특 집

금 형 가 공

육 성 진

초 록

최근 일류화를 지향하는 선진제품의 경우 기본적인 기능 외에 저진동, 저소음화 및 작동감 향상 등을 고품질·고품위·고신뢰성 달성을 위해 자동차를 비롯한 대부분의 기계제품에 고무부품의 사용이 날로 증가하고 있는 추세이다. 이러한 고무부품을 대량 생산할 수 있는 도구(tool)로서 고무용 금형이 차지하는 비중은 대단히 크다고 할 수 있으며, 이 고무용 금형을 제작하는 금형제작용 설비의 종류, 제품에 적합한 금형의 마무리(다듬질, polishing) 및 측정, 고무용 금형의 종류와 가공의 영향, 금형가공이 생산성에 미치는 영향 등에 대하여 서술하기로 한다.

1. 서 론

우리 나라의 고무산업은 미국, 중국, 일본에 이어 세계 4위의 자리를 차지하고 있다고 알려져 있다.[1] 그러나 대부분의 고무부품의 설계는 재료의 특수한 성질로 인하여 시행착오방법에 의한 경험적인 수법이나 실험에 의존해 왔고, 따라서 제품의 생산에 사용되는 금형도 또한 이와 같은 방법에 의존하고 있는 것으로 보여지며, 이것은 업체의 영세성에 따른 이유와 같은 맥락이라고 판단된다.

이러한 현실적인 배경을 가지고 있는 고무용 금형을 비롯한 금형의 제작에 필요한 금형제작용 설비의 종류, 제품에 적합한 금형의 마무리 및 측정, 고무용 금형의 종류와 가공의 영향, 금형가공이 생산성에 미치는 영향 등에 대해서 총론적인 개념을 서술하기로 한다.

2. 금형 및 금형의 종류

금형이란 「어떤 재료가 갖는 소성(塑性 Plasticity), 전연성(展延性 Malleability), 유동성(流動性 Fluidity) 등의 성질을 이용하여 그 재료를 성형가공하는 혹은 제품을 생산하기 위해서 주로 금속으로 이루어진 공구 또는 틀을 말한다」라고, 한국금형공업협동조합에서는 이를 학문적인 정의라고 하고 있으며, 동 조합에서는 일상적으로 쓰이는 기술적 정의에 대해서는 「동일 규격의 제품을 대량으로 생산하기 위하여 만들어진 원형(原型)이 되는 틀」이라고 간략하게 정의하고 있다.

이처럼 금형은 어떤 재료를 그 재료가 갖고 있는 특성을 이용하여 그재료를 소재로 하여 제품을 생산하는 수단으로서 대단히 중요한 위치를 갖고 있는 것이다. 그래서 금형은 그것을

육성진

1982 대림대학교 기계설계학과 졸업
1986~1997 만도기계 생산기술연구진
1998 금형기술자자격증 획득
1997~현재 H & Engineering 소장

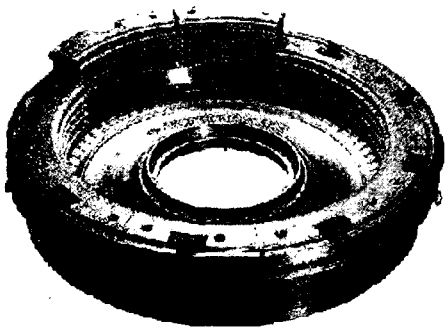


그림 2. 타이어용 금형.

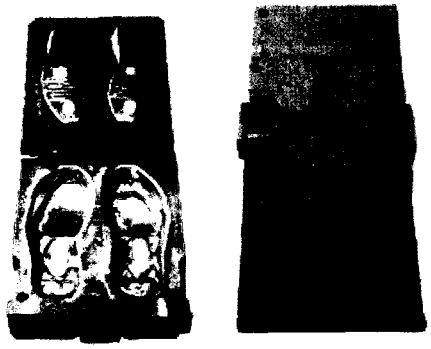


그림 3. 신발용 금형.

사용하여 만들어지는 제품 혹은 부품의 재질에 따라서, 금속가공용의 금형(Die)와 비금속가공용의 금형(Mold)로 대별할 수가 있으며, 그 중에서 중요한 것은 ①프레스용, ②단조용, ③주조용, ④다이캐스트용, ⑤플라스틱용, ⑥유리용, ⑦고무용 등이 있다. 중요한 고무금형인 타이어용과 신발용에 대해서 그림 1과 그림 2에[3] 나타내었다.[2,3]

고무부품은 자동차부품을 시작으로 산업용 방진구, 기계요소류, 정밀기계장치, 철도차량부품, 철도궤도부품, 정보통신기계, 인쇄 및 제지, 선박 및 해양관련제품, 가전제품 등 다양한 적용분야를 가지고 있기 때문에, 그에 따른 금형의 다양한 대응이 기대되고 있다.

