

## 一般社団法人日本機械学会 2011年度(平成23年度)日本機械学会奨励賞(技術) 受賞 平行カルダン駆動電気鉄道車両の主電動機トルクによる車体振動制御の開発

### 1. まえがき

鉄道車両の軽量化に伴い、車体曲げ剛性が低下し車体弾性振動が増加することによる乗り心地悪化が指摘されている。これまでに数多くの車体弾性振動の低減手法が提案されているものの、いずれの手法もハードウェアの追加もしくは改造が前提となっており、実用化の妨げとなっている。

一方で、国内の電気鉄道車両に用いられる平行カルダン駆動台車は、主電動機にトルクが発生する際に台車枠に力が加わることが知られている。また、車体弾性振動の抑制は、加振源である台車枠上下振動の低減により可能なことが報告されている。

そこで、主電動機トルクに振動抑制トルクを重畳することにより、台車枠上下振動を抑制し、間接的に車体弾性振動を抑制する手法の提案を行った。本手法は、主電動機を駆動用アクチュエータとしてだけではなく、振動制御用アクチュエータもかねることにより、ハードウェアの追加や改造が不要でアクティブ振動制御を実現できる。

### 2. シミュレーションによる検証

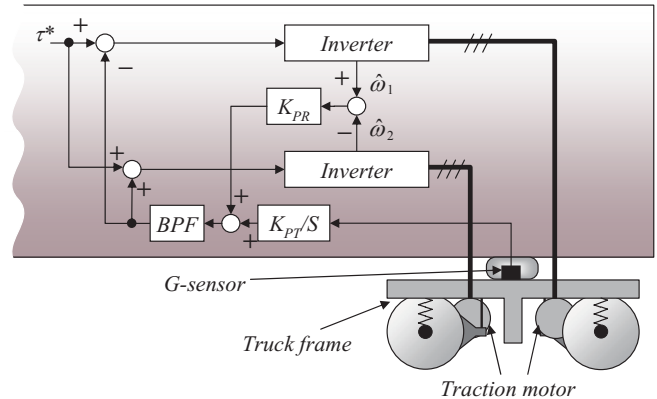
図1に提案した制御系を示す。本制御は、台車枠上下加速度をフィードバックして台車内2台の主電動機に逆位相のトルクを重畳することにより、台車枠上下振動を低減し間接的に車体弾性振動を低減するものである。

図2は、車体弾性振動を考慮したシミュレーションにおける、車体中央部床面の加速度波形であり、車体弾性振動の固有振動数付近である10Hz程度の振動成分が、制御により低減されていることがわかる。

### 3. 台車試験装置を用いた実験検証

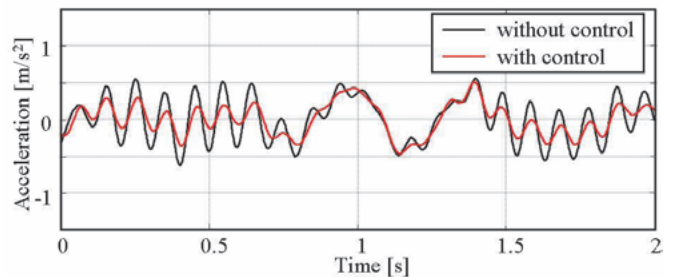
主電動機トルクによる台車枠振動抑制が可能なることを実証するために、当社所有の台車試験装置を用いて実験検証を行った。

図3は、動電型加振器を用いて台車枠を直接加振した状態で、振動制御を入り切りした際の実験結果であり、振動制御により主電動機トルクに振動成分が重畳し、台車枠加速度が低減できていることがわかる。



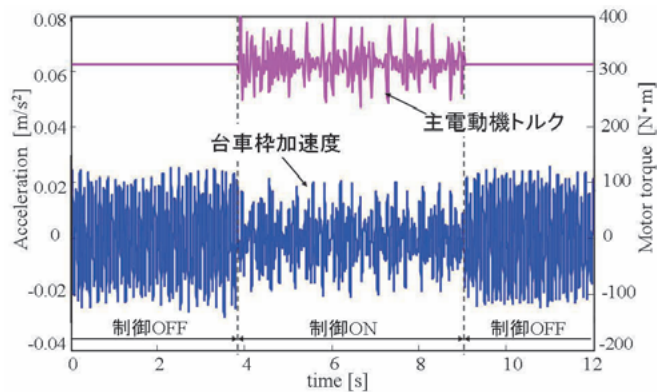
■ 図1 振動制御のブロック図

Fig.1 Block diagram of the controller



■ 図2 車体中央部床面加速度のシミュレーション結果

Fig.2 Acceleration of car body center (Simulation)



■ 図3 実験結果

Fig.3 Experimental results