

岩盤斜面評価用非接触振動計測システムに関する基礎的検討

上半文昭 村田修 斎藤秀樹 大塚康範

鉄道沿線の岩盤斜面の崩壊は、ひとたび発生すると列車脱線や長期運休などの大被害をもたらす可能性があるため、不安定な岩塊を検出・監視する技術の開発が望まれている。不安定な岩塊は目視観察で調査されているが、近年、写真測量や物理探査などの非破壊検査法の適用が試みられている。中でも地震計を設置して不安定岩塊の振動特性を調べる手法は、卓越振動数や振幅などを指標として定量的に岩塊の不安定性を評価できる有望な手法であるが、危険な急崖斜面上での作業量が多い点が課題である。そこで、同手法の効率化、安全化に向けて、鉄道総研が開発した非接触振動測定システム「Uドップラー」の適用を検討した。まず、遠方の不安定岩塊の微動計測実験を実施してUドップラーがジオフォンと同等の測定性能を有することを確認し、次に、無線通信可能な3台のUドップラーセンサを用いた岩盤斜面評価用非接触振動計測システムのプロトタイプを開発した。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

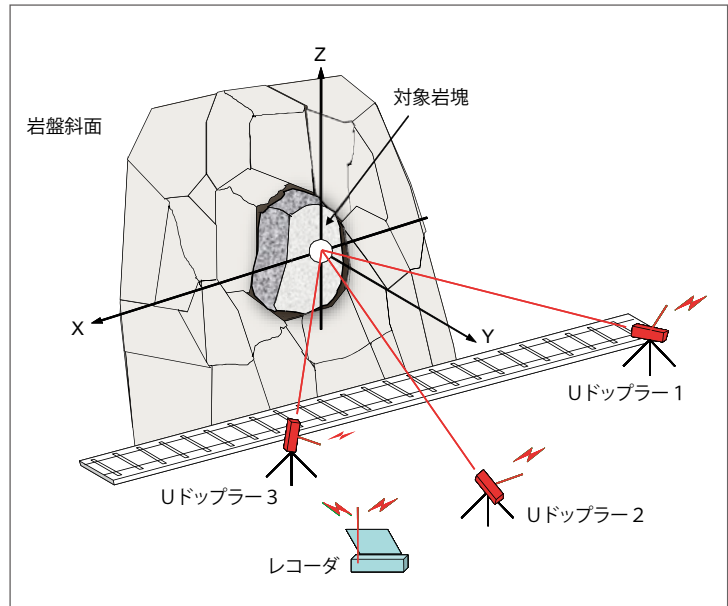


図 岩盤斜面評価用非接触振動計測システム

RC ラーメン高架橋の衝撃係数に関する解析的検討

渡辺勉 曾我部正道

近年の列車の高速化に伴い、構造物の動的応答の増大に対する諸性能の確保が重要視されており、鉄道構造物で最も一般的な構造物であるRCラーメン高架橋についても現象解明及び設計法の確立が求められている。そこで本研究では、RCラーメン高架橋を対象とした数値解析を実施し、各部材の衝撃係数を評価した。例えば列車速度270km/hでは、中間スラブ、張出スラブの衝撃係数は1.27, 0.24となること、材料定数のばらつきを考慮すると共振速度が45~60km/h程度ずれること、非構造物材の剛性を加味すると固有振動数が最大で2.5倍となることなどを明らかにした。また、振動加速度の実測波形より中間スラブの減衰定数が3%程度であることを明らかにし、支配振

動モード形状についても言及した。さらに、ラーメン高架橋の衝撃係数に関する簡易算定法を提案し、数値解析結果が包含されることを示した。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

