

KOSHA GUIDE

P - 54 - 2012

아세틸렌 제조 및 충전 공정의
안전관리에 관한 기술지침

2012. 7.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 이 현 창

○ 개정자 : 한 우 섭

○ 제 · 개정 경과

- 2010년 10월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

○ 관련 규격 및 자료

- NFPA 51A, "Standard for Acetylene Cylinder Charging Plants", 2001 Ed., 2001

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자: 2012년 7월 18일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

아세틸렌 제조 및 충전 공정의 안전관리에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 아세틸렌 실린더 충전공정의 설계, 건설, 설치에 대한 안전 요구사항을 제시함으로써 발생 가능한 화재와 폭발로부터 인명과 재산의 손실을 막고, 공정의 안전 관리에 필요한 사항을 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 아세틸렌의 생산과 압축, 그리고 아세틸렌 실린더 충전에 관련된 설비에 적용한다. 다만, 카바이트를 원료로 하지 않는 아세틸렌 생산·압축 공정이나 게이지 압으로 100 kPa 미만의 아세틸렌을 생산·압축하는 공정에는 적용하지 않는다.

3. 용어의 정의

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

4. 일반 요구사항

4.1 공장 배치 및 설치

- (1) 아세틸렌 충전과 아세틸렌 실린더 저장작업을 하는 공장의 부분은 도로와 대지 경계선으로부터 15 m 이상이 떨어지도록 하는 것을 권장한다.
- (2) 아세틸렌 실린더 충전공장 내에서 아세틸렌 실린더 충전장소의 위층이나 지하층은 사용하여서는 안 된다.
- (3) 공장과 탄화물 찌꺼기 저장소가 위치한 지역은 관계자 이외의 출입을 금지하기 위한 적절한 울타리를 설치하여야 한다.

- (4) 아세틸렌 작업이 이루어지는 건물 벽, 칸막이 및 지붕은 불연성이나 준 불연성 재료이어야 한다.
- (5) 탄화칼슘 저장실을 제외한 아세틸렌 작업이 수행되는 건물이나 실(Room)은 120 kg/m² 이상의 내부압력에서 파열되는 경량의 재질이나 판(Panel)의 구조이어야 한다.

4.2 환기

- (1) 탄화칼슘 저장실을 제외한 아세틸렌 작업이 수행되는 실은 천장면적 1 m² 당 0.3 m³/min 이상으로 환기하여야 한다.
- (2) 환기는 자연적인 또는 강제적인 방법에 의해 건물 외부의 안전한 지역으로 배출하여야 한다.
- (3) 흡입구는 바닥 근처에 위치하여야 하고, 배출구는 실의 높은 지점에 위치하여야 한다.
- (4) 아세틸렌 작업이 수행되는 실에서 공기보다 무거운 인화성 가스의 작업을 수행하는 경우에는 환기에 대해 특히 주의하여야 한다.
- (5) 환기를 천장면적 1 m² 당 0.3 m³/min 이하로 줄이도록 된 경우에는 공기 중의 아세틸렌 농도가 폭발하한(LFL)의 10 %일 때 전체 환기가 자동적으로 복원되도록 하여야 한다.

4.3 난방

- (1) 난방장치는 스팀이나 온수에 의해 이루어져야 한다.
- (2) 보일러, 온수장치 및 화염이나 스파크를 일으킬 수 있는 기타 난방장치는 아세틸렌 작업지역과 직접적으로 연결되지 않는 분리된 건물이나 실에 위치하여야 한다.
- (3) 탄화칼슘 저장실과 실린더 저장지역을 제외한 아세틸렌 작업건물이나 실은 작업시간 중 4 °C를 초과하지 않는 온도로 유지하여야 한다.

4.4 전기기기

- (1) 탄화칼슘 저장만을 위해 사용되는 실을 제외한 아세틸렌 작업과 관련된 실에 설치된

전기기와 배선은 방폭지역에 적합한 구조이어야 한다.

