

## 巻線応力がリング試料の直流磁気特性に及ぼす影響

神奈川県産業技術センター

馬場康壽

### 【背景】

磁性材料はモータ、トランスや電磁弁の鉄心など磁気回路の構成に広く使用されており、目的や用途に合わせて適した材料が選択されている。磁性材料は固有の磁化特性を持っており、その測定方法の一つとして、リング状試料を用いた積分方式直流BH測定方法がある。また、多くの磁性材料は歪が掛ると磁化特性が変化すること(逆磁歪効果)が知られている。

### <積分方式直流BH測定方法の問題点>

リング試料に一次と二次のコイルを巻いている。(図1)  
→ 巻線(絶縁用テープ巻を含む)によって**試料を締め付ける応力が発生し、正確な磁化特性が得られないことが懸念される。**

### 【研究目的】

積分方式直流BH測定において、手巻き程度の大きさの巻線応力が直流磁化特性に与える影響について調べる。

### 【試料作製】

磁性材料 : Ni (負の磁歪材)  
 ・サイズ : 外形45, 内径37.5, 高さ3 (mm)  
 ・コイル : 一次 140ターン, 二次 40ターン  
 試料調整 : ①を測定後にケースから取り出して②を作製・測定  
 ①巻線応力無し : 樹脂ケースに入れてコイル巻き  
 ②巻線応力有り : 試料に直接コイル巻き

### 【B-H曲線の比較(図2)】

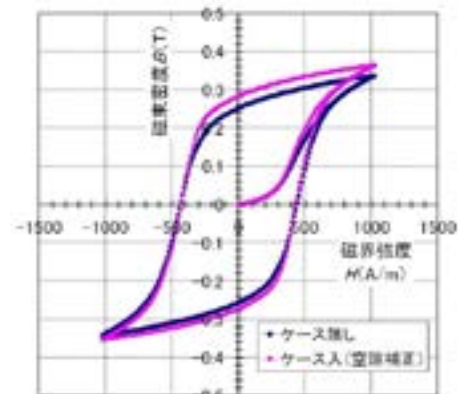
- ①巻線応力によって磁化が少し困難になった(図a)  
→ 巻線応力の方向は試料の円周方向に発生する磁界と垂直になっているので逆磁歪効果と合致
- ②初磁化曲線の初期段階(磁界強度 $H' = 286\text{A/m}$ )までは、**巻線応力の有無に関係なく一致(図a)**
- ③磁界強度 $H = 250\text{A/m}$ のとき磁化過程はヒステリシス曲線を示す**非可逆的磁壁移動領域に達していたがB-H曲線は一致(図b)**  
→ 磁界強度 $H'$ より弱い領域にある**初透磁率は手巻き程度の巻線応力には影響されない**

### 【誤差率の比較(図3)】

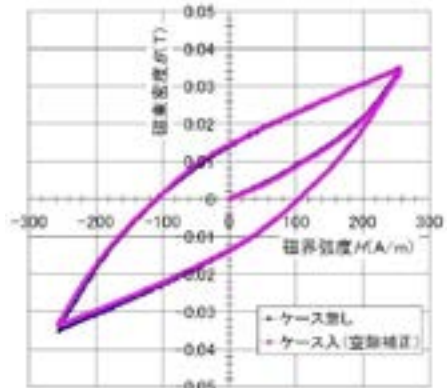
- ①最大透磁率を示す磁界強度 $H_{\text{um}}$ は約 $610\text{A/m}$ (応力無し)
- ②測定磁界強度が $H_{\text{um}}$ より強い場合の保磁力では誤差率の符号が他の磁気特性値の符号と反対
- ③測定磁界強度を $H_{\text{um}}$ より減少させると各磁気特性値の誤差率は増加した後ゼロ付近に収束
- ④測定磁界強度を強くした場合は最大磁束密度の誤差率は減少  
<理由> 逆磁歪効果が起こっても磁界強度が強くなると試料の磁化が飽和に近づくためと考えられる  
→ **十分強い磁界強度による測定の場合は最大磁束密度に対する巻線応力の影響は無視できる**
- ⑤最大磁束密度以外の磁気特性値は測定磁界強度を強くしても巻線応力が影響



直接コイル巻き ケースに入れてコイル巻き  
図1 コイル巻きをしたリング試料の様子



a)  $H=1\text{kA/m}$



b)  $H=250\text{A/m}$

図2 巻線応力の有無によるB-H特性の比較

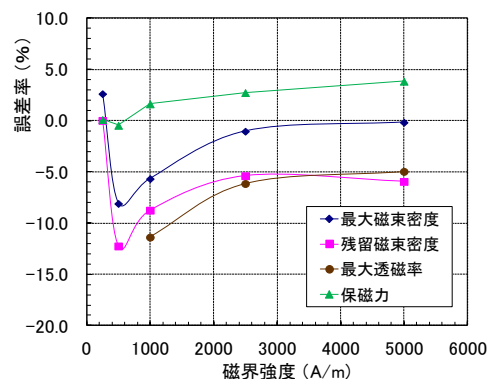


図3 各磁気特性値の誤差率と測定磁界強度の関係  
(誤差率%)=( $[\text{応力有り}] - [\text{応力無し}] / [\text{応力無し}] \times 100$ )