

핫셀에서 사용후핵연료봉 장전 Capsule의 이송 및 저장장치 개발

홍동희*, 정재후, 김영환, 박병석(한국원자력연구소)

Development of transportation and storage device for spent nuclear fuel capsules

D. H. Hong*, J. H. Jung, K. H. Kim, B. S. Park(KAERI)

ABSTRACT

During demonstrations of a process conditioning spent nuclear fuels, it is necessary to transport and handle Spent fuel rod cuts from Post Irradiation Examination facility to Slitting device in The hot cell. the spent fuel pellets which are highly radioactive materials are separated with its clad and are fed into the next conditioning process. For this, a spent fuel rod, 3.5 m long, is cut by 25 cm long which is suitable length for the decladding process. These rod-cuts are packed into the capsule and are moved to the ACPF(Advanced spent nuclear fuel Conditioning Process Facility). In the ACPF, Once the capsule is unloaded in the ACPF, Capsule is taken out one-by-one and installed on the decladding device. In these processes, the crushed spent fuel pellet can be scattered inside the facilities and thus it contaminate the hot cell. In this paper, we developed the specially designed transportation and storage device for spent nuclear fuel capsules

Key Words : Capsule, spent nuclear fuels, hot cell

1. 서론

사용후핵연료로부터 유용한 물질을 회수하여 활용하기 위하여, 집합체에서 연료봉을 인출한 후에 절단하여 공정을 수행 할 핫셀의 슬리팅장치로 이송하여야한다. 본 연구를 수행할 사용후핵연료 차세대관리공정은 조사후 시험시설에서 절단된 사용후핵연료봉을 캡슐에 담아 조사재시험시설의 ACP 핫셀까지 빠디락 캐스크로 운반하여야 한다. 핫셀에서는 빠디락캐스크에서 캡슐 1개씩을 인출하여 펠릿과 Hull을 분리하는 슬리팅장치까지 이송하여 장치의 안착대에 삽입한다. 슬리팅 장치에서는 연료봉을 세로로 찢어서 Pellet과 Hull을 분리한다. 1개 절단연료봉의 슬리팅 작업이 완료되면 다시 캡슐을 이송하여 절단연료봉을 장전하는 작업을 반복하여 수행한다. 이러한 반복 작업은 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라

이송 중에 낙하사고 등 사고의 위험이 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 사용후핵연료 절단연료봉 5개를 1개 캡슐에 담고, 캡슐 13개를 한꺼번에 안전하게 이송하고, 작업을 수행하지 않을 때에는 핫셀에서 캡슐을 저장하는 랙으로 활용할 수 있는 장치를 개발 하고자 하였다. 개발한 장치를 이용할 경우 핫셀을 효율적으로 활용할 수 있으며, 저장 랙을 핫셀에 추가적으로 설치하는 비용을 경감 할 수 있다.

2. 시험장치의 제작

2-1. 절단연료봉 이송 및 장전 Capsule

Capsule의 내부는 5개의 분리된 셀로 구성하여 절단연료봉 5개를 장전 할 수 있으며 Capsule이 60 도 회전하면 1개의 절단연료봉이 하부의 연료봉 주입구로 장전 될 수 있도록 Fig 1과 같이 설계하였다. 이때 절단연료

봉의 펠릿이나 분말이 핫셀로 비산되지 않고 슬리딩 장치의 주입구로 들어 갈 수 있도록 캡슐의 연료봉 출구와 장치의 연료봉 입구가 일치 하도록 하였다.

