

# 無方向性電磁鋼板に適した溶接やかしめの要らない 接着型コーティング「Bコート」<sup>\*1</sup>

小森 ゆか<sup>\*2</sup> 足立 重好<sup>\*3</sup> 寺嶋 正<sup>\*4</sup>

## Non-Oriented Electrical Steel Sheet with Self-Adhesive Type Organic Coating for the Use of Assembly without Welding or Cramping, “B Coating”

Yuka Komori Shigeyoshi Adachi Tadashi Terashima

### 1 はじめに

電気機器などの鉄心材料に用いられる無方向性電磁鋼板の表面には、渦電流損を減少させるために絶縁被膜が施されている。この絶縁被膜に種々の機能を付与することにより、鉄心組立工程の作業性を高めることが可能である。

無方向性電磁鋼板を利用した鉄心は、まず所定の形状に打ち抜き、積層した後、溶接やかしめにより一体化して利用される。この際、溶接部やかしめ部分は、本来の磁束の流れを乱すために磁気特性を劣化させる。また、一体化といっても部分的な固定により強度を確保しているために、磁化共振による振動や騒音の原因にもなりやすい。

川崎製鉄では、素材本来の磁気特性を活かし、しかも全面的な接着により一体化強度を確保できる「Bコート」を開発した<sup>1)2)</sup>。この「Bコート」は、加熱加圧により絶縁被膜自身が接着するものである。本報では、その機能、性能を紹介する。

### 2 B コートの接着特性

B コート材は、打ち抜き後所定の高さに積層し、加圧しながら加熱する。小型コアの場合はホットプレス法や誘導加熱と加圧を組み合わせる方法などが適している。

以下、B コート材からシングルラップ方式 (2枚の試片を幅2cm、引張方向長さ1cmで重ねて接着、接着温度に到達後1min保持)で試験片を作製し、引張剪断力により接着強度を求めた結果を示す。

Fig. 1 に片面膜厚5 $\mu\text{m}$ の標準Bコートの接着温度と接着強度の関係を示す。150~300 $^{\circ}\text{C}$ の接着温度で10 $\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の良好な接着強度が得られる。接着温度が150 $^{\circ}\text{C}$ 以下あるいは300 $^{\circ}\text{C}$ 以上で接着強度が低下する。適切な加熱なしでは接着せず、例えば、80 $^{\circ}\text{C}$ 、20 $\text{N}/\text{mm}^2$ で48h加熱加圧しても被膜同士の融着は起こらない。

Fig. 2 に標準Bコートの接着加圧力と接着強度の関係を示す。接着加圧力が強くなるほど、安定して高い接着強度が得られるが、

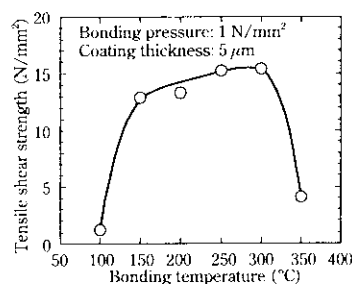


Fig. 1 Tensile shear strength at room temperature after bonding as a function of bonding temperature

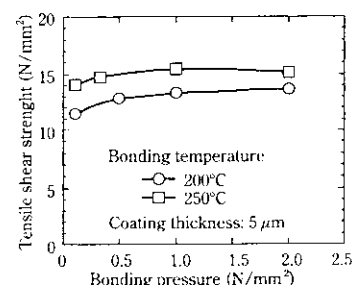


Fig. 2 Tensile shear strength at room temperature after bonding as a function of bonding pressure

1 $\text{N}/\text{mm}^2$ 以上では接着力は飽和する。

Fig. 3 に標準接着条件 (加圧力1 $\text{N}/\text{mm}^2$ 、接着温度200 $^{\circ}\text{C}$ )での膜厚と接着強度の関係を示す。Bコートは通常5 $\mu\text{m}$ の膜厚が施されており、10~15 $\text{N}/\text{mm}^2$ の強度を発揮する。

以上からわかるように、Bコートの望ましい接着条件は次の通りである。

加圧力：0.5~1 $\text{N}/\text{mm}^2$

接着温度：200~250 $^{\circ}\text{C}$

接着温度到達後の保持時間：10s以上

\*1 平成9年7月31日原稿受付

\*2 技術研究所 電磁鋼板研究部門 主任研究員(掛長)

\*3 水島製鉄所 電磁鋼板部電磁鋼板技術室

\*4 水島製鉄所 管理部技術サービス室 主査(課長)

