

절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가 기술

강재훈*, 송준엽, 이승우, 박화영, 박종권(한국기계연구원 지능형생산시스템그룹)

Reliability Evaluation Technology of Metal Working Fluids Supply Method

J.H.Kang*, J.Y.Song, S.W.Lee, H.Y.Park, J.K.Park (KIMM)

ABSTRACT

Metalworking fluids (MWFs) are fluids used during machining and grinding to prolong the life of the tool, carry away debris, and protect the surfaces of work pieces. These fluids reduce friction between the cutting tool and the work surface, reduce wear and galling, protect surface characteristics, reduce surface adhesion or welding and carry away generated heat. Workers can be exposed to MWFs by inhaling aerosols (mists) and by skin contact with the fluid. Skin contact occurs by dipping the hands into the fluid, splashes, or handling workpieces coated with the fluids. The amount of mist generated (and the resulting level of exposure) depends on many factors.

To reduce the potential health risks associated with occupational exposures to MWFs, it is required to establish optimum MWFs supply method and condition with minimum quantity in all over the mechanical machining field including high speed type heavy cutting process.

Key Words : Metal Working Fluid (절삭유), Reliability (신뢰성), Evaluation (평가), Supply Method (공급 방식)

1. 서 언

절삭유는 일반적으로 냉각 작용제(Coolant)라고 표현되나, 실제로는 기계적인 제거 가공 과정에서 절삭 작용을 원활하게 돕기 위해 사용되는 유제로서의 금속 가공유(Metal Working Fluids) 일종인 가공유(Machining Fluid)를 의미한다¹⁾.

기계적인 제거가공은 가공시스템(Machine Tool), 가공공구(Cutting Tool), 가공공작물(Workpiece Material)의 3대 요소와 절삭유, 작업자의 Expert 등으로 이뤄진다고 할 수 있다.

절삭유의 기능으로는 통념적인 가공 발생열의 냉각 기능 외에도 공구와 공작물간의 마찰을 저감하는 윤활 기능과 칩의 원활한 배출 기능 등을 들 수 있으며, 따라서 공구의 마멸과 마모를 억제하고 가공면의 품질을 향상시키는 한편, 열 변형을 방지하는 작용을 수행한다.

또한, 첨가되는 극압첨가제, 계면활성제, 미스트나 거품발생 억제 성분 등의 다양한 화학적인 성분들 외에도 방청제가 포함되어 공작기계의 부식 작용을 방지하는 작용도 부수적으로 수행한다²⁾.

중절삭 가공이나 고속 가공 및 난삭재 가공의 경우에는 일반적인 가공 방식에 비하여 더욱 많은 절삭유를 공급하는 것이 요구되나, 절삭유의 과도한 사용에 따른 환경 오염이나 작업자에 대한 인체 위해성, 작업 환경 분위기의 열악화 문제 등을 충분히 감안하여 절삭유의 적절한 공급량을 설정하여 적용하는 개념의 도입이 현재로서는 미비한 실정이다.

따라서 향후의 미래지향적인 고속 지능화 가공

시스템의 개발을 위해서는 절삭유의 적절한 공급 방식의 채택도 병행하여 요구되므로, 이에 대한 체계적인 신뢰성 평가 기술에 관한 연구를 수행할 필요가 있다.

본문에서는 현재 진행중인 고속 지능화 가공 시스템의 개발을 위한 신뢰성 평가 기술의 일환으로 수행중인 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가에 관한 기술적인 내용들을 정리하여 나타내었다.

2. 절삭유 사용상의 문제점

1900년대 초부터 기계적인 제거 가공에 있어서 공구의 수명을 향상시키기 위한 대책으로써 절삭유가 사용되기 시작하였으며, 초기에는 원유를 정제한 기유(Base oil)를 주원료로 제조한 바, 정제 기술의 부족으로 발암 물질로 분류되는 성분들이 다량 포함되었다.

절삭유를 사용하는 경우에 가공 라인의 작업자들은 분무 형태로 부유되는 절삭유 입자들에 불가피하게 노출하게 되며, Fig. 1과 같이 흡입 및 피부 접촉 등 여러 형태의 경로를 통하여 각종 암이나 피부병 등의 산업 재해를 입게된다는 것이 이미 역학적 분석에 의하여 알려진 바 있다³⁾.

이외에 절삭유를 사용하는 습식 가공 라인은 미생물의 발생 등 부패로 인한 악취도 야기하여 작업환경을 열악하게 함으로써, 최근에는 3D 현장으로 분류될 만큼 생산 현장의 직무 기피 요인이 되어 기존 인력의 유출 및 신규 인력의 확보에 어려움을 겪는 등 관련 기업들의 애로 사항으로 꼽히고 있는 실정이다.

