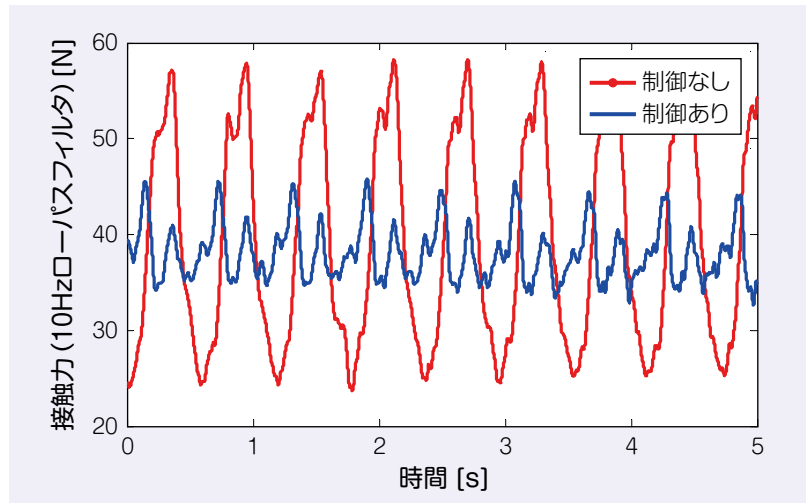


**車両** パンタグラフのアクティブ制御のための  
**電力** 制御パラメータ最適化手法

小林樹幸 山下義隆 池田充 増田新 射場大輔

フィードフォワード制御を用いて、架線とパンタグラフ間の接触力変動を低減する手法を提案した。この手法では、走行速度と架線の支持点間隔から接触力変動の卓越周波数を算出して制御器へ情報として与える。これに基づいて制御指令信号を生成するが、制御ゲインと外乱に対する位相差を別途決定する必要がある。本研究では最急降下法を用いて適応的にこれらの制御パラメータを最適化する手法を提案した。最急降下法では目的関数の感度方向へ設計変数を変更することでパラメータを最適化するが、パンタグラフ実機についてはその非線形性のため解析的

に感度を得ることが困難である。そこで本研究では制御パラメータを一定量摂動させることによって近似的に感度を得る方法を採用した。本手法をパンタグラフ総合試験装置へ適用したところ、300km/hでの走行を模擬した状態で接触力変動における対象周波数成分を約76%低減可能であることを確認した。



**電力** プラズマアクチュエータによるパンタグラフ舟体の空力音低減手法の基礎検討  
**環境**

光用剛 高石武久 佐藤祐一 池田充 末木健之 深瀧康二

新幹線の沿線環境負荷低減や高速化にとって、パンタグラフ舟体から発生する空力音の低減は重要な課題となっている。空力音の低減には、形状平滑化が有効であることが知られているが、舟体については揚力特性との兼ね合いから、容易に形状を平滑化することが困難である。そこで著者らは、舟体に対して流れ場制御技術を適用することで、現状の舟体形状を維持したまま空力音を低減する手

法の検討を行った。物体表面において流れを制御する手法として、プラズマアクチュエータ (PA) を舟体に適用したところ、流れの剥離が抑制され、後流に生じるカルマン渦の巻き込みが弱まることから、低速域での風洞試験により確認された。高風速域での流れ場制御効果および空力音低減効果については、CFD解析による検討を行った。その結果、PAから十分な出力が得られれば、PAにより舟体まわりの流れ場を制御し、空力音を低減可能であることがわかった。

