

사용후핵연료 차세대관리공정 유지보수용 서보조작기 제작 : BTSM-2

박병석, 진재현, 이종광, 고병승, 윤지섭
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

한국원자력연구소에서 개발하고 있는 사용후핵연료 차세대관리공정(Advanced Spent Fuel Conditioning Process, ACP)은 고방사선 환경의 핫셀(Hot cell)에서 원격조작에 의해 이루어진다. 따라서, ACP 핫셀에는 일반적인 핫셀 처럼 원격조작 장비인 벽 부착형 원격 조종기 및 1톤 크레인이 설치된다. 그러나, ACP 공정은 핫셀 크기에 비해 공정장치의 규모가 크고, 장치간의 간격이 협소한 특수 환경 때문에 장치가 원격 조종기의 물리적인 작업공간 내에 있더라도 장치의 상부 및 후면에 대한 운전/유지보수 작업에는 어려움이 따르고, 일부는 불가능하다. 따라서, ACP의 성공적인 운전 및 유지보수를 위해서는 핫셀 내에서 공간적인 제약 없이 자유롭게 이동할 수 있는 장비가 필요하게 된다. 본 연구에서는 이의 장비로서 천정이동 서보조작기(Bridge Transported Servomanipulator, BTSM)를 개발하고 있다. 이를 위해 차세대관리공정의 핫셀 및 장치 크기, 공정장치의 배치, 운전 기간, 환경 조건(방사선, 온도, 및 습도 등) 및 작업내용 등을 분석하여 차세대관리공정의 원격 유지보수 작업용 천정이동 서보조작기의 성능 요건을 도출하였으며, 1차적으로 2003년도에 이의 시제품(BTSM-1)을 개발하였다. 2004년도에는 기 제작한 시제품을 개선한 실증용 천정이동 서보조작기(BTSM-2)를 그림 1에서 보는 바와 같이 제작 하였으며, 현재 성능시험 중에 있다. 성능 시험 완료 후 2006년도 6월에는 그림 2에서 보는 바와 같이 ACP 핫셀에 설치할 예정이다. 이는 사람 팔과 유사한 슬레이브 조작기, 이를 이동시키는 이송장치, 슬레이브 조작기를 움직이는 같은 구조의 마스터 조작기 및 이들을 제어하는 제어반으로 구성되어 있다. 작업자가 모니터를 보면서 마스터 조작기를 움직이면 슬레이브 조작기는 같은 동작으로 움직인다. 특히, 슬레이브 조작기가 작업 대상물과 접촉을 하면 작업자는 이의 접촉력을 마스터 조작기를 통해서 느낄 수 있게 하는 힘반영 기능을 적용함으로써, 작업자는 마치 자신의 팔로 직접 작업하는 것처럼 느낄 수 있어 작업을 쉽게 할 수 있다. 슬레이브 조작기 이송장치와 슬레이브 조작기는 핫셀에 설치되기 때문에 이 장치에 대한 유지보수를 고려하여 모터 모듈 등과 같은 중요부를 모듈화 하였으며, 슬레이브 조작기 이송장치의 비상대책으로는 수동 방식으로 유지보수 셀로 이동시킬 수 있도록 설계.제작 하였다. 슬레이브 조작기는 연속적으로 15 kgf의 취급하중을 갖는다. 7개의 모터 모듈은 기계식 원격 조종기를 사용하여 원격으로 유지보수 할 수 있도록 모듈화 하였으며, 슬레이브 조작기 자체도 원격 조종기로 이송장치의 텔리스코프로부터 탈부착 할 수 있게 하였다. 마스터 조작기는 핫셀 운전 지역의 벽에 고정시키도록 하였으며, 작업자는 제어반에 구성되는 카메라 시각반을 통해서 핫셀 내부의 4대의 카메라(BTSM-2의 거더에 2개, 1톤 크레인에 1개, 벽에 1개)로부터 전송되는 화상을 보면서 이를 조작하게 된다. 핫셀 내부에 설치되는 카메라, 커넥터는 내방사선 제품을 사용하였으며, 전기 케이블은 내방사선용으로 설계.제작 하였다. BTSM-2는 핫셀에 실제 사용될 예정이므로 BTSM-1에 비해 차세대관리공정의 성능요건, 작업자 편의성, 강도, 유지보수성, 내방사선 등을 좀더 고려하여 설계.제작하였다. 이는 1년간의 차세대관리공정 공정장치 및 유틸리티의 유지보수 시험을 거친 후 핫셀 운전시 사용할 예정이다. BTSM-2는 비좁은 차세대관리공정의 핫셀에서 원격 조종기의 접근이 어렵거나 불가능한 지역의 유지보수에 크게 활용될 것으로 기대된다

