

낙뢰분석 프로그램 개발과 이를 이용한 뇌격위치표정시스템의 낙뢰파형 분석결과

우정욱, 심웅보
전력연구원

Development of Lightning Parameter Analysis Program and
Analysis Result of LPATS Lightning Waveforms

Woo Jung-Wook, Shim Eung-Bo
KEPRI (Korea Electric Power Research Institute)

Abstract - To study the basic research of the lightning parameter for power system operation, LPATS(Lightning Position and Tracking System) has been introduced since 1995 in KEPCO.

We have developed the lightning parameter analysis program. We obtained the various statistical distribution of lightning current parameters from 1995 by this program.

In this paper, we describe LPATS system configuration, the algorithm of the program and the statistical distribution of lightning current parameters from 1996 to 1997.

1. 서 론

가공송전선은 가혹한 환경 속에 노출되어 있으므로 주요사고 원인은 자연조건이며 그 중에서도 낙뢰에 의한 사고가 가장 많다.(약 40%) 낙뢰로 인한 피해는 주로 전력설비 지상구조물 및 인명에 손상을 주며, 송전계통 정전으로 대정전 사고를 유발하며, 뇌씨지로 인한 전자 유도장해(통신두절, 계전기 오동작, 전자회로 손상)등을 들 수 있다. 현재까지 축적된 데이터에 의하면, 68~92년까지의 25년 평균 뇌일수는 12.19일로, 계절별로는 6~8월에 67.7% 정도가 집중된다[1].

따라서, 적절한 절연설계는 직접적인 전력설비 피해의

감소뿐만 아니라 전력공급 신뢰도 확보측면에서도 중요하며, 뇌씨지 전압에 대한 절연설계의 기초조건이 되는 뇌격전류 파라미터에 관한 데이터 확보가 필요하다. 해외에서는 뇌방전 현상에 관한 연구를 장기간 수행하여 그 결과를 바탕으로 절연설계 기술을 향상시켜 왔으며, 국내에서는 IKL도 작성, 뇌격전류 측정을 위한 조사연구 등 기초적인 연구는 진행되어 왔으나, 자동측정장치 및 분석 프로그램에 의한 체계적인 연구는 이루어지지 않고 있었다.

이 논문에서는 95년부터 한전에 의해 설치되어 운용 중인 낙뢰자동 측정장치인 뇌격위치 표정시스템(LPATS)에 대해 설명하고, 여기서 얻어진 낙뢰 데이터를 이용하여 뇌격전류에 대한 각종 통계분석을 하기 위하여 개발된 낙뢰분석 프로그램의 알고리즘을 설명하였다. 또한, LPATS 데이터인 낙뢰자료(*.LGT)와 파형자료(*.W) 두 가지 종류의 데이터 중에서, 이 논문에서는 특별히 파형자료에 대한 분석 내용을 설명하였다.

2. 본 론

2.1 한전 LPATS 시스템의 개요

KEPCO에서는 95년부터 미국 ARSI(Atmospheric Research System, Inc)가 개발한 도달시간차 방식(TOA:Time of Arrival)의 낙뢰감지기인 LPATS(Lightning Position and Tracking System)를 도입하여 운용하고 있다[1,2].

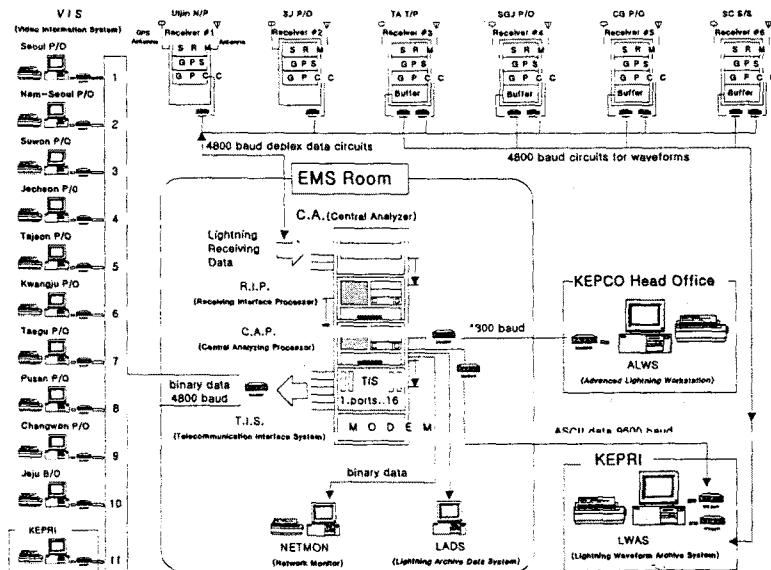


그림 1 한전 LPATS System 구성도
Fig. 1 Scheme of KEPCO LPATS system

시스템의 낙뢰감지효율 및 위치 정확도를 고려하여 태안, 신강진, 창공등 그림 1과 같이 6개소의 수신기가 설치되어 있다. 또한, 낙뢰파형 분석을 위해 수신기중 지리적적으로 가장 멀리 떨어져 있는 4곳에 파형버퍼를 설치하여 전력연구원과 연결하여, 동일 낙뢰가 각 지점에서 어떤 형태의 파형을 가지는지 분석 가능하다.

