

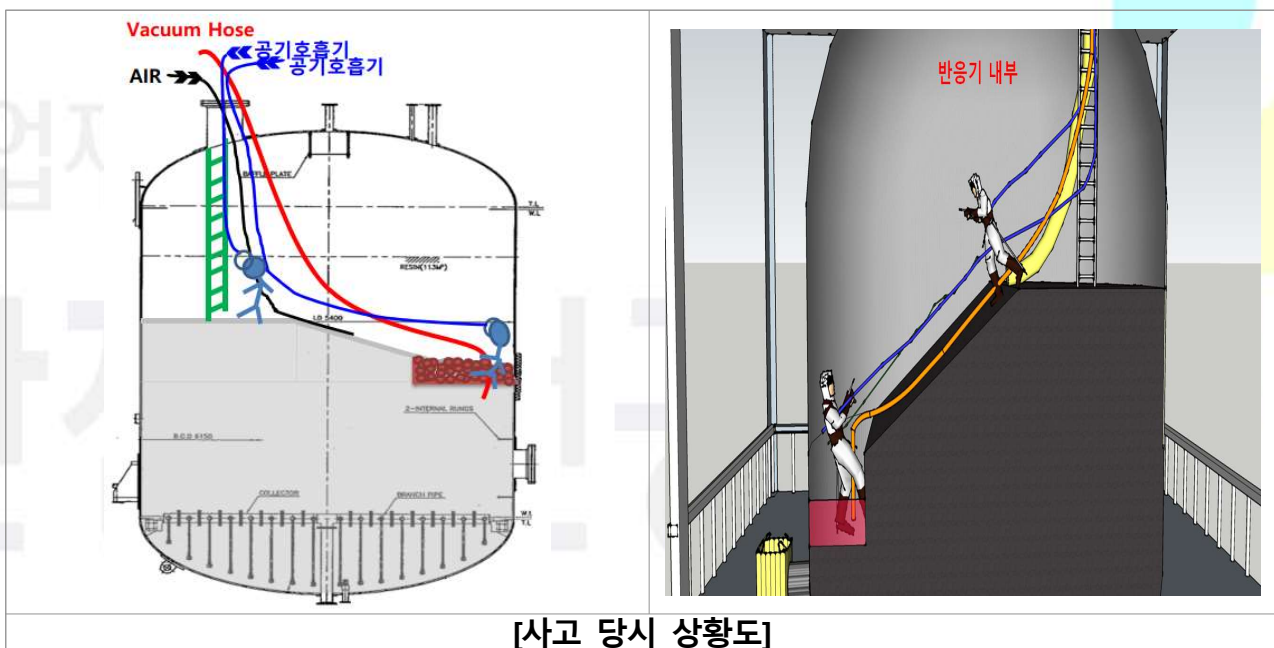
촉매교체 작업 중 매몰사고사례(20.2.3.) KOSHA-MIA-202004

본 사례는 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.

반응기 고체촉매 교체작업 중 폐촉매에 매몰

< 재해 개요 >

2020.02.03.(월) 오전 10시 10분 경 전남 여수시 소재 BPA(비스페놀A) 생산 공정 이성질화 반응기 내부에서 폐촉매 제거작업을 위해 경사진 층을 이동하다가 재해자가 넘어지며 촉매에 매몰, 동료 작업자들이 구출을 시도하였으나 추가 촉매 붕괴로 구조작업이 지연되어 병원 후송 후 사망한 사고임



1

재해발생 과정

- ① 재해자와 동료근로자가 폐촉매를 곡갱이와 삽으로 파내어 제거하기 위해 입조
- ② 재해자가 구멍줄을 착용한 상태에서 넘어지면서 폐촉매에 매몰
- ③ 대기조 2명을 포함한 3명이 폐촉매를 파내어 구조시도
- ④ 119도착, 재해자에게 안전대 착용 후 전동원치로 구조(2시간 20분 소요) 후 병원 후송

