

송전선로용 피뢰기의 개발동향과 적용시의 효과 모의 계산 - 송전선로의 2회선 동시사고 방지 효과 -



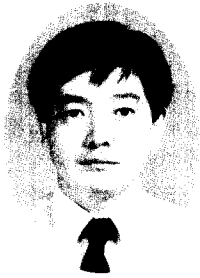
1. 서 론

순간고장을 포함하면 약 40~50% 정도의 송전선로 고장이 낙뢰에 의해 발생한다. 낙뢰에 대한 통상적인 예방 대책으로는 탐각 접지저항의 저감, 가공지선의 다조화, 2회선 송전선에서 차등절연 등이 있다. 여기서 탐각 접지저항의 저감은 대부분 산악지를 통과하는 우리 나라 송전선의 여건상 어느 정도 이하로 낮추기가 어려우며, 가공지선은 154 kV급 이상의 신규 송전선에서는 가공지선을 2조로 하고 있다. 2회선 송전선에서의 차등절연은 실제 시공의 곤란함과 더불어 그 효과도 그다지 크지 않은 것으로 평가되고 있다. 이러한 통상적인 방법에 추가하여 송전선에 피뢰기를 설치하여 낙뢰에 의한 고장을 감소시키려는 연구

가 미국, 프랑스, 일본 등에서 지난 수십 년간 계속되어 왔다. 최근 일본에서는 산화이연 소자를 폴리머하우징에 내장한 송전선용 피뢰기가 500 kV급까지 개발되었다.

송전선용 피뢰기는 일반적으로 gap형과 gapless형의 2종류로 나누어진다. 하우징으로는 gap형은 폴리머 절연재료를 gapless형은 자기형을 이용한다. 일본에서는 gap형의 피뢰기를 대부분 사용하고 있는데, gap형은 피뢰기 자체고장에 의한 최악의 조건에서도 송전선의 운전이 가능케 하여 현재의 송전선로의 신뢰도에 영향을 미치지 않으며, 보다 콤팩트한 설계가 가능하기 때문이다.

66 kV 및 77 kV급 피뢰기의 운전결과와 설치효과에 힘입어 개발된 275 kV 및 500 kV 송전



심응보
전력연구원 전력계통연구실
765kV 송변전그룹 책임연구원



우정욱
전력연구원 전력계통연구실
765kV 송변전그룹 선임연구원보



김정부
전력연구원 전력계통연구실
765kV 송변전그룹 수석연구원

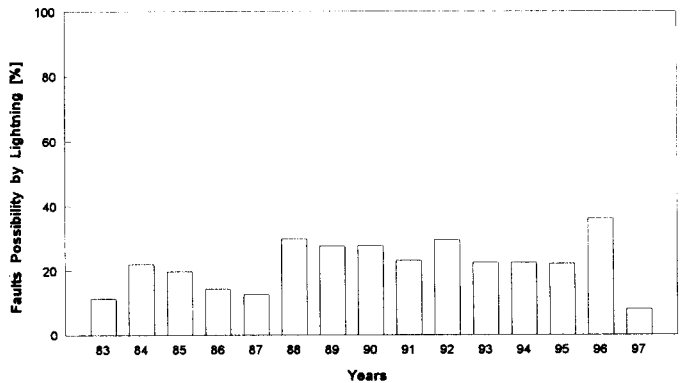


그림 1. 송전선로의 낙뢰에 의한 사고점유율
(전력공급 지장사고만 고려)

선용 피뢰기도 현재까지 성공적으로 운전되고 있다. 이것은 폴리머 하우징의 gap형 피뢰기를 초고압 계통의 송전선로에도 적용할 수 있다는 것을 증명한 것이다.

여기서는 송전선로용 gap형 피뢰기의 설계 개념, 개발 및 적용과 설치효과에 대하여 설명한다.

