

技術資料

회주철의 주조방안

정금채

Casting Design and Pattern Design

K. C. Chung

1. 서 언

주물을 기술적이고 경제적인 면에서 최고의 품질로 생산하기 위한 방안을 넓은 의미로서의 주조방안이라고 할 수 있다.

예를 들어 용해, 주물사, 조형, 모형, 모형방안, 주입방법 등 주물을 제조하는데 필요한 모든 공정을 주조방안으로 분류하며 이중 주조방안 중 모형방안을 집중고찰함으로써 현장에서 주물 생산에 일부 보탬이 되었으면 한다.

2. 모형방안

2.1 모형재질

기계조형에서 모형은 금형 또는 수지형으로 만들어지며 목형은 원칙적으로는 안된다. 단, 탕도, 주입구 압탕 등은 목형으로 만들어 어떠한 방안형상 등은 최종적으로 결정된 시점에서 금형상태로 변경될 수 있다.

표 1. 모형의 재질선정과 수명.

재 질	수 명(mould)
목 형	50
수 지 형	30000
Al 형	50000
Cu합금형	150000
주 철 형	100000

2.2 모형의 배치

모형의 배치를 주형내에 어떻게 배치할 것인가는 생산성을 결정하는 주요한 요인이 된다. 조

형상자와 제품간의 주물사의 간격 등의 주의가 필요하고 탕구 탕도 등의 위치를 고려하여 배치를 해야 한다.

표 2. 중물라인의 경우 조형상자와 제품과의 주물사 간격.

모형높이	주물사 간격
$H \leq 30$	$A \geq 40$
$30 < H \leq 80$	$A \geq 50$
$H > 80$	$A \geq 70$

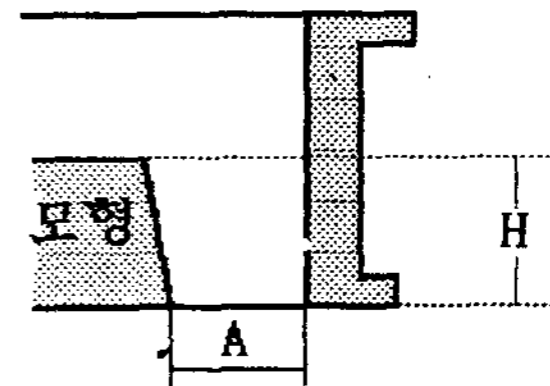
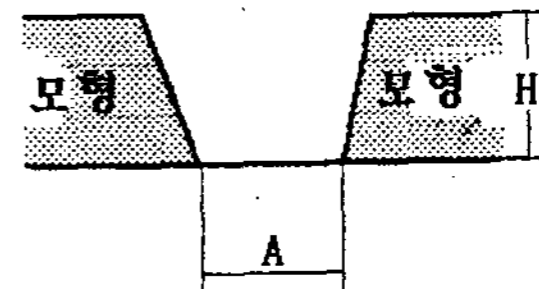


표 3. 중물라인의 경우 제품간의 주물사 간격.

모형높이	주물사 간격
$H \leq 20$	$A \geq 20$
$H > 80$	$A \geq H$



2.3 수축여유 (contraction rule)

대동금속(주)
기술상 수상기념 강연

표 4. 일반적인 수축여유.

재	질	수축여유
회 주철		8~10/1000
구상흑연주철		10~12/1000
주강		14~20/1000
동합금		10~12/1000
Al합금		8~13/1000

2.4 형 빼기구배

표 5. 기계조형의 경우 형빼기 구배.

