

## SAW 용접금속 성질에 미치는 질소함량의 영향

### Effect of Nitrogen Content on SAW Weld Metal Properties

변 지철\*, 방 국수\*, 이 종봉\*\*, 안영호\*\*

\* 부경대학교 공과대학 소재프로세스공학과

\*\* POSCO 기술연구소 접합연구그룹

#### ABSTRACT

Effect of nitrogen content on SAW weld metal properties were investigated. Weld metal nitrogen content increased with an increase of base metal nitrogen content due to dilution. High nitrogen content in weld metal resulted in high free nitrogen content, and consequently reduced impact toughness due to, mainly, strain aging effect.

#### 1. 서 론

용접 열영향부에서 질소의 영향은 많은 연구가 발표되어 있으며 일반적으로 Ti와 화학양론적으로 결합하는 질소의 함량에서 가장 높은 인성을 나타낸다고 알려져 있다.<sup>1</sup> 하지만 화학양론적인 양보다 더 많은 양을 첨가한 소위 고질소강에서도 비교적 빠른 냉각속도로 용접하면 조직 개선의 효과로 높은 인성을 나타낸다고도 보고되고 있다.<sup>2</sup> 이러한 고질소강을 용접하면 모재의 회석에 의한 용접금속의 높은 질소가 예상된다. 용접금속에서 질소의 영향 연구는 열영향부에 비하여 상대적으로 적다. 이러한 이유는 용융금속에서의 복잡한 화학반응에 의한 질화물, 산화물의 형성, 응고과정 중 편석의 발생등에 기인한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 SAW 용접시 모재의 질소 회석정도를 확인하고 그에 따른 용접금속의 성질에 미치는 질소의 영향을 조사하고자 한다.

#### 2. 실험방법

본 연구에서 사용한 재료는 0.07%C-1.5%Mn-0.015%Ti-0.001%B를 기본성분으로 질소함량을 46, 86, 130, 220ppm 변경시킨 두께 20mm의 인장강도 500MPa급 강이다. 이들 강을 입열량 118kJ/cm로 편면 일층 2전극 SAW 용접하여 질소함량이 다른 4종류의 용접금속을 제조하였다. Table 1에 용접금속의 화학성분을 나타내었다. 용접 재료는 AWS F7A4-EL8에 상당하는 직경 4.8mm와이어와 플럭스를 사용하였다. 용접금속에 대하여 수소고온 추출시험에 의한 자유질소의 정량화와 기계적 시험을 행하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1에 모재의 질소량에 따른 용접 금속 질소량의 변화를 나타내었다. 모재질소의 증가에 따

Table 1. Chemical compositions of weld metals

	Chemical compositions ( wt % )											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Al	Ti	B	N	O
WM1	0.09	0.37	1.17	0.015	0.007	0.44	0.13	0.018	0.020	53	110	360
WM2	0.12	0.36	1.17	0.017	0.009	0.40	0.13	0.020	0.019	51	140	350
WM3	0.10	0.36	1.18	0.014	0.007	0.34	0.13	0.020	0.019	53	180	350
WM4	0.10	0.38	1.16	0.014	0.007	0.40	0.13	0.021	0.021	55	200	370

라 용접금속 질소가 증가하여 회석에 의한 용접금속의 고질소화를 확인 할 수 있다. Fig. 2에는 모재, 와이어, 받침판의 회석율을 고려하여 계산한 질소량과 측정된 질소량을 비교하였다. 측정 질소량이 계산 질소량 보다 약 70ppm정도 높은 값을 나타내어 용접중 대기중으로 부터의 질소 혼입을 알 수 있다.

