

동력

$$1. P=[N]일 때, H = \frac{PV}{\eta} \quad [kW]$$

$$2. P=[Kgf]일 때, H = \frac{PV}{75\eta}$$

Kgf = 9.8 N // 1000Kgf = ton

판뜨기 길이 $L=(d-t)\pi$

가공경화 = 냉간가공 - 더욱더 단단. 강도, 경도 증가 + 연신율, 단면수축율, 인성 감소

양은 - 기계부품, 식기, 전기 저항선 등. 양백. 백동. 니켈황동. 7-3황동(Cu70%-Zn30%)+Ni 10~20%

탄소함유량

공석강 : 0.8%

공정주철 : 4.3%

아공정주철 : 2.11~4.3%

과공정주철 : 4.3~6.68%

1장 주조

1. 목형

- 목형 제작상 유의사항 = 수축여유, 가공여유, 목형구배, 코어프린트, 라운딩, 덧붙임(두께 균일X 형상 복잡—냉각시 내부응력으로 변형,파손 위험—방지 위해—힘방지 보강대/냉각 후 제거!)
- 목형 종류 = 현형, 부분형, 회전형, 굽기형, 골격형(제작 개수少+큰 주물품. 골격만 목재로. 골격 사이 점토로 메움), 코어형, 매치플레이트

2. 주조

- 주물사 구비조건 = 성형성, 내열성, 통기성, 내화성, 내압성, 복용성, 신축성, 경제성 + 이탈 용이!

주물사 多 사용 주성분 = Al_2O_3

열전도율이 불량할 것.(보온성) + 주물표면에서 이탈이 용이할 것.

- 탕구계 : "씻물받이 → 탕구 → 탕도 → 주입구" 로 구성.

- 덧씌움(Riser) : 주형내 쇳물에 압력을 줌, 쇳물을 보충, 공기 제거, 쇳물 주입량 알 수 있음, 주형내 가스 방출→수축공 현상 방지, 불순물 제거

응고시간 $t \propto \left(\frac{V}{S}\right)^2$ V=체적, S=표면적

압상력 = 주형에 쇳물을 주입하면 쇳물의 부력으로 윗 주형틀이 들리게 되는 힘

$$P = \gamma H \Delta G = \frac{3}{4} \rho g H$$

- 금속의 용해법

1. 큐폴라(용선로) : 주철을 용해

→ 크기 : 1시간에 용해 할 수 있는 쇳물의 무게(용해량/시간)

→ 유효높이 : 송풍구에서 장입구까지의 높이

- 특수 주조법

1) 원심주조법 = 고속회전하는 사형 or 금형주형에 - 쇳물 주입 - 원심력에 의해 주형 내면에 압착, 응고 하도록 주조.

2) 다이캐스팅법 = 높은 압력으로 금속 주입 - 가압

3) 셸주조법

4) 인베스트먼트법

5) 칠드주조법(=냉경주조법) = 외부(백주철) 내부(회주철) - 마모성 大 주물.

*주물표현불량

1. 와시 : 결합력 부족 2. 스킵 : 팽창, 과열 3. 버클 : 주형강도 부족, 쇳물과 충돌

*열점 : 주조에서 응고가 가장 더딘 부분

*조립형 프레임(간단.무게小.수리,오차수정 용이) vs 주조 프레임

주조에서 주물의 중심부까지 응고시간(t) 는 주물의 체적(V)과 표면적(S)과의 비의 제곱에 비례.

$$t = K \left(\frac{V}{S}\right)^2$$

K=주형상수

2장 소성가공

소성(외력을 받아 변형하면 변형 그대로 유지. 돌아오지 X)

소성가공 종류

① 단조 : 재료를 기계나 해머로 두들겨서 성형

- 자유단조 - 기본작업 : 업세팅, 늘이기, 단짓기, 굽히기, 구멍뚫기, 절단
- 형 단조 : 작은 공구 단조. (랜치, 스패너 등)

