

냉간 비조질강의 변형 및 기계적 성질

Deformation and Mechanical Properties of Non-Heat Treatable Cold Forging Steel

*황범규¹, 정택우¹, #이영선¹, 최정목², 문영훈³

*B. K. Hwang¹, T. W. Jung¹, #Y. S. Lee(lys1668@kims.re.kr)¹, J. M. Choi², Y. H. Moon³

¹ 한국기계연구원 변형제어연구그룹, ²주진합 기술연구소, ³부산대학교 기계공학부

Key words : Non heat treated, Pre heat treated steel , Fatigue

1. 서론

냉간 비조질강은 단조 후 담금질 및 템퍼링 처리를 생략함으로써 단조품 생산에 필요한 에너지를 혁신적으로 절감할 수 있다. 특히 장축 제품들에 비조질강을 적용할 경우 담금질 시 발생하는 열처리 변형을 효과적으로 방지할 수 있기 때문에 비조질강의 적용이 크게 기대되고 있다. 개발 초기 비조질강은 자동차의 크랭크 샤프트(crank shaft) 등 대체적으로 인성이 크게 요구되지 않는 부품에 한정되어 사용되었지만, 자동차 회전부품 등으로 그 적용 범위가 점차 확대되면서 비조질강의 인성향상에 대한 요구가 높아지고 있고, 최근에는 자동차의 경량화 추세에 따라 강도와 인성향상이 동시에 요구되고 있어 이에 부응하기 위한 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다. [1] 이와 비교 분석될 선조질강은 일반 저탄소강을 고주파유도가열로 담금질-템퍼링 처리를 하여 미리 강도를 부여한 강선으로서 기존 냉간 압조 전의 구상화소둔 열처리 및 냉간 압조 후 담금질-템퍼링 열처리 공정을 동시에 생략할 수 있는 장점이 있다. [2] 하지만 선조질강은 비조질강에 비해 생산하는 비용이 비교적 비싸다는 단점이 있다.

본 연구에서는 비조질강(POSCO)과 선조질강(ESW)의 기계적 성질을 비교 하기 위해 기본 특성인 미세조직 및 경도를 분석하였고, 항복강도, 인장강도, 연신률을 알기 위해 인장시험을 수행하여 비교분석하고, 피로한도를 위한 피로시험을 통해 선조질강과 비조질강중 어느 것이 우수한지 비교 검토 하였다.

2. 실험

2.1 실험재료

Table 1 은 실험에 사용된 냉간단조용 비조질강(POSCO) 및 선조질강(ESW)의 화학 조성을 나타내었다. Table 2 은 인장시험의 수행 조건을 나타내었다.

	C	Si	Mn	P	S	Cr
비조질 (POSCO)	0.23 ~0.27	1.8 ~2.1	0.1 ~0.2	<0.015	<0.015	<0.1
선조질 (ESW)	0.18 ~0.24	0.15 ~0.35	0.7 ~1.0	<0.03	<0.03	0.01 ~0.2

Table 1 Chemical composition (wt.%)

Tensile Test Condition	
Gage - Length	25 [mm]
Measuring Instrument	Thickness : Micro-meter
Thickness	0.6 [mm]
Temperature	R.T. [°C]
Speed	2.5 [mm/min]
Max. load	10 [ton]

Table 2 Tensile Test Condition

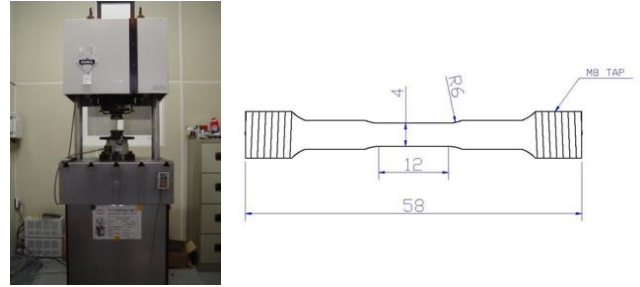


Fig. 1 Fatigue test specimen dimensions

피로시험은 고주기 시험기를 이용하였고 시험편은 선재의 직경이 작아 Fig. 1 의 Type 으로 가공하여 시험을 수행하였다.

