

다이캐스팅 금형 설계 시스템 개발에 관한 기초 연구

박준홍*, 권택환*, 최재찬**, 김창호***

A Basic Study on Development of Die Design System for Die Casting

Joon Hong Park*, Taek Hwan Kwon*, Jae Chan Choi**, Chang Ho Kim***

ABSTRACT

Die design of die casting is composed of selection of cast alloy, design of die casting product, runner design and gate design, etc. In reality, however, die design of die casting has been performed by trial and error method, which cause economic and financial loss. Nowadays, several FEM(finite element method) and FDM(finite difference method) codes have been developed to analyze process of die casting, but this is just confined to an offer of limited information for die design of die casting.

In this study, die design system for gate of die casting process has been developed to present algorithm for automation of die design, especially runner-gate system. In addition, specific rules for runner-gate system have been presented to avoid too many trials and errors with expensive equipment. It is possible for engineers to make automatic and efficient die design of die casting and it will result in reduction of expense and time to be required.

Key Words : Die Casting (다이캐스팅), Die Design System (금형설계시스템), Rule Base (규칙기반), Runner (탕구), Gate (탕도)

1. 서론

다이캐스팅(Die Casting)이란 정밀한 금형안에 용융합금을 높은 온도에서 압력을 주어서 주입하여 높은 정밀도와 표면이 깨끗한 주물품을 짧은 시간에 대량생산하는 주조방식이다. 다이캐스팅은 1915년 Doehler가 Al 합금으로 이용하여 다이캐스팅 제품을 제조한 이후 지금까지 자동차 공업의 발달과 더불어 수요가 점점 증가하고 있는 추세이다.⁽¹⁾

사형 주물이나 일반 저압 금형 주조와는 달리 10-200MPa의 높은 압력으로 금형안에 용탕을 주입한 후 응고 시키는 방법으로 금형의 비용이 비싸기 때문에 소량생산에는 적합하지 않지만 치수 정밀도가 좋고, 주물 표면이 매끈하고 깨끗하며, 살두께가 얇은 제품을 제조할 수 있고, 생산성이 높으며, 복잡한 형상의 제품 제조가 가능한 여러 가지 장점 때문에 다이캐스팅 성형공정은 수백톤에서부터 수천톤의 기계가 다수 설치되어 급격히 발전하고 있다.⁽²⁾

* 부산대학교 대학원 정밀기계공학과

** 부산대학교 기계공학부 정밀정형 및 금형가공 연구소

*** 동의대학교 기계공학과

여러 가지 성형공정의 금형설계 시스템에 관한 연구로서 W. Zhang등⁽³⁾은 CAD package를 사용하여 다이캐스팅을 CAD/CAE 시스템에 적용할 수 있는 개념을 정립하였으며, J. P. Kruth⁽⁴⁾는 Mould 설계에 CAD/CAM 시스템을 적용하였고, M. Abrahams등⁽⁵⁾은 Injection mould에 CAD/CAM 시스템을 적용하였다. 또한, 1970년도에 들면서 전문가 시스템을 도입한 금형 자동설계 시스템의 연구가 활발하게 추진되어 왔는데, 박관제조에 있어서 Shaffer⁽⁶⁾가 1971년에 컴퓨터에 의한 프로그래시브 금형설계 시스템인 PDDC(Progressive Die Design by Computer) system을 개발하였고, J. C. Choi 등⁽⁷⁻⁸⁾은 대형축대칭 부품에 대하여 하중이 제한된 조건에서 대화식으로 구성된 예비성형체 설계방법과 리브와 웨브를 갖는 부품단면에 대한 정밀 단조용 공정설계 및 금형설계 시스템을 개발하였으며, 최근 Choi 등⁽⁹⁾은 스테이터와 로터의 블랭킹에 관한 공정설계 및 금형설계 시스템에 관하여 연구하였다.

다이캐스팅 금형의 설계는 다이캐스팅 합금 재료의 선택, 다이캐스팅 제품 설계와 탕구, 탕도, 오우버 플로우(Overflow) 등의 설계를 포함하는 구조방안 등으로 이루어져 있다. 하지만 이러한 다이캐스팅 금형 설계는 제품 설계자 및 생산자에 의한 시행착오법(Trial and error method)으로 설계가 이루어지고 있어서 엄청난 경제적, 시간적 손실이 발생되어 왔으며, 최근 다이캐스팅을 비롯한 용융가공 공정에 대한 여러 가지 유한요소해석, 유한차분해석 도구들이 등장하고 있지만 이는 단지 주어진 설계에 대한 정보 제공에 국한되고 있는 실정이다. 또한 설계가 잘못되었을 시에는 설계자가 직접 처음부터 재설계를 수행하여 재차 반복해서 설계의 해석을 시도해야 하는 비효율적인 과정이 발생하게 된다.

따라서 본 연구에서는 설계자가 다이캐스팅 금형, 특히 탕도와 탕구부분의 런너-게이트 시스템(Runner-gate system)을 합리적이고 효율적으로 설계하기 위한 다이캐스팅 금형 설계의 자동화를 위한 알고리즘을 제시하고 제품 및 금형 설계자에게 특정한 설계 규칙을 제시하여 고가의 금형 제작 및 시사출에 의한 반복적인 시험을 피할 수 있을 뿐만 아니라 다이캐스팅 금형의 도면 제작 및 설계에 필요한 소요 시간 및 비용을 절감할 수 있도록 한다.

