

Buildup to Disaster

출처 / NFPA저널 2007년 7·8월호 저자 / Mark Kaszniak, Donald Holmstrom, Cheryl Mackenzie(미국 화학안전위험조사위원회 조사관)
번역 / 김성범, 한국화재보험협회 경기강원지부 사원

BP 텍사스 시티의 석유정제소의 화재폭발은 2005년에 가장 많은 인명의 손실을 끼친 유동화자산의 화재폭발사고로서 15인의 생명을 앗아가고 200여 명의 사람을 다치게 하였다. 트럭 한 대의 역화(내연기관의 부정폭발)에서 시작한 점화원은 이성질체화시스템 (ISOM) 대기압 통기구에서의 기연성 탄화수소 액체와 증발 기체를 발화시켰다. 화학안전위원회는 그 사고를 조사 및 검토한 후 BP 사가 모든 면에서 기계적인 결함과 함께 안전성이 불안전하였음을 발견하였다. 본고는 저자들이 미국화학안전위험조사위원회에 제출한 이들의 조사보고서를 번역 게재한 것이다.

1. 사고 개요

2005년 3월 23일 오후 1시 20분 04초에 유희중인 디젤식 소형트럭의 점화원에 의하여 거대한 가연성 증기운이 폭발하였고, 그 결과 텍사스, 텍사스시티의 BP 석유정제소의 ISOM 설비에서 거대한 화재폭발이 일어났다. 15명의 생명을 앗아가고 180여 명이 다친 이 사고는 1991년에 25명의 생명을 앗아간 노스 캐롤라이나 식품공장의 사고이래로 가장 끔찍한 산업재해였으며, 17명의 생명을 앗아간 1984년 일리노이 화재사고 이래 가장 위험천만한 석유관련시설의 화재폭발 사고였다. 이러한 폭발사고로 근처에서 박살난 작업 트레일러, 고열에 녹아 휘어진 대용량의 석유저장탱크 및 0.75마일 반경 안에 집과 사무실에 산산이 부서진 유리창 등을 포함하여 약 15억 달러의 경제적 손실을 끼쳤다고 보고되었다.

소방관들이 휴스턴의 남쪽 30마일(48km)에서 미국에서 세 번째로 큰 석유정제소의 일부를 감싸 안은 불꽃과 검은 연기와 사투를 벌이는 동안, 약 43,000여 명의 주민은 실내의 안전한 장소에 머물도록 하였다. 화재 초기부터 형성된 가연성 탄화수소 액체가 증발하기까지 약 90초 이상 거대한 증기운이 형성되었다. 기름으로 가득 채워

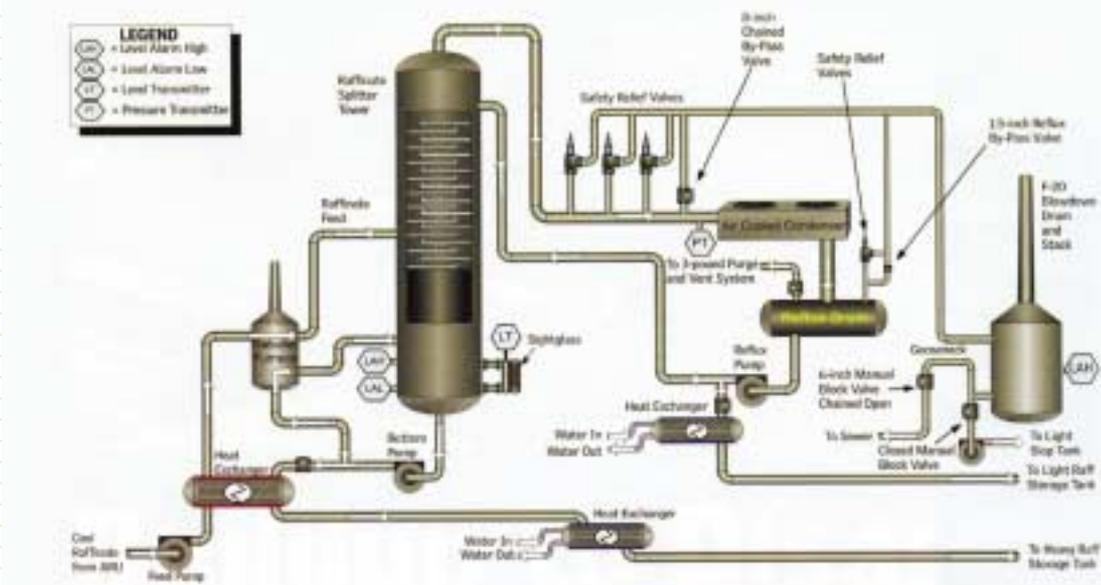
져 있던 드럼의 갑작스런 파열로 탄화수소액이 대기 중에 119피트(36m) 높이로 분출되며 폭발하였다. 갑작스레 파열된 드럼은 ISOM 설비의 위험경감처리 시스템의 핵심 구성요소였다. ISOM 설비의 50여 개 이상의 안전밸브의 방출구는 몇 개의 주배관을 경유하며 이 파열된 드럼으로 방출되도록 되어 있었다. 장치가 작동되는 동안, ISOM 설비의 증류탑이 넘쳐나게 되었고 3개의 안전밸브에서 압력이 설정 값을 초과하면서, 일반 탑의 압력과 맞물리며 가연성 탄화수소액이 탑의 꼭대기에서 넘쳐나왔다. 거대한 양의 탄화수소액은 주배관에서 열린 안전밸브를 통하여 방출되었고 그것은 파열된 드럼으로 흘러들었다.(그림 1 참조)

