

발포성형 금형에 대하여(2)

- EPS용 금형을 중심으로 -

목차

1. 개요	7. 금형 각부의 구조와 요점
2. 금형의 제조공정	7-1. 성형 공정에서의 요점
3. 성형수축률	7-2. 금형 각부의 구조와 요점
4. 금형의 재질	8. 금형의 관련 부품
5. 금형의 구성	8-1. Filler 및 Eject pin
5-1. 구조도 및 명칭	8-2. Core vent
5-2. 금형의 구성	8-3. Spray nozzle
5-3. 시판 Frame의 구조 예	8-4. 금형용 Packing
5-4. Die Plate 치수의 예와 Cavity	8-5. Bolt 보강용재
6. 금형의 강도	8-6. 배기 Valve
6-1. Frame 등 금형외벽의 강도 기준	8-7. 냉각수 배관
6-2. EPP 성형용 Frame 등의 강도 기준	9. 금형의 검사 및 관리
6-3. 금형의 강도 기준	10. 금형의 요구 기능 및 당면의 개선책

5. 금형의 구성

5-1. 구조도 및 명칭
(그림 4) 참조

5-2. 금형의 구성

금형은 여러 가지로 구성되지만 현재 많이 사용되고 있는 다음 4종류에 대하여 주요 특징에 관하여 설명하기로 한다.

1) Master Mold 방식

금형 내에 Eject판을 내장한 형식으로 충전은 (그림5)처럼 금형 측면으로 하는 경우가 많고 비교적 소형 성형기에 채용되고 있다. 이동 Frame, 고정 Frame은 성형기와 일

체화된 것이 많다.

<장점>

- ▲금형 교환시간이 짧다.
- ▲금형 제작비가 싸다.

<단점>

- ▲고정 Frame이 크고, 증기소비량이 많다.
- ▲측면으로 충전하기 때문에 성형품 cavity수에 제한이 따른다.

2) Master Frame 방식

소형에서 대형까지 폭넓게 사용되고 있으며 이동 Frame, 고정 Frame은 앞의 Master Mold 방식과 마찬가지로 공용이지만 내부 Eject판이 없고 다수 Cavity도 가능하다. Master Frame 방식에는 다음 3종류

의 구조로 되어 있다.

① Master Frame I형

일반적인 형식으로써 제일 많이 사용된다.

단점으로는 금형 교환시간이 길다.

② Master Frame II형

背面割 금형으로 진공성형기의 보급으로 사용되기 시작하였다. 이 형식은 충전이 잘 안되지만 진공성형 System에 따른 건조성형이나 가압 충전장치 등의 등장으로 충전성을 향상시켜 장점을 살리고 있다. 따라서 앞으로 널리 보급되리라 생각된다.

〈장점〉

▲ Eject Pin이 필요없기 때문에 금형 교환시간 단축 및 부품비 절감

▲ 성형품 Eject 안정성 향상 및 Cycle 단축

▲ 금형에서의 leak도 적고 중량도 경감되어 에너지 절약 및 성형효율 향상

▲ 동일 성형기에서보다 깊은 성형품의 성형이 가능

〈단점〉

▲ 충전, 이형이 어렵다.

▲ 성형 Soft가 필요하다.

③ Master Frame III형

소형·중형기에 사용되며, I형의 단점을 보완한 것이므로 배판(Back Plate)과 중간금형을 일체시킨 형식으로 Filler, Eject pin의 고정도 사전에 가능하고 고정·이동 Frame은 빼낼 필요가 없다.

