

Characteristics of TV Ghost Interference from Extra High Voltage Transmission Line

朱 琬 魯* · 梁 光 鎬** · 李 東 一*** · 申 玖 容§
 (Mun-No Ju · Kwang-Ho Yang · Dong-Il Lee · Koo-Yong Shin)

Abstract - TV ghost interference can be described as passive interference by the conducting part of transmission lines. In order to survey this interference from large-sized overhead EHV (extra high voltage) transmission line, TV reception quality was measured in the vicinity of that before and after construction. Instrumentation system was composed of ghost analyzer, TV received field intensity meter, VHF/UHF antennas, TV monitor and so on. The system is installed inside the vehicle. TV field intensity and PDUR (Perceived Desired wave to Undesired wave Ratio) are measured to evaluate TV ghost by using the system and vehicle. As the results, the useful data, which can be used to evaluate the effect of TV ghost interference from transmission lines could be obtained. In this paper, it is shown that the range of TV ghost interference from transmission lines can vary according to the frequency of TV electromagnetic wave, an incidence angle to the line and the other conditions. At present, we are making efforts to establish a PDUR guideline for transmission lines.

Key Words : 초고압 송전선로, TV Ghost 장애, 직접파, 반사파, 수신전계강도, PDUR

1. 서 론

송전선로에 의한 텔레비전 주파수 대역 장애는 선로 도체 상의 코로나 방전에 의해 발생하는 능동장애(active interference)와 선로에 의해 반사되는 반사파가 직접파보다 늦게 수신되어 TV 화면에 두 개의 화상이 나타나는 수동장애(passive interference)로 나눌 수 있다[1]. 이러한 수동장애는 TV 전파장애(TV Ghost)를 의미한다. TV Ghost 장애는 송전선로 외에 대형 빌딩, 고속철도, 골프 연습장 및 산 등과 같은 대형 구조물에 의해서도 발생된다. 현재 국내에서는 765kV 2회선 송전선로가 건설 운용됨에 따라서 선로 주변에서의 TV Ghost 장애 등 선로에 의한 환경영향이 사회적인 문제로 부각되고 있다. 따라서 본 논문에서는 초고압 가공 송전선로에 의한 TV Ghost 장애를 조사하기 위해 1997년 이동용 계측시스템을 구축하고, 국내 방송체계 및 조건에 적합하도록 개발된 DAS(Data Acquisition System)를 활용하여 건설이 완료 또는 진행 중인 765kV 송전선로 주변에서 선로 건설 전후의 TV Ghost 장애 여부를 평가하였다. 평가에 필수적인 TV Ghost 장애 평가기준(안)은 현재 검토 중에 있다.

2. 발생 원리와 특성

2.1 TV Ghost 장애 발생 원리

일반적으로 TV 방송을 시청하기 위해서는 그림 1과 같이 수신안테나를 TV 송신소 방향으로 지향하여 직접파를 수신해야 한다. 그러나 수신지점에 따라서 직접파 외에 송전선로, 빌딩 등 대형 구조물에 의한 반사파도 안테나에 수신될 수 있다. 따라서 이러한 구조물 주변에서는 직접파에 의한 정상파와 반사파에 의한 허상(ghost image)이 겹쳐서 나타나는 TV Ghost 장애가 발생할 수 있다. TV Ghost 장애는 그림 1과 같이 반사파가 직접파보다 지연되어 수신안테나에 입사하기 때문에 발생된다. 정상파와 허상의 간격은 직접파와 반사파간의 경로차 그리고 TV화면의 크기에 따라서 결정된다[2, 3].

