

지중송전케이블의 방화대책

곽방명, 탁의균, 김재승
한국전력공사

The fire prevention measures of the underground transmission line

Bang-Myung Kwak, Eui-Gyun Tack, Jae-Seung Kim,
Korea Electric Power Corp.

Abstract - Electric power consumption is highly increasing as the social trend requiring comfortable life, the population in a big city and the industrial development. Therefore it has become to be very important to supply the stable high-quality power. As these trend, the underground power transmission facility is highly increasing in the center of a city. As the proportion to increase facility in tunnel, the fire prevention measures of the underground transmission line become very important.

1. 서 론

지중송전 케이블은 급격한 산업 성장, 대도시 중심부 및 부하밀집지역의 공급능력 확충, 도심지의 가공 송전선로 제약 등으로 급증하여 현재 서울 75%, 부산 34%, 인천 38%가 시설되는 등 대도시 전력계통의 중추적 역할을 담당하고 있다.

이러한 지중송전케이블은 그 용도나 성능에 따라 외피(방식층)이 폴리에틸렌이나 염화비닐등의 재료를 사용하고 있으므로 화재 발생시 연소되어 화재가 확대되기도 한다

최근에 발생한 서울 종로 5가 통신구 화재사고(1994. 2월), 여의도 공동구 화재사고(2000. 2월)시 전력공급이 중단됨은 물론 각종 정보통신설비와 주변의 설비기기에 큰 피해를 끼쳤다.

본 고에서는 케이블의 구성재료와 사용조건 등 제특성과 케이블 방화대책에 관하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 케이블의 연소특성

(1) 케이블의 종류와 연소성

일반적으로 사용하는 케이블을 연소에 따라 크게 나누면 표 1과 같다.

케이블의 연소성은 케이블의 구조, 구성재료에 따라 차이가 있으며 특히, 케이블 최외층의 재질에 따라 크게 달라진다. 케이블 최외층에 사용되는 재료의 발화점, 연소의 발열량 및 산소지수는 표 2와 같다. 케이블 재료는 목재 보다 연소에너지가 크고, 발생가스도 유해한 것이 많으므로 화재가 발생하면 많은 피해를 입게 된다.

표 1. 케이블의 종류와 연소성

케이블 종류	절연체	피복재	연소성
폴리에틸렌 케이블	폴리에틸렌	폴리에틸렌	용이함
비닐 케이블	비닐	비닐	약간정도
가교폴리에틸렌 케이블	가교폴리에틸렌	비닐	보통정도
OF 케이블	절연유, 절연지	비닐	보통정도

표 2. 케이블 재료의 연소특성

재질	비중	발화점 (°C)	발열량 (kcal)	산소지수
폴리에틸렌	0.9~1.0	340~350	약 11,000	17~19
EPR	"		약 7,000	19
PVC	1.3~1.4	390~454	약 7,000	24~26
참고	목재	0.2~0.5	260	약 5,000
	석탄	1.2~1.4	325~400	약 5,500

(2) 케이블의 포설상태와 연소성

케이블의 연소성은 매설상태에 따라 크게 변한다. 직매식이나 관로식으로 매설된 경우에는 연소될 우려가 없으나, 전력구 또는 기중(氣中), 덕트, 수직 Shaft 등은 화재의 위험이 있는 장소이다.

포설방식으로는 1조를 포설한 경우와 다조(多條)의 케이블이 인접하여 포설된 경우에 따라 연소성은 크게 차이가 난다. 케이블 구성재료별로 포설방식에 다른 연소성은 표 3과 같다.

표 3. 케이블 포설방식/재료별 연소성

포설방식 \ 시스재질	폴리에틸렌	염화비닐	난연시스	불연시스
	시스	시스		
1조 포설	×	○	○	◎
다조 포설	×	×	○	◎

주) × : 불에 타고 지속된다.

○ : 불에 타고 지속되지 않는다.

◎ : 불에 타지 않으며, 지속되지 않는다.

(3) 케이블 연소시 발생가스

케이블 피복재가 연소시에는 다양한 가스가 발생하게 된다. 케이블 종류별로 발생되는 가스는 표4와 같다.

표 4. 케이블 종류별 발생가스

피복재	탄산	일산화탄	연산	염소	메탄	에틸렌	기타
	가스	소가스	가스	가스	가스	가스	
폴리에틸렌	○	○	-	-	△	△	△
염화비닐	○	○	○	△	△	△	△
참고	목재	○	-	-	△	△	△

주) ○ : 다량 발생

△ : 소량 발생

2.2 케이블 화재의 발생원인

케이블 화재의 발생원인을 크게 나누어 보면 표5와 같으며 대부분 화재의 주된 원인은 외부 화재에 의하여 착화된 화재이다.

