

지중배전 및 송전케이블공사 감리실무 ⑪

자료제공 : 교육훈련팀 ☎ 02)875-6525



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

3.4.4 유지절연접속

유지접속은 IJ와 같이 Sheath를 절연하기 위하여 절연통을 삽입하는 접속 방법이다. 작업방법은 SJ 및 IJ와 동일하다.

3.4.5 기중 종단접속

지중 케이블을 가공선과 연결할때 사용하는 접속방법이다. 기중 종단접속을 하고자 할때는 종단함간의 간격, 종단함과 대지와의 간격에 유의하여 시공하여야 한다.

가. 종단함의 이격거리

옥외에 설치하는 기중 종단함의 상간격 및 대지간격은 아래와 같다.

전압(kV)	절연간격(mm)	상 간	대지 간	비고
154	표준	3,000	1,700	
	최소	1,900	1,500	
345	표준	5,000	3,300	
	최소	3,600	2,900	

* 일반적으로 표준치를 적용하며 부득이한 경우에만 최소치를 적용한다.

* 대지간격은 도체와 대지 또는 대지와 동 전위의 비절연물까지의 간격이다.

나. 주요 작업내용

EB-A 접속 작업중 중간접속 내용과 다른 점

에 대해서만 설명하기로 한다.

① 도체 인출봉 압축

기중중단함 내의 케이블 도체를 중단함 밖으로 인출하기 위하여 도체인출봉을 사용한다. 도체인출봉 내부에는 유통로 및 유통로 개폐용 밸브가 있다. 유통로 개폐용 밸브는 케이블 접속 작업 동안 케이블 본체에 유압을 유지하기 위하여 이용하는 것으로 조작을 잘못하면 케이블 열화 및 케이블 전부를 불량으로 만드는 경우가 있으므로 주의가 요구된다. 중단함의 도체인출봉 압축은 중간접속과 동일한 방법으로 시행하고 아래 사항에 유의하도록 한다.

유통로 개폐용 밸브의 열림이 최대가 되도록 밸브 열림상태를 조정한다.

도체압축후 유통로 개폐용 밸브가 정상상태로 작동하는지를 확인한다.

절연지 감기 작업 이외의 작업중에는 컨넥터 마개를 떼내서(유통로 닫힘)케이블 유통로내에 유압을 걸어두어야 한다. 밸브를 누를 때때로 눌러 유통로내에 유압이 걸려 있는지를 확인한다.

중단함 애자 삽입후 실시하는 진공작업 중에도 밸브는 닫아둔다.

② Condenser Cone 취부

110kV이상의 OF케이블 중단접속에는 Condenser Cone을 일반적으로 사용하고 있다. Condenser Cone은 보강절연체안에 얇은 금속박을 동심상으로 삽입하고 각원통상의 콘덴서 콘의 분담전압이 모두 같아 지도록 한 것이며 콘덴서콘 취부시는 아래사항에 유의하여야 한다.

- Cone 삽입시 리드선 끼임을 방지하기 위하여 사전에 리드선을 Cone 외주로 모아 실로 묶어둔다.
- 리드선은 강하게 당기지 말아야 한다.
- 리드선의 선단에 붙어있는 명판, 내용(상, 하)을 확인한다.
- Cone내부의 폐지를 제거한다.
- Cone을 삽입할 때 삽입을 용이하게 하기 위하여 Cone의 출입을 많게 하면 보강지가 닳기 때문에 주의한다.

③ 연 공

OF케이블 중단함 조립시에 시행하는 연공작업은 아래사항을 주의하여 시행하여야 한다.

- AI피를 지나치게 깎아서 얇게 되면 연공때 연피가 과열되기 때문에 연공부의 연피를 지나치게 깎지 않도록 한다.
- 연공작업시 케이블이 움직이지 않도록 반드시 적당한 방법으로 케이블을 고정해 주어야 하며 특히 연공 종료후 약10분간은 케이블이 움직이지 않도록 한다.
- 동관안에 절연유가 고이면 연공시 동관의 온도가 잘 올라가지 않아 연공시간이 길어지며 연공분의 연피가 과열되기 때문에 하부 동관안에 절연유가 쌓이지 않도록 확실히 기름을 멈추게 하고 동관 하부의 연공을 실시한다.
- 중단함 조립 작업중의 오염된 절연유가 동관안에 남아있지 않도록 하기 위하여 동관하부의 연공은 절연지 감기 및 어스선 감기등의 보강작업이 끝난 후에 실시하도록 한다.