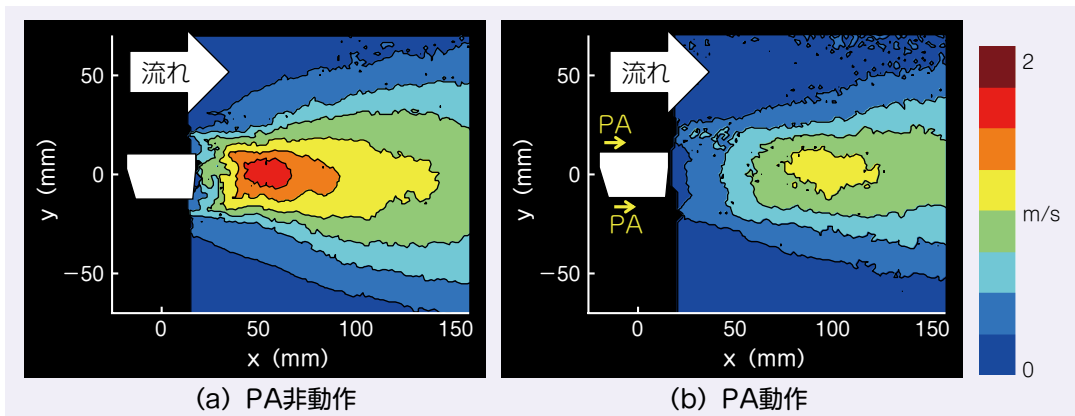


図 PAによる舟体後流の流れ場の変化 (y方向流速標準偏差, 風速4.6m/s)

車両

## 地震時脱線対策クラッシュブルストップの開発

中嶋大智 鈴木貢 西山幸夫 宮本岳史  
梶谷泰史

車両が比較的高い周波数成分 (1.4Hz以上) を主体とする地震動により大きく振動すると車体が台車の左右動ストップに強く当たることが分かっている。このとき、車輪/レール間で発生する著大な横圧や台車のロール等の影響により車輪がフランジ高さ以上に跳び上がって脱線に至る場合がある。左右動ストップ遊間が広い場合には、強い左右動ストップ当たりが緩和されるとともに左右動ダンパによる振動減衰効果が大きくなることにより、走行安全性向上効果が期待できる。そこで、地震時脱線対策左右動ダンパとの同時運用を前提とした、通常時は従来の左右動ストップ遊間を維持しつつ地震のような異常時に強い左右動ストップ当たりが生じた際に左右動ストップ遊間を拡大する地震時脱線対策クラッシュブルストップ装置(以下、クラッシュブルストップと記す)の開発を行った。本稿では動作

機構にメカニカルヒューズを用いる機械式クラッシュブルストップの開発状況を報告する。

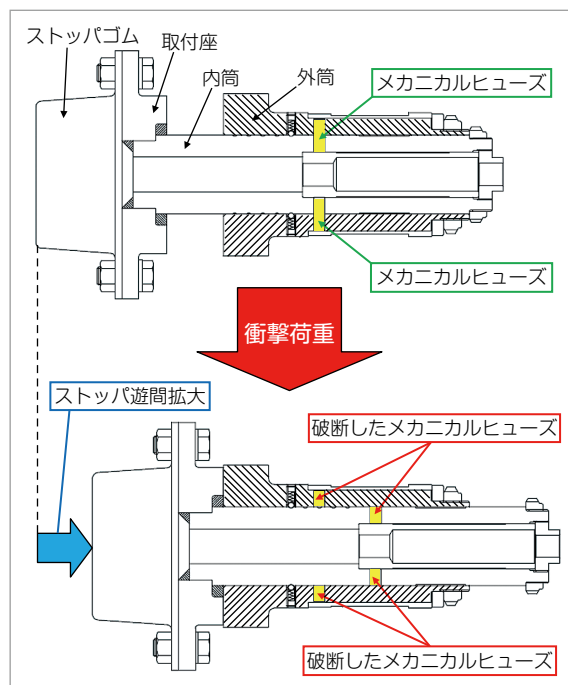


図 機械式クラッシュブルストップ動作概念図

車両

## 台車旋回性能試験装置の開発

田中隆之 飯田浩平 鈴木貢 飯田忠史  
渡辺信行 西山幸夫

曲線走行中には台車が曲線に沿って旋回し、車体と台車間に相対ヨー角(ボギー角)が生じる。このとき、まくらばねやダンパで発生する力が曲線通過中の台車旋回抵抗モーメントとなり、曲線通過性能の理解のためにはその正確な把握が重要となる。