2. 다이캐스팅 제품의 구조

다이캐스팅 제품의 기본 구조를 Fig. 1에 나타내고 있다.

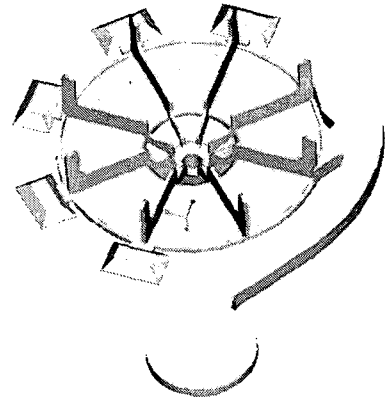


Fig. 1 Schematic drawing of basic product structure for die casting

다이캐스팅 제품은 일반적으로 제품부, 탕구(gate), 탕도(runner), 비스킷(bisquit), 오우버플로우(overflow), 그리고 에어벤트(airvent)로 구성되어져 있다.

제품의 형상은 판형상, 상자 형상, 통 형상, 봉 형상 등으로 분류된다. 다이캐스팅 제품에서는 분할면의 선정이 중요한데, 일반적으로 분할면의 선정은 단일 평면이어야 한다는 것이 요망되고 있지만 제품의 형상이 복잡하면 단일 평면으로 되지 않는 경우도 있다. 분할면은 다이캐스팅 제품 형상에서 주로 캐비티 내의 탕류가 가장 양호한 위치에 탕구, 탕도, 오우버플로우, 에어벤트 등이 위치하도록 한다.

다이캐스팅 제품에 연결되어 있는 오우버플로우는 일반적으로 용탕 순환의 개선을 위해 용탕이 함유되는 곳에 설치하고, 용탕이 잘 흐르지 않는 곳, 금형 온도 하강을 방지 하기 위하여 금형 온도가 낮은 곳에 설치한다. 보통 하나의 오우버플로우의 크기를 너무 크게 하지 않고 수를 증가한다.

보통 오우버플로우에 연결되어 있는 에어벤트는 다이캐스팅 제품의 대표적인 결함인 기공을 제거 하는데 목적을 두고 있으며, 에어벤트의 형상은 유체학적으로 금형 공간 내 가스를 부드럽게 금형

밖으로 방출시키고, 응고학적으로 핀을 발생시키지 않고, 용탕을 에어벤트 안에서 필히 응고시키는 것을 감안하여야 한다.

3. 다이캐스팅 금형의 구조

다이캐스팅 금형의 기본 구조를 Fig. 2에 나타내었는데 기본적으로 고정측(fixed die : eject die half)과 가동측(moving die : cover die half) 형판의 2부분으로 구성되어 있다.

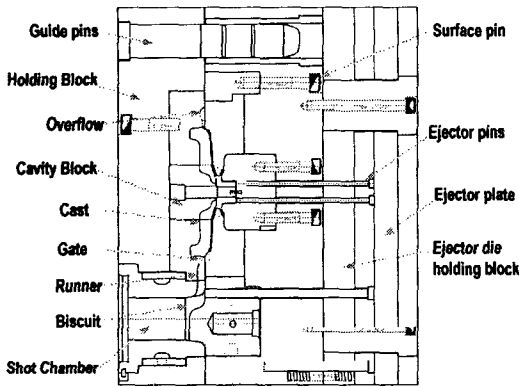


Fig. 2 Schematic drawing of basic die structure for die casting

고정측 형판은 다이캐스팅 기계의 고정측 설치판에 설치되고 일정한 위치에서 정지하여 고정된다. 가동측 형판은 다이캐스팅 기계의 가동측 설치판에 고정되어 금형을 열고 닫는 역할을 하도록 되어 있으며 제품을 금형에서 밀어내기 위한 이젝트(eject) 기구가 연결되어 있다.

캐비티(cavity)는 성형되어질 제품의 형상으로 분할면을 기준으로 고정측 및 가동측에 가공되어져 있다. 주입구(sprue: 핫 챔버 다이캐스팅 기계, sleeve: 콜드 챔버 다이캐스팅 기계)는 용탕이 금형안으로 들어오는 입구로서 주물함금과 주조 기계의 형식에 따라 그 형상이 다르다. 탕도(runner)는 용탕을 캐비티로 안내하는 통로로서 주입구와 탕구 사이에 위치하게 된다. 탕구(gate)는 주입구를 통하여 금형 안으로 들어온 용탕이 탕도를 지나서 캐비티 안으로 들어가는 입구의 좁은 문 역할을 하게 된다.

실제로 좋은 품질의 다이캐스팅 제품을 생산하기 위해서는 금형의 분할면 선정과 캐비티의 배치도 중요하지만 이것이 끝나면 분할면 위에 어떻게 용탕을 흐르게 하고 캐비티 내에 잘 충전시키며, 어떻게 가스빼기를 하는가 하는 구조방안이 중요한 설계 요소이다. 따라서 본 연구에서의 금형 설계 시스템에서는 구조방안인 주입구와 탕도, 탕구, 캐비티, 오우버플로우, 가스빼기의 크기와 위치, 배치와 같은 런너-게이트 시스템에 중점을 두고자 한다.