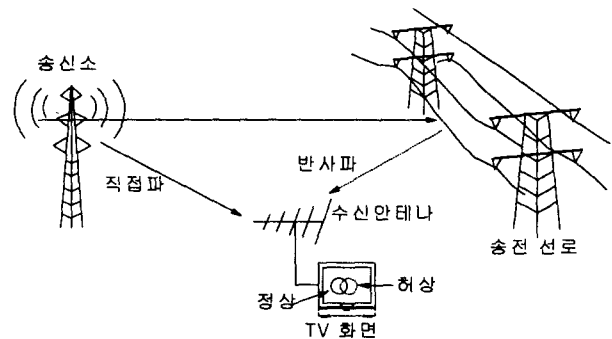


그림 1 TV Ghost 장애 발생원리

Fig. 1 Generation principle of TV ghost interference

* 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 研 究 員
 ** 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 責 任 研 究 員 · 工 博
 *** 正 會 員 : 韓 國 電 力 公 社 電 力 研 究 院 責 任 研 究 員 · 工 博
 § 正 會 員 : 韓 國 電 力 公 社 電 力 研 究 院 先 任 研 究 員
 接 受 日 字 : 2000 年 5 月 26 日
 最 終 完 了 : 2000 年 7 月 5 日

화면상에 표시되는 유효수평주사시간을 t [μs], 화면의 횡축 길이를 W [cm], Ghost 지연간격을 l_g [cm]라고 하면 지연시간 τ 의 관계는 식 (1)과 같이 표현된다.

$$\tau = t \times \frac{l_g}{W} \quad [\mu s] \quad (1)$$

전파속도가 $0.3 \text{ km}/\mu s$ 이므로 경로차 Δd 는 식 (2)로 구할 수 있다.

$$\Delta d = 0.3 \times \frac{l_g \cdot t}{W} \quad [\text{km}] \quad (2)$$

식 (2)에서 알 수 있듯이 Ghost 지연간격 l_g 는 경로차와 화면의 횡축에 비례하여 커지므로, TV 화면의 크기가 커지면 정상과 허상의 간격이 커진다. 즉, TV Ghost 발생범위 내에서 대형 TV를 사용하면 Ghost 영향을 그만큼 더 받을 수 있음을 의미한다. 그림 2에는 이러한 경로차와 TV 화면크기에 따라서 나타나는 정상과 허상간의 간격을 계산한 예를 나타냈다.

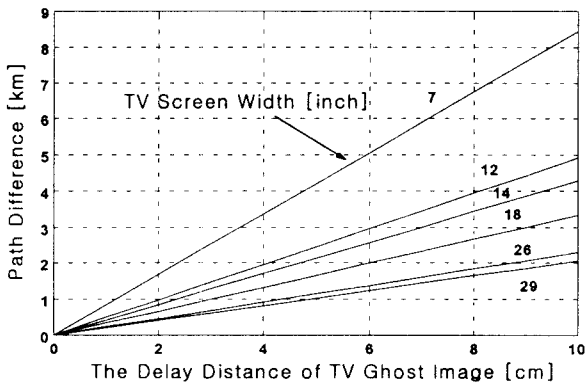


그림 2 경로차에 의한 TV Ghost 지연간격 계산예
Fig. 2 Calculation example of TV ghost delay distance by path difference

2.2 TV Ghost 장애 특성

송전선로에 의한 TV Ghost 장애는 UHF 대역보다 VHF 대역에서, 또한 같은 VHF 대역에서도 채널(또는 주파수)이 낮은 방송에서 보다 많이 발생되며, 이러한 이유는 아래와 같다[4, 5, 6].

2.2.1 height pattern

TV 수신전계강도는 송신소에서 수신지점에 직접 도달하는 직접파와 대지면에 반사되어 수신되는 대지 반사파간에 서로 간섭이 생겨 수신지점의 높이에 따라서 다르다. 이러한 현상을 height pattern이라 하고, 전계강도의 최대(최소)값에서 다음 최대(최소)값까지의 거리를 height pattern pitch라 한다. height pattern pitch는 송수신 지점간 거리, 주파수 등에 따

라서 변한다. 그림 3에 대지면을 완전 반사되는 평면으로 가정하고 송신안테나 높이를 100m, 송신점과 수신지점간의 거리를 10km로 한 경우 수신안테나의 높이와 주파수별 TV 수신전계강도의 계산결과를 일례로써 나타내었다.

