

舟体・舟支え部の形状改良によるパンタグラフの空力音低減

光用剛 佐藤祐一 白田隆之 山崎展博 宇田東樹 若林雄介

新幹線の更なる高速化にとって、パンタグラフから放射される空力音の低減は重要な課題となっています。本研究では、パンタグラフの主要な空力音源部位である舟体・舟支え部について、平滑な断面形状を有する舟体（平滑化舟体）を搭載した場合を対象に、舟体と舟支え部の位置関係を改良することで空力音を低減する手法の検討を行いました。その結果、舟体と舟支え部を単に離すのではなく、舟体まわりの流れと舟支え部まわりの流れとが適切に干渉する位置に舟体を設置することで、大きな空力音低減効果が得られることがわかりました。また、平滑化舟体にホーンを取り付けた場合には、空力音が顕著に増加することがわ

かりましたが、これについては、舟体端部の形状改良により、空力音の増加量を抑制できることを確認しました。これらの改良を適用することで、現用舟体・舟支えと比べて大幅な空力音低減を実現できることを確認しました。

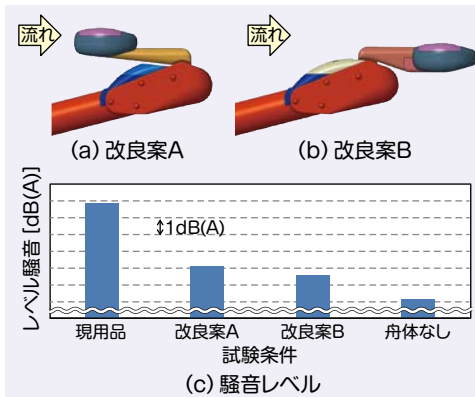


図 舟体・舟支え部構成と騒音レベル (ホーンあり)

架線・パンタグラフ系ハイブリッドシミュレーション手法

山下義隆 小林樹幸 白田隆之

本報告では、実機のパンタグラフと数値モデルで表現された架線とを組み合わせて、架線との相互作用を考慮した定置でのパンタグラフの試験手法であるハイブリッドシミュレーション手法を紹介します。ハイブリッドシミュレーション（以下、HS）システムは、実機パンタグラフ、加振装置およびシミュレータから構成されます（図1）。本報告では、既に報告したHSシステムの安定性を向上する手法を提案します。本手法を適用することで、架線モデルのパラメータ

の自由度が大きくなり、既に報告したHSシステムでは対応できなかった種々の架線条件に対するHSを実施することが可能となります。本手法を適用したHSの結果は、実機を含まない純粋なシミュレーション結果とよく一致しており（図2）、良好な精度が確認されました。

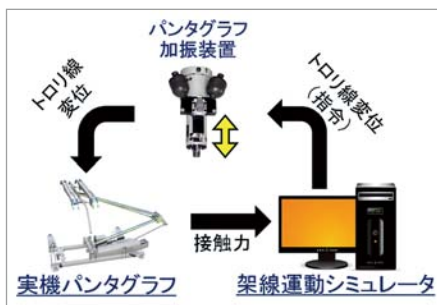


図1 ハイブリッドシミュレーションシステム概略図

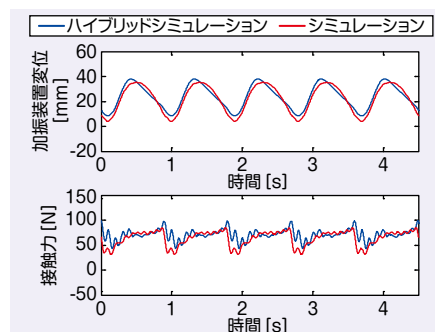


図2 ハイブリッドシミュレーション結果

構造最適化技術を活用した車両構体の提案

高垣昌和 加藤祐貴 八木毅

鉄道車両では、構体の軽量化と高剛性化が望まれているとともに、製造コストの低減も求められています。現在のステンレス鋼製車両は骨組と板からなる構体構造が主流ですが、この構造で上述の要望を満たすには限界があります。そこで、本研究ではプレス成型体による構体構造を採用するとともに、プレス成型体を導出する構造最適化アルゴリズムを開発し、構体の軽量化と高剛性化を同時に実現する手法の提案を行いました。

