

HD300形式ハイブリッド入換専用 機関車の空転再粘着制御方法

No.64

添田 正

日本貨物鉄道株式会社
鉄道ロジスティクス本部車両部技術開発室

はじめに

機関車は列車をけん引するため、限られた動軸数でけん引力を確実に発揮しなければなりません。そのため、動輪が空転したときの再粘着性能が重要であり、各種の空転再粘着制御が導入されています。一方、動輪踏面で発生させたけん引力を台車から車体に伝達する過程で力の作用点と伝達点との差からモーメントが発生して軸重移動が起きますが、この軸重移動量は空転時に変動するため、空転再粘着性能に影響を及ぼすことがあります¹⁾。

そこで、鉄道総研と共に、軸重移動を考慮した空転再粘着制御の研究に取り組み、その成果をHD300形式ハイブリッド入換専用機関車（以下、HD300形式）で実用化しました。本稿では、この「空転再粘着制御方法」について紹介します。

開発の経緯

JR貨物が開発した機関車は、インバーター装置による交流電動機駆動方式を採用し、制御応答性の高い空転再粘着制御を導入しています。また、台車は、けん引力の伝達点を可能な限りレール面に近づけた構造とし、台車内

軸重移動の低減に努めています。

しかしながら、空転時は台車内の軸重移動量が変動し、台車枠をピッチング振動させ他軸も軸重の変動により空転を誘発し、空転再粘着制御の効果が十分発揮できないケースがありました。そこで、空転時に変動する軸重移動量を考慮した空転再粘着制御の開発を研究課題として鉄道総研に依頼しました。

開発した空転再粘着制御方法

基礎的な検証を目的に、実車の軸ばね変位から軸重移動量を推定する試験を実施しましたが、静的な軸重移動量の計算式から求めた値とかい離がありました。このため、軸重移動量を車両側から測定できる実車の縮尺模型と、レール側から測定できる軸重移動量測定台を開発し、検証しました(図1)。

その結果、車両側の軸重移動量は実車と同様にかい離し、レール側の軸重移動量は計算値とほぼ一致する結果になりました。軸ばね以外へ力が分散したことがかい離要因と解明できました。

さらに、空転時は台車内の軸重移動量が動的に変動し、台車枠をピッチング振動させ他軸も軸重の変動により空転を誘発することを確認しました。そ

こで軸重移動を考慮した「動的軸重移動補償制御」²⁾を開発し、空転頻度の減少と、けん引力が向上することを実車の試験にて確認しました。

さらに模型実験と数値解析を積み重ね、空転の収束を早期に検知し再粘着時のトルクの引き下げ過ぎを防止する制御を開発しました。この制御の導入による空転時のけん引力の向上も実車で確認できました(図2)³⁾。

おわりに

一連の空転再粘着制御の研究開発成果は、HD300形式のインバーター制御に組み込み、実用化しました。

今回の空転再粘着制御方法の開発を通じ、実車に近い現象を再現できる模型実験と数値解析によるメカニズム解明や検証の有効性など、基礎的研究の重要性をあらためて認識しました。今後も、さらなる車両性能の向上を目指して取り組みたいと思います。

文献

- 1) 電気鉄道ハンドブック編集委員会編集：電気鉄道ハンドブック，コロナ社，pp.345-355，2007
- 2) 山下：空転誘発を抑制する引張り制御，電気学会交通電気鉄道研究会，TER08-8，2008
- 3) 山下，添田：空転の収束を早期に検知する再粘着制御方法，電気学会・リニアドライブ/交通電気鉄道合同研究会，LD-14-072，TER-14-035，2014

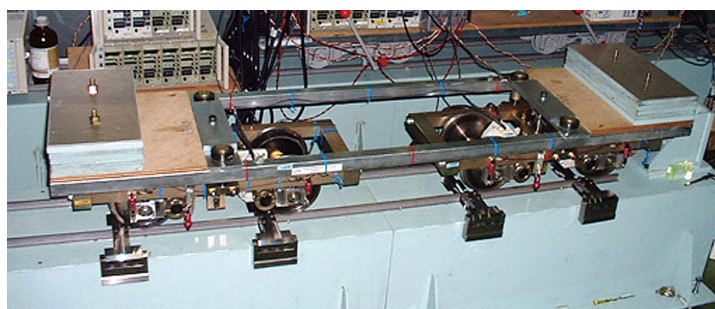


図1 実車の縮尺模型と軸重移動量測定台



図2 HD300形式ハイブリッド入換専用機関車