

KOSHA GUIDE

D - 55 - 2016

액상 화학물질의 하역 및 출하장의
누출방지설비 설치에 관한 기술지침

2016. 11

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 조필래
- 제 · 개정 경과
 - 2016년 10월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
 - 미국환경보호청(EPA), Office of Emergency Management, SPCC Guidance for Regional Inspectors, 2013
 - 미국환경보호청(EPA), Secondary containment and impracticability
 - 캐나다 온타리오 환경보호청, Guideline for Environmental Protection Measures at Chemical and Waste Storage Facilities
 - Dow AgroSciences, Bulk storage and handling guide
 - KOSHA GUIDE K-1, 유해화학물질 저장 운반 및 취급에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE G-78, 유해·위험물 탱크로리의 검사 및 입·출하 등에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE P-31, 인화성 액체 이송용 탱크차량의 안전에 관한 기술지침
- 관련법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제227조(호스 등을 사용한 인화성 액체 등의 주입) 및 제297조(부식성 액체의 압송설비)
 - 화학물질관리법 시행규칙 제21조의 별표 5의 2-가-31)항, 3-가-30)항, 4-가-10)항 및 5=다-2)항 (주입구 및 운반차량의 정차 위치)
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(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 : 2016년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

액상 화학물질의 하역 및 출하장의 누출방지설비 설치에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 탱크로리를 사용하는 액상 화학물질의 하역 및 출하장에서 화학물질이 누출될 때에 외부로 누출되어 토양 또는 수질 등의 오염을 방지하기 위해 설치하는 시설에 관한 기술적 사항을 정함을 그 목적으로 한다.

2. 적용범위

2.1 적용대상

이 지침은 액상 화학물질을 탱크로리에서 저장탱크로 하역하거나 저장탱크에서 탱크로리로 출하하는 장소에 대해 적용된다.

2.1 이 지침은 아래와 같은 경우에는 적용하지 아니한다.

- (1) 가스상의 물질을 액체 상태로 하역 또는 출하하는 장소
- (2) 철도차량 (Rail car)을 사용하여 하역 또는 출하하는 장소
- (3) 항공기에 급유하는 장소
- (4) 기타 사업장에 정해진 장소가 아닌 불특정 지역의 하역 또는 출하장소

3. 용어의 정의

3.1 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

3.1.1 “하역 (Unloading)”이라 함은 탱크로리 또는 이동용 용기 등에서 화학

물질을 배관 또는 호스를 통해 저장탱크 등으로 이송하는 것을 말한다.

3.1.2 “출하 (Loading)”라 함은 “하역”과 반대되는 개념으로 저장탱크 등에 들어 있는 화학물질을 배관 또는 호스를 통해 탱크로리 등으로 이송하는 것을 말한다.

3.1.3 “트렌치 (Trench)”라 함은 화학물질이 누출되었을 때 외부로 확산되는 것을 방지하기 위해 바닥면에 관 폭이 좁고 긴 형태의 도랑을 말한다.

3.1.4 “방류턱 (Curbing)”이라 함은 화학물질이 누출되었을 때 외부로 확산되는 것을 방지하기 위해 탱크로리 등의 둘레를 따라 설치한 낮은 턱을 말한다.

3.1.5 “피트 (Pit) 또는 집수조 (Sump)”라 함은 화학물질이 누출되었을 때 담을 수 있는 저조를 말한다.

3.2 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법시행령, 동법시행규칙, 산업안전보건 기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 하역 및 출하장의 누출량 산출

4.1 하역 및 출하장의 누출 원인

하역 및 출하장에서 화학물질의 누출이 발생할 수 있는 주요원인은 아래와 같다. 일반적으로 탱크로리 본체의 결함에 의한 누출은 배제된다.

