

# 수직이송계의 정밀도 예측을 위한 합력 예측 모듈 개발

## Net force prediction software development for precision prediction on vertical movement system

\*조현광<sup>1</sup>, #김수진<sup>1</sup>, 박천홍<sup>2</sup>, 김경호<sup>2</sup>

\*H. G. Cho<sup>1</sup>, #S. J. Kim(sujinkim@gnu.ac.kr)<sup>1</sup>, C. H. Park<sup>2</sup>, G. H. Khim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 기계공학과, <sup>2</sup>한국기계연구원

Key words : Vertical movement system, Prediction, Net force, Counter valance, Chain Chordal, setting error.

### 1. 서론

설계한 가공장비를 제작 생산하기 이전에 장비의 정밀도를 예측하는 기술은 설계의 용이함과 많은 비용적 혜택을 제공한다.

장비의 직선 이송계 정밀도를 예측함에 있어서 수직이송계는 수평이송계와 달리 추가적인 연구가 이루어질 필요성이 있다.<sup>1)</sup> 공작기계의 수직이송계는 수평이송계와는 달리 이송방향으로 하중이 작용하여서 구동장치에 큰 하중이 작용하며 이는 수평 이송계와 비교하여 위치결정 정밀도를 크게 저하시키는 요인으로 작용한다.

이를 보상하기 위하여 무게식 카운터 밸런스나 유압 또는 공압을 이용한 카운터 밸런스를 사용하며 장비 헤드에 직접 보상력을 가하는 방식과 체인이나 로프를 사용하여 힘을 전달하는 방식이 있다. 보상 방식에 따라 마찰, 유압의 압력오차, 압력의 제어오차 등과 같은 보상력의 오차가 발생하며, 또한 보상력의 전달 매체에 따라 힘의 전달 오차가 발생하며 풀리의 설치오차에 의한 영향도 존재한다.

본 연구에서는 수직이송계의 정밀도 예측을 위해 수직이송계가 이송할 때에 각 위치에서 발생하는 힘과 모멘트의 합력을 구하는 모듈을 개발하려 한다.

### 2. 구조적 합력

수직이송계에 작용하는 힘은 이송 테이블의 하중과 카운터 밸런스의 유무에 따라 보상력이 작용하게 된다. 이송테이블의 하중과 카운터 밸런스의 보상력의 이송방향 합력은 볼스크류에 전달되며 이송의 수평 수직방향의

힘과 모멘트는 이송 가이드에 전달 된다.

카운터 밸런스의 보상력과 테이블의 하중은 각각 케이블의 설치오차와 장비 자체의 수평오차를 포함하고 있으며 Fig.1 은 이를 보여주고 있다.

### 3. Chain

장비의 구조에 따라서 카운터 밸런스의 보상력이 수직 이송 테이블에 직접 가할 수 있으며 이는 주로 유압식 보상장치나 공압식 보상장치에 해당한다. 또한 무게식 카운터 밸런스를 사용하는 경우 보상력을 전달하는 매체를 사용하며 주로 로프나 체인이 사용된다.

체인인 경우 스프로킷이 회전함에 따라 체인 피치라인이 변화하는 현상이 발생한다.<sup>2)</sup> 이는 스프로킷이 다각형의 형상이기 때문에 발생하며 스프로킷 이의 개수가 많아질수록 원의 형상에 가까워 지게 되며 피치라인 변화에 따른 힘의 오차는 줄어들게 된다. Fig. 2 는 스프로킷이 회전함에 따른 체인의 피치라인이 변화를 보여주고 있다.

