

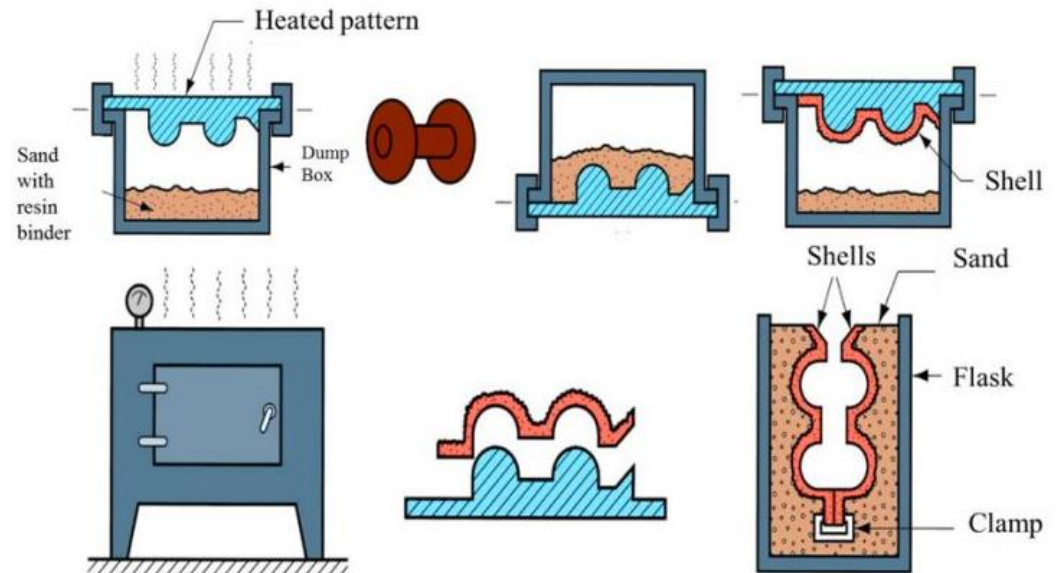
2. 셸 몰딩법 (크로닝법 / C-프로세스) <https://www.youtube.com/watch?v=44R2lbzTvt4>

규사(SiO_2)와 합성수지를 배합한 레진 모래 (Resin Sand; 수지모래)를 가열된 모형에 융착 시켜 만든 셸(Shell)형태의 주형을 이용하여 주조하는 방법이다.

1) 공정

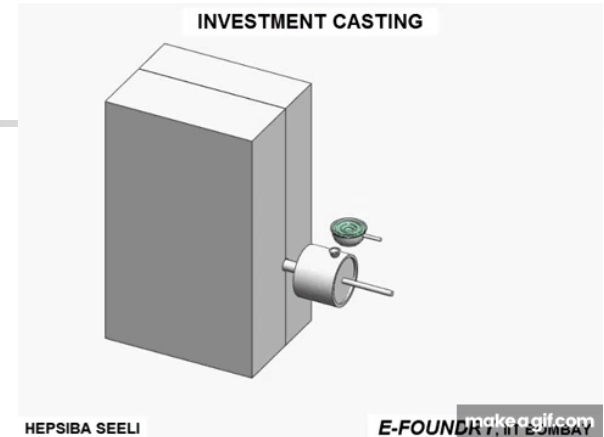
- ① 모형을 250° 까지 가열.
- ② 모형 표면에 이형제(박리제) 규소수지 분사.
- ③ 모형을 레진사가 들어있는 덤프 상자에 거꾸로 올려 놓는다.
- ④ 모형과 덤프상자로 이루어진 전체용기를 뒤집는다.
- ⑤ 가열된 모형 위에서 레진사가 융착된다.
- ⑥ 금형/레진사 용기를 원래 대로 뒤집는다.
- ⑦ 금형 위에 융착된 경화 레진사와 금형을 다시 가열실에 350° 까지 가열하여 가열 경화 시킨다.
- ⑧ 가열 경화된 레진사 셸(두께: 5~10mm)을 금형에서 분리한다.(셸 주형 완성)
- ⑨ 셸 주형과 상자 사이에 충전제를 넣어 주형 틀을 완성한다.

