

## PVDF도막특성에 미치는 무기나노립자의 영향

현수경, 최정남

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《금속, 화학공업부문에서는 주체화, 현대화의 구호를 높이 들고 우리의 원료, 연료와 최신과학기술에 의거하여 생산을 추켜세우기 위한 투쟁을 힘있게 벌임으로써 인민경제전반을 활성화하고 인민생활을 향상시키는데 필요한 철강재와 여러가지 화학제품을 원만히 생산보장하여야 합니다.》

PVDF수지는 함불소중합물가운데서 내후성, 내산성, 내부식성, 환경오염방지성능, 곰팡이방지성능 등이 비교적 좋은 수지이며 여러가지 금속밀재료를 도장하는데 쓰이므로 건축도료로 많이 응용되고있다.[1]

PVDF칠감은 PVDF수지, 아크릴계수지, 안료, 유기용매와 첨가제로 구성되였다. PVDF수지는 기본막형성물질로 되어 그것이 칠감의 기본기능을 결정하게 된다.[2, 3]

우리는 PVDF칠감에 무기나노립자를 첨가하여 도막의 물리적특성을 고찰하였다.

### 실험 방법

시약으로는 PVDF수지(《Kynar 500》),  $\text{TiO}_2$ (립도 50nm이하),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ (립도 80nm이하),  $\text{SiO}_2$ (립도 30nm이하), 메틸메타크릴라트(MMA), 부틸아크릴라트(BA), 글리시딜메타크릴라트(GMA), 메틸에틸케톤(MEK), 아빈(AIBN)을, 기구로는 4구플라스크, 항온가열조, 자동적하깔때기, 펌프장치, 온도계를 리용하였다.

아크릴수지의 합성 MMA, BA, GMA, AIBN, MEK를 일정한 비율로 혼합하여 4구플라스크에 넣고 70℃에서 2h동안 반응시켜 고형분함량이 60%인 아크릴수지용액을 얻었다.

무기나노립자를 첨가한 불소수지도막의 제조 PVDF, 무기나노립자, 유기용매를 250mL 유리병에 넣고 20min동안 분산시키고 려과하여 PVDF칠감을 얻었다. PVDF : 아크릴수지 = 70 : 30 되게 미리 합성한 아크릴수지용액과 혼합하여 고형분함량이 40% 되게 용액을 제조하였다.

제조한 PVDF칠감을 일정한 량의 메틸에틸케톤으로 희석한 후 대리석판에 분무하고 도막층을 250℃에서 15min동안 열처리하고 자연냉각시킨 다음 도막의 특성을 측정하였다.

도막의 흔들이경도는 국규 2608 : 1985, 내마모성은 국규 7746-24 : 1997, 충격세기는 국규 2607 : 1985에 따라 측정하였다.

### 실험결과 및 해석

나노 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 영향 나노 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화는 표 1과 같다.

표 1. 나노 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화

| 첨가량/% | 마모량/mg | 흔들이경도 | 충격세기/(kg · cm) | 광택도/% |
|-------|--------|-------|----------------|-------|
| 0     | 18.5   | 0.65  | 50             | 52.5  |
| 0.3   | 15.4   | 0.66  | 50             | 53.3  |
| 0.5   | 14.7   | 0.67  | 50             | 54.0  |
| 0.8   | 14.0   | 0.68  | 50             | 54.4  |
| 1.7   | 19.9   | 0.70  | 50             | 41.5  |
| 2.5   | 17.4   | 0.74  | 50             | 28.0  |
| 3.5   | 18.4   | 0.74  | 50             | 17.3  |
| 4.0   | 18.0   | 0.75  | 50             | 10.8  |

표 1에서 보는바와 같이 나노 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 립자의 첨가량이 0.8%까지 증가함에 따라 도막의 내마모성이 점점 높아지지만 1.7~4.0%일 때에는 오히려 낮아졌다. 또한 첨가량이 증가함에 따라 흔들이경도는 높아졌으나 광택도는 첨가량이 0.8%까지는 커지다가 그 이상에서는 작아졌다. 충격세기에서는 변화가 없었다. 이것은 적당한 량의 나노립자가 불소수지와 일정한 물리적가교결합을 형성하기때문이라고 볼수 있다.

나노 $\text{TiO}_2$ 의 영향 나노 $\text{TiO}_2$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화는 표 2와 같다.

