

1. 사업장 현황

〈 사업장 개요 〉

- 반도체용 식각액, 박리액, OLED 마스크 세정액 및 계측기기(QMS) 등을 제조하는 업체
- 불산(1,900톤), 염산(368톤) 등 총 14종의 유독물을 취급하여 불화수소, 불화암모늄 및 혼합물질을 생산

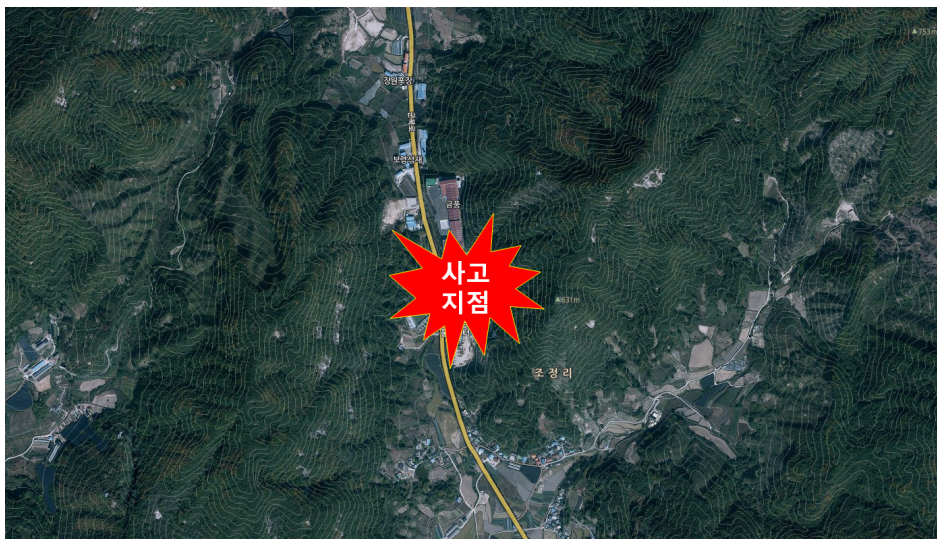
☑ 일반현황

- 사업장명 : (주)램테크놀로지 금산공장(충남 금산군 군북면 조정리)
- 설립연도 : 2001년 10월
- 주요업종 : 식각액, 박리액, 액정세정제, 전기계측기
- 직 원 수 : 총원 약 138명
- 건 축 물 : 철골, 철근콘크리트구조 3층 8동 연면적 8,288m²

☑ 사업장 위치

- 충남 금산군 군북면 조정리에 위치하며, 산으로 둘러싸여 있으며, 동측은 서대산, 서측은 지방도 601호선에 인접
- 사업장 주변에는 조정리 마을(남쪽 약 400m 이격)과 서대리마을(북쪽 약 1km 이격) 등 주거지역이 분포하고 주로 밭농사가 주업
- 사업장 남쪽으로 조정천(약 900m 이격)이 위치하며 조정천으로 유입된 방류수는 봉황천과 합류 후 금강으로 유입

[사업장 위치]



☑ **화학물질 취급현황**

- 반도체 공정용 화학소재와 산화막 절연체, 디스플레이 공정용 화학소재 및 IT 산업 핵심 유·무기 케미컬 제조
 - 제조 약품으로 식각액, 박리액, 세정액, 증착액, 용해액 등으로 구성
- 불산(1,700톤/년), 무수불산(650톤/년), 염산(368톤/년) 등 총 14종의 유독물을 취급
 - 불산(3.6톤/일)과 무수불산(2.4톤/일)을 반도체 세정에 사용

2. 사고 내용

- ◆ (주)램테크놀러지 금산공장의 보관저장 창고에서 작업자 2명이 이동형 탱크로리 교체 후 국소배기설비 밸브가 열린 상태에서 원료 공급배관 밸브를 열어 액체상 무수불산이 역류하여 누출

☑ 사고개요

- (사고일시) 2014. 8. 24(일) 09:10
- (사고장소) 충남 금산군 군북면 조정리 300(금산공장)
- (사고내용) 불화수소 탱크 컨테이너에서 불화수소를 생산공정으로 이송하는 과정에서 안전수칙 미준수로 불산 누출
- (피해현황)
 - 인명피해 : 없음
 - 재산피해 : 없음
 - 환경피해 : 잡목산림 약 66m² 및 식물잎 약 9,500m² 고사

