3. 분말 야금 (powder metallurgy)

Stainless

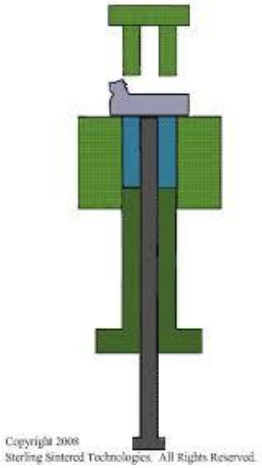
bronze(청동: 구리+주석계의 합금)

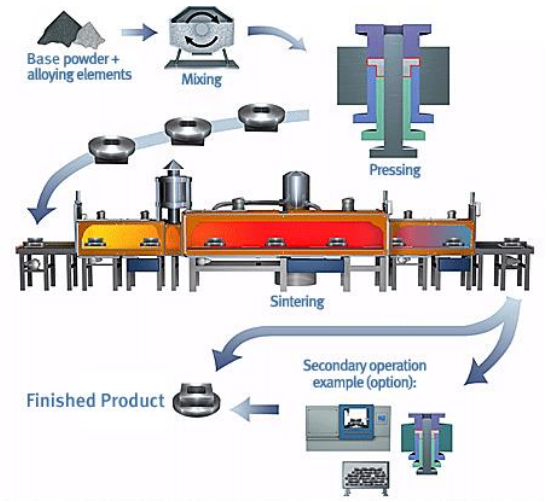
1.개요 [Powdered Metal Process – YouTube]

분말 야금은 금속분말 또는 합금분말에 첨가제를 혼합한 원료를 금형에 넣어 성형기계로 압축성형한 후 용융점 이하의 온도에서 소결하여(sintering) 금속제품을 제조하는 기술이다.

- 첨가제
  분말의 압축효과를 좋게 하고, 분말과 금형의 마찰을 감소시키기 위하여 흑연, 비누, 합성수지 등을 0.2 ~ 1% 첨가한다.

2. 분말의 종류
   철(Fe), 청동, 스테인레스 강, 고속도강, Al, 초 경질 분말합금 등





3. 특징

① 다른 금속가공 공법에 비교해 정도가 높기 때문에 많은 기계가공을 생략할 수 있다.
(한 LOT 내에서 형태와 치수가 고르며, 좋은 표면 상태를 얻을 수 있다)

② 제조과정에서는 융점까지 온도를 올릴 필요가 없다.

③ 재료설계(합금)가 용이하다. (예: 청동)

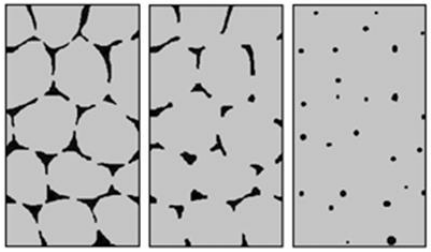
④ 다공질의 금속재료를 만들 수 있다. (필터)

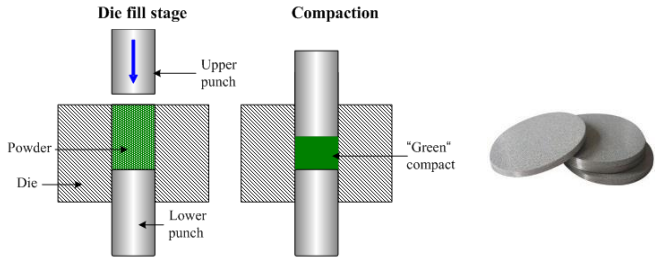
⑤ 자기 윤활성을 갖게 할 수 있음. (oilless bearing)

⑥ 소결부품은 표면경화 열처리, 스팀처리가 가능하다.

⑦ 양산변경에 신속히 대응할 수 있으며 다량생산 시 경제적이다.

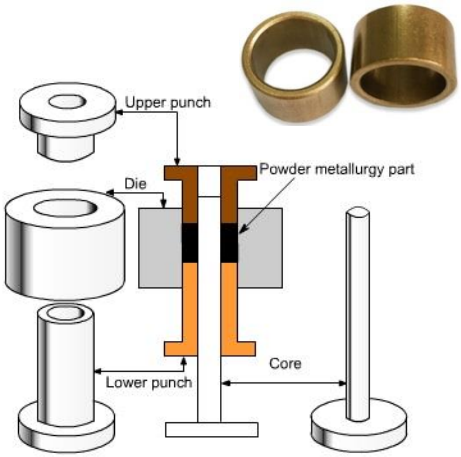
bronze(청동: 구리+주석계의 합금)