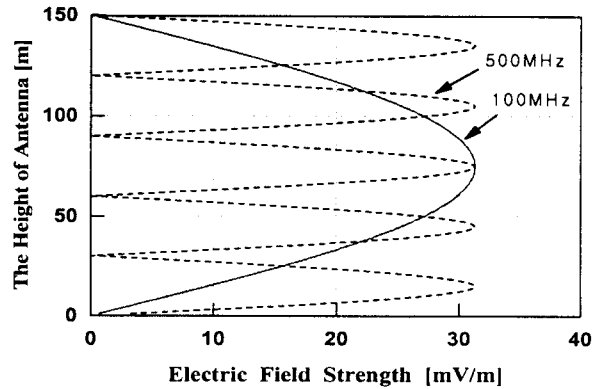


그림 3 Height pattern 계산 예
Fig. 3 Calculation example of height pattern

국내의 765kV 송전선로 경우 상상(上相)의 평균지상고가 약 70m 이상이고, TV 수신안테나의 높이는 약 10m 이내이다. 따라서 VHF 방송대역의 채널일 경우 일반적으로 수신안테나에 수신되는 전계강도가 height pattern의 극대치와 일치되지 않기 때문에 직접파와 반사파간의 수신전계강도의 비율(D/U 비, desired and undesired wave ratio)이 작게 된다. 그러나 UHF 대역에서는 height pattern의 pitch가 작기 때문에 안테나 높이인 10m 범위 내에서 수신안테나의 높이를 약간만 조정하면 극대치로 일치시킬 수 있다. 따라서 UHF 대역이 VHF 대역보다 D/U 비가 크게 되어 송전선로에 의한 TV Ghost 장애를 적게 받는다.

2.2.2 수신안테나의 수평지향 특성

VHF 대역에서의 수신안테나는 8소자(素子) 정도의 팔목(八木)형 안테나이고, UHF의 경우는 14 ~ 21 소자의 안테나가 사용된다. 일반적으로 안테나의 주빔(main beam)은 주파수가 높을수록 날카롭게 되고 부빔(side beam)의 크기는 작게 되기 때문에, 안테나의 특성을 나타내는 전후방비(FBR, Front to Back Ratio)는 VHF 대역보다 UHF 대역에서 높다. 따라서 TV Ghost 장애는 안테나의 형태상 수신안테나의 전후방비가 작은 VHF 대역에서 많이 발생된다.

2.2.3 반사파의 주파수 특성

송전선로에 입사된 TV 전파가 반사되어 나타나는 불요파의 세기는 주파수가 낮을수록 크다. 따라서 UHF, SHF 대역보다 VHF 대역의 방송채널에서 반사파의 영향이 크게 나타나 TV Ghost 장애가 많이 발생된다. 현재 우리나라의 VHF 방송은 주로 서울, 경기도 지역에서 송수신 되고 있다. 따라서 이 지역에서의 선로에 의한 TV Ghost 장애범위는 UHF 방송을 주로 시청하는 지역보다도 넓을 것으로 판단된다.

3. 계측 시스템

3.1 계측시스템 구성

TV Ghost 장애를 조사하기 위한 주요 장비는 PDUR (Perceived Desired wave to Undesired wave Ratio)치를 측정하기 위한 TV Ghost Analyzer와 TV 전파의 수신전계강도를 측정하는 전계강도계가 있다. 또한 조사지역의 TV Ghost 상태를 화상 평가하기 위한 TV 모니터와 자동 계측용 DAS 프로그램을 운용하기 위한 Notebook PC가 있다. 그림 4는 계측시스템의 구성도이며, 표 1에 주요 장비의 사양을 나타냈다.

