

# 전력선통신이 단파대 해상이동통신에 미치는 영향에 관한 연구

김정년\*, 정석영\*, 조학현\*\*

\*수협중앙회 어업정보통신본부, \*\*목포해양대학교

## A Study on the Interference of HF Radiocommunication by the PLC

Jeong-nyun Kim\*, Seok-yeong Jeong\*, Hag-hyun Jo\*\*

\*National Federation of Fisheries Co-operatives, \*\*Mokpo Maritime University

E-mail : [sparkkim@suhyup.co.kr](mailto:sparkkim@suhyup.co.kr)

### 요 약

본 연구는 2005. 7. 1 시행 공포된 전파법 시행령 개정안 내용 중 전력선통신설비의 주파수 대역이 9kHz~450kHz에서 그 상한선 범위가 30MHz까지 확대 시행됨과 관련하여 전력선통신설비가 단파대 무선통신에 혼신을 야기할 수 있음에 따라 그 영향여부를 평가하는 방법을 제시하고 향후 전력선통신설비를 운용함에 있어서 단파대 무선통신에 영향을 회피하기 위한 대책방안을 제안하는데 있다.

전력선통신의 운용주파수 확대와 관련하여 정보통신부 전파연구소에서 전력선통신이 단파대 무선통신의 혼신여부에 대하여 측정 관찰해 왔으며 그 간섭정도를 판단하기 위해 노력해 왔다. 본 연구에서는 전파수신기, 신호발생기 및 SINAD(Signal to Noise and Distortion) Meter를 사용한 측정방법을 제시하고 있으며 이는 무선(RF : Radio Frequency) 환경에 적합한 측정방법으로 기존의 EMC(electromagnetic compatibility) 환경에 의한 한계를 극복할 수 있다.

또한, 본 연구에서는 전력선통신설비가 단파대 해상이동통신에 영향을 최소화하기 위하여 보호구역 설정 또는 해당 주파수에 대하여 운용금지하는 방안을 제시함으로써 무선통신환경을 보호하는데 그 목적이 있다 하겠다.

### 키워드

PLC(Power Line Communication), SINAD, RF(Radio Frequency).

### 1. 서 론

정보통신부는 개정 전파법 시행령(2005.07.01 시행)에서 전력선통신설비 주파수를 기존의 9kHz~450kHz에서 그 상한선 범위를 30MHz까지 확대 운용할 수 있도록 시행령을 공포했다.

동 시행령 후속 하위법령 등 개정조치인 세부 기술기준에서는 별도 고시를 추진하고 있다.

정보통신부 전파연구소에서는 시행령 검토를 위하여 약 2년 6개월간 '전력선 통신용 주파수 연구반'을 운영하여 무허가 기기에 대한 기준과 타통신에 방해를 주지 않도록 하기 위한 사용금지 대역 설정 등에 관한 연구를 추진하여 왔으며, 전력선통신을 행하기 위하여 전기통신설비 위해방지 등에 관한 세부기술기준(안) 의견 수렴과정에서 AM방송과 아마츄어무선통신은 혼신야기를 우려하여 그 주파수 대역을 운용금지대역으로 설정하기로 하였다.

운용금지 주파수 대역을 살펴보면, AM방송의

경우 526.5kHz~1,605.5kHz의 대역과 아마츄어무선통신의 경우 9개 대역으로 운용하는 전체 주파수를 대역으로 보호하기로 하였으나 해상통신 주파수 대역은 그 보호범위에서 제외됨에 따라 해상이동통신을 운용하고 있는 해경 및 수협중앙회에서 해상통신 주파수도 운용금지 설정을 요구하였으며, 이에 전력선통신 수신장해평가단을 구성하여 전력선통신이 단파대 해상통신에 간섭 등 영향을 주는지에 대하여 현장실험을 하였다.

전력선통신이 단파대 해상통신에 혼신을 주는 지 여부를 증명하기 위해 여러 가지 측정방법이 시도되었으나 기존의 측정방법으로 그 혼신여부를 명백히 밝혀내지 못하였다. 본 연구에서는 전파수신기, 신호발생기 및 SINAD Meter를 사용한 측정방법을 제시하고 있으며 이는 무선환경에 적합한 측정방법으로 기존의 EMC 측정방법의 한계를 극복할 수 있다.

