

KOSHA GUIDE

P - 52 - 2012

공장 및 장치의 안전격리에 관한 기술지침

2012. 7.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 김 나 영

○ 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

- HSG-253, "The safe isolation of plant and equipment", 2006

○ 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

공장 및 장치의 안전격리에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 장치 및 공장을 안전하게 격리하는 방법과 유지보수나 샘플운전과 같이 정상운전이 아닌 간헐 작업 중에 위험물질의 방출로 인한 위험을 줄이는 방법 등 안전한 격리에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 정유 및 가스 산업과 화학물질 제조공정 그리고 이들 산업을 연결하는 배관에 적용되며 새로운 공정과 기존공정의 확장 시에도 적용할 수 있다. 그러나 봉쇄의 손실이 발생하여 즉각적인 격리가 요구되는 응급상황에 적용하는 것은 아니며, 비공정 공장(Non process plant)나 격리조치 중 사용하는 전동장치와 같은 장치에는 적용하지 않는다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “액면화재 (Pool fire)”라 함은 액체(액화가스 포함)의 위험물질이 누출되어 주변 바닥에 고여 있는 액체가 기화하여 발화원에 의해 점화된 것을 말한다.

(나) “고압분출화재 (Jet fire)”라 함은 배관, 저장탱크 등에서 연속적으로 누출되는 고압의 위험물질이 누출원 근처의 발화원에 의하여 점화되는 현상을 말하며 이 경우 연속적으로 복사열이 발생된다.

(다) “증기운화재 (Flash fire)”라 함은 누출된 위험물질이 공기 중으로 확산되어 구름 형태로 떠다니다가 물질의 폭발하한계 이하로 희석되기 전 발화원을 만나면 화재가 발생하는 것을 말한다. 이 경우 화염의 속도는 음속보다 작으며 무시할 수 있을 정도의 과압이 발생한다.

(라) “증기운폭발 (Vapor cloud explosion)”이라 함은 가연성의 위험물질이 용기 또는 배관 내에 저장·취급되는 과정에서 서서히 지속적으로 누출되면서 대기 중에 구름 형태로 모이게 되어 바람·대류 등의 영향으로 움직이다가 담배불, 정전기, 기계적

마찰, 스파크 등의 발화원에 의하여 순간적으로 모든 가스가 동시에 폭발하는 현상으로서 폭발에 의한 과압에 의하여 엄청난 손상을 가져오는 현상을 말한다.

(마) “과압 (Overpressure)”이라 함은 어느 지점에 대기압 보다 큰 압력으로 전달되는 압력을 말한다.

(바) “격리 (Isolation)”이라 함은 압력, 전기, 기계 등의 모든 에너지원으로부터 공장 또는 장비가 분리된 것을 말한다.

(사) “분리 격리 (Positive isolation)”라 함은 시스템의 다른 부분과 공장 또는 장치의 완벽한 격리를 말한다.

(아) “차단확인 격리 (Proved isolation)”라 함은 밸브 폐쇄의 효과를 벤트/블리드 (Bleed)를 통해 확인할 수 있는 밸브에 의한 차단을 말한다.

(자) “간헐 작업 (Intrusive work)”이라 함은 필터 교체, 샘플링, 청소용 배관 피그의 제거, 검사를 위한 장비 접근에 대한 요구사항, 유지보수 등의 작업을 말한다.