- (1) 탱크로리 등에 연결된 호스의 이탈 또는 잘못된 체결
- (2) 탱크로리 등에 연결된 호스의 파열
- (3) 탱크로리 등과 연결된 배관의 플랜지 및 밸브 등에서의 누출
- (4) 탱크로리에 과다 충전한 경우

4.2 하역 및 출하장의 누출량 산출

4.2.1 누출량 산출의 배경

탱크로리 등의 하역 및 출하장은 저장탱크 지역 등과는 달리 하역 또는 출하 작업을 수행하는 동안 작업자가 현장에 상주하고 있고, 누출 사고가 발생할 경우 조기에 감지할 수 있고, 또한 상주하는 작업자가 적절한 보호구를 착용하고, 누출 시에 대한 적절한 대응훈련을 받은 경우라면 누출량을 현저하게 줄일 수 있다.

4.2.2 누출률 산출

누출률은 하역 및 출하장에서 발생하는 사고의 원인에 따라 다를 수 있지만, 누출량이 큰 경우는 호스 파열 또는 이탈, 배관 파열 또는 과충전이므로 누출률을 펌프의 토출량 또는 호스를 통한 유량으로 선정할 수 있다.

4.2.3 누출시간 추정

(1) 현장 대응의 경우

(가) 누출이 발생되었을 때 현장에 대기하는 작업자가 얼마나 빨리 대응하느냐에 따라 누출시간은 결정된다.

(나) 일반적으로 하역 또는 출하작업 시에 작업자가 비상대응에 필요한 보호장구(보호복, 안전장갑, 안전장화 등)를 착용하고 대기할 때 아래와 같은 경우에 따라 대응시간을 줄일 수 있다.

- 보안면을 별도로 착용해야 하는 경우 : 착용시간 약 5초
- 방독면을 별도로 착용해야 하는 경우 : 착용시간 약 5초
- 밸브 및 펌프를 차단해야 하는 경우 : 조치시간 약 10초 (스위치 및 밸브의 위치에 따라 다를 수 있으므로 작업현장의 여건을 고려하여 결정하여야 한다.)

(2) 원격감시 및 조정의 경우

(가) 작업자의 현장 대응과 별도로 원격으로 작업현장을 감시하면서 조정실에서 긴급차단밸브 및 펌프(탱크로리 등의 차량에 부착된 펌프 제외)를 차단할 수 있는 경우에는 차단시간을 현저히 줄일 수 있으며, 차단시간은 설치된 시스템에 따라 다를 수 있다.

- (나) 원격감시의 경우 하역 또는 출하작업이 이루어지는 기간 동안 현장을 제대로 감시할 수 있어야 하며, 현장에 설치된 누출감지기를 통해 감시의 신뢰도를 보증하고자 하는 경우에는 감지기의 작동시간에 따라 차단 시간을 고려하여야 한다.

4.2.4 누출량 산출

- (1) 누출량은 4.2.2항의 누출률과 4.2.3항에서 결정한 누출시간을 곱하여 아래와 같이 계산한다.

$$\text{누출량(m}^3\text{)} = \text{펌프 토출량 (m}^3\text{/min)} \times \text{대응에 소요되는 시간(초)}/60$$

- (2) 안전율을 적용하고자 할 경우에는 (1)항에서 구한 값에 4.2.4(3)항의 안전율을 고려하여 아래와 같이 최종 누출량을 산정한다.

$$\text{최종 누출량 (m}^3\text{)} = \text{누출량} \times \text{안전율}$$

- (3) 안전율 선정

하역 또는 출하작업 중 비가 내리는 경우에도 작업을 수행할 수 있는 경우에는 강수량과 하역 또는 출하작업 시간에 따른 빗물 유입량을 고려하여 선정한다. 다만, 비가 내리면 반드시 작업을 중지하는 경우에는 안전율을 고려하지 않을 수 있다.

- (4) 참고로 하역 또는 출하가 이루어지는 작업현장에 작업자가 상주하고 있는 경우의 EPA에서 산정한 누출량 계산의 예는 <표 1>과 같다.

