

KOSHA GUIDE

P - 148 - 2015

화학공장 폐수 집수조의  
안전조치에 관한 기술지침

2015. 11.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 한국산업안전보건공단 이형섭, 표돈영

o 제 · 개정경과

- 2015년 11월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련 규격 및 자료

- NFPA 820, "Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities"
- KOSHA GUIDE P-108-2012, "안전운전절차서 작성에 관한 기술지침"
- KOSHA GUIDE P-94-2013, "안전작업 허가지침"

o 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2015년 12월 7일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

## 화학공장 폐수 집수조의 안전조치에 관한 기술지침

### 1. 목적

인화성 물질이 유입되거나 발생할 수 있는 화학공장의 공정용 폐수를 집수하는 조(槽) (또는 용기, 이하 “집수조”라 한다.)의 안전 확보를 위한 설비 및 관리적 안전조치에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

### 2. 적용범위

이 지침은 인화성 물질이 유입되거나 발생될 수 있는 폐수를 집수한 집수조와 이와 연관된 설비에 적용한다.

### 3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “폐수 집수조”란 석유화학공정에서 제품의 수분 제거 등 탈수나 세척수, 공장 내 생활하수 등을 집수하고, 일정기간 체류하도록 저장하는조를 말한다.

(나) 휘발성 유기화합물 (VOCs: Volatile Organic Compounds)”은 대기중에 휘발돼 악취나 오존을 발생시키는 탄화수소화합물로, 피부 접촉이나 호흡기 흡입을 통해 신경계에 장애를 일으키는 발암물질인 벤젠이나 포름알데히드, 톨루엔, 자일렌, 에틸렌, 스티렌, 아세트알데히드 등을 통칭하며, 이들 휘발성 유기화합물은 대개의 경우 저농도에서도 악취를 유발하며, 화합물 자체로서도 환경 및 인체에 직접적으로 유해하거나 대기 중에서 광화학반응에 참여하여 광화학산화물 등 2차 오염물질을 생성하기도 하는데, 국내 대기환경보호법에서는 탄화수소류 중 석유화학제품·유기용제 기타 물질로서 환경부 장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 것을 말하며, <표 1>과 같이 37종이 지정되어 있다.

(다) “안전운전절차서”라 함은 공정운전 중에 발생할 수 있는 모든 경우를 대비하여 운전자가 안전하게 공장을 운전하는데 필요한 운전절차를 정해 놓은 운전 지침서를 말한다.

(라) “화기작업”이라 함은 용접, 용단, 연마, 드릴 등 화염 또는 스파크를 발생시키는 작업 또는 인화성 물질의 점화원이 될 수 있는 모든 기기를 사용하는 작업을 말한다.

- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 및 안전보건규칙이 정하는 바에 의한다.

## 4. 폐수 집수조의 위험성

### 4.1 폭발분위기 형성이 쉬운 밀폐구조

- (1) 공정 폐수의 경우 미반응된 인화성 액체 및 생활 하수의 경우 집수조 하부에 축적된 슬러지 층의 혐기 조건에서 발생하는 바이오 가스(메탄, 황화수소, 일산화탄소 등)에 의하여 집수조 상부 공간에 폭발분위기가 형성될 가능성이 크다.
- (2) 집수조가 대기환경보전법에 의한 폐기물 저장시설인 경우 <표 1> 과 같은 휘발성 유기화합물은 대기 확산 방지를 위해 지붕을 설치하여야 하며 밀폐구조이다.

<표 1> 주요 휘발성 유기화합물

순번	제 품 및 물질명	순번	제 품 및 물질명
1	아세트알데히드	20	메탄올
2	아세틸렌	21	메틸에틸케톤
3	아세틸렌 디클로라이드	22	메틸렌클로라이드
4	아크롤레인	23	엠티비이(MTBE)
5	아크릴로니트릴	24	프로필렌
6	벤젠	25	프로필렌옥사이드
7	1,3-부타디엔	26	1,1,1-트리클로로에탄
8	부탄	27	트리클로로에틸렌
9	1-부텐, 2-부텐	28	휘발유
10	사염화탄소	29	납사
11	클로로포름	30	원유
12	사이클로헥산	31	아세트산(초산)
13	1,2-디클로로에탄	32	에틸벤젠
14	디에틸아민	33	니트로벤젠
15	디메틸아민	34	톨루엔
16	에틸렌	35	테트라클로로에틸렌
17	포름알데히드	36	자일렌(o-, m-, p- 포함)
18	n-헥산	37	스틸렌
19	이소프로필알코올		

## 4.2 배풍기(Blower) 가동이 안 될 경우 위험성

집수조 내 지속적인 배풍 등 환기가 중단될 경우에는 집수조 내부는 고농도의 인화성 증기로 인한 폭발분위기가 조성되기 쉬우며, 점화원 존재 시 화재·폭발 발생 위험이 큰 장소이다.

