

Niフリー磁性アタッチメントの開発 —Niを含まない磁気遮蔽材料の検討—

P-4



○菊地 亮, 小野寺継喬, 高田雄京
株式会社 ケディカ



1. 目的

磁性アタッチメントは、義歯をはじめ、インプラントの上部構造やエビテーゼなどの固定にも利用され、高齢化社会での需要も期待されている維持装置である。閉磁路型の構造を持つ磁性アタッチメントでは、磁気回路を利用することにより超小型で維持力が高く、磁場の漏洩が少ない特徴を示すが、磁性ステンレス鋼とニッケルを含む非磁性ステンレス鋼を高精度に組み合わせた磁気回路が必要となる。

このように、閉磁路型ではNiを12mass%含有するオーステナイト系ステンレス鋼が磁気遮蔽材としてシールドリングやスペーサーに用いられ、カップヨーク型磁石構造体全体では平均すると0.2~0.3%前後のNiが含まれている。しかし、ISO 22674やISO 13017あるいはJIS T 6543において、Niは有害元素に指定されており、0.1%以上含有する場合にはその申告が義務付けられている。そのような経緯から、Niフリー磁性アタッチメントの開発を目指し、カップヨーク型の磁気回路に適したNiを全く含まない磁気遮蔽材料を検討することを目的とした。

2. 実験方法

磁性を示すフェライト系ステンレス鋼のSUS XM27(Fe-26Cr-1Mo)の丸棒を実験に供し、1)窒素固溶による丸棒表面の非磁性化と2)メッキ技術による非磁性層の生成を試みた。

1) 窒素固溶

実験1)では、固溶時間を変化させ、図1の装置を用いてステンレス鋼棒に窒素固溶処理(1150°C, N₂:1atm)を行い、丸棒のα相を外周のみγ相に変態(非磁性化)させて磁気遮蔽材料とした。γ相のみの試料を製作し、のX線回折、金属組織観察、機械的性質(引張試験、硬さ試験)、耐食性(アノード分極曲)を調べた。

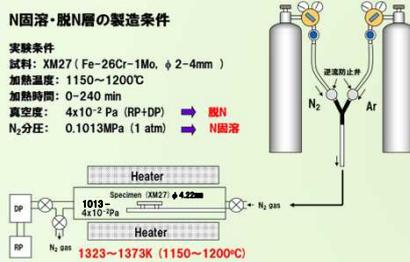


図1 窒素固溶条件と実験装置

さらに、窒素固溶相をカップヨークとレーザー溶接する時に固溶した窒素の放出による溶接はねを抑制するため、丸棒外周に貼り代となる脱窒素層(α相)を付与した多層構造を構築した(図2)。

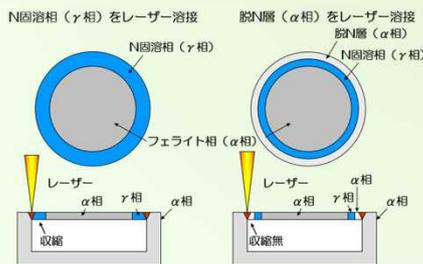


図2 窒素固溶相のみと脱窒素層(α相)付与時の溶接

2) 厚膜メッキ

実験2)では、通常のメッキ液を使用し、Niストライクメッキなしの工程でAuとCrの厚膜メッキを電解により行った。メッキ後の試料を800~900°Cで加熱し、固相拡散処理を付与した。

3. 結果及び考察

1) 窒素固溶

① 固溶相の性状(厚さ)と固溶(加熱)時間の関係

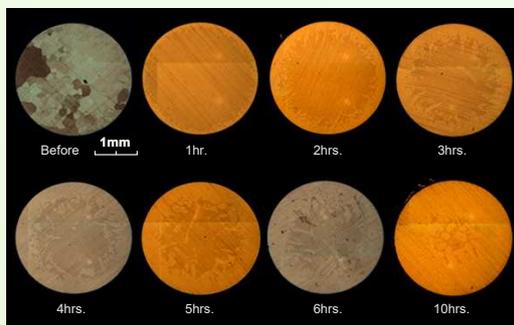


図3 窒素固溶時間と固溶相の厚さの変化

窒素は、ステンレス鋼棒外周から固溶し、固溶時間によって厚さが増加し、磁気遮蔽幅を固溶時間で制御できることがわかった(図3)。

② 固溶相の機械的性質

γ相の機械的性質は、Hv350を超える硬さを有し、引張強さ(約900MPa)、耐力(約700MPa)、伸び(約20%)を示した。また、耐食性については、γ相単独では不動態化保持電流密度が減少し破壊電位も上昇することがわかった(図4)。

