

초임계압보일러 산소주입 수처리기술 적용결과 고찰

A study on the application of oxygenated treatment in supercritical boiler

박광규*, 원도영(한국전력공사 전력연구원 발전연구실)

1. 서론

발전소 보일러 계통의 불순물 유입과 부식을 예방하기 위하여 고순도의 물을 생산 공급하여 사용하고 있으나 고온·고압하에서 비등 응축현상이 반복되어 부식발생을 피할 수 없다. 이러한 부식을 최소화하기 위한 공정이 보일러 수처리기술이다. 국내에서는 1960년도 후반부터 채택된¹⁾ 전휘발성처리법(AVT, All-Volatile Treatment)을 전력산업용 보일러에서 주로 적용하여 왔으나, 90년대 초반부터 500MWe급 초임계압보일러를 표준 석탄화력발전소로 운전하면서부터 보일러 튜브내 스케일 성장속도를 낮출 수 있는 고도의 보일러 수처리기술이 요구되었다. 이에 따라 전력연구원은 1995년부터 산소주입수처리법(OT, Oxygenated Treatment)을 연구하여 한국전력공사의 500MWe급 표준 석탄화력발전소인 태안화력발전소 제2호기의 초임계압보일러에 적용하였다.²⁾ 본 논문에서는 태안화력 2호기의 수처리법을 AVT에서 OT법으로 변경 적용 후 최초 정기보수기간을 통하여 평가한 적용효과 및 OT법이 발전소 구성재질에 미치는 영향 등에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험 방법

운전중 OT법 적용의 효과를 평가하기 위하여 기존 AVT법인 환원성 분위기에서의 base line test와 산소주입후 계통수중의 철분농도를 정량분석하여 부식거동을 관찰하였다. 계통수중의 철분농도는 이온상과 입자상을 동시에 측정하고 분석농도의 한계를 높이기 위하여 0.45 μ m membrane이 장착된 integrated sampler를 사용하여 포집후 ICP-AES로 분석하였다. 또한 태안화력 2호기의 초기 운전부터 1차년도 연차보수기간까지의 보일러 튜브내면 스케일 부착량과 OT법 적용후 2차 연차보수기간까지의 보일러 튜브내면 스케일 부착량을 측정하고 표면 피막형태를 SEM으로 평가하였다. 아울러 발전소 구성재질에 대한 호환성평가를 현장기술진, 보수전문가, OT법 연구진이 육안점검을 중심으로 평가하였다.

3. 결과 요약

태안화력 2호기의 수처리법 변경결과 급수계통중의 부식생성물이 기존의 수처리법보다 크게 저감되었으며, 정지후 보일러 튜브를 발체하여 스케일 분석결과 스케일 성장속도가 급격히 감소하였고, 튜브내면에 균일한 보호피막이 형성되어 차압이 감소하

는 등 기존의 수처리법 적용시보다 OT법 적용시에 방식효과가 커 OT법이 우수한 수처리법임을 확인하였다.

가. 보일러 튜브 스케일 성장속도 감소

AVT 운전시와 AVT/OT운전시의 부위별 scale 발생속도를 비교하였다. Water wall tube 화염측의 경우 AVT 운전시 평균 scale 발생속도는 $0.87\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot 1000\text{hrs}$, AVT/OT 적용시 $0.26\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot 1000\text{hrs}$ 으로 AVT법에서 OT법으로 변경 적용후 평균 스케일 발생속도가 70% 이상 감소되었다. 또한 ECO tube의 경우 평균 scale 발생속도는 AVT 조건에서는 $0.56\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot 1000\text{hrs}$, AVT/OT 조건에서는 $0.02\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot 1000\text{hrs}$ 으로 약 96%의 감소율을 보였다. 따라서 OT법을 적용함으로써 scale 발생속도가 급격히 감소함을 확인할 수 있었고 스케일 제거를 위한 화학세정공사가 요구되지 않아 보수비용을 크게 저감할 수 있을 것으로 기대된다.

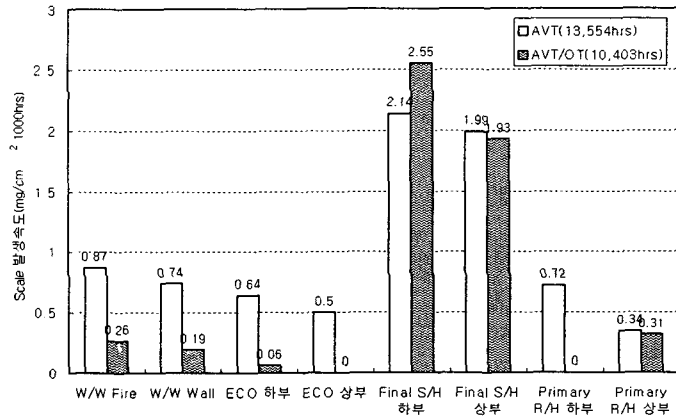


그림. 대안화력 2호기 수처리법별 scale 발생속도
* W/W tube의 값은 front, rear, left, right값의 평균임

나. 보일러 튜브내면에 균일한 보호피막 산화물 형성

AVT 조건과 OT 조건에서의 보일러 튜브내면의 스케일 표면형상을 비교하였다. 스케일 입자를 보면 AVT 조건에서는 산화피막의 입자크기가 $2\sim 5\mu\text{m}$ (A)인 반면 OT 조건에서는 $1\sim 3\mu\text{m}$ (B)로서 상대적으로 작은 크기를 보여 AVT 조건에서 보다 OT 조건에서 스케일 입자의 크기가 작고 보다 조밀하게 피막이 생성된 것으로 보이며, OT 운전기간이 길수록 조밀한 입자가 증가할 것으로 예상된다. 한편 스케일 표면의 산화피막이 보다 견고하고 치밀해졌기 때문에 AVT 조건에서의 보일러 차압($40\text{kg}/\text{cm}^2$)이 OT 조건에서 현저히 감소($36.5\text{kg}/\text{cm}^2$)한 것으로 보여 초임계압보일러의 안전운전이 크게 향상된 것으로 확인되었다. 아울러 OT법이 발전소 구성재질에 미치는 영향을 재질분석 및 육안검사 결과 특별한 악영향은 보이지 않았다.

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. 박광규외, "초임계압보일러 수처리 기술개발", 전력연구원, TR95YS02.S1998.80, 1998