2. 가공 송전선의 뇌사고통계

그림 1에 나타낸 자료는 1983년부터 1997년까지의 한국전력의

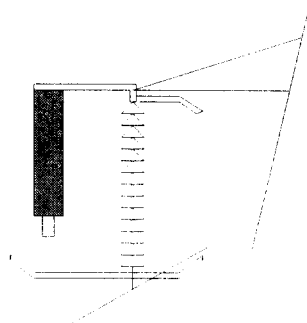
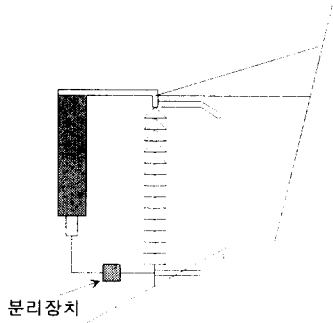
전체 공급지장 건수 중 약 30% 가량이 낙뢰에 의한 것이다. 이것은 전력계통의 공급지장건수

3. 송전선용 피뢰기의 설계

표 1. 송전선용 피뢰기의 기본 요구조건

관점	요 구 조 건
기능	1. 뇌찌지침입시 애자련의 아킹혼(애자련)을 통한 섬락을 방지 2. 피뢰기 유니트의 실패시에도 재투입이 되도록 할 것
적용	1. 방압변 동작에 의해 폭발 방지 2. 자연환경조건에 견딜 것 3. 기설철탐에 쉽게 부착 가능할 것 4. 유지보수가 용이할 것

표 2. gap형 및 gapless형 피뢰기의 장단점 비교

항 목	gap형	gapless형
기본구성		
강행재송전	피뢰기소자의 처리능력을 초과하는 최대 썬지를 흡수하여 영구지락고장 상태로 되어도 직렬 gap에 의해 절연되므로 강행송전이 가능함	영구지락고장 상태가 되면 재송전이 불가능하고 분리장치가 필요하게됨
동작특성	- ZnO 소자에 속류가 유입됨 - 1/2 사이클 후 속류가 차단됨	- 속류가 없음 (안정된 보호성능이 보장됨)
열화	전력선으로부터 절연되므로 과전열화가 없음	상시과전되므로 열화를 고려한 소자 길이가 필요
용기	자기재 이외의 재료 사용이 가능	자기재의 애관이 사용되고 오손설계 필요
증량	경량화가 쉽다	경량화가 어렵다
설치	횡진을 고려한 설계가 필요함	간단한 금구류로 취부가능

선로고장통계에 근거한 것이다. 그림은 전체 사고중에서 낙뢰에 의한 사고의 발생확율을 보여주 고 있다.

를 줄이는데는 낙뢰에 의한 고장 예방 대책을 세우는 것이 매우 유용한 수단임을 확실하게 나타 내고 있다.

3.1 송전선용 피뢰기의 요구 조건

송전선용 피뢰기의 기본요구

조건을 기능과 적용 관점에 따라 표 1에 요약하였다. 이러한 요구 조건을 기본으로 하여 송전선용 피뢰기의 기술사항과 설계가 고려되었다. 송전선용 피뢰기는 외부의 직렬 gap이 있느냐 없느냐에 따라서 gap형과 gapless형으로 분류된다. 다음에 gap형 피뢰기의 구조와 설계가 설명되었는데 여러 가지 장점으로 인하여 현재 상용선로에서 적용되어 운전되고 있다. 표 2는 gap형 피뢰기와 gapless형 피뢰기의 장단점을 비교하였다.

송전선용 피뢰기의 하우징은 선로전압으로 가압되는 경우가 거의 없는 운전조건을 고려하고, 크기와 중량경감을 위하여 폴리머 절연재료가 대부분 이용되고 있다.

3.3 설계개념

gap형 피뢰기에 특별히 요구되는 설계시 고려조건이 기능과 적용의 관점에서 설명하면 다음과 같다.

3.3.1 기능의 고찰

도록 직렬 gap Z_2 가 조정되어야 한다. 이것이 직렬 gap의 길이와 직렬 gap 전극을 결정하는 주요 인자이다. 통상 직렬 gap은 아킹혼의 50~70%로 조정한다. 또한, 피뢰기의 잔류전압은 아킹혼 gap의 섬락을 일으키면 안된다. 그러나, 현재까지 잔류전압 파형에 대한 아킹혼의 섬락전압특성이 불충분하므로 아킹혼의 뇌서지 표준파형의 50% 섬락전압과 최대방전전류시의 잔류전압 사이에 10%의 차이를 두고 있다.

