

마이크로 필름을 이용한 경면가공 시스템에 관한 연구

A Study on the Mirror Surface Finishing System using Micro Abrasive Film

김 기 수, 남궁 석

충남 대학교 기계공학과

ABSTRACT

The surface finishing systems using the micro abrasive film were designed and manufactured to make the mirror surface of the cylindrical workpiece. An experimental study of surface finishing was carried out to investigate the performance of mirror surface finishing system. The surface roughness of stainless steel was about $R_{max} 0.2\sim0.25\mu m$, $R_a 0.02\sim0.04\mu m$ in abrasive grain size 12, $9\mu m$. The surface roughness of chrome coated workpiece was about $R_{max} 0.07\sim0.11\mu m$, $R_a 0.01$ in abrasive grain size $3\mu m$. Also, to measure the mirror finishing time by mirror surface finishing system, the experiment was carried out on the chrome coated and ground roller of diameter 76mm and length 650mm. The finishing time and surface roughness were 40min and $R_{max} 0.1\sim0.13\mu m$, $R_a 0.01\mu m$.

서 론

최근 각종산업의 급속한 발전에 따라 각종부품에 대한 높은 형상정밀도 및 경면생성, 고능률, 양산시스템에 대한 요구가 높아지고 있다. 경면가공이 요구되는 각종 부품 중에 카메라 필름 및 자기테이프제조용 로울러, 인쇄용 로울러, 복사기 드럼등 원통형 부품의 경우, 초정밀 가공 및 연삭시스템을 이용하여 정밀도와 표면거칠기, 가공 능률적인 측면에서 매우 양호한 결과들을 얻고 있다. 그러나 이러한 가공법은 가공시스템 및 주변설비가 매우 고가이며, 그 운영에 있어서 상대적으로 높은 기술수준이 요구되고 있다. 높은 생산성과 비교적 쉬운 기술수준을 요구하는 현장관점에서는 이러한 기술들을 수용하는데 있어서 상당한 어려움을 겪고 있는 실정이다. 따라서 비교적 쉬운 가공기술로써, 보다 짧은 가공시간에 보다 높은 표면정도를 얻을 수 있는 저렴한 가공시스템을 개발할 필요성이 증대되고 있다^[1~3].

필름 및 자기테이프 제조공정에 이용되는 대부분의 로울러들은 무동력 회전 로울러이며, 이를 로울러는 베어링을 이용하여 양축을 지지하고 로울러를 통과하는 필름 및 테이프의 운동에 의하여 회전운동을 하게 된다. 이때 필름을 통과하는 필름의 속도와 로울러의 원주 속도와 로울러의 회전원주속도와의 상관관계는 제품의 품질을 결정하는 중요한 인자가 된다.

자기테이프 및 필름 제조공정 중에 자성 및 인화물질의 코팅공정에서 코팅된 테이프 및 필름이 여러 개의 로울러를 통과하면서 건조되어지고 다음 공정으로 보내어 진다. 이때 로울러를 통과하는 필름의 속도와 로울러의 회전속도가 100%일치되고, 또한 로울러의 표면이 고정도 이어야만 양질의 제품을 제조할 수 있다. 그러나 일반베어링을 사용하는 방식은 베어링 보울의 구름집축과 윤활유의 점성에 의하여 마찰력이 존재하기 때문에 필름의 이송속도와 로울러의 원주속도를 일치시키는 것은 불가

능하며, 이때 발생하는 속도차에 의하여 제품표면에 스크레치가 발생하게 되고 결국제품의 품질저하 및 불량율을 높이게 된다. 따라서 일반베어링을 사용하는 로울러의 경우 속도차가 발생하여도 로울러의 표면정도가 매우 높게 되면 어느 정도 이러한 문제를 해결할 수 있으므로 로울러의 표면조도가 매우 중요시되고 있다. 이외에도 인쇄용 로울러, 반사용 로울러, 박막코팅공정용 로울러, 제지용로울러 등 로울러의 표면조도가 제품의 품질에 크게 영향을 미친다.

종래의 이를 정밀로울러는 강이나 알루미늄합금 모재 표면에 각종 경질금속및 세라믹, 텅스텐 카바이드 등을 코팅한 후, 정밀 연삭가공을 실시하며, 연삭가공된 표면에 대하여 래핑, 폴리싱등의 방법을 이용하여 다듬질 가공을 수행한다. 그러나 이 방법은 만족할 만한 표면거칠기를 얻기 위해서 장시간 가공해야 하므로 생산성이 저하되는 비능률적인 방법이며, 또한 작업자의 숙련도에 따라서 가공정밀도가 좌우되는 문제점을 내포하고 있다. 따라서 이를 부품들의 표면조도를 보다 빠르게 경면으로 가공할 수 있는 가공시스템의 개발 및 가공기술을 확보하는 것이 중요한 연구과제로 대두되고 있다.