NFPA의 보고서에 따르면, BP 텍사스 시티의 석유정제소의 화재사고는 1985년에서 2004년 사이에 3인 이상의 인명손실을 발생시킨 10건의 미국 정유사 화재사고 중 가장 끔찍한 사고의 하나로 보고되었다.

1988년 5월 : 루이지애나, 7명 사망

1985년 12월 : 캘리포니아, 6명 사망

1998년 11월 : 워싱턴, 6명 사망



● 그림 1 ● raff splitter

- 1991년 3월 : 루이지애나, 6명 사망
- 1995년 10월 : 펜실버니아, 5명 사망
- 1999년 2월 : 캘리포니아, 4명 사망
- 1985년 12월 : 루이지애나, 3명 사망
- 1993년 8월 : 루이지애나, 3명 사망
- 1986년 5월 : 알라바마, 3명 사망
- 1999년 1월 : 알칸사스, 3명 사망

ISOM(이성질체화시스템) 설비는 BP 텍사스 시티 정유사의 29개의 석유정제설비 중 하나로 하루에 1천만 갤런(37,854,118 l)의 가솔린을 생산할 수 있었고, 이는 미국 석유공급의 2.5%를 차지하고 있었다. ISOM 설비의 주된 목적은 일직선의 분자구조인 보통의 펜탄과 헥산을 보다 높은 옥탄가의 나뭇가지 분자구조인 아이소펜탄과 아이소헥산으로의 변환을 통하여 무연의 가솔린에 옥탄가를 높이는 것이었다. 라피네이트(석유를 용제로 처리했을 때 용해되지 않는 부분) 분열기라고도 불리는 ISOM 설비에 170피트(51m) 높이의 증류탑은 다른 정제장치로부터 '라피네이트(불용해 물질)'라 불리는 탄화수소액을 혼합하고 그것을 다시 가벼운 성분과 무거운 성분으로 분리하였다. 라피네이트 분열기는 하루에

45,000배럴의 라피네이트를 가공 처리할 수 있었다. 주로 펜탄과 헥산으로 대표되는 가벼운 성분은 재가공을 위하여 ISOM 설비의 다른 부분으로 보내지는 반면에, 무거운 성분은 화학제품의 원재료나 엔진 연료로 사용되도록 저장탱크로 보내졌다.

