

## 最近の車両技術に関する研究開発

車両構造技術研究部

部長 石塚弘道

### 1. はじめに

車両に関する研究開発においては、「安全性向上」、「信頼性向上」、「速度向上」、「乗り心地向上」、「長寿命化」、「省エネルギー」などの課題のもと、実用化を目指した研究および現象解明などを主目的とした基礎研究を行っている。

本講演では、現在実施中の研究開発を概説するとともに、その中から特に「貨物用新型緩衝器の開発」、「ステンレス製車両構体レーザ溶接部の強度評価法」、「新幹線車軸軸受の実働荷重推定法の開発」および「架線レストラムの開発」について、概要を紹介する。

### 2. 貨物用新型緩衝器の開発

前後動に対する乗心地を向上するため、最近の旅客車には初圧のないダブル形緩衝器を採用したものが多く見られる。緩衝器初圧の低減は比較的頻繁に発生する前後衝動の抑制に効果がある一方で、特に小変位領域のエネルギー吸収量が低下するため大きな衝撃が負荷された際に自連力が増加する可能性がある。そこで、ゴムパッドの圧縮変形を利用する非線形ばねと並列に、シリコンゴムの粘性抵抗力を利用した減衰要素を付加し、負荷される衝撃の大きさに応じて発生力を変化させ、前後衝動の改善とエネルギー容量確保の両立を図るダブル形緩衝器を試作した。

圧縮・引張用の緩衝ゴムにそれぞれシリコンゴムを充填したシリンダを内装したダブル形構造の緩衝器を試作し、車両装架時と同じ拘束条件で加振試験を行った。その結果、目標性能が概ね実現されたことから、大形貨車用の実用器を開発中である。

### 3. ステンレス製車両構体レーザ溶接部の強度評価法

レーザ溶接は、施工速度が速く、また、車両構体表面にスポット溶接のような凹みがなく滑らかに仕上がる長所があることから、次世代ステンレス製車両構体の接合方法として導入が始まっている。そこで、車両構体のレーザ溶接部について疲労強度特性を把握し、強度評価法を確立するための検討を行っている。

車体の外板を想定した厚さ 2mm の SUS304 材と柱や骨を想定した厚さ 2mm の SUS301L-HT 材を重ねレーザ溶接で接合した小型試験片を製作し、応力比  $R=0.5$  の部分片振り引張疲労試験により S-N 曲線を求めた。この S-N 曲線の応力振幅は、レーザ溶接境界位置でひずみゲージにより測定された応力値を用いている。

現在、得られた小型試験片による S-N 曲線の検証を行うため、実車におけるレーザ溶接の適用例に基づき製作した部分構造モデル試験体の疲労試験を実施中である。また、レーザ溶接部の接合状態を確認するための非破壊検査法についても開発中である。

#### 4. 新幹線車軸軸受の実働荷重推定法の開発

鉄道車両において車軸軸受は重要な部品であるが、軸受に作用する設計上の荷重は過去の経験に基づいて定められた値が使用されており、近年、実際に車軸軸受に作用する荷重を測定した事例はない。そこで、車軸軸受の安全性を評価するために、走行中の車軸軸受に作用する実働荷重を測定する方法を開発し、簡易な実働荷重推定法を検討した。

新幹線車両の軸はり式軸箱支持装置の車軸軸受を対象に、ベンチ試験と走行試験を実施した。ベンチ試験では、車輪が横圧を受けることを模擬して軸はりのゴムブッシュから左右方向の荷重を与え、軸受内部に発生する転動体荷重を測定した。その結果、左右方向の荷重を受けると車軸軸受にはアキシアル荷重の他にモーメントが作用することが分かった。また、ゴムブッシュの端面に貼付したひずみゲージ出力により左右方向荷重の推定が可能であることが分かった。一方、走行試験では、輪重と横圧の測定と併せて、上述の左右方向荷重の測定と軸ばねおよび軸ダンパのひずみゲージ出力からの上下方向荷重の測定を1輪軸の左右の軸受で実施した。上下方向荷重の測定値は、平均的には輪重とほぼ一致するが、輪重の変動が速いとその差は大きくなる傾向にあった。短時間の荷重変動による軸受寿命への影響は少ないと考えられる。

左右方向荷重の測定では、左右の軸受での荷重差と横圧は比較的一致しているが、その精度は十分でなかった。輪重・横圧の測定は間欠法を用いたため、横圧を時系列データから抽出する過程で誤差が生じた可能性がある。今後、横圧の作成方法を改善し、測定精度を図る予定である。

#### 5. 架線レストラムの開発

回生失効を防止して省エネルギー性を高めるため、鉄道総研では架線集電と車載バッテリーによる架線ハイブリッド電車を開発してきた。開発したバッテリーが高密度のものができたので、トラムであれば架線レス運転を行う技術的可能性が確認できた。そこで、鉄道総研では架線レストラムの開発を行っている。

架線レス走行の実用化に向けた重要な研究開発課題の一つに、停車中急速充電時のパンタグラフ溶着防止があった。停車中の充電方式は非接触式と接触式に大きく分けられるが、充電電流が500A以上となるため、接触型とするのが現実的である。そこで接触型のパンタグラフ式を採用した。この場合、接触点の発熱が移動の無い定点急速充電では要検討項目となる。溶断を避けるため剛体架線を採用、定置での500A-3分、1000A-40秒の通電試験を行い、溶着が起こらないことを確認した。

現在開発中の架線ハイブリッド低床トラムの概要は、次のとおりである。

車載バッテリーのエネルギー容量は72kWhであり、空調フル稼働で15km程度走行可能である。また、車両運行に支障をきたさない時間で充電できるよう急速充電パワーは600kWとしている。車両竣工後に鉄道総研構内での走行試験を経て、本年11月下旬からは、営業線において各種計測を行う予定である。また、本技術はもともと在来鉄道車両への適用を目的としており、1500V架線下の電車への適用も行う予定である。

なお、架線レストラムの開発はNEDO技術開発機構との委託契約により実施している。

#### 6. おわりに

はじめにも述べたが、車両関係の研究開発は多岐にわたっているが、安全・安心を最優先課題として、研究開発に取り組む所存である。今後も、関係の方々のご指導・ご鞭撻をお願いいたします。