



## 鑄物工場の設計(3)

編輯室

前回까지의 工場設計의 概念에 이어서 工場設計의 實驗例를 紹介한다.

이제 工場設計의 過程을 낱낱이 紹介하는 것을 避해서 工場設計에 對한 두서너가지의 포인트에 關해서 詳述하도록 한다.

工場設計의 例로서는 生型의 小種多量生産의 것, 生型의 多種小量生産의 것, 自硬性鑄型의 것, 金型鑄型의 것, 減壓鑄型의 것, 그리고 무공해 주물공장(clean foundry) 등에 對해서 말하기로 한다.

먼저 鑄造工場の 한개의 典型이고, 또 생각의 根源이기도 한 生型의 小種多量生産의 工場設計를 取하고 順次로 다른 것에 關해 記述하기로 한다.

### 5-1. 省人, 省力化된 完全自動化를 目標로 해서

먼저 最初에 紹介하는 工場設計 그림 1은 小種多量 生産用設備로 製品單重 10~16.5 kg, 生産量 年 15,000t을 消化하는 能力을 갖고, 旧設備에서의 經驗을 기초로 해서 금후 10年間은 최신 設備이고, 레이아웃라 는 것을 誇示할 수 있는 內容으로서 計劃된 것이다.

設備計劃의 目的은 省人, 省力, 運搬의 合理化를 求한 完全 自動化이다.

(1) 레이아웃의 基本條件이 되는 設備의 目的은 ①省人化, ②省力化, ③品質向上, ④不良率의 減少, ⑤生産의 增強, ⑥新技術의 導入, ⑦生産性의 向上, ⑧作業環境의 改善, ⑨公害對策, ⑩生産管理의 向上等의 여러가지에 걸쳐 있으므로, 특히 이제까지 與設備로 問題로 되어있는 品質의 均一 安定化는 큰 目的이 되어 있다.

이들의 基本條件을 滿足하고 특히 省人, 省力化된 完全自動化設備를 目標로 해서 主生産工程機械의 仕様 檢討가 되어졌다.

(2) 省人, 省力化된 完全自動化를 目標로 한 各種 生産工程機器의 仕様選定에 關해서

造型方式은 生産品目的 形狀, 치수公差, 生産量, 作業環境으로 부터 高壓造型인가 中型造型인가의 檢討를 하고, 品質의 向上에 따르는 後處理作業工數의 削減(치수精度의 向上, 珪의 減少), 줄트(joet)音除去에 의한 作業環境의 改善에 의해 高壓造型方式을 採用, 라인은 省人, 省力化를 目標로 해서 미니 컴퓨터를 使用한 시퀀스 콘트롤(sequence control)方式으로 計劃되어 있다.

高壓造型에 依한 利點이 되는 品質向上, 良品率의 向上率은 生産品目的 材質, 形狀, 치수등에 따라서 多少의 變動은 있으나 그 의 一例로서 高壓造型에 依한 生産品의 品質向上의 一例를 表 1, 그림 2~7에 나타낸다.

이들 以外에 치수精度의 向上, 製品重量의 輕減은 高壓造型의 큰 利點이 되어 있으나 이것 外에 自動 그라인다의 採用條件, 機械加工工數의 削減, 專用加工化의 條件도 되어 커다란 利點을 갖고 있다.

코아 셸터로 自動化的 方向에서 檢討가 加해졌으나 프로세스의 關係로 코아의 自動成型機로 부터 나오는 方向과 코아의 셸터의 方向과가 合쳐지지 않고, 코아 셸터로의 入力を 投入하더라도 利點을 얻을 수 없어서 中子셸터의 自動化는 今後의 問題로서 今회는 手動으로 셸트하는 計劃이다.

(i) 砂處理裝置

砂處理裝置는 少種多量生産때 문에, 鑄込後

製品과 分離되어 回收되는 鑄物砂의 條件이 언제든지 一定 내지는 安定된 狀態에 있어서, 이 有利한 條件은 砂冷却裝置로서, 더욱 安定된 回收砂가 되어 供給되어지기 爲해서 粘結劑, cushion劑의 添加를 戒한다

또 生産品目에 맞는 가장 좋은 條件의 鑄物砂를 언제라도 安定된 狀態로 供給하고 省人化, 自動化를 戒하設備內容을 採用하고 있다.

#### (ii) 熔解裝置, 鑄込裝置

普通鑄鐵의 熔解裝置는 一般的으로 큐포라와 電氣爐로 大別된다.

어떤것을 採用하는가는 그 設備가 갖는 能力, 性能等에 依해 比較檢討하여 決定하나, 本計劃에서는 与設備로 使用한 큐포라에서의 問題點 ①粉塵의 發生 ②騒音 ③故障時의 熔湯廢棄 ④鋼屑의 多量使用 ⑤爐前에서의 溫度低下 ⑥作業環境의 不良程度 品質의 分布度를 電氣爐(低周波誘導爐)와 比較한 경우, 電氣爐 쪽이 利點이 있고 또 品質向上, 公害, 操業性이나 基本條件等을 綜合적으로 判斷해서도 電氣爐에 利點이 있다고 하고 低周波誘導爐를 採用하고 있다. 또 電氣爐의 採用에 수반해서 熱效率向上의 效果를 求하여 材料豫熱裝置를 設置하고 있다.

舊設備에서 問題가 된 爐前에서의 溫度低下對策과 벌치(batch)式 電氣爐의 採用으로 前爐에는 昇溫能力을 갖는 槽型(channel type)의 保持爐를 設置해서 造型라인에서 부터 要求하는 常時出湯에 對處할 수 있도록 配慮하고 있다.

鑄込도 從前의 크레인에 依한 手動鑄込은 作業環境도 나쁘고 危險作業을 수반하기 때문에, 鑄造方案의 再檢討, 鑄型有效面積率을 從來보다 20~40% 올려서 造型 사이클에 餘有를 주어, 省人, 省力化에 맞추어 新技術을 導入作業環境의 改善, 公害對策으로 부터 完全自動化를 戒한 檢討의 結果 完全히 決定을 내려 加壓式 定點自動鑄込機가 導入되었다.

이 鑄込作業은 이때까지 省力化가 困難하였던 作業의 하나로서 作業環境의 不良度, 危險을 수반하는 作業으로서 언제든 省人省力化의 對象으로서 檢討되어 왔으나, ①高價이고, ②사람으로 融通性을 가질 수 없고 ③設置面積이 크고, ④定點鑄込으로 鑄型에 追從할 수 없다는 것등의 理由로 過去日本에서도 使用事例는 數社程度밖에 없다.

이 工場에 導入된 自動鑄込裝置는 保温用의 인덕터(inductor)를 設備한 加壓式의 것으로 그림 9에 나타내는 基本動作을 하는 것이다.