☑ 사고발생 과정

- 07:00 불화수소 컨테이너 입고
- 08:30 탱크 컨테이너에 불화암모늄 생산 공정으로 공급하기 위한 배관연결
- 09:11 배관 연결 직후, 탱크 컨테이너 밸브를 개방하는 순간 국소배기장치 플렉시블 호스에 연결된 후드로 불화수소 누출
 - ※ 작업 중이던 근로자 2명이 일단 대피 (내산복 및 방독마스크 착용)

2014년 중대사고 사례집

[현장 CCTV]



불화수소가 누출되는 시점
(오전 9시 11분)



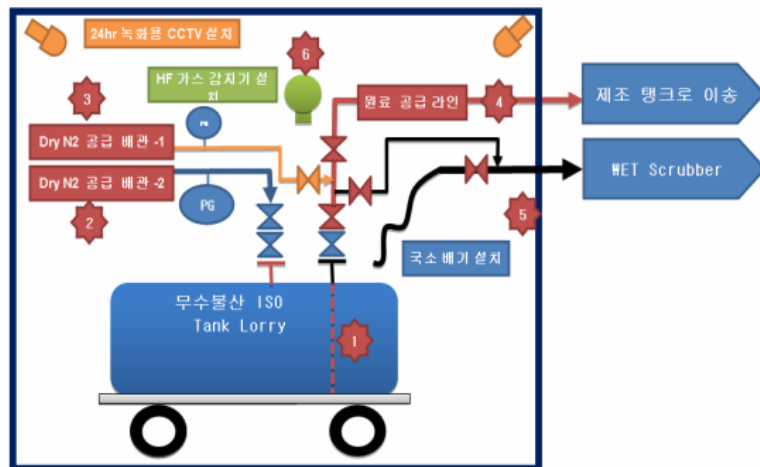
기화된 것으로 추정되는 시점
(오전 9시 46분)

☑ 사고원인

- 불화수소 탱크 컨테이너에서 불화수소를 생산 공정으로 이송 시 안전수칙 미준수

〈 안전수칙 미준수 내용 〉

- 탱크 컨테이너 원료 공급배관 밸브(밸브 ④)는 열고 공정투입용 배관에 설치된 스크러버 밸브(밸브 ⑤)를 차단한 상태에서 하역작업을 실시하여야하나, 이를 준수하지 않고 두 개 밸브를 모두 개방·하역작업을 실시하여 무수불산 역류

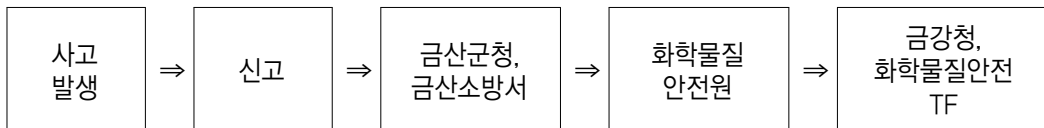


3. 사고 현장대응

- ◆ 사고접수 후 금산소방서, 금산군청, 경찰, 금강환경유역청 출동하여 현장의 무수불산 방재작업(방재턱, 소석회 중화작업) 및 주변 지역의 유독물 탐지활동 실시

☑ 사고접수 · 전파

- 2014. 8. 24(일) 09:25분 인근 주민이 벌초작업 중 사업장에서 하얀 연기가 발생하여 종합방재센터 119종합상황실에 신고
 - ※ 종합상황실에서 금산소방서 및 금산군청 사고전파
- 금산소방서 현장 확인 후 피해가 없는 것으로 확인하고 화학물질안전원에 상황 전파 지연