④ 모선연결

지중 케이블을 가공 송전선로에 연결하고자 할 때는 연결부분이 전기적, 기계적으로 완전하게 접속될 수 있도록 함은 물론 이종금속에 의한 전식이 발생되지 않도록 하여야 한다. 특히 아래사항에 유의하여야 한다.

- 중단함의 단자는 고정단자로 한다.
- 모선이 AI선일 경우에는 동AI용 겸용 재질의 단자를 사용한다.
- 도체인출봉 및 터미널의 Bolt는 토크렌치를 사용하여 견고하게 조여서 접속부에서 과열현상이 일어나지 않도록 한다.
- 잠바선은 반드시 모양을 잡아 타공작물과의 이격거리를 유지하고 접속한다.

⑤ 선로 준공 표시

- 선로의 시점과 종점의 Cable Head Tower에는 두께 0.8mm이상의 Stainless 강판에 음각으로 글자를 새긴 선로 준공 표시찰을 $\phi 2.0\text{mm}$ 이상의 Stainless 철선으로 지지완

금의 잘보이는 장소에 취부하여야 한다.

3.4.6 가스중 종단접속

지중케이블을 Gas(SF₆) 차단기와 연결하는 접속방법이다. EB-G는 EB-A에 비교할 때 아래와 같은 장점이 있고 현재 도심지에 건설하는 변전소가 대부분 GIS형으로 건설되고 있어 EB-G가 많이 사용되고 있다.

Gas 절연을 하기 때문에 변전소 구내 설치가 용이하며 기중 종단 접속함에 비하여 설치공간이 적게 된다. 대기오염 및 염해등에 따른 사고 발생 우려가 없다. 충전부가 노출되지 않기 때문에 인축에 피해를 주지 않는다.

가. 주요 작업내용

EB-G 접속작업중 타접속 내용과 상이한 점에 대해서만 설명하기로 한다.

① GIS와 EB-G 연결작업

EB-G는 GIS에 연결 설치됨으로 EB-G 작업시는 GIS 기기 설치부서와 긴밀히 협조하여야 한다. EB-G 작업을 시행하고자 할때는 먼저 GIS Chamber를 해체토록 요청하여야 하며 EB-G 작업 완료후에는 GIS Chamber를 조립하고 Chamber내에 SF₆ gas를 충전토록 하여야 한다.

② Bell Mouth 삽입

도면치수에 따라 Bell Mouth를 삽입한다.

③ 절연통 조립

단심케이블의 절연접속부의 절연부분에는 항시 전압이 유기되며 케이블로의 썬지 침입시의 유기 전압도 절연부의 양단에 인가된다. 따라서 접속부의 절연은 이전압에 견딜 필요가 있는데 케이블 계통의 전압이 높아지면 유기전압이 케이블 방식층의 내전압치를 넘게되므로 보호장치를 갖출 필요가 있다. 절연접속부에 취부하는 절연통사이에는 대지전압의 2배 정도의 전압이 유기되는데 154kV 선로의 경우에는 28kV~42kV정도의 전압이 유기된다. 또한 Gas중 종단접속부의 절연통

에는 극히 높은 주파수의 이상전압이 발생되기 때문에 방식층 보호장치를 부착하는 경우에도 부착 리드선을 짧게 하는 등의 배려가 필요하다.

④ GIS Chamber내 Gas 압력관리

GIS Chamber내 SF₆ Gas 압력은 Cable 유압보다 낮은 것을 원칙으로 한다.

3.5 XLPE 케이블 접속

초고압 케이블 건설초기에는 OF케이블이 주로 사용되었으나 최근에는 OF케이블을 유지관리하는 관점에서 많은 문제점(누유에 따른 환경오염, 화재 발생시 절연유에 의한 확산)이 발생되고 있고 CV케이블의 제조기술이 향상됨에 따라 154kV급이하 선로에서는 XLPE케이블이 많이 사용되고 있다. XLPE케이블 건설공사시는 건설후 고장발생을 방지하기 위하여 접속작업시 많은 주의가 요구된다. 특히 접속작업중에 접속함 내부에 수분,이물질 및 Void 침투를 방지하여야 하므로 접속작업 환경을 접속작업조건에 알맞게 조성하여야 한다. XLPE케이블 접속종류별 접속작업순서 및 주요 작업내용은 아래와 같다.

