

원심바렐연마가공에 있어서 품질향상 대책

Quality Improvement in Centrifugal Barrel Finishing Machine

홍순교 (삼성전자(주) 기술총괄 기반기술센터)
Soon-Kyo HONG (SAMSUNG Electronics Co.,Ltd)

ABSTRACT

In centrifugal barrel finishing, it is not easy to establish the optimum working conditions for different workpieces. As they are adjusted in trial and error practically, production efficiency and quality are sometimes low.

In the present paper, firstly, installation of the barrel finishing machine, finishing purpose and working conditions have been analyzed in order to eliminate the defects of the finished surface. Secondly, on the basis of this result, quantity of the water and selection of the media and the compound, etc. have been investigated. As a result, production efficiency and quality have been improved under the specified optimum working conditions.

In addition, durability of the media and the compound has been tested experimentally. As a result, it was found that the expected life of the media is about 85 hrs and that of the compound is about 5 hrs. Besides, high quality control has been achieved by newly proposed inspection at regular intervals.

Key Words: centrifugal barrel finishing (원심바렐연마가공), installation (설치), unbalance (불균형), water(물) compound (콤파운드), media (메디아), quality (품질), improvement (향상), life (수명시간)

1. 서론

바렐연마가공은 피가공물에 적당한 조건으로 작업을 한다면 항상 균일한 다듬질 가공이 가능하고 조작도 간단해서 다른 가공법과 비교하면 원가절감에 기여폭이 크다. 그 때문에 사무용기계, 기어, 의료기기, 자동차, 항공기, 기억장치(HDD)등 여러가지 분야에서 공업적으로 널리 사용되고 있다^{(1)~(4)}.

바렐연마가공에 관한 연구로서는, 倉藤⁽⁵⁾에 의한 이론적인 검토와 船橋⁽⁶⁾ 및 木下⁽⁷⁾에 의한 실험적인 검토가 있다. 그러나, 각종 피가공물에 대해 적절한 작업조건 및 합리적 결정순서에 관한 보고가 없어 실제로는 시행 착오적으로 대처하지 않을수 없다. 또한 검사공정에서 연마가 미흡할 경우 벨트연삭 또는 재연마작업등을 해야하므로 다른 가공법 보다 품질 및 생산능률이 우수하다고 볼수 없다.

이 논문에서는 우선, 그 품질을 좌우하는 요인분석을 실시하고 이것을 토대로 적절한 작업조건을 제검토를 하였다. 또한 고품질 유지를 위해 메디아(media) 및 콤파운드(compound)의 수명을 정량적으로 평가 시도하였다.

2. 바렐연마가공의 원리⁽⁸⁾

본실험에서 사용된 원심바렐연마가공기의 주된 사양은 표1과 같다. 바렐통 치수가 $\phi 285 \times 1600$ L mm인

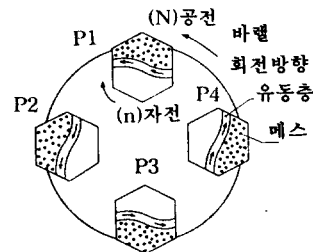


그림1 바렐연마의 원리

Principle of centrifugal barrel finishing

표1 바렐연마기의 주요사양

Specifications of test centrifugal barrel finishing

바렐통 치수	$\phi 285 \times 1600$ L mm
바렐통	400 l (100 l / 1통 \times 4개)
피가공물 치수	$\phi 16 \sim 50 \times 490 \sim 1500$ L mm
피가공물 재질	스크류용 강(SCM824, SKD11)

대형 원심바렐 연마기이다. 원심바렐 연마의 원리⁽⁸⁾는 그림1과 같다. 바렐통 속에 피가공물, 메디아(media), 콤파운드(compound) 및 물 등을 넣어 회전시키는 것에 의해 피가공물이 메디아와 충돌하여 표면의凸凹가 제거되고 매끈매끈한 다듬어진면이 얻어진다. 본가공기는 연마능력을 크게하기위해서 원심력을 이용, 공전과 자전의 회전비율을 정, 역 1: 1에 설정되어 있

으며 조작이 간단하고 작업조건을 피가공물에 알맞은 방법으로 작업하면 항상 균일하게 다듬어진 면이 얻어지기 때문에 숙련을 요하지않는 장치이다.