촉매교체 작업 중 매몰사고사례(20.2.3.) KOSHA-MIA-202004

2 사고발생원인

○ 작업계획 수립 부적정

- 폐촉매 작업계획서 내용을 살펴본 결과 이상상태시 구조장비(전동 윈치 등)를 비치하여 응급조치를 실시하여야 하나, 이런 내용이 누락되어 사고당일 구조활동 및 시간이 지연되어 사망사고로 이어졌음
- 또한, 당초 폐촉매 인출작업을 반응기 내부에 작업자가 직접 들어가도록 계획(입조작업)하고 있으나, 입조작업의 안전 조건(안전한 폐놀농도 등)이 명시되어 있지 않아 안전기준이 없는 상태에서 작업을 수행토록 하였음

○ 안전작업허가서 미준수

- 안전작업허가서를 조사한 결과 허가 부서에서 안전벨트 등 필요 안전장비를 포함하여 작업을 허가하였으나 작업 수행팀에서 안전 작업조치 상태 등을 체크하지 않고 작업을 실시한 바, 안전 작업 허가절차를 준수하지 않았음

○ 개인보호구 관리 소홀

- 반응기 내부의 폐촉매에 포함된 폐놀 등 화학물질에 대한 근로자의 건강을 보호하기 위하여, 내화학성 보호복을 지급하여 피부에 접촉되지 않도록 착용하게 하여야 하나, 피재자 및 동료 근로자의 보호복(전신보호복 및 반신보호복)은 방진복과 가슴장화를 착용하였으며 가슴장화의 경우 찢어진 부위가 다수 있었고, 장갑은 내화학성 장갑이 아닌 일반 완코팅장갑을 사용하는 등 개인보호구 관리를 소홀히 하였음
- 작업시 착용한 일정유량형 에어라인마스크(안전인증 사항을 임의로 변경(장착대 탈착)하여 사용)는 작업시 에어라인의 장력 등에 따라 안면부 밀착성이 기존보다 떨어질 수 있는 등 보호구의 관리가 미흡하였음

○ 적절한 대피용 기구 미비치 및 긴급 구조 훈련 미실시

- 밀폐공간 작업에 따라 비상연락체계 운영, 구조용 장비 사용, 응급처치 등의 내용을 포함한 긴급 구조 훈련을 수급인도 포함하여 실시하지 않아 구조활동이 미흡했고, 구조가 지연되어 사망사고로 이어짐

촉매교체 작업 중 매몰사고사례(20.2.3.) KOSHA-MIA-202004

○ 특별안전보건교육 미확인 및 급성중독과 관련된 정보제공 미 실시

- 작업계획서에 작업자 안전교육을 실시하는 것으로 나타났으나, 실제 교육내용은 공장 출입시 공통의 안전보건교육이었음. 수급인의 밀폐공간 작업 특성을 반영한 비상연락체계, 구조용 장비사용, 응급처치 내용 등 특별안전보건교육에 대한 내용을 확인하지 않았으며, 폐놀 등 급성중독과 관련된 자료를 문서로 제공하지 않았음

3

동종사고 예방대책

○ 폐촉매 교체 작업 시 입조작업 최소화 및 안전 작업 절차 보완

- 폐촉매의 뭉침 현상이 일어나지 않도록 촉매의 교체주기를 조정하거나, 폐놀 세척량을 증가하여 뭉침 현상을 최소화 하도록 함
- 2차 hot water 세척시 세척시간 및 세척량을 충분히 증가시켜 폐세척액의 폐놀함량 수준을 최대한 낮추도록 함
- 질소 건조기간을 늘려 촉매의 수분함량을 최대한 감소시켜, 측면부 맨홀에서 vacuum 작업이 원활하게 이루어지도록 조치함
- 반응기 내부 출입 작업을 가급적 금지하고 측면부 맨홀을 통해 폐촉매 혼합물을 제거토록 하며, 뭉쳐진 촉매 덩어리는 파쇄하는 장비를 활용하여 인출하도록 작업 방법을 보완토록 함

