Journal of Radiation Industry 15(4) : 311~318(2021) https://doi.org/10.23042/radin.2021.15.4.311

Technical Paper

원전사고 시 효율적인 재난 대처 방안 제시

박기현[1,*] · 이경호[1] · 정세원[1] · 박성희[1] · 김태만[2]

[1](주)오리온이엔씨, [2]한국원자력환경공단 방사성폐기물연구소

Suggestion of Efficient Countermeasure against the Disaster during Nuclear Accident

Ki Hyun Park[1,*], Kyung Ho Lee[1], Se Won Chung[1], Sung Hee Park[1] and Tae Man Kim[2]

[1]*ORION ENC, 37, 22 Gil Seongsui-ro, Seongdong-Gu, Seoul 04798, Republic of Korea*
[2]*Korea Radioactive Waste Agency, 168, Gajeong-ro, Yuseong-Gu, Daejeon 34129, Republic of Korea*

Abstract - During nuclear accidents much radioactive materials release may give hazard effects against environment and human beings. The radioactivity release and radiation exposure during nuclear accidents are the severe weak points comparing to the merits of high energy productivity. And the well known nuclear accidents are Fukushima accident in 2011 in Japan, Chernobyl accident in 1986 in Ukraine and Three Mile accident in 1979 in USA. After Chernobyl and Fukushima accident, the attentions against the accidents were increased, and to countermeasure the accidents, many countries made the much efforts to build up the radioactivity protection infra. Korea also made the efforts to make the action plan such as evacuation, etc. against the accidents by the Ministry of the Interior and Safety and local Governments. This paper presents the efficient countermeasure against the disaster in case of the nuclear accidents for the protection of residents near the nuclear power plants and gives the basic foundation to secure the citizens' safety.

Key words : Nuclear power planr accident, Disaster, Evacuation, Radioactivity protection, Exposure

서 론

원자력발전소(이하 "원전")는 핵분열 반응에서 발생하는 열을 이용하여 전기를 생산하는 시설로서, 다른 발전 방식 대비 에너지 효율이 높은 장점이 있고 세계적으로 약 12%, 우리나라의 경우 약 27%의 에너지 생산 비율을 차지하며, 국내 기저부하를 위한 에너지 생산의 한 축을 담당하고 있다. 2020년 기준 세계적으로 원전은 440개가 존재하며, 그중 한국은 30개의 원전을 보유하고 있으며 이는 현재 운전 중인 24기와, 건설 중인 신고리 5&6호기 및 신한울 1&2호기 총 4기와 폐쇄가 확정된 고리 1호기 및 월성 1호기의 2기를 포함한다. 원전사고 시 다량의 방사성물질 누출로 인해 환경과 인간에 위해한 영향을 줄 수 있으며, 대표적으로 알려진 원전사고 사례는 2011년 후쿠시마 원전, 1986년 체르노빌 원전, 1979년 쓰리마일섬 원전사고 등이 있고, 체르노빌과 후쿠시마 원전사고 이후 세계 각국에서의 원전사고에 대한 경각심은 매우 증가하였으며, 이를 대비하기 위해 세계 각국에서 방사능 방재 인프라 구축에 많은 노력을 기울이고 있다. 방사능 재난 상황에서의 대처를 위해서는 인프라 구축뿐만 아니라, 원전사고 시 원전사고의 규모와 관련이 있는 원전사고 등급, 누설 위치 및 시간, 기상 조건에 따라 다양한 재난 시나리오를 예측하고, 이에 대응되는 대피시설 및 재난대응 인프라 제공이나 주민들

* Corresponding author: Ki Hyun Park, Tel. +82-2-3414-2039, Fax. +82-2-3414-2031, E-mail. khpark@orionenc.com

의 대피 여부 등을 판단할 수 있어야 하며, 대피 과정에서 사용되는 방호 장비 및 물품의 개발 또한 매우 중요하다. 본 논문은 국내에서 원전사고가 발생하였을 경우 원전 주변 주민의 안전을 위한 효율적인 재난 대처 방안을 제시하여 원전사고 시 국민의 안전을 도모하기 위한 토대를 제공하고자 한다.

본 론

1. 원전사고 현황

세계 주요 원전사고는 Table 1과 같이 보고되고 있다.