또한, 본 연구에서는 전력선통신설비가 단파대 무선통신에 영향을 최소화하기 위하여 보호구역



테나 인자를 다음과 같이 구할 수 있으며,

$$AF = \frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{30}{Z_{in}G}} = \frac{\pi f(\text{MHz})}{75} \sqrt{\frac{30}{Z_{in}G}} \quad (\text{식2.3})$$

$$AF(\text{dB}(1/m)) = 20\log f(\text{MHz}) - G_{\text{dB}} - 29.8\text{dB}$$

이득 G를 알고 수신전력 P<sub>R</sub>을 측정할 경우 아래의 식에 의해서 전계강도를 측정해야 한다.

$$E(\text{dB}\mu\text{V}/m) = 20\log f(\text{MHz}) - G_{\text{dB}} - 29.8\text{dB} + P_R(\text{dBm}) + 107\text{dB} \quad (\text{식2.4})$$

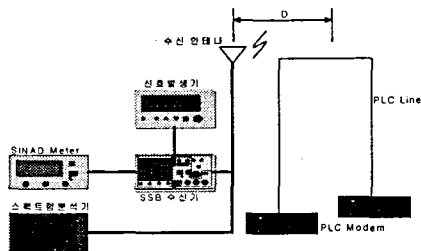
전계강도 측정 시 기존의 Active 루프안테나를 사용하는 경우는 반드시 안테나인자에 의한 보정을 해주어야 한다.[2]

### 3.2 SINAD에 의한 측정 방법

수신감도란 무전기에서 수신 신호가 규정 값 이상으로 되기 위한 최소한의 신호 입력을 말한다. 여기서 규정 값이란 신호, 잡음과 왜율의 비를 상용대수로 표시한 값에 20배한 형태로 나타내고, 단위는 dB SINAD로 표시하며 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.[3]

$$dBSINAD = 20\log\left(\frac{S+N+D}{N+D}\right) \quad (\text{식2.5})$$

여기서 S는 신호이며, N은 잡음 그리고 D는 왜율을 의미한다.



<그림 4> SINAD Meter에 의한 측정 구성도

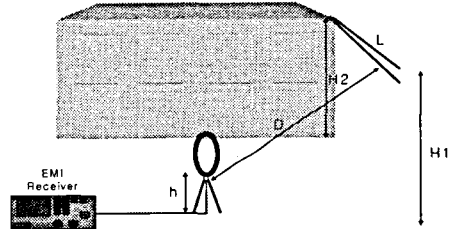
일반적으로 12dB SINAD라 말하는 것은 완전한 신호에 25%의 정도의 잡음이 부가됨을 나타내고 이것은 잡음이 존재하지만 수신자가 충분히 구별 가능한 지수를 나타내므로 감도는 수신 신호가 12dB SINAD를 나타낼 때 무선 수신기의 신호 입력 세기이다. 여기서 입력 신호 세기 즉, 무선 입력 신호의 세기의 단위는 보통 dBm이나 μV를 사용한다.

해상이동통신은 대부분 SSB무전기를 사용하는 무선환경이므로 SINAD 의한 수신감도 측정으로 혼신여부를 판단하는 것이 가장 객관적인 방법이라 하겠으며 측정 방법은 <그림 4>와 같으며 PLC Modem을 on/off 해가면서 SINAD Meter의 레벨이 변화하는지를 확인한다. 이때 영향을 주는 거리를 측정하기 위하여 거리 D는 10, 30, 50,

100m 간격으로 측정을 실시하였다.

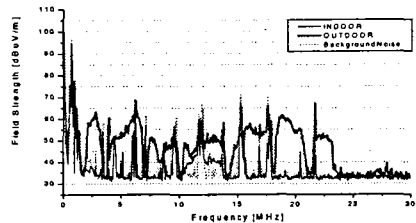
## IV. 측정 및 결과분석

### 4.1 EMC 환경에서의 측정 및 결과

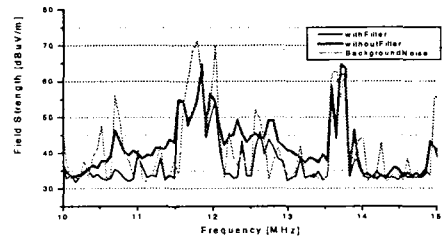


- 주) L:전신주에서 옥내로 유입되는 전력선의 길이(14 m)
- D:전력선과 측정 안테나 거리 (전력선 아래(6 m), 10 m)
- H1:전신주의 높이 (6 m)
- H2:옥내로 유입되는 전력선의 높이 (6 m)
- h:루프 안테나의 설치 높이 (1 m, 2 m)

<그림 4> PLC 측정 구성도



<그림 5> 초크코일 설치 전 측정 파형



<그림 6> 초크코일 설치 후 측정 파형

옥내에서 두 대의 전력선 통신 모델을 사용하여 전력선 통신을 운용했을 때, 인입선에 의해 외부 복사되는 불요파는 옥외에서 운용시보다 레벨이 미약한 것을 확인했으며, 외부 전력선으로 복사되는 불요파 측정된 결과 초크코일(Blocking Filter) 설치시, 하지 않았을 때 배경잡음보다 약 3 ~ 7dB 정도 노이즈 레벨이 상승하였다.[4]

전력선 통신 설비 종단에 초크코일 설치시 외부로 복사되는 불요파는 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었지만 SPAN을 넓게 함으로서 신호가 AWGN에 묻혀버리는 것과 초크코일에 대한 점

증은 더 필요한 부분이다.

