

## 관로 내 케이블 포설시 고려사항에 관한 연구

정종연

한국전력공사 KEPCO ACADEMY

### A Study on the Point to Be Considered When Installing Underground Distribution Cable into Conduit

Jong-Yon Jung

KEPCO Academy of Korea Electric Power Corporation

**Abstract** - 관로내 케이블 포설시 케이블 허용장력이 포설장력을 초과하지 않도록 주의해야 한다. 또한, 케이블 포설 도중 Kink가 발생하지 않도록 케이블 드럼을 반드시 세워서 포설해야 하고, 케이블 드럼을 높여서 포설해서는 안 된다. 또한, 허용전류를 고려하여 케이블 상호간의 간격을 일정하게 유지해야 한다. 관로 내 케이블을 설치할 경우 직선구간 뿐 아니라 굴곡구간에도 설치되므로 포설축압이 허용축압을 초과하지 않도록 시설해야 한다. 축압에 견디기 위해서는 케이블 포설시 곡률반경을 케이블 외경의 10배 이상으로 유지하는 것이 중요하다.

#### 1. 서 론

우리나라에서는 지중배전선로를 구성할 때 대부분 관로식을 사용한다. 관로 내에 케이블을 설치하는 과정은 많은 물리적 위험성을 내포하고 있기 때문에 시공품질을 확보하고 케이블 수명을 장기간 유지하기 위해서는 케이블 포설작업에 대하여 정확히 이해하는 것이 중요하다. 현장에서 케이블을 부적절하게 취급하거나 암반 또는 급한 굴곡부에서 케이블을 무리하게 Pulling 하는 것은 케이블 고장의 원인을 제공한다. 따라서 관로를 설계할 때 반드시 케이블 Pulling을 고려하여야 한다. 또한, 관로 내에서는 열 발산이 잘 안되기 때문에 송전용량이 감소하므로 열적 저항을 최소화할 수 있는 방안도 고려하여야 한다.

지중배전설비는 계속 증가추세에 있고, 전력계통의 신뢰도 확보에 대한 고객의 요구는 나날이 증가하고 있다. 지중배전선로의 신뢰도를 확보하기 위해서는 케이블 포설시 부실시공이 발생하지 않도록 시공관리를 철저히 해야 하며 케이블을 손상 없이 안전하게 포설할 수 있는 방법을 강구해야 한다.

#### 2. 케이블 포설 전 준비사항

##### 2.1 선로경과지의 확인

공사설계서를 기초로 현장조사를 실시하고 교통처리계획, 공사기간, 공사구간, 케이블 드럼 설치위치 등을 확인해야 한다.

##### 2.2 케이블 포설장력 등 확인

케이블 인장력이나 축압 등의 계산 자료가 현장상황과 일치하는지 확인해야 한다.

##### 2.3 장비 및 공구 확인

케이블포설에 필요한 윈치나 장력계 등을 비롯한 제반장비와 공구 등이 적합한지 확인해야 한다.

#### 3. 케이블 취급요령

케이블에 외상이나 충격을 가하지 않도록 해야 한다. 케이블을 구부릴 경우 허용곡률반경은 케이블 표준외경의 10배 이상으로 유지한다. 케이블을 반대측으로 구부릴 경우에는 일단 직선상으로 폼다가 서서히 반대측으로 구부리며 급격히 구부리지 않도록 해야 한다. 케이블은 드럼에 감은 상태에서 운반하여 저장한다. 케이블 절단 후 바로 접속하지 않을 경우에는 방수처리 하여야 한다.

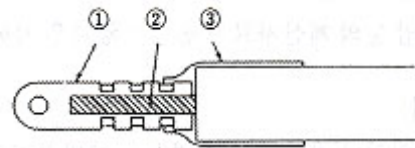
##### 3.1 케이블 드럼의 취급

케이블 드럼을 굴릴 경우에는 드럼 내에서 케이블이 풀리지 않도록 드럼에 표시된 방향에 따른다. 케이블 드럼에 충격이 가해지지 않도록 높은 곳에서 떨어뜨리지 말아야 한다. 케이블이 감기기 시작하는 드럼의 안쪽 지름은 케이블 외경의 15배 이상 되는 것을 사용하여야 한다.

