

C-13**방사선구역 화재안전관리 현황과 대책**

민병인, 김광일*, 김태구*

인제대학교방사선안전관리실, *인제대학교산업안전보건학과

1. 서론

방사선관리구역이라 함은 외부의 방사선량이 주당 $400\mu\text{Sv}$ 로 유도공기중농도 또는 허용표면오염도가 초과할 우려가 있는 장소로서 과학기술부장관이 정하는 곳으로 정의되어 있다. 방사선구역은 방사성물질에 의하여 오염되어 있는 곳을 말하며, 여기서 방사성물질이란 불안정한 원자핵이 안정상태로 되돌아 가기위해 입자 또는 전자파형태로 에너지를 방출하는 자연적이고 자발적인 과정으로 방사성동위원소(Radioisotope, RI)라 한다. 방사성동위원소의 평화적 이용은 방사선 장애의 잠재적 위험에도 불구하고 학술의 진보, 산업발전 등 다양한 분야에서 국민생활의 향상과 복지증진에 필수적인 존재로 기여하고 있다. 방사성동위원소의 사용이 지속적으로 증가함에 따라 자연히 방사선장해방어와 안전대책에 더욱 신경을 기울여야 할 것이다.

2. 본론**2.1 방사선사고**

방사성동위원소(RI)를 취급하는 시설이나 방사성동위원소 저장 및 폐기시설 등은 내화성이 강한 불연재료로 이루어져 건물전체가 화재나 기타 재해로부터 차단되도록 안전하게 만들어져 다른 시설보다는 위험하게 되는 일이 적을 것이다. 그러나 화재가 발생되면 방사성 핵종이 공기중으로 확산되거나 다른 장소로 방사선 오염이 확대 될 우려가 크므로 방사선구역에서의 소화작업은 항상 위험과 함께 방사성오염 확대에 각별히 주의할 요해야 한다.

일반적으로 발생하는 화재 중 전체의 20~25%는 전기 관계가 원인이다. 방사선구역이 내화구조로 이루어졌다 하더라도 내부 천장은 가연성 내장재가 많고 또 배기관이나 송수관에는 염화비닐 등이 많이 사용되고 있다. 방사성물질을 분배·사용하는 hood도 화재에 노출되어 있어 방사선 오염이 확산될 수가 있다. 그리고 방사선구역에는 실험에 필요한 적외선 lamp, 전열기, 납땀인두 등 발열을 목적으로 하는 전기기구 및 많은 실험기기의 연결사용으로 전기 용량부족이 화재 원인이 되는 경우가 많다. 그러므로 적당한 전기코드를 사용하여 안전에 충분히 주의를 요해야 한다. 특히, 비닐 피복선은 잠깐의 부주의만 있어도 화재가 발생할 위험이 크므로 항상 주의할 필요가 있다.

방사성동위원소는 밀봉방사성동위원소와 비밀봉방사성동위원소로 나누어지는데 밀봉선원은 일정한 캡슐로 싸여져 있으나 방사선의 강도가 강한 것이므로 화재 진압 작업으

로 인한 분실과 핵종 손상 우려가 없어야 하고 화재 진압 시 소방대원의 외부 방사선 피폭도 고려되어야 한다. 비밀봉선원은 일정한 용기에 담겨진 상태여서 넘어져 쏟아지거나 용기파손에 의해 오염될 우려가 크며, 오염된 구역을 물을 사용하여 화재 진압을 할 경우 방사선에 의한 오염이 더욱 확대될 우려가 있으니 주의를 요한다. 비밀봉선원은 외부피폭은 적으나 호흡이나 피부로 침투가 이루어져 내부피폭의 원인이 되게 된다. 특히 비밀봉선원에 사용되고 있는 핵종은 알파선이나 베타선이 주종을 이루며 여기서 알파선은 전리능력이 아주 강한 핵종이므로 내부피폭을 원천 차단하여야 한다.

2.2 사고시 대응자세

방사선은 무색 무미 무취이므로 “절대로 안전하다고 누구도 말할 수 없다” 방사선의 안전대책은 부단한 노력이 불가피하고, “이것으로 끝, 이제 절대 안전”이라고 안주하는 발상은 절대해서는 안될 것이다.

방사성핵종은 물질의 종류에 따라서 수백만 배의 에너지를 발생한다. 이 때문에 에너지 근원으로 혜택도 크지만, 동시에 잠재적 위험성은 항상 갖고 있으므로 주의가 요구되고 있다. 잠재적 위험성이란 사고에 의해서 생기며, 그 중에서도 가장 중대한 것이 방사성 물질의 대량 방출이어서, 구 소련의 체르노빌 원자력 발전소의 사고는 대량의 방사성물질의 방출과 이에 따른 화재가 더불어 더욱 막대한 피해를 가져오게 되었다.