<표 1> 누출량 계산 예

- o 화학물질 누출 원인 : 이송 호스의 파열
- o 화학물질 이송량 : 0.568 m³/min (150 갤런/min)
- o 펌프 정지스위치의 접근 가능성 : 작업자가 접근하여 정지 가능
- o 이송배관에 연결된 밸브의 위치 : 작업자가 접근하여 차단 가능
- o 비상대응소요시간 : 안전하게 10초 이내에 펌프 및 밸브를 차단할 수 있음 (과거의 경험 등에 기초)
- o 산출에 사용하는 비상대응소요시간 : 보수적으로 잡아 15초로 산정
- o 누출량 : 0.568 (m³/min) * 15 초/60 = 0.142 m³ (37.5 갤런)
- o 트렌치 용량 선정 : 트렌치의 용량은 0.142 m³ 보다는 커야 함.

- 참고사항 : 비상대응시간은 펌프 정지 스위치 및 차단밸브의 위치에 따라 영향을 받으며, 현장에 대기하는 작업자가 보호구를 착용한 상태에서 대기하느냐 그렇지 않느냐에 따라 달라질 수 있음. 따라서 그와 같은 경우에는 추가적인 대응시간을 고려하여 산출해야 함.

5. 하역 및 출하장의 누출방지설비의 종류 및 적용 기준

5.1 누출방지설비의 종류

- (1) 탱크로리 등의 하역 및 출하장에서 액상 화학물질의 외부 확산방지를 위해 사용할 수 있는 설비의 종류는 아래와 같다.

(가) 방류턱 (Curbing)

화학물질의 누출 시 다른 곳으로 흘러가지 못하도록 대상물을 중심으로 둘러친 턱으로 소용량의 누출방지에 적용된다. 탱크로리 하역 및 출하장에 적용될 수 있다.

(나) 액체받이 (Drip pans)

화학물질 취급설비 등의 아래에 설치하여 누출된 화학물질이 포집되도록 한 기름받이이며, 소용량의 누출 시에 적용되며, 고정식의 누출방지설비의 설치가 곤란한 경우에 적용될 수 있다.

(다) 트렌치 (Trench), 지하배수로 또는 드레인 시스템

화학물질의 누출 시 외부확산을 방지하기 위해 좁고 길게 판 도랑형태의 구조이며, 일반적으로 소량 누출 시에 적용된다. 탱크로리 하역 및 출하장에 적용될 수 있다.

(라) 둑 (Weirs) 또는 다른 장벽

화학물질의 누출 시 일정한 방향으로만 흐르도록 둑을 설치하거나 또는

바닥면에 구배를 두는 종류의 모든 방식이다.

(마) 저류조 (Retention ponds)

다량의 화학물질이 누출될 경우 담을 수 있도록 설치한 저조를 말하며, 일반적으로 탱크로리의 피트 또는 집수조와 연결된 폐수집수조 등이 해당된다.

(마) 피트 (Pit) 또는 집수조 (Sump)

탱크로리 하역 및 출하장의 방류턱, 피트 및 집수조에 함께 설치된 화학물질이 누출될 경우 담을 수 있도록 설치한 저조를 말한다.

(사) 기타 화학물질을 취급하는 장소의 누출방지에 적합한 설비 등

- (2) (1)항의 설비를 대용량의 집수조 등과 연결하면 해당 설비에서의 대량 누출 시에도 적용할 수 있다.
- (3) 화학물질의 누출 시 확산방지를 위해서는 (1)항의 설비 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 설비 중 하나 이상을 설치하여야 한다.

5.2 누출방지설비의 설치 기준

5.2.1 트렌치 설치 기준

탱크로리 등의 차량을 사용하는 장소에 설치하는 트렌치는 아래의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 트렌치의 설치 위치

(가) 트렌치는 탱크로리 등의 차량의 둘레에 설치하여야 한다.

(나) 탱크로리 등의 사용장소 주변에 불침투성의 담이 있거나 지면이 경사져서 화학물질이 해당 방향으로 흘러가지 않을 경우에는 그 방향의 트렌치는 생략할 수 있다.

