

발포성형 금형에 대하여(3)

- EPS용 금형을 중심으로 -

목차

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

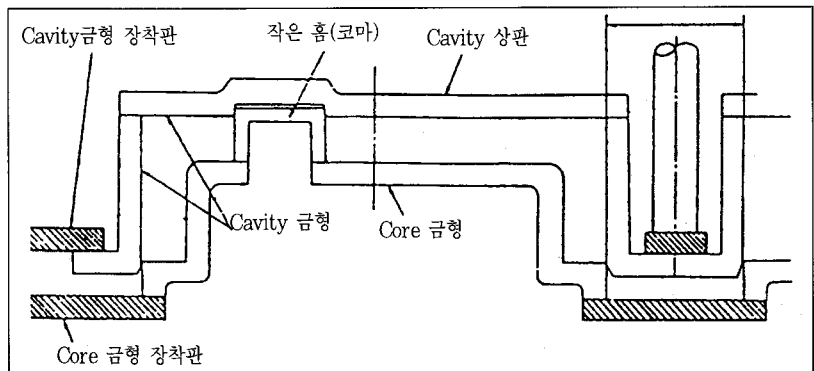
7-2. 금형 각부의 구조와 요점

금형구조는 크게 나누어 [그림24], [그림25]이다. 이 두 가지를 고려하면서 각부의 상세구조를 설명한다.

[그림26]의 (a)의 종래형은 지금도 많이 사용하고 있고, 특히 점선의 후육부를 설치하고 있는 것도 적지 않다. 이 형식에서 cracking 충진은 양호하지만 가열의 균일화가 어렵고, 증기공(core vent)이 대량 필요하게

1) Parting부

[그림 24] 금형구조 I



이 글은 (사)한국발포스티렌 재활용협회 김병권 사무국장이 (주)미원유화 EPS 기술서비스부 부장으로 재직할 당시 정리한 자료를 제공한 것이다. (편집자)

된다.

그밖에도 [그림 25]의 금형구조에서는 냉각이 방해받아 cycle이 길게 된다.

[그림 26] (b)의 구조는 약간 cost가 높지만 충전 가열 냉각이 크게 개선된다. 물론 cavity측 4각의 인로부에는 2mm의 가공을 하지 않는 것이 금형 맞춤이 쉬어진다.

Parting line에 고인 물도 Drain 배관으로 흘러가도록 관통 구멍을 뚫어 놓는다.

2) Cavity측 금형 저부 및 작은홈 설치부

Cavity측 금형 저부는 금형구조 I형(그림 24 참조)에서는 종래대로 작은홈을 설치하여도 좋으나 II형(그림 25 참조)에서는 충진을 위해서도 [그림 28]의 구조가 필요하다.

절삭 가공은 약간 어려우므로 작은홈 설치부와 마찬가지로 하는 것도 가능하다.

작은홈 설치부의 Slit만으로는 성형품의 높이가 너무 높으면 No cracking충진이 어렵고 가압충진 등의 성형 system이 필요하다.

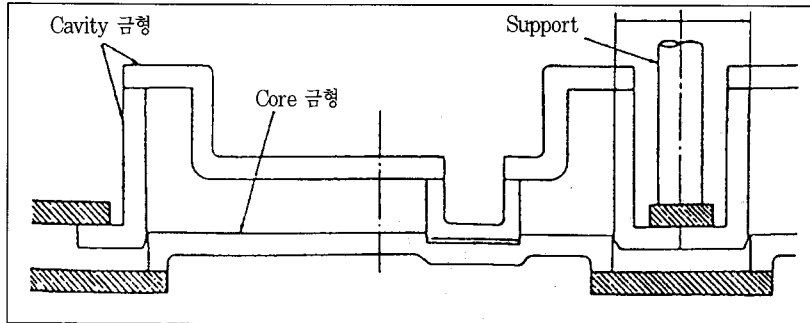
작은홈 설치부는 충전도 약간의 영향을 받지만 주로 가열 균일화를 위하여 [그림 29]의 구조로 하고, Eject pin부도 [그림 30]처럼 가열충진을 위한 구조가 필요하다.

