

지중 전선로의 기준 및 접지공사에 대한 비교·분석 ①

글/김삼수

한국전기안전공사 부설 전기안전시험연구원

현재 배전설비는 대부분 가공선으로 되어 있으나 대도시에서는 안전 등의 문제로 더욱 확대되어 지중 배전설비가 증가하고 있다. 배전선을 지중화로 하는 목적은 전력설비의 고신뢰성 확보 및 설비의 현대화, 도심지 부하밀도 증가와 위해(危害)시설 제거·보완, 관광지 및 국제행사장 등 중요지역의 미관확보, 가공전선로 건설 곤란 장소(다회선, 장경간, 철도, 고속도로 횡단 등), 관련 법규의 제약(도로법, 하천법, 공원법 등) 등으로 송·배전 계통에 지중전선로를 시설하고 있다.

본고에서는 지중전선로 공사방법 및 케이블공사 종류, 매설깊이 및 이격거리의 기준, 케이블의 접지공사 방법 등에 대하여 외국의 예를 들어 비교·분석하고자 한다.

1. 지중 전선로

1.1 공사방식

지중 전선로 공사방식의 종류는 직접매설식, 관로식(管路式), 암거식(暗渠式), 공동구로 분류된다.

가. 직접매설식(직매식)

일반적으로 케이블 방호물(트라후:Trough, 홈관 등)을 매설하여 그 속에 케이블을 포설하고 모래 충전후 뚜껑을 덮고 되메우기하는 방식으로 케이블 교체시 굴착(掘鑿)을 수반하는 단점이 있다.

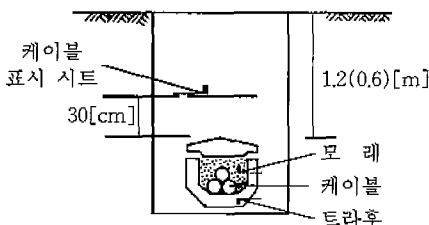
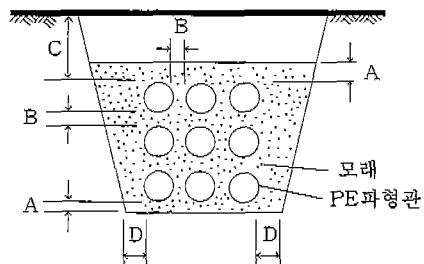


그림 1 직매식 단면도

나. 관로 인입식(관로식)

홈(Hume)관, 강관, 합성수지관 등 관재를 사용하여 케이블의 포설을 위한 관로 구성 후 관로 1조에 원칙적으로 케이블 1회선을 인입하는 방법이며 관로 양끝에 맨홀을 설치하여 케이블을 접속하고 케이블의 교체가 가능하다.



A:10[cm] A':5[cm] B:10[cm]
C:1.2[m]이상 D:20[cm]

그림 2 관로식 단면도

다. 암거식(暗渠式)(공동구 포함)

케이블을 포설하는 커다란 콘크리트 박스(암거)

구조물에 케이블 포설은 양측 벽에 설치하고 작업자는 중앙으로 통행하여 유지보수 작업이 가능한 방식을 말하며, 공동구는 전력케이블, 전선로, 상하수도 등을 공동으로 포설하는 방법으로 동도(洞道)나 공동구에 시설하는 지중전선로는 암거식에 포함된다.

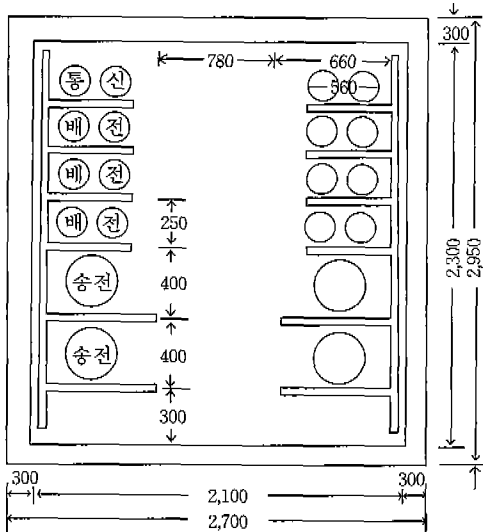


그림 3 암거식 단면도 예

1.2 지중 전선로 적용기준

지중 전선로 포설방식 선정에 필요한 요건은 입지조건, 경제성, 장래계획 등을 고려하여 시공하고 지중 전선로의 적용기준 표 1과 같다. 그리고 포설방식에 따른 장점과 단점은 표 2와 같이 나타냈다.