本研究では、空気ばねやダンパを台車に組み込み、かつ車体荷重を作用させた実装状態で旋回抵抗モーメントを測定することのできる台車旋回性能試験装

置を開発した。旋回時の台車挙動の理解に重要な輪重や横圧等も同時計測可能とした。台車旋回性能試験装置を用いて、複数の条件で旋回試験を実施した。空気ばね由来の旋回抵抗モーメントにおけるヒステリシスや大変位時の非線形性、ヨーダンパの影響等を測定し旋回抵抗発生メカニズムを明確にした。さらに、本試験で得られた結果をシミュレーションモデルや横圧推定式に適用することで、車両の曲線通過性能評価法の信頼性向上に向けた方策を提案した。

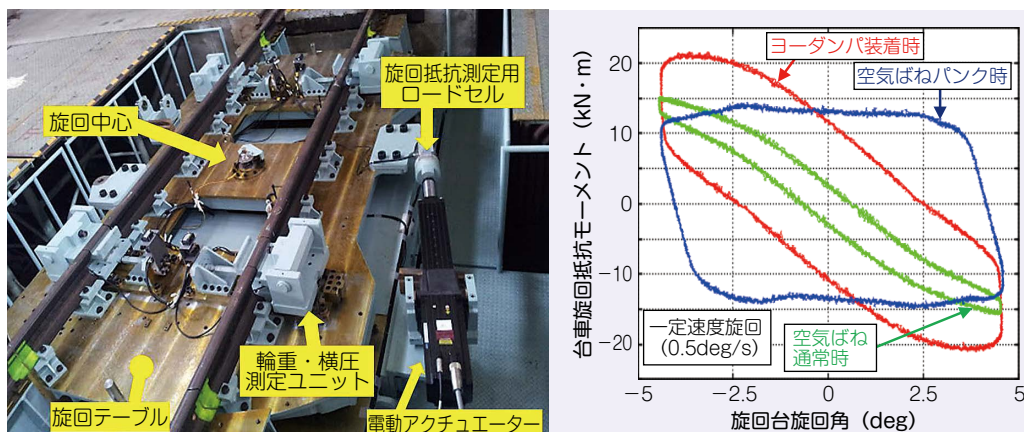


図 台車旋回性能測定装置概観と測定結果例

**車両** 大規模並列計算による車輪／レール間の  
**軌道** 転がり接触挙動の解析

坂井宏隆 高垣昌和 林雅江 相川明 奥田洋司 殷峻

鉄道車輪の転動時に車輪／レール間で発生する衝撃荷重は、まくらぎやバラスト、さらにはその下の構造物にまで伝わり、軌道の劣化を引き起こす要因となる。しかしながら、車輪のフラットやレールの波状摩耗など、種々の損傷

