

자동차용 고장력강판의 spot 용접성

(Spot Weldability of High Tensile Strength Steel
Sheets for Automobile Application)

이 기호, 김 기철, 강 문진 (산업과학기술연구소)

1. 서론

1960년대말 미국에서 자동차 안전규제법(FMVSS, Federal Motor Vehicle Safety Standard)이 제정된 이후 이의 대응책으로서 개발이 시작된 고장력 강판은 '73년과 '79년 두 차례의 oil shock 이후 연비저감 대책으로서 차체중량의 경감을 위해 개발이 한층 가속화되었다.

자동차 생산 공정은 크게 press와 차체 조립 및 도장 등으로 구분되는데 차체 조립의 대부분은 spot 용접에 의하여 이루어지고 있다. 그러나 통상의 냉연강판은 spot 용접성에는 큰 어려움이 없었는데 반하여 고장력화 하면서 용접성이 저하하는 문제가 발생하고 있어 고장력 강판의 채용에 큰 장애 요인으로 작용하고 있다.

일반적으로 강을 고장력화하기 위하여는 합금원소가 첨가되는데 이는 탄소 당량(Ceq)을 높이게 되어 적정용접조건 범위를 이동시키며 용접부를 쉽게 경화시켜 연성비를 크게 저하시키는 요인이 되므로 안전도에 문제를 제기하고 있다.

본 연구에서는 80kgf/mm², 45kgf/mm²급 강재를 대상으로 하여 적정용접조건을 설정하였으며 용접공정변수가 용접성에 미치는 영향을 검토하였다.

2. 실험 방법

이미 개발되어 상용화되어 있는 45kgf/mm²급(Nb 첨가 석출강화형: 이하 CHSP45C)과 80kgf/mm²급(복합조직형: 이하 80DP) 고장력강을 대상으로 하여 적정 spot 용접 조건을 설정하였으며, 용접공정변수가 용접부 강도특성에 미치는 영향을 검토하기

위하여 용접전류시간 및 가압력 등이 변화되었다. 용접후에는 외관검사에 의한 표면 crack 및 pit 발생 유무검사후 양호한 시험편을 대상으로 강도시험을 행하였다. 인장시험은 Instron 시험기를 사용하였는데 이때의 인장속도는 5mm/min로 하였으며 주로 최대하중을 측정하는 방법을 택하였다. 아울러 전극 형상, 가압력, 간극 변화가 용접성에 미치는 영향을 비교검토하여 최적조건을 도출하였다. 시험강재의 화학조성 및 용접조건은 Table 1.2와 같다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 80DP 강재와 CHSP45C 강재의 weldability lobe를 나타낸 것이다. 용접 시간 15cycle을 기준으로 할때 적정전류범위는 80DP의 경우 5-11kA, CHSP45C는 7.2-11kA로 나타났다. 이처럼 강이 고장력과 함수록 적정용접범위가 저전류속으로 이동하고 있는데 이는 Table 1에서 보는 바처럼 80DP의 경우 Si, Mn 등이 다량 첨가되어 있어 용접시 모재의 전기저항치를 증가시켜 동일 전류치에서 발열량이 크게 되기 때문으로 알려져 있다. 그러나 이들 원소들은 용접부의 탄소당량(Ceq)을 증가시키게 되어 경화되면서 연성비(+자인장강도/전단인장강도)를 크게 저하시키는 요인이 되고 있다.(Fig.2) 연성비 향상 대책으로서는 Ceq를 낮추는 강재 설계외에도 재통전에 의한 용접부 연화와 용접점수 증가등의 시공이 요구되고 있다.

Fig.3은 전극형상이 용접성에 미치는 영향을 검토한 결과로서, CF형태의 경우 저전류속에서는 선단경 4-5mm가 적당하나 입열량이 증가함에 따라 선단경의 증가가 요구되고 있다. 이에 비해서 R형 전극의 경우 자기제어 작용에 의해 CF형 보다 용접성이 양호하였으며 적정 선단반경은 적정범위에서 15-20mm 었다.

용접입열량이 충분한 경우 간극의 영향을 감소시키기 위한 가압력의 증가효과는 없었으며, 오히려 저전류 범위에서는 가압력이 증가할수록 강도는 크게 저하하였다. 전실험구간에서 두 강재의 적정가압력은 250kgf로 판단된다.

4. 참고 문헌

- 1) 吉田, 製鐵研究, 第312號, 1984, p.1-7
- 2) 武智, 鐵と鋼, Vol.68, No.9, 1982, p.1244-1255
- 3) B.Pollard, SAE paper 790006, 1979
- 4) JIS Handbook, Z3140, 1978, p.263
- 5) 奥田, 溶接學會誌, Vol.56, No.2, 1987, p.45
- 6) 金伎徹, 大韓金屬學會誌, Vol.20, No.2, 1982, p.33
- 7) 金伎徹, 日本溶接學會全國大會講演概要, Vol.41, No.10, 1987, p.82
- 8) 李基鎬, 大韓金屬學會發表概要集, 1987(春季), p.78

Table 1 시험강재의 화학적 조성

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Al	Nb	Cr	Mo	Ceq
80 DP	0.112	1.06	1.89	0.019	0.006	0.025	0.062	0.001	0.022	0.01	0.48
CHSP 45C	0.078	0.03	0.612	0.014	0.005	0.015	0.041	0.029	0.015	0.004	0.19

