

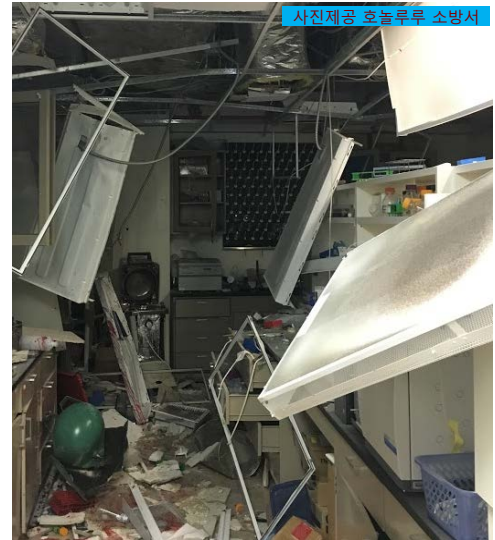
## 실험실에서의 공정 안전

2016년 10월

2016년 3월 16일 호놀룰루의 하와이대학 실험실에서 폭발이 발생하였습니다. 연구 조교는 심각한 부상을 당해 한 팔을 잃었습니다. 총 경제적 손실이 거의 백만불에 달했습니다.

실험실에서는 수소, 산소 그리고 이산화탄소의 가연성 혼합물을 사용하여 연구를 하고 있었습니다. 혼합물이 약 6 barg (90 psig) 압력으로 50 리터(13갤런) 탱크에 저장 되어, 박테리아를 수용하는 바이오반응기로 공급되고 있었습니다. 이 탱크의 내압은 11.6 barg (168 psig)로 건조한 압축 공기만을 위한 용도였습니다. 탱크와 계측 설비들과 같은 여타 장비들은 접지되어 있지 않았습니다. 정전기 스파크(불꽃)들이 폭발 전에 실험실의 접지되지 않은 금속 장비에서 관찰 되었습니다. 폭발은 탱크를 11번째로 사용할 때 발생하였습니다. 조사에 따르면 이 폭발은 약 70 gm (2½ oz.)의 TNT그러니까 미육군 M67 수류탄의 약 절반에 해당하는 규모로 추정됩니다.

조사 결과에 따르면 추정되는 폭발의 직접적인 원인은 가연성 혼합물을 발화시킨 정전기 방전(2016년 8월호 참조)이었습니다. 그러나 더 근본적인 원인은 탱크 안의 인화성 환경의 위험과 혼합물이 얼마나 쉽게 발화할 수 있는지 인식하지 못한 점입니다. 수소와 산소를 함유한 가스 혼합물은 넓은 범위의 농도에서 폭발할 수 있고, 점화에 필요한 에너지가 매우 낮습니다. 당시의 장비, 시설, 절차와 및 교육은 매우 위험한 가스 혼합물을 취급하기에 적합하지 않았습니다.



사진제공 호놀룰루 소방서



### 알고 계셨나요?

- ▶ 수소-공기 혼합물은 4%에서 75%까지의 수소농도에서 폭발성이며, 산소 농도 증가시 폭발가능한 수소 농도의 범위가 늘어나 순수 산소인 경우 4%에서 94%까지로 확대됩니다.
- ▶ 수소와 공기 (21%의 산소)의 가연성 혼합물을 점화하는 데 필요한 에너지는 매우 작습니다. 우리가 거의 느낄 수 없는 스파크가 혼합물 점화에 필요한 에너지의 50배 정도를 가지고 있으며, 감지할 수 있는 스파크는 점화에 필요한 에너지보다 적어도 1000배 이상의 에너지를 가지고 있습니다. 산소 농도가 높을수록 혼합물은 훨씬 더 쉽게 점화됩니다.
- ▶ 생산 플랜트에서만 아니라 실험실이나 소규모 시험 플랜트에서도 공정 안전사고가 발생할 수 있습니다. 물질의 양이 적다고 해서 위험이 작은 것이 아닙니다.
- ▶ 이 사고는 연구 실험실에서 발생했지만 플랜트의 실험실엔 심각한 사고를 일으킬 수 있는 충분한 위험 물질이나 에너지가 있을 수 있습니다 -예를 들자면 품질관리 실험실의 압축 가스 실린더 같은 것이겠습니다.

### 무엇을 할 수 있을까요?

- ▶ 프로세스 플랜트, 연구 실험실, 소규모 시험 플랜트, 품질관리 실험실, 정비고나 또 다른 어디에서든 근무지에서 모든 취급물질, 설비, 그리고 및 운영과 관련한 위험을 충분히 인지하고 계셔야 합니다. 모르고 있는 위험은 관리를 할 수가 없습니다! 어떠한 작업이든 위험 인식이 안전을 보장하기 위해 첫 번째로 중요한 단계입니다. 제조 플랜트에서와 마찬가지로 실험실이나 여타 작업장에도 안전 관리를 수행하는 데 동일한 방법을 적용합니다.
- ▶ 실험실이나 여타 작업장에서 위험 파악에 체크리스트, 사전 결과 예측 분석(what-if analysis), 작업 안전 분석과 같은 적절한 위험 식별 및 분석 도구를 사용하시고 복잡한 작업엔 좀 더 엄격한 프로세스 위험 분석 도구를 사용하세요.

**모르고 있는 위험은 관리할 수가 없습니다!**

AIChE © 2016. 판권 소유. 비상업적이거나 교육적인 용도의 전제는 권장됩니다. 재판매를 위한 용도로의 전제는 엄격히 제한됩니다. [ccps\\_beacon@aiche.org](mailto:ccps_beacon@aiche.org) 로나 646-495-1371번으로 연락 주십시오.

공정안전 지침은 아랍어, 아프리카어, 중국어, 덴마크어, 네덜란드어, 영어, 프랑스어, 그리스어, 독일어, 구자라티어, 터키어, 헤브라이어, 힌디어, 이탈리아어, 일본어, 한국어, 말레이어, 포르투갈어, 스페인어, 스웨덴어 등 30개 언어로 제공되고 있습니다.