

대형 송전선로에 의한 TV 전파장해 고찰

신구용, 이동일
한국전력공사 전력연구원

Ghost and Blocking of TV signal by UHV Transmission Lines

Koo Yong Shin, Dong Il Lee
KEPRI (Korea Electric Power Research Institute)

Abstract - KEPCO has been constructing the 765 kV double circuit transmission line since 1997. It is worried that the 765 kV transmission lines make TV interference(Ghost and Blocking) due to high tower and multi sub-conductors. This paper presents the mechanism, the measuring method and the results of TV ghost and blocking measurement using a new TV ghost measurement system in a vehicle which was developed by KEPRI.

1. 서 론

TV 방송의 사회적 영향이 증가함에 따라 방송 채널의 증가 및 유, 무인 송출안테나의 증설등에 의하여 방송사에서 송출하는 전파수신품질은 날로 향상되고 있으며 이에 대한 국민적 관심도 높아지고 있는 실정이다. 한편 현재 국내에서는 급격히 증가하는 전력 부하의 증가에 효율적으로 대처하기 위해 전력설비 확충에 힘을 쏟고 있다. 그러나 이러한 전력설비의 부자 또는 경과지 확보의 어려움에 따라 대형화되고 있다. 특히 송전선로의 경우 초고 압화에 따라 다회선, 다도체방식으로 대형화되어 VHF대역(54~216kHz) 및 UHF(470~752MHz)의 TV 전파를 반사 또는 차폐하여 TV 방송수신품질을 저하시키는 것으로 우려되고 있다. 송전선로와 같은 대형구조물에 의한 TV 전파수신장해문제는 특히 국토가 좁은 국가에서 사회적 문제로 대두되었으며 국내에서도 1990년 제정된 환경영정책 기본법과 1991년 개정된 환경영향평가법에서 에너지개발사업시 송전선로등 대형구조물에 의한 TV 전파장해에 대한 환경영향 평가를 수행하도록 규정하고 있다.

송전선로에 의한 TV 전파장해는 송전도체의 도체표면전계가 상승하여 국부적인 공기절연파괴로 인하여 발생하는 코로나현상에 의한 전기적장해와 송전선 및 철탑에 방송파가 입사하여 반사 또는 차폐되어 발생하는 기계적 장해로 대별된다. 본 논문

에서는 현재까지 구체적이고 체계적인 연구가 진행되지 않은 기계적장해분야에 대하여 그 발생구조와 KEPRI에서 개발한 실측시스템을 이용한 현재 건설 중인 765 kV 상용송전선로부지에서의 실측결과를 검토하였다.

2. 본 론

2.1 TV 전파장해의 발생원리와 종류

대부분의 일반 가정에서는 건물 옥상이나 주변에 설치한 TV 방송용 수신안테나를 이용하여 송신 안테나로부터 송출된 TV전파를 직접 수신하여 원하는 TV 방송을 시청한다. 이와 같이 직접 수신된 방송파에 의한 화상을 정상(正像)이라고 한다. 그러나 TV 전파는 산과 건조물(빌딩, 가옥, 송전선 등)에 의해 반사되고, 이 반사파가 수신안테나에 입사되면 결국 정상과 같은 화상을 TV 수상기에 발생시킨다. 이런 경우 TV 수상기에는 직접파에 의한 정상과 반사파에 의한 허상(虛像)이 이중으로 나타난다. 이러한 현상을 TV 허영장해(虛影障害; TV ghost)라 한다. 이때 송신안테나로부터 입사하는 전파(직접파)는 필요한 전파로 이를 희망파(Desired Wave; 약칭으로 D [dB] 또는 D[V/m])라고 하고 반사파는 수신에 불필요한 전파로 불요파(Undesired Wave; 약칭 U(dB) 또는 U[V/m])라 한다. 만일 수신지역이 송신안테나로부터 송전선로 후방에 위치한 경우 산란파가 입사되어 화질열화의 한 요인이 된다. 이 불요파를 전방산란파(Forward Scattering Wave; 약칭 U' [dB] 또는 U' [V/m])라고 하며, 이 불요파는 차폐장해(遮蔽障礙; screening)를 발생시킨다. 그럼 1은 허영장해와 차폐장해의 발생구조를 개략적으로 나타낸다. 특히 천연색 TV의 경우 화상의 색채에 따라 적, 녹, 청의 3원색으로 분해된 전기신호에 의해 영상반송주파수를 변조해 송출하고 부(副)반송파의 위상은 색상(색의 종류)을 표시하고 진폭은 채도(색의 농도)를 표현한다.

