

## 2-3

## 사이클 타임 감소를 위한 설계

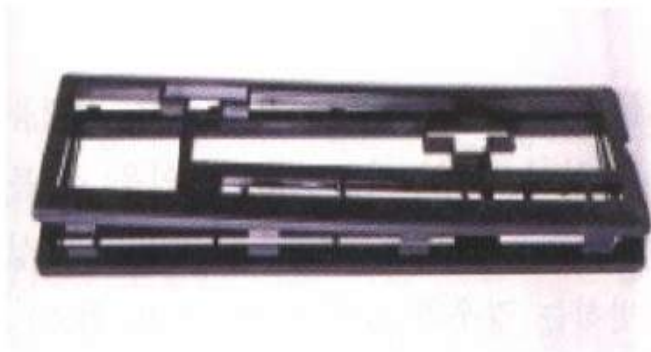
### 교육훈련 목 표

- 제품의 변형을 최소화하기 위하여 냉각수의 입출구를 적용한 조립도를 설계할 수 있다
- 제품의 변형을 최소화하고 사이클 타임을 줄이기 위한 나선형 냉각회로를 적용한 조립도를 설계할 수 있다
- 제품의 변형을 최소화하고 사이클 타임을 줄이기 위한 탱크 냉각을 적용한 조립도를 설계할 수 있다

## 1. 성형품 변형과 냉각수 회로

### 1) 성형품 변형 개요

(그림 2-3-1)은 사출 후 이젝팅 시 대기 중에서 생기는 변형을 말하며, 근본적인 원인은 성형품의 냉각 불균일(냉각 시간차)로 인한 변형이 발생한 상태를 나타낸 것입니다.



(그림 2-3-1) 휨(Warping)이 발생한 성형품

(1) 성형품 변형의 발생원인

- ① 불균일한 살두께로 인해 두꺼운 부분은 수축이 크고, 얇은 부분은 수축이 작아서 수축률 차이에 의해 발생한다.
- ② 금형의 냉각이 불균일하여 금형온도가 높은 부분이 수축이 크고, 온도가 낮은 부분은 수축이 작은 수축차이에 의해 발생한다.
- ③ 고분자 사슬이나 보강된 섬유 배향이 수지 흐름방향으로 나타나고, 흐름방향과 흐름에 직각방향의 수축차이로 인해 휨이 발생한다.

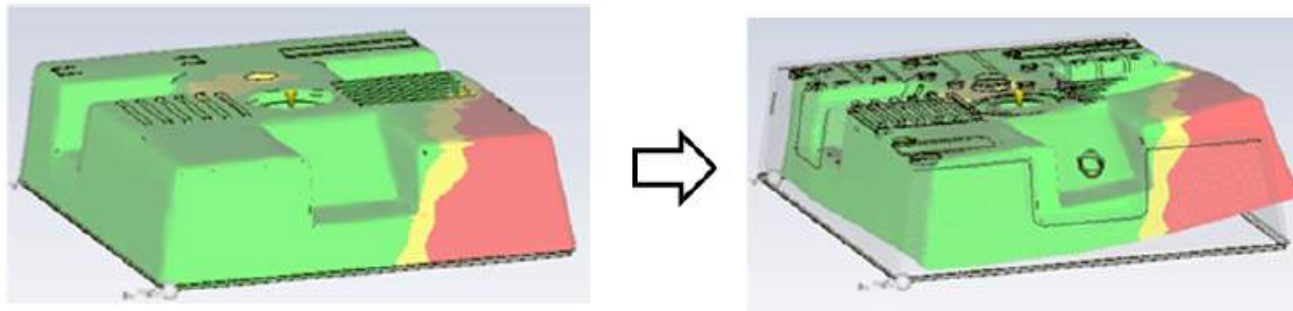
(2) 휨 예방책

- ① 두께 변화를 최소화 하는 제품을 설계한다.
- ② 금형 설계시 수지의 흐름방향과 흐름에 직각인 방향의 수축률을 별도로 적용하여야 원하는 치수의 제품을 생산할 수 있다.
- ③ 상자내부를 저온으로 하여 급랭시키고, 외부를 서랭시키면 정상으로 된다. 안쪽의 휨을 제거하기 위한 내부를 과냉각하면 바깥쪽 휨이 발생한다.
- ④ 성형재질의 수축률은 검토 확인한다.

