

ACPF 핫셀의 일체형 원격조종기 해체

김기호*, 김성현, 정운목, 박병석, 이종광

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*khkim5@kari.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원의 ACPF(Advanced spent fuel Conditioning Process Facility) 시설은 사용후핵연료를 이용하여 실험실 규모의 파이로프로세싱 전해환원공정 기술을 실험하기 위한 핫셀이다. ACPF 핫셀은 공기셀과 아르곤셀을 포함하는 복합셀로 구성되어 있으며, 전해환원공정 실험은 기밀이 확보된 아르곤셀에서 수행된다. 핫셀 안에서 수행되는 모든 공정 실험 작업은 원격조종기와 크레인 등과 같은 원격취급 수단을 이용하여 원격으로 이루어진다. 현재 ACPF 핫셀의 공기셀에는 일체형(One-piece)과 분리형(Three-pieces) 원격조종기(Telemanipulators)가 혼합설치되어 있으며, 아르곤셀에는 분리형이 설치되어 있다. 공기셀에 설치된 일체형은 원격 작업성과 유지보수 측면에서 분리형으로 교체할 계획이며, 이를 위해서는 기 설치된 일체형 원격조종기의 사전 해체가 필요하다.

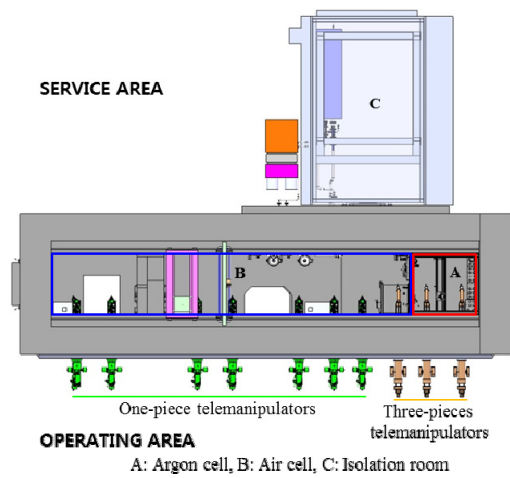
본 논문에서는 ACPF 핫셀의 핫셀 벽을 관통하여 셀 안팎에 설치된 일체형 원격조종기의 해체에 대해 기술한다.

2. ACPF 일체형 원격조종기 해체

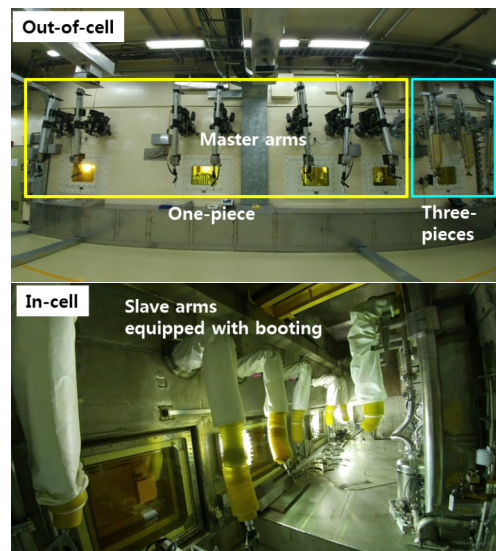
2.1 핫셀 원격조종기

현재 ACPF 핫셀(Fig. 1)의 공기셀에는 일체형 7식과 분리형 1식 등 총 8식의 원격조종기가 설치되어 있으며, 아르곤 셀에는 총 2식의 분리형 원격조종기가 설치되어 있다[1]. 일반적으로 원격조종기는 마스터암, 스류튜브, 슬레이브암 등 세 개의 모듈로 구성되며, 이들 모듈의 동력전달체계와 조합에 따라 일체형과 분리형으로 구별된다. 일체형 원격조종기는 상기 세 개 모듈이 서로 기계적으로 하나로 연결된 구조로 설치와 해체 시 한 개의 장치로 다루어야 한다. 따라서 슬레이브암의 유지보수가 요구될 때 원격조종기 전체를 셀 바깥쪽으로 인출하여 수리한 후 전체를 재 설치해야 한다. 반면에 분리형은 상기 세 개의 모듈이 서로 독립적으로 분리가 가능하다.(즉, 슬레이브 암 고장시 일체형과 달리 원격조종기 전체를 셀 바깥쪽으로 인출하여

교체하지 않고, 슬레이브 암 자체만 셀 안에서 분리하여 교체할 수 있다) 따라서 ACPF 핫셀에 설치된 일체형 원격조종기를 분리형으로 교체하는 것은 원격조종기의 유지보수성, 취급성을 증대시켜 핫셀 내에서 요구되는 전해환원공정을 포함한 제반 원격작업의 효율성과 생산성을 증대시키고, 작업자의 정신적 육체적 부담을 저감하는 등의 장점이 있다.



a) Layout of the ACPF hot-cell.



b) Telemanipulators installed in the ACPF hot-cell

Fig. 1. ACPF hot-cell.

