

W-EDM이 가공면에 미치는 영향

김세환

Effects of The Working Surface an W-EDM

Sei-hwan Kim

요약 프레스금형의 부품 중에서 펀치와 다이플레이트를 제작하는 방법은 공작기계만을 사용하여 제작하는 경우와 공작기계와 와이어 컷 방전가공기(W-EDM)를 병행 사용하는 경우가 있다. 그런데 공작기계를 사용하여 제작 할 때는 금형수명(Die Life)이 200만-230만 스트로크였는데 와이어 컷 방전가공기를 사용한 제작에서는 70만-80만 스트로크에서 금형수명을 다하고 있다. 이것은 W-EDM후에 발생하는 가공변질층으로 예측되므로 W-EDM전과 W-EDM후의 가공면에 대한 SEM촬영을 실시하여 가공변질층의 발생여부를 확인하고 이에 대한 제거방법을 연구하고자 하였다.

Key Words : W-EDM(와이어 컷 방전가공), Heat treatment(열처리), Die Life(금형수명)

1. 서론

프레스금형에서 핵심부품으로 사용되는 펀치(Punch)와 다이플레이트(Die Plate)를 제작하는 방법은 선반가공·밀링가공·성형연삭가공·다듬질가공과 조립등 공작기계를 사용한 절삭가공과 연마가공에 의한 방법이 있고 또 하나는 공작기계와 와이어 컷 방전가공(W-EDM, wire-cut electric discharge machining)을 적절히 사용하여 금형부품을 가공 제작하는 방법이 있다. 최근에는 W-EDM의 확산 보급으로 절삭가공에 의한 것 보다는 공작기계와 와이어 컷 방전가공기를 복합적으로 사용하여 금형 제작을 많이 하고 있는데 이중 와이어 컷 방전가공기에 의한 금형부품가공에서 다음과 같은 문제점이 발생하였다. 블랭킹 가공용(Work for Blanking)펀치와 다이플레이트를 제작할때 공작기계를 사용하여 제작한 금형의 수명은 200만-230만 스트로크(Stroke)였으나 와이어 컷 방전가공에 의한 제작에서는 70만-80만 스트로크에서 금형수명이 끝나므로 수시로 수리보수하거나 재 제작하게 되어 금형비과다, 납기지연 등 유저들의 문제 제기가 빈번하다. 원인으로서는 와이어 컷 방전가공에 의한 가공변질층의 생성에 의한 것으로서 Fig 1.과 같이 나타나고 있다.^[1,2,3] 따라서 이를 해소하기 위하여 Huang 등은 다중 컷의 표면 특성분석 등에

관한 연구보고서를 발표한 바 있고,^[4] Lee와 Tai는 표면 크랙형성과 EDM변수에 관한 연구 결과도 있었다.^[5] 이들의 연구는 잔류응력의 저감처리와 다중 컷에 따른 변질층 해소방법에 관한 연구 결과 였다.

본 연구에서는 Fig 1. 개략도에서 제시한 가공 변질층에서 용융 잔류층과 열변질층이 실질적으로 생성되는가를 확인하고 이에 대한 해소방법을 제시하고자 하였다.

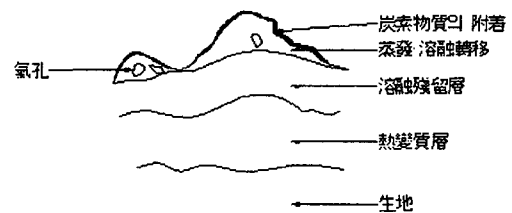


Fig 1. 가공 변질층부 개략도^[1]

2. 연구내용 및 방법

프레스 금형의 펀치와 다이블록의 수명을 연장하려면 열처리방법에서 잔류오스테나이트와 잔류응력이 없어야 하고 경도가 높으며 인성과 내마모성이 양호하여야 한다. 담금질처리에 의하여 발생된 잔류응력은 일반적으로 템퍼링처리에 의하여 제거

천안공업대학 금형설계과 shk@cntc.ac.kr 041)5500-114

하는데 템퍼링온도가 높을수록 잔류응력이 잘 해소 되지만 너무 고온 일때는 경도가 떨어져 금형강으로서의 기능을 상실한다는 보고도 있었다.^[6] 따라서, 열처리후 와이어 컷 방전가공을 하면 Fig 1.에서와 같은 가공변질층이 생성된다고 가정할 때 이의 해소방법을 연구의 목적으로 하였다.

