

車両 架線・パンタグラフ系へのHILS技術適用の基礎検討

電力

小林樹幸 白田隆之 池田充

架線とパンタグラフ間の動的相互作用を考慮した上で、パンタグラフの性能を実験室レベルで評価できる試験装置を開発するために、HILS (Hardware In the Loop Simulation) を架線・パンタグラフ系へ適用した。HILSとは加振機・実機パンタグラフと、架線のシミュレーションを組み合わせた試験方法であり、架線の数値計算をリアルタイムに実行し、その結果に基づいて加振機が架線の挙動を振る舞うことを可能にするものである。

本報告でははじめに、リアルタイムシミュレータと加振機から成るシステムの妥当性に関する検証試験を実施し

た。試験の結果から、試作したHILSシステムを用いることで、リアルタイムシミュレータ内に構築したモデルの挙動を概ね表現可能であることを示した。次に、1自由度系として架線をモデル化した場合の検証試験を実施した。その結果、径間内で生じる変動を概ね表現可能であるが、加振機の遅れを補償することでHILS試験の精度を向上する必要があるという知見を得た。

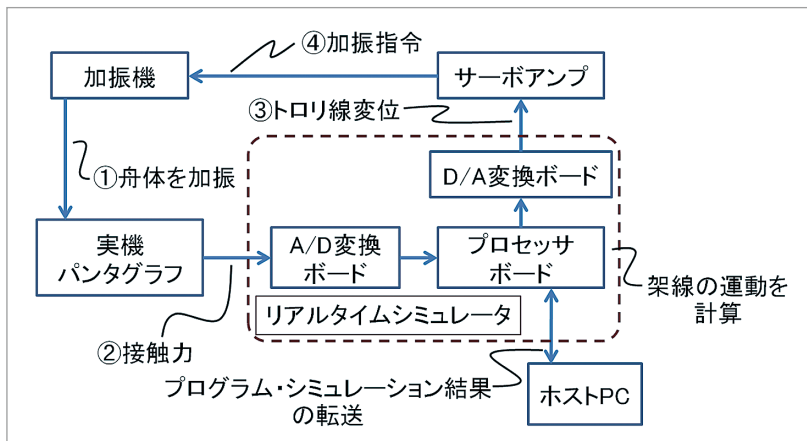


図 架線・パンタグラフ系HILSシステムのブロック図

電力 流れ場制御によるパンタグラフ舟体の空力音低減手法の検討

環境

光用剛 佐藤祐一 池田充 山崎展博 末木健之 深瀧康二

新幹線の沿線環境負荷低減や高速化にとって、パンタグラフ舟体から発生する空力音の低減は重要な課題となっている。鉄道総研では近年、流れ場制御を用いた空力音低減手法の基礎検討を実施しており、本稿ではその代表的な2つの手法の検討結果について報告する。一つめの検討結果は、高風速域でプラズマアクチュエータ (PA) の流れ場制御メカニズムを実現する手法として提案した、定常吸い込み手法に関する検討結果であり、舟体の剥離点近傍に本手法を適用することで、剥離が抑制されてカルマン渦が弱まり、エオルス音を低減できることを確認した。二つめの検討結果はシンセティックジェットアクチュエータ (SJA) に関する検討結果であり、SJAの噴出口を矩形とし、そのアスペクト比を変更することでSJAから放出される渦輪の特性を調整し、流れ場制御効率を向上できることを確認した。