원자력발전소의 화재 안전관리는 원자력발전소의 화재로부터 1차적으로 노출된 재산과 인명을 보호하는 것 이외에 원자력발전소의 안전운전정지(Safety Shutdown)를 가능하게 해야 하기 때문에 원자력발전소 전체의 위험관리 중에서도 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 것이다.

원자력발전소는 대량의 방사성물질을 보유하고 있으므로 방사선사고가 발생하면 안정성의 문제가 심각하게 제기되고 있다. 여기서 86년 4월 26일 구 소련 체르노빌 원전 사고가 그 대표적인 예이며 체르노빌 원전사고는 폭발과 화재 진압 과정에서 30여 명의 사망과 237명이 부상을 입었고 장기간에 걸쳐 사고의 영향으로 10만명이 후유증으로 고통을 받고 있다. 특이한 것은 방사선 피폭 사망자 중 일부는 폭발 후 원자로에서 흑연연소로 발생한 화재를 진압하기 위하여 원자로 구내에 투입된 소방관도 상당수 포함되어 있다는 것이다. 원자력 시설 등의 화재에서 방사선에 대한 사전 지식이 없는 행동은 소방요원의 안전은 물론 인근 주민에게까지도 큰 재앙을 초래할 것이므로 사전에 방사능 물질에 대한 여러 가지 자료를 충분히 조사 검토하여 면밀한 계획을 확립하고 철저한 수행이 요구된다. 방사성물질의 취급에 관한 무지로 위험성을 너무 과소 평가하여 보통 화재와 다름없이 성공적으로 진압했을지라도 현장에 출동한 소방대원은 물론 주위 사람들이 방사선 과피폭으로 생명을 잃게 되거나 방사선장해에 심각한 후유증에 시달리게 될 것이다. 그러나 이와 반대로 방사선에 대한 공포로 그 위험도를 과대 평가하여 소방작전 조차도 포기한다면 주민으로부터 지탄에 대상이 될 뿐 아니라 심각한 위험에 봉착하게 될 것이다. 이 같은 경우를 막기 위해서는 방사능장해 등의 위험을 공연히 무시하거나 무조건 두려워하지 않도록 방사선 재해특성에 따른 현장대응 요령을 알고 현장활동을 수행해야만 방사능 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호함과 동시에 소방관 스스로를 보호하는 대응 수행이 이루어질 것이다.

2.3 화재진압 도중 행동요령

방사선관리구역의 시설 내에서의 화재는 일반구역 내에서의 화재보다 더욱 신중을 기해야 하고 철저한 방사선방호를 위해서는 방사선계측기, 개인피폭선량계, 방호복 등을 착용하게 하고 사전 방사선의 종류와 형상을 파악하며 기초적인 방사선 방호를 숙지하게 하여야 한다. 화재의 진압도 중요하지만 먼저 우선적으로 생각해야 될 것이 소방관의 방사선장해방어이다. 화재 소방에 입하는 소방관이 개인장비를 착용하고 화재진압이 시작될 경우 먼저 화재 진압에 물을 사용해도 되는지를 판단하고, 화재로 인하여 방사선의 오염구역이 확대되었는지, 방사선물질이 비산(飛散)의 위험성은 없는지, 방사성물질이 방사성 저장함에 보관되어 있는지를 사전 파악을 해야 한다. 그리고 화재를 진압하는 작업자의 방사선 장해방어에 주의를 기울려야 한다. 여기서 방사선관리구역의 화재 진압 시 주의사항과 행동요령에 대하여 알아보도록 하자.

1) 비밀봉방사성동위원소 사용지역의 화재 진압

- ① 비밀봉방사성동위원소의 사용장소에서 화재가 발생하였을 경우 화재 진압 작업자가 먼저 생각해야 할 것이 방사선에 의한 외부피폭 이외에 오염확산과 인체 내부 피폭 우려를 고려하여야 한다. 비밀봉선원 취급지역이나 시설은 다른 곳 보다 특별히 주의를 요한다.
- ② 화재 진압 도중에 비밀봉선원을 취급하였던 장비, 초자기구, 공구 등은 제한구역인 방사선관리구역 이외의 장소에 이전이나 일반 쓰레기로 버려지지 않도록 주의가 필요하다
- ③ 화재 진압 후 비오염지역에서 나온 물건과 오염구역에서 나온 물건은 반드시 분리하여 모아두고 방사선안전관리자에게 알려준다.
- ④ 화재 진압 후 소방관의 방사선에 의한 오염 제거 및 방사선피폭 선량을 측정하여 방사선에 오염이 되었을 경우에는 신속히 제염을 해야 하고 장해우려가 있을 경우에는 의사의 지시에 따라 행동하여야 한다.

