

생산고속화를 위한 고중량 금형코어부 DLC코팅과 표면자기연마 특성평가

Characteristics Evaluation of DLC Coating and Magnetic Abrasive Polishing of Hight Weight Mold Core Part for High Speed Cycle Time

*황시현¹, 김명기¹, 강한성¹, 류호연², #곽재섭³

*S. H. Hwang¹, M. K. Kim¹, H. S. Kang¹, H. Y. Ryu², #J. S. Kwak³

¹주|신한금형, ²한국생산기술연구소, ³부경대학교 기계공학과

Key words : Magnetic Abrasive Polishing, DLC Coating, Surface Roughness, Friction

1. 서론

금형 산업은 전기 전자제품, 수송기계, 정밀기계 광학기기, 건축용기기, 완구 등을 제조하는데 필수적으로 그 용도가 광범위하고 다양하다. 사출금형은 플라스틱 제품을 생산하기 위한 프로세스로서 높은 생산성과 생산속도를 위해 사출금형에서 코어부는 제품을 취출 하기 위한 중요한 역할을 한다.

금형 코어부는 금형의 수명을 연장시키는 중요한 부위로 특히, 금형 내부의 슬라이드 코어부는 마찰과 마모가 심해 금형 전체 수명에 영향을 미친다. 그러므로 금형 코어부 표면은 마찰과 마모가 심한 부위로 윤활성을 높이기 위해 다양한 방법이 연구되고 있다.⁽¹⁻²⁾

코어부의 표면 연마는 금형의 자유 곡면을 가지는 특성 때문에 기존의 연마 방법으로 표면 연마가 어려워 수작업으로 표면 연마를 한다. 자기연마(Magnetic Abrasive Polishing)법은 이러한 자유로운 형상 연마에 장점을 가지고 있다.⁽³⁾ 또한 DLC (Diamond Like Carbon)코팅을 통하여 Oilless Plate을 장착하지 않고도 금형의 마모 줄이고 표면의 거칠기와 마찰계수를 향상 시키고자 한다.⁽⁴⁾ 기존 금형 코어부의 표면은 수작업을 통한 표면 처리와 Oilless plate을 장착하여 금형 코어부의 마찰과 마모를 줄여 수명을 연장시켰다.

본 연구에서는 수작업 연마와 Oilless plate을 장착하지 않고도 자기연마와 DLC코팅으로 마찰과 마모를 줄이고 금형설계 공정을 단순화하여 금형 전체의 수명을 높이고 금형 제작기간 단축으로 생산성을 높이고자 한다.

2. 자기연마의 특징

산업이 발전함에 복잡한 형상을 갖는 금형의 연마가공은 그에 맞는 전용 스톨의 제작이 불가능하기에 현재에도 수작업으로 의존하고 있다. 자기연마법은 기존의 연마방법과 다르게 매우 유연성을 지닌 공구를 사용하여 연마하는 방식이다. 이때 사용되는 공구는 자성입자와 비자성 연마입자를 용융결합 또는 단순 혼합하여 사용된다. 미세한 연마입자와 자성입자가 정렬하여 브러쉬(Brush) 역할을 수행하고, 이러한 공구의 특성상 금형의 복잡한 형상에 구애를 받지 않고 연마할 수 있는 강점을 지니고 있다. Fig. 1은 자기연마장치를 보여주고 있다.

3. DLC코팅의 특징

DLC(Diamond Like Carbon)코팅은 Diamond와 유사한 높은 경도와 낮은 마찰계수, 내마모성 등 물리적으로 특성이 우수한 비정질 카본화합물이다. 이러한 특성은 DLC의 미세구조에 의한 것으로 카본의 결합상태(sp3/sp2분율)와 수소량에 따라 다양한 물성 조절이 가능하기 때문이다. DLC 코팅을 위한 시험장비는 Fig. 2에 보여주고 있다.

