

温度変化に伴う静的構造変化を考慮した架線・パンタグラフシミュレーション

小山達弥 長尾恭平 池田充

架線・パンタグラフ系の動的挙動解析シミュレーターは、架空電車線やパンタグラフの設計、開発を行う上でなくてはならないツールであり、鉄道総研では種々な改良を継続的に行ってきました。このような改良の一つとして、過去に紹介した気温変化などによる張力や線条の伸びを考慮可能な架線の静構造計算プログラムを作成しました。その後、パンタグラフが前述の静構造計算プログラムによりモデル化された架線を走行する動的挙動解析シミュレーターを開発しました。図は温度が15℃から-10℃に変化したときの接触力波形を示しています。本シミュレーターでは、従来のシミュレーターでも再現可能な気温変化に伴う張力

と弛度の変化に加え、電車線支持点で生じる抑制抵抗や、線条の伸縮に伴うハンガのレール方向への移動を考慮した集電性能の評価が可能となります。本稿では、このシミュレーターの概説を行うとともに、計算事例を紹介します。

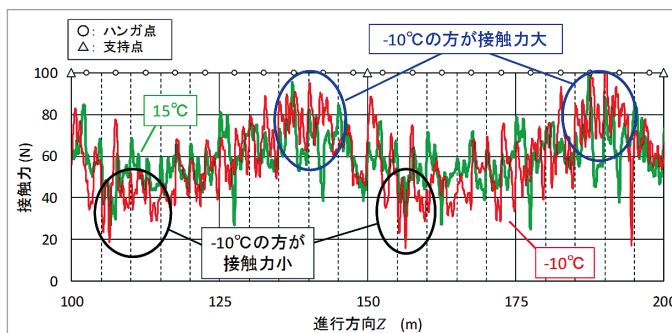


図 温度変化を考慮した計算例

しゅう動摩擦が作用するパンタグラフの安定性解析

小林樹幸 白田隆之

トロリ線とすり板間のしゅう動摩擦に起因した摩擦力がすり板の前後方向に作用することで生じるパンタグラフの上下運動を表現可能な、パンタグラフのマルチボディダイナミクス(以下、MBD)モデルを提案しました(図1)。また、MBDモデルの安定性を評価する手法として複素固有値解析に基づく不安定性指標を提案しました。図2に上枠の長さを意図的に延長することで不安定化したパンタグラフモデルの不安定性指標の計算結果を示

します。本図からこのパンタグラフの場合、パンタグラフが反なびき方向に走行する場合にトロリ線とすり板間の摩擦係数が2.45以上であると不安定になることがわかります。また、MBDモデルの時刻歴シミュレーション結果と不安定性指標の計算結果との比較から、不安定性指標によるパンタグラフの安定性評価の妥当性も確認しました。

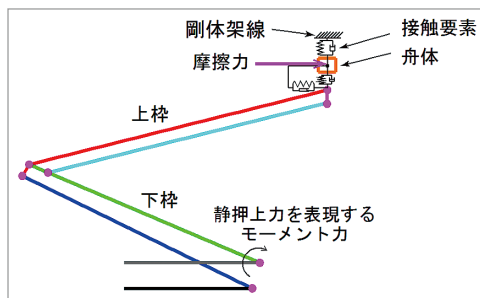


図1 パンタグラフのMBDモデル

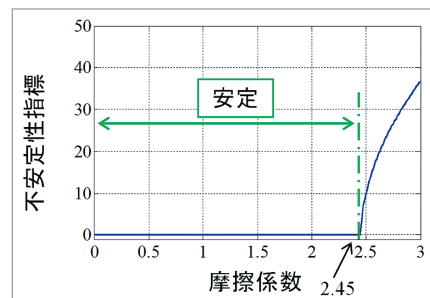


図2 不安定性指標による安定性解析結果

汎用計測機器を用いた省力化連続PQ測定システムの開発

鈴木貢 遠竹隆行 本堂貴敏 國行翔哉

走行安全性評価を目的に実施する輪重横圧測定の手法の1つに新連続法があります。新連続法では、処理装置とロータリエンコーダ内蔵スリップリング装置、この2つの技術を用いた測定システムにより、輪重、横圧などの連続的な測定を実現しています。しかし、現行の各装置は、開発からの経年による老朽化、陳腐化等の問題に直面しており、このままでは新連続法の安定運用に支障を来す恐れが出てきました。そこで、新しい処理装置ならびにスリップリング装置の開発を行ないました。

