

SHELL MOULD PROCESS

金 成 燮*

1. Shell Mould 鑄造法이란?

Shell Mould 法の 發達은 1944 年 2 月 1 日 獨逸 함부르크의 Johannes Croning 이 基本特許를 도이치 政府에 No. 48699 로 登錄하므로써 표시를 이루었고 이 出願은 第 2 次 大戦中 도이치 政府로부터 秘密裡에 받아들여져서 Haller Werke AG 에 의하여 8cm 의 수류탄 제조에 사용하였다. 戰爭이 끝나고 이 技術은 美軍에 알려지게 되었고 이 特許의 明細는 P.B Report, 832934 로써 美国聯邦圖書官에 保存되었다. 또한 이 技術은 試驗을 거듭해서 FIAT 最終報告書 1168 号 (1947. 5. 30.) 로 發表되었다.

日本에서는 1950 年 12 月 美国으로 부터 導入하여 Shell Mould 法에 對한 基礎研究에 着手 "池貝鑄物" (1951.7) 이란 報告書로 日本鑄物協會에 發表하고 1952 年 8 月 Resin 20% 添加하여 Bending strength는 川砂로 17 kg/cm 의 結果를 報告하였다.

現在는 Resin 3% 로써 80 kg/cm 의 강도를 내고있는 것에 比하면 큰 差異가 있다. 韓國은 20 餘年前 国立工業 研究所에서 技術研究에 着手하였고 10 餘年前부터 群少 maker 別로 中子를 시험생산하였다.

셀몰드의 特徵은 ① 未熟練工도 쉽게 造型할 수 있다. ② 安定된 品質을 얻을 수 있다. ③ 製品이 깨끗하고 치수가 正確하다. ④ 機械化가 容易하다.

이와같은 特徵을 갖고있기 때문에 自動車나 家電製品等과 같이 大量生産을 要하는 分野에 適合하여 많이 採用되고 있다.

Shell Mould 法을 간단히 說明하면 乾燥된 硅砂에 Phenol Resin을 被覆시켜 Coated Sand 를 만들고 이것을 加熱된 金型에 燒結시켜 Shell 型을 만들어 여기에 鑄込하는 方法이다. 따라서 一般生型과 같이 硅砂에 粘結劑와 물을 添加하여 造型한 것과는 달리 型重量이 가볍고 強度가 높고 通氣性이 優秀하기 때문에 鑄物不良이 거의 없으며 安定된 品質로 多量生産할 수 있다.

2. Coated Sand 製造

(1) Coated Sand 用 材料

Coated Sand 를 製造하기 위하여는 原材料로써 Silica Sand (硅砂)와 Phenol Resin이 있으며 添加材料로써는 Hexa Methylen Tetramine과 Stearic Acid Calcium 등이 있다.

(가) 硅 砂

硅砂는 海砂, 川砂, 人造硅砂等 SiO_2 를 主成分으로 한다. 다만 어떤 産地에서 産出된 硅砂이건 Shell Mould 用 硅砂로서는 다음과 같은 條件을 具備해야만 한다.

① 石英 (SiO_2) 分の 純度는 92% 以上일것

純度가 높은 硅砂는 表面도 깨끗해서 Shell 強度가 높다.

② Shell 強度의 面에서 粒形은 둥근것이 좋다.

③ 粒度分布는 3~4 Screen 의 것이 理想的이며 平均粒度指數는 50~120 이 좋다.

* 起亜産業株式会社 鑄造部 次長
주물기술 Vol. 3, No. 1 (1979)

④ 粘土分은 0.35 % 以下가 要望됨.
Shell 強度에 가장 惡影響을 미치는 것
은 Kaolinite, Bentonite 等の 粘土鉍物
이기 때문에 이것을 除去하는데 힘써야 한
다.

⑤ 硅砂에 包含되어 있는 湿分, 水
分은 有害하므로 粘結劑인 Resin 의 効能
을 劣化시키므로써 적어도 주위의 상대온
도와 평형을 가질때까지 乾燥할 必要가 있
다.

나. 硅砂의 粒度分布 및 粒度指數

鑄型用 硅砂는 粘土分을 2% 未滿
으로 規定하고 있으며 種類는 天然硅砂와
人造硅砂로 나누고 化学成分에 依하여 6
種類로 分類하고 粒度는 10 号에서 100 号
까지 10 号 등급으로 나눈다.

<表 1> 化学成分에 依한 分類
(日本)

	化学成分	不純物の 化学成分		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO+MgO
1種	98以上	0.5以下	1.0以下	1.0以下
2種	96~98	1.0 "	2.0 "	1.5 "
3種	93~96	1.5 "	4.5 "	2.0 "
4種	90~93	2.0 "	6.0 "	2.5 "
5種	85~90	3.0 "	8.0 "	3.0 "
6種	70~85	5.0 "	15.0 "	5.0 "

<表 2> 粒度分에 依한 分類 (日本)

号 別	체 (篩) 의 呼称 치수 (μ)	() 内는 mesh	peak 의 總량비 %	3 Sieve 總량비 %	備 考
10 号	2380 (8)	[1680](10)	1190 (14)	40 이상	70 이상
14 号	1680 (10)	[1190](14)	840 (20)		
20 号	1190 (14)	[840](20)	590 (28)		
28 号	840 (20)	[590](28)	420 (35)		
35 号	590 (28)	[420](35)	297 (48)	30 이상	
48 号	420 (35)	[297](48)	210 (65)		
65 号	297 (48)	[210](65)	149 (100)		
100 号	210 (65)	[149](100)	105 (150)		
150 号	149 (100)	[105](150)	74 (200)		
200 号	105 (150)	[74](200)	53 (270)		

() 内는 peak 를 表示함.

〈表 3〉 各国의 標準 筛와 粒度 系数

日			本			美			英			独			西						
JIS			学 振 法			Tayler			A. S. T. M			B. S. A			D. I. N			AFNOR			
mesh No	号 称 (μ)	筛孔尺寸 (mm)	粒度系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数	mesh No	筛孔尺寸 (mm)	系数
6	3,360	3.36	4.4	6	3.4	0.25	6	3.327	4.4	6	3.36	3	5	3.36	3	-	73.0	3	-	-	3.15
8	2,380	2.38	7.8	8	2.5	0.35	8	2.362	7.8	8	2.38	-	7	2.4	-	-	-	-	-	-	2.5
10	1,680	1.68	11.1	10	1.7	0.5	10	1.651	11.1	12	1.68	6	10	1.68	6	4	1.5	6	4	1.5	1.6
14	1,190	1.19	15.7	14	1.2	0.7	14	1.168	15.7	16	1.19	-	14	1.20	-	-	-	-	-	-	1.25
20	840	0.84	22.3	20	0.85	1.0	20	0.833	22.3	20	0.84	10	18	0.853	10	6	1.0	9	6	1.0	0.80
28	590	0.59	31.6	28	0.6	1.4	28	0.589	31.6	30	0.59	20	25	0.60	20	10	0.6	17	10	0.6	0.63
35	420	0.42	44.8	35	0.4	2.0	35	0.417	44.8	40	0.42	30	36	0.42	30	16	0.4	31	16	0.4	0.40
48	297	0.297	63.1	48	0.3	2.8	48	0.295	63.1	50	0.297	40	52	0.294	40	20	0.3	41	20	0.3	0.315
65	210	0.210	89.3	65	0.21	4.0	65	0.208	89.3	70	0.210	50	72	0.210	50	30	0.2	52	30	0.2	-
100	149	0.149	126.1	100	0.15	5.4	100	0.147	126.1	100	0.149	70	100	0.152	70	40	0.15	71	40	0.15	0.16
150	105	0.105	178.3	150	0.11	8.0	150	0.104	178.3	140	0.105	100	150	0.104	100	60	0.10	103	60	0.10	0.1
200	74	0.074	253.0	200	0.075	11.2	200	0.074	253.3	200	0.074	140	200	0.076	140	80	0.075	146	80	0.075	0.08
270	53	0.053	356.6	270	0.053	15.7	270	0.053	356.6	270	0.053	200	300	-	200	100	0.06	186	100	0.06	0.05
Pan	-	0.02	620.5	Pan	-	27.4	Pan	-	620.5	Pan	0.020	300	-	-	-	Pan	-	281	Pan	-	Pan
○ 美国 Tayler 法과 비슷함			○ 日本学术振興会制定			U.S. Sieve 임 A.F.S 法과 同一															

<表 4 > 粒 度 分 布 (例)

mesh	48	65	100	150	200	270	Pan
分粒度 (%)	4.0	8.8	29.4	36.6	14.8	5.4	1.0

<表 5 > 粒 度 指 数 計 算 (例)

日 本 (J I S)				U · S (A S T M)			
mesh	C 粒度系数	W 分粒度 %	C × W	mesh	C 粒度系数	W 分粒度 %	C × W
48	63.1	4.0	252	50	40	4.0	160
65	89.3	8.8	786	70	50	8.8	440
100	126.1	29.4	3707	100	70	29.4	2058
150	178.3	36.6	6526	140	100	36.6	3660
200	253.0	14.8	3744	200	140	14.8	2070
270	356.6	5.4	1926	270	200	5.4	1080
pan	620.0	1.0	621	pan	300	1.0	300
		+) 100	+) 17562			+) 100	+) 9770

日本 粒度指数 $F = \frac{\sum C \times W}{\sum W} = \frac{17.562}{100} \approx 176$

美国 $F = \frac{9770}{100} = 97.7$

1.80

※ JIS와 U·S의 粒度指数 換算 (例)

JIS	U·S	
63.1	40	= 1.57
89.3	50	= 1.78
126.1	70	= 1.8
178.3	100	= 1.78
253.0	140	= 1.83
356.6	200	= 1.78
620.5	300	= 2.07

} ≈ 1.80

(다) Resin

「베크라이트」라는 이름을 들어보았으리라 믿지만 이것은 Phenol Resin 이란 것으로 Plastic 製品으로는 가장 오래전에 개발된 것이다. 이 Phenol Resin 은 Phenol 類에다 Aldehyde 類를 반응시켜서 만든것이다. 현재 공업적으로 널리 쓰고있는 Phenol Resin 은 大別 해

서 2 種類가 있다. 하나는 노블락 type 이고 다른 하나는 레졸 type 이라 부른다. 이것들의 基本的인 相違点을 表 6 에 나타낸다.

Shell Mould 에 利用되고 있는 것은 主 主로 novolac type 의 것이 있지만 一部 Resol type 것도 併用된 것이 있다.

<表 6> Novolac과 Resol의 比較

項目 Type	촉매	mol比	性 質
Novolac	酸	<1	硬化劑添加로 硬化, 貯藏安定
Resole	alkali	>1	加熱만으로 硬化, 貯藏不安定

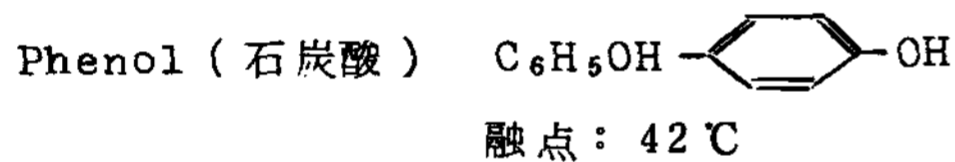
$$\text{mol比} = \frac{\text{Formaldehyde}}{\text{Phenol}}$$

(A) Resin 原料

Phenol Resin의 主原料는 Phenol類와 Aldehyde類이지만 其以外에 促媒, 變性劑, 滑劑, 熔劑等에 使用된다.

(1) Phenol 類

Phenol Resin의 製조에 使用되고 있는 Phenol類로는 페놀그레솔, 기시레솔, 페닐페솔, 버스페놀, 등이 있지만 工業적으로 使用된것은 주로 Phenol이다.



옛날에는 石炭 Tar을 分溜한 分溜 Phenol을 쓰고있지만 오늘날에는 完全히 石油化学工業에서의直接 合成하고 있다.

(2) Aldehyde 類

Phenol Resin의 製造에 使用되고 있는 Aldehyde類로는 一般으로 Formaldehyde類가 使用되고 있다. 이 Formaldehyde는 보통 Foramiline 과 Faraholm의 形式로 使用되고 있다.

① Formaline : H · CHO

공업용 포름알데히드는 포르마린이라 부르고 37%의 수용액으로써, 使用되고 있다. 그中에는 輸送이나 貯藏時 變質을 防止하기 위하여 methanol을 8~15% 添加하고 있다. Formaline은 대단히 자극적인 냄새가 강하고 눈, 코, 호흡기의 粘膜을 나쁘게 하기때문에 Phe-

mol과 같이 그 취급에는 充分히 注意해야한다.

② 파라ホル름 (CH₂O)_n H₂O

호름알데히드를 중합해서 固体狀으로 된것을 파라ホル름이라고 한다.ホル름알데히드分을 80~90% 함유하고 있다. 이파라ホル름을 가열하면 分解해서ホル름알데히드로 되기 때문에 水分이 적은ホル름알데히드를 필요로 할때 使用한다.

(3) 變性劑

Phenol Resin은 Shell Mould用 Resin으로써 좋은 特性을 가지고 있지만 部分的으로는 더욱 改善을 필요로 하는것이 있다.

이와같은 경우에는 Phenol Resin과 珉화하기 쉽고 필요한 特性을 가진 物質을 加하는것이 생각되어진다.

이와같은 目的으로 리구닌이나 빈졸을 利用하고 있다. 리구닌은 Valve의 珉액으로부터 製成된 茶褐色의 粉末로써 이러한 配合에 의해서 Shell Mould의 耐熱性이 改良된다. 빈졸은 소나무가지 結核에서 製成한 황갈색粉狀의 熱可塑性·物質로 이것을 給속한 Resin은 Shell Crack防止의 役割을한다.

(4) 促媒 및 中和劑

Phenol Resin은 대체로 페놀과ホル름알데히드를 原料로 해서 製成되지만 이러한 Phenol과ホル름알데히드 만으로는 가열해도 레진化 반응은 거의 進行하지 않는다.

Resin化 반응에는 反應촉진제으로써 酸이나 Alkali를 必要로 한다.

마지막 促媒로써 酸이나 Alkali가 必要하나 Phenol Resin의 경우 酸促媒로 novolac Alkali촉매로 레졸이 生成된다. Phenol Resin製成으로써 一般적으로 使用되고 있는 촉매를 열거해보면

酸性促進劑 (노불락用) : 酸鹽, 유산, 수산인산

alkali 성촉매 (레졸用) : 수산화나트륨, 수산화칼슘, 암모니아水, hexamethylentetramine,

Resin 化 반응이 희망하는 곳 까지 진행하면서 반응의 정지를 위해서 신촉매의 경우는 알칼리에 중화제로써 中和한다.

(口) 메타놀 (methyle alcohol·CH₃OH)

액상 Resin 은 고형의 페놀레진을 용제에 용해시킨다. 그 용제로써 보통은 methanol 을 사용하고 있다. methanol 은 火災의 위험성이 있기때문에 그 취급에는 특히 주의할 필요가 있다.

(나) Wax 類

Dry Hot 用 固形 Resin 에는 砂, Resin 혼련時의 마찰저항을 감소하던가 Coated Sand 의 流動性을 좋게 하기 위하여 Wax 를 添加한다. Wax 로써는 表(7) 에 表示한것과 같은 비스아마이트系의

<表 7 > 비스아마이트系 Wax

品名	化學式	融點
메틸렌비스아마이트	$H_{35}C_{17}-\overset{\overset{O}{ }}{C}-\overset{\overset{H}{ }}{N}-\overset{\overset{H}{ }}{C}-\overset{\overset{H}{ }}{N}-\overset{\overset{O}{ }}{C}-C_{17}H_{35}$	138 °C 以上
에틸렌비스아마이트	$H_{35}C_{17}-\overset{\overset{O}{ }}{C}-\overset{\overset{H}{ }}{N}-\overset{\overset{H}{ }}{C}=\overset{\overset{H}{ }}{C}-\overset{\overset{H}{ }}{N}-\overset{\overset{O}{ }}{C}-C_{17}H_{35}$	142 °C 以上

合成蠟이 使用되고 있다.

액상 Resin 의 경우 Resin 中에 Wax 는 添加하지 않고 砂混練時에 혼련기에 직접 넣는다. 또한 Coated Sand 의 最終工程에서 Coated Sand 의 流動性, 造型時의 離型性을 向上시키기 위하여 스테아린산칼슘 [(C₁₇H₃₅COO)₂Ca] 을 加한다.

(B) Shell Mould 用 Resin 의 形態 Shell Mould 用 Resin 을 粉末狀, 液狀 固形 (flake, tablet, Shot 狀) 이 있고 Resin 의 형태에 適當한 使用법이 있다.

상세한 것은 表(8)과 같다.

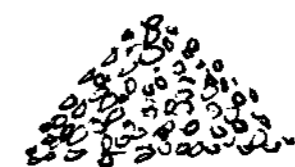
粉末狀



液狀



Tablet 狀



<그림 1 > Resin 의 형태

<表 8> Resin 형태에 따른 사용방법

Resin 형태	適用分野				備 考
	粉末 Resin Sand				
		Cold 法	Semi Hot 法	Dry hot 法	
粉末 Resin	○	○			<ul style="list-style-type: none"> • Resin 中에 Hexa가 약 10% 들어있어 흡습성이 있다. • Coated Sand 를 만들경우 alcohol로 Resin 을 녹인다.
액상 Resin		○	○		<ul style="list-style-type: none"> • 레진 形物 65 ~ 70% , 나머지는 alcohol
因形 Resin				○	<ul style="list-style-type: none"> • flake, tablet, shot 상, 기타 여러가지 type 이 있다.

(라) 硬化劑: Hexa Methylen Tetramine
Coated Sand 主原料로써는 砂, Resin 이지만 Resin 의 硬化促進劑로써 Hexa Methylen tetramine 이 있다. 構造式은 $(CH_2)_6N_4$ 이다. 無色の 結晶體로 吸濕性이 크다. 이것은 人體의 皮膚에 接觸하면 癩疹을 일으키므로 注意를 要한다. 萬一 接觸되면 즉시 물로 씻어 내면 된다. 또한 Hexa 는 可燃性物質이므로 火災에도 注意를 要한다.

(마) 潤滑劑: Calcium Stearate
白色의 微粉末物質로써 構造式은 $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$ 이다. 砂 粒의 流動性을 좋게 하기 위하여 特히 中子用에 本 潤滑劑를 添加하고 있으며 珪砂量에 對하여 0.1% 添加하고 있다.

(2) Coated Sand 製造

Coated Sand 를 製造하는 方法에는 常溫에서 處理하는 Cold 法과 砂를 加熱하고 其熱量으로 液狀 Resin 中의 熔劑를 일산시키 Semi Hot 法이 등장하였고 더욱이 砂를 150℃ 内外에 加熱하여 其熱量에
주물기술 Vol. 3, No. 1 (1979)

依하여 固形 Resin 을 녹혀 Coated Sand 를 만드는 Dry hot 法이 개발되어 現在는 Coated Sand 製造의 主体를 占하고 있다. 다음 表(9)는 製造 Process 에 의해서, 分類하고 其特徵을 比較하였다.

<表 9> Coated Sand 製造방법

Process	使用 Resin	熱源	Cycle time (分)	付屬設備
Dry hot 法	固形	加熱砂 150℃	3	<ul style="list-style-type: none"> • 砂加熱裝置 • Screen • 冷却裝置
Hot 法	液狀	熱風 150℃	12	<ul style="list-style-type: none"> 熱風發生裝置 Screen 冷却裝置
Semi Hot 法	液狀	加熱砂 또는 熱風 80 ~ 110℃	8	<ul style="list-style-type: none"> 熱風發生裝置 또는 砂加熱裝置 Screen 冷却裝置
Cold 法	液狀	없음	8	Screen
Powder 法	粉狀	없음	4	不要

(가) Powder 法

珪砂와 粉末 Resin 을 砂에 對하여 약 3 ~ 4 % mixer 中에 넣고 계로진을 砂에 對하여 0.1 % 添加하여 均一하게 混合하는 方法으로 其特徵은 다음과 같다.

① 均一하게 混練할수있는 mixer 만 있으면 간단하게 만들수 있다.

② Dump Box Process 에서 Peel Back 현상이 적다.

③ 주탕時 Resin 이 콧손材 역할을 하므로 形이 깨지는 일이 적다.

④ 完全 Coating 이 되어있지 않으므로 Blowing 方式 조형時에는 Resin 의 편석이 일어나기 쉽고 均一한 鑄型을 얻기가 어렵다.

⑤ 完全 Coating 이 되어있지 않으므로 Resin 의 添加量을 많게 하지 않으면 주형을 얻기 어렵고 Cost 가 비싸지기 쉽고 gas 欠陷도 많다.

⑥ 먼지가 많고 작업환경이 좋지않다.

(나) Cold 法

상온의 규사에 粉末 Resin 과 Me-
thanol 을 加하여 塗布하는 方法과 液
狀 Resin 을 硬化劑인 Hexa Methylen
tetramine 을 가하여 塗布하는 方法 또
는 粉末 Resin 과 液狀 Resin 의 併用
으로 塗布하는 方法이 있다.

이 Cold 法의 特徵은 다음과 같다.

① 砂加熱裝置가 필요 없으므로 설
비비가 적게 들고 간단한 혼련기만 있으면
된다.

② 상온의 모래를 사용하기 때문에
혼련中 Resin 의 반응이 적고 Hot 法에
比하여 注湯時 주형에 콧손效果가 있고
주형이 깨지거나 변형됨이 없다.

③ 混練에 負荷가 많이 걸리고
Batch 當의 모래混合量도 적어 混練시간

이 길어지는 단점도 있다.

④ 粉末 Resin 과 용제를 사용하므
로써 혼련機內의 더러움이 많고 청소工數
가 증가한다. 또 용제가 完全히 揮發되
지 않으므로 潛在되어 있는 熔劑때문에
Blocking 이 일어나기 쉽다.

(다) Semi Hot 法

Semi hot 法은 미리 80 ~ 110 °C
정도로 가열된 珪砂에 液狀 Resin 을 混
練하는 方法으로 熱에 의해서 液狀 Resin
의 粘度를 저하시켜서 Wetting 性을 좋게
한다. 또 熔劑의 潛在을 防止하는 方法
이기도 하다.

이方法의 特徵은 Cold Mulling 法과
Dry hot 法의 中間的인 性質을 갖는것이
되나 一般的인 특징은 다음과 같다.

① Blocking 이 적다.

② Cold 法에 比較해서 被覆도 均
一하게 되고 Resin 의 單位當 強度가 높
다.

③ 熔劑를 加熱된 砂에 使用하기
때문에 引火 및 爆發의 危險이 크다.

(라) Dry Hot 法

○ 製造方法

現在 가장 많이 사용되고 있는
方法으로 150 °C 로 加熱된 珪砂에 Tablot
型 Resin 을 添加하여 Speed Muller 에
서 약 1 分間 混練한 다음 硬化劑를 加한
다. 硬化劑는 Hexa Methylen tetramine
을 水溶液으로써 添加하고 其 水에 依하
여 混合物은 冷却된다. 이때의 물은 水
熱氣로 되어서 Speed Muller 의 排氣管
을 통해서 大氣中에 날아간다. 또한 混
練은 빨리 끝마치기 爲하여 Speed Mul-
ler 內의 冷風을 吹込한다. 混練이 끝나
면 混練物은 塊狀으로부터 單一砂粒의 狀
態로 된다. 여기서 特히 中子用은
Calcium Stearate 을 添加하므로써 潤滑

성을 부여시켜 砂의 流動性を向上시키고 있다. 이렇게 하여 混練이 끝나면 Gyrotory Screen에서 받아 冷却시켜 使用된다. 이때 注意할 것은 Gyrotory Screen (또는 Vibrating Screen)에서 나온 Coated Sand의 温度는 約 80~90℃ 程度인 만큼 50℃以下로 冷却시키지 않으면 Blocking 現象이 發生하여 使用上 支障을 招來하게 되므로 冷却水 또는 風量 調節로 冷却시켜 使用해야 한다.

이 方法의 特徵은 다음과 같다.

① 有機熔劑를 使用하지 않기 때문에 여러가지 危險이나 Trouble도 적고

그만큼 被覆이 退減해진다.

② 被覆이 完全하게 이루어지기 쉽고 單一 Resin 當 強度가 높으며 均一한 鑄型이 된다. 또 Resin 量도 적고 高強度의 主형을 얻기 容易하다.

③ 混合時 負荷가 적고 大量生産方式에 적합하다.

④ 모래加熱장치와 混練中の 冷却裝置를 必要로 하기 때문에 設備費가 많이 든다.

Dry Hot 法으로 시험한 각종 조건에 대한 영향을 그림 (1)~(2)에 나타낸다.

라-1. 投入砂温과 冷却水添加量의 影響

라-1-1. 投入砂温 및 冷却水添加量과 Total Mulling 시간과의 關係

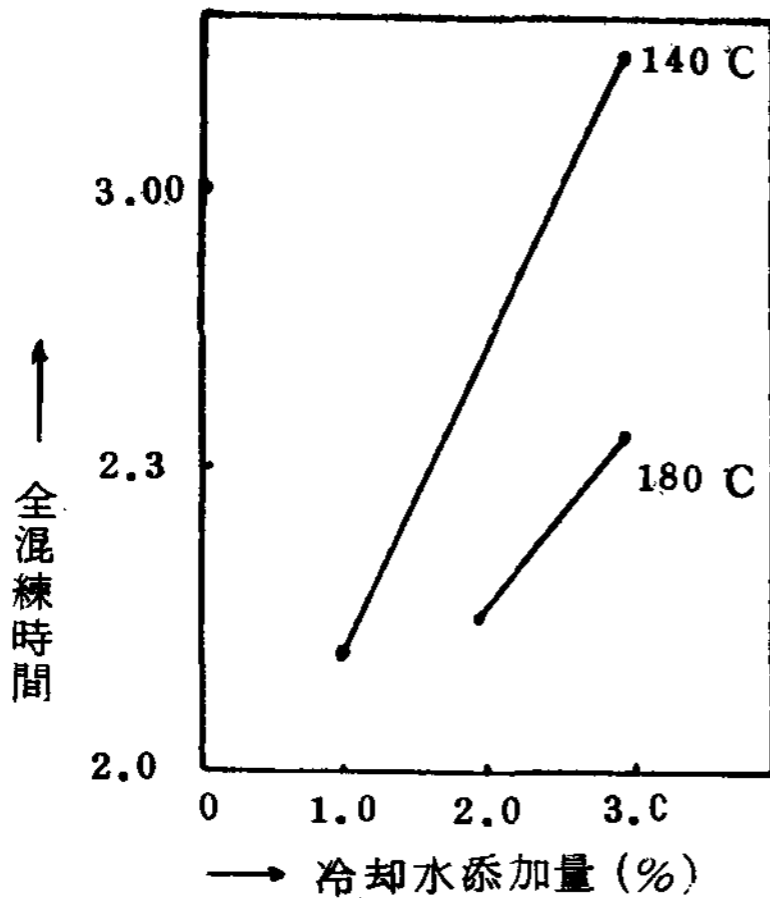


그림 (2)

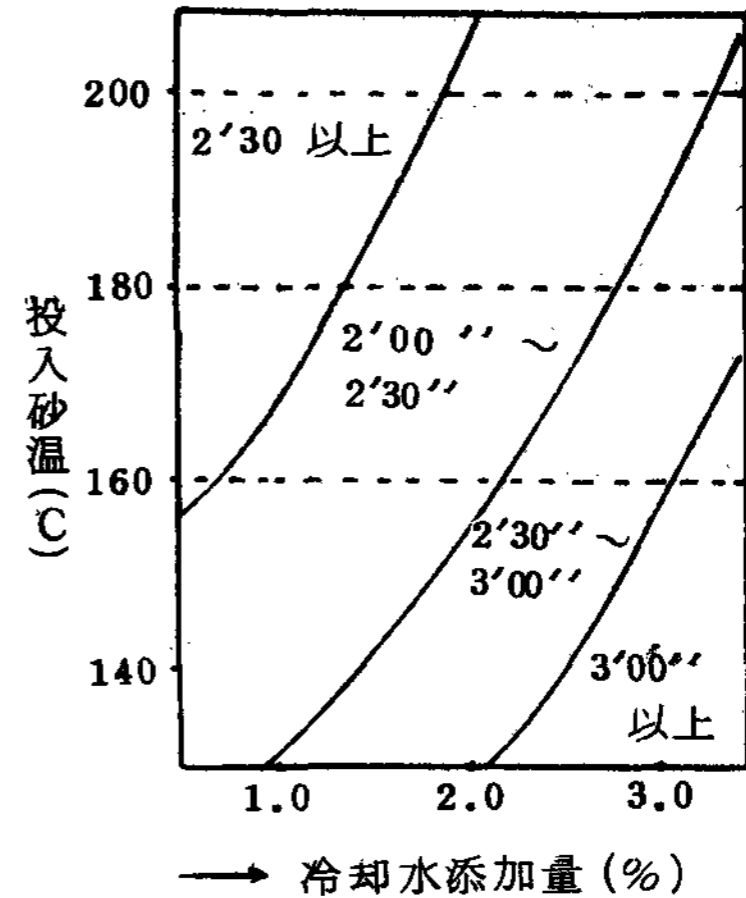


그림 (3)

