

# チタンの放電加工による表面改質

キーワード：チタン、放電加工、表面改質、耐摩耗性

## 概要

チタンは比強度が高く、耐食性が良いなどの優れた特性を持つため、様々な分野でその使用が増加しています。しかし、機能性部品として用いるには、耐摩耗性や耐焼付性の点で問題となります。それらの対策として、各種合金化や表面改質の研究が進められています。

放電加工では、油中で加工を行うため、加工液の熱分解で生じる炭素が、加工表面に侵入することが知られています。したがって、チタンの加工においては、加工表面にTiC層の生成が期待されます。チタン材の放電加工による表面改質について、これまで得られた結果を紹介します。

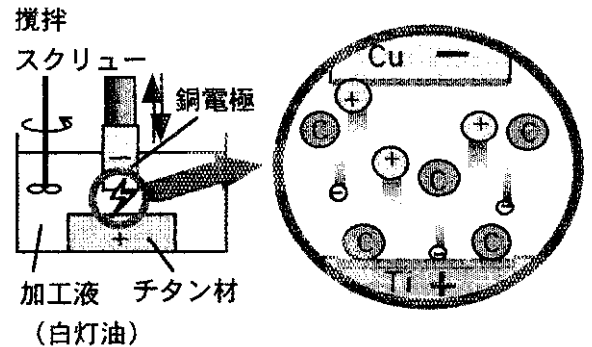


図1 放電加工の概念図

## 解説

図1に放電加工の概念図を示します。試験材としては、純チタン板(純度99.9%)を使用しました。電極材は銅とし、加工液には白灯油を用いました。過去の研究より、加工層の生成には正極性加工が有効であることがわかっているため、極性に関しては正極性としました。また、荒加工条件で加工を行いますと、放電が激しくなるため、加工層の厚みの均一性も薄れ、表面あらかさも悪化し、深いクラックも発生しやすくなります。したがって、仕上げ加工に準じた放電条件を選ぶ必要があります。

図2、3に加工表面のSEM写真と、断面組織を示します。SEM写真では加工表面は放電痕の重なった梨地状の面となります。また、断面組織から、加工表面上にほぼ一様に、厚さ約5 $\mu$ mの加工層が形成されていることがわかります。この加工層の硬さを断面において測定しましたところ、約2200HVでした。これは、母材の純チタンの値、約200HVと比べると非常に高い硬さとなっています。

