

지중 케이블 고장 분석

조 성 배 한전 전력연구원 송변전기술그룹 책임연구원

곽 방 명 한국전력공사 송변전건설처 지중선팀장

1. 서론

국내에 지중 케이블이 도입된지도 상당한 시간이 흘렀고 이에 따라 오래된 케이블에서 운전중 사고가 발생하는 경향도 늘고 있다. 이들 사고 종류의 대부분은 외상에 의한 것으로, 예를 들면 다른 공사 도중 이미 매설되어 있는 케이블을 파손하여 발생하는 것이다. 그러나, 이 외에 장기 운전으로 인한 열화 사고나 케이블 제조 및 포설 불량으로 인한 운전 초기 사고 등의 비율도 무시할 수 없으며, 이러한 사고가 발생하면 국가적으로나 경제·산업적으로 피해가 막심하게 된다. 따라서, 케이블에서 발생하는 사고를 방지하는 것은 매우 중요하다.

케이블의 사고 발생을 줄이기 위해서는 다른 공사를 수행할 때의 주의가 필요하지만, 그 외에 케이블의 불량이나 열화로 인한 사고 역시 예방하여야 한다. 이러한 측면에서 현재까지의 지중 케이블 시스템의 운전중 발생된 사고에 대해 체계적으로 분석하는 것은 케이블 시스템의 운전 신뢰성 확보 뿐 아니라 향후 사고 저감을 위한 기초적인 분석이라는 측면에서 매우 중요하다.

본고에서는 최근 16년간 XLPE, OF 및 POF 송전

케이블 시스템에서 발생된 사고에 대해 사고 보고서를 중심으로 국내 케이블의 사고 사례를 분석하여 이에 대한 결과를 정리, 소개하고자 한다. 그리고, 이를 토대로 향후 사고 저감을 위한 대책에 대해서도 간략히 정리하였다.

2. 본론

가. 대상 및 총 사고 건수

1983년부터 1998년까지 16년간 XLPE, OF 및 POF 송전 케이블 시스템의 케이블, 접속함 및 종단(EBG 및 EBA)에서 발생한 사고에 대해, 제작/시공 불량, 부식 및 열화 등의 케이블 시스템 자체 요인과 외상, 낙뢰 및 화재 등의 외부적 요인으로 구분하여 사고 분석을 수행하였으며, 기타 낙뢰나 이물질접촉에 의해 피뢰기 등에서 발생된 사고는 제외하였다.

16년간 기록된 고장 건수는 총 108건으로, 이 중 송전 케이블 시스템의 케이블, 접속함 및 종단부에서 휴전후 복구한 것을 제외하고 트립(Trip)에 의한 것만을 발취하면 모두 47건이었다. 이 47건 중, 케이블 시스템의 자

〈표 1〉 연도별 사고건수

구분	사 고 연 도																계
	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	
자체 요인	1	1	1	-	2	1	1	1	6	1	2	2	5	4	3	-	16
외부 요인	-	-	1	-	1	-	-	1	-	3	-	-	4	3	1	2	31
총 사고건수	1	1	2	-	3	1	1	2	6	4	2	2	9	7	4	2	47

주) '88, '90, '92년의 외부 요인 사고는 .66kV급이고, 나머지는 모두 154kV 선로임.

체 요인(제작/시공 불량, 부식 및 열화)은 16건이며, 기타 외부적 요인(외상, 뇌격, 화재, 고장파급 등)은 31건으로 사고의 대부분은 다른 공사중에 지중에 매설되어 있는 케이블에 외상을 입혀 발생된 것으로 조사되었다. 이와 같은 사고 건수를 연도별로 나타내면 표 1과 같으며, 이러한 사고건수를 선종별 포설거리에 따른 전체사고율(총사고건수/포설거리)과 자체사고율(자체요인에 의

한 사고건수/포설거리)로 나타내면 표 2와 같다. 154kV 케이블 시스템에 대해 1987년부터 1998년까지 12년간에 대해 분석하면 평균 전체사고율은 0.0057(건/100C-km/year)이며 외부 요인을 제외한 자체 요인에 의한 자체 사고율은 0.0020(건/100C-km/year)로 나타나, 전체 사고 중 외부 요인에 의한 것이 더 많은 것을 알 수 있다. 그리고, 자체 요인에 의한 사고에서는 시공불량이