많은 사고들이 원전 작업자 및 주민들 건강에 위해를 주고 있음이 확인되었다. 국제원자력기구(IAEA, International Atomic Energy Agency)는 원전 안전에 영향이 없는 경미한 사고 0에서 사건(1~3) 및 사고(4~7)로 등급을 나누어 한 국가 이외의 광범위한 지역으로 방사능 피해를 주는 대량의 방사성물질 방출 사고를 최대 7로 구분하고 있다. Table 1에서 보듯이 체르노빌 사고 및 후쿠시마 사고는 등급 7로 자국 외 주변 국가들에 심각한 영향을 주었다.

2. 방사능 재난 대처

국내에서도 방사능 재난 시 대응을 위한 인프라 구축을 위해 2003년부터 2018년까지 관련 법령 제정 및 방사능방재지휘센터 구축 등의 노력을 해왔다. 2003년 정부는 "원자력 시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법"을 제정하였고 2005년 최초로 월성 지역에 현장 방사능방재지휘센터를 설립하였다. 2007년 영광 지역 및 2009년 고리 및 대전에 현장 방사능방재지휘센터를 설립 이후 울진, 울주 및 부산에도 건설이 진행 중이다. 또한, 문재인 대통령의 대선 공약 중 하나인 "원전의 안정성 확보"에 따르면, 2024년(신고리 5, 6호기 가동 예정) 울산 및 인접지역 가동 원전 14기에 대해 세계 최고 수준의 방사능 방재능력 확충을 목표로 하였으며, 최근 경북 원자력방재타운 조성사업(사업기간: 2021~2025년)이 국회에서 통과되어, 경북도 내 원전 13기(울진 8기, 경주 5기)를 총괄하는 현장방사능방재지휘센터, 원자력 안전홍보관 및 체험관, 교육 및 연수센터, 방사능 방재 물품보관소 등이 설치될 계획에 있는 등 지속적으로 방재 인프라 구축을 위해 노력 중에 있다. 방사능 재난 상황에서의 대처를 위해서는 인프라 구축뿐만 아니라, 원전사고 시 원전사고의 규모와 관련이 있는 원전사고 등급, 누설 위치 및 시간, 기상 조건에 따라 다양한 재난 시나리오를 예측하고, 이에 대응되는 대피시설 및 재난대응 인프라의 손상 여부나 주민들의 대피 여부 등을 판단할 수 있어야 한다. Fig. 1은 후쿠시마현청이 2015년 9월 5일 피난지시 구역 표시를 위해 나타낸 것으로 Fig. 1 내 귀환 곤란구역(붉은색 지역)은 50 $mSv \cdot y^{-1}$ 초과지역으로 출입 원칙적 금지, 숙박 금지 구역이며, 거주제한구역(노란색 지역)은 20~

Table 1. Status of main nuclear accidents

Year	Accident	INES	Nation	IAEA explanation
2011	Fukushima	7	Japan	In 2011 after Sendai earthquake and Tsunami, NPPs were shutdowned: Explosion occurred due to emergency cooling failure.
2006	Fleurus	4	Belgium	Workers were exposed and harmed severly due to high radiation exposure.
1999	Tokaimura	4	Japan	Workers were exposed most severly.
1993	Tomsk	4	Russia	Due to pressure increase explosive mechanical failure occurred.
1986	Chernobyl	7	Ukraine	Large scale health and environment were affected. Many Reactor core inventories were released outside.
1980	Saint- Laurent	4	France	One channel fuel was melt down without released outside
1979	Three Mile Island	5	USA	Reactor was damaged severly
1977	JaslovskeBohunice	4	Slovakia	Fuel were damaged. Fuel claddings were corrosion damaged at many parts and radioactivity was released.
1957	Kyshtym	6	Russia	Due to high active oil mist explosion radioactive materials were severely released.
1957	Windscale	5	UK	Radioactive materials were release after the fire at reactor core.
1952	Chalk River	5	Canada	Due to reactor shut off load failure and several operators' mistakes AECL's NRX reactor showed main power output variations more than two times than reactor rated power output.

