

韓國 鑄物工業의 現況과 展望

<下>

江原産業理事 裴 昌 國

그래서 이 章에서는 鑄物工業의 發達을 期待할 수 있는 發展的 要因을 檢討해 보고, 反面 解決되지 않으면 안될 우리 鑄物工業界의 現안의 問題點들을 分析해 보고자 한다.

(1) 豫想되는 需要의 增加

銑鐵鑄物의 需要産業中 가장 큰 比重을 차지하는 것이 自動車, 製鐵, 製氣, 産業機械 등의 分野이다. 日本의 경우 例를 보면 1972年度 總銑鐵鑄物 生産量 約 400萬噸中 約 75%에 가까운 290萬噸 程度가 위에 든 3大産業의 用途를 위해 生産 供給되었다.

우리나라는 이제 本格的인 重工業化의 時代를 맞아 自動車工業은 引擎鑄物工場 등이 完成되어 곧 自動車의 完全 國産化의 단계에 이르러 앞으로 놀라운 成長을 記錄할 것으로 豫想된다.

그리고 1972年 7月 稼動開始한 一貫 綜合製

鐵所인 浦項綜合製鐵은 우리나라 製鐵 製氣工業의 새로운 章을 열었으며, 1980年代頃에 우리나라 粗鋼生産量은 千萬噸以上을 達成할 것으로 豫想되므로 이러한 成長은 아울러 많은 量의 銑鐵鑄物製品의 需要增加를 가져올 것이다. 또한 一般 産業機械分野 또한 全體 重工業 水準의 向上과 함께 必然的으로 發達할 것이다. 이러한 點에서 볼 때 우리나라 銑鐵鑄物의 需要는 지금까지의 增加速度보다 매우 빠른 Tempo로 增加될 것이 豫想된다.

鑄鋼部門을 볼 때, 需要産業으로서 가장 큰 大宗을 이루는 것이, 船舶 및 土建, 鑛山機械 그리고 Roll 分野이다. 1973年 完成되어 大型船舶을 建造하고 있는 現代造船所 및 造船公社를 中心으로 하여 國內 造船業界는 지난 74年度 約 56萬 Dwt의 船舶建造 實績을 올렸다. 이와 같은 추세로 成長速度를 늦추지 않고 30年代까지

表 9. 各國의 粗鋼生産量과 鑄鐵製品 生産量의 比率

年別	1961			1962			1963			1964			1965		
	生産量 1,000M/T		比率	生産量 1,000M/T		比率	生産量 1,000M/T		比率	生産量 1,000M/T		比率	生産量 1,000M/T		比率
國名	粗鋼	鑄鐵製品	%	粗鋼	鑄鐵製品	%	粗鋼	鑄鐵製品	%	粗鋼	鑄鐵製品	%	粗鋼	鑄鐵製品	%
美國	88,918	10,474	11.8	89,202	11,255	12.6	99,120	12,404	12.5	115,150	13,894	12.1	118,985	15,280	12.8
英國	22,441	3,867	17.2	20,820	3,580	17.2	22,882	3,718	16.2	26,651	4,225	15.9	27,440	4,247	15.5
西獨	33,458	3,888	11.6	32,563	3,732	11.5	31,597	3,559	11.3	37,339	4,071	10.91	36,821	4,117	11.2
佛蘭西	17,572	2,011	11.4	17,240	2,080	12.1	17,556	2,097	11.9	19,780	2,229	11.3	19,604	2,198	11.2
伊太利	9,125	900	9.9	9,757	880	9.0	10,158	1,090	10.7	9,783	941	9.6	12,681	851	6.7
日本	28,268	2,821	10.0	27,546	2,648	9.6	31,501	2,710	8.6	39,799	3,154	7.9	41,161	3,061	7.4

資料: 日本鐵鋼連盟 鐵鋼統計要覽, Foundry Statistics, 日本鑄物工業會誌, 1968. 10.

註: 比率은 (鑄鐵製品生産量/粗鋼生産量)×100

갈 때 우리나라는 年間 500~600萬圓의 船舶建造 能力을 갖게 된다. 이와같은 造船工業의 發達과 함께 機械類 및 Roll 등과 같은 工業의 發展은 優秀한 鑄鋼製品의 供給을 必須條件으로 한다.

