RF プラズマ処理によるステンレスの窒化

日大生産工(院) ○田宮 拓朗 日大生産工 矢澤 翔大 新妻 清純

1.まえがき

ステンレス鋼は鉄(Fe)を主成分としてク ロム(Cr)を10.5%以上含む、錆びにくいとい う特性を持つ合金である。これまで厨房製品 として多く使用されていたが、製造技術と加 工技術の向上により、建設分野や産業機器、 自動車部品に需要が広がっている。中でも近 年は、自動車分野へ需要量が増大している。 自動車分野への使用用途としては排気系部品 への利用が中心となっており、二輪車ではデ ィスクブレーキ材に用いられる。これらの材 料は車体外部の部品であるため高い耐久性が 必要とされ、ディスクブレーキ材には耐摩耗 性が最も重視される。そのため材料の耐摩耗 性を向上させるステンレス鋼の表面硬化処理 技術の確立が望まれている。

ステンレス鋼の硬化技術として、圧延加工 による加工硬化、加熱・冷却の熱処理による 焼き入れ硬化、などが一般的であるがステン レス鋼表面に窒化層を生成することで硬さや 耐摩耗性の向上が見込めることが知られてい る。

ステンレス鋼の硬さ向上を目的とする処理 の中でも、窒化処理法は熱処理変形が比較的 少ない。さらに、他の表面硬化の熱処理より 高い表面硬さが得られる。しかし、窒化によ る硬度の変化とその結晶構造・生成される窒 化物の種類や割合との関連性についてはこれ までに報告がされていない。

そこで本研究では、ステンレス鋼板を窒化

する方法として、ガス窒化法などの排水、排 ガスの処理に問題のある方法と比較すると無 公害であり省エネルギー、かつ低コストであ る RF プラズマによる窒化処理を試みること とした。また、その処理前後での結晶構造及 びステンレス鋼板の表面の硬化との関係を調 べることを目的とする。

本報告では、ステンレス鋼板を窒化処理したものの結晶構造解析の結果を報告する。

2.実験方法

厚さ 0.1 mmのステンレス鋼板を RF プラズマ 装置によって窒化処理を行った。試料の作製条 件を Table 1 に示す。 N_2 ガス雰囲気中で処理時 間を 8min、投入電力を 40~80W まで 10W 刻 みで変化させた。窒化の際のガス圧は 8.0Pa 一 定とし、物性評価方法としては作製した試料の 結晶構造解析に X 線回折装置を用い、硬度測 定にはマイクロビッカース硬さ試験機を用い た。

	0
Background Pressure	$\leq 9.9 \times 10^{-4}$ Pa
RF Power	40~80W
Working gas pressure	8.0Pa
Processing time	8min
Gas	N_2

Table 1 Processing conditions.

Nitriding of The Stainless Steel by The Plasma Treatment Takuro TAMIYA,Issei KANAZAWA,TomohisaFUKADA Shota YAZAWA and Kiyozumi NIIZUMA 3.実験結果および検討

未処理の試料及び各作製条件の試料の 2 θ =20~100°までの結晶構造解析結果をFig.1、 に示す。Fig.1 の結果から、未処理の試料と比 較すると窒化処理を行った試料は新たに複数 のピークがみられた。なかでも、投入電力が 60Wを超えた試料からはピークが大きく変化 していた。60~80Wのグラフを見てみると 2 θ = 74.301、90.11、95.41°で Fe₂N、2 θ = 37.88、43.57、63.82、74.465、90.11、95.41° の位置に Fe₃N のピークを確認することができ た。また、これら 2 種の窒化鉄のピークの他に、 2 θ = 37.88、43.57、63.82、74.465、95.41°の 位置に CrN のピークが確認できた。このこと から、結晶構造解析結果より試料表面に窒化層 が出来ていることが分かる。

表面の硬度については、窒化処理によって硬 度が大きく向上していることが分かったが、窒 化処理条件との関連については現在調査中で



Fig.1 X-ray diffraction patterns(40~80W) 4.まとめ

本研究ではRFプラズマ装置によるステンレ ス鋼板の窒化を試み、窒化処理中の投入電力を 変化させてその最適条件を検討した。実験結果 より、投入電力 60W 以上の試料に窒化物が生 成されていることが確認できる。結果としてス テンレス鋼の窒化に成功した。

作製できる窒化物の割合を窒化処理条件に よって変化させることができれば、割合による 表面硬さへの相関についても得られると考え られる。

また、今後の課題として窒化処理前後の表面 硬さと窒化処理条件との関係性を明らかにす る必要がある。

「参考文献」

- 森 諒平,植田 優,第 157 回鋳造工学全 国 大会概要集(2010)p.135.
- 2) 西本 明生, Journal of the Vacuum Society of Japan 56巻8号(2013)p.303-306.
- Takashi Yoshida, Mamoru Kawakami: Journal of Advanced Science 7巻2号 (1995)p.126.
- 4) 青木 寬治,表面技術 54 巻 3 号 (2003)p.209-211.
- Abdou Garamoon ,IEEE Transactions on 34 (4), 1066-1073 4 (2006).
- 6) 今井 八郎,表面技術 41 巻 3 号 (1990)p.188-194.
- 7) 成田 修二,まてりあ 55 巻 10 号 (2016) p.464-467.
- 菊池 将一,中原 康仁,土橋 孝治,日本材料
 学会誌 61 巻 8 号(2012)p.680-685.
- 9) 山根 健作,皮籠石 紀雄,日本材料学会誌
 59 巻 7 号(2010)p.521-526