

과산화수소 RO설비 운전 중 폭발 사고사례 (KOSHA-MIA-202113)

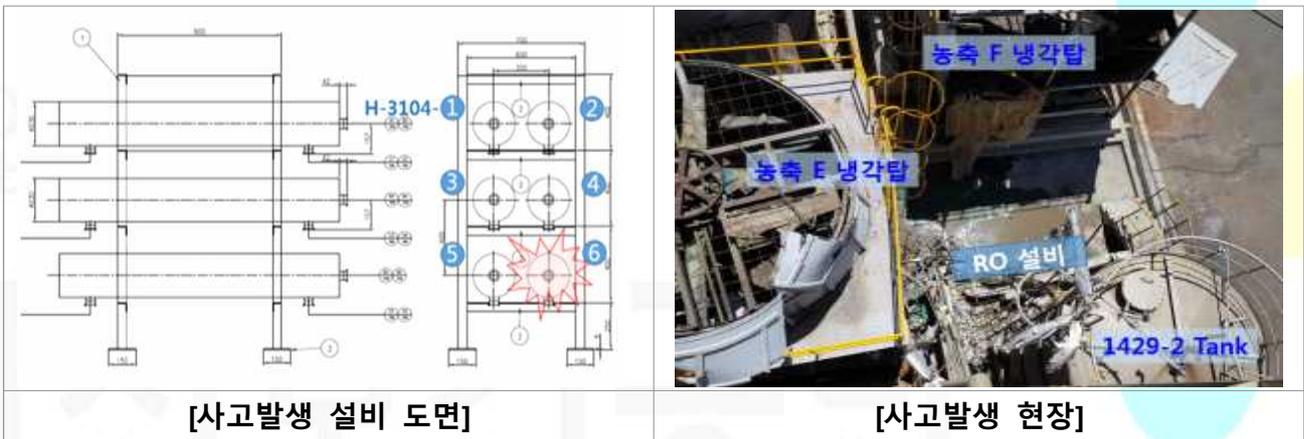
본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있으며, 금번 발생한 사고사례는 동종재해 예방을 위하여 적시에 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

과산화수소 RO 설비 운전 중 폭발

< 재해개요 >

2019년 5월 ○○○사업장에서 과산화수소 제조공정 정기 정비·보수를 위해 RO 설비 운전 정지 중 RO 멤브레인 필터가 파열되면서 과산화수소 약 340kg이 누출되고 폭발압력 및 파편으로 주변 시설물의 일부가 파손된 사고임

* RO(Reverse Osmosis, 역삼투압) 설비 : 제품에 이온화 상태로 용존되어 있는 불순물을 반투과성 얇은 막(Membrane)을 사용해 제거하는 설비