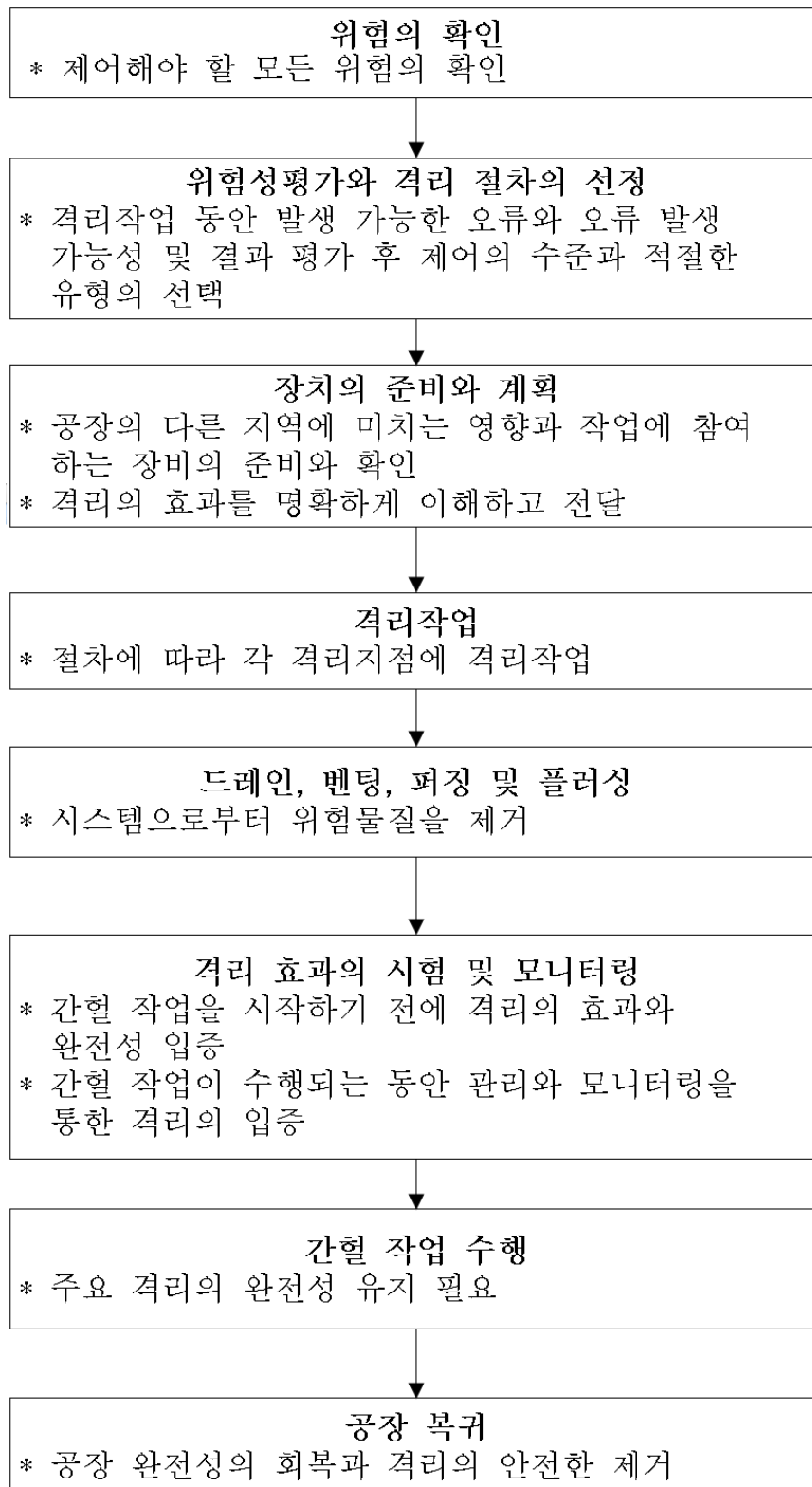
(차) “단기작업 (Short duration work)”이라 함은 1 교대 작업 이상으로 연장되지 않는 작업을 말한다.

(카) “격리 표준의 기준 (Baseline isolation standard)”이라 함은 정상상태에서 최종격리에 적용되는 최소허용 표준을 말한다.

(2) 그 밖에 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. 격리작업의 주요 단계

격리 작업 절차는 <그림 1>과 같이 ① 위험의 확인 ② 위험성평가와 격리절차의 선정 ③ 장치의 준비와 계획 ④ 격리작업 ⑤ 드레인, 벤팅, 퍼징 및 플러싱 ⑥ 격리효과 시험 및 모니터링 ⑦ 간헐 조치의 수행 ⑧ 공장 복귀 와 같은 단계로 진행한다.



<그림 1> 격리작업의 주요 단계

5. 위험의 확인

5.1 격리된 물질과 관련된 위험

(1) 격리의 실패는 봉쇄시스템의 결함으로 인한 누출로 이어지며, 인명피해가 발생할 수 있고 주요 사고로 확대될 수 있다. 물질의 인화성과 독성으로 인해 손상이 일어날 수 있는 경우는 아래와 같다.

(가) 고압에서 운전되는 경우

(나) 고온 또는 저온에서 운전되는 경우

(다) 반응성이 있는 경우

(라) 유해한 환경(예로 질식하거나 역사를 유발하는)을 조성할 수 있는 경우

(마) 폭발 분위기를 형성하는 경우(분진 포함)

(바) 장치에 슬러지나 고형 침전물이 남아있는 경우

(2) 누출의 경우 아래의 경우를 포함한 여러 변수들에 따라 대형사고의 가능성이 달라진다.

(가) 물질의 성질

(나) 누출된 물질의 양

(다) 사고의 확대

(라) 공장 주변의 인구와 그들이 영향을 받을 수 있는 속도

(3) 인화성 물질의 누출은 액면화재(Pool fire), 고압분출화재(Jet fire), 증기운화재(Flash fire) 그리고 증기운폭발(Vapor cloud explosion)을 일으킬 수 있다. 물론 점화원의 부재로 분산만 될 수도 있다.

(4) 과압의 결과는 다른 공장에 손상을 주고 추가 사상자와 봉쇄의 손실을 야기할 수 있으며, 인접한 공장에 제트 화염이 충돌하면 치명적인 손상을 줄 수 있다.

