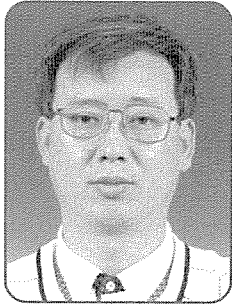


발전제어설비 휴대용 단말기에 의한 전자파 영향시험



한국전력공사 전력연구원
발전계전그룹
선임연구원 박두용
Tel : (042) 865-5272

1. 전자파의 개요

전자파라 함은 전기기기, 전자기기를 사용하면서 발생하는 전파로서 전자파(電子波, electron wave) 또는 전자기파(電磁氣波, electromagnetic wave)라고 한다. 이것은 전기가 흐르면서 전기적 진동이 일어날 때 그 주위에는 전기장과 자기장이 동시에 발생하는데 전기의 힘이 미치는 공간을 전기장이라고 하며 자기의 힘이 미치는 공간을 자기장이라 한다. 전기장과 자기장은 성질이 다르지만 서로 결합되어 있으며 전기가 흐르는 곳이 발생하므로 전기를 사용하는 모든 제품에는 필수적으로 전자파가 발생한다.

전자파에 의해 모든 전자기기가 오동작 하게 되는 현상까지 다른기기에 영향을 주는 것을 EMI (Electro-Magnetic Interference : 전자파간섭)라고 하며, 이와 반대로 다른기기의 영향을 안받게 내성(Immunity)을 갖게 하는 것이 EMS(EM-Suceptibility)이고, EMI와 EMS를 총체적으로 EMC (EM-Compatibility : 전자파의 양립성)이라고 한다.

2. 시험의 목적

이번 시험의 목적은 무선 단말기라는 새로운 기기를 추가로 사용하게 되면 추가되는 기기가 기존의 전자기기에 영향을 주는지, 즉 기존의 기기가 새로 추

가되는 무선단말기에 대한 전자파의 내성이 있는지를 시험하여 영향이 없으면 무선단말기를 설치하여 사용하고자 하는 것이 목적이다.

3. 시험의 개요

발전설비를 운영함에 있어 중앙제어실과 현장 운전원간의 통신은 페지폰이라는 통화기기를 사용하여 운전조작에 관한 의사전달을 하고 있다. 페지폰은 발전소 구내 현장의 여러곳에 필요한 최소수량이 설치되어 있으며, 기기조작 위치와는 떨어져 있으므로 통화후 몇 번씩이나 왕복하며 기기조작에 대한 결과를 전달한다. 또한 페지폰 설치위치와 거리가 먼 야외 지역에서는 통화에 어려움이 있어 이에 대한 해결방안으로 휴대형 단말기를 사용해야 하는데, 무전기, 무선전화기, 휴대폰 등의 여러 기기중에서 발전소 제어에 영향이 없는 기기를 선정하는 것이 중요하다. 이번에 시험하는 기기는 900 MHz 대역의 산업용 무선전화기로서 무선전화기 상호간은 물론 구내교환기와 연결하는 기능을 가지고 있어, 일반전화와 통화가 가능한 모델을 시험하여 발전제어설비에 대한 영향성 유무를 검증하여 영향이 없을 경우 설치 운영하므로써, 발전소 운전원과 정비원의 근무환경을 편리하게 개선하는데 있다.

4. 시험 대상 현황

가. 발전소 위치

- 경상남도 고성군 하이면 덕호리 952, 한국남동발전(주) 삼천포화력본부 제1발전소

나. 시험대상 제어설비

1) 설비 용량

- 1호기 : 560 MW

- 2호기 : 560 MW

2) 주제어장치의 종류

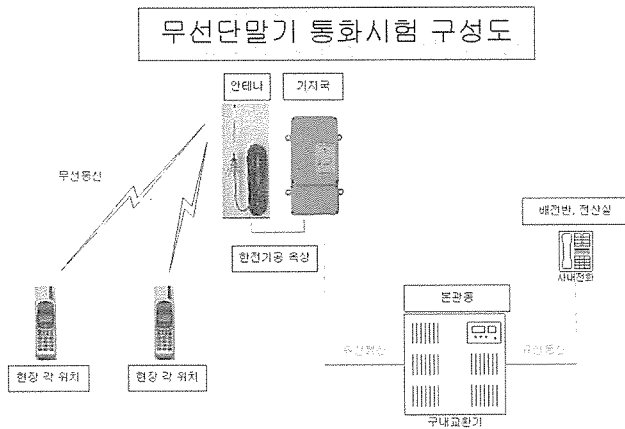
- 1호기 : Bailey Infi-90 시스템

- 2호기 : Bailey Infi-90 시스템

3) 부속설비

- 온도센서류, 유량, 압력, 레벨 센서류

다. 무선단말기 통화시험 구성도



5. 시험용 기기 및 측정기

- Spectrum Analyzer(Model SA7270) : 9KHz~2.7GHz)

