

도금강판 Spot 용접부의 피로특성

Fatigue Properties of Coated Steel Resistance Spot Weld

이목영, 김기철, 최 광, 이기호
산업과학기술연구소, 포항

1. 서론

도금강판은 냉연강판의 표면에 합금층을 형성시켜 소재강판의 특성을 향상시킨 것이다. 이러한 도금강판은 소재의 사용환경 및 도금방법에 따라 여러종류로 나누어지며, 자동차등에 널리 사용되는 것은 아연도금강판이다. 도금강판의 용접에 널리 사용되는 용접방법은 spot용접이며, 용접부는 우수한 강도 및 외관품질이 요구된다. 한편, 자동차 및 철도차량과 같이 움직이는 물체의 용접부는 사용도중 반복하중이 작용하므로 용접부 정적특성 뿐만 아니라 동적 특성에 대한 평가가 요구된다. 본 연구에서는 표면처리강판 spot 용접부의 피로시험을 통하여 용접부 동적특성을 평가하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 소재강판은 극저탄소강과 저탄소강이며, 시험재는 이들 소재강판 위에 전기아연도금, 합금화아연도금 및 용융아연도금을 한 것으로 강판의 특성을 Table 1에 나타내었다. Spot용접은 용접시간 및 가압력을 통상의 조건으로 고정시킨 후 전류를 변화시키며 행하였으며, spatter가 발생하는 전류를 결정하여 피로시험편의 용접조건으로 하였다. 피로시험은 spot 용접한 시편의 하중작용방향이 시편의 길이방향에 평행이 되게 한 후, 하중 진폭을 변화시키며 행하였다. 피로시험에 사용된 시험조건은 Table 2에 나타내었다. 또한 spot 용접부 인장하중에 대한 FEM 분석을 행하여 응력분포를 해석하였으며, 용접부 단면조직 및 경도시험을 통하여 FEM 해석결과와 비교하였다.

3. 실험결과 및 고찰

박판의 인장하중 작용시 응력분포의 FEM 해석결과는 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 예상되는 바와같이 용접부 및 열영향부에 큰 힘이 작용되었고, 특히 하중방향의 nugget 선단에 가장 큰 힘이 작용되어 이 부분에서 균열이 생성되리라 예상할 수 있었다. 또한, 용접부에서 거리가 멀어지면서 응력의 크기는 감소하고 있었으나, 하중방향과 하중수직방향의 중간영역에서는 다소 넓은 응력분포를 나타내었다. 반복하중에서 응력분포는 용접부 경도분포를 통하여 확인할 수 있을 것이다. Fig. 2는 피로시험 후 용접부 경도분포를 나타낸 것으로 반복하중에 의하여 열영향부의 경도가 하중을 받지 않은 경우보다 다소 높았다. 이는 반복하중에 의한 가공경화에 의한 것으로 판단되며, spot 용접부 피로균열은 이러한 응력집중 부위에서 시작될 것으로 추측이 가능하다. 그러나 실제 시험시는 하중진폭의 크기에 따라 용접부의 기하학적인 형상이 하중작용 반복회수에 따라 변화할 것이므로 최대 경화위치는 FEM 해석에 의한 것과는 다소 차이가 발생한다. Fig. 3은 steel A의 S-N 곡선으로 피로한도는 65kgf이다.

4. 참고문헌

1. Pei-Chung Wang : Thesis, 1984, University of Illinois at Urbana-Champaign
2. 酒井 達雄 : 용접기술, 1991. 3, pp 95-104

Table 1 소재강판의 특성

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	두께 (mm)	T.S. (kgf/mm ²)
A	0.006	0.005	0.176	0.014	0.009	0.041	0.052	0.76	30.8
B	0.008	0.006	0.176	0.014	0.010	0.037	0.050	0.79	29.9
C	0.006	0.004	0.095	0.011	0.009	0.049	0.034	0.71	29.5
D	0.049	0.012	0.217	0.014	0.012	0.040	0.001	0.83	36.1

Table 2 피로시험 조건

Steel	용접전류 (kA)	최소 하중 L _{min} (kgf)	최대 하중 L _{max} (kgf)	공통 조건
A	10.5	1.5-5	75-250	가 압 력: 250kgf 통전시간: 15cycle 냉각수량: 5l/min R(L _{min} /L _{max}): 0.02 Frequency: 15Hz
B	11.1	1.0-5	50-250	
C	11.6	1.5-5	75-250	
D	11.1	2.0-6	100-300	

