

# 고탄소강 열연판재의 냉간압하율에 따른 구상화 속도

이규동<sup>1</sup>, 하태권<sup>1#</sup>, 정효태<sup>1</sup>

## Effect of Cold Reduction Ratio on Spheroidization Rate of High Carbon Steel Sheet

K. D. Lee, T. K. Ha, H. T. Jeong

### Abstract

In the present study, the effect of cold reduction ratio on the spheroidization rate of SK85 high carbon steel sheet was investigated. High carbon steel sheet fabricated by POSCO was soaked at 800°C for 2 hr in a box furnace and then treated at 570°C for 5 min in a salt bath furnace followed by water quenching to obtain a fine pearlite structure. Cold rolling was conducted on the sheets of fine pearlite by reduction ratios of 20, 30, and 40 % and heat treatment for spheroidization was carried out at 720°C for the various time intervals from 0.1 to 32 hrs. Area fraction of spheroidized cementite was measured with an image analyzer as a function of cold reduction ratios and duration times.

**Key Words :** High Carbon Steel, SK85, Heat Treatment, Fine Pearlite, Spheroidization, Aspect Ratio, Cold Rolling.

### 1. 서 론

고탄소 박판강은 자동차, 기계, 공구 등 부품산업의 핵심소재로서 기술경쟁이 치열하고, 성장가능성이 높아 이의 제조기술은 국내 제조업의 경쟁력 강화라는 측면에서 반드시 확보하여야 할 기반기술이다. 고탄소강은 일반적으로 탄소함량이 0.3 ~ 1.2% 범위의 강을 말한다. 고탄소강 판재를 이용한 부품의 제조공정을 살펴보면 먼저, 철강업체에서 열연강판을 제조하고 재압연업체에서 산세-구상화 소둔 및 냉간압연을 행한 후 가공업체에서 blanking 등의 방법으로 부품을 가공하여 열처리, 도금 등을 거쳐 최종적인 부품으로 조립하게 된다.

구상화 열처리란 페라이트/펄라이트 조직 혹은 펄라이트 조직의 소재가 장시간 열처리에 페라이트 기지에 탄소가 확산하여 열역학적으로 가장 안정한 구형의 탄화물로 성장하는 것을 구상화라 한다.[1, 2] 이러한 미세조직은 강에서 가장 안정화된 조직이며, 충분한 탄소의 확산반응을 가능하게 하

는 높은 온도와 오랜 가열시간에 의해서 생성된다.

다시 말해서 페라이트 기지에 균일하게 분포하여 구상화된 Fe<sub>3</sub>C 입자를 생성하여 연성이 향상된 미세조직으로 바뀌게 되는 것이다. 통상 구상화 열처리는 냉간압조용 선재의 성형 시 용이함과 공구의 수명연장을 위해 실시하며 열처리 결과 소재의 강도는 떨어지게 된다. 고탄소강 판재의 경우 최종 제품으로 제조하는 과정에서 가공성을 향상시킬 목적으로 pearlite 의 미세화와 함께 미세구상화를 위한 열처리를 행하게 된다.

본 연구에서는 미세한 pearlite 구조를 가진 SK85 고탄소강 열연강판의 구상화 속도에 냉간압하율이 미치는 영향에 대하여 체계적으로 규명하고자 하였다. 이를 위하여 SK85 고탄소강 열연강판을 2 단 열처리를 통해 미세한 pearlite 구조를 가지도록 하였고, 이어서 압하율을 20 ~ 40%로 변화시켜 냉간압연 한 후 720°C 에서 구상화 속도를 측정하였다. 구상화 속도는 구상화 열처리 시간에 따른 구상화 분율을 측정함으로써 얻을 수 있었다.

1. 강릉대학교 금속재료공학과  
# 강릉대학교 금속재료공학과, E-mail:tkha@kangnung.ac.kr

성분 구분	C	Si	Mn	P	S
SK85	0.83	0.20	0.43	77ppm	12ppm

Table. 1 Chemical composition of specimens (wt%)

## 2. 실험 방법

본 연구에 사용된 시료는 SK85 로 POSCO(주)에서 제공하였으며 성분은 표 1 과 같다.

