技術資料

알루미늄합금 다이캐스트 주조기술 고도화(I)
-주조방안 선정 기술-

김억수 · 이광학*

High Casting Technology for Aluminium Alloy Die Casting (I)

Eok-Soo Kim, Kwang-Hak Lee*

주조방안이란 주형(금형)에 공동부를 어떻게 설계하고 공동부의 어떤 위치에 어떻게 탕도, 탕구 등을 설계할 것인지, 또 over-flow 및 air-vent는 어떻게 설계하여 가스뽑기 및 용탕을 공동부에 원활히 충진시켜 완전한 제품을 얻을 수 있을까에 대한 제반적인 주조방법의 계획이다. 즉, 용탕을 공동부에 충진시키는 시스템이며, 주조상에 발생하는 제문제 및 주조제품의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 요소 중의 하나이다. 따라서 만약 주조방안 시스템이 부적절하여 불량율이 높은 경우에는 대폭적인 금형수정이나 경우에 따라서는 불가피하게 금형을 신작해야 하는 큰 문제도 야기될 수 있다. 또한 기본적인 품질문제로 탕회, 탕경, 크랙 등의 외관불량과 기동 등의 내부결함, 내압불량등도 유발될 수 있다. 그러나 이러한 불량대책으로 쉽게 주조방안을 수정하는 것은 주조 시스템 자체가 변해버리기 때문에 피해야 하며 다른 대책을 선행하여 해결할 수 없었을 때 최종적으로 신중히 검토 후 주조방안을 수정하는 것이 바람직하다. 따라서, 본고에서는 Al합금 다이캐스트 주조기술에 있어 주조품질을 결정하는 중요한 요소인 주조방안의 효과적인 설계를 위한 주조기 선정, 금형분할면 선정, 탕구계의 설계와 탕구선정, over-flow 및 air-vent설계, 수축여유 및 금형냉각방안 선정기술에 대한 기본적 방안을 제시하고 실제 주조방안의 대표적인 사례를 소개하고자 한다.

1. 주조기의 선정

다이캐스트법은 용융합금을 고압으로 압입하는 주조법이므로 압입 완료시 큰 형개력이 발생하게 된다. 따라서, 몇톤의 형체력을 가진 다이캐스트 주조기를 선정해야 하는 지를 위해서 가장 먼저 고려되어야 할 것은 주조압력이다.

Al합금 다이캐스트에 있어 주조압력은 49 MPa(500 kgf/cm^2)까지는 기계적 성질이 급격히 향상되고, 78 MPa(800 kgf/cm^2)이상에서는 기공제거 효과가 그다지 크지 않아 일반적으로 이 범위(49~78 MPa)의 주조압력을 채용하고 있다.

다이캐스트 주조법은 그림 1에 보인 모식도에서와 같이 사출 플란저에서 압입시킨 용탕에 의해 제품과 over-flow, 탕도 등의 투영면적에 비례하여 주조압력이 걸리게 되고 기공의 원리(액체의 압력전파에 관한 법칙)에 따라 형개하는 큰 힘이 발생하게 된다.

즉, 형개력 $P_1=(a_1+a_2+a_3+a_4)\times P=PA_1$

A_1=전체 투영 면적, P=주조압력

일반적으로 플란저 정지시의 충격력을 고려하여 형개력 P_1 보다 20~25%이상의 형체력을 가진 주조기의 선정이 기본이다. 그리고 주조압력은 공동부에 용탕이 충진 완료직후부터 용탕에 가해지는 힘이며, 충진중에는 압력이 걸리지 않는다는 것을 알아둘 필요가 있다.

2. 금형분할면의 선정

다이캐스트 금형에 있어 금형분할면의 선정은 매우 중요하다. 그것은 탕구, 탕도, over-flow, air-vent 등 주조품질을 결정짓는 것들이 모두 금형분할면에만 설치할 수 있기 때문이다. 물론 가동중자가 있는 경우는 가동중자 분할면을 이용할 수도 있다.

일반적으로 금형분할면의 선정은 제품투영면적이 가장 큰 쪽으로 선정하고 분할면은 단일 평면으로 하

(주)동남정밀 (Dong Nam Precision Co.)
*울산대학교 재료공학 · 금속공학부 (Devision of Metallurgical Eng. & Materials Eng., Univ.)

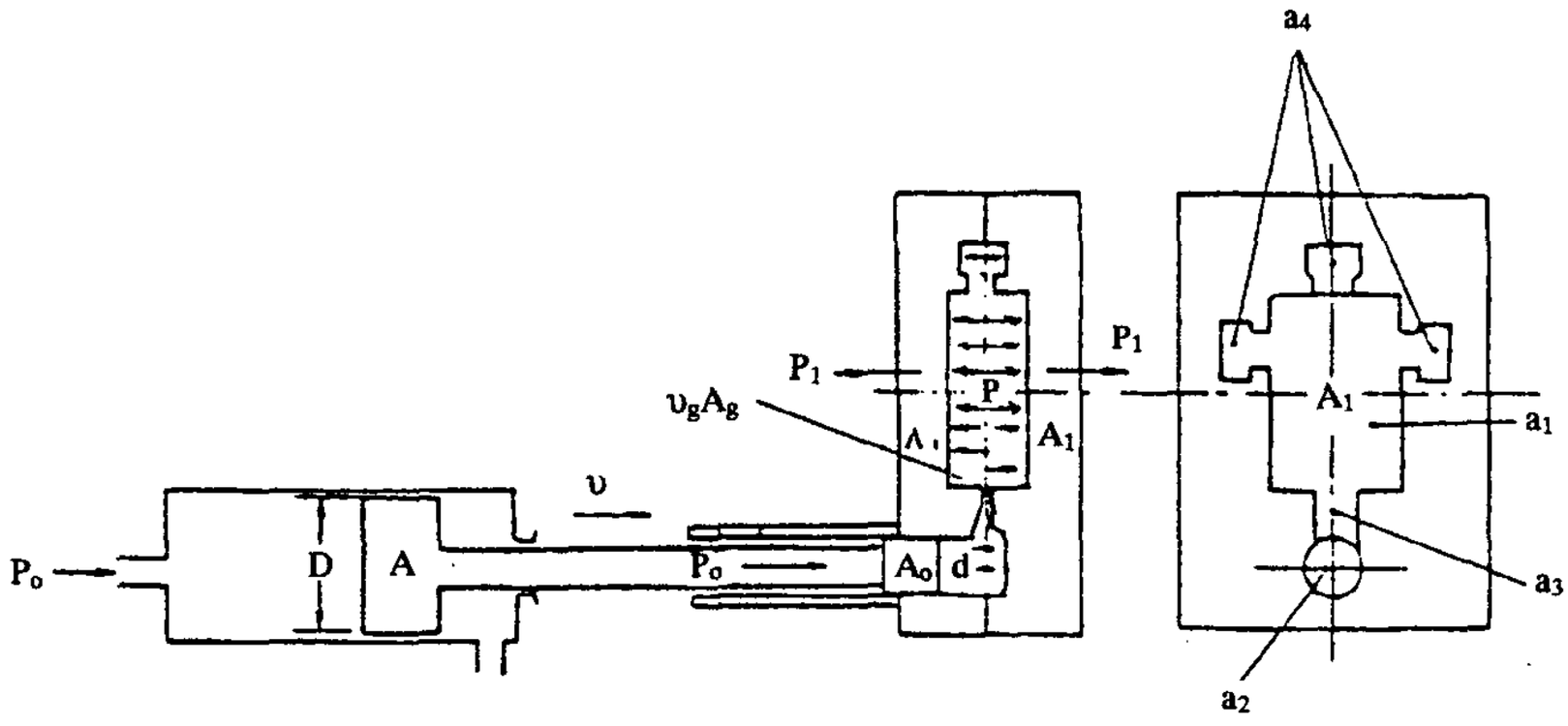


그림 1. Pascal의 원리 및 형개력 설명 모식도.