3. 최적 금형제작을 위한 설비조건

일반적으로 금형이 만들어지는 순서는 주어진 제품도면(요즈음은 디지털 데이터가 많다)으로부터 ①금형의 설계, ②금형부품의 열처리 전 기계가공, ③부품의 열처리, ④열처리 후 기계가공, ⑤다듬질 및 조립작업, ⑥시험작업(Tryout), ⑦금형의 수명연장처리 등이다. 이들 각 공정들은 서로 잘 연관되어 뒷 공정을 고려하여만 하고, 또한 앞 공정에 대하여 피드백해 주는 배려가 있어야 한다.

금형에서 기계가공은 곧바로 제품의 품질을 결정하는 요소가 될 수 있으므로 설비의 품질이 가공의 품질이라는 등식이 성립되기도 한다. 따라서 고무부품의 다양함에 맞추어 금형을 제작하기 위해서, 금형제작 전문공장에서는 다음과 같은 설비들을 갖추고 있는 것이 조사되었다.

금형부품의 열처리 전의 가공과 열처리 하지 않아도 되는 부품을 위해서 선반, 밀링 M/C, 드릴링 M/C 등의 범용성 기계와 CNC MILLING M/C, MACHINING CENTER 등이 사용되고, 열처리 후의 가공을 위해서 방전가공기, 와이어컷방전가공기, 평면형 연삭가공기, 원통형 연삭가공기, CNC 선반, CNC Profile Grinding M/C, JIG GRINDING M/C 등이 사용되고 있다. 제작된 금형부품의 측정 및 검사를 위해서 투영기, 3차원 측정기 등의 검사 장비도 활용되고 있다.

3.1 선 반

선반은 피절삭물을 회전시켜 원통형상으로 가공하는 장점을 가지고 있으므로 고무부품의 금형제작에 널리 사용되고 있으며, 범용선반과 CNC 선반이 용도에 적합하게 사용되고 있다. 선반의 중요 부분으로는 주축대, 왕복대 및 심압대와 피이드기구 등이 있다. 주축대는 전동기에서 공급되는 동력을 전달하는 작용을 하며, 피절삭물을 고정하여 절삭 회전운동을 하는 주축(main spindle)이 있고, 이것을 베어링으로 지지하여 정확한 회전운동을 시키면서 절삭저항에 견디는 동력을 전달하는 전동장치 기구와

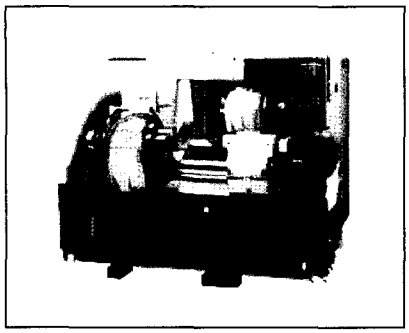


그림 3. CNC 선반.

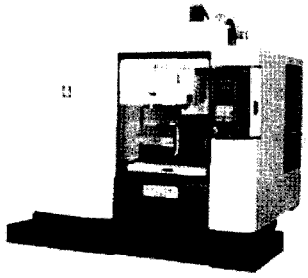


그림 4. 머시닝센터.

피절삭물을 깎을 때 필요한 절삭속도를 얻을 수 있는 속도변화 기구 등이 있다.[4] 이 부분이 피절삭물의 전체적인 정밀도를 좌우하게 된다.

CNC 선반은 범용선반에 콘트롤러(controller)를 장착한 것으로, CNC 선반이 범용선반과 다른 것은 프로그램에 의해 자동으로 각종 부품을 가공할 수 있다는 점이다. 또한 기계의 정밀도를 높이기 위하여 특수한 구조의 베드면과 볼스크류(ball screw)를 이용하여 정밀한 위치결정을 할 수 있도록 설계되었다.(그림 3 참조)

가공시에 발생할 수 있는 피절삭물의 변형에 의한 불량의 원인으로 강제체결, 가공열, 피절삭물의 내부응력, 가공압력, 외부온도변화 등이 있다. 이러한 원인을 제거하기 위하여, 소재를 고정할 때 삼점 지지한다. 피절삭물에 열누적 발생이 적도록 절삭조건 설정하고, 황삭과 정삭으로 나누어 가공하고, 제품의 형상에 따라 변형이 쉽게 갈 수 있는 방향으로 절삭 분력이 발생하지 않는 공구 및 가공방향 설정하고, 정삭시간을 일정한 온도대에서 실시하는 등의 예방조치가 필요하다. 이러한 예방조치가 가공의 성공요건이 된다.