〈표 2〉 선종별 포설거리에 따른 전체 사고율 및 자체 사고율(건/100C-km)

구분	전압	선종	연 도												평균 (건/100C- km/year)	
			'87년	'88년	'89년	'90년	'91년	'92년	'93년	'94년	'95년	'96년	'97년	'98년		
포설거리	154 kV	OF									430	522	569	613	636	
		XLPE	281	344	371	443	467	489	553	133	149	216	309	398		
		POF									37	37	37	21	21	
		계									600	708	822	943	1,055	
	66 kV	OF									2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
		XLPE	12	14	15	17	17	15	18	11.2	10.2	10.0	10.0	10.0		
전체 사고율	154 kV	OF									0.0047	0.0134	0.0070	0.0049	-	0.0060
		XLPE	0.0107	-	0.0027	0.0023	0.0128	0.0061	0.0036	-	0.0067	0.0139	0.0032	0.0050	0.0058	
		POF									-	0.0270	-	-	-	0.0054
		계									0.0033	0.0127	0.0085	0.0042	0.0019	0.0057
	66 kV	OF/XLPE	-	0.0714	-	0.0588	-	0.0667	-	-	-	-	-	-	-	0.0164
		자체 사고율														
자체 사고율	154 kV	OF									-	0.0038	-	-	-	0.0008
		XLPE	0.0036	-	-	0.0023	-	0.0061	-	-	0.0067	0.0139	0.0032	0.0050	0.0058	
		POF									-	0.0270	-	-	-	0.0054
		계									-	0.0056	0.0036	0.0011	0.0019	0.0020
	66 kV	OF/XLPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0000

1. 선종별 포설거리 자료는 '94년도부터 입수하였고, '87년~'93년은 전체 포설거리에 대해 계산함.
2. 전체 사고율은(전체 사고건수)/(전체 또는 선종별 포설거리)로 계산함.
3. 자체 사고율은(자체 요인에 의한 사고건수)/(전체 또는 선종별 포설거리)로 계산함.
4. 평균은 연도별 사고율을 더해 연수로 나눔.
5. 선종별 사고율 평균은 '94년에서 '98년까지의 평균임.

〈표 3〉 외국의 사고율 예

(1) 운전중 XLPE 케이블의 사고율

국가	전압(kV)	기간	수량(km)	사고율 (건/100km/year)	비고
일본	66kV, 77kV	1965~1995	6,998	0.040	LDPE 케이블 포함
	110kV 이상	1965~1995	705	0.000	
캐나다	5~69kV	1977~1983	5,917	0.122	
프랑스 (EDF)	72.5kV	1985	322	0.230	
	100kV	1985	54	0.000	
	245kV	1985	177	0.210	
CIGRE	60kV 이상	1976~1981	1,590	0.38	차수 케이블 아님 차수 케이블
				0.05	
		1982~1986	911	0.07	

(2) 운전중 XLPE 케이블 접속함의 사고율

국가	전압(kV)	기간	수량(개)	사고율 (건/100접속함/year)	비고
일본	66kV, 77kV	1965~1995	28,902	0.0021	LDPE 케이블 포함
	110kV 이상	1965~1995	1,195	0.0045	
캐나다	5~69kV	1977~1983	7,674	0.102	
프랑스 (EDF)	72.5kV	1985	756	0.11	
	100kV	1985	90	0.20	
	245kV	1985	1,050	0.16	
CIGRE	60kV 이상	1982~1986		0.01	

(3) 운전중 XLPE 케이블 종단의 사고율

국가	전압(kV)	기간	수량(개)	사고율 (건/100종단/year)	비고
일본	66kV, 77kV	1965~1995	17,124	0.0035	LDPE 케이블 포함
	110kV 이상	1965~1995	2,777	0.0000	
캐나다	5~69kV	1977~1983	3,878	0.26	
프랑스 (EDF)	72.5kV	1985	2,990	0.06	
	100kV	1985	703	0.08	
	245kV	1985	1,515	0.07	
CIGRE	60kV 이상	1982~1986		0.04	

