

**알루미늄 합금의 양극산화 및 착색에 의한 피막물성에 관한 연구**  
**A study of properties for colored layer and anodic oxidation of**  
**aluminium alloy**

고일석, 한성호\*, 김상권\*

한양대학교 금속재료공학과, \*한국생산기술 연구원

**1. 서론**

현대 산업에서 알루미늄은 중요한 위치를 차지하고 있다. 그중에서 알루미늄은 표면상의 피막형성과 특이한 기공성 피막 때문에 알루미늄 양극산화 처리를 통해서 피막내부에 금속을 전착시킬 수 있다는 것은 표면처리분야에 있어서 현저한 위치를 차지하고 있다고 말하더라도 과언은 아니다.

알루미늄 피막내부에 금속을 전착시키는 기술은 금속에 도장을 통하여 색상을 띠게 만드는 방법이나, 일반 코팅 또는 라이닝 방법에 비해서 색상유지도가 뛰어나고, 피막의 박리나 자외선등에 의한 변색 및 탈색등이 기존의 방법보다 상대적으로 우수하다. 본 연구에서는 알루미늄에의 양극산화처리와 전해착색을 병행하여 실험, 피막내 물성을 중점적으로 연구하였다.

**2. 실험방법**

a) 시험편

본 실험에서 알루미늄 위에 피막을 용해시켜 기공성 피막을 만드는 양극산화처리와 피막속에 금속염을 석출시켜 피막색상을 나타내게 하기 위해서 공업용 알루미늄 압출재로 쓰이는 알루미늄과 마그네슘과 규소가 주성분인 알루미늄 6063T6 (Al 99.9% + Mg 0.45~0.9% + Si 0.20~0.6% + 기타 0.1%이하)을 모재로 하여 실험하였다

AC와 DC에서 파형을 자유자재로 입력할 수 있는 Programmable powersupply를 사용하여 computer로 전해시간, 파형, 전류밀도와 주파수를 제어할 수 있도록 설치하였다. 전해욕조로 20ℓ polypropylene tank를 사용하였으며 air agitation 방법으로 전해시 욕조내의 온도를 일정하게 하고, 전해액과의 반응이 균일하게 일어나 피막이 일정해지도록 PVC tube에 일정간격으로 구멍을 내어 욕조바닥에 설치하였다. 전해온도를 24 ~ 26℃ 맞추기 위해서 heater로 온도 조절하였다

시험편의 전처리 공정으로 알루미늄 압출재인 Al 6063T6 합금 rod (가로 8cm, 세로 10cm)를 세로방향으로 각각 10cm씩 잘라내어 먼저 시험편위의 기름기나 불순물이 존재시에 얼룩, 구름김 등이 발생할 수 등을 제거하기 위하여 70℃의 detergent 10%수용액

에서 3분간 탈지한 후 수세하고, 온도 80℃의 10% 수산화나트륨 수용액에서 15초간 액중에서 알카리 에칭시킨 시편을 수세후 바로 질산 10% 수용액에서 스머트를 완전히 제거시킨다.

b) 양극산화처리 공정

표면적 120cm<sup>2</sup>로 전류밀도 1.5 A/dm<sup>2</sup>, 18 l 전해욕조 중에 10wt% 황산을 첨가하고, 시편을 전해착색 하기 위한 금속염 CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O를 1 l 당 15g/l, 30g/l, 45g/l, 60g/l, 75g/l로 잘 녹여서 각각 액 중에 첨가하였다. 공업적으로 전해착색에 쓰이는 염은 용해도 초과시 의미가 없으므로 (포화용해도 82g/l) 75g/l 까지 실험하였다. 또한, 충분히 교반하기 위해서 전해욕조 바닥에 튜브를 설치하고 compressor에 연결하여 2~3 kgf/cm<sup>2</sup>의 air agitation을 하고 전해액과 반응성이 적은 납판 두 개를 각각 세로28cm, 가로 18cm로 잘라 음극간의 거리를 45cm로 전극과 시편을 설치하고 전극사이에 구리막대를 놓고 알루미늄 rack을 걸어 시편을 연결하였다

3. 결과 요약

각 DC와 voltage의 (+)와 (-)의 비율을 변수로, AC로 전해한 시편을 10분, 20분, 30분 간격으로 전해하였을 때의 피막두께는 거의 직선적으로 증가하는 경향을 보인다. 또한, (a)에서 (e)까지 대체적으로 DC에서 AC보다 현저하게 피막두께 형성시간이 빨라졌음을 알 수 있으며, AC에서 (+)비율이 높아질수록 평균 0.4~1μm정도 피막두께가 증가하는 경향이 나타났다. 이를 보아 AC에서 (+)성분이 피막성장에 영향을 미쳐 (+)성분의 비가 클수록 피막의 성장이 촉진되는 것으로 추정된다.