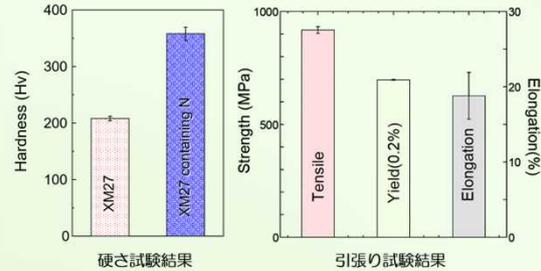


図4 窒素固溶相の機械的性質

③ 試作磁石構造体の吸引力

クラッド加工なしでNiを含まない磁気遮蔽リングを取り付けたディスクヨークを作ることができたため、磁石構造体を試作(図5)した結果、吸引力は従来品と同等(図6)であったが、歩留まりにやや難点があった。

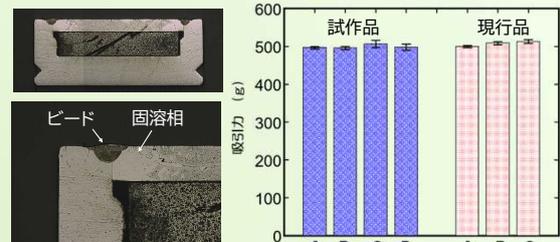


図5 窒素固溶相の機械的性質

図6 窒素固溶相の吸引力

歩留まり向上を目指し、脱窒素による多層構造のシールドリングを試した結果、脱窒素速度が固溶速度の10倍ほど速いため、固溶相の外周に脱窒素層(α相)を形成できた(図7)。α相の貼り代ができたことにより、溶接時の収縮は減少したが、加熱冷却過程が増えたことからCr₂Nなどの析出相が現れ、歩留まりは十分に向上しなかった。

2) 厚膜メッキ

通常、メッキと地金の接合を向上させるため、Niストライクメッキを地金表面に付与するが、Niフリーを実現するため、AuとCrの電解メッキをSUS XM27に直接行った。メッキ層の密着性が懸念されたが、目的の厚膜(50~150μm)のメッキを得ることができた。

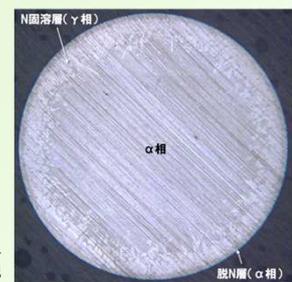


図7 脱窒素による多層構造



図8 AuとCrの厚膜メッキ

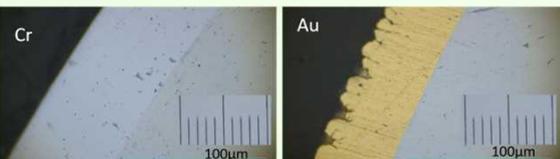


図9 AuとCrのメッキ層(Niストライクメッキなし)

熱処理による固相拡散により、メッキ層の密着性が向上して実用可能な接合が得られた。溶接後に磁石構造体を試作し、磁性アタッチメントの性能を従来品と比較した。Auメッキでは、溶接部に局部腐食が生じたが、Crメッキでは、従来品と同等あり、歩留まりも向上したため、Niを含まない磁気遮蔽材料をメッキを応用することで得ることができた。

4. 結論

非磁性を示す窒素固溶相(γ相)やメッキによる非磁性層を磁石構造体に用いる磁気遮蔽材として検討した結果、地金(SUS XM27)と固相拡散により密着性を向上させたCrの厚膜メッキにその実用性を見出すことができた。厚膜メッキによるディスクヨークの実現により、Niを全く含まない磁気回路を持つ安全性の高い磁性アタッチメントの製造が期待できる。

COI開示

本演題の筆頭発表者は企業に所属しており、研究費及び給与等は株式会社ケディカにより支給されています。