

# SA516 Gr.70 용접부의 수소 유기 균열성 평가

Evaluation of hydrogen induced cracking sensitivity for SA516 Gr.70 weldment

주종홍\*, 김희진 (현대중공업(주) 산업기술연구소)

## 1. 서론

최근 각국에서는 oil 및 천연 gas의 생산, 정련, 수송의 방법과 그 효율성을 최적화하기 위하여 설비재료의 선택 및 개발에 많은 노력을 기울이고 있다. steel의 경우, service조건에 따른 다양한 성질을 요구하고 있으며, pipe steel의 경우에는 제2차 석유 파동 이후의 oil 및 천연 gas의 가격 상승에 기인하여 부식성이 강한 H<sub>2</sub>S gas를 함유하고 있는 sour gas/oil용 pipe steel에 관한 많은 연구가 수행되고 있다. 특히 주된 관점은 H<sub>2</sub>S gas를 함유함에 기인되는 Hydrogen Induced Cracking(약칭 HIC)에 맞추어 지고 있고, NACE (National Association of Corrosion Engineers)에서는 sour gas용 재료 선택의 standard를 제공하고 있는데, Ni의 양과 hardness만을 규정하고 있을뿐 기타 합금원소나 열처리 조건등에 대한 규정은 없다. 그러나 실제 sour gas용 재료, 즉 HIC 저항성이 있는 재료로 평가 받는 소위 NACE steel(SA516-70)의 경우 Cu, Cr등의 합금원소와 normalizing and tempering treatment가 부가적으로 적용되어 본 연구는 이것들의 HIC 저항성에 대한 기여도와 용접시 용접열 영향부에 대한 HIC특성, 용접후열처리의 효과등을 conventional steel(SA516-70)과 비교하기 위한 것이었다.

## 2. 실험 재료 및 실험 방법

### 2-1 실험 재료

본 연구에 사용된 재료는 ASTM A516 Gr.70 강재중 HIC 저항성을 부여한 (NACE 강재) A 강재와 Conventional A516 Gr.70 B 강재이고 두 강재 공히 40mm의 두께를 갖으며 화학조성 및 기계적 성질을 table 1에 정리하였다.

## 2-2 용접

용접부의 HIC 특성을 보기위해서 용접 재료는 AWS E7016 low hydrogen(4.0 $\phi$  mm) 수동 용접봉을 사용하였으며 single bevel groove로 예열없이 용접하였다.

## 2-3 열처리

모재의 열처리 효과를 알아보기 위하여 B강재를 650 °C 에서 1시간 tempering하였고 용접후열처리는 625 °C 에서 4시간 유지하였다.

## 2-4 HIC 실험 방법

HIC 실험은 PH의 효과를 알아보기 위하여 NACE TM-01-77 solution(PH3.0)과 ASTM D1141 synthetic seawater(PH8.2)를 사용하여 NACE TM-02-84의 방법으로 final PH를 각각 3.5와 4.2로 맞추어 실시하였다.

## 3. 실험 결과 및 결론

- 1) conventional SA516 Gr.70 강재가 소위 NACE강재보다 HIC 저항성이 우수하였다.
- 2) hydrogen induced crack은 pearlite band를 따라 일어났으며 conventional 강재의 경우 mid-thickness에서 주로 발생하였다.
- 3) PH의 효과는 PH가 낮을 수록 HIC 발생량이 증가하였다.
- 4) 모재의 경우 tempering효과는 HIC를 줄이는데 효과적이었다.
- 5) 용접부의 경우 용접 후열처리의 효과가 지대하였다.

Table1.

구분	인장시험 (kg/mm <sup>2</sup> ,%)			화학적 성분										Ce <sub>q</sub>	비고
	YS	T <sub>S</sub>	EL.	C	Si	Mn	P	S	Cl	Ni	Cr	Mo			
A	46	70	36	0.19	0.31	1.11	0.005	0.004	0.26	0.23	0.19	0.01	0.44	N + T	
B	50	79	31	0.25	0.33	1.15	0.018	0.003	-	-	-	-	0.44	N	