〈 사고전파 지연 사유 〉

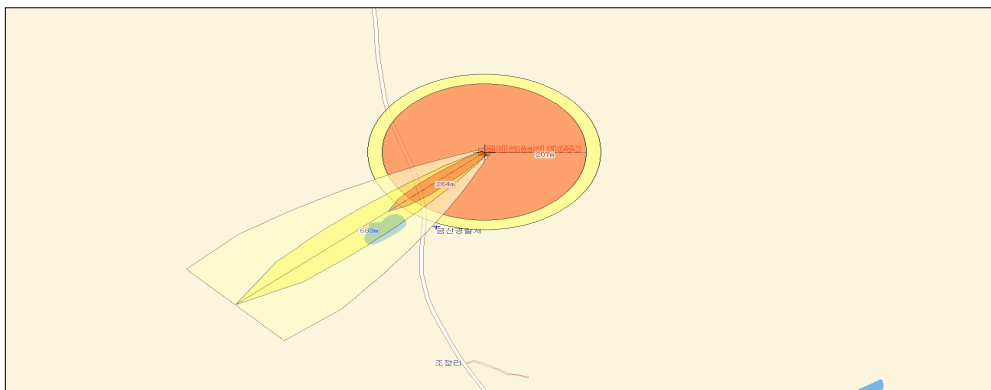
- (소방 1차 확인) 지역주민 및 유관기관 등과 현장 확인한 바, 무수불산 누출 정황은 발견하지 못하고 공장내부에 쌓아놓은 소석회와 빗물의 반응으로 흙 발생한 것으로 판단
- (소방 2차 확인) 마을주민이 공장주변 수목의 마름현상을 확인하고 현장 재확인 요청
 - 확인결과, 무수불산 누출로 인한 잡목 약 66㎡ 훼손(누렇게 타들어 감)
 - 배관 이음새에서 약 3~7kg 정도 무수불산이 누출 확인

- 금강유역환경청, 화학물질안전원, 금산소방서, 금산군청 등 현장대응기관 출동

☑️ 응급조치

- (사고업체) 완전밀폐형 화학복과 공기호흡기를 착용 후, 탱크 컨테이너 하역장으로 진입하여 밸브 잠금 조치 및 사고지점 배기 조치 완료
- (환경청) 사고지점으로부터 30m, 50m 무수불산 탐지활동 실시
- (화학물질안전원) 사고상황확인·전파, CARIS 피해확산평가 실시 등

[CARIS 피해확산 평가]



☑️ 방제조치

- 누출된 불산이 보관시설 하단으로 흘러 방제조치로 소석회 살포

[관련 사진]



4. 사후영향조사

☑ 사후영향조사 개요

- (조사범위) 금산군 군북면 조정리 일대
- (조사기간) 2014. 8. ~ 2015. 5.
- (조사내용) 사업장 주변의 수질오염정도, 인근마을(6개지점)토양오염상태, 주변의 식물 생육상태 등

☑ 분야별 조사결과

- (수질) 하천수(9개지점), 지하수(6개지점) 먹는 물 수질기준(1.5mg/L) 이내, 사업장 유출수(3개지점) 청정지역 배출허용기준(3mg/L) 이내
- (대기) 3개 지점 중 식물이 고사한 1개 지점에서 불소화합물 0.46ppm 검출(현장방문 등으로 봉인해제 누출영향 추정)
- (토양) 사업장인근 마을(6개 지점) 불소농도 기준 이내
※ 토양오염우려기준 : 공장용지 800mg/kg, 잡종지·대지·답 400mg/kg
- (식생) 약 9,500m²의 식생이 피해를 입었으며, 일부 소나무가 고사하는 등 불화수소 누출로 교목층의 생육상태 불량
- (농작물) 농작물(깨잎 등) 피해는 없음

〈 조사결과 〉 (참고1)

- (1차조사결과) 약 9,500m²의 식물(잎)이 고사하였으나, 동물 사체는 확인되지 않음 (2014.9)
- (2차조사결과) 소나무 일부가 불화수소 누출로 고사하였으며, 소나무, 상수리나무 등 교목층은 생육이 양호하지 않고, 관목층 이하에서는 영향 미미(2015.5)

5. 사업장 개선사항

◆ 불산 하역장 내 안전설비 개선 및 신규설치

- 세정탑 설치, 탱크로리 출입구 방화셔터 2중화, 건축물 내외부 틈새 실링 작업, 이송밸브 원격 및 자동밸브조작, 고농도 유출시 Mist 분사 및 폐수회수 가능한 살수설비 등