4. 다이캐스팅 금형 설계 시스템

다이 캐스팅 금형 설계는 크게 제품 형상부의 설계와 주금형(master mold) 및 기타 구성 부품을 설계하는 레이아웃(layout) 설계로 구분할 수 있다. 본 연구에서의 다이캐스팅 금형 설계 시스템은 상용 모델러를 이용하여 모델링된 제품 형상부가 입력 되었을 때 주금형 및 기타 구성 부품을 자동적으로 창출하는 시스템을 의미하며, 이러한 설계의 순서는 Fig. 3와 같다.

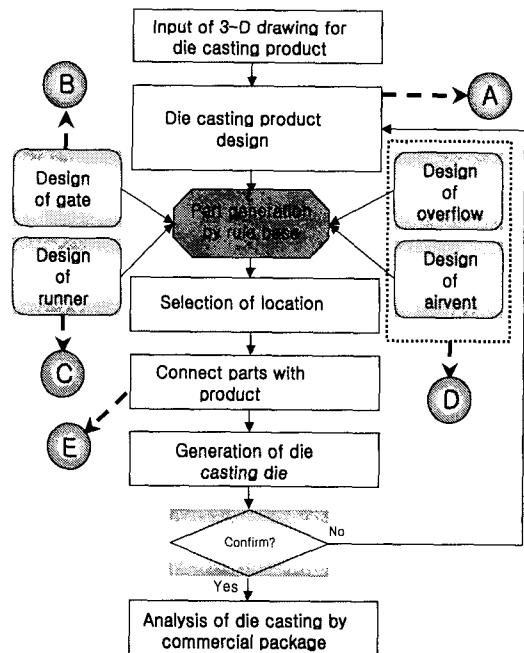


Fig. 3 Flowchart of die designs system for die casting

먼저 제품의 3차원 도면이 입력되어 다이캐스팅 제품의 설계를 시작하게 되는데, 탕구, 탕도, 오우버플로우, 그리고 에어벤트와 같은 각 부분들에 대해서 규칙 베이스를 사용하여 형상을 결정하고, 결정된 각각의 형상들이 어셈블리(assembly) 알고리즘에 의해 지정된 위치에서 캐비티와 탕구, 탕구와 탕도, 캐비티와 오우버플로우, 오우버플로우와 에어벤트로 결합하게 된다. 각 부분과 캐비티가 결합되고 나면, 다이캐스팅의 상·하 금형 형상과 레이아웃을 결정하고 사용자의 확인을 거쳐 다이캐스팅 금형설계를 완료하고 상용 해석 프로그램을 사용하여 설계된 다이캐스팅 금형을 검증하게 된다.

다이 캐스팅 금형 설계는 크게 제품 형상부의 설계와 주금형(Master mold) 및 기타 구성 부품을 설계하는 레이아웃(layout) 설계로 구분할 수 있는데, Fig. 4은 다이캐스팅 제품의 형상부를 설계하는 흐름을 나타내고 있다.

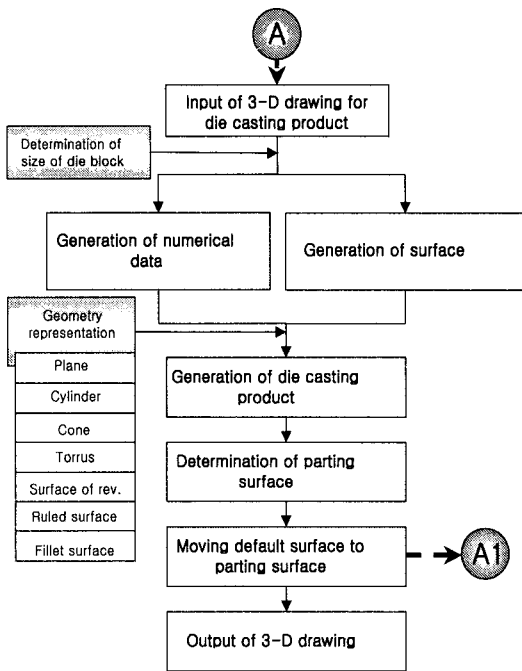


Fig. 4 Algorithm for design of die casting product

제품의 3차원 도면이 입력되었을 때, 캐비티, 탕구, 탕도, 오우버플로우, 에어벤트 등 다이 캐스팅 금형의 각 부분이 위치하게 될 다이 블록(die block)의 크기를 결정하게 된다. 다이 캐스팅 제품의 3차원 도면의 입력과 다이 블록의 크기가 결정되면, 다이캐스팅 금형의 레이아웃을 설계할 때, 상·하 금형과 캐비티가 동일한 형상의 표면을 공유하도록 하기 위해 입력된 다이 캐스팅 제품의 3차원 도면 데이터를 표면(surface)을 가진 3차원 도면 데이터로 전환하게 된다. 표면 데이터의 형식은 Unit vector와 Normal vector을 이용한 (x, y, z)의 데이터이다.