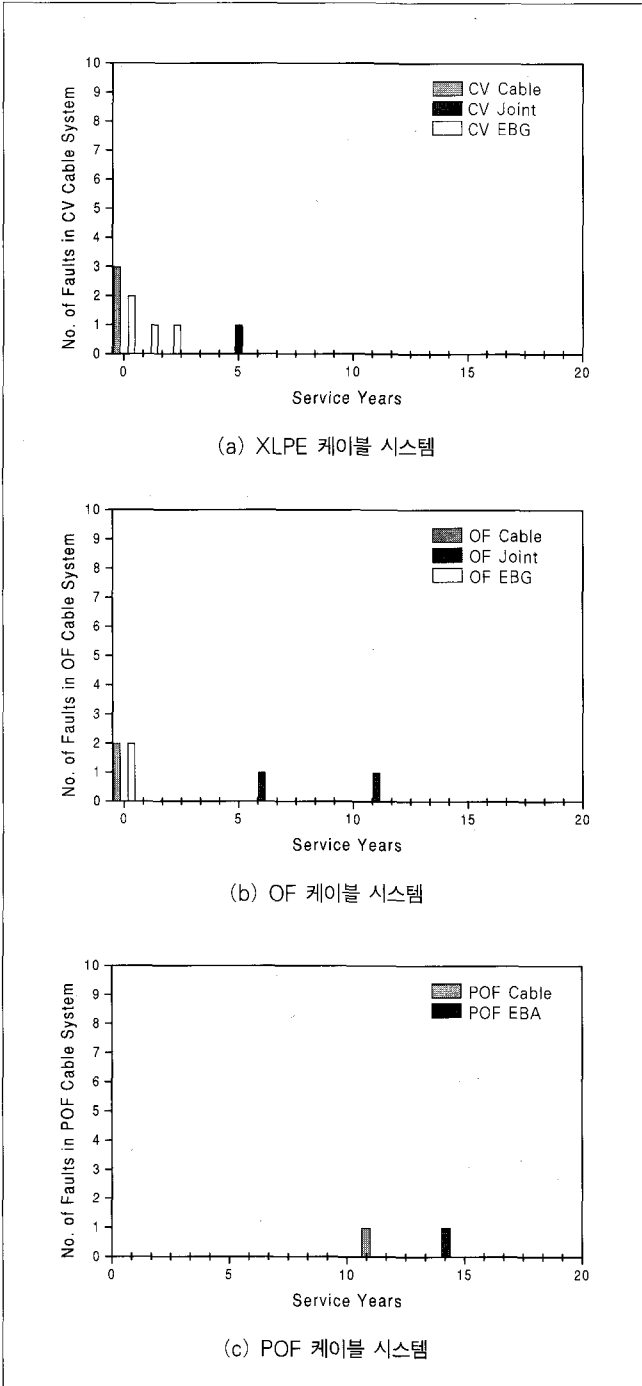
주된 원인으로 포설후 운전 초기에 발생된 사고로서, 시공의 중요함을 의미하는 분석 결과라 할 수 있다. 한편, 표 3에 나타난 외국의 경우에는 케이블, 접속함 및 종단으로 구분하여 데이터를 도출하였기 때문에 우리의 경우와 직접적인 비교는 어려우나 대체로 유사하다는 것을 알 수 있다.

나. 자체 요인 분석

상기한 자체요인으로 인한 사고 16건을 선종별, 부위별 및 사용연수별로 분석하면 다음 표 4와 같으며, 이를 그림으로 나타낸 것이 그림 1이다. 데이터가 많진 않지만 대체로 XLPE 케이블의 경우에는 포설 초기에 사고가 집중되어 있으며, OF 케이블의 경우에는 케이블과 EBG는 포설 초기 그리고 접속함은 어느 정도 사용후에 사고가 발생되며, POF 케이블은 운전한 지 10년 이후에 사고가 발생한 것을 알 수 있다.