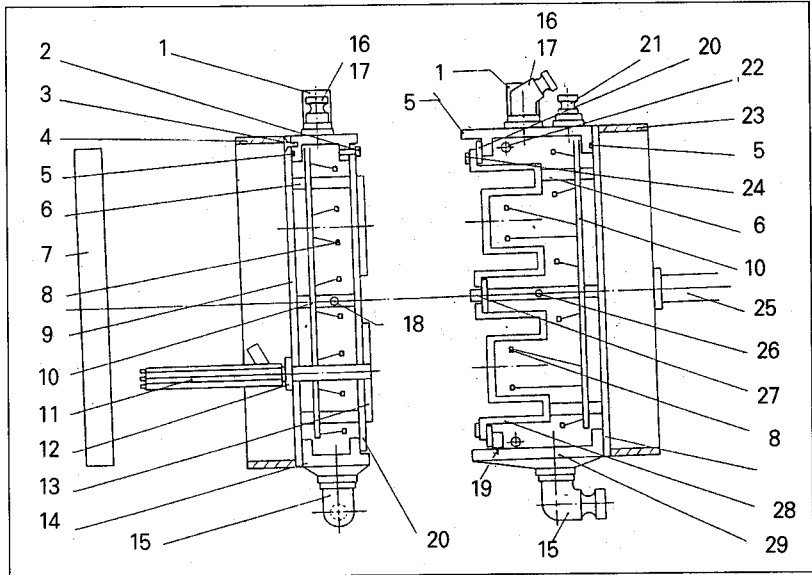
〈장점〉

▲ 금형교환 시간을 대폭 단축할 수 있다.

〈단점〉

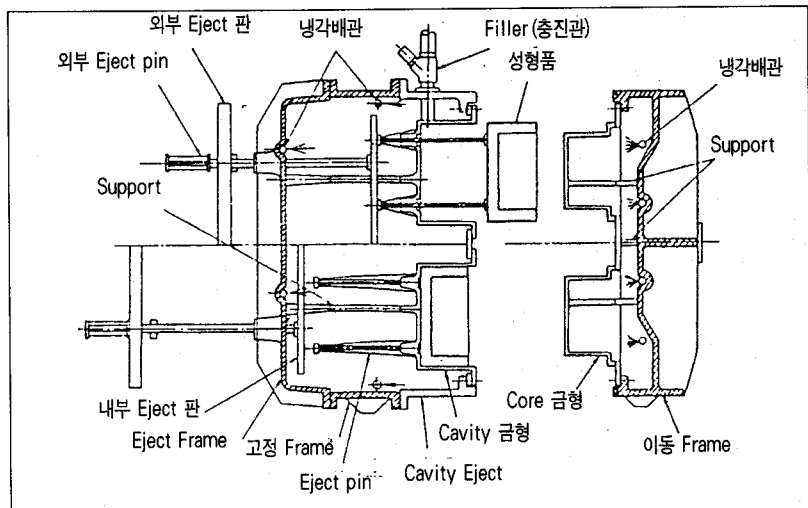
▲ cavity 측 냉각배관이 공용화 할 수 없어 금형비가 약간 높다.

(그림4) 금형의 개략 구조도

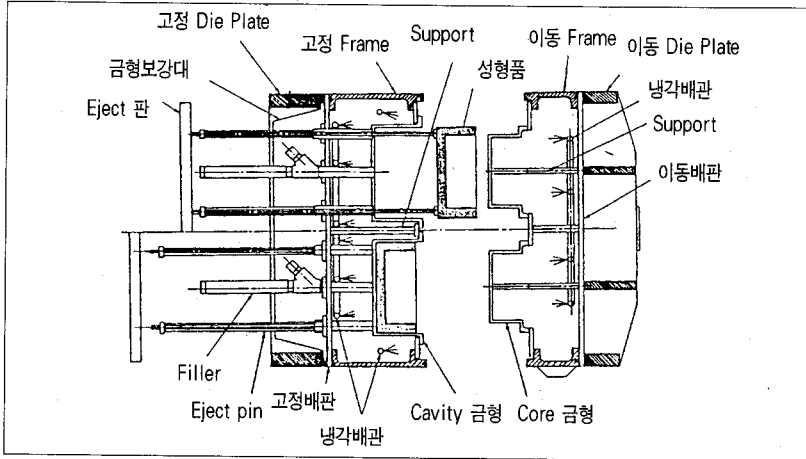


1	배기 Valve	11	Eject pin	21	보온 냉각수 VS Adapter
2	Bolt	12	Flange	22	보조 냉각 배관
3	접시비스	13	Core inside	23	이동 Plate
4	고정 Plate	14	고정축 배면용 Frame	24	Spacer 5mm
5	Packing	15	Drain VS Adapter	25	Cylinder
6	Support	16	Steam VS Adapter	26	온도 Censor (plug)
7	취출판	17	냉각수 VS Adapter	27	Spacer 17mm
8	Spray nozzle	18	온도 Censor	27	Cavity inside
9	뒤 AI plate	19	관통 Hole	29	이동 Frame
10	냉각배관	20	Inside AI Plate		

