

KOSHA GUIDE

P - 165 - 2019

인화성물질 상압저장탱크의
안전작업에 관한 기술지침

2019. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- o 작성자 : 안전보건공단 전문기술실 이준연, 구채철, 황성훈, 조필래(알파안전)
- o 제 · 개정 경과
 - 2019년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의(제정)
- o 관련규격 및 자료
 - 유류 저장소의 안전 및 환경기준, 「벤스필드 표준 태스크 그룹(BSTG) 최종 보고서, 2009 (Safety and environmental standards for fuel storage sites)
 - 산업안전보건용어사전 (한국산업안전보건공단)
 - KOSHA GUIDE D-35, “상압저장탱크의 설계에 관한 기술지침”
 - KOSHA GUIDE D-23, “저장탱크의 형식 선정에 관한 기술지침”
 - 한국산업안전보건공단, “탱크터미널 작업안전 가이드” , 2014
 - API std MPMS Chapter 3.1A, “Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3-Tank Gauging, Section 1A-Standard Practice for the Manual Gauging of Petroleum and Petroleum Products” , 2005
 - API RP 2003, “Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents” , 1998
 - NFPA 77, “Recommended Practice on Static Electricity “, 2014
 - NIOSH & OSHA, “Health and Safety Risks for Workers Involved in Manual Tank Gauging and Sampling at Oil and Gas Extraction Sites” , 2016
 - International Chamber of Shipping(ICS) and Oil Companies International Marine Forum(OCIMF), “International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals” , 4th, 1996
 - KOSHA Guide H-29, “호흡용 보호구의 사용지침”
 - KOSHA GUIDE P-108, “안전운전절차서 작성에 관한 기술지침”
- o 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

이 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2019년 12월 24일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

인화성물질 상압저장탱크의 안전작업에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 인화성물질을 저장하는 상압저장탱크의 안전작업에 관한 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 인화성물질을 저장하는 상압저장탱크인 고정식 지붕탱크(CRT), 부유식 지붕탱크(FRT) 및 내부부유식 지붕탱크(IFRT)와 관련된 작업에 대해 적용한다. 이 지침은 인화성물질을 저장하는 저압저장탱크에 적용할 수 있고, 인화성물질 이외의 물질을 저장하는 상압저장탱크에는 화재·폭발과 관련된 사항 외의 내용을 적용할 수 있다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “상압저장탱크”라 함은 게이지 압력으로 3.43 kPa(350 mmH₂O)미만의 압력에서 운전되는 저장용기를 말한다.

(나) “저압저장탱크”라 함은 게이지 압력으로 3.43 kPa(350 mmH₂O) 이상 및 98.1 kPa(1 kg/cm²)미만의 압력에서 운전되는 저장용기를 말한다.

(다) “고정식 지붕탱크 (Cone roof tank, CRT)”라 함은 원추형으로 된 고정식 지붕을 갖는 상압저장탱크를 말하며, 원추형 지붕탱크로 불린다.

(라) “돔형 지붕탱크 (Dome roof tank, CRT)”라 함은 돔(Dome)형으로 된 고정식 지붕을 갖는 저압저장탱크를 말한다.

(마) “부유식 지붕탱크 (Floating roof tank, FRT)”라 함은 상하로 움직일 수 있는 구조의 부유식 지붕을 갖는 상압저장탱크를 말한다.

- (바) “내부 부유식 지붕탱크 (Internal Floating roof tank, IFRT)” 라 함은 고정식 지붕이 설치된 탱크(CRT 또는 DRT) 내부에 상하로 움직일 수 있는 구조의 부유식 지붕을 갖는 상압 또는 저압 저장탱크를 말한다.
- (사) “인화성물질(Flammable substances)” 이라 함은 인화성 액체(Flammable liquids)와 가연성 액체(Combustible liquids)를 말하며, 인화성 액체는 인화점 60 ℃ 이하의 물질이고, 가연성 액체는 인화점이 60 ℃를 초과하고 100 ℃ 이하의 물질을 말한다.
- (아) “불활성가스 봉입시설 (Inerting system)” 이라 함은 질소, 이산화탄소 등과 같은 불활성가스를 탱크 상부에 주입하여 폭발성 분위기 또는 폴리머의 형성을 방지하거나 내부물질의 증기가 대기로 방출되는 것을 억제하기 위하여 설치한 설비를 말한다.
- (자) “액면측정작업” 이라 함은 고정식 지붕탱크(CRT)의 상부에서 게이지 해치 (Gauge hatch) 등을 통해 액면 측정도구(Hand gauging tape 등)를 사용하여 탱크의 액면(Level)을 측정하는 작업과 고정식 지붕탱크 상부에서 작업을 말한다.
- (차) “샘플링 작업” 이라 함은 고정식 지붕탱크(CRT)의 상부에서 게이지 해치 (Gauge hatch) 등을 통해 샘플링 도구를 사용하여 탱크의 내부물질을 수집하는 작업을 말한다.
- (카) “탱크 간 이송작업” 이라 함은 한 탱크에서 다른 탱크로 화학물질을 이송하는 작업을 말한다.
- (타) “출하>Loading)작업” 이라 함은 저장탱크 등에 저장되어 있는 화학물질을 탱크로리 또는 선박 등에 싣는 작업을 말하며, 출고작업, 상차작업 등으로도 불린다.
- (파) “하역(Unloading)작업” 이라 함은 탱크로리 또는 선박 등에 저장되어 있는 화학물질을 저장탱크 등으로 저장하는 작업을 말하며, 입하작업, 입고작업으로도 불린다.
- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법 시행령, 동법 시행규칙, 안전규칙 및 기타 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 일반사항

4.1 저장탱크 관련 작업 시 준수사항

- (1) 사전에 작업 대상 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS) 등을 통해 해당 물질의 유해·위험성 등을 숙지하여야 한다.
- (2) 해당 작업에 적합한 보호구 종류를 확인하고 작업 시에는 착용하여야 한다.
- (3) 작업자는 해당 작업에 대한 작업절차를 숙지하여야 한다.
- (4) 작업자는 해당 작업에 필요한 적합한 공구 및 도구를 사용하여야 한다.
- (5) 회사의 규정에 작업허가서를 요구할 경우에는 해당 작업에 대한 허가서를 승인받아야 한다.

4.2 작업절차 관련 일반사항

- (1) 저장탱크와 관련된 작업 중 반복적으로 수행되는 작업에 대해서는 적절한 작업절차를 작성한다. 이때 5장에 제시된 작업절차를 참조하여 사업장 실정에 맞게 작업절차를 작성할 수 있다.
- (2) 작업절차를 작성할 때는 해당 작업에 경험이 있는 직원이 참여하도록 한다.
- (3) 작업절차는 작업의 진행단계에 따라 작성한다.
- (4) 작업절차에는 작업 위험성평가 결과를 반영하는 것이 좋다.
- (5) 해당 작업을 관리하는 부서장은 작업절차의 적절성을 매년 검토하여야 한다.
- (6) 저장탱크 관련 작업 중 작업절차가 필요한 작업의 종류의 예는 아래와 같다.
 - (가) 액면 측정작업
 - (나) 샘플링 작업
 - (다) 질소 봉입작업
 - (라) 탱크 간 이송작업
 - (마) 탱크로리 하역(Unloading) 및 출하>Loading) 작업

(바) 탱크 세척작업

(사) 피그(Pig)를 사용하는 배관 청소작업 등

(7) 작업절차 작성 시 KOSHA GUIDE P-108 (안전운전절차서 작성에 관한 기술 지침)을 참조할 수 있다.