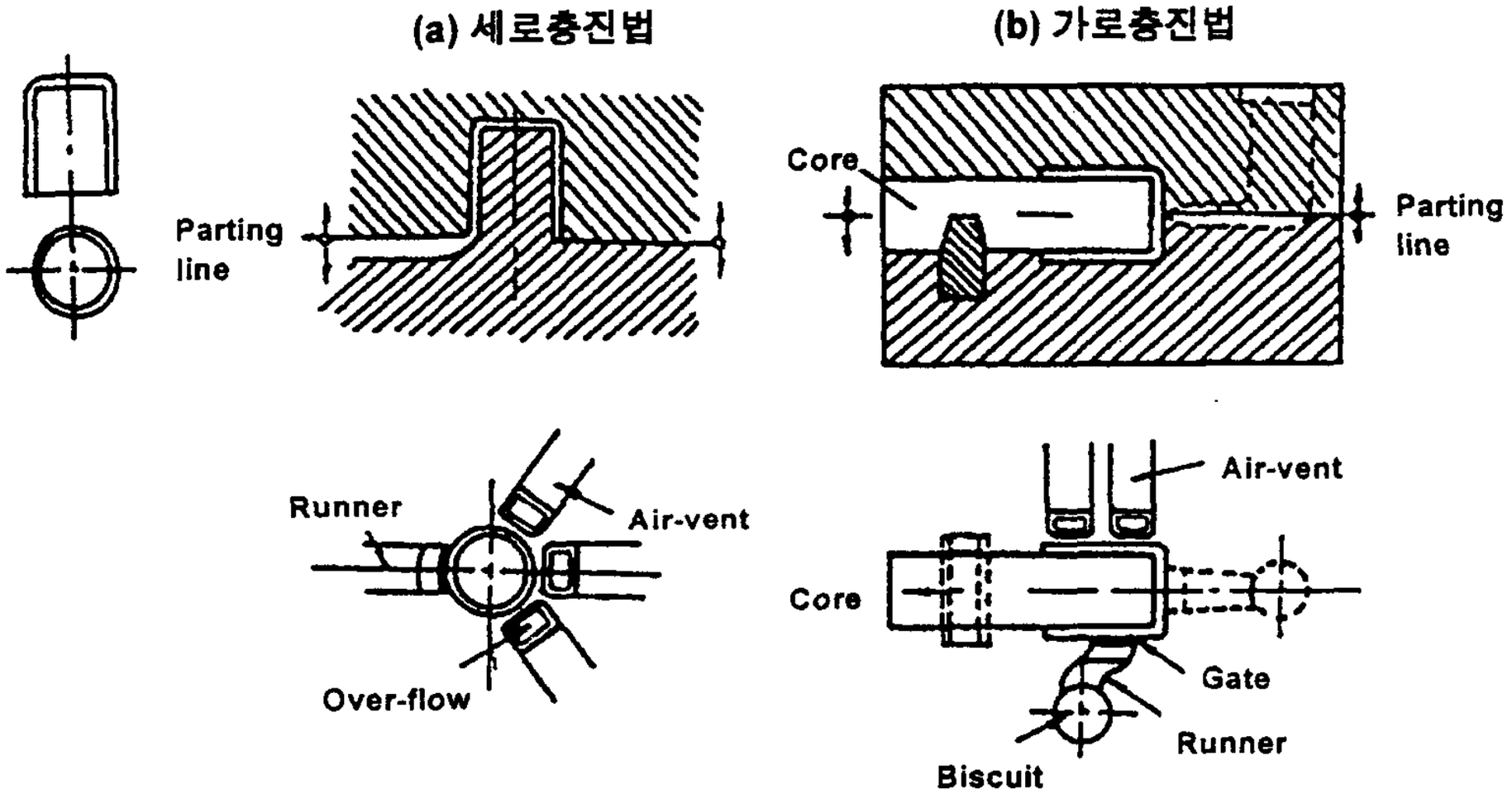


그림 2. 주물의 금형분할면 선정법.

는 것이 바람직하다. 그러나 그것은 다이캐스트법의 고능률, 저원가, 고생산성을 전제로 할 경우이며, 제품 사양이나 품질보증상 반드시 이 법칙은 적용되지는 않는다. 다양한 사양, 조건 등을 충분히 고려한 신중한 금형분할면의 결정이 주조품질 및 원가결정의 시발점이 된다.

그림 2의 단순한 cup형상의 제품에 관한 보기에서 금형분할면의 선정에 따른 제품의 품질과 생산성에 미치는 영향을 설명한다.

먼저 (a)의 경우 생산성은 좋은 반면 공동부 내의 가스 뽑기가 어려워 혼입 가스에 의한 주조결함발생이 예상된다. (b)의 경우는 가동중자가 있어 생산성의 다소 저하는 예상되지만 가스 뽑기가 용이하고 탕구 설계 장소의 자유도 높아 많은 탕구방안의 채용이 가능하다.

3. 탕구계의 설계와 탕구의 선정

탕구의 크기, 즉 탕구면적은 제품에 의해 결정되기 때문에 그 제품이 필요로 하는 충진조건(탕구면적과 충진시간)에서 계산에 의해 산출할 수 있다(표 1, 2, 3).

탕구의 두께에 관해서는 Frommer에 의해 표 4와 같이 제시되고 있으며, 제품의 특성에 따라 적당한 두께를 먼저 결정하고 산출된 탕구면적에 의해 폭을 결정하면 된다. 이때 일반적인 탕구의 폭은 80 mm이하가 적당하며, 그 이상의 경우에는 분할하는 것이 좋다. H. H. Pokorny는 Al합금 다이캐스트에서는 3.0 mm이상의 두꺼운 탕구 또는 0.5 mm정도의 극히 얇은 탕구로도 성공적으로 주조한 경우가 있다고 보고하고 있다.

탕구는 공동부와의 결합방향에 따라 공동부내로의

표 1. 탕구계의 조건 계산법

요 인	기호	단위	산출방법	계산(예)	비 고
제품두께	t	mm	실측/설계치	3.0 mm	평균두께 적용
충진시간	θ	s	표 2참조	0.08 sec	
충진중량	W	g	실측/설계치	1500 g	제품+Overflow
공동부 용적	V	cm^3	V=W/2.7	556 cm^3	합금 비중=2.7
충진유량	q	cm^3/s	q=V/θ	6994 cm^3/s	1초간 충진량
탕구속도	V_g	m/s	표 3참조	40 m/s	
탕구 단면적	A_g	mm^2	$A_g=q/V_g$	174 mm^2	
플란저 직경	d	mm	실측/설계치	70 mm	
플란저 단면적	Ap	mm^2	$Ap=\theta d^2/4$	3848 mm^2	
플란저 속도	V_p	m/s	$V_p=q/A_p$	1.8 m/s	

[두께 3.0 mm, 중량 1300 g의 알루미늄 다이캐스트 주조의 경우]

표 2. 두께에 따른 충진속도

평균제품두께(mm)	충진시간(sec)
1.5	0.01~0.03
1.8	0.02~0.04
2.0	0.02~0.06
2.3	0.03~0.07
2.5	0.04~0.09
3.0	0.05~0.10
3.8	0.05~0.12
5.0	0.05~0.20
6.4	0.08~0.30

표 3. 두께에 따른 탕구속도

제품 두께(mm)	탕구속도(m/s)
0.8	46~55
1.3~1.5	43~52
1.9~2.3	40~49
2.5~2.8	37~46
2.9~3.8	34~43
4.6~5.1	31~40
6.4	28~35

표 4. 탕구 두께의 표준(mm)

제품 두께	Al합금 다이캐스트	Zn합금 다이캐스트
대단히 얇은 것	0.81	0.71
얇은 것	1.27	1.09
중간 두께의 것	1.60	1.37

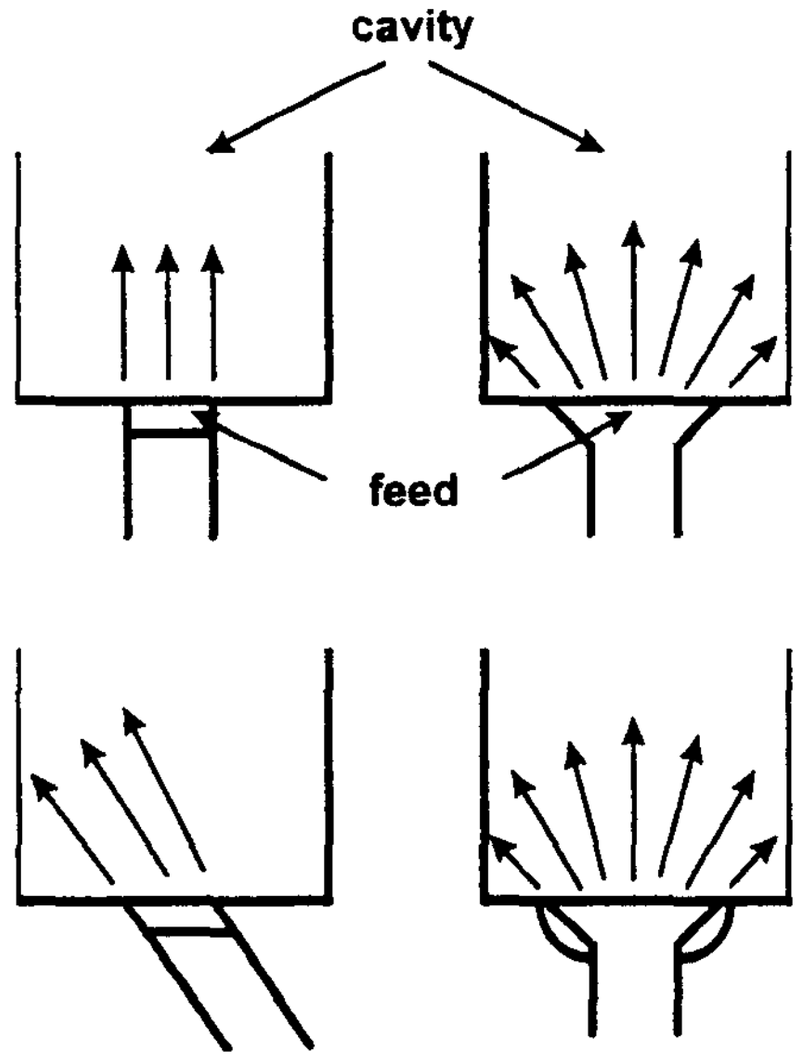


그림 3. 공동부와 feed 및 탕구의 각도와 분출류의 방향.

분출류의 방향이 결정되기 때문에 각각의 경우에 적합한 결합방향 선정이 필요하다. 일반적으로 용탕의 흐름은 관성을 갖고 있기 때문에 그 관성력에 의해 급격히 방향을 바꾸는 것은 어려우므로 그 전단계에서 보다 주의하여 결합방향을 결정해 주는 것이 중요하다. 그림 3에서는 탕구와 공동부와의 평면방향의 결합의 예를 보였으며 그림 4에는 직각방향 결합의 대표적인 4가지 유형과 특징을 소개하였다.

또한 공동부내로 분출되는 분출류의 형상이나 방향은 land의 형상과 길이 또는 feed구배등에 매우 민감하며 그 분출류의 형상은 그림 5에서 나타낸 바와 같다.

