

유한요소법을 이용한 공구 인서트의 온도분포에 관한 연구

정성찬 · 김국원

순천향대학교 기계공학과

A Study on Temperature Distributions of Tool Insert Using FEM

Jung Sung-Chan · Kug Weon Kim

Department of Mechanical Engineering, SoonChunHyang University

요 약

본 논문에서는 상용 CAD시스템을 이용하여 공구 및 인서트를 모델링하고, 절삭이론 및 유한요소법을 사용하여 인서트의 온도분포를 계산하였다. 절삭이론을 이용하여 절삭실험 없이 인서트 끝단의 온도를 계산하고, 이를 하중 조건으로 사용하여 공구의 온도분포를 얻을 수 있었다. 또한 공구 홀더 끝 부분의 여러 가지 온도 경계조건에 대하여, 공구 및 인서트의 온도분포가 계산되었다. 다양한 경계조건에 따른 인서트의 온도분포에 대한 지식은 공구설계 및 가공조건 설정시 유용하게 이용될 수 있으며 특히 어떠한 절삭실험 없이 계산이 가능하므로 가공공정설계 시 효과적으로 이용될 수 있다.

1. 서 론

절삭가공에서 공구의 마멸은 생산의 최적화에 영향을 주는 가장 중요한 요소 중의 하나라고 할 수 있다. 공구의 마멸에 큰 영향을 주는 것은 공구에서의 온도이다. 이 온도에 의한 영향으로 인서트 부분이 마모되거나 균열이 일어나면 본래 원하는 형상과 치수에 이상을 가져오기도 한다. 그러므로 온도예측이 가능하다면 공구의 마멸에 대해서 미리 예측하고 실험에 들어갈 수 있고 보다 최적화된 가공조건 설정 및 공정계획을 이룰 수 있다. 본 논문은 이러한 관점에서 공구에서 직접적으로 절삭을 하는 인서트부분의 온도분포에 대해서 예측하려한다.

그림인 Solidworks 2001 Plus¹⁾를 이용하여 모델링 하였다. (Fig.1 참조)

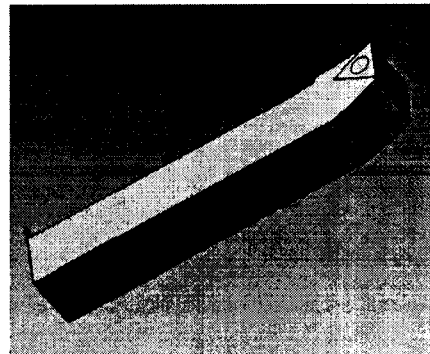


Fig1. 3차원 CAD로 모델링 된 공구

2. 본 론

2.1 공구 모델링

KORLOY사의 Cutting tools 중 STFCL/L2020K16 선삭용 바이트를 상용화된 3차원 CAD 모델링 프로

온도해석을 수행하기 위해서는 경계조건에 대한 정확한 고려가 필요하다. 공구가 사용될 때 공구 홀더

의 한면이 공구대와 면접촉을 하고 다른 면은 볼트로 결합된다. 이 경우 접촉되는 부분을 따라 열이 전도되는데, 이러한 부분을 생략하고 단순한 경계조건을 부여하기 위하여 해석 영역을 축소하였다. 즉 공구 홀더 부분 중 공구대와 접촉하게 되는 부분을 제외한 부분만 모델링 하였고(Fig. 2) 공구 홀더 끝면에서의 온도경계조건을 변화시킴으로써 이에 따른 인서트 온도변화를 살펴보았다.

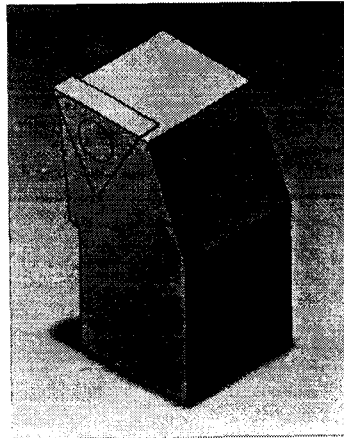


Fig.2 공구대와의 접촉부분을 제외한 공구

2.2 인서트에서의 온도 분포

2차원 절삭의 경우 Oxley⁽²⁾는 가공조건, 공구형상, 피삭재 및 공구의 물성치만으로 어떠한 절삭시험없이 절삭력 및 절삭온도를 유효하게 예측하였다. 본 연구에서는 Oxley의 절삭이론을 이용하여 칩-공구 접촉면에서의 온도값을 계산하였다. 이에 대한 자세한 내용은 참고문헌을 참조하기 바란다. 따라서 형상 모델링된 공구에 계산된 칩-공구 접촉면의 온도를 온도하중조건으로 가하고 공구가 공구대와 접촉하는 끝단 쪽의 온도를 여러 가지 값으로 변화시켜 유한요소해석을 수행하였다.

Table 1 공구 홀더 끝단의 온도경계조건 변화

칩-공구면의 온도	홀더 끝단의 온도조건
700°C	단열
	100°C
	200°C
	300°C
	400°C
	500°C
	600°C

Fig. 3은 홀더 끝단의 경계조건이 단열조건인 경우 계산된 공구의 온도분포를 나타낸다. 고려된 해석영역이 매우 작으므로 전 영역에 걸쳐 700°C를 나타내고 있다. 즉, 경계조건이 단열이었을 때는 인서트 날 끝의 온도와 공구전체의 온도가 거의 같다는 것을 알 수 있다.

역이 매우 작으므로 전 영역에 걸쳐 700°C를 나타내고 있다. 즉, 경계조건이 단열이었을 때는 인서트 날 끝의 온도와 공구전체의 온도가 거의 같다는 것을 알 수 있다.

