

# 加 圧 金 型 鑄 造 (4)

李 鍾 南\*

## 6-1 鑄造作業의 概要

鑄造作業이란 die cast機에 附着된 金型에다 熔湯을 圧入하여 die cast鑄物을 만들기 위한 作業을 말한다. 즉 保温炉에 熔湯을 準備하고 die cast機에 金型을 附着시켜 die cast機를 稼動시키고 die cast概要等에서 前述한 것과 같

core의 有無, 그리고 core의 種類에 따라 cold chamber機와 hot chamber機에 따라 多少 틀리지만 一般的으로 手作業과 機械가 行하는 作業으로 区分한다. 作業順序와 作業区分의 一例를 圖表로 表示하면 6-1에 明示한 바와 같다.

앞으로 鑄造作業을 各 作業의 順序에 따라 說明하기로 한다. 鑄型의 清掃는 鑄造中 金型分割

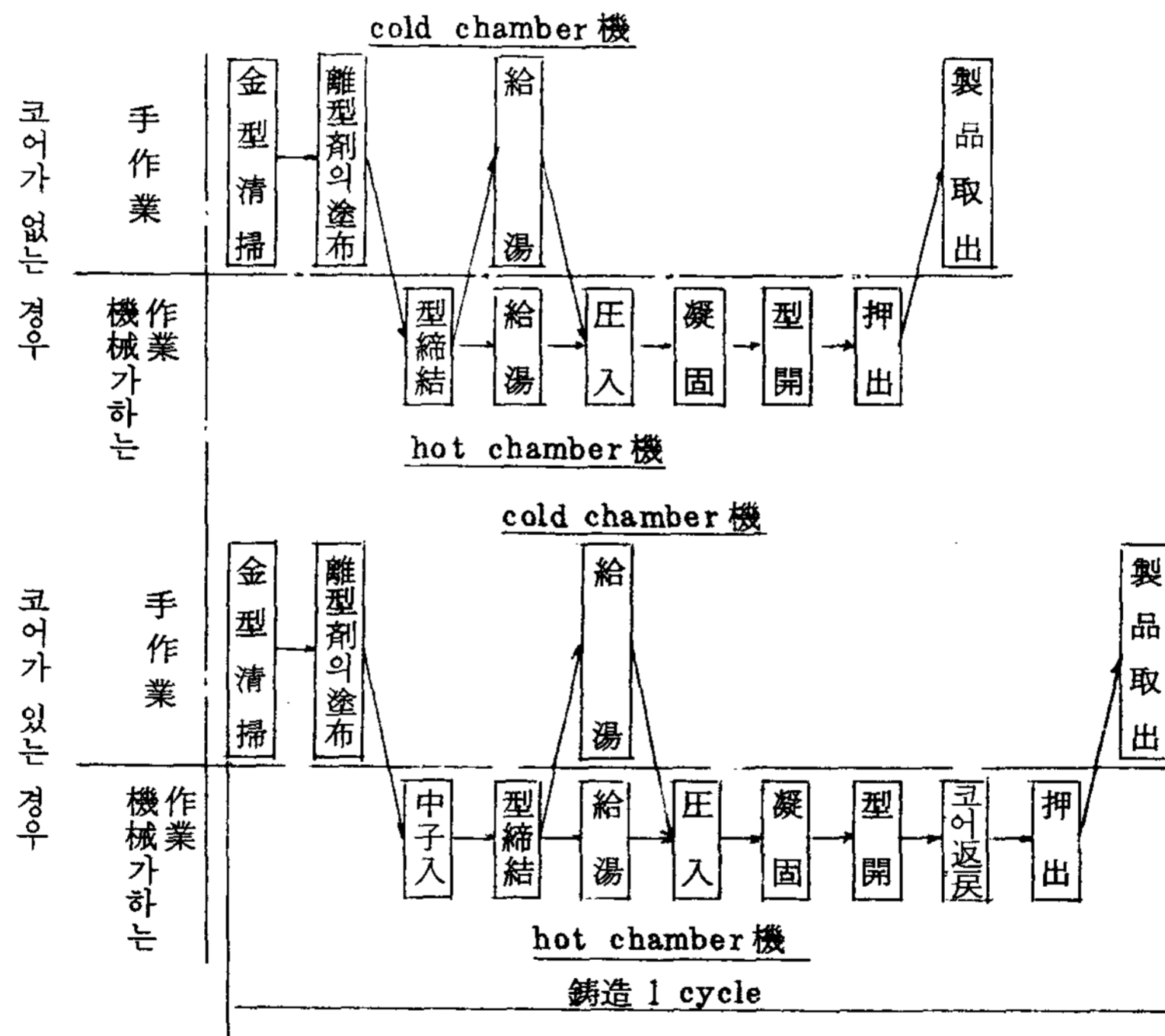


그림 6-1 鑄造作業의 順序

面, 離型劑의 찌꺼기, 먼지 등을 除去하는 作業으로서 이러한 것들이 附着되어 있으면 願하는 型의 製品이 나오지도 않을 뿐 아니라 金型을 汚손시키는 原因도 된다.

그래서 壓縮空氣等을 使用하여 手作業으로 行하는 경우가 많다. 金型에서 鑄物을 떼어 내기 쉽게 하기 위해서 離型劑를 塗布시키고 熔湯이 金型에 附着되거나 燒附着되는 것을 防止하기 위

\* 高麗大學校 工科學 教授

하여 金型의 溫度를 調節한다.

Spray를 사용하여 手作業을 行할 때가 많다. Core의 摺動面, 鑄込 cylinder等에는 윤활유, 윤활제等を 塗布한다.

型締結은 機械의 型締結 button (switch)을 누르면 되는데 2個의 switch를 누르지 않으면 型을 締結하지 못하게 되어 있는 機械가 많다. 給湯은 hot chamber機에서는 自動이지만 cold chamber機일 때는 手作業으로 保温爐에서 국자로 떠서 鑄込 cylinder에 붓는 경우가 많다.

Hot chamber일 경우 圧入은 型締結 完了後 圧入 switch를 作動시키지만 cold chamber機일 경우에는 圧入 switch만 누르면 된다. 이렇게 해서 金型內에 圧入된 熔湯을 응고한다.

型이 열리는 것은 button (switch)에 依해 어느 時間이 經過하면 自動적으로 열린다. 型이 열려지고 可動 core가 完全하게 빠지고 押出裝置가 作動을 하면 押出 pin에 依하여 빠지게 된다. 押出된 製品은 一般적으로 불집게, 석면장갑등을 사용해서 手作業으로 取出한다. 즉 이 鑄造作業은 上記作業을 反復하면 된다. 이 作業을 反復하는 동안 作業者는 自動化 機械에 따라 다르지만 機械의 操作外에 保温作業, 金型溫度의 維持 등에 많은 注意를 하여야만 鑄造作業을 순조롭게 遂行할 수가 있다. 그러므로 作業者는 어느 程度의 熟練과 知識이 必要하다. 또 作業을 순조롭게 하기 위해서는 어느 程度의 準備가 必要하다.

더욱 合金의 熔解 金型의 設計 및 製作, 鑄造方案, 그리고 鑄造條件의 選定等이 부적당하면 高品質의 鑄物을 연속적으로 生産하기가 어렵다. 또 鑄造에 있어서의 많은 條件을 管理하고, 金型 die cast機의 정비, 保修가 重要하다.

## 6-2 熔湯의 準備와 保温作業

鑄造作業을 할려면 우선 熔湯을 保温爐에다 準備하여야 한다. 이 保温爐에서는 깨끗한 熔湯을 所定の 鑄込溫度(保温溫度, 熔湯溫度라고도 하지만 이 溫度를 일단 鑄込溫度라고 한다)로 유지해야 한다. 그러므로 保温爐의 構造는 溫度調節을 하기 쉬워야 한다. Hot chamber機에서는 自動溫度調節裝置가 準備되어 있으나 cold chamber機에도 이 自動溫度調節裝置를 準備하는 것

이 좋다.

保温爐는 一般적으로 도가니爐를 많이 쓴다. 燃料로서는 重油, 경유, gas, 電氣等이 많이 使用된다. 電氣爐에는 抵抗體 電氣爐와 저주파 유도爐가 있다.

알루미늄 合金때는 重油로 使用하는 爐를 많이 使用하는데 여기에는 自動溫度調節을 하기 힘들다. Cold chamber機에서의 保温爐는 그림 7-10에 明示한 바와 같은 構造를 갖는 것이 많고 鑄造作業者가 die cast機의 操作位置에서 많이 움직일 必要없이 국자로 떠서 鑄込 cylinder의 湯口에 注湯할 수 있는 位置에 設備되어 있다. 또 hot chamber機에서는 그림 3-23에 明示한 바와 같이 機械의 一部에 位置하고 있다. 그리고 이 爐에서 合金塊를 熔解하고 主爐에서 配湯하여져 酸化物을 충분히 除去하여 깨끗한 熔湯을 鑄込溫度로 유지한다.

