

130 生分解性プラスチック表面における TiO₂ 溶射皮膜の形成挙動大阪大学接合科学研究所
大阪大学大学院大森明, ○中出且之
谷和史The formation behavior of TiO₂ thermal spray coatings on the bio-degradable substrate

by Akira Ohmori, Katsuyuki Nakade, Kazushi Tani

キーワード: 生分解性プラスチック, TiO₂, 溶射Keyword: Bio-degradable plastic, TiO₂, Thermal spray

1. 緒言

プラスチックは加工性に優れ、軽量であるために、生活の隅々にまで浸透しているが、リサイクル率が低いために、プラスチック廃棄物の処理が社会問題化している。しかしその中でも生分解性プラスチックは、自然環境中で二酸化炭素と水に分解するために、環境に優しく、表面改質により皮膜が形成できれば高機能化が可能となる。そこで本研究では、紫外線により光触媒特性を示す TiO₂ 粒子を用いて、生分解性プラスチック表面に TiO₂ 溶射皮膜の形成を試みた。

一方、良好な光触媒特性を得るには、光触媒活性の高いアナターゼ相存在率の高い皮膜を得ることが必要不可欠であるが、TiO₂は1188K以上の温度で光触媒活性の低いルチル相へ容易に変態するために、金属基材上に TiO₂ 粒子を溶射した場合、アナターゼ相の存在率は半分以下になることが多い。しかしながら、溶射により、生分解性プラスチック表面に TiO₂ 皮膜を形成した例はなく、アナターゼ相存在率をはじめとした皮膜の形成挙動は不明である。

そこで本研究では、生分解性プラスチック表面に溶射を行い、溶射皮膜の形成挙動を検討した。

2. 供試材料および実験方法

本研究では基材として 50×50×10 (mm) の生分解性プラスチック「商品名:ピオノーレ」を用いた。

溶射粉末は、一次粒径 0.2 μm のアナターゼ型 TiO₂ 粉末 (以下、A1 粉末) を造粒して、平均二次粒径 33.7 μm に調整した粉末を用いた。Fig. 1 に A1 粉末の表面形状と X 線回折の結果を示す。この粉末は 100% アナターゼ型 TiO₂ により構成されている。溶射皮膜の作成には、大気中プラズマ溶射および高速ガスフレーム (HVOF) 溶射を用いた。それぞれの溶射条件を Table 1 および Table 2 に示す。TiO₂ 溶射皮膜の断面観察には走査型電子顕微鏡 (SEM) を用い、結晶構造解析には XRD を用いた。そして、この XRD 解析結果より、光触媒反応に有効なアナターゼ相存在率を次式 (1) により求めた。

$$f = \frac{1}{1 + 1.265 \frac{I_R}{I_A}} \times 100(\%) \quad (1)$$

I_A: アナターゼ相の最大ピーク値, I_R: ルチル相の最大ピーク値, f: アナターゼ相の存在率

なお、アセトアルデヒドの分解性能に関しては、初期濃度の 1/e に分解する時間を τ と定義し、評価した。

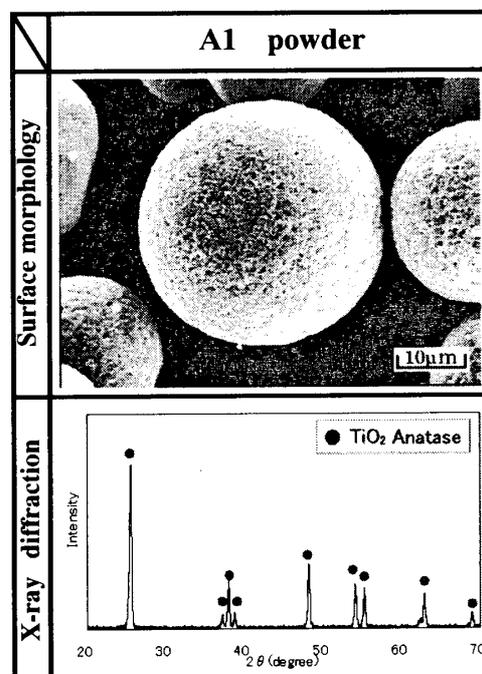


Fig.1 Surface morphology and X-ray diffraction pattern of various anatase-TiO₂ powders.

Table 1 Plasma spraying condition.

