

## 용사를 이용한 고기능 TiO<sub>2</sub>-생분해성 플라스틱 복합재료의 개발 The Development of Functional TiO<sub>2</sub>-Biodegradable Plastic Composite Material by Thermal Spraying

방 회선\*, 방 한서\*, Akira Ohmori\*\*, Takahiro Nakatsuji\*\*\*, 주 성민\*\*\*\*, 윤 덕영\*

\* 조선대학교 공과대학 항공조선공학부

\*\* JWRI, Osaka University

\*\*\* Graduate school, Osaka University

\*\*\*\* 조선대학교 일반대학원 선박해양공학과

**ABSTRACT** In recent years, plastic waste has been recognized as a worldwide environmental issue. To solve the disposal problem of the plastic waste, alternative treatment such as the use of biodegradable plastic(polybutylene succinate: PBS) is indeed highly in demand due to its merit of PBS buried in soil decomposed into carbon dioxide and water.

In the present study, for the production of further functional PBS with TiO<sub>2</sub> as photocatalyst, which shows the decomposition of detrimental organic compound and pollutant under ultraviolet irradiation, we attempted to prepare photocatalytic TiO<sub>2</sub> coatings on PBS substrate by HVOF and plasma spraying techniques under various conditions using three kinds of agglomerated powders (P200: 200nm, P30: 30nm, P7: 7nm). The microstructures of coatings were characterized with SEM and XRD analysis, and the photocatalytic efficiency of coatings was evaluated through the photo degradation of gaseous acetaldehyde.

Therefore, such functional TiO<sub>2</sub>-Plastic composite material is expected to considerably contribute to the reduction of aggravated environmental problem.

### 1. 서 론

최근 환경문제의 위협으로 대기오염물질의 제거 및 폐기물의 배출절감은 지구환경개선에 필요한 과제로 대두되고 있다.

이러한 문제를 개선하기 위해서 첫째, 유해물질을 분해, 제거할 수 있는 재료의 사용과 둘째, 유해물질을 발생시키지 않고 폐기가 용이한 재료의 사용으로 크게 2가지로 나누어 생각할 수 있다.

상기와 같은 2가지 특징을 갖는 이상적인 기능성 복합재료를 작성하기 위해, 본 연구에서는 모든 재료에 피복이 가능한 장점이 있는 용사법을 이용하여, 흠 증으로 매립하면 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 분해되는 생분해성 플라스틱표면에 대기오염물질을 분해하는 광촉매 반응을 나타내는 TiO<sub>2</sub> 세라믹 피막형성을 하고자 하였다.

따라서 대기오염 물질의 분해와 폐기처분이 용이한 고기능 TiO<sub>2</sub>-생분해성 복합재료를 개발하였고, 아울러 생분해성 플라스틱표면에 TiO<sub>2</sub> 용

사조립분말의 일차입경 변화 및 용사파라메타가 피막형성 및 광촉매 특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 용사분말과 기재

용사분말은 일차입경 200nm, 30nm 및 7nm의 아나타제형 TiO<sub>2</sub> 분말을 PVA로 조립하여 평균 입자입경 33.7nm로 조정된 분말을 사용하였다. 기재는 50x50x5mm의 생분해성 플라스틱 (Poly butylen Succinate)을 사용하였다.

#### 2.2 용사법

피막형성은 고속가스 플래임(HVOF) 용사법을 이용하였고 비교를 위해 플라즈마 용사법로도 피막형성을 하였다. 각각의 용사조건을 Table 1 및 Table 2에 나타내었다.

Table 1 HVOF spraying conditions

Parameter	Value
Spraying atmosphere	Air
O <sub>2</sub> gas pressure(Mpa)	0.5
Fuel gas pressure(Mpa)	0.15, 0.20, 0.25
Carrier gas pressure(Mpa)	0.2
Spraying distance(mm)	100
Transverse speed of gun(mm/s)	170
Spraying pass	1, 4

Table 2 Plasma spraying conditions

Parameter	Value
Spraying atmosphere	Air
Ar pressure(Mpa)	0.5
Arc current(A)	500, 800
Arc voltage(V)	28
Spraying distance(mm)	100
Transverse speed of gun(mm/s)	170
Spraying pass	1, 4

### 2.2 TiO<sub>2</sub> 용사피막 특성 및 광촉매 특성 측정법

용사조립분말과 용사파라메타에 따른 TiO<sub>2</sub> 용사 피막의 특성 및 광촉매 특성을 파악하기 위해, SEM을 이용하여 표면, 단면조직을 관찰하고 XRD 결정구조 해석결과와 아세트알데히드 분해 실험에 의한 광촉매성능의 평가실험결과를 비교하였다. 결정구조 해석시 광촉매반응에 유효한 아나타제상 존재율 f 다음 식에 의해 구하였다.

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

*I<sub>R</sub>*: rutile상의 최대피크값  
*I<sub>A</sub>*: anatase상의 최대피크값

아세트알데히드 분해실험은 먼저, 실내온도 273 (K), 습도 40(%)로 조정하고 용적 2000ml의 밀폐용기내에 TiO<sub>2</sub> 용사피막을 설치한 후 분해 가스로 기체상태의 아세트알데히드를 용기내에 농도 100ppm이 되도록 조정하여 용기내에 주입한다. 그 후 파장 360nm의 자외선을 조사하고 시간에 따른 용기내의 아세트알데히드 농도의 변화를 측정한다.