중앙분석장치 및 주변장치는 본사 EMS 전산실에 설치되어 있으며, 전력계통 운용요원이 낙뢰의 발생현황과 진로를 추적하여 전력계통 운용에 대비할 수 있으며, 연구원에서도 분석 가능하도록 각 본사, 전력관리처 및 전력연구원에 화면표시장치를 설치하였다.

낙뢰감지 수신기는 낙뢰감지 수신기 모듈, 자료처리 및 통신 모듈, GPS, 낙뢰파형 버퍼로 구성되어 있으며, 중앙분석기(CA)는 처리기(Processor)와 통신장치(TIS)로 구성되어 있으며, 처리기는 수신기 인터페이스처리기(RIP)와 중앙분석처리기(CAP)로 구성되며 각각은 별도의 소프트웨어를 갖는다.

통신 접속장치는 중앙분석기로부터 받은 정보를 저장하거나 전송하는 장치이다. 자료기록장치는 팜 디스크가 내장된 PC로서 운영체제는 DOS이며 자료기록 기능을 수행하는 소프트웨어는 하드 드라이버 상에 저장되며 팜 디스크의 드라이버 소프트웨어는 전원 및 시스템상의 결합이 있을 시 자동적으로 재 동작할 수 있도록 구성되어 있다.

낙뢰파형 분석장치는 낙뢰 감지기에서 감지된 극성, 발생시간, 진폭의 최대값, 시간별 최고발생번호, 첫 번째로 극성이 변화하는 시간 등과 같은 낙뢰의 전기적인 특성을 결정 및 출력하며 낙뢰파형을 중앙 분석기(CA)에서 해석 또는 분석한 낙뢰 자료와 연계시켜 여러 낙뢰감지 수신기로부터 수신된 모든 낙뢰파형 데이터를 한 그룹으로 하드 드라이버 상에 일자별 파일순으로 저장하며, 특정 파형 데이터를 검색 또는 컬러 모니터 상에 표시하거나 칼라 프린터에 그래픽 형태로 출력할 수 있다.

2.2 낙뢰분석 프로그램

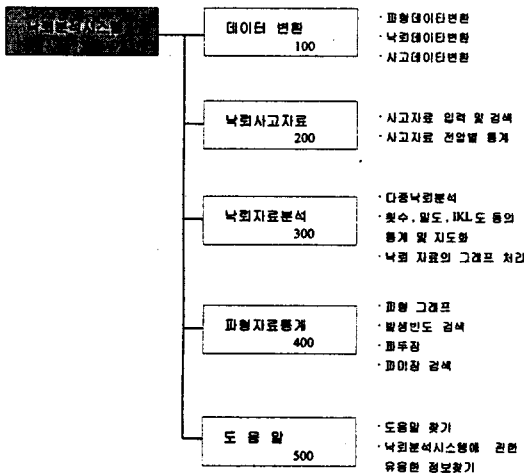


그림 2 LPATS 분석 프로그램 개요
Fig. 2 LPATS Analysis Program

국내 고유의 낙뢰 특성 분석을 위한 데이터베이스 구축, 다양한 분석, 통계 수단 제공 등을 통하여 송전선로의 신뢰도 향상을 위한 자료로 활용하고, 사고예방, 송전선 설치 및 운영을 위한 기본자료를 제공하며, 편리한 GUI를 통한 지속적인 시스템 운용을 위하여 LPATS용 낙뢰분석 프로그램을 개발하였다. [1]

그림 2에서와 같이 낙뢰자료와 파형자료를 낙뢰자료 DB와 파형자료 DB로 각각 데이터베이스화하여 언제든지 사용자가 통계처리에 이용할 수 있도록 하였다.

낙뢰자료 DB를 이용하여 뇌격의 지역별, 월별, 시간대별, 크기별 분포를 통계 처리할 수 있으며, 송변전설비 절연설계 자료인 연간뇌우일수도를 그릴 수 있게 하였다.

또한 뇌격크기를 누적빈도분포곡선으로 표현하여, 한 반도 고유의 뇌격특성을 수식을 만들어 준다. 파형자료 DB를 이용하면 뇌격전류의 파두장, 파미장, 상승률, 크기 등의 통계 자료를 얻을 수 있어, 이 또한 송변전설비 절연설계 자료로 활용할 수 있다.

