

技術資料

다이캐스트 주조기술 고도화를 위한 제품설계

김억수 ** · 이광학

Product Design for High Technology of Die Casting

Eok-Soo Kim** and Kwang-Hak Lee

1. 서 언

다이캐스트 제품을 제조할 경우, 보통 도면으로 제품의 형상 또는 필요한 기능, 요구사양 등이 제시된다.

그러나 다이캐스트법의 특징에 맞게 치수적 형상, 재질적 특성 등의 모든 조건이 적당하지 않으면 요구되는 고품질과 높은 생산성을 확보할 수 없다. 즉, 다이캐스트법으로 제조하기 위한 기본조건은 갖추어졌다 하더라도 품질 확보 및 보다 능률적인 생산을 위해서는 여러 가지 사양이나 특성들을 충족시켜야 하며, 그 중에서도 원천적인 제품의 설계가 다이캐스팅의 생산성이나 품질을 좌우하는 경우가 매우 많다.

다이캐스팅 현장에서 발생하는 불량 대책으로 PDCA 서클을 돌리며 원류로 거슬러 올라가 보면 제품의 형상이나 사양이 적당하면 더욱 고품질로 불량품을 적게 할 수 있는 경우도 많이 있다. 이것을 다이캐스트 제품의 형상, 사양이 이후의 불량품의 감소 및 박멸에 커다란 영향을 줌을 의미한다.

이러한 다이캐스트 제품의 중요한 생산성과 품질에 영향을 미치는 제품형상과 사양을 결정하는 제품설계를 크게 2가지로 분류하면 다음과 같다.

- (1) 제품의 세부설계
- (2) 제품의 전체적인 설계

(1)의 제품 세부설계는 다이캐스트 제품의 주요 사양으로서 단위정밀도, 기계적 성질, 표면품질, 내부품질, 내기밀성, 내마모성, 화학적 성질, 물리적 성질 등과 정밀도가 높은, 제품의 요구와 다이캐스트법의 특징에 따

라 많은 경험에 의해서 다이캐스트 제품에 필요한 세부형상의 기준을 나타낸 것이다. 이러한 세부형상의 기준은 제품의 살두께, 뽑기구배, 중자홀의 크기와 길이 필렛 및 코너 등이다.

따라서 경우에 따라서는 이 기준을 완화시킬 필요가 있으며, 반면 보다 엄격한 조건으로 한다면 불량품을 속발하는 일도 많이 있다.

(2)의 전체적인 제품형상 설계는 다이캐스트제품의 형상으로서 높은 품질을 유지하고 고능률로 연속적으로 제조할 수 있는 바람직한 형상으로 설계하는 것이다. 다이캐스트법은 열전도가 좋은 금형을 극히 짧은 시간에 주조하는 것이기 때문에, H.H. Doehler가 말하고 있듯이 많은 결함이 발생한다.

용탕의 조기 냉각에 의한 탕회불량, 금형과열에 의한 뜯김, 굽힘, 소착, 수축, 제품에 높은 응력의 발생으로 인한 크랙, 변형, 휨, 후육으로 인한 주조결함의 발생 또 금형과의 부착력 증가에 의한 이형 곤란 등의 많은 문제를 발생한다. 따라서 본 고에서는 어떠한 형상으로 다이캐스트 제품을 설계하면 높은 생산성과 고정밀도 제품을 얻을 수 있는지 등의 중요한 문제를 제품설계적 측면에서 피해야 하는 설계, 바람직한 좋은 설계, 또는 고정밀도를 얻을 수 있는 설계 등을 예를 들어서 설명하였다.

2. 다이캐스트 제품설계

살두께를 균일하게 해서 리브를 가진 구조의 제품형

*동남정밀(주) 기술연구소 (Dong Nam Precision Co., Ltd. R&D Center)
울산대학교 첨단소재공학부 (School of Materials Science and Engineering, University of Ulsan)
†E-mail : osgim@korea.com

상으로 설계하는 것이 다이캐스트 제품설계의 기준이라고 할 수 있다.

1) 살두께가 균일한 제품설계

살두께를 두껍게 하지 않고 적당한 살두께로 제품형상을 만드는 것, 또 살두께를 균일화하는 것이 중요하다.

주조품에 대해서는 모든 주조법에서 말할 수 있는 것이나 특히 다이캐스트 제품설계에 있어서는 균일한 살두께로 제품설계하는 것이 매우 중요하다. 그것은 제조법의 특징에 의한 것이며, 그 특징을 설명하는 것은 역으로 살두께의 불균일에 의해서 발생하는 불합리, 결함 발생 등을 생각해 보면 명료하다. 그 불합리점, 결함과의 관계를 Table 1에 나타내었다.

또한 살두께를 두껍게 하지 않는 것은 살두께에 의해 제품의 강도가 저하하는 비율이 현저하고, 게다가 주조결합발생의 방지가 곤란하게 되기 때문이다. 그 살두께에 대한 강도의 변화율을 살두께 2.5 mm를 기준으로 G.Lieby가 표시한 그림을 Fig. 1에 나타내었다. 따라서, 다이캐스트용 제품은 그 살두께가 2~4 mm로 균일한 것이 최적이라 할 수 있다.

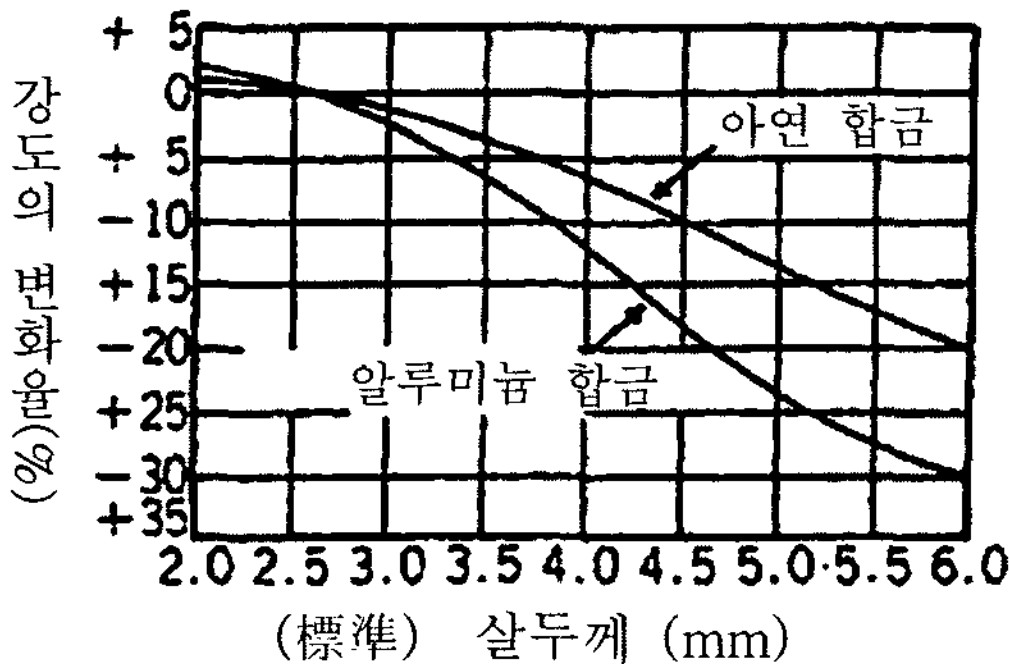


Fig. 1. 살두께에 의한 인장강도 변화율

2) 리브를 이용한 제품설계

다이캐스트에 강도와 강성을 가지게 하고, 제품의 견뢰성(堅牢性)을 증가시키기 위해 또 탕흐름을 양호하게 해서 건전한 다이캐스트를 얻기 위해서, 다이캐스트 제품 설계에 리브를 이용한다. 리브의 실제적 이용에는 사례에서 별도로 표시하나, 기본적인 간단한 예를 Fig. 2에 표시한다. 이 리브를 이용한 구조가 다이캐스트 제품 설계의 기본이라고 하여도 과언은 아니다.

그러나 이용방법을 잘못하면 국부적으로 수축기포의 발생, 응력의 집중을 일으켜 오히려 해를 가져올 수도 있다. 따라서 리브설계에서 세부형상에 대해서 Fig. 3에 나타내었다.

2.1. 중자핀에 수축응력을 피하는 제품설계

중자핀은 일반적으로 그 강도가 약하기 때문에, 그 높이에 한도를 규정(바람직한 설계 사례에서 제시 : $L(\text{길이})/b(\text{직경}) \leq 5$)하여 설계할 필요가 있다. 용탕이 응고하여 금형 내에서 수축되기 때문에 주물의 수축을 직접 받을 수 있는 경우에는 핀에 휨 응력, 전단응력에 걸려 파손되는 경우가 많다. 따라서 중자핀의 설치 가능한 한 수축에 의한 힘이 걸리지 않도록 다이캐스트 제품형상의 설계가 필요하다.

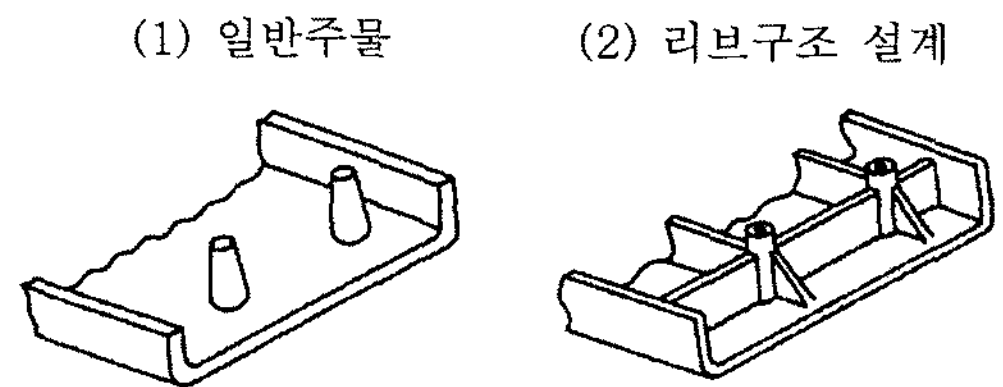


Fig. 2. 판상 제품의 리브이용 제품설계의 예

Table 1. 살두께 불균일에 의해 발생하는 불합리 및 주조결합

일어나는 현상	그것에 의한 결과(불합리)	발생하는 결함
1. Cavity 각부에서 탕흐름 속도가 변화한다	1. 탕흐름이 분산된다.	탕회, 탕경
2. 후육부에 용탕이 먼저 흐르고, 얇은 곳은 나중에 흐른다.	2. 부분적으로 충전이 늦다.	미충진, 크랙
3. 탕선단부의 도착시간이 달라지게 된다.	3. 탕선단부에 가스의 포입이 생기게 된다.	탕주름, 탕경, Porosity
4. 후육부의 응고가 늦어진다.	4. 압탕이 되지 않는다.	기포, 수축공
5. 후육부는 유속이 떨어져 포입된 가스가 방출된다.	5. 포입 가스의 방출.	gas hole
6. 후육부에서 금형온도가 상승한다.	6. 탕흐름이 바뀐다. 주물표면이 바뀐다.	뜯김, 표면수축, 변형
7. 온도분포가 불균일해진다. 응고시간이 바뀐다.	7. 불균일한 응력이 발생한다.	표면수축, 휨, 변형, 크랙

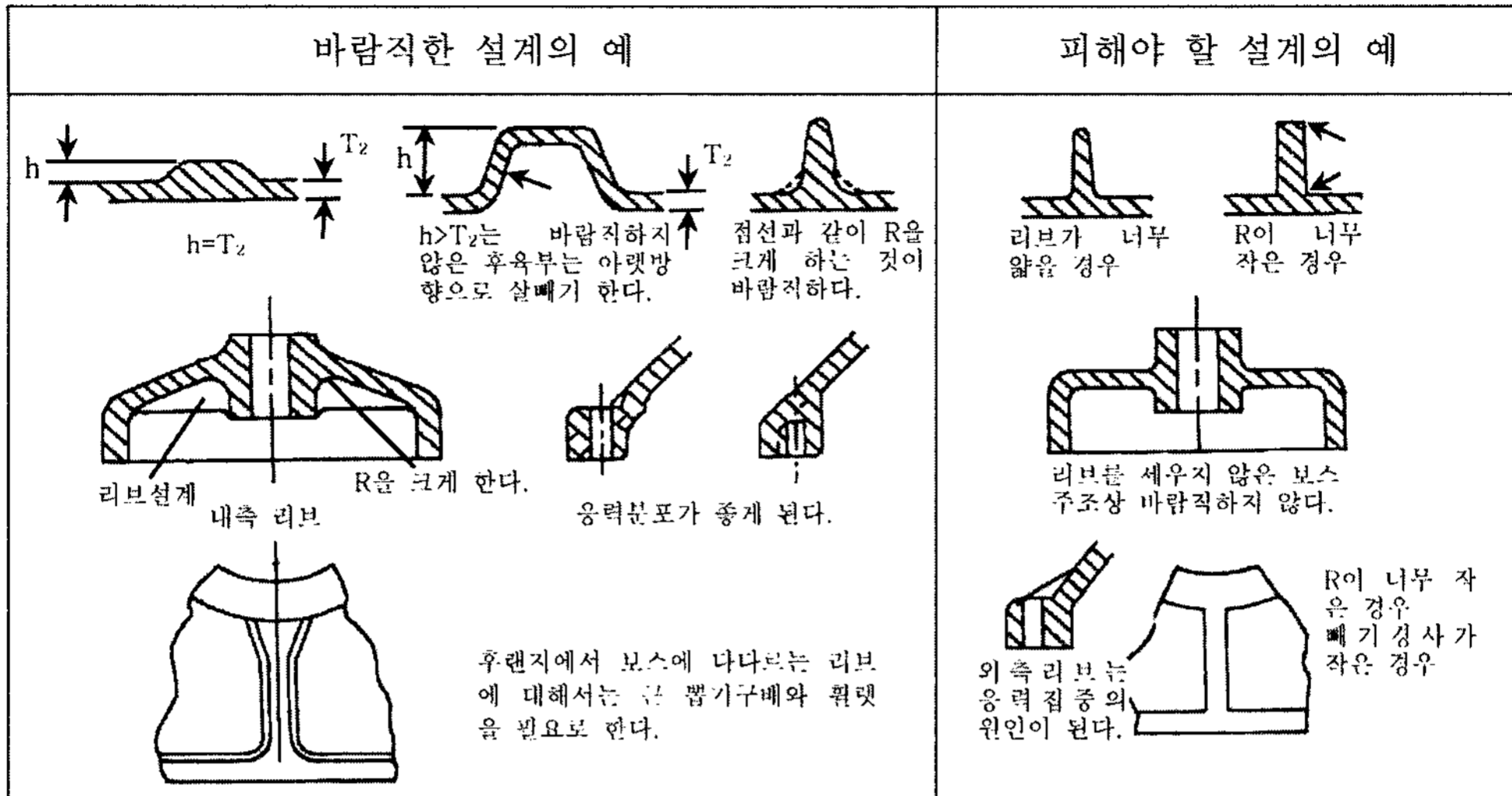


Fig. 3. 설계에 이용하는 리브의 형상(일본다이캐스트협회)

