

## 스테인리스주강 배관과 저합금강 기기노즐 이종금속용접부 잔류응력의 해석적 평가

박준수<sup>1</sup> · 송민섭<sup>1</sup> · 김종수<sup>1</sup> · 김인용<sup>1</sup> · 양준석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국전력기술(주), 기계설계처 · <sup>2</sup>한전 전력연구원, 원자력발전연구소

### Analytical Evaluation of Residual Stresses in Dissimilar Metal Weld for Cast Stainless Steel Pipe and Low-Alloy Steel Component Nozzle

June-soo Park<sup>1</sup>, Min-seop Song<sup>1</sup>, Jong-soo Kim<sup>1</sup>, In-yong Kim<sup>1</sup>, Jun-seog Yang<sup>2</sup>

Mechanical System Engineering Dept., KOPEC<sup>1</sup> · Nuclear Power Lab., KEPRI<sup>2</sup>

#### Abstracts

본 논문에서는 원자력발전소 1차 계통의 스테인리스강·저합금강 이종금속용접부 및 스테인리스강 동종용접부의 잔류응력을 평가하고 스테인리스강 용접부의 응력부식균열 민감성에 대해 고찰하였다. 노즐·안전단의 이종금속용접부 및 안전단·배관의 동종용접부 제작 및 소재가공에 의해 생성되는 잔류응력을 예측하기 위해 열·탄소성 유한요소법 수치해석을 수행하였으며, 용접공정과 함께 표면의 잔류응력에 기여하는 절삭 및 연삭가공과 소재의 담금질 공정을 열·탄소성적으로 모사하였다. 전산해석 결과, 스테인리스주강의 담금질 잔류응력은 무시할 수 없는 상당한 크기이므로 배관 용접잔류응력 평가 시 소재의 담금질 효과를 고려해야 할 것으로 판단된다. 이종금속 용접과 동종금속 용접공정이 보수용접 없이 정상적인 절차(내면에서 외면으로 적층)로 완성된다면, 냉각재 환경에 노출되는 용접부 내면의 잔류응력은 재료의 응력부식균열 민감성에 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 한편, 안전단·배관 동종용접부의 연삭가공에 의해 내면의 잔류응력이 크게 상승하는 것으로 예측되었으므로, 내면의 연삭가공 이후 표면잔류응력 완화처리(예, 버핑)가 필요하다.

This paper is concerned with numerical analyses of residual stresses in welds and material's susceptibility to stress corrosion cracking (SCC) for the primary piping system in nuclear power plants: Both the dissimilar metal weld (DMW) for stainless steel to low alloy steel joints and the similar metal weld (SMW) for forged stainless steel to cast stainless steel joints are considered. Thermal elasto-plastic analyses using the finite element method (FEM) are performed to predict residual stresses generated in fabrication welding and its related processes for both the DMW and SMW, including effects of quenching for cast stainless steel piping, machining of the DMW root, and grinding of the SMW root. As a result, the effect of quenching should be included in the evaluation of residual stresses in the SMW for the cast stainless steel piping. It is deemed that residual stresses in both the DMW and SMW would not affect the SCC susceptibility of the welds providing that the welding processes are completed without any weld repair on the inside wall of the joint. However, the grinding process if performed on the safe-end to piping weld, would produce a high level of residual stresses in the inner surface region and thus a stress improvement process (e.g. buffing) should be considered to reduce susceptibilities to SCC.

**Key Words** : Dissimilar Metal Weld, Residual Stress, Stress Corrosion Crack, Stainless Steel Weld