

박판 스프링용 스테인리스강대(STS301CSP-3/4H, -H, -EH)의 기계적 특성에 미치는 시험온도의 영향

*임금호¹, 원시태², 임철록³

¹서울 산업대학원 정밀기계공학과, 현재 수성산업기계, ²서울산업대 금형설계학과, ³대원강업(주)

The Effect of Testing Temperatures on the Mechanical properties of Stainless Steel(STS301CSP-3/4H, -H, -EH) for Flat Spring

*K. H. Lim¹, S. T. Worr², C. R. Lim³

¹Dept. of Mech. Eng SNUT, Soo Sung Indus, Machinery ²Die & Mold Design Dept., SNUT, ³Deawon Kangup Co., Ltd

1. 서론

접점, 릴레이 스위치, 리드디스차지 밸브 등과 같이 가전제품, 통신기기, 자동차 관련 산업에서 광범위하게 사용되고 있는 박판 스프링은 점점 소형화 되고 있으며, 고정밀도 및 고강도의 특성이 요구되고 있다. 특히 판 두께 1mm 이하의 박판 스프링에 대해서는 평가방법에 따라 특성값도 상이하게 나타나기 때문에 일본의 경우에는 박판 스프링 특성평가 위원회가 구성되어 특성 평가방법을 규정하고 있다.^(1,2)

한편 박판 스프링용 재료는 전기적 특성, 내식성 및 가공성 때문에 인칭동, 베릴륨동과 같은 비철계 합금⁽³⁾과 함께 탄소공구강대는 일반적으로 내구성이 좋아 산업기기, 자동차, 가전제품에, 스테인리스 강대는 내식성 및 비자성의 특성 때문에 전기, 전자부품이나 내식성이 요구되는 스프링 용도에 널리 이용되고 있다.⁽⁴⁻⁶⁾ 특히 박판 스프링용 오스테나이트계 스테인리스강은 용체화 처리 후 조질 압연에 의해 다량의 변형유기 마르텐사이트가 발생하는 특징 때문에 냉간 압연율을 조절하여 필요한 강도를 얻어 사용한다.⁽⁴⁾

이와같이 주변 관련 산업의 발달과 더불어 점차 박판 스프링의 용도가 널리 확대되고 있는 시점에서 국내의 경우 박판 스프링의 국산화 및 사용 환경을 고려한 특성 평가에 대한 자료는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 박판 스프링용 재료의 데이터 베이스화를 위한 계통적인 연구^(7,8)의 일환으로 박판 스테인리스강대의 냉간 압연율의 차이에 따른 STS301CSP 재의 사용 온도 조건에서의 기계적 특성을 평가하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

2.1 실험재료

박판 스프링용 스테인리스강대는 열간 코일에서 냉간압연을 하여 1150-1160℃에서 고용화 열처리를 한 후 조질압연을 통하여 최종 가공 두께와, 소재의 경도 및 강도를 결정하여 사용한다.

Table.1 은 본 실험에서 사용한 STS301CSP-3/4H, STS301CSP-H 및 STS301CSP-EH 인 스테인리스강대의 두께 및 화학성분을 나타낸 것이다.

Table 1. Chemical compositions of specimens

Specimens	t(mm)	Chemical composition						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
STS301CSP-3/4H	0.5	0.111	0.55	0.95	0.025	0.002	17.07	6.67
STS301CSP-H	0.5	0.12	0.58	0.64	0.026	0.005	17.11	6.08
STS301CSP-EH	0.12	0.15	1.0	2.0	0.045	0.05	17.0	7.0
	0.15							

2.2 현미경 조직검사방법

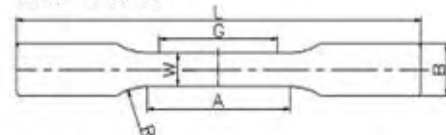
현미경 조직은 왕수[HCl(3)+HNO3(1)] 용액을 사용하여 부식시킨 후 주사 전자현미경(SEM, Hitachi S-2300)에서 1500배의 배율로 관찰하였다.⁽⁹⁾

2.3 경도실험방법

실험 재료는 0.5mm 이하의 박판이므로 경도값의 측정은 시험편을 마운팅 한 후, 미소 비커어스 경도계[Model Future Tech. FM-7]를 사용하여 100g의 시험하중 조건에서 측정회수는 10회 실시하여 평균값을 구하였다.⁽¹⁰⁾

2.4 인장시험편 및 인장실험방법

인장시험편의 규격 및 형상은 Fig. 1 과 같고, 시험편의 동일 규격화를 위하여 금형을 제작하여 프레스에서 블랭킹 가공을 하였다.



