



맹판 제거 작업 중 황산 누출사고

contents

- I. 사고개요 / 5
- II. 사업장 현황 / 7
- III. 사고분석 / 11
- IV. 사고발생 원인 / 19
- V. 동종사고 예방대책 / 22
- VI. 사고로부터 얻은 교훈 / 24
- VII. 유사 사고사례 / 26
- VIII. 참고자료 / 27



용어설명

01 황산

황산의 성질은 농도와 습도에 따라 크게 달라지는데, 농도가 낮은 묽은 황산은 강산성이다. 농도가 높은 진한 황산은 산으로서의 성질이 약하나, 흡습성이 강하기 때문에 강한 탈수작용을 한다. 황산이 유기물에 접촉하면 수소와 산소를 물분자의 형태로 빨아들이며, 피부에 닿으면 탈수작용과 발열로 인하여 화상을 입는다.

02 시간가중평균(TWA, Time Weighted Average) 노출기준

시간의 개념으로 정한 작업환경노출 기준 중 1일 8시간 작업을 기준으로 하여 유해 요인의 측정치에 발생시간을 곱하여 8시간으로 나눈 값을 말하며 단위물질로도 기준치가 정해져 있다.

03 단기노출기준(STEL, Short Term Exposure Limit)

15분 간의 시간가중평균노출값. 노출농도가 시간가중평균노출기준을 초과하고 단기노출기준(STEL) 이하인 경우에는 1회 노출 지속시간이 15분 미만이어야 하고, 이러한 상태가 1일 4회 이하로 발생하여야 하며, 각 노출의 간격은 60분 이상이어야 한다.

용어설명

04 맹판(Blind)

배관이나 노즐의 끝단을 폐쇄하기 위하여 사용되는 둥근판을 말한다. 화학장치, 압력장치에 연결되었던 배관을 분해하는 경우 물질이 누출되거나 분출되어 위험을 초래하거나 손실을 초래할 수 있는데 이를 방지하기 위하여 노즐이나 배관의 끝단에 체결하는 평판을 맹판이라 한다.

05 흡수탑(Absorbing Tower)

일반적으로 기체흡수(Gas Absorption)를 행하는 경우를 말하며, 가용성 가스를 액체에 접촉시켜 흡수하는 것으로 황산제조 공정에서는 삼산화황가스를 물에 반응시켜 황산을 제조하는 설비이다.



I 사고개요

2016년 6월 28일(화) 울산시 소재 ○○(주)에서 황산 제조공정의 정기보수 작업준비를 위하여 공정운전을 정지하고, (주)□□ 작업자 2명이 최종 흡수탑의 순환배관(600A)에 설치된 맹판을 개방하는 순간, 배관내부에 체류되어 있던 황산(약 98 wt%) 이 누출된 사고이다.



[사진 1] 사고 발생 장소

인명피해

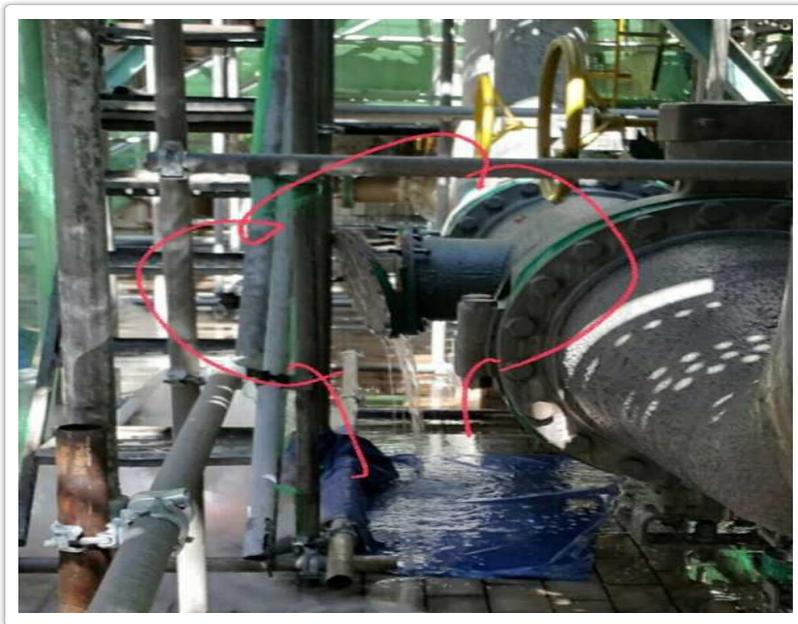
- 사망 2명, 부상(2~3도 화상) 3명 - 협력업체

물적피해

- 황산(약 98 wt%) 39 m³ 누출(추산)



