

건식 밀링가공의 가공온도 분포에 관한 연구

강재훈*, 송준엽, 송철원, 최종호, 박종권(KIMM), 김건희(전주대)

주제어: Dry type(건식형), Milling process(밀링가공), Endmill(엔드밀), Machining temperature(가공온도)

금형제작을 비롯한 다양한 기계부품 및 구조물 등의 생산제조 현장에서 폭 넓게 적용되고 있는 밀링가공은 절삭깊이량이 일정하게 추가되는 선삭과 같은 연속 절삭방식과는 달리 고속으로 회전하는 공구의 날끝이 공작물의 칩형성 부위에 대하여 형성되는 각도가 계속 변화하여 진행됨으로써 소성변형이 이뤄져 제거되는 칩의 두께가 주기적으로 변화되는 단속 절삭방식의 가공공정이라고 할 수 있다. 다수의 절삭날끝을 지니는 볼엔드밀 공구를 이용한 밀링가공에 있어서는 특히, 일정하게 반복되는 매우 짧은 주기에 집중적으로 발생하는 전단 소성변형에 의하여 단속 절삭이 이뤄지는 형태가 나타나며, 전단 소성변형이 형성되는 국부적인 부위에서는 발생하는 높은 가공열에 의하여 칩의 용착 및 가공면의 품위저하, 과도한 공구의 마멸현상 등이 나타난다. 일반적으로 절삭깊이량을 많이 추가하는 중절삭가공과 고속가공 등에 있어서는 상대적으로 더 높은 가공열이 발생된다는 것이 예측되므로 작업자의 경험에 의존하여 과도한 절삭유를 막연하게 사용하는 실정이다. 또한, 비교적 많은 절삭깊이량을 추가하는 일반적인 건식가공에 있어서는 공구날끝에 용착되는 칩으로 인하여 칩핑 제거작용이 원활하게 형성되지 않아 가공제거 궤적이 명확하게 나타나지 않으며 가공면의 품위가 현저하게 악화된다.

따라서 적용하고자 하는 가공조건 범위 내에서 발생하는 가공열을 정량적으로 파악함으로써, 이를 충분히 억제할 수 있는 절삭유의 적절한 공급조건이나 가공조건을 설정할 필요가 있다. 그러나 가공조건들의 다양한 변화에 대한 각각의 신뢰성 높은 실험데이터의 확보는 과도한 시간을 요구하므로 시뮬레이션 해석결과와의 검증을 통하여 적정성을 검토한 후, 간접적으로 예측하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 볼엔드밀 공구를 이용하여 가공조건을 다양하게 변화하는 건식 방식의 밀링가공에 있어서 가공물과 공구간의 접촉이 이뤄지는 부위에 발생하는 고온의 가공 발생열과 인접한 영역에서 형성되는 가공면의 온도분포 및 절삭저항을 해석하는 한편, 측정 실험에 의한 결과들과 비교, 고찰함으로써 적정성의 여부를 고찰하고자 하였다. 현재까지 기하학적인 선삭가공 모델링으로 근사시켜 가정하여 공구형상과 가공조건을 선삭가공방식으로 동일화한 해석을 수행하였으며, 그 결과를 동일한 가공조건으로 수행한 실험데이터와 비교, 분석함으로써 약 5% 이내의 오차범위 내에서 일치한다는 것을 확인할 수 있었다.

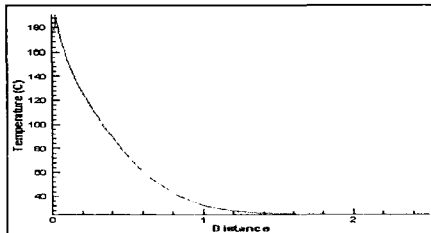


Fig.1 Simulated surface temperature according to distance

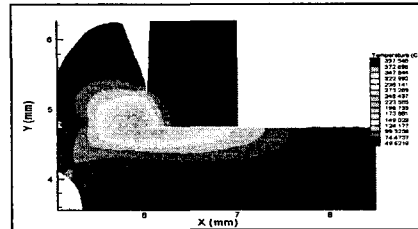


Fig.2 Simulated distribution of machining temperature

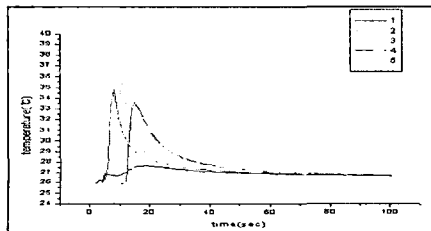


Fig.3 Measured surface temperature according to distance

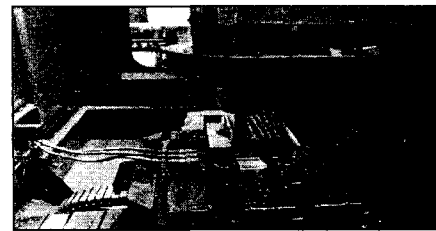


Fig.4 Experimental system