

## PRIDE 원격 운전/유지보수용 천정이동 양팔 서보조작기 시스템 개발 현황

박병석, 이종광, 이효직, 김기호, 김호동  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150  
[nbspark@kaeri.re.kr](mailto:nbspark@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

사용후핵연료 건식처리공정인 Pyroprocess 기술을 종합적으로 평가하기 위한 PRIDE 시설(Mock-up 시설)은 40.3(L)x4.3(W)x6.3(H) 크기의 아르곤 셀(Argon cell)로 구성되는데, 전면에는 34조(1조는 마스터-슬레이브 조작기)의 벽고정형 기계식 원격 조작기(manipulator)가 설치된다. 중대형 핫셀에서는 일반적으로 차폐창 근접지역의 작업을 위한 벽고정형 기계식 조작기외에도 이의 작업영역을 벗어난 공간의 작업을 위한 천정이동 서보조작기가 별도로 설치된다. PRIDE 시설에서도 셀 및 공정장치의 규모가 크기 때문에 천정이동 서보조작기가 필수적으로 요구된다. 이와 같은 배경으로 본 연구에서는 PRIDE 시설에 설치할 천정이동 서보조작기 시스템을 개발 중에 있다. 본 논문에서는 개발 중인 천정이동 양팔 서보조작기 시스템에 대해 소개한다.

### 2. PRIDE 원격 운전/유지보수용 천정이동 양팔 서보조작기 시스템

PRIDE 알곤 셀의 운전은 크레인, 천정이동 양팔 서보조작기(BDSM, Bridge transported Dual-arm Servo-Manipulator) 및 벽고정 기계식 양팔 조작기(Mechanical Master-Slave Manipulator)로 운전될 예정이다. 그림 1은 개발 중에 있는 천정이동 양팔 서보조작기 시스템의 개요를 보여준다. 이는 크게 양팔 마스터-슬레이브 서보조작기, 조작기 천정 이동장치 및 제어반으로 구성된다. 슬레이브 양팔 서보조작기는 X, Y, Z(Telescopic) 및 회전 운동을 하는 셀내의 천정 이동 장치에 매달리며, 마스터 양팔 서보조작기는 X, Y 및 회전 운동을 하는 셀밖의 천정 이동 장치에 매달린다. 양팔 서보조작기는 텔레스코픽 기능을 제외하고는 기계식 마스터-슬레이브 조작기와 같은 구조를 가진다. 기계식 슬레이브 조작기의 텔레스코픽 운동은 일반적으로 3단(1개의 단은 고정, 2개의 단은 운동(1개의 단은 마스터 조작기의 텔레스코픽 운동과 연계되며, 1개의 단은 전기적으로 운동))으로 이루어지나, 개발하고 있는 슬레이브 서보조작기는 6단(1개의 단은 고정, 5개의 단은 운동)으로 이루어진다. 기계식 마스터 조작기의 텔레스코픽 운동은 일반적으로 2단(1개의 단은 고정, 1개의 단은 운동)으로 이루어지나, 개발하고 있는 마스터 서보조작기는 텔레스코픽 운동이 일어나지 않는다. 슬레이브 양팔 서보조작기는 텔레스코픽 튜브 하단의 회전판에 원격으로 탈착이 가능하도록 부착되고, 마스터 양팔 서보조작기는 고정 튜브 하단의 회전판에 탈착이 가능하도록 부착된다. 양팔 서보조작기의 마스터와 슬레이브에는 각각 14개(한팔 7개)의 서보모터가 부착되는데 운전자가 마스터를 붙잡고 동작을 취하면 마스터의 동작정보(위치)를 컴퓨터가 받아들여 슬레이브 모터에 지령하면 슬레이브는 마스터와 동일 동작을 하게 된다. 이때 슬레이브가 어떤 물체와 접촉하거나 물체를 파지하여 이동할 경우 마스터에 부착된 서보모터에 역구동 지령신호를 가하여 운전자에게 현실감 있는 힘을 느끼게 하며, 힘을 조절할 수 있어 작업자의 피로를 크게 줄일 수 있다. 운전자는 셀 창 또는 셀내 천정 이동장치 및 조작기 회전판에 부착된 5개의 카메라 시각 정보를 전시하는 모니터를 보면서 작업한다. 서보식과 기계식의 큰 차이점은 서보식은 기계식에 비해 마스터 및 슬레이브 조작기가 X, Y 및 회전 운동을 부가적으로 할 수 있다는 점이다. 즉, 공간상에서의 운동이 가능하기 때문에 작업영역에 크게 제한을 받지 않는 장점이 있다. 표 1은 천정 이동 양팔 서보조작기 시스템의 사양을 나타낸다. 양팔 서보조작기는 그림 2에서 보는 바와 같이 현재 제작이 완료되어 성능시험 중에 있으며, 서보조작기의 천정 이동장치 및 제어반은 설계가 완료되어 제작 중에 있다.

