

Disa Forma 造型機

홍영하, 배기홍

1. 진공조형

1-1 원리

Disa Forma의 진공system의 원리를 이해하기 위하여 그림1에 나타낸 바와 같이 P.P.C(pattern plate carrier)에 상하 pattern plate가 설치되어있고 vacuum receiver와 연결되어있다. 상형과 하형의 chamber가 PPC상하부에 각각 위치에 있으며 가늘고 긴구멍을 통해 주물사가 유입된다. 진공은 PPC주위에 설치된 vent와 pattern plate에 설치된 vent를 통해 공기가 배출된다. Vent의 크기나 위치는 주물사가 균일하게 채워지도록 해야한다. chamber외곽에서 균일하게 분배된 주물사가 각각 상하형 통에 유입되면 다음에는 squeezing된다. Spring-back을 줄이면 주물치수가 안정하게 유지되며 주형상태에서 back 압력을 줄이면 hot spots, gas porosity, blow holes, misruns와 같은 대표적인 주물결함을 줄일수 있다. 주물사 공급은 상부주물사 탱크에 먼저 채워진후 다음으로 하부 주물사 탱크에 채워진다. 주물사가 어느정도 까지 차면 지시계로 나타나며 이때 공급되던 주물사는 주물사 감지기에 의하여 자동적으로 중단된다.

1-2 장점

Disa Forma조형 시스템에서 얻을수 있는 장점은 다음과 같다.

- 1) pattern plate tooling의 저비용
- 2) pattern plate 교체 시간이 30초이내임
- 3) 주형강도가 균일하고 충전밀도가 크다.
- 4) 주물치수 공차가 적으며 균일하다.
- 5) 적은 공간을 차지한다.
- 6) 현존하는 수평식 탕구방안 기술을 적용할 수 있다.