이 保温爐에서 熔湯을 汚染시키는 操作을 해서 안된다. 主爐(新爐)에서 熔湯을 保温爐에 配湯할 때 조용히 뜨고 鑄込시켜 空氣의 混入, 또는 湯面의 酸化物의 混入을 피하여야 한다. 그래서 合金塊를 이 爐에 넣을 때는 表面에 깨끗한 合金塊를 豫熱해 놓고 조용히 少量式 裝入을 해야 한다.

不良鑄物, 湯口部分等を 直接 保温爐에 넣는 것은 酸化膜과 離型劑, 潤滑油 등의 不純物, 水分等이 混入될 우려가 있으므로 극히 피해야 한다. 湯面에 發生하는 酸化物을 適當한 시기에 除去하고 또 도가니 주위에 응고된 合金과 酸化物이 熔湯中에 떨어져 不純物이 混入되는 것을 피해야 한다.

알루미늄 合金에서는 保温爐에 있는 熔湯의 成分이 重量偏析되기 쉬우며 比重이 큰 金屬間化合物은 그의 밑바닥에 침전하기 때문에 너무 저으면 이 침전물이 浮上하여 鑄物에 混入되어 hot spot가 되는 原因이 되므로 特別히 注意해야 한다.

## 6-3 金型의 準備

### 6-3-1 金型의 附着作業

金型은 可動型과 固定型을 따로 따로 附着한 때와 이것을 組合하여 함께 附着하는 경우가 있다.

一般的으로 後者의 方法을 많이 쓴다. 이때 金型을 機械에 附着시키는 位置에 따라 機械의 射出裝置의 位置를 必要한 鑄込 cylinder 구멍(nozzle의 位置)의 位置에 맞춘다. 그런 다음에 고정형을 die cast機의 고정 die plate에 鑄込 cylinder에 맞추어 附着시킨다.

다음에 固定型을 die cast機의 固定 die pla-

te에 鑄込 cylinder를 附着하여 可動 die plate를 서서히 前進하여 可動型을 die base에 맞추어 可動 plate에 附着한다. 이때에 押出裝置 및 core의 연결을 행한다. 全体의 附着이 끝나면 各部를 점검. 調整後 더욱 強力하게 附着 bolt를 조인다.

金型의 附着에 있어서 다음과 같은 事項을 유

鑄 造 作 業 指 導 書

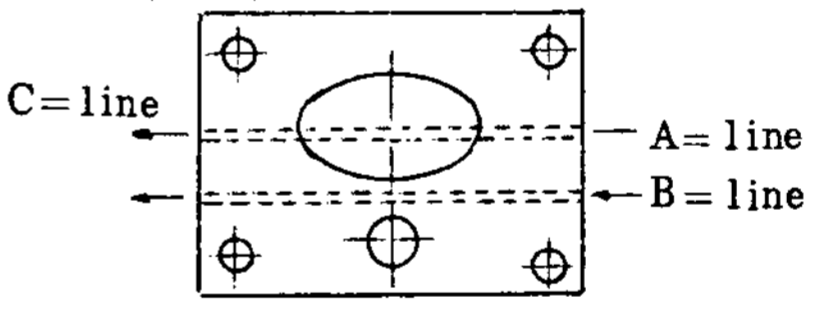
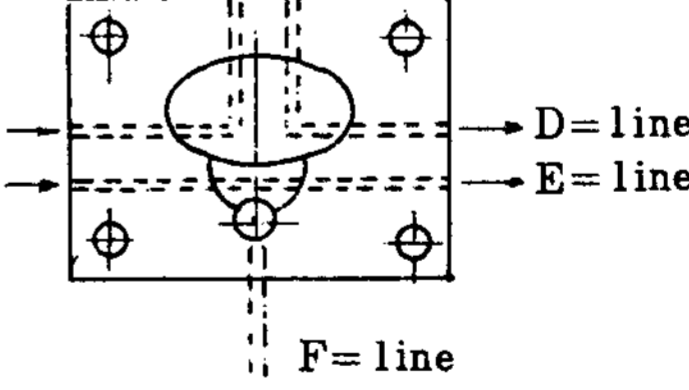
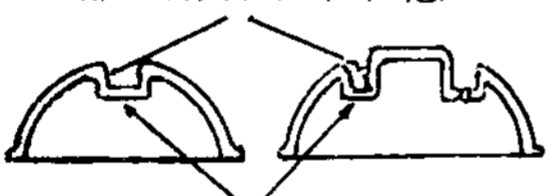
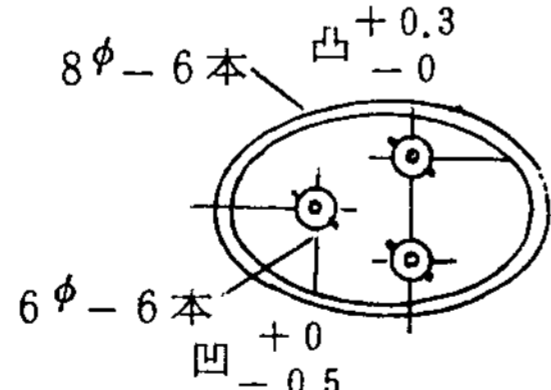
注文先	山田産業(株)		dies 番号	DA-103-1																												
品名	cover - A		鑄込 cylinder	A-500-2 D=70.24φ																												
図番	KH-150102		die block	T-500-3																												
材質	ADC 12		押出 red	30φ × 320 4本																												
使用鑄造機	T-500t機		押出 pin	8φ × 205 6本 6φ × 260 6本																												
機械條件	aceumnlater 注力	65 kg/cm <sup>2</sup>	冷却水系統 및 水量																													
	plunger 高速 valve 用度	12 回轉																														
	plunger 低速 valve 用度	2 回轉																														
	增速 位置	150 mm																														
	增压 压力	120 kg/cm <sup>2</sup>																														
chill time	12 秒		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>d (mm)</th> <th>Q (l/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A line</td> <td>9.5φ</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>B line</td> <td>9.5φ</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>C line</td> <td>9.5φ</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>D line</td> <td>9.5φ</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>E line</td> <td>9.5φ</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>F line</td> <td>9.5φ</td> <td>4.8</td> </tr> <tr> <td>G line</td> <td>9.5φ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H line</td> <td>9.5φ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				d (mm)	Q (l/mm)	A line	9.5φ	2.0	B line	9.5φ	6.3	C line	9.5φ	3.6	D line	9.5φ	3.6	E line	9.5φ	6.3	F line	9.5φ	4.8	G line	9.5φ		H line	9.5φ	
	d (mm)	Q (l/mm)																														
A line	9.5φ	2.0																														
B line	9.5φ	6.3																														
C line	9.5φ	3.6																														
D line	9.5φ	3.6																														
E line	9.5φ	6.3																														
F line	9.5φ	4.8																														
G line	9.5φ																															
H line	9.5φ																															
鑄造條件	鑄造 cycle	00 秒	dies 의 도면 (固定 dies)  (可動 dies) 																													
	離型劑塗布量	(A), B 小量																														
	구자 番号	가 - 5																														
	鑄込 温度	620 °C																														
	金型 温度	140 °C																														
鑄造上의 注意事項	離型劑塗布에 注意 																															
	pin 切損에 注意 8φ - 6本 凸 +0.3 / -0 6φ - 6本 凹 +0 / -0.5 																															
品管理課	課長	係長	係員	注:	다이가스트課																											

그림 6-2 鑄造作業指導書

의해야 한다.

① toggle式 die cast機에서는 機械의 金型 締結力이 均一하게 되도록 注意를 해야 한다. 그렇게 하기 위해서는 金型을 附着할 때 먼저 金型 分割面의 모서리에 0.55 mm程度로 틈 gage가 들어 갈 수 있도록 die bar를 조정하고 die bar의 締結 나트를 金型속에 있는 鑄物의 有效 鑄造面積에 따라 또 金型의 熱膨脹을 고려하여 적당하게 조인다. 各各 die bar에 均等한 힘이 걸리도록 하기 위하여 또 所定の 型이 組立되었는지를 알기 위하여 tension meter를 設置하여야 한다.

② 金型에 있는 core puller로서 作動되는 core가 있을 때는 그 作動順序를 틀리지 않도록 해야 한다. 이 連結 配管이나 配線等이 틀리면 所定の 時期에 作動이 안되므로서 金型이나 押出 pin을 파손시키는 경우가 있다.

③ 다음에 說明하겠지만 냉각수관의 連結에도 注意를 해야 한다.

④ 附着된 金型에 型이 풀렸나 안풀렸나를 作業中에 점검을 해야 한다. 또 hot chamber機에서는 定期的으로 nozzle을 점검하여야 한다.

