

技術解説

球狀 및 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造를 위한 MEEHANITE 技術

P. V. Palmer *

崔昌鈺**

1. 緒 論

Meehanite라 함은 約 50여년전에 設立된 機關으로서 이는 당시 鑄物生産에 놀랄만한 技術을 開發하므로서 鑄物의 製造工程에 있어서 品質寬理를 실시하게 되었다.

따라서 Meehanite에서는 鑄鐵을 특정한 機械的性質을 가지는 工業用材料로 만들게 되었다. 더욱이 鑄鐵의 使用은 多國的 鑄物技術者들로 부터 技術指導를 받는 Meehanite 技術導入 鑄物工場들로 구성된 團體를 발족하므로 확장 되어 왔다.

Meehanite는 이제 世界 모든 工業國家에 Meehanite 技術導入鑄物工場들이 있으며 이들 鑄物工場에 Meehanite의 鑄物技術者들이 방문하여 정기적인 品質檢査를 실시하고 또한 鑄物生産에 관한 모든 技術을 指導함과 동시에 Meehanite 鑄物의 品質水準을 확인하고 또한 이를 보증하고 있다.

한편 이들 鑄物技術者들은 Meehanite의 技術研究所에서 開發되는 새로운 技術에 대하여 항상 지원을 받고 있다.

Meehanite는 鑄物의 生産部門에 있어서 球狀黑鉛鑄鐵의 製造에 關係서는 선구자 입장에서 技術開發을 계속하고 있다. 현재 Meehanite에 의하여 開發 活用되고 있는 球狀黑鉛鑄鐵 및 C.V 黑鉛鑄鐵의 製造法에 대하여 그 特徵을 소개하고자 한다.

2. 脫黃法

球狀黑鉛鑄鐵의 製造에 關한 Meehanite 法의 概念은 鑄鐵의 球狀化가 일어나기 전에 보다 순수한 材料로 만들기 위하여 低硫黃鑄鐵을 얻는 것이 必須的이

다. 이는 高硫黃鑄鐵의 경우 球狀化處理는 球狀化劑에 의하여 脫黃이 다량의 介在物問題를 발생시키기 쉽기 때문이다. 더욱이 용선로(Cupola)에 의한 용탕의 球狀化는 脫黃이 반드시 요구된다.

칼슘카바이트(CaC₂)에 의한 脫黃處理는 Meehanite法이 최초가 된다. 이를 Osmose法이라 하며 그림 1에 표시한다.

Osmose法은 칼슘카바이트가 熔湯에 잘 混合될 수 있도록 질소가스에 의한 교반이 일어나게 한다. 이는 batch형 ladle 또는 熔銑爐에 의한 연속적인 出탕의 경우는 연속적인 脫黃을 실시 할 수 있는 ladle을 사용 한다.

Osmose法은 自動車鑄物을 製造하는 自動鑄物工場이나 專業鑄物工場에서 주로 採用하고 있다.

電氣爐熔解를 하는 경우는 裝入原料에 대하여 高級의 材料를 선택하므로 低硫黃의 熔湯을 얻을 수 있으며 또한 脫黃作業을 省略할 수 있다.

