

불활성 가스 분위기 핫셀용 원격조종기(20kg급) 설계

정평웅*, 광봉순, 김현성, 정근석, 박근모, 장명진, 이은표

(주)월성티엠펜피, 대구광역시 북구 노원로75 한국로봇산업진흥원 로봇혁신센터

*woelsung@hanmail.net

1. 서론

핫셀 내의 고 방사성 물질을 취급하기 위한 마스터 슬레이브 원격조종기는 핫셀의 필수 장비이다. (주)월성티엠펜피는 핫셀의 크기, 용도 및 특성에 맞게 원격조종기를 설계·제작하여 국내 수요 및 해외수출에 기여하고 있는 국내 유일의 업체이다. 다양한 용량 및 형식의 마스터 슬레이브 원격조종기를 수요처에 공급하기 위한 일환으로 무선 원격제어를 적용한 고준위 방사성 물질 취급용 대용량(20 kg급) 원격조종기 개발과제의 1차년도 수행과제로 불활성 가스 분위기 핫셀용(20 kg급)의 master part, slave part, through tube part의 3부분으로 분리되는 원격조종기를 개발하는 첫 단계로서 설계를 완료하였다. 이 논문에서는 설계가 완료된 불활성 가스 분위기 핫셀용 원격조종기에 대한 설계요건과 기능 및 구조를 기술하였다

2. 본론

2.1 원격조종기의 설계요건

원격조종기는 작업자가 master part의 손잡이의 조작에 따라 1:1의 똑같은 운동을 slave part의 tong에 전달할 수 있는 구조로 되어야 한다. 고 하중에서 원격조종기의 조작성을 향상시키기 위해서는 동력전달 매개체로서 사용되는 와이어 케이블(7*19 S꼬임, Ø1.59)에 가해지는 하중을 현저히 감소시킬 수 있는 기구학적인 구조로 구성되어야 한다. 불활성 가스 분위기 핫셀에 적용되는 원격조종기의 slave part는 원격으로 through tube에 탈부착이 가능하여야 하며 through tube part는 동력전달이 가능하고 완전한 sealing과 방사선 차폐가 가능한 구조로서 불활성 가스 분위기 핫셀에 어떠한 영향도 미쳐서는 안 된다. 원격조종기 붐 튜브의 상·하 운동을 전달하는 매개체는 조작성을 향상시키기 위하여 두께가 얇은 스테인리스강 테이프로서 튜브 관성을 최소화하기 위하여 slave part의 중간 튜브는 모터 구동에 의하여 별도로 구동시키는 구조이다. 각 운동부의 관성을 최소화하기 위하

여 형상튜브 및 블록 등은 알루미늄 합금(AL6061-T6) 재질에 부식을 방지하기 위한 표면처리를 하고 그 외 부품은 방사화를 최소화하기 위하여 스테인리스강 재질의 것을 사용한다. 또한 원격조종기는 slave part의 tong motion, elevation & twist motion과 붐 튜브의 Z motion, azimuth motion 및 counterbalance 기능이 구비되어 붐 튜브의 자립상태를 유지하여야 하며 master part 및 slave part의 좌·우 방향 및 전·후 방향 운동으로 인한 무게 균형을 맞추기 위한 균형추를 구비하여야 한다. 그리고 각 운동에 대한 잠금장치를 구비하여야 할 뿐만 아니라 유지보수가 간편한 구조로 설계하였다.

2.2 원격조종기의 기능 및 구조

2.2.1 Tong motion

Tong motion은 master part의 손잡이 레버의 각운동을 중간 매개체인 와이어 케이블, 동력전달축 및 와이어 드럼에 의하여 slave part의 tong을 작동시킴으로서 핫셀 내의 고 방사성 물질을 취급할 수 있다. 또한 idle pulley를 적용하여 와이어 케이블에 전달되는 하중을 반으로 경감함으로써 조작성을 향상하였으며 master part의 손잡이 부분에는 latch를 이용한 locking 장치가 있어 tong의 동작을 고정하거나 해제할 수 있다.

2.2.2 Elevation & Twist motion

Elevation & Twist motion은 master part의 손잡이의 운동을 중간 매개체인 4 가닥의 와이어 케이블, 동력전달축 및 와이어 드럼에 의하여 slave part의 tong을 작동시키는 구조로서 wrist joint의 회전 및 각운동을 평기어에 의한 증속과 idle pulley를 적용하여 중간 매개체인 와이어 케이블에 가해지는 하중을 1/4.5로 경감시킴으로서 고 하중에서의 조작성을 향상시켰다. Wrist joint의 twist motion 각도는 피니언 베벨기어가 수평 아래 38°의 중립위치에서 시계방향 및 반시계방향으로 170°이며 elevation 각도는 중립위치에서 상·하 방향으

로 78°이다. 또한 wrist joint의 조작성과 내구성을 향상시키기 위해서 sprocket과 로울러 chain을 적용하고 로울러 chain과 idle pulley 사이는 두께가 얇은 스테인리스강 테이프를 적용하였다.

