

냉연제품의 저항용접특성 연구

A Study of Resistance Welding Property in Cold Rolling Products

남궁 성, 이 용진, 김 동환*
현대강관 기술연구소

1. 서론

냉연제품은 표면이 미려하고 강도가 우수하여 자동차용 강판 및 건축자재, 가전제품등의 재료로 널리 사용되고 있다. 냉연제품의 용접에는 대부분 저항용접이 많이 사용되고 있으나, 냉연제품은 CR(Coil Rolling Product) 뿐만아니라 GI(Galvanizing), GA(Galva-Annealing) 및 표면처리제품(EG, 내지문材)등 종류가 다양하기 때문에 이러한 여러 제품의 저항용접특성에 대해 조사하고 적절한 용접조건을 찾고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

점용접은 일반적으로 자동화가 용이하고 작업시간이 짧으며 용접품질의 신뢰도가 대체로 높아 널리 사용되나 용접품질은 가압력, 통전시간, 용접전류등의 용접조건과 냉연제품의 표면상태, 화학성분, 강도등에 영향을 받으므로 냉연제품 및 용접품질을 평가할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 냉연제품별로 최대인장전단강도 및 용접부 금속조직등을 조사하여 제품별 용접특성을 평가하여 보았다.

2. 본론

2.1 시험방법

본 실험에 사용된 시편은 제품별로 구분하면 CR제품(냉간압연 후 anealing처리), GI, GA제품(용융아연도금강판), EG제품(전기아연도금강판)이 있으며, EG제품은 Pure-Zn(인산염-크롬처리, 내지문 처리), Zn-Ni, Zn-Fe강판 등으로 나뉜다. 시험에 사용된 제품의 화학성분을 Table. 1에 나타내었다.

Table. 1 Chemical compositions of each product. (wt%)

제품	화학성분		C	Si	Mn	P	S	N	Ti	Nb
	재질									
CR	CQ		0.040	0.005	0.170	0.016	0.004	0.002	-	-
	MQ		0.030	0.008	0.150	0.013	0.005	0.004	-	-
	IF(LQ)		0.002	0.010	0.170	0.015	0.007	0.002	0.043	-
	HS35E		0.001	-	0.350	0.070	0.006	0.002	0.030	0.006
	HS35R		0.024	0.010	0.170	0.064	0.008	0.002	-	-
GI	CQ		0.040	0.009	0.200	0.013	0.006	0.002	-	-
GA	HS35E		0.002	0.006	0.160	0.049	0.005	0.002	0.022	0.024
EG	Pure-Zn	MQ	0.020	0.005	0.120	0.011	0.005	0.002	-	-
	Zn-Ni	IF(LQ)	0.002	0.010	0.160	0.010	0.007	0.002	0.046	-
		HS40R	0.050	0.020	0.680	0.036	0.004	0.002	-	0.020
Zn-Fe	IF(LQ)	0.002	0.010	0.160	0.013	0.006	0.002	0.044	-	

본 실험에 사용된 용접기는 Prince Air Spot Welding Machine으로서 Air compressor를 사용하는 공압식 용접기를 사용하였고, 용접기의 최대전류치는 22kA이다. Fig. 1은 저항용접의 모식도를 나타낸 그림이다

적절한 점용접 조건을 찾기 위해서는 통상 저항용접의 3대조건이라고 하는 용접전류, 가압력, 통전시간의 제어가 중요하다. 초기에는 통전시간 10~40Hz, 가압력 1~4kg/cm², 용접전류는 게이지상의 눈금으로 2~7까지 변화시켜가면서 예비실험을 통해 최적의 용접조건을 찾고자 하였다. 이와 같은 예비실험에 의해 가압력은 1kgf/cm²으로 고정하고, 통전시간은 10~20Hz, 전류 2~7까지 변화시켜가면서 실험을 행하였다.

