

## インピーダンス制御によるパンタグラフの接触力制御

山下義隆 池田充 増田新 射場大輔 曾根彰

電気鉄道のパンタグラフが架線と良好な接触状態を維持するためには、両者の間に作用する接触力変動を適正範囲内に抑える必要がある。本報告では、接触力制御手法の一つとして、インピーダンス制御技術のパンタグラフへの適用について提案する。本手法では、パンタグラフに装備されたアクチュエータは、仮想的なばね・減衰要素として振る舞い、これら仮想的機械要素のパラメータを制御器内で自在に変化させることによってパンタグラフに所望の動特性を与える。具体的には、パンタグラフの機械インピーダンスの極小値をとる周波数をパンタグラフ舟体に作用する強制変位加振周波数に一致させることによって、当該周波数における接触力変動を低減させる。本手法を適用したパンタグラフの加振試験結果より、従来のPID制御を適用した手法よりも高い周波数領域における接触力変動低減効果を確認した。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

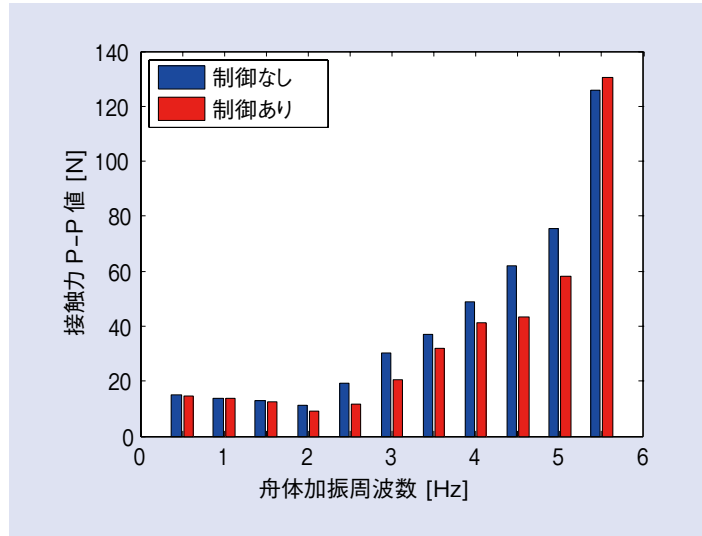


図 制御の有無による接触力変動P-P値の比較

## 列車走行時のパンタグラフまわりの風向・風速特性

池田充 光用剛 山下義隆

三孔管を内蔵した舟体を新幹線用パンタグラフに搭載し、舟体に対する対向風の風向・風速測定を実施した。その結果、舟体に対する対向風速はトンネル内走行時に増加し、トンネル入口近傍の平均値で評価すれば列車速度の約1.3倍になるが、過渡的には列車速度の約1.6倍程度に達すること、対向風速が極大となる位置は列車のトンネル突入時に形成される圧力波の振る舞いと関係づけられること、高速走行時の舟体に対する対向風の風向変化は全区間を通じて $\pm 2^\circ$ 程度を見込んでおけば十分であること、などがわかった。また、流れ場変動に起因するパンタグラフ揚力の変動を検討する際には、おおむね0.5Hz以下の流れ場変動を考慮すればよく、この周波数範囲であればパンタグラフ揚力は対向風速と高い相関を示すことがわかった。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

