

선조질강의 미세조직에 따른 기계적 성질에 관한 연구 A Study of Mechanical Behavior for Pre-Heat Treated of Microstructure

*황범규¹, 정택우¹, 문영훈², #이영선¹

*B. K. Hwang¹, T. W. Jung¹, Y. H. Moon², #Y. S. Lee(lys1668@kims.re.kr)¹

¹ 한국기계연구원 부설 재료연구소, ² 부산대학교 기계공학부

Key words : Pre heat treated, Fatigue test, Microstructure

1. 서론

공산품의 사용 과정과 제조 과정에서 이산화탄소의 배출 억제는 전세계적인 추세로 자리잡아가고 있다. 따라서 에너지를 많이 사용하는 기계부품 제조공정에도 점진적인 변화가 불가피 하다. 물론 환경 문제의 주범 중의 하나인 자동차의 경우, 유독성 및 환경 유해성 배출가스의 최소화 와 더불어 연비 향상이 업계의 주요 현안 문제가 되고 있다. 자동차의 구조설계와 부품제조 측면에서도 환경적 고려가 필요하다[1]. 설계 분야에서 구조 최적화와 신소재의 적용을 통한 경량화가 필연적이다. 일반적으로 사용되는 자동차용 냉간압조부품은 대부분 냉간압조 후 퀴칭-템퍼링 열처리를 실시하는 방법으로 목적하는 강도 및 연성을 확보를 위해 장시간(15~20 시간)의 구상화 소둔 열처리를 실시하여야 한다. 이런 이유로 종래의 방법인 냉간 압조 전, 후 열처리 공정은 환경오염물질의 배출과 제품 품질 불량 등 여러가지 문제점을 야기시키고 있다. 그리고 최근 들어 국내 자동차 산업에서도 차량 경량화와 부품 제조비용의 절감이 가능한 환경친화형 고강도 철강재료의 개발이 중요한 과제가 되고 있다. 국내에서도 자동차 볼트류에 적용되는 냉간압조용 강선의 시장에서 고강도이면서 성형성이 우수하여 냉간작업 후의 퀴칭-템퍼링 공정을 생략할 수 있는 에너지 절약형 철강재료의 개발이 이슈화되고 있는 실정이다. 이러한 냉간압조용 강선시장의 환경에 발맞춰 새롭게 부각되고 있는 철강재료로서 유도가열 열처리된 선조질강이 있다. 이 선조질강은 일반 저탄소강을 유도가열에 의해 퀴칭-템퍼링 처리를 실시하여 미리 강도를 부여한 강선으로서, 종래의 냉간 압조 전에 실시하던 구상화소둔 및 냉간압조 후에 실시하던 퀴칭-템퍼링 처리를 동시에 생략할 수 있다는 장점이 있다. 또한 이 강선은 고강도이면서도 냉간압조시 변형경화가 작아서 단조금형의 수명저하를 최소화할 수 있는 장점도 있다[2~3]. 본 연구에서는 선조질강(ESW)의 A, B, C 세종류의 정적강도와 동적강도를 알기 위해 인장시험을 수행 하였으며, 각 선조질강의 동적특성을 분석하기 위해 원소재 상태에서 피로시험을 수행하였다. 또한 미세조직을 관찰 함으로써 각 선조질강이 가지고 있는 강도의 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

ESW A, B, C 각 선조질강의 인장시험은 범용인장시험기(INSTRON 4206)에서 ASTM-E8M(Fig. 1) 시험편을 이용하여 인장 시험을 수행하였다. 표점거리는 25mm 이고 인장속도는 2.5mm/min 로 하였다. 미세조직은 원소재를 절단하여 연마후 2ml 질산과 98ml 에탄올을 이용하여 OEM 을 통하여 관찰하였다. 그리고 인장시험 데이터를 근거로 하여 원소재를 Fig. 2 와 같이 가공하여 피로시험을 수행하여 비교하였다. 사용된 시험기는 250kN 의 자기공명피로시험기로서 80Hz 이상의 고주기에서 시험을 수행하였다.

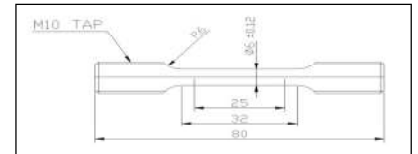


Fig. 1 Tensile test specimen

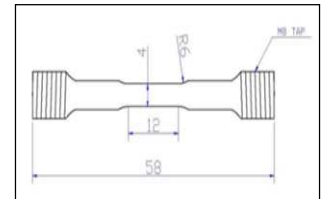


Fig. 2 Fatigue test specimen

3. 결과 및 토의

3.1 인장시험

본 연구에서 사용된 각 선조질강의 항복강도, 인장강도 및 연신율을 Fig. 3 에 나타내었고, 그리고 정확한 데이터값은 표 1 과 같다.

Table 1 Tensile stress, yield stress and total elongation of pre-heat treated

	Y.S.(MPa)	T.S.(MPa)	E.l (%)
ESW_A	465.322	518.302	22.90
ESW_B	640.246	720.35	20.49
ESW_C	769.46	836.13	15.75

ESW A 는 B 에 비해 항복강도와 인장강도가 약 200MPa 정도 낮은 값을 나타내고 있으나 연신율은 2.5%정도의 높게 나타났으며, C 소재는 항복강도 및 인장강도는 A, B 소재에 비해 크게 높지만 연신율은 15.7%로서 상대적으로 낮은 값을 알 수 있다.