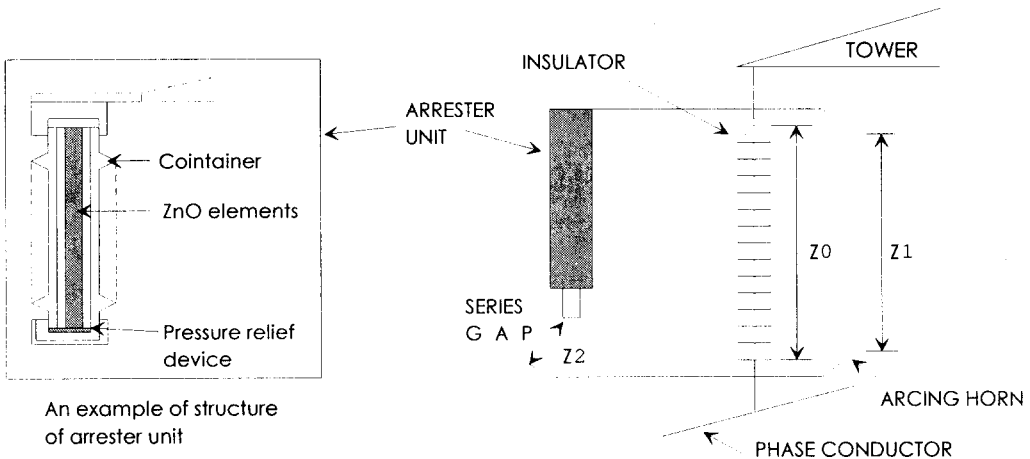


그림 2. gap형 피뢰기의 구조와 배치

3.2 구조

gap형 피뢰기의 구조를 그림 2에 나타내었다. gap형 피뢰기는, 철탑 암에 설치된 피뢰기와 송전선측 도체사이의 직렬 gap과 피뢰기 유니트로 구성되어 있다. 피뢰기 유니트의 기본적인 기능적 요구조건은 다음과 같다.

- (1) ZnO요소는 밀봉되어야 한다.
- (2) ZnO요소의 고장에 의한 하우징의 지락고장시에도 방압장치가 안전하게 동작하여야 한다.
- (3) 피뢰기 유니트는 설치 및 부하운전시 충분한 기계적 강도를 가져야 한다.

Withstand voltage level of series gap	Switching surge	Non-effective grounded system	4.0pu
		Resistance reactor grounded system	3.3pu
		Effective grounded system	2.8pu
	Power frequency overvoltage	Rated voltage	

그림 3. 직렬 gap의 내전압 예

(a) 직렬 gap을 포함한 송전선용 피뢰기와 아킹혼간의 절연협조

그림 2에서, 뇌격 침입시 아킹혼간격 Z_0 나 Z_1 으로 섬락되지 않

(b) 속류차단능력

속류차단능력은 직렬 gap의 길이, 저전류영역에서 ZnO 소자의 전압-전류특성, 오손된 조건에서 피뢰기의 외부누설전류와

밀접한 관계가 있다. 직렬 gap은 ZnO 소자를 통과하는 전류와 피뢰기의 외부누설전류 합친 속류를 0.5 싸이클 또는 1 싸이클 이내에 차단하여야 한다. 일반적으로 직렬 gap의 길이는 개폐파전압에 대한 내전압으로 정해지며 위에 언급한 요구조건을 충분히 만족시킨다.

(c) 내전압 성능

직렬 gap은 또한 피뢰기 고장 시에도 선로의 운전이 가능하도록 개폐시켜지 또는 상용주파파전압에 견디어야 한다. 직렬 gap의 내전압 예를 그림 3에 표시하였다.

3.3.2 적용시 고려사항

(a) 방폭성능

송전선로용 피뢰기는 철탑에 설치되어 폭발된 파편이 2차 고장을 유발할 수 있으므로 발·변전소용 피뢰기와 비교하여 보다 높은 방폭성능을 가져야 한다.

(b) 기계적 강도

풍압하중, 설치작업시의 하중, 바람에 의한 진동 등이 송전선로용 피뢰기 설계시 고려되어야 한다.

(c) 내후성

내후성은 용기의 기밀구조 및 재료와 밀접한 관계가 있다. 현재 대부분의 gap형 피뢰기는 에틸렌-프로필렌 고무(EP고무), 옥외용 epoxy resin, 실리콘 폴리머와 같은 유기재료를 사용하므로 자외선의 조사에 의한 성능저하(deterioration), 온도 및 습도에 대한 고려가 중요하다.