2.3 낙뢰 파형자료에 대한 분석 결과

현재 운용중인 LPATS에 저장되고 있는 자료는 낙뢰자료(*.1, *.LGT)와 파형자료(*.W) 두 가지가 있으나, 이 논문에서는 파형자료에 대한 통계 내용인 파두장, 파미장, 상승률 등의 내용에 대해 분석하였다.

낙뢰의 정의에서는 10 km 이내, 500 msec 이내의 낙뢰는 동일낙뢰의 다중낙뢰로 정의하였다. 낙뢰의 분석대상기간은 96년 1월 1일부터 97년 12월 31일까지를 선택했다.

전체 뇌격중에서 부극성의 뇌격이 약 80%, 정극성이 약 20% 정도를 기록하고 있어서 세계적인 추세와 비슷한 수준이 됨을 알 수 있었다.

그림 3은 96년, 97년도 파형자료에 의한 뇌격의 월별 분포를 보여주고 있다. 태풍이 많은 7월, 8월, 9월에 대다수의 낙뢰가 집중되고 있음을 알 수 있어서 하계 낙뢰에 의한 피해에 대한 주의가 필요하다.

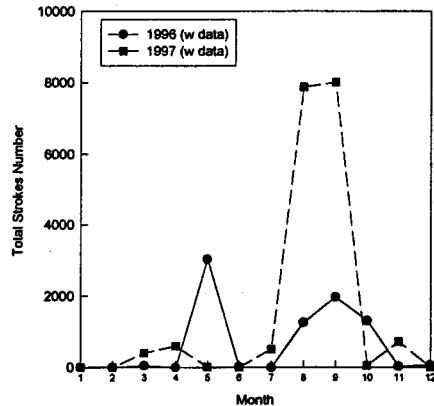


그림 3 월별 뇌격분포
Fig. 3 Lightning Distribution Per Month

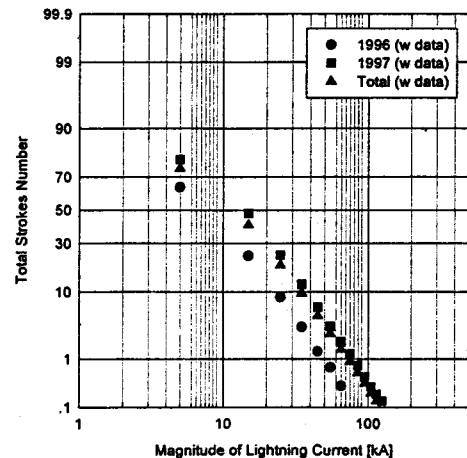


그림 4 뇌격누적분포
Fig. 4 Lightning Cumulative Distribution

지리적으로 가까운 일본에서는 현재 동계뇌의 빈도가 높아지고 있을 뿐만 아니라, 그로 인한 피해가 늘어나고 있는 추세로 우리나라와는 크게 다른 양상을 보여주고 있어서, 비교 검토가 추후 필요하리라 여겨진다[3].

2년 중에서 가장 큰 뇌격이 기록된 경우는 부극성 뇌격이 97년 7월 16일에 기록된 것으로 위도 34.4742/경도 126.2548 지역에서의 -141.1 kA이었으며, 정극성 뇌격은 97년 4월 2일에 위도 33.3538/경도 126.3716 지역에서의 195.7 kA이었다.

그러나, 대개는 50 kA 이하로 20 kA 전후의 값이 대부분을 차지하고 있었으며, 그림 4는 실제 낙뢰파형 데이터를 이용하여 뇌격크기의 누적분포를 그린 그림이다.

LPATS의 수신기를 통해 실제로 잡히는 파형의 형태가 그림 5에 나타나 있다. 그림에서 보듯이 이 파형에는 경위도 형태의 위치정보, 극성 및 크기, 상승률, 동작 감지기 번호 등의 정보를 내포하고 있다.

따라서, 그림 5와 같은 파형자료를 이용하여 그림 6과 같은 정의에 의해, 각각의 낙뢰파형에 대한 파두장, 파미장, 상승률을 계산할 수 있다.

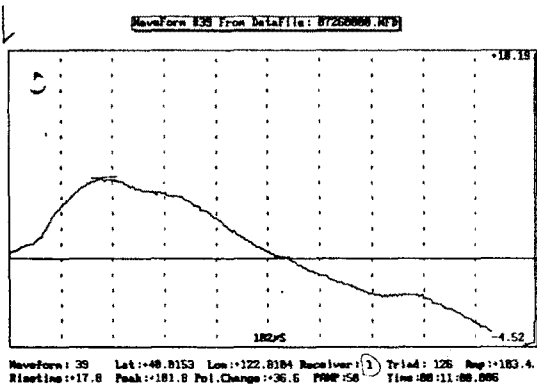


그림 5 낙뢰파형의 예
Fig. 5 Lightning Waveform(Example)

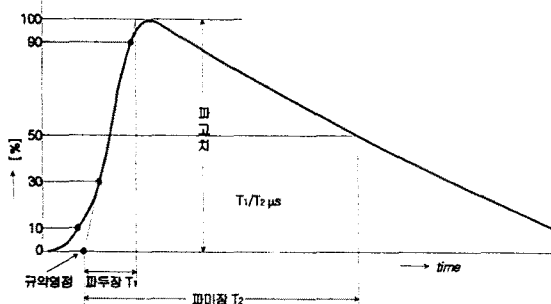


그림 6 낙뢰파형의 정의
Fig. 6 Definition of Lightning Waveform

각 파형들에 대한 계산내용을 통계·처리한 결과, 96년과 97년의 2년간 파두장의 평균값은 3.24 μsec , 파미장의 평균값은 11.02 μsec , 상승률의 평균값은 1.4 $\text{kA}/\mu\text{sec}$ 를 기록하고 있다.

이 결과를 외국과 비교한 데이터가 표 1이다. 국내 데이터는 일본이나 Berger 값에 비해 대체로 낮은 값을 보여주고 있으며, 이는 실제로 국내의 낙뢰가 외국에 비해 그 크기와 적을 뿐 아니라 지역특성과 측정장비 오차에 의한 부분도 상당히 포함되어 있으리라 여겨진다.

또한, 외국의 자료의 경우 수년간 축적된 자료에 의한 것으로 국내 자료는 2년뿐인 짧은 기간의 자료이므로,

추후 장기간의 데이터 확보에 의한 신뢰도 보정작업이 필요하다[4].

가공선과 지중선의 접속 계통의 경우 케이블내의 반사에 의해 써지가 중첩되어 전압이 상승하는 현상 때문에 파미장의 영향을 크게 받게 된다.

외국의 경우에는 누적분포 90 %치 정도인 70 μsec 의 값을 내뢰 설계시에 사용하고 있다. 같은 방식으로 국내 자료를 이용하여 누적분포 90 % 때의 값을 취하면 그 절반정도인 30 μsec 의 값을 얻을 수 있었다.

결과적으로 계속적인 자료확보와 통계작업이 필요하지만, 현재까지의 자료를 가지고 송변전설비의 절연설계시 설계치를 추천한다면, 크기(과고치) 40 kA, 파두장 1 μsec , 파미장 30 μsec 인 임펄스 파형을 추천할 수 있다. 단, 이 값은 추후 10년 정도의 보정작업이 필요하다.

표 1 파라미터 비교

Table 1 Parameters Comparative

항 목	측정자 (국가)	95 %	50 %	5 %
파두장 [μs]	KEPRI	0.3	2.3	18
	일본	1.8	5.5	8
	Berger	1.8	5.5	18
파미장 [μs]	KEPRI	3	10	41
	일본	22	40	85
	Berger	30	75	200
상승률 [$\text{kA}/\mu\text{s}$]	KEPRI	0.2	1.5	12
	일본	1.3	5	22
	Berger	5.5	12	32

주) 95 %, 50 %, 5 %는 누적빈도분포상의 값을 의미한다. 즉, 그 확율이상을 누적한 값이다.

3. 결 론

이 논문에서는 한전의 뇌격위치 표정시스템에 대해 설명하고, 뇌격전류에 대한 각종 통계분석용으로 개발된 프로그램의 알고리즘에 대해 설명하고, 파형자료에 대한 분석 내용을 설명하였다.

최근 2년간의 한반도 뇌격의 평균값은 파두장 3.24 μsec , 파미장 11.02 μsec , 상승률 1.4 $\text{kA}/\mu\text{sec}$ 를 기록하고 있었으며, 외국의 경우와 비교하면 대체로 낮은 값을 보여주고 있다. 따라서, 절연설계시 설계치를 추천한다면, 크기 40 kA(1/30 μsec)인 뇌격전류를 추천한다.

한전에서는 LPATS 시스템의 신뢰도 향상을 위하여 뇌격 직접측정시스템에 의한 비교·분석연구를 계속해서 수행할 예정이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 우정욱, 심용보, "LPATS를 이용한 뇌격누적분포곡선 작성에 관한 연구", 최종보고서, 1998. 5
- [2] 한전 계통운용처, "전력계통 낙뢰감지 및 진로예측시스템 개발에 관한 연구", 최종보고서, pp. 55~90, 1995. 6
- [3] CRIEPI, "발변전소 및 지중송전선의 내뢰설계 가이드 북", 종합보고T40, pp. 31~53, 1995. 7
- [4] 서정운 외, "뇌격전류 파라미터 측정을 위한 조사연구", 최종보고서, pp. 44~54, 1990. 11