또한, 입력된 제품의 수치 데이터를 생성하게 되는데, 평면(plane), 원통(cylinder), 원뿔(cone) 형상 등과 같은 형상으로 분할되어 제품의 수치 데이터를 구성하게 된다. 분할된 형상으로 구성된 제품의 수치 데이터와 생성된 표면을 사용하여 다이캐스팅 제품을 생성하여 화면으로 출력하게 된다.

수치 데이터와 표면을 가진 다이캐스팅 제품이 생성되면, 탕구와 탕도, 에어벤트와 오우버플로우가 위치할 제품의 분할면을 결정하게 되고, 제품의 분할면이 결정되면, 생성된 다이캐스팅 제품의 기준면(Default surface)를 결정된 제품의 분할면으로 이동시킨다. 여기서 제품의 기준면이란 사용자가 다이캐스팅 제품의 3차원 도면을 그릴 때의 기준면을 말하므로 다이캐스팅 제품의 분할면과는 차이가 있을 수도 있다.

다이캐스팅 제품의 분할면에 탕구, 탕도, 에어벤트, 오우버플로우가 위치하며, 또한 분할면을 기준으로 다이캐스팅 금형의 상·하가 분할되므로 분할면의 결정이 아주 중요함을 알 수 있다. 제품의 분할면을 결정하는 부분에서 기준면을 분할면으로 이동시킴으로써 기준면이 된 분할면을 기초로하여 상·하 금형 및 탕구, 탕도 등을 생성시킬 수 있다.

위와 같은 방법으로 입력된 3차원 제품 도면으로부터 수치데이터와 제품의 표면이 생성되고 도면의 기준면이 제품의 분할면에 위치된 최종 다이캐스팅 제품이 생성된다. Fig. 5는 다이캐스팅 제품 설계에 있어서 입력된 3차원 제품 도면으로부터 제품의 분할면을 기준면과 동일하게 위치시키는 알고리즘을 나타내고 있으며, 이를 Fig. 6에 도시하였다.

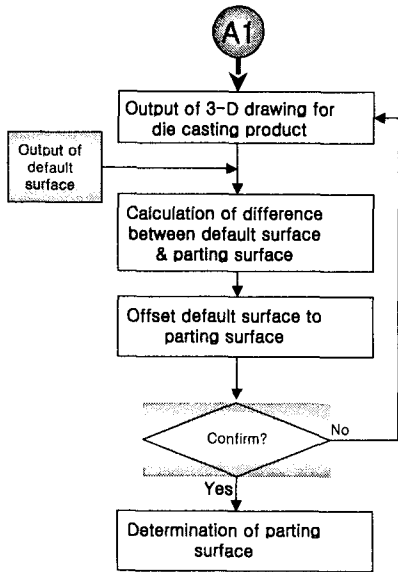


Fig. 5 Algorithm for determination of parting surface

먼저 Fig. 3에서 수치데이터와 표면을 포함한 다이캐스팅 제품이 생성되면 제품의 분할면을 결정하게 되는데, 먼저 생성된 다이캐스팅 제품과 3차원 도면의 기준면을 화면으로 출력한다.

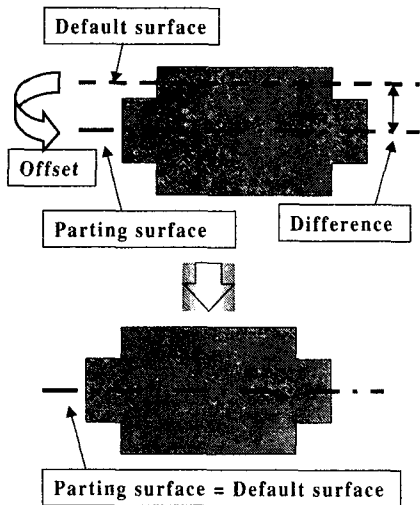


Fig. 6 Offsetting default surface to parting surface

캐비티와 다이캐스팅 금형의 각 부분이 위치하

게될 분할면을 사용자가 결정하면 기준면과 결정된 분할면과의 거리를 계산하여 기준면을 계산된 거리만큼 이동시키게 된다. 이동된 기준면을 화면에 출력하여 사용자가 확인하게 되면 기준면과 분할면이 일치하는 다이캐스팅 제품이 생성된다.

5. 다이캐스팅 금형의 레이아웃 설계

다이캐스팅 제품 설계가 완성되면, 주금형을 설계하는 다이캐스팅 금형의 레이아웃 설계를 수행하게 된다. 다이캐스팅 금형의 레이아웃 설계에서는 탕구와 탕도, 오우버플로우와 에어벤트가 설계되어 주금형을 구성하게 된다. 다이캐스팅 금형의 레이아웃 설계에서는 주조 방안이 가장 중요한데, 주조 방안에서는 탕구와 탕도, 오우버플로우와 에어벤트, 그리고 비스킷 부분의 형상 및 치수를 결정한다.

5.1. 탕구설계

Fig. 7은 탕구 설계의 알고리즘을 나타낸다.