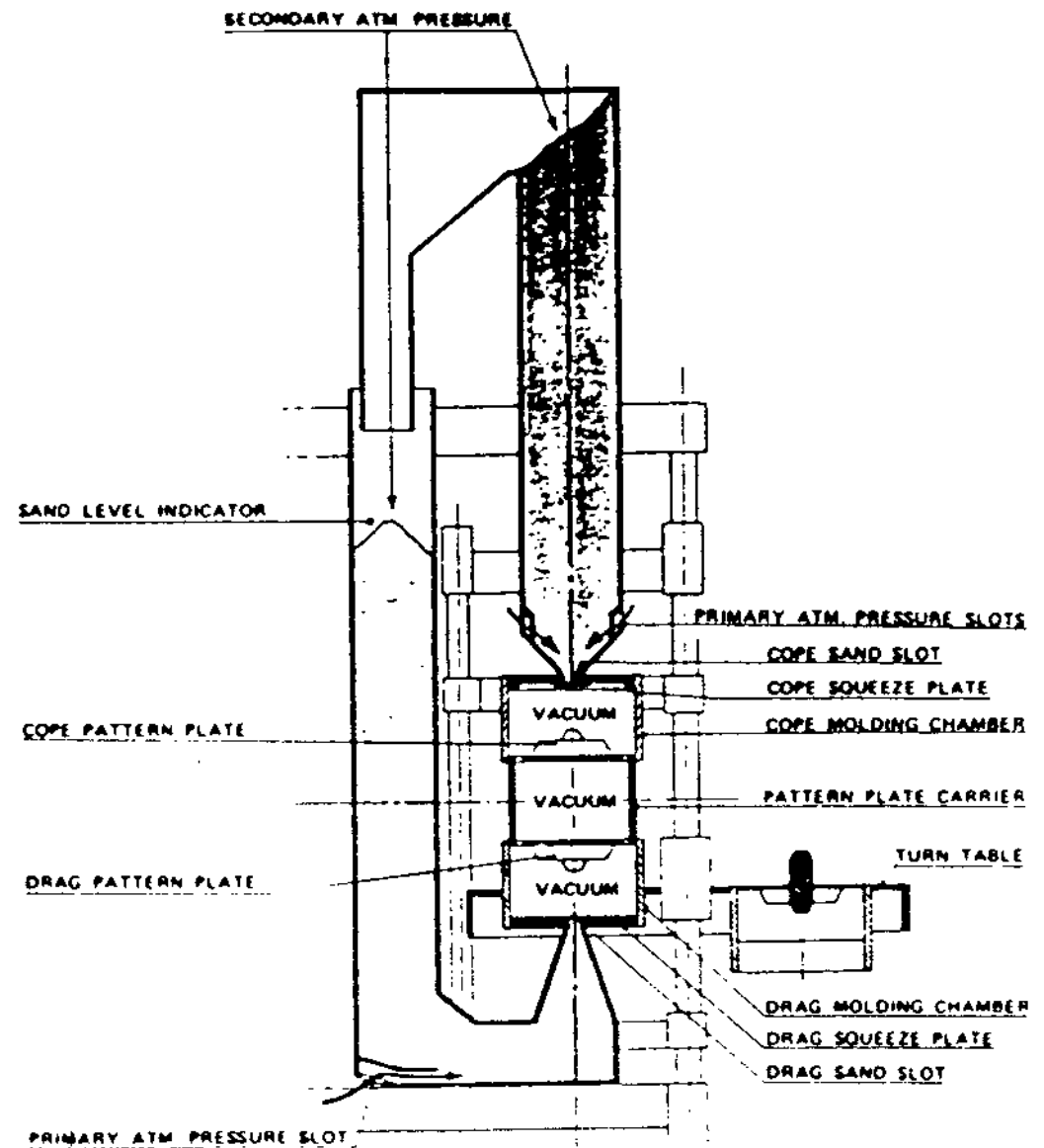


그림 1 Disa Forma 진공조형 시스템

7) 실제 주입시나 주입후에 주형에서 증기가 발생하지 않는다.

2. 작동방법

진공조형시스템의 2가지 중요한 작동원리에 대해서 설명한다.

2-1 Disa Forma flaskless수평식 진공조형기

주형의 조형사이클과 콤베어시스템까지 주형을 운송하기 까지는 다음 9단계를 거친다.(그림 2 참조)

- 1단계.....mold out / pattern In
- 2단계.....위치이동 (chambers in positions)
- 3단계.....implosion

- 4단계.....squeezing
- 5단계.....stripping
- 6단계.....하형교체 / 중자합형 (drag shift / core setting)
- 7단계.....주형합형 (mold closing)
- 8단계.....상형하강 (pushing down the cope)
- 9단계.....하형상승 (pushing up the drag)