## 4.3 집수조 내부 점화원 존재 가능성

(1) 집수조 폐수 이송펌프의 형태, 폐수 관로의 집수조 유입형태에 따라 전기적, 기계적 점화원이 내부에 존재할 수 있다.

(2) 집수조 폐수의 후처리 공정 이송펌프의 점화원 가능성

(가) 침수형(Submersible motor pump)일 경우 동력케이블 소손이나 케이싱 파손에 의한 전기적 점화원 발생 위험성

(나) 수직형펌프(Vertical pump)의 경우 집수조 내부 기체상태 부분에 위치한 회전축과 부싱(Bushing)의 이상에 의해 발생된 마찰열 등 기계적 점화원 발생 위험성

(3) 정전기 점화원 가능성

(가) 공정폐수 등의 유입배관과 집수조 연결부위의 유입낙차에 의해 발생된 분출대전에 의한 점화 가능성

(나) 공정폐수 이송시 배관 내 마찰 등에 의해 발생된 유동대전에 의한 점화 가능성

(다) 집수조 내 교반 등에 의해 생성된 정전기에 의한 점화 가능성

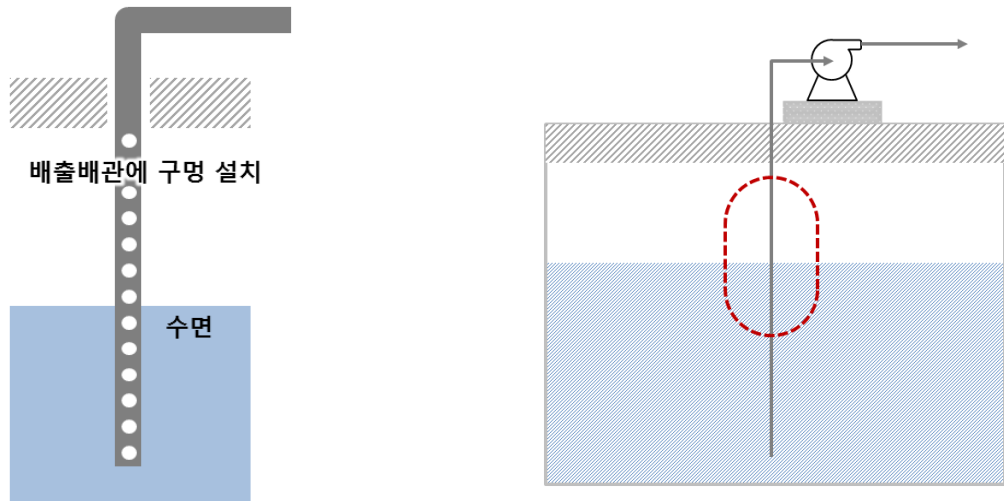
## 5. 폐수 집수조의 안전 조치 및 작업방법

### 5.1 설비적 측면

(1) 집수조 내부 인화성 증기 배출방법

(가) 집수조 상부나 지붕에 배풍기(Blower)를 설치하여 축열식 연소장치(Regenerative thermal oxidizer, RTO) 등 휘발성 유기화합물 처리 설비로 인화성 증기를 배출하여야 한다.

(나) 인화성 증기 배출용 배기구(배관)의 위치가 상부에 위치할 경우 공기보다 무거운 인화성 증기는 효율적으로 배출이 안 되므로, <그림 1>과 같이 배출 배관을 상부 구조물 또는 지붕에 가까이 설치하여야 한다.



<그림 1> 지붕의 배출배관 설치상태 및 형태

(다) 배출 배관은 집수조 내 최대 액면 가까이 연장하고, 배출 배관 상하 부분은 구멍을 내어 공기보다 무거운 인화성 증기가 쉽게 배출되도록 하여야 한다.

## (2) 인화성 가스 감지 및 경보설비 설치

(가) 공정용 폐수 집수조의 내부에 인화성 가스 감지기를 설치하여, 집수조 내부가 폭발하한농도(LEL)의 25% 이하로 유지되는지를 항상 모니터링 하여야 한다.