4.3 저장탱크의 레벨관리

(1) 입고 시의 레벨관리

(가) 저장탱크에 화학물질을 저장할 때에는 설계용량의 90% 이하로 유지되도록 관리한다.

(나) 저장탱크의 과충전 위험을 방지하기 위해 다음과 같은 방법 중에서 선택하여 조치한다. 가능한 한 모든 조치를 병행하는 것이 좋다.

- ① 고액위 경보장치(High level alarm)를 설치하여 입고작업을 수행하는 작업자 또는 운전원이 대응할 수 있도록 한다.
- ② 입고배관에 긴급차단밸브를 설치하여 레벨이 High-High가 될 경우에 긴급차단밸브가 차단되도록 인터록을 설치한다.
- ③ 입고작업 시에 현장에서 운전원이 입회하여 레벨을 확인하면서 관리한다.

(2) IFRT 또는 FRT의 레벨 관리

(가) IFRT 또는 FRT에서 화학물질을 출고시킬 때 부상지붕(Floating roof)의 지지대가 탱크 바닥면에 닿지 않도록 레벨을 관리하여야 한다.

(나) 만약 부상지붕의 지지대가 바닥면에 닿은 상태에게 내부물질을 이송시킬 경우 부상지붕에 설치된 통기밸브를 통해 상부의 공기가 부상지붕과 액면 사이의 증기공간에 유입되고 또한 증발된 내부의 증기와 혼합된 상태가 되어 위험분위기를 형성시킬 수 있고, 이 탱크에 다시 화학물질이 공급될 경우에는 부상지붕과 액체 사이의 공간에 있는 공기가 혼합된 다량의 증기가 통기밸브를 통해 부상지붕 상부로 배출되어 부상지붕 상부 및 IFRT의 고정식 지붕의 배기구 주변에 폭발위험분위기를 형성시킬 수 있다.

(다) 고정지붕과 부상지붕 사이에 질소 등의 불활성 가스를 봉입하는 경우에

다소 내부 물질의 증발이 억제될 수 있으나, 이런 경우에도 가능한 부상 지붕의 지지대가 탱크의 바닥면에 닿지 않도록 운전하는 것이 좋다.

(라) IFRT 또는 FRT의 저액위를 방지하기 위한 방법은 아래와 같다.

- ① 부상지붕의 지지대가 탱크 바닥면에 닿기 전에 이송하는 펌프의 가동이 정지되도록 인터록을 설치하여야 한다.
- ② 부상지붕의 지지대가 탱크 바닥면에 닿기 전에 저액위 경보장치(Low level alarm)를 설치하여 운전원이 펌프를 정지키시도록 절차에 반영하고 펌프를 정지시켜야 한다.

(3) 가열 매체를 통해 자동으로 온도를 관리하는 탱크의 레벨 관리

(가) 탱크 내부에 스팀 코일 또는 전열기를 설치하여 자동으로 온도를 관리하는 경우에는 온도센서 설치 지점이 항상 액체에 잠긴 상태로 유지되도록 레벨을 관리하여야 한다.

(나) 만약 온도센서가 액면으로부터 벗어나 허공에 노출된 경우에는 내부의 물질이 과열(Overheating)될 수 있고, 이 때 과열된 내부 물질의 온도보다 낮은 비점을 갖는 물질이 공급되면 순간적인 증발로 인한 과압이 발생될 수 있다. 예를 들면 물이 함유된 물질이 100 ℃ 이상으로 과열된 상태의 저장탱크에 공급되면 탱크 내부에서 수증기 폭발을 일으킬 수 있다.

5. 저장탱크 관련 작업절차(예)

5.1 액면(Level) 측정 또는 샘플링 작업

5.1.1 일반사항

- (1) 증기압이 높은 물질 또는 흡입독성이 높은 물질을 저장하는 탱크 상부에서 게이지 해치 등을 개방하여 액면을 측정하는 대신 신뢰도가 높은 액면계를 이중으로 설치하는 등의 방법으로 탱크를 개방하지 않고 레벨을 측정하는 것이 좋다.
- (2) 증기압이 높은 물질 또는 흡입독성이 높은 물질을 저장하는 탱크 상부에서 게이지 해치 등을 개방하여 내부물질을 샘플링하는 대신 탱크 측면이나 배관 등에서 샘플링 하는 것이 좋다.

- (3) 탱크의 게이지 해치를 개방할 때 내부의 압력에 의해 질소 및 증기 혼합물이 다량 배출되어 폭발분위기 형성 또는 산소 결핍 위험을 초래할 수 있다.
- (4) 내부물질 및 탱크 내부의 운전조건에 맞도록 일반적인 보호구인 안전모, 안전화 이외의 아래와 같은 보호구를 준비 또는 착용한다.

(가) 보안경

전면형 방독마스크 또는 공기공급식 호흡용 보호구를 착용할 때에는 제외한다.

(나) 방염복 (Flame-resistant clothing)

화재의 가능성이 있는 경우에 적용한다.

(다) 내화학용 안전장갑

(라) 방독면 또는 공기공급식 호흡용 보호구

증기압이 높은 물질 또는 흡입독성이 높은 물질을 저장하는 경우에는 공기공급식 호흡용 보호구를 착용한다.

(마) 안전대

떨어질 위험이 있는 경우에 적용한다.

- (5) 바람이 불지 않는 환경에서는 가능한 작업을 하지 않는다. 다만, 불가피하게 작업을 해야 하는 상황에서는 방독면 대신 공기공급식 호흡용 보호구를 착용하는 것이 좋다.
- (6) 낙뢰가 발생할 가능성이 있는 환경에서는 탱크 상부에서 작업하지 않아야 한다.
- (7) 빗물이 게이지 해치를 통해 탱크 내부에 유입될 가능성이 있는 환경에서는 작업하지 않는 것이 좋다.
- (8) 탱크 상부에서의 액면 측정작업은 가능한 2인 1조로 작업하는 것이 좋다.
- (9) 액면을 측정하고자 하는 탱크에 다른 배관을 통해 추가로 유입되거나 펌프를 통해 내용물질이 다른 곳으로 이송되지 않도록 운전을 정지시킨다.

- (10) 탱크에 믹서가 설치되어 있는 경우에는 액면측정 또는 샘플링 작업 전에 믹서를 정지시킨다.
- (11) 필요 시 가스농도를 측정하기 위한 가스농도측정기를 휴대한다.
- (12) 야간 통행 또는 작업 시 조명이 필요한 경우에는 방폭형의 손전등 또는 안전모 부착 랜턴을 사용하여야 한다.
- (13) 측정에 필요한 전자장비는 해당 작업에 적합한 방폭 성능이 확보된 것을 사용하여야 한다.