プレス成型体を前提とした車両構体の構造を提案するため、一車両全体の応力分布をFEM解析により評価し、この結果を負荷条件として、車両の部分領域（側窓、出入口、屋根など）ごとに構造最適化を実施しました。本手法によ

り、従来構造に対して、構体強度を確保しつつ一車両の構体質量が17%低減されるとともに、各部の剛性が向上し、車体曲げ剛性として12%向上したプレス成型体による車両構体を提案しました（図）。

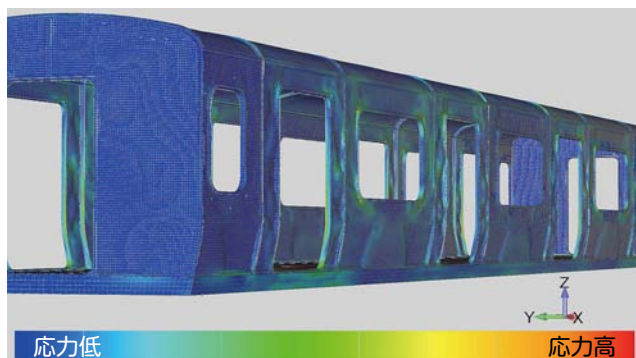


図 構造最適化に導出した車両構体構造の相当応力分布

鉄道台車のモーメントに着目した横圧推定式の検討

田中隆之 土井久代 宮本岳史 飯島仁

様々な走行条件をパラメータとして輪重や横圧を推定することによって、走行安全性を評価するため、輪重横圧推定式が用いられています。本式は急曲線をカント超過かつ低速で走行する車両に適用可能ですが、カント不足状態や高速で走行する場合には適用できないため、このような場合にも輪重・横圧を簡易に推定できる方法の確立が求められていました。

本検討では、急曲線通過時に台車に発生する、台車中心軸周りに働く台車ヨー回転モーメントのつり合い条件に着目しました。走行試験結果を勘案した上で、モーメントのつり合い条件式に基づく横圧推定手法の改良策を提案しました。提案した式による推定横圧等を、カントの無い構内

線での試験結果と比較し、提案手法が良く実測と一致することを確認しました。

なお、本論文は、下記文献の内容を翻案し作成しました。

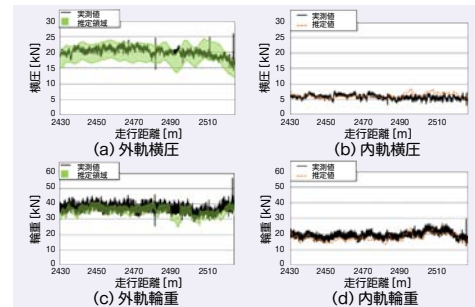


図 第1軸内外軌の輪重・横圧について、実測値と推定値を比較した例(カント無し、半径100m曲線、10km/h走行)

※田中ほか：鉄道台車のモーメントに着目した横圧推定式の検討、日本機械学会論文集、82巻、842号、2016

粘着力に対する落ち葉の影響

陳 樺 古谷勇真 深貝晋也 嵯峨信一 村上浩一 伴 巧

山間線区の勾配区間において晩秋から初冬にかけて落ち葉による車輪の空転・滑走が多発しています。対策として車上から増粘着材を噴射していますが、効果が十分とは言えません。本研究では、落ち葉に起因する車輪の空転・滑走メカニズムを明らかにするために、所内試験線に秋季の山間線区のレール面状態を再現した後、試験車両による力行試験とブレーキ試験を実施して車輪のすべり状況確認と粘着係数の評価を行いました。その結果、レール面に黒色皮膜が付着し、かつ湿潤状態になった場合は粘着係数が著しく低下して車輪に大きなすべりが発生することが確認できました。また、車輪とレール間に黒色皮膜が介在する場合の粘着係数に着目すると、乾燥条件に対して湿潤条件下

では約50%、雨条件下では約10%に大きく低下することがわかりました。さらに、沿線に樹木の多い区間のレール面に黒色皮膜が生成されると、黒色皮膜が車輪に転写されてその前後の区間にも黒色皮膜が付着して車輪がすべりやすくなることがわかりました。