- 표준 안테나(Model LPA-25/35)

- Roof-Antenna(Model RF-3)

- Handset Station(무선단말기 : Model IS-990AX-H, 일신전자) : 900MHz, 10/100mW

- Base Station(Model BS-990AX-B) : 900MHz, 10/100mW

- 노트북(LGIBM-Think Pad) 및 측정 프로그램

6. 시험 참석자

- 전력연구원 : 선임연구원 박두용외 일신전자, 발전소 본사과장, 현장부장, 과장, 직원10명

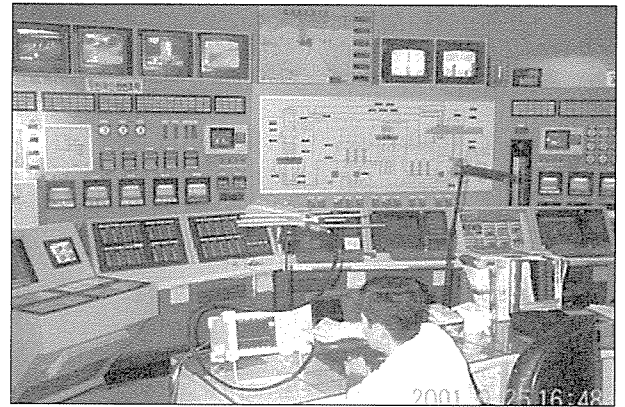
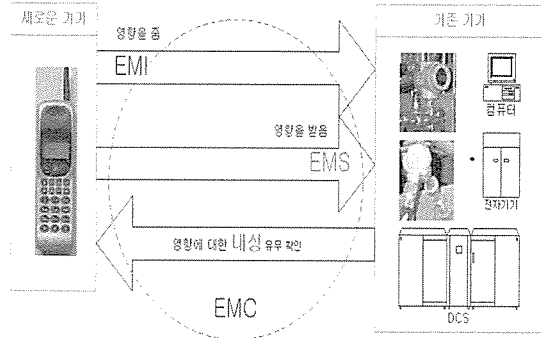
7. 시험 일정 및 주요 시험 내용

시험의 순서는 아래 표와 같으며, 우선 발전소 구내의 전자파 분포현황을 파악하고, 휴대형단말기와 동일한 주파수 또는 체배주파수가 있는지를 점검하고, 센서류의 영향시험과 발전기 운전중 영향시험 순서로 진행하였다.

일 자	시 간	주요 시험 내용	비 고	
삼 천 포 #1, 2	4. 23	15 : 00~17 : 00	○ 전자파 평가시험 관련자 회의 : 시험 측정방법 및 일정관련 협의	회의실
	4. 24	18 : 00~22 : 00	○ 평시 발전제어설비에서 발생하는 전자파 측정	시험장소
		10 : 00~10 : 30	○ 전자파 평가시험 관련자회의 : 시험 측정방법 및 일정관련 협의	회의실
		10 : 30~12 : 30	○ 센서 전송기 전자파 영향성 시험 : 무전기, 휴대폰, 무선단말기 동작시 센서, 측정기에 영향유무 확인	작업실 (이성ENG)
		13 : 00~18 : 00	○ 주간 발전 운전중 외부 현장 및 제어실에서 무선 단말기 사용시 제어설비에 영향유무 측정 (트렌드그래프)	시험장소
	4. 2x5	10 : 00~14 : 00	○ #1 Drum Level Tx-C 접촉통화시험 ○ 주간 발전 운전중 전자기기실 내에서 판넬 Close, Open 상태에서 무선 단말기 사용시 제어설비에 영향유무 측정 (ABC, BMS Panel)	시험장소
14 : 00~15 : 00		○ 전자파 평가시험결과 종합 및 강평	제어부 회의실	

