한국소성가공학회 '99추계학술대회 논문집 pp.49~52

박판의 온간상태에서의 인장특성

이항수*, 최치수**

The tensile characteristics of steel sheets at warm condition

H. S. Lee* and C. S. Choi**

Abstract

In the present study, the tensile test was carried out for steel sheets to offer the database for the material characteristics at various temperature condition. The results are constructed with tensile strength, total elongation, Lankford value and the flow curve and these can be employed usefully into the anlayzing program as input data for the sheet metal forming processes at warm condition.

Key words : Tensile Test, Warm Condition, Cold Rolled Steel Sheet, Tensile Strength, Elongation, Lankford Value, Flow Curve

1. 서론

프레스성형 가공의 성패는 성형공정 및 재료의 성형특성에 의해 좌우된다. 제품의 고품질화에 따라 프레스가공 제품이 복잡해지고 성형성을 향상시킬 수 있는 공정을 적용하는 사례가 늘고 있는데, 온간성형법도 이 중 하나이다. 온간성형법은 금형의 온도를 조절해야 하는 특징을 가지고 있으나 보통의 디프드로잉과 금형의 구조가 유사하고 상용의 프레스에서 쉽게 적용이 가능하여 적용하기가 비교적 용이하다. 이러한 온간성형법을 효과적으로 적용하기 위해서는 상온가공에서 나타나지 않는 재료의 온간특성을 고려하는 것이 필요하다. 즉, 각종의 공정변수와 함께 온간 상태에서의 소재특성이 분석되어야 온간성형 공정의 최적화된 설계방법이 효과적인 기술로써 다양하게 적용될 수 있다. 특히, 근래에 많이 적용되는 성형해석 과정에는 사용소재의 물성을 정확하게 입력해야만 해석결과를 보증할 수 있다.

이러한 관점에서 본 연구의 목적은 소재의 온간특성을 조사 분석하여 온간성형법을 효과적으로 적용하고, 성형해석에의 재료특성 자료를 제공하는 것이다.

강판재료의 온간에서의 성형특성에 대해서는 다음과 같은 연구사례가 있다. Robert A. Ayres[3] 는 알루미늄 킬드강에 대하여 비교적 저온에서 등온 및 비등온 조건으로 인장시험을 하여 재료의 변형에 기인한 온도상승이 연신율에 미치는 영향을 조사하였다. 武智 弘과 大下 哲郎[4]은 자동차용 패널에 많이 이용되는 연강판의 온간에서의 기계적 특성을 조사하여 보고하였다.

본 연구는 상온 및 온간영역에서의 인장강도, 연신율, 이방성계수, 소성 유동곡선에 대한 자료를 확보하는 것으로서, 자동차용으로 많이 사용되는 냉연강판에 대하여 인장시험하였으며 온도범위는 상온~300℃로 설정하였다.

2. 시험방법

* 한라대학교 기계공학부
** 기아자동차(주) 생기연구팀

본 연구에서 사용한 인장시험편은 KS 13B호 (KS B 0801) 및 ASTM 표준 박판재 인장시험편 (E8-54T)과 유사한 규격으로 Fig. 1에 시험편 규격을 나타내었다.

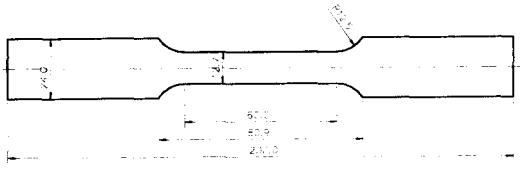

Fig. 1 The specification of applied specimen

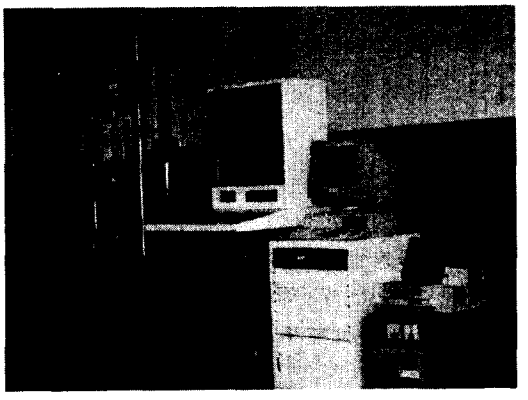

Fig. 2 Experimental setup of tensile tester

온간시험에서는 시험편을 어느 온도로 가열하여 일정하게 유지해야 하는데, 본 연구에서는 이를 위하여 별도의 그립을 제작하였으며 시험기의 크로스헤드의 변위를 측정한 뒤 이를 보정하여 시험편의 표점의 스트레인을 측정하도록 하였다.

