

車両運動シミュレーション(VDS)

【概要】

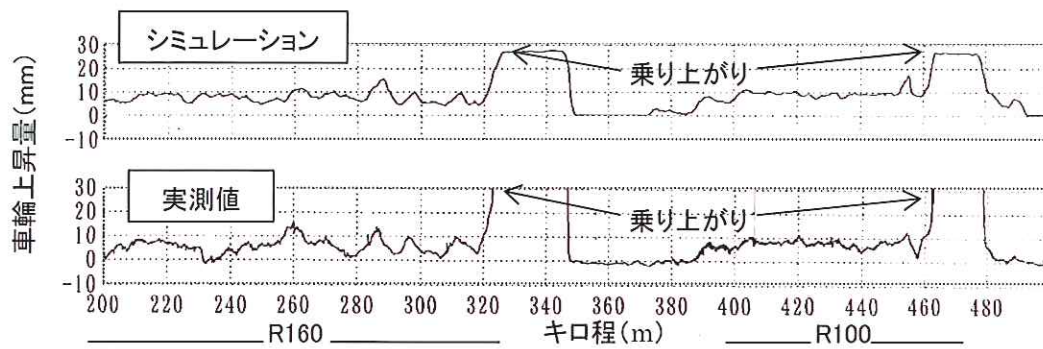
マルチボディーダイナミクスの手法を用いて、軌道上を走行する鉄道車両の動的な挙動を計算機上で再現する車両運動シミュレーションプログラムを開発しました。車両の大変位にも対応しており、急曲線低速走行時の乗り上がり脱線については実車による総研構内脱線走行試験、地震により振動する軌道上での脱線については大型振動台を用いた実台車加振試験により、その解析精度を検証しました（図1）。

【特徴】

車両モデルには、ストッパ等の非線形要素や高さ調整弁と差圧弁の付いた空気ばね装置を考慮したり、静止輪重のアンバランスを設定することが可能です（図2）。一般的な二軸ボギーだけでなく、一軸または三軸ボギーなどの特殊な台車も扱っています。軌道モデルは曲線、各種緩和曲線、勾配に対応しているほか、通り、高低、水準、軌間の実変位を与えたり、まくらぎやレールの支持剛性の変化を考慮することができます。車輪／レールの接触に関しては、摩耗形状を含む各種断面に対応し、両者が2点接触する場合や車輪とレール間の摩擦係数が左右で異なる場合の解析も可能です。乗り上がり脱線や転覆（図3）、地震により軌道が大振幅で振動した時の脱線など、車両が大きく変位し、車輪がレールから離れた後に再び戻るような挙動も精度良く再現できます。また、すれ違い時の圧力パルスや風圧力などの任意の外力を車体に加えることもできます。通常は一車両モデルで解析を行います。が、車両間拘束を考慮した編成列車での解析にも対応できるようになりました。

【用途】

車両、軌道、運転状況などの各種要因が脱線に及ぼす影響の分析、乗り心地向上や脱線防止を目的とした車両・軌道の管理値の検討などに活用しています。また、地震時の車両脱線に関しては、地震動と車両挙動の関係を解析し、脱線の可能性が高い振動の周波数と振幅を示した走行安全限界線図を提示しました（図4）。この結果は構造物の変位制限標準などに活用されています。車両諸元の改善や脱線防止ガードなどの脱線防止対策について、その効果を評価する際にも本プログラムによる解析が有効です。



(実測値: 鉄道総研構内脱線走行試験結果)

図1 乗り上がり脱線発生時の波形比較例

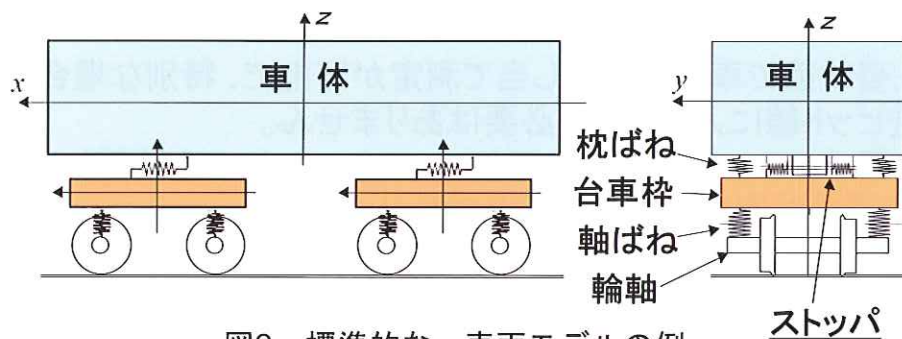


図2 標準的な一車両モデルの例

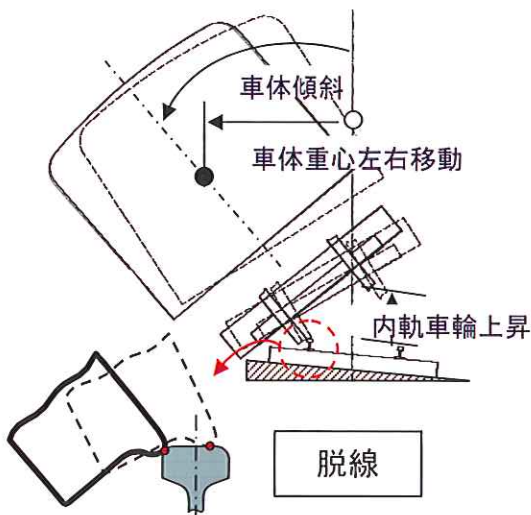


図3 車両大変位時の脱線解析例

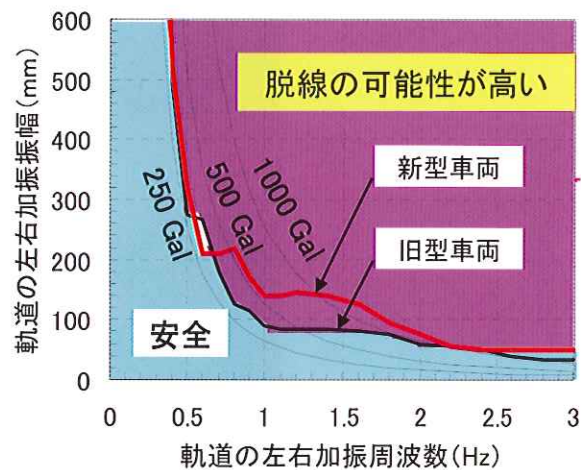


図4 走行安全限界線図の例

急曲線低速走行時の乗り上がり脱線に関するプログラムの改良と検証は、国土交通省の補助金を受けて実施しました。

【実施例】

JR旅客4社、JR貨物、一部民鉄からの依頼を受けて解析を行っています。