

KOSHA GUIDE

D - 51 - 2020

지하-지상 배관 연결부의 플랜지  
절연장치 설치에 관한 기술지침

2020. 12.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 김기영

○ 개정자 :

- 알파안전 조필래

○ 제·개정 경과

- 2013년 6월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2020년 12월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련 규격 및 자료

- 미국 NACE Standard Practice, SP0286-2007, “Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines”, 2007
- 미국 NACE Standard Practice, SP0169-2007, “Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems”, 2007
- 미국 NACE Standard Practice, SP0177-2007, “Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems”, 2007
- 미국 Pipeline Safety Regulations, 49 CFR 192.467
- ISO 15589-1, Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Cathodic protection of pipeline systems – Part 1: On-land pipelines, section 7.3.3, 2015

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://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: 2020년 12월

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

# 지하-지상 배관 연결부의 플랜지 절연장치 설치에 관한 기술지침

## 1. 목적

이 지침은 지하 및 수중 배관의 전기적인 부식으로 인한 위험물질의 누출 및 화재·폭발 예방에 필요한 지하-지상 배관 연결부의 플랜지 절연장치의 설치에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

## 2. 적용범위

이 지침은 위험물질을 이송하는 시스템중 배관의 외부부식 방지를 위하여 음극방식 처리한 지하 및 수중 배관이 지상 배관과 연결되는 경우로 플랜지 절연장치에 걸친 직류전압이 1~2 볼트이고, 교류전압의 실효치가 15 볼트 이하인 경우에 적용한다.

## 3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “음극방식 (Cathodic protection)”이라 함은 전기화학적으로 금속의 부식을 억제하는 방법을 말한다.

(나) “플랜지 절연장치 (Flange insulation kits)”이라 함은 음극방식 처리한 지하 또는 수중 배관의 부식방지를 위하여 플랜지에 설치하는 전기절연 장치를 말한다.

(다) “실효치 (Root mean square)”라 함은 전압의 자승평균 평방근 값을 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. 일반사항

### 4.1 플랜지 절연장치의 설치 필요성

- (1) 음극방식 처리한 배관의 전류는 그 배관과 전기적으로 연결된 다른 지하 시설 및 설비로 흐르기 때문에 다른 지하 시설 및 설비가 보호되지 않으면, 음극방식전류가 심각하게 손실된다. 이러한 음극방식전류의 손실을 막기 위하여 플랜지 절연장치가 필요하다.
- (2) 플랜지 절연장치로 절연하지 않으면 완벽하게 설치된 배관이라도 부식되어 내용물이 유출될 수 있다.
- (3) 배관과 배관 외부에 설치한 보호 케이싱과도 필히 절연 조치를 하여야 한다.
- (4) 배관이 밸브 핏트 또는 건축물의 벽을 관통하는 경우에는 배관과 구조물의 보강강재가 접촉되어 보호전류의 막대한 손실을 일으킨다.
- (5) 전식이 이종금속이 서로 접촉되어 발생하거나, 한 쪽은 코팅이 되어 있지 않거나 또는 전기가 통하도록 코팅되어 있고 다른 쪽은 침투성 재질로 코팅된 동질 금속에서 발생하는 경우 이러한 전식(Galvanic corrosion)은 플랜지 절연장치를 설치하면 없애거나 최소화할 수 있다.
- (6) 배관이 연속적으로 전기가 통하도록 되어 있으며, 그 배관이 흙 또는 지하수와 접촉하고 있는 철 구조물에 의하여 지지되어 있는 배관은 철 구조물과 절연시켜야 한다.
- (7) 배관 시스템에 전기로 작동되는 밸브 등이 포함되어 있는 경우에는 전기 및 계기의 접지 시스템을 격리시켜야 한다.

### 4.2 플랜지 절연장치의 설치위치

- (1) 플랜지 절연장치를 폭발위험장소에 설치할 경우에는 아크 발생을 예방하기 위한 과전압 보호장치를 설치하거나 적절한 조치를 강구하여야 한다. 다만, 과전압 보호

장치는 해당 장소에 적합한 방폭성능을 가져야 한다.

