

## 高速パンタグラフ試験装置の開発

小山達弥

電気鉄道において電力を車両に供給するシステムとして架空式電車線（以下、「架線」という）とパンタグラフの組み合わせが国内外を問わず広く用いられています。パンタグラフには、架線の高さ変化や振動に対する高い追従性能や、必要な電力を車両に送るための電流容量、トロリ線としゅう動するすり板やベアリングなどの耐摩耗性が要求されます。これらの性能を評価する試験装置として高速パンタグラフ試験装置（以下、「本装置」という）を開発しました。本装置は、パンタグラフがトロリ線から大電流（最大1000 A）を取り入れながら高速走行（最高速度500km/h）する状態を再現することが可能で、トロリ線への追従性に

優れ、離線が少ないパンタグラフの開発や、トロリ線とパンタグラフすり板の摩耗現象の解明などに活用していきます。本稿では、本装置の機能等の概要や試験例を示します。



図 高速パンタグラフ試験装置

## 輪重測定用孔内部のせん断ひずみを活用したPQ輪軸による横圧測定法

本堂貴敏 國行翔哉 田中隆之 鈴木真

鉄道車両の走行安全性を確認するために、車両が走行している際に車輪とレールの間に作用する力を測定する試験を行います。車輪に作用する縦方向の力を輪重、横方向の力を横圧と呼び、横圧が小さいほど安全であると判断されます。輪重と横圧を測定するために、車輪にひずみゲージを複数貼付した「PQ輪軸」を使用することが一般的ですが、従来のPQ輪軸では、車輪の中心からずれた位置に輪重が作用した場合に、曲線外軌側の車輪では横圧が見かけ大きく測定され、実態よりも厳しく評価されることがありました。本研究では、3軸ひずみゲージを用いてせん断ひずみを測定することで、従来よりも輪重の影響を抑えられる新しい横圧測定法を提案しました（図）。有限要素法によ

る解析と静荷重試験を通じて、輪重の影響を受けにくくなることを示しました。提案する測定法を導入することにより、より実態に即した走行安全性評価を行えるようになることが期待されます。

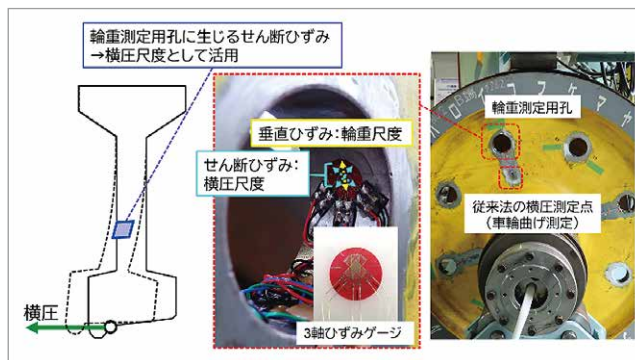


図 せん断ひずみを活用した新しいPQ輪軸

## レール摩耗進展に及ぼす車輪のアタック角の影響評価試験

辻江正裕

レールにおける摩耗進展は、レールの交換基準となっているほか、き裂の発生と密接な関係があるため、その進展を予測することは重要です。レールの摩耗進展に影響を及ぼす車輪／レール間のすべりについては、これまでその方向性（転動方向と同じ方向の縦すべり、垂直方向の横すべり）の影響は評価されていませんでした。

そこで本研究では、縦／横すべりによる摩耗進展への影響について評価するため、大型転動疲労試験装置による室内摩耗試験を実施しました。またアタック角をパラメータとした室内摩耗試験を実施し、縦／横すべりが同時に作用した際の摩耗進展を明ら

かにするとともに、これらの条件における摩耗進展を評価する推定式を提案しました。さらに実験結果ならびに推定結果を比較し、提案式の妥当性について評価しました。

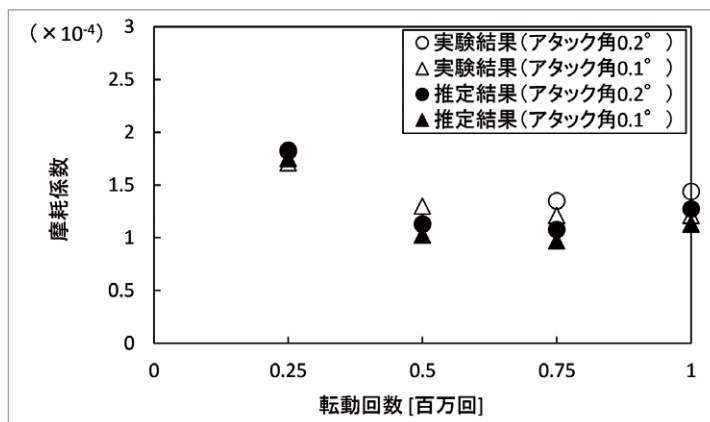


図 摩耗係数の実験結果と推定結果

## 低温条件下における車輪/レールの粘着試験

陳樺 井戸達哉

寒冷地域において、秋や冬季の早朝時間帯、または降雨時の車輪の空転・滑走の発生頻度が温暖な地域と比較して多いことが知られています。これは、車輪とレールが低温であること、さらに車輪とレール間に介在する水膜の温度が低いことで、車輪とレール間の粘着係数が低くなって、温暖な地域より空転・滑走を引き起こし易いことが原因であると考えられます。本研究では、2円筒転がり接触試験機を用いて車輪・レール輪・水の温度を変化させる粘着試験を実施しました。得られた知見として、寒冷地域においては、雨天や結露

によって粘着係数は低下し、空転・滑走が発生しやすいですが、車輪やレールの表面粗さの増大によって粘着係数が増加し、空転・滑走の抑制に効果があると推定されます。また、寒冷地域では再粘着現象が発生しやすいと考えられるため、再粘着現象を利用するような制御が加速と減速のパフォーマンスアップに有効な可能性が示唆されました。