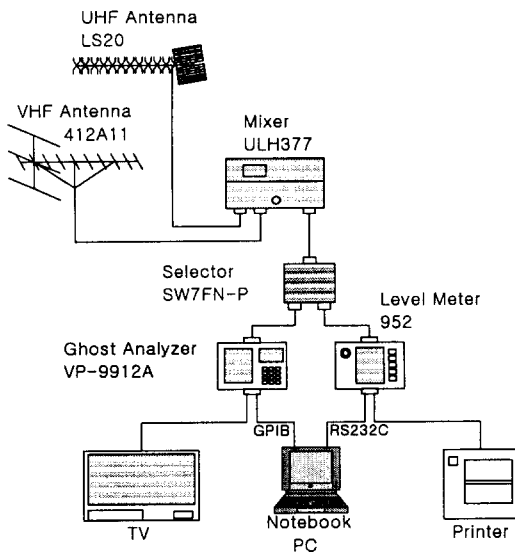


그림 4 TV Ghost 장애 계측시스템 구성도
Fig. 4 Configuration diagram of instrumentation system for surveying TV ghost interference

표 1 주요 장비의 사양

Table 1 Specifications of main equipments

항 목	규 격	
TV Ghost Analyzer (VP-9912A)	입력신호	영상신호, 복합영상신호
	PDUR	측정범위 : 10 ~ 35 dB 정밀도 : $10 \leq D/U \leq 25$ dB일 때 ± 2 dB 이내
	DU비	측정범위 : 10 ~ 35 dB 정밀도 : $10 \leq D/U \leq 25$ dB일 때 ± 2 dB 이내
	지연시간 (τ)	측정범위 : -2 ~ 42 μ s 정밀도 : $\pm 0.1 \mu$ s 이내 단, $\tau \geq 1$ 일 때 0.5 μ s 이내
전계강도 측정기 (Level Meter 952)	주파수 범위	VHF/UHF 방송 : 46 ~ 878 MHz 위성방송 : 0.95 ~ 2.05 MHz
	측정범위	20 ~ 120 dB
	검출방법	VHF/UHF/cable 방송 : 첨두치 검파 위성방송 : 평균치 검파

3.2 조사용 차량

계측시스템은 용이한 이동 측정을 위하여 조사용 차량 내부에 설치했다. 그림 5는 본 시스템을 이용하여 송전선로 TV Ghost 장애를 조사하는 장면이며, Mast에 VHF/UHF 안테나가 설치되어 있다.



그림 5 송전선로 TV Ghost 장애 조사 차량
Fig. 5 Vehicle for TV ghost interference measurement

4. 조사 결과 및 고찰

765kV 송전선로(T/L) 건설 전후에 경파지에서의 TV Ghost 장애 조사는 1997년 12월부터 2000년 3월까지 총 123개 지점에서 수행되었으며, 표 2에 조사현황을 나타내었다.

표 2 조사 현황 (1997. 12 ~ 2000. 3)

Table 2 Present status of survey (1997. 12 ~ 2000. 3)

선로명	사전/사후	조사 지점 수	소계
765kV 당진화력 T/L	사전	13	26
	사후	13	
765kV 신서산 T/L	사전	40	74
	사후	34	
765kV 신태백 T/L	사전	21	23
	사후	2	
합 계	-	-	123

4.1 실측 Database 구축

TV Ghost 조사는 송전선로 건설전의 사전측정과 건설후의 사후측정으로 나눌 수 있다. 송전선로에 의한 TV Ghost 장애를 평가하기 위해 필요한 사전 조사항목은 다음과 같다.

①수평 Pattern

수신안테나를 수평면 내에서 회전시켜 수신전계강도가 최대치가 되는 방향을 확인하여 수신지점에서의 송신소별 최대 수신방향을 조사한다.

