

전력케이블 대 용량화에 따른 환경과의 조화 및 보수의 고 신뢰도화

정 무영, 권 병일, 남 정세*
대한전선 주식회사

A Study of Large Capability of Underground Power Transmission Line, Environmental and High reliability

MOO-YOUNG CHUNG, BYUNG-IL KWON, JEONG-SE NAM*
TAIHAN ELECTRIC WIRE CO., LTD

Abstract

To meet recent increasing demand for electric power in large cities in Korea, and to improve reliability of the power supply. Especially, demand for electric power apparatus places great emphasis on not only function but also environmental factors.

In this paper, environpolitics describes according to large capacity demand for extra high voltage underground transmission lines and high reliability of the power supply.

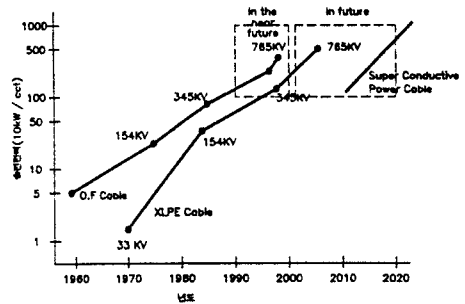


그림 1. 지중 송전 전력의 변화

I. 서론

최근 도시 기능의 고도화 및 사회 기능의 집중화 현상으로 국내 대도시의 전력 수요는 해마다 급증하여 발전용량 및 송전 용량의 증대는 물론 전력 공급에 대한 신뢰도가 중요시 되고 있다. 또한 환경문제가 주안사로 대두되어지고, 각 개인의 생활양식도 질적으로 향상되고, 다양화되어짐에 따라 이제 전력 설비에 대한 요구는 기능뿐만 아니라 도시 환경과의 조화라는 측면에서 크게 부각되고 있다.

따라서 본고에서는 국내 초고압 지중 케이블 제조업체로서 그동안 쌓은 경험과 지식을 바탕으로 지중 송전선 고전압, 대용량에 따른 지중 송전선 보수의 고신뢰도화 및 송전선의 환경 대책 등에 대하여 논하고자 한다.

II. 본론

1. 지중 송전 케이블의 고전압, 대용량화

그림 1은 지금까지 지중 송전 케이블의 송전 전력의 변화 되어온 과정을 보여 주는 그림이다.

Oil-Filled(O.F) 케이블은 이미 오래 전부터 실용화가 되었으며, 현재는 345KV의 지중 송전 케이블까지 설치되고 있다. 또한, 유침지 절연체를 사용하는 Oil-Filled(O.F) 케이블과는 달리, 폴리에틸렌 수지를 가교시켜 절연체로 사용하는 XLPE 케이블은, 작업면이나 환경면에서 우수한 특성을 보이며, 현재 154KV까지 실용화되고 있으며 345KV의 개발이 진행중에 있다.

따라서, 가까운 미래에는 765KV Oil-Filled (O.F) 케이블이 나 345KV 및 765KV XLPE 케이블이 개발되어 저 손실 송전 전력 전송이 이루어 질 것으로 보이며, 궁극적으로는 Super Conductive Power Cable이 연구 개발되어 전력 전송의 새로운 역사가 시작되리라 생각된다.

지중 송전선에 사용되는 케이블은 지중에 매설되기 때문에 열방산이 어렵고 송전용량이 제한된다. 따라서 케이블의 송전 용량을 증대시키기 위한 연구가 진행되고 있는 데, 도체 손실, 유전체 손실 및 시스 손실 등과 같은 발생 손실의 저감을 위한 연구와 발생열을 제거시키기 위한 냉각 시스템 등의 연구가 그것이다.

대표적인 냉각 방식에는 내부 냉각 방식, 외부 냉각 방식 과 간접 냉각 방식이 있는 데, 그림 2는 그 중에서 내부 냉각 케이블 시스템의 기본 구성도를 보여주는 것이다.

