

# 고속 고중량물 3축 갠트리 로봇의 안전성 연구

## A Study on the safety of high-speed and heavy-duty 3 axis gantry robot

\*김진대<sup>1</sup>, 조지승<sup>1</sup>, 김병수<sup>1</sup>, 김경호<sup>1</sup>, 박기진<sup>1</sup>

\*J. D. Kim(jdkim@dmi.re.kr)<sup>1</sup>, C.S.Cho<sup>1</sup>, B.S.Kim<sup>1</sup>, K.H.Kim<sup>1</sup>, K.J.Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>대구기계부품연구원 메카트로닉스부품산업화센터

Key words : gantry robot, safety performance, heavy-duty

### 1. 서론

이송로봇(Gantry Robot)의 정의는 팔의 기계 구조가 갠트리를 포함하는 직각 좌표 로봇의 구조물로 그 자체가 이동하는 구조를 가지고 있는 로봇이다. 주로 절삭 가공기의 가공 라인에서 가공 소재의 공급 및 가공 완성품을 배출 또는 다음공정의 소재로 공급하기 위한 장치로 자동방식으로 공정간 이동에 적용된다. 이송로봇은 고용량의 서보모터를 활용하여 고속, 고정밀, 고정도가 가능하며, 좌우 및 상하이송을 기본으로 2축에서 7축 제어까지 필요한 용도에 맞게 개발되며, 선형운동을 기반으로 하므로 서보 모터의 위치제어를 통해 제어가 가능하다. 이송 로봇은 Fig 1. 와 같이 총 7개의 구동 부를 구성하고 있으며, 2개의 이송 로봇 핸드가 동일한 형태로 구성되어 부피가 큰 물체나 하나의 핸드로 이송하기 힘든 형태의 구조물을 2개의 로봇 암이 협력하여 이송 가능하다. 전체적인 이송 로봇의 암은 Y축 상하 운동으로 제한되어 있지만, 핸드 끝단에 달려있는 그리퍼는 3축 운동이 가능한 구조로 직교좌표 공간상에서 다양한 자세를 취할 수 있다.

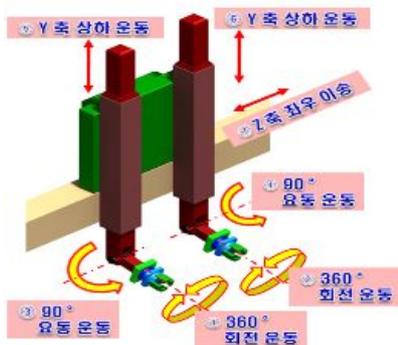


Fig.1 motion define of 3-axis gantry robot

이송로봇의 하중 지지 메커니즘이나 이송 메커니즘이 견고하고 설계 되었고, 레일과 레일바퀴 사이에 공차가 작다고 하더라도 전체 로봇 시스템의 무게 중심의 위치에 따라서 고속 이송 시 진동이 발생으로 인해 고속 이송이 불가능 하게 된다.

전체 이송 로봇 시스템의 무게 중심이 선로 위에 위치할 때, 소음 및 진동도 가장 적고 고속 이송이 가능하게 된다. 또한 레일을 지지하는 두 쌍의 레일 바퀴에 하중이 균일하게 나뉘지기 때문에 전체적인 안정성도 높아진다.

본 연구에서는 이송로봇의 전체 무게 중심에 변화에 따른 미세 흔들림 정도를 파악하고, 무게 중심 보정에 따른 레일의 반력과 시스템의 안전성을 분석한다.

### 2. 동역학 해석

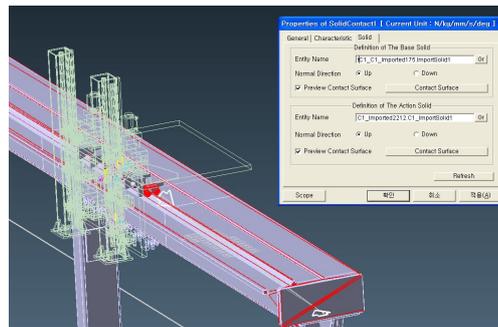


Fig.2 contact condition and constraint

이송 로봇의 레일을 타고 좌우로 왕복 운동을 하는데, 레일과 wheel은 구름마찰을 하면서 직선운동을 한다. 이러한 부분을 표현하기 위해서 동역학 해석 프로그램인 리커디자인에서 레일과 wheel 사이에 솔리드 contact으로 마찰을 표현 가능하다. Fig 14에와 같이 베이스 부와 움직이는 부분을 설정하고, contact이 일어나는 방향을 정의한다.