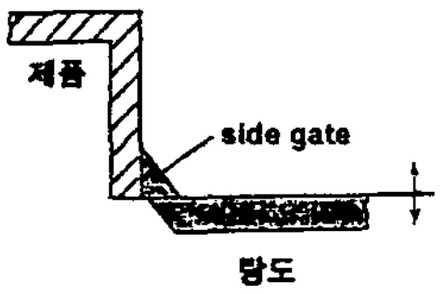
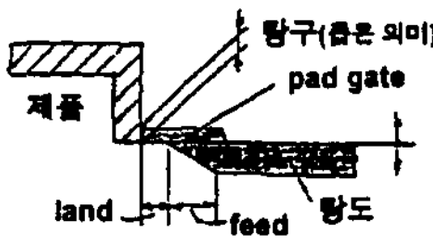
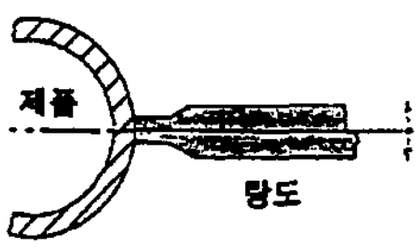
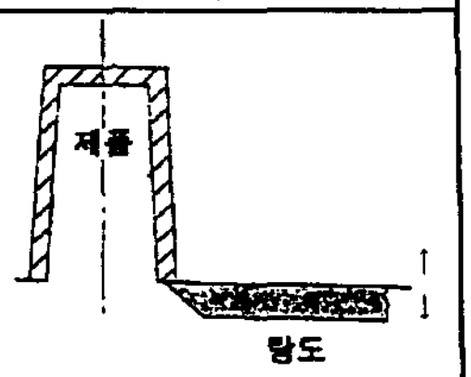
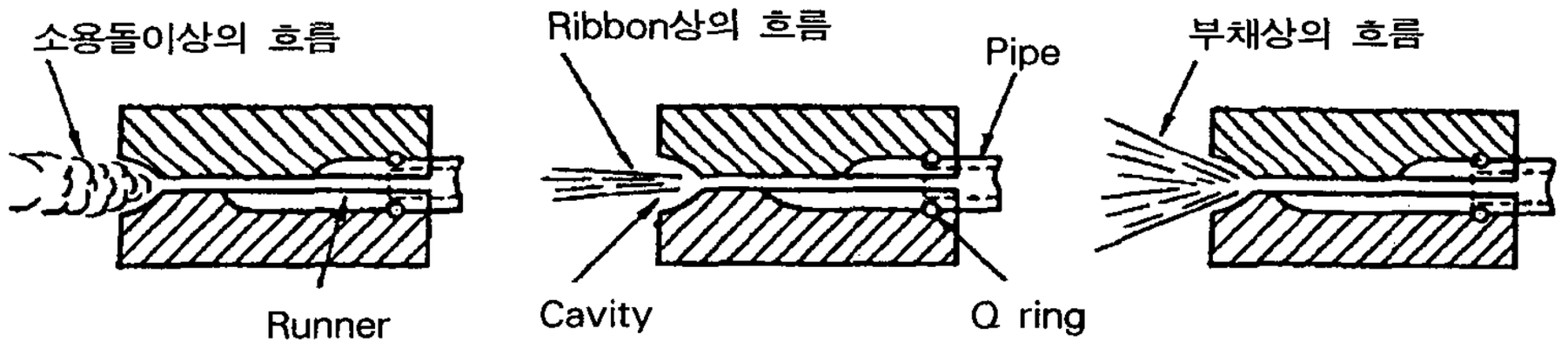
탕 유형	Side gate	Pad gate	Split gate	End gate
				
	측벽으로의 용탕 직접 충격을 피하기 위한 제품에 채용하는 탕구. 압력에 의한 trimming으로는 탕구를 깨끗이 제거하기 어렵다.	단면을 흑피상태로 사용하는 제품에 주로 채용하는 탕구. 용탕의 충진각도가 작기 때문에 측벽이 용탕의 직접 충격을 받는 곳엔 소착이 발생하기 쉬워 erosion의 주의를 요한다. 압력에 의한 trimming이 용이	제품부가 형분할면의 양측으로 나누어 가공된 금형에 주로 채용하며 용탕이 직접 충격을 주는 측면은 소착, 마모등의 발생이 쉽기 때문에 냉각관이나 표면처리등을 하는 것이 좋다. 압력에 의한 trimming은 가능하지만 후사상경감을 위해서 rib를 설치하는 것도 바람직하다.	끝단을 가공하는 제품에 채용하는 탕구. 가장 일반적으로 사용되고 있으며 치수관리가 용이하다. 압력에 의한 trimming으로 제거 가능하지만 탕구부가 너무 두꺼우면 문제가 된다.

그림 4. 대표적인 4종 탕구 유형과 특징.



(a) 구배가 급한 feed　　(b) 구배가 완만한 feed　　(c) land가 짧은 탕구

그림 5. 분출류에 미치는 land 및 feed의 영향.

4. 탕도의 선정

일반적으로 탕도의 폭은 10~80 mm이고 두께는 3~15 mm이며 측면에 10°정도의 뽑기 구배를 갖는다. H. H. Pokorny는 탕구와 탕도의 단면적의 비는 1:1.25~1.60이 적당하고 탕도의 두께와 폭의 비는 1:1.6~1.8이 적당하다고 한다(미국식). 또한 F. C. Bennett는 탕도 면적과 탕구의 비는 4배이상으로 할 필요가 있다고 주장하고 있다. 탕도부의 용탕이 너무 빨리 냉각되는 것은 응고된 파단 칠층이 공동부내에 혼입되어 품질에 악영향을 주지만, 충진 후의 냉각, 응고가 너무 지연되어도 생산성에 문제가 될 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 탕도 내부에 냉각관을 설치할 필요가 있다.

양자간의 큰 차이는 있지만 탕구단면적과 탕도단면적의 비는 통과하는 용탕의 속도비의 역수가 되어 탕구속도를 40 m/s로 하면 그 비가 4배이므로 탕도 통과속도는 10 m/s가 된다. 용탕은 feed에 의해 가속되지만 많은 문제를 내포하고 있어 실제 비는 4배이상이 채용되고 있다.

탕도의 형상은 그 제품에 따라 달라지고 많은 형상이 있다. 그 예를 그림 6에 나타내었으며, 일반적으로 Al합금에서는 증속형을 많이 사용하고 있다. 또한 복수탕구를 가진 분기탕도의 경우 공동부에 유입되는 시간, 유량의 차이가 발생하므로 주의를 요한다(그림 7).

그림 8에는 1967년 David Landsay가 DCRF기술위원회 보고 중에 제창한 fad gate의 단면적, 두께 폭의 변화를 나타내었다. 탕도에서 탕구로의 단면이 일정

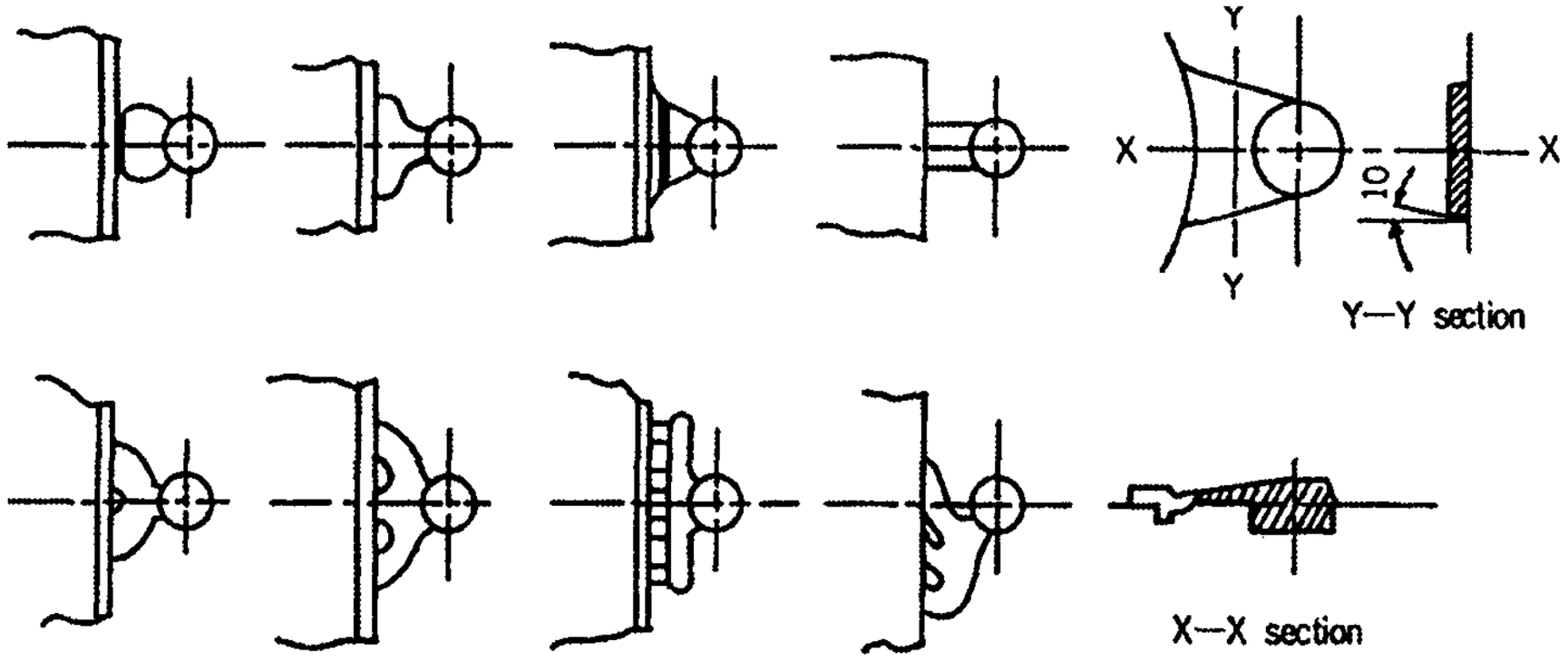


그림 6. 탕도의 형상.

