

# 지중배전 및 송전케이블공사 감리실무 ⑧

자료제공 : 교육훈련청 ☎ 02)875-6525



## 목 차

### 제1편

#### 지중배전 케이블 공사감리 실무

제1장~제6장 생략

### 제2편

#### 지중송전 케이블 공사감리 실무

제1장 지중송전로 개요

제2장 지중송전로 설계기준

1. 지중토목설비
2. 케이블
3. 접지
4. 케이블 보호대책
5. 케이블 헤드

제3장 케이블 시공

제4장 케이블 시험

제5장 시공품질 점검

#### 2.3.2 케이블 포설장력

##### 가. 허용장력

케이블 포설시 장력은 케이블의 도체 종류에 따라 다음과 같다.

- 동 :  $7(\text{kg}/\text{mm}^2) \times \text{케이블 선심수} \times \text{케이블 도체단면적}(\text{mm}^2)$
  - 알루미늄 :  $4(\text{kg}/\text{mm}^2) \times \text{케이블 선심수} \times \text{케이블 도체단면적}(\text{mm}^2)$
- 단, 단심케이블을 3조 일괄하여 포설할 경우에는 선심수를 2로 한다.

##### 나. 허용축압

케이블 포설시 허용축압은 다음과 같다.

- PE 및 PVC 외장 케이블 :  $300(\text{kg}/\text{m})$
- 파이프형 케이블 :  $700(\text{kg}/\text{m})$

##### 다. 스네이크 포설

전력구내의 케이블 스네이크 포설은 일반적으로 수평 스네이크방법으로 포설하며 필요시 수직 스네이크로 시공하며 수평 스네이크 포설시의 폭 및 피치는 전압에 따라 다음과 같이 시공한다.

##### ① 345kV

- 폭 : 1DS(DS : 케이블 시스 외경)
- 피치 : 9m이하

② 154kV

- 폭 : 1DS(DS : 케이블 시스 외경)
- 피치 : 6m이하

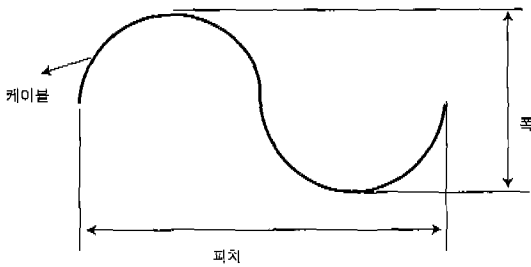


그림 2.1 수평 스네이크 폭 및 피치

2.4 케이블 접속함

2.4.1 중간접속함

가. OF 케이블

- NJ(Normal Joint) : 케이블 상호간의 도체 및 금속시스를 단순히 접속
- IJ(Insulation Joint) : 케이블 금속시스 전압을 저감시키기 위하여 금속시스를 절연시켜 케이블 접속
- SJ(Stop Joint) : 급유압력을 저감시키기 위하여 급유구간을 분리시킨 후 케이블 접속
- SIJ(Stop Insulation Joint) : 급유구간 분리와 동시에 금속시스 상호간을 절연하여 케이블 접속

나. XLPE 케이블

- NJ(Normal Joint) : 케이블 상호간의 도체 및 금속시스를 단순히 접속
- IJ(Insulation Joint) : 케이블 금속시스 전압을 저감시키기 위하여 금속시스를 절연시켜 케이블 접속

2.4.2 종단 접속함

- 가. 기중종단접속함(EB-A : End Box in Air) : 가공송전선로 또는 선로개폐기와 연결하기 위한 접속
- 나. 유중종단접속함(EB-O : End Box in Oil) : 변압기와 연결하기 위한 접속
- 다. 가스중종단접속함(EB-G : End Box in Gas) : GIS와 연결하기 위한 접속

3. 접 지

3.1 접지방식의 선정

접지방식은 기준저항치, 접지대상, 주위여건, 공사의 난이성 및 경제성 등을 고려하여야 하며

가. 일반적으로 접지봉 타입방식을 원칙으로 한다.

나. 접지봉 타입방식으로 기준저항치를 얻기 어려운 경우에는 다음과 같이 적용할 수 있다.

- 접지판 방식
- 매쉬 포설방식
- 매설지선 방식
- 기타 기준 저항치를 얻을 수 있는 방식

다. 케이블 금속시스는 안전상 반드시 접지를 시행하여야 하며, 특히 단심케이블을 설치하는 경우에는 다음사항에 유의하여 접지방식을 선정한다.

