

KOSHA GUIDE

P-134-2013

## 설비 배치에 관한 기술지침

2013. 9.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 이창규

○ 제정 경과

- 2013년 09월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

○ 관련 규격 및 자료

- CCPS "Guideline for Engineering Design for Process Safety ", 1993
- Frank P. Lees, "Loss Prevention in Process Industries", Butterworth & Co Ltd. 1980, N.Y, 1979
- William D. Baasel, "Preliminary Chemical Engineering Plant Design", Elsevier Pub. Co. N.Y, 1976
- ESSO "Process Safety Manual", 1980

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2013년 9월 2일

제정자: 한국산업안전보건공단 이사장

## 설비 배치에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 공장을 설계할 때 공장 내에서 설비들 간에 안전한 이격거리를 유지하여 배치하고, 설비들을 정비·보수 시 설비와 설비 간에 충분한 공간을 확보하는데 필요한 사항을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 2. 적용범위

이 지침은 공장을 설계하고, 설비의 배치계획을 수립할 때에 적용한다.

### 3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “인화성 유체”라 함은 산업안전보건기준에 관한 규칙 <별표 1>에서 규정하는 인화성 액체와 인화성 가스를 말한다.

(나) “단위공정시설 (Unit)”이라 함은 하나의 공장을 기능별로 구분하여 도로로 구획된 곳에 배치되는 공정설비들을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정의하는 바에 의한다.

### 4. 설비 배치시 고려하여야 할 사항

#### 4.1 일반사항

(1) 설비배치를 계획할 때에는 먼저 법규에 명시되어 있는 사항을 준수하여야 한다.

- (2) 그 밖의 법규에 명시되지 않은 사항에 대하여는 보험회사의 권고 사항이나 설계회사의 자문을 받아서 안전거리 등을 결정하여야 한다.
- (3) 안전거리를 줄여야 하는 것이 불가피한 경우에는 안전거리를 줄이는 대신에 이를 보완하기 위한 안전설비나 소화설비들을 강화하여야 한다.
- (4) 설비 배치에 중요한 요소들은 다음과 같다.
  - (가) 사고의 억제
  - (나) 높은 잠재위험이 있는 운전
  - (다) 서로 다른 위험들의 격리
  - (라) 폭발압력에 노출
  - (마) 화재 복사열에 노출
  - (바) 손상을 받는 배관의 최소화
  - (사) 배수 및 지반의 경사도
  - (아) 주풍향
  - (자) 향후 확장 계획

## 4.2 주풍향의 고려

- (1) 공장을 신설할 때에는 그 지역의 주풍향을 결정하고, 이를 고려하여야 한다.
  - (가) 풍상측(Up wind)에 배치되는 설비들은 <표 1>과 같다.
  - (나) 풍하측(Down wind)에 배치되는 설비들은 아래와 같은 설비들이 있다.
    - ① 인화성 유체를 누출할 가능성이 있는 모든 기기
    - ② 블로우다운 탱크(Blowdown tank)
    - ③ 플레어스택 등 소각설비

## ④ 침사지

&lt;표 4&gt; 풍상측에 배치하는 설비들(예시)

공장 사무실	전력실 및 변전실
중앙 실험실	물 처리설비
정비실 등 기계실	냉각탑
사무실 건물	공기압축기실
구내식당	주 용수펌프
의료 건물	저장창고(위험물질 이외)
보일러실	가열로
방재실	모든 점화원

- (2) 인화성 유체가 누출될 우려가 있는 모든 설비나 기기들은 풍하측에 배치하여 누출이 되는 경우에도 나화(Open flame)나 고온의 표면(Hot surface)에 있는 지역에 인화성 유체가 체류하지 않도록 한다.
- (3) 인화성 유체가 누출될 우려가 있는 모든 설비나 기기들은 풍하측에 배치하여 누출이 되는 경우에도 전기실(Power house), 보일러 용수펌프 및 공기 공급설비는 다른 설비들로부터 75 m 이상 떨어지게 배치한다.
- (4) 보일러나 가열로의 폭발로 유틸리티가 손상을 받지 않도록 충분한 거리를 유지하여야 한다.
- (5) 이웃한 다른 공장의 설비들로부터 받을 수 있는 영향을 고려하여야 한다.

## 5. 공정지역의 배치

## 5.1 일반사항

- (1) 배치방법에는 그룹 배치(Grouped layout) 방법과 공정흐름 배치(Flow line layout)

방법이 있다.

