

블랭킹 금형의 파손요인에 관한 연구

최계광*

공주 대학교, 기계자동차 공학부

e-mail : ckkwang@kongju.ac.kr

A Study on the damage cause of blanking die

Kye-Kwang Choi*

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

요 약

프레스 금형은 대표적인 소성변형에 의한 가공법이다. 금형을 제작하여 프레스에 장착하고 제품을 생산하게 되면 피할 수 없는 문제가 금형의 파손에 관한 것이다. 금형의 파손에는 여러 가지 문제가 있을 수 있지만 그중 중요요인 중 하나가 열처리에 의한 것이다. 본 연구에서는 실제 현장에서 발생된 파손 금형의 일부형태를 파악하고 원인을 분석하고자 한다.

1. 서론

파인블랭킹은 원래 일반 프레스 가공 기술보다 두꺼운 판을 더욱 정밀하게 블랭킹 하는 것에서 출발한 고부가가치 가공기술이다. 대부분의 많은 금속 재료들은 압력이 가해지면 열전도, 전기전도, 자기전도, 소성변형능력 등의 물리적 성질에 변화가 생긴다. 이 현상은 1912년에 KARMAN에 의해서 연구가 시작되고 PUCH나 1946년에 초고압의 연구로 노벨 물리학상을 수상한 BRIGHEMAN 등에 의해서 검증된 정수압(triple action)효과이다. 이러한 정수압 효과를 활용하여 상온에서 소성변형(plastic deformation)능력을 높이고 각종의 가공을 합리적으로 실시하는 것이 파인 블랭킹(fine blanking)이다.[1][2][3]

종래의 블랭킹 작업에서는 공정 중에 발생하는 모우멘트 때문에 전단부의 끝 부분에 굴곡이 형성되고 매끄러운 전단면과 파단면이 함께 생기게 되는 반면에 파인 블랭킹작업에서는 정수압을 이용하여 전 공정을 통해 가공물에 대한 전단력과 탄성 변형량을 조절할 수 있도록 하는 금형 공구 구조를 갖고 판가공재로부터 블랭킹된 부품이 분리되어 나가는 국한된 부분에만 소성변형이 일어나도록 하고 있다. 거의 모든 분야의 부품생산에 있어 폭넓게 사용되어지

는 프레스를 사용한 블랭킹작업은 다이 브레이크(die brake)라고 불리어지는 형상이 발생하므로 다공정의 후 가공을 필요로 한다. 따라서 시간 및 생산비용을 절감하여 생산성을 향상시키고 기업의 투자를 억제하기 위하여 단 공정으로서 깨끗한 전단면과 평탄도를 얻을 수 있으며 고정밀도를 요구하는 부품의 가공생산에 적용시킬 수 있도록 하기 위하여 파인 블랭킹이라는 가공기술이 발달되었다.[2][4] 위와 같은 장점을 가지고 있는 파인 블랭킹 가공기술을 이용하여 금형을 제작하고 프레스에 장착하여 제품을 생산하였다. 그런데 제품생산 초기에 금형이 파손되는 현상이 발생되었다.

이에 본 논문에서는 로크웰 경도기를 이용해 경도 측정을 하여 파인 블랭킹 금형의 파손요인을 분석하였다.

2. 본론

2.1 파손금형

인근지역에 소재하고 있는 N사에서 파인 블랭킹 프레스에 장착하여 제품생산 초기에 파손된 금형의 평면과 단면을 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 다이 플레이트를 제작해 1차 파손이

발생하였고, 다시 금형을 재 제작하여 제품 생산초기에 발생한 파손 금형이 그림 2이다. 이와 같은 현상이 2회 이상 발생된 원인을 분석하기 위하여 파손된 금형의 상면과 단면, 하면의 경도측정을 하였다.