5.1.2 액면 측정 및 샘플링 작업절차

- (1) 다른 탱크에서 작업하는 오류를 방지하기 위해 사전에 작업지시서를 통해 작업 대상 탱크와 탱크의 저장물질을 확인한다.
- (2) 탱크에 올라가기 전에 조정실의 액면계 또는 탱크 하부에 설치된 액면계 (Level Gauge)를 통해 저장탱크의 레벨을 확인한다.
- (3) 탱크 상부로 통행할 때는 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - (가) 수직사다리를 통해 통행할 경우에는 측정에 필요한 도구 등을 손에 휴대한 상태로 통행하지 않고 별도의 백(Bag)에 담아 매고 통행하도록 한다.
 - (나) 계단을 통해 통행할 경우 계단 입구에 정전기 제전용 접지봉이 설치된 경우에는 맨손으로 접지봉을 잡아 정전기를 제거한다. 접지봉이 없는 경우에는 맨손으로 계단의 난간대를 잡고 통행하는 등으로 인체에 축적된 정전기를 제전시킨다.
- (4) 야간 또는 우천 시 계단을 통행할 경우 미끄러짐을 방지하기 위하여 미끄럼 방지 안전화를 착용하는 것이 좋고, 계단 발판 끝단부에 미끄럼방지조치를 하는 것이 좋다.
- (5) 계단 통행 시에는 한 손으로 안전난간을 잡고 통행한다.
- (6) 게이지 해치를 개방하기 전에 다음 사항을 확인한다.
 - (가) 탱크 상부에 특이한 사항이 있는지 여부
 - (나) 질소가 공급되고 있는지 여부

- (다) 탱크 내부의 압력이 얼마나 높은지 여부
- (라) 바람이 적절히 부는지 여부
- (7) 게이지 해치를 열기 전에 탱크의 구조물을 맨손으로 잡아 인체의 정전기를 다시 제거시킨다.
- (8) 게이지 해치를 열 때 봉인된 질소압력 등에 의해 내부의 물질(질소 및 내부 증기 혼합물)이 가능한 적게 배출되도록 내부의 압력을 낮추기 위해 질소 봉입시설의 밸브를 조금 닫거나 별도로 내부의 증기를 배출할 수 있는 밸브가 설치된 경우에는 해당 밸브를 개방하여 내부압력을 낮춘다. 이때 탱크의 내부에 음압이 발생되어 공기가 탱크내부로 유입되지 않도록 주의하여야 한다.
- (9) 게이지 해치를 열 때는 내부물질의 증기 흡입 또는 접촉 등으로 인한 위험을 예방하기 위하여 해당물질에 적합한 보호구를 착용한 상태에서 바람방향의 90도 위치에서 게이지 해치의 체결 볼트 또는 클램프를 해체한 후에 선 자세에서 손이 아닌 발로 천천히 밟아서 연다. 바람방향을 등질 경우에는 신체에 의해 바람이 차단되어 배출되는 물질의 희석이 제한될 수 있다.
- (10) 이물질이 탱크 내부로 들어가 오염될 우려가 있을 경우에는 주머니 등에서 이물질이 탱크 내부로 들어가지 않도록 주머니 등에 있는 것들을 제거하거나 주머니의 단추를 잠그고 작업한다.
- (11) 탱크 내부에 불활성가스가 봉입되지 않는 경우 등과 같이 폭발위험분위기를 형성할 수 있는 경우에는 정전기에 의한 화재·폭발을 방지하기 위해 아래와 같은 사항을 준수 또는 고려하여야 한다.
- (가) 전도성 재질의 측정 또는 샘플링 도구를 탱크 내부에 넣기 전에 해당 도구를 게이지 해치 등의 탱크 본체와 본딩(Bonding)시키고, 해당 작업이 완료될 때까지 유지하여야 한다.
- (나) 전도성 재질의 측정 또는 샘플링 도구를 비전도성 재질의 내리는 도구인 핸들, 케이블, 로프, 로드 등과 함께 사용하지 않아야 한다.
- (다) 비전도성의 측정 또는 샘플링 도구는 습기 또는 오염 등과 같은 환경적 요인에 의해 필요한 높은 수준의 절연상태를 유지할 수 없음을 인식하여야 한다.

- (라) 측정 또는 샘플링 도구를 내리기 위해 비전도성의 로프 또는 코드 등을 사용할 경우에는 정전기를 축적 또는 전달시키지 않는 면(Cotton)과 같은 재질을 사용하고, 정전기를 발생시키는 것으로 알려진 합성섬유 등의 재질로 만들어진 로프 또는 코드 등을 사용하지 않아야 한다. 만약 장갑을 낀 상태에서 나일론 및 폴리프로필렌과 같은 합성섬유 로프를 사용하여 측정 또는 샘플링 도구를 용량이 큰 탱크와 같이 상당한 거리를 내리는 중 도구가 미끄러져 급하게 내려갈 경우에는 절연된 작업자에게 정전기가 축적될 수 있는 것으로 알려져 있다.
- (마) 자연 섬유(Natural fiber) 로프는 깨끗하고 건조된 상태로 유지되지 않으면 전도성을 갖기 때문에 자연 섬유 로프를 사용할 경우에는 게이지 해치와 연속적으로 접촉시켜야 한다.
- (12) 폭발위험 분위기가 탱크의 증기공간에 형성될 것으로 예상될 경우에는 탱크에 인화성물질을 투입하는 동안 또는 투입한 직후에 금속제 또는 전도성 재질의 측정 또는 샘플링 도구를 넣지 않아야 한다.
- (13) 탱크에 인화성물질을 투입한 경우에는 <표 1>과 같은 정전기가 제거될 적절한 정치시간(Waiting period)을 둔 후에 작업하여야 한다. 다만, 전도도가 2 sP/m 미만인 매우 낮은 전도성 물질 또는 비전도성 물질을 취급하는 경우에는 더 긴 정치시간이 필요하고, 액면측정 시 게이징 웰(Gauging well)을 사용할 경우에는 정치시간은 필요하지 않다.

<표 1> 탱크의 크기별 정치시간 (Waiting period)

| 구 분 | 탱크의 내용적(V) (m ³) | | |
|-------|----------------------------------|---------------------|----------|
| 탱크 크기 | $V > 40$ | $40 \geq V \geq 20$ | $20 > V$ |
| 정치시간 | 30분 | 5분 | 1분 |
| 참고사항 | 게이징 웰 (Gauging well)이 사용되지 않는 경우 | | |

- (14) 측정이 완료되면 게이지 해치를 원래대로 닫아 클램프 등으로 체결하고 측정 결과를 기록한 후 측정도구를 정리한다.
- (15) 질소 봉입(N₂ Blanketing)을 위해 질소라인의 밸브를 열고 정상적으로 질소가 공급되는지 확인하고, 별도로 밸브를 개방한 경우에는 해당 밸브를 잠근다.

(16) 만약 미리 확인한 레벨과 측정한 레벨 사이의 오차를 확인한 후 액면계의 고장이 의심스러울 경우에는 수리를 요청한다.

(17) 작업 종료 후 내려올 때에는 올라갈 때와 같은 방법으로 내려온다.

5.2 탱크 간 이송작업

5.2.1 일반사항

(1) 탱크 간 이송작업은 2인 1조로 실시한다.

(2) 4.1.1항의 내용을 준용한다.

5.2.2 안전작업절차

(1) 화학물질을 주고받을 탱크 번호와 화학물질 종류를 확인한다.

(2) 화학물질을 공급받을 탱크가 공급받는데 적절한 상태인지 아래와 같은 사항을 확인한다.

(가) 탱크의 크기가 적절한지 여부

(나) 탱크의 통기밸브, 비상배출장치(Emergency vent), 과충전 방지장치 등의 안전장치가 적절히 설치되어 있는지 여부

(다) 탱크에 연결된 배관 또는 밸브 등이 적절히 설치되어 있는지 여부

(라) 탱크가 적절히 청소되어 있는지 여부 (동일한 물질을 공급하는 경우에는 탱크에 잔량이 남아 있어도 무관하다)

(마) 질소 봉입시설이 필요한 경우 해당 시설이 적절히 작동되는지 여부

(3) 공정배관계장도면(P&ID)을 통해 화학물질을 이송할 경로를 결정하고, 차단 또는 분리되어야 할 배관 또는 밸브를 도면에 표시한다.