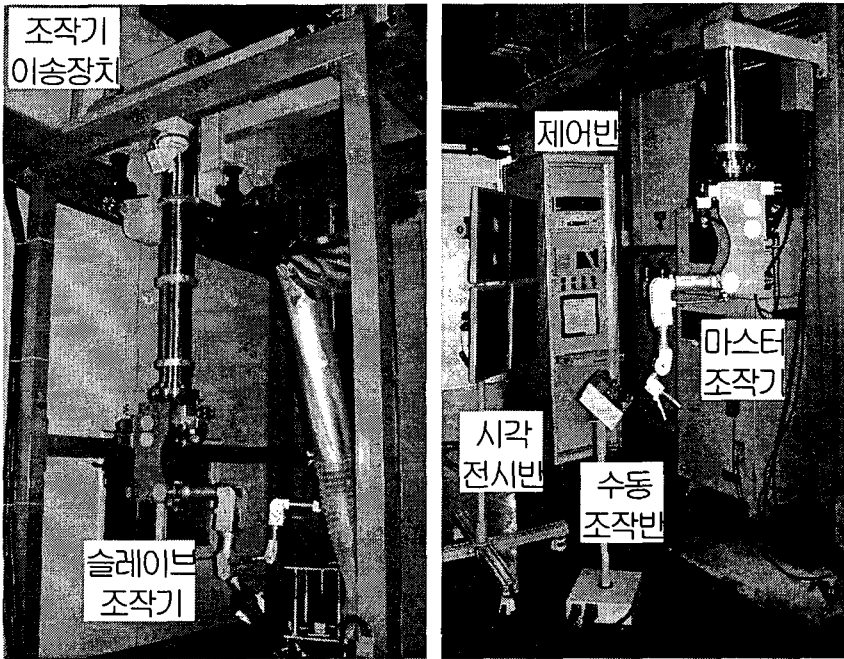


그림 1. Mockup에서 성능시험 중인 BTSM-2.

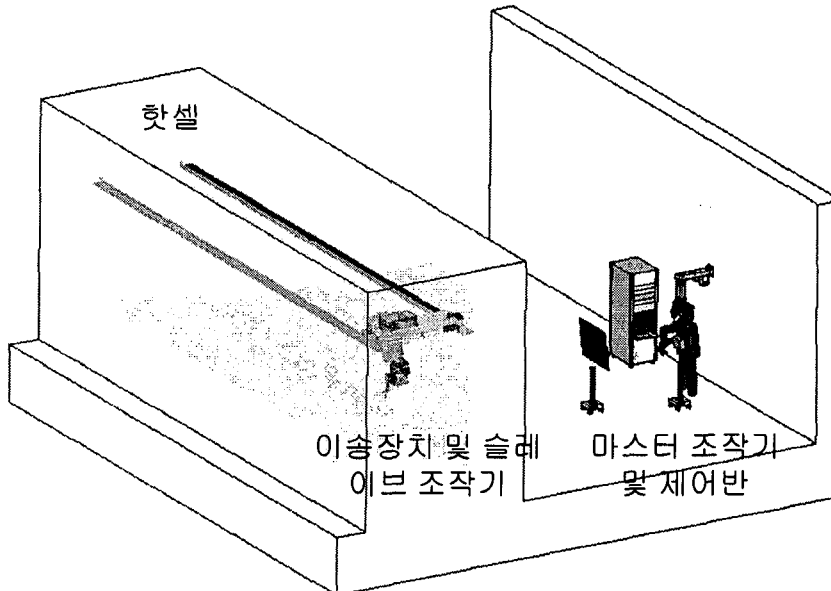


그림 2. ACP 핫셀에 설치될 BTSM-2 시스템 모습.