단조 - 온도에 따른 분류

- 1) 열간단조 : 해머단조, 프레스단조, 업셋단조, 압연단조
- 2) 냉간단조 : 콜드헤딩, 코이닝(압인), 스웨이징

② 압연 : 재료를 2개 롤러 사이 통과 → 두께, 폭, 직경 줄임

$$\text{압하율} = \frac{\text{롤러 통과 전} - \text{롤러 통과 후}}{\text{롤러 통과 전}} \times 100\% , \text{ 압하량}$$

③ 인발 : 금속 봉이나 관 → 다이에 넣어 통과 → 외경 줄임

인발 관계 인자 : 마찰력, 다이각, 단면 감소율, 역장력, 인발재료, 인발률,,,,,

윤활법 : 윤활제 사용(석회, 그리이스, 비누, 흑연), 경질금속은 도금!(Pb,Zn)

④ 압출 : 재료를 실린더 모양 컨테이너에 넣고 한쪽에서 압력 가해 다이 구멍으로 밀어 내 일정한 단면

압출방법

1) 직접압출(=전방압출) : 램과 소재 같은 방향

동력 소모 ↑ 재료손실 ↑ / 컨테이너에 남는 소재량 적지 않음!

2) 간접압출(=후방압출=역식압출) : 램과 소재 반대 방향

동력 소모 ↓ 재료손실 ↓

3) 충격압출 : Zn, Pb, Sn, Al, Cu 와 같은 연질금속을 다이에 놓고 충격. → 치약튜브, 크림튜브, 화장품, 약품 등 용기. 건전지 케이스 등. 연한 금속's 짧고 얇은 관 제작.

⑤ 제관

⑥ 전조

⑦ 프레스가공 : 절단 or 굽혀서 가공. 판 같은 재료.

프레스가공 분류

1) **전단가공** : 편칭, 블랭킹(판재에서 소정의 제품 따냄---전단하중, 동력 $L = \frac{P_s V}{60 \eta_m}$ / 면적=원기

등 옆면), 전단, 트리밍, 셰이빙, 노칭, 분단

2) **성형가공** : 스피닝, 시밍, 컬링(끝부분 말아 둥글게), 벌징, 비딩, 마폼법(흙 안에 고무 넣어 고무를 다 이 대신 사용), 하이드로폼법, 굽힘가공(*스프링백 = 소성변형 후 하중 제거하면 탄성 때문에 탄성 복원! - 스프링백 양 커지는 원인 = 탄성한계, 피로한계, 항복강도, 경도, 굽힘R↑ / 굽힘각도, 두께 ↓),,

3) **압축가공** : 코이닝(두께변화有), 엠보싱(두께변화無), 스웨이징(단면 ↓)

● 열처리

(1) 일반 열처리

1) 담금질 : 경화 + 마텐자이트 조직 ! - 냉각제 : 기름, 비눗물 < 물 < 소금물(식염수), NaOH용액, 황산, NaCl

*담금질조직

경도:A<M>T>S>P

오스테나이트(면심입방.γ철) : 경도 낮. 전기저항, 연신율 大

서브제로처리(**심냉처리**) = 오스테나이트 — 0도이하--> **마텐자이트** - 측정기기

2) 뜨임 : 재가열하여 냉각 ---- 인성증가

저온뜨임 : 150도 부근 - 잔류응력 제거 + 경도 ↑. 연마균열 방지. 경년변화 방지.

3) 풀림 : 내부응력 제거 ---- 재질 연화

4) 불림 :

(2) 향온 열처리

(3) 표면 경화 열처리

1) 침탄법 : C, Mn, Ni, Cr, Mo 탄소 침입 - 내마모성, 인성, 기계적 성질 개선

고체침탄법, 가스침탄법(탄화수소계 가스 사용), 액체침탄법

2) 질화법

- 3) 금속침투법 → 크로마이징 : Cr 침투(내식성 ↑), 칼로라이징 : Al 침투(내스케일링성 ↑), 실리콘나이징 : Si 침투(내식성,내열성 ↑), 보로나이징 : B 침투, 세라다이징 : Zn 침투
- 4) 그 밖의 표면경화법 : 스폿피닝(강이나 주철 입자들 고속 분사 - 가공경화), 하드페이싱 (금속표면에 특수금속 용착)

