



최신 Rubber Mold의 제작 및 설계 동향

陸 正 權



1. 고무금형의 현황

근래까지 고무제품을 생산하기 위한 고무금형제작에 있어서는 이론적인 측면보다는 경험적인 측면에 의존 생산해 오다보니 선진국 수준과 비교하여 전반적인 금형 기술수준이 뒤떨어져 있음을 인정하지 않을 수 없다.

국내에서 생산되는 고무제품의 품질면에서 볼때 타이어를 비롯한 일부 품목은 다른 나라와 품질경쟁을 할 수 있는 상태에 있으나, 정밀하고 고기능을 갖는 특수 기능품들은 기술적인 수준과 생산성이 경쟁국에 비하여 떨어진다고 본다. 그러나 날로 더해가는 고무제품의 품질고급화 및 생산성 향상에 대한 요구로 고무재료의 특성, 가공공정 확립에는 어느정도의 실적이 있었지만 고무금형의 제조에 관한 연구논문이나 기술자료가 철금형이나 플라스틱 사출금형에 비하여 매우 미비하므로 본고는 고무금형에 대한 기술자료를 현장 실무 중심으로 정리하고자 한다.

2. 고무금형의 종류 및 특징

2.1 고무금형을 작업방법에 의한 분류

- 1) Compression mold
- 2) Transfer mold
- 3) Injection mold
- 4) C. R. B. Injection mold 등으로 나눌수 있으며

2.2 Injection mold에서 사출방법에 의한 분류

- 1) Direct injection mold
- 2) Parting line injection mold
- 3) Pin point injection mold
- 4) Compression injection mold
- 5) Transfer injection mold
- 6) Double deck injection mold 등이 있으며 이외에도 더 많은 종류로 분류할 수 있다.

2.3 종류별 특징

1) Compression Mold

금형의 제작이 쉽고 수작업을 하는 금형으로 시작형이나 소량 생산용 또는 소형 제품등을 생산할때 적용하는 구조로 금형의 상형을 열고 원재료를 적정량 투입하여 작업하는 구조로 재료 투입량에 따라 burr 두께가 좌우되어 사상작업이 어려울 경우가 많아 burr량이 제품의 기능에 영향을 주지 않을 경우 적용한다.

2) Transfer Mold

Compression 금형으로 작업시 사상이 곤란한 제품으로 injection mold 제작이 곤란한 경우 적용하는 방법으로 금형의 상, 하형을 닫고 상형 윗부분에 (Pot) 고무를 투입하여 금형이 닫혀지는 힘으로 고무를 제품 형상부에 재료를 투입하는 구조로 burr량은 compression mold보다 훨씬 적으나 loss량이 매우 많은 제품원가에 영향을 미치는 경우가 많고 작업 공정 시간도 pot부 loss를 제거하고 재료를 투입하기위한 금형부 장치를 작동하느라 공정 소요시간이 길다. 보통 적은 제품으로 치수 정도가 정밀할 경우 많이 적용한다.

3) Injection Mold

생산수량이 일정량 이상될경우 적용하며 재료가 금형에 투입되기전에 예열이 되어있어 성형시간이 단축되며 사출기 스크루우를 통과시 적절한 믹싱 효과도 있어 품질이 우수한 제품을 얻을 수 있다.

제품의 형상이나 금형의 설계방법에 따라 다양한 작업성을 얻을 수 있다. 대량 생산시 적절하나 제품의 크기가 매우 적을 경우 부적합한 경우도 있다.

4) C. R. B(Cold Runner Block) Injection Mold

금형내부에 제품 성형부분에 가열 장치와 런너 부분에 저온 유지부가 있어 런너부의 온도를 일정하게 관리하여 런너부 재료가 성형되지 않고 재사용할 수 있는 구조의 금형으로 런너 로스를 월등히 줄여주고 런너 제거시간이 히터가 장치되므로 금형가열 시간도 단축되는 등의 원가절감, 품질향상의 효과가 있어 최근 선호하는 금형구조이다.

Injection 구조에는 모두 적용이 되나 재료의 흐름에 따라 많은 cavity 경우는 검토가 필요하며 scorch time이 빠른 경우에도 scorch time을 조절할 필요가 있다.

5) Direct Inection Mold

제품이 크거나 중량이 많을 경우 적용되며 제품의 특성상 gate의 크기가 제품 품질에 영향을 미치지 않을 경우 적용한다(예, 자동차용 엔진 마운팅류, bush

류, air hose류 등).