라-1-2 投入砂温 및 冷却水添加量과 排出 Coated Sand 温度와의 關係

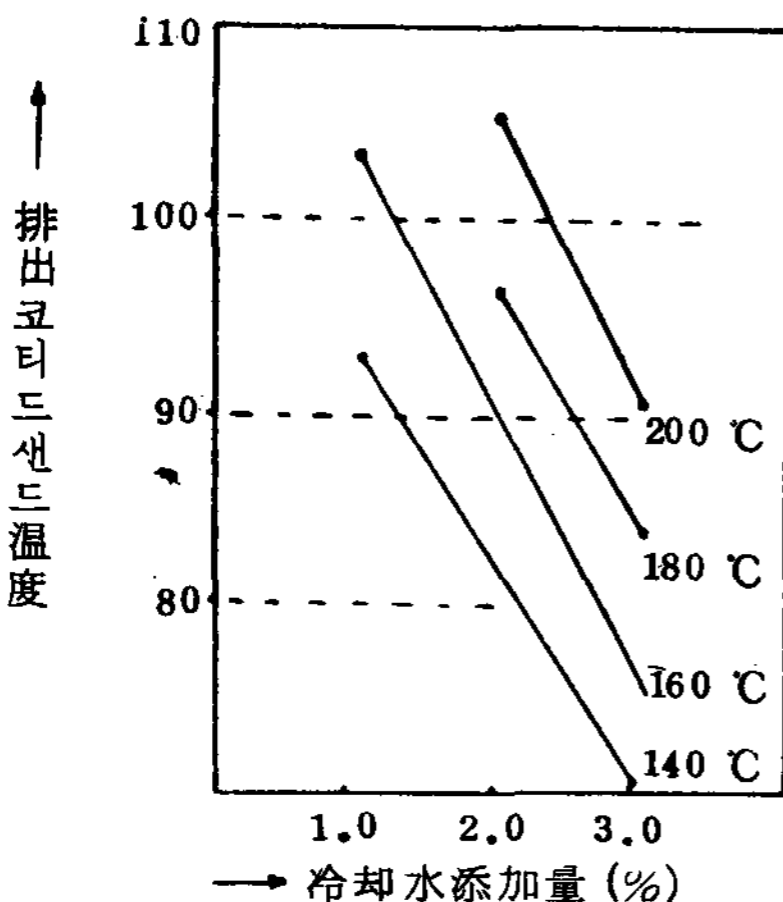


그림 (4)

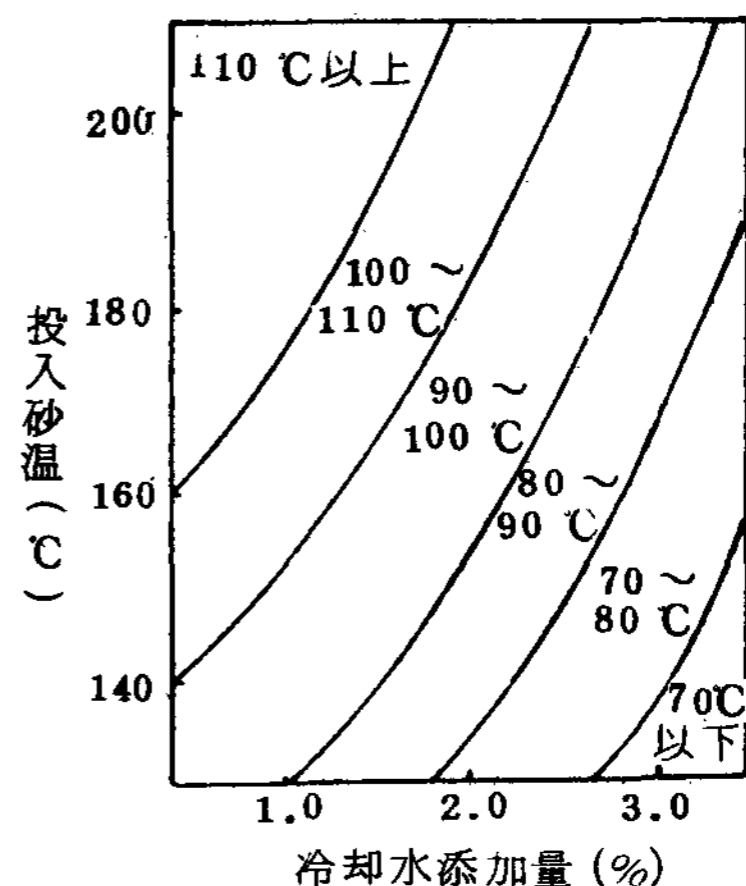


그림 (5)

라-1-3 投入砂温 및 冷却水添加量과 Melt Point 關係

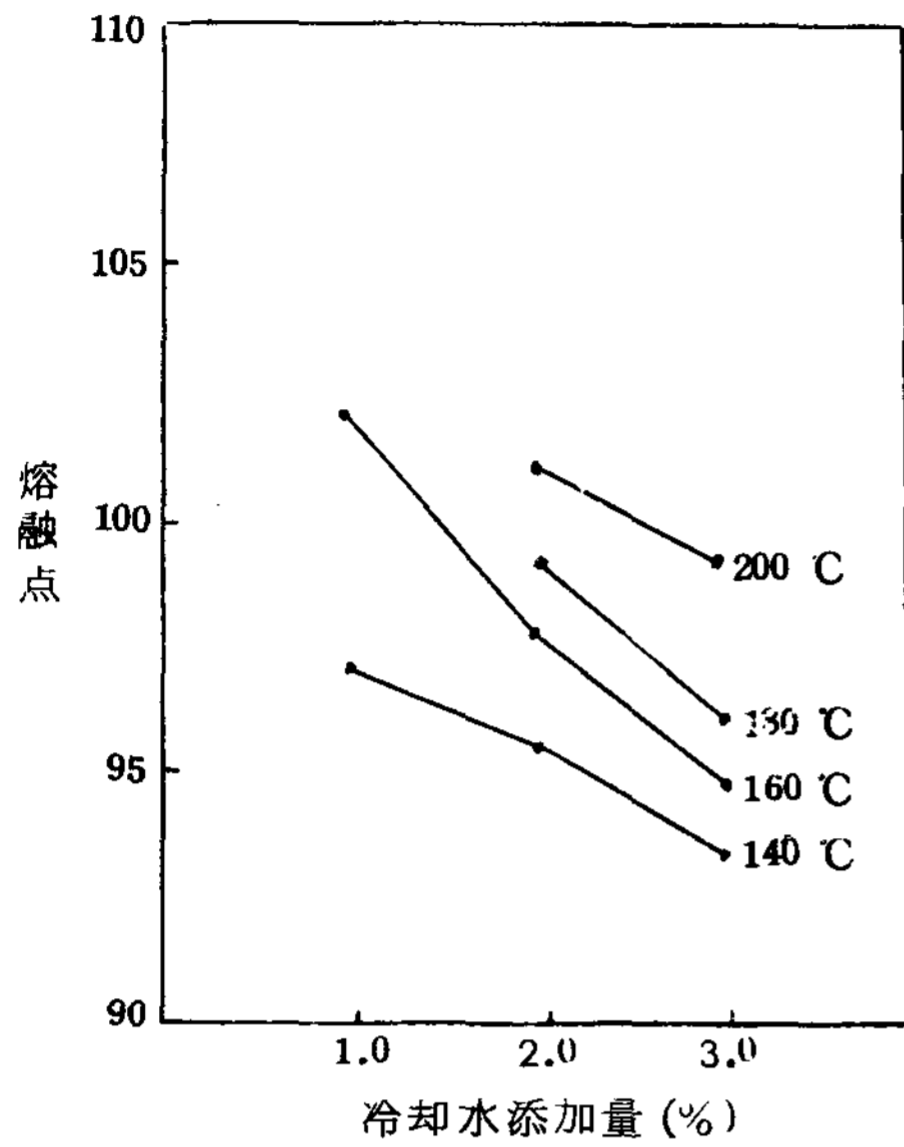


그림 (6)

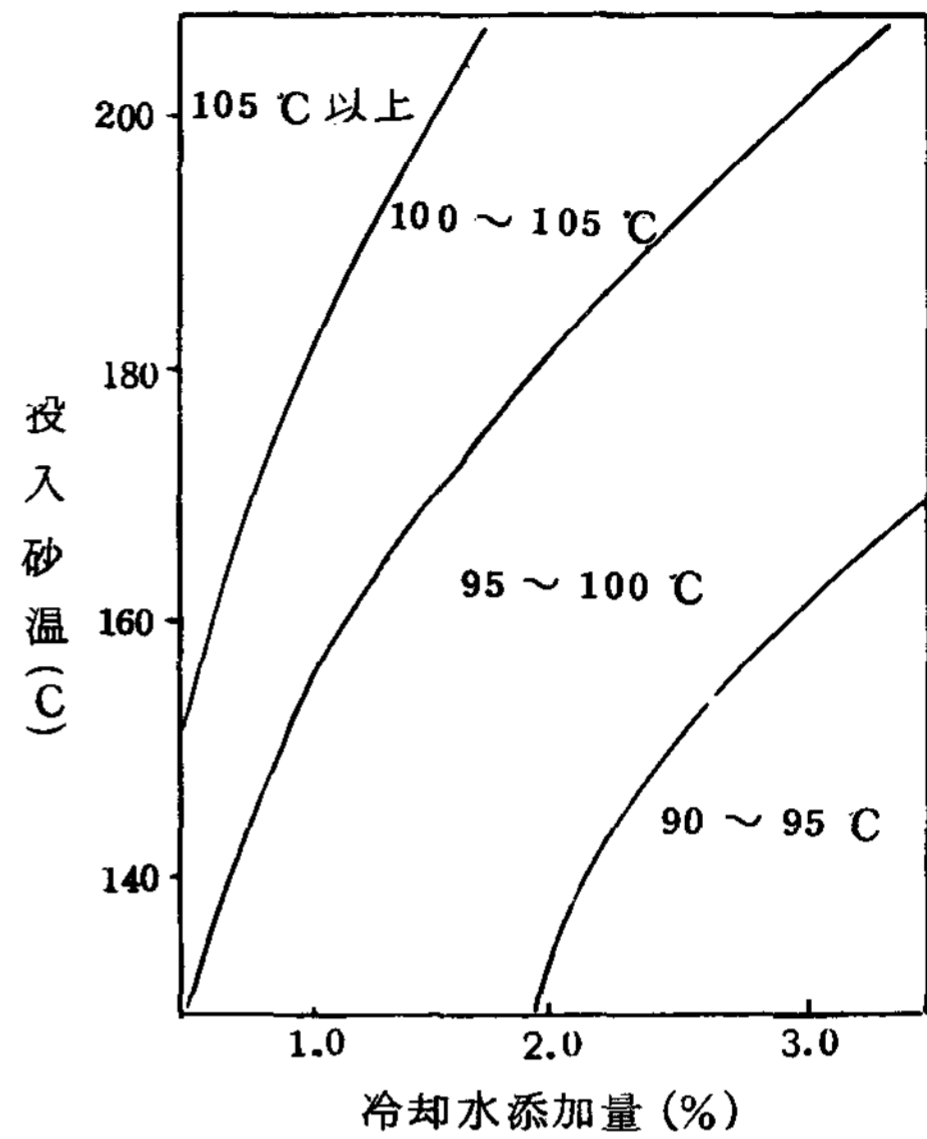


그림 (7)

라-1-4 投入砂温과 冷却水添加量과 抗折力과의 關係

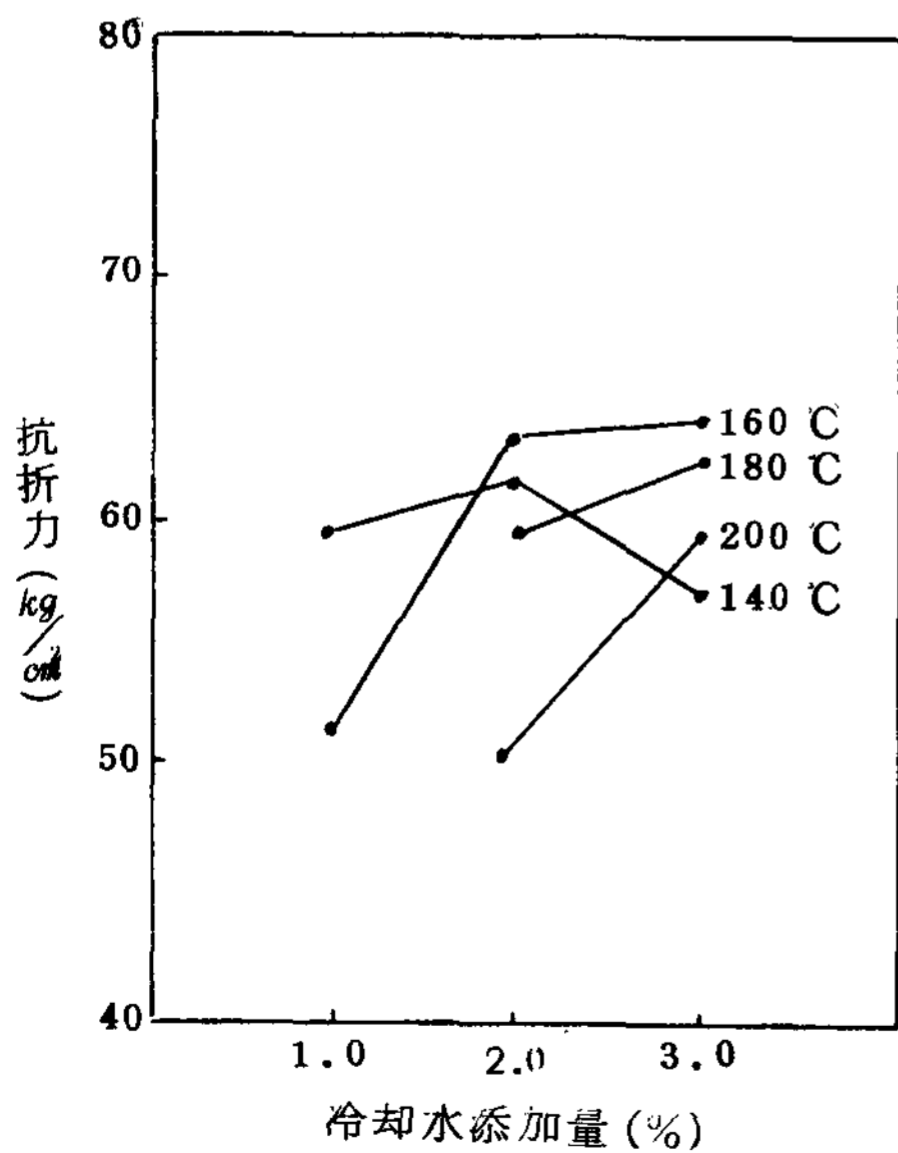


그림 (8)

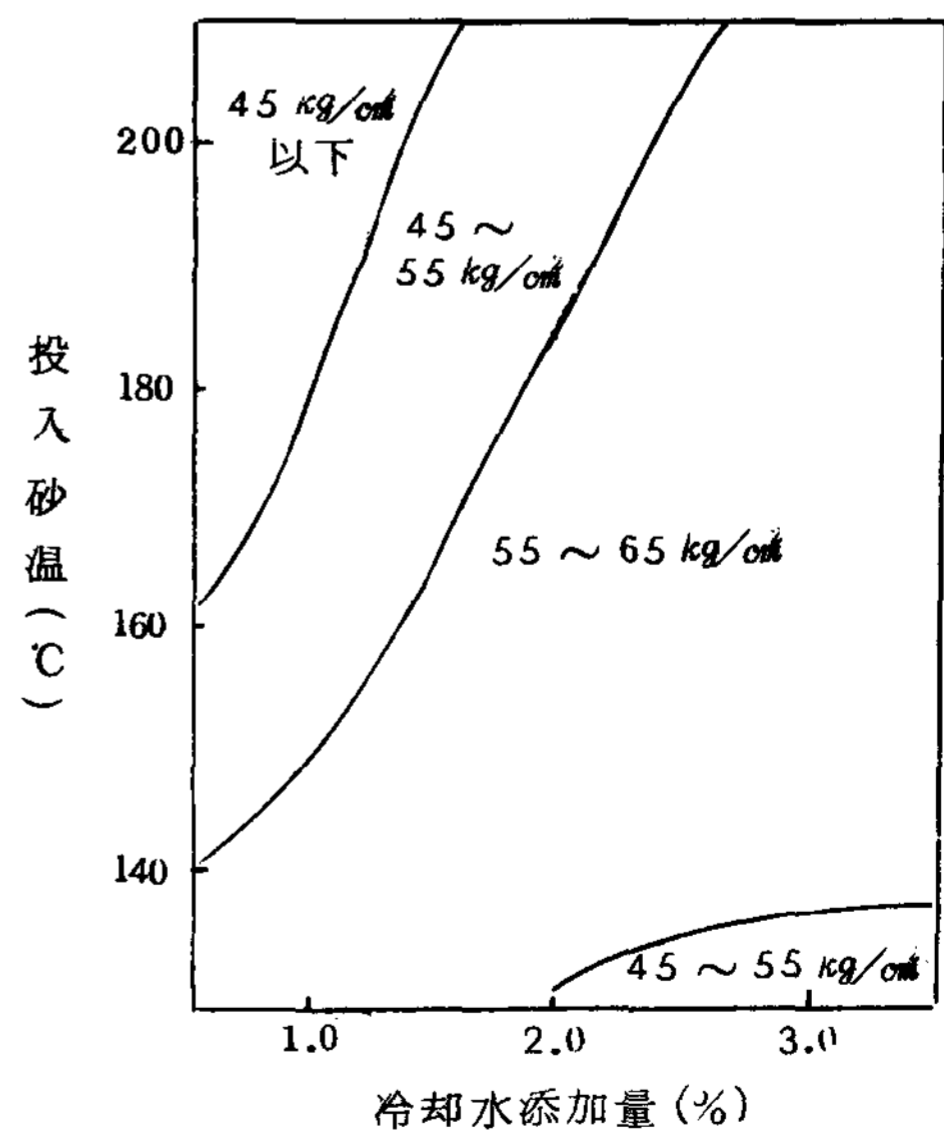


그림 (9)

라-1-5 投入砂温 및 冷却水添加量과 두께의 關係

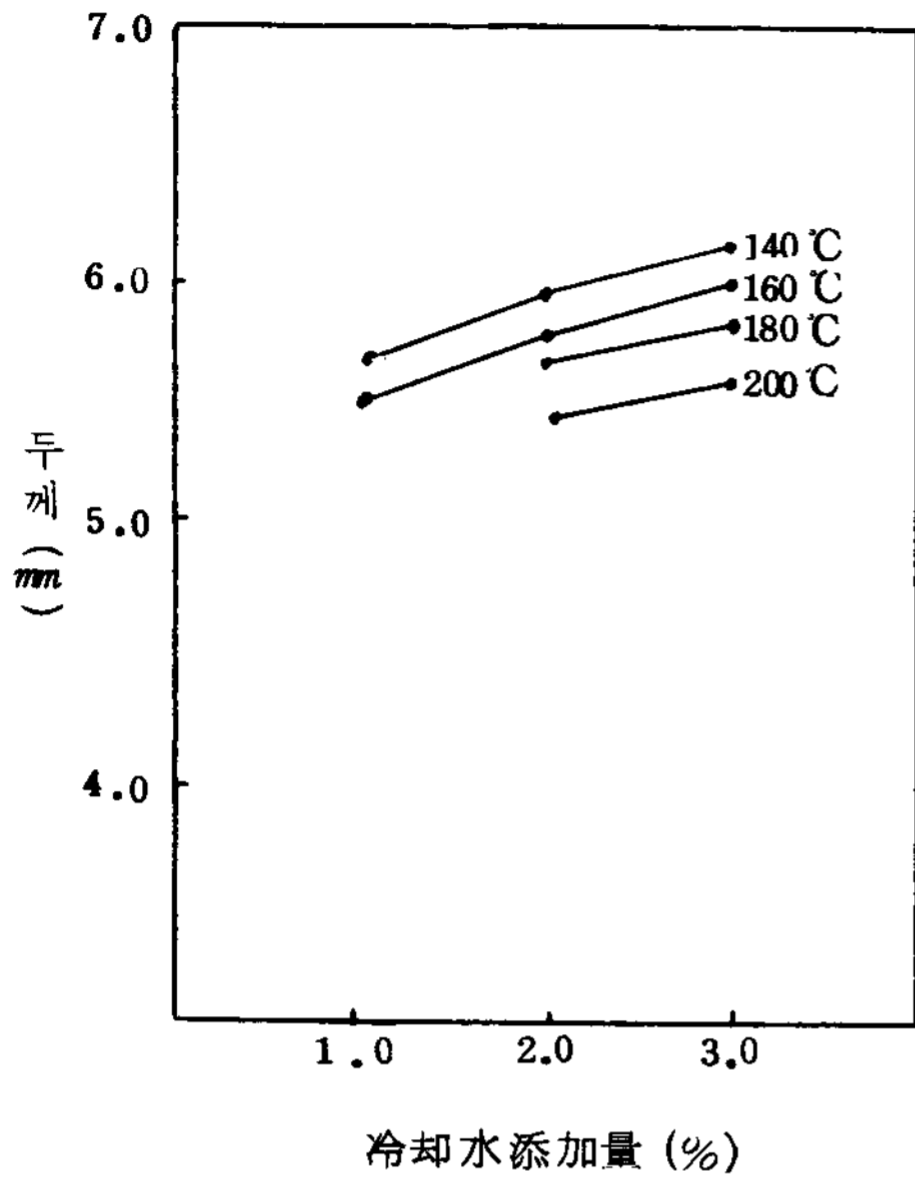


그림 (10)

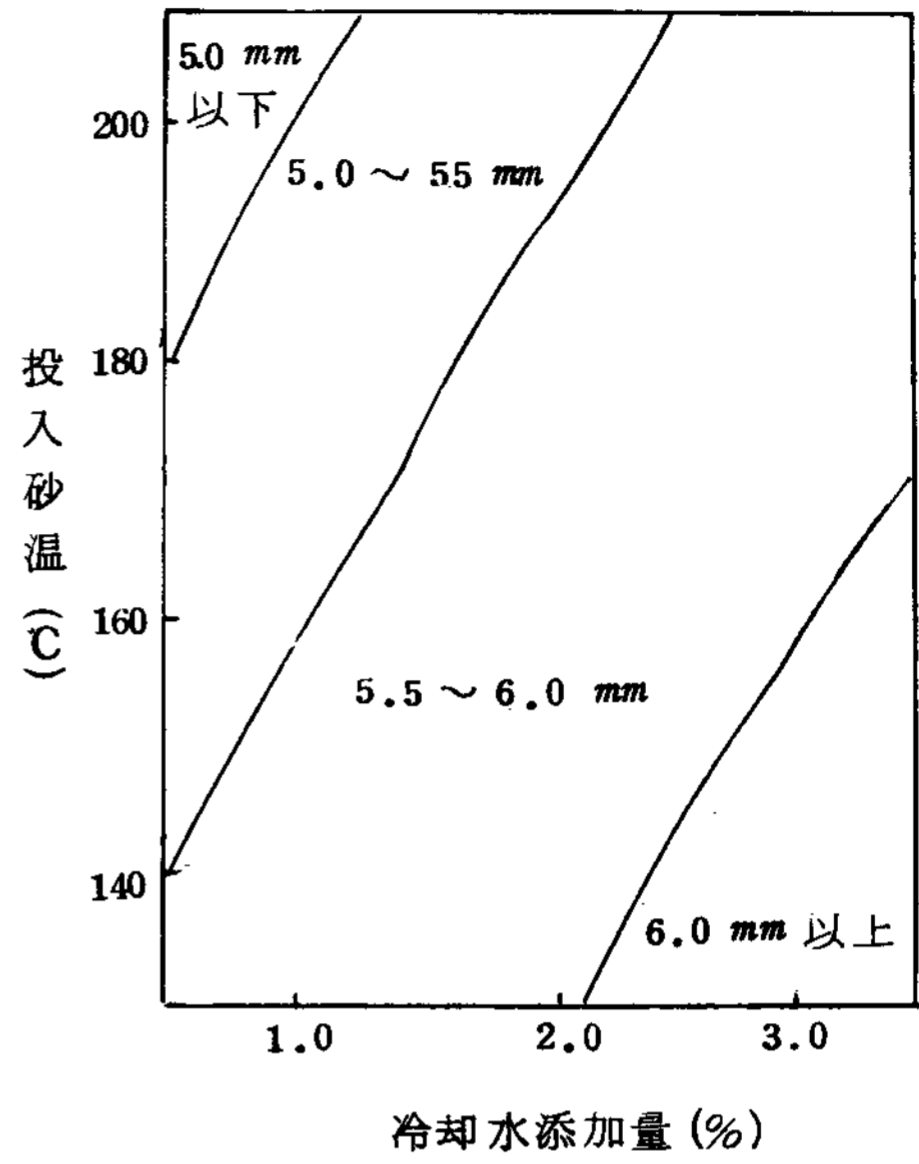


그림 (11)

라-1-6 投入砂温 및 冷却水添加量 通氣度の 關係

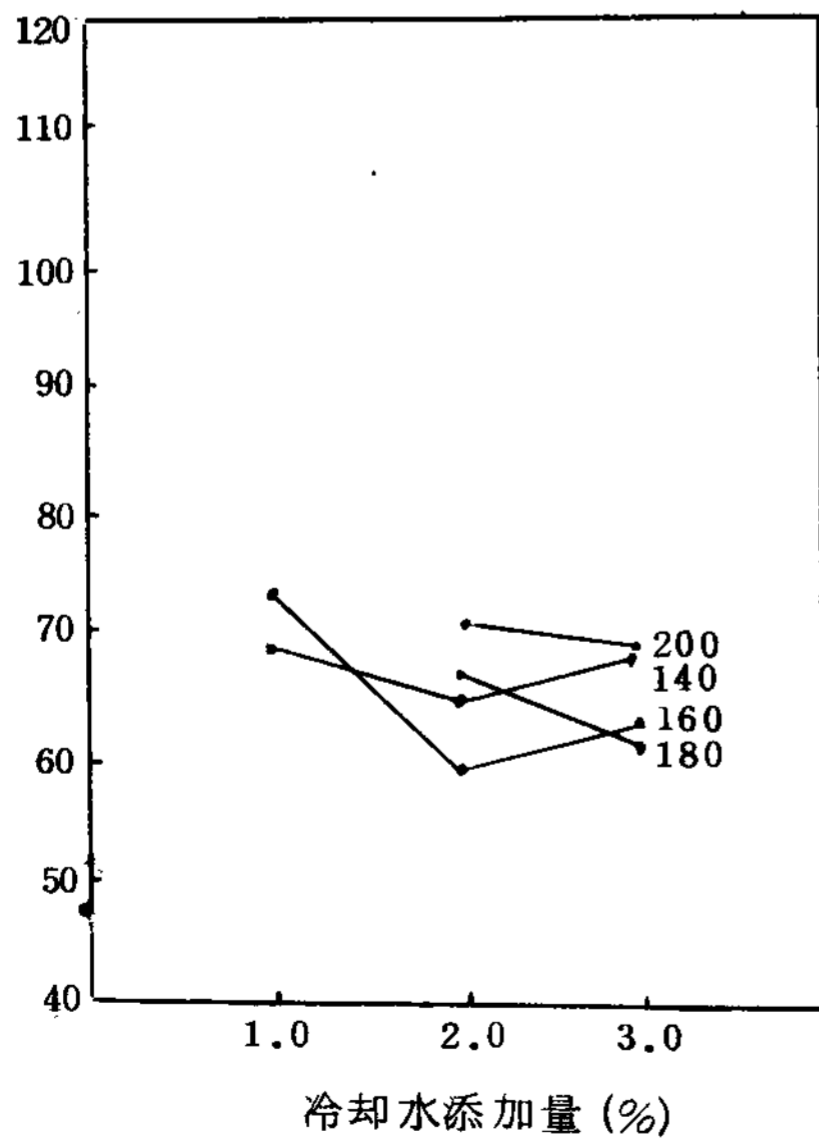


그림 (12)

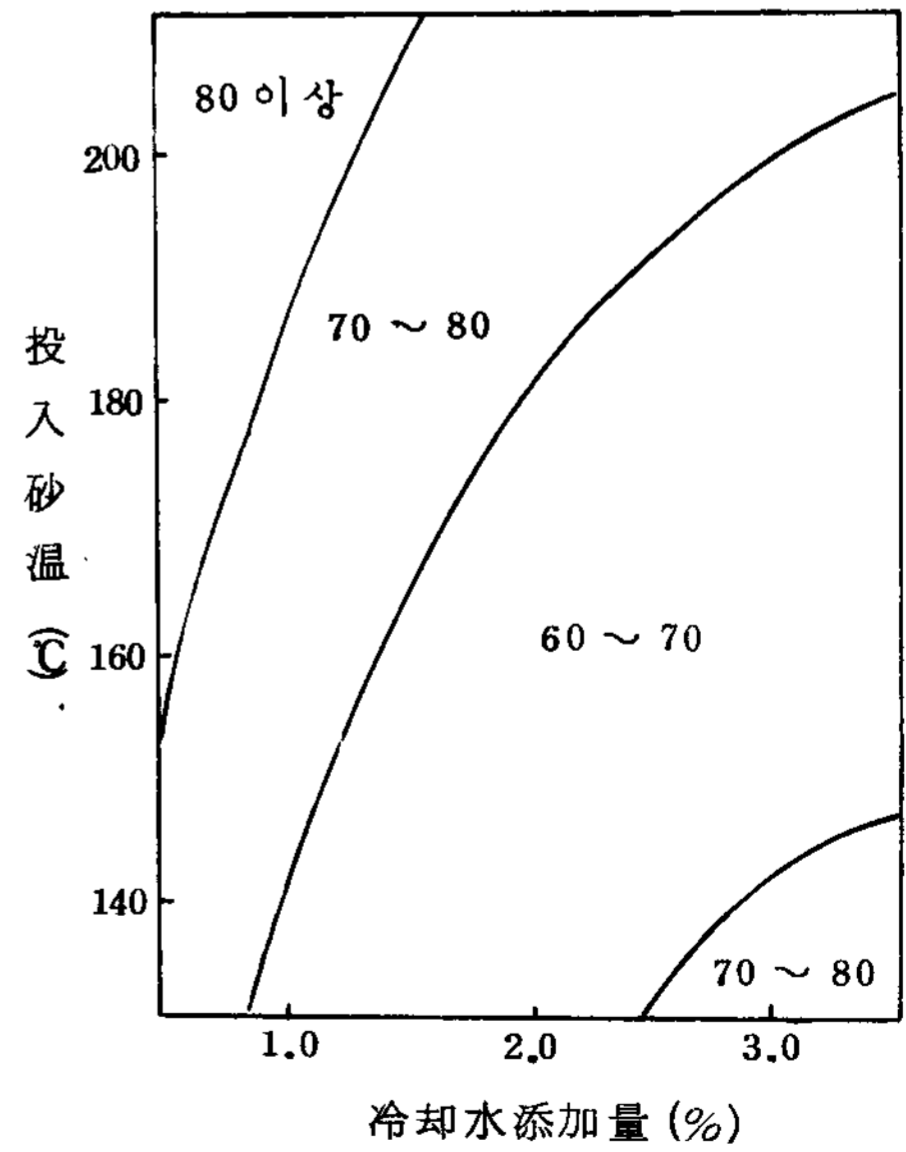


그림 (13)

