

ドラム式洗濯乾燥機に応用する S-DD モータ技術

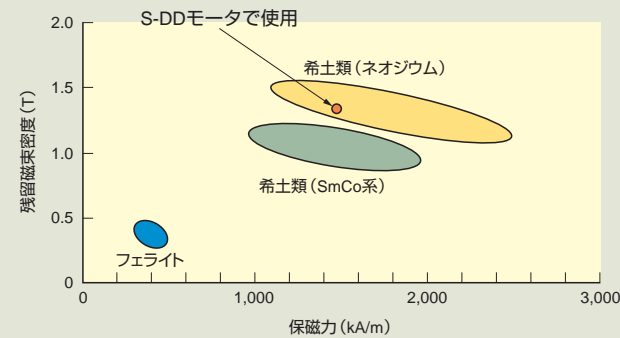
ハイパワー、省エネ、 低騒音・低振動を実現

洗濯・乾燥性能の向上とともに、省エネタイプで深夜でも早朝でも気がねなく使用できる、静かで振動が小さい洗濯乾燥機が求められています。

2004年2月に発売した洗濯乾燥機“ザ・フロントインドラム”TW-130VBは、このニーズに応えた商品で、ネオジウムマグネットを用いた高効率S-DDモータ(新型ダイレクトドライブモータ)と32ビット高速演算処理機能付きDSP(Digital Signal Processor)マイコンの採用によって、従来以上にモータの回転トルクをきめ細かく制御し、洗濯乾燥機の性能向上を図りました。

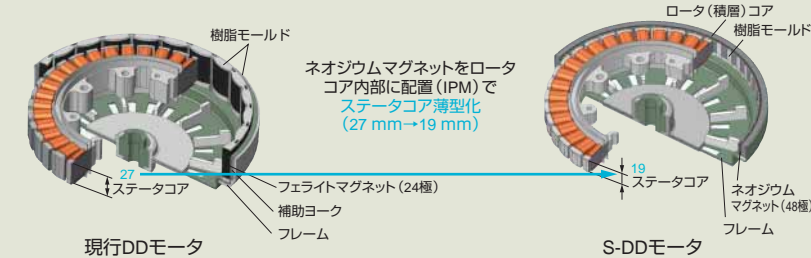


図1. S-DDモータ搭載洗濯乾燥機 — 48極S-DDモータをDSP制御で滑らかに回転させ低騒音化を図りました。



SmCo: サマリウムコバルト

図2. マグネット性能 — ネオジウムマグネットは、ハイブリッドカーにも使用されており、磁力はフェライトの約3倍と高性能です。



項目	現行DDモータ	S-DDモータ	特長
マグネット極数	24極	48極	回転制御向上
マグネット材料	フェライト	ネオジウム	高トルク 高効率化
質量	6.5 kg	5.0 kg	軽量化
ステータコアの厚み	27 mm	19 mm	コンパクト化
脱水時の出力密度	0.07 (W/cm ³)	0.14 (W/cm ³)	高出力

図3. モータ性能比較 — S-DDモータは、ネオジウムマグネットをロータコア内部に埋め込む構造で、コンパクトでありながら出力密度は2倍になります。

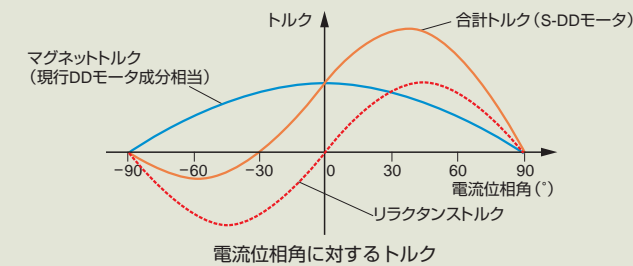


図4. 最適位相制御の原理 — S-DDモータ制御ではリラクタンストルクを積極的に利用することで高効率化できます。

S-DDモータは従来のマグネットトルク以外にロータ部の鉄心によるリラクタンストルクが発生します。そのため、電流位相角を進み方向に制御する方法を取り入れました。この制御により、約5%のトルクアップができました。