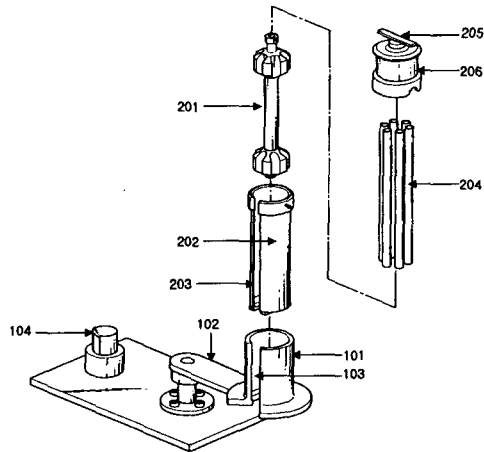


Fig 1. transportation and handling Capsule

2-2. Capsule 이송기구

설계요건은 ACP 핫셀이 협소하기 때문에 부피가 작아야 하고, 조작기로 이송이 가능하여야 하며, 캡슐을 적재한 후에는 핫셀 내부에서 크레인으로 이송이 가능하여야 한다. 이와 같은 설계요건을 바탕으로 Capsule 이송기구는 공정의 효율성과 Padirac cask 용량을 고려하여 Capsule 13개를 1회에 운반 할 수 있도록 하였으며 조작기를 이용하여 이송 할 수 있도록 장치의 무게는 약 5 kg으로 하였다.

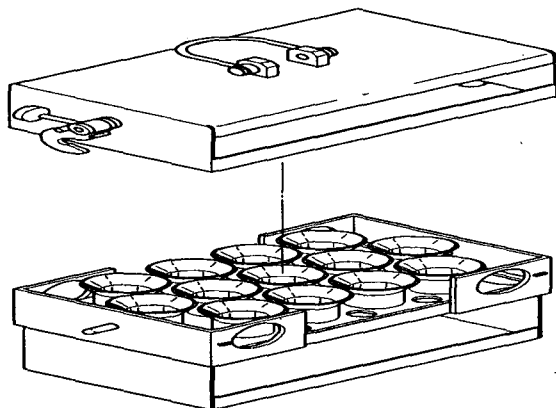


Fig 2. Conceptual Design of transportation and storage device

3. 장치의 시험

캡슐을 이용한 반자동 장전공정은 핫셀 바닥에서 1개의 캡슐(절단연료봉 5개 탑재)을 안착대에 장전하고, 캡슐의 뚜껑을 제거한 뒤에, 안착대의 전진, 캡슐의 회전 및 안착대 후진 등의 일련의 공정으로 이루어진다. 이와 같은 장전 공정을 32개의 캡슐에 대하여 반복하여 실험을 수행하여 측정된 결과 이에 소요되는 총 시간은 183분 28초로 이를 절단연료봉 1개에 소요되는 시간으로 환산하면 68.8초였다. 이는 캡슐을 이용한 반자동화 장전방식이 절단연료봉 1개씩 수동으로 이송하여 장전하는 경우보다 작업속도를 약 1.5배(47%)를 향상시킬 수 있었다. 또한 캡슐 이송기구는 캡슐 13개를 적재할 수 있으며 중량은 9.68 kg로 MSM을 사용하여 원격방식으로 이송기구의 조작 시험을 수행한 결과 장치 뚜껑의 개폐, 캡슐장착 및 크레인 이송 등 일련의 작업을 원활히 수행할 수 있었다.

4. 결 론

사용후핵연료 절단연료봉의 이송 및 취급은 캡슐을 이용한 반자동화 장전방식이 절단연료봉 1개씩 이송하여 장전하는 경우보다 작업속도를 약 1.5배(47%)를 향상시킬 수 있었으며, 핫셀에 분말의 비산 등 오염을 원천적으로 방지 할 수 있었다. 또한 13개의 연료봉 캡슐을 한번에 이송하는 캡슐 이송 및 저장장치를 제작하여 활용함으로써 핫셀을 효율적으로 활용할 수 있으며, 저장 랙을 설치하는 비용을 경감할 수 있다.

참고 문헌

1. J.S.Yoon, D.H.Hong, J.H.Jin, J.H.Jung, K.H. Kim, B.S.Park, "Development of Spent Fuel Remote Handling Technology," KAERI/RR - 2425 /2003 Vol. 1, pp. 123-158.
2. Peckner, D. and Bernstein, I, Handbook of Stainless Steels, Mcgraw Hill, P. 18-50, 1997