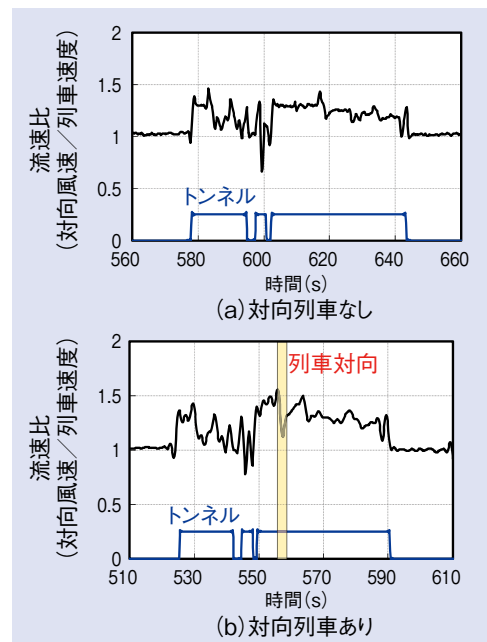


図 パンタグラフ近傍における対向風の測定例

## 鉄道車両の地震対策用左右動ダンパの開発

鈴木貢 飯田浩平 宮本岳史 中嶋大智 遠竹隆行 梶谷泰史

車体・台車間に取り付けられている左右動ダンパの減衰性能を高め、車両の動揺を抑制することが、地震時の脱線対策に有効であることが過去の計算からわかっていった。この検討結果をもとに、通常時の走行性能を損なうことなく、大規模地震時にのみ有効に動作して走行安全性を高めることが出来る地震対策ダンパと呼ぶ新しい左右動ダンパを提案、試作した。そして、ダンパ単体の性能試験、地震時の安全性向上効果の確認のための大型振動試験装置を用いた実台車加振実験、常時の機能確認のための本線走行試験、実験では確認できなかった加振条件を補完するための数値計算を実施した。その結果、地震対策ダンパを装備した場合には、現行のダンパを装備した場合に比べ最大で17%大きな変位振幅の振動まで脱線が発生しなくなる可能性があることなど、地震対策ダンパの走行安全性向上効果を確認した。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

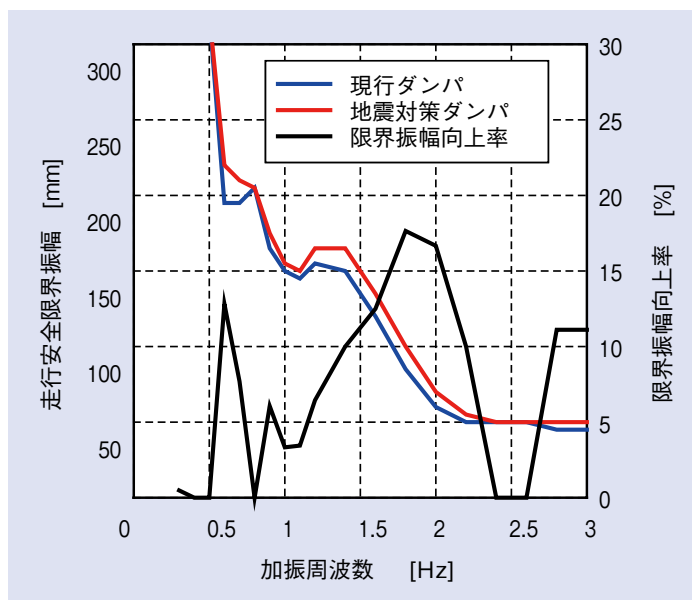


図 数値計算により得られた走行安全限界振幅

## 車両2次サスペンションの大変位時における特性

飯田浩平 鈴木貢 宮本岳史 遠竹隆行 植木健司

地震時走行安全性の検討手法は、数値シミュレーションと振動台上の加振試験が中心となっている。これまでの研究により、車両が大きく振動する場合、ばね・ダンパの特性が設計値から変化する可能性があることが明らかとなった。一方、2004年の新潟県中越地震以降、地震時走行安全性向上策の検討・評価のために、車両運動シミュレーションの更なる精度向上が要求されている。そこで本研究では、実台車を用いた試験体の加振試験により、大変位時の空気ばねの特性を調査し、地震時の車両運動シミュレーションに適用しやすい空気ばねモデルの検討を行った。そして、従来は小さいものとして無視されていた空気ばねの左右方向減衰が大変位時には有意な値をもつことを明らかにした。また、ロール変位の影響を考慮した空気ばね左右力モデルを提案し、地震時の解析で注目する周波数帯域において周波数に依存しないパラメータで実験結果と良い一致を得た。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