구분	빼기구배
외형빼기구배	1~3/100
내형빼기구배	1~5/100

3. 탕구압탕계 각부 명칭

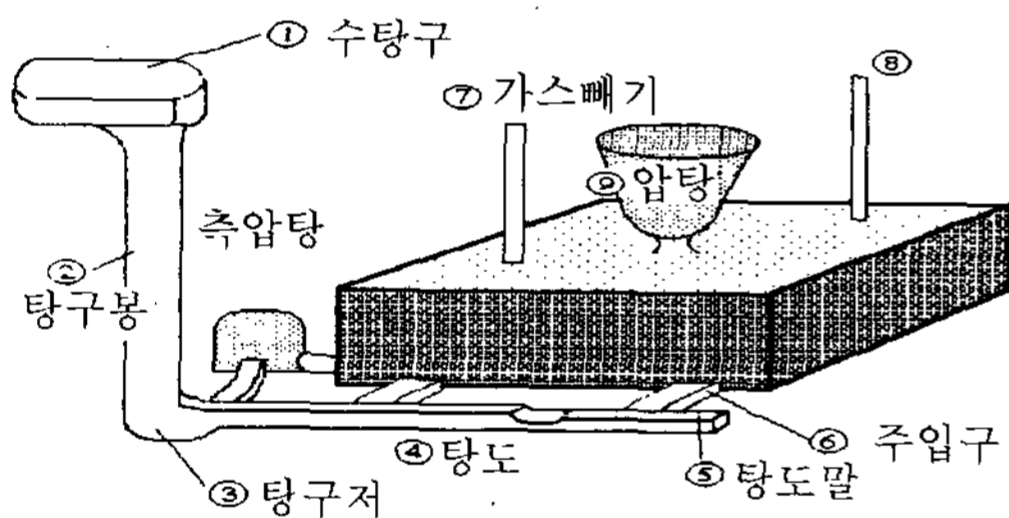


그림 1. 탕구압탕계의 구조 및 각부 명칭.

- 1) 수탕구(pouring cup) : 주입시 슬랙이나 이물질 등을 제거하여 주입용탕을 깨끗하게 해주며 탕구봉을 통해서 용탕이 끊이지 않도록 일정하게 주입되는 역할을 한다.
- 2) 탕구봉(sprue) : 용탕을 유도하는 역할을 하며 단면은 원형으로서 기계조형은 주로 아래부분 직경보다 윗부분이 크게 설계되어 진다.
- 3) 탕구저(sprue base) : 탕구봉에 의해 주입된 용탕의 난류현상을 없애고 shock를 없애는 역할을 한다.
- 4) 탕도(runner) : 탕구에서 주입된 용탕을 유연하게 분배하여 통하게 하고 슬랙이나 불순물을 제거하는 역할을 한다.
- 5) 탕도말(runner extention) : 최초로 들어간

저온의 용탕이 직접 주입구에 들어가는 것을 방지하고 슬랙 등 불순물을 잡아주기 위해 탕도 끝부를 연장한다.

6) 주입구(ingate) : 주형내부 용탕이 유입되기 전 이곳은 가장 중요한 부분으로서 크기라든가 방향, 위치 등은 주물의 성패를 좌우한다.

7, 8) 가스 빼기(vent, flow off) : 주형내 가스, 이물질 등을 빼내는 동시에 주입된 용탕의 양을 확인한다.

9) 압탕(riser) : 용탕의 응고수축에 의해 가스로 발생하는 주물수축 방지를 위해 그 부분에 용탕보충 역할을 하고 기계조형에서는 측압탕으로도 사용될 수 있다.

4. 주조방안 검토(일반적인 생형 process)

4.1 주입시간

$$T = S \sqrt{W} \tag{1}$$

T : 주입시간(sec)

S : 주물두께 의해 결정되는 계수

W : 주입용탕중량(kg)

표 6. 제품두께별 S.

