

可変速交流ドライブ技術の到達点と課題

可変速交流ドライブ技術の到達点と課題調査専門委員会編

目 次

1. 総論	3	5. 可変速交流ドライブ技術の高応答化	
1.1 はじめに	3	における到達点と課題	36
1.2 調査専門委員会における調査活動	3	5.1 はじめに	36
1.3 高速化技術の到達点と課題	4	5.2 キャリア周波数上昇による高応答化	36
1.4 低速化技術の到達点と課題	4	5.3 デッドビート制御	36
1.5 大容量化技術の到達点と課題	4	5.4 電圧飽和時の高トルク応答化	39
1.6 高応答化技術の到達点と課題	4	5.5 モデル予測制御	42
1.7 高精度化技術の到達点と課題	4	5.6 おわりに	43
1.8 小型化・高効率化技術の到達点と課題	4	6. 可変速交流ドライブ技術の高精度化	
2. 可変速交流ドライブ技術の高速化における到達点と課題	5	における到達点と課題	
2.1 はじめに	5	6.1 はじめに	45
2.2 永久磁石同期モータ（PMSM）ドライブの高速化における到達点と課題	5	6.2 トルクリップル推定を行う制御	45
2.3 スイッチトリラクタンスモータ（SRM）ドライブの高速化における到達点と課題	8	6.3 トルク検出器を用いたトルク抑制制御	49
2.4 ベアリングレスモータドライブの高速化における到達点と課題	11	6.4 電流検出誤差とパラメータ変動のオンライン補償によるトルクリプル抑制法	51
2.5 おわりに	12	6.5 おわりに	53
3. 可変速交流ドライブ技術の低速・センサレス制御における到達点と課題	15	7. 可変速交流ドライブ技術の小型化・高効率化における到達点と課題	
3.1 はじめに	15	7.1 はじめに	54
3.2 高周波電圧の重畳を伴うアプローチ	15	7.2 モータによる小型化・高効率化	54
3.3 高周波電圧を重畳しないアプローチ	21	7.3 制御による小型化・高効率化	56
3.4 おわりに	23	7.4 パワーデバイス・回路による小型化・高効率化	59
4. 可変速交流ドライブ技術の大容量化における到達点と課題	25	7.5 おわりに	62
4.1 はじめに	25	8. おわりに	64
4.2 大容量 AC ドライブ製品の分類	25		
4.3 大容量 AC ドライブの主回路方式に関する研究	28		
4.4 大容量 AC ドライブに適用される制御技術	30		
4.5 大容量 AC ドライブを支援する要素技術	32		
4.6 おわりに	34		

可変速交流ドライブ技術の到達点と課題 調査専門委員会委員

委員長	中西 俊人(東洋電機製造)	委員	高橋 友哉(デンソー)
幹事	中沢 洋介(東芝)		中島 洋一郎(サンケン電気)
	芳賀 仁(長岡技術科学大学)		野口 季彦(静岡大学)
幹事補佐	牧島 信吾(東洋電機製造)		松岡 孝一(東芝)
委員	赤津 観(芝浦工業大学)		山本 修(職業能力開発総合大学校)
	大石 潔(長岡技術科学大学)		山本 恵一(本田技術研究所)
	大島 政英(諏訪東京理科大学)		山本 康弘(明電舎)
	川上 和人(東芝三菱電機産業システム)		米山 崇(鉄道総合技術研究所)
	菊地 寿江(富士電機)	途中退任 委員	荒川 陽一郎(日立製作所)
	久保田 寿夫(明治大学)		石田 誠司(日立製作所)
	近藤 圭一郎(千葉大学)		金 東海(工学教育研究所)
	佐竹 彰(三菱電機)		松本 康(富士電機)
	沢村 光次郎(安川電機)	協力者	齋藤 達仁(千葉大学)
	新中 新二(神奈川大学)		堀江 拓也(千葉大学)