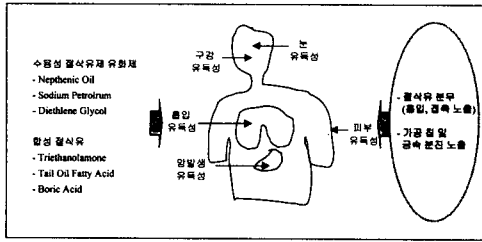


Fig.1 절삭유가 인체에 미치는 위해성

또한, 국내의 경우 환경 오염 방지를 위한 법제 화나 인식의 부족 등으로 인하여 폐절삭유의 수집 및 처리 등의 체계적인 관리가 미흡하여 매립 및 방류 등에 의한 대기, 수질 오염이 문제시 되고 있는 실정이다.

Fig.2와 같이 폐절삭유의 정상적인 청정 방법이 이뤄진다고 해도 많은 량의 물과 부대 장치 시설 등을 필요로 하고 완벽한 처리도 거의 불가능하며, 최종 소각 처리에 의해서도 황, 인, 납, 일산화탄소 등이 다량 방출됨으로써 대기 환경 오염의 주요 인으로 제기되고 있다.

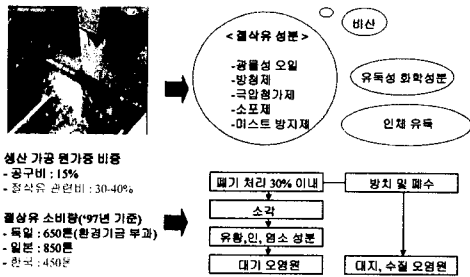


Fig.2 절삭유 사용상의 문제점

3. 절삭유 공급 방식의 형태

절삭유를 사용하는 경우에 있어서의 공급 방식은 Fig.1에 나타낸 바와 같이 크게 세 가지로 분류할 수 있으며, 선삭이나 드릴링 등의 가공시에는 경우에 따라서 국부적인 절삭 영역에 뿌려주는 형태의 공급 방식도 적용될 수 있다.

절삭유를 다량으로 흘려주는 Flood(범람식) 형태는 상대적으로 저압의 일반 펌프를 사용하여 가공 영역을 포함한 광범위한 부위에 지속적으로 공급하는 방식으로써, 발생 칩 등을 원활하게 배출해 줄 수 있다는 특성을 지닌다.

이에 비하여 Jet(수류식) 형태는 고압의 펌프를 이용하여 빠른 유속으로 절삭유를 공급하는 방식으로써 가공시의 발생 열을 상대적으로 급속히 냉각하여 공작물의 열 변형이나 공구의 마모를 억제하

여 가공 품위를 개선하기 위한 용도로 채택된다.

Mist 형태는 절삭유를 분무하여 공급하는 방식으로써, 빠른 유속의 공기 흐름에 오리피스 작용을 적용하여 절삭유를 혼입, 공급하는 방식이며 절삭유를 소량으로 사용하면서 윤활 작용 기능을 기대할 수 있고 공작물을 세정하는 효과도 동시에 얻을 수 있다.

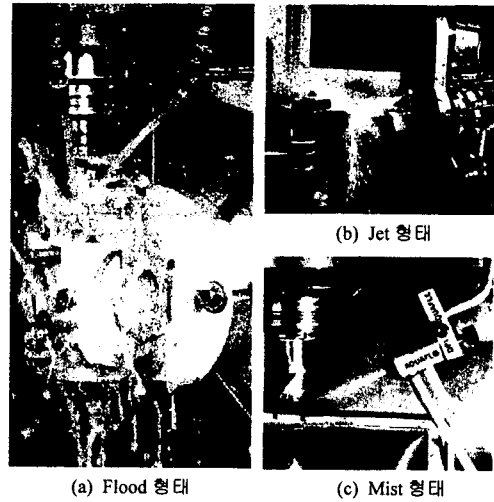


Fig.3 절삭유 공급 방식의 형태

4. 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가 개념

절삭유는 전용 탱크로부터 펌프에 의하여 가공 중에 지속적으로 공급하고 다양한 노즐에 의하여 가공 영역에 작용한 후, 탱크로 다시 보내져 필터에 의하여 여과되어 재순환함으로써, 재수명에 도달하여 교체하기 전까지 계속 사용하는 것이 일반적이다.

따라서 절삭유의 공급 방식은 다음과 같은 요소들로 이뤄진다고 할 수 있으며, 이 들을 종합적으로 구성한 유닛트 자체를 고려하여 신뢰성을 평가하는 개념의 도입이 바람직하다.