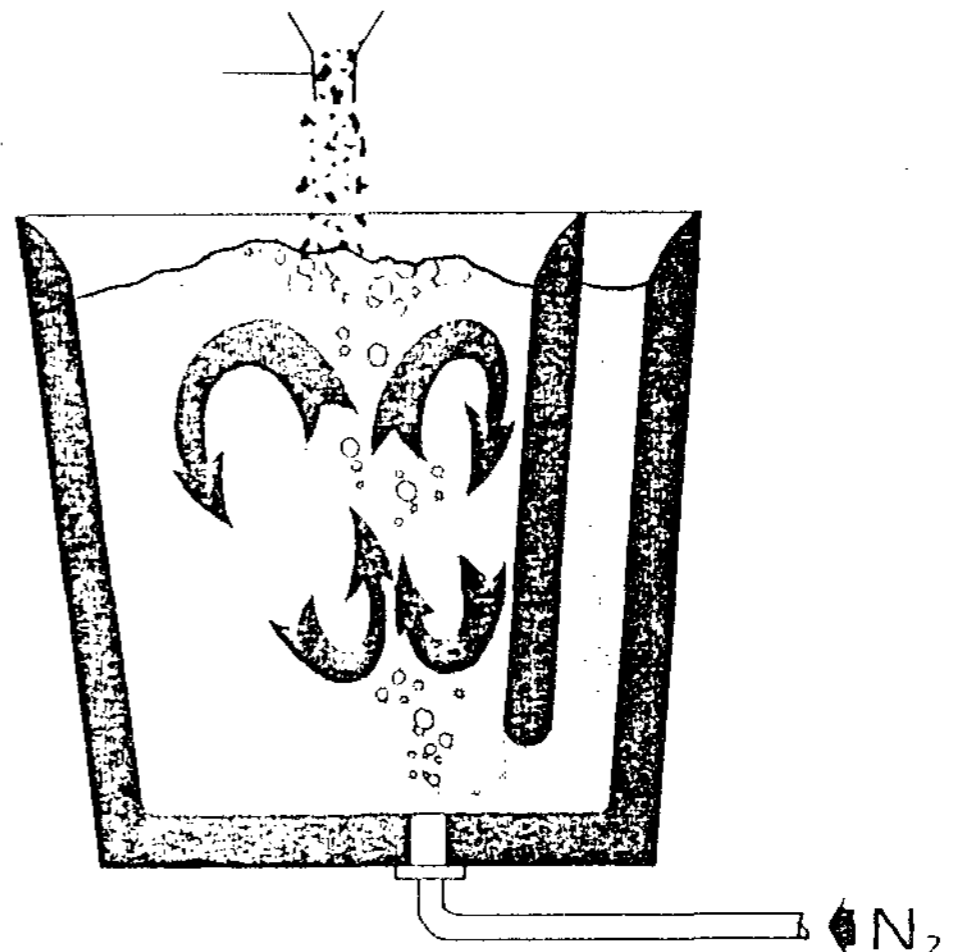


그림 1. Osmose Process

* International Meehanite Metal Co. 社長
** 東亞大學校 工科大學 教授 · 當學會 理事

전기로용탕에 脫黃을 必要로 하면 이는 爐外脫黃을 實施하여 칼슘카바이트로 인한 電氣爐耐火物의 침식을 방지 하여야 한다.

3. 球狀化法

鑄鐵의 球狀化法은 어떠한 특수한 方法이라 하여도 모든 鑄物工場이나 또는 모든 형상의 鑄物에 적용될 수는 없을 것이다. 따라서 Meehanite는 鑄物工場의 生産方式과 生産要求의 變化에 따른 方法을 계속 開發하여 오고 있다.

球狀黑銳鑄鐵에 대한 Meehanite 規格을 表1에 表示한다.

Meehanite에서 開發活用되고 있는 球狀化法은 다음과 같다.

3-1 Cover/Trigger法

鑄鐵의 모든 球狀化方法중에서 Cover/Trigger 法이 가장 廣範圍하게 使用되고 있다. 그림 2 및 그림 3에 Cover/Trigger 法을 表示한다.

비록 Cover/Trigger 法이 가장 일반적인 方法이라 하여도 그외의 많은 量의 球狀黑銳鑄鐵은 다른 方法에 의하여 生産되고 있다. 이는 Cover/Trigger 法이 專業工場이나 注文量이 적은 機械화된 鑄物工場에서 주로 使用되고 있기 때문이다.