2.2.3 Azimuth motion

Azimuth motion은 master part의 붐 튜브의 회전력을 slave part의 붐 튜브에 전달하는 것으로서 2 가닥의 와이어 케이블, 동력전달 축 및 외이어 드럼에 의하여 운동이 전달된다. Azimuth motion의 회전각도는 시계방향 및 반시계방향으로 174°이다.

2.2.4 Z motion & counterbalance

Z motion을 전달하는 매개절에는 많은 하중이 가해지므로 조작성을 향상시키기 위하여 두께가 얇은 스테인리스강 테이프를 적용하였으며 붐 튜브의 관성을 최소화하기 위하여 slave part의 중간 튜브는 master part에 구비된 모터와 slave part에 구비된 1/2 speed carriage system에 의하여 별도로 구동되도록 하고 중간 튜브의 구동에 따라 master part에 구비된 균형추의 위치가 가변됨으로 붐 튜브의 자립상태가 유지되어 조작성을 향상시킬 수 있다. 또한 유지보수성을 향상시키기 위해서 일부에 로울러 체인을 적용하였다.

2.2.5 X, Y motion 및 balance weight

X motion은 master 및 slave part가 수직인 상태에서 좌·우 방향으로 45° 각도를 회전할 수 있을 뿐만 아니라 master part가 수직인 상태에서 slave part를 구동모터에 의하여 좌·우 방향으로 25° 각도의 회전이 가능하다. Y motion은 master 및 slave part가 수직인 상태에서 전 방향으로 25° 각도, 후 방향으로 30° 각도를 회전할 수 있을 뿐만 아니라 master part가 수직인 상태에서 slave part를 구동모터에 의하여 전 방향으로 70° 각도, 후 방향으로 25° 각도의 회전이 가능하다. X motion에 대한 무게 균형을 맞추기 위한 균형추가 master part의 상부에 구비되고 Y motion에 대한 무게 균형을 맞추기 위한 균형추는 master part의 transfer 상부에 구비되어 있으며 회전각에 따라 균형추의 위치가 가변됨으로서 조작성을 향상시켰다. 그리고 X motion motor, Y motion motor 및 Z motion motor의 구동을 위한 스위치 및 선택 스위치는 master part의 손잡이 부분에 위치한다.

2.2.6 Locking system

Locking system에서 X motion locking 장치는 원형드럼에 나사기구와 마찰재를 이용하였으며, elevation & twist motion, azimuth motion, Z motion locking 장치는 레버기구를 이용한 섀레이션 키를 이용하였고 tong locking 장치는 latch를 이용한 장치로 구성되었다.

2.2.7 Through tube

Through tube는 핫셀의 wall tube에 삽입되는 부분으로서 핫셀 벽에 상응하는 방사선 차폐성을 유지하기 위하여 납 블록과 PE 블록을 차폐체로 적용하여야 할 뿐만 아니라 불활성 가스 분위기 핫셀에 영향을 주지 않게 하기 위하여 완전한 sealing이 유지되어야 한다. 또한 sealing 부품 및 재료는 6 개의 동력전달 축에 미치는 마찰저항을 최소로 하기 위하여 실리콘 재질의 seal을 적용하였고 seal 사이에는 오일이 충전된다.

3. 결론

국내 유일의 원격조종기 설계·제작업체로서 내수 및 해외수출에 기여하고 있으며 그동안의 설계 및 제작능력에 대한 노하우를 반영하고 개선하여 불활성 가스 분위기 핫셀용(20kg급) 원격조종기의 설계가 완료되었다. 형상튜브 인발 및 부품을 가공하고 조립한 후 성능 테스트를 수행하고 부족한 부분을 보완하여 원격조종기 개발이 완료되면 또 하나의 모델이 추가됨으로서 그동안 수입에만 의존한 불활성 가스 분위기 핫셀용의 원격조종기를 국산으로 대체함으로써 상당한 외화절감 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 수출도 기대할 수 있게 되었다.

4. 참고문헌

- [1] 방사능기기의 원격조종기(KTH-100) 바란스 및 톨딩장치 개발 보고서, 중소기업청, 2015년 04월 07일.
- [2] 방사성 동위원소 시험용 소용량 원격조종기 (telemanipulator) 시제품 제작 및 사업화 보고서, 한국로봇산업진흥원, 2015년 06월 05일.