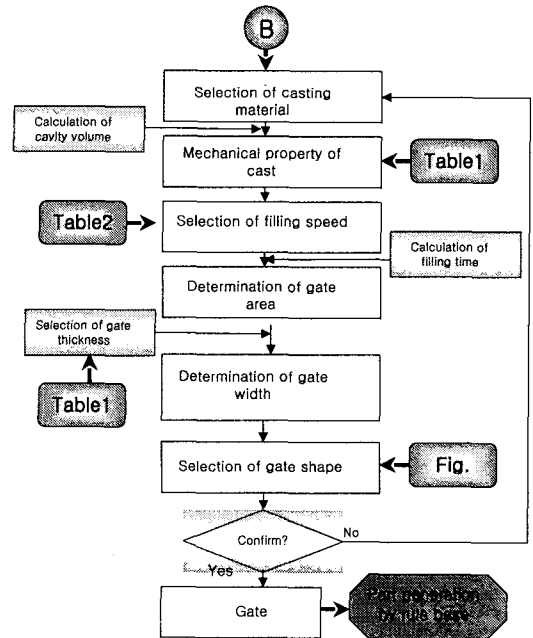


Fig. 7 Algorithm for gate design of die casting

먼저 용탕의 종류를 데이터베이스로 선택하고,

캐비티 체적을 계산한다. 용탕의 기계적 성질이 입력되고, 제품의 두께에 따른 충전 속도(Filling speed)를 선택한다. 선택되어진 충전 속도로부터 충전 시간(filling time)을 계산한다.

충전 시간과 충전 속도로부터 탕구의 단면적을 계산하고 탕구의 형상을 선택한 후 탕구를 생성하게 된다.

Table 1은 두 종류의 다이캐스팅용 알루미늄 합금의 물성치를 나타내고 있다.

Table 1 Physical property of cast

Physical Property	AIDC1	AIDC8
Ultimate tensile strength(ksi)	42	45
Tensile yield strength(ksi)	19	22
Elongation(% in 2" G.L.)	3.5	3.5
Hardness(HB)	120	80
Shear strength(ksi)	29	25
Fatigue strength(ksi)	20	19
Density(lb./in ³)	0.096	0.097
Melting range(° F)	1065-1080	960-1080
Coefficient of thermal expansion(in./in./° F)	10.3	11.5
Thermal conductivity(Btu/ft·hr. ° F)	67.7	55.6
Electrical conductivity(% IACS)	31	23
Modulus of elasticity(10 ⁶ psi)	10.3	10.3

Table 2는 탕구의 단면적 계산을 위해서 다이캐스팅 제품의 살두께에 따른 탕구에서의 충전 속도를 나타내고 있다.

Table 2에서 제품의 최소 살두께가 얇으면 얇을수록 탕구에서의 충전 속도가 증가해야 함을 알

수 있는데, 이는 제품의 살두께가 얇은 부분에서 용탕이 미리 응고하여 제품에 미충진 현상이 발생하는 것을 방지하기 위해 탕구에서의 속도를 증가하여 용탕의 응고전에 충전되도록 하는 것이다.

Table 2 Filling speed according to minimum thickness of cast

Minimum thickness(mm)	Filling speed(m/s)	
	AIDC1	AIDC8
1.270	45	46.2
1.905	42	43.5
2.540	40.5	42
3.175	39	40.5
3.810	37.5	39
4.572	36	37.5
5.080	34.5	36
6.350	31.5	33
Die Temp.	260°C	260°C

일반적으로 탕구의 설계는 탕구의 단면적 계산을 시작으로 하는데 탕구의 단면적 A_g 는 다음식으로 산출한다⁽¹⁰⁾.

$$A_g = \frac{Q_a}{V_g \cdot t_g} \tag{1}$$

여기서,

A_g : 탕구 단면적, cm²

V_g : 탕구 속도, m/sec

t_g : 충전 시간, sec

Q_a : 캐비티로 충전되는 용탕의 체적, cm³

충전 시간은 용탕이 완전히 응고하기 전까지는 충전이 가능하지만 실제 70% 이상의 고상율이 되면 유동이 불가능한 상태이므로 70%까지 달하는 시간을 충전 시간으로 한다. 충전 시간을 계산하

기 위하여 단위체적 당 보유열량과 단위 시간당 방출열량을 계산해야 하는데 단위 체적당 열보유량 K 는 식(2)와 같다.

$$K = [L + C_p \cdot (T_m - T_s)] \cdot \rho \cdot S \cdot X \quad (2)$$

단위 체적당 열방출량 q' 는 식(3)과 같이 된다.

$$q' = \chi \cdot S \cdot (T_m - T_d) / X \quad (3)$$

식(2)와 식(3)으로부터, 충전시간 t_g 는 식(4)와 같이 구해진다.

$$t_g = \frac{K}{q'} \times 0.7 \quad (4)$$

여기서,

- K : 용탕의 단위 체적 당 보유열량, cal
- q' : 용탕의 단위 시간 당 방출열량, cal/sec
- L : 응고잠열, cal/g
- C_p : 용탕의 비열, cal/g·°C
- T_m : 용탕 온도, °C
- T_s : 고상선 온도, °C
- T_d : 금형 온도, °C
- ρ : 합금의 밀도, g/cm³
- S : 방열 면적, cm²
- X : 두께의 1/2, cm
- χ : 합금의 열전도도, cal/cm·sec·°C