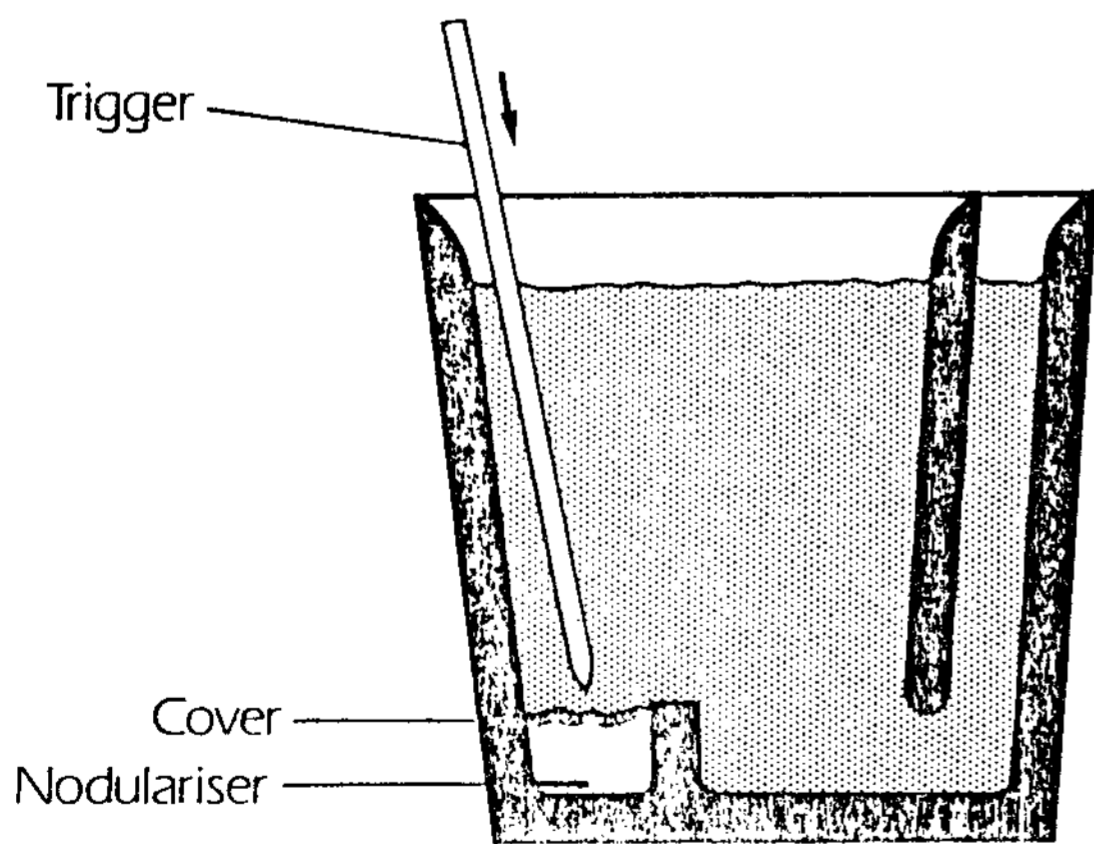


그림 2. Trigger Process

Cover/Trigger 法의 장점으로서는 각종 다양한 크기의 鑄物品에 대하여 동일한 Ladle을 使用할 수 있으며 또한 단순한 技術을 요구하는 工程이라는 것이다. 따라서 專業工場과 大型製品을 生産하는 鑄物工場에 적합하다.

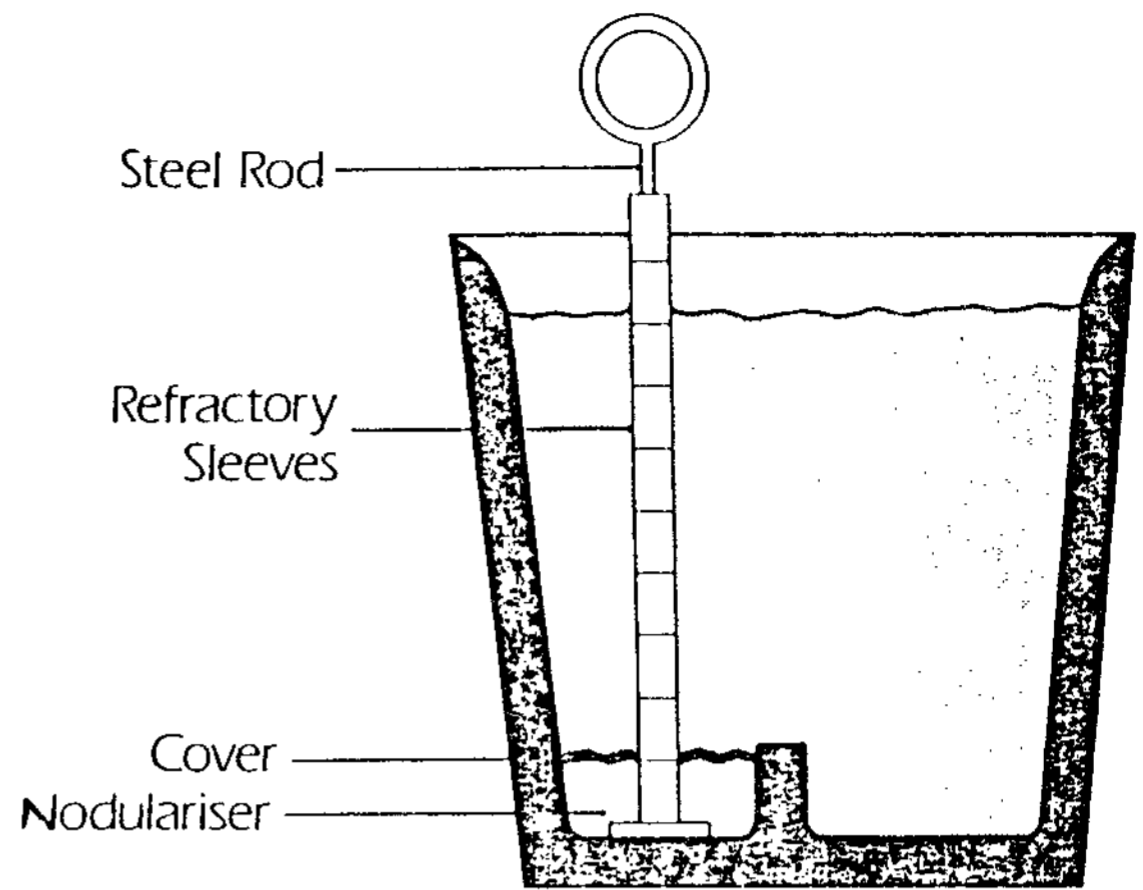


그림 3. Trigger Process

특히 이 方法은 球狀化劑가 Ladle 內에 있는 Chamber에 들어 있으며 不活性材料로 덮여 있다. 그러므로 熔湯이 Ladle에 出탕되어도 球狀化劑는 不活性材料로 덮여 있으므로 이 不活性材料의 뚜껑을 파괴시킬때까지는 熔湯과 접촉되거나 反應이 지연되게 된다.

