

지중배전 및 송전케이블공사 감리실무 10

자료제공 : 교육훈련팀 ☎ 02)875-6625



목 차

제1편

지중배전 케이블 공사감리 실무

제1장~제6장 생략

제2편

지중송전 케이블 공사감리 실무

제1장 지중송전로 개요

제2장 지중송전로 설계기준

제3장 케이블 시공

1. 금구류설치
2. 케이블 포설
3. 케이블 접속
4. 방재
5. 부대공사

제4장 케이블 시험

제5장 시공품질 점검

다. 케이블 인입

케이블 인입시 손상을 방지하기 위하여 케이블이 타시설물에 접촉할 우려가 있는 장소에는 로라, 슈트 및 ELP관 등을 사용하여 보호조치를 하여야 한다. 전력구내에 케이블 포설시는 캐터필러 및 로터를 사용하므로 인입장력 및 축압에 대해서는 고려하지 않아도 되겠으나 인입속도 및 포설 곡률반경 등에 대해서는 관로식 케이블 포설의 경우와 같이 주의가 요구된다.

라. 스네이크 작업

전력구에서는 케이블을 행거나 방재트러후내에 설치한다. 이 경우에 케이블에 대한 구속력이 적기 때문에 관로포설과 마찬가지로 열 신축량이 커지고 경사지에서는 활락현상이 발생하기 쉽다. 또한 곡각부에서의 케이블 이동이 심하고 드럼에 감긴 자국 등에 신장이 집중되어 케이블이 극단적으로 늘어올려지는 프리스네이크 현상이 발생한다. 이러한 현상들을 완화시키기 위해서 전력구내에서는 케이블을 꾸불꾸불하게 포설하는 스네이크작업을 실시하여야 한다. 스네이크 포설의 특징은 다음과 같다.

- 열신축은 스네이크 현상의 변화에 의해 흡수되기 때문에 맨홀내의 케이블

신축이 두드러지게 감소되어 움셋길이를 줄일 수 있다.

- 스네이크의 변곡점 또는 산부분을 클리트로 구속하면 직선포설보다 훨씬 작은 구속력으로 케이블을 고정할 수 있으며, 클리트 구조도 간단하게 된다.
- 금속시스에 발생하는 형태 변화는 케이블 전체선에 걸쳐서 분산되며 움셋부분에만 집중되는 일은 없다.
- 케이블을 크리트로 고정하기 때문에 프리 스네이크 현상이 발생하지 않는다.
- 경사지에서는 클리트에 요구되는 구속력이 현저하게 감소되고 간단히 고정할 수 있다. 스네이크 포설은 수평면에서 스네이크를 행하는 수평 스네이크와 작업구와 같은 수직부에서 실시하는 수직 스네이크가 있다. 케이블 포설작업시 스네이크 효과를 증대시키기 위해서는 수평 스네이크와 수직 스네이크를 병용해서 실시함이 좋다.

표 3.8 스네이크 크기

항목	154kV	345kV
1Pitch 당 거리	6m	9m
스네이크 폭	1Ds	1Ds

단, Ds : 케이블 시스외경

3. 케이블 접속

3.1. 개요

케이블은 제조, 운송 및 포설작업상 길이가 제약되기 때문에 현장에서 접속작업을 실시하게 된다. 케이블 접속작업은 고도의 숙련도가 요구되는 정밀작업으로

- 도체의 전기저항을 증가시키지 않을 것.
- 케이블과 동등이상의 절연내역을 유지시킬 것.

- 필요한 기계적 강도를 가질 것.
- 부식이 없는 구조일 것 등의 접속작업 조건을 만족하여야 함에 따라 철저한 품질관리가 요구된다고 하겠다.

접속함에는 OF케이블용으로 NJ, IJ, SJ, SIJ, EB-A 및 EB-G가 있으며, XLPE 케이블용으로는 NJ, IJ, EB-A 및 EB-G가 있다.