(5) 일부 독성 물질들은 더 큰 위험 범위와 더 많은 사람들이 큰 영향을 미칠 가능성을 가지고 있다. 사람이 독성 물질에 노출된 경우 제어가 되지 않거나 안전하게 운전정지가 되지 않는다면 사고가 확대될 수 있다.

(6) 저장 또는 공정조건이 중요하다. 예를 들면

(가) 인화성 물질을 고온에서 저장하거나 처리할 경우 인화점이나 자연발화점 이상에서 누출될 수 있다.

(나) 상온에서 가스인 물질은 고압에서 액체로 저장되기도 하는데 이런 경우 고압탱크에서의 누출은 보다 강력하며 누출공에서의 누출속도도 훨씬 큰 경향이 있다.

(7) 사건의 규모는 저장량뿐만 아니라 유해 물질이 누출되는 속도에 의해서도 결정된다. 이것은 액체 풀의 크기 또는 인화성 가스 구름의 형성에 영향을 주며, 제트 화염의 지름과 길이에도 영향을 준다.

5.2 작업과 관련된 위험

관련된 모든 위험은 비공정 격리위험 및 신체 상해 위험을 포함하여 명시되어야 하며, 작업 허가서에 기록해야 한다. 배관 스프링, 격리 유형 및 기타 서비스와 같은 요인을 고려해야 하며 특정 지역이나 작업의 목적이 추가로 고려되어야 한다.

5.2.1 밀폐공간으로 출입

(1) 밀폐공간으로 출입은 아래의 위험을 포함한다.

(가) 공정물질로부터 생성된 독성물질이나 인화성 증기

(나) 잔류물질로부터 생성된 독성 증기나 부산물

(다) 불활성 가스로 인한 질식

(라) 산소 결핍

(마) 이산화탄소 생성

(바) 액체의 유입으로 인한 익사

(2) '분리 격리'의 표준은 스푼(Spool) 제거나 스페이드(Spade)의 삽입과 같은 물리적인 격리이며, 격리 지점은 용기에 최대한 가까이에 설치되어야 한다.

(3) 완전히 용접이 된 시스템은 물리적인 차단이나 스페이드의 삽입이 가능하지 않을 수도 있다. 이러한 경우 시스템을 완전히 운전 정지시켜야 한다.

5.2.2 화기작업

- (1) 화기작업은 금지하거나 최소화하여야 하며, 화기작업이 계획된 지역이나 공정장치 근처에서 작업할 경우에는 화기작업 허가절차에 따라야 한다.
- (2) 위험물질을 포함하거나 포함했었던 곳에서의 용접이나 그라인딩과 같은 화기작업을 수행하는 경우 격리는 잔여물질에 의한 위험성을 완화하기 위한 추가 조치가 필요하다.
- (3) 화기작업이 작업장 주변의 운전 중인 시스템에 미치는 영향을 확인하여야 한다.
- (4) 화기작업이 화재나 위험성물질의 봉쇄의 실패 원인이 되는 곳에서는 배출하거나 감압하거나 격리하여야 한다.

6. 위험성 평가와 격리절차의 선정

6.1 격리작업의 위험성 평가

- (1) 합리적인 대안이 없는 경우에만 운전 중인 공장에 간헐 작업(Intrusive work)을 수행한다.
- (2) 절차에 격리 및 관련 활동의 위험성 평가에 대한 요구 사항을 명시해야 하며, 위험성 평가는 작업자의 실수 가능성 및 그 결과를 포함해야 한다. 또 관련된 모든 위험이 고려되어야 한다.
- (3) 전반적인 작업을 수행하는 모든 방법을 고려하고 가장 낮은 위험 조건을 명시하여야 한다. 고려할 사항은 아래와 같다.
 - (가) 격리 실패의 경우 사람, 환경, 공장 및 장비에 나타날 결과
 - (나) 격리의 유형별 실패의 가능성
- (4) 위험성 평가는 격리조치의 모든 단계(아래의 사항을 포함)를 커버하여야 한다.
 - (가) 격리를 위한 준비단계 - 감압, 저장된 에너지의 방출, 드레인 및 벤팅, 퍼지와 청소
 - (나) 설치/제거와 격리 확인
 - (다) 간헐 작업 동안의 격리의 완전성 및 인근 작업 또는 작업 공유 시스템의 호환성

(라) 공정 복귀와 시험 요구사항

(5) 위험성 평가는 아래와 같은 사항을 고려하여 추가 완화 조치에 대한 필요성을 명시하여야 한다.

(가) 봉쇄의 실패 원인으로 작용할 수 있는 요인

(나) 화재, 작업자 부상, 환경오염 등과 같은 봉쇄 실패의 결과

(다) 피해의 정도와 그 가능성

(라) 위험성을 줄이기 위해 수행해야 할 일

6.2 최종 격리방법의 선정

(1) 모든 격리 방법은 실패할 가능성이 있다. 작업자의 실수는 격리작업 전체 신뢰도에 영향을 주는 요인이고, 격리의 성능은 격리 하드웨어의 완전성과 전체적인 작업 제어 등에 영향을 받는다. 그러므로 격리방법의 선정 시에는 작업자와 기계 모두가 실패할 가능성을 고려해야 한다.

