

## 지중송전계통의 방식층 보호장치 결선방식에 대한 뇌써어지 해석

김대경 정성환  
한국전기연구소

이종범 김정식\*  
원광대학교

### A Study on the Configuration Method of CCPU for Lightning Surge in Underground Transmission System

Kim Dae Kyeong Jeong Seong Hwan  
KERI

Lee Jong Bum Kim Jeom Shik  
Wonkwang University

**Abstract** -This paper is compared the configuration method of cable cover protection unit with respect to the lightning surge in 154kV underground transmission system. There are many methods of connecting CCPU, i.e, a conventional method, CIGRE method, inter-connection between sheath with grounding, and interconnection between sheath without grounding.

4

#### 1. 서 론

가공에서 뇌써어가 침입해 지중송전케이블를 통해 흐르게 되면 케이블의 시이쓰, 절연접속함 양단, 크로스본드선 및 접지선에는 과전압이 유기된다. 이런 과전압은 각 지점의 절연내력을 초과할 수 있기 때문에 특히 지중송전케이블계통에서는 방식층 보호장치를 절연접속함에 설치하여 시이쓰에 유기되는 과전압을 제한하고 있다.

한편, 케이블 시이쓰에 유기되는 과전압은 방식층 보호장치의 결선방식, 방식층 보호장치의 리드선 및 접지선의 길이에 상당한 영향을 받는다.

이에 본 논문에서는 현재 154kV 지중송전계통에서 사용하고 있는 방식층 보호장치 결선방식인 대지간접지방식과 새로운 결선방식으로 고려되고 있는 교락접지방식 및 교락비접지방식에 대해 뇌써어지를 해석하고 접지저항별(5Ω, 25Ω) 및 접지선의 길이(5m, 10m)에 대하여 해석하고 과전압특성을 비교하고자 한다.

#### 2. 방식층 보호장치 결선방식

방식층 보호장치는 써어지의 침입에 따라 절연접속함의 양단 및 절연접속함의 접지단자와 대지간에 발생하는 과전압을 케이블 외장의 절연내력 이하로 제한할 목적으로 크로스보드접지가 이루어지는 절

연접속함의 접지단자에 설치한다. 이때, 접속함의 접지단자를 서로 연결하는 접지선은 접지선의 임피던스에 의해 접지선에 유기되는 써어지 전압 때문에 방식층 보호장치의 동작특성에 영향을 줄 수 있다.

따라서, 방식층 보호장치의 결선방식은 가능한 한 저임피던스의 접지선을 사용하여 짧은 길이로 연결함으로써 방식층 보호장치의 동작특성을 좋게 하고, 절연접속함에 걸리는 전압을 낮출 수 있어야 한다. 이에 결선방식은 대지간접지방식과 더불어 CIGRE방식, 동판방식, 교락접지방식, 교락비접지방식등이 고려되고 있으나, 본 논문에서는 다음과 같은 대지간접지방식, 교락접지방식 및 교락비접지방식에 대한 뇌써어지 해석을 하였다.

#### 2.1 대지간접지방식

삼상일괄형 또는 단상형 보호장치를 설치하며, IV전선을 접지선의 리드선으로 사용하여 보호장치와 절연접속함의 접지단자를 연결한다. 리드선의 길이가 긴 경우에는 보호장치의 단자전압을 제한할 수 있어도 절연접속함의 양단자 전압을 제한할 수 없는 경우가 많다. 그림 2.1은 대지간접지방식의 개략도를 나타낸 것이다.

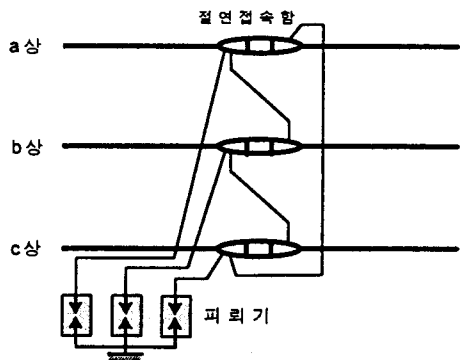


그림 2.1 대지간접지방식

## 2.2 교락접지방식

소형의 보호장치를 절연접속함의 상부에 설치함으로써 절선길이를 매우 짧게 할 수 있는 방식이기 때문에 접지단자간의 시이쓰 유기전압을 억제할 수 있지만, 보호장치가 2개가 직렬로 연결되어야 하므로 보호회로의 이상시(단락 또는 단선)에는 다른 방식에 비해 대단히 위험하다. 그림 2.2는 교락접지방식의 개략도이다.