최근 경면가공을 위한 가공기술들은 여러 가지 가공기술을 혼합하여 새로운 가공기술을 실현한 전해 인프로세스 드레싱법에 의한 연삭, 전해연삭, 전해연마, 전해화학연마, 전해자력연마법등의 가공법등이 있으며 이를 방법에 의하여 고능률 고정도의 가공을 실현시켜왔다^[1~3,6]. 그러나 이러한 가공법은 여러 가지 장점에도 불구하고 가공시스템 및 주변설비가 매우 고가이며, 그 운영에 있어서 상대적으로 높은 기술수준이 요구되고 있어서 산업현장에 적용하기에는 한계가 있다. 따라서 종래의 기계적인 가공방법의 범위에 벗어나지 않는 일반적인 기술을 적용하며, 능률적이고, 설비비가 저렴한 가공시스템이 요구되고 있으며, 이와 같은 요구를 충족시킬 수 있는 가공 시

스템에는 기존의 연삭입자 벨트를 이용하는 가공시스템을 들 수 있다.

종래의 연삭입자 벨트를 이용한 연마법은 일반 연삭공정에서의 솟돌바란성, 드레싱, 투루잉등이 필요하지 않고 시스템의 설치 및 운용이 쉽다는 장점을 가지고 있으나, 연마벨트가 한쌍의 풀리에 의하여 안내되어 가공이 이루어지기 때문에 벨트에 도포된 연마 입자의 마모와 탈락 현상에 의하여 계속적인 사용이 불가능하고, 가공시간의 증가에 따라 가공 현상이 일정하지 않은 단점이 있어서 베어(Burr)의 제거나 정밀을 요하지 않는 가공품의 연마에 이용되어왔다^{1~5)}. 그러나 최근에 연마필름을 제조기술의 발달로 폴리싱이 가능한 초미립자 연마필름이 시판되고 있으며, 필름의 형태도 기존의 시트형상, 벨트형상뿐만 아니라, 테이프 필름형상에 이르기까지 다양화되어 기존의 연삭입자 벨트를 이용한 연마법의 한계를 극복할 수 있는 기반을 마련하였다⁷⁾. 그러나 이를 연마입자의 이용할 수 있는 가공시스템은 아직 완벽하게 개발되고 있지 못한 실정이며, 그 가공특성에 대한 체계적인 연구는 보고되지 못하고 있다.

본 연구에서는 범용선반에 설치할 수 있는 마이크로필름을 이용한 경면연마가공 시스템을 설계제작하였다. 이 가공시스템을 이용하여 스테인레스강(SUS304) 및 크롬 코팅된 로울러의 연마가공 실험을 수행한 결과 각종 로울러 등의 원통형 부품을 연삭, 래핑, 폴리싱가공을 공작물 교환없이 행할 수 있음을 확인하였으며, 경질 크롬코팅 후, 표면조도 R_{max} 1.4~2.0 μm 로 정밀연삭한 $\Phi 76 \times 650\text{mm}$ 로울러 시험편 표면을 약 50분의 가공시간으로 표면거칠기 R_a 0.01 μm 의 가공면을 얻을 수 있었다.

2. 본 론

2.1 경면연마시스템의 구성

Fig. 1은 마이크로필름 경면연마가공 시스템의 구성도를 나타내고 있다. 시스템의 구성은 범용선반, 필름연마가공기, 필름연마 가공기 제어반, 절삭유 공급 시스템으로 이루어진다. 필름연마 가공기 본체는 선반의 전후왕복대 위에 설치되며, 진동헤드의 전후운동 및 좌우진동장치, 실제연마작업이 이루어지는 접촉지지부, 연마필름 공급 및 회수를 위한 필름 이송장치등으로 이루어진다. 제어기는 전원스위치, 진동헤드의 전진 및 후진운동을 위한 스위치, 좌우 진동을 위한 스위치 및 좌우 진동수 조정기, 필름의 이송속도 조정기, 비상스위치를 부착하였다. 절삭유 공급시스템은 별도설치형으로 절삭유탱크, 펌프, 필터로 구성되어 있다. 사용된 절삭유는 범용선반의 절삭유탱크에 모아지고 펌프에 의하여 별치된 절삭유탱크에 보내어진다. 별치된 절삭유탱크에는 침전조와 부유물 제거장치가 설치되어 있어서 이곳을 통과한 절삭유는 일단 정선이 되어 펌프에 의하여 필터로 공급된다. 20 μm , 5 μm , 1 μm 의 3중 필터로 구성되며 이 필터를 통하여 완전히 정선된 절삭유가 계속적으로 연마지점에 공급되도록 하였다.

