

## PRIDE 실증용 천정 이동장치를 위한 최적 입력 궤적 연구

유정민, 이효직, 김기호

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045 한국원자력연구원

[voo0911@kacri.re.kr](mailto:voo0911@kacri.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 DEmostration)를 건설하고 있다. PRIDE 내부는 알곤 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 천정 이동형 양팔 서보조작기 프로토타입을 개발하였다[1]. 특히, 셀에서 양팔 서보 조작기의 이동을 위한 천정 이동장치는 Fig. 1과 같이 거더(Girder), 트롤리(Trolley), 텔레스코프(Telescope), 회전인터페이스(Rotation interface)로 구성되었다. 거더는 천정 이동장치 전체를 셀의 주행(x)방향으로 이동시키며, 트롤리는 거더 위에 설치된 레일 위에서 트롤리 이하 전체를 셀의 횡(y)으로 이동시킨다. 마지막으로 텔레스코프는 회전인터페이스 및 슬레이브 조작기를 수직(z) 방향으로 이동시킨다[2]. 천정 이동장치를 이용하여 양팔 서보조작기를 이동시킬 경우 출발 및 정지를 하게 되며, 이때 양팔 서보조작기에 진동이 발생한다.

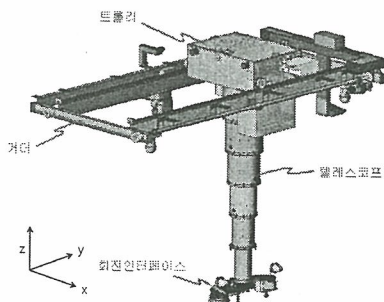


Fig. 1. Configuration of bridge transport system.

본 논문에서는 이러한 잔류진동을 줄일 수 있도록 입력 궤적 형태 및 가/감속 시간을 달리하여 알맞은 입력 궤적을 실험적으로 알아보고자 한다. 입력 궤적 형태로는 사다리꼴과 S-곡선(5차) 형태를 이용하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 실험

x, y 방향으로 대해 각각 텔레스코프 튜브를 완전히 신장, 수축하였을 경우에 대해 실험을 하였다. 또한, 입력 궤적의 가/감속 시간을 0.5초와 1.0초로 달리하여 실험을 하였다. 모든 입력 궤적은 1초부터 가속시간까지 속도를 모터의 정격속도까지 상승시키고, 이 후 5초까지는 속도를 유지하며, 5초부터 감속시간까지 속도를 0이 되게 하고, 그 후 8초까지 상태를 유지하도록 하였다. 레이저 거리 측정기를 이용하여 x방향으로 이동할 경우 거더와 회전인터페이스의 이동거리를 동시에 측정하였으며, y방향으로 이동할 경우 트롤리 박스와 회전 인터페이스의 이동거리를 동시에 측정하여 상부에 위치한 거더 차륜 및 트롤리 차륜의 구동에 의한 진동이 하부 조작기에 미치는 영향을 살펴보았다.

#### 2.2 실험 결과

Fig. 2와 Fig. 3은 각각 텔레스코프가 완전히 수축, 신장하였을 때 실험 결과이다. 각각의 그림에서 윗부분은 출발을, 아랫부분은 정지를 확대한 것이다. 모든 그림에서 'T'와 'Q'는 각각 사다리꼴과 S-곡선 형태를 나타내며, '05'와 '10'은 가/감속 시간을 나타낸다. Fig. 2.(a)를 통해 알 수 있듯이 텔레스코프가 완전히 수축한 상태에서 x 방향으로 1.0초 동안 출발 및 정지를 시킬 때는 입력 궤적 형태에 상관없이 회전 인터페이스에 잔류 진동이 발생하지 않는다. y방향으로 장치를 이동할 경우에는 Fig. 2.(b)와 같이 0.5초 동안 출발 및 정지를하여도 궤적 형태와 상관없이 진동이 발생하지 않는다. 텔레스코프가 최대로 신장하