라 - 2 Resin 添加量과의 影響

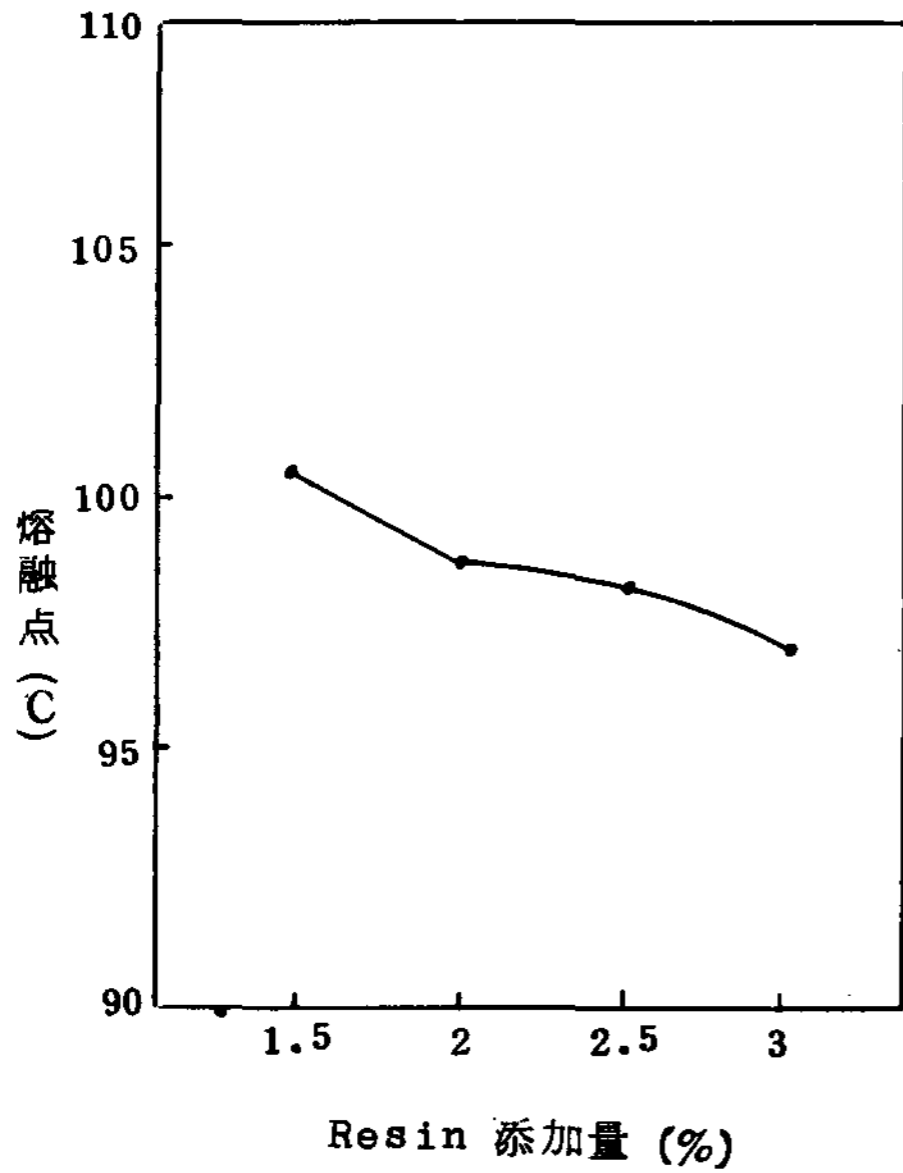


그림 (14) Resin 添加量과 Melt point

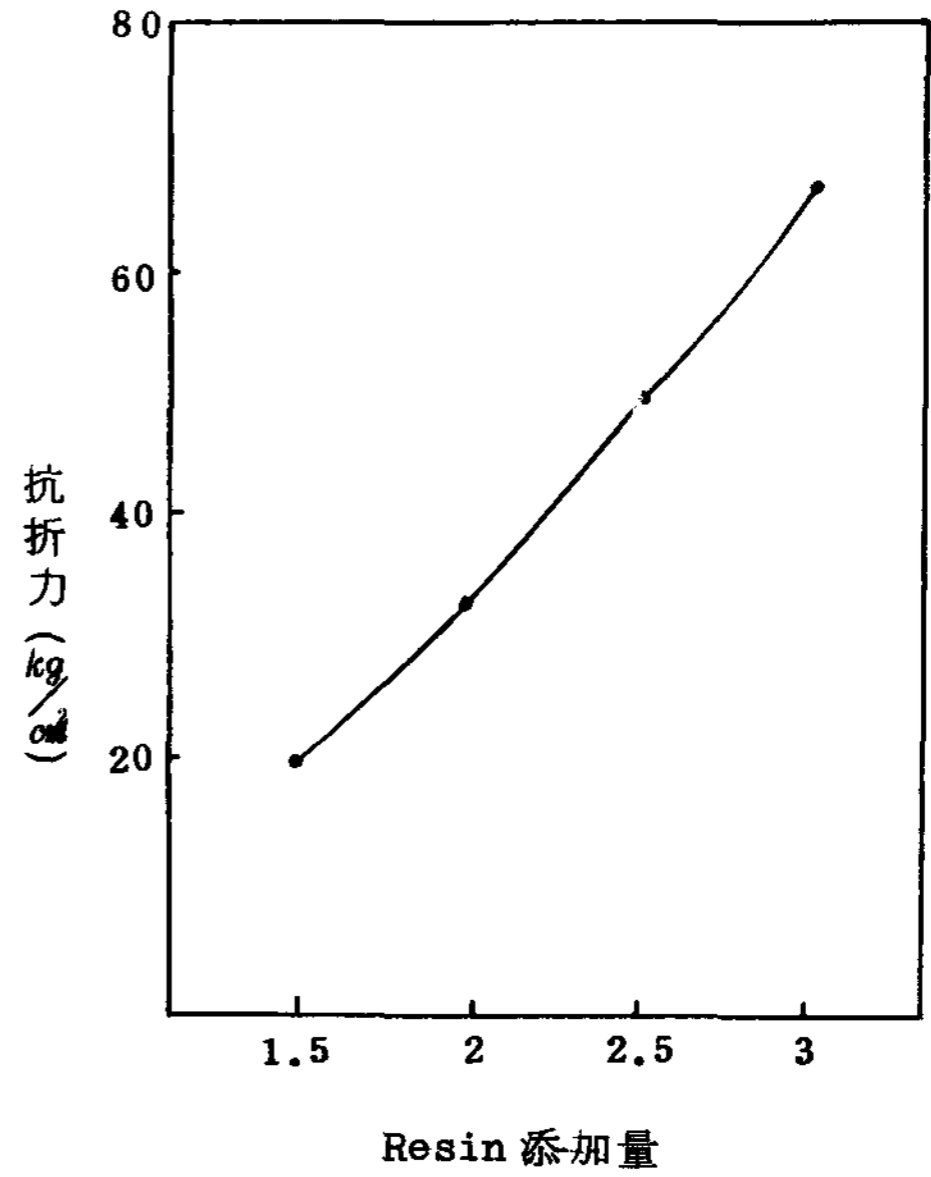


그림 (15) Resin 添加量과 抗折力

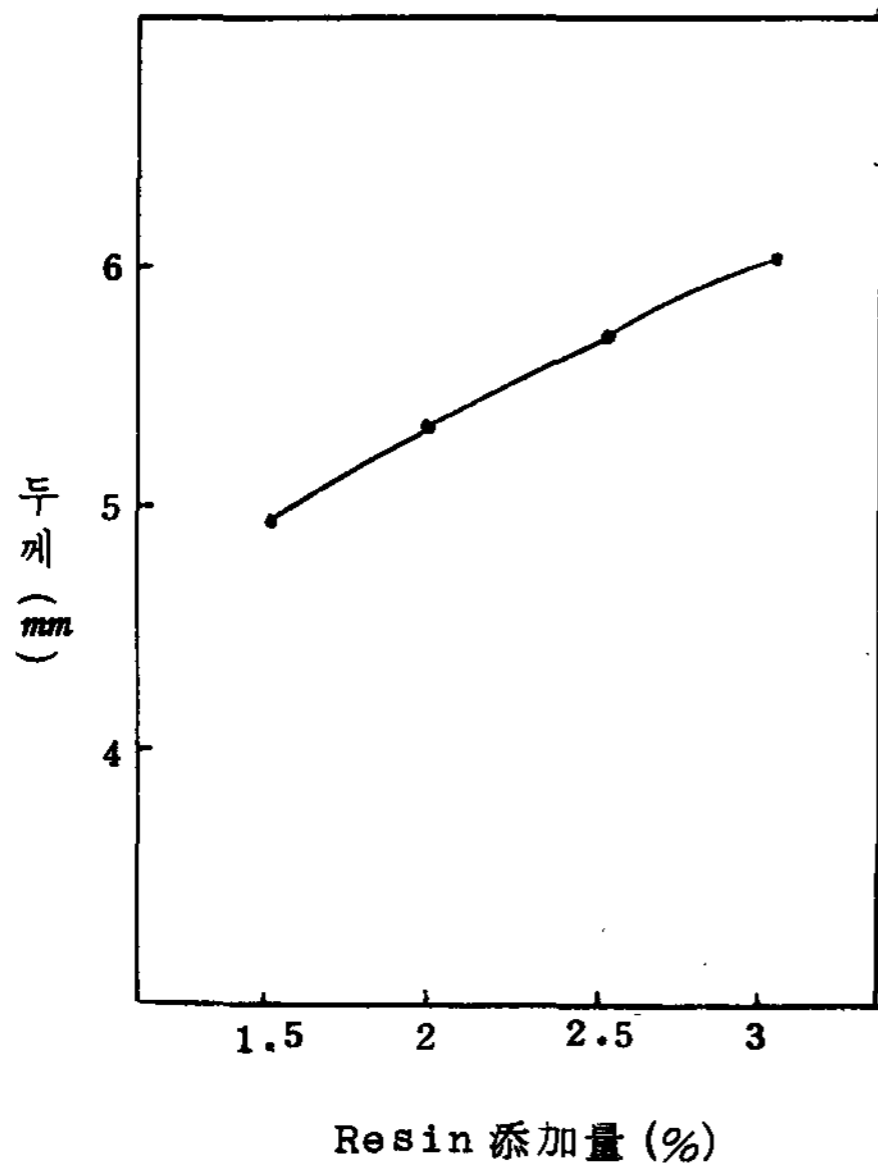


그림 (16) Resin 添加量과 두께

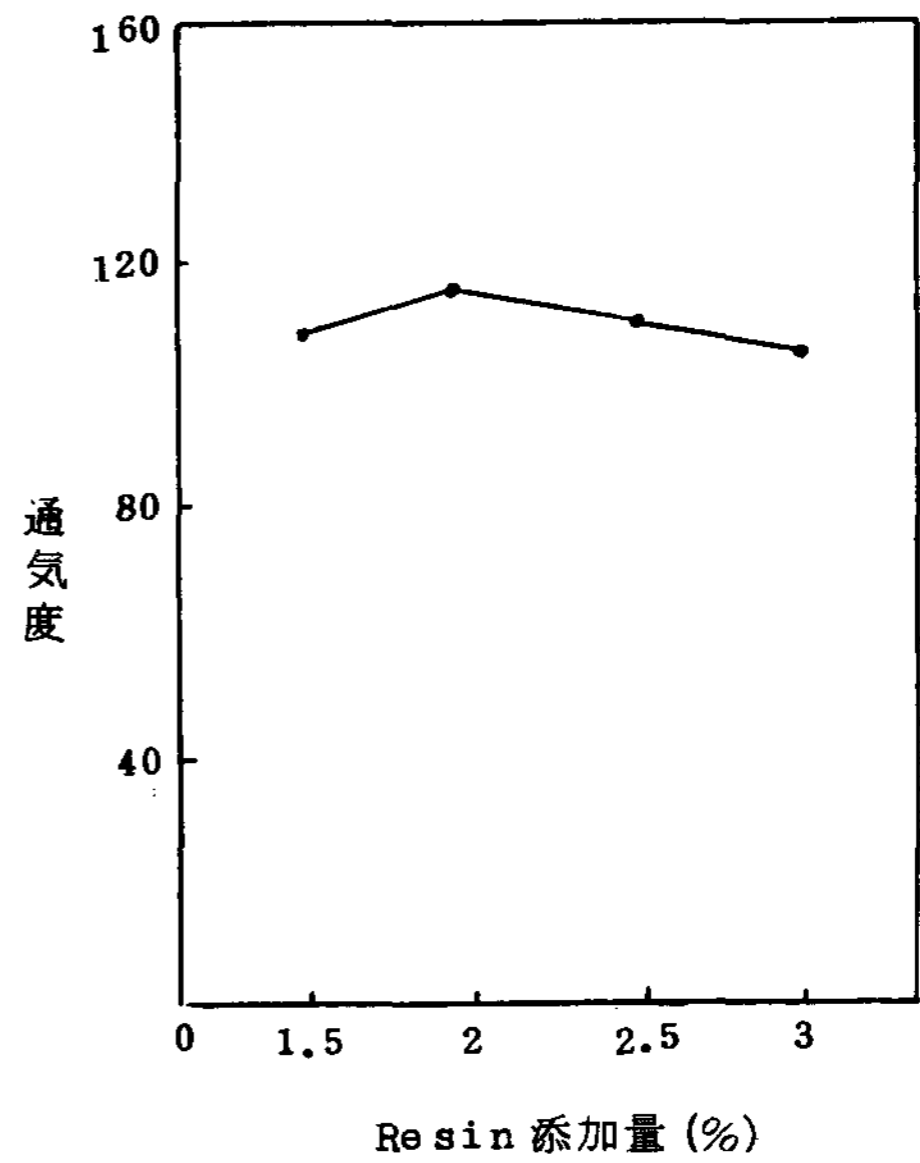


그림 (17) Resin 添加量과 通气度

라 - 3 砂温의 影響

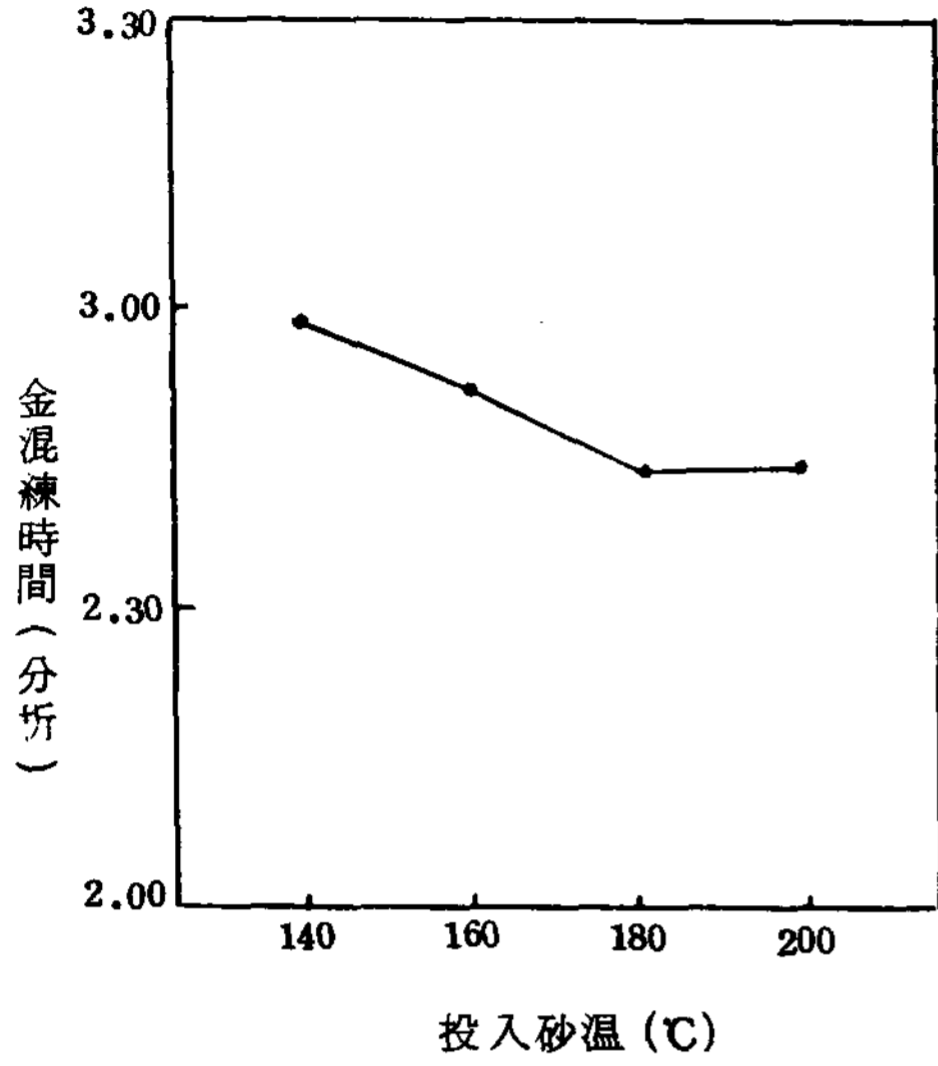


그림 (18) 投入砂温과 混練時間

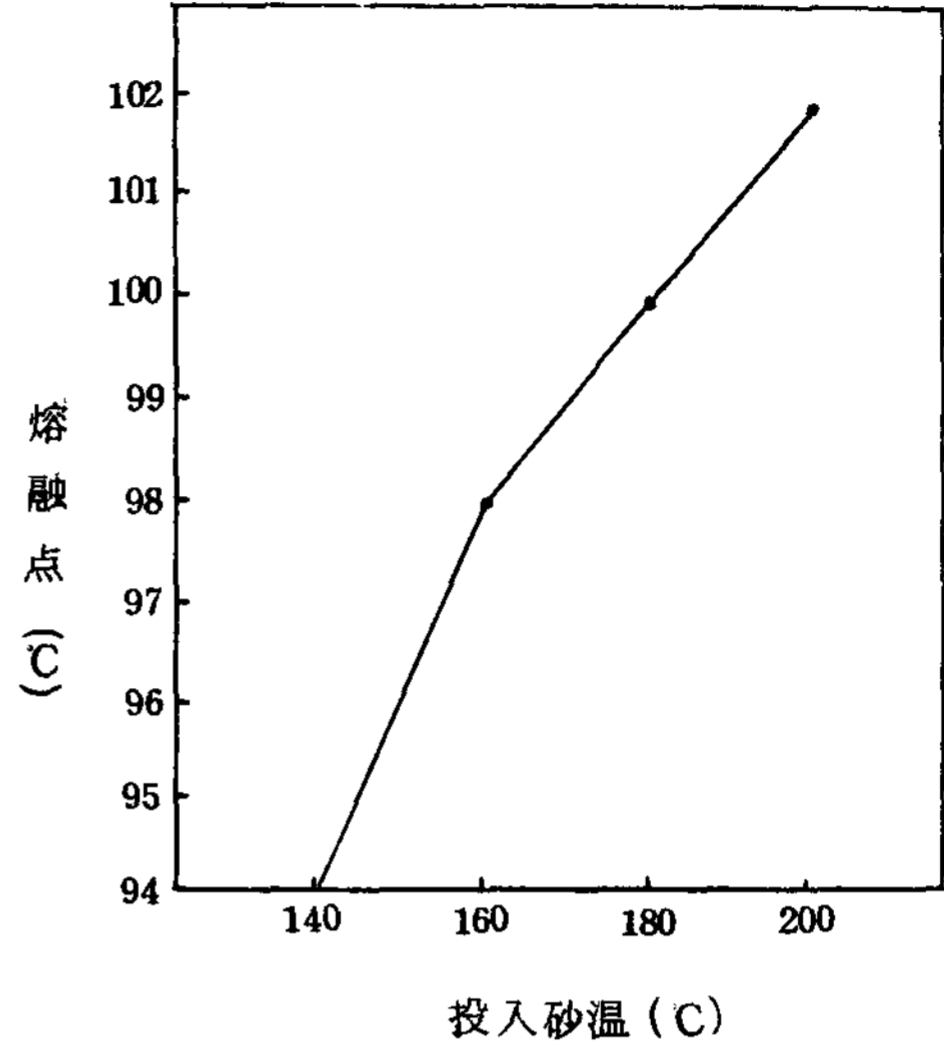


그림 (19) 投入砂温과 Melt point

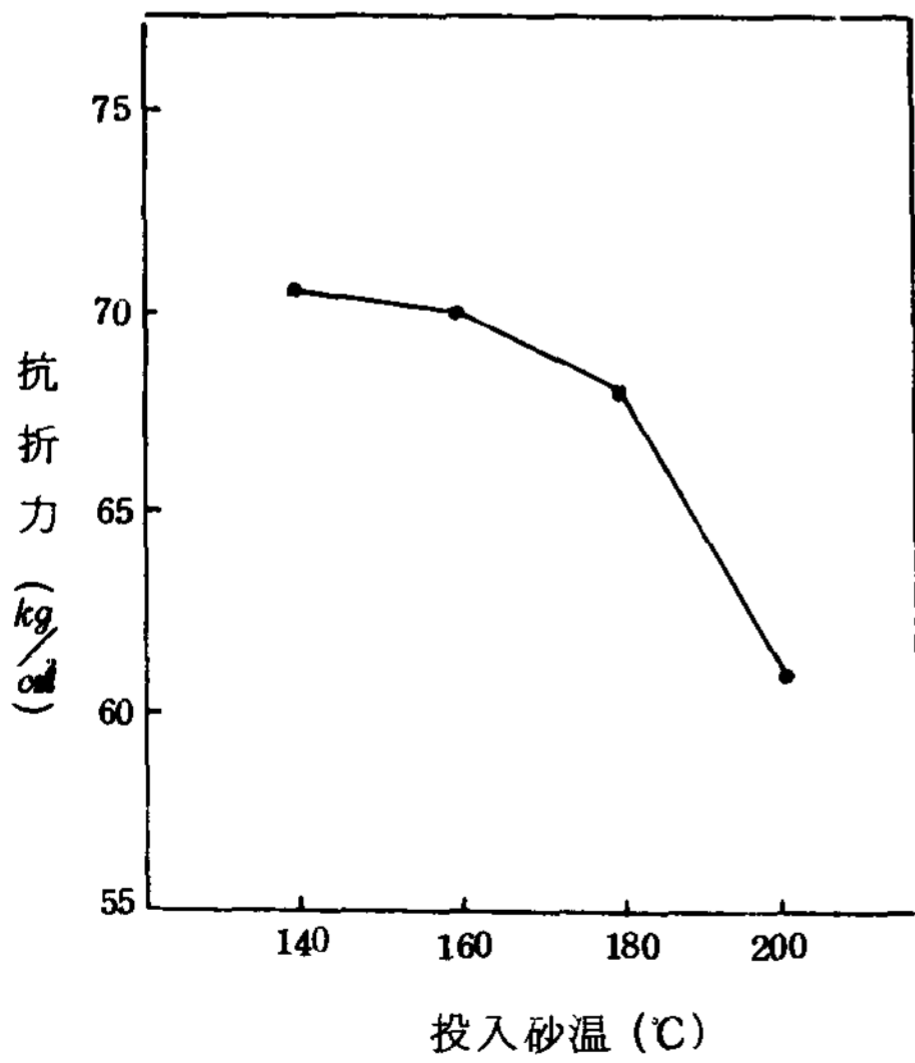


그림 (20) 投入砂温과 抗折力

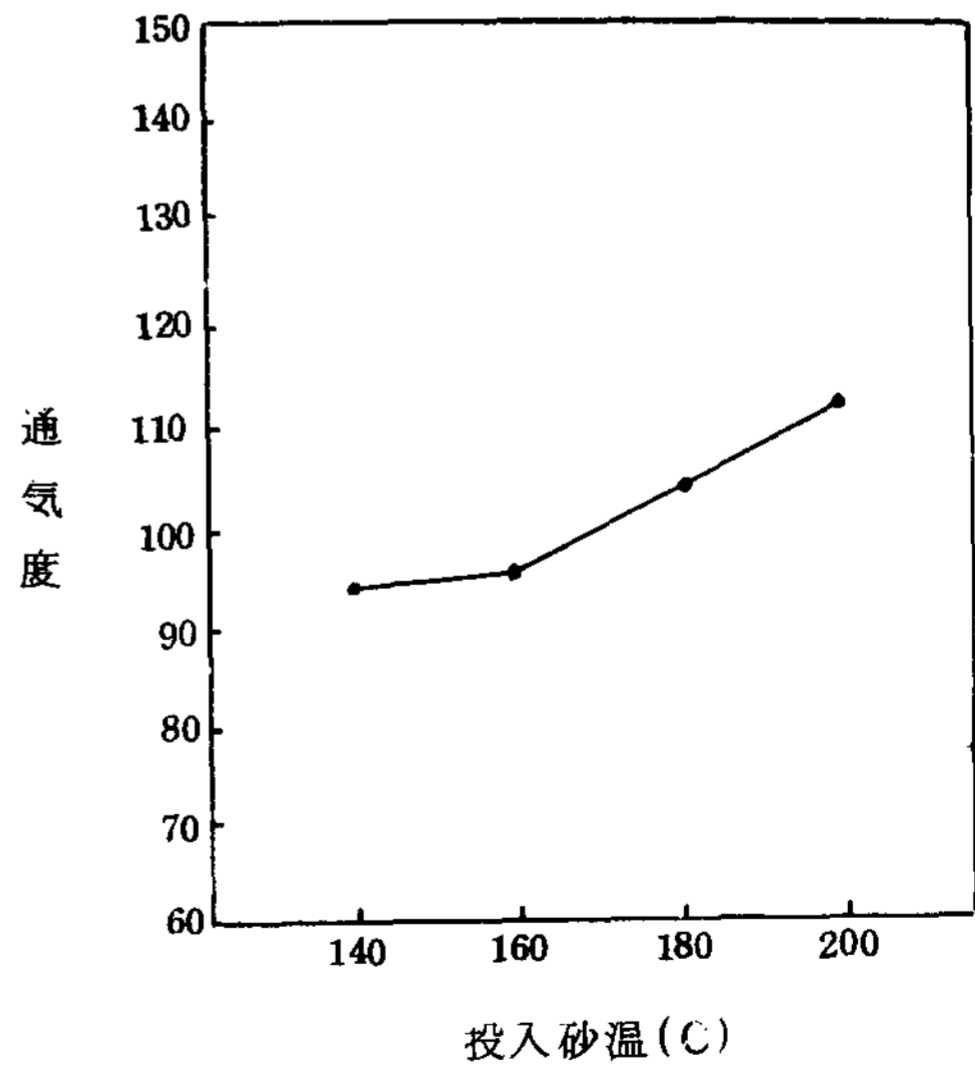


그림 (21) 投入砂温과 通気度

라 - 4 스테아린산 칼슘을 첨가한 경우의 성질

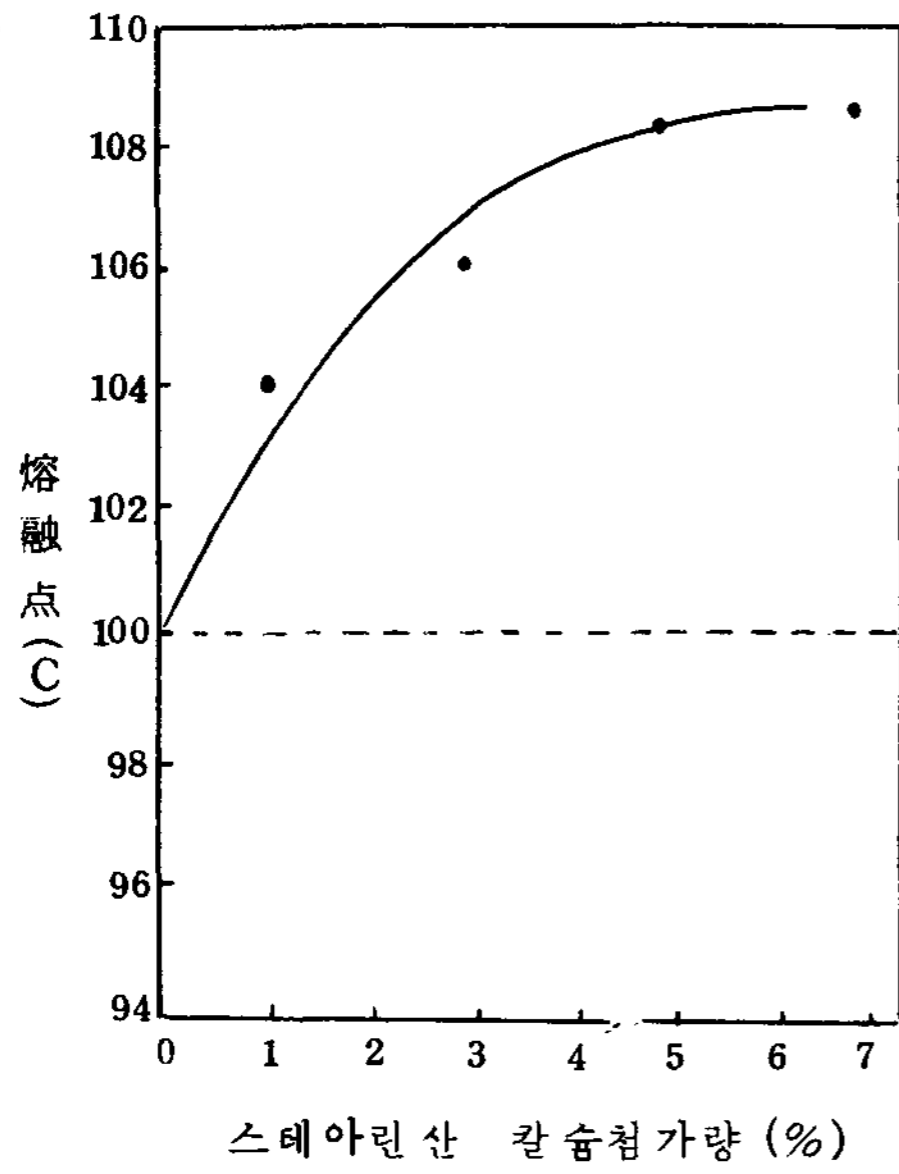


그림 (22)