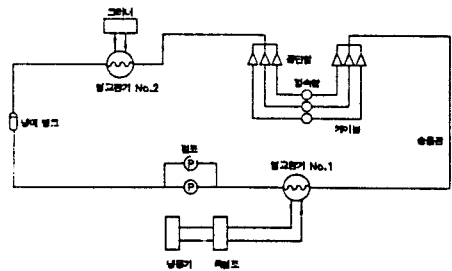


그림 2. 내부 냉각 케이블 시스템의 기본 구성

이 시스템에 적용된 냉각 케이블은 케이블 외경이 증가함으로써 발생하는 손실량에 비해 JOULE열에 의한 손실의 저감 효과가 더 크기 때문에 전체적으로는 송전 용량의 증가를 가져온다. 이와 같이 케이블 도체 내부에 냉각 매체를 직접 순환시켜 송전 용량을 증대시키는 내부 냉각 케이블 시스템은, 연구가 아직 초기 단계이기는 하지만, 냉각 효율이 높아 경제적인 측면에서 매우 부가가치가 높은 방법임으로 앞으로 대전류화에 있어 매력적인 연구 대상이 될 전망이다.

2. 지중 송전 케이블 보수와 고 신뢰도화

지중 송전 케이블은 지하에 매설되기에 자연 환경으로 부터의 영향이 적어 가공 송전선에 비해 신뢰도가 높다. 그러나, 송전 설비의 고전압, 대용량화에 따라 일단 사고가 발생되면, 사고는 대형화되고 사회적인 파급은 광범위해지지만 그 구조상 복구에 상당한 장시간이 소요될 수 밖에 없다. 이러한 이유로 해서 사고의 미연 방지 및 사고점 검출이 중요한 문제로 대두되고 있다. 따라서 여기에서는 사고 방지 및 사고점 검출을 위해 사용되는 몇가지 시스템에 대해 개략적으로 살펴보기로 하겠다.

2-1 전력구 감시 시스템

전력 계통에서 지중 송전 케이블의 전력구내 설치 곁황이 증가함에 따라, 케이블 설치 및 보수가 용이하게 되고, 케이블의 상태를 육안으로 검사할 수 있으므로, 유지 및 보수에 대한 신뢰도 또한 높아진다.

그러나, 통상 전력구내 지중 송전 케이블의 유지 보수는 직접 눈으로 확인하거나, 데이터를 인력에 의해 수집하는 방식이며, 원방 감시라 할지라도 이상시 점진신호를 발송하여, 유인 또는 무인 감시지역에 원격 표시하고, 전화연락에 의해 그 이후의 대응을 하는 정도이므로, 정상시는 물론 이상시에 대응하는 것이 늦어져, 사고가 대형화 되어버리는 것을 막기에 불충분 하였으므로, 새로운 설비 감시 시스템의 구축이 요구되고 있다.

그림 3은 현재 사용중에 있는 방법중의 하나인 광자계 센서를 이용한 사고 구간 판별법을 보여주고 있다.

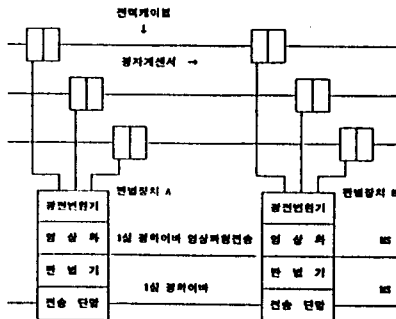


그림 3. 구성도 (사고 구간 판별)

위 그림에서 보듯이, A와 B 구간에서 전류 사고가 발생하면 사고점 양단의 접지사고 전류가 사고점으로 흘러가 두 전류간에 위상차(180°)가 발생하는 데, 이때 두 전류의 비교로 사고점을 중앙 장치의 모니터에 표시해 신속한 보수를 가능하게 하는 시스템이다. (그림 4참조)

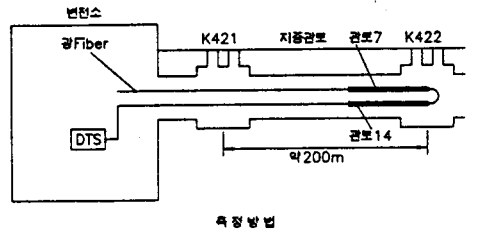
Item	Fault Between A and B	Fault Not Between A and B
Output Current of Optical Sensor A and B		
Differential of Output Current of Optical Sensor A and B		
Output Signal of Transmitter		
Alarm	○	

