

# 용접잔류응력의 예비하중에 의한 완화법의 연구

( A Study on The Pre-loading Relief of The Residual Stress )

한양대학교 대학원 정밀기계공학과 박기영\*  
한양대학교 대학원 정밀기계공학과 박일철  
한양대학교 대학원 정밀기계공학과 엄기원

## 1. 서론

용접잔류응력 및 용접변형은 용접구조물의 사용성능에 큰 영향을 주므로, 용접 제조조건이 잔류응력 및 변형에 미치는 영향을 명확하게 파악하는 것은 용접설계나 용접시공상 중요한 일이다. 용접잔류응력 및 변형은 용접열의 전도에 따른 극부적인 가열급냉에 기인한 소성변형률에 의한 것으로 저온균열, 취성파괴 및 피로파괴 등 구조물의 기계적거동에 영향을 미치기 때문에 잔류응력을 제거하는 방법에는 후열처리법(PWHT), 저온 응력 완화법, 진동에 의한 잔류응력 제거법 및 기계적인 잔류응력 이완법이 있다.

후열처리법의 연구는 많이 진행되었으며, 현재 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 기계적인 잔류응력 제거법은 아직 연구가 미약하다. 기계적인 잔류응력 제거법의 대표적인 방법에는 정적인 하중을 가하는 것과, 동적인 하중을 가하는 방법과 많이 사용되고 있는 peening법이 있다. MSR의 원리는 재료의 항복응력이 변하지 않는 상태에서, 외부로부터 하중을 가하여 이를 잔류응력과 중첩시켜서 항복응력을 넘게 함으로써 소성변형을 시켜 잔류응력을 이완시키는 것이다.

본 연구에서는 이 기계적인 잔류응력 이완법을 유한요소해석을 하여 잔류응력의 이완상태를 해석하였다.

## 2. 해석모델

해석모델은 범용 package인 ANSYS 4.4A로 해석에 사용하였으며, Fig. 1에 나타냈다. 모델은 폭 140 mm, 길이 200 mm 그리고 두께가 9 mm인 SS 41 재료를 370 요소, 434 결점으로 하여 1 Pass bead on plate 용접을 행하였으며, 아크에 의해 공급된 에너지를 본 연구에서는  $\eta = 80\%$ 로 가정하였으며 모델의 길이방향으로 인장하중(20, 26 kg/mm<sup>2</sup>)을 가하였다. 모델에 사용된 재료의 물성치는 Fig. 2에 나타냈다.

### 3. 해석결과및 고찰

AS-welded 상태에서 모재의 항복응력은  $27 \text{ kg/mm}^2$  이었고, 해석결과로부터 용착금속에서는  $30 \text{ kg/mm}^2$ 의 인장잔류응력이 존재하였으며, 용접 비이드면으로부터 점차 멀어지면서 압축잔류응력으로 바뀌었다.

해석결과에서 나타난바와같이  $20 \text{ kg/mm}^2$ 의 인장하중하에서는  $14 \text{ kg/mm}^2$ 의 잔류응력으로 감소되었고,  $26 \text{ kg/mm}^2$ 의 하중조건에서는  $11.5 \text{ kg/mm}^2$ 의 잔류응력으로 감소되었다. 따라서 기계적인 처리후의 잔류응력은 기계적으로 가한 인장응력에 가까운 하중만큼 이완되었다.

### 4. 결론

- (1) 예비하중에 의한 기계적인 처리로 용착금속부위의 높은 인장잔류응력이 부하된 하중에 비례하여 감소되었다.
- (2) 유한요소해석을 통하여 잔류응력의 이완상태를 확인할 수 있었다.

#### <참고문헌>

1. Koichi Masubuchi, Analysis of welded structures, Pergamon Press, 1980.
2. Isamu Tsuji, An analysis on Transient Stress and Deformation of a steel strip Subjected to local Heating. 日本溶接學會誌, 제 45 권 (1976) 제 1 호 P.36 - P.41
3. 現代溶接技術大系 <제3권> 産報出版.
4. Kunihiko Satoh, Effect of welding conductions on Residual stresses Distributions and Welding Deformation in Welded Structure Materials. 日本溶接學會誌, 제45권 (1976) 제1호 P.42 - P.50
5. Tekriwal, P., Stitt, M., Metal Construction, 1987

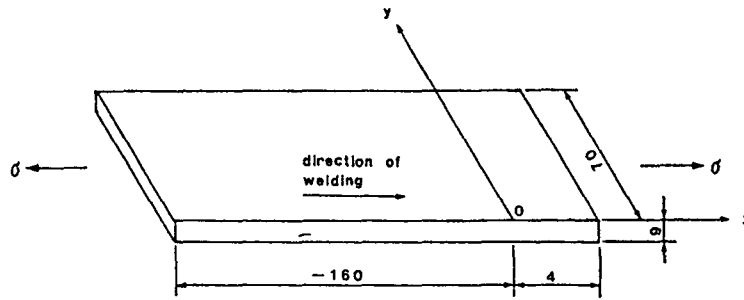


Fig.1 Coordinate system for analysis

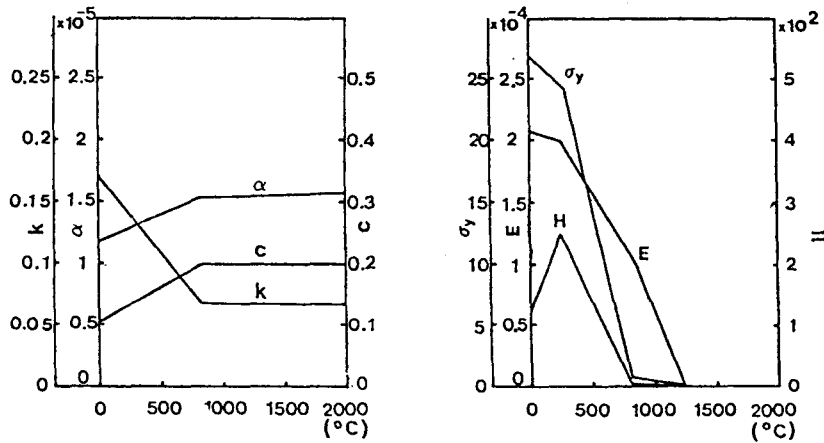


Fig.2 (a) physical properties

(b) mechanical properties

$k$  = thermal conductivity (cal/cm·sec·°C)  
 $c$  = specific heat (cal/g·°C)  
 $\alpha$  = mean. linear exp. coeff. (°C<sup>-1</sup>)  
 $E$  = young' modulus (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $H$  = strain hard. coeff. (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_y$  = yield stress (kg/mm<sup>2</sup>)

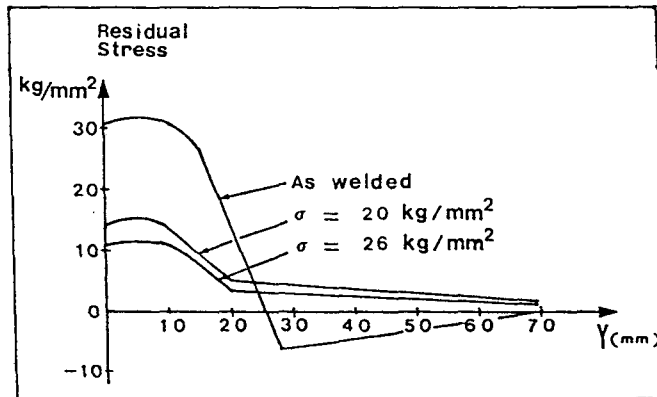


Fig.3 Distribution of residual stress