

軸重移動を考慮した機関車空転再粘着制御方法

軸重移動について

電気車の駆動時には、各車輪踏面に引張力が生じ、それが台車枠や台車牽引装置、車体、連結器へ伝わります。この時、けん引反力によって台車中心や車体中心に回転モーメントが生じ各軸の軸重が変化します。この現象を軸重移動と呼んでいます。特に、けん引力が大きな電気機関車では軸重移動量が大きく、前軸が滑りやすく、後軸が滑りにくくなります。そのため、各軸の滑りやすさにアンバランスが生じ、粘着力を有効に利用できなくなります。

従来から、軸重移動を補償するために、機械的な方法と電気的な方法が用いられています。機械的な方法は、リンク機構等により軸重移動を打ち消すように補償する方法が知られていますが、メンテナンスが増加する傾向にあります。電気的な方法では、軸重が減少する軸の引張力を若干低めに設定し、軸重が増加する軸の引張力を若干高めに設定することで、各軸の滑りやすさを均等化させることを目指します。各軸の滑りやすさが均等になるように各軸の電動機トルクを割り振ることができれば、粘着力を有効に利用できるようになります。

一方、空転時及び再粘着制御時には、ある軸が空転すると、空転していない他軸の空転を誘発し、粘着力を有効に利用できなくなる場合があります(以下、空転誘発という)。前軸の空転が後軸の空転を誘発させる様子を図1に示します。これは、空転した軸の車輪踏面の接線力が変化し、その接線力を受ける台車や車体にピッチングを起こす回転モーメントが働くためです。空転時の軸重移動のイメージを図2に示します。基本的には、前軸の空転により後軸の軸重が減少します。これにより、粘着状態(空転していない状態)にあった他の軸に軸重の変化が生じ(動的な軸重移動)、空転が誘発されやすくなります。この現象が多発しますと、空転が収まらずに持続するようになります。この結果、けん引力が低下します。この空転誘発について対策が求められています。

空転頻度を低減する再粘着制御方法

上述のように、前軸の空転が発生すると後軸の軸重が低下します。このとき、後軸の軸重低下量は、前軸のトルク引下げ量にほぼ比例します。また、空転発生時に電動機トルクにより生じる車輪踏面の引張力とレールに伝わる接線

力の差が空転軸の空転加速度に比例することから、トルク引下げ量は空転の度合いにほぼ比例します。そのため、空転軸の加速度に応じて健全軸トルクを微減することで、空転時の動的な軸重移動による影響を補償でき、空転誘発を抑制できるようになります。具体的には、図3の「再粘着制御器」からの電流引下げ指令に、「空転誘発抑制制御器(動的軸重移動補償器)」からの出力を加算することで、インバータの電流指令値を調整します。

制御の有効性を検証するため、EH200形式直流電気機関車を用いて散水空転試験を実施しました。その結果、起動走行時における全軸の再粘着制御実施回数は平均で約20%低減し、平均けん引力は約4%向上しました。空転頻度を低減しつつ、けん引力が向上することを確認しました。

(車両制御技術研究部 駆動制御 山下道寛)

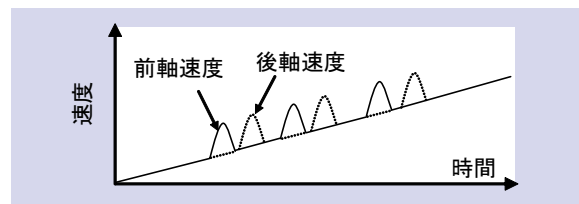


図1 ある軸の空転が他軸の空転を誘発させる様子

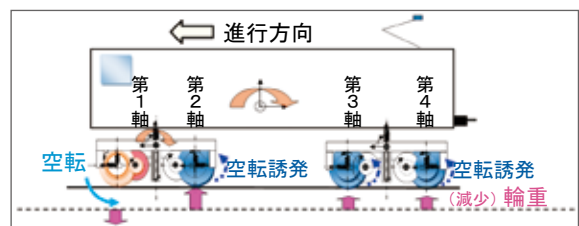


図2 空転時の軸重移動のイメージ

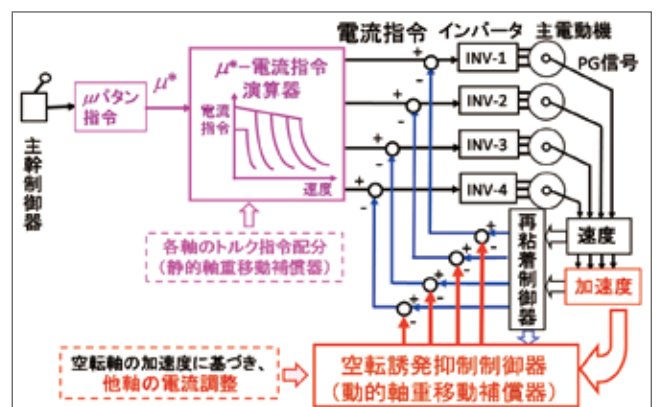


図3 軸重移動を考慮した空転再粘着制御