〈표 4〉 종류별 및 사용연수별 분석

종류	부분	사 용 연 수																			소계	총계	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19
XLPE	케이블	3																				3	8
	접속함						1															1	
	EBG	2	1	1																		4	
OF	케이블	2																				2	6
	접속함							1				1										2	
	EBG	2																				2	
POF	케이블											1										1	2
	EBA														1							1	



〈그림 1〉 송전케이블 시스템의 운전연수별 사고건수('83년~'98년 : 총 16년간)

(1) XLPE 케이블 시스템의 사고 분석

(가) 케이블

케이블에서의 사고 3건은 사고시 케이블 절연층의 사고부위가 타서 없어지기 때문에 그 원인을 추적하기는 어렵지만, 케이블 제작불량과 운반/시공시 외상 중의 하나로서 대체로 제작불량으로 추정하고 있다.

3건의 사고 모두 선로 통전후 2~8개월 운전된 뒤에 케이블이 절연파괴 되었으며, 사고후 케이블의 결함 조사 및 외상 발생 가능성에 대한 조사가 수행되었다. 사고 케이블의 절연파괴 양상은 절연체의 파괴구멍과 아울러 이 파괴구멍과 90° 또는 120° 떨어져 케이블 길이방향으로 고분자(LDPE) 시스가 찢어져 있었다.

이에 대해, 절연층 결함 존재의 가능성 조사를 위해 파괴구멍과 그 주변의 절연층에 대해 실리콘 검사, 가교도, Hot-set, 보이드/이물/돌기, 열이력(DSC), 표면관찰(SEM/EDS), 전기트리 조사, 수분조사 등의 물성 분석과 아울러 파괴구멍에서 약간 떨어진 케이블을 수거하여 교류 내전압 시험, 부분방전 시험, 교류 및 임펄스 파괴시험 등을 실시하였다. 아울러, 내부 및 외부 반도체층에 대한 성분분석(ICP)을 실시하였고, AI 시스에 대해 표면관찰(SEM/EDS)과 고분자 시스에 대해 열이력이나 인장시험을 수행하였다. 검사 및 시험 결과에서 비정상이라는 특이한 사실을 발견하지는 못하였고, 고분자 시스가 찢어진 점을 고려하여 외상에 의한 사고가 아닌가하는 의견이 있다. 그러나, 단순한 고분자 시스의 외상으로 인해 즉, AI 시스의 변형이 있지도 않은데 어떻게 절연층의 파괴사고로 이어지는지에 대해 알 수 없기 때문에 이러한 해석에 대해서는 아직 큰 신뢰가 없다. 따라서, 파괴된 부분이

망실된 상태에서 그 부분에 결함이 있었는지 알 수 없기 때문에 이러한 사고는 절연층에 어떠한 결함이 존재하지 않았었나 하는 추정을 하고 있다.

만일 케이블 제조시에 이러한 결함이 발생될 수 있다면, 제조시 결함에 대한 대책이 보다 강화되어야 할 것이다. 즉, 반도체층의 돌기, 절연층 내의 보이드, 이물(블랙/금속) 및 앰버 등을 제한할 수 있도록, 케이블 제조 공정상에서 절연체 재료의 이물 관리 및 제조후 분석이 철저히 이루어져야 한다.

(나) 접속함

통계적으로 접속함에서의 사고는 1건으로 많은 비중을 차지하지는 않지만, 케이블과 같이 환경이 좋은 공장에서 만들어지는 것이 아니라 현장에서 작업이 이루어지기 때문에 시공기준을 지키지 않는 불량이나 이물질에 오염될 우려가 많아 상당한 사고의 위험성을 안고 있다.

1건의 사고는 선로 통전한지 약 5년만에 발생된 것으로서, 절연접속재의 시공시에 테이핑 불량으로 수분이 부착되는 바람에 몰딩시 접속재 계면에 필름 형태의 보이드가 형성되어 통전후 부분방전이 발생되고 이로 인해 결국 접속재 절연파괴 사고로 이어진 경우이다. 일반적으로 접속재에서의 사고는 사고 이전에 부분방전이 발생되기 때문에 사고의 사전 예방을 위해서는 준공검사시의 부분방전 측정과 아울러 정기적인 부분방전 진단이 필요하다.

