

고압에서 입자크기 분포 연구

구희권*, 박병기*, 김종영*, 정은선*

*순천향대학교 에너지환경공학과

e-mail: Ku@sch.ac.kr

A Study on Particle Size Distribution at High Pressure

Hee-Kwon Ku*, Byung-Gi Park*, Jong-Yung Kim*, Eun-Sun Jeong*

*Department of Energy & Environmental Engineering, Soonchunhyang University

요 약

발전소 물/증기 순환계통의 주요 기기인 증기발생기/보일러는 금속산화물과 각종 불순물이 축적되면 진열관이 손상되므로, 증기발생기/보일러 내부로 최소의 슬러지가 유입되고, 증기발생기 내부에서 금속산화물 입자가 형성되는 것을 억제하기 위해 수질관리를 하고 있으며, 증기발생기 내부에 존재하는 슬러지를 배출하기 위해 Blowdown 및 Sludge Lancing 등의 물리적 방법을 이용하는 기술이 개발되어 있다. 그러나 이러한 관리에도 불구하고 슬러지 성분인 금속산화물 농도는 운전 조건에 따라 매우 다르며(불순물 잠복 및 방출 현상), 아직까지 잠복현상에 대한 기본적인 메커니즘은 완전히 규명되고 있지 않다.

본 연구에서는 물/증기 순환계통 부식생성물의 물성 평가를 하기 위해 순환계통 기기들과 배관 부식생성물의 대부분인 철분이 부식에 가장 큰 영향을 미치기 때문에, 수화학 조건 및 금속합금 종류에 따라 생성되는 부식생성물을 철분을 중심으로 하여 실험하였고, 또한 부식생성물은 온도에 의해서도 영향을 많이 받기 때문에 다양한 온도에서도 부식생성물 생성 실험을 하였다.

1. 서론

발전 설비의 물/증기 순환계통은 운전 시에 고온·고압에서 고 유속으로 재순환되기 때문에 부식과 장애 발생을 방지하기 위한 많은 방법들을 사용하여 엄격하게 관리하고 있다. 그러나 발전 설비의 보일러 및 계통배관의 대부분이 철이 주성분으로 구성되어 있는데 순수한 철은 열역학적으로 불안정 하기 때문에 부식 방지를 위해 여러 방법을 사용하더라도 순환계통 내의 철을 주성분으로 하는 부식생성물을 완벽하게 제거할 수는 없다. 이러한 순환계통의 운전시에 보일러 튜브와 같은 배관에 부착되어 형성되는 부식생성물은 열전달 효율을 저하시키고, 배관의 과열로 파열사고의 원인이 될 수 있다. 이러한 점을 예방하

기 위해 발전소에서는 빈번한 화학세정을 실시하고 있으나, 세정을 위해 발전소를 정지해야 하고 부식생성물의 제거에 시간이 장시간 소요됨으로써 보일러 기동시간의 지연으로 인해 에너지 및 운전비용 손실, 화학세정에 따른 비용 및 세정폐액 처리에 따른 손실 및 환경오염의 소지도 크다. 따라서 본 연구에서는 물/증기 순환계통 운전시에 형성될 수 있는 부식생성물의 물성을 평가하기 위해 고온 고압의 부식 발생장치를 제작하고, 또한 부식생성물은 온도에 의해서도 영향을 많이 받기 때문에 다양한 온도에서도 부식생성물 생성 실험을 하였다.

2. 실험 방법

고온고압 실험장치의 시료탱크에 N₂H₄ 0.124ppm,

C₂H₇NO 4ppm(pH 9.1) 용액 6L를 주입하고, 펌프를 이용하여 유속 5mL/min로 반응시스템의 반응기로 유입하였다. 반응기 내부 압력을 1000psi로 유지하였고, 온도를 4시간 동안 240℃에서 유지하여 particle size 및 개수, pH, ORP, Conductivity를 측정하였다. C₂H₇NO 용액 농도를 3ppm(pH 7.5)으로 변화하여 동일한 방법으로 실험하였다.

3. 실험결과

그림 1~3은 Hydrazine(N₂H₄) 0.124ppm, Ethanolamine(ETA, C₂H₇NO) 3ppm(pH 7.5)일 때 측정된 압력, pH, particle count 측정 결과이다. 온도가 240℃로 일정할 때 압력은 1000psi로 잘 유지되었고, pH는 실험시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. particle count 측정 결과 입자 크기 분포는 4~63μm이었고 시간 경과에 따른 입자 크기 변화는 없는 것으로 나타났다.

