2001 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

오염된 DUPIC 핵연료 제조장비의 제염 및 유지보수를 위한 핫셀용 체임버

In-Cell Chamber for Decontamination and Maintenance of Contaminated DUPIC Nuclear Fuel Fabrication Equipment

김기호, 박장진, 양명승

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

본 논문에서는 고방사성 물질인 사용후핵연료로 오염된 DUPIC 핵연료 제조 및 공정장비를 핫셀 내에서 현장 제염 및 유지보수하기 위한 핫셀용 체임버의 개발에 관하여 기술한다. 개발된 핫셀용 체임버는 핫셀 내에 제공되는 별도의 밀폐된 공간으로서 제염 및 유지보수시 오염된 고방사성 분진 폐기물의 핫셀 내 확산을 방지하기 위한 수단이다. 핫셀용 체임버는 밀폐된 공간을 형성하는 수평개폐모듈, 수직개폐모듈, 보조도어모듈과 제염 작업의 효율을 증대시키는 회전모듈과 파지모듈로 구성되어 있으며, 핫셀에 설치된 매스터/슬레이브 메니퓰레이터를 이용하여 원격 운용 및 유지보수가 용이하도록 모듈식으로 설계되었다. 개발된 핫셀용 체임버는 한국원자력연구소 조사재시험시설 M6핫셀 내부에 설치되어 작업자가 차폐창을 통하여 핫셀 내의 작업 상황을 상시 감시하며 대응할 수 있다.

Abstract

This paper presents the development of an in-cell chamber for decontamination and maintenance of DUPIC nuclear fuel fabrication and process equipment contaminated with high radioactive material of spent nuclear fuel. The in-cell chamber, as a separate closed room in the hot-cell, provides a means of preventing the contamination from spreading inside the hot-cell during decontamination and maintenance operation. The in-cell chamber that is designed to allow remote operation and maintenance to be effected using master-slave manipulators comprises horizontal, vertical and auxiliary door modules for forming into a closed room, and rotary and grasping modules for improving decontamination. The developed in-cell chamber has been installed in the M6 hot-cell of the IMEF(Irradiated Material Examination Facility) at the KAERI(Korea Atomic Energy Research Institute), where the operator located out-of-cell can control and monitor, via a shielded window, the in-cell decontamination and maintenance processes.

1. 서 론

DUPIC(Direct Use of Spent PWR Fuel in CANDU Reactors) 핵연료[1]는 사용후 경수로 핵연료를 원료로 재사용하며 분말처리, 소결, 봉단용접 등 여러 공정을 거쳐서 제조된다. DUPIC 핵연료 제조작업은 사용후핵연료 물질의 고방사성 때문에 차폐된 밀폐공간인 한국원자력연구소 조사재시험시설의 M6핫셀과 같은 특수시험시설에서 이루어지며, 또한, 핫셀 가동 중에는 내부로 작업자의 직접 접근이 불가능하므로 DUPIC 핵연료 제조에 사용되는 모든 장비 및 장치는 매스터/슬레이브 메니퓰레이터를 이용하여 원격으로 운용된다.

DUPIC 핵연료 제조장비와 장치[2] 등은 각 공정의 특성에 따라 다양한 형태의 기하학적 구조와 동력공급체계를 가지고 있다. 이러한 제조장비와 취급공구 등은 DUPIC 핵연료 제조작업 중 분말 형태의 고방사성 물질인 사용후핵연료를 상시 취급하므로 사용후핵연료 분진 및 방사화된 미세 분진 폐기물 등으로 오염될 가능성이 아주 높으며, 이로 인해 방사선에 민감한 부품을 손상시켜 장비 및 장치를 작동 불능케 하여 핵연료 제조작업에 큰 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 사용 중 고장이 발생하였을 경우 오염된 장비들은 수리 또는 부품 교체 등의 유지보수가 필요하다. 고방사성 물질로 오염된 장비는 작업자의 직접 접촉이 불가능하기 때문에 장비의 특성 및 고장 정도에 따라 유지보수 작업을 핫셀 내부 또는 격리실에서 수행할 지를 결정하여야 하며, 완전히 사용 불가능한 장비는 핫셀의 공간적 제한 때문에 외부로 이송하여 폐기 처분하여야 한다.