(2) 트렌치의 길이와 트렌치 사이의 폭

(가) 트렌치의 길이는 하역 및 출하장에서 사용되는 탱크로리 등의 차량의 길이보다 길어야 한다.

- (나) 차량의 좌우측에 트렌치를 설치할 경우에 트렌치의 사이의 폭은 탱크로리 등이 진입할 때를 고려하여 차량의 폭보다 넓어야 한다.
- (다) 경사진 장소에 트렌치를 설치하여 경사에 의해 누출된 화학물질이 해당 방향으로 흐르는 것을 막을 수 있으면 트렌치의 길이나 트렌치 사이의 폭은 차량의 길이와 폭에 맞추지 않아도 된다.
- (3) 트렌치의 폭은 화학물질이 누출되었을 때 트렌치에 포집될 수 있도록 20 cm 이상이 권장된다.
- (4) 트렌치의 깊이는 15 cm 이상이 되어야 한다. 다만, 트렌치 및 트렌치에 연결된 피트 등의 전체용량이 충분한 경우에는 그러하지 아니하다.
- (5) 트렌치의 전체용량은 아래와 같이 결정할 수 있다.

(가) 탱크로리 등의 용량 기준

- ① 탱크로리 등을 사용하는 경우에는 탱크로리 내에 설치된 1개의 화물창(Compartment)의 용량 중 최대의 용량 이상이어야 한다.
- ② 탱크로리의 전체용량은 크지만 아래의 예와 같이 탱크로리 내부에 적재된 용량이 실제로 작은 경우에는 해당 용량을 기준으로 결정할 수 있으며, 이와 같은 경우에는 그에 따른 충분한 증거자료를 제공하여야 한다.

예) 사업장의 여러 장소에 동일한 화학물질을 하역할 경우, 처음에는 탱크로리에 다량의 화학물질을 적재하고 있으나, 순서에 따라 하역할 경우에는 탱크로리의 용량이 계속 줄어들어 늦게 하역하는 장소에서는 용량이 감소됨.

(나) 누출량 평가를 통한 기준

- ① 화학물질을 하역 또는 출하할 때 작업현장에 적절한 보호구를 착용하고 누출 시 비상대응을 할 수 있는 작업자가 상주하고 있으면 조기대응을 통해 누출량을 현저히 줄일 수 있다.
- ② 탱크로리와 관련된 누출은 연결 호스의 이탈 또는 파열이 많으므로 4.2.4항의 방법을 사용하여 누출량을 평가할 경우 그에 따라 트렌치의

용량을 결정할 수 있다.

- ③ 탱크로리와 관련된 누출량 계산 시 탱크로리 본체에서의 누출은 고려하지 않는다.

(다) 트렌치에 피트 또는 집수조가 설치되어 있거나 또는 밸브 등의 차단장치 없이 폐수처리장 등에 연결되어 있을 경우에는 해당 시설의 용량을 트렌치 용량에 포함하여 계산할 수 있다.

(라) 트렌치가 폐수처리장 등으로 연결되어 있는 경우는 아래와 같이 고려할 수 있다.

- ① 하역 또는 출하작업 전에 폐수처리장 등과 연결된 배관상의 차단밸브를 개방하도록 절차서에 반영하고, 이를 준수하도록 하역 및 출하작업 절차 점검표를 통해 확인하는 경우에는 화학물질이 누출되더라도 트렌치를 통해 폐수처리장 등으로 배출될 수 있으므로 트렌치의 용량 계산은 필요하지 않다. 다만, 탱크로리 등의 호스 또는 배관의 크기보다 폐수처리장 등으로 연결된 배관이 작은 경우에는 누출물질이 트렌치에 축적될 수 있으므로 축적되는 양을 고려하여 누출량을 계산하여야 한다.

- ② 하역 또는 출하작업이 완료된 경우에는 트렌치와 폐수처리장 등으로 연결된 배관의 밸브는 차단하여야 한다.

