• 사례연구 •

울산 SK(주) 화재폭발사고

1. 건물 및 피해현황

○ 건물현황 : NAC/HOU공장, 연면적 41,309㎡(옥외 철골 플랜트)

○ 피해현황
- 인명피해 : 4명 부상
- 소실면적 : 부동산 및 동산 1,124㎡
- 손실금액 : 약 150억원(소방서 추정액)

2. 사건개요

지난 5월 13일 14:08분경 울산시 남구 소재 SK(주) 중질유 분해공장에서 '펑' 소리와 함께 검은 연기가 하늘로 치솟았다.

16:50분에 진화된 이 화재폭발사고는 중질유 분해공장의 순환 오일배관에서 고압의 오일이 분해되면서 배관이 파괴되어 대형 폭발로 연결됐으며, 4명이 중화상을 입고 약 1천억원의 재산손실이 발생하였다.

화재가 발생한 중질유 분해(HOU) 공장은 중질유를 수첨 분해 반응시켜 고부가가치를 갖는 디젤, 케로신, 납사 등의 경질유를 생산하는 공장이며, 하루에 3만 배럴의 중질유 처리능력과 175 kg/㎠G, 400℃의 조건으로 운전하여 왔다.

또한 설비는 수소를 첨가해 중질유를 분해시키는 반응기에 미분해된 중질유를 순환펌프를 이용해 열교환기로 이송시키는 배관에서 사고가 발생했으나 사고배관의 당시의 운전조건은 정상운전 범위로 운전되고 있었던 것으로 파악됐다.

3. 사고원인

화재폭발의 원인은 중질유에 함유된 수소(H), 황화수소(H_2S) 등의 수소이온(H^+)이 배관의 금속(Fe)과 반응해 금속 내부로 침투, 수소 부풀림 현상으로 인한 배관의 금속 내부에 기포가 발생하게 됐으며 이에 따라 배관의 강도, 경도 등 기계적 성질이 취약해졌던 것으로 나타났다.

참고로 탄소강은 200℃, 7kg/㎠(100psi) 이상의 환경에서 사용될 경우에는 탄소강 속의 탄화철(FeC)이 수소와 반응해 재질에 치명적인 파괴를 가져오는 고온 수소취성이 발생한다.

이 재순환 오일내에 함유된 황화수소가 철과 반응해 발생하는 수소이온이 금속 내부로 침투해 금속의 결함이나 판상 등에 모여 수소분자로 되고 이때 발생하는 가스압력에 의해 금속에 기포가 발생된다.($H_2S+Fe \rightarrow FeS+2H^+$)

따라서 고온(380℃), 고압(200kg/㎠)하에서 운전되던 사고배관은 수소취성에 의해 균열이 발생하고 열화에 의한 임계점을 초과해 내용물 누출에 의한 폭발 화재가 발생한 것으로 조사결과 판단되었다.

배관 관리상 사고배관내의 순환오일에 수소나 황화수소가 유입되지 않은 것으로 파악, 일반 등급으로 분류해 배관검사를 그 동안 소홀히 해 온 것으로 나타났으며, 14일 울산시에 따르면 지난해 상·하반기 두 차례에 걸친 석유화학단지내 위험시설에 대한 합동안전점검에서도 누락된 것으로 나타났다.

사고발생 회사에서 제시하는 자료에는 오일내에 황화수소 또는 수소가 없다고 돼 있으나 파손된 배관 내외부의 수소 부풀림 현상으로 볼 때 재순환 오일내에 황화수소와 수소가 함유돼 있었거나 START-UP시에 사고부위가 상당 시간동안 수소분위기에 있었던 것도 이번 사고의 한 요인으로 조사되었다.

4. 동종 재해방지대책

발생했던 재해를 조사하고 분석하는 근본적인 이유는 같은 종류 재해의 재발 방지에 그 목적이 있다. 이번에 발생한 SK 화재폭발사고에 대한 같은 종류의 재해예방대책은 다음과 같다.

첫째, 순환오일에 대한 성분을 정기적으로 분석해 수소취성을 일으키는 수소, 황화수소 등의 물질이 오일내에 함유되는 것을 예방해야 하며, START-UP시에는 수소분위기가 형성되지 않도록 운전절차를 개선해야 한다.

둘째, 설계의도와는 다르게 수소 및 황화수소가 침입해 사고가 발생했으므로 기존배관에 대한 재질을 재검토해 개선하도록 하며, 고온, 고압 및 수소분위기에서는 최소한 킬드강을 사용해야 한다.

셋째, 고온, 고압의 탄소배관에 대해 정기적인 외관검사 및 배관두께의 변화를 상시 측정함으로써 탄소강에 장기적으로 진행되는 배관 취화현상을 사전에 발견해 조치할 수 있도록 해야 한다.

넷째, 중질유 등이 고압으로 유지되는 배관에 대해서는 관리 등급을 상향 조정해 정기 보수시에 철저한 점검이 가능토록 회사내의 배관 절차서를 수정 보완하도록 해야 한다.

— "안전신문"('99.6.5)

'97~'98년 화학, 가스설비 주요 사고일지

◇'97.3.28 진우화성(주), IPBC의 정제공정고 SPG의 원심분리공정 운전중 폭발화재, 사망3, 중상4. ◇'97.5.6 대우중공업(주), 방청도장후 탱크 내부에서 폭발사고 발생, 사망1, 부상9. ◇'97.6.2 여천환경(주), 옥내 폐기물 저장소에 인화성 액체 폐기물 운반중 폭발사고 발생, 사망2, 부상1. ◇'97.6.4 한성기업, 스팀다리미의 스팀분종 압력용기의 파편과 고온 스팀 방출로 사망3, 부상2. ◇'98.3.3 세기유화(주) 부산, 반응기에서 냉각수 공급중단으로 발열반응에 의한 폭주반응 발생으로 누출된 가연성 증기에 의해 화재폭발사고 발생, 사망1, 부상37. ◇'98.5.29 현대석유화학(주), 용기의 내부검사를 위해 질소로 퍼지된 드럼에 입조하다가 질식사고 발생, 사망3. ◇'98.9.11 대성에너지(주) 부천가스충전소, LPG 충전소에서 가스누출에 의한 화재폭발사고 발생, 부상30. ◇'98.10.6 SK에너지(주)동양가스 충전소 익산, LPG 충전소에서 가스누출에 의한 화재폭발사고 발생, 사망1, 부상6.