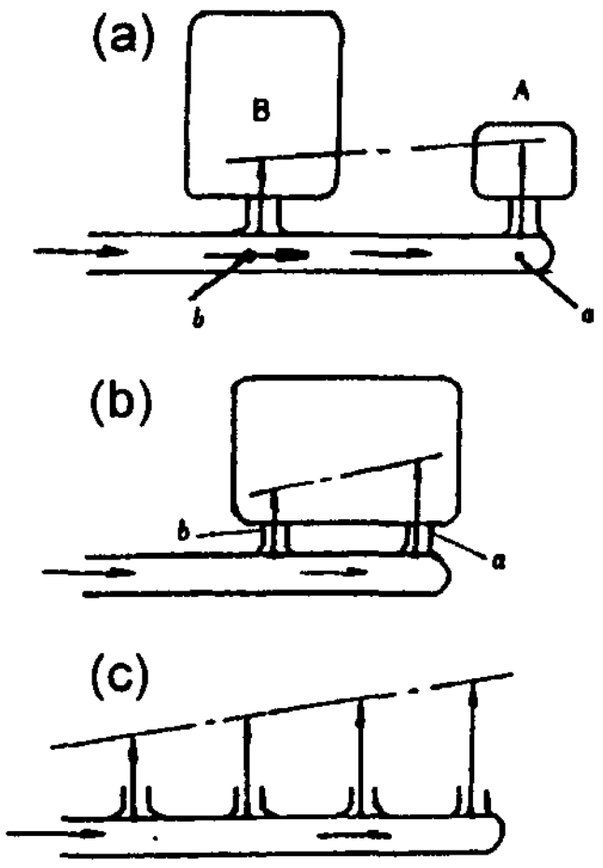
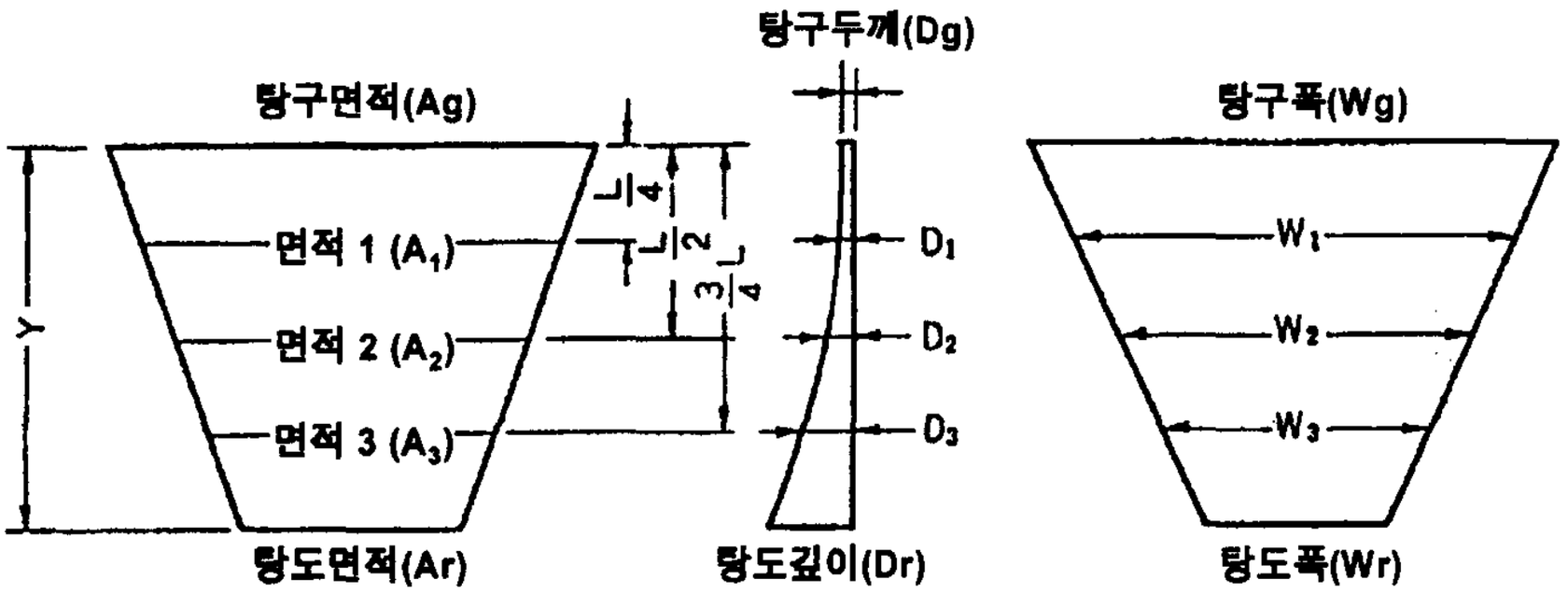


그림 7. 탕도계에 있어서 용탕의 유입상태.

하게 감소하도록 경사를 주는 방식이다.

5. Over-flow 및 Air-vent의 선정

over-flow는 주조 초기에 공동부내로 분출된 산화물, 이형제와 윤활제, 각종 잔유물이나 불순물등에 오염된 용탕을 뽑아내는 것이 주 목적이며 정체된 용탕의 흐름을 유도하고 금형의 온도를 균일하게 하는 온도조절의 목적과 때로는 압출핀의 설치장소로 활용되기도 한다. 주로 온도가 낮고 탕흐름이 좋지 않은 용탕합류부나 최종충진부에 설치하는 것이 효과적이다. over-flow gate 단면적은 보통 탕구단면적의 60~75% 정도로 설계하고 하나의 크고 긴 형상보다는 여러개의 작은 over-flow가 효과적이다.

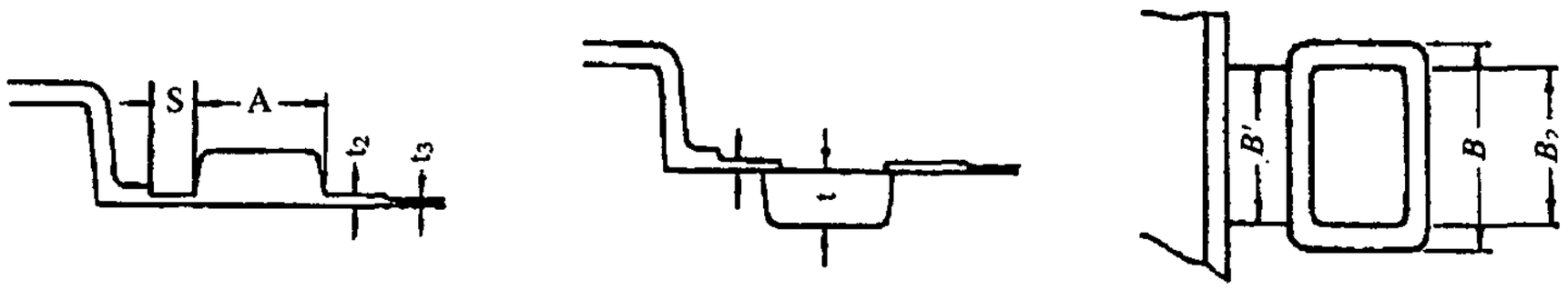


$$D_1 = \frac{A_1}{W_1},\ D_2 = \frac{A_2}{W_2},\ D_3 = \frac{A_3}{W_3}$$

$$A_1 = \frac{Ar - Ag}{4} + Ag,\ A_2 = \frac{Ar - Ag}{2} + Ag,\ A_3 = \frac{3(Ar - Ag)}{4} + Ag$$

$$W_1 = Wg - \frac{1}{4}(Wg - Wr),\ W_2 = Wg - \frac{1}{2}(Wg - Wr),\ W_3 = Wg - \frac{3}{4}(Wg - Wr)$$

그림 8. Fan gate의 단면적, 두께, 폭의 변화.



	A	B	t	t'	S	B'	B_3	t_3
Al 합금	15~35	15~50	3.5~6.0	0.5~1.2	5.0~8.0	6.0~25	10~40	0.1~0.3
Zn합금	10~30	15~50	5.0~10.0	0.25~0.5	4.0~8.0	10~25	10~40	0.05~0.175

그림 9. Over-flow 및 Air-vent의 형상과 크기.

air-vent는 공동부내의 가스 뽑기 통로로 최종 충진부나 기공결함의 발생이 쉬운 부위에 설치하며, 탕구로부터 떨어져 압입 용탕이 직접 닿지 않게 설계하는 것이 좋다. air-vent의 단면적은 보통 탕구단면적의 50%정도로 두께는 0.10~0.20 mm가 이상적이다.

그림 9에는 over-flow 및 air-vent의 형상 및 크기를 나타내었다.

6. 수축여유 및 냉각방안의 선정

다이캐스트 주조의 경우, 주조 사이클 동안 금형온도 변화를 초래하기 때문에 충분한 온도관리가 필요하다. 또 금형 제작에 있어서 수축여유의 관계를 아는 것은 치수수정등을 최소화하고 납기를 단축할 수 있는 중요 항목이 되고 있다. 특히 제품부 보다 독립되어 있는 큰 boss부품등은 합금의 응고수축의 영향이 일어나기 쉬우므로 주의가 필요하다.

일반적으로 다이캐스트에 있어 수축여유는 다음의 식으로 산출할 수 있다.