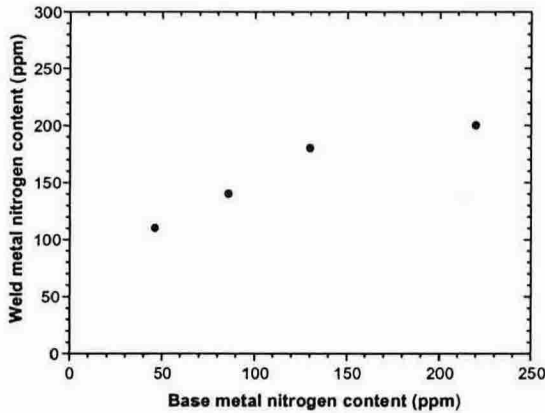


Fig. 1 Variation of weld metal nitrogen content with base metal nitrogen content.

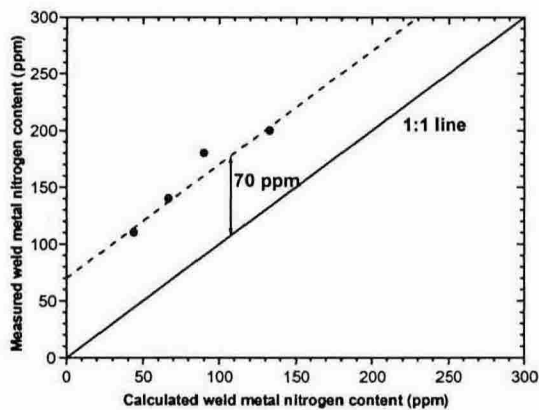


Fig.2 Comparison between measured and calculated nitrogen content in weld metal.

Fig. 3에 각 용접금속의 경도를 나타내었다. WM1~4는 각각 187, 186, 192, 191H<sub>v</sub>을 나타내어 질소 증가에 따른 큰 변화를 보이지 않는다. 용접금속 충격 시험은 표준 Charpy V노치를 용접금속 중앙과 중앙에서 3mm 떨어진곳에 설치하여 시험 하였다. Fig. 4에 노치를 중앙에 설치한 경우 -20℃에서의 시험 결과를 나타내었다. 질소량이 증가함에 따라 충격인성은 저하하고 있다.

질소량에 따른 조직 변화를 살펴보기 위하여

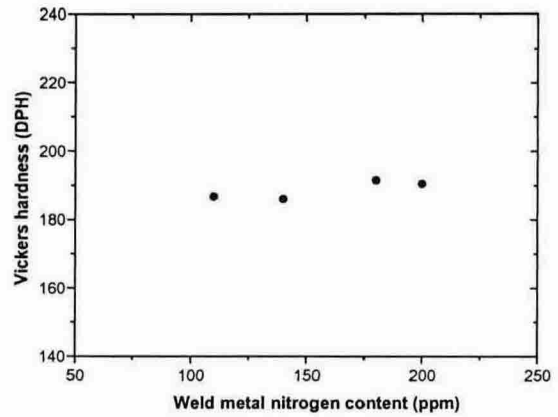


Fig.3 Variation of hardness as a function of weld metal nitrogen content.

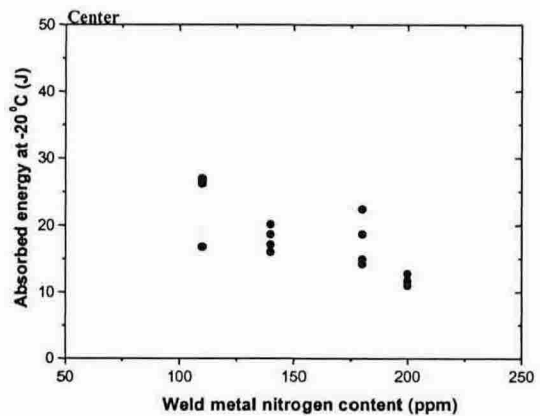


Fig.4 Variation of impact absorbed energy as a function of weld metal nitrogen content.

