



공기중 전리 방사선의 평가 ; 전리방사선 측정기를 이용한 즉석 지역 모니터링

개요

많은 작업환경에서 전리방사선에 대한 폭로의 양과 비율은 중요하게 고려해야 할 문제이다. 이러한 작업환경들은 X-ray기계가 있거나 동위원소를 취급하는 의료기계 및 실험실, 원자력 공장, 방사성 동위원소가 저장 또는 폐기되는 장소들이 이와 관련되어 있다. 보건학자들은 일반적으로 전리방사선 수준의 검출과 측정에 있어 직업성과 비직업성 환경들에 대한 평가에 열중한다. 그럼에도 불구하고 산업위생사들은 자주 작업환경, 모니터링 적용, 전리방사선 방출원과 수준 등에 근거하여 직접 또는 간접적으로 방사선 모니터링 활동들을 수반한다. 전리방사선의 검출 및 측정수준은 발생원과 거리 등 몇 개의 인자들에 기인해서 달라진다. 그 결과 지역 모니터링 측정은 모니터링 등고선(monitoring contour)을 작성하는데 있어서 확인된 또는 추정되는 전리방사선 발생원에서부터 떨어진 다양한 거리에서 기록된다.

모니터링

전리방사선 측정기는 개인과 지역 전리방사선 자료 수집이 가능하다. 즉석 지역 모니터링 기계들은 일반적으로 직판독 계기판 측정기에 연결된 탐침으로 구성되어 있다(그림 1). 모니터링 기계의 선택은 방출되는 전리방사선의 유형과 수준에 따른다. 전리방사선에 대하여 즉석 지역 모니터링이 가능한 일반적인 기계들의 종류는 다음과 같다. 또한 몇 개의 개인 모니터링 기계들도 소개되어 있다.

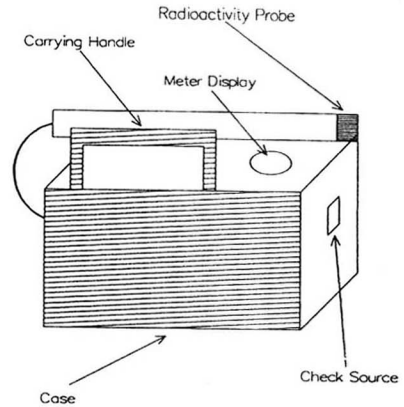


그림 1. Geiger-Mueller meter.

(i) 이온화 챔버

이온화 챔버는 부피를 알고 있는 gas로 챔버 내부가 충전되어 있는 실시간 전자식 모니터링 기계이다. 챔버 내에는 양극과 음극이 있어 공기중 전리방사선이 챔버 내로 유입될 때 양극과 음극은 gas와 상호반응하여 일차 이온쌍(primary ion pairs) 형태를 갖춘다. 이 이온들은 각각의 전극에 끌려 당겨져서 전압변화를 일으킨다. 전압 및 이에 동반되는 전류의 변화는 검출된 전리방사선의 양에 비례한다. 전리방사선의 측정치는 직판독기에 표시된다. 이온화 챔버는 상대적으로 고농도의 전리방사선이 발생하는 지역의 측정에 유용하게 사용된다. 그러나 이 측정기는 검출되는 전리방사선의 유형을 확인하거나 구별을 하지는 못한다.

(ii) 비례계수기

비례계수기는 이온화 실과 기능이 매우 유사하고 전리방사선 발생의 실시간 지역 측정에 사용되는 전자식 측정기이다. 실제로 비례계수기는 이온화 챔버의 특별한 형태이다. 이온화 챔버와의 가장 중요한 차이점은 이러한 측정기들은 전리방사선이 챔버내에서 gas와 상호반응 할 때 이온화가 증폭된다는 것이다. 이 때 고압이 발생되고 2차 이온(secondary ions)이 생성된다. 2차 이온 형성의 결과로서 전류는 증폭되고 기계의 민감도를 증가시킨다. 따라서 비례계수기들은 일반적인 이온화 챔버보다 낮은 수준의 전리방사선을 검출할 수 있다. 이런 비례계수기들은 α 와 β 입자들의 검출과 측정, 확인에 특히 유용하게 사용된다.

(iii) Geiger-Mueller 계수기

Geiger-Mueller(G-M)측정기 또한 앞의 두 기계에 대해서 논한 것 처럼 이온화 원리에 기초하여 작동한다. 그러나 이 기계는 비례계수기에 대해서 기술한 것보다 더 큰 2차 이온화가 나타난다. 따라서 저수준 전리방사선(low-level ionizing radiation) 검출에 대한 민감도가 더욱 크다. 그러나 챔버 내부에서 검출된 전리방사선과 가스와의 상호반응, 2차 이온형성 그리고 전극에 끌어당겨지는 결과로서 생성되는 전류는 이온화 에너지 생성에 맞추어 일반적으로 비례하지는 않는다. 따라서 G-M측정기는 저수준의 전리방사선을 검출하는 적격심사(screening) 기계로서는 유용하지만, 정확한 폭로량 측정에는 효과적이지 못하다. 고수준의 방사선(high-level radiation)은 전리방사선이 실제로 있을 때에도 이에 감응하지 못하여 측정기에 'block(장애, 방해)' 표시가 나타날 수도 있다. 주요한 적용은 저수준의 β 와 γ -ray 폭로에 대한 지역 측정이다.

