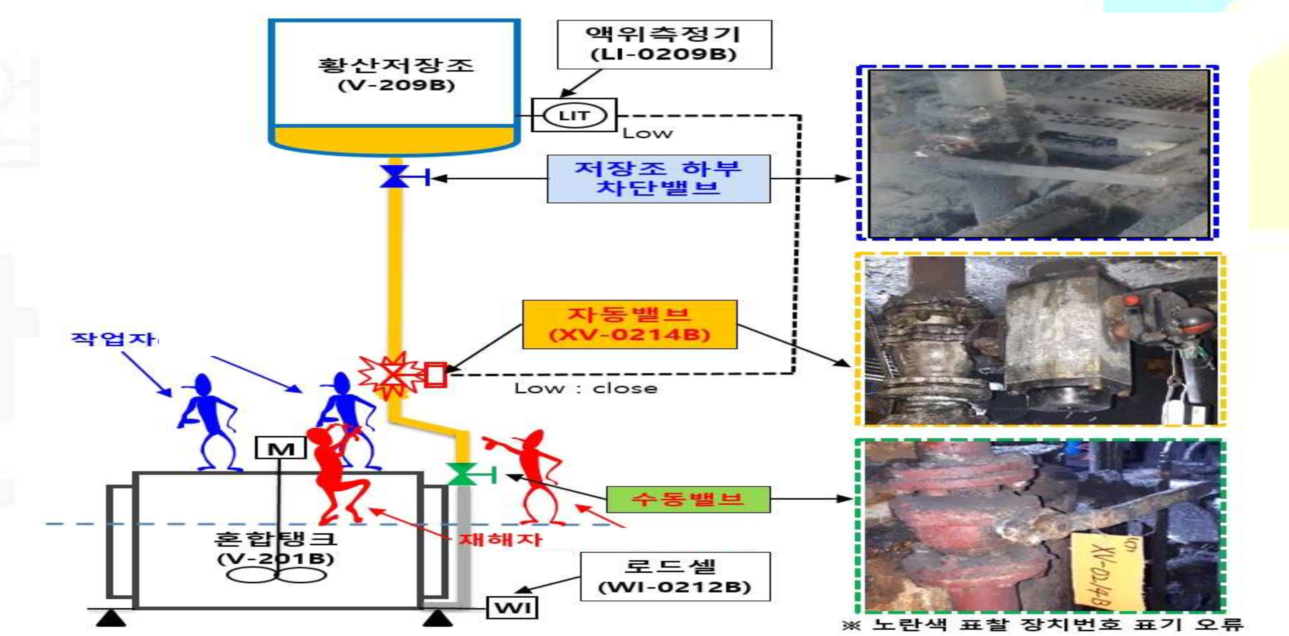
황산혼합탱크 상부 자동밸브 수리작업 중 황산누출 사고 (KOSHA-MIA-202106)

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.

황산혼합탱크 상부 자동밸브 수리작업 중 황산 누출 사고

< 재해개요 >

2020년 4월 ○○○사업장의 이산화티타늄 제조공장에서 협력업체 작업자 4명이 황산-광석(일메나이트) 혼합탱크 상부의 황산 배관에 설치된 자동밸브 교체작업 중 밸브 플랜지에 체결된 볼트를 해체하는 과정에서 배관에 잔류된 황산(98%)이 누출되어 내산보호구를 미착용한 작업자 2명이 얼굴에 화상을 입은 사고임



[사고발생 개략도]

① 사고발생 공정 및 물질

❍ (사고발생공정) 용해공정

- 사고발생 설비*로 황산저장조(V-209B)에서 98% 황산을 혼합탱크(V-201B)로 투입, 교반하면서 컨베이어로 분광을 투입하여 혼합한 후 다음 단계인 Sulphation feed tank로 내용물을 이송함.

황산혼합탱크 상부 자동밸브 수리작업 중 황산누출 사고 (KOSHA-MIA-202106)

- 이번 사고는 황산저장조(V-209B)에서 혼합탱크(V-201B)로 연결되는 황산 배관의 자동밸브(XV-214B) 교체 중 밸브 플랜지를 열다가 잔류된 황산이 누출되어 발생하였음.