(d) 작업의 편리성

송전선로용 피뢰기는 평지 또는 산악지등 여러 장소에 설치되므로 때로는 인력으로 때로는 헬기로 수송하여야 한다. 그러므로 가볍고 쉽게 설치할 수 있어야 한다.

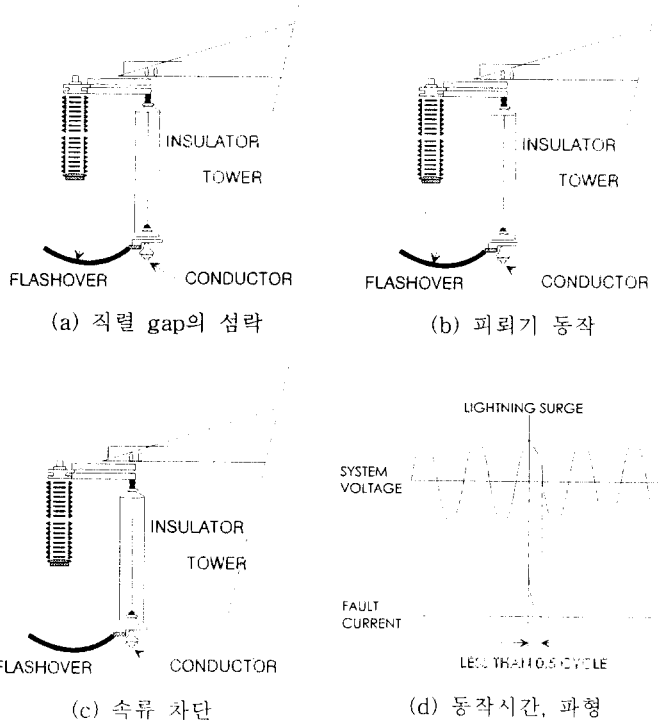


그림 4. 피뢰기의 동작원리

3.4 동작원리

송전선로용 피뢰기의 동작원리를 그림 4에 나타내었다.

뇌격이 침입하면 직렬 gap을 통하여 방전이 일어나고 피뢰기를 통하여 뇌격전류가 흐르게 된

다. 피뢰기는 ZnO 소자 고유의 속류차단 능력에 의하여 고장전류를 차단하게 되고 이 때 피뢰기의 방전 시간은 최장 1 싸이클 이내이므로 차단기는 동작되지 않는다.

표 3. gap형 피뢰기의 개발과 적용의 역사

Year	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93
Voltage									
66/77 kV		Field test							
275 kV							Field test		Expansion of application
500 kV								Field test	Field test

4. 송전선용 피뢰기의 개발

표 3은 일본에서 개발된 gap형 피뢰기의 역사를 나타낸다. 1980년부터 1983년 사이에 수행된 77 kV급 gapless 피뢰기의 현장시험에 이어, 1985년에 gap형의 피뢰기가 개발되었으며, 1986년 4월에는 최초의 77 kV급 폴리머 피뢰기가 상업선로에 설치되었다. 66 kV 및 77 kV급 피뢰기의 성공적인 운전결과에 힘입어 설치수량이 증가되었다. 또한 초고압 송전선에서 2회선 고장이 발생할 경우 대규모의 정전을 유발할 수 있음을 고려하여, 275 kV급 gap형 피뢰기가 1988년에, 500 kV급 피뢰기가 1990년에 개발되었다. 1988년 9월부터 275 kV Daikurobe 간선에 1990년부터 500 kV Yamashiro-kita 선에 각각 운전되고 있다. 표 4는 개발된 500 kV급 송전선용 피뢰기의 크기와 정격을 나타내고 있다.

