窒化チタン薄膜の耐エロージョン特性

木内正人*, 茶谷原昭義*, 堀野裕治*, 木野村淳*, 空野由明*,
藤井兼栄*, 長坂浩志**, 土屋直樹***, 南 吉夫***

Erosion of Titanium Nitride Coatings

Masato KIUCHI*, Akiyoshi CHAYAHARA*, Yuji HORINO*, Atsushi KINOMURA*,
Yoshiaki MOKUNO*, Kanenaga FUJII*, Hiroshi NAGASAKA**,
Naoki TSUCHIYA*** and Yoshio MINAMI***

Key Words : Erosion, Titanium Nitride, Ion Plating, Dynamic Ion Beam Mixing

1. はじめに

近年, ドライブプロセスによるセラミックコーティングを行い, 耐摩耗性, 耐腐食性を向上させるための技術開発が盛んに行われている。特に窒化チタンは, 良好な特性を示す薄膜の形成が比較的容易であり, 装飾用途にも適する外観を有することから, 最も研究が行われているものの一つであり, 有用性についての知見は相当量蓄積されている。しかし, 産業用機械部品などの過酷な条件で使用される部材への応用の場合に問題となる耐エロージョン特性についてはあまり報告がない。そこで, 本報では窒化チタン薄膜の耐エロージョン特性の評価について加速試験を行ったので報告する。

2. 実験方法および結果

試験に用いた窒化チタン薄膜は, ダイナミックミキシング法¹⁾およびイオンプレーティング法²⁾により作製した。

耐エロージョン特性の評価には高圧水の噴射による加速試験を行った。試験には, (株)荏原製作所製のウォータージェットポンプ³⁾を用いた。本機は, $4000\text{kg}/\text{cm}^2$ に加圧した水を被切断対象物に噴射することにより, 鉄鋼材料やコンクリートなどの切断を行う加工機である。図1に示すように, 高圧水を噴射するノズルを, 試料から3mm離して設置し, 試料に対して垂直方向から, 高圧水噴射による衝撃を加えた。ノズル径は, 0.305mm

Fig. 1 The configuration of a nozzle and a specimen for the erosion test.

Fig. 2 A profile of an eroded surface of a TiN coating prepared by the dynamic ion beam mixing technique.

* 大阪工業技術試験所 (〒563 大阪府池田市緑が丘1-8)
Government Industrial Research Institute, Osaka (1-8,
Midorigaoka, Ikeda-shi, Osaka 563)

** (株)荏原総合研究所 (〒251 神奈川県藤沢市本藤沢4-2-1)
EBARA Research Co., Ltd. (2-1, Hon Fujisawa 3-
chome, Fujisawa-shi, Kanagawa 251)

*** (株)荏原製作所 (〒144 東京都大田区羽田旭町11-1)
EBARA Corporation (11-1, Haneda Asahi-cho Ohta-
ku, Tokyo 144)

である。高圧水の噴射量は, $44\text{cm}^3/\text{s}$ である。

ダイナミックミキシング法により作製した試料の窒化チタン薄膜の厚さは, $1.5\mu\text{m}$ であり, その硬度は, ヴィッカーズ硬度で3500であった。基板はSUS 420J2を用いた。この試料に対し, 10秒間の高圧水噴射を行い, 表面粗さ計によって評価したところ, 噴射部位に若干の粗

Fig. 3 A profile of an eroded surface of a TiN coating prepared by the ion plating technique.

Fig. 4 A profile of an eroded surface of a stainless steel plate.

さがみられたが、薄膜の欠損は見られなかった(図2)。

イオンプレーティング法により作製した試料の窒化チタン薄膜の厚さは、 $1.0\mu\text{m}$ であり、その硬度は、ヴィッカース硬度で2000であった。基板はSUS 440Cを用いた。この試料に対し、10秒間の高圧水噴射を行い、表面粗さ計によって測定したところ、深さ $2.5\mu\text{m}$ の穴がみられ、エロージョンによる損傷を受けていることがわかった(図3)。比較のため、未処理のSUS 420J2基板に対して、5秒間の高圧水噴射を行ったところ、深さ 0.32mm の穴があいているのがみられ、未処理の状態では、エロージョンによる損傷は激しいことがわかった(図4)。

3. 考 察

未処理の試料とイオンプレーティング法による窒化チタン薄膜をコートした試料を比較すると、窒化チタンをコートした試料のほうがはるかに損耗量が少なく、窒化チタン薄膜による耐エロージョン特性の改善が行われていることがわかる。

ダイナミックミキシング法による窒化チタン薄膜をコートした試料の場合、10秒間の高圧水噴射では、ほとんど損傷を受けず、イオンプレーティング法による薄膜の場合と比べて耐エロージョン特性が優れていることがわかる。この理由としては2つが考えられる。1つは、基板と薄膜の密着性の違いである。ダイナミックミキシング法で作製した薄膜は、基板との間にミキシング層があるために強い密着性を示すことが知られている⁴⁾。脈動する高圧水による繰り返し応力に対して、ミキシング層に

よる強い密着力のためはく離を免れ、そのために耐エロージョン特性が向上したと考えることができる。もう1つの理由は硬度の違いである。ダイナミックミキシング法により作製した窒化チタン薄膜は、ヴィッカース硬度で3500の硬度を持つため、ヴィッカース硬度で2000のイオンプレーティング法による窒化チタン薄膜よりも耐エロージョン特性がよかったと考えられる。これらのうちのどちらが、耐エロージョン特性の向上に対して、より効果的であるのかについては追加実験による考察を必要とするため、基板の影響も含めて、検討中である。

4. 結 論

高圧水噴射によって、窒化チタン被覆部材の耐エロージョン特性評価のための加速試験を行った。その結果、窒化チタン薄膜のコーティングにより、耐エロージョン特性が向上することがわかった。また、ダイナミックミキシング法により作製した試料は、イオンプレーティング法により作製した試料よりも優れた耐エロージョン特性を示すことがわかった。

(1992-8-31 受理)

文 献

- 1) 佐藤 守, 藤本文範; 真空, 26, 289 (1983)
- 2) D. M. Mattox; *Electrochem. Technol.*, 2, 295 (1964)
- 3) 南 吉夫; エバラ時報, 155, 50 (1992)
- 4) M. Kiuchi, M. Tomita, K. Fujii, M. Satou and R. Shimizu; *Jpn. J. Appl. Phys.*, 26, L938 (1987)