

# 용접조건 및 재료가 용접부 횡균열 발생에 미치는 영향 연구

## Study on Effect of Welding Condition and Filler Materials on Weld Metal Transverse Cracking

한 기형\*, 황 인환\*, 김 경희\*

\* 대우조선공업(주) 선박해양기술연구소

### 1. 서 론

선박 및 해양 구조물은 그 구조가 복잡해지고 점차 두께가 증가하고 있으며 이에따라 용접부의 균열 발생이 중요한 품질문제로 제기되고 있다. 이러한 용접부의 저온균열을 방지하기 위한 대부분의 관련 규격 및 지침서의 예열온도는 모재의 열영향부를 대상으로 설정 되어왔다.<sup>\*) \*2) \*3)</sup>

탄소강 및 저합금강 제조기술의 발달에 따라 열제어압연 (Thermo-mechanically controlled process, TMCP) 강과 같이 용접에 의한 열영향부의 경도가 낮은 강의 상용화로 용접부의 예열온도는 점차 낮아지고 있고 심지어는 상온에서 후관입에도 불구하고 예열이 필요없는 강재가 개발되고 있다.

그러나 강재의 제조기술의 발달에도 불구하고 용착금속의 저온균열이 여전히 품질문제로 제기되고 있는 이유는 용접열영향부에서보다 용착금속 자체에서 발생하는 균열 때문이다.

용접열영향부의 저온균열은 많은 연구자들에 의해 저입열에 의한 급속냉각에 기인한 열영향부의 경화, 확산성수소, 모재의 두께, 구속도에 많은 연구가 이루어져 왔으나, 용착금속에서 발생하는 균열에 관한 연구<sup>\*) \*5) \*6)</sup>는 많지 않은 실정이다. 또한 구조물 생산에 직접 적용하기 위한 용접재료 및 조건에 대한 연구자료는 찾기 힘든 실정이다.

이에 본 연구에서는 용접조건 및 재료가 용착금속내 균열 발생에 미치는 영향에 대해 검토하여 보았다.

### 2. 실험방법 및 결과

본 연구에서는 다층용접에 의한 횡균열의 특성을 관찰하기 위해 Window type restraint test방법을 채택하였으며 시험편 치수 및 개선 형상을 Fig. 1에 나타내었다. 시험에 사용된 강재는 EH 36의 두께 50mm인 TMCP강 이었으며 그 화학성분을 Table 1에 나타내었다. 시험 용접재료는 AWS(미국용접협회) 규격의 E71T-1(1.4mm)와 E81T-K2(1.2mm)의 플럭스코어드 와이어를 사용하였다.

용접조건은 용접입열별로 저입열, 중간입열, 대입열로 3등급으로 구분하였고 균일한 용접부를 얻기 위해 자동이송장치(Auto-carriage)를 이용하여 용접하였으며, 예열온도는 각입열조건별로 각각 30, 70, 110℃로 시행하였다. 예열은 시험온도에 도달한 후 최소 10분이 경과한 후에 실시하였다. 또한 시험 용접재료에 대해 AWS A4.3에 따라 확산성수소함량을 측정하였다.

용접이 끝난 후 48시간 이후에 초음파탐상시험에 의해 균열의 유무를 확인하였고 횡균열이 발생한 조건과 발생치 않은 조건에서의 미세조직을 관찰하였으며 균열이 발생한 부위의 미세조직을 Photo.1에 나타내었다. 균열이 발생한 부위를 강제 파단하여 주사전자현미경으로 파면조직을 관찰하였으며 그 파단면을 Photo.2에 나타내었다.

### 3. 결론

용접조건 및 재료가 횡균열에 미치는 영향을 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 대입열의 용접조건에서도 횡균열이 발생함을 관찰할 수 있었다.
- 2) 예열온도가 높을수록 횡균열 발생율이 낮음을 확인할 수 있었다.
- 3) 균열이 발생한 조직을 관찰한 결과, 횡균열은 대부분 주상정조직에서 발생함을 관찰할 수 있었다.

