

유리화설비 유리용탕 감시카메라 성능 향상

박윤규, 최석모, 김천우

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

pyka@khnp.co.kr

1. 서론

유리화설비에서 저온용융로의 유리용탕을 감시하기 위하여 저온용융로 상단에 감시카메라를 부착하여 사용하고 있다[1]. 그러나 유리화설비 차폐셀내 주변기기들에 의해 설치된 감시카메라에 잡음이 발생하며, 1,000℃ 이상의 저온용융로 내에서 이루어지는 폐기물 유리화 때 발생한 분진이 지속적으로 부착되어 용이하게 제거하기가 어려운 상태이다.

저온용융로 내에서 이루어지고 있는 폐기물 유리화 현상과 유리용탕의 지속적 감시 및 양질의 화면제공을 위하여 잡음발생 원인분석과 개선을 수행하였다. 또한 폐기물 유리화시 발생한 분진부착 현상을 분석하여 감시카메라 주변에 분진부착을 최소화할 수 있도록 카메라를 개선하였다.

2. 잡음발생 원인분석 및 개선

저온용융로 운전 중 수직관 모터 및 배출밸브 기동시에는 모터에서 발생하는 잡음이 카메라에 유입되어, 유리용탕 감시 화면에 잡음이 많이 발생하여, 유리용탕 상태를 올바르게 확인할 수가 없었다. 이는 특히 직경이 수 십mm 이하인 소형 카메라가 요구되는 저온용융로 감시카메라에는 잡음 신호가 더욱 민감하게 반응하여 화면에 잡음이 많이 유입된다.

저온용융로 감시카메라 개선을 위하여 기존의 해외에서 도입한 PAL (Phase-Alternating Line) 방식 카메라 대신 원활한 유지보수를 위하여 국내에서 용이하게 구입할 수 있는 범용 카메라인 NTSC (National Television System Committee) 로 설치하였으며, 카메라 크기는 직경이 수 십mm 인 Bullet type으로 선정하였다[2].

저온용융로 감시카메라에는 주변 모터 기동이 있을 시는 잡음이 유입되어 유리용탕을 관찰할 수 없었다. 감시카메라 주변의 모터 기동전 신호와 기동후의 카메라 출력신호를 분석하기 위하여 Fig.1에 보는 바와 같이 오실로스코프로 파형을 관찰하였다.

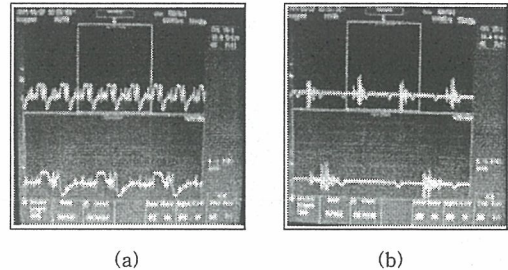


Fig. 1. Comparison of output signal waveforms of monitoring camera; (a) Before starting a motor, (b) After starting a motor

Fig. 1에서 보면 정상적인 카메라는 모터 기동 후에도 신호크기가 유지되어야 하나, 저온용융로 감시 카메라는 주변 모터 기동 후에는 잡음으로 인하여 정상적인 신호가 감쇠되어 전송됨을 알 수 있다.

카메라 화상에 잡음 유입의 원인을 분석한 결과 저온용융로 감시카메라의 접지와 유리화설비 저온용융로 전원의 접지가 동일하여 유리화설비의 잡음이 저온용융로 감시용 카메라로 유입되어 카메라에 잡음이 발생하였다. 따라서 전원 접지 분리가 필요하여 1,350W UPS를 설치하여 전원을 분리하였다. 또한 잡음이 유입되는 경로를 분석한 결과 그 원인이 카메라 케이블에 있음을 파악하여 카메라 케이블을 동축케이블로 바꾸었다. 그 결과 화면의 상태는 개선되었으며 개선전후의 화면 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

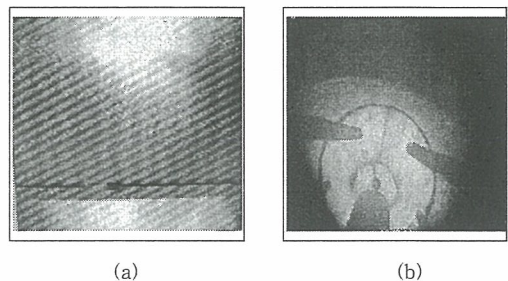


Fig. 2. Comparison of pictures of monitoring camera; (a) Before improvement, (b) After improvement

3. 분진부착 현상 분석 및 개선

저온용융로 운전시간이 경과됨에 따라 카메라 돌출부 및 렌즈 주변에 분진 부착현상이 발생되어 관찰할 수 있는 화면이 점차 축소되었다(Fig. 3 참조).

