

接触力制御パンタグラフの制御パラメータの適応速度向上手法

山下義隆 小林樹幸 白田隆之 増田新 射場大輔

本報告では、フィードフォワード制御によるパンタグラフの接触力変動低減手法に必要な制御パラメータを高速に求める手法を提案します。パンタグラフへの制御力は、正弦波状の波形で与えることとしています。接触力変動を低減するためには、正弦波の振幅と位相を架線とパンタグラフの運動状態に応じて調整する必要があります。そこで、本手法(改良手法)は、過去の接触力および制御力の振動情報から最適(接触力変動を零に近づけるような)制御力を求めます。制御力の振幅と位相を個別に求める

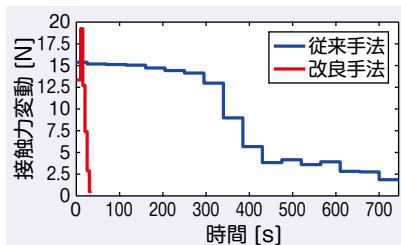


図1 従来手法と改良手法の制御パラメータ調整速度比較

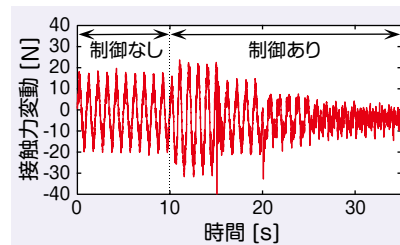


図2 改良手法の制御効果

方法から制御力の振幅と位相の両方の情報を含んだ複素振幅を求める方法に改良したことで、従来手法よりも大幅な制御パラメータ適応速度向上を実現しました(図1)。例えば、1Hzの正弦波状の変位外乱が舟体に作用している場合には、制御開始後5秒後には制御効果が現れ、最終的には56%の接触力変動低減効果がえられました(図2)。

新幹線パンタグラフ舟体の揚力特性変化メカニズムの解明

光用剛 池田充 佐藤祐一

新幹線パンタグラフ舟体には、列車走行中に安定した揚力が作用することが重要であり、かつ、すり板摩耗や風向変化による揚力変化量が小さいことが必須の要件となっています。現状では、舟体周りの流れ場と揚力の関係や、すり板摩耗时などによって揚力が変化するメカニズムについては未知の部分が多く残されており、パンタグラフの開発現場では、これらの要件を満たすように風洞試験による試行錯誤で舟体形状が選定されていました。そこで、本研究では舟体周りの流れ場と揚力特性との関係について、風洞試験とCFD解析の両面から検討を行

い、すり板摩耗によって揚力特性が変化するメカニズムを解明しました。また、揚力特性を安定化させるためには、すり板角部における流れの状態に着目し、すり板摩耗などによってすり板角部における流れの状態が変化しない形状を選定することが重要であることを示しました。

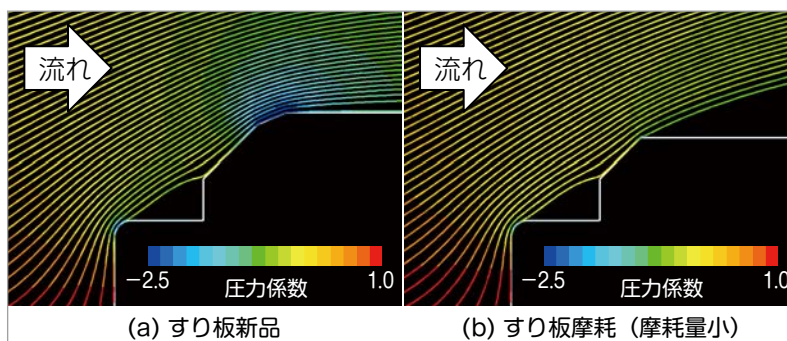


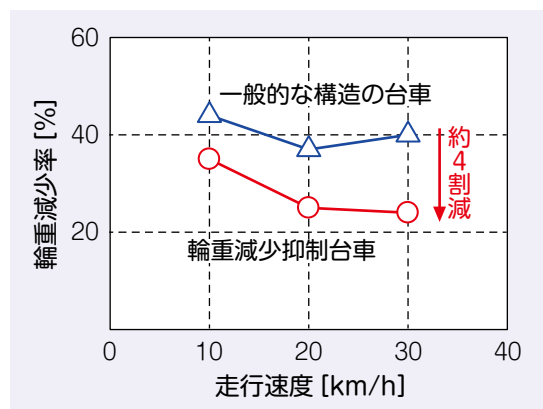
図 舟体まわりのCFD解析結果

鉄道総研試験線による輪重減少抑制台車の性能評価

鈴木貢 児玉真一 田中隆之 梅原康宏 鴨下庄吾 宮本岳史

鉄道総研では、軌道の平面性変位の大きな箇所が発生する乗り上がり脱線を、輪重減少の抑制により防止するという観点から、側ばりと横ばりが回転機構により接合された台車枠を具備する輪重減少抑制台車を提案しています。輪重減少抑制台車は、回転機構により側ばりが回転運動し、軌道の平面性変位に追従することで、輪重減少の抑制を図るものです。すでに、車両試験台での転走試験により、その基本性能に問題がないことを確認済みですが、今回、輪重減少抑制効果をはじめとする輪重減少抑制台車の実軌道上での性能を調査するため、鉄道総研試験線において走行試験を実施しました。その結果、一般的な構造を有する台車に比べ、緩和曲線部や分岐器内での輪重減少率を、最大

