

지중 송전설비의 효율적 운영

이석규, 조성우, 최경규
한국전력공사 수원전력관리처

The efficient management of the underground power transmission facilities

Seog-kyu Lee, Sung-Woo Jo, Keong-Kyu Choi
Suwon Transmission Office, Korea Electric Power Corp.

Abstract-Electric power consumption is highly increasing as the social trend requiring comfortable life, the population concentration 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 trends, the underground power transmission facilities are unavoidable in the center of a city and are going to increase more and more. As the proportion to increase facilities, the efficient management and maintenance become more important and are going to play an important role in the high-quality of power supply.

1. 서론

지중 송전선로의 건설은 급격한 산업성장, 대도시 중심부 및 부하 밀집지역의 공급능력 확충, 도심지의 가공 송전선로 제약 등으로 인해 꾸준히 증가하여 현재 송전선로의 지중화율은 서울이 80%, 부산 인천이 30%에 육박할 정도로 대도시 송전계통의 중추적 역할을 담당하고 있다.

그러나 지중선로는 대부분이 관로, 전력구의 형태로 지하에 설치되어 있어 유지,관리 및 보수기술이 보편화 되어있지 않은 현실이며 특히 고장 발생시 고장점 검출이 어렵고, 복구기간 및 복구비가 막대하여 국민생활에 많은 지장을 초래한다.

본고에서는 당사의 지중송전 선로의 건설현황 및 최근의 고장분석과 지중설비의 효율적 운영 방안 에 대해 기술하고자 한다.

2. 본론

2.1 지중 송전 케이블의 종류

지중 송전 케이블의 종류에는 OF, POF, PE, XLPE(CV), GAS케이블등이 있으나 우리나라에서는 OF, POF, XLPE케이블을 주로 사용하고 있으며 '98년말 기준으로 OF/XLPE/POF 케이블의 점유 비율이 63%/35%/2%정도로 분포되어 있다.

2.2 당사 지중 송전선로 건설 현황

1929년 22kV 지중송전 선로 2.1Km가 외국기술에 의해 국내 최초로 건설된 이래 지중송전 케이블은 1978년 국내에서 154kV OF 케이블 개발을 계기로 국내기술에 의해 본격적으로 케이블을 생산, 건설하고 있으며 지중 송전 케이블의 주요 연혁은 표1과 같다.

또한 1981년까지 66kV 11.4Km, 154kV 96Km의 설비를 건설하였으나 '90년이후 154kV설비는 급속히 증가하여 표2와 같이 '98년에는 약10배정도 증가 되었으며 345kV급 건설도 활발히 이루어지고 있다.

향후 각종 사회적 여건으로 인해 지중송전 선로의 건설은 급속히 증가할 전망이다.

표1. 지중 송전선로 건설 연혁
Table 1. The construction history

1929.	국내 최초 22kV 지중 송전선로 건설 SLTA 3심X200mm ² X2회선 2C - 2.1Km
1967. 7	국내 최초 66kV급 지중선로 건설 OFZNTA 3심X250mm ² X1C - 1.03Km
1971. 8	국내 최초 154kV급 지중선로 건설(일본 기술 지원) OFZE 600mm ² X1C - 5.04Km
1978. 9	국내 최초 154kV OF 케이블 개발 (대한전선)
1980. 4	국내 최초 154kV급 국산 OF 지중선로 건설 OFZE 600mm ² X2C - 4.10Km (대한전선)
1983. 9	국내 최초 154kV CV 케이블 개발 (LG 전선)
1984. 5	국내 최초 154kV급 국산 CV 지중선로 건설 CAZV 1200mm ² X2C - 0.4Km (LG전선)
1988. 8	국내 최초 154kV CV케이블 부속재 개발 (LG 전선) 국내 최초 154kV OF케이블 부속재 개발 (대한 전선)
1989.12	국내 최초 345kV OF 케이블 개발 (대한전선, LG전선)
1992.	국내 최초 345kV급 지중선로 건설(삼천포T/P구내)
1997. 1	345kV급 지중선로 건설(미금~성동S/S, LG전선) OFZE 2000mm ² X2C - 17.6Km

표2. 지중 송전선로 증가추이('90~'98)
Table2. The increasing change ('90~'98)

구분	년도	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
		선로 공장 (C - km)	66 kV	17	17	15	15	15	14	13
154 kV	443		466	488	553	600	708	822	943	1055
345 kV									49	93
계	460		483	503	568	614	721	834	1004	1160