일반적으로 탕구 두께는 트리밍 등을 고려하여 적당한 두께(0.5mm-3.0mm)를 선택하는데, 탕구 두께가 결정되고 식(1)에서 탕구 단면적이 계산되어지면 탕구의 폭 W 은 다음의 식으로 결정된다.

$$W = \frac{A_g}{t} \quad (5)$$

여기서,

- t : 탕구 두께, cm

5.2. 탕도설계

Fig. 8은 다이캐스팅에서 탕도 설계의 알고리즘을 나타내고 있다. Fig. 6에서와 같이 탕구의 수치 데이터 및 형상이 생성되어 탕구의 단면적을 알 수 있는데, 탕구의 단면적이 식(1)로부터 계산되어지면, 용탕의 체적일정 법칙에 의해서 탕도의 단면적을 계산할 수 있다. 탕도의 단면적이 계산되면, 탕도 형상의 데이터 베이스로부터 탕도의 형상을 결정하고, 사용자의 확인을 거쳐 탕도의 수치 데이터 및 형상이 생성된다. 다이캐스팅 금형 설계에 있어서 탕도 설계가 제대로 되어야 입구에서부터 탕구까지 난류발생 및 공기의 혼입을 최소화하고 가공 오차를 줄일 수 있다. 먼저 탕도 단면적은 캐비티에 들어가는 유량과 유속에 결정적인 영향을 미치므로 매우 중요한데 탕구 단면적을 결정된 후 탕도 입구 단면적을 계산하게 된다.

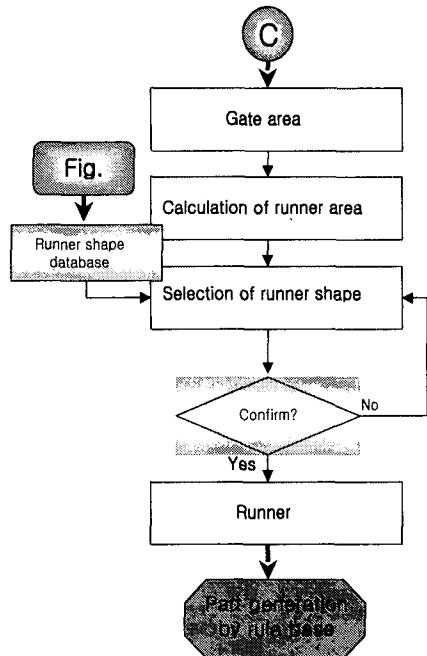


Fig. 8 Algorithm for runner design of die casting

Fig. 9은 여러 가지 탕도의 평면 형상을 나타내고 있다.

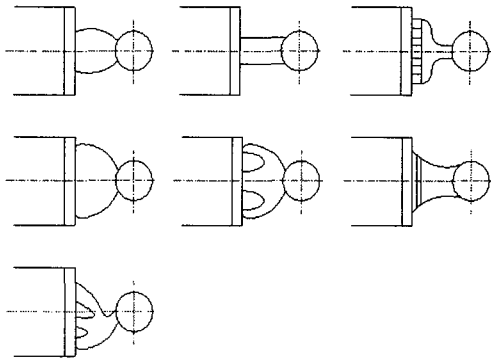


Fig. 9 Various shape of runner

탕도의 단면형상은 일반적으로 역사다리꼴 형상을 사용하며 Fig. 10에 나타내고 있다.

탕도의 단면적은 탕구 단면적의 4-5배로 하고, 깊이와 폭의 비는 1:1.5-3.0으로 설계하며 각도는 10-20°, 코너반경은 6mm이상으로 설계한다. 기본적으로 제품까지의 거리를 짧게하고, 직선이 되도록 설정한다.

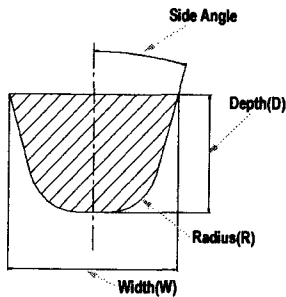


Fig. 10 Sectional shape of runner

5.3. 오우버플로우 및 에어벤트 설계

오우버플로우와 에어벤트는 일반적으로 같이 붙어있으므로 한쌍으로 설계하여 용탕의 흐름 및 충전을 개선한다. 오우버플로우와 에어벤트의 적절한 위치는 용탕의 흐름이 어려운 곳, 용탕의 합류점, 급형 온도가 통상 낮은 곳, 기공(porosity)이 발생하기 쉬운 곳, 압입된 용탕이 직접 닿지 않는 위치, 탕구로부터 떨어져 있는 곳에 설치하게 된다.

Fig. 11은 오우버플로우와 에어벤트 설계의 알고리즘을 나타내고 있다.