3장 측정기와 수기가공

오차 : 계기오차(측정기 구조, 측정압력, 측정온도, 측정기 마모 등에 의한 오차), 시차(개인오차-측정자 버릇, 부주의, 숙련도), 우연오차(주위환경—여러 번 반복측정해야), 과실오차(측정기 취급부주의)

길이측정

- 버니어캘리퍼스 : 길이, **내경, 외경** 등등 ,마이크로미터

★눈금 읽는법

$$\text{최소측정값} = \frac{\text{본척(어미자)의 한 눈금[A]}}{\text{등분수[n]}} //$$

본척의 한 눈금 : 눈금 간격 1mm경우, $\frac{19\text{mm}}{20}$ / 0.5mm경우, $\frac{24.5\text{mm}}{25}$

비교측정기

- 다이얼게이지, 옵티미터, 미니미터, 공기마이크로미터

게이지 측정기

- 블록게이지(길이, 목재,천,가죽 위) --- 길이 측정 !!
- 한계게이지 - 구멍용(플러그게이지), 축용, 나사용
- 기타게이지류

① 센터게이지 : 바이트 각도 측정

② 와이어게이지

③ 틸새게이지 : 두께 다른 여러 장 강재 박판 겹쳐 부채살 모양으로 모음. 물체 사이 삽입.

④ 실린더게이지 : 2점 접촉식 → 내경측정.

⑤ 반지름게이지

⑥ 피치게이지

⑦ 드릴게이지

각도 측정 --- 사인바, 오토콜리메이터(미소각 측정==수준기+망원경 - 부품 : **평면경프리즘**, **펜타프리즘**, **폴리곤프리즘**)

** 진직도 측정 - 오토콜리메이터, 측미 현미경, 정밀 수준기

나사의 **유효지름** 측정

1. 나사 마이크로미터 : 가장 多
2. 삼침법 : 가장 정밀도 高
3. 공구현미경
4. 만능측장기

*포인트 마이크로미터 : 스피들, 앤빌의 측정면이 뾰족한 마이크로미터. 드릴의 웹, 나사의 골지름 측정.

4장 용접

단점 : 열 받아 변형

용접 시 발생 불량(결함) = 오버랩, 언더컷, 용입불량

- 아크용접

피복제의 역할 = 산소, 질소 침입 방지, 용융금속 보호, 아크 안정, 슬래그 제거, 산화물 제거, 탈산 및 정련, 응고와 냉각속도 **지연** = 급랭 방지, 용착금속 흐름 억제, 전기절연, 용착효율 ↑, 용착금속에 필요한 합금원소 보충

1) 서브머지드 아크용접 (불가시 아크 용접)

분말로 된 용제 살포 + 용제 속 용접봉 꽂아넣어 용접

용제&와이어 분리 아크가 용제속에서 발생.

2) 불활성가스 아크용접

Ar, He

불활성가스 금속 아크용접 (MIG용접) : 금속용접봉(소모식)

→모든 금속 용접 가능. 용제 X 슬래그 X.

불활성가스 텅스텐 아크용접 (TIG용접) : 텅스텐전극봉(비소모식)

→박판용접. 직류 교류 모두 O. 용제 X

3) 탄산가스 아크용접 : 연강 용접에 적합. (소모식) 불화성가스 대신 탄산가스

- 테르밋 용접 : 전력 필요X. 용접변형 적다. 작업장소 이동 용이. 결합강도 낮다. 작업 간단. 용접시간 짧다. 기구 간단. 설비비 싸다.
- 고상용접 - 롤용접, 냉간압접, 열간압접, 마찰용접, 초음파용접, 폭발용접, 확산용접(압축용접)
- 전기저항용접

1) 겹치기 용접 **점심 프로젝션~**

① 점용접 : 점의 형태로 접합 - 얇은판

② 심용접 : 회전하는 두 개의 롤러 전극 사이 모재 넣어 통전+가압. 점용접 연속적. → 강관을 길이 방향으로 이음매 용접 多

③ 프로젝션 용접 : 점용접 변형. 돌기를 만들. -- 판금공작물 접합.