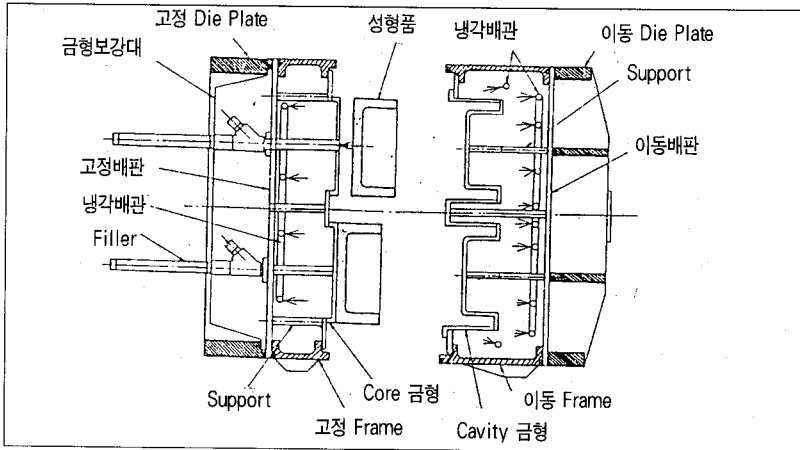
(그림5) Master Mold 방식 금형



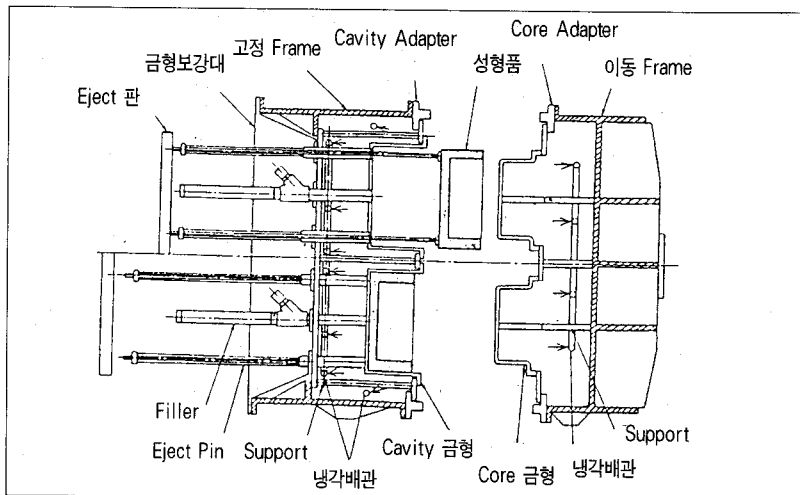
[그림6] Master Frame I형



[그림7] Master Frame II형



[그림8] Master Frame III형



5-3. 시판 되고 있는 Master Frame의 예
[그림10] [그림11] 참조

5-4. Die Plate의 치수와 Cavity 치수에

1) ACE 30 QS-2의 Die Plate 치수
[그림12] [그림13] 참조

2) 금형 관련 치수도

[그림 14] 참조

3) 표준 금형 성형품 최대 Cavity
치수

[그림15] 참조

6. 금형의 강도

6-1. Frame등 금형외벽의 강도 기준

상용 증기압이 1kg/cm²G정도의
EPS 성형에서는 EPS성형용 금형의
안전기준으로부터 3kg/cm²G의 내압
수압 Test가 필요하며 그 기준은 다
음과 같다.

1) Frame 기준

① Frame의 강도는 증기압의 내
압에 의한 응력이 제일 커서 [그림
16]에 나타난 Frame 단면의 두께를
T. 그 안전율을 5로 정하여 다음식으
로 계산한다.

② 제작상의 주의점으로는 다음과
같다.

▲ 偏肉 鑄藥가 없어야 한다.

