

放電加工による表面処理について

藤本昌義^{*1)}

Surface Modification by Electrical Discharge Machining

FUJIMOTO Masayoshi^{*1)}

This paper presents a new method of surface modification by electrical discharge machining using compressed powder electrode. This method enables a high-speed surface modification which makes a hard layer of about 3 μm - 10 μm thickness on workpiece. The hardness of the layer is about 2000HV.

This method of surface modification by electrical discharge machining have been effective to cutting tools, molds and dies.

1. はじめに

放電現象を金属材料の除去加工に利用する加工方法として「放電加工」が開発・製品化されてすでに40年になる。この間、放電加工は金型製作を中心とした金属加工に無くてはならない存在となってきた。さらに、10年前頃から放電加工による表面処理に関する研究¹⁾が行われ、最近では金型や工具における実用化の研究²⁾が進み、放電加工技術も新しい技術展開を実施している。

放電加工による表面処理法とは、通常の放電加工は金属材料を除去加工するものであるが、この作用と全く逆の加工で、被加工物表面に電極材料の化合物を転移させ、強固な膜を盛りつけていくものであり、従来の放電加工とは大きく異なるところである。本研究に用いた装置を図1に示す。本装置は従来の形彫放電加工機に表面処理用の専用電源部が付加されたものがある。

本報ではこの表面処理法によって得られた皮膜の特性について、基礎的知見が得られたので紹介する。

Fig.1 Photograph of electrical discharge machining



2. 放電表面処理の原理

図1に放電表面処理の原理を簡単に示す。電極にチタンの微粉末を主成分とした圧縮成形されたものを用い、こ

れを形彫り放電加工と同じ要領で専用のパルス電源によって放電を行う。

加工液（油）の絶縁破壊が起こって、火花放電が発生すると、その熱エネルギーで電極材料が溶解してチタンが溶けだし、同時に油もその熱にさらされて分解し、遊離炭素（C）を放出する。これらが化学結合して炭化チタンとなって母材表面に膜を生成する。このように、放電をある程度の時間持続させると、電極と向かい合った母材面全体に炭化チタンの膜が数 μm から十数 μm の厚さまで成長する。

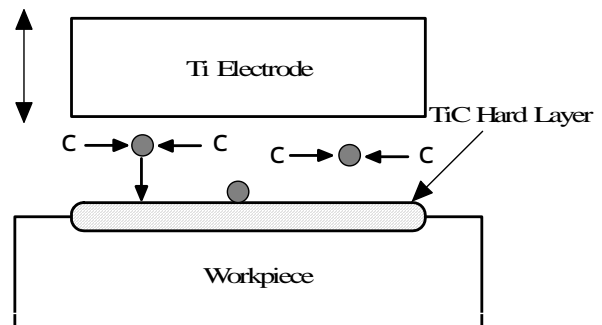


Fig.2 Principle of electrical discharge coating

3. 表面処理膜（炭化チタン膜）の特性

工具鋼の母材上にチタンの圧粉体電極を用いて、放電加工によって表面処理膜を生成させ、その特性について調べた。

放電加工条件（放電電流、パルス時間、加工時間等）を変えて生成した皮膜の表面を電子顕微鏡（SEM）で観察したものを図3、図4及び図5に示す。図3及び図4のSEM像には表面にマイクロクラックが発生しており、特に図3の放電条件では著しい。しかし、図5のSEM像にはマイクロクラックの発生が確認されず、良好な表面であるといえる。