2.1. 시편제작

가공 변질층 생성여부를 확인하기 위하여 고합금공구강(STD11)으로 다음과 같이 시편을 제작하여 열처리 하였다.

- 1)시편 A : 어닐링→담금질→템퍼링
- 2)시편 B : 어닐링→담금질→템퍼링→W-EDM
- 3)시편 C : 어닐링→담금질→템퍼링→W-EDM→템퍼링

시편 B와 같은 방법으로 제작한 펀치와 다이블록의 수명은 전술한바 와 같이 70만-80만 스트로크이고 시편A 와 같은 방법으로 열처리 한 후 공작기계만을 사용한 펀치와 다이블록의 수명은 200만-230만 스트로크였다. 그래서 시편 B와 시편 C에 대한 가공 변질층에 대한 관찰을 하기위하여 전자현미경(SEM)을 이용하여 1800배로 촬영하였다. 그리고 시편 A, B, C 에 대한 화학 성분도 비교분석하기로 하였다.

2.2. SEM촬영 및 고찰

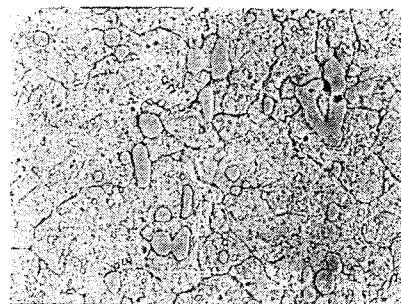
시편 A, B, C에 관한 SEM촬영 사진은 Fig 2, Fig 3, Fig 4.와 같다.

시편 A의 SEM사진 (Fig 2)의 표면단면부에서는 가공 변질층이 거의 없으며 단면부의 금속조직도 마텐자이트화 되어 있는 반면, 시편 B의 SEM사진 (Fig 3)의 표면부에서는 Fig 1에서 제시한 열변질층이 확연하게 생성되었으며 기타 용융 잔류층, 탄소물질부착과 기공 등이 존재하고 있었다. 단면중심부의 금속조직도 치밀하지 않아 조질이 나쁘게 나타났다. 시편C의 SEM사진 (Fig 4)의 표면단면부에는 시편 B(Fig 3)에 생성된 열변질층이 해소되어 있음을 확인 할 수 있었으며 금속조직의 균등화로 솔바이트(Sorbite)화 된 것으로 판독된다. 용융 잔류층, 탄소물 부착 등은 전해연마로 해소 시킬 수 있을 것으로 판단되었다. Fig 3 의 경우 W-EDM진행시 급열급냉된 가공면은 열적작용에 의하여 모재(생지)의 조직과는 전혀 다른 가공 변질층이

생성하여 경도, 강도, 인성, 내마모성, 내피로성 등이 결여 되었고, 잔류 오스테나이트 조직으로 되어 전술한 문제점의 원인으로 확인 할 수 있게 되었다. 그래서 시편 A (Fig 2)의 경우 금형수명은 200만-230만 스트로크였으나 시편 B (Fig 3)의 경우는 70만-80만 스트로크로 나타났던 것으로 생각된다. 시편 C (Fig 4)에서와 같이 W-EDM후 고온 템퍼링(550℃)3회 실시로 템퍼링 마텐자이트(Tempered Martensite) 기지에 조대한 합금탄화물과 구형의 탄화물입자로 구성되어 솔바이트화 작업이 이루어져 잔류응력해소, 인성향상, 조직균등화, 피로강도증대가 이루어진 것으로 확신을 얻게 되었다. 따라서 W-EDM 가공면에는 가공변질층이 존재하며 이것은 용융응고, 고온 담금질층이며 이들 가공변질층의 해소방법으로는 고온 템퍼링실시가 필수적임을 알게 되었으며 문헌조사에서도 W-EDM가공면에 쇼트피닝(Shot Peening), 액체호닝(Liquid Honing)을 하여 더욱 이온질화처리(Ionitriding)를 하는것은 와이어 컷 방전가공에 의하여 제작된 금형의 수명연장대책으로 효과적이다.^[6]