(5) 트렌치의 상부에는 다공질 구조의 덮개를 설치하되 누출된 화학물질이 쉽게 포집될 수 있어야 하며, 차량이 통과하는 경우에는 차량의 최대적재하중에 견디는 강도를 가져야 한다.

(6) 트렌치 내부 및 트렌치 사이의 바닥 재질은 불침투성이어야 한다.

(7) 트렌치 내부의 작업장 바닥은 중양을 높게 하여 누출 시 화학물질이 트렌치 쪽으로 흐르도록 1.5 % (길이 100 mm 일 때 높이 1.5 mm) 이상의 기울기를 갖추어야 한다.

(8) 트렌치 내부에 고인 물질을 배출하기 위한 배관 등을 설치하거나, 별도의 피트 또는 집수조를 설치하는 것이 권장된다.

(9) 별도의 피트 또는 집수조를 설치하는 경우 액위에 따라 자동으로 작동되

는 이송펌프를 설치하는 것이 권장된다.

5.2.2 방류턱 설치 기준

- (1) 방류턱의 높이는 탱크로리의 안전한 진입을 고려하여 15 cm 이내가 적당하다. 다만, 차량 통행 시의 문제를 해결하기 위해 방류턱을 통과하는 지점에는 적절한 경사로가 필요하다.
- (2) 방류턱은 탱크로리 둘레에 따라 설치하여야 한다.
- (3) 방류턱의 길이는 탱크로리의 길이보다 길어야 한다.
- (4) 방류턱 내부의 폭은 차량이 진입할 때를 고려하여 차량의 폭보다 넓어야 한다.
- (5) 방류턱 내부의 용량은 트렌치의 용량 산출과 동일하다.
- (6) 방류턱의 재질은 트렌치의 설치 시 요구되는 사항을 동일하게 적용한다.
- (7) 트렌치 내부에 고인 물질을 배출하기 위한 배관 등을 설치하거나, 별도의 피트 또는 집수조를 설치하는 것이 권장된다.
- (8) 별도의 피트 또는 집수조를 설치하는 경우 액위에 따라 자동으로 작동되는 이송펌프를 설치하는 것이 권장된다.

5.2.3 이동용 액체받이 설치 기준

- (1) 이동용 액체받이 사용장소

액체받이를 사용할 수 있는 장소는 아래와 같다.

- (가) 사업장의 부지문제로 탱크로리의 진입이 곤란하여 사업장 외부의 도로 등에서 화학물질을 하역 또는 출하하는 경우
- (나) 바닥면에 트렌치를 설치하거나 방류턱을 설치하기가 곤란한 경우
- (다) 탱크로리 등의 사용빈도가 현저하게 낮아 트렌치 또는 방류턱을 설치하는 것이 현실적이지 않은 경우
- (라) 임시로 탱크로리 등을 사용하는 경우

(2) 이동용 액체받이의 구조

(가) 차량의 통행 시에도 손상되지 않는 재질이어야 한다.

(나) 액체받이의 크기는 탱크로리 등의 차량 전체가 들어갈 수 있는 크기 이상이어야 한다.

(다) 취급하는 화학물질에 견디는 적합한 재질이어야 한다.

(라) 누출량에 적합한 용량 이상이어야 한다.

(3) 이동용 액체받이의 관리

(가) 사용하지 않을 경우에는 자외선 또는 다른 물질의 영향을 받지 않도록 관리하여야 한다.

(나) 화학물질을 취급하기 전에 손상여부를 확인하여야 한다.

(다) 주기적으로 물로 누설여부를 점검하고 기록하여야 한다.

5.2.4 피트 (Pit) 또는 집수조 (Sump) 설치 기준

(1) 피트 또는 집수조의 설치 조건

탱크로리 등을 사용하여 화학물질을 하역 또는 출하하는 작업장의 바닥에 적절한 기울기 (1.5%)를 두어 작업 시 누출된 화학물질이 외부로 확산되지 않고, 기울기에 의해 피트 또는 집수조로 흐르도록 조치한 경우에는 별도의 트렌치 또는 방류턱을 설치하는 대신 피트 또는 집수조를 설치할 수 있다.

