

鑄鋼工場の多種少量生産の機械化에 關해서

이 計劃은 海外에서의 鑄鋼工場新設計劃이다.

이 工場에서의 生産品目的 크기와 生産量은 表 1에서 보는것처럼 적은 것으로부터 큰 것까지 여러가지 雜多하고 材質도 3種類로 区分된다.

이를 製品은 建設機械, 車輛, 産業機械, 鉸業機械의 部品, 스틸 볼 (steel ball) 등 넓은 範圍에 걸쳐서, 生産個數는 적은 스틸 볼이 約 11,000,000 個/年로 多量인데 其他의 中級の 것, 大物品은 많은것으로 年間 8,000 個, 적은것은 10 個程度 平均해서 400~1,000 個/年 (中級)로 極端으로 數量의 差가 나고 있다.

<表 1> 鑄鋼生産品目과 生産量

		單重 (kg)	製品길이 (m/m)	生産量 (t/月)
小	物	57	100 까지	1,500
中	小	5~ 50	400~ 500	500
	大	50~ 100	500~ 750	1,500
大	物	100~5,000	500~3,000	1,500
計				5,000

이 計劃에서는, 이와같은 雜多한 것들의 鑄造型을 機械化하는 것을 條件으로 해

서 設計 檢討를 하였다.

一般으로 鑄鋼品에 多種少量生産의 경우에는 機械化하더라도 造型상자의 크기에 制約이 생기든가 稼動率이 적기 때문에, jolt squeeze 機構에 stripper 裝置를 갖는 单体機械를 結合한 簡單한 라인의 것어 大部分으로 自動造型機를 組合해서 라인化한 設備는 많지 않다.

그것만으로도 機械化計劃은 慎重하며 여러가지 경우로 調査比較檢討를 하였다.

機械化의 目的은 一般적으로 말하는 바

- ① 省力化
- ② 品質의 安定
- ③ 品質의 向上
- ④ 良品率의 向上
- ⑤ 運搬의 合理化
- ⑥ 生産性的 向上

등을 들 수가 있는데, 그 以上으로 未經驗作業者 未熟練作業者라도 操作이 되고 生産이 되는 큰 매력이 있다.

특히 海外에 工場을 만들때에 技術者는 国内로부터 派遣한다고 하더라도 現場作業者는 現地の 未經驗作業者가 對象이 되어, 늘 安定된 品質의 生産品을 求하려 하면 当然히 어느程度的 機械化 라인이 必要하게 된다.

이들의 條件을 따라서 表 1에 나타내는바의 生産品目を 鑄造하는 主生産工程 機械의 檢討가 되었다.

이 以外에 熔解, 造型, 砂處理에 對해 取扱하여 記述하기로 한다. 工場全體의 計劃配置를 그림 1에 나타낸다.

1. 造型工程 및 造型라인의 選定

1.1. 造型工程에 對해서

造型工程은 製品의 單重 100kg까지의 中, 小 製品과, 100kg 以上의 大物製品으로 大別하고 將來生産하는 製品內容도 考慮에 넣고, 100kg/個 以上은 自硬性鑄型으로 鑄造하는 것으로 하고 設備를 하였다.

1.2 小物品의 造型 (F-3 部)

小物品은 製品의 單重, 其他로부터 判斷해서 유닛트샌드 (Unit Sand)로 鑄造가 可能하고 生産量, 生産個數, 모양 치수精度等으로 부터 自動造型機 採用의 檢討를 하였다.

本來라면 海外에서의 新工場이라는 것과 現場作業者의 採用은 피하고 半自動程度의 機械를 採用하고 싶었는데 小物製品은 主로 스틸 볼 (steel ball)로 生産個數가 11,000,000個/年으로 많고 또 製品의 치수精度의 要求가 JIS에 相當하기 때문에 自動造型機中에서도 取扱하고 補修點檢이 比較的 容易한 부로우·스퀴즈 (blow squeeze)의 垂直割無枠方式의 自動高壓造型機를 採用하도록 하였다.

鑄型의 크기는 635 × 535 × 300로 패턴 (Pattern)의 갈아끼우기는 自動方式을 採用하고 短期間으로 交換되는 方式으로 하였다.

1.3 中物製品의 造型 (F-1, 2 部)

같은 生型砂라도 中物製品은 單

重이 50~100kg이 되어 雜多한 對稱製品 內容으로 부터 表面砂를 使用하는 2 샌드 (sand)方式의 採用이 必要하다고 생각하고 檢討를 하였다.

鑄型상자는 自動造型라인의 使用을 前提로 생각하고, 1種類가 要望되나, 製品 치수 400~500, 500~750의 여러가지의 生産量으로 부터 判斷하면 鑄型상자를 全製品 兼用으로 한 1라인으로 生産량이 集中하는 500~750의 製品과 400~500의 製品을 造型하는 라인과로 나누기로 생각하고 이것을 別個의 라인으로 造型하는 計劃으로 進行시켜 製品치수 400~500을 中物(小), 그것 以上의 것을 中物(大)과 區別하였다.

鑄型상자는 400~500의 中物-(小)은 700×700×300/300에 500~750의 中物-(大)은 얇은 製品이 많기 때문에 鑄型상자의 깊이를 中物-(小)보다 낮게 해서 1,100×700×250/250로 하여 計劃하였다.

生産量, 製品重量으로부터 中物製品의 生産計劃을 나타내면 表2와 같이 된다.

이로부터 造型機를 檢討하면 먼저 中物(大)은 20/주형의 生産能力이 必要하기 때문에 小物製品과 같이 自動造型라인을 採用하고 싶으나, 이 程度의 주형상자를 使用한 全自動 또는 半自動造型라인은 運轉, 機械의 操作, 管理, 補修點檢에 相當한 技術이나 經驗을 要하기 때문에 自動라인의 採用은 將來의 計劃으로서 먼저 機械化에의 第一歩로서, jolt squeeze 機構에 lift pin을 設置한 单体造型機와 運搬裝置를 組合한 簡易라인으로 出発하는 것으로 計劃하였다.