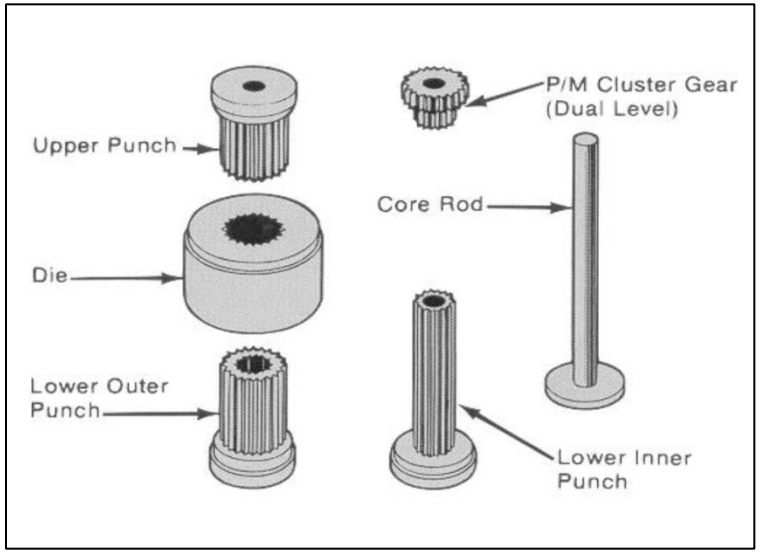


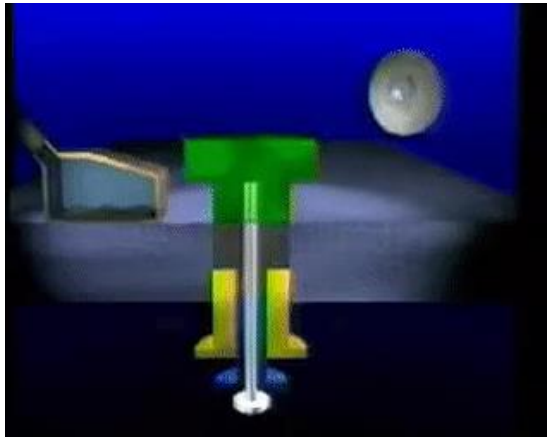


⑧ 분말 야금은 금속분말을 금형에 넣어 성형을 하기 때문에 금형 설계 및 제작기술이 분말 야금 제품의 정밀도 및 생산성을 결정함.

⑨ 금형의 구성은 제품의 외면을 형성하는 다이(die)와 제품의 내면을 형성하는 코어(core), 상, 하측에서 분말을 압축하는 펀치(punch), 전체 금형을 지지하며 고정하는 기능을 가진 홀더(holder)류 등으로 되어 있음.

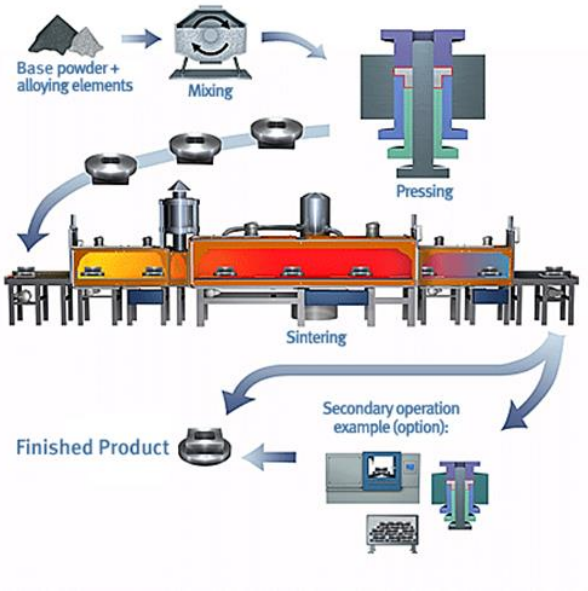






4. 분말 야금의 제조공정

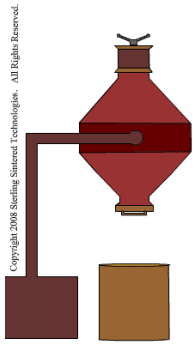
원재료 입고 ⇒ 혼합 공정 ⇒ 압축성형 공정 ⇒ 소결 공정 ⇒ 후 공정 ⇒ 검사의 과정을 거쳐 제품을 생산하게 되는데 분말 야금 제품의 특징과 장점을 결정하는 핵심기술의 기반은 공정 중에서 분말의 혼합 공정, 압축성형 공정, 소결 공정에 있음.

