

減壓鑄造 Process의 配置에 關하여

이 工場에서는 이때까지의 無機自硬性의 다이칼法으로 큰 製品의 生産을 하고 있었으나 粘結劑로 하는 물유리의 나토리움 塩公害, 再生砂의 코스트高, 生産성이 나쁜 것 등으로 因하여 将来에는 有機 自硬性 또는 새로운 鑄造技術減壓鑄造法(V Process)의 어떤 것인가를 採用하여야 한다는 觀點으로 부터 여러가지 点들을 檢討 하였다.

有機自硬性은 페놀樹脂, 후란樹脂로 代表 되고 이것은 몇개인가의 우수한 特徵을 갖고 있는데 그것 以上으로, 새로운 減壓 鑄造法이 갖고 있는 몇가지인가의 特徵을 活用해서 大幅的인 코스트 라운을 卽하는 檢討를 하였다.

減壓鑄造法의 採用計劃이 세워진 큰 意 圖는 이 Process가 갖는 다음의 特徵 때문이다.

即,

① 造型성이 優秀하고 적은 引拔勾配로 寸精度가 높은 高品質의 鑄物을 얻을수 있고

② 熟練工을 必要로 하지 않고 多種 小量 生産品도 낮은 不良率로 만들어 지고 後處理 工數가 大幅 削減된다.

③ 振動, 騒音, 粉塵等 鑄物工場이 갖는 極端的으로 나쁜 作業環境이 大幅 改善되 며

④ 設備設置面積이 적을 뿐 아니라 副 資材나 作業人員이 削減되고 設備金額도

적게 들고

⑤ 힘든 造型技術이 不必要하고 石膏型 이나 木型이라도 되며 鑄物砂의 混練이 不必要하여 鑄物砂 管理가 쉽다.

이들中 特히 品質의 向上, 生産성의 向上, 新技術의 導入, 副資材의 節減, 設備 空間의 節約, 作業環境의 改善이 이 Process 採用의 主眼으로 되어 있다.

本 計劃의 生産品目은 重量運搬機의 部品 으로 製品重量은 500~1,500 kg/個, 主형상자는 1,500×1,500×450+500의 큰 製品이다.

過去 無機自硬性 鑄型에서의 生産에서는 産業 廢棄物의 捧出量을 적게 하도록 回收 砂의 使用比率을 늘린 때문에 製品에 珣(Fin)이나 모래박힘이 發生해서 重量이 무거운 鑄物의 表面이나 치수가 나쁜 製品 이 되고 또, 鑄型의 耐火度 不足으로부터 타붙음 等の 發生도 많고 後處理 工 數의 增加에 따라 生産성을 極度로 低下 시키는 原因이 되어 왔었다.

減壓鑄型法에서는 粘結劑나 물을 使用하 지 않기 때문에 鑄物砂의 混練을 必要로 하지 않고 副資材가 節減되고 主형상자로 의 鑄物砂의 充填性이 좋아지고, 鑄型硬度 가 높고 寸精度가 높은 鑄型으로 부터 는 반드시 寸精度가 높은 品質이 向上 된 製品을 얻을수 있다.

또 造型直後 鑄込이 可能하므로, 生型 鑄型처럼, 生産성이 크게 向上되는 等 有機, 無機自硬性등이 갖는 特徵을 넘어서는 利点을 갖고 있어 이 Process의 採用

이 결정되었다.

이 減圧鑄造法에 依한 鑄型과 製品의 寸精度가 向上되는 試驗의 方法과 結果를 그림 1, 2, 3 및 表 1, 2에 나타냈다.

그림 2에 各 Process마다의 型拔에 必要한 힘을 測定한 結果를 나타낸다.

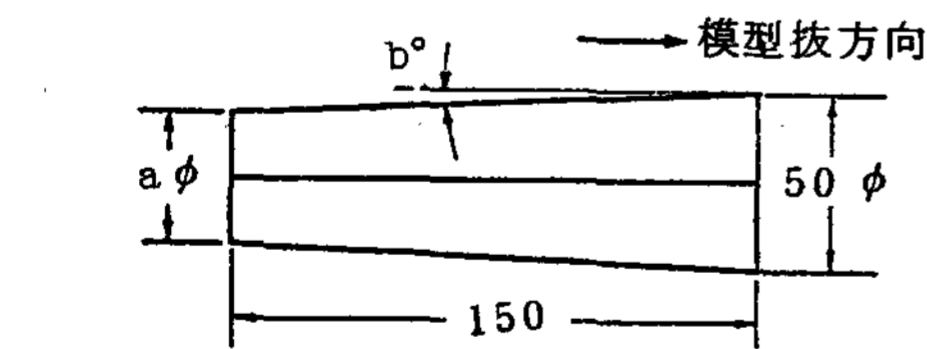
그림 3과 表 2에 減壓鑄造法과 生型砂의 製品寸수를 나타낸다.

減壓鑄造法에 使用하는 鑄造裝置는

- ① 眞空 펌프施設
- ② film(膜) 加熱裝置
- ③ 振動메이플
- ④ 砂冷却裝置
- ⑤ 鑄型상자 運搬裝置
- ⑥ 鑄物砂 貯藏樋
- ⑦ 鑄物砂 搬送 콘베야
- ⑧ 鑄込裝置
- ⑨ 脱砂裝置
- ⑩ 鑄型상자
- ⑪ 菓塵장치

로 되어 있다.

이것을 以外에 主生産工程機械의 選定과 概要는 다음과 같다.



模型 No.	1	2	3	4	5
a φ (mm)	55.2	52.6	50.0	47.4	44.8
b (度)	-1.0	-0.5	0	0.5	1.0

그림 1. 試驗에 使用한 模型의 모양과 寸數

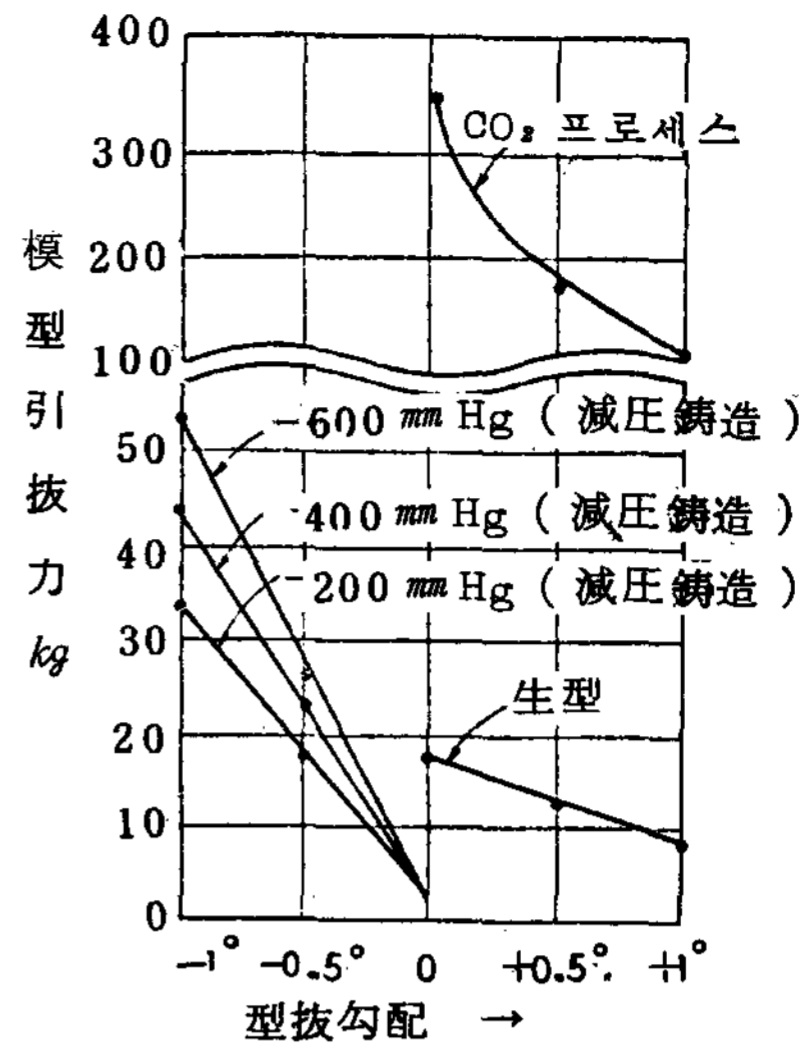


그림 2. 型拔力

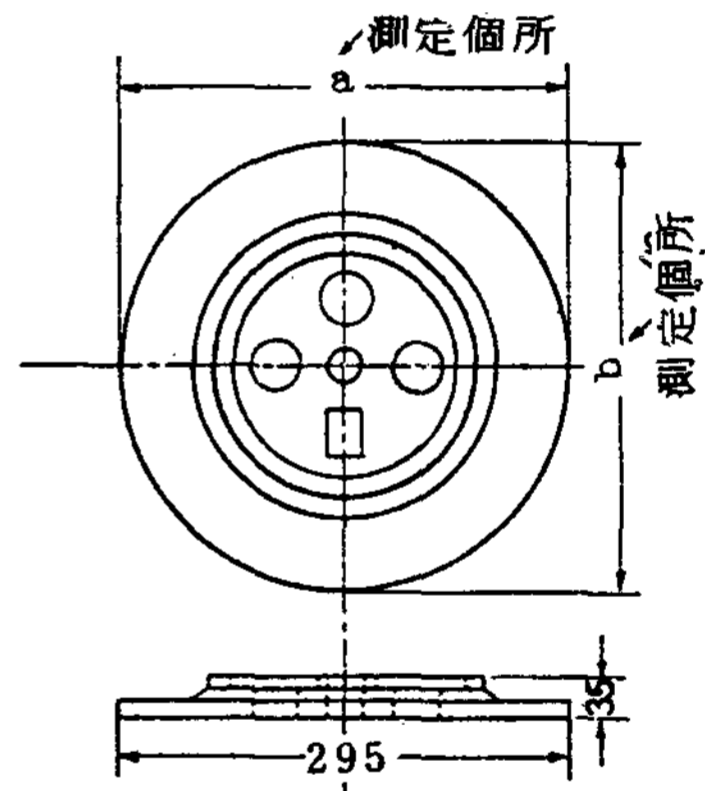


그림 3. 寸數精度, 測定 패턴

<表 1> 各프로세스別 模型과 鑄型의 寸數差

프로세스	CO ₂ 프로세스	生型砂	減壓鑄造法				
			- 600 mm Hg	- 400 mm Hg	- 200 mm Hg		
- 1°	型안	拔됨	鑄破	型損	0.25	0.15	
- 0.5°	型안	拔됨	鑄破	型損	- 3.34	- 3.38	
± 0°	鑄破	型損	鑄破	型損	0.50	0.45	0.45
+ 0.5°	- 0.20	0.25	-	-	-	-	
+ 1°	- 0.15	0.10	-	-	-	-	

<表 2> 치수精度的 比較 (mm)

試片番号	生 型	減 圧 鑄 造
1	297.95	295.08
2	297.17	295.12
3	297.51	295.18
4	296.82	295.06
5	297.20	295.17
6	296.71	295.28
7	296.74	295.18
8	297.46	295.09
9	297.03	295.10
10	296.98	295.15
平 均	297.16	295.14
標 準 偏 差	0.37	0.06

1. 眞空펌浦施設

眞空펌浦設備는 文字 그대로 鑄型상자 內를 減壓해서, 鑄型을 硬化, 維持하기 爲한 것으로서 그의 吸入 壓力을 鑄型의 尺寸精度, 鑄型硬度에 크게 影響을 주고 그의 設定은 生産하는 製品의 크기, 모양 重量, 材質, 두께 等에 따라 다르고 一般으로는 設定할 수 없으나 吸引펌浦의 能力은 一般으로 400 mm Hg 前後의 것이 使用되고 있다.

