

침상형 페라이트 생성에 미치는 비금속개재물의 영향

Effect of Nonmetallic Inclusions on Acicular Ferrite

김희진, 강봉용

한국생산기술연구원

1. 서론

침상형 페라이트는 용착금속의 미세조직을 미세화하는 주요한 조직으로써, 용착금속내에 존재하는 비금속 개재물에 의해 생성된다고 보고되고 있다. 그러나 핵생성에 미치는 개재물의 역할에 대해서는 여러 가지 가설이 제안되고 있는데, 그러한 가설 중의 하나가 기지(substrate)로써의 역할이다. 이는 오스테나이트 기지와 개재물 사이에 존재하는 경계면(intephase boundaries)이 계면에너지를 가지고 있기 때문에 개재물 표면에서 페라이트가 보다 용이하게 핵생성될 수 있다는 것이다. 그런데 이러한 가설은 입자 크기가 클수록 유효하다는 이론적인 해석과 일정크기 이상의 개재물만이 유효하게 작용한다는 단편적인 실험결과에 의해 입증되고 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 개재물 크기의 유효성을 보다 명확하게 규명하기 위하여 투과전자현미경(TEM)을 활용하여 용착금속 내의 존재하는 비금속개재물의 크기를 정확히 측정하고, 이들 주위에 존재하는 침상형페라이트의 형상을 관찰함으로써 핵생성처로써의 역할을 확실히 규명코자 하였다.

2. 시편준비

실험실에서 제조된 메탈코어드 와이어로 용접된 전용착시편의 최종비드에서 3mm직경의 TEM시편을 채취하였다. 시편을 채취한 용착금속의 화학조성은 0.04 C-0.4 Si-1.5 Mn-2.3 Ni-0.015 P-0.01 S-0.0042 N-0.082 O(중량%)이다. 이 재료는 산소함량이 820ppm으로써 시편되고 있는 용접재료보다는 다소 높은 것이 특징이다. 본 연구에서 이러한 시편을 선택한 것은 산소함량이 높기 때문에 당연히 개재물의 양이 많을 것이고, 나아가 보다 다양한 크기의 개재물이 존재할 것으로 예상되었기 때문이다.

3. 본론

다수의 TEM시편으로부터 모두 282개의 개재물을 관찰하였는데, 이들의 크기는 최소 0.1 μ m이하에서부터 최대 1.3 μ m에 이르고 있었으며 평균은 0.47 μ m이었다. 여기서 측정된 크기는 TEM시편상에서 2차원적으로 측정된 크기이므로 실제의 크기는 측정치보다 클 것이다.

한편 개재물 주위에 생성된 침상형페라이트의 형상으로부터 개재물의 역할은 그림 1과 같이 4가지유형으로 구분할 수 있었다. 첫 번째 유형(type 1)은 개재물이 페라이트 래스(lath) 내에 존재하는 모양으로써, 개재물로부터 페라이트 래스가 생성되었다고 보기는 어렵다. 오히려 가까운 주위에서 생성된 페라이트가 성장하면서 개재물을 휩쓸고 지나간 양상이다. 두 번째 유형(type 2)은 개재물이 래스 경계면에 위치하고 있는 형상으로써, 이 또한 개재물이 페라이트 핵생성처로 작용하였다고 인정하기 어려운 경우이다. 세 번째 유형

(type 3)은 개재물의 한편에서 페라이트 래스가 생성되어 외부로 성장한 모양을 보여주고 있다. 네 번째 유형(type 4)은 개재물을 중심으로 페라이트 래스가 방사선 모양으로 성장해 나간 경우이다. 이러한 형상은 개재물이 핵생성처로서의 역할을 잘 하고 있음을 보여주고 있다.

이상에서 설명한 4가지 유형으로 TEM상에서 관찰된 282개의 개재물을 분류하고, 분류된 개재물의 크기분포를 도표화하여 그림 2에서 보여주고 있다. 첫 번째 유형(type 1)은 전체의 37%에 해당되는 103개(평균크기:0.27 μm)가, 두 번째 유형은 27%인 77개(평균크기:0.48 μm)가, 세 번째 유형은 26%인 73개(평균크기: 0.60 μm)가, 네 번째 유형은 10%인 29개(평균크기: 0.77 μm)이었다. 즉 유형의 숫자(type number)가 높아짐에 따라 그에 속하는 개재물의 숫자는 감소하지만 평균크기는 증가하고 있다. 이러한 실험결과는 개재물이 페라이트 핵생성에 있어서 기지로서의 역할을 확실히 하고 있음을 보여주고 있다.