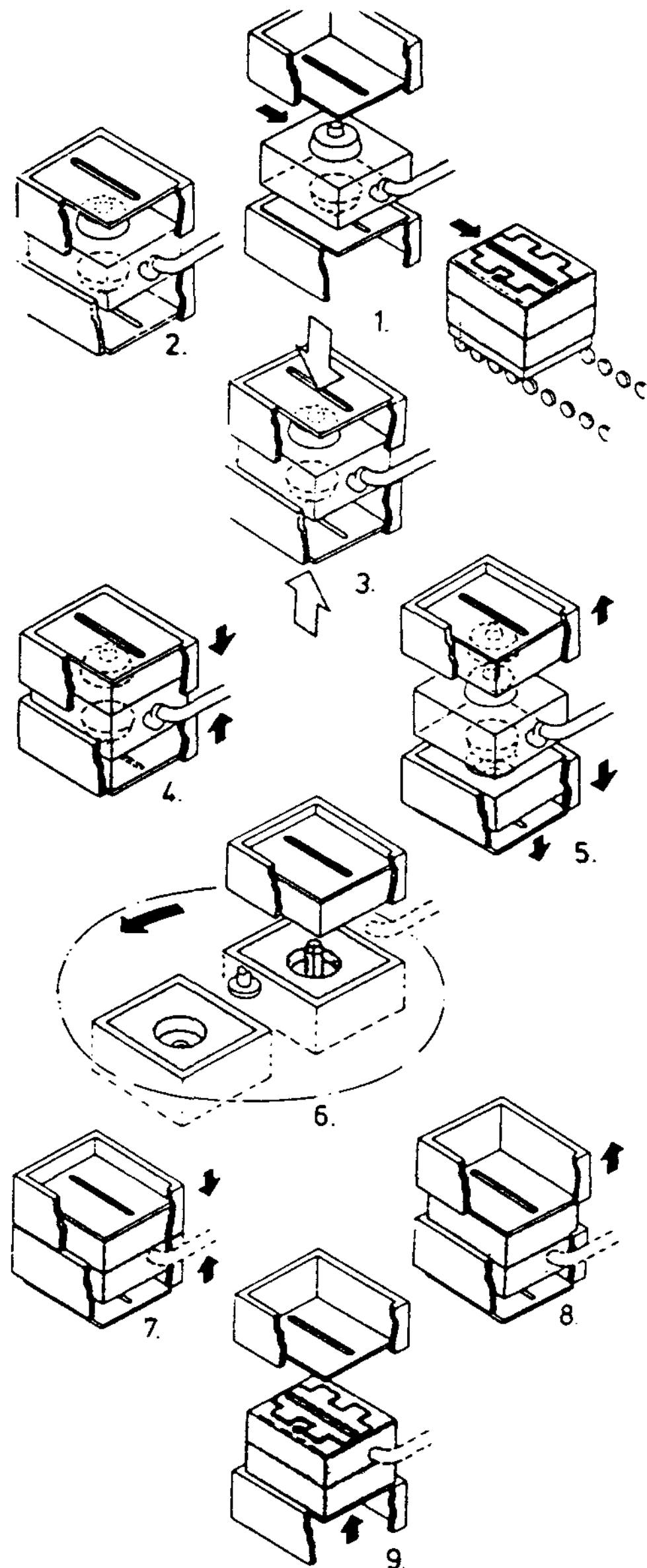


그림 2 Disa Forma 조형사이클

2-2 주형이송시스템

주형은 휠이 고정된 롤장치의 pallet위로 조용히 밀려나가기 때문에 크기가 주형보다 약간 작으며 다른 주형과 접촉하여 일련의 줄을 만들며 서로 지지역할을 하고 있다. 주입라인의 끝지점인 선회지점에서는 주형이 180° 회전되어 조형기 쪽으로 역이송되면서 냉각라인으로 이어진다. (그림 3 참조)

- 1단계.....상승 (lifting)
- 2단계.....청소 (cleaning)
- 3단계.....합형 (setting)
- 4단계.....mold push-off
- 5단계.....pallet shifting