(나) 집수조 외부에 가스감지 경보용 경광등 및 사이렌 등 경보설비를 설치하고, 설정 농도 초과 시 신속한 경보를 통해 배풍기 운전여부 확인 및 인근 작업자 대피 유도 등을 하여야 한다.

## (3) 인화성 증기 배출용 배풍기의 선정 및 고장 시 대처

(가) 집수조 내부 인화성 증기 농도 발생을 충분히 고려하여 인화성 증기 배출을 위한 배풍기 용량(풍량) 설계 및 선정을 적정하게 하여야 한다.

(나) 배풍기 고장 시에는 공정에서 발생한 폐수의 유입관로를 차단하는 등 내부농도 체류 완화를 위한 조치를 실시하여야 한다.

(다) 인화성 액체의 대량 유입 등 비상시 집수조 내부 환기량 증대를 위한 배풍기 (Blower)의 풍량 증가 농도기준을 설정하고, 명확한 비상대응절차를 마련하거나 기존 절차의 보완하여야 한다.

① 풍량 증가 농도기준 : 집수조 내부 인화성 가스 농도가 LEL의 25% 이상(예시)

② 대응절차

㉠ 저장탱크 및 공정지역 폐수 유입관로 차단밸브 잠금

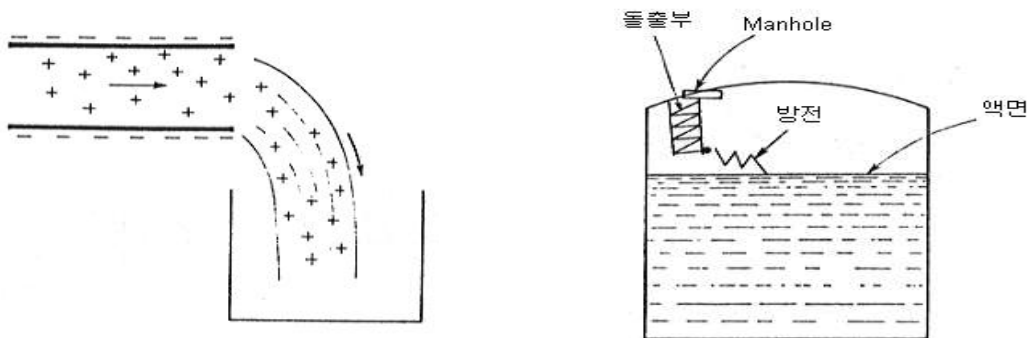
㉡ 탱크 및 공정 관련 부서(팀)에 폐수배관 폐쇄내용 통보

㉢ 집수조 RTO Blower Damper 최대 개방 또는 인버터식의 경우 회전수 증가

㉣ RTO 온도상승 시 공기 공급밸브 개방으로 휘발성 유기화합물 농도조절 등

#### (4) 집수조 유입관로의 정전기 제거조치

(가) <그림 2>와 같이 인화성 액체가 집수조 내 다량 유입 시 정전기가 발생하므로, 집수조 유입배관은 액위가 최저상태에서도 말단부가 액위 아래에 있도록 침액배관(Dip pipe)으로 설치한다.



<그림 2> 공정폐수 유입관로의 정전기 발생(좌) 및 집수조 내부 방전 개념도(우)

(나) 집수조 금속배관의 플랜지 등 접합부에는 유체 이동 중 발생할 수 있는 정전기 제거용 본딩을 실시하여야 한다.

#### (5) 폭발위험장소 설정 및 방폭형 전기기계기구 사용

(가) 집수조의 밀폐된 내부와 인화성 액체의 유출·체류 위험이 있는 지하설비 등 폭발 위험분위기를 형성할 수 있는 장소는 폭발위험장소로 설정하고, 등급에 적합한 방폭형 전기기계기구를 사용하여야 한다.

(나) NFPA(미국화재예방협회)에서 발행한 표준(NFPA 820, 2012년판)인 “폐수처리 및 집수시설에서 화재방지 표준(Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities)”의 Table 4.2에서 제시하는 집수시설에 대한 최소한의 안전기준은 <표 2>와 같다.