3.2 밀링 MACHINE

밀링 M/C (MILLING MACHINE)은 여러 개의 가공날이 조합되어 있는 회전절삭 공구로 고정되어 있는 피절삭물을 테이블 위에 고정하고 테이블의 이송으로 절삭가공을 한다. 이 기계로 할 수 있는 가공으로는 ①평면절삭, ②홈절삭, ③곡면절삭, ④단면절삭, ⑤기어절삭, ⑥캠 제작, ⑦특수나사 제작 등이 있는 만능 공작기계이다.

현재는 CNC 밀링 M/C, MACHINING CENTER, 5축 가공기 등의 다용도 복합공작기계로 발전하고 있다. 이 중에서 폭넓게 사용되고 있는 MACHINING CENTER를 살펴보면, 이 기계는 복잡한 형상의 제품을 높은 정밀도로 여러 종류의 공구를 자동으로 교환해 가면서 순차적으로 정면 및 홈 가공, 구멍 뚫기, 보링 가공, 나사 절삭 등을 효율적으로 하는 복합 공작기계이다. 또한 머시닝 센터는 자동 운전이 가능하며 자동 팰릿 교환 장치(automatic pallet changer), 로봇(robot), 자동 운반 장치 및 자동 창고 등과 함께 절삭 가공의 능률화는 물론 기계 공장에서 부품 가공 공정의 자동화를 실현하는데 단위 공작 기계로서의 중요한 역할을 하고 있다.

머시닝 센터의 장점으로는 ①소형부품은 1회에 여러개를 고정하여 연속 작업, ②가공물을 1회 고정으로 면가공, 드릴링, 탭핑, 보링작업 등을 연속공정으로 작업, ③형상이 복잡하고 공정이 많은 제품일수록 가공효과가 큼, ④특수공구의 제작이 불필요, ⑤제조원가 및 임금을 절약, ⑥생산제품의 균일성 향상 등이 있다.

3.3 연삭가공

연삭작업은 여러 가지 형상을 가진 연삭숫돌(grinding wheel)을 고속으로 회전시켜 이것을 공구로 사용하고, 피연삭물에 상대운동을 시켜

표면을 정밀하게 가공하는 것을 말한다.

연삭가공은 선반의 바이트나 밀링의 커터와 같은 절삭공구에 의한 가공에 비하여 금속제거율(metal removal rate)이 낮으나 다음과 같은 장점을 갖고 있다. ①연삭숫돌 입자의 경도가 높기 때문에 다른 절삭공구로 가공이 어려운 경화강(硬化鋼)과 같은 경질재료의 가공이 용이하다, ②생성되는 칩(chip)이 매우 작아 가공정밀도가 높다, ③연삭숫돌 입자가 무디어져 연삭저항이 증가하면 숫돌입자가 탈락되는 자생작용(自生作用)을 하므로 다른 공구와 같이 작업중 재연마를 할 필요가 없어 연삭작업을 계속할 수 있다.[5]

연삭에서는 다른 절삭가공에 비하여 단위체적의 연삭분(硏削粉; grinding chip)당 가공 에너지가 크기 때문에 열이 많이 발생하며, 숫돌의 열전도도가 낮아 칩에 의하여 나가는 열 외에는 대부분의 연삭열이 가공물에 전도된다. 따라서 연삭열로 인하여 가공물이 변질되거나 연삭균열이 발생할 수 있으므로 연삭유제를 공급하여 이에 대처하여야 한다.

연삭유제는 윤활성, 냉각성, 침투성을 가져야 하며, 윤활작용은 숫돌입자의 마모를 적게 하고 열발생을 적게 한다. 냉각성은 발생열을 신속히 제거함으로써 숫돌입자의 마모를 적게 하고, 가공물의 열변형 및 변질을 방지한다. 침투성은 숫돌입자 사이가 칩으로 메워지지 않도록 함으로써 숫돌입자의 연삭작용을 돕는다.

연삭유제의 구비조건으로는 ①연삭성을 좋게 할 것(chip 생성을 용이하게 할 것), ②가공면의 정밀도를 좋게 할 것, ③숫돌입자의 마모를 적게하여 연삭숫돌의 수명을 크게 할 것, ④가공물 및 연삭기가 녹슬지 않게 할 것 등이 있다.