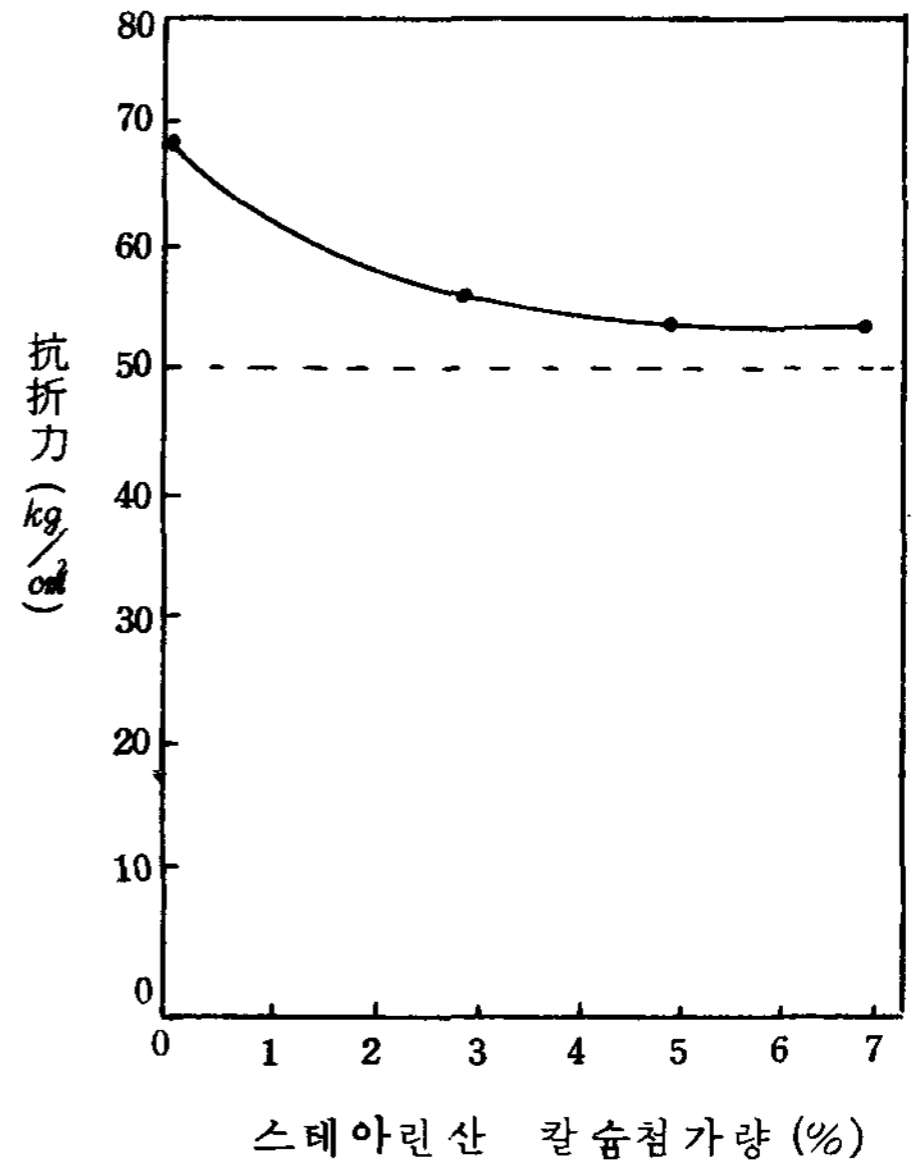


그림 (23)

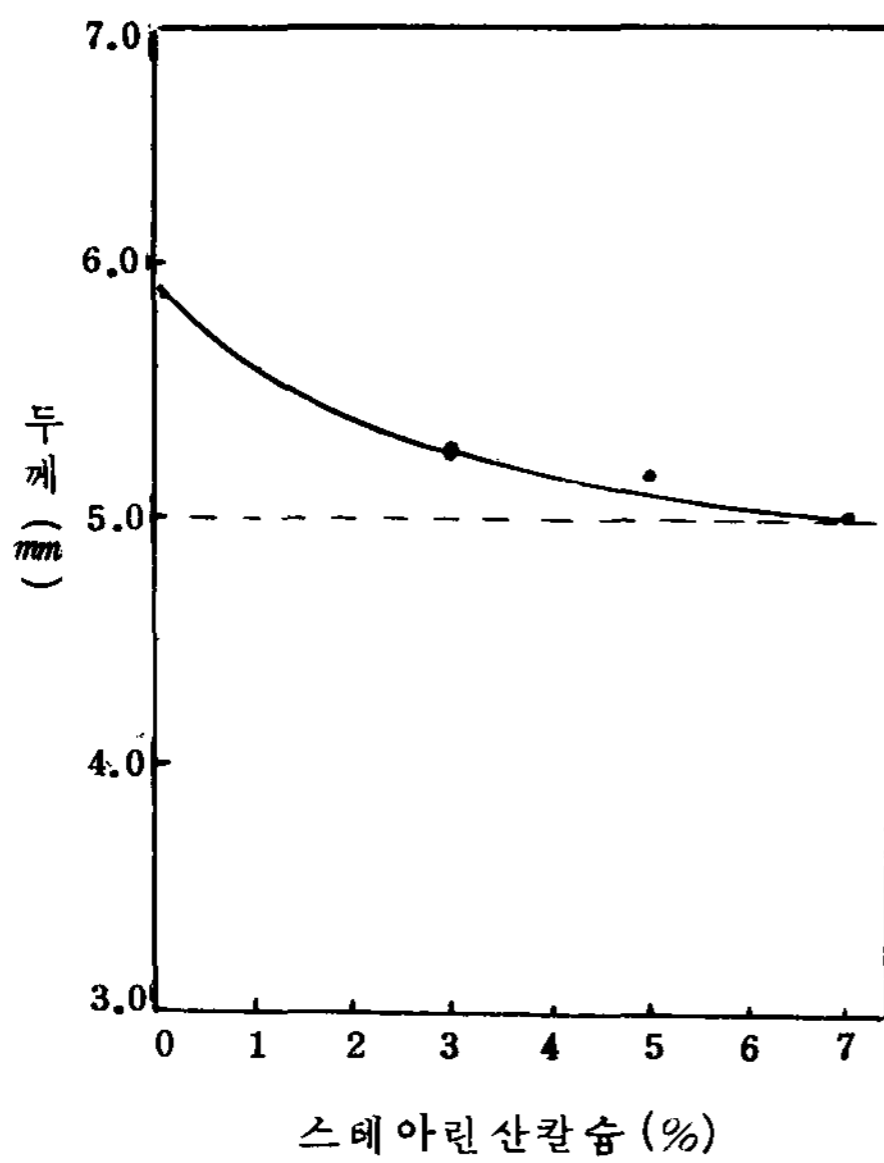


그림 (24)

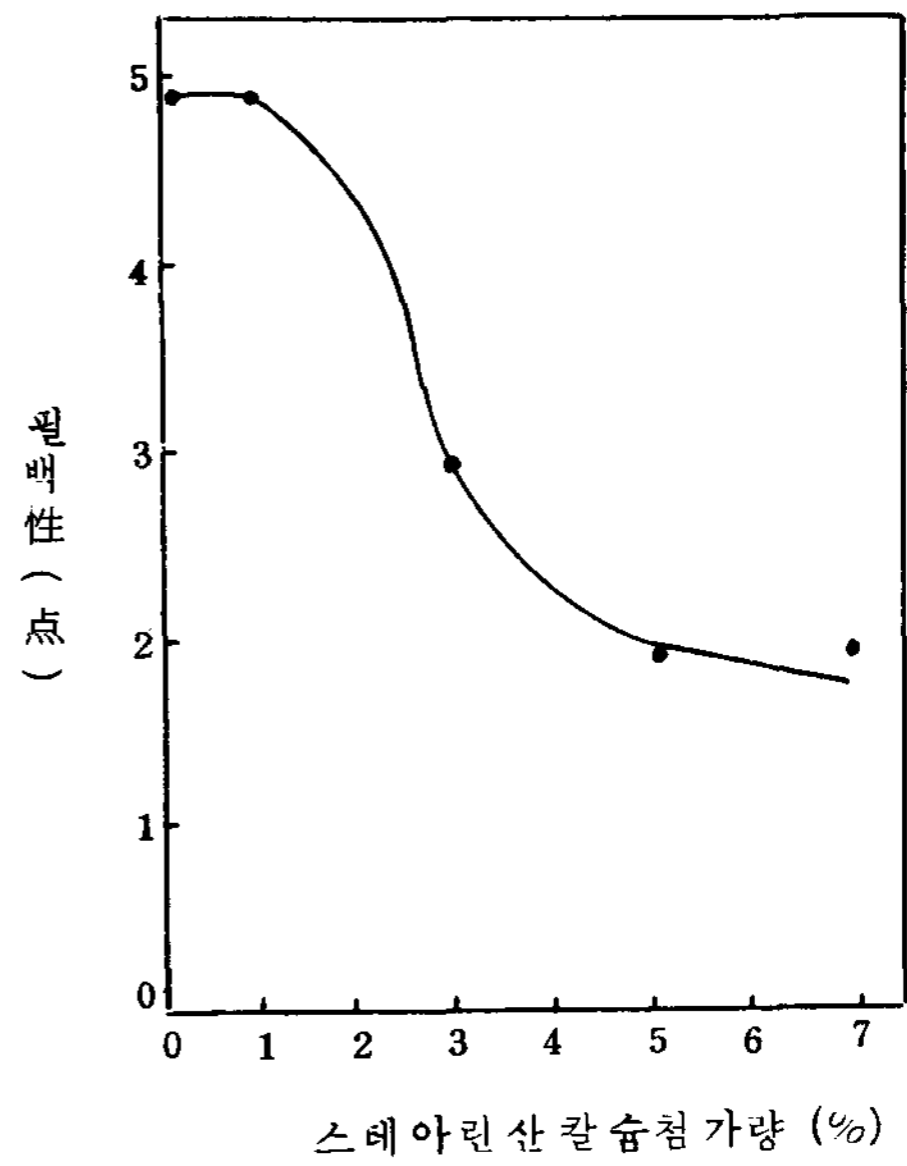


그림 (25)

라 - 5 Hexa Methylen Tetramine을 添加한 경우의 성질

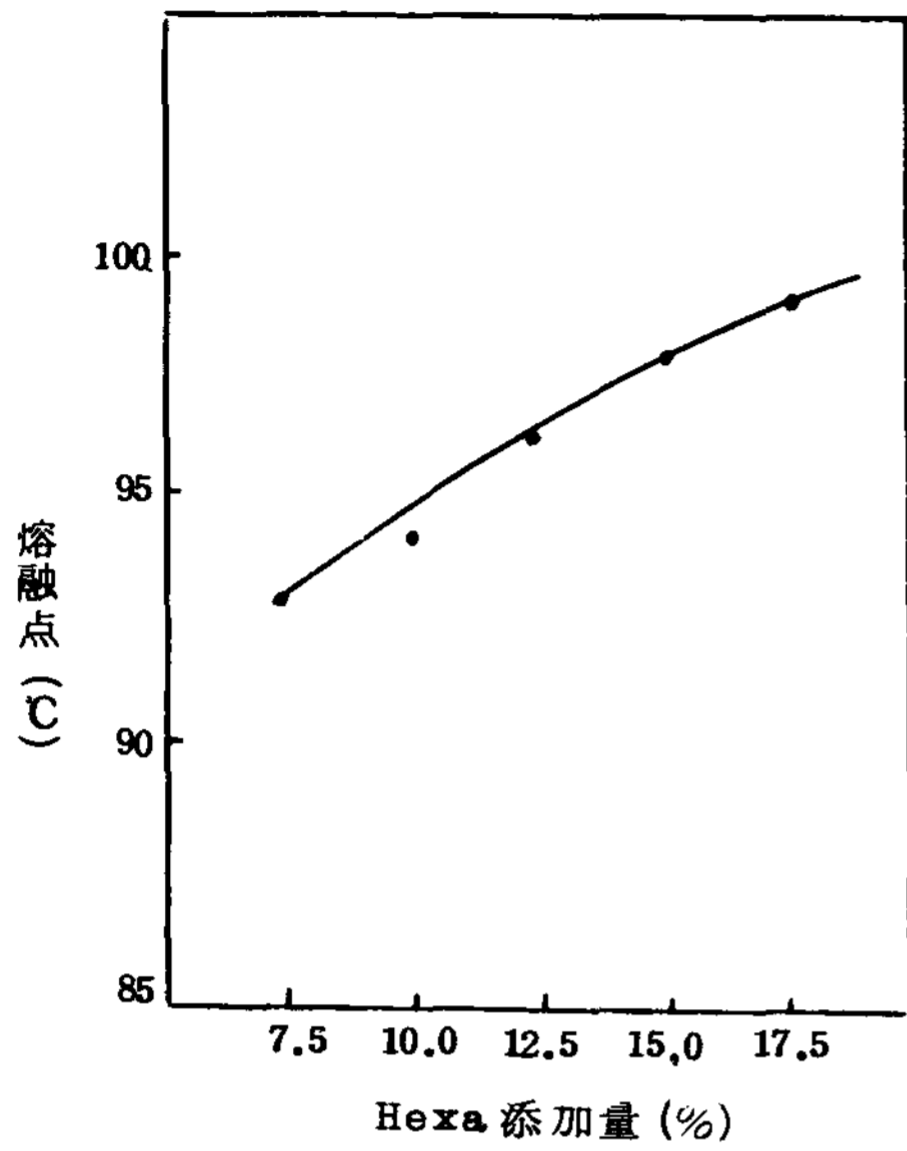


그림 (26)

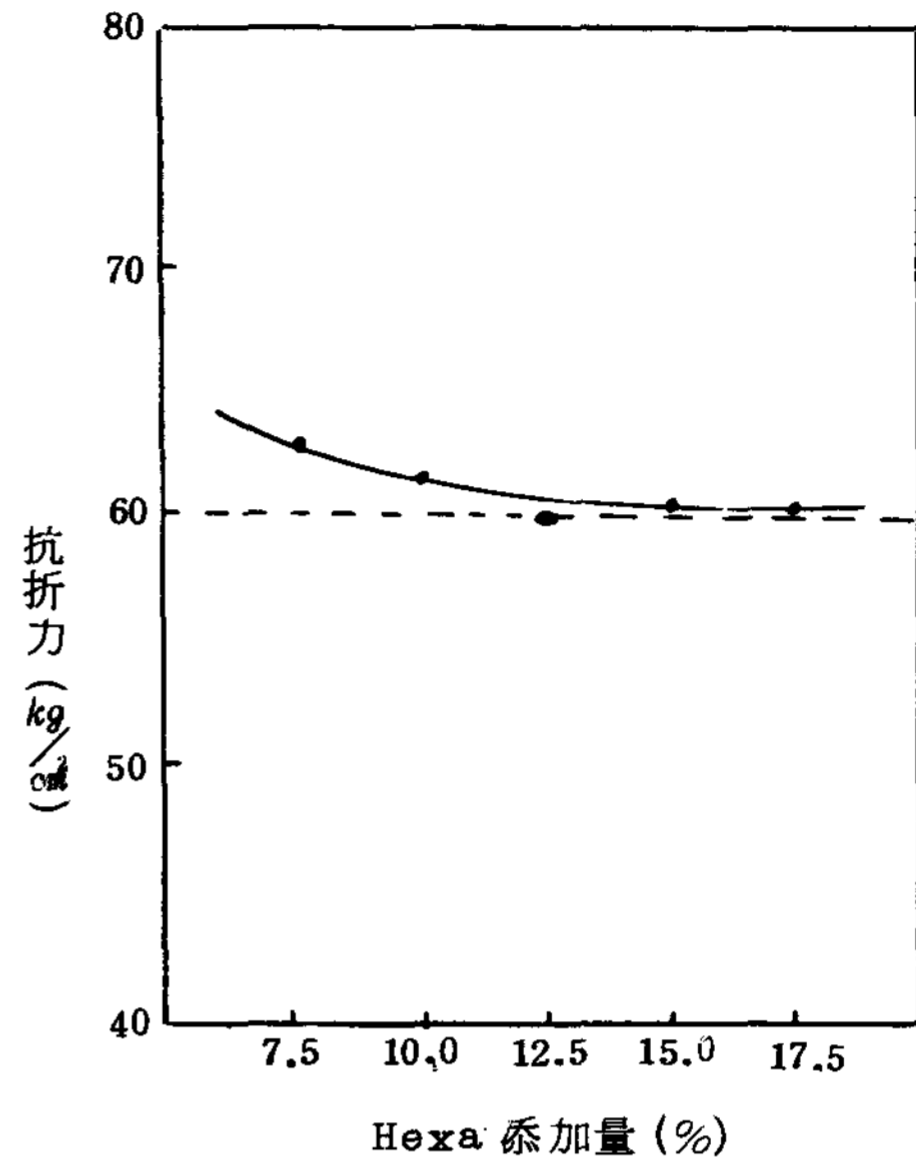


그림 (27)

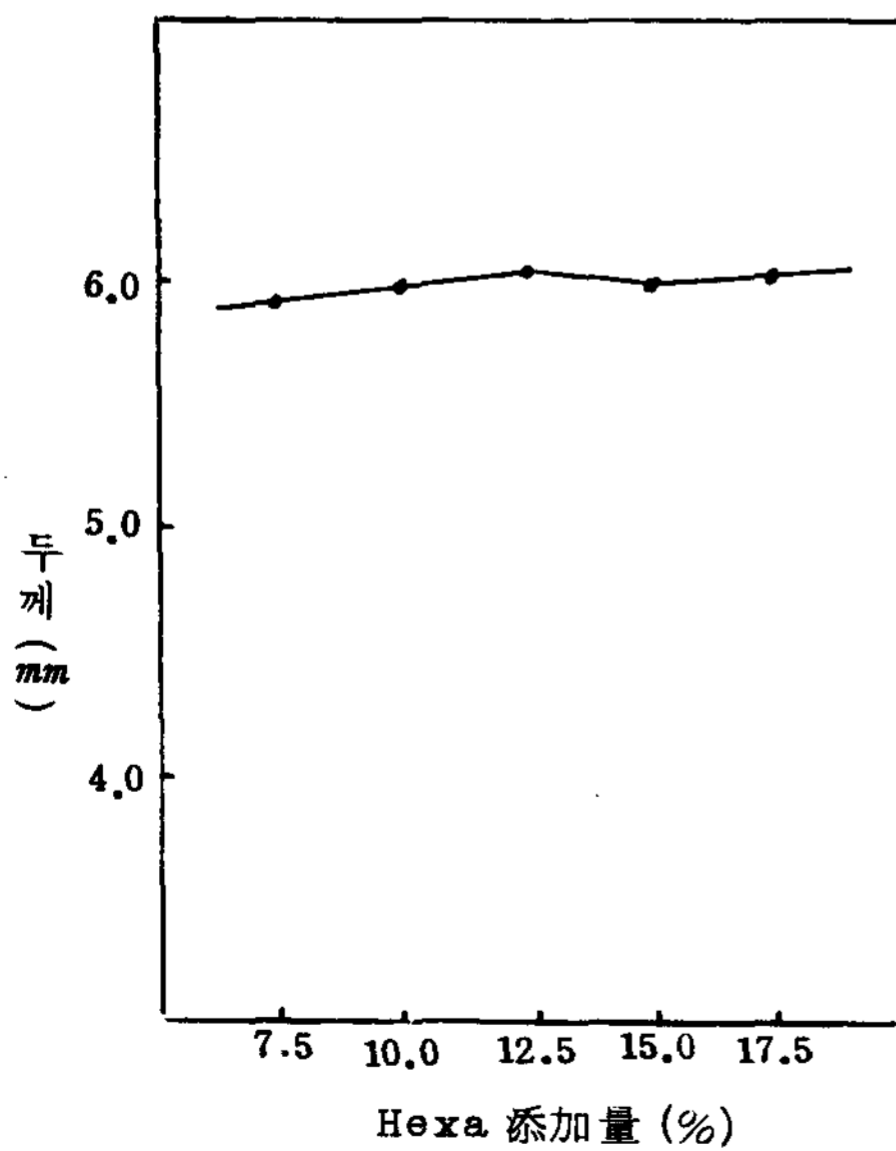


그림 (28)

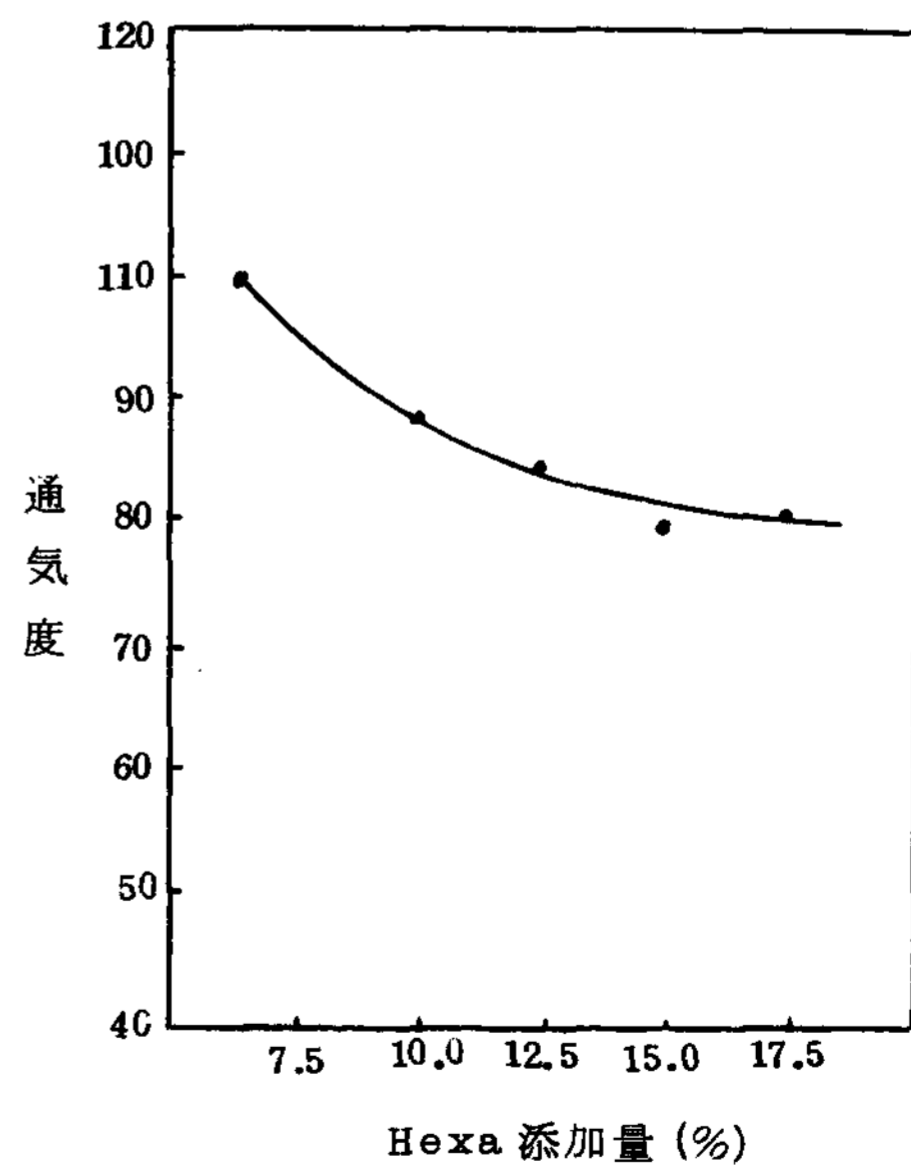


그림 (29)

(3) Shell 鑄型廢砂의 再生

Shell Mould 用 硅砂는 耐熱性이 좋고 粒度分布가 고르고 값비싼 粘結劑를 使用하고 있기때문에 모래값이 비싸다.

Shell 砂를 한번만 쓰고 버린다면 鑄物의 原価上에 미치는 영향이 크므로 再生表(10) 再生法の 分類

使用해야만 한다.

셀鑄型廢砂는 塊狀의 廢砂와 砂狀의 廢砂로 区分하고 前者를 Shell 殼 後者를 炭化砂(或은 黑砂)로 命名分類하다.

	再 生 法	主 要 对, 象
燒 成 法	自然式熔燒法	Shell 殼
	熔燒炉法	Shell 殼炭化砂(黑砂)
	Rotary Kiln 法	" "
	多轉回轉式熔燒炉法	" "
	流動熔燒法	" "
乾 式 法	砂粒의 衝擊에 의해서 附着物을 除去하는 方法	Shell 殼炭化砂(黑砂)
湿 式 法	습식 Cyclone 에 의해서 砂粒의 附着物을 除去하는 方法	炭化砂(黑砂)

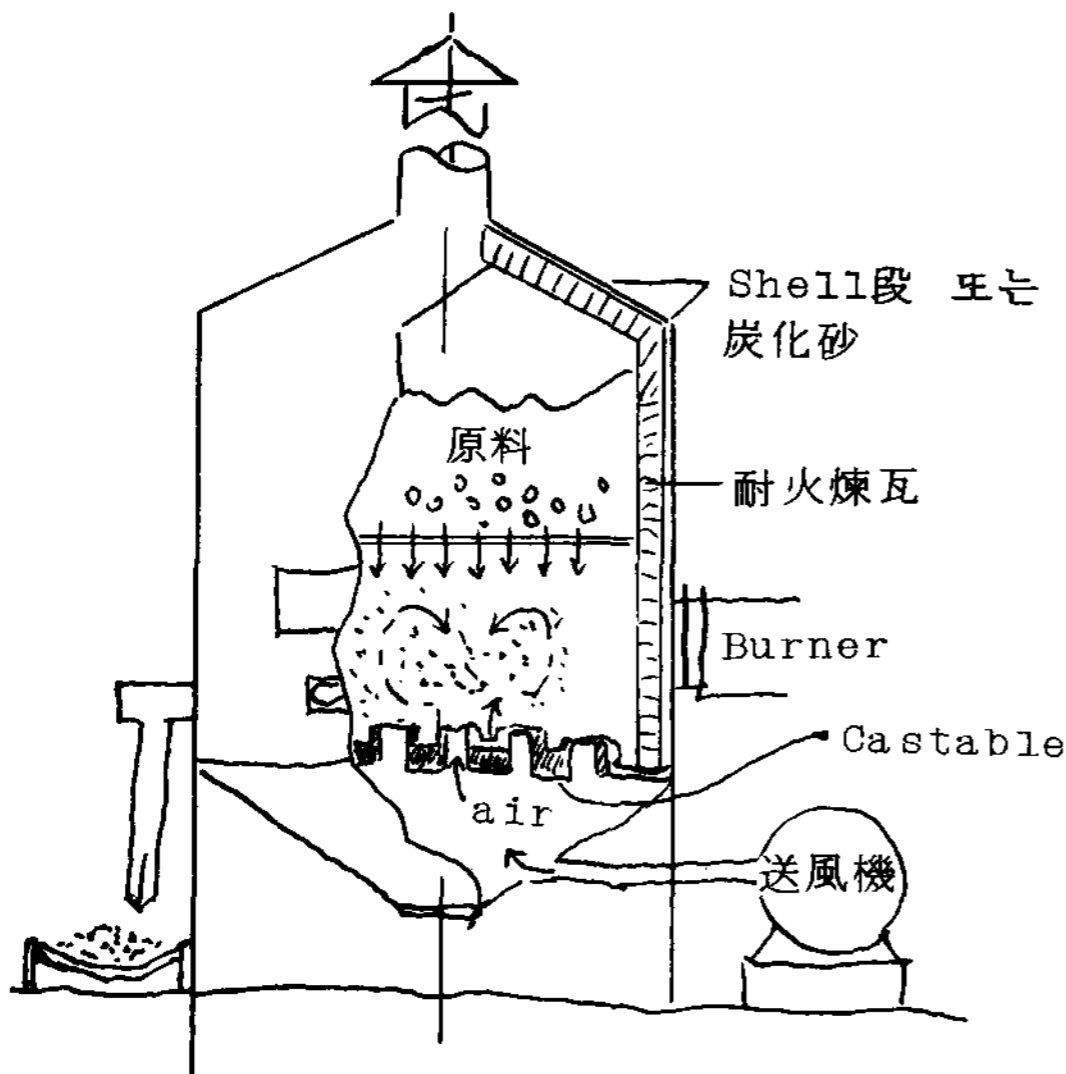


그림 30. 流動熔燒法

그림(30)과 같이 800℃ 程度 加熱燃燒시켜 炭化砂를 回收하는 方法으로 Shell 強度는 新砂보다 20~30% 向上되고 砂 回收率은 85% 程度이다.

3. Shell 造型法

Shell 造型法이란 丸型 또는 押角型의

粘土分이 적은 清靜한 硅砂에 Phenol Resin을 Coating 한 Coated Sand 를 가지고 만들거져 하는 部品의 金型에 被覆시켜 鑄型을 만들어 내는 造型方法으로써 黃色의 조끼껍질처럼 생겼다 하여 Shell Mould 라고 한다. Shell Mould 는 不良이 거의 없이 精密한 제품을 多量生産할수 있다는것이 特徵이다. 다음은 Shell Mould 의 鑄型方案과 造型方法에 對하여 記述하고자 한다.

(1) 鑄造方案

鑄造方案設定에 따른 事전에 考慮할 點을 몇가지 들어보면 다음과 같다.

① Shell Mould 法에서는 一般的으로 縱鑄込方式을 取하고 있기때문에 湯道系統의 形狀指向性凝固, Slag 除去를 考慮한 形狀設計가 重要하다.

② 鑄型의 燃燒 Gas는 他砂型에 比하여 많기 때문에 鑄物自體의 Gas Vent 는 勿論, 中子의 Gas Vent 도 充分히 커서 잘 排出하기 쉽도록 해야한다.

③ 鑄型內에서의 湯의 흐름이 좋고 용탕이 서로 衝突하는것을 避할것.

④ 鑄型內에 Slag 나 Gas 가 말려들어가지 않도록 할것

⑤ Shell Mould 用 Resin 砂는 一般砂型砂보다 비싸기 때문에 可及的 적은 材料를 쓸것.

이상과 같은것은 언제든지 鑄込時에 發生하는 鑄造欠陷을 적게하기 때문에 必要한 것이지만 한편 鑄物自体에 對하여 말하면 一般的으로 上部보다 下部쪽이 조직이 緻密해서 材質的으로 優秀하게 되고 또한 水平面이나 斜面에서는 下面쪽이 上面보다 깨끗하고 세우는면쪽이 水平面보다 적은것등의 경향이 있기때문에 이것도 잘 고려해서 적당한 鑄造방안을 만들수 있어야 한다.