(2) 간헐 작업이 수행되는 동안의 안전은 최종 격리에 의해 제공된다. 초기격리는 최종격리가 활성화되기 위해 필요하다.

(3) 최종 격리방법의 선정은 위험성평가를 기반으로 해야 한다.

(4) 초기 격리가 진행되는 동안의 핵심 요구사항은 격리를 위해 사용되는 밸브가 안전한지와 확실한 차단(Shut-off)을 제공하는지 확인하는 것이다.

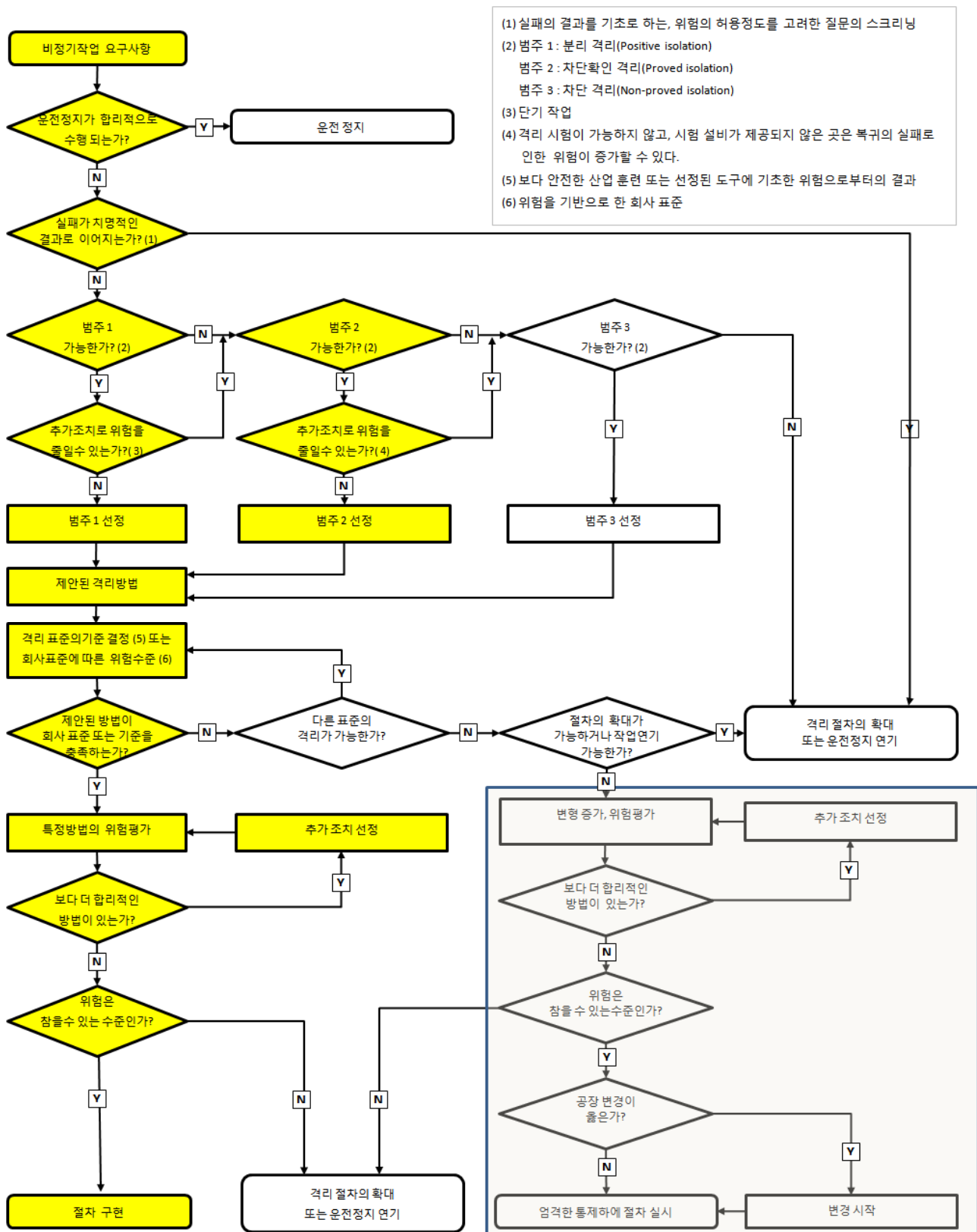
(5) <그림 2>는 각각의 격리 방법에 대한 예시를 보여준다. 격리 방법의 선택은 위험성평가를 기반으로 해야 하며, 격리 방법의 복잡성의 증가는 오류를 증가시킬 수 있다.