표 4. gap형 피뢰기의 크기와 정격

구분	66	154	275	500
장벽 전압 [kV]	40	161	225	294
최대방전전류 [kA]	25-35	40-47	35	35
전류 전압 [kV]	230-330	490-600	516	1,210
차속 전압 [kV]	57	228	318	557
차속 전류 [kA]	20-25	15-15	30	50
크기				
높이 [mm]	640	1,100	1,308	2,923
중량 [kg]	14	28-36	30	130
극별 결합 [mm]	320	650	1,200	1,300

5. 피뢰기설치에 의한 보호효과

5.1 피뢰기의 적용

그림 5에서 보여주는 바와 같이 일본에서는 총 29,580개의 송전선용 피뢰기가 1993년 현재 모든 전압계급의 상업선로에 설치되어 운전 중에 있다. 그 중에서 약 90%에 달하는 26,495개가 66 kV 및 77 kV 송전선에 설치되어 있다. 피뢰기의 설치는 그

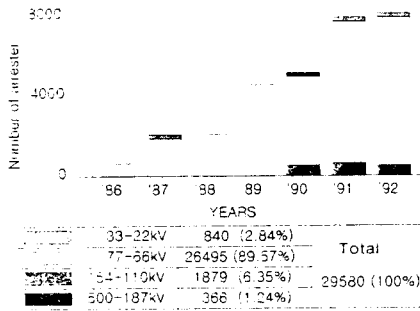


그림 5. 폴리머 하우스의 gap형 피뢰기의 수

림 5에서 보듯이 1987년부터 증가하기 시작하였다.

표 5는 피뢰기의 설치유형에 따른 분류를 요약하였다. 97%의 피뢰기는 2회선 송전선에서 일어날 수 있는 전력공급지장을 방지하기 위하여 2회선중 1회선의 3상에만 피뢰기가 설치되어 있다. 2회선 고장을 모두 방지하기 위해서는 양 회선에 모두 피뢰기를 설치하여야 한다.

표 5. 설치형태에 따른 gap형 피뢰기의 수

설치형태	위치	피뢰기수
1회선의 3상		28,712 (97.07%)
2회선의 6상		726 (2.58%)
1상 또는 2상		104 (0.35%)
		2 (----)

선로의 고장을 유효하게 예방하려고 할 경우에는 과거의 고장 실적을 감안하여 선로의 일부 구간 또는 일부 상에만 설치할 수 있다. 선로의 전구간에 대한 피뢰기의 설치비율(적용률)을 조사하여 보면 전체 피뢰기에 대한 적용률은 90%에서 100%이다.

5.2 운전실적과 피뢰기의 적용효과

2회선의 송전선중 1회선에 송전용 피뢰기를 설치한 경우 EMTP에 의한 동작한계 뇌격전류의 계산결과를 표 6에 나타내었다. 66 kV 및 77 kV의 계산결과를 보면 피뢰기를 적용하지 않은 경우 탐정에 뇌격이 침입한 경우 22 kA, 30 kA에서 아킹흔간의 역섬락이 발생하나 피뢰기를 적용한 경우는 동일한 뇌격조건에서 역섬락을 일으키는 뇌격전류는 45 kA로 높아지게 된다. 전력선 뇌격의 경우는 3 kA에서

표 6. 송전선용 피뢰기의 동작한계 뇌격전류

전압 [kV]	뇌격 위치	비적용시 [kA]	적용시 [kA]	
			전구간용	구간 적용
66	탐정	22	40	-
	전력선	2	42	-
77	탐정	30	45	45
	전력선	3	55	15
154	탐정	60	85	-
	전력선	5	105	-
275	탐정	105	160	-
	전력선	14	190	-
500	탐정	150	230	-
	전력선	20	260	-

주 1. 비적용시는 2회선중 임의의 1회선
2. 적용시는 적용회선측

55 kA로 내뢰능력은 현저하게 높아진다.

송전선에 설치된 피뢰기의 효과를 평가하기 위해 피뢰기 설치 전·후 5년간의 뇌격에 의한 고장횟수와 뇌격시 동작/부동작한 피뢰기의 수를 조사하였다. 피뢰기가 설치된 후 66 kV 및 77 kV 송전선에 맞은 뇌격수는 102 건이었다. 그 중에서 36건은 1회선의 매기마다 피뢰기가 설치된 선로에 맞았다. 2회선 동시고장은 생기지 않았으며 피뢰기가 설치되지 않은 회선에서의 고장은 22건에 달하였다. 22건중 21건은 피뢰기가 동작하였다(그림 6). 나머지 14건은 선로고장을 방지하기 위하여 피뢰기가 동작하였다. 이것은 만일 선로에 피뢰기가 없었다면, 21건의 1회선 고장은 2회선 고장으로 진전될 수도 있다. 선로고장이 없는 14개의 경우는 설치된 회로를 보호하기 위해 피뢰기가 동작된 것으로 생각된다.

