

Galvannealed Steel의 点熔接의 熔接性에 관한 研究

柳 炳 吉* · 姜 春 植**

A Study on the Weldability of Galvannealed Steel in Spot Welding Process

B. K. Rhyu* · C. S. Kang

Key words : Galvannealed Steel(갈바아닐드강), Spot Welding(점용접), Nugget(용착부)
 Welding Time(용접시간), Electrode Tip Shape(전극팁의 모양)

Abstract

The Weldability of galvannealed steel using spot welder has been studied. The Results obtained are as follows;

- 1) Welds size and strength were increased depending on the welding time and welding current. But, the increasing rate has been decreased.
- 2) Deposited zinc has affected on the wear of welding tips and growth of welds but has not affected the weld's structures.
- 3) On shear testing of the specimen, button fracture has been observed and the value was approximately 540Kg (welds dia. approximately $\phi 4\text{mm}$)

1. 緒 論

근래에 자동차나 일반 가정용 전자 제품의 내식성 향상을 위해서 아연도 강판이 다량으로 사용되고 있다.^{1),2)}

이들 제품에서는 생산성이 높은 점 용접이 많이 사용되고 있으나 지금까지 국내에서의 점 용접에 관한 연구는 거의 없는 형편이다.

아연도 강판은 일반 무 도금 연강판에 비해 용접할 때에 대 전류를 필요로 하며 아연이 전극 표면에 부착되어 전극의 마모를 빠르게 하는 등 점 용접이 용접성에 미치는 영향이 많다.^{3),4),5)}

저항 열을 이용하는 점 용접은 용접전류 용접시간, 용접후 유지시간(Holding time), 가압력과 같은 용접기 제어작용에 의한 요소외에도 전극 팁의 모양, 크기, 재질과 용접물의 재질이나 표면 상태등과 같

은 요소가 점 용접에 미치는 영향도 많다.

본 실험에서 사용된 Galvannealed Steel은 종래의 아연도 강판의 가공성과 점 용접의 용접성을 향상시키기 위해서 도금층에 소량의 Al을 첨가시켜서 도금층을 모재와 합금화시켜서 만든 재료이다.^{6),7)}

Tokuga와 Yamada 등의 보고에 의하면 도금시 생기는 Fe-Al-Zn 금속간 화합물에 의해 익스펠션(expulsion)과 같은 점 용접의 용접성에 나쁜 영향을 미치는 Γ 상의 생성을 억제시키고 점 용접의 용접성을 좋게 하는 δ 상의 존재 구역을 넓히기 위하여 Al을 첨가하는데 0.12% Al이 가장 적당한 것으로 보고되어 있다.⁶⁾

따라서, 본 실험은 Galvannealed Steel의 점 용접시 용접전류와 용접시간에 따른 용착부의 성장과 용접강도의 변화를 조사했으며 적정 용접조건을 설정하였다.

* 현대용접 연구소

** 서울工大 教授

2. 實驗方法

2.1 용접재료

본 실험에서 사용된 재료는 국내에서 시판되고 있는 일본산 두께 1mm의 [Hot dipping된 Galvannealed Steel을 사용했다. Table 1은 Spectrometer에 의한 모재의 화학성분 분석 결과이고 Table 2는 시험재료의 기계적 성질과 도금층의 상태를 표시한 것이다.

Table 1. Chemical composition (Basemetal).

Material	C	Si	Mn	P		Al
Wt %	0.0331	0.0045	0.1391	0.0066	0.0084	0.0047

Table 2. Mechanical properties and surface condition.

TS(Kg/mm ²)	YP(Kg/mm ²)	EL (%)	H _{Rb}	CT (μm)	CAI (Wt %)
35.5	32.1	38.1	38	8.9	0.12

2.2 실험 장치

사용된 접 용접기는 형식 PK-PO100의 공압식으로 정격 용량이 100KVA인 것을 사용하였다.

여기서 용접점 유지시간(Squeeze time)은 60cycle, 가압력은 240kg, 냉각수의 유속은 3l/min으로 일정하게 해서 실시하였고 용접시간과 용접전류는 순간 전류계를 사용하여 측정하였으며 가압력은 스트레인 게이지를 사용해서 측정하였다. 용접시간을 본 실험에서는 cycle로 표시하였는데 여기서 1 cycle은 1/60 초에 해당한다.

2.3 용접 시험편 및 전극

전단 강도, 단면 시험, 인장 강도, 시험편의 치수는 AWS C1.1-66규격에 따랐으며 인장 강도 시험편은 “+”자 형으로 만들었는데 Fig.1 및 Fig.2에 표시하였다. 그리고 전극은 5개의 집점을 찍을 때마다 연마(dressing)하여 계속 사용하였는데 RWMA (Resistance Welder Manufacturer Association) Class II의 0.8%-Cu 합금으로 단말 원추형(Truncated shape)의 것을 사용하였다. 그리고 구체적인 치수는 JIS-C9304 규격에 따랐다.

