

냉연강판 제조조건이 Seam 용접성에 미치는 영향
The Effect of Manufacturing Conditions of Cold-Rolled Steel
on the Seam Weldability

박 희동, 이 중봉, 안 영호

POSCO 기술연구소

1. 머리말 일반적으로 drum의 제작에는 seam 용접이 적용되며, 용접후 flange 가공시에 여러가지 요인에 의해 용접부에 균열이 발생하는 경우가 있다. 본 연구는 이러한 균열 발생을 최소화시키기 위한 것으로, 실제 공정에서 발생한 균열의 검토와 병행하여, drum 소재인 냉연강판의 제조조건을 변화시킴으로써 r값의 변화를 시도하여, 용접부의 flange 가공성과의 상관성을 조사하고자 하였다.

2. 실험방법 사용한 시험재는 두께 1.2mm인 4종류의 SPCC-SD강재로서, 주요 화학조성 및 제조조건을 Table 1에 나타내었다. 각 시험재의 edge부, W/4부, 3W/4부에 대하여 r값을 측정하였으며, 또한 각 부위로부터 110x60mm의 시험편을 채취하여 seam 용접을 실시하였다. Seam 용접조건은 14kA-2V-1.7 m/min, 가압력 4kgf/cm²이며, 각 용접 시험편에 대하여 단면조직, 경도시험 및 인장시험을 실시하였다. 또 용접부의 flange 가공성은 hole-expanding 시험으로 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰 Fig.1은 각 시험재의 edge부의 r값과 edge부 끼리를 용접한 시험편의 hole-expanding 시험 결과를 나타낸 것이다. Edge부는 90°와 45°의 r값을 측정할 수 없기 때문에 0°, 즉 압연방향의 r값만을 사용하였다. Edge부의 r값의 변화는 시험조건 범위내에서는 압연온도 변화 및 edge heater의 적용 여부에 거의 무관하다. 그러나 edge부에서의 λ값, 즉 hole-expanding 시험시 초기 hole의 직경(D₀)에 대한 균열이 발생했을 때의 직경(D)이 증가한 크기(D-D₀)와의 비인 ((D-D₀)/D₀)은 r값과 양호한 상관관계를 나타낼 수 있다.

Fig.2는 이들 시험재의 edge부, W/4부 및 3W/4부 끼리를 용접한 시험편의 λ값을 비교한 것으로, 모든 시험재의 λ값은 edge부 보다 판 중앙부인 W/4부, 3W/4부가 다소 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이러한 경향은 일반적으로 강재의 제조공정상 판 중앙부의 냉각속도가 edge부에 비해 다소 느리기 때문인 것으로 생각된다. 각 부위에 따른 r값의 변화도 λ값의 변화와 유사함을 확인하였다. 이상의 시험재에 대한 hole-expanding 시험후의 파단부위는 모든 경우에서 용접부가 아닌 모재부임이 확인되었다.

한편 Photo.1은 실제로 drum의 flange 가공시 발생한 균열의 전형적인 예를 나타낸 것으로, 용접 끝단에서 중첩된 부분이 벌어진 형상을 보임을 알 수 있다. 이 균열의 단면을 SEM으로 관찰한 결과, 접합면 전체에 산화막이 형성되어 있음이 확인되었다 (Photo.2). 따라서 이 균열은 저항 발열로 강재의 온도는 상승하였으나 가압력이 부족하여 미접합 상태로 잔존하게 된 상태에서 flange 가공을 받음으로써 터짐현상이 발생한 것으로 추정된다. 이 경우는 drum 제조시 Z-bar의 입측부가 불균일하게 마모되어 강재의 overlap에 오차가 발생됨으로써 중첩된 면적이 적은 부위에서 과전류가 발생되거나 또는 미접합되는 현상이 발생한 것으로 추정된다.

이상과 같이 drum의 flange 가공시 seam 용접부의 균열 발생은 강재의 r값과도 상관성이 있다. 그러나 실제 drum 제조에서 강재가 받는 flange 가공은 λ값이 10% 정도로 매우 작다. 또한 hole-expanding 시험 결과 용접이 양호한 상태에서는 거의 모든 경우에 모재가 파단됨으로써, flange 가공시 용접부에 균열이 발생하는 경우는 강재의 r값 보다는 drum 제조 공정상의 문제일 가능성이 지배적인 것으로 판단된다.