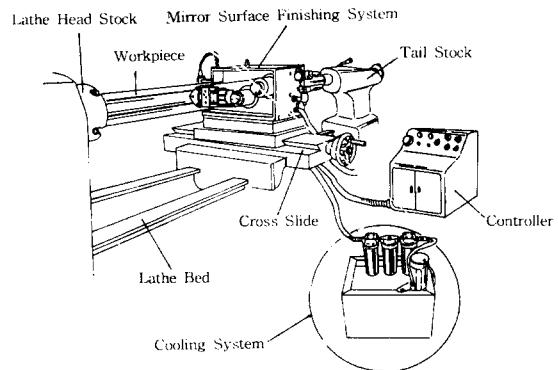


Fig. 1 Configuration of the mirror surface finishing system

Fig.2는 설계된 마이크로 필름연마기의 가공원리를 나타내고 있다. 롤형상의 마이크로 필름을 장력(Tension)조절 브레이크가 부착된 축에 장착하고, 필름을 가압 접촉로울러를 통하여 필름회수용 구동축에 감기어지도록 설치된다. 작업은 공작물을 회전시키고, 필름은 접촉지지로울러 위를 낮은 속도로 연속적으로 지나가며, 접촉헤드는 연마장치의 이송방향에 평행하게 일정 진동주파수로 진동을 하게 되고, 공압실린더에 의하여 접촉로울러가 동작하여 마이크로 필름을 공작물에 가압하고, 선반에 좌우이송을 주면 작업이 시작된다. 가공시 연마필름의 연속적으로 진전으로 새로운 지립이 연속적으로 가공물 표면과 접촉하므로 가공면 전체에 대하여 일정한 표면조도를 갖는 연마가공이 이루어진다.

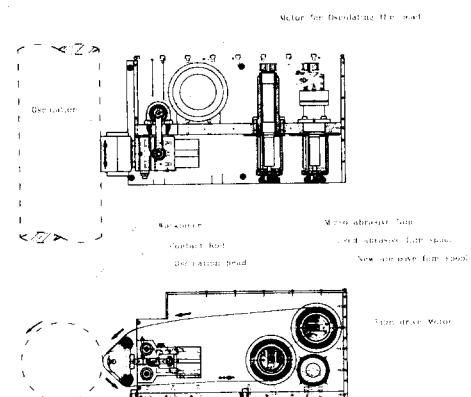


Fig. 2 Finishing principle of the mirror surface finishing system.

2. 2 마이크로 필름 연마가공기의 설계와 제작

마이크로 필름연마 가공기를 설계함에 있어서 가장 중요한 부분은 전가공 공정에서 발생한 이송마크, 채터마크, 연삭마크등을 쉽게 제거할 수 있는 메커니즘의 설계이다. 일반 벨트연마법으로 이러한 전가공 흔적을 쉽게

제거하지 못했던 원인은 연마벨트를 공작물에 가압하는 가압력이 높지 못하다는 것, 전가공마크 또는 벨트 연마가공중에 발생하는 이송마크에 횡방향 운동메커니즘을 구비하지 못하였다는데 있다. 따라서 본 연구에서 설계한 마이크로 필름 연마 가공기에서는 수퍼파니싱(Super Finishing)시스템의 원리를 도입하여 높은 가압력 및 횡방향 진동이 이루어지도록 설계하였다.