- (2) 플랜지 절연장치는 지하 또는 수중 배관과 연결된 지상 배관에 설치하여야 한다. 다만 구조적으로 지하 또는 수중에 설치할 수 있도록 제작된 것은 지하 또는 수중에 설치할 수 있다.
- (3) 플랜지 절연장치를 가스 배관에 설치할 경우에는 배관 내부에 습기(Moisture)가 축적되지 않는 위치에 설치하여야 한다.

#### 4.3 플랜지 절연장치의 선정, 형태 및 종류

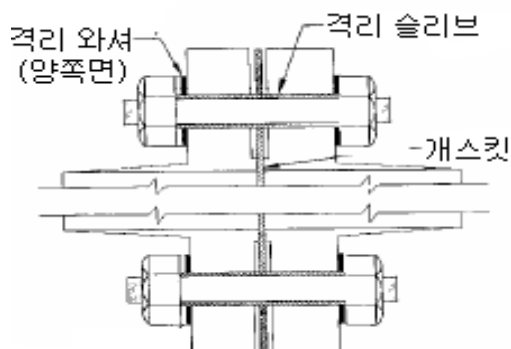
##### 4.3.1 선정

플랜지 절연장치의 형태는 다음 사항을 고려하여 선정하여야 한다.

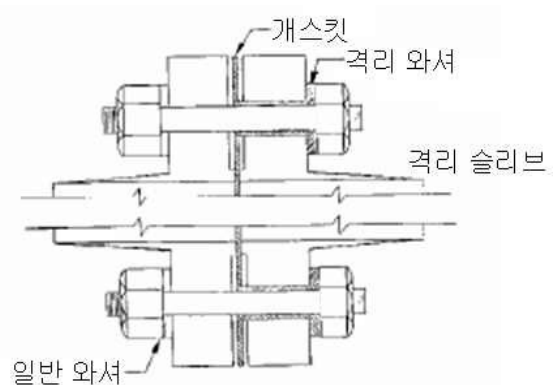
- (1) 배관 시스템이 받는 기계적인 응력
- (2) 운전온도 범위
- (3) 압력 제한(Pressure constraint) 등

##### 4.3.2 형태

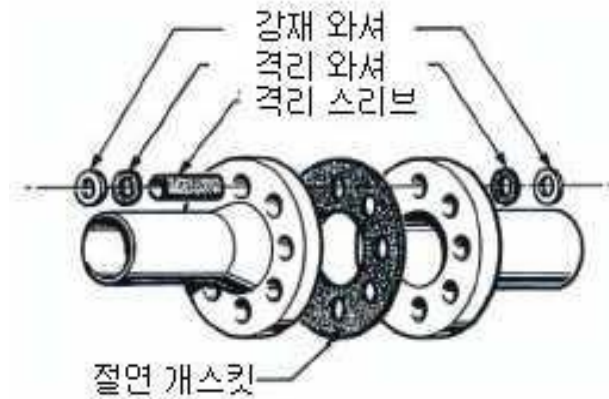
- (1) 일반 플랜지에 다음과 같은 조치를 하여 <그림 1> 및 <그림 2>와 같은 절연 플랜지로 사용하거나 <그림 3>과 같은 상품화된 플랜지 절연장치를 사용할 수 있다.
  - (가) 플랜지 사이에 절연 개스킷 사용
  - (나) 너트에 절연 와셔 삽입
  - (다) 볼트에 절연 슬리브 삽입



