

SK85 고탄소강의 구상화 거동

하태권^{1*} · 김근준¹ · 나길환¹

Spheroidization Behavior of SK85 High Carbon Steel

T. K. Ha, K. J. Kim, G. H. Na

Dept. of Metal and Materials Engineering, Kangnung-Wonju National University, Gangneung 210-702

Abstract

In the present study, the effect of initial microstructure, cold reduction ratio, and annealing temperature 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 600 and 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-구상화소둔 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 하는 높은 온도와 오랜 가열시간에 의해서 생성된다.

다시 말해서 페라이트 기지에 균일하게 분포된 구상화된 Fe₃C 입자를 생성하여 연성이 향상된 미세조직으로서 바뀌게 되는 것이다. 통상 구상화 열처리는 냉간압조용 선재의 성

1.강릉원주대학교 금속재료공학과 E-mail: tkha@kangnung.ac.kr

형 시 용이함과 공구의 수명연장을 위해 실시하며 열처리결과 소재의 강도는 떨어지게 된다. 고탄소강 판재의 경우 최종제품으로 제조하는 과정에서 가공성을 향상시킬 목적으로 pearlite의 미세화와 함께 미세구상화를 위한 열처리를 행하게 된다.

본 연구에서는 미세한 pearlite구조를 가진 SK85고탄소강 열연장판의 구상화 속도에 미치는 초기 미세조직, 냉간압하율 및 구상화온도의 영향에 대하여 체계적으로 규명하고자 하였다. 이를 위하여 SK85고탄소강 열연판재를 오스테나이트화 처리 후 570°C와 670°C에서 항온 열처리하여 미세한 pearlite와 조대한 pearlite구조를 가지도록 하였고, 이어서 압하율을 20 ~ 40%로 변화시켜 냉간압연 한 후 600°C와 720°C에서 구상화 속도를 측정하였다. 구상화 속도는 구상화 열처리 시간에 따른 구상화 분율을 측정함으로써 얻을 수 있었다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용한 SK85 고탄소강은 POSCO(주)에서 생산한 것으로 화학조성은 0.85C-0.2Si-0.43Mn 였다. 그림 1에 나타낸 것과 같은 열처리를 통해 Pearlite 조직을 얻었으며 이를 이용하여 압하율 20, 30, 40%로 냉간 압연한 후 600°C와 720°C에서 구상화 열처리를 행하였다. 그림 2는 열처리를 통해 얻은 초기 Pearlite 조직을 나타낸 것이다.

구상화에 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.

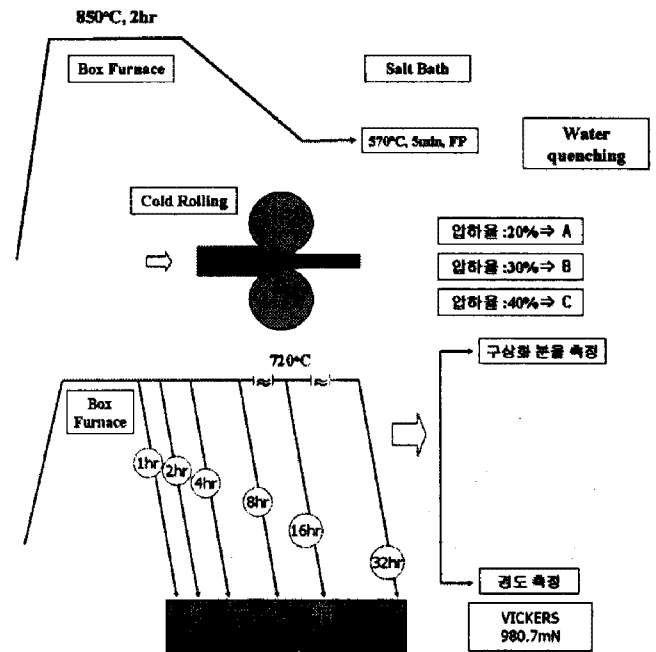


Fig. 1. Schematic illustration of experimental procedures employed in this study.