##### 3.2 케이블 인입공구

풀링아이(Pulling Eye)에 의하여 케이블을 당길 경우 허용 인장력은

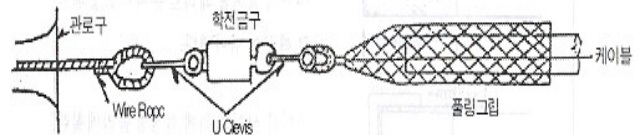
규정된 범위 이내를 유지하고 풀링아이와 인입용 철선간에는 회전공구를 취부하여 회전 비틀림에 의한 케이블 손상을 방지하여야 한다.



① 풀링아이 몸체 ② 도체 ③ 풀링아이 캡

<그림 1> 풀링아이를 이용한 케이블 포설방법

풀링그립(Pulling Grip)에 의하여 케이블을 당길 경우 허용 인장력은 규정된 범위 이내를 유지하여야 한다. 풀링그립 취부시 풀링그립의 각 소선에 균등한 힘이 가해지도록 소선을 고르게 펴야 한다. 풀링그립은 삽입길이 1m마다 1.6mm 철선 또는 2.0mm 동선으로 묶어 케이블 포설 중 풀링그립이 벗겨지지 않도록 해야 한다.



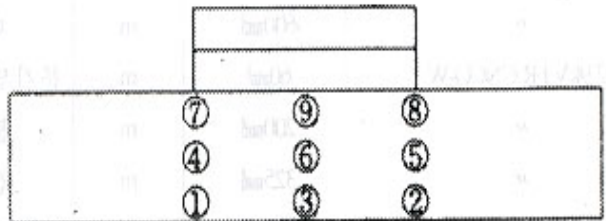
<그림 2> 풀링그립을 이용한 케이블 포설방법

#### 4. 관로 내 케이블 포설

##### 4.1 관로 조사

관로에 케이블을 포설하기 전에 관로조사를 실시하여야 한다. 평면도, 맨홀도 등 도면을 이용하여 관로 경과지, 맨홀 위치, 경간 및 관로 부설 상태 등을 확인하여야 한다. 또한, 현장조사를 통하여 맨홀의 형태, 맨홀의 크기, 맨홀 내 금구류의 종류와 수량, 맨홀 내 방수상태, 기설 케이블 등을 확인하여야 한다.

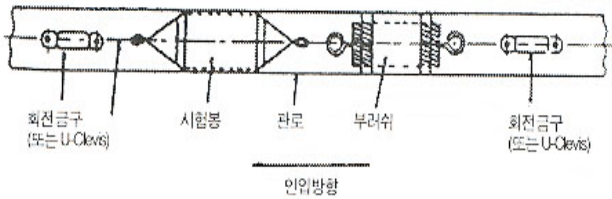
전압레벨이 다른 케이블을 병행하여 시설하는 맨홀에서는 전압이 높은 케이블을 하단에 설치하고 전압이 낮은 케이블을 상단에 설치하도록 한다. 관로의 사용 순서는 아래에서 위로 하고, 같은 높이에서는 외측에서 내측으로 케이블을 설치한다.



<그림 3> 배전맨홀 내 3단3열 관로에 케이블 포설시 배열순서

맨홀 내 케이블 배열은 유지보수 및 점검이 용이하도록 해야 한다. 케이블 Off-set과 케이블 지지간격을 적절하게 유지하여야 한다. 또한

접속제 설치위치도 적정해야 하며 차후 점검, 보수 등 유지관리에 편리하도록 공간을 확보해야 한다. 관로의 포설과 접속이 완료되면 도통시험을 시행하여 관 내부와 접속부의 이상 유무를 확인해야 한다. 배전관로의 도통시험에 사용되는 도통시험봉은 길이 400mm를 사용하며 외경은 적용관로의 내경보다 10mm 작은 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.



