한국소성가공학회 2003 년도 춘계학술대회 논문집 pp.96~98

AA 3003 판재 CCSS 가공 집합조직과 가공경화 연구

이재필* · 허무영* · 정영훈** · 박종우**

Study on textures and work hardening in AA3003 sheets during CCSS deformation

J.P. Lee, M.Y. Huh , Y.H. Chung , J.W. Park

Abstract

The evolution of texture and microstructure during continuous confined strip shearing (CCSS) in aluminum 3003 alloy sheets was investigated . The tools of CCSS based on the equal channel angular pressing (ECAP) were designed to provide a constant shear deformation of the order of 0.5 per pass while preserving the original sheet shape. FEM results indicated that the shear formation is not homogeneous throughout the sample thickness, in particular at the surface layers. A randomization of textures took place during the CCSS deformation. Observations by TEM and EBSD revealed the formation of sub-micrometer sized grains after CCSS.

Key Words : CCSS(continuous confined strip shearing) , ECAP(equal channel angular pressing), texture

1. 서 론

Continuous confined strip shearing deformation 은 강소성법의 일종으로 단면 형상이 유사(dissimilar) 한 입구와 출구가 임의의 각으로 교차하도록 설계된 금형에 금속소재를 통과시켜 재료에 큰 전단변형을 가하는 공정이다.

기존의 ECAP 기술과 유사하나, 판재의 고속 및 연속전단 변형을 가능하게 하고, 전단변형 속도를 기존 ECAP 에 비해 100 배 이상 향상시켜 양산성과 실용성을 가진 획기적인 전단변형 기술이다.

이렇게 전단변형을 가함으로 Al 과 같은 FCC 금속에서도 R-value 를 증가시켜 소재의 formability 를 증가시켜 성형성을 향상시키고, 또한 ultra fine grain 을 얻을 수 있다. 본 실험은 Al 3003 sheet 를 이용하여 CCSS 가공시의 집합조직과 경도의 변화를 알아보았다.

2. 실험방법

Fig. 1 은 본 연구에서 사용한 CCSS 장치를 FEM 시뮬레이션 하기 위하여 장치를 설계한 것이다. 본 장치에 의하여 판재는 ECAP 과 같이 전단변형을 받게 된다.

* 고려대학교 재료공학부
** 한국과학기술연구원 재료연구부

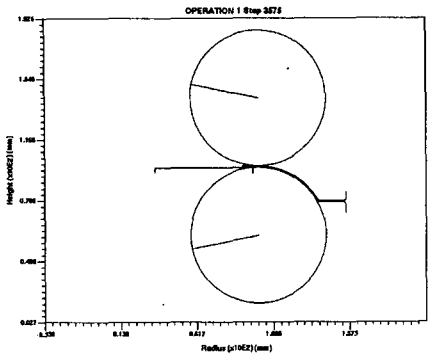

Fig. 1. the schematic of CCSS process

먼저 두께 6.2mm 의 Al 3003 판재를 윤활 압연하여 두께 1.6mm, 세로 80mm, 세로 20mm 의 초기시편을 제작하였다. 이 시편을 반경 50mm, 롤속도 1.63rad/sec, Φ=120° 의 CCSS 장비를 이용하여, 1pass 에서 24pass 까지 CCSS 가공실험을 행하여 시료를 얻었다.

Fig. 2 와 같이, FEM 시뮬레이션 결과 S=0 층에서 균일한 전단변형이 가해짐을 알 수 있었고, 따라서 S=0 층까지 polishing 한 후, XRD 를 이용하여 집합조직을 알아보았고, 진동연마를 24 시간 한 후에 진공장치에 시편을 24 시간 두어서 불순물을 제거 후에 EBSD 및 TEM 을 이용하여 집합조직을 관찰했다.

또한 비커스 경도계를 이용하여 hardness 를 측정해 보았다.

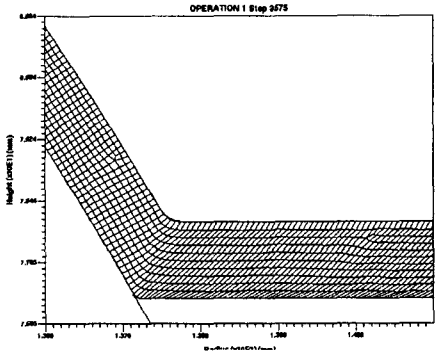

Fig. 2. FEM simulation of continuous confined strip shearing strip deformation (at S=0 layer displays a homogeneous shear strain)

3. 결과 및 고찰

Fig. 3.와 4 에서 보면 초기 압연조직(cube texture)이 CCSS 가공이 이루어짐에 따라, rotate cute texture 로 변하고, pass 가 증가함에 따라 shear component texture 가 발달하고, 조직이 점점 random 하게 변화되어 감을 알 수 있다. 이러한 집합조직은 CCSS 가공으로 성형성을 증가시킬 수

