

14%Cr강의 용접부특성에 미치는 Ti, Nb, Al 첨가의 영향

(Effect of Ti, Nb and Al contents on welding characteristics in 14%Cr steels)

산업과학기술 용접연구센터 유호천* 안상곤
한재광 장래용

1. 서론

페라이트계 스테인리스강(STS 410)은 C함량을 낮추어서 제조하면 내부식성, 용접성 및 가공성이 우수하여 해상, 육상콘테이너, 콘테이너주걱, 철문 및 건축구조물을 제조하는데 알맞다. 이 외에도 내산성과 내고온부식성이 우수하여 공업용수, 하수(下水), 폐수(廢水), 해수(海水)중에서도 사용할 수 있으며, 고온부식분위기중에서 사용되는 자동차의 머플러(muffler)에 적용이 가능하여 그 수요가 대폭적으로 증가되고 있다. STS 410L강은 12-13%Cr강에 C함량을 0.02%이하로 낮추었기 때문에 강도가 낮고 내후성이 불충분할 뿐 아니라 강제조시에 제련시간의 연장과 토벽의 손상으로 인한 생산성의 저하로 실제 조업상의 어려운 결점을 안고 있다. 그래서 본 연구에서는 모재 및 용접부의 강도와 내후성을 향상시키기 위해서 14%Cr강에 C함량을 0.020-0.035%로 상향조절하고 미량합금원소들을 첨가하여 강도와 내부식성이 우수한 스테인리스강을 개발하고자 하였다. 여기에서 첨가될 수 있는 미량합금원소들중에서 가장 유효하다고 생각되는 원소들은 Ti, Nb, Al 등이라고 생각되나 이러한 원소들의 품질특성에 미치는 영향에 대해서는 연구된 실적이 거의 없다. 그래서 본 연구에서는 강도와 내후성을 향상시키기 위해서는 14%Cr강에 경제적인 미량합금원소들인 Ti, Nb, Al을 첨가하여 내부식성에 미치는 영향을 검토하여 최적의 첨가원소를 결정하고자 하였다.

2. 시험방법

Table 1과 같은 조성을 가진 강을 진공유도용해로에 의해서 제조하여 열간압연 혹은 냉간압연을 하였다. 소둔열처리한 열간압연강판중에서 2.5mm는 TIG용접을 하였고 7mm는 Flux cored wire(SUS 309)를 사용하여 CO₂gas분위기중에서 GMAW용접을 하여 모재의 인장강도 및 용접부와 모재의 일반부식, 틈새부식 및 응력부식균열특성을 구하였다. 1.0mm로 냉간압연된 강판은 소둔열처리를 한 다음 SPOT용접을 실시하여 모재와 용접부의 인장강도 및 용접부의 인장전단강도를 조사하였다.

3. 시험결과

7mm 열연강판의 합금원소첨가와 열처리방법에 따른 염수분무시험후에 용접부의 녹슨 정도를 전체면적의 백분율로 측정하여 Fig.1에 나타내었다. 내부식성 정도는 열처리방법의 차이보다 강종에 따라서 지배되며 0.2%Ti첨가강>0.2%Nb첨가강>무첨가강>0.2%Al첨가강의 순이었다. 소둔온도에 따른 내부식성의 변화는 Fig.2에 나타내었는데, 0.2%Nb 혹은 0.2%Ti첨가강은 1030°C까지 양호한 내부식성을 나타내었으나 나머지 강들은 불량하였다. 830°C에서 4시간소둔한 후 서냉한 2.5mm 열연강판의 염수분무시험결과를 Fig.3에 나타내었는데 0.2%Ti첨가강>0.2%Nb첨가강>무첨가강>0.2%Al첨가강의 순이었다. 그러나 TIG용접한 강판의 인장강도 및 응력부식균열시험을 한 후의 인장강도를 측정하여 Fig.4에 제시하였는데 Ti, Nb, Al첨가로 인한 강도상승효과는 거의 볼 수 없으며 응력부식균열감수성은 0.2%Ti첨가강이 현저히 저하하였다. 파면관찰의 결과에 의하면 Photo 1에서 보는 바와 같이 Ti의 입계석출로 인한 취성으로 판단되었다. 2.5mm의 열연강판을 산세후 냉간압연하여 760, 830°C에서 3분간 소둔열처리한 후에 Spot용접을

을 하여 인장전단시험을 한 다음 그결과를 Fig.5에 나타내었는데 Ti, Nb, Al 첨가에 의해서도 용접성을 해치지 않음이 입증되었다.

4. 결론

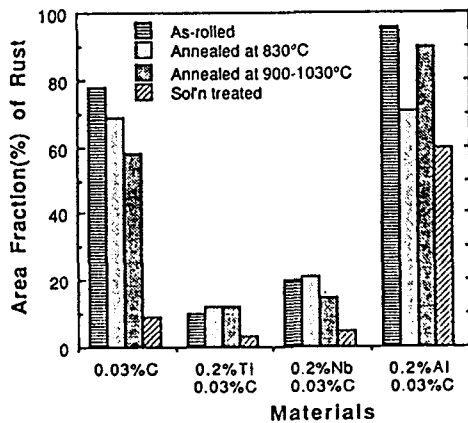
(1) 14%Cr강을 염수분무시험결과에 의하면, 0.2%Ti 및 0.2%Nb첨가강은 내부식성이 우수하였으며 0.2%Al첨가강은 내부식성이 매우 열화하였다.