이의 銅 및 輕合金鑄物製製品 또한, 大部分 産業機械, 自動車 등과 같은 分野가 需要로 하고 있다.

이상과 같이 우리나라의 鑄物製品 需要는 지금까지의 增加率에 비해 더 急激히 增加할 것이 豫想된다.

國內 鑄物製品의 需要는 여러 關聯工業의 發展과 함께 增加될 것으로 豫測되며 粗鋼生産이 千萬ton 以上 되는 80年代에는 鑄物의 生産量도 百萬ton 以上이 될 것이라 생각된다.

<表9>는 先進各國의 10年前 粗鋼生産量과 鑄物 生産量과의 比較를 한 것이며 大體로 粗鋼生産量의 10% 程度로 생각된다.

물론 各國의 産業構造에는 差異가 있겠으나 韓國의 鑄物工業도 80年代 初期에는 百萬 ton規模의 鑄物工業이 形成되어야 할 것으로 생각되며 各種 工業의 素材로서 質과 量의 確保가 要請되리라 생각된다.

(2) 鑄物用 原材料 및 副資材

鑄物用 原材料에는 一般的으로 金屬材料, 즉, 鐵界鑄物에 있어서는 銑鐵, 古鐵 등과 合金鐵로서 페로실리콘, 망간, 니켈, 크롬 등이 있다. 그리고 非鐵金屬鑄物에 있어서는 銅, 알루미늄, 錫, 亞鉛 등이 主成分을 이룬다.

그리고 副資材로서는 가장 중요한 것이 Cupola 熔解燃料인 Cokes가 있으며 그의 熔解用 첨가제 및 鑄型材料 등이 있다.

이와 같은 鑄物用 原材料 및 原資材의 效果的인 確保는 鑄物工業 發展을 위해서는 매우 重要한 要素라 하겠다.

가) 銑鐵鑄物用 鑄物銑

國內 銑鐵鑄物工場들은 지금까지 所要銑鐵을 全部 輸入에만 의존하였다. 輸入에 의해서는 많은 量의 效果的 調達이 不可能했으므로, 自然히 裝入材로서 一定위저 못한 低級의 材料를 사용하였다. 따라서 規格화된 一定한 成分의 銑鐵의 確保없이는 優秀한 品質의 製品生産을 期待하기

어려웠다고 하겠다. 多幸히 우리나라도 이제 良質의 鑄物銑을 生産하기 始作하였다. 浦項製鐵所에서는 14年 10月 1日 年産 150,000圓規模의 鑄物銑 高爐에 火入함으로써 우리나라 鑄物工業도 획기적인 進歩를 期待할 수 있게 되었다.

나) Cupola用 成型 Cokes의 開發 및 實用化

鑄鐵熔解用 燃料로서 지금까지 大部分의 工場에서 國內의 無煙塊炭을 使用해온 實情이다. 그러나 最近 韓國코크스工業株式會社와 大韓石炭公社에서 無煙塊炭을 利用한 成型 Cokes의 開發에 成功하여 實用化의 段階에 이르렀다.

이는 지금까지 灰分이 높고 發熱性이 낮은 無煙塊炭만을 使用해왔던 우리나라 銑鐵鑄物工場들을 위해서는 灰分 10% 以下の Cokes를 燃料로 使用할 수 있게 됨으로써 매우 바람직한 일이라 하겠다.

<表 10.> 日本의 Cokes의 成型 Cokes의 比較
單位 : %

	灣 分	揮 發 分	硫 黃 分
日本 Cokes의 例	9.5±0.5	< 2	< 0.07
成型 Cokes	< 9.9	< 1.87	< 0.14

(3) 技術構造面에서 본 國內 鑄物工業의 方向

우리나라 鑄物工業이 機械工業의 素材를 供給하는 基礎産業으로서의 位置를 確固히 하며 끊임없는 成長을 계속하기 위해서는 무엇보다 重要한 것이 生産性的의 向上에 의한 cost down과 製品의 品質向上이라 하겠다. 이의 達成을 위해 우리 鑄物工業은 첫째로, 現在와 같은 零細한 生産規模를 脫皮해야 하며 둘째로, 落後된 施設을 近代化하고 새로운 設備들을 確保하여 生産工程의 機械化 및 自動화를 期해야 할 것이다. 이러한 여러 問題點들은 서로 깊은 關係를 가지고 있으므로 한가지만의 解決은 있을수 없고 同時的인 問題들이라 하겠다.