3. 현재의 작업조건 및 문제점 재검토

3. 1 현재의 작업조건

(1)바렐의 형식과 크기: 표1참조

(2)메디아(media)의 종류와 량

종류: 금속용 쇼렐나겟트(SN), 크기(6S): 5.5~ 8 mm

량: 바렐통 용량 100 l의 70%이상

(3)콤파운드(compound)의 종류와 량

종류: #66의 분말제품, 거친연마가공 및 방청용

량: 약400g

(4)물의 량: 바렐통의 용량 100 l의 약80~90%

(5)피가공물과 메디아의 혼합비:스크류 1개/ 1 바렐통

(6) 가공시간: 약1hr

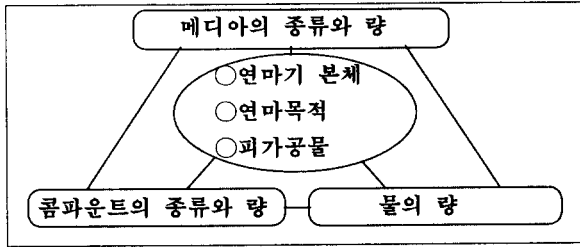


그림2 바렐 연마의 작업조건

(Working conditions of centrifugal barrel finishing)

3. 2 현재의 문제점

바렐 연마기의 문제점의 발생요인으로 추측되는 작업조건을 그림2에 나타낸다.

우선, 연마기 본체 상태와 메디아, 콤파운드 및 물등의 상관관계가 있다. 다음으로 메디아와 피가공물과의 상관관계, 그 이외에도 연마목적에 맞는 메스(메디아와 피가공물)의 변화 등에 의해 민감하게 변한다.

구체적인 문제 발생의 예로서는 그림3에서 화살표로

---- 기존상태 —— 대책후

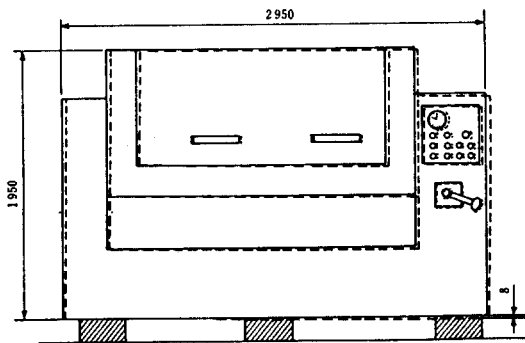


그림 4 바렐연마기의 설치상태

(Installing conditions of centrifugal barrel finishing)

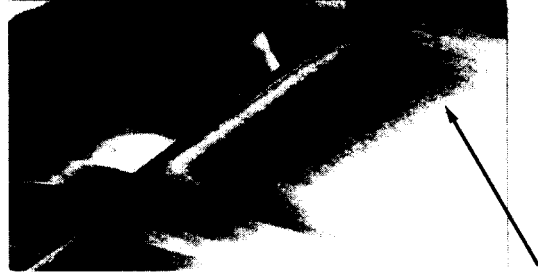


그림3 바렐연마후 발생한 다듬질 마무리가 안된부분 (Examples of defects on the finished surface after barrel finishing)

가리키는 것 같이 피공작물의 R 부분과 표면에 마무리가 안된부분이 있다. 그것들을 완전히 제거하기 위해서는 벨트연삭 또는 재 바렐연마가공을 필요 하기 때문에 가공 소요시간은 약 90분~140분 추가되어 그 결과 생산능률은 현저히 저하 된다. 또한 바렐연마 후의 빛깔은 흑색이고 광택이 나지 않는 문제도 있다. 또한 작업조건에 있어서는 피가공물에 대한 검토가 미흡해 시행 착오적으로 대처하고 있다.

