

탄소강의 미세조직 및 강도에 관한 비파괴평가
(Nondestructive assessment for microstructures and strength in plain carbon steel)

변재원, 김준수*, 김정석**, 표승우**, 권숙인**, 박은수***
 고려대학교 공학기술연구소, *기아자동차, **고려대학교 재료금속공학부
 ***서울산업대학교 비파괴평가기술연구소

1. 서론

현재 철도선로로 사용되는 공석강은 고강도, 내마모성이 요구되며, 이러한 기계적 성질을 지배하는 미세조직 인자로는 펄라이트 층상간격으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 공석강을 향한 변태열처리와 연속냉각열처리를 실시하여 다양한 미세조직을 갖는 시험편을 제작하였으며 이에 대해 펄라이트 미세조직(층상간격)과 파단강도 그리고 초음파 감쇠계수, 보자력 등을 측정하여 이들의 상관관계를 확인하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 열처리공정은 오스테나이트화 온도, 항온변태온도, 냉각속도에 따라 펄라이트 미세조직 인자인 노들(nodule), 콜로니(colony), 층상간격이 모두 변한다는 기존 연구들의 결과를 토대로 실시하였으며, 열처리 조건의 편의상 시험편의 오스테나이트화 온도별로 항온변태온도에 따라 공냉 및 노냉을 하였다. 각 열처리별 펄라이트 층상간격은 주사전자 현미경을 사용하여 관찰하였고 층상간격의 정량화는 Underwood법을 이용하였다. 또한 상온인장시험을 실시하여 파괴 응력값을 측정하였다. 초음파계측으로는 수침법을 이용하였다. 초음파 파라미터인 감쇠계수와 속도는 Pulse-echo방식과 스펙트럼분석법을 이용하였다.

3. 실험결과

항온변태온도가 높아질수록, 냉각속도가 느릴수록 펄라이트 노들의 크기가 236~1200 μm 까지 증가하며, 펄라이트 층상간격 역시 0.102~0.213 μm 까지 증가하였다. 냉각속도가 느릴수록 콜로니 크기가 증가함을 알 수 있다.

펄라이트 층상간격과 초음파 감쇠계수 사이에는 양호한 상관관계가 존재하고 층상간격이 좁을수록 보자력은 증가하는 경향을 나타내었다.

4. 결론

1. 공석강의 파단강도는 펄라이트 층상간격의 1승에 반비례하며 양호한 선형의 상관관계가 존재한다.
2. 펄라이트 층상간격에 대하여 초음파 비파괴평가 결과 초음파 속도보다는 감쇠계수가 민감한 파라미터임을 확인하였고, 고주파수 일수록 더욱 예민하게 변화함을 알 수 있었다.
3. 일정한 주파수(20MHz)에서 파괴응력과 초음파 감쇠계수간에 다음과 같은 직선의 상관관계를 얻었다. $\sigma_{FS}(\text{MPa}) = 85.86 + 390.97 \cdot (\alpha^{-1} \cdot 100)$ ($R = 0.93$)
4. 보자력 및 잔류자화는 펄라이트 층상간격과 반비례하는 상관관계를 나타내었다.

포스터발표