⑤ 金型을 豫熱한 後 또는 鑄造中에 金型이 膨脹에 의해서 金型의 締結力에 變化가 있는가 없는가를 調査하여 必要하면 調節하여야 한다. 또 作業中에 金型이나 core等의 摺動에 無理가 있는지의 여부를 검사해야 하고 또 冷却水의 通水狀態도 점검해야 한다.

### 6-3-2 金型의 冷却水路

金型의 冷却水路는 機械에 設置되어 있는 金型 冷却水路管의 入口에다 고무호수로 連結하면 된다. 그의 連結方法 및 通水方法 등은 그의 金型에 대한 作業指導書(그림 6-2)에 準하고 配水本管의 main valve를 닫아 놓았다가 鑄造開始 後 適時에 열어 놓도록 한다. 冷却水管에 對하여는 다음과 같은 點에 注意해야 한다.

① 물이 흐르지 않는 곳이나 물이 새는 곳이 없도록 金型을 整備하여야 한다.

② 硬度가 높은 물을 使用하면 호수안의 물의 때가 묻어서 冷却效率을 低下시키게 되는 경우가 있다. 이 때에는 硼酸 등으로 닦아야 한다.

③ 冷却水 排出口의 位置는 die cast機에 附着시킨 金型위에 놓아 둠으로서 金型内に 있는 冷却水管에 물이 항상 차 있어야 한다. 또 各 排水호수에서 물의 流出狀態를 알 수 있도록 해야 한다.

④ 鑄込口, 分流子, 湯口部分은 다른 水管과는 별도로 各各 단독水路를 하고 단독으로 調節할 수 있도록 하여 두고 다른 水管의 조절은 各各 設置한 valve에 依하여 조절을 하면 된다. 그래서 通水를 일단 中止할 必要가 있을 경우에는 v-valve를 잠그면 된다. 또 다시 通水를 할 때에는 各 水量을 조절하는 수고가 없게 된다.

⑤ 鑄造가 시작되는 初期에는 鑄込口, 分流子, 湯口部分만 適當한 量으로 通水를 하고 金型의 溫度가 上昇함에 따라 必要한 量만큼 金型水路에 通水하면 된다.

### 6-3-3 金型의 豫熱

金型의 熱的 衝擊에 依한 crack의 防止, die cavity表面의 hair crack防止, core pin, 押出 pin 等의 파손방지, 鑄造初期의 鑄造收率의 向上 및 金型溫度의 유지 等의 目的으로 豫熱溫度는 Al合金 die cast일 경우 150~250℃, Zn合金 die cast일 경우 150~220℃程度로 하는 것이 좋고 양쪽으로 똑같이 서서히 加熱할 必要가 있다.

局部的 過熱 또한 급격한 加熱을 피하기 위하여 低溫 burner, 赤外線 heater 等を 使用한다. 쓸데없이 金型溫度를 上昇시키는 일은 피해야만 한다.

### 6-4 試驗鑄込

새로 만든 金型에서 生産되는 鑄物의 鑄수 精密度, 表面性 및 健全性이 처음에 設計(願하는 製品)한 것과 일치가 되나 않되나를 조사하는 것 外에 量産段階에 들어가서 所定の 水準으로 製品이 生産이 되나 않되나를 調査하고 더우기 그 때의 最適條件을 알기 위하여 試驗鑄込을 한다. 試驗鑄込을 때로는 數次에 걸쳐 실시해야 되지만 初回の 試驗鑄込에서는 다음과 같은 事項을 注意해야 한다.

① 型分割面이나 기타 部分에서 熔湯이 噴出하

여 火傷을 입거나 다른 事故를 일으키지 않도록 주의해야 한다.

② 金型을 豫熱할 때에 注意를 하여 신중하게 豫熱을 하며 豫熱後 金型의 膨脹에 依한 可動中子(core), 押出 pin 等 주로 움직이는 部分이 마모되지 않도록 해야 한다.

③ 最初 鑄込에서는 射出弁을 조여서 cavity部에 걸리는 壓力을 낮추어 신중하게 鑄造해야 한다.

④ 製品의 寸수, 鑄物의 表面, 内部品質 等이 正常狀態로 될때까지 계속해서 行하여 鑄造時의 諸條件, 즉 鑄込溫度, 製品取出溫度, 鑄込 cycle 金型冷却條件, 壓入裝置의 油壓, 壓入初速度, 增速 plunger 速度, 增速位置, 增壓壓力, chill time 等を 最適 條件으로 把握하여 기록하며 이 金型에 對하여 作業指圖書를 作成하여 量産에 들어갈 때 再現되도록 해야 한다.

⑤ 金型을 熱處理하기 前에 試驗鑄造할 때는 試驗 shot 必要最小限으로 하며 最高 50 shot 以下 (Zn 合金일 경우 100 shot 以下)로 하며 熱處理後 再試驗鑄造를 한다. 이때 너무 많은 鑄造를 하면 金型수명이 현저하게 단축된다. 특히 金型을 豫熱할 때는 천천히 加熱해야 하며 豫熱後 金型의 作動事項을 상세히 점검하여야 하며 可動中子, 押出 pin 等 주로 움직이는 部分이 마모되지 않도록 주의해야 한다.

## 6-5 鑄造手作業의 管理

### 6-5-1 離型劑의 管理

離型劑는 spray 또는 솔로 塗布되는데 必要 最少量으로 塗布하여야 한다. 1 cycle 이나 數 cycle 마다 一定하게 塗布하여 管理하는 것이 重要하다.

특히 燒着이 심한 곳이나 cavity가 깊은 곳 등에는 특히 많은 塗布를 하여야 한다. 鑄物의 品質을 일정하게 유지하고 品質이 나쁘게 나오는 것을 없애며 鑄造가 順調롭게 이루어지도록 한다는 것이 必要하다. 離型劑는 여러가지 商品名의 것이 많이 쓰이고 있으며 이것들은 植物油·鉍物油 等に Al의 微粉 等이 混合되어 있는 것으로 原液을 3~5 倍 程度에 燈油로 희석하여 使用한다.

Zn die cast 때에는 燈油만 쓸때가 있다. 또 油性인 것을 金型에 塗布하였을 때는 하얀 연기가 多量으로 發生하여 工場의 環境을 나쁘게 하므로 보통 水溶性의 離型劑를 使用한다. 특히 燒着이 심한 곳은  $MoS_2$ 를 油類에 녹인 것이나 黑鉛粉末을 油類에 녹인 것을 使用한다. 均一하게 그리고 一定하게 塗布하려면 自動 spray 裝置等을 使用하는 것이 바람직하다.

### 6-5-2 潤滑劑의 管理

可動中子, 押出 pin, guide pin 等 주로 摺動이는 部分에 쓰이는 潤滑劑는 一般的으로 machine 油 等の 潤滑油를 쓴다. Metal slip, plunger tip에는 商品名으로 프란자 스틱그와 구리스, 動物油 等を 使用한다. 프란자 스틱그 등은 粘性이 높은 油이고 또한 油脂類에 黑鉛  $MoS_2$  等이 配合되어 있는 것이 있다. 주로 摺動部分은 適當量의 潤滑油를 써서 마모되지 않도록 해야 한다.

鑄込 cylinder에 쓰는 潤滑劑를 多量으로 塗布하면 gas가 發生하여 熔湯속으로 混入되어 鑄物의 湯주름, 湯境, 氣泡, 汚點 等の 결함이 생기므로 必要 最少量으로 塗布할 必要가 있다. 塗布量을 一定하게 하여야 하고 自動化를 위하여 自動潤滑裝置가 쓰여지고 있다. hot chamber 機일때 metal sleeve에는 潤滑하게 하지 않는다.

### 6-5-3 注湯의 管理

Cold chamber 機에서는 注湯을 手作業으로 하므로 충분히 管理를 해야 한다. 保温炉에서 국자로 熔湯을 쓸때는 熔湯表面에 있는 酸化膜을 국자의 밑으로 휘저어서 깨끗한 熔湯面에서 떠야 한다. 특히 鑄込 cylinder에 鑄込할 때는 될 수 있는 대로 鑄込口에 국자를 가까이 해서 注入해야 한다. 높은 곳에서 熔湯을 부으면 滝流되어 酸化되기 쉽고 空氣가 들어가기 쉽다. 또한 鑄込 cylinder에 注入後에는 될 수 있는 대로 빨리 壓入한다. 이 사이에 熔湯溫度는 급격히 低下되어 保温炉의 溫度를 一定하게 保存할 수 있게 된다. 그러나 실제의 鑄込溫度는 變化한다. 또한 熔湯의 鑄込量을 管理할 必要가 있다. 이것

을 管理하려면 적당한 크기의 국자를 準備하여 個個의 鑄物에 적합한 國자를 따로 따로 使用해 야 한다.

