

## 制御付き軸ダンパによる車体制振システム

最近の新幹線車両は、振動が小さく、乗り心地が良くなっています。この乗り心地の向上に大きく貢献しているものの一つに、左右の振動制御システムがあります。これは、車体の左右振動を加速度センサで測定し、振動を小さくするような力を車体に加えることによって、乗り心地を向上するものです。このような装置が搭載されて車体の左右振動が小さくなった結果、相対的に上下振動が大きく感じられる傾向がみられ、列車のさらなる乗り心地向上を行うために、効果的な上下方向の振動低減方法が必要とされています。

車体の上下方向の振動のうちで乗り心地に大きな影響を与えているものに、車体が上下にしなるように変形することによって発生する振動があります。そのうち特に、図1に示すように、車体中心の上下変位が大きく、空気ばねの若干内側は全く変位しない前後対称の振動が“車体1次曲げ振動”で、この振動の低減が最近の新幹線車両の乗り心地向上に効果的です。

これまでに提案されていた車体1次曲げ振動の低減手法を大きく分類すると、“曲げ振動を起こしにくい車体となるように車体側に対策を施すもの”と、“制振に必要な力を車体に直接加えて振動を抑制するもの”の2通りがあります。前者の例として、車体に制振材を貼付して、車体の曲げ振動エネルギーを熱エネルギーに変える方法があり(図2)、JR東日本の一部の新幹線車両に採用されています。この方法以外にも様々な方法によって車体の曲げ振動の低減が試みられていますが、とくに新幹線車両の走行試験で大幅な乗り心地向上効果が示された例はほとんど見られません。

そこで、発想を転換して、“車体の曲げ振動を引き起こすような振動が車体に加わらないようにする”ことを目指しました。図3にそのシステム構成を示します。一般の鉄道車両の上下支持系は、輪軸を支える軸箱、1次ばね(軸ばね・軸ダンパ)、台車枠、そして2次ばね(空気ばね)で構成されています。このシステムは、1次ばね系の減衰要素である軸ダンパの減衰力を制御して、車体への主要な加振源となっている台車振動を抑制することによって車体の振動を低減します。いわば、“車体の振動を台車から絶つ”ことに相当します。このように、乗り心地の向上のために車両の1次ばね系を制御する例は国内外ともに前例がなく、

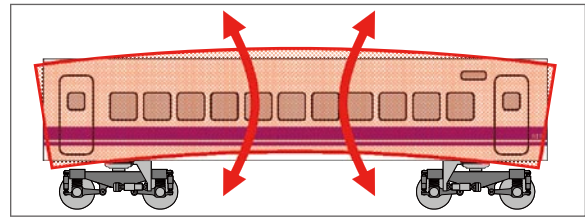


図1 車体上下曲げ振動の振動形状

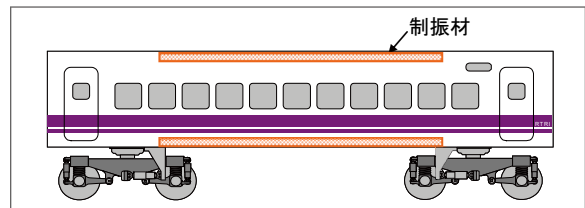


図2 車体上下曲げ振動対策の実用例

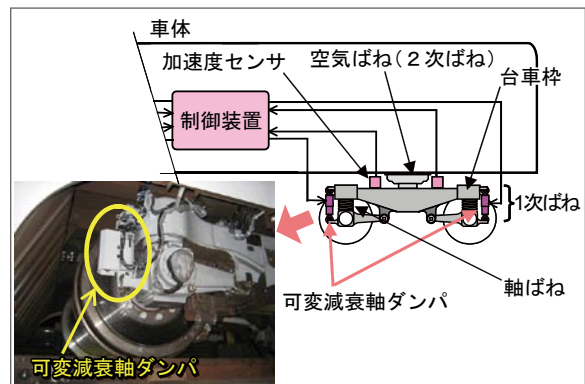


図3 可変減衰軸ダンパによる上下制振システム

初めてのシステムです。

このシステムを試作し、新幹線電車で高速走行試験を行ったところ、制御を行うことにより車体1次曲げ振動を1/5～1/7に低減でき(振動加速度パワースペクトル密度のピーク値による比較)、非常に優れた乗り心地向上効果が得られることが確認できました<sup>1)</sup>。現在、新幹線電車による中期耐久走行試験を実施するなど、このシステムの早期実用化を目指した研究開発を行っています。

(車両構造技術研究部 車両振動 菅原能生)

### 文献

- 1) 菅原：“車体の振動を台車から絶つ”，RRR, Vol.65, No.6, pp.14-17.