- 상시 및 이상시 모두를 고려한 안전대책
- 시스손실 및 송전용량에 대한 영향
- 선간 및 대지간 전압과 맨홀구간(접지구간)의 길이와의 관계
- 고장전류에 의한 시스 유기전압
- 본딩(Bonding) 장치 자체의 손실
- 방식층 보호 및 근접 통신선의 유도 등

### 3.2 접지저항

표2.4 접지저항값

설비	설치장소	접지		비고
		종류	저항값	
맨홀 전력구 판로	맨홀	1중	10Ω 이하	
	전용교, 교량철거	1중	10Ω 이하	인체 접촉우려 없는 곳
		3중	100Ω 이하	인체 접촉우려 없는 곳
	전력구내	1중	10Ω 이하	합성저항치는 5Ω/km 이하
케이블	배수, 환기, 조명 설비 및 분전반	3중	10Ω 이하	맨홀전지와 연결하거나 정소에 따라 단독으로 접지
	중단접속부	1중	100Ω 이하	중단접속부 가대의 접지선에 연결
	중단접속부 가대	1중	10Ω 이하	○가공-지중 접속개소 : 가공철 타의 접지선과 연결 ○발변전소 구내 : 접지모선과 연결 ○단독 접지시, 가대 부근에 2개소 접지봉 타입(1개소당 2본이상)
	맨홀내 케이블 접속부	1중	10Ω 이하	케이블 금속시스통 접속함에 연결하고 맨홀내 접지선에 접속
금유설비	유조, 밸브판넬 및 가대	1중	10Ω 이하	접지모선과 연결
경보설비	단자함, 발수신기 외함, 통신판 및 통신케이블 차폐층	3중	100Ω 이하	접지모선과 연결
	외부 전원방식 외함	3중	100Ω 이하	
방식설비	유전 양극방식	1중	10Ω 이하	
	공통접지, 병행지선, 피뢰기, 피뢰질	1중	10Ω 이하	
내뢰설비	방식층 보호장치	3중	100Ω 이하	
	울타리	3중	100Ω 이하	

### 3.3 접지선

#### 가. 접지선의 구비조건

- 지중송전설비의 접지선은 다음 조건에 적합하여야 한다.
- 접속은 예상되는 최대 고장전류가 고장 지속시간 동안 계속 흘러도 용단이나 열화되지 않아야 한다.
- 기계적으로 충분한 강도를 가져야 한다.
- 국부적으로 위험한 전위차가 발생

되지 않도록 충분한 도전율을 가져야 한다.

#### 나. 접지선의 굵기

○지중송전설비에 사용되는 접지선의 굵기는 다음과 같다.

설비	접지장소	접지선 굵기(mm)
맨홀 전력구 판로	맨홀, 전용교, 교량철거	100이하
	배수, 환기, 조명설비 분전반	38이상
	통신용 워방접지	22이상
케이블	접속부 및 접속부 가대	100이상
금유설비	유조 밸브판넬(가대포함)	38이상
	단자함, 발수신기 외함	38이상
경보설비	통신판 및 통신케이블 차폐층	22이상
	외부 전원방식의 외함	38이상
방식설비	유전양극 방식	100이상
	공통접지, 병행지선	100이상
내뢰설비	방식층 보호장치	38이상
	피뢰기	100~200
	피뢰침	개별점프

표2.5 접지선의 굵기

표2.6 접속합연결 전선 최소 굵기

설비	전선종류	굵기(mm)	비고
크로스본딩선	XLPE, EPR	200	
	PVC	250	
중단접속합과 접지선간 연결전선	XLPE, EPR	200	
	PVC	250	
중단접속합과 접지선간 연결전선	XLPE, EPR, PVC	60	
절연등보호장치 연결전선	"	38	

## 4. 케이블 보호대책

### 4.1 진동

#### 가. 진동의 발생개소

- 케이블에 진동이 발생될 수 있는 개소는 다음과 같다.
- 교량에 첨가 포설된 케이블
  - 철도, 궤도를 횡단해서 포설된 케이블
  - 변압기 직결형 케이블
  - 고가 철도 또는 궤도에 근접해서 포설된 케이블
  - 바람을 심하게 받는 케이블 입상부

나. 금속외피 일그러짐 허용치

케이블이 진동을 반복적으로 받게 되면 금속시스에 피로파단이 생기게 되어 절연파괴등이 발생할 수 있으므로 금속시스에 피로파단이 생기지 않는 반복 일그러짐의 허용치는 금속시스의 종류에 따라 다음과 같다.

- 순 연 : 0.1%
- 연합금 : 0.15%
- 알루미늄 : 0.3%

다. 진동방지 방법

케이블을 진동으로 부터 보호하기 위해서는

- 진동 발생원과 케이블 사이에 방진재를 설치한다.
- 케이블 고정용 클리트의 간격을 적당히 선택하고 케이블 고유진동수를 진동원 주파수로부터 멀리한다.