그래서 우리 鑄物工業이 나아갈 方向을 위해서는 여러 側面에서 同時에 檢討分析해 봐야 하겠지만, 本節에서는 技術構造의 側面에서 우리 鑄物工業이 걸어야 할 길을 이야기하고자 한다.

가) cupola 施設의 近代化

鑄鐵熔解의 施設로서 가장 오랜 歷史를 가진 것이 Cupola이다. 오늘날 鑄鐵熔解作業의 方法으로 이 외에도 低周波爐, Arc爐, 高爐熔湯의 直鑄法, 二重熔解法으로서 Cupola-低周波爐, Cupola-Arc爐 등이 있다. 새로운 熔解技術이 계속 開發되면서 여러가지 새로운 方法이 試圖되고 實用化되고 있으나 아직도 Cupola는 鑄鐵熔解 施設로서는 가장 큰 比重을 차지한다. 따라서 先進各國은 이 Cupola 熔解技術의 發展을 위해 많은 研究開發을 하고 있다. 따라서 最近에는 爐況의 安全化, 高溫熔解, 長時間 操業 등을 위해 爐體를 水冷却하는 Cupola가 實用化되었으며 Cupola의 大型化와 함께 No lining Cupola가 開發利用되고 있으며, 또한 Oil stock 以後에는 더욱 싼 燃料의 利用을 위한 끊임없는 노력을 기울여 酸素富化送風, 重油, 天然gas使用, 또 反射爐와 Cupola를 組합한 Flaven Furnace 出湯樋에서 通電加熱方法 Cupola (V. P. Bulkin)-低周波爐의 연결조업, 低周波爐-Chan-nel爐의 연속조업 등 수많은 方法들이 實用化되고 있다.

이러한 先進外國의 추세에 비추어 國內各工場들의 Cupola構造 및 附帶施設은 大部分 너무나 뒤떨어져 있는게 事實이다. 一定한 規格成分의 原材料를 確保할 수 없었던 狀態에서 세워진 大部分의 Cupola는 거의 2等급 以下로서 特別히 定한 標準치수가 없고 過去의 經驗과 地方的 特色에 의해 서로 模倣하여 製作된 것이다. 鐵地金 및 燃料用 Cokes가 一定하지 못하고 항상 變함으로 因하여 나타난 結果이다.

앞으로 우리 鑄鐵鑄物工場들이 해야 할 가장 重要한 일중의 하나가 이와 같이 一定性 없이 製作된 Cupola의 構造 改善과 함께 標準化라 하겠다. 이제 國內에서도 良質의 鑄鐵이 供給되기 시작하고 成型 Cokes의 活用 普及化가 가능하게 되었으므로 이를 最大限 效果的으로 熔解할 수 있도록 모든 Cupola設備의 標準을 定해 이에 맞도록 改造하여야 할 것이다.

日本의 Cupola 構造의 變化를 살펴보면 2次大戰 직후는 지금까지 우리나라의 實情과 같은 地金과 粗惡한 Cokes를 使用하였다. 즉, 灰分

20% 程度의 粗惡粒度를 가진 Cokes用으로서 Tuyere ratio 10~35, 有效高比 4.5程度의 Cupola를 日本鑄物協會 Cupola 委員會에서는 標準化하였다. 그후 그들은 良質의 Cokes를 차츰 使用하게 되면서, Cupola의 構造와 作業基準을 變化시켜 Tuyere ratio 4~12, 有效高 5程度의 風箱 斷面積이 큰 構造를 選擇하게 되었다.