<그림 1> 전 길이 볼트 슬리브형



<그림 2> 반 길이 볼트 슬리브형

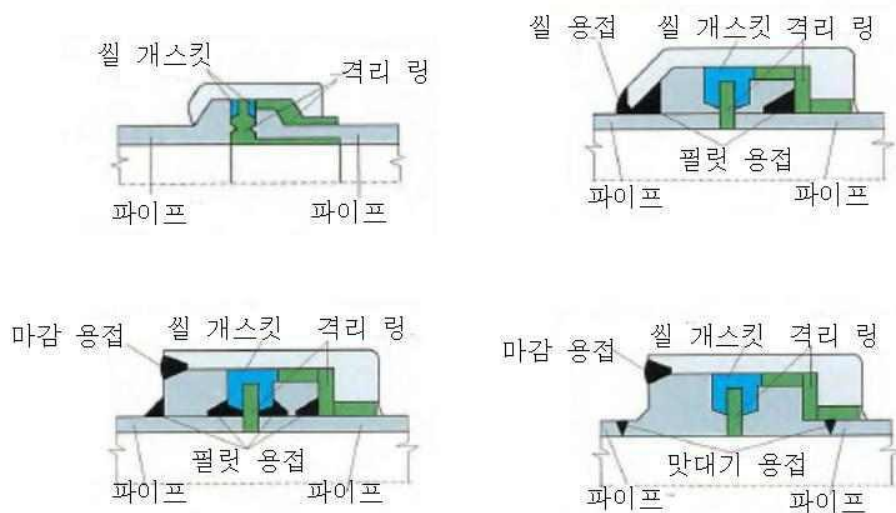


<그림 3> 상품화된 플랜지 절연장치

- (2) 절연 개스킷의 크기는 절연 플랜지의 바깥지름과 같거나 절연 플랜지의 볼트 안쪽 원(Inner circle)보다 약간 작은 것을 사용하여야 한다.

#### 4.3.3 플랜지 절연장치의 종류

- (1) <그림 4>와 같은 일체형 절연 조인트(Monolithic isolating joint)는 현장에서 분해하여서는 아니 된다.



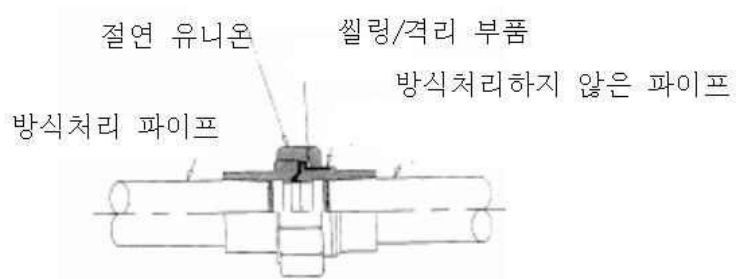
<그림 4> 일체형 절연 조인트

- (2) Yoke형 플랜지 절연장치는 두 개의 부품으로 구성되어 있으며, 그 사이에는 절연 용 링 또는 스페이서(Spacer)로 실링하고, 볼트 체결형 Yoke 클램프로 연결하여야 한다(<그림 5> 참조).



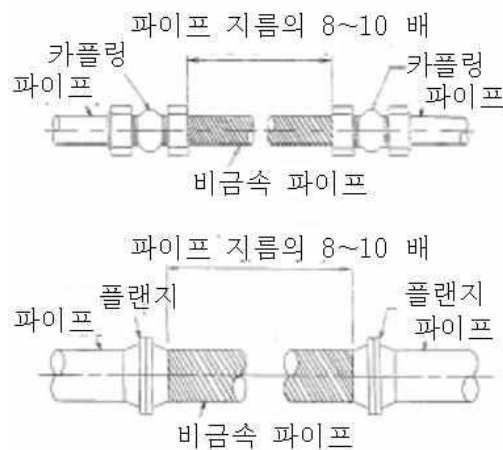
<그림 5> Yoke형 절연 플랜지

(3) 유니온형 절연장치는 <그림 6>과 같다.



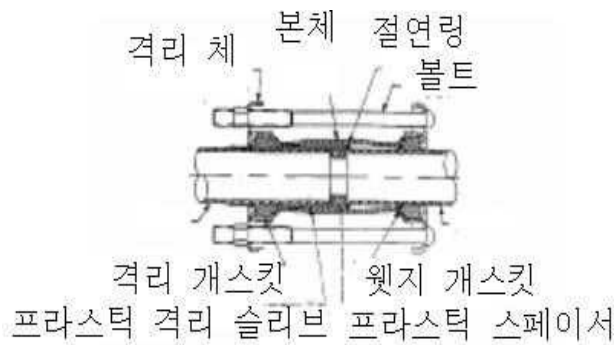
<그림 6> 유니온형 절연장치

(4) 스푼(Spool)형 절연장치는 비금속으로 제작된 스푼 파이프를 만들어 배관 시스템에 삽입하여 플랜지 또는 커플링으로 연결시킨 구조이다(<그림 7> 참조).