6-5-4 其他의 作業管理

金型은 항상 깨끗이 해야 하고 金型分割面, 中子 (core)의 摺動部分은 항상 깨끗하게 하여야만 한다. 또한 製品 取出作業을 할 때에는 흠이 생기지 않도록 해야 하고 製品의 變形이 일어나지 않도록 해야 한다. 이러한 手作業은 어느 作業이든 迅速하고도 正確히 해야 한다. 作業時間을 짧게 하고 作業時間의 變動이 없도록 한다는 것이 重要하다. 이는 다음에 說明하는 鑄造 cycle에 關係가 되며 鑄造 cycle이 變動을 적게 하는 것이 鑄造條件을 安定하게 하는 일이다.

6-5-5 鑄造 cycle의 管理

手作業과 機械作業을 合計한 時間이 鑄造 cycle 또는 鑄造 cycle時間이라고 한다. 여기서 手作業의 時間이 鑄造 cycle을 左右한다. 이것들의 時間을 分解하여 圖示하면 그림 6-3에 明示한 바와 같이 射出時点を 起點으로 해서 다음 的 時間을 分類된다.

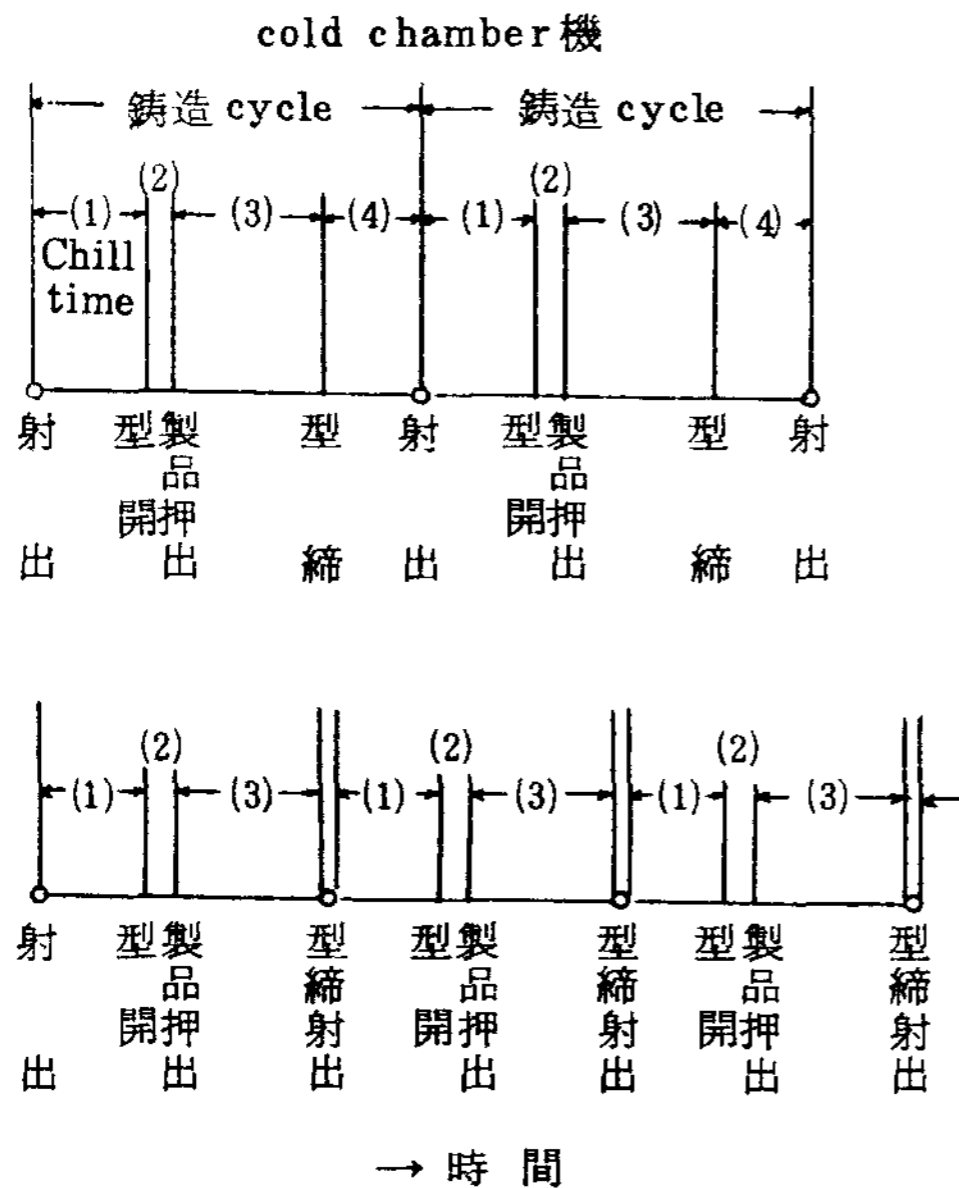


그림 6-3 鑄造 cycle의 時間的区分

① 型이 닫혀 있는 時間으로서 이 時間에는 鑄物金型에 熱을 준다.

② 型이 열려서 製品을 押出할 때까지의 時間으로 鑄物은 可動金型과 空氣中에 熱을 상실한다. 固定金型은 cavity表面으로 부터 放熱한다.

③ 金型을 청소하고 離型劑를 塗布하여 型을 닦을때 까지의 時間으로 cavity表面에서 金型을 冷却한다.

④ 金型이 닫혀서 射出할 때까지의 時間으로서 cavity表面에서 放熱은 적어진다. 이 사이에는 어떠한 時間에서도 冷却水나 金型의 外測으로 부터 金型이 冷却된다.

手動機械의 경우는 ①에서 부터 ④까지의 어떠한 時間에서도 手作業으로서 人間의 努力에 依해 管理된다. Cold chamber 機의 경우 ①과 ②의 時間은 機械作業이므로 一定하게 되고 ③과 ④는 手作業으로 한다. Hot chamber 機의 경우 ④만 手作業이므로 鑄造 cycle의 管理가 쉽다. 手動機의 경우 鑄造 cycle 또는 各 時間의 變動의 一例를 그림 6-4에 明示한 것처럼 熟練者와 未熟練者와 比較하면 鑄造 cycle 및 그 變動이 심하게 일어난다. 自動 제어의 機械에서 도 cold chamber 機와 hot chamber 機를 그림 6-5에 明示한 바와 같이 cold chamber 機 일 경우가 鑄造 cycle의 變動이 커진다.