6) Parting Line Injection Mold

제품의 형상이 적어 direc 사출시는 gate 크기가 크기 때문에 direct 사출을 적용할 수 없거나 제품의 특성상 gate 크기를 적게해야 할 경우 및 cavity수가 많은 경우 적용한다(예, gasket, grommet, plug cap 등).

7) Pin point Injection Mold

금형의 구조상 runner와 gate를 parting line 전면에 배치할 수 없을 경우나 cavity 많을 경우 적용한다(예, boots, cap류 등).

8) Compression Injection Mold

제품의 특성상 제품에 gate 흔적이 있어 수밀 및 기타 기능에 장애가 있을경우 gate 흔적을 없도록 할 경우 적용한다(예, O-ring).

9) Transfer Injection Mold

제품의 크기가 적거나, 제품이 적어 일반적인 gate 크기를 적용할 수 없거나, 제품의 기능상 gate 크기를 적게할 경우에 적용하고 소형제품으로 cavity를 매우 많이 배치코져 할 경우 등에 적용한다(예, wire seal 류 등).

10) Double deck Injection Mold

제품의 외형 치수가 크고 중량은 비교적 적고 생산수량이 많을 경우 일반적인 사출기에 cavity를 많이 할수 없어 사출기가 많이 필요하게 될때 적용하며 금형에 제품 성형부를 상, 하 이중으로 배치하여 최소의 설비로 최대의 생산효과를 볼수 있다(예, gasket, fixed W/strip, Packing, pad 등).

3. 금형 설계

3.1 기초 검토 사항

1) 생산코자 하는 제품의 요구품질 수준에 따라 금형의 타입중 compression, transfer, injection, C. R. B. injection등을 먼저 결정하여야 하고 제품의 형상에 따른, 성형성을 검토하여 진공장치 적용을 결정

하며 나아가 제품 특성에 맞는 금형재질을 선정한다.

2) 생산코자 하는 제품의 생산 수량에 따라서도 금형의 타입을 선정해야 하고 금형의 적정 cavity 수를 결정해야 한다.

3) 적용 생산설비에 따라서도 금형의 타입이 변경되며 또 cavity수와 제품의 탈거 방법과 진공가황 등의 기타 방법이 결정해야 한다.

4) 향후 예측 생산수량에 따라 금형 재질의 선정과 공정의 소요시간 단축을 위한 검토를 하여 향후 장기적인 생산에 판단 착오로 인한 불합리한 부분이 없도록 한다.

3.2 금형 세부설계의 기초 검토

기초 검토 사항을 토대로 적정 설비 설정 및 금형구조를 결정하고 생산제품에 적절한 금형 재질을 결정 한후 결정된 금형으로 일일 생산량을 검토하여 제품의 판매원가와 비교후 무리가 없어야 하며 문제가 예상될 경우에는 재검토 되어야 한다.

3.3 Cavity 수 결정

Cavity를 결정함에 있어 먼저 생산코저하는 제품의 품질 수준(치수정도, 중요부위, 재료의 특성, burr의 관리기준등)을 검토한후 월 생산 수량과도 적절한 균형을 이루어야 하고, 제품의 판매 원가와와의 비교 검토도 빼놓아서는 안되며 적용설비도 검토하여 주어진 설비의 기능을 최대한 활용할 수 있도록 한다. 그리고 기계의 금형 체결압력을 검토하여 금형에 필요한 최소의 면압을 유지하여야 한다.

* Cavity를 제품 탈거시 금형 core를 처리해야할 경우나 제품 탈거가 용이하지 않을 경우에도 많이 배치를 하면 제품 탈거시 소요 시간이 지연되어 금형의 온도 하강으로 제품 성형이 지연되는 경우도 종종 있으므로 이에 대한 대책을 검토후 조치를 해야한다.

3.4 작업 공정 선정

제품의 특성에 따라 제품 성형의 초기작업부터 제품

탈거후 사상까지를 검토하여 필요 적절한 조치를 취해야 한다.

제품의 탈거를 수동으로 해야할것인지 아니면 기계에 부착된 장치를 이용할 것인지를 검토하고 제품이 금형 core에 부착시켜 탈거를 할것인지 아니면 금형의 중판에 부착하여 탈거 할것인가를 결정하고 결정된 사양에 따라 작업의 효율을 높일수 있도록, 예를들어 금형의 core를 2개를 만들어 제품 탈거시간으로 공정 사이클이 지체되는 경우가 없도록 하거나 기계에 별도 장치를 부착하는 등의 조치를 취해야 한다.

3.5 작업의 편의성 및 불량요인 검토

생산중에 있는 기존 유사품의 문제점을 참조 하거나 예상되는 문제점을 검토하여 조치를 하거나 차후에 문제 발생시 조치할 수 있도록 예상 조치를 하여 시행하면 불량요인 대처가 손쉬우며 제품의 특성을 고려하여 작업이 편리하고 불량요인을 최대한 제거하여야 한다.