*INES: International Nuclear and Radiological Event Scale

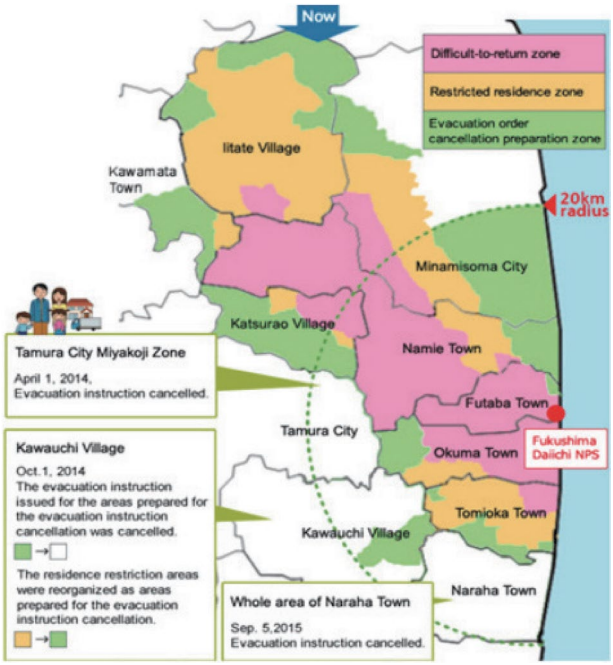

Fig. 1. Example of disaster scenario (Japan).

50 mSv·y^{-1} 구역으로 출입 가능, 사업 일부 가능 및 숙박 원칙적 금지 구역이다. 피난지시해제준비구역(초록색 지역)은 20 mSv·y^{-1} 이하 지역으로 출입 가능, 사업 일부 가능 및 숙박 원칙적 금지 구역이다(근거: 2015년 9월 5일자 후쿠시마현청 배포지 1 참조). 또한 대피 과정에서 사용되는 방호 장비 및 물품의 개발 또한 매우 중요하나, 대피소 등 방재 인프라 구축에 비해 해당 분야에 대한 연구는 아직 미흡한 편이어서 향후 연구 개발되어야 할 여지가 많다.

3. 방사능 재난 대처 인프라 현황

3.1. 방사선 차폐재

원전사고 대비 방재목적을 포함해서 의료용 및 산업용 방사선 차폐물질은 전적으로 관례에 따라 납 및 콘크리트에 의존하고 있으며, 별도의 차폐물질 개발을 위한 움직임이 없다. 따라서 무연 친환경 방사선차폐물질의 필요성을 인지하지 못하고 있으며, 최근 들어 무연 차폐물질을 대만 또는 일본 등에서 수입하여 일부 의료기관 등을 대상으로만 설치하는 실정이다. 한편으로, 무연 방사선차폐물질의 개발을 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있으나, 원전 주변 주민대상이라기보다 대부분 의료기관의 X-선 차폐와 함께 방사선 작업종사자 방호복 등을 대상으로 하고 있다. 해외의 경우, 기존의 방사선 차폐물질인 납(Pb)을 대신하여 무연 친환경 물질로 텅스텐(W), 비스무트(Bi) 등의 활용이 거론되고 있고 일본 및 대만 등에서는 바륨(Ba)을 이용한 차폐체가 개발되어 의료기관 등에 실용화되고 있으며, 해외 제작사에서는 원전의 적용 가능성을 홍보하고 있으나 정확히 성능이 확인되지 않았다. 다만, X선 및 저에너지 감마선에 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(김 2017; 장 등 2018).

3.2. 방호 시설(대피소)

국내에서는 원전사고 시는 비상계획구역(EPZ, Emergency Planning Zone) 내 1차 대피소(원전에서 30 km 이내) 또는 2차 대피소(원전에서 60 km 이내)인 도시 주변의 학교 또는 병원 등을 거점으로 원전 주변 주민을 소개하여 임시 방호 시설에 거주토록 하고 있다(정 등 2018).

3.3. 재난 대응 시나리오

분야별 재난 분류는 Table 2와 같으며 각각의 재난 또는 복합 재난에 대한 대응 시나리오가 정부 차원에서 준비되고 있다(이 2017).