그림 1 은 열처리를 통해 미세한 Pearlite 조직을 얻었으며, 이를 이용하여 압하율 20, 30, 40%로 냉간 압연한 후 구상화 열처리를 행하였다.

그림 2 는 열처리를 통해 미세한 Pearlite 조직을 얻은 공정을 나타낸 것이다.

구상화 열처리에 따른 미세조직을 주사전자현미경으로 관찰하였으며 그 후에 구상화 분율을 측정하고자 TDI PLUS 5.0 image analyzer 프로그램을 이용하였고 기계적 성질을 관찰하고자 비커스 경도기를 이용해 경도를 측정하였다.

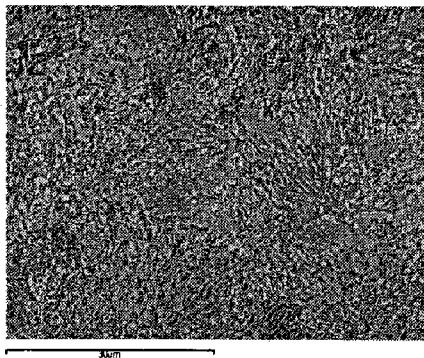


Fig. 1. SEM image showing the Fine pearlite

## 3. 결과 및 고찰

그림 3 는 냉간 압하량 20%로 구상화 열처리 (720°C) 시간에 따른 시멘타이트 형상 변화를 주사 전자현미경을 통해 관찰한 사진이다.