지중 전선로를 도로에 케이블로 시공할 경우는 지중 전선로의 중심선과 도로의 중심선이 교차하지 않도록 하며, 도로의 한쪽에 지중 관로가 있는 경우 공사상 부득이한 때를 제외하고는 다른 편에 시설한다. 단, 공동구를 도로관리자의 지시에 따라 시설한 경우 제외한다.

1.3 지중 전선로의 관계 법령

우리나라의 지중시설물 설치에 관계되는 규칙 또는 법령은 전기설비 기술기준, 전기통신설비의 기술기준, 도시가스 사업법, 하수도법, 수도법 등에서 지중시설물과 이격거리, 매설깊이에 대하여 규정하고 있으나 요약하면 표 3과 같으며, 각국의 전력케이블과 다른 지중시설물의 이격거리는 표 4, 매설깊이는 표 5로 나타내었다.

표 1 지중 전선로 적용기준

종 류	적 용 방 법
직 매 식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 케이블 회선수가 2회선 이하인 경우 ○ 장래 케이블 증설이 예상되지 않는 경우 ○ 복구, 굴착이 용이한 장소 ○ 사고시 타 회선에 직접 절체 가능하고 복구에 장시간을 요하지 않는 경우 ○ 기타 여건상 부득이한 경우
관 로 식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 케이블 회선수가 3회선 이상인 경우 ○ 장래 케이블 회선 증설이 예상되는 경우 ○ 간선 포장도로나 포장계획이 있는 도로가 예상되는 경우 ○ 기타 직매식에 의해 부설하는 것이 불리한 경우
암 거 식 (공 동 구)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동일 경과지에 케이블을 다회선을 시설할 경우 $\{(송전회선수 \times 3) + 배전용 관로의 공수\}$가 20을 초과하는 경우 ○ 발·변전소 인출지역 등 케이블 회선수가 많은 경우 ○ 케이블 증설 및 교체가 예상되며 회선수가 많은 경우 ○ 송전용 케이블 및 부속자재의 배치, 장래 신기술의 적용 가능성, 시공여건 등을 고려할 때 직매식과 관로식은 부적합하다고 판단되는 경우



표 2 포설 방식별 장·단점

포설방식	장점	단점
직매식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포설 공사비가 적음 ○ 굴곡부에 포설 용이 ○ 열 방사가 양호함 ○ 공사기간이 짧음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보수점검이 불편 ○ 외상을 받기 쉬움 ○ 증설, 철거작업에 불편 ○ 교통이 번잡한 장소에서 공사 곤란
관로식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증설, 철거에 용이 ○ 외상이 비교적 적다 ○ 보수점검이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사비가 고가 ○ 회선수 많으면 송전용량 감소 ○ 신축, 진동에 따른 케이블 금속차폐의 피로 ○ 관로의 곡률반경 제한 ○ 급경사면에서 케이블의 이동발생
압거식 (통로식)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다회선의 포설이 유리 ○ 열 방사가 양호 ○ 보수점검 편리 ○ 외상사고 발생우려 적음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사비가 고가 ○ 공사기간이 길다 ○ 케이블 화재시 타회선 파급대책 필요
공동구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타 시설물과 건설비 분담가능 ○ 다회선의 포설이 용이 ○ 보수점검 편리 ○ 외상사고 발생우려 적음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사비가 저렴 ○ 공사기간이 길다 ○ 사고시 타 시설물에 파급대책 필요