3) 증기공(core vent)의 가공

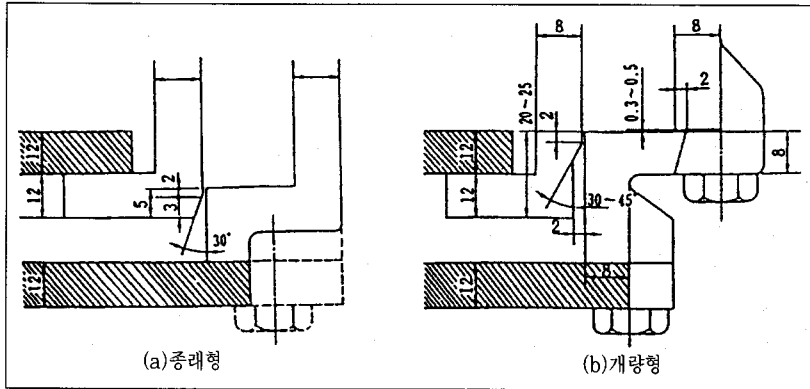
성형상 증기공은 많을수록 좋으나 cost나 강도면을 고려하지 않으면 안 된다.

증기공에는 증기 hole(그림 31의 ③)로 가공한 것과 Core vent(그림 33 참조)라 불리는 것이 있으며,

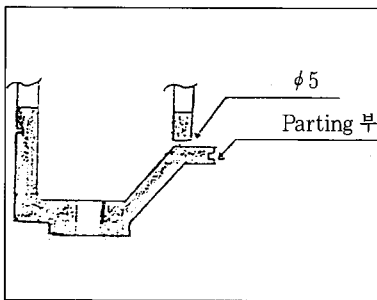
[그림 25] 금형구조 II



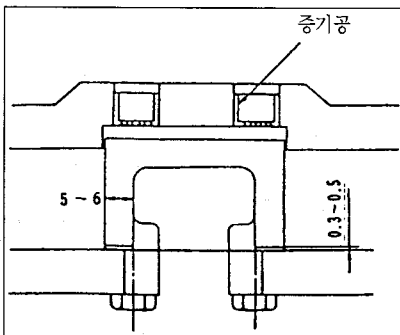
[그림 26] Parting부 구조



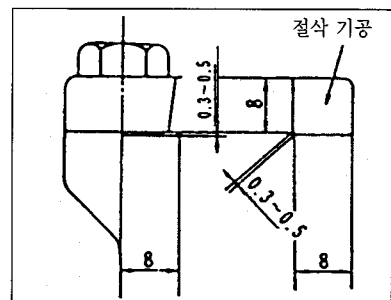
[그림 27] Frame 지부의 Parting 부 관통구멍



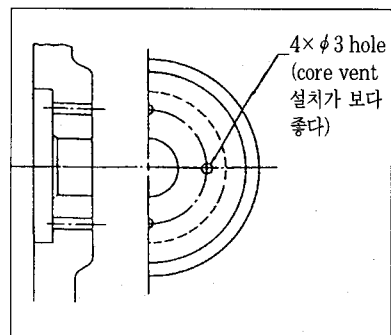
[그림 29] 작은홈 설치부



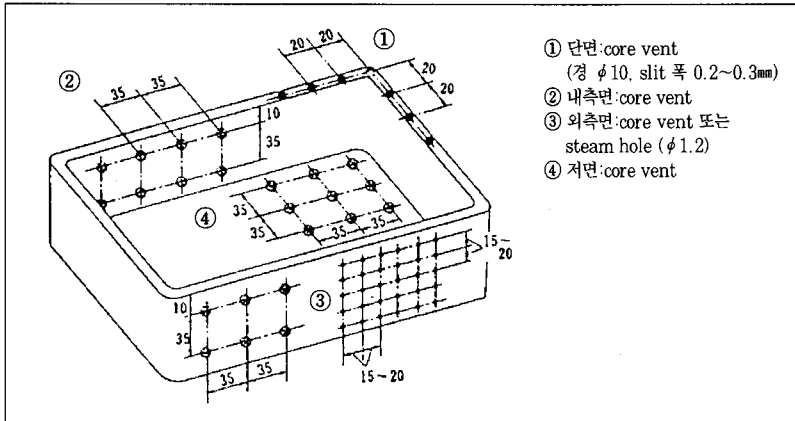
[그림 28] Cavity 측 금형저부



[그림 30] 금형 Eject pin 부



[그림 31] 증기공(Core vent)의 가공



Core vent에도 여러 종류가 시판되고 있으나 통상 10mm경에 Slit 폭 0.2~0.3mm 정도를 중심으로 가공 pitch로 결정하고 있다. 강도상 최소 가공 pitch는 20mm로부터 하게 되어 있다.