2) 밀봉 방사선 선원 사용지역의 화재 진압

- ① 밀봉방사성동위원소를 사용하는 장소에서의 화재 진압은 방사선택종이 일정한 캡슐로 밀봉되어 있으므로 선원의 소재가 분명해야하고 선원의 종류(α -ray, β -ray, γ -ray)와 수량을 반드시 확인하여 분실로 인한 방사선의 오염확대를 최소한 줄여야 한다.
- ② 화재를 진압 시에는 신속하고 정확하게 제염과 병행하여 화재 진압을 할 수 있도록 노력해야 한다. 그러므로 화재진압 작업자의 방사선 피폭도 줄이고 오염의 확산도 방지 할 수가 있다.
- ③ 화재 진압 시에는 방사선 방어원칙의 모든 수단을 동원하여 방사선 피폭이 최소가 되도록 해야 한다. 방사선 방어원칙으로는 거리, 시간, 차폐이다. 방사선택종과의 거리는 될수록 멀리 떨어지게 하고, 작업시간은 짧은 시간에 마치도록 하며, 위의 경우가 불가능 할 때에는 적당한 차폐체를 사용하여 작업에 임하여야 한다.
- ④ 방사선구역의 화재가 발생한 구역은 화재를 진압하는 작업자를 제외하고는 외부 사람의 출입을 통제하여야 한다.

- ⑤ 화재 진압 도중 방사선에 의하여 오염된 물질이나 방사선 선원은 손으로 취급해서는 안되며 원격조작기구를 이용하여 취급하여야 한다.
- ⑥ 화재 진압은 방사선안전관리자와 협조하여 가능한 짧은 시간 내에 작업을 끝내야 하며, 오염 확산을 방지하도록 노력한다.
- ⑦ 화재 진압 시는 공간선량분포의 측정결과를 작업자에게 주지하며, 방사선 피폭을 줄이기 위해 작업시간, 차폐체 설치로 최선의 방안을 강구하여 방사선장해방어에 최선을 다해야 한다.

3) 화재 진압시 방사성물질에 대한 오염시 대책

- ① 화재 진압 도중 방사성물질에 의하여 인체 표면이 오염되었을 경우를 대비하여 화재 진압 전 될 수 있으면 손등에 방사성오염 제거가 용이하도록 적당한 크림을 발라 주는 것이 작업 후 제염이 쉬워진다.
- ② 화재 진압 후에는 손이 거칠어지지 않도록 양질의 비누나 크림으로 손을 씻는 것이 좋고 되도록 손톱을 짧게 깎는다
- ③ 피부에 외상이 있을 때는 방사선구역 화재 진압을 삼가 해야 하며 방사성물질이 피부에 접촉하지 못하도록 방호복 착용과 고무장갑을 착용하고 화재 진압에 임한다.
- ④ 화재 진압 후에는 반드시 물로 씻거나 샤워를 하여 혹시나 피부에 묻어있는 방사성물질을 씻어내야 한다.
- ⑤ 화재 진압 종료 후에는 방사선피폭선량을 측정하고 방사성오염의 재확인을 위하여 측정기로 측정한다.

4) 화재 진압중 방사성물질에 의해 상처를 입었을 경우 응급처치 법

- ① 화재 진압중 방사성물질이 상처부위에 침투하였을 경우 15초 이내에 대량의 흐르는 물에 상처를 벌려 씻는다.
- ② 15초 이내에 의사의 지원을 받지 못할 경우 또는 위험도가 낮은 방사성핵종에 오염되었을 때 정맥만 지혈이 되는 경우에 한해 지혈한다.
- ③ 대단히 위험한 핵종에 오염되었을 경우 지혈하고 의사에게 도움을 청한다.
- ④ 가능한 빨리 의사에게 연락하고 상처의 오염을 측정하여 오염이 남았으면 처치한다.