핫셀 내부에서 부품 교체 및 수리 등의 유지보수 작업은 주로 핫셀에 기 설치된 메스터/슬레이브 메니퓰레이터와 취급공구 등을 이용하여 원격으로 행해지므로 유지보수가 요구되는 장비 및 장치는 이러한 유지보수용 도구들이 다른 장비들과 간섭 없이 접근 할 수 있는 작업영역 내에 위치하여야 한다. 또한, 유지보수 작업으로 인하여 오염물질이 핫셀 내부로 확산되는 것을 방지할 수 있는 수단이 필요하다. 격리실에서 작업자의 직접 접촉에 의해 유지보수가 요구되는 장비와 완전 폐기 처분이 요구되는 장비는 핫셀 내부에서 충분히 제염을 한 후, 방사선 준위를 측정하여 오염준위가 작업자의 접근 허용치까지 도달하였을 때만이 작업자의 취급이 가능하다.

고체상 CO_2인 드라이 아이스 펠릿(pellet)을 활용하는 제염은 제 2차 폐기물을 생성시키지 않는 비파손 제염 방식으로 산업 전반에 널리 사용되고 있다. 그러나, 드라이 아이스 펠릿의 고압 분사에 의하여 이루어지는 이러한 제염 방식[3,4]은 핫셀 내에서 오염된 장비 및 장치의 표면 제염시 핫셀 전체의 오염을 확산시킬 수 있으므로 별도의 제염 공간이 필요하다.

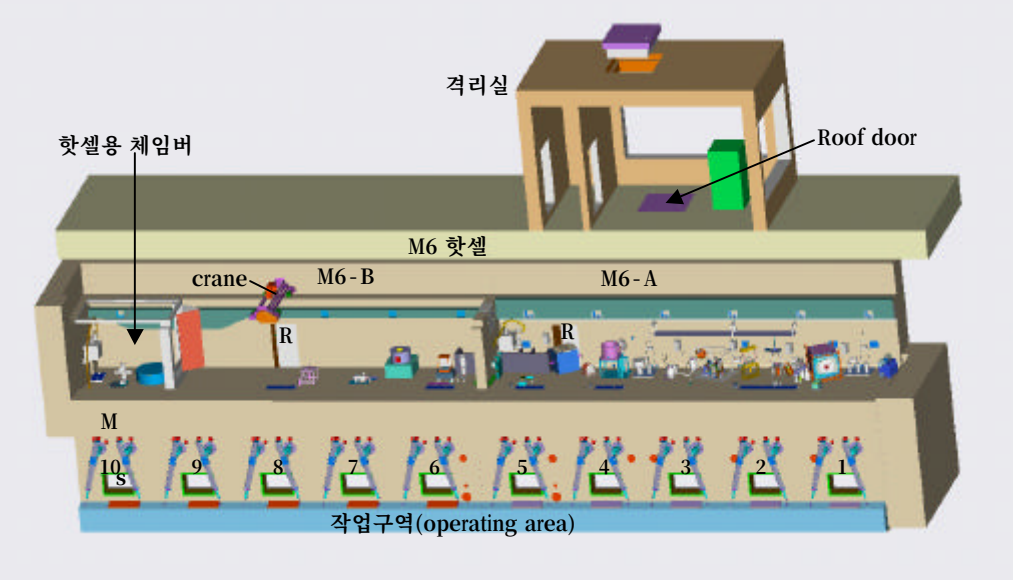
본 논문에서는 사용후핵연료 분진 및 방사화된 미세분진 폐기물 등 고방사성 물질로 오염된 DUPIC 핵연료 제조 장비 및 장치를 제염하고 유지보수 할 때 핫셀 내 오염 확산을 최소화할 수 있는 핫셀용 체임버을 개발하고, 이의 설계 고려사항, 기계적 성능 및 원격 운용에 대하여 기술한다.