- (2) (1)호에 부합하지 않는 전기기나 배선이 있는 실은 비관통 벽에 의해 아세틸렌 작업과 분리하여야 한다.
- (3) 건물 출구에는 압축기와 발생기를 차단할 수 있고, 접근이 용이한 비상 전기차단 스위치를 설치하여야 한다.

4.5 사용 및 취급

- (1) 비합금 구리, 은 및 수은은 아세틸렌이나 용액 내에 아세틸렌을 포함하는 액체에 노출될 수 있는 곳에서는 사용할 수 없다.
- (2) 65 % 이상의 구리를 함유하는 구리 합금은 경험이나 시험을 통해 특정 조건에서 안전하다고 판단되지 않는 한 아세틸렌에 노출될 수 있는 곳에서는 사용하여서는 안 된다.
- (3) 아세틸렌 작업에 사용되는 모든 주요 장치(발생기, 압축기, 다기관)와 배관은 전기적 연속성이 있어야 하고, 접지 전극에 결합하여야 한다.
- (4) 발생기, 압축기 및 압력 안전장치는 용량, 압력 등급, 제작자의 이름과 주소, 모델명과 일련번호를 표시하여야 하고, 이 장치의 용량과 작업압력은 제품이 설계되어진 등급을 초과하여 사용해서는 안 된다.

5. 아세틸렌 제조 및 충전

5.1 원료 저장

- (1) 탄화칼슘 저장지역에는 인화성 물질이나 인화성 압축가스를 저장해서는 안 된다.
- (2) 탄화칼슘이 처리, 저장 또는 사용되는 공장의 모든 지역에는 “탄화칼슘 - 건조 상태가 아니면 위험 - 물과 화염의 접근금지” 또는 이와 상응하는 문구로 눈에 띄게 표시하여야 한다.
- (3) 탄화칼슘 용기는 지면이나 지하수와 접촉하지 않도록 적절한 방법으로 지지하여야 한다.

- (4) 탄화칼슘 저장은 대지 경계선으로부터 적어도 3 m 이상 떨어져 있어야 한다.
- (5) 드럼에 탄화칼슘을 저장하기 위한 실이나 건물에는 노출된 물, 스팀 또는 응축배관은 허용되지 않는다.
- (6) 건물 내부에 탄화칼슘을 저장하는 경우에는 건조하고, 방수와 환기가 잘되는 장소이어야 한다.
- (7) 탄화칼슘이 용기로부터 이송되는 구간은 비와 같은 수분으로부터 보호되어야 한다.

5.2 아세틸렌 제조 및 저장

5.2.1 아세틸렌 발생기

(1) 설치

- (가) 아세틸렌 발생기는 1층 높이를 초과하지 않는 건물이나 실내에 설치하여야 한다. 다만, 2층이 발생기의 탄화칼슘 충전에만 사용되어지는 경우에는 2층 건물도 허용된다. 또한 옥외설치는 비와 결빙으로부터 보호될 수 있을 경우에는 허용된다.
- (나) 발생기 하부의 기초는 발생기가 균형을 유지할 수 있는 구조이어야 하며, 발생기나 그 연결부에 과도한 변형이 가해져서는 안 된다.
- (다) 연결구를 통해 발생기에 물이 공급될 경우에는 발생기에 과충전되지 않도록 하는 구조이어야 한다. 또한 발생기에서 급수관으로 아세틸렌이 역류하는 것을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 벤팅(Venting)

- (가) 발생기는 허용압력을 초과하는 압력을 배출하기 위한 적절한 압력 배출장치를 설치하여야 한다. 특히, 릴리프 벤트 배관은 트랩(Trap) 없이 배기배관 내에 응축이 일어나지 않도록 설치하여야 한다.
- (나) 최대 허용발생압력은 100 kPa이고, 발생기의 압력 안전장치의 최대 설정압력은 125 kPa이어야 한다.
- (다) 배출배관은 건물 외부의 마지막 지점까지 그 크기가 충분하여야 하며, 안전한 지역으로 향해 있는 후드(Hood)나 곡관(Bend)까지 연결하여야 한다. 이때, 후드나 곡관은 지상 3.5 m, 가연성 구조물로부터 0.9 m 이상 떨어져 위치해야 하며, 건물

개구부나 발화원으로부터 가능한 한 멀리 위치해야 한다. 또한 후드나 곡관은 비, 눈, 얼음, 곤충, 새들로부터 장애를 받지 않아야 한다.