여러 가지 형태로 설치된 66 kV ~ 500 kV 전압계급에서의 1990년부터 1992년 사이의 운전실적이 조사되었으며 낙뢰에 의해서 피뢰기가 동작된 철탑의 총수가 그림 7에 표시되었다. 피뢰기의 동작은 피뢰기의 접지단자에 연결된 동작표시기에 의해 확인하거나 EMTP 분석에 의해 추정되었다. 이러한 많은 결과로부터 송전선용 피뢰기가 선로의 고장감소와 2회선 고장 예방에 유용하다는 결론에 도달하였다.

일본에서는 1993년 3월 현재 약 30,000개의 피뢰기가 설치되어 있으며 남아프리카공화국, 멕시코, 대만, 태국, 말레이시아가 소량을 수입하여 시험적용을 하고 있다. 프랑스에서는 66 kV급으로서 Gapless형을 자체 개발하

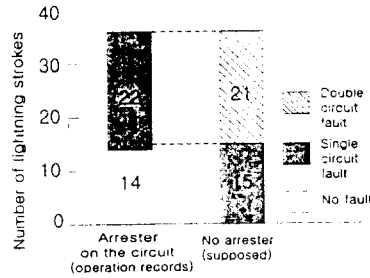


그림 6. 피뢰기 설치효과의 평가

여 사용하고 있다. 현재 상업용으로 제품을 생산하고 있는 나라는 일본, 프랑스 등으로 국산화 개발시에는 수입대체효과는 물론 제품의 품질에 따라 상당한 시장 확보도 가능할 것이다.

6. 한전 154 kV 송전선로에 피뢰기 설치시 내뢰성 향상효과 모의

한전 154 kV 송전선로에 피뢰기를 설치하였을 때의 내뢰성 향상 효과를 아킹혼 섬락모델을 적용하여 모의하였다. 아킹혼의 모의 방법으로는 CIGRE V-t 특성곡선과 리더 진전시의 피뢰기 갭 및 아킹혼간 등가임피던스 변화를 비선형 인덕턴스의 함수로 표현한 근사식을 사용하고, 비선형 인덕턴스의 조합에 EMTP-TACS 스위치를 사용하여 모의하였다.

뇌격전류는 2/70 μ s의 램프파가 철탑에 뇌격되어 역섬락을 일으키는 경우를 대상으로 하였으며, 그 크기는 10 kA~200 kA로 모의하였다. 철탑모델에는 4단 철탑모델을 이용하였으며, 선로정수는 K. C. LEE 모델을 이용하였다. 철탑은 가공지선이 1조인 경우와 2조의 경우를 대상으로 하였으며, 탑각 접지저항이 5, 10, 15, 20, 100 Ω 일 때의 탑

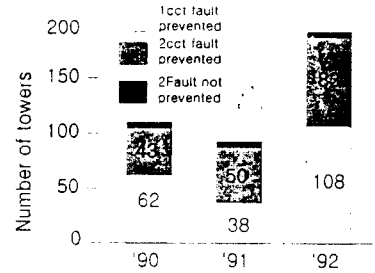


그림 7. 피뢰기가 동작된 철탑의 수

각접지저항에 따른 섬락특성을 검토하였다.

6.1 모의 방법

뇌격 침입시 아킹혼간격 Z_0 나 Z_1 으로 섬락되지 않도록 직렬 gap Z_2 가 조정되어야 한다. 통상 직렬 gap은 아킹혼의 50~70%로 조정한다.