▲ [그림16]의 W₁부 등에 고정

$$T = \sqrt{\beta_1 \cdot P / (\sigma / 5)} \cdot H$$

β_1 : 장방향 판의 최대응력계수

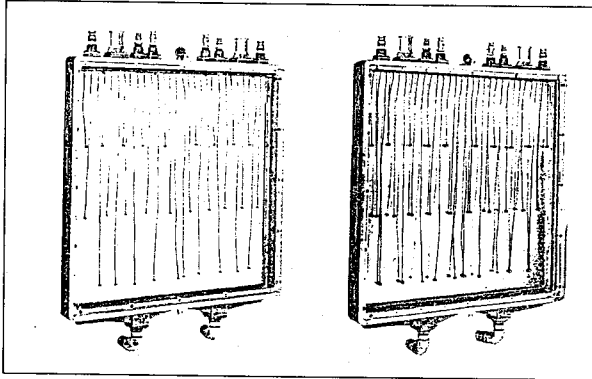
P: 상용 최고 압력 (kg/cm²G)

σ : 재료의 인장 응력 (kg/cm²)

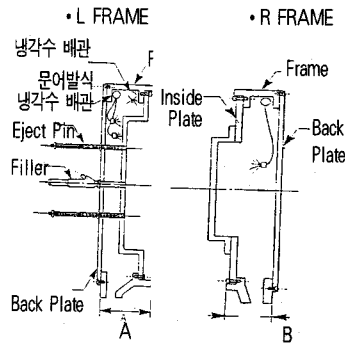
bolt용의 구멍이 있는 경우, 동일강도
가 되도록 내측에 보강 Rib를 만든다.

▲ Frame 네 모서리의 내각부에는
최대응력이 걸리므로 R15 이상의 R
을 잡는다.

(그림9) 30 QS 용 Frame



(그림10) 표준 Master Frame



• L FRAME

치수	25QS용 형식	30QS용 형식
A		
120	QSF25-120L	QSF30-120L
160	QSF25-160L	QSF30-160L
200	QSF25-200L	QSF30-200L
250	QSF25-250L	QSF30-250L
300	QSF25-300L	QSF30-300L
350	QSF25-350L	QSF30-350L

• R FRAME (Back Plate 장착)

치수	25QS용 형식	30QS용 형식
B		
120	QSF25-120R	QSF30-120R

2) Back Plate 기준

배판은 Die Plate 및 금형 보강대 (그림6 참조)로 보지되어 있으나 지지가 안된 부분은 短邊으로부터 판 두께가 결정되며, 판 두께 T는 안전을 5로 정하여 다음식으로 계산한다.

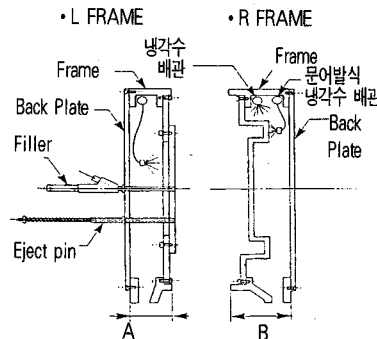
6-2. EPP 성형용 Frame 등의 강도 기준

$$T = \sqrt{\beta_1 \cdot P_1 / (\sigma / 5)} \cdot A$$

- β_1 : 장방향 판의 최대응력계수
- P : 상용 최고 압력 (kg/cm²G)
- σ : 재료의 인장 응력 (kg/cm²)
- A : 지지가 안된 부분의 短邊 (cm)

EPP 성형은 상용 증기 압력이 3 ~ 5kg/cm²G이며, 보통 Frame 재료는 철제 Frame이 사용된다. 이 경우 EPS 성형기준의 상용압력 +2kg/cm²G는 부적당하므로 상용최고압력 2배의 내압 수압 Test가 필요하게 계산한다. Frame은 철제라도 금형은 알루미늄제이므로 열팽창 차를 고려하여야만 한다. 따라서 금형이나 배판에 의한 지지가 충분하지 않으므로 Frame은 内壓에 의한 등분포 하중을 받는 받침대의 계산을 행하는 것이 좋고, Frame의 두께는 앞의 ①항의 계산식과 마찬가지로 산