2. DUPIC 핵연료 제조시설 개요

그림 1은 한국원자력연구소 조사재시험시설(IMEF)의 M6 핫셀에 설치되어 현재 운용 중인 DUPIC 핵연료 제조 장비 및 장치의 그래픽 모델을 보여주며, 그림 2는 실제 M6 핫셀의 작업구역(operating area)을 보여준다. M6 핫셀은 A와 B 핫셀로 구분되어 있으며, A 핫셀에는 주로 사용후핵연료봉 탈피복 장치, 분말처리 장치 및 소결체 제조공정 장비 등이 설치되어 있으며, B 핫셀에는 DUPIC 핵연료봉 제조와 관련한 장치 등이 설치되어 있다. 각 핫셀에는 5개의 차폐창

(shielded window)이 설치되어 있으며, 각 차폐창에는 2쌍의 기계식 매스터/슬레이브 메니퓰레이터가 설치되어 핫셀 내에서 DUPIC 핵연료 제조 작업을 수행한다. 매스터와 슬레이브 메니퓰레이터는 외벽(작업구역 쪽)과 내벽(핫셀 안쪽)에 각 각 설치되어서, 작업자가 작업구역에서 차폐창을 통하여 핫셀내의 작업상황을 보면서 매스터 매니퓰레이터를 이용하여 슬레이브 메니퓰레이터를 조작하므로서 원격으로 DUPIC 핵연료를 제조한다.

본 연구에서 개발한 핫셀용 체임버는 M6-B 핫셀의 10번 차폐창(그림 1에서 맨 왼쪽 창)을 포함하면서 설치된다. 핫셀용 체임버는 핫셀 안쪽에서 10번과 9번 차폐창 사이에서 폭 방향으로 가로질러 주 출입구를 형성하고, 주 출입구 상단에서 핫셀 왼쪽 벽까지 확장하여 'ㄱ'자 형태로 구성되고, 핫셀의 안쪽 벽면을 활용하여 밀폐된 공간을 형성한다. 따라서 체임버 안에서 오염된 DUPIC 핵연료 제조 장비의 제염 또는 유지보수 작업을 수행함으로서 오염된 물질의 핫셀내 확산을 방지하고 시설물의 건전성을 제고할 수 있다. 또한, 체임버를 사용하지 않을 때에는 체임버의 주 출입구와 상부를 개방하여 체임버 공간을 충분히 활용할 수 있다.



S: 차폐창, 1,..., 10: 차폐창 번호, M: 매스터 메니퓰레이터, R: rear door

Fig. 1. The graphical model of the M6 hot-cell of the IMEF at the KAERI.

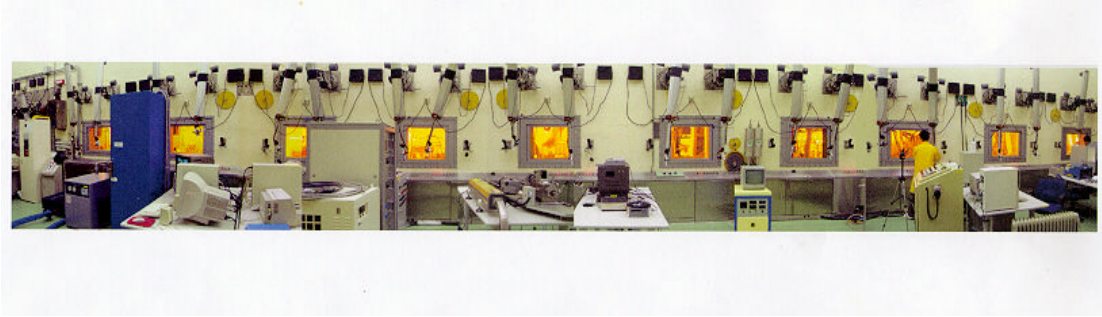


Fig. 2. The operating area of the M6 hot-cell of the IMEF at the KAERI.

핫셀용 체임버를 활용하는 오염된 DUPIC 핵연료 제조 장비 및 장치의 제염 및 유지보수는 아래와 같이 두 가지 상황에 따라서 수행될 수 있다 [5].

- 핫셀 내에서 오염된 장비의 유지보수(부품 교체 및 수리)
  - 유지보수가 요구되는 장비 및 장치를 크레인 또는 매스터/슬레이브 메니퓰레이터를 이용하여 체임버로 이송하고 닫음.
  - 체임버 내부에 설치된 건식오염제거장치를 이용하여 제염을 한 후 매스터/슬레이브 메니퓰레이터 또는 취급공구를 이용하여 원격으로 유지보수 작업을 수행함.
- 작업자에 의한 오염된 장비의 유지보수(부품 교체 및 수리)
  - 유지보수가 요구되는 장비 및 장치를 크레인 또는 매스터/슬레이브 메니퓰레이터를 이용하여 체임버로 이송하고 닫음.
  - 체임버 내부에 설치된 건식오염제거장치를 이용하여 제염을 한 후, 체임버를 개방하여 크레인 또는 매스터/슬레이브 메니퓰레이터로 M6-A 핫셀로 이송함.
  - M6-A 핫셀에서 roof door를 통하여 제염된 장비를 격리실로 이송하여 감마 방사선준위 측정 시스템으로 제염된 장비의 방사선 준위를 측정한 후, 작업자의 직접 접촉이 가능하면 유지보수 작업을 수행함. 방사선 준위가 접근 허용치 이상이면 역순으로 체임버까지 이송한 후 상기의 과정을 반복함.