가. 전자파 영향 설명 구성도

전자파 영향 설명



배전반 전자파 측정 시험 장면

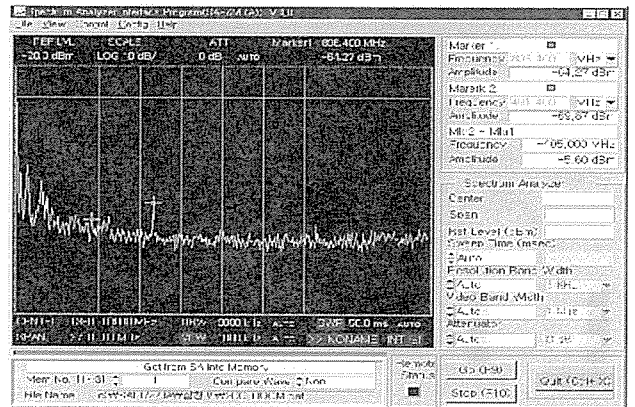
나. 시험내용 상세설명

1) 중앙제어실 전자파 측정 시험

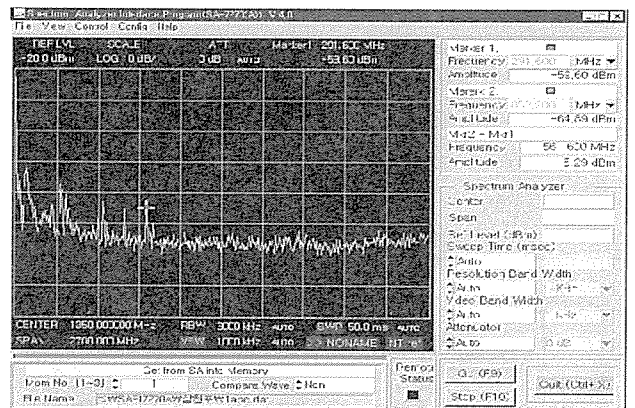
1, 2호기 배전반의 전자파 측정 결과는 아래그림과 같다. 전반적으로 고른 주파수 대역과 -75 dBm의 낮은 레벨을 유지하고 있어 중앙제어실의 전자파 차폐가 잘되어 있음을 알 수 있다. 896.4, 572.4 MHz에서 약간 높은 주파수도 약한 주파수 레벨(-60 dBm) 이하로서 주위에서 발생되나 무선단말기 주파수인 914~950 MHz와는 중첩되고 있지 않음을 알 수 있다.

2) 2호기 주제어시스템 전자기기실 전자파 측정 시험

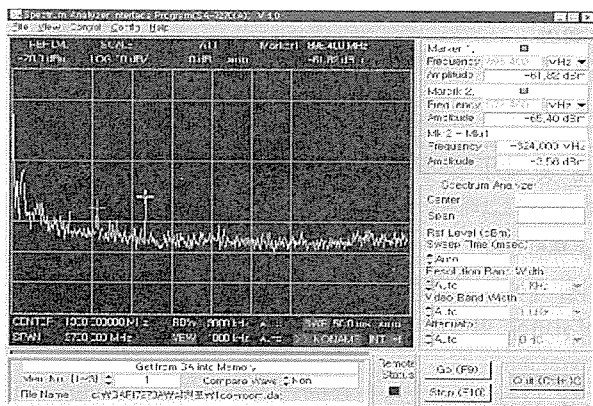
2호기 전자기기실 ABC, BMS, DAS Panel의 전자파 측정 결과는 아래그림과 같다. 배전반 전자파 측정시험 결과 비슷함을 볼 수 있다. 이것은 전자기기실의 제어패널의 전면의 캐비넷이 모듈로부터 나오는 전자파를 아주 잘 차폐시킨 결과로 볼 수 있으며, 567MHz의 주파수는 점검결과 전자기기실 외부에서 들어오는 신호임이 확인되었다.