(그림11) 역 Master Frame



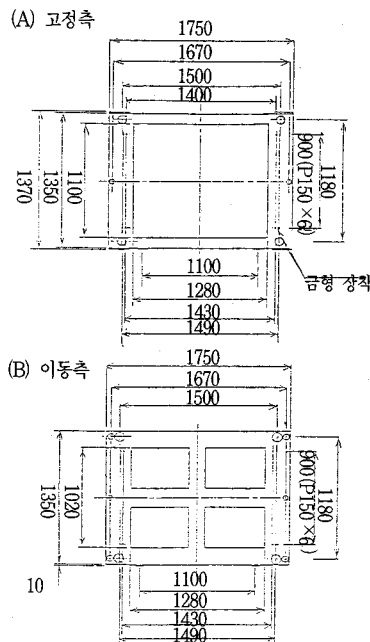
• L FRAME

치수	25QS용 형식	30QS용 형식
C		
120	QSF25-89L	QSF30-89R

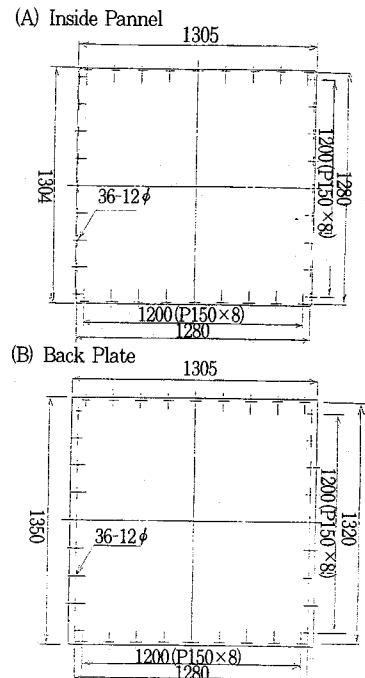
• R FRAME (Back Plate 장착)

치수	25QS용 형식	30QS용 형식
D		
120	QSF25-120LR	QSF30-120LR
160	QSF25-160LR	QSF30-160LR
200	QSF25-200LR	QSF30-200LR
250	QSF25-250LR	QSF30-250LR
300	QSF25-300LR	QSF30-300LR
350	QSF25-350LR	QSF30-350LR