② 수신전계강도(안테나 단자전압) 측정

정보통신부 고시 제1998-49호 "초단파 및 텔레비전 방송을 하는 방송국의 전계강도(텔레비전 방송의 경우 동기신호 파

형의 침투치)의 측정은 지상 4m 높이를 기준으로 한다."에 준하여 측정차량의 안테나 높이는 단층 가옥의 지붕에 안테나를 설치하는 국내의 현실을 고려하여 지상 7m 지점으로 하고 TV 수신전계강도를 측정한다.

③ PDUR 측정

PDUR은 TV 화면상태(畫質)를 정량적으로 나타낸 것으로써 화질을 객관적으로 평가하기 위한 자료이다. 즉, 직접파와 반사파의 세기뿐만 아니라 두 전파간의 위상차, 지연시간 및 허상의 개수를 고려하여 TV 수신상태를 나타낸 수치이다. 조사시에 TV 화면에 Ghost가 발생하여 시청에 다소 장애를 주는 수치는 20dB 미만이었다. 따라서 PDUR이 20dB 이상이면 TV Ghost 장애가 없다고 평가할 수 있다.

④ 화면녹화

화면 평가는 수신지점에서 TV Ghost 장애 여부를 최종적으로 판단하는데 도움이 되는 결정적인 평가 항목이다. 즉, 선로 건설 전에 화면상태를 녹화해 두고, 건설 후의 화면상태와 비교 평가하여 선로에 의한 Ghost 장애 여부를 판단한다.

건설 후의 조사는 건설 전과 동일한 측정지점, 지역 및 조건에서 상기 항목들을 측정하여 사전측정 시와 같은 실측 Database를 만든다. 또한 TV Ghost 장애가 발생할 수 있는 지점에서는 선로를 따라서 100 ~ 200m 간격으로 Longitudinal profile과 Lateral profile을 측정하여 TV Ghost 장애범위를 조사한다.

4.2 입사각에 의한 영향

송전선로 방향으로 입사되는 TV 방송전파의 입사각(入射角)에 따른 TV Ghost 영향을 평가하기 위해서 선로에 수직으로 입사되는 전파와 사입사(斜入射)되는 전파 모두를 측정할 수 있는 765kV 신서산 송전선로 주변에서 표 3과 같은 조사결과를 얻었다.

표 3 입사각에 따른 TV ghost 장애 조사결과
Table 3 Survey results on TV ghost interference according to incidence angles to the line

방송 채널	Ch.8	Ch.22	Ch.10	Ch.24	Ch.28	
PDUR, dB	1회	21.0	32.2	18.9	15.2	15.6
	2회	20.4	26.8	16.4	13.9	16.6
	3회	19.1	27.8	20.3	12.6	16.7
전계강도, dB μ V/m	48.8	43.5	51.3	41.1	42.1	
입사각	0°	0°	40°	40°	40°	
송신소	식장산	식장산	우암산	우암산	우암산	

측정지점에서 UHF 채널의 TV 수신전계강도는 거의 유사하게 측정되었으나, 선로 주변에서의 TV 화면은 우암산 중계소에서 송출되는 방송이 전반적으로 양호하지 않고 PDUR 수치도 낮게 측정되었다. 이는 우암산 중계소에서 송전선로 방향으로 입사되는 전파의 입사각은 약 40°로서, 식장산 중계소로부터 거의 수직 입사되는 전파보다 반사파의 영향이 크기 때문에 나타난 현상으로 판단된다. 즉, 송전선로 방향으로 입사각이 큰 TV 전파일수록 Ghost 장애범위는 크게 나타

나며, 수직에 근사하게 입사되는 TV 전파는 장애가 거의 발생하지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 송전선로 경과지 선정 시에 TV 전파의 선로에 대한 입사각이 크지 않도록 고려한다면 선로에 의한 TV Ghost 장애를 상당히 저감할 수 있을 것이다.