Fig. 2 는 Tube식 가열로(furnace)를 장착한 상태의 인장시험기의 전경을 보여주고 있으며 Fig. 3 은 상하의 그립 사이에 시험편을 끼워 넣은 상태(사진)를 보여주고 있다. 크로스헤드 사이에 가열로와 그립이 장치되어 있으며 가열로는 앞쪽으로 개폐할 수 있도록 제작되었다. 시험편은 인장시험도중에 항상 가열로 속에 위치해 있도록 하였다.

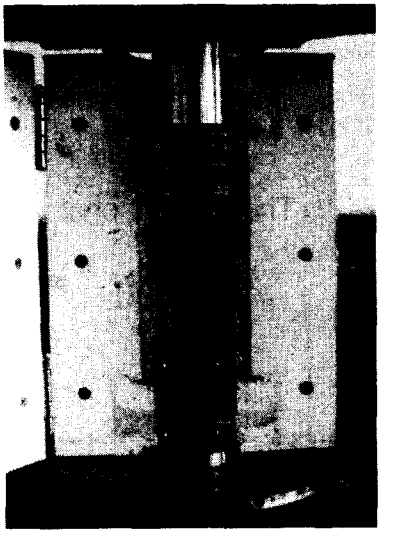

Fig. 3 Photo of tube furnace

인장시험 조건은 다음과 같다.

- 강종 : SCP 1종, SCP 3C종
- 재료두께 : 0.7mm, 1.4mm
- 시험편채취방향(압연방향과의 각도)
  : 0° , 45° , 90°
- 시험온도 : 상온, 50℃, 100℃, 150℃, 200℃, 250℃, 300℃
- 인장속도 : 15 mm/min
- 이방성 측정 변형률
  : 약 13% (공칭변형률 기준)

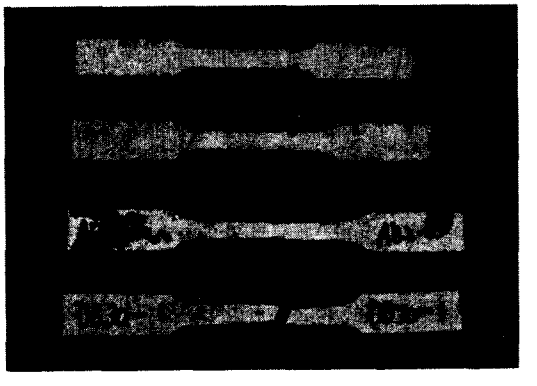

Fig. 4 Photo of the tensile specimens

3. 시험결과 및 토의

Fig. 4에 인장시험 전후의 시험편을 나타내었으며 Fig. 5에 온도에 따른 인장강도의 변화를 재료별로 비교하여 나타내었다. 전반적으로 온도가 증가함에 따라 반비례하여 인장강도가 단조감소하는 경향을 보이고 있으며 SCP1종 보다 SCP3C종의 인장강도가 다소 작은 값을 보이고 있음을 알 수 있다.

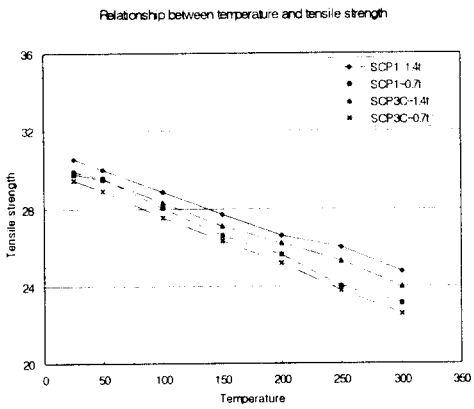

Fig. 5 Comparison of tensile strength

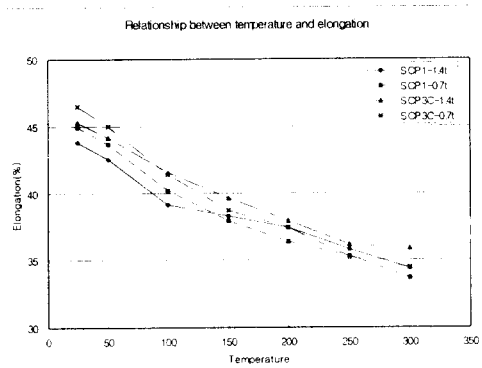

Fig. 6 Comparison of elongation

Fig. 6에 본 연구를 통해 조사된 각 소재의 연신율을 종합하여 나타내었다. 재료의 종류에 있어서는 SCP 1종 보다 SCP 3C종의 연신율이 높으며 같은 재료에 있어서는 압연회수가 많은 0.7t의 경우가 1.4t의 경우보다 높은 값을 보이고 있다. 온도의 변화에 대하여는 온도가 증가함에 따라 전반적으로 연신율이 감소하는 경향을 보이고 있는데, 한 가지 주목할 점은 SCP3C의 경우가 SCP1종의 경우보다 온도에 따른 연신율 감소가 다소 크게 나타난 점이다.