마이크로 필름연마는 공작물 재질, 연마입자 크기에 따라 피삭재와 필름사이의 마찰계수가 변화되고, 접촉지지로 울려의 경도와 가압력에 따라서 피삭재와 연마필름의 접촉면적이 변화하기 때문에 필름에 걸리는 장력이 변화하게 된다. 채터마크나 이송마크, 연삭마크를 제거하기 위한 초기공정에서는 거친 연마입자 필름을 사용하고 높은 가압력을 가하는 것이 바람직하나 연마필름에 무리한 장력이 걸리게 되어 필름이 끊어지는 문제가 발생할 수 있으며, 가늘고 긴 공작물의 경우 공작물의 흡에 의한 정밀도 저하의 문제를 야기할 수 있다. 또한 피니싱 공정에서는 가압력의 크기에 따라 가공면의 스크레치 발생의 유무가 지배된다. 따라서 본 마이크로 필름 연마 가공기에서는 기존의 수퍼피니싱 시스템에서 이용하는 스프링 변형량에 의한 가압력 조절방법을 개선하여 접탄성 물질인 고무(Rubber)의 탄성변형과, 압축성유체인 공기의 체적 탄성변형 및 압력을 이용하여 가압력을 조절할 수 있도록 접탄성 고무로울러와 공압실린더를 이용하여 가압력 조절장치를 설계하였다. 선정된 공압실린더는 실린더 직경 $\phi 63\text{mm}$, 스트로크 25mm 인 복동 실린더로 입력공기압의 조절에 의하여 $0\sim185\text{kgf}$ 의 가압력을 줄 수 있다.

전가공 공정에서 발생한 이송마크, 채터마크, 연삭마크 및 필름 연마 가공중에 발생하는 이송마크를 제거하기 위한 횡방향 진동 메커니즘은 구동 모터에 의하여 타이밍 벨트와 연결된 편심축을 회전운동시키며, 이 편심축과 가압장치가 부착된 진동헤드를 링크로 연결하여 편심축이 갖는 편심량 만큼의 진폭으로 진동하도록 설계되었다. 구동모터에 걸리는 토크는 공작물의 재질, 연마필름 압자크기, 가압력등에 의하여 지배되므로 이들 인자를 고려하여 구동모터의 사양이 결정되어야 한다. 본 연마기에는 0.4kW, 4극 유도전동기를 사용하였으며, 속도조절기를 부착하여 진동헤드를 0~30Hz로 진동할 수 있도록 하였다. 또한 진동헤드의 운동을 안내하는 안내장치는 마찰손실 및 발열을 줄이기 위해 그리이스 급유형의 볼부쉬(Ball bush)와 원형축을 사용하여 원활한 미끄럼운동이 이루어 지도록 하였다. Fig. 3은 가압 및 횡방향 진동 메커니즘의 상세도를 나타내고 있다.

Fig. 4는 진동헤드에 장착되어 공작물에 필름을 접촉시켜 가공부를 형성하는 접촉로울러와 접촉패드의 설계도이다. 접촉로울러는 필름을 안내하는 2개의 가이드로울러와 가공부를 형성하는 주로울러로 구성되며, 진동헤드에 텔착이 가능하도록 하였다. 또한 로울러의 재질은 점탄성계열의 우레탄 고무를 사용하였고, 공작물의 전가공상태, 재질, 경도 등의 가공조건에 대응하여 쉽게 교환가능하도록 설계하였다. 또한 전가공없이 연마기공을 행하거나, 전가공상태가 불량한 경우, 공작물의 초기 평탄화를 목적

으로 강판으로 된 접촉패드(Contact Pad)를 설계하였다. 이 접촉패드는 진동헤드에 접촉로울러와 교환하여 사용할 수 있도록 하였다.

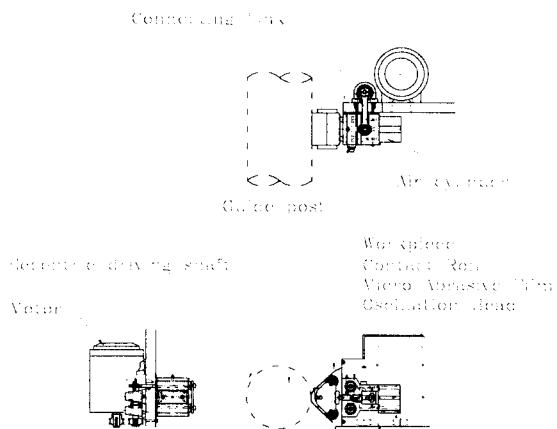


Fig. 3 Drawings of the oscillation head and pressure mechanism.

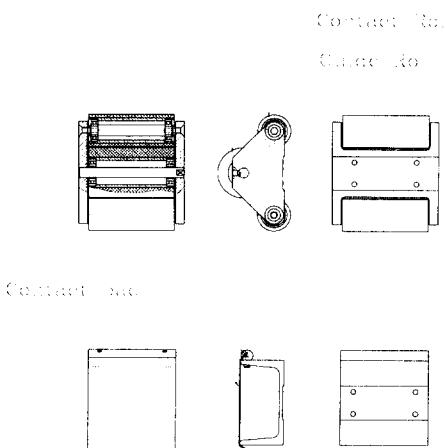


Fig. 4 Drawings of the contact roll and pad.