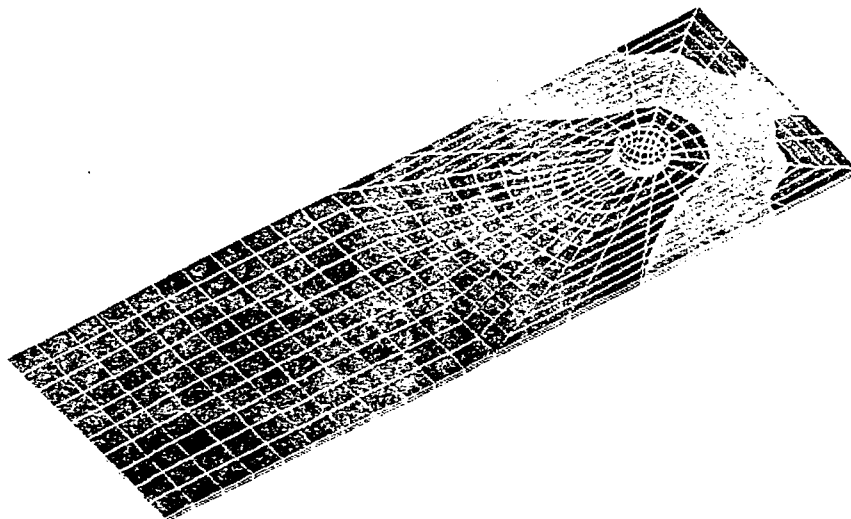


Fig.1 Von Mises 등응력도

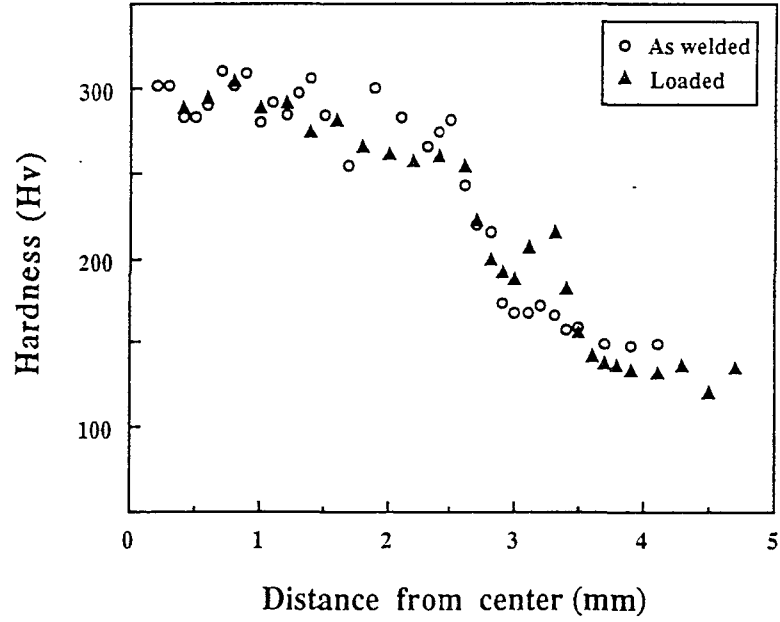


Fig. 2 Steel D의 용접부 경도분포

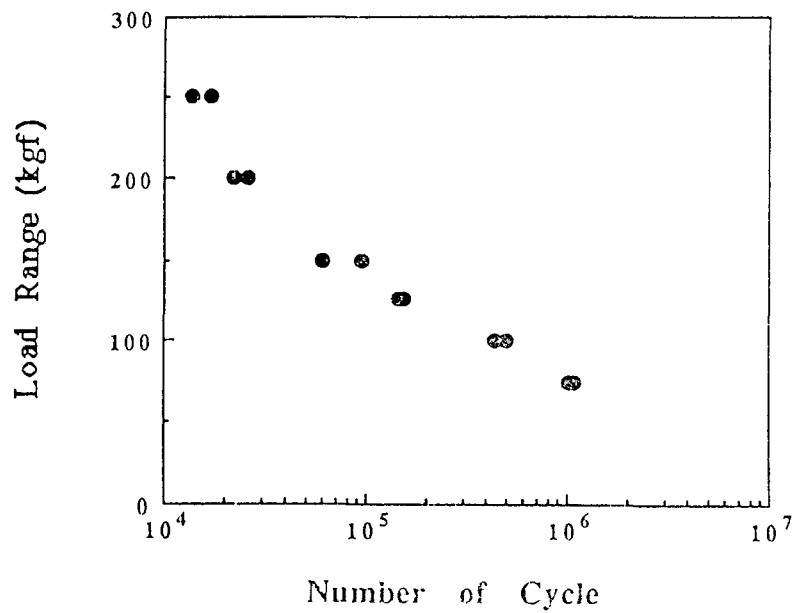


Fig. 3 Steel A의 S-N 곡선