Fig에서는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 전해욕에 착색에 필요한 금속염 CuSO<sub>4</sub>를 15g/l, 30g/l, 45g/l, 60g/l, 75g/l로 2배에서 5배까지 증가시 AC에서 피막두께 증가에 있어서 2μm이하로 많은 차이를 보이지 않고 피막두께가 계속 선형으로 증가한다.

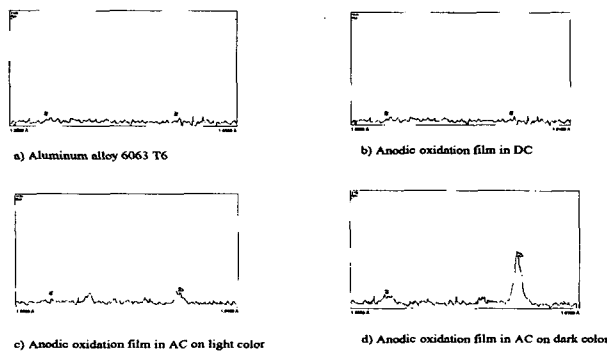


Fig. 6 Copper analysis of anodic oxidation film in WDS

SEM /WDS으로 전체적인 피막성분을 spectrum을 통하여 분석한 결과, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% 용액에 CuSO<sub>4</sub> 첨가한 전해액에서 Anodizing시 color가 짙어질수록 Cu양과 S양

이 증가하는 것으로 나타났고, 또한 DC에서는 Al 모재 6063T6와 비교하여 미소한

차이를 보임으로서 WDS의 wavelength에 의한 분석법에서 0.05 atomic percent 이하는 noise로 처리할 수 있으므로, DC 피막속에 S와 Cu가 불검출 되었다.

WDS로 피막 속의 copper양을 분석한 결과 1.3508Å 과 1.6108Å 사이에서  $K\alpha$ ,  $K\beta$ 에 해당하는 peak에서 Cu peak가 나타났고, AC와 DC를 중첩한 경우에는 피막색상이 light brown에서 dark brown으로 색상이 진해질수록 0.4180Å에서 1.1625Å으로 copper양이 증가했다.

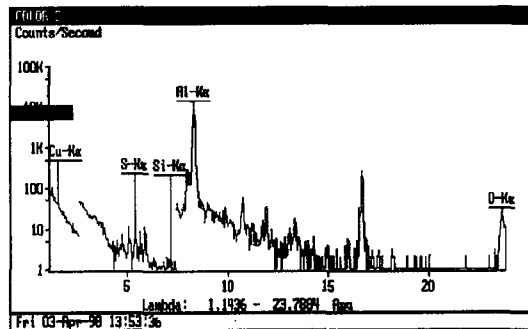


Fig WDS of copper deposition on the surface of 6063 T6 extruded alloy

이를 보아 색상이 짙어지는 것과 피막 속의 Cu양의 변화와 관련이 있는 것으로 추정할 수 있다. WDS에서 Cu양의 변화를 각각 분석해 본 결과  $K\alpha_2$  최외각에서 Cu가 DC에서 검출되지 않았으나 AC와 DC를 중첩한 경우에서 또한 AC의 비율이 높을수록 Cu양이 높게 검출되었다.

전해착색을 통하여 나타난 색을 munsell의 색차계를 통하여 분석해 본 결과 visual 방법과 온도에 따라 색상에 대한 반복 재현성이 있는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. S. H. Han : Ph. D. Thesis, UMIST (1986)
2. G. E. Thompson, R. C. Furneaux, J. S. Goode and G. C. Wood, Trans. Inst. Metal Finish., 56, p159-179(1978)
3. J. P. O'Sullivan and G. C. Wood, Proc. Royal Soc. London, A317, p511-535(1970)
4. S. H. Tan, Ph. D. Thesis, University of Manchester(1982)
5. G. E. Thompson and G. C. Wood, Nature, London, 290, p230-265(1981)
6. G. A. Dorsey, Plating, 57, p1117-1135(1970)
7. J. P. O'Sullivan, Ph. D. Thesis, University of Manchester(1978)
8. Principles of Color Technology 2nd. ed. Fred W. Billmeyer, Jr and Max Saltzman.