표 3 지중전선로의 매설물별 관련규정

매설물 종류	설치 기준	관련 조항	세 부 내 용
지 중 전 선	전 기 설 비 기 술 기 준	제156조	① 지중약전류전선 ㉞ 저·고압:30cm 이상, 특고압:60cm 이상 ㉟ 저·고압:30cm 이하, 특고압:60cm 이하(견고한 내화성 격벽설치 또는 지중전선을 불연성, 난연성 관에 넣고 직접 접촉하지 아니할 것) ② 특고압지중선 ㉞ 가연성, 유독성의 유체 내포하는 관:1m 이상 ㉟ 1m이하:①항의 ㉟와 동일조건 ③ 특고압지중선 ㉞ 기타 관:30cm 이상 ㉟ 30cm 이하:①항의 ㉟와 동일조건
		제157조	④ 저압 - 고압지중선:30cm 이상, 저·고압-특고압지중선:30cm 이상 30cm 이하:각각의 전선이 난연성의 피복을 갖춘 것 견고한 난연성 관에 시설한다. (어느 한쪽의 지중 전선에 불연성의 피복을 갖춘 것, 어느 한쪽의 지중 전선에 견고한 난연성의 관에 시설, 지중전선 상호 관에 견고한 내화성 격벽 설치할 것) 예외: 지중 전선로의 사용전압 170kV미만인 경우 시·도지사의 인가시
		제151조	④ 매설깊이 ○ 차량 기타 중량물의 압력을 받을 우려가 있는 경우:1.2m 이상 ○ 기타장소:60cm 이상 (또한 지중전선을 견고한 트라후 기타 방호물에 넣어 시설)
		제286조	○ 직류식 전기철도 ○ 직류귀선의 비절연 부분과 금속제 지중관로 1m 이상

표 3 지중전선로의 매설물별 관련규정

매설물 종류	설치 기준	관련 조항	세부 내용
통신선	통신설비기술기준	이격거리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특고압 지중선과 60cm 이상 ○ 저·고압 지중전선과 30cm 이상 ○ 가스, 상·하수도관과 30cm 이상(교차:15cm 이상)
		매설깊이	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차도 및 논밭:1.2m 이상, 인도:0.6m 이상 ○ 기타지역(산림, 택지 등): 1m 이상
도시가스관	도시가스사업법	이격거리	○ 특고압 지중 전선과 접근 또는 교차시:전기설비기술기준 제156조에 의할 것
		매설깊이	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭 8m 이상의 차량통행도로:1.2m ○ 기타지역:1.0m
하수도	하수도법		○ 다른 지중 매설물 보다 하위에 설치
상수도	수도법		○ 다른 지중 매설물과의 관련규정 없음

표 4 각국의 이격거리 비교(전력케이블과 다른 지중 시설물)

[단위 : mm 이상]

구분	직매식					관로식					비고
	전력	통신	파이프라인	프로판 탱크 (7600 이상)	수영장	전력	통신	파이프라인	프로판 탱크 (7600 이상)	수영장	
미국	600V 이하: 300 600V 이상: 300	300	300	-	1,500	-	300				별첨규정: 별첨1
캐나다	300	300	300	1,500	별첨3	병행:300 교차:150	병행:300 교차:150	300	1,500	별첨4	동일 트랜치 내: 별표2
프랑스	저압-중압:200	병행:500 교차:200 장거리 통신 (수평투사:500, 교차:400)	유채관:200 (강관:500) 난방관용 (병행:1,500, 교차:500)	-	-	직매식과 동일함			-	-	
일본	저압-고압:300 저·고압-특고압:300	저·고압 지중선:300 특고압 지중선:600	가연성, 유독성관:1,000 기타관:300 특고압 전력선:300	-	-	직매식과 동일함			-	-	
한국	저압-고압:300 저·고압-특고압:300	저·고압 지중선:300 특고압 지중선:600	가연성, 유독성관:1,000, 기타관:300 특고압 전력선:300	-	-	직매식과 동일함			-	-	