또, 中物-(小)은 造型必要 鑄型상자가 12상자/時로 적기 때문에 將來에는 自動造型機는 採用치 않고 中物-(大)과

같은 簡易라인으로서 計劃하고 있다.

1.4 大物製品의 造型 (E部)

大物製品은 100 kg以上 5,000 kg까지의 範圍가 있고, 또 製品個數가 적기 때문에 自硬性鑄型으로의 鑄造로서 計劃하였다.

自硬性鑄型은 無機와 有機가 있는데 將來에는 有機 樹脂를 쓰는 것, 처음에는 取扱이 쉽고 쓰기 쉬운 無機의 CO₂ Process로 出発하는 것으로 하였다.

造型은 鑄型상자의 크기가 一定하지 않

기 때문에 無機의 CO₂ Process는 손으로 다지고 造型機는 쓰지 않으나 將來후란 樹脂로 交換하는 때에 使用하는 모래다짐用 振動테이블을 計劃에 包含하였다.

1.5 코어成型裝置 (G部 및 E部로 利用)

코어는 小物, 中物製品에는 油코어, CO₂ 코어를 使用하고, 大物에는 主型과 같은 Process의 것을 使用하는 計劃으로 하였다.

出発은 大物主型과 마찬가지로 取扱이 簡單한 無機의 CO₂ Process로 하고, 손이

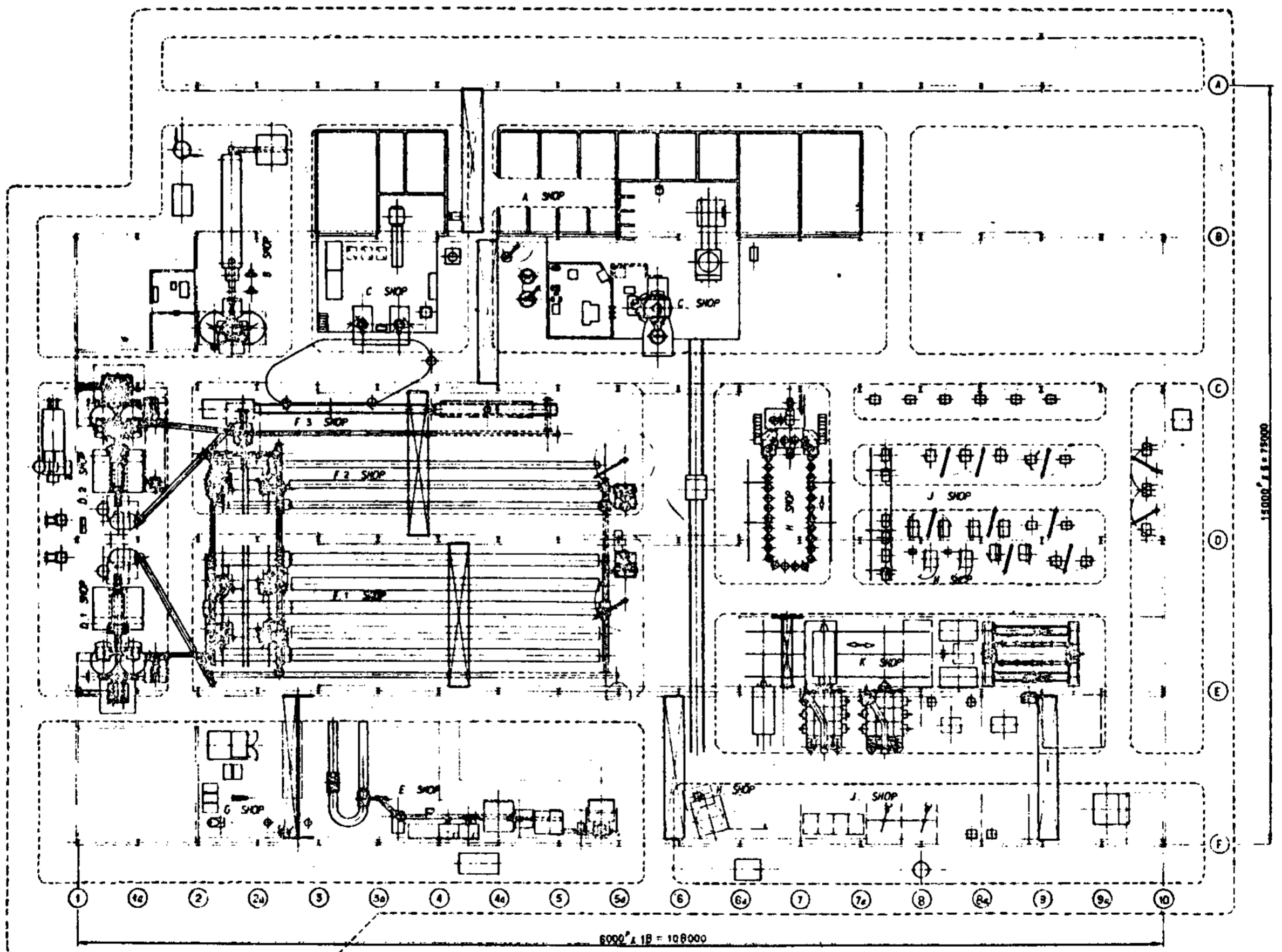


그림 (1)

<表 2> 中物品 生産計劃 例

	中物 - (小)	中物 - (大)
生産量 (t)	500	1,500
주형상자크기(mm)	700 × 700 × 300 / 300	1,100 × 700 × 250 / 250
1 상자注湯量(kg)	60	90
造型能力(상자/hr)	12	20
造型枠数(상자/日)	84	140
時間当注湯量(kg)	720	1,800
1日当注湯量(kg)	5,040	12,600
풀容量(상자)	36	60
풀時間(상자)	3	30

익어감에 따라서, 油코어를 사용해 가도록 하고 있다.

