

# 原電에서의 無線周波數 干涉現象

原子力發電所에서 無線通信시스템으로 통화능력을 향상시키기 위한 노력이 지난 수년간 계속 시도되어 왔다. 이러한 無線通信은 中央制御室의 운전원과 현장의 작업원 간의 신속한 의사전달을 가능하게 하여 발전소의 안전성을 크게 높여준다. 그러나 무선통신설비의 이용은 신속한 의사소통 외에 무선주파수간섭현상(Radio-Frequency Interference, RFI)을 유발시키기도 한다.

무선주파수간섭현상(RFI)은 무선통신에너지의 수신에 필요한 정상적인 설계값을 벗어나게 하는 이상전압과 전류를 유도하기도 하고, 불필요한 무선신호에 의해 필요한 무선신호의 약화를 일으키기도 하는 전파에너지의 작용이다. 작은 신호의 왜란에서 부터 큰 신호의 충격까지 영향을 미칠 수 있는 이러한 전파에너지는 다양한 발전설비에 따른 고유 RFI 유도특성에 의해 정해진다. 따라서 원자력발전소의 각종 제어설비별로 다양한 영향을 끼치므로 연구의 대상이 된다.

1987년 미국의 Southeastern 전력회사는 미국 내 61개의 발전소와 8개의 외국 발전소에 대해 중앙제어실에서 휴대용 무선통신기의 사용이 허가되고 있는지와 사용주파수에 어떠한 제약조건이 있는지에 대하여 조사를 하였는데, 그 결과는 미국내의 11개 발전소와 2개 외국 발전소로부터 회신이 왔으며, 그들 모두 릴레이룸과 같이 민감한 지역이나 제어실에서 휴대용 무선통신기의 사용을 허가하지 않고 있으며 사용주파수대는 모두 25MHz(기본 민간방송주파수)에서 800MHz(초고주파)까지의 범위에서 무선주파수를 사용하고 있음이 밝혀졌다.

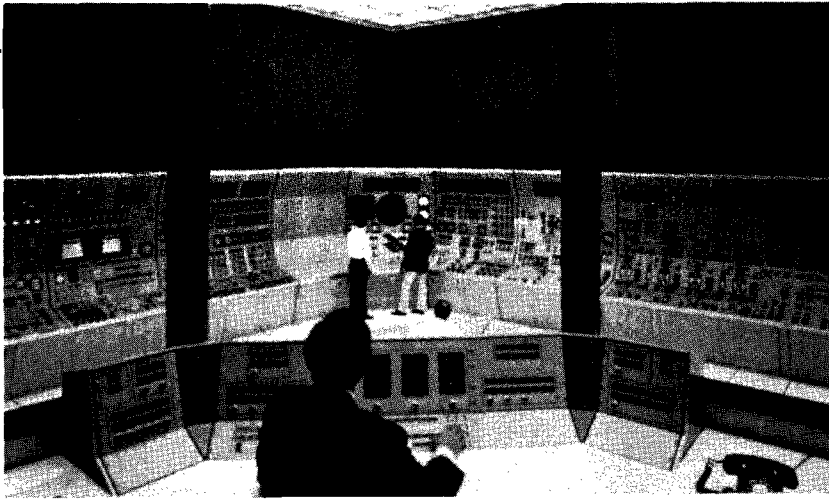
1985년 말까지 미국의 원자력발전소에서 휴대

용 무선통신기에 의해 공학적 안전설비의 작동이나 원자로 정지를 발생시킨 건수가 11회나 되었으며, 휴대용 무선통신기에 의해 비안전계통과 2차계통에 영향을 주었던 보고되지 않은 현상들은 보고된 현상 보다 3~5배 가량 많이 발생되었다. 이러한 현상들은 명백히 밝혀져야 할 과제이나 이러한 현상을 해결하기 이전에 그 현상의 특성을 이해할 필요가 있다.

## RFI問題点의 要素

민감한 지역에서 무선통신기의 사용이 제한되고 있는데도 불구하고 왜 RFI에 의해 많은 문제점이 발생하고 있는가? 여기에 대한 해답은 무선주파수, 출력과 안테나 등과 연관되어 있다.