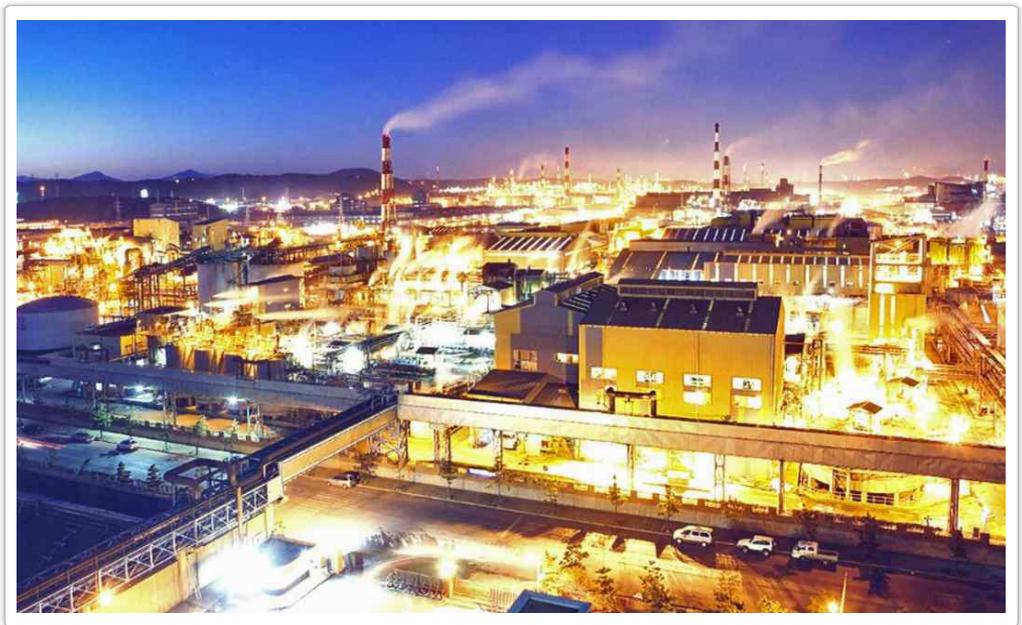
[사진 2] 사고발생 당시 황산이 누출된 맹판(정면)



[사진 3] 사고발생 당시 황산이 누출된 맹판(측면)

II 사업장 현황

OO(주)는 울산 소재의 온산국가산업단지 내에 위치하여 아연, 동, 금, 은, 황산 등을 주로 생산하는 업체로 근로자수 약 1,800여명이 근무하는 종합비철금속 제련회사이다.



[사진 4] 공장 전경

1 생산제품

아연, 연, 동, 은, 금, 황산 등 제조

아연	580,000 톤/년	금	6 톤/년
연	290,000 톤/년	은	4,000 톤/년
황산	1,200,000 톤/년	동	40,000 톤/년

※ 황산 : 황산, 발연황산(SO₃를 흡수시킨 진한황산), 전자급황산 생산

2 물질 및 설비

사고발생 물질 및 설비

(1) 사고발생 물질(황산)

물성치는 사업장에서 비치하고 있는 물질안전보건자료(MSDS)를 기준으로 작성하였다.

물질명	CAS No.	함유량	제조사
황 산	7664-93-9	약 98 wt%	OO(주)
증기압(kPa)	비중 (증기밀도)	TWA (고용부/ACGIH)	STEL (고용부/ACGIH)
0.13 @ 146 °C	1.8(3.4)	(0.2 / 1.0) mg/m ³	(1.0 / 3.0) mg/m ³
인화성	발암성	독 성	pH
해당없음	A2 (ACGIH)	LD50 2,140 mg/kg LC50 0.094 mg/L4hr	< 1

(2) 사고발생 설비(배관 맹판)



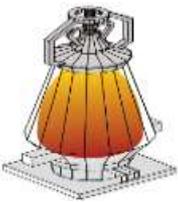
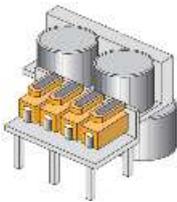
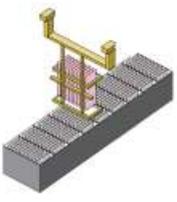
[사진 5] 사고발생 맹판(300A)