우리나라의 Cupola들도 大體로 현재 Tuyere ratio가 크고 有效高가 낮은 實情이다. 많은 研究檢討가 있어야겠지만 大略 우리나라의 경우도 日本의 例와 비슷하게 Tuyere ratio 4~12, 有效高 4.5~5 程度의 構造로 차츰 改善되어야 할 것으로 본다.

나) 새로운 熔解技術의 開發

(a) 低周波爐 熔解法의 特性研究의 必要性

근래에 들어서 우리 鑄鐵工場들은 차츰 低周波爐의 利用度가 높아져가고 있다. 특히 全工程의 自動화를 위한 工場들 즉, 自動車鑄物工場들은 Cupola 없이 低周波爐만의 熔解施設로 生産을 開始하고 있다. 低周波爐에 의한 熔解鑄物과 Cupola에 의한 熔爐鑄物과는 몇가지 性質의 差異點이 發議되고 있다. 즉, 低周波爐에 의한 熔湯에 비해 첫째, Holding 時間에 따라 C.E. 値가 低下하며 Chill이 많이 생기며, 둘째, 같은 탄소량 의 경우 graphite의 成長이 적게 되는 현상이 있으며, Cupola 熔湯을 低周波爐의서 Holding할 때 時間의 경과에 따라 산소의 함유량이 적어지는 경향이 있어 Austenite의 核生成이 어려워진다고 알려져 있다. 그러므로 誘導爐, Arc爐 등과 같이 電源의 熱源으로 한 熔解法에 비해 Cupola에 의한 鑄鐵製品이 優秀한 경향이 있다.

그러므로 차츰 低周波爐 등에 의한 熔解法이 널리 利用되면서, 우리들은 이와 같은 各方法의 熔解特性을 깊이 研究하여 良質의 製品을 얻을 수 있도록 노력해야 할 것이다.

(b) 鑄鋼鑄物의 熔解技術 開發

現在 國內에서 生産되고 있는 鑄鋼製品은 그 材質面에서 볼 때 大部分 普通鋼, 鑄鋼의 범주에 屬하며, 特殊鋼種의 製品은 적은 量 生産되고 있으나 아직 그 品質水準은 낮은 狀態에 있다.

지금까지 國內에서 特殊鋼 鋼材가 大量生産 되고 있지 못한 實情이며, 따라서 우리나라는 앞으로 必然的으로 特殊鋼의 開發에 노력하지 않으면 안될 것이다. 그러므로 우리는 特殊鋼 熔解에 利用되고 있는 Degassing法, Vacoumm Furnace法 등과 같은 새로운 技術의 導入, 開發에 힘써야 할 것이다 그리고 現在 國內에서 生産되는 모든 鑄鋼品은 염기성 용해법에 의해 熔解되고 있다. 良質의 原材料를 確保하기 어려운 狀態여서 부득이한 結果였다 하겠으나, 우리나라 鑄鋼工場들도 酸性熔解法의 技術을 研究 活用할 수 있게 되어야 할 것이다.

다) 造型工程의 近代化

鑄物의 製造에 있어서 가장 重要하고 製品의 生産性, 品質 등에 決定的 影響을 미치는 것은 熔解 및 造型工程이라고 하겠다. 이러한 生産工程들은 鑄物의 歷史와 함께 끊임없이 변천 開發되어 왔으며, 특히 造型工程의 경우는 最近 20年間 놀라운 速度로 變化하였다. 규사와 粘土 및 물을 配合하여 鑄型을 製作하여 건조로에서 건조하던 過去의 方法은 오늘날 一般的인 것이 아니게 되었다. 물과 粘土에 의한 粘結劑는 규산소오다를 主成分으로 하는 粘結제로 바뀌었으며 이를 使用하는 CO₂法, 無機自硬性造型法 등이 一般化하게 되었다. 또한 세멘트 및 各種 Resin을 使用하는 熱硬化 혹은 自硬性의 粘結劑로 바뀌었다. 그리고 옛부터의 生型法(green sand)에 있어서도 水分을 3% 以下로까지 低下시켜 高壓造型法을 實用化하게 되었다.

그러나 國內 鑄物工場들이 現在 채택하고 있는 造型工程을 살펴보면, 아직도 生型法 및 乾燥型法이 一般的인 現實이고 自硬性方法으로 널리 利用되고 있는 것은 CO₂法 程度이다.