Osrose/Trigger 法을 併行 시키면 脫黃은 熔解爐 주위 Ladle에서 處理되며 球狀化處理는 주입을 하기 위하여 적당한 場所에 Ladle을 옮긴후에 實施하게 된다. 따라서 球狀化處理後 鑄型에 주입할 때까지의 時間을 최소로 하므로서 Fading問題가 發生하지 않거나 최소가 되게 할 수 있을 것이다.

Osrose/Trigger 法을 그림 4에 表示 한다. 球狀黑

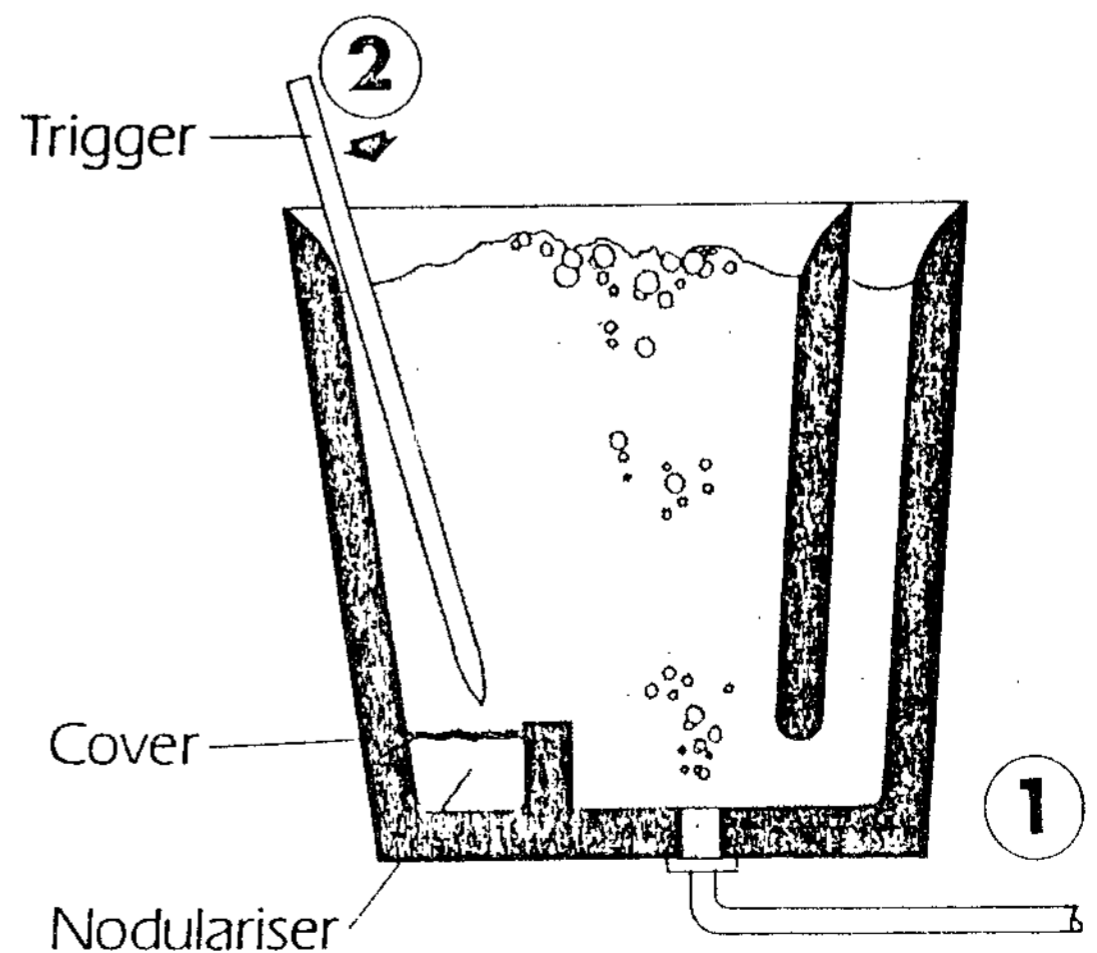


그림 4. Combined Osrose/Trigger Process

銳鑄鐵製造를 위한 Meehanite 法을 必要로 하는 球狀化劑로서 마그네슘 만을 使用할 뿐만 아니라 核生成에 必要로 하는 接種劑도 使用하게 된다.