평균제품두께	S
2.8~3.6	2
4.0~8.0	2
8.2~15.6	2

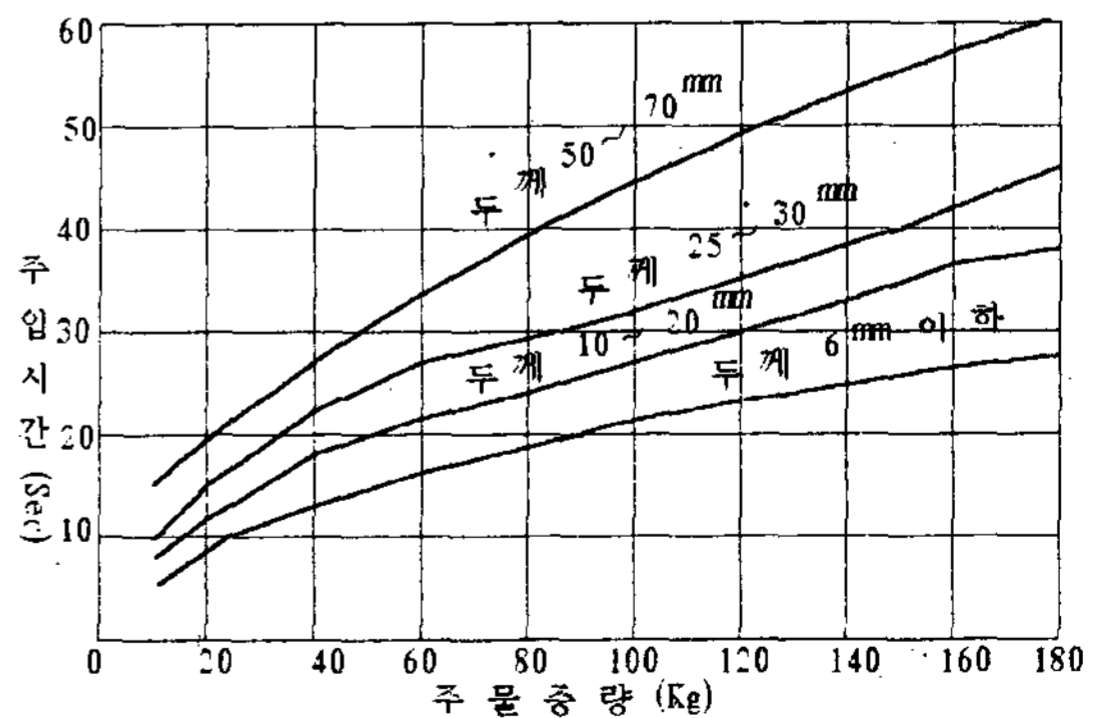


그림 2. 주입시간과 주물중량의 관계

그림 2에 표시한바와 같이 주입중량과 주입시간의 관계를 이용해서 산출한다.

4.2 주입속도

이론적인 주입속도는 (2)의 식에 의해서 구한다.

$$V = \mu \sqrt{2gH} \quad (2)$$

H : 탕구의 높이(cm)

V : 유량계수(V:0.35~0.8)

μ : 0.35~0.8

g : 중력가속도(980cm/sec²)

4.3 탕도, 주입구의 검토와 탕구비의 결정

용탕은 주물에 대해서 많은 주입구로부터 같은 모양으로 유입되도록 하는 것이 이상적이다. 전체의 주입구로부터 같은 모양으로 용탕이 들어가기 위해서는

- 1) 탕도를 확장해서 용탕의 와류를 적게 한다.
- 2) 탕도말 가까이 주입구를 흐름에 대해 저항을 크게 하여 전체 압력을 올리게 한다. 탕구, 탕도, 주입구의 단면적의 비가 다음 그림 3과 같이 대·중·소가 중·대·소로 되도록 할 필요가 있다.

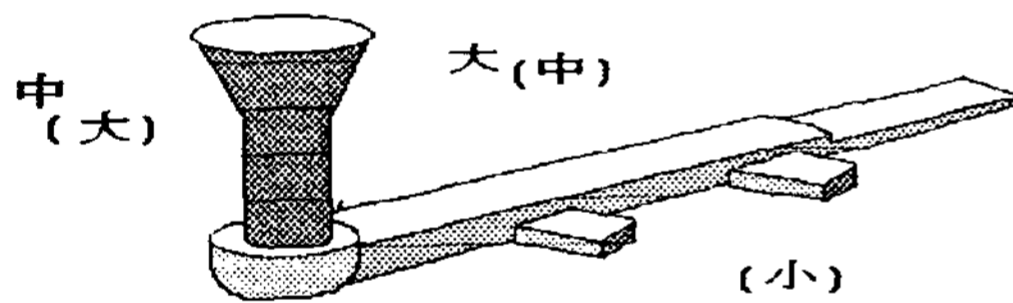


그림 3. 탕구, 탕도, 주입구의 단면적비.