앞에서 말한 바와 같이 작은홈 설치부, Parting부 등의 겹치는 부분과 성형품 박육부 등은 20mm pitch로 하여 [그림 31]과 같은 가공 pitch로 하면 좋다.

증기 hole 가공도 현재 널리 사용되고 있으나, Core vent로 할 수 없는 것을 제외하고는 Core vent로 하는 것이 금형 중량 경감의 의미도 있으며 보다 바람직하다.

성형품이 얇아서 작은 구경의 Core vent로 가공할 경우, 당연히 [그림 31]에서와 같이 가공 pitch를 보다 작게 할 필요가 있다.

그리고 또 [그림 31]의 ②면과 ③면 및 ④면의 Cavity, Core측 금형의 가공 pitch는 동일하여도 서로 다르게 가공하는 것이 바람직하다.

작은홈의 증기공은 가공하기 어려운 것도 있으나 마찬가지로 생각하여 가공하여야만 한다.

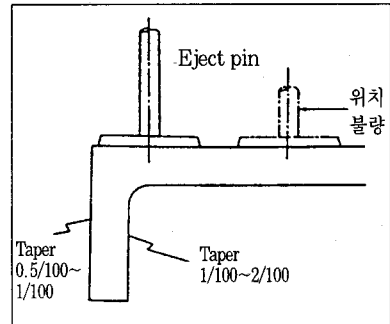
4) 금형의 이형 구배 및

Eject pin의 배치

성형품의 이형, Eject를 완전히 하기 위해서는 [그림 32]와 같이 이형 구배를 하는 것이 바람직하다. 성형품에서 이형 구배 0이나 역구배인 것도 있기는 있으나 보통은 이형 구배를 준다.

Eject pin의 위치도 당연하지만 [그림 32]의 점선부의 위치에서 pin에 의하여 성형품이 뚫어지는 경우가

[그림 32] 이형 구배와 pin 위치



생긴다. 성형품상 어쩔 수 없는 경우를 제외하고는 성형품의 강도가 높은 장소를 선택하여야만 한다.

Eject pin의 배치는 균형있게 배치한다(그림 33 참조).

Eject pin plate의 구경도 너무 적게 하면 성형품을 뚫어버리기 쉽기 때문에 적당한 크기로 한다.

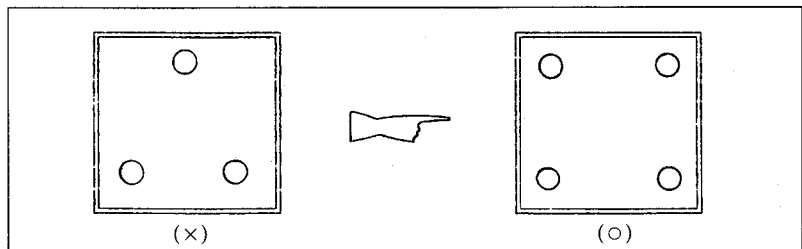
▲ 일반형물: 30~50mm

▲ 복잡한 금형에서 pin plate 부착 장소에 제한이 있는 경우에는 약 30mm로 한다.