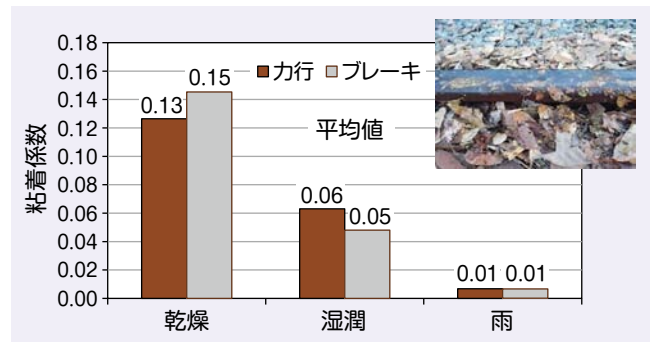


図 レール面に黒色皮膜が付着する場合の粘着係数

画像解析に基づくコンクリート構造物のひび割れ検知手法

箕浦慎太郎 渡辺勉 後藤恵一 徳永宗正 上半文昭

コンクリート構造物に発生するひび割れは、当該構造物が受けた荷重履歴や耐久性を評価する指標となるため、その状態を正確に把握することは、維持管理において非常に重要です。近年、列車の高速化に伴い、コンクリート橋梁の共振による過大な応答が懸念されており、そのようなコンクリート橋梁を適切に維持管理するために、列車走行時に発生する微細なひび割れを動的に計測する手法が求められています。本研究では、画像解析手法の一つであるサンプリングモアレ法を応用したコンクリート構造物に発生するひび割れ検知システムを開発し、そ

の計測精度や適用可能性の検証を実施しました。模型橋梁、PCまくらぎ、PRC供試体を用いた各種検証の結果、開発した検知システムがコンクリート構造物に発生した微細なひび割れの位置や幅を精度よく動的に計測可能であることを確認しました。

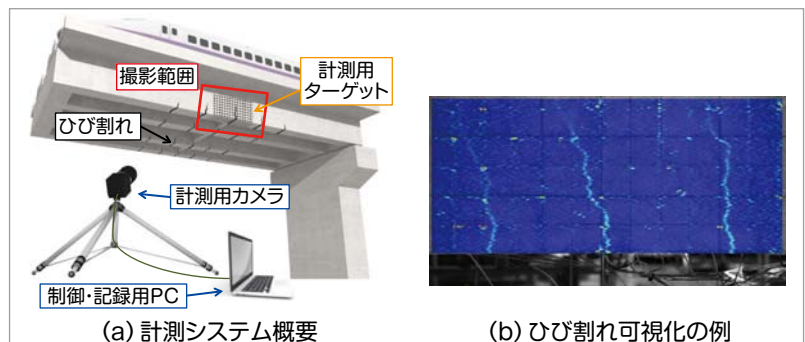


図 計測システムの概要とひび割れ可視化の例

MBDを用いた輪軸部材と軌道部材の簡易な接触解析手法

後藤恵一 曾我部正道 田辺誠 渡辺勉 徳永宗正

脱線後の車両挙動については、実験的検討が困難であることから数値解析的検討が進められ、その基本的な挙動が明らかにされつつあります。しかし、車両の各部位(例えば、モーターや車体)が軌道や構造物等の地上設備に接触する影響については十分な検討が行われていません。また、様々なタイプの逸脱防止装置が開発される中で、その効果を定量的に評価可能な柔軟な数値解析手法の確立が求められています。本研究では、車両と線路構造物との接触を考慮した、脱線前～脱線後の一連の車両挙動を表現可能な数値解析手法の確立を目的に、輪軸部材と軌道部材の接触評価手法を提案するとともに、脱線後の車両挙動を表現可能な既

存の解析プログラムに組み込み、その実用性を検討しました。本提案手法では、マルチボディー車両モデルに配置した任意の接触検知点と、線路構造物側FEMモデル情報を基に設定した接触面との動的な接触力を、ペナルティー法により計算します。