❍ (사고발생물질) : 황산(98%)

명 칭	황산	분자식	H_2SO_4
CAS No.	7664-93-9	분자량	98.08
상 태	액체	성 상	무색, 무취
비 중	1.8(물=1)	증기밀도	3.4(공기=1)
유해성·위험성	부식성 물질, 발암성(특별관리물질)	그림문자	
독성치	LD50(경구) : 2,140 mg/kg, Rat LD50(경피) : 자료없음 LC50(흡입) : 0.375 mg/ℓ, Rat	노출기준	TWA : 0.2 ㎎/㎥ STEL : 0.6 ㎎/㎥

2 사고발생원인

❍ 정비보수 작업 안전조치 미흡

- 화학설비의 부속설비에 해당하는 자동밸브(XV-214B) 교체작업을 수행하는 경우, 작업장소에 위험물(98% 황산)이 누출되지 않도록 설비 내부의 황산을 제거하여야 함. 그러나 사고 발생 전 실시한 드레인 작업 후 인수인계시 일부 내용이 누락되어 자동밸브 1차측 배관에 황산이 체류된 상태로 방치되었음. 또한 사고 당시 현장작업 중 원청과 협력업체 담당자간 의사소통이 미흡하여 협력업체 작업자가 플랜지를 개방하였으며, 이로 인해 황산이 누출되어 사고가 발생하였음.
  - 작업 위험성 평가(JSA) 결과를 확인한 결과, 황산 등 유해·위험물질 관련 평가 내용이 누락되는 등 사전 위험성 평가가 미흡함.
  - 자동밸브 교체 작업에서 밸브 본체 분리 전 공기 및 전원공급라인 해제를 담당한 재해자들도 사고 직전 황산 누출을 인지하였음. 그러나, 다량 누출이 우려됨에도 내산보호구 미착용 상태로 작업에 참여하여 누출된 황산에 폭로되어 상해를 입었음.

❍ 안전작업 허가 절차 준수 미흡

- 사고 당시 작업현장에 게시되어 있던 작업허가서는 해당 작업에 대한 허가서와 관련없는 것으로 사료되며, 사고 당시 작업에 대한 허가서가 발행되지 않음.

❍ 유해·위험작업 도급승인 누락 및 도급인 안전·보건조치 미흡

- 98% 황산 취급설비 해체작업 전 도급승인 절차가 미실시됨.
- 교육결과서와 서약서에는 취급물질의 유해·위험성 관련 주의사항 및 사고 대응요령 등 중요내용이 구체적이지 못하거나 누락되는 등 협력업체에 안전·보건 정보제공이 미흡함.

❍ 안전작업절차 미흡

- 사업장 작업표준에 통상적 생산 작업절차는 반영되어 있으나, 아래와 같은 구체적인 안전조치 내용이 부재함.
  - 공정 가동 중지 후 제조설비에서의 황산 드레인 절차
  - 황산 드레인 완료 후 잔량 확인요령 및 현장설비 확인 항목
  - 황산 드레인 작업 관련 정보공유를 위한 의사소통 및 기록요령 등

3 동종사고 예방대책

❍ 정비보수 현장 안전조치 강화

- 보다 실질적인 작업 위험성평가 및 작업 전 안전점검을 실시하여 공정설비 내부의 위험물질(황산) 체류 가능성 등 위험요인을 파악하고 사전적 보완조치로 이를 제거하여야 함.
- 황산 등 위험물질 누출 위험이 있는 지역에 출입하는 모든 인원들은 내산 작업용 보호구 등 취급하는 위험물질에 적합한 보호구를 착용하도록 조치하여야 함.
- 위험물질 취급 또는 누출 위험이 있는 작업 시 안전감시자 상주 현장관리 및 작업구역 주변 인원통제 등

황산혼합탱크 상부 자동밸브 수리작업 중 황산누출 사고 (KOSHA-MIA-202106)

❍ 안전작업 허가 절차 준수 철저

- 작업허가서 발급 및 현장의 안전조치 사전 확인이 누락되지 않도록 현장 부서에서 보다 실효적으로 안전작업 허가 지침을 준수하여야 함.

❍ 유해·위험작업 도급승인 및 도급인 안전·보건조치 준수

- 98% 황산 취급설비 해체작업 전 도급승인 및 평가를 받아야 함.
- 통상적으로 실시하는 모기업의 협력업체 작업자 대상 안전교육 외에 취급물질 유해·위험성, 위험작업 안전조치 및 사고대응요령 등을 충실하게 반영한 문서형태의 안전·보건 정보도 제공되어야 함.

❍ 안전작업절차 보완 및 현장작동성 강화

- 황산 드레인 절차 및 정비작업 안전조치 등을 반영하여 관련된 사내 작업표준을 제·개정하여야 함.
- 드레인 실시 후 황산 잔류여부를 보다 명확히 확인할 수 있도록 다음의 안전조치가 수반되어야 함.
  - 교대근무자 인수인계시 누락되는 항목이 없도록 관련 절차를 개선
  - 혼합탱크의 수동밸브 열림·닫힘 표지를 현장설비에 설치하여 밸브의 개폐상태를 보다 용이하게 확인할 수 있도록 조치
  - (권장사항) 혼합탱크의 수동밸브 개폐상태를 제어실에서도 확인할 수 있도록 리미트 스위치 설치 등 모니터링 설비 보완
  - (권장사항) 배관에 sight glass를 설치하여 황산 체류여부를 현장에서 확인할 수 있도록 설비 보완