(6) 유해 물질을 포함하고 운전 중인 공장의 최종 격리방법은 단일잠금-블리드(Single block and bleed, SBB)를 사용하지 않는 것이 일반적인 원칙이다. 다만 위험성 평가에 의해 적합하다고 인정되는 경우 단일잠금-블리드를 사용할 수 있다.

(7) <그림 3>은 격리 방법 선정과 격리를 위한 위험성 감소대책에 관한 순서도이다. '이상적인'경로는 노란색으로 표시되어 있으며 그것이 언제나 가능한 경로는 아니다. 회색으로 음영진 상자는 변형된 사용법과 관련이 있다.

항목	특징	방법	예
'분리 격리' (Positive isolation)	시스템의 다른 부분과 공장 또는 장치의 완벽한 분리	물리적 분리 (예: 스펠 제거)	
		이중 잠금과 블리드(Bleed)와 스페이드(Spade)	
		단일 잠금과 블리드(Bleed)와 스페이드(Spade)	
'차단확인 격리' (Proved isolation)	밸브에 의한 격리. 밸브 폐쇄의 효과는 간헐작업이 시작되기 전에 벤트/블리드를 통해 확인할 수 있다. 일반적으로 SBB는 위험물질을 있을 경우에는 사용되지 않는다.	이중 잠금과 블리드 (DBB)	
		단일 잠금 밸브 몸체에 블리드가 있는 이중 봉인	
		단일 잠금과 블리드 (SBB)	
'차단 격리' (Non-proved isolation)	밸브에 의한 격리. 밸브의 폐쇄효과 확인하지 않음	이중 잠금	
	가능하다면 단일 잠금 보다는 이중 잠금을 사용한다.	단일 잠금	
<p>여기서,</p> <p> 유체 : 운전되는 시스템</p> <p> E : 장치 또는 격리될 시스템</p> <p> : 밸브(단함)</p> <p> : 맹판(Blank flange) 또는 스페이드(Spade)</p> <p> : 벤트 또는 블리드 밸브</p> <p> : 압력 모니터링 계기</p>			

<그림 2> 최종 격리 방법



<그림 3> 격리방법 선정 흐름도

(8) 격리 표준의 기준을 설정한 후 위험 평가를 완료하는 데 다음 사항을 고려하여 그 위험이 “합리적으로 실행 가능한 낮은 수준”(ALARP: As low as reasonably practicable) 수준에 도달할 수 있도록 해야 한다.

(가) 저장 조건(온도 등)

(나) 추가적인 위험 감소 대책(5.3항 참조)

(다) 변형된 격리 적용

(라) 보건상의 위험 고려

(마) 환경적인 고려 사항(환경 독성)

(9) 최종 고려 사항은 위험 수준이 ALARP 수준으로 감소되어 있는지와 격리와 관련된 위험 수준이 견딜 수 있는 수준인지 확인하는 것이다. 그렇지 않다면 작업을 진행해서는 안 된다. 작업 수행 시 개별 단계에서 참을 수 없는 위험이 생성되어서는 안 된다.

(10) 제안된 격리와 관련된 위험은 선택 도구를 사용하기 전에 추가 고려 대상에 대해 진행의 필요성을 나타내는 것으로 다음 사항을 결정하여야 한다.

(가) 위험을 ALARP 수준으로 줄일 수 있는 조치

(나) 격리 한계의 확대

(다) 이러한 격리는 운전 중인 공장에서도 수행해서는 안 된다.

6.3 위험 경감 조치

(1) 아래와 같은 조치를 고려할 수 있다.

(가) 압력 또는 온도 감소

(나) 재고량 감소

(다) 작업의 세부 계획 - 실패한 봉쇄에 노출되는 기간을 최소화

격리 기간 단축

즉시 사용 가능한 올바른 보호구의 종류와 수량 준비

- (라) 부근에서 수행되는 중요하지 않은 작업의 제한
 - (마) 장벽 설치로 작업장 주위에 대한 접근 제한
 - (바) 공장에서 작업하는 근로자의 수를 감소
 - (사) 격리에 대한 빈번한 모니터링
 - (아) 격리가 진행되는 동안 운전자의 참여
 - (자) 감독 강화
- (2) 격리 조치를 위한 비상대책은 봉쇄실패 사건에 대한 다음 비상조치를 포함해야 한다.
- (가) 가스감지기, 경보기, 모니터링 시스템, 작업자들에 의한 빠른 확인
 - (나) 신속한 중지. 예를 들어 격리를 위해 전단 밸브의 확인
 - (다) 경계석, 제방, 모래자루 등의 임시 제방을 포함
- (3) 비상 계획은 아래의 조치를 포함해야 한다.
- (가) 작업자의 안전한 비상 대피
 - (나) 잠재적인 위험으로부터의 대피
 - (다) 다른 작업장과의 의사소통 (예로 인접 공장의 운전중지)

6.4 격리표준의 변형(Variation)

- (1) 격리 표준의 기준에 부합되지 않고 격리 한계의 확대가 실행가능하지 않거나 운전정지를 연기한다면 <그림 3>의 음영상자 안의 경로를 따라야 한다.
- (2) 위험성평가와 변형을 고려한 승인 그리고 관련된 위험의 감소 조치를 수행해야 한다.
- (3) 격리에 관한 회사표준/기준으로부터의 변형은 명확하게 표시해야하고 문서에 설명되어 있어야 하며 변형 사용을 허가한 사람의 서명이 있어야 한다.