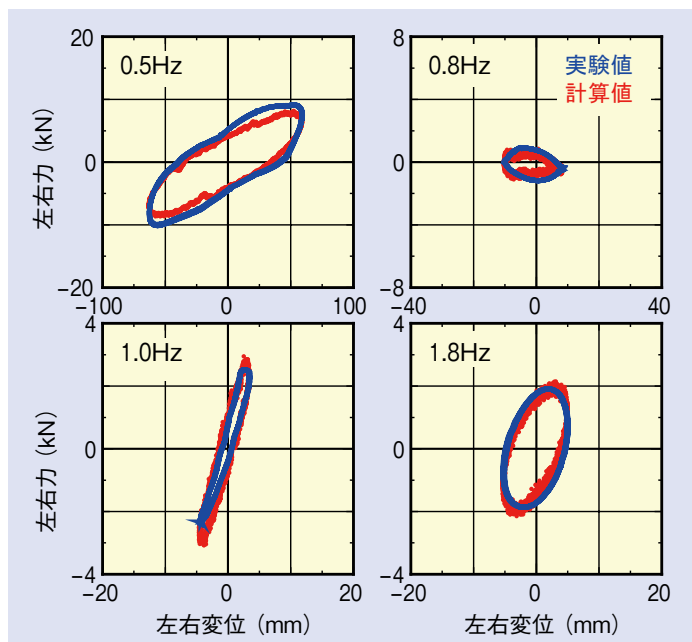


図 空気ばね左右力に関する実験値と計算値との比較

## 曲線内側レールへの摩擦緩和材の効果的な散布方法

深貝晋也 伴巧 陳樺 名村明

急曲線部において生じる「きしり音」や「波状摩耗」の対策として、車輪踏面と内軌走行面との摩擦を低減する材料（潤滑剤）の適用が、国内外で注目されている。鉄道総研においても、内軌走行面潤滑に関する研究に取り組んでおり、既に車輪／レール摩擦緩和システム（FRIMOS）を開発、実用化している。著者らは、FRIMOSに関して、車輪／レール間に散布した摩擦緩和材の車軸通過に伴う挙動およびレールへの付着状態を把握し、効果的な散布のタイミングおよび散布量を導くことを目的として、簡易計算モデルにより、レールへの摩擦緩和材の付着分布と、潤滑性能の持続効果の予測を試みた。その結果、摩擦緩和材の散布後、単線路線では車両の往復により摩擦緩和材が同じ場所に停滞する傾向にあり、複線路線よりも効果が持続する可能性があることがわかった。