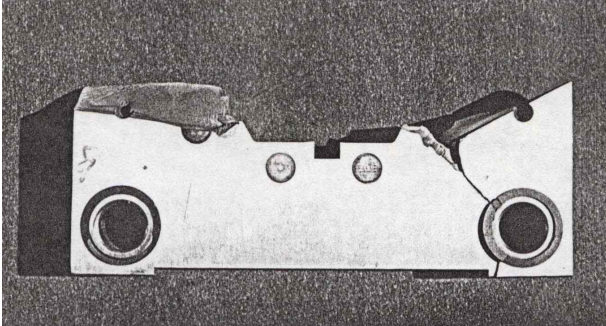


그림 1. 1차 파손 금형

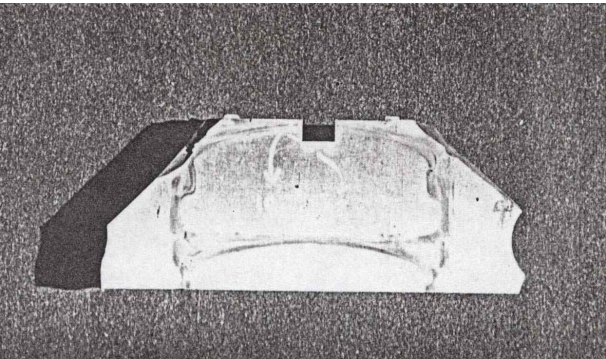


그림 2. 2차 파손 금형

2.2 가공방법

파인 블랭킹 금형 가공 재료는 SKD 11재이다. 가공재료의 특성은 표 1과 같다. 파인 블랭킹 금형의 제작을 하기 위해서는 먼저 제품도를 작성하여야 한다. 제품도의 작성이 끝난 시점에 스트립 레이아웃도를 작성하여야 한다. 제1공정에서는 코이닝가공, 제2공정에서는 피어싱, 제3공정에서는 각인가공, 제4공정에서는 제품의 블랭킹가공 순으로 스트립레이아웃을 작성하고 이에 의거 파인 블랭킹 금형을 제작하게 된다. 파인블랭킹 금형과 일반 블랭킹 금형의 차이점은 클리어런스 값이 다르다는 것이다. 일반 블랭킹금형의 클리어런스는 재료 두께의 5~10%이내를 적용하지만 파인 블랭킹금형의 클리어런스는 재료 두께의 0.5%를 적용하는 것이다. 이로 인한 재료의 파단면이 일반블랭킹 금형보다도 현저히 적게 발생하며 재료의 전단면이 90%이상 확보된다.

2.3 실험방법

파손된 금형의 경도를 측정하기 위하여 wilson사의 경도 측정기를 사용하였고 HRC 경도를 측정하였다. 그림 3, 그림 4와 같이 금형의 3개면인 상면, 단면, 하면의 경도를 측정하였다. 각 면에 3개의 라인을 설정하였고, 한 개 라인에 7개의 지점을 정하여 경도를 측정하였다.

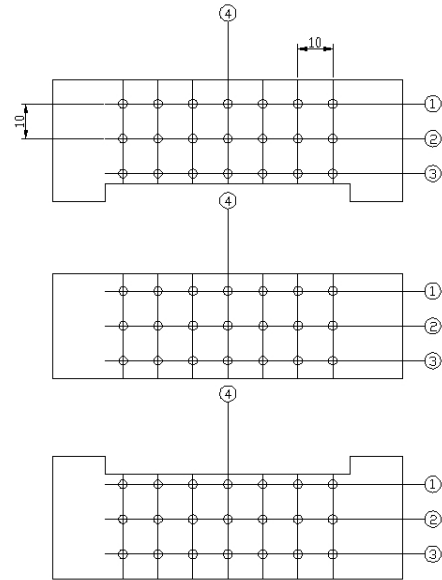


그림 3. 1차 금형 경도 측정방법

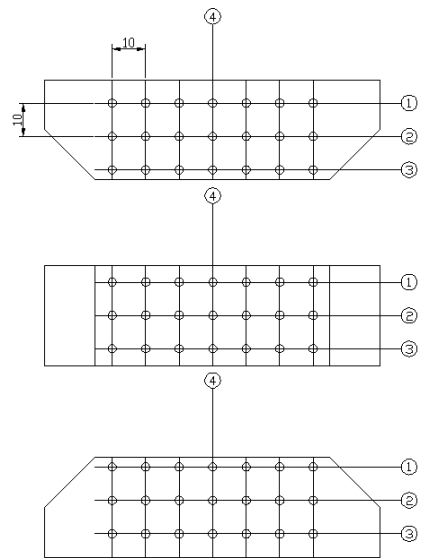


그림 4. 2차 금형 경도 측정방법

3. 실험결과 및 고찰

1차 파손된 파인 블랭킹 금형의 각 부위에 대하여 경도 측정을 한 결과는 그림 5, 6, 7 과 같다. 그림 5는 금형 상면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그

림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경도 값이 H_{RC} 51, 56.9, 54.8, 59 등으로 경도분포 값이 8포인트 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 50.7, 57.8 등으로 경도분포 값이 6 포인트 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 45.5, 57등으로 경도분포 값이 H_{RC} 11 정도 차이를 보였다. 그림 5에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 13 정도 차이가 분명하게 드러났다. 3 번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 45.5로 가장 낮게 측정되었고, 1번 측정부에서 59로 가장 높게 측정되었다.