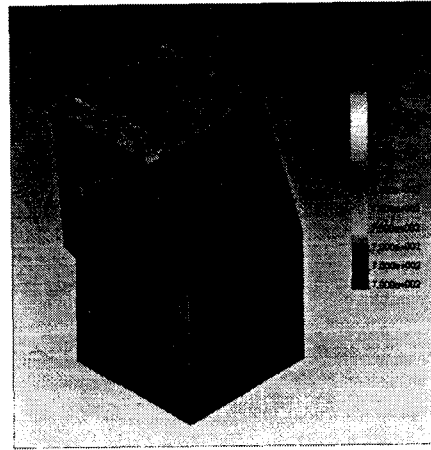


Fig.3 단열경계조건일 경우 온도분포

Figs. 4 - 6은 홀더 경계조건으로 각각 100°C, 300°C, 600°C 인 경우 계산된 공구 및 인서트의 온도분포를 보여주고 있다. 경계조건 온도의 변화에 따라 공구의 온도분포는 거의 비례하는 차이를 보여주고 있으며 특히 인서트의 온도변화도 같은 추세를 보이고 있다.

공구수명 및 마멸의 특성은 인서트의 온도분포와 밀접한 관련이 있으므로 본 연구에서는 인서트의 온도변화에 유의하여 살펴볼 것이다. 인서트의 온도변화를 자세히 관찰하기 위해서 각각의 해석 결과로부터 인서트 부분만의 최대, 최소 온도값을 추출하고 그 차이를 살펴보았다. Table 2는 그 결과를 보이고 있다.

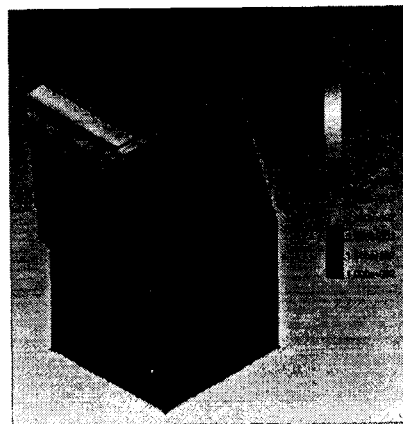


Fig.4 홀더 끝단의 온도경계조건: 100°C

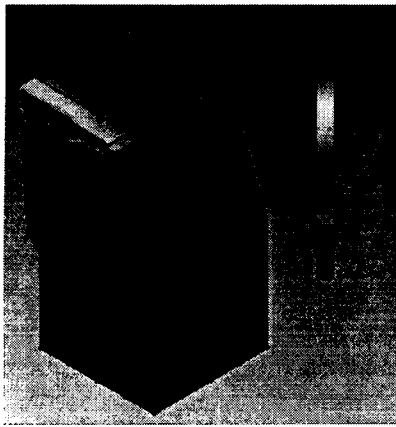


Fig.5 홀더 끝단의 온도경계조건: 300°C

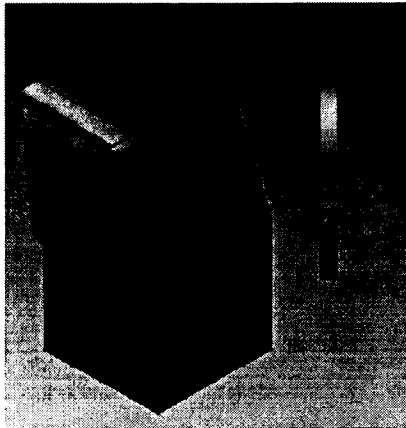


Fig.6 홀더 끝단의 온도경계조건: 600°C

다면 이를 경계조건으로 하여 인서트의 정확한 온도분포를 계산할 수 있음을 알 수 있다. 또한 공구홀더의 여러 가지 온도경계조건 값에 대한 공구의 온도분포 결과로부터 공구 냉각이 필요할 때 참고자료로 활용될 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 절삭이론과 유한요소법을 사용하여 가공전 공구형상, 가공조건, 피삭재 및 공구의 물성치의 정보로부터 공구의 온도분포를 계산하였다. 온도경계조건 설정에 있어서 공구 홀더 끝단의 온도를 여러 가지 값으로 변화시켰으며 이에 대한 공구 및 인서트의 온도분포를 계산하였으며 특히 인서트의 온도변화를 자세히 관찰하였다. 본 연구결과 내용은 공구설계 및 가공조건 설정 시 유효하게 이용될 수 있다.

또한 본 연구 결과 계산된 온도분포는 열하중으로 작용하며 공구의 물성치를 변화시키게 되므로 이를 이용하여 가공 중 공구가 받는 응력 및 변형 해석을 수행할 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) SolidWorks 2001 Plus, User manual
- (2) Oxley, P. L. B., 1989, The Mechanics of Machining: An Analytical approach to assessing Machinability, Ellis Horwood Limited.

Table 2. 경계조건의 변화에 따른 인서트 온도변화

홀더 끝단의 온도	인서트의 최고 온도	인서트의 최저 온도
100°C	700°C	397.5°C
200°C		447.9°C
300°C		498.3°C
400°C		548.8°C
500°C		599.2°C
600°C		649.6°C

Table 2의 결과로부터 홀더 끝단의 온도가 100°C 낮아짐에 따라 인서트의 최저온도도 비례적으로 감소하게 되며 약 50°C의 온도감소를 보이고 있다. 이러한 결과는 인서트의 온도를 감소시키고자 할 때 홀더 끝단의 온도를 얼마나 감소시켜야 하는가에 대한 정량적인 정보를 제공해 준다.

이상의 해석결과와 간단한 형상모델링과 절삭이론으로부터 가공전 공구의 온도분포를 예측할 수 있게 하며, 만약 공구 홀더 끝단의 온도를 측정할