吸引風量은 鑄型상자의 크기, 生産 速度, 鑄型의 풀(pool) 容量으로 부터 決定되는데 1,500 × 1,500 × 450/500의 주형상자를 15分으로 完全鑄型으로 造型하며 約 15個의 鑄型상자를 풀로 한 때에 約 15 m³/min 程度가 必要하다.

表 3에 三榮硅砂(日本) 6号+8号의 混合砂를 吸引壓力을 變化시키면서 造型하였을 때의 두께와 鑄物表面의 關係를 그림 4에 吸引壓力別의 壓縮強度와 鑄型硬도의 關係를 나타낸다.

2. 膜(필름) 加熱裝置

이 Processon 使用하는 film(膜) - 78 -

은 伸率이 크고 또한 塑性變型率이 높은 Plastic film(프라스틱 膜)로 模型表面에 얇고 고르게 吸着되도록, film를 加熱 軟化시킨다.

film의 切断 → 加熱 → 吸着까지는 自動, 手動의 어떤 것도 採用할 수 있고 自動라인은 上型, 下型 各各에 加熱裝置를 設置하였다.

<表 3> 減壓도와 表面粗度

減 壓	두 께	3	6	12	24
- 250		18 S	18 S	18 S	18 S
- 400		18 S	18 S	18 S	25 S
- 600		18 S	25 S	25 S	25 S

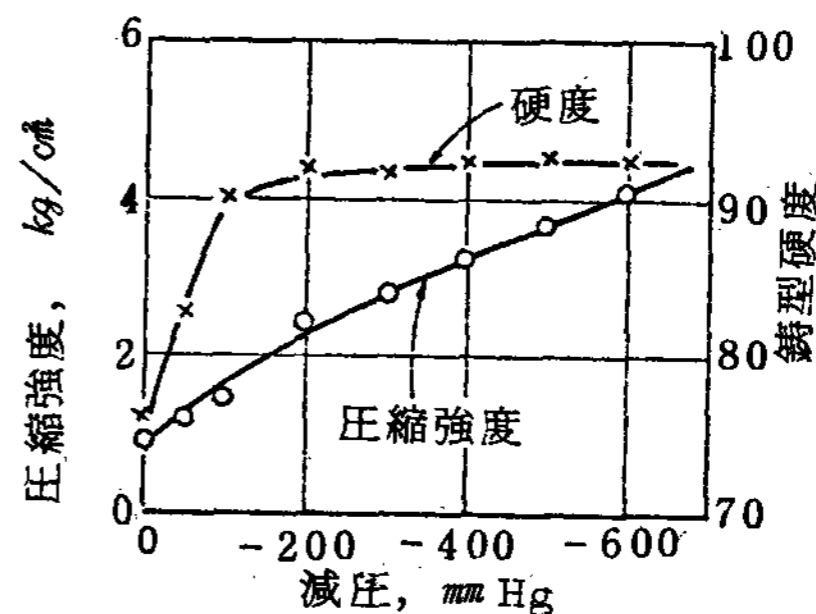


그림 4. 減壓도와 壓縮強度, 鑄型硬度

加熱의 熱源은 一般으로 푸로판 가스가 使用되고 있고 集合裝置를 約 280 mm Ag 程度의 壓力으로 供給하고 또 自動着火裝置를 付屬시킨다.

3. 振動테이블

鑄型상자안에 鑄物砂를 均一하게 充填시키는 裝置이다.

振動모-타를 테이블에 붙이고 鑄型상자에 振動을 주어서 鑄物砂를 均一하고 신속히 充填시킨다.

充填密度는 鑄型硬度, 壓縮強度에 影響을 주고 製品의 尺寸精度나 鑄物表面의 良, 不良을 左右하므로 振動數, 振幅이 適切하

여야 함이 중요하다.

振動 모터를 붙인 테이블은 振動이 基礎를 따라서 다른데로 伝해 지지 않도록 에어·스프링(Air Spring)을 採用, 振動公害의 対策을 取하고 있다.

表 4에 珪砂 6号(日本)와 8号의 混合한 것을 400 mm Hg에서 吸引 造型하였을 때의 두께의 鑄物表面에 對해 그림 5, 6에 充填密度와 鑄型硬度砂의 種類에 따른 充填性과 壓縮強度에 對해서 나타내었다.

4. 鑄物砂 冷却裝置

模型에 붙인 膜의 密着性을 傷하지 않도록 鑄物砂는 어떤 一定 溫度 以下에 保存할 必要가 있다.

減壓鑄造法에서는 生型砂, CO₂砂等에 比해서 鑄型內에서의 熔湯의 冷却에 時間이 길게 걸릴 傾向이 있다.

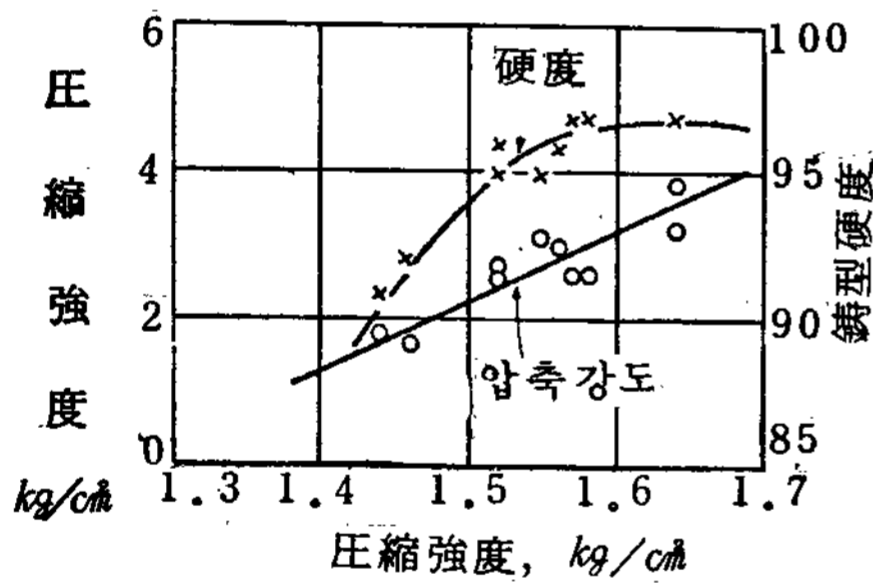
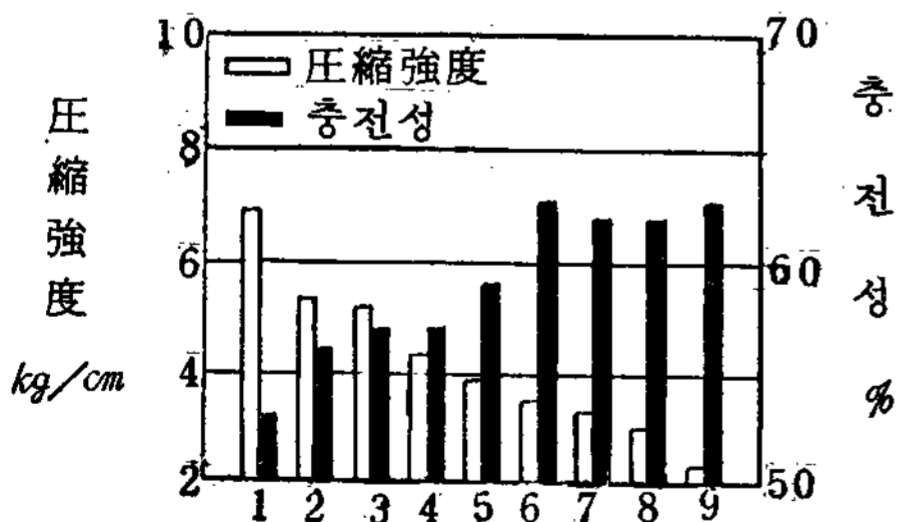


그림 5. 充填密度와 壓縮強度, 鑄型硬度



- 1. 三榮珪砂 : 8号
- 2. 오리번샌드
- 3. 三榮珪砂 : 7号
- 4. 三榮珪砂 : 6号
- 5. 兵名湖 6号珪砂
- 6. 지리콘샌드
- 7. 三榮珪砂 : 6号 + 8号
- 8. 후다타리샌드
- 9. 크로마이트샌드

그림 6. 鑄物砂의 種類에 따른 壓縮強度, 充填性的 차이 (日本)

그런데 鑄込後 鑄型을 털기를 하기까지의 時間이 길어지고 鑄物砂의 溫度上昇은 相當히 높아지므로 鑄物砂 冷却裝置는 本 Process에서는 重要한 機械가 된다.

鑄物砂의 溫度上昇은 製品의 두께, 材質重量等에 따라 差異가 있어 한꺼번에 決定되지는 않으므로 仕様決定에는 充分한 注意를 必要로 한다.

鑄物砂 冷却裝置는 鑄物砂를 有效하게 效率 좋게 移動시켜 空氣와 冷却水로 冷却하는 方式의 것을 採用하고 있고 短時間에 效率 좋게 冷却시킨다.

冷却水는 熱의 吸果을 有效하게 할 수 있도록 設置하고 또 必要에 따라서 冷却塔에서 冷却해서 循環使用한다.

그림 7에 模型의 寸수를 表 5에 各 Process와의 鑄込後 鑄型털기까지의 時間과 寸수差를 나타낸다.