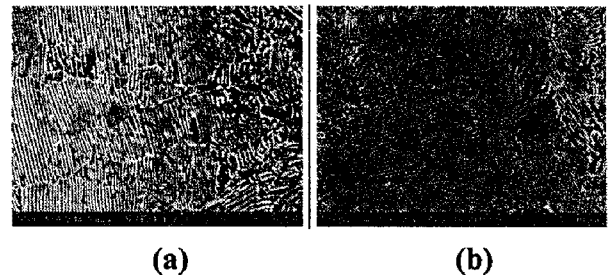


Fig. 2. Comparison of microstructures obtained by heat treatment for (a) coarse pearlite (CP) and (b) fine pearlite (FP).

3. 결과 및 고찰

그림 3은 냉간 압하율 20%로 냉간 압연한 미세한 펄라이트 조직의 시편을 720°C에서 구상화 열처리한 결과 얻은 미세조직의 변화를 나타낸 것이다. 펄라이트를 구성하는 판상형태의 시멘타이트는 열처리 시간이 증가함에 따라 크게 분절(fragmentation), 구형화(spheroidization), 성장(growth)의 과정을

경계 된다 [3]. 본 연구에서는 구상화 분율의 측정 시 분절된 각각의 시멘타이트 입자를 타원형으로 가정하고 장축과 단축의 길이를 측정한 후 그 축비(aspect ratio)가 5:1 이하인 입자의 면적분율을 구상화 분율로 취하였다 [4, 5]. 압하율 20, 30, 40%를 각각 A, B, C 라 칭하였고 구상화 분율의 측정결과는 그림 4에 나타내었다.

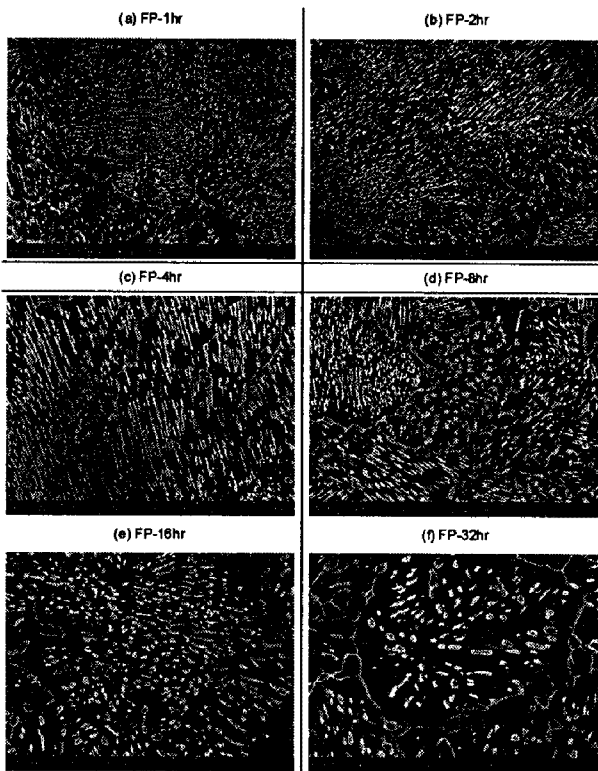


Fig. 3. Evolution of microstructure during spheroidization heat treatment of SK85 steel of fine pearlite at 720°C.

그림 4에서 구상화 온도가 600°C 인 경우에는 32 시간까지도 구상화가 지속적으로 진행되어 최대 분율이 0.8을 넘지 않으나 720°C에서는 1 시간만에 거의 포화 구상화 분율에 도달하는 것을 알 수 있다. 이는 탄소의 확산속도가 시멘타이트의 분해온도에 가까운 720°C에서 매우 빨라져서 압연에

의하여 기계적 분절이 일어난 입자들의 구상화를 촉진시킨 것임을 알 수 있다. 그리고 냉간압하량의 영향은 온도와 관계없이 기계적 분절에 의해 구상화 속도를 상대적으로 높이는 것으로 나타났다.