そのほか、DSPマイコンを用いてトルクに寄与するモータ電流成分をロータの検出時間と同じく100μsごとに高速に算出しています。これにより詳しく洗濯状況を把握でき、洗浄力を向上させるとともに、脱水高速回転時(1,400rpm)にドラム内の衣服のバランス検知を行うことによって振動を低減しています。

今後の展開

これからの洗濯機市場はますます洗濯乾燥機の需要が伸び、ドラム式、全自動式など、ユーザーニーズに対応したいろいろな方式が開発されると思います。

今後もユーザーニーズを的確にとらえ、それを実現するモータ技術を開発することによって魅力ある商品を生み出していきたいと考えています。

田中 照也

東芝家電製造(株)
家電機器開発部 グループ長

開発の背景

洗濯から乾燥まで連続して一台でできる洗濯乾燥機は、特に女性の社会進出や生活パターンの変化とともに、洗濯という家事労働を大幅に軽減できる有効な道具になってきています。2000年2月に、東芝が日本市場に適したフロントイン型ドラム式洗濯乾燥機を発売したことをきっかけに、日本国内での需要が急速に伸びており、市場は2000年度の約15万台から2004年度には85万台に達する見込みです。

商品の普及に伴い、ユーザーニーズも変化しており、現在では、洗濯・乾燥の基本機能はもとより、夜間に洗濯

できる低騒音・低振動化や省エネが求められています。ここでは、これらのニーズに応えるために開発したドラム式洗濯乾燥機(図1)に使用しているS-DDモータ(新型ダイレクトドライブモータ)とその制御方法について述べます。

S-DDモータ技術 —ハイパワー・高効率化—

当社は、1997年から国内他社に先駆けてDD(Direct Drive)構成のモータを商品化しており、特に静音性で好評を得ています。S-DDモータは、この基本構成を継承して、新たな技術を折り込み開発しました。

今回、モータに求められる特性は、

高速回転(1,400rpm化)とパワフルな洗浄を実現するための高出力化、省エネに対応するための高効率・軽量化設計です。

その方法として、高磁力を持つ希土類マグネットとこの高磁力を効率よくモータ特性に生かす方式を採用しました。高磁力マグネットには、従来のフェライトマグネットに対して3倍の高磁束を持つ希土類のネオジウムマグネット(図2)を採用しており、ハイパワー化とモータのコンパクト化を図っています(図3)。

また、この高磁束をロスなく透過し、高効率特性とするIPM(Interior Permanent Magnet)構成を採用し、分離磁極方式のロータコア内部に永久

磁石を埋め込み、磁力をモータのトルクに高効率で変換しています。S-DDモータの内周面形状についても、最適化された曲面で形成することによって磁束の集束と磁束密度の増大を図り、従来のDDモータに比べて出力密度を2倍に高めています。

DSPを用いたモータ制御技術 —低騒音・低振動化—

S-DDモータの利点を生かして、騒音低減と省エネを実現するためには、そのロータ位置を正確に検出して、モータに必要な制御電圧を印加する必要があります。従来、ロータ位置はホールセンサで検出していたため、センサ感度や取付け位置によりロータ

位置の誤差が発生してしまいました。そこで、S-DDモータ制御用として、モータ電流からロータ位置を算出する制御技術を開発しました。ロータ位置は、当社の32ビット高速演算処理機能付きDSP(Digital Signal Processor)マイコン(TX19A70)を用いて100μs間隔で高速に算出されます。これによって、S-DDモータの極数が、従来のDDモータに比べて2倍の48極である特長を生かせ、出力トルクをよりきめ細かく制御し、静かに回転させることができます。

また、モータの効率を向上させるため、有効トルクが最大になるように最適位相制御を行っています(図4)。