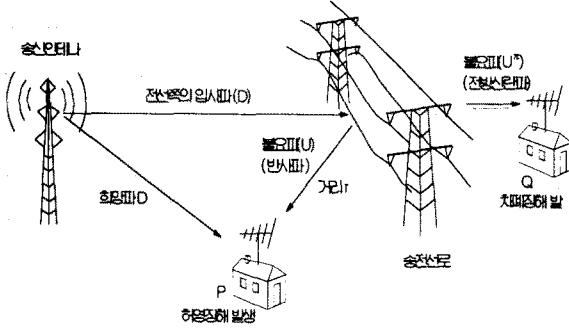


그림 1. 텔레비전 전파장해 개요

따라서 회망파에 의해 천연색 수상기의 Braun판 위에 나타나는 화상에 시간 τ 만큼 지연된 반사파가 혼입되면 회망파와 반사파의 진폭비와 위상차에 의해 회도와 색도가 변하여 색왜곡(色歪曲)을 발생시키는 일이 있다. 이와 같이 천연색 TV에서는 허영장해에 수반되어 화면의 회도의 변화와 함께 색왜곡을 유발하여 화질을 더욱 저하시키기도 한다.

2.2 송전선로에 의한 TV 전파장해 특성

전선이 대지면과 수평으로 가선되어 있고 그 직경이 입사하는 텔레비전 전파 파장에 비해 $\frac{1}{10}$ 이하므로 수평편파의 텔레비전 전파가 입사하면 전선에 그 주파수의 전류가 유기되어, 이 전류에 의해 동일한 주파수의 전류가 입사파보다 180° 위상이 지연되어 공간에 재방사된다. 그림 2에서와 같이 xz면상에서 x축에 대하여 각도 $(-\psi)$ 로 전파가 비스듬히 입사하게 되면, 불요파의 주성분은 빛이 거울면에서 입사각과 동일한 각도로 반사되듯이 xz면상에서 $(+\psi)$ 방향과 입사파가 그대로 전선의 배후로 직진하는 방향인 $(\pi - \psi)$ 로 산란된다. 또한 직각 입사파의 경우와 같이 xz 면을 포함한 모든 방향으로 산란되므로, 입사시 불요파는 원점을 정점으로 하여 z축을 중심으로 한 꼭지점 각이 $(\pi - 2\psi)$ 인 원추형으로 산란하게 된다. 따라서 그 등전계면은 정점으로부터 등거리에 있는 원추 표면상의 원으로 나타낸다. 그림 2에 斜입사 전파에 대한 불요파의 산란방향과 등전계면을 나타내었다. 이상은 입사파를 1개의 실선으로 표시하여 광학적 반사방향과 전방산란파 방향으로 강한 불요파가 발생하는 것을 모의하였으나 실제로는 전선의 각 부분에 전파가 입사한다. 특히 154 kV 이상의 송전선의 경우 2도체 이상의 복도체 전선을 사용하므로 복도체 전선에 의한 불요파를 검토하여야 한다. 대지면과 평행하게 가선 되어진 전선간의 소도체 간격을 μ 라고 하면, xz축에 대해 $(-\psi)$ 의 각도로 사입사된 전파는 각각의 전선으로 인해 불요파를 발생시킨다. 그 두 도체로부터의 불요파가 동상인 경우에는 세기가 2 배가 되지만, 역상인 경우 상쇄되어 세기가 0 이 된다. 두 도체로부터의 불요파가 동상으로 되기도 하고 역상으로 되기도 하는 것은 표면측에 반사된 경우이고, 전방산란파는 각 소도

체로부터의 불요파들이 동상이므로 같은 크기의 단도체에 비해 세기가 2배가 된다. 4도체 및 6도체 이상의 복도체 전선에서도 각 소도체로부터의 불요파가 표면측에서는 강하게 되기도 하고 약하게 되기도 하여 도체수와 비례하여 장해량이 증가할 수 있다.