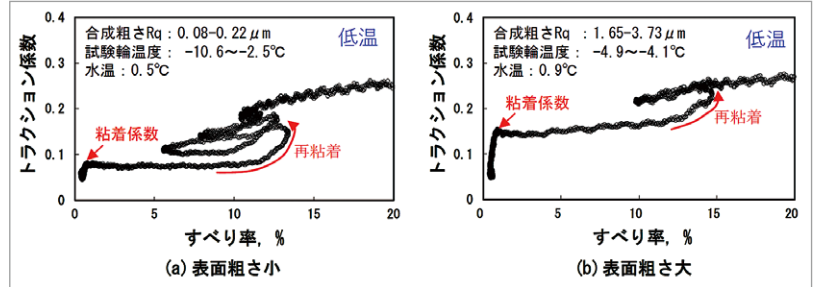


図 低温条件下における粘着挙動

## 2円筒試験機を用いた実験による実車輪/レール間の接線力の推定

山本大輔

営業線での詳細な調査が困難となる車輪/レール間の接線力特性を評価する手段として、車輪とレールの接触を一对の試験輪の接触で模擬した2円筒試験機を用いた室内実験があります。その一方で、室内実験ではその間の接触楕円が実物の大きさとは異なるため、実際の車輪/レール間の接線力特性が推定できないと考えられることが少なくありません。そこで直径30mmと500mmの2種類の大きさの異なる試験輪を用いて、車輪/レール輪間の接触楕円の大きさの違いに着目した接線力測定実験で調査を行いました。その結果、乾燥条件で接触面に作用する接線力特性は、試験輪間の接触楕円の大きさには関係なく Kalkerの理論値と合致することが分かりま

した。そして、実際の車輪/レール間で作用する接線力特性は、接触面の表面粗さとその活性化状態、接触面の周辺湿度を同等とした2円筒試験機を用いた室内実験により推定できることを明確にしました。

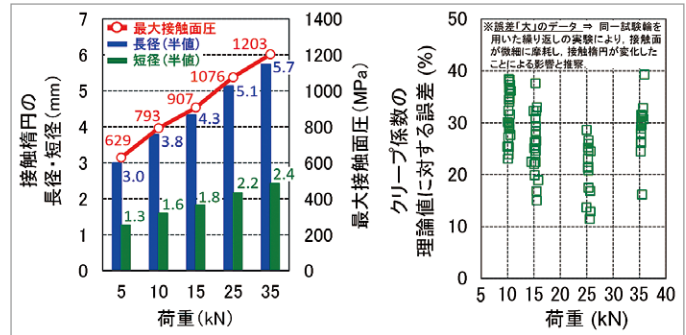


図 荷重と車輪/レール輪間の最大接触面圧・接触楕円(計算値)およびクリープ係数の理論値に対する誤差の関係(直径500mmの試験輪を用いた場合)

## 車上計測による共振橋りょう検知法の開発および検証

松岡弘大 川崎恭平 田中博文 常本瑞樹

高速鉄道では、列車通過時に橋りょうの共振発生に伴って生じる振動により、橋りょう本体だけでなく、橋りょう上の電柱や架線などの電車線路設備への影響が懸念される場合があります。したがって、適切に検知することが望ましいですが、橋りょうの共振発生の評価には、車両通過時のたわみ計測を地上から行う必要であり、多大な労力を要していました。

本研究では、このような高速鉄道における橋りょうの共振発生の有無を、高速走行する先頭および最後尾車両で計測された軌道変位、もしくは車体加速度から効率的に判別する手法を開発しました。提案手法の精度を数値解析により検証したうえで、実路線の車上計測データに適用した結

果、30以上の共振橋りょうを抽出するとともに、抽出結果は地上計測結果とも整合することを示しました。

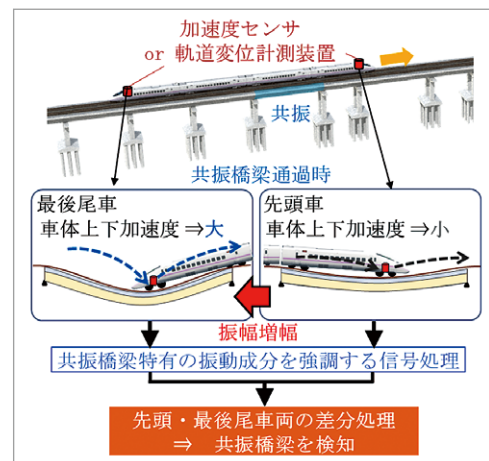


図 共振橋りょうの抽出手順とその概念

## ビデオカメラとドローンを用いた構造物検査技術の開発

上半文昭 池田学 松岡弘大

インフラ老朽化や、少子高齢化による技術者確保の困難化を背景として、鉄道構造物の検査の効率化・省人化が喫緊の課題となっています。鉄道総研では、鉄道橋などの検査の省力化を目的として、レーザーを用いた非接触振動測定で鉄道橋を検査する手法を提案・普及してきました。次のステップとして、構造物検査のさらなる効率化、高度化を目指して、鉄道橋の振動を多点同期測定できるビデオ測定システムと、構造物に付着走行して局所的な変状を詳細に調査できる構造物検査ドローンを開発しました。さらに、それらのシステムを用いた鉄道橋、支承、付帯構造の検査手法、な

らびにコンクリート構造物のひび割れ検出、打音測定、かぶり測定などの変状調査手法を提案し、現地実証試験を実施してシステムの機能と検査手法の妥当性を確認しました。

なお、本研究は、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 ビデオによる多点同期振動測定システム（左図）と構造物検査ドローン（右図）