

765kV 시험선로를 이용한 전기환경장해 특성연구

* 김정부, 조성배, 신구용, 이동일
*** 구자윤
(*한전기기술연구원)
(***한양대학교)

** 양광호, 안희성, 배정호
**** 민석원
(*한국전기연구소)
(****순천향대학교)

Study on Electrical Environmental Obstacle Using a 765kV Double Circuit Test Line

* Jeong Boo Kim, Seong Bae Jo
Goo Yong Shin, Dong Il Lee
Ja Yoon Koo
(* KEPCO Research Center)
(*** Han Yang University)

** Kwang Ho Yang, Hee Sung Ahn
Jeong Hyo Bae
Seok Weon Min
(** KERI)
(**** Sun Cheon Hyang University)

ABSTRACT

This paper describes electrical environmental study of a 765kV double circuit test line.

Corona performance on several candidate conductor bundles has been investigated in the corona cage (single phase simulation facility) since 1984. We have known that six RAIL conductor bundle is the most suitable for the 765kV transmission Line. [3]

To investigate electrical environmental impact of the future commerciale line, we build a full scale 765kV test line in 1993.

The test results of Audible Noise, Radio interference, TV Interference from August, 1993 to Jan. 1994 were measured as 48.7[dBA](L₅₀), 57.4[dBμV/m](Fair weather, L₅₀), 14.5[dBμV/m](Fair weather, L₅₀).

We have found that the Audible Noise data were very close to the predicted(48.5[dBA]) by BPA Corona and Field Effects Computer program, however, the RI and TVI data were much higher than predicted(42 [dBμV/m], 7.9[dB μV/m]) by the BPA program. We have investigating the reason of the difference.

In the constructing of full scale test line, we developed the tubular tower, 765kV test transformer and hardwares of 765kV transmission line insulator strings.

Also we will investigate the effects of plants under the 765kV test Line.

I. 서론

최근의 5년간 한전의 전력수요는 년평균성장률 12%로서 1993년 최대전력 수요는 22,112천 KW이지만, 2006년에는 약 48,000천 KW, 2021년에는 73,000천 KW로 현재의 3~4배로 예측된다.

이러한 높은 전력수요증가와 송전선로 임지난으로 1998년까지 동해 신규원자력 전원 수송을 위한 150km, 서해 신규석탄 전원수송을 위한 180km의 765kV 송전선로 건설을 준비중에 있다.

765kV로 송전전압을 격상시 가장 문제가 되는 코로나에 의한 가청소음, 라디오잡음, TV 잡음등의 장해에 만족하는 최적도체선정, 우리지형에 알맞은 대형 송전지지물 개발, 관련

주변기기개발, 그리고 전기환경장해 기준치 수립을 위하여 외국의 水平 1회선과는 달리 세계 최초로 수직 2회선 765kV 실증시험 송전선로를 설계 건설하여 실증시험 연구를 추진중에 있다.

II. 시험선로 개요

1. 시험선로 기상조건

한국의 남서부 해안가에서 약 250m 떨어진 위치에 건설된 시험선로 부지로 부터 약 33km 북쪽에 위치한 부안 측우소에서 약 4년간 관측한 기상상태는 다음과 같다.

- 연평균 온도 분포(℃) : 하절기 : 14.1~34.6
동절기 : -15.8~13.6
- 풍향풍속 : 연간 주풍향 : 북서풍
풍속(m/s) : 평균 1.4~1.9
최대 7.0~10.8
- 상대습도 : 81 %
- 오손등급 : A ~ B지역 (ESDD 0.0625 ~ 0.125mg/cm²)
- 해 발 : 20 m
- 최대 뇌격 일수 : 4.3회(8월)
- IKL : 13회
- 시간당 평균 강수량 : 연 간 : 51mm/hr
하절기 : 9.5mm/hr
동절기 : 1.3mm/hr
연간강우일수 : 48회
- 연간 적설최수 : 41회