라피네이트(불용해 물질) 분열기와 ISOM 설비의 다른 부분은 2005년 2월 21일 분열기에서 기름을 배출하고 찌꺼기를 제거하는 등 기기의 정비를 위하여 임시로 운전을 정지하였다. 정제소의 근로자들은 설비의 페인팅과 석면(아스베스트)의 제거와 같은 정기적인 점검 뿐 아니라 설비가 작동되는 동안에 할 수 없었던 수리를 위하여 기기를 폐쇄시키곤 하였다. 정련소의 1,600명의 정규 노동자 뿐만 아니라 약 800여 명의 하청업자들이 정련소에서 일하고 있었는데, 이러한 하청업자의 일부는 ISOM 설비의 북서쪽 경계에 빈 공간에서 임시 트레일러에 사무실을 마련하고 있었다. 이들 하청업자의 대부분은 ISOM 설비가 잠정 폐쇄 되었을 때, 인근의 두 개의 정제설비인 분쇄설비(Ultracracker)와 방향설비(Aromatics Recovery Unit)에서 분해 및 수리를 지원하고 있었다.(그림 2 참조)

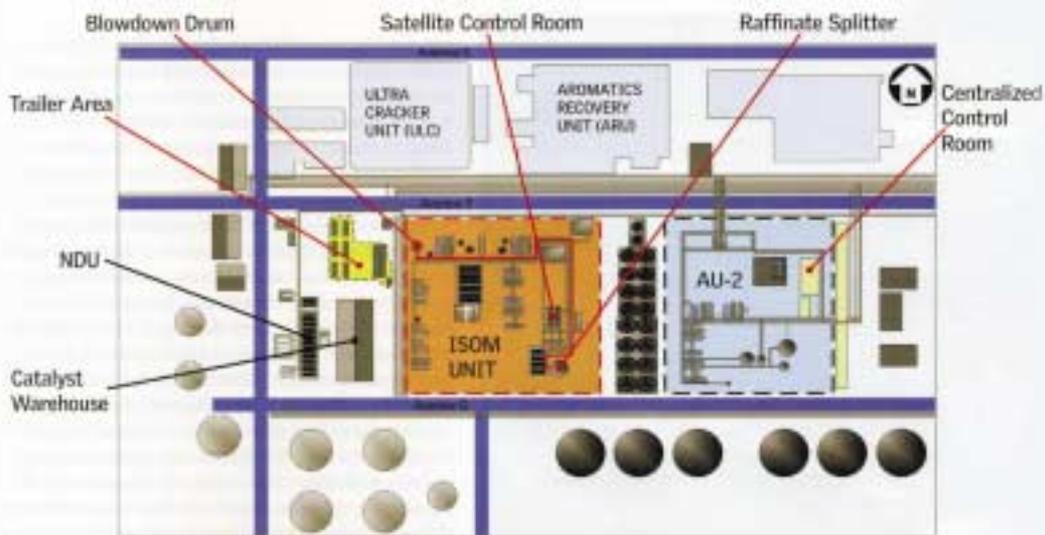


Figure 2: ISOM and Adjacent Units

● 그림 2 ● ISOM과 인근 유닛

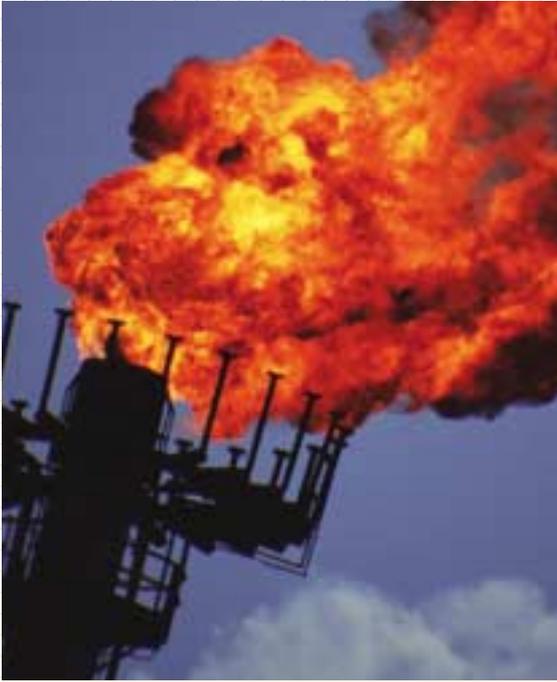


● 그림 3 ● ISOM 제어실

ISOM(이성질체화시스템) 설비의 운전자는 매일 12시간, 2교대로 일을 하고 있었고, 2월 21일 잠정 폐쇄조치 이후엔 휴일을 갖지 못했다. 설비의 임시 휴업 동안에 운전자는 감독관에게 라피네이트 분열기에 레벨 트랜스미터(Level Transmitter)와 레벨 사이트 글라스(Level Sight Glass)의 수리가 필요하다고 건의하였다. 그러나 이러한 수리는 완료될 수 없었다. 이유인즉 3월 23일, 설비의 가동 전까지 수리를 완료할만한 시간이 충분치 않았다. 3월 22일에 기계 기술자들은 모든 알람장치와 기구들을 점검하기 시작하였다. 그러나 감독관이 기술자들에게 기기는 곧 작동될 것이고 추가적인 점검을 위한 시간을 따로 줄 수 없다는 내용을 전달하면서 점검은 중단되었다. 감독관은 모든 점검확인이 완료되었다는 설비가 동의를 문서에 사인하였다.

3월 23일 오후 2시 15분, 부속 통제실에서 설비의 야간 운전자가 라피네이트(불용해 물질) 분열기에 라피네이