2.4 용접강도 측정 및 조직 관찰

전단 강도 측정은 Instron 시험기로 2mm/min의 속도로 하여 최대 하중을 측정하였으며 인장 강도는 Fig.2에 나타난 Jig를 사용하여 10mm/min의 시험속도로 실시하였다.

macro조직은 3%Nital에 3분간 etching한 후 규격 SMZ-10 Nikon의 입체 현미경으로 관찰하였으며 용착부의 크기는 규격 Mitutoyo PV-350의 만능 프로젝터로 확대시켜 측정하였다. 그리고 micro조직은 3% Nital에 15초간 etching한 후 광학 현미경으로 관찰하였다.

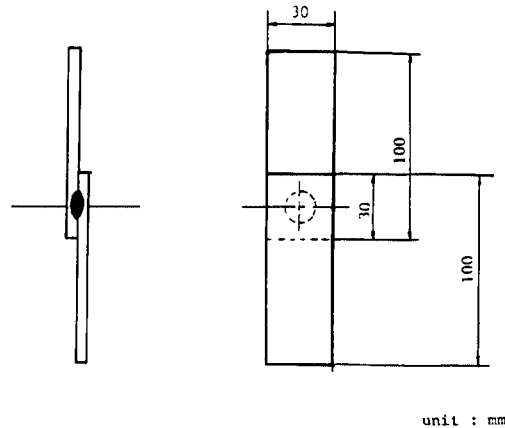


Fig.1. Tensile shear test specimen and cross sectional specimen. unit : mm

3. 實驗結果 및 考察

3.1 용착부(너깃)의 성장(Nugget growth)

Fig.3 및 Fig.4는 용접시간에 따른 너깃부의 성장상태를 각각의 전류 7, 10, 13KA에 대해 나타낸 것이다.

Fig.3은 너깃부의 직경 변화를 용접 시간에 대해 표시한 것인데 $\phi 4$ mm 정도의 용착부를 얻기 위해서 7KA의 경우는 20cycle, 10KA는 9cycle, 13KA는 5 cycle 정도의 용접시간이 필요하였다. 그리고 그래프의 경향을 살펴보면 용접시간과 용접 전류에 따라서

Table 3. Welding conditions used in this study.

	W.C. (KA)	W.T. (cycle)	H.T. (cycle)
Optimum welding conditons	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	5, 7, 10, 15, 20, 25,	12
Weldability comparison	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	15	12
Holding time effect	12	15	0, 5, 7, 12, 15, 20, 30, 40, 60

Squeeze time : 60 cycle welding force : 240Kg
cooling water : 3 l/min

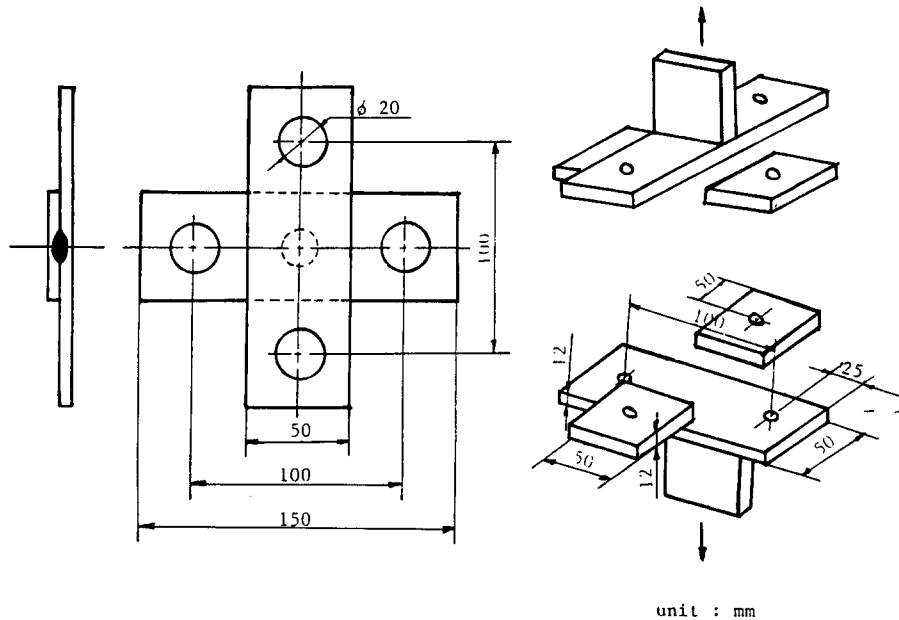


Fig. 2. Cross-Tensile test specimen and jig.