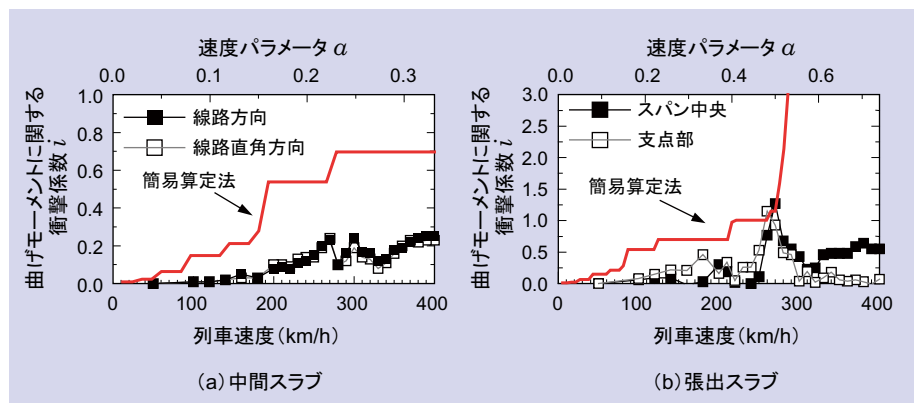


図 数値解析により算定した曲げモーメントに関する衝撃係数と簡易算定法

まくらぎの変形モードに着目した道床への荷重伝播特性

浦川文寛 相川明 名村明

列車走行によりまくらぎは加振され、下面に動的な荷重が作用する。有道床軌道の塑性沈下は、まくらぎ下面の動的な荷重により促進されるが、この荷重の測定は難しく、営業線での測定例は筆者らが開発した「センシングまくらぎ」によるもののみである。従来から、まくらぎ下面荷重の大きさ、分布は、軌道が持つ固有振動モードの影響を強く受けると考えられていたが、この点について十分な検討はなされていなかった。

本研究では、3PRまくらぎの実験モデル解析を行い、1000Hz以下のまくらぎの固有モードを特定した。また、営業線での加振試験と列車走行時の動的測定により、まくらぎ下面荷重の応答が卓越するいくつかの周波数で、まくらぎはその固有モードで振動していること、およびその変形形状によって、まくらぎ下面に特異な荷重分布が生じることがわかった。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

