

# 머시닝센터의 기계능력지수 평가 및 기계특성과의 비교 분석

## Machine Capability Index Evaluation of Machining Center

\*\*홍원표, 신화량

\*#W. P. Hong(wonpyodr@kitech.re.kr), H. R. Shin

한국생산기술연구원 IT융합생산시스템센터

Key words : Machining center, Machine capability index, Machine property, Process capability

### 1. 서론

안정된 상태의 생산 공정에서 얼마나 균일한 품질의 제품을 생산할 수 있는지를 반영하는 공정의 고유능력을 공정능력(Process Capability)이라고 한다. 공정능력에의 주요 영향인자로는 5M (Man, Machine, Material, Method, Measurement)이 있으며, 품질변동에 영향을 주는 요소에 적절한 조치를 취함으로써 제품의 품질을 향상시킬 수 있다.

5가지 인자 중에서 공정능력에 가장 큰 영향을 주는 인자는 기계능력(Machine Capability)이다. 이에 외부적인 요인에 방해 없이 기능을 충족하고 연속적인 생산 품질을 유지할 수 있는 장비의 개발이 요구된다. 또한 장비의 능력을 효과적으로 검증할 수 있는 표준화된 평가 방법의 정립이 필요하다.<sup>[1,2,3]</sup> 그러나 아직 전 세계적으로 기계능력지수의 분석, 평가에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 시편 가공을 통한 기계능력지수 평가방안을 정립하고, 이를 바탕으로 머시닝센터의 기계능력지수 성능지표를 평가하고자 하였다. 또한 기계특성 평가 결과와의 비교 분석을 수행하였다.

### 2. 기계능력지수 평가

장비의 기계능력을 평가하기 위한 척도인 기계능력지수(Machine Capability Index:  $C_{mk}$ )는 제품의 품질 변화상에서 기계에 기인하는 것을 의미하며, 해당 장비에서 얼마나 균일한 품질의 제품을 생산할 수 있는지 장비의 능력을 평가하는 척도이다.

기계능력지수의 평가를 위해 Fig. 1과 같이 평가방안을 정립하였다. 기계능력지수 평가를 위해 시편은 ISO-KS 규격 시편과 별도 제작한 다공시편 2가지를 이용하였고, 평가 항목으로는 직선가공능력, 원호가공능력, 위치이송능력의 3가지를 평가

하였다. 평가 장비는 후기의 과제에서 개발된 머시닝센터 대상으로 하였고, 기계능력지수 평가 수치의 신뢰도 확보를 위하여 최소 25개 이상의 시편 가공을 수행하였다.



Fig. 1 Procedure of  $C_{mk}$  evaluation

KS규격 시편으로 직선가공능력 평가 시 허용값은 KS규격 0.01mm를 적용하였으며 평가결과 기계능력지수 값이 1.96~3.58로 매우 우수한 수준으로 평가되었다. 원호가공능력 평가 시 KS규격 허용값 0.015mm를 적용하였을 때 기계능력지수 값이 1.72로 우수한 수준으로 평가되었다.

다공시편으로 원호가공능력을 평가하였을 때 허용값은 KS규격 0.015mm를 적용하였으며 기계능력지수 값은 1.74로 우수한 수준으로 평가되었고, 위치이송능력 평가 시 KS규격 허용값 0.05mm를 적용하였을 때 기계능력지수 값이 1.77로 우수한 수준으로 평가되었다.

평가대상 머시닝센터로 정상가공을 수행하기 전과 후를 비교해본 결과, 정상가공 수행 전에는 KS규격의 허용값보다 낮은 수치에서도 0.3~0.5로 모두 매우 낮은 수준이었던 반면, 정상가공 수행 후에는 최근 공작기계에 요구되는 기계능력지수 값 1.67을 상회하는 수준으로 향상됨을 확인하였다.



Fig. 2 Evaluation result of  $C_{mk}$

### 3. 기계특성 평가

머시닝센터의 장비 품질을 평가하기 위한 직접적인 방법론으로 시편가공을 통한 기계능력지수 평가방안은 유용한 방법이지만, 시간과 비용 측면에서는 매우 불리하다. 이에 평가시편의 가공 없이 기계능력지수를 유추해볼 수 있는 방법으로 레이저측정기와 볼바측정기를 이용한 기계특성 평가를 수행하였으며, 시편가공 및 측정을 통한 기계능력지수 평가 결과와 비교 분석하였다.

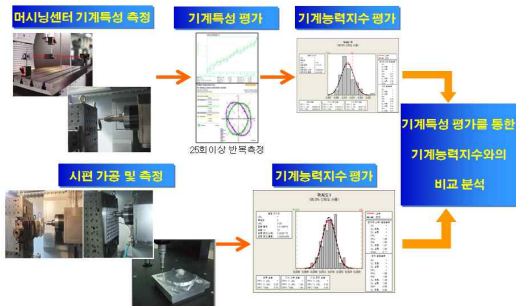


Fig. 3 Relation of machine property &  $C_{mk}$

레이저측정기를 이용하여 다공시편 가공과 유사하게 30mm 간격으로의 직선이송 지령에 따른 실제 이송거리를 측정하였고, 볼바측정기를 이용하여 반경 100mm의 원호이송 지령에 따른 실제 원호이송 경로를 측정하였다.

레이저측정기의 측정 결과를 앞서 기술한 위치이송능력 평가결과와 비교하였을 때 4.0~4.9 수준으로 매우 우수한 수준임을 확인하였다. 또한 볼바측정기의 측정 결과를 원호가공능력과 비교하였을 때 5.5~5.9로 매우 우수한 수준임을 확인하였다.

측정기를 이용하여 기계능력지수를 산출하는 경우 시편가공을 통해 기계능력지수를 평가할 때



Fig. 4 Evaluation result of machine property &  $C_{mk}$

보다 매우 우수하게 평가되며, 이는 평가시편 가공 시 장비(Machine)만의 평가가 아니라 다른 요인들도 영향을 주었기 때문인 것으로 판단된다.

### 4. 결론

시편가공을 통해 기계능력지수의 3가지 평가항목인 직선가공능력, 원호가공능력, 위치이송능력에 대하여 평가한 결과, 모두 최근 공작기계에 요구되는 기계능력지수 값 1.67 이상의 결과를 보임을 확인하였다.

기계특성 평가를 통한 기계능력지수와 비교 분석으로 레이저측정기와 볼바측정기를 이용하여 위치이송능력과 원호가공능력을 평가함으로써 최종적으로 시편가공을 통한 기계능력지수 평가에 앞서 시간과 비용 측면에서 유리하게 기계능력지수를 가늠해볼 수 있는 방법론임을 확인하였다.

### 후기

본 연구는 지식경제부의 “머시닝센터의 신뢰성 향상 및 기계능력지수 평가 기술 개발” 과제 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Kim, G. S. and Hur, J. J., "Development of the Decision making Software for the Purchasing Equipment," Research Review of Science and Engineering, Vol.15, pp.103-111,1993.
- Shin, H. J. and Lee, J. J., "A Study on Development of Process Incapability Index Model Including Gage R&R," Journal of the Korean Institute of Plant Engineering, Vol.5, No.4, 2000.
- 이승훈, "Minitab을 이용한 공학통계 자료 분석," 이레테크, 2008.