표 2. 나노 $\text{TiO}_2$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화

| 첨가량/% | 마모량/mg | 흔들이경도 | 충격세기/(kg · cm) | 광택도/% |
|-------|--------|-------|----------------|-------|
| 0     | 18.5   | 0.65  | 50             | 52.5  |
| 0.3   | 18.5   | 0.69  | 50             | 55.3  |
| 0.5   | 18.4   | 0.73  | 50             | 57.4  |
| 0.8   | 18.4   | 0.77  | 50             | 59.1  |
| 1.7   | 17.0   | 0.73  | 50             | 51.1  |
| 2.5   | 16.6   | 0.76  | 50             | 45.4  |
| 3.5   | 15.8   | 0.76  | 50             | 39.4  |
| 4.0   | 18.8   | 0.80  | 50             | 38.1  |

표 2에서 보는바와 같이 나노 $\text{TiO}_2$ 립자의 첨가량이 0.3~0.8%까지는 내마모성에서 변화가 거의나 없지만 0.8~3.5%까지 증가할 때 점차 높아졌다. 흔들이경도는 0.8~3.5%일 때 뚜렷한 변화가 없다가 첨가량이 4.0%일 때 높아졌다. 충격세기는 나노 $\text{TiO}_2$ 립자의 첨가량에 관계없이 일정하였는데 이것은 나노 $\text{TiO}_2$ 립자가 도막층의 충격세기에 영향을 미치지 않는다는것을 알수 있다.

나노 $\text{SiO}_2$ 의 영향 나노 $\text{SiO}_2$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화는 표 3과 같다.

표 3. 나노 $\text{SiO}_2$ 첨가량에 따르는 PVDF도막의 력학적성능과 광택도변화

| 첨가량/% | 마모량/mg | 흔들이경도 | 충격세기/(kg · cm) | 광택도/% |
|-------|--------|-------|----------------|-------|
| 0     | 18.5   | 0.65  | 50             | 52.5  |
| 0.3   | 16.1   | 0.69  | 50             | 45.4  |
| 0.5   | 14.5   | 0.77  | 50             | 40.1  |
| 0.8   | 13.9   | 0.85  | 45             | 33.3  |
| 1.7   | 17.5   | 0.84  | 45             | 11.2  |
| 2.5   | 16.5   | 0.80  | 45             | 7.5   |
| 3.5   | 19.5   | 0.77  | 45             | 2.6   |
| 4.0   | 18.0   | 0.74  | 45             | 1.9   |

표 3에서 보는바와 같이 나노 $\text{SiO}_2$ 립자의 첨가량이 0.3~0.8%일 때 PVDF도막층의 내

마모성은 현저히 높아지지만 그 이상에서는 낮아졌다. 흔들이경도는 나노SiO<sub>2</sub>립자의 첨가량이 증가함에 따라 높아졌다. 그러나 나노SiO<sub>2</sub>립자를 0.8%이상 첨가할 때 도막의 충격세기는 떨어지며 광택도도 작아졌다.

실험에서 모든 나노립자의 첨가량이 많을수록 PVDF도막층의 광택도가 작아졌는데 특히 나노SiO<sub>2</sub>립자를 첨가하였을 때 특별히 작아졌다.

흔들이경도, 내마모성과 같은 다른 력학적성능지표값들은 나노립자의 첨가량에 따라 변화규칙이 일정하지 않았다. 그러나 명백한것은 PVDF칠감속에 적은 량의 무기나노립자를 첨가하면 도막층의 내마모성과 경도를 높일수 있다는것이다.

실험결과 나노Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>립자를 0.8%정도 첨가할 때 비교적 좋은 PVDF도막을 얻을수 있는데 이때 도막층의 광택도는 변하지 않고 내마모성과 경도는 크게 높아졌다.

## 맺 는 말

무기나노립자를 PVDF칠감에 첨가하여 도막의 물리적특성을 고찰함으로써 도막의 성능을 높일수 있는 합리적인 무기나노립자와 그 첨가량을 확증하였다.

결과 나노Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>립자를 0.8%정도 첨가할 때 광택도와 충격세기를 유지하면서 PVDF도막의 내마모성과 경도가 높아진다는것을 알수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Sainan Li et al.; Journal of Coatings Technology and Research, 10, 339, 2013.
- [2] 尤华 等; 氟硅涂料行业年会, 9, 64, 2011.
- [3] 刘兰轩 等; 材料保护, 39, 36, 2006.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

## Effect of Inorganic Nanoparticle on the Characteristics of PVDF Coating

*Hyon Su Gyong, Choe Jong Nam*

We considered the physical characteristics of coating by adding the inorganic nanoparticles to PVDF paint, and determined the reasonable inorganic nanoparticle and its content for better PVDF coating performance.

PVDF coating comprising nano-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particle of 0.8% exhibits better wear resistance and degree of hardness while the degree of gloss and impact strength is preserved.

Key words: PVDF, nanoparticle