

발전소내 스위치야드 및 주변압기간 연결선로의 적정 피뢰기 위치 선정

이 흥찬, 함영수⁰, 정기수
한국전력기술주식회사

A STUDY ON EFFECTIVE APPLICATION OF SURGE ARRESTER
BETWEEN THE SWITCHYARD AND MAIN TRANSFORMER IN POWER PLANT

LEE HEUNG CHAN, HAM YOUNG SOO, JUNG GI SOO
KOREA POWER ENGINEERING COMPANY, INC.

The surge arrester plays a vital role in the protection of substation against transient overvoltages resulting from lightning surges and system switching operations. The proper selection and application of the surge arrester is an integral part of the process of substation equipment insulation level selection. The paper outlines the basic consideration in modeling the lightning stroke, the surge arrester, and the system to be protected. The paper discusses the results of various cases simulated using the alternative transient computer program to evaluate the separation effects.

1. 서 론

발전소에서 발전된 전력을 계통에 공급하기 위하여 이용되는 전기 설비 중, 변압기, 특고압 전력용 케이블, 가스절연개폐설비에 내습하는 뇌씨어지의 역설학 현상을 분석하는 것은 발전소내 전력계통의 절연협조를 결정하는데 매우 중요한 요소이다. 따라서, 본 논문에서는 발전소의 여건에 따라 가스절연모선, 특고압 케이블로 구성된 스위치야드 및 주변압기간 연결선로의 형태별로 피뢰기 설치 위치에 따른 상도체의 뇌씨어지 전압의 변화를 과도현상 해석 프로그램인 ATP(Alternative Transients Program)을 이용해 분석해봄으로서 추후 설계되는 발전소내 전기설비의 절연레벨 설정과 피뢰기 적정 위치선정을 위한 설계방향을 제시하도록 한다.

2. 피뢰기 설치 현황

2.1 발전소내 피뢰기 설치 장소

- 가스절연개폐설비와 가공송전선로 연결점 부근
- 주변압기와 스위치야드간 345kV O.F. 케이블 접속점 부근
- 주변압기와 스위치야드간 345kV 가스절연모선 접속점 부근
- 2.2 국내 주요 발전소 345kV 스위치야드와 주변압기간
피뢰기 설치 현황

장소	SWYD측 피뢰기 설치여부	변압기측 피뢰기 설치여부	SWYD와 MTR간 거리(M)	SWYD와 MTR간 가공모선의 종류	송전선측 피뢰기 설치 여부
화력 A 발전소	X	0	80	GIB	0
화력 B 발전소	0	X	200	2000m O.F. CABLE	0
화력 C 발전소	0	0	1,500	2000m O.F. CABLE	0
원자력 A 발전소	X	0	300	GIB	0

3. 과도 현상해석 프로그램(ATP)을 이용한 모의 계통 계산에

3.1 해석조건

본 논문에서는 뇌씨어지 침입시 주요 기기에 미치는 씨어지가 가장 가혹하게 되는 계통 조건을 선정하여 가스절연개폐설비의 중요지점 및 변압기 고압측의 씨어지 전위를 계산·비교한다. 모의 계산에 포함된 계통의 구성요소는 송전선로, 철탑, 가공지선, 현수애자, CCPD, 변전소내의 철구조물, 가스절연기기, 송입변압기 및 피뢰기등이다.

3.2 모의 계산조건

- 변전소 구외 제 1번 송전탑의 뇌격에 대하여 계산한다.
- 철탑은 2회선 송전용이며 경과지가 다른 두개의 철탑에 동시 뇌격은 없는 것으로 계산하며, 또한 다중뇌는 없는 것으로 한다.
- 결연 협조의 기준으로는 ANSI C62.2 기준에 의하여
피보호 기기의 절연레벨

$$PM(\text{Protective Margin}) = \frac{\text{피보호 기기의 계산된 전위}}{\text{피보호 기기의 절연레벨}} \geq 1.20$$

인 경우에 절연협조가 만족하는 것으로 판단한다.