(2) 피트 또는 집수조의 용량

피트 또는 집수조의 용량은 트렌치의 용량 기준과 동일하다.

(3) 피트 또는 집수조의 재질은 불침투성이어야 한다.

(4) 피트 또는 집수조는 트렌치 또는 방류턱과 함께 설치할 수 있다.

(5) 피트 또는 집수조에서 폐수처리장 등으로 연결되는 배관 등을 설치할 경우에는 빗물이 유입되지 않도록 평소에는 차단밸브 등을 닫아 두어야 한다.

- (6) 피트 또는 집수조의 상부는 다공질 구조로 설치하여 실족 또는 추락의 위험이 없도록 조치하여야 하고, 차량이 통행할 수 있는 경우에는 차량의 최대하중에 견디는 구조이어야 한다.
- (7) 화학물질 또는 폐수가 고일 경우를 대비하여 액위에 따라 자동으로 작동되는 이송펌프를 설치하거나, 누출을 감지하기 위한 시설을 설치하는 것이 권장된다.

5.3 취급물질의 특성별 누출방지설비

5.3.1 인화성물질의 누출방지설비

(1) 누출방지설비의 용량

인화성물질의 하역 또는 출하장에서 화재가 발생될 경우에는 소화활동으로 인한 폐수의 양이 많아 4.2항에서 산출한 누출량보다 훨씬 많다.

(2) 누출방지설비의 설치방법

(가) 소화활동에 필요한 소화수의 양을 고려하여 트렌치 또는 방류턱을 설치할 경우에는 용량이 과도하게 되므로 트렌치 또는 방류턱의 용량 증대보다는 트렌치 또는 방류턱에 고이는 물질을 폐수처리장 등으로 이송할 수 있도록 배관 등을 설치하는 것이 좋다.

(나) 누출방지설비에서 폐수처리장 등으로 배관 등을 설치할 경우에는 해당 시설에 설치된 자동소화설비의 용량, 다른 소화전 2기의 분사량 및 누출물질의 누출량 이상의 물질을 이송할 수 있도록 구성할 필요가 있다.

(다) (나)항에 따라 이송설비를 구성하는 것이 현실적이지 않을 경우에는 비상시에 탱크로리 하역 또는 출하장에 인접한 우수로를 차단하도록 비상대응계획에 반영하는 것이 좋다.

5.3.2 점성이 높은 물질의 누출방지설비

(1) 점성이 높은 물질은 작업장 바닥이 불침투성일 경우 확산속도가 매우 느리므로 트렌치, 피트 또는 집수조 및 방류턱 등과 같은 고정식의 누출방지설비나 이동식의 액체받이와 같은 설비는 필요하지 않을 수 있다.

(2) 점성이 높은 물질에 대해서는 사업장에서 적절한 누출량 및 확산 평가를

통해 누출방지조치 및 대응계획을 세울 수 있다.

- (3) 점성이 높은 물질을 취급하는 장소에서의 누출방지조치는 누출량 평가에 따라 모래주머니, 누출방지용 목재 등을 비치하거나 흡습 또는 흡착제를 비치하여 대응할 수 있다.
- (4) 비상대응을 통해 점성이 높은 물질의 누출을 방지하고자 할 경우에는 비상 대응절차서를 작성하고 작업자는 비상시를 대비하여 적절히 훈련되어야 한다.

5.3.3 대기 상태에서 굳는 물질의 누출방지설비

- (1) 외부로 누출되었을 때 굳는 물질은 작업장 바닥이 불침투성일 경우 외부로의 확산은 발생되지 않으므로 이러한 경우에 별도의 누출방지설비는 필요하지 않다.
- (2) 대기 상태에서 굳는 물질의 취급온도가 높아 유동성이 있을 경우에는 5.3.2항의 대책을 적용할 수 있다.