1) 금형내에서 제품의 수축이 제어되는 경우

$$\Delta L = \beta(T - t_0) - \alpha(t - t_0) \quad (1)$$

2) 금형내에서 제품의 수축이 제어되지 않는 경우

$$\Delta L = \beta(T_s - t_0) - \alpha(t - t_0) \quad (2)$$

α : 금형의 열팽창 계수(SKD 6, $61=11\times10^{-6}$)
β : 합금의 열팽창 계수(ADC12=21×10^{-6})
T : 제품의 취출온도(°C)
T_s : 합금의 응고 완료 온도(°C)
t : 금형의 평균온도(°C)
t_0 : 실온(°C)

T와 t는 제품의 두께와 주조조건에 따라 변화하지만 일반적으로 Al합금의 수축여유는 3/1000~7/1000((1)식의 경우). 6/1000~12/1000((2)식의 경우)이지만 제품의 형상에 따라 수축방향이 달라지기 때문에 고정도를 요구하는 제품의 경우에는 수정가공 여유를 더할 필요가 있다. 또 T 및 t에 의한 편차를 조절하기 위해 주조조건을 설정하거나 치수공차를 설정하는 것이 좋다.

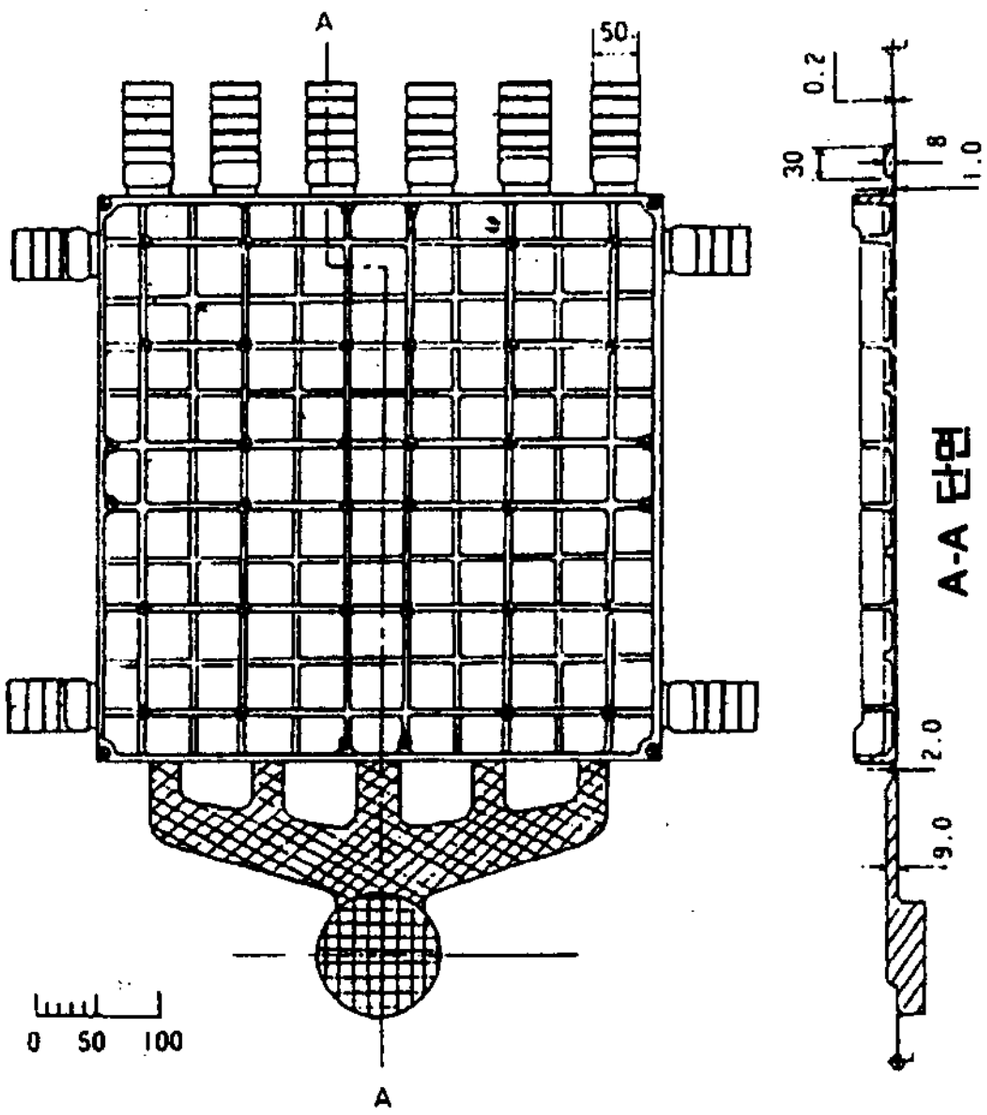
금형의 냉각방안의 선정에 관해서는 1967년 Accurad법에 있어 개발된 전기아나로그 열해석법을 시작으로 ILZRO, Battelle, SDCE법등 많은 방법이 발표되었고, 최근에는 컴퓨터에 의한 3차원 Fourier식의 수치해석법등의 방법이 제안되고 있다. 또 실제적으로는 많은 수냉 hole을 금형에 설치하여 적시조절하는 방법이나 금형온도 조절장치등을 이용하는 방법등 다양한 제어방법이 적용되고 있다.

1969년 G. Ulmer는 열전도식에 따라 용탕에서 금형으로 열이 전달되고 금형내를 흐르는 냉각수로에서 제거되는 과정등을 검토하여 냉각수로의 설계를 하는 방식을 발표했다. 즉 단위시간에 금형으로 들어오는 열량(가열열유속) q_0가 금형에서 자연히 유출되는 열량(자연방출유속) q_n과 냉각에 의해 제거되는 열량(인공냉각 유속) q_m의 관계식을 다음과 같이 나타내었다.

$$q_0 = q_n + q_m$$

금형은 외측으로부터 자연냉각되며 그 열유속은 가해진 열유속의 약 40%(30~40%)정도이고 다른 냉각에 의해 제거되는 열유속 $q_m=q_0-q_n$이 되어 가열열유속의 약 60%정도를 냉각수로 제거해야 하는 열유속으로 감안하면 된다. 단위당 냉각수로의 능력은 냉각수로의 방식에 따라 분류, 순환식의 경우 50~60 kcal/cm^2·hr, 직선식 냉각수로의 경우 20~30 kcal/cm^2·hr정도이다.

또한 매시간 금형에 가해지는 열유속(kcal/hr)을 다



제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	3000 g	2.0 mm	3850 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	1250 ton	35 ton	500 kgf/cm^2	ψ95 mm
금 형	탕구 단면적	탕구통과 중량	공동부 충진시간	금형 온도
	270 mm^2	3260 g	0.09 sec	200~220°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	780°C	2.2 m/sec	56 m/sec	55 sec
특 징	균일하게 용탕이 공동부를 흐르도록 설계되었으며 특별한 배려는 없다.			

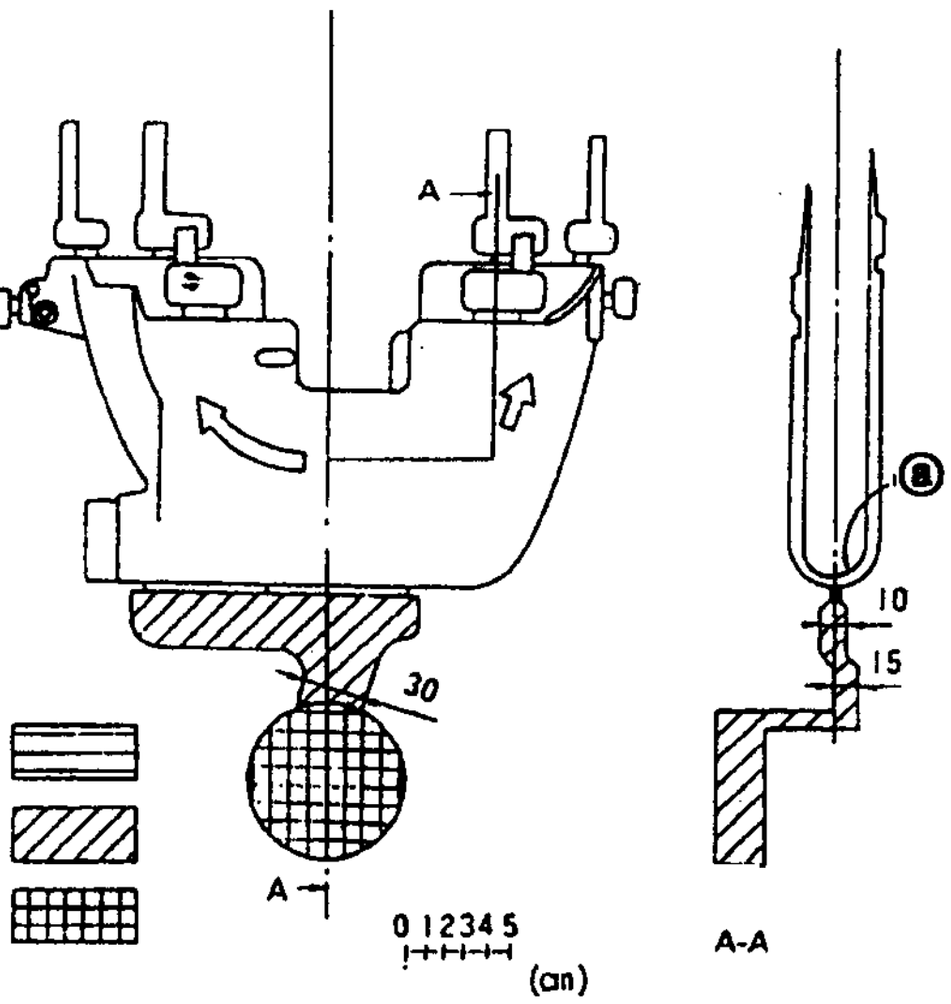
그림 10. P형 plate의 주조방안도.