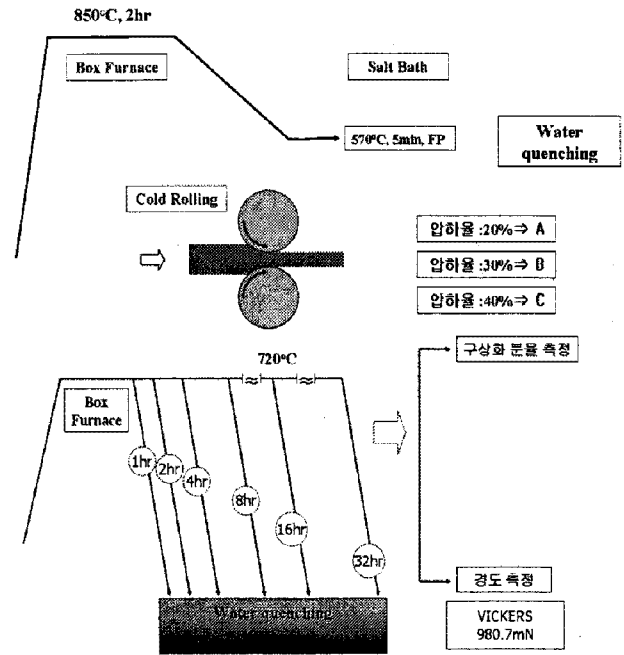


Fig. 2. Schematic diagram process of this study

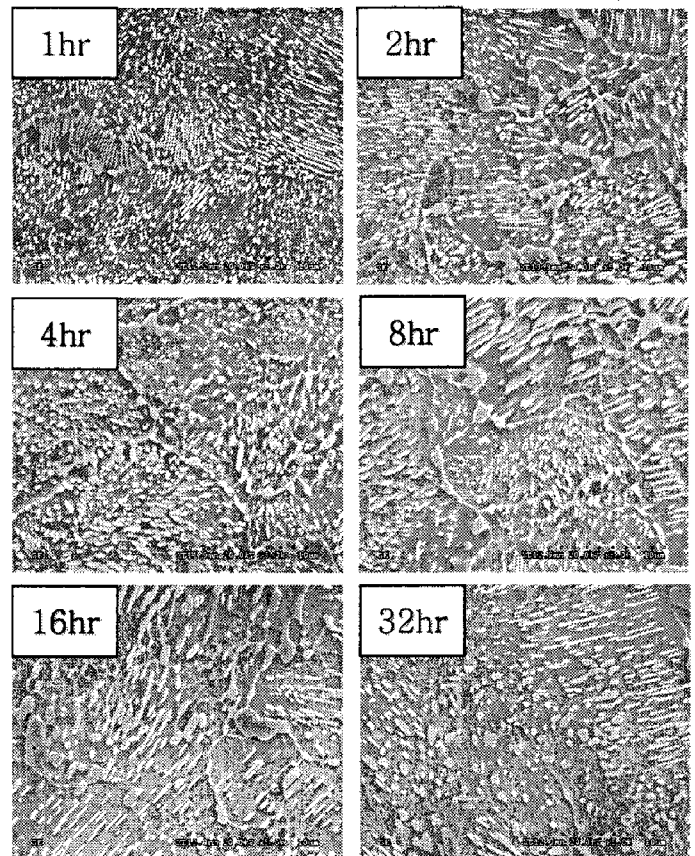


Fig. 3. change in cementite morphology with the intercritical annealing time( at 720 °C)

필라이트를 구성하는 판상형태의 시멘타이트는 열처리 시간이 증가함에 따라 크게 분절(fragmentation), 구형화(spheroidization), 성장(growth)의 과정을 겪게 된다.[3]

구상화 기준은 구상화분율 Aspect Ratio 를 측정하여 평가하나 그 기준은 명확하지 않다.

본 연구에서는 구상화분율 측정시 분절된 시멘타이트 입자의 크기를 타원형으로 가정하여 장축과 단축의 길이를 측정한 후 Aspect Ratio 로 면적분율을 3:1 과 5:1 로 측정하였다.[4][5]

압하율 20, 30, 40%에 대해 A, B, C 라 칭하였으며 구상화 분율 측정결과는 그림 4 에 나타내었다.

구상화 분율이 8 시간 이상이면 포화값에 도달하는 것을 볼 수 있으며 냉간 압하량이 증가할수록 포화 구상화 비율이 높아지는 것을 볼 수 있었다.

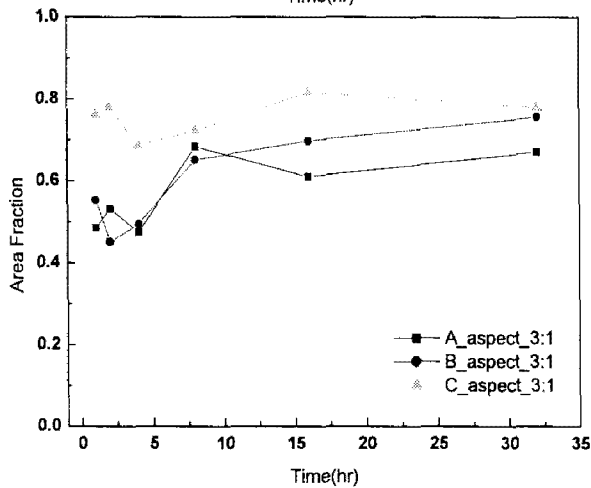
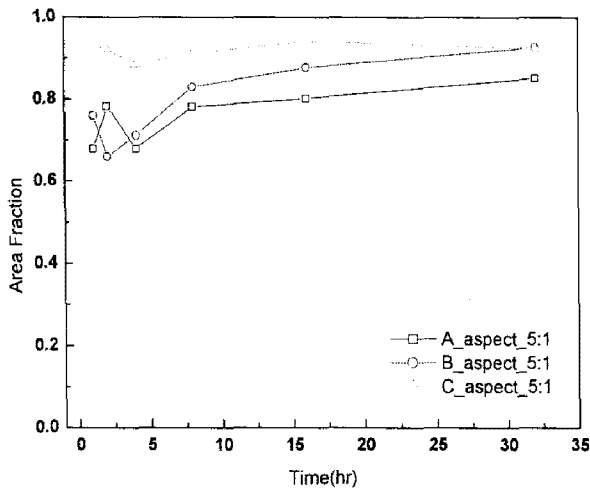


Fig. 4. Area fraction with the annealing time

또한 구상화에 대한 평균 입자크기( $\mu\text{m}$ )를 그림 5 에 나타내었다.

냉간 압하량이 증가함에 따라 평균입자크기는 커지는 것을 볼 수 있었다.