시험재료-두께	압연방향과의 각도			평균
	0°	45°	90°	
SCP1-1.4t	1.68	1.46	1.96	1.64
SCP1-0.7t	1.86	1.57	2.00	1.75
SCP3C-1.4t	1.82	1.38	2.02	1.65
SCP3C-0.7t	2.00	1.56	2.16	1.82

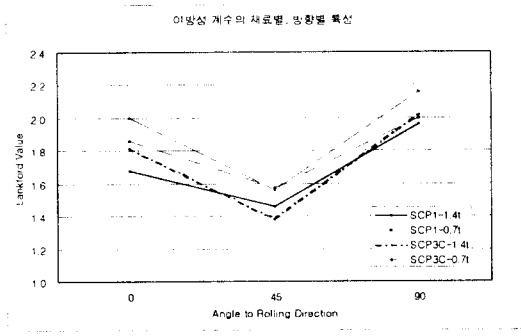

Fig. 7 Comparison of Lankford value

이방성계수는 각각의 방향에서 채취한 시험편에 대하여 13%의 변형률 상태에서 측정하여 평균치로 산출하였으며 그 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 시험편의 채취방향에 대하여는 45° 방향이 가장 작게 나타나고 있으며 0° 및 90° 방향에서는 비슷한 가운데 90° 에서 다소 높은 값을 보이고 있다. 재료의 종류에 있어서는 SCP 1종 보다 SCP 3C종의 경우가 높으며 같은 재료에 있어서는 압연회수가 많은 0.7t의 경우가 1.4t의 경우보다 높은 값을 보이고 있다. 시험편의 종류보다는 두께차에 따른 변화가 크며 SCP 3C의 경우가 시료방향에 따른 변화가 큰 점은 특기할 만 하다.

소성유동곡선은 멱경화식($\bar{\sigma} = K\varepsilon^n$)을 사용하였으며 이를 구성하는 강도계수(K)와 가공경화지수(n)를 종합하여 Fig. 8 및 Fig. 9에 나타내었다. 전반적으로 온도가 증가함에 따라 강도계수는 거의 반비례하여 단조감소하는 경향을 보이고 있으

며 가공경화지수의 경우도 온도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향을 보이고 있다.

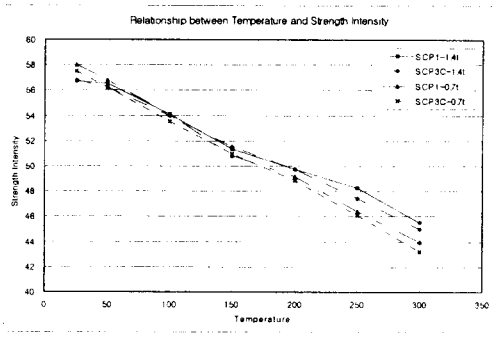

Fig. 8 Comparison of strength intensity(K)

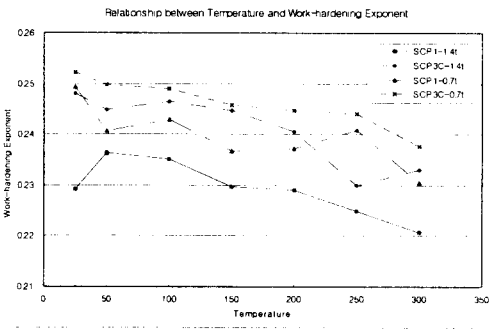

Fig. 9 Comparison of workhardening exponent(n)

4. 맺는말

상온 및 온간성형 영역에 대하여 자동차용 냉연강판의 단축인장시험을 수행하였다. 사용재료의 강종에는 SCP1종과 SCP 3C종을 대상으로 하였으며 시험온도는 온간성형의 범위 이내로 상온에서부터 300℃까지의 범위에서 50℃ 간격으로 수행하였다.

인장시험을 통해 인장강도, 연신율, 이방성계수, 소성 유동곡선에 대한 데이터를 추출하였으며 온도별로 데이터시스템을 구성하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 것은 자동차용 소재의 온간성형 특성으로, 이러한 특성을 데이터베이스화하므로써 온간성형해석을 위한 입력자료로서 효과적으로 활용할 수 있으며, 나아가 새로운 제품에 대한 온간성형법을 개발하는데 유익하게 활용될 수 있다.

참고문헌

(1) 한국공업 규격, 1974, 금속재료 인장시험 방법 (KS B 0802)

(2) 편집부편, 1989, 프레스 편람, 대광서림, pp.1-67

(3) Robert A. 1985, Ayres, Thermal gradients, strain rare, and ductility in sheet tensile specimens, Metallurgical Transactions A, Vol.16A, pp.37-43

(4) 武智 弘, 大上 哲郎, 軟鋼板の 青熱强化 深絞り加工, プレス技術, Vol.25, No.9, pp.28-35