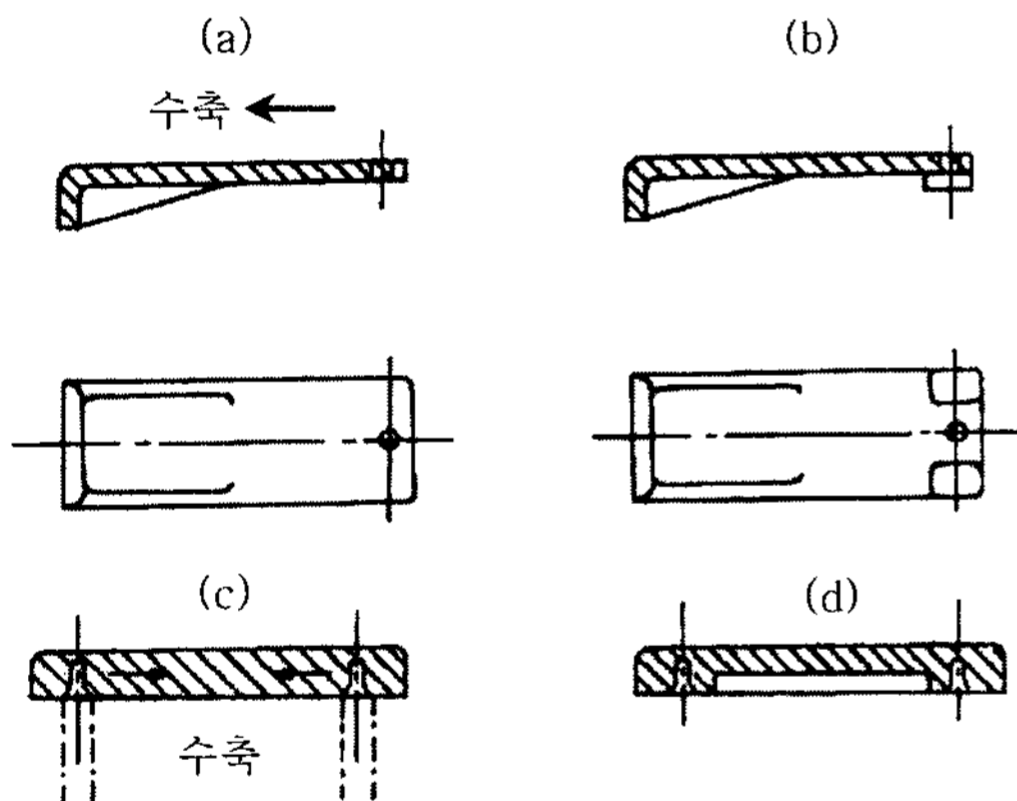


Fig. 4. 중자핀이 받는 수축력과 그것을 피하는 설계의 예

그 설계의 예를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4(a)의 형상은 핀에 수축에 의한 휘어짐 및 전단력이 걸린다. Fig. 4(b)와 같이 강도를 가진 좌면을 설계해 수축을 억제하면 중자핀에 걸리는 수축력을 방지할 수 있다.

또 Fig. 4(c)에서는 양측핀에 수축력이 걸리기 때문에 Fig. 4(d)에 나타내는 것과 같이 큰 살빼기를 만들어 중자핀에 작용하는 수축력을 방지할 수 있다.

2.2. 가동중자를 피하는 제품설계

일반적으로 가동중자가 있으면, 금형에 언밸런스력이 발생하여, 금형고장이 많아지고 치수정도상으로도 좋지 않게 된다. 또, 중자인발장치, 스톱퍼 등 많은 장치를 필요로 하기 때문에 금형이 복잡하게 되고, 금형가격

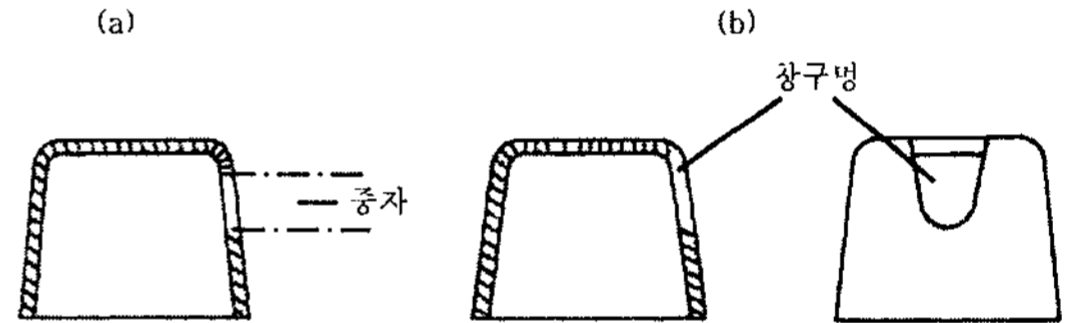


Fig. 5. 가동중자를 제거시키는 설계의 예

이 고가가 되며, 주조 사이클이 길어져 생산성이 낮아지는 등 많은 결점을 가지고 있다. 따라서 가동중자는 가능한 한 피하는 것이 바람직하다.

가동중자는 제품형상에 의해 사용하게 되기 때문에 제품설계의 시점에서는 가동중자를 사용하지 않아도 되는 형상으로 제품을 설계할 필요가 있다. 때로는 의외로 간단하게 가동중자를 제거할 수도 있다.

중자 제거에 대해서 몇가지의 예를 Fig. 5,6에 나타내었다. Fig. 5(a)의 제품은 가동중자를 사용하지 않으면 제조할 수 없으나, Fig. 5(b)와 같이 형상변경을 하면 가동중자를 사용하지 않아도 제조할 수가 있다.

또 Fig. 6(a)의 제품은 금형설계를 고려하면 Fig. 6(b), (c)처럼 2~3개의 중자를 필요로 한다. 그러나 Fig. 6(d)와 같이 제품설계를 하면, 가동 중자를 이용하지 않아도 제조할 수가 있다.

2.3. 형이탈, 중자이탈에 의한 중자파손을 피하는 제품설계

금형이 주조압력 등에 의해 형이탈하면, 가동, 고정

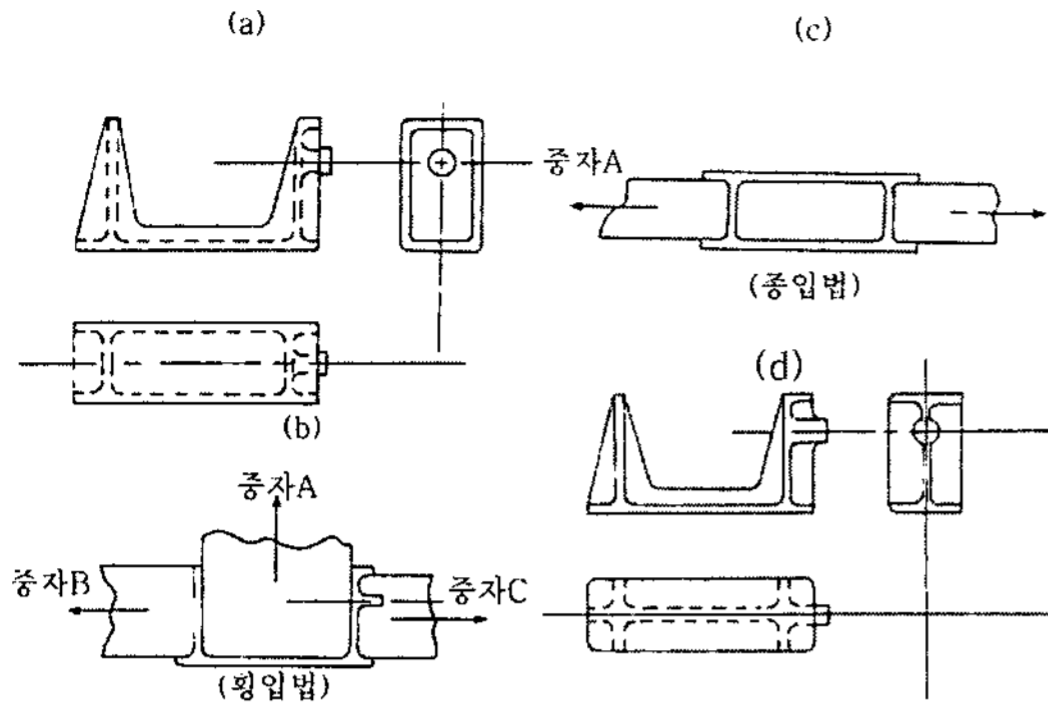


Fig. 6. 가동중자를 피하는 설계의 예

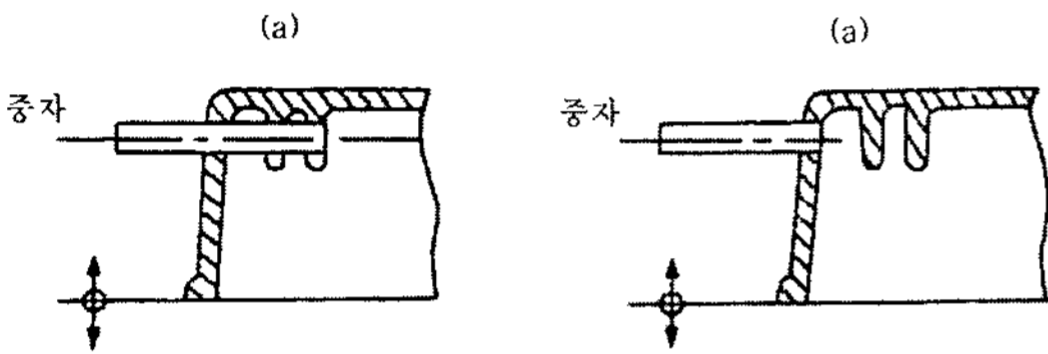


Fig. 7. 금형관통 중자를 제거하는 금형설계

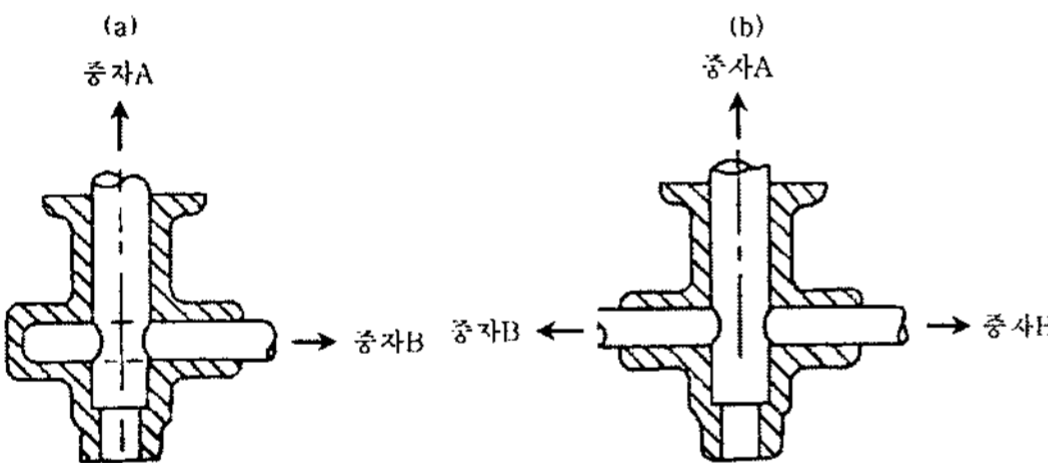


Fig. 8. 교차중자를 제거하는 설계의 예

양금형에 걸쳐 중자는 형이탈에 의해 파손된다. 그 예를 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7(a)에 표시한 것처럼 중자를 붙이면, 주조시의 충격으로 순간적으로 형이탈하기 때문에 휘어지게 된다. 그림 (b)와 같이 중자로 하고, 중자의 휘어짐을 방지할 필요가 있다.

또, 형이탈 등에 의해 중자이탈이 생기기 때문에, 중자교차는 피해야만 하는 것이다. Fig. 8(a)에 나타난 것처럼 중자의 가운데에 중자가 들어있는 교차중자는 주조시의 충격으로 중자 이탈을 일으켜 위치가 변동한다. 반복 주조하면 어딘가의 중자가 파손하게 된다. Fig. 8(b)에 나타난 것처럼 한쪽의 중자를 분해하는 설계로 하는 것이 바람직하다.

2.4. 수축에 의한 변형을 방지하기 위한 제품설계

다이캐스트는 그 주조과정에서 응고해서 수축한다.

그 수축의 방법과 관계에서 변형(휘어짐, 구부러짐, 꼬임 등을 포함)을 일으킨다. 각각의 경우에 대해서, 변형의 원인과 그것을 방지하기 위한 제품설계에 대해서 설명한다.

1) 살두께 불균일에 의한 변형과 그 방지법

살두께가 균일하지 않으면 변형을 일으킨다. 중자 등이 있어서 자유롭게 수축할 수 없는 경우도 있지만 보통 금형에서 취출되면서 수축을 시작한다. 살두께가 균일하지 않으면 금형에서 취출될 때의 온도 즉, 제품온도가 제각의 부분에서 달라지게 되어 수축량이 달라진다. 따라서 치수의 편차응력을 일으키고, 휘어짐, 구부러짐, 꼬임 등의 변형을 일으킨다.