造型方法은 손으로 다지기를 主体로 해서 一部 코어 슈터(core shooter) 등의 機械成型도 計劃에 包含시켰다.

코어가 적은 製品을 對象으로 한 例이다.

2. 熔解裝置, 熔湯運搬

2.1 熔解裝置 (C部)

生産品目的 材質은 普通鑄鋼, 高망간鋼, Cr-Mo 鋼의 3種類가 있고, 이들의 材質에 對한 製品種類는 Cr-Mo 鋼의 steel ball이 量產品이 되는 外에는 多種少量生産品이다.

Cr-Mo 鋼은 垂直割無枠式의 自動造型 라인으로 造型하기 때문에, 熔湯은 連續出湯이 要求된다.

이 때문에 熔解爐는 Cr-Mo 鋼 專用의 熔解로서 連續出湯이 可能的 方法으로서 1爐1電源方式의 高周波誘導爐를 2基 使用, 交互出湯하는 計劃으로 하였다.

普通鑄鋼, 高망간鋼의 熔解는 아-크爐를 使用한다.

또, 材料의 豫熱裝置로 設置하였다.

熔解量은 熔解핏치 約3時間에 滿足되는 容量에 맞게 計劃하였으나, 將來 造型라인에 多種少量生産用의 自動造型機를 導入하면 容量이 不足하므로 不足分은 爐를 新設해서 處理하는 計劃으로 하였다.

2.2 熔湯의 運搬, 鑄込 (C部)

熔湯의 運搬, 鑄込에는 普通 오버헤드·크레인 (Overhead Crane)이 使用되는데 單體造型機에 핸드링 (Handling) 裝置, 輕量天井크레인 (Crane)을 使用했기 때문에 오버헤드·크레인으로 熔湯運搬을 할 수 없어서 熔解場을 配置圖에서 보는 것처럼 造型라인과 直角方向으로 設置해서 鑄型場으로의 熔湯運搬은 트랜스퍼 트럭 (Transfer Truck)으로 하도록 하였다.

熔湯運搬用트럭 (Truck)은 밧데리·카 (Battery Car)로 起動, 停止때의 衝撃이 없이 円滑하게 움직이도록 特히 配慮한것을 使用하였다.

鑄込은 中物로 大物도 天井크레인을 使用해서 하도록 하나 小物은 鑄込바가지가 적기 때문에 모노·레일 (Mono Rail)을 使用한다.

3. 砂處理設備

砂處理裝置는 無枠式 自動造型라인으로 使用하는 유닛트·샌드 (Unit Sand)와 單體 造型機를 使用한 簡易造型라인으로 使用하는 모래와는 혹시 性質이 다르기도 하기 때문에, 모래도 分類해서 回收, 處理할 必要가 있어서 따로 따로 裝置를 設置해서 設計하였다.

3.1 小物製品用 砂処理装置 (D-2部)

小物用の 砂処理装置는 유닛트·샌드의 処理装置로서, 全自動方式의 것을 採用하고 있다.

小物用 造型라인은 比較的 製品의 크기가 갖추어져 있기 때문에 되돌아 오는 鑄物砂의 性質은 항상 安定되어 있는 狀態이고 그의 管理는 하기 편하고, 또 冷却装置를 써서 되돌아 오는 모래의 性質을 安定, 均一化시켜, 全自動運轉으로, 늘 一定한 混練砂가 供給되도록 配慮하고 있다.

3.2 中物製品用 砂處理装置 (D-1部)

中物用の 単体造型機를 使用한 造型라인도 將来自動造型機 導入時에는 問題 없이 小物과 같은 内容의 全自動式의 것을 採用하고 있다.

中物製品은 生産品目이 多種이 되므로 크기도 다르기 때문에 돌아오는 鑄物砂는 特히 不安定하므로 表面砂를 使用하기 爲해 小物用的 유닛트 샌드까지의 必要는 없으나, 一定한 水準까지로 安定시킨다는 것은 不可欠한 것이다.

3.3 自硬性砂處理装置 (E部)

自硬性砂處理装置는 回收機器와 混練機器로 構成되고, 후란(Furan) 樹脂用으로도 使用될 수 있도록 設備를 計劃하고 있다.

混練機는 連続式의 것을 使用하고, 混練砂의 供給이 広範圍하게 되도록 雙·암(Double Arm)式의 것을 採用하고 있다.

回收装置는 砂塊의 破碎, 冷却, 分級機, 再生機로 되어 있고, 大物製品, 두꺼운 製品은 表面砂를 使用해서 造型하도록 計劃하고 있다.

4. 레이아웃(Layout)에 대해서

特히 運搬의 合理化에 대해서 말 한다면 熔解場과 鑄込場을 連結하는 熔湯에 대해서는 多量生産라인에는 가장 短絡한 모노레일(Mono Rail) 運搬으로 計劃하고 其他의 複數라인에의 運搬은 옮겨 交換回數를 가장 적게하는 トラバサ(Traverser) 및 오버헤르·크레인(小物, 中物用에는 簡易크레인에 依한다)에 依한 方式이다.

여러가지 原材料의 受入, 製品의 搬出位置를 原則적으로 定하고, 그의 搬入, 搬出을 트럭(Truck), 야드·크레인(Yard Crane)으로 하는 計劃이다.

鑄込鑄型의 脱砂後의 製品의 運搬은 直線的으로 움직이고 돌아가는 回數를 最少로 하도록 計劃하고 있다.

또, 鑄物의 後處理場은 運搬距離를 될수록 적게 하고, 製品内容에 따라서 各機를 選定하고 이를 보다 콤팩트(Compact)로 計劃하고 있다.