- (가) 그룹배치는 회분식 반응기 10개를 같은 장소에 배치하는 등 비슷한 설비들을 이웃에 배치하는 방법으로, 이 방법은 조작이 쉽고, 어떤 단위공정시설(Unit)에서 다른 단위공정시설로 전환이 용이한 장점이 있으며, 조작용의 수를 최소화할 수 있다.
- (나) 공정흐름배치 방법은 공정흐름도(Process flow diagram)의 순서에 따라 배치하는 방법으로, 물질의 이송거리가 작아서 물질이송에 필요한 에너지가 적다는 장점이 있다.
- (2) 제어실, 전기실, 압축기 및 가열로 등의 위치는 부지내의 조건들뿐만 아니라 다른 단위공정시설에 접근성, 주 접근 도로 및 풍향 등을 고려하여야 한다.
- (3) 소화설비들의 접근로는 공장내 모든 단위공정시설과 단위공정시설 사이에 있어야 하며, 접근로의 폭은 최소 6 m 이상으로 한다.
- (4) 공장의 정기보수를 위하여 크레인, 화물차 및 지게차등 이동식 장비들의 통제와 화기작업과 같은 위험작업이 잘 통제되는 경우 15 m 이상의 안전거리를 둔다.
- (5) 크레인, 화물차 및 지게차등 이동식 장비들의 통제와 화기작업 과 같은 위험작업이 잘 통제되지 않는 경우에는 25 m 이상의 안전거리를 유지 한다.

## 5.2 공정설비

### (1) 압축기

- (가) 인화성 가스를 취급하는 압축기는 다른 설비들과 일정한 거리를 두어 배치하여야 한다.
- (나) 여러 대의 대형 압축기들은 한 곳에 모아 배치하고, 인터쿨러(Inter-cooler)나 녹아웃 드럼과 같은 관련 설비들도 함께 배치한다.
- (다) 여러 대의 압축기를 한 곳에 배치하는 경우에는 화재의 영향을 최소화하기 위하여 다른 설비들과 7.5 m 이상의 거리를 확보 한다.

(라) 압축기실은 화재 시에 접근이 용이하도록 최소 2곳의 방향으로 접근이 가능하도록 하여야 한다.

(마) 공기나 불활성 가스를 취급하는 압축기는 압축기를 정비하는 데 필요한 공지를 확보하도록 하여야 하며, 안전거리는 적용하지 아니한다.

## (2) 터빈 등

가스터빈, 디젤 또는 가스엔진은 누출원과 점화원이 될 수 있으므로, 인화성 유체를 취급하는 다른 터빈 등이나 설비들과 10 m 이상의 거리를 두어 배치한다.

## (3) 공냉식 냉각기

(가) 공냉식 냉각기는 화재에 노출될 경우 보통의 열교환기(Shell and tube heat exchanger)보다 피해가 크다.

(나) 공냉식 냉각기는 인화성 유체를 취급하는 펌프나 압축기의 상부에는 배치하지 아니한다.

(다) 드럼이나 열교환기의 상부에도 배치하지 않으며, 특히 300 ℃ 이상의 온도에서 운전되는 열교환기 상부에는 배치하여서는 안 된다.

(라) 주요한 배관들의 상부에 배치하지 아니한다.

(마) 증류탑 등의 탑이나 가열로의 반대쪽에 이격하여 배치한다.

(바) 펌프, 탑, 드럼 및 열교환기와 3 m 이상 거리를 두어 배치한다.

## (4) 변전실 등

(가) 변전실 등은 폭발위험이 없는 장소에 배치하여야 한다. 다만, 폭발위험지역에 배치하는 경우에는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제312조에 따른다.

(나) 다른 설비들과 15 m 이상의 거리를 두어 배치한다.

(다) 변전실 등의 바닥은 지면에서 0.6 m 이상 높게 한다.

## (5) 열교환기

대형의 열교환기나 300 ℃ 이상의 온도에서 운전되는 열교환기들은 탑 등 주요 설

비들과 4.5 m 이상의 거리를 두어 배치한다.

#### (6) 가열로

(가) 가열로는 불꽃이 항상 존재하는 점화원으로, 보통 주변의 단위공장과 설비들에 대한 영향을 고려하여 공장의 경계선 근처에 배치한다.