개선 전(前) 하역장



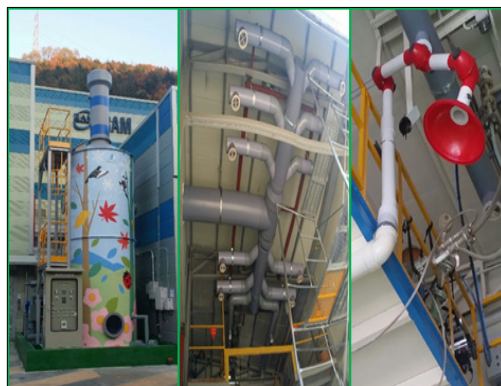
개선 후(後) 하역장

☑ 배기시설

- 하역장내 비상세정탑 설치하여 하역장 상·하부 입체 배기시설 기준 준수, ARM-Hood 배기시설 설치



개선 전 비상배기



개선 후 비상배기

☑ 분무설비

- 하역장 누출 시 2차 방재시설(Mist 분무시설: 20L/분 분사) 및 조작 스위치 (하역장 출입구 2개소) 설치



개선 전 방재시설



개선 후 방재시설

☑ Trench 및 Pit 시설

- 하역장 바닥 콘크리트 및 Epoxy 라이닝 작업, 외부유출 방지용 Trench 및 Pit(3톤 집수)설치, 폐수조 자동 이송시설(내산 망 펌프, 이송량 140L/분) 구축으로 누출시 효과적인 확산방지시설 구축



개선 전 하역장 방재시설



개선 후 폐수이송 시설

2014년 중대사고 사례집

☑ 출입문 2중 구조

- 하역장 탱크로리/작업자 출입구 방화셔터 및 출입문 2중 구조로 외부 유출차단



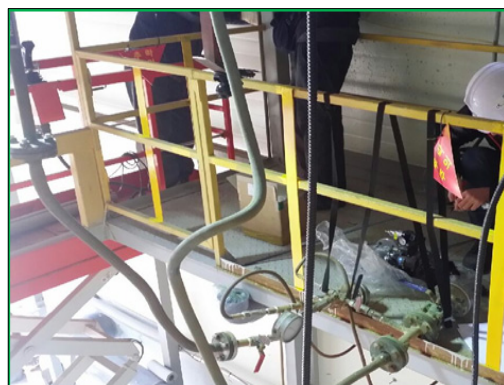
개선 전 하역장 출입문



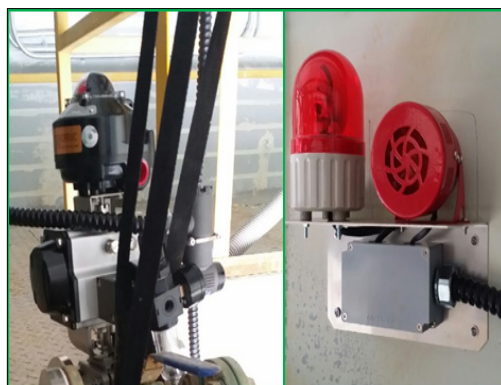
개선 후 출입문 2중 구조화

☑ 긴급차단 밸브

- 조정실에서 원격·현장 조작이 가능한 오토밸브 설치



개선 전 수동조작 밸브



개선 후 오토밸브

참고 1 사후영향 조사 결과

□ 대기

- (식물고사 지점) 사고 발생 4일 경과 후 사업장 동측으로 30m 이격된 식물고사 지점에서 불소화합물 0.46ppm 검출
- (인근 마을) 사업장 남측으로 30m 이격된 식물고사 지점과 약 500m 이격된 조정리 마을회관에서는 불소화합물 불검출

□ 수질

- (유출수) 사업장 유출수의 불소 농도 분석결과 0.65mg/L로 청정지역의 배출허용기준(3mg/L) 이내
- (방류수 및 하천수) 방류수 및 하천수 9개 지점 수질 분석결과 6개 지점에서 불소 검출*
 - * 불소 0.18~0.31mg/L으로 먹는 물 수질기준(1.5mg/L) 이내
- (지하수) 마을 주변 6개 지점 지하수 분석결과, 2개 지점에서 0.19mg/L, 0.26mg/L이 검출되었으나 먹는 물 수질기준(1.5mg/L) 이내

□ 토양

- 사고지점 주변 및 인근 마을 6개 지점에 대한 불소농도를 조사한 결과, 토양오염우려기준* 이내
 - * 토양오염우려기준 : 공장용지 800mg/kg, 잡종지,대지,답 400mg/kg
 - ※ (주)램테크놀러지 공장부지 3개 지점에서 258.3 ~ 421.1mg/kg, 조정리 마을 3개 지점에서는 261.4 ~ 346.6mg/kg의 불소 검출