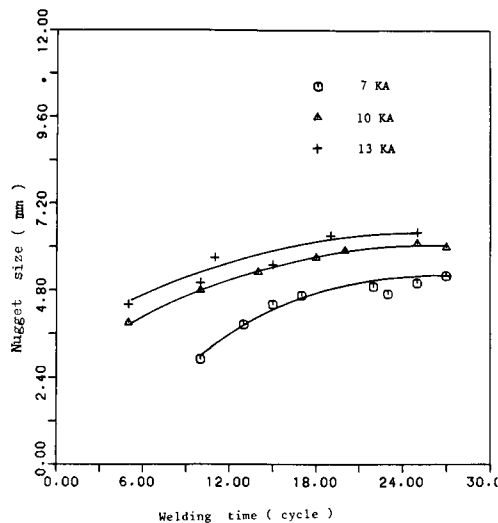


Fig. 3. Nugget growth with welding time. H.T. 12(cy), Truncated shape tip.

용착부 직경은 증가하지만 그 증가비율은 감소함을 알 수 있었다,

Fig. 4는 판 두께 방향으로의 용착부 성장비(P_n)를 용접시간에 대해 나타낸 것인데 용접 전류가 증가할수록 그 기울기는 감소하였다.

이러한 용착부의 성장에 관해 구체적으로 살펴 보면 Andrew 등의 연구 결과인 Fig. 5를 통해서 설명할 수 있다.^{1),7)}

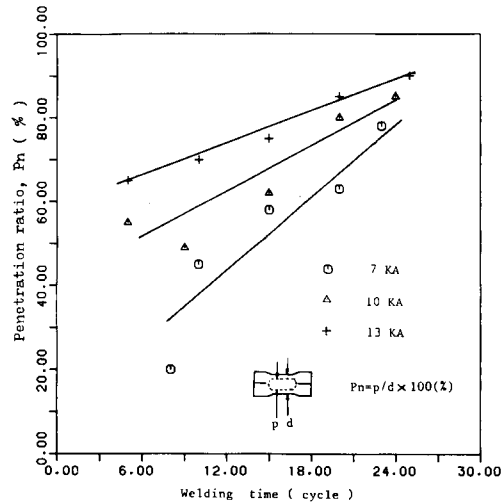


Fig. 4. Penetration rate with welding time, H.T. 12(cy), Truncated shape tip.

Fig. 5는 용접이 진행될 때 전극간 저항과 용접 전류의 변화상태를 용접시간에 대해 표시한 것이다. 여기서 점선으로 표시된 부분은 접촉저항의 변화를 나타낸 것인데 처음에는 접촉저항 발열에 의해 접촉저항이 증가하다가(AB구간) 접촉면의 미소한凸부가 접촉저항 발열에 의해 용융되어 접촉저항이 감소하게 되지만 통전이 계속되면 통전 부분의 저항발열에 의해 온도가 상승하게 되어 저항이 최대로 된다

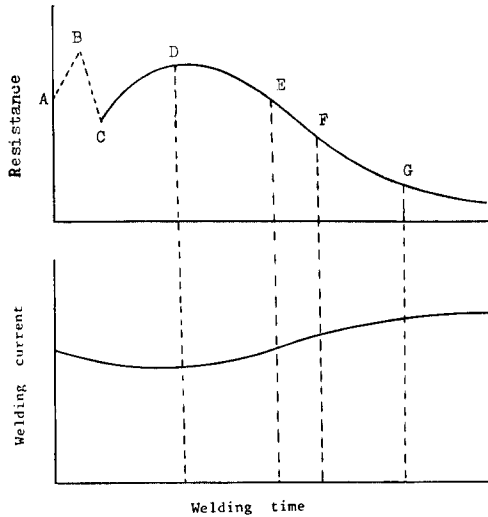


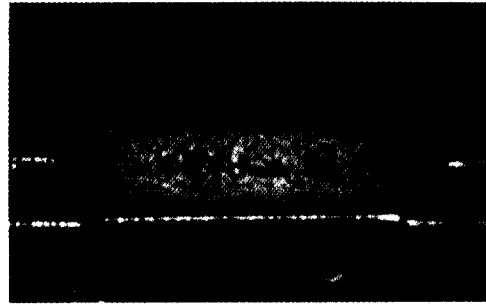
Fig. 5. Resistance and current curves for a satisfactory weld.

(CD구간). 그러나 이 때 용착부가 생성되기 때문에 통전로의 면적이 확대되어 저항은 감소하게 되지만 전류량이 증가하기 시작하기 때문에 용착부가 급속히 확대되어(DE구간) 용착부 성장이 거의 포화상태에 이르게 된다(FG구간). 그 후에 통전로 면적이 상당히 넓어지기 때문에 전류 밀도가 상대적으로 급격히 감소되어 용착부의 성장은 더 이상 일어나지 않게 된다. 이와 같은 이유로 인해서 Fig. 3에 나타난 용착부의 성장에 있어서 그 성장비율이 용접시간에 따라서 통전 초기에는 증가하지만 통전 후기에는 감소하는 것으로 생각된다. Photo 1은 용접시간을 10 cycle로 일정하게 하였을 때 7, 8, 11KA의 용접전류에 대한 용접부의 단면을 관찰한 것이다. 7KA의 경우에는 용착부가 원주 방향으로 형성되어있으나 판 두께 방향으로서는 거의 성장하지 않았다. 8KA의 경우 원주방향으로의 성장은 7KA일 때와 거의 비슷하지만 판 두께 방향으로서는 상당히 성장했었다. 그리고 11KA의 경우는 판 두께 방향으로의 성장은 8KA일 때와 거의 차이가 없지만 원주 방향으로서는 상당히 성장했음을 알 수 있다.