아킹혼 내압특성을 나타내는 CIGRE 실험식은 다음과 같다.

$$V [MV] = K_1 + \frac{K_2}{t^{0.75}}$$

$$K_1 = 0.4W, K_2 = 0.71W$$

$$W = \text{Length}$$

그림 8은 그림 2를 EMTP에서 계산하기 위해 표현한 것으로 피뢰기 갭은 0.65 m, 아킹혼은 1.12 m이다. 직렬 갭에 인가되는 전압은 직렬 갭의 Stray Capacitance와 ZnO 소자의 정전용량의 분압비에 의해 결정된다. C_2 에 걸리는 전압이 V_2 이면 V_2 는 다음과 같이 되며, 통상 C_1 은 C_2 의 4~5배 정도의 값을 가져 다음 식과 같이 된다.

$$V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot V,$$

$$C_1 \approx 4 \times C_2,$$

$$V_2 = \frac{4C_2}{5C_2} = 0.8 \cdot V$$

즉, 위와 같은 전압이 직렬 갭에 걸린다. ZnO가 없으면 $1.0 \times$

V의 전압이 걸리므로 ZnO 소자와 연결된 직렬갭의 내전압은 1.25 배로 높아진다.

피뢰기쪽 갭과 아킹흔 간을 아래 식과 같이 비선형 인덕턴스 $L(i)$ 와 섬락후의 정상아크 인덕턴스인 L 의 조합으로 표현했으며, 비선형 L 의 특성 그래프가 그림 9이다.

$$L_{all}(i) = L(i) + L$$

$$L(i) = L_n / (1 + i/I_0)^n$$

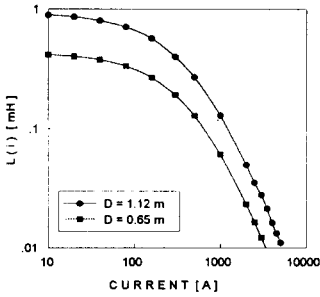


그림 9. 아킹흔 비선형 L 특성

리더 개시 시각과 섬락 시각을 SW(SPAK1, SPAK2)로 표시해서 EMTP에서의 TACS 기능을 이용하여 제어하였다. SW(SPAK1)는 리더진전개시를 표현하는 스위치로서 아킹흔 전압이 V-t 특성곡선과 일치하는 시각에 닫힌다. SW(SPAK2)는 섬락을 나타내는 I_f 가 되는 시각, 혹은 혼간 전압이 영이 되는 시각에 닫힌다. 이러한 스위치의 제어는 앞에서 언급된 EMTP-TACS에 의해 제어 가능하여, 기존의 선형 인덕턴스를 사용할 때처럼 섬락시각을 미리 알고 있을 필요가 없어서, 범용성이 굉장히 높다. 같은 원리로 피뢰기 갭쪽을 비선형 L과 스위치 조합으로 표현했다.

6.2 역섬락발생전류 모의결과

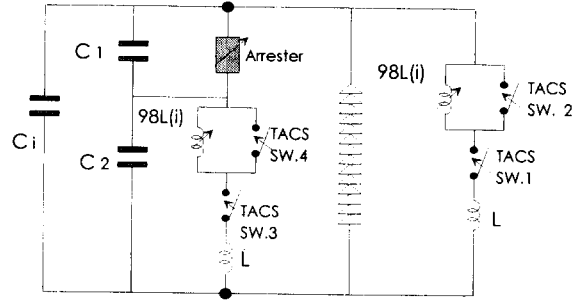


그림 9. EMTP 해석 모델

그림 10은 아킹흔 섬락 특성의 한 예를 보여준다. 뇌격에 의한 피뢰기 갭간 및 아킹흔간 전압이 각 간격에 따른 V-t 특성곡선과 만나는 지점에서 혼간 전류가 증가하기 시작한다. 대부분의 섬락이 파두장인 $2 \mu s$ 부근에서 일어나고 있으며 섬락이 늦어진 경우는 $6 \mu s$ 부근에서 섬락하는 경우도 있다.

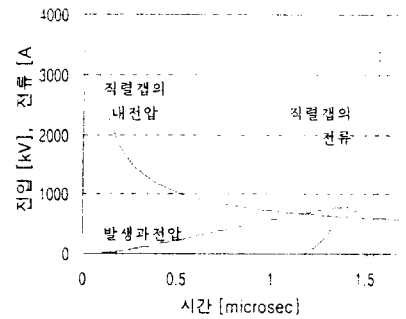


그림 10. 직렬갭의 방전특성 예

표 7. 역섬락발생뇌격전류크기
단위: kA

탐각 저항 Ω	5	10	15	20	100
1GW	78	66	54	50	20
1GW+SA	136	116	98	88	32
2GW	118	102	88	80	30
2GW+SA	216	182	152	134	50