開発に当たっては、単に装置の更新だけではなく、各装置に新たな特徴を持たせました。処理装置は今後想定される運用上の課題を克服できるよう汎用機器を用い構

成しました。一方、スリップリング装置は装置取り付け作業の省力化を図る構造を採用しました。

開発した処理装置、スリップリング装置の機能確認を目的とした各種試験を行ない、いずれも実用レベルにあることを確認しました。

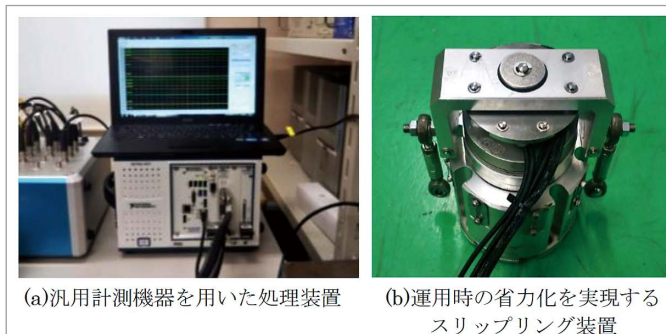


図 開発した処理装置とスリップリング装置

車輪／レールの過渡的な接線力特性における車輪削正痕の影響

山本大輔

車輪とレール間に作用する接線力特性は、車両の運動特性と深い関係があるため、とりわけ車輪削正後の接線力特性に注目が集まります。本研究では、車輪とレールの接触を一对の小型円筒試験片の接触で模擬した2円筒転がり接触実験により、車輪削正後の接触面に連続的にすべり率を大きくする条件で、転がりすべり摩擦力を連続5回与えたときの過渡的な接線力特性を調査しました。その結果、接触面に転がりすべり摩擦力を繰り返し与えると、削正痕の有無に関係なく接線力係数は次第に増加して飽和すること、接触面の飽和後は、すべり率が少なくとも約1%より小さい範囲では、接触面に削正痕がある方が平滑の接触面のときより小さく、すべり率

が大きくなると両者の差異が明確でなくなること等が分かりました。これらの結果から、通常的車輪削正により生じる程度の高さやピッチの削正痕は、車輪／レールで作用する接線力特性に顕著な影響を及ぼさないことが分かりました。

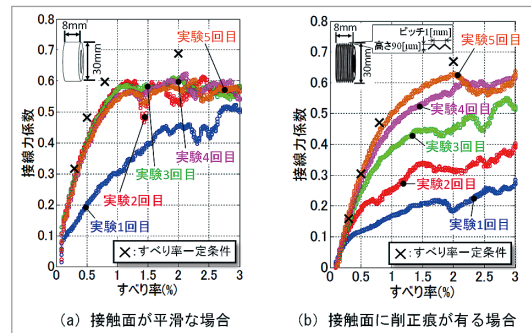


図 連続5回の実験(すべり変化率0.03%/s)で測定された過渡的な接線力特性

曲線内軌における中きしみ割れ発生メカニズムの解明

辻江正裕 西村英典 木村成克 松井元英 陳樺

在来線の一部線区において、「中きしみ割れ」と呼ばれる形態の損傷が、曲線区間の内軌頭頂面において確認されています。この中きしみ割れは、発生状況や発生メカニズムが明らかになっていません。

そこで本研究では、はじめに現地調査を実施しました。その結果、振り車両の走行する割合が高い振り線区の半径400～800mの曲線区間において、中きしみ割れが発生していることを確認しました。つぎに、中きしみ割れが発生する半径600mの曲線区間に着目し、車輪／レール接触解析ならびに営業線において軌道動特性測定を実施しました。その結果、これらの曲線区間を通過する振り車両において、左右の輪径差が著大となり、内軌側の車輪／レール接触部

において著大な縦クリープが発生していることが確認できました。したがって、これらの区間において内軌に発生する縦クリープが、中きしみ割れの発生ならびに進展に影響したものと考えられます。