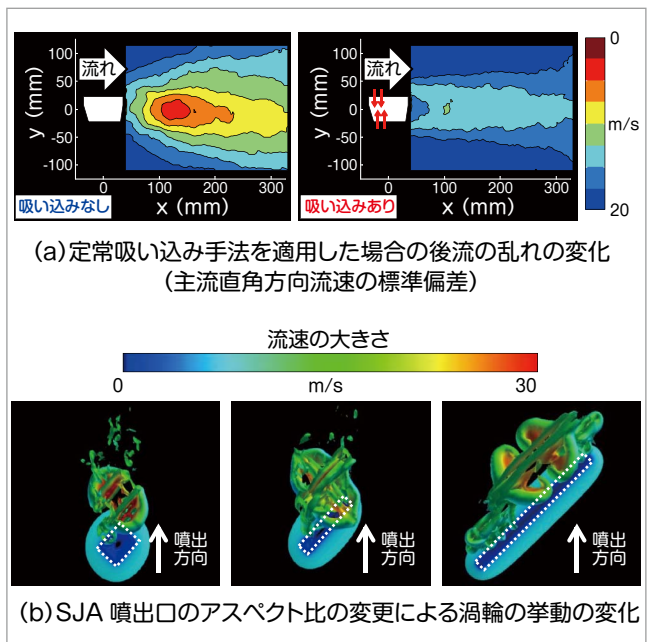


図 流れ場制御手法に関する代表的な検討結果

車両 左右およびロール振動する軌道を走行する車両挙動解析
構造物

飯田浩平 坂井公俊 宮本岳史

高架橋構造物が地震動を受けた場合、構造物天端には水平振動に加えロール振動が生じ得る。そこで、本研究では地震時を対象とした車両運動シミュレーションプログラム(VDS)を改良し、構造物天端の左右およびロール振動を考慮した車両挙動解析を行い、軌道面のロール振動が地震時走行安全性に及ぼす影響を解析的に検討した。その結果、軌道面のロール振動は輪重減少を助長するが、車両挙動自体を大きく変えるものではないことがわかった。正弦波振動に対する走行安全性解析では、軌道面のロール振動が大きくなるに従い走行安全限界振幅(正弦波5波の入力地震動において、加振周波数毎の脱線しない最大の振幅)が小さくなることを示した(図)。また、地震波を用いた解析では、構造物型式により軌道面ロール振動の走行安全性への影響割合が異なることがわかった。このように、軌道面

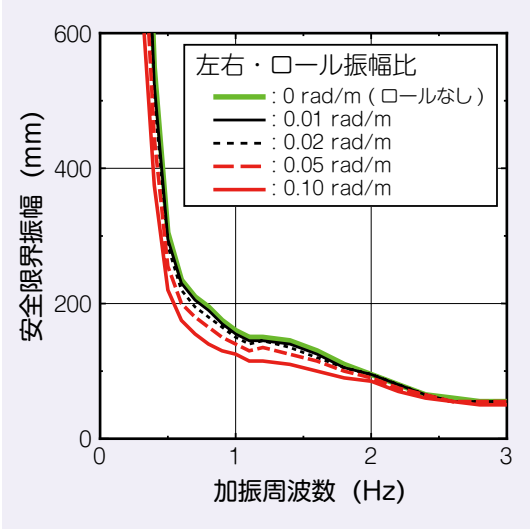


図 正弦波加振に対する安全限界振幅(新幹線車両)
 ※左右・ロール振幅比: 軌道振動の左右振幅に対するロール振幅の割合

のロール振動を考慮可能としたことにより、地震による車両脱線のメカニズムについてより詳細な検討が可能となった。

車両 1/10 模型車両による側壁誘導試験と数値シミュレーション
 葛田理仁 児玉真一 金元啓幸 宇治田寧 西山幸夫

自然災害等により鉄道車両が脱線した状態で走行した場合、脱線後の車両運動の状況によっては線路に近接する構造物に接触する可能性がある。そこで、著者らは脱線後の車両挙動に関する研究の1つのステップとしてこのような状況下での現象把握に資するため、車体側面を連続的に接触させて車両を地上構造物と干渉しない位置まで誘導するようなガイド状の構造物(側壁)に車体が接触しながら走行する場合の挙動や接触荷重を調べることを目的として、1/10模型車両を用いた模型試験を行った。さらに、模型試験における誘導用側壁と、その向かい側にある車体左右ガイドとの接触を考慮できる力学モデルについて検討し、模型試験に対応する数値シミュレーションを実施して車両の運動形態や側壁との接触荷重等についてその妥当性を検証した。