주) GW: 가공지선
SA: 피뢰기

역섬락을 발생시키는 뇌격 전류의 크기를 탐각 접지저항별로 피뢰기 설치의 유무 및 가공지선의 설치 조수에 따라 계산하여 표 7에 정리하였다. 탐각 접지저항이 20 Ω이고 가공지선이 1조인 송전선을 기준으로 하면, 피뢰기가 없을 경우에는 50 kA에서 역섬락이 일어나나 피뢰기를 설치하면 88 kA에서 역섬락

이 발생하게 된다. 또한 2회선 송전선중 1회선에만 송전선을 시설한 경우, 2회선을 동시에 역섬락 시킬 수 있는 뇌격전류를 구해보면 194 kA가 된다. 이는 편단의 송전선에 피뢰기를 설치시 뇌격에 의한 2회선 동시섬락은 거의 발생하지 않는다는 것을 알 수 있다.

6.3 뇌사고율의 계산

뇌사고율 계산 프로그램을 이용한 역섬락사고율(BFOR: Back Flashover Rate)의 계산 결과는 표 8과 같다. 이 때의 탐각접지저항은 20 Ω을, 대지경사각은 15 도를 기준으로 하였다.

표 7에서 가공지선이 1조이고 탐각 접지저항이 매우 높아서 100 Ω인 경우의 역섬락 발생 뇌

표 8. 피뢰기 설치시 역섬락 사고율
단위 : 회/100km·년

가공지선	가공지선 1조		가공지선 2조	
	피뢰기	없음	있음	없음
BFOR	3.63	0.83	1.11	0.16

주) 피뢰기 있음의 뇌사고율은 설치된 회선만의 사고율이며 2회선중 1회선에 피뢰기 설치시 2회선 동시섬락의 의미는 아님.

격전류는, 피뢰기가 없을 경우 20 kA 이고, 피뢰기 설치시는 32 kA가 된다. 2회선 동시지락을 유발하는 뇌격전류를 계산하여 보면 68 kA가 된다.

이때의 역섬락사고율은 피뢰기 미설치시 100 km당 연간 12.98 건에서, 피뢰기 설치 후 2회선 동시 역섬락 확률은 1.76 건으로 대폭 낮아짐을 알 수 있다.

6. 결 론

이상으로 일본을 중심으로 한

송전선용 피뢰기의 설계개념, 개발, 운전실적 및 효과를 소개하고, 한전 154 kV 송전선로에 적용시 효과를 EMTP를 이용하여 모의 계산하고 그 결과를 설명하였다. 외국에서는 전압계급 66 kV에서 500 kV급까지의 다양한 전압계급의 피뢰기가 이미 개발되었고 현장시험이 진행되고 있다. 이러한 피뢰기들은 뇌격에 의한 고장을 예방하는데 좋은 효과가 있음이 증명되었으며 앞으로의 고품질 전력수요의 증가에 대비하여 대단히 유용한 방법이라 할 수 있다. 특히 고품질의 전력공급이 요구되나 통상적인 뇌써지 예방대책만으로는 소기의 목적달성이 어려운 시설 송전선에 설치시 좋은 효과가 기대된다. 현재까지는 피뢰장치의 제작 및 설치비가 고가인점이 단점이나 내뢰능력 향상에 의한 정전사고 감소만으로도 투자효과가 높다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. T.Gawamura, et al, "Develop

- ment of Metal-Oxide Transmission Line Arrester and its Effectiveness", CIGRE 1994 Session, SC33-201, 1994
2. 松原廣治, "送電用避雷器の適用方法とその効果", 電力中央研究所, T89067, pp.26-27, 1990
 3. 日本電氣學會, "送電用避雷装置の開発現況と適用効果", 日本電氣學會志, II부 제367호, pp.5-22, 1991
 4. 日本碍子, "送電用 ガヤップ式 避雷がいし装置", NGK レビュー, NO.49 별책, pp.1-14, 1989
 5. 明電舎, "MEIDEN REVIEW (International Edition)", Series No. 96, pp.10-16, 1992
 6. C.H.Shin, et al, "Applacation of Special Surge Arresters on 138 kV Lines of Appalachian Powe Company" IEEE Summer Meeting, 85SM 207-6, 1985

< 조한구 박사 >