(2) 0.2%Ti첨가강의 용접부응력부식균열감수성이 현저히 저하하였는데 그 원인은 이 Ti의 입계석출로 인한 취화로 사료된다.

Table 1 Chemical Composition of Investigated steels

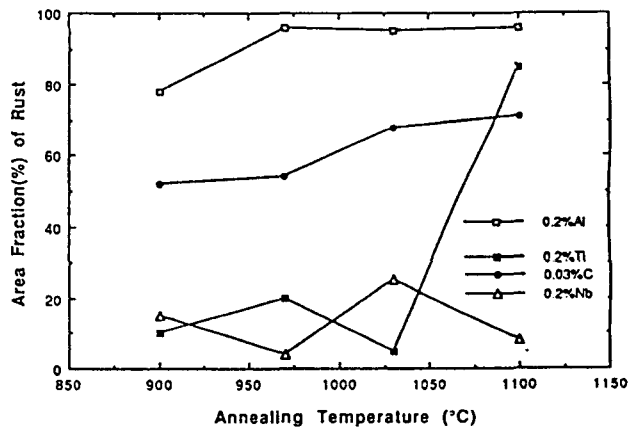
Materials		Chemical Composition (wt %)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Ti	Nb	Al
1	x	0.027	0.40	0.47	0.027	0.007	0.05	14.05	-	-	-
2	0.2%Ti	0.031	0.46	0.51	0.030	0.008	0.05	14.34	0.20	-	-
3	0.2%Nb	0.027	0.47	0.51	0.030	0.008	0.05	14.24	-	0.22	-
4	0.2%Al	0.032	0.49	0.48	0.025	0.006	0.04	14.01	-	-	0.23

Fig.1



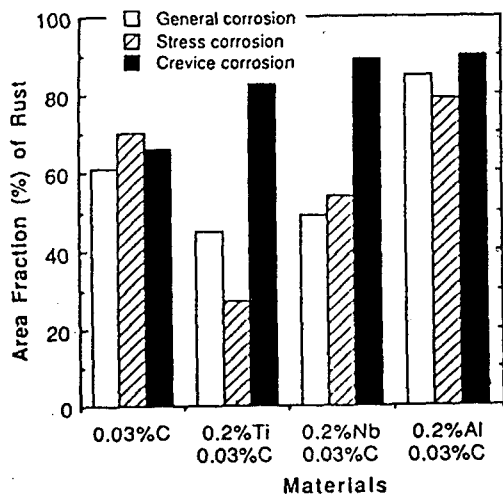
Area fraction of rust in variation of alloying elements by salt spray test.

Fig.2



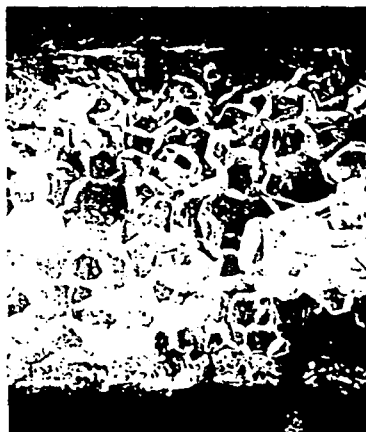
Area fraction of rust at various annealing temperature by salt spray test.

Fig. 3



Area fraction of rust in variation of alloying elements by salt spray testing

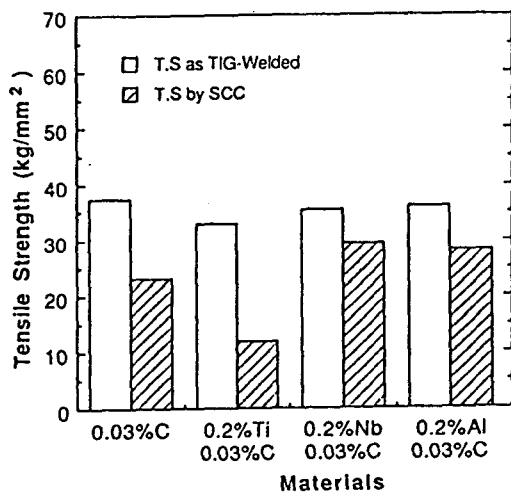
Photo 1



0.2x Ti
0.03x C

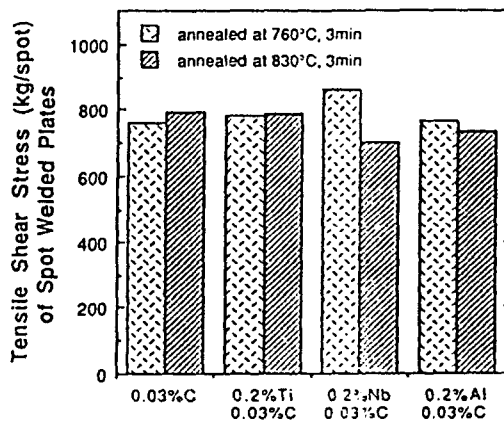
Surface appearance of tensile fractured specimen after SCC test in salt spraying atmosphere after 30 days.

Fig. 4



Tensile strength of annealed plates in variation of alloying elements.

Fig. 5



Tensile shear stress of spot - welded plates in variation of alloying elements.