(4) 고정된 배관을 통해 이송할 수 없어서 별도의 호스를 연결하여야 할 경우에는 다음과 같은 조치를 한다.

(가) 연결할 호스의 플랜지면 및 외관 상태와 검사일자를 확인한다.

- (나) 호스를 인력으로 운반하는 경우에는 근골격계질환을 예방하기 위하여 안전한 자세로 운반하여야 한다. 다만, 호스를 운반하기 위해 크레인, 호이스트 또는 체인 블록 등의 중량물 운반설비가 설치되어 있는 경우에는 이들 설비를 이용하여 안전한 방법으로 운반한다.
- (다) 호스를 연결하는 장소에 다수의 호스가 사용될 경우에는 호스가 엉키거나 비틀리지 않도록 호스를 배치시킨다.
- (라) 호스를 연결할 배관의 플랜지가 닫혀 있는 경우에는 플랜지를 개방하기 전에 배관내부의 잔압이 존재하는지 확인하여야 한다. 만약 잔압이 존재할 경우에는 벤트밸브 등을 개방하여 잔압을 제거한 후에 플랜지를 개방하여야 한다.
- (마) 호스를 배관 플랜지에 볼트를 체결할 경우에는 신품의 개스킷을 사용하여 체결하고 한 번 사용한 개스킷을 다시 사용하지 않는다.
- (바) 볼트 체결순서는 대각선 방향 순으로 체결하고 적절한 토크로 균등하게 체결한다.
- (사) 호스를 체결한 후에는 질소 등의 불활성 가스를 사용하여 호스 체결 상태를 기밀시험을 통해 확인한다. 만약 공기를 사용하여 기밀시험을 실시한 경우에는 가까운 곳의 벤트 밸브 또는 드레인 밸브를 개방하여 배출시킨다.
- (아) 연결한 호스에 주고받는 탱크번호, 흐름방향, 내용 물질명, 연결일자 및 연결자의 성명을 꼬리표 등으로 표시한다.
- (5) 화학물질을 출고시킬 탱크에서 진공에 의한 위험이 예상될 경우에는 통기밸브(진공측) 또는 진공 파괴기(Vacuum breaker)의 작동상태를 확인한다. 진공방지를 위해 게이지 해치를 개방하는 방법은 적절하지 않고 질소공급 시설이 설치된 경우에는 질소 공급량을 늘리는 것이 좋다.
- (6) 공급받을 탱크에서 과압에 의한 위험이 예상될 경우에는 통기밸브 상태를 확인한다. 질소공급시설이 설치된 경우에는 질소압력을 증대시켜 통기밸브가 작동되는지 확인할 수 있고, 과압방지를 위해 게이지 해치를 개방하는 방법은 적절하지 않다.
- (7) 다음과 같이 이송시키는 물질의 종류 또는 저장조건에 따라 사전에 공급

받을 탱크에 질소 등의 불활성가스를 주입시킬 수 있다. 불활성가스의 공급 압력은 통기밸브의 양압측 설정압력보다 낮은 압력으로 설정하되 가능한 한 해당물질의 증기압 이상으로 설정하여 증발을 억제시키는 것이 좋다. 다만, 통기밸브의 양압측 설정압력이 해당물질의 증기압보다 낮은 경우에는 통기밸브의 양압측 설정압력 미만의 압력으로 설정할 수 있다.

- (가) 증기압이 높아 증기의 발생량이 많은 물질
 - (나) 공기와 반응성이 있거나 통기밸브 등을 고착시킬 수 있는 물질
 - (다) 흡입독성이 높은 물질의 증기 발생을 억제시키고자 할 경우
 - (라) 제품의 품질을 유지하기 위해 수분 등의 유입을 막고자 하는 경우
 - (마) 정전기로 인한 화재폭발을 방지하고자 하는 경우
- (8) 이송 시 펌프를 사용할 경우에는 펌프가 정상적으로 사용할 수 있는 상태 인지를 확인한다.
- (가) 전력공급 정상여부
 - (나) 회전부 덮개 정상부착여부
 - (다) 냉각수 및 실 오일 정상공급여부
- (9) 이송할 경로가 연결된 경우에는 해당 경로에서 다른 곳으로 연결된 배관의 밸브와 해당 경로에 있는 모든 드레인 밸브 및 벤트 밸브를 차단한 후에 출고시킬 탱크에 인접한 밸브를 제외한 경로 상의 모든 밸브를 개방한다.
- (10) 출고시킬 탱크의 밸브를 개방하여 화학물질이 펌프까지 이송된 것을 확인한 후에 펌프를 가동시킨다.
- (11) 공급받는 탱크에 질소 등의 불활성가스가 주입되어 있지 않은 경우에는 주입되는 인화성물질의 분출로 발생하는 정전기에 의한 화재·폭발위험을 방지하기 위해 주입배관이 주입된 액체에 잠길 때까지 주입속도가 1 m/s 이하가 되도록 유량을 조절하여 이송시킨다. 다만 공급받는 탱크에 질소 등의 불활성가스를 주입한 경우에는 정상유량으로 이송시킬 수 있다.
- (12) 펌프 가동 후 누유, 과열 또는 이상 소음 등의 상태를 점검하고 이상 시 즉시 펌프를 정지시킨다.

(13) 탱크의 과충전(Overflow)을 예방하기 위하여 탱크의 레벨을 수시로 점검한다.
특히 용량이 큰 탱크에서 그 보다 용량이 적은 탱크로 이송할 경우에는
매우 중요하다.

(14) 이송작업이 다음 교대조까지 연장되는 경우에는 현장에서 탱크의 현재
레벨, 예상 이송작업시간, 이송 중 중요사항 등을 서면으로 인수인계하고,
이송작업이 완료될 때까지 계속 서면으로 인수인계를 하여야 한다.

(15) 이송작업이 완료된 경우에는 다음과 같이 조치한다.

(가) 용량이 적은 탱크에서 용량이 큰 탱크로 모든 물질을 이송하는 경우

- ① 펌프 인입측의 압력계 및 출고시키는 탱크의 레벨을 확인하여 내부물질이 거의
이송된 경우에는 펌프를 정지시켜 캐비테이션(Cavitation)을 방지한다.
- ② 출고시키는 탱크와 가장 가까운 밸브를 차단한다.
- ③ 출고시키는 탱크와 가까운 지점의 벤트 밸브 등에 질소 노즐을 연결한
후에 배관 내에 남아 있는 잔량을 질소로 이송시킨다.
- ④ 잔량을 이송시킨 후에 공급받는 탱크의 밸브를 잠근다.
- ⑤ 배관 내부에 남아 있는 질소를 배출시킨다.
- ⑥ 배관 내부에 남아 있는 잔량을 수거통을 사용하여 드레인 시킨 후에 잔
량처리호퍼를 사용하여 탱크로로 이송하거나 지정된 장소에서 처리한다.

(나) 용량이 큰 탱크에서 용량이 작은 탱크로 물질을 이송하는 경우

- ① 공급받는 탱크 및 출고하는 탱크의 레벨을 확인하여 요구되는 양이
이송된 경우에는 펌프를 정지시킨다. 이때 이송경로 상의 배관 내에
체류하고 있는 물질의 양을 고려한다.
- ② 출고시키는 탱크와 가장 가까운 밸브를 차단한다. 배관 내부의 잔량을
모두 공급받는 탱크로 이송할 때 과충전의 위험이 있을 경우에는 일정
구간을 구분할 수 있는 위치에 있는 밸브를 차단할 수 있다.
- ③ 차단된 밸브와 가장 가까운 위치에 있는 벤트밸브 등에 질소 노즐을
연결한 후에 배관 내에 남아 있는 잔량을 질소로 이송시킨다.

