

実験室を走る 試験列車

—HILSによる仮想走行試験—

車両開発に欠かせない「本線走行試験」を実験室で行う研究を進めています。高速コンピュータによる実時間シミュレーションと、車両試験装置や部品の試験装置に載せた実物の動きを組み合わせるHILS (Hardware In the Loop Simulation) という技術を用いて、本線走行と同じ状態を作り出します。本線走行試験には膨大な労力と時間・コストがかかり、試験条件も制約されますが、実験室内でなら十分な調整・試験が可能になり、開発車両の品質と安全性の向上が図れます。

車両構造技術研究部 部長 佐々木君章

車両が載っているこの装置は、回転する円盤上に車輪を載せて1両の走行状態を模擬する「車両試験装置」です。車両試験装置では車両がつながって走る「列車」の試験は不可能でした。そこで、高速コンピュータで隣接車両の動きを計算して、それを車体間運動模擬装置（右側の水色の装置）で再現して、連結して走る列車の状態を再現します。





この研究は国土交通省の補助金を受けて実施しています。



これはダンパの試験装置です。実際の車両を使う大規模な試験のかわりに、高速コンピュータによる車両運動計算と試験対象部品の組み合わせで車両の動きを調べる小規模な試験が可能です。実物の車両と同じ3次元の動きを再現し、部品特性を正確に調べる「同定」という作業にも用います。

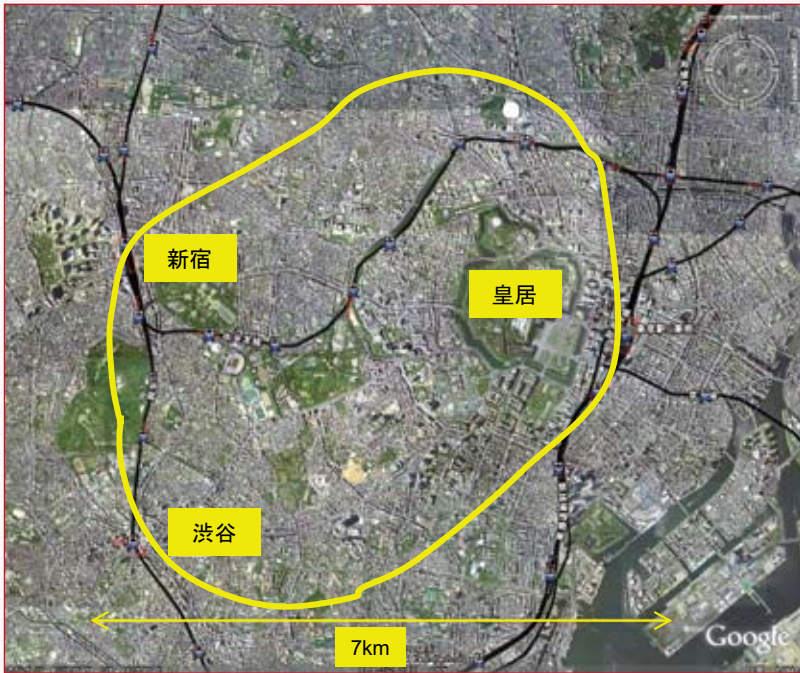


これは空気ばねの試験装置です。上の装置と同様に、実車両と同じ3次元の動きを再現し、シミュレーションと組み合わせた車両運動の試験と空気ばねの特性同定に用います。空気ばねは車体の荷重が加わっていないと正常な特性にならないので、大きな空気圧シリンダを用いて車体荷重に相当する力で押しつける仕組みになっています。



①細心の気配りで精密機器を組み立てます。②図面通りにいかないときは、あちこち現物を調べます。③忙中閑あり。緊張の中にも、ときには笑みもこぼれます。④人海戦術で最後の仕上げを急ぎます。⑤データや検討結果を持ち寄って、全員参加の意見が飛び交います。⑥アタマもカラダも使います。これが結構重いのです。⑦実験状況をみんなで見守ります。