따라서 우리 鑄物工場들이 生産性의 向上 및 品質向上에 의한 cost down이라는 課題를 解決하기 위해서 무엇보다도 먼저 뒤떨어지 造型工程의 近代化를 이룩해야 할 것이다.

이에 본節에서는 우리나라의 各工場들도 各各 그 特色에 따라 造型工程을 어떠한 方向으로 改善해 나가야 할 것인지? 이야기해 보고자 한다.

(a) 自動造型機에 의한 生型主型 造型方式의

大量 計劃生産 體制

이 범주에 속하는 工場으로는 自動車 部品工場 및 pide fitting 등과 같은 小種 多量 計劃生産 鑄物工場들이 있으며, 機械化에 의한 大量生産으로 cost down과 製品 品質의 均一性을 얻을 수 있을 것이다. 國內에는 이미 이러한 體制를 갖춘 工場으로서 自動車maker인 G.M. Korea, 現代自動車 기아산업 등이 있고, 美進金屬도 機械化된 造型工程으로 操業中에 있다. 鑄型材料로 쓰이는 鑄物砂, Resin 등은 國產品의 品質이 우수하나 가장 문제가 되는 것이 國產 Bentonite의 低品質이다. 우리 鑄物工業이 안고 있는 課題中의 하나는 優秀한 國產 Bentonite의 開發을 誘導라고 할 것이다. 그리고 이런 類型의 工場에서의 中子製作은 Shell core machine을 使用한 Phenol Resin Core法이 바람직하다고 하겠다. 또한 이러한 鑄物工場에서 金型費는 相當한 比重을 차지하므로 이를 節減할 수 있는 Cold set法의 開發도 檢討해 봐야 할 것이다.

鑄物工業의 最大의 課題는 無 Flask(Flaskless method)으로서 이는 Flask의 製造費를 줄이고 Flask가 차지하는 工場面積을 줄이고 Flask의 變形에 의한 製品 不良率을 줄일 수 있다.

先進國에서는 벌써 Flaskless Method인 V process, Disamatic process 등이 채용되고 있는 추세이므로 우리나라 工場들도 이러한 世界的 경향에 뒤지지 않게 努力하여 cost面에서의 경쟁력을 키워야 할 것이다.

(b) 常溫 自硬性 鑄型 造型에 의한 多種 製品 生産體制

우리나라도 造船工業, 製鐵工業 등이 發達함으로써 大型鑄物의 需要가 增加하고 있다. 이러한 多種 大型製品의 造型法으로는 常溫 自硬性法이 적당하며 必要한 鑄型強度는 물론 作業의 能率을 올릴 수 있는 Process이다. 이 Process는 건조형에 비해 強度도 크고 製品의 精密도가 좋으며 造型에서 鑄込까지의 時間이 단축되어 生産성이 크며 熟練技能工의 所要를 줄일 수 있는 長點이 있다.

常溫 自硬性法の 選擇에 있어서 國產化 面과 cost 面을 고려하지 않으면 안될 것이다. 물유리

를 Binder로 하는 CO₂法은 完全히 國產 材料로서 可能하며 따라서 現在 國內에서 널리 利用되고 있는 方法이다. Dicalcium Silicate法을 채택 하려면 현재 Dicalcium Silicate國內에서 生産되고 있지 않으므로 輸入에 의존하여야 한다.

그리고 cement型은 硬化促進劑가 開發 一般市販되고 있으나 너무 價格이 높은 實情이다. 또한 有機粘結劑로서 Furan Resin과 산성 촉매제도 國產化되어 있으나 高價로서 cost 부담이 너무 크다.

作業上的 難易度에서 보면 有機系의 常溫自硬性法이 無機系보다 利點이 많으나 cost 면에서는 無機系가 有利하다.

以上과 같은 여러 觀點에서 비추어 볼 때, 國內 各工場들 中 多種 大型製品을 生産하는 工場들에 있어서는, 불유리를 Binder로 하는 Dicalcium Silicate型과 cement型의 主process에 CO₂型과 Furan系 自硬性을 巾子 一部에 使用하는 方法이 適當할 것으로 判斷된다.