2.2 일체형 원격조종기 해체

일체형 원격조종기는 마스터암(셀 바깥쪽에 설치

뒀), 쓰류튜브(셀 벽을 관통하여 설치됨)와 부팅이 체결된 슬레이브암(셀 안쪽에 설치됨)이 순차적으로 하나로 연결되어 있다. 따라서 일체형 원격조종기(1식 전체무게 약 460 kg)의 해체는 슬레이브암(부팅 제외)과 쓰류튜브를 셀 벽(두께 900 mm)에 대해서 셀 안에서 셀 바깥으로 인출하는 것을 의미하며, 주요 절차는 Fig. 2에 보여진다.

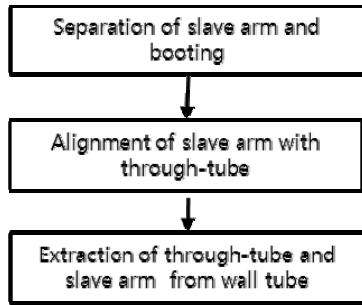


Fig. 2. Procedures for dismantling telemanipulator from the in-cell.

슬레이브암 과 부팅 분리 (Fig. 3의 a)) : 원격조종기를 해체하기 위한 첫 번째 순서로 셀 안에서 툴 교환기(Tool changer)를 이용하여 해체하고자 하는 원격조종기의 슬레이브암(부팅 포함)으로 부터 집게(Tong)를 분리한다. 툴 교환기를 이용하여 집게가 제거된 슬레이브암(부팅 포함)에서 슬레이브암과 부팅을 분리한다.

슬레이브암 정렬 (Fig. 3의 b)) : 부팅으로부터 분리된 슬레이브암을 쓰류튜브(셀 벽에 설치된 월튜브를 관통하여 설치되어 있음)의 셀 안쪽 면에 대해 일렬로 정렬 시킨다.

슬레이브암/쓰류튜브 인출 (Fig. 3의 c)): 셀 바깥쪽에서 마스터암의 플렌지를 조작하여 쓰류튜브와 월튜브 사이의 기밀(2개의 원형 고무 밴드의 팽창을 느슨하게 함)을 해제하고, "Γ" 형태로 순차적으로 정렬된 마스터-쓰류튜브-슬레이브암을 셀 바깥쪽에 설치된 특수 장치를 이용하여 인출한다. 셀 안쪽 월튜브 끝단에 부착된 부팅은 셀 바깥쪽에서 부팅 제거기를 월튜브를 관통하여 넣은 다음, 부팅

고정 프레임을 느슨하게 한 후 밀어서 부팅이 셀 안쪽으로 떨어지도록 한다. Fig. 4는 일체형 원격조종기가 모두 해체된 ACPF 핫셀의 내외부를 보여준다.

3. 요약

ACPF 핫셀에 기 설치된 일체형 원격조종기의 해체 작업은 모두 완료 되었으며, 셀 내 부압 유지를 위해 월튜브 전면부는 기밀되었다. 금년 말까지 핫셀 원격조종기를 모두 분리형으로 대체하여 전핵융 공정 실험의 원격작업에 활용할 계획이다.

4. 감사의 글

본 연구는 정부가 지원하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 김기호, 김성현, "ACPF 개조 핫셀의 원격조종기", 한국방사성폐기물학회 2015 춘계학술발표회 논문요약집, 13(1), 47-48, 5.27-29, 2015, 인천.

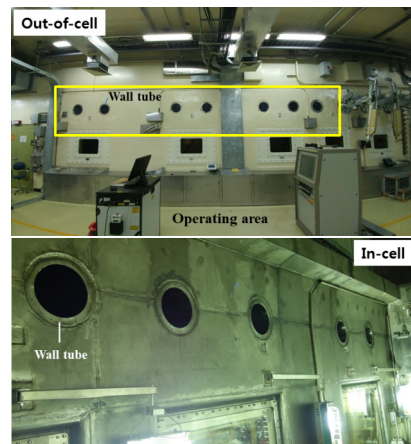


Fig. 4. ACPF hot-cell after dismantling one-piece telemanipulators.

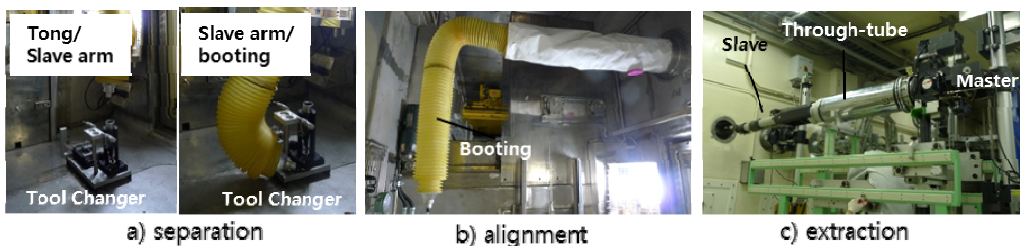


Fig. 3. Procedures for dismantling one-piece telemanipulator.