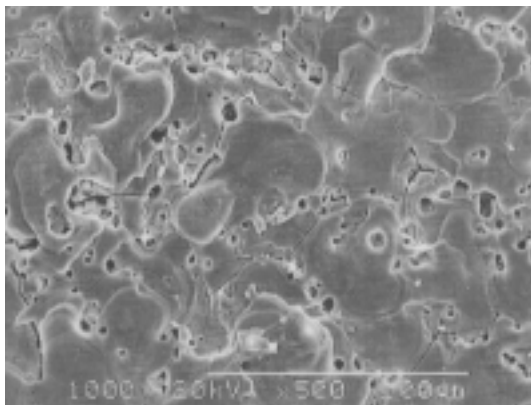
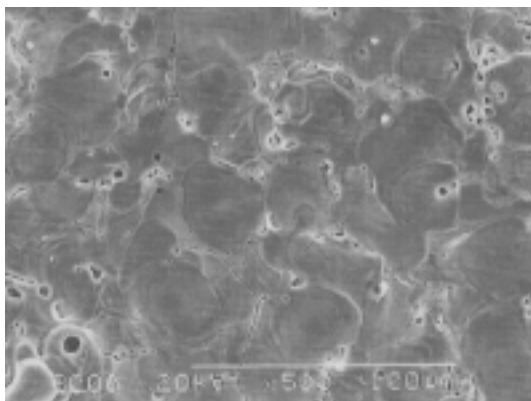
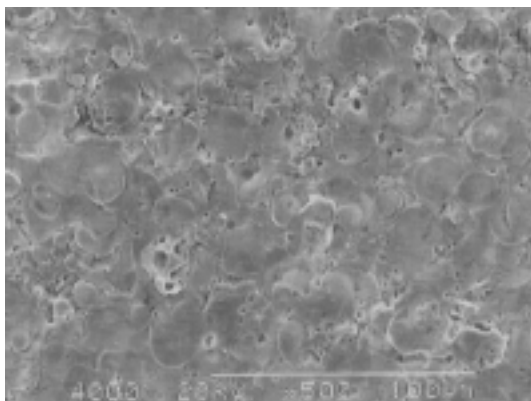
また、それぞれの皮膜の表面粗さを表1に示す。

^{*1)}機械・材料技術チーム

Table 1 Surface roughness of machined surface

	Fig.3	Fig.4	Fig.5
Ra (μm)	1.7	1.0	0.6
Ry (μm)	10.7	6.8	4.9

それぞれの放電条件はの中で、最も大きいエネルギーの放電条件が図3で図4、図5となるにつれてそれを抑制していく条件である。加工時間も図3のものが最も短く(5分/cm²)、図5が最も長い(10分/cm²)条件である。

**Fig.3** SEM photograph of coted surface**Fig.4** SEM photograph of coted surface**Fig.5** SEM photograph of coted surface

また、皮膜の厚さは図3に示したものが最も大きく、そ

の厚さは約10 μm で図5に示したものが約3 μm 程度であった。

皮膜の硬さについて、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて硬さ測定した結果、ばらつきはあるもののどの条件においても皮膜は約2000HVであった。皮膜は母材硬さの5倍近くになった。

皮膜付近の断面をTi-Kの分析した結果、皮膜は当然チタンが検出され、母材表面より少し内側にもチタンの分布が確認できた。このことは皮膜が単に母材表面に付いているのではなく、放電現象の影響を受けて、炭化チタンが母材内部まで浸透しているといえる。

すなわち、密着性の良い膜であると同時に、皮膜を母材表面まで研磨してもそこには炭化チタンが存在し、母材硬さ以上の改質層であるといえる。高純度の炭化チタンはその硬さが2500HVから3000HVであるが、実験した皮膜の硬さが少し小さいのは、硬さ測定時に母材の影響を受けたためだと考えられる。

4. まとめ

(1) チタンの圧粉体電極によって放電を行うと母材表面に炭化チタン皮膜が生成される。

(2) その硬さは高純度の炭化チタンの硬さまでは至らないにしても、一般的な工具鋼を遙かにしのぐ硬さを有しており、また、皮膜が母材内部にまでも浸透している。

以上のことから、この皮膜を金型や切削工具に適用することにより、耐摩耗性が向上され、寿命延長効果が期待できる。処理時間の短さや洗浄等の前処理を必要としないため、従来のPVD、CVDの代替技術として工業製品に十分利用できるものであると考える。

この放電加工による表面処理は他の表面処理方法と比較して、その優れた特性や手軽さ等から、これからの金型加工技術に貢献できる可能性は大きい。また、新しい技術であるので今後もさらに追求していく必要がある。

なお、本研究で使用した装置は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械振興資金の補助金により設置したものである。



参考文献

- 1) 毛利尚武, 齋藤長男, 恒川好機, 初山英教, 宮川昭信; 精密工学会誌, 59, 4, 625 (1993)
- 2) 毛呂俊夫, 後藤昭弘, 毛利尚武, 齋藤長男, 松川公映, 三宅英孝; 精密工学会誌, 68, 8, 1062 (2002)