7. 장치 준비 및 계획

(1) 적절한 계획은

- (가) 위험성평가를 실시하고 이에 따른 조치사항을 실시하고
- (나) 운전 정지가 필요하거나 작업 연기가 필요한 곳을 확인하고
- (다) 임시 격리대상과 다른 부문과 상호작용을 확인하고
- (라) 다른 공장의 운전과 간헐작업과의 업무조율과 중단을 포함하고
- (마) P&ID와 일치 여부 및 모든 격리 포인트를 확인하고 접근 가능한 지 확인하고
- (바) 위험성 평가, 방법 설명서, 허가 및 격리 인증서 등의 서류작업을 준비하고
- (사) 관련 허가서의 상호 참조를 보장하고
- (아) 필요한 장비, 장치, 재료 등을 작업 장소에 준비하는 것이다.

(2) 공장의 다른 부분의 운전은 격리의 완전성에 영향을 미치므로 관련 시스템의 운전 중지를 격리 절차에 포함시켜야 한다.

(3) 격리 조치를 수행하는 동안 안전과 관련된 시스템의 평가, 승인, 제어를 위한 준비에 대한 회사 표준이 있어야 한다.

8. 격리 설치

8.1 격리의 단계

(1) 격리 작업은 아래의 2단계로 설치된다.

(가) 초기격리

(나) 최종격리

(2) 초기격리가 실시되어 공장이 감압되고 퍼지된 후에 '분리 격리'를 위한 삽입이 가능하다. 즉 초기격리는 최종격리를 위한 상대적으로 짧은 기간의 격리이다.

(3) 최종격리 방법을 선택할 때는 초기격리 방법의 안전성을 고려해야 한다.

(4) 최종격리는 간헐 작업을 수행하는 사람과 간헐 작업이 수행되는 동안 물질의 누출로

인해 영향을 받을 수 있는 사람들을 보호하여야 한다.




- (5) 시스템에 물리적 격리작업을 수행하는 운전자는 초기격리의 감지되지 않은 실패나 밸브와 플랜지 사이에 존재하는 증기나 액체로 인한 영향을 완화하기 위한 개인보호 장비가 필요하다.
- (6) 적당한 빈 플랜지, 플러그 등을 사용하여 열려있는 모든 배관을 폐쇄한다. 이때에는 가스켓과 시스템의 압력을 견딜 수 있는 볼트로 설치되어야 한다. 스러스트블록, 버팀대, 압축 앤드캡 같은 외부장치도 포함된다.

8.2 격리 확보

- (1) 격리는 간헐 작업이 수행되는 동안 안전하게 유지되어야 한다. 격리에 필요한 보안의 정도는 격리 실패로 인한 위험에 비례한다.
- (2) 어디에서든 사용할 수 있는 잠금 장치나 돌발적이거나 승인되지 않은 격리의 해제를 방지하기 위한 장벽을 사용한다. 밸브를 여는 행위와 같이 한 번의 행위로 위험물의 누출이 가능한 곳은 최고의 보안이 필요하다.
- (3) 몇몇 특정 밸브는 다른 밸브에 비해 의도치 않은 개방이 쉽게 이뤄진다. 예를 들어 접근이 용이한 곳에 위치한 볼밸브(특히 작은 직경의 것)는 두드림에 의한 개방이 가능하다.
- (4) <표 1>은 격리의 보안을 위한 방법의 범위를 설명한다. 절차는 관리와 감사를 위해 사용되는 시스템과 준비를 명시해야 한다.
 - (가) 원격 작동 밸브는 격리 절차의 일부이며, 명령에 의한 밸브 작동의 실수를 방지해야 한다.
 - (나) 밸브를 먼저 닫아야 한다.
 - (다) 폐쇄를 위해 동력이 필요한 밸브는 적합한 잠금 시스템에 의해 개방이 기계적으로 억제되어야 하고 동력 공급 장치에 동력을 차단한 후 격리 시험을 한다.
 - (라) 밸브폐쇄를 위해 필요한 동력이 공급되지 않는 경우라도 동력 공급 장치에 동력을 차단한 후 격리 시험을 한다.
 - (마) (다)와 (라)항의 두 경우 모두 동력 공급 장치가 물리적인 방법에 의해 차단되어야 하며, 승인되지 않은 격리해제는 작업허가서에 의해 방지되어야 한다.