#### (iii) 其他

a) 코아成型도 自動化를 하여, 全自動 스테이션 타입 全自動(full automatic station type)의 코아成型機를 導入, 부로잉(blowing), 개싱(gassing)等을 自動으로 하는 成型品의 꺼내기를 사람의 손으로 하는 것이다.

b) 鑄造品의 gate, runner 등의 切断은 自動切断機로 하고 콘베아(conveyor) 위에서 製品과 같이 冷却하여 쇼트브라스트(shot blast)앞에서 gate 짜르기가 不完全한 것의 處理作業과 同時에 原材料置場에 回送하는 運搬을 合理化하고 있다.

c) 쇼트브라스트도 連續式을 쓰고 그라인다(grinder)도 自動으로 檢討하였으나 그라인딩하는 곳이 코아의 핀(fin)이 되는 곳이기 때문에 自動化가 困難하고 코아샬트와 같이 今後의 問題이다.

(3) 完全自動化를 求한 省人, 省力의 結果 各種生産工程裝置로 省人, 省力을 爲해서 自動化를 戒했는데 從來의 設備에서의 人品計劃과의 比較는 表처럼 全體的으로 作業者는 7人 削減되고 1人當의 生産性도 從來에 比較해서 57% 上昇해서 일단 完全自動化에 依한 省人, 省力化의 目的을 通한 레이아웃(layout)라고 한다.

#### 5-2. 無公害工場을 戒해서

從來 한 会社에서 일이 消化되지 않고, 數個社에서 生産된 部品을 均一한 製品을 얻기 爲한 目的으로 一括生産하는 工場으로서 計劃된 것으로서 專用라인이라고 하는 것이다.

鑄造工場은 同一 敷地內에 機械加工工場과 併設되어 있다.

生産品目은 自動車部品으로, 製品單重은 4~5kg個 生産量 960t/月(20万個)로 材質은 普通鑄鐵이다. 生産量 960t/月 規模의 鑄物工場 및 그의 加工工場을 建設하는 廣大한 工場敷地를 確保하기 爲해서는 여러가지 原材料의 入手, 公害對策上 不利한

조건에 있으면서도, 地理的條件으로서 潛在 勞動力이 充分히 얻어질 것, 地域社會에의 貢獻을 加味해서, 現在의 生産工場에 가깝고, 交通便이 좋은 場所로의 建設이 希望되고, 그의 條件이 完全히 차지 않으면 그에 가까운 곳에 工場敷地를 確保하여, 工場建設計劃이 進行된다.

都市를 떨어져서 自然環境에 가까운 場所에 工場을 建設하기 爲해서 建設의 基本條件은 無公害工場, 이것을 滿足하는 것이 條件으로 全部의 計劃이 進行되었다.

各 生産工程機器의 仕様檢討決定에는 當然히 上記 基本條件이 基本이라고, 大氣汚染, 水質汚染이 地域的 問題로서, 騒音, 振動이 作業 環境으로 생각되고 이들을 重點으로 하여 設備計劃을 檢討하였다.

(1) 無公害工場을 目標로 한 各種 生産工程 機器의 選定에 關하여

(i) 熔鑄裝置, 鑄込裝置

熔鑄裝置의 選定은 5-1에서 取扱하였던대로 큐포라인가 電氣爐인가로 부터 始作하는데, 電氣爐熔鑄의 에너지가 되는 電力이 不幸히도 地域的으로 建設現場에 가깝기 않고 電力을 確保하기 爲해서는 特高配線工事を 하지 않으면 안될 條件으로 있었기에 電氣爐熔鑄에서는 코스트 업(cost up)이 된다고 判斷됨에 따라 必然的으로 큐우포라가 熔鑄裝置로서 採用되었다.

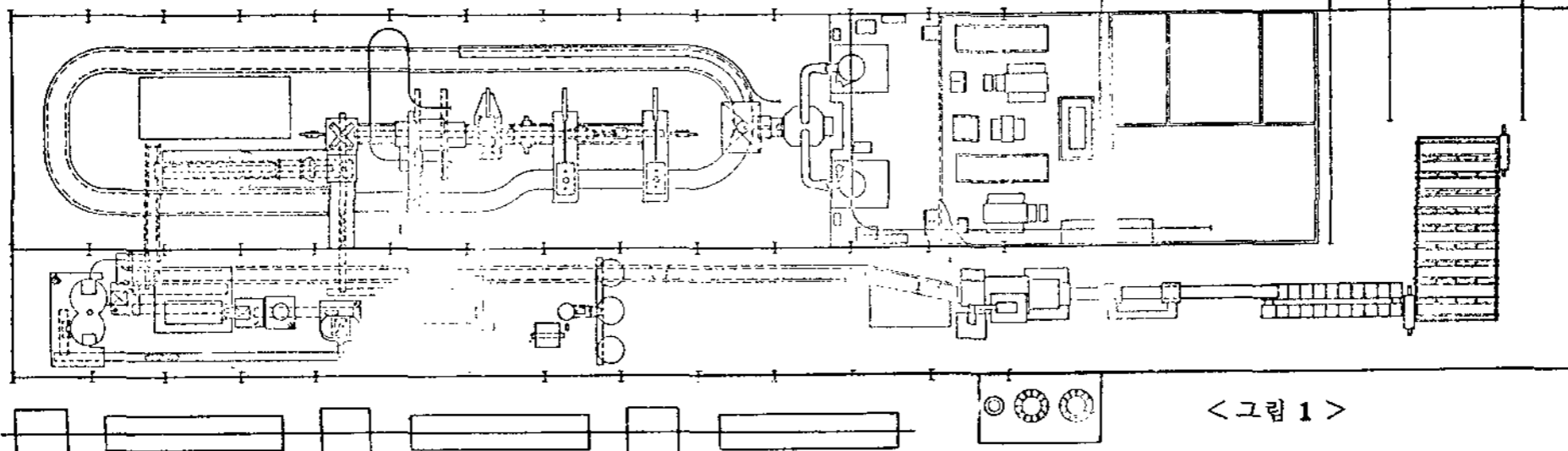
當然한 이야기이나 無公害를 目標로 하므로 큐포라의 非가스는 全量 吸引하여, 一部는 熔鑄量의 코스트다운(cost down)을 피하기 爲해 熱交換器를 통해서 熱風으로 해서, 남는

<表 1> 高圧鑄造型에 依한 製品重量 및 寸수 (스퀴즈圧: 200psi)