- 스위칭 씨어지는 차단기에 루입 저항기 설치등으로 절연이 만족되는 것으로 가정한다.

3.3 모의 회로 구성

모의 대상의 발전소내 변전소의 계통도는 그림1과 같다. 가스절연개폐설비 및 변압기기에 미치는 씨어지의 가혹한 조건으로써 분기 지선의 수효율을 최소화하고 길이를 짧게하여 뇌씨어지 침입회로를 선정한다.

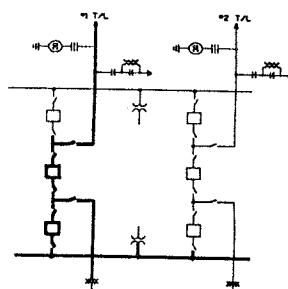
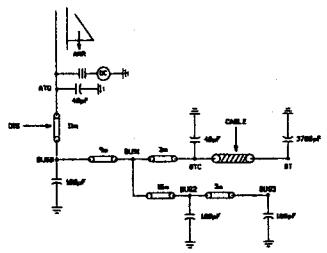
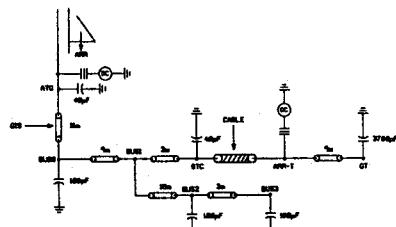


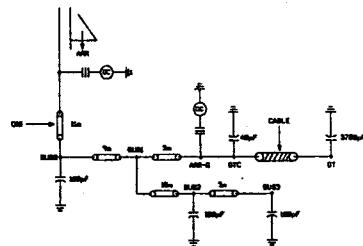
그림1. 모의 회로 조건



a) 주변압기와 스위치야드간 피뢰기 미설치 경우



b) 주변압기측에 피뢰기를 설치할 경우



c) 스위치야드측에 피뢰기를 설치할 경우

그림2. 모의 계산 회로도

3.5 적용 데이터

3.5.1 선로, 철탑, 가스절연개폐설비 및 345kV OF. 케이블 데이터

특성 구분	규격	형식	높이 (m)	*서어지 임피던스 (ohm)	전파속도 m/ μ sec
기공 지선	2x 120mm ² , ACSR	-	-	118.58	291
송전선	4x 480mm ² , ACSR	-	-	409.52	220
송전철탑	-	B형	35	172.10	300
변전소내 철구	-	-	17.5	90.45	300
가스절연 개폐설비	-	-	-	92.27	300
345kV O.F. 케이블	-	-	-	19.0	162.7

3.5.2 접지저항

- 송전철탑 : 25 ohm
- 인출용 철탑 : 10 ohm

3.5.3 피뢰기 특성

- 제품종류 : Meidensha, ZSE-C2
Gapless 형

- 정격전압 : 288 kV

3.5.4 뇌격전류

- 1.2 x 50 μ sec, 120 kA

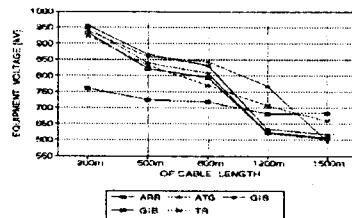
3.5.5 기기별 절연 강도(BIL) 및 절연 협조 판정 기준값
(단위 : kVcrest)

기기명	GIS	케이블	변압기	비고
BIL	1,175	1,300	1,050	
판정 기준값	979	1,083	875	PM=1.20

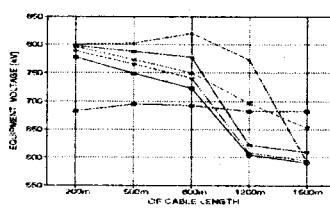
3.6 모의 계산 결과

3.6.1 주변압기와 스위치야드간 2000mm² O.F. 케이블 연결시 (단위 : kV)