4. 대책

4. 1 연마기본체의 설치상태

(1)연마기 본체의 레벨 (Level)

그림4에서 가리키는것 같이 기계본체의 수평도를 측정 한 결과 오른쪽이 낮아 메스(메디아 및 피가공물)가 오른쪽으로 치우쳐 있어 표면에 다듬질 마무리가 안된 부분이 생길 가능성이 있다. 그래서 대책으로 기계 본체의 오른쪽을 약 8mm 높혀 수평이 되게 조절 한 결과 바렐통의 메스의 왼쪽과 오른쪽이 균등하게 되었다.

(2)바렐통의 중량차에 의한 불균형(Unbalance):

메디아, 콤파운드, 물 및 피공작물의 최적의 투입량의 기준이 없이 그림1의 P1과 P3, P2와 P4의 중량이 불균형(Unbalance)한 상태로 사용하고 있다.

그 결과 회전축의 볼베어링에 과부하가 걸려 고장의 요인으로 되어있다. 해결 방법으로 메디아, 콤파운드, 물 및 피공작물의 최적의 투입량을 눈금 표시로 조절 함으로써 간단하게 P1과 P3, P2와 P4의 중량의 차가 5%이내로 발란스 조절이 가능하게 되었다.

4.2 최적의 작업조건의 검토^{(3),(7),(8)}

(1)메디아의 선택

금속용 쇼렐나겟트(SN)는 인조석 덩어리로 화강암, 자갈 등의 천연석덩어리에 비해 마무리 가공량이 크고 거친연삭, 마무리연삭, 껍질을 벗기는 다듬질 가공의 목적으로 쓰여지고 있다. 스크류의 치수가 소형($\phi 16 \sim \phi 22$)의 경우 그림3과 같이 R부분에 마무리가 안된

부분이 발생한다. 그 원인으로 미디어의 량 및 크기가 부적절하다고 생각된다. 현재 사용되고 있는 미디어의 크기는 5.5~ 8 mm 으로 R부의 곡률반경에 비교해 크기 때문에 다듬질 마무리가 안된 부분이 발생 하는 것으로 추측되어 3.5~4.5 mm 크기의 새로운 미디어로 교환하였다. 그 결과 그림 5에 보이는 것같이 피공작물인 스크류의 치수가 $\phi 16 \sim \phi 22$ 의 경우 R1.5부의 마무리가 안된 부분이 완전히 없어졌다.

표2 실험용 콤파운드의 특성

(Characteristics of tested compound)

구 분	성질	피가공물 재질				가공 목적					
		pH (1%)	철강	알루미늄	아연	강	거친연마	다듬연마	광택	방청	변색방지
분 말	65	9.2	○				○				
	66	11.6	○				○			○	
	70S	9.3		○	○	○	○				
액 체	55	9.2						○	○		
	SE	7.2		○	○	○		○	○		○

(2)compound의 선택

운활작용, 연마력의 향상작용, 방청작용등 콤파운드(compound)는 대단히 중요한 역할을 하고 있기 때문에 피가공물의 연마목적 및 재질등에 의해 콤파운드의 종류와 량을 선정할 필요가 있다. 현재 사용되어 있는 콤파운드는 철강 가공물의 거친연삭용과 방청 목적인 #66의 분말제품이다. 표2에서 가리키는 것 같이 그 외 여러종류의 분말제품 및 액체제품의 콤파운드 등이 있다. 여기서 그것들의 성능을 비교하였다. 이 때의 바렐통(Pot) 속의 메스(미디어, 물 및 공작물)투입량은 100 l의 약70%이다. 본 실험에서 콤파운

드의 량은 분말제품의 경우 표준첨가량은 10g/ l 이고 약 700g/ 1Pot을 넣었다. 또한 액체제품의 표준 첨가량은 10cc/ l 이고 약 700cc/ 1Pot을 넣었다. 그 결과 그림6에 나타낸 것과 같이 광택 마무리가 가장 좋으면서 운활작용, 연마력의 향상작용, 방청작용등이 차이가 없는 이유 때문에 SE를 선정하였다.

