

금형가공방법이 합금공구강 표면에 미치는 영향

김세환*, 최계광**

*공주대학교 기계자동차공학부

** (주)현대배관

e-mail:zxcv@kongju.ac.kr

Effect of Die Machining Method on the Surface of Die Steel STD11

Sei-Hwan Kim*, Kye-Kwang Chio**

*Kongju National University. Div. of Mechanical & Automotive Engineering.

**Hyundai Eng Inc.

요 약

와이어 컷 방전가공은 자동운전을 가능하게 한 NC가공 장치를 대표할 만한 가공법이다. 기존 기계가공으로 가공하기 어려운 형상의 제품을 쉽게 제작할 수 있다. 그러나 기계가공으로 제작된 금형에 비해 수명이 현저히 저하된다. 이러한 요인은 와이어 컷 방전가공으로 제작된 금형 표면에 가공 변질층이 발생함으로 인한 것으로 사료된다. 이에 본 논문에서는 기계가공과 와이어 컷 방전가공으로 제작된 시편의 가공면 표면 특성을 비교하여 그 요인을 분석하고자 하였다.

1. 서론

와이어 컷 방전가공은 방전 현상을 이용하는 가공법이므로 일반 방전 가공에 비해서 대단히 작은 방전 면적을 갖는 가공법이다.

와이어 컷 방전 가공은 취성이 강한 재료나, 연한 재료 또는 단단한 재료라도 전기가 통할 수 있다면 어떠한 재료라도 변형 없이 가공이 가능한 장점을 가지고 있고, 특히 가공이 어려운 경비를 절감하며 정밀도를 향상시킬 뿐 아니라 NC기술의 도입으로 가공속도가 향상됨으로서 거의 무인 운전의 상태까지 발전함에 따라 수요가 급속히 확산되고 있다.

와이어 컷 방전가공의 산업적 중요성이 증대됨에 따라, 와이어 컷 방전가공을 한 금형의 가공면의 거칠기, 가공 변질층 형성, 균열 등의 발생에 대한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 대표적인 연구들로 Narayanan 등[1]의 방전가공 후 공구 표면 손상층 깊이의 추정 방법, Lee 등[2]의 표면 크랙형성과 EDM변수에 관한 연구, Luo [3]의 전극선의 파손과 기계적인 강도분석, 등을 들 수 있다. 와이어 컷 방전 가공으로 제작된 금형의 단점으로는 기계가공으로

제작된 것보다 수명이 짧고, 표면이 약간 거친 점을 들 수 있다. 와이어 컷 방전 가공에 의해 제작된 금형의 경우, 표면층의 경화현상이 발생하여 금형수명의 연장이 가능하다. 금형의 수명연장은 생산성을 향상시킬 수 있으므로 산업적 가치가 매우 크다 하겠다. 본 연구에서는 기계가공과 와이어 컷 방전 가공에 의해 제작된 합금공구강 STD11의 금형수명 비교를 목적으로 하였고 위와 같이 제작된 시편의 표면 및 표면층의 특성을 비교 분석하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험 장치 및 시편

본 실험에서 사용한 와이어 컷 방전가공기는 대우중공업(주)의 ACE W535로 방전가공 조건은 Table 1과 같다. 본 실험에서 사용한 와이어 전극은 \varnothing 0.25mm 황동선 2종이며 다이블록 재료는 프레스금형 제작에 많이 이용되고 있는 합금공구강(STD11)으로 하였다. 본 연구에서는 평면연삭기 DS G-800H를 사용하였으며 최대주축회전속도는 1710R

PM이다. 시편의 평면연삭 절입량을 1회에 0.03mm로 하였다. 시편의 크기는 8mm×8mm×10mm로 밀링가공하고 평면 연삭하여 제작하였다. 이와 같이 제작된 시편을 2.3절의 실험방법과 같이 열처리를 하였다. 열처리된 시편을 기계가공과 와이어 컷 방전가공을 이용하여 다음과 같이 두 가지 타입으로 제작하였다.