음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$q_0 = WN\{c(T_c - T_s) + H\}$$

W : 주조중량(kg), N : shot수/hr,
c : 평균비열(합금의 비열 : kcal/kg°C : 0.23),
T_c : 주조온도(°C), T_s : 제품 취출온도(°C),
H : 용융잠열(합금의 잠열 : kcal/kg : 94)

이 관계식에서 금형이 가진 열유속을 계산할 수 있고 제거하려는 열유속(q_m)은 q_0의 60%로 감안하여



제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC10, 12	540 g	2.1 mm	1010 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	330ton	23ton	620 kgf/cm^2	ψ70 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	130 mm^2	690 g	0.09 sec	100~200°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	690°C	1.4 m/sec	41.4 m/sec	42 sec
특 징	용탕이 고정, 가동을 균등하게 흐르도록 주탕구를 양측(고정, 가동) 금형에 나누어 설계하였으며 over-flow 탕구는 고정측, 가동측에 분기 배치되어 있다. 용탕에 직접 충격을 받는ⓐ부에는 소착방지를 위해 표면처리를 하였다.			

그림 11. 전동 절단기 safety cover의 주조방안도.

냉각수로 위치나 수량등의 냉각방안을 산정해 주면 된다.

7. 실제의 주조방안 사례 분석

그림 10에서 그림 19까지는 최근 주조방안 실례의 대표적인 유형을 소개하였으며 이들 사례를 분석한 결과는 다음과 같았다.

1) 금형분할면

단일 평면이 아닌 것도 많이 있으며, 탕구의 분할면 상의 위치도 소착방지나 탕류를 개선한 것이 채용되고 있다.

2) 탕구위치, 수 및 면적

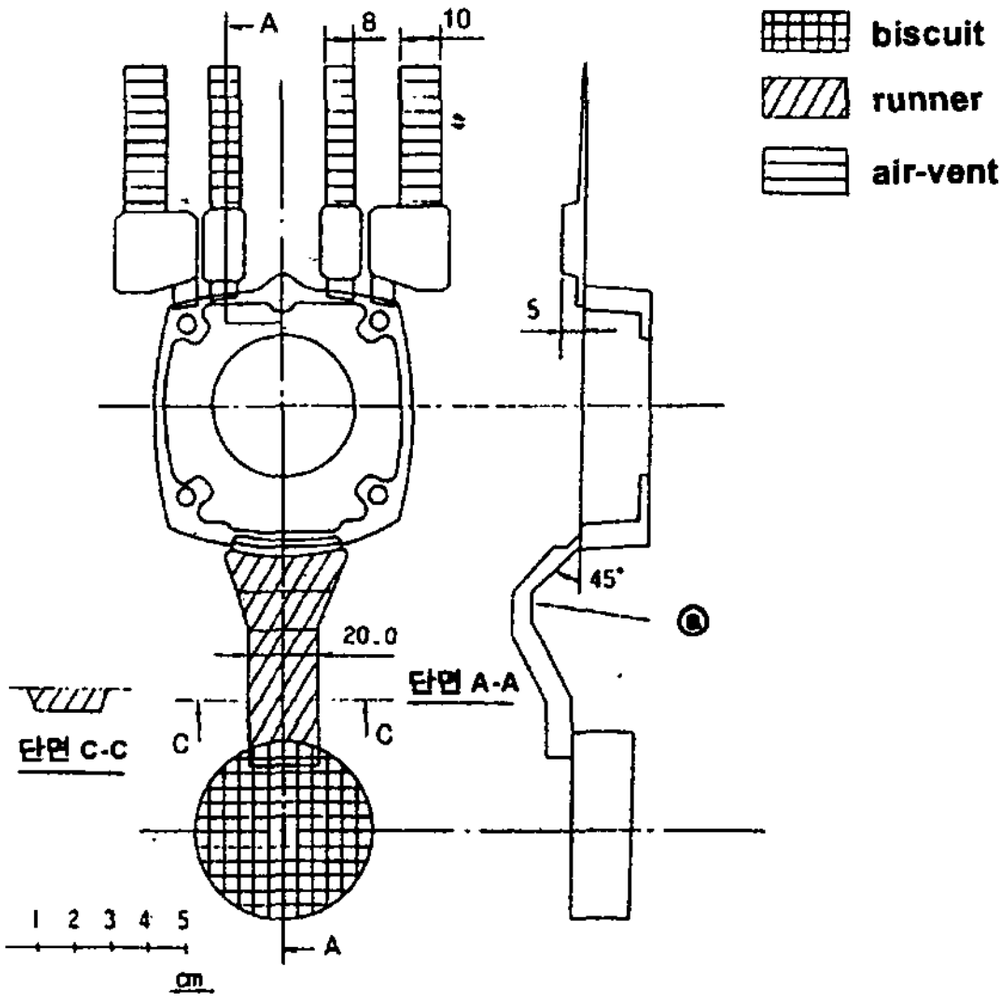
탕구의 위치는 제품형상에 적합한 위치가 선택되고 있고, 탕구의 수는 종래 보다 많아지고 있으며, 탕구면적은 거의 제품중량과 비례하여 증가하고 있다.

3) 탕도

종래부터 Al합금 다이캐스트의 탕도의 거리는 짧고 직접적으로 cavity에 충진되도록 하는 것이 상식이었지만 실례에서도 거의 이 형식을 따르고 있다.

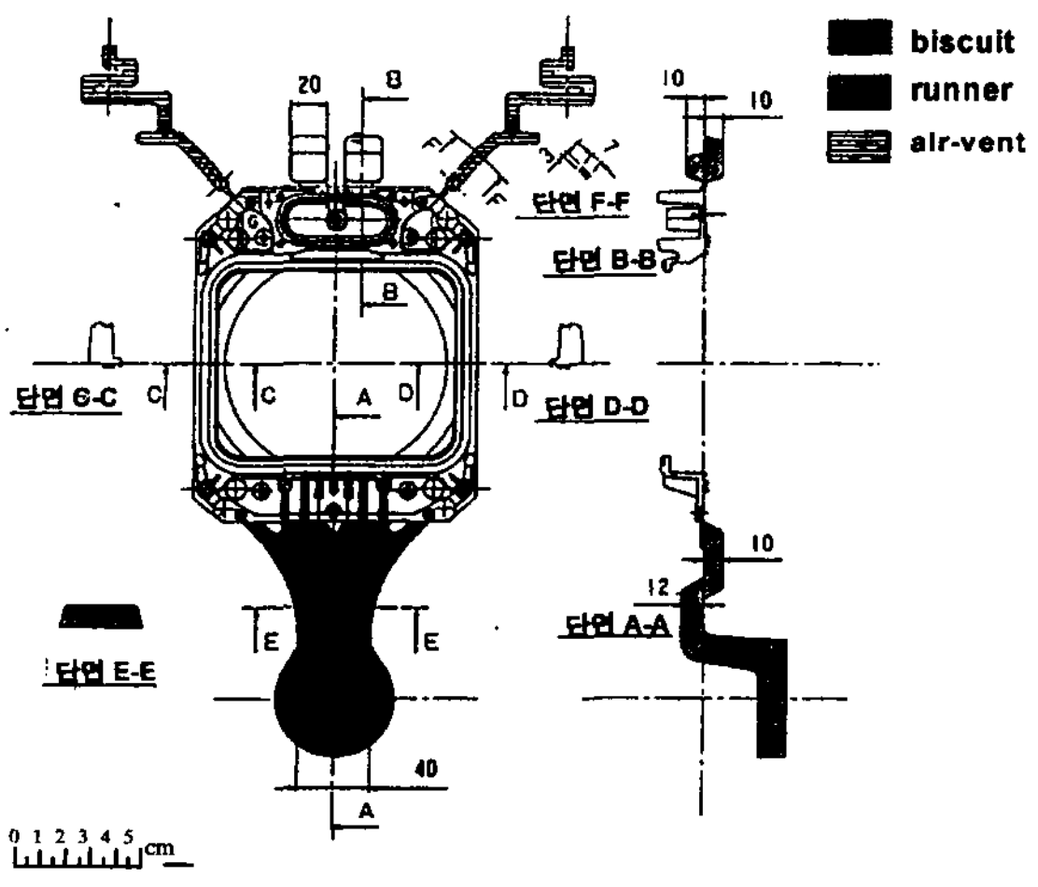
4) 주조방안과 주조조건의 관계

주조압력은 340~1000 kgf/cm^{2}정도가 주로 사용되었



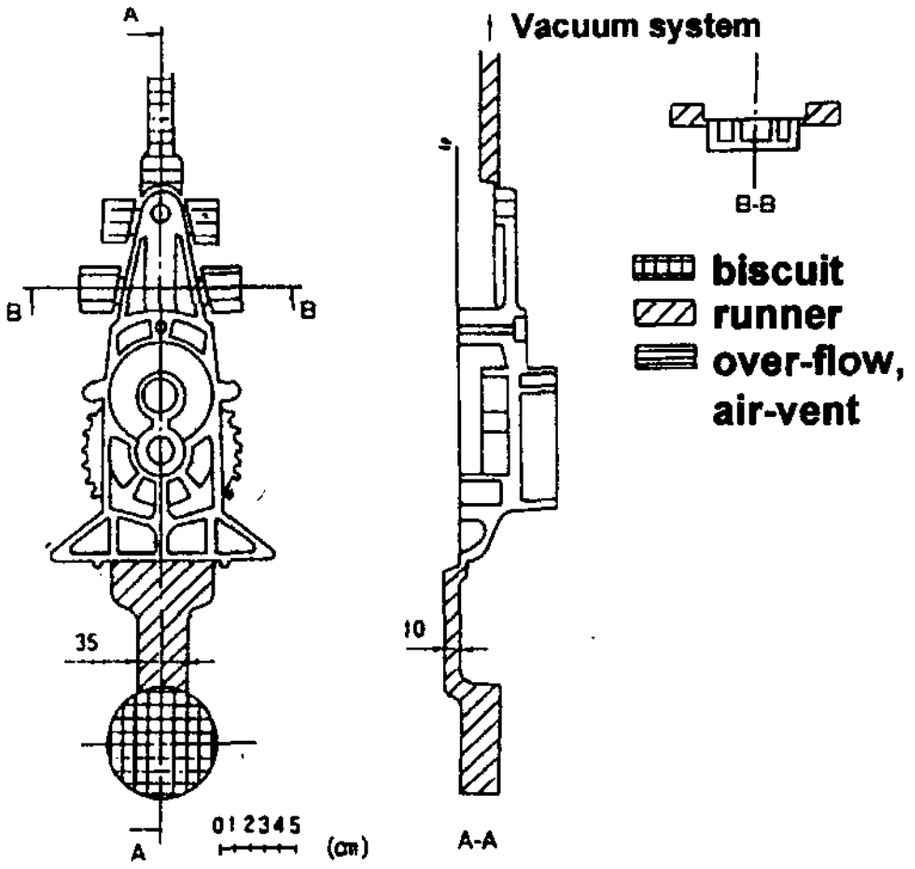
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC10, 12	60 g	3 mm	190 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	90 ton	7 ton	340 kgf/cm^2	ψ50mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	48 mm^2	90 g	0.01 sec	100~150°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.3 m/sec	53 m/sec	30 sec
특 징	용탕이 금형측부에 직접 충격을 받지 않도록 ⓐ부를 45°로 경사를 둔 것이 특징이다. 탕회나 탕경의 결함제어를 위한 over-flow 탕구의 설치개소를 고려했다.			