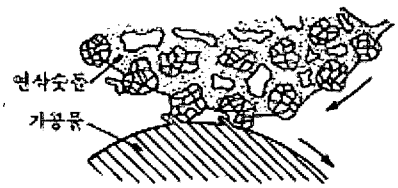


그림 5. 연삭기구.

3.4 방전가공

방전가공이란 전기적인 방전 현상을 이용한 가공법으로 전극과 피가공물 간에 고주파 펄스 파형의 전압을 가하여 방전을 행함으로써 피가공물 표면층을 제거하는 가공법이다.[6]

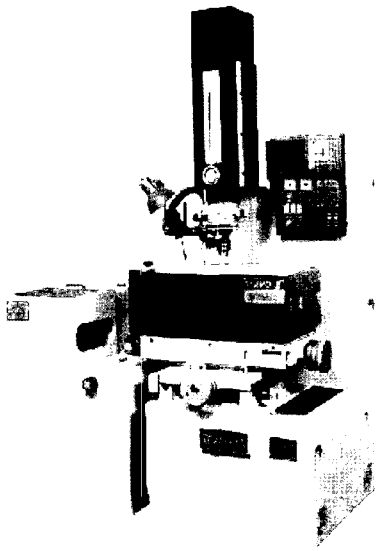


그림 6. 방전가공기.

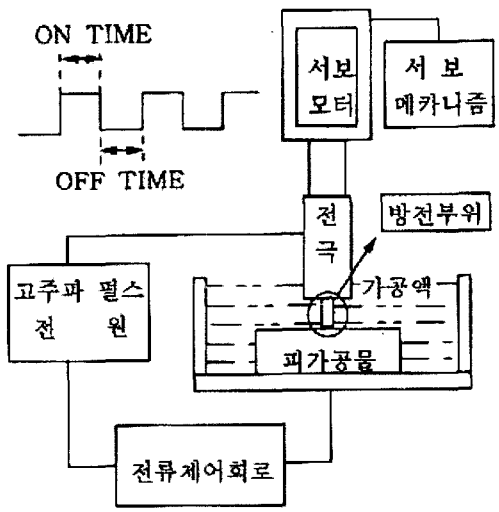


그림 7. 방전가공의 원리.

방전가공 원리는 그림 7처럼 가공액 중에서 전극과 피가공물 사이는 서보 메카니즘(servo mechanism)에 의해 작은 갭(gap)을 유지하도록 제어된다. 또한, 전극과 피가공물 간에 고주파 펄스 전원에 의해 무수히 많은 펄스 파형이 피가공물의 최단점으로 흘러 전류밀도가 높은(고에너지) 전자가 금속을 가열하여 용해시킨다. 이러한 지점을 방전점이라 한다. 이 방전점은 온도상승이 급속도로 이루어져 양극(전극과 피가공물)간에 높은 압력이 발생하여 증발 현상이 되어 기화가 발생하며 용해한 금속은 작은 알갱이가 되며 가공액의 흐름에 의해 제거된다. 즉, 이러한 과정을 여러 번 반복하여 가공하는 것이 방전가공기의 기본원리이다.

방전가공의 정밀도는 ①기계 자체의 정밀도, ②전원 성능에 의한 각종 가공 특성, ③전극의 가공 정밀도, ④설치 정밀도, ⑤가공액의 취급 등에 따라서 정해진다.

최근에는 메커트로닉스의 발전에 따라 방전 면조도의 설비 기능으로는 가공조건의 프로그램 제어화, 요동 방전이나 위치 결정, 전극 교환 등의 NC 제어화가 있고, 기능, 정밀도 모두 향상되고 있다. 그 중에서 정밀도 향상에 크게 기여하는 것으로서 NC 제어에 의한 요동 가공이 주목받고 있고, 요동 가공의 목표로는 주로 다음 두 가지 점을 들 수 있다.[7]

1) 방전 가공에 의한 측면 및 면조도를 균일화한다.

2) 전극의 소모를 요동량(0.01~0.5 mm)으로 보정하고 전극사용횟수를 증가시킴과 동시에 가공속도를 향상시킨다.

또한, 방전가공에 의한 금형가공에는 커터 공구 대신에 전극이라는 공구가 필요하며, 이 전극(electrode)의 재료로는 다음과 같은 조건을 구비한 것이 이상적이다.