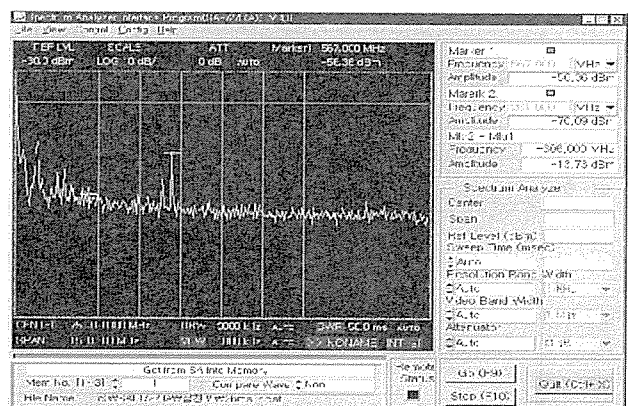
중앙제어실 2호기 제어반의 주파수 분포현황



2호기 배터리 Infi-90 ABC 제어패널의 전자파 분포현황



중앙제어실 1호기 제어반의 주파수 분포현황

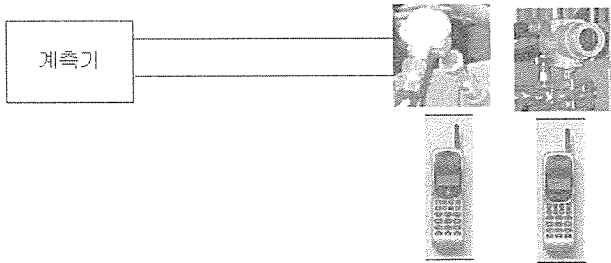


2호기 배터리 Infi-90 BMS 제어패널의 전자파 분포현황

3) 이성엔지니어링 제어작업실에서의 전자파 영향시험

제어 작업실에서의 전자파 영향 시험 결과는 아래 그림과 같다. 이 시험은 회사별 전송기와 열전대를 대상으로 무선 통신 장치의 통화시험시 전송기 출력과 열전대를 통한 온도 지시치를 관찰하면서 측정한다. 시험에서 사용한 무선통신 단말기가 900MHz대의 주파수 신호를 이용하며, 최대 출력 100mw, 최소 출력 10mw를 통신에 이용하는 단말기이다. 아래 표의 결과를 보면 900MHz대의 주파수대인 무선단말기는 영향이 없으며, 400 MHz 대의 무전기는 매우 심한 영향이 있어 발전소내 무전기 사용은 금지하여야 함을 알 수 있다.

< 시험 방법 >

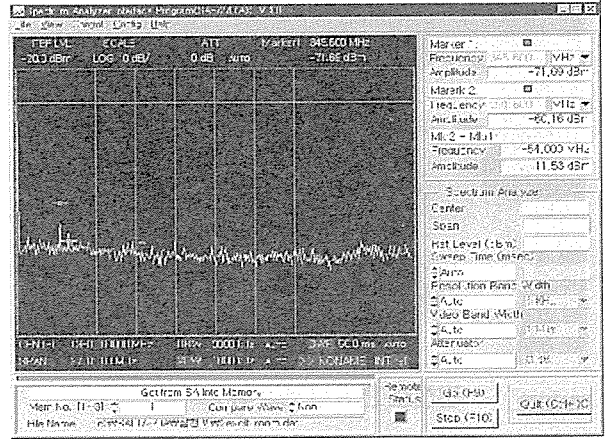


< 무선단말기와 무전기 통화시 전자파 영향 시험데이터 >

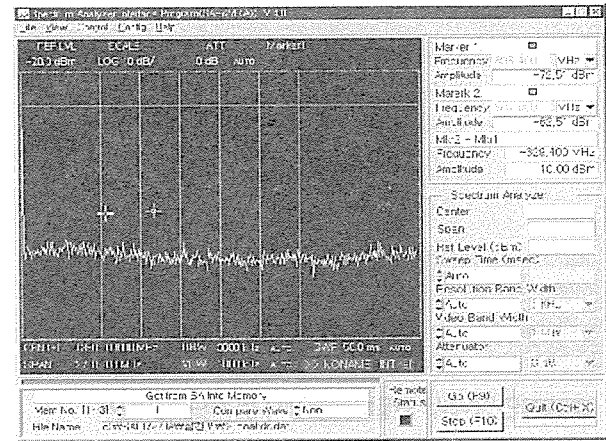
기기 종류	센서 종류	통화 전	접촉통화 후	단 위
무선단말기 (900 MHz, 100 mW)	요코가와 Tx	2.9	2.9	mA
	로즈마운트 Tx	3.95	3.95	mA
	베일리 Tx	20.0	20.0	mA
	씨머커플(E-Type)	21.5	21.5	℃
	코닉스 지시계	23.4	23.4	℃
무전기 (400 MHz, 4 W)	요코가와 Tx	2.1	3.7	mA
	로즈마운트 Tx	3.95	6.3	mA
	베일리 Tx	20.0	-20.12	mA
	씨머커플(E-Type)	21.6	-44.5	℃
	코닉스 지시계	23.3	90.4	℃

4) 현장의 Coal-Feeder, UPS, EHC Room의 전자파 시험

발전소 Coal-Feeder, UPS, EHC Room 에서의 전자파 측정은 아래 그림과 같으며, 특별한 전자파가 존재하지 않고, 차폐가 잘 되어 있음을 알 수 있다.