A 타입은 열처리된 시편의 10mm를 8mm로 평면 연삭가공으로 제작 하였다.

B 타입은 열처리된 시편의 10mm를 8mm로 와이어 컷 방전가공으로 제작 하였다.

각각의 실험에 사용된 시편 측정값의 신뢰성을 높이고 측정상태를 유지하기 위해 미세 버어(burr)제거, 초음파 세척 등의 전 처리 공정을 수행하였다.

2.2 측정 방법

실험에 사용한 측정 장치는 영국 Taylor Hobson사의 Talysurf Series 2를 이용하여 가공면의 표면형상을 측정하였다. 측정방법은 traverse unit에 부착되어 있는 pick-up으로 가공된 시편의 정보를 읽어 들여 컴퓨터에서 표면형상을 보여준다. 시편의 측정은 축 방향과 이송방향 양끝 단을 각각 2mm씩 제외하고 이송방향으로 100μm간격으로 총 41단계로 축 방향을 측정하였다. 측정기의 기본 설정값은 Table 2 에 나타내었다.

Table 1 와이어 컷 방전가공 조건표

Working condition	First cut
ON	6
OFF	15
I P	17
H P	1
M A	16
S V	2
V	3
S F	6
C	0
W T	0.23
W S	4
W P	5
F S	5.15 - 5.20

2.3 열처리 방법

시편 제작을 위해 STD11 재료로 밀링가공, 평면 연삭 작업을 완료한 후에 진공열처리로서 열처리

를 하였다. STD11의 열처리조건에 따라서 650℃로 1시간, 850℃로 2시간, 1030℃로 2시간 30분간 퀘칭을 하였다. 시편을 꺼내어 전기로에 넣고 200℃로 1시간씩 2회 저온 템퍼링을 하여 열처리를 완료하였다. 열처리 후에 평면연삭작업을 하고 와이어 컷 방전가공을 하여 시편 제작을 완료하였다.

Table 2 표면 거칠기 측정 조건

Measurement mode	Value of condition
Cutoff length(mm)	0.25
Data length(mm)	4
Table step(μm)	100
Number of measurement	41
Filter type	Gaussian

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 실험 결과

가공면 표면 분포를 표면 거칠기 측정기를 이용하여 측정한 값을 Table 3과 같이 나타내었다. 표면 거칠기를 나타내는 Rt(maximum roughness depth) 값과 Rp(levelling depth)값은 1차 와이어 컷 방전가공을 하게 되면 가공 중에 황동선의 진동과 on time에 의해 시편의 표면 거칠기가 일정하지 않고 불규칙하게 형성된다. 이러한 영향까지 확인하기 위해서 Rt 값과 Rp 값을 선정하였다. Rt 값과 Rp 값은 A 타입이 작은 값을 나타내었으며, 와이어 컷 방전가공한 B 타입이 6배 이상 큰 값을 나타내었다.

A타입 표면깊이분포를 보면 Rt 3.64μm, Rp 1.36μm로 나타내고 있다. B타입 표면깊이분포를 보면 Rt 22.45μm, Rp 11.75μm로 와이어 컷 방전가공 한 면입

Table 3 표면 거칠기 측정값 (unit : μm)

Type		A type	B type
Rt	1	3.87	22.43
	2	3.30	21.22
	3	3.74	23.70
	Average	3.64	22.45
Rp	1	1.76	11.06
	2	1.01	11.21
	3	1.32	12.98
	Average	1.36	11.75

