

ABC 배전 접속 시스템에 대한 연구

The Research into Connecting System for Aerial Bundled Cable in Distribution Line

이용순, 최경선, 주종민, 이철호

(Y. S. Lee, K. S. Choi, J. M. Joo, C. H. Lee)

Abstract

The distribution line through which electricity is supplied from substation to customer generally varies by underground line and overhead line. In contrast that the underground line is shielded, the overhead lines do not have the shield layer. To overcome this weak point of the overhead lines, the aerial bundled cable(ABC) connection systems have been developed. The basic concept of the ABC connection system is the application of the underground cable system containing complete shield layer to the overhead cable system. The ABC system is the innovative technologies which enable the prevention of electric shocks, reduction of the maintenance charge and damage of the cable. This paper give a full detail of vertical connection system applied within a country.

Key Words : Aerial Bundled Cable, Cable Termination, Insulation Cover, Polymer Post Insulator, Vertical Connectoin System.

1. 서론

수용가에 전력을 공급하는 배전선로는 지중선로와 가공선로로 크게 구분할 수 있다. 지중선로는 차폐층이 있는 케이블과 접속장치를 사용하여 지하에 매설하는 방식으로 지지물과 애자장치 등에 의해 주상에 전선을 시설하는 가공선로에 비하여 외물접촉 등에 의한 고장을 예방하고 도시미관을 개선할 수 있는 장점이 있으나, 공사비가 가공선로의 약 10배 이상 소요되며 도로가 없는 산간지역 등에는 시설이 곤란한 단점이 있다. 따라서 대부분의 전력회사에서는 부하가 밀집된 도심지의 경우에는 지중선로를 구성하고 기타 지역에는 건설비가 저렴한 가공선로를

시설하고 있다. 우리나라에서는 70년대 후반부터 절연전선을 주로 사용하고 있으며, 절연전선은 도체 위에 내후성을 고려하여 카본블랙을 혼합한 절연체를 입힌 구조로 순간의 외물접촉고장 및 감전사고 등은 방지할 수 있으나 차폐층이 없어 전선외부에 누설전류가 흘러 수목 등에 의해 장기적으로 접촉하는 경우에는 절연이 파괴되어 고장으로 진전되는 문제점이 있다. 따라서, 한전에서는 외물접촉에 의한 고장을 방지하고 수목전지 곤란지역 및 이격거리 미달개소에 효과적으로 대응하기 위하여 가공케이블 ABC(Aerial Bundled Cable) 배전방식을 개발하게 되었다. ABC 배전방식은 완전절연이 가능한 전력케이블 3상을 조가선과 하나의 다발(Bundle)로 꼬아 주상에 설치함으로써 수목전지와 선로보수가 불필요할 뿐만 아니라 COS와 LA가 내장된 자기보호형 변압기를 채용함으로써 공급신뢰도를 크게 향상시킬 수 있는 가공케이블 배전방식이다. 건설공사비는 기

평일산업주식회사 기술연구소
(경기도 안양시 관양2동 1475-10,
Fax : 031-420-8400
E-mail : lysojh007@orgio.net)

존의 가공선로에 비해 약 1.5배가 소요되나 수목전지 및 유지보수 비용의 획기적 감축으로 총 투자에 대한 연간 경비는 약 15% 절감되는 효과가 있다.

2. 본 론

2.1 외국의 적용 사례

2.1.1 호주의 경우

현재 가공케이블 수직접속장치의 모델로 한 것이 호주에서 사용하는 방식이며, 시공의 편리성과 저렴한 시공비용 등의 장점이 있어 국내의 수직접속장치에 적용하게 되었다.

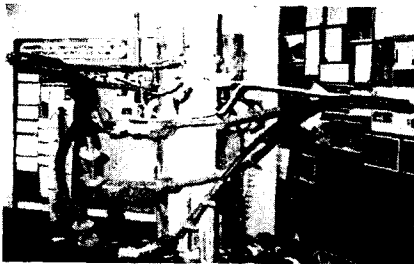


그림 1. 수직접속장치(호주)

2.1.2 일본의 경우

일본은 배전 계통의 전압이 6.6 kV급이기 때문에 절연의 측면에서도 우리의 ABC 접속 방식에 비하여 유리한 점을 가지고 있어 다양한 모습을 보이고 있으며, 케이블 자체의 가요성이 풍부하기 때문에 시공이 완료된 모습을 보면 아주 간단하고 안정감을 느낄 수 있다. 접속함 방식과 파이(π 형 정선)분기 접속방식을 주위환경에 따라 적합한 방식을 선택적으로 사용하였으며 이에 대하여 적용된 사례를 살펴 보았다.