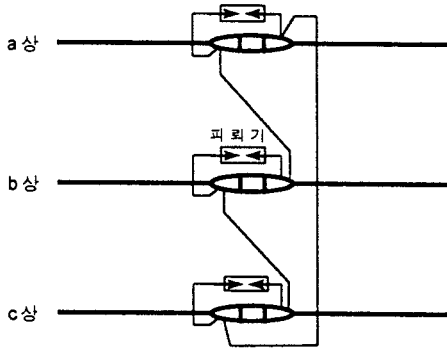


그림 2.2 교락비접지방식

## 2.3 교락비접지방식

교락비접지방식은 교락접지방식과 같으나 절연접속함 양단에 한 개의 보호장치를 설치하는 방식이다. 이 방식은 절연접속함의 양단전압을 충분히 낮출 수 있으나, 접속함의 접지단자와 대지간의 전압을 제한할 수 없는 단점이 있다. 그림 2.3은 교락비접지방식의 개략도이다.

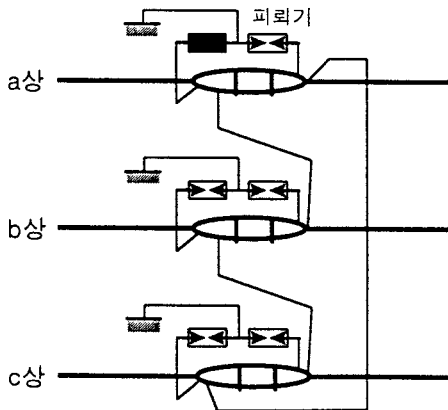


그림 2.3 교락접지방식

## 3. 해석결과

### 3.1 상정조건

대지간접지방식과 교락접지방식 및 교락비접지방식에 대한 뇌써어지 해석을 위하여 아래와 같은 조건을 가정하였다.

해석하고자 하는 기본계통모델은 그림 3.1에 나타내었다.

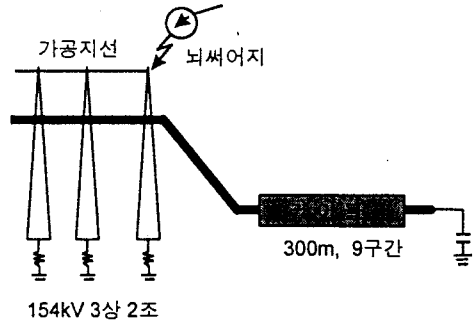


그림 3.1 기본계통 모델

- 1) 뇌써어지의 크기는 130kA로 애자런 50% 섬락전압 ramp과  $8 \times 20\mu\text{s}$ 로 가정하였다.
- 2) 방식층 보호장치 리드선의 저항과 인덕턴스 그리고 접지선 리드선의 저항과 인덕턴스도 각각  $R=0.0922E-3[\Omega/\text{m}]$ 와  $L=0.0968E-3[\text{mH}/\text{m}]$ 로 가정하였다.
- 3) 방식층 보호장치의 v-i 특성

전류 [A]	전압 [kV]	전류 [A]	전압 [kV]
$10^{-3}$	8.5	100	9.9
$10^{-2}$	8.65	1,000	10.95
$10^{-1}$	8.85	5,000	12.6
1.0	9.0	10,000	14.0
10	9.3	20,000	15.0

- 4) 방식층 보호장치의 공칭방전전류와 제한전압은 각각 10kA와 14kV로 가정하였다.

### 3.2 해석에 사용한 데이터

- 1) 케이블 종류
  - 선종 : OFAZE 2000mm<sup>2</sup>
  - 길이 : 300m, 9구간(크로스본드 대구간 3개)
- 2) 철탑모의
  - 철탑은 154kV 송전용으로서 3상 2조 역상배열로 모의 하였으며, 철탑탑각저항은 10Ω, 철탑간의 거리는 300m로 각각 8기를 모의하였다.