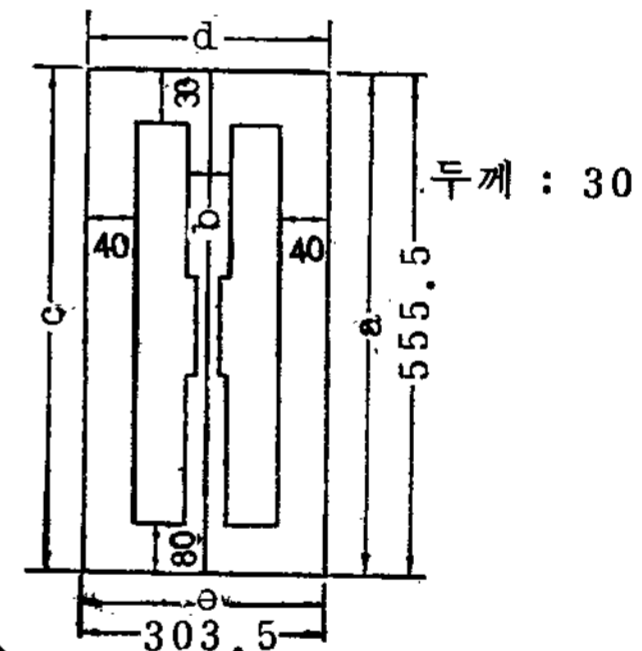


그림 7. 模型

<表 4> 充填密度와 두께 및 鑄物表面

充填密度 g/cm³	肉厚 mm	3	6	12	24
1.45		25 S	25 S	25 S	25 S
1.54		18 S	25 S	25 S	25 S
1.57		18 S	25 S	25 S	25 S
1.60		18 S	18 S	25 S	25 S

注) 吸引壓力 : - 400 mm Hg

珪砂 : 6号 + 8号 (日本)

<表 5> 프로세스에 따른 鑄込後의 치수 변화

	鑄込後의 測定 개所	鑄込後의 時間			
		10 min	25 min	40 min	70 min
減 圧 프 로 세 스	a	6.50	6.10	5.85	5.70
	b	7.15	6.90	5.65	5.60
	c	6.95	6.25	5.95	5.95
	d	3.65	3.90	3.20	3.85
	e	4.10	3.45	3.20	3.70
CO ₂ 프 로 세 스	a	4.75	4.60	5.70	5.25
	b	6.10	6.00	5.30	5.20
	c	5.90	5.55	5.80	5.25
	d	3.85	3.55	4.00	2.50
	e	3.50	3.30	3.15	3.60
生 型 프 로 세 스	a	4.50	4.70	5.15	4.50
	b	4.95	5.40	5.05	5.05
	c	5.60	3.30	4.20	4.30
	d	1.75	2.45	1.90	1.65
	e	2.60	1.95	2.80	1.95

5. 集塵裝置

減壓鑄造法에서 使用하는 鑄物砂는 一般으로 가늘고 물이 添加되어 있지 않아서 粉塵의 發生은 生型砂에 비해 많아지고 充分한 集塵의 配慮가 必要하다.

減壓鑄造 Process에서 만든 製品의 鑄物 表面의 良否는 鑄物砂의 粉塵에 依해 決定된다.

一般으로는 生型砂보다 가는 6~8号 (日本) 珪砂의 混合砂를 使用하고 있다.

鑄物表面을 좋게 하고, 充填密度를 올린다는 것은 集塵機에 補集된 200 mesh前 前後의 粒度나 Pan이므로, 이것은 콘베어를 통해서 샌드·스토리지 (Sand Storage)에 回收해서 再使用한다.

集塵個所는 激烈히 鑄物砂를 充填하는 곳 鑄型을 허는 곳의 후-르 (Hood), 砂冷却裝置, 鑄物砂 옮겨 담은 곳이 된다.

그림 8에 먼저 本計劃에서 約 300 m³/min

程度의 風量이 必要하다.

表 6에 鑄物砂의 種類 (粒度指數)에 따른 두께와 鑄物表面에 對해서 그림 9, 10에 鑄物砂의 粒度와 充填密度의 關係를 나타낸다.

6. 레이아웃 (Lay out)

減壓鑄造法에서 主要機量의 仕様決定은 重要한 포인트가 되는데 레이아웃에 對한 制約은 鑄型整形으로 부터 鑄型의 脫砂까지의 運搬距離를 最少로 하는것의 要求度가 높은 것에 留意할 程度이다.

이 Process에서는 主要機器가 真空펌프 施設, 膜加熱裝置, 振動 테이블, 鑄物砂 冷却裝置, 鑄型脫砂 후-드, 集塵機로 적고 이것을 鑄型의 運搬距離가 가장 짧고 또 有效하게 움직이도록 레이아웃 하면 좋다.

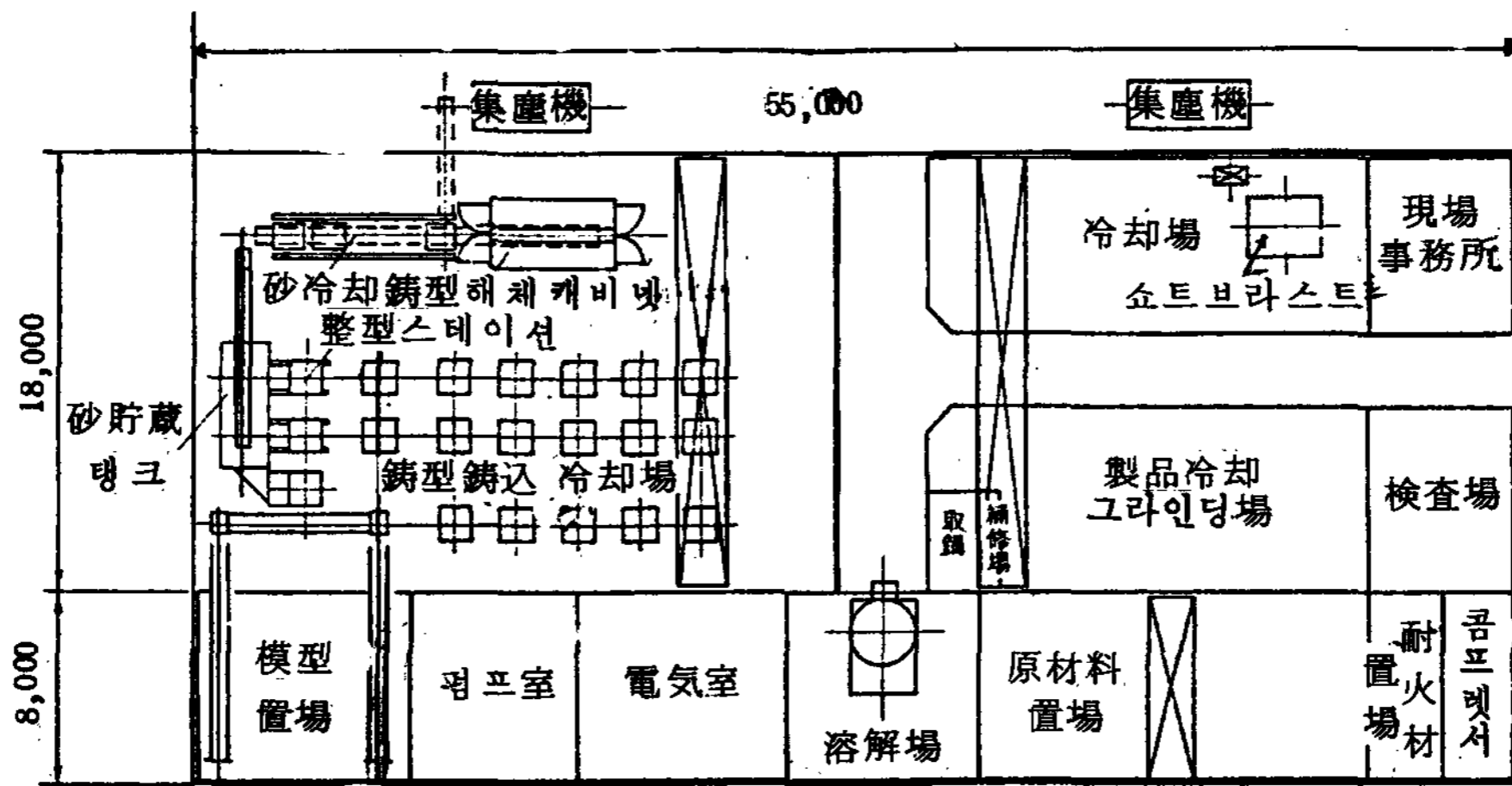
本 計劃에서는 造型速度가 적은 것으로 부터 膜加熱裝置, 振動테이블은 上下 鑄型 상자 兼用으로 하고 있다.

또 鑄型상자로 모노레일·호이스트를 使用해서 搬送한다.

<表 6> 鑄物砂類에 따른 鑄物의 表面程度

製品 두 께 砂의 種類	製品 두 께				粒度 指數
	3	6	12	24	
浜 砂 6 号	불량	불량	불량	불량	90
三榮珪砂 6 号	불량	불량	불량	불량	90
후라타리 샌드	불량	불량	불량	불량	114
三榮珪砂 7 号	50 S	50 S	불량	불량	147
크로마이트	25 S	불량	불량	불량	149
지리 콘 샌드	35 S	35 S	불량	불량	172
오리민샌드 9 号	18 S	35 S	35 S	35 S	187
三榮珪砂 6号+8号	18 S	18 S	18 S	25 S	192
三榮珪砂 8 号	18 S	18 S	18 S	25 S	397