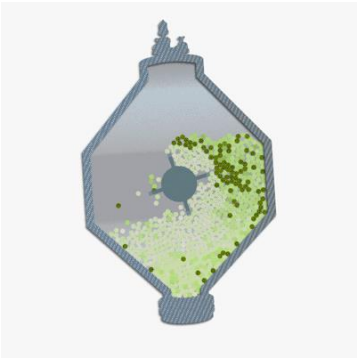


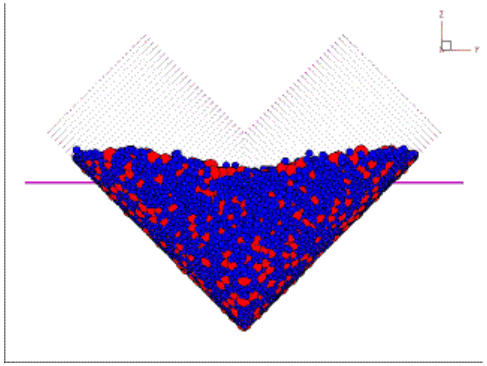
1) 혼합 공정 (mixing)

① 혼합공정은 제품의 재질 규격에 맞게 일정한 비율로 주원료와 첨가물, 윤활제 등의 균일한 배합을 목적으로 Double Cone 혹은 V-Cone과 같은 혼합기를 사용하며, 적절한 rpm과 혼합시간의 조정으로 제품 성형을 하기 위한 준비 단계이며, 성형 할 때 품질의 균일화를 위해서 매우 중요한 공정임.

② 일반적으로 양산 시 혼합기의 조건은 회전 수 10~15 rpm, 혼합시간은 30~50분 정도 소요됨.



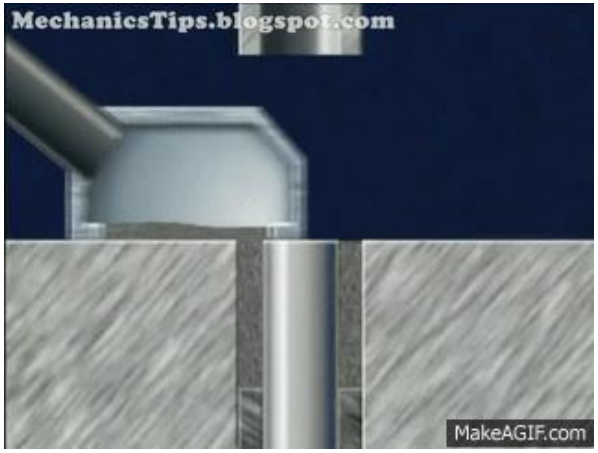




2) 압축성형 공정 (compacting)

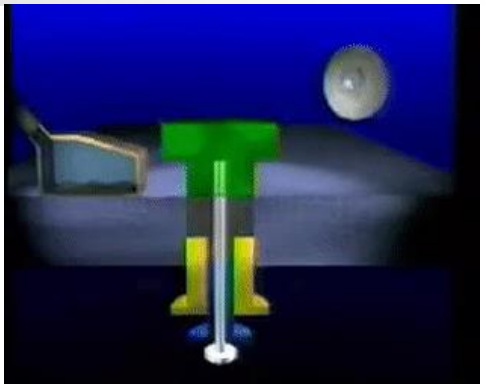
Compaction in Powder Metallurgy production processes – YouTube

① 혼합공정을 거쳐 mixing 되어진 분말을 금형에 넣고 성형프레스로 압축 성형하여 반제품의 형태로 만들어지는 최초의 공정이며 분말 입자들이 기계적인 결합을 해서 다음 공정을 처리할 때 까지 계속 취급하는데 지장이 없을 정도의 강도를 부여하며 모양과 치수가 기계가공을 하지 않아도 될 정도의 완성된 제품에 가깝게 된다.

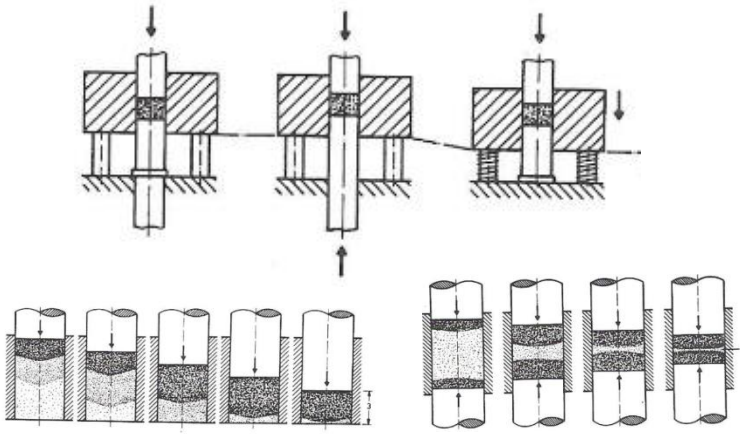


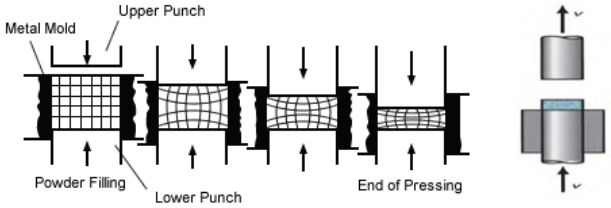
② 성형 방법의 종류

- 일 방향 압축방식 (Single Action Compacting)
  금형 내부에 혼합분말을 넣고 상 플런저 (펀치)로 압축하는 방식이다.
- 양 방향 압축방식 (Double Action Compacting)
  내부의 밀도를 균일하게 하기 위한 양방향 플런저(상, 하펀치)로 압축 방식임.
- 부유 Die 압축 방식 (Floating Compacting)
  다이에 스프링의 힘을 이용한 방식.

