

송전선로와 수목과의 전기적 섬락특성

이형권 조연구 강희권 유철환
 한국전기연구원 한국전력공사 한전중앙교육원

A Study on the Electrical Impulse Characteristics Between Transmission Line and Trees

Lee,H.K. Cho,Y.K. Kang,H.K.
 KERI KEPCO

Abstract - Our transmissions are mostly constructed on the mountains and passing over the mountains. The height of transmission lines are generally decided from the trees on the mountains. The height of the transmission lines is very important, because it has an effect on construction and maintenance costs of the transmission lines. We carried out tests for electrical impulse characteristics between trees and transmission lines, and suggested the test results

때문에, 첩탑부분에서의 절연특성에 대해서만 고려하기 때문에 여겨진다. 따라서 송전선로와 수목간의 전기적인 섬락특성은 직접 실험에 구할 수밖에 없다. 일반적으로 표준 봉갓을 이용한 섬락특성에 대해서는 이미 발표된 문헌들이 있기 때문에 대략의 섬락 발생 가능 범위를 추정할 수 있는데, 갓 종류별 개폐임펄스섬락특성은 그림1과 같고, 이의 실험식은 식(1)과 같다. 뇌 임펄스에 대한 섬락특성은 그림2와 같고, 이의 실험식은 식(2)와 같다.

1. 서론

우리나라의 송전선로는 대부분 산악지를 경유하고 있어서 송전선로의 지상고 높이가 대부분 수목에 의해 정해진다고 볼 수 있으며, 이로 인해 송전선로와 수목과의 전기적인 특성이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 송전선로의 지상고 높이는 송전선로의 건설비, 유지보수비 등과 밀접한 관계가 있어 건설, 운영측면에서도 중요한 설계사항이다. 전기설비기술기준 제148조에 송전선로와 수목과의 이격거리가 규정되어 있다. 그러나 이러한 규정에 대한 구체적인 근거자료는 현재 알려진 바가 없어서 기술적인 적정성에 대해 한번쯤 검토해 볼 여지가 있는 부분이다. 따라서 본 연구에서는 송전선로와 수목과의 전기적인 특성에 따른 이격거리 산정 근거자료 제시의 일환으로서 송전선로와 수목과의 전기적인 섬락특성에 대한 실험 및 분석결과를 제시하였다.

2. 송전선로와 수목과의 섬락현상

송전선로와 수목 간에 발생할 수 있는 전기적인 섬락 현상은 두 가지 경우를 고려할 수 있다. 한 가지는 수목이 성장하여 송전선로와의 거리가 가까워져 발생하는 경우이고, 또 한 가지는 송전선로가 바람에 의해 횡진하면서 주변에 있는 수목과 거리가 가까워져 섬락되는 경우이다. 그런데 송전선로가 바람에 의해 횡진하면서 발생할 수 있는 섬락현상은 송전선로의 경과지 선정시 이에 대해 충분히 검토하여 송전선로를 건설하기 때문에 이러한 섬락현상에 대해서는 우려되는 부분이 없다고 볼 수 있다. 그러나 수목이 성장하여 섬락현상이 발생하는 문제는 피할 수 없는 현상이다. 때문에 유지보수시 선하지 수목이 어느 정도 자라던 벌채를 하고 있다.

수목이 자라서 송전선로와의 이격거리가 가까워지게 되면, 수목과 전선간의 공기절연이 파괴되어 지락사고가 발생하게 되는데, 선하지 수목이 송전선로에 미치는 영향 중 가장 바람직하지 못한 현상이라 할 수 있다.

