

323系電車に向けた 空転再粘着制御の開発

No.94

山中 章広
西日本旅客鉄道株式会社
鉄道本部 車両部 車両設計室

はじめに

電車ではインバーター制御が実用化されてから、高い期待粘着係数が設定されています。期待粘着係数を高くすると、引張力が高くなり、一般には空転が発生しやすくなります。空転が発生した場合、制御方法によっては加速性能や乗り心地も悪化させる場合があります。

JR西日本では321系以降、主電動機速度センサーを省略したセンサレス制御を採用し、インバーターの制御単位を台車制御(1C-2M)とした全0.5M車方式が標準です。このシステムの進化に対応し、センサレス制御の車両の空転再粘着制御のさらなる性能向上のため、鉄道総研と共同で研究開発に取り組みました。この中で、大阪環状線用323系で実用化した空転再粘着制御について紹介します。

開発の経緯

JR西日本のセンサレス制御の車両では、伝送装置などからの速度情報は、伝送の遅れの影響を考慮し、軸速度が編成速度と大きくずれた時のバックアップだけに用いています。このため、インバーター装置が演算する推定速度などの限られた情報から、いかに正確

に空転状態を把握し、適切に空転再粘着制御を行うかがポイントになります。

まず、既存車の走行試験で、空転状態を詳細に把握しました。この結果、約9割の空転が、空転検知する前に台車内の主電動機間で電流差が生じていました¹⁾。この電流差をとらえ、早く空転を抑えるため、主電動機ごとにCTを設けて電流を検出する「電流差を用いた制御¹⁾」を検証することとしました。

それ以外の空転には、速度からの加速度演算方法、加速度での検知値の変更、隣接車の空転情報から誘発を抑制する方法、空転の収束を早期に検出する方法²⁾を検証することとしました。

225系や227系を使用し、構内や勾配区間も含め、各方法を検証した結果、最終的に「電流差を用いた制御方法」と「空転の収束を早期に検出する方法」が、加速性能維持と乗り心地向上に効果が高い結果が得られました³⁾(図1)。

成果の反映

以上の成果を、既存車より設計起動加速度が高い323系の空転再粘着制御に反映することにしましたが、実車で性能を発揮するには、装置メーカー(323系は三菱電機殿)の協力が不可欠です。

今回、何度も設計打ち合わせしたほか、性能試験でも、曲線での誤検知防止対策や、空転状態に応じた電流絞り量や復帰量の適正化制御機能の追加など、度重なる大幅な制御ソフトウェアの修正に尽力いただきました。その結果、限られた試験期間内で制御が完成しました。

おわりに

以上の3者一体の取り組みを経て、新しい制御方法が323系で結実しました。

323系は営業投入後も空転に関する申告もとくになく、関係者の努力もあり、大阪環状線の新しい看板車両として順調に走行しています(図2)。

今後も、鉄道総研とも連携しながら、車両性能や乗り心地向上のための地道な取り組みを続けます。

文献

- 1) 山下道寛, 三木真幸, 大江晋太郎, 島田直人, 山中章広, 北村琢也: 速度センサレス電車の主電動機電流情報を用いた空転抑制方法, 鉄道総研報告, Vol.31, No.6, pp.5-10, 2017
- 2) 山下道寛, 添田正: 空転の収束を早期に検出する再粘着制御方法, 電気学会研究会資料リニアドライブ 交通・電気鉄道合同研究会, LD-14, 64-68, 70-72, pp.41-46, 2014
- 3) 島田直人, 山中章広, 北村琢也, 山下道寛, 三木真幸, 大江晋太郎: 空転再粘着制御の性能向上, 第52回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集, No.501, 2015

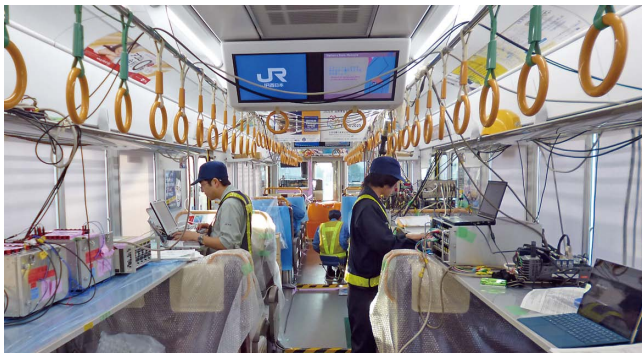


図1 走行試験の様子



図2 323系通勤形直流電車