

Shell Mould法에 의한 CV黑鉛鑄鐵製造의 現場管理

金 成 燮*

I. 머릿말

CV흑연주철은 고급편상흑연주철과 구상흑연주철의 중간성질을 띄우고 있다. 기계적성질은 구상흑연주철에 가깝고 열적 성질은 회주철에 가깝다. 더욱이 주조성이 좋아 얇은 주물에 