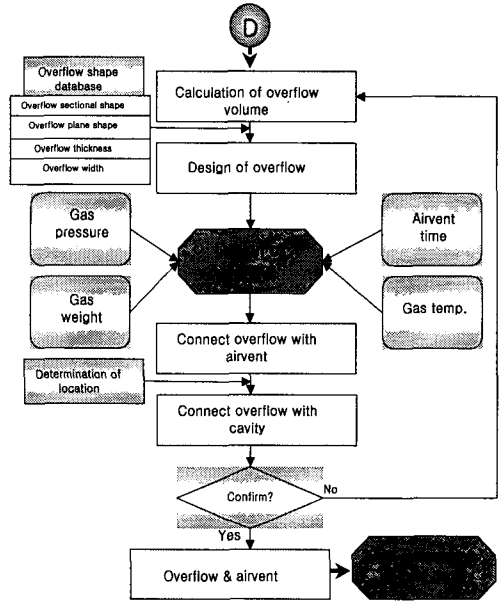


Fig. 11 Algorithm for overflow & airvent design of die casting

먼저 오우버플로우의 체적을 결정하고 오우버플로우의 단면형상, 평면형상, 두께, 폭이 포함되어 있는 데이터베이스로부터 형상을 결정하면 오우버플로우가 생성된다.

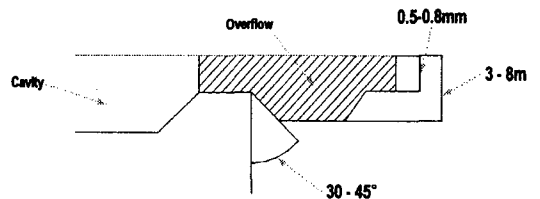


Fig. 12 Schematic drawing of general shape for overflow

가스압력, 가스온도, 가스 중량 등을 계산하여 에어벤트를 설계하고 생성된 에어벤트와 오우버플로우를 연결하여 하나의 형상으로 처리한다. 사용

자에 의하여 오우버플로우의 위치가 결정되면 연결 알고리즘에 의해 캐비티와 오우버플로우 그리고 에어벤트가 결합된다.

Fig. 12는 오우버플로우의 일반적인 단면 형상으로서 캐비티와 접합하는 부분은 제품의 완성 후 절단하기에 용이하도록 두께가 0.5-0.8mm 정도로 얇게하고 중앙의 두꺼운 부분은 3-8mm 정도로 하며, 이루는 각은 Fig. 12에서와 같이 30-45°로 한다.

5.4. 형상 결합(assembly) 알고리즘

다이캐스팅 금형설계에서 다이캐스팅 제품의 설계가 수행되고 나면, 탕구와 탕도, 오우버플로우와 에어벤트의 설계가 규칙에 따라서 수행되어 각 부분의 형상이 생성되게 되는데, 생성된 각 부분으로부터 주금형을 생성하기 위해서는 탕구와 캐비티, 탕구와 탕도, 캐비티와 오우버플로우, 오우버플로우와 에어벤트가 서로 결합(assembly)이 되어야 한다.

Fig. 13은 생성된 형상들을 결합하는 알고리즘을 나타내고 있다.

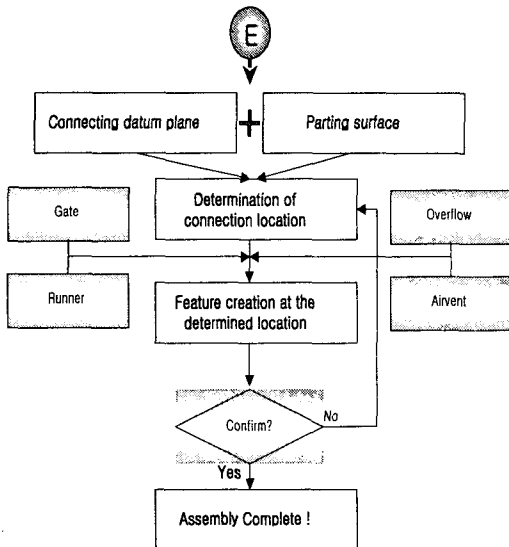


Fig. 13 General assembly algorithm for all parts

다이캐스팅 금형설계의 구조방안에서 탕구, 탕

도, 오우버플로우, 에어벤트는 제품의 분할면에 위치하므로 각각의 형상이 위치할 기준면이 결정되면, 이 기준면과 제품의 분할면이 교차하게 되어 각 형상의 위치가 결정된다.

형상이 놓여질 위치가 결정되면 이미 데이터베이스 및 규칙에 의해 생성되어진 탕구, 탕도, 오우버플로우, 그리고 에어벤트의 형상을 결정되어진 위치에서 생성하게 된다.

사용자의 확인을 거쳐 탕구-캐비티, 탕구-탕도, 캐비티-오우버플로우, 오우버플로우-에어벤트와 같이 각각의 형상이 결합되고, 원하는 형상의 다이캐스팅 캐비티가 생성된다.

5.5. 금형 생성(Die generation)

탕구-캐비티, 탕구-탕도, 캐비티-오우버플로우, 오우버플로우-에어벤트가 결합된 다이캐스팅 캐비티가 생성되면, 다이캐스팅 금형의 상·하 금형을 생성하게 되는데 이를 Fig. 14에 나타내고 있다.