2호기 Excite Room의 주파수 분포현황



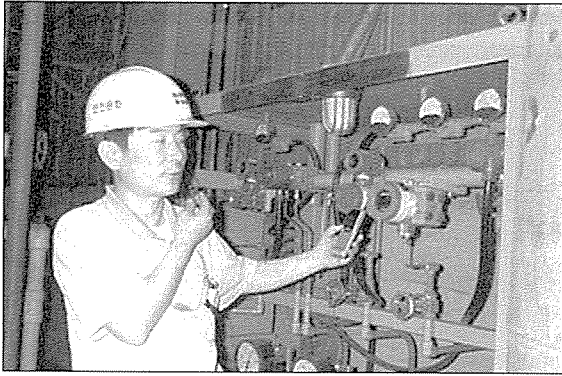
2호기 Coal Feeder 제어반의 주파수 분포현황

5) 현장 트랜스미터 신호에 대한 전자파 영향 시험

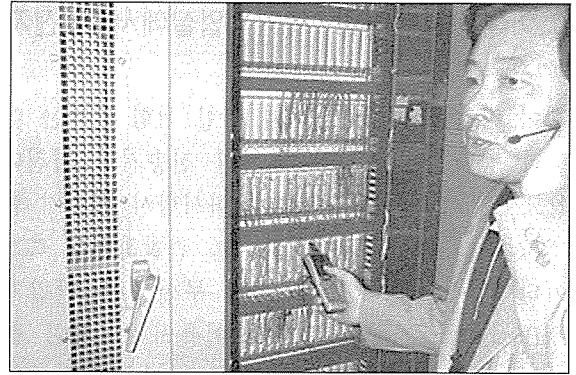
현장 트랜스미터 신호에 대한 전자파 영향 시험 결과는 아래 그림과 같다. 시험 결과는 11종의 현장센서에 대해 무선단말기의 접촉 통화시험에 대한 실시간 트렌드 그래프를 나타내며 발전기의 정상적인 운전중 신호의 영향이 없음이 확인되었다.



발전소 현장센서의 영향시험



발전소 현장센서의 영향시험

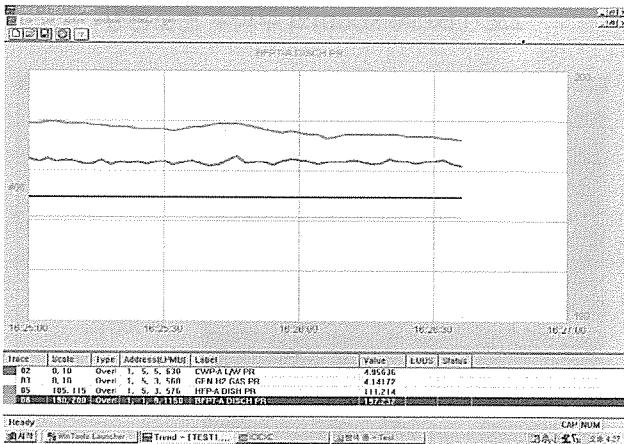


제어모델 뒷면 연결선에 근접하여 통화시험

7) 발전 현장에서의 무선 통화 시험

< 무선 통화 시험 결과 >

장 소	통화상태	비고
#1 DRUM LEVEL Tx -C	양호	
#2 ABC PANEL 앞	양호	
#2 EHC PANEL 앞	양호	
#2 BMS PANEL 앞	양호	
#2 VMS PANEL 앞	양호	
#2 AVR ROOM 내	통화 안됨	통화음영지역
#2 UPS ROOM 내	양호	
#2 EP CONTROL ROOM 내	양호	
#2 SOOT BLOWER 앞	양호	
EHC-TRIP MONITORING 앞	양호	
CWP AREA	양호	
FDF & IDF AREA	양호	
IAC AREA	양호	
PULV C.O ROOM	양호	
연료하역장 지역	양호	
부두 지역	양호	



현장에서 단말기 통화시 트렌드 그래프

6) 전자기기실에서 무선단말기 통화시험

발전소제어에 중요한 설비가 설치되어 있는 전자 기기실에서 Bailey Infi-90의 ABC, BMS 등의 패널도어를 Close/Open 상태, 제어모듈과 30cm, 5cm 근접상태(출력 530MW)에서 무선단말기의 통화시험한 결과 발전소 운전에 이상현상은 발생하지 않았으며, 통화도 잘 이루어 졌다. 배전반 내에서 통화시에도 같은 결과가 나왔다.