이러한 실험 결과를 놓고 볼 때 용착부의 온도분포는, 입열량이 적을 경우에는 원주 방향으로 분포하다가 입열량이 증가할수록 판 두께 방향으로 거의 정상상태로 도달한 다음에 다시 원주 방향으로 확대되어 가는 것으로 생각되어진다.

3.2 조직 관찰

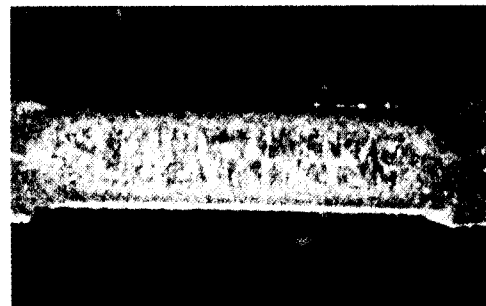
점 용접부의 단면은 Photo 1에 나타난 것과 같이



7 KA



8 KA



11 KA

Photo 1. Cross section of welding zone. W.T. 10 (cy), H.T. 12(cy), x 7.

용착부, 열 영향부, 압접부로 구성되어 있는데 열 영향부는 상당히 좁게 나타났었다.

Photo 2는 용접부를 75배로 확대한 사진인데 용접 전류가 7KA와 13KA일 때를 관찰한 것이다. 여기서

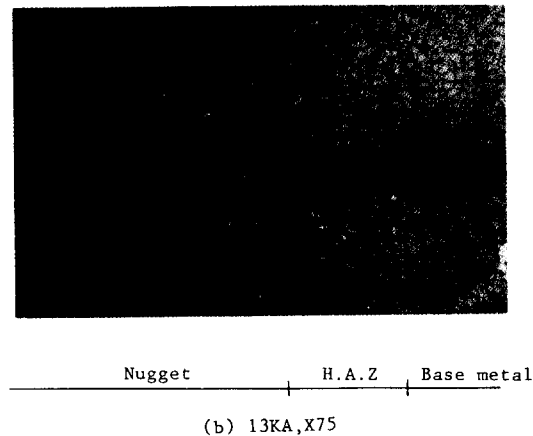
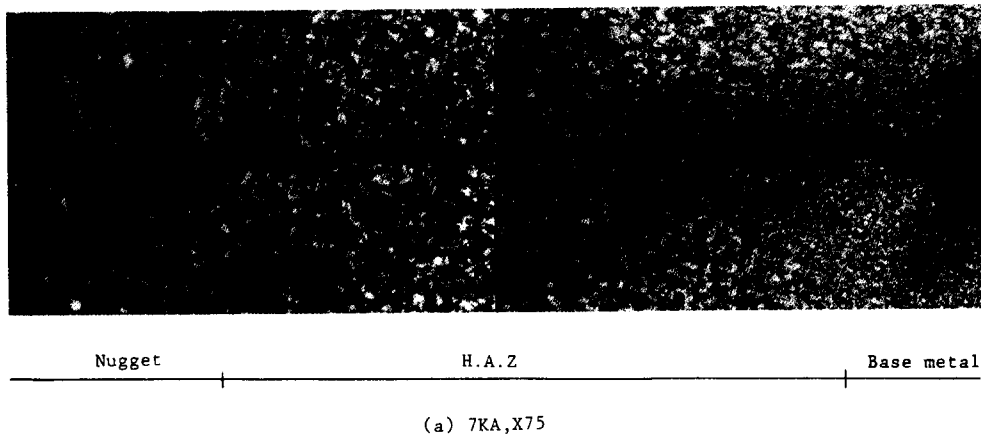


Photo 2. Microstructure in the welding zone. W.T. 10(cy), H.T. 12(cy) 3% Nital.

열영향부의 크기는 7KA일 때보다 13KA일 때가 훨씬 좁게 나타남을 알 수 있다. 본 실험에서 사용된 시험편의 두께는 1mm 정도밖에 되지 않기 때문에 용착부에서 생긴 열은 거의 대부분 전극을 통해서 빠져나가고 시험편을 통해서 전도되는 열도 아주 빠른 속도로 빠져나가기 때문에 용착부의 발열에 의한 영향은 거의 무시할 정도인 것 같다. 즉, 점 용접시 생기는 열 영향부는 용착부의 발열에 의한 영향보다 용접부를 용융시키기에는 충분치 못한 통전로 내부의 발열에 의한 영향 때문에 전류량이 적을수록 열 영향부가 넓게 나타나는 것으로 생각된다.