多種雜多한 生産工場에서의 機械化를 한 경우의 一個의 模型이라고 말할 수 있다.

鑄鐵의 金型鑄造装置의 Layout에 대해서

最近 새로운 鑄造法으로서 鑄鐵의 金型鑄造에 関心이 높아지고, 各方面으로 여러가지 研究가 進行되고, 實用化에 移行되고 있다.

이 近代鑄造法이라고 하는 鑄鐵의 金型鑄造法은 옛부터 칠드(Chilled) 鑄物이나 遠心鑄造等에 採用되고 있었는데 韓國에서는 아직 最近의 것으로 實績도 셀 程度 밖에 없다.

金型鑄造를 採用하는 目的은

- ① 省人化
- ② 省力化가 된다.

- ③ 生産性が 높다.
- ④ 製品の寸数精度が 좋다.
- ⑤ 新技術の導入
- ⑥ 스페이스 (Space)가 削減된다.
- ⑦ 運搬의 合理化가 된다.
- ⑧ 作業環境의 改善이 된다.
- ⑨ 砂型에 비해 砂处理 設備費, 加工 設備費가 大幅으로 低減되는 等を 들 수 있다.

그런데 反面, 冷却에 依한 鑄鐵의 組織 變化가 크고

- ① 表面이나 얇은 곳에 칠 (Chill) 이 되기 쉽다.
- ② 龜裂 等 金型에 起因하는 不良이 많다.
- ③ 金型의 壽命이 짧고 高價이다.
- ④ 製品化까지에 要하는 時間이 긴것 等 技術資料不足에 依한 困難이 있다.

그런데 最近의 砂型鑄物工場에서는 熔解로 부터 造型, 砂处理, 後处理에 까지의 大氣汚染, 水質, 振動等 全面에서 어떤 것의 公害規制를 받고 또, 옛부터의 作業環境의 나쁨과 어울려 어느 程度의 量產品을 對象으로 鑄鐵의 金型鑄造法의 導入이

活発化됨이 充分히 豫想된다.

여기서 紹介하는 鑄物工場은, 材質 GC 25 ~ 30, 製品单重 5 ~ 50 kg 까지의 上下水導用의 部品을 約 16 人의 作業者가 손다짐作業으로 月産 150 t 生産하고 있는 것을 生産品目的 모양, 生産量, 生産個數로부터 砂造型에의 将来的인 問題를 생각해서

- ① 省資源型
- ② 省人化
- ③ 省力化
- ④ 生産性的 向上
- ⑤ 作業環境의 改善
- ⑥ 製品寸数精度의 向上
- ⑦ 公害对策

等を 求해서 새로운 技術로서의 鑄鐵의 金型鑄造를 充分히 事前檢討 結果 採用한 것이다.

鑄鐵用 金造型機는 그림 2 에 나타내는 것처럼 턴·테이블 (Turn Table) 의 위에 6 개의 金型鑄造 유닛트 (Unit) 를 갖는 것으로 金型鑄造 유닛트는 金型開閉裝置에 押出핀 (Pin) 式의 製品取出裝置를 設置한 것이다.

