

개방 전 오염을 제거하세요!

2026년 3월

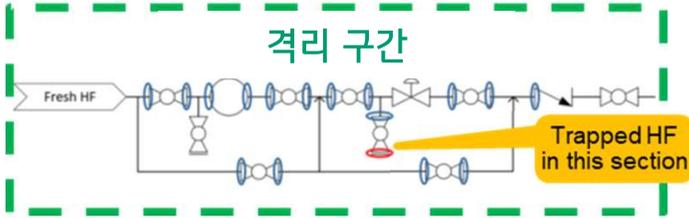


그림 1. 플랜지 개스킷 교체 예정이었던 HF 배관 구간(파란색 원 표시)

참고: <https://www.csb.gov/honeywell-geismar-chlorine-and-hydrogen-fluoride-releases>

2024년 6월, 한 협력업체 직원이 독성이 높고 강한 부식성의 **불화수소(HF)** 소량에 노출되었습니다. 해당 직원은 병원에 입원했으나 회복했습니다.

사업장에서는 HF 서비스 배관의 플랜지 사이 개스킷을 교체하는 작업을 진행 중이었습니다. 그림 1에 표시된 구간이 사고가 발생한 지점입니다. 배관 세정 계획은 여러 도면과 함께 수립되었으며, 준비 과정에서 운전팀은 해당 구간의 상·하류를 차단하고, 진공설비를 연결했습니다. 진공 시스템과 질소 퍼지가 격리 구간 내부 배관의 오염 제거에 사용되었습니다. 그러나 작업자가 해당 배관의 전체 도면을 갖고 있지 않아 빨간색 원으로 표시된 작은 구간은 오염 제거가 이루어지지 않았습니다.

사고 당일, 협력업체는 작업 허가를 요청했습니다. 운전원이 격리 상태를 점검했고, 협력업체는 공기 공급식 호흡기가 포함된 Level B 산성 보호용 **개인보호장구(PPE)**를 착용하고 플랜지를 개방하기 시작했습니다. 배관 플랜지를 열었을 때 압력이나 HF의 흔적은 없었습니다. 운전자는 “해당 배관이 비워졌고 오염이 제거되었다”고 판단했습니다. 이후 운전팀은 협력업체가 Level D 일반작업용 PPE를 착용하고 작업을 완료하도록 승인했습니다.

정비작업이 계속되는 중, 협력업체는 (빨간색 원 표시된) 드레인 밸브 하단의 블라인드 플랜지 볼트를 제거했습니다. 그 순간 1파운드(<450g) 미만의 소량의 HF가 플랜지 조인트에서 누출되어 작업자의 얼굴에 닿았습니다. 그 작업자는 글루콘산칼슘으로 응급처치를 받았으며 병원으로 이송되어 2도 화상 치료를 위해 이틀간 병원에 입원해야 했습니다.

알고 계셨나요?

- 안전 작업 절차의 목표는 다음을 포함합니다:
 - 운전팀은 정비 또는 협력업체가 어떤 작업을 수행하는지 이해해야 합니다. 작업자는 작업 범위를 알고 있어야 합니다.
 - 운전팀은 위험 물질이나 에너지가 작업 구역으로 유입되지 않도록 격리 범위를 설정해야 합니다.
 - 격리 범위 내의 시스템은 감압되고 오염이 제거된 안전한 상태여야 합니다.
- 배관의 배수, 퍼지, 제거 작업은 복잡할 수 있으며, 특히 데드레그(Dead-leg)가 있는 경우 해당 구간의 위험 제거를 위해 여러 단계를 거쳐야 할 수 있습니다.
- 배관 내부가 비워진 후에는 잠금 및 표지(Lock and Tag) 절차에 따라 격리해야 합니다.
- PPE 선정은 자격을 갖춘 담당자가 수행해야 합니다. PPE 등급에 대한 지침은 다음의 사이트에서 확인할 수 있습니다:

<https://oshacode.com/hazwoper-ppe-levels/>

무엇을 할 수 있을까요?

- 모든 격리는 현장 점검(Field walkdown)을 통해 계획이 제대로 이행되었는지, 도면이 정확한지 확인해야 합니다.
- 모든 격리 차단밸브는 누설 가능성이 있다고 가정하고, 배관이 위험이 없는 것으로 “검증되기 전까지는 전체 PPE를 착용해야 합니다. 이번 사고에서는 작은 구간 일부를 비우지 못한 결과 심각한 부상으로 이어졌습니다. 상황에 따라 치명적일 수도 있습니다.
- 취급 물질의 위험성을 이해하고 올바른 PPE를 착용하십시오.
- 적절한 PPE 착용을 포함해 설비의 격리 및 장비 개방 절차를 준수하십시오.
- 격리 또는 오염 제거 과정에서 밸브 누설이나 다른 문제가 발견되면, 진행하기 전에 반드시 감독자와 의논하십시오.

배관을 적절히 격리하고 오염을 제거하지 않으면 중대 부상이나 사망 사고로 이어질 수 있습니다