1) 피가공물에 대해서 가공이 안정되게 진행되는 재료

2) 가공에 따르는 전극자체의 소모가 적을 것

3) 기계적 강도가 있을 것

4) 기계 가공성이 좋을 것

5) 가격이 싸고 구하기가 쉬울 것

전극으로 사용되는 것에는 순동(Cu)전극과 탄소(Graphite)전극이 제일 많이 사용되고 있지만, 정밀금형의 방전가공용으로는 은텅스텐합금(Ag-W) 또는 동텅스텐합금(Cu-W)이 사용된다.

방전가공에서 일정한 장력을 가진 와이어(직경 0.1~0.3 mm)를 전극으로 사용하여 공작물과의 사이에 방전을 일으켜 가공하는 것을 와이어컷방전가공(그림 9 참조)이라고 한다.[8]

이 가공의 특성으로는 가공전원 전압, 충전류의 세기, 시간 폭 등의 선택에 의해서 가공특성이 변한다. 가공조건으로 와이어의 재질, 직경, 장력, 이송 속도, 가공액 비저항, 가공액 공급량, 가이드와 공작물의 간격 등에 따라 결

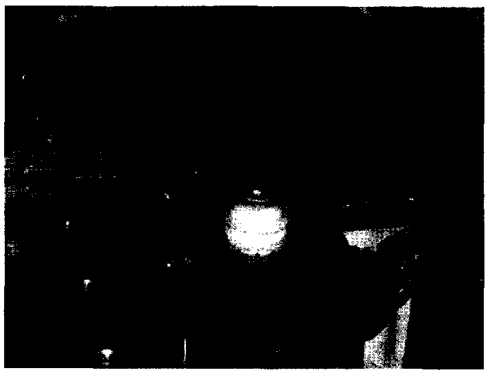


그림 8. 와이어컷 모습.

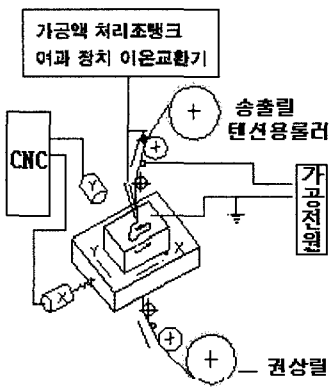


그림 9. 와이어컷원리.

정된다. 와이어 전극으로는 동, 황동, 흑연, 텅스텐, 몰리브덴 등의 재질을 이용되고 있다.

4. 제품에 적합한 사상 및 마무리 관리

금형에 의한 성형가공에서 금형품질의 좋고 나쁨은 성형가공의 생산성이나 제품의 품질성형코스트에 직접 영향을 미치게 된다. 이 금형품질을 좌우하는 것이 금형의 표면마무리이며, 이것에 요구되는 사항으로 다음과 같은 것이 있다.[9]

1) 표면에 흐트러짐이 없는 형상정밀도와 곡면의 부드러움

2) 제품사양에 적합한 표면거칠기와 그것의 균일성

3) 제품빼기 구배면의 편평도와 폴리싱 방향의 일정성

4) 능선이나 코너부의 연속성 등 마무리 정밀도의 개성

5) 단면의 플래시가 없는 금형맞춤 정밀도

6) 세부형상에 대한 표면마무리 정밀도의 개선

위와 같이 복잡하고 다양한 공작기계에 의해 금형은 가공되고, 표면마무리를 거쳐서 완성되는 금형은, 그 측정에 대해서 기계가공의 경우보다 더 복잡하고 더 정밀한 수단이 요구되고 있으며, 특히 고무부품의 경우처럼 접촉식 측정방법으로는 불가능한 제품의 경우는 금형의 품질에 의존할 수밖에 없기 때문에 더욱 더 정밀하고 정확한 수단이 요구되는 것이다.

최근에는 금형의 설계 단계 혹은 그 보다 앞선 제품의 설계 단계에서 작성된 3D Modeling data가 직접 3차원측정기로 전해지고 있는 상황이고 보면 금형측정의 미래는 당분간 이 3차원측정기에 의존하여야 할 것으로 판단된다.(그림 10 참조)

세부형상의 표면마무리에 대해서는 금형가공에 사용되는 설계도면에 지시사항으로서 KS B 0161에서 규정하고 있는 기호와 방법으로 표기되어 있는 것이 중요하다.