그 상황을 Fig. 9에 의해 설명하면, Fig. 9(a)의 A부, B부의 살두께를 각기 3 mm, 5 mm로 하고, 제품온도(t_{s1} , t_{s2})를 각기 320°C, 400°C로 가정해서, 각기의 길이를 100 mm로 하면, 양부분에서 치수차 Δl 와 ADC12의 경우,

$$\Delta l = L_0 \times \alpha(t_{s1} - t_{s2}) = 100 \times 21 \times 10^{-6} \times 80 = 0.168 \text{ mm}$$

로 된다. 이런 치수 차이는 Fig. 9(b)에 나타난 것처럼 되고, 언밸런스한 수축은 양쪽 경계부분에서 각부에 응력을 발생하고 힘을 초래한다. 중자 등이 없어서 자유롭게 수축할 수 있을 경우라도, 전적으로 같은 이유에 의해 변형을 일으키는 일이 있다. 이 경우도 금형의 중간에 있을 때에는 변형할 수 없으나, 살두께가 달라지면 냉각속도가 달라지고, 금형에서 취출될 때의 온도가 다르다. 따라서, 그 후 수축이 달라지고, 커다란 휘어짐을 발생하게 되는 것이다. 단면 살두께가 다른 압출재를 생각해 보면 명확하다.

이와 같이 제품의 형상은 살두께를 균일하게 할 필요가 있고, 다이캐스트 제품설계상 중요한 사항이다.

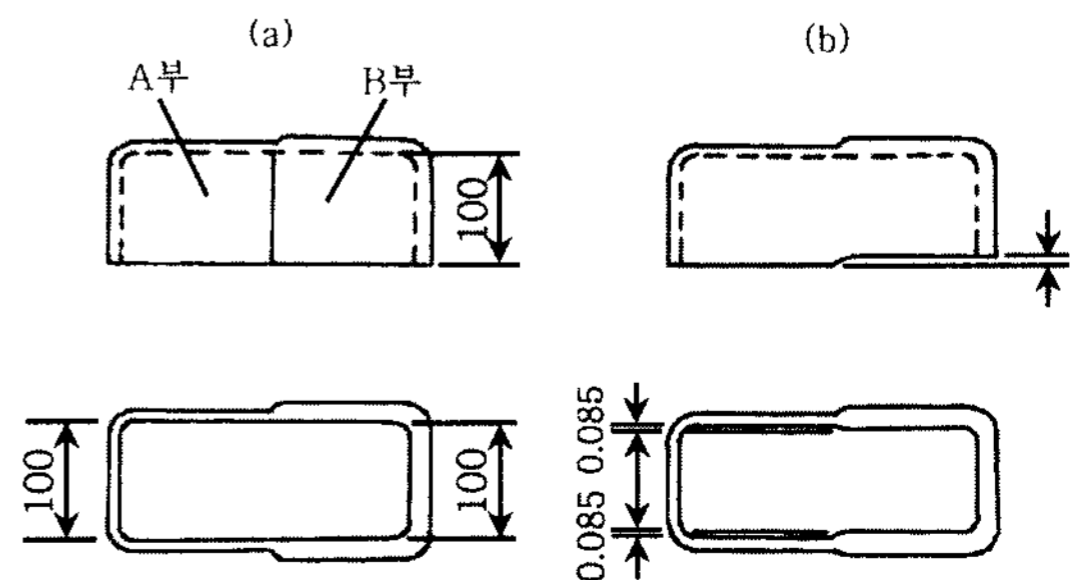


Fig. 9. 살두께의 불균일에 의한 제품변형

그 대책의 2,3개의 예를 들어보자. Fig. 10(a)제품의 국부적으로 두꺼운 살두께는 Fig. 10(b), (c)에서 보인 바와 같이 설계변경을 하는 것에 의해 살두께를 균일하게 할 수 있다. 또 Fig. 11(a)의 사형주물은 이 형상으로 다이캐스트하면 형상 이외에 두꺼운 두께에서 기포도 발생하고 품질을 저하시키기 때문에, Fig. 11(b), (c), (d)와 같은 제품형상으로 변경하고, 두꺼운 살을 균일하게 할 수 있다. 더욱이 리브를 이용해서 살두께를 균일하게 하는 예를 Fig. 12에 나타내었다. Fig. 12(a)의 부분은 Fig. 12(b)처럼 리브를 이용하는 것에 의해 제품에 필요한 강도와 강성을 줄이지 않고,

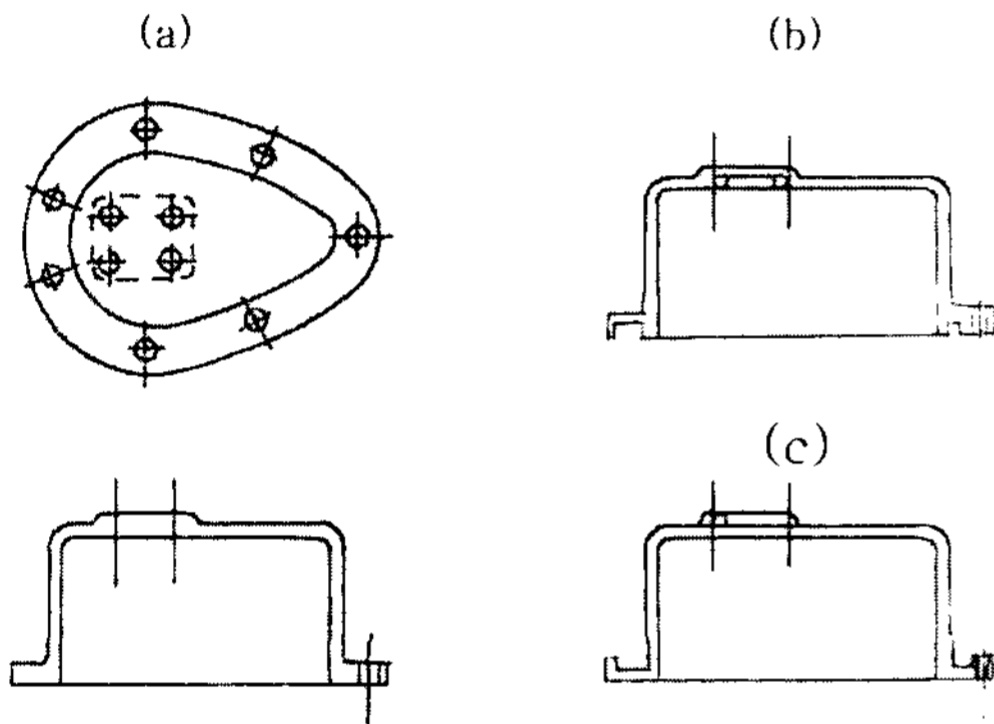


Fig. 10. 국부적 살두께 불균일한 제품의 살두께 균일화의 예

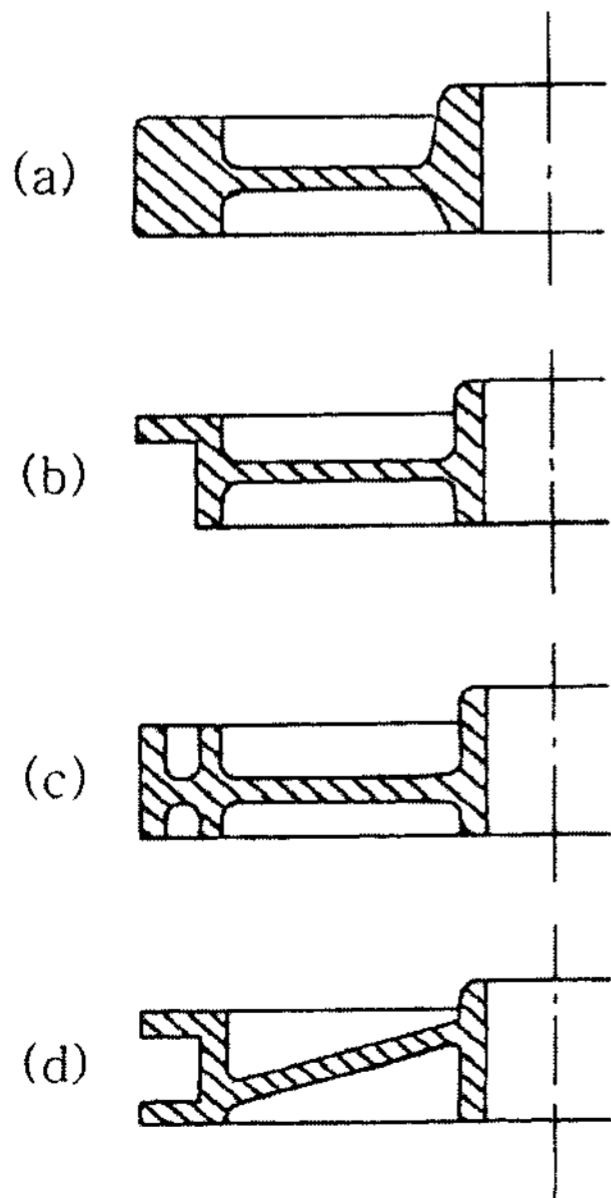


Fig. 11. 두꺼운 살을 똑같이 하는 설계의 예

살두께를 균일하게 할 수 있다. 또 단면 형상에 대해서도 앞에서 나타낸 것처럼 살두께를 균일하게 하는 것을 생각해 둘 필요가 있다.

2) 수축응력에 견딜 수 없는 형상의 제품변형과 그 방지법

살두께가 균일하여도 수축력에 견딜 수 없는 형상, 또 국부적으로 응력에 걸리는 형상제품은 변형을 일으킨다. 그러한 때에는 리브 등으로 변형을 방지할 대책을 세울 필요가 있다. 그 예로서 Fig. 13에 나타내었다.

꺾음의 형상이면 굴절부에 국부적으로 응력이 걸리고 그림의 점선처럼 변형하기 때문에 리브를 이용해서 변형을 방지하는 것이다. 리브의 이용은 다이캐스트 설계상 중요하다.

여기에 덧붙이면 용탕이 유동하는 동안에 냉각하기 때문에 탕구부분과 탕선단부분에서는 제품온도에 차이가 생기게 되며, 이로 인해 살두께를 균일하게 하여도 금형 각 부에서 제품온도가 달라지는 것이 되고, 냉각시의 변형, 내부응력을 발생하게 한다. 또, 금형 내에

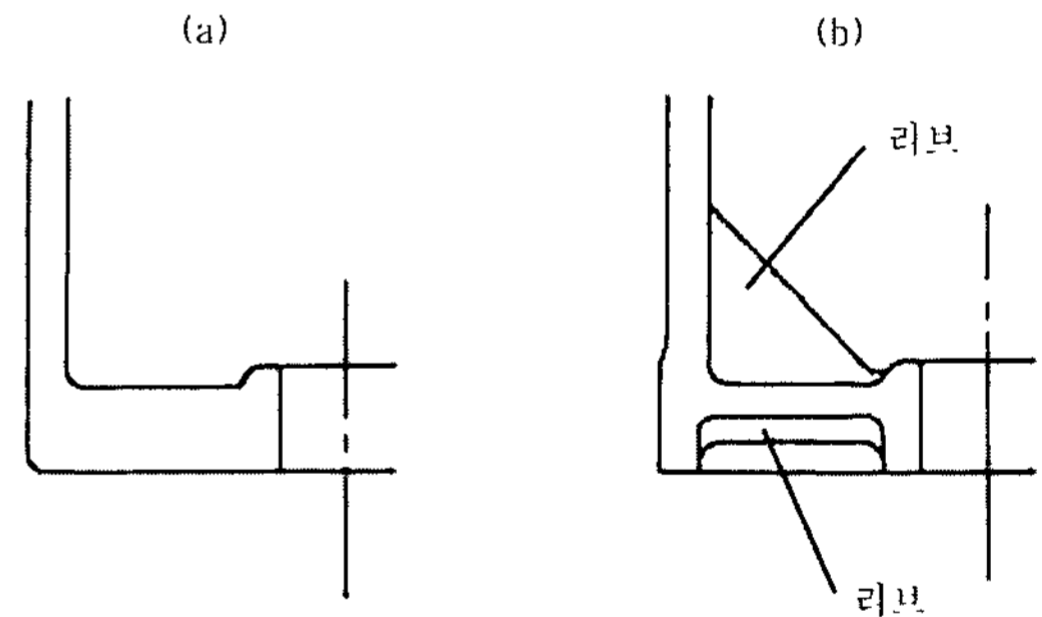


Fig. 12. 살두께를 균일하게 하기 위한 리브 이용의 예

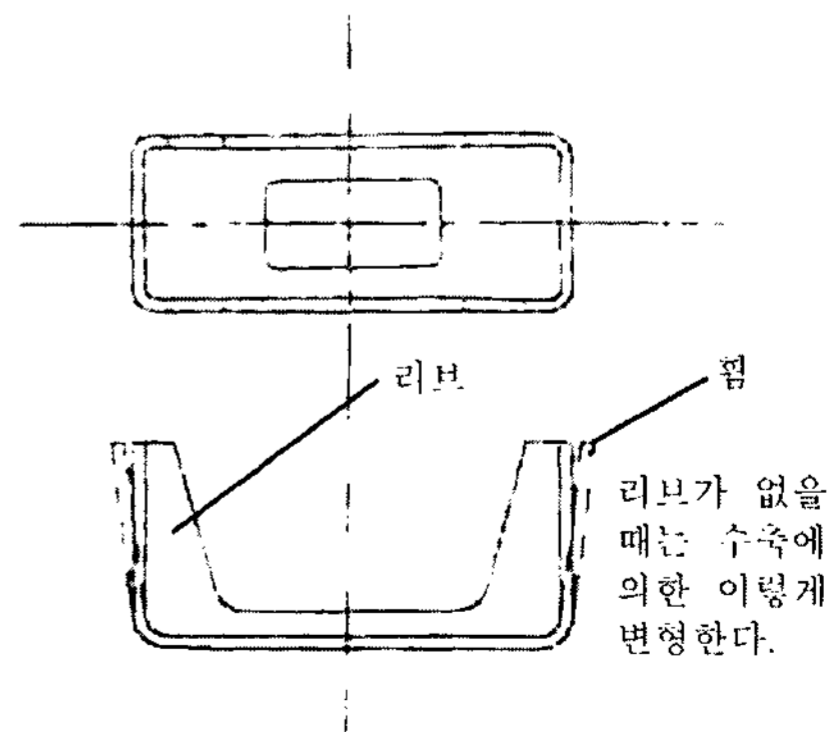


Fig. 13. 변형방지를 위한 리브사용의 예

서의 수축에 의해서 일어나는 잔류 탄성변형도 부분적으로 달라지게 되어 변형을 일으킨다. 이렇게 생각해 보면, 완전하게 변형을 방지하는 것은 곤란하다. 이것들은 평면도 공차 등으로 표시되어 있는 것이다.