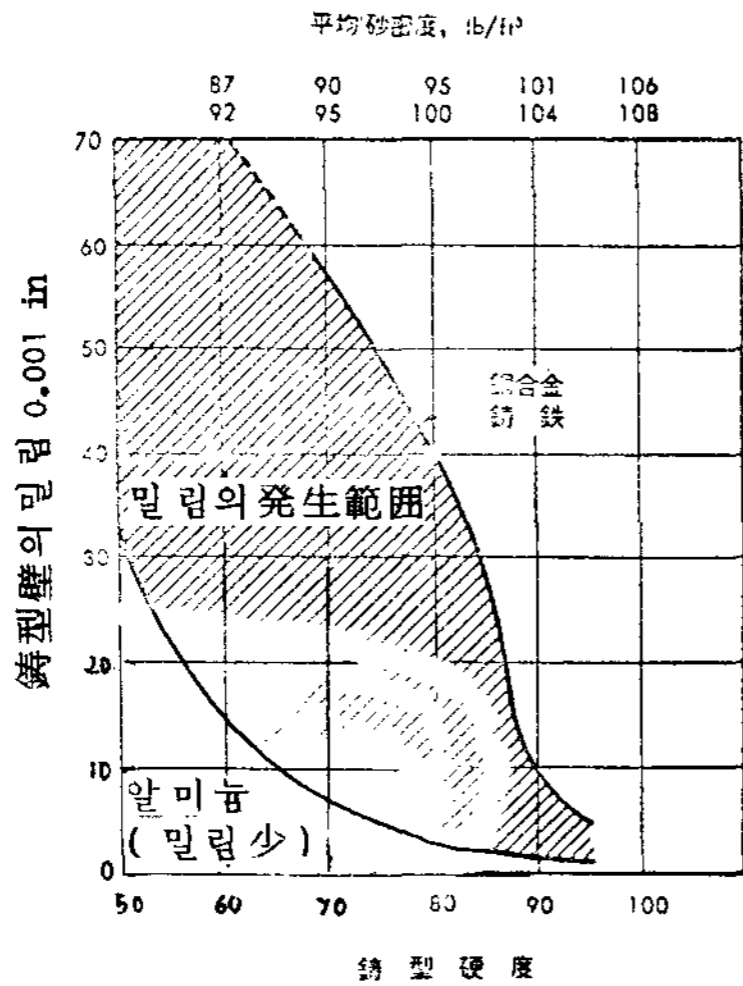
砂型 및 製品番号	造型方式	鑄型硬度		製品重量	製品寸수 (in)		
		上型	下型		外径	内径	두께
1	졸트스퀴즈 (Jolt squeeze) 高圧造型	77	73	6,970	14.143	12.343	0.164
1		88	83	6,455	14.141	12.373	0.144
2		88	89	6,180	14.128	12.371	0.132
3		85	84	6,257	14.123	12.369	0.146
4		88	88	6,135	14.106	12.352	0.122
5		89	87	5,985	14.093	12.353	0.117
6		94	94	6,095	14.122	12.365	0.120
7		89	91	6,253	14.112	12.359	0.127
8		97	95	6,296	14.099	12.356	0.125
9		91	90	6,250	14.159	12.389	0.143
10	83	83	6,417	14.118	12.364	0.147	
패턴 (Pattern) 寸수					14.256	12.492	
目標寸수 (收縮比 1/120)					14.137	12.388	

概略仕様

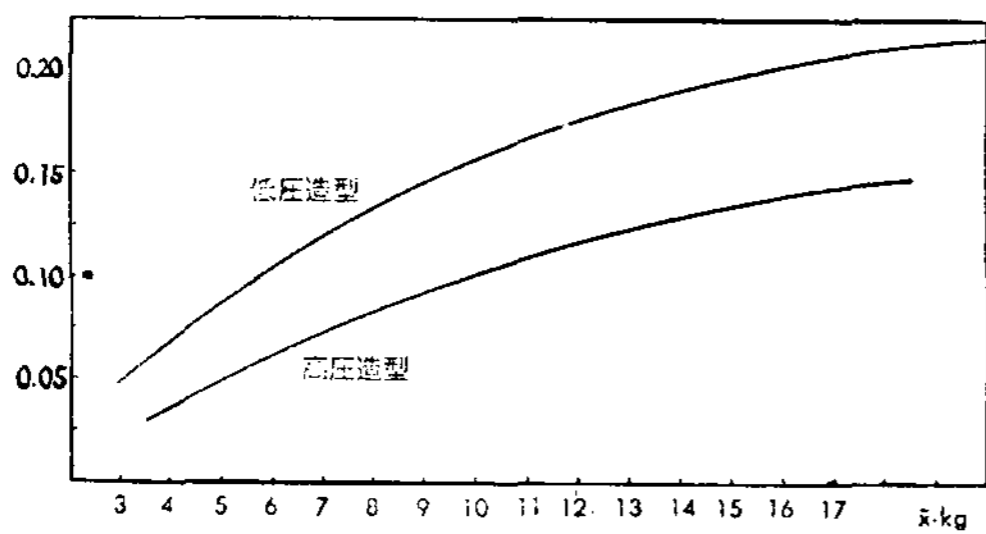
造型能力: 90 상자/hr (40秒/상자)    砂处理裝置: 自動砂混練制御裝置付  
 生産量: 1,250t/月    製品冷却: 空冷 및 噴霧水冷式  
 製品単重: 10 ~ 16.5 kg    쇼트부라스트: 連續式  
 溶鑄裝置: 도가니型低周波誘導爐    콘트롤: 시퀀스마스터自動制御方式