IIW Doc. IX-1533-88 조직분류에 따라 각 용접금속의 조직 분율을 측정하였으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 열팽창수축 기록계에 의한 변태 온도를 측정한 결과 질소 증가에 따라 A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> 온도는 조금 저하 하여 질소의 오스테나이트 안정화 효과가 확인되나 M-A의 형성등 조직에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

용접금속 중에 존재하는 자유질소를 수소 고온 추출 시험으로 정량화한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 용접금속 질소가 증가 함에 따라 자유질소도 증가함을 알 수 있다. 이러한 자유질소 증가가 기계적성질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 변형시효시험을 행하였다. 용접금속으로부터 인장시험편을 가공하여 5% 예비스트레인을 가한 다음 하중을 제거한 후 250℃에서 2시간 불활성

가스 분위기에서 시효처리 하였다. 시효후 다시 파단 될 때 까지 인장시험을 행하여 시효 전후의 강도차이를 측정하였다. Fig. 6에서 나타낸 바와 같이 자유질소가 증가함에 따라 강도의 증가도 커짐을 나타낸다. 이러한 사실로 부터 용접 금속에 존재하는 자유질소는 변형시효 효과를 증대시켜 충격인성을 더욱 저하시킴을 알 수 있다.

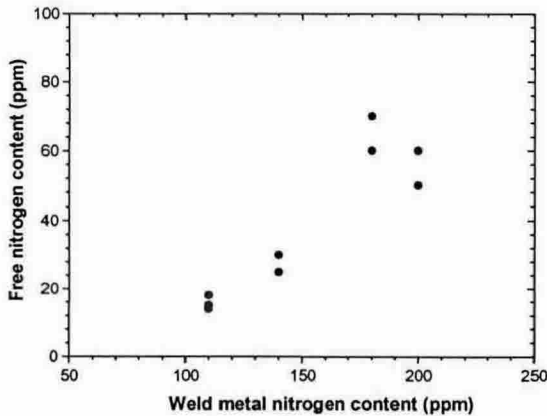


Fig. 5 Variation of free nitrogen content as a function of weld metal nitrogen content.

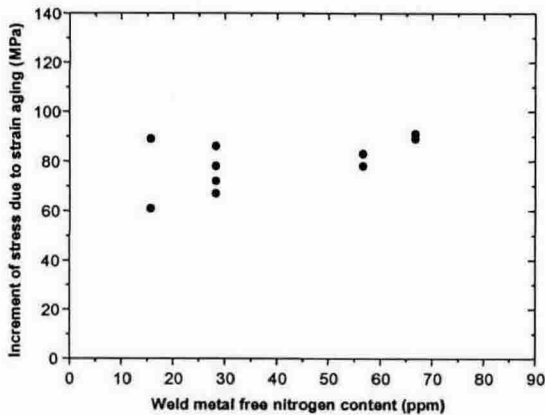


Fig.6 Variation of stress increment due to strain aging as a function of weld metal free nitrogen content.

#### 4. 결 론

1) 모재 질소의 증가에 따라 회석에 의하여 용접금속 질소도 증가하였다. 본 실험의 경우 용접금속 질소는 회석율을 고려한 계산치 보다 약 70ppm 높은 값을 나타내었다.

2) 용접금속 질소가 증가함에 따라 경도와 항복강도는 큰 변화를 보이지 않는 반면, 충격 인성은 저하하였다.

3) 용접금속 자유질소의 증가는 조직에는 큰 영향을 미치지 않으나 변형시효를 증대시켜 충격인성을 저하시킨다.

#### 참고문헌

1. Y. Kasamatsu, S. Takashima and T. Hosoya : Effect of Titanium and Nitrogen on Toughness of HAZ of Steel Plate with Tensile Strength of 50kg/mm<sup>2</sup> in High Heat Input Welding; Tetsu-to-Hagane, 65-8(1979),1232-1241
2. S. Zajac, T. Siwecki and L-E. Svensson: The Influence of Plate Production Processing Route, Heat Input and Nitrogen on the HAZ Toughness in Ti-V Microalloyed Steel, Proc. of the Conf. on HSLA Steel, Pittsburgh, No v., 1987, 511-523