Fig. 5는 설계된 연마필름 이송시스템의 설계 상세도이다. 필름이송장치의 구성은 사용하지 않은 연마입자를 회수하는 필름이송축으로 구성하였다. 사용하지 않은 연마필름을 장착하는 축에는 연마필름이 일정한 장력이 가하여진 상태로 연속적으로 공급될 수 있도록 원판 마찰브레이크를 부착하였다. 브레이크는 마찰제동력을 조절할 수 있도록 직경 $\Phi 40\text{mm}$, 스트로크 5mm인 공압실린더를 이용하였다. 필름 이송축은 사용된 연마필름을 회수하고 가공부에 항상 새로운 지립이 서서히 그리고 연속적으로 공급될 수 있도록 필름이송용 모터와 타이밍벨트로 연결하였다. 구동모터는 4극 25W 유도전동기로 이용하였으며, 1800 : 1의 감속비를 갖는 감속기와 속도제어기를 부착하여 필름 이송축이 $0\sim 1\text{rpm}$ 으로 회전하도록 설계하였다. 따라-

서 직경100mm의 필름회수용 롤(Roll)을 축에 장착하면 필름의 이송속도는 0~310mm/min 범위에서 사용이 가능하다. Fig. 6은 설계제작된 필름연마기를 나타내고 있다.

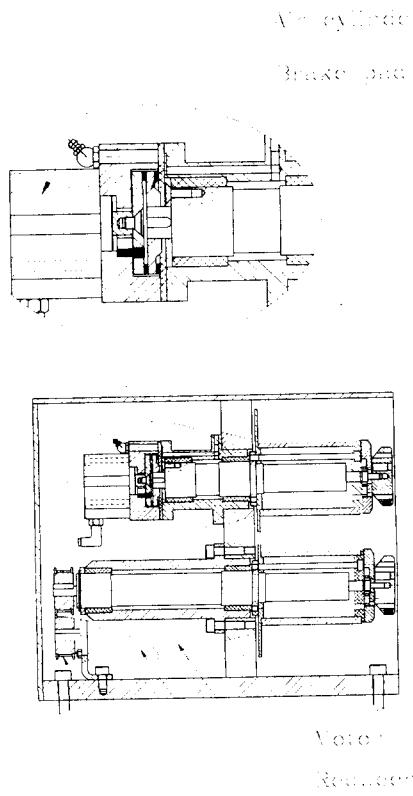


Fig. 5 Drawings of the abrasive film feeding mechanism.

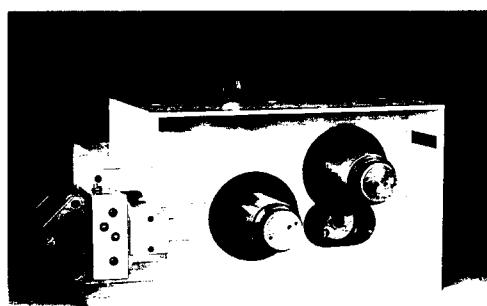


Fig. 6 Photographs of the manufactured mirror surface finishing system.

2. 3 경면연마가공 실험 및 고찰

설계제작된 마이크로 필름 경면연마 가공기를 이용하여 가공실험을 행하였다. 실험에 사용한 선반은 $580 \times 2000\text{mm}$ 의 가공능력을 갖는 남선정공제이며, 표면거칠기 측정은 Taylor-Hobson사의 Surtronics 표면거칠기 측정기로 분해능은 $0.01\mu\text{m}$ 이다. 마이크로 필름 연마가공기는 선반의 복식공구대를 제거하고 왕복대의 전후이송대에 설치하였다. 시험편은 스테인레스강(SUS304) 파이프와 알루미늄합금 파이프에 경질크롬을 도금한 후 전가공하지 않은 직경 60mm, 길이 500mm 크기를 이용하였으며, 가공시간 평가를 위하여 경질크롬 도금 후 $R_{max} 1.4\text{--}2.0\mu\text{m}$, $R_a 0.2\text{--}0.24\mu\text{m}$ 로 정밀연삭한 $\phi 76 \times 650\text{mm}$ 로 울려 시험편을 이용하였다. 시험편의 고정은 양센터 지지법을 이용하였다.