注) 吸引壓力 = - 400 mm Hg



水槽

그림 8. 減圧・鑄造工場 全体 레이아웃의 例

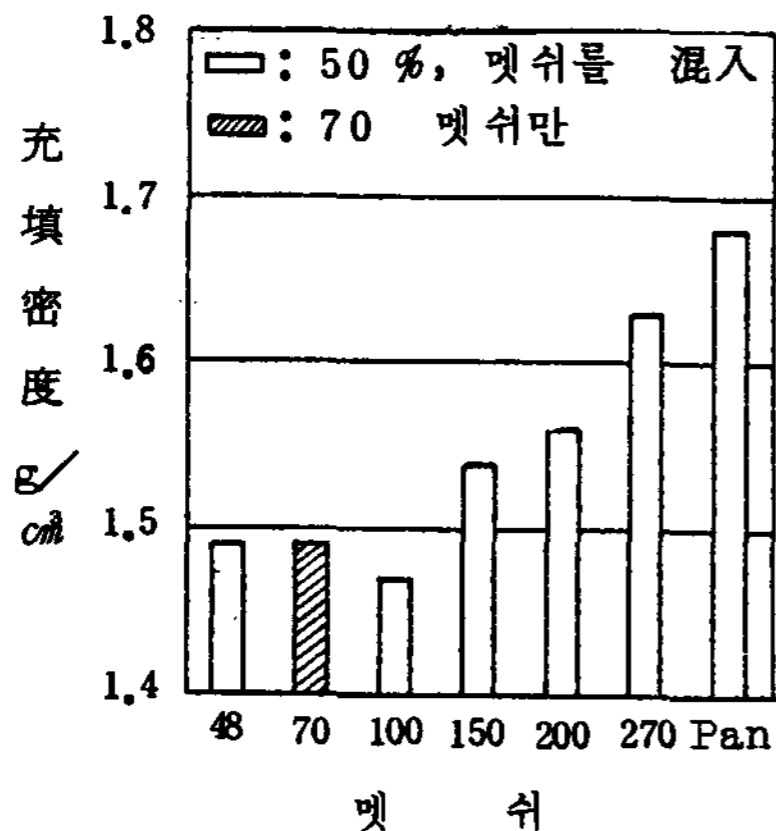


그림 9. 砂의 粒度와 充填密度

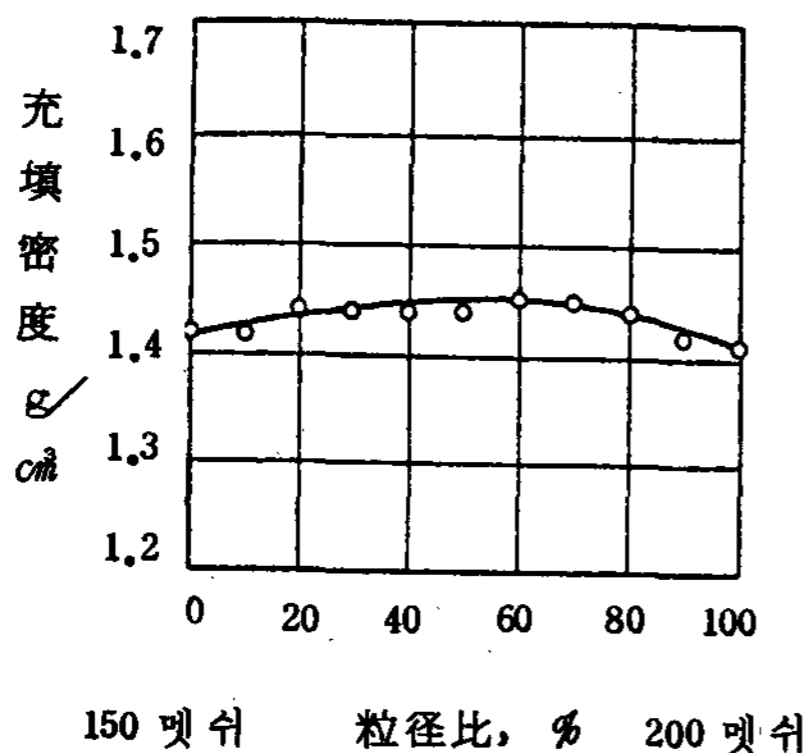


그림 10. 粒径比와 充填密度

까지 約 2 時間을 必要로 하기 때문에 約 15 상자 分으로 計劃하고 있다.

鑄型 脫砂 후드 (Hood) 는 製品 清掃場所 에 가까운 곳에 設置해서, 製品의 運搬이 적어 지게 考慮하고 또 鑄型 整形으로 부터 鑄型 脫砂까지의 距離를 最少가 되도록 計劃하고 있다.

集塵機는 補集한 粉塵을 스토리지 (Storage) 에 回集 再使用하므로 集塵機 設置個所는 샌드, 스토리지에의 리턴·콘베야 (return conveyer) 를 考慮한 레이아웃으로 함이 必要하다.

眞空펌프 施設은 吸引壓力이 -400 mmHg 로 들게 하여 펌프 유닛트 및 모-타의 回轉音도 높아지고 騒音公害의 原因이 되므로 充分한 防音壁을 만들든가 해서 公害對策을 實施한 레이아웃으로 할 必要가 있다.

또, 民家等을 考慮해서 設置의 位置, 方向等도 充分히 檢討할 必要가 있다.

鑄物砂 冷却用의 물은 使用量이 多量이 되므로 冷却水槽를 設置할 必要가 있다.

鑄物砂를 有效하고 效率 좋게 冷却 시키기에는 使用하는 水温이 影響을 주게 되므로 水槽는 크게 하고 쿨링·타워 (cooling tower) 가 必要하다.

自硬性 Process의 Layout에 對해서

現在 自硬性 Process를 採用하고 있는 工場의 大部分은 多種, 少量 生産의 形態이고 合理化, 近代화가 늦어진 工場이 많고 特히 中小企業에 그런 傾向이 많이 보이고 있다.

自硬性 Process를 採用하고 있는 大部分의 工場은 큰 形体의 製品이 主体로서 過去 乾燥型으로 生産하고 있는 것이 無機自硬性 또는 有機自硬性으로 돌려진 것이다.

그런데 生産 Process는 새로 되었다 하더라도 造型方法까지 合理化, 省人化를 하고 있는 工場은 比較的 적고, 現在로 乾燥型時代와 마찬가지로 土間型, 손다지기 방식이 主体이다.

普通 一般으로 生産 Process를 變更하는데 여기에 따라서 造型 運搬의 合理化를 包含해서 省人化, 省力化가 檢討되어 工場 Layout가 施行되고 있는데, 自硬性 Process에서는 임의 檢討가 되더라도 最終적으로는 生産 Process의 變更만으로 놀러 앉는 것이 現實이다.

即, 取扱하는 生産品目이 多種 少量으로 모양, 치수, 重量의 差가 크고 그것 만큼 合理化가 困難하게 되고 Layout로 自硬性 Process가 갖는 하나의 模型에 알맞는 것으로 處理되어 있는 것으로 生型 自動造型라인과 같은 斬新한 Layout는 나오기 힘든 것이 形状이다.

以下 自硬性 Process를 採用하는 경우의 問題點을 摘出하여 檢討코져 한다.

1. Process 選定上의 問題點에 對해서
各 自硬性 Process가 갖는 長點, 短點 및 生産品目에 對한 Process의 選定 等에 對해서는 그의 Process를 開發한 会社나 使用하고 있는 会社로 부

터 詳細하게 說明되어 있는데 그것 等を 基礎로 해서 Plant Layout와의 關聯에 對해서 檢討를 試圖하였다.

1-1 물유리系 Process

價格적으로 싸고 從來 가장 많이 使用되고 있는 Process인데, 처음 自硬性을 採用할 때에는 安心하고 使用할 수 있는데, 生産성은 別로 좋지 않기 때문에 鑄物砂를 다지는 造型作業의 省人化, 機械化가 될 수 있으면 設備의 利益이 얻어지는데 採用하는 鑄型크기의 種類가 決定要素가 된다.

公害問題로서는 廢棄한 鑄物砂가 비나 溜水로 물유리의 나트륨분이 分離하고 強 알카리의 溶液을 溶出한다.

알카리는 酸에 依해 中和의 處理가 되는데, 含有 Na 塩類는, 農作物, 魚類의 育成에 큰 影響을 갖고 커다란 公害問題라는 研究結果가 公表되어 있다.

그림 1, 2에 물유리系의 鑄物砂를 물에 溶解하였을 때의 溶出 알카리량을 나타낸다.

또, 同研究報告에서는 現在의 技術로도 물유리系 Process의 乾式 再生砂는 新砂처럼 使用될 수 있는 水準에 도달하지 못하고 再生砂의 半 以上은 配合할 수 없다고 하고 있고 産業廢棄物의 量은 減