3 공정설명

아연·황산 제조공정

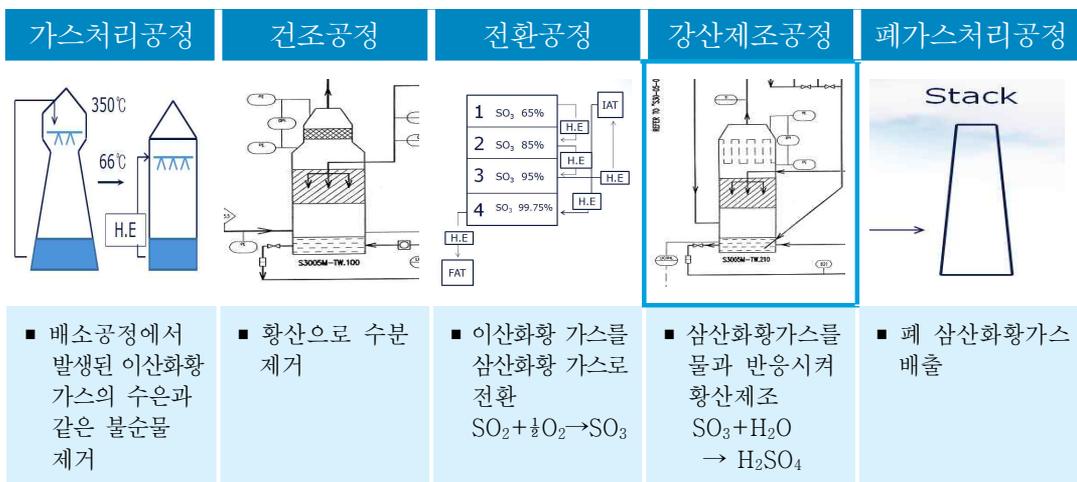
(1) 아연 제련공정

공정	공정 현황
배소	<ul style="list-style-type: none"> 아연정광을 산화시켜 산에 녹기 쉬운 소광(산화아연)으로 만들고, 황을 분리하는 공정
조액	<ul style="list-style-type: none"> 아연소광을 황산용액으로 용해시켜서 불순물(철, 납, 규소 등을) 제거하면서 부산물(인듐, 갈륨, 게르마늄 등)을 생산하는 원료를 제조하는 공정
정액	<ul style="list-style-type: none"> 조액 공정에서 제거되지 않은 불순물(구리, 카드뮴, 코발트 등)을 아연금속분말을 사용하여 치환 제거 부산물로 구리, 카드뮴, 코발트, 니켈 등의 원료를 제조하는 공정
전해	<ul style="list-style-type: none"> 전기분해 과정을 통해서 아연액의 아연을 선택적으로 전착하여 99.995 %의 아연을 생산하는 공정
주조	<ul style="list-style-type: none"> 아연을 전기로로 녹여 고순도의 아연괴 등을 생산하는 공정

<ul style="list-style-type: none"> 소광(산화아연) 생산 황분리 $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$	<ul style="list-style-type: none"> 철, 납 등 불순물 제거 인듐, 갈륨 등 생산 $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	<ul style="list-style-type: none"> 구리, 카드뮴 등 불순물 제거 구리, 니켈 등 생산 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$	<ul style="list-style-type: none"> 아연액의 아연을 선택적으로 전착 $\begin{aligned} (-) \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- &\rightarrow \text{Zn} \\ (+) \text{O}_2^- &\rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- \end{aligned}$	<ul style="list-style-type: none"> 아연을 녹여 원하는 형상으로 제조
				
배소공정	조액공정	정액공정	전해공정	주조공정

(2) 황산 제조공정

공정	공정 현황
가스처리	<ul style="list-style-type: none"> 산화아연(ZnO)은 아연 제련공정을 거쳐서 아연피 등으로 생산되고, 부산물로 발생하는 황산화물은 흡수탑 → 냉각탑 → 전기집진기 → 수은제거탑을 거쳐 가스상에 있던 각종 불순물을 제거함
건조	<ul style="list-style-type: none"> 충진탑 내부에서 황산과 가스를 접촉시키며 가스층에 있는 수분 제거 및 황산화물 순도 향상 ※ 반응식 : $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$ $HSO_4^- \rightleftharpoons H_3O^+ + SO_3^{2-}$
전환	<ul style="list-style-type: none"> 불순물이 제거된 이산화황 가스는 4개의 층으로 형성된 각각 다른 온도의 촉매층을 통과하며 삼산화황 가스로 순차적으로 전환 이때 각 층에서는 서로 다른 전환율을 가지게 되므로 1~3층에서 생산된 상대적으로 저농도의 삼산화황은 중간 흡수탑 공정으로, 고농도의 삼산화황은 최종 흡수탑 공정으로 보내짐
강산제조	<ul style="list-style-type: none"> 고농도의 삼산화황은 흡수탑 내에서 물과의 흡수반응을 통해 98 wt%의 황산으로 생산됨



III 사고분석

1 사고발생 과정

1) 사고발생 전

(1) 사고발생 관련 전체 정비현황

2016년 05월 12일 도급계약 이후 사전회의를 거쳐 6월 28일 공정운전을 정지하고, 최종 흡수탑 정비 작업을 진행하던 중 사고가 발생하였다.



※ 사고당일 작업은 ① 「약 8시간 소요되는 드레인 작업」, ② 「32명 인원으로 약 8시간 소요될 것으로 예상되는 맹판, 밸브 등의 해체 작업」, ③ 「입조작업에 대비한 흡수탑 공기치환 작업」 등이 계획되어 있었음

(2) 사고 발생 전 상황

최종 흡수탑(Final Absorbing Tower) 임시보수작업 준비 시작

시간	작업 현황
(6/27) 7:00경	최종 흡수탑 임시보수작업을 위한 준비작업 시작 - 보수작업을 위한 전기배선작업 - 비계 설치작업 등
(6/28) 7:00경	현장 소장((주)□□)이 근로자 30여명에게 각자의 임무에 대해서 설명
7:05경	황산 제조공정 전체 운전 정지
7:10경	최종 흡수탑의 순환펌프 정지
7:35경	(주)□□ 측 근로자 30명 현장사무실에 집결 후 안전작업허가 대기
7:42경	휴대전화 통화로 작업인원 현장 투입 통보