Shell Mold Casting Process



2) 특징

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| ① 숙련공이 필요 없으며 완전 기계화 가능 | ② 주형에 수분이 없음 (주물 표면에 작은 기공 발생 방지효과) |
| ③ 주형이 얇음 (통기불량에 의한 주물 결함 방지효과) | ④ 셸만 별도 제작 및 보관 가능 (일시에 많은 주조 가능효과) |



3. 인베스트먼트 주조법 (Investment Casting)

제작하려는 주물과 동일한 모형을 왁스나 플라스틱으로 만들고, 이것에 내화 물질을 덮어 씌운 다음 건조 가열로 주형을 굳히고 그 속의 모형을 용융 시켜 제거한 다음 공동의 모형의 자리에 쇠물을 부어 주조하는 방법으로 로스트 왁스(Lost Wax)법 이라고도 한다. https://www.youtube.com/watch?v=eJL-31_sO8

1) 공정순서

- ① 모형제작용 금형 제작
- ② 모형제작용 금형에 왁스 및 합성수지를 넣고 사출
- ③ 모형패턴조립
- ④ 모형 표면을 슬러리와 내화재(Investment)로 피복
- ⑤ 주형완료
- ⑥ 주형상자 가열하여 왁스 모형 용출
- ⑦ 용탕 주입
- ⑧ 주형 제거
- ⑨ 주물 완료

* Investment

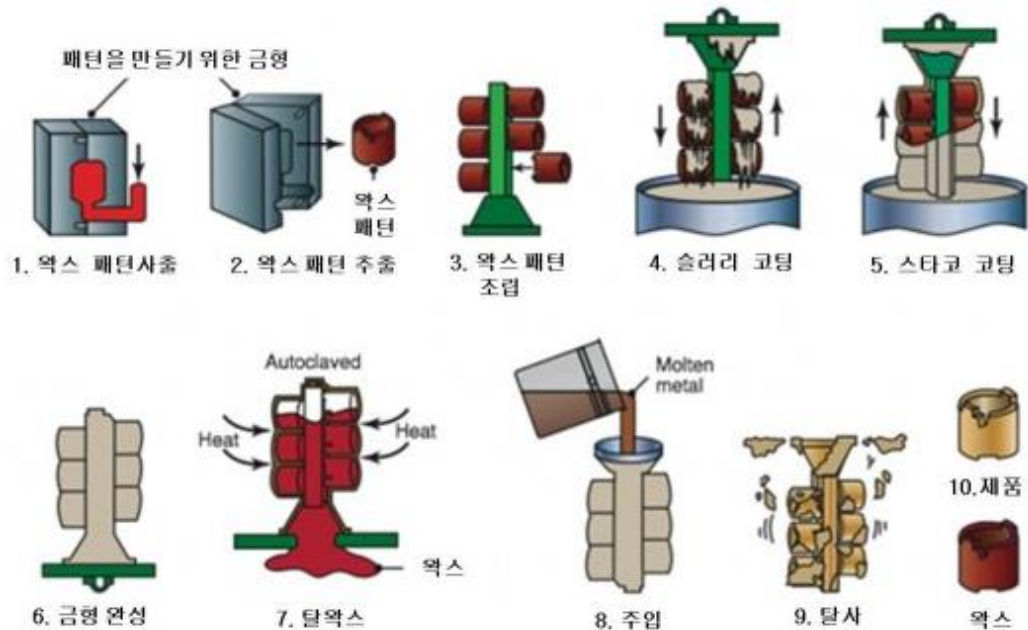
주조(鑄造)하기 전에 매몰하기 위한 재료 또는 그 공정

* slurry

고농도의 현탁 물질을 함유한 유동성이 적은 액체 상태

*스타코(Stucco)

인위적으로 만든 아크릴베이스의 합성코팅재료



2) 장점

- ① 주물 치수가 정확하고 표면정도가 우수하며, 복잡한 형상의 제작이 용이하다.
- ② 철 금속, 비철금속 등 거의 모든 금속에 다양한 주물 재료를 주조할 수 있다.
- ③ 기계 가공이 곤란한 합금, 고용융점을 갖는 합금의 주조도 가능하다.