一般적으로 鑄鐵의 球狀化에 있어서는 球狀化劑인 마그네슘을 使用하고 核生成에 必要로 하는 接種劑를 使用하여 단시간내에 鑄型에 주입된다 하여도 Fading 현상이 發生하게 된다. 이는 첫째 마그네슘의 증발에 의한 마그네슘의 損失과, 둘째 接種에 의한 核生成이 充分히 일어나지 않은 2가지 要因에 의한다.

보통 마그네슘의 증발을 보충하기 위하여 最終製品에 惡影響을 미치지 않은 範圍에서 過剩의 마그네슘을 殘留하게 하고 2次接種을 鑄型주입구나 鑄型에 必要하게 된다.

모든 Meehanite의 球狀化處理方法은 公通으로 完全한 球狀을 얻을 수 있으며 또는 K형 黑鉛이 나타나는 것을 보증할 수 있는 技術이 된다.

Meehanite의 Cover/Trigger 法은 鑄物製品의 크기를 數百Kg에서 20 ton 까지, 또한 두께는 數mm에서 1m까지를 生産하는 工場에서 一般적으로 使用하고 있다.

한편 多數의 큰 Ladle을 동시에 使用하여 주입할 수 있다면 80 ton까지의 鑄物品도 生産이 可能하다. 1m의 두께를 가진 鑄物品이라 하여도 Meehanite 鑄物品의 경우 내부 중심까지 黑鉛의 球狀化가 生成된다고 한다.

3-2 Lnmold 法

Lnmold 法은 英國의 Lnternational Meehanite Metal Co에서 開發한 方法으로서 世界的으로 廣範圍하게 使用되고 있다. lnmold 法은 ladle이 아닌 鑄型内에서 球狀化反應을 일으킬 수 있는 特別한 鑄造方案을 必要로 한다.

Lnmold 法은 여러가지 特徵을 갖고 있다. 이중 主要한 特徵의 하나는 Cover/Trigger 法에 比較하여 매연과 화염이 全然 없는 것으로 되어 있다.

Lnmold 法은 自動車工業과 같이 高品位의 品質管理가 要求되며 또한 特別히 불량이 全然 없는 鑄物品을 다량 生産하고자 하는 鑄物工場에서도 적합하다.

실제 作業에 있어서 Osrose/Trigger 法은 融通性이 있으나 Lnmold 法은 한정된 變수를 갖고 있으므로 만일 要求하는 結果를 얻고자 하면 作業에 있어서 규정된 標準을 嚴格히 遵守 하여야 한다.

따라서 品質管理標準이 確立되어 있으면 적은 費用으로 동일한 組織을 갖는 鑄物을 대량 生産할 수 있

는 가장 좋은 方法이 된다.

Lnmold 法의 利用은 特別히 施設의 投資는 없으나 다만 소유하고 있는 模型의 鑄造方案에 대하여 수정만을 要求 한다.

Lnmold 法에 대한 作業의 基本的인 要素는 熔湯의 硫黃 含有量이 0.01%를 초과하지 않으며 또한 규정된 粒度와 成分을 갖는 球狀化合金을 使用하는 것이다.

Lnmold 法에 대한 概念度를 그림 5에 表示 한다.