일반적인 주철의 경우의 탕구비로서는 탕구, 탕도, 주입구 순서에 의해서 그 단면적은 차츰 적어지도록 하는 것을 통례로 하고 있지만 각 연구자에 의해서 여러가지 탕구비가 발표되고 있다. 표 7에 그 탕구비를 표시한다.

표 7. 주물의 재질별 탕구비.

재질별	탕 구 비	비 고
주철	1:0.7:0.5	보 통
	1:0.9:0.8	
	1:1.2:0.9	
	1:0.95:0.9	
가단 주철	1:0.5:2.45	후 육 박 육
	1:0.67:1.67	
주강	1:0.8:0.6	Hess
	1:1:1	
Al	1:2:1	Johnson
	1:2:4	
Al 청동	1:4:4	Eastwood
	1:6:6	

4.4 주입구의 총 단면적

목표 주입시간 내에 주입이 종료되어 얻어진 주입구의 총 단면적을 구한다.

$$\text{주입구의 총 단면적} = \frac{W}{V \cdot d \cdot t} \quad (3)$$

W : 주입중량

V : 주입구를 통하는 용탕의 흐름속도(cm/s²)

T : 주입시간

d : 주철의 밀도(0.0070~0.0072kg/m³)

주입구의 단면적 총계를 기본으로 해서 탕구, 탕도의 단면적을 구할 필요가 있다. 예를 들면 탕구비 1:0.9:0.8의 경우

$$\text{탕구단면적} = \text{주입구의 총 단면적} \times 1/0.8$$

$$\text{탕도단면적} = \text{주입구의 총 단면적} \times 1/0.9$$

4.5 탕도계 기타 조건

표 8. 탕도와 주입구 간격 또는 탕구에 대한 탕도의 최대길이.

탕구직경(d)	탕구단면적	l	L
25φ	20×20	150mm 이하	600mm 이하
35φ	30×30	250mm 이하	1000mm 이하
45φ	40×40	500mm 이하	2000mm 이하
55φ	50×50	700mm 이하	3000mm 이하

4.6 탕도 쇼크부와 탕구 쇼크부 단면적

1) 탕구에서 낙하하는 용탕의 유속을 줄여주기 위하여 쇼크(choke)를 설계한 경우이며 탕도에 설계할 경우 쇼크부의 폭은 두께의 3~4배로 한다.

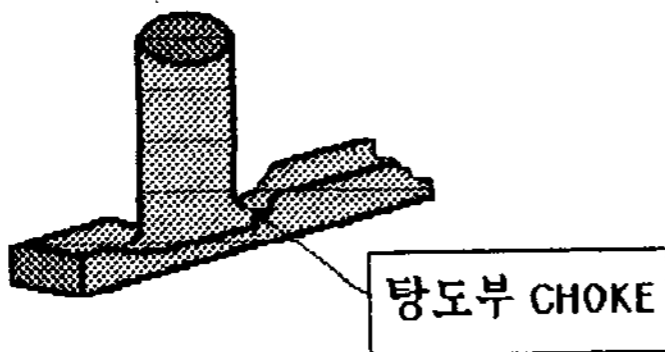


그림 4. 탕도 쇼크부와 탕구 쇼크부 단면적.

예) 쇼크 단면적 = 5cm^2 의 경우
 쇼크부의 두께 $x\text{cm}$ 로 하면 $x^2 = 5\text{cm}^2$
 $x \approx 1.3$
 쇼크부의 폭 = $1.3 \times 3 \approx 4\text{cm}$
 쇼크부의 길이 = 폭 $\times 1.0 \sim 1.5$
 $= 4\text{cm} \times 1.5 = 6\text{cm}$
 탕도의 단면적 = 쇼크면적 $\times 3$ 배
 $= 5\text{cm}^2 \times 3 = 15\text{cm}^2$
 주입구 단면적 = 쇼크면적 $\times 2 \sim 3$ 배
 $= 5\text{cm}^2 \times 2 = 10\text{cm}^2$