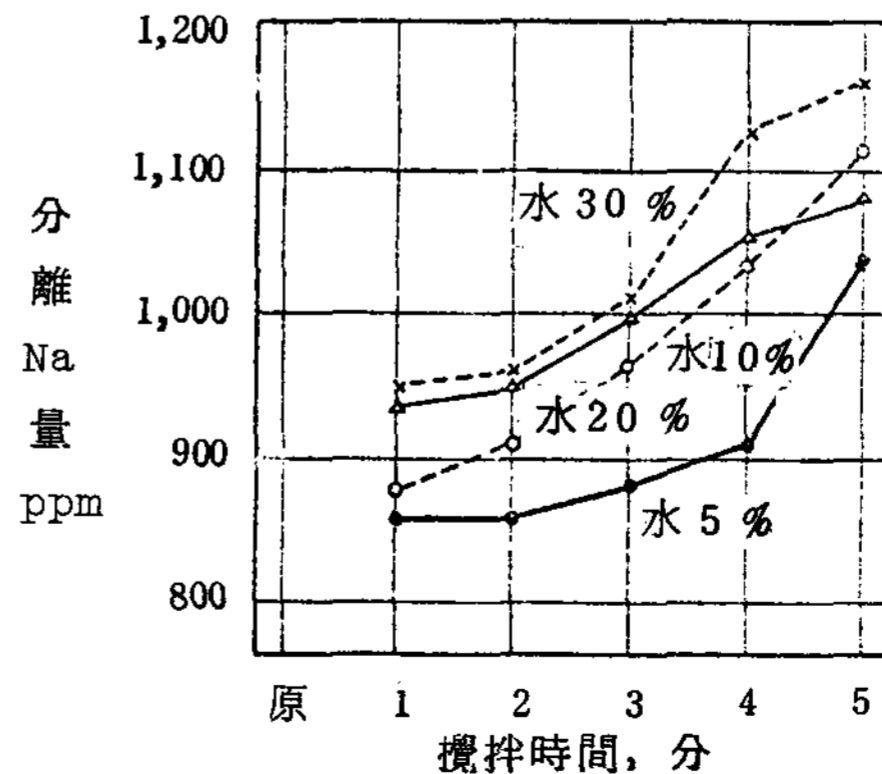


그림 1. CO₂ 型砂에 물을 加하여 攪拌한 時間과 分離된 알카리量

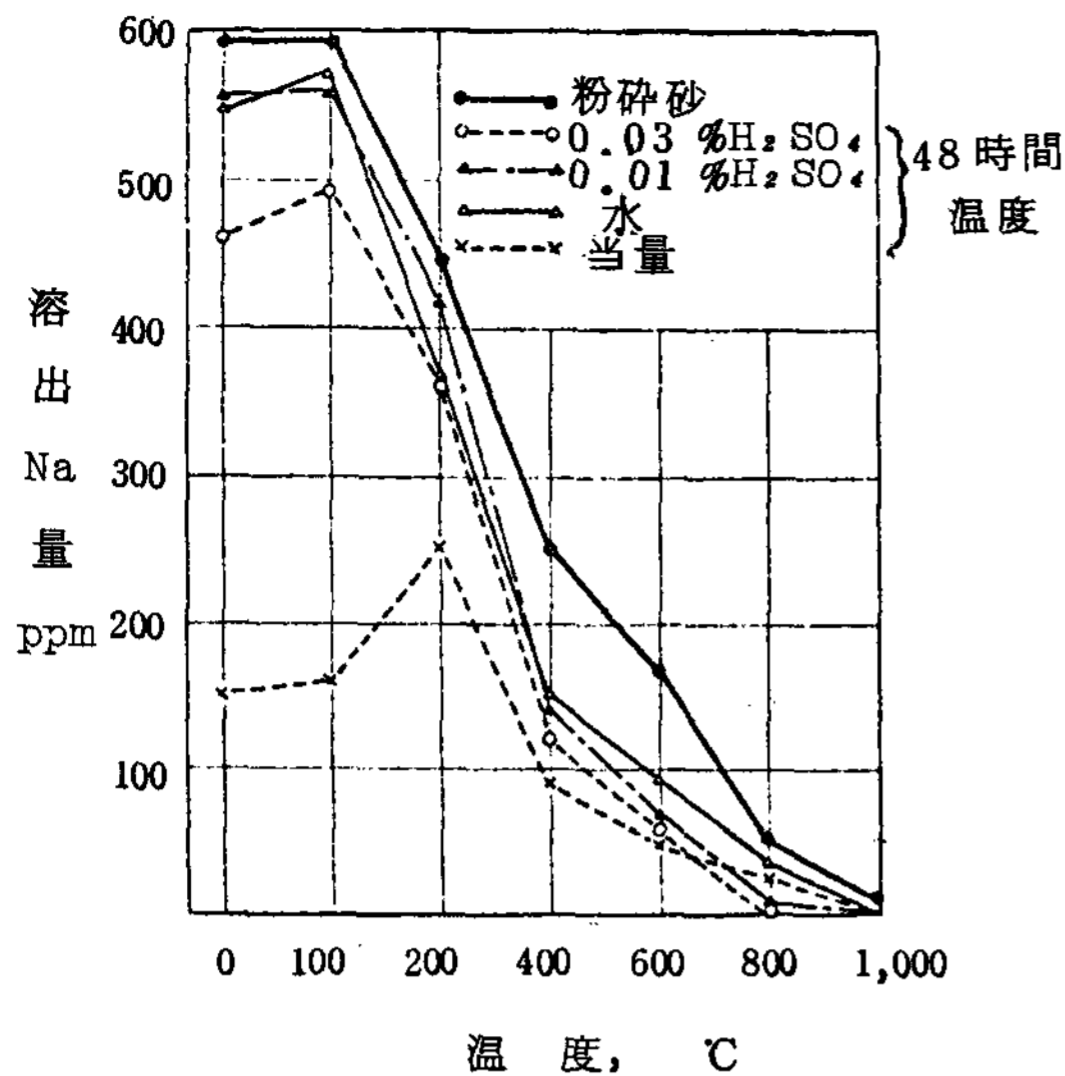


그림 2. 各温度로 加熱한 CO₂ 型砂의 溶液中에 있어서의 알카리량

少시킬 수가 없고 廢棄物 処理 公害問題로 부터 今後 充分히 檢討를 要한다.

물유리系 鑄物砂의 廢砂處理方法 으로서 日本의 愛知県工業 試驗場에서는 加熱燒成方式이 最上으로서 그림 3의 研究成果를 發表하고 있다.

省資源, 經濟性도 加한 檢討를 한다면, 回收砂의 使用率이 적드라도 많이 나오는 Process의 採用을 檢討할 必要가 있다.

1-2 세멘트系 Process

세멘트系 Process는 물유리系 Process보다 값이 싸고 鑄物砂의 管理로 물유리系나 有機系에 比하면 容易하다.

세멘트 Process의 歷史는 오래 되었고 從來의 相当量이 使用되고 있었으나, 凝固時間이 길고 따라서 造型後의 硬化時間도 길고 따라서 造型後의 硬化 時間도 길고 또 工場面積當의 生産性도 낮다는 欠点이 있다.

그런데 最近에는 連硬性 세멘트의 開發로 코스트的으로 싼 세멘트 Process가 나올 것으로 보인다.

주물기술 Vol. 3, No. 2 (1979)

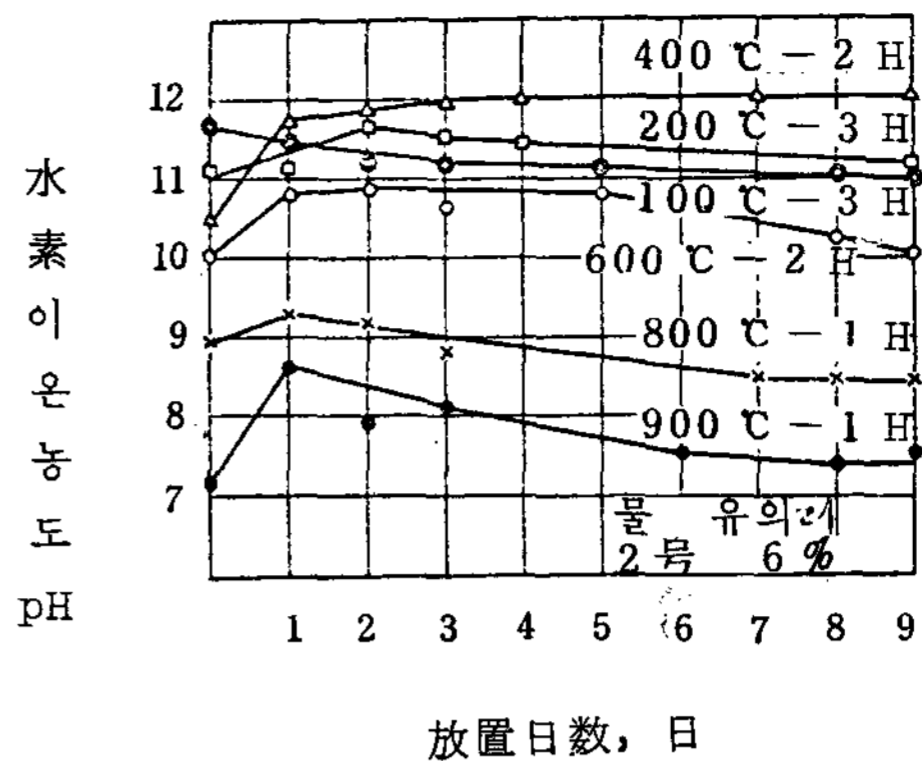


그림 3. 加熱度の 影響

세멘트 Process는 現在까지, 流動, 非流動의 어떤 것도 相当量 使用되고 있었고, 過去의 技術的인 諸問題는 決定되고 自硬性鑄型의 대두, 發展에 크게 寄與하고 있다.

세멘트砂의 非流動性砂는 물유리系 Process에서 처럼 鑄物砂의 流動性이 나쁘기 때문에 Plant layout에 造型作業者의 省人化, 省力化가 要求되는데 可能한가 아닌가는 使用하는 鑄型상자의 크기의 치수가 決定的인 要素가 된다.

또 硅砂의 粘結劑에 Powder를 使用하는 限 粉塵에 關한 公害問題의 處理는 免할 수 없고 特히 세멘트 Process系의 脫砂時에 있어서의 粉塵의 發生量은, 물유리系 Process, 有機系, 有機系 Process에 比하면 極端으로 많다.

表 1에 塵肺性 粉塵의 抑制濃度를 表 2에 各 Process의 粉塵濃度 測定結果를 나타낸다.

上記로 부터 세멘트 Process用 砂 處理設備의 回收, 再生裝置에는 完全한 集塵裝置를 設置할 必要가 있다.

또 粉塵에 對한 考慮로 充分히 기우려 造型作業場에서도 粉塵이 적은 作業環境이 좋은 Layout로 할 必要가 있다.

<表 1> 진폐분진 抑制濃度 目標

	진 폐 분 진	抑制濃度
第 1 種 粉 塵	遊離硅酸 30 % 以上の 粉塵	2 mg/m ³
第 2 種 粉 塵	" 30 % 未 滿	5 "
第 3 種 粉 塵	其 他	10 "

<表 2> 各種프로세스의 粉塵濃度 測定 結果

	工場全体の 粉 塵 量	解 粹 場 中 心 粉 塵 量 mg/m ³
水 유리系	0.55 mg/m ³	1.21
세 멘 트 系	1.97 "	4.17
有 機 系	0.47 "	1.12

1-3 樹脂系 Process

有機系 Process는 粘結劑의 樹脂가 값이 비싼데로不拘하고 最近 脚光을 받고 있다.

오일 속크를 제기로 해서 省資源 問題가 크게 取扱되어 最近에는 産業 廢棄物의 公害問題等도 包含해서 有機自硬性 Process 採用에 여러가지 檢討가 加해지고 있다.

有機系 Process의 粘結劑가 값이 비싼 경우에 採用에 對해서의 檢討가 되고 있는 것은 無機自硬性 鑄型이 갖는 問題點

- ① 省資源의 問題
- ② 産業廢棄物의 公害規制의 強化
- ③ 鑄型의 崩壞性的 困難
- ④ 使用砂의 再生의 困難

에 있다.

逆으로 有機自硬性에서의 利點으로서 求할 수 있는 것은

- ① 崩壞성이 좋고 粉碎가 容易

② 乾式으로 再生이 容易하고 回收率 이 높다.

③ 産業廢棄物의 發生이 적고, 公害問題가 되지 않는 등이 있다.

또 有機系는 硬化速度가 크고, 硬化速度의 調節이 容易하게 되고 殘留水分이 없기 때문에 造型과 同時에 鑄込이 되고 作業空間이 적고 높은 生産性은, Plant layout를 하는데 無機系에 比해, 아주 有利한 條件을 갖고 있다.

그런데 有機自硬性이 갖는 欠點은

① 触媒의 臭氣에 依한 作業環境의 나쁨

② 鑄込時의 樹脂의 燃燒에 依한 各種가스類의 發生이 있다.

表 3에 가스類의 勞動環境基準을 表 4에 후한 樹脂型의 SO₂의 發生量, 表 5에 같이 CO 發生量, 表 6에 키노큐어樹脂의 作業場別의 發生가스 濃度를 나타낸다.

有機系 Process 採用의 工場設備는 이들의 臭氣, 排가스를 作業場으로부터 排出하고 處理하는 設備가 必要하게 된다.