### 참고문헌

1. American Welding Society D 1.1 - 2000 Ed. Annex XI, CXI
2. British Standard 5135 (1984)
3. Germanische Lloyd -II Material and Welding Technology  
Part 1 : Metallic Materials (2000 Ed.)
4. Takahashi Yatake and Nobutaka Yurioka etc. : Studies on Delayed Cracking in Steel  
Weldments (Report 3) Journal of the Japan Welding Society, Vol.50 No.3 (1981)
5. A.J Kinsey : Weld Metal Hydrogen Cracking During Welding  $450\text{N/mm}^2$  Yield Strength  
Steel Using Tubular Cored Electrodes, Research report of TWI 655 (1998)
6. 이해우, 강성원 : FCAW 50t 후판용접에 있어 예열 및 층간온도 변화에 따른 횡크랙 발생과 피로 특성에 관한 연구 대한용접학회지 Vol.15, No.3 (1997)

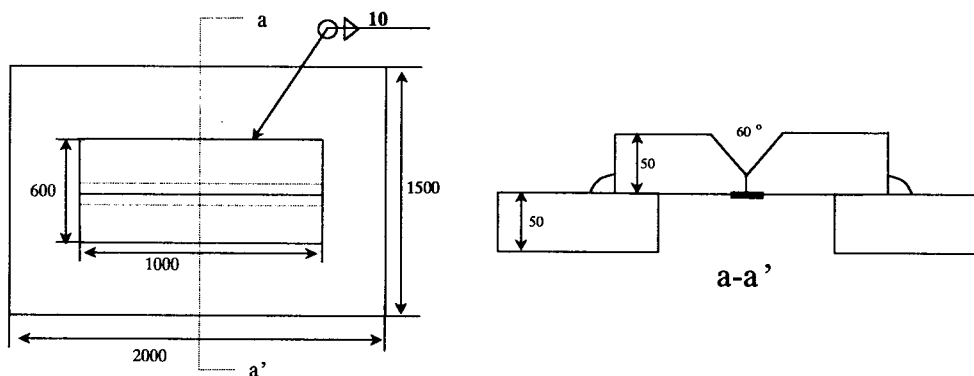


Fig.1 Window Type Restraint Test Block

Table 1 Chemical composition of EH 36 TMCP steel

Steel Plate	Chemical Composition (Wt%)													
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Al	Nb	Ti	Pcm <sup>1</sup>
EH 36	0.13	0.35	1.44	0.010	0.001	0.01	0.01	0.02	0.01	0.002	0.034	0.018	0.013	0.22

1)  $P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$

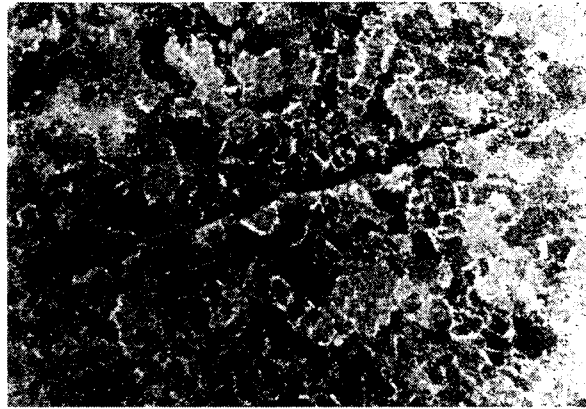


Photo. 1 A weld metal transverse crack located in a columnar region ( x 50 )

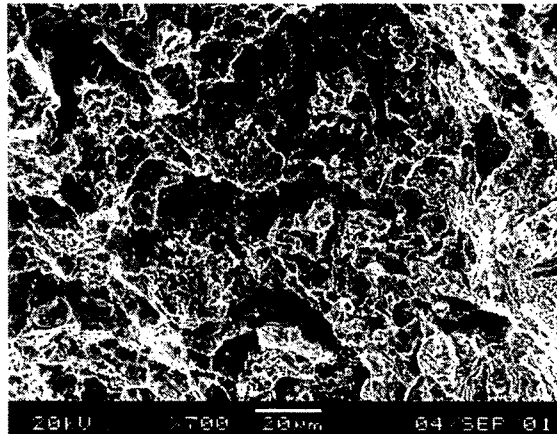


Photo. 2 Fracture morphology of traverse cracking area in weld metal