1) 접속함 방식

접속함 방식은 최소한의 공간을 이용하도록 접속함에 접속부를 후면에 설치하도록 설계된 것을 그림 2를 통해 확인할 수 있으며, 선로의 포설방식은 각 상을 통합하여 그림 3과같이 한 묶음으로 조가선을 위쪽에 위치하였다.



그림 2. 접속함 방식(일본)

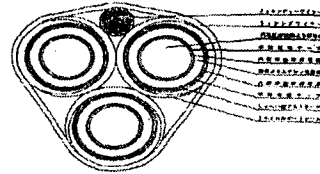


그림 3. 케이블의 구성

2) 파이분기 접속방식

이 방식은 주로 도심지 빌딩가 이면도로와 가로수 지역에서 사용되었으며, 파이분기 접속부를 거치용 완금에 각상을 분리 고정하는 방식으로 하였으며 선로 포설방법은 접속함 방식과 같고, 접속함 방식이 수직 배열이라면, 파이분기 접속방식은 수평배열 방식이라고 할 수 있다. 접속재는 접속부를 모으는 정선부분과 그림과 같이 직선 접속재를 사용하여, 엘보 접속재를 사용한 접속함 방식보다 간략한 상태로 되는 것을 알 수 있다.

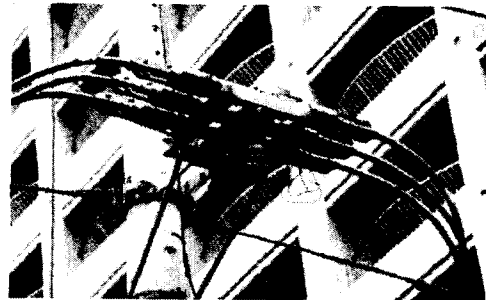


그림 4. 도심빌딩가의 파이분기 접속방식(일본)

2.1.3 브라질의 경우

수목이 울창한 지역이 많은 특수한 지역적 특징에 따라 브라질에서는 ABC 접속방식의 변형된 형태를 보이고 있다. 그림과 같이 절연커버로 보호된 Wedge Connector를 사용하여 분기 접속이 가능하도록 하였으며, 각상을 분리하는 방식을 채택하였는데 이는 취급 및 분기접속을 간편하게 하기 위한 것으로 생각된다.

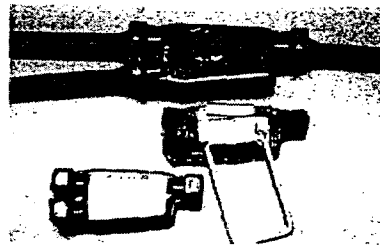


그림 5. 15kV용 Wedge Connector와 Cover Cable (브라질)

2.2 국내의 기술개발 현황

국내의 ABC 배전방식은 1995년에 기술검토 및 관련 기자재 개발을 완료하고 1997년에 접속함 방식인 22.9kV ABC 배전방식을 6개 지역에 13.5km 규모의 시범선로를 건설하였다. 접속함 방식은 접속함에 엘보로 케이블을 접속하는 방식이며 단말접속방식은 수직접속장치에 의해 케이블 접속하는 구조로 내구성 및 신뢰성 측면에서는 접속함 방식이 다소 유리하나 건설비 측면에서는 단말접속방식이 다소 저렴한 특징이 있다. 따라서 접속함 방식은 도심지역에 적용하고 단말접속방식은 야외지역을 대상으로 이원화하여 운영하고 있다. ABC 배전방식에 사용하는 케이블, 접속재 등 모든 기자재는 우리나라의 기술로 완전 국산화 개발하여 사용하고 있다. 본 논문에서는 가공케이블 단말접속장치에 대하여 자세한 연구를 하였다. 관련 부속품으로는 수직형 지지대, 폴리머 지지대자, ABC 단말 접속재, ABC 단말 절연카바 등으로 구성하였고, 각각의 설계 특성치를 나타내었다

2.2.1 ABC 절연카바 및 단말 접속재

접속재의 절연체 및 반도체층은 내수성이 강하고 내후성이 우수한 EPDM(Ethylene Propylene Diene Terpolymer) 합성고무를 사용하였으며, 절연카바의 재료는 내후성이 우수한 난연성의 폴리에틸렌 혼합물을 사용하여 접속부의 절연을 충분히 할 수 있도록 하였으며, 표 1 및 2에 각각의 특성을 나타내었다.