有機 Process는 無機系에 比해 混練砂의 硬化速度의 調節이 容易한데, 回收砂의 溫度에 制約이 있고 回收, 再生砂가 어떤 一定溫度 以下까지 冷却 할 必要가 있다.

그런데 Plant layout에서는 鑄物砂 冷却의 效果的인 方法을 檢討해서 冷却裝置의 使用이 必要해 진다.

2. 主要設備機器와 그의 選定方法에 對해서

2-1 混練機

自硬性 Process에 있어서 混練機의 選定은 重要한데, 特히 樹脂系 Process 에서는 그의 選定이 잘못되면 그 Process가 갖는 特性을 없애버림으로 充分한 檢討가 必要하다.

無機系 Process는 比較的 可使時間이 길고 또 硬化時間도 길므로 混練機의 性能, 性質에 따른 差異는 有機系 Process 程度는 아니나, 最近 세멘트 Process 에 速硬性의 것이 開發되어 있으므로 이것에 는 그의 Process 가 갖는 特性을 살리도록 留意해서 混練機를 選定할 必要가 있다.

有機系 Process는 生産性を 높이기 爲해서 速硬性으로서 使用되고 있는데, 混練機의 選定은 重要하다.

특히 中子와 主型과는 砂量, 크기가 다르기 때문에 可使時間表의 調節이 必要하게 되는데 生産量이 많은 工場에서는 混練機를 써서 나누는 것 보다 各各의 設置하는 方法이 採用된다.

混練機의 選定으로서 一般적으로 有機系 Process 에서는 그의 Process 의 特性으로 부터

- ① 될 수 있으면 짧은 時間에 充分한 混練이 될 수 있는 回轉이 빠른 믹서(Mixer) 일 것
- ② 粘性의 變化에 依한 影響이 적을 것
- ③ 造型速度에 맞는 것일 것
- ④ 鑄物砂의 附着이 적고, 清掃, 取扱이 簡單히 되는 構造 등이 要望된다.

無機系 Process 에서는 잘 混練을 要하는데, 有機系일수록 混練時間을 短期間으로 處理하지 않으면 안된다는 要求는 없고, 使用範圍가 넓어 지고 大部分의 混練機가 使用 可能하다.

混練機는 連續式과 Batch式이 있고 連續해서 一定한 造型을 하는 경우에는 連續믹서가 좋으나 簡潔的인 造型에는 機械의 休止時間이 많아지고 混練部에서의 鑄物砂가 硬化하여, loss가 많아지므로 必要量의 供給이 되는 Batch式 混練機의 쪽이 要望된다.

또, 機械의 稼動率은 作業內容적으로 낮아지므로 能力의 選定에 있어서는 60 ~ 70%의 稼動率로서 處理能力의 選定을 합이 必要하다.

表 7에 現在 主로 使用되고 있는 混練機의 種類를 나타낸다.

<表 3> 가스類의 勞動環境基準

가스의 種類	化學式	TLV ppm
암모니아	NH ₃	25
窒素 酸化物	NO NO ₂	25 5
호루마린	HCHO	5
硫化水素	H ₂ S	10
亜硫酸가스	SO ₂	5
一酸化炭素	CO	50
炭酸가스	CO ₂	5,000

<表 4> 후란樹脂의 SO₂ 發生量

測定場所	測定高	作業內容	平均值 ppm	最高值 ppm
造型 鑄込場 作業附近	FL上 2.5 m	造型時	0.02	0.05
		注湯時	0.2	1.0
		型解体時	0.1	0.2
		休日	0.01	0.02
脫砂 作業場附近	FL上 7.5 m	造型時	0.02	0.05
		注湯時	0.1	0.35
		型解体時	0.3	0.37
		休日	0.02	0.03

<表 5> 리노큐어樹脂의 作業別 가스發生濃度 (單位: ppm)

作業內容	測定場所	키시렌	CO	CO ₂	이소시아 나이트	시아 化 水素
造型	芯取箱上	5以下	-	-	0.002	-
注湯	燃燒 炎 直 上	"	50~500	0.07	0.002	0.07
型解体	鑄型直上 (鑄込後 40分)	"	0~50	0.05~0.07	0.003	0.06

<表 6> 후란樹脂의 CO 發生值

測定場所	測定高	平均值 (ppm)	最高值 (ppm)
脱砂場附近	FL上 1.5m	15	55
造型上附近	"	40	94
仕上場附近	"	15	60
工場外壁附近	FL上 2.5m	5	15

<表 7> 混練機의 種類

Batch 式	連 続 式
심프슨·밀	포오라 스틱스·마스타
스퍼·믹서	가버 후로·믹서
월·믹스	베가파진스·믹서
플렉스·믹서	샌드·타오
Q·믹서	사단·믹서
파로·믹스	振動파틀·믹서
	포오다스 후로·믹서
	하이 스피드·믹서

2-2 鑄物砂 再生處理

公害防止, 環境保護로 부터 廢棄物의 投棄方法에 規制가 加해져 使用砂의 再利用은 省資源, 産業廢棄場의 減少의 問題로서 今後로 부터 一層 올려 하지 않으면 안 될 重要한 課題이다.

使用砂의 再生은 使用하는 모래의 良否와 함께 使用 Process, 再生方法에 따라 經濟性이 크게 變하고 再生을 前提로 한 使用 Process의 選定이 今後 尙重要해 진다.

現在 實際로 施行되고 있는 鑄物砂의 再生方法은 大別해서 湿式, 乾式, 加熱式의 3種類로 分類되고 이들의 再生方法은 使用하는 粘結劑의 種類에 따라 달라지고, 그의 適合, 不適이 있는데 再生에 關해서 는 그것을 똑똑히 確認함이 重要하다.

表 8에 各 自硬性 Process別 再生의

適合性을 나타낸다.

<表 8> 프로세스別 再生砂의 適合性

		湿 式	乾 式	加熱式
無機系	水 유리系	95	60 - 75	60
	세멘트系	95	75 - 95	-
有機系		-	85 - 95	95

砂再生의 plant layout에 있어서 再生의 方法과 그의 操業에 關해서 다음의 것 을 念頭에 두지 않으면 안된다.

- ① 再生 Plant의 收率
- ② 減價償却
- ③ 人件費
- ④ 動力費
- ⑤ 使用 燃料費
- ⑥ 補修點檢費
- ⑦ 스페아 部品費
- ⑧ 再生의 信賴度
- ⑨ 再生에 依한 原砂의 價格 節減
- ⑩ 産業廢棄物의 節減
- ⑪ 粘結劑의 節減
- ⑫ Pust 投棄量이다.

또, 自硬性砂의 再生條件으로서

- ① 原砂에 가까울 것
- ② 適正한 粒度分布를 가질 것
- ③ 粘度나 微粉을 包含하지 않을 것
- ④ 化學的으로 不活性일 것
- ⑤ 乾態일 것

等으로 이것을 考慮하여 理想的인 再生 plant를 計劃할 必要가 있다.

即, 使用한 砂를 높은 回收率 但 經濟的인 코스트로 再生해서 造型鑄込作業으로 無害하고 鑄造品에 欠陷이 나오지 않고, 어떤 process에도 使用할 수 있는 砂를 얻는 것인데, 이와같은 plant의 選定에는 實際로 必要로 하는 砂의 再生度, 處理量 等を 把握해서 計劃함이 必要하다.

再生의 概略을 說明한다.

a. 湿式法

湿式再生法은 Hydroblast가 採用될 次에 가장 쓰여져던 方法이다.

이 方法은 多量의 물을 必要로 하고 洗淨한 砂를 乾燥하지 않으면 안될 條件이 붙는다.

湿式再生法은 無機系에 適合한 方法으로 再生度는 95%까지 期待할 수 있다.

그런데 그림 1, 2에 나타내는 것처럼 Na 鹽類를 含有하고 있는 高 알카리의 溶液이 排出되므로 알카리中和處理 만으로는 不充分하여 多量의 물로 Na 鹽類를 希釈해서 放出할 必要가 있다.

또 再生砂를 물유리系로 使用하는 것은 乾態할 必要가 있어, 公害, 코스트 兩面으로 부터 생각하면 湿式法에서의 再生은 立地條件이 許하지 않는 限 困難하고 經濟 코스트에서의 回收는 困難하다고 判斷된다.

그림 4에 湿式再生法의 工程圖를 나타낸다.

b. 乾式再生法

乾式再生法이 數多한 再生裝置가 考案되어 있는데 大別해서 空氣를 쓰는 方法과 機械的인 方法으로 나누인다.

乾式法에서는 使用하는 process나 生産品目, 材質 等에 따라서 砂의 再生度의 要求가 달라지기 때문에 再生 plant의 內容도 必然적으로 달라진다.

그런데 乾式 再生法의 基本的인 考慮方法은 空氣利用法이나 機械的이나 砂粒表面에 附着한 粘結劑나 汚染物을 除去하기 爲한 砂나 砂의 摩擦, 砂와 街重物과의 摩擦等 強力한 스크래핑과 Dust의 充分한 吸引에 있다.

이들의 方法으로 處理된 再生砂는 砂粒이 攪여 지든가 破碎되기 爲한 回收率

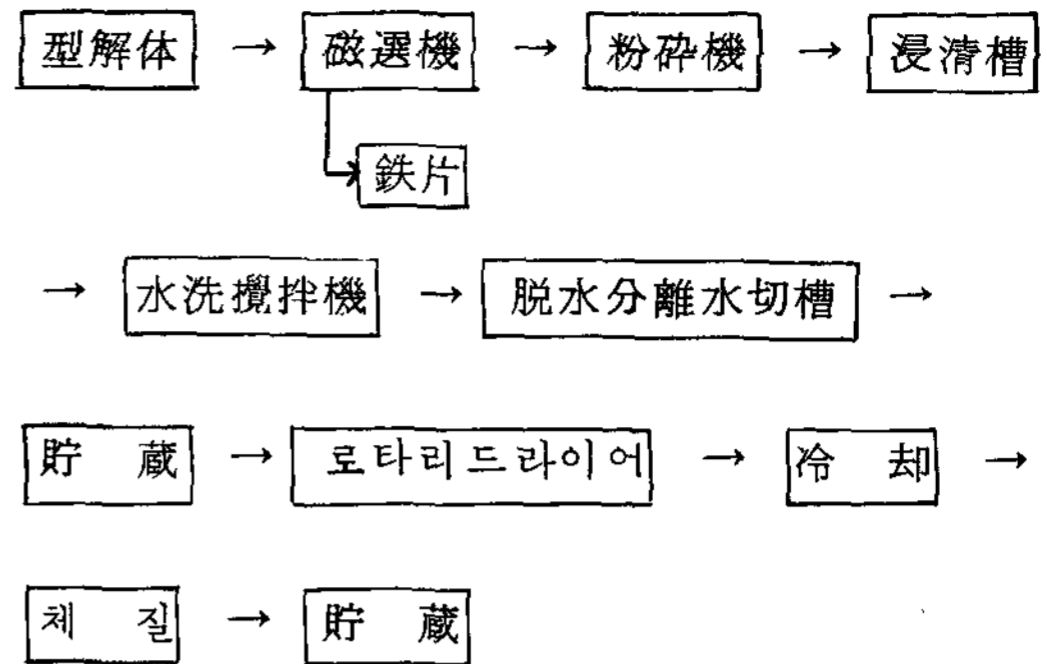


그림 4. 湿式法의 工程圖

나쁜데 그것만큼 原砂에 가까운 性質이 얻어진다.

