

초임계압보일러에서의 용존산소가 FAC에 미치는 영향 고찰 A study on the effect of dissolved oxygen on FAC in supercritical boiler

박광규*, 원도영, 송해란(전력연구원 재료부식연구소)

1. 서론

보일러 수처리법은 1960년도 후반부터 사용된 알칼리처리법으로 pH를 높게 유지하고 용존산소를 최소화하여 강한 환원성 분위기를 유지하는 것이 주로 채택되어 왔다.¹⁾ 이를 전취발성처리법(AVT, All-Volatile Treatment)이라 부르며, 국내 전력산업용 보일러에서 주로 적용하고 있다. 한편 보일러 보급수의 수질이 향상되고 복수탈염설비의 적절한 운전에 따른 보일러 계통 순환수의 수질이 크게 개선됨에 따라 1994년 미국의 EPRI에서는 보일러 급수계통 내에 소량의 산소를 주입하여 보일러 계통의 부식을 크게 줄일 수 있는 산소주입수처리법(OT, Oxygenated Treatment)을 개발하고 실기 적용단계에 있다.²⁾ 국내에서도 전력연구원은 1995년부터 산소주입수처리법을 연구하여 현재 한국전력공사의 500MW급 표준 석탄화력발전소인 태안화력발전소 제2호기의 초임계압보일러에 시범 적용시험중에 있다.³⁾ 본 논문에서는 초임계압보일러의 기존 AVT법에서 OT법으로 변경 적용함에 있어, 환원성 분위기에서 산화성 분위기로 점진적으로 변경됨에 따른 보일러 급수계통의 철분농도 거동을 파악하여 용존산소와 FAC(Flow Accelerate Corrosion)과의 관계 mechanism을 명확히 규명코자 하였다.

2. 실험 방법

실험 대상 발전소는 표준 석탄화력발전소중의 선형호기중의 하나인 태안화력 제2발전소를 선정하였고, 기존 AVT법인 환원성 분위기에서의 base line test, 환원제인 하이드라진 주입 중단후 3개월간의 부식생성물 거동과 이후 산소주입후 부식거동실험을 수행하였다.

실험기간중 수질분석을 위하여 보일러 급수계통의 모든 시료는 실험실의 시료채취 장치로 연결되어 냉각설비에 의하여 상온으로 냉각후 on-line 분석장치로 분석되며, 이들의 항목은 pH, 전기전도도, 용존산소, 하이드라진, 산화/환원전위 등이다. 급수계통의 철분농도를 이온성과 입자상을 동시에 측정하고 분석농도 한계를 높이기 위하여 integrated sampler를 사용하였으며, 이는 양이온 교환수지가 부착된 Toray사의 RX-1(CP-1) filter와 Millipore사의 0.45 μ m의 membrane filter가 장착되어, 약 1000L 정도 농축하여 채취한 시료를 산으로 용해하여 맑은 용액을 만든 후 ICP-AES로 분석하였다. 산소주입점은 복수탈염설비와 탈기기 후단이며, 고압 산소병의 자체압력을 이용하여 주입하였다.

3. 결과 요약

보일러 튜브의 스케일 성장은 급수계통에서 FAC에 의하여 발생된 부식생성물이 보일러 튜브내 침적에 기인하므로 급수가열기 계통의 FAC을 억제시키는 것이 보일러 수처리의 주목적이다.

가. 수처리법 변경에 따른 수질변화 추이

강한 환원성 분위기를 갖는 수질조건인 AVT 수처리에서 급수의 pH는 암모니아 농도를 950~1,000 ppb 주입하여 9.4를 유지하였고, 하이드라진 농도는 26~29 ppb였으며, 기계적 탈기를 동시에 실시하여 용존산소 농도는 0이었다. 이때 ORP 값은 -250~-300 mV로서 강한 환원성 분위기이다. 한편, 암모니아 농도를 일정하게 유지하여 pH를 9.4를 유지하고 하이드라진 주입만을 중단한 결과 하이드라진 잔류농도는 2시간 내에 완전히 소멸되었고, ORP 값은 +50 mV로 증가하여 하이드라진 주입시 부(-)의 값에서 정(+)의 값으로 변경되었다. 이후 복수탈염기와 탈기기 후단에 산소를 소량(100~150 ppb) 주입하여 강한 산화성 분위기를 유지하였고, 이때 ORP값은 +100~+150 mV로 증가하였다. 산소농도와 ORP 값의 변화 외에는 수질의 변동이 없었으나 계통내 불순 이온의 오염정도를 나타내는 양이온전기전도도 값이 0.06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 에서 0.15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 증가되었다. 이는 기존 AVT 수질조건인 강한 환원성 분위기에서 스케일 표면에 흡착되었던 불순 이온이 OT법의 강한 산화성 분위기로 바뀌면서 산화 분해되어 용출되는 것으로 추정된다.

나. 급수계통의 수질변화에 따른 보일러부위별 철분농도 거동

급수수질 조건이 환원성 분위기에서 산화성 분위기로 변경됨에 따라 보일러 각 부위별 철분농도가 감소하는 추세가 뚜렷하였다. 보일러 본체인 절탄기 입구를 기준으로 AVT 조건에서는 1.44 ppb였으나 하이드라진 주입중단 후에는 1.35 ppb로 감소하였고 산소주입에 의한 강한 산화성 분위기에서는 0.07 ppb였다. 환원성 수질조건인 AVT법에 비하여 산화성 분위기의 수질조건인 OT법이 약 95% 정도로 부식이 크게 감소되어 산화성 분위기가 기존의 환원성 분위기보다 보일러 급수계통에서 FAC에 의한 부식을 크게 낮출 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. N.L. Dickinson. "An Experimental Investigation of Hydrazine-Oxygen Reaction Rates in Boiler Feedwater", Proceedings of the American Power Conference, Vol. 19, 1957.
2. R.B. Dooley. "Cycle Chemistry Guidances for Fossil Plants:OT", 1994, EPRI TR-102285.
3. 박광규. "초임계압 보일러 수처리 기술개발", 1997, TM95YS02.97.662.