2) 맞대기 용접 **맞대서 플래시 튀면 업셋~**

① 업셋용접 : 접하면 맞대 가압부 통전 - 접합부 가열 시 압력 - 국부소성변형 - 결합

② 플래시용접 : 두 모재 전류 공급 → 단면 사이 아크 발생 → 길이방향 압축 접합.

③ 맞대기 심용접 : 좌측 우측 2개 원판 전극 통전. - 심파이프 용접

④ 퍼커션 용접 : 축전기에 충전된 에너지를 1/1000초 이내의 극히 짧은 시간에 방출시켜 이때 생기는 아크로 접합부를 집중 가열한 직후 강력한 압력을 가해서 접합시키는 방법.

$$\text{허용사용률} = \frac{\text{정격 2차 전류}^2}{\text{실제 용접 전류}^2} \times \text{정격사용률}$$

대충 !

단체호브 = 가장 간단

조립호브 = 합금강 본체 홈 + 고속도강 플레이트

초경호브 = 초경합금팁 가진 플레이트 심은 호브.

다줄호브 = 호브절삭날의 나사를 여러줄로. 거친 절삭.

6장 선반가공

선반가공 = 주축 고정 공작물 회전운동 + 공구대 설치 바이트 직서운동 → 절삭가공

선반의 크기 표시법 = 왕복대 위 스윙, 베드 위 스윙, 주축대~심압대 양 세너 간 최대거리

선반 부속장치

척 = **단동척**(jaw 4개. 개별 움직임. 불규칙적 공작물), **연동척**(  , jaw 3개. 동시 움직임. 규칙적),,,,,

바이트 각도 - 윗면 경사각 : 칩 흐름 좋게. 각 클수록 절삭성 ↑ + 표면 깨끗.

$$\text{절삭속도 } V = \frac{\pi d N}{1000} \text{ [m/min]}$$

$$\text{절삭시간 } T = \frac{l}{NS} \text{ [min]}$$

$$\text{절삭동력 } H = \frac{PV}{60} \text{ [kW]}$$

$$\text{절삭비 } \gamma = \frac{\sin \phi}{\cos(\phi - \alpha)}$$

$$\text{편위량 } X = \frac{(D - d)L}{2l} \quad \text{전체길이 } L \text{ 기울어진 길이 } l$$

7장 밀링머신

1) 상향절삭

장) 기계 무리 X → 날 부러질 염려 X. 칩이 날 방해 X. 절삭열小. 백래시 X

단) 공작물고정 불안정. 떨림. 동력손실大. 가공면 거침.

2) 하향절삭

장) 커터마멸小. 수명↑. 동력손실 小. 가공면 깨끗. 시야 좋음.

단) 기계 무리. 날 부러지기 O. 칩이 공작물 사이 - 절삭 방해. 치수정밀도 변화 大. 백래시O.

분할 크랭크 회전수 $n = \frac{D^\circ}{9}$ D=분할하고자 하는 각도.

1분간 테이블의 이송량 $f = f_z n Z$ f_z = 밀링커터 날 1개마다의 이송 Z= 커터 날수

칩의 평균 두께 $t_m = f_z \sqrt{\frac{t}{d}}$

기어절삭가공

■ 창성법 : 호빙머신에서 절삭공구&일감 상대운동. 치형 절삭. 인벌류트 치형곡선 이용.