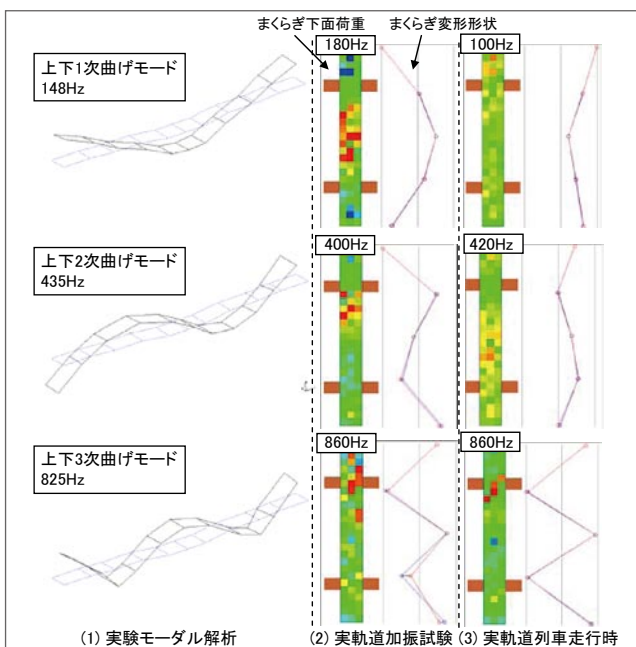


図 まくらぎの変形モードと下面荷重の関係

クリープテストを用いた車輪／コンクリート間の摩擦係数測定

土井久代 宮本岳史 西尾壮平 後安慧 上田洋

脱線後にスラブ軌道上を走行する際の車両の挙動を精度良くシミュレーション解析するためには、車両の運動に大きな影響をおよぼす車輪とコンクリートスラブ間に作用する摩擦係数やクリープ力(または接線力と呼ぶ)の特性を知る必要がある。そこで、小型クリープ力試験装置「クリープテスト」とコンクリートスラブを模したモルタル供試体を用いて鉄車輪とコンクリートスラブ間のクリープ力特性および摩擦係数を測定した。乾燥状態の測定結果例を、縦すべり率に対するクリープ力・法線力比の関係に整理して図に示す。本試験条件下の鉄車輪・コンクリートスラブ間において、摩擦係数に相当するすべり率が大きいときのクリープ力・法線力比は0.2程度であった。これにより、コンクリートスラブ接触時の摩擦係数は、乾燥状態の鉄レールとの接触時よりも小さいことが分かった。今後、本結果を脱線後の安全性向上策検討などに活用する。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

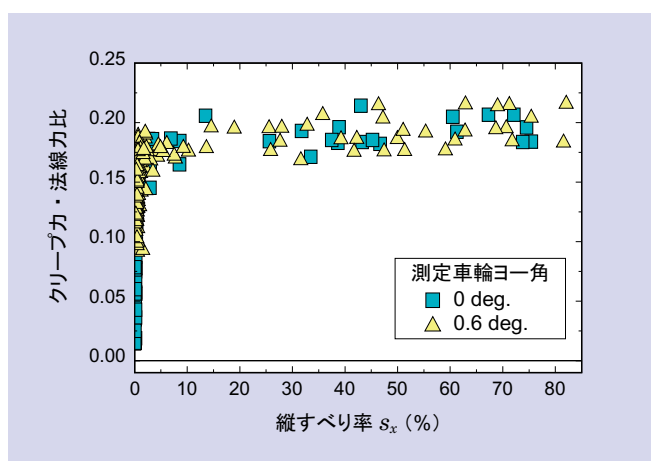


図 クリープ力特性試験結果

湿潤状態における車輪／レール間の粘着力に及ぼす輪重の影響

陳樺 名村明 石田誠 中原綱光

通常、晴天の場合は、空転や滑走の原因となる粘着問題は殆ど発生しないが、降雨・降雪時に車輪とレール間に水膜が形成され、水の潤滑作用によって粘着挙動は大きく変わらまい粘着問題が起き易くなる。湿潤時の粘着力の低下メカニズムについて、これまでの研究を通じて、車両の走行速度や車輪とレールの接触面の粗さ、水の温度などの影響が顕著であることがわかった。しかしながら、高速新幹線車両の軽量化が図られる中、粘着力に及ぼす輪重の影響も重要になってくると考えられる。そこで、著者らは、混合潤滑理論を適用して、様々な回転速度と表面粗さの条件下における粘着係数と接触圧力の関係を解析し(図1)、また、室内2円筒転がり接触試験機を用いて検証試験を行った(図2)。その結果、粘着係数に及ぼす輪重の影響は、表面粗さや走行速度によって変わることが明らかになった。表面粗さが大きい、または走行速度

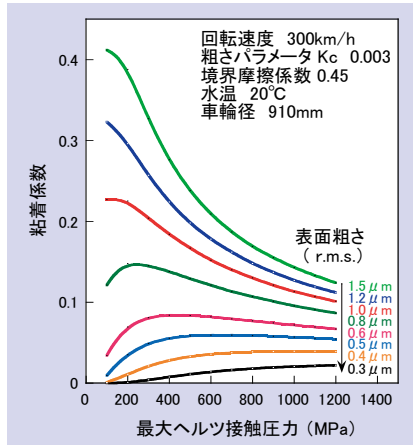


図1 粘着係数と最大ヘルツ接触圧力の関係に及ぼす表面粗さの影響(理論解析)