〈그림 4〉 도통 시험봉 연결도

**4.2 케이블 인입**

케이블의 인입장력 및 굴곡부 측압은 케이블 허용인장력과 허용측압 이내를 모두 만족하여야 한다.

케이블을 관로내 Pulling시 드럼은 바로 세워서 아래로 Pulling 하여야 한다. 케이블 드럼을 옆으로 눕어서 Pulling할 경우 중성선의 꼬임방향에 의해 중성선 뒤틀림 현상으로 절연층 및 외피의 손상 요인이 된다.

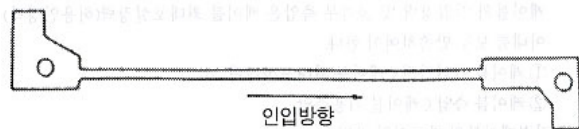


〈그림 5〉 케이블 Pulling

관로 내 케이블 인입방향은 케이블 길이, 중량, 주위환경 및 교통여건을 감안하여 결정한다. 지표에 고저차가 있는 경우에는 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 인입한다. 포설구간에 굴곡이 있을 때에는 굴곡이 있는 곳의 가까운 곳에서부터 인입한다. 맨홀 내 케이블 진입방향은 맨홀길이가 짧은 쪽에서 긴 쪽으로 인입한다.



〈그림 6〉 굴곡개소가 있는 경우 케이블 인입방향



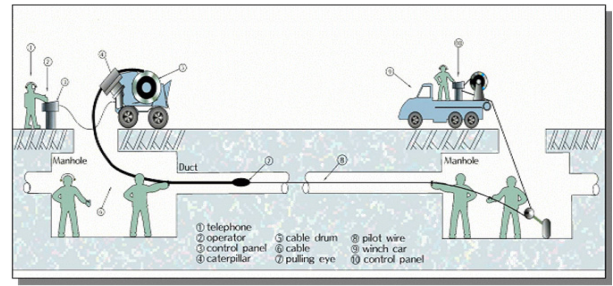
〈그림 7〉 맨홀길이에 따른 케이블 인입방향

**4.3 케이블 포설전 유의사항**

케이블 포설 전 유의사항으로는 맨홀 내 가스검출, 산소측정 및 환기, 맨홀 내 배수 및 청소, 기자재 정리정돈, Drum측과 Winch측의 연락체계 확인, 맨홀 내 Roller, 활차 등의 고정상태 확인 및 이상 방지대책 마련, Wire의 강도, 소선단선, Kink여부 확인 등이 있다.

**4.4 케이블 포설시 유의사항**

케이블 포설시 Wire Rope와 관내부의 비닐피복철선과의 연결상태를 확인해야 한다. Pulling Eye와 Wire Rope 사이에는 회전금구를 사용하여 연결하여야 한다. 케이블 손상을 방지하기 위하여 Pulling Grip은 끝을 넓게 펴서 케이블을 밀어 넣고 균등한 하중이 분포되도록 조절하여야 한다. 맨홀입구에는 케이블 보호용 Flexible Pipe를 설치한다. Winch의 적정용량을 확인하고 인입속도는 10m/분 이하로 항상 일정하게 유지하도록 감시해야 한다. 3조 일괄 인입 시에는 각 드럼의 풀리는 속도를 조정하고 맨홀 내 케이블 노출부를 감시해야 한다. 맨홀 내에는 케이블 접속여유장과 Off-Set를 고려하여 여유를 두고 인입하도록 해야 한다.



