

高飽和磁束密度, 高周波低鉄損 Si 傾斜スーパーコア® JNSF

Gradient Si Super Core® JNSF

with High Saturation Flux Density and Low Iron Loss at High Frequency

1. 開発コンセプト

6.5% Si 鋼は固有抵抗が3% Si 鋼の2倍近くあり、渦電流損が小さく発熱しにくいことから、高周波用途のコア材料として優れている。一方、3% Si 鋼は非磁性元素である Si の含有量が少ないため、6.5% Si 鋼に比べて飽和磁束密度が高いという特長がある。

従来の技術では、3% Si 鋼並みの高い飽和磁束密度と6.5% Si 鋼並みの低い高周波鉄損を両立することはできなかった。そこで、JFE スチールは、板厚方向に急峻な Si 濃度傾斜を有し、高飽和磁束密度と高周波低鉄損を両立した新材料、Si 傾斜スーパーコア® JNSF を開発した^{1,2)}。

2. JNSF の磁気特性

図1に板厚0.15 mmの開発材15JNSF950と板厚0.1 mmの6.5% Si 鋼板10JNEX900の直流磁化曲線を示す。15JNSF950は板厚中心部の Si 濃度が低いため、飽和磁束密度は3% Si 鋼並みの高い値(約2.0 T)を示す。

図2に15JNSF950と10JNEX900および圧粉磁芯の鉄損を示す。圧粉磁粉は純鉄粉や Si 含有鉄粉をバインダで固めたものであるが、その中でも優れた性能を示す6.5% Si-Fe 粉の圧粉磁芯を比較材として用いた。周波数50 Hzの励磁

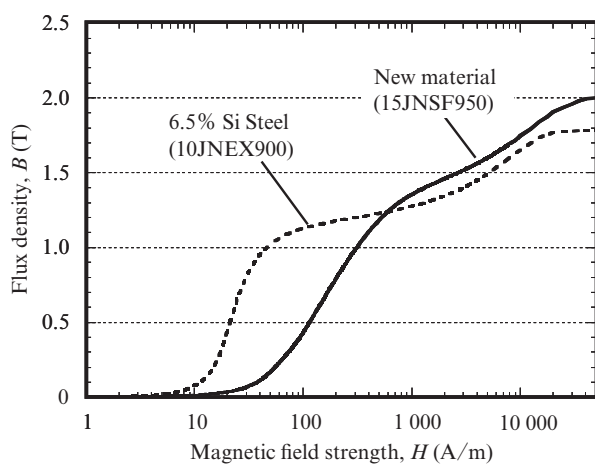


図1 直流磁化曲線

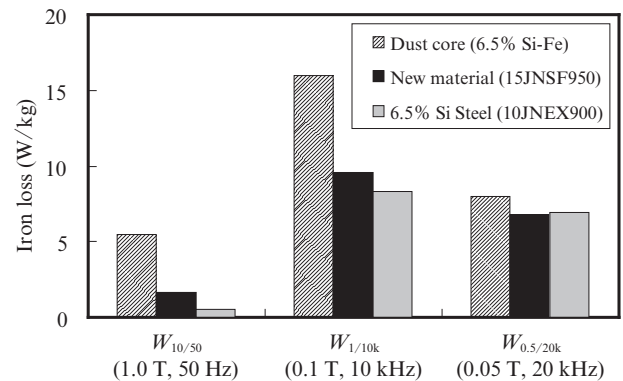
Fig. 1 Direct current magnetization curve¹⁾

図2 各材料の鉄損

Fig. 2 Iron loss of the materials¹⁾

条件で比較すると、15JNSF950の鉄損は10JNEX900より大きいものの、圧粉磁芯と比べると十分小さい。一方10 kHzでは、15JNSF950と10JNEX900の鉄損差は縮まり、20 kHzでは板厚が厚いにもかかわらず15JNSF950のほうが低鉄損となる。これは板厚方向の急峻な Si 濃度傾斜により渦電流損が減少したためであり、この効果は渦電流損が支配的になる高周波励磁下で顕著となる¹⁾。

すなわち、15JNSF950は3% Si 鋼並みの高い飽和磁束密度と6.5% Si 鋼並みの低い高周波鉄損を両立した材料である。

3. 高周波リアクトルへの適用例

エアコン、太陽光発電用パワーコンディショナ、HEV(ハイブリッド自動車)の車載電源などに使われる高周波リアクトルには数キロ~数十キロヘルツの高調波を含む電流が流れており、リアクトルの発熱を防ぐため、コア材には高周波鉄損が低いことが求められる。また、電流が増加してコア材が磁気飽和に近づくと、リアクトルのインダクタンスが急激に下がり電気機器が損傷するおそれがあるため、コア材には飽和磁束密度が高いことも求められる。飽和磁束密度が高く高周波鉄損が低い15JNSF950はこのような用途に適しており、リアクトルの小型化・高効率化に有利な材料である。

10JNEX900と15JNSF950を用いて同一形態のリアクトルを作製し、直流重畳下でインダクタンスを測定した例を図3に示す。全体的に、15JNSF950のほうが高いインダクタンスを示すことがわかる。15JNSF950は飽和磁束密度が高い

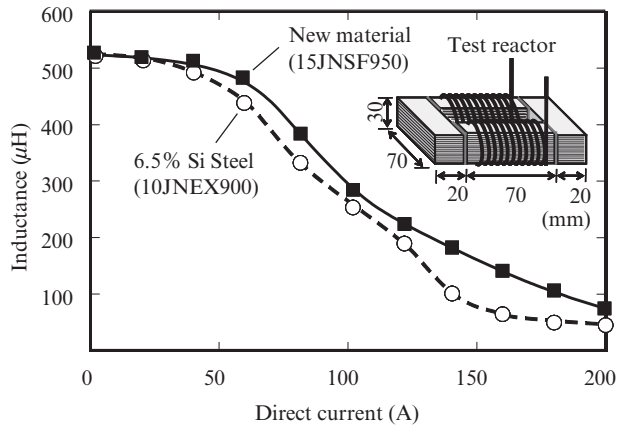


図3 試作リアクトルの直流重畳特性

Fig. 3 Direct current bias characteristics of the test reactors¹⁾

ため、特に、高電流域においてインダクタンスの低下が緩やかになっている。リアクトルの中には、定格よりも大きな電流で一定以上の大きさのインダクタンスが必要とされるものもあり、そのような用途にも 15JNSF950 は好適と考え

られる。また、図2に示したように、15JNSF950は圧粉磁芯に比べて商用周波数の鉄損が極めて低いため、高周波に商用交流が重畳する交流リアクトルのコア材にも適していると考えられる。

4. おわりに

JFE スチールが新たに開発した 15JNSF950 は 3% Si 鋼並みの高い飽和磁束密度と 6.5% Si 鋼並みの低い高周波鉄損を両立した材料である。15JNSF950 は高周波リアクトルなどのコア材に適した材料であり、今後、高周波化が進むパワーエレクトロニクス分野での活用が期待される。

参考文献

- 1) 平谷多津彦, 尾田善彦, 浪川操, 笠井勝司, 二宮弘憲. あたりあ. 2014, vol. 53, no. 3, p. 110-112.
- 2) 平谷多津彦, 大久保智幸, 尾田善彦. CAMP-ISIJ. 2014, vol. 27, p. 902.

〈問い合わせ先〉

JFE スチール 電磁鋼板セクター部
TEL: 03-3597-3480 FAX: 03-3597-4779