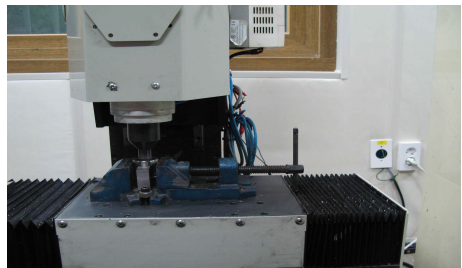


Fig. 1 Magnetic abrasive polishing equipments



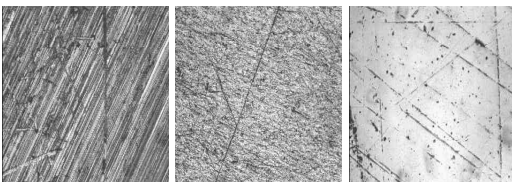
Fig. 2 DLC coating equipments

코어부의 표면코팅을 통하여 기존의 금형의 설계에서 금형의 설계를 단순화 하고 금형코어부의 마찰과 마모를 줄일 수 있다.

4. 실험 및 고찰

본 실험은 금형의 코어부의 HP4소재를 표면자기연마와 DLC 코팅을 하여 표면 거칠기 및 마찰계수를 측정하였다. HP4는 금형강의 소재로 가공성이 양호하며 경도가 높고 내마모성이 우수하여 금형 가공시 변형 발생 우려가 극히 적어 금형강 소재로 많이 사용된다. 소재#1은 HP4 금형강의 초기 표면거칠기와 마찰계수를 측정하였고, #2는 표면자기연마를 #3은 DLC코팅을 하고 표면거칠기와 마찰계수를 측정하였다.

자기연마의 특성상 금속의 연마는 효율이 높아 CBN(Cubic Boron Nitride)입자와 Fe입자를 1:2비율로 혼합하여 30분간 연마를 하였고, DLC코팅은 0.6A, 1400V 전원을 공급하고 C₂H₂가스 80sccm 주입, 70분간 코팅을 하였다. Fig. 3 은 각 소재별 표면 상태를 보여주고 있으며 표면의 상태에 따라 거칠기와 마찰력을 예상할 수 있다. Table 1 은 자기연마와 코팅 후 표면 거칠기와 마찰계수 측정된 결과를 나타낸 것이다. 결과값을 살펴보면 평균 표면 거칠기는 0.573 μm, 0.141 μm, 0.089 μm 로 나타내었고, 마찰계수는 코어의 하중을 고려하여 10kg/f의 무게로 코어부의 마찰계수를 측정하였으며, 결과값은 0.4, 0.18, 0.04로 나타났다.



Initial #1 Polishing #2 DLC Coating #3
Fig. 3 Surface Condition

Table 1 Comparison of measured roughness and friction data

Test Item	Initial #1	Polishing #2	DLC Coating #3
Ra(μm)	0.537	0.141	0.089
Friction	0.4	0.18	0.04

5. 결론

본 연구는 고중량 금형의 생산고속화를 위한 선행연구로서 금형코어부 표면거칠기와 마찰계수를 줄이기 위해 표면 DLC코팅과 표면 자기연마 실험을 하고 고찰한 결과는 다음과 같다.

1. 금형 코어부의 자유형상면의 표면 자기연마를 통하여 금형의 표면거칠기와 마찰계수를 향상시켰다.
2. 금형 코어부의 DLC 코팅을 하여 표면 마찰계수를 줄이고, 마모도 향상을 시킬 수 있다.
3. 금형의 코어부의 표면 DLC코팅과 자기연마를 통하여 금형의 생산성을 높이고 금형의 수명을 증가 시킬 수 있다.

후기

이 논문은 중소기업청 에서 수행하는 중소기업 기술혁신개발사업에 의해 수행한 결과입니다. (No. S102836)

참고문헌

1. 김상오, 유만희, 박자연, 하만경, 광재섭, “자유곡면을 갖는 금형의 자기연마가공특성 평가에 관한 연구,” 한국 공작기계학회, 242-247, 2009.
2. 이용철, 김경년, “평행연삭과 자기연마에 의한 유리렌즈 성형용 코어 금형의 표면가공 특성,” 한국 정밀공학회지, 22-27, 2010.
3. T. Mori, K. Hirota, Y. Kawashima, "Clarification of magnetic abrasive finishing mechanism," Journal of Materials Technology, Annals, 682-686, 2003.
4. 김남석, 남기우, 박종남, 안석환, 김현수, “DLC 코팅된 SACM645 소재의 마모 특성,” 한국해양공학회지, 76-80, 2010.