원전사고 시 복합재난(지진, 쓰나미 등 두 개 이상의 동시 재난 요인에 따른 재난 발생)으로 인한 방사능재난 시, 주민대피 관련시설(전기, 통신, 교통망 등) 손상 및 이에 따른 주민보호조치 내용을 포함한 사고대응 시나리오를 개발하여 행안부의 지침에 따라 사고에 대응하고 있다. 또한 복합재난으로 인한 주민대피 영향 평가 기술 개발(대피시설: 대피로, 대피소) 성능한계 평가 및 손상도 추정, 이에 따른 대피 장애 발생 확률 추정 기술 등이 연구 개발되고 있다. 다수 호기 원전사고 발생 복합 재난 시나리오 개발, 원전사고에 따른 도로 체증으로 인한 소개 지연 극복 시나리오 개발, 최적 소개로(Evacuation Route) 선택 시나리오 개발, 대피 시설 내 장애 극복 시나리오 개발 및 원전 중대사고에 따른 2차원 방사능 Map 산출 등의 연구가 수행되고 있다. 평가대상 원전에 대한 중대사고 종류, 평가 모델, 기상 조건 조사, 방사선비상시 방사선량 평가프로그램인 K-REDAP으로 방사능 확산 계산, 원전 중대사고 시 주민보호조치(대피 경로 등) 사항 도출등도 지자체를 중심으로 연구가 이루어졌다(광주광역시 2019).

4. 피폭 영향 조사

원전사고 시, 방사성 물질 확산 평가 코드(K-REDAP, S-REDAP 또는 RESRAD-OFFSITE)를 이용하여 소개 경로에 따른 주민의 피폭선량을 평가하고 있다(Fig. 2 참조). 이들 모델은 ① 방사능구름으로부터의 외부피폭, ② 흡입에 의한 내부피폭, ③ 지표 침적에 의한 외부피폭을 고려한 피폭 평가 모델이다.

이러한 모델 계산을 통하여 방사능재난에 의해 시간별·거리별 방사성핵종의 분포에 따른 주민 방호수준 조사 및 분석이 가능하다. 해외의 참고 기준들은 미국 NRC의 RG 8.15 “Acceptable programs for Respiratory Protection”, NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

Table 2. Classification of disaster type

Field		Disaster type
Energy		Black-out, Fire, Explosion, Trouble and failure in gas facility & building, underground pipelines
Information communication		Dropping of cables in the air, Fracture of M/W steel tower, Cutoff of electricity supply, Flooding of building, Fracture of electricity supply, Short circuit of outdoors facility, Cutting of cables, Disable of operation due to monitoring system malfunction, Collapse of facility, Fracture of transmission device
Traffic	Road	Slope collapse, Bridge collapse, Loss of road, Fire
	Train	Collision, Derailment, Contact, Fire, Vehicle failure, Black-out, Passengers injury, Death accident, Collapse of structure and facility, Collapse of tracks and lines
	Air	Collision of obstacle, Dropping, Breakaway of landing runway, Fire, Terror, Explosion, Failure
Health & Welfare		Infectious disease, Animal infectious disease
Nuclear		Radioactivity release, Black-out, Facility malfunction
Environment		Water contamination, Release of air contamination, Release of oil, Release of poison materials, Drinking water contamination
Drinking water		Dam collapse, Water pipeline collapse, Water purification plant fracture

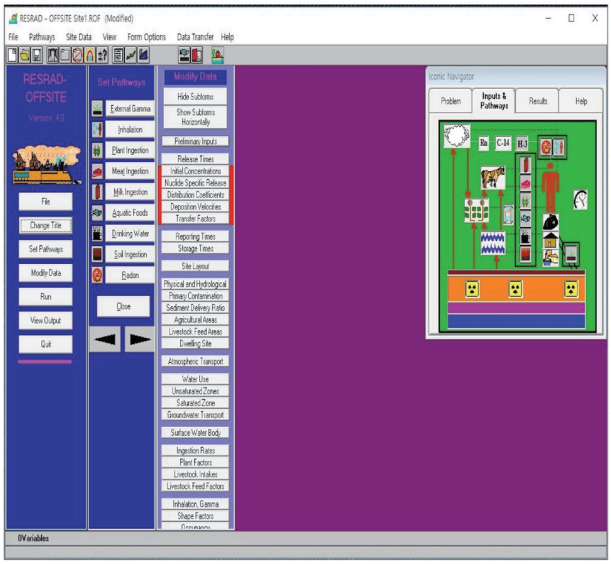

Fig. 2. RESRAD-OFFSITE (Version 4.0) program.

42 CFR 84 “Respiratory Protective Devices”)와 IAEA의 TECDOC-1162, “Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency” 및 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection; ICRP) 간행물 등이 있다.