に関する理論的なメカニズムは未解明な点も多い。

そこで、コンタクトパッチで生じる高周波数帯域の衝撃荷重を再現および評価可能な車輪／レール間の動的転がり接触

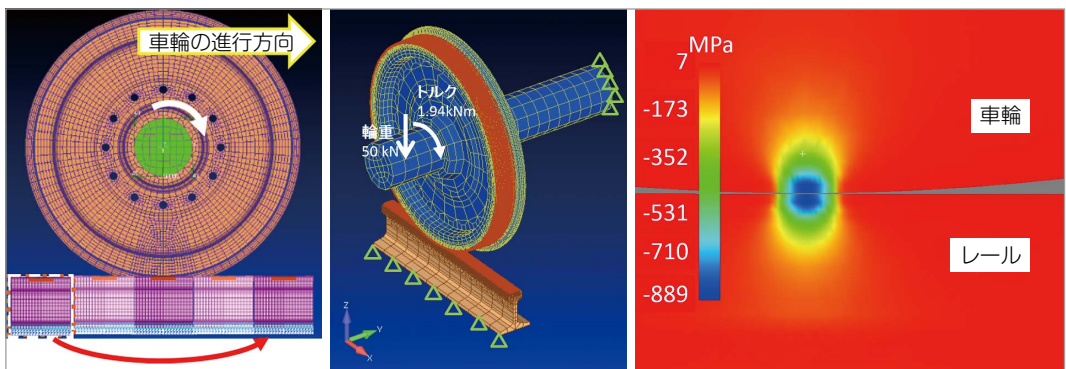


図 1 キャタピラメッシュの概念と車輪／レールの実形状モデル，および接触部の鉛直方向応力

解析手法を構築した。輪軸にはトルク相当の集中荷重を付加し、速度ゼロの状態から時速300km超の高速域まで加速させる。解析モデルの規模を最小限にするためのレールモデル(キャタピラメッシュ)を構築し、さらに車輪とレールの接触部が常に同一領域に含まれるような並列計算手法を開発した。その結果、本手法は計算コストを抑えつつ、車輪／レール間に生じる衝撃荷重を評価することが十分に可能であり、高速域においても安定した計算が実行可能であることを確認できた(図)。

**車両** 車輪踏面の微小凹凸に着目した  
**軌道** 車輪／レール接線力特性の評価

山本大輔 陳樺

鉄道車両の運動特性を数値解析で精度良く推定するには、車輪とレール間の接線力特性を正確に把握することが重要となる。そこで本研究では、車輪踏面に生じる微小凹凸(車輪削正や摩耗で生じる程度の大きさ)に着目し、これが車輪／レール接線力特性に及ぼす影響を、小型円筒試験片と実

物車輪を用いた接線力測定実験により調査した。その結果、小型円筒試験片の周辺の湿度が低い条件では、接触面の潤滑効果の低下により接線力が増大すること、同条件でアタック角を付けた場合、接触面に微小凹凸を設けると接触面形状の違いにより前後と左右の接線力が共に小さくなり、微小凹凸形状の高さとピッチの条件に応じて接線力特性が変化することが分かった。接触面に微小凹凸を設けた際の接線力低減効果は、実物車輪でも同様に確認した。以上の結果から、車両運動解析の精度を向上させるには、車輪踏面の微小凹凸を考慮した数値計算を行う必要があることが分かった。

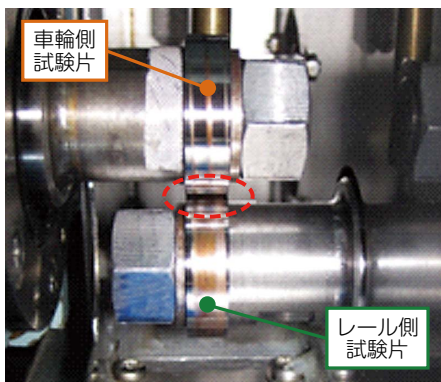


図 1 小型円筒試験片を用いた接線力測定実験

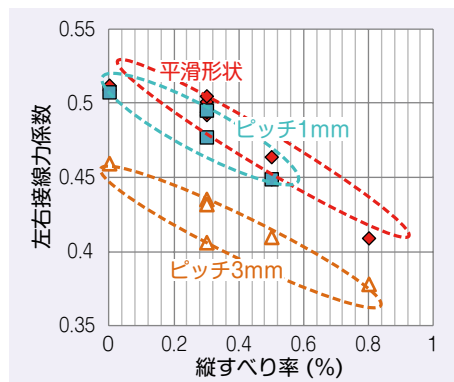


図 2 接触面の微小凹凸による接線力特性の変化

構造物

## 列車通過時の鉄道高架橋上防音壁の動的設計法

徳永宗正 曾我部正道 後藤恵一 山東徹生  
玉井真一 小野潔

従来、防音壁の設計には、風荷重、高欄推力、飛雪荷重、列車風圧等が考慮されてきたが、その中でも設計荷重  $3.0\text{kN/m}^2$  の風荷重が支配的な作用となる場合が多かった。近年高速鉄道で採用の多い背の高い防音壁は、固有振動数が低く、従来支配的な設計要因とはならなかった列車風圧との

共振による動的増幅が懸念された。本論文では、高速列車通過時の防音壁の動的応答の解明、および動的応答増幅を考慮した防音壁の設計法の提案を目的に、測定・数値解析に基づく検討を行った。その結果、列車風圧による防音壁の応答は、列車風圧パルスと固有振動モードによる共振効果、後尾部パルスの重畳効果により増幅されること等を解明した。さらに、列車通過時の防音壁の動的応答を一般化し、防音壁の設計法として、シミュレーションによる手法と簡易法を提案した。これにより、従来用いられてきた設計値の適用範囲を、防音壁の固有振動数に基づき明確にすることができた。