- ④ 잔량을 이송시킨 후에 공급받는 탱크의 밸브를 잠근다.
 - ⑤ 배관 내부에 남아 있는 질소를 배출시킨다.
 - ⑥ 배관 내부에 남아 있는 잔량을 수거통을 사용하여 드레인 시킨 후에 잔량처리 호퍼를 사용하여 탱크로로 이송하거나 지정된 장소에서 처리한다.
- (16) 연결된 호스를 분리시킨 후 호스 연결 시와 같은 방법으로 호스를 지정된 장소로 운반시킨다.
- (17) 호스를 분리한 후에 배관 플랜지에는 블라인드를 설치하고, 벤트밸브 및 드레인 밸브를 닫고 캡 또는 플러그 등으로 마감조치를 한다.

5.3 탱크로리 출하>Loading) 및 하역(Unloading) 작업

5.3.1 일반사항

- (1) 화학물질의 확인
 - (가) 작업자 및 탱크로리 운전자는 출하(또는 하역)하는 화학물질의 내용을 확인하고 필요한 사항을 숙지하여야 한다.
 - (나) 출하장(또는 하역장)에 MSDS를 비치하는 것이 좋다.
- (2) 작업에 필요한 보호구의 착용
 - (가) 작업에 필요한 보호구 종류는 아래와 같다.
 - ① 기본 보호구 : 안전화, 안전모, 보안경, 내화학용 안전장갑
 - ② 호흡용 보호구 : 방독마스크
 - ③ 보호복 : 화학물질의 종류에 따라 지정한다.
 - ④ 기타 작업특성 또는 화학물질 종류에 따라 사업장의 기준에서 정하는 보호구
 - (나) 작업자는 기본 보호구를 상시 착용하여야 한다.

(다) 작업자는 다음과 같이 화학물질에 노출될 우려가 있는 작업 단계에서는 호흡용 보호구를 착용하여야 한다.

- ① 탱크로리 상부의 맨홀 등을 열고 닫는 단계
- ② 출하(또는 하역)라인(호스 등)을 연결 또는 분리하는 단계
- ③ 로딩 암을 주입 또는 취외하는 단계
- ④ 탱크로리 배기처리라인을 연결 또는 분리하는 단계
- ⑤ 탱크로리 내부의 출하량(또는 하역량)을 확인하는 단계
- ⑥ 탱크로리 연결구(입구)를 열고 닫는 단계
- ⑦ 분리된 호스 또는 로딩 암을 운반 및 적치하는 단계
- ⑧ 호스 또는 로딩 암 등으로부터 수거한 수거용기를 운반 및 처리하는 단계 등

(라) 작업자는 위의 (다)항의 작업단계와 같이 화학물질에 접촉될 우려가 있는 경우에는 회사의 규정에 따라 지정된 보호복을 착용하여야 한다.

(3) 작업절차의 확인

(가) 작업절차를 확인하여 작업진행단계와 작업 시의 유해위험요인을 확인한다.

(4) 탱크로리 운전자의 상태 및 소지품 확인

(가) 탱크로리 운전자는 음주상태가 아니어야 하고, 피로한 상태가 아니어야 한다.

(나) 탱크로리 운전자는 취급하는 화학물질의 특성과 적절한 대응방법, 보호구 착용방법, 사업장의 기본 안전기준(수칙) 등을 숙지하고 있어야 한다.

(다) 탱크로리 운전자가 휴대한 휴대폰 및 라이터 등의 물품은 별도의 장소에 보관하는 것이 좋다.

(라) 탱크로리 운전자는 호주머니에서 떨어질 우려가 있는 소지품을 별도로 보관하거나 호주머니의 지퍼 또는 단추를 체결한 상태로 작업에 임하여야 한다.

(5) 출하(또는 하역)작업 내용의 확인

(가) 작업자는 작업지시서(order)와 작업지시 내용을 확인 및 검토한다.

(나) 작업자는 출하량(또는 하역량)을 측정 및 관리하는 부서(계근실 등)를 통해 화학물질명, 출고(또는 하역)탱크번호, 입고장(또는 하역장) 번호 등을 확인한 후에 탱크로리 입고(또는 하역) 서류상의 용량, 허가품목이 일치한지 확인한다.

(다) (5)항의 사항은 출하장(또는 하역장)에 진입한 후에 실행할 수 있다.

(6) 계근대 및 출하장(또는 하역장) 진입

(가) 탱크로리 운전자는 계근대 접근 시 제한속도 이내로 천천히 탱크로리를 운전하고, 계근대에서 출하장(또는 하역장)까지 지정된 주행로를 따라 운전하여야 한다.

(나) 탱크로리 기사가 유도자 없이 출하장(또는 하역장) 내에 임의로 정차할 수 없도록 출하장(또는 하역장) 내의 운행 가능한 차량 대수를 설정하고, 대기 차량 대수를 최소화시킨다.

(다) 유도자는 만약 정해진 차량 대수보다 많은 차량이 작업장에 진입될 경우에는 별도의 대기장소로 안내하여야 한다.

(라) 차량과의 충돌을 방지하기 위해 작업장 내 불필요한 차량 및 작업자의 진입을 통제한다. 다만, 1대의 차량만 운행되는 경우에는 위의 (나), (다) 및 (라)항은 무관하다.

(마) 탱크로리 운전자는 탱크로리를 정해진 출하장(또는 하역장)으로 진입시킨 후 시동을 끄고 시동키를 빼내어 지정된 장소에 보관시킨다. 여러 대의 차량이 운행되는 경우에 차량 또는 주변 구조물과의 충돌이 우려되는 경우에는 유도자를 배치하여 안전하게 차량을 진입시킨다.

(바) 탱크로리 운전자는 차량이 정차된 출하대 번호와 하역 물질명을 확인한다. 출하장이 1개소인 경우에는 하역물질명을 확인한다.

(7) 주변의 안전보건시설 확인

(가) 주변에 설치되어 있는 세척세안설비가 작동되는지 확인한다.

(나) 주변에 비치 또는 설치되어 있는 소화기 또는 소화설비의 위치를 확인한다.

(다) 비상 시 대피해야 할 대피로와 대피장소를 확인한다.

(라) 비상 시 연락해야 할 연락처와 통신수단(페이징 등)을 확인한다.

(8) 차량의 안전조치

(가) 받침목을 차량의 바퀴에 삽입시킨다.

(나) 차량에 접지선을 확실히 연결하여 차량과 주입배관을 등전위시킨다. 적절히 접지가 되지 않으면 출하량(또는 하역량) 입력 등의 조치가 되지 않도록 조치하는 것이 좋다.

(다) 필요 시 출하(또는 하역)작업 중이라는 팻말을 차량 입구 등에 설치한다.

(라) 주변에 접지봉(Earth bar)이 설치되어 있을 경우에는 접지봉을, 접지봉이 없는 경우에는 주변의 접지된 구조물을 맨 손으로 잡아 인체에 대전된 정전기를 제거시킨다.

(9) 탱크로리 상부 통행 또는 작업 시의 떨어짐 방지조치

탱크로리 상부로 통행 또는 작업하여야 할 경우에는 떨어질 위험을 방지시키기 위해 다음과 같은 조치 중의 하나 또는 추락방지를 위해 필요한 조치를 하여야 한다.