그림 4. 작동 원리 (사고 구간 판별)

2-2 DTS(Distributed Temperature Sensor) 시스템

DTS 시스템은 광 광이버에 광 펄스를 입사, 그 반사광과 후방산란광의 강도차를 시간의 함수로서 해석하는 OTDR(Optical Time Domain Reflectometry)의 원리를 이용한 것으로 광 광이버 자신이 온도센서가 되어 길이 방향으로 온도 상향을 연속적으로 측정할 수 있는 온도 계측 시스템이다.

그림 5는 지하 관로내 설치된 전력 케이블의 화재, 외상 등 외부 요인으로 인한 사고 발생을 지하 송전선과 병행으로 관로내 Fiber포설 후 측정하는 방법을 보여준다.



측정 방법

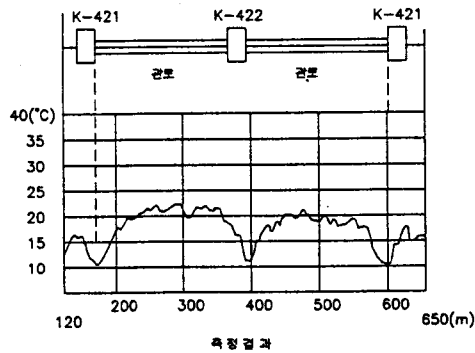


그림 5. DTS 시스템의 적용 예(관로 포설)

3. 지중 송전 케이블의 환경 대책

지중 송전 케이블은, 대개 도로를 따라 지하에 매설되기 때문에, 설비 자체의 환경적인 문제는 가공 송전 선로에 비해 작지만, 케이블 시공면에서의 환경 대책과 방재 대책에 대해 살펴보았다.

3-1. 케이블 시공면에서의 환경 대책

지중 송전 케이블은 대부분 경과지가 기존의 도로를 따라 설치하기 때문에 공사 시공에 따른 소음 및 진동으로 인근

주민의 민원 발생 및 주변 도로의 교통 장애등에 커다란 영향을 미치고 있다.

이러한 이유로 해서, 오래전부터 저진동, 저소음 시공법이 연구되어 왔다. 또한, 지하 매설물의 폭발적인 증가, 전력 설비의 고 전압화, 대 용량화에 따라 설비가 대형화되어 종래의 개착식 공법으로는, 시공이 곤란하기 때문에 실드 공법과 같은 비 개착식 공법으로 시공 방법에 변화를 보이고 있다. 그림 6은 실드 공법을 개략적으로 보여주는 그림이다.

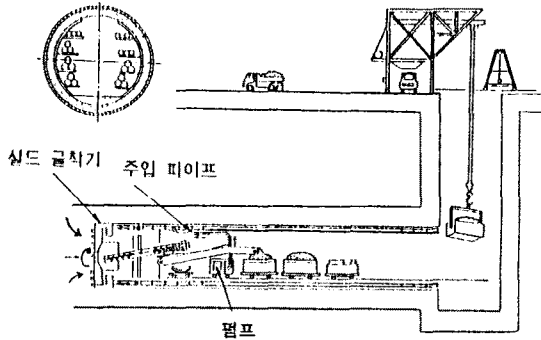


그림 6. 실드 공법의 개략도

이 실드공법은 비개착식 공법으로 진행되기 때문에 공사 진행중에 환경 영향은 작지만, 개착식 공법에 비하여 공사비가 많이 소요된다. 따라서 앞으로는, 이러한 비개착식 공법과 공사비 절감을 위한 연구 노력이 요구되고 있다.

그리고, 케이블의 접속기술을 Pre-fab화 하는 등의 기술 개발로 공기를 단축하여, 공사중 환경에 대한 영향을 최소화함으로써 줄이기 위한 연구 노력도 함께 진행중에 있다.