표 5. 화재발생 원인

구 분	발 화 원 인
케이블 자체발화	1) 단락, 지락 등에 의한 아크열 2) 시공불량에 의한 온도상승 3) 절연체 열화에 의한 절연파괴
외부화원에 의한 발화	1) 공사중 용접화원 2) 케이블 주변에서의 화재여부 3) 방화

2.3 지중송전케이블의 방화대책

화재발생시 대응은 화재→조기발견→조기소화→대피→화재확대방지(소방 등에 의한 본격소화)의 순서가 보통이다. 지중송전케이블의 방화대책으로서 위 순서 하나하나가 중요하며, 그중 화재가 발생하지 않도록 사전에 예방하는 것이 가장 중요하다. 평상시 화재예방을 위한 보수점검, 조기발견 시스템(온도, 화재 감지) 시설, 케이블의 화재 확대방지조치 등을 시행하여야 하며, 구체적으로는 표 6와 같은 대책을 강구하여야 한다.

표 6. 케이블 화재방지대책

구 분	방 재 대 책
케이블의 보수관리	1) 케이블 절연진단(상시 또는 정기적) 2) 상시 온도감시시스템 시설
케이블 설계의 적정화	1) 송전용량의 적정 운전 2) 접지재의 검토 및 이상전원 차단시간 단축 3) 케이블의 난연화
불연재료로 케이블 화재 보호	1) 화재확대방지 도료의 도포 2) 방재시트, 방재테이프에 의한 케이블 보호 3) 방재 Trough 시설
케이블 관통부의 방화조치	1) 방재구획, 관통부 방화조치

2.4 지중송전케이블의 연소확대 방지

2.4.1 케이블 관통부의 방화조치

케이블이 내화구획을 포함한 내화벽 또는 실내를 관통할 경우에는 내화성능을 유지하도록 케이블 관통부를 설치하여야 한다. 방화구획의 관통부에는 「2시간내화」, 그외의 관통부에는 「1시간내화」 이상이 필요하다. 1시간내화 및 2시간내화 라는 것은 건축구조부분의 내화시험방법에 규정되어 있는 온도조건에서 케이블 구획 관통부가 1시간 또는 2시간 연소시험에 합격한 것을 말한다. 지중송전케이블의 관통부에는 난연퍼티, 난연보드 등에 의한 방화조치를 하고 있으며, 케이블 양단 3m이상에 대해 방재 도료나 테이프등을 보강, 시공하고 있다.

2.4.2 케이블의 난연화에 따른 화재확대방지

(1) 난연성 방식층 적용

전력구내 시설되는 지중송전케이블은 자소성을 갖는 케이블로서 IEC 332-1 또는 IEEE 383에 의한 연소시험에 적합한 케이블을 사용하고 있으며 난연시험방법은 표 7과 같다.

표 7. 지중송전케이블의 연소시험 방법

구 분	IEC 332-1	IEEE 383
피시험케이블 길이	600 mm	2400mm
가열시간	12 분 [T(초)=60+M/25] M: 케이블중량(g)	20 분
불꽃길이	175mm, 2개	380mm
불꽃온도	φ0.71동선 10mm위를 4~6초간에 용해 온도	816℃
시험방법	수직 크랩프 고정	수직사다리
평가방법	연소길이가 상단 크랩프 밑50mm 까지 다다르지 않을 것	불꽃이 케이블 전체 높이에서 타지않고 자연히 소화될것

(2) 방재테이프, 방재시트의 사용

단열재를 첨가시킨 고무로 만들었으며 방재테이프는 규격이 큰 단심(또는 3심) 케이블에, 방재시트는 그룹 케이블에 사용토록 하고 있으나 국내에서는 방재테이프만을 주로 사용한다.

(3) 화재확대 방지 도료의 도포

단열재를 합성수지 바이더(예: 아크릴계, 초산비닐계)와 일체화 시켜 도료화한 것을 스프레이 또는 브러쉬 등으로 도포한다. 단 이방식은 정확한 도포 두께 유지, 장시간 경과시 탈락, 습한지역에서의 성능저하 등의 문제가 있어 적용시 충분한 검토가 필요하다.

(4) 방재 Trough내 케이블 시설

방재Trough는 난연보드를 케이블 수용에 적합하고 완전 밀폐되도록 제작 한 것으로 케이블 화재시 확산을 차단 할 뿐만 아니라, 외력에 의한 케이블 방호도 가능하므로 전력케이블의 방재·방호시설로서 매우 우수한 시설이다.

현재 국내에서는 전력공급 중단시 심각한 문제를 초래할 수 있는 345kV 케이블 등 주요한 케이블에 대하여 시설하고 있다.