(3) 사고발생 상황

황산 누출 발생 시 각 작업별 누출현황

시간	(주)□□ A 작업조(2명)
(6/28) 9:05경	(작업내용) “V”마크된 맨홀·맹판 해체 (작업목적) 버터플라이 밸브(Full Lug Type) 2기의 내부 라이닝(Lining) 상태 검토를 목적으로 두 밸브 사이에 있던 노즐의 맹판 해체(배관 내 진입 계획은 없었음) (사고당시 작업 진행 상태) <ul style="list-style-type: none"> ■ 16개의 볼트 중 대부분은 해체한 것으로 추정됨(사진 관독결과) ■ 해체 전 맹판이 바닥으로 떨어질 것을 대비하여 렌치를 이용하여 비계 기둥에 기대어 고정함

시간	(주)□□ B 작업조(3명)
(6/28) 9:05경	<p>(작업내용) 최종 흡수탑 차단밸브 해체 작업 (작업목적) 황산 누출부위와 약 5 m 떨어진 지점에 설치되어 있는 흡수탑 차단밸브(Gate Valve)를 해체하여 밸브 및 배관 내부 상태를 점검하고 흡수탑 내부로 접근할 수 있는 통로를 확보하려고 하였음 (사고당시 작업진행 상태) 3명의 작업자가 약 1 m 높이의 비계 위·아래에서 밸브 해체를 막 시작하려던 순간이었음 ※ (주)□□ 현장관리자의 면담을 근거로 추정</p>
시간	현장관리자 ○○○((주)□□)
(6/28) 9:05경	<p>(작업내용) 사고현장 근처에서 현장 작업 관리감독 중 (사고당시) 비명소리를 듣고 사고지점을 보니 황산이 분수처럼 상부로 솟구치고 있었으며, 바로 구조작업 실시</p>
시간	현장관리자 ○○○(○○(주))
(6/28) 9:05경	<p>(작업내용) 사고발생 흡수탑 상부 덕트 교체작업 감독 중 (사고당시) 비명소리를 듣고 사고지점으로 내려와 곧바로 구조작업 실시</p>

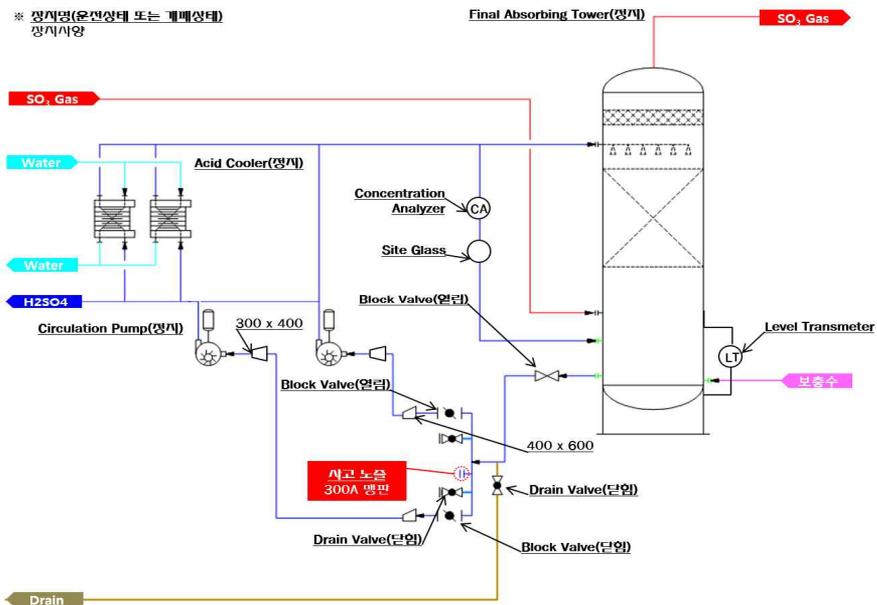
2 사고발생 원인추정

1) 사고발생설비(최종 흡수탑) 공정상태

중간 흡수탑(IAT, Intermediate Absorbing Tower)에서 흡수되지 않은 삼산화황 가스와 전환되지 않은 이산화황 가스를 전환공정 4층에서 삼산화황으로 전환시킨 후 최종 흡수탑에서 물과 반응으로 최종적으로 98 wt% 황산을 생산하는 공정으로 황산이 삼산화황 가스와 접촉할 수 있도록 지속적으로 순환시키며 약간의 물을 보충하는 형태로 구성되어 있다.

사고당시 공정상태

- 7:05경 황산제조공정 전체 운전정지 시작
- 7:10경 펌프 정지로 인하여 펌프 후단에 있던 황산이 잔류압력에 의하여 최종 흡수탑으로 유입
(최종 흡수탑 액위 상승 : 34 % → 52 %)
- 9:05경 보수 작업 간에 맹판 개방으로 황산이 누출되며 최종 흡수탑 액위가 급격히 감소됨(약 5 %까지 감소)



[그림 1] 사고발생공정(최종 흡수탑)

2) 누출된 황산의 농도

최종 흡수탑의 황산 순환배관 후단에 농도측정기(Online Analyzer)가 설치된 상태였으며 순환펌프가 정지(7:10경)되기 전까지 정상상태였으므로 사고 당시 황산농도는 설정농도(SP : 98.5 wt%)와 크게 차이가 없이 약 98 wt%였을 것으로 사료된다.