그림 5, 6, 7에 乾式再生裝置의 代表的인 것을 나타내고 있다.

또, 乾式砂 再生裝置의 工程圖를 그림 8에 나타낸다.

Process別의 砂再生度는 生産品目이나 材質에 따라 다르기 때문에 한꺼번에 決定되지 못하고 그의 工場이나 現場에 따라 適宜 決定해서 使用하고 있다.

再生度の 測定도 Process에 依해 여러가지로 다르고, 물유리系에서 残留 알카리量에서 樹脂系에서는 触媒의 残留量으로 세멘트系에서는 残留 Ca分이 基本的인 思考方式이다.

但, 樹脂系에서는 残留樹脂量에서 再生度로 하는 Process도 있다.

機械의 處理能力의 選定은 그의 再生度에 크게 左右되므로 plant layout時에는 再生砂의 再生度, 基本的 砂配合率 等を 미리 決定해서 거기에 맞는 條件에서의 layout가 必要해 진다.

c. 加熱式 再生法

이 再生方式은 樹脂系 粘結劑의 Process에 가장 有効하다.

加熱式 再生의 歷史는 오래되어 hot process에서의 砂再生은 이 方法으로

現在로 施行하고 있다.

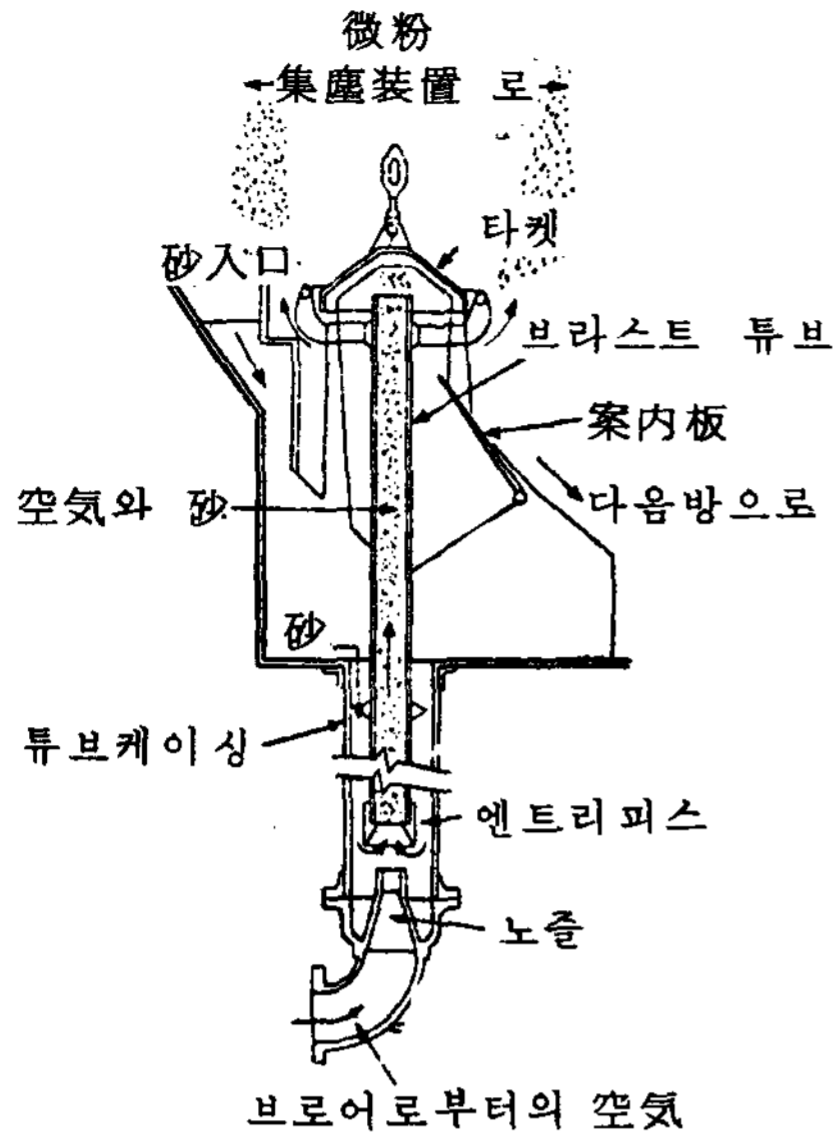


그림 5. 뉴마틱스크레바의 셀. 유닛

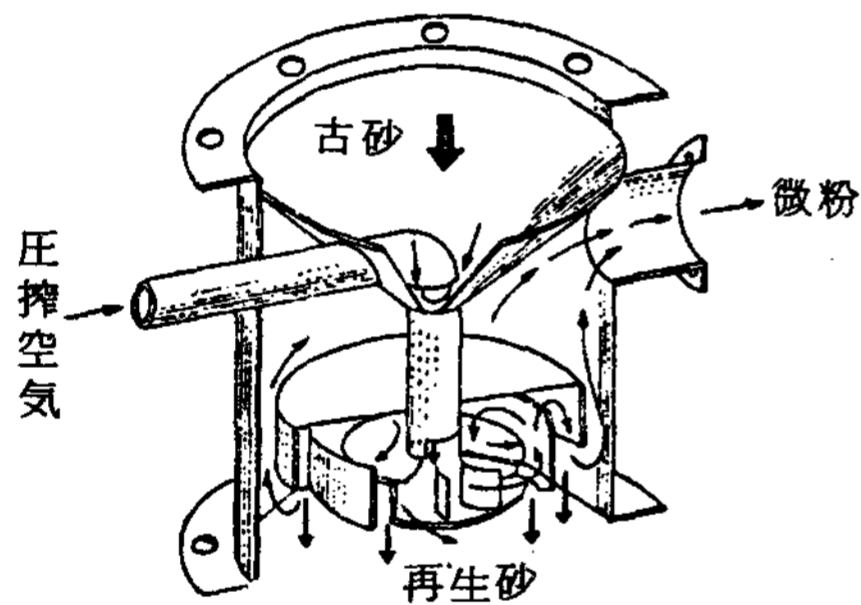


그림 6. 샌드리크레머의 셀 유닛

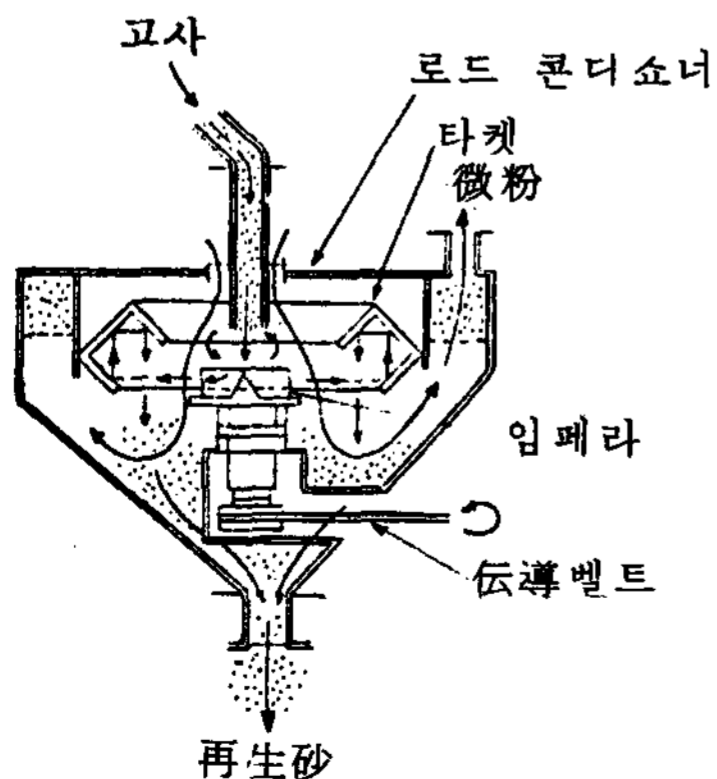


그림 7. 로드샌드쿠라의 셀 유닛

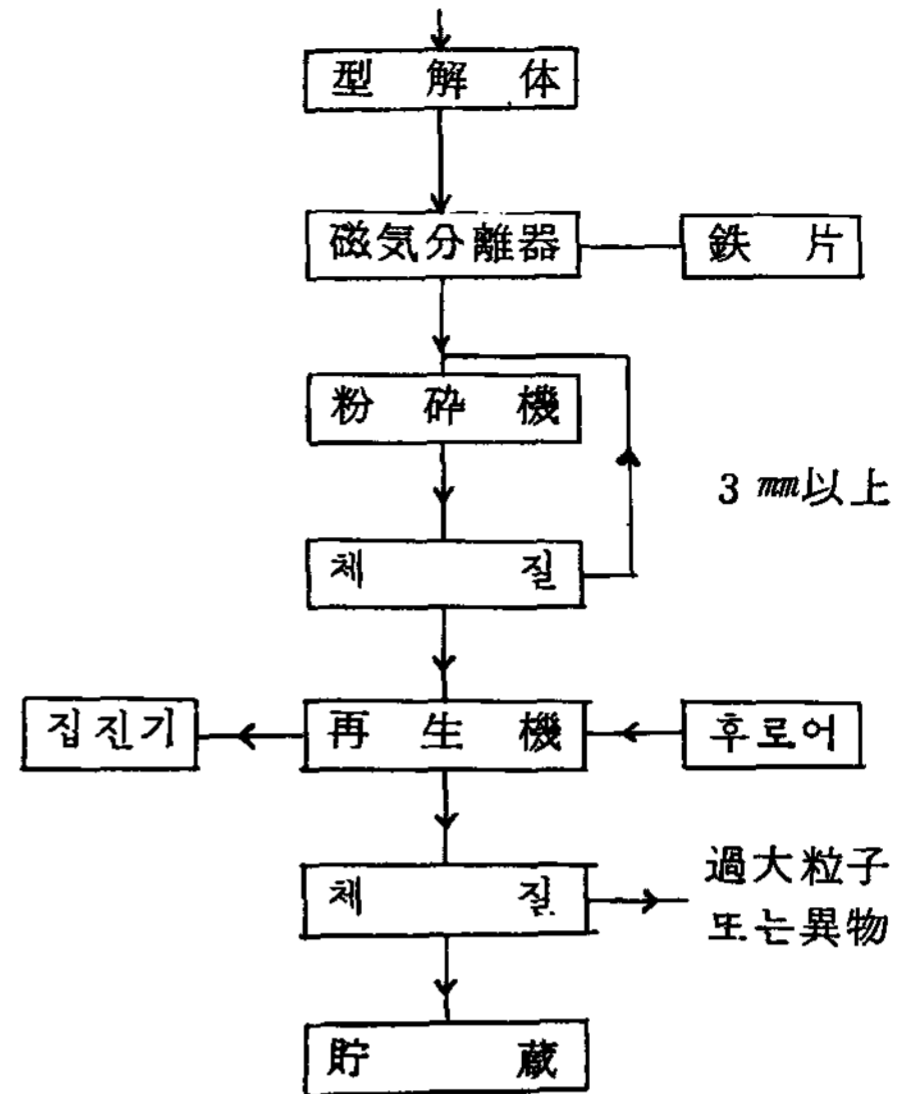


그림 8. 乾式再生裝置의 흐름

그러데 이 方法의 欠点은 設備費의 高價等 再生 코스트가 높은 것이다.