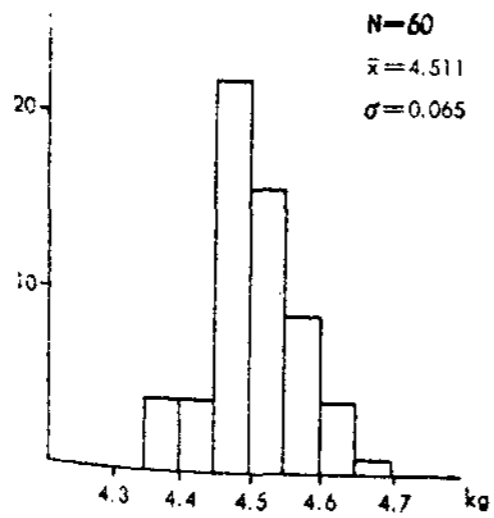
<그림 1>



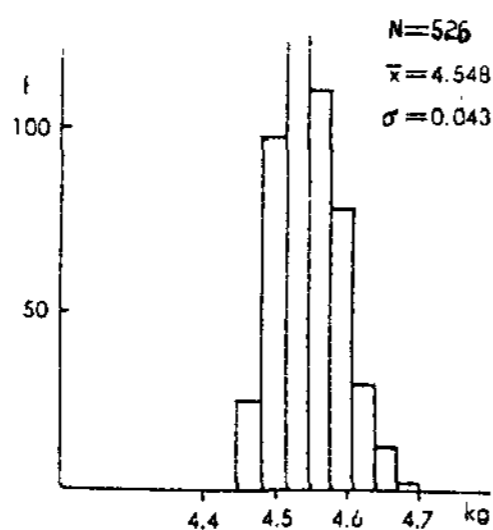
<그림 2> 鑄型硬度的와 鑄型壁의 밀립의 關係



<그림 3> 製品重量의 차이



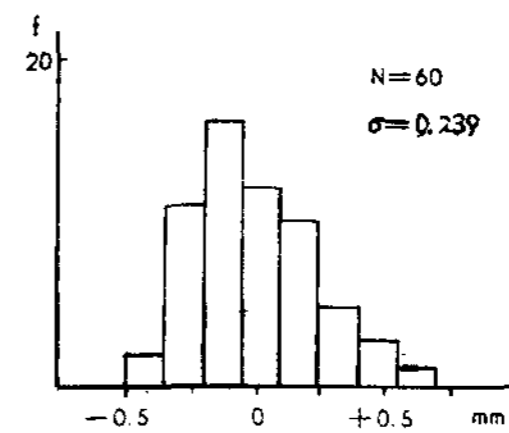
<그림 4> 低造型製品重量의 차이



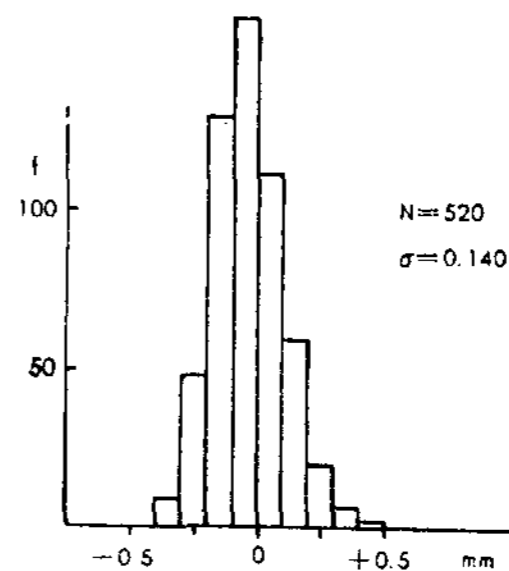
<그림 5> 高壓造型製品重量의 차이

<表 2> 要 員 表

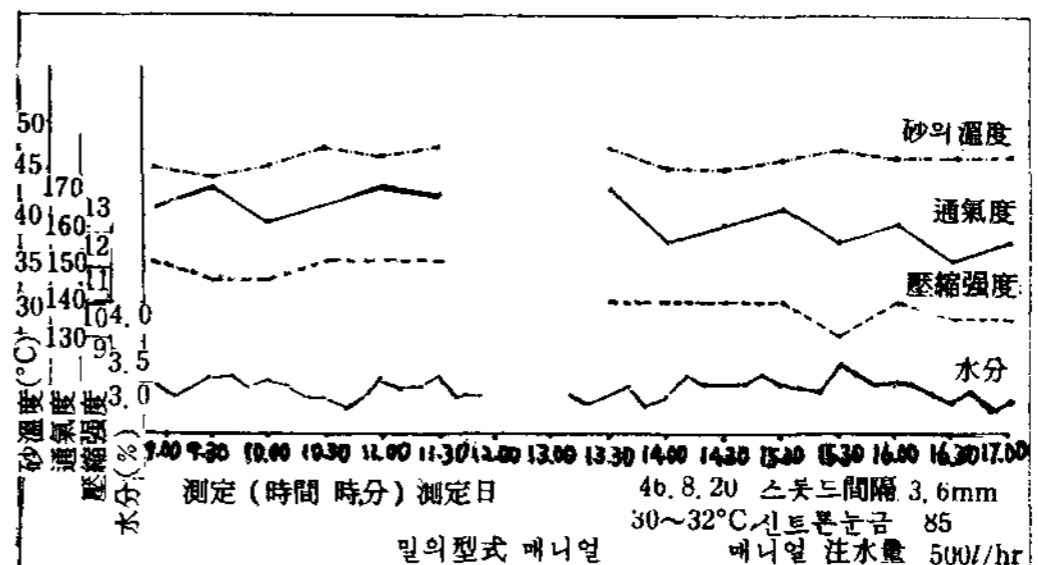
		從 來	今回의計劃
基 本 要 員	豫熱計量		3
	溶 觀 溶 湯	10	7
	炉 修	2	7
	造 型	5	3
	砂 処 理	2	4
	中 子 製 作	4	7
	끝 손 질	11	4
	其 他	2	37
	小 計	34	64名
	補 助 要 員	夜間要員	
時 差			4
汚 水 処 理			1
小 計		1	11
計		38	45名
生 産 量		670t/hr	1,250t/月
1 人 当 生 産 性		17.7t/月/人	27.8t/月/人



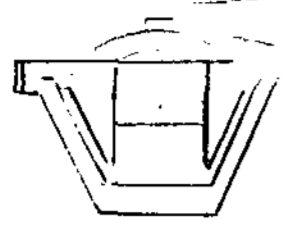
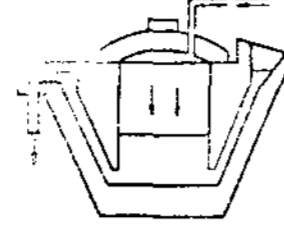
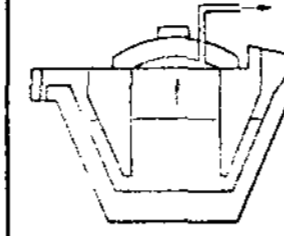
<그림 6> 低壓造型치수精度的 차이



<그림 7> 高壓造型치수精度的 차이



<그림 8> 混練機의 性能테스트 結果

	프리카벨保 持	出 湯	出湯終了
湯面의 높이			
內壓	베이스壓力受湯中에로 出湯可能 하도록 한다	$P + \Delta P$ (베이스 壓力) + 쇼트. 壓力)	$< P$ (放壓)

<그림 9> 注湯基本作動

非가스는 冷却裝置를 지나서 乾式의 集塵裝置(dust tube collector)로 處理하는 方法이 採用되어 있다.

熔解用原材料에 넣고 꺼내기도 省人, 省力을 目的으로 해서 材料를 넣은 탱크로부터 휘다(feeder)로 自動으로 꺼내서, 計量, 自動投入까지 無人으로 計劃했으나 휘다로부터의 넣고 꺼내기, 計量호퍼(hopper)로 떨어 뜨리기 投入機로의 投入時等 騒音が 相當히 問題가 될 것으로 判斷하여, 이들의 騒音を 조금이라도 적게 하도록 檢討 하여 計量에는 리프팅·마그넷(lifting magnet)를 使用 벨트·콘베야(belt conveyor)를 써서 原材料를 投入機에 供給하는 方法으로 變更하고 있다.

鑄込裝置는 省人, 省力化, 作業環境의 改善을 위해서 定点自動注湯을 檢討하였으나, 造型라인에 高速高压造型을 使用할 것과, 鑄型 한個의 鑄込重量이 많기 때문에 鑄込裝置는 追從하도록 함이 條件이므로, 定点鑄込이 되지 않고, 從來처럼 레들(ladle)에 依한 人力作業인데 鑄込個所에는 排煙補集의 다스트·후드(dust hood)를 設置해서 鑄込레들이나 鑄型으로 부터 發生하는 排煙을 完全히 除去, 工場環境을 잘 하도록 配慮하고 있다.