5. 재난 대처 방안

5.1. 방사선 차폐체 활용

원전으로부터 대기 확산한 방사성핵종의 차폐에 사용할 무연 차폐물질을 발굴하여 대피시설 내의 외부피폭 저감을 위한 칸막이형 친환경 무연(Leadless) 차폐체 모듈을 개발하여 활용하며 모듈의 형태는 Fig. 3과 같이 구성된다. 본 차폐체는 대피소, 병원, 주거시설 등에서 이동 및 설치가 쉬운 형태(이동 바퀴, 접이식)의 무연 차폐체 모듈로 설계되며 방호 요구수준에 따라 차폐율이 차등화된 차폐체 모듈로 제작이 가능하다.

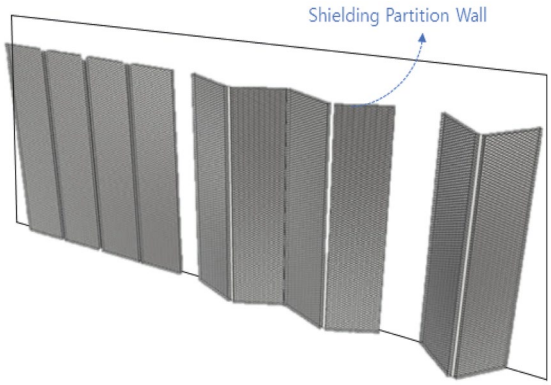

Fig. 3. Partition type leadless shielding wall.

또한 본 장비는 주민 이동형 차량의 외부에서도 방사선 차폐를 위해 이용될 수 있다(Fig. 4).

본 장치는 무연 차폐 시트의 사용 목적(차량용, 개인용)에 따른 제품 구조 설계가 가능하고 원전으로부터 대기 확산한 방사성핵종의 차폐에 적합한 무연 차폐물질을 활용하며 본 장치는 맞춤형 제조공정 개발이 가능하다. 또한 ① 차폐 시트의 유연성을 확보하기 위해 인장강도(6 MPa 이상)를 유지

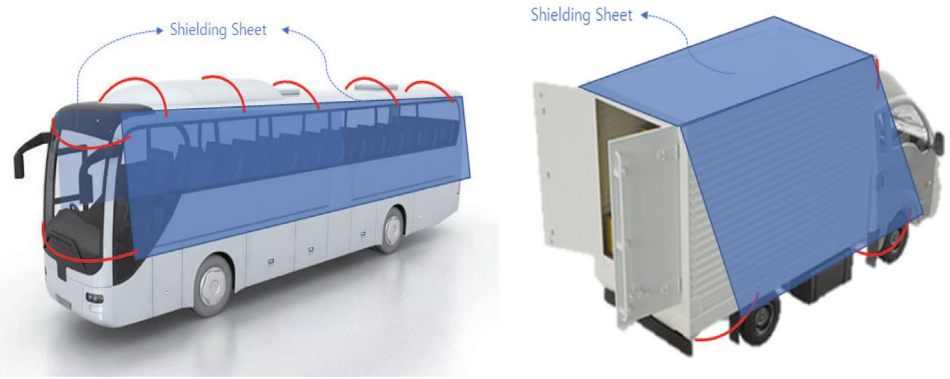

Fig. 4. Protective sheet for escape verhicle.

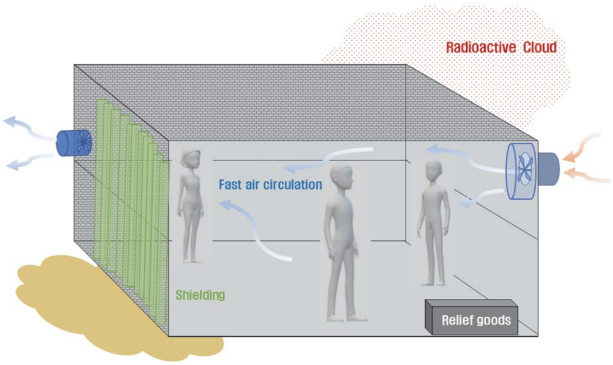

Fig. 5. Temporary evacuation place.