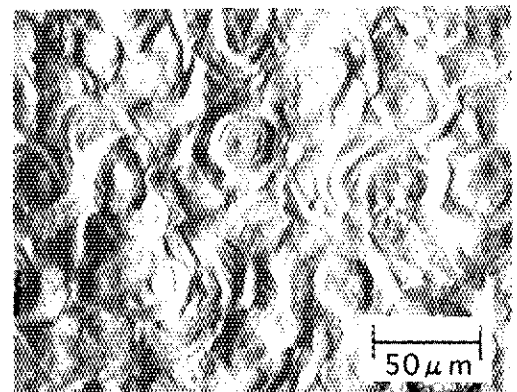


図2 加工表面のSEM像

図4に加工表面から得られたX線回折図形を示します。図から明らかなように、加工によって、新たにTiCの回折線が現れています。

このことは、放電加工により表面にTiC層が生成したことを示しています。

表面あらかさに関しては、現在6A/2 $\mu$ s、 $d = 10\%$ 、正極性加工の条件で $Rz = 3\mu$ mの面が得られています。

得られた改質面の機能を評価するため、摩擦・摩耗特性、耐食性の試験を行いました。

図5に試験時の摩擦係数の変化を示します。母材の純チタンの場合は摩擦時間の経過とともに摩擦係数が増加する傾向が認められ、摩擦係数の

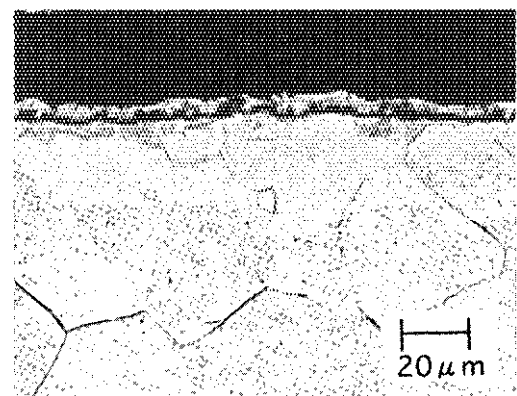


図3 加工面の断面組織

変動も大きくなっています。一方、放電加工面の摩擦係数は試験開始時からほとんど変動せず、常に安定し、母材より低い値を示しています。

図6に摩擦試験後の各試料における摩耗痕の形状を示します。母材の場合は約30 $\mu\text{m}$ と深い摩耗痕が形成されていましたが、放電加工面では摩耗痕は測定されませんでした。

これらのことから、放電加工による表面改質が、チタンの摩擦係数の低減と、耐摩耗性の改善に有効であることがわかります。

また、改質面の耐食性は母材のチタンと比較して、塩水と硫酸に対し良好でした。

以上の結果より、放電加工はチタンの表面改質の一手段として利用できるものと考えられ、それによって、チタンのより一層の高機能化や、適用範囲の拡大が期待できます。

### 用途

チタン製摺動部品、スポーツおよびレジャー関連製品

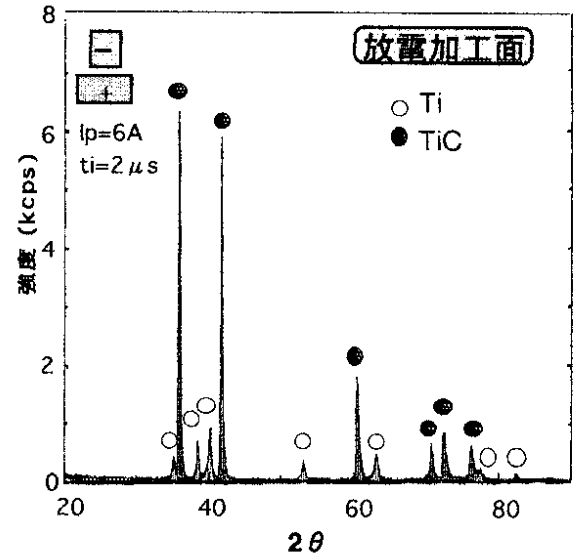


図4 加工表面からのX線回折図形

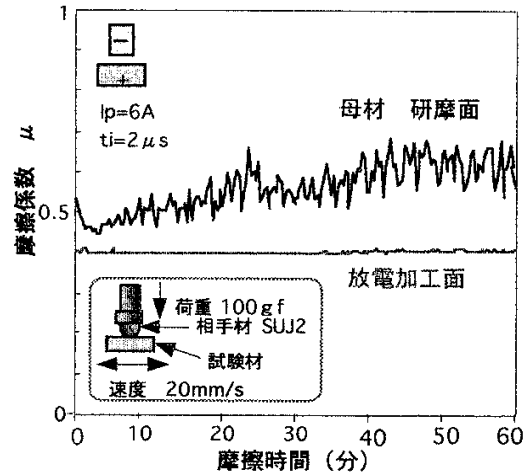


図5 摩擦試験における摩擦係数の時間変化

### 摩耗痕の形状

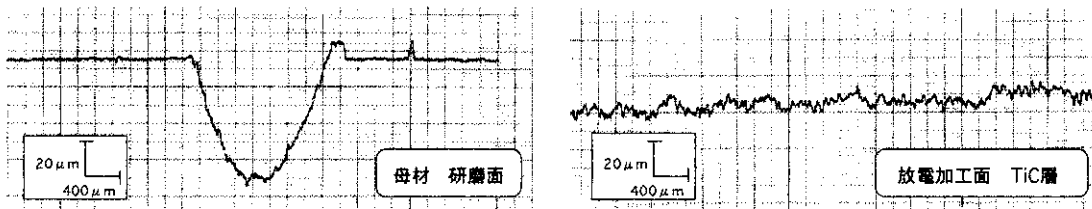


図6 摩擦試験後の摩耗痕の形状