(나) 인화성 유체를 취급하는 용기들은 가열로 외벽으로부터 15 m 이상 거리를 둔다.

#### (7) 펌프

(가) 펌프들은 중요한 인화성 액체의 누출원이기 때문에 모든 점화원에서 가능한 한 떨어지게 배치하여야 한다.

(나) 탭이나 드럼을 보호하기 위해 탭이나 드럼의 바로 아래에는 펌프를 배치하지 아니한다.

(다) 펌프의 상부에는 펌프의 정비·보수를 위하여 이동식 크레인이 접근할 수 있도록 배관 등이 지나지 않도록 공간을 두어야 한다.

(라) 300 ℃ 이상의 온도에서 운전하는 펌프들은 다른 펌프들과 격리하여 배치하여야 한다.

### 5.3 제어실

(1) 제어실의 위치는 폭발이나 화재에 노출되지 않는 장소에 배치한다.

(2) 단위공장의 제어실은 다른 공정기기들과 최소한 15 m 이상의 거리를 두어 배치하여야 하며, 중앙 제어실은 30 m 이상의 거리를 두어 배치한다.

(3) 제어실은 공정은 운전하는 기본적인 용도이외에 실험실 등 다른 목적의 부대시설을 가능한 한 함께 배치하지 아니하여야 한다.

(4) 제어실은 다음과 같이 설계하여야 한다.

(가) 폭발 시 영향을 받을 수 있는 압력에 견딜 수 있도록 하여야 한다.



(나) 제어실은 철근콘크리트로 건축하여야 한다.

(다) 제어실은 지상 1층으로 하여야 한다.

(라) 지붕은 비산물이 떨어져도 견딜 수 있어야 한다.

(마) 창문은 없거나 최소화 하고, 폭발 압력에 견딜 수 있어야 하며, 유리로 된 내부 출입문은 설치하지 아니한다.

(바) 환기나 에어컨을 위한 공기의 흡입구는 지상에서 최소 12 m 이상의 높이에 두어야 한다.

#### 5.4 도로 및 파이프랙 등

(1) 모든 도로는 다음과 같이 설계한다.

(가) 양방향의 통행을 위해서 도로의 폭은 최소 6 m로 한다.

(나) 원활한 회전을 위해 안쪽의 반경은 최소 6 m, 외측 반경은 최소 12 m로 한다.

(2) 파이프랙의 배치는 배관에서 누출이 일어나는 경우 파이프랙 아래에 있는 설비나 사람들이 피해를 입지 않도록 배치하여야 한다.

(3) 다음의 <표 2>는 주요 설비를 배치할 때 고려해야 할 여유 공간을 예시한 것이다.

&lt;표 5&gt; 주요 설비를 배치할 때 고려하여야 할 여유 공간

구 분	여 유 공 간(m)	
	수 평	수 직
주 도로	10	5.5
2차 도로	7.5	5.0
철도	15	7.0
주 파이프랙	4.8	5.0
2차 파이프랙	3.0	3.6
상부배관(Overhead piping)	-	2.0
19 kW 이하 소형 펌프 기초	0.8	2.0
19 kW 이상 대형 펌프 기초	1.0	4.5
압축기 및 주변설비	3.0	보수에 필요한 높이
직립형 용기	3.0	-
직경 3 m 미만 수평형 용기	1.2	1.2
직경 3 m 이상 수평형 용기	2.4	-
수평형 열교환기	1.2	1.0
가열로와 인근설비	15	-
조정실, 반응기 및 주요 설비 지지대	10	-

## 6. 저장지역의 배치

- (1) 인화성이나 독성이 없는 물질을 저장하는 탱크들은 풍상측에 배치하여야 한다.
- (2) 인화성이나 독성이 있는 물질을 저장하는 탱크들은 풍하측에 배치하여 누출이 되는 경우에도 인화성 유체 증기가 점화원에 그리고 독성물질의 증기가 사람이 많이

상주하는 곳으로 도달하지 않도록 하여야 한다.