### 3.3 해석결과

크로스본드선의 길이를 각각 5m, 10m 그리고 보통접속함의 접지저항을 5Ω, 25Ω 또한 방식층 보호장치의 리드선의 길이도 각각 5m, 10m로 다르게 하여 방식층 보호장치 결선방식별로 과전압을 해석하였다.

다음 표 3.2은 접지저항이 5Ω일 경우, 크로스본드선의 길이가 각각 5m, 10m의 방식층 보호장치의 리드선도 5m, 10m일 경우의 결선방식별 절연통간 전압, 시이쓰 유기전압 및 크로스본드선에 유기되는 과전압의 크기를 나타낸 표이다.

표 3.2 접지저항이 5Ω일 경우 결선방식별 과전압의 크기

결선방식	과전압의 크기		절연통간 전압[kV]		시이쓰 유기전압[kV]		크로스본드 전압[kV]	
	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m
대지간 접지방식	-35.1	-51.1	20.5	25.2	4.84	9.79		
교락 접지방식	-28.0	-31.8	17.4	20.8	3.23	6.81		
교락비 접지방식	-16.9	-19.5	64.7	67.4	1.63	7.16		

그리고 표 3.3은 접지저항이 25Ω일 경우의 크로스본드선의 길이가 각각 5m, 10m와 방식층 보호장치의 리드선의 길이도 5m, 10m일 경우의 결선방식별 절연통간전압, 시이쓰 유기전압 및 크로스본드에 유기되는 과전압의 크기를 나타낸 표이다.

표 3.3 접지저항이 25Ω일 경우 결선방식별 과전압의 크기

결선방식	과전압의 크기		절연통간 전압[kV]		시이쓰 유기전압[kV]		크로스본드 전압[kV]	
	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m
대지간 접지방식	-34.1	-41.9	30.1	35.7	4.61	9.63		
교락 접지방식	-28.6	-31.6	26.1	29.7	3.18	6.68		
교락비 접지방식	-16.9	-18.8	64.7	67.4	1.64	7.10		

### 3.4 결과분석

접지저항과 크로스본드 리드선의 길이와 방식층 보호장치 리드선의 길이에 따라 결선방식별로 과전압의 크기를 비교해 보았다.

첫째, 접지저항의 경우 시이쓰 유기전압의 크기는 교락비접지방식, 대지간접지방식, 교락접지방식 순이며

둘째, 길이의 경우 시이쓰 유기전압의 크기는 교락비접지방식, 대지간접지방식, 교락접지방식 순이

다.

셋째, 접지저항의 경우 절연통간압의 크기는 대지간접지방식, 교락접지방식, 교락비접지방식 순이며

넷째, 길이의 경우 절연통간압의 크기는 대지간접지방식, 교락접지방식, 교락비접지방식 순으로 나타났다.

다섯째, 접지저항이 높고, 리드선의 길이가 길수록 시이쓰 유기전압과 절연통간 전압도 높아지는 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 지중송전계통의 방식층 보호장치 결선방식별 그리고 접지저항별, 리드선의 길이별로 과전압의 크기를 비교하였고, 다음과 결론을 얻었다.

- (1) 크로스본드 리드선의 길이, 방식층 보호장치 리드선의 길이 및 접지선의 길이가 짧을수록 과전압의 크기가 낮은 것으로 나타났다.
- (2) 접지저항이 5Ω일 경우가 25Ω일 경우보다 과전압의 크기가 낮게 나타난 것을 볼 때 접지저항의 크기가 낮을수록 케이블의 방식층에 유기되는 과전압의 크기가 낮은 것으로 나타났다.
- (3) 방식층 보호장치 결선방식중에서 교락비접지방식이 시이쓰 유기전압의 크기가 가장 높고, 절연통간 전압이 가장 낮은 것으로 나타났다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 吉川舜二 外, “電力ケーブルクロスバンド部のシース誘起電壓制限方法について”, 電氣學會全國大會, 1981.
- [2] 한국전력공사, “지중송전 케이블의 써어지 보호 대책에 관한 연구”, 1993. 6.
- [3] 電力中央研究所 研究報告:74013, “架空送電線と地中ケーブル接続系統における雷サージの數値解析, 昭和 49年
- [4] EMTP Rule Book, BPA, 1986.