(다) EBG

EBG의 사고는 전체 XLPE 케이블 시스템의 사고 중 절반(총 8건 중 4건)을 차지하고 있으며, 모두가 시공불량이 원인이다. 즉, 시공불량으로 인해 주로 EBG내 반도체층과 스트레스콘 사이에서 발생된 공극에서 부분방전이 일어나 사고로 이어지는 것이다.

한 예로, 시공시 도체 인출봉 압축 불량으로 인해 케이블 선단부에 굴곡이 발생하였다. 이로 인해 스트레스콘이 정확하게 장착되지 않은 상태에서 밀대를 장착하

고 스프링을 조이게 되어 그 압력으로 스트레스 콘이 찌그러지면서 반도체부에 주름이 발생하고 밀대가 더 진전하지 못하게 되어 스프링 샤프트의 설치 길이가 표준 오차 범위를 초과하게 되었다. 이로 인해 스트레스 콘과 밀대가 완벽하게 밀착되지 않아 계면 압력부족으로 반도체층과 스트레스콘 사이에 공극이 발생하여 이 공극에서 부분방전이 발생하고 케이블 종단 EBG의 절연파괴로 진전된 경우로서, 시공후 방식측 및 선로 내전압 시험을 실시하여 양호한 것으로 판명되었으나 선로 통전후 6일만에 파괴사고가 발생하였다. 이 외에, EBG 압축장치 스프링 너트의 시공불량으로 실리콘 오일이 누출되어 예폭시 앰판과의 계면압력 저하상태에서 가공선로의 단락사고로 파급된 서지로 인해 사고가 발생한 경우 등이 있다.

결국 상기한 EBG의 사고 검토에서, 시공후 준공검사로 수행하는 내전압 시험에서는 미세한 공극에서 발생하는 부분방전을 검출할 수 없기 때문에, 내전압 준공검사만으로 선로의 정상여부를 판단하는 것은 불충분하고 준공검사시에 부분방전을 검출할 필요가 있으며 운전중에도 이러한 부분방전을 검출할 수 있는 진단시험이 필요하다라는 것을 의미하고 있다.

(2) OF 케이블 시스템의 사고분석

(가) 케이블

케이블의 사고 2건 중 1건은 사실 케이블에서의 사고라기보다는 종단에서의 사고라고 볼 수 있으며, 다른 1건이 순수한 케이블에서의 사고이다.

종단에서의 케이블 사고는 EBG와의 연결부에서 도체 인출봉 커넥터를 완전히 조이지 않은 시공불량으로 케이블 내로 EBG의 SF₆ 가스가 혼입되어 선로 통전후 약 3개월만에 케이블에서 절연파괴 사고가 일어난 것으로 순수한 케이블에서의 사고라고 보긴 어렵다.

일반적으로 SF₆ 가스도 절연체이지만 절연유 및 절연

지로 구성된 OF 케이블의 절연체 보다 유전율이 작기 때문에, SF₆ 가스가 케이블 절연층에 혼입된 경우, 가스 내의 전계는 주위 절연유/절연지에 걸리는 전계보다 높게 되어 부분방전이 발생할 수 있다. 일단 절연층에서 부분방전이 발생하면 부분방전 에너지로 인해 절연유 및 절연지를 열화시키면서 그 과정에서 각종 가스 특히 가연성 가스가 발생한다. 가스가 발생하면 부분방전이 더욱 일어나고 열화가 심화되며, 가연성 가스의 연소 온도 이상으로 국부적인 온도가 상승하면 폭발로 이어진다. 이와 같이, SF₆ 가스의 혼입에 의한 사고 발생시 절연파괴가 일어나면 일반적으로 화학적 반응으로 인해 유황 냄새가 나게 된다.