4.3 TV 주파수에 따른 영향

표 4는 당진화력 송전선로 주변에서 TV 수신상태를 실측한 결과이다. Lateral profile에 따르면, VHF 채널(Ch. 7, Ch. 11)의 경우 TV Ghost 장애범위는 선로의 최외상에서 외측 약 150 ~ 200m 지점까지 나타났고, UHF 채널에서는 선로에 100m까지 근접해도 TV Ghost 현상은 나타나지 않았다. 이의 결과로부터 동일한 방향에서 송신되는 TV 전파 중에서 UHF 채널의 경우는 선로에 의한 TV Ghost 장애범위가 매우 작아 Ghost 영향이 거의 없지만, VHF 채널은 Ghost 장애가 쉽게 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다. 경우에 따라서는 장애범위가 수 km까지 이를 수 있는 것으로 조사되었다.

표 4 TV 주파수에 따른 TV ghost 장애 조사결과
Table 4 Survey results on TV ghost interference according to TV frequencies

측정항목, dB	측정지점	철탑 #18 ~ #19에서의 수평 이격거리, m				
		100	150	200	299	300
CH. 7	PDUR, dB	17.6	17.5	24.4	21.8	23.0
	전계강도, dB μ V/m	50.3	50.6	53.0	53.7	54.5
CH. 11	PDUR, dB	25.8	13.5	17.6	20.0	21.1
	전계강도, dB μ V/m	53.2	44.4	45.9	52.4	52.8
CH. 25	PDUR, dB	19.9	20.8	25.7	-	-
	전계강도, dB μ V/m	51.9	50.5	52.7	-	-
CH. 27	PDUR, dB	25.5	20.7	25.0	-	-
	전계강도, dB μ V/m	52.7	49.5	50.4	-	-

4.4 TV Ghost 장애원 평가

그림 6은 TV Ghost 장애원을 조사하기 위해 장애범위 내에서 안테나를 수평 방향으로 회전한 경우의 안테나 지향 방향을 나타낸 것이다. 측정지점 P에서 주 수신방향은 자북 50도인 남산 송신소로서 TV Ghost가 약간 인지되는 PDUR 17.3dB로 측정되었으며, 이 때의 TV 화면상태는 그림 7-b와 같다. 안테나 방향을 주 수신방향에서 송전선로 방향인 반시계 방향으로 회전하였을 때 TV 전계강도는 큰 차이가 없으나 선로에 의한 TV Ghost 장애가 조금씩 인지되기 시작하여 그림 7-c, d와 같이 화면이 악화되고 PDUR 수치도 낮아지는 것을 볼 수 있다. 송전선로 방향으로 안테나를 지향한 그림 7-e의 경우는 Ghost 장애가 심하게 나타났다. 또한 주

수신방향인 자북 50도를 기준으로 좌우 10도씩 안테나를 회전하였을 때, 송전선로 방향으로 회전한 그림 7-c의 경우가 반대 방향인 그림 7-a 경우보다 화질이 더욱 악화되는 것을 볼 수 있다. 따라서, 이상의 결과로부터 본 조사지점에서의 TV Ghost 장애원은 송전선로라는 판단이 가능하다. 이와 같이 안테나의 방향에 따라서 반사파에 의한 장애가 변동되므로, 송전선로 주변에서 Ghost 장애가 발생된 경우에 안테나의 지향성을 약간 조정하는 것도 TV 수신장애를 저감하는 효과적인 방법 중의 하나가 된다는 것을 알 수 있다.

