

# ALDC 12종의 경도와 내식성에 미치는 어닐링 열처리의 영향

조황래<sup>+</sup>·이명훈<sup>\*\*</sup>·이성열<sup>\*\*\*</sup>·문경만<sup>\*\*\*\*</sup>

## The Effect of Annealing Heat Treatment Affecting Hardness and Corrosion Resistance of ALDC 12 Al Alloy

Hwang-Rae Cho<sup>+</sup>, Myeong-Hoon Lee<sup>\*\*</sup>, Seung-Yeol Lee<sup>\*\*\*</sup>, Kyung-Man Moon<sup>\*\*\*\*</sup>

**Abstract :** ALDC 12 Al alloy is often corroded with some forms such as pitting corrosion, intergranular corrosion, and galvanic corrosion etc., in case of severe corrosion environment like seawater. Annealing heat treatment was performed to improve the corrosion resistance of ALDC 12. Hardness was decreased with increasing of annealing temperature, however its corrosion resistance was clearly improved with increasing of annealing temperature.

**Key words :** Intergranular corrosion, Annealing heat treatment, Hardness, Corrosion resistance

### 1. 서론

Al 합금은 산업현장에서 폭 넓게 이용되고 있으나, 때로는 가혹한 부식 환경 하에서 응력 부식, 갈바닉 부식, 공식, 입계 부식 등이 불가피하게 발생하기도 하며 이를 억제하기 위해서 첨가 성분의 종류와 첨가량의 조절 및 다양한 열처리 등의 방법에 대해서 끊임없는 연구가 진행되고 있는 실정이다<sup>[1]-[5]</sup>.

한편, 최근들어 드럼 세탁기 내부의 드럼 받침대로 이용하고 있는 Al 합금 KS 규격(ALDC 12종)의 부식 문제가 자주 발생되고 있는 것으로 보고 되고 있다<sup>[6]</sup>. ALDC 12종은 2종 및 3종에 비해서 가격면에서 경제성은 있으나 연구결과에 의하면 내식성이 떨어지며 양극 분극 곡선후의 표면사진에서 입계부식이 발생되었음이 보고 되었다.

본 연구에서는 ALDC 12종을 온도 변수에 따른 어닐링 열처리를 하였을 경우 내식성에 미치는 열처리 효과로 전기화학적 측면에서 비교 고찰하여 보았다. 그리고 열처리에 의한 내식성 향상은 ALDC 12종을 산업 현장에서 폭 넓게 사용할 수 있는 계기를 마련함으로써 경제적인 측면에서 그 의미가 크다고 사료된다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 열처리 방법 및 시험편 제작

본 실험에 사용된 시험편의 조성분은 Table 1과 같다.

Table 1 The data of chemical composition(wt%) of ALDC12 Al alloy

	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Al	Series
ALDC 8	2.5	11.5	0.3	1.0	0.9	0.5	0.5	0.3	Residual	Al-Si-Cu

주조시의 냉각 불균일 등에 의해서 생기는 잔류 응력을 제거하고 재질을 연화시켜 내식성을 향상시키기 위해서 실시하는 풀림처리(100℃, 200℃, 300℃, 400℃, 500℃ 각 1h 가

열 후 노냉)를 실시하였다.

그리고 시험편은 가로 2cm, 세로 2cm의 시험편을 만든 후 샌드페이퍼로 200번에서 400, 800 및 1000번까지 차례로 연마한 후 아세톤으로 탈지 하였다. 그리고 시험편의 윗부분 가장자리에 구멍을 뚫어 동선으로 연결한 후 노출면적 1cm<sup>2</sup>만을 남기고 나머지는 에폭시 수지로 절연 시켰다.

#### 2.2 측정 방법

시험 용액은 천연 해수를 사용했으며 침지시간에 따른 부식 전위 변화 및 양극과 음극의 분극곡선을 측정하였다. (주사속도: 1mV/s) 그리고 사이클릭 볼타메트릭 선도(주사속도: 30 mV/s, 측정 범위: -1.2V~6.0V)를 측정하고 동시에 교류 임피던스를 측정하였다. 측정 장치는 Won. A. Tech사의 CMS-100 프로그램이며 기준전극은 SCE전극을 사용하였다. 그리고 열처리에 따른 표면의 조직사진과 양극 분극곡선 후의 부식 상태를 SEM에 의해 관찰하였다. 또한 열처리 후의 온도에 따른 표면 경도를 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1의 주괴사진 중의 밝은 영역은 응고과정 중에 발생된 조형 α 상이며, 그물망 형태의 어두운 영역은 (α+Si)의 공정조직이다.