그림 12. 전동공구 case의 주조방안도.



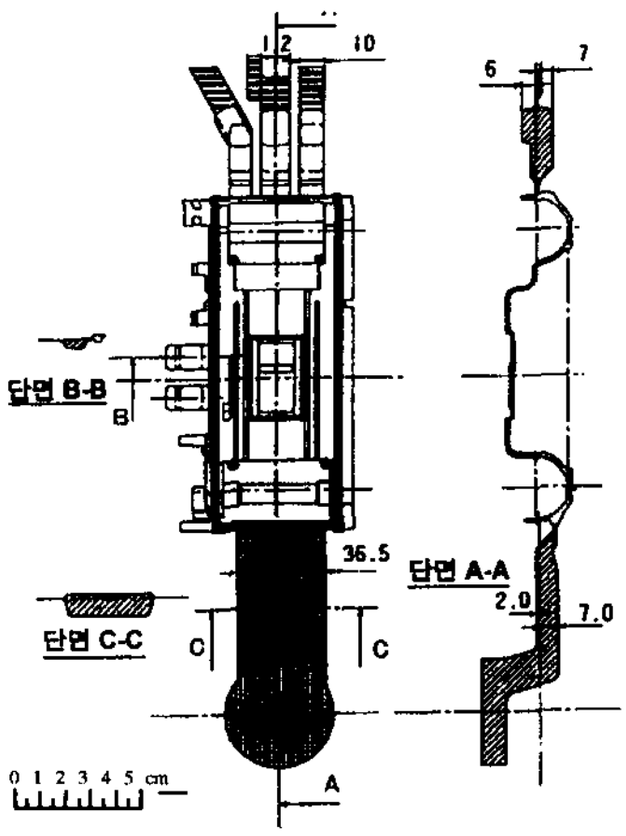
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	490 g	1 (2.5) mm	793 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	250 ton	20 ton	600 kgf/cm^2	ψ65 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	125 mm^2	530 g	0.045 sec	200~250°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.3 m/sec	35 m/sec	37 sec
특 징	대형 TV용 spacer로서 부분적인 후육부가 있기 때문에 수축결함으로 인한 기밀성이 우려된다. 이의 대책으로 진공주조를 행했다. O링부의 Groove평면도가 0.1이하, 면조도가 20S이하의 난이도를 가진 제품이다.			

그림 13. TV용 spacer의 주조방안도.



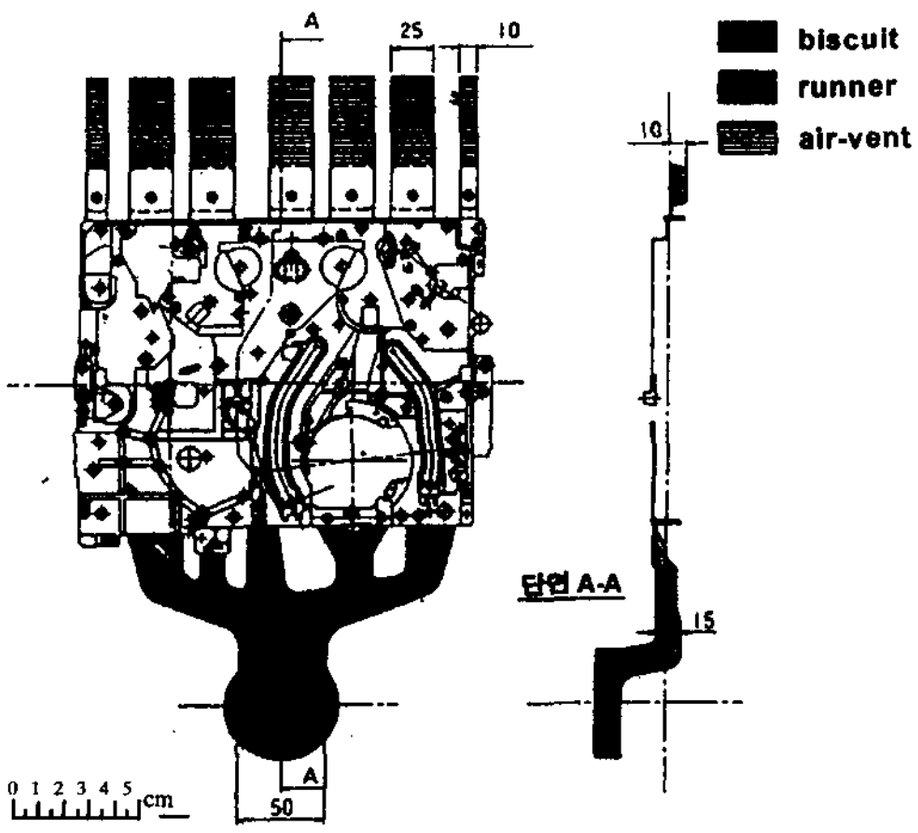
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC10, 12	970 g	3 mm	1400 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	250 ton	21 ton	550 kgf/cm^2	ψ70 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	108 mm^2	1090 g		
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.3 m/sec	46.3 m/sec	40 sec
특 징	두께가 두껍고 기공발생에 대해서도 고품질이 요구되는 제품이다. 제품의 후육부에 탕구를 설계하고 후육부에서 박육부로 탕흐름을 유도했다. 그림에서와 같이 진공장치를 사용했다.			

그림 14. Pump Housing의 주조방안도.



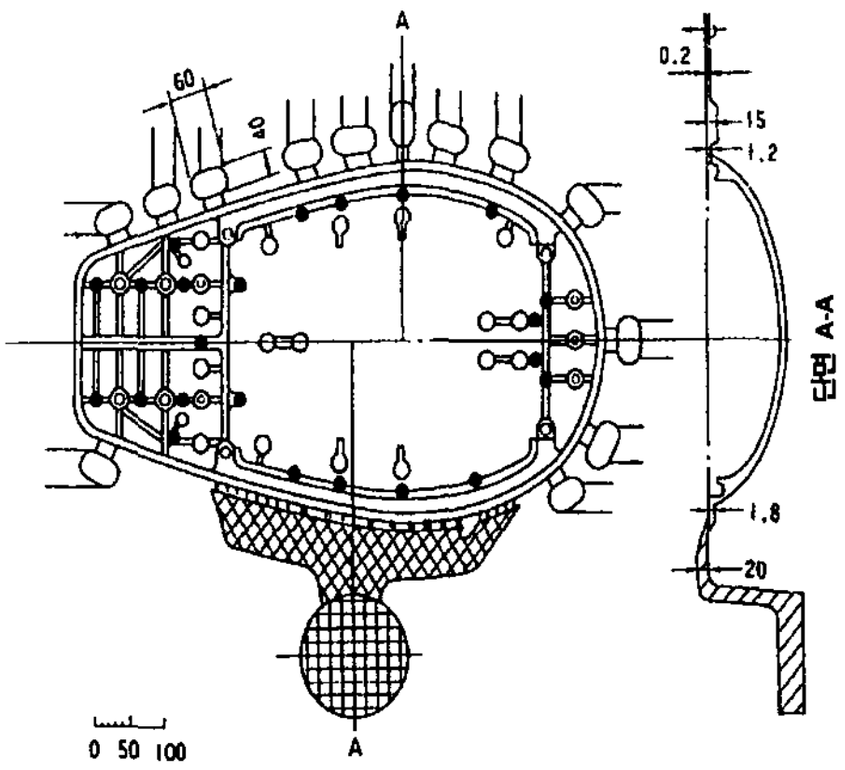
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	87g	1 (1.0) mm	217g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	250 ton	16 ton	1000 kgf/cm^2	ψ45 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	55 mm^2	115 g	0.015 sec	230~270°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.75 m/sec	50 m/sec	20 sec
특 징	고급용 카메라의 본체는 경량화가 요구되기 때문에 그 평균두께가 1 mm정도이다. 그 때문에 고속사출이 불가피하여 그 결과 마모, 가스 혼입등의 발생이 쉬워 이 들의 효과적인 방지가 주안점이다.			

그림 15. Camera Body Case의 주조방안도.