- 절삭유 종류(사양)
- 절삭유 공급량
- 절삭유 공급 분사 각도
- 절삭유 분사압
- 절삭유 필터링 방식
- 절삭유 리사이클링 방식
- 노즐 사양(형태, 크기, 위치, 개수)

이러한 요소들을 다양하게 변화하여 절삭유를 공급하며 Fig.4와 같은 가공 시스템의 측정 위치에 대한 가공 열 발생, 열 변형, 절삭력(공구 마모) 등을 가공 공정중 연속적으로 센싱하여 비교할 수 있는 신뢰성 평가용 H/W Test-bed를 구축하여 활용

함으로써 무엇보다도 최적의 양만을 효율적으로 적용할 수 있는 절삭유 공급 방식을 설정할 필요가 있다.



Fig.4 가공열, 열변형, 절삭력을 비교하여 절삭유 공급 방식의 적절한 설정을 위한 가공 시스템의 측정 위치

이와 같은 측정 평가를 위해서는 다양한 지점에 대한 열전대와 공구 홀더 및 공작물 측에 대한 동력계, 비접촉식 레이저 변위 측정기 등을 적용하는 것이 바람직하다.

아울러 가공의 진전에 따라 절삭유에 혼입되는 고체 칩을 분리하기 위해서는 칩의 크기 및 재질과 분리 대상 범위에 따라서 침전 수조식, 자성 분리식, 페이퍼 필터링식, 원심 분리식, 멤브레인 분리식 등의 필터링 유닛을 채택해야 하며, 산화 부패나 박테리아에 의한 부패를 억제하고 증발 및 수분 함유, 산화 등에 의한 절삭유를 보충하고 pH를 조절하는 한편, 적절한 범위로 절삭유의 온도를 유지, 관리할 필요가 있다.

따라서 Fig.5와 같은 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가를 위한 이동식 전용 H/W Test-bed를 설계, 제작하여 현장 적용 실험을 수행할 계획이다.

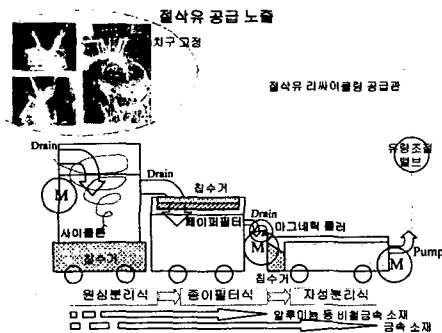


Fig.5 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가용 장치의 개념

드럼 방식이나 싸이클론 방식의 원심 분리를 통하여 우선 비교적 큰 칩들이 분리된 후, 자성을 지니지 않는 미세한 알루미늄 칩 등은 페이퍼 필터를 거쳐 다시 분리되는 한편, 자성을 지니는 미세한 금속 칩 등은 자성 분리를 거쳐 다시 분리될 수 있게 되므로 효율적으로 다양한 소재의 칩들을 분리하여 절삭유를 재공급할 수 있다는 특성을 지닌다.

절삭유 탱크에는 팬과 열전대를 설치하여 항상 적절한 실내 온도에 준한 온도를 유지하도록 하며, 유량과 유속 조절에 의하여 크기와 형상이 다른 토출부의 일반 노즐이나 원형 다공 노즐, 멀티 노즐 등의 특수 노즐을 통하여 절삭유가 공급되어지게 된다.

이와 같은 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가용 H/W Test-bed는 컨트를 박스로부터 실시간의 절삭유 공급량과 온도, 유속 등을 감지할 수 있는 한편, 다양한 작업 현장으로 이동하며 용이한 장탈착 방식에 의하여 적용할 수 있다는 특징도 지닌다.

5. 결 언

과다한 절삭유의 사용이 예측되는 고속 지능형 가공 시스템에 대하여 최적의 공급 방식과 조건을 설정하여 가능한 한 최소한의 절삭유만을 사용하고도 충분한 절삭유의 기능을 발휘할 수 있도록 하는 한편, 적절한 필터링 및 리사이클링 장치를 적용하여 절삭유의 유지, 관리 및 수명 향상 효과를 획득함으로써 작업 환경 분위기를 개선하고 작업자에 대한 인체 위해성을 억제할 수 있는 절삭유 공급 방식의 신뢰성 평가를 위한 연구를 수행 중에 있다.

설계, 제작 및 구성 조립에 의하여 구축하게 될 H/W Test-bed를 이용하여 평가 실험을 수행함으로써, 다양한 결과를 분류, 축적하여 활용함으로써 적절한 절삭유 선정 및 유지 관리용 S/W 프로그램 패키지의 개발도 부수적으로 함께 기대할 수 있다.

6. 참 고 문 헌

- 1) (주)한국하우톤 기술부, "절삭, 연삭유제의 선택과 적용", 1994
- 2) 한국 유화기술 시험소, "절삭유제와 연삭유제", 1988
- 3) Hands, D., M.J. Sheehan, "Comparison of Metal Working Fluid Mist Exposure from Machining with Different Levels of Machine Enclosure", Am. Ind. Hyg. Assoc., Vol. 57, No. 12, pp. 1~11, 1996