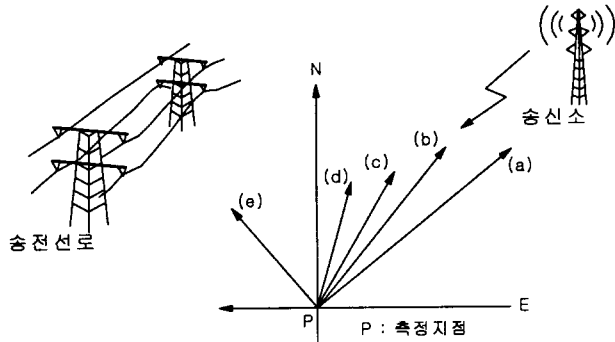
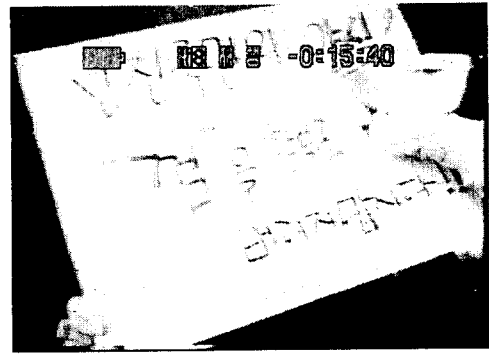


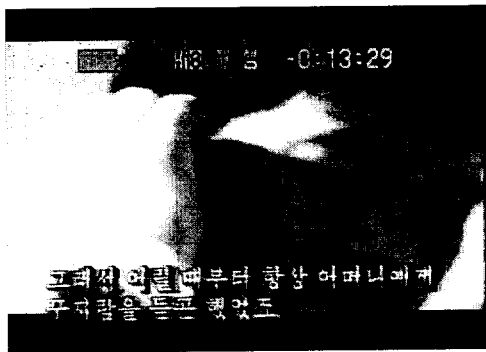
그림 6 TV 수신안테나 지향 방향
Fig. 6 Direction of TV receiving antenna



(c) 자북 40도 방향 (PDUR 12.2)
(c) Magnetic north 40° (PDUR 12.2)



(d) 자북 20도 방향 (PDUR 5.4)
(d) Magnetic north 20° (PDUR 5.4)



(a) 자북 60° 방향 (PDUR 14.3)
(a) Magnetic north 60° (PDUR 14.3)



(e) 자북 340도 방향 (PDUR 3.9)
(e) Magnetic north 340° (PDUR 3.9)



(b) 자북 50도 방향 (PDUR 17.3)
(b) Magnetic north 50° (PDUR 17.3)

그림 7 안테나 지향성에 따른 TV 화질의 변화
Fig. 7 TV pictures in the several directions of antenna

4.5 TV Ghost 장애 대책

TV Ghost 장애 대책기술은 송전선로 측과 수신 측에서의 대책으로 분류할 수 있다. 송전선로 측에서의 대책으로는 반사파의 세기를 감소시키기 위해 송전선로의 소도체 간격을 변경하거나, 송전선로의 높이를 조정하여 전선의 중심이 가능한 height pattern의 최소값이 되게 하여 반사파의 강도를 낮추는 방법 등을 들 수 있다. 그러나 선로 및 철타의 설계변경은 전기적, 기계적인 각종 설계요소들과 관련이 있어 용이하지 않다. 따라서 수신지점에서의 현실적인 대책으로써 아

래와 같은 방법들이 주로 적용될 수 있을 것이다.

- 공동 수신안테나(CATV) 설치
- 고성능 안테나 설치
- 수신안테나의 이설 및 조정

공동 수신안테나 설치 방법은 장애범위가 넓은 지역에서 주로 이용되고, 고성능 안테나는 Ghost 장애를 발생시키는 반사파의 세기를 감소함으로써 수신장애를 방지할 수 있다. 또한 TV Ghost 장애는 주로 VHF 방송에서 발생되므로, 수신안테나의 지상고를 보다 높게 하거나, 좌우로 약간 위치를 이설 함으로써도 장애를 저감할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 초고압 송전선로에 의한 TV Ghost 장애를 조사하기 위한 측정차량용 계측시스템을 보였으며, 본 계측시스템과 DAS를 이용한 765kV 송전선로 주변에서의 건설 전후의 TV Ghost 장애 조사결과 아래와 같은 몇 가지 주요한 Ghost 장애 발생특성과 효과적인 대책 방법을 확인할 수 있었다. 향후의 중점과제로써는 본 논문에서 제시한 각종 현상들의 검증을 위한 계속적인 조사작업과 정밀한 TV 전파장애범위 예측계산프로그램 개발 등을 들 수 있다.