(3)물의 량

물의 작용과 효과는 유동층에 있어서의 운활작용, 피가공물과 미디어 및 통벽과의 완충작용, 피가공물과 미디어 표면을 항상 청결하게 하는 역할을 한다.

또한 물의 량의 경우 그림2에 나타내는것과 같이 미디어의 량, 콤파운드의 량과 함께 마무리 가공에 지대한 영향을 가져오는 중요한 요인중 하나이다.

현재 일반적으로 물의 량은 바렐통 용량 100 l 속 에 80~90% 정도 투입하는등 시행 착오적으로 대처하고 있기 때문에 그 역할이 충분히 발휘되고 있지 않다. 여기서 연마조건으로서 $\phi 20$ 의 공작물을 미디어의 크기는 3S (4.5~3.5 mm), 량은 100 l의 40%, 앞서 선택한 액체 제품의 콤파운드(SE)의 투입량은 약700 cc, 물의 량은 미디어 면위 눈금 50mm 정도에 투입하여 약1시간 운전하였다. 그 실험결과를 그림6에 가리킨다. 눈으로 관찰한 결과, 뒤수정(재연마) 가공한 것과 동등의 가공면과 기존에 얻기 어려웠던 광택도 얻어졌다. 더우기 물의 량을 변화시켜 얻어진 결과 거친가공의 경우는 미디어면과 동일 수위에서 광택 마무리가공의 경우는 미디어면의 40~150mm수위를 조절하는 등의 기준치를 설정하는 것에 의해서 좋은 효과를 얻을 수 있었다.

이상의 결과, 그림7의 수정된 가공공정의 흐름도에서 나타내는것과 같이 연마기본체의 준비조건과 알맞은 작업조건 설정에 의해 마무리 가공후 불량이 완전히 제거되어 가공공정이 단축되어 품질및 생산능률을 향상시키는 것이 가능했다. 그러나 실제의 미디어 및



그림 5 새로운 미디어의 선택후 바렐연마한 공작물의 비교 (Comparison of finished surfaces after using new media)



그림 6 새로운 콤파운드와 물의 량의 조절후 바렐연마한 공작물의 예 (Example of finished surfaces after adjusting new compound and quantity of water)

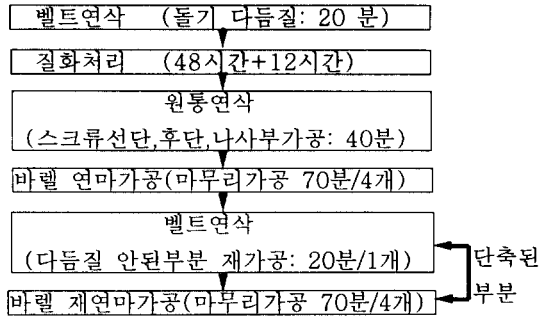


그림7 수정된 가공공정의 흐름도
(Flow of corrected working process)

컴파운드의 수명을 잘모르기 때문에 상기의 결과만으로 고품질 유지는 불가능하다. 따라서, 미디어 및 컴파운드의 수명을 정량적으로 검토하였다.

4. 3 미디어 및 컴파운드의 수명

(1) 미디어의 수명에 대한 검토

각 바렐통별 시간의 경과에 의한 미디어의 소모율로부터 판단했다. 사용된 미디어의 종류는 금속용 쇼렐 나겟트로 크기는 3S (3.5~ 4.5 mm)로량은 바렐통 용량 100 l 의 40~45% (약75kg)이다. 그 결과 그림8에서 가리키는것 같이 평균1시간의 소모량은 0. 573 % 이고 통(Pot)속의 최소 용량한계가 20%라면 통(Pot)속 량은 절반인 약 37. 5kg 으로 총 사용시간은 약85시간 이된다.