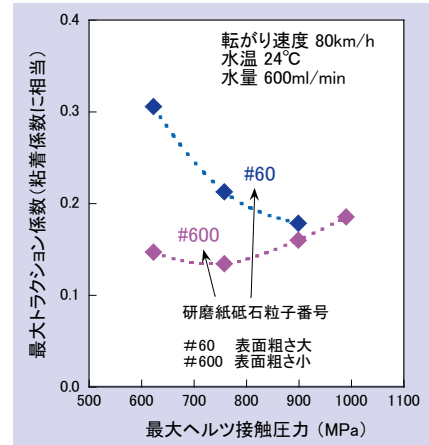


図2 粘着係数と最大ヘルツ接触圧力の関係に及ぼす表面粗さの影響(実験)

が高い場合は、輪重の増加に伴って粘着係数が減少するが、表面粗さが小さい、または走行速度が低い場合は、輪重の増加に伴って粘着係数は増加する傾向が見られた。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

大変位振動に対応した車両2次サスペンションの試験法

鈴木貢 宮本岳史 中嶋大智 飯田浩平 西山幸夫 植木健司

地震時の車両運動シミュレーション解析を高い精度で実行するには、大変位時のばね・ダンパ特性を把握する必要がある。しかし、これまで部品単体の特性試験は行われていたものの、台車組立状態で大変位時の各部品の性能を調査する試験機は存在しなかった。鉄道総研では、大変位時の車体/台車間の2次サスペンションの動特性調査に特化した、大型振動台により運用する車両2次サスペンション試験装置を開発した(図)。この試験装置により、左右振動に対する周波数応答試験・ランダム波応答試験と上下過渡応答試験、在姿状態での空気ばね作用力測定試験、空気ばねバンクなどの異常時応答試験などを行って、大変位加振時におけるサスペンション構成要素部品の性能を調べることが可能となった。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

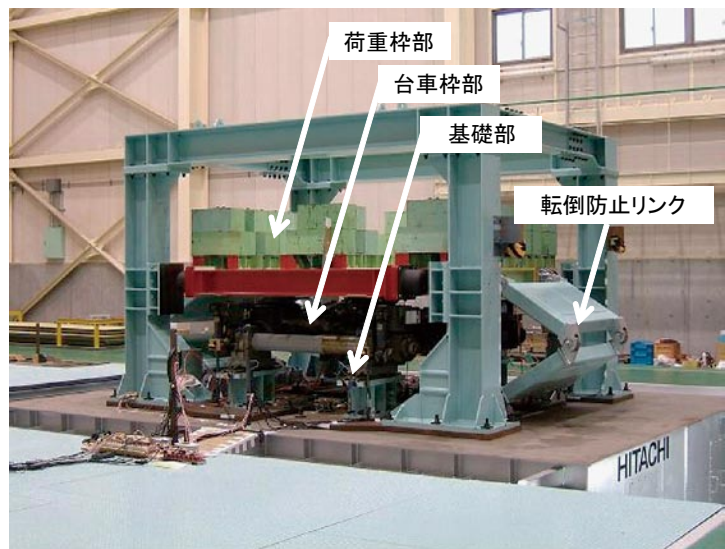


図 車両の2次サスペンション試験装置外観

可変剛性ばねによるパンタグラフの動特性制御

山下義隆 池田充

著者らは、パンタグラフの剛性要素を可変にすることによって追従性能を向上させる手法を提案し、数値シミュレーションによってその有効性を示している。この手法を実現させるために空気ばねを用いた可変剛性ばねの2次試作品を作成した。2次試作品は、1次試作品と比べて耐圧を向上させており、したがって、剛性の変化範囲を大幅に拡大させることができた。

また、2次試作品である可変剛性ばねを実際にパンタグラフに組み込み、加振試験を実施した。パンタグラフ舟体に強制変位加振を与え、このときの舟体接触力に対する舟体変位の伝達関数(コンプライアンス)を可変剛性ばねの空気圧を変更すること、つまり剛性を変更することによって制御することが可能であることを確認した。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

