

## 반응기 외부 용접작업 중 반응기 내부 화재·폭발 사고(KOSHA-MIA-202104)

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.

### 반응기 외부 용접작업 중 반응기 내부 화재·폭발 사고

#### < 재해개요 >

2020년 3월 ○○○사업장의 반응동 3층에서 외부 공사업체 소속 작업자 3명이 소포제 투입배관 연결을 위해 반응기(R-201A) 상부 6인치 노즐부위에 알곤용접 중 반응기 내부 유증기에 점화되어 폭발로 인한 급격한 화염 전파로 작업자 3명이 화상을 입은 사고임(사망 1명, 부상 2명)



[사고 후 반응기 맨홀이 이탈한 모습]



[설치예정 소포제 투입설비 및 배관]

#### ① 사고발생 공정 및 물질

##### ○ (사고발생공정)

- 주요 제조공정 순서는 ①중합, ②함침, ③탈수, ④건조, ⑤코팅, ⑥저장 순이며, 사고발생은 중합공정 반응기에 소포제 투입설비 설치 중에 발생함.

##### ○ (사고발생물질) :

- 함침용 펜탄은 KOCOSOL-FA2(제품명)을 사용하며, 구성성분은 n-Pentane 45~55%와 iso-Pentane 40~50%, 기타물질 0~5%임

반응기 외부 용접작업 중 반응기 내부 화재폭발 사고(KOSHA-MIA-202104)

물질명		CAS NO.	폭발범위(%)	인화점(°C)	발화점(°C)	증기밀도(kg/m <sup>3</sup> )	
주원료	Styrene Monomer	100-42-5	0.9~6.8	31	490	3.60	
	KOCOSOL	n-펜탄	109-66-0	1.5~7.8	-40	260	2.48
		iso-펜탄	78-78-4	1.4~7.6	-51	420	2.50
제품	EPS	Poly Styrene 9003-53-6	-	345~360	427	-	

\* EPS의 주요 구성성분은 Poly Styrene 92%이상, 펜탄 5~7%임.

2 사고발생원인

○ ISO-펜탄 투입배관 Drain 및 맹판 체결 미실시

- 반응기 상부에 3중(수동밸브-자동밸브-자동밸브 순)으로 밸브가 설치되어 있어 배관내 잔류 펜탄 Drain작업시 밸브 Leakage가 발생하지 않을 것으로 판단하여 반응동 3층 펜탄 유량계부터 반응기 상부 자동밸브 구간은 Drain작업 및 맹판 체결을 미실시함.

○ 화기작업허가 절차 미준수

- 안전작업허가규정에 따라 사내 보전팀 공무샵을 제외하고는 화재·폭발위험이 있는 장소에서 화기사용 작업 전에 배관내 물질 Drain, 가연성물질의 가스농도 측정, 밸브차단표시 부착 등의 조치를 하여야 하나 화기작업허가서 및 현장 확인 결과 해당 항목에 대한 조치가 누락된 상태에서 작업이 진행됨

○ 펜탄에 대한 안전보건정보 제공 누락

- 반응기에 소포제 투입방식 변경을 위해 설비 개조·설치 작업을 외부 공사업체에 도급방식으로 진행함으로 문서형태로 해당공정에서 취급하는 Styrene Monomer와 펜탄의 유해성·위험성, 주의사항 등의 안전 및 보건상의 정보를 제공하고 해당 정보에 따라 안전 및 보건조치 여부를 확인하여야 하나
- 사업장 교육서류 확인 및 관계자 진술 결과, Styrene Monomer와 펜탄이 동일하게 인화성물질에 해당되어 Styrene Monomer만 안전 및 보건상의 정보만 제공하고 실제 배관내 잔류되어 있던 펜탄은 누락됨.

○ 위험성평가 미준수

- 외부 공사업체에서 작성한 작업위험성평가표의 작업구분은 ①배관재 교체 작업, ②고소작업, ③화기작업으로 구분되어 있고 각 작업에 대한 주요 작업절차에 밸브잠금 및 맹판설치, 가스 및 산소농도측정이 포함되어 있으나 작업위험성 평가표의 주요 작업절차에 대한 현재안전조치 반영상태 확인없이 작업을 실시함.

반응기 외부 용접작업 중 반응기 내부 화재폭발 사고(KOSHA-MIA-202104)

3 동종사고 예방대책

○ 배관 및 용기 용접작업 전 내부 잔류물 제거

- 밸브는 내부시트 불량, 이물질 등에 의해 누설될 수 있으므로 내부 물질을 Drain하고 반응기 등 다른 화학설비 및 부속설비와 연결된 부분에는 맹판 설치, 배관 분리 등을 통하여 격리시킨 상태에서 화기작업을 실시하여야 함.
- ※ 반응기 내부 EPS스크랩 제거를 위해 일정주기별로 입조작업이 실시됨으로 작업시 맹판(Blind) 설치가 누락되지 않도록 하나의 맹판으로 차단과 개방을 수행할 수 있는 스펙타클 블라인드(Spectacle Blind)를 배관내 설치 권장함.

○ 화재위험작업 허가절차 준수

- 폭발위험장소 등 위험분위기가 생성될 수 있는 장소에서 화재위험작업을 실시할 경우에는 다음 각 호 사항이 누락되지 않고 준수될 수 있도록 조치 및 확인 후 작업허가서를 발행하여야 함.
  - ① 작업준비 및 작업절차 수립
  - ② 작업장내 위험물의 사용·보관현황과악
  - ③ 화기작업에 따른 인근 가연성물질에 대한 방호조치 및 소화기구 비치
  - ④ 용접불티 비산방지조치
  - ⑤ 가스농도 측정 및 인화성액체의 증기 및 인화성가스 환기 등의 조치
  - ⑥ 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난교육 등 비상조치

○ 도급작업시 취급물질에 대한 안전보건정보 제공

- 소포제 투입방식 변경 등의 사유로 사업장내에서 화학설비 및 부속설비를 개조·분해·해체·철거작업을 도급으로 진행할 경우에는 수급인에게 문서형태로 해당공정에서 취급하는 위험물질의 유해성·위험성, 주의사항, 위험물질 누출 등 사고발생시 필요조치사항을 제공하여야 함.

○ 위험성평가 내용 이행여부 관리

- 작업허가서 발급자는 사내 안전작업 허가규정에 따라 위험성평가 결과 및 추가적인 안전조치 반영여부를 확인 후 발급되도록 관리하여야 함.