

방사성 물질 수송용기의 개폐 시스템 개발

최우석, 남경오, 방경식, 이주찬, 서기석
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
wschoi@kaeri.re.kr

1. 서론

일반적으로, 핫셀 내부의 방사성 물질을 수송용기에 담거나, 수송용기의 방사성 물질을 핫셀 내부로 이동시키기 위해서는 수송용기가 핫셀 리어 도어에 접속하여 수송용기 안의 내부용기가 핫셀 벽에 접속해야 한다. 이를 위해서는 수송용기의 덮개가 개방되어야 하고 개방되는 과정에서 차폐가 유지되어야 하므로 내부이송경로를 제외한 곳에서의 납차폐가 이루어져야 한다. 핫셀 리어 도어에 접속하여 핫셀 내부의 방사성 물질을 담아 운반하는 수송용기의 대표적인 예는 빠디락 (Padirac) 용기이다. 빠디락 용기의 접속 시스템은 Fig. 1에서와 같이, 대차 위에 수평으로 얹혀져 핫셀 리어 도어에 접속된다. 빠디락 용기의 덮개는 수직으로 미끄러지면서 개폐되는 중앙덮개와 빠디락 용기에 고정되어 움직이지 않는 고정덮개로 이루어져 있다. 대차에는 빠디락 용기의 중앙 덮개를 밀어 올릴 수 있는, 상·하방향으로 움직이는 수직개폐장치가 구비되어 있다. 대차에 얹혀진 상기 빠디락 용기가 핫셀 리어 벽 쪽으로 이동하여 핫셀 리어 도어에 접속되면 수직개폐장치가 위로 이동하면서 빠디락 용기의 중앙덮개와 핫셀 리어 도어를 동시에 개방시킨다. 이때, 핫셀 리어 도어가 올라가면 원호모양의 회전체가 안쪽으로 회전하면서 내부용기인 컨테이너가 이동하는 공간을 제외한 나머지 공간을 메워 차폐를 유지한다. 그런데 이 부분이 정확한 원통의 내부모양을 가지지 않기 때문에 마치 원통과 팔각형이 만나는 것처럼 내부용기가 핫셀로 이송되는 경로 가운데 이송 경로의 불연속부가 존재하게 된다. Fig. 1의 마지막 그림은 이러한 불연속부가 존재하는 내부용기 이송 통로를 나타낸다. 이 때문에 내부용기인 컨테이너의 이송이 부드럽게 진행되지 않고, 이 부분에서 차폐성능이 떨어져 작업자의 방사능 피폭이 증가할 수 있는 단점이 있다.

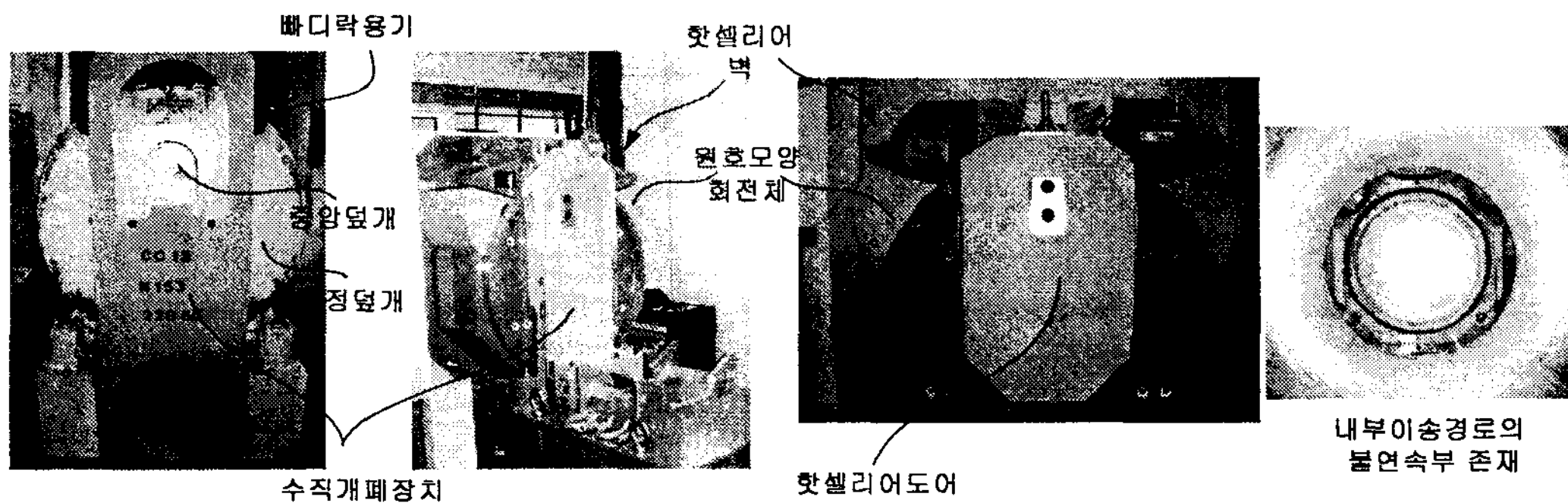


Fig. 1 Hotcell transport system (Padirac system)