별표 1. 맨홀내의 이격거리(미국)		별표 2 동일 트랜치 내의 케이블과 (수직·수평)이격거리		별표 3. 직매식	별표 4. 관로식
전력케이블 선간전압(V)	표면사이 거리(mm)	통신-전력	750V 이하 750V 이상	통신케이블:1.5m 이상	통신케이블:0.75m 이상
0~15,000	150		절속허용 300mm 이상의 흙 300mm 이상의 벽돌 50mm 이상의 콘크리트 40mm 이상의 나무관(특수처리요)		
15,001~50,000	230	전력-전력	동일 3상회로	전력케이블 0~750V: 1.5m 이상 751V~15kV: 3m 이상 15kV~22kV: 4m 이상	전력케이블 0~750V: 0.75m 이상 751V~15kV: 1.5m 이상 15kV~22kV: 2m 이상
50,000~120,000	300		750V초과, 22kV 이하의 케이블로 다중접지 Y계통에서 동심중성선, 또는 와이어를 가진 경우		
120,001 이상	600		상기 이외의 경우		

표 5 각국의 매설깊이 비교(전력케이블)

[단위 : mm]

매설방식 국명	직 매	관 로			
미 국	600V이하 :600 601V~50kV :750 50kV 초과 :1,070	900			
캐나다	케 이 블 형 태	최소 매설깊이(mm)			
		기 타 지 역		차 량 통 행 지 역	
		750V 이하	750V 이상	750V 이하	750V 이상
		금속차폐, 보호채(Armour)가 없는 케이블	600	750	900
금속차폐, 보호채가 있는 케이블	450	750	600	1,000	
관로(Raceway)	450	750	600	1,000	
프랑스	차도 :1,000, 인도 :700	-			
영 국	차도 : 고압(750), 저압(450)	-			
	인도 : 고압(600~900), 저압(500)				
서 독	600~1,600	-			
일 본	차도 :1,200, 인도 :600	차도 :1,200, 인도 :600			
한 국	차도 :1,200, 인도 :600	차도 :1,200, 인도 :600			

2. 케이블 접지방식

케이블의 접지방식의 종류는 양단접지, 편단접지, 크로스본드로 분류한다.

케이블 금속 차폐(Sheath)는 안전 대책상 반드시 접지되어야 하지만 그 접지방식에 따라 발열 등의 문제가 있어 상시 및 이상시에도 고려해야할 안전대책, 차폐손실, 방식층 보호 및 근접통신선의 유도 등의 종합적 견지에서 접지방식을 결정할 필요가 있다.

2.1 양단 접지(Solid bond)방식

이 접지방식은 금속 차폐층을 두 곳 이상에서 접지하는 방식으로 그림 4와 같으며 차폐전압은 거의 0으로 되지만 차폐층과 대지간에 폐회로가 형성되어 순환전류가 흐른다. 이 전류에 의한 전력손실이 커지는 경우는 부적합하고 일반적으로 3심 케이블에 적용한다. 또한, 케이블 용량이 충분하고 차폐 손실이 문제 안될 때 허용전류 면에서 충분한 여유가 있으며 주로 해저케이블 등에 사용된다. 단점은 차폐층 순환전류의 손실열에 의해

송전용량에 영향을 준다.

케이블 길이가 100m이상일 때 적용되나 반듯이 제2종 접지선과 분리 시공하여야 하며, 또한 접지 시공이 불량하면 인근선로에 누설전류를 발생시켜 계전기 오동작, 고압케이블 사고를 유발시키는 경우가 많다.

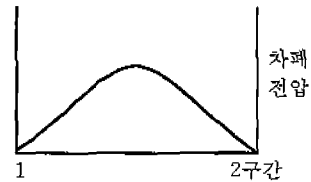
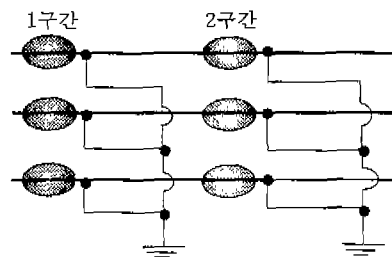


그림 4 양단접지 방식

▶ 다음호에 계속 됩니다