Photo 3는 용접 전류가 13KA일 때 용접부의 미세 조직을 각 부위별로 관찰한 것인데 모재는 페라이트 조직으로 구성되어 있으며 열 영향부에서는 결정립 성장이 일어났다. 그리고 용착부 부근에서는 결정 입계에 마르텐사이트가 생성되어 있으며 모재 쪽으

로 갈수록 퍼얼라이트가 생성되어 있음을 알 수 있다. 그 이유는 본 실험에서 사용된 시험편은 어닐링 된 재료이어서 이미 모재에서 재결정이 이루어졌기 때문에 결정립 성장만 일어난 것으로 생각된다. 그리고 용접시 열 영향부의 온도가 변태점 이상으로 올라가게 되면 결정 입계에서 오스테나이트가 핵 생성되어 성장함에 따라 탄소고용도가 낮고 활성화 에너지가 낮은 페라이트로부터 탄소 고용도가 높은 오스테나이트 영역으로 탄소 원자가 확산되어 그 부분의 경화능을 증가시키기 때문에 마르텐사이트와 퍼얼라이트가 생성된 것으로 생각된다.

그리고 용착부는 마르텐사이트를 함유한 주상정으로 구성되어 있는데 Photo 3(b)에 희게 나타난 부분이 마르텐사이트인데 주상정 사이에 형성되어 있음을 알 수 있다. 그 이유는 용고가 진행됨에 따라 주상정 사이의 탄소 농도가 높아져서 그 부분의 경화

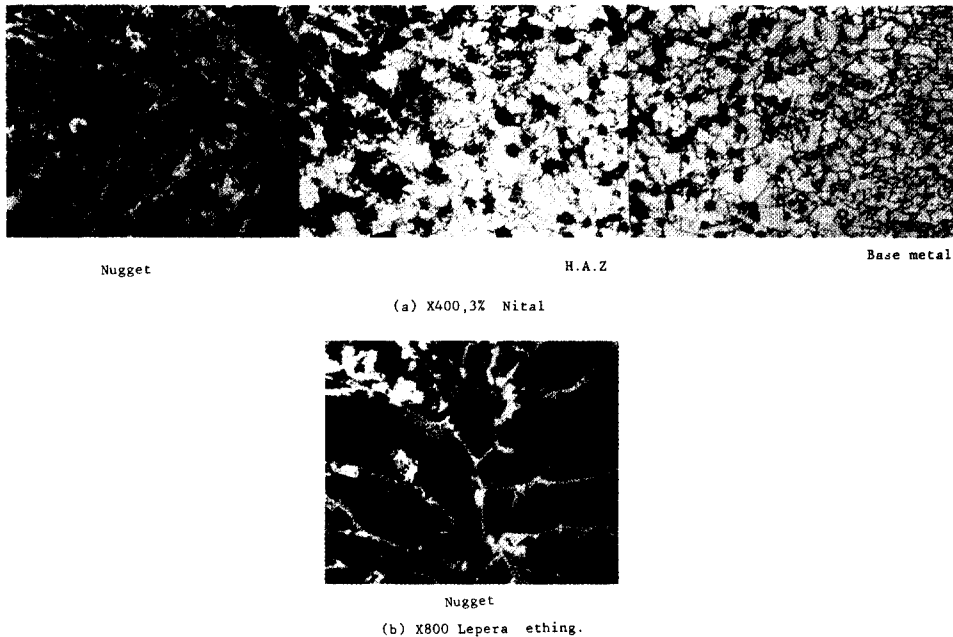


Photo 3. Microstructure in the welding zone. 13 KA W.T 10(cy) H.T 12(cy)

능을 증가시키기 때문인 것 같다. 그리고 용착부의 응고상태를 살펴보면 용융 금속에 접한 모재 자체가 종자 결정(Seed Crystal)과 같은 역할을 하여 용융 금속내에 새로운 결정핵을 생성하지 않고 그 위에 직접 결정 성장이 진행되는 epitaxial growth 형태로 나타났음을 알 수 있다. 이러한 epitaxial growth는 용융부의 조성이 모재와 거의 비슷하기 때문에 모재 결정과 용융 금속이 이루는 접촉각(wetting angle)이 0이 되어 용융부에서 응고에 대한 장벽(barrier)이 거의 없어지므로 과냉없이도 모재 결정립 전체에 걸쳐서 균일하게 일어난다.⁸⁾ 그 결과 Photo 2에서 보듯이 응고조직이 용융부 중심을 향해서 성장하게 된다.

그리고 압접부는 Photo 2에 나타난 바와 같이 도금층이 brazing된 상태로 되어 있는데 그 부분의 결합력이 약하기 때문에 잠재적인 균열로 존재하게 되어 용접부의 인장 강도와 피로 강도를 저하시키는 원인으로 작용한다고 J.M. Sawhill⁹⁾ 등은 보고하고 있다. 그러나 이 압접부는 입열량이 많을수록 즉, 7KA보다 13KA일 때 좁게 나타났었다.