베일리 Infi-90 제어모듈에 근접통화시험

전자기기실과 현장, 연료하역장, 부두지역까지 무선 단말기와 배전반의 유선전화와의 통화시험을 하였고 통화상태는 의사소통이 가능하였으며, 고 소음지역에서는 고소음에 의한 통화내용의 질이 떨어지기는 해도 의사전달이 가능한 정도의 통화품질을 청취할 수 있었고, 연료하역장, 부두지역에서도 양호한 통화 품질을 측정할 수 있었다. 발전소 현장을 순시하며 무선 통신 단말기에 의한 무선단말기-무선단말기간의 통화와 무선단말기-유선전화간의 통화지역은 아래표와 같다. AVR Room 내에서는 이중으로 차폐된 통화음영지역으로서 내부에서는 통화가 되지 않으나 좁은

영역이고 내부에 유선전화가 있으므로 유선전화를 사용하는 것이 바람직하며, 발전소 고소음지역에서는 보다 나은 통화를 위해 밀폐형 헤드폰을 채용 등을 통한 통화 개선책이 요구되어진다.

8. 시험 후기

무선통신에 의한 전자파 영향은 무선통신 단말기가 사용하는 주파수 대역에서의 원래의 주파수 성분이 미약하고, 또한 무선통신 단말기의 출력이 최저 10mW~최고 100mW의 출력을 가지므로, 제어시스템이나 현장 센서기기에는 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

주 제어시스템이 설치되어 있는 전자기기실에서의 무선통신단말기에 의한 통화시 전자파 영향시험은 평상시 발전소 각 지역내에 분포하는 주파수와 레벨을 측정하고, 작업실에서의 시험, DAS 설비의 시험, 모니터링 포인트의 시험에서 얻은 결과가 무선단말기가 기존 제어설비에 영향을 주지 않는다고 판단하여, 발전 운전중인 상태에서 주요설비인 ABC, BMS, Vibration 등등의 설비에서 통화시험 수행하여 패널 도어의 개방과 30cm, 5cm 근접 통화시에도 시스템에 영향을 주지 않음을 입증하였다.

또한 무선통신 통화 시험은 원활히 수행되었으나, 터빈 하부지역을 포함한 일부 소음이 심한 지역과 AVR Room 설비와 같은 지역에서는 통화시 잡음이 약간 섞이나, 의사소통은 가능하며, 기 언급하였듯이 AVR Room 에서는 이중차폐에 의한 통화음영지역으로서 통화가 되지 않았으며, 기지국 안테나의 위치와 중계기의 추가 설치, 안테나의 이득 개선, 능동 소음 제어기의 채용 등과 같은 방법에 의한 개선을 통해 보다 좋은 통화품질을 가져오리라고 생각한다.

Bailey-90 설명서에 의하면, 제어설비의 제작회사인 Bailey 사의 지침에서 패널도어를 닫은상태에서 2m 이내에서는 통신기 사용을 금지하는 내용이 있으나, 이는 주로 발전소 건설 및 시운전시에 사용하는 무선기 사용을 금지하는 내용으로서 이러한 지침 이후에 개발된 저출력, 고주파수의 무선단말기에 대한 내용이 아니므로 위에서 시험한 바와 같이 현장 실증시험을 통하여 영향이 없음을 입증하였다.