(가) 탱크로리 출하장(또는 하역장) 상부에 고정식 안전난간대를 설치하는 방법

① 이 방법은 탱크로리가 출하대(또는 하역장)에 진입할 경우 탱크로리 상부의 폭 넓이 정도로 좌우에 안전난간대가 설치되도록 출하대(또는 하역장)의 구조물을 이용하여 고정식 안전난간대를 설치하는 방법이다.

② 로딩 암>Loading arm)을 사용하여 출하(또는 하역)할 때 Loading arm 운반에 지장이 없도록 일부 구간의 고정식 안전난간대를 설치하지 못할 경우에 떨어질 위험이 있으면 해당 구간에는 해체 및 부착 가능한 안전난간대를 설치하거나 안전대 착용과 같은 방법을 병행시킬 수 있다.

(나) 실린더로 조작 가능한 구조의 고정식 안전난간대를 설치하는 방법

- ① 탱크로리를 출하(또는 하역)지역에 정차시킬 때 상부에 별도의 구조물이 없을 경우 울타리 형식으로 설치된 안전난간대를 실린더를 사용하여 90도 내리면 탱크로리 상부의 작업공간 주위에 고정식 안전난간대가 설치되는 방식의 구조를 말한다.
- ② 이 방법은 탱크로리의 상부에서 넓은 범위를 이동하여야 하는 경우에는 적절하지 않을 수 있다.

(다) 탱크로리 상부에 안전대 걸이시설을 설치하여 안전대를 착용하는 방법

- ① 탱크로리를 출하(또는 하역)지역에 정차시킬 때 상부에 와이어로프 또는 배관 등으로 안전대 걸이시설을 탱크로리 상부의 통행구간 보다 넓은 범위에 설치하여 안전대를 걸고 통행 또는 작업하는 방법이다.
- ② 이 방법을 적용할 때에는 탱크로리 상부에서 안전대를 걸기보다는 탱크로리 하부 또는 측면에서 안전대를 걸고 탱크로리 상부로 통행하도록 하는 것이 좋다. 이렇게 하면 탱크로리 상부에서 안전대를 걸거나 탱크로리 상부로 통행할 때의 떨어질 위험을 제거시킬 수 있다.
- ③ 항상 안전대를 출하대(또는 하역장) 주변에 비치하거나 운전자가 휴대하도록 관리하여야 한다.

(라) 안전난간대가 부착된 이동식 작업대를 사용하는 방법

- ① 탱크로리 출하장(또는 하역장) 주변에 별도의 구조물이 없을 경우 상부 작업발판 주변에 안전난간대가 설치된 이동식 작업대를 설치하여 탱크로리의 작업지역으로 이 작업대를 이동시켜 바퀴를 고정시킨 후 작업대로 사용하는 방식이다.
- ② 탱크로리 상부에서 앞뒤로 이동하여야 할 경우에는 내려와서 다시 이동식 작업대를 이동시켜 고정한 후 사용하여야 한다.
- ③ 이 방식은 주변에 구조물이 없고 탱크로리 상부에서 앞뒤로 이동할 필요가 없는 경우에 적용할 수 있다.

(마) 기타 떨어질 위험을 방지하기 위한 방법

- ① 지면에서 탱크로리의 벤트 밸브를 개방하는 방법으로 탱크로리의 구조를 변경시켜 탱크로리 상부에서의 작업 자체를 없애는 방법이 바람직하다.

- ② 기타 탱크로리 상부에서 떨어질 위험을 방지하기 위해 다른 방법을 적용할 수 있다.

(10) 동결 위험이 있는 물질의 관리

탱크터미널과 같이 동결위험이 있는 물질을 보온조치가 되지 않은 배관을 통해 이송할 때는 관련 배관의 내부물질을 작업 완료 후에 비워두어야 한다.

5.3.2 출하작업 절차

(1) 이전 적재물의 확인

(가) 가솔린을 적재한 탱크로리에 경유를 주입(예, Switch loading)시킬 경우 경유가 주입됨에 따라 가솔린 증기의 농도가 폭발상한 농도보다 훨씬 높은 상태에서 폭발상한 농도로 떨어질 경우에 정전기 등에 의해 발생할 화재폭발의 위험을 방지하기 위해 이전에 어떤 물질을 적재하였는지 확인하여야 한다.

(나) 직전에 적재했던 물질과 다른 종류의 물질을 탱크로리에 적재하는 것을 원칙적으로 금지하여야 한다. 다만 직전의 물질과 반응성이 없고, 다른 안전상의 문제가 없는 것으로 확인된 경우에는 그러하지 아니 하다.

(다) 이전에 적재한 물질의 종류는 후각 확인, 서류 확인, 탱크로리 이동경로 추적 확인, 시료 채취분석 등의 방법으로 확인할 수 있다.

(2) 출하라인 연결 또는 설치

(가) 호스를 사용하는 상부출하(Top loading) 방식

① 탱크로리 상부의 개방된 맨홀 또는 주입구에 주입 호스를 탱크로리의 화물창의 바닥면에 가깝게 삽입시키고 흔들리지 않도록 호스를 로프 등으로 고정시킨다.

② 호스의 길이가 짧을 경우에는 호스의 끝부분이 상차하는 화학물질에 잠길 때까지 1 m/s 이하의 속도로 출하하여야 하므로 출하시간이 오래 걸릴 수 있다.

③ 호스가 주입되는 부분에 개방된 공간이 있으면 가능한 한 증기의 배출이 억제되도록 밀봉한다. 이 때 이물질이 화물창 내부로 떨어지지 않도록 덮는 재료의 상태를 확인하여야 한다.

- ④ 탱크로리 화물창별로 별도로 호스를 삽입하여 출하시킬 경우에는 ①항의 사항을 반복한다. 가능한 한 1개의 주입구를 통해 계속 출하하는 것이 좋다.

(나) 로딩 암을 사용하는 상부출하 방식

- ① 로딩 암을 탱크로리의 화물창에 삽입시키고 로딩 암이 탱크로리의 바닥면에서 어느 정도의 깊이까지 내려가는지 확인한다.
- ② 로딩 암의 길이가 짧을 경우에는 로딩 암의 끝부분이 상차하는 화학 물질에 잠길 때까지 1 m/s 이하의 속도로 출하하여야 하므로 출하시간이 오래 걸릴 수 있다.
- ③ 로딩 암의 길이는 해당 출하장에 들어오는 탱크로리 중 가장 큰 탱크로리를 기준으로 설치하는 것이 좋다. 만약 작은 용량의 탱크로리에 출하할 때 로딩 암의 끝부분이 탱크로리의 바닥면에 닿을 경우에는 로딩 암의 길이가 탱크로리의 바닥면에서 약간 떨어진 지점에서 고정될 수 있도록 탈착가능한 구조의 멈춤대 등을 로딩 암에 설치하여 조절하는 것이 필요하다.
- ④ 탱크로리 하물창별로 별도로 호스를 삽입하여 출하시킬 경우에는 ①항의 사항을 반복한다. 가능한 한 1개의 주입구를 통해 계속 출하하는 것이 좋다.

(다) 호스를 사용하는 하부출하(Bottom loading) 방식

- ① 호스를 탱크로리 주입구에 견고히 연결시키고 클램프를 체결시킨다.
- ② 호스의 길이가 길어 출하할 때 요동될 우려가 있는 경우에는 로프 등으로 호스를 고정시킨다.

