

SM45C Normalizing강과 Quenching강의 마찰용접 특성

A study on the Friction Welding Properties of SM45C Normalizing Steel and Quenching Steel

이준형* · 신석우* · 장승수* · 민택기**

* 충남대학교 대학원 기계공학과

** 충남대학교 기계공학과

1. 서론

마찰용접은 순수하게 접합면에서만 발열하여, 발열이 대단히 좁은 범위에 균등하게 발생하므로 열손실이 작고 에너지 효율이 높으며 용접 변형이 대단히 작아 치수 정밀도가 높다. 특히 이종금속들의 접합에 효과적이며, 타 용접에 비해 용접온도가 낮아 금속간 화합물의 발생이 적고 고온균열이 적다.^{1)~3)} 본 연구에서는 전 산업에 두루 사용되어 지고 있는 SM45C 탄소강과 담금질 처리를 해서 탄소강의 특성을 개선한 SM45C 동종에 대한 마찰용접 후 기계적 성질에 대해 연구 하였다.

2. 실험재료

본 실험에 사용된 재료의 화학조성과 기계적 성질을 Table 1과 Table 2 에 각각 나타내었다. 마찰용접을 위한 시험편은 직경 20mm에 길이 100mm의 소재를 준비하고, 소재중 하나는 퀴칭(Quenching)을 850℃로 가열 30분 유지 30분을 하였다.

Table 1 Chemical composition of materials

Materials	Chemical composition(wt %)					
	C	Si	Mn	P	S	Fe
SM45C	0.42	0.15	0.6	0.03	0.035	Bal.

Table 2 Mechanical properties of materials

M. P. Materials	tensile strength (MPa)	Hardness (Hv)
Normalized SM45C	658.6	280
Quenched SM45C	830	460

3. 실험결과 및 고찰

3.1 인장 시험

Fig. 1은 회전수 2,000rpm, 마찰 압력 50MPa, 마찰시간 t_1 1.5 초, 업셋시간 t_2 는 3초로 고정하고 업셋압력을 90~130MPa로 변화를 주어 마찰용접한 시험편의 인장 시험 결과를 보여주고 있다.

인장강도는 업셋압력이 증가함에 따라서 증가하다가 감소하는 경향을 보이고 있는데, 최고 인장강도는 업셋압력이 120MPa 일 때로 이때의 인장강도는 719MPa로 이는 모재 인장강도 (658.6MPa)의 각각 약 109%에 해당한다.

3.2 경도 시험

Fig. 2은 회전수 2,000rpm, 마찰 압력 50MPa, 마찰시간 t_1 1.5 초, 업셋시간 t_2 3초로 고정하고 최고의 강도를 보인 업셋압력 120MPa일 때 마찰용접한 경도시험 결과를 나타내고 있다.

용접계면에서 Normalizing SM45C 쪽으로 0.5~1.5mm 떨어진 곳의 경도가 낮아지고, 용접계면에서 경도값이 급격히 상승한 것을 관찰 할 수 있는데, 이는 가압력과 마찰열에 의해 입자가 미세화 되었기 때문에 경도 값이 높게 나타났다.