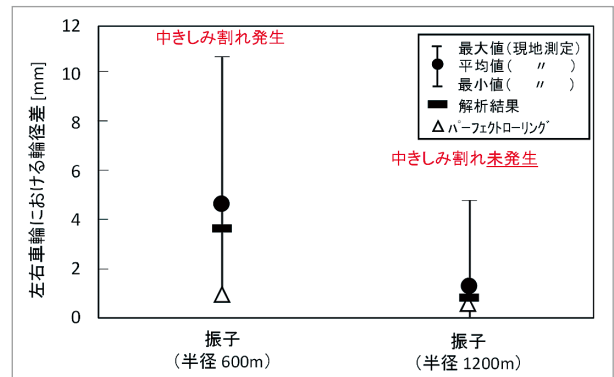


図 輪径差の測定結果と解析結果

車上計測による共振橋梁の検知手法

松岡弘大 渡辺勉 上半文昭

高速鉄道における一部の低剛性なコンクリート橋では共振による大振幅振動が重要な課題となっています。本研究では共振橋梁の効率的かつ高頻度に検知することを目的とし、走行列車の先頭および最後尾車両の床上上下加速度の比を用いた検知指標として増幅係数 $C\alpha$ を提案しました。また、実列車走行試験により車両および橋梁の動的応答を同時に測定し、増幅係数が橋梁の共振時に増加する傾向を明らかにしました。また、車両と橋梁の相互作用シミュレーションを実施し、様々な場合について提案した増幅係数と橋梁の衝撃係数との関係を調査しました。その結果、増幅係数は衝撃係数と0.9以上の相関を有すること、車両長の

短い検査車両の増幅係数により潜在的な共振橋梁を検知できる可能性があることを明らかにしました。

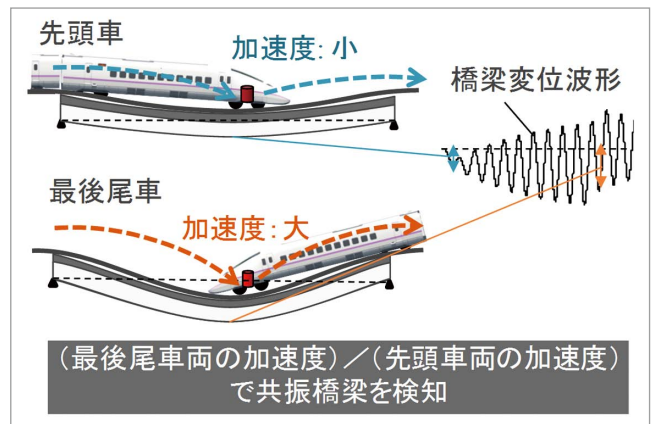


図 車上加速度による共振橋梁の検知原理

鉄道運行情報ビッグデータを活用した鉄道構造物の疲労強度の推定手法

徳永宗正 曾我部正道 成田顕次 築嶋大輔

供用期間中のコンクリート橋梁を対象として、内部の鋼材に累積する疲労をモニタリングするのは難しく、非破壊かつ定量的な評価手法が望まれています。本論文では、標準ダイヤ、ランカーブ、実乗車率、車両種別等の鉄道運行情報ビッグデータを活用した、列車運行シミュレーションに基づく構造物の時間依存疲労強度の評価手法を構築しました。新幹線実線区のPRC橋梁に開発手法を適用した結果、上下線の列車が一部でも交差する複線同時乗荷発生回数は20年間で、駅部付近で300～500回程度、中間部で100～300回程度であること、ダイヤ改正に伴う増便、ランカーブ上の通過速度の増加、複線乗荷の発生回数の急増により応答が増加し、疲労強度が急激に低下することを明らかに

しました。さらに、対象橋梁のPC鋼材の時間依存疲労強度を試算し、提案手法により100年以上の長期にわたる疲労強度の低下が評価可能であることを示しました。

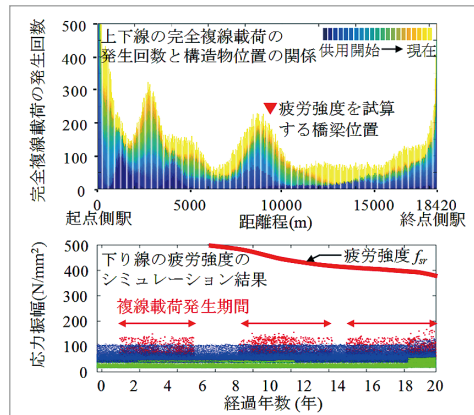


図 列車運行シミュレーションに基づく構造物の時間依存疲労強度の評価手法