(라) 발생기 챔버(Chamber)의 릴리프 배관은 서로 연결되지 않고, 개별적으로 옥외로 연결하여야 한다.

(3) 운전지침

(가) 발생기 운전지침은 발생기 근처의 눈에 잘 띄는 곳에 비치하거나 작업자의 사용에 편리한 곳에 보관하여야 한다.

(4) 탄화칼슘 잔류물 처리

(가) 아세틸렌 발생기는 하수구로 연결되는 배수구에 연결되어서는 안 된다. 또한 탄화칼슘 잔류물은 옥외 개방 배수조나 기타 환기설비가 설치된 저장소로 배출하여야 한다.

(나) 아세틸렌 발생기로부터 탄화칼슘 잔류물을 분리하여 배수조나 기타 저장소에 이송하는 작업은 옥외나 배기가 잘되는 지역에서 이루어져야 하며, 발화원과 대지 경계선으로부터 4.5 m 이상 떨어져야 한다.

(다) 모든 탄화칼슘 잔류물 배수조나 집수조는 “통과금지 - 금연 - 화기 금지”와 같은 눈에 띄는 표시나 이에 상응하는 문구로 풋말이나 울타리를 친 지역 내에 표시하여야 한다.

5.2.2 아세틸렌 가스홀더

(1) 가스홀더 위치

(가) 가스홀더는 옥내·외에 설치할 수 있다.

(나) 가스홀더는 인구 밀집지역과 인화성 액체나 가스 저장소로부터 최소한 15 m, 발화원이나 추후 사용이 가능한 대지 경계선이나 도로로부터 최소한 7.5 m 떨어져야 한다.

(다) 옥내 가스홀더는 4.1항 내지 4.4항을 만족시키는 곳에 위치하여야 한다.

(2) 가스홀더 설치

(가) 가스홀더는 비상시 즉각적으로 차단할 수 있도록 입구 및 출구에 차단밸브를 설

치하여야 한다.

(나) 가스홀더는 전선이나 인화성 액체 배관 또는 가스 배관이 노출된 장소에 위치해서는 안 된다.

(다) 가스홀더의 7.5 m 이내에서는 가연성 물질을 취급할 수 없다.

(라) 가스홀더는 “아세틸렌 - 가연성 가스 - 위험 - 불꽃과 화기 금지” 또는 이에 상응하는 문구로 표시해야 한다.

5.2.3 아세틸렌 압축기 및 건조기

(1) 설치

(가) 각 압축기의 흡입 및 토출 배관에는 비상시 차단할 수 있고, 접근이 용이한 차단 밸브를 설치하여야 한다.

(나) 압력이 100 kPa을 초과하는 오일 분리기, 응축 트랩 및 건조기의 드레인 배관은 발화원과 가연성 물질로부터 떨어진 안전한 옥외지역으로 연결되어야 한다. 또한 압력이 100 kPa 이하인 드레인도 작업자가 확인 가능한 경우 실내에 설치할 수 있다.

(다) 압력 릴리프 밸브 배출 배관은 건물 외부의 마지막 지점까지 크기가 충분하여야 하며, 안전한 지역으로 향해 있는 후드나 곡관까지 연결하여야 한다. 이때, 후드는 최소한 지상 3.5 m, 가연성 구조물로부터 최소한 0.9 m 이상 그리고 건물 개구부나 발화원으로부터 가능한 한 멀리 위치하여야 한다.

(라) 압축기의 흡수관은 압력 스위치나 이에 상응하는 차단장치를 설치하여 흡입압력이 대기압 초과 0.25 kPa(25 mmH₂O) 이상으로 떨어질 경우 차단될 수 있도록 하여야 한다. 다만, 차단밸브는 압축기와 압력스위치 또는 상응하는 장치 사이에 설치되어서는 안 된다.