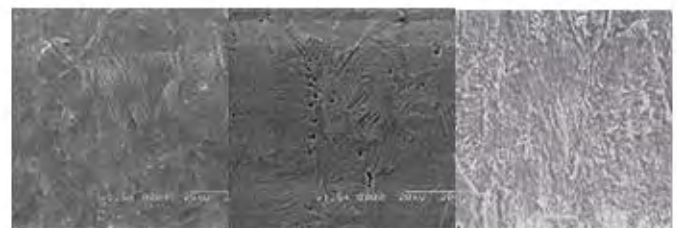
A=60(mm) B=20(mm) G=50(mm) L=170(mm)
R=25(mm) W=12.5(mm) t=0.5(mm)

Fig. 1 Geometry of tensile test specimen

인장시험은 가열챔버[Model SF868E]가 부착된 Instron 인장시험기[Model 8516]를 이용하였고, 시험속도는 10mm/min 로 하였다. 이때 시험온도는 상온(20℃)과 50℃, 100℃, 150℃, 200℃의 5종류를 선정하였다.⁽¹⁰⁾

3. 실험결과 및 고찰

3.1 현미경 조직사진 결과 및 고찰



(a) STS301CSP-3/4H (b) STS301CSP-H (c) STS301CSP-EH

Fig. 2 Micro-Structure of Stainless steel(1500×)

Fig. 2 는 스테인리스강대의 조직 사진으로서 조질 압연에 의해 오스테나이트 조직이 치밀해 지고 있음을 볼 수 있으며, 특히 조질 냉간압연의 정도가 가장 큰 STS301CSP-EH 재가 STS301CSP-H 재 및 STS301CSP-3/4H 재에 비해 오스테나이트 조직은 더욱 치밀하고, 집합조직 내에 더욱 많은 슬립발생에 의한 쌍성조직을 갖고 있음을 관찰하였다.

3.2 경도시험결과 및 고찰

Fig. 3은 STS301 CSP-3/4H 재, STS301 CSP-H 재 및 STS301 CSP-EH 재의 경도 값(Hv)의 관계를 나타낸 것으로, 냉간조질압연량이 클수록 집합 조직내에 더욱 많은 슬립이 발생한 STS301CSP-3/4H, -H, -EH 재의 순으로 경도 값이 점점 증가하고 있다.

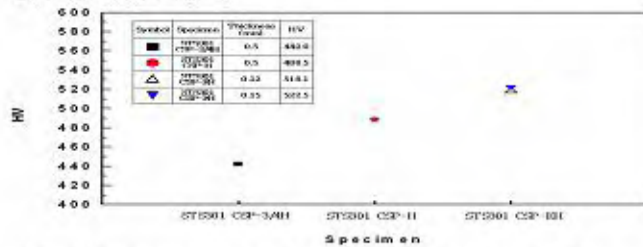


Fig. 3 The comparison of hardness value for STS301 CSP

3.3 인장시험결과 및 고찰

Fig.4, 5, 6은 상온~200°C 시험온도 범위에서의 인장시험 결과를 나타낸 것으로, 먼저 인장 및 항복강도는 각각 Fig.4, 5와 같이 동일 시험온도에서의 이들 값은 각각 냉간조질압연의 크기가 큰 STS301CSP-EH, -H, -3/4H 재의 순서로 크게 나타나고 있으며, 상온에서 200°C로 시험온도가 증가하면 이들 강도값은 서서히 감소한다. 한편, 연신율은 Fig.6에서 보는바와 같이 동일 시험온도에서 STS301CSP-3/4H, -H, -EH 재의 순서로 크게 나타나고 있으나, 냉간조질 압연강도가 가장 큰 STS301CSP-EH 재는 상온~200°C 시험온도에서 연신율이 거의 큰 변화가 없는 반면, STS301CSP-3/4H, -H 재는 상온에서 시험온도가 100°C 증가하면 급격한 연신율의 저하가 발생하며, 이후 시험온도에서는 연신율이 서서히 감소하는 경향이 나타난다.