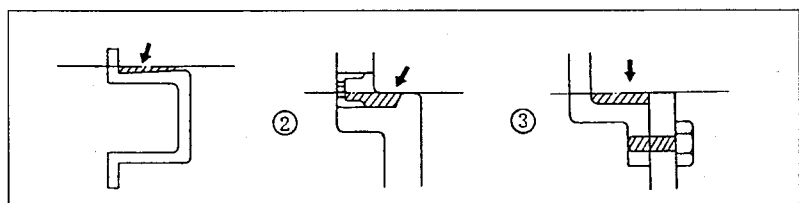
▲ 대형형물, 판물: 50~120mm

▲ 적은 구경일 경우 문제점은 접촉면적이 작기 때문에 성형품에 박혀

[그림 33] Eject pin의 배치



[그림 34] Drain 종류 예



성형품을 파손할 가능성이 있다. 따라서 부착수량이 많이 소요된다.

▲ 큰 구경일 경우 문제점은 Eject pin의 가열 냉각 편차가 발생하여 성형 Cycle이 연장된다.

5) Drain제거의 유의점

Frame 등에는 Drain이 고이기 어려운 구조로 제조되어 시판되고 있으나 금형제작시 [그림 34]와 같이 역구배 및 Pocket 구배가 생기지 않도록 주의하여야 한다.

▲ [그림 34]의 ①과 같이 주물의 Pocket이나 역구배 등에 의하여 cavity측 상부, core측 하부, 작은홈 설치 하부 등에 Drain이 고이는 경우가 있다.

▲ [그림 34]의 ②와 같이 core vent 가공에서도 많이 발견된다.

▲ [그림 34]의 ③과 같이 core측 금형설치부의 하부, 작은홈, 설치하부에 부착판이 내면보다 튀어나와 고

이는 경우도 있다.

이처럼 Drain 고임은 건조성형이 이루어지지 않으며 가열·냉각도 불균일하여지므로 이러한 Drain 고임이 생기지 않도록 충분히 배려하여 (그림 35 참조) 제작하여야만 한다.

Drain 배관은 1개로 하는 것보다 여러 곳으로 나누는 쪽이 충전 air도 배출하기 쉽다(예 : 3B×1개 → 2B×2개).

Frame의 저면은 구배가 이루어져 Drain물이 Drain 배관까지 smooth하게 흘러나가 Frame 내에 물이 남지 않는 구조가 된 것을 사용한다 (그림 36의 (b) 참조).

6) 성형품의 금형배열

성형의 기본인 충전에서는 [그림 37]과 같이 성형품 형상에 따라 금형 배열을 할 필요가 있다.

[그림 37]처럼 박육부를 상부 또는 좌우로 배치하면 금형으로부터

Drain 부착에 의한 영향을 받기 힘들기 때문에 충전이 쉬워진다.

Filler 송입구도 박육부 가깝게 설치하는 것이 좋다.

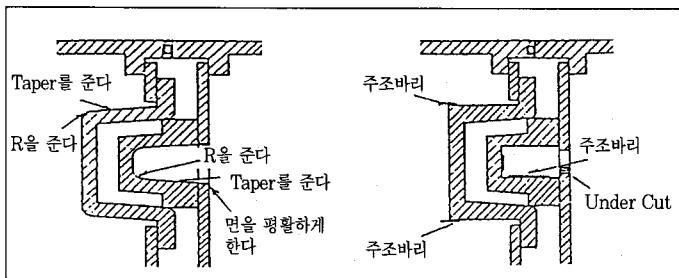
충진할 때 충전 air에 의한 air 간섭을 일으키면 충전이 되지 않으므로 앞의 [그림 26],[그림 28],[그림 29]와 같은 구조와 Core vent 등을 설치하여 충전 air가 잘 나가도록 고려하여야 한다.

성형품과 성형품의 간격은 통상 60mm이상 잡으며, 이는 금형제작상 뿐만 아니라 충전·가열·냉각의 균일화를 위해서도 필요하다.