2) 탕구 쇼크면적을 구할 시 용탕의 유량으로부터 면적을 구하는 방법과 도표에 의해 구하는 방법이 있다.

$$A = \frac{W}{P \cdot C \sqrt{2gH}}$$

$$T = \frac{W}{P \cdot C \cdot A \sqrt{2gH}}$$

T : 주입속도 (kg/s^2)

W : 주입중량

A : 탕구 쇼크 단면적 (cm^2)

P : 유체의 밀도 (kg/m^3)

C : 속도계수

H : 유효고 높이

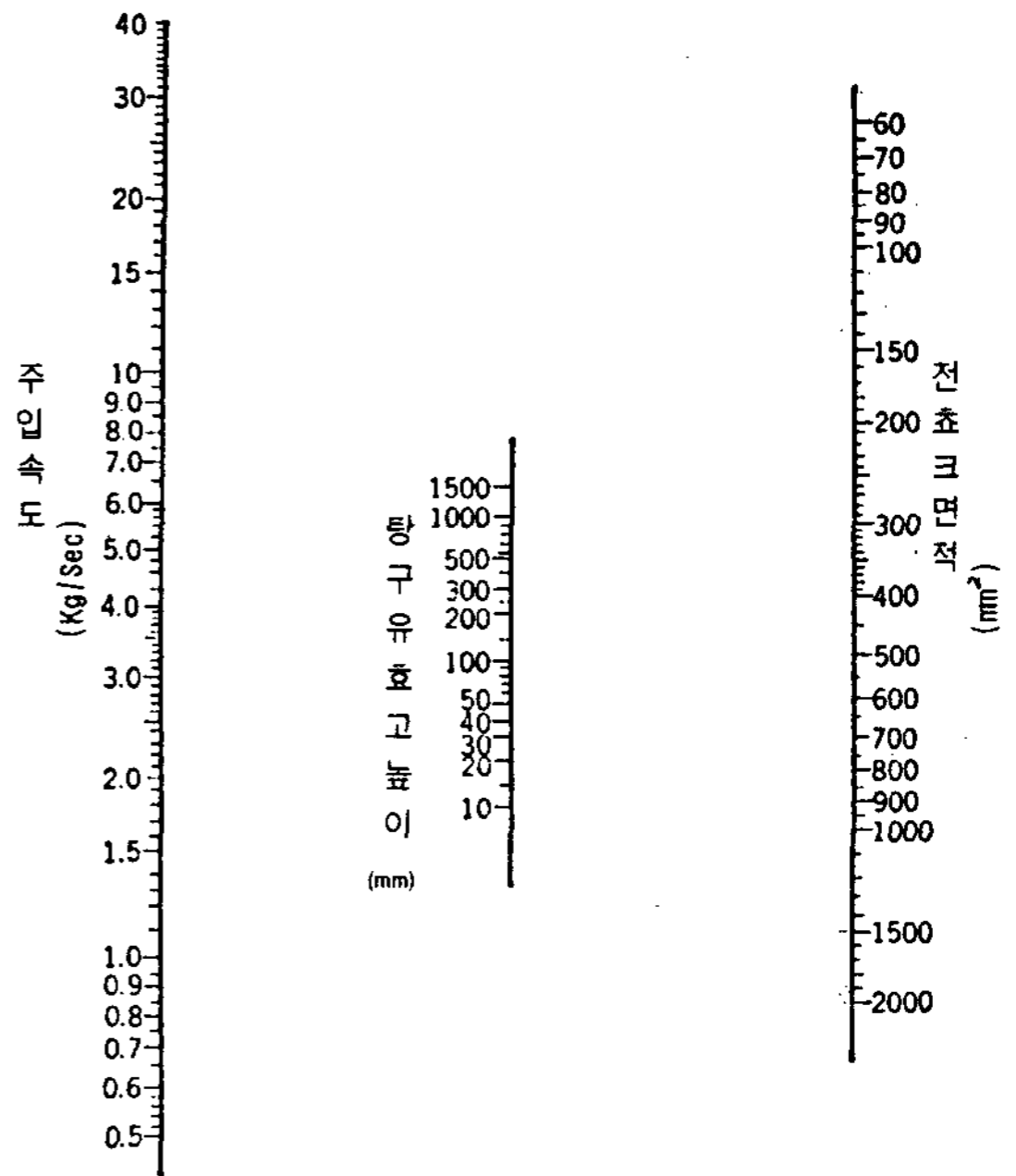


그림 5. 계산도표.