<표 1> 옥내 및 옥외 측정결과

주파수 (MHz)	In-house (dB $\mu$ V/m)	Access (dB $\mu$ V/m)	차이 (dB)	비고
18.8	32.4	61.0	28.6	젤라인 모델 D : 6m, h : 2m
13.1	40.1	51.6	11.5	
18.7	32.9	61.7	28.8	젤라인 모델 D : 6m, h : 1m
13.3	39.3	50.6	11.3	
19.4	32.7	56.1	23.4	젤라인 모델 D : 10m, h : 1m
13.1	35.7	42.0	6.3	
20.7	34.7	61.2	26.5	C4라인 모델 D : 6m, h : 2m
13.4	42.8	49.7	6.9	

4.2 무선환경에서의 측정 및 결과

조난호출 및 기타 어업통신용 신호와 PLC 방사레벨 측정으로 S/N비를 추출하는 객관적평가로 수행한다

조난호출 및 기타 어업통신용 수신안테나를 이용, 그 수신안테나에 스펙트럼 분석기를 연결하여 조난호출 신호 등과 전력선 신호의 S/N 비 및 백색잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)과 전력선 신호의 S/N비로 평가한다

SSB의 경우 1 $\mu$ V/m, SINAD 20dB가 최대수신감도이며, AWGN은 통상지역에서의 실측값인 3 $\mu$ V/m(10dB $\mu$ V)를 기준으로 측정한다

수신안테나에 기존 운용중인 수신장치를 연결하여 조난호출 신호 등과 전력선 신호의 S/N 비 및 백색잡음과 전력선 신호의 S/N비로 평가하며, 조난호출신호의 레벨은 PLC 무신호상태에서 SINAD 20dB를 얻을 수 있도록 공급되어야 한다.

PLC신호는 백색잡음(AWGN) 레벨 이하로 되어야 한다. 즉, PLC신호 on-off가 기존 AWGN을 더욱 악화시키는 상태로 되지 않아야 하며, PLC on 했을때 SINAD Meter의 레벨치가 변화한다면 상호 간섭이 있는 것으로 평가한다

백색잡음 레벨을 통상 지역에서 실측값을 얻기 위해 스펙트럼은 SPAN 10kHz, 평균치 또는 실효치검파로 측정한다.



<그림 7> SINAD 측정장치 구성도

<표 2>는 무선(RF)환경에서 측정된 것으로 PLC를 on/off 시키면서 SINAD Meter의 레벨변화를 기록한 데이터이다.

측정 결과 주파수와 거리에 따라 다소 차이는

있지만 PLC가 해상이동통신 주파수에 상당한 간섭을 일으킨다는 것을 확인할 수 있다.

<표 2> PLC 혼신 측정 결과

주파수 (MHz)	측정치 (dB)		측정 시간	측정 거리	비고
	ON	OFF			
2.132	17	20	01:01	10m	영향 미침
4.164	18.5	20	01:11	"	영향 미침
6.539	8.5	20	03:11	30m	영향 극심
8.854	14.5	20	03:14	"	영향 많음
12.373	19.5	20	17:55	50m	영향 미침
16.898	15	20	17:56	"	영향 많음
22.449	15.5	20	19:52	100m	영향 많음
27.038	20	20	19:53	"	영향 없음
2.132	20	20	22:46	950m	영향 없음

V. 결론

실험 및 평가에 의해서 PLC가 단파대 해상통신 주파수에 간섭을 미치는 것이 증명되었으므로 해상통신에 대한 보호는 필수적이라 하겠다. 이에 대한 조치로 옥내의 경우 Twisted pair cable 이나 blocking filter로 그 간섭을 최소화 하여야 할 것이며, 옥외의 경우 AM방송이나 아마츄어통신처럼 주파수 대역으로 보호 또는 미국 FCC 권고안에서 제시하고 있는 해안국에서 1km 이내의 거리에 PLC를 사용하지 못하게 하는 지역보호 등의 방안이 마련되어야 할 것이다.

주파수대역을 보호할 경우 「무선설비규칙」 제 24조 관련 해상고시에 의거 수신기 형식검정기준에서 정한 대역폭으로 보호하는 것이 바람직하나, 실용단계에서 전력선에 PLC 신호가 무수하게 전송될 때 일어날 Harmonics, Intermodulation 등에 의한 영향은 미지수이므로 향후 추가적으로 연구되어야 할 부분이다. 또한, 지역으로 보호하는 경우에도 추후 해안국의 이설시 간섭을 회피하기 위한 관련기관끼리 협의체를 구성하는 등의 방안이 검토되어야 할 것이다.[5]

참고문헌

- [1] 현덕화외, "전력선을 이용한 통신기술의 동향", 전기저널, 2000년 9월
- [2] 김정환, "전자기장의 세기 측정", 한국표준과학연구원, 1993년 10월
- [3] L. Rohde, "RF Microwave Circuit Design Wireless Application", John Wiley & Sons, inc. 2000년
- [4] 장동원의, "옥내전력선 통신에 의한 외부복사 전계강도 측정결과", 정보통신부 전력선 통신 연구반, 2005년 8월
- [5] 전파연구소, 「무선설비규칙」에 의한 해상고시, 전파연구소고시 제2005-22호