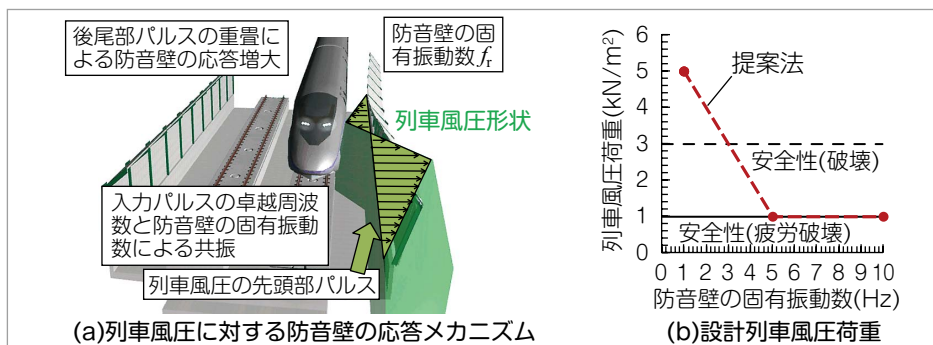


図 提案した列車通過時の防音壁の設計法

構造物

## RC ラーメン高架橋の部材振動特性に関する解析的検討

渡辺勉 曾我部正道 徳永宗正 川口二俊

300km/h以上の高速走行で懸念される、RC高架橋の構造物音の発生メカニズムに関して、数値解析及び実測により検討した。本研究ではまず、大規模かつ複雑な連成問題を、「車両/軌道」と「軌道/構造物」の2つの系に分割する手法を新たに提案した。この手法では、前者で軌道変位の高周波成分

も考慮した車両/軌道系の相互作用解析を行い移動加振力を算定し、後者で、モーダル法により自由度を縮減した構造物の振動解析を行う。本手法は、全体を一体として解析する場合に比べて解析時間を1/5に短縮可能である(図1)。

上記手法を用いて、標準的なRCラーメン高架橋を対象にパラメータ解析を行った結果、20Hz以下の周波数帯では軸配置が、20~100Hzではばね下質量及び長波長の軌道変位が、100~150Hzではレール締結間隔が、150Hz以上の領域ではレール凹凸が、それぞれ構造物音等の支配的な発生要因となっていることを明らかにした(図2)。

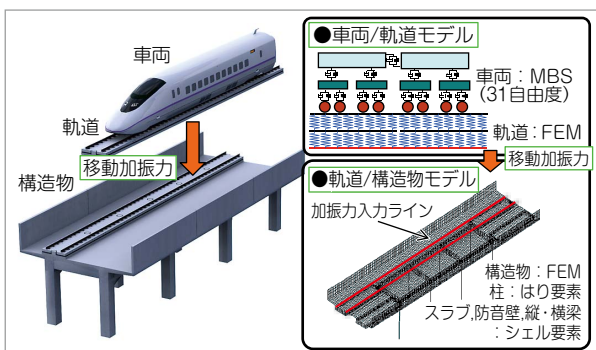


図1 解析手法の概要

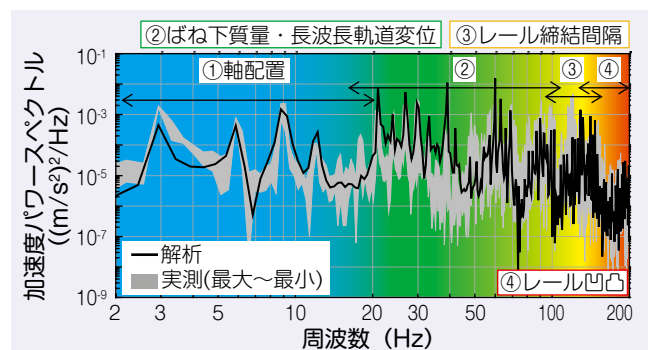


図2 中間スラブの加速度応答に関する実測と解析の比較と周波数帯ごとの支配的要因(270km/h)