3.5.1 보통접속

가. 작업순서(그림 3.4 참조)

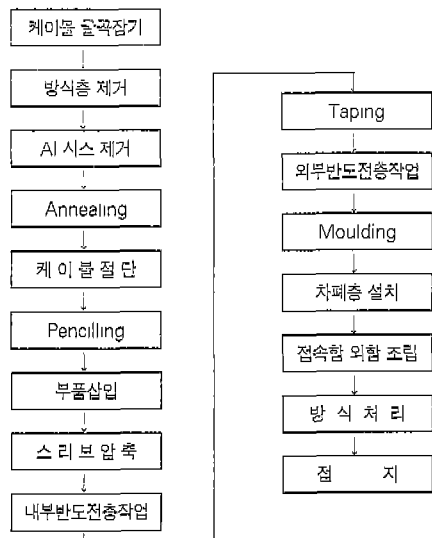


그림 3.4 XLPE 케이블 보통접속 작업순서

나. 주요 작업내용

케이블 접속작업에 있어 일반적인 사항은 OF 케이블 접속작업에 준하고 본장에서는 XLPE케이블 접속작업중 OF케이블과 상이한 부분에 대해서만 설명하기로 한다.

① Annealing(케이블 직선화 작업)

XLPE케이블은 절연체가 고체이므로 케이블 드럼에 감긴 케이블을 포설하게 되면 케이블이 반원형에 가깝게 굽어져 있어 접속작업전에는 굽은 케이블을 직선화 하여야 한다. 이러한 작업을 Annealing이라고 한다. 케이블 Annealing 작업은 케이블에 250~500w 용량의 전기히터를 설치하여 80℃정도의 온도로 3~4.5시간 가열한후 케이블을 직선 앵글이나 직선관으로 고정하여 케이블의 형태를 직선으로 만든다. 이때 케이블 온도가 케이블 상시 최대 허용온도인 90℃를 초과하지 않도록 유의하여야 한다.

② Pencilling

XLPE 케이블 Pencilling 작업은 접속도면치수에 따라 실시하며 Pencilling면에 층이 생기지 않도록 하여야 한다. 케이블 Pencilling 작업시 처음에는 Pencilling 기계를 주로 사용하고 있으며 마무리 작업은 유리칼을 이용하고 있다.

③ 내.외도 반도전층 처리

스리브 압축후 도체위에 반도전 Tape를 2회 균일하게 감은 후 그 위에 반도전 Tube를 삽입하여 수축시킨다. Taping을 소정의 치수대로 완료한 후에도 반도전 Tube를 삽입하여 수축시킨다.

④ Taping

접속할 케이블에 Taping기를 설치하고 접속도면의 치수로 Taping을 실시한다. 이때 케이블 절연체 표면을 충분히 세정, 건조한후 Taping작업을 시작하여야 하며 Taping중에는 접속함 내부에 이물질이 들어가지 않도록 유의하여야 한다.

⑤ Moulding

XLPE 케이블 직선접속은 미가교 PE절연테이프를 테이핑기계로 감은 후 반도전 Tube를 취부하고 가류가마를 설치하여 가압하에서 가열시킨다. 이때 접속부위에 가해지는 가열온도 및 가열시간은 도체사이즈, 절연두께에 따라서 결정된 기준에 따르면 된다. 절연체 Moulding 작업시에는 일정온도의 유지가 절대적으로 요구되기 때문에 정전에 의한 영향을 방지할 수 있도록 2중 전원 확보등의 대책을 수립하여야 한다. 일반적인 Moulding 조건은 아래와 같다.

- 온도 : 150℃ ~ 270℃
- 시간 : 7 ~ 20시간
- 압력 : 4kg/cm²이상
- 냉각방법 : 압력유지상태 자연냉각

3.5.2 절연접속

XLPE 케이블의 절연접속은 OF케이블 중간접속과 같이 XLPE 케이블 보통접속에 Sheath를 분리하기 위하여 Epoxy 절연통을 삽입하게 된다. 주요작업내용은 XLPE케이블 보통접속 및 OF케이블 절연접속 내용을 참조한다.