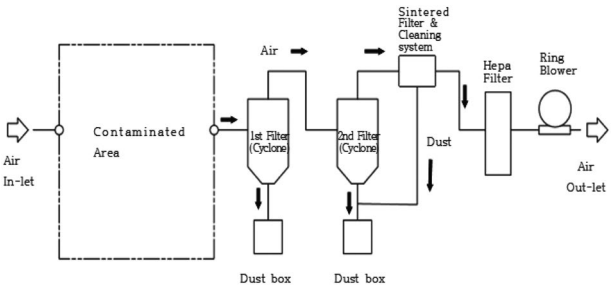

Fig. 6. Air purification system.

하도록 설계하고, ② 배합, 형성, 숙성, 성형과정 등 제작 단계별로 사용 목적에 맞게 제품이 효율적으로 제작 관리할 수 있다.

5.2. 이동형 공기 정화시스템 구축

원전사고 시 오염된 공기를 정화하는 것은 필수적이며 특히 대피소에서의 공기 정화를 주민의 안전을 위해 이동형 공기 정화 시스템이 필요하다(Fig. 5). 대피소에서의 공기정화 계통은 Fig. 6과 같이 구성되며 Dust를 제거하기 위한 1차 및 2차 Cyclone과 방사성 물질을 포집하기 위한 HEPA 필터가

Fig. 7. Air purification device (HVAC system).

장착된다. 원전사고 시 발생할 수 있는 핵종은 Kr, Xe, I, Cs, Sr, Pu, Zr 등이며 후쿠시마 및 체르노빌 사고 경험에 따라 주로 방출된 핵종은 주로 ^{133}Xe (반감기: 5일), ^{131}I (반감기: 8일), ^{90}Sr, ^{134}Cs, ^{137}Cs 및 ^{239}Pu였다(정 2021). 알파 방출 및 베타방출 핵종은 외부 피폭 측면에서 고려하지 않으며 따라서 주 고려 핵종은 감마 방출 핵종인 ^{137}Cs 및 ^{134}Cs이며 Cs 핵종을 포집하기 위해 필터시스템은 HEPA만으로 구성된다. ^{131}I과 ^{129}I는 반감기가 각각 8일, 1.6×10^{7}년이나 베타선을 방출하고 해외 사고 사례에 근거할 때 방출 확률이 적어 포집 대상 핵종으로 고려하지 않았다. 다만 I의 존재가 확인되는 상황에서는 I의 포집이 필요하며 이때는 I의 포집을 위해 습식 스크러빙(NaOH 또는 HNO_3 이용) 또는 고화체 흡착제(제올라이트 또는 AgZ (모데나이트)가 장착된 설비가 고려될 수 있다. 본 장치는 Fig. 7과 같이 구성된다. 본 장치는 실시간 방사능 모니

Table 3. Main specification of HVAC system

No.	Description		Specification
1.1	Type		High press blower (Ring blower)
1.2	System		DVCs (Delta VAV (Variable Air Volume) Controllers)
1.3	Using pressure, psig	Normal Max. Design	ATM ATM ATM
1.4	Using temperature, °F (°C)	Normal Max. Design	60~120 (15.6~48.9) 120 (48.9) 150 (65.5)
1.5	Processing capacity	Useful Max volume Total flow volume	5 $m^3 \cdot min^{-1}$, 300 $m^3 \cdot hr^{-1}$ 6 $m^3 \cdot min^{-1}$, 360 $m^3 \cdot hr^{-1}$ Inlet 5 $m^3 \cdot min^{-1}$, Outlet 5 $m^3 \cdot min^{-1}$
	Capacity of filter	Useful volume	6 $m^3 \cdot min^{-1}$
1.6	Volume of system		1400 W × 2400 L × 2100 H
1.7	Power	System Air circle	AC 220 V 1 Ph AC 380 V 3 Ph
1.8 1.9 1.10	Material	Casing Normal pipe Contaminated air contected pipe	A36 (SS400) SGP STS304 (A276)
1.11	Blower power		AC 380 V 3 Ph 5 kw
	Gate, Element, etc		AC 220 V 1 Ph

터링 모듈, 기체 제염 모듈, 통합 시스템 제어 모듈이 장착되고 3D 모형 개발을 통해 적합성(유량 등 테스트)을 검증받아 현장에 사용이 가능하다.