그것은 용착부의 성장 때문인 것으로 생각되는데 입열량이 너무 많을 경우에는 그 부분에서 용융금속이 분출되어 인장 강도를 떨어뜨리는 주 원인인 익스펠션이 생기게 된다. 따라서, 용접 강도가 큰 용접조건을 설정한 경우 입열량은 익스펠션이 생기지

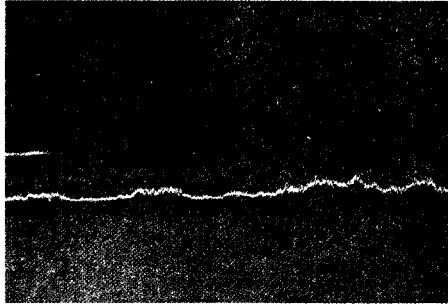
않는 범위내에서 최대로 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

3.3 아연의 영향

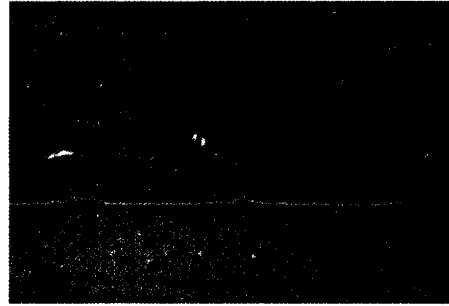
Photo 4는 용접 전류 9KA에서 용접 시간이 5, 10 cycle일 때 용착부내의 아연 분포상태를 압접부 선단으로부터 관찰한 것인데 400배에서 EPMA로 관찰한 것이다.

5cycle이나 10cycle일 때나 거의 변화가 없고 거의 존재하지도 않음을 알 수 있다. 실제로 X-ray 관찰을 통해 본 결과 본 실험에서 사용된 시험편의 도금층은 η 상(Zn)과 δ 상(Fe₃Zn₇)으로 구성되어 있었는데 δ 상은 도금층과 모재 사이에 존재하고 있었다.

η 상은 아연만으로 구성되어 있기 때문에 그 용점은 420°C 정도이고 δ 상은 Fe를 함유하고 있기 때문에 그 용점이 850°C 정도이며 이들의 결정구조는 HCP구조이다.^{6), 10)} 용착부의 용점이 1500°C 정도 되는데 이 때의 아연 증기압은 계산결과 50기압 정도로 추정된다. 그리고 모재의 결정 구조는 BCC 결정 구조라는 사실로 미루어 볼 때 도금층의 아연은 용접시 높은 증기압과 모재와의 결정구조 차이와 짧은 용접시간 때문에 아연이 용착부 내로 확산되기 보다는 대기중으로 빨리 확산되어지기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 아연이 용접부 조직에 미치는 영향은 거의 무시해도 좋을 것 같다. 그러나 Fig.3에 나



(a) 9 KA, W.T. 5(cy), H.T. 12(cy).



(b) 9 KA, W.T. 10(cy), H.T. 12(cy).

Photo 4. Zinc in the nugget.

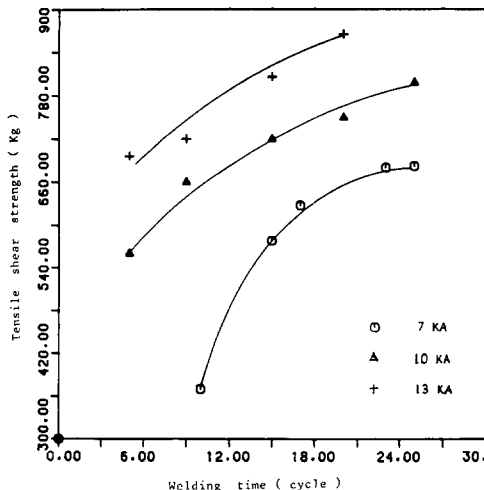
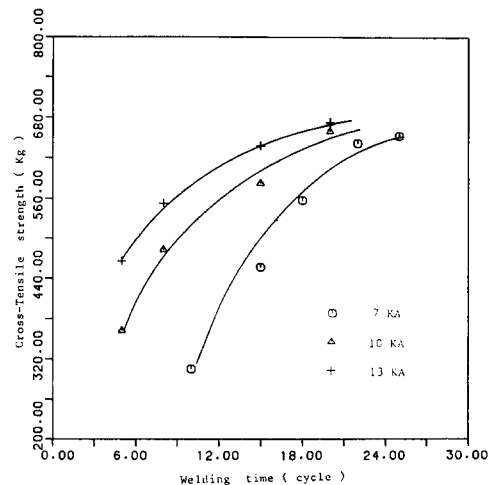
타낸 결과는 지금까지 보고된 두 도금연강판보다 훨씬 높은 전류를 필요로 하는 것을 알 수 있다. 그 이유는 Galvannealed Steel의 경우 아연도금층의 낮은 저항과 아연 도금층의 용접이 낮아서 생기는 아연 피막에 의한 전류밀도 감소현상에 기인하는 영향 때문인 것으로 생각된다. 그것은 같은 아연도 강판에 있어서도 마찬가지로 M. Satoh¹¹⁾의 연구 결과에 의하면 Galvannealed Steel이 Galvanized Steel 보다 용접성이 좋은 것은 도금층 내부의 Zn-Fe 합금층으로 인해 도금층의 용접이 높기 때문이라고 보고된 바 있다. 그리고 아연은 구리와 강한 친화력(affinity)를 갖기 때문에 용접중에 구리전극에 아연이 흡착(pick-up)되기가 용이하였다. 이렇게 전극에 아연이 계속 흡착되면 전극 표면은 점점 Zinc-base brass로 되어 전극과 용접물 사이의 접촉 저항이 증가되어 과열되기 쉽게 되므로 전극은 용접물에 쉽게