3. 설계 고려사항

사용후핵연료와 같은 고방사성 물질을 취급하는 핫셀과 같은 특수시험시설 내부에 작업자(특수방호복을 착용한 경우 포함)가 투입되어 오염된 장비 및 공구를 직접 또는 간접 접촉에 의해 취급하는 것은 작업 공간 및 취급대상물질의 고방사성 때문에 불가능하다. 따라서, 고방사성 물질로 오염된 DUPIC 핵연료 제조장비와 부수장치 및 공구들의 성공적인 핫셀내 제염 및 유지보수 작업을 위한 핫셀용 체임버는 다음과 같은 서로 종속적인 세 가지 설계요소를 고려해야한다.

- 조사재시험시설 M6 핫셀 시설물
- 체임버의 원격운용성
- 체임버의 원격취급성

첫 번째로, 조사재시험시설 M6 핫셀 시설물 설계요소는 핫셀용 체임버를 설치하고자 하는 시설물과 관련한 것으로 다음과 같은 사항을 포함한다.

- M6-B 핫셀 내부의 환경적/공간적 제한성 (핫셀 내부 형상, 벽면 및 천정의 정형성, 환기 계통, 차폐창의 위치 및 크기)
- 기 설치된 고정형/이동형 구조물의 접근성 (크레인의 용량 및 이송거리, 슬레이브 메니퓰레이터의 위치, 허용하중 및 작업영역, penetration의 위치와 이용 또는 수정 가능성)
- 전기(교류 및 직류 전원)/공기(공기양 및 공기압)/냉각수(입구 및 출구) 등과 같은 유틸리티(utility)의 위치 및 이용 가능성

두 번째와 세 번째 설계요소로서, 체임버의 원격 운용성과 취급성은 핫셀 내부에 설치되는 체임버의 원격제어와 관련한 것으로 원격 조작방법, 원격 수리절차, 핫셀 내에서 유지보수 장치 및 공구의 가용성 등을 포함한다. 또한, 핫셀 외부의 작업구역에서 작업자가 핫셀 안에서 이루어지는 모든 작업 상황을 상시 모니터링할 수 있어야 한다. 이와 같은 설계조건을 만족하기 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- 작업구역에 위치한 작업자가 입력장치 또는 제어장치를 통하여 핫셀 내부에 설치된 체임버를 원격으로 조작할 수 있는 통신 경로
- 유지보수 필요시 교체 및 수리가 용이하도록 모듈식 설계 개념을 도입한 체임버의 기능적/기계적 구조
- 설치조건과 공간, 그리고 내방사성에 따른 수명 등을 고려한 체임버의 동력 및 동력전달체계 선정