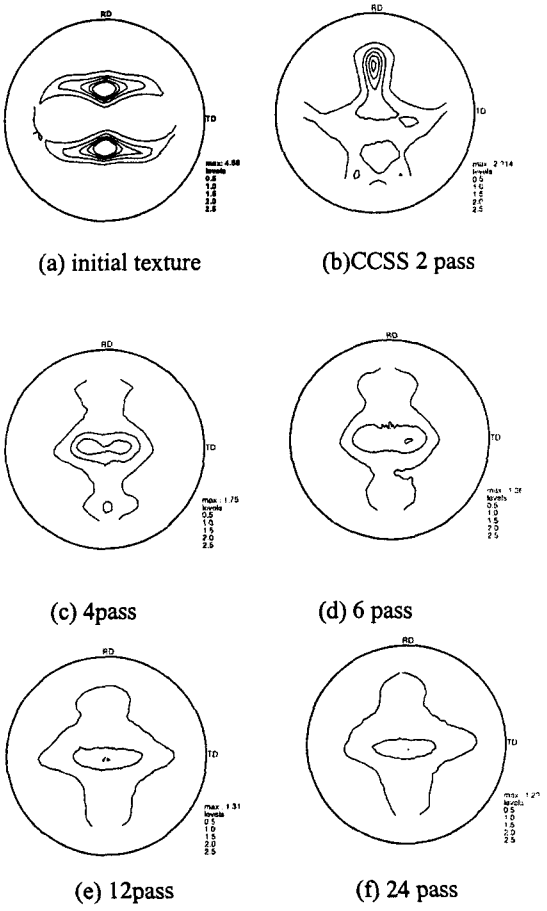

Fig. 3. (111) pole figures after CCSS deformation

있음을 보여준다.

CCSS 후에 EBSD 를 측정한 결과, 그리고 투과전자현미경으로 미세조직을 관찰한 결과 미세한 결정립이 형성되는 것을 밝혀 낼 수 있었다. 24 패스 후에 얻어진 결정립의 크기는 1.0 μm 이하 였

다.

Fig.5 에서와 같이 경도는 1pass 후에 초기 시료에 비하여 크게 증가 되었고, 3 pass 이후에는 더 이상의 증가를 보이지 않았다. 이는 work hardening 와 함께, pass 수가 증가할수록 work softening 도 같이 이루어졌음을 보여준다. 3 pass 후에는 dislocation density 가 더 이상 증가하지 않고, grain size 도 더 이상 작아지지 않음을 EBSD 및 TEM 관찰결과로 알 수 있다. 이는 CCSS 가공시 순간적으로 250°까지 올라감에 의한 Recovery 가 일어나, work hardening 와 work softening 이 서로 상쇄되었기 때문일 것이다

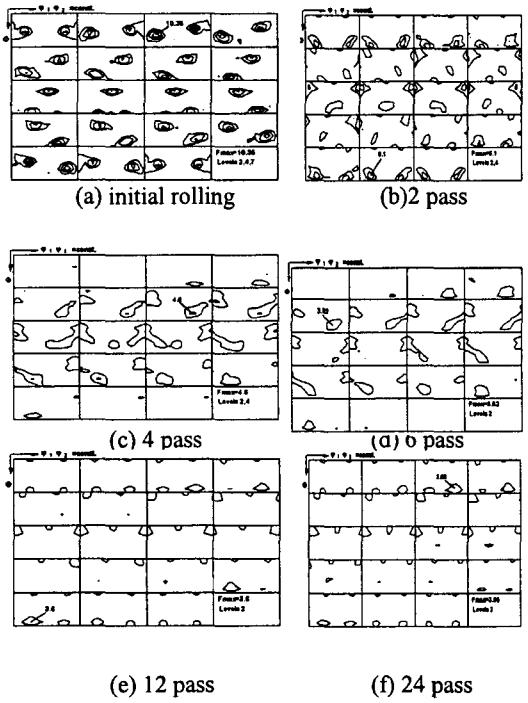

Fig. 4. ODF after CCSS deformation

4. 결 론

알루미늄 3003 판재를 CCSS (Continuous Confined Strip Shearing)로 변형하여 집합조직과 미세조직을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다

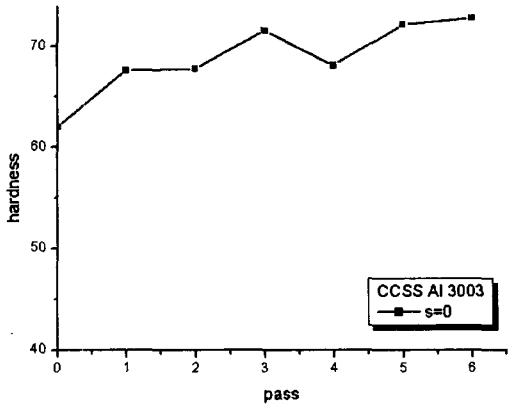

Fig. 5. Hardness after CCSS deforation

전단변형이 반복됨에 따라 집합조직은 무질서와 되었다.

(1) 전단변형이 반복됨에 따라 결정립은 미세화 되었다. 그러나 4 패스 이상에서는 그 효과가 매우 약했다.

(2) 전단변형이 반복됨에 따라 경도는 거의 증가하지 않았는데, work hardening 과 work softening 이 상쇄되었기 때문일 것이다.

후 기

본 연구는 21C 프론티어 나노소재기술사업 (M102KO010001-02K1501-00212)의 지원을 받았습니다.

참 고 문 헌

1. J.C. Lee, H.K. Seok, J.H. Han and Y.H. Chung: Mater. Res. Bull. Vol. 36 (2001), p. 997
2. Y.H. Chung, H.D. Kim, H.T. Jeong, O. Engler and M.Y. Huh: Mater. Sci. Forum, Vols. 396-402 (2002), p. 447
3. J.H. Han, H.K. Seok, Y.H. Chung, M.C. Shin and J.C. Lee: Mater. Sci. Eng. Vol. A323 (2002), p. 342
4. Y.H. Chung, J.P. Ahn, H.D. Kim, B.B. Hwang, O. Engler and M.Y. Huh: Mater. Sci. Forum, Vols. 408-412 (2002), p. 1495