154kV해저케이블 202C-Km 미 포함

2.3 지중 송전선로의 고장분석 ('90~'98)

최근 발생한 고장을 살펴보면 표3 에서와 같이 설비별로는 케이블 고장이 전체의 54%를 차지하고 있고, 원인별로는 외상고장이 38%(34/89건)시공불량이 24%(22/89건)로서 전체고장의 약62%를 차지하고 있다. 그러나 '90년 이후 급속한 지중설비의 증가에 비해 고장은 현저히 감소하는 추세인데, 이는 설비의 효율적 운영 및 시공기술이 향상된 결과이다.(표4,그림1 참조)

표3. 최근 고장분석('90~'98)
Table3. Analysis Hindrance('90~'98)

설비종류	외상	시공 불량	열화	기타	계	
케이블	OF	32	2	1	6	41
	XLPE, POF	1			6	7
접속함	OF	1	8	5	5	19
	XLPE, POF		3			3
케이블 헤드	OF		2		4	6
	XLPE, POF		5	1		6
기타		2	2	3		7
계	34	22	9	24		89

그림1. 설비 대비 고장 발생건수 비교
Fig1. Comparison between facilities and hindrance

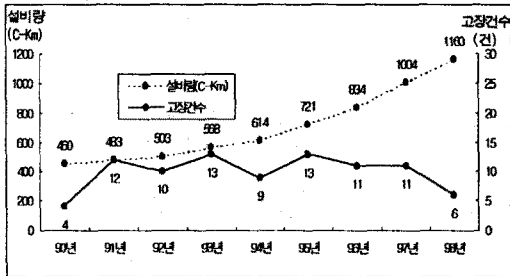


표4. 100 C-km당 고장발생 건수
Table4. Hindrance outbreak number in 100 C-km

년도	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
고장 건수	0.87	2.48	1.99	2.27	1.47	1.80	1.32	0.91	0.52

2.4 지중 송전선로의 효율적 운영 방안

2.4.1 고장예방 활동을 통한 설비사고 최소화

앞에서 살펴본듯이 외상 및 제작, 시공불량이 설비고장의 60% 이상을 차지하는데 이의 방지책으로는 년초에 도로굴착 계획의 사전 입수 및 유관기관에 외상사고 방

지 협조 공문을 주기적(분기1회) 발송하고 굴착시 매설물 탐지기를 이용한 정확한 선로 경과지의 안내, 최하단 관로까지 인력굴착의 유도, 상시 입회 및 공사업체뿐만 아니라 일선 작업자와도 긴밀한 협조체제를 구축하여야 할 것이며 케이블 제작과정의 중간검사 강화 및 포설, 접속작업시 숙련공 시공유도와 감리제도 도입, 시공 절차 및 감독절차를 기하고 있다.

2.4.2 각종 점검을 통한 설비의 최적 운영

지중송전 설비는 대부분 지하에 설치되어 있고, 도심지의 도로 중양을 통과하고 있어 고장징후 발견 및 고장복구가 매우 어려우므로 순시, 점검시 세심한 주의 및 지속적인 점검을 하여야 할 것이며 당사에서는 표5와 같이 점검활동을 추진하고 있다.

표5. 점검기준 및 시기
Table5. Inspection standard and time

점검 항목	점검기준	점검 시기
맨홀 점검	-맨홀뚜껑 및 부속품 파손여부 확인	일반맨홀 : 1회/6월 유지맨홀 : 1회/2월
	-접속함온도 및 써스전류 측정(주위와 10℃이상 차이 및 150A 이상시 재점검)	
	-유지맨홀경우 유압탱크 및 경보설비 점검	
	-기타(구체, 접지, 급구류) 점검	
전력 구 점검	-접속함 온도 및 써스전류 측정	1회/6월
	-부대설비(배수, 환풍, 조명설비) 점검	
	-구체부 균열 및 누수여부 점검	
접속 개소 점검	-과열측정기를 이용한 접속개소(가공-지중)과열여부 측정	1회/년
	-Doble Tester 이용한 파괴기 절연 열화측정(측정치 비교분석으로 열화 여부 판정)	1회/2년
절연 유 열화 측정	-절연 분석기로 케이블 절연유 열화 측정(가스용해량, 수분측정, 체적저항을, 유전체 역률 등 측정)	1회/3년
기타 점검	-OF케이블 경보회로 점검	1회/2월
	-케이블 방식층 절연열화 측정	필요시