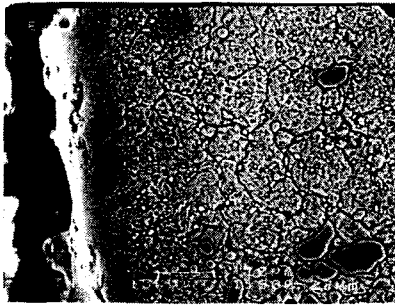


(a) 단면부

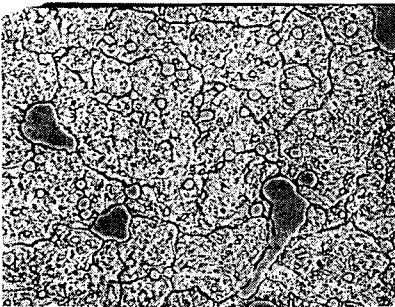


(b) 단면중심부

Fig 2. W-EDM 가공 전

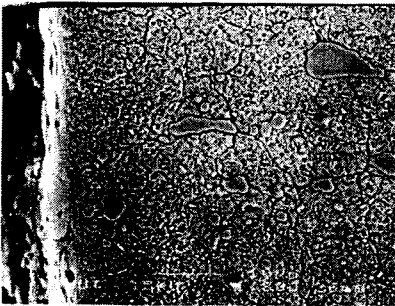


(a) 단면부

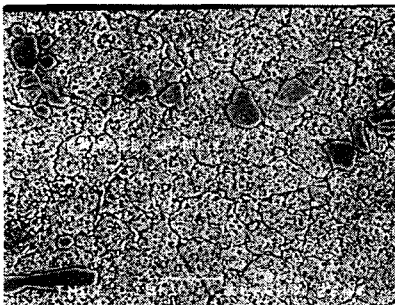


(b) 단면중심부

Fig 2. W-EDM 가공 후



(a) 단면부



(b) 단면중심부

Fig 2. W-EDM 가공 후 템퍼링

4. 결론

와이어 컷 방전가공으로 편차와 다이플레이트를 제작할 때 지금까지는 담금질, 저온템퍼링, W-EDM, 다듬질, 조립의 순서였으므로 금형수명이 짧았으나 본 연구에서와 같이 W-EDM후 고온 템퍼링(530℃-560℃) 3회 실시 추가로 슬라이트화 조직으로 되어 가공변질층을 해소 할 수 있으므로 조직 향상, 인성향상, 피로강도 증대, 응력해소, 경년변형감소의 효과를 기대 할 수 있다. 특히 금형온도가 500℃이상 상승하므로 W-EDM후 실시 하는 고온 템퍼링온도는 550℃전후로 하는 것이 바람직하다.

후기

본 논문은 2004년 산학연 지역컨소시엄 사업의 결과를 수록한 내용으로써 관계자 제위님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 대광서림편집부 역, "최신금형제작기술", 대광서림, pp. 147-155, 1990.
2. 向山, 結方, "放電加工の研究-残留應力の低減處理", "電氣加工技術, Vol. 9, No. 24, pp. 17, 1985.
3. 도서출판 기다리 편집부, "와이어 컷 방전가공", 기다리, pp 23-103, 1990.
4. C.A. Huang., C.C. Hsu., and H.H. Kuo., "The surface characteristics of P/M high-speed steel(ASP23) multi-cut with wire electrical discharge machine(WEDM)," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 140, pp. 298-302, 2003.
5. 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.
6. 김홍구, 김경수, 김상철, "최신열처리기술", 산업연구원, pp. 59-77. 1990.