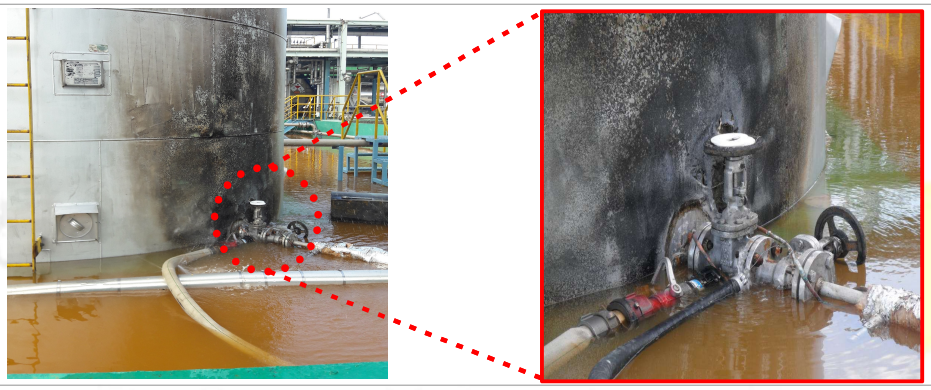
황린 자연발화 화재사고사례 (KOSHA-MIA-202010

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.

황린 자연발화 화재사고

< 재해개요 >

2018년 7월 전라북도 OO사업장 내 인산공정 황린(P_4) 저장탱크 하부 드레인용 2중 밸브 플랜지(2″) 접촉 부위에서 황린이 누출되어 자연발화 되면서 화재 발생 및 탱크하부 보온재 일부가 손상된 사고임.



[화재발생 황린저장탱크(좌)와 탱크하부 이중밸브플랜지(우)]

1 사고발생공정 및 물질

❍ **사고발생공정** : 황린을 연소(Combuster)와 수화(Hydration)를 통해 공업용 인산과 고순도 인산을 생산하는 인산공정임

❍ **사고발생물질**

물질명	인화범위	발화온도	녹는점	증기압	증기밀도
황린	해당없음	30 ℃	44 ℃	3.5Pa (at 20℃)	4.42

※ 경고표지 그림문자 ※

인화성물질

급성독성물질

부식성물질

수생환경유해성

2 사고발생원인

❍ **밸브 적정성 미흡**

- 해당 게이트 밸브는 비상승식 밸브 Type으로 육안으로 밸브의 닫힌 상태를 확인하기 어려웠고, 이에 근무자가 해당 밸브를 완벽하게 닫지 못하였으며, 당시 밸브가 완벽하게 닫혀 있지 않은 상태에서 플랜지 접촉부위에 황린이 유입되어 잔류했을 것으로 추정된다.

❍ **배관 지지대 누락**

- 황린 수급문제로 저장탱크 연결 배관을 설치하였으나, 변경 전 지지대 설치기준에 대한 기술적 검토가 이루어지지 않은 상태에서 배관을 설치하여 플랜지 볼트에 배관 자중의 4배가 넘는 하중이 걸리면서 플랜지 틈새로 황린이 누출되는 원인을 제공하였다.

❍ **위험성평가 누락**

- 변경관리 절차에 따른 공정위험성평가 외에 작업자에 의한 황린 저장탱크 공급(Feeding) 및 탱크 전환 작업을 대상으로 작업안전분석(Job Safety Analysis, JSA)을 실시하여 누출사고 문제점을 발굴하여야 하나 평가 항목에서 누락되었다.

3 동종사고 예방대책

❍ **유체의 특성을 고려한 Valve 적용**

- 황린은 공기중에 노출되면 스스로 발화하는 자연발화성 고체로 누출 시 운전 정지 외에 안전 및 환경에 영향을 줄 수 있으며 고형물에 의하여 밸브가 완전히 닫히지 않을 수도 있기 때문에 밸브의 닫힌 상태를 육안으로 확인할 수 있는 바깥 나사형 OS&Y(Outside Screw & Yoke, Rising Steam) 게이트 밸브를 사용하여 육안으로 Valve의 닫힌 상태를 근무자가 확인할 수 있도록 하여야 한다.

❍ **배관 지지대 설치기준에 따른 시공**

- 운배관지지대는 배관의 자중, 열팽창에 의한 변형, 유체의 진동 및 그 밖의 외부충격으로부터 배관을 지지하거나 보호하기 위한 목적으로 설치되므로 배관계의 안전성을 유지시켜 주기 위해 배관 설치 시 첫 번째 지지대는 밸브, 플랜지 등 집중하중이 걸리는 곳에 근접하게 설치하고, 배관 지지물 설치 및 유지에 관한 기술 규격에 따라 지지대 간격은 배관직경 및 취급 유체 특성을 고려하여 허용 가능한 이격거리 내에 설치될 수 있도록 하여야 한다.

❍ **위험성평가를 통한 표준작업절차 작성**

- 황린의 공급(Feeding) 및 탱크 전환작업을 대상으로 작업안전분석(Job Safety Analysis, JSA)기법을 활용하여 작업자로 하여금 유해위험요인에 대한 안전조치를 확인하고 준수할 수 있도록 관리하여야 한다.
- 작업안전분석을 활용하여 유사 또는 동일한 반복작업에 대하여 표준작업절차(SOP)를 작성하여야 한다.