3) 금형으로의 고착력 불균일 및 형분리가 나쁜 형상제품의 변형과 그 방지법

금형에 고착하는 힘이 부분적으로 다른 형상에서 고착력이 극단적으로 작을 경우에는 그 부분에 변형방지 리브를 붙여 주물 후 절단해서 제거하고 변형을 방지할 경우도 있으나 여기서 설명하는 형분리가 나쁜 형상이란, 제품의 일부는 고정형으로 고착하고, 다른 부분은 가동 금형으로 고착하기 쉬운 형상으로 이러한 때에는 금형 개방할 때 제품에 크랙이 발생되어 주조가 곤란해진다. 또 크랙이 생기지 않더라도 심하게 변형된다.

금형을 설계할 때 제품의 수축이 강한 측을 가동금형측으로 하고 금형을 개방했을 때에 제품이 가동금형에 부착되도록 설계한다. 이것은 사형주물의 제품설계와 기본적으로 다른 부분이고, 제품설계에 있어서는 제품은 한쪽의 금형에 고착하는 형상이 되도록 설계할 필요가 있다. 그 두세가지 예를 Fig. 14, 15에 나타내었다. Fig. 14의 (a) 형상은 바람직하지 않고 (b), (c)는 바람직한 설계이며, Fig. 15의 (a) 역시 바람직하지 않고 (b)의 경우가 바람직하다. 형분리가 나쁜 경향이 잔존되어 있을 경우 리브설치, 뽑기구배의 부분적 변경 설계 등이 필요하다.

2.5. 압출상의 제문제와 제품설계

금형 내에 주조된 합금은 온도가 높으면 강도는 낮아지고 신율이 커지기 때문에 수축해도 소성변형해서 금형을 끌어 안을 힘이 적으나, 온도가 낮게 되면 강도가 증가해서 강하게 금형을 끌어안게 된다. 다시 말해서 금형에서 밀어낼 때의 제품온도(압출온도)가 높을수록 작은 압출력으로 끝나고 온도가 낮아지게 되면 커다란 압출력을 필요로 한다. 그러나 제품측에서 보면 제품온도가 높을수록 강도가 낮아지게 되어 취출할 때 변형이 일어날 가능성이 있다.

이러한 상반되는 관계가 있어서 압출에는 적당한 시기가 필요하다. 적당한 압출온도를 선택하는 것이 실제 주조작업상에 있어 압출핀 및 금형의 고장을 줄이고, 변형이 적은 정밀한 주물을 다량생산하는 요령이다. 물론 이 온도는 수축률에 관계되어 있고, 또 이

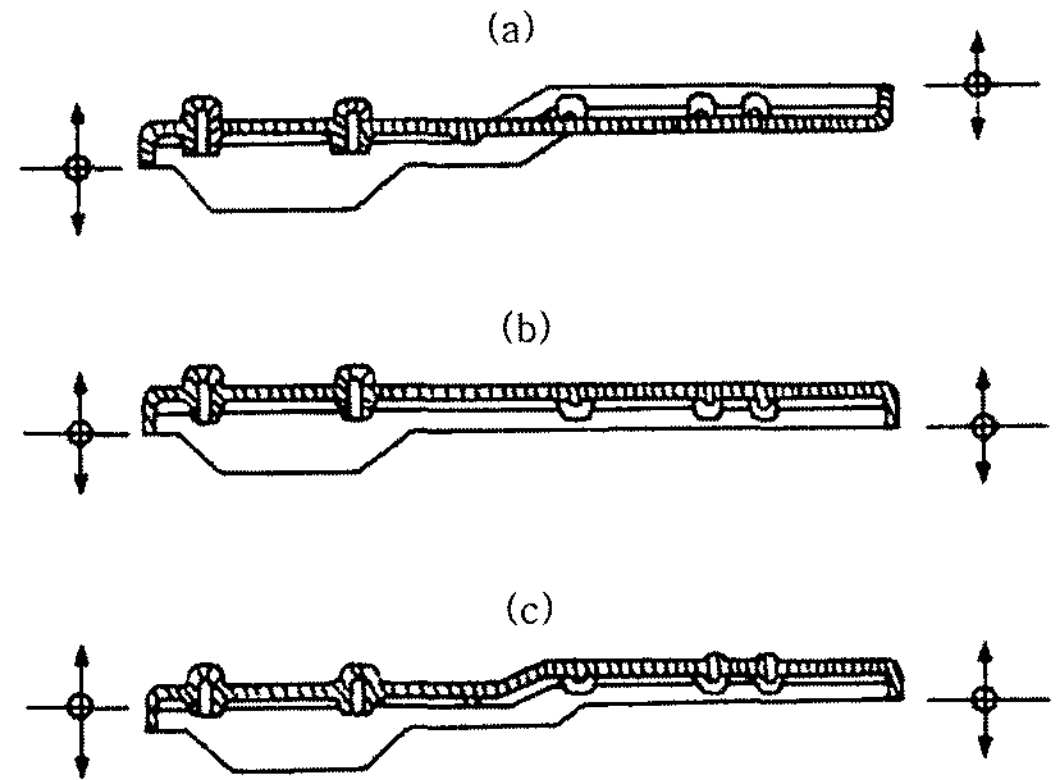


Fig. 14. 가동금형에 고착시키는 설계의 예

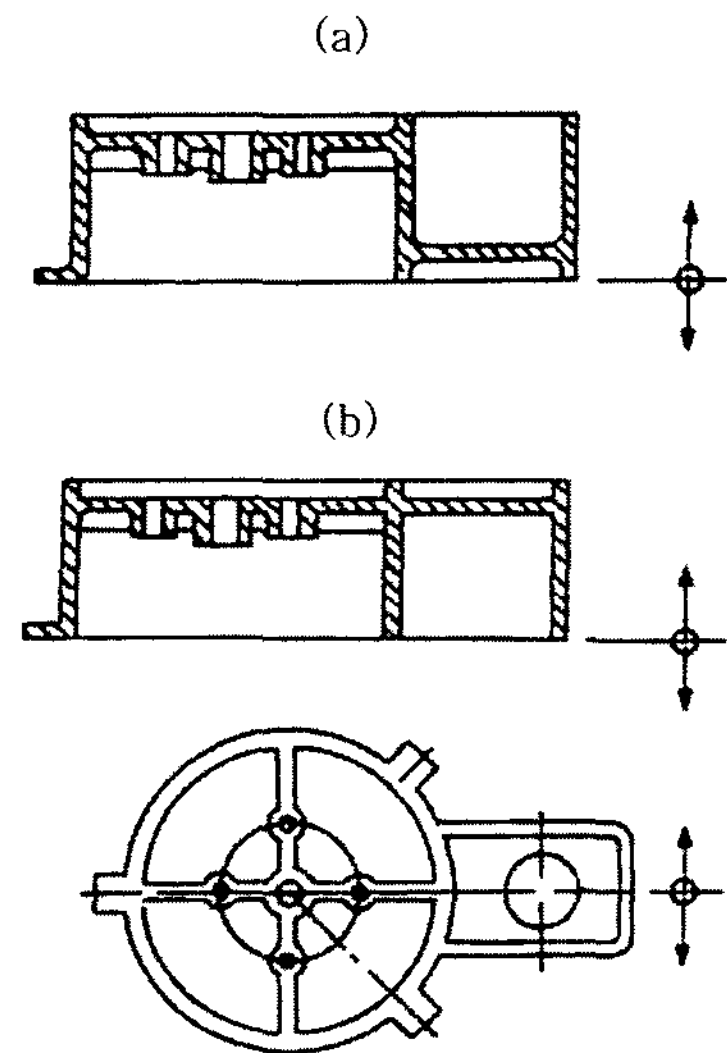


Fig. 15. 가동금형에 고착시키는 설계의 예

온도에 주조사이클, 칠 타임 등은 영향을 준다.

압출력을 상정하는 것은 어렵기 때문에 경험에 의해 압출핀의 지름과 수를 정하고 있는 것이 실제의 상황이다. 일반적으로 말하면, 커다랗게 엉켜붙는 힘을 생각할 때에는 그것의 지름을 크게 하고 수를 많게 하고 있다. 그러나 시주조처럼 금형온도가 낮을 때에도 주조하는 일이 있기 때문에 충분한 안전을 보아서 설정할 필요가 있다. 실제 압출력에 대해서는 土佐, 浦上等의 측정이 있어 참고가 되고 있다. 또, 이론적 고찰을 한 논문도 있다. 이러한 것으로부터 압출을 생각한 제품설계를 다음에 제시한다.

(a) 다이캐스트 제품은 살두께가 얇기 때문에 밀어내

기 어려운 경우가 많고, 그 경우에는 압출좌면을 설계하여 제품형상으로 하는 것이 일반적이다. 특히 제품에 강도, 강성 등이 적을 경우는 압출좌면, 보강 리브 등의 설치가 필요하다.

그 설계의 예를 Fig. 16에 나타내었다.

(b) 압출편에는 여러 종류와 형상이 있으나, 단면이 원형이 아닌 압출편은 파손되기 쉽기 때문에 그러한 다른 형상의 압출편은 피하고, 원형 단면의 압출편을 사용하는 것이 좋다. 보스 자리를 붙여, 일반 압출편을 사용하도록 제품설계한 예를 Fig. 17에 나타내었다.

(c) 압출좌면을 설치할 때나 압출편을 설치할 때, 금형에 국부적으로 열응력을 발생시켜 금형수명을 짧게 하는 것은 바람직하지 않다.

예를 들면, Fig. 16의 A치수는 cavity측벽에 너무 가까워서 바람직하지 않고 좌측에 있는 압출편의 위치처럼 어느 정도의 거리를 가져야만 한다.

(d) 제품은 먼저 서술한 것처럼 고온에서는 강도가 약해지기 때문에, 제품이 균일하게 압출되도록 압출편의 배치를 고려하여야만 한다. 제품의 각 부분에서 금형과 고착하는 힘이 다른 제품에서는 특히 주의가 필요하다.

2.6. 금형의 강도, 열응력을 고려한 제품설계

일반적으로 금형의 강도가 국부적으로 약하게 되는 제품설계, 형설계는 형파손에 의한 여육(余肉)불량 등을 발생시키기 때문에 적극 피해야 한다. Fig. 18에