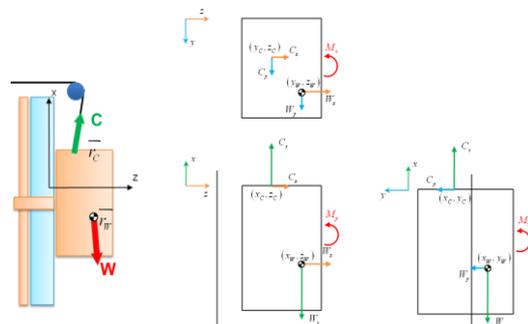


Fig. 1 Force & moment of vertical table

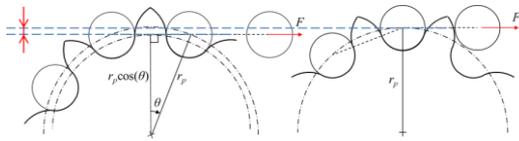


Fig. 2 Pitch line rise and fall

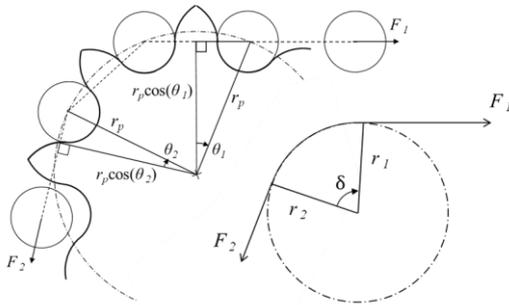


Fig. 3 Chain and sprocket

하나의 스프로켓을 통과하는 체인을 Fig. 3 과 같이 나타낼 때, 각도  $\delta$ 와 스프로켓 이의 개수에 따라 체인의 입구 출구에서의 회전 반경이 결정되며 이는 체인의 양단 힘의 비를 결정한다.

가공장비에서 체인을 사용한 보상력의 전달에는 통상 2 개의 스프로켓이 사용되며 각 스프로켓의 설치거리는 보상력의 전달오차에 영향을 미친다.

#### 4. Setting error

카운터 밸런스 와 테이블을 연결하는 체인이나 로프는 이송 테이블의 무게 중심과 정확히 일치하도록 수직방향으로 설치되어 이송방향으로만 힘이 작용하도록 하는것이 이상적이다. 하지만 설치오차로 인해 보상력은 왜곡되게 되며 이로 인한 오차는 테이블의 위치가 스프로켓 또는 풀리와 가까워 질수록 크게 작용한다. 이러한 설치오차에 의한 영향이 합력 예측 모듈에 포함 되었다.

#### 5. 결론

합력 예측 모듈의 입력 값으로 사용된 수치는 Table 1 과 같으며 이송방향 위치에 대한 테이블의 x,y,z 방향 힘과 모멘트의 값을 Fig 1 과같이 출력함을 볼 수 있다.

Table 1 Input values

Table weight (kg)	300
Counter weight (kg)	210
Center of weight (mm)	(0,0,0)
Counter pulling point (mm)	(300,10,20)
Measure point (mm)	(0,0,0)
Relative pulling position (mm)	(1000,10,-10)
Chain pitch (mm)	20
Sprocket teeth	17
Sprocket distance (mm)	500

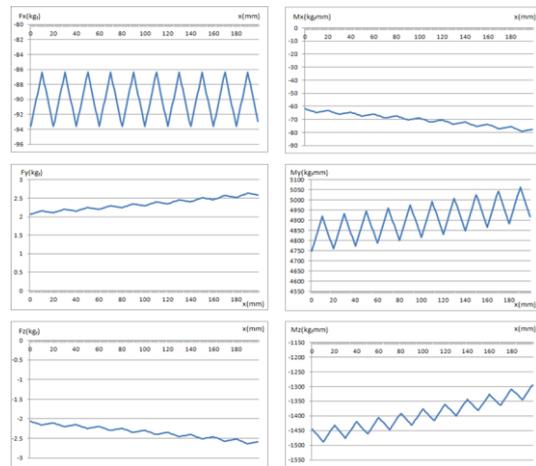


Fig. 4 Force and moment of vertical table

결과 그래프에서 짧은 주기로 변화하는 체인에 의한 영향과 전체 기울기로 나타난 설치오차의 영향을 동시에 확인 할 수 있다.

#### 후기

This research was supported by the research fund of the "Ministry of Knowledge Economy of South Korea".

#### 참고문헌

1. S. W. Lee, H. Z. Choi, S. W. Hwangbo, D. J. Kim, 2000, "A Study on Optimal Design of Perpendicular Guideway Mechanism", Korean Society for Precision Engineering spring conference, pp. 982 ~ 986.
2. I. H. Song, J. H. Choi, H. S. Ryu, D. S. Bae, 2003, "Nonlinear Dynamic Modeling and analysis of Automotive Silent Chain Drive", The Korean Society of Automotive Engineers autom conference, pp. 1067 ~ 1072.