(2) 컴파운드의 수명에 대한 검토

업체 (maker)의 표준수명^{(1), (3)}은 약 0.5시간이지만 실제로 작업조건에 의해서 컴파운드의 수명은 다소 다르기 때문에 그것들의 수명을 시간의 경과에 의한 pH 농도변화와 컴파운드의 오염도의 증가에 의한 침전량 차를 Filter사용해서 판단하였다. 컴파운드는 4. 2절에서 선택된 액체제품의 SE로 총투입량 약700cc 로 실시한 결과를 그림9에 나타낸다.

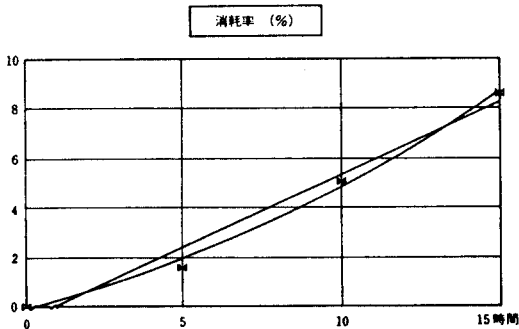


그림8 시간의 경과에 의한 media의 소모량의 변화
(Change of consumption of media with the lapse of time)

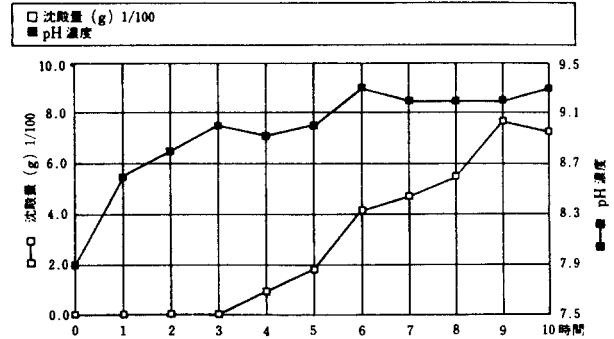


그림9 컴파운드의 수명(Life of compound)

pH 농도는 6시간째부터 8.0이상으로 상승하고 컴파운드의 오염도 증가에 따른 침전량도 급증하는 것을 알수 있다. 또한 9시간 이상 되면 침전량이 메스 전체의 약40% 이상 되어 바렐연마후 피가공물 표면상에 $\phi 1-2$ mm 정도의 검은 원 모양이 발생한다. 그 결과 사용시간은 5시간 정도가 적절 하다고 판단된다. 또한 점검표등을 작성하여 매회 확인함으로써 고품질유지가 가능하게 되었다.

5. 결론

- (1)연마기 본체의 레벨조정과 바렐통의 메스 투입량 설정에 의해 중량의 분담을 균등하게 할 수있었다.
- (2)최적 작업조건의 검토 및 실행에 의해 품질및 생산능률을 향상 시키는 것이 가능 해졌다.
- (3)미디어 및 컴파운드의 수명을 실험적으로 검토한 결과 미디어는 약85시간, 컴파운드는 약5시간의 사용이 최적이라 판단 되었다. 또한 점검표를 작성하고 매회 확인함으로써 고품질의 유지가 가능하게 되었다.
- (5) 설비의 기능·성능을 최고에 발휘·유지하기 위해서 구비해야 할 작업조건을 만들 필요성을 알았다.

(참고 문헌)

- (1)綜合catalog,チップトン社 發行,1990,
- (2)バレル/ ブラシ研磨機 綜合catalog,東洋研磨材工業(株)發行,
- (3)表面研磨・仕上技術集成”, 木下直治監修, 高澤孝哉 編著, 1985, p.275-289
- (4)“砥粒加工技術便覽”. 砥粒加工技術研究会編,1965, p.604-620
- (5)倉藤尙雄, 木下夏夫, バレル仕上法の研究, 精密機械, Vol 21 (7), 1953. p.260-264
- (6)船橋 渡, バレル仕上げ, 精密機械, Vol. 29(9). 1961, p. 593-598
- (7)木下直治, バレル仕上, 精密機械, Vol. 23 (4), 1955, p. 145-152
- (8)精密工作法(下).田中義信,津和秀夫,井川直哉 著, 共立出版, 1985, p.103-115