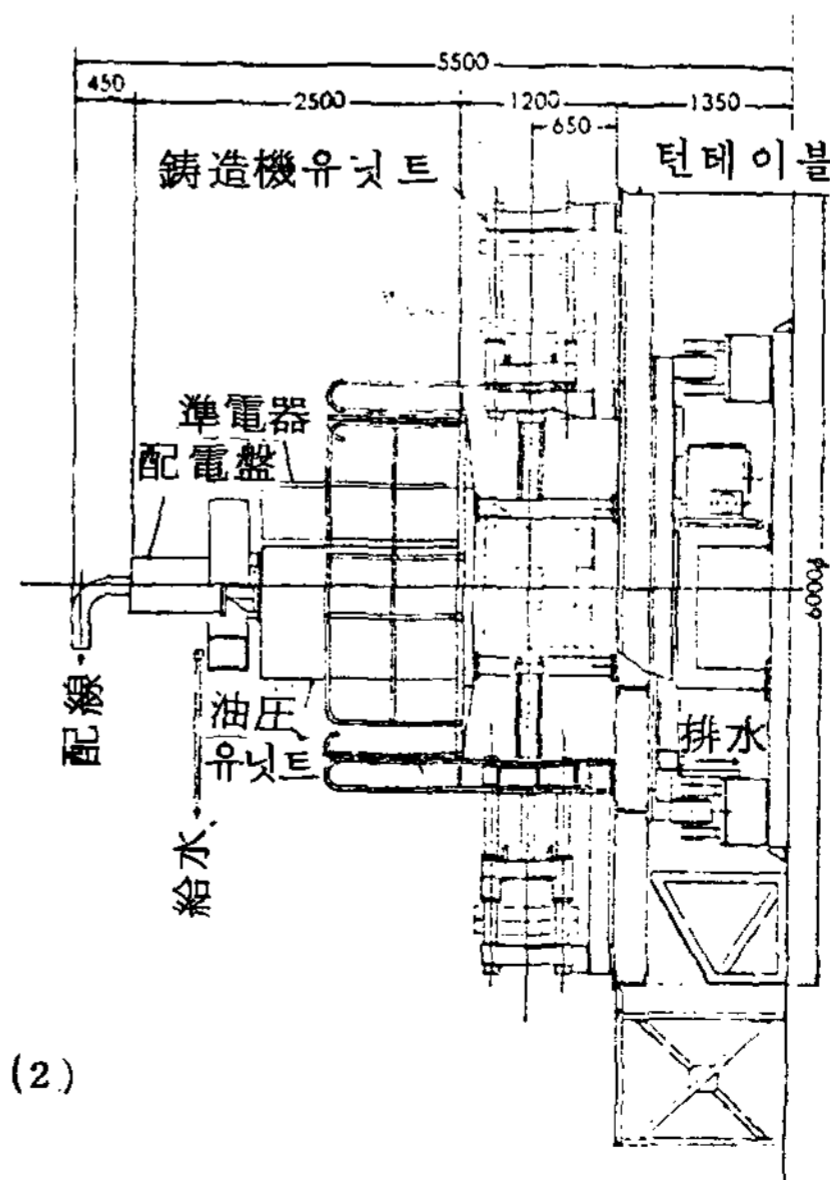
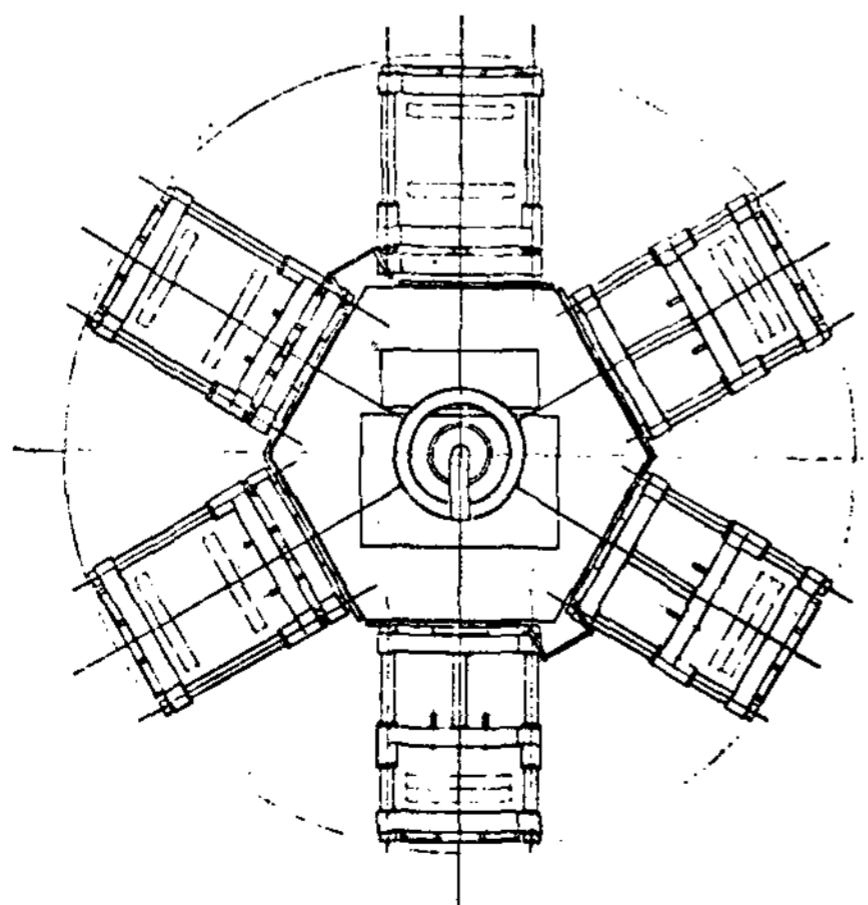


그림 (2)

(Conveyer) 등으로 組合해서 配置한 아주 簡單한 設計이다.

砂型造型라인에 比해 砂处理設備가 不必要하므로 싯트·부라스트 (Shot Blast) 를 비롯하여 其他의 後处理機도 적어지고 製品加工의 空間은 크게 低減된다.

이들을 除外한 空間은 砂型라인의 半程度로 되어 큰 利点이 있다.

金型은 垂直割方式이다.

金型의 치수는 800 × 850 mm로 背面水冷方式, 造型다트 (Duct)는 20 ~ 25秒, 6 유닛으로 時間당 145 ~ 180 싯트 (shot) 가 되고, 月産 ma × 470 t, 平均 400 t의 能力을 갖는 것이다.