3.2 맨홀내 접속부 배치

지중송전 케이블 건설공사에 있어서는 한번 접속작업이 완료되면 재작업이 매우 어려운 실정이어서 접속작업을 착수하고자 할 때는 접속부 설치위치를 정확히 결정하여야 한다. 접속부 설치위치는 움셋트와 접속함 이동거리 등을 계산하여 결정한 설계도면에 따라서 시공하여야 하나 장래 증설계획도 충분히 감안하여야 한다.

3.3 케이블 움셋트(Off-Set)

케이블은 온도변화에 따라 발생하는 열신축으로 금속시스, 접속함연공부 및 절연체 등에 피로를 가중시켜 손상을 일으킬 수 있으므로 지중 송전 케이블을 관로 및 전력구에 설치하고자 할 때에는 케이블 온도변화에 따른 열신축 흡수대책을 강구하여야 한다. 전력구내에 설치하는 케이블은 스네이크 포설을 실시하여 케이블의 온도변화에 따른 열신축을 일부 흡수하고 있으나 관로식 케이블 포설의 경우에는 관로내부에서 케이블 열신축을 흡수할 수 있는 시설을 할 수 없으므로 맨홀내부에서 열신축 흡수대책을 강구하여야 한다. 관로식 케이블 공사에서는 이러한 목적으로 맨홀내부에 움셋트를 설치한다.

3.3.1 최소 움셋트(Off-Set) 폭 및 각도

가. 접속함 가동방식의 최소 움셋트 폭

및 각도는 아래와 같다. 단 접속함 고
정방식 옵셋트 방식을 적용하는 경우
에는 개별적으로 검토한다.

표 3.9 옵셋트폭 및 각도

케이블 종별	최소 옵셋트 폭	최소 옵셋트 각	비 고
154kV	OF	750mm	30°
	XLPE	750mm	30°

나. 관료와 연결되는 맨홀내의 단심 케이
블에서 부하변동이 특히 크다고 예상
되는 경우 수직 옵셋트로 되는 접속
배열은 가능한한 하지 않는다.

다. 전력구와 연결되는 맨홀의 경우에는
최소 옵셋트 각을 적용하지 않는다.

3.3.2 케이블 옵셋트 길이

계산 허용곡률반경을 유지하는 경우의 케
이블 옵셋트 길이는 아래와 같이 산출한다.

- 케이블 옵셋트 길이 $L = \sqrt{4RF - F^2}$
단, F : 옵셋트 폭, R : 허용곡률반경
(15Ds : 케이블 시스의 평균외경)

3.4. OF케이블 접속

OF케이블은 절연유와 절연지에 의하여
절연이 유지되기 때문에 접속작업시 케이블
내부로 공기 및 이물질이 유입되지 않도록
하고 대기에 노출된 부분이 장시간 공기와
접촉하지 않도록 주의하면서 접속작업을 시
행하여야 한다. 접속작업은 루트 고저도 상
의 낮은 곳의 접속부터 시작하여 높은 곳으
로 접속하여 가는 것이 바람직하다. OF케
이블 접속종류별 접속작업순서 및 주요작업
내용은 아래와 같다.

3.4.1 보통접속

보통접속은 도체와 시스 모두가 전기적
으로 연결되는 가장 일반적인 접속방법으

로 접속작업시는 도체와 시스가 전기적으
로 충분히 접속될 수 있도록 하여야 한다.