3. 결론

침상형 페라이트는 비금속개재물로부터 핵생성되는데, 이는 비금속개재물이 핵생성을 위한 기지로서의 역할을 하기 때문이다. 따라서 개재물의 크기가 클수록 핵생성이 보다 용이하여 지고, 보다 많은 페라이트가 생성된다.

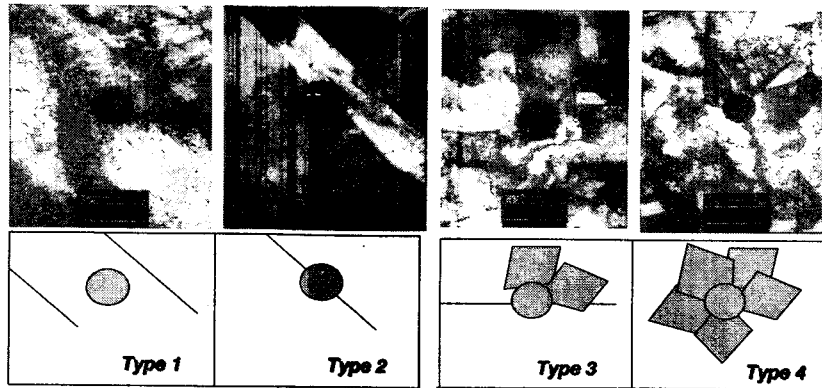


Fig. 1 Classification of inclusions dependip on adjacent ferrite morphology

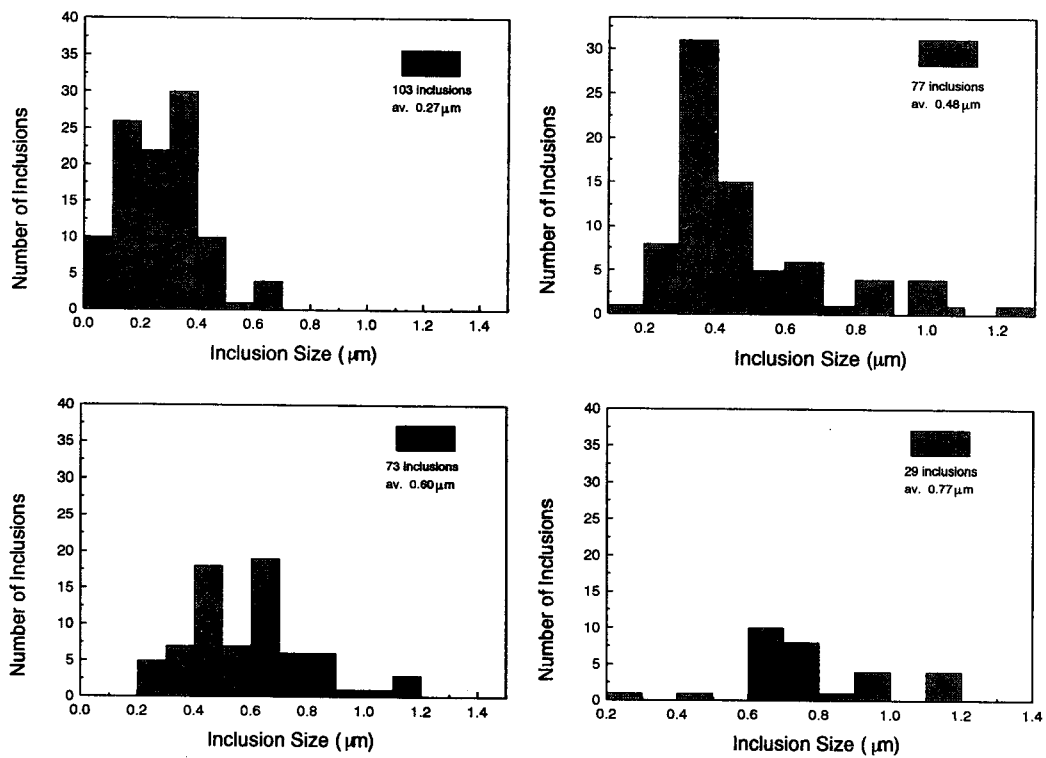


Fig. 2 Size distribution of each type of inclusion.