○ 작업계획서 내용 추가

- 화학설비와 관련된 작업계획서에 이상상태 발생 시 응급조치를 취할 수 있는 내용을 구체적으로 포함하도록 함

○ 적정 개인보호구 지급 및 착용

- 안전인증 내화학 보호복과 내화학장갑을 지급하여 착용토록하고, 보호복의 찢어진 상태 등을 확인하여 교체하는 등 올바른 보호구를 착용할 수 있도록 지속적인 보호구 관리를 실시하도록 함

촉매교체 작업 중 매몰사고사례(20.2.3.) KOSHA-MIA-202004

○ 적절한 대피용 기구 비치 및 긴급구조 훈련 실시

- 비상시 근로자를 피난시키거나 구출하기 위한 필요한 기구(전동원치, 안전대, 사다리 및 섬유로프 등)는 작업 장소에 비치토록 하며,
- 비상연락체계 운영, 구조용 장비의 사용, 공기호흡기 또는 송기마스크 착용, 응급처치 등의 내용을 포함하여 6개월에 1회 이상 작업 특성에 맞는 긴급구조훈련을 실시하여 긴급상황 시 대처할 수 있도록 도급인 관계자와 수급인 관계자가 함께 긴급구조훈련을 실시토록 함

○ 특별교육 및 안전 및 보건과 관련된 정보제공 실시

- 밀폐공간 등 사고시의 응급처치 및 비상시 구출에 관한 사항, 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항, 안전작업방법에 관한 사항 및 그 밖에 안전·보건 관리에 필요한 사항 등에 대하여 특별안전보건교육을 해당 수급인 근로자가 받았는지 확인하도록 함
 - ※ 일용근로자 2시간이상, 일용근로자를 제외한 근로자 16시간이상
- 작업계획서는 발주자, 안전관리자(또는 보건관리자), 수급인이 함께 검토하여 유해·위험정보를 공유하고, 작업내용 변경사항이 발생한 경우 위험성평가 등을 통해 사전안전성을 확보한 후 작업을 수행할 수 있도록 관리하여야 함
- 또한, 안전 및 보건에 관한 정보를 문서 등으로 제공하여야 함

촉매교체 작업 중 매몰사고사례(20.2.3.) KOSHA-MIA-202004



촉매회수 작업의 위험성 및 사고예방대책

○ 촉매(충진물) 회수 또는 슬러지 제거 작업

작업 여건	· 반응기 내부 유해가스에 노출(촉매에서 잔존가스 지속 발생) · 잔열로 인해 40 ~ 60℃ 정도의 작업여건 · 조명설비 미비로 인한 시야확보 미흡 · 이동통로 확보 미흡(불규칙 촉매층, 경사면)
작업 위험성 및 사고예방대책	· 유해가스로 인해 상시 질식·중독 위험 → 송기마스크 착용 적정성(줄 꼬임 등 확인) → 공기공급원 검토(질소가 유입되는 계장용 공기 사용금지) · 잔열로 인한 화상 위험 → 출입 전 내부 온도 측정 및 상시 감시 → 적재물, 폐촉매에 작업자 매몰 시 화상 위험 인지 (가능한 전도방지 조치 실시) · 작업장 조도 불량 위험 → 내부 조명(방폭형 고려) 확보 · 작업자 매몰 대비 및 이동통로 확보 미흡 → 경사면에는 미끄럼 방지 조치 실시 → 충진물 높이가 1 미터 이상 차이나지 않게 작업 실시 → 매몰위험이 있을 경우 휴대용 작업 발판 사용 · 촉매 제거용 음압 호스 관리 미흡 → 호스 끝단에서 사용할 수 있는 비상 정지용 댐퍼 설치 (신체부위가 빨려 들어 갈 수 있음) · 비상상황 대응 미흡 - 안전대와 구명줄 착용 및 인명구조용 전동원치준비 - 사고상황 대비 자체 훈련 실시

< 유사 사고사례 >

- 반응기 내부 촉매 교체 작업 중 작업자 신체 일부가 폐촉매에 매몰되면서 화상
- 반응기 내부 경사면의 슬러지가 무너져 내리면서 작업자가 매몰되면서 화상
- 반응기 내부 촉매 회수 작업을 수행하던 작업자가 촉매배출용 호스에 의해 안면부가 흡착되면서 안구보호패 손상