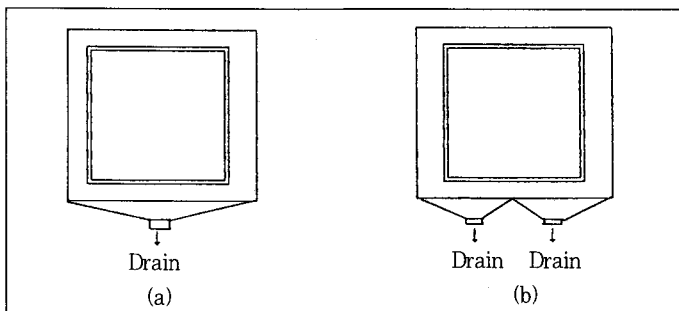
7) 금형 냉각 배관

냉각배관은 금형 Maker에 따라 여러 종류이지만 크게 나누어 [그림 38]과 같이 Spray nozzle을 사용한 고정배관과 [그림 39]와 같이 nozzle을 문어발식으로 하여 자유자재 변형할 수 있는 배관으로 나뉘어진다. 또

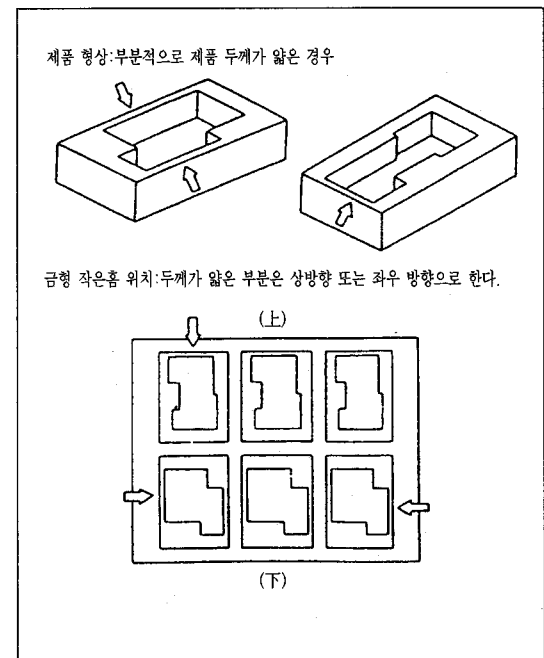
(그림 35) 금형 뒷측의 제작 Point



(그림 36) Drain 배관



(그림 37) 성형품의 금형 배열



한 최근에는 냉각수 배관의 선단은 절공식(그냥 구멍만 뚫은 것)이 아니라 모두 분무 nozzle 방식을 사용한다.

냉각 효율면으로 볼 때 금형 전용의 고정 배관이 제일 좋아서 균일냉각이 잘 이루어지지만 금형교환할 때 마다 대체해야 하는 결점도 있다.

금형 교환이 많은 범용 금형에서는 변형이 자유로운 문어발식 배관의 사용이 많으나 적정 위치에 set한 Nozzle이 수압 등에 변경되는 결점도 있다. 따라서 그 선택은 성형품의 lot 수에 따라서 하면 좋다(최근에는 문어발식 냉각배관 추세).

냉각배관도 성형품의 깊이에 따라서는 2단 배관으로 균일화를 꾀할 필요가 있다. 특히 금형 상부 성형품의 입상부의 균일냉각이 중요하다. 기타 성형품의 입상부 및 성형품간 사이의 냉각도 균일화되도록 하여야만 한다.

고정식 배관의 경우 될 수 있는 한 배관을 분할한다.

절공식의 경우 냉각배관의 구멍은 수압의 영향을 방지하기 위하여 상부와 하부의 구멍수를 다르게 한다(상:하 = 2:1).

분무 nozzle식의 경우 정기적으로 냉각수 배관에 수압을 걸어 nozzle의 막힘 여부를 확인해야 한다.

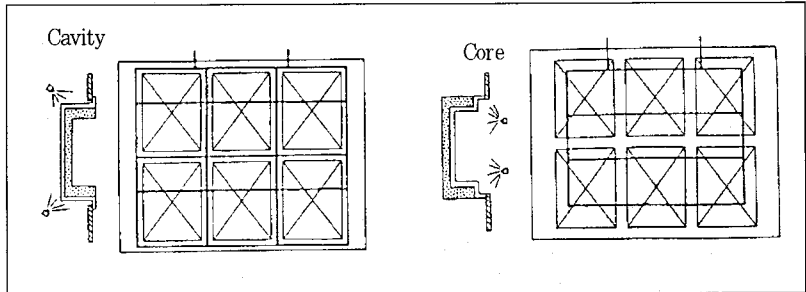
8) 금형 증기 배관

금형에서의 균일한 가열화 대책을 충분히 세워도 Frame에 송입되는 증기가 불균일하면 무의미하다. 금형내에 균일하게 분산 가열하는 것으로 다음 3종류가 현재 사용되고 있다.