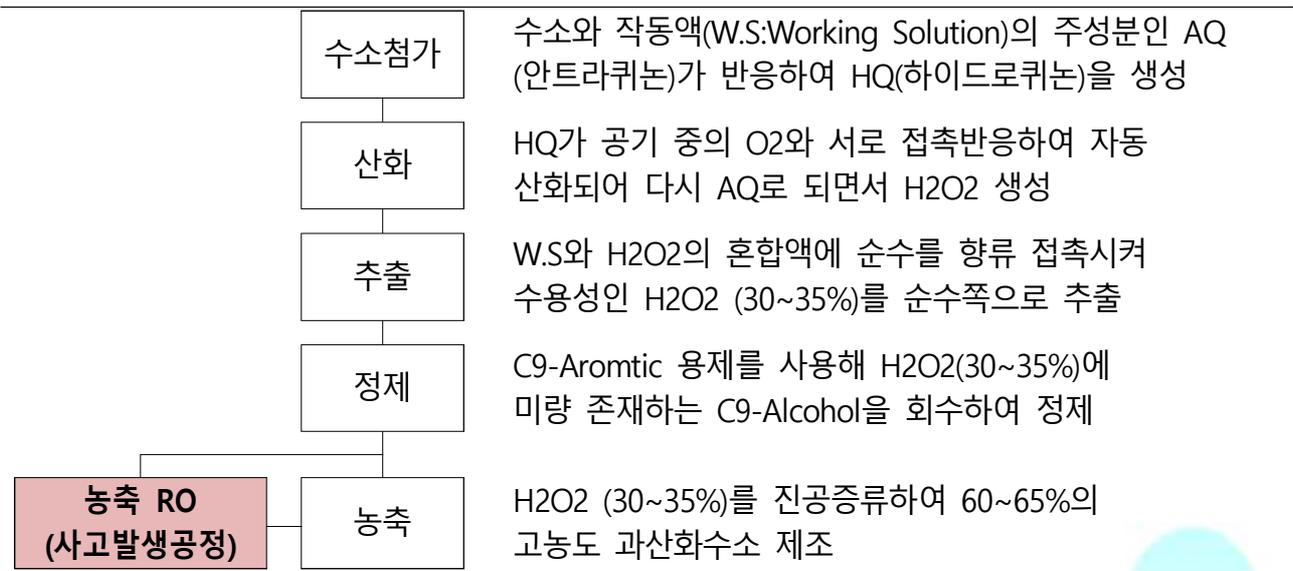


1 사고발생 공정 및 물질

○ (사고발생공정) RO 정제 공정

- 농축공정의 원료 과산화수소가 부족할 경우, 농축공정에서 생산되는 고농도 공업용 제품(저품질)을 원료 과산화수소로 사용하기 위해 RO 설비를 사용하여 정제함
- ※ 고농도 공업용 제품(저품질)은 금속이온, 음이온을 다량 함유하고 있어 원료 과산화수소로 사용하기에는 부적합함.
- ※ (RO 정제 원리) 삼투압을 이용하여 불순물이 많은 제품을 가압하여 순수한 제품으로 생성

과산화수소 RO설비 운전 중 폭발 사고사례 (KOSHA-MIA-202113)



(과산화수소(H₂O₂) 제조공정 전체 Flow)

○ (사고설비) RO 설비

- (RO 멤브레인 필터) 물은 통과하나 이온은 통과할 수 없는 얇은 막(멤브레인)으로 형성되어 있으며 주로 염분 및 물속의 오염물질 등을 제거하기 위한 목적으로 사용

장치번호	장치명	용량	압력(MPa)		온도(°C)		재질		두께 (mm)
			운전	설계	운전	설계	본체	개스킷	
H-3104-6	RO Membrane	0.032 m ² (Φ200×1020H)	1.65	2.10	10	66	STS304L	PTFE	5.0

○ (사고발생물질) : 과산화수소(H₂O₂)

물질명	CAS No.	인화점	독성치	노출기준 (PPM)	폭발한계 (상/하한)	증기압 (30°C)
과산화수소 (30~35.9%)	7722-84-1	해당없음	경구 LD50 >5,000mg/kg,Rat(10%) 800mg/kg, Rat(70%) 경피 LD50 >2,000mg/kg Rat(10%), 흡입 LC50 2mg/l, 4 hr Rat	1ppm	해당없음	23mmHg

과산화수소 RO설비 운전 중 폭발 사고사례 (KOSHA-MIA-202113)

2 사고발생원인

- 불순물 과다 혼입으로 인한 분해반응 발생
 - RO 멤브레인 표면에 유기물·중금속 등의 불순물이 과다 축적되고 이들이 분해촉매가 되어 급격한 분해반응이 발생하여 폭발한 것으로 추정됨
- 사고공정에 대한 변경요소관리 및 공정 위험성 평가 미흡
 - 변경요소관리 및 공정 위험성평가 수행 시 불순물 혼입으로 인한 분해반응의 위험성 등 공정상 발생할 수 있는 유해·위험요인에 대한 충분한 검토 및 조치가 이루어지지 않음
- 사고설비에 대한 불순물 모니터링 미실시
 - 과산화수소 내 유기물 관리를 위해 TOC(총유기탄소)를 주기적으로 측정 및 모니터링하고 있으나(150ppm 이상 시 교체)
 - 분해촉매로 작용할 수 있는 중금속 등의 불순물 모니터링 미실시
- RO 설비 운영 및 관리절차 미흡
 - 멤브레인 필터 교체 및 운용기준, 정비·보수 작업 시 운전절차 등

3 동종사고 예방대책

- 공정 위험성 평가 재실시
 - 충실한 공정 위험성평가를 통하여 RO 정제공정 운용에 있어 발생할 수 있는 문제점 발굴 및 조치
- RO 설비 운영 및 관리절차 제정
 - 멤브레인 필터 교체기준 및 방법, 정비·보수 작업 시 운전절차 등
- 불순물 모니터링 및 인터락 시스템 구축
 - 불순물 계측기기 설치 및 인터락 시스템 구축
- 폭발 시 피해확산 방지를 위한 방호벽 설치