3.6 Parting Line 선정

제품의 기능을 주지 않는다면 parting line의 설정은 공기배출이 좋고 제품 탈거가 용이하고 금형의 가공성도 용이 하도록 설정하여야 하며 만약 금형의 가공이 불가능한 parting line 설정은 쓸모 없는,설계가 되는수가 있으니 충분한 검토가 있은후 정하여야 하며 또 주의해야할 사항은 사출 기계가 분리 되었을때 제품의 위치가 상형 또는 하형, 중판 등 어느 위치에 있어야 작업이 용이한지를 검토하여야 한다.

3.7 Runner 크기 및 방향 설정

제품에 사용되는 재료의 경도, 무늬 점도, runner 부 흐름의 마찰 저항등을 고려하여 runner의 크기나 형상을 결정하는데 cavity별 양의 발란스를 고려하여 최소의 거리에서 최소의 저항으로 목적지까지 도달할 수 있는 설계를 하여야 한다.

3.8 제품의 탈거 방법

제품의 탈거가 어려우면 탈거 시간동안 금형의 열이

손실되어 가황시간이 길어지면 이로인한 생산성이 저하되므로 제품 탈거를 수동으로 할것인지, ejector를 이용할 것인지 아니면 제품 탈거 장치를 설치할것인지를 검토하여 각 방법에 대한 적절한 조치를 하여야 한다.

3.9 치수 공차 및 수축율 설정

금형의 각 부위별 중요도 및 난이도를 점검하여 각각에 적합한 가공공차(제품 치수공차에 의한 중요도와 금형 작동상의 중요도가 있다)를 적용하여야 하며 각 재료의 수축되는 양을 감지하여 이를 금형 제작상에 적용하여야만 성형후 요구하는 제품의 치수를 얻을 수 있다.

고무재료의 수축은 배합되는 약품이나 고무의 종류에 따라 매우 많은 차이가 있어 각 제품마다의 재료를 유심히 관찰 기록하여 이를 본 자료로 활용하면 좋다.

3.10 Gate 위치 및 크기 설정

일반 고무 배품에서는 gate의 크거나 위치가 기능상에 문제가 되지 않으나 seal류 제품은 기능에 직접적인 영향을 미치는 수가 많다. 이런 경우에는 기능상 문제가 없는 부위로 gate 위치를 정하거나 성형후 gate의 흔적이 없는 금형 구조로 하여야 하고 또 gate가 내구성에 영향을 줄수도 있으므로 이런 경우에도 주의를 요하고 철물과 접촉을 할 경우 gate 위치가 철물과 너무 가까이 있으면 재료의 투입시 철물의 접촉체를 닦아 버려 접착성에 영향을 줄수도 있으므로 주의를 요한다.

gate 크기는 성형품의 재료 소요량이나 재료의 흐름성에 따라 크기를 선정하여야 하고 재질에 따라서는 gate부가 성형후 오목한 경우도 발생하는 수가 있는 등 재질에 따라 적절하게 설정하여야 한다.

3.11 Tear trim, Overflow, Flash 선정

Tear trim은 제품 성형후 사상을 위하여 금형 cavity 주위에 가공하는것으로 제품의 재질이나 금형의 재

질에 따라서도 형상이나 치수가 변하여야만 하고 제품의 기능상 특성에 따라서도 형상이나 치수가 변한다.

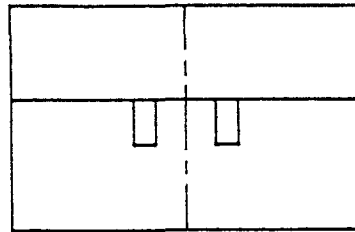
Overflow는 제품 성형후 남는 재료량을 배출시켜주는 기능을 갖고 있으며 만약 overflow가 없을 경우 성형후 남는 재료로 인하여 burr 두께가 두꺼워 사상이 어려워질수 있다. 두께가 두꺼워도 지장이 없는 경우에는 생략할수도 있다. Flash는 tear trim에 남은 burr의 제거를 용이하도록 burr간에 연결 line을 만드는 것과 몇백개의 cavity를 배치하였을 경우 제품 탈거를 하기 위하여 일정두께를 유지하여 놓을 경우가 있다.

이는 모두 생산의 효율을 높이기 위하여 만드는 것이다.