## 2) 온도 차이와 냉각수 회로 설계

### (1) 성형품 유동해석 결과

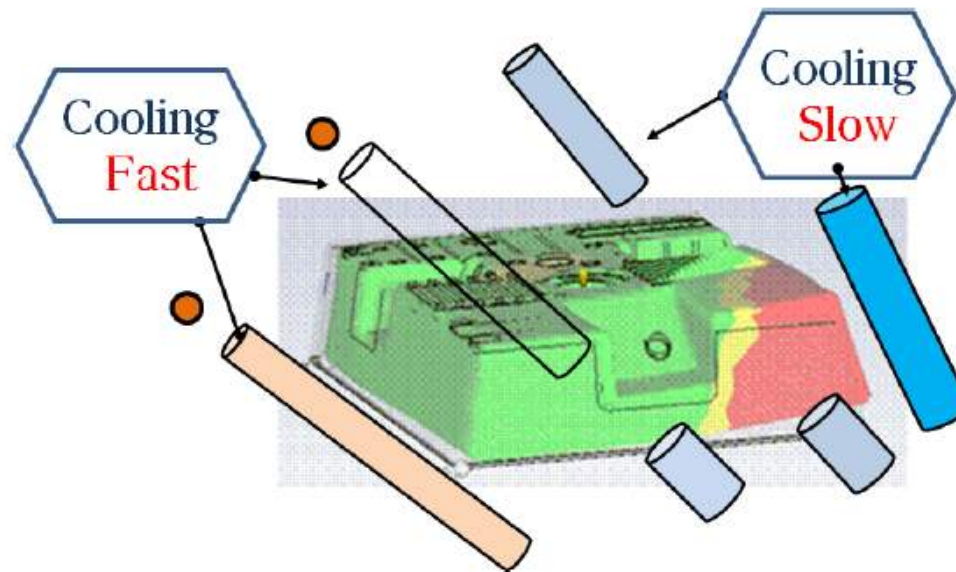
(그림 2-3-2)은 유동 해석한 제품에서 온도 차이로 발생된 제품 상태를 나타낸 것입니다  
적색부분은 온도 차이로 인한 변형 상태를 나타낸 것입니다



