

鉄道車両用防振体の試験装置

鉄道車両には、乗り心地や安全性の向上に大きく寄与する鉄道車両用オイルダンパ（以下、ダンパ）が車体と台車の間など様々な箇所に取り付けられています。

車両が走行する際に発生するダンパの作用方向以外を含む3次元的な動きを許容できるように、これらダンパの両端には弾性部材であるゴムブッシュが取り付けられていて、ダンパをこじった状態で動作させると、ダンパに無理な力がかかりダンパの特性が変化します。また取り付け部の影響によりダンパは作用方向以外にも力を発生します。

しかし、従来のダンパの評価試験では、ダンパの作用方向のみ振動を与えているため、作用方向の特性しか評価することができませんでした。弾性部材がダンパの特性に及ぼす影響や、実際に走行している際に発生するダンパ力が車両運動特性に及ぼす影響をより正確に把握するためには、弾性部材を含めて評価することが重要です。

本件は、実際の走行と同様に3次元的にダンパを加振し評価することができる試験装置に関する特許であり、ダンパが実際の車両に取り付けられている状態を模擬できることが大きな特長です。このダンパの3次元的な動きは、前後・左右・上下各軸の並進方向と回転方向の6自由度で表されます。

そこで本試験装置の仕様は、現在、日本の鉄道車両で用いられている主要なダンパを網羅し、6自由度の加振入力に対する6自由度の発生減衰力およびモーメントを評価できることを目標としました。表1に試験対象ダンパの仕様およびこの観点から整理したダンパ試験装置の加振機仕様を示します。また、実走行を模擬する6自由度の加振入力を行う加振機構には、運転シミュレータなど利用されている電動6軸モーションベースを用いています。図1のよ

うにダンパが発生する力とモーメントは、フレームと供試ダンパの間に取り付けられた6分力計により計測することができます。ダンパは用途により垂直取り付けと水平取り付けがありますが、どちらも試験することが可能です。

また、本試験装置は、要素試験装置としての用途の他に、シミュレーションと評価対象（実物）を組み合わせる実時間シミュレーションを行うHILSシステムとして利用可能な装置となっています。試験装置の構成図を図2に示します。要素試験装置としては、鉄道車両の実際の走行時におけるダンパの動作に基づいた加振や、ダンパの特性を表すシミュレーションモデルを構築するのに必要な加振を行い、解析・評価します。HILSシステムとしては車両運動シミュレーションにより算出された車両運動の結果によりダンパが加振され、その発生力が次のステップの車両運動計算にフィードバックされることによって、供試ダンパを実車両に取り付けたときの車両運動が模擬されます。

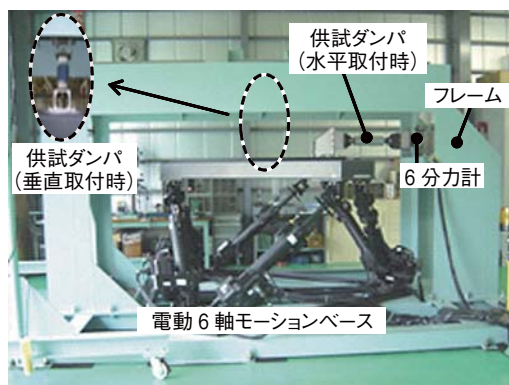


図1 多自由度ダンパ加振装置

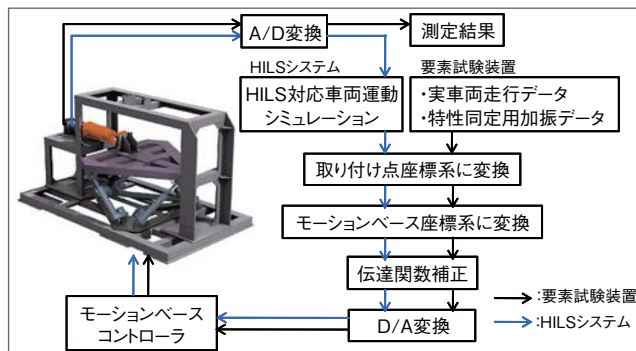


図2 試験装置の構成

表1 試験対象ダンパと試験装置の仕様

	減衰力 [kN]	最大速度 [m/s]	周波数 [Hz]	移動量[mm]			作用 方向
				前後 (X)	左右 (Y)	上下 (Z)	
左右動ダンパ	15	0.2	15	20	200	80	Y
軸ダンパ	8	0.3	30	20	10	100	Z
車体間前後ダンパ	22	0.2	10	200	200	80	X
ヨーダンパ	15	0.2	30	100	200	80	X
車端ダンパ	10	0.1	10	20	200	80	Z
振り子ダンパ	0.5	0.3	2	20	300	160	Y
加振機仕様	22	0.45	—	400	390	385	—