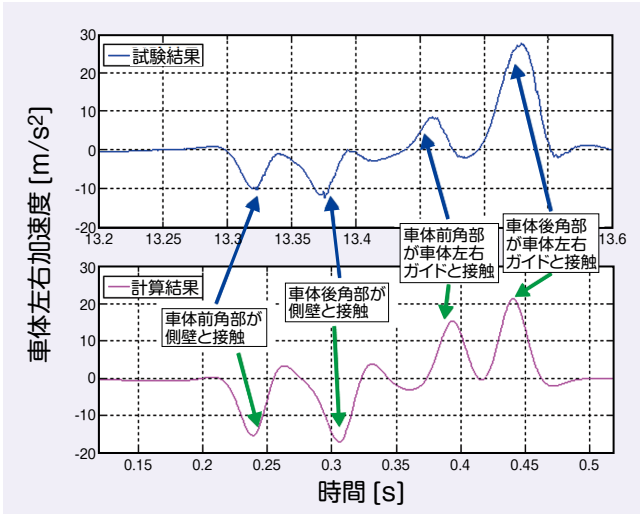


図 模型車両と誘導用側壁が前後部2箇所接触して走行する場合の車体左右加速度計算例

軌道

車輪・レール間の動的接触挙動評価

林雅江 坂井宏隆 高垣昌和 相川明 奥田洋司 殷峻

車輪・レール間の接触はコンタクトパッチと呼ばれる局所的な領域に生じる。その領域では、列車の走行による衝撃荷重が発生し、レール表面や車輪表面に摩耗やき裂といった損傷を引き起こす。その発生メカニズムを解明するためには、車輪走行下で発生するkHzオーダーの衝撃荷重に関する、コンタクトパッチ内での力学的挙動を精緻に評価することが必要である。

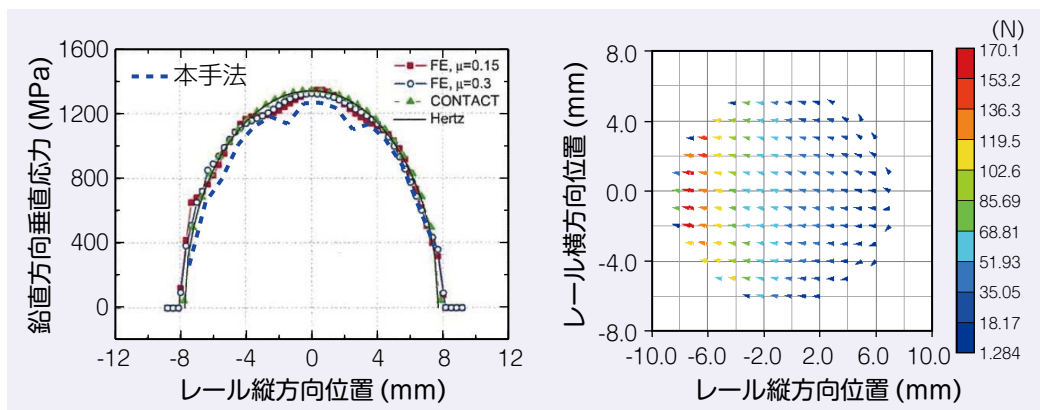


図 解析結果:本手法によるコンタクトパッチにおける圧力分布(左)と接線方向接線力分布(右)

車両

軌道

湿潤時の車輪・レール間の粘着力に及ぼす表面粗さと温度の影響

谷本啓 陳樺

雨天時の空転・滑走対策に寄与する影響因子に関して基礎的な知見を得る目的で、車輪・レール間の粘着力に及ぼす表面粗さと温度の影響を室内試験によって調べた。実験には2円筒転がり試験機を用い、試験輪(車輪とレール輪)の表面粗さと試験輪・散水の温度とを複数通りに組み合わせ、粘着係数(微小すべり域内の最大トラクション係数)を得た。図の合成粗さは車輪とレール輪のそれぞれの試験前の自乗平均粗さの自乗平均値である。実験で得られた粘着係数は、合成粗さが小さいほど小さく、合成粗さが1から3 μm で極大となり、また試験輪の温度が大きいほど大きくなった。