ㄱ. 랙커터 사용

ㄴ. 피니언 커터 사용

ㄷ. 호브 사용 - 호빙머신 → 스퍼기어, 헬리컬기어

8장 드릴링머신과 보링머신

드릴링 기본작업

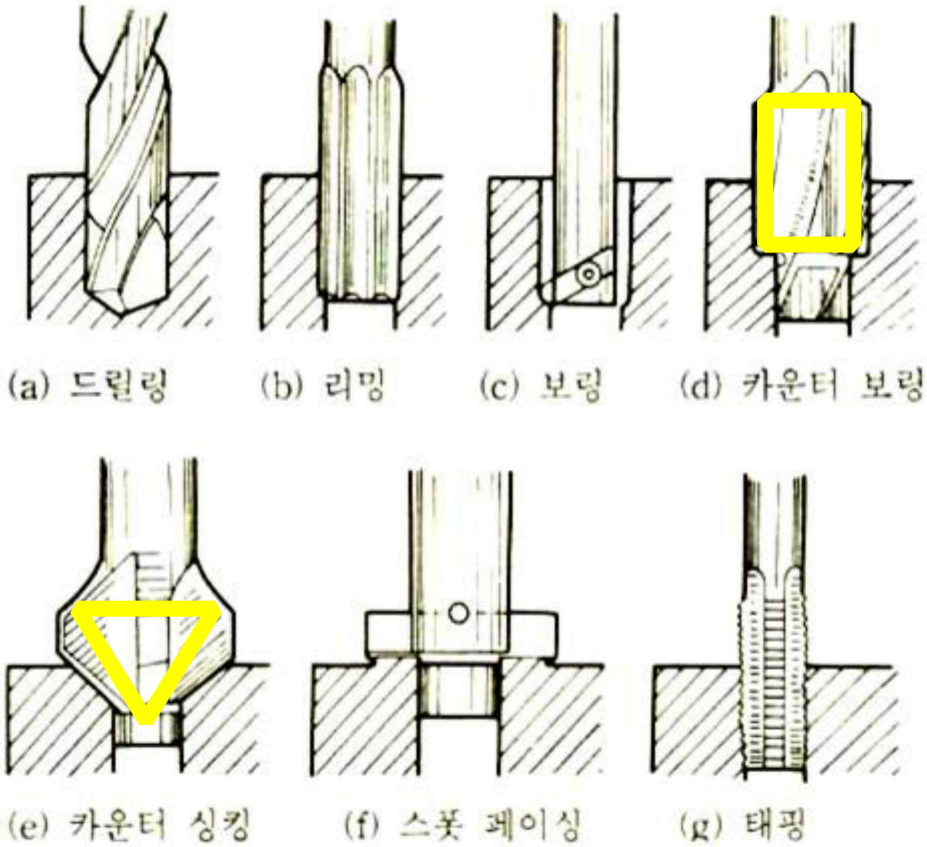


그림 7.98 드릴링의 종류

- ① 드릴링 : 구멍 뚫기
- ② 리밍 : 구멍 다듬기
- ③ 태핑 : 탭 이용 → 암나사 가공
- ④ 보링 : 구멍 넓히기
- ⑤ 스폿페이스잉 : 볼트 너트 고정 시 안정되게 자리 만들기
- ⑥ 카운터보링 : 나사, 둥근 머리 볼트 머리부 묻히게 구멍 뚫기
- ⑦ 카운터싱킹 : 접시머리나사 머리부 묻히게 원뿔자리 만들기

9장 연삭가공

연삭 = 공구 대신 스톨바퀴 회전 → 깎아냄

연삭입자 가공 = 연삭, 호닝, 래핑, 수퍼피니싱, [초음파가공](#)

내면 연삭 - 유성형 내면 연삭기 사용

결합제 종류 및 기호

비트리파이드 V - 점토, 장식. 열에 강하고 연삭액에 대해 안전. 다공질성. 충격에 약함.

실리케이트 S - 대형. 발열 피할 수 O

레지노이드 B - 합성수지. 결합大. 탄성大 - 절단, 정밀연삭

셀락 E - 천연셀락. 탄성大

연삭작업 중 떨림의 원인 = 숫돌 불균형. 숫돌 진원 X. 편심! 센터 및 방진구 부적당. 숫돌 측면 무리한 P. 연삭기 자체에 진동 有 - 결합도에 관계 없다!

연삭크랙(연삭균열) = 표면 연삭내부응력 > 재료강도 → 표면에 균열, 응력 완화, 평형 도달하고자 함.

→ (방지) 연삭액 사용, 충분히 냉각, 결합도 연한 숫돌, 연삭 깊이 ↓

속도 느리게 하면 안돼!