4.1 표면거칠기

표면거칠기(surface roughness)는 기계가공 및 표면마무리 과정에서 필연적으로 발생하는 규칙적이거나 불규칙적인 요철을 말한다. 금형부품이 요철이 없는 이상적인 표면을 갖도록 제작하는 것은 생산공학적으로 불가능하며, 필요 이상으로 표면을 매끄럽게 다듬는 것은 비경제적이다. 그러므로 기계 부품은 그 사용 목적과 기능에 따라 적절하게 다듬어져야 한다. KS B 0161에서 규정하는 표면거칠기 표시 방법에는 ①중심선 평균거칠기, ②최대높이, ③10점 평균거칠기 등이 있다. 금형부품 가공도면에는 이 중 한가지 방법으로 지시되어야 한다.[10]

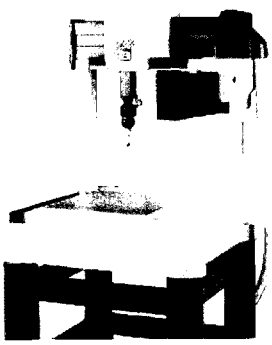


그림 10. 3차원측정기.

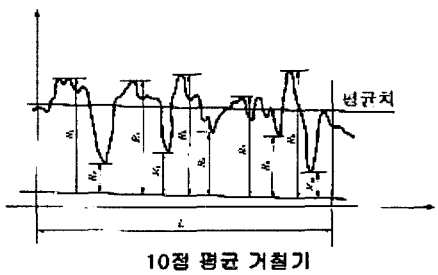


그림 11. 표면거칠기 측정방법.

1) 중심선 평균거칠기

굴곡을 가진 단면을 측정한 모습에서 중심선으로부터 아래쪽 면적의 합을 S1, 중심선으로부터 위쪽의 면적의 합을 S2라 할 때, S1=S2가 되도록 그은 선을 중심선이라 하고, 중심선 이하의 부분을 중심선 위로 올리면 파선과 같게 되고 이들의 면적의 합 즉, S1+S2=S를 구하고 이 S를 측정길이 l로 나눈 값이 Ra가 된다. 이는 중심선에 대한 산술평균 편차에 상당하는데, 이와 같은 계산은 모두 측정기에서 하게 되며, 결과 값만을 지시계에서 직접 읽을 수 있게 된다.

2) 최대높이

단면곡선에서 기준길이 만큼 채취한 부분의 가장 높은 봉우리와 가장 깊은 골 밑을 통과하는 평행한 두 직선의 간격을 단면곡선의 세로배율 방향으로 측정하여 이 값을 단위로 표시한 것이다

3) 10점 평균거칠기

단면 곡선에서 기준길이 만큼 채취한 부분에 있어서 평균선에 평행한 직선 가운데 측정한 가장 높은 곳으로부터 5번째까지 봉우리의 표고 평균값과 가장 낮은 곳으로부터 5번째까지의 골밑의 표고 평균값과의 차이를 단위로 나타낸 것을 말한다.

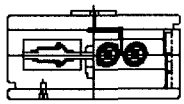
4.2 표면거칠기의 적용

표면거칠기값은 일반적으로 중심선평균거칠기 Ra 값을 사용한다. 예를 들어 단조가공에서 정밀급은 Ra 3.2~6.3으로 표기하는 데, 이 값은 최대높이 12.5~25μ의 거칠기이며, 원통연삭의 정밀급은 Ra 0.1~0.4(최대높이 0.4~1.6 μ)의 값이 되는데, 경면(거울면)으로 불리는 사상면의 거칠기가 이론적으로는 이 값에 해당된다. 이 보다 더 정밀한 것으로 초사상(SUPER POLISHING), 래핑(LAPPING)으로 불리는 것으로 Ra 0.025~0.05(최대높이 0.1~0.2μ)급이 있다. 고무부품의 경우도 요구되는 제품의 표면정밀도를 최대한으로 적용하고, 금형으로부터의 제품취출을 감안하여 표면거칠기를 결정하여야 할 것이다.

5. 고무용 금형의 가공과 구조가 생산성에 미치는 영향

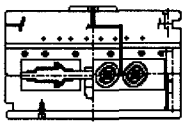
고무용 금형은 다음과 같이 4가지 종류가 일반화되어 있고, 각각의 특성을 지니고 있는 것으로 조사되었다.[11]

1) CRB(Cold Runner Block) Injection 방식



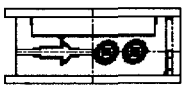
생산성 : 매우높다
사이클타임 : 매우 짧다
자동화 : 매우 쉽다

2) HR(Hot Runner) Injection 방식



생산성 : 높다
사이클타임 : 짧다
자동화 : 쉽다

3) TRANSFER 방식



생산성 : 매우 낮다
사이클타임 : 매우 길다
자동화 : 매우 어렵다

4) COMPRESSION 방식

생산성 : 낮다
사이클타임 : 길다
자동화 : 어렵다

금형의 가공상태가 여러 가지 구조를 지닌 금형에 미치는 공통적인 문제점으로, 상온을 기준으로 작동하도록 가공된 여러 끼워맞춤부가 금형의 온도변화에 따라 작동에 이상을 일으키는 것을 들 수 있다. 이것은 금형의 온도가 상승함에 따라 부품이 팽창하는 것에 따른 것으로, 금형의 사용 온도조건을 파악한 후, 열팽창에 따른 치수변화량만큼을 상온에서 금형을 조립할 때 반드시 반영하여야 중요한 사항이다.