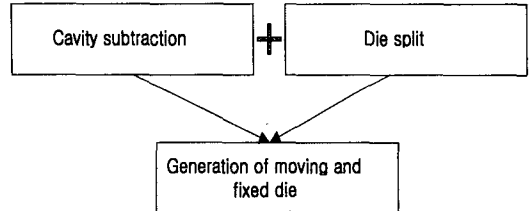
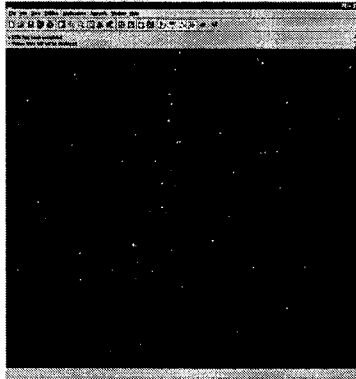


Fig. 14 Algorithm of die generation

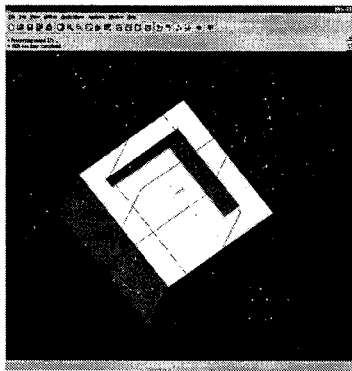
다이블록으로부터 캐비티를 취출(subtraction)하고 분할면을 기준으로 금형을 분리(split)하여 다이캐스팅의 고정측 금형과 가동측 금형을 생성하게 된다.

Fig. 15은 위와 같은 과정으로 간단한 형상의 캐비티를 생성하여 고정측 금형과 가동측 금형을 생성하는 과정을 보여주고 있다.

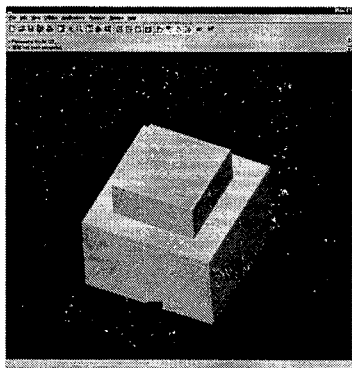
Fig. 15(a)는 상용 프로그램에서 다이블록과 캐비티를 모델링한 것을 보여주고 있으며, Fig. 15(b)는 다이블록에서 모델링된 캐비티를 취출하여 생성한 고정측 금형을 나타내고 있으며, Fig. 15(c)는 캐비티를 취출하여 생성한 다이캐스팅의 가동측 금형을 나타내고 있다.



(a) Modelling of cavity



(b) Generation of fixed die



(c) Generation of moving die

Fig. 15 Generation of fixed and moving die by cavity subtraction and die split

6. 결론

본 연구에서는 다이캐스팅 금형 설계 시스템에 관한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 설계자가 다이캐스팅 금형, 특히 탕도와 탕구 부분의 러너-게이트 시스템을 합리적이고 효율적으로 설계하기 위한 다이캐스팅 금형 설계 시스템의 알고리즘을 제시하였다.
2. 금형설계시 경험이 없는 초보자라도 다이캐스팅에 대한 약간의 지식만 있으면 전문가가 없어도 다이캐스팅 금형 설계를 수행할 수 있다.
3. 다이캐스팅 금형설계에 대한 경험적인 지식을 정량화하고 설계 절차를 정식화한 시스템을 개발하여 금형의 고정도화 및 납기 단축 등에 능동적으로 대처할 수 있도록 한다.

후기

본 연구는 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참고 문헌

1. H.H. Doehler, "Die Casting," McGraw-Hill Book Company, 1951.
2. 이지환, 황선광, 이두면, "다이캐스팅 머신메뉴얼," 원창출판사, 1995.
3. W. Zhang, S. Xiong, B. Liu, "Study on a CAD/CAM System of Die Casting," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 63, pp. 707-711, 1997.
4. J.P. Kruth, "Steps Toward an Intergrated CAD/CAM System for Mould Design and Manufacture: Anisotropic Shrinkage, Component Library and Link to NC Machining and EDM," Annals of the CIRP, Vol. 35, 1986.
5. M. Abrahams, M. Doble, "CAD/CAM Integration for producing injection moulds," ZWF Z. Wirtsch. Fertigung, Vol. 80, No. 9, pp. CA60-62, 1985.
6. G. schaffer, "Computer design of progressive

- dies," Am. Mach. Vol. 22, pp. 73-75, 1971.
7. 최재찬, 김병민, 김성원, "축대칭 부품에 대한 열간단조의 공정 및 금형설계에 관한 연구(I)," 소성가공, 제1권, 제1호, pp. 20-32, 1992.
 8. 최재찬, 황상무, 김영호, "항공기구조물 정밀단조품의 공정설계 기법개발," 한국과학재단목적기초 1, 2차 중간보고서, 1993.
 9. 최재찬, 김병민, 김철, 이승민, "스테이터 및 로터의 블랭킹에 관한 공정 설계 및 금형설계 시스템," 한국정밀공학회지, 제13권, 제8호, pp. 40-51, 1996.
 10. 김기영, "다이캐스팅 금형설계(I)-탕도계의 설계," 한국주조공학회지, 제19권, 제2호, pp. 178-188, 1999.