용접전극은 자동차 차체조립라인에서 사용되는 Cr-Cu 전극을 초기에 사용하여 보았으나 마모가 심하고 flash가 과하게 발생하여 이 보다 우수한 Be-Cu 전극을 사용하였다. 용접전극의 크기는 외경 16mm의 반구형으로 용접선단경이 6mm의 것을 사용하였다.

시험편의 크기는 Fig. 2와 같이 가로 130mm, 세로 40mm의 크기로 가공한 다음, 두 강판을 서로 40mm 겹치게 한 후 중앙에 점용접을 실시하였고, 각각 2개씩을 동일조건으로 점용접하여 1개는 조 직관찰용으로, 나머지 1개는 인장시험용으로 사용하였다.

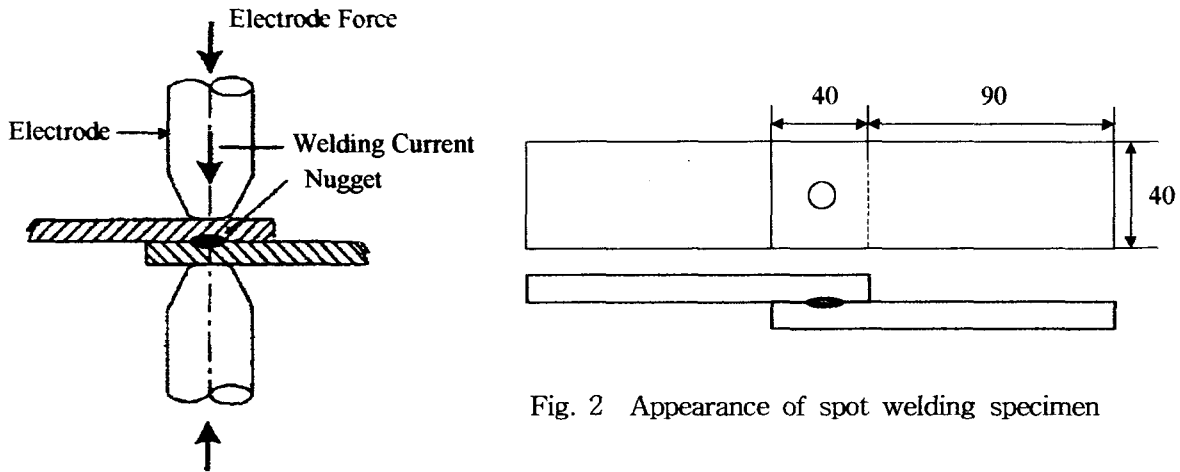


Fig. 2 Appearance of spot welding specimen

Fig. 1 Schematic of spot welding test

2.2 실험결과

Fig. 3은 CR강판에서 전류변화에 따른 Max. Load값을 측정한 결과로서 재질별, 통전시간의 영향을 조사하여 보았다. 이때 가압력은 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 고정시키고, 통전시간은 10Hz, 20Hz를 사용하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 전류가 증가할수록 최대전단강도값은 증가하였으며 4.0~4.5에서 적정한 용접조건을 보였다. 그 이상의 전류범위에서는 flash가 심하게 발생하였다. 또한 적정접합강도는 400kgf수준이었다. 재질별 용접성은 두께가 1.2~1.4mm 범위일때 CQ, MQ, HS35R은 비슷한 양상을 나타내었으나 탄소함량이 적은 LQ재만이 용접범위가 좁고, 최대전단강도값도 낮게 나타났다. 두께에 따른 영향은 크게 차이가 없었다.

Fig. 4는 CR강판 LQ재 1.2t의 용접부의 광학사진으로서 미용접, 적정용접, 과용접부를 관찰한 사진이다. 전류가 증가할수록 Nugget의 크기가 비례하여 증가하는 경향을 보이고 있다.

GI강판의 경우 두께의 영향은 거의 없었으며, 통전시간이 길수록 동일 전류에서 최대전단강도값이 증가하였다. CR제품대비 flash가 나지 않는 범위에 적정용접전류는 5.5에서 이루어져 전류가 높게 요구되었고 적정용접범위내 최대전단강도도 CR이 400kgf 수준인데 비해 200~300kgf로 낮았다.