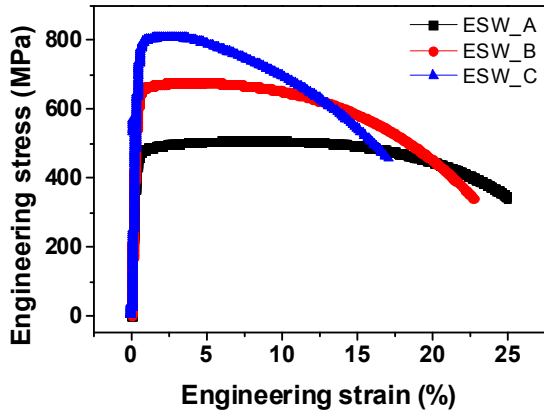


Fig. 3 Hardening properties of pre-heat treated

3.2 미세조직 관찰

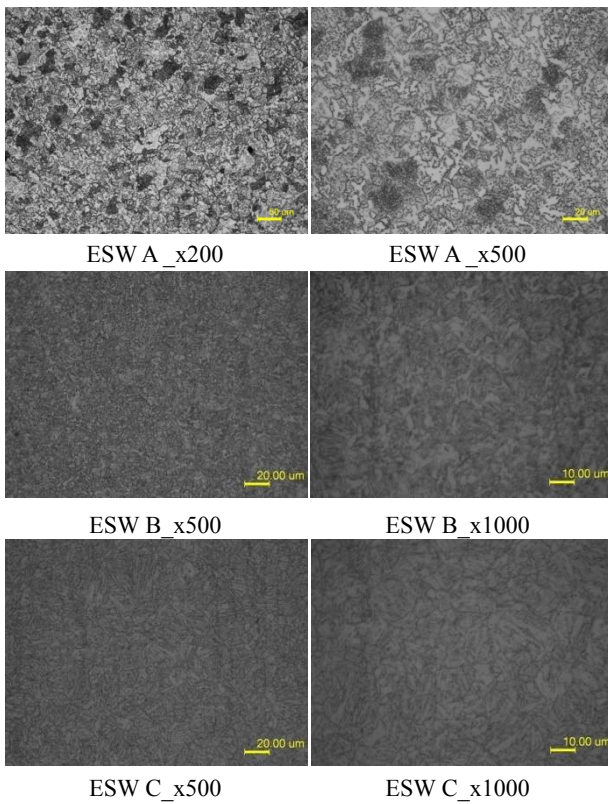


Fig.4 Optical micrographs of microstructures for pre-heat treated

ESW A 소재의 경우 결정립이 다른 두 소재보다 크고 페라이트와 펄라이트 조직이 균일하게 분포 되어 있는 것을 알 수 있다. 그리고 B 소재의 경우 페라이트와 펄라이트가 존재하지만 펄라이트의 층간 거리가 A 소재보다는 큰 것으로 관찰 되었고, C의 소재의 경우 페라이트 결정이 더욱 미세하고 좁게 나타났으며 펄라이트 부피분율이 높고, 페라이트 결정립이 감소 하여 펄라이트 층간거리가 감소된 것을 알 수 있다.

3.3 피로시험

소재별 고주기 피로시험의 결과로서 ESW C, B 순으로 높은 피로한도를 나타내고 있다. 결국 항복강도와 인장강도의 특성에 영향을 받고 있음을 알 수 있다. ESW A의 경우 피로시험 수행중에 있어 데이터를 보완할 예정이다.

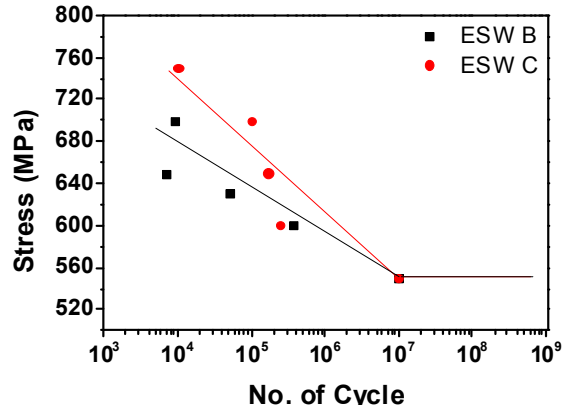


Fig. 5 Fatigue strength of each pre-heat treated

4. 결론

본 연구를 통하여 ESW A, B, C 세종류를 인장시험과 피로시험을 통해 정적강도와 동적강도의 관찰을 수행 하였고, 미세조직 관찰을 통해 조직의 거동을 분석하여 소재의 강도에 미치는 영향을 알아 보았다.

미세조직에서 ESW B, C 에서 페라이트와 펄라이트의 결정립이 미세할수록 강도가 증가하는 것을 알 수 있었고 또한, 펄라이트의 층간거리가 좁을수록 강도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 그리고 선조질강의 피로특성은 인장특성과 같은 정적강도와 비례하는 것으로 판단 할수 있고, 위의 데이터 B, C에서 추가 시험을 통해 피로 수명을 명확히 해야될 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 고강도 냉간 비조질강 단조품의 품질향상 기술 지원사업의 일환으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. 윤덕재, 김응주 외 2 명, "고강도 냉간압조용 선조질강 및 제품화 기술개발," 한국소성가공학회 춘계학술대회, 09, 35-36, 2009
2. 엄재근, 전만수 외 7 명, "선조질강 소재의 단조공정 측면에서의 특징", 한국소성가공학회 춘계학술대회, 09, 48-51, 2009
3. 박지태, 전만수 외 3 명, "선조질강 ESW95의 기계적 성질에 관한 연구", 한국소성가공학회 춘계학술대회, 08, 439-443, 2008
4. 황범규, 이영선 외 3 명, "냉간 비조질강의 변형 및 기계적 성질", 한국정밀공학회 춘계학술대회, 09, 771-772, 2009