Table 1 Chemical composition and mechanical properties of specimen

Mark	Chemical composition (wt.%)					Tensile properties			FRT (°C)	Remarks
	C	Si	Mn	P	S	YP (MPa)	TS (MPa)	El.(%)		
S880	0.033	0.014	0.18	0.010	0.009	229	349	41	880	—
S900	0.038	0.014	0.25	0.011	0.009	233	350	41	900	—
S880EH	0.037	0.010	0.19	0.013	0.008	217	341	42	880	*E/H
S890EH	0.043	0.012	0.21	0.015	0.008	222	346	42	890	E/H

*E/H : Edge Heater

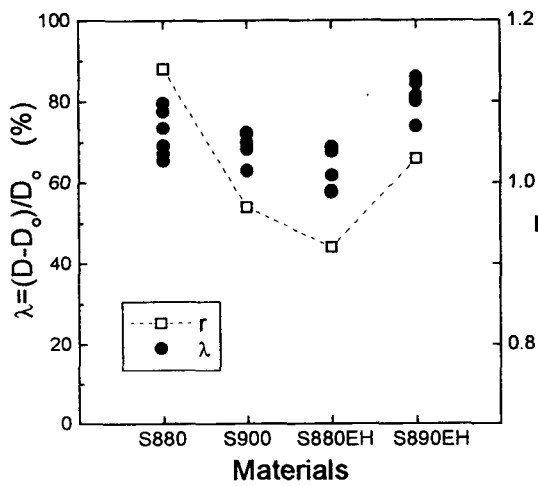


Fig.1 Relationship between λ and r in seam welded edges

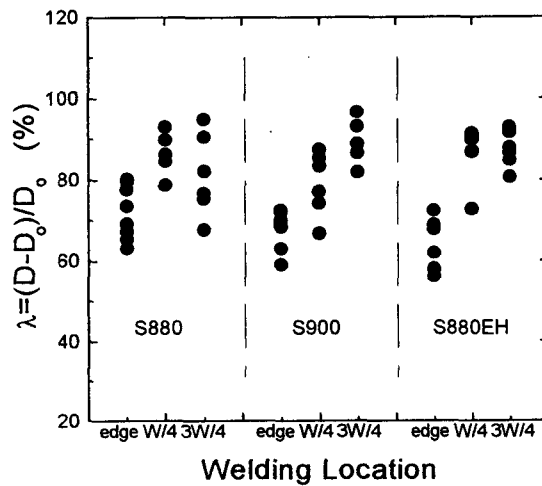


Fig.2 Change of λ with the width direction of the materials used

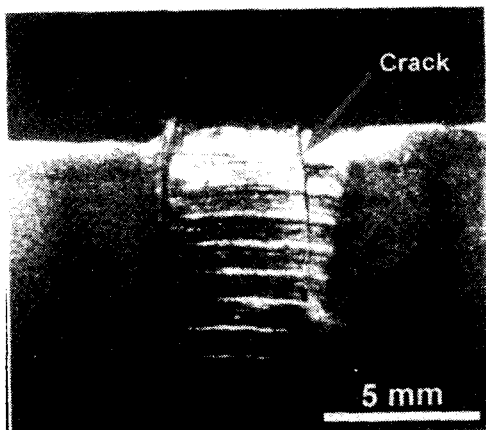


Photo.1 Typical crack in seam welded edge after flanging

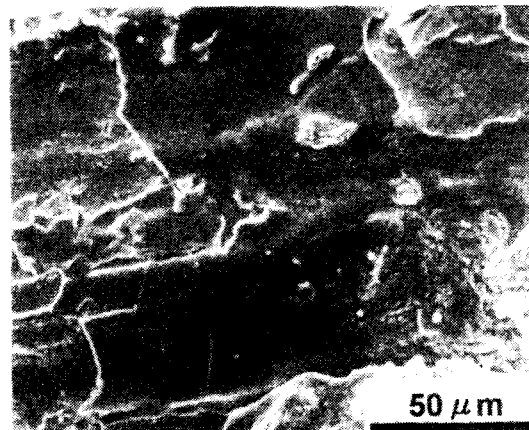


Photo.2 Microfractography of crack surface in Photo. 1