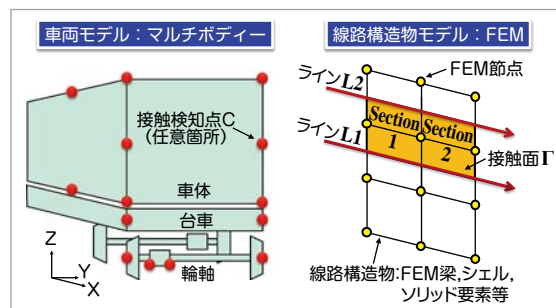


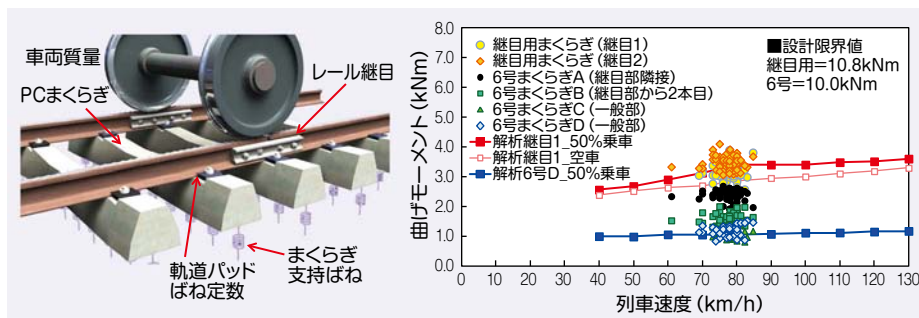
図 車両と線路構造物の接触モデルの概念図

PCまくらぎの動的応答性状に対する各種パラメータの影響評価

渡辺勉 箕浦慎太郎 松岡弘大 山根寛史 面高陽紀 熊倉孝雄

JISに規定されるPCまくらぎを対象とし、PCまくらぎの設計において決定要因となるレール継目部と車輪フラットに起因する衝撃荷重のうち、現象解明が不十分なレール継目部で生じる衝撃荷重を取り上げ、多チャンネル高速サンプリングによる測定システムや数値解析を用いて、PCまくらぎの動的応答性状に関する各種パラメータの影響評価を実施しました。現地試験により、列車通過時のレール継目用PCまくらぎは一般部の6号PCまくらぎに比べて最大で4倍程度、レール継目部に隣

接した6号PCまくらぎは一般部の6号PCまくらぎに比べて最大で2.7倍程度の曲げモーメントが生じることを明らかにするとともに、数値解析により、発生曲げモーメントに対して最も影響の大きいパラメータはPCまくらぎの支持状態であること、発生曲げモーメントに関するレール継目の影響範囲はレール継目部から概ね4m程度であることを明らかにしました。



鉄道橋検査を目的とした遠隔非接触測定技術の開発

上半文昭

度重なる自然災害や社会インフラの老朽化の課題を抱えるわが国では、鉄道においてもこれを支える構造物の検査技術の高度化が必須の課題です。鉄道総研では、レーザーを用いた非接触振動測定技術や、無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)による空撮技術などを用いて、構造物検査作業から高所作業や線路内立ち入り作業を省略し、安全化、効率化を図りたいと考えています。

本研究では、不可視レーザーを用いた非接触振動測定システム「長距離型Uドップラー」を長大な鉄道PC斜張橋の検査に適用し、橋りょう上に測定用のターゲット等を一切設置することなく、遠隔位置から非接触で吊りケーブルの張力や列車通過時の主桁の動的たわみを測定できることを

確認しました。また、橋りょうの桁下面等に付着して無限軌道で走行しながら変状箇所を詳細に撮影できる「構造物検査用UAV」を開発しました。

なお、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実施しました。

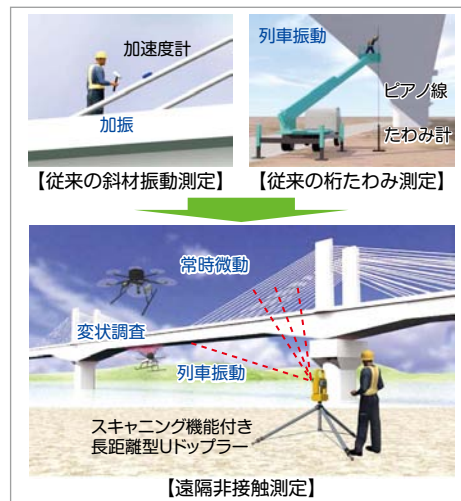


図 遠隔非接触測定による鉄道橋検査