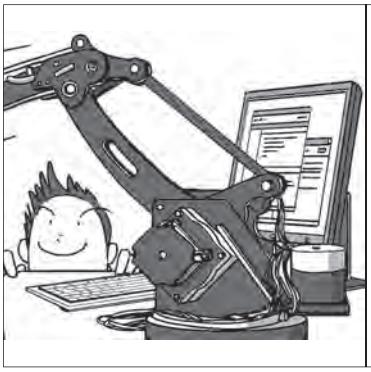
本誌のご購入はこちら



複雑な磁路の解析には有限要素法

注目モータの研究…永久磁石が不要なシンクロナス・リラクタンス・モータ

鈴木 憲吏 Kenji Suzuki

シンクロナス・リラクタンス・モータ(以降SynRM, Synchronous Reluctance Motor)とは，永久磁石や巻き線界磁の電磁石を使用せず，強磁性体の鉄心に突極を設けた回転子と，3相巻き線を分布巻きに施した固定子で構成された3相交流モータです．

シンクロナス・リラクタンス・モータの使いどころ&注目の背景

● 永久磁石を使わないので省資源！ 効率は最高97.1％

近年，モータの取りまく環境は，効率に関する法規制：国際規格IEC 60034-30に基づきIE3やIE4，IE5といった効率値で規制されています．シンクロナス・リラクタンス・モータ(以下SynRM)は，既設モータなどの置き換えとして注目されています．

東芝三菱電機産業システム[1]では，一番効率が良いIE5に準拠したSynRMが製品化されています．高効率・高トルクかつ永久磁石レスによる高い省資源性の特性を備え，レア・アースの供給課題もクリアされています．

東芝三菱電機産業システムから公開されている損失比較のグラフを**図1**に示します．誘導モータ(IM)より約40％損失が低減しています．また，SynRMは，従来誘導モータが採用されていたアプリケーションへの置き換えが可能な場合に，効率が97.1％に改善され省エネ化に大きく貢献します[1]．

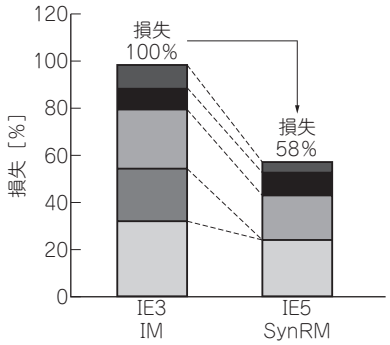


図1　効率比較

● 鉄道用主電動機や電気自動車の駆動用モータへの採用に向けた実証実験も行われている

この特性を生かして，東京メトロと三菱電機は共同で鉄道用主電動機にSynRMを搭載した車両の実証試験が行われ，従来のモータに比べ2％以上効率が改善されたことが報告されています[2]．その他にも電気自動車の駆動用モータへの採用も実証実験や研究がされています．

永久磁石を使わないシンクロナス・リラクタンス・モータの構造と原理

● 回転子と固定子の構造

写真1は，SynRMの全体と固定子や回転子の外観です．**写真1(b)**，**写真1(c)**のように回転子は，磁石を用いずに突極となるような特殊な形状をしており，同じ形状の溝が4つの塊になっています．この溝(空隙)があることで磁束が流れにくくなり突極を形成し，4極モータとなります．

また，回転子の突極鉄心を回転磁界の磁力線が通るため，渦電流により鉄損が生じることから，一般には鉄損を軽減するために回転子鉄心を積層にしています．**写真1(d)**は，固定子と巻き線の外観で，3相巻き線を分布巻きで施しています．この固定子も回転子と同じ極数で構成します．

● 駆動原理

動作原理は，回転磁界の作る磁力線が突極の鉄心を通る際に生じる磁気抵抗(リラクタンス)の変化に起因するトルクで回転します．ここで，磁気抵抗とは磁力線の通りにくさを意味します．

▶回転磁界とは

初めに，動作に関わる回転磁界から説明します．

図2に3相交流と回転磁界を示します．3相巻き線に120°ずつ位相のずれた3相交流電圧を印加すると，巻き線には3相交流の電流が流れます．3相電流のうち高いほうのコイルにN極，低いほうにS極が発生します．正弦波状に印加されることで各コイルから発生