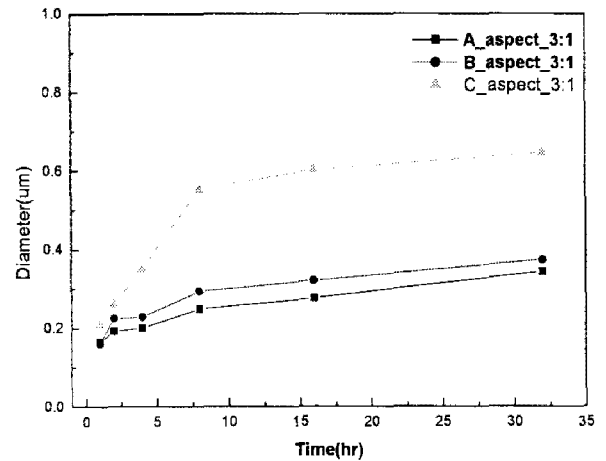
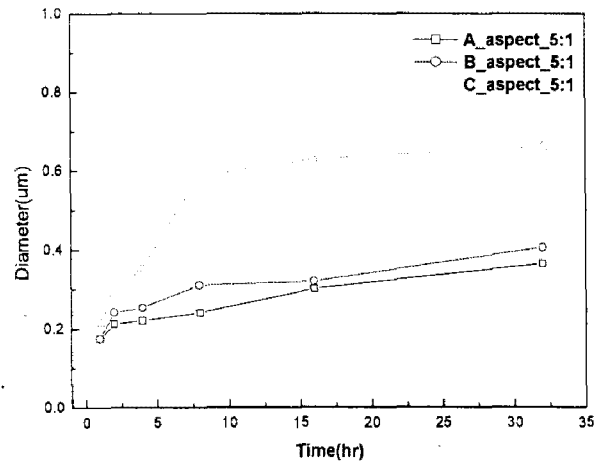


Fig. 5. Diameter with the annealing time

그림 6 는 시간에 따른 경도값의 변화를 보여주고 있다.

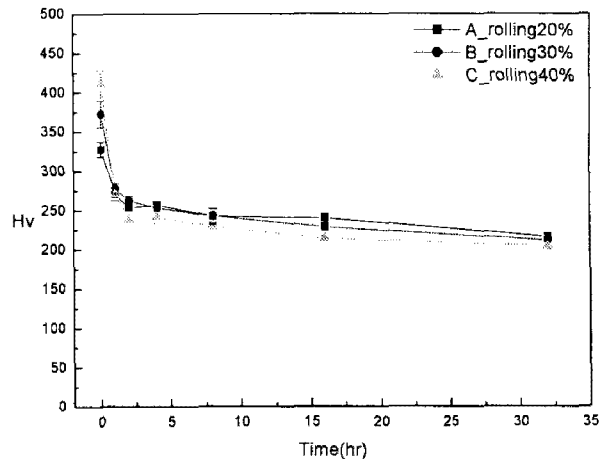


Fig. 6 Change of Hv with annealing time

열처리 초반부인 분절 및 구형화 단계에서는 급격한 형상비의 변화와 함께 미세한 시멘타이트 입자의 빠른 소멸에 의한 입자성장으로 급격한 강도저하가 일어나고, 2시간 이상이면 조대한 시멘타이트 입자의 완만한 성장과 더불어 페라이트 입자의 성장으로 강도저하가 일어난 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

Fine Pearlite 조직의 냉간압하율에 따른 720℃에서의 구상화 분율 측정시 냉간압연에 의해 구상화속도가 급격히 증가하여 8시간 이상이면 구상화분율이 포화값에 도달한다.

냉간압하량이 증가함에 따라 포화구상화 분율이 높아지는 경향이 있다.

냉간압하량이 증가함에 따라 평균입자크기가 커진다.

구상화열처리에 따라 경도 값은 급격히 감소하나 2시간 이상이면 감소율이 낮아진다.

#### 참 고 문 헌

- [1] J. Languillaume, G. Kapelski and B. Baudalet : Acta Mater., 45 (1997) 1201
- [2] J. Languillaume, G. Kapelski and B. Baudalet : Acta Mater., 33 (1997) 241
- [3] Y. L. Tian and R. W. Kraft : Metall. Trans., 18A (1987) 1403
- [4] E. A. Chojnowski and W. J. Tegart : J. Met. Sci., 2 (1968) 14
- [5] S. Chattopadhyay and C. M. Sellars : Metallograph, 10 (1977) 89