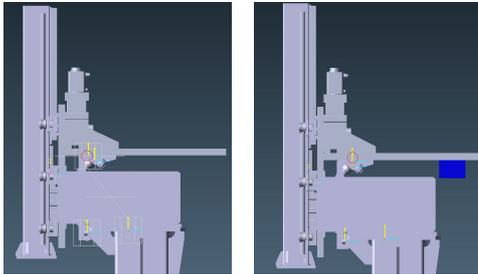


Fig.3 count balance mass of gantry robot

### 3. 결론

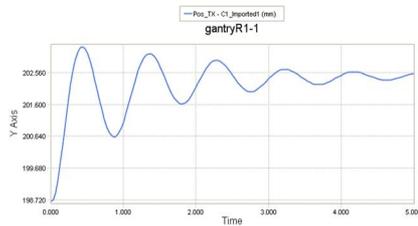


Fig.4 X-axis oscillation without count balance mass

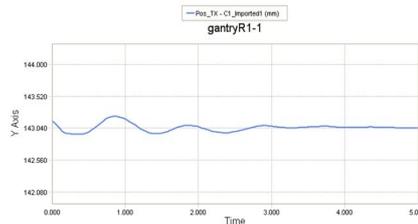


Fig.5-X axis oscillation with count balance mass

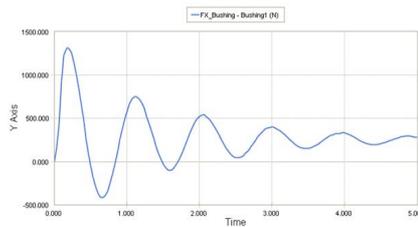


Fig.6 Z-axis reaction force without count balance mass

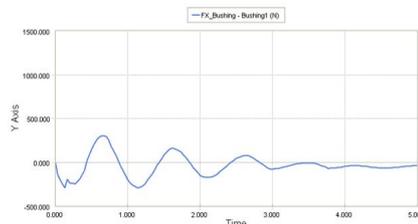


Fig.7 Z-axis reaction force with count balance mass

Table 1 The result of gantry robot safety

	count balance mass 적용 전	count balance mass 적용 후
X 축 흔들림 (mm)	2.97	0.35
X 축 반력 (N)	1790	612

이송로봇의 count balance mass 적용 전 레일과 전제 이송 로봇의 무게 중심이 레일 선로에서 46mm 정도 떨어져 있으며, contact 정의와 bushing force로 구속을 한 뒤, step 명령으로 이송 로봇이 2.5m/sec의 이송 속도로 해석을 수행 하였다. 그 결과 Fig 4,6에서 보듯이 X축 방향으로 최대 3mm 정도 흔들림과 1790N의 반력이 레일에 작용했으며, count balance mass 148kg를 이송 로봇에 적용 후 X축방향의 변위와 반력을 나타내는 그래프가 Fig 5,7이다. count balance mass 적용 전과 비교했을 때 변위와 반력이 80% 이상 감소하여, 전체 시스템의 안정성이 높아졌다.

### 4. 결론

본 연구에서는 3축 고속 고중량 이송 로봇이 레일을 타고 고속으로 이동을 할 때 시스템의 전체의 무게 중심 분포에 따른 변위와 레일에 미치는 반력에 대해서 동역학 해석을 통해 안정성을 분석하였다.

### 후기

본 연구는 2011년도 안전방재용 IT융합지능형 로봇 산업화기반구축사업의 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Ho-Hoon Lee, "Modeling and Control of a Three-Dimensional Overhead Crane," Journal of Dynamic System, Measurement and Control, ASME, Vol. 120, pp. 471-476, DECEMBER 1998.
2. Kamal A.F. Moustafa and A. M. Ebeid, "Nonlinear Modeling and Control of Overhead Crane Load Sway," Journal of Dynamic System, Measurement, and Control, ASME, Vol. 110, pp. 266-271, SEPTEMBER 1990.