수목은 일반적인 전극과는 다른 형상을 하고 있고 수목 자체도 완전한 도체라고 볼 수도 없기 때문에 수목과 송전선로와의 전기적인 섬락현상이 어떻게 나타날지는 정확하게 알 수가 없으며, 이에 대한 실험식이나 발표된 문헌도 찾아보기가 어렵다. 이러한 이유는 일반적으로 지장물과 송전선로와의 이격거리가 첩탑부분에서 가장 가깝고 기타 시설물이나 수목과의 이격거리는 훨씬 크기

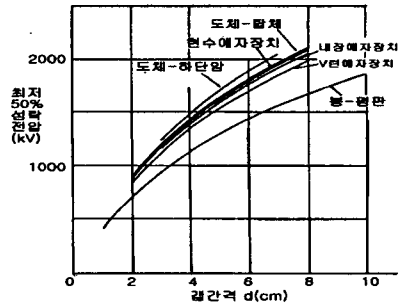


그림1. 갓 종류별 개폐임펄스 섬락전압 특성 (일본 CRIEPI실험치)

$$V_{50} = k \cdot 1080 \ln(0.46d + 1) \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

여기서 V_{50} : 최저 50%섬락전압 (kV)
 d : 갓간격 (m)

k : 갓계수

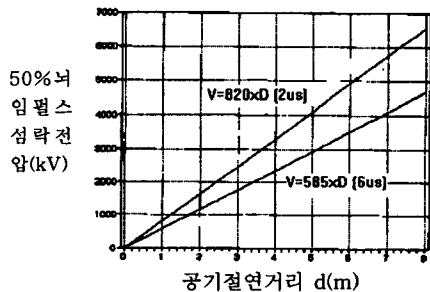


그림2. 표준 봉갓에 대한 50% 뇌임펄스 섬락전압특성

$$V = 550l + 80 \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

여기서 V :봉-봉갓 정극성 50%뇌임펄스섬락전압 (kV)
 l : 갓간격 (m)

수목은 일반적인 전극과는 달리 형상이 일정하지 않고, 계절에 따라 형상이 달라질 수 있는 등으로 인해 섬락특성이 일정치 않을 것으로 보여진다.

3. 송전선로와 수목과의 섬락특성 실험 및 분석

본 연구에서는 송전선로와 수목과의 섬락특성이 어떻게 나타나고 어느 범위에서 섬락이 발생하는지 파악하기 위해 한전 고장 초고압시험장의 임펄스시험설비를 이용하여 송전선로와 수목과의 이격거리에 따른 섬락특성 실험을 하였다.

3.1 실험개요

실험은 보다 정확한 데이터 확보를 위해 실규모급 실험설비를 구축하여 실시하였다

• 임펄스시험장

고장 초고압시험장내 임펄스시험장을 이용하여 시험하였는데, 설비구성 및 배치는 그림1과 같다. 시험장에는 3개의 첩탑이 있어 실제와 비슷한 상황으로 시료를 구성하여 섬락시험을 할 수 있도록 되어 있다.

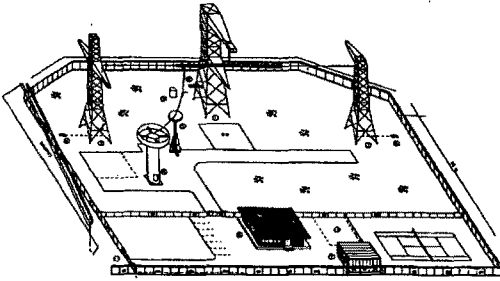


그림 1. 임펄스시험장 실험설비 구성도

• 수목종류 및 크기

실험용 수목으로는 느티나무와 소나무를 선정하였다. 이는 송전선로 선하지의 수목 중 소나무가 많은 부분을 차지하고 있기 때문이다. 그리고 소나무 만에 대한 시험으로 최종적인 수목의 전기적인 섬락특성을 제시하기에는 객관적인 타당성이 부족할 수가 있어, 소나무 외에 나뭇잎이 많은 활엽수 계통의 느티나무를 선정하였다. 수목의 높이는 약 5(m) 정도로 선정하였다. 이는 구입과 식재의 편리성을 고려하고 실험설비의 규모도 고려한 것이다.

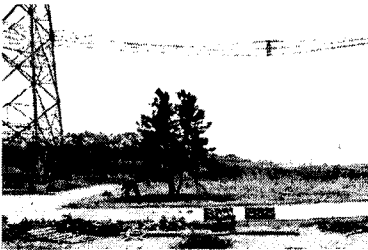


그림 2. 실험용 소나무 식재상태



그림 3. 실험용 느티나무 식재상태

• 선로구성 및 수목식재

실험용 모의선로는 765kV 송전선로를 고려하여 6도

체 송전선로로 구성을 하였고, 동일조건에서 345kV급에 대해서도 실험하였다. 실험용 수목으로 사용할 소나무, 느티나무는 시험선로의 중앙 지점에 식재하였고, 이는 그림2, 그림3과 같다.

