希土類プラスチック磁石を用いたヒステリシス電動機の試作

正 員 山 田 博 (航空宇宙技研)

著者は製造の容易な半径方向異方性希土類プラスチック磁石を適用した円筒形ヒステリシス電動機を試作した。図1にその構造を示す。その原理・構成は

(1) 固定子スロットによる空間高調波磁界は、希土類プラスチック磁石内ではほとんど平滑化されることから、磁石が絶縁物かつマイナーループが直線的であることから、回転子に生じる局部渦電流とマイナーループによる同期トルクの低下が無視できる。

(2) 磁石は図2のような磁気特性をもつ 2-17 系プラスチック磁石 (SAM) である。

試作電動機の仕様 (長さの単位は mm) は

(1) 回転子 形状: $54.8\phi \times 30$, 磁石: 2-17 系プラスチック磁石 (SAM), 半径方向異方性, $B_r \approx 0.43\text{ T}$; $iH_c \approx 4.2\text{ kA/cm}$, $54.8\phi \times 52.8\phi \times 30$, 内部鉄心: S25C, $52.8\phi \times 10\phi \times 30$, 回転軸: S45C, 10ϕ 。

(2) 固定子 構造: 成層ケイ素鋼板 H18, $120\phi \times 55\phi \times (0.5\text{ t} \times 60\text{ n})$, 半閉口, 12 スロット, 巻線: 50 Hz, 190 V, 4 A, H種, 三相 2 極, Y 結線, 同心巻き, 一相 1 極あたり $0.45\phi \times (20\text{ T} + 43\text{ T} + 67\text{ T})$ 。

(3) 定格 連続, 出力 (脱出時) 155 W, 3,000 rpm。

試作電動機の同期トルク-同期脱出電流特性を図3

図1 回転子構造 図2 ヒステリシスループ
Fig. 1. Rotor structure. Fig. 2. Hysteresis loops.

A Prototype Hysteresis Motor Using Rare-Earth Plastic Magnet. By Hiroshi Yamada, Member (National Aerospace Laboratory).

山田 博: 正員, 航空宇宙技術研究所

図3 トルク-電流特性

Fig. 3. Torque-current characteristics.

図4 等価回路

Fig. 4. Equivalent circuit.

に, また同図の定格電流 4 A 時における等価回路を図4に示す。なお, 図3には $B_r = 0.8\text{ T}$, $H_c = 120\text{ AT/cm}$ 程度の等方性アルニコ系磁石を用いた常用の円周方向磁束形の回転子と, 5 mm 厚さの半径方向異方性アルニコ5を用いた半径方向磁束形回転子の場合の特性を同時に示して比較の対象とした。ただし, T_0 は固定子巻線を直流励磁したときのブレイキトルクであり, メインループが囲む全面積に対応したトルクに相当している。

図3, 図4から SAM 磁石適用の試作電動機について判明したことは

(1) 磁石の単位体積あたりの同期トルクは, 非常に大きい。例えば, 最大出力対磁石体積比は, およそ SAM で 36.0 W/cm^3 , アルニコ5 で 5.2 W/cm^3 および等方性アルニコ系で 1.6 W/cm^3 となる。

(2) 理想的回転磁界の場合に相当したトルク T_0 に近い同期トルクが得られている。

(3) 同期状態での回転子損失は無視できる。

(4) SAM の B_r とメインループの屈曲部の曲率が比較的小さいために, 出力に比べて銅損が比較的大きい。

結局, 磁石として生産性にまさる半径方向異方性希土類プラスチック磁石を用いたヒステリシス電動機は, 磁石の B_r と屈曲部の曲率を大きくする ($B_r \approx 8\text{ kG}$ 以上, かつ屈曲部の曲率が2倍程度以上のものの可能性がある) ことによって, かなり実用性があるように思われる。 (昭和62年4月17日受付)