- (3) 내용물이 누출되어 공정설비에 피해를 줄 수 있는 물질을 저장하는 탱크들은 풍상 측에 배치해서는 아니 되며, 이들 탱크는 다른 설비와 최소 75 m 이상의 거리를 유지하여야 한다.
- (4) 탱크는 공정지역으로부터 멀리 이격시켜 공정지역의 화재나 폭발이 발생하더라도 많은 량의 위험물질을 저장하고 있는 탱크를 보호할 수 있어야 한다.
- (5) 위험물질을 배로부터 하역하거나 배로 선적하는 지역으로부터 150 m 이상의 거리를 유지하여야 한다.
- (6) 탱크를 공정지역보다 높은 곳에 설치하는 것은 가능한 한 피한다. 다만, 부득이한 경우에는 탱크의 화재를 대비한 조치를 강구하여야 한다.
- (7) 저장탱크는 그룹으로 배치하여 공동 방유제를 설치하여 소화설비는 각 그룹에 따라 사용 가능하도록 하여야 한다.
- (8) 저장탱크의 방유제 내에는 NFPA 30에 따라 탱크이외의 기기, 설비 및 전기설비를 두지 아니하며 밸브나 플랜지의 설치를 최소화 하여야 한다.
- (9) 보험회사에서 권장하는 저장탱크의 안전거리는 <표 3>과 같다.

&lt;표 6&gt; 저장탱크간의 안전거리

저 장 탱 크	A	B	C	D	E	F	G	H	I
부유식, 고정식 지붕탱크, 500 kL 이하 (A)	0.5D								
부유식 지붕탱크, 500 kL 이상 1,500 kL 이하 (B)	0.5D	0.5D							
부유식 지붕탱크, 1,500 ~ 45,000 kL 이하 (C)	1D	1D	1D						
잠보 부유식 지붕탱크, 45,000 kL 이하 (D)	1D	1D	1D	1D					
고정식 지붕탱크, ii, iii 등급 제품저장, 1,500 ~ 45,000 kL (E)	0.5D	0.5D	1D	1D	1D				
고정식 지붕탱크, i 등급 제품저장, 1,500 ~ 45,000 kL (F)	1D	1D	1D	1D	1D	1D			
구형 압력탱크 등(G)	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	2D	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	1.5D		
압력저장용기(드럼 등) (H)	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	2D	1.5D 최소 30 m	1.5D 최소 30 m	1D 최소 30 m	1D	
돛지붕형, 냉동 탱크 (I)	2D 최소 30 m	2D 최소 60 m	2D 최소 60 m	2D	2D 최소 60 m	2D 최소 60 m	1D 최소 30 m	1D 최소 30 m	1D 최소 30 m

주) D; 가장 큰 탱크의 직경을 말하며, 등급 ii, iii 는 NFPA 30의 분류임.

## 7. 설비의 안전거리

### 7.1 산업안전보건기준에 관한 규칙의 기준

- (1) 규칙 제271조(안전거리)의 내용은 별표 1의 제1호부터 제5호까지의 위험물을 저장·취급하는 화학설비 및 부속설비를 설치하는 경우에는 폭발이나 화재의 피해를 줄일 수 있도록 별표 8에 따라 설비 및 시설 간에 충분한 거리를 유지하도록 규정

하고 있다.

<표 7> 별표 8의 내용

구 분	안 전 거 리
1. 단위공정시설 및 설비로부터 단위공정시설 및 설비의 사이	설비의 바깥 면으로부터 10 m 이상
2. 플레어스택으로부터 단위공정시설 및 설비, 위험물질 저장탱크 또는 위험물질 하역설비의 사이	플레어스택으로부터 반경 20 m 이상. 다만, 단위공정시설 등이 불연재로 시공된 지붕아래에 설치된 경우에는 그러지 아니하다.
3. 위험물질저장탱크로부터 단위공정시설 및 설비, 보일러 또는 가열로의 사이	저장탱크의 바깥 면으로부터 20 m 이상. 다만, 저장탱크의 방호벽, 원격조정 소화설비 또는 살수설비를 설치한 경우에는 그러지 아니하다.
4. 사무실·연구실·실험실·정비실 또는 식당으로부터 단위공정시설 및 설비, 위험물질 저장탱크, 위험물질 하역설비, 보일러 또는 가열로의 사이	사무실 등의 바깥 면으로부터 20 m 이상. 다만, 난방용 보일러인 경우 또는 사무실 등의 구조를 방호구조로 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.

- (2) 다만, 다른 법령에 따라 안전거리 또는 보유 공지를 유지하거나, 법 49조의2에 따른 공정안전보고서를 제출하여 피해 최소화를 위한 위험성 평가를 통하여 그 안전성을 확인받은 경우에는 그러하지 아니하다.