10장 세이퍼, 슬로터, 플레이너

세이퍼 절삭속도 $V = \frac{NI}{1000a}$ a:행정의 시간비 N:램(바이트)1분간 왕복횟수 l:행정길이

펠로즈 기어 세이퍼 = 단이 있는 기어 절삭 (내접기어, 자동차 3단기어 등). 원통형

11장 NC공작기계와 자동화

서보기구 종류

- 1) 개방회로 방식 : 구동전동기로 펄스전동기 이용. 제어장치로 입력된 펄스수만큼 움직임. 검출기나 피드백 회로無. 구조간단. 펄스전동기 회전정밀도와 볼나사 정밀도에 직접적 영향 O
- 2) 반폐쇄회로 방식 : 위치와 속도 검출을 서보모터의 축이나 볼나사의 회전각도로 검출. 고정밀도의 볼나사 생산&백래쉬 보정 및 피치오차보정이 가능 → 대부분 CNC공작기계에서 사용
- 3) 폐쇄회로 방식 : 기계의 테이블 등에 스케일 부착 → 위치 검출 + 피드백. 높은 정밀도를 요구하는 공작기계, 대형기계에 사용.
- 4) 하이브리드 서보방식 : 반폐쇄회로(높은 게인)+폐쇄회로(오차 보정) = 높은 정밀도 요구, 공작기계 중량大 기계 강성 높이기 어려운 경우, 안정된 제어가 어려운 경우 사용

리졸버 = CNC 공작기계 움직임 → 전기적 신호로 표시. 일종의 회전피드백장치

12장 정밀입자가공 및 특수가공

정밀입자가공

[1] 호닝 : 연삭숫돌 이용.

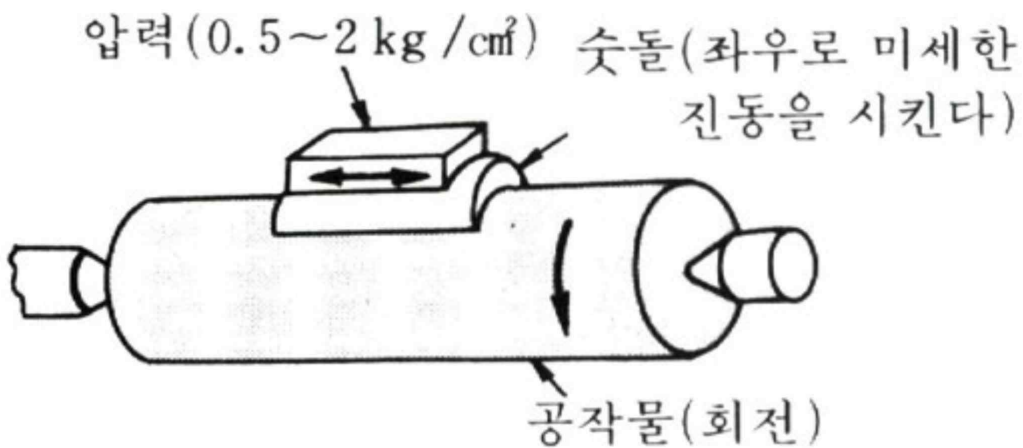
[2] 액체호닝 : 연마제+가공액 → 압축공기 → 노즐로 고속 분사 ---- 고운 다듬질면

[3] 슈퍼피니싱 : 가공물 표면 가압, 이송 + 연한 숫돌 좌우로 진동 --- 원통 외면,내면, 평면

- 숫돌 폭 < 일감 지름

- 숫돌 길이 = 일감 길이

- 접촉 면적 넓음. 연삭작업에서 나타난 이송선, 숫돌 떨림으로 나타난 자리 완전히 없앨 수 없다.



[4] 래핑 : 공작물&랩 공구 상대운동 ---- 매끈한 다듬질면

장점) 매끈한 면. 정밀도 高↑. 윤활성 좋음↑. 내식성+내마모성↑. 마찰계수↓

단점) 마모시키는 원인이 됨! → 마멸성 감소...

특수가공

[1] 방전가공 = 전극&공작물 사이 전압 → 아크 방전.

전극&공작물 간 **절삭력X** → 버X. 복잡한 형상 가능. 전기전도성 우수 재료 가공 가능. 전류밀도大+방전주파수小
- 표면거칠기 ↓+소재제거율 ↑. 재료 강도,경도,인성 - 가공에 영향 X.