4. 핫셀용 체임버

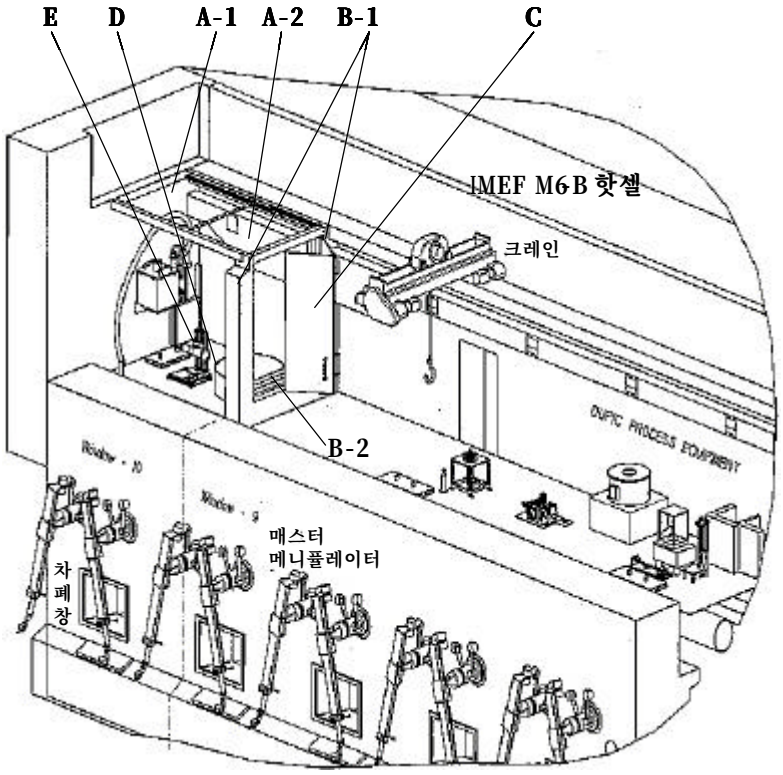
4.1 개요

핫셀용 체임버는 조사재시험시설 M6-B 핫셀에 설치된 별도의 셀(cell)로서, DUPIC 핵연료 제조 과정에서 생성된 고방사성 물질로 오염되거나 손상된 장비, 장치 또는 공구 등을 제염·유지보수하는 공간으로 활용되며, 제염시 고방사성 폐기물분진의 핫셀내 확산을 방지한다. 일단 핫셀용 체임버에서 제염된 장비 및 장치 등은 체임버 내부에서 수리 또는 부품 교체를 하거나, 크레인 또는 메니퓰레이터를 이용하여 M6-A 핫셀로 옮긴 후, M6-A 핫셀의 roof door를 통하여 격리실로 이송하여, 감마 방사능 오염준위 측정시스템으로 방사선 준위를 측정한 다음 작업자의 접근 허용을 판단 후 수선, 교체, 폐기, 재 제염 등 필요한 조치를 취하게 된다.

핫셀용 체임버는 M6-B 핫셀의 기 시설물과의 통합, 기능 및 공간적 최적화, 작업의 원격성을 고려하여 개발하였으며, 체임버 운용은 작업환경의 특수성 때문에 복잡함을 지양하고 단순함에 의하여 이루어지도록 하였다. 그림 3에서 보여진 바와 같이 핫셀용 체임버는 M6-B 핫셀의 10번 차폐창을 완전히 포함하며, 9번과 10번 차폐창 사이에 체임버의 주 출입구를 형성하도록 설계되었으며, 핫셀에 기 설치된 매스터/슬레이브 메니퓰레이터와 크레인, 그리고 시설물 환기계통을 활용할 수 있도록 설계·제작하였다. 10번 방호유리창을 유지보수 체임버 전용으로 활용할 수 있게 설계함으로서 작업자가 핫셀 내에 설치된 체임버에서 행해지는 작업 활동을 상시 감시·감독할 수 있으며, 이상 발생시 신속히 대응할 수 있도록 하였다. 체임버를 사용치 않을 경우에는 체임버의 출구와 상부를 완전히 개방하여 체임버 공간을 충분히 활용할 수 있도록 하였다. 핫셀용 체임버는 M6핫셀의 가동 중 사용후 핵연료와 같은 고방사성 물질에 대한 내방사성을 증대시키기 위하여 공압식 엑튜에이터와 스테인리스 스틸 계통의 재료를 사용하였으며, 체임버의 모든 운용은 원격에 의하여 조작할 수 있도록 설계·제작하였다.

4.2 구성

개발된 핫셀용 체임버는 크게 수평개폐모듈, 수직개폐모듈, 보조도어모듈, 회전모듈 및 파지모듈로 구성되어 있으며, 각 모듈의 모션은 모두 원격조작에 의해 이루어진다. 수평개폐모듈과 수직개폐모듈은 M6-B 핫셀의 천정과 측면을 완전히 밀폐하여 M6-B 핫셀 내에 별도의 작은 셀을 형성한다. 수평개폐모듈은 telescopic형태의 고정형모듈과 이동형모듈로 구성되어 있으며, 고정형모듈은 핫셀 천정과 평행(벽면에 대하여 수직)하게 핫셀 환기계통 바로 위의 핫셀 구조물에 완전히 고정되어 설치된 형태이며 선형 가이드가 길이방향으로 양쪽에 설치되고, 이동형모듈이 고정형모듈에 설치되어 수평으로 직선운동(수축/확장)을 할 수 있는 수단을 제공한다. 이동형모듈은 체임버의 상부 개폐용으로 이동형모듈이 완전히 수축하였을 때(체임버 상부가 완전히 열린 상태) 이동