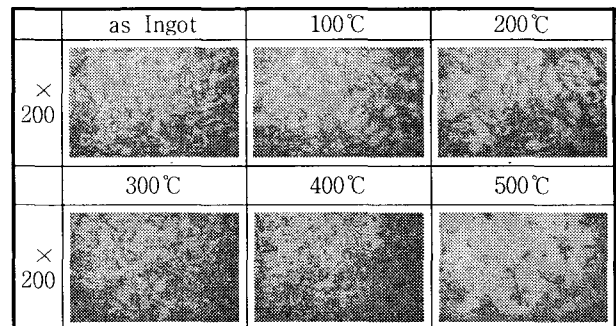


Fig. 1 Optical microstructure of specimens annealed for 1 hr

+ 조황래(한국해양대학교 기계소재공학부), E-mail: lab@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4352

\*\* 이명훈, 한국해양대학교 기관시스템공학부

\*\*\* 이성열, 한국해양대학교 기계소재공학부

\*\*\*\* 문경만, 한국해양대학교 기계소재공학부

또한 (Al-Fe-Si)로 구성된 화합물  $\beta$  상이 침상 형태로 소량으로 존재하며,  $Al_6(Fe,Si)$  화합물인  $\theta$ 상이 미세하고 등근 형태로 극미량 존재할 수 있는 것으로 생각된다.

Fig. 1에 의하면, 풀림처리의 온도가 증가될수록 균질화가 진행되어  $\alpha$  상 영역이 증가하며, ( $\alpha+Si$ )의 공정조직이 감소됨을 보여주고 있다. 한편, ALDC 12는 용체화처리 후 시효경화 열처리를 하여도 석출물이 그다지 출현하지 않으며,  $\alpha$  상 중에 Cu와 Mg가 고용되는 것으로 알려져 있다

Table 2는 각각의 온도에서 풀림처리한 시편에 대하여 측정된 미소비커스 경도를 표시하고 있으며, 7회까지 측정된 후 최대값과 최소값을 제외한 나머지 값에 대한 평균치를 표시하였다.

Table 2 The values of vickers hardness(HV) with various annealing temperatures

	As Ingot	100℃	200℃	300℃	400℃	500℃
Average	86.9	84.0	84.4	77.7	72.0	68.2

Table 2에 의하면 열처리 온도가 증가함에 따라 경도가 감소되고 있으며, 이에 대한 원인은 열처리 온도가 증가함에 따라 결정립이 조대화되기 때문이다.

한편, 알루미늄합금 주물에 관한 KS D 6008 규격에 의하면, AC8A는 ALDC 12와 화학적 조성이 유사하며, AC8A의  $T_5$  처리는 주조후 200℃에서 4h 시효처리하도록 규정되어 있다. 따라서 Table 2의 200℃에서 열처리한 시편에 대한 경도가 저하되지 않는 이유는 풀림처리에서 약간의 석출경화가 기여하기 때문인 것으로 생각된다.

Fig. 2는 각각의 온도에서 열처리한 시험편의 첫 번째 사이클을 보여주고 있다.

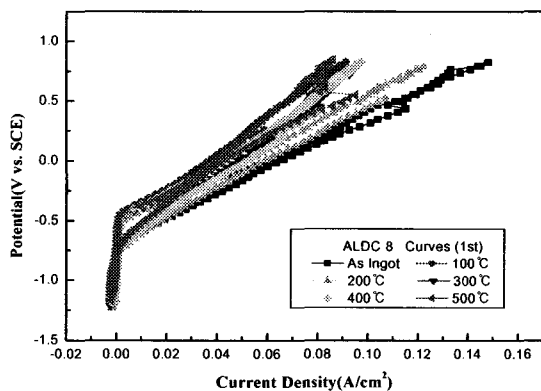


Fig. 2 Variation of cyclic voltammogram of 1st cycle with various annealing heat treatment

열처리 하지 않은 시험편에 비해서 열처리한 시험편의 경우 모두가 사이클릭 폭선이 왼쪽으로 치우쳐 있음을 알 수 있으며 이것은 열처리한 시험편의 분극저항이 비열처리한 시험편에 비해서 크며 동시에 내식성이 향상되었다는 것을 알 수 있다.

그리고 Table 2의 경도값과 비교해 보면 경도값이 낮을수록 내식성이 우수한 상관관계가 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

지금까지 ALDC12종을 각종의 온도에서 어닐링 열처리 하여 내식성 비교실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 풀림처리의 온도가 증가함에 따라 결정립의 조대화 및 균질화는 증가하여 내식성은 향상되었으나 미소비커스 경도는 감소하였다.
2. 200℃에서 열처리한 경우 양극 및 음극 분극곡선 상에서 부동태 전류밀도 및 확산한계 전류밀도가 가장 적은 값을 나타내었다.
3. 경도값과 내식성 사이에는 상관관계가 있음을 알 수 있으며 내식성만을 필요로 하는 경우에는 500℃의 풀림처리가 바람직한 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

- [1] 李鶴烈, 金屬腐蝕工學 淵鏡文化社, 1991
- [2] 梶山正孝, 非鐵金屬材料學, 工口社, 1975
- [3] Murakami, Y., Advanced Materials and Technology, Proc. 2nd Int. Conf. Kobe, Japan, pp. 113-122, 1991
- [4] Phillips, H. W. L., Annotated Equilibrium Diagrams of Some Aluminum Alloys Systems, Monograph No. 25 London: Int. Metals, pp. 57, 1959
- [5] Sakamoto, A., Advanced Materials and Technology, New Composites, Proc. 2nd Int. Conf. Hyogo, Japan, pp. 165-172, 1991
- [6] 문경만, “드럼 세탁기의 스파이더 부식에 관한 연구” 연구보고서, 11. 2002