sticking되어서 전극의 마모가 빨리 일어나게 된다.^{5),12)} 따라서 Galvannealed Steel의 점 용접에 있어서 너무 많은 전류량은 좋지 않은 것으로 생각된다. 왜냐하면 전류량이 증가하게 되면 용착부의 직경이 증가되어 용접강도는 향상시키지만 아연에 의한 전극의 마모가 쉽게 일어나기 때문이다.

이상의 사실을 놓고 볼 때 아연은 용접 부위의 조직에 미치는 영향은 무시해도 좋지만 전극의 마모나 용착부의 성장에는 상당한 영향을 미침을 알 수 있다.

3.3 기계적 성질의 변화

Fig.6 및 Fig.7은 용접시간의 변화에 따른 전단강도와 인장강도의 변화를 용접시간의 변화에 대해 표시한 것이다. 이것은 Fig.3에 표시된 용착부 성장과 거의 비슷한 경향을 나타내고 있는 것으로 보아 용

**Fig.6.** Tensile shear strength with welding time. H.T. 12(cy), Truncated shape tip.**Fig.7.** Cross-tensile strength with welding time. H.T. (12), Truncated shape tip

착부의 크기가 용접강도에 미치는 영향은 아주 크다는 것을 알 수 있다.

점 용접에 있어서 용접성은 전단 강도가 500kg 이상일 때를 대체로 A급으로 규정하고 있는데 7KA의 15cycle과 10KA의 7cycle과 13KA의 5cycle 이상으로 용접하면 좋을 것으로 생각된다. 그러나 용접전류가 아무리 높다고 하더라도 용접시간이 너무 짧은 경우에는 너깃 형성이 제대로 이루어지지 않기 때문에 적당한 용접강도를 얻을 수가 없었다.

Nomura 등의 연구 결과^{14),5)}에 의하면 버튼(button) 파괴가 일어날 경우 용착부의 직경과 전단 강도와의 관계는 식(6)과 같음을 보고하고 있다.

$$TSS = F \times t \times Dn \times TS \quad (6)$$

TSS : 전단 강도

t : 모재의 두께

Dn : 너깃부의 직경

TS : 모재의 인장 강도

F : 상수

본 실험에서 나온 결과치를 식(6)에 대입해서 너깃의 직경과 전단 강도와의 관계를 계산해 본 결과 식(7)과 같음을 알 수 있었다.

$$TSS = 134.9 Dn \quad (7)$$

Fig. 7에 나타낸 인장강도는 Fig. 6에 나타낸 전단 강도보다 낮은 값을 보이고 있는데 그것은 판 두께 방향으로 하중이 전달되어 압접부의 영향을 많이 받기 때문인 것으로 생각된다.

Fig. 8은 적정 용접조건을 용접시간과 용접전류에 대해 나타낸 것인데 하한선은 전단강도 시험시 파괴 형태가 버튼형으로 파괴가 일어나는 선으로 잡았는데 거의 540kg 정도였으며 그 때의 너깃의 직경은 $\phi 4\text{mm}$ 정도로 측정되었다. 이 전단강도는 두 도금연강판의 경우 너깃의 직경이 $\phi 4\text{mm}$ 일 때 500kg 정도

로 나타난 것에 비해 높게 측정되었는데 이는 압접부의 도금층에 의한 brazing 현상 때문인 것으로 생각된다.