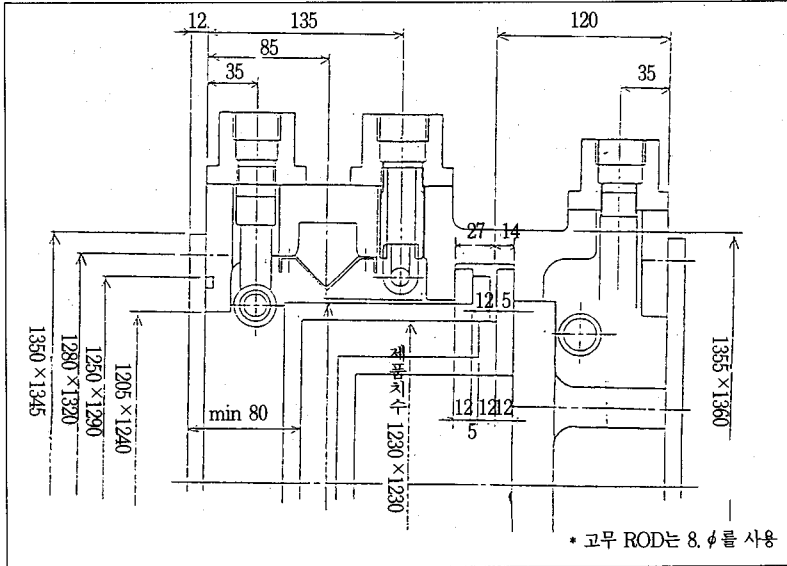
(그림12) Die Plate 치수



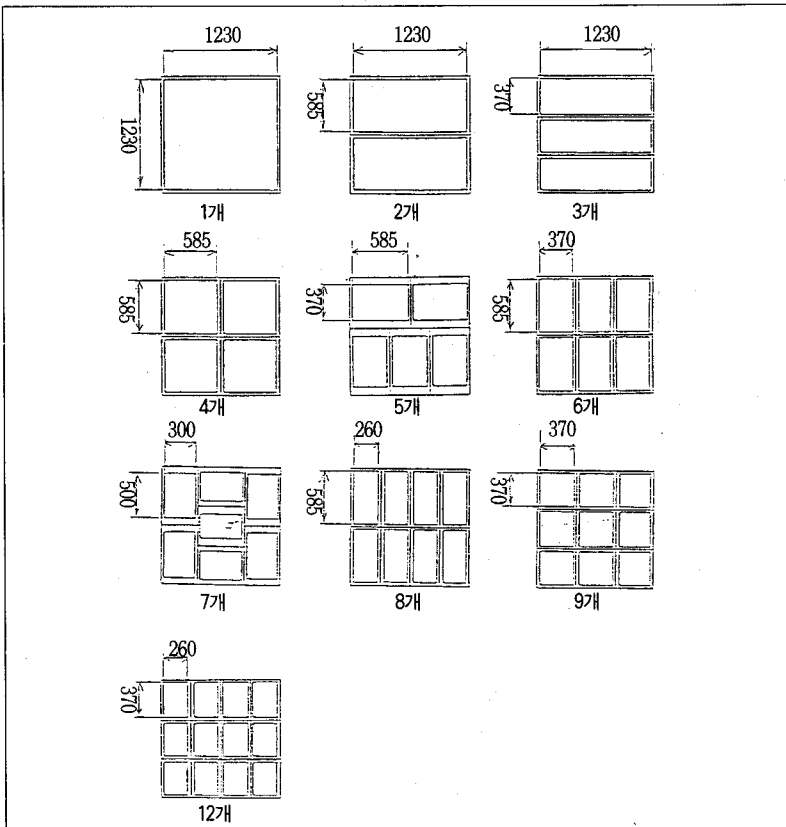
(그림13) Plate의 치수



(그림14) 금형 관련 치수(30 QS-2)



(그림15) Cavity 치수



출후 Frame 長邊부의 內壓에 의한 최대 휨(w)을 0.5mm로 정하여 다음식으로부터 Frame 단면 I를 계산하여 단면형상을 구한다.

$$I=5w \cdot l^4/192E$$

6-3. 금형의 강도 기준

금형은 성형상으로 보아도 최소 두께로 하여야만 하며, 하중으로써는 발포 압력 및 진공압력이 걸리게 되지만 발포압력으로 계산한다. 금형의 두께 계산도 배판과 마찬가지로 평면판으로 계산을 하지만 두께를 정하여 Support 및 보강 Rib의 간격을 계산한다.

금형의 두께는 6~8mm 정도가 많이 사용되고 6mm에서 160mm, 8mm에서 220mm의 Support간격 이내로 한다.

Cavity-Core inside의 사이에 (그림18)과 같이 휨방지를 위한 spacer를 설치하며 spacer는 200 pitch 정도가 되도록 설치한다.

7. 금형 각부의 구조와 요점

7-1. 성형공정에서의 요점

1) 충전공정

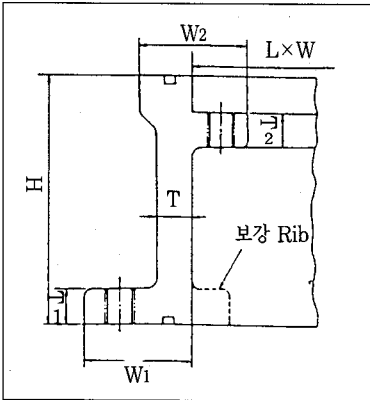
충진은 air로 송립되므로 금형 내에 들어간 air를 빨리 금형 외부 또는 증기실로 배출하지 않으면 충전불량이 된다. 따라서 금형 제작상 가열에 이어서 중요하다.

충진에서는 No cracking 충전이 이상적이지만 그로 인하여 금형 각부로부터 부드럽게 air가 빠지도록 하는 연구가 필요하며, 특히 충전 말단의 연구가 중요하다.

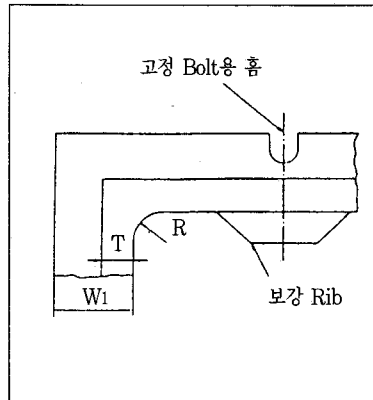
금형제작상의 요점은 다음과 같다.