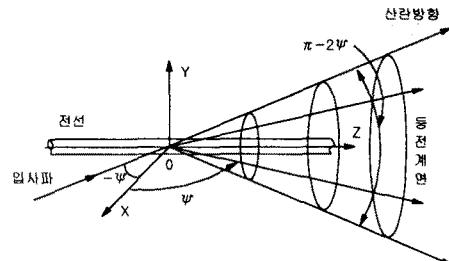


그림 2. 불요파의 산란방향과 등전계면 (사입사시)

2.3 TV 전파장해 측정법과 측정시스템

2.3.1 종래의 TV 전파장해 평가방법

전파장해의 크기가 반사파의 강도만이 아닌 직접파와 반사파의 시간차에도 기인되고 반사파의 변동에 따라 방해도가 변화하므로 각각의 장해정도를 정량적으로 측정하는 것은 매우 어려워 지금까지 국내에서는 방송국에서 수신지역의 수신전계강도만을 측정하고 텔레비전 수신화면의 품질을 등급화하여 주관적으로 평가하였다. 이러한 목축에 의한 주관적 평가는 평가의 동일성과 일관성 유지에 문제가 있으므로 보다 객관적으로 입증하기 위한 측정이 필요하다.

2.3.2 계측기를 이용한 TV 전파장해 평가방법

현재까지 알려진 허영장해 측정방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째로, 방송파에 중첩되어 있는 GCR (ghost cancel reference) 신호를 이용하여 허영장해의 물리량인 DU비, 지연시간 τ , 고주파 위상차 φ , 허영장해 수 n 등 수신평가에 미치는 영향인 Q-PDUR (Q는 Quasi의 약자)치를 평가하는 방식이나 KBS1을 제외한 국내 방송파에는 GCR 신호를 송출하고 있지 않고 있다. 따라서 본 연구에서 채용한 측정방식은 PDUR(Perceived Desired/Undesired Ratio)계를 이용하여 허영장해를 측정하는 것이다. 일반적으로 허영장해 평가치는 회망파 D에 대한 반사파 U가 작으면, 즉 DU비(dB)가 클수록 높은 수치가 된다. 또한 DU비가 일정하여도 화면의 그림 및 D와 U간 위상차나 지연시간에 의해 평가치가 변하게 되므로 동일 조건의 허상에서도 평가자가 다르면 다른 평가수치가 나올 수 있다. 따라서 적절한 표준화면을 사용해서 DU비, 위상차 및 지연시간에 따른 허영장해 평가를 통계적으로 검토하여 반사파가 나타나는 지연시간에 대한 DU비 및 위상에 대한 가중치를 표준화하고 DU비, 위상가중치(W_ϕ), 지연시간가중치(W_τ)로부터 $\frac{D}{U} + W_\phi + W_\tau$ [dB]인 합성량을 구하여 PDUR의 최종치를 구하여 화질을 평가한다.

2.3.3 TV 전파장해 측정시스템

본 연구에 사용된 측정시스템은 방송전계강도 측정기와 PDUR계 Ghost Analyzer를 이용하여 그림 3과 같이 구성하여 측정용 차량에 구축하였다. 측정시스템을 구성하는 중요장비로는 TV 전파장해의 PDUR치 측정을 위한 TV Ghost Analyzer 이외에도 지상 7 m 높이에서의 직접파(방송파)의 수신전계강도 측정, 측정지점에서의 직접파와 반사파의 입사방향 조사를 위한 수평 Pattern 측정과 직접파의 Height Pattern 측정에 이용되는 전계강도계(Level Meter)가 있다. 그리고 해당지역의 TV 전파장해 발생 유무, 발생원인에 대한 개략적인 판단을 위한 Monitor가 있다.

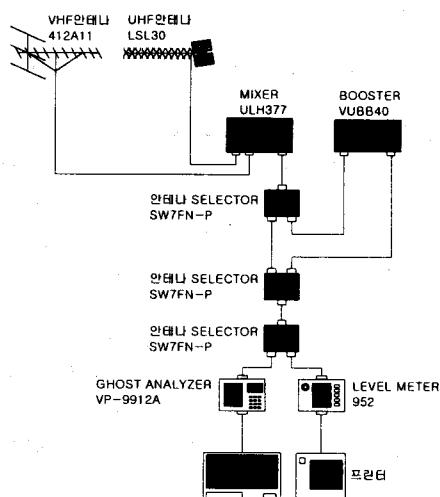


그림 3. TV GHOST 측정시스템 구성도

2.4 765kV 송전선로 실측결과

765 kV 송전선로 경과지에서의 TV 허영장해에 대한 객관적인 평가자료를 구하기 위하여 765 kV 당진화력 T/L 경과지에 대한 송전선로 건설전 TV 허영장해 실측을 수행하였다. 송전선로 가선전 배경장해를 측정한 본 선로는 총 89개의 철탑으로 총 연장이 약 44 km로 충남 당진군에 건설되고 있다. 측정시 철탑은 완공되었으나 전선은 가선전으로 본 논문에 실린 측정결과는 이후 전선가선후에 동일지점 및 전선으로부터의 거리감쇄특성측정을 통하여 송전선로에 의한 TV 전파장해의 비교 데이터로 활용될 예정이다. 측정이 TV 방영시간에 수행되어야 하며 다양한 측정항목에 따라 장시간이 요구되므로 전체 선로경과지의 측정이 불가능하여 측정지점은 다음 기준에 의하여 선정하였고 측정결과는 표 1과 같다.