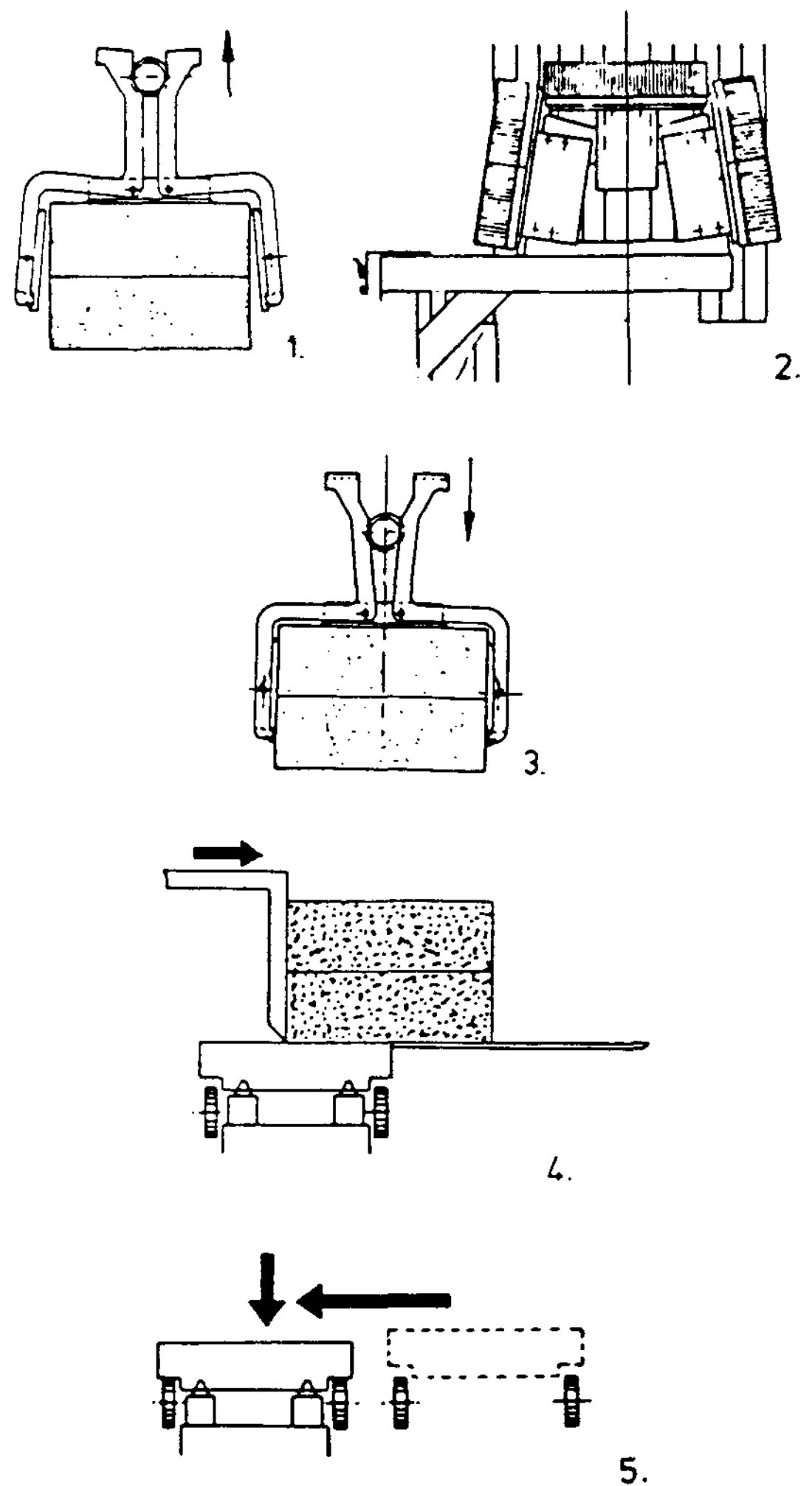


그림 3 주형이송시스템

3. 주형사

오늘날 주물제품은 그 형상이나 치수 및 결함등 품질의 요구 조건이 보다 까다로우며 고성능화 고 정밀도화 고품질화 경향을 띠고 있다. 이러한 추세 에 비추어 제품에 직접적인 영향을 미치는 주물사 의 성능및 처리기술도 고급화 되어가는 경향이다. 주물사 처리가 좋을때 얻을 수 있는 잇점은 다음과 같다.

- 1) 치수 공차의 정밀화
- 2) 모형의 안정성
- 3) 주형의 고밀도화
- 4) 주형설비의 고효율화
- 5) 생산성 향상
- 6) 주형원재료 비용 감소
- 7) scrap 감소
- 8) 설비 감가 비용 감소

3-1 Disa Forma의 주형사 특징

Disa Forma조형 시스템에서는 주물사의 물리적 성질을 다음과 같이 권장하고 있다.

- 생형압축강도 : 1700~2100 p / cm²
- 생형인장강도 : >200 p / cm²
- 습태인장강도 : >20 p / cm²
- 통기도 : >50
- 팽창강도 : >300 p / cm²
- 충전성 : 38%±2
- 밀도 : 0.9±0.5kg / cm³
- AFS 점토분 : 11~13%
- 활성점토분 : >7%
- 휘발분 : 1.5~3.0%
- LOI : 3~4%
- 연소분 : 3~5%
- 수분 : 2~4%

수분함유량은 조형성 38%±2를 얻을수 있는 범 위에서 조절한다. 주철에 있어 주물사의 평균입도 지수는 0.15~0.20DIN 110~80AFS, Cu 합금에서는 0.11DIN이하 또는 140AFS이상이다. 주물사 온도는 수분 함유량과 벤토나이트가 최적으로 혼련되어 있 는 상태에서 40~45℃를 유지해야한다.

주물사에서는 가능한 점토질을 피하는 것이 좋다. 3%체를 통해 빠져나온 주물사가 1% 이하인 것을 권장하고 있다. 점토질이 너무 많으면 다음과 같은

단점이 있다.

- 1) 점토덩어리 상태나 중자덩어리 상태가 되어 샌드흡바로 회수되기 전 까지도 분쇄되지 않는다.
- 2) 높은 생형인장강도및 파쇄강도를 갖는다.
- 3) 주물사에 통기성이 거의없다.

3-2 주물사의 재생

생사형에 고온의 용융금속이 주입되었을때 주물 사는 열적 충격을 받게된다. 결과적으로 다음과 같 은 현상을 유발시킨다.

- 1) 주물사 입자의 열적파괴
- 2) 연소에 의한 벤토나이트 소멸
- 3) 연소에 의한 탄소질의 소멸
- 4) 수분의 증발
- 5) 주물사 응집력 파괴

따라서 노후된 주물사는 다음사항을 위해 교체하 거나 보정해 주어야 한다.