金型造型裝置는 그림 3에 나타낸 바와 같이 熔解裝置, 鑄込裝置, 製品取出해서 콘베어

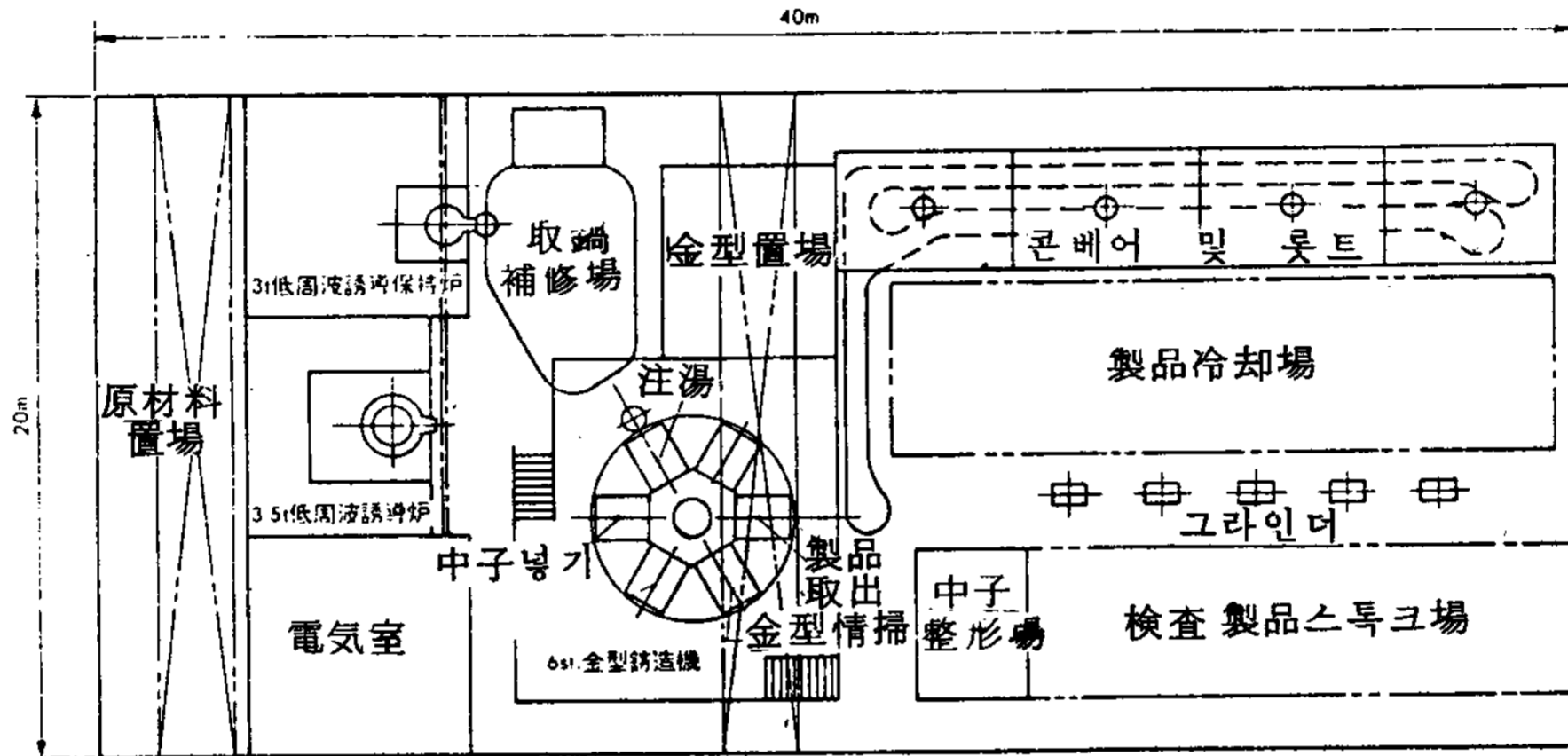


그림 (3)

<表 3 > 砂型鑄造設備와 金型鑄造設備의 比較

	砂型鑄造 設備	金型鑄造 設備
生産能力	350 ~ 400 t / 月	350 ~ 400 t / 月
設備費	1	砂型의 50 %
作業人員	14人	7人
不良率	5 %	1.5 % ~ 2 %
人件費 (月)	設備費의 1.7 %	設備費의 1.5 %
保全費 (月)	" 0.4 %	" 0.1 %
運營費	" 1.4 %	" 2.8 %
償却費	" 1.7 %	" 1.7 %
計	" 5.2 %	" 6.1 %

여기서 그림 3에 나타낸 鑄鐵의 金型鑄造와 이와같은 能力을 갖는 砂型鑄造備를 想定해서 몇가지의 點에 對해서 金型鑄造와 砂型鑄造와를 比較하여 보았다.

表 3에 砂型鑄造設備와 金型鑄造設備를 나타내고 있다.

먼저 製品價格의 커다란 部分을 占하고 있는 設備償却費, 人件費, 保全費, 運營費에 對해서 綜合적으로 檢討하였다.

金型鑄造의 設備費는 砂型鑄造의 設備費의 50%이므로 金型鑄造의 人件費, 保全費, 運營費, 償却費의 合計 6.1%는 砂型鑄造의 3.1%가 되어 5.2%와 比較하여 2.1%나 낮아진다.

即, 砂型의 鑄造設備費의 價格을 約 250,000 千원이라고 假定하면 (여기서 圓은 日貨圓을 고친 것임)

$$250,000 \text{ 千원} \times \frac{2.1}{100} = 5,250 \text{ 千원/月}$$

의 利益이 있다.

이것을 t당으로 하면 砂型鑄物보다 13,100 圓 만큼 製品이 싸진다.

이 以外에 利益이 되는 點도 不良率의 減少가 있다.

不良率은 砂型鑄物에서 平均 5% 發生하고 있는데 試驗時의 不良率을 加算해서 約 8~10%로 보고 設備計劃, 生産計劃의 試算을 하였는데, 實質 2%로 되어 砂型에 比較 逆으로 3~3.5%가 낮아져 熔湯價格 (5,500 圓/t)이라고 하고 算出하더라도 金型鑄造設備費의 0.6%/월에 해당되는 利益이 있다.

또 金型鑄造의 採用에 依해 方案의 回收率이 砂型에 比較 5%以上 上昇하고 있다.

이것을 不良率과 같이 熔湯價格으로서 算出하면 0.9%/월이 된다.

이것을 加해서 利益을 計算하면

$$6.1\% - (0.6\% + 0.9\%) = 4.6\%$$

되어, 이것을 砂型의 設備費에 比較 볼 것 같으면, $4.6\% \times 0.5 = 2.3\%$, 砂型의 經費 $5.2\% - 砂型의 經費 2.3\% = 2.9\%$ / 月의 利益이 된다.

이것을 前記와 같이 砂型의 設備費를 250,000 千원이라고 하면 $250,000 \text{ 千원} \times 2.9\% = 7,250 \text{ 千원/月}$ 이 되어, t당으로 하면 約 18 千원의 利益이 얻어지는 것이 된다.

이와같이 金型鑄造는 砂型鑄造에 比較해서 커다란 利益을 갖고 있는데 이제까지 잘 採用이 되지 않은 커다란 理由는 chilling (Chill) 이나 鑄造割, 湯境等의 發生에 따른 技術的 問題外에도 全型의 壽命이 大端히 짧고 또 高價인 點이 指摘된다.

이 때문에 多種少量生産은 말할것도 없고 比較的 生産量이 많아도 採算性에 問題가 있다.

이와같은 問題解決에 많은 工場이나, 研究所에서 많은 實驗, 研究를 하여 徐徐히 그 成果를 올리고 있는데 日本에서는 소련에서 技術導入한 金型의 直接水冷法에 依해 從來보다 5~10 倍의 金型壽命을 維持할 수가 있어서, 經濟性을 大端히 有利하게 하여 金型鑄造가 갖는 利點을 最大限 發揮할 수 있도록 되었다.