고무용금형과 같은 MOLD류에 속하는 금형의 마무리 작업에서 간과하는 문제가 폴리싱(polishing) 작업에서 작업성을 내세워 제품의

이형방향을 고려하지 않고 폴리싱을 한다는 것이다. 예를 들어 원통형 제품용 금형에서 코어(core)나 캐비티(cavity) 같은 부품을 회전시키면서 폴리싱을 하면 그 방향은 제품의 이형방향과 직각을 이루게 된다. 따라서 폴리싱에 의해서 생기는 무늬는 제품의 이형을 방해하는 요소로 작용하게 되므로 금형의 마무리 작업에 세심한 주의를 필요로 한다.

금형의 가공이 제품의 생산성에 미치는 이유의 하나로서 제품의 치수문제로 인하여 발생하는 금형수정시간에 따른 시간적인 손실이 것이다. 성형된 제품의 치수는 금형에 의해서 결정되는 치수와 금형에 의해서 결정되지 않는 치수가 있다. 예를 들면 단차가 있는 모자 모양의 제품에서 단차부의 치수는 당연히 금형의 정밀도에 따라서 결정되어 지지만, 손잡이 부분의 두께 치수는 상하 혹은 좌우로 금형이 분리되는 소위 파팅면(parting face)이기 때문에 금형에 의해서 결정되는 치수가 아니라, 기계에 의해서 이루어지는 클램프 정밀도에 따라서 치수가 달라지게 되므로 금형에 의한 문제라기보다는 성형기 자체의 문제이므로 문제해결을 위한 방향은 성형기쪽으로 유도되어야 하는 것이다.

6. 금형의 열처리 및 표면경화처리

금형이 사용목적에 따른 기능을 충분히 발휘하려면 각 용도에 적당한 성분을 가진 재료를 선택하여야 하고, 그 재료의 내부결정조직이 목적하는 용도에 가장 적합한 상태로 조절되는 되는 것이 필요하다. 이 조절방법으로 금속을 적당한 온도로 가열 및 냉각 등의 조작을 하여 목적한 성질을 부여하는 것을 열처리라고 한다.[12]

열처리에는 다음과 같은 4 가지 기본방법이 적용되는데,

1) 담금질(quenching): 급냉시켜 재질을 경화

2) 뜨임(tempering): 담금질한 것에 인성을 부여하고, 조직을 균질화

3) 풀림(annealing): 재질을 연하게 하고, 결정을 조절

4) 불림(normalizing): 소재를 균질로 하고 표준화

등이다. 구체적인 설명은 너무 잘 알려진 부분이므로 생략하기로 하고, 대신에 금형부품의 국부적인 경화처리에 대해서 서술하기로 한다.

6.1 표면경화처리

금형의 부품에 대하여 표면은 경도(硬度)가 높고, 내부는 인성(靭性)이 큰 것이 요구될 때가 많다. 이와 같은 용도로는 탄소함유량이 적은 재료가 사용되는 데, 탄소량이 적은 것은 담금질을 하여도 경도가 높아지지 않는다. 따라서 좀 더 특별한 방법으로 표면경화(表面硬化)를 해서 사용하게 되는 데, 그 중에서 중요한 것으로 다음과 같은 것이 있다.

1) 고체침탄법 (solid packed carburizing)

이것은 강을 900~950℃ 전후의 온도로 장시간 침탄시키기 때문에 재료의 중심부 조직이 커지게 되어 그대로 사용하지 않고 침탄 후 다시 담금질을 하여 중심부의 조직을 미세화하고 다시 표면층을 경화하기위해 담금질을 따로 실시 한다. 이러한 열처리를 케이스하드닝(case hardening)이라 한다. 1차 담금질은 870도에서 920도에서 기름에 담금질하고, 다시 750도에서 800도로 재가열하여 물 또는 기름에 2차 담금질을 한다. Ni강, Cr강에서는 1차담금질을 하지 않고 침탄완화제를 섞어서 2차담금질로 처리되어진다. 침탄법의 장점이라면 대형부품의 처리가 가능하고 소량생산에 적합하며 설비비가 저렴하다. 단점으로서는 경도가 불균일하고 과잉침탄되기 쉽고 작업환경이 좋지 않다는 점을 들 수 있다.