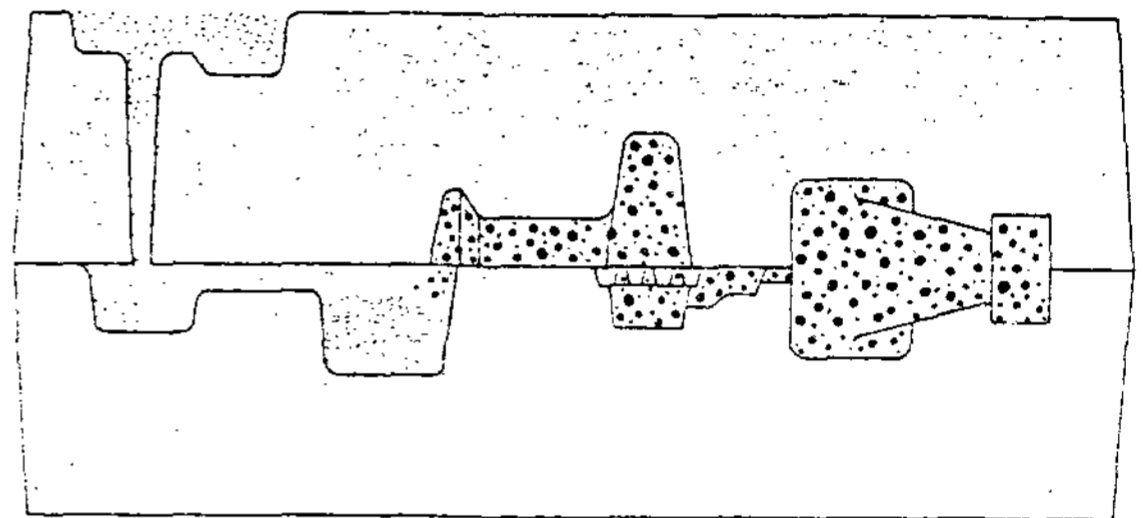


그림 5. Lnmold Process

3-3 Lmconod 球狀化法

球狀黑鉛鑄鐵의 製造에 있어서 가장 최신의 球狀化方法이고 또 Lnmold 法과 같이 신뢰성이 높은 方法이 Lmconod 法 이다.

Lmconod 法은 現在 英國의 International Meehanite Metal Co에서 球狀黑鉛鑄鐵을 製造하는 Meehanite 技術導入鑄物工場에 設置하고 있다. 또한 이미 많은 Meehanite 鑄物工場에서 Lmconod 法에

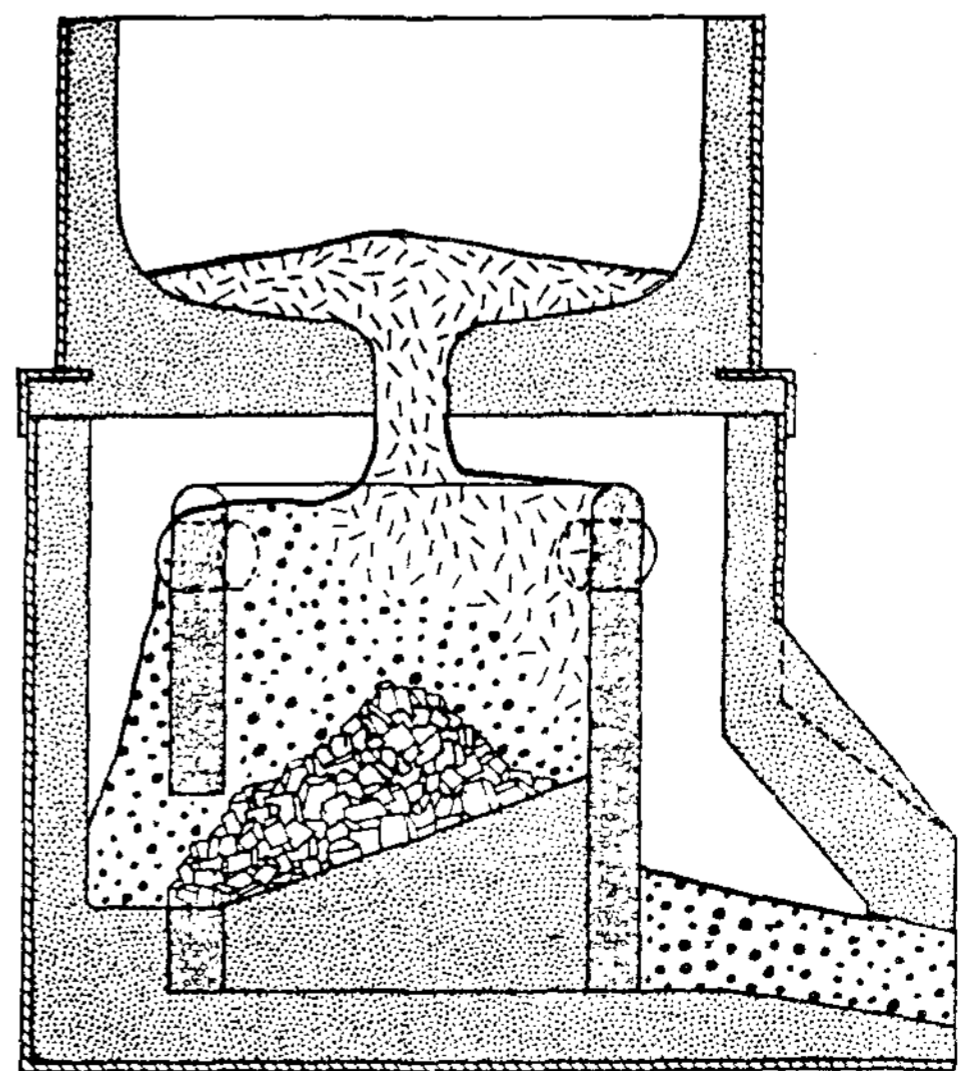


그림 6. Lmconod Process

의하여 作業을 하고 있어 간단하게 球狀黑鉛鑄生産에 利用하고 있다. Imconod 法은 低硫黃의 熔湯을 使用하는 것이 가장 基本的인 要件이므로 따라서 脫黃보다 球狀化에 많은 量의 마그네슘을 使用하게 된다.

