스티렌모노머(SM) 혼합물 누출사고사례 (KOSHA-MIA-202011)

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.

스티렌모노머(SM) 혼합물 누출사고 사례

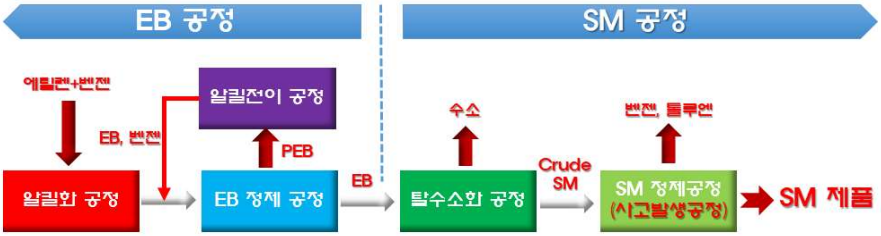
< 재해개요 >

2019년 5월 충청남도 ○○○사업장 SM 생산공장 내 정제공정 혼합잔사유 저장탱크(Mixed Residue Tank) 내부에서 이상중합반응이 발생하여 저장탱크 상부 비상압력 방출 맨홀(20 “)로 SM혼합물이 다량 누출된 사고임.

[사고발생설비(혼합잔사유 저장탱크) 누출 모습]

1 사고발생공정 및 물질

❍ **사고발생공정** : SM 정제공정 운전방법 변경으로 인해 발생한 다량의 SM(약 89%)을 포함한 잔사유를 혼합잔사유 저장탱크에 이송하여 저장하던 중 내부 이상중합반응이 발생함.



❍ 사고발생물질

물질명	CAS No.	폭발상하한 (%)		노출기준 (TWA)	독성치	인화점 (℃)	발화점 (℃)	증기압 (20℃)	색상
SM*	100-42-5	0.9	6.8	20 ppm	·경구:LD_{50}>6,000 mg/kg ·경피:자료없음 ·흡입:LC_{50}(4h)>2.6 mg/L	31	490	0.7 kPa	무색
TBC	98-29-3 등	자료없음		자료없음	·경구:LD_{50}=2820 mg/kg ·경피:LD_{50}=630 mg/kg ·흡입:자료없음	자료없음	자료없음	0.133 Pa	무색
True Inhibitor	100-42-5 등	자료없음		자료없음	·경구:LD_{50}>2,000 mg/kg ·경피:자료없음 ·흡입:$LC_{50(4h)}$=13.73 mg/L	자료없음	자료없음	자료없음	적색
DNBP	88-85-7 등	자료없음		100	·경구:300≥LD_{50}>50 mg/kg ·경피:200≥LD_{50}>50 mg/kg ·흡입:20≥$LD_{50(4h)}$>10 mg/kg	27	자료없음	자료없음	적갈색

스티렌모노머(SM) 혼합물 누출사고사례 (KOSHA-MIA-202011)

2 사고발생원인

❍ **혼합잔사유 저장탱크 운전 부적절**

- 다량의 SM(약 89%)을 포함한 잔사유는 이상중합반응을 일으킬 위험이 있음에도 불구하고, 저장탱크 내 적절한 온도유지 관리 없이 고온상태로 장기간 저장함.

❍ **SM정제공정 운전방법(정제탑 바이패스) 변경 부적절**

- 정제공정 내 정제탑의 이상압력상승 현상으로 이에 대한 조치사항으로 해당 설비를 바이패스(By-pass)하면서, 고농도의 SM이 함유된 잔사유를 임시배관을 통해 저장탱크로 이송함.

❍ **변경요소관리 실시 미흡**

- 공정운전 중 이상 현상에 대한 조치 방안으로 운전방법을 변경하기 전 변경요소관리를 실시하지 않았으며, 운전방법 변경과 임시 배관을 설치한 지 며칠이 지난 후에야 긴급 변경관리를 실시하는 등 변경요소관리 실시 상태가 미흡하였음.

❍ **안전운전절차 미작성**

- 공정운전 중 이상 현상에 대한 조치 방안으로 운전방법을 변경하는 등 비정상적인 운전을 실시하였으나, 해당 작업에 대한 안전운전절차를 작성하지 않았음.

❍ **정기 공정위험성평가 실시 미흡**

- 해당 설비에서 발생할 수 있는 위험성(정제탑 내 이상압력 상승, 저장탱크 내부 중합반응 위험 등)에 대해 수차례 정기 공정위험성평가를 수행하였으나, 이러한 내용이 위험성 평가서에 반영되지 않았음.

3 동종사고 예방대책

❍ **SM이상중합반응 대비 저장탱크 운영 관리 철저**

- 고농도 SM은 혼합잔사유 저장탱크로의 이송 및 저장을 금해야 하며, 저장탱크 내부의 이상중합반응 위험에 대비하여, 주기적인 샘플분석, 긴급 중합방지제 투입 배관, 온도 게이지 추가 등 탱크 운영 관리를 철저히 하여야 함.

❍ **정제탑 이상현상(Trouble) 예방 철저**

- SM정제공정의 정제탑 내부 폴리머 형성 등 이상현상 발생에 기인할 수 있는 부산물에 대한 샘플분석을 강화하고, 함량 증가 시 별도 공정안전 조치사항을 수립하여야 함.

❍ **변경요소관리 수행 철저**

- 공정안전보고서 대상 설비에서 변경사항이 발생하는 경우에는 변경 후에 발생하는 잠재 유해·위험요인에 대해 상세히 파악하여 사전에 유해·위험요인을 제거하여야 함.

❍ **안전운전절차서 작성 준수**

- 화학설비와 그 부속설비의 사용 작업에서 그 운전이 비정상적으로 중단된 경우의 작업 방법, 화재·폭발·누출을 방지하기 위하여 필요한 조치 등에 대해 안전운전절차서를 작성하여야 함.

❍ **정기 공정위험성평가 수행 철저**

- 정기 공정위험성평가 수행 시, 해당 공정에서 발생 가능한 이상현상(Trouble), 과거 유사 사고사례 등에 대해 누락 없이 검토하여 화재·폭발·누출 위험요인을 사전에 제거하여야 함.