HVAC System은 공기 블로워의 용량이 5 kW, 배기량이 5 $m^3 \cdot sec^{-1}$이면 적정 규모 크기의 대피소에서 공기 정화가 충분하다. 본 장치는 원자력안전법 규정에 따라 공기정화 성능 유지를 위한 HEPA 필터 모듈이 장착되고 흡입구 및 배출구에 실시간 모니터링 체계를 구축하여 방사능 준위의 실시간 확인이 가능하다. HVAC System은 상시 문을 개방하는 장비가 아니며 따라서 차압은 필요 없고 유지보수 시는 방사선구역에서 내부 오염을 제거 후에 비방사선구역에서 유지보수를 수행하도록 되어 있다. HVAC System에서 대부분 오염된 물질은 HEPA 필터시스템에서 걸러지도록 되어 있어, 필터의 교체를 통하여 오염 물질제거가 가능하다.

HVAC System 주요 사양은 Table 3과 같다.

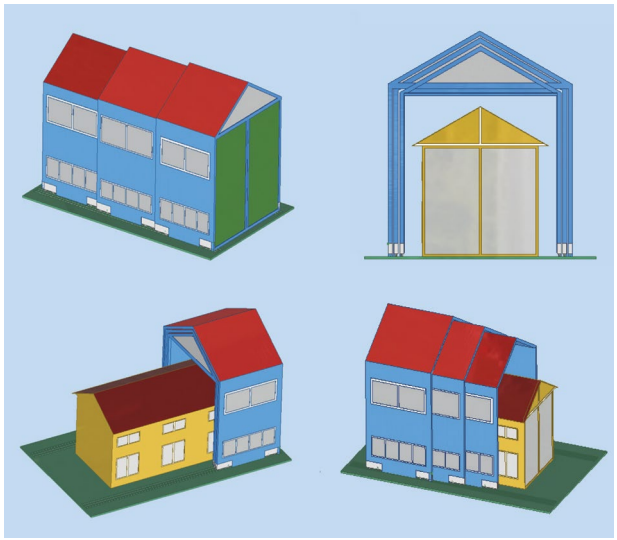

Fig. 8. Safety shelter.

5.3. 대피시설 가설식 안전셸터 구축

대피시설의 경우 공기의 흐름에 따라 오염 물질이 내부에 유입할 여지가 많고 따라서 외부 오염 물질의 내부 유입 차단과 방사선 차폐 효과를 유지하기 위하여 대피시설 전체를 외부의 방사선 영향으로부터 보호를 위한 가설식 안전셸터를

Table 4. Specification of safety shelter

General			
No.	Description		Specification
1.1	Type		Moving house type
1.2	System		Local control type
1.3	Size of shelter	Size Volume Design condition	3000 W × 8000 L × 5000 H 120 m^3 ATM
1.4	Using temperature, °F (°C)	Normal Max. Design	60~120 (15.6~48.9) 120 (48.9) 150 (65.5)
1.5	Weight		1400 kg
1.6	Power	System Driving	AC 220 V 1 Ph AC 380 V 3 Ph 60 Hz
1.7 1.8 1.9 1.10	Driving system	Driving unit Rail type Frame Wall	Geared motor type Rail & S/ Wheel type H-Beam & Shape steel 3 face panel
1.11	Material	Wheel Shaft part Wall Frame Machinery	SM45C AC 220 V 1 Ph SS400 & Form SS400 & Shape steel SS400
System control			
2.1	Type		Local panel type
2.2	Power source	Driving Control system Monitoring	AC 380 V 60 Hz 0.75 kw 3 Ph AC 220 V 1 Ph 60 Hz AC 220 V 1 Ph 60 Hz
2.3	Vacuum pressure		3400 mm H20
2.4	Differential pressure	Normal Min.	3400 mm H20 2800 mm H20
2.5	Suction pressure, psig ($kg \cdot cm^{-2}$)	Normal Max.	0.34 $kgf \cdot cm^{-2}$ 0.39$kgf \cdot cm^{-2}$
2.6	Control type		Local manual

구축할 필요가 있다. 가설식 안전셸터는 필요시 개방이 가능하고 접이식 형태로 제작되어 대피시설의 부분적인 보호도 가능하다. 안전셸터의 형태는 Fig. 8과 같다. 안전셸터는 대피소 시설의 방호성능 개선을 위한 시설로 배기계통 및 정화계통이 구비되고 셸터 운전 제어계통도 같이 구비된다. 주요 크기는 대피소 조건에 따라 틀리나 표준화된 크기를 고려 시 기본 안전셸터는 높이 5 m, 폭 3 m, 길이 8 m로 구성하면 일반 주택 대피시설의 안전셸터로 이용이 가능하다. 대형 대피시설의 경우 기본 안전셸터를 연계 확장하여 길이를 확장할 수 있고(50 m 길이의 대피소의 경우 7개 연계 확장 가능) 따라서 대피소의 전체 크기에 맞춘 형태로 제작이 가능하다.