- 1) 파괴된 원재질 복구
- 2) 날카로워진 주물사입자 감소
- 3) 수분 손실복구
- 4) 주물사온도 향상
- 5) 주물사응집력 향상

보정은 신사 첨가로 주물사의 결합력 및 탄소질 등의 물리적 성질이 회복된다.

3-3 벤토나이트

자동조형시스템에서 적당량의 점토사용은 대단 히 중요한 필수조건으로 다음은 양질의 벤토나이트 가 가져야 하는 고유한 성질에 대해서 설명한다.

- 1) 물과 주물사를 적당비율로 혼합하거나 혼련할 때 결합성이 좋아야한다.
- 2) 열에 적당히 견딜수 있어야 하고 결합력 및 성 형율을 유지할 수 있어야한다.
- 3) 일관성 있는 주물사의 성능을 가지며 마지막 공정까지 문제없이 이동 저장 조절할수 있어야한다.
- 4) 주물사의 열적 팽창을 보정할 수 있는 주물사 가 되어야 하며 팽창에 의한 주물 결함이 생기지 않 아야 한다.
- 5) 안정성과 조형성이 있는 주물사가 되어야하며 완전한 모형 형상을 만들 수 있어야 한다.
- 6) 경제적으로 재 사용할 수 있어야 한다.
- 7) 사용가능할때 까지 조형 할 수 있고 주입후 탈 사가 쉽게 되어야 한다.
- 8) 가격, 운반 납기 저장등이 경제적이여야 한다.

4. 모형장치

Disa Forma의 모형은 Disa Forma 조형기의 특징과 부합되어야 한다. 좋은 주물을 만들기 위해 Disa Forma의 모형이 갖추어야 하는 조건은 다음과 같다.

- 1) 형 어긋남(mismatch)의 최소화
- 2) 정밀한 치수 공차
- 3) 표면 상태 양호
- 4) 중자사용 최소화
- 5) 생산비용 최소화
- 6) 높은 생산성

4-1 Pattern Plate

Disa Forma 조형기에서 가장 많이 사용하는 pattern plate의 재질은 Al등으로서 이들은 가볍고 마모가 적어야 된다. 그러나 목재 pattern plate 사용할때 주의 해야 하는것은 치수공차가 적고 휘거나 뒤틀림이 없어야한다. 또 다른 재질로서는 회주철 강폴리우레탄 등을 사용할수 있다.

4-2 Standard Pattern Plate

그림4에서 보면 pattern plate상자가 있고 pattern plate은 frame 안쪽에 놓여있다. Frame은 35mm 폭이며 사방으로 vent가 설치되어있다. Vent는 pattern plate 뿐만 아니고 형상이 복잡한 각각의 모형에도 적당히 설치 되어있다. 모형 지지대는 압착시 발생하는 변형을 방지하기 위해 pattern plate 사이에 설치되어 있다.

4-3 Cassette System

Frame은 압착판 보다 약간 크게 만들어져 있지만 내부안착 위치는 모형판의 외곽 치수와 거의 일치한다. pattern plate은 frame에 끼워지며 frame은 pattern plate상자에 나사로 죄어져 있다.

4-4 Pattern Plate활용

Pattern plate 활용은 다음과 같은 기본적인 특징에 의해 한정되어있다.

- 1) 열적 정적 또는 동적 주물사 안정화
- 2) 조형시 변형 압력하에서의 측면 지지의 안정화 또는 주형 운반까지의 압력장치 안정화
- 3) 주입중량에 따른 모형 높이와 주물의 두께.