GA강판의 경우 0.7~1.0t에서는 두께차에 따른 용접차이는 거의 없고 통전시간에 따라 용접강도는 GI 경우와 마찬가지로 증가하였다. 적정용접전류는 5수준이며, 접합강도는 250~350kgf로 CR보다는 낮고 GI보다는 다소 높은 경향을 나타내었다. 용접부조직도 Nugget이 CR강판에 비해 잘 형성되지 못함을 발견할 수 있었다. 또한 Fig. 5는 GA강판의 용접부 SEM관찰사진과 EPMA로 정성분석(면분석)한 결과로서 보는바와 같이 용접이 잘된 경우는 용접부에 Zn가 발견되지 않지만 용접이 안된 경우는 용접부에 Zn가 존재하고 있어 표면에 도금된 Zn층이 용접시 악영향을 주어 GA나 GI강판의 용접성이 나쁜 것으로 판단된다.

EG강판의 경우는 인산염과 크롬처리된 Pure-Zn와 그위에 내지문처리된 Pure-Zn강판의 경우 flash가 발생하지 않는 범위내 용접은 전류 3.5~4부근이었으나 접합강도가 200kgf수준으로 매우 낮았으며, 접합강도 400kgf수준에서는 flash가 심하게 발생하였다. 이는 표면처리된 수지층이 flash발생을 조장하는등 용접에 악영향을 주어 작업성을 현저히 저하시킨 요인으로 판단된다. Zn-Ni강판과

Zn-Fe강판은 CR강판보다 다소 높은 4.5~5전류범위내에서 적정용접범위를 나타냈으나 flash발생이 심하였고, Zn-Ni에 비해 Zn-Fe가 flash 발생측면에서는 유리하였다. 접합강도는 250~250kgf수준으로 나타났다.

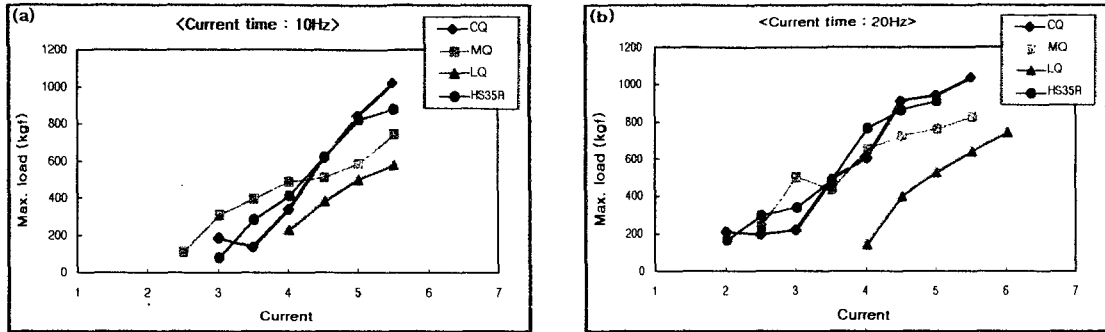
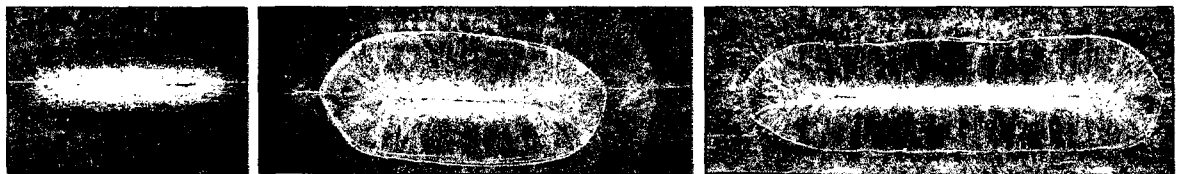


Fig. 3 Changes of Max. Load value for current increase in various material qualities