결국, 이 사례로부터 준공검사에서는 문제되지 않았던 부분으로 케이블 종단부분 절연유에 대해 SF₆ 가스를 포함한 용해가스 분석이 필요하다는 것을 알 수 있다. 그러나, 사고가 통전후 3개월만에 일어나 일반적인 가스분석 주기인 1~3년의 인터벌로는 역시 사전에 사고를 예방하기 어려운 점이 있어, 포설 초기에는 진단 주기를 짧게 하든가 아니면 부분방전 측정과 같은 다른 진단방법의 적용이 필요하다고 생각된다.

케이블 자체에서의 사고는 선로 통전후 1개월만에 발생한 것으로, 방식층에 외상이 있긴 하였으나 AI 시스템에는 전혀 이상이 없었으며 절연지의 탄화 흔적이 도체 쪽이 시스템 쪽에 비해 심하게 나타났기 때문에 절연층 내부에서 장시간의 부분방전이 일어났던 것으로 추정하고 있다. 포설시 공기가 유입될 경우에는 일반적으로 고장 부위가 케이블 경로상 최고점이며 케이블의 윗 부분에서 발생하지만, 이 경우는 케이블 아랫 부분에서 발생하였기 때문에 이로 인한 가능성은 적은 것으로 보인다. 사고 부위의 절연지에 케이블 길이 방향과 둘레 방향으로 주름이 있는 것이 발견되었는데, 일반적으로 케이블 제조시 절연지에 어느 정도의 주름이 발생되었다고 하더라도 이로 인해 사고가 일어날 수 있는 확률은 적은 것으로 보고

되고 있어, 이 주름이 직접적인 원인은 아닌 것으로 판단된다. 다만, 여러 원인 분석 결과 특이한 점을 발견할 수 없었기 때문에 절연지의 주름이 직접적인 원인이 아닐지라도 케이블의 제조 불량으로 추정하고 있을 뿐이지만, 단순히 이 사고로부터 열화 요인을 추적하여 케이블 제조시의 불량 저감을 기하기는 어렵다.

(나) 접촉함

OF 케이블의 접촉함에서 발생한 사고는 포설후 5년 이상이 경과되었을 때 발생한 것으로, 이미 오래 전에 발생한 탓에 자세한 자료가 없어 원인을 분석하기는 어렵고 다만 시공불량과 제작불량이라는 것만 알 수 있었다.

일반적으로 절연파괴 사고로 이어지지는 않았으나 OF 케이블에서 특히 접촉함에서 발생하는 문제점의 대부분은 누유 사고로서, 보통 사고 이전에 누유를 발견하고 휴전후 복구 처리되고 있다. 따라서, OF 케이블에서의 유압 점검은 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. 이 외에, 일반적으로 접촉함에서 절연 열화에 의한 사고가 발생하는 것으로 알려져 있는데, 이러한 경우에는 절연 열화 단계에서 가연성 가스 등이 발생하므로 유증 가스 분석에 의한 주기적인 진단이 필요하다.

(다) EBG

EBG에서의 사고는 모두 포설한지 4, 5개월만에 발생한 사고로서 전술한 케이블에서의 사고 중 종단부분에서의 사고 유형과 같다. 즉, EBG의 SF₆ 가스가 하부의 절연유로 다량(70,000~130,000ppm) 혼입되어 부분방전 열화가 진행되고 이에 따라 에폭시 절연체의 내부 압력이 상승됨으로써 폭발에 이른 사고이다. 이러한 사고 역시 포설후 얼마 되지 않아 발생되었으므로, 포설후 초기에 단말에서의 부분방전 진단 또는 유증가스(주로 SF₆ 가스) 분석이 필요하다는 것을 의미하고 있다.