그리고 상한선은 익스펠션이 일어나기 시작하는 선으로 JIS규격해 의해 압입비(indentation)가 0.25이상되는 것으로 처리하였다. 그러나, 현장에서 작업할 경우 용접 전류가 심하게 변동하므로 용접전류가 감소할 경우에 용접성에 상당한 영향을 미치므로 실제 용접작업을 할 경우에는 적정 전류보다 10% 이상으로 설정하는 것이 좋을 것으로 생각된다.¹⁶⁾

4. 結 論

- 1) 용접시간과 용접전류에 따라 용착부 너깃의 크기와 강도는 증가하는데 그 증가 비율은 감소한다.
- 2) 도금된 아연은 전극의 마모와 용착부의 성장에는 상당한 영향을 미치지만 용접부 너깃의 조직에는 거의 영향을 미치지 않았다.
- 3) 전단강도 시험시 버튼 파괴가 일어날 경우 용착부(너깃의 직경은 $\phi 4\text{mm}$ 정도였는데 그때의 전단 강도는 540kg 정도였다.

Reference

1. Takashi Nakamura : 일본 용접 학회지, 제44권 (1975), 제11호, p.873.
2. T. Tohmoto And A. Sakaguchi : 일본 용접학회지, 제44권(1975) 제11호, p.895.
3. N. Yamauchi And T. Taka : 일본 용접학회지 제1권(1983), 제3호, p.355.
4. J. Kelly And P. M. Knowlson : Welding And Metal Fabrication, Dec., 1968, p.447.
5. N. A. Freytag ; Welding Journal, April 1968, p.145-S.
6. Y. Tokunaga And M. Yamada : 鐵と鋼, 1984, 제14호, p.1727.
7. D. R. Andrews And J. Broomhead ; Welding Journal, June, 1975, p.431.
8. AWS : Welding Hand Book, Welding and Brazing.
9. J. M. Sawhill And J. C. Baker ; Welding Research Suppl. January, 1980, p.20-S.
10. H. Nitto, T. Yamazaki, N. Morita, K. Yabe, S. Bando ; 鐵と鋼, 1984, 제14호, p.1719.
11. M. Satoh, S. Nomura, Y. Tanaka ; R.D 神戸製

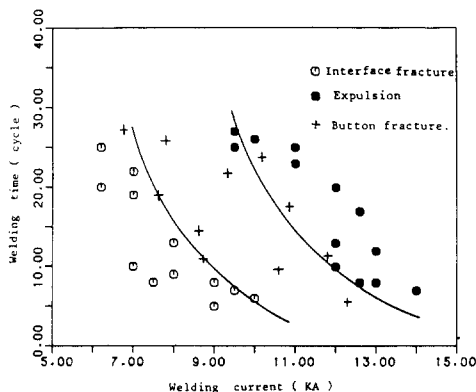


Fig. 8. Optimum welding conditions

- 鋼支報, Vol 30, No.1, p.93
12. JHeuschkel: Welding Journal, Oct., 1947, p. 560-S.
13. AWS C1.1-66(1966),
14. M.Sudo, S.Nomura, T.Mizoguchi, Y.Tanada :
- 鐵と鋼, 제68권(1982), 제9호, p.1410.
15. T. shida, R. Kaji wara, S. kokura : 일본 용접 학회지, 제1권(1983) 제3호, p.349.
16. E.A. Green And J.J. Riley : Welding Journal, oct., 1963, p.466-S.

科學技術者 倫理要綱

現代的 國家發展에 미치는 科學技術者의 役割의 重要性에 비추어 우리들 科學技術者는 우리들의 行動의 指針인 倫理要綱을 아래와 같이 制定하고, 힘써 이를 지킴으로써 祖國의 近代化에 이바지 할 것을 깊이 銘心한다.

1. 우리들 科學技術者는 모든 일을 最大限으로 誠實하고 公正하게 處理하여야 한다.
2. 우리들 科學技術者는 恒常 專門家로서의 權威를 維持하도록 努力하며 自己가 所屬하는 職場 또는 團體의 名譽를 鼎揚하여야 한다.
3. 우리들 科學技術者는 法律과 公共福利에 反하는 어떠한 職分에도 從事하여서는 안되며, 의사스러운 企業體에 自己의 名稱을 빌려주는 것을 拒絶하여야 한다.
4. 우리들 科學技術者는 依頼人이나 雇傭主로부터 取得 또는 그로 因해 얻어진 科學資料나 情報에 對하여서는 秘密을 지켜야 한다. 또한, 他人의 資料 情報을 引用할 때는 그 出處를 밝혀야 한다.
5. 우리들 科學技術者는 誇張 및 無限한 發言과 非權威的 또 眩惑的 宣傳을 삼가야 하며 또 이를 制止하여야 한다. 特히 他人의 利害에 關係되는 評價, 報告 및 發言에는 慎重을 期하여야 한다.
6. 우리들 科學技術者는 어떠한 研究가 그 依頼者에게 利益이 되지 않음을 아는 경우에는 이를 미리 알리지 아니하고는 어떠한 報酬를 위한 研究도 擔當하지 않는다.
7. 우리들 科學技術者는 祖國의 科學技術의 發展을 위하여 最大限으로 奉仕精神을 發揮하여야 하며 또한 이를 위한 應分の 物質的 協助을 아껴서는 안된다.