(ii) 造型라인

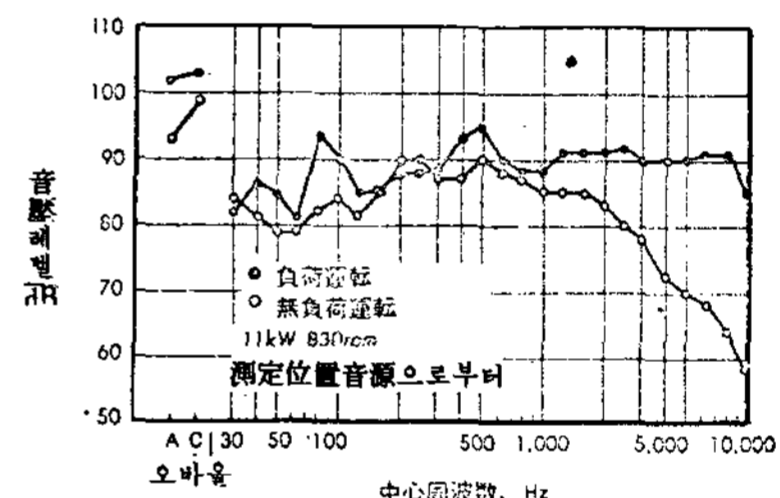
造型機는 生產品目的 形狀으로 부터, 쇼트(jolt) 工程을 省수가 없어서 振動公害가 없는 속크레스 스퀴즈(shockless squeeze) 機構로 해서 造型壓力는 品質의 向上 뒤에 끝마무리 工程의 削消等을 피해 高压造型을 採用하였다. 高压造型의 利點은 5-1에 紹

介한 것과 같다.

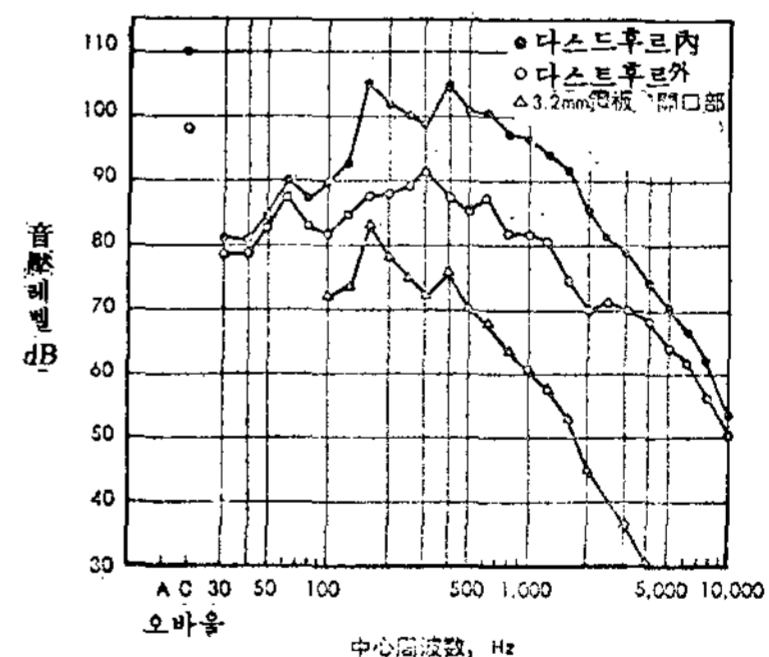
라인은 鑄込部를 始作해서, 鑄込後의 鑄型內에서의 製品冷却部 全体에는 다스트·후드(dust hood)를 設置하며, 鑄型으로 부터의 排煙을 空全補集, 이것도 無公害를 目標로 해서 乾式集塵機에서 處理하고 있다.

造型라인中에서 第一 作業環境이 나쁜 製品과 鑄物砂의 分離裝置에서는 問題의이면서 水蒸氣와 熱, 粉塵이 섞인 狀態로 排出되어 合쳐져서 振動式의 分離裝置와 製品과가 부딪쳐 합쳐 騒音が 甚하고, 对策으로서 防音 후-드等を 設置해서 이것을 다스트·후드로서 一般粉塵, 水蒸氣의 補集을 해서 乾式集塵機로 處理하고 있다.

이 振動式 分離裝置로 부터 發生하는 騒音과 防音후드를 붙인 경우의 比較를 그림 11, 12에 나타내 있다.