A : 수평개폐모듈 (**A-1** : 고정형모듈, **A-2** : 이동형모듈)
B : 수직개폐모듈 (**B-1** : 'U'형 가이드, **B-2** : 폴더형 슬레트)
C : 보조도어모듈, **D** : 회전모듈, **E** : 파지모듈

Fig. 3. The schematic diagram of the maintenance chamber for installation at the M6-B hot-cell of the IMEF.

형모듈의 앞쪽 끝단과 고정형모듈의 앞쪽 끝단이 서로 일치하며, 이동형모듈이 완전히 확장하였을 때(체임버의 상부가 완전히 닫힌 상태)는 체임버의 최종 상부치수를 나타낸다. 고정형모듈의 끝단은 핫셀 내에 기 설치된 크레인의 왼쪽 끝단 이동거리(작업구역에서 핫셀을 보았을 때 왼쪽 이송방향)를 반영하여 고정형모듈(이동형모듈이 완전히 수축된 경우 포함)과 크레인간의 간섭을 배제하였다. 수평개폐모듈은 10번 방호창 위에 설치된 슬레이브 메니퓰레이터의 지지대 및 작업영역이 손상되지 않도록 하였고, 이동형모듈의 몸체 하단부에는 중심선을 기준으로 hook를 장착하여 슬레이브 메니퓰레이터의 집게(tong)가 접근할 수 있도록 하였으며, 작업자는 작업구역에서 매스터 메니퓰레이터를 통하여 슬레이브 메니퓰레이터로 hook를 잡고 이동형모듈을 원하는 위치까지 움직이면서 체임버의 상부(천정)를 원격 개폐할 수 있다.

수직개폐모듈은 체임버의 측면 개폐용으로서 완전히 닫혔을 경우에는 체임버로서 기능을 수행하고, 또한 완전히 개방하였을 경우에는 체임버 공간을 다른 용도로 충분히 활용하고, 크레인을 이용한 장비 및 물건 이송에 영향을 미치지 않도록 하였다. 수직개폐모듈은 폴더형 슬레트와 슬레

트 가이드로 구성되어 있으며, 핫셀 바닥면에 대하여 수직으로 9번과 10번 방호창 사이에 설치되고, 'U'형의 가이드는 폴더형 슬레트의 상하 운동시 각 슬레트의 이탈을 방지하고 마찰을 줄이기 위하여 핫셀 벽면과 바닥을 따라서 고정되었으며, 핫셀 내부 구조물 자체의 비정형 때문에 수준기를 사용하여 'U'형의 가이드가 좌/우 및 상/하로 평형상태를 유지하도록 설치된다.

그림 4와 같이 핫셀용 체임버의 외관은 수평개폐모듈과 수직개폐모듈을 결합하여 구성된다. 먼저 작업구역에서 작업자가 슬레이브 메니퓰레이터로 수평개폐모듈에 부착되어있는 hook를 잡고 이동형모듈을 오른쪽으로 끝까지 확장한다. 그리고 수직개폐모듈을 작동시켜 처음 슬레트의 끝단이 이동형모듈의 하단부와 접촉할 때까지 상승시켜서 밀폐된 공간을 형성한다. 체임버를 개방할 때는 역으로 수직개폐모듈의 슬레트를 끝까지 하강시킨 다음, 이동형모듈을 왼쪽 끝까지 움직인다.

보조도어모듈은 이중안전장치로서 수직개폐모듈에 평행하게 설치되어 체임버의 기밀도를 증강시키고, 수직개폐모듈의 이상 발생시 비상대응 보조 수단으로 사용된다. 보조도어모듈은 2단 기계식으로 구성되어 슬레이브 메니퓰레이터로 개폐가 용이하며, 보조도어를 닫았을 경우 수직개폐모듈을 완전히 막을 수 있다. 각 단을 구성하는 프레임은 스테인레스 스틸 판으로 되어있으며, 스테인리스 스틸 베어링형 장석을 사용하여 각 단을 연결하여 회전이 용이하도록 하였다. 이러한 구조는 작업자가 메니퓰레이터로 보조도어에 부착되어 있는 고리를 잡고 도어를 개폐하는 작업을 수행하는데 있어서 육체적/심리적 부담을 줄이고 작업의 성과를 증대시킨다. 완전히 개방되었을 경