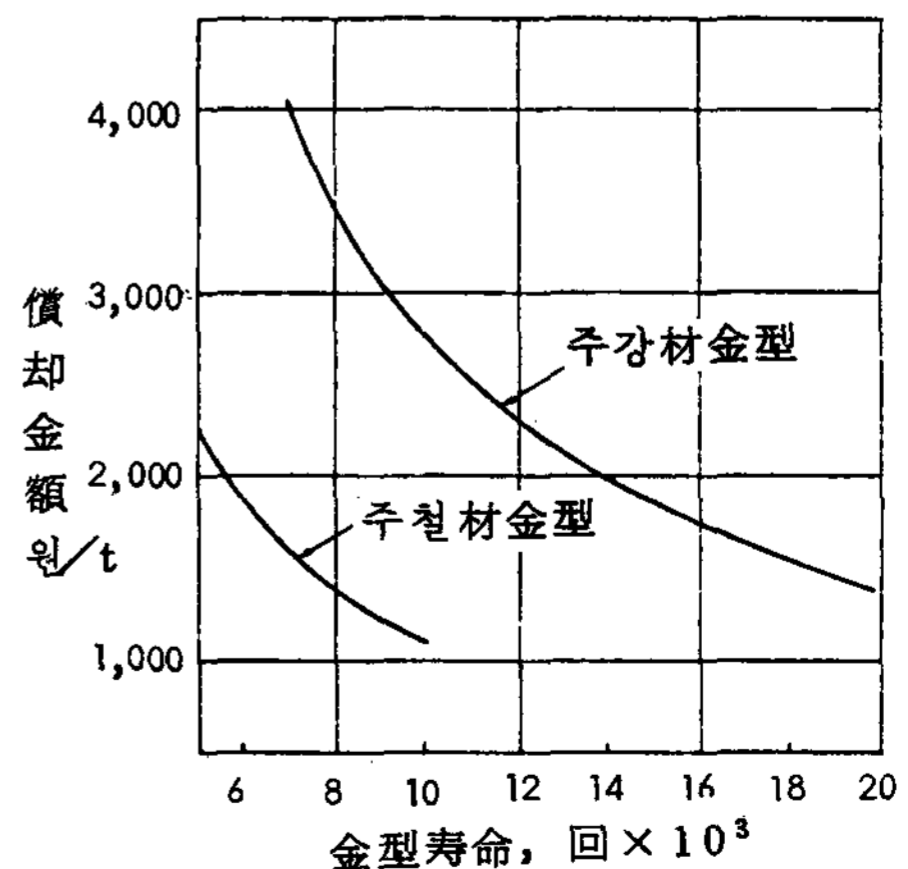


그림 4

그림 4에 金型償却費(製品 t 当)의 1例를 나타낸다.

또 表 4에 砂型鑄造와의 寸精度, 生産性의 比較를 하였다.

또, 이 金型鑄造法에 適合한 生産品目的

日本에 있어서의 化学成分의 1例를 表 5에, 소련의 例를 表 6에 나타냈다.

또, 自動車部品の 砂型과 金型の 機械的性質의 相違를 그림 5, 6, 7에 나타냈다.

表 7에 試驗時의 條件을 나타냈다.

<表 4> 砂型鑄造와 金型鑄造의 精度의 比較

		砂 型 鑄 造		金 型 鑄 造	
		精度의 幅	範 囲	精度의 幅	範 囲
製 品 寸 수	長 : 190 mm	+0.2 ~ +0.6	0.4	± 0 ~ +0.2	0.2
	徑 : 80 mm	+0.1 ~ +0.4	0.5	± 0 ~ +0.3	0.3
	高 : 110 mm	+0.1 ~ +0.7	0.6	-0.05 ~ +0.35	0.4
	幅 : 55 mm	± 0 ~ + 3	0.3	-0.05 ~ +0.15	0.2
重 量 :	1.69 kg	+ 5 g ~ + 65 g	60 g	- 20 g ~ + 15 g	35 g
生 産 性	t / 人	28		56	
設 備 面 積	m ² / t	6		2	

<表 5> 金型鑄造法에 適合한 生産品의 例(日本)

	基本化学成分	製 品 의 두 께 mm			
		3	10	15	40
C %	3.2 ~ 3.8	3.4 ~ 3.7	3.4 ~ 3.7	3.1 ~ 3.45	3.1 ~ 3.45
Si %	2.0 ~ 3.5	2.8 ~ 2.9	2.5 ~ 2.6	2.2 ~ 2.55	2.1 ~ 2.2
Mn %	0.2 ~ 0.9	0.5 ~ 0.6	0.5 ~ 0.6	0.5 ~ 0.9	0.5 ~ 0.9
P %	~ 0.6	~ 0.6	~ 0.6	0.15 ~ 0.25	0.15 ~ 0.25
S %	~ 0.1	~ 0.1	~ 0.1	~ 0.1	~ 0.1

<表 6> 金型鑄造法에 適合한 生産品과 그의 化学成分例(소련)

製品두께 mm	单 重 kg	C %	Si %	Mn %	P %	S %
10	0.5 ~ 5	3.5 ~ 3.7	2.6 ~ 2.8	0.4 ~ 0.5	0.1 ~ 0.3	> 0.1
20	5 ~ 20	3.2 ~ 3.5	2.2 ~ 2.5	0.5 ~ 0.6	"	"
30	20 ~ 50	3.2 ~ 3.5	2.2 ~ 2.5	0.6 ~ 0.8	"	"
50	50 ~ 100	3.2 ~ 3.4	2.2 ~ 2.5	0.6 ~ 0.8	"	"
80	> 100	3.0 ~ 3.2	2.0 ~ 2.2	0.7 ~ 0.9	"	"