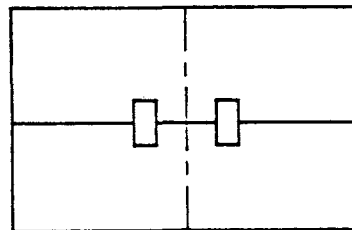
3.12 형 가공은 쉽게 제품은 우수하게

검토된 각 사양들을 종합하여 검토하면 성형코져 하는 제품의 요구사양을 만족시키면서 생산성이 우수하고 금형 가공시도 무리가 없어야 한다.

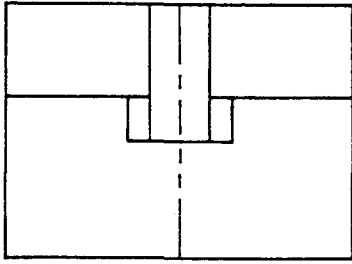
3.13 금형설계의 예제



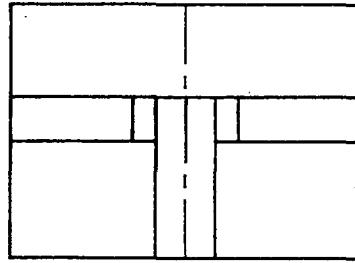
일반적으로 많이 적용하는 구조
* Burr가 두껍다-burr 두께를 이용 제품을 탈거 시킬 경우가 많다.



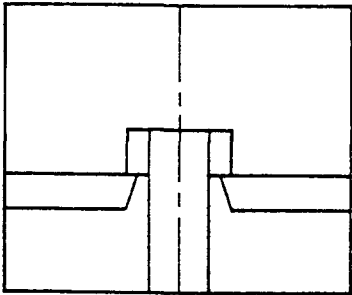
제품의 분리를 용이토록 할 경우 적용구조



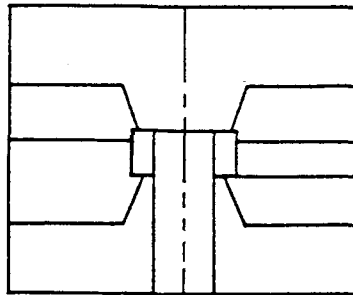
제품 재료의 경도가 높을 경우 사용하며
일반적으로 많이 적용 하는 구조
제품 두께가 얇을 경우도 적용하는 구조



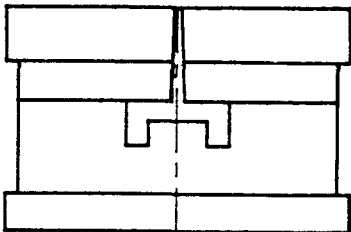
제품을 중판에 유도하여 제품을 탈거하는 구조



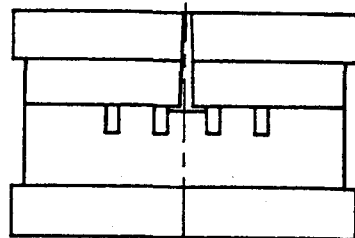
제품의 탈거를 기계 에젝터를 이용할
경우의 구조



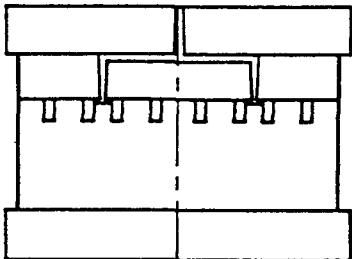
적용을 잘하지 않으나 automatic knockout
board를 이용하여 성형후 검사까지 할 경우
적용



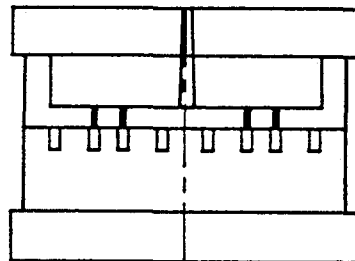
Direct Injection 구조



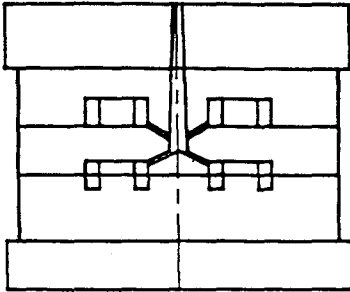
Parting Line Injection 구조



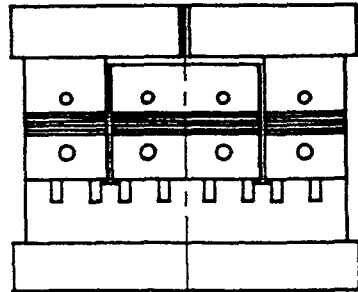
Pin point Injection 구조



Transfer Injection 구조



Double deck Injection 구조



C. R. B. Injection 구조

4. 금형 제작

4.1 사용 설비의 결정

금형 제작은 금형 도면을 충분히 검토후 각 부분 형상 가공에 필요한 설비를 정확히 선정하여야만이 요구하는 품질의 금형을 얻을수 있다(일반 밀링으로 가공할 것인지, 3차원 program후 CNC Milling으로 가공할 것인지, 방전기로 가공할 것인지 등을 결정).