2.2 실험방법

직경이 12.70mm 인 비조질강(POSCO)과 12.85mm 인 선조질강(ESW) 선재에서 직경이 6mm 인 시험편을 만들어 인장시험을 하였다. 피로시험은 소재의 인장강도 60%(500MPa) 기준을 정해 그 것에 맞는 응력의 조건으로 각각 5 회의 시험을 실시하였다. 그리고 비조질강(POSCO) 및 선조질강(ESW)의 기본 특성을 평가하기 위하여 선재상태의 소재를 절단하여 광학현미경을 통해 미세조직 관찰 및 경도측정을 하고, 60%로 압축하여 미세조직의 변화와 경도를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

각각 2 개의 시험 결과 중 항복강도, 인장강도, 연신률 등을 Table 3 에 나타내었다. Table 3 에서 보는 바와 같이, 인장시험 결과가 시편에 따라 인장강도는 큰 차이가 없었지만 연신율에서 차이를 보였다. Fig. 2 를 통해 진응력-진변형률 곡선을 나타내었다. Fig. 3 에서는 비조질강(POSCO) 및 선조질강(ESW) 조직사진을 압축 전 후로 관찰하였다. 비조질강(POSCO)조직 (a), (b)에서 나타나 있듯이 페라이트와 펄라이트의 층상구조로 되어 있는 것으로 관찰 되었다. 선조질강(ESW)조직(c), (d)에서 베이나이트 조직이 관찰 되었다. 시험편을 상온에서 실험하여 압축 후의 변화는 기계적인 변화 외 큰 변화가 없었다. 경도 측정은 Dead Metal Zone 을 피해 다섯 곳을 측정하여 비교한 것을 Table 3 에 나타내었다. 각 소재에 대한 압축 전과 후 경도 차이는 증가 한 것을 나타내었고 선조질강(ESW)이 비조질강(POSCO)에 비해 평균 경도가 높게 나타났다. Fig. 5 에서는 피로시험 결과를 나타내었다. 인장강도의 60%(약 500MPa)에서 비교하였을때 선조질강(ESW)이 비조질강(POSCO) 보다 피로강도가 약 7%정도 높게 나타났다.

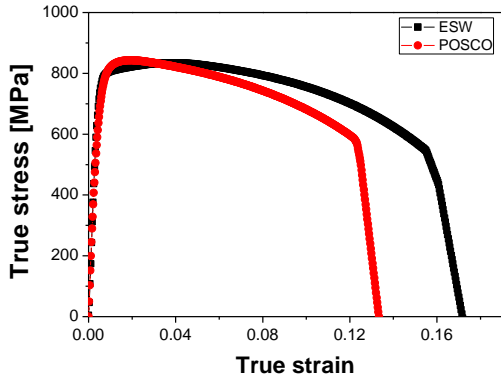


Fig. 2 Tensile test result of the Non heat treated and Pre heat treated steel

Specimen No.	Y. S(MPa)	UTS(MPa)	El(%)	
비조질 (POSCO)	1	724.5456	835.3397	13.26
	2	731.7317	851.1637	11.39
선조질 (ESW)	1	771.3510	833.9200	15.78
	2	769.4659	836.1307	15.75