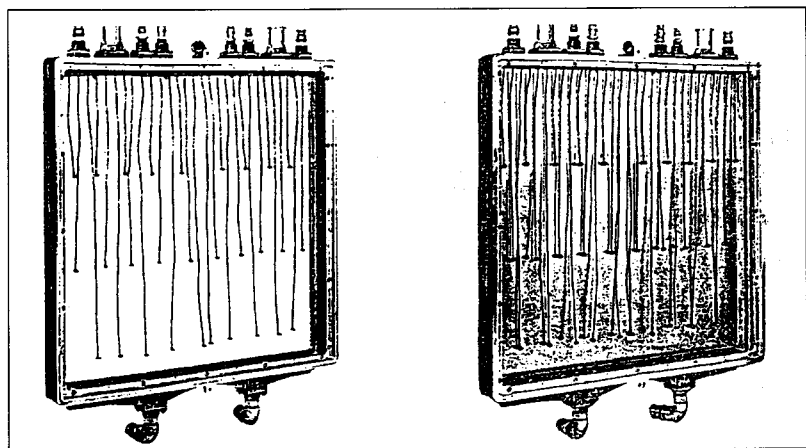
▲ Frame의 일부를 증기 header로 하여 균일분산을 꾀한다.

▲ Frame 내에 증기배관하여 균일분산되도록 hole 가공한다.

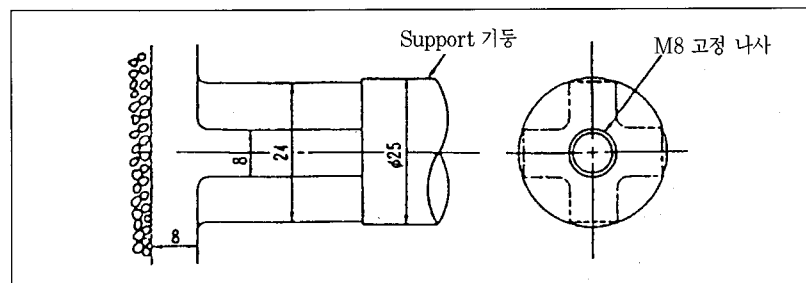
(그림 38) 고정식 냉각배관



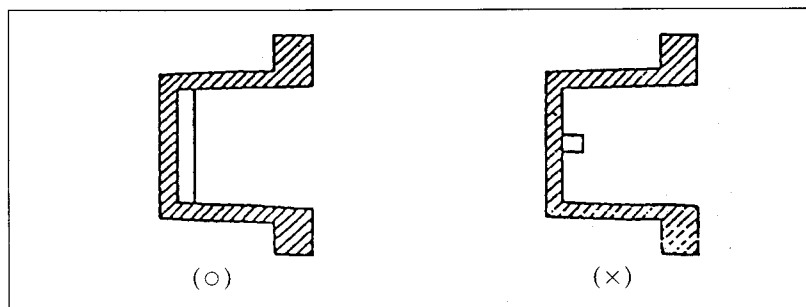
(그림 39) 문어발식 냉각배관



(그림 40) Support 설치



(그림 41) 보강용 Rib 설치



▲ Frame 내 증기 송입부에 Deflector를 설치하여 균일분산을 꾀한다.

Boiler에서 성형기까지의 증기배관은 압력 저하를 방지하기 위하여 1개의 배관으로 전체 성형기에 공급하지 말고 성형기 5~7대에 1 Line의 배관으로 한다(냉각수 배관·공기배관도 동일).

9) Support 및 보강 Rib

가열·냉각상 금형 두께보다 두껍게 되지 않도록 시공하여야만 하고, [그림 40]의 시공 예가 좋으나 실제로는 금형에도 Support와 동일 구경으로 시공된 경우가 많다.

금형 뒷측에 보강용 Rib을 설치할 경우는 상하 방향으로 한다(그림 41).