3.5.3 기중 종단접속

가. 작업순서(그림 3.5 참조)

나. 주요 작업내용

현재 154kV XLPE 케이블 종단접속함은 케이블 종단부 전계 집중 완화방식으로 Stress Relief Cone방식을 사용하고 있다. 이점이 OF 케이블 종단접속함과 특별히 상이한 점이다. XLPE케이블 종단접속시는 본 Stress Cone를 정확히 삽입하는데 주의가 요구된다. 본장에서는 XLPE케이블 EB-A작업중 타접속 작업내용과 상이한 부분에 대해서만 설명하기로 한다.

① Stress Cone 설치

Pencilling한 케이블 절연체를 벤젠등으로 깨끗이 닦아낸후 윤활제를 겸한 절연물질인 Silicon Oil를 바른후 Stress Cone를 도체 인출

봉에서 서서히 아래로 삽입하여 접속면에 표시된 위치에 정확히 설치한다. Stress Cone 상부에는 Epoxy Housing을 설치하여 Stress Cone 상단의 전계 집중을 완화하는 경우도 있다.

② 애관삽입 및 조립

애관삽입시는 애관의 손상을 방지하기 위하여 현장작업조건에 알맞는 크레인 및 윈치등의 장비를 사용하는 것이 좋다. 애관은 도체 인출봉 상부에서부터 서서히 삽입하여 케이블이 애관의 중심에 오도록 인력으로 조정하여 설치하고 Silicon Oil 주입시 누유가 되지 않도록 애관 Flange의 Bolt를 대각으로 완전히 조인다.

③ 진공 및 Oil 주입

애관내에 Silicon Oil를 주입하기 위하여 진공펌프를 이용하여 진공을 실시한다. 이때 진공도가 0.05mmHg에 도달하면 진공을 중지하고 Silicon Oil을 주입한다.

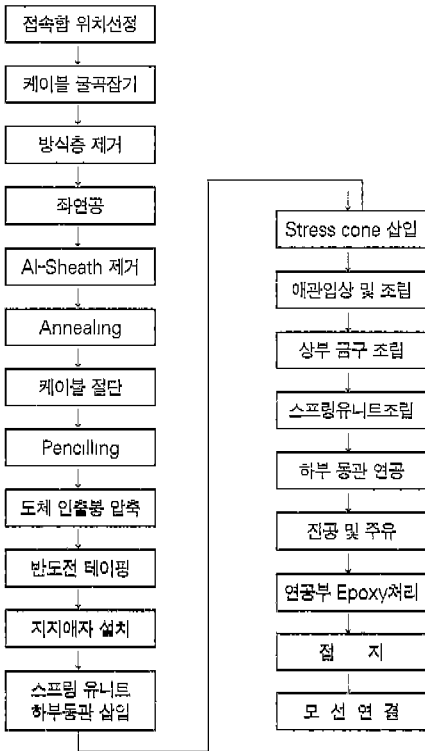


그림 3.5 XLPE케이블 기중종단접속 작업순서

3.5.4 가스중 종단접속

XLPE 케이블의 EB-G 작업은 OF케이블의 EB-A 및 EB-G 작업내용과 XLPE 케이블의 EB-A 작업내용을 참조하기로 한다.

4. 방 재

도로관리청의 도심지 도로굴착 통제강화와 전력수요 증가에 따른 송전용량 증가로 지중 송전선로가 점차 케이블을 다회선 수용할 수 있는 전력구식으로 건설되고 있어 전력구내 화재발생 시 전력케이블 및 케이블 접속함에 미치는 영향을 최소화하고 화재확산을 억제할 수 있도록 케이블 및 접속함 외면에 방재시설을 하여야 한다.

4.1. 방재시설의 종류 및 적용대상

케이블 및 접속함 외면에 시설하는 방재시설의 종류 및 적용대상은 아래와 같다.

종류	적용대상	비고
난연 도료	케이블 및 접속재	
난연테이프	침수우려가 있는 케이블 및 부속재 및 345kV 송전케이블에서 방재트러후 시설 불가능 개소	
난연 Seal	케이블 관통부 밀폐	
난연 레진	난연 Seal 시공이 곤란한 케이블 관통부 밀폐	
난연 보드	난연 Seal 및 레진 보조재	
차 화 판	배전케이블 접속부 하단	
방재트러후	345kV 송전 케이블	

4.2. 방재시설방법

4.2.1 345kV 송전케이블

345kV 송전케이블은 케이블 자체에서 발생하는 화재의 확산방지 및 타시설물의 화재발생 시에도 화재영향을 최소화하기 위하여 밀폐형 방재트러후내에 설치하고 있으며, 방재트러후를 설치하기 곤란한 장소에서는 난연테이프를 사용하여 방재시설을 하고 있다. 밀폐형 방재트러후

및 부속재별 규격 및 시설방법은 다음과 같다.