- (바) 동력단절 지점을 표시하고 그 상태를 기록하여야 하며 격리 확인서를 유지하여야 한다. 이것은 장비의 복귀를 위한 중요한 작업이다.
- (사) 격리와 관련된 모든 공장과 장치는 작업장에 명확하게 명시되어야 하며 이를 위해 영구적인 표지도 고려해야 한다.
- (아) 블리드와 스페이드를 포함한 격리지점은 문서화되고 정확한 위치를 보정하기 위한 작업 제어시스템과 격리절차와 관련된 요소의 순서를 참조하여야 한다.

<표 1> 격리의 보안을 위한 방법의 예

보안의 수준	방법	적용	비고
<div style="text-align: center;">  최대 </div>	* 안전잠금, 제어가 있는 잠금시스템 * 작동장치의 제거	연안지역 내륙지역의 고위험 활동 멀리 떨어진 지역	작업 그룹들과 별개로 제어되는 열쇠와 작동장치에 접근
<div style="text-align: center;">  중간 </div>	* 잠금시스템 * 핸드휠 덮개	모든 지역	작업 그룹이 열쇠로 접근 재질에 따라 장벽제거의 노력 정도가 다름
<div style="text-align: center;">  최저 </div>	*표지	격리지점에서 엄격한 제어가 실시되는 지역/공정위험이 낮은 지역	보안장치 없음- 절차 관리 작업그룹의 일정한 출석 필요 작업그룹과 독립적인 격리에 대한 제어 없음

8.3 드레인, 벤팅, 퍼징, 및 플러싱(Drain, Venting, Purging & Flushing : DVPF)

(1) 격리를 실시하고 시험하기 전에 벤팅과 드레인을 실시하여야 한다.

(가) '분리 격리'의 설치 또는 제거 시 밸브격리에 앞서 벤팅과 드레인이 필요하다.

(나) 이중잠금-블리드(Double block and bleed, DBB)는 격리의 완전성을 증명하기 위

해 유체를 제거하여야 한다.

(2) 유해물질은 다음의 사항이 일어나지 않는 상태로 제거되어야 한다.

(가) 드레인이나 벤트시스템의 과부하

(나) 장치나 배관망으로 의도하지 않거나 통제되지 않은 공기의 유입

(다) 얼음이나 수화물의 생성

(라) 용기에 진공 형성

(3) 작업문서에 다음의 사항을 기록하여야 한다.

(가) 수행되는 DVPF와 관련된 위험과 위험 감소제어의 필요성

(나) DVPF 조치의 허용을 위한 격리의 수준

(다) 필요한 청결 수준과 도달 여부 시험

(4) 퍼징과 플러싱의 필요 범위는 우려되는 물질과 간헐작업의 성향에 따라 결정되며 아래의 사항을 포함한다.

