

加工性に優れた高周波用の薄電磁鋼板^{*1}本田 厚人^{*2} 千田 邦浩^{*3} 定廣 健一^{*3}

Thin Electrical Steel Sheets with Superior Workability for High Frequency Use

Atsuhito Honda Kunihiro Senda Kenichi Sadahiro

1 はじめに

近年、エアコンや冷蔵庫などの電気機器にみられるように、快適性と省エネルギーの要求にこたえるため、インバータ制御を利用した駆動方法が多く用いられるようになってきた。しかし、インバータを用いることによって生じる高調波電流が原因で、電気機器が損傷するという事故が報告されるようになってきた。このため経済産業省による高調波電流規制のガイドラインが設けられ、新しいフィルターを用いた高調波電流抑制の手段などが検討、実用化されてきた。

この新フィルターは高周波スイッチングの手法が利用されるため、高周波特性に優れたアモルファスや高珪素鋼板がリアクトル鉄心材料として用いられてきた。しかし、これらの材料は、高周波の磁気特性には優れたものの、もろくて加工が困難であるため、より加工性に優れた高周波用の材料が求められていた。

川崎製鉄ではこのようなニーズにこたえるため、高周波特性とともに加工性にも優れた新しい鋼板 HiFreqs を開発した¹⁻³⁾のでこれを以下に紹介する。

2 開発の要点

鉄心材料の高周波性能を良くするためには鋼板の電気抵抗を高めて、渦電流損失を低減するのが有効である。通常 Si を添加することにより電気抵抗を増加させるが、3% 以上の添加は鋼板を脆化させ圧延性を損ねる。このため、たとえば CVD などの特殊な方法により Si 量が高められてきた。また、最終製品のもろさを軽減するための手法も種々検討されてきたが、複雑なプレス形状に対応できるまでには至っていなかった。

そこで電気抵抗の増加と加工性を両立させる新たな技術を開発した。

Fig. 1 に Si と Cr の添加による電気抵抗の変化を示す。HiFreqs は鋼板の純度を高めたうえで Si と Cr を複合添加し、その相乗効果により電気抵抗を高めることで良好な高周波特性を達成したものである。

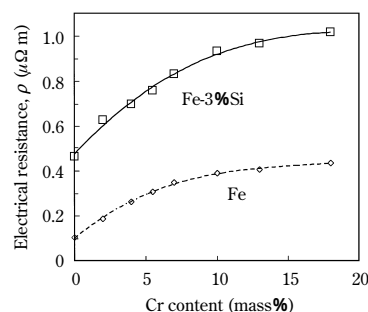


Fig. 1 Effects of Cr addition to iron and 3%Si steel on electrical resistance

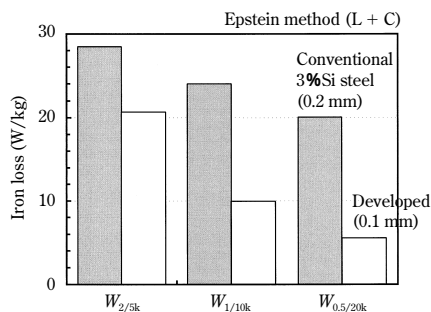


Fig. 2 Comparison of iron loss at various frequencies between developed (0.1 mm in thickness) and conventional 3%Si steel (0.2 mm in thickness)

3 製品の特徴

Fig. 2 に HiFreqs と従来材の鉄損特性の比較結果を示す。電気抵抗が高いため、周波数が高くなるほど HiFreqs の鉄損は低下して、HiFreqs の優位性が増すことが分かる。

Fig. 3 には通常の電磁鋼板と比較して、HiFreqs の機械特性、強度—延性の関係を示す。HiFreqs は、高強度である割には高い延性を示す。これは Cr の添加により Si 鋼のすべり変形機構が変化し、脆化が抑制されたと考えられる。Cr の添加は Fig. 4 に示すように鋼板の耐食性を向上させることにも寄与している。

4 使用例と効果

リアクトルの性能調査を 3 種の鉄心材料について行った。すなわ

^{*1} 平成14年4月22日原稿受付

^{*2} 技術研究所 電磁鋼板研究部門 主任研究員(部長補)・工博

^{*3} 技術研究所 電磁鋼板研究部門 主任研究員(主席掛長)