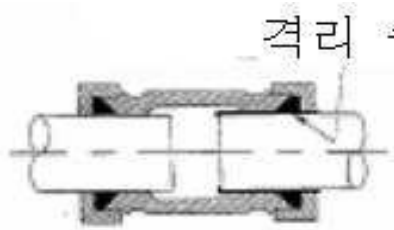


<그림 7> 스푼형 절연장치

(5) 커플링형 절연장치는 기계적 볼트 연결형(<그림 8> 참조), 볼트 미사용 연결형 (<그림 9> 참조) 및 수압 씰링형(<그림 10> 참조)이 있다.



<그림 8> 기계적 볼트 연결형 절연장치

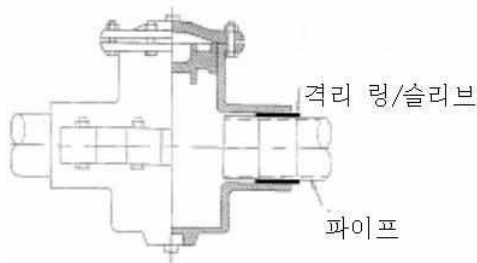


<그림 9> 볼트 미사용 연결형 절연장치



<그림 10> 수압 쥬링형 절연장치

(6) 절연 태핑 슬리브형 절연장치는 <그림 11>과 같다.



<그림 11> 절연 태핑 슬리브 절연장치

#### 4.4 플랜지 절연장치의 과전압 보호장치 설치

##### (1) 플랜지 절연장치를 사용할 때의 위험

플랜지 절연장치에 의해 배관의 플랜지 부분은 서로 격리되어 있으므로 낙뢰 또는 고장전류에 의한 과전압이 지하배관을 통해 흐를 경우 절연 플랜지 부분에서 스파크가 발생되거나 플랜지 부분의 손상을 초래하여 해당 플랜지 부분에서 유해위험물질이 누출될 위험이 있다.



(2) 플랜지 절연장치의 과전압 보호장치의 종류는 아래와 같다.

(가) 격리 스파크 갭(Isolating spark gap)

(나) 서지 보호장치(Surge protective device)

(다) 전기적 접지(Electrical earthing) 또는 본딩(Bonding)

(라) 기타 플랜지 절연장치에 의한 과전압을 보호할 수 있는 장치

## 5. 플랜지 절연장치의 구매, 설계, 시험, 설치 및 유지관리 등

### 5.1 절연 플랜지(Insulating flanges)의 구매, 설계 및 재질

#### 5.1.1 절연 플랜지 구매 시 필요한 정보

절연 플랜지를 구매할 때에는 다음과 같은 사항이 제작자에게 제공되어야 한다.

(1) 배관의 호칭지름, 스케줄 No. 및 재질

(2) 플랜지 규격

(3) 취급유체

(4) 호칭압력

(5) 운전온도 범위

(6) 플랜지 면 상세내용

(7) 절연 재질

(8) 시험요구사항

#### 5.1.2 설계

(1) 개스킷은 전면(Full face) 또는 내부 볼트 서클(Inner bolt circle)에 적합한 것이어야 한다.

(2) 개스킷의 두께는 최소한 3 mm 이상이어야 하며 배관 내부로 1.5 mm 이상 돌출되어야 한다.

- (3) 볼트 절연 슬리브는 표준 볼트 구멍에 사용하는 표준 볼트에 적합하도록 설계·제작된 것이어야 한다.
- (4) 볼트 절연 슬리브는 또한 강제 와셔 내부로 강제 와셔 두께의 반 정도로 슬리브가 들어가도록 충분한 길이를 갖는 것이어야 한다.
- (5) 볼트 절연 와셔는 볼트 슬리브 내부에 적합한 크기이어야 하고, 볼트 절연 와셔의 바깥지름은 플랜지 밖으로 돌출되지 않는 크기이어야 한다.
- (6) 강제 와셔는 방식처리가 된 것이어야 하며 그 크기는 볼트의 절연 와셔와 같은 것이어야 한다.