[사진 6] 사고 흡수탑 농도 추이



[사진 7] 현장 농도 표시기

(98.23 %H₂SO₄ @ 28.3 °C를 지시,
6/29 12:00경 촬영)



[사진 8] 현장 관찰경(Sight Glass)

(배관구성 상 잔류 황산이 배관 상에 남아
있는 상태임, 6/29 12:00경 촬영)

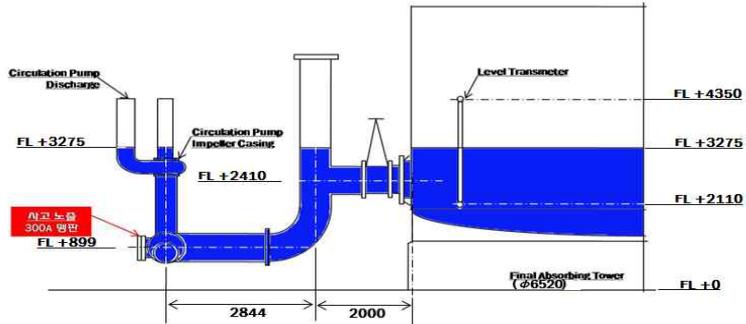
3) 황산 누출량 및 누출 시 압력

(1) 황산 누출량

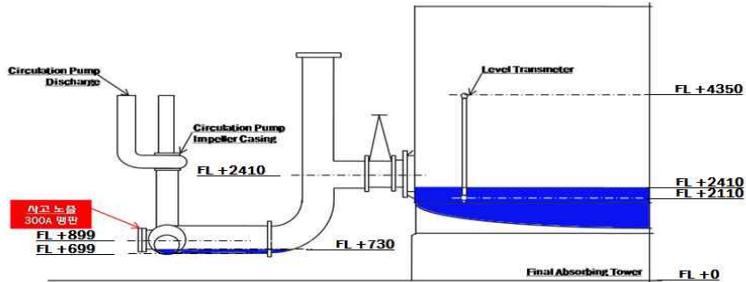
[그림 2]와 [그림 3] 사이에서 발생하는 차이를 누출량으로 보고 산출한 결과 황산 약 39,000 L가 누출된 것으로 추산된다.

흡수탑	600A 배관	400A 배관	300A 배관
36.293 m ³ = πx (6.520/2 -0.064) ² x 1.131	2.434 m ³ = πx 0.300 ² x 8.610	0.126 m ³ = πx 0.200 ² x 1.000	0.188 m ³ = πx 0.150 ² x 2.668

- 계산 가정**
- 배관 두께 고려하지 않음
 - 동력원 없이 누출 가능한 전량 누출
 - 피팅류는 배관과 동일 취급
 - 순환펌프 드레인 배관(80A)과 사고 노즐(300A) 양 무시
 - 배관 길이 산출 시 중심선기준으로 산출



[그림 2] 황산 누출 직전 상태



[그림 3] 황산 누출 후 상태

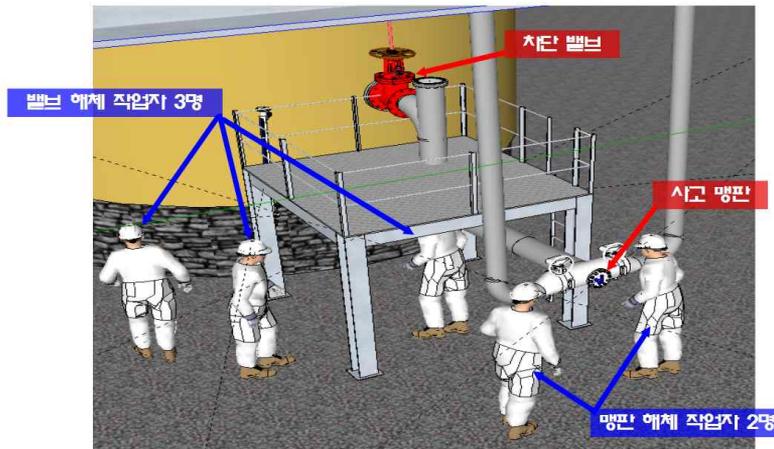
(2) 누출당시 초기 압력

[그림 2]와 [그림 3]에서 확인 가능하듯이 누출지점과 최초 높이차는 2.376 m로 98 wt% 황산의 35 °C에서 밀도 1,820 kg/m³(물의 밀도 994 kg/m³)를 고려할 경우 4.350 mH₂O 만큼의 압력이 있었다.

4) 누출 당시 현장상황

(1) 작업자 위치 및 이동경로

재해 관련 작업자 5명으로 [그림 4]에서 모사된 바와 같은 위치에서 작업 중이었을 것으로 추정된다.



[그림 4] 누출당시 현장상황 모사

(2) 맹판 "V" 표기

사고 당일로부터 약 15일 전에 원·하청 간의 2차 미팅 시 작업이 진행될 장소의 맹판에 "V" 표시를 하였다.

※ 사고 당시 누출된 황산에 의하여 표시가 지워진 것으로 추정



[사진 9] 작업계획서
(사전 미팅 시)



[사진 10] 사고 직후
(6/28 14:00경 촬영)



[사진 11] 사고 직후
(맹판의 코팅이 벗겨짐)

(3) 안전보호구 착용상태

작업자는 ABE형 안전모, 일반 작업복, 안전화(황산에 녹음), 안전대, 전면 코팅장갑(일반적으로 고무재질, 내산성 없음), 방진마스크 또는 일반 두건을 착용한 상태였다.