5W의 휴대용 무선통신기가 10M 파장으로(민간방송 주파수대역인 약 25MHz)로 전파되고 있다고 가정할 때, 차에서 사용되는 무선전화기와 유사한 무선통신기는 15~20마일 가량의 공중전파능력을 가지고 있고 100피트 떨어진 곳에서 수신기를 사용할 수 있다. 이 무선통신기는 그 주파수에 정확히 일치되는 안테나가 있을 것이다. 이러한 주파수의 일치로 최대의 무선통신출력을 송신하게 해주며, 무선통신기의 마지막 증



폭유도단에서 최대 출력에너지를 송신하기 위해 전기적으로 10M 파장의 안테나로 만들 것이다.

이 의미는, 예를 들어 출력이 5W라면 안테나로부터 5W의 무선전파가 송신될 것이다. 실제적으로 전력손실이 발생하여 4W의 무선주파수 출력에너지는 안테나에 의해 5W의 입력으로 수신된다.

이 무선통신기는 10M 파장의 전기적인 신호를 수신하기 위하여 설계된 안테나로 최대신호를 수신하기 위해 임피던스가 정합되어 있다. 먼 거리로 인하여 극히 미약하게 감쇠된 신호가 수신된다는 것은 이러한 정합의 효과에 의한 것이다.

이러한 설계원리에 의해 주위의 전기적인 기기에 유연하게도 신호정합이 일어날 수가 있다. 만일 5W 출력의 무전기 근처에 안테나 대신 철사로 만든 옷걸이를 둔다면 정합장치가 전혀 되어있지도 않은데도 깨끗하고 강한 신호를 받을 수 있다. 그러나 정합이 되어있지 않으므로 옷걸이에 수신된 신호는 곧 사라진다.

만일 옷걸이 대신에 압력지시계와 압력전송기가 있고 무전기로 부터 최대의 무선신호를 수신하기 위해 정확하게 맞는 10M 길이의 케이블이 있다면 그 케이블에 수신되는 신호량은 케이블과 무선통신기로 부터의 거리와 케이블의 임피던스에 달려있다.

예를 들면, 75오옴 임피던스가 이러한 길이의 전파를 수신하기 위한 이상적인 값이고 그 케이블이 무선통신기 근처에 있다며, 그 전파출

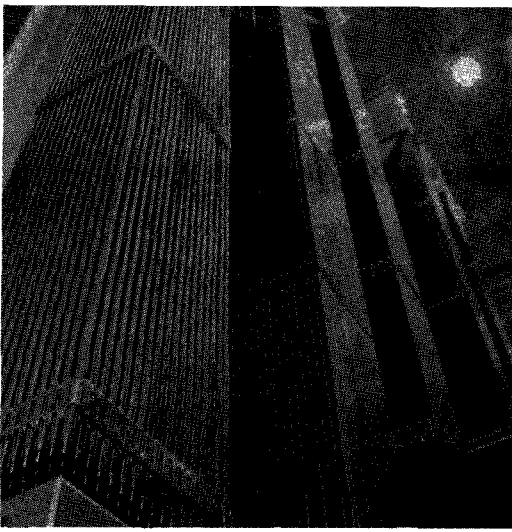
력의 최대치를 수신하게 되어 지시계에는 거짓 입력신호가 나타난다. 일반적으로 압력전송기/센서는 0~100%의 Span에서 10~50mA를 신호대역으로 사용한다. 최대압력치를 위해 6W의 전력이 사용되는데 만일 4W의 전송신호의 반인 2W가 그 케이블에 순간적으로 유도된다고 한다면 그 선에 존재하는 신호가 어떠한 것이든간에 벡터적으로 합쳐질 것이다. 가장 극단적인 경우는 RFI 신호와 존재하고 있는 신호의 위상이 같다면 입력신호에 정확히 2W의 전력이 더해지게 된다. 만일 30mA가 그 선에 흐르고 있었다면, 2W의 RFI에 의해 압력지시계가 최고치를 지시하게 되며 이러한 높은 압력치에 대해 어떤 보호신호까지 발생시킬 것이다.

케이블이 무선통신기에 가까이 있을 수록 옷걸이의 경우처럼 RFI의 영향이 더욱 커지고 신호수신에 필요한 케이블길이와 임피던스는 덜 중요하게 된다.

## 高周波

불행하게도 RFI는 예를 든 것보다 심각하고도 복잡한 양상을 보인다.