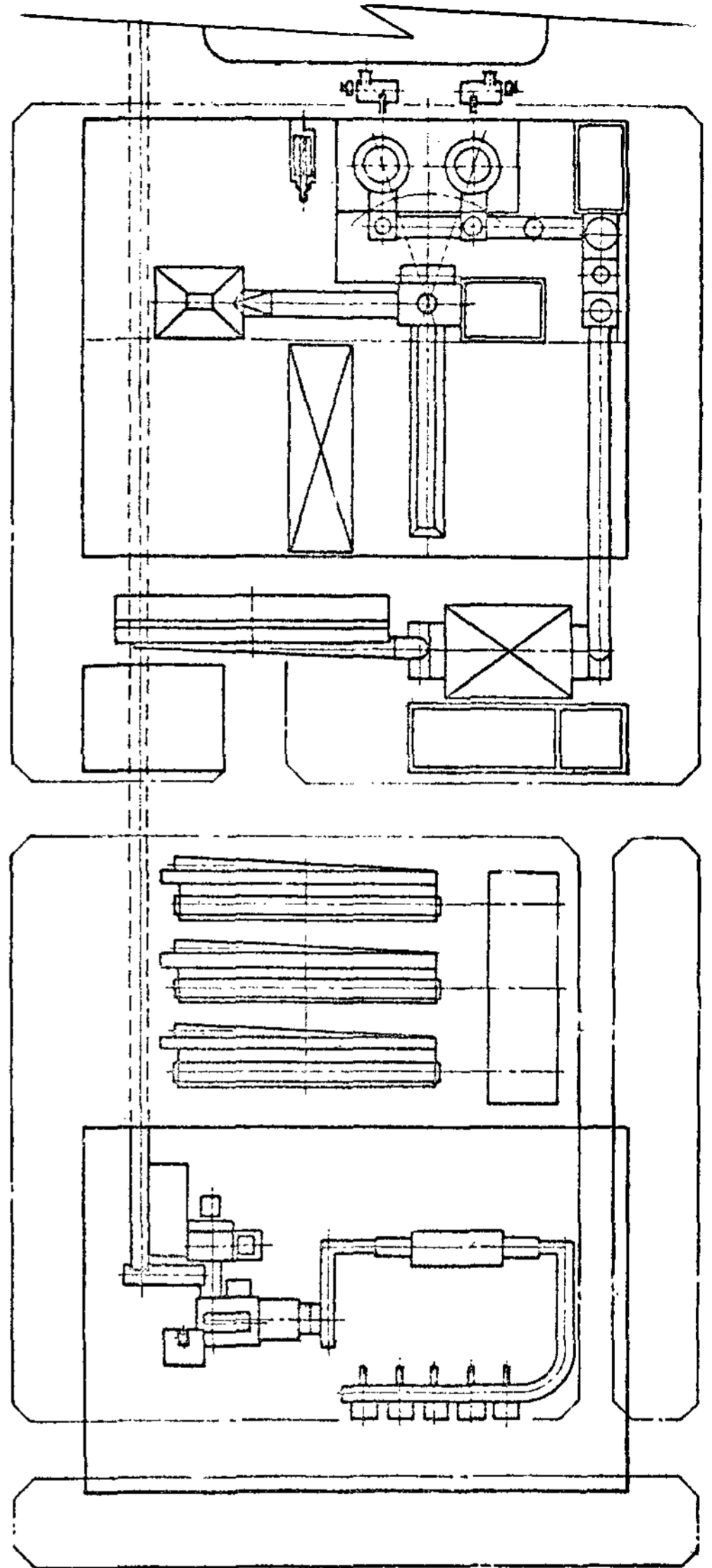
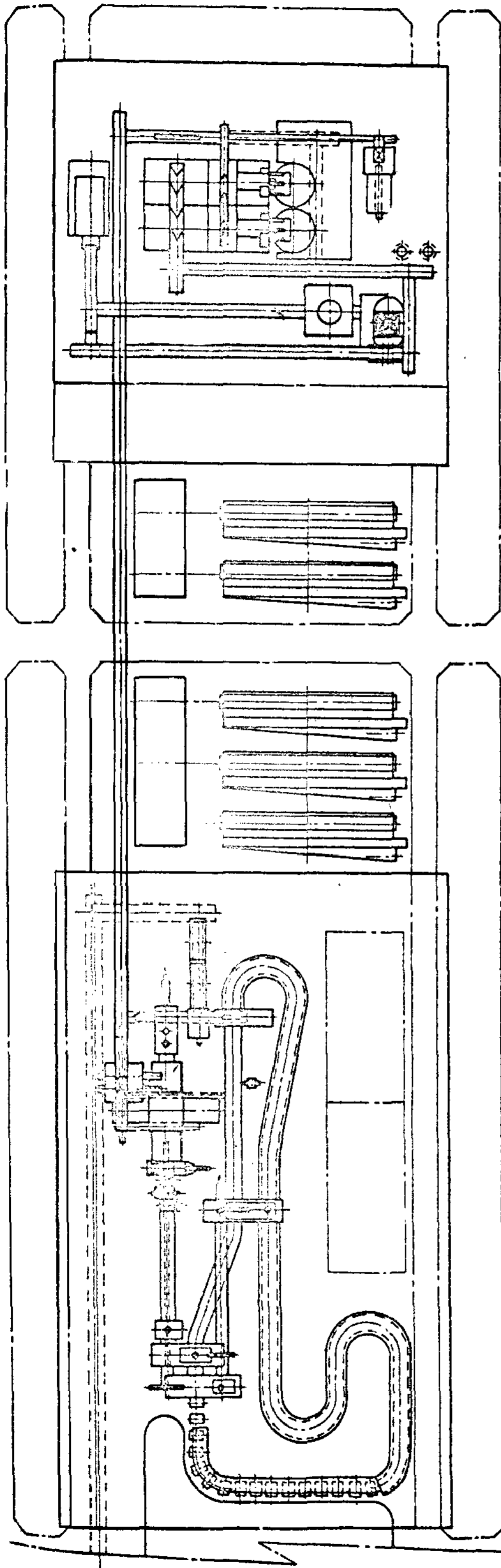


<그림 11> 셰이크아웃머신의 騒音 (shake out machine)



<그림 12> 다스트후드内外의 騒音

一般粉塵外에 造型라인에서 公害로서 問題가 되는것은, 上記 振動式의 鑄物砂와 製品의 分離하는 裝置, 造型時의 쇼트(jolt)音, 型拔時의 바이브레타(vibrator)音, 鑄型 상자나 台車의 移動時의 衝擊音, 油圧유닛트(unit)의 모-타(motor)音이나 펌프(pump), 音컴프레샤(compressor), 에어·발브(air valve)의 排氣音등이 있다.



概略仕様

造型能力 : 240 상자 / hr ( 15 秒 / 상자 )

生産量 : 960t / 月

製品単重 : 4.8 kg

溶観装置 : 熱風水冷 규우포라

砂处理装置 : 自動砂混練制御装置付

製品冷却 : 空冷式

쇼트브라스즈 : 連続式

檢 査 : 磁気探傷機

콘 트 롤 : 시퀀스, 마스타自動制御方式

< 그림 10 >

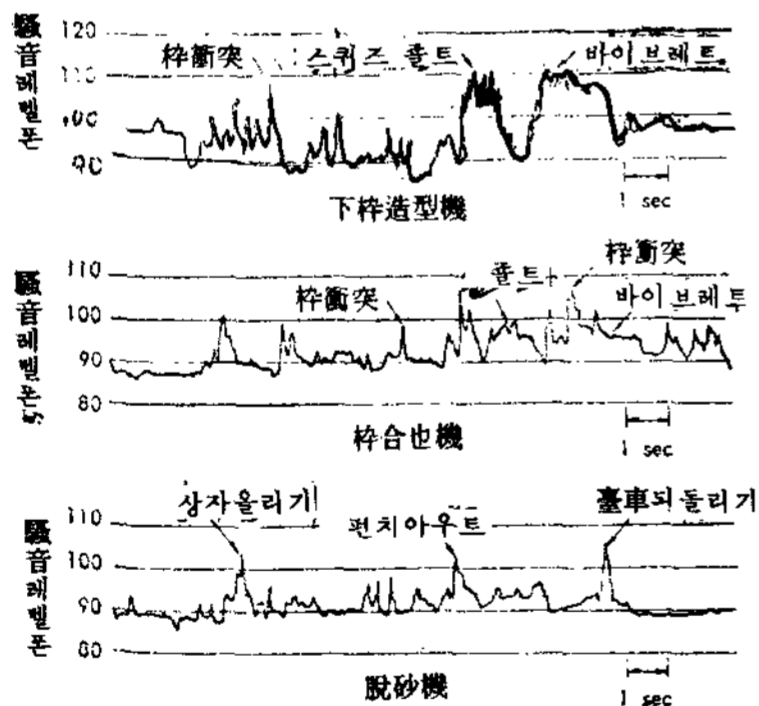
이들의 一般的인 騒音은 表4에 나타나는 것과 같은 값으로 되어 있다.

이것 以外에 造型라인의 主된 것의 騒音 記錄을 그림 13에, 造型機 大, 中, 小의 쇼트時的 騒音을 그림 14, 쇼트音의 距離減衰를 그림 15에, 발브(valve) 排氣音의 騒音을 그림 16에 나타내고 있다.