그림 6은 금형 단면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경도 값이 H_{RC} 60.1, 59.1, 53.8, 50.1 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 10 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 60.6, 58.6, 56.4, 54.3 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 6 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 60.3, 59.4, 58.6, 57.7 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 3 정도 차이를 보였다. 그림 6에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 10 정도 차이가 분명하게 드러났다. 1번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 50.1로 가장 낮게 측정되었고, 2번 측정부에서 H_{RC} 60.6으로 가장 높게 측정되었다.

그림 7은 금형 하면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경도 값이 H_{RC} 47.0, 49.3, 50.4, 52.7 등으로 경도분포 값이 5포인트 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 49.1, 51.8, 53.2, 55.7 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 6 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 56.4, 58.4, 59.1, 59.3 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 10 정도 차이를 보였다. 그림 7에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 13 정도 차이가 분명하게 드러났다. 1번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 47.0로 가장 낮게 측정되었고, 3번 측정부에서 H_{RC} 59.3으로 가장 높게 측정되었다.

2차 파손된 파인 블랭킹 금형의 각 부위에 대하여 경도 측정을 한 결과는 그림 8, 9, 10과 같다. 그림 8은 금형 상면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경도 값이 H_{RC} 51, 56.9, 54.8, 59 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 8 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 50.7, 57.8 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 6 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 45.5, 57 등으로 경도분포 값이 H_{RC}

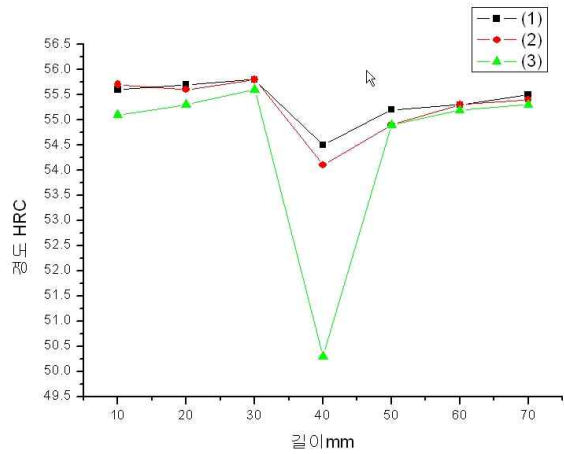


그림 5. 1차 파손 금형의 상면 경도 값

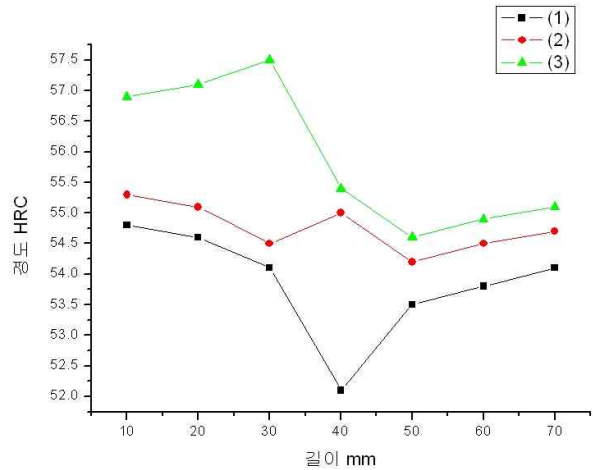


그림 6. 1차 파손 금형의 단면 경도 값

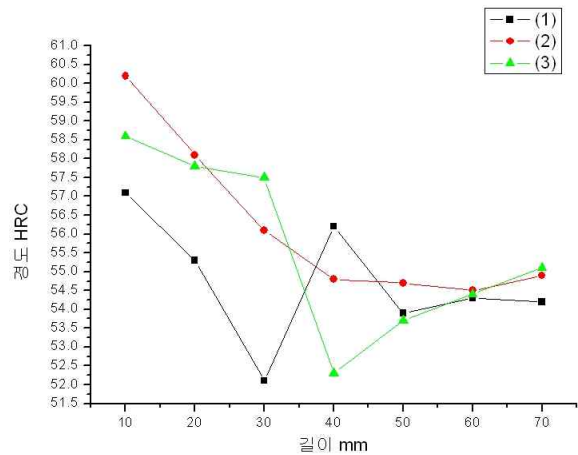


그림 7. 1차 파손 금형의 하면 경도 값

11 정도 차이를 보였다. 그림 8에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 13 정도 차이가 분명하게 드러났다. 3 번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 45.5로 가장 낮게 측정되었고, 1번 측정부에서 H_{RC} 59로 가장 높게 측정되었다.