### 3. 결론

본 연구에서 개발 중인 천정 이동 양팔 서보조작기 시스템은 2009년 까지 제작을 완료하고, 2010년에는 성능시험을 완료하여 PRIDE 시설에 설치할 예정이다. 2011년부터는 PRIDE 시설의 원격 운전 및 유지보수에 활용할 예정이다.

사 사

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업으로 지원받았습니다.(연구과제 관리코드: M2009-0062309)

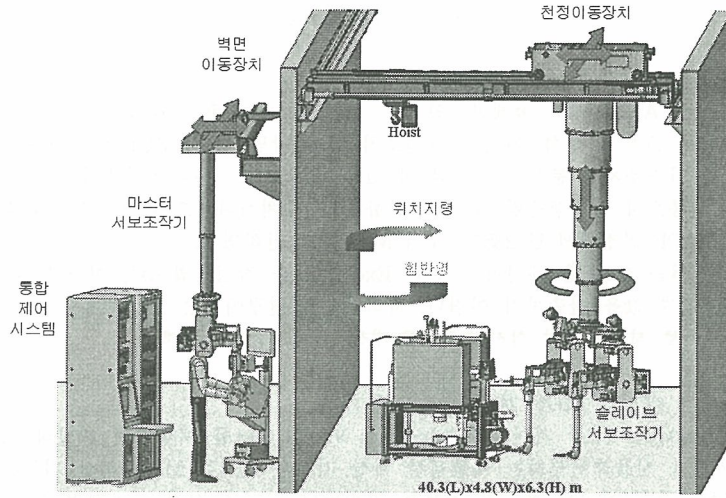


그림 1. PRIDE 원격 운전/유지보수용 천정이동 양팔 서보조작기 시스템 개략도.

➢ 취급 하중	25 kgf/arm	➢ 주행거리, 속도	38 m, 11 m/min
➢ 마스터 힘반영	5 kgf	➢ 횡행거리, 속도	3 m, 9 m/min
➢ 힘반영 민감도	< 취급하중 4%	➢ 수직신축, 속도	2 m, 3.8 m/min
➢ 축간 간섭정도	< 0.01 mm	➢ 수직 취급하중	500 kgf
➢ 무게 불균형	< 0.4 kgf	➢ 호이스트 취급하중	500 kgf

(a) 서보조작기 사양

(b) 천정이동 장치 사양

표 1. 천정이동 양팔 서보조작기 시스템 사양.

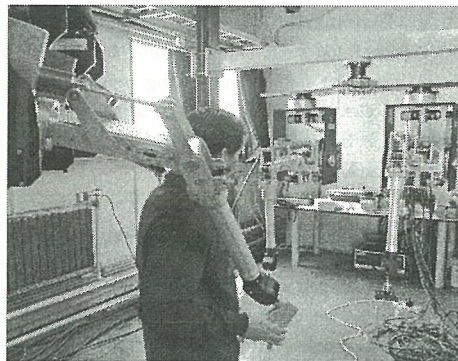


그림 2. 제작된 양팔 서보조작기.