1. 総論

1.1 はじめに

近年、可変速交流ドライブ技術は、産業応用分野から民生機器分野にわたるまで幅広い分野に広がり、現在社会には不可欠な技術として位置づけられるに至った。この中では、旧来の直流ドライブの置換えばかりではなく、ハイブリッド自動車など可変速交流ドライブならではの性能を生かした電動ドライブの新しい用途を広げつつある分野でも実用化が進んできている。また、既存分野においても従来の直流ドライブではなしえなかった交流ドライブならではのより進化した性能・機能を生かして小型化、高効率化、高性能化などシステムの性能・機能を飛躍的に高められている例も多い。高性能化への要求に加え、地球温暖化や化石燃料枯渇への早急な対応への要求の高まりから、交流ドライブ技術の更なる向上がますます期待されており、応用分野の要求に対応した性能向上のための研究・開発が広くなされている。

しかしながら、こうした交流ドライブの技術の進歩は対象とする分野や用途の要求に対してなされるため、交流ドライブ全体の技術の到達点をまとめた資料は少ない。この為、交流ドライブ技術の高速化、応答、大きさ、効率等の技術課題における最新の到達点とこれを凌駕する上での課題を調査し、纏める事により交流ドライブ技術の適用範囲を拡大し社会的要請に応える事を目的として調査専門委員会を設置し、調査活動を行い、その成果を2013年度の産業応用部門大会にてシンポジウムを開催した。本技術報告はこのシンポジウムでの発表をベースとして、その後の調査を追加し加筆しまとめたものである。

1.2 調査専門委員会における調査活動

調査を始めるにあたり、調査対象として検討した技術課題としては、

- 1)高速化技術
- 2)低速化技術
- 3)大容量化技術
- 4)小型化技術
- 5)高応答化技術
- 6)高効率化技術
- 7)規格対応
- 8)信頼性向上技術
- 9)その他(EMC など)

の9つである。モータドライブ技術であるので、モータ・変換器の双方を調査対象としている。

調査委員会の活動として、国内外の論文、メーカー技報などを調査範囲とし、課題を4つのグループで分担し調査した。表1に現在までの調査専門委員会の活動履歴を示す。

委員会12回、幹事会2回、見学会2回を実施し調査活動を行っている。見学会については、現在の交流ドライブの適用事例として、鉄道車両への適用例をJR 東日本新津車両製作所にて、印刷機への適用事例を産経新聞高等センターにてそれぞれ見学した。図1.1、図1.2は見学会時の写真である。

表 1.1 調査専門委員会の活動

	日時	場所	参加
幹事会	2011.7.12	東洋電機製造事務所	4名
第1回	2011.8.24	日本交通協会	8名
第2回	2011.10.14	自動車会館	10名
第3回	2011.12.21	自動車会館	14名
第4回	2012.2.20	自動車会館	11名
幹事会	2012.2.20	自動車会館	4名
第5回	2012.4.25	電気学会会議室	9名
第6回	2012.6.15	まちなかキャンパス長岡	16名
見学会	2012.6.15	JR 新津車両製作所	16名
第7回	2012.9.5	自動車会館	13名
第8回	2012.11.13	自動車会館	16名
第9回	2013.1.22	自動車会館	9名
第10回	2013.3.6	日本交通協会	11名
第11回	2013.4.19	電設健保会館	11名
見学会	2013.6.27	産経新聞江東センター	12名
第12回	2013.6.27	サニー会議室	14名



図 1.1 JR 東日本 新津車両製作所見学会

委員会での調査活動の結果、調査項目を高速、低速化（センサレス）、大容量化、高応答化、高精度化、小型化・高効率化の6項目に絞っている。規格対応など一部の項目は、興味ある内容であるが、調査資料を集めきれない事もあり、今回は除外した。

それぞれの到達点の調査ではあるが、同じ課題でも適用する用途や容量により、到達点は異なる。そうした点も踏まえて、調査結果をまとめている。