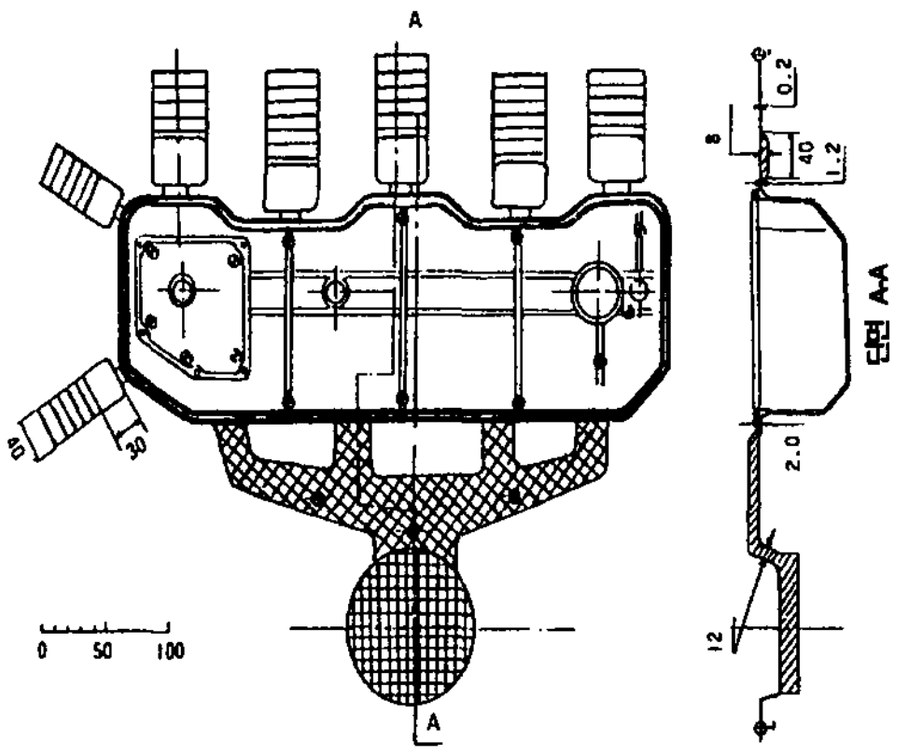
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	284 g	1 (1.3) mm	825 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	250 ton	20 ton	600 kgf/cm^2	ψ65 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	슬리브 충진시간	금형온도
	138 mm^2	390 g	0.03 sec	200~250°C
주 조 조 건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.5 m/sec	35 m/sec	32 sec
특 징	세로 180 mm, 가로 240 mm, 평균두께 1.3 mm로 대단히 박육의 다이캐스트품이다. 게다가 평면도가 0.2이하로 요구되며, 탕경이 없는 제품을 얻기 위해 탕구와 over-flow의 위치 및 균형에 의한 효과를 살렸다.			

그림 16. Video Chassis의 주조방안도.



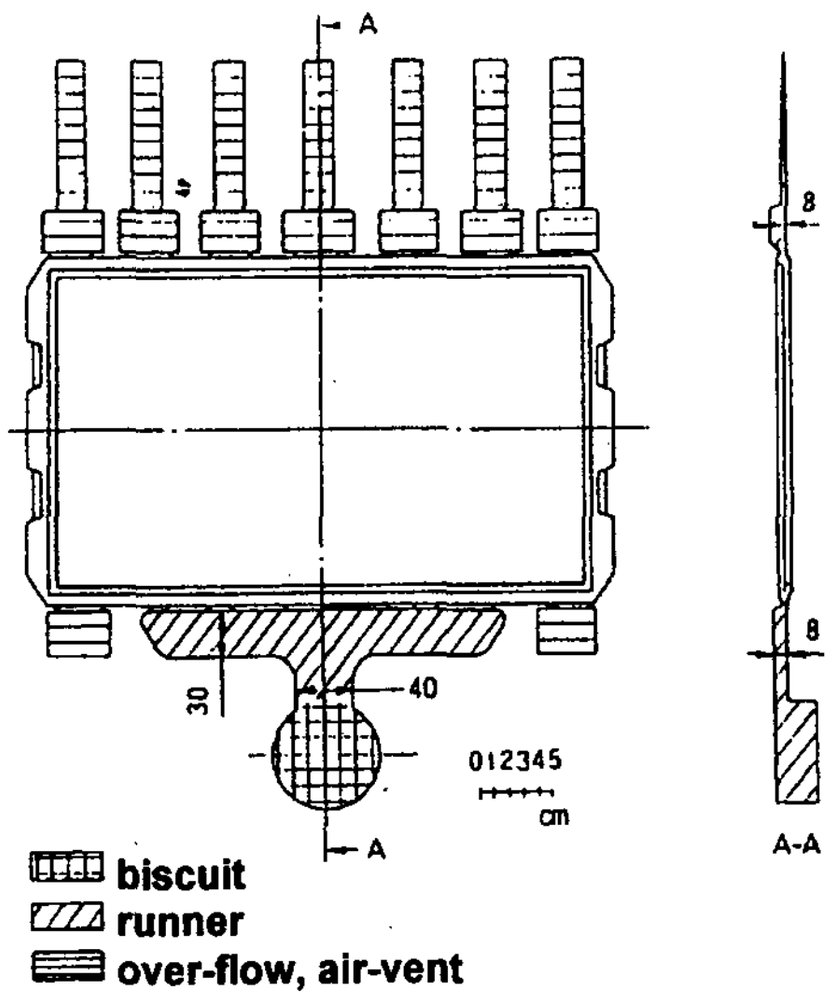
제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	4400 g	3.0 mm	8150 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	2000 ton	160 ton	650 kgf/cm^2	ψ140 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	590 mm^2	5270 g	0.05 sec	200~250°C
주조조건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	660°C	2.4 m/sec	65.2 m/sec	75sec
특 징	탕구가 end gate type이며 전체적인 탕흐름이 원활하도록 고려되어 있다.			

그림 17. 수은등 Case의 주조방안도.



제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC12	1300 g	2 (2.5) mm	2200 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	500 ton	33.5 ton	700 kgf/cm^2	ψ78 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	220 mm^2	1530 g	0.06 sec	160~180°C
주조조건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	2.2 m/sec	48 m/sec	60 sec
특 징	제품의 바닥부에 Groove가 있기 때문에 금형 수명을 연장하기 위해 탕구의 위치를 높이고 형분할면을 바닥부보다 4mm정도 높인 위치에 두었다.			

그림 18. Head Cover의 주조방안도.



제 품	합금	중량	최소두께 (평균)	주입중량
	ADC10, 12	185 g	1.9 mm	620 g
주조기	형체력	사출력	주조압력	슬리브경
	500 ton	38 ton	750 kgf/cm^2	ψ80 mm
금 형	탕구 단면적	탕구 통과중량	공동부 충진시간	금형온도
	210 mm^2	300 g	0.02 sec	100~200°C
주조조건	주입온도	사출속도	탕구속도	사이클시간
	680°C	1.5 m/sec	36 m/sec	50 sec
특 징	제품의 중량이 작기 때문에 금형온도가 승온되기 어려워 탕구의 반대측은 탕경이나 탕회 불량의 발생이 쉽다. 따라서 형온을 올려주기 위한 over-flow를 많이 설계 부착했다.			

그림 19. 인쇄기 문자테의 주조방안도.

으며, 평균치는 평판상의 제품의 경우 580 kgf/cm^{2}정도이고, box형 제품의 경우 650 kgf/cm^{2}이었다. 탕구속도는 평판상의 경우 52.6 m/s, box형의 경우 56.2 m/s이었고 충진시간은 평판상의 경우 평균 제품두께가 3.3 mm에 0.06초, box형 제품의 경우 평균두께 2.3 mm에 충진시간은 0.05초 이었다.

이상의 실제 주조방안의 분석 결과 주조방안은 종래에 비해 대단히 진보되었고, 특수 다이캐스팅의 채용이 현저히 진행되었음을 알 수 있었다. 많은 품질상의 문제에 대한 개선의 노력으로 주조방안의 진보를 가져왔다고 생각되지만 여기에 computer simulation에 의한 탕류해석 등에 의해 가일층 개선이 가속되고 있다고 생각되어진다.

참 고 문 헌

[1] L. Frommer : Handbuch der Spritzguss Technik (Julius Springer), 1993.

[2] H. H Pokorny : Trans. 5th International Die Casting Congress (SDCE), 1972 Paper No. 4172.

[3] 菅野, 植原 : アルミニウム合金ダイカストその技術と不良對策 (S63), 輕金屬出版.

[4] 植原 : 最近の鑄造方案の傾向とポイント(H2), 型技術, Vol. 5, No. 4.

[5] 日本全國ダイカスト工業協同組合聯合會 : ダイカスト技能者ハンドブック (S56).

[6] (社) 日本ダイカスト協會 : ダイカストの標準.

[7] 동남정밀(주) 기술연구소 : 알루미늄합금 다이캐스트 주조기술 (1997).

國內外 鑄物關聯行事

1998

7월 2일 ~ 7월 3일
한국주조공학회 하계 기술강연대회
부산, 남태평양관광호텔

9월 12일 ~ 9월 16일
제63차 세계주조대회
Budapest, 항가리

9월 21일 ~ 9월 23일
ECLAT 98-7. Europaische Konferenz zur Laserbehandlung von Metallen
Hannover, 독일

9월 22일 ~ 9월 24일
FOUNDERIE 98-International Foundry Exhibition
Paris-Le Bourget, 프랑스

9월 23일 ~ 9월 25일
ALUMINIUM 98-2. Europaische Messe fur Aluminium
Essen, 독일

9월 29일 ~ 9월 30일
35th Foundry Days
Brno, 체코

9월 30일 ~ 10월 2일
6th International Symposium on the Science and Processing of Cast Iron
The Hilton Orange Beach, Alabama, 미국

9월 30일 ~ 10월 3일
Science and Processing of Cast Iron (Orange Beach, AL., 미국)