

가스절연개폐장치 고장 실태조사 연구

이봉희·박순규
한국전력공사 중앙교육원

Analysis on Fault for Gas Insulated switchgear

Bong-hee Lee · Soon-kyu Park
Central Education Institute. KEPCO

Abstract - Recently, the reliability of switching devices for transmission & substation system is very important. Especially, the use of Gas Insulated Switchgear increase gradually. Therefore, We have investigated the fault trend of Gas Insulated switchgear from 1985 to 1999. This paper presents the fault analysis on 154 kV, 345kV Gas Insulated Switchgear, including 25.8kV Gas Insulated Switchgear. Thus, this paper will help improve design, manufacture, construction technology and maintenance method.

를 점유하고 있지만 신설변전소 적용 및 MMSG설비의 대체로 그 비율은 높아지고 있다.

표1 한전 송변전계통 GIS 사용현황

(2000.5월 현재)

전압 (kV)	OCB	VCB	GCB	GIS	계	GIS 점유율
345	0	0	211	314	525	60%
154	32	0	1,362	2,603	3,997	65%
66	137	4	116	11	268	4%
22.9	775	6,161	891	3,941	11,768	33%
합계	944	6,165	2,580	6,869	16,558	41%

1. 서 론

1959년 미국의 Westing House에서 GCB를 개발한 이후, SF₆가스의 우수한 절연 및 소호특성을 이용한 Switchgear설비의 개발을 추진하여 1968년 프랑스의 EDF(Electricite de France)를 효시로 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear)를 사용하고 있다. 1980년부터 우리나라에서도 GIS를 사용하기 시작하여 처음에는 외국제품을 수입, 설치하였으나 국내 제작업체의 개발로 지금은 국내 송변전계통의 약 41%를 점유하고 있으며, 향후 765kV Switchgear설비등 신설되는 모든 개폐설비에 사용이 확산되고 있다.

2.2 변전설비고장 및 GIS고장발생 현황

1985년~1999년까지 국내 송변전계통에서 발생한 변전설비 관련 총 고장건수는 760건이며 그중 GIS는 54건으로 7.1%의 점유율을 보이고 있다.

전체 변전설비의 고장은 감소되고 있지만 GIS 고장은 증가하여 95년이전의 GIS 고장점유가 10%미만이었던 것이, 96년도 이후 평균 25.4%로 급격히 증가하고 있는 추세이다.

GIS설비는 Maintenance Free라는 개념으로 고가로 구입, 사용하고 있으나 제작과정, 현장조립, 유지보수의 문제로 인하여 고장을 많이 겪고 있다.

표2 1985~1999년간 변전계통 고장현황

연도	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	종합
전체	64	73	75	65	62	50	49	58	54	54	38	44	32	22	20	760
GIS설비	2	3	0	3	0	3	2	0	3	3	3	11	7	7	5	52
점유율	3.1%	4.1%	0%	4.6%	0%	6%	4.1%	0%	5.5%	5.5%	7.9%	25%	22%	32%	25%	6.8%

따라서 본고에서는 외국의 고장사례 및 1985년이후 1999년까지 GIS고장통계를 기초로 GIS 고장유형 및 발생원인을 분석하여 GIS 고장예방대책을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내 송변전계통 GIS 사용현황

국내 송변전계통의 개폐설비 설치현황을 보면 1980년 이전에는 대부분 옥외철구형 변전소로 공기절연 방식의 개폐설비가 주로 사용되어 왔으나, 1980년도 이후에는 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear)를 이용하여 옥내, 옥외 GIS형태로 사용되고 있고 1992년 이후에는 22.9kV 계통에 Metal Clad Switchgear를 대체(代替)하여 GIS가 설치되고 있다.

2.3 연도별, 전압별 GIS 고장현황

GIS고장건수는 GIS설비의 증가에 따라 1980년대~1990년대 초까지 매년 2~3건의 고장이 발생했으나 22.9kV계통에 GIS설비의 도입과 함께 고장은 급격히 늘어 1996년이후 평균 7.5건으로 2배이상 증가되는 추세이다.

GIS 사용현황을 보면 국내 송변전계통 개폐설비의 약 41%를 GIS형태로 사용하고 있으며, 특히 154kV이상 설비에 대해서는 GIS비율이 월등히 높아 약 63%를 점유하고 있고, 변전소 신설이 옥내GIS 또는 옥외GIS형태로 계획되어 점점 증가되는 추세이다. 개폐설비 사용 대수가 가장 많은 22.9kV계통에서 현재는 GIS가 33%

전압별 GIS 설비고장 비율을 살펴보면 조사기간중 설

비1대당 평균 0.0075건이 발생하였으며 그중 66kV급 설비 0.091건, 345kV급 0.032건, 154kV 0.011건, 22.9kV 0.003건 비율로 발생하고 있다.

일본의 경우 1978~1882년까지 총10,799대중 11건이 발생하여 5년간 설비1대당 0.001건으로 나타나 국내의 경우보다 고장률이 현저히 낮았다.

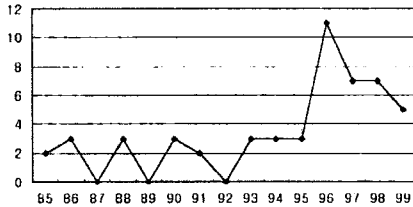


그림1. 연도별 GIS 고장건수 분포

표3 전압별 설비고장비율

전압(kV)	GIS설비	고장건수	고장비율
345	314	10	0.032
154	2,603	29	0.011
66	11	1	0.091
22.9	3,941	12	0.003
합계	6,869	52	0.0075

2.4 계절별 고장발생 현황

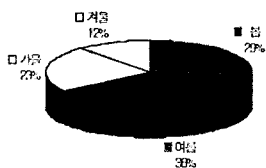


그림2. 계절별 GIS 고장발생현황

GIS 설비중 여름철 고장 발생이 전체 52건중 19건으로 36%를 차지하고 있고 봄, 가을, 겨울순으로 고장이 발생하고 있다. 여름의 고장비율이 높은 것은 부하의 증가에 따른 취약개소의 발생과 낙뢰의 유입등에 기인된 것이며, 15건이 발생한 봄(29%)과 12건이 발생한 가을(23%)의 경우 휴전작업집중에 따른 계통 조작중에 발생한 고장이 대부분을 차지하여 빈번한 조작에 의한 절연취약개소 발생과 불완전 조작등이 원인이 되었다.