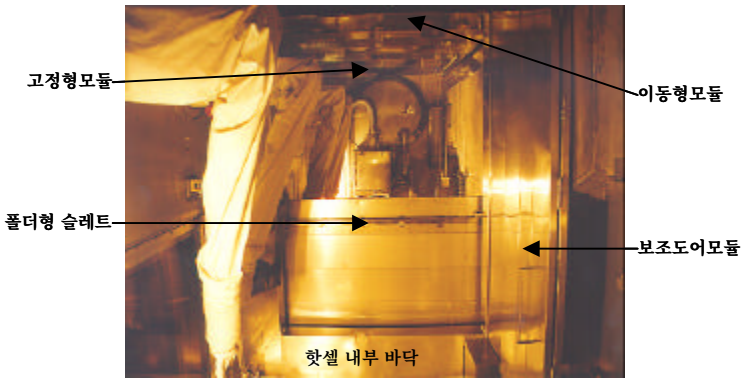


Fig. 4. The in-cell chamber installed inside the M6 hot-cell.

a) Fully closed b) Auxiliary door module closed

Fig. 5. The in-cell chamber when closed.

우에는 수직개폐모듈과 전혀 간섭이 없고 크레인의 작동 및 주변 구조물에 전혀 영향을 미치지 않으며, 또한, 보조도어의 안쪽에 자석을 부착하여 도어를 닫을 때 수직개폐모듈의 가이드 표면에 달라붙도록 되어있어 체임버의 기밀도를 향상시킨다(그림 5).

그림 6과 같이 회전모듈과 파지모듈은 핫셀용 체임버의 부속물로서 체임버 안쪽에 설치되어 오염된 장비 및 장치의 제염 능률을 증대시킨다. 회전모듈은 제염하고자 하는 장비 또는 장치를 적재하여 회전시켜 주는 장치로서 핫셀과 같이 제한된 공간에서 제염 대상체를 전 방향으로 제염하는데 효과적으로 이용할 수 있다. 회전모듈은 DUPIC 핵연료 제조공정에 사용되는 대부분의 장비 및 장치를 적재할 수 있는 충분한 적재 하중과 적재 공간을 갖는다. 파지모듈은 드라이 아이스 펠릿을 이용하는 건식오염제거장치의 분사헤드(head)부분을 파지하고 연속적으로 제염할 수 있게 하는 장치이다. 파지모듈은 3자유도의 구조로서 베이스 프레임으로부터 순차적으로 수평운동, 회전운동, 수직운동을 갖으며, 수직운동 링크의 끝에는 파지공구가 부착되어 건식오염제거장치의 분사헤드를 파지한다. 또한, 베이스 프레임 위에 다수개의 지지대를 설치하여 분사헤드로부터 드라이아이스 펠렛이 분사될 때 발생하는 반발력을 흡수한다. 작업자는 슬레이브 메니퓰레이터의 집게로 건식오염제염장치의 분사헤드부분 잡아서 파지공구에 고정시킨 다음, 분사헤드를 체임버 내의 임의의 공간으로 이동시킴으로서 제염공간을 증대시킨다.

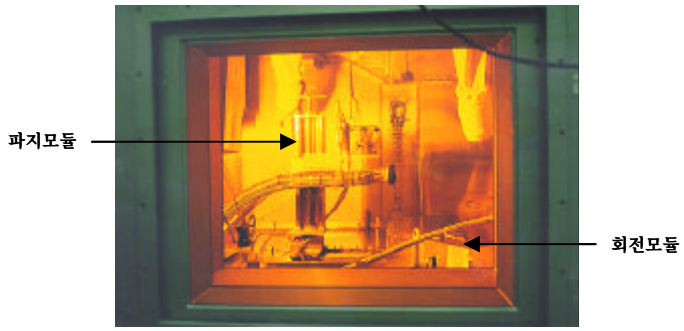
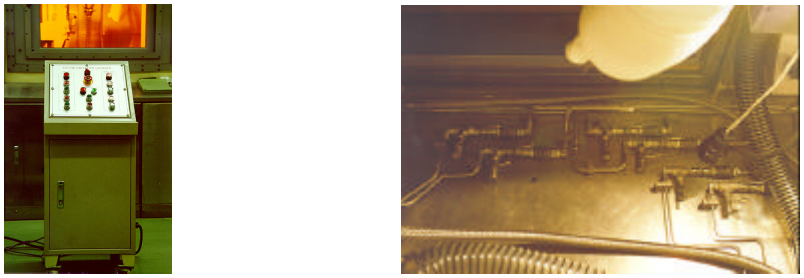