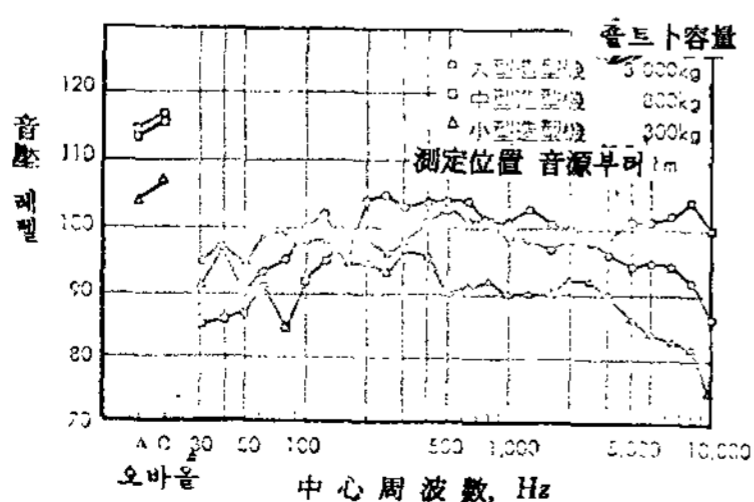
本 計劃에서는 表4 以外에 騒音 레벨(level)이 높고 連續해서 發生하는 에야발브(air valve)의 排氣音, 콤푸레샤, 油壓 유닛트의 騒音對策을 강구해서 에야·발브의 排氣個所에는 마플라(muffler)를 붙이고 콤푸

<표 4> 造型라인의 各種騒音

測定 個 所	騒音레벨
鑄物砂와 製品의 分離裝置 후드內	90~100 (폰)
造型時的 졸트音	
造型의 바이브레 화音	100~104
에야발브의 排氣音	100~102
콤푸레샤-吸氣音과 機械音	95~100
鑄杵와 鑄杵의 衝擊音	100~101
鑄杵搬速台車等	110~111
油壓유닛트關係	90~100

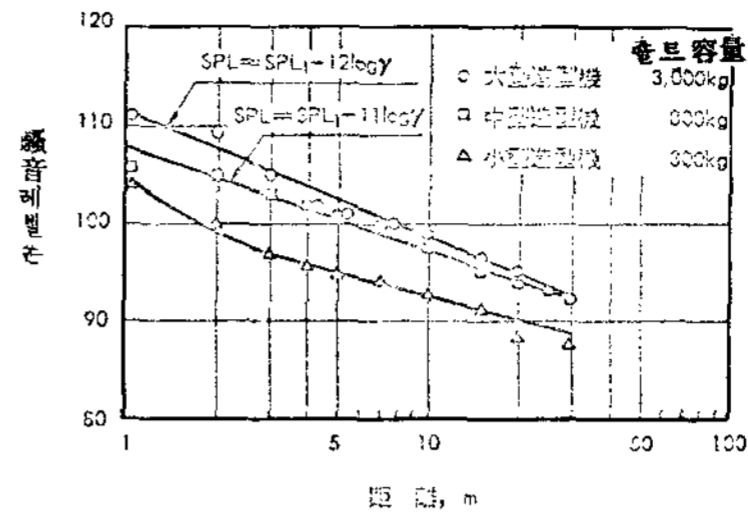


<그림 13> 大型造型라인의 騒音記錄

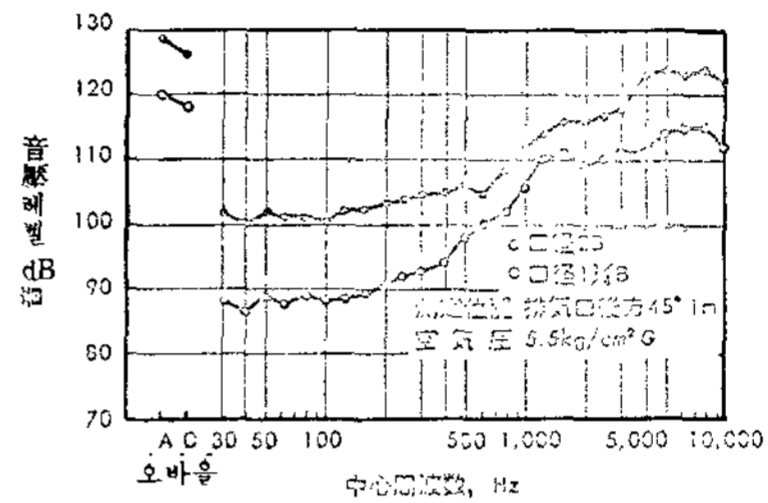


<그림 14> 졸트時的 騒音

푸레샤 油壓유닛트는 造型라인地下 핏트(pit) 內에 놓아서 騒音을 차단, 現場作業의 環境을 잘 하도록 配慮하고 있다.



<그림 15> 졸트時的 騒音距離減衰



<그림 16> 에야발브의 排氣音

(iii) 鑄物砂의 處理裝置

本計劃에서 사용하고 있는 造型라인은 240 몰드(mold鑄型) / 時와 造型 사이클(cycle)이 빠르기 때문에 鑄物砂의 回轉도 빨라지고, 使用條件으로서는 나빠져 있으나 小種多量生産때문에 回收(return) 되는 鑄物砂는 5-1에 紹介한 것과 같고, 늘 安定되어 있으므로, 그의 管理는 多種小量生産에 比해서 굉장히 좋고, 自動混練 制御裝置를 쓰면 無人으로 操作된다.

無公害工場으로서 生型砂 處理裝置의 集塵은 特히 注意가 必要한데, 本 計劃에서는 完全集塵으로서 乾式集塵機를 採用하였다.

過去 集塵機는 非生産設備라고 해서 될수록 값싼 것으로 하도록 생각하고 있는 형편이었는데 濕氣를 가진 生型砂處理 裝置의 集塵에는 濕式集塵機가 쓰여졌고 濕氣稀積을 爲해 2次空氣를 多量으로 쓰는 乾式集塵機는 高價가 된다고 해서 잘 採用하지 않았다.

生型砂處理裝置의 主된 機器內에서의 鑄物砂의 濕度와 水分은 表5에 나타내는 것처럼 濕度, 水分과 같이 높은 것이 이것대로의 乾式의 集塵機에 吸引시켜 處理하면 寒

氣時에 이것이 零下가 되어 다스트·튜브 (dust tube)에 附着해서 눈금을 매우게 해서 集塵이 되지 못하도록 되기 때문에 닥트(duct)에 保湿을 하고 있다.

<표 5> 砂温度和 水分量의 一例

測定 個 所	温度 (℃)	水分量 (%)
砂와 製品의 分離裝置	87	2.6
브레카스크린	51	1.5
샌드스트레지內	50	1.4
砂混練機內	40	4.2

本 計劃에서는 無公害를 主題로 했기 때문에, 製品處理의 冷却部注湯後의 鑄型內에서의 冷却部에도 다스트·후드를 設置해서 集塵하고 있는데, 이것으로 부터 集塵한 空氣와, 生型砂處理로 부터 集塵한 空氣와를 섞어서, 乾式의 集塵機에서 處理하는 湿度, 温度로서 處理하는 方法을 採用하고 있다.

集塵裝置로 부터 發生하는 騒音은 送風機 本体, 駆動裝置로서, 送風機 本体가 가장 큰 發生源이고, 吐出口로 부터 發生하는 排氣音 케이싱(casing)의 振動으로 부터 放射되는 固体音이 主된 騒音이 된다.