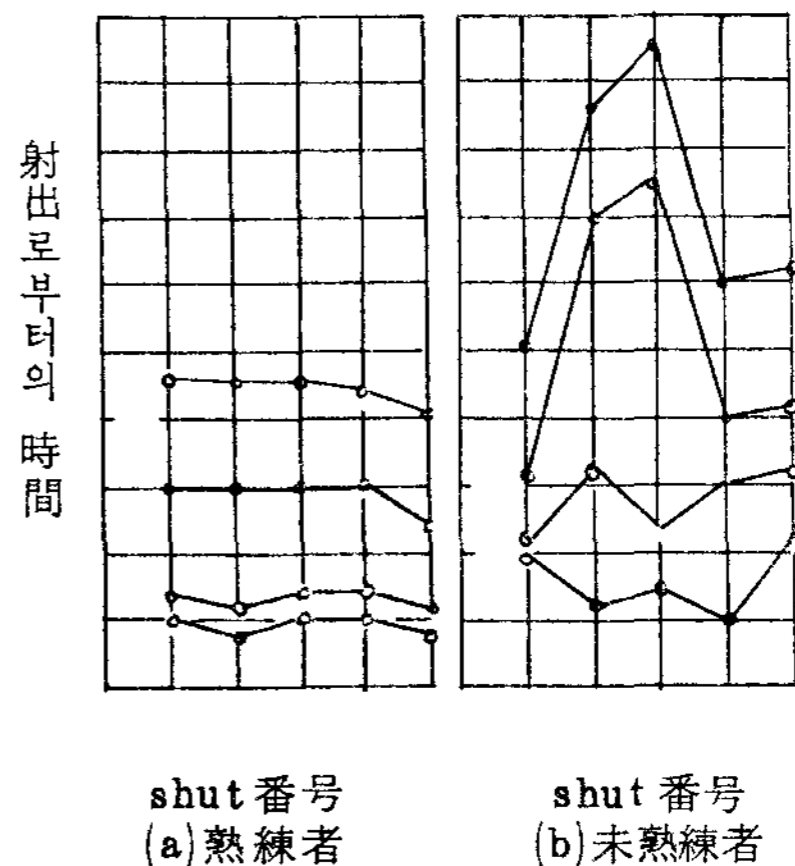


그림 6-4 熟練者와 未熟練者의 鑄造 cycle의 各 時間의 比較

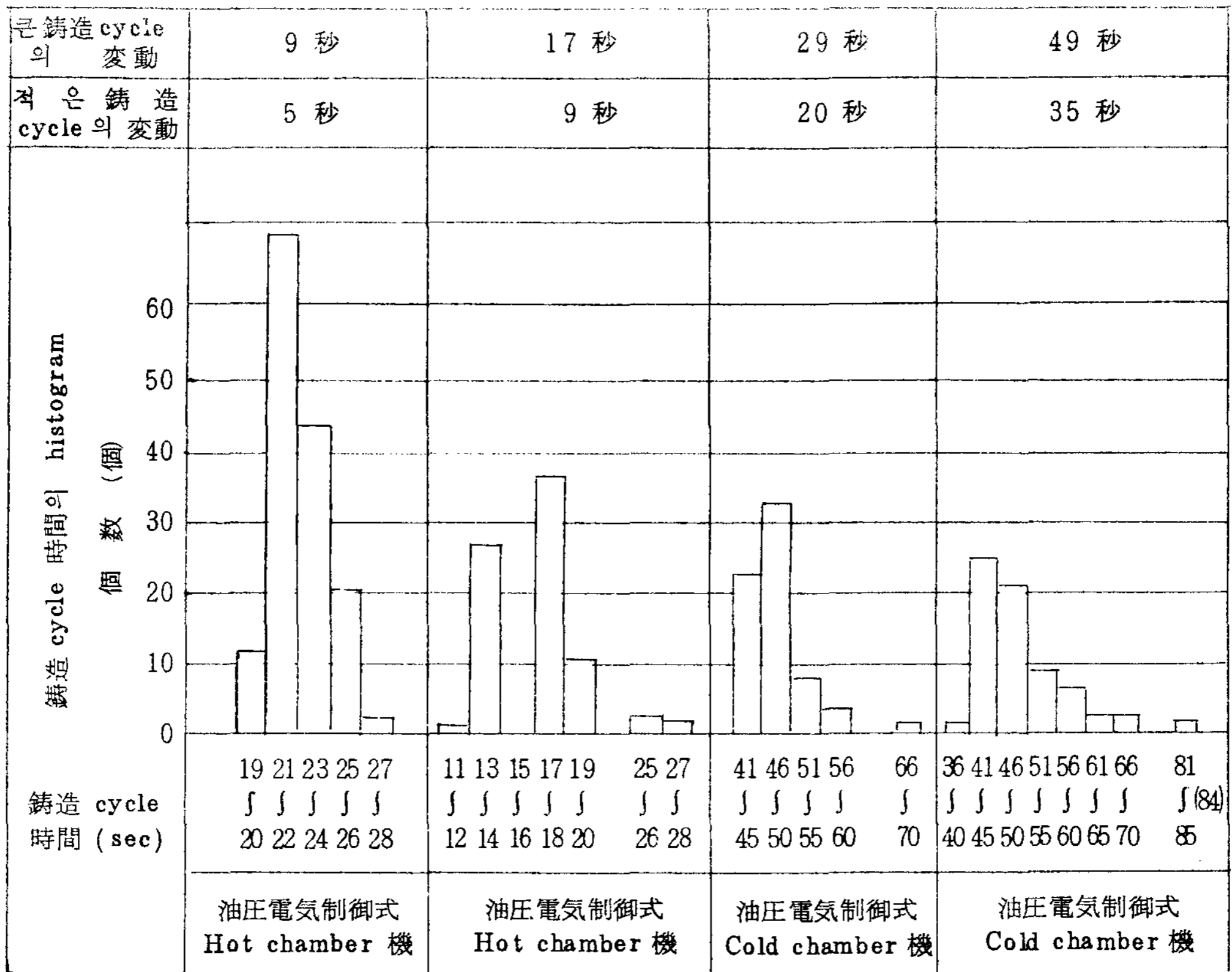


그림 6-5 鑄造 cycle 의 變動

이 鑄造 cycle 間에 1回 金型은 加熱되어야 하므로 이 時間이 길어지면 單位時間當 金型에 加해지는 熱量이 적기 때문에 金型溫度는 저하한다. 그림 6-4에서 鑄造 cycle 측정과 同時에 金型을 측정한 結果에서 鑄物의 溫度, 金型溫度, 그리고

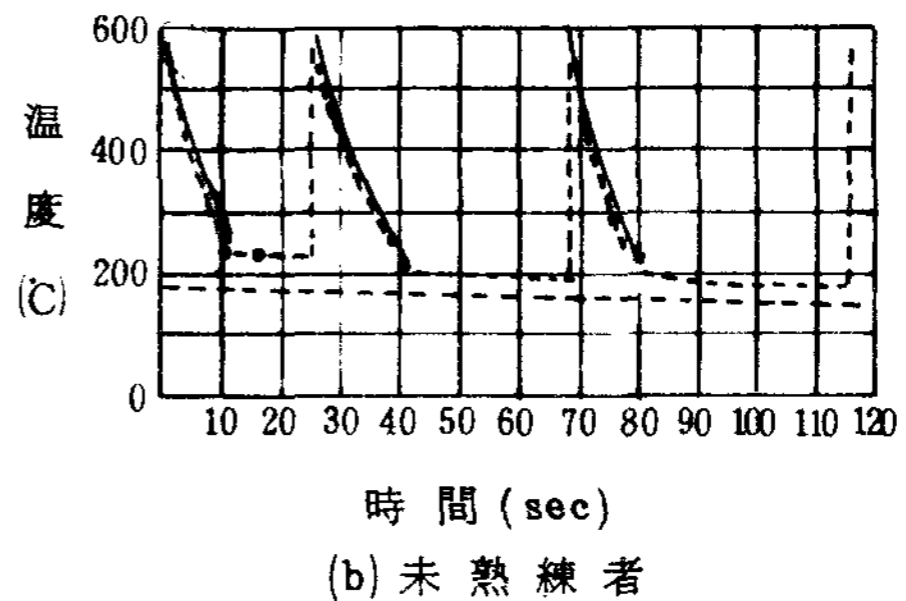
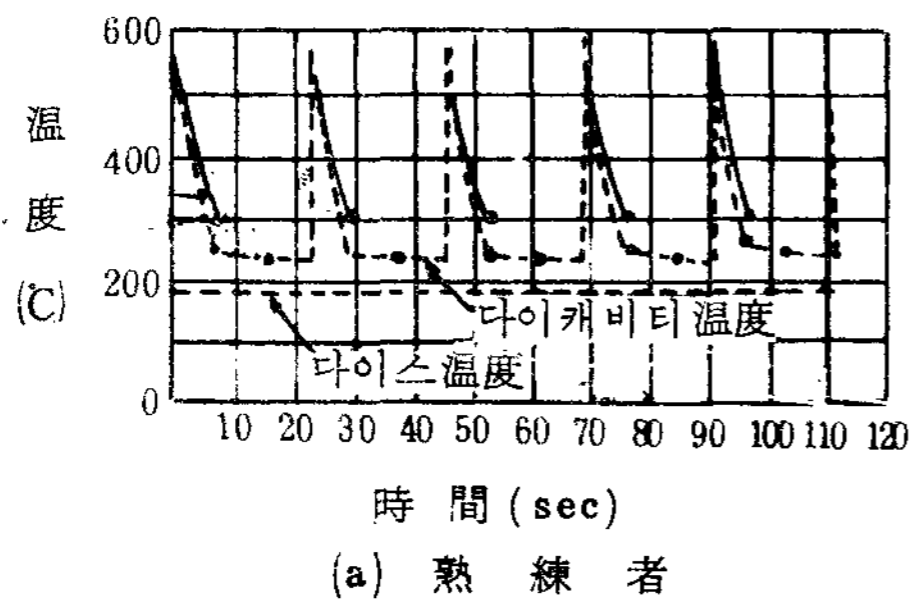


그림 6-6 鑄造 cycle 와 各 溫度와의 關係



内部溫度를 생각하면 그림 6-6에 明示한 바와 같다. 鑄造 cycle, 그리고 그中の (a), (b) 時間은 收縮餘유와 尺寸精密度에 크게 影響을 준다.

## 6-6 壓入에 있어서 機械的 條件의 管理

壓入에 있어서 機械的 條件의 管理는 壓入의 力學的 高찰에서 記述한 바와 같이 鑄物을 完全하게 充填해서 더욱 양호한 鑄物을 얻기 위해서 單位時間에 必要한 energy를 매회 공급되도록 管理하는 것으로서 특히 終壓을 充分히 줄 수 있도록 管理해야 한다. 實제적으로 射出 plunger 速度, accumulator 壓力, plunger 加速度, 位置 등의 管理이다.