で4割程度抑制できることを確認しました。また、回転機構部の耐久性の調査、脱線しにくい台車に関する予備調査を目的とする試験を行ない、いずれも問題となる事象の発生しないことを確認しました。



バラスト軌道大規模モデルの構築

相川明 高垣昌和 坂井宏隆 林雅江 西浦泰介 阪口秀

バラスト軌道の劣化現象に関してはまだ未解明なことがたくさんあります。そこで、列車通過時のバラストの動的応答特性の解明、各種対策工効果の評価等に役立てるために、バラスト内部の弾性変形挙動、バラスト間の接触問題、および、バラスト層における衝撃荷重の波動伝播現象を同時に扱うことのできる弾性体個別要素法プログラム(QDEM)を開発しました。本プログラムを用いたバラスト軌道詳細構造モデルの構築にあたり、周期境界を考慮した軌道モデル作成機能、複数のGPUボードによる大規模並列解析機能、減衰を考慮した境界条件の改良、まくらぎ等の部材のQDEMモデル化等の新たな機能を追加するこ

とにより、車輪通過時のバラスト軌道の動的な応答特性をより正確に再現することが可能となりました。構築したバラスト軌道大規模モデルに実測荷重波形を入力する動的応答解析を実施し、モデルの有効性を検証しました。

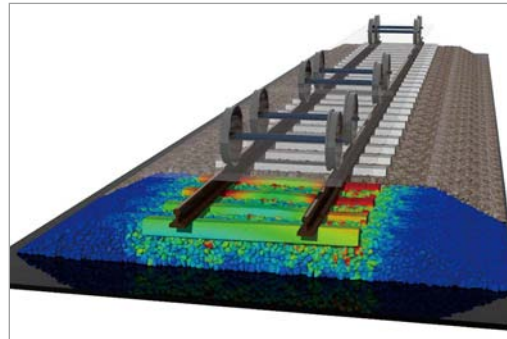


図 実測荷重入力時の変位分布

※なお、QDEMは海洋研究開発機構との共同研究の成果です。

短いき裂の発生・進展と摩耗の競合を考慮したレール損傷評価

名村明 浦川文寛 谷本啓 中嶋大智

近年、曲線半径の比較的大きな区間の外軌で、熱処理レールのゲージコーナ部にきしみ割れと呼ばれる損傷の発生が報告されています。そこで、きしみ割れを想定した曲線通過シミュレーション、車輪・レールの転がり接触有限要素解析および短いき裂の進展と摩耗の競合解析から構成されるレール損傷評価法を構築しました。構築したモデルを用いて、短いき裂の発生・進展のレール鋼種による違いを比較評

価するため、初析フェライトとパーライトの体積分率および硬さを考慮した、短いき裂の進展と摩耗の競合解析を行いました。その結果、全般的にき裂発生寿命は10万回オーダー以下でありレール全寿命と比較して非常に短いこと、レール鋼種に関しては、パーライト単一組織鋼でバルク硬さが硬い鋼種ほど、き裂発生寿命が相対的に長くなること、等がわかりました。

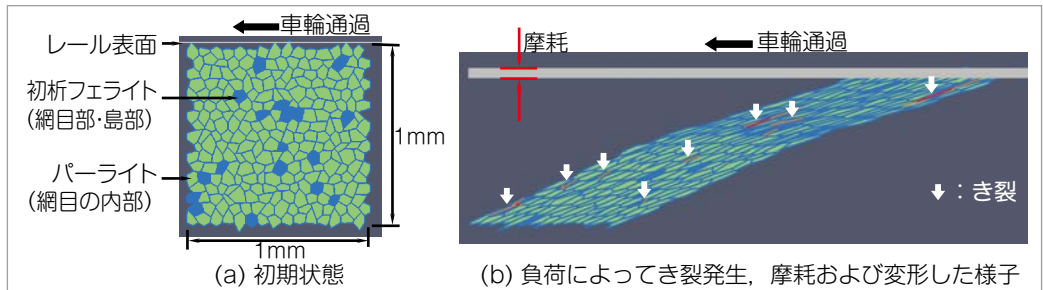


図 解析例

MBDによる車体と軌道・構造物等の簡易な接触解析手法

後藤恵一 曾我部正道 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、その初期段階として、車体と線路構造物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、構造物側FEM情報から構成した接触面との動的相互作用力を、ペナルティー法により計算します。

