

STS 430 강판의 리징 현상에 미치는 초기집합조직의 영향

이재협* · 이창호* · 박수호** · 허무영***

The Effect of Initial Textures on Ridging in STS 430 Steel

J. H. Lee, C. H. Lee, S. H. Park and Y. M. Huh

Abstract

Recrystallization textures of ferritic stainless steel sheets of STS 430 were varied by means of different cold rolling procedures. The conventional normal rolling led to the evolution of strong through-thickness texture gradients in the final recrystallization texture, while the cross-rolling led to a decrease in texture gradients. Micro-texture observation by EBSD revealed that the formation of band-like orientation colonies formed close to the center layer was responsible for ridging. Modification of the recrystallization texture and microstructure by cross-rolling destroyed band-like orientation colonies and consequently reduced the ridging height.

Key Words : STS 430, Texture, Recrystallization, Cross rolling, Ridging, R-value

1. 서 론

페라이트 스테인리스 강판에서는 인장변형 시 또는 디프드로잉 시 압연방향에 평행하게 줄무늬의 요철로 나타나는 표면 결함이 형성되는데 이를 리징 (ridging)이라 부른다. 이 리징의 형성은 재료 내부의 미세-집합조직(micro-texture)이 불균질하게 발달하기 때문인 것으로 알려져 있다. 또한 판재 금속의 성형성은 폭방향의 변형률/두께방향의 변형률의 비로 정의되고 R-값으로 표현되는데, 이 R-값은 판재에 존재하는 결정립들의 방위분포 즉 거시-집합조직(macro-texture)에 기인한다. 따라서 페라이트계 강판의 성형성을 향상시키기 위해서는 판재에 존재하는 대부분의 결정립들의 $\{111\}$ 결정면이 압연면과 평행한 $\{111\}/ND$ 거시-집합조직으로 발달되어야 한다.⁽¹⁻⁵⁾

또한 리징과 같은 판재성형시 형성되는 표면 결함을 줄이려면 모든 재료의 모든 곳의 미세-집합조직이 균일하게 형성되어야 한다.⁽¹⁻⁶⁾

본 실험에서는 STS 430 강판에서 발생하는 리징에 미치는 초기집합조직의 영향을 연구하기 위하여 열연재를 정상적으로 냉간압연한 시료와 열연압연방향과 45° 회전한 방향을 새로운 냉간압연방향으로 하여 교차압연한 시료에서 재결정 후 거시-집합조직과 미세-집합조직의 발달을 추적하였고, 리징 거동을 측정하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 냉간 압연 전 2 개의 초기시편을 준비하였다. NR (normally rolled) 시편은 열간 압연방향 RD₁을 그대로 유지한 시편이며, 다른 하나의 초기 시편은 열간압연재의 압연방향

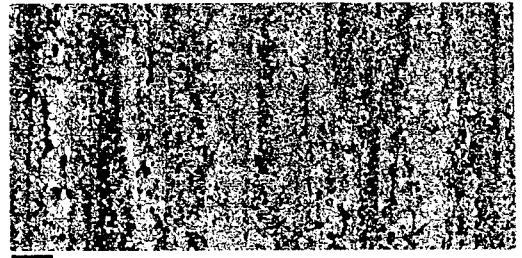
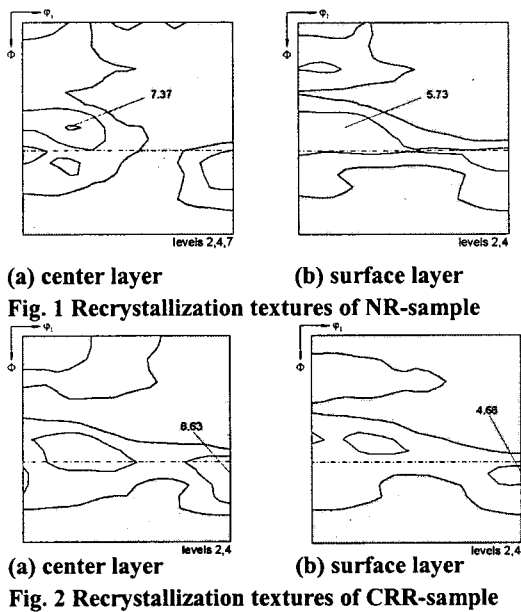
* 고려대학교 재료공학부

