

# 자외선 경화형 수지 코팅층 접착특성 평가 Experimental Study on the Characteristics of UV Curable Coating Layer

\*윤재성, 권기환, 김재현, #유영은

\*J. S. Yoon, K. H. Kwon, J. H. Kim, #Y. E. Yoo (yeyoo@kimm.re.kr)

한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : coat, UV resin, adhesion, film, polymer

## 1. 서론

지난 수십 년간 감광성 혹은 열 반응성 고분자 수지의 코팅 공정은 폭넓게 연구되어 왔으며, 그 응용분야 또한 다방면으로 확대되어 왔다. 전통적으로 코팅 소재 및 공정기술은 부식성 금속 소재의 화학적 안정성을 향상시키기 위한 연구로서 진행되어 왔으며[1], 자동차와 같은 가혹한 사용 환경에서의 구조체에도 적용되어 왔다[2]. 이 밖에도 구조체 표면의 내마모성 향상을 위한 고분자 수지의 코팅 공정 연구도 있다 [3]. 최근에는 유연(flexible) 전자장치의 관심이 급증하고 있어서 코팅 소재의 기계적 제어를 통한 유연 기판으로의 코팅 공정 연구도 진행되고 있다[4]. 투명한 소재를 코팅공정에 적용할 경우 광학적 응용분야가 크게 확대되며 [5], 마이크로/나노 입자를 혼합한 새로운 소재의 코팅 공정은 다기능성 고품질 코팅 제품을 얻을 수 있으므로[6, 7], 꾸준한 관심과 연구의 대상이 되고 있다. 공정기술과 더불어 신소재 개발 및 소재 물성 향상을 위한 연구도 다수 진행되었으며[8, 9], 코팅층의 열적, 기계적 물성 측정 및 분석에 관한 연구도 공정, 소재 기술과 더불어 병행되고 있다[10]. 본 연구에서는 자외선 경화 수지의 코팅

공정변수 조절을 통하여 접착 특성의 변화를 고찰하였으며, 향후 접착력 제어를 위한 기반을 제공하고자 한다.

## 2. 실험 및 토의

본 연구에서는 고분자 (Polyethylene Terephthalate: PET) 필름에 자외선 경화형 수지를 도포하면서, 표 1과 같이 필름을 가열하면서 온도를 달리 하여 코팅 공정을 수행하였다. 코팅 공정속도는 약 40 mm/s 로 동일하게 설정하였으며, 코팅 후에는 그림 1과 같이 4군데에서 코팅 두께를 측정함으로써 코팅의 균일도를 조사하였다. 그림 2는 각 시편별 측정 위치에 따른 코팅 두께의 측정 값을 나타낸다. 결과에서 보듯, 코팅 공정시 PET 기판의 온도가 높은 경우에 보다 균일한 두께의 코팅층이 얻어졌으며, 코팅 두께 또한 얇은 것으로 측정되었다. 이는 수지의 온도가 상승하며 점도가 감소하기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 점도가 높은 경우에는 코팅 롤의 진행에 의한 수지의 유동성이 저하되므로 상대적으로 두꺼운 코팅층이 얻어지며 보다 불균일하게 도포된다. 그림 3은 설정된 코팅 간극 (coating gap)에 대한 실제 코팅 두께의 오차를 보여 준다. 이는 코팅 공정의 제어 특성을 살펴보기 위한 것으로서, 0에 가까울수록 코팅 두께의 제어 성능이 우수한 것임을 나타낸다. 앞선 결과와 마찬가지로, 전반적으로 기판의 온도가 높은 경우 두께의

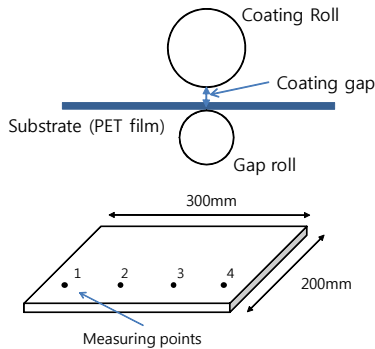


Fig. 1 Schematic diagram of the experiments

Table 1 Experimental conditions

Test ID	Temperature of substrate (°C)	Coating gap (μm)
Case I	23	10
Case II	23	7
Case III	40	2
Case IV	40	4

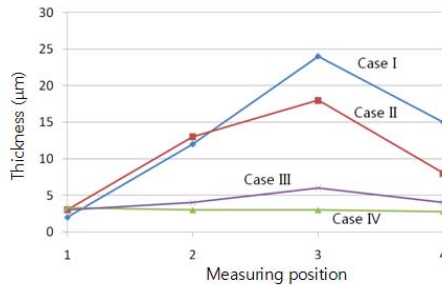


Fig. 2 Thickness of coating layers

오차가 작음을 알 수 있다. 가장 우수한 제어 성능은 기관 온도 40°C, 코팅 간극이 4 µm인 경우에 얻어졌으며(case IV), 기관 온도가 40°C, 코팅 간극이 2 µm인 경우(case III)에는 약 ±40%의 오차 내에서 코팅층이 형성되었다.

