

# 핸드폰 코팅의 점착력 측정에 관한 연구 Investigation of Coating Adhesion of Cellular Phone

김광일<sup>1</sup>, \*김창래<sup>1</sup>, #김대은<sup>2</sup>

K. I. Kim<sup>1</sup>, \*C. L. Kim<sup>1</sup>, #D. E. Kim(kimde@email.com)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>2</sup>연세대학교 기계공학부

Key words : Adhesion, Coating, Cross Cut Test, Pull-off Test, Reliability

## 1. 서론

핸드폰의 표면 상태는 디자인, 색상과 같은 시각적인 특성에 매우 중요한 영향을 미친다. 그러나 지속적인 사용에 따라 코팅층의 마모가 발생하며 이를 방지하기 위한 코팅 기술의 최적화가 요구된다. 또한, 코팅층의 마모 및 내구성을 평가하는 방법이 체계적으로 수립되어야 신뢰성을 확보할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 cross cut test 방법<sup>1,2</sup>을 고찰하고 이를 개선하기 위해 추가적으로 pull-off test 방법<sup>3</sup> 적용하였다. 그리고 코팅과 모재 사이의 경계면에서 발생하는 불균일한 응력 분포를<sup>4</sup> 줄이기 위해 플렉시블 커플링을 이용한 새로운 방법을 제시하였다. 또한 pull-off test 에 의해 발생된 힘과 박리된 표면을 분석하여 파손된 코팅층의 인장력과 전단력을 계산하였다.

## 2. 실험 시편 및 실험 방법

본 연구에서 실험 시편은 PC substrate 위에 UV 코팅과 금속 코팅을 한 후에 우레탄과 UV 코팅을 하여 제작하였다. 점착력 측정 방법에서는 알루미늄 스티드(stud)와 코팅층 사이에 에폭시를 사용하여 박리를 유발하였다. 그러나 Cross cutting 에 의한 표면의 파손은 코팅의 점착력을 명확하게 평가할 정도로 유발되지 않았음을 확인하였다. Fig. 1 과 같은 Pull-off test 를 이용하여 스티드를 잡아당길 때 코팅층의 경계면에서 발생하는 정렬 문제를 해결하기 위해 360 도 휨이 가능한 플렉시블 커플링을 이용하였다.

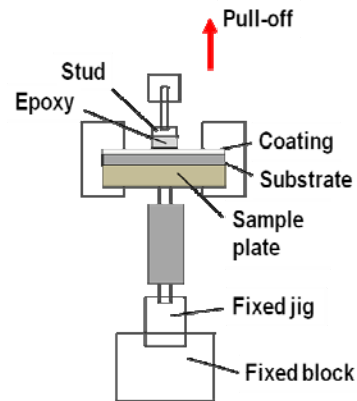


Fig. 1 Schematic diagram of pull-off test process

## 3. 실험결과 및 고찰

선행 연구를 통해 코팅층의 정확한 표면 파손 부위를 찾고 이를 분석하기에는 한계점이 있다는 것을 알게 되었다. 따라서 더 강력한 에폭시를 사용하여 cross cutting 을 시행하지 않고 직접 pull-off test 를 실시하여 Fig. 2 와 같은 표면 파손을 얻을 수 있었다.



Fig. 2 Optical image pull-off test

플렉시블 커플링을 사용하지 않은 경우에는 코팅층의 파손된 부위에 아주 심한 균열들이 발견되었으며 박리된 코팅층의 위치도 다양했다. 그러나 Fig. 3 과 같이 플렉시블 커플링을 사용하였을 때는 파손된 표면에 크랙이 전혀 발견되지 않았을 뿐만 아니라 동일한 층에서 박리가 된다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, Pull-off strength 를 구하고, 그 파손된 표면의 반지름과 높이를 측정하여 인장력과 전단력을 정량적으로 얻을 수 있었다.

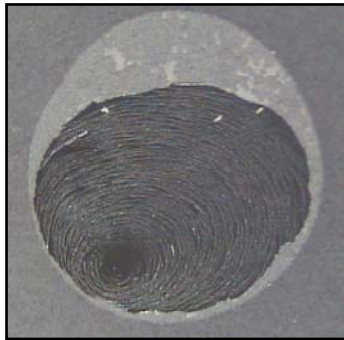


Fig. 3 Optical image after pull-off test with flexible coupling

#### 4. 결론

본 연구에서는 핸드폰 코팅층의 점착력을 평가하기 위해 Cross cut test 방법의 적합성 여부를 고찰하였다. Cross cut test 에 의해 파손된 코팅층은 스크래치의 경계면에 의해 결정되며 정량적인 힘을 측정하거나 가장 취약한 코팅층을 결정하는 방법으로는 한계점이 있었다.

Pull-off test 에 의한 코팅층의 점착력 측정 방법은 다층 구조를 가진 코팅층에서 가장 취약한 코팅층을 찾는 데 유리하고 플렉시블 커플링을 사용하여 측정값의 신뢰성을 향상하였다.

Pull-off test 에 의해 결정된 힘과 파손된 코팅층의 표면 분석을 통해 취약한 코팅층의 경계면에서 작용하는 인장력과 그 전단면에서 작용하는 전단력을 얻을 수 있었다.

#### 후기

이 논문은 2010 년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2010-0018289)

#### 참고문헌

1. Chen, H., Wang, J. and Huo, Q., "Self-assembled Monolayer of 3-aminopropyltrimethoxysilane for Improved Adhesion between Aluminum Alloy Substrate and Polyurethane Coating," *Thin Solid Films*, **515**, 7181 - 7189, 2007
2. ASTM D3359-08, "Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test," ASTM International.
3. ASTM D4541-09, "Standard Test Method for Pull-off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers," ASTM International.
4. Mittal, K. L., "Adhesion Measurement of Thin Films," *Electrocomponent Science and Technology*, **3**, 21 - 42, 1976.