4.2 정확한 공구의 선택

금형 재료의 특성(열처리 유무 및 경도와 인성, 취성등)을 검토하여 공정에 필요한 공구를 선택한다.

4.3 금형 재료 가공의 기본

구입된 금형재료의 특성을 검토후 전처리가 필요할 경우는 전처리를 하고, 금형 재료의 테두리를 가공할 때 기준각은 정확히 직각(금형가공의 기준 line)이 되도록 가공하여야 한다.

Burr량을 최소화 하기 위하여 두께의 평행은 정확히 할 필요가 있다.

4.4 도면을 정확히 파악하여 각 부위별 치수 허용치를 사전 검토하여 가공에 임하는 것이 가공의 실수를 줄일수 있는 방법이다.

4.5 각 공정의 가공이 완료 직후 가공치수를 확인 후 다음 공정에 넘기는 것이 완료후 불량률 줄이는 좋은 방법이다.

4.6 완료된 금형은 작동 상태나 기계에 취부 상태 등을 확인후 출고하여야 한다(이때, 고무금형은 평상시 작업조건이 고열을 받은 상태에서 작업되는 것을 염두해 두고 작동부위의 열팽창을 염두해 두어야 한다.).

5. 문제점 및 원인점검

5.1 Burr가 두꺼워 사상이 어렵다.

- 1) 원재료 투입량이 과다하지 않은가?
- 2) 금형의 tear time부가 마모되지 않았는가?
- 3) 금형이 노후되지 않았는가?
- 4) 금형의 찍힘, 변형이 없는가?
- 5) 금형의 조립상태는 정상인가?
- 6) 기계열판의 변형은 없는가?
- 7) 가황상태는 적절한가?
- 8) 재료의 상태는 적절한가?

5.2 마무리 상태 불안정하다.

- 1) 미가황 상태는 아닌가?
- 2) 전 사이클에서 스코오치된 재료가 남아 있지는 않았는가?
- 3) 제품의 구조상 공기 몰림 현상은 없는가?
- 4) 금형의 공기 배출은 적절한가?
- 5) 금형의 gate 크기나 위치는 적절한가?

(297page로 계속 이어짐)

하여 적용하고 평가하여야 할 재료로서 가류고무와 동등하게 생각하고 있으며, 그들의 소비자 즉, 자동차 업계에서는 가장 최적의 가격으로 사양을 만족하는 부품을 공급받는 것이 중요한 문제이지 그것이 TPE로 만들어지던 가류고무로 만들어지던 간에 큰 관심사는 아니다 라는 것이다. 즉, 가격 경쟁력이 있으면서 목적과 성능에 부합되는 부품이 당연히 환영 받는다는 것이다.

이러한 상황에서 만약 고무업계가 이러한 재료적 선택을 결정한다면 고무업계의 고유영역을 지키는 동시에 TPE의 잇점을 최대한 이용할 것이고, 그렇지 않다면 이미 TPE 가공, 성형설비가 완비된 플라스틱 업계에 고무시장의 다른 한쪽을 잠식 당하게 될 것이다.

참 고 문 헌

1. Special issue on "Thermoplastic Elastomer", *European Rubber Journal* p.24~30, May 1995.
2. 熱可塑性 엘라스토마/各社의 最新 動向, *Rubber Industry*, 1996. 3, p.2~33
3. Bonnie Bennyhoff, "TPE offer environmental edge", 1995 Technical Yearbook, p.16~19, *Rubber & Plastics News* (1995)
4. Liz White, "Putting rubber up against TPEs" *European Rubber Journal* p.34~36, June 1995
5. Derek Fraser, "Rubber vs TPEs" *European Rubber Journal*, p.26, Feb 1995

<313page에서 계속 이어짐>

- 6) 작업 사이클의 공기 배출은 적절한가?
- 7) 진공장치를 설치해야 하지는 않은가?
- 8) 재료의 상태는 적절한가?

5.3 금형의 작동이 잘 안된다.

- 1) 금형에 열은 충분히 올랐는가?

- 2) 금형의 조립 방향은 정확한가?
- 3) Guide Pin Bush에 이물질이 끼워 있지 않은가?
- 4) 금형 Parting면에 이물질이 끼워 있지 않은가?