

## ALARA형 방사선감시기 원전적용을 위한 무선네트워크 구성

강기두, 조문형, 김민철

한국수력원자력(주) 한수원중앙연구원, 대전시 유성구 유성대로 1312번길 70

[kdkang@khnp.co.kr](mailto:kdkang@khnp.co.kr)

### 1. 서론

한수원(주)에서는 국내원전의 WANO 성능지표 상위 25% 달성 및 주요 방사선작업에 대한 적극적인 선량저감화 노력의 일환으로 ALARA형 방사선 감시기를 개발하고 있다.

원격 방사선감시시스템은 이미 미국, 프랑스, 영국, 일본 등 많은 원전에서 사용하고 있으며 보다 신속한 개인선량 산정, 부족한 방사선안전관리원에 대한 보조수단 등 그 도입사유도 다양하다.

한수원 ALARA시스템의 경우, 기존의 시스템이 선량계와 전송기가 따로 있어 있었던 것에 비해 이를 일체화하여 소형 경량화를 목표로 하고 있다는 데 특징이 있다. 본 논문은 한국표준형원전에 시범 적용하는 ALARA형 방사선 감시시스템의 무선네트워크 구성에 대해 기술하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 네트워크 시스템 구성기준

무선설비를 포함한 전기전자장비를 사용하는 지역에서는 EMI/RFI 장애가 수반될 수 있다. 무선 기술 적용과 관련하여 KINS의 경수로형 원전 안전심사지침(Rev.3, 2009.12)이 있는데 이는 주로 원자력발전소 내 계측제어계통에 대한 전자파 장애 검증기준에 대하여 미국 원자력규제위원회(NRC)의 Reg. Guide 1.180(Rev. 1, 2003.10)과 미국 전력연구소(EPRI)에서 발간한 기술보고서(TR)를 준용하도록 되어 있다.

NRC는 안전관련 계측제어시스템에 대해 EMI/RFI 장애와 파워서지의 영향에 대해 설계, 설치, 시험 등에 대한 규제지침을 발행하였고 여기에는 EMI/RFI 발생원과의 여유도 결정, 영향성을 고려한 이격거리 설정, 전자파 양립성등을 규정하고 있다.

EPRI는 미국 NRC 요구에 따라 미국내 7개 원전에서 취득한 EMI 자료와 기존 관련기준을 근거로 하여 원전의 EMI/RFI 방출 선원, 기기 시험기준, 원전 및 기기의 전기장방출 제한치, EMI/RFI 민감도를 최소화하기 위한 설계 및 방법 등을 제시·권고하고 있다.

#### 2.2. ALARA형 감시기 원전적용시 고려사항

무선기술 적용은 유선통신에 비하여 보안에 취약한 구조이므로 잠재적인 보안 위협에 대하여 대처할 수 있는 노력이 필요하다.

ALARA형 방사선감시시스템은 Fig. 1과 같이 선량정보 전송시스템, 영상감시시스템 및 음성통신시스템으로 구성되어 있으며 Server는 Base Station 으로부터 수신된 데이터(선량, 영상, 음성 정보)를 실시간 모니터링이 가능하도록 하였다. 무선 네트워크는 동시에 3개 작업장에서 무선 데이터를 안정적으로 전송할 수 있도록 산업용 AP(Access Point)들로 구성된다. 선량정보 전송시스템은 개인 선량계와 결합하여 선량 정보를 송신하는 송신기, 송신기에서 보내온 정보를 수신기로 전달하는 중계기, 송신기와 중계기에서 선량정보를 수신하여 서버로 보내는 수신기와 통제장치로 구성된다.

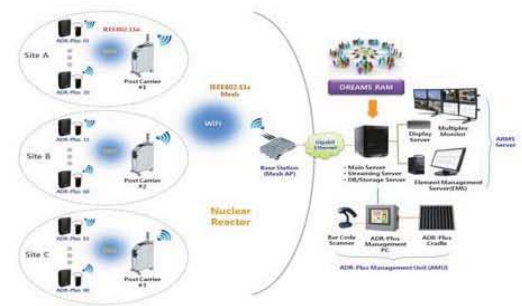


Fig. 1. Radiation Monitoring System.

주요 전자기기에 대해서는 EMI/RFI 영향을 분석, 방지하는 대책 수립은 필수적이라 할 수 있으며 전자파장애를 검증하여 사용이 허가된 지역에서 계측기 또는 제어설비와의 최소이격거리 이상에서 사용하여야 한다.

전자파장애 점검결과에 따라 민감기기에는 RFI 민감기기 표시를 부착하거나 무선송수신기 근접 사용금지 표시를 부착하여 활용한다. EMI/RFI 민감기기가 있는 지역(주제어실, 제어봉구동 캐비닛실, 케이블룸, 컴퓨터실, 계전기 근처, 터빈 감시계측기 근처, 인버터 근처, 계측기 전송기가 설치된 구역)과 정비 중 제어설비의 패널문이 열려 있는 장소에서 무선통신을 제한한다.<sup>[1]</sup>

ALARA형 방사선감시기의 경우, 대부분의 방사선작업 피폭은 계획예방정비기간 중 일어나는 것을 감안하여 실제 기기 운영은 정상운전 중 사용을 지양하고, 가급적 계획예방정비기간 중에만 쓰도록 하였다.