표 1 ABC 단말 절연카바

항 목	특 성 치	
	폴리에틸렌 혼합물	합성고무 혼합물
인장강도	1.0kg/mm ² 이상	0.4kg/mm ² 이상
신 율	350% 이상	300% 이상
가열노화 후 잔열 신 율	인장강도 노화전의 80%이상 노화전의 65%이상	노화전의 80%이상 노화전의 80%이상
가열 변형성	두께 감소율 10% 이하	
내 전 압	건조내전압 30,000V 1분간, 살수내전압 20,000V 1분간	
내 트 래 킹 성	분부회수 101회, 누설전류 및 불꽃이 발생하지 않을 것	
내 한 성	흙, 균열등의 이상이 발생하지 않을 것	
내 열 성	흙, 균열 또는 사용상 유해한 변형이 생기지 않을 것	
내 후 성	WV형 축진 노출 시험장치로 2,000시간 (WS형인 경우에는 1000시간)조사후 절연 내력을 유지할 것	
내 오 존 성	-	표면에 균열이 생기지 않을 것
흡 수 성	흡수율 0.01% 이하	
내 연 성	연소시간이 180초 이내이고 연소거리가 25mm 이하로서 용융낙하하지 않을 것	

표 2 ABC 단말 접속재

시 험 방 법	특 성 치		
건조내전압시험	40 kV(rms)/1분		
직류건조 내전압시험	78 kV(평균)/15분		
충격내전압시험	150 kV		
부분방전시험	19 kV/3pC		
RIV 시험	100μW		
내후성시험	1000시간		
6시간 건조내전압시험	36 kV(rms)/6시간		
10초간 주수내전압시험	40 kV(rms)/10초		
수밀 시험	6시간, 9회		
Track Resistance 시험	4.5kV, 6시간		
Load Cycle 시험	3 Cycles		
염수분무시험	0.35mg/cm ² , 14.9 kV		
재질시험	구분	최 대	허용수량
	기 · 포	0.07mm이하	0.05m/m이상:30개/16cm ²
	이물질	0.25mm이하	0.05m/m이상:15개/16cm ²
접속재의 열적, 기계적 강도시험	50 Cycles		

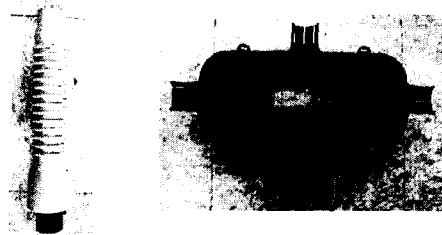


그림 6. 단말 접속재 및 절연카바

2.2.2 수직형 지지대와 폴리머 지지대자

그림 6과 같이 지지물에 일체형으로 부착한 상태이기 때문에 안정감을 주며, 지지대와 접속되는 부분과의 절연을 위하여 별도의 폴리머 지지대자를 부착하였고, 표 3과 같은 특성을 갖도록 설계하였다.

표 3 폴리머 지지대자 특성

항 목	특 성 치	
상용주파 건조섬락 전압치 (kV)	110	
상용주파 주수섬락 전압치 (kV)	85	
저충격 섬락 전압치 (kV) (1.2×50μs)	정	180
	부	205
전파장해 전압치	상용주파대시간 (rms, kV)	25
	최대전파장해전압 (μV at 1000kHz)	10
굽힘 파괴시험 하중치 (kN)	12	
굽힘 내하중치 (kN)[W.C.L]	5.5	
인장 파괴 하중 (kN)	12	
인장 내하중 (kN)	6	
비틀림내하중치 (Nm)	47	
내염분도(mg/cm ²)	0.5	
최소 누설거리(mm)	712	
최소 건조섬락거리(mm)	241	