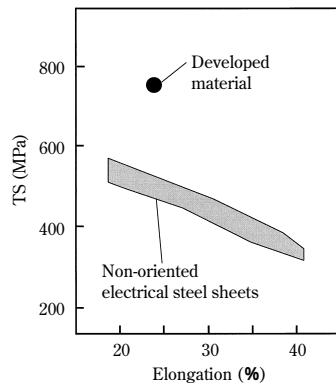


Fig. 3 Tensile strength and elongation of developed material

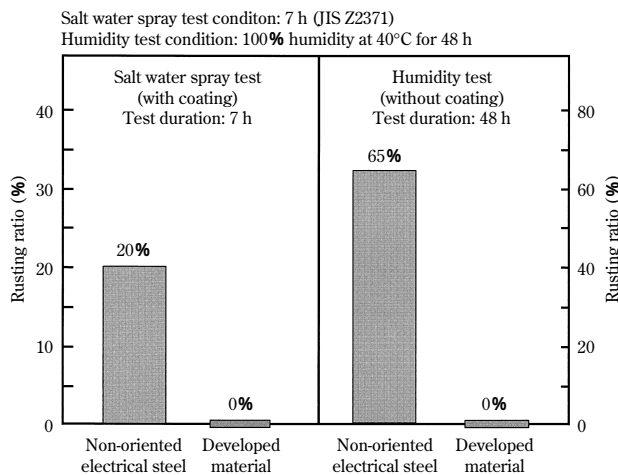


Fig. 4 Corrosion resistance of HiFregs and conventional 3% Si steel

ち、HiFregs 材および 6.5%Si 材を用いて作製したリアクトルと、市販エアコンに使用されているアモルファス材を用いたリアクトルの鉄損を測定した。Fig. 5 にエアコンのインバータ回路を示す。Fig. 6 にリアクトルの比較調査結果を示す。HiFregs 材を用いたリアクトルの鉄損が他の材料に比べて最も低く、リアクトル材として最も良好である。

鉄心材料は通常打抜かれた後、積層、カシメをして用いられる。加工性の不良な材料は、打抜き時あるいはカシメ時に割れが発生するため複雑な形状に加工することは困難である。HiFregs は、Photo 1 に示すような複雑な形状のモータコア加工にも十分耐えられる加工性能を有する。

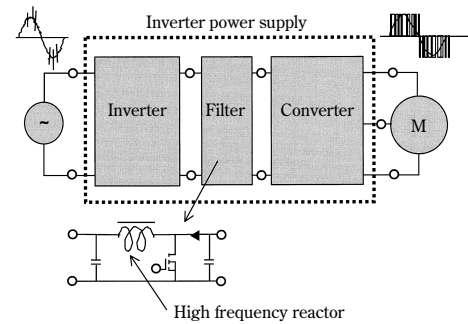


Fig. 5 Schematic diagram of a reactor used in an inverter circuit

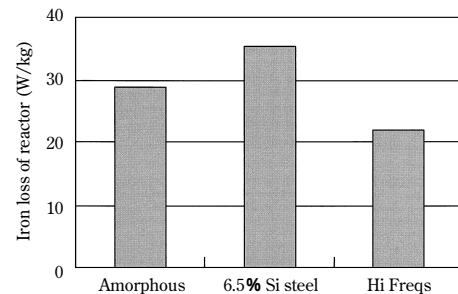


Fig. 6 Comparison of iron losses of reactors using different core materials

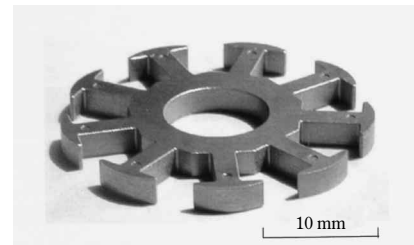


Photo 1 Appearance of a motor core produced by an interlocking lamination method

5 まとめ

川崎製鉄は、インバータ駆動のモータ効率を高め、高調波電流を抑制するために用いる高周波リアクトル材として、高周波磁気特性および加工性に優れた HiFregs を開発した。本材料は耐食性にも優れるため、今後さまざまな分野⁴⁾で使用されることが期待される。

参考文献

- 1) 近藤 修, 河野正樹, 本田厚人, 高城重彰, 小松原道郎: 電気学会基礎材料共通部門大会, (2000)146
- 2) 定廣健一, 近藤 修, 石田昌義, 小松原道郎: 電気学会全国大会, 2 (2001)747
- 3) M. Kawano, O. Kondo, S. Takajo, A. Honda, and M. Komatsubara: The

4th Pacific Rim Int. Conf. on Advanced Material and Processing (PRICM4), The Jpn. Inst. of Metals, (2001)2825

- 4) K. Sadahiro, M. Ishida, A. Honda, and M. Komatsubara: The New Automotive 42 V Power Net, (2001)234