그림 4~6은 Hydrazine(N₂H₄) 0.124ppm, Ethanolamine(ETA, C₂H₇NO) 4ppm(pH 9.1)일 때 측정된 압력, pH, particle count 측정 결과이다. 온도가 240℃로 일정할 때 압력은 1000psi로 잘 유지되었고, pH는 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. particle count 측정 결과 입자 크기 분포는 2~31μm이었고 시간 경과에 따른 입자 크기 변화는 없는 것으로 나타났다.

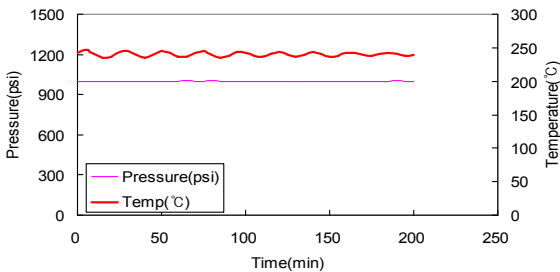


그림 1. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 3ppm(pH 7.5)일 때 측정된 압력과 온도

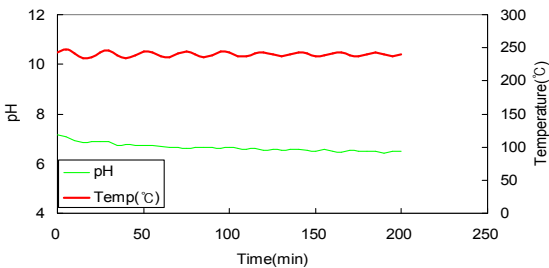


그림 2. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 3ppm(pH 7.5)일 때 측정된 pH와 온도

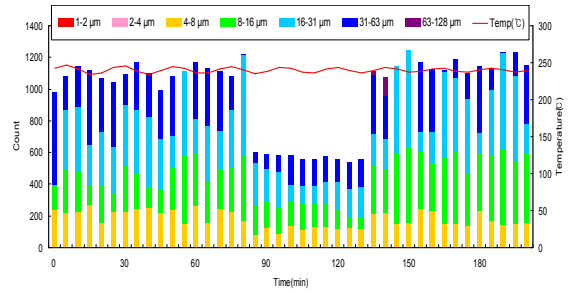


그림 3. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 3ppm(pH 7.5)일 때 측정된 particle count와 온도

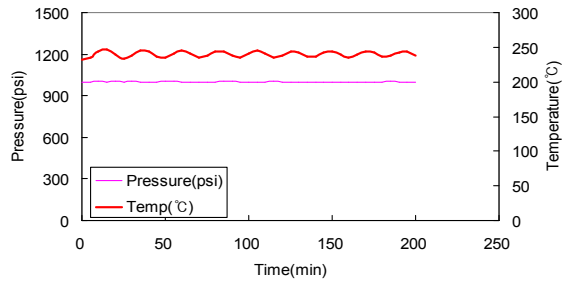


그림 4. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 4ppm(pH 9.1)일 때 측정된 압력과 온도

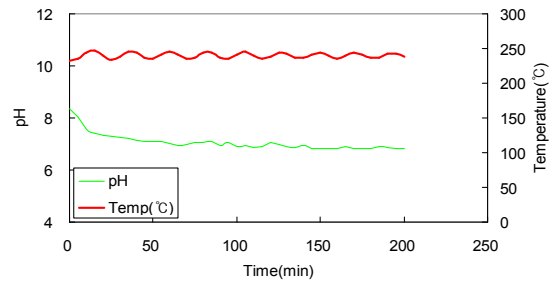


그림 5. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 4ppm(pH 9.1)일 때 측정된 pH와 온도

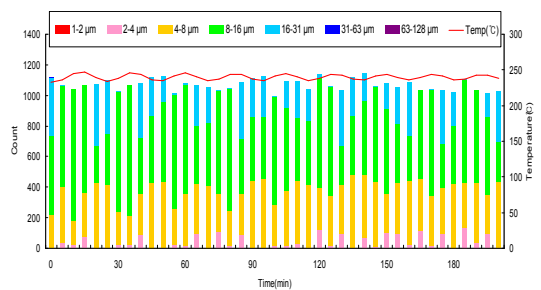


그림 6. N₂H₄ 0.124ppm, ETA 4ppm(pH 9.1)일 때 측정된 particle count와 온도

4. 결론

- 1) pH 9.1, 7.5일 때 모두 시간 경과 시 부식 생성물 입자 크기의 변화는 없었다.
- 2) pH가 낮아질수록(pH 9.1에서 pH 7.5로 변화 시) 부식생성물 입자 크기는 2-31 μm 에서 4-63 μm 으로 커지는 것을 볼 수 있었다.

참고문헌

- [1] Donald A. Palmer, Robert Fernandez-Prini, and Allan H. Harvey. (2004). *Aqueous Systems at Elevated Temperatures and Pressures*, Elsevier