4.7 압 탕

압탕의 목적은 접속부내에서 용탕을 길게 용융 상태로 유지하여 주물전체가 응고될 때까지 용탕 보급을 연속할 수 있어야 한다.

측면압탕으로서 대표적으로 사용되고 있는 shrink bob 방식과 connor형의 압탕이 있다.

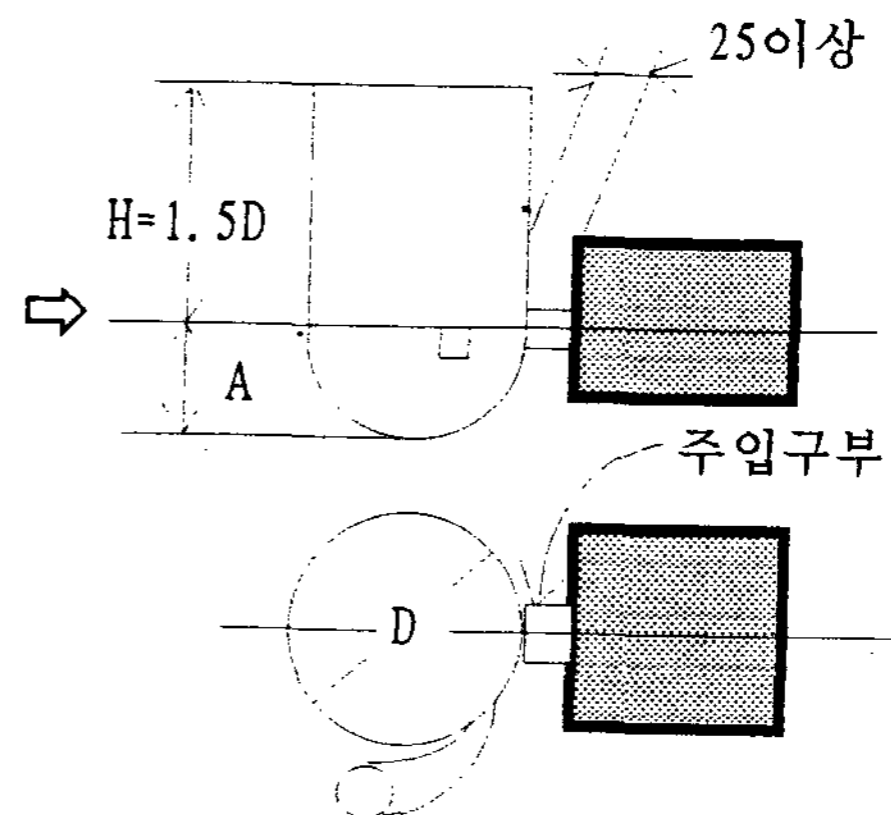


그림 6. Shrink bob 방식.

1) Shrink Bob

① 주입구부 : 주입구부는 탕의 응고를 지연시켜서 용탕보급이 충분하게 되어지도록 길이를 짧

조 건	C
1조의 탕도 압탕에서의 주입	1
2조탕도(굴곡형) 다수의 주입구	1
2조탕도(90° 굴곡형) 다수의 주입구	1
탕구저, 탕유가 없는 것	0.4~0.5

계(20mm 이하) 할 필요가 있다.

② 압탕 : 압탕의 직경은 주물의 크기와 주입되는 용탕의 성질에 의해서 설정되지만 일반적으로 압탕의 단면적은 용탕보급을 요하는 주물 단면적의 60~80%이다.

③ 탕도와 탕구 : 탕구와 압탕에 연결된 탕도는 압탕이 있기 직전 좁혀지게 하여 압탕에 의해서 절선방향으로 설계되어 유입되는 용탕이 되도록 하여 불순물이 압탕의 중앙에 집합되도록 부상시킨다.

