

사용후핵연료 탈피복에 관한 연구

정재후, 김영환, 진재현, 홍동희, 윤지섭
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

1. 사용후핵연료 탈피복 장치 개발

탈피복 장치는 250 mm의 길이로 절단된 연료봉으로부터 사용후핵연료 pellet과 hull을 분리하는 장치로 여러 쌍의 blade로 구성된 blade module 속으로 연료봉을 밀어 넣어 3개의 조각으로 찢는 장치이다. 이 장치는 연료봉을 장치에 장착하거나 slitting할 때 사용후핵연료 pellet이 공기중으로 노출되며 튀어나갈 수 있기 때문에 hot cell 내부를 오염시킬 수 있다. 또한, 종합공정의 목표인 20 kgHM/batch의 사용후핵연료를 확보하기 위해서는 약 135개의 절단 연료봉(250 mm)을 slitting하여야 하는 데 이에 소요되는 시간은 약 19시간으로 다른 공정장치에 비하여 훨씬 많은 시간이 소요된다. 또한, 연료봉을 하나하나씩 수작업으로 취급하기 때문에 작업자의 부주의로 인한 pellet 누출 및 장치 파손 등의 사고 발생 위험 가능성도 매우 높다. 따라서 당해연도에는 탈피복 시간의 단축(반자동화 개념 도입, pellet과 hull의 자동 분리) 및 작업의 안전성 향상(pellet 조각 확산 방지, 유지·보수 구조개선)에 중점을 두어 기존에 고안한 장치를 이용하여 여러 가지 실험을 수행하였고, 그 결과를 바탕으로 실증용 장치를 그림 1과 같이 설계·제작하였다.

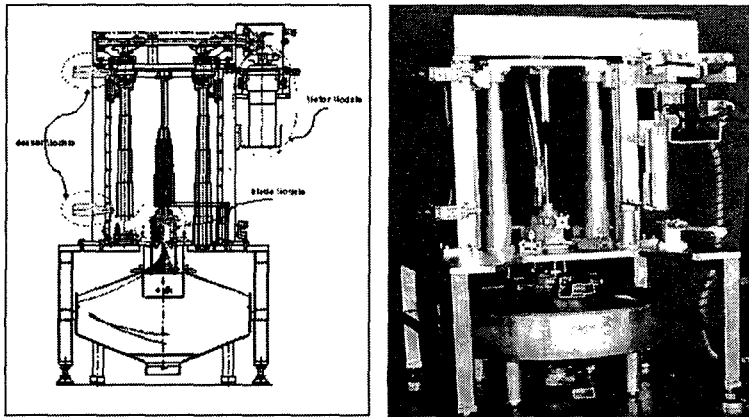


그림 1. 실증용 slitting 장치 설계 및 제작.

2. 탈피복 장치 실험

탈피복 장치를 이용하여 연료봉 장입 및 연료봉 지지시험, pellet과 hull 분리시험, 연료봉 압출 시험, slitting 시간 및 힘 측정 등의 시험을 수행하였다. 시험 결과를 토대로 연료봉의 반자동 장전 mechanism, pellet 조각 및 분진 확산방지 mechanism, pellet과 hull의 자동 분리 mechanism 등을 추가 또는 보완하였고, 장치의 유지·보수를 용이하게 하기 위하여 지지대와 blade body를 단일 구조로 개조하는 등 장치의 설계를 보완하였다. 연료봉 장입 및 지지시험은 그림 2에서 보는 바와 같이 절단된 연료봉을 capsule에 넣어 탈피복 장치에 장전하는 반자동 장전 mechanism을 고안하고 이를 이용한 연료봉 장입 및 지지시험을 수행하였다. Pellet과 hull의 자동 분리시험은 자동분리 mechanism을 고안하고 이의 성능 시험을 수행한 결과 약 95% 이상의 연료봉이 자동 분리되었으며, 그림 3에서와 같다. 연료봉 압출 시험의 결과는 그림 4에서 보는 바와 같고 연료봉 탈피복시 소요되는 압출력은 최대 200 kgf 이하이며, 압출 시간은 100 sec 이하가 됨을 알 수 있었다. 이와 같이 확보된 실증용 장치를 이용하여 일련의 시험을 통하여 장치를 보완함으로써, 탈피복 시간을 180 sec(250 mm 연료봉 1개 기준)로 단축시킬 수 있었으며 이는 당초 목표인 기존

장치(310 sec) 대비 탈피복 속도를 40 % 이상 단축됨을 알 수 있었다.

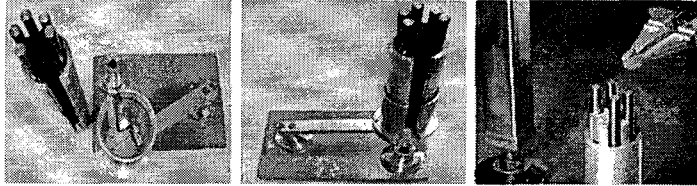


그림 2. 연료봉 capsule 장입 및 manipulator 취급.

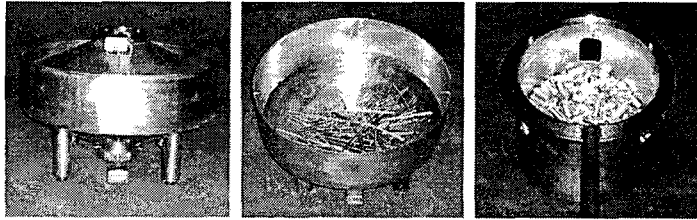


그림 3. 자동 분리된 pellet과 hull.

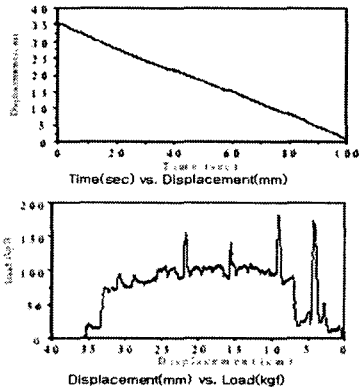


그림 4. 연료봉 삽입 시험 결과.

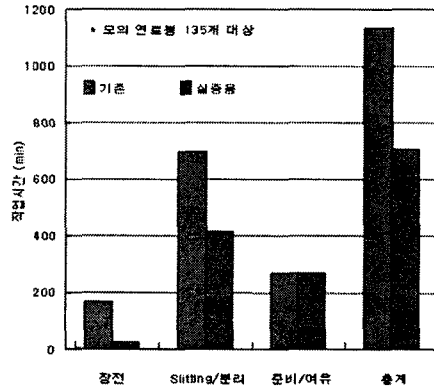


그림 5. Slitting 작업 시간.