가. 밀폐형 방재트러후 및 부속재별 규격

종류	규격	사용목적
직 선 형 방재 트러후	내폭600×내고340× 길이3,000mm	직선구간 케이블 방재
수평곡선형 방재 트러후	내폭600×내고340× 길이1,300mm	수평곡선구간 케이블 방재
수직곡선형 방재 트러후	"	수직곡선구간 케이블 방재
차 폐 판	폭570×길이1300mm 폭570×길이2,200(4,400)mm	케이블지락시 아르동에 의한 트러후 손상방지
스 페 이 서	폭100×길이510mm	차폐판과 트러후 접촉 방지
수냉판지지대	폭596×높이186mm	수냉판 지지
공기 차폐판	폭585×높이333mm	트러후 내부의 길이 방향 으로 공기 흐름 차폐
보강용밴드	폭32×길이3,000mm	트러후 본체 결속

나. 시설방법

밀폐형 방재트러후는 유리섬유와 수산화 알루미늄등이 혼합된 불포화 폴리에스텔 수지로 제작하기 때문에 운반 및 설치시 파손되지 않도록 주의하며 아래와 같이 시설한다.

① 직,곡선형 트러후 하부설치

전력구 선형에 따라 제작된 직,곡선형 트러후를 연결부위에 틈새가 발생하지 않도록 설치한다. 설치된 트러후는 행거와 밀착되어야 한다.

② 스페이서 및 차폐판 설치

트러후 내면에 트러후 설치방향과 직각방향으로 스페이서를 고정 한후 그위에 차폐판을 설치한다. 이때 스페이서의 간격은 차폐판이 트러후 내면과 접촉하지 않도록 유지하여야 한다.

③ 수냉판 지지대 및 공기차폐판 설치

방재트러후 및 케이블 설치도면에 따라 소정의 위치에 수냉판 지지대 및 공기차폐판을 설치한다.

④ 트러후 상부 설치

345kV 송전케이블은 방재트러후 내부에 설치되어 트러후 상부를 설치 완료하면 케이블 설치상태를 확인할 수 없기 때문에 트러후 상부를

설치하고자 할 때는 사전에 케이블 시공상태 및 사용자재 수량등을 철저히 확인하여야 한다. 트러후 상부를 설치한 후에는 연결부위에 틈새가 없는지 확인하여야 하며 틈새가 발견되었을 때에는 난연 Seal이나 레진등을 사용하여 밀폐하여야 한다.

⑤ 보강용 밴드 취부

트러후 상부와 하부가 견고하게 결속될 수 있도록 하고 특히, 케이블 지락사고시 트러후 상부의 탈락을 방지할 수 있도록 견고하게 취부한다.

4.2.2 154kV 이하 송전케이블

154kV 송전케이블을 맨홀, 전력구 및 변전소 구내에 시설할 때에는 아래와 같이 방재시설을 설치한다.

가. 전력구내에 수평으로 설치되는 케이블은 수평거리 20m마다 3m 폭으로 연소방지재를 시공하고, 전력구 바닥면과 45° 이상의 시설각도로 설치되는 케이블은 전구간에 연소방지재를 시공한다. 이때 연소방지재로는 난연도료와 난연테이프를 사용할 수 있는데 습기가 많은 장소에서는 가급적 난연도료 사용을 지양하여야 한다.

나. 전력구 및 관로 맨홀내부에 시설하는 절연접속함은 절연통 양단에 고전압이 유기되어 화재발생의 우려가 있으므로 접속함과 접속함 양측 1.5m까지 연소방지재를 시공한다.

다. 전력구 내부의 배전케이블 접속개소에서 화재발생 우려가 있으므로 배전케이블 접속개소 하부에 송전케이블을 설치할 때에는 배전케이블 접속개소 하부에 차화판을 설치하고 차화판 설치부와 차화판 양측 1.5m범위까지는 연소방지재를 시공한다.

다음쪽에 계속됩니다