⑥ 他鑄造法에 比하여 收縮정도가 높고 收縮加減 加工面의 加工費가 적지만 鑄込法이나 鑄込溫度에 따라서 收縮의 差異가 있고 이점을 고려할 필요가 있다. 그림 - 31 은 鑄込방법과 收縮차이를 關係 圖示한 것이다.

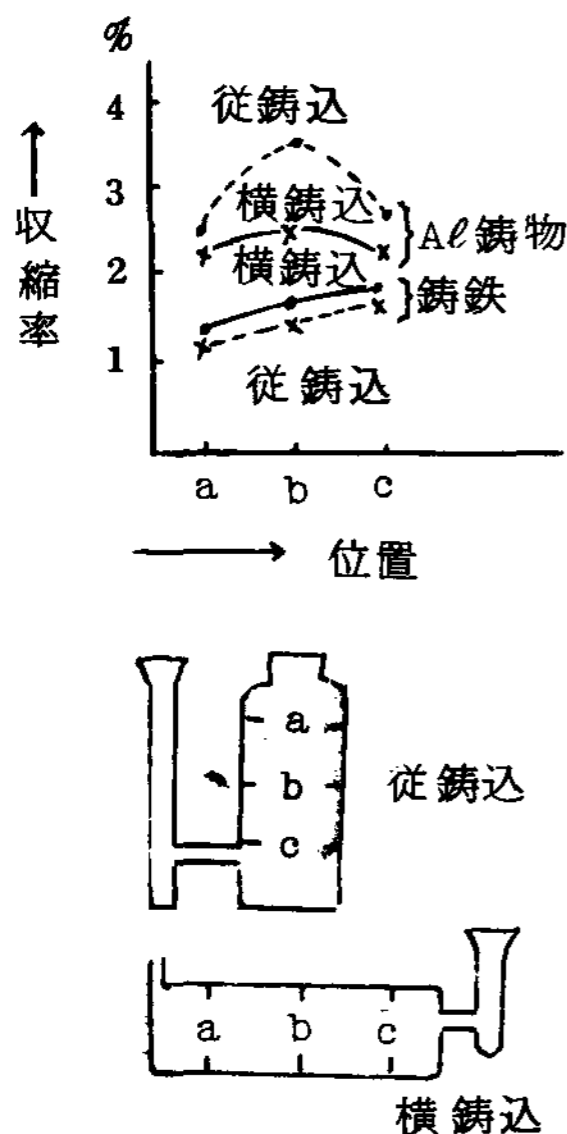


그림 31. 鑄込法과 收縮과의 關係

⑦ Shell Mould 用 Resin 砂는 大 小生型이나 CO₂ 型의 砂에 比하여 3~4 倍 高價이기 때문에 可及的 적은 材料를 아껴써야한다.

(2) Dump Box 에 의한 造型機構

(가) Dump 方式 分類

Dump 方式은 Dump Box 에 Coated Sand 를 넣고 金型을 거기에 붙여서 여러가지 方法으로 Coated Sand 를 金型上에 落下시켜 其後 發展해서 餘分의 Coated Sand 를 排除함에 따라 Shell Mould 를 얻는 方法이다.

Dump 形式으로는 다음의 3 形式이 代表的이다.

- ① Dump 式
- ② 垂直落下式
- ③ Coil Dump 式

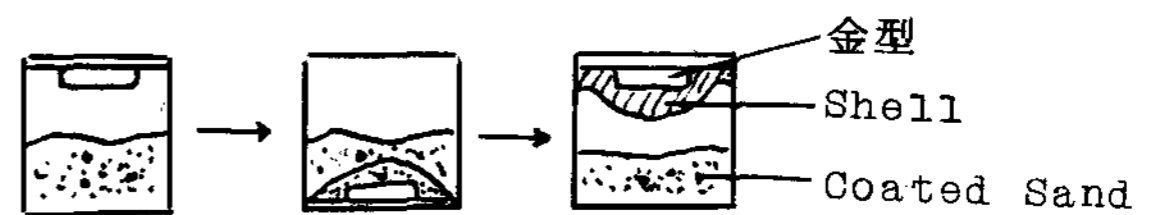


그림 32. Dump 式

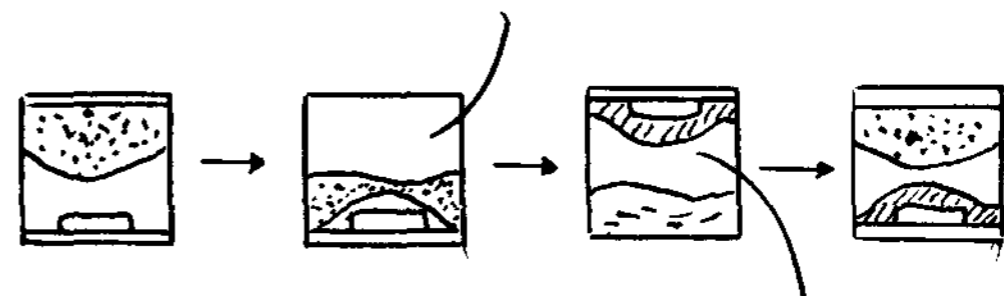


그림 33. 垂直落下式

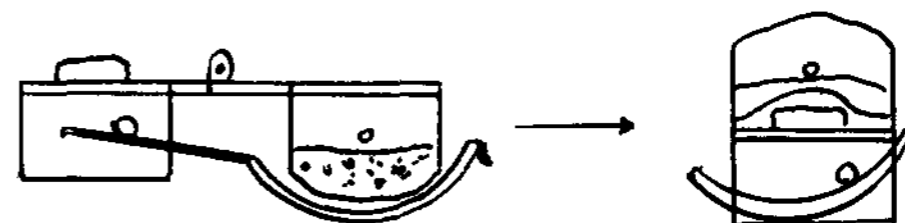


그림 34. Coil Dump 式

現在 널리 사용되고 있는 方式은 垂直 落下式으로써 垂直落下式은 Dump 式 보다 機構的으로 약간 복잡하고 取扱이 어

럽지만 充填性이 좋다. 또한 砂의 落下速度를 自由로히 選擇할수 있다. Coil Dump式은 Dump Box 回轉 및 金型 Clamp 等 回轉動作中の 충격을 적게하고 Shell 造型時에 생기기 쉬운 Peel Back 發生이 적다. 어떤 形式의 경우도 Coated Sand 가 金型上에 均等分布해서 먼저 垂直으로 落下하는것이 理想的이다. 이를 爲해서 Dump Box의 회전속도 기타 조건 的 檢討가 重要하다.

(나) Dump Box 높이와 Shell Mould 의 Bending Strength.

Dump Box 의 높이와 Shell Mould 의 Bending Strength 와의 關係는 그림 (35) 과 같다. 充填度가 좋은 Shell

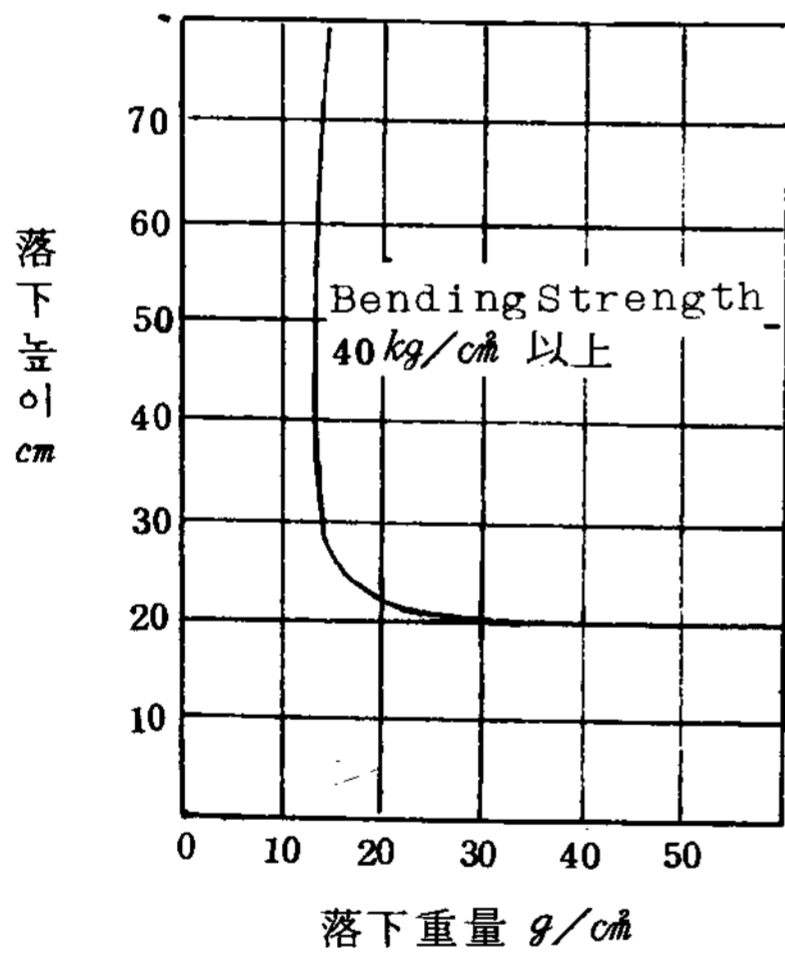


그림 35. 落下높이 重量과 Bending Strength

(強度 40 kg/cm^2 以上) 을 만들기 爲해서는 製品形狀에 따라 적절한 높이와 落下重量을 決定하면 알수 있다. 例를들면 金型치수 : $50 \text{ cm} \times 76 \text{ cm}$ Dump Box 높이 : 30 cm 의 경우에 40 kg/cm^2 이상의 Shell Mould 를 만들기위해 必要한 Coated Sand 重量은 다음과 같다.

그림 (36) 에 있어서 落下높이 30 cm 時의 所要落下重量은 15 g/cm^3 이기 때문에

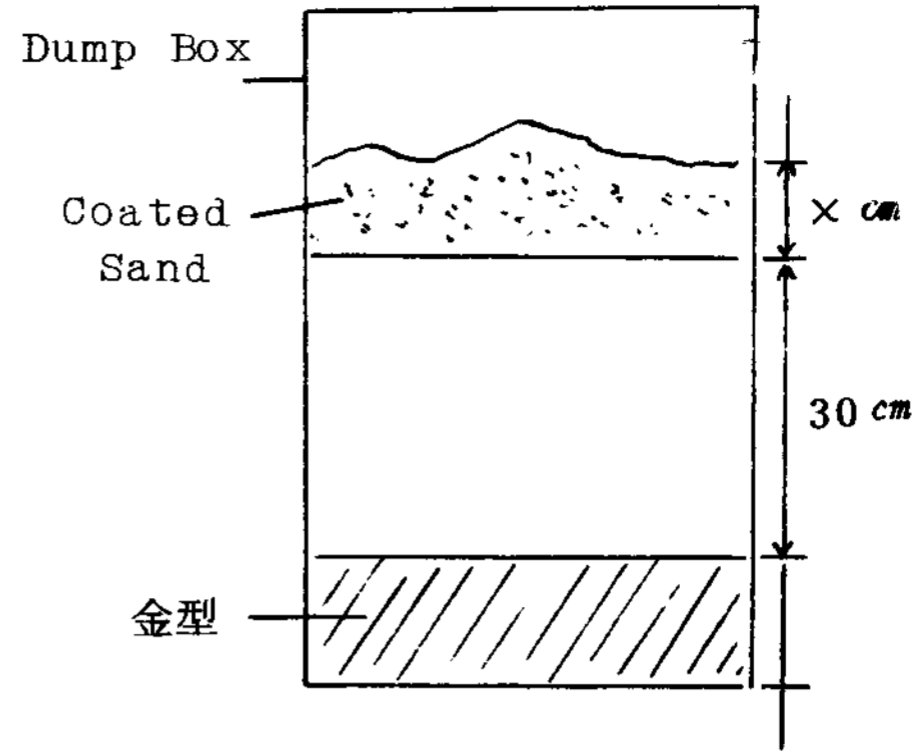


그림 36.

$$50 \text{ cm} \times 76 \text{ cm} \times X \text{ cm} \times 1.5 \text{ g/cm}^3 = 15 \text{ g/cm}^3 \times 50 \text{ cm} \times 76 \text{ cm}$$

$$X = 10 \text{ cm}$$

最底 10 cm 높이의 Coated Sand 가 必要하다.

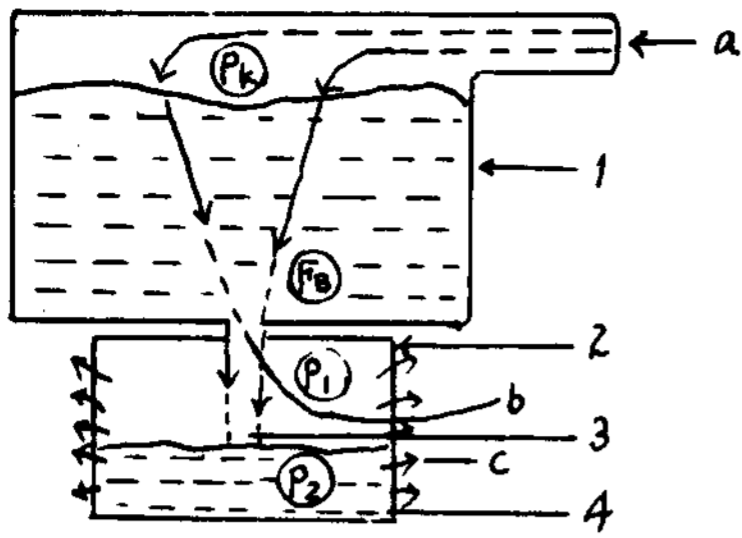
이와 같이 Dump Box 内の 全 Coated Sand 量에서는 최저치가 存在하기 때문에 造型作業時의 部品の 모양, 크기에 따라 配려할 必要가 있다.

(3) Blowing 방식에 의한 造型機構

(가) Blowing 방식의 特徵

이 방식에는 空氣는 Blowing 內 砂의 上部에 넣고 砂粒子間的 毛細管狀의 通路를 통해서 吹出口에 進入하고 吹出口에서 砂粒子를 빼낸다. 그 때문에 砂-空氣흐름을 만들어 이것을 Core Box 의 빈 Spare 內에 들진해 간다. 砂는 빈 Space 內에 蓄積하면서 그안을 채워간다. 그래서 空氣는 設計된 Air vent 를 통해서 Core Box 부터 나간다. 이런 방식에서는 「空氣에 의한 砂의 運搬 System」을 基礎로 하고 그 경우 砂粒子는 空氣中에 浮遊하게 된다.

또한 Core Shooter (CO_2 型 油砂型에 使用)에는 高圧力 ($5 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$) 의 空氣의 供給에 依해서 砂의 吐出이 行해지고 있지만 그때 空氣는 原則적으로 砂層을



- 1. Blow tank
- 2. Core Box
- 3. 砂-空氣流
- 4. 충전된 砂
- a. 압축공기입구
- b. 吹出口
- c. Air Vent 구멍

그림 37. Core Blowing m/c

관통해서 進行하는것은 전혀없고 따라서 吹出口 부터는 砂의 흐름만이 분출하는 것이다.

(나) Blowing 방식의 基本原則

① 砂의 運動 Energy

砂의 충전도에 대해서는 砂흐름의 運動 Energy가 主된 영향을 갖는다. 砂流運動 Energy는 다음式으로 계산된다.

$$E = QV^2 / 2g \cdot kg\ m / Sec \dots \dots \textcircled{1}$$

- 여기서 E : 每秒当 運動 Energy
- Q : 砂流出量 · kg / Sec
- V : 砂流出速度 (吹出口), m / Sec
- g : 重力의 加速度, 9.8m / Sec

砂의 流出量은 다음式으로 부여된다.

$$Q = 0.83FB \sqrt{Pk - P_1} \ kg / Sec \dots \dots \textcircled{2}$$

- 여기서 FB : 吹出口 断面積, cm²
- Pk : Blowing 内压力, kg / cm²
- P₁ : 吹出口에서의 压力, kg / cm²

①, ②式 부터 砂粒速度를 크게 즉 높은 Blow 压 (Pk) 과 낮은 吹出口压力 (P₁) 으로 하고 더욱 砂의 流出量을 많이 즉

吹出口 断面積을 크게하면 최종적으로 砂粒運動 energy가 크게되어 充分히 增加된다.

② Air vent

水力工學의 法則을 適用하면 吹出口에서의 砂流速度는 Blow 压力만에 의존하고 吹出口에서의 压力은 一定의 臨界值를 이루는 限界까지는 無관계이다. 이 임계 压力 Pe는 다음의 實用公式에 의해서 決定된다.

$$Pe = 0.275 Pk \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

吹出口에서의 压力은 이 臨界压力 (例 Blow 压力 3 kg / cm²時를 0.82 kg / cm²) 보다 높게되면 砂의 流出速度가 減少해서 充填度가 나빠진다. 따라서 Air vent 通路를 適當히 調整할 必要가 생긴다. 效果的인 Air vent 와 吹出口의 크기와의 사이에는 다음 關係式이 成立한다.

$$\frac{F(\text{air vent})}{FB} = 0.5 \sim 1.0 \dots \dots \textcircled{4}$$

Air vent는 可及的 위쪽에 設置하는것이 좋다. 그 理由는 윗쪽에 있으면 Blow 時間中 效果的으로 움직이고 砂에 依해서 막히는일이 없기 때문이다.

③ 吹出口

그림 (38) 과 같이 砂의 充填度는 吹出口 直径이 20 mm 까지는 급격히 增加하지만 20 mm를 초과하면 密度에 미치는 영향은 完全히 없게된다. 한편 直径 10 mm 以下の 吹出口에서는 充分히 충전된 Shell 中子는 얻을수 없다. Core Blowing machine을 써서 좋은 작업을 하기 爲해서는 직경 12 ~ 20 mm의 吹出口를 使用하는것이 좋다.

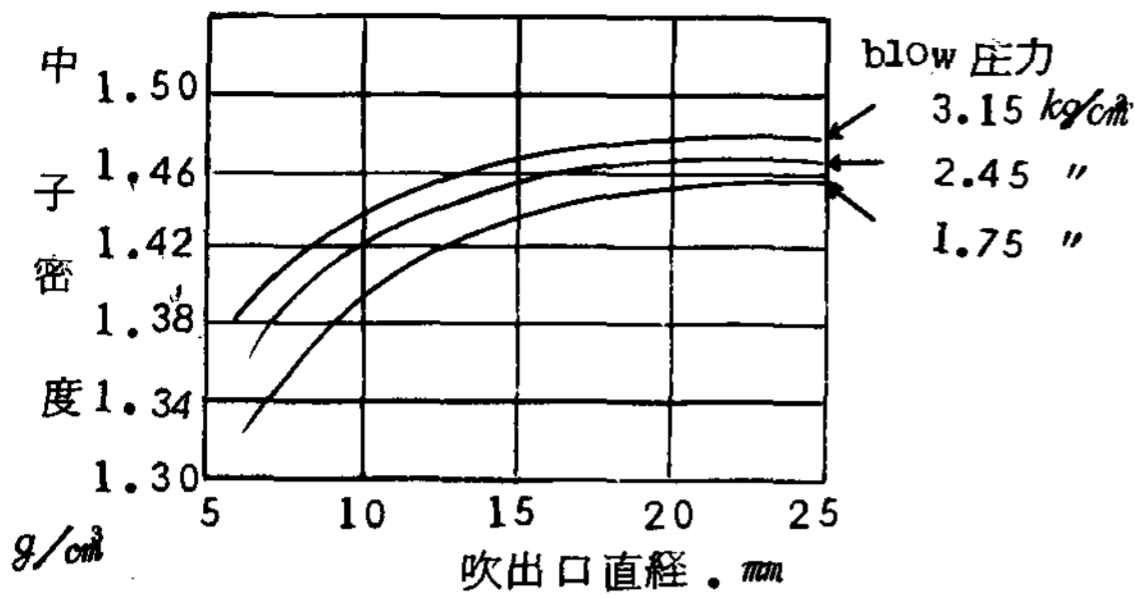


그림 38. 中子充填度와 Blow 压力 吹出口直径과의 關係

(다) Blowing 方法

Blowing 方法에는 常時加压力式과 一時加压力式이 있다. 常時加压力式은 Blow tank 内에 常時 压力을 걸어놓고 吹込時에 Nozzle (고무 Valve 를 사용) 열어서 Coated Sand 를 金型内에 충전하는 方法이다.

吹込後에 餘分의 砂가 나오는것이 欠点이다. 一時加压力式은 吹込時에 大量의 空氣를 Blow tank 에 보내 충전하는 方法이다. 一般적으로 弁機構가 간단해서 Coated Sand 의 loss 가 적은 一時加压力方式이 많이 採用되고 있다.

一時加压力式에서는 Blownozzle 部門의 경사각 (그림 (41)의 Q)가 Coated Sand 의 安息角以下로 되는 構造로써 砂흐름을 防止한다.

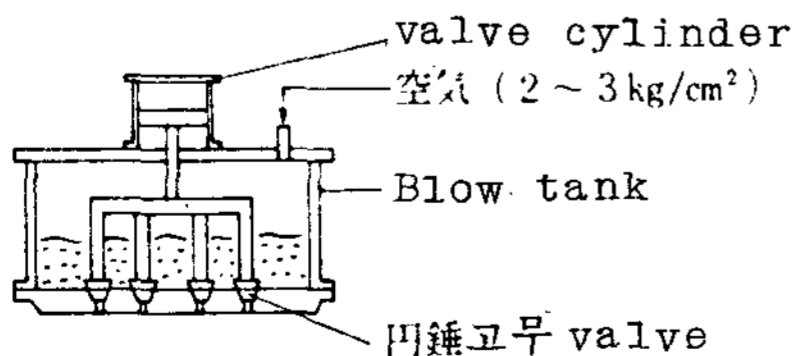


그림 39. 常時加压力式

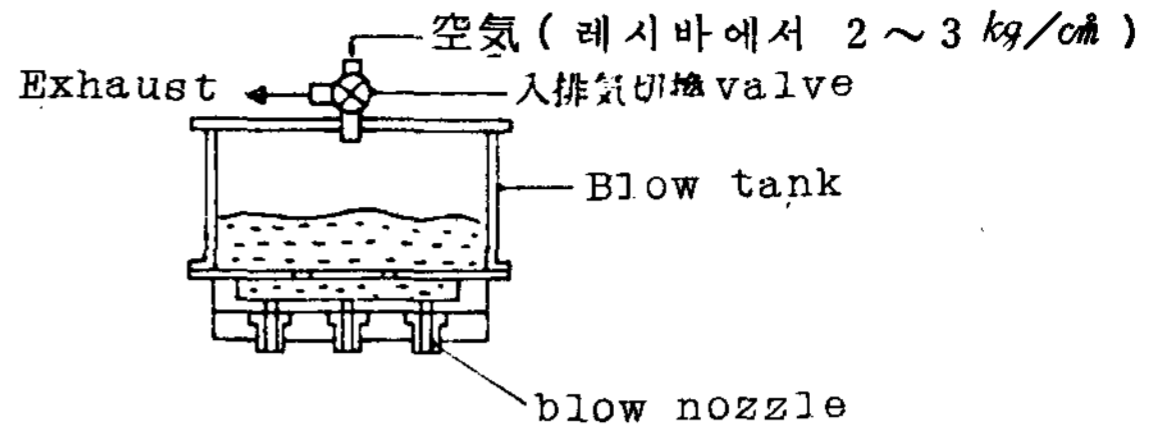


그림 40. 一時加压力式

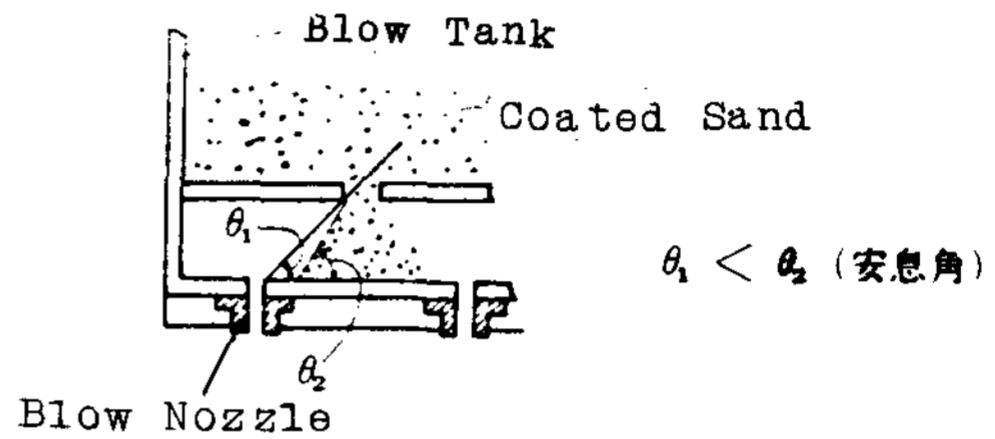


그림 41. 一時加压力式에 의한 모래 새나온 것을 방지하는 장치

Blowing 方法은 더우기 吹込口와 金型과의 위치관계에 따라 Top blow, Side blow, Under blow 의 3가지로 大別할수 있다.

Top blow 는 Blow tank 가 金型的 上方에 있기 때문에 Blow tank 에는 吹込 Nozzle 이 數個 설치되어 있고 砂는 上部로 부터 金型内에 吹込된다. 中子에서는 金型은 반전 하던가 또는 Mandrel 을 사용해서 中空으로 할수있다. 金型分割方向에 수직과 水平이 있고 主型, 中子도 이런方法으로 많이 사용되고 있다.

Side blow 또는 edge Blow 는 棒과 같은 긴것 또는 小物多數個를 取하는 造型에 쓰여진다.

Under blow 는 Shell Mould 法의 發明者인 Croning 씨가 개발한것으로 특색이 있는 造型법이다. 이는 管을 Sand tank 内, 砂層中에 도입해서 砂를 吹上시키는 方法이다.

一般的으로는 Top blow가 많이 採用되고 있다. 이것은 이런方法에 依하면 끝 마무리性이 좋고 복잡한 형상의 Shell이 용이하게 얻을수 있다는것이다.

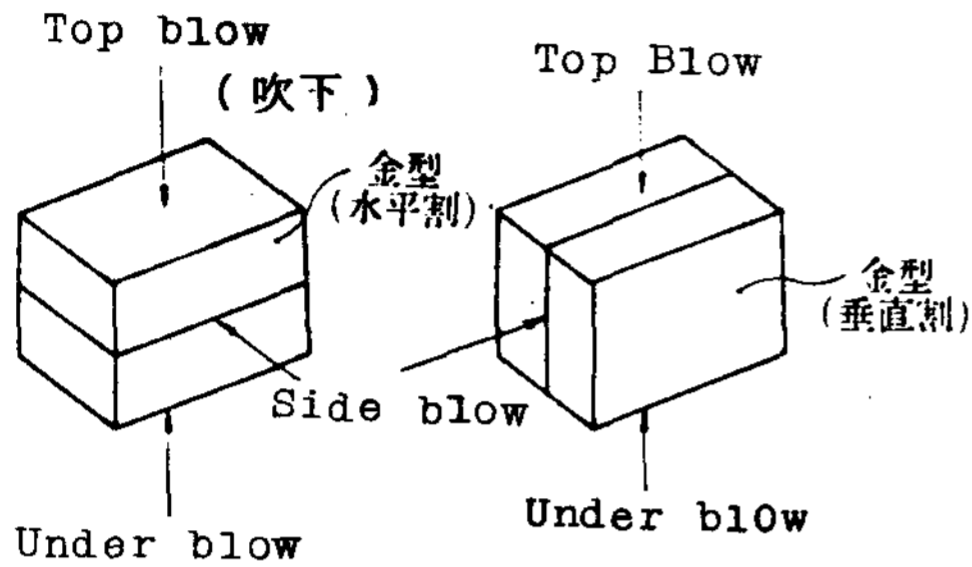


그림 42. Blowing 方法

(4) Assembly

Shell Mould의 上型和 下型을 組合해서 한組의 鑄型으로 만든것을 Assy라 한다.

이것들의 각 方法에는 다음과 같은 것이다.

(가) 圧接法

離型直後の 120° ~ 150°C의 Shell 下型の 適當한 位置(보통은 접착溝)에 接着劑를 塗布하고 여기에 上型을 싸워서 固着하는 方法이다. 接着劑는 熱에 의해서 硬化하기 때문에 Shell은 이 接着力에 의하여 強하게 固着된다. 이런方法에는 圧接機를 必要로 한다.

(나) Clip法

Shell Mould의 上型和 下型을 彈力있는 Clip으로 固着하는 方法이다. 接착기도 接착제도 不必要하지만 能率は 나쁘다. 또한 큰것 高精度를 要하는

것에는 바람직하지 못하다.

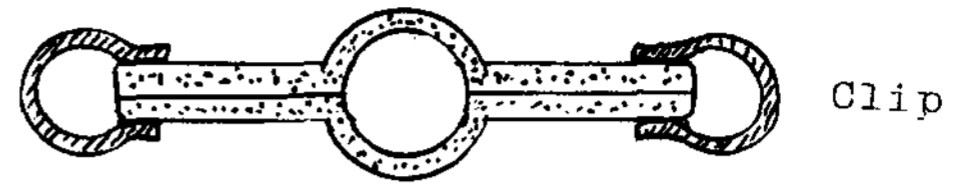


그림 43. Clip 붙임方法

(다) Bolt 붙임法

Shell Mould의 上型和 下型の 適當한 위치에 Bolt 구멍을 뚫고 Bolt로써 붙이기하는 方法으로 圧接機는 不必要하다.

冷却된 Shell에 사용할수도 있지만 能율은 나쁘다. 一般的으로 大型 Shell에 圧接法 등이 병용된다.