[사진 12] 사고직후 작업자 탈의 사진(6.28 촬영)

(4) 황산 누출 방향

[사진 13]과 같이 볼트 해체 시 맹판이 급격히 떨어질 것을 대비해 렌치와 비계기등에 걸어두는 작업방식으로 인하여 황산이 상부로 솟구치며 누출되었고 이로 인하여 맹판 작업 인근 작업자 3명이 추가 피해를 입게 된 것으로 추정된다.



[사진 13] 사고 직후 맹판 지지 모습

IV 사고발생 원인

원인 1 맹판 제거 작업 전 황산 제거 미 실시

최종 흡수탑, 순환배관 등 설비 내부에 체류되어 있던 황산을 제거하고, 누출 우려가 없는 것을 확인한 후에 맹판을 개방하여야 하나, 설비 내부에 황산이 그대로 있는 상태에서 맹판 개방 작업을 시작했다.

원인 2 부적합한 안전작업허가 실시

공정안전보고서 안전작업허가 지침에 의하면 「현장의 안전조치사항 확인 후 승인», 「현장을 안전하게 할 책임», 「보호구 착용상태를 확인 후 승인」등 부서별 의무가 명시되어 있으나 최종 흡수탑에 황산이 있고, 작업자가 내산 보호구를 착용하지 않은 상태에서 작업허가가 이루어졌다.

원인 3 부적절한 작업계획서 작성

작업계획서 자체가 공정, 물질, 혼재 작업 등에 대한 정보가 없는 하청((주)□□)에서 작성되고 원청(○○(주))에서 첨언하는 형태로 진행되면서 작업 시의 위험성은 전혀 고려되지 않은 작업계획이 수립되었고, 그 외 5회 이상의 실무자 회의가 진행되었으나 1순위, 2순위 등 모호한 용어를 사용하며 작업 순서를 결정하게 되면서 상호 간의 의사소통이 이루어지지 않았다.

원인 4 ▶ 도급 시 안전보건 정보제공 미흡

황산을 취급하는 최종 흡수탑 및 순환배관을 분해·해체하는 등의 보수작업을 도급할 경우에는 해당 작업에 대한 물질의 유해·위험성, 작업에 대한 안전보건 조치사항, 사고발생 시 조치사항 등 안전보건 정보를 제공하여야 하나 물질의 유해·위험성 정보, 안전작업 요령 및 안전작업수칙 등 안전보건정보 제공이 미흡하였다.

원인 5 ▶ 정비·보수 작업에 대한 작업위험성 평가 미실시

정비·보수 등 작업 시에는 해당 작업을 시작하기 전에 「작업 위험성평가」를 실시하여 작업상의 위험요인을 최소화하고 작업자에게 유해·위험요인에 대한 내용을 알려주어야 하나, 「작업 위험성평가 (Job Safety Analysis)」를 실시하지 않았다.

원인 6 ▶ 적절한 안전보호구 미지급

맹판 개방 작업 시, 고농도의 잔류 황산, 그리고 공기 중의 수분과 반응하여 발생하는 황산화물(급성독성물질)로 인한 위험이 있는 상태였음에도 불구하고 내산 관련 보호구, 독성가스에 대비한 보호구가 지급되지 않았다.

■ 근본원인 분석

단 계	승인단계		
1. 결함내용 분류	절차상의 결함		
2. 관련조직 (부서)	생산부서	정비부서	안전환경부서
3. 설비적 결함분류	-	-	-
4. 사고원인 대분류	인적오류	인적오류	인적오류
5. 사고원인 중분류	<ul style="list-style-type: none"> • 도급업체 안전 관리 지침 • 안전작업허가서 승인 	<ul style="list-style-type: none"> • 도급업체 안전 관리 지침 • 안전작업허가서 승인 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전보건협의체 운영 • 안전보건추진 계획서 승인 • 안전작업허가서 승인
6. 사고의 근원적 원인결함	<ul style="list-style-type: none"> • 도급업체 안전 관리 지침 - 위험성 정보 제공 미흡 • 안전작업허가서 승인 - 허가지역을 안전 하게 할 책임 미흡 - 안전조치 이행 유무를 확인하지 않고 승인 	<ul style="list-style-type: none"> • 도급업체 안전 관리 지침 - 안전작업요령과 안전작업수칙을 알리지 않음 • 안전작업허가서 승인 - 보호구 착용상태를 확인 하지 않고 승인 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전보건협의체 운영 - 작업 시작시간 등 미협의 • 안전보건추진 계획서 승인 - 내산보호구 구매 계획이 없는 계획서 승인 • 안전작업허가서 승인 - 현장 점검 시 안전조치 이행 여부 미확인

V

동종사고 예방대책

대책 1 ▶ 작업 전 설비 내부 위험물 제거 후 작업 실시

정비·보수 작업 시 설비 내부에 액체 등이 방출되어 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에는 작업 전에 미리 위험물을 방출, 세척, 치환시키는 등 필요한 사전 안전조치를 실시한 후에 작업을 실시하여야 한다.