2. 시험선로 사양

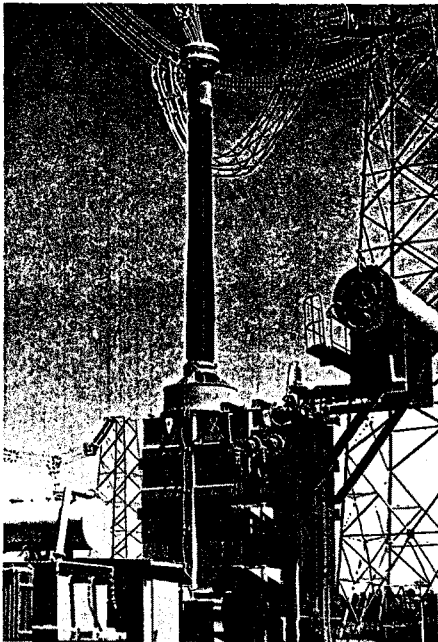
2.1 송전선로 구성

철타 4기 3경간으로 전기적, 기계적 중성점이 일치하도록 구성후 선로중앙에서 육지쪽으로 수직하게 센서를 배치토록 설계하였다.

표 1. 시험선로의 기본사항

항 목	사 양
정격전압	AC 765kV
궁장 / 경간수	0.7km / 3경간
장 주	3상 2회선 수직역상 배열
철탑형 / 기수	내장형 / 중간 2기 인류형 / 양단 2기 *1,2호기 : 강관철탑 3,4호기 : 산형강철탑
도 채 방 식	ACSR AW 483mm ² x 6
가 공 지 선	ACSR AW 120mm ² x 1 (2조)
에 자 장 치	2련 내장장치(400kN) x 29개/련 1련 현수장치(300kN) x 33개/련
최대철탑 높이	79 m

전기적 공기절연거리의 상간 16m, 상-대지간 5.25m이상 유지토록 설계 했으며, 전선 최저 지상고는 지표면 강도 6kV/m 이하가 되도록 20m로 하였다.



[765kV 시험용 변압기 전경 및 재원]

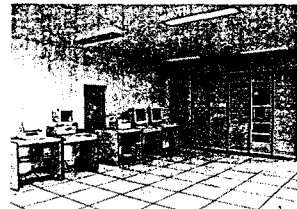
2.2 변전설비 구성

- 수전설비 : 인근 배전선로 3φ 22.9kV D/L로 수전
- 시험용변압기 : 정격은 1φ 23kV/765/√3 kV, 3MVA로써 시험전압 765kV, 800kV에서 연속사용 가능하며 최대 850kV 까지 시험가능 BIL 1.425kV로 설계하고 소음레벨은 70dB 이하 되도록 설계하여 시험에 장애가 되지 않도록 설계
- OLTC : 수전설비의 22.9kV의 전압을 수전하여 2차측 시험전압 765kV를 일정하게 유지토록 23kV/0 -25kV 범위의 탭을 설치
- Shunt Reactor : 선로가압시 선로 충전용량 (약 980KVA/상)을 보상해 주도록 1차측(22.9kV측)에 1φ 23kV 2MVA 3대를 설치

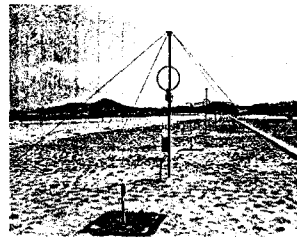
- Earthing Switch : 낙뢰로부터 기기 보호를 위하여 낙뢰감시 시스템을 이용 낙뢰근접시 선로를 주 접지망에 접지시키도록 구성