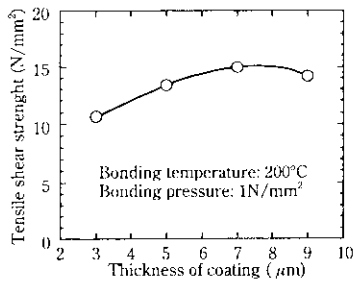


Fig. 3 Tensile shear strength at room temperature after bonding as a function of thickness of coating

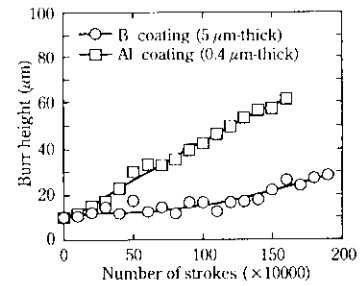


Fig. 4 Punchability of B coating and Al coating using steel dies (15 mmφ) with lubricant

### 3 Bコートの特長

#### 3.1 打抜き性

初期かえり高さが 10 μm になるように調整したスチールダイス (15 mmφ) で打ち抜きを行い、打抜き回数とかえり高さの関係を調査した結果を Fig. 4 に示す。B コートの打抜き性は極めて良好で、打抜き性の良好な半有機系の汎用コート (A1 コート) 以上の優れた性能を示す。したがって、磨耗の激しいスチールダイスを使用した場合でも、金型の研磨回数が減少し、打抜き作業の効率化も期待できる。

#### 3.2 モータ特性

Fig. 5 に 50RM700\*B で作製した交流誘導型のモデルモータ効率に及ぼすコア固定方法の影響を示す。モータコア (外径 108 mmφ, 内径 56 mmφ, 積層枚数 149 枚) を接着方式およびボルト締め方式により固定し、キャリア周波数 1225 Hz の三相インバータにより出力 800 W で駆動した場合のモータ効率を比較した。30~90 Hz のインバータ周波数範囲で接着方式のモータ効率が 0.23~0.58% 高く良好な結果が得られた。

#### 3.3 励磁による騒音

Fig. 6 に接着方式とボルト締め方式で作製した DC ブラシレス型のモデルモータから発生する騒音を比較して示す。励磁による騒音を比較するために、機械音の大きなロータは固定して、無回転で騒音測定を行った。このとき励磁電流は 5 A に固定し、インバータ周波数を 30~300 Hz とした。接着方式の B コートの騒音特性はボルト締め方式の A1 コートよりも騒音が 2~5 dB 小さく良好な結果が得られた。

### 4 使用上の留意点

B コートは無機薬剤を全く含まない有機コートであるため、通常の有機樹脂の取り扱いと同じ、一般的な注意が必要である。すなわち、

(1) コア接着後は、100°C、好ましくは 50°C まで固定したまま冷

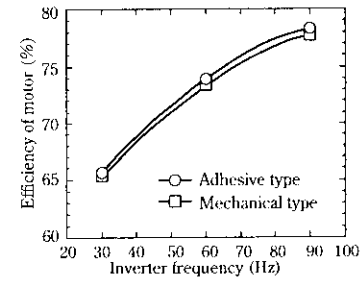


Fig. 5 Motor efficiency of model motor using 50RM700\*B core material

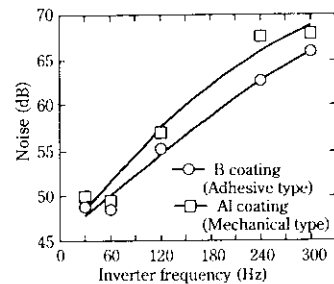


Fig. 6 Comparison of B and Al coatings in noise emitted from model motor

却固化させる。

- (2) 300°C 以上の長時間加熱では、樹脂が熱分解する。したがって、歪取焼鈍が必要な用途には使用できない。
- (3) 高強度の放射線被曝環境下では、樹脂が分解する。

### 5 おわりに

B コートは積層コアに加工する際、磁気特性に不利な溶接やかしめの省略が可能な電磁鋼板で、打ち抜き後に積層して加圧加熱すると短時間で強固に接着する。したがって、強度が必要な積層コア用、磁化共振を嫌う音響機器およびかしめが困難な超小型モータなどに適している。

### 参考文献

- 1) 大日本塗料(株), 川崎製鉄(株): 特公平 06-21274 (特許第 1893909 号)
- 2) 川崎製鉄(株), 大日本塗料(株): 特許第 2574698 号