가. 작업순서(그림 3.3 참조)

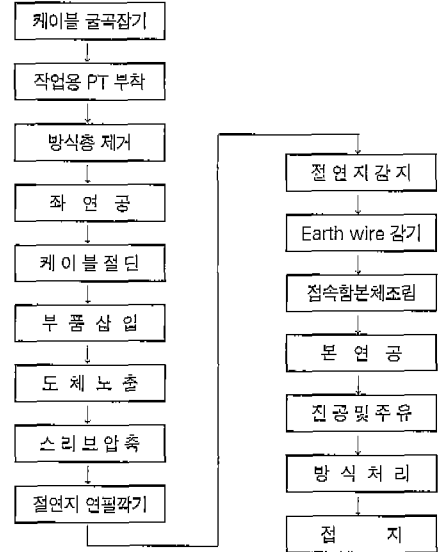


그림 3.3 OF케이블접속 작업순서

나. 주요 작업내용

① 케이블 굴곡잡기

케이블을 접속하고자 할 때는 먼저
맨홀내에 있는 케이블을 접속함이 설
계도면과 같이 설치될 수 있도록 굴곡
잡기를 실시한다. 이때 케이블 허용곡
률반경, 접속함 표준배치 간격, 옵셋
트 길이 및 옵셋트 폭 등이 적절한지
에 대하여 유의하여야 한다.

② 작업용 PT부착

작업장소의 다른 끝에 작업용 PT
(13cell용)를 부착하고, 접속작업중
에 소량의 절연유를 꾸준히 흘려보내
케이블 내부에 공기가 유입되지 않도
록 한다. 작업용 PT는 10l 정도의 절
연유밖에 유출할 수 없으므로 실접속
작업시는 수대의 작업용 PT를 연결
사용하므로써 접속작업시 절연유가
부족되는 사례가 없도록 하여야 한다.
최근 접속작업시는 설치용 PT (300

~500l)를 연결하여 사용하는 경우가 많다.

③ 케이블 방식층 제거

접속함 양단의 연공중심 및 접속중심을 기준으로 10cm여분으로 방식층을 벗겨 시스를 노출시킨다.

④ 좌연공

둥 Box를 조립하고 시행하는 본연공(육연공이라고도 함)작업이 가능하도록 Al Sheath표면에 3~5mm두께로 시행하는 연공을 좌연공이라고 한다. 좌연공은 방식층을 제거한 직후 시행하는 것이 원칙이나 경우에 따라서는 본연공 작업직전에 시행하는 경우도 있다. 좌연공작업을 할 때는 아래사항에 유의하여야 한다.

- 좌연공 작업시는 Al Sheath의 표면 온도가 230℃~250℃까지 상승하게 되어 Al Sheath 내부에 있는 절연지등을 열화시킬 염려가 있으므로 End Cap의 Cock를 열어서 절연유를 유출시켜야 한다.
- 연공작업시 연공하고 있는 면을 와이어 브러시로 닦을 경우에는 반드시 케이블과 직각방향으로 닦아야 한다.
- 좌연공의 다듬질 외경은 둥 Box내경을 초과하지 않도록 하여야 한다.

⑤ 케이블 절단

상 확인후 접속하는 양측의 케이블을 모아서 접속 중심위치를 표시한 후 케이블에 공기의 침투를 방지하기 위하여 케이블 선단을 약 15°올려 직각으로 절단한다. 절단중에도 케이블 내부에는 적당한 유압이 유지되도록 하여 공기 및 습기의 혼입을 방지토록 하고 절단구의 동분은 절연유로 자주 세정하여 제거토록 한다.

⑥ 부품삽입

도체 접속전에 삽입하여야 할 모든

부품의 수량 및 방향을 확인하고 삽입한다. 이때 각상의 접지단자측의 방향은 일치하도록 한다.

⑦ 도체노출

도체를 노출하기 위하여 Al Sheath, 절연지등을 절단하기 위해서는 사전에 절단위치를 설치도면에 의거 정확히 표시하여야 한다. Al Sheath에 절단위치 표시이후 도체노출 작업절차는 아래와 같다.

- Al Sheath를 동선직접포, 절연지등이 손상되지 않도록 주의하면서 제거한다.
- Al Sheath와 절연지 사이에 Oil Semi Stop을 삽입한다.
- 절연지에 절단위치를 표시한 후 도체가 손상되지 않도록 주의하며 절연지를 절단하여 제거한다.