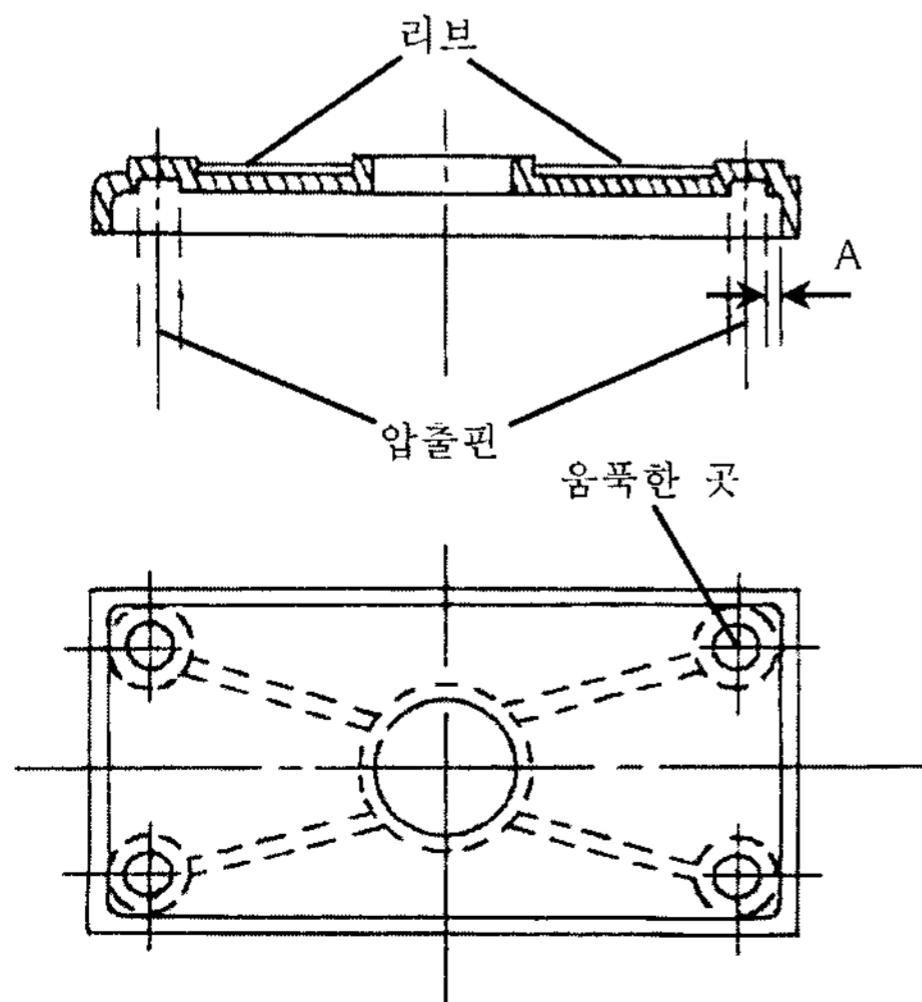


Fig. 16. 압출편 설계의 예

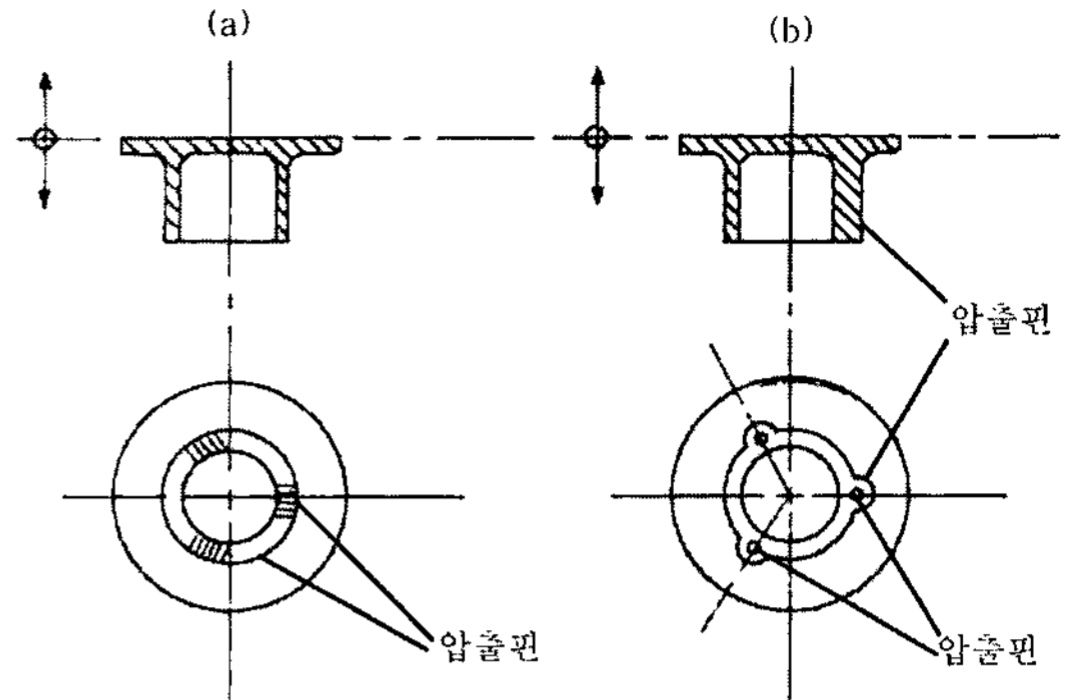


Fig. 17. 각형 압출편을 원형으로 변경한 예

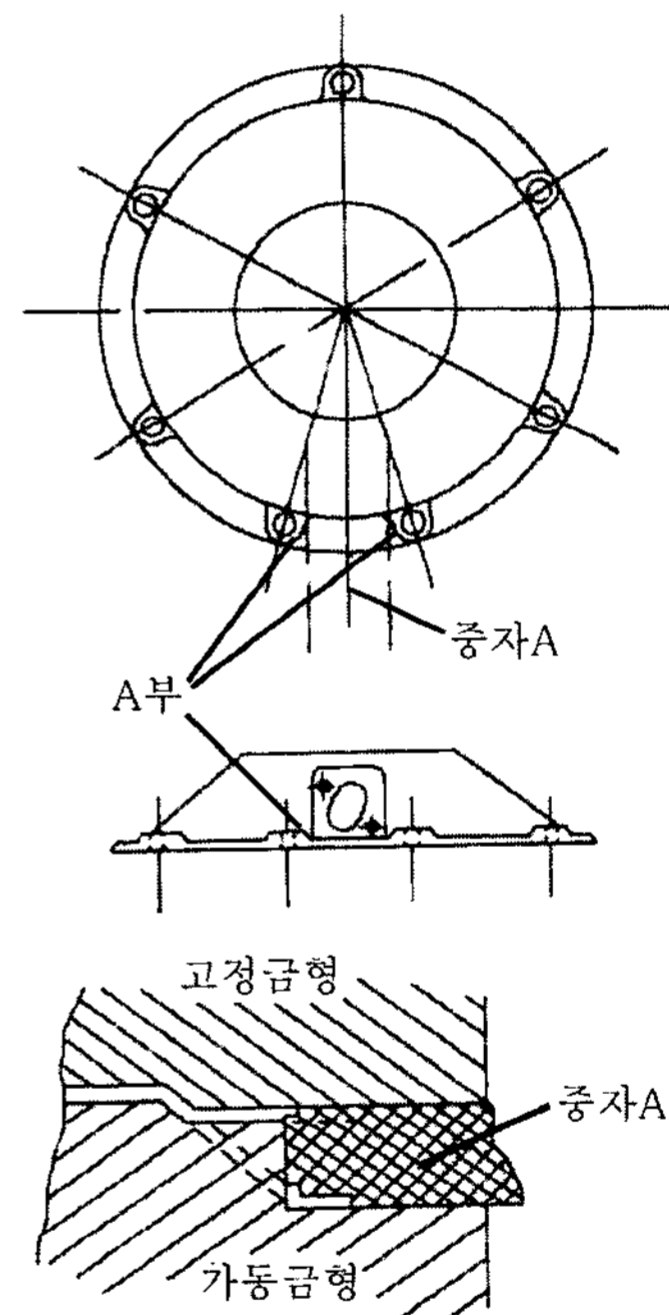


Fig. 18. 금형의 강도부족을 발생시키는 제품설계의 예

표시한 제품설계는 금형설계할 때에 금형의 A부의 강도가 약하게 되어 파손되기 쉽고, 제품 A부의 형상은 보스의 측면을 중자 A까지 넓히고 금형에 날카로운 엣지부가 생기지 않도록 할 필요가 있다.

더욱이 금형파손의 원인에는 높은 열응력에 의한 것이 있다. 금형 cavity에 접한 부분에 샤프 엣지, 또는 국부적으로 박육부가 있으면 국부적으로 열충격을 받아서 가열되고 히트체크가 급속하게 발생해서 빠르게 이 부분이 파손한다.

예를 들면, Fig. 19(a)처럼 샤프엣지를 가진 제품설

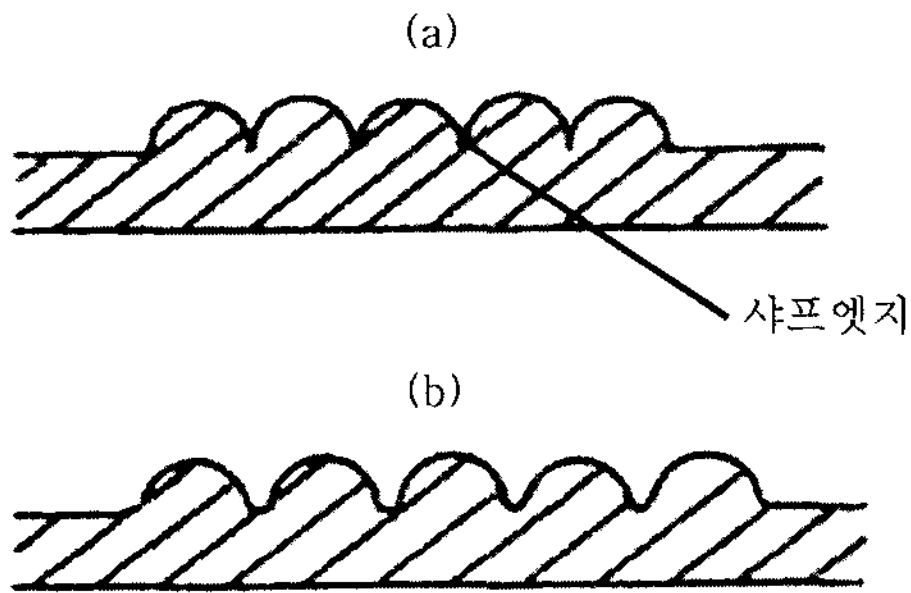


Fig. 19. 샤프엣지를 제거하는 제품설계의 예

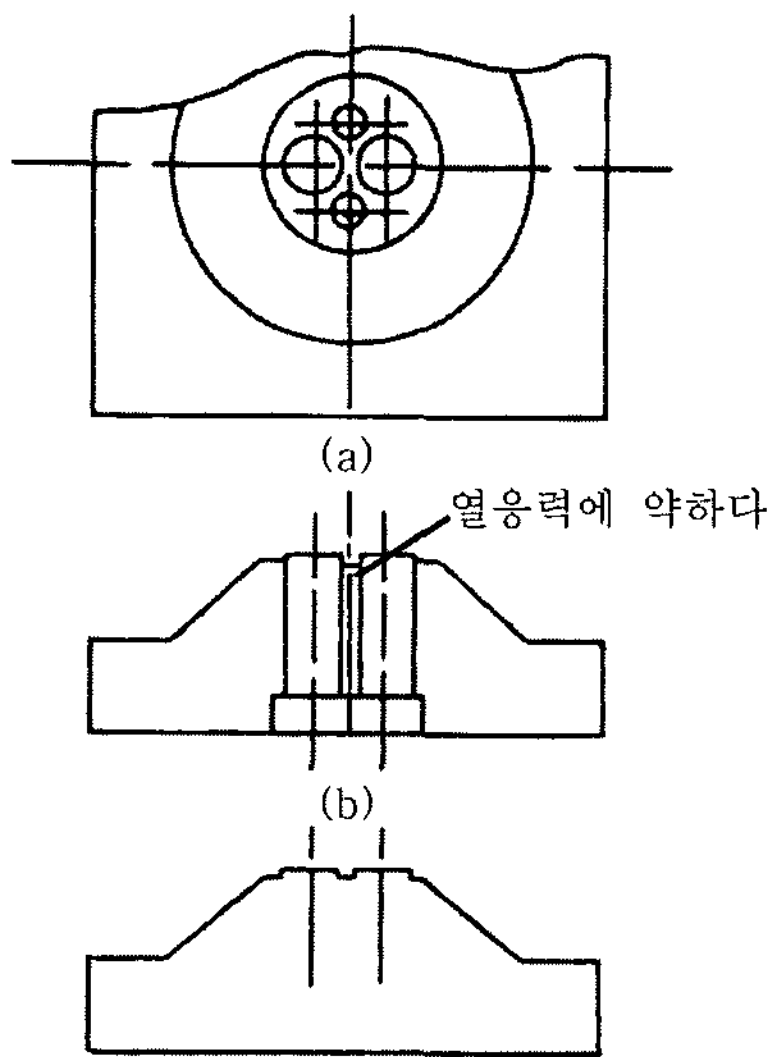


Fig. 20. 열응력에 약한 금형설계의 예

계는 바람직하지 않고, Fig. 19(b)와 같이 설계하는 것이 바람직하다. 또 Fig. 20(a)처럼 금형설계하면 중심부에 높은 열응력이 발생해서 빠르게 이 부분이 파손된다. Fig. 20(b)처럼 하면 금형의 수명은 길어진다.

2.7. 구조결함 방지를 위한 제품설계

후육부에는 가스홀, 수축공 등이 발생하기 때문에, 구조결함을 방지하기 위해서는 두꺼운 후육부를 제거해서 살두께를 균일하게 할 필요가 있는 것은 명확하다.

또 탕흐름을 좋게 하여 용탕을 금형의 구석구석까지 충분히 널리 퍼지게 하는 것도 치밀한 제품을 만들 수 있고 또 결함 방지도 도움이 된다. 탕흐름을 좋게 할 대책은 동시에 탕회 결함방지가 되기 때문에 중요한 것이다. 이들 탕흐름 대책, 구조결함 방지 대책은

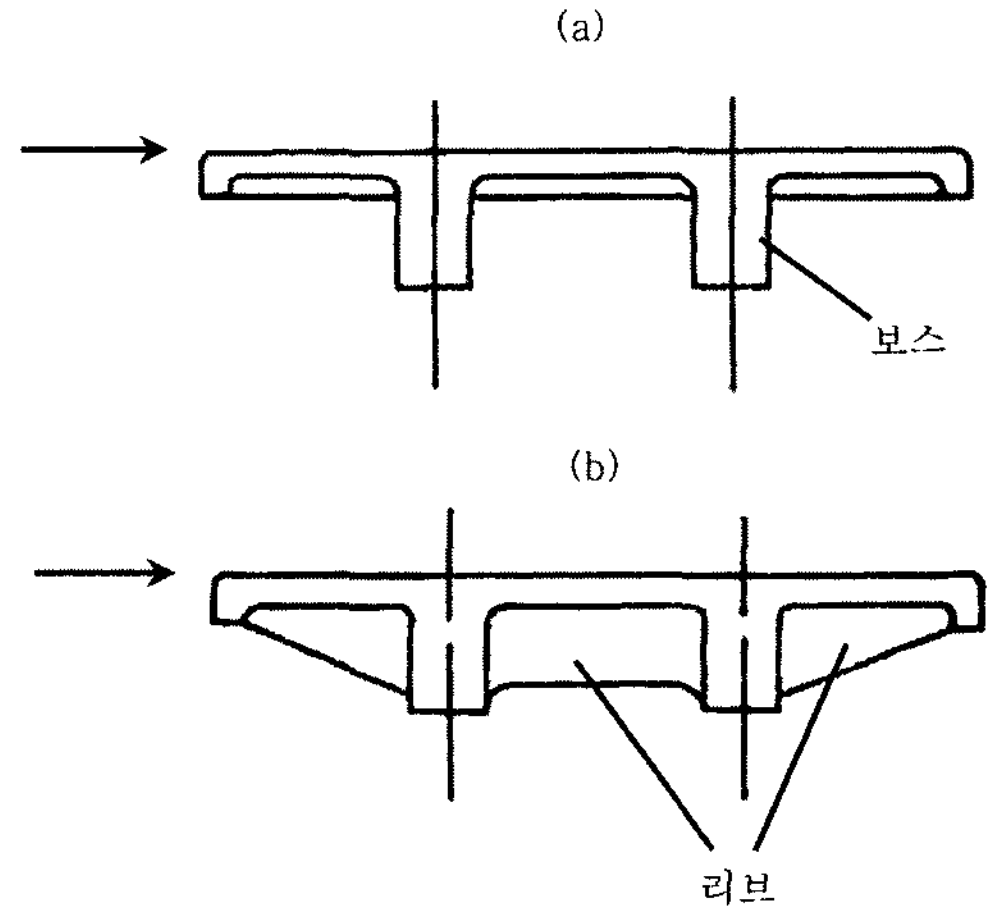


Fig. 21. 보스부에 리브를 붙여 탕흐름을 좋게하는 설계의 예

제품설계의 단계에서 수요자와 제조자는 세밀한 연락을 통하여 탕흐름은 좋게 구조결함은 생기기 어려운 제품설계를 할 필요가 있다. 여기에서 는 주로 보스부 등의 필연적으로 살두께가 두꺼운 부분에 대한 제품설계와 그 사고방식을 제시한다.