가. 시험 내용 및 측정결과

- 발전기 운전중 발생하는 전자파 및 외부 통신 환경 측정
 - ➔ 현재, 중앙제어실에서는 1호기와 2호기는 전 대역(0~2.7GHz)에 걸쳐 고른 분포를 보였으며, 측정된 레벨은 -75dBm 정도임
 - 현장 제어기기와 동일한 트랜스미터 전자파 영향 모의시험 (작업실)
 - ➔ 작업실내 현장 제어기기의 트랜스미터(온도, 레벨, 압력)에 접촉하여 무선단말기를 사용시 측정 계기치 변화없음
(참고) 무전기(4W), 휴대폰(011,016)사용시 영향 측정 : 무전기만 영향 발생
 - ※ 무전기를 현장 센서 전송기기 앞에서 통화시험시 측정계기치 값이 많이 변화는 것을 발견
➔ 발전소내 제어용 전송기기 앞에서는 무전기 사용을 금지해야 함.
 - 현장 센서기기에 근접/접촉하여 무선단말기 사용시 제어신호 영향성 측정
 - ➔ 발전기 운전중 현장 센서기기 10개소에서 무선단말기 사용시 : 이상없음
현장 센서기기(Sec Air Diff Press외 9개소) 앞에서 무선단말기 사용시 제어시스템의 해당 포인트의 실시간 트렌드 그래프가 이상없음을 확인함
 - 발전기 운전중(53만kW) 제어설비 지역내에서 무선단말기 사용에 따른 영향 측정
 - ➔ 중앙제어실내 #1호기 제어설비 앞에서 무선단말기 통화시 영향 : 이상없음
 - ➔ 전자기기실 #1 DAS Cabinet 판넬앞 무선단말기 통화시 영향 : 이상없음
 - ➔ 전자기기실 ABC, BMS 판넬앞 무선단말기 통화시험 시행 : 이상없음
- ∴ ABC, EHC, BMS, S/B, EHC-Trip, AVR, UPS, EP Panel에서 Door Open/Close 30cm 이격, 모듈근접 5~10cm 이격시 통화시험
- 발전소내 소음지역 및 옥외장소 등 무선단말기 통화시험
 - ➔ 소음지역 : 전파 음영지역인 AVR Room을

제외한 전지역 통화 가능
(TBN Control 벨브주위 외 7개소는 주위의 소음이 심하나 의사소통은 가능함)

→ 옥외장소 : 제1, 2연료하역장 및 부두지역까지 통화양호

나. 시험 결과

- 전자기기실 ABC, BMS 판넬을 포함한 전 지역에서 시험결과 900 MHz의 무선단말기 (100mW이하) 사용시 발전소 제어설비에 영향이 없으므로 무선단말기를 설치 운영하여도 좋을 것으로 판단됨

다. 무선 단말기의 설치 운영

위와같은 시험은 분당복합화력, 영동화력, 삼천포화

력, 여수화력, 무주양수, 서인천 복합발전소에서 같은 방법으로 실시하였으며, 모두 무선단말기를 설치하여 운영중에 있어 운전원 및 정비원의 편리한 운전환경 개선에 기여를 하고 있다. 또한 2003년도에 평택화력, 태안 5호기에 시험을 하였고, 태안 2호기, 삼랑진양수에 시험계획 예정이고, 열병합발전소는 물론 정유회사등 모든 공장에서 사용할 수 있음은 물론 특히 포항제철에서도 이미 사용중에 있다.

*참고 : 본 무선단말기는 정보통신법에서 지정한 주파수사용기기가 분기에 지불하는 사용료를 내지 않는 기기임(10W 미만 기기)

TBN, GEN 위치측정 기술



한전기공(주)
기술개발원 전문원실
과장 이시연
Tel : (031)710-4392

1. 터빈발전기위치측정개요 및 측정목적

터빈발전기는 국내 여러 발전설비가 각기 특성을 소유하고 있으며, 어떠한 설비에 변화가 일어나거나 혹은 측정렬의 변화가 발생함은 최초 잘 정렬된 상태

에서 위치변화가 발생하였다는 증거일 것이다.

이러한 변화원인을 밝히기 위하여 정비현장에서는 Data관리가 필수적이므로 다년간 자료수집을 위하여 측정과정을 개발하고, 측정항목을 신설하였으며, 최신 장비 구입과 동시에 자체적으로 측정장치를 개발하여 측정기법을 현장을 위주로 수행하고 있다.

측정결과나 측정과정의 일부는 개발중인 경우도 있으나 현장실정에 적합하도록 정비전문회사에서 개발한 장비와 측정기법으로 측정한 내용을 바탕으로 현장에 응용한 위치변화측정기술에 대하여 간단한 예를 소개하고자한다.

소개된 내용은 물론 지속적인 측정기법 개발을 통한 자료보강이 완료되면 점차 설비안전 유지 및 정비 방법에 새로운 방향이 결정되고 기술개발의 진가를 인정받을 수 있을 것이다.