発明余話

車両の特性を調べる方法として走行試験が行われますが、試験規模が大きいために非常に大きな労力を要する上、営業線を用いて試験を行う必要があることから、様々な制約の中で試験を実施します。そのため実走行状態を十分に模擬できるベンチ試験（仮想走行試験）が実施できるようになれば、開発工程の短縮や品質向上につながると期待できます。このような背景のもと、鉄道総研ではシミュレーションループの中に供試対象を組み入れたHILS技術を核としたシミュレータによる仮想走行試験環境の実現に向けて開発を行っています。実際の走行中に供試対象はあらゆる方向に動かされるため、仮想走行試験環境の実現には供試対象の実走行中の動作を忠実に再現できる装置が必要です。そして、これを可能にしたものが本発明「鉄道車両用防振体の試験装置」になります。

これまでにこの試験装置を用いて実施した試験の一例を紹介します。

1自由度のばね・ダンパ並列モデルのダンパ部分を実物の新幹線用左右動ダンパに置き換え、HILS試験を実施しました。図3に試験モデルと試験結果を示します。発振などの不安定現象の発生もなく、またゲインを調整することで、見かけ上の減衰が異なる（図3灰色線は減衰力1/4）ダンパを模擬して試験することも可能です。

また、ダンパの取り付け点に使用されているゴムの影響を考慮したシミュレーションモデルを構築するために、本

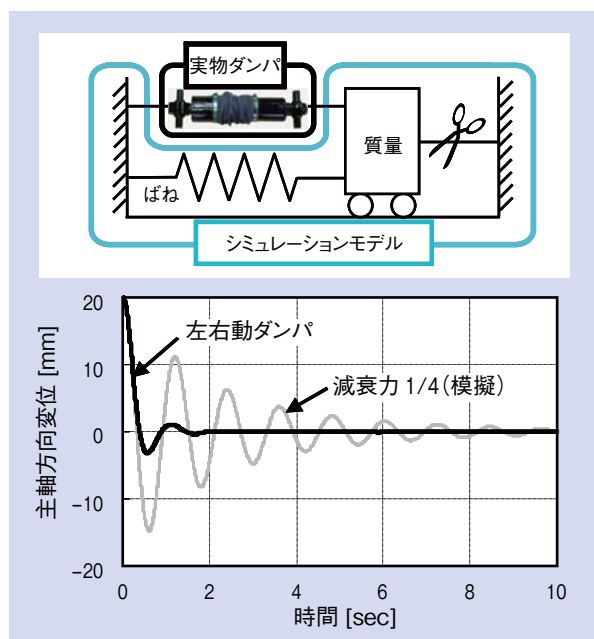


図3 HILS試験モデルと試験結果

《権利メモ》

発明の名称：鉄道車両用防振体の試験装置

概要：従来のダンパ特性試験では評価することができなかった主軸方向以外についても試験が可能な多自由度試験装置であり、これにより実走行状態を模擬する加振が可能になった。

出願番号：特願2006-158679 (2006.6.7)

公開番号：特開2007-327831 (2007.12.20)

総発明者：佐々木君章，渡辺信行，梅原康宏，
小金井玲子

試験装置を使用しダンパの特性同定試験を実施しました。左右動ダンパの6自由度加振時の各方向の同定結果を図4に示します。実走行時のような多入力多出力の応答が見られ、他軸方向からの加振により主軸方向にも発生力が生じることなど、従来の試験方法では得られなかった知見を得ることもできました。

さらに、ダンパ試験装置は任意の方向で微小加振が可能であり、かなりの推力があることから、ダンパに限らずより一般的な加振試験機として使用することが可能です。例えば車両試験台で車両の特性同定を行う場合、周波数応答試験時の台車・車体各部の応答変位を元に各構成部品のパラメータを推定しますが、台車・車体各部の応答変位は車両を構成する部品全体の応答であるため、要素部品のパラメータの推定精度を向上させることは難しく、事前に個々の構成部品の特性同定をダンパ試験装置で実施することでより精度の高い車両の特性同定が可能になります。

なお、本発明に関する研究の一部は国土交通省の補助金を受けて実施しました。

(車両構造技術研究部 車両振動 小金井玲子)

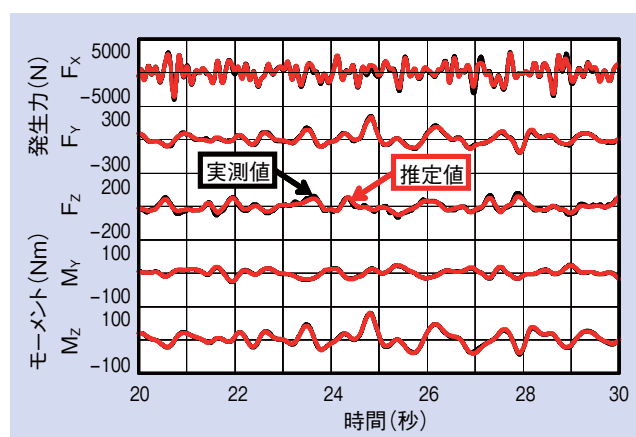


図4 ダンパの特性同定結果