

## 非耐熱型最高級磁区細分化材 23JGSE070

Highest Grade Non-Heat Resistant Domain-Refined Grain-Oriented  
Electrical Steel: 23JGSE070

## 1. はじめに

近年、地球温暖化に対する危機感の高まりから、世界規模でカーボンニュートラル施策が加速し、洋上風力発電に代表される自然エネルギーの活用など、省エネルギーへの取り組みが強く求められている。電力輸送システムの重要な構成要素である変圧器の効率に関しても、各国で規制されている。日本ではトップランナー制度（第二次 2014 年）、米国では Department of Energy (DOE) 規制（2016 年）、欧州では Eco Design Directive (Tier 2 2021 年) といった厳しい変圧器効率規制が行なわれるようになり、今後もさらに規制強化される見込みである。このため変圧器の鉄心材料に用いられる方向性電磁鋼板には、よりいっそう低鉄損化が求められ、超低鉄損の磁区細分化材への需要は大幅に増加している。

JFE スチールでは、巻鉄心型で焼鈍処理を施す変圧器を主用途とし、焼鈍処理を施さない積鉄心型変圧器にもそのまま使用できる耐熱型の磁区細分化材 JGSD<sup>®</sup>シリーズ<sup>1,2)</sup>と、上述の超低鉄損のニーズに対応し、より優れた鉄損特性を示す、焼鈍処理を施さない積鉄心型変圧器用途向けの非耐熱型の磁区細分化材 JGSE<sup>®</sup>シリーズを提供している。

## 2. 開発材の特性

電磁鋼板の鉄損は渦電流損とヒステリシス損に分けられる。渦電流損は交流励磁下の変圧器鉄心内に流れる誘導電流により生じる損失で、その低減には板厚を薄くする、Si 含有量を増加して固有抵抗を高める、結晶粒径を小さくする、

磁区を細かくするなどが有効である。ヒステリシス損の低減には不純物除去による鋼板の清浄化や、磁化しやすいゴス方位と呼ばれる {110}<001>方位粒の圧延方向への集積度を高めて磁束密度を向上させることが有効である。JFE スチールでは鋼板表面へ効率よく局所ひずみを導入することで磁区の細分化を図り、鉄損を大きく低減した JGSE シリーズの販売を 2014 年より開始し<sup>3)</sup>、その後さらなる改善により、従来板厚 0.23 mm では達成できなかった鉄損  $W_{17/50} = 0.70$  W/kg を保証する 070 グレードの開発に成功し、23JGSE070 として製品化している。

23JGSE070 は同グレードの板厚 0.20 mm 材や 0.18 mm 材と比較して、積み工数削減や変圧器組み上げ後の鉄損増加率 BF (ビルディングファクター) にも優れ、好評を博している。

表 1 に 23JGSE070 の磁気特性の一例を示す。23JGSE070 は板厚 0.23 mm の方向性電磁鋼板としては最も低い鉄損を示す材料であり、主に変圧器の効率規制が厳しい地域向けの積鉄心型変圧器用途で使用されている。また、JGSE シリーズは前述の通りゴス方位の集積度が高いという特徴を有しており、低騒音仕様の変圧器用途としても高い評価を得ている。

## 3. おわりに

非耐熱型最高級磁区細分化材 23JGSE070 を積鉄心型変圧器に適用することにより、鉄損の低減により大きな省エネルギー効果が得られるのみならず、静粛性に優れた低騒音仕様の変圧器を作ることができる。

表 1 23JGSE070 の磁気特性例

Table 1 Specification and typical magnetic properties of 23JGSE070

Grade	Thickness	Specification			Typical value		
		Iron loss		Induction	Iron loss		Induction
		Max.	Max.	Min.	1.7 T/50 Hz (W/kg)	1.7 T/60 Hz (W/kg)	800 A/m (T)
23JGSE070	0.23 mm	0.70	0.91	1.90	0.68	0.89	1.93

2023 年 3 月 22 日受付

参考文献

- 1) Sato, K.; Honda, A.; Nakano, K.; Ishida, M.; Fukuda, B.; Kan, T.  
Development of domain refined grain-oriented silicon steel by grooving. J. Appl. Phys. 1993, vol.73, no. 10, p. 6609-6611.
- 2) 佐藤圭司, 福田文二郎, 管孝宏, 日名英司, 後藤公道. 耐熱型磁区細分化方向性電磁鋼板 (RGHPD) の開発. まてりあ. 1995, vol. 34, no. 6, p. 777-779.
- 3) 非耐熱磁区細分化による低鉄損方向性電磁鋼板 JGSE®シリーズ. JFE 技報. no. 36, p. 37-38.

〈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: 03-3957-4779