(3) 배기처리시설 연결

- (가) VOC 물질 또는 독성물질 등의 증기가 대기로 배출되는 것을 방지하기 위해 배기처리시설이 설치되어 있는 경우에는 해당 시설의 가동상태를 확인하고 배기처리 시설로 후드 또는 호스를 연결한다.

- (나) 배기처리 시설로 연결된 라인의 댐퍼 또는 밸브 등을 개방시켜 정상적으로 증기가 배출되도록 조치한다.

(4) 출하량 설정 또는 입력

(가) 적산유량계가 설치된 경우에는 출고서류의 출하량을 확인한 후에 출하량을 입력시킨다. 입력 오류를 방지하기 위해 출하량 관리시스템에서 별도의 출하량을 입력하여 수치가 일치될 경우에 다음 단계로 진행되는 것은 방식이나 추가적인 확인 단계를 통해 진행되도록 하는 방법 등을 선택할 수 있다.

(나) 적산유량계가 없을 경우에는 입고량을 육안으로 확인하면서 조정실과의 의사소통하면서 출하량을 관리하여야 한다.

(5) 밸브 개방 및 출하시작

(가) 초기에 주입구, 호스 또는 로딩 암의 끝부분이 액면에 잠기는 높이가 될 때까지는 정전기에 의한 화재폭발 위험을 방지하기 위해 주입속도가 1 m/s 이하가 되도록 주입유량을 조절하여야 한다.

(나) 일정량이 주입될 때까지 소량으로 주입되도록 밸브의 개도를 유지하다가 지정된 유량이 주입된 이후에는 밸브의 개도가 완전히 개방되는 스텝 밸브(Step valve)를 설치하여 주입속도를 조절하는 경우에는 해당 출하대에 진입되는 가장 큰 탱크로리의 주입구 또는 로딩 암의 끝부분과 탱크로리 바닥면까지의 거리 등을 고려하여 스텝밸브의 단계를 조절하여야 한다.

(6) 출하작업 중 대기

(가) 작업자 또는 탱크로리 운전자는 출하작업이 진행 중일 경우에는 반드시 출하작업의 진행 상태를 확인하면서 대기하여야 한다. 탱크로리 상부에서 출하하는 경우에는 탱크로리 주변의 지면에서 출하작업을 확인할 수 있다. 다만, 출하량이 약 90% 정도(사업장의 자체규정에 따라 조정가능) 도달되는 시점에는 반드시 탱크로리 상부에서 대기하여야 한다.

(나) 탱크로리 상부에서 출하하는 경우에는 개인 휴대품이 탱크로리 내부로 떨어지는 것을 방지하도록 개인휴대품을 지퍼 또는 단추가 있는 호주머니에 넣어둔 경우에는 작업 중 사용하지 않아야 한다.

(다) 출하작업 중 휴대폰 사용을 금지하고, 비상 시 연락은 가능한 한 페이지 시스템을 사용하도록 관리하여야 한다.

(7) 작업종료 시점의 조치

(가) 적산 유량계가 설치된 출하작업

- ① 적산 유량계가 설치된 경우에는 입력된 출하량에 도달하게 되면 자동적으로 유량조절밸브가 닫히는 구조이므로 입력된 유량과 탱크로리 출하량이 같은지 육안으로 레벨을 확인한다.
- ② 적산 유량계가 설치된 경우 입력오류로 인한 과충전을 방지하기 위해 탱크로리에 충전 예정인 출하량이 도달하기 전에 남은 하역량과 탱크로리의 빈 공간을 비교하면서 적절한 양으로 입력되고 있는지 확인할 필요가 있다.
- ③ 만약 입력오류가 발생된 것으로 판단되면 즉시 비상스위치를 작동시켜 출하작업을 중지시켜야 한다.
- ④ 예정된 출하량에 도달하면 유량 조절밸브는 자동으로 닫히므로 추가로 수동밸브를 차단한다.

(나) 적산 유량계가 없는 출하작업

- ① 적산 유량계가 없는 경우에는 출하작업 중 수시로 탱크로리 내부의 양을 확인하여야 한다.
- ② 예정된 출하량에 도달하기 전에 밸브를 약간 닫아 출하량을 줄이면서 출하할 필요가 있다.
- ③ 예정된 출하량에 도달하면 출하라인의 밸브를 차단한다.
- ④ 호스로 하부 출하방식으로 주입하는 경우에는 출하 라인의 차단밸브와 가장 근접한 곳의 벤트 라인 또는 드레인 라인을 통해 질소를 주입시켜 배관 내부의 물질을 모두 탱크로리로 이송하거나 지정된 다른 곳으로 이송시킨다. 가능한 고정된 질소 주입라인을 설치하는 것이 좋다.
- ⑤ ④항과 같이 질소를 주입하는 대신 배관 또는 호스 내부의 물질을 자연 압으로 다른 곳으로 이송하는 경우에는 탱크로리의 밸브를 잠근 후에 내부 물질을 이송시킨다.

(8) 작업종료 시의 주입라인 분리

(가) 로딩 암을 사용하는 상부출하 방식

- ① 로딩 암과 탱크로리 주입구와의 충돌에 의한 위험을 고려하면서 천천히 로딩 암을 들어올린다.
- ② 로딩 암 내외면에 묻어 있는 화학물질이 탱크로리 내부로 떨어지도록 로딩 암의 끝부분이 탱크로리 주입구 부근에 둔 채 잠시 대기한다. 주입구를 통해 내부의 증기가 배출될 우려가 높은 경우에는 너무 오래 로딩 암을 들고 있는 것은 적절하지 않을 수 있다.
- ③ 로딩 암을 지정된 장소에 둔다. 이 때 아직 로딩 암에 붙어 있는 화학물질이 작업장 바닥에 떨어지는 것을 방지하기 위해 적절한 수거용기 내부에 로딩 암 입구를 둔다.
- ④ 탱크로리의 주입구를 닫은 후에 배기 처리시설의 라인을 분리한다.
- ⑤ 작업장 바닥 또는 탱크로리 상부에 떨어진 화학물질이 있으면 기름걸레로 닦은 후 기름걸레를 지정된 폐기물 보관 장소에 폐기한다.

(나) 호스를 사용하는 상부출하 방식

(가)항의 “로딩 암을 사용하는 상부출하 방식”의 내용을 준용한다.

(다) 호스를 사용하는 하부출하 방식

- ① 탱크로리의 밸브, 출하배관의 밸브가 차단된 상태에서 호스 내부의 물질이 모두 드레인 되었는지 확인한다.
- ② 호스를 탱크로리로부터 분리하여 호스 걸이대에 두고 탱크로리의 주입구에 캡을 설치한다.
- ③ 호스 내부에 잔량이 남아 있을 경우에는 잔량을 수거통에 모아 비운다.

(9) 작업장 정리

(가) 탱크로리 출하가 완료되면 받침목을 원위치시키고, 접지선을 분리하고 출하작업 표지판을 치운다.

(나) 작업에 사용했던 보호구를 원위치시킨다.

(다) 작업완료를 보고하고 차량의 시동키 등을 수령한 후에 차량을 출고시킨다.

5.3.3 하역(Unloading)작업절차

(1) 하역물질 및 하역 탱크 확인

(가) 부적합한 화학물질이 입고되어 발생하는 위험을 방지하기 위해 탱크로리 물질을 샘플링하여 확인한다.

(나) 화학물질을 하역할 탱크번호를 확인한다.

(다) 해당 탱크의 상태를 확인한다.