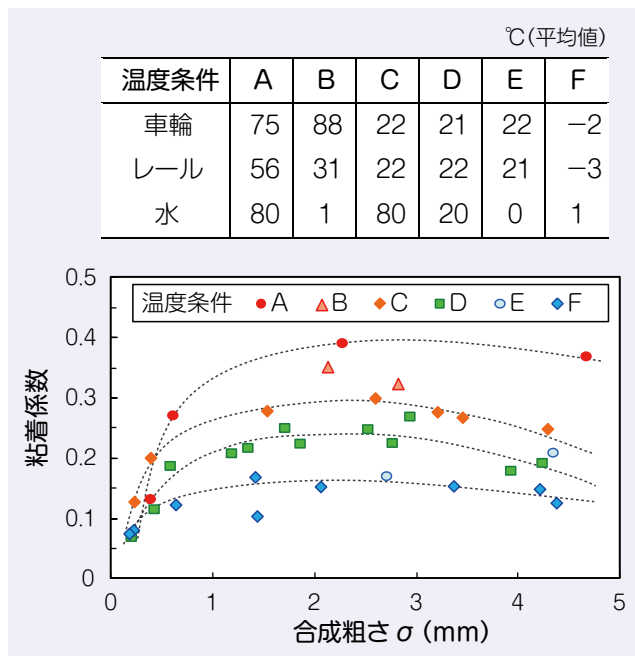


図 温度条件および実験結果

軌道

離散体モデルを用いた道床バラスト層の変形挙動解析

河野昭子 松島巨志

離散体バラスト軌道モデルを用いた個別要素法シミュレーション事例より、最近の2件を報告する。

普通継目部のまくらぎ配置を再現したモデルに、継目条件および軌道弾性化条件を反映させたレール圧力波形を入力した解析より、継目部で発生する荷重の衝撃成分が、道床バラスト層の残留沈下量にも影響を及ぼすことを示した。また、軌道の弾性化は、継目まくらぎのみでなく、隣接するまくらぎでも実施することで、全体的に沈下を抑制できることを示した。

在来線カント区間を再現したモデルに、

カント不足・カント超過・均衡速度を想定した異なる荷重方向の正弦波荷重を入力した解析より、まくらぎの並進挙動は、カント不足の場合に最も顕著となることを示した。また、カント付軌道においては、道床厚が厚くなる外軌側のまくらぎ下において、バラスト要素の側方への移動が顕著となる傾向を示した。

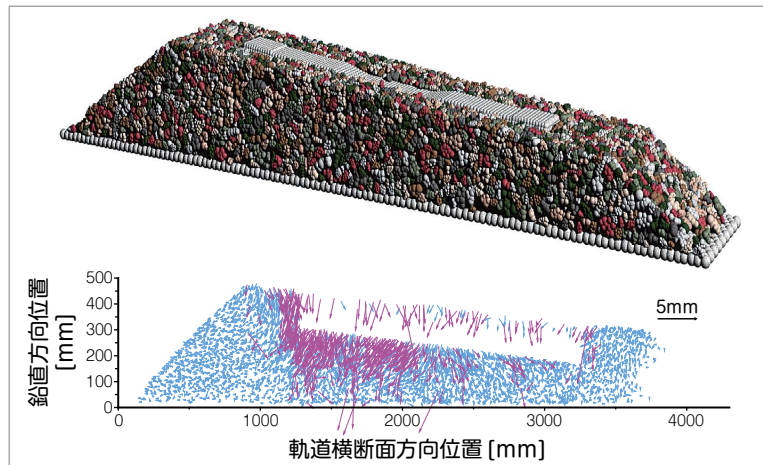


図 離散体バラスト軌道「カント付モデル」と観察事例

構造物
防災

空撮画像による岩塊形状の取得および数値解析モデル化の検討

上半文昭 箕浦慎太郎

平時および地震時の岩盤斜面の落石発生危険度を遠隔非接触測定で定量評価する試みとして、新たに岩塊形状取得システムと数値解析モデル化プログラムを開発した。岩塊形状取得システムは、対象岩塊をステレオカメラで空撮し、得られた画像の相関解析により岩塊形状を3次元点群としてデータ化する。数値解析モデル化プログラムは、得られた形状データを立方体要素で近似

することにより、岩塊の3次元FEM解析モデルを作成する。作成したモデルの基盤岩との接着位置や接着面積ならびに作用荷重によるパラメータ解析により岩塊の卓越周波数と接着部に生じる最大引張応力の関係を求め、そこに非接触振動計測により取得した岩塊の卓越周波数と岩石サンプルなどから推定した引張強度を照合することによって、対象岩塊の崩落危険度を評価する(図)。