어떤 무선통신기도 설계된 주파수에서 아주 깨끗한 신호를 발생시키지 못한다. 실제로 발생하는 신호는 원하는 주파수의 배수에 해당하는 일련의 여러 고조파들이 발생하여 어떠한 주파수에서 최고치가 된다. 같은 현상이 전력선에서도 나타난다. 비록 전력이 일정하게 60Hz를 발



생시킨다해도 60Hz의 배수에 해당하는 120Hz, 180Hz와 약수에 해당하는 30Hz, 15Hz 신호가 항상 측정되는 것이다. 이러한 고조파 또는 측파들에 의해 무선통신기의 성능정도와 유지상태를 잘 알 수 있다.

예를 들면, 10M 거리에서 전달되는 조건에서 정확한 임피던스를 가진 8M 케이블은 임피던스 정합이 안된 10M의 케이블 보다 10M 기본파장으로 부터 파생된 전력 8M인 고조파 때문에 더 강하게 신호를 수신할 수 있다.

다른 RFI영향은 신호파의 증폭과 신호파의 반사를 일으킨다. 무선신호는 대부분 휴대용 무선통신기에서 사용되는 간단한 다이폴 안테나에 의해 구형파로 전파된다. 예를 들어, 벽에 까만색의 페인트를 칠한 어두운 방 중앙에 밝은 전구를 켜면, 밝기가 모든 벽에 일정함을 알 수 있다. 만일 한 벽을 은색 페인트로 칠했다면 반사가 되어 반대쪽의 벽이 다른 까만색의 벽보다 2배 정도로 밝을 것이다. 한 벽을 제외하고 모든 벽을 은색 페인트로 칠했다면 그 까만벽은 모든 벽이 까만색일 때보다는 더욱 밝을 것이다.

무선파도 같은 원리로 작용하는데, 발전소의 전기 또는 전자설비에 건축물로 인한 반사에 의해 무선파가 증폭되기도 한다. 파장이 긴 무선신호가 사용된다면 방 안에 켜진 전구의 예치된 신호가 서로 간에 결합되어 증폭이 되기도 하며, 최종적으로 증폭된 신호파에 의해 많은 전력이 유도되기도 한다. 또한 어떤 때에는 신호파들이 서로 간섭하여 사라지기도 하며, 신호수신불감대를 형성하기도 한다.

원자력발전소 내의 기계장치, 벽과 전선보호

관과 같은 주위환경에 의한 자연적인 유도에 의해 예견하지 못한 방향에서의 신호파 반사로 인한 증폭 때문에 합리적인 분석을 불가능하게 만든다. 자연과 유도의 경우는 복잡한 표면에 의한 신호의 확산이나 평평한 면에서 간단하게 신호를 반사하는 현상으로 주로 건축구조물에 의해 신호의 변형을 일으키는 현상이다.

RFI는 앞에서 언급한 것 이상으로 복잡한 문제이다. 무선파의 특성은 무선통신기의 배터리 전력, 공기 중의 온도, 습도, 전달되는 신호파의 위상각, 안테나의 청결도 및 무선통신기의 온도와 여러 다른 변수들에 의해 영향을 받는다.

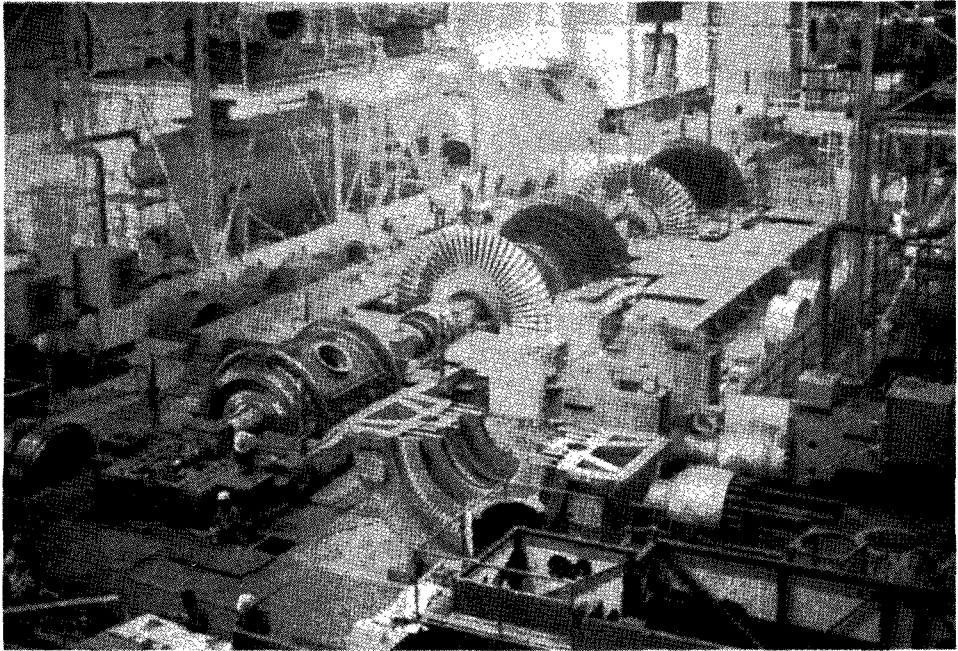
이러한 이유 때문에 RFI가 문제시 되었을 때 그 상황을 재연출하기란 극단적으로 곤란하다. 그러나 어떠한 방법으로든 RFI가 문제를 일으킬 가능성을 최소로 할 방법은 있다.