2.3 계측시스템 구성

- 코로나 소음(Random Noise) : 측정용 마이크로폰을 시험선로 중앙 최외상 선로외하(12m)와 여기서 부터 15m, 60m, 178m씩 수직방향으로 설치측정. [1] [2] [3]
- 코로나 힘 : 120Hz filter를 가진 마이크로폰으로 선로 센터로부터 -20, 20, 30, 40m지점에 설치측정. [4] [5]
- 라디오 잡음 : 두프안테나를 선로중앙으로 수직 방향으로 15m, 30m, 200m 지점에 설치측정
- TV 잡음 : Biconical Antenna를 선로중앙으로 부터 수직방향으로 52m, 92m, 200m 지점에 설치측정
- 풍소음 : 2호철탑앞과 경간중앙에 마이크로폰 1개씩 설치 측정
- 기상정보 : 온도, 습도, 기압, 풍향, 풍속, 강우강도, 일사량, 감우, 운고, 뇌, 전계강도 등 11개 항목측정
- DAS : 상기 측정치를 3분마다 동시에 측정 Magnetic Tape에 저장 보관후 통계분석에 활용



[그림 2] 계측기 및 데이터 취득장치



[그림 3] 측정 SENSOR

III. 실증시험 측정결과

실증시험장을 정상운용한 후인 5개월간('93.8.24 -'94.1.20)간 측정 데이터를 통계처리하고 Corona Cage에 의한 모의시험 결과 및 BPA 예측계산프로그램 계산치와 비교분석 하였다.

표 3.1 측정항목별 유효데이터 획득율

측정항목	원시데이터수		유효데이터수 (획득율)		측정데이터 처리기간
	Fair	Rain	Fair	Rain	
코로나 소음	50,685	1,241	39,240 (77.4%)	398 (32.1%)	'93.8.24~'94.1.20
라디오 장애	29,661	497	13,398 (45.2%)	205 (41.2%)	'93.8.24~'93.11.30
텔레비전 장애			17,191 (58.0%)	323 (65.0%)	
코로나 힘	20,696	397	16,801 (81.2%)	240 (60.5%)	

1. Random Noise

선로 중앙부터 직각방향으로 12m(최외상 직하), 27m(ROW), 72m, 190m(Back Ground Noise)위치 4개의 microphone중 설계 저점인 27m(최외상으로 부터 15m 이격지점)와 190m것을 중점적으로 통계 처리 하였다. ¹⁾

표 3.2 코로나소음의 실증시험치와 모의 및 계산치 비교

시험종류	최외상선로 직하로부터 측정거리 [m]	강우시 [dBA]	경우시 [dBA]	동가강우강도 [mm/h]		청명시 L ₅₀ 치 (Fair dBA)
				R _s	R ₅₀	
케이 지 모의시험	15	52.2 (HRL)	44.9 (WCL)	13.0 (주수 시험)	0.7 (주정 치)	42.7
시험선로 실증시험 (RN-03)	15	52.5 (L _s)	48.7 (L ₅₀)	4.9	0.9	40.6
	178	46.7	42.3			40.1
BPA 예측치	15	52.0 (L _s)	48.5 (L ₅₀)	7.0	1-2	23.5

- * HRL : Heavy Rain Level
- * WCL : Wet Conductor Level
- * Microphone height : 0.34m

상기 표 3.2에서 Fair weather L₅₀치중 모의시험과 실증시험치가 높은 것은 주위 배경잡음이 높았던 것에 기인되며 실증 시험 측정데이터는 오손 코로나와 바다 파도소리에 의해 높게 측정되었으며 장기측정을 행할경우 감소될 것으로 예측된다.

2. 라디오 잡음 측정치

선로 중앙으로부터 직각 방향으로 15m, 30m(main sensor), 200m(Back ground)위치에 loop Antena를 설치하여 측정하였다.

표 3.3 라디오 잡음의 실증시험치가 모의 및 계산치 비교

시험종류	[dB μ /m]						비 고
	센터부터 15m		센터부터 30m		센터부터 200m		
	L _s	L ₅₀	L _s	L ₅₀	L _s	L ₅₀	
코로나 케이 지	-	-	64.9	53.3	-	-	L _s : Foul weather
시험선로	79.5	60.5	76.0	57.5	43.0	37.5	L ₅₀ : Fair weather Antena height: 2m
BPA program	69.4	45.3	66.0	42.0	47.2	23.2	

상기 표 3.3에서 시험선로 측정치가 상대적으로 높은 것은 시험선로가 바닷가에 위치하여 애자 및 굵구류에서 열진해에 의한 오손코로나, #4 Tower의 내장 애자면의 shield Ring 부속에 의한 방전에 기인하는 것으로 추정된다.

