

## 냉각탑 철구조물의 부식-침식파손 방지에 관한 연구

임우조 · 정기철\* · 황재호\*\* · 김창현\*\*\* · 윤병두\*\*\*\* · 김성훈\*\*\*\*

부경대학교 · \*동명대학 · \*\*강원전문대학 · \*\*\*서강엔지니어링(주) · \*\*\*\*부경대학교 대학원

### 서 론

냉각탑(Cooling Tower)은 가열된 물을 냉각, 재순환시켜 냉각수로 재사용하는 일종의 열교환장치로서, 빌딩, 호텔, 병원, 백화점 및 극장 등과 같은 대형건물의 냉동공조시스템에 필수적으로 사용되는 것은 물론이고, 주물공장, 냉동공장 및 석유화학플랜트 등의 중화학공장과 같은 대형공장에도 중요한 Utility설비 중의 하나이다.

이 냉각탑은 각 구성품의 재질은 주로 FRP와 철구조물로 되어 있고, 대기 중에서 물 또는 수증기와 직접 접촉하므로 강한 부식성 환경에 노출되어 있다. 현재, 이러한 강한 부식성 환경 중에서 냉각탑 철구조물의 방지법은 아연용융피복된 연강재(SS 400)를 사용하고 있으나, 결로현상의 반복에 의한 노점부식과 수적에 의한 부식-침식 파손사고가 빈번하게 발생하고 있다. 특히, 냉각탑 철구조물의 아연용융피복된 연강재는 아연이 연강재를 유전양극방식시키지만, 최근 환경오염에 의해 수질의 산성화로 아연이 빨리 소모되어 연강재의 노점부식과 부식-침식에 의한 파손양상은 증가하고 있다. 이러한 냉각탑의 부식-침식 파손 사고로 인하여 장치의 운전이 자주 정지되어 전체적인 조업이 중단되는 사례가 많다.

따라서 본 연구에서는 가공성 및 경제성이 우수한 냉각탑 재료인 연강재를 모재로 하고, 에폭시 및 세라믹 도료로 도장된 연강재의 부식-침식파손 방지에 관한 연구를 하기 위하여, 산성환경 중에서 에폭시 및 세라믹 도료로 도장된 연강재의 부식-침식 거동 및 부식방지특성을 규명하였다.

### 시험장치, 실험장치 및 실험방법

본 실험에 사용된 모재는 두께 4.0 mm인 일반 구조용압연강재인 SS 400이고, 이 연강재를 사포로 전처리한 후, 에폭시 및 세라믹 도료[상품명 :chemclad ceramic, 경한산업(주) 제공]로 0.5mm두께로 도장하였다.

침식-부식실험은 캐비테이션-충격침식실험장치(ASTM G73-98 및 JIS A 1452, H 8503)를 이용하고, 전기화학적 부식실험장치는 EG & G社의 Model 273A Potentiostat /Galvanostat와 PC를 이용하였으며, M 352/252 corrosion software를 사용하여 분극 특성시험을 실시하였으며, 전기화학적 부식실험장치의 외관은 Photo. 1과 같다.

침식-부식실험은 pH 4 수용액에서 실시하고, 전기화학적 부식시험은 pH 0.5, pH 2, pH 4 및 pH 6.5의 수용액중에서 실시하였다

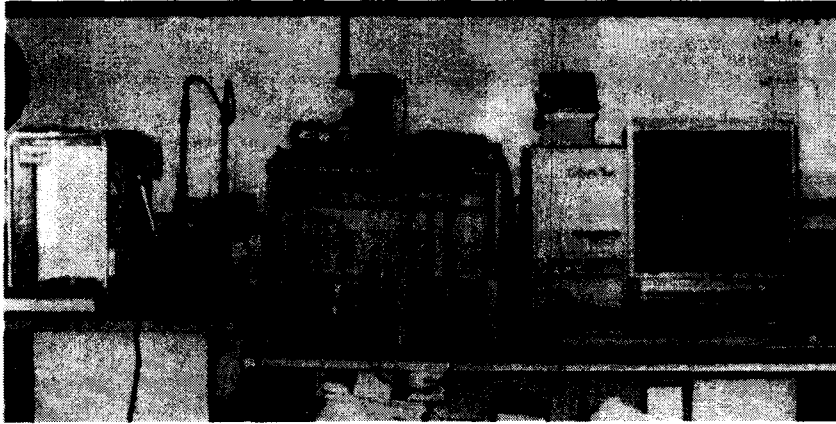


Photo.1 Appearance of potentiostat equipment

### 실험결과 요약

1) pH 4 수용액 중에서 캐비테이션 침식-부식에 의한 모재(SS400)의 무게감소량은 시간경과에 따라 급격히 증가되지만, 에폭시 도막의 무게감소량은 캐비테이션 실험 시간인 120시간에 걸쳐 약 0.001g 정도이고 세라믹 도막의 무게감소량은 거의 나타나지 않고 있다.

2) 강산성인 pH 0.5 및 pH 2에서는 세라믹 도막의 분극저항이 에폭시 도막보다 약 20 배이고, 약산성인 pH 4에서는 세라믹 도막의 분극저항이 에폭시 도막보다 약 59배이다.

3) 산성환경 중에서 세라믹 도막의 부식억제율은 99.91 ~ 99.98 %로 에폭시 도막의 부식억제율 77.76 ~ 97.72 %보다 더 우수하다.

4) 세라믹 도막의 Potentiodynamic 분극거동은 활성영역을 지나 급격히 전류밀도가 감소하는 부동태영역(passive region)으로 활성-불활성 전이(轉移)에 따르고 있지만, 에폭시 도막의 Potentiodynamic 분극거동은 양극전위가 상승하면서 전류밀도가 증가하고 있다.

5) 이 결과에 의하면 자연전위하에서 세라믹 도막의 부식전류밀도는 에폭시 도막의 부식전류밀도보다 더 억제되고, 세라믹 도막의 pitting loop에서 배류되는 전류밀도는 에폭시 도막의 pitting loop에서 배류되는 전류밀도보다 더 억제된다.

6) 에폭시 도막 및 세라믹 도막의 역방향 양극분극곡선은 negative hysteresis loop를 나타냄으로써 도장된 연강재의 pitting이나 crevice corrosion 방지효과는 있지만, 캄 크래드 세라믹으로 도장된 연강재의 공식이나 틈부식 방지효과는 에폭시 도막으로 도장된 연강재보다 더 우수할 것으로 판단되는데 그 이유는 세라믹 도막에서 negative hysteresis loop의 면적은 에폭시 도막에서 negative hysteresis loop의 면적보다 더 넓게 나타나기 때문이다.