그림 9는 금형 단면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경

도 값이 H_{RC} 60.1, 59.1, 53.8, 50.1 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 10 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 60.6, 58.6, 56.4, 54.3 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 6 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 60.3, 59.4, 58.6, 57.7 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 3 정도 차이를 보였다. 그림 9에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 10 정도 차이가 분명하게 드러났다. 1번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 50.1로 가장 낮게 측정되었고, 2번 측정부에서 H_{RC} 60.6으로 가장 높게 측정되었다.

그림 10은 금형 하면의 측정결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 1번에서 경도 측정결과 경도 값이 H_{RC} 47.0, 49.3, 50.4, 52.7 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 5 정도 차이를 보였다. 2번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 49.1, 51.8, 53.2, 55.7 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 6 정도 차이를 보였다. 3번에서 경도측정결과 경도 값이 H_{RC} 56.4, 58.4, 59.1, 59.3 등으로 경도분포 값이 H_{RC} 10 정도 차이를 보였다. 그림 10에서 경도분포 값의 차이는 H_{RC} 13 정도 차이가 분명하게 드러났다. 1번 측정부에서 경도 값이 H_{RC} 47.0로 가장 낮게 측정되었고, 3번 측정부에서 H_{RC} 59.3으로 가장 높게 측정되었다.

1차, 2차 파손된 금형의 경도를 측정해 본 결과 전체적으로 경도 값이 H_{RC} 10 이상 차이가 나며 금형으로서의 역할을 할 수 없을 정도로 경도가 현저히 저하되었다. 특히 1차 금형의 하면 1번 라인에서 최저의 경도 값을 나타냈고 1차 금형의 단면 2번 라인에서 최고의 경도 값을 나타내었다. 이와 같이 상면, 단면, 하면 모두에서 경도 값이 일정하지 않고 불규칙하게 분포하여 나타났다. 경도 값 H_{RC} 2~3은 무시할 수 있으나 H_{RC} 10~11의 차이가 나기 때문에 열처리에 의한 불량이라고 사료되었다. 경도 측정만으로는 추측할 수밖에 없어서 다음 논문에서는 경도측정 결과에 광학 현미경 사진 촬영을 추가하여 금형의 파손요인을 분석하기로 한다.

4. 결 론

파인 블랭킹 금형의 파손 요인에 관한 연구 결과는 다음과 같다.

- (1) 실험결과에서 보는 바와 같이 상면, 단면, 하면 모두에서 경도 값이 불규칙하게 나타났으며 경도 값의 고저가 H_{RC} 10 이상으로 금형으로서의 역할을 할 수 없을 정도로 경도가

현저히 저하됨을 알 수 있었다.

- (2) 경도 측정결과로 볼 때 작업자의 금형 셋팅 불량이나 열처리에 의한 불량으로 금형파손이 발생되었다고 판단되었다.
- (3) 경도분포 및 수준으로 보아 용체화 처리 후 진공로에서 냉각속도가 느려 충분한 경화가 안 된 상태로 판단되며, 서냉시 입계의 탄화물 석출로 내충격성 저하에 의한 조기 파손이 발생한 것으로 판단되었다.
- (4) 금형의 에지부 치핑들을 고려해 볼 때 방전가공 후 방전가공면의 평면연삭작업이 부족하여 열처리 후 가공에 의한 잔류응력이 금형수명에 영향을 미친 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 유병렬, "파인 블랭킹 금형", 성안당, pp.1 ~ 50, 1990.
- [2] 한국 기계 연구소, "Fine blanking 가공 기술 개발", pp.16 ~ 91, 1986.
- [3] 형기술 편집부, "3차원 Fine blanking 가공 기술", 월간 형기술, pp.17 ~ 60, 1993.
- [4] 유현일, 김세환, 최계광, "와이어 컷 방전가공에서 방전가공횟수가 파인 블랭킹 금형과 제품에 미치는 영향," 한국소성가공학회논문지, Vol. 6, No. 3, pp. 192~202, 1997.