(가) 대기압으로 감압

(나) 냉각

(다) 물로 세척하거나 물 채우기

(라) 질소 퍼지

(마) 공기 이동, 고압의 물 분사, 세제를 사용한 청소 등 기타 작업

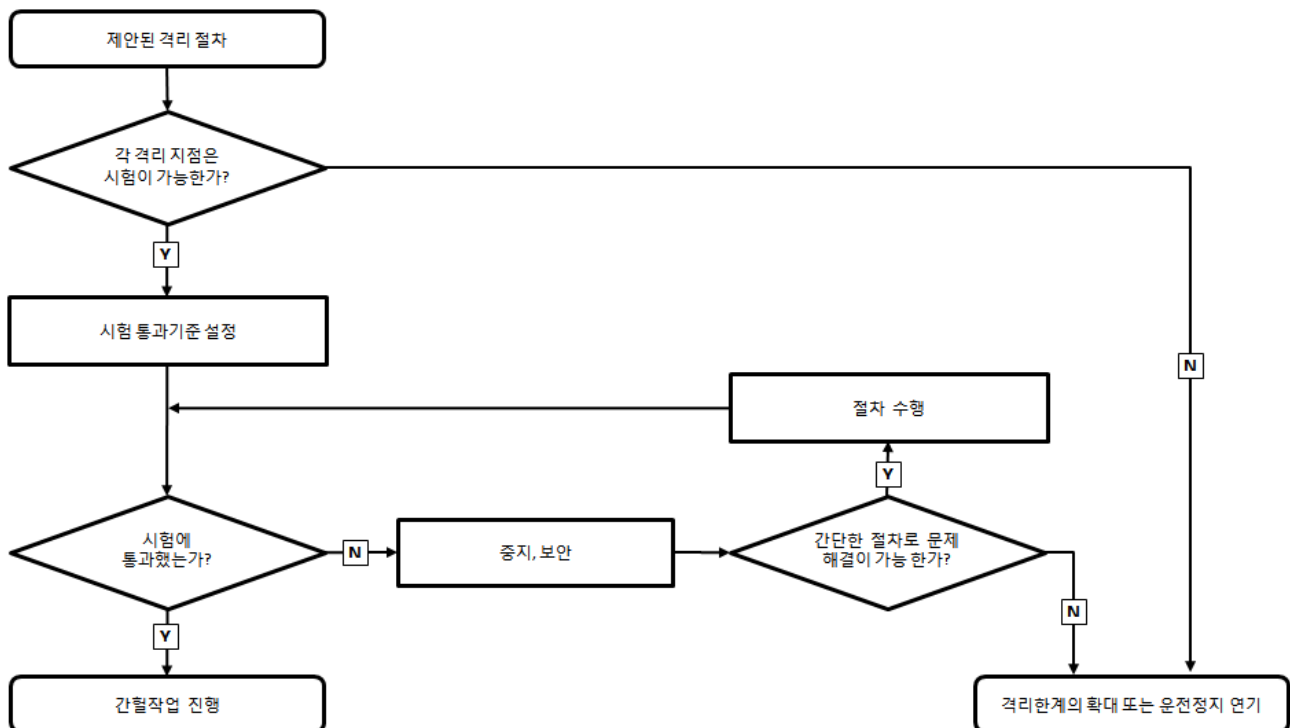
(바) 작업이 시작되기 전에 내부의 분위기가 폭발 분위기가 아님을 확인

9. 격리 효과에 대한 시험과 모니터링

(1) 간헐 작업이 진행되기 전에 격리절차에 따른 모든 격리지점의 완벽성을 증명하여야 한다.

(가) 격리의 각각의 부분은 별도로 증명하여야 한다.

- (나) 각각의 부분은 작업조치를 수행하는 동안 시스템 최고압력에서 증명하여야 한다.
- (2) '분리 격리'의 경우 두 단계의 시험이 필요하다. 즉 초기격리 단계와 최종격리 단계 모두 증명하여야 한다.
- (3) <그림 4> 는 격리 지점에서 시험에 실패한 경우 실시해야할 조치를 설명하고 있다.



<그림 4> 격리 시험 절차

- (4) 격리와 확인은 아래의 사항에 의해 보다 어려워질 수 있다
- (가) 점성 유체, 특히 대기온도 부근에서 응고하는 경우
- (나) 파편, 잔류물, 스케일 등이 드레인 배관이나 밸브에 부착된 경우
- (다) 수화물(탄화수소와 물의 혼합물). 특정 압력과 온도에서 얼음을 생성하여 밸브와 배관을 차단할 수 있다.
- (5) 작업 기간 동안 격리의 완전성을 모니터링해야 한다.
- (6) 모니터링의 주기를 결정한 후, 이를 위험성 평가로 재입증하고, 절차에 모니터링 주기를 명시한다.

10. 공장 복귀

- (1) 리커미셔닝은 격리를 설치하는 동안 사용된 것과 같은 수준의 제어를 필요로 한다. 작업은 여러 허가서에 의해 통제되며, 격리 지점에 따라 공장 복귀의 순서를 정의하는 것이 중요하다.
- (2) 격리와 관련된 시행 중인 상호 참조된 허가서를 검사하고 공장 복귀에 따른 다른 작업의 안전을 확인해야 한다. 격리를 위해 무시되었던 보호 시스템 기능과 장치 제어 기능을 되살려 정상 조건으로 복귀한다.
- (3) '분리 격리'를 제거할 때에는 밸브에서 누출된 위험물질이 맹판이나 스페이드 뒤에 고여 있을 수 있으므로 주의해야 한다. 그러므로 맹판이나 스페이드를 제거하기 전에 먼저 벤트나 드레인을 점검해야 한다.
- (4) 격리 뒤에 누출이 감지된다면 벤트나 드레인을 재점검하고 안전한 시스템이 될 때까지 작업을 중단하여야 한다.
- (5) 공장의 리커미셔닝과 복귀는 아래와 같은 사항을 포함하여 계획해야 한다.
 - (가) 격리를 제거하기 전에 공장의 완전성을 확인하고
 - (나) 격리 제거의 영향을 확인하고 공장을 재시작 한다.
- (6) 공정의 완전성과 완전한 복귀를 보장하는 절차와 시스템은 아래의 사항을 포함한다.
 - (가) 방해되는 조인트의 제어
 - (나) 제거하는 맹판을 등록
 - (다) 퍼지 절차와 기록
 - (라) 운전 중지기간 동안 간헐작업으로부터의 복귀
 - (마) 격리 꼬리표가 남아있는 지 점검하고 시스템의 P&ID로 현장 점검
 - (바) 시스템 서비스의 시험 및 누출 시험의 기록 및 절차
 - (사) 시운전을 위한 밸브 포지션 점검
 - (아) 리커미셔닝 후 추가 모니터링