4.2 방 재

4.2.1 전력구

전력구의 폭이 1.8m, 높이가 2.0m 이상으로서 길이가 500m 이상의 경우에는 전력구내에는 아래의 소방설비를 시설한다.

가. 소화기 설치

케이블의 접속부, 수직구 및 출입구등 전력구 및 기타 적정장소에 소요능력 단위 이상의 수동식 분말 소화기를 설치한다(바닥면적 200㎡ 마다 능력단위 1단위 이상)

나. 자동화재탐지설비

자동화재탐지설비 하나의 경계구역의 길이는 700m 이하로 하며 전력구의 천정 또는 케이블 선반등 유효하게 화재를 감지할 수 있는 장소에 정온식 감지선형 감지기, 차동식 분포형 감지기, 광전식 분리형 감지기 또는 행정자치부장

관이 고시하는 감지기를 설치한다.

다. 연소방지설비

① 물분무설비

송수관은 구경 65mm 쌍구형으로 스테인리스 강관을 사용하여 전력구의 길이방향으로 350m 이하마다 1개소 이상 설치하고 살수구역의 길이는 3.0m이상으로 한다.

② 연소방지 도료의 도포

전력구내에 설치된 케이블 등에는 연소방지도료 도포 또는 이와 동등 이상의 연소방지재를 시설한다. 단, 내화배선 방법으로 설치한 경우는 제외한다

4.2.2 전력구내의 케이블

가. 34kV케이블 및 부속재

케이블은 방재트러후내에 포설하며, 접속부 및 기타 노출부는 연소방지재(난연테이프 또는 난연도료)를 설치한다.

나. 66 ~ 154kV 케이블 : 연소방지재 설치

4.2.3 옥내변전소 케이블 처리실 및 인출 전력구

가. 관통부

케이블이 벽, 천정 등을 관통할 경우에는 관통부에 난연씰, 난연보드, 레진 또는 방화구역재등으로 밀폐한다.

나. 방화문

건축법 시행령 제64조에 적합한 갑종 방화문을 설치하며, 방화벽은 케이블 증설시 조립 해체가 용이한 구조를 사용하며 방화벽 관통부는 틈이 없도록 불연재로 충진시킨다.

### 4.3 활락방지

케이블을 경사진 면에 설치하게 되면 온도변화에 따라 활락이 발생하게 되며 이와 같은 활락현상은 관로의 경사각, 케이블의 길이, 부하변동의 크기 및 케이블에 가해지는 반항력 등에 따라 영향을 받게 된다. 따라서 활락을 방지하기 위한 방법은 다음과 같다.

#### 가. 스톱퍼(Stopper) 방식

경사지의 상단측 케이블에 스톱퍼를 설치하는 방식으로 케이블 팽창때에는 구속되지 않으나 케이블이 줄어드는 경우 축소량이 팽창량보다 크면 스톱퍼가 관로구에 닿아서 케이블 활락이 방지된다.

#### 나. 상단 고정방식

경사지 상단측에서 케이블을 관로구에 완전히 고정하는 방식

#### 다. 중간 고정방식

케이블 루트 중앙에 핸드홀을 설치하여 케이블을 고정하는 방식

#### 라. 스프링 방식

스톱퍼 방식에 있어서 스톱퍼와 관로구 사이에 스프링을 설치하여 케이블이 항상 윗방향으로 힘이 작용도록 하므로 활락을 방지하는 방식으로 필요 구속력을 극히 적게 할 수 있다.

## 4.4 케이블 시스전압 저감

### 4.4.1 케이블 시스전압기

케이블에 전류가 흐르게 되면 도체 주위에 자계가 형성되어 이 자계에 의해서 금속시스에 전압이 유기되게 된다. 이때 유기되는 전압은 도체에 흐르는 전류, 케이블간 간격 및 케이블 길이에 따라 영향을 받으며 금속시스에 2개소 이상 접지할 경우 순환전류가 흘러 케이블 발열로

인한 허용전류가 감소할 뿐 아니라 인체가 접촉될 경우 감전의 우려가 있어 시스전압의 허용치를 한전의 경우 전력구내에 포설된 케이블은 50V, 관로내에 포설된 케이블은 100V로 제한하고 있다.

### 4.4.2 시스전압 저감대책

케이블을 장거리 설치할 경우 케이블 시스를 일정구간 절단하여 분리하지 않을 경우 유기전압이 과도하게 유기되어 인체에 위험을 초래할 뿐 아니라 개폐장치에 의한 과도전압으로 방식층이 파괴되는 등의 문제점이 있으므로 케이블을 일정구간(350~400m) 마다 시스를 분리하여 편단접지 또는 크로스본드 방식을 적용하여 시스 유기전압을 제한한다.