Condition	Value
Ar pressure (MPa)	0.42
Spraying distance (m)	0.07
Spraying atmosphere	Air
Arc current (A)	500
Arc voltage (V)	28
Traverse speed of gun holder $\times 10^{-2}$ (m/s)	8.3
Stepping width $\times 10^{-3}$ (m)	5.0
Spraying pass	4

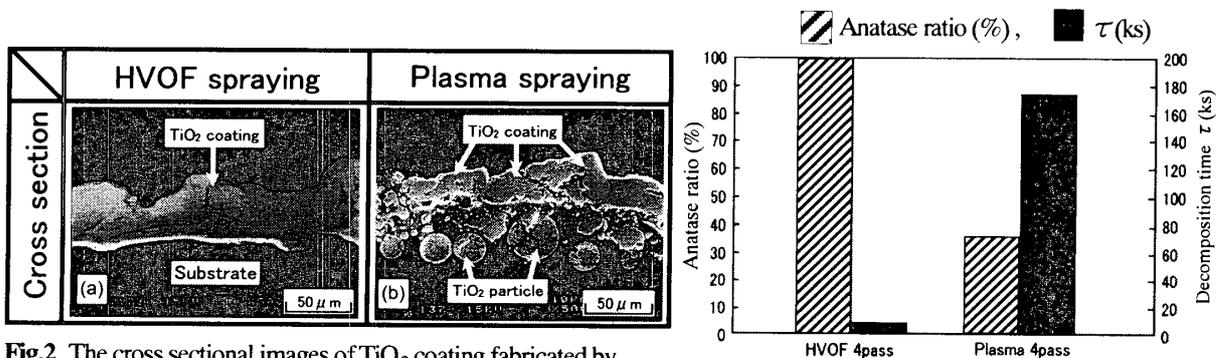
Table 2 HVOF spraying condition

Condition	Value
O ₂ pressure(MPa)	0.55
Fuel gas pressure (MPa)	0.25
Carrier gas pressure (MPa)	0.10
Spraying distance(m)	0.10
Traverse speed of gun holder ($\times 10^{-1}$ m/s)	1.7
Stepping width $\times 10^{-3}$ (m)	5.0
Spraying pass	4

3. 実験結果および検討

Fig.2 は生分解性プラスチック表面に形成した溶射皮膜 (a) および 粒子打ち込み層 (b) を示す。プラズマ溶射を行った場合、TiO₂ 粒子が内部に打ち込まれているのが観察されるのに対し、HVOF 溶射を行った場合、打ち込まれているような形態は観察されず、プラスチックの上に積層皮膜が形成されている。プラズマ溶射の場合は、プラスチック表面が溶融されているために、溶射中、その液層中に TiO₂ 粒子が容易に打ち込まれる。一方、HVOF 溶射の場合は溶射粒子の速度は速いが、フレーム温度が低いため、プラスチック基材の溶融の度合は低くなるはずである。そのために、プラズマ溶射において観察されたような顕著な打ち込みの形態は呈しておらず、基材の上に皮膜が形成された形態となっている。これらの結果より、TiO₂ 溶射皮膜および打ち込み層の形成において、溶射粒子の速度に対する依存性よりむしろ、フレーム温度つまり、TiO₂ 粒子および基材の溶融の度合いに大きく依存するものと考えられる。

Fig.3 に XRD 結果より算出したアナターゼ存在率を示す。生分解性プラスチックに HVOF 溶射を行うと、アナターゼ 100%を呈していることがわかる。同程度のガス圧で HVOF 溶射により、SUS304 ステンレス鋼表面に溶射皮膜を形成した場合でも 60 ~70 %のアナターゼ相存在率であることから、これは、生分解性プラスチックを基材に用いた場合にのみ観察される特有の現象であり、かなり高い光触媒活性を呈することが予想される。プラズマ溶射を行った場合は、フレームの温度が高く、フレーム中を粒子が飛行している時間も相対的に HVOF よりも長くなるために、アナターゼ存在率は 30~40% となった。これらの皮膜を用いて、アセトアルデヒドの分解試験を行った結果、HVOF により生分解性プラスチック表面に作成したアナターゼ 100%の溶射皮膜は、かなり良好な光触媒活性を示しており、プラズマ溶射により作成した TiO₂ 溶射皮膜と比べて、かなり速くアセトアルデヒドを分解できることがわかった。

**Fig.2** The cross sectional images of TiO₂ coating fabricated byHVOF (a) and TiO₂ particles fabricated by plasma spraying (b).**Fig. 3** The anatase ratio and decomposition time (τ).