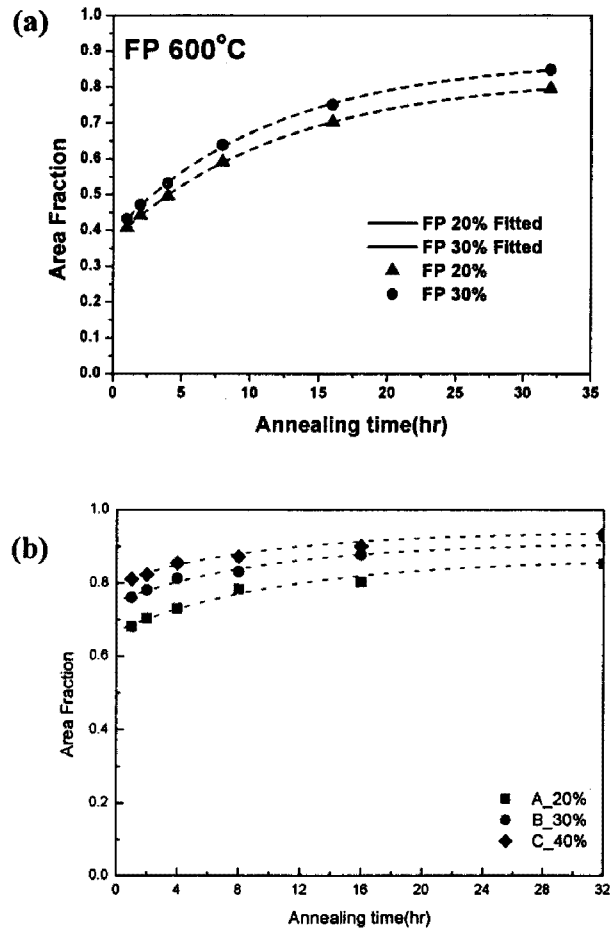


Fig. 4. Fraction of spheroidization as a function of annealing time obtained at 600 and 720°C for FP specimen.

그림 5는 구상화에 따른 정도의 변화를 나타낸 것으로 구상화 초기에 급격한 정도의 저하가 일어나고 그 후에는 변화가 크지 않음을 알 수 있는데, 이는 입자의 분절 및 구상화에 의해 급격히 정도의 감소가 일어나고 그 후에는 입자는 조대화되고 페라이트 기지의 풀림에 의해 추가적인

경도의 감소가 일어나는 것으로 해석할 수 있다.

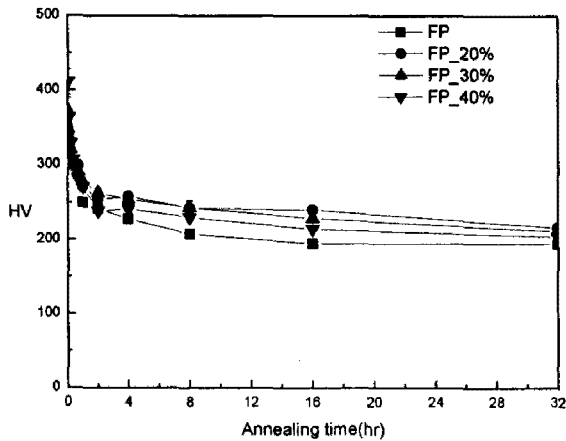


Fig. 5. Hardness as a function of annealing time obtained at 600 and 720°C for FP specimen.

4. 결 론

SK85 고탄소강의 세멘타이트 구상화 속도에 미치는 초기 미세조직, 구상화 온도, 냉간 압하율의 영향에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 조대한 펄라이트

보다 미세한 펄라이트를 가지는 경우 더 구상화 속도가 빠르게 나타났고, 구상화 온도가 높을수록 포화 구상화 분율에 빨리 도달하는 것으로 나타났다. 냉간압연에 의해 세멘타이트 판들의 기계적 분절이 일어나서 구상화 속도는 급격히 빨라지고 그 효과는 냉간 압하율이 커짐에 따라 뚜렷해졌다.

참 고 문 헌

- [1] Y.L. Tian and R.W. Kraft: Met Trans. A, Vol. 18A, 1978, p. 1403.
- [2] E. Werner: Acta Metall., 1989, Vol. 37, p. 2047.
- [3] S.A Hackney: Scripta Metall., 1991, Vol. 25, p. 799.
- [4] C. Chou: J. Mat. Sci., 1989, Vol. 21, p. 3339.
- [5] S. Chattopadhyay and C.M. Sellars: Acta Metall., 1982, Vol. 30, p. 157.
- [6] K. Aihara and S. Kanbara: The Sumitomo Search, 1990, Vol. 42, p. 1.
- [7] S. E. Nam and D. Y. Lee: J. Mat. Sci., 1987, Vol. 22, p. 2319.