#### 가. 케이블 배열

케이블을 정삼각형으로 배열하게 되면 시스 유기전압이 저감되며 관로내 1공1조 다회선 포설시에는 케이블간 간격을 적절히 선정하여 유기전압을 낮추고 있다. 그러나 1공3조의 정삼각형 배열시에는 케이블 상호간의 간섭에 의해 허용전류가 감소하게 되므로 종합적인 대책이 필요하다.

#### 나. 완전접지

케이블 시스 양단을 접지하여 유기전압을 저감시키는 방식으로 시스전압은 거의 0이 되지만 시스 회로손실(순환전류)에 의해 케이블의 허용전류가 감소하게 되므로 아래와 같은 경우에 한하여 적용한다.

- ① 케이블 허용전류에 충분히 여유가 있거나 시스의 전기저항이 높아 시스손실이 문제가 되지 않을 경우
- ② 장거리 해저케이블과 같이 기타 방법으로 시스전압이 저감되지 않을 경우

다. 편단접지

케이블 편단에서 시스를 접지하고 타단을 개방하는 방식으로 시스회로손은 영(零)이 되나 써지 침입시 개방단에서 이상전압이 발생하므로 surge LA 등의 방식층 보호설비를 취부한다.

주로 발·변전소 구내의 단경간 및 크로스본딩시 단위 연가구간의 구성(NJ-IJ-IJ-NJ의 조합)이 불가능한 경우에 적용한다.

라. 크로스본딩 접지

주로 장거리 지중송전선로의 단심케이블에서 3경간을 한 주기로 하여 도체와 금속시스를 연가하고 3경간의 양단시스를 접지하는 방식이다. 이때 3상도체전류가 평형이고 정삼각형 배열로서 3경간의 길이가 모두 같으면 시스양단에서 유기전압은 영(零)이므로 시스 순환전류가 흐르지 않으나 실제 현장에서 위와 같은 조건은 불가능하므로 어느 정도의 전류가 흐른다.

현재 사용중인 지중송전선로용 단심케이블 구조상 크로스본딩 방식이 시스회로 손실을 최소화하면서 시스유지전압을 억제할 수 있는 효율적인 방법으로서 널리 사용되고 있다.

현재 유럽 지역에서 주로 사용하는 도체연가방식은 시스 불평형전류가 적은 장점이 있으나 도체를 연가시키므로 큰 접속공간을 필요로 한다.

- 등의 철구를 설치하여 케이블을 설치
- 강관주형 : 지지물이 강관주일 경우의 케이블 헤드 형태
- GIS형 : 환경조화를 위해 구조물을 GIS 내에 내장시킨 케이블 헤드

5.1 케이블 헤드 부지의 소요면적

케이블 헤드의 부지 소요면적은 케이블 설치 규모를 고려하여 충전부간 및 설비간 이격거리를 고려하여 결정한다.

가. 동일회선의 동상 설비간 이격거리

동일회선의 동상 설비간 이격거리는 작업성, 설비고장시 복구작업, 접지 등을 고려하여 결정하며 전압별 최소 이격거리는 아래와 같다

- 345kV : 2,900mm
- 154kV : 1,500mm

나. 충전부의 이격거리

케이블의 충전부 상호간, 충전부와 대지간 및 충전부와 울타리간의 이격거리는 아래와 같다.

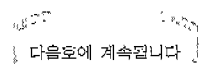
표 2.7 충전부의 이격거리

전압별	상 간			용타리간
	최 소	대지간	용타리간	
66kV	최 소	800	700	6,000이상
	표 준	1,200	1,000	
154kV	최 소	1,900	1,500	6,120이상
	표 준	3,000	1,700	
345kV	최 소	3,600	2,900	8,430이상
	표 준	5,000	3,300	

다. 울타리 및 가대 최소높이

케이블 헤드의 울타리 및 종단접속함, 피뢰기, 지지애자를 설치하기 위한 가대의 최소높이는 다음과 같다.

- 울타리 : 2.2m(부지상황에 따라 조정가능)
- 가 대 : 2.0m



5. 케이블 헤드

가공송전선로와 케이블을 접속하기 위해 설치되는 케이블 헤드는 용지매수, 가공선로와의 연결, 케이블 시공성 및 주변환경 등을 고려하여 선정하게 되며, 헤드의 종류는 다음과 같다.

- 철탑형 : 지지물을 철탑의 형태로 설치하여 케이블을 설치
- 철구형 : 지지물을 갠트리(Gantry) 타워