- (1) 서로 다른 두 지점의 송신소에서 송전선로 방향으로 입사되는 TV 전파 중에서 입사각이 큰 전파일수록 TV Ghost 장애범위가 넓으며, 수직에 근사하게 입사되는 경우는 Ghost에 의한 수신장애가 거의 발생하지 않는 것으로 조사되었다.
- (2) 동일한 방향에서 송신되는 TV 전파 중에 height

E-mail : khyang@keri.re.kr

pattern, 수신안테나의 형태, 반사파의 세기 등에 따른 송전선로에 의한 TV Ghost 장애범위는 UHF 대역보다 주파수가 낮은 VHF 대역에서 보다 넓다는 것을 확인했다.

(3) TV Ghost 장애범위 내에서 TV 수신안테나를 수평 방향으로 회전시키고, TV 화면상태 및 PDUR 변화 등을 관찰 함으로서 TV Ghost 장애 발생원을 파악할 수 있었다.

(4) 송전선로에 의한 TV Ghost 장애는 주로 VHF 채널에서 발생하기 때문에 안테나 지상고를 보다 높게 하고, 지향성을 조정하며, 설치 지점을 약간 이동하는 방법으로도 TV Ghost 장애를 상당히 저감할 수 있음을 알았다.

참 고 문 헌

- [1] Working Group 36.01, Interference Produced by Corona Effect of Electric Systems Description of Phenomena Practical Guide for Calculation, CIGRE, pp. 87-97, 1974
- [2] TV 電波障害分科會, 送電線路에 의한 TV 電波障害發生範圍豫測計算法 案內, CRIEPI, pp. 25-31, 1984, 7
- [3] 양광호, 안희성, 송전선로와 철탑에 의한 TV Ghost 및 Blocking 조사 연구, 한국전기연구소, pp. 2-30, 1995. 2
- [4] Technical department, PDUR Measuring system Guide Book, NHK, 1983.3
- [5] Sakae Toyoda, "Development of forecasting method of TV interference ranges using PDUR", CRIEPI 185025, 1986.3
- [6] 日本驚宮線強張替工事に 따른 TV電波障害發生豫測計算, Japan Field Engineering社 社報, 1998.4

저 자 소 개



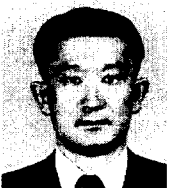
주 문 노 (朱 玆 魯)

1968년 7월 7일생. 1994년 인하대 환경공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년~현재 한국전기연구소 전력연구단 전기환경·송전연구그룹 연구원
Tel : 055-280-1324
E-mail : mnju@keri.re.kr



이 동 일 (李 東 一)

1958년 5월 15일생. 1996년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1978년 한국전력공사 입사. 현재 한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실 송변전기술그룹 책임연구원 KIEE 종신회원. CIGRE 정회
Tel : 042-865-5881
E-mail: dilee@kepri.re.kr



양 광 호 (梁 光 鎬)

1957년 11월 16일생. 1981년 충북대 전기공학과 졸업. 1986년 성균관대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1986년~현재 한국전기연구소 전력연구단 전기환경·송전연구그룹 책임연구원, Technical Leader (전력설비 환경친화 설계 기술 분야), 1999년도 대한전기학회 및 2000년도 한국과학기술단체총연합회 우수논문상 수상. KIEE, IEEE 정회원
Tel : 055-280-1322



신 구 용 (申 玖 容)

1967년 7월 8일생. 1993년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 한국전력공사 입사. 현재 한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실 송변전기술그룹 선임연구원
Tel : 042-865-5885
E-mail : kyshin@kepri.re.kr