그리고 現在의 우리나라의 與件과 같이 人件費의 압박을 크게 받지 않는 상태에서는 그 경제성이 의심스러우나 F.S. Process 등 流動鑄型法에 대한 檢討도 계속해야 할 것이다.

4. 結 論

國內 鑄物工業의 現況을 分析해보면 크게 보아 다음과 같은 問題點들이 제기된다.

(a) 全國 各工場의 規模가 대단히 적다. 從業員數 50名 以下의 規模가 75%이며 30名 以下의 規模가 50%以上에 이르고 있다. 1工場當年 間 平均 生産量도 겨우 450~500匁 程度밖에 안되는 實情이다.

(b) 生産성이 너무 낮아 從業員 1人當 月間 生産量은 約 1匁 정도밖에 안되며, 이는 大部分의 工場이 너무나 前近代의인 施設을 利用하고 있으며, 生産手段이 아직도 作業者的 手에 依存하고 있기 때문이다. 全國 鑄物工場中 全적으로 手作業만으로 製造하고 있는 工場이 全體의 70%에 이르고, 全 工程이 機械化되어 있는 工場은 7個工場 3.7%밖에 안된다.

(c) 生産品의 品質이 너무 낮은 水準으로서 海外市場에서 수출경쟁력을 가질 수 있을 程度의 製品은 全體 生産量의 30% 정도밖에 이르지

못한다고 報告되고 있다. 이는 위에서 든 (a), (b)가 그 主된 原因이 될 것이며 全般적으로 보아 熔解 및 造型 등과 같은 重要生産工程이 너무 뒤떨어져 있고 先進國에서 實用化되고 있는 最新의 技術들과는 너무나 遙遠한 距離가 있다.

(d) 國內 全體적으로 보아 우리나라란 勞動力이 豊富하다고 하나 훌륭한 技能을 가진 技能工의 絕對數가 不足한 形便이며 鑄物分野의 경우도 例外일수 없어 鑄物工의 數가 너무 不足하다.

(e) 機械工業 등과 같은 産業과 系列化가 이루어져 있지 않고, 專門化가 되어 있지 않다.

以上과 같은 큰 問題點들을 안고있는 國內 鑄物工業은 앞으로의 發展을 위하여 이들을 解決하도록 힘써야 할 것이다.

한편, 우리 鑄物工業의 展望을 分析해 볼 때, 빠른 速度의 成長을 期待할 수 있게 하는 發展的 要因들도 發見할 수가 있다 즉,

(a) 需要産業의 成長과 함께 需要가 크게 增加할 것이므로 이를 充足해 주기 위해 鑄物工業은 發展하지 않을 수 없는 必然性을 가진다고 하겠다. 先進國에서 鑄物工業이 人件費, 公害 등의 問題로 斜陽化하여 그 需要를 차츰 開發途上國으로부터의 輸入에 依存하는 傾向이 커지고 있으므로 輸出輸要 또한 커질 것이므로 우리나라의 鑄物工業은 需要面에서 볼때 그 展望은 밝다고 하겠다.

(b) 原材料 및 副資材들의 國產化가 이루어지고 있다. 즉, 銑鐵의 國內供給이 可能하게 되고 合金鐵도 極히 적은 量만 外國으로부터 調達하게 되었으며 燃料面에서도 國產 Cokes가 차츰 量産되면 우리 鑄物工業에 劃期的인 寄與를 할 것으로 期待된다.

그 外의 大部分의 鑄型材料도 價格面에서 不利한 條件이나 國產化되고 있으므로, 앞으로 國內 消費量이 增加하면 우수한 製品을 安價로 國內 調達할 수 있을 것으로 본다.

(c) 最近에 設立된 一部 現代의인 工場 및 施設을 改善한 工場들이 現在 生産中에 있으므로, 이들이 우수한 鑄物을 製造하여 좋은 企業性을 나타낼 것으로 期待되므로, 이런 現象은 나머지 아직도 뒤떨어진 大部分의 工場들의 近代化를 促進시키는 契機가 될 것이다.