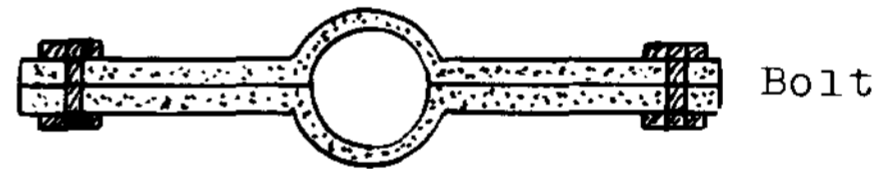


그림 44. Bolt 붙임방법

(라) Clamp法

Shell Mould의 上型和 下型을 기계적 또는 油壓으로 Clamp하는 方法이다. 接착제는 必要없고 高精度의 製品이 얻어진다. 完全한 흐름작업과 Stack 주입에 쓰여진다.

(5) 造型補助材料

좋은 Shell Mould를 만들기 위해서는 上下型을 잘 接착토록하는 接착제, Shell을 金型으로 부터 원활하게 꺼내는 離型劑, 깨끗하고 美觀한 鑄物表面을 얻기위한 塗型劑가 必要하다. 이들에 대해서 다음과 같이 說明한다.

(가) 接着劑

셀몰드용 접착제로써는 그 적용온도에

따라서 表(11)에 나타난 3種類가 있다.

表(11) 셀몰드용 접착제

종 류	高温用接着劑	低温用接着劑・I	低温用接着劑・II
주 성 분	Phenol Resin methanol 밀가루	尿素樹脂 밀가루	tar
使用条件	上・下型表面温度 120℃以上 경우	한쪽만 常温의 경우	雙方同時常温 경우

高温用 接着劑는 使用時 methanol로 희석해서 적당한 粘度로 조정해서 사용한다. 용기에 불려진 접착제의 洗淨은 가성소다로 한다. 저온용접착제・I은 可使時間이 짧기(1~2시간) 때문에 정도에 맞추어 한다.

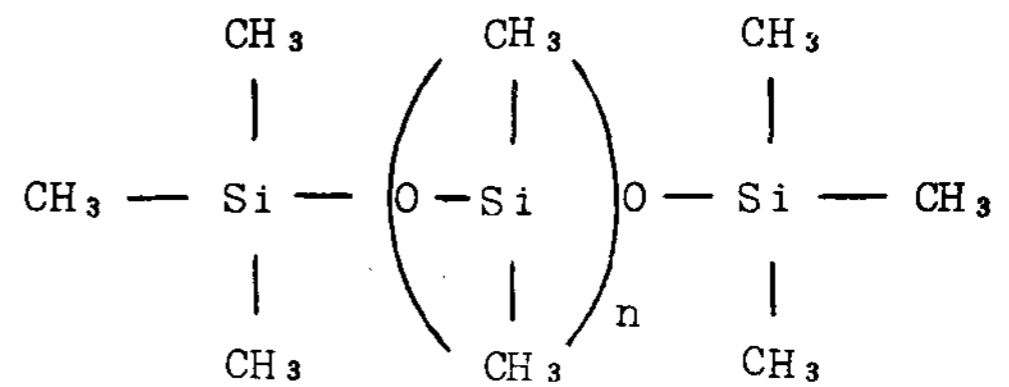
저온용 접착제 II는 使用時 물로 희석해서 사용한다. 용기의 洗淨은 물로한다.

이상의 3種의 접착제는 사람손으로 도포하는* 경우에 사용하는 것이다. 이외에도 自動塗布장치로 特性을 가진 접착제도 개발되고 있다.

(나) 離型劑

Shell을 金型으로부터 容易하게 取出하기 위하여는 離型劑를 쓴다. 이형제의 역할은 먼저 금형에 충실한 Shell을 얻는것. 다음에 그 Shell을 금형으로부터 용이하게 추출시키는 것이다.

따라서 Shell Mould中 이형제로써 第1의 조건은 극히 얇은 피막을 형성하고 그렇게 하여 良好한 이형效果를 얻어지는 것이다. 第2條件은 熱에 安定해서 耐久性이 있고 金型이나 Shell에 惡影響을 끼치지 않는 것이다. 이條件에 맞는것이 Silicon oil이다. Silicon油는 C・H・O・Si로 부터 된 합성수지의 일종으로 다음과 같이 그 구조식을 갖고 있다.



n 重合度

보통은 이 Silicon oil을 다음과 같이 쓰고있다.

① Silicon油 emulsion

Silicon油에 少量의 乳化劑를 加해서 水中에 乳化分散시킨것으로 使用直前に 물로 희석해서 쓰고있다.

② Silicon Compound

Silicon油에 Silica의 未分末을 配合해서 구리스 상으로 한것을 그때로 쓴다.

使用法으로는 ①의 경우는 연속조업 도중에 간헐적으로 Air spray하고 ②의 경우는 조업개시 및 조업도중에 특히 이형하기 困難한 個所에 도형해 쓴다.

(다) 塗型劑

Shell Mould의 表面에 塗型하면 칩투나 타붙음을 방지하고 表面의 惡化도 방지한다. 도형제는 보통 분말상으로 이것을 적당한 용제(水, Alcohole)로 희석해서 사용한다. Shell이 高温時는 건조할 필요가 없지만 상온의 경우는 吸

取에 의해서 Shell 의 강도가 열화하기 때문에 再加熱이 必要하다. 塗型劑에 必要한 性質은 다음 6項目이 있다.

- ① 塗型性이 좋을것. 끝마무리 塗布작업이 용이할것
- ② 적당한 浸透性, 끝주형과 적당히 親和되도록 할것.
- ③ 용해성이 없을것. 끝도형제의 용제와 Resin이 반응이 없을것.
- ④ 용탕의 열에 의해서 균열을 일으키지 말것.
- ⑤ 타붙음을 일으키지 말것. 이 때문에 환원성을 가진 炭素系物質, 耐火도가 좋은 中性 또는 塩基性 耐火物이 좋다.

以上을 綜合적으로 고려해서 Shell Mould 法에 의한 주철주물의 경우는 흑연을 主体로한 塗型劑를 쓰고있다.

使用方法으로 도형의 部品, 形狀, 장소에 의해서 Spray, 솔질, 침적시키는것등 방법이 있다. 또한 냉금도 表面에 타붙음을 방지하기 위하여 도형하는것이 있다. 이 경우 Mould Coat 를 신나에 희석해서 도포하고 있다.

(6) Shell Mould 試驗方法

(가) 強度試驗法

Shell 強度를 表示하는데는 Bending Strength 를 사용하고 있고 補助的으로는 引張強度, 壓縮強度도 사용하고 있다.

兩端을 支持한 試驗片의 中央에 荷重을 걸고 破壞한 瞬間의 諸數值에 依하여 $Bending\ Strength = 3WL/2bh^2$ 으로 계산한다.

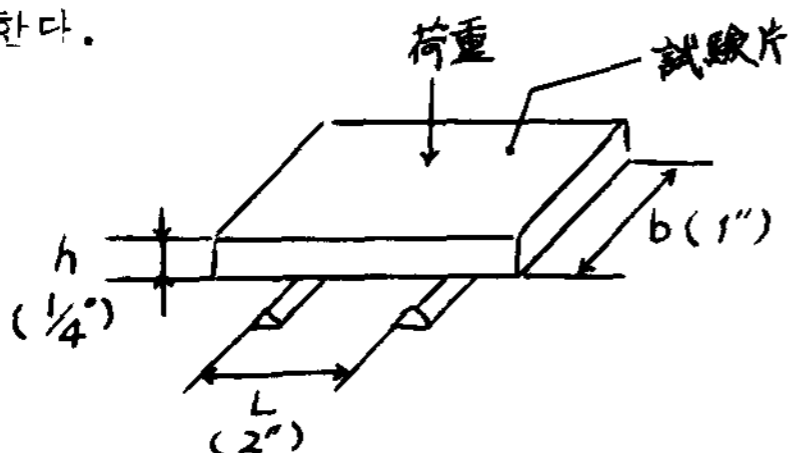


그림 45. Bending Strength 試片

- 但, W : 荷重, kg
 L : 支点間距離, cm
 b : 試驗片의 巾, cm
 h : 試驗片 두께, cm

(나) Melt point

溫度勾配를 갖도록 加熱된 金屬棒 上에 一定量의 Coated Sand 를 올려놓고 一定時間後 Air 로 불어내면 金屬棒 上에 남은 Coated Sand 가 融着한 部分의 最低溫度를 가르칠때 이점을 Melt point 라고 한다.

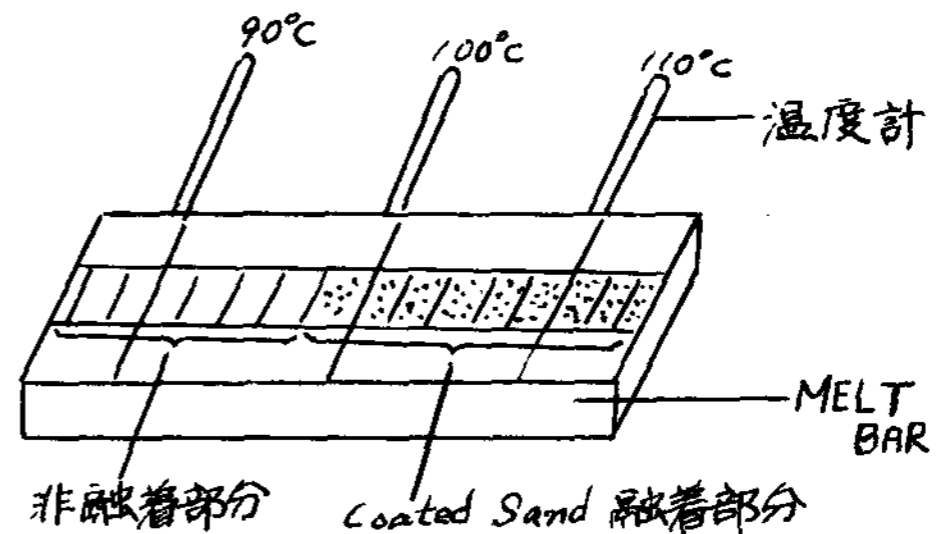


그림 46. Melting Point 測定器

그림 46 의 경우는 M.P 는 98°C 임

M.P, 98°C 라고 하는것은 實際造型作業에 있어서 Pattern 위에 落下한 Coated Sand 의 內側熱傳導에 따라 98°C 以上까지 加熱된 範圍가 鑄型을 形成하는 것이 라는 뜻임.

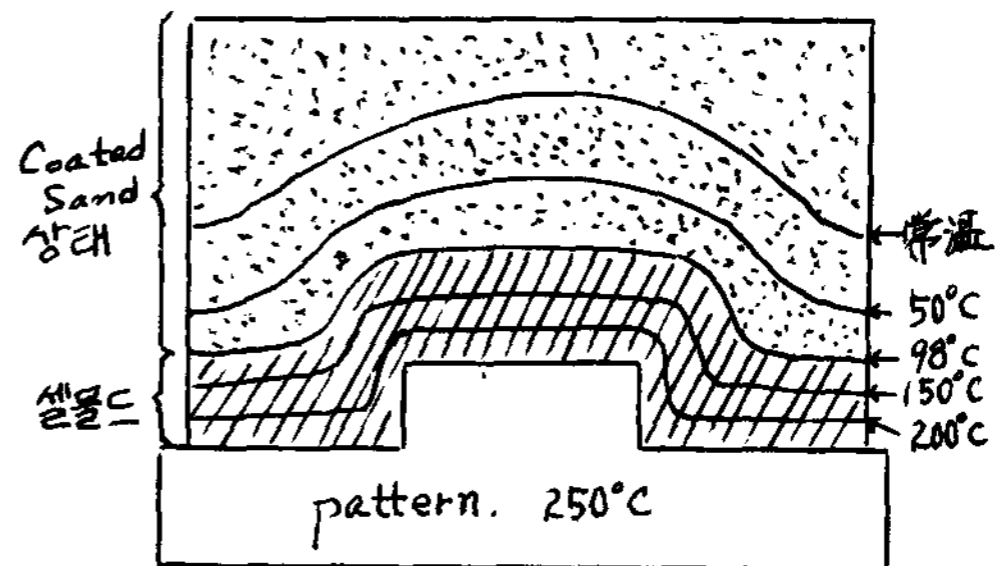


그림 47. M.P 에 따른 shell 상태

(다) 通氣度

一般鑄物砂(生型)와 같은 방법으로 Shell Mould는 通氣도가 좋기 때문에 通常 70 ~ 120 範圍에 있다.

(라) 安息角

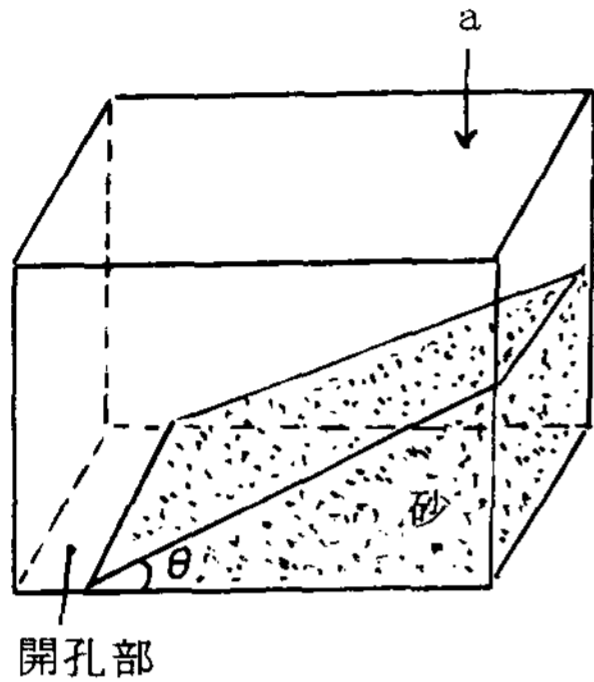


그림 48. 安息角測定器

[圖 28] 과 같이 glass 製器具를 水平하게 하고 a部로부터 조용히 少量씩 모래를 落下시켜 餘分の 모래가 下部開孔部에 排出할때까지 繼續하고 其狀態에서 測定한 角度 Q를 安息角이라 한다.

Coated Sand는 그 角이 적은것이 特徵으로 平均 29° ~ 32°이다. Test 砂는 乾燥砂이어야 한다.

(7) Setting time 과 Curing time

(가) Setting time 과 Shell 두께

셀이 成型되는것은 pattern 上에 落下한 Coated Sand가 pattern의 保 有熱에 의하여 서로 結合하는 것이다.

따라서 Coated Sand를 被覆하는 時間 (Setting 시간)이 길수록 Shell의 두께는 증가하게 된다.

즉 셀두께를 증가시키기 위해서는 다음과 같은 세가지점을 고려하면 좋다.

- ① M.P가 낮은 Coated Sand를 사용한다.
- ② Setting time을 길게한다.
- ③ 金型溫度를 높이고 熱容量을 크게한다.

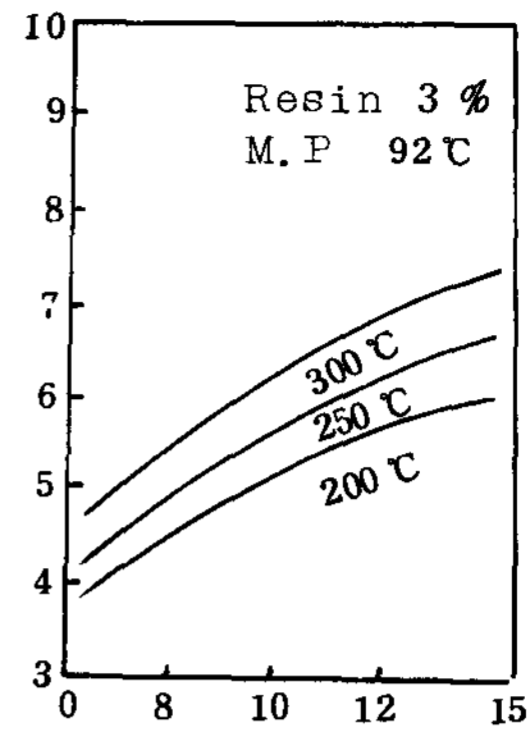


그림 49. Setting Time (sec) 과 셀두께

(나) Curing 条件과 強度

셀몰드가 強度를 유지하기 爲해서 는 最初軟化해서 流動狀態로 된 Resin. 이 熱과 硬化劑의 作用에 의해서 熱硬化 反應을 일으키기 때문이다.

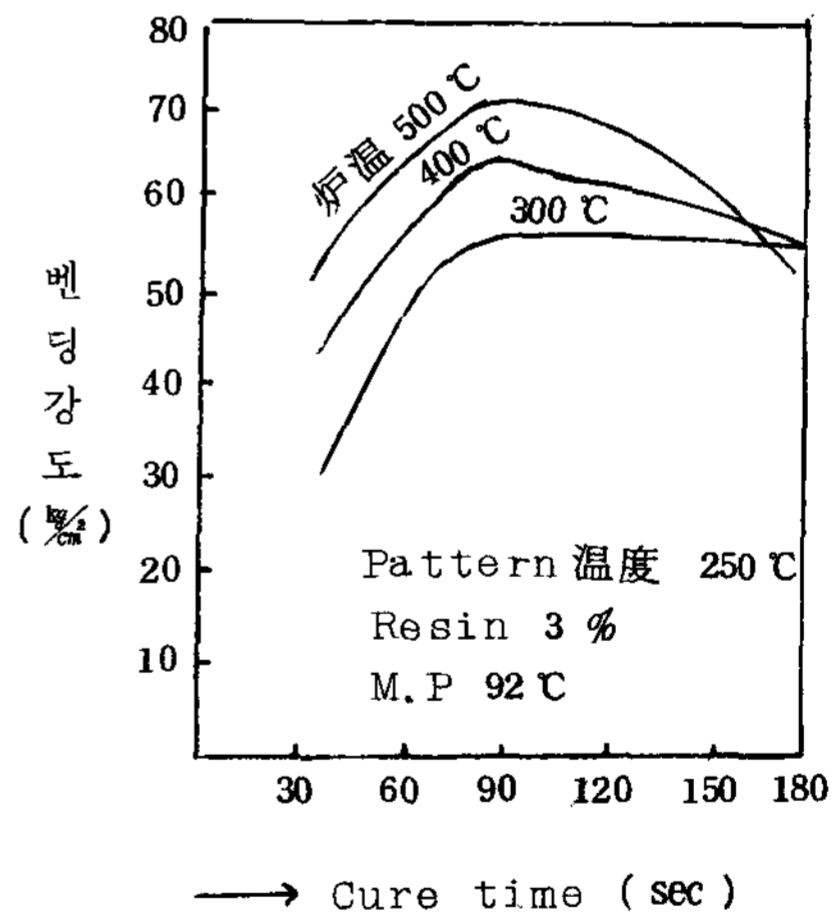


그림 50. Cure time 炉溫과 強度

이러한 硬化反應은 溫度가 높을수록 빨리 完了하고 일단 硬化한 Resin은 다시 높은 溫度로 加熱하면 最終的으로는 炭化하고 만다. 따라서 'Cure를 심하게 하는 경우 (Over Cure)나 Cure가 不

充分的인 경우 (Under Cure)는 모두 強度를 낮게 한다.

以上에서 셀몰드의 強度를 증진하기 위해서는 다음 네 가지 點을 고려하는 것이 좋다.

- ① Shell 두께를 증가한다.
- ② Resin 添加量을 증가한다.
- ③ 珪砂中の 粘土分을 감소시킨다.
- ④ Cure 時間, 溫度를 적절히 선택한다.

(8) Gas 發生

셀몰드에 熔湯을 鑄込하면 Resin 은 急激히 熱分解를 하기 시작하고 多量의 Gas 를 發生한다. Gas 發生量은 溫度가 높을수록 Resin 이 많을수록 많게 되고 Gas 圧 湯流를 나쁘게 한다. 또한 Gas 에 依한 Blow Hole 이나 Pin Hole 等の 欠陥發生이 쉽다. 따라서 셀의 通氣度가 좋은 것인데도 砂型보다 더 커다란 Gas 壓 기를 설치할 必要가 있다.

이와같이 Resin 量이 많을수록 熱間強度가 크고 熱間膨脹이 적게 되는 反面 Gas 欠陥發生이 쉽다는 것은 잊어서는 안된다.

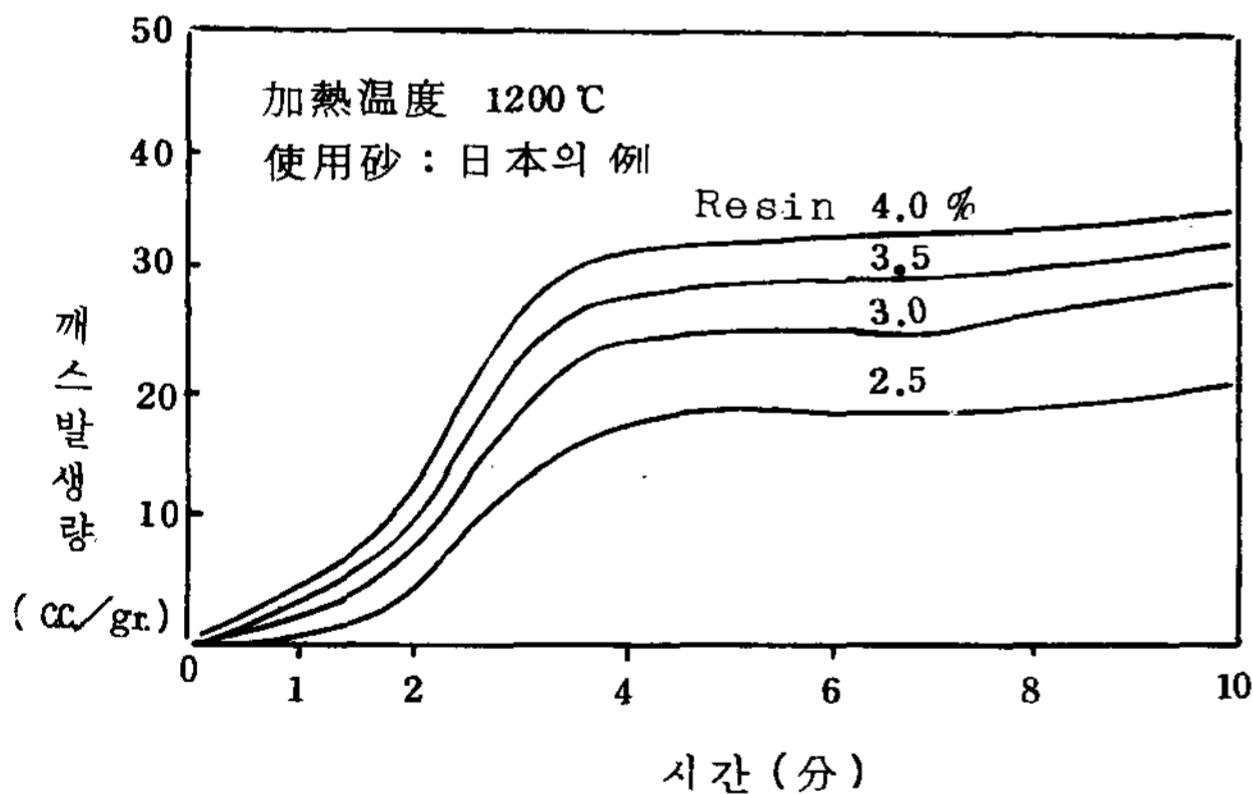


그림 51. Resin 添加量과 Gas 發生量

發生한 Gas 組成의 一例를 表(51)에 나타낸다.

[表 12] 發生 Gas 의 組成

Gas 捕集 Gas 名 時間	注湯後 20 ~ 60 秒	注湯後 120 ~ 240 秒
CO ₂	5.74 %	6.28 %
O ₂	2.43 %	微量
CO	15.09 %	22.58 %
H ₂	30.62 %	32.59 %
CH ₄	微量	微量
H ₄	殘量	殘量

[表 12]에서 Shell 부터 發生한 Gas 는 H₂, CO, CO₂가 比較的 많다. 그러나 이러한 組成과 發生量은 분위기에 따라 變化하고, 酸化性 분위기 (鑄込初期)의 경우는 Gas 發生量도 많게 되고 Gas 組成도 CO₂, CO, H₂O 등이 증가한다. 非酸化性 雰囲気 (鑄込末期)의 경우는 Phenol Resin 이 乾溜되어서, 發生한 Gas 는 外氣와 接해서 高溫으로 되어 着火燃燒한다. 이러한 現象은 鑄込할때 잘 볼수 있다. [그림 (52, 53, 54)는 Gas 背壓에 따른 影響을 表示한 것이다.

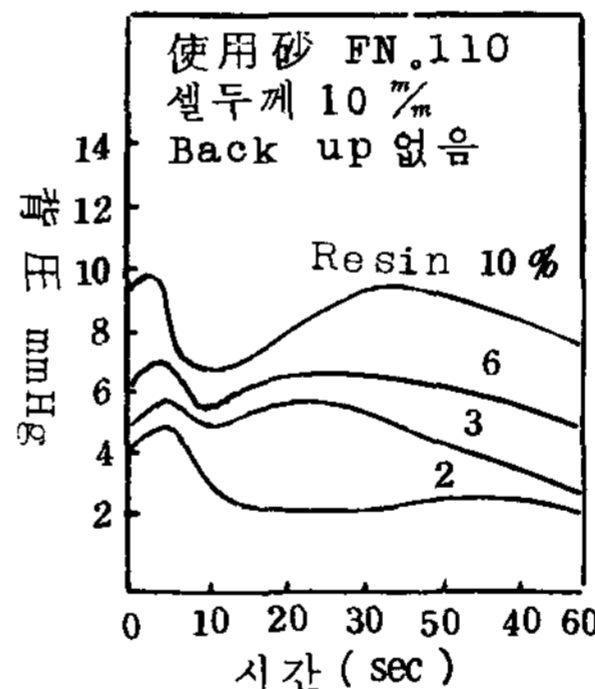


그림 52. Resin 量과 背壓

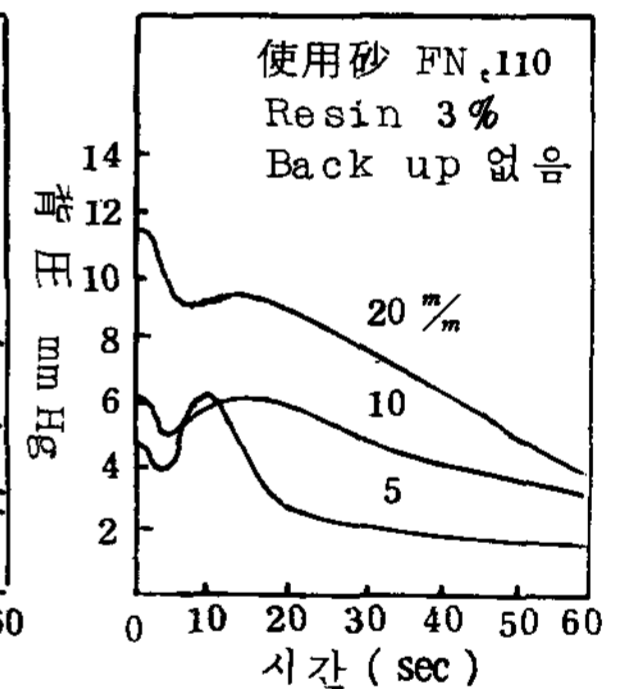


그림 53. Shell 두께와 背壓

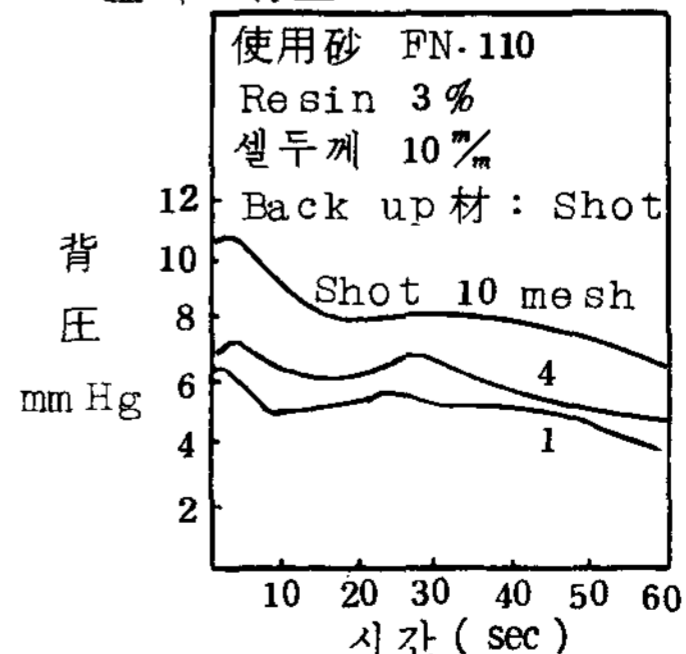


그림 54. Back up 과 背壓

4. 鑄 込

生型砂法과 같이 鑄込할 수 있으며 各 材質別로 다음과 같은 特徵이 있다.

(1) 鑄 鐵

鑄鐵은 셀몰드법으로 가장 많이 鑄込되고 있으며 全体의 92%를 占有하고 있다. 生型法과 比較해서 조직 強度, 경도 등 諸性質이 같거나 그 以上이다.

(2) 鑄 鋼

셀몰드鑄造品の 약 4%를 占有하고 있다. 鑄鋼은 鑄鐵과 比較해서 鑄込溫度가 높고 凝固도 빠르기 때문에 Shell로부터 發生하는 gas의 壓力이나 鑄型反應에 의해서 鑄造品에 Blow hole이나 表面이 거친 欠陥이 發生하기 쉽기 때문에 使用도가 낮지만 耐火도가 높은 珪砂, Resin의 開發 등으로 요즘은 상당히 많이 使用되고 있다.

(3) 輕合金

Shell Mould 鑄造品の 2%를 占有하고 있다. 主로 中子로 使用되고 輕合金 鑄物에 欠陥도 存在한다. 이 경우 輕合金은 鑄込溫度가 낮기 때문에 Resin이 完全히 分解하지 않고 殘留한다. 이 때문에 複雜한 모양의 製品에서는 砂落이 困難하기 때문에 약 500℃ 정도로 가열할 必要가 있다. 이 対策으로 分解溫度가 낮은 Furan sand를 使用하던가 粒度가 굵은砂로 Resin을 2% 以下로 可及的 적게한다.

(4) 銅合金

Shell Mould 鑄造品の 2%를 占有하고 있다.