- 가공부분 변질층 O

- 전극소모 적어야지~

*방전회로 1. RC회로(가장 기본) 2. TR회로(일반 방전가공기) 3. TR부착 RC회로(요즘多)

*전극재질 : 구리, 청동, 황동, 텅스텐, 흑연 등

전극재료 조건

내열성高. 방전시 가공전극 소모 ↓. 전기전도도+열전도도 ↑. 기계가공 쉬워야. 용점高. 공작물보다 경도 小. 방전 안전. 가공속도 ↑. 가공정밀도 ↑

[2] 와이어컷방전가공

와이어방전가공액 비저항값

高) 높을 때 ! 가공액 → 이온교환장치로 → 이온제거

低) 낮을 때 ! 방전간격 ↑. 방전효율 ↑. 수돗물 첨가.

[3] 초음파가공

부도체도 가능! 납,구리,연강X

용도 : 초경합금, 보석류, 유리 등 비금속 또는 귀금속's 구멍뚫기. 절단. 평면가공. 표면다듬질

[4] 레이저 가공

렌즈나 반사경 통해 집적 - 공작물에 직접 빛 쏘어 순간적 국부 가열 → 용해 or 증발. → 대기중에서 비접촉으로 가공.

밀도 높은 단색색 & 평행도 높은 지향성 이용.

초경합금. 스테인리스강 가공 가능.

유리, 플라스틱 판 절단 가능.

[5] 전해가공

[6] 전해연마

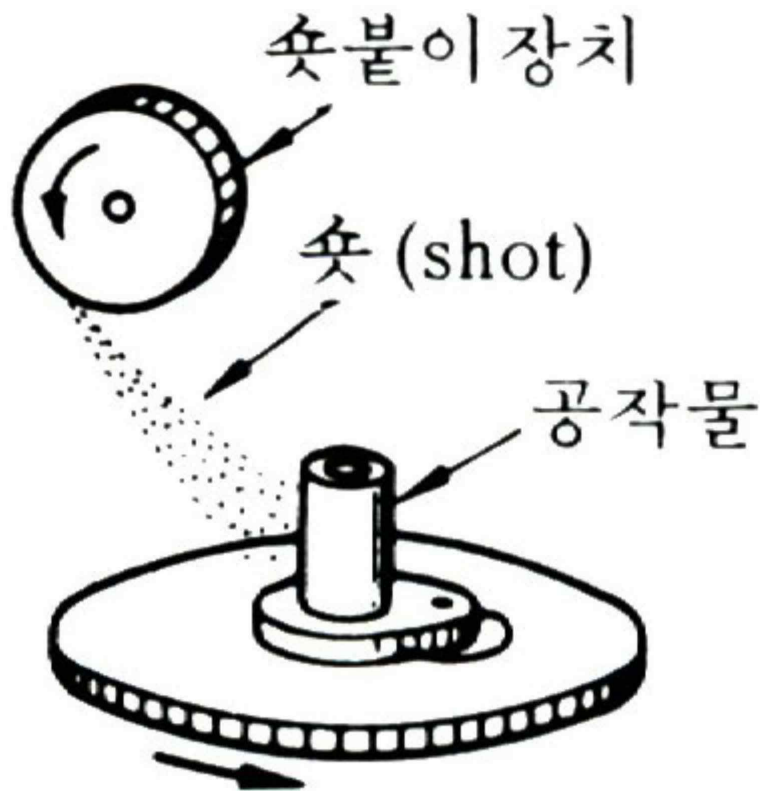
공작물(+) Cu,Zn(-) → 전해액 속 매달고 통전 → 미소돌기를 용해 → 매끈하고 광택O. (거울면처럼)

가공변질층 X. 가공면에 방향성 X.

[7] 전해연삭

[8] 샷피닝

금속 작은 구를 고속으로 가공면에 분사 → 피로강도, 표면경화, 기계적성질 향상. 일종 냉간가공법.