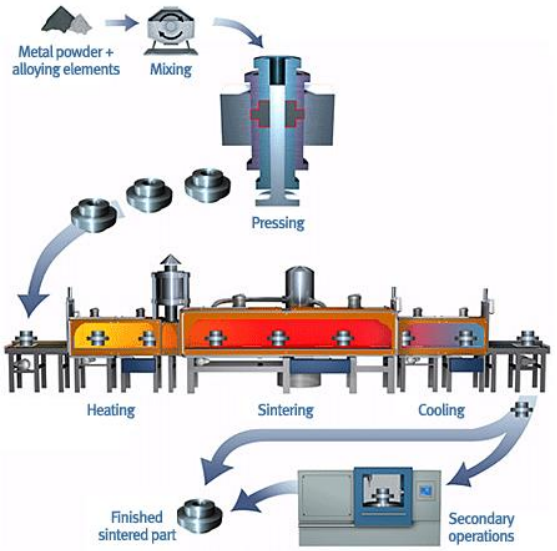


◦일 방향 압축 ◦양 방향 압축 ◦부유 다이 압축





③ 압축성형 할 때 프레스(기계식, 유압식)가 사용되고 용량은 제품의 크기에 따라 10톤 미만의 소형프레스 부터 100톤 이상의 대형 프레스까지 사용된다.
(사용되는 압력은 철계 3~10ton/㎠, 동계 2~5ton/㎠ 필요함)

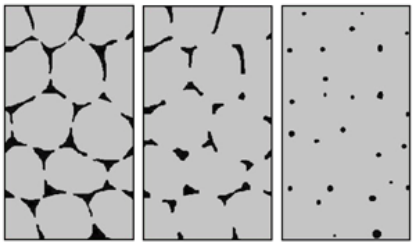
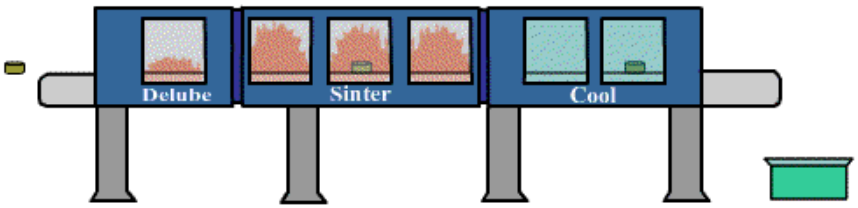
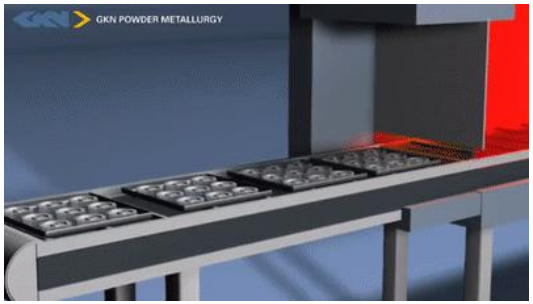


3) 소결 공정(sintering)

압축 성형한 성형품의 분말 입자간 결합은 기계적인 결합상태로 밀도와 강도가 부족하여 금속 재료로서 기능을 할 수 없는 상태로 원자 간의 충분한 결합이라 할 수 없음.

① 성형품을 금속의 용융점보다 낮은 온도로 소결로 에서 가열하여 접촉하고 있는 분말입자 간에 높은 표면에너지를 이용한 확산 융접이 발생하면서 밀도가 높아지는 원자적인 결합을 시킴으로 주조품과 같은 용해재료에 상응하는 강도를 얻게 되는데 이와 같은 처리를 소결(sintering)이라 함.

② 소결은 산화방지를 위해 불활성 분위기 또는 진공에서 이루어지며 입자가 미세할수록 최종 소결 밀도는 증가하며, 표면에너지가 감소하는 방향으로 확산에 의해 진행됨.

③ 소결 효과는 소결 온도, 시간, 분위기, 승온속도, 냉각속도 등에 영향을 받음.

④ 압축성형에 의한 분말 야금의 소결 후 최종 밀도는 약 70~90 % 정도임.