

황산순환펌프 수리를 위한 질소퍼지 작업 중 황산 누출사고사례 (KOSHA-MIA-202103)

본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있으며, 금번 발생한 사고사례는 동종재해 예방을 위하여 적시에 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

황산순환펌프 수리를 위한 질소퍼지 작업 중 황산 누출 사고

< 재해개요 >

2020년 3월 ○○○사업장에서 염소가스 건조공정에서 황산 순환펌프의 Mechanical Seal* 부위에서 Leak가 발생하여 펌프 내 잔류황산을 제거하고자 드레인 조치 중, 압력이 해소되지 않은 상태로 질소 주입 호스를 분리하면서 황산이 비산되어 근로자 1명이 부상을 당한 사고임.

* Mechanical Seal : 회전기기의 회전하는 축과 정지해 있는 케이스 사이에 장착되어 유체의 누설을 방지하는 주요 부품



[사고발생 전경]



[펌프 Casing 측 드레인 배관]



1 사고발생 공정 및 물질

○ (사고발생공정)

- 황산(98%) 순환펌프 중 P-5453A의 Mechanical Seal 부위에서 Leak가 발생하여 Mechanical Seal 교체를 위한 일련의 과정* 중 투입한 질소 잔압이 유지된 상태에서 질소호스를 분리하는 순간 발생

* 펌프 내 잔류황산을 제거하고자 질소를 투입하였으나 배관 막힘으로 인해 펌프 내부압력(약 4 kg/cm²g)이 떨어지지 않자, 드레인 배관에 연결된 질소 주입호스를 분리

황산순환펌프 수리를 위한 질소퍼지 작업 중 황산 누출사고사례 (KOSHA-MIA-202103)

○ (사고발생물질) : 황산(98%)

화학식	CAS No.	분자량	독성	노출기준	증기밀도 (공기=1)
H ₂ SO ₄	7664-93-9	98.07	LD50(경구) : 2,140 mg/kg LD50(경피) : 자료없음 LC50(흡입) : 0.375 mg/l	TWA : 0.2 mg/m ³ STEL : 0.6 mg/m ³	3.4

2 사고발생원인

○ 잔류황산 배출절차 이행 미흡

- 현장에서는 Mechanical Seal 교체를 위해 잔류황산 드레인시, 드레인 배관이 막힌 경우 통상적으로 아래와 같이 실시*하여 배관 내 가압을 해소하였던 것으로 추정되나
- 사고 당일에는 질소 투입 시 인입측 드레인 배관이 막힌 것을 확인하고 동료 작업자가 펌프 케이싱 하단 드레인 밸브를 개방하기 위해 이동 중 재해자가 가압상태(약 4 kg/cm²g)에서 질소호스를 분리함으로써 내부에 미량 존재하던 황산이 순간적으로 비산되었음
- * 인입측 드레인 배관이 막힐 경우 펌프 케이싱 측에 설치된 드레인 배관을 통해 잔류 황산을 배출하고, 그 이후에는 질소 공급 밸브를 잠그고 토출측 드레인 배관을 통해 잔압을 해소하도록 하고 있음

○ 간헐적 정비보수작업의 체계적 관리 미흡

- 황산펌프 Leak는 분기 1회 정도 발생하여 Mechanical Seal 교체 작업이 수시로 이루어지는 위험작업임에도
- 작업 위험성평가에 해당 작업 내용이 포함되지 않아 금 번 사고와 같이 발생 가능한 위험이 도출되지 않았으며,
- 사업장 절차서는 황산 ‘펌프교체’에 국한되어 있고 실제 현장에서 이루어지는 질소가압 등을 통한 작업방법 등은 포함되어 있지 않아 절차서와 현장작업 내용이 일치하지 않는 등 간헐적 위험작업 관리가 미흡함

○ 산·알칼리 작업용 보호구 미착용

- 황산(98%)은 접촉 시 심한 눈 손상 등을 유발하는 물질로 사고 직후 세척·세안시설을 통해 피해를 저감하였으나 사고 당시 작업에 맞는 산·알칼리용 보호구를 착용하지 않고 일반 보안경 등을 착용함에 따라 눈에 직접적인 손상을 유발함

황산순환펌프 수리를 위한 질소퍼지 작업 중 황산 누출사고사례 (KOSHA-MIA-202103)

3 동종사고 예방대책

○ 안전운전절차서의 상세한 작성 및 작업방법 숙지

- 안전운전절차서는 정상적인 작업 절차 뿐 아니라 비상시 정지 및 정비 방법, 비상 정지 후 운전 개시 방법, 위험물질 누출 예방을 위하여 취해야 할 사항 등에 대해 상세히 작성되어야 함
- 또한, 신입사원이 작업을 하더라도 안전운전절차서를 보고 작업을 할 수 있도록 쉽게 작성되어야 하며, 작업자가 작업방법을 충분히 숙지하고 작업할 수 있도록 지속적으로 교육해야 함

○ 작업 위험성평가를 통한 안전운전절차서의 개선

- 정상 운전 중에 발생 가능한 간헐적인 정비보수작업을 포함한 모든 작업은 작업 방법에 맞는 위험성평가를 통해 발생 가능한 모든 위험이 검토되어야함
- 또한, 위험성평가를 통해 도출된 위험은 설비적·절차적 방법을 통해 제거 및 통제할 수 있도록 안전운전절차서에 반영해야 함
- 적절한 위험성평가와 변경관리를 통해 Mechanical Seal Leak 등이 발생하여 주위 설비를 부식시키거나 근로자에게 상해를 입힐 수 있는 원심펌프를 대신해 Magnetic 펌프 등 Non-seal type의 펌프를 사용하여 누출의 가능성을 원천적으로 차단하는 방법이 권장됨

○ 작업 방법에 맞는 보호구 착용

- 금번 사고는 황산의 비산이 가능하다는 위험성을 인지하지 못한 채 진행되어 적절한 보호구가 착용되지 않음. 보호구는 물질 및 공정의 특성에 따라 적절히 선정되어야 하며, 작업자가 보호구를 적절히 착용하였는지 안전 관리자 등을 통해 확인한 후 작업을 진행하여야 함.