그러나 이 管理에 있어서 중요한 것은 機械에 定해지는 條件은 鑄造條件 및 其他의 條件에 따라 다르게 되므로 鑄造條件의 安定이 있는 後에 비로서 完全한 管理가 될 수 있다.

### 6-6-1 機械의 壓力 또는 射出 plunger 速度의 管理

어떤 鑄物을 鑄造할 때 그 鑄物을 完全하게 充填하기 위하여 必要한 噴射壓力과 噴出流量을 plunger로 熔湯에 주어야 한다.

그렇게 하기 위해서는 湯口面積 등이 정해져 있기 때문에 射出 장치의 流量調節 등의 程度를 調節하고 또한 accumulator 壓力까지 調節하여 機械의 出力을 決定한다. 그것은 一般적으로 射出 cylinder의 配管出口의 流量係數  $C_o$ 를 다음과 같은 式에 依하여 計算할 수가 있다.

$$C_o = \sqrt{\frac{r_1 A_1^3 A_2^2 C_2^2 P_2}{r_2 A_o^2 A_2^2 (A_1 P_o - A_2 P_2)}}$$

이  $C_o$ 를 求함으로써 射出 plunger 速度를 알 수가 있다. 그러므로 射出 plunger 速度를 調節하여야 한다. 實제적으로 試驗鑄込時 決定한 射出 plunger 速度를 얻을 수 있도록 항상 管理하여야 한다. 그래서 이 射出 plunger 速度를 주의해서 管理하지 않으면 鑄造中에 諸 條件이 變하게 된다.

나쁜 例를 들면 다음과 같은 경우도 있다. 作業者가 未熟練者일 경우 作業時間이 오래 걸리고 金型溫度가 낮아지는 것도 모르고 많은 不良品을 만들었다. 이때에 이 作業者는 湯口가 나쁘다고 생각하여 간단하게 湯口를 수정하게 되면 諸 條件이 상당히 틀리게 되어 나중에 수습하기가 힘

들게 된다. 그러므로 湯口를 수정하는 것은 最後로 미루고 鑄造條件을 먼저 생각해야만 한다.

### 6-6-2 壓力과 accumulator 壓力의 管理

終壓이 중요하다는 것은 앞에서 說明한 바와 같으며 accumulator 管理와 增壓裝置가 있을 때는 增壓 壓力等を 管理할 必要가 있다. accumulator의 壓力은 accumulator 壓力 調整弁, 프레스 스위치 등에 의해서 決定되어 지는데 이 機械들을 一定한 壓力에로 맞추어 各 shut 마다 정확히 作動이 되는가 안되는가를 점검할 必要가 있다. 終壓은 一般적으로 cold chamber 機에서는  $400 \sim 1500 \text{ kg/cm}^2$  hot chamber 機에서는  $70 \sim 350 \text{ kg/cm}^2$  程度이다.

### 6-6-3 Plunger 加速位置의 管理

一般적으로 cold chamber 機일 경우 plunger는 初期에 느린 速度로 前進하고 注入口를 지나고 나서 어느 位置 또는 時間에서는 高速으로 된다. 이렇게 高速으로 될 때의 plunger 速度가 一般적으로 말하는 plunger 速度이다.

速度가 너무 느리면 熔湯이 급격히 冷却되며 또한 빠르게 되면 注入口에서 熔湯이 吹出되므로 適當한 速度가 必要하다. 또한 高速으로 되면 鑄込 cylinder 內의 大量의 空氣를 cavity 內에 밀어넣게 되므로 適當한 위치에서 高速으로 되는 것이 必要하다. 이것은 試驗鑄造에서 얻어진 適當한 位置를 항상 管理해야 한다.

### 6-6-4 機械的 條件의 計測裝置에 依한 管理

Die cast 壓入時의 諸 條件等を 測定하는 計測裝置가 開發되었다. 이 計測裝置를 使用하여 試驗鑄込할 때 이 諸 條件을 定量的으로 測定하여 記錄하면 다음에 鑄造할 때 機械의 條件을 정확하게 再現할 수 있다. 그러므로 計測裝置를 使用하여 壓入의 諸條件을 管理하는 것이 좋다. 더우기 計測裝置를 使用하여 많은 鑄物의 資料를 수집하면 湯口面積決定의 資料, 鑄造條件의 影響等を 定量的으로 결정하여 die cast의 기술을 현저하게 發展시킬 수 있다.

그 計測法의 概略을 그림 6-7에 明示하였다.



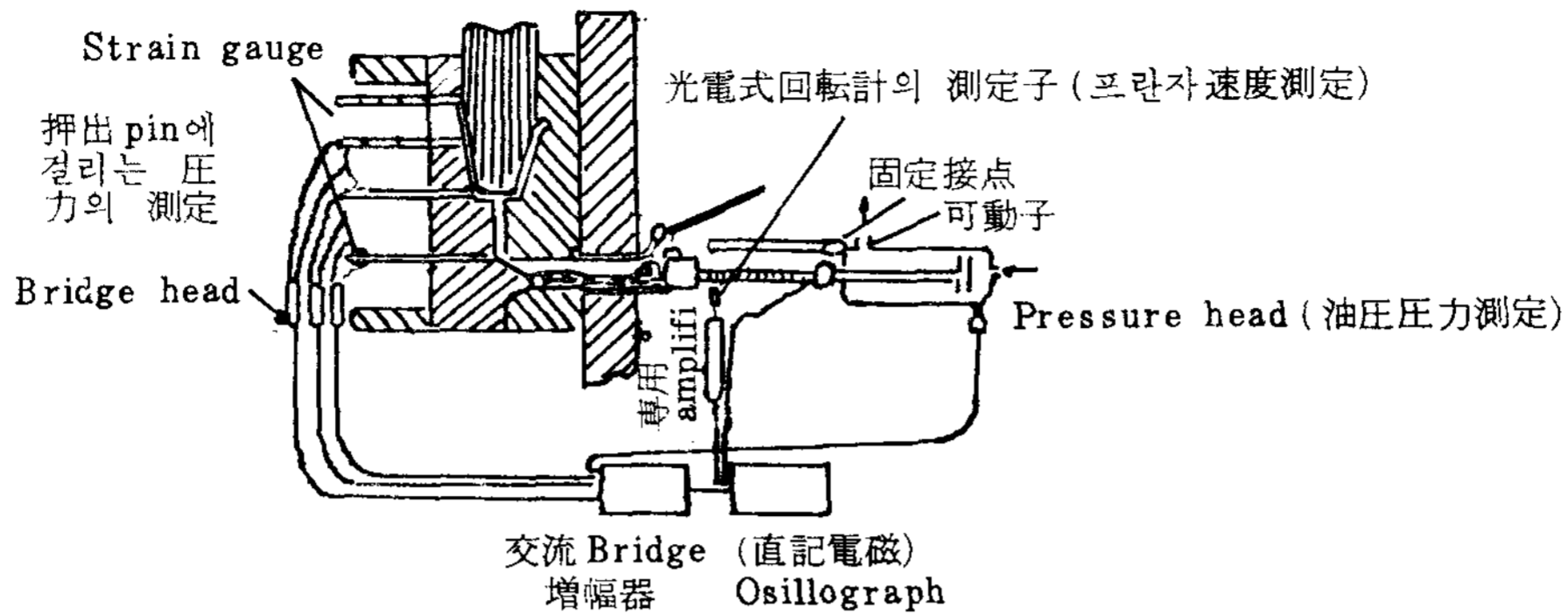


그림 6-7 Die cast 鑄造時의 機械의 諸條件測定法

그림에 明示한 바와 같이 plunger 速度의 測定法은 plunger의 移動을 光電式 移動計와 黑白 pattern 그리고 固定接點과 可動子를 使用해서 oscillograph로 記錄하는 方法, 壓入時의 射出 壓의 測定法은 射出 cylinder에 pressure-head를 附着시켜 oscillograph로 記錄하는 方法, cavity 內에 걸리는 壓力的 測定法은 押出 pin에 strain gage를 附着시켜 押出 pin이 휘는 것을 oscillograph로 記錄하는 方法等이 一般的으로 使用된다. 또한 壓入에 있어서 중요한 條件인 噴射出力, 終壓, plunger 速度, plunger 加速位置 增壓의 timing等이 測定된다.

最近에는 移動式의 것이 市販되며 많은 die cast 機에 利用할 수 있다.

### 6-7 鑄造條件의 管理

#### 6-7-1 鑄造溫度의 管理

鑄込溫度의 管理는 試驗鑄造에서 얻어진 鑄込溫度를 유지하는 것이다. 될수 있는대로 좋은性能의 自動溫度調節裝置를 使用하여 溫度의 變化가 적도록 해야 한다. 一般的으로 적당한 鑄込溫度는 合金의 種類, 鑄物의 모양, 두께 등에 依하여 다르다.