10) Packing

Packing 종류로 등근 type과 각 type이 있으나 Seal 면에서 누르는 것보다 점에서 누르는 것이 Seal 효과가 크며 복원성이 좋다(그림 42).

Frame Packing은 정기적으로 교환하고 교환 장착방법도 주의한다. 즉, Packing 홈통보다 Packing 자체가 길기 때문에 우선 균등하게 놓고 [그림 43]처럼 부분장착후 전체를 장착한다.

Packing은 Endless이지만 이음새가 [그림 44]처럼 위에 있도록 한다.

Filler, Pin Packing의 O Ring 및 각 이음새 부품 및 부품 Packing은 leak될 때만 교환할 것이 아니라 이에 정기적으로 교환한다.

Frame parting면의 Packing은 외경 $\phi 5$, $\phi 6$, $\phi 7$, $\phi 8$ 의 실리콘 고무제 Packing을 사용하나 Pack-

ing 홈통 가공치수는 다음 식으로 간단히 산출하며 가공 예로 [그림 45]에 3가지를 들었다.

$$W \times H = (0.90 \sim 0.95) D^2 \times \pi \div 4$$

[그림 45]의 (a)는 Back Plate와의 Packing 홈통이고 (b), (c)는 Parting면의 홈통 가공으로 특히 (c)처럼 개미홈통 방법이 Packing 손상이 적다.

11) 금형의 표면처리

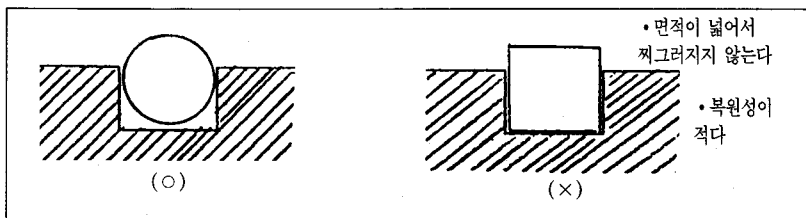
금형의 이형성을 향상시키기 위하여 Teflon Coating을 사용하는 경우

가 있다.

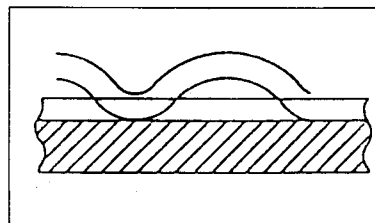
Teflon Coating시 알루미늄 열전도(0.22Kcal/m hr)에 비하여 Teflon의 열전도(175Kcal/m hr)가 크므로 너무 두껍게 하지 말아야 한다.

Teflon Coating은 보통 PTFE라 불리는 재료를 사용하고 焼付온도는 세 종류가 있다. 표준은 380℃이고 280℃, 180℃도 있지만 이형성이나 Coating력은 焼付 온도가 낮을수록 나쁘다. EPE나 EPP용 금형 등에는 Coating력이 강한 PFA라 불리는 Coating 재료가 사용되고 있다.

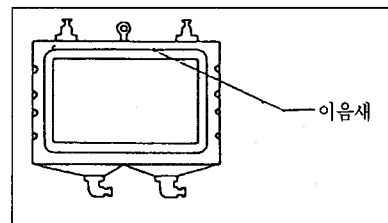
[그림 42] Packing



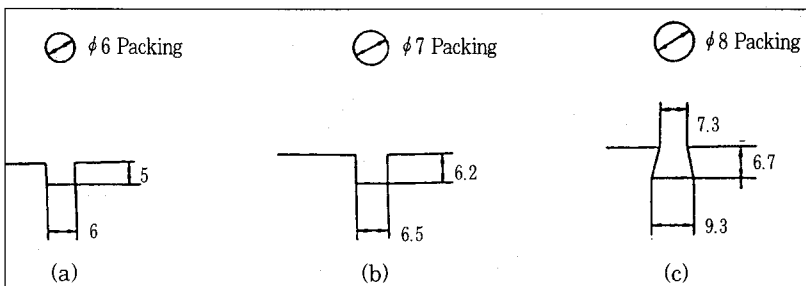
[그림 43] Packing 장착 방법



[그림 44] Packing 이음새 위치



[그림 45] Packing 홈통 치수



12) 라이닝

금형과 달리 Frame은 가능한 열 교환이 없는 쪽이 좋기 때문에, 불필요한 내면에 단열라이닝을 행한다. 현재 사용되고 있는 것은 고무라이닝과 수지라이닝이 시공되고 있으나 Frame과의 열팽창차를 흡수할 필요가 있으므로 고무라이닝이 좋다. 고무라이닝은 접착제, 내증기성 등을 고려하여 Butyl고무가 현재로서는 제일 적합하다.