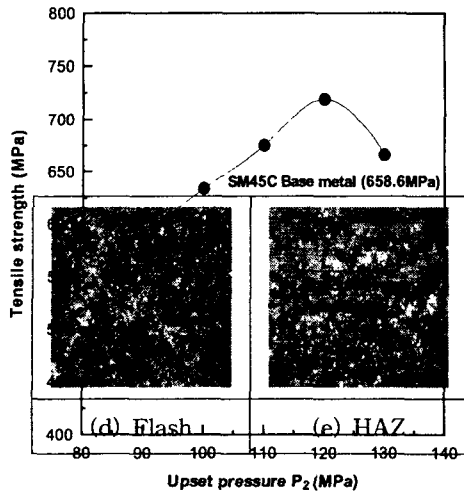


Fig. 1 Relationship between tensile strength and upset pressure

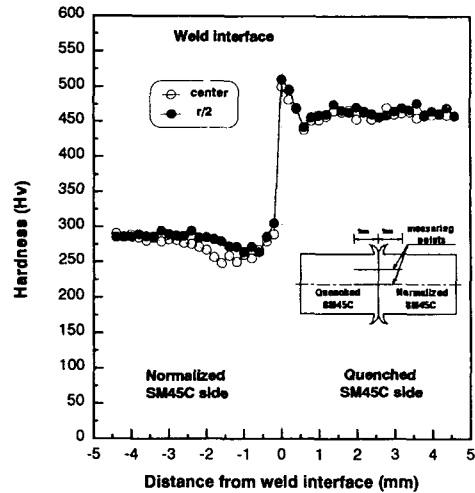
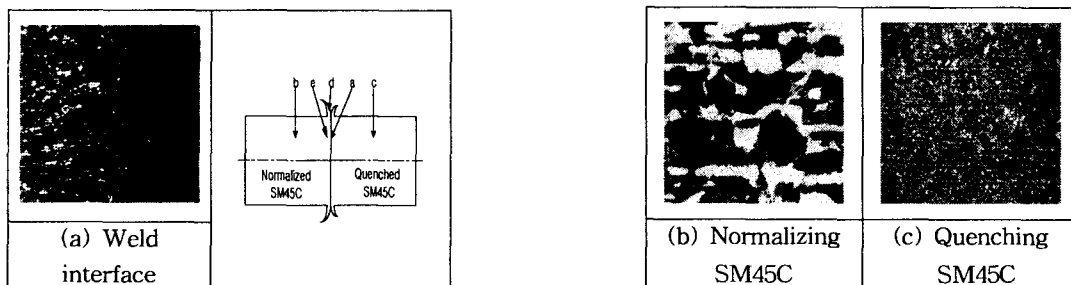


Fig. 2 Hardness distributions at weld interface

3.3 용접부의 현미경 조직

(a)는 용접계면의 조직 사진으로 마찰용접시 회전력과 가압력으로 인하여 유동이 생기는 모양을 관찰 할 수 있는데, 이런 유동으로 인하여 용접계면에 존재하는 불순물들이 밖으로 밀려 나가게 됨을 관찰 할 수 있다.(b)와 (c)는 각각 Normalizing SM45C와 Quenching SM45C의 모재 조직으로 흰



부분이 페라이트이고 검은부분이 펄라이트를 나타낸다. (b)가 (c)에 비해서 페라이트가 더 많이 보이는 이유는 (c)에서는 열처리로 인하여 입자들이 열처리 하기전과 비교해서 더욱 미세화 되어져 균일하게 사방에 퍼져서 존재하고 있기 때문으로 사료된다. (d)는 플래시(flash)부의 조직 사진으로 모재 사진과는 달리 여러 기공 및 불순물이 들어 있는 것을 관찰 할 수가 있는데, 이는 (a)에서 보여지는 유동으로 인하여 밖으로 밀려나온 불순물들의 예를 관찰 할 수 있다. (e)는 열영향부(HAZ)부를 촬영한 사진으로 모재의 조직 사진들과 비교해 볼 때 입자들이 많이 미세화 되어 있는 것을 관찰 할 수 있는데, 이는 마찰열과 가압력 그리고 두 모재의 상대 운동 등의 현상이 조합되어 나타난 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 Normalizing SM45C 환봉과 Quenching SM45C를 회전수 2,000rpm, 마찰압력 50MPa, 마찰시간 1.5초, 업셋시간 3초로 고정하고 업셋압력을 변수로 주어 마찰용접 한 후 접합부의 기계적 강도를 시험하였다. 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 인장시험 결과 최고 인장강도는 업셋압력이 120MPa 일 때로 이때의 인장강도는 719MPa로 이 는 모재 인장강도 658.6MPa의 약 109%에 해당한다.

2. 경도시험 결과 접합계면에서 최고 경도(500Hv)가 나타났으며, 열영향부(HAZ)에서 다른곳에 비해 연화되었고, 인장시험시 접합계면에 인접한 연화영역에서 파단이 일어났다.

3. 현미경 조직 사진 관찰 결과 용접 계면에서 다른 모재부나 열영향부(HAZ)의 조직 보다 극히 미세해져 있다.

참 고 문 헌

1. 민택기, "Al-Sn 합금 베어링에서 부상부와 플랜지부의 백메탈 간 마찰 용접 특성", 동아대학교 박사학위 논문, pp. 1~40, (1992).
2. Haskell D. Weiss, Thomas H. Hazlett, "The Role of Material Properties and Interface Temperature in Friction Welding Dissimilar Metals" Engineering Conference, April, pp. 1~11, (1966).
3. Tomas H. Hazlett, "Properties of Friction Welds Between Dissimilar Metals", Welding Research Supplement, Oct. pp. 448s-450s, (1962).