결 과

원전사고 시 방사선 피폭 및 방사능 물질의 확산에 대처할 수 있는 재난 대처 방안을 대처 장비를 중심으로 대피 시설에서 유효하게 이용될 수 있는 장비들을 제시하였다.

방사선 피폭의 경우 방사선 차폐체의 개발이 필요하고 오염 방지를 위해서는 공기 정화시스템이 필수적이며 대피소의 전체 보호를 위해서는 안전셸터의 활용이 필요할 것으로 예상된다.

향후 본 연구가 원전사고 시 원자력발전소 주변 주민 및 국민의 보호를 위하여 지자체 및 행안부의 관리하에 원전사고 대처 방안으로 도움이 되었으면 한다.

추가적으로 본 연구를 통해 제시한 “방사선 방호용 무연 차폐체”, “이동식 공기 정화시스템”과 “현장 가설식 대형 안전셸터”는 아래와 같이 활용이 가능하여 주민 보호뿐만이 아니라 산업 발전에도 기여할 것으로 기대된다.

방사선 방호용 무연 차폐체는 이동식 오염검사 차량 및 시설 차폐 관련 산업 및 사고현장 방사선 방호·방재 설비·장비 보호설비 산업, 원전 중대사고 시 현장 투입/측정 설비 관련 산업, 이동식 의료서비스(x-ray) 차량 차폐 관련 산업 등에 이용가능하다. 또한 이동식 공기 정화시스템은 방사능 방재 방호 관련 산업, 발전소 재난 대비시설 관련 사업, (초)미세먼지 관리시스템 관련 산업, 제철·제련 기업 배기관리 관련 산업, 화재 재난관리 관련 산업, 유치원, 초/중/고 및 대학 교육시설 보호 산업 등에 이용 가능하다. 현장 가설식 대형 안전셸터는 방사능 방재·방호 관련 산업, 원전 및 발전소 해체 관련 산업, 방역현장 임시 관리설비 관련 산업, (초)미세먼지 관리설비 관련 산업, 재해현장 의료서비스 관리시설 관련 산업 등에 이용이 가능하다.

사 사

본 논문은 “원전해체발생 고형화 처리 방폐물의 처분을 위한 인수기준 적용방안 및 방폐물 인증프로그램(WCP) 요건(안) 개발” 과제(과제번호: 20193210100120)의 지원으로 작성되었습니다.

참 고 문 헌

광주광역시. 2019. 원전안전분야 현장조치(방사능 누출) 행동매뉴얼. pp. 44-47.

김선칠. 2017. 의료방사선 조영제를 이용한 차폐체 개발; 몬테카를로 시뮬레이션을 통한 황산바륨과 요오드의 차폐능 비교분석. 한국방사선학회논문지. **11**(5):329-334.

이용구. 2017. 재난유형별 국가 재난 대응 시나 리오 개발과 연계된 재난 대응 역량 강화 방 안 연구. 한국과학기술정보원. MPSS-사회 -2014-39.

장동근, 김규형, 박철우. 2018. 의료방사선사용에 따른 납과 텅스텐의 차폐효과 분석. 한국방사선학회논문지. **12**(2):173-178.

정운관, 이경진, 양남희, 장한, 이형원, 차민호, 박성준, 김승현, 이경호, 채산, 김태영. 2018. 조선대학교 산학협력단. 한빛원전 비상시 주민보호조치 연구용역.

정재학. 2021. 후쿠시마 원전사고에서 살펴보는 방사성핵종의 생성과 방출 특성. 방사선의학 웹진 11월호. pp. 22-24.

Received: 18 October 2021
Revised: 17 November 2021
Revision accepted: 17 November 2021