### 2.3. 표준형원전의 ALARA형 방사선감시시스템 네트워크 구성

표준형원전에 대한 최적 네트워크시스템 구성을 위하여 계획예방정비기간중인 표준형원전을 대상으로 현장 사전 실사를 수행하였다. 무선통신 네트워크는 원자로 건물 내부 최상단 Hatch(142ft) 부근에 설치된 Base Station을 기준으로 중계기, 선량계 사이에 각각의 무선통신 기능 갖도록 구성하는 것이 필요한 것으로 조사되었다. 무선통신 네트워크는 원자로 상하층 수직 방향으로 무선 데이터를 전송하며, 상층과 하층의 개방된 공간을 활용하여 IEEE802.11s Mesh를 구축, 데이터를 전송한다. 또한 여러 개의 독립적인 상하층 무선 통로를 구축하며, 각 무선 통로는 간섭을 최소화하기 위한 독립적인 무선 채널을 사용한다.

원자로 내부 개방된 공간에서 설비 및 케이블로 인한 무선신호 감쇄가 예상될 수 있기 때문에 중간층에 Mesh AP를 추가 설치하여 무선 신호를 보완하도록 하였다. 신속한 데이터 전달을 위해 데이터 패킷마다 priority를 두어 라우팅 되는 속도 및 순서를 조절하는(즉, 패킷에 따라 처리되는 우선순위를 다르게 하는) 긴급(emergency) 데이터 처리 기능 및 네트워크기능을 제공할 수 있도록 하였다. 통합 무선 네트워크에서는 2.4GHz 대역을 기반으로 채널겹침 문제가 생기지 않도록

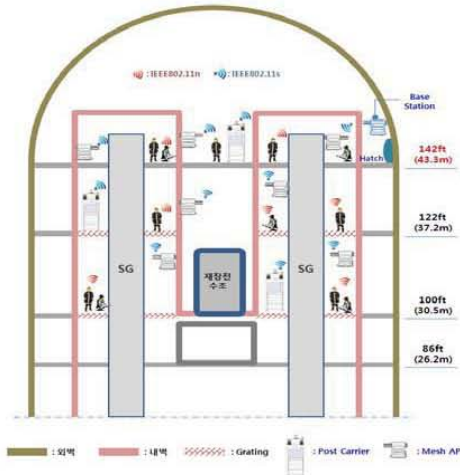


Fig. 2. Network Configuration of Real Time Radiation Monitoring System.

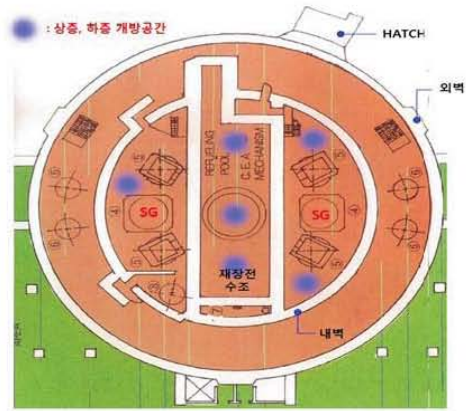


Fig. 3. Typical AP Configuration(El.122).

채널 변경 기능을 제공하도록 하였다. 표준형원전에 대한 현장실사 결과 최상층에 Base Station을 구축하고 원자로 내부 각층과 층 사이에 무선 신호 감쇄가 발생할 경우를 대비하여 중간층에 IEEE802.11s Mesh AP를 추가 설치하여 무선 신호를 보완하도록 하는 것이 필요하며 AP는 15~20개 수준에서 모든 작업장의 통신이 커버될 수 있음을 확인하였다.

### 3. 결론

표준형원전에 대한 ALARA형 방사선감시시스템 시범적용하기 위한 무선통신 네트워크 구성시 주요 전자기에 대해서는 EMI/RFI 영향을 분석, 방지책이 필요하며 전자과장해 점검결과에 따라 민감 기기에는 RFI 민감기기 표시를 부착하거나 무선 송수신기 근접 사용금지 표시를 부착하여 활용한다.

ALARA형 방사선감시기의 경우, 대부분의 방사선작업 피폭은 계획예방정비기간 중 일어나므로 동 기간에서만 쓰도록 하였다.

표준형원전에 대한 예비 테스트 결과 최상층에 Base Station을 구축하고 원자로 내부 중간층에 AP를 추가 설치할 경우 최적 AP구성으로서 15~20개 수준에서 모든 작업장에서 음영지역없이 통신이 커버될 수 있음을 확인하였다.

### 4. 참고문헌

[1] EPRI TR 1003687, 'Remote Monitoring Technology Guidelines for Radiation Protection : Field Implementation of Remote Monitoring' (2004. 11).