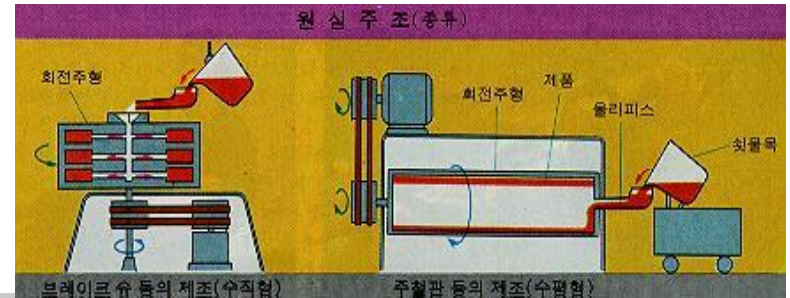
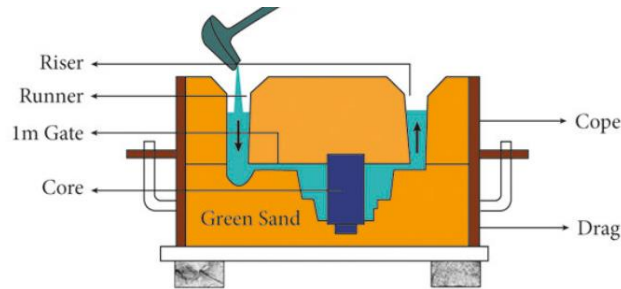
3) 단점

- ① 제품의 크기(300mm이하) 무게(10kg이하)에 제한을 받는다.
- ② 모형제작용 금형이 별도로 필요하므로 원가가 상승 된다.
- ③ 주형은 1회만 사용이 가능하다.
- ④ 생산성이 낮으며 원가가 비싸다. (재료비, 인건비, 모형 금형 등)

4) 적용분야

터빈 블레이드 또는 총기 부품과 같은 복잡한 형상이 있는 자동차, 조선, 산업기계, 방산, 항공기 등에 적용된다.



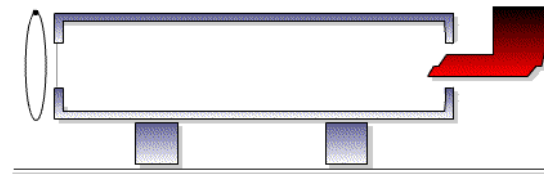
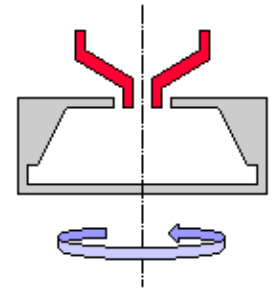
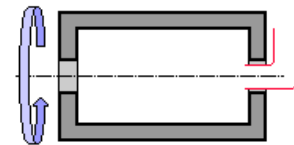


4. 원심주조

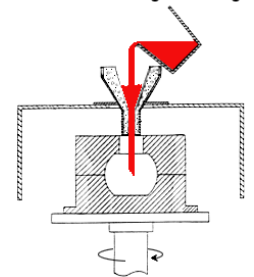
용융금속에 압력(원심력)을 가하여 양질의 주물을 얻는 방법이다. 즉 금형을 300~3000rpm으로 고속 회전시켜 쇳물을 주입하여 그 원심력으로 주물을 가압하는 동시에 비중 차에 의한 불순물의 분리를 더불어 행하여서 건전한 주물을 만든다.

<https://www.youtube.com/watch?v=o4vkUHb91H0> (수평식)

<https://www.youtube.com/watch?v=Pc6y1ZwOIHW> (수직식)



Vertical Centrifugal Casting



1) 특징

- ① 속이 빈 제품
- ② 외부 형상은 원형, 육각형 등의 대칭형상 가능
- ③ 내부를 만드는데 코어나 주형 불필요
- ④ 내부는 용융금속이 원심력에 의해 균일하게 분포하므로 항상 원형 형상
- ⑤ 벽두께는 유입 금속량을 변화시켜 조절
- ⑥ 금속은 주형의 바깥벽에 큰 힘으로 눌러지고 외벽에서부터 응고 시작 (제품이 강하다)
- ⑦ 원심력으로 용융금속이 계속 공급되어 수축을 보상
- ⑧ 탕구, 주입구나 라이저가 불필요 (수율 90% 이상)
- ⑨ 두 번째 재료를 내면에 원심 주조하여 복합제품 제작 가능

2) 원심주조 방법

- ① 수평식 원심 주조법
긴 원통형 제품 (파이프, 실린더 라이너, 피스톤 링 등)
- ② 수직식 원심 주조법
길이가 짧은 링 형태의 제품 (자동차 휠)





5. 다이캐스팅(Diecasting)

정밀한 금형에 용융금속을 고압으로 주입하여 주물을 얻는 방법이다.

