

304 스테인레스강의 내식성에 미치는 화학제염공정의 영향  
 The Effect of Chemical Decontamination Processes  
 on the Corrosion Resistance of 304 Stainless Steel

차성환\*, 남진각 (한국해양대학교 대학원)  
 문경만, 이명훈, 김기준 (한국해양대학교)

### 1. 서론

최근 원자력발전소의 설비 가동년수 증가로 원자로내의 여러가지 부품에 대한 점검 및 교체의 필요성이 증가하고 있다. 원자로정비는 방사선으로 인한 위험과 어려움이 크므로 정기적인 보수가 요구되는 기기중의 하나인 원자로냉각재펌프(Reactor Coolant Pump, 이하 RCP)의 경우 내장품 분해점검과 교체작업시 방사선 피폭으로 인한 제한된 작업시간 때문에 방사선준위를 낮추어 방사선피폭량을 줄이기 위한 화학제염설비 개발의 필요성이 대두되어 왔다. 아직까지 부족한 국내의 기술력을 증진시키기 위해 본 연구는 RCP재료로 사용되고 있는 304 스테인레스강(이하SS)에 대하여 문헌을 통해 제시된 화학제염공정과 이에 약간의 응용을 실험 모델화하여 이들 제염공정이 재료의 내식성에 미치는 영향을 조사한 기초연구이다.

### 2. 실험방법

본 실험에 사용한 RCP화학제염공정 모델은 아래표와 같다.

공정단계	사용 화학약품	Temp.(℃)	Duration(분)	공정순서
전처리공정 (Pretreatment)	Sodium Hydroxide (pH≥10)	75, 80, 90	15	1, 4, 7, 11, 14
산화공정 (Oxidation)	Nitric Acid 30(g/L) + Potassium Permanganate 30(ml/L)	75, 80, 90	30	2, 5, 8, 12, 15
분리공정 (Dissolution)	Oxalic Acid 30(g/L) Citric Acid 10, 20(g/L)	60	30	3, 6, 9, 13, 16
최종세척	증류수	60		10, 17

화학제염공정을 재현하기 위하여 항온수조에서 시편을 각 공정용액에 시험온도/침지시간별로 처리하였으며, 분리공정에서 Oxalic Acid 3%용액의 대체용액으로 유사한 화학적세정효과를 갖는 것으로 알려진 Citric Acid(1-2%)를 사용하기 위한 부식특성시험도 병행하였다. 종합 전기화학적 부식시험시스템인 CMS-100 하드웨어와 소프트웨어

어를 이용하여 각 공정용액에서 304-SS시편의 양분극실험을 실시하였으며, 상기표의 공정순서에 따라 반복(3회, 5회)처리한 시편에 대하여 무게감량(Weight Loss)시험과 전자현미경(SEM)관찰을 통하여 전반적 부식정도를 파악하고 시편의 표면에 발생할 수 있는 입계부식(Inter-Granular Corrosion, IGC)을 조사하였으며 추가로 공정처리중 발생한 부식생성물의 입자크기를 조사하였다. 부가하여 304-SS 용접부에 대하여도 동일한 시험을 하였으며, 고가의 스테인레스강을 대신할 수 있는 저가의 재료를 찾기 위한 탄소강(G-200)으로의 대체 가능성도 같은 방법으로 평가하였다.

상기의 실험실 시험을 통해 1차 선정된 화학제염공정은 추후 실제 RCP에 대한 현장에서의 적용시험을 통해 확인 조사할 예정이다.

### 3. 결과요약

- 1) 304-SS에 대한 분극실험 결과 3% Oxalic Acid용액은 1-2% Citric Acid 보다 부식성이 강하며, 시험편 표면의 부식생성물도 Citric Acid에서 보다 Oxalic Acid에서 상대적으로 빨리 제거되었다.
- 2) G-200 탄소강은 304-SS에 비해 심한 전면부식이 발생하였으며, 내식성이 현저히 떨어져 304-SS의 대체 재료로는 부적합한 것으로 판단된다.
- 3) 304-SS에 대한 무게감량시험결과 75℃공정에서 상대적인 무게감량이 컸고, 3회 및 5회 공정시의 무게감량이 거의 차이가 없는 것으로 보아 3회 반복공정만으로도 부식생성물 제거가 충분한 것으로 판단된다.
- 4) 전자현미경(SEM) 사진조사에서는 무게감량이 상대적으로 많은 75℃, 80℃에서 입계부식의 흔적이 많았으며 일부 공식도 발견되었으나, 온도가 높은 90℃에서는 오히려 입계부식이 거의 나타나지 않았다.
- 5) 공정중 발생한 부식생성물의 대부분은 산화공정에서 발생하며 그 형태는 원형이 대부분이고 크기는 약 1micron정도였다.

### 참고문헌

- 1) 원자력정비기술센터, "원자로냉각재펌프 내장품 화학제염 공정 및 설비개발", 1997
- 2) ASTM. "Nuclear Power", Corrosion Test and Standard, No. 67, pp. 611-620, 1995
- 3) ASM Specialty Handbook, "Stainless Steels", pp. 205-228, 1994
- 4) R. A. Speranzini, P. A. Burchart, and K. A. Kanhai, "Corrosion Response of Nuclear Reactor Materials to Mixtures of Decontamination Reagents", Materials Performance, pp. 67-72, 1989
- 5) "Corrosion in the Nuclear Power Industry", Metal Handbook, Vol. 13, "Corrosion", pp. 927-984, 1987