(1) 리브를 이용해서 탕흐름, 가스뽑기 등을 좋게 한다.

Fig. 21(a)에 나타낸 것처럼 보스가 있을 경우는 Fig. 21(b)처럼 보스에 리브를 붙여 탕구에서의 탕흐름을 좋게 하고 보스 부분의 가스를 배제해서 용탕의 보급을 좋게 한다.

(2) 중자편을 세운다.

만약 보스부분의 크기가 어느 정도 있고, 중자편을 세울 수 있으면, Fig. 22(a)처럼 중자편을 붙여넣어 보스의 체적을 감소시키는 것과 동시에 보스부분을 내부에서부터 냉각시켜 구조결함을 방지한다. Fig. 22(b)도 그 예이다.

(3) 중자편 후육부의 냉각

굵은 중자편이나 후육부가 존재하면 반드시 냉각해 주어야 한다. 그 예를 Fig. 23에 나타내었다. 또 가는 중자편이나 중자 등은 특별하게 고안해서 냉각한다. 그 예를 Fig. 24에 나타내었다.

(4) 후육부를 없애는 제품설계를 한다.

일반적인 것이나, 예를 들면, Fig. 25(a)의 제품 보스부분은 Fig. 25(b),(c)처럼 형상을 변경한다. 또 Fig. 26(b)에 나타낸 것처럼 커다란 보스는 그 성능을 유지하면서 결함을 방지할 수 있도록 예를 들면 Fig.

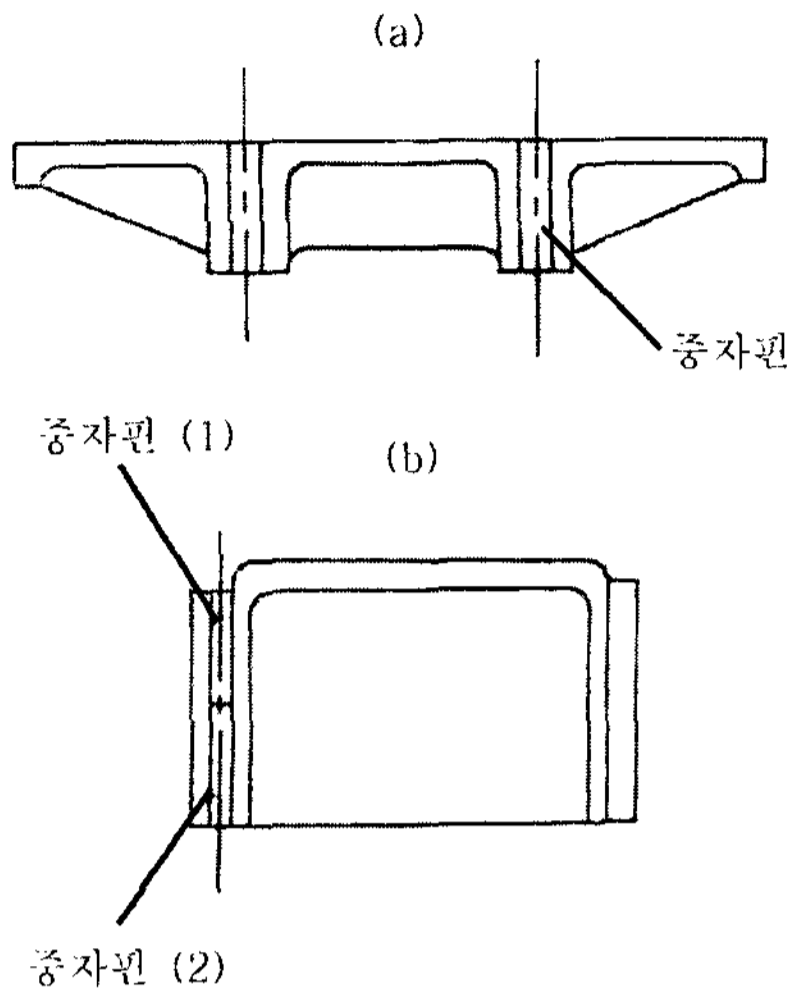


Fig. 22. 보스부에 중자핀을 붙인 설계의 예

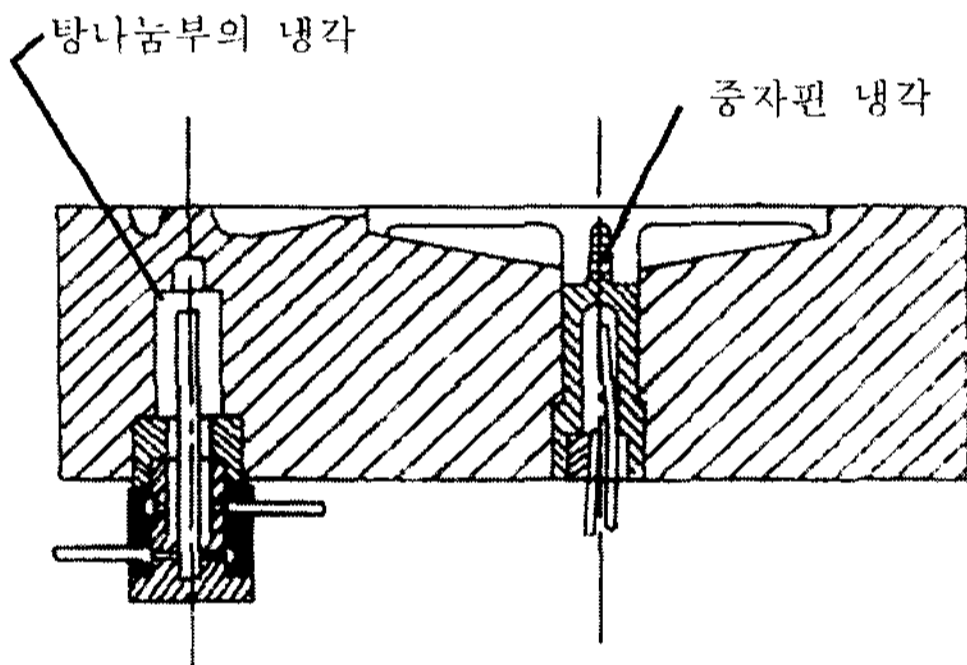


Fig. 23. 중자핀 및 두꺼운 살부의 냉각

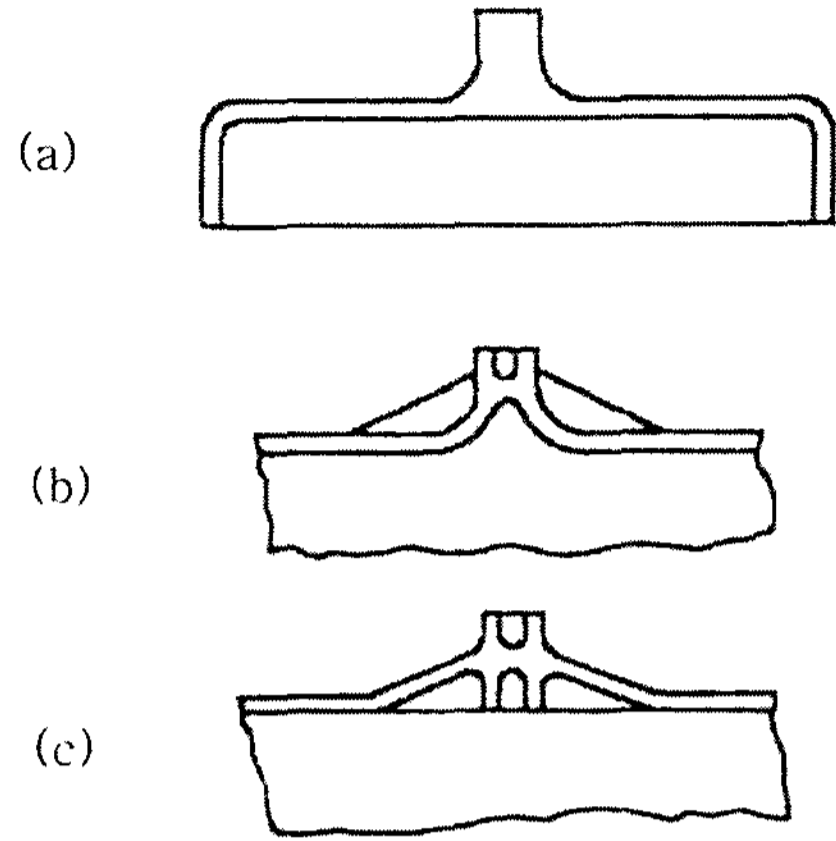


Fig. 25. 보스부의 살두께를 얇게 하는 예

26(b)처럼 2분할한 형상으로 변경한다. 제각각의 경우에 적합하도록 고안할 필요가 있다.

(5) 형상의 변경, 제품의 재설계

탕구의 위치 및 탕흐름 등을 고려하고 더욱이 후육부의 제거를 고려해서 제품을 재설계한다.

예를 들면, Fig. 27(a)에 나타난 것처럼 제품A와 제품B로 한조가 되는 제품이 있다고 가정하면 이 경우, 제품 A의 탕구는 단면 이외에는 붙이기 어렵기 때문에 중심부의 a부분에 기포가 발생하기 쉽다. 그것을 피하기 위해서는 Fig. 27(b)처럼 부품의 설계변경을 한다. 이렇게 설계변경을 하면, 제품A에는 후육부가 없어지고, 균일하게 되며 동시에 Fig. 27(c)에 나타나는

