

PRIDE 실증용 천정이동장치의 개발

이효직, 박병석, 유정민, 이종광, 유승남, 김기호, 김호동
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111
hvojik@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서는 사용후 핵연료를 환경 친화적이고 재사용할 수 있는 파이로프로세싱(pyroprocessing) 기술 개발을 위해 많은 연구를 하고 있으며, 이를 종합적으로 평가할 수 있는 시설인 PRIDE(PyROprocess Integrated inactive DEMostratation)를 건설하고 있다. PRIDE 내부는 알콘 분위기이므로 사람이 접근할 수 없어 모든 작업은 원격으로 수행된다. 작업의 원격화를 위해 기계식 조작기를 사용하고 있지만 기계식 조작기를 사용할 경우 작업 공간이 한정되기 때문에 이를 보완하기 위해 셀 내에서 x, y, z 방향 이동 및 회전이 가능한 천정이동 양팔 서보조작기 프로토타입을 개발하였다. 특히, 셀에서 양팔 서보조작기의 이동을 위한 천정이동장치는 Fig. 1과 같이 거더(Girder), 트롤리(Trolley), 텔레스코프(Telescope), 회전인터페이스(Rotation interface)로 구성되었다. 거더는 천정이동장치 전체를 셀의 주행(x)방향으로 이동시키며, 트롤리는 거더 위에 설치된 레일 위에서 트롤리 이하 전체를 셀의 횡(y)으로 이동시킨다. 마지막으로 텔레스코프는 회전인터페이스 및 슬래브 조작기를 수직(z) 방향으로 이동시킨다[1].

본 연구에서는 PRIDE 시설 내에서 사용될

PRIDE 실증용 천정이동장치의 작업영역, 구동특성, 안전성, 유지보수성과 관련된 특징들을 살펴보고자 한다. 이러한 기본적인 특성을 숙지한다면 운전자는 PRIDE 실증용 천정이동장치를 좀 더 용이하게 사용할 수 있을 것이다.

2. 천정이동장치 특성

2.1 작업영역

PRIDE 셀의 길이, 폭, 높이 및 천정이동장치의 설치 높이를 고려하여 천정이동장치가 최대한의 작업영역을 갖도록 설계하였다. Fig. 1 및 Table 1에 PRIDE 셀의 크기, 천정이동장치의 크기 및 천정이동장치의 동작범위를 나타내었다.

Table 1. 천정이동장치 크기 및 작업영역.

	길이(m)	폭(m)	높이(m)
PRIDE 셀크기	40.3	4.8	6.4
천정이동장치 크기	2.6	4.6	1.5 (수축시)
천정이동장치 작업영역	37.4	3.4	2

위 천정이동장치의 작업영역은 PRIDE 셀의 왼쪽 끝 벽, 오른쪽 끝 벽 및 바닥이 천정이동장치에 부착된 조작기에 의해 충분히 접근이 가능한 범위이다.

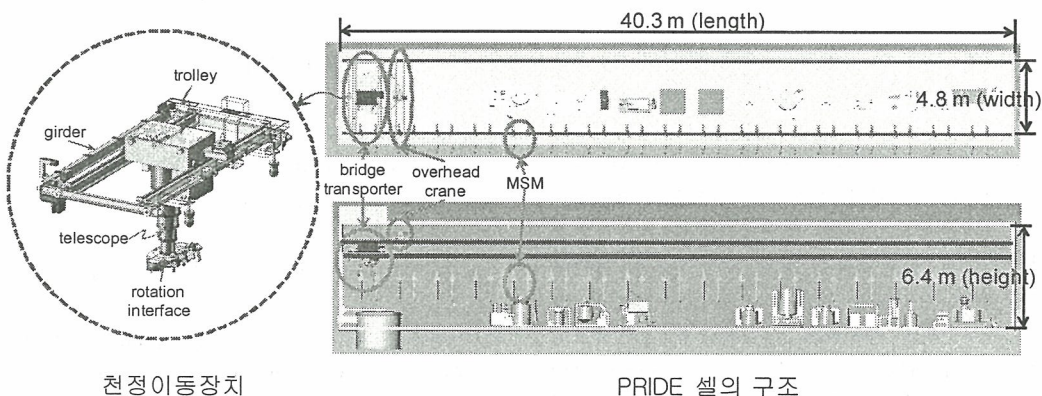


Fig. 1. PRIDE 시설 및 천정이동장치.