(그림 2-3-2) 온도 차이로 발생된 변형

(2) 유동 해석 결과에 따른 냉각수 설치

(그림 2-3-3)은 유동 해석한 제품에서 온도의 차이로 변형이 심한 곳과 그이외의 부분에 냉각 회로도를 나타낸 것입니다



(그림 2-3-3) 높은 온도 부분에 냉각수를 설치한 예

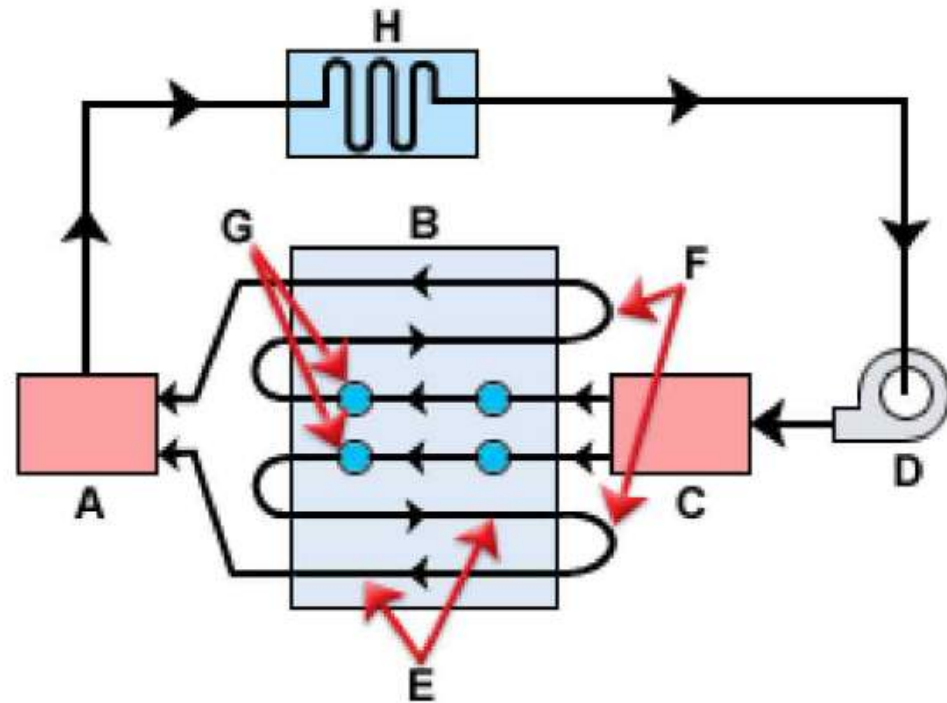


### 3. 냉각시스템의 조립도 설계

최대한 균일한 온도분포의 냉각 설정으로 제품의 변형을 최소화 하고 사이클 타임을 줄일 수 있는 냉각 시스템의 조립도를 설계할 수 있다.

- (1) 성형 수지(재료)별 냉각 특성을 감안하여 냉각 시스템 설계하기.
- (2) 설계자의 의도대로 냉각 시스템의 작동을 위해서 냉각 회로, 조립도, 냉각 명판을 설계한다.
- (3) 굵고, 가늘고 깊은 형상의 온도 집중 부는 직접 냉각으로 설계한다. 직접 냉각이 불가능할 경우 이곳의 코어는 열 전도성이 좋은 재질(HR750, MOLE MAX)을 사용 할 수 있는 조립도 설계를 한다.
- (4) 온도 집중 부는 제품부의 살빼기, 카트(CUT) 등으로 수축, 변형을 최소화 한다.
- (5) 온도 집중 부는 단독 냉각 채널로 설계 할 수 있다.
- (6) 균일한 온도 분포의 냉각 설정 및 채널로 사이클 타임을 줄일 수 있는 조립도를 설계 할 수 있다.
- (7) 간단한 냉각 부품의 조합으로 메인(MAIN) 냉각 IN, OUT 탈, 부착이 용이 해야 한다.
- (8) 균일한 온도 밸런스 및 안정된 온도 관리를 위하여 열 차단(단열판) 장치 등 을 설계 할 수 있다.
- (9) 다양한 냉각 방법(줄 냉각(HOLE), 탱크(TANK), 냉각 파이프(PIPE)분수, 공냉(AIR), 스크류 칸막이 등)에 대해서 설계 할 수 있어야 한다.