** 한국과학기술연구원 재료부

RD₁ 을 ND 를 축으로 45°회전한 방향을 새로운 압연방향 RD₂ 가 되도록 시료를 절단하여 CRR (cross rolled) 시편을 제조하였다. 이 두 개의 서로 다른 초기집합조직과 미세조직을 갖는 초기 시편을 80% 냉간압연 후 750℃ 재결정 열처리 하였다. 거시-집합조직의 측정은 X-ray 고니오메타를 이용하여 극점도를 측정 후 방위분포함수 (ODF)를 계산하였고, 미세-집합조직은 FE-SEM 에서 EBSD (Electron Back-Scattered Diffraction)을 이용하여 측정하였다.

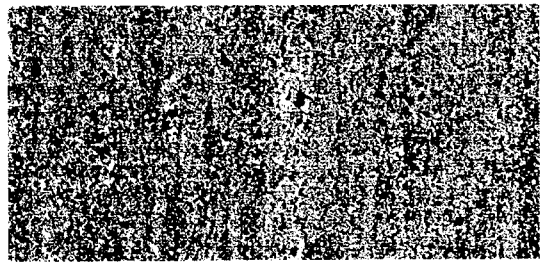
3. 결과 및 고찰

그림 1 은 정상압연 한 NR 시편의 중앙 층과 표면 층에서 형성된 재결정 거시-집합조직을 보여준다. 표면 층에서는 약한 {111}//ND 집합조직이 형성되지만 중앙 층에서는 전형적인 페라이트계 스테인리스강의 재결정집합조직인 {334}<483>이 얻어졌다. 그림 2 는 교차-압연한 CRR 시편의 중앙 층과 표면 층에서 발달한 재결정 거시-집합조직을 보여준다. 표면 층과 중앙 층에서 모두 {111}//ND 집합조직이 형성된 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 교차 압연에 의하여 거시-집합조직의 향상이 얻어진 것을 확인할 수 있었으며, 실제로 측정된 R-값도 NR-시료에 비하여 CRR-시료에서 높은 값이 얻어졌다.



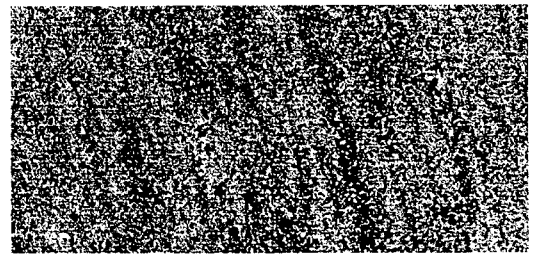
280 μ m=70steps

center layer, NR-sample



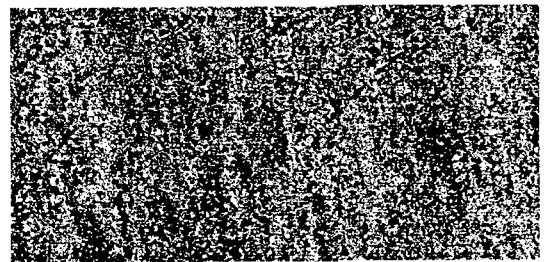
280 μ m=70steps

surface layer, NR-sample



280 μ m=70steps

center layer, CRR-sample



280 μ m=70steps

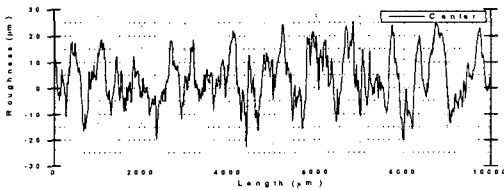
surface layer, CRR-sample

Fig. 3 EBSD results showing the distribution of grains oriented close to {111}//ND