(마) 압축기의 배출 배관은 배출압력이 설비의 최대 허용작동압력에 도달했을 때 압축기를 차단할 수 있는 압력스위치를 설치하여야 한다. 이때, 압력은 2.8 MPa를 넘지 않아야 하고, 압축기와 압력스위치 사이에 설치된 밸브는 잠금/열림 장치(Positive lock-open device)를 설치하여야 한다.

(2) 설계

- (가) 압축기는 아세틸렌용으로 특별히 설계 및 제작하여야 한다.
- (나) 압축기는 각 압축단계 이후 아세틸렌을 냉각할 수 있도록 제작하여야 한다. 특히, 물을 사용할 경우에는 운전자가 냉각 재킷과 중간 냉각기로부터 물의 흐름을 확인할 수 있어야 한다.
- (다) 각 압축단계 이후 배출배관의 압력을 측정하고, 마지막 배출배관에는 온도지시계를 설치하여야 한다.
- (라) 압력 안전장치는 각 압축단계 이후에 방출배관에 설치하여야 한다. 이때, 차단밸브는 안전장치와 압축기 배관 사이에 설치해서는 안 되며, 마지막 단계에서 압력 안전장치는 압력이 3.1 MPa보다 낮게 설정하여야 한다.
- (마) 압축기실에서 사용되는 전동벨트는 정전기 제거장치를 장착하거나 정전기 유도형이어야 한다.

5.2.4 아세틸렌 배관

(1) 일반사항

- (가) 아세틸렌 배관은 과도한 변형과 진동을 피할 수 있게 버팀대를 대거나 지지하여야 한다.
- (나) 배관 부속품은 4.5항 (1)호 내지 (3)호의 요구사항을 따라야 한다.

(2) 100 kPa 이하의 압력배관

- (가) 배관과 부속품은 4.5항 (2)호의 요구사항을 충족시키는 강, 연철, 가단주철이나 구리 합금이어야 한다.
- (나) 공칭직경이 150 mm 이하인 배관은 최소 Sch. 40이어야 하고, 모든 배관 부속품은 860 kPa 이상에서 견딜 수 있어야 한다.
- (다) 배관은 불활성 가스 또는 공기로 최대 운전압력의 150 %에서 가스누설시험을 하여야 한다.

(3) 100 kPa 초과 압력 배관

- (가) 배관은 강철 또는 단조강이어야 하며, 부속품은 강철, 가단주철, 연철 또는 4.5항 (2)호의 요구사항을 충족하는 구리 합금이어야 한다.

- (나) 공칭직경이 25 mm 이하의 배관은 Sch. 80 이상이어야 한다.
- (다) 공칭직경이 32 mm 내지 38 mm인 배관은 Sch. 160 이상이어야 한다.
- (라) 모든 배관 부속품은 20.7 MPa 이상에서 견딜 수 있어야 한다.
- (마) 부르동관(Bourdon tube) 압력계는 강철이거나 4.5항 (2)호의 요구사항을 충족시키는 구리 합금이어야 한다.
- (바) 압력계에는 폭굉 화염(Detonation flame)을 방지하고, 압력 상승에 의한 부르동관의 변형을 막을 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- (사) 배관은 31 MPa에서 정수압 시험을 하여야 한다. 다만, 압력 릴리프 밸브, 압력계, 격막식 밸브, 조정기 및 화염방지기는 여기에 해당되지 않는다.

(4) 실린더 충전 연결선(Lead)

실린더 충전 연결선은 최소 파열 등급 69 MPa이어야 하며, 아세틸렌용에 적합한 금속이나 비금속 재료로 만들어져야 한다.