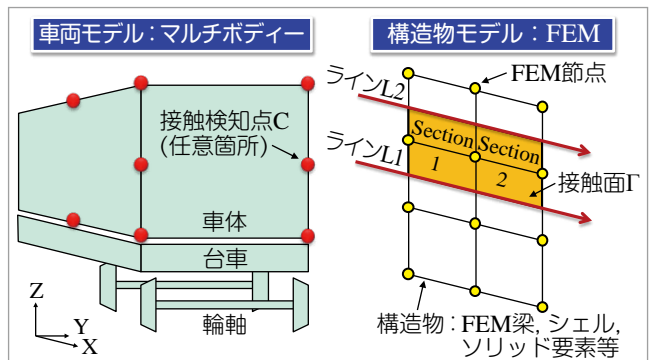


図 車体と構造物の接触モデルの概念図

経年PCまくらぎの摩耗性状と耐荷力への影響

箕浦慎太郎 渡辺勉 曾我部正道 鈴木大輔

近年、プレストレス製のコンクリートまくらぎ（以下、PCまくらぎ）に対する経年劣化の実態調査や交換基準に関する検討が進められています。PCまくらぎの劣化を評価する際の重要な観点の1つとして、まくらぎ底面の摩耗が挙げられますが、摩耗に対する定量的な研究事例はありませんでした。そこで本研究では、在来線に敷設されていた3号PCまくらぎを対象に、底面の摩耗量の実態調査と数値解析による摩耗の耐荷力への影響の評価を行いました。実態調査の結果、PCまくらぎの摩耗パターンが概ね5つに分類されること、累積通過トン数や経年の増加とともに摩耗量が増大することを明らかにしました。また数値解析の結果、摩耗の増大は特にまくらぎ中央断面における曲げ耐力に影響を及ぼすことが分かりました。さらに有効な鋼

材の本数や有効プレストレス量がPCまくらぎの耐荷力に及ぼす影響についても定量的に明らかにしました。

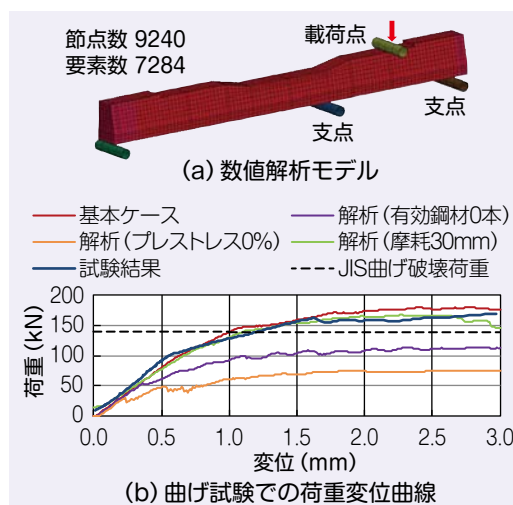


図 レール位置断面での曲げ試験の解析結果

RC張出スラブの繰返し衝突を考慮した高架橋の地震時応答評価

徳永宗正 上半文昭 曾我部正道

鉄道分野では、駅部付近等で高架橋が線路直角方向に近接して配置される場合があります。地震時には高架橋同士が衝突し損傷する可能性が考えられます。本研究では、RC張出スラブの繰返し衝突を考慮した高架橋の地震時応答評価法を提案することを目的に数値解析に基づく検討を行いました。張出スラブ相互の衝突により、高架橋が保有する運動エネルギーの一部が、波動エネルギーへの変換および材料の非線形化に伴う局部損傷のために損失され、衝突速度に依存してその割合が変化することが分かりました。これらの効果を考慮した非線形ばねとダッシュポットによる簡易接触モデルを構築し、全体系を模した非線形地震応答解析により、一般的な条件においても地震時の繰返し衝突の影響で構造物応答が70%増加する場合があること示しました。

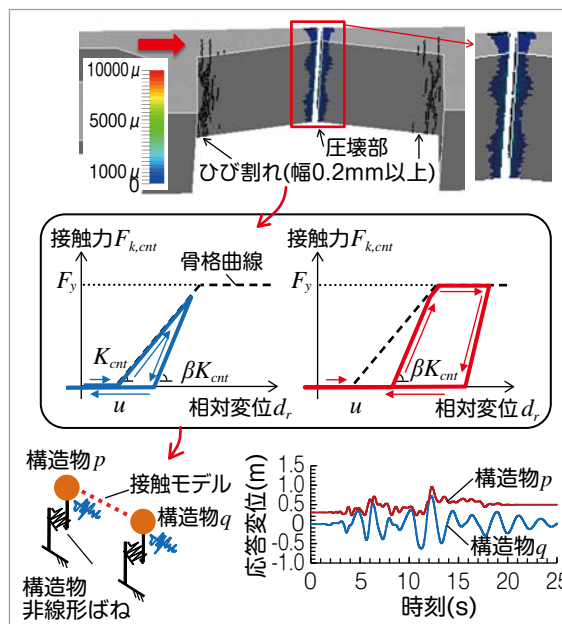


図 提案接触モデルによる全体系の地震時衝突応答解析