트의 원료 공급을 시작하였다. 그는 분열기 안에 탄화수소액이 9피트(2.7m)가 채워졌다고 확인했을 때 공급을 멈추었다. 그러나 장비의 눈금은 잘못되었고, 실제로는 13피트(3.9m)의 라피네이트가 채워져 있었다. 한 개의 하이레벨 경보가 울렸으나, 두 번째 경보가 작동하지 않았다. 기기의 가동 중에 운전자는 모든 경보가 발하였을 때만 압력계의 눈금을 확인하곤 하였다. 이렇게 운전자들은 부분적으로 손상된 화로가 증류탑을 완전히 건조(설비 가동이 멈춤)시키지 않게 하기 위하여, 라피네이트 분열기를 잘못 다루곤 하였다. 하나의 교대조는 중앙통제실의 조정 패널에 한명의 운전자가 배치되고 ISOM 설비의 각각에 5명의 다른 조작자가 배치되었다. 그리고 최소 한명 이상이 설비에 관하여 20년 이상의 경험을 가진 자로서, 2명의 감독관이 오전에 ISOM 설비를 통제할 책임이 있었다. 그러나 숙련된 감독자가 정해진 시간보다 1시간 늦게 도착하였고, 오전 10시 45분쯤에는 가족에게 응급상황이 발생하여 급히 불러 나가며 제대로 된 교대



도 이루어지지 못했다. 나머지 미숙련의 감독관은 전날 가동시킨 방향설비(Aromatics Unit)에만 몰두한 나머지, 그것의 작동상의 문제점만과 씨름을 하고 있었다. 오전 10시 직전, 중앙통제실에 8개의 컴퓨터 스크린 앞에 착석한 다음 교대조의 운전자는 분열기에 라피네이트를 재공급하기 시작하였다.(그림 3 참조)

설비를 기동시켰던 야간 운전자는 그의 정상 교대시간보다 1시간이 빠른 오전 5시에 집으로 돌아갔고, 가동 상황에 대한 어떠한 언급도 남겨두지 않았다. 단지 다음 교대조의 운전자가 활용할 수 있는 정보란 'ISOM : 설비에서 폐기물을 꺼내어 버려라.' 라고 쓰여진 업무일지에 간단한 문구뿐이었다. 다음 교대조인 주간근무 운전자는 뒤늦게 작업을 시작했고 열교환기, 배관, 그리고 라피네이트(불용해 물질)가 채워진 다른 장치들에 대해 어떠한 문제점도 인식하지 못했다. 이러한 일련의 잘못된 의사소통에도 불구하고, 주간근무의 운전자는 일괄적으로 무

거운 성분의 라피네이트가 저장탱크로 흘러 들어가도록 밸브를 차단했다. 분열기에 탄화수소액은 계속 상승하였고 압력은 증가하였다. 마침내 분열기에 압력을 낮추고 화로에 열을 낮추기 위하여 부분적으로 손상된 드럼과 연결된 배관의 밸브를 수동으로 8인치(20cm) 정도를 열었다. 오후 12시 42분, 고장 난 레벨 트랜스미터(Level Transmitter)는 분열기 내부의 라피네이트의 양을 8피트(2.4m)로 가리켰지만 실제로 143피트(43m)의 라피네이트가 채워져 있었다.