3.2 실험 및 분석

기본적인 실험방법은 일반적으로 임펄스섬락 시험시 적용하고 있는 IEC 60383-2의 근거했고, 실험전압은 765kV와 345kV 송전선로를 고려하여 각 송전선로의 절연설계 내전압 범위를 기준으로 하여 정하였다. 즉 두 송전선로의 절연설계시 적용한 50%섬락전압치를 기준 이격거리로 정한 후, 상하 일정범위에서 섬락실험을 하였다. 항목별 실험결과는 표1과 같고, 실험상황 예는 그림9, 그림10과 같다.

주요 실험결과를 나타내보면 표1과 그림4에서 그림8과 같다.

표 1. 섬락특성 실험결과

수목 시험목	소나무		느티나무		비고
	345kV	765kV	345kV	765kV	
정극성 임펄스 섬락 전압	설비고장으로 정극성 발생 불가 및 부극성 시험결과로 추이 가능				• 뇌임펄스는 부극성 특성을 갖고 있으며, 정극성과 부극성 섬락전압의 차이가 크지 않음 • 느티나무 765kV급에 대한 시험은 설비고장으로 일부전압에 대한 시험만 실시했음
부극성	그림4 참조	그림5 참조	그림4 참조	전압발생 가능한 부분까지 진행	
개폐 임펄스 섬락 전압	정극성 부극성	정극성 부극성	정극성 부극성	시험기의 전압발생 불가	• 시험도중 임펄스시험기의 고장으로 부극성 시험불가 • 섬락전압은 정극성이 부극성보다 낮으므로 정극성 값만 적용하여 검토 가능함
부극성	설비고장으로 부극성 발생불가				

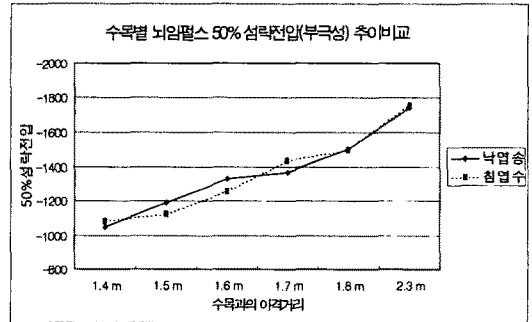


그림 4. 수목별 뇌임펄스 50%섬락전압(345kV급)

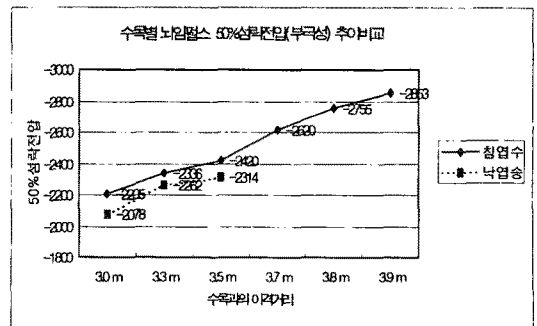


그림 5. 수목별 뇌임펄스 50%섬락전압(765kV급)

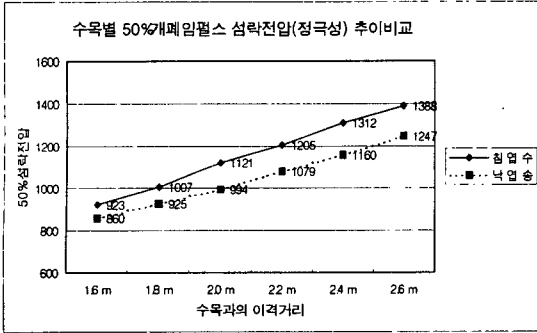


그림 6. 수목별 개폐임펄스 50%섬락전압(345kV급)