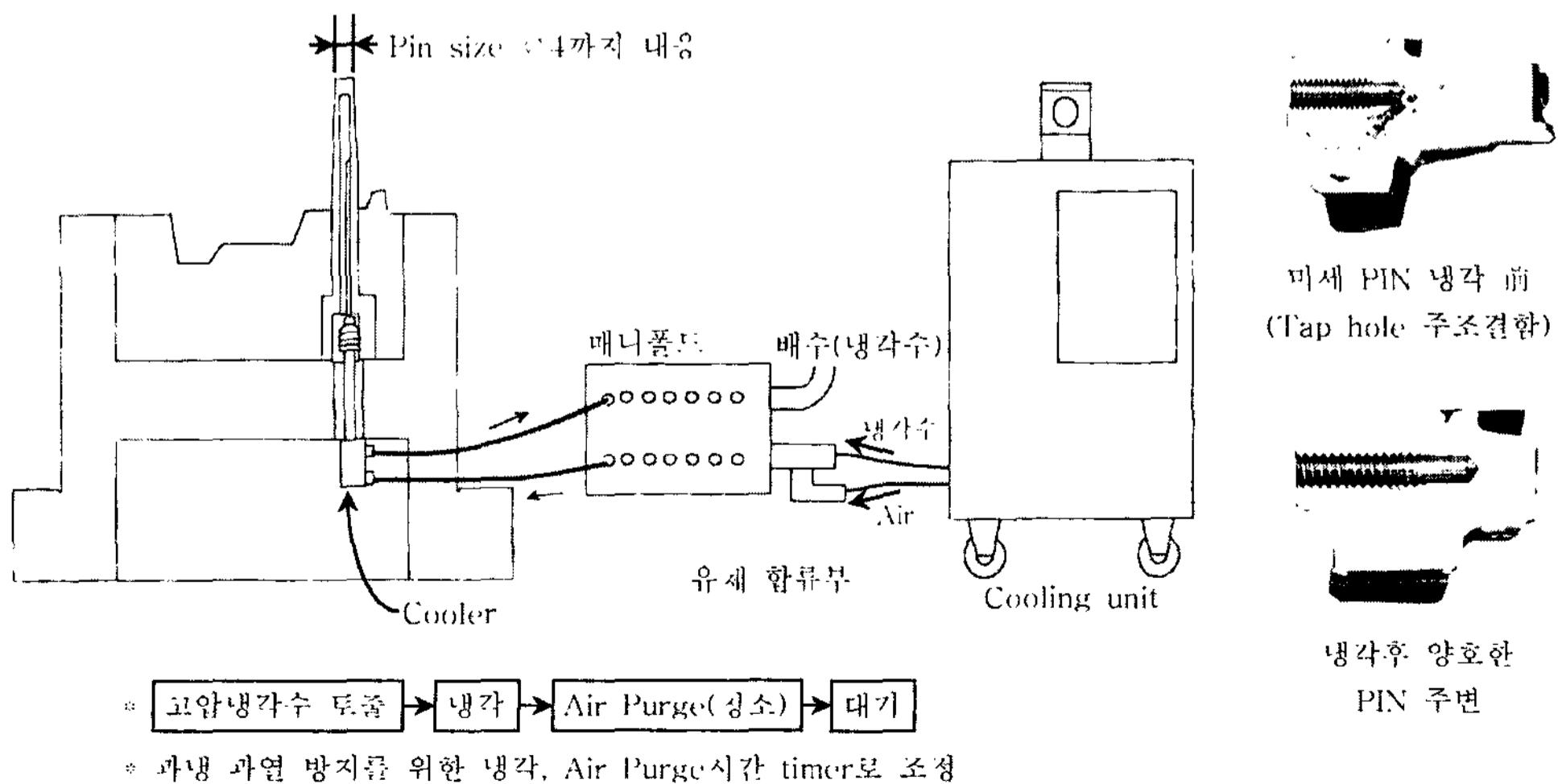


Fig. 24. 미세핀의 특수 냉각 장치

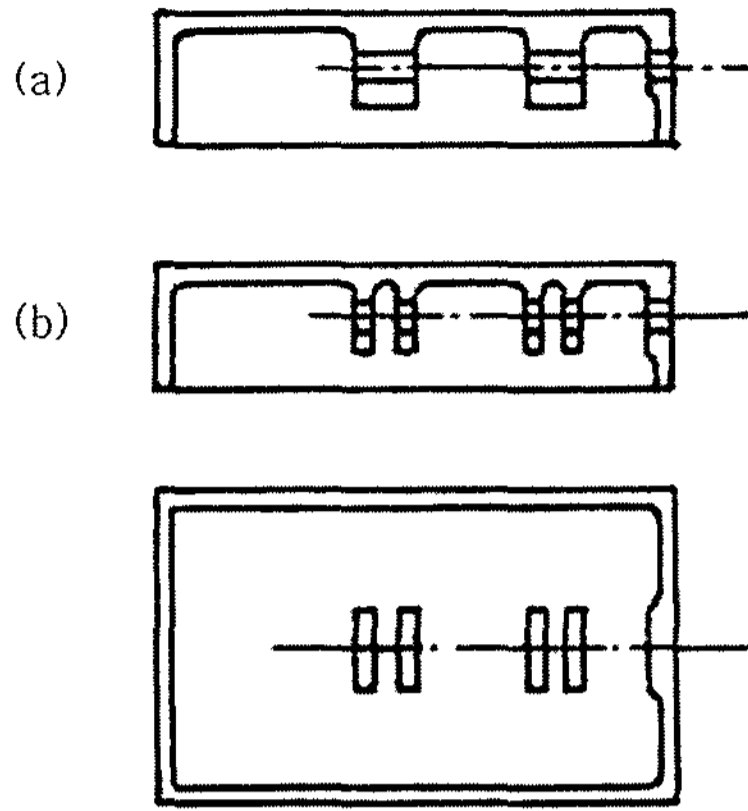


Fig. 26. 보스의 살두께를 얇게 하는 예

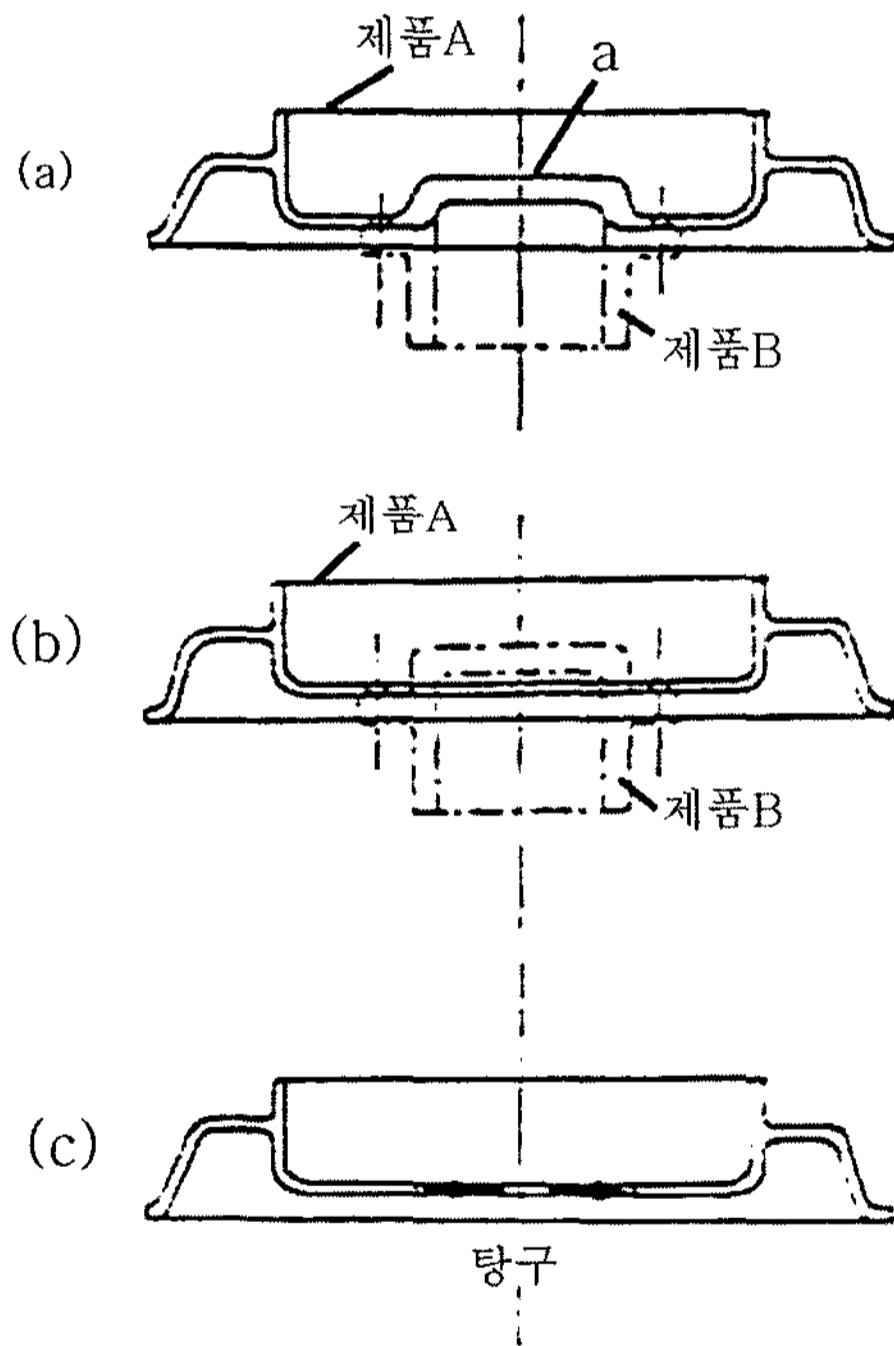


Fig. 27. 구조결합 방지를 위한 제품설계의 예

것처럼 중앙부분에 탕구를 붙일 수 있고 탕흐름을 좋게 할 수도 있다. 또 제품B에 대해서도 비교적 기포가 적은 형상이 된다.

2.8. 높은 생산성을 얻기 위한 제품설계

다이캐스트 제품의 Burr제거의 공수를 작게 하는 것은 매우 중요하다. 다이캐스트 제품설계에 의해서 Burr

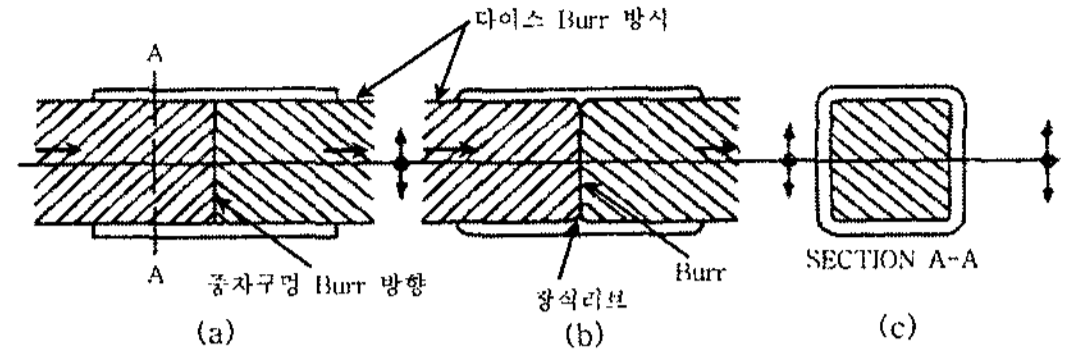


Fig. 28. 중자의 접층면의 Burr 발생과 대책

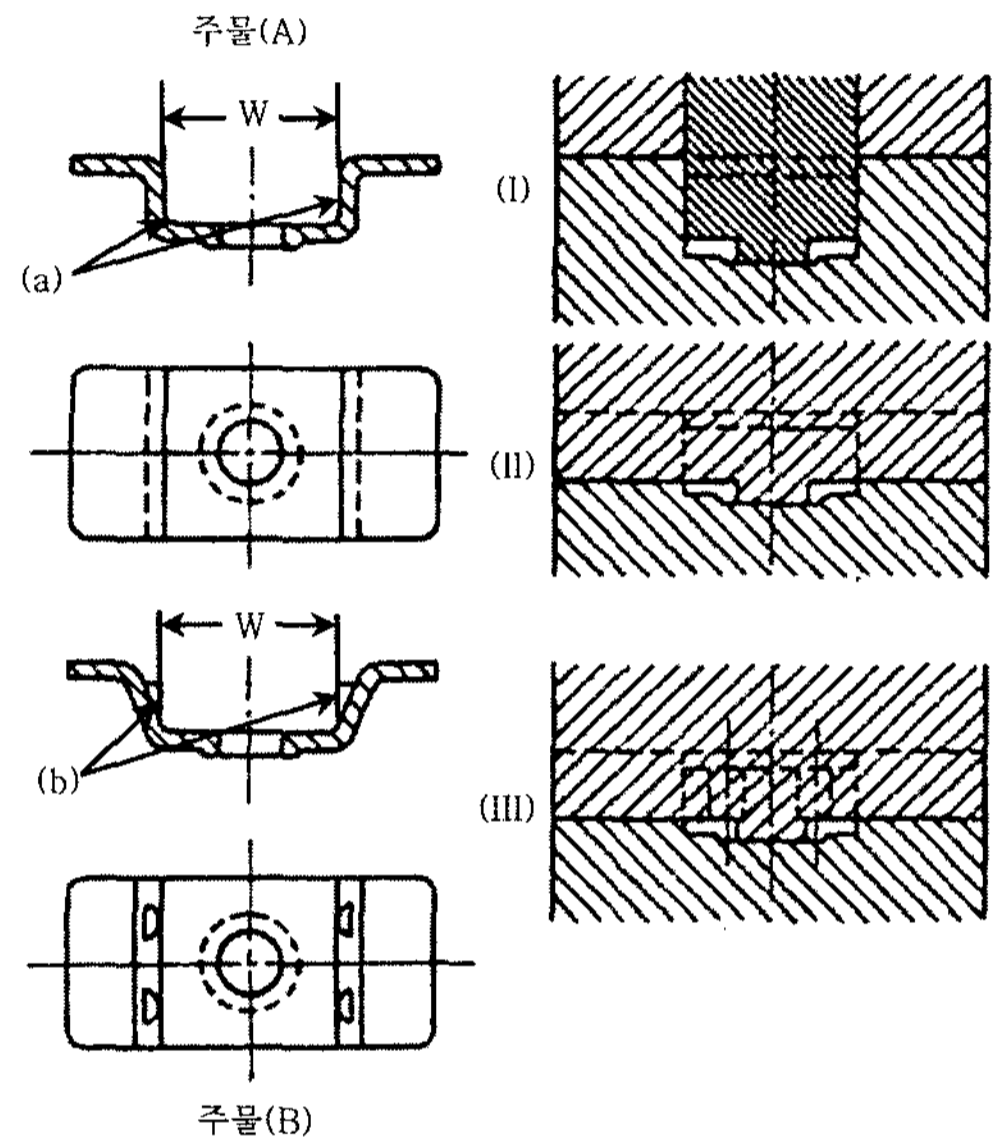


그림 29. Burr 발생방향과 금형분할법

제거의 공수는 현저하게 달라진다. 그 예를 제시한다.

Fig. 28(a)처럼 긴 2개의 중자가 제품의 속안에서 합쳐 있을 경우는 제품 속안의 Burr를 치수대로 정확하게 제거하는 것은 어렵고 많은 공수가 걸린다.

그러한 경우는 Fig. 28(b)처럼 중자의 접합부에 장식리브를 붙인 제품설계를 하는 것에 의해서 Burr를 정확하고 간단하게 제거할 수가 있다. 또, Fig. 29의 주물(A)에 나타난 제품은 폭 W가 필요하고 뽑기구배가 없다. 이러한 때에는 주물(b)처럼 W부분에 구배를 주고, 보스를 붙여 W부를 확보하면 금형에서 빠지기도 쉽고 굽힘 등의 발생이 적어 생산성이 좋음과 동시에 불량품도 적어지게 된다.

또 금형설계 문제는 있지만 Fig. 29의 (I)에 나타난 것처럼 금형분할면을 설계하지 않고 Figure (II),(III)처럼 금형설계를 하면, 발생하는 Burr는 모두 횡Burr로 되고, 프레스로 한공정으로 쉽게 제거할 수 있어 공수는 현저하게 감소한다.