그림 7은 154KV XLPE 케이블용 Pre-fab 접속상의 구조를 보여주는 그림으로, 이 Pre-fab 접속상은 공장에서 제조하여 부품을 현장에서 조립하는 구조로 설계. 기존의 접속 시간을 약 1/3 로 단축하여 환경에의 영향을 최소화 하는데 큰 몫을 차지하고 있다.

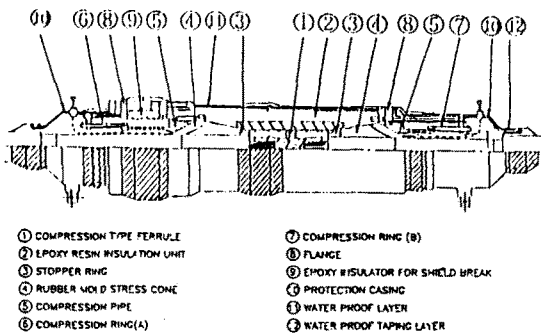


그림 7. 154kV XLPE 케이블용 Prefabricated Joint 구조도

3-2. 방재 대책

최선의 방재 대책은 화재를 발생시키지 않는 일이다. 그러나, 이러한 대책을 실시해도 상황의 변화나 예측할 수 없는 사고로 뜻밖의 케이블 사고가 발생할 수 있으며, 이로 인한 직접적인 피해는 물론 2차적인 재해와 함께 사회적으로 큰 영향을 끼치게 된다.

따라서 차선책으로 케이블의 불연화, 난연화, 케이블 관통부의 방재시일 등의 여러 대책을 실시하여 화재의 확대를 예방하는 것이 중요한데, 이와같이 방재 대책은 변전소등의 전력구, 케이블 처리실 구내등에 설치된 전력 통신 및 제어 케이블에 화재 발생시 지속적인 연소와 브 전정등을 통한 화재 확산을 방지하기 위한 대책을 말한다.

케이블 방재 시스템은 기존에 설치되어 있는 선로의 케이블을 고난연화하기 위하여 사용되는 방법과 전력 케이블 방식층에 산소계수를 일정량 이상으로 높인 고난연 비닐 시스템 케이블이 연구되고 있으며, 기존 선로의 케이블을 고난연화하는 방법에는 방재도로, 방재테이프, 방재시트 및 방재시일등이 주로 채용되고 있으며, 방재 특성을 높이기 위한 연구 노력이 계속되고 있다.

III. 결 론

상기에서 검토된 바와 같이 해마다 급증하는 전력 수요로 인해 전력설비의 대용량화가 꾸준히 요구되고 증가함에 따라, 이제 얼마후엔 우리 나라에서도 765KV 시대를 맞이할 것으로 생각된다. 따라서, 765KV 케이블 시스템 개발에 따르는 고 전압화, 대 용량화에 대한 연구개발이 이루어져야 할 것이다. 또한, 지중 송전 계통의 고 신뢰도를 위한 전력구 감시 시스템 및 DTS 시스템의 채용이 요구되고 있으며, 지중 송전 설비의 환경적인 측면에서, 케이블 시공시의 환경 대책과 케이블 사고에 따른 화재 방지 및 확산을 막기 위한 방재 설비의 도입이 절실히 요구된다. 사회적으로는 지구 환경문제등을 배경으로, 에너지의 효율적 이용이 추진되어야 하며, 전력 설비와 환경과의 조화를 위한 노력과 쾌적한 환경 만들기에 힘써야 하겠다.

IV. 참고 문헌

1. 復合用途ヒル内變電所 - 參入, 計畫, 設計の手引 - 電氣協同研究, 48, No. 2
2. 한국 전력공사 기술 연구원 ; "지중 케이블 강제 냉각 SYSTEM 도입을 위한 연구(최종 보고서)"
3. 대한 전선(주) 시스템 개발팀 ; "ADVANCED INTELLIGENT COMMUNICATION"
4. 電力케이블 技術 핸드북 제 12 장 (日本 電氣書院 1989)