## 7.2 보험회사가 권장하는 안전거리

- (1) 석유화학공장 배치에 대한 일반적인 안전거리는 <표 5>와 같다.
- (2) 단위공장내의 안전거리는 <표 6> 및 <표 7>과 같다.

&lt;표 8&gt; 석유화학공장 배치에 대한 일반적인 안전거리

단위: m

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
A	/																
B	/	/															
C	15	15	/														
D	15	15	30	15													
E	/	/	30	30	/												
F	30	30	30	30	30	10											
G	30	30	30	30	30	10	10										
H	30	30	30	30	30	10	10	10									
I	60	30	30	30	60	15	15	30	30								
J	120	60	60	75	30	30	60	60	60	60							
K	75	75	75	75	75	75	75	75	90	105	★						
L	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	★	★					
M	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	★	★	★				
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	120	120	/			
O	60	60	60	60	60	60	60	60	60	90	75	105	105	90	15		
P	15	15	15	15	15	60	60	60	90	90	105	105	105	90	60	/	
Q	15	15	15	15	15	60	60	60	90	90	105	105	105	90	60	/	/

A: 서비스빌딩

B: 변전실 등

C: 유틸리티 지역

D: 냉각탑

E: 제어실

F: 압축기실

G: 대형 펌프실

H: 단위공정시설(저 위험)

I: 단위공정시설(중간위험)

J: 단위공정시설(고 위험)

K: 대기압 저장탱크

L: 압력 저장탱크

M: 돔형 냉동저장탱크

N: 플레이어

O: 입·출하 설비

P: 소화용수 펌프

Q: 소방대

주) / 표시는 안전거리의 요구사항이 없는 것을 뜻하고, ★ 표시는 &lt;표 3&gt;을 참조

&lt;표 9&gt; 단위공장 내 설비간의 안전거리 (1)

단위: m

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	10														
B	10	1													
C	15	1.5	1												
D	15	3	4.5	7.5											
E	15	3	4.5	7.5	4.5										
F	15	3	4.5	7.5	4.5	4.5									
G	15	3	4.5	15	7.7	7.5	4.5								
H	30	30	30	30	30	30	30	30							
I	15	15	15	15	15	15	15	30	7.5						
J	10	4.5	4.5	7.5	4.5	4.5	4.5	30	15	/					
K	10	3	4.5	7.5	4.5	3	3	30	15	7.5	1.5				
L	10	3	4.5	7.5	4.5	3	3	30	15	/	3	/			
M	15	15	15	30	15	15	15	30	15	15	15	15	/		
N	15	15	15	30	15	15	15	30	15	15	15	15	/	/	
O	15	15	15	15	15	15	15	30	15	15	15	15	/	/	/

A; 압축기

B; 펌프(중간위험)

C; 펌프(고위험)

D; 반응기(고 위험)

E; 반응기(중간위험)

F; 반응기(저 위험)

G; 탑 및 드럼 등

H; 런다운 탱크

I; 가열로

J; 공랭식 열교환기

K; 열교환기

L; 파이프랙

M; 비상관리

N; 단위공장 차단밸브

O; 분석기실

주) / 표시는 안전거리 요구사항이 없음을 뜻함.

<표 10> 단위공장 내 설비간의 안전거리 (2)

단위: m

구 분	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	60	30	75	60	45	60	45	60	60
B		15	75	30	15	60	30	30	45
C			1.5× 직경	직경	75	45	30	60	60
D				0.5× 직경	30	30	15	30	45
E					15	45	6	30	30
F						15	15	45	60
G							-	30	30
H								-	30
I									-
소화펌프	75	45	75	60	60	45	30	30	-
비상관리실	30	15				30	15		
물분무시설 조정	15		30			15			
비상 플레어	높이가 8 m 이상 30 m, 스택은 120 m								
파이롯트 플랜트	60	60	75	60	60	60	45	50	60
대형 냉각탑	45	30	75	60	45	60	45	30	30
소화전	15 내지 75 m								
가열로	15~30	15	60	60	30	60	30	30	30

A; 고위험 공정  
D; 저위험 탱크  
G; 저위험 선적·하역

B; 저위험 공정  
E; 저위험 제품창고  
H; 서비스 빌딩

C; 고위험 탱크  
F; 고위험 선적·하역  
I; 보일러실