실험에 사용한 마이크로필름은 3M사의 초정밀 래핑필름으로 폭100mm의 롤(Roll)형을 이용하였다. 연마입자는 산화알루미늄(Al_2O_3)이고, 연마필름은 입자의 크기에 따라서 60, 30, 20, 12, 9, 5, $3\mu\text{m}$ 의 7종류를 이용하였다. 실험은 습식가공으로 절삭유는 수용성으로 범우화학사 제품의 유시로肯 S-60H를 1 : 40(물)의 혼합비율로 혼합하여 사용하였다. 실험조건은 시험편의 원주속도 95m/min, 필름연마기의 이송속도(왕복대 이송속도) 0.20mm/rev, 진동헤드의 진동주파수 25Hz, 진폭 5mm, 마이크로필름의 이송속도 75mm/min, 연마력 85kgf로 하였으며, 접촉지지 로울러는 쇼어경도 45인 로울러를 이용하였다.

Fig. 7은 선삭가공한 스테인레스강(SUS304) 표면을 연마필름의 연마입자의 크기를 변화시켜 가공한 후, 표면거칠기를 측정한 결과이다. 실험은 위의 조건으로 실험순서는 선삭가공 표면을 $60\mu\text{m}$ 연마필름으로 연마하여 표면거칠기를 측정하고, 다시 이 표면을 $30\mu\text{m}$ 연마필름으로 연마하고 측정하는 방법, 즉, 한개의 시험편에 대하여 순차적으로 연마필름의 입자를 변화시키며 연마를 수행하고 각 공정마다의 표면거칠기와 표면생성상태를 조사하는 방법으로 이루어졌다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 입자의 크기가 $9\mu\text{m}$ 까지는 입자크기가 작아질 수록 표면거칠기값이 작아지며 $9\mu\text{m}$ 을 정점으로 입자가 더 작아지면 다시 표면거칠기 값이 증가하며, $60\mu\text{m}$, $5\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$ 인 경우에는 표면거칠기 측정값의 분산이 심해진다. 입자의 크기가 $60\mu\text{m}$ 인 경우에는 입자가 크므로 심한 연마작업이 이루지게 되고, 접촉로울러의 탄성계수 값이 작아서 가해진 가압력에 의하여 공작물과 연마필름의 접촉길이가 증가되어 상대적으로 많은 양의 연삭칩이 탈락되지 못하고, 연마필름의 눈매음 현상을 야기시키며, 이로 인하여 많은 스크래치가 발생하고, 표면거칠기의 쉽게 분산되는 것으로 판단된다. 연마능력을 감소시키지 않으면서 이와 같은 문제를 해결하는 방법으로는 보다 높은 탄성계수 값을 갖는 접촉로울러를 이용하여 연마부의 접촉길이를 작게 하거나, 필름의 이송속도를 증가시키는 방법이 있을 것으로 사료된다. 입자의 크기가 $30\mu\text{m}$ 에 $9\mu\text{m}$ 까지는 연마입자가 작아질 수록 일정한 수준으로 표면거칠기 값이 작아지고, 측정값

의 분산도 작아지는 예측 가능한 정도의 표면거칠기를 얻을 수 있었다, 그러나 연마면의 일부에는 약간의 스크레치가 존재하며, 또한 진동마크가 존재한다. 입자의 크기가 더욱 작은 $5\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$ 인 경우에는 다시 표면거칠기 측정값의 증가하고 분산이 심해진다. 이것은 연마가공시에 다시 심한 스크레치 현상이 일어나는 것에 기인하는 것으로 상대적으로 스테인레스강 시험편의 경도가 높지 않기 때문에 가공된 연마침이 쉽게 탈락되지 못하고 연마면으로 삽입되기 때문이라고 사료된다.

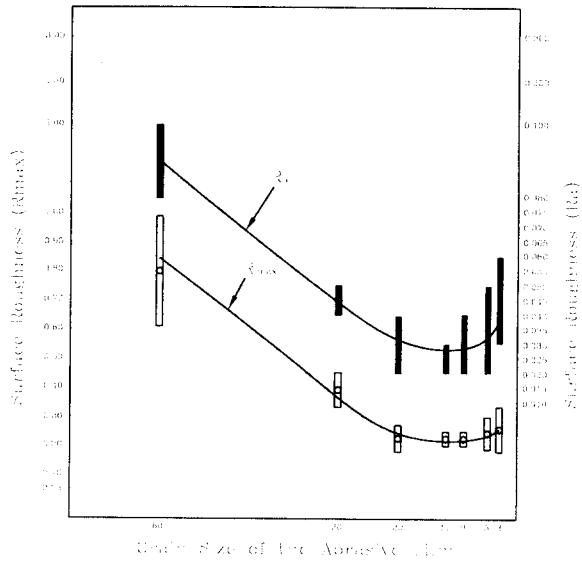


Fig. 7 Surface roughness of the stainless steel with respect to grain size.