(라) 기타

그 밖에, 통계에는 포함시키지 않았지만 주변 전력계

통의 고장파급으로 인해 절연 열화가 발생되어 사고에 이른 경우가 있다. OF 케이블 시스템에서 이러한 경우는 2건으로 접속함파 케이블에서 사고가 일어났다. 접속함 사고의 경우에는 포설후 13년 된 선로로서, 수 차례 주변 계통에서의 단락 및 지락 사고가 발생하여 접지층에 유 기된 높은 전압으로 인해, 접속함의 동 박스와 내부의 동 판 사이에서 아크가 발생하고 그 사이의 절연지가 탄화 되면서, 접속함 외부의 예폭시와 동 박스에 핀 홀이 발생 되어 누유로 인해 유압저하로 T/L이 차단된 경우이다. 아울러, 케이블의 경우에는 5년 된 선로로서 주변 선로의 고장이 파급되어 케이블에서 절연파괴가 일어난 것이다. 이와 같은 주변 계통의 고장 파급에 의한 사고는 주로 시 스에서 문제가 발생된 것으로 제작불량이나 시공불량의 차원에서 다룰 수 없는 경우이며, 유압 점검이나 누유 조사를 제외하고는 특별히 케이블 시스템의 포설후 준공검 사나 운전중의 진단시험에서 검출되기 어려워 별도의 방 법이 고려되어야 한다고 생각된다.

(3) POF 케이블 시스템의 사고분석

POF 케이블 시스템은 포설된지 거의 20년 이상 되었 을 뿐 아니라 현재 케이블 교체 계획에 따라 다른 케이블 로 교체되어가고 있는 추세이지만 사고에 대해 간략히 설명하기로 한다.

POF 케이블에서의 사고는 모두 2건으로 케이블과 EBA에서 일어났다. 케이블에서 일어난 사고는 POF 케 이블의 누설전류에 의한 전식으로 케이블 강관이 부식되 어 누유된 경우로서 통계에 포함시키지 않은 휴전후 복 구된 고장은 이 사고들과 거의 같은 유형을 나타내고 있 다. 대체로 휴전후 복구된 경우를 포함한 고장은 포설후 11년에서 18년 정도 지난 후에 발생된 것으로 일종의 열 화의 의미를 갖고 있다. 한편, EBA에서 발생한 사고는 운전중 개폐 서지 등에 의한 피로가 누적된 자연열화로 추정되고 있어, 전식에 의한 강관부식과는 다른 유형을

나타내고 있다.

3. 결 론

1983년부터 1998년까지 16년간 XLPE, OF 및 POF 송전 케이블 시스템의 케이블, 접속함 및 종단(EBG 및 EBA)에서 발생한 사고에 대해, 제작/시공 불량, 부식 및 열화 등의 케이블 시스템 자체 요인과 외상, 낙뢰 및 화재 등의 외부적 요인으로 구분하여 사고 분석을 수행 하였다. 16년간 기록된 고장 건수는 총 108건으로, 이 중 송전 케이블 시스템의 케이블, 접속함 및 종단부에서 휴 전후 복구한 것을 제외하고 트립(Trip)에 의한 것만을 발채하면 모두 47건이었다. 이 47건 중, 케이블 시스템의 자체 요인(제작/시공 불량, 부식 및 열화)은 16건이며, 기타 외부적 요인(외상, 뇌격, 화재, 고장파급 등)은 31 건으로 사고의 대부분은 다른 공사중에 지중에 매설되어 있는 케이블에 외상을 입혀 발생된 것이었다.

154kV 케이블 시스템에 대해 1987년부터 1998년까지 12년간에 대해 분석하면 평균 전체사고율은 0.0057(건 /100C-km/year)이며 외부 요인을 제외한 자체 요인에 의한 자체 사고율은 0.0020(건/100C-km/year)로 나 타나, 전체 사고 중 외부요인에 의한 것이 더 많은 것을 알 수 있다. 그리고, 자체 요인에 의한 사고에서는 시공불 량이 주된 원인으로 포설후 운전 초기에 발생된 사고로 서, 시공의 중요함을 의미하고 있다.

이러한 사고에 대한 분석을 통해, 케이블의 자체적인 사고는 운전 초기에 많이 발생되는 것을 알 수 있고 주로 케이블의 제조 불량 및 시공 불량에 기인하는 것이 많았 다. 따라서, 사고의 방지를 위해서는 케이블 포설후 운전 초기에 각 케이블 종류에 따른 진단 방법 즉, OF 케이블 의 경우에는 절연유에 대한 유중가스분석이나 XLPE 케이블의 경우에는 부분방전 진단과 같은 방법을 이용하여 중점적으로 점검할 필요가 있다고 사료된다.