

자기유변유체를 이용한 폴리싱 기구 해석

김성기*(연세대 대학원 기계공학과), 박성준(연세대 NT 연구단), 민병권(연세대 기계공학부),
 이상조(연세대 기계공학부)

주제어 : Magnetorheological Fluid (자기유변유체), Ultra-precision Polishing (초정밀 폴리싱), Shear force (전단력), Normal force (수직력), Abrasive (연마입자), Chain Structure(체인구조)

최근들어 기계제품이 점차 초소형화, 초정밀화가 되면서 사용되는 부품의 정밀도 및 표면 품위가 제품의 품질을 향상시키는 데 매우 중요한 부분으로 자리잡고 있다. 이러한 상황을 고려해 보면 부품의 정밀도 및 표면품위를 향상시키기 위해 폴리싱(Polishing)의 필요성이 부각되고 있다. 이러한 초정밀 폴리싱 방법의 한 가지로 공작물 표면의 선택적 연마가 가능하고 소모성의 패드가 불필요한 자기유변유체(Magnetorheological Fluid)를 이용한 폴리싱 방법이 가장 적합한 방법으로 생각된다. 본 연구에서 사용한 자기유변유체는 자성입자를 이용하여 콜로이드 용액을 만든 것으로 과거에는 유리제품의 연마에 많이 사용되었던 것이다. 현재는 미소 부품뿐만 아니라 실리콘 연마에 대해서도 연구가 진행 중이다. 이렇게 미세한 부분의 연마에 있어서 자기유변유체의 사용은 기존의 CMP 라든지 여러 폴리싱방법들은 평면에 대한 폴리싱만 가능하기 때문에 3 차원 미세 구조물에 대한 폴리싱에 있어서는 많은 어려움이 있으나 미세공구와 자기유변유체를 이용할 경우 이를 해결할 수 있다.

기본적으로 자기유변유체에 퀴(quill)을 통해 자력을 가해주면 콜로이드 상태의 자성입자들이 체인구조를 형성하게 된다(Fig. 1). 이 체인은 퀴의 끝단에서 발생하는 자기력선의 형태를 따라 형성된다. 그리고 아래 가공물을 회전시키면 퀴에 형성된 체인과 가공물 간에 수직력과 전단력이 발생하는데 이것이 가공물을 가공하는 주요인이라 할 수 있다.

본 연구에서는 폴리싱의 가공기구인 수직력과 전단력을 살펴보기 위해 먼저 자성입자가 외부 자기장에 의해 자화되었을 때 발생하는 입자간의 인력을 계산하고, 입자간의 인력에 의해 형성된 체인과 가공물 사이에 발생하는 수직력과 전단력을 이론적으로 유도하였다.

실제로 가공중에 발생하는 수직력과 전단력을 비교하기 위해 실험 장치를 구성하였고 실험을 통해 검증하였다. 실험에서 사용한 주요인자로 자기장의 세기, 가공물의 회전속도 및 자성연마 슬러리의 양등을 선정하여 조건을 달리하여 실험하고 특성을 평가하였다.

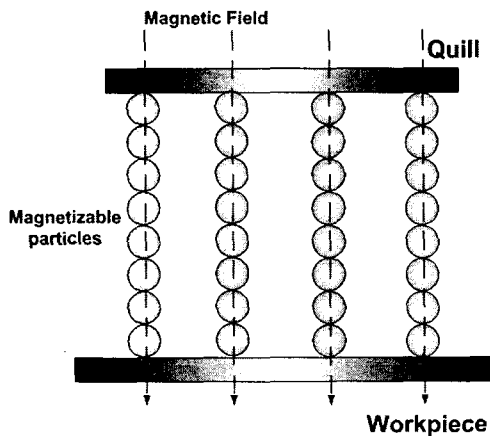


Fig. 1 Configuration of magnetic abrasive chains

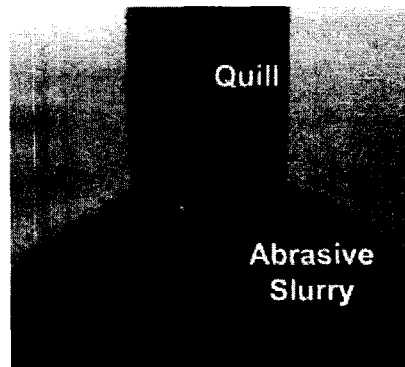


Fig. 2 Structure of magnetic abrasive chains