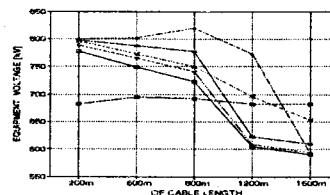
CASE \ 기기명	제1첨 법	피뢰 기	ATG 부싱	GIS	GTC 부싱	케이 블	변압 기	비 고
주변압 기와 스위치 야드간	200 m	3177	761	947	956	933	925	933
피뢰기 미설치	500 m	3177	725	839	867	821	832	859
CASE1	800 m	3177	718	808	832	795	771	844
CASE1	1200m	3177	682	621	633	624	707	768
CASE1	1500m	3177	683	603	615	606	659	594
주변압 기 측 기속	200 m	3177	682	773	796	766	772	822
피뢰기 설치	500 m	3177	683	739	758	713	735	769
CASE2	800 m	3177	683	683	675	658	696	780
CASE2	1200m	3177	682	612	631	619	695	721
CASE2	1500m	3177	683	593	612	602	658	577
스위치 야드 측 기속	200 m	3177	683	788	797	777	796	800
피뢰기 설치	500 m	3177	695	765	787	749	773	802
CASE3	800 m	3177	693	741	777	723	750	820
CASE3	1200m	3177	683	609	623	605	697	773
CASE3	1500m	3177	683	594	610	590	653	593



a) CASE1: 주변압기와 스위치야드간 피뢰기 미설치 경우



b) CASE2: 주변압기측에 피뢰기를 설치할 경우

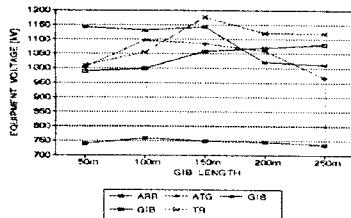


c) CASE3: 스위치야드측에 피뢰기를 설치할 경우

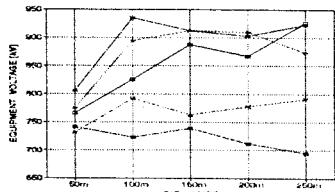
Case2와 Case3에서 알 수 있듯이 변압기 및 기기에서의 전압은 피뢰기를 스위치야드측에 설치할 때 보다 변압기측에 설치하는 것이 효과적이다. 따라서, 뇌어지지로부터 받는 과전압을 작게 하기 위해서는 변압기측에 피뢰기를 설치하는 것이 유리하다.

3.6.2 주변압기와 스위치야드간 가스절연모선으로 연결시
(단위 : kV)

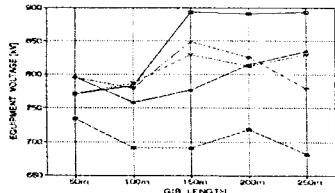
CASE	기기명	제1철 탑	피뢰기	ATG 부싱	GIS	GIB	변압기	비고
주변압 기와 스위치 야드간 피뢰기 미설치 CASE1	50m	3177	740	1004	1142	989	1010	절연협조 불만족
	100m	3177	758	1096	1132	998	1054	*
	150m	3177	748	1084	1143	1059	1175	*
	200m	3177	745	1060	1020	1070	1121	*
	250m	3177	735	966	1012	1062	1120	*
주변압 기와 피뢰기 설치 CASE2	50m	3177	741	775	806	766	732	
	100m	3177	723	894	935	825	792	
	150m	3177	739	912	912	887	763	
	200m	3177	712	910	903	867	778	
	250m	3177	695	874	923	926	791	
스위치 야드측 피뢰기 설치 CASE3	50m	3177	734	735	796	771	771	
	100m	3177	691	779	758	783	787	
	150m	3177	691	849	777	893	830	
	200m	3177	718	826	815	891	813	
	250m	3177	682	779	835	893	830	