2) 걸치기 방식(걸치기 gate)

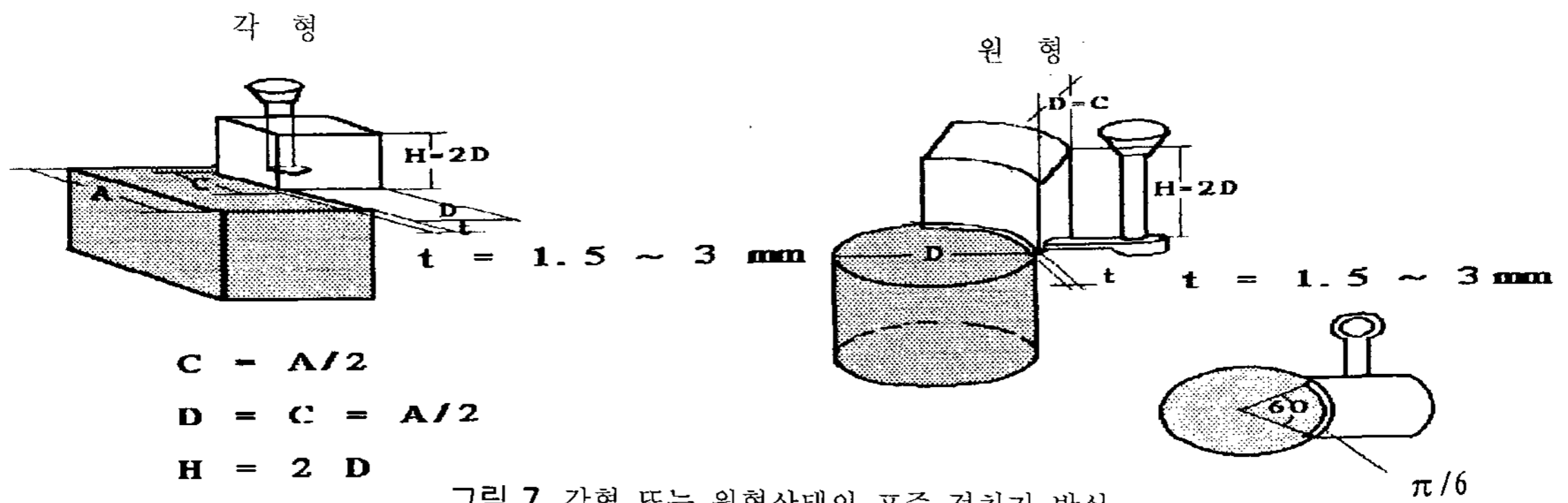


그림 7. 각형 또는 원형상태의 표준 걸치기 방식.

3) 압탕크기의 결정

주물의 냉각속도로부터 압탕크기를 그림 9에 의하여 결정한다.