銅合金中에서는 靑銅이 훨씬 더 많이 鑄込되고 있다. 이것은 거의 問題가 없지만 鑄造品の 크기나 모양에 따라서 깨끗하고 水圧에서 새는것이 發生하는 경우

가 있기 때문에 鑄造方案의 檢討 Resin 量의 減少등을 고려한다.

(5) 鑄込方法

셀몰드법에서는 大別해서 다음 3種 類의 鑄込方法이 있다.

① 縱鑄込

鑄型을 左右로 나누어 縱方向으로 부터 鑄込하는 方法이다.

이 方法은 Back up이 容易하고 高精度의 鑄物을 얻을 수 있다. 그러나 설비비가 약간 높고 더욱 製品下部에 Penetration이 약간 많게 된다.

② 橫鑄込

鑄型을 上下로 나누어 橫方向으로 鑄込하는 方法이다. 이 方法은 比較的 간단한 設備로 鑄込할 수 있고 鑄物表面도 깨끗하지만 Back up이 약간 困難하고 Blow hole, 스리그混入 등의 결함이 縱鑄込에 比較해서 약간 많이 發生한다.

比較的 小物部品에 適用된다.

③ Stack 鑄込

그림 55와 같이 Blowing法에서 만들어진 鑄型을 수단씩 重疊해서 1체로 하여 縱 또는 橫方向으로 주탕하도록 한 것을 Stack mould로 한다. 이 方法은 収率이 向上되고 床面積의 有効利用 등의 利점이 있지만 大物部品이나 모양이 複雜한 것은 適用할 수 없다. 小物部品の 量産에 많이 쓰여지고 있다.

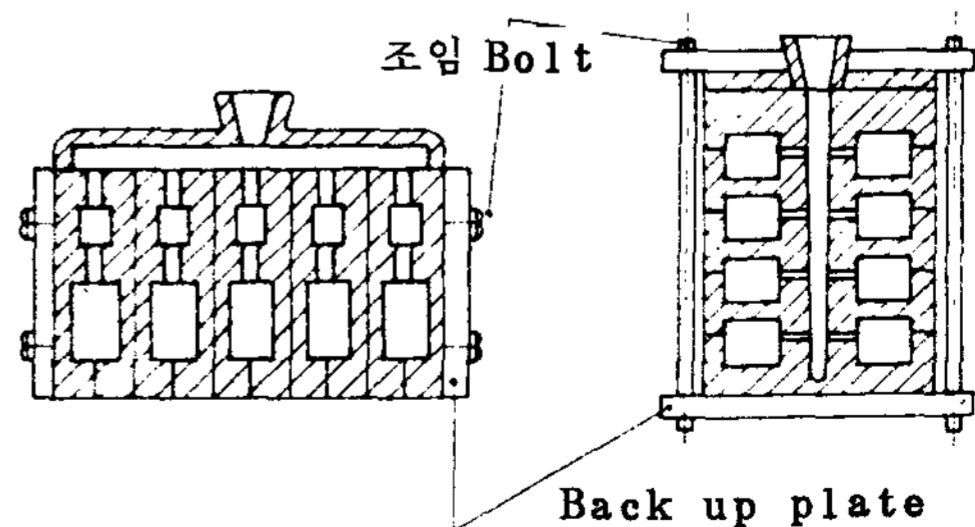


그림 55 Stack Mould

(6) Back up의 效果

Shell Mould는 Phenol Resin을 粘結劑로 한 強한 鑄型이지만 高温의 金屬을 鑄込하면 Resin이 分解해서 結合力을 잃고 湯圧에 對한 저항력이 약하게 된다. 이때 金屬의 凝固가 完了하지 않으면 Shell Mould는 破壞해서 쇳물의 새어나움이 있고 치수정도가 나빠지게 되고 심한 경우에는 製品에 수축이 發生하게 된다. 이것을 防止하기 爲해서 Back up을 한다.

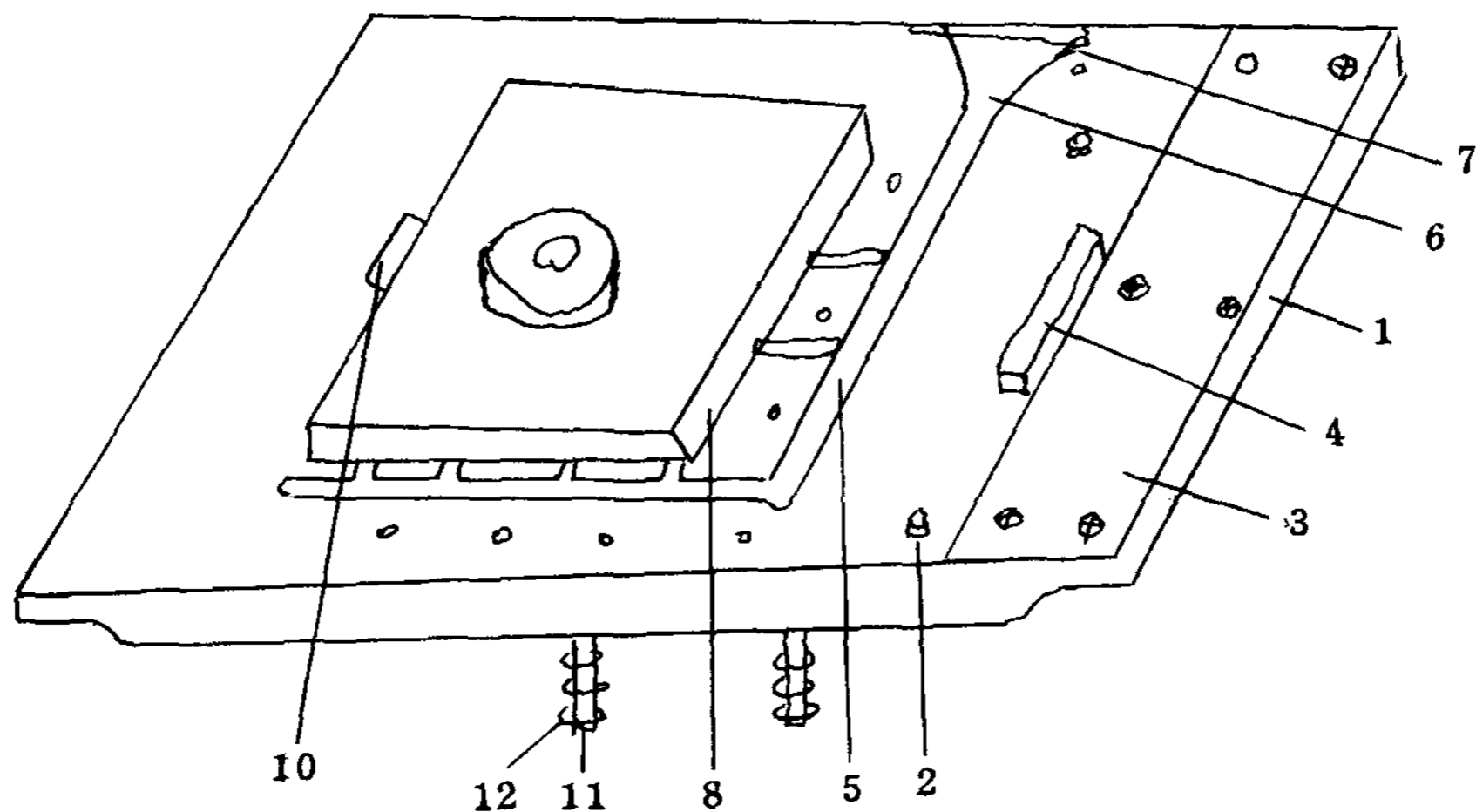
Back up材로는 鑄鐵 shot 모래 등이 있지만 直徑 3~8%의 것이 적당히 混合해 있는 鑄鐵 Shot가 훨씬 效果的이다.

그 效果는 다음과 같은 4가지가 있다.

- ① Shell Mould의 破壞나 變形을 防止한다.
- ② Shell Mould에 空氣供給이 制限되고 Resin의 分解가 늦어진다.
- ③ shot 温度가 常溫에 가까와지면 水分이 6~8%의 生砂型과 同程度의 金屬의 冷却이 되기 때문에 組織이 치밀하게 된다.
- ④ Shell Mould의 통기성을 害하는 程度의 背圧은 생기지 않기 때문에 Blow hole의 發生原因이 되지 않는다.

5. 金 型

(1) 金型의 構造 및 名稱



- | | |
|---------------|--------------------|
| 1. plate | 7. mould separator |
| 2. 型合 pin | 8. pattern |
| 3. mask strip | 9. insert pattern |
| 4. 接着劑溝 | 10. core print |
| 5. 湯 道 | 11. eject pin |
| 6. 鑄込口 | 12. spring |

그림 56. 金型의 構造 및 名稱

(2) 金型材料

金型材料에서는 Shell Mould의 特性 때문에 다음과 같은 條件을 滿足할 必要가 있다.

- ① 400~500℃의 熱에 對해서 化學的 冶金學的 機械的으로 견디어 낼 것
- ② 熱容量이 클 것
- ③ 熱傳導率이 良好할 것

- ④ 加工이 容易할 것, 加工表面이 고풀 것
- ⑤ 모래와 마찰할 때 마모가 적을 것
- ⑥ 값이 싸 것
- ⑦ 熱膨脹率이 적을 것

이것들의 條件을 만족하는 材質로써 보통 鑄鐵이 아닌 低合金鑄鐵이 많이 使用된다. 鑄鐵型 金型의 粗材는 金型加熱에 의한 變形 歪曲을 防止하기 爲해서 完全燒鈍할 必要가 있다.

(3) 金型製作의 一般基準

內 容 項 目	基 準												
<p>(1) 金型材料</p> <p>金型材料는 一般的으로 鑄鐵, 炭素鋼 銅合金, Al 合金이 使用되고 있으나 加熱에 의한 膨脹이 아주 적을 것. 또한 強度 耐摩耗性, 工作性 等の 면에서 鑄鐵이 훨씬 좋다.</p> <p>pattern 및 plate鑄鐵은 소둔해서 쓰고, ejector pin, 型合 pin에는 炭素鋼을 쓴다. 同一金型에 異種의 材料를 使用하는 것은 原則적으로 피해야 한다.</p>	<p>pattern } 普通鑄鐵 또는 低合金鑄鐵, 燒鈍後 使用</p> <p>plate } 炭素鋼</p> <p>ejector pin } 炭素鋼</p> <p>型合 pin }</p>												
<p>(2) 金型の 두께, 構造</p> <p>반복가열 및 어느程度 機械的 충격에 依해서 變形, 뒤틀림등이 생기지 않을만큼 構造와 두께를 가질 것. 또한 均一한 溫度分布를 갖고 더욱 급격한 溫度 變化를 調整하기 爲해서 金型各部의 두께가 均一한 것이 有利하다.</p>	<p>pattern 두께 : 10 ~ 20 %</p> <p>plate 두께 : 15 ~ 25 %</p>												
<p>(3) 伸尺의 選定</p> <p>熔湯의 收縮率은 製品의 形狀, 두께의 大小等의 變化에 따라 똑같지 않고 不規則한 경우가 많다. 따라서 精度를 必要로 하는 部分의 寸數, 形狀 두께를 確保하는데는 試作의 結果에 依해서 2誤差를 修正한다. 이 경우 試作을 行한 金型에는 豫想된 收縮部分에 修正을 加할 必要가 있다.</p>	<p>鑄鐵製金型の 基準伸尺</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">鑄 鐵</td> <td style="width: 50%;">8 ~ 10 / 1,000</td> </tr> <tr> <td>Ductile 鑄鐵</td> <td>4 / 1,000</td> </tr> <tr> <td>鑄 鋼</td> <td>15 ~ 20 / 1,000</td> </tr> <tr> <td>Al 合金</td> <td>10 ~ 12 / 1,000</td> </tr> <tr> <td>銅 合 金</td> <td>10 ~ 12 / 1,000</td> </tr> </table>	鑄 鐵	8 ~ 10 / 1,000	Ductile 鑄鐵	4 / 1,000	鑄 鋼	15 ~ 20 / 1,000	Al 合金	10 ~ 12 / 1,000	銅 合 金	10 ~ 12 / 1,000		
鑄 鐵	8 ~ 10 / 1,000												
Ductile 鑄鐵	4 / 1,000												
鑄 鋼	15 ~ 20 / 1,000												
Al 合金	10 ~ 12 / 1,000												
銅 合 金	10 ~ 12 / 1,000												
<p>(4) 金型仕上精度</p> <p>製品形狀部 以外的 部分(湯道, 코어프린트 接着溝)도 形狀부와 같은 精度로 加工한다.</p> <p>plate는 金型構造全體의 基準이 되기 때문에 pattern 불임面의 平面度를 正確히 確保할</p>	<p>• pattern 加工公差</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">1 以上 16 以下</td> <td style="width: 33%;">± 0.1 %</td> <td style="width: 33%;">mm</td> </tr> <tr> <td>16 以上 250 以下</td> <td>± 0.2 %</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>250 以上 1,000 以下</td> <td>± 0.3 %</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>1,000 以上</td> <td>± 0.5 %</td> <td>mm</td> </tr> </table>	1 以上 16 以下	± 0.1 %	mm	16 以上 250 以下	± 0.2 %	mm	250 以上 1,000 以下	± 0.3 %	mm	1,000 以上	± 0.5 %	mm
1 以上 16 以下	± 0.1 %	mm											
16 以上 250 以下	± 0.2 %	mm											
250 以上 1,000 以下	± 0.3 %	mm											
1,000 以上	± 0.5 %	mm											

내 容 項 目	基 準
<p>必要가 있다</p>	<p>• plate 平面度 0.1 μm / 250 ~ 1,000 μm</p>
<p>(5) 金型表面 粗度 製品形状部는 精密仕上한다. 形状部 以外の部分도 重要하다. 特히 Air vent 方向은 깨끗하게 연마할 必要가 있다.</p>	<p>Pattern : 6.3 S 以下 Plate : 25 S 以下</p>
<p>(6) Draft Shell 鑄物製品의 垂直 또는 Shell 中子の 垂直 側面의 Draft 을 極히 적게 要求될 때 는 最少限 (1/200) 으로 한다. 特別히 指示가 없으면 보통의 Draft (1/50 ~ 1/100) 로 한다. 製品에 關係없는 湯道, 코어프린트, 中子の 端面 등에는 充分한 Draft (1/10 ~ 1/50) 을 불허 離型抵抗을 적게 한다.</p>	<p>特別 : 1/150 ~ 1/200 一般 : 1/50 ~ 1/100 其他 : 1/10 ~ 1/50</p>
<p>(7) Core print 의 餘裕 中子の 挿入에 依한 誤差를 적게하기 위해서는 主型 코어프린트의 치수를 아주 적게 하는 것이 要望된다. 常溫의 中子を 造型直後의 高溫의 主型에 挿入하는 경우에는 약간의 사이를 주지 않으면 主型이 常溫으로 되돌아올 때 Shell 이 破損한다. 또한 中子用 金型이 마모하면 中子が 점점 커져 中子の 挿入이 困難하게 되기 때문에 이러한 면에서 고려할 必要가 있다.</p>	<p>Core print 餘裕 0.1 ~ 0.2 μm</p>
<p>(8) 割面의 사이 型合金型의 合型面에 段差가 있는 경우 또는 曲面의 割面 등 異形의 割面에는 Gage 加工으로 잘 合型되도록 密着시킨다. 密着不良의 경우에는 좋은 吹込으로 充填시키기 어렵다.</p>	
<p>(9) Pattern 및 型合 pin 의 불기기심 割面의 오차를 적게 하기 위해서 特히 慎重한 작업을 必要로 한다.</p>	<p>불임심公差 : $\pm 0.05 \mu\text{m}$</p>
<p>(10) Ejector pin 金型으로 부터 Shell 을 円滑하게 離型 押出하기 爲해서는 造型機의 Ejector, Plate 가 正確히 平行作動하는 것과 Ejector pin 길이 가 全數 正確하는 것이 必要하다.</p>	<p>길이公差 : $\pm 0.1 \mu\text{m}$</p>

6. 設備機械

(1) Dump 방식 Shell Making Machine

250℃~300℃로 豫熱된 金型에 Coated Sand가 담겨있는 Dump Box로부터 Coating되고 이것이 다시 炉에 들어가 Curing된 다음 eject에 依해서 Shell이 形成되어 나온 것이다.

本機械의 作動순서는 金型移動(→炉) 豫熱 金型移動(→Dump Box) 金型上昇 Coating 反轉下降 金型移動(→炉) Curing 金型移動(→eject) Eject이다.

- ① 豫熱 金型이 炉에 들어가 豫熱시킨다.

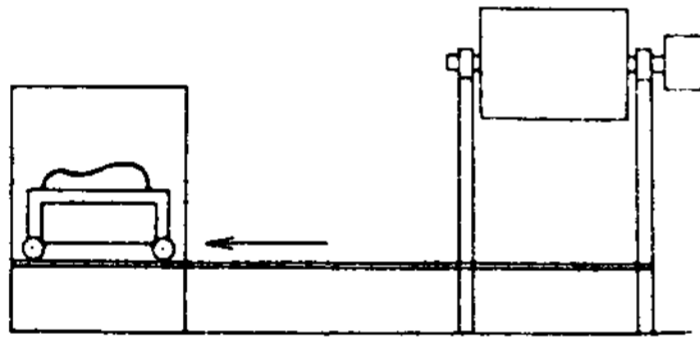


그림 57

- ② Coating-1 金型을 Dump box 下까지 移動시킨다.

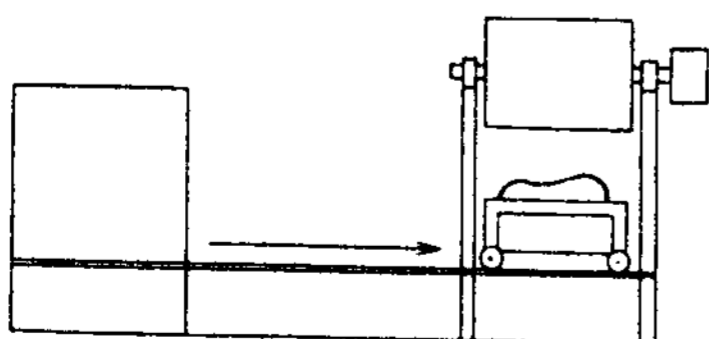


그림 58

- ③ Coating-2 金型을 Dump box와 組合시켜 Coating(前述)을 依하고 Shell Mould를 만든다.

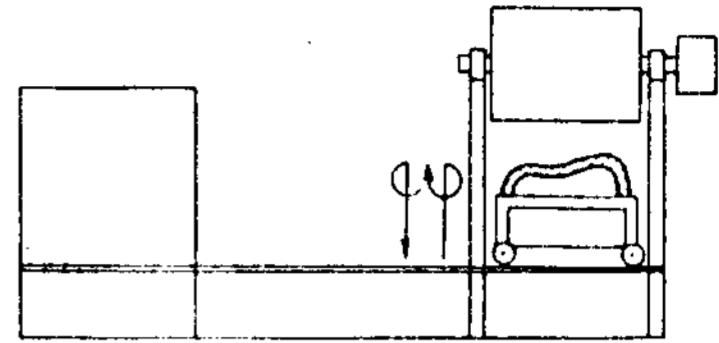


그림 59

- ④ 硬化 다시 炉에 들어가 Shell Mould를 硬化한다.

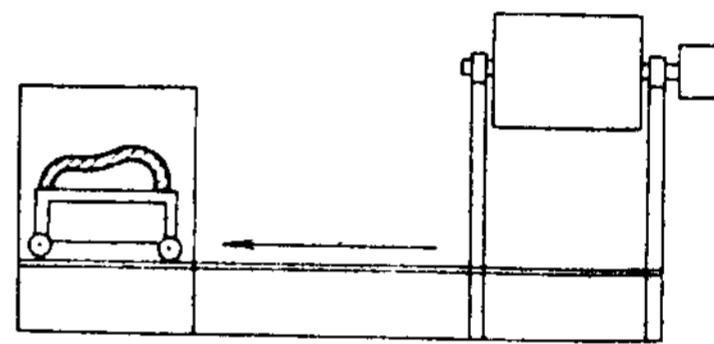


그림 60

- ⑤ 離型 金型을 中央의 Start点까지 되돌리고 Shell mould를 꺼낸다.

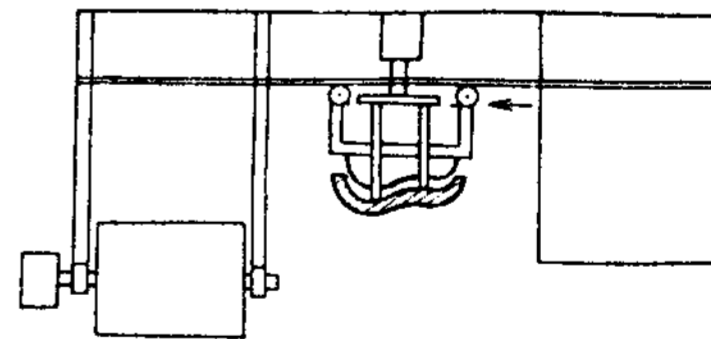


그림 61

(2) Blowing 방식에 의한 Shell Making Machine

(가) 垂直割造型機

① Solid 中子造型機

金型붙임治具가 開閉하는 것만으로 轉倒하지 않는다. 따라서 Solid中子を

造型하는 形式이다. 小型中子の 多数造型
가늘고 긴 幅이 좁은 中子등에 사용된다.

大型機로는 Wet sand에 의한 造型이
可能하다.

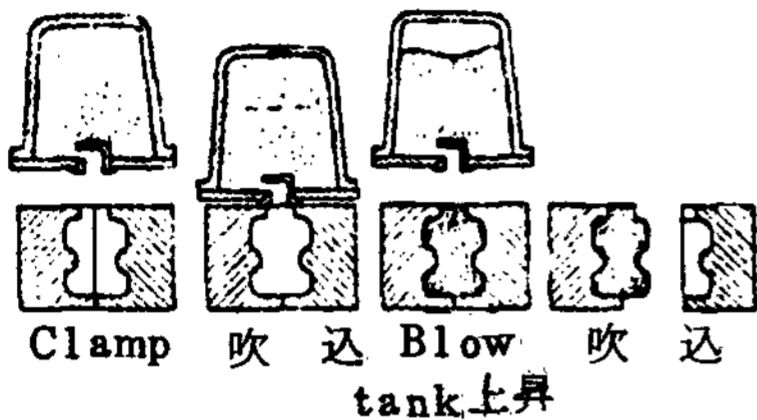


그림 62. solid中子造型機

② Mandrel 造型機

solid中子 造型機의 上方 또
는 下方으로 부터 金型内에 Mandrel을
挿入하고 Mandrel의 모양에 中子の 中
空部를 造型하는 形式이다. 轉倒排砂에
依한 中空方法부터 造型能力이 크고 中子
의 強度가 높다. 小型中空中子の 大量生
産, 大型中空中子 等に 採用된다.

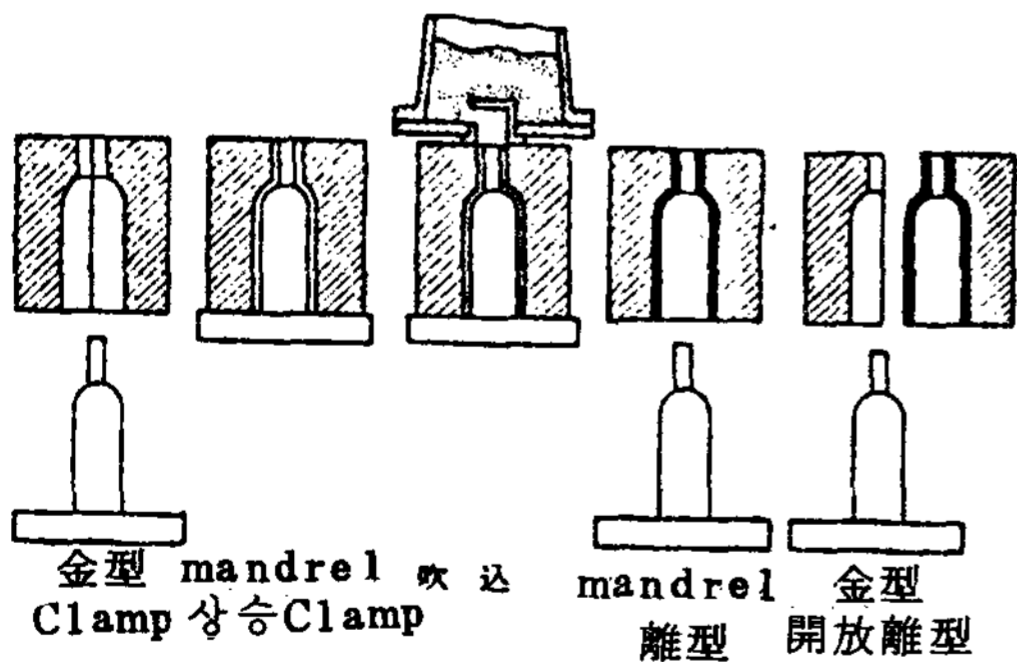


그림 63. Mandrel 造型機

③ 轉倒排砂中空中子 造型機

吹込後 金型을 180℃ 以上 轉
倒해서 남은 砂를 排出하고 中空中子를
造型하는 形式이다. 小型中空中子の 多数
吹込造型에 適合하다.

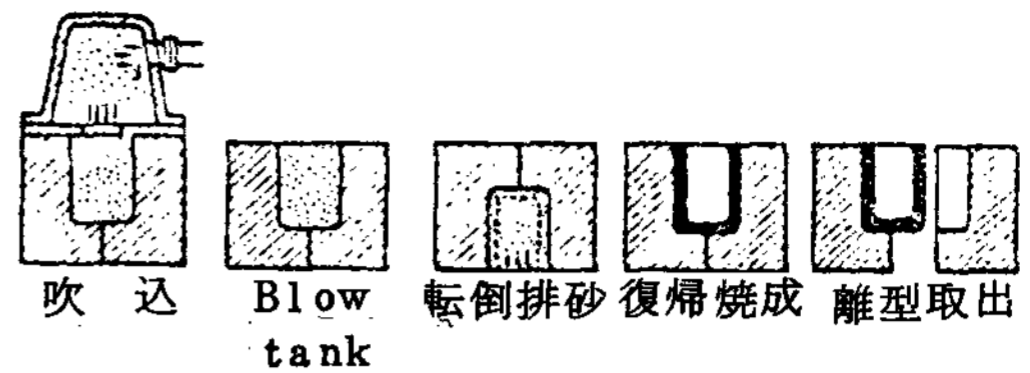


그림 64. 轉倒排砂中空中子造型機

④ 反轉吹込中空中子造型式

金型과 Blow tank를 压着해서
180℃ 反轉해서 吹込하고 復歸해서 남은
모래를 排出해서 中空中子를 造型하는 形
式이다. 大量의 排砂를 수반하는 造型에
適當하다.

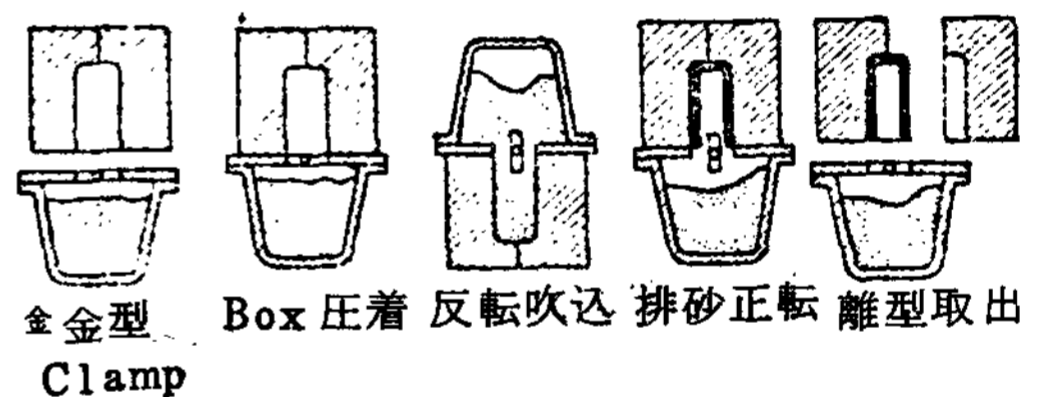


그림 65. 反轉吹込 中空中子造型機

(나) 水平割造型機

水平割造型機는 吹込管을 配列한
上金型和 下金型을 重合해서 多孔吹込한
吹込機構와 離型機構를 가진 造型形式으로
金型の 移動方法에 의해서 다음의 3種類
로 分類한다.

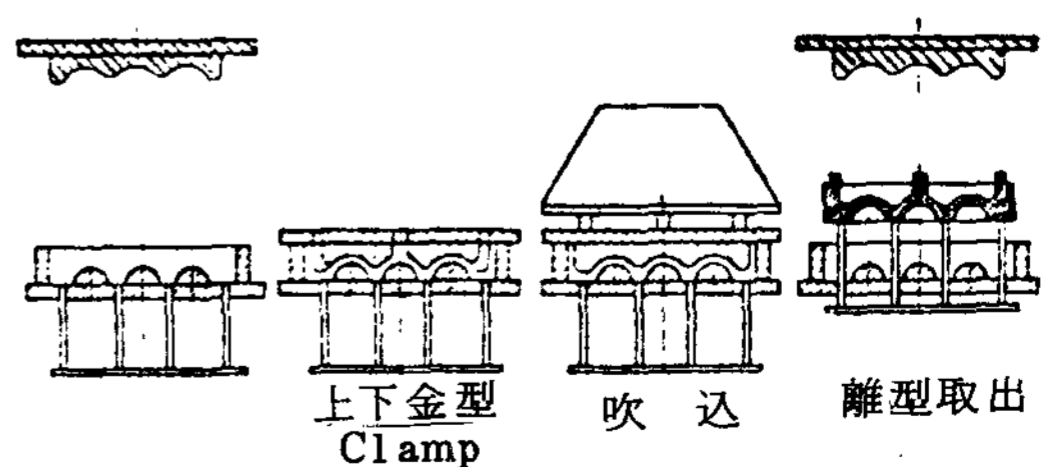


그림 66. 水平割造型機

① 金型直線移動式

金型을 取付한 台車가 吹込位置와 取出位置와의 사이를 往復해서 造型作業을 한다. 말하자면 台車橫行式이다.