5.3 아세틸렌 실린더 충전

5.3.1 실린더 충전용 다기관

- (1) 실린더 충전 다기관(Manifold)은 차단밸브와 옥외나 저압설비로 배기되는 블로우다운밸브(Blow-down valve)를 설치하여야 한다.
- (2) 실린더 충전 다기관의 배관이나 실린더 충전 연결선에는 체크밸브를 설치하여야 한다.
- (3) 압력계에는 폭발 화염을 방지하고, 압력 상승에 의한 부르동관의 변형을 막을 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- (4) 실린더 충전 다기관의 출구에는 차단밸브를 설치하여야 한다.
- (5) 실린더 충전 다기관은 실린더 충전 연결선 내의 과도한 응력을 방지하도록 설치하여야 한다.
- (6) 뚜껑에 관한 규정이 있는 아세틸렌 실린더는 아세틸렌 실린더 충전공장에 위치한 경우 뚜껑을 덮을 필요가 없다.

5.3.2 아세톤 저장장치

200 L 드럼 하나를 초과하는 지상 아세톤 저장용기는 아세틸렌 실린더와 기타 인화성 가스 실린더로부터 7.5 m 이상 떨어져 있어야 한다.

5.3.3 충전 절차

- (1) 아세틸렌의 액화(응축)를 방지하기 위해서는 상응하는 온도에서 <표 1>의 아세틸렌 충전압력을 초과할 수 없다.

<표 1> 아세틸렌 온도에 따른 최대 아세틸렌 충전 압력

온도		압력	
℃	°F	kPa	psi
-20.5	-5	1400	200
-17.8	0	1500	220
-12.2	10	1800	260
-6.7	20	2100	305
-1.1	30	2500	360
≥2.8	≥37	2800	400

- (2) 실린더 충전밸브는 충전작업을 시작할 때 가장 먼저 열고, 충전작업을 끝낼 때 가장 마지막으로 닫혀야 한다.

5.3.4 실린더 냉각설비

충전 다기관에 연결된 아세틸렌 실린더는 주위 온도와 실린더 충전속도에 의해 결정된 아세틸렌 용액의 열을 제거하기 위해 수동 조작된 분무노즐설비에 의해 분무된 물로 냉각하여야 한다.

5.3.5 실린더 저장

충전된 실린더는 충전실 밖에 저장하여야 한다. 만약, 충전실 내에 저장할 경우에는 충전 다기관으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다.

6. 화재 예방 및 방호

6.1 화재 예방

- (1) 아세틸렌 실린더의 선적 및 하역 부두와 플랜트 입구에는 “절대 금연” 또는 이에 상응하는 문구로 표시하여야 한다.
- (2) 기름걸레와 이와 유사한 쓰레기를 위한 자동 폐쇄 금속 쓰레기통을 설치하여야 한다.
- (3) 출구와 소방설비는 방해받거나 장애물이 설치되어서는 안 된다.

6.2 방호

- (1) 아세틸렌 압축 및 정제, 아세틸렌 실린더 충전, 아세틸렌 실린더 저장 전용의 공장지역과 기타 아세틸렌 작업이 수행되는 지역은 40 mm 이상의 소화전이 1개 이상 있어야 한다. 이때, 호스에는 분무 및 직사노즐을 부착하여야 한다.
- (2) 아세틸렌 실린더 충전 다기관과 실린더 충전 지역에 대한 자동 물 분무설비 방호의 필요성은 플랜트 내의 위험성, 다른 건물에 대한 노출성, 급수, 공장 자위소방대의 효율성, 공공소방서의 출동시간과 효율성 등 지역적 조건의 분석에 따라 결정하여야 한다.
- (3) 탄산칼슘의 저장과 처리, 아세틸렌 생산만을 위한 공장 지역에는 소방장치 스프링클러 시스템을 설치하여야 한다.
- (4) 소방설비는 비상시 쉽게 식별되며, 접근이 가능하도록 뚜렷이 표시하고, 설치하여야 한다. 이때, 소화 호스와 스프링클러 작동 밸브는 옥외나 비상구에서 작동될 수 있도록 설치하여야 한다.
- (5) 공장에는 비상절차를 서면으로 준비하여야 하며, 주기적으로 화재훈련을 실시하여야 한다. 특히 공장 건물이 넓게 분산되어 있는 경우에는 비상시 공장 근무자를 불러 모을 수 있는 음향경보장치를 설치하여야 한다.