2.4.3 지중 송전설비의 위탁운영

지중 송전선로는 급속히 증가하고 있는데 설비의 특수성(지하매설, 도로상 작업, 근무환경 열악 등)으로 인해 지원 인원이 매우 부족하여 설비의 효율적 운영 및 관리에 많은 어려움이 있는 바, 이를 해소하고 송전 케이블의 제조, 시공, 유지관리까지의 Total 개념 도입으로 설비품질의 극대화를 제고하고자 한정에서는 '97. 하반기부터 일부 설비를 외부 전문업체(L.G전선, 대한전선, 일진산전)에 위탁하여 정비업무를 수행하고 2004년까지 전량 위탁을 추진하고 있는데 기대효과로는 지중 송전 정비업무의 전문화로 설비품질 향상을 꾀하고 정비업무의 위탁 확대에 업무의 활성화가 기대된다.

2.4.4 전력구 종합감시제어 시스템 운영

가. 시스템 도입 배경

지하 전력구는 수십m 지하에 시설되어 누수에 의한 습기, 산소농도 부족, 유해가스 침입 우려 등 열악한 환경조건으로 출입자가 출입을 꺼려하고, 부대설비의 고장 발생시 복구에 장시간이 소요되어 전력구 유지, 관리에 어려움이 있어 선진 외국에서는 감시제어 시스템 설치가 상용화 되어 있으며 우리나라에서도 1998년 345kV 미급-성동 전력구에 처음 설치 하였다.

나. 감시 및 제어 항목

전력구 감시제어 시스템은 제어방식, 전송로 구성형태, 전송매체에 따라 다양한 구성방법이 개발되어 있으나 전력구는 초고압, 대용량 전력케이블에 의한 강력한 유도전류가 발생하고 있고 많은 수의 센서와 부대설비로 인한 다량의 실시간 데이터와 영상감시, 음성통화가 가능하여야 한다.

당사에서 적용한 감시 및 제어항목과 적용설비는 표6과 같다.

표6. 감시 및 제어 항목
Table6. Surveillance and control point

감시 및 제어항목	목적	감시설비
케이블 표면온도 및 전력구내부 온도	전력구 화재감시, 선로 지락점 검출, 케이블 운전상태 상시 감시	분포온도 측정 장치
케이블 누유	누유에 초기 대처로 대형사고 파급 예방	유위센서
유해가스 농도	산소 및 유해가스 상시 감시로 안전도모	O ₂ , CO, CH ₄ 센서
침수 및 배수펌프	침수감시 및 동작상태 감시로 전력설비 손상 방지	수위센서, 배수펌프 원격감시 제어
환기팬	ON/OFF 동작제어	환기팬 원격감시 제어
분전함 화재	화재 발생시 우려되는 분전함의 온도 상승을 사전에 감지 대처	화재세서
전력구	전력구내 상태 감시	ITV
출입문 및 출입자	출입문 개폐 및 출입자 감시	근접, 적외선 센서

3. 결 론

본 고에서는 당사 채용 전력 케이블 종류와 건설현황, 최근의 고장분석, 지중 송전설비의 효율적 운영 방안 및 전력구 감시제어 시스템에 대해 간략히 기술하였다.

다가오는 21세기는 도시의 대형화, 부하 밀집지역의 증가 및 민원, 가공 송전선로의 제약 등으로 지중 송전선로의 비중은 매우 높아질 전망이고 타설비 (상수도, 지하철, 가스 등) 또한 매설비중이 높아져 공급 신뢰도

항상 및 안정적 전력공급을 위해서는 건설에 못지 않게 유지, 관리측면에도 많은 노력을 경주하여야 한다. 그러기 위해서는 외상사고 방지 활동 강화, 노후선로 적기 교체, 설비의 지속적 점검 등을 통한 설비의 사후보수가 아닌 사전고장 예방으로의 인식전환과 외국 선진기술의 도입, 산학협동을 통한 신자재 개발 및 설비의 유지관리 에 지속적 관심을 피하여야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사 "지중송전 실무" P3~6 1996
- [2] 한국전력공사 "지중 송전선로 운영절차서" 1997
- [3] 제5회 전력케이블 심포지움 "지중송전 케이블의 감시 제어 시스템" P75~78 1996
- [4] 한국전력공사 "송전설비 고장분석 및 대책" P43~50 1999.3