Fig. 6. The in-cell chamber seen, via the 10th shielded window, from the operating area.



a) control console　　b) arrangement of pneumatic control valves

Fig. 7. The control system of the in-cell chamber.

4.3 제어반

핫셀용 체임버의 모션은 기계식과 공압식을 혼용하여 이루어지며, 수평개폐모듈, 파지모듈의 수평/수직/회전 운동은 기계식으로, 수직개폐모듈, 회전모듈, 파지모듈의 파지는 공압식으로 제어된다. 작업구역에서 작업자는 체임버 구동에 필요한 모션에 따라 슬레이브 메니퓰레이터(기계식 모션) 또는 제어반(공압식 모션)을 조작하면서 체임버를 원격으로 운용한다.

그림 7-a)는 핫셀 작업구역에 설치된 핫셀용 체임버의 통합 제어반을, 그림 7-b)는 체임버 각 모듈을 제어하는 내방사성 공압 밸브들의 배열을 보여준다. 이 들 제어 밸브들의 조합은 각 모듈의 원하는 모션에 따라 매스터/슬레이브 메니퓰레이터에 의해 이루어진다. 제어반에는 수직개폐모듈, 회전모듈, 파지모듈을 제어하기 위한 기능이 서로 구분되어 있어 각 모듈의 운용에 따른 조작의 안전성을 고양하였으며, 또한, 일시정지 및 복원 기능을 추가하여 작업 중 비상대응 능력을 높였다. 제어반 운용에 있어서 작업자는 방호창을 통하여 체임버 내부의 작업 상황을 감시하면서 슬레이브 메니퓰레이터를 사용하여 수행하고자 하는 작업과 관련한 공압 밸브를 조작한 다음 제어반의 관련 모드를 운용함으로서 원하는 작업을 수행한다.

5. 결론

본 논문은 사용후핵연료 분진 및 방사화된 미세분진 폐기물 등 고방사성 물질로 오염된 DUPIC 핵연료 제조 장비 및 장치를 핫셀 내 현장에서 제염하고 유지보수하기 위한 핫셀용 체임버을 개발하였다. 개발된 핫셀용 체임버는 핫셀 내에 형성된 별도의 밀폐된 공간으로서 오염된 장비의 제염 및 유지보수시 핫셀 내 오염 확산을 방지하는 수단을 제공하며, 또한, 핫셀에 기 설치된 매스터/슬레이브 메니퓰레이터를 이용하여 원격 운용 및 유지보수가 용이하도록 모듈식으로 구성되었다. 고방사성물질을 취급하는 시설에서 본 논문에서 개발한 핫셀용 체임버를 사용하는 것은 작업자의 방사선 피폭선량을 저감시키고, 작업자의 안전을 증대시키고, 시설물의 건전성을 제고하는 등 여러가지 장점이 있다.

개발된 핫셀용 체임버는 한국원자력연구소 조사재시험시설 M6핫셀에 설치되어 현재 현장 운용중에 있다.

참 고 문 헌

1. 양명승 외, “경·중수로 연계 핵연료주기 기술개발-DUPIC 핵연료제조 및 공정기술개발,” KAERI/RR-2022/99, 2000.
2. 김기호 외, “경·중수로 연계 핵연료 분말처리 제조장비개발,” KAERI/TR-1328/99, 1999.
3. K. E. Archibald, "CO_2 Pellet Blasting Literature Search and Decontamination Scoping Tests Reports," WINCO-1180, 1993.
4. T. L. Aldridge, L. K. Aldrich, and E. V. Bowman, "CO_2 Pellet Decontamination Technology at Westinghouse Hanford," CONF-940511, 1994.
5. 박장진 외, “고방사성 핫셀내 핵물질 가공장비 유지보수 장비 개발,” KAERI/RR-2062/99, 2000.