### 3. 실험결과

#### 3.1 HVOF용사법에 의한 TiO<sub>2</sub>-생분해성 플라스틱 복합재료의 특성

HVOF용사법을 이용하여 제작한 TiO<sub>2</sub>생분해성

플라스틱 복합재료의 TiO<sub>2</sub> 조립분말의 일차입경이 변화에 따른 피막의 단면조직 및 XRD결과를 Fig.1에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이, 플라스틱기재 표면이 파형을 보이는데, 이것은 용사시 열에 의한 기재표면의 연화 또는 용융 및 HVOF용사법의 특징인 고속비행용사입자의 충격에 의한 것으로 생각된다. 또한, 미용융의 구형상의 입자가 관찰되나, 이것은 플라스틱기재 표면의 용융부가 바인더효과를 나타내어, 기재위에 TiO<sub>2</sub>피막이 형성된다고 생각되어진다. 그리고 피막의 두께가 일차입경이 작아짐에 따라 얇아짐을 알 수가 있다. 이는 일차입경이 작아지면 조립분말의 밀도가 감소하기 때문에 조립분말의 충격에너지의 차의 영향이라고 생각된다. 한편, 아나타제상 존재율을 살펴보면, 일차입경이 7nm로 작아질 경우에 50.6%의 낮은 값을 나타낸다. 이것은 일차입경이 작아짐에 따라 각각의 분말로의 입열이 쉬어짐에 따라 아나타제상에서 루틸상으로 변태했기 때문이라고 생각되어진다.

#### 3.2 TiO<sub>2</sub>생분해성 플라스틱 복합재료의 광촉매 특성

용사분말의 일차입경과 연료가스압에 따른 아세트알데히드 분해실험에 의한 광촉매성능을 평가한 결과를 Fig.2에 나타내었다. 일차입경 200nm 및 30nm의 피막은 우수한 광촉매성능을 나타내지만, 7nm의 피막에서는 그다지 광촉매성능을 나타내지 않았다.

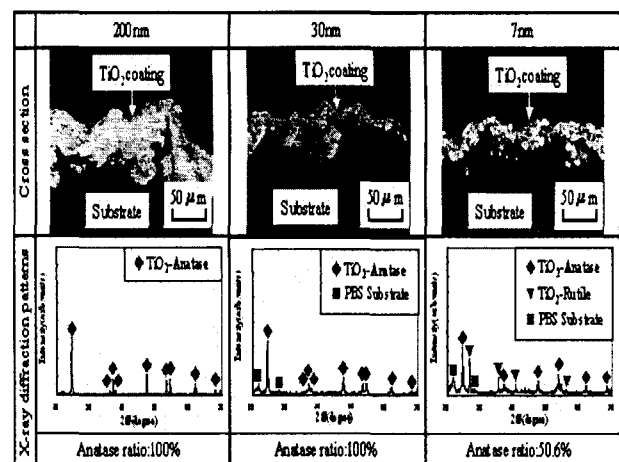
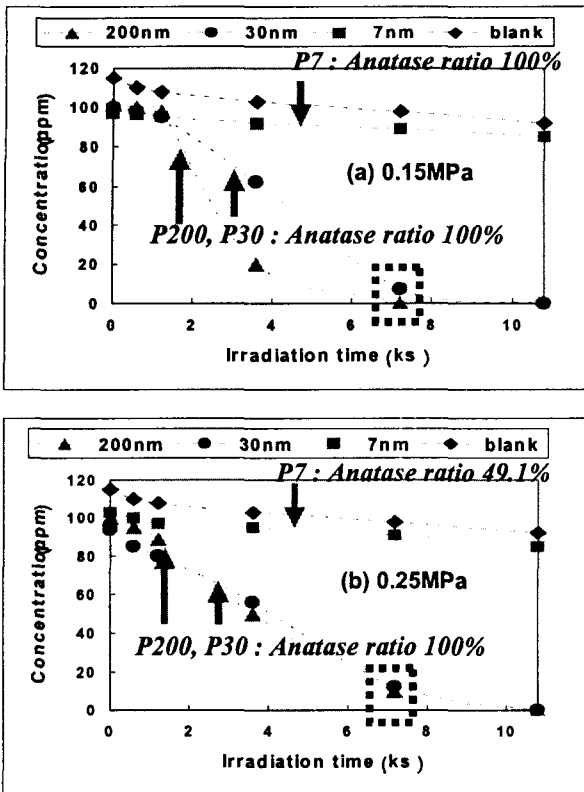


Fig.1 The cross sections and X-ray diffraction patterns of HVOF sprayed TiO<sub>2</sub> coating. (Fuel gas pressure: 0.25MPa, 1pass)



aqueous organic pollutants by UV-irradiated titania, Journal of Catalysis 200 (2001), pp. 10/20.

Fig.2 The photo-catalytic decomposition characteristics of the acetaldehyde gas by coating sprayed with various primary particle sizes.

#### 4. 결 론

1) HVOF용사법을 이용하여 피막을 형성한 아나타제율 100%을 나타내는 P<sub>200</sub>, P<sub>30</sub> 용사피막은 연료가스압에 관계없이 효과적인 광촉매특성을 나타내었다.

2)반면에, P<sub>7</sub> 용사피막은 광촉매 특성을 보이지 않았는데, 이는 광촉매반응을 하는 피막의 매우 작은 표면적과 낮은 아나타제율로 기인된다고 사료된다.

#### 참고문헌

1. F.X. Ye and A. Ohmori: Investigation of the photo catalytic efficiencies of plasma sprayed TiO<sub>2</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> coatings, Proceedings of the International Thermal spraying Conference (2003), pp. 169/74.
2. G. Lian and Z. Qinghong: Effects of amorphous contents and particle size on photocatalytic properties of TiO<sub>2</sub> nanoparticles. Journal of Scripta Materialia. 44 (2001), pp 1195/98.
3. J. Matos and J. Laine: Effect of type of activated carbons on the photo-catalytic degradation of