2) 고주파 경화법(induction hardening)

이것은 경화시키려는 부분의 표면에 유도자(induction coil)를 가열부분형상에 접근할 수 있는 구조로 설계를 한 후에 이를 접근시켜 수초내에 변태점 이상의 온도로 가열시킬 수 있으

며, 이 열에 의해 표면층만 경화시키는 것이다. 이 방법의 특징으로서는 직접가열하기 때문에 열효율이 높고, 국부적인 담금질이 가능하며 처리시간이 짧고, 작업능률을 향상시킬수 있고, 담금질 재료의 피로 강도가 우수하며 작업조건이 다른 열처리보다 양호하다. 단점으로서는 설비기구가 고가인 것을 들 수 있을 것이다. 예를 들어 기어의 열처리는 고주파 열처리로 하는 것이 대부분이다.

3) 화염경화법(Flame Hardening)

이것은 중탄소강(C0.4~0.5%)의 재료에 경화시키려는 부분을 산소아세틸렌 불꽃으로 급속가열하고 곧바로 물속에서 냉각하면 그 부분만이 담금질되어서 경화되는 방법이다. 대단히 거칠은 경화법으로 주로 현장 등에서 임시조치로 쓰여진다.

7. 결 론

고무용 금형은 고무를 고무가 갖고 있는 특성을 이용하여, 고무를 소재로 하여 제품을 생산하는 수단으로서 대단히 중요한 위치를 갖고 있는 것이다. 고무용 금형은 ①콜드런너블록 인젝션 방식, ②핫런너 인젝션 방식, ③트랜스퍼 방식, ④컴프레션 방식 등으로 나누어 지고, 각각 생산성과 사이클타임에 대해서 ①〉 ②〉 ④〉 ③의 순서를 나타내는 특징을 가지고 있다.

고무부품은 자동차부품을 시작으로 산업용 방진구, 기계요소류, 정밀기계장치, 철도차량부품, 철도궤도부품, 정보통신기계, 인쇄 및 제지, 선박 및 해양관련제품, 가전제품 등 다양한 적용분야를 가지고 있기 때문에, 그에 따른 금형의 다양한 대응이 기대되고 있다.

금형에 의한 성형가공에서 금형품질의 좋고 나쁨은 성형가공의 생산성이나 제품의 품질성형코스트에 직접 영향을 미치게 된다. 이 금형품질을 좌우하는 것이 금형의 기계가공 및 표면마무리 작업이다. 이 중에서 기계가공은 전적으로 기계의 정밀도에 의존할 수밖에 없으나, 표면의 마무리작업은 사람에 의해서 향상될 수 있는 가공이라 하겠다. 고광택의 제품표면을 위한 금형표면은 경면(鏡面, 거울면, 표면거칠기 최대높이 0.4~1.6μ혹은 0.1~0.2μ)정도의 거칠기이어야 한다. 이러한 표면을 얻기 위해서 금형은 열처리와 표면경화처리 등이 필요하게 된다.

금형에 의한 생산성을 향상시키기 위해서, 금형의 가공이 해결해야 할 과제는 ①금형의 사용 온도조건을 파악한 후, 열팽창에 따른 치수변화량만큼을 상온에서 금형을 조립할 때 반드시 반영하고, ②폴리싱에 의해서 생기는 무늬는 제품의 이형을 방해하는 요소로 작용하게 되므로 제품의 이형방향과 반드시 일치시키고, ③제품의 치수관리포인트가 금형에 의한 것인가 금형을 제외한 다른 요소에 의한 것인가 잘 판단하는 것이라고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 김완두, 「고무류 기계부품의 설계·해석 및 평가기술」, 1999.
2. 사단법인 일본금형공업협회 간행물
3. (주)명진몰드, 회사소개 자료
4. 염영하, 「최신 기계공작법」, 1996.
5. 서남섭, 「전북대학교 웹강의 기계공작법」, 2002.
6. 정광기계, 「방전가공의 기초이론」, 1984.
7. 중소기업진흥공단, 「사이버자료실 금속가공이론」, 2000.
8. Open Vocational Training, 「CNC 와이어컷 방전가공의 원리」, 2000.
9. 유병렬, 「최신 금형제작기술」, 1989.
10. 최문길, 「사이버제도교실, 표면거칠기」, 2002.
11. (주)화진인더스, 「Molds의 구조별 특징」, 1999.
12. 염영하, 「최신 기계공작법」, 1996.