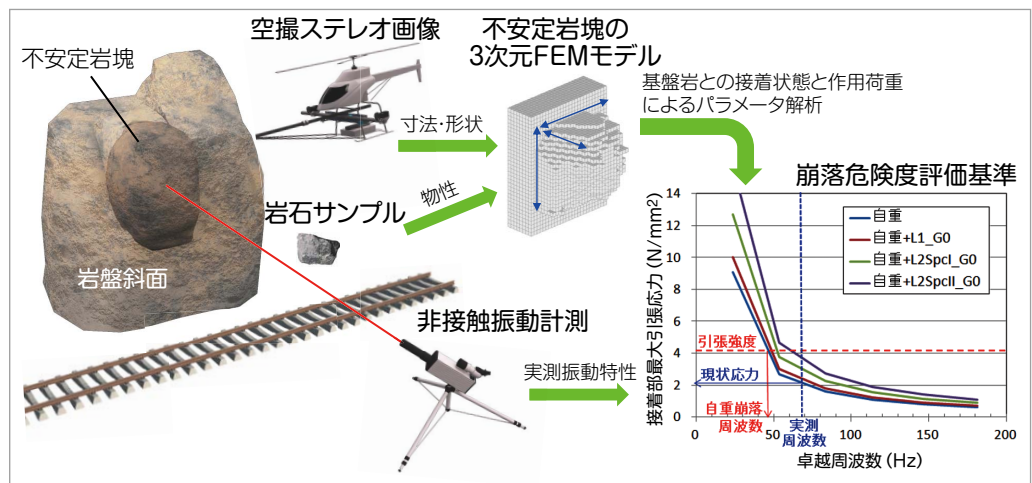


図 遠隔非接触計測による岩塊の崩落危険度評価

軌道

構造物境界における有道床軌道の地震時座屈挙動とその fragility 曲線

曾我部正道 浅沼潔 桃谷尚嗣 中村貴久

地震時における有道床軌道の変形挙動を定量的に評価するためには、線区全体を対象としたリスク評価システムの構築が重要となる。地震リスクに関する研究は様々な分野で幅広く進められているが、軌道の大変形挙動に関する fragility 曲線やその基本特性については十分に明らかにされていないのが現状である。

本研究では、道床横抵抗力、地震動の大きさ等をパラメータとした構造物上のバラスト軌道の動的解析を実施し(図1)、構造物天端の最大応答加速度と、角折れ、目違いから地震後の軌道の残留変位を推定するノモグラムを作成した。

更に、これらの結果に基づき、延長8kmのモデル線区を対象として、地表面最大加速度、地表面最大速度を指標とする、バラスト軌道の残留変位に関する fragility 曲線を算出し、その基本特性を明らかにした。(図2)。

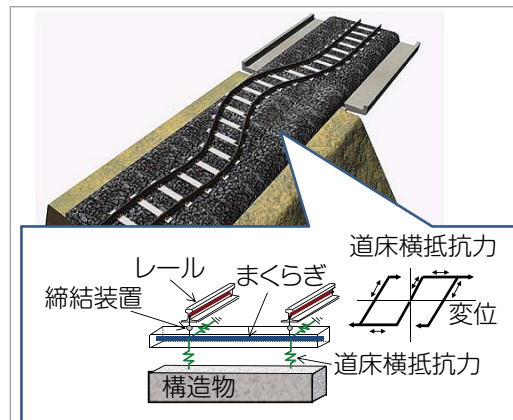


図1 軌道の安定性解析法の概要

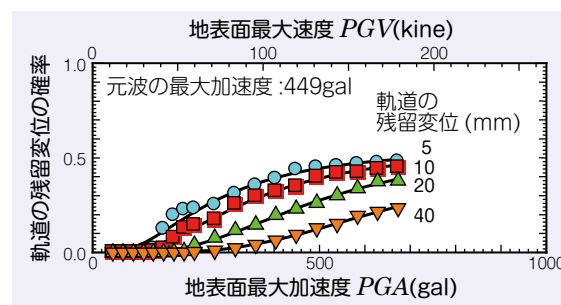


図2 モデル線区における軌道の残留変位に関する fragility 曲線