさが不均一となり、粘着力が有効に利用できなくなる。従来から軸重移動を補償する手立てが講じられている。一方、空転時及び再粘着制御時には、ある軸が空転すると、他軸の軸重を変化させ、空転を誘発しやすくなる。このような軸重移動現象が多発すると、十分なけん引力が発揮できなくなる。

今回、空転時の動的な軸重移動を補償して空転を抑制する方

法として、空転軸の加速度に応じて健全軸のトルクを調整する制御法を開発した。制御の有効性を検証するため、実機関車EH200形式直流電気機関車に適用して散水空転試験を実施した。その結果、空転頻度を低減しつつ、けん引力が向上することを確認した。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

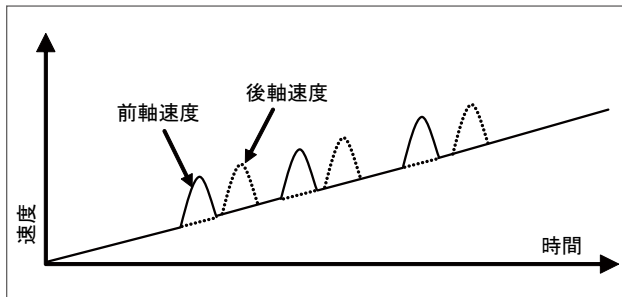


図1 ある軸の空転が他軸の空転を誘発させる様子

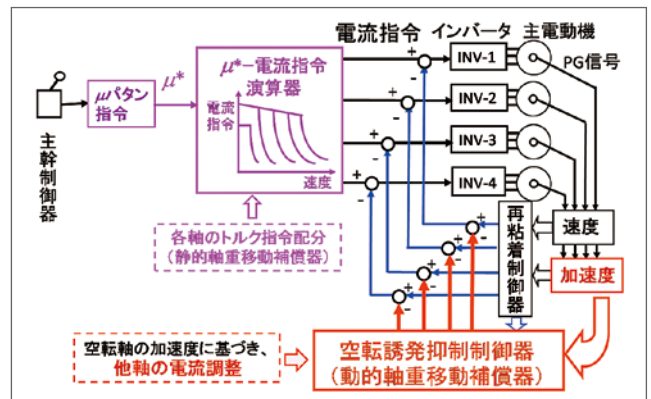


図2 軸重移動を考慮した空転再粘着制御

営業車両のブレーキ情報を用いた編成粘着特性の把握手法

嵯峨信一 津留崎淳

鉄道はレールと車輪の転がり抵抗が少ない反面、空転や滑走が発生し易い。これらを防止するためにも実車の粘着係数を把握することは重要である。なお、列車の加減速時に生じるレールと車輪の間の摩擦力を粘着力と呼び、空転や滑走が発生する瞬間の粘着力を輪重で除した値が粘着係数である。

これまで、粘着係数は試験車により基礎ブレーキ装置の歪み量やモータトルクから算出されていたが、測定軸数が限られるため編成全体における測定には適していなかった。さらに、散水により人為的に滑走を発生させるなど、実際の営業走行条件と異なっていた。

一方、一部の営業列車では、力行やブレーキ時の各種状態量を遠隔収集できる車上モニタシステムを搭載し、回生ブレーキの評価が行われている。そこで、本研究では、これら膨大なデータに含まれる滑走情報を用いて、編成粘着特性の把握を試みた(図)。その手法及び得られた粘着係数の結果の一例を紹介する。

(鉄道総研報告, 2010年6月号)

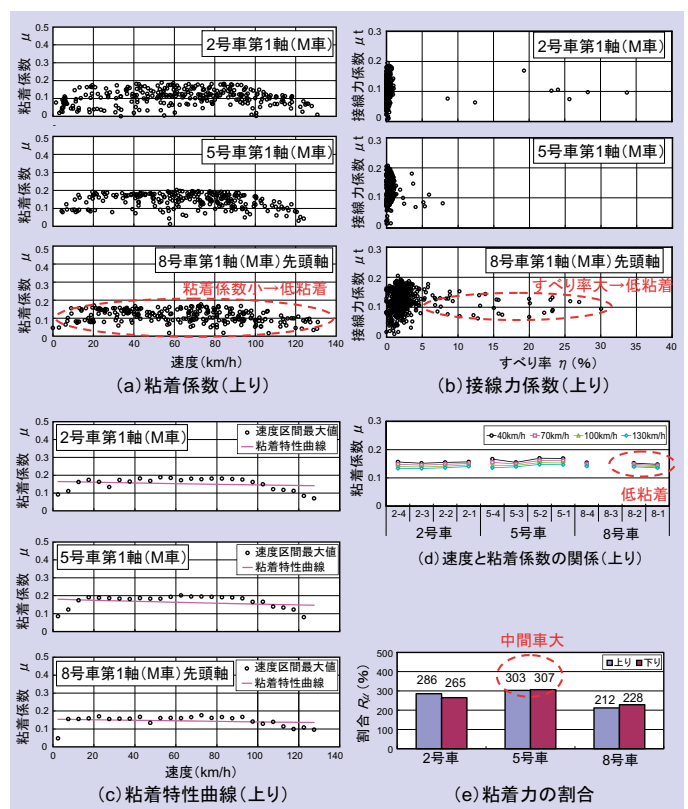


図 編成粘着特性