② 垂直作動式

上型金型은 上方에 固定해서 붙이고 下型金型은 固定한 位置에서 Clamp 때문에 垂直方向에 昇降하고 吹込한 Mandrel과 上金型押出裝置가 上金型의 上方을 水平移動해서 造型하는 形式으로써 直線移動式에 比較해서 半의 Dry cycle time으로 作動할 수 있다. Wet sand (hot box) 造型에 最適이다.

③ 回轉移動式

2個의 金型을 回轉 그림상에 붙이고 吹込과 取出의 兩位置를 서로 回轉移動해서 造型하는 形式으로 2 station 式이다. 作業者가 꺼낸 位置에 固定한대로 造型作業할 수 있는 것이 利点이다.

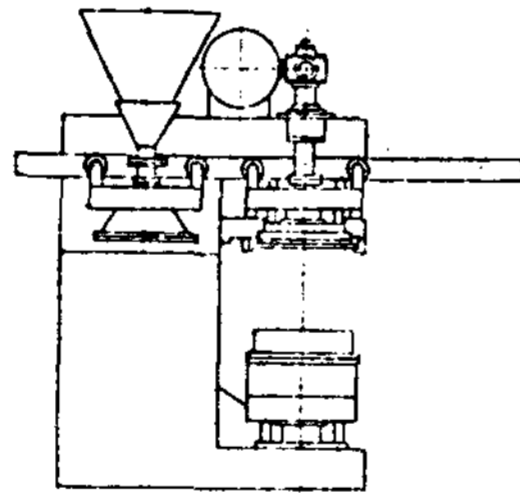
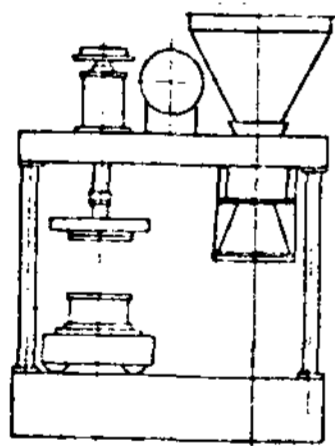


그림 67 . 直線移動式

그림 68 . 垂直作動式

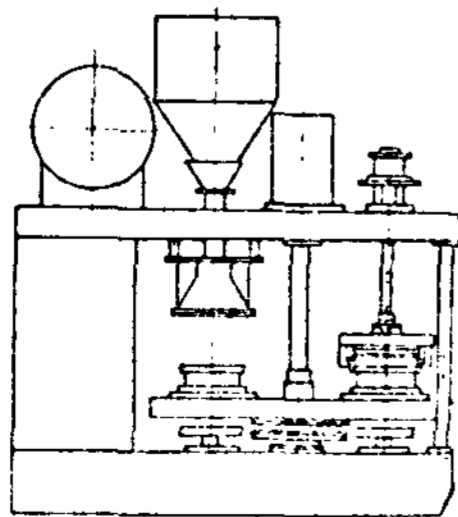


그림 69 . 回轉移動式

(3) 金型加熱

Shell Mould法의 金型은 電熱 또는 Gas 로써 보통 250 ~ 300 °C로 加熱한다.

이 加熱方法으로는 固定炉加熱과 直接常時加熱이 있다.

(가) 固定炉 加熱

金型과 붙임構造物을 炉内に 移動해서 豫熱과 Cure 를 하는 方法이다. 炉内로 移動하기 위한 時間의 損失, 金型의 加熱에 의한 歪曲의 發生, 熱損失의 過大 等에 의해서 Blowing 方式에서는 쓰지 않는다.

이러한 方法은 簡單하기 때문에 많이 使用되고 特히 모양이 複雜해서 常時加熱이 不可能한 경우는 이 方法에 의한다.

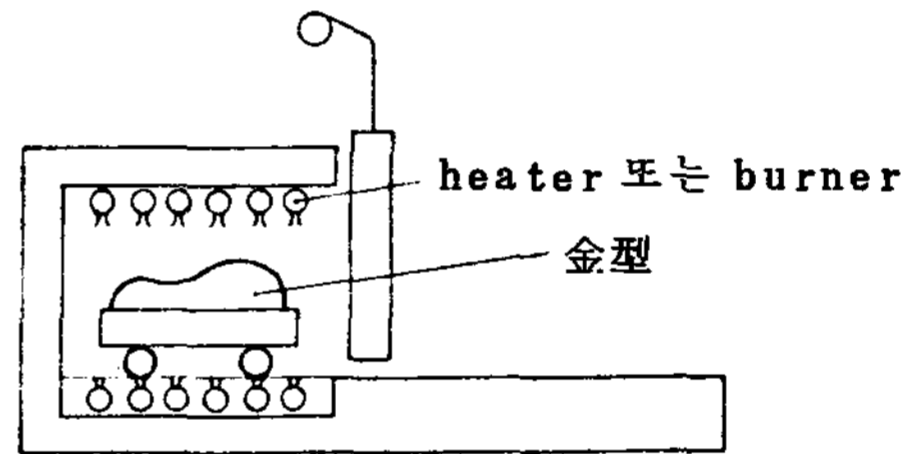


그림 70 . 固定炉加熱

① 電氣加熱炉

一般的으로 電氣抵抗熱을 利用한 Sheathed heater가 使用되고 있지만 直接 Pattern表面을 加熱하는 赤外線加熱方法도 있다. 이 方式의 炉는 炉内溫度調節은 쉽지만 加熱費用이 많이 들고 더욱이 電壓을 正確히 유지해야 한다. 最近에는 Gas 加熱炉가 많다.

使用例 : 4 Station shell making machine

② Gas 加熱炉

熱源에 Gas 를 使用하기 때문에 加熱費用이 싸지만 溫度調節에 약간 難點이 있다. 그러나 溫度調節器를 붙이면 高度의 溫度調節이 可能하다. 이 方法은 그림 81 과 같다.

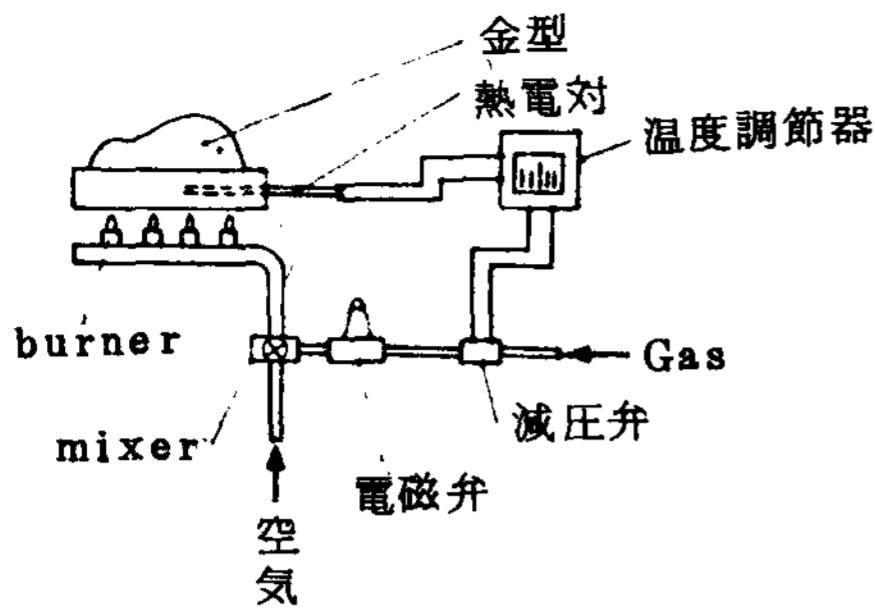


그림 71. on-off 温度制御

(나) 直接常時加熱

金型을 常時加熱하고 操作温度를 維持해서 造型作業을 続行시킨 加熱方法으로 固定炉加熱에 比較해서 현저하게 造型能力이 높다. 이런 方法에도 電氣加熱式과 Gas 加熱式이 있다.

① 電氣加熱

金型內에 Sheathed heater, Cartridge heater 을 內藏시킨다.

Cartridge heater는 sheathed heater에 比하여 짧고 直径이 크고 Watt 密度가 높고 片端子가 있기 때문에 적은 構造의 金型에 로의 埋込에 適合하다.

Heater는 完全히 密着해야 한다. 通常는 긴 Sheathed heater와 Cartridge heater를 組合해서 金型에 埋込하고 温度分布를 調整하는 것이 많다.

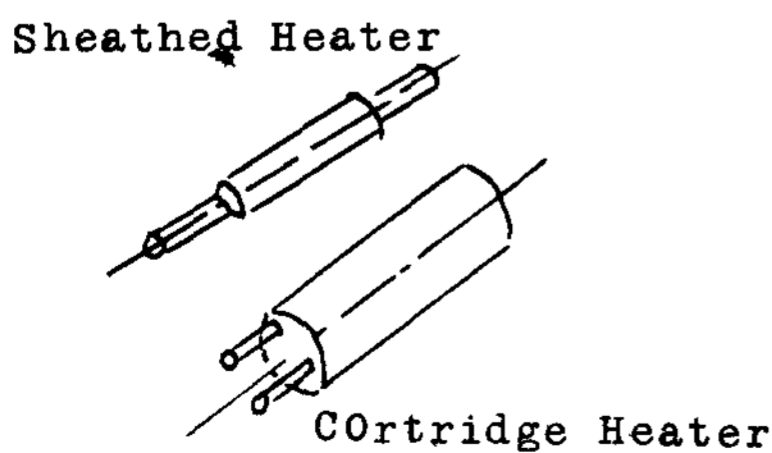


그림 72. 內藏 Heater

適切한 設計를 하면 各部의 温度差를 적게할 수 있고 熱效率도 向上해서 80~85%에 達한다. 温度調節도 正確히 할 수 있다. 內藏式 Heater의 信賴性은 近年 向上하고 heater 本体의 문제점은 적지만 terminal과 配線의 過熱에 의한 事故가 많다.

② gas 加熱

熱源에 都市 gas, Propane gas, Butane gas 를 쓴다. 加熱費用은 電氣보 다 싸고 加熱關係의 故障도 적지만 温度 調節과 均一性은 약간 못하다. 또한 Burner로 부터 放散하는 熱氣에 의해서 일으키는 造型機의 部分的 昇温이라던가 Operator에 따른 影響이 고려될 必要가 있다.

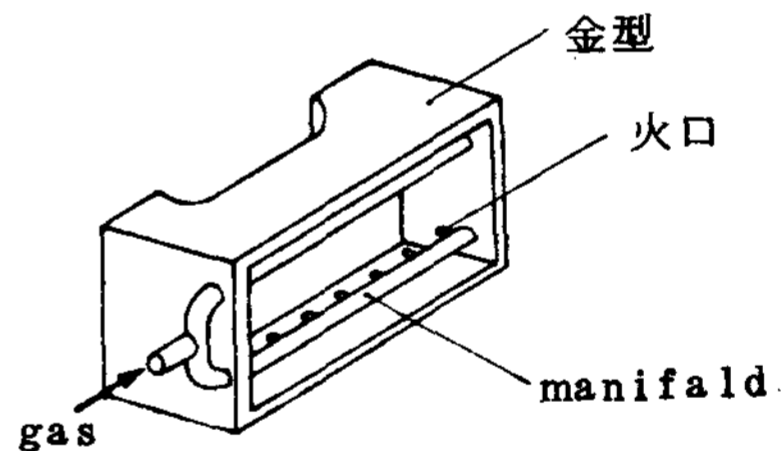


그림 73. gas 加熱

(다) 熱源의 比較

Gas 式과 電氣式의 加熱費의 比較를 表 13에 나타낸다. 이를 보면 Gas 式이 약간 有利하다. Heater나 Burner의 配列 炉의 型式 等に 依해서 熱效率이 變動하기 때문에 한마디로 말할 수는 없다.

<表 13> 熱源의 比較

種 類	熱 量	單價 (₩)	1,000 Kcal 當 價格
Propane gas	4,500 Kcal / m ³	198 / kg	₩ 16.2
Butane gas	22,450Kcal / m ³ or 12,200Kcal / m ³	174 / kg	₩ 14.7
電 氣	860 Kcal / KWH	20 / KWH	₩ 23.2

(1979.3.1 現在)

7. 치수精度와 鑄物表面

(1) Shell Mould法에 의한 치수精度

一般的으로 Shell Mould法은 精密鑄造法이라 생각되고 있지만 現在까지 普及되고 있는 현상을 보면 量産鑄造法이라는 점이 더욱 強하고 精密하다는 면에서

는 本來의 概念으로 부터 멀고 生型이나 油砂 또는 Gas型에 比較해서 약간 精密하다는 感이 있다. 다음 表14는 各種造型法의 치수精度를 比較한 것이지만 確實히 最高의 것이라고 말하기는 困難하다.

<表 14> 精密鑄造法의 치수精度 鑄物表面精度 比較

鑄 造 法	치수精度 (100 %에 대하여)	鑄物表面 (平均粗度)
高 壓 造 型 法	± 0.1 ~ 0.5 %	20 ~ 60 μ
CO ₂ 法	± 0.2 ~ 1.0	40 ~ 80
金 型 鑄 造 法	± 0.1 ~ 0.2	5 ~ 20
Lost Wax	± 0.05 ~ 0.2	5 ~ 20
Shaw 造 型 法	± 0.05 ~ 0.2	5 ~ 20
Shell Mould 法	± 0.1 ~ 0.5	10 ~ 60

Shell Mould鑄物의 길이에 대한 치수公差를 生砂型鑄物과 比較한 것은 그림 74 와 같다.

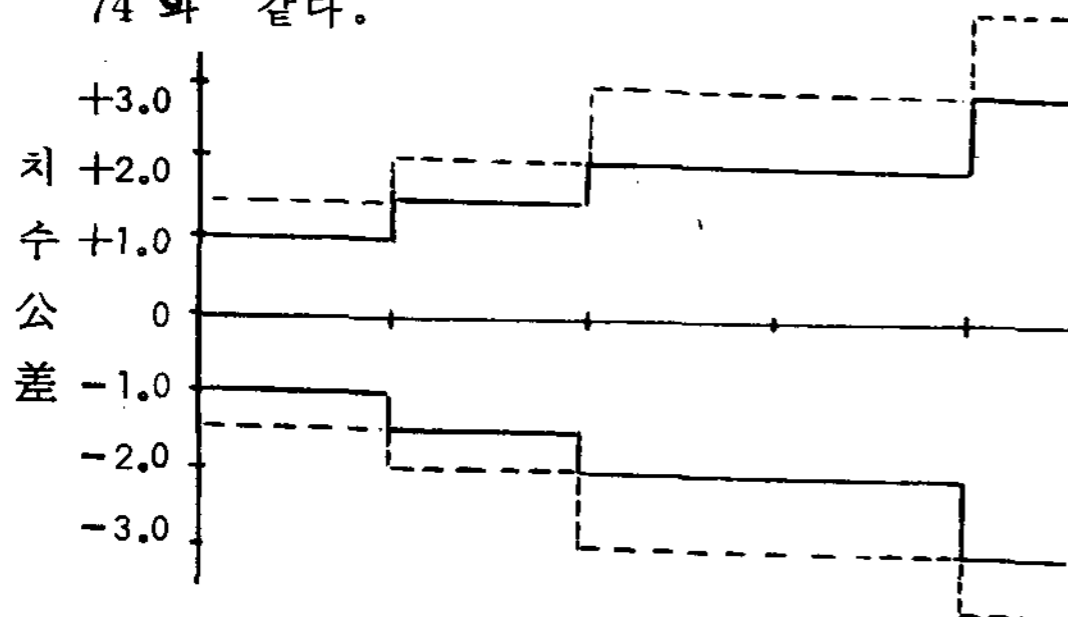


그림 74 . Shell Mould法과 生砂型法의 치수公差 (鑄鐵鑄物)

(2) 치수精度에 미치는 要因

(가) 金 型

鑄物의 치수精度와 金型은 아주 密接한 關係가 있다. 이 때문에 金型의 제작에 對하여는 특히 注意해야 한다. 즉 材料로서는 加熱에 의한 膨脹, 강도, 내마모성, 工作性 등의 점에서 鑄鐵이 우수하고 많이 採用되고 있다. 또한 金型에 變型등을 防止하기 위하여 金型材料에는 熱處理하고 伸尺에 대해서도 部品 個個의 收縮餘有가 어느 정도인가를 充分히 確認해서 설계

製作後 試驗鑄造해서 金型의 수정을 한다.

金型의 가공정도로 鑄造品의 치수허용차를 생각해서 規格을 선정해야 한다. 더욱 重要한 것은 金型에 充實한 Shell Mould를 만드는 努力이 있어야 하고 그 때문에 다음과 같은 對策이 必要하다.

① 金型溫度를 均一하게 하도록 適切한 加熱爐, Heater, Burner를 選擇한다.

② Shell Mould의 두께를 可及的 均一하도록 한다.

③ Ejecte pin材質, 構造, 정도에 유의한다.

④ 金型의 整備 청소를 充分히 한다.

(나) 造型法

Dump法의 Shell은 金型의 溫度 Setting時間 Coated sand의 性質 등에 의해서 셸두께의 變化가 部分的으로 생기기 쉬우므로 鑄込時에 치수變化가 생긴다.

Blowing法의 Shell은 強制的으로 두께가 결정되어 兩面부터 Cure되기 때문에 鑄込時의 問題點은 極히 적다고 생각된다.

(다) 造型機

Shell Mould의 치수정도는 造型機 自体의 정도에 支配되고 있는 것이 많다. 정도를 劣化시킨 原因은 加熱에 의해서 機械가 비틀어지고 金型의 불임精度, 金型의 결합精度, 金型의 결합壓力의 變動, 離型時의 金型의 비틀어짐, 押出板과 金型의 平行度 熱膨脹에 의한 金型의 變形을 최소로 줄이기 위한 金型固定方法의 選擇金型의 均熱方法, 金型溫度의 調整法等이 있다. 여기에 對해서는 여러가지 對策이 있지만 더욱 重要한 것은 保全問題이다. 充分한 손질로 처음부터 정도를

유지한 것을 잊어서는 안된다.

(3) 金型, Shell製品間의 치수關係

金型과 Shell金型과 製品間의 關係치수를 正確히 確認해야 한다(그림 75 參照)

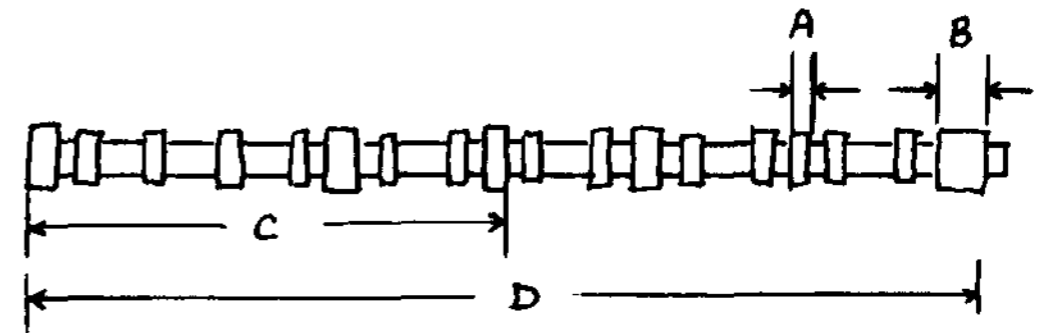


그림 75. 金型, Shell製品間의 치수關係

(가) 金型과 Shell 치수 關係

Shell 치수는 金型치수에 對하여 $-0.12 + 0.6\%$ 範圍의 差가 있고 이 範圍內에서 製品치수를 차이가 나도록하는 한 가지의 要因이 되어 있다. 同一金型에 의 한 이와같은 Shell 치수차를 적게하기 위하여는 Coated Sand나 Resin의 性状, Curing 溫度, 離型條件 金型청소등을 可能한 限 一定하게 잘 할 必要가 있다. 또한 理論的으로는 Shell 치수는 金型치수보다 약 0.3% 적게한다.

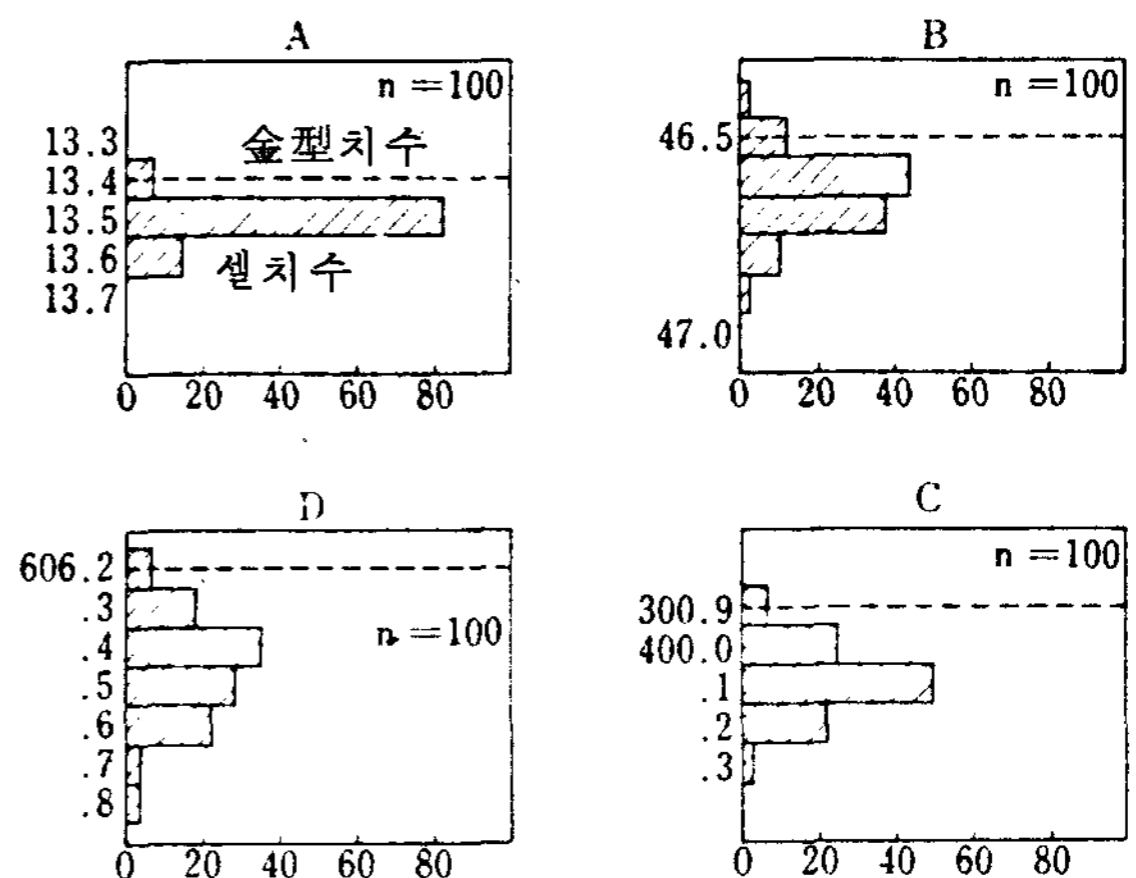


그림 76. 金型치수와 Shell 치수와의 關係

(나) 金型과 製品의 寸法關係

表 15 에 나타낸 바와같이 金型치수와 製品치수에는 差가 있고 이 收縮餘裕 (이것을 伸尺이라 함) 는 平均 8.8/1,000 으로 된다.

但,

$$\text{伸尺} = \frac{\text{金型치수} - \text{製品치수}}{\text{金型치수}}$$

따라서 目標한데로의 製品치수를 얻기 위하여는 金型伸尺으로 8.8/1,000을 使用하면 좋다.

<表 15> 金型과 製品의 寸法關係 및 伸尺

	A	B	C	D	伸尺平均
金型寸法	12.9	46.4	299.9	605.0	
製品寸法	12.8	45.9	297.2	599.3	
伸尺 1/1,000	7.81	8.93	9.08	9.51	8.83

(4) 鑄物表面粗度

鑄物의 表面은 熔湯이 鑄型에 接해서 凝固할 때에 決定되기 때문에 鑄型의 種類 鑄込材質에 依해서 다르다. 보통은 다음과 같은 條件에 의해서 Casting Surface의 表面粗度が 決定된다.

- ① 砂粗도와 鑄型面의 粗密의 程度
- ② 熔湯의 種類와 鑄込溫度 速度
- ③ 鑄型面에 걸리는 靜壓: 動壓의 大少

表面粗도와 砂粗 및 鑄込溫度와의 關係를 그림 77, 78 에 表示한다.

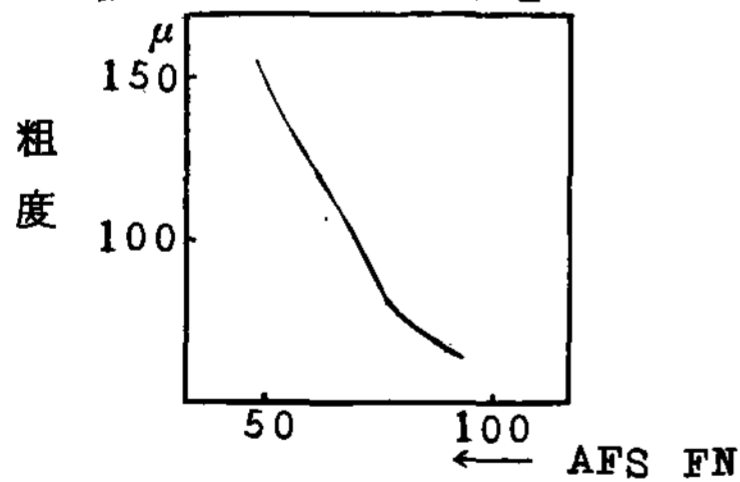


그림 77. 硅砂粗도와 粗度

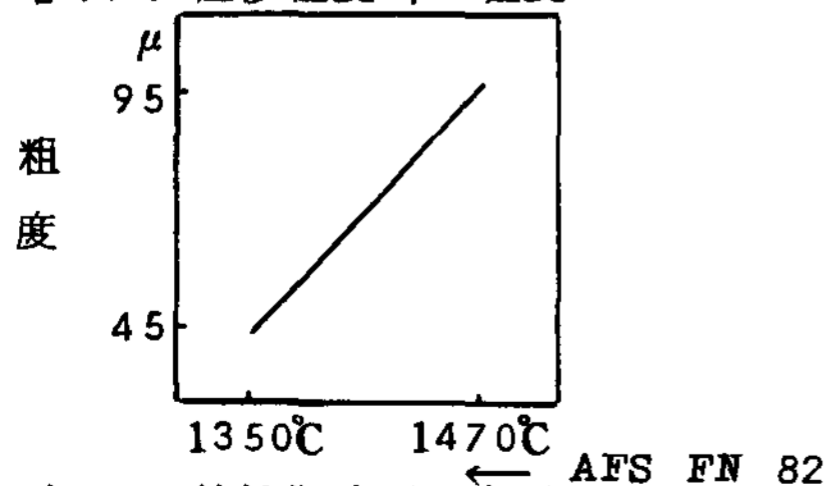


그림 78. 鑄込溫度와 粗度

Shell Mould法에서는 Resin이 燃燒分解를 일으키므로 鑄鐵鑄物의 경우에는 타블임이 보여지지만 部分的으로 penetration을 일으키는 것이 있다. 이 penetration을 방지하기 위하여 鑄物表面을 平滑하게하기 위해서는 다음과 같이 하면 좋다.

- ① 細粗의 硅砂를 써서 鑄型面의 密度를 높인다.
- ② 鑄込溫度를 可能한 限 範圍內에서 낮게할 것
- ③ 鑄込口를 크게하지 않는다. 縱鑄込보다 平鑄込이 좋다.
- ④ Penetration에 關係없이 두꺼운 部分. 熱點部分에는 適當한 鑄型劑를 塗布 한다.

8. Shell Mould鑄物의 欠陥과 그 對策

(1) 欠陥의 分類

鑄造品에 發生하는 不良을 大別하면 다음과 같다.

- ① 熔湯에 起因하는 것
- ② 鑄物砂에 起因하는 것
- ③ 鑄造方案에 起因하는 것

④ 作業의 失敗에 起因하는 것 등이 列挙된다. 그러나 이것들의 分類方法은 觀念的인 것이고 이들의 不良原因은 相互關聯性이 있어 한가지의 不良을 위에 말한 한가지의 項目만으로 分類할

수는 없는 경우가 많다. 表16은 鑄鐵鑄物의 欠陷原因 一覽表이지만 거의다 鑄造欠陷은 여러가지 鑄造因子와 複合的으로 關聯性이 있는 것을 나타내고 있다. 欠陷對策이란 綜合的인 見地에서 세워야 한다.

<表 16> 鑄鐵鑄物의 欠陷原因 一覽表

No.	鑄造作業因子 欠陷	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		設 計	模 型	鑄其 粹裝 과備	鑄造 方案	砂	中 子	造 型 法	地 金 成 分	熔 解 法	鑄 込 法	其 他
1	Gas hole	○		◎	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	○
2	iron shot		○	◎	◎	○	○				○	
3	収縮巢	○	○	○	○				○	○	○	
4	熱間龜裂	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	◎
5	材質硬化					○	○		◎	○	○	○
6	硬化部, chill部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	鑄歪曲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	粗晶組織	○	○		○			○	◎	○	○	○
9	湯回不良·湯境	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	介在物	○			◎	○	○	○		○	○	○
11	cut and washed	○			◎	◎	○	○			○	
12	scab (侵蝕에 의한것)			○	○	◎	◎	◎			○	
13	scab (型膨脹에 의한것)	○		○	○	◎	○	○			○	○
14	crush push-up		○	◎		○	○	◎			○	◎
15	型落	○	○	◎	○	◎		◎			○	◎
16	stickness	○	◎	○	○	◎	○	○				
17	penetration	○	○	○	○	◎	◎	◎	○		◎	
18	融着				○	◎	◎	○			○	
19	型張	○	○	○	○	◎	○	◎			○	
20	shift	○	◎	○			○	○			○	
21	中子 떠오름	○	○		◎	○	○	○			○	◎
22	型込移動		○	○	○	◎		◎				
23	中子에 의한 欠陷		○	○			○	○				
24	break-out		○	○	○	○	○	○			○	○
25	逆 chill								○	○	○	
26	kish								○	○		

◎ 主要原因 ○ 比較的 없는 原因