<https://www.youtube.com/watch?v=R7Q5GLc4kXM>



1) 장점

- ① 정도가 높고 주물표면이 깨끗하여 다듬질 작업을 줄일 수 있다.
- ② 조직이 치밀하여 강도가 크다.
- ③ 얇은 주물의 구조가 가능하여 제품을 경량화 할 수 있다
- ④ 주조가 빠르기 때문에 다량 생산으로 단가를 줄일 수 있다.

2) 단점

- ① 금형의 제작비가 고가이기 때문에 소량 생산에 부적당하다.
- ② 금형의 내열강도 때문에 용융점이 낮은 비철금속에 국한된다.

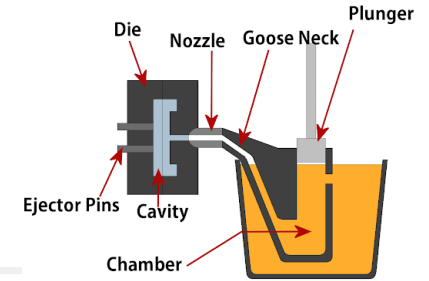
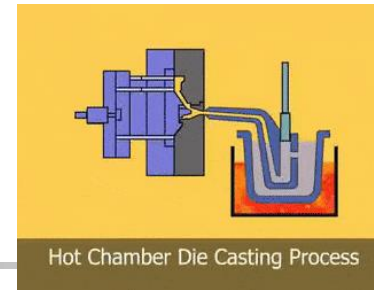
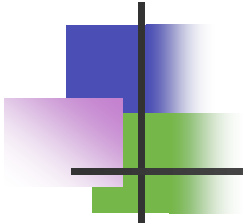
3) 다이캐스팅에 사용되는 주물재료

Al합금, Zn합금, 동합금, Mg합금, Pb합금, Sn합금

4) 다이 캐스팅 주조 제품의 용도

자동차제품, 전기기계, 통신기기용품, 일용품 등





5) 다이캐스팅 기계(용탕공급 방법에 따라)

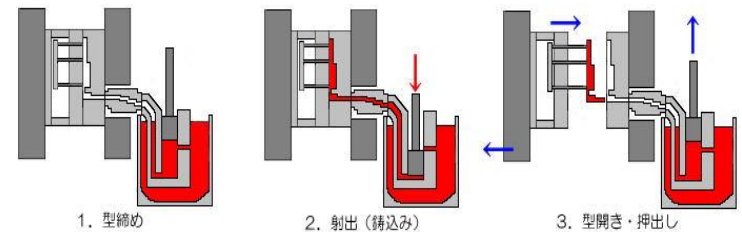
① 열가압실식 [Hot chamber die casting machine]

https://www.youtube.com/watch?v=YXC3z_bEQgc

가압실이 용해로 안에 담겨져 있어 플런저를 사용하여 공기나 그 밖의 압력으로 쇠물을 다이 내부로 주입하는 방식이다.

주로 MP가 낮은 Zn, Sn, Pb, Mg합금 등의 주조에 사용된다.