▲Filler의 수를 너무 많게 제작하

(그림 16) Frame 단면(1)



(그림 17) Frame 단면(2)



면 air 간섭의 원인이 되므로 너무
많게 하지 않는다.

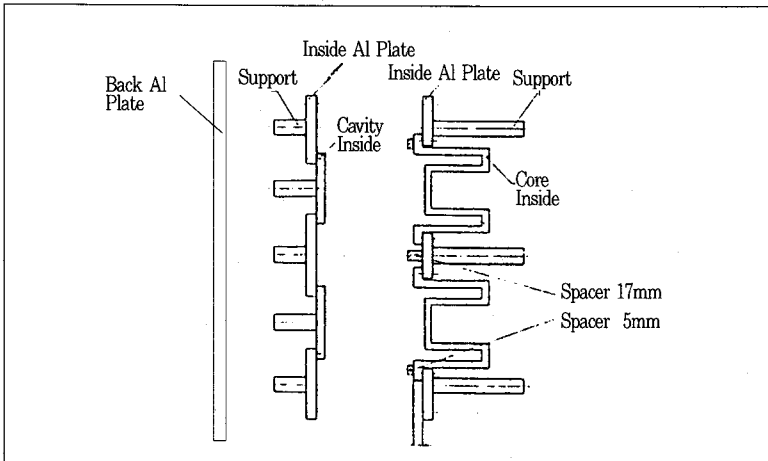
예) ACE-30 Nor 16개,
DAIY-1300 Nor 12개

▲Filler와 Filler의 간격이 가까우
면 air 간섭의 원인이 되어 부분적으
로 충전불량의 원인이 되기 때문에
간격을 띄운다(그림 19).

▲성형품의 얇은 두께 부분은 발포
립이 3개 이상 나란히 되는 두께로
한다(그림 20).

▲충진 air의 배기 대책은 (그림
21), (그림 22)와 같이 한다.

(그림 18) Spacer 설치



2) 가열공정

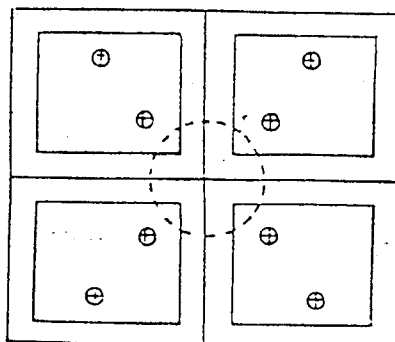
금형 제작상 가열의 균일화가 제일
중요하며, 성형 cycle·품질·에너지
절약에 전부 큰 영향을 끼친다. 그러
나 실제 이러한 조건을 충분히 고려
하지 않은 금형이 많다.

가열의 균일화는 성형하여 보지 않
으면 완전히 알 수 없는 어려움이 있
으나 다음 사항에 유의하여야만 한
다.

▲금형두께를 균일화한다.