鑄込溫度는 알루미늄 合金일 경우 610~710℃程度가 적당하고 一般用 合金일 경우 610~650℃程度가 적당하다. 高溫에서 鑄造를 하면 얇은 주물도 비교적 熔湯이 잘 돌아 좋은 鑄皮를

얻을 수 있으나 gas 흡수를 增加시키고 pin hole이 생기기 쉽고 두꺼운 部分에 수축공이 생긴다. Zn 合金일 경우에는 goose neck와 metal sleeve의 窒化部에 影響을 준다.

두꺼운 鑄物일 경우에는 비교적 低溫으로 鑄造하는데 Al 合金일 경우 溫度가 너무 낮으면 保溫中에 편석이 생겨 hard spot의 原因이 된다. 그러나 주입溫度를 理論的으로 고찰해 보면 J. F. Wallace<sup>1)</sup>가 發表한 바와 같이 合金의 응고에 별로 影響을 미치지 못한다고 한다. 그것은 응고 潛熱이 상당히 크기 때문이다. Al 合金의 경우 응고 潛熱은 333℃의 過熱을 意味하고 Zn 合金일 때 192℃의 過熱을 意味한다. 따라서 용접 이상으로 溫度를 다소 올려도 그 影響은 微微하다. 一般的으로 過熱이 Al 合金일 때 55℃以下 Zn 合金일 경우 30℃以下 이어야 한다고 J. F. Wallace가 말했다.

#### 6-7-2 金型溫度, 鑄造 cycle 그리고 冷却 水量의 管理

試驗鑄込에 依하여 얻어진 金型溫度, 鑄造 cycle 冷却水準을 記錄하여 이것을 유지하는 管理이다. 金型溫度를 管理하기 위하여는 鑄造 cycle과 冷却水量이 서로 상호관계가 있으므로 이것들의 條件을 同時에 管理하지 않으면 안된다. 그러므로 現在 使用되는 die cast 機에서는 상당히 어렵다. 一般的으로 鑄造 cycle이 느려지면 金型溫度가 낮아지고 빠르면 金型溫度가 높게된

다. 또한 冷却水量이 많으면 金型温度는 낮아지고 冷却水量이 적으면 金型温度는 높게 된다. 그러나 金型温度는 金型의 各部分에 따라 다르며 金型温度가 올라가기 쉬운 곳은 많이 冷却시켜야 한다. 그래서 各部分을 适当的 温度로 유지하는 것이 必要하다.

보통 經驗에 의한 水冷方式을 취하고 있지만 먼저 說明한 熱 해석법에 의하여 金型温度, 鑄造 cycle, 冷却水量의 關係를 計算할 수가 있으므로 理論적으로 金型全体를 管理할 수가 있다.

실제 金型温度의 管理는 金型의 어느 一部分에서 이루어지는데 이것이 金型全体의 温度를 明示하는 것이 아니므로 金型温度의 管理目標를 定해야 한다. 그래서 金型温度는 金型表面温度와 金型内部温度로 区分할 수가 있다.

一般的으로 金型内部温度는 材料수축, 品質等에 影響을 주며 金型表面温度는 鑄造 cycle, 冷却에 關聯되어 鑄物表面, 品質, 压入時 機械의 條件의 影響을 준다. 金型温度가 너무 低温이면 湯주름, 湯境, 收縮等의 결함이 생기기 쉽고 너무 高温이면 主물의 응고가 늦어져 取出時間이 길어지면 收縮, 부풀음, 燒着等의 결함이 發生한다. 特히 金型 表面温度가 湯흐름에 影響을 주어 压入時 機械的 條件이 變하게 된다. H.H. Daehler<sup>2)</sup>는 Aluminum合金에 있어서 金型温度

를 204℃에서 316℃로 變하게 함으로서 plunger速度를 25% 低下할 수 있다고 한다. 이것은 噴射压力( $P_2^1$ ), 噴出流量( $Q_2^1$ ), 더 나아가서 充填에 必要한 單位時間의 energy를 크게 變化시킬 수 있는다는 것을 뜻한다. 그러므로 金型表面温度는 가장 중요하며 어떠한 shut에 있어서도 一定하게 保存하는 것이 중요하다. 이 温度는 鑄造 cycle에 의하여 가장 影響을 받는다. 金型表面温度 또는 그 근처의 温度는 그림 6-6에 明示한 바와 같이 變化하는데 鑄造가 시작되면 그림 6-8의 (a)(b)에 나타난 것과 같이 상승하며 또 鑄造가 끝나게 되면 (c)에 나타난 것과 같이 저하한다. 더우기 鑄造 cycle에 따라 (d)에 明示한 바와 같이 變化한다. Zn合金 die cast의 경우에 金型表面温度는 60초 cycle에서 138℃이고 40초 cycle에서 171℃, 20초 cycle에서 209.5℃로 變한다. 全自動으로 된 die cast機를 除外하고는 手作業을 하게 되므로 鑄造 cycle이 일정하게 되기는 곤란하며 당연히 金型温度가 變化하게 된다. 이 鑄造 cycle이 일정하게 되지 않으면 金型温度를 一定하게 調節하는 것을 金型 冷却水에 依存하게 된다. 따라서 여기에는 金型 温度調節機器가 必要하다. 最近에 開發된 熱媒液을 쓴 金型温度調節裝置를 그림 6-9에 明示하였다.

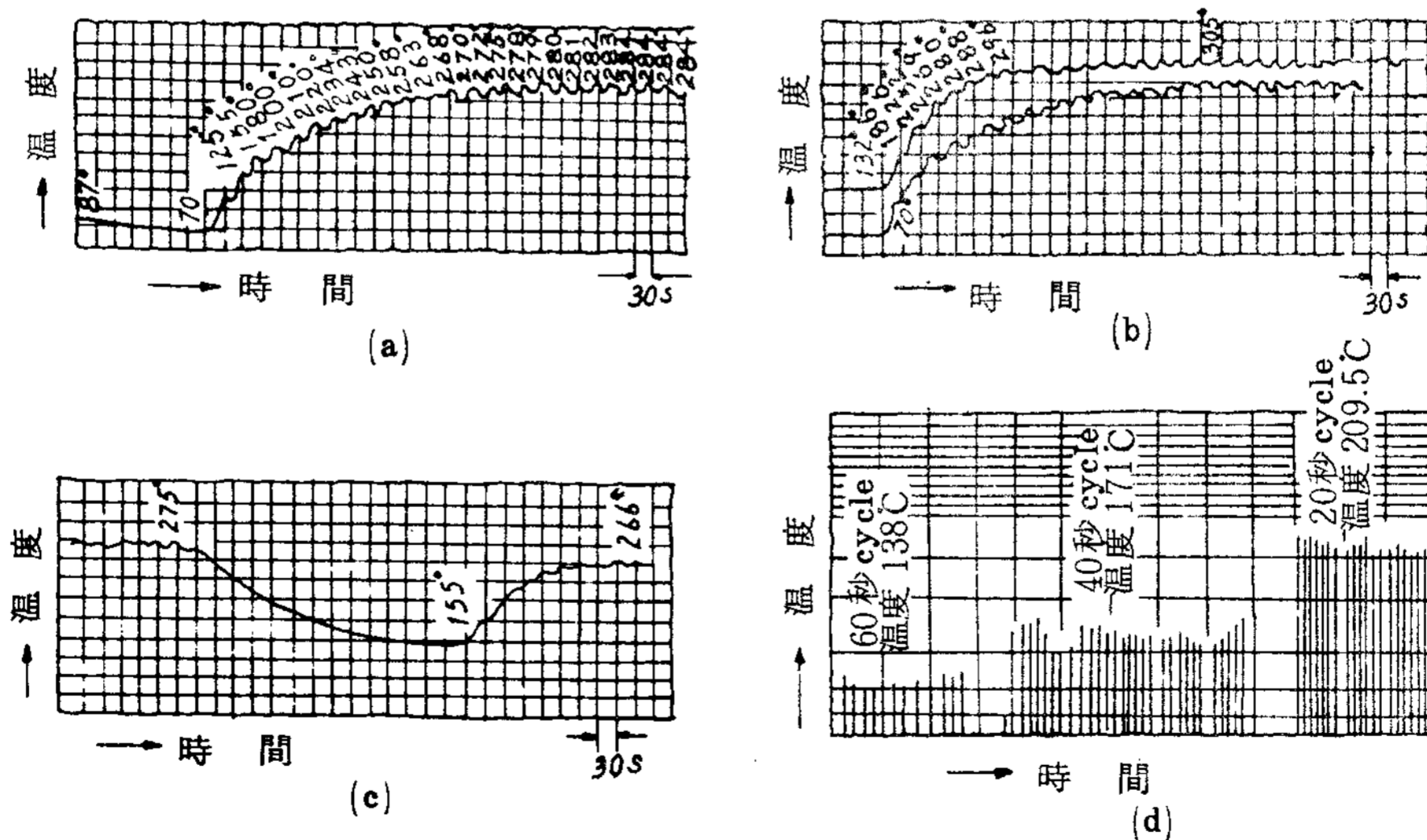


그림 6-8 金型表面温度와 鑄造作業의 條件과의 關係

## 6-8 Die cast 機의 管理 및 整備

Die cast 機를 使用하다 보면 그의 性能低下 및 故障이 發生한다. 그러므로 恒常 良好한 狀態에 있도록 機械를 整備해 둘 必要가 있다.