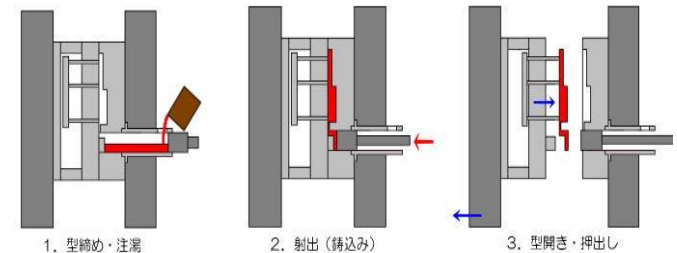
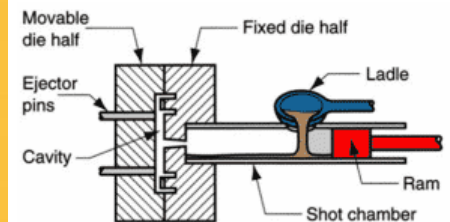
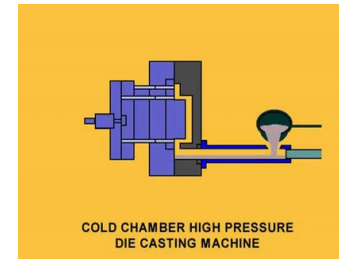
- 얇고 복잡한 모양의 주물을 만들 수 있다.
- 사출부가 용탕 안에 있기 때문에 주탕 할 필요가 없고, 주조 cycle이 빠르다. (750회/hr)
- 가압실이 용해로 안에 담겨져 있어 plunge로 용탕을 사출한다.
- 가압실의 구조상 주조압력이 낮다.
- 산화물, 공기혼입이 적다.



② 냉가압실식 [Cold chamber die casting machine]

용해로와 가압실이 분리되어 있으므로, 별도의 용해로에서 용융한 쇠물을 래들로 가압 챔버에 부어 고압력으로 다이 내부로 주입하는 방식이다.

- 주로 MP가 높은 Cu, Al합금 등의 주조에 사용된다.
- 대형 machine에 의한 대물 die cast 제품의 생산이 가능하다.
- 용해로와 가압실이 분리, Cycle마다 Sleeve에 주탕하여 plunger로 금형 내에 사출.
- 주조압력을 높게 할 수 가 있어, 치밀하고 건전한 주물 생산가능함.
- 주조 cycle time은 Hot chamber방식보다 길다.(150회/hr)
- 최근에는 자동화 주입기구를 사용하여 주조횟수를 증가시키는 추세임.



6. 주조결함

1) 원인

- 조형작업의 불량이가장 큰 원인
- 주조방안과 용해작업 및 화학조성도 중요한 인자

2) 종류

① 기포(blow)

용탕 중에 함유된 gas나 응고 시에 잔류하는 gas에 의해 생성

- 가스 구멍 : 둥근 모양의 가스 구멍
- 핀 홀 : 내부나 표면에 미세한 구멍이 산재

② 수축집

응고될 때 용탕이 부족하여 최종 응고 부위에 공동이 생기는 것.

③ 개재물

모래나 슬래그의 불순물 유입

④ 균열

주조응력으로 인하여 금이 간 주물

⑤ 주탕 불량

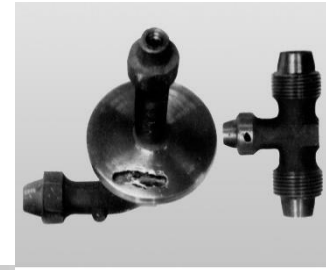
완전히 채우지 못한 주형

⑥ 코어의 떠오름

쇳물의 부력으로 코어 이동

⑦ 기타 결함

거친 표면, 흠집, 치수 불량, 재질 경화



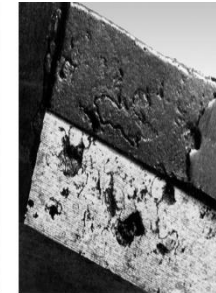
(a) 가스구멍



(b) 핀홀



(a) 수축집



(b) 슬래그 개재물(산화물)



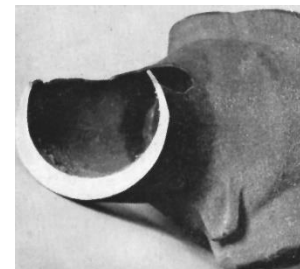
(c) 모래구멍



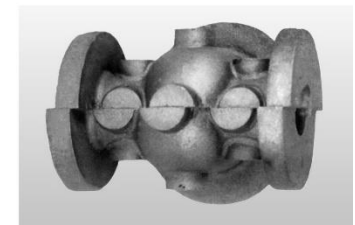
(a) 측면



(b) 상면



(a) 코어의 떠오름



(b) 어긋남