오후 1시 전에 주간 운전자는 신속히 라피네이트 분열기에서 무거운 성분의 라피네이트를 방출하도록 밸브를 열었다. 라피네이트가 채워지는 것보다 빨리 무거운 성분의 라피네이트가 방출되어졌고 분열기의 내부의 높은 압력과 양은 낮아지기 시작했다. 그러나 분열기의 바닥에서 방출되기 시작한 고열의 무거운 성분의 라피네이트는 저장탱크로 보내지기 전에 2개의 열교환기를 통하여 흐르도록 되어 있었다.

첫 번째 열교환기에서 무거운 성분의 라피네이트가 함유한 고열은 분열기로 새롭게 공급되는 라피네이트에 전달되었다. 평소보다 고열로 분열기에 공급된 라피네이트는 분열기가 완전히 채워질 때 까지 내부의 용액을 계속 상승시켰고, 안전밸브와 응축기(액화장치)로 이어지는 상부의 증기라인(Vapor Line)으로 흘러넘쳤다. 이로써 분열기 상부의 증기라인이 용액으로 가득 채워졌고, 이는 분열기에 3개의 안전밸브의 세팅 값을 초과하며 정상시의 압력 이상으로, 혼합에 이상적인 압력을 가하였다. 세 안전밸브는 6분간 열린 상태로 휘발성 연료 51,900갤론(196,462 l)을 압력 조절 파이프를 통해 일부분에 결함이 있는 드럼으로 보냈다. 가연성 탄화수소 액체가 압력 파이프와 일부분에 결함이 있는 드럼을 채우기까지 4분이 조금 넘게 걸렸다. 연료탱크 트럭을 가득 채울만한 7,600갤런(28,769 l)의 연료는 탱크 밖으로 분수처럼 분출했다.



● 그림 4 ● 트레일러 잔해

목격자에 따르면 연료는 액체와 기체의 상태로 20피트(6m)나 솟구쳐 올라 그 주변으로 떨어졌다고 한다. 중앙 통제실의 작업자들은 부분 손상이 있는 드림에서 연료가 흘러나온다는 다급한 무전 연락을 받았다. 시설 책임자가 용광로의 불을 끄는 동안 다른 부속 통제실의 사람들은 정제소 비상사태 대응요령에 따라 부분 손상이 있는 드림으로 향하는 인접한 도로들을 통제하기 위하여 밖으로 뛰쳐나왔다.

2. 재앙이 닥치다

오후 1시 40분 04초, 용광로 연료의 흐름을 통제하는 밸브가 닫히고 5초 후, 부분 손상이 있는 드림에서 25피트(7m) 떨어진 디젤식 픽업트럭(pickup truck)의 역화(내연기관의 부정폭발)로 인하여 확장된 가연성 탄화수소 구름이 폭발하였다. 하청업체 트레일러들은 폭발 현장에 매우 가까이 120피트 떨어진(36m) 곳에 있었는데, 그 사고로 13대의 트럭이 폭발했고 20대 이상이 피해를 입

었다. 부속 통제실의 시설도 피해를 입었으나 다행히 제 기능은 다할 수 있었다. 15개의 사고가 거의 동시에 일어났고, 2중 트레일러에서 회의를 하고 있던 20명 중 8명만이 살아남았지만 심각한 부상을 당했다. 2중 트레일러의 근처 동남쪽에 있던 품질관리 트레일러들에서도 다른 세 번의 사고가 있었다. 제품저장탱크 가까이 있던 70대의 차량들도 피해를 입었고, 사고현장에서 1마일(1.2km) 떨어진 주택가, 상업시설의 유리창들도 폭발로 인해 깨졌다.

뒤엎긴 송유관들과 트레일러의 부서진 파편들 사이에서도 부분 손상이 있는 드림은 고스란히 남아 있었다.(그림 4 참조) 180명의 사상이 있는 가운데 66명은 중상이었고 그 중 14명은 BP사의 근로자이었으며, 나머지는 모두 13개의 다른 하청업체의 직원들이었다. 다른 BP사 직원 35명과 하청업체 직원 79명이 화상과 부상 치료를 위한 응급조치를 받았다.