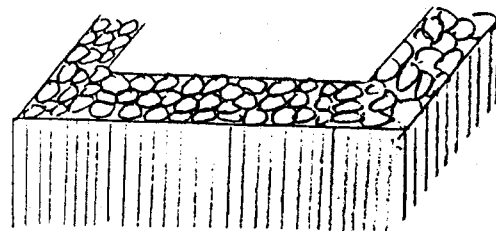
▲작은홈 설치부나 parting부의

(그림 19) Filler의 간격

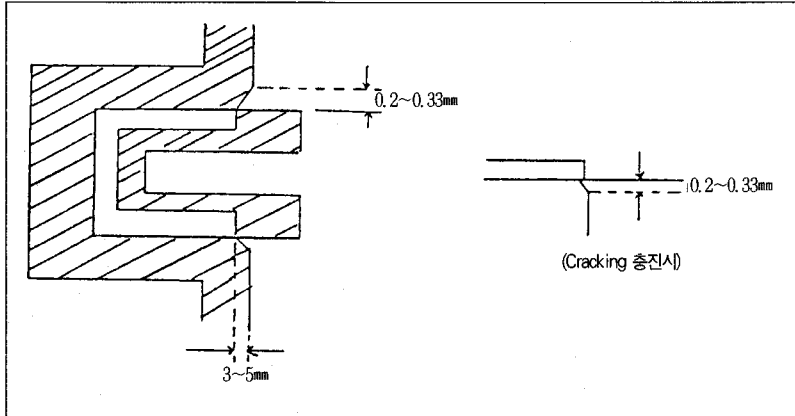


- ⊕ : Filler
- 점선의 장소에서 air 간섭이 일어나 충전 불량이 된다

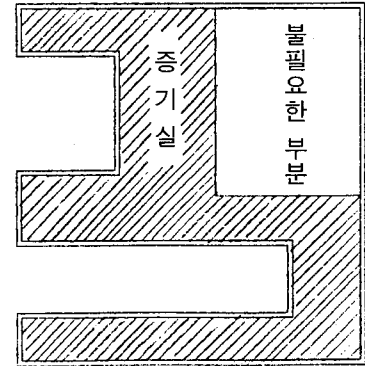
(그림 20) 성형품의 최소 두께 기준



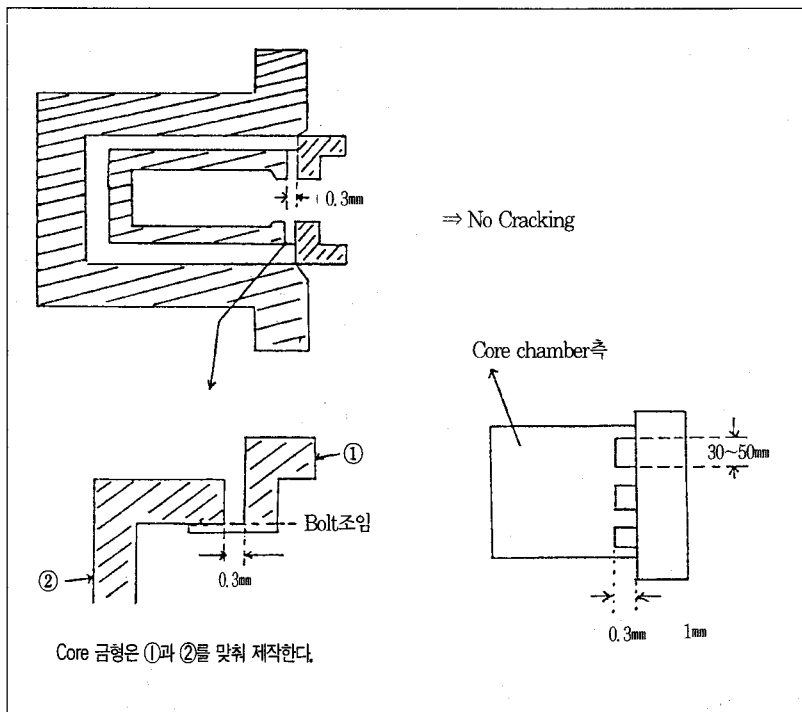
(그림 21) 금형 Cracking부 가공



(그림 23) 금형 Chamber



(그림 22) Core형의 배기홀



냉각의 균일화도 성형상 중요하다. 금형 제작상 냉각 Spray가 효율적으로 잘 산포할 수 있는 간격 및 Drain 잔류가 남지 않는 구조로 한다.

냉각배관 제작에서는 성형품의 cavity수·형상·성형품 높이에 따라서 spray nozzle의 배치·수량을 결정하여 균일화를 꾀한다. 이것으로부터 Cycle·에너지 절약에 큰 영향을 미친다.

4) 이형, Eject 공정

금형 제작상 Eject pin의 배치·개수·이형구배 등에 유의하여야 한다.

(계속)

접치는 부위는 가열하기 쉬운 구조로 가공한다.

▲성형품의 후육부와 박육부도 같은 정도의 증기가 필요하다. 따라서 후육부의 증기공은 박육부에 비하여 보다 많게 할 필요가 있다(단 증기공

크기는 고려).

▲증기실을 너무 크게 하면 그것만큼 증기가 다량 사용되기 때문에 가능한 적게 하는 것이 좋다(그림 23).

3) 냉각 공정