### 5.1.3 재질

- (1) 개스킷은 낮은 저온흐름 특성(Cold-flow characteristics), 저 습윤성(Water absorption) 및 고압축 강도를 갖는 재질로 된 것이어야 한다.
- (2) 볼트 절연 슬리브는 저 습윤성, 고 절연내력(Dielectric strength) 및 낮은 저온흐름 특성을 갖는 재질로 된 것이어야 한다.
- (3) 절연 와셔는 고압축 강도, 저 습윤성, 고 절연내력 및 낮은 저온흐름 특성을 갖는 재질로 된 것이어야 한다.
- (4) 모든 재질은 운전조건(취급 유체, 운전온도, 운전압력 등)에 적합한 것으로 선정하여야 하며, 특히 절연 슬리브와 절연 와셔는 볼트체결 시의 힘에 손상되지 않는 재질이어야 한다.
- (5) 구매자가 요구하는 경우에는 압축강도, 온도범위, 호칭압력, 습윤성 및 절연내력 등에 대한 시험성적서를 제공하여야 한다.

## 5.2 기타 설비의 구매, 설계, 제작 및 시험

### 5.2.1 기타 설비의 구매 시 필요한 정보

절연 플랜지 외의 기타 설비 구매 시에는 다음과 같은 사항이 제작자에게 제공되어야 한다.

- (1) 배관의 호칭지름, 스케줄 No. 및 재질
- (2) 취급유체
- (3) 호칭압력

- (4) 운전온도 범위
- (5) 의무적인 설계기준
- (6) 비정상적이거나 높은 외부 압력(장력, 휨 강도, 비틀림 강도, 열 응력 등)
- (7) 내·외부 피복 여부
- (8) 장치의 전체 길이
- (9) 시험요구사항

#### 5.2.2 설계

- (1) 설계는 최대운전조건에서 그 설비의 어느 한 부품의 응력은 그 부품의 명시된 최소응력을 초과해서는 아니 된다.
- (2) 최종 조립된 설비의 연결부위에서 누설되지 않아야 하며, 조립 또는 시험 중에 연결 실(Joint seal)이 손상되지 않도록 설계하여야 한다.
- (3) 탄성 중합체로 제작된 실(Seal)은 새는 것을 방지하기 위하여 영구잔류 탄성을 유지하고 있어야 한다.

#### 5.2.3 제작

- (1) 제작자는 제품의 성능을 보장하기 위하여 필요한 다음과 같은 서류를 제공하여야 한다.
  - (가) 일반 배치도면 및 물질안전보건자료
  - (나) 모든 부품의 재질 및 응력/설계 계산 등이 포함된 상세도면 및 자료
  - (다) 상세 제작절차서
  - (라) 용접 및 시험 절차서가 포함된 제작 상세자료
  - (마) 설치 및 유지·보수 지침서
  - (바) 재질 및 시험 성적서
  - (사) 시험

#### 5.2.4 시험

(1) 모제품 시험(Prototype testing)에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(가) 압력주기시험(Hydrostatic cyclic pressure test)

(나) 수압 및 휨 강도 시험

(다) 음압시험(필요한 경우)

(라) 비틀림 시험

(2) 다음과 같은 제품개별시험을 실시하여야 한다.

(가) 수압시험

(나) 절연시험 및 저항시험

(다) 피복부의 불연속성 시험(Holiday test on coating/linning)

### 5.3 플랜지 절연장치의 설치

(1) 설치된 플랜지 절연장치는 미주 직류(Stray direct current) 및 유도 AC 전류로부터 절연 보호되어야 한다.

(2) 현장 시험 및 유지·보수를 위해 절연성능을 측정하기 위한 적절한 장치(Test wire)를 설치하는 것이 좋다.

(3) 볼트로 격리된 플랜지의 모든 커플링 부분(All parts of bolted isolated couplings)은 방식 시스템에 일체화되도록 전기적인 연속성이 유지되도록 설치되어야 한다.

(4) 플랜지 절연장치는 연결되는 배관으로부터 받는 힘이 최소화될 수 있도록 지지되어야 한다.

(5) 플랜지 절연장치는 제작자의 설치 지침서에 따라 설치되어야 한다.

(6) 플랜지 절연장치는 고압 서지 전류에 의하여 손상되지 않도록 설치되어야 한다.

### 5.4 현장 시험 및 유지·보수

(1) 설치된 플랜지 절연장치에 대해 제작자의 설치 및 유지·보수 지침서에 따라 주기적인 현장시험 및 유지·보수를 실시하여야 한다.

(2) 현장 시험 및 유지·보수를 실시한 경우에는 그 기록을 문서화하여 보존하여야 한다.