성형 공정에서 증기 사용량의 7~8할은 금형의 흡열에 빼앗기고 있다. 그래서 증기 절감을 위해 여러 가지 금형 단열 방법을 행하고 있으며, 대

(표6) 금형 단열 방법

구분	Rubber 판 부착	FRP 도포	Rubber 판 기류, 부착	Silicone계 Rubber 도포
재질	butyl계 Rubber	FRP	butyl계 Rubber	Silicone계 Rubber
시공성	■	○	▲	■
가격	■	■	○	■
수명	▲	▲	■	○
단열성	▲	○	■	■
시행방법	두께가 4~5mm의 Rubber를 Steel 판에 Bolt로 고정시킨다.			

표적인 실시 예는 [표6]과 같다.

이 금형단열 방법은 일정하지 않지만 최근 Silicone계 Rubber 도포

법이 싸고 시행성도 좋기 때문에 금형단열 방법으로는 우수하다.

(계속)

중소기업 장수비결은 '한우물 파기'

企銀조사, 장수중소기업 경영실태 한일비교

급속하게 변화하는 국내외 경제환경 속에서 장수하는 중소기업들의 생존전략은 무엇이며, 어떻게 대응하고 있는가, 또한 장수중소기업의 경영실태를 일본과 비교하면 어떤 특징이 나타날까.

최근 중소기업은행이 업력(業歷) 30년 이상의 1백37개 중소기업을 대상으로 실시한 '중소기업의 장수요인' 결과에 따르면 중소기업 대부분은 본업분야를 고수하면서 기술력과 제품개발력을 보유하고 있으며, 경영혁신 지속과 다품종 소량생산으로 수요자의 다양한 욕구에 적극 대처하는 경영전략을 중시하는 것으로 나타났다.

사업영역을 보면 창업 당시 업종을 고수하고 있는 장수기업의 대부분(71.6%)은 전문적인 기술력을 바탕으로 독자적인 제품을 생산하는 독립된 기업경영을 하고 있으며, 28.4%는 가공조립형산업으로 하청생산을 하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 중소기업 중 하청업체가 73.6%인 점을 감안하면 독자적인 기술력으로 제품을 생산하는 것이 장수기업의 중요한 특징임을 알 수 있다.

한편 장수기업의 72.2%가 제품의 라이프사이클에 대해,

신제품을 매년 또는 수년마다 개발하고 있다. 그러나 일본(87.3%)의 수준에는 미치지 못하며 실적이 거의 없는 기업(27.8%)이 일본(8.7%)보다 높게 나타났다.

경영전략에서는 94.9%(일본 90.0%)가 전문성을 추구하는 '한우물파기'로 성장해 왔으며, '다품종 소량생산' '대기업에는 채산성 맞지 않음' '특수한 기술이 요구되는 분야'에서 경영활동을 영위하여 급격한 환경변화에도 살아남은 것으로 보인다.

제품생산측면에서는 생산성 향상 56.3%, 인력절감 자동화 52.6%, 고품질 48.9% 등의 전략이 중요시되고 있다. 이것은 국내 중소기업이 80년 후반 고임금에서 벗어나기 위해 생력화·자동화를 통한 생산성 향상을 적극 추진하고 있기 때문이다.

마케팅 분야에서는 51.0%가 독자적인 판매루트, 44.4% 매출목표관리, 40.1% 세밀한 서비스체제 등이 장수요인으로 분석되어 기업의 대부분이 장기전속거래 상점과 유대강화를 통해 장기간 독자적인 판매루트를 개척, 판매안정화를 꾀하고 있음을 알 수 있다.