### 3. 결론

자외선 경화수지의 코팅 공정 실험을 통하여 온도조절의 효용성을 검토하였다. 실험 결과, 기관을 가열함으로써 수지의 점도를 낮추어 유동성을 확보하면 두께의 균일성을 향상시키며 공정의 제어 특성을 확보할 수 있지만, 코팅 간극이 일정 수준 이하로 작아지면 이 방법만으로는 제어성 확보에는 한계가 있음을 알 수 있다. 따라서 보다 얇은 박막 코팅의 제어성 향상을 위해서는 기관의 온도 조절 뿐만 아니라 소재의 물성제어, 표면 특성 제어 등 다방면의 공정조건 검토가 요구된다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 일환인 “대면적 점착 제어 공정 및 모듈화 기술 개발”과제의 도움으로 수행되었으며 이에 감사하는 바이다.

### 참고문헌

1. Malucelli, G., Gianni, A. Di., Deflorian, F., Fedel, M. and Bongiovanni, R., "Preparation of ultraviolet-cured nanocomposite coatings for protecting against corrosion of metal substrates", *Corrosion Sci.*, **51**, 1762-1771, 2009.
2. Maag, K., Lenhard, W. and Loeffles, H., "New UV curing systems for automotive applications", *Prog. in Org. Coat.*, **40**, 93-97, 2000.

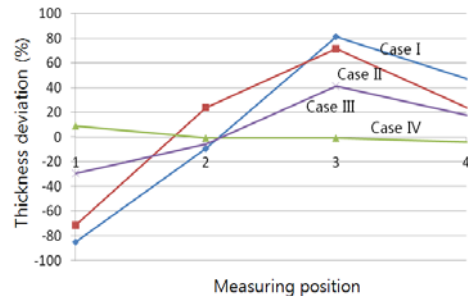


Fig. 3 Thickness deviation from the coating gap

3. Hozumi, A., Kato, Y. and Takai, O., "Two-layer hard coatings on transparent resin substrates for improvement of abrasion resistance", *Surf. Coat. Technol.*, **82**, 16-22, 1996.
4. Schwalm, R., Haeussling, L., Reich, W., Beck, E., Enekel, P. and Menzel, K., "Tuning the mechanical properties of UV coatings towards hard and flexible systems", *Prog. in Org. Coat.*, **32**, 191-196, 1997.
5. Masson, F., Decker, C., Andre, S. and Andrieu, X., "UV-curable formulations for UV-transparent optical fiber coatings I. Acrylic resins", *Prog. in Org. Coat.*, **49**, 1-12, 2004.
6. Bauer, F., Flyunt, R., Czihal, K., Ernst, H., Naumov, S. and Buchmeiser, M. R., "UV curing of nanoparticle reinforced acrylates", *Nuc. Instru. & Methods. in Phys. Res. B*, **265**, 87-91, 2007.
7. Loewenhielm, P., Nystroem, D., Johansson, M. and Hult, A., "Aliphatic polycarbonate resins for radiation curable powder coatings", *Prog. in Org. Coat.*, **54**, 269-275, 2005.
8. Johansson, M., Glauser, T., Jansson, A., Hult, A., Malmstroem, E and Claesson, H., "Design of coating resins by changing the macromolecular architecture: solid and liquid coating systems", *Prog. in Org. Coat.*, **48**, 194-200, 2003.
9. Choudhary, V., Agarwal, N. and Varma, I. K., "Evaluation of bisacrylate terminated epoxy resins as coatings", *Prog. in Org. Coat.*, **57**, 223-228, 2006.
10. Bongiovanni, R., Malucelli, G., Sangermano, M. and Priola, A., "Properties of UV-curable coatings containing fluorinated acrylic structures", *Prog. in Org. Coat.*, **36**, 70-78, 1999.