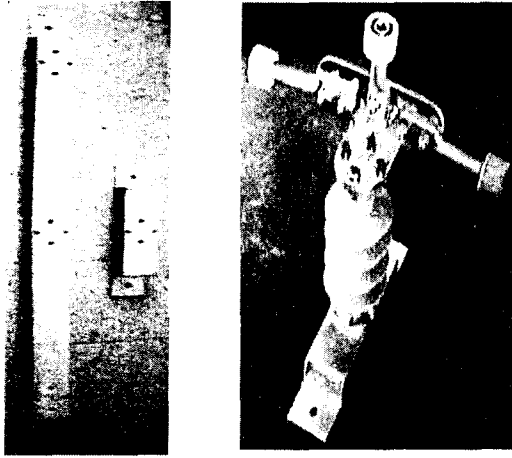


그림 7. 수직형 지지대와 폴리머 지지대

2.2.3 ABC 단말접속방식 시스템의 완성

그림 7과 같은 수직형 지지대를 이용하여 지지물에 케이블을 최대한 근접시켜 고정함으로써 선로의 기계적 안정성을 한층 더 높일 수 있고, 시공이 용이하며, 비용이 적은 장점이 있다. 다만, 단말접속방식은 수직형지지대의 동판과 케이블 종단접속계의 접속부분에 충전부가 발생하는 문제점이 있으나 절연카바를 개발하여 충전개소의 절연을 실현하였다. 지금까지 기술된 각 부속품을 조합하여 수직형 접속방법에 따라 그림 8에 ABC 접속 시스템의 완성된 모습을 보였다.

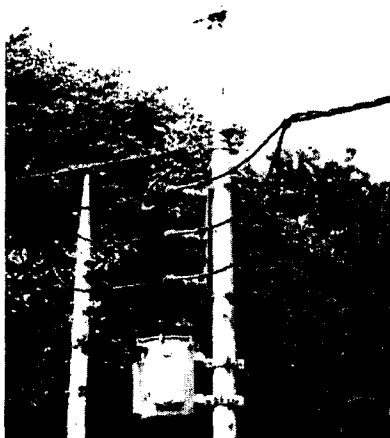


그림 8. ABC 수직접속장치의 완성된 상태

3. 결론

ABC 접속 시스템의 적용으로 다음과 같은 세가지로 장점을 압축할 수 있다.

첫째, 건조물과 이격거리 미달개소의 해소로 기존 절연전선과 비교하여 상방 이격거리는 2.5 m에서 1.2 m로 줄며, 측방 이격거리는 1 m에서 0.5 m로 줄어드는 이점이 있다.

둘째, 외물접촉에 의한 순간고장 및 안전사고 예방 측면에서 전체사고에서 약 25%를 차지하는 외물접촉사고를 방지할 수 있다.

셋째, 배전설비의 단순화 및 무보수화 등으로 설비 고장요인을 최소화 할 수 있으며, 전력선 3선과 중성선을 꼬아 하나로 통합함으로써 전반적인 시설의 간소화를 이루었다.

이러한 방식이 가능하게 될 수 있었던 배경은 시스템 전체를 완전절연화 할 수 있는 소재의 유효 적절한 적용이 뒷받침되었기 때문이라고 생각되며 위와 같은 커다란 경제적 효과가 널리 알려짐에 따라 절연성 및 반도체성 EPDM 고무를 접속 시스템에 사용하는 기술은 차후에도 많은 발전이 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1]. IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600V (IEEE Std 386-1995)
- [2]. R. C. C Rocha, M. R. Soares, R. P. Leme, "New Electrical Connection Technology for Covered Overhead Distribution Lines", IEEE Transmission and Distribution Conference, Vol. 2, pp. 623-629, 1999
- [3]. 한전잠정표준구매규격 특고압 수밀형 가공케이블(22.9kV용) (PS 121-311-5~316-5)
- [4]. 한전잠정표준구매규격 가공케이블용 금구류 및 부속장치 (PS 112-560-5~577-5)
- [5]. 한전잠정표준구매규격 가공케이블용 인장 크래프(22.9kV-y용) (PS 112-635-5~637-5)
- [6]. 한전잠정표준구매규격 가공케이블 수직접속장치 및 부속금구(22.9kV용) (PS 115-921-5~926-5)