[9] 화학연마

[10] 화학가공

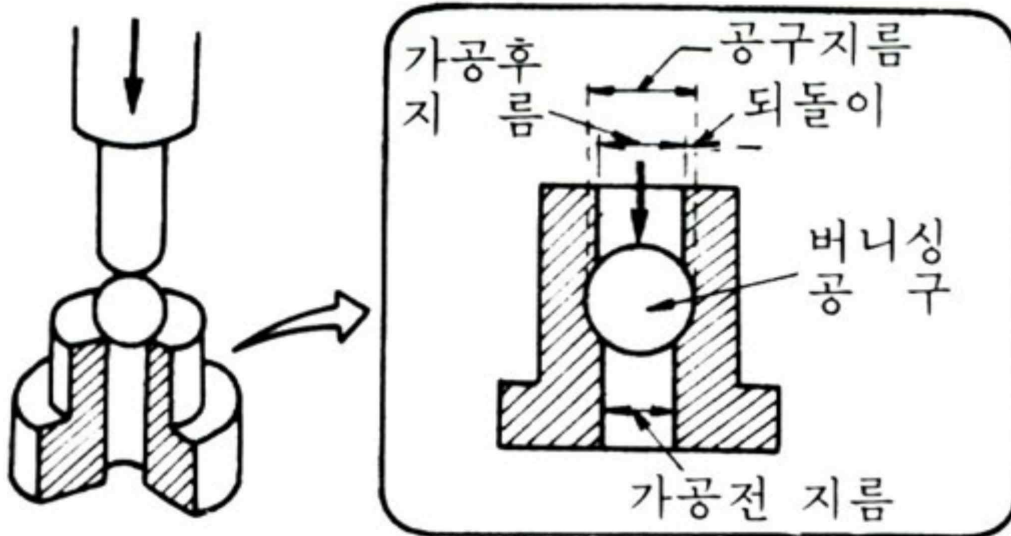
[11] 배럴가공

회전하는 상자 = 공작물 + 미디어, 공작액, 콤파운드 → 회전 or 진동 → 연삭입자와 충돌 → 공작물 표면 요철 없애고 매끈한 가공면 얻음

[12] 버니싱

이미 가공되어 있는 구멍의 내면에 내경보다 약간 지름이 큰 버니싱 공구(ball) 압입.

내면에 소성변형 → 매끈하고 정밀도 높은 면 얻음.



[13] 버핑

녹제거. 광택내기.

**[14]전주가공 electro forming

“

전주가공

전기도금을 이용하여 제품을 제작하는 가공방법

마스터의 표면에 하는 두께가 얇아지기 까지 금속을 패던 위에 전기분해에 의해 부착(도금)하며 마스터에서 분리하여 마스터와 반대편 형상의 제품을 제작하게 된다.

전기분해에 의해 도금되는 방식이기 때문에 마스터의 아주 미세한 부분까지 표현이 가능하다. 일반적으로 가전기기, 모바일기기 등 가전제품의 로고 배지에 많이 쓰이고 미세한 부분까지도 표현이 가능하기 때문에 핸드폰 카메라 데코레이션 부분과 이어피스(ear piece) 데코레이션 등에도 응용하여 쓰인다.

※ 출처 : <http://www.seouldesign.or.kr/board/32/post/100316/detail?menuId=29&boardCatId=2>

전주가공 특징

- (1) 첨가제와 전주 조건으로 전착금속의 기계적 성질을 쉽게 조정할 수 있다.
- (2) 가공 정밀도가 높아 모형과의 오차를 $\pm 25\mu\text{m}$ 정도로 할 수 있다.
- (3) 매우 높은 정밀도의 다듬질 면을 얻을 수 있다.
- (4) 복잡한 형상, 이음매 없는 관, 중공축 등을 제작할 수 있다.
- (5) 제품의 크기에 제한을 받지 않는다.
- (6) 언더컷형이 아니면 대량생산이 가능하다.
- (7) 생산하는 시간이 길다.
- (8) 모형전면에 일정한 두께로 전착하기가 어렵다.
- (9) 금속의 종류에 제한을 받는다.
- (10) 제작 가격이 다른 가공 방법에 비해 비싸다.

※ 출처 : <http://blog.daum.net/hunid64/691>