Fig. 8은 알루미늄 모재에 경질크롬도금한 후, 표면조도 R_{max} $1.4\sim2.2\mu\text{m}$, R_{a} $0.25\sim0.27\mu\text{m}$ 로 정밀 연삭한 시험편 표면을 연마필름의 연마입자의 크기를 변화시켜 가공한 후, 표면거칠기를 측정한 결과이다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 연마입자의 크기가 작아짐에 따라 표면거칠기 값이 작아지며, 측정값의 분산되지 않고 매우 일정하게 된다. 또한 각각의 공정마다 표면은 스크레치 없이 양호한 가공면이 생성되었다. 그러나 최종의 경면을 생성시키기 위하여는 세심한 작업이 필요로 되며, 특히 $10\mu\text{m}$ 이하의 마무리 경면공정에서는 각 공정마다 공작물의 표면에 남아있을지도 모르는 연마침이나 탈락된 연마입자를 완전히 제거하는 것이 경면생성에 있어서 중요한 변수가 됨을 확인할 수 있었다. Fig.9는 실험을 통하여 완성한 크롬도금된 시험편의 경면가공된 상태로써 표면조도는 R_{max} $0.07\mu\text{m}\sim0.11\mu\text{m}$, R_{a} $0.01\mu\text{m}$ 이다.

연삭가공된 표면을 초기 연마 필름의 선정조건을 알아보기 위하여 입자크기가 60 , 30 , $20\mu\text{m}$ 인 필름을 이용하여 연마가공한 후 표면의 조사한 결과 $60\mu\text{m}$ 의 경우 연삭마크를 쉽게 제거되었으나 입자가 크기 때문에 표면거칠기는 크게 향상되지 못하였다. $30\mu\text{m}$ 의 경우는 연삭마크가

모두제거되었으며, 표면거칠기가 초기 연삭가공된 표면보다 약10배 정도 작아지는 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 $20\mu\text{m}$ 의 경우에는 완전하게 전가공 연삭마크를 제거하지 못하였다. 따라서 정밀연삭한 크롬도금층의 연마시 초기연마입자의 크기는 $30\mu\text{m}$ 정도가 유용함을 알 수 있었다.

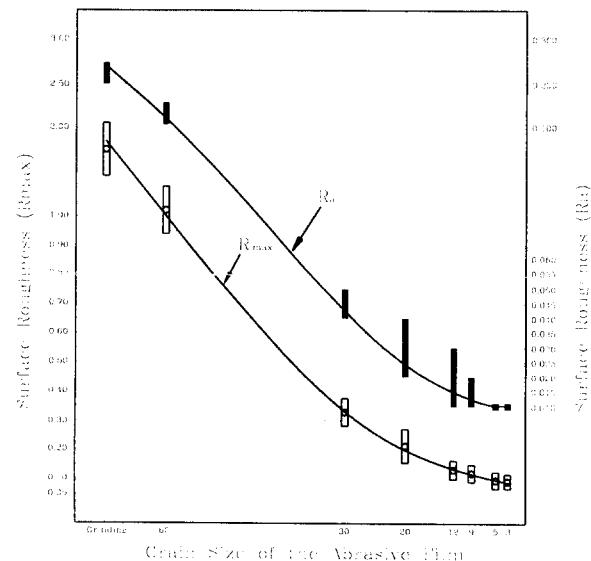


Fig. 8 Surface roughness of the chrome coated workpiece with respect to grain size.

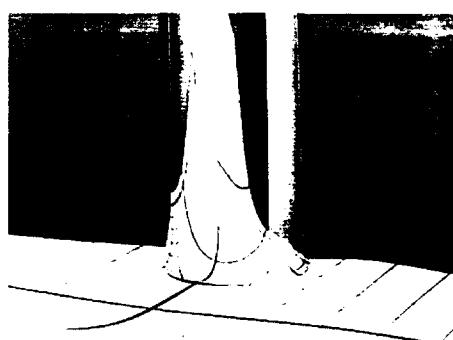


Fig. 9 Mirror finished surface of the chrome coated workpiece(R_{max} $0.07\mu\text{m}\sim0.11\mu\text{m}$, R_{a} $0.01\mu\text{m}$).