을 나타내고 있다. A타입 표면깊이분포를 보면 B타입보다 Rt 18.81 μm , Rp 10.39 μm 향상되었음을 확인할 수 있었다. 이와 같이 1차 와이어 컷 방전가공을 하게 되면 황동선의 진동과 펄스 on time에 의해 와이어 컷 방전가공면이 거칠어지게 되고 열적 요인에 의한 가공 변질층이 발생하게 된다. 가공 변질층의 두께는 10 - 25 μm 정도이며 금형수명을 단축시키는 요인이 된다고 사료된다. Fig. 1, 2는 A타입, B타입의 표면 분포와 베어링 비율(Bearing ratio)을 보여준다. Fig. 1과 같이 베어링비율의 경사가 완만할 때는 내마모성이 강한 것을 의미하며 Fig. 2와 같이 베어링 비율의 경사가 급격할 때는 내마모성이 약한 것이라는 것을 의미한다

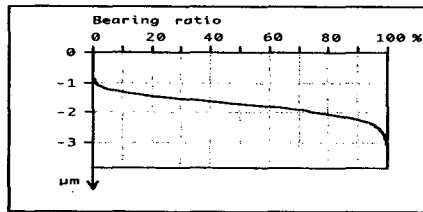
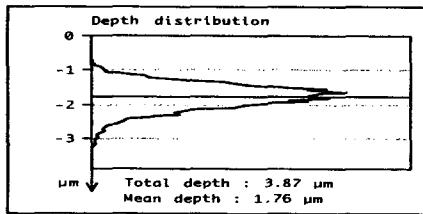


Fig. 1 A type의 표면 거칠기 분포

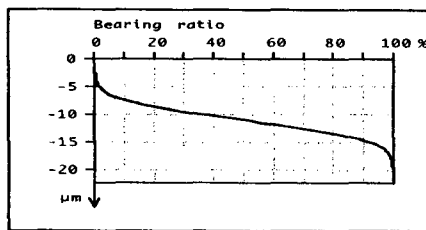
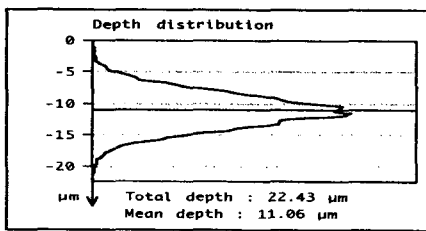


Fig. 2 B type의 표면 거칠기 분포

4. 결 론

본 연구의 실험결과 합금공구강의 표면 가공기술에 따른 특성에 대하여 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

밀링과 연삭 가공된 면의 표면 거칠기 분포는 Rt는 3.64 μm , Rp는 1.36 μm 로 측정되었고, 와이어 컷 방전 가공면은 Rt는 22.45 μm , Rp는 11.75 μm 로 측정되었다. 밀링과 연삭 가공면은 와이어 컷 방전 가공면보다 월등히 좋았다. 와이어 컷 방전가공에 의해 제작된 가공면이 기계가공에 의해 제작된 가공면보다 표면 거칠기 분포값이 6배이상 증가하여 금형수명 단축에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] L.C.Lee., and L.C.Lim., and V. Narayanan., and V.C. Venkatesh., "Qualification of surface damage of tool steels after EDM," International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 28, pp. 359-372, 1988.
- [2] H.T. Lee., and T.Y. Tai., "Relationship EDM parameters and surface crack formation," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 142, pp. 676-683, 2003.
- [3] Y.F. Luo., "Rupture failure and mechanical strength of the electrode wire used in wire EDM," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 94, pp. 208-215, 1999.
- [4] 이영배, 박정웅, "금속열처리원리," 문운당, pp. 107-117, 1992.
- [5] 고성우, "와이어 컷 방전가공 조건이 STD 11의 변질층에 미치는 영향에 관한 연구", 공학석사학위논문, 울산대학교, 1997.
- [6] 금형기술 편집부, "금형기술 통권 13호", pp. 17-23, 1991.
- [7] 向山, 緒方, 日原, "放電加工における應力 分布に関する研究(제 3 報)", 電氣加工學會誌, Vol. 15, No. 29, 1981.
- [8] 眞綱 明, 菜石雄一郎, "ワイヤ放電加工", 日刊工業新聞社, pp. 49-52, 1997.