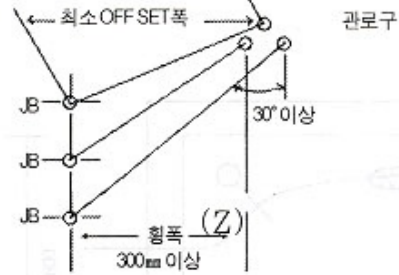
〈그림 8〉 관로식 케이블 공사방법

**4.5 케이블 포설후 유의사항**

맨홀 내의 케이블의 이상 유무를 확인하고 케이블 노출부의 외상방지 및 보호조치를 해야 하며 케이블 중단부의 방수조치도 해야 한다. 케이블에는 표시찰을 취부해야 한다.

**4.6 맨홀 내 케이블 배치시 유의사항**

케이블은 행간에 크리트를 설치한 후 시설한다. 관로입구의 중심선을 경계로 맨홀 양측 벽에 접속제를 설치한다. 케이블배치는 관로의 상하순서에 의해서 배치하고 맨홀내의 케이블은 꼬이지 않도록 배치하여야 한다. 또한, 맨홀 내 케이블은 허용곡률반경을 유지하여야 한다. 맨홀 내 케이블의 최소 Off-Set 폭은 <그림 9>와 같다.



〈그림 8〉 관로식 케이블 공사방법

**5. 결 론**

우리나라 지중배전선로는 약 87%가 관로식을 사용하고 있기 때문에 관로 내 케이블을 인입 포설시 케이블에 손상을 주지 않도록 해야 한다. 관로식을 사용하여 케이블 포설시 상대적으로 케이블이 손상을 입기 쉬우므로 정확하게 장력을 계산하여야 한다. 일반적으로 직선구간에서는 관로경간을 250m로 제한하여 포설장력이 허용장력을 초과하지 않도록 규정하고 있다. 굴곡구간에서 관로 내에 케이블을 인입할 경우에는 직선구간보다 더 큰 장력이 걸리게 되므로 케이블이 손상을 입지 않도록 곡률반경을 크게 하는 등의 조치를 취해야 한다. 우리나라에서는 지중선로에 주로 합성수지파형관을 사용하고 있다. 그 이유는 굴곡부의 시공을 원활하게 하고 케이블 포설시 마찰력을 줄이기 위함이다. 굴곡부가 포함된 관로 공간에서 케이블 포설시 주로 문제가 되는 것은 포설장력보다 측압이다. 굴곡부의 측압을 줄이기 위해서는 곡률반경을 크게 유지하는 것 외에 굴곡부의 중심각을 작게 설계하도록 하는 방법이 있다. 이 외에도 관로에 케이블 인입시 케이블에 손상이 가지 않도록 케이블 관리에 신경을 써야 한다. 케이블 인입부에 보호조치를 취하고 포설시 인입속도를 항상 정속도로 유지하도록 감시해야 한다. 또한, 케이블 포설 중 Kink가 발생되지 않도록 선조대를 이용하여 케이블 드럼을 반드시 세워서 Pulling해야 하며 절대로 케이블을 눕혀서 포설해서는 안 된다. 관로의 간격을 일정하게 유지하는 것도 중요하다. 케이블은 밀폐된 공간에 설치되기 때문에 송전용량이 많이 감소한다. 지중 케이블 회선간 열간섭을 줄이고 시공품질을 향상시키기 위해 스페이서를 이용하여 관로 간격을 일정하게 유지해 주어야 한다. 케이블의 수명을 결정하는 요소는 운전조건 뿐 아니라 포설시 시공품질과도 밀접한 관련이 있으므로 케이블 포설시 고려사항을 면밀히 검토하여 시공품질으로 인한 케이블 고장이나 수명단축을 유발하지 않도록 주의하여야 한다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] 한국전력공사, “배전시공기준(지중편)”, 2008
- [2] 한국전력공사, “배전설계기준(지중편)”, 2010
- [3] 한국전력공사, “지중배전공사시공절차서”, 2009