a) CASE1: 주변압기와 스위치야드간 피뢰기 미설치 경우



b) CASE2: 주변압기측에 피뢰기를 설치할 경우



c) CASE3: 스위치야드측에 피뢰기를 설치할 경우

주변압기와 스위치야드간 연결이 345kV O.F 케이블 연결시 때 보다 가스절연모선으로 연결시는 과전압이 훨씬 크게 나타나며, 가스 절연모선으로 연결하고 피뢰기를 설치하지 않을 경우는 절연협조를 만족하지 못한다. 따라서, 주변압기와 스위치야드간 연결을 가스절연모선으로 할 경우는 반드시 피뢰기를 설치하여야하며, 피뢰기를 설치할 경우는 스위치야드측 보다는 주변압기측에 설치하는 것이 기기의 스트레스를 감소시킬 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 발전소내 주변압기와 스위치야드간 피뢰기 설치현황과 설치위치별 특성을 모의 하였으며, 모의 결과를 요약하면 다음과 같다.

6.1 주변압기와 스위치야드간 연결이 2000mm² 345kV O.F 케이블일 경우

- 피뢰기 미설치 경우는 O.F 케이블 길이가 500m 이하에서는 변압기의 절연협조를 만족하지 못한다.
- 피뢰기를 설치할 경우는 주변압기 및 스위치야드측 설치 모두 만족하나, 주변압기측에 설치하는 것이 스위치야드측에 설치하는 것보다 유리하다.

6.2 주변압기와 스위치야드간 연결이 가스절연모선일 경우

- 피뢰기 미설치 경우는 가스절연모선 길이에 상관없이 모두 절연협조를 만족하지 못한다.
- 피뢰기를 설치할 경우는 스위치야드측 및 주변압기측 어느쪽에 설치하나 절연협조를 만족하지만, 스위치야드측보다는 주변압기측에 설치가 유리하다.

위의 결과에서 알수 있듯이 가스절연모선이 서어지임피이먼스의 높은 값에 의하여 케이블에 비하여 전체적으로 높은 전위를 나타낸다. 또한, 케이블 연결시는 345kV O.F 케이블 길이가 약 500m 이상에서는 주변압기와 스위치야드간 피뢰기를 설치하지 않음 경우에도 비교적 절연협조를 만족하며, 가스절연모선으로 연결시는 길이에 무관하게 모든 경우에서 절연협조를 만족하지 못하므로 반드시 피뢰기를 설치하여야 한다. 피뢰기 설치 장소는 345kV O.F 케이블 및 가스절연모선으로 연결하는 경우 스위치야드측이나 주변압기측 어느쪽에 설치해도 절연협조를 만족하나, 스위치야드측 보다는 주변압기측에 설치하는 것이 유리하다.

참고문헌

- [1] EPRI EL-4202, "Electromagnetic Transient Program (EMTP) Primer", 1985
- [2] BPA, "Alternative Transients Program Rule Book", 1987
- [3] ANSI C92.1, "American National Standard for Power System Insulation Coordination", 1982
- [4] IEEE Std C62.11, "IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits", 1987
- [5] ANSI C62.2, "Guide for the Application of Valve-Type Surge Arrester for Alternating Current System", 1981
- [6] IEEE Std C62.22, "IEEE Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems", 1991
- [7] Sargent & Lundy, "Application of Surge Arresters", 1990
- [8] A.R. Hileman, "Insulation coordination", 1990
- [9] 일본 전력중앙 연구소보고, "발전소 내뢰 설계 Guide Book"
- [10] 한전기술연구원, "배전선 절연설계에 관한 연구", 1992
- [11] KOPEC, "변전설계기준 제' 개정(안) 작성용역 : 종합용역 보고서", 1990
- [12] ESR 153 - 261-282, "전력용 피뢰기", 1984
- [13] EPRI, "Transmission Line Reference Book", 345kV and Above, Second Edition, 1982