（鉄道総研報告，2011年6月号）

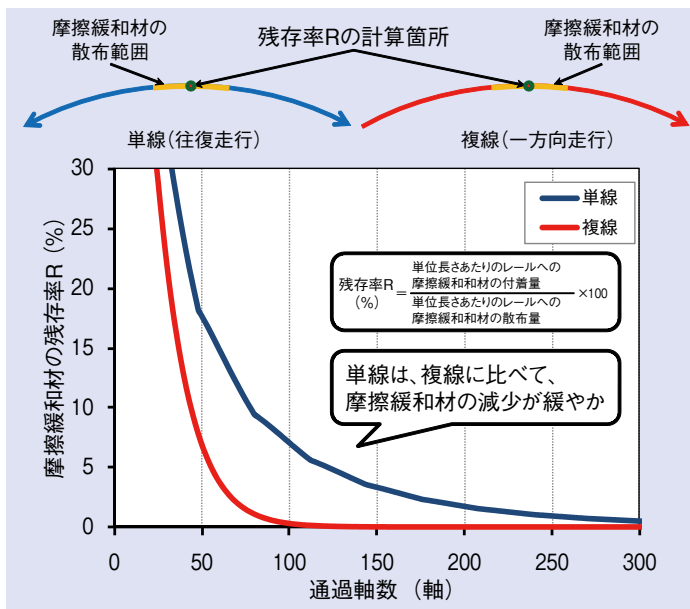


図 簡易計算モデルによる単線・複線区間の摩擦緩和材の残存率Rの比較

## 常時微動による鉄道構造物の等価固有周期推定手法

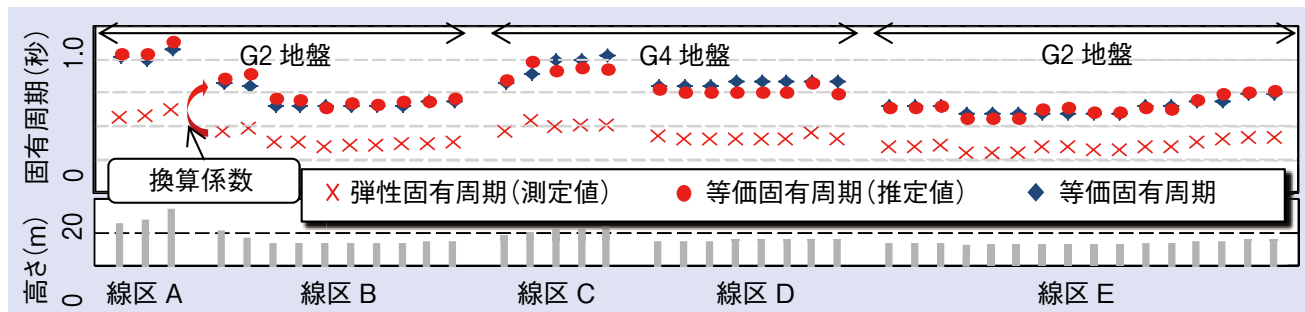
徳永宗正 曾我部正道 上半文昭 谷村幸裕 室野剛隆 小野潔

構造物の弾性固有周期は、構造物の健全度診断等に用いられる指標の一つである。本研究では、常時微動測定から高架橋の弾性固有周期を同定する手法として、ERAによるモード分解法と、仮定1次固有振動モードにより最適化したフィルターを併用した同定手法を開発した。本手法により技術者の経験に頼っていた弾性固有周期の同定を、機械的にかつ高精度に行うことが可能となった。

構造物の等価固有周期は、構造物の耐震性能や走行安全性の

評価に用いる指標の一つで、構造物全体の初降伏時に対応する固有周期である。本研究では、旧技術基準で設計された等価固有周期が未算定の構造物を対象とし、130種類の構造物の統計的な整理の結果に基づき、前述の弾性固有周期を用いて等価固有周期を推定する手法を提案した。構造物の剛性、基礎種別、地盤条件等の要因が内包されている弾性固有周期を活用することにより、等価固有周期の高精度な推定が可能となった。

（鉄道総研報告，2011年6月号）



## 数値解析による逸脱防止ガードの性能評価

後藤恵一 曾我部正道 浅沼潔

大規模地震動による鉄道車両の脱線想定した場合、その被害の最小化を図るために、脱線した車両を反対線や線路外部に逸脱させないための各種逸脱防止装置の開発が進められている。しかし、これまで脱線後の車両挙動については十分な検討が行われておらず、逸脱防止装置の性能等についても未解明な点が多い現状にある。

そこで本研究では、新たに脱線後の車両挙動を表現可能な数値解析手法を構築し、逸脱防止装置の1種である逸脱防止ガー

ドについて、振動変位及び不同変位に対する性能評価を実施した結果、逸脱防止ガードがその両者に対して大きな効果を有していることを明らかにした。さらに、有道床軌道を想定した延長6.2kmの営業線モデル線区において、脱線時の横まくらぎの影響を検討し、高さ235mmの逸脱防止ガードを軌間外に設置した場合では、平坦なコンクリート上を走行した場合と比較して、フラジリティ曲線に大差がないことを示した。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