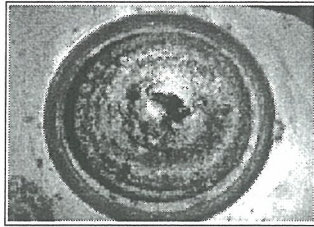


Fig. 3. Dust accumulation at the front side of camera

감시 카메라 돌출부 부근에 분진부착을 최소화할 수 있도록 원인을 분석하고 카메라의 설계를 개선하였다.

분진 발생 메커니즘은 카메라 돌출부 외곽에서 공기가 공급되고, 공기가 공급되는 부위 외부에서 분진이 조금씩 부착되어 성장되었다. 시간이 경과함에 따라 공기가 배출되는 카메라의 중앙부분을 제외하고, 화상각이 점점 좁혀졌다. 특히 분진재 순환설비를 가동하면 분진에 함유된 습분으로 인하여, 분진이 카메라 하부로 더욱 부착되었다. 부착된 분진 덩어리는 굳어 있는 상태가 아니고, 쉽게 부스러지는 형태로써, 분진 덩어리는 약한 힘으로 누르면 쉽게 카메라 하우징 하부 몸체로부터 떨어져 나갔고, 분진 모양은 카메라 돌출부 주변으로 큰 모양으로 형성되어 있었다.

카메라의 분진 부착을 최소화하기 위하여 분진 형성 메커니즘을 분석하여, 카메라 돌출부 경사도, 카메라 하부 돌출부위의 공기분사 방식, 카메라 화각 확보를 위한 렌즈 노즐 크기를 개선하였다. 카메라 돌출부 경사도 개선은 카메라 돌출부 경사도를 32도에서 증가시켜 분진이 부착되어 형성 되더라도 카메라 화각에 미치는 영향이 최소화 되도록 하였다.

카메라 하부 돌출부위의 공기분사 방식 개선은 렌즈 중심위치에서 일정 거리 외부에 직경 1mm의 구멍을 여러 개 추가로 뚫어 분진 부착 가능성을 최소화 하였다. 카메라 화각 확보를 위한 렌즈 노즐은 기존 크기(깊이 0.9mm 내경 3mm)에서 변경하여 렌즈 노즐 입구 크기를 증가시키고 노

즐 길이도 더 길게 하였다. 이렇게 함으로써 카메라 돌출부 경사도를 증가시키면서도 카메라의 설계 화각을 유지하였다. 따라서 카메라 돌출부 경사도, 카메라 하부 돌출부위의 공기분사 방식, 카메라 화각 확보를 위한 렌즈 노즐 크기를 개선하여, 분진부착을 최소화하였다.

4. 결론

유리화설비 저온용융로 카메라의 잡음 형성 원인을 분석하여 케이블 변경, 독립전원을 위한 무정전전원장치 사용을 통하여 잡음을 제거하였다. 또한 분진 부착 메커니즘을 분석하여 카메라 돌출부 경사도, 공기분사 방식, 렌즈 노즐 크기 개선을 통하여 분진부착을 최소화하여, 유리화설비 운전 시 필수적인 유리용탕 감시를 안정적으로 할 수 있었다.

분진 부착현상은 카메라 개선 전 보다는 항상 이 되었지만 장시간 운전에는 분진 부착현상이 발생되어 증장기적으로 성능을 더 향상시킬 필요가 있다.

5. 참고문헌

- [1] 한국수력원자력(주), “중·저준위 방사성폐기물 유리화 원형플랜트 개발”, 2008.
- [2] “VB-21CH Spec & Catalogue”, 비전하이텍, 경기(2008)