3. CSB 조사

다음날 아침 CSB(Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 화학안전·위험조사위원회) 조사원들이 도착하였다. 2년 여의 조사기간 동안 30,000건의 문건조사와 370건의 대인조사를 하고 기계들의 테스트가 이루어졌다. 정제소의 장비와 구조물, 주변 지역에 대한 피해조사 또한 이루어졌다. 라피네이트(불용해 성분) 분류기를 가동해온 지난 5년간의 수치화된 자료들 또한 분석했다. CSB 조사에는 폭발피해사정 전문가도 참가하였고, 증기운 모델링, 압력조절시스템구조 등 하드웨어적인 부분의 통제성, 신뢰성과 인적 요소와 관련한 모든 사항들이 검토의 대상으로 포함되었다. 이 조사는 CSB의 9년의 역사 중에 가장 커다란 조사 사건이었고, 2003년 2월 우조왕복선 콜롬비아호가 귀환한 이후 해체되고 나서 CAIB(Columbia Accident Investigation Board, 콜롬비아호 사고조사위원회)가 진행했던 과정과 흡사하였다. CSB는 텍사스시티의 사건에서 기술적인 원인과 구조적인 문제점 모두를 찾아내려 노력하였다. 단순히 BP사의 기술자들과 관리자들만을 탓하는 것은 중요한 인적 요소들과 조직 자체의 문제들을 간과하는 것이었다. 이러한 CSB의 다각적인 조사로 인하여 그 결과는 우리에게 더 큰 충격을 가져다주었다.

4. 주요 기술적 원인들

이번 재난의 중대한 기술적 원인들 중 무거운 성분의 라피네이트 배출 밸브가 라피네이트가 분류기로 옮겨지는 동안 열려져 있어야 하는 때에 닫혀져 있었던 것이다. 뒤이어 다시 라피네이트가 유입될 때 먼저 들어있던 물질들은 저장창고로 배출되어야 했다. 그런데 그날 아침 분류기는 세 시간이 넘게 배출되지 못한 라피네이트로 가득 차 있었던 것이다. 관리자가 그 사실을 알았을 때에는 이미 너무 늦은 시간이었다. 라피네이트는 분류기에서 넘쳐흘러 수천 갤런의 가연성 액체가 방출되게 되었다. CSB는 그 상황에 대하여 여러 문제점들을 지적했는데,

우선 분류기의 계측기가 고장 나 있었다는 점과, 필요없는 경보장치들이 꺼지지 않고 계속 작동하고 있었으며 고쳐지지도 않았다는 점, 통제실의 컴퓨터 스크린이 여덟 대나 있었으면서도 통제실 관리자는 어느 하나로부터도 원료가 얼마나 흐르고 있는지 알 수 없었다는 점들이 그것이었다. 1999년에 이미 BP사측에서는 선임관리자를 2명에서 1명으로 줄이면서 안전책임에 관한 중요성을 무시했다. 또한 2003년에는 단 1명의 관리자가 세 번째로 새로운 설비까지 책임져야 했다.

관리감독은 이미 느슨해졌고, 임무 교대시간의 인수인계도 제대로 이루어지지 못했다. 한 달여간의 지속적인 격일 근무 또한 관리자의 판단을 흐리게 하였다. 사고 당일 관리자는 쉬는 시간도 가지기 힘들었다고 증언하였다. CSB는 관리자가 특히나 문제가 발생하는 상황에서 과로에 지쳐 오류를 범하고 애매모호한 결정을 내리게 되었다고 결론지었다. 또한 핵시설이나 비행, 운송 업무에서 안전을 위해 지켜져야 하는 적정근무시간 규정이 미국 노동 안전 위생국(OSHA)이나 석유관련 산업 등 위험한 화학제품들을 다루는 업종에서는 제대로 지켜지지 않고 있다고 지적하였다.