2.5 사용기간별 고장발생 현황

사용기간별 고장분포를 살펴보면 총 52건중 1년미만 된 설비가 18건으로 전체 고장의 35%를 점유하고 있고 2~3년간 사용된 것은 17건으로 33%를 차지하여 3년

이후가 전체고장의 68%를 점유하고 있어 GIS의 경우 사용기간에 따른 기기열화에 의한 고장보다 제품의 제작 및 설치 시공품질이 GIS고장에 더 많은 영향을 주고 있다. 4년이상 사용한 기기의 고장은 17건에 불과해 가스 절연으로 인한 기기의 열화가 적어 사용기간에 따른 영향은 적은 것으로 나타났다.

표4 사용기간별 고장발생 현황

사용기간별	건수	점유율	비고
1년미만	18	35%	
2~3년	17	33%	
4~5년	2	4%	
6~10년	9	17%	
11~15년	4	7%	
16년이상	2	4%	

2.6 GIS고장발생 부위 분석

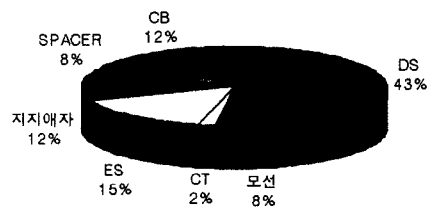


그림3. GIS고장발생 부위

GIS 부위별 발생 현황을 분석하여 보면 DS고장이 23건으로 가장 많았고, ES(8건), 지지애자(6건), Spacer(4건)순이었다.

DS부분에서의 고장은 조작중 DS절연불량으로 인한 절연파괴 현상이 주를 이루고 있으며, 낙뢰에 의한 Surge유입으로 절연파괴, 불완전 조작등이 원인이 되고 있다.

ES의 경우 작업자 과실이 주요 고장원인이며, CB부분은 Particle에 의한 절연파괴가 주요원인이 되고 있다.

지지애자 및 Spacer의 고장은 재질불량이 주원인이며, CT의 경우 접지불량에 의한 고장이 발생하였다.

2.7 GIS고장 원인별 분석

표5 GIS 고장원인분포

원인	제작 불량	작업자 과실	시공 불량	낙뢰	보수 불량	오 조작	오 동작
건수	30	8	5	3	1	4	1
%	58	15	10	6	2	7	2

GIS 고장원인을 분석해 보면 고장 52건중 30건이 제작불량으로 58%를 점유하고 있고, 시공불량까지 합하

면 68%로 GIS고장발생의 주요원인으로 대두되고 있다. 작업자과실, 오조작, 보수불량등 Human Error에 대한 비율도 약 30%로 분석되고 있다.

일본의 경우 1978~1982년간 차단기의 고장원인 통계를 보면 총 91건의 고장중 설계불량, 가공불량, 조립 불량, 재질불량으로 분류되는 제작불량고장이 44건으로 48%를 차지하고 있고, 보수불량, 자연열화에 의한 고장이 41건으로 45%를 차지하고 있다.

일본과 국내 설비 고장원인을 분석해보면 공통적으로 제작불량에 의한 고장비중이 큰 것으로 나타나 제작품질 향상이 설비 고장률을 감소시키는 중요한 예방대책이라 할 수 있다.

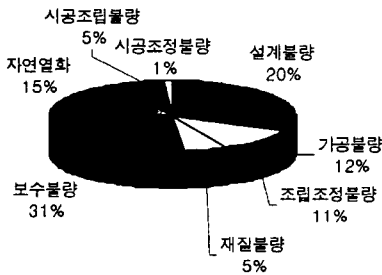


그림4. 1978-1982년간 차단기 고장원인(일본)

3. 결 론

본 논문에서는 국내 송변전계통에서 사용되는 Switch Gear System중 가장 높은 비중을 차지하는 GIS설비의 고장현황실태를 조사하고 그 결과를 분석하였다.

GIS는 무보수개념의 고 신뢰성 설비이기 때문에 고장이 발생한 경우 계통에 큰 영향을 미치게 되는데 변전기기 고장건수 감소 추세임에도 불구하고 GIS의 고장점 유율이 증가하고 있는 실정이다.

GIS의 고장은 제작 및 시공불량이 주요 원인으로 나타나 제작기술 및 시공품질 개선이 근원적인 고장예방 대책으로 제시 될 수 있고, 설비의 동작상태가 육안으로 직접 확인되지 않기 때문에 기기에 대한 이해와 조작방법 습득등 작업자 과실방지 대책도 고장 예방대책의 일환이 될 수 있다.

또한 GIS설비의 안정적인 운영을 위해서는 사후 고장 대책 보다는 사전 고장예방 대책으로 On Line 상태에서 부분방전, 누설전류, 온도상승, 가스압력, 차단기 동작상태등의 Data를 분석하여 고장을 예측하고, 방지할 수 있는 고장예방시스템 기술을 개발하는 것이 향후 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전력공사 송변전처, "송변전고장실적분석 보고서" 1985~1999.
- [2] 일본전기협동연구회 "전기협동연구" 제41권5호 1986