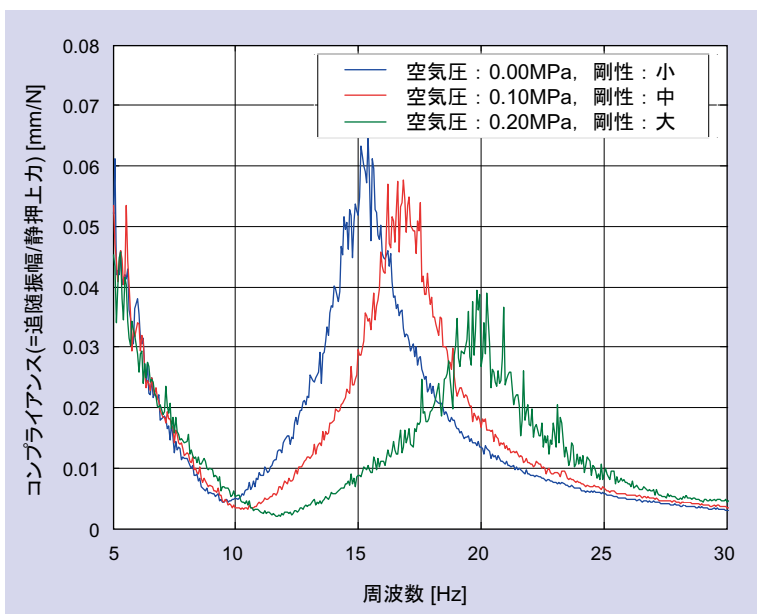


図 可変剛性ばねによるパンタグラフの動特性制御

部材間干渉緩和と多孔質材貼付によるパンタグラフ空力音低減

池田充 末木健之 光用剛

近年の新幹線高速化に伴い、パンタグラフから発生する空力音の低減は重要な課題となっている。そこで鉄道総研では、最適化手法を援用して舟体の平滑化形状を決定するとともに、舟体・枠組間の強い空力干渉による空力音の誘起を防止する新しい舟支え構造を提案している。また、形状平滑化が難しい部材に対しては、多孔質材を貼付することによって空力音を低減する方法を提案してきた。これらの手法をパンタグラフ実機に適用し、その空力音低減効果を確認したところ、現用パンタグラフに対し約4dB (A) の低減が確認された。そのうえ、パンタグラフ揚力の迎角依存性や追従振幅特性についても、現用パンタグラフと同等であることを確認した。

(鉄道総研報告, 2010年4月号)

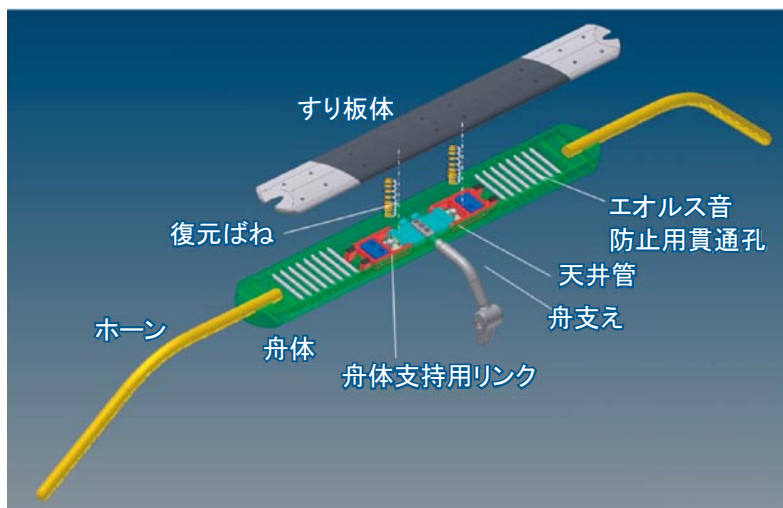


図 空力音低減のための新しい舟体・舟支え構造