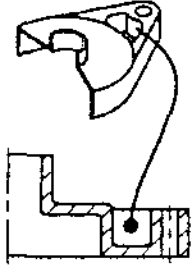
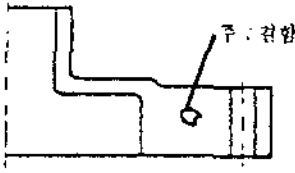
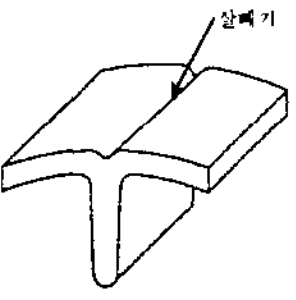
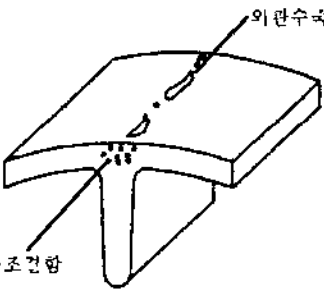
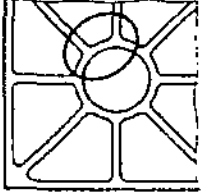
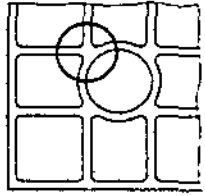
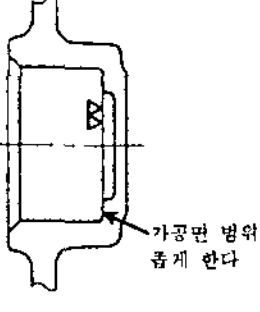
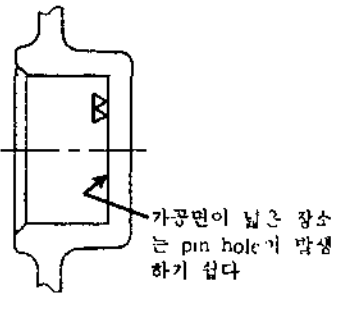
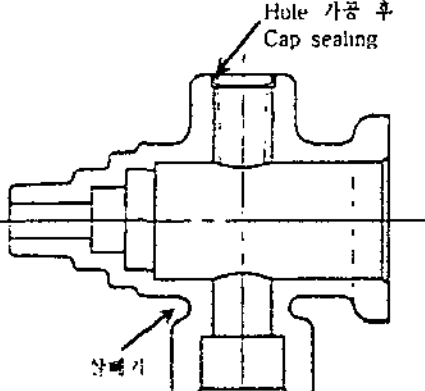
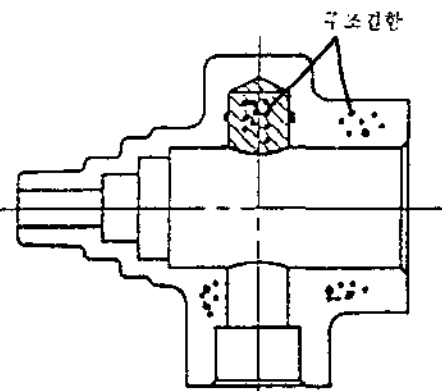
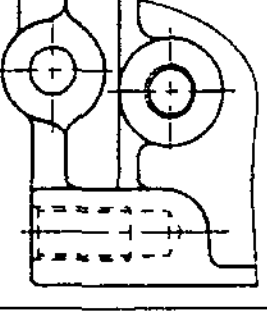
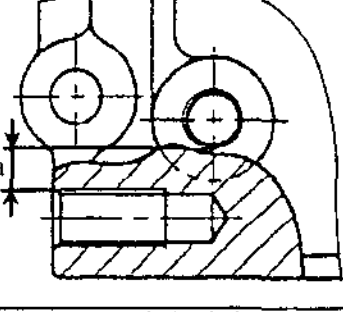
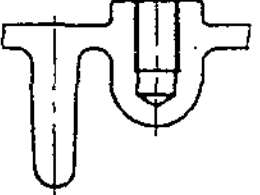
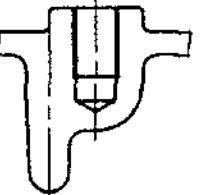
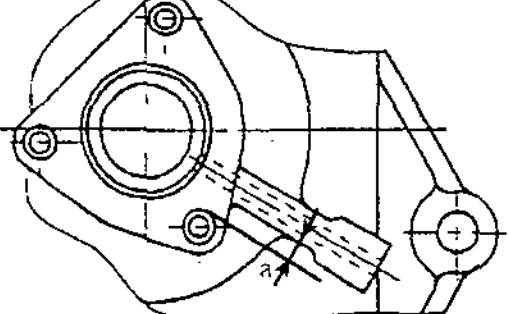
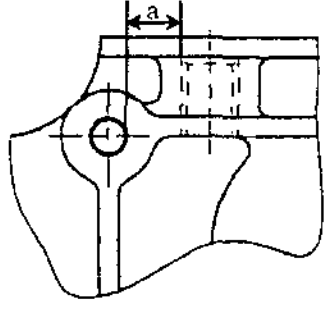
3. 고품질 고생산성 실현을 위한 제품설계 사례

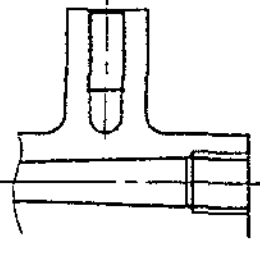
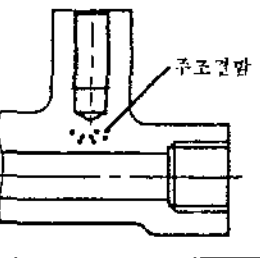
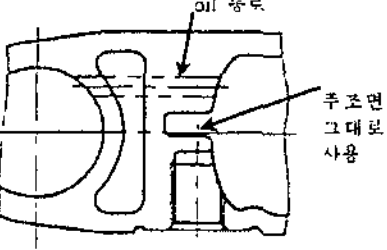
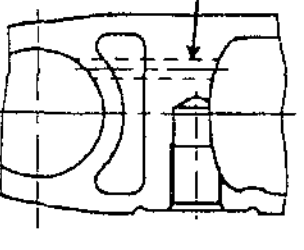
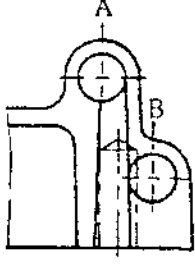
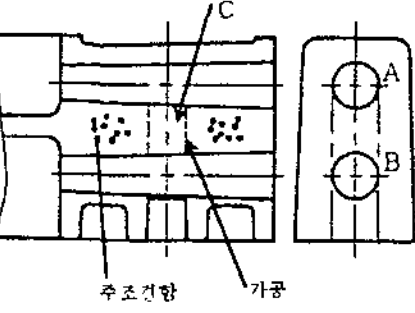
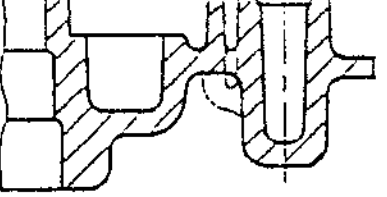
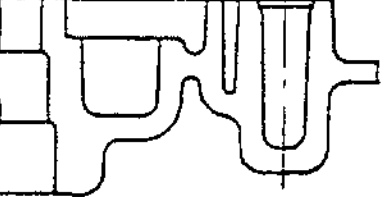
3.2 주조결함을 억제하는 제품설계

3.1 주조성(탕흐름)을 개선하는 제품설계

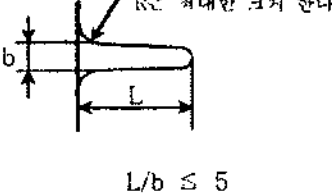
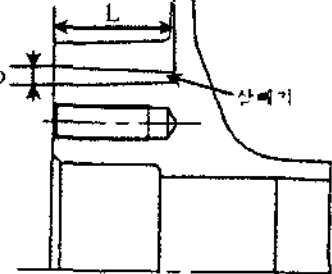
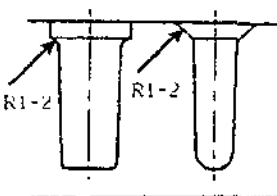
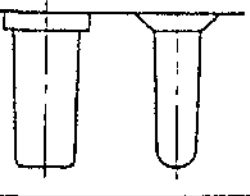
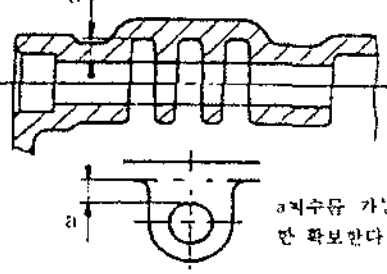
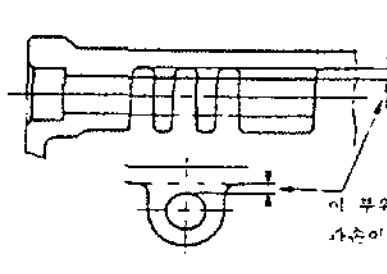
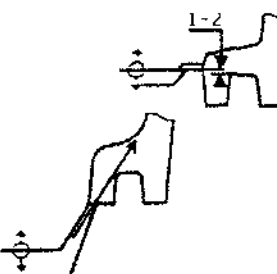
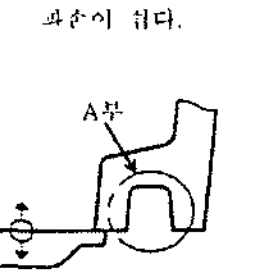
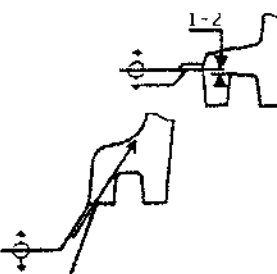
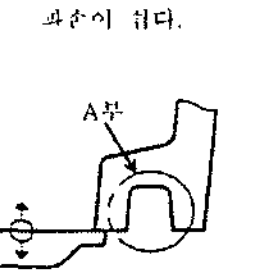
바람직한 설계	피해야 할 설계
	넓은 창은 가능한 한 피한다.
	가는 선단은 탕흐름을 나쁘게 한다.
탕흐름, 변형 등을 고려하여 서징두께 확보 	
탕흐름 방향에 Rib을 설계한다. 	긴 독립Boss는 탕흐름을 나쁘게 한다.
Rib(탕흐름개선) 	주조결함
후육부(Metal Save) 	

바람직한 설계	피해야 할 설계
분출Mark, 분사의 뒷면 Metal save화 	분출Mark, 분사부는 후육이 되어 외관수축을 일으키기 쉽다.
가능한 원 받모없는 후육부 제거 	후육부에는 수축공 발생이 쉽다.
Flange부, 편요두께 이되는 설계기한다. 	
상해기 후 편요시 Rib등으로 보강 	주조결함
Rib(탕흐름개선) 	주조결함
후육부(Metal Save) 	

바람직한 설계	피해야 할 설계
	
	
Rib와 Boss의 교차부에 후육이 생기지 않도록 Rib를 배치한다.	Rib와 Boss의 교차부는 후육부가 발생하기 쉽다.
	
	
	
샤프기	
Hole의 거리간 중간에 주조표면이 있도록 설계한다.	주조가공 등에 의해 주조 표면이 제거되면 누설이 쉽다.
	
Rib와 Boss는 떨어지게 설계하고 중간을 샤프기 한다.	Rib와 Boss를 걸치게 하면 후육부가 되어 누설이 쉽다.
	
Tap hole, drill hole 등의 hole 최근접거리(a)는 최소 6mm이상으로 설계한다.	
	

바람직한 설계	피해야 할 설계
가능한 한 주조표면 그대로 사용	양측 hole도 가공하는 경우 누설이 쉽다.
	
Hole 사이에 주조면을 설계한다.	
	
A, B hole 중심은 겹치지 않도록 하여 주발피가 가능하게 설계한다.	A, B hole이 동심상에 있는 경우 C hole은 주조표면(주발피)이 어렵다.
	
반대측에서 샤프기를 한다.	가는 샤프기부는 소각발생이 쉽고 누설의 원인이 된다.
	

3.3. 금형수명을 향상시키는 제품설계

바람직한 설계	피해야 할 설계
CORE PIN의 설계	가는 샤프기부는 b에 비해 너무 길 경우 파손이 쉽다.
	
$L/b \leq 5$	
Corner부에는 R을 붙인다.	Core pin의 corner는 pin 파손이 쉽다.
	
	
a적수용 가능한 확보한다	관통 후반pin의 경우 명파손이 쉽다.
	
A부의 형수명 및 용량의 공전성을 고려하여 분할면을 따른다.	A부에 용탕이 직접 닿기 때문에 형분할시 파손이 쉽다.
	

바람직한 설계	피해야 할 설계
	<p>Tunnel 식 중가공 사용한 경우 a치수가 작으면 음영의 피손이 쉽다.</p>
<p>L=5D 인 구조결함 발생 주의.</p>	<p>긴 주방pin은 파손, 휨 발생이 쉽다.</p>
<p>CORE PIN주변의 음영두께가 3mm이하가 되면 역방향으로 주방을 검토한다.</p>	

바람직한 설계	피해야 할 설계
<p>Core pin의 권재 burr는 별가공시 제거가능 별가공시 제거</p>	

3.4. 후처리 공수를 절감하는 제품설계

바람직한 설계	피해야 할 설계
	<p>Rib사이의 주조Burr 제거 난이</p>
<p>기공 Burr 발생 방지</p>	
<p>분할면에 작은 Rib 설계</p>	<p>분할면의 분할면은 주조 Burr 제거가 곤란 분할면에 작은 Rib로 인해 제품 상의면의 경우도 있다</p>

<p>(1) 단구를 분이기 쉽게 한다 (2) 외과 사상을 용이하게 한다.</p>	
<p>손잡이의 나사면에 용이하게 용탕 침투되는 것을 방지</p>	
<p>(1) 단구를 분이기 쉽게 한다 (2) 주조 Burr를 press가공하기 쉽게 한다.</p>	
<p>(1) Hole 가공을 용이하게 한다. (2) 내년의 Burr가공을 용이하게 한다.</p>	
<p>(1) Tap가공을 용이하게 한다.</p>	

4. 결 언

다이캐스트 제품은 제조할 때 보통 도면으로 제품의 형상, 필요한 기능, 제품의 사양요구 등이 나타내어진다. 다이캐스트 제품도는 제품형상이 주체이지만, 설계자는 그 제품설계에 있어서 강도 등의 기본적인 사용 재질을 결정하기 위해 역학적인 계산을 행한다. 형상이나 두께를 결정하기 위해서는 다이캐스트합금의 제 성질이나 물리적, 화학적 특성을 충분히 알지 않으면 안된다. 다이캐스트 제품을 설계하기 위한 지식으로서 는 제품의 세부형상의 설계법 및 제품의 전체적인

설계법, 합금의 기계적 성질 등이 있다. 다이캐스트법은 금형내에서 고속고압으로 단시간에 주조되기 때문에 냉각속도가 빠르고 많은 형상에 의한 문제점이 발생되기도 하며 세밀한 형상의 변화가 제품의 품질에 큰 영향을 미치기도 한다.

따라서, 다이캐스트법에 있어 최적의 제품을 설계한다는 것은 고품질과 고생산성을 동시에 실현하기 위해 매우 중요한 기본 요소가 되며, 이를 위해 제품설계 단계에서부터 수요자와 제조자는 면밀한 상호협력의 설계engineering의 교류가 활발하게 그리고, 필수적으로 이루어져야 한다.