解説 仮想走行試験環境の構築

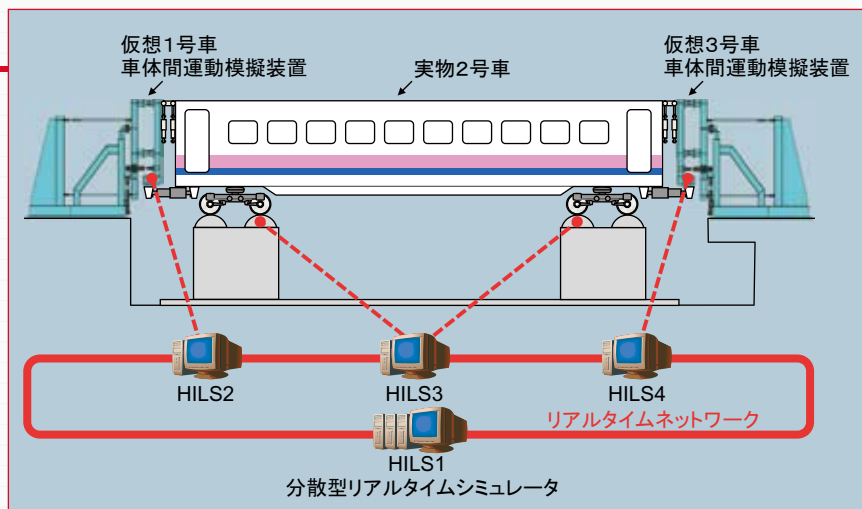


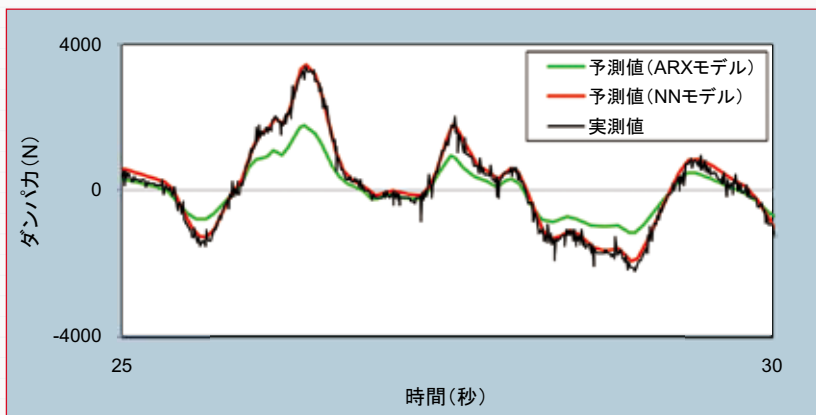
めざすのは仮想走行試験

高速鉄道車両の試験線には長い距離が必要です。この写真はアメリカにある試験線と同じサイズで東京都心に置いたもので、新宿、皇居、渋谷がすっぽり入ります。日本ではこのような試験線がなく、営業線で性能試験を行うため、様々な制約を受けます。従って、実験室での走行試験環境ができれば、十分な確認・調整が事前に可能になり、車両開発の効率化が図れます。

1両だけど編成車両

実物2号車の前後に仮想1・3号車として車体間運動模擬装置を設置して、ダンパなどの結合部品を取り付けます。分散型リアルタイムシミュレータで計算した結果にもとづいて車体間運動模擬装置を動作させると、結合部品が反力を発生します。この力を入力としてシミュレータに戻してやると、シミュレーションと実物が連動して編成運動を模擬できるようになります。このようなシステムをHILSと呼びます。



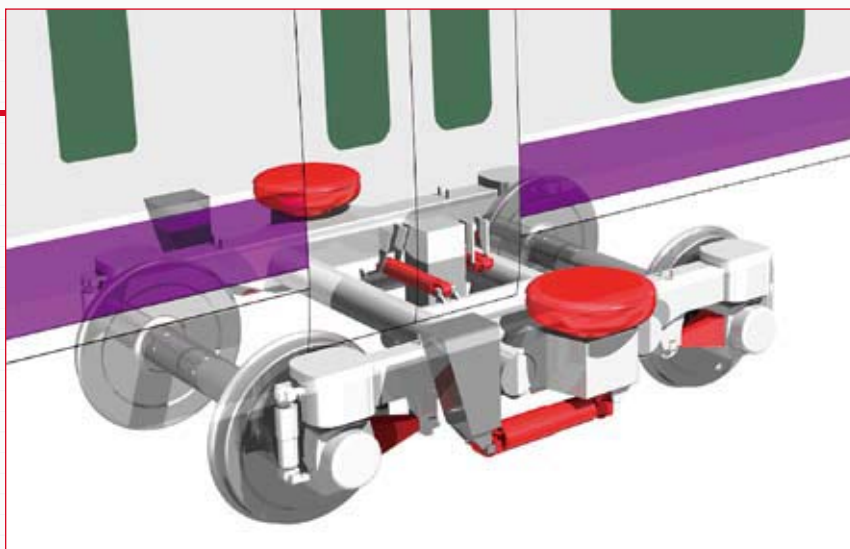


ホンモノと同じ動き

この図は実際の車両の振動を加えた時に、ダンパが発生する力の実測値（黒）と予測値（赤：NNモデル）を比較したものです。高精度の特性モデルを自動的に生成して得られた予測値は、実測値とぴったり一致しているのがわかります。このダンパは非線形性が強く、一般的な特性モデルによる予測値（緑：ARXモデル）では、実測値と大きく乖離してしまいます。

未知の領域へ

これまでの台車は、設計・試作後の試験による評価と改良を重ねて開発されてきました。私たちは発想をチェンジして、基本特性を自由に変えられる台車を作り、試作前に試験して設計に反映することを考えました。たとえば、図の赤い部分を制御して、特性を自由に変えられるようにすれば、開発期間やコストを削減できます。



挑戦する仲間たち

鉄道システムのさらなる安全性・快適性の向上を図るため、世界で初めてとなる仮想走行試験環境の実用化をめざして、さらなる挑戦を続けます。