⑧ 스리브 압축

스리브에는 원형스리브와 특수스리브(낙타등 스리브)가 있으며 스리브를 압축하고자 할 때는 먼저 부품이 정확하게 삽입되어 있는지에 대하여 점검하여야 한다. 점검결과 이상이 없다고 확인되었을 경우에는 아래와 같이 스리브 압축작업을 시행한다.

- 유통로 확보용 강심을 케이블 유통로에 삽입한다. 이때 강심유통로의 방향이 위로 향하게 한다.
- 스리브에 도체노출부를 삽입한다. 이때에는 스리브 유통로가 강심유통로의 방향과 일치하도록 하여 스리브 압축후에 케이블 유통로에 있는 공기, 이물질 및 절연유등이 스리브 유통로를 통하여 밖으로 추출될 수 있어야 한다.
- 각 다이스를 사용하여 압축한다. 스리브를 수회 압축하는 경우에는 스리브의 중앙부에서 끝 쪽으로 다이스 폭의 1/3~1/4씩 겹치게 해서 압축 한다.

- 각다이스 압축방향과 90° 각도 방향으로 원형다이스를 사용하여 압축한다.
- Grinder와 Sandpaper를 사용하여 스리브 표면을 매끄럽게 마무리 한다.
- Over Flow를 3~4분 실시하여 작업 중 발생한 이물질 및 공기를 제거한다.

⑨ 절연지 깎기(Pencilling)

노출된 절연지 선단을 소정의 길이로 매끄럽게 깎는다. 이때 절연지 및 도체에 상처를 주지 않도록 주의한다.

⑩ 절연지 감기

접속도면에 따라 절연지 감기를 한다. 절연지감기 중에는 지권부위에 절연유를 수시로 부어서 케이블 내부에 수분이 침투하지 않도록 하여야 하며 동테이프 및 카본지의 선단이 절연지 안에 감기지 않도록 주의한다.

⑪ 차폐층 처리

절연지 감기가 완료되면 절연지 상부 수평면은 카본지와 동판을 이용하여 차폐처리한후 Lead Spacer를 설치하고, Slope부분은 카본지 및 Copper Braid 등을 사용하여 차폐처리한다. 이때 Spacer 좌, 우 차폐층이 전기적으로 완벽하게 접속할 수 있도록 연결하여야 하며, Copper Wire, Copper Braid, 동판연결부위 및 Copper Wire와 Copper Braid 상부에는 납땜을 한다.

⑫ 접속함 본체조립

동 Box를 깨끗이 닦은 후 소정위치에 삽입하여 조립한다. 이때 기름누유를 방지하기 위하여 시설하는 O-Ring이 정확히 삽입될 수 있도록 한다.

⑬ 연공(육연공)

동 Box와 Al-Sheath사이에 납스페이서를 삽입한 후 연공작업을 실시한다. 이때 유압이 높으면 연공부위가 연공열에 의하여 부풀어 오르는 경우가 있으므로 OF케이블 처리상의 원칙에 위반되

지 않는 범위내에서 가능한 낮은 유압(최고 1kg/cm²)에서 연공작업을 시행한다. 연공작업시는 다량의 gas가 발생하므로 환기대책을 강구하여야 한다.

⑭ 진공 및 주유

접속작업이 완료되면 접속함 내부를 진공처리하기 위하여 진공작업을 아래와 같이 실시한다.

- 유압용 P.T의 밸브를 잠근다.
- 진공펌프를 운전하여 진공을 개시한다.
- 시간별 진공도를 진공일지에 기록한다.
- 표준진공시간에 따라 진공흡입을 행한다.
- 도달진공도가 0.01~0.05(Torr)가 되면 15분간 정지시험(drop test)을 2회 실시하여 기밀성을 체크한다. 정지시험 진공도가 진공중지전의 값의 1자리수 범위내이면 대체로 양호하다고 판단한다.