<표 2> 생활오폐수 하수처리장의 화재방지 안전기준(NFPA 820 표 4.2)

위치 및 기능	화재폭발위험	환기	폭발위험장소	NEC 방폭지역	건물 및 구조의 건설재료	화재방지조치
오수, 우수, 폐수 이송펌프	인화성 가스와 부유하는 인화성 액체의 점화	A	전체공간	Division 1	NC, LC 또는 LFS	인화성가스 감지시스템
		B		Division 2		
집수조	인화성 가스와 부유하는 인화성 액체의 점화	A	전체공간	Division 1	NC, LC 또는 LFS	없음
		B		Division 2		

- 환기 A : 미환기 또는 시간당 12회 전체환기 이하, B : 시간당 12회 전체환기
- 건설재료 NC : 불연성, LC : 준불연성, LFS : 난연

## 5.2 관리적 측면

### (1) 비정상 작업에 대한 안전운전절차서 제정

(가) 환기팬 가동정지, 갑작스런 공정 위험물질의 대량유입 등 비정상상태시를 대비한 폐수처리공정에 대한 “안전운전절차서”를 신규 제정하거나, 기존 작업절차서를 보완·개정 운영한다.

(나) 안전운전절차서의 작성은 KOSHA GUIDE “안전운전절차서 작성에 관한 기술지침”에 따른다.

### (2) 화기작업 등에 대한 위험작업허가

공정지역에 비해 상대적으로 위험이 적은 폐수처리공정과 같은 Off-site에 위치한 부대설비 등에서의 화기작업 등 위험작업허가 시에 적용한다.

(가) 작업현장의 위험물 제거, 주변 청소, 점화원 유입경로 밀폐 등의 사전 안전조치를 현장에서 반드시 확인하고, 작업장소를 포함한 인접 위험장소에 대한 최종 인화성 물질 농도측정을 통해 안전한 상태를 확인 후 작업허가를 하는 등 현장 확인을 강화한다.

(나) 작업현장에 배치된 작업감시자는 당일공사가 이루어지는 전체 작업시간에 대해 불안정한 상태 및 행동을 감독하고, 위험 발견시 작업중지 및 조치 등 명확한 역할 및 책임을 부여한다.

(다) 그 외의 사항은 KOSHA GUIDE “안전작업 허가지침”에 따른다.



## (3) 폐수처리설비 등 부대설비에 대한 설비보전

(가) 여러 공정의 폐수를 동시 처리하는 경우 생산공정별 상이한 정비기간 등으로 정기적인 정비보수가 이루어지지 않아 운전 중 파손 등으로 인한 사고위험이 높은 점을 감안하여 폐수 펌프, 배풍기 등에 대한 설비보전을 하여야 한다.

(나) 폐수 펌프와 배풍기는 예비 설비 설치가 필요하며, 고장 시 즉시 가동이 가능하도록 설비 보전수준 향상이 필요하다.

## (4) 외주 협력업체 현장출입 전 교육, 장비확인 등 관리

(가) 작업 전 당일 작업을 위한 외주 협력업체별 안전교육을 강화하고, 위험지역의 화기 작업 등 위험작업에 대해서는 작업현장에 맞춘 주의 및 준수사항에 대해 집중 전달 및 교육을 실시한다.

(나) 외주 협력업체별 반입 장비에 대한 꼼꼼한 확인을 통해 해당작업에 필요하지 않거나, 안전장치 미부착, 외형 등에 심한 손상이 발견된 불안정한 장비는 현장 반입을 원천적으로 차단한다.

(다) 특히 전기용접케이블, 전선 등은 절연피복 상태를 전수 확인하여 절연상태 불량, 도선노출 부위 등이 있는 경우 즉시 절연조치 또는 전반적인 상태 불량시 반입을 금지한다.

(라) 용접, 용단, 절단, 사상 등 화기작업에 따른 불티 비산방지포, 작업에 필요한 개인 보호장구 보유 및 착용상태를 확인하고, 출입 전 착용 등을 조치한다.

## (5) 화기작업은 모두 동일한 사전 안전조치 및 현장 관리기준 적용

(가) 용접(AC/DC아크, GTAW, 가스용접 등), 그라인더를 이용한 사상 및 절단 작업 등 불티가 비산되는 모든 작업은 동일한 위험의 화기작업으로 판단한다.

(나) 용접종류 및 작업형태, 규모에 따라 불티 비산 방지포 설치생략, 소화기 미비치 등 임의 판단에 의한 안전조치의 차등적용을 금지하고 동일한 작업방법 및 사전 안전조치 적용한다.