Imconod 法의 基本裝置는 수직드럼과 같은 반응실로서 상면은 中央주입구가 있고 밑면에 수평 或은 수직축의 出탕구로 되어 있다. 이를 그림 6 및 그림 7에 表示한다.



그림 7. Imconod Process

球狀化劑는 Pouring Basin에 있는 중앙주입구를 통하여 球狀化室에 裝입되고 低硫黃의 熔湯이 주입구를 통하여 反應室內에 裝입되면 球狀化 되어 Imconod 裝置로 부터 出탕된다.

球狀化處理는 매연이 없고 處理後 유통성이 좋은 熔湯이 되는 것이 特徵이다. 球狀化處理는 초기溫度에 影響을 받게 되므로 비교적 溫度의 저하가 적다.

Imconod 法의 裝置에 대한 價格은 대단히 저렴하다. 이는 단순히 내부모양을 만들기 위한 내화벽돌로 된 강철판 드럼이다. 내화물은 건조되고 또 예열 되어야 한다.

球狀化反應은 Imold 反應과 같이 충분하지는 못하나 1.8% Fe-Si-Mg을 사용 한다.

만약 Imcond 法의 裝置를 통하여 정확하게 熔湯量

을 측정 할 수 있다면 球狀化劑의 使用량을 절감시킬 수 있을 것이다.

Imconod 法의 裝置를 전기로와 같은 熔解爐와 함께 연결하여 設置 한다면 전기로 바로 앞에 設置하여 熔湯은 Imcond 法 裝置를 直接 통하여 ladle에 出탕되어 주입장까지 운반되게 된다.

現在는 단중 30 Kg ~ 1,000 Kg 크기의 鑄物品에 대하여 處理되고 있으나 이 보다 더 큰 重量이라도 可能하다. 機械化된 鑄物工場에서는 熔湯이 주입 ladle로 용해장에서 주입장까지 운반되고 있다. 따라서 전기로에서 出탕되어 Imconod 장치에 運搬될 때까지는 灰鑄鐵의 湯이 Imconod 裝置를 통하여 주입 ladle에 出탕될 때는 球狀化된 熔湯으로서 즉시 鑄型에 주입되면 높은 核生成速度, 球狀化數 및 우수한 機械的 性質을 갖는 鑄鐵도 된다.

Imconod 法은 마그네슘의 回收率이 높고 우수한 조직을 얻을 수 있다. 따라서 이 方法은 장차 이용도가 증가될 것으로 추정된다.

<表 1> Meehanite 球狀黑鉛鑄鐵規格

종 류	성 질	인장강도 N/mm ² (tonf/in ²)	안전응력 0.2% N/mm ² (tonf/in ²)	신 륜 %	경 도 HB 30
Type SFF350		350 이상	22.7 이상	24 이상	130/160
Type SFF400		400 이상	25.9 이상	20 이상	130/170
Type SF400		400 이상	25.9 이상	17 이상	140/190
Type SF420.12		420 이상	27.2 이상	12 이상	140/190
Type SEP500		500 이상	32.4 이상	8 이상	170/230
Type SPF600		600 이상	38.8 이상	3-5 이상	200/260
Type SP700		700 이상	45.3 이상	3 이상	220/280
Type SH800		800 이상	51.8 이상	2 이상	250/320
Type SH1000		1000/1400	64.7/90.6	1 이상	280/550

4 . C.V. 黑鉛鑄鐵

C.V. 黑鉛鑄鐵의 開發과 生産에 있어서 많은 주의를 要한다. Meehanite 鑄物工場에서도 C.V. 黑鉛鑄鐵을 開發하여 상당히 많은 量을 生産하고 있다.

C.V. 黑鉛鑄鐵은 球狀黑鉛鑄鐵 보다 높은 熱전도도와 高溫에서, 灰鑄鐵보다 우수한 機械的性質이 要求될때 이용 된다.

C.V. 黑鉛鑄鐵은 球狀黑鉛鑄鐵과 片狀黑鉛鑄鐵의 中間으로서 生産이 용이 하다고만 할 수 없다. 이는 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造에 있어서 球狀黑鉛鑄鐵의 製造때와 동일하게 또는 더 많은 管理를 要求하기 때문이다.