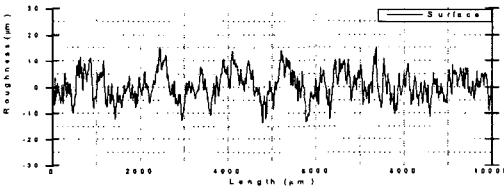
그림 3 은 NR-시료와 CRR-시료의 재결정 미세-집합조직을 EBSD 로 측정하여 {111}//ND 방위를 갖는 결정립 만을 검은색으로 표시한 결과를 보여준다. 그림 3 에서는 정확한 {111}//ND 방위와 15° 의 방위차를 갖는 모든 결정립을 표시하였다.

NR-시료의 중앙 층과 표면 층에 놓여진 {111}//ND 방위의 분포는 매우 상이한 것을 볼 수 있다. 표면 층에서 {111}//ND 방위의 분포는 거의 무질서하지만 중앙 층에서는 {111}//ND 방위에 있는 결정립들이 띠를 이루면서 보여지며 특히 {111}//ND 방위에 있지 않은 방위들도 역시 띠를 이루며 형성되어 있음을 볼 수 있다.

CRR-시료의 표면 층에서 {111}//ND 방위의 분포는 ND-시료와 거의 유사하게 대체로 무질서하지만 중앙 층에서 {111}//ND 방위의 분포는 압연방향과 약 30°의 각을 갖고 형성되어 있다. 그러나 정상 압연한 NR-시료에 비하여 띠의 형성은 비교적 약함을 보여주고 있다.



center layer, NR sample



surface layer, NR sample

Fig. 4 surface roughness test results after tensile test

EBSD 측정 결과 특정방위에 있는 결정립들이 띠 형성이 즉 미세-집합조직의 불균일성이 리징

의 원인으로 판단되기 때문에 본 연구에서는 이러한 띠 조직의 영향을 확실히 보기 위하여 재결정 처리된 ND-시료의 두께 층의 절반을 제거하여 인장시편의 한쪽 면은 정상적인 판재의 표면과 일치하게 또 다른 한쪽 면은 판재의 중앙층과 일치하게 인장시편을 제조하여 인장시험을 행한 후에 표면의 조도를 관찰하였다. 그 결과가 그림 4 에서 보여지는데 표면 층에 비하여 중앙 층에서 월등히 높은 리징이 관찰되었다. 이것은 정상 압연한 NR 시료의 중앙 층에 형성되는 불균일한 특정 방위띠들이 리징의 형성에 영향을 주는 것을 간접적으로 증명하는 것이다.

4. 결론

페라이트 스테인리스 강에서 리징에 미치는 초기 집합조직의 영향을 알아본 결과, 교차압연을 통한 거시-집합조직의 변화는 R-값의 향상을 가져오며 미세-집합조직의 변화는 리징의 감소를 가져 왔다. 또한 리징은 EBSD 측정 및 표면조도 측정 결과 판재 중앙 층에 형성되는 특정방위의 띠에 의존하는 것으로 판단 할 수 있었다.

후 기

본 연구는 고려대학교 포스코 철강전문연구소에서 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) M.Y. Huh and O. Engler: Mater. Sci. Eng. Vol. A308 (2001) 74
- (2) S. Y. Cho, H. C. Kim and M. Y. Huh: J. of Kor. Inst. of Met. & Mater., Vol. 38 (2000) 963
- (3) T. Sakai, Y. Saito, M. Matsuo and K. Kawasaki: ISIJ Inter. Vol. 31 (1991) 86.
- (4) R. Paton: Mater. Sci. Technol. Vol. 10 (1994) 604.
- (5) D. Raabe: J. Mater. Sci. Vol. 31 (1996) 3839.
- (6) S.H. Park, K.Y. Kim, Y.D. Lee and C.G. Park, ISIJ Inter. Vol. 42 (20