## 無線周波數干涉의 最少化

RFI를 최소화하기 위한 첫번째 방법은 원만한 통신에 필요한 최소한의 무선전력을 사용하는 것이다. 만일 2W의 전력으로도 통신이 가능 한데도 5W의 전력을 사용한다면 통신의 질이 높아지기 보다는 오히려 RFI의 증가를 초래하게 된다.

문제를 최소화하기 위한 다른 방법은 사용주파수를 신중하게 선택하는 것이다. VHF와 UHF(100MHz 이상) 전파는 측파 고조파가 아주 적으며 좁은 대역폭으로 인해 잡음의 영향을 덜 받는 이점이 있고, 태양의 흑점이나 전력선 등과 같은 자연장애로부터 영향을 받지 않는다. VHF와 UHF는 직선적으로 진행하는 성질을 가지고 있다.

VHF와 UHF는 통과력이 적으며, 파의 진행 방향이 바뀌어지지 않으므로 제한된 지역에서 원만한 통신을 하기 위해서는 큰 전력이 필요하게 된다. 큰 전력은 RFI의 기회를 더주게 된다. 제한되지 않는 지역에서의 통신을 위해 VHF와



UHF는 저주파수 보다 적은 전력이 소모된다.

고주파 (20MHz 정도)는 진행방향이 바뀌어질 수가 있고, 벽과 같은 물리적인 장애를 잘 통과 할 수 있으며, 제한된 지역에서 좋은 결과를 나타내므로 사용이 가능하다. 이 주파수의 단점은 자연적인 장애물로 부더의 영향을 피하기 위해서는 더욱 큰 전력이 필요하며, 넓은 대역을 갖고 있으므로 상대적으로 많은 측파 고조파를 포함하게 되고, 발전소에서 사용되는 많은 전송선과 케이블 길이와 같은 기본파장을 갖고 있다는 점이다.

이러한 요소들은 무선주파수 간섭의 기회를 극대화시킨다. 이 장치는 VHF/UHF 장치보다 부피면에서 다소 큰편이다.

일반적으로 품질좋은 전송기는 원치않는 주파수의 발생을 최소화하기 위해 고조파를 적게 발생시켜서 필요없는 주파수의 발생을 최소화 할 것이다.

여러 통신회사에서는 원자력에 적용이 가능한 무선시스템을 판매한다. 그들의 기술자와 공학자는 원만한 통신을 위해 어느 특정한 발전소에 최적으로 설계할 수 있다. 그러나 그들은 RFI

가 결코 문제를 일으킬 수 없다는 것을 보장할 수는 없다.

RFI를 완전히 제거하고자 한다면, 오직 한가지 방법이 있는데 그것은 무선통신기를 사용하지 않는 것이다. RFI를 최소화하기 위해 최적으로 설계된 시스템이라 하더라도 가능한 한 무선통신기의 사용을 줄이는 것이다.

만일 무선통신기를 사용해야 한다면 최소의 전력으로 사용한다. 만일 어느 특정지역에서 RFI가 원하지 않는 결과를 초래한다면 그 지역에서 사용을 제한하고 제한표시를 확실하게 표시한다.

가능한 발전소가 계통에서 분리되었을 때 발전소내의 여러 장소에서 무선통신기의 사용가능 시험을 하여, 우연히 RFI를 발견하기 전에 문제지역을 지정한다. 가능하면 RFI문제를 예방하기 위해 민감한 기기에 무선차단장치를 설치한다(대부분의 CLASS A 또는 IEEE 전선과 기기는 RF 차단이 필요하지 않다).

이러한 작업은 잠재적인 RFI문제를 최소화하여 통신능력을 높임으로 인해 발전소의 안전성을 제고시키는 방법이 될 것이다.