〈 참고 〉

- 2012년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과 전국 1,521개 토양측정망의 불소농도는 평균 226.6mg/kg(최저 27.9mg/kg, 최고 728.0mg/kg)

□ 식생

- (1차 조사) 불화수소 누출로 인한 식물(식생)의 잎 고사는 확인* 되었으나, 동물사체 미확인

* 면적 : 현장조사 및 목측 관찰지역면적 127,138㎡ 중 식물 고사 피해 면적은 약 9,500㎡

- (2차 조사) 일부 소나무가 불화수소 누출로 인하여 고사
 - 교목층은 불화수소로 인하여 생육이 양호하지 않으나, 관목층 이하에서는 불화수소로 인한 영향은 미미, 동물사체 미확인

□ 조사기관의 종합의견

- 수질, 대기, 토양은 현재 기준 이내 또는 불검출로 조사 종료
- 불화수소 누출로 생육이 양호하지 않은 것으로 조사된 식생분야는 불화수소로 인한 영향 정도와 향후 회복 방안 등을 강구하기 위해 추가 조사 필요

□ 복구 및 사후관리의 필요성 및 타당성 여부

- 수질, 대기, 토양 등은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「대기환경보전법」, 「토양환경보전법」에서 규정한 복구 대상 아님
- 식생분야는 추가 조사 결과에 따라 복구 등의 필요성 재검토

〈 분야별 조사내용 및 조사결과 〉

조사분야		조사기관	조사범위	조사 기간	조사결과 (불소 또는 불소화합물 농도)
수질	하천수	금산군, 충청남도 보건환경연구원	조정천, 조정리 마을 하천수 등 9개 지점	14.09.01.	먹는 물 수질기준 (1.5mg/L) 이내
	지하수	금산군, 충청남도 보건환경연구원	조정리 마을 주변 6개 지점	14.8.27. 14.09.02.	먹는 물 수질기준 (1.5mg/L) 이내
	사업장 유출수	금산군, 충청남도 보건환경연구원	비점오염저감시설, 저류조, 방류구 등 3개 지점	14.08.24.	청정지역 배출허용기준 (3mg/L) 이내
대기		금강유역환경청	사고지점 주변, 조정리 마을 등 3개 지점	14.08.28. ~08.29. (24시간)	사고지점 동측 1개 지점 0.46ppm 검출*
토양		금강유역환경청, 금산군	사업장, 조정리 마을 주변 6개 지점	14.09.15.	토양오염우려기준 (공장지역 800mg/kg, 이외 400mg/kg) 이내
생태계	국립생태원	사업장 주변 식생 등		14.09.03.	약 9,500㎡에서 식물(잎) 고사, 동물 사체 미확인
				15.05.06.	소나무 일부 고사 등 교목층 생육 양호하지 않음
농작물	국립과학수사 연구원	고사식물 등		14.8.25.	고사식물 176μg/g, 대조식물 1μg/g
	국립농산물 품질관리원	사업장 주변 갯잎 등 농작물		14.8.25, 14.9.2.	불검출

* 측정 당일(2014.8.28.) 환노위 의원 및 보좌진의 현장방문으로 사고지점 봉인을 해제하면서 창고 내 체류가스의 누출영향 추정(창고 내 2ppm) 검출

참고 2 불산의 물리화학적 특성 및 유해성

□ 물질의 개요

- 분자식 : HF
- 성 상 : 무색기체
- 냄새 : 강한 자극적 냄새
- 분자량 : 20.01
- 기 화 : 19.5℃ 이상 시 기화되어 연기 발생
- 밀 도 : 1.27 g/L(공기=1)
- 용해도 : 물에 잘 용해되며 산성으로 독성 및 부식성 강함
- 용 도 : 프레온가스 원료, 유리부식, 주물모래 제거, 스테인레스, 표면 처리제 등으로 사용

□ 인체노출 유해성

- (흡입) 호흡기 자극, 화상, 기침, 숨 막힘, 현기증, 두통, 오심, 무기력증, 호흡곤란, 기관지경련, 폐렴, 폐부종
- (피부) 화상, 동상, 홍반, 물집, 궤양
- (안구) 자극, 통증, 눈물, 충혈, 빛에 민감, 화상, 각막 혼탁, 시력상실
- (경구) 구강·위장관 화상, 오심, 구토, 설사, 복통 토혈, 저혈압, 쇼크, 심혈관 허탈, 혼수, 마비