대책 2 ▶ 안전작업허가 절차 철저 준수

공정안전보고서 안전작업허가 지침에서 명시된 절차와 같이 「작업 전 안전조치 상태 확인», 「작업자 보호구 착용상태 확인」 등 부서별 임무를 충실히 수행한 후에 안전작업허가서가 발행될 수 있도록 하여야 한다.

대책 3 ▶ 도급 시 안전보건 정보제공

인화성·독성 등 유해·위험성이 있는 화학물질을 제조·사용·운반·저장하는 설비를 개조·분해·해체·철거하는 작업 또는 설비의 내부에서 이루어지는 작업을 도급할 경우에는 해당 작업에 대한 안전보건정보* 등을 작업 시작 전까지 제공하는 등의 조치를 하여야 하며, 안전보건정보를 제공한 자는 작업자가 제공된 정보에 따라 필요한 조치를 받고 있는지를 확인하여야 한다.

* 안전보건정보 : ① 물질의 유해위험성, ② 작업상 주의사항, ③ 도급인이 마련한 안전보건조치, ④ 유출 등 사고 발생 시 긴급조치사항

대책 4 ▶ 정비·보수 작업에 대한 「작업 위험성평가」 실시

정비·보수 등 작업 시에는 해당 작업을 수행하기 전에 「작업 위험성평가」를 실시하여 사전에 유해·위험요인을 파악하고, 교육 등을 통해서 유해·위험요인을 작업자가 사전에 인지할 수 있도록 하여야 한다.

대책 5 ▶ 작업에 적합한 안전보호구 지급 및 착용

작업 시에는 「작업의 위험성」, 「취급하는 물질의 유해·위험성」 등을 고려하여 유해·위험물질에 적합한 안전보호구를 지급하여야 하며, 안전작업허가 시에는 작업자의 보호구 착용상태를 확인한 후 승인될 수 있도록 조치하여야 한다.

VI 사고로부터 얻은 교훈

황산 제조공정에서 보수작업 준비를 위하여 공정을 정지하고 최종 흡수탑 순환배관에 설치된 맹판을 개방하는 순간에 흡수탑과 배관 내부에 체류해 있던 황산이 쏟아지면서 맹판 개방작업을 하던 작업자 2명이 사망하고, 주변 작업자 3명이 화상을 입는 사고가 발생하였다.

금번 사고는 원청업체의 협력업체에 대한 안전관리 책임과 정비·보수 작업 시 사전 안전조치 사항에 대한 문제점이 도출된 사고로서 사고 발생 후 얻은 교훈은 다음과 같다.

교훈 1 기본적인 안전작업절차 준수

작업 허가 시 확인할 의무가 있는 원청은 작업 전 안전조치사항을 수행하지 않았다. 정비 보수 작업 전, 배관 내에 잔류한 물질과 가스를 충분히 배출·제거하는 것은 기본 중의 기본이다. 기본적인 안전작업 절차만 준수하였다면 대형 사고를 예방할 수 있었다.

교훈 2 물질안전보건자료 제공 및 교육의 중요성

피부에 닿으면 탈수 및 화상 위험이 높은 고농도의 황산을 취급하는 현장에서 작업자들은 유해·위험 물질로부터 자신을 보호할 수 있는 보호구를 착용하지 않고 작업을 수행하였다. 작업자들에게 자신이 취급하는 물질의 유해·위험성을 철저히 교육함으로써, 해당 작업에 대한 위험성을 인지시키고 작업자가 위험으로부터 자신을 보호할 수 있는 보호구를 착용할 수 있도록 유도하는 것이 필요하다.

교훈 3 ▶ 도급 시 안전보건 정보제공

유해·위험물질을 취급하는 설비에서 정비·보수 등의 작업 시 작업자들은 설비 또는 공정지역에 잠재하고 있는 위험성을 전혀 모르는 경우가 대부분이다. 따라서, 원청 사업주는 도급업체 작업자들에게 안전·보건에 관한 정보를 제공하여야 하며, 현장 상황에 맞는 정보를 작업시작 전까지 제공하고 작업시작 전 작업자가 제공 내용을 숙지하고 있는지 확인하는 것이 중요하다. 즉, 원청과 도급업체 작업자 간의 의사소통이 사고 예방의 출발점이라 할 수 있다.

교훈 4 ▶ 현장 상황에 맞는 작업 위험성평가 실시

정비·보수 작업 시 최근 발생한 화재·폭발 등의 사고를 보면 작업에 대한 위험성평가를 대부분 실시한 것으로 확인되고 있다. 하지만, 그 내용을 살펴보면 도급업체 근로자만이 작업위험성 평가를 실시하여 작업현장을 전혀 반영하지 않은 채 도급작업 계약만을 위해 형식적으로 작성되어 있어, 설비 내부에 잠재하고 있는 대부분의 유해·위험요인을 제대로 파악하지 못하고 있다.