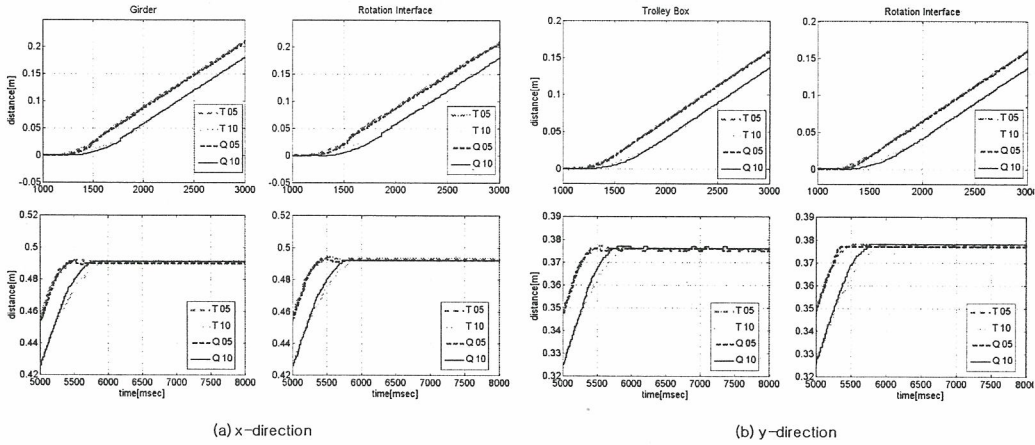


Fig. 2. Telescope with fully retraction.

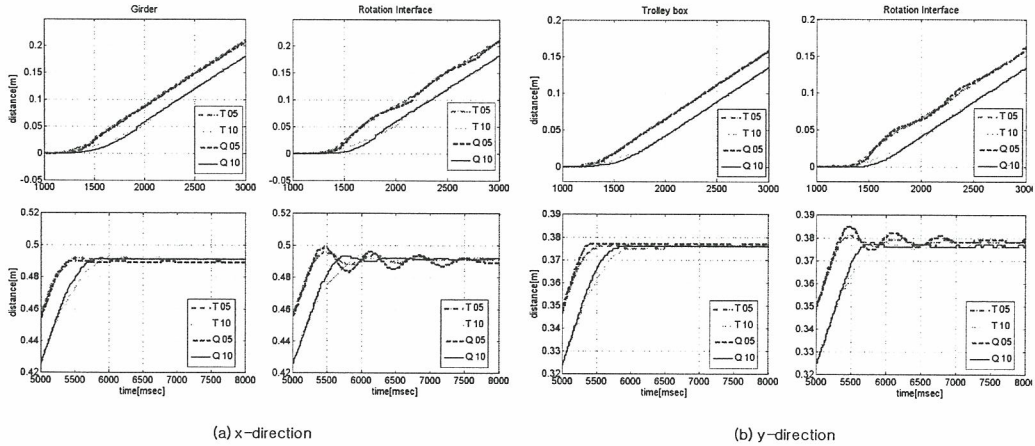


Fig. 3. Telescope with fully extension.

였을 경우는 Fig. 3과 같이 x, y방향으로 입력 궤적 형태에 관계없이 회전 인터페이스에서 잔류 진동이 발생한다. 특히, 0.5초 동안 가/감속을 할 경우 S-곡선 형태가 사다리꼴 형태보다 크기가 큰 진동이 나타난다. 그러나 1.0초 동안 가/감속을 하게 되면 S-곡선 형태가 사다리꼴 형태보다 감속 시 잔류 진동이 빠르게 사라진다.

### 3. 결론

본 논문에서는 천정이동장치에 적용하기 적합한 입력 궤적 형태 및 가/감속 시간에 대해 알아보았다. 레이저 거리 측정기를 이용한 성능 평가를 통해 x, y방향으로 이동시킬 때 가/감속 시간을 1.0초 이상으로 할 경우 S-곡선 형태가 사다리꼴 형태보

다 텔레스코프 상태와 상관없이 양팔 서보조작기의 잔류진동을 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 4. 감사의 글

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

### 5. 참고문헌

[1] International Conference on Control, Automation and System, pp.1851-1854, 2010.  
 [2] 한국정밀공학회, 2011년 춘계 학술대회논문집, pp.437-438, 2011.