다음 (그림 2-3-4)는 금형에 냉각수를 보내주는 그림을 나타낸 것입니다



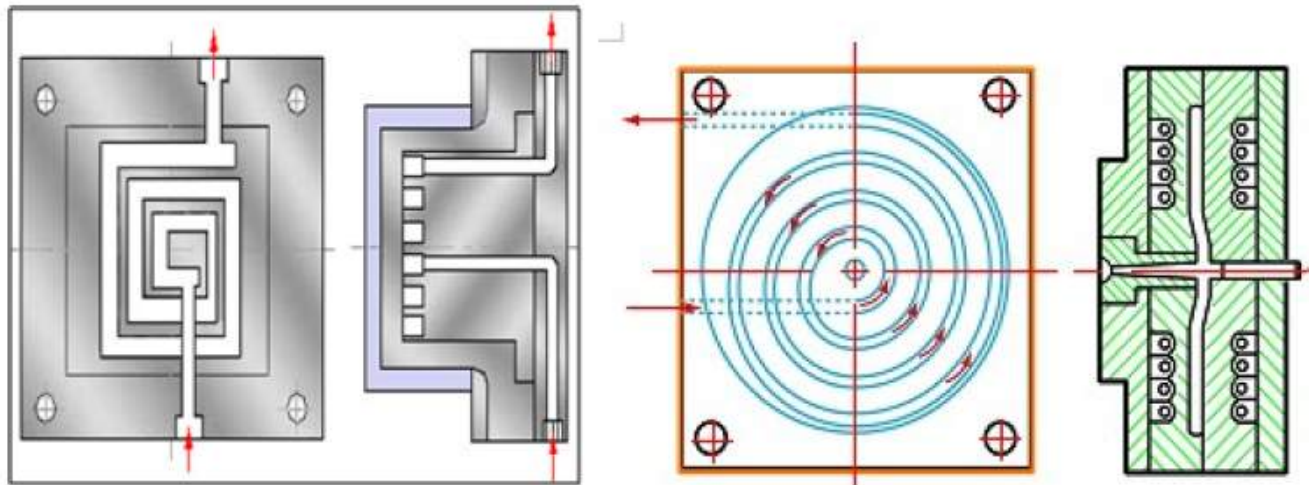
(그림 2-3-4) 금형에 냉각수를 보내는 그림

- A — 냉각수 배수 매니폴드 B — 금형
- C — 냉각수 공급 매니폴드
- D — 펌프
- E — 냉각 채널
- F — 호스
- G — 배플
- H — 온도 제어 부

#### 4. 금형의 냉각회로

##### (1) 나선형 회로(그림 2-3-5)

성형품의 면이 길면서 각이 있는 경우에는 코어의 상부 중앙에서 사각형으로 냉각 채널을 가공하여 소용돌이 형태로 냉각수를 공급하는 방법이다.



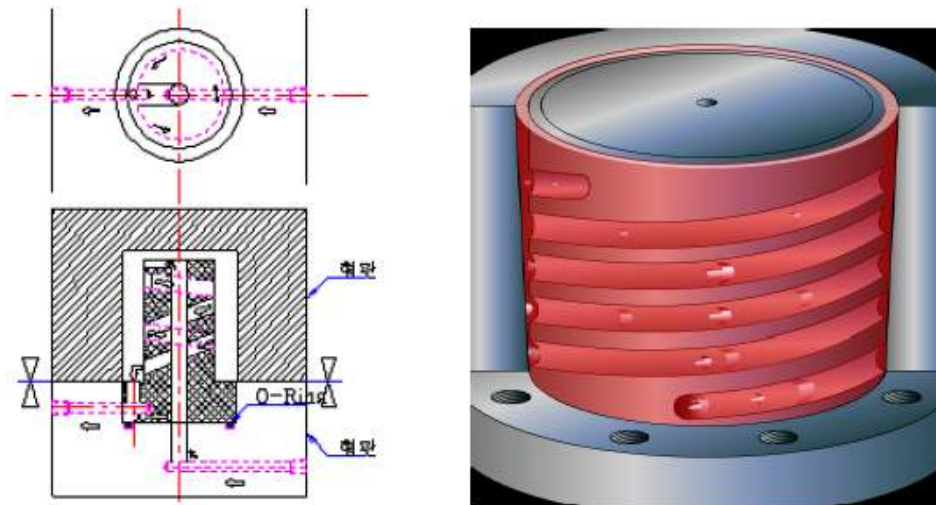
(그림 2-3-5)나선형 냉각회로

- ① 둥근 코어의 외각형에 주로 사용한다.
- ② 사선으로 가공을 해야 하므로 가공이 어렵다.
- ③ 구멍의 크기에 제한을 받을 수 있다.
- ④ 회로의 설계시 산의 각도에 주의를 요한다.



