

사소한 변경들이 축적되어 폭발사고로 이어집니다

2018년 11월

2012년 9월, 일본 히메지의 산업공단지에서 70 입방미터 (18,500 미국 갤런) 용량의 고정형 지붕인 아크릴산 (acrylic acid, 이하 AA) 탱크가 폭발하며 화재가 발생했습니다. 소방관 한 사람이 사망했고, 경찰관 2명, 소방관 24명, 근로자 10명 등 총 36명이 부상을 당했습니다. 탱크는 파손되었고 인근 시설도 크게 피해를 입었습니다 (사진 1). 이웃과 환경엔 별다른 지장이 없습니다.

탱크는 AA 정제를 위해 두 개의 증류탑 사이에 중간 저장소 역할을 합니다. 원래 탱크는 만수 용량으로 사용되었습니다. 저장물은 냉각수로 냉각되고 탱크 바닥에서 상단으로 펌핑되며 혼합됩니다. 나중에, 정상적인 가동 수위가 냉각 코일보다 낮은 수준으로 감소되며 탱크의 상단으로 더 이상 순환이 되지 않게 되었지만, 수위계량계(LG)가 설치된 탱크 하단의 노즐로 순환되게 되었습니다 (그림 2).

폭발 당시 후속공정의 증류탑이 테스트를 실시하고 있어 탱크에서의 공급 차단되어 있었습니다. 탱크의 수위는 애초의 운영 수준으로 서서히 육박했습니다. 탱크 상단으로의 재순환이 되지않아 냉각코일 상부의 AA는 혼합되지도 냉각되지도 않았습니다. 유입 AA의 온도가 중합반응 개시온도보다 낮을 거라 간주되었으며, AA에 중합반응 억제제가 포함되어 있었습니다. 그러나 탱크 특히 상부의 온도가 상승했습니다. 결국엔 과압되며 폭발했습니다.

Nippon Shokubai의 전제 허가



사진 1: 파손된 AA 탱크

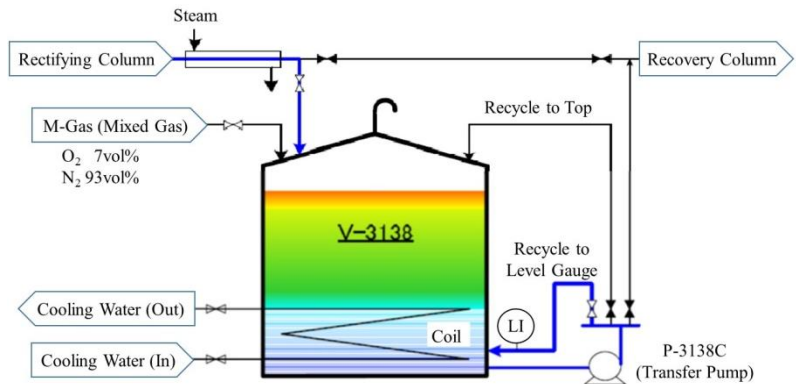


그림 2: 탱크 하부만 냉각되고 수위계량계 상부는 데워졌습니다

참고문헌: Nippon Shokubai Co., Ltd. Himeji Plant Explosion and Fire at Acrylic Acid Production Facility Investigation Report March 2013.

무슨 일이 생겼나요?

- 원래 탱크 유입 배관은 동결방지용으로 외관을 온수로 데우는 설계였는데, 소스가 증기로 변경 되었습니다.
- 증기배관의 응축수 제거용 스팀트랩이 제외되어 온도 조절이 용이하지 않았습니다.
- 탱크 상부는 더 이상 냉각된 AA가 재순환되며 혼합되지 않고, 유입 AA으로 인해 데워졌습니다.
- AA는 이합체화와 중합 반응의 두가지 발열 자가반응을 합니다. 중합반응 억제제는 이합체화를 막지 못합니다. 실험에 따르면 이합체화로 인한 열이 온도를 상승시켜 중합반응의 폭주를 충분히 야기시킬 수 있다고 합니다.
- 이합체화에 따른 열의 위험은 인지되지 못했고, 그래서 탱크 상단으로의 재순환은 재개되지 않았습니다.
- 탱크에는 아무런 온도 측정기가 없었습니다. 문제의 첫번째 징조는 탱크 상단 통풍구로 AA 증기가 새어나오는 것의 목격이었습니다.

무엇을 할 수 있을까요?

- 사소한 변경이라도 플랜트의 변경관리 (MOC) 절차를 거치지 않고서는 결코 어떠한 변경도 하지 마세요.
- 플랜트에서 어떠한 변경이라도 목격한다면 변경관리가 되었는지 확인하세요. 변경관리가 되었지만 그 변경 사항을 통보받지 못했다면, 관리자에게 알리세요. 업무에 영향을 미칠수 있는 변경은 항상 통지되어야 합니다.
- 뭔가 정상 운전과 상이한 사항이 있다면 운영 절차를 확인 하거나 어떻게 해야 할지 상사와 협의하세요.
- 작은 변경들이 쌓이면 막대한 손실의 사고가 발생할 수 있습니다. 모든 작은 변경들을 확인해야 하고 전체 시스템에 미칠 위험을 분석하고 적절하게 관리해야 합니다.

작은 변경들이 큰 사고를 일으킬 수 있습니다!

© AIChE 2018. 판권소유. 비상업적이거나 교육적인 용도로의 전제는 권장됩니다. 그렇지만 AIChE의 승인없이 어떠한 상업적인 용도로도 사용하지 않습니다. ccps_beacon@aiche.org 으로나 1-646-495-1371번으로 연락주십시오.