(a) Low heat-input (b) Good heat-input (c) Over heat-input

Fig. 4 Optical micrographs for various welding zone of CR product.
(LQ material, thickness 1.2mmt, current time 20Hz)

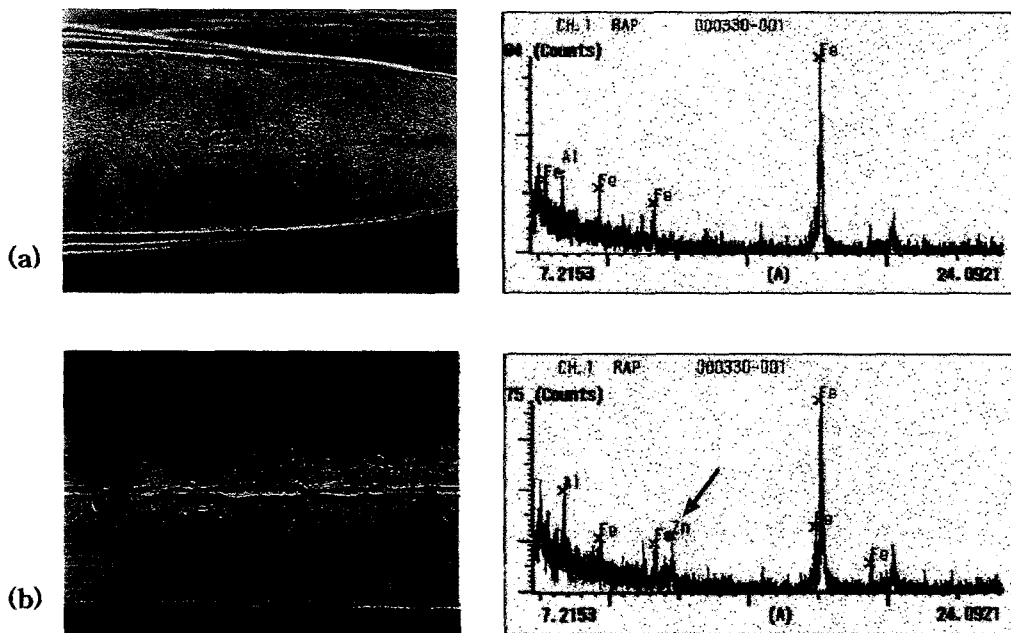


Fig. 5 SEM micrographs and EPMA qualitative analysis of GA product.
(a) Good welding zone (b) Bad welding zone

3. 결 론

- 1) 통전시간이 길수록 동일강도를 얻기위한 전류세기는 작아지고, 최대전단강도값이 증가하였다.
- 2) CR제품의 경우 재질별 용접성은 CQ, MQ, HS35R은 비슷하나 탄소함량이 가장 적은 LQ재가 용접범위도 좁고, 최대전단강도값도 다소 낮은 값을 나타내었다.
- 3) 제품별 적정용접전류는 EG 인산염 및 내지문재 3.5~4, CR 4~4.5, EG Zn-Ni , Zn-Fe 4.5~5, GA재 5, GI재 5.5 수준으로 나타났으며, GI재가 가장 높은 용접전류를 필요로 하였다.
- 4) Flash발생직전의 적정용접 조건범위내에서 최대전단강도값은 CR이 평균적으로 약 400kgf로서 가장 우수하였고, GI 200~300, GA 250~350kgf로 나타났으며, EG강판의 경우 표면처리의 영향으로 200~250kgf 정도로서 가장 낮게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Ki-Eun An : Trend of Resistance Welding Controller, Journal of KWS, Vol. 17, No. 4, August, 1999, p.6~10
2. 윤치상, 노범욱, 신철수 : A study on the spot weldability of a descaled hot rolled steel sheet 대한금속학회, 제 4회 철강기술심포지엄 논문집, 1999, p.245~254
3. Sdou Masatosi : 고강도 박판의 점용접성, 鐵と鋼, 제68권 제 9호, 1982, p.1411~1420,