2.2 구동특성

천정이동장치의 구동사양을 Table 2에 요약하였다. PRIDE 셀의 왼쪽끝에서 오른쪽 끝까지 주행시 약 306초, 2m의 권양 스트로크를 움직이는 데는 약 62초, 폭방향의 횡행시는 37초가 걸린다. 천정이동장치의 동작중 조작기에 전달되는 진동을 줄이기 위해 천정이동장치 입력 케이블에 관한 연구를 수행하여 동작 프로그램으로 탑재하였다. 천정이동장치는 속도제어 모드로 동작하며, 운전자는 속력을 4단계 중 선택하고 터치패널 버튼을 눌러 동작시킬 수가 있으며, 출발 및 정지시 가감속 패턴을 계단형, 사다리꼴, 곡선형, 입력성형 중에 선택할 수 있고 가감속시간도 변경할 수 있다. Fig. 2는 가감속패턴이 계단형일 때와 곡선형일 때를 비교한 것으로 곡선형일 때 잔류진동이 크게 감소됨을 알 수 있다.

Table 2. 천정이동장치 구동사양.

	최대속력 (m/min)	작업영역도단 최소시간 (sec)
주행(거티)	7.3	306
횡행(트롤리)	5.7	37
권양(텔레스코프)	1.9	62
회전(인터페이스)	30 deg/sec	12

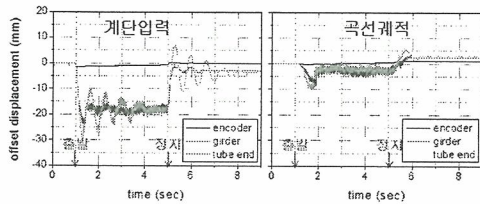


Fig. 2. 가감속패턴에 따른 잔류진동 크기 비교.

2.3 안전성

권양부 모듈의 안전성을 확보하기 위해 많은 설계노력을 기울였다. 낙하사고가 물리적으로 차단될 수 있도록 피동형 낙하방지 메커니즘을 채택하였고, 권양체인이 스프로킷에서 이탈할 가능성을 배제하기 위해 스프로킷 치형설계 및 스프로킷 추가 배치를 통해 낙하가능성을 원천적으로 차단하였다. Fig. 3에서 보면 권양모듈을 이중화하기 위한 클러치가 만일의 경우 모두 열렸을 때라도 웬기어를 사용하여 자유낙하가 원천적으로 방지되도록 하였고, 구동 스프로킷 1 개와 아이들 스프로킷 2 개를 사용하여 링크체인이 스프로킷에 이탈될 가능성을 원천적으로 차단하여 안전성

을 확보하였다.

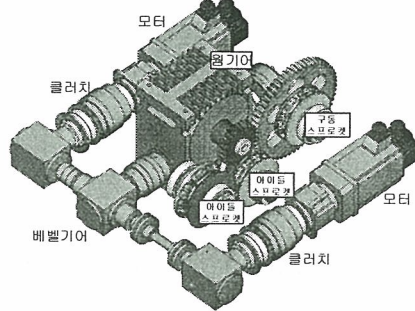


Fig. 3. 권양부 모듈의 낙하방지 설계.

2.4 유지보수성

천정이동장치의 유지보수 기간을 늘리기 위해 회전축을 제외한 모든 구동부는 이중화하여 고장시에도 비상 구동부가 동작할 수 있도록 설계하였다. 이와 동시에 트롤리, 텔레스코프 및 회전인터페이스 일체부가 거더 레일로부터 손쉽게 설치분리가 가능하도록 설계하여 향후 주요 기계부 고장시 대형이송시스템(2.2mD x 2.2mH)을 통하여 PRIDE 아르곤 셀 밖으로 반출될 수 있는 크기로 설계가 되었다.

3. 결론

본 연구에서는 원격취급장비를 PRIDE 셀 내부의 모든 지역으로 이송할 수 있는 PRIDE 실증용 천정이동장치의 주요 특징에 관해 설명하였다. 급년에 개발된 PRIDE 실증용 천정이동장치는 작업영역, 구동특성, 안전성 및 유지보수성이 매우 우수하여 PRIDE 시설의 원격취급 작업의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

4. 감사의 글

본 연구는 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 원자력 연구개발사업 연구임.

5. 참고문헌

[1] International Conference on Applied Robotics for the Power Industry, "Development of a Bridge Transport System with Telescopic Motion," Montréal, Canada, 2010.