(iv) Film badge

Film badge는 누적 모니터링 자료를 수집하는 개인 모니터링 장치이다. 이 장치는 은 할로겐 화합물(예를 들면, silver bromide)이 섞인 특수한 유상액의 얇은 층이 코팅되어 있는 사진필름으로 구성되어 있다. 필름은 사용에 따라 변경될 수 있는 특수한 badge 안에 놓인다. 전리방사선의 상호작용은 은 할로겐 화합물을 이온화시키고 은 양이온을 형성시킨다. 은 양이온은 자유은 화합물(free-silver compounds)을 만드는 필름의 음극부에 유도된다. 필름은 사용 후 배지에서 떼어낸 후 처치를 하게 된다. 필름의 다음 단계는 은 할로겐 화합물과 은 이온을 씻어내는 것이다. 그러나 자유은(free silver)은 남게되고 자유은의 존재는 전리방사선 폭로량에 비례하여 필름의 불투명도(부전도)가 증가되는 것으로 나타난다. 폭로의 측정은 필름의 불투명도 정도를 측정하는 농도계(densitometer)를 사용하여 결정한다.

(v) 방사선 선량계

휴대용 선량계는 전리방사선에 대한 개인 폭로를 결정하는 누적모니터링 장치이다. film badge와 같이 이 장치는 일반적으로 작업자의 옷깃 또는 셔츠 주머니에 부착한다. 선량계는 이온화 챔버 방법과 유사하다. 이러한 장치들은 선량계에 있는 직판독기로 누적된 폭로를 나타낸다. 그러나 펜 형태의 선량계와 같은 유형은 흡수량의 측정치를 결정하는 데 있어 해독기의 분리가 필요하다. 전리방사선의 검출과 측정에 사용되는 다른 일반적인 개인 선량계는 열투과성 선량계(thermoluminescence detector, TLD)가 있다. 전리방사선의 상호작용 결과로 생긴 전자들은 phosphor crystal내에 포획된다. 선량계의 열 분석은 검출광을 생성시킨다. 측정된 광방출 양은 흡수된 폭로량의 수준을 나타낸다.



연습

1. 개요

이 실습은 Geiger-Mueller(G-M)측정기와 같이 전리방사선에 대한 적절한 전자측정기를 이용하여 알려진 활성도를 띤 발생원에서부터 발생하는 저수준 전리방사선의 즉석 지역 모니터링을 수행하는 데 필요한 기초적 개념을 제공해 줄 것이다. 적당한 기구 또는 모니터링의 단계가 완료되었을 때 □에 V표시한다.

2. 기구

1) 저수준 전리방사선에 대한 모니터링

- 전자측정기(예를 들어 Geiger-Mueller)
- 줄자
- 기계를 사용함으로써 검출 및 측정이 가능하고, 활성도를 알고 있는 저수준방사선의 일반적 이용이 가능한 발생원
- 현장모니터링 결과표(그림 2)

3. 방법

1) 저수준 전리방사선의 모니터링

- 기계의 조립과 작동은 측정기 제조사의 설명서를 참조한다. 측정기는 공장에서 보정이 되어야 하며, 주기적인 조정 또는 재보정을 위해서는 제조사에 의뢰해야 한다. 현장점검에 대해서는 저수준 방사선의 발생원이 있어야 한다.

Field Monitoring Data Form:
Real Time Monitoring for Ionizing Radiation
Using a Geiger-Mueller Meter

Facility Name and Location: _____			
Monitoring Conducted By: _____			
Date Monitoring Conducted: _____			
Monitoring Instrument (Type/Manufacturer/Model): _____			
Source:		Area:	
Distance (cm)	Height (cm)	Level (mR/h)	Source/Area Diagram & Sample Points
Field Notes: _____			

그림 2. Field monitoring data form for ionizing radiation measurements.

- 지역의 넓이를 측정한다.
- 측정자에게 지역내 다양한 위치에서 알려져 있는 저수준 전리방사선의 발생원을 비밀로 한다.
- 기계를 작동시키고 영점 조정한다.
- 기계를 쥐고 현장을 배회하면서 기계의 청음을 들으며 나타난 측정치를 읽는다.
- 기계를 읽으면서 현장에 더 가깝게 이동하면 청음은 커지고 이에 따라 숨겨진 발생원 위치를 확인할 수 있다.
- 줄자를 사용하여 발생원에서부터 다양한 거리에서의 수준들을 기록한다.
- 현장 모니터링 자료표를 만들고 측정자 이름, 포집한 시설 및 위치, 날짜, 기온, 기압, 상대습도, 전리방사선 유형, 제조사, 모델명을 기록한다.