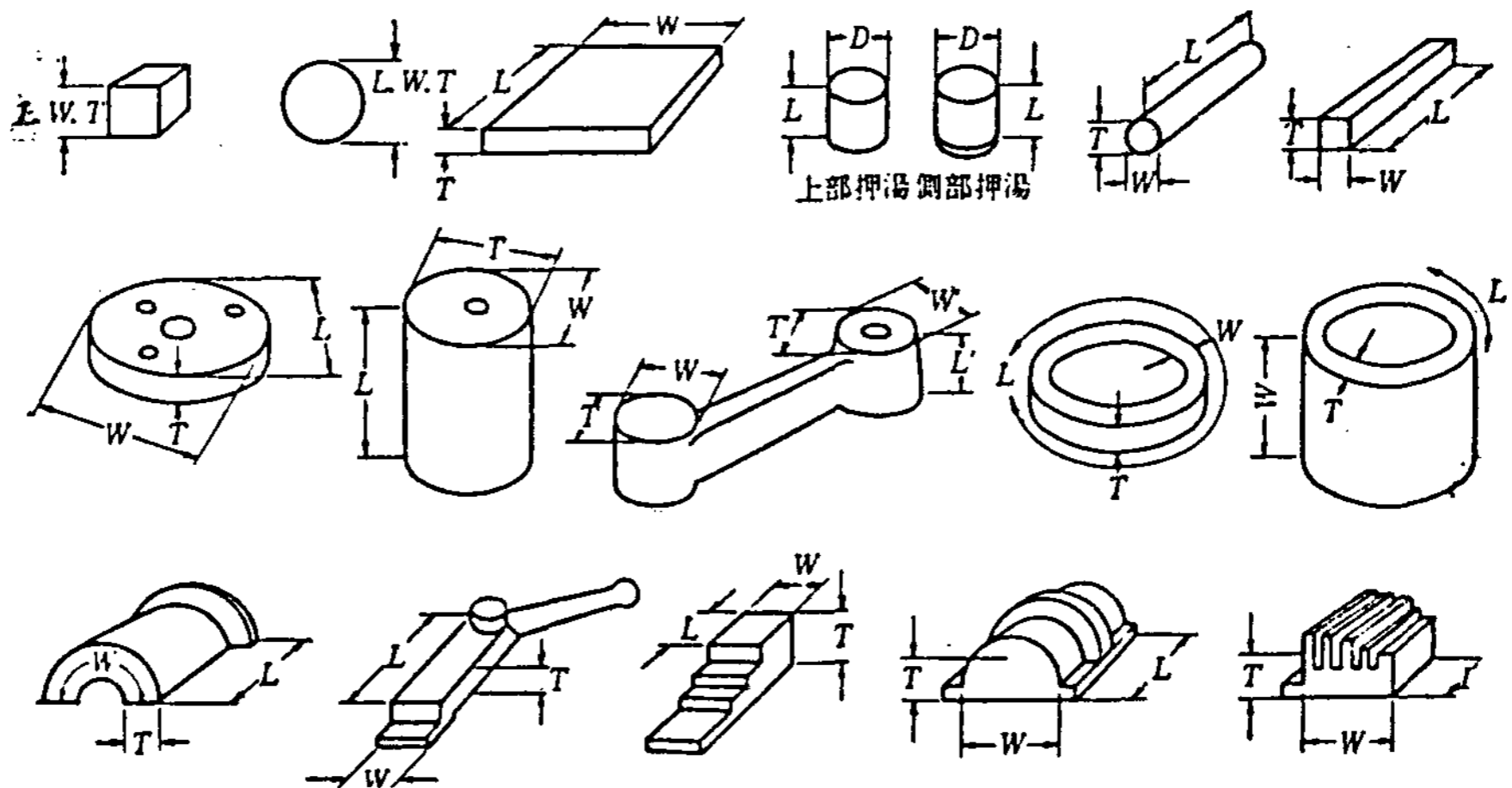
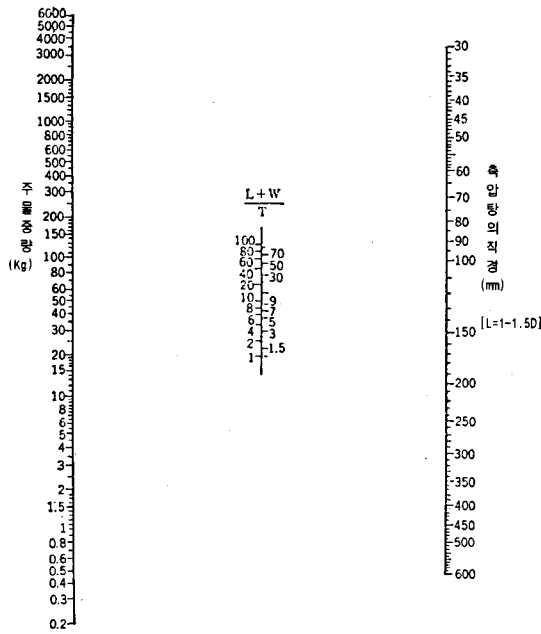


그림 8. 여러가지 형상에 대한 L, W, T의 결정방법의 예



GC 200, GC 300 회주철

형상계수 $\frac{L+W}{T}$ 는 주물중량에서 압탕을 구한다.

표 9. Shrink bob형 탕구계 치수