- ① 탱크의 크기가 적절한지 여부
- ② 탱크의 통기밸브, 비상배출장치(Emergency vent), 과충전방지장치 등의 안전장치가 적절히 설치되어 있는지 여부
- ③ 탱크에 연결된 배관 또는 밸브 등이 적절히 설치되어 있는지 여부
- ④ 탱크가 적절히 청소되어 있는지 여부 (동일한 물질을 공급하는 경우에는 탱크에 잔량이 남아 있어도 무관하다)
- ⑤ 질소봉입시설이 필요한 경우 해당 시설이 적절히 작동되는지 여부

(라) 화학물질이 들어 있는 탱크에 탱크로리에 들어 있는 전체 용량을 하역할 때 탱크의 과충전이 될 수 있는 경우에는 다음과 같은 과충전 대책을 고려한다.

- ① 인접한 지역에 같은 종류의 물질을 저장하는 탱크가 있는 경우에는 해당 탱크 사이의 밸브를 개방시켜 동시에 하역되도록 조치한다.
- ② 만약 다른 탱크가 없는 경우에는 사업장 작업자와 탱크로리 운전자는 탱크레벨과 탱크로리 레벨을 수시로 확인하면서 레벨을 관리하여야 한다. 이 때 조정실의 운전자도 탱크의 레벨을 확인하면서 하역작업을 관리하여야 한다.

(마) 빈 탱크에 하역할 경우에는 (다)항의 사항을 확인하여야 한다.

(2) 하역라인 확인

공정배관계장도면(P&ID)을 통해 화학물질을 이송할 경로를 결정하고, 차단 또는 분리되어야 할 배관 또는 밸브를 도면에 표시한다.

(3) 이송 방법의 선택

(가) 현장에 펌프가 설치된 경우에는 현장의 펌프를 사용한다.

(나) 현장에 펌프가 없을 경우에는 탱크로리의 펌프를 사용한다. 다만 인화점이 낮은 물질을 이송하는 경우에는 탱크로리의 펌프를 사용할 수 없으므로 별도의 펌프를 설치하거나 다른 방법을 선택하여야 한다.

(다) 탱크로리에 질소 등의 불활성가스를 주입하여 가스의 압력으로 이송하는 방법을 선택할 수 있다. 이 경우에는 해당 탱크로리의 설계압력을 초과하지 않도록 탱크로리의 설계압력을 확인하고, 질소 등의 공급라인의 압력조절기 후단에 탱크로리의 설계압력 이하로 작동되는 안전밸브를 설치한 시스템을 구성하여야 한다.

(4) 탱크로리와 하역배관 사이의 호스 연결

(가) 탱크로리와 하역배관 사이에 호스를 연결하고 클램프를 체결한다. 이 때 하역배관의 캡 또는 플랜지를 개방할 경우에 내부에 잔압 여부를 압력계를 통해 확인한 후 잔압이 있으면 먼저 벤트밸브 등을 개방하여 잔압을 제거한다.

(나) 연결 부위에서 누출되어 접촉될 때 상해를 유발시킬 물질인 경우에는 연결 부분에 밀봉조치(Flange shield)를 설치하여 비산을 방지시킬 수 있다.

(5) 연결 라인의 누설시험

(가) 호스를 체결한 후에는 질소 등의 불활성가스를 사용하여 호스 체결상태를 기밀시험을 통해 확인한다.

(나) 만약 공기를 사용하여 기밀시험을 실시한 경우에는 가까운 곳의 벤트 밸브 또는 드레인 밸브를 개방하여 배출시킨다.

(6) 탱크로리 외의 구간에 별도로 호스를 설치하는 경우

고정된 배관을 통해 이송할 수 없어서 별도의 호스를 연결하여야 할 경우에는 4.3.2항의 (3)의 조치를 준용한다.

(7) 이송경로의 연결조치(Line-up)

이송할 경로가 연결된 경우에는 해당 경로에서 다른 곳으로 연결된 배관의

밸브와 해당 경로에 있는 모든 드레인 밸브 및 벤트밸브를 차단한 후에 이송경로 상의 모든 밸브를 개방한다.

(8) 정전기에 의한 위험방지

(가) 공급받는 탱크에 질소 등의 불활성가스가 주입되어 있지 않은 경우에 주입되는 인화성물질의 분출로 발생하는 정전기에 의한 화재·폭발위험을 방지하기 위해 주입배관이 주입된 액체에 잠길 때까지 주입속도가 1 m/s 이하가 되도록 유량을 조절하여 이송시킨다.

(나) 공급받는 탱크에 질소 등의 불활성가스를 주입한 경우에는 정상유량으로 이송시킬 수 있다.

(9) 펌프의 가동 또는 가압 시스템의 적용

(가) 펌프의 가동준비가 완료되면 탱크로리 펌프 또는 고정식 펌프를 가동하여 화학물질을 운반시킨다.

(나) 불활성가스를 사용하여 운반시킬 경우에는 해당 배관의 압력을 확인 하면서 밸브를 개방하여 운반시킨다.

(다) 펌프 가동 후 누유, 과열 또는 이상 소음 등의 상태를 점검하고 이상 시 즉시 펌프를 정지시킨다.

(10) 이송 작업 중 관리

(가) 탱크로리에서 이송작업 중 작업자와 탱크로리 운전자는 현장에 대기하면서 이송작업을 관리하여야 한다.

(나) 이송 중 누출이 발생하거나 다른 이상이 발생될 경우에는 작업을 중단 하여야 한다.

(다) 탱크로리의 내용물 중 일부만 하역하여야 하는 경우에는 과충전이 발생 되지 않도록 탱크 및 탱크로리의 레벨, 적산 유량계가 설치된 경우에는 적산량 등을 통해 정해진 양을 이송시킨다.

(11) 이송 작업의 완료

(가) 이송이 완료된 경우에는 펌프를 정지시킨다. 질소로 가압하는 경우에는 질소밸브를 차단한다.

(나) 탱크로리의 밸브를 차단한다. 다만, 고정 펌프를 기준으로 펌프 인입측의 호스 내부의 물질을 탱크로리로 이송하는 경우에는 펌프 인입측 밸브를 차단한다.

(12) 배관 내부의 물질 이송

(가) 탱크로리 연결 호스와 가까운 지점의 벤트 밸브 등에 질소 노즐을 연결한 후에 배관 내에 남아 있는 잔량을 탱크로 이송시킨다.

(나) 배관 내부의 잔량을 이송시킨 후에 공급받는 탱크의 밸브를 잠근다.

(다) 펌프와 저장탱크 사이의 배관 내부에 남아 있는 질소를 서서히 밸브를 개방하면서 배출시킨다. 그대로 두어도 무관한 경우에는 질소를 배출시킬 필요가 없다.

(라) 펌프 인입측과 탱크로리 사이의 구간의 질소를 배출시킨다.

(마) 펌프 인입측과 탱크로리 사이의 구간에 남아 있는 잔량을 수거통을 사용하여 밸브를 서서히 열면서 드레인 시킨다.

(13) 호스의 분리

(가) 호스 내부를 드레인 시킨 후에 호스를 분리한다.

(나) 잔량 처리용기를 사용하여 호스 내부에 남아 있는 물질을 추가로 드레인 시킨 후 호스를 원위치 시킨다.

(14) 연결구의 밀봉조치

(가) 펌프 인입 측 주입구 및 탱크로리 주입구에 캡 등으로 밀봉조치한다.

(나) 개방된 벤트 밸브 및 드레인 밸브를 닫고 캡 또는 플러그 등으로 마감조치를 한다.

(15) 잔량의 처리

잔량처리용기에 수거된 물질을 이송하거나 지정된 장소에서 처리한다.