集塵機用送風機의 排氣音과 防音對策, 그의 效果를 그림 17 ~ 19에 나타내었다.

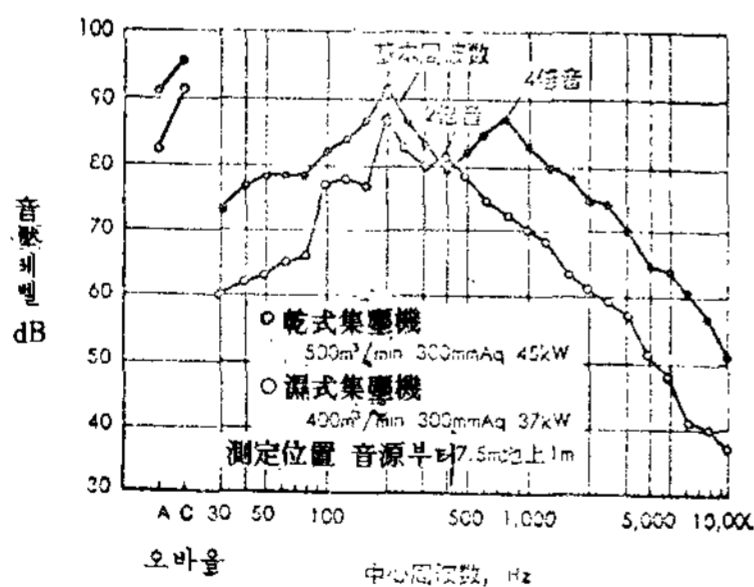
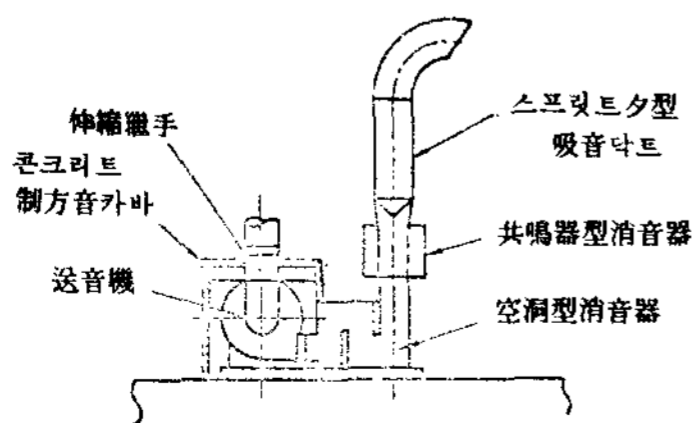
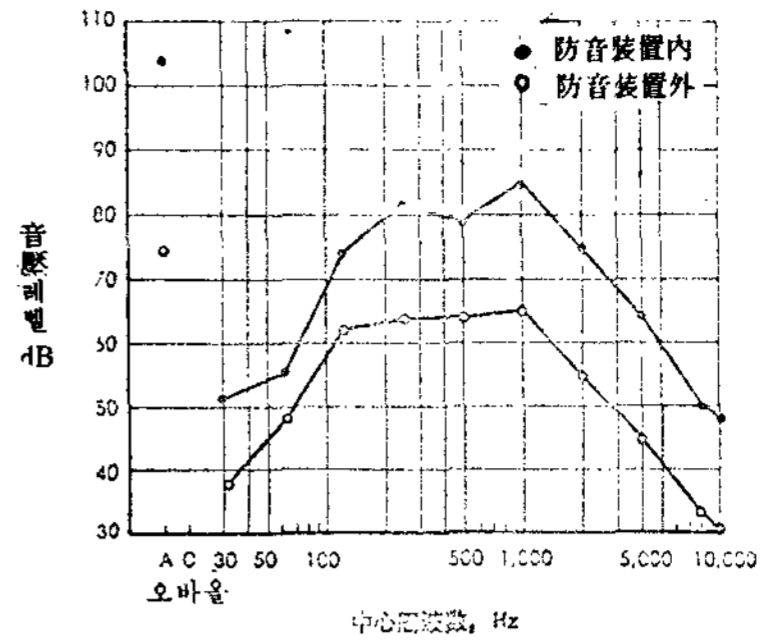


圖 17 集塵機用送風機의 排氣音



<그림 18> 防音裝置概略



<그림 19> 防音裝置의 效果

(3) 레이아웃 (Layout)에 對해서

레이아웃에 對한 基本的인 思考는

- ① 후로우시트 (flow sheet)에 따라서 레이아웃을 하고 運搬을 最短으로 하고
- ② 人力에 依한 原材料, 製品의 運搬이 없는 레이아웃으로 하고
- ③ 無公害工場을 目標로 해서, 公害를 發生하는 機械를 工場의 中心에 配置되도록 하고
- ④ 將來의 工場擴張을 考慮한 레이아웃으로 하도록 하였다.

이 때문에 먼저 將來의 擴張에 對처하는 레이아웃으로 해서, 各 室 (shop)을 一直線으로 잇는 레이아웃으로 해서, 公害對策으로서 熔解爐의 投入 바켓트로의 原材料 投入時 發生하는 騒音을 차단해서, 原材料 등의 人力에 依한 搬送을 最短으로 하도록 製品後處理裝置를 原材料置場의 옆으로 配置해서 gate, runner flow off 등의 回收屑 (returned scrap)이나 不良製品의 搬送을 最短으로 하는 레이아웃으로 하였다. 이 때문에 製品의 搬送을 兼한 冷却, 콘베야 (conveyor)를 길게 하고 또 1臺의 機械에서 處理되기 때문에 製品冷却部の 레이아웃이 單純化되었다.

또 集塵機 및 送風機 本体로 부터 發生하는 騒音에 對해서도 防音후드로 騒音을 차단함과 同時에 熔解裝置와 製品後處理間, 造型라인과 鑄物砂處理裝置間에 設置해서 이들의 裝置로 騒音을 차단하는 效果를 얻도록 하여 레이아웃을 하였다.



이 無公害를 目標로 한 工場의 만들기는 많은 公害防止를 해서 效果를 얻었으나 여기에 投入한 資金은 全投資金額의 15%에 해당하고 其他 水質等 問題가 있는 設備을 設置하려고 하면 이 數字는 더욱더 커지고 設備設置場所의 選定은 커다란 問題가 된다.

<표 3> 큐우포라 操業時, 關係機器로부터 發生하는 一般的 騒音레벨

測定 箇所	騒音 레벨
큐우포라送風機室内	99 ~ 102 (폰)
큐우포라送風機室外周圍	83 ~ 85
集塵機用輓周圍集	92 ~ 93
塵機本體周圍	84
熱風冷却裝置周圍	80 ~ 81
冷却搭一 및 펌프周圍	81 ~ 82
材料棚自動切出周圍	95 ~ 100
材料投入機周圍	85
投入바켓地金投入時	118 ~ 119
投入바켓에코우크스石炭石投入時	110
計器室内	73
計器室外周圍	78 ~ 80
入口샷타一閉室外	63
同上投入바켓트에地金投入時	76 ~ 78