## (2) 원통 나선형 회로

성형품의 면이 길면서 각이 있는 경우에는 코어의 상부 중앙에서 사각형으로 냉각채널을 가공하여 소용돌이 형태로 냉각수를 공급하는 방법이다. 코어 부는 아래의 (그림 2-3-6)과 같이 성형품과 직접 맞닿는 외부와 냉각채널을 형성하는 부싱(Bushing)형태의 두 부분으로 나뉜다.

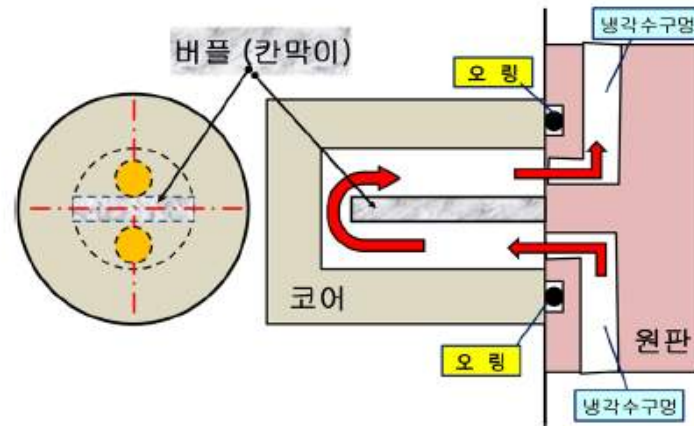


(그림 2-3-6)원통 나선형 냉각회로

- ① 넓고 길이가 긴 제품에 사용 가능(오 링 (오 링 (O-ring))사용)하다.
- ② 파이프로서 둥근 탱크를 중앙부에 냉각수를 통과시켜 외경에서 홈을 따라 내려오면서 냉각시킨다.
- ③ 냉각 탱크의 크기에 제한을 받을 수 있다.
- ④ 제품면적이 넓은 공간에도 설치가 가능하나 직경을 너무 크게 할 수 없다.
- ⑤ 중앙의 설치 구멍 크기에 의하여 코어의 크기가 제한되어 코어의 가공 시 나사 가공으로 한다.

### (3) 칸막이식 회로(그림 2-3-7)

원통 가공부분에 버플로서 막아 냉각수를 통과시켜 다음 구멍으로 배출시킨다.

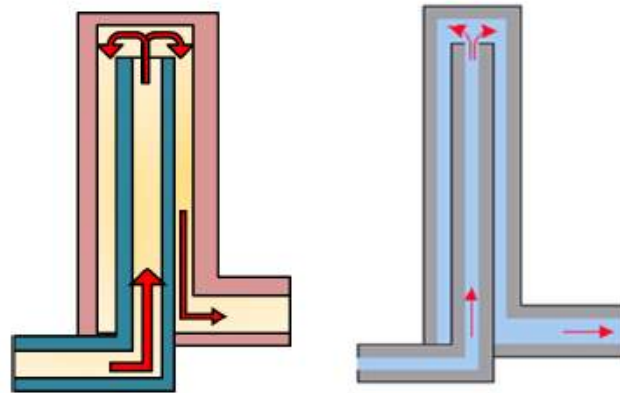


(그림 2-3-7)칸막이식 냉각회로

- ① 넓고 길이가 긴 제품에 사용 가능(오링 사용)하다
- ② 버플로서 둥근 탱크를 막고 좌우에 구멍을 가공하여 통과 시킨다.
- ③ 냉각 탱크의 크기에 제한 받을 수 있다
- ④ 제품면적이 넓은 공간에도 설치가 가능하나 직경을 너무 크게 할 수 없다.

#### (4) 분류식 회로

(그림 2-3-8)에서 보는 것과 같이 코어에 큰 구멍을 가공하고 그 속에 냉각채널을 설치한 것으로 이 설치된 파이프에 냉각수를 공급하면 마치 분수(Bubbler)와 같은 형태로 분출이다. 분류식 냉각회로는 주로 코어의 단면이 작고 높이가 높은 경우에 사용된다.