이는 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造에 있어서 殘留 마그네슘의 量이 비교적 적으므로 만일 過剩으로 殘留 마그네슘이 있으면 球狀黑鉛鑄鐵이 되고 또한 충분하지 못하면 보통의 灰鑄鐵이 되기 때문이다.

球狀黑鉛鑄鐵의 製造을 위한 모든 Meehanite 法은 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造가 可能하지만 가장 適當한 方法은 Inmold 法 및 Imconod 法으로서 이하 다른 方法에 비교하여 殘留마그네슘의 管理가 용이하기 때문이다.

C.V. 黑鉛鑄鐵은 球狀黑鉛鑄鐵보다 적은 量의 Fe-Si-Mg를 사용하거나 Fe-Si-Mg과 Ti을 첨가하므로 製造할 수 있다. Ti이 함유되지 않은 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造는 Inmold 法이 適當한 것으로 殘留마그네슘의 管理가 要求된다. 또한 Imconod 法을 適用하면 주입시간이 짧게 되므로 fading이 發生되지 않는다.

Ti의 使用은 C.V. 黑鉛鑄鐵의 生産을 용이하게 한 것으로 마그네슘 첨가량의 5~10 倍量을 必要로 한다. Ti의 使用은 순수한 판 또는 조각을 사용한다. Cover/Trigger 法에서는 Ti는 Fe-Si-Mg과 混合하여 사용하나 Imconod 法에서는 Ti을 熔湯이 Imconod 裝置를 통과할때 첨가하며 Fe-Si-Mg은 용기 내에 들어 있다.

두꺼운 製品에 대해서는 20%까지 黑鉛의 球狀을 許用하나 完全한 C.V. 黑鉛鑄鐵을 얻을 수 있으며 얇은 製品, 예를들면 自動車 Manifold에서는 높은 냉각속도에 의하여 球狀을 제거할 수 없다.

C.V. 黑鉛鑄鐵은 Ferrite 기지조직을 가지는 경향이 있으나 만일 Pearlite 조직이 요구 된다면 Cu를 첨가하고 그 사용량은 製品두께의 냉각속도에 의한다.

C.V. 黑鉛鑄鐵에 대한 國家規格이 제정되어 있지 않으나 Meehanite에서는 Pearlite 및 Ferrite 형의 規格을 만들었다. 이를 表1에 表示한다.

<表 1> Meehanite C.V. 黑鉛鑄鐵規格

종 류	Type PC 400	Type Fc 275
기지조직	퍼얼라이트	페라이트
인장강도 N/mm^2 ($ton \cdot f/in^2$)	400 이상 (25.9) 이상	275 (19.4)
안전응력 0.2% N/mm^2 ($ton \cdot f/in^2$)	330 이상 (21.4) 이상	220 (14.2)
신 률 %	1	2
경 도 HB 30	200 / 250	130/180
피로한계 N/mm^2 ($ton \cdot f/in^2$)	± 200 (± 12.9)	± 160 (± 10.4)
탄성계수 (E) N/mm^2 ($lb \cdot f/in^2$) $\times 10^6$	165,000 (23.9)	162,000 (23.5)
압축강도 N/mm^2 ($ton \cdot f/in^2$)	600 (38.9)	500 (32.4)
프와송비	0.28	0.28
열팽창계수 (20~500°C) /°C	13×10^{-6}	11×10^{-6}
밀도 (20°C) kg/dm^3	7.1	7.0
충격강도 Joules Kpm/cm		10 1
열전도률 $Watts/m^2C$		
100°C	40	47
200°C	43	49
300°C	41	45
400°C	39	41
500°C	36	37

5. 結 論

유럽에서 年間 250,000 ton의 球狀黑鉛鑄鐵을 Meehanite 法에 의하여 生産되고 있다. 따라서 球狀黑鉛鑄鐵과 C.V. 黑鉛鑄鐵의 사용량이 增加 될 것으로 예상됨에 따라 항상 새로운 方法을 開發하고 있는 Meehanite 法에 대한 活用은 증대될 것이다.

이상과 같이 Meehanite 法에 의한 球狀黑鉛鑄鐵과 C.V. 黑鉛鑄鐵의 製造에 대하여 간단히 說明되었으나 參考가 되기를 바란다.

海 外 寄 贈 圖 書 案 內

日本綜合鑄物	(日本綜合鑄物 center)	84.1,2 월호
鑄物	(日本鑄物協會)	84.1,2 월호
鑄工	(중화민국 구조학회)	83.12 월호
FUNDICAO	(브라질 주물인 협회)	83.11 월호
LA FOUNDERIE BELGE DE BELGISCHE GIETERIJ	(벨기에 주물인 협회)	83.12 월호
HOMES FONDERIE	(불란서 주물인 협회)	83.12 월호