

IPM モータの集中巻, 分布巻固定子巻線による

dq 軸インダクタンス分布の比較

◎新開克巳 野口季彦
(長岡技術科学大学)

1. はじめに

集中巻 IPM モータは分布巻 IPM モータに比べ空間高調波の影響を大きく受ける。この空間高調波は不均一な磁路における磁気抵抗の変動によって発生するため、ベクトル制御に必要な回転子から観測したインダクタンス L_d, L_q は回転角依存性をもつと考えられる^[1]。本論文では、 L_d, L_q の回転角依存性を集中巻と分布巻固定子の場合について明らかにし、比較検討したので報告する。

2. 回転子座標から観測したインダクタンスの変動

本稿で検討する分布巻 IPM モータは 750 [W], 4 極で 24 個のスロットに巻線が施されており、回転角に対する磁気抵抗分布はほぼ一様になる。一方、集中巻 IPM モータは 1500 [W], 4 極であり、その断面図を Fig. 1 に示す。集中巻固定子は同図のように巻線が 60 [deg] 毎に施された形状となるため、回転角に対する磁気抵抗分布は一様にならない。また、集中巻では隣り合う固定子歯で磁路を構成するため、分布巻よりも固定子磁束に多くの高調波(空間高調波)が含まれる。この空間高調波はモータの構造的な要因によるものであるから、その磁気的影響はロータ回転角に依存し、 L_d, L_q が変動すると考えられる。

3. 実験結果

固定子に集中巻と分布巻、回転子に永久磁石が埋め込まれたものと埋め込まれていないものを用意し、それらの組み合わせでモータを構成して L_d, L_q の測定を行う。測定では回転角を 5 [deg] ずつ変化させ、回転子を固定した状態で各角度に応じた交番磁界が発生するように、リニア電源装置で三相純正弦波電圧を加える。このとき交番磁界を発生させる合成電圧ベクトルの実効値は 10 [V] とし、電源周波数は 100 [Hz] としている。オシロスコープから得られたデータをもとに三相電圧、電流を FFT 解析し、印加周波数近傍の値を抽出して再び回転子座標へ変換し、式(1)により各軸のインダクタンスを求める。

$$L_{d,q} = \frac{\sqrt{(v_{d,q}/i_{d,q})^2 - R_a^2}}{\omega} \quad (1)$$

ただし、 $L_{d,q}, v_{d,q}, i_{d,q}$ はそれぞれ回転子座標上の dq 軸インダクタンス、電圧、電流であり、 R_a は固定子巻線抵抗、 ω は電源角周波数である。Fig. 2(a), (b) に上記測定法により得られた dq 軸インダクタンス分布を示す。先に述べたような理由から、集中巻 IPM モータでは分布巻 IPM モータと比べ、回転角に対してインダクタンスが大きく変動しており、その角度依存性が確認できる。

4. まとめ

本論文では、集中巻、分布巻固定子巻線と永久磁石を埋め込

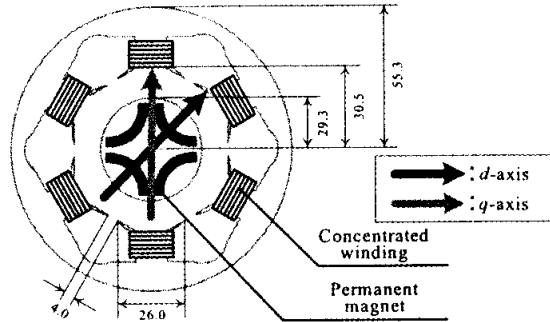


Fig. 1. IPM motor with concentrated stator windings.

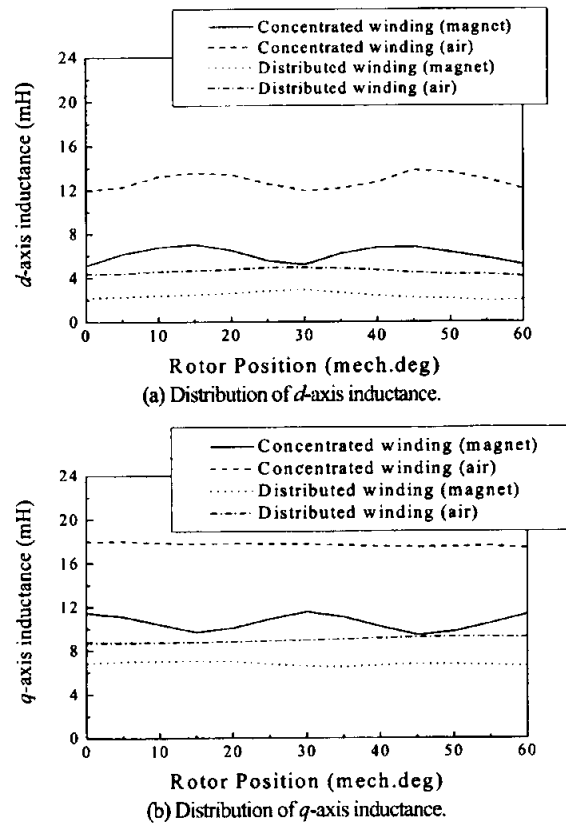


Fig. 2. Experimental results of inductance measurement.

んだ回転子、埋め込まれていない回転子の組み合わせで、dq 軸インダクタンスの回転角依存性を測定し比較検討した。測定結果より、集中巻 IPM モータは分布巻 IPM モータに比べインダクタンスの回転角依存性が非常に大きいことを確認した。

参考文献

- [1] 丸山, 野口: 「集中巻固定子巻線を有する IPM モータのインダクタンス分布」 電気学会東京支部新潟支所大会, 133 (2002)