Table 2 용접 조건

항목 시험	강종 (kg/mm ²)	전류 (kA)	용접시간 (cycle)	유지시간 (cycle)	압력 (kgf)	전극 (mm)	전극형식 (mm)	기타
적정용접 조건설정	80	4.5, 6.7	5, 10, 15	20	250	0	Cap tip(Ø6)	- 초거가압시간 · 20 cycle
	45	8, 9, 10, 11	20, 25, 30					
전극형상 변화	80	5, 8, 11	15	20	250	0	R형: R8 - 12	- 냉각 수량 · 8 l/min
	45	7, 9, 11					CF형: Ø4 - 8	
전극변화 및 가압비	80	5, 8, 11	15	20	250	0	Cap tip(Ø6)	- Electrode tip: class II
	45	7, 9, 11			350	0.8		
					400	1.6		

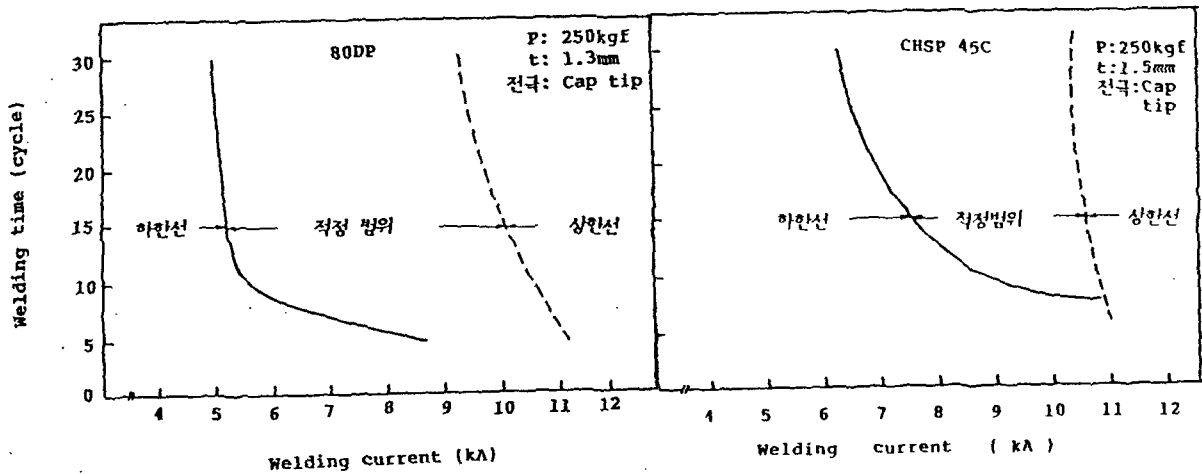


Fig. 1 적정 용접 조건 범위

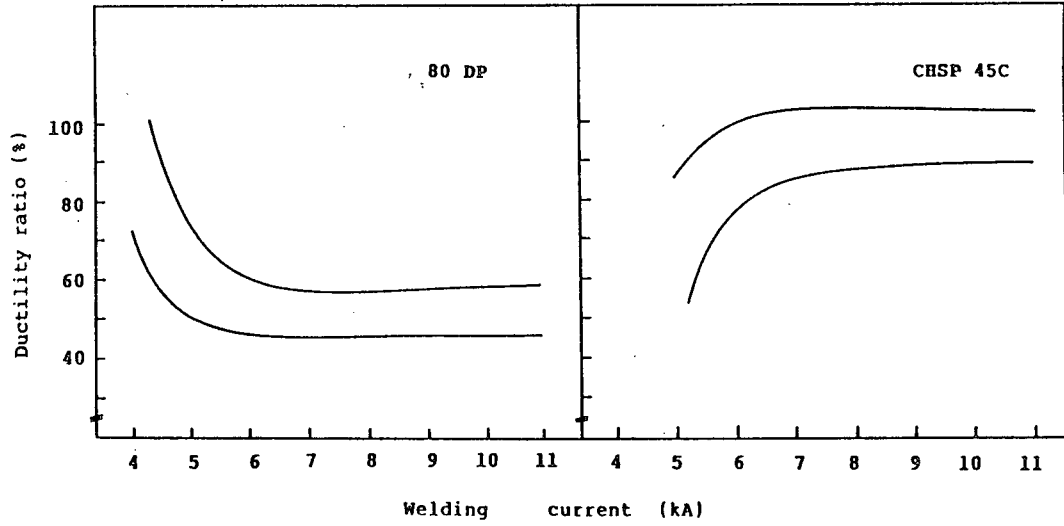


Fig. 2 용접조건 변화에 따른 연성비 변화

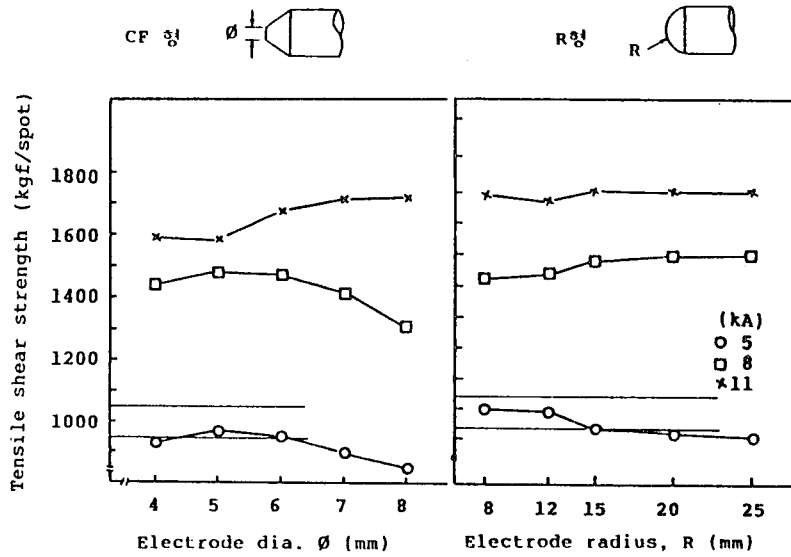


Fig. 3 전극 선단반경 변화의 영향 (80 DP)