표 3.10 표준 진공시간 및 진공도 표준치

전압(kV)	접속상종별	표준진공시간(H)	도달진공도(mmHg)	정지시험값(mmHg)
154	NJ LJ	4.0	0.05	0.5
	EB-A, EB-G	4.5	0.05	0.5
	SJ	5.5	0.05	0.5
345	NJ LJ	8.0	0.03	0.3
	EB-A, EB-G	9.0	0.05	0.3
	SJ	11.0	0.03	0.3

- 진공병으로 회수되는 절연유량을 진공일지에 기록하여 준공시 여입하도록 한다.
- 진공도 시험결과 양호하다고 판단될 때에는 유압용 P·T를 이용하여 접속함에 주유를 개시한다. 이때 상부 콘넥타로 기름이 나오면 진공배관을 제거하고 상부 및 하부 콘넥타를 막는다.

⑮ 방식처리

접속함 표면을 깨끗하게 닦은 후 본

체 및 연공부에 방식테이프를 감는다. 접속함 방식은 특별한 사정이 없으면 바로 실시하지 말고 몇일후에 기름이 남아있지 않은 것을 확인하고 나서 실시하는 것이 좋다.

3.4.2 절연접속

절연접속은 케이블 접속부에서 좌우의 Sheath를 분리하여 Cross Bond하고 NJ에서 접지함으로써 Sheath전류를 저감시켜 전력손실을 방지하고 송전용량을 증대시키기 위하여 사용되는 접속이다. 절연접속함에는 Surge등에 따른 Sheath 전압 상승으로 케이블 방식층의 전기적 파괴사고를 방지하기 위하여 연가장치에 LA가 내장된 Link Box를 취부한다. IJ접속내용은 NJ접속내용과 유사하므로 NJ작업과 상이한 절연통 취부 및 차폐층 분리 작업내용에 대해서만 설명하기로 한다.

가. 절연통 취부

Epoxy를 사용하여 제작된 절연통은 Sheath를 전기적으로 분리하기 위하여 동 Box에 설치하게 된다. 이때 절연통 좌우에 사용되는 볼트는 상호 전기적으로 절연되는 구조로 취부하여야 한다.

나. 차폐층 분리

절연지 상부 수평면에 설치하는 동판을 절연지를 사용하여 분리한다. 이때 동판사이에 감아주는 절연지의 두께는 154kV 접속시는 $\phi 2\text{mm}$, 345kV 접속시는 $\phi 6\text{mm}$ 정도를 유지한다.

다. 방재

절연접속시 사용하는 절연통 양단에는 고전압이 유기될 수 있으며 이에 따라 화재발생의 우려가 있으므로 절연접속함 외부에는 방재시설을 하여야 한다.

3.4.3 유지접속

OF케이블의 선로가 긴 경우에는 급유 및 유지보수 관계로 급유구간을 분할하여야 한다. 이 경우 양쪽 케이블의 유통로는 분할되고 도체와 시스는 전기적으로 연결되게 되는데 이러한 접속을 유지접속이라 한다.

SJ접속 작업중 NJ접속내용과 상이한 Semi Stop Pin조정, Stop Unit조립 및 Bell Mouth 취부작업에 대해서 설명하기로 한다.

가. Semi Stop Pin 조정작업

- ① Sleeve 압축후 Semi Stop Pin 연결실을 잡아 당겨 유통로를 막는다.
- ② 유침지가 유통로 구멍을 막기 전에 실을 뽑아낸다.
- ③ 등박스 조립후 접속함 반대쪽에 설치된 PT유압보다 높은 압력을 가진 PT를 연결하여 Semi Stop Pin을 밀어내도록 하여 유통로를 형성시킨다.

나. Stop Unit 조립

SJ양단의 급유는 Stop Unit에 의해서 분리된다. Epoxy로 제작된 Stop Unit는 파손되지 않도록 유의하여야 하며 수평을 유지하며 조립하여야 한다.

다. Bell Mouth 설치

Bell Mouth는 Epoxy로 제작된 관계로 취급에 주의하여야 한다.