

■ はじめに

電磁鋼板は、交流磁場下で発生する鉄損が非常に小さいといった特徴から、モータ等の電磁力応用機器の主構成材料として用いられている。また、特に近年では、EVやHEVのように、駆動力として電気エネルギーを利用する輸送機器のモータにおいても多く用いられている。これらの輸送機器においては、運転稼働時に遠心力が変動荷重として繰り返し作用する機会が多くあることから、電磁鋼板には電磁特性とともに、力学特性、特に耐久性も要求される。また、力学的な負荷によって劣化損傷が生じた場合に、それらが電磁特性にどのような影響を与えるかについても重要となってきている。

そこで本研究では、電磁鋼板の力学特性を明らかにするために、一方向性電磁鋼板の結晶方位を系統的に変化させ、引張試験及び、疲労試験を行った。また、カー効果顕微鏡等を用いて、これらの力学的な劣化損傷を生じた試験片について磁気特性の評価を行った。

■ 力学特性の評価

1. 引張試験

図1に示すように、圧延方向[100]に対して切り出し角度 θ を変化させた試験片をそれぞれ作製した。次に、ひずみが2%になるまで引張試験を行った。応力-ひずみ線図を図2に示す。各試験片によって縦弾性係数や耐力などの力学特性が大きく異なり、顕著な結晶方位依存性を有していることが確認された。これらの結晶方位依存性は、一方向性電磁鋼板を単結晶と仮定することで、金属単結晶の弾性コンプライアンスやすべり系のシュミット因子のような結晶学的因子によって説明することができた。

2. 疲労試験

同様に、各試験片を用いて最大負荷応力を一定(277MPa)にし、荷重制御片振り疲労試験(R=0.1)を行った。耐力の低い試験片($\theta=20^\circ$)では、早期から塑性変形を生じているのに対し、耐力の高い試験片($\theta=55^\circ$)では塑性変形が生じなかった。これらの変形の相違は縦弾性係数や耐力から説明することができ、疲労特性も、引張特性と同様に結晶方位依存性を示した。

■ 磁気特性の評価

引張試験前の受け入れ材及び、引張試験後の引張損

傷材についてカー効果顕微鏡を用いて観察した磁区の例を図3に示す。引張試験前には圧延方向に沿って様に観察された磁区が、引張試験により、磁区の方が圧延方向と異なり、磁区の大きさも細分化された様相が観察された。これは、他の試験片においても同様な傾向が見られた。すなわち、引張試験による劣化損傷は磁気特性に大きく影響していることがわかった。

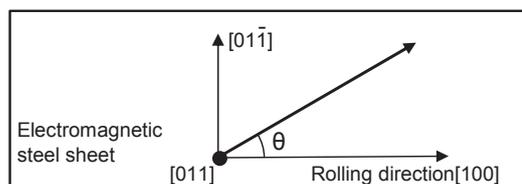


図1 結晶方位の定義

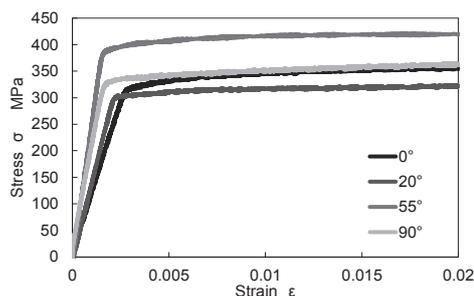
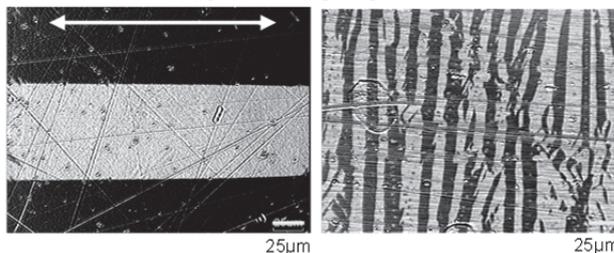


図2 各試験片における応力-ひずみ線図

Tensile and rolling direction [100]



(a) 受け入れ材

(b) 引張損傷材

$\theta=0^\circ$

$\theta=0^\circ$

図3 引張損傷による磁区の変化

代表発表者 鈴木 隆之(すずき たかゆき)

所属 (独)産業技術総合研究所
先進製造プロセス研究部門
機能・構造予測検証研究グループ

問合せ先 〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1

産総研つくば東事業所
TEL: 029-861-7173 FAX: 029-861-7853
suzuki-takayuki@aist.go.jp

■キーワード: (1) 一方向性電磁鋼板
(2) 引張試験・疲労試験
(3) カー効果顕微鏡
(4) 磁区