본 연구에서는 또한 경면가공기간을 평가할 목적으로 경질 크롬코팅 후, 표면조도 R_{max} 1.4~2.0 μm 로 정밀연삭한 $\phi 76 \times 650mm$ 의 크기를 갖는 자기테이프 제조용 로울러 시험편의 경면연마가공 실험을 수행하였다. 실험은 30, 20, 12, 9, 5, 3 μm 의 입자크기를 갖는 필름을 이용하였고 실험조건의 앞에서와 동일하고, 시험편의 원주속도를 130 m/min, 연마시스템의 연마이송속도는 0.25mm/rev로 하였으며, 연마가공은 30, 20 12 μm 입자필름은 1회의 연마이송으로 하였으며, 9, 5, 3 μm 입자 필름은 각각 2회의 연마이송을 하였다. Fig. 10은 이와 같은 공정으로 경면가공된 자기테이프 제조용 로울러를 나타내고 있다. 이 얻어진 가공면의 거칠기는 R_{max} 0.1 μm ~0.13 μm , Ra 0.01 μm 이며, 약 50분의 가공시간이 소요되었다.

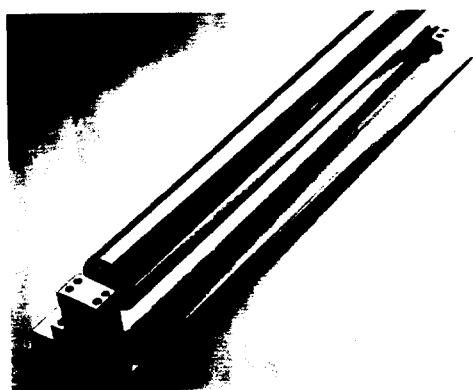


Fig. 10 Mirror finished surface of the chrome coated roller (R_{max} 0.1 μm ~0.13 μm , Ra 0.01 μm).

3. 결 론

본 연구에서는 각종 원형제품을 보다 빠르고 손쉽게 경면 가공할 수 있는 가공시스템을 개발할 목적으로 범용선반에 설치할 수 있는 마이크로 필름을 이용한 경면 가공 시스템을 설계 제작하였다. 이 가공시스템을 이용하여 스테인레스강(SUS304) 및 크롬 코팅된 로울러의 연마가공 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 설계제작한 경면가공시스템으로 각종 로울러 등의 원통형 부품을 연삭, 래핑, 폴리싱가공을 공작물 교환없이 행할 수 있었다.
- 선삭가공된 스테인레스강을 연마입자크기가 60, 30, 20, 12, 9, 5, 3 μm 인 필름을 순차적으로 연마하여 12, 9 μm 공정에서 표면거칠기 R_{max} 0.20 μm ~0.25 μm , Ra 0.02~0.04 μm 인 가공면을 얻을 수 있었다.
- 경질 크롬코팅 후, 표면조도 R_{max} 1.4~2.2 μm 로 연삭한 표면은 연마입자의 크기가 작아짐에 따라 표면거

칠기가 작아지며, 안정된 가공면을 생성하였다. 또한 연마입자 3 μm 공정에서 표면거칠기 R_{max} 0.07 μm ~0.11 μm , Ra 0.01 μm 인 경면을 얻을 수 있었다.

- 경질 크롬코팅 후, 표면조도 R_{max} 1.4~2.2 μm 로 연삭한 $\phi 76 \times 650mm$ 로울러 시험편 표면을 약 50분의 가공시간으로 표면거칠기 R_{max} 0.1 μm ~0.13 μm , Ra 0.01 μm 인 의 가공면을 얻을 수 있었다.

4. 참고문헌

- Norman J. Brown, "Lapping, Polishing and Shear Mode Grinding", JSPE-56-05, pp.24~29, 1990.
- P.A.McKeewn, K.Carlisle, P.Shore and R.F.J.Read, "Ultra-precision, High Stiffness CNC Grinding Machines for Ductile Mode Grinding of Brittle Materials", JSPE-56-05, pp.30~37, 1990.
- H.Ohmori, T.Nakagawa, "Mirror Surface Grinding of Silicon Wafers with Electrolytic In-Process Dressing", Annals of the CIRP, Vol.39/1, pp. 329~332, 1990.
- G.Kuppuswamy, "An Investigatinof the effectof magnetic Filed on Electrolytic Diamond Grinding", Wear, Vol. 54, 1979.
- T.Iianaoka, K.Sakamiya, A.Kobayashi and M. Harada, "Abrasive Belt Grinding Performance", Annals of the CIRP, Vol. 25, pp.225~228, 1976.
- S. Yonetstu, I. Inasaki, J. Shibata, T.Kurosaki, "Wear Process and Grinding performance of Coated Abrasive Belt", JSPE, Vol. 40, pp. 211~226, 1974.
- 3M Microabrasive Film Catalogue.