Table 3 Cylinder specimen Tensile Test Result

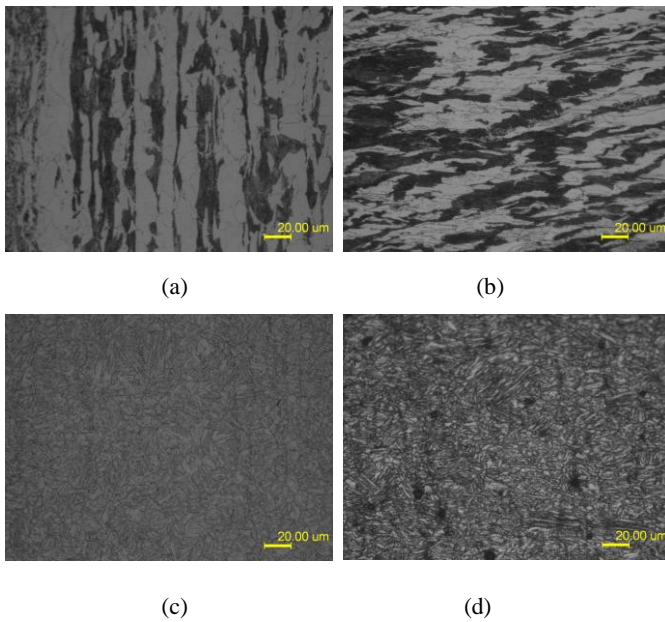


Fig. 3 Microstructure of the Non heat treated and Pre heat treated steel

		[단위 : Hv]					
		1	2	3	4	5	AVG
비조질 (POSCO)	전	260.7	249.5	248.2	268.9	249.5	255.3
	후	311.1	293.7	315	301	286.4	301.4
선조질 (ESW)	전	251	276.9	272.4	253.9	264.7	263.8
	후	331	326.7	319.7	290.9	316.7	317

Table. 3 Hardness test result of the Non heat treated and Pre heat treated steel

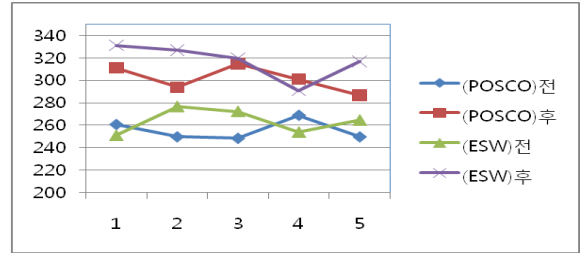


Fig. 4 Hardness test result of the Non heat treated and Pre heat treated steel

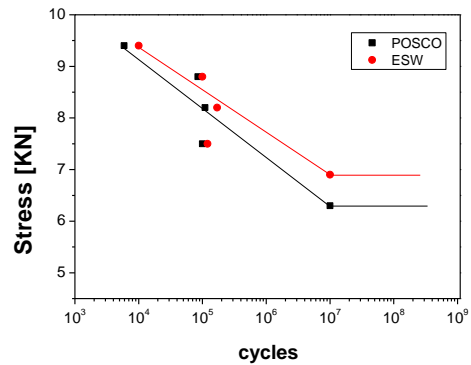


Fig. 5 Fatigue test result of the Non heat treated and Pre heat treated steel

4. 결론

본 연구에서 냉간 비조질강(POSCO)과 선조질강(ESW)의 기계적 물성을 평가 비교하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 인장강도를 통해 비조질강(POSCO)는 선조질강(ESW)에 비해 인장강도는 유사하게 나왔지만 연신률이 약 3% 높았다.

(2) 미세조직 관찰 결과 선조질강(ESW)에서 베이나이트가 관찰되어 경도가 비조질강(POSCO)에 비해 높게 나온 것을 확인 할 수 있었다.

(3) 피로시험 수행 후 비조질강(POSCO)에 비해 선조질강(ESW)이 피로강도가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

후기

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

참고문헌

- 이영선 외 “냉간 가공시 조질 및 비조질강의 성형성과 기계적성질의 비교 연구” 한국소성가공학회 1998 춘계 학술대회 논문집 pp.224~230
- 박지태 외 “선조질강 ESW95 의 기계적 성질에 관한 연구” 한국소성가공학회 2008 년도 춘계 학술대회 논문집 pp.439~443
- 이승헌 외 “다단 냉간 단조에 미치는 냉간 비조질강의 특성에 관한 연구” 한국소성가공학회 2005 년도 춘계 학술대회 논문집 pp.317~320
- H. Kanisawa, T.Mori, Y. Okuno, “Development of Wire Rod with Low Flow Stress for Non-heat treated Fastners”, Wir Journal International, April, p32~37