Die cast 機의 管理는 die cast 機 管理規定을 만들어 規定에 따라 점검하며 修理한다. 一般적으로 매일의 점검과 定期檢査가 있다. 機械別로 check point를 定하여 修理項目, 修理個所 程度, 金額 등을 臺帳에 記載하며 機械를 整備한다.

그 主要한 項目을 列挙하면 다음과 같다.

- (1) Toggle pin, 主動部의 潤滑裝置의 点檢
- (2) Accumulator 및 accumulator의 空氣漏洩의 点檢
- (3) 機械配管의 풀어짐, 기름의 漏洩의 点檢
- (4) 弁의 作動, pump의 点檢
- (5) 電氣系統의 点檢
- (6) 作動油(油量, 油質, 粘性, 冷却)의 点檢
- (7) 부속장치(冷却水管, 各種機器 等)의 点檢 또 機械의 마모정도, 精密度等은 定期檢査에 의해서 한다

## 6-9 金型의 管理 및 整備

金型의 故障에 의하여 뜻밖에도 die cast 機의 가동율이 저하하며 또 그 때문에 鑄造作業이 順調롭게 되지 않아 주조수율이 低下한다. 金型도 金型管理規定에 따라 恒常 정비하여 둘 必要가 있다.

規定에 따라 점검하여 整備하지만 金型은 使用 후 적당히 닦아 恒常 양호한 鑄物表面이 얻어질 수 있도록 해 둠과 同時에 冷却水管에 물이 새지 않도록 또 冷却水管의 부식에 의한 冷却水量의 減少가 없도록 해 둘 必要가 있다. 더우기 파손되기 쉬운 pin類는 교환해 둘 必要가 있다. 특히 鑄造完了와 同時에 그 鑄造의 최종품을 金型에 붙여 두어 정비에 편리하도록 할 必要가 있다.

## 6-10 其他의 事項

鑄造作業은 熔湯을 취급하고, 또 強力한 型締力이 있는 一種의 press를 취급하게 되므로 安全에 對하여 充分한 대책과 주의가 必要하다.

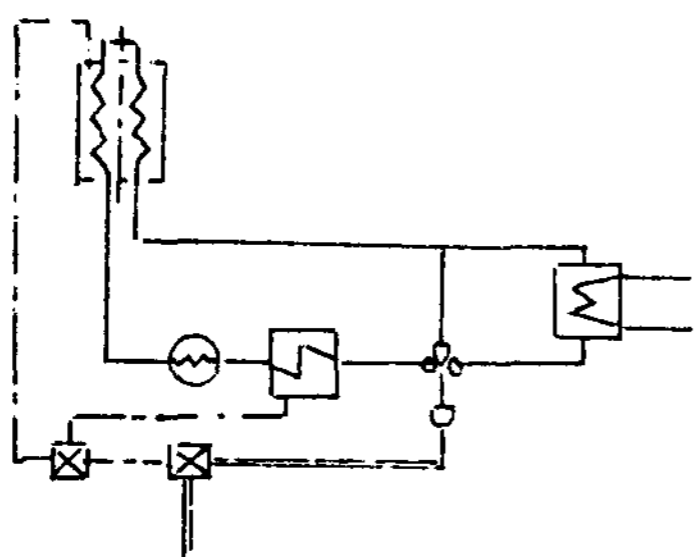


그림 6-9 金型加熱冷却裝置

이것은 熱媒液을 金型에 裝入한 熱電對에 의하여 加熱 또는 冷却하여 金型溫度를 自動調節하는 방식이다. 또한 그림 6-10에 等溫溫度 調節機를 明示하였다.

이 機器는 冷却水管의 水温을 調節하는 것으로 冷却水管出口에 冷却水溫度를 自動적으로 一定하게 하는 것이다. 즉 冷却水의 溫度는 金型의 溫度를 明示하고 있는 것이다. 金型溫度를 變化시킬 때에는 그림중에 4를 調節하게 된다. 金型表面溫度는 一般적으로 型을 締結하기 직전에 測定하며 Al 合金에서 150~300℃가 적당하다고 하는데 표면성을 양호하게 하려면 260~300℃程度가 양호하다. 亞鉛合金에서는 150~220℃가 적당하다고 하며 같은 모양으로 양호한 표면성을 얻으려면은 180~220℃가 좋다.

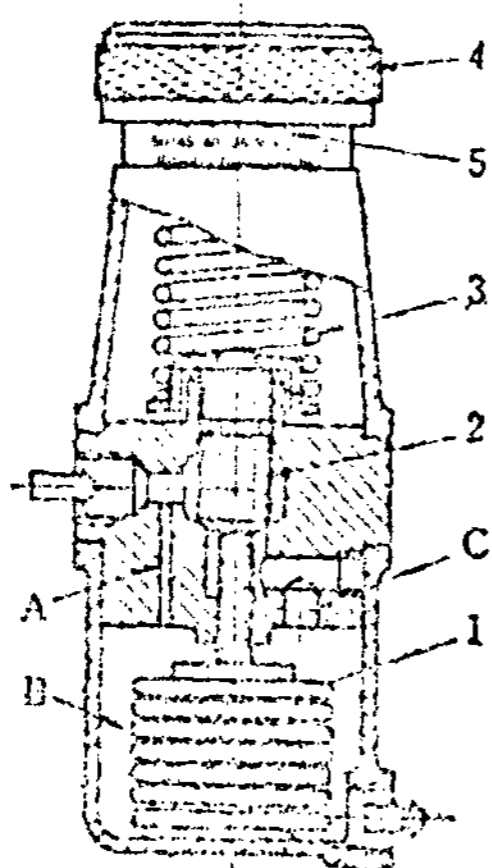


그림 6-10 金型冷却水溫度調節器

充分的 安全施設을 실시함과 同時に 鑄造作業 安全規定을 만들어 作業者는 이 安全規定을 엄수 하게 하여야 한다. 熔湯속에 水分이 남아 있어 ingot, 국자 등을 넣으면 熔湯이 폭발하는 때가 있고, 熔湯이 作業床위에 흘러나와 作業床의 水分 또는 炉底의 鐵分과 반응하여 폭발하는 때가 있다.

또 金型에서 fin의 吹出에 의한 火傷等에 있어 鑄造作業者는 안경을 쓰고 作業하도록 하여야 한다. 더우기 부주의에 의하여 機械에 끼는 따위

의 큰 負傷을 입을 수도 있다. 鑄造設備의 管理와 同時に 充分的 安全作業에 임하는 마음가짐이 必要하다.

#### 參 考 文 獻

- (1) J.F. Wallace, W.F. Sturke : Casting of die castings (1965) AFS
- (2) H.H. Doehler : Die casting (1951) McGraw-hill

( 다음호 계속 )



工学博士 李鍾南 著

### 鑄造工學

4·6 倍版 · 高級洋裝 636 面 普成文化社 刊  
값 7,500 원

本書는 20여년동안 著者가 試驗所, 大學에서 研究 및 講義를 통한 鑄造工學分野의 論文으로 集大成한 技術書로서 鑄造品의 品質과 生産性의 提高를 위하여 鑄造工程에서 일어나는 鑄造工學的인 모든 현상을 研究 · 규명하였다.

특히 同著書는 金属材料面에서 치중한 鑄造관계 다른 技術書와는 다른 鑄造工學的인 立場에서 깊이 파헤치기 위한 理論的인 기초에 중점을 두었다.

더욱이 鑄造工程의 모든 현상을 理論的으로 추구하면서 現場에도 도움이 되도록 하였다.

鑄造工學을 工夫하는 분은 물론 鑄造分野에 關聯하는 모든 분들에게 필히 必要한 鑄造工學專門 서적이다. 同書의 내용은 제 1장 서론, 제 2장 鑄造金屬의 特性, 제 3장 押湯方案, 제 4장 湯口方案, 제 5장 鑄造設計 및 模型製作, 제 6장 鑄型材料 및 鑄物砂處理, 제 7장 造型과 造芯, 제 8장 特殊鑄造, 제 9장 熔解材料, 제 10장 熔解炉操業, 제 11장 熔湯의 處理, 제 12장 炉前 試驗과 注湯, 제 13장 後處理와 補修, 제 14장 鑄物不良과 試驗檢査, 제 15장 工場管理. ( 鈺 )