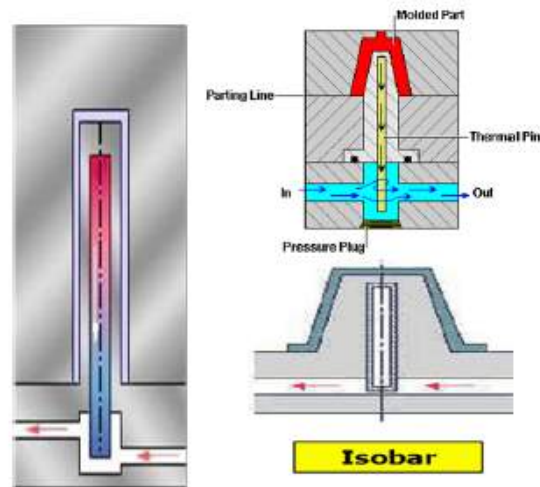
(그림 2-3-8)분류식 냉각회로

- ① 코어의 구멍을 지나치게 크게 가공하면 벽 두께가 얇게 되어 코어가 변형을 일으킬 수 있다.
- ② 냉각효과와 코어의 강도를 생각하여 균형을 유지하도록 한다.
- ③ 냉각수의 분출과정에서 공동(Cavitation)현상을 방지하기 위해 냉각수 공급은 밑에서 한다.
- ④ 만일 설계가 잘못되면 에어 포켓(Air Pocket)이 발생하여 냉각효과는 급격히 떨어진다.
- ⑤ 튜브의 바깥지름과 안지름에서의 유속이 같도록 설계해야 한다.



#### (5) 전도체를 이용한 금형온도 조절

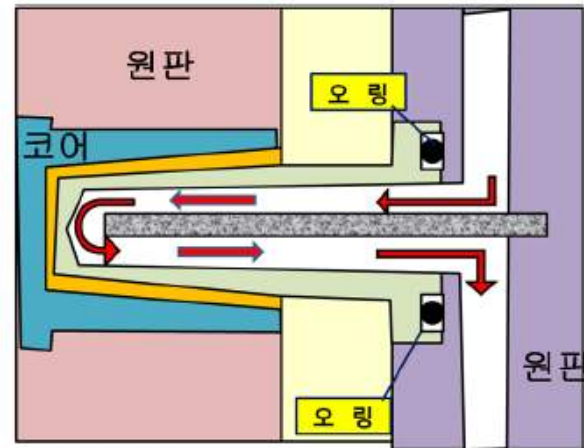
열전도성이 좋은 베릴륨(Beryllium)등을 Cavity 또는 Core에 넣어 간접적으로 냉각하는 방식이다. 금속봉의 밑단(Base)을 냉각수로 냉각하여 금속봉의 열전달을 이용하여 코어를 냉각시킨다. 금속봉의 밑단(Base)은(그림 2-3-9)와 같이 홈을 가공하여 표면적을 넓게 한다. 열전달 효율을 높이기 위해서는 금속봉과 금형 사이를 완전히 밀착시키거나 열전달 효율이 좋은 밀봉제를 사용한다.



(그림 2-3-9) 전도체 사용 냉각회로

#### (6) 칸막이식 회로

(그림 2-3-10)은 원통 가공부분에 버플로서 막아 냉각수를 통과시켜 다음 구멍으로 배출시킨다.



(그림 2-3-10) 칸막이식 냉각회로

- ① 넓고 길이가 긴 제품에 사용 가능(오링 사용)하다
- ② 버플로서 둥근 탱크를 막고 좌우에 구멍을 가공하여 통과 시킨다.
- ③ 냉각 탱크의 크기에 제한 받을 수 있다
- ④ 제품면적이 넓은 공간에도 설치가 가능하나 직경을 너무 크게 할 수 없다.