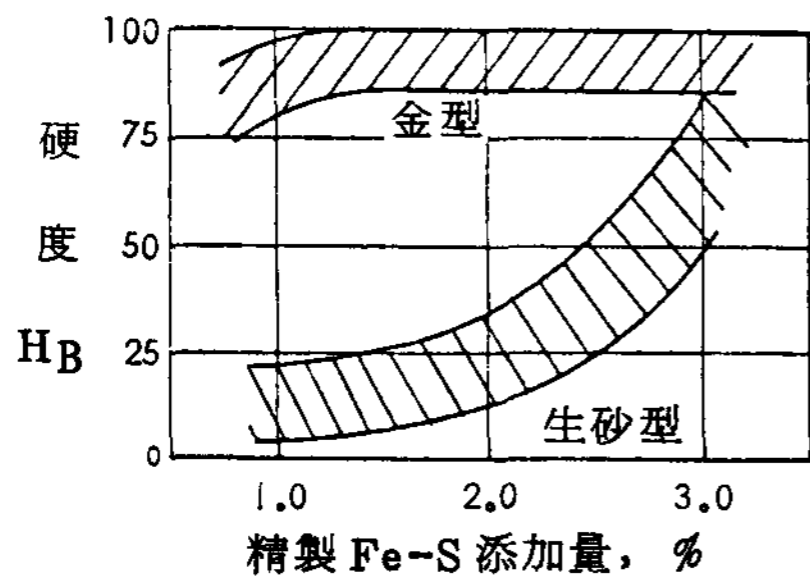


图 5 . 製品の 球状化率

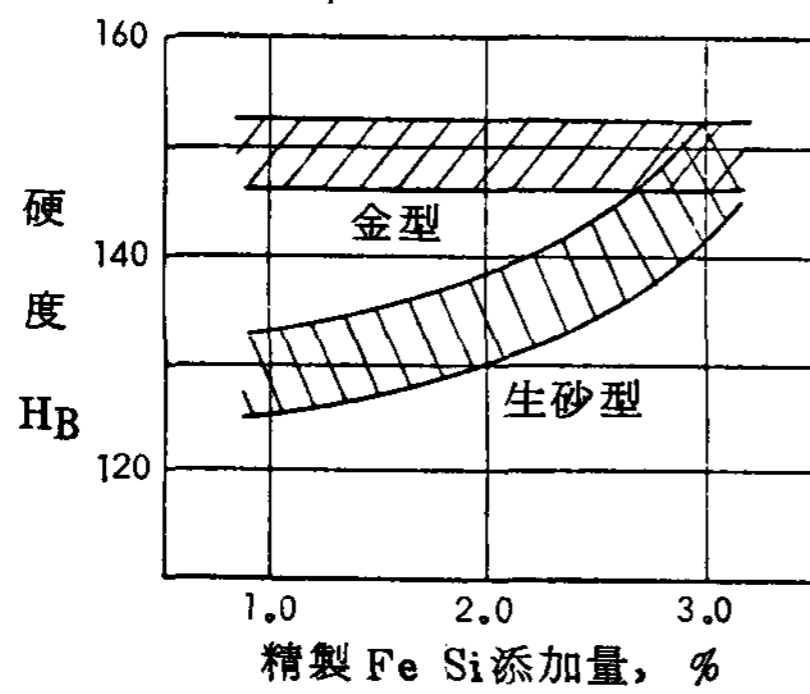


图 6 . 製品の 硬度

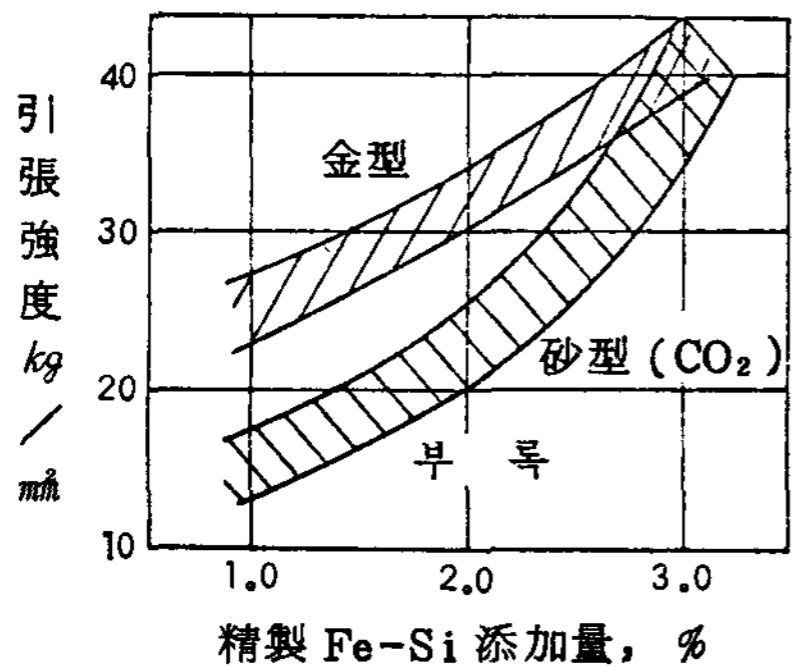


图 7 . Fe-Si 添加量과 引張強度

<表 7 > 球状黒鉛鑄鉄의 金型鑄造条件의 例

材 質		球状鉛黒鑄鉄
鑄 造 方 案		上 鑄 法
金 型 温 度		300 ~ 340 °C
鑄 込 温 度		1,210 ~ 1,300 °C
化 学 成 分	C %	3.52 ~ 3.75
	Si %	2.45 ~ 2.72
	Mn %	0.25 ~ 0.31
	P %	0.024 ~ 0.031
	S %	0.01 ~ 0.031
球状化剂 精製 Fe-Si		0.8 - 3.2 %