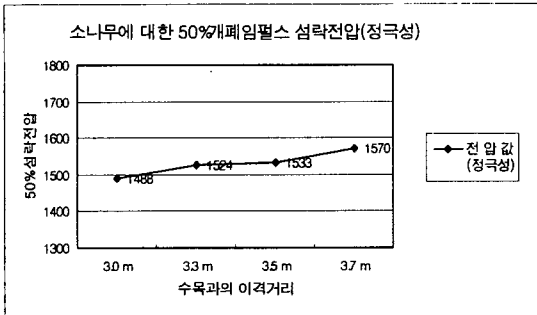


그림 7. 소나무 개폐임펄스 50%섬락전압(765kV급)

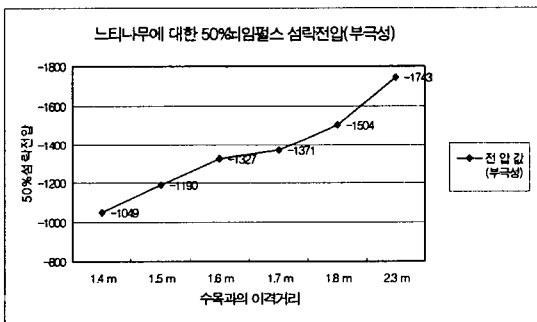


그림 8. 느티나무 개폐임펄스 50%섬락전압(345급)

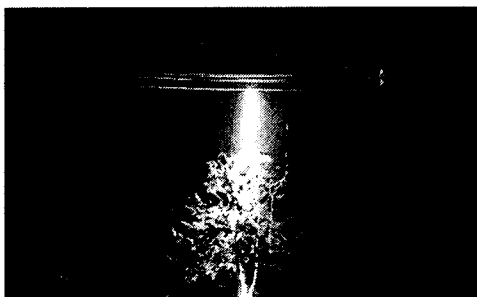


그림 9. 소나무와 시험선로와의 섬락현상

- ① 소나무가 느티나무보다 섬락전압이 다소 큰 것으로 나타났는데, 이는 느티나무의 넓고 많은 잎 때문인 것으로 여겨짐
- ② 실험시 수목과 잎이 바람에 의해 움직이고, 정확한 이격거리 측정의 어려움으로 상기 실험치는 하나의 범위값으로 볼 필요가 있다.

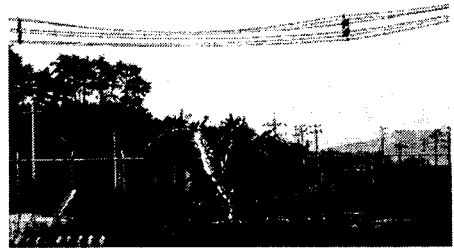


그림 10. 느티나무와 시험선로와의 섬락현상

- ③ 50%개폐임펄스 섬락전압은 소나무가 10%정도 느티나무보다 높은 것으로 나타났다.
- ④ 송전선로와 수목과의 섬락전압특성은 봉-봉갭에 대한 일반적인 실험식으로 계산된 값보다 대체적으로 큰 것으로 나타났다.

4. 결 론

우리나라와 같이 산악지가 많은 경우 송전선로의 지상고 높이가 대부분 수목에 의해 결정되고, 송전선로의 지상고는 건설비, 유지보수비와 직결되는 관계로 송전선로와 수목과의 이격거리는 매우 중요한 설계사항 중의 하나이다. 따라서 송전선로와 수목과의 전기적 이격거리 설계근거가 확보될 필요성이 있을 것으로 여겨져, 실규모 실험을 통해 송전선로와 수목과의 전기적인 섬락특성을 제시하였다. 본 연구결과는 향후 송전선로의 지상고 산정 검토시, 송전선로에 의한 수목화재 발생에 의한 사고 분석시 등에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전기관계법규집, 기다리, 1998
- [2] 전기설비기술기준, 일본전기협회 발행
- [3] EPRI, Transmission Line Reference Book 345kV and Above
- [4] 765kV 송전선로공기절연거리 실증연구, 한국전력공사, 1996. 11