5) 응급조치 내용

- ① 화재 진압에 참여하는 구조대원들의 방사선피폭/오염환자 처치에 대한 이해와 기술습득 우선
- ② 화재의 신속한 소화, 연소방지와 부근에 있는 자에 대한 경고 및 대피 조치
- ③ 방사선 장해를 받은 자나 받을 우려가 있는 자에 대하여 신속한 병원 후송 및 제염 조치
- ④ 화재로 인한 오염확대 방지 및 제염
- ⑤ 이동이 가능한 경우 안전한 장소로 방사성동위원소의 이동

우리 나라의 방사선구역에서 화재에 의한 방사선 사고시 응급구호는 원자력발전소 종사자의 응급구호와 방사선관련 산업체 종사자 및 인근주민의 의료구호로 이원화 되어 있다. 원자력발전 종사자의 방사선에 의한 피폭 시에는 관계병원에서의 응급처치를 거친 후 전문적인 제염과 선량평가작업을 위해 방사선보건연구원으로 후송하는 것을 원칙

으로 하고있으며, 방사선관련업체 및 방사선구역의 인근주민이나 기타 화재진압에 관계한자는 방사선에 의한 오염 상황을 파악하고 신속한 제염후 인근 병원으로 후송 조치하여 방사선 장해 방어를 실질적인 생명구호를 위해 최선을 다하여야 한다.

3. 결론

방사성동위원소의 이용은 방사선장해의 잠재적 위험에도 불구하고 다양한 분야에서 필수적인 존재로 인식되고 있으며, 앞으로도 지속적인 발전이 예상된다. 이에 반한 방사선의 안전이용이라 함은 방사선 내부에 존재하는 잠재적 위험성을 정확히 인식하여 건설한 노력을 기울려야 한다, 하지만 이러한 인식이 일부 방사선관련 전문가 외에는 철저하게 외면당하고 있는 현실이다. 간간히 발생하는 방사선사고는 일반인에 대한 방사선 안전대책의 홍보부족도 있지만 중요한 것은 방사선시설의 안전관리, 화재에 대한 예방과 대책수립이 미비하기 때문일 것이다.

만약, 방사성물질 등은 사용하는 시설물에 화재 사고가 발생되었을 경우 화재 진압 작업자는 화재 진압은 물론 화재가 일어난 장소의 인명구조를 해야하는 중요한 임무를 수행해야 된다. 그러나 먼저 행해져야 하는 것이 방사선장해방어의 안전이 우선이다. 방사선의 경우는 피폭의 오감이 감지되지 않기 때문에, 이를 위해 각종 구조장비와 개인 보호장구가 사전에 준비되어야 하며, 화재 발생 구역 방사성물질의 종류, 양, 화학적성질 등을 고려하여 장해방어에 필요한 차폐체와 측정기를 선택하여야 한다. 화재 방재 작업은 방사선방어의 3대 원칙을 항상 기억해야하며 외부피폭은 물론, 호흡기에 의한 내부피폭도 염두에 두어야 한다. 화재 진압에 있어 방사성 오염사항을 파악하고 이런 민감한 방사성이 개입된 화재 진압은 화재 진압 대원뿐만 아니라 인근 주민의 방사능 오염관리 등 복잡한 문제들이 개입되므로 효율적인 지휘체계 유지가 어느 사고 현장보다 요구된다. 아울러 구급대원은 특수사항에서 대처할 수 있는 능력을 배양하고 사고현장에서 원활히 활동할 수 있도록 준비해야 한다. 방사성핵종 성질 등을 파악하고 화재 시 비산(飛散)의 위험성을 방지해야 하며, 방사능 물질사용시설에 화재가 발생하면 신속히 대처할 수 있도록 소방시설 설비기준을 강화해야 하고 소화 시 물을 사용해서 소화하는 곳과 물을 사용해서 곤란한 지역을 빨리 판단하여 소화해야 한다. 대형 재난 시 효율적인 사고 수습 대책은 사전에 충분한 연구와 훈련을 통해 연마된 가상상황 대응 경험이 얼마나 충실한가에 달려 있다고 하겠다. 그러므로 소방기관에서는 화재 진압 및 인명구조 활동을 하는 대원들에 지속적인 교육훈련과 함께 부단한 모의훈련을 실시해야 할 뿐 아니라 대원들에게 미칠 수 있는 위험에 대비하여 허용되는 방사선량을 검토, 제시하고 유관기관과 긴밀한 협조체제를 구축하여 정보교환 등을 통해 방사선물질의 재해위험성에 대한 깊은 인식과 지속적인 보안추진이 필요하고 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다 하겠다.

참고문헌

1. '99년 정기국회 국정보고서와 정책보고서 자료, (1999년)

2. 방사선장해방어, 한국원자력연구소 발행 방사선안전관리.
3. 영국 Windscale 원자로의 화재사고 (1957. 10. 7), SL-1 원자로 사고, (1961. 1. 3)
4. 미국 Browns Ferry 원전 화재 사고, (1975. 3. 22)
5. 미국 TMI 원전 사고, (1979. 3. 28)
6. 구 소련 Chernobyl 사고, (1986. 4. 26)
7. 일본 이바라키현 J.C.O 핵연료가공회사의 핵임계 사고, (99. 9. 30)