석유정제소에서의 직업훈련 또한 적절치 못하여 담당직원이 28명에서 8명으로 줄어드는 등 사업 초기부터 정해진 규정에 따르지 않은 사항들이 흔했다. 정제소가 ISOM 설비를 재가동시킬 때에도 증류탑의 레벨지시기, 레벨 사이트 글라스, 압력조절밸브 등 설비의 주요 장치에서의 오작동으로 인한 문제점들도 많았다. BP사 이전의 소유주였던 Amoco(1999년에 BP사에게 석유정제소를 인계함)나 BP사 둘 다 OSHA로부터 안전하지 못하다고 지적받은 부분 손상이 있는 드럼을 교체하지도 않았다. 폭발한 드럼은 분류기로부터 나오는 물질들을 담기에 너무 부족하여 이미 10년 동안 8번의 심각한 유출이 보고되기도 했었던 것이다. 가장 불길했던 것은 가연성 탄화수소 액체가 가공되는 ISOM 설비와 너무나도 가



가이 위치한 임시 트레일러들이었다. CSB는 석유정제소에 BP사로 하여금 건축 부지를 좀 더 조성할 것을 결정했다. 산업총회의 규정(미국 석유 기구(API) 권고조항 752)을 근거로도 텍사스 시티 정제소의 임시 트레일러에 직원 배정은 너무나 열악한 것이었다. 결국 2005년 3월 23일의 폭발에서 트레일러의 피해는 BP사와 API가 예상했던 폭발에 의하여 발생할 수 있는 인명손실의 피해 정도를 훨씬 뛰어넘는 재난을 낳은 것이다.

5. 주요 구조적 원인들

텍사스시티의 참사에 대한 기술적 원인들 외에도 CSB는 BP사의 모든 부문에서의 구조적인 결함들 또한 찾아내었다. BP사의 이사회는 사고예방 프로그램 등에 대한 효율적인 감독을 하지 못했다. 경비 삭감, 투자 실패, 그리고 BP사 그룹 임원들로부터의 생산 압력 등이 텍사스 시티 석유정제소의 안전 운영을 해쳤다. 관리자들은 23명이 죽은 사실에도 불구하고 그 정제소에서 30년 동안의 적은 인명피해율을 위로했다.(3월23일에 죽은 15명은 제외) 안전 캠페인과 목표 그리고 보상은 시스템 안전 운영과 프로세스보다는 개인 안전과 작업습관에 초점을 맞추었다.

BP 텍사스 시티는 또한 배우는 문화와 보고가 부족하였다. 개인들은 안전 문제를 보고하지 않았으며, 그렇게 하

는 것에 대한 보복을 두려워했다. Grangemouth, Scotland에서 있었던 먼저의 사고에 의한 영국 정부로부터의 중요한 안전 교육과 조사결과는 텍사스 시티에 제대로 전달되지 않았다. 내부 교육과 실사는 텍사스 시티에 깊이 파묻혀 있던 안전 문제를 명확히 하였으나, BP사의 모든 등급의 관리자들은 그 문제들에 관하여 조금도 교정하지 못하였다.

6. BP 독립안전 심사위원회

CSB는 마지막 리포트가 BP사와 정유산업, 그리고 OSHA에게 텍사스시에서와 같은 재앙을 피하라는 긴급한 조언을 만들 때까지 기다리지 않았다. CSB의 강요에 의해서 BP사의 집행위원회는 2005년 8월, 미국의 5개의 BP사의 모든 석유정제소의 안전 문화를 심사하기 위해 前 주사무관 제임스 A. 베이커 2세를 의장으로 한 독립적인 안전리뷰패널을 구성하도록 자금을 모았다. 그 위원회는 2007년 1월, BP사에게 안전 관리 절차 시스템을 개선하고 실행, 관리, 감독 수준의 안전 프로세스 책임을 강화하도록 하기 위한 374쪽의 보고서를 발간하였다. 그 보고서에서 텍사스 시에 있는 것 뿐만 아니라 BP사의 미국에 존재하는 모든 석유정제소에 대하여 "심각한 안전위험관리에 대한 명백한 자기만족 일 뿐" 이라고 말했다. 각 석유정제소에 대해 '조작 지침의 부족, 안전 조작

예행연습에서 오는 심각한 편차의 목인 그리고 명백히 심각한 안전관리 실태에 대한 자만' 이라고 보고서는 언급하였다. 위원회는 미국의 다른 회사들 또한 그들의 안전 인식에 대해 가차 없이 검사하여야 한다고 강조했다.