- ① 민원 부리를 고려하여 직선경간중에서 선정
- ② 최대한 평활한 지역 선정
- ③ 건조물, 배전선로로부터 최소 3 m 이상 이격

표 1. 측정지점별 전계강도와 PDUR 실측 결과

항목	A 1	A 2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	D-1
CH. 7 (KBS2)	PDUR	28.7	13.8	19.5	17.4	11.0	12.7	-
	전계강도	68.3	58.4	60.0	56.8	51.3	49.0	39.8
CH. 9 (KBS1)	PDUR	17.6	22.7	35.0	30.8	25.8	20.4	-2.8
	전계강도	56.0	58.0	66.2	57.3	50.7	46.8	39.1
CH.11 (MBC)	PDUR	32.8	30.5	35.0	28.5	24.1	17.2	-1.7
	전계강도	65.5	62.4	65.4	55.3	50.5	46.8	35.9
CH.31 (KBS)	PDUR	-	-	28.1	-	17.9	35.0	-
	전계강도	-	-	58.7	31.0	44.9	62.3	-
CH.35 (KBS2)	PDUR	-	-	35.0	-	28.6	30.6	-
	전계강도	-	-	63.0	40.6	53.2	64.8	-
CH.40 (MBC)	PDUR	-	-	64.9	-	-	35.0	-
	전계강도	-	-	57.2	-	-	59.8	-
								71.7

- A-1 : 충남 당진군 석문면 장고령리 (#1~#5 철탑 부근)
- A-2 : 충남 당진군 석문면 교로2리 (#10 철탑 앞)
- A-3 : 충남 당진군 석문면 적서리 (#32~#33 철탑 부근)
- B-1 : 충남 당진군 정미면 천의리 (#45~#50 철탑 부근)
- B-2 : 충남 당진군 정미면 천의리 (#55 철탑 부근)
- B-3 : 충남 당진군 정미면 구율리 (#65 철탑 부근)
- C-1 : 충남 당진군 당진읍 구율리 (#73~75 철탑 부근)
- D-1 : 충남 당진군 운산면 고산리 (#84~85 철탑 앞)

위 측정결과를 보면 당진군 일대에서는 주로 경인지역에서 송출하는 VHF대 방송을 시청하고 있으나 구룡리는 지형적인 영향으로 인해 체신부고시 방송구역전계강도기준의 TV방송(저잡음지역) 기준인 54 dB 이하의 난시청 지역에 속하며, 고산리에서는 인근 지역에서 송출하는 UHF대 방송을 시청하고 있다. 허영장해는 일반적으로 PDUR 20 dB 미만인 경우를 수신장애 인정기준으로 하며 따라서 채널 7번(KBS2)을 제외하고 대부분 양시청지역에 속하는 것으로 조사되었다. 이는 직접파인 D가 크므로 당연히 PDUR 수치가 크고 결과적으로 현재 상태에서는 전반적으로 TV 허영장해 영향은 없는 것으로 조사되었다.

3. 결 론

TV 전파장해의 체계적인 대책제시를 위하여는 먼저 합리적인 평가기술이 요구된다. 본 논문에서는 국내에서는 처음 소개되는 TV 전파장해의 측정 시스템의 구성과 측정결과를 제시하였으며, 실제 765 kV 상용송전선로에 대한 건설전의 평가를 위하여 우선 건설전의 측정결과를 제시하였다. 따라서 추후 동일지점의 송전선로 가선후 측정결과를 토대로 실선로 건설전, 후의 평가기법에 대하여 제시하고자 한다.

(참 고 문 헌)

- [1] 전력중앙연구소보고, “187 kV-1,100 kV의 교류 가공송전선의 전기적 설계 핸드북”, 종합보고, T02, 1986.12.
- [2] 전력연구원보고서, “초고압 송전에 관한 III단계 연구”, 중간보고서, TM97EJ01.M1998.214, 1998.5.