2. 신규 개폐 시스템의 개발

신규로 개발된 핫셀 운반시스템의 개폐방안은 Fig. 2와 같다. 수송용기는 대차의 위쪽에 구비된 수송 용기 안착부와 회전개폐 가이드에 안착되어 직진 이동을 하여 핫셀 리어 도어에 접속하게 된다. 회전개폐 가이드에는 수송용기 내부에 수용된 컨테이너의 직경과 동일한 직경을 갖도록 관통형성된 이송홀과, 전면 일정 위치에 각각 돌출 형성된 접속 돌출부가 형성되어 있다. 회전개폐 가이드 위에 안착되는 수송용기의 덮개는 중앙에 일정 깊이의 결합홈이 형성된 회전 덮개와 수송용기에 고정되어 회전 덮개를 고정시키는 고정 덮개로 이루어진다. 회전 개폐 가이드와 회전 덮개가 이루는 원형의 중심에 결합홈이 위치하며 이를 중심으로 180° 회전하면 회전개폐가이드의 관통형 이송홀이 수송용기의 중앙으로 위치하여 수송용기가 개방된다. 대차가 핫셀리어벽에 접속

될 때 회전개폐가이드에 형성된 접속 돌출부가 핫셀리어도어의 삽입홈에 결합되어 회전개폐가이드가 회전하면 핫셀리어도어도 함께 회전한다. 핫셀리어도어에 형성된 제2 이송홀은 회전개폐가이드에 형성된 제1 이송홀과 대응하는 위치에 가공되며 동일한 직경을 갖는다. 핫셀 리어 도어에 접속된 수송용기는 회전 개폐 가이드가 회전함에 따라 제1 이송홀 및 제2 이송홀과 동일한 직경을 갖도록 이루어진 핫셀 리어벽의 이송통로와 함께 내부이송경로 구간을 형성한다. 신규로 개발한 방사성 물질 수송 용기의 개폐 메커니즘을 구현키 위해 제작된 모형(mock-up)을 제작하였으며, 이를 촬영한 사진이 Fig. 3에 나타나 있다.

개발된 개폐 메커니즘은 내부용기인 컨테이너가 이송되는 내부이송경로의 불연속부를 최소화하여 컨테이너의 이송시 불필요한 진동이나 충격을 저감할 수 있을 뿐만 아니라, 핫셀 리어 도어의 특성상 요구되는 차폐성능이 유지되면서 개폐가 진행된다. 또한 회전운동을 통한 개폐방안은 기존의 직선운동을 통한 개폐방안에 비해 개폐작업에 필요한 작업높이를 줄일 수 있는 이점이 있다.