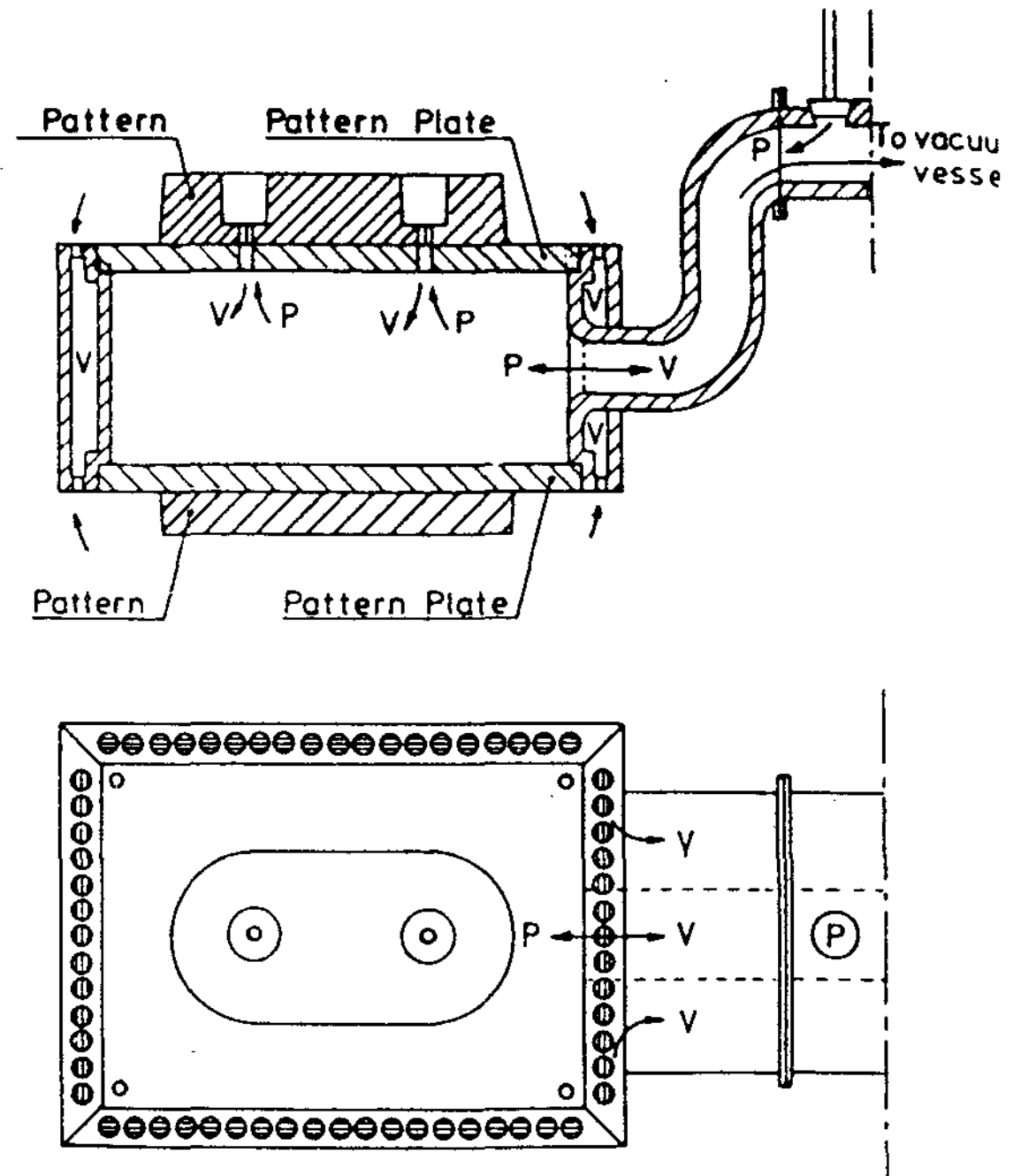


그림 4 Pattern Plate carrier

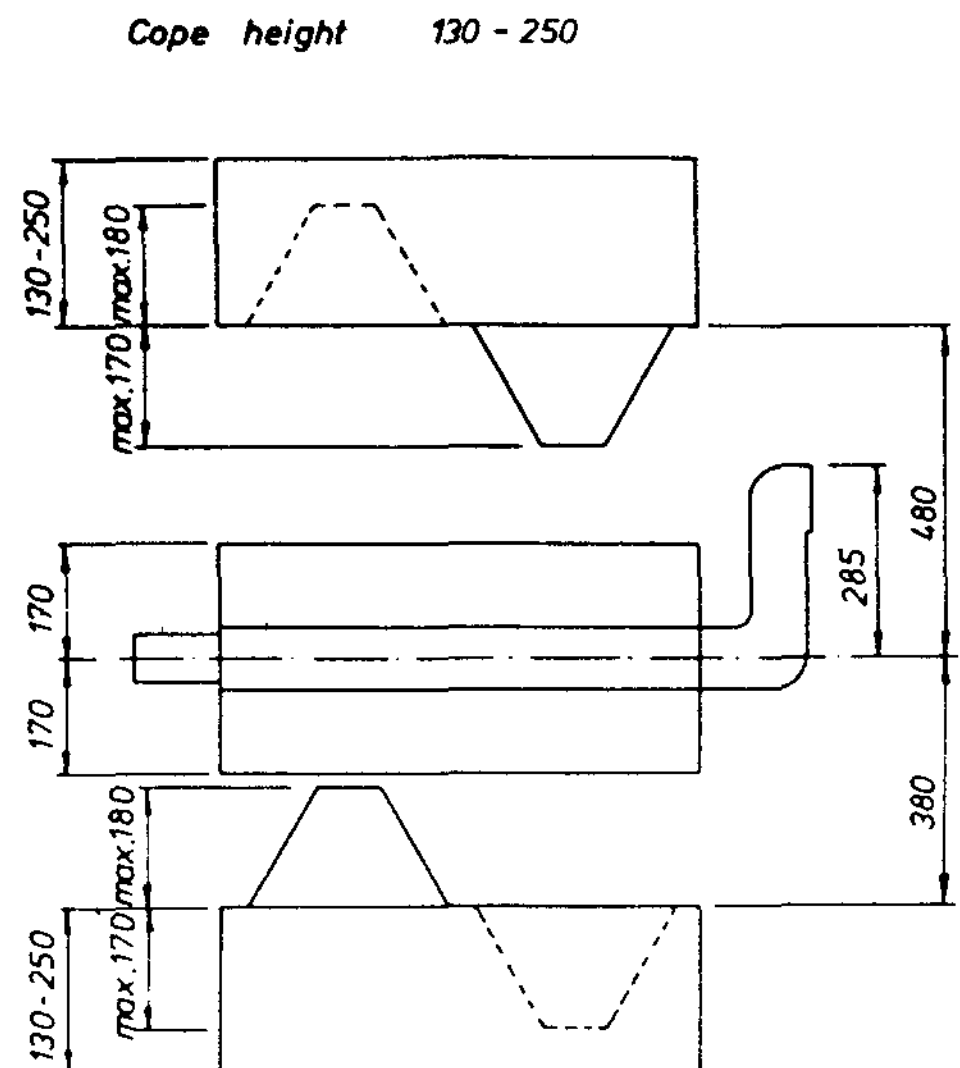


그림 5 Disa Forma Pattern의 높이한계

4-5 모형장비(Pattern Equipment)

Pattern의 재질은 pattern plate과 유사한 특징을 갖고 있어야 한다. 그림5은 pattern의 높이 한계가 각각 다른 형태를 보여주고 있다. 주물제품에 따라 상형 최대 높이가 300mm 까지도 가능하다.

4-6 Air Vent

Vent의 위치나 크기는 효과적인 진공 충전이나 균일하게 주물사가 채워져야 하는 기본적인 목적에서 중요하다. pattern plate 상자 frame에 일련의 vent가 설치되어야 하고 pattern에도 vent를 설치한다. vent의 크기나 위치에 관해서는 특별히 규정된 법칙은 없으나 주물 형태에 따라 최적 배치를 할 수 있는것이 일반적인 견해다. 주형이 이형될때 주물사가 부셔져 버리는 경향이 있는 것은 vent에 테이프를 붙이는 것이 좋다. 시중에서 사용가능한 vent는 여러가지가 있겠으나 주로 2가지 group으로 나눌수 있다.

- 1) slit vent
- 2) net vent

그림 6은 공기배출 가능 면적에 대한 slit 및 net vent의 각기 다른 직경을 표시하고 있다. 배출가능 면적 관점에서 고려 할 수 있는것은 net vent가 slit vent보다는 청결 면적이 넓어 같은 직경일 경우 주물사 충전 효과가 훨씬 좋다. 그러나 vent 선택시 주의할 것은 조형기의 압착력에 vent가 어느정도 견디는가 하는 것이다. 일정 mesh하에서 net vent는 slit vent보다 강하지 못하므로 vent가 부셔져 이탈되는 확률이 높다. 일반적으로 형 깊이가 깊거나 면적이 적으면 net vent가 효과적이다.

4-7 Pattern Draft

Pattern draft의 최소화는 일반적으로 모형 높이에 좌우된다. 그러나 아래 언급한 여러 인자들은 pattern draft에 상당한 영향력을 준다.