따라서 작업공정(설비)에서 잠재하고 있는 유해·위험요인은 원청업체만이 상세히 알 수 있다는 사실을 명심하여야 하며 원청업체 참여는 당연한 것임을 알아야 한다. 작업위험성 평가는 원청업체(설비운영자)가 주관이 되어 도급업체를 포함한 각 분야의 관련 전문가가 참여하여 현장상황에 적합한 위험성평가를 실시하여야 하며, 그 결과를 안전교육 등의 자료로 활용하여 작업 관련자들에게 공유할 때 향후 동종 사고를 예방할 수 있다.

VII

유사 사고사례

1 포스겐 배관 맹판 교대작업 중 누출 사고

발생일시	2016. 5.
사고장소	전남 여수시 소재 한국○○○(주) 포스겐 제조공장
피해내용	포스겐 누출
사고개요	<ul style="list-style-type: none"> 포스겐 제조공장 챔버 내에서 대정비 준비작업을 위해 작업자 4명이 송기마스크(전면형)를 착용하고 포스겐 벤트 배관에 설치된 맹판 교대작업을 실시하던 중 작업대상 배관 내부의 기압된 포스겐 가스가 플랜지 사이로 누출되어 협력업체 직원 1명이 중독되어 사망한 사고
피해상황	<ul style="list-style-type: none"> 인명 : 사망 1명
사고원인	사내 절차서에 맹판 교체작업 시 연결된 배관 내 포스겐을 제거하지 않고 작업을 실시

2 탱크로리 세척작업 중 TMAH 누출

발생일시	2012. 4.
사고장소	충북 음성군 소재 (주)○○○에 입고된 탱크로리
피해내용	TMAH 누출
사고개요	<ul style="list-style-type: none"> 수리를 위해 입고된 탱크로리의 탱크 세척작업 후 잔류하고 있는 TMAH를 제거하기 위해 스패너를 이용하여 커플러를 해체하던 중 잔류 압력에 의해 TMAH가 얼굴과 목에 분사되어 호흡곤란으로 사망한 사고 ※ TMAH : LD50(경구, 쥐) 175 mg/kg, 급성독성물질
피해상황	<ul style="list-style-type: none"> 인명 : 사망 1명
사고원인	<ul style="list-style-type: none"> 잔류압 제거 시 탱크로리 내부로 방출하지 않고, 작업자가 접촉될 수 있는 외부 커플러에서 작업 실시 TMAH 제조사에서 급성독성 구분2로 MSDS를 제공하였으나, 사업장에서는 구분3으로 취급하여 취급시 주의사항, 보호구, 응급조치 등 미흡

VIII

참고자료

1. KOSHA GUIDE P-94-2013 안전작업 허가지침
2. KOSHA GUIDE P-140-2013 작업안전분석 기법에 관한 기술지침
3. KOSHA GUIDE D-56-2016 맹판 설치 및 제거에 관한 기술지침
4. KOSHA GUIDE P-154-2016 정비보수작업계획서 작성에 관한 기술지침
5. 산업안전보건법, 시행령, 시행규칙

▶ 작 성

서 찬 석 (안전보건공단 부산지역본부 중대산업사고예방 기술지원부)

표 돈 영 (안전보건공단 부산지역본부 중대산업사고예방 기술지원부)

박 수 율 (안전보건공단 부산지역본부 중대산업사고예방 기술지원부)

2017-전문-482

『맹판 제거 작업 중 황산 누출사고』 사례 연구

발행일	2017년 7월 1일
발행인	한국산업안전보건공단 이사장 이 영 순
발행처	한국산업안전보건공단 전문기술실
주 소	울산광역시 중구 종가로 400
전 화	(052) 703-0600
F A X	(052) 703-0312
Homepage	http://www.kosha.or.kr
디자인·인쇄	한국근로장애인진흥회 다윈디자인프린팅 (031) 904-9957

※ 무단 복사 및 복제하여 사용하는 것을 금지함



안전한 대한민국, 청렴한 대한민국 안전보건공단이 앞장 서겠습니다

일터의 안전보건을 위해 애쓰시는 근로자와 사업주 여러분께 감사드립니다.

최근 안전에 대한 사회적 관심이 매우 큽니다.
잇따른 대형사고로 안전에 대한 국민들의 걱정과 우려의 목소리가 높습니다.
우리가 추구하는 안전한 일터, 건강한 근로자, 행복한 대한민국을 만들기 위해서는 청렴이
기본이 되어야 합니다.

우리공단은 윤리경영을 바탕으로 '일하는 사람의 행복 파트너'로서
최고의 산업재해예방 서비스 제공을 위해 노력해 왔습니다.
특히, 정부와 국민으로부터 부여받는 '일하는 사람의 생명과 건강보호'라는 미션 수행을 위해
최선을 다해 왔습니다.

앞으로 우리공단은 국민에게 신뢰받는 공공기관으로서,
안전한 대한민국, 청렴한 대한민국을 만들기 위해 앞장 서겠습니다.
여러분께서도 애정을 갖고 지켜봐주시기 바랍니다.

감사합니다.

안전보건공단 이사장

.....
업무와 관련하여 금품, 향응수수 등 비위사실을 확인하신 경우
공단 감사실로 신고하여 주시기 바랍니다.

e-mail: gamsa@kosha.net
인터넷: www.kosha.or.kr
사이버감사실, 익명신고시스템(레드휠)

.....