樹脂系 自硬性 process에서는 乾式再生砂를 100% 使用 可能하다고 하는 報告도 있는데 輕合金等, 熱을 加하는 個所가 적은 경우에는 殘留 樹脂量이 많아져서 乾式 再生에서는 不充分해서 加熱再生이 必要해 지는데 이 加熱再生은 어떤 一定 溫度 以上에서 燃燒 再生하면 좋은데, 溫度가 낮은 경우에는 排出가스가 公害規制로 取締하게 되는데 排가스 處理裝置가 必要해 진다.

現在에는 有機系 自硬性 process의 歷史가 낮고 또 이 加熱再生裝置는 別로 使用되지 않고 있으나 一部の process에는 加熱方式의 再生이 必要로 하는 일이 充分히 豫想된다.

3. 自硬性 Process 採用의 目的과 Plant Layout 에 對해서

그림 9에 나타 내는 自硬性 plant의

layout의 그림은 工作機의 Bed類를 主体로 한 中大物製品을 鑄造하는 計劃으로서 生産品目的 重量은 500 kg~2t 程度까지 있고 그 作機에 많은 多品種 少量 生産工場이다.

製品单重 500 kg은 生型の 生産도 可能하나 多品種 少量工場에서 鑄造 Process를 그 種類 갖는다는 것은 管理 其他 不合理하다고 判断하여, process는 하나로 하였다.

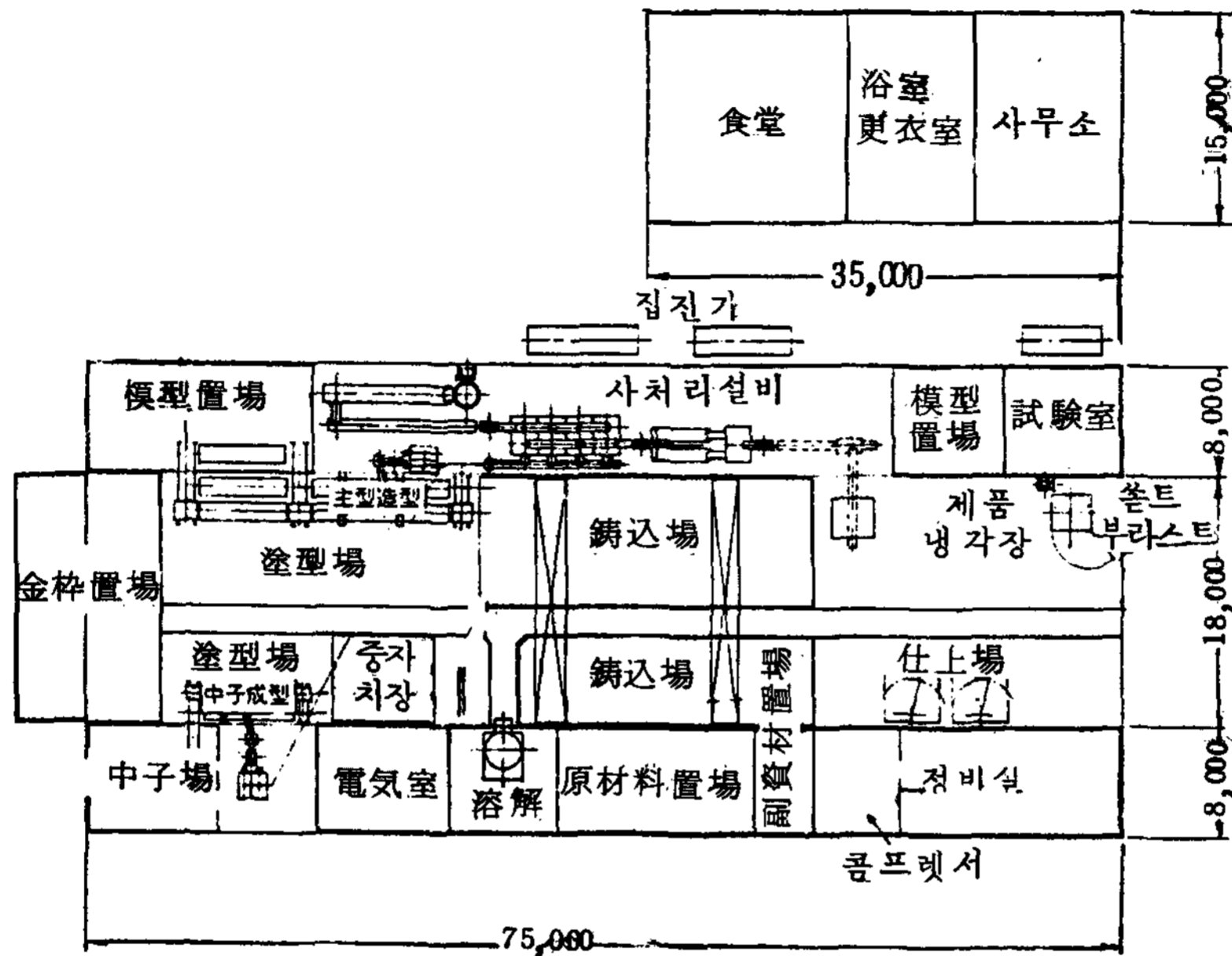


그림 9. 自硬性 프로세스工場の 配置圖

물유리系는 먼저 ① 再生砂의 砂用比率이 적을 것. ② 再生하였을 때 集塵한 粉塵의 投棄가 公害規制로 問題가 된다. ③ 모래의 砂用比率이 낮으면 投棄하는 모래가 多量이 되어 公害問題도 困難하다. ④ 硬化가 樹脂型보다 늦으므로 作業 空間이 넓어 지는 등의 欠点을 갖고 있다.

이것에 비해 후란樹脂型法은 ① 硬化速度가 크므로 作業空間이 적어도 좋고 ② 鑄物砂의 流動性이 좋으므로 모래다지기 作業이 不必要하여 模型을 傷하지 않는다.

③ 回收再生이 容易하고 回收率이 높은 등의 利点으로 부터 鑄物砂 t當의 값은 물유리系보다 높아지나 其他의 利点을 求

하여 후란樹脂型으로 計劃하였다.

그림 9에 나타내는 工場은 月産 250t의 工場이다.

現場의 作業空間은 $18 \times 75 \text{ m} = 1,350 \text{ m}^2$ 로 大物製品의 t當의 平均作業 空間 $5 \text{ m}^2 \times 250 \text{ t} = 1,250 \text{ m}^2$ 보다 약간 넓으나 大略 같은 넓이라고 判断된다.

造型은 主型和 中子の 作業場을 区别하여 또 鑄物砂의 混練機로 硬化速度의 調節이 되도록 主型用, 中子用을 区别하여 놓았다.

混練機의 種類는 生産量으로 부터 해서 連続造型이 必要條件이 되기 때문에 主型用, 中子用과 같이 连续 mill을 採用하였다.

造型工場에는, over head crane 밑에

wall crane을 設置하여 크레인을 기다리는 時間으로 因한 作業中斷이 없도록 考慮하였다.

단, wall crane은 span을 길게 잡을 수 없는 欠點이 있으므로 作業範圍가 限定되는 不利點이 있다.

製品重量이 2 t의 것까지가 있으므로 鑄型상자, 鑄型, 製品, 熔湯等 運盤距離를 極力 짧게 하도록 檢討하고 먼저 溶解爐를 鑄込場에 가장 가까운 곳에 設置한 layout로 하였다.

또, 清掃時에 나오는 回收錄의 運搬이 最短距離가 되도록 材料置場의 位置를 定하고 있다.

鑄物砂는 公害問題를 考慮해서 全量回收 再生하는 計劃으로 Layout하고 있다.

生産量 250t에 비해 鑄物砂의 使用量은 35倍로 875t/月이 되어 再生能力은 5 t/hr程度의 것으로 좋은데 將來의 增産을 생각하여 8 t/hr의 處理能力으로 計劃하였다.

후란樹脂는 造型作業速度에 맞춘 一定速

度로 硬化되도록 可使時間, 硬化時間을 調節하므로 混練砂는 늘 一定한 溫度에 있도록 管理할 必要가 있다.

이 때문에의 layout에서는 粉碎機後에 물과 空氣를 利用한 鑄物砂 冷却裝置를 設置하고 再生砂의 溫度가 늘 一定하게 되도록 注意를 기우리고 있다.

空氣方式에서 再生된 鑄物砂는 일단 Storage tank에 貯藏되고 必要에 따라서 storage로 부터 꺼내서 空氣輸送裝置로 主型, 中子砂 混練場에 보낸다.

輸送距離로 부터 생각하면 空氣輸送의 長點은 없으나 over head crane을 넘어서 鑄物砂를 輸送하기 때문에, Compact하게 計劃되고 또 環境의 向上을 피하고 高價라도 空氣輸送을 採用하여 layout하였다.

이 工場에서의 作業人員計劃은 約 35人으로 生産性은 生型의 自動造型 line으로 보다 大巾 떨어지나 自硬性 Process live으로 해서는 一般的인 人員計劃으로 마무리 지은 plant layout라고 한다.