- 1) 모형재질
- 2) 표면정도
- 3) 모형의 형상
- 4) 주물사 품질
- 5) 압착력

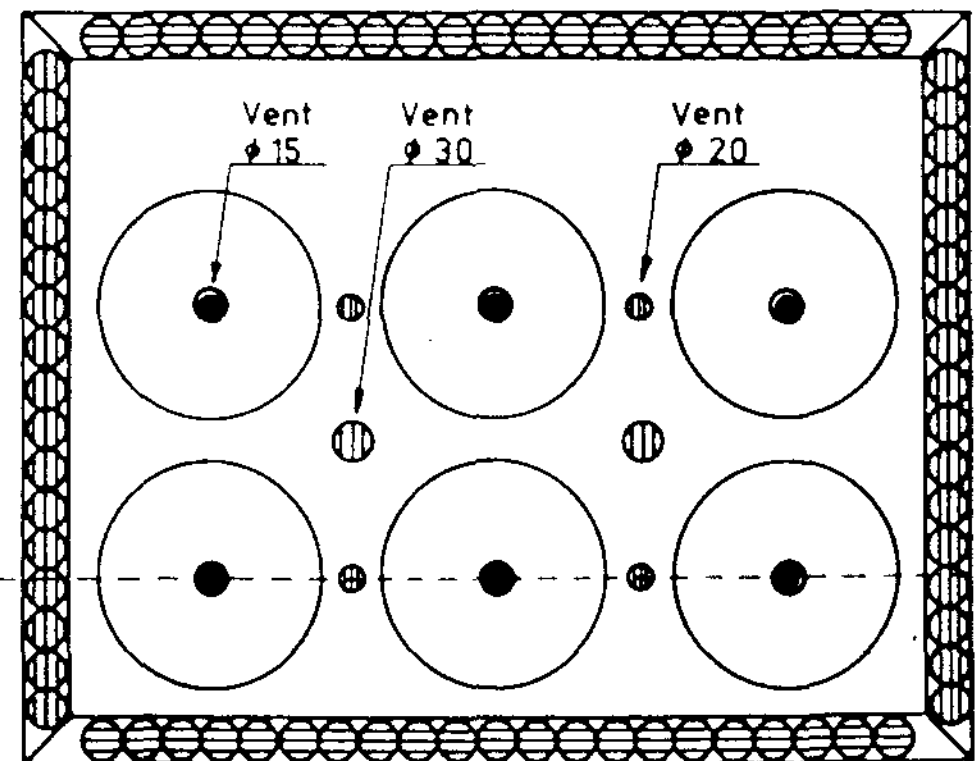
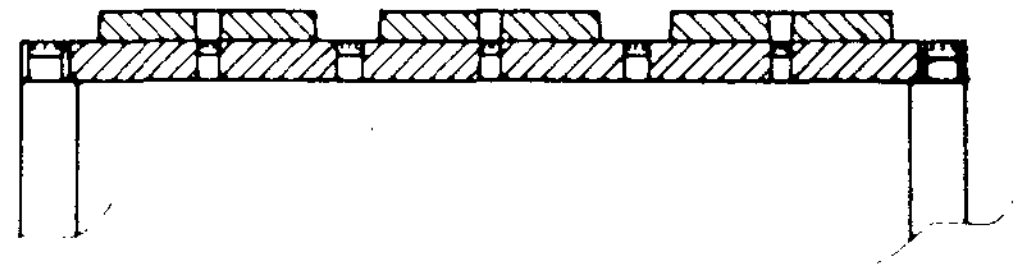


그림 6 Pattern Palte vent

5. 탕구방안

탕구방안의 목적은 다양하다. 주입구의 배치는 주조의 여러 과정에서 가장 경제적인 해결책을 준다. 그런 관점에서 보면

- 1) 주입구의 배치는 주물품의 응고에서 부터 최종 공정 및 가공성까지 고려해야 하며
- 2) 용융금속이 주물사 및 증자의 일부분을 파괴하지 않아야 하며 건전한 주물을 만들어야 한다.
- 3) pattern plate의 활용이 커야 하며
- 4) 조형기계 cycle 보다 주입시간이 적어야 하며
- 5) 주물의 조직이 미세하고 균일화 되어야 하며
- 6) 치수 공차 등이 적어야 한다.

탕구방안의 주된 요소는 용탕이 균일하고 빠르게 조용하게 주입되어야 하며 가스 또는 증기로 인해 생기는 결함이 없도록 용탕이 연속적으로 채워져야 한다. 용탕이 연속적인 유동을 갖기 위해서는 탕구방안의 탕도 및 주입구 면적이 규정화 되어 있어야 한다. 주입구의 면적은 용탕을 충전시키는 본래의 목적에도 중요할 뿐더러 주입구면적과 탕도 단면간의 비율에 있어서도 대단히 중요하다.