2.4.3 화재감지 및 소화 System

화재 조기발견을 위해 동작의 신뢰성, 범위가 중요하며 여러종류의 감지기중 감지선형 화재감지기가 전력구내 화재 감지에 가장 적합하다.

화재감지선은 열에 민감한 써모(열)프라스틱의 특성과 특수강선의 스프링 액션을 이용한 것으로서 이상온도(65~75℃)가 되면 절연되어 있던 2개의 강선이 접촉하여 이것이 접점이 되어 화재를 검출할 수 있는 장치이다. 화재감지선은 감지기와 감지구역과의 수평거리에 따라 전력구내 상부에 1~2조를 설치하고 있으며 화재발생시 위치를 알수 있도록 시설하고 있어 신속 대응이 가능하다.

화재확대방지를 위한 소화설비로서 환기구에 방수 헤드를 설치하고 있으며, 주요개소에 대해서는 자동으로 소화되는 설비를 갖추고 있다. 특히 전력구내 자동 소화설비는 산소결핍에 의한 인체에 위험이 없고 소화 능력이 뛰어난 설비가 필요함에 따라 최근 개발된 물분무 소화설비를 시범적으로 적용하고 있다.

2.5 지중송전케이블의 국내·외 연소확대 시설현황

(참 고 문 헌)

2.5.1 일본 전력케이블의 방재대책

(1) 지중전선 방재관련 법령
일본에서는 전력구내 지중케이블 방재를 위하여 전기 설비 기술기준으로 규정하고 있다.
그 내용을 간략히 요약해 보면 다음과 같다

① 지중케이블을 전력구내 시설하는 경우 지중전선에 내연조치를 하거나 또는 전력구내 자동소화설비를 시설하여야 한다.

② "①"항의 내연조치란 불연성 또는 자소성이 있는 난연피복을 갖는 지중케이블을 사용하거나 불연성 또는 자소성이 있는 난연성의 연소방지테이프, 연소방지 시트, 연소방지 도료 도포, 난연 Trough를 시설하여야 한다.

(2) 일본 전력회사의 방재조치

일본 전력회사에서는 XLPE 케이블은 외피(방식층)를 난연화(IEEE 383의 난연성 시험)한 것을 사용하고, OF 케이블은 방재Trough내 수용하고 있다.
또한 변전소 인출전력구와 공동구(전기, 통신, 가스 등을 동시 수용)의 접속부에는 화재감지선과 자동소화설비를 시설하고 있고, 전력구 접속부에는 화재감지선을 시설하고 있다.

2.5.2 국내·외 연소확대 방지 시설 비교

국내의 지중송전 케이블에 적용하고 있는 연소확대 방지 방법은 일본에서 사용되는 방법과 거의 동일한 내용으로서 표 8과 같으며, 국내의 지중송전 케이블의 방재수준은 매우 양호한 것으로 볼수 있다.

표 8. 지중송전케이블의 국내·외 난연방식 비교

구 분	국 내	국 외(일본)
케이블 방식층	-자소성이 있는 피복 -시험방법: IEEE383	-자소성이 있는 피복 -시험방법: IEEE383
난연조치	-난연성 도료, 테이프 방재 TROUGH	-난연성 도료, 테이프, 시트, 방재 TROUGH
화재감지	-전 전력구 시설	-전 전력구 시설
소화설비	-주요개소에 시설	-공동구 접속부

(주) 케이블 방식층이 자소성이 없는 경우에 난연조치 시행

3. 결 론

본 고에서는 지중송전케이블의 연소성, 발생원인, 방화대책 등을 설명하였다.

앞으로 산업구조가 다양화 됨에 따라 지중송전케이블의 사용량이 더욱 증가하게 되고, 사회 전반에 미치는 영향력도 증대되므로 전력케이블의 방재대책은 매우 중요하게 될 것이다.

아직 국내에서 지중송전케이블 자체에서 발생한 화재는 없으나 타 화원에 의한 피해가 몇차례 발생되고 있으며 화재확산을 방지 할 수 있도록 대책을 충분히 강구하여야 한다.

화재에 의한 지중송전케이블의 피해를 방지하기 위하여 장기적인 계획에 따라 케이블 설계 및 유지보수 관리를 통한 화재발생 원인 제거가 중요하나 화재의 조기감지, 소화활동의 단시간화, 화재확대 방지는 매우 중요하므로 이에 대한 노력을 더욱 기울여야 할 것이다.

- [1] 한국전력공사 "송전운영 주요공문집" p767~74, 2000
- [2] 日本 Ohm社 「電氣設備技術基準・解釋」 p177~182, 平成9年
- [3] 日本 「電氣와 工事 Vol27」, p29~38, 昭和 61年
- [4] 日本 「電氣學會技術報告 第767号」 p93~98, 2000