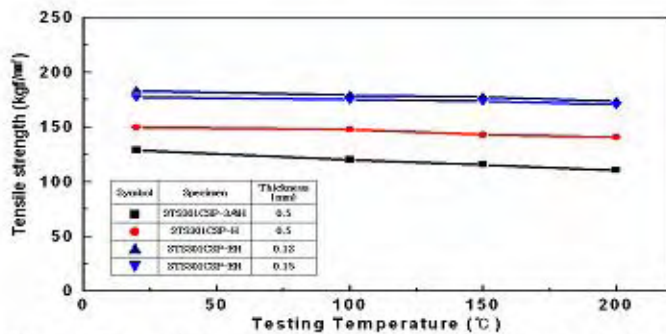


Fig. 4 The relation between tensile strength and testing temperature of STS301 CSP

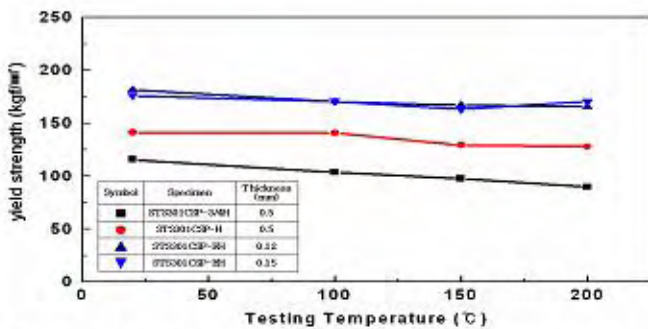


Fig. 5 The relation between yield strength and testing temperature of STS301 CSP

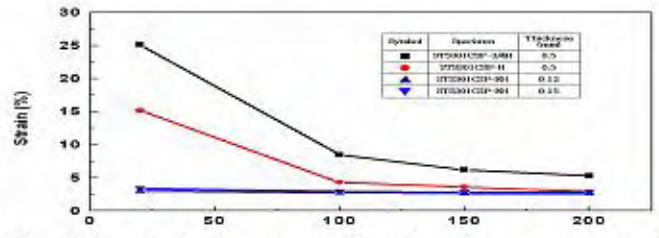


Fig. 6 The relation between strain and testing temperature of STS301 CSP

이 현상은 STS301 및 STS304 재를 -200°C~200°C의 시험 온도에서 인장시험을 실시한 결과 온도가 증가할수록 인장 강도는 계속 저하하지만 연신율은 -200°C에서 50°C까지의 범위에서는 서서히 증가하지만 50°C에서 200°C의 시험 온도 범위에서는 오히려 연신율이 저하하는 현상이 나타나는 결과와 일치하고 있음을 알 수 있었다⁽¹⁰⁾

4. 결론

박판 스프링용 스테인리스 강대인 STS301CSP- 3/4H, -H, -EH재의 시험온도에 따른 기계적 특성은 다음과 같다.

1. 경도값은 냉간조질압연율이 큰 STS301CSP-EH (HV520), STS301CSP-H (HV488), STS301CSP-3/4H (HV443)의 순으로 나타났다.
2. 인장시험결과 인장강도 및 항복강도는 냉간 조질 압연율이 큰 STS301CSP-EH, -H, -3/4H 재의 순으로 나타났으며, 상온에서 200°C로 시험온도가 증가하면 이들 특성값은 서서히 저하하는 경향이 나타났다. 한편, 연신율은 상온~200°C의 시험온도 범위에서 STS301 CSP-EH 재는 큰 변화가 없으나, STS301CSP-3/4H, -H 재는 시험온도가 증가할수록, 강도가 저하함에도 불구하고 계속적인 저하현상이 나타났다.

참고문헌

- (1) ばね技術研究会, 細線・薄板疲労特性研究会, 細線・薄板疲労特性データ集, pp.3, pp. 7, pp.20~23, pp.27, pp.49~51, 2001.3
- (2) 薄板ばね強度委員会, 薄板ばねの特性評価法に関する研究, ばね論文集, 第31号, pp.76~102
- (3) ばね技術研究会, 薄板ばね, 1975.8
- (4) ばね技術研究会, “ばね技術シリーズ ばねの種類と用途”, 日刊工業新聞社, 東京, pp.28~33, 1998.
- (5) 田中良平, JIS 使い方シリーズ ステンレス鋼の 選び方. 使い方, 日本規格協会, pp.129~146, pp. 210~215, 1994
- (6) ばね技術研究会, ばね技術シリーズ, ばね用材料とその特性, 日刊工業新聞社, 東京, pp.147~157, 2000
- (7) 원시태의 박판스프링용 탄소공구강강대(SX4M)의 시험에 따른 기계적 특성, 2002년 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집
- (8) 원시태의 박판스프링용 탄소공구강강대(SX5M)의 기계적 성질에 미치는 뜨임온도의 영향, 2006년 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집
- (9) 佐藤知雄, 鉄鋼の顕微鏡写真と解説, 丸善(株), pp.184~193, 1975
- (10) 스테인리스 강 편람, 세화출판사, pp.18, pp.112, pp.157~158, 1992.12