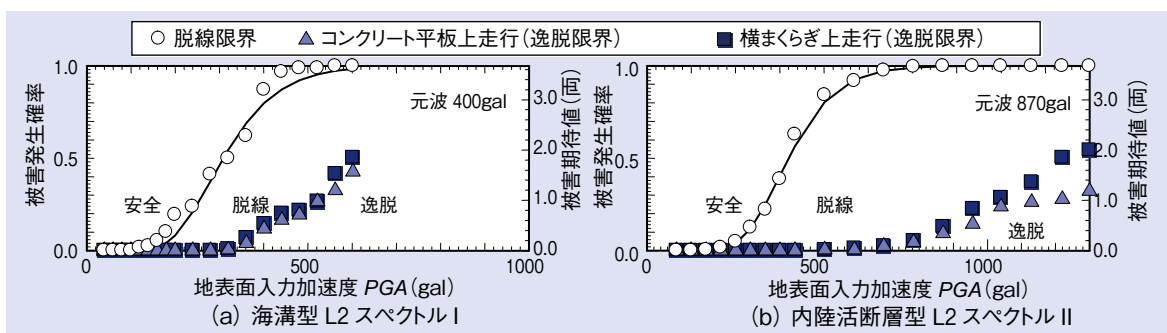


図 モデル線区の地震時走行安全性に関するフラジリティ曲線

## バラスト軌道の地震時変形挙動

浅沼潔 関根悦夫 片岡宏夫 曾我部正道 後藤恵一 徳永宗正

バラスト軌道に対する地震時の脱線・逸脱防止対策が鋭意検討されている一方で、これらの対策が講じられるバラスト軌道自体の地震時変形挙動については不明な点が多い。そこで、本研究では、地盤上および構造物上のバラスト軌道を対象として、道床抵抗力特性、地震動、構造物の等価固有周期等をパラメータとした地震時動的解析を行い、(1)地震時における軌道に対する動的作用と最終道床横抵抗力の低下により、地震動の大きさ、最終道床横抵抗力の低下の程度、構造物の諸元によっては大きなレール横変位が生じる、(2)静的解析で求められる最低座屈強さに相当するレール温度変化量と地震時に想定される道床横抵抗力の低下の程度を基に、バラスト軌道が地震時に大きな残留変位を生じるか否かを概ね評価できる、(3)構造物の角折れ

の影響については、構造物間の高低差が0.5~2m程度の範囲であればその影響はほぼ同程度であることなどを明かにした。

(鉄道総研報告, 2011年6月号)

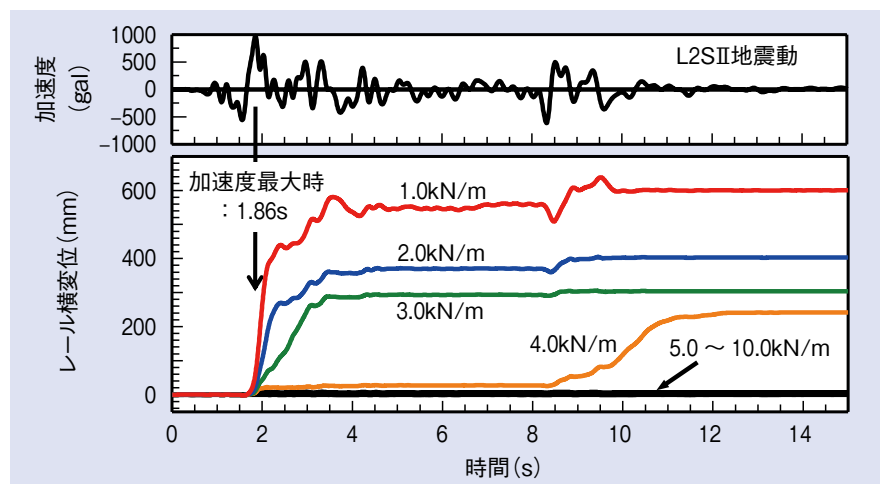


図 地盤上のバラスト軌道におけるレール横変位の時刻歴変化(L2スペクトルII地震動)