7. 다른 예비 권고

2005년 10월, CSB는 석유정제소와 같은 위험지역에 임시적으로 점유된 트레일러들의 위치에 대하여 긴급히 두 개의 안전 권고문을 발표했다. CSB는 API(미국 석유 기구)에게 트레일러들이 위험한 조작을 하는 정제소에서 안전한 거리를 두고 임시로 위치를 잡도록 하는 새로운 가이드라인을 제시하고 API와 NPRA(국제석유정제협회)에게 트레일러들의 안전한 위치에 대한 경고문을 발표할 것을 요청했다. 2006년 10월에 CSB는 OSHA(직업안전위생관리국)와 API에게 미국의 정제소와 화학공장들에서부터 대기에 의한 폭발 요소를 제거하기 위한 조례를 정하도록 강요했다. 텍사스 시의 사고 이후에 BP사는 미국의 다섯 개의 정제소로부터 모든 대기 폭발 요소를 제거하겠다고 서약했다.

8. OSHA에게 권고

인화성이 높거나, 유독성이 있는 또는 위험한 화학품을 다루는 다른 석유정제소나 화학공장들처럼, BP사의 텍사스 석유정제소는 OSHA의 안전관리규격(1992년)하에 통제되어 왔다. PSM 규격은 14개의 특정 관리 요소에 대하여 매우 위험한 화학품의 무절제한 남용을 금지하였다. CSB는 마지막 조사 보고서에서 OSHA에게 가장 큰 사고의 위험을 분석하고, 더 포괄적인 조사를 수행하여 PSM 규격을 강화하도록 강조했다. 이 임무를 수행하기 위해 CSB는 OSHA에게 조사관으로 훈련되고 경험이 많은 핵심 그룹을 만들어 운영하도록 권고했다.

9. 산업체와 근로자들에게 권고

CSB는 화학운영안전센터에-1984년 Bhopal 사고이후

안전 운영을 증진시키기 위해 탄생한 비영리 단체- 합병, 습득, 예산 할당 등을 위한 가이드라인의 변경에 대한 권리를 발전시키도록 권고했다. CSB는 또한 API와 국제철강노동자 연합회에 함께 새로운 규격과 안전 운영성과 허가제를 개발하도록 권고했다. 이 새로운 산업 규격들은 미국 국제 규격협회의 규정으로 인증받을 것이다.

10. BP사 텍사스 시티 석유정제소에게 권고

먼저의 긴급 권고에 추가하여 마지막 리포트에서 CSB는 BP사의 집행위원회에게 정제소의 운영과 안전에 대하여 전문적이고 경험 있는 위원회를 사외이사로 지명하도록 하였다. 이 전문가는 BP사의 윤리위원회와 EAC(환경보증위원회)를 따라야 하였다. CSB는 또한 BP사 집행위원회에게 상급의 BP사 임원들이 고용인에게 보복의 두려움 없이 사고를 보고하고 조정된 행동을 취할 수 있도록 복돋아 주게 하는 것을 확실히 감독하게 하였다.

CSB는 텍사스시티 석유정제소에서의 관리를 모든 프로세스 장비까지 안전하게 설계됐다고 확인할 수 있을 만큼의 권고안을 보냈다. 최소한 증류타워는 내용물이 넘쳐나는 것을 막기 위하여 효과적인 편성법과 제어 시스템이 필요하였다. 그리고 제어판은 증류타워의 입출력 흐름이 깨끗하게 표시되어야 하였다. 텍사스시티 석유정제소는 또한 프로세스의 고장과 현황 등을 잘 보여줄 수 있도록 장비들과 편성을 유지하기 위한 더 좋은 시스템을 갖춰야 하였다. CSB는 또한 석유정제소 관리자에게 철강노동자연합회와 같이 사고 분석과 조사, 이상접근(near-miss), 프로세스 혼란 등의 보고를 촉진하는 프로그램을 설립하도록 하였다. 끝으로 CSB는 운영자들을 위한 더 많은 훈련과 운영 초기에 추가적으로 필요한 집행자들의 규격화된 요구사항을 추천하였다. (🔗)

[참고사항] 이 글은 오직 일반적인 정보의 목적에 의해 준비되었으며, 저자와 모든 참고자료, 결론 또는 CSB에 의한 진술 등이 이미 공개된 정보에 제한되었음을 알립니다. 좀 더 구체적이고 세부적인 정보는 CSB 웹사이트 www.csb.gov에서 발간된 최종 조사 보고서를 참고하시기 바랍니다.