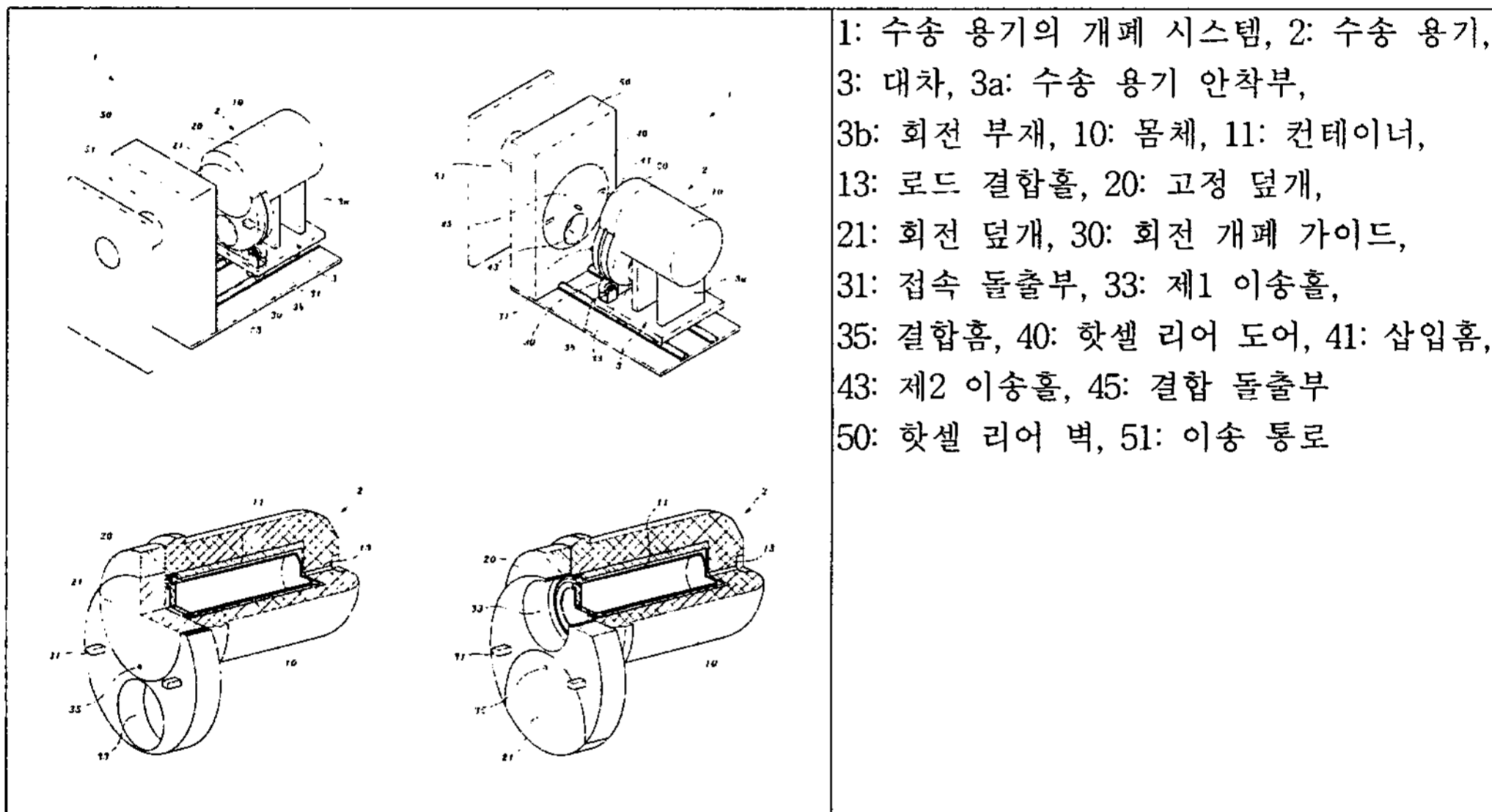


Fig. 2 Open and shut mechanism in developed system

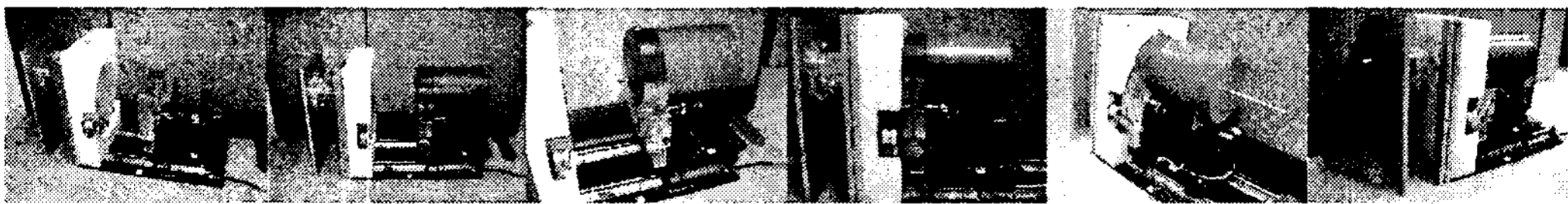


Fig. 3 Mock-up of the developed hotcell transport system

3. 결론

본 연구에서는 한국원자력연구원에서 개발한 방사성물질 수송용기의 개폐방안에 대하여 기술하였다. 신규 접속시스템 및 개폐방안은 기존의 시스템에 비해 내부 컨테이너의 이송시 복잡한 작업순서를 획기적으로 간소화하였으며 기존 시스템에서 내부이송시 구조적 불연속부에 의해 발생하는 진동 및 충격을 저감하였다. 또한 개폐진행시의 차폐성능을 개선하여 작업자의 방사능 피폭 노출량을 개선하였으며 개폐시 필요한 작업높이를 낮추었다.

개발된 새로운 핫셀 운반시스템의 개폐방안은 국내외에 특허출원되었고, 한국원자력연구원에서 개발중인 ESPF(Engineering Scale Pyroprocess Facility)의 접속시스템의 개폐 방안으로 활용될 예정이다. 또한 기존에 운영중인 Padirac 시스템과의 호환장치가 개발중에 있다.

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.