3. TV 잡음 측정치

선로 중앙으로부터 직각방향으로 52m(main sensor), 92m, 200m(Back ground)위치에 Biconical Antena를 설치하여 측정하였다.

타연구 보고에서 청명시에는 거의 문제가 되지 않으며 강우 시만 저초단파(VHF)대역 방송에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. ⁽⁸⁾

따라서 SNR=40dB, 신호강도 54dB μ /m 적용시 최소장애 발생량이 14dB μ /m 이하가 되어야 하나 선로 센서로부터 52m 이

격지점에 설치된 예측치가 14.5dB μ /m로 거의 근접하지만 전 반적으로 시험선로의 오손코로나와 #4 Tower의 방전개소에 의해 측정치가 높아진것으로 추정된다.

표 3.4 텔레비전 잡음의 실증시험치와 모의 및 계산치 비교

시험종류	[dB μ /m]						비 고	
	센터부터 52m		센터부터 92m		센터부터 200m			
	L _s	L ₅₀	L _s	L ₅₀	L _s	L ₅₀		
코로나 케이 지	17.6	5.9	-	-	-	-	-측정지점: 센터부터 15m지점	
시험 선로	Fair weather	17.5	14.5	13.8	12.0	12.0	11.0	
	Foul weather	21.5	17.7	16.7	14.5	13.0	12.3	
BPA program	7.9	-	2.9	-	-4.3	-	L _s : Heavy Rain	

IV. 결 론

실증시험장을 건설후 4개월의 시운전을 거친후 약 5개월간 ('93.8~'94.1)의 단기측정 결과로는 측정기간이 짧고, 오손 코로나와 방전개소등이 상존하는 조건이지만 주 관심사인 가청소음이 설계 목표치(50dBA)를 만족하는 경향을 나타내었으며 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

- 최외상 직하에서 15m이격된(R.O.W)지점에서 가청소음 측정치는 48.7[dBA]로 설계목표치 50[dBA]를 만족하였다.
- 라디오 잡음은 최외상 직하에서 15m 이격된 (R.O.W)지점에서 Fair weather시 57.5[dB μ /m], 텔레비전 잡음은 최외상 직하에서 40m 이격된 지점(선로환경 평가 기준지점)에서 14.5[dB μ /m]로 측정되었지만 코로나 모의 시험치나 BPA 예측 계산치보다 상대적으로 매우 높았다.

이 원인으로서는 오손 코로나와 #4 Tower 방전개소에 기인 되는 것으로 추정된다.

상기 미비점을 보완후 1년이상 측정으로 충분한 데이터를 얻은후 통계 분석으로 정확한 실증 및 예측 계산결과를 추후 다시 제시하고자 한다.

參 考 文 獻

- IEEE, "IEEE Standard for the Measurement of Audible Noise from Overhead Transmission Lines", ANSI /IEEE Std. -656-1985, 1985
- 일본규격협회, "소음레벨 측정방법", JIS Z 8731-1983.3.
- 한전기술연구원 보고 "초고압 송전에 관한 I 단계 연구 (V)", 최종보고서 8K-84S-J11, 1989.9
- "UHV 赤城試験線による環境影響の實證試驗(I) -ASCR810 Ⅱ, 10導體の試驗經過と主要成果", 電力中央研究所報告 研究報告 : 182043, 1983.5
- "UHV 交流送電線のユロナ特性", 電力中央研究所報告 總合報告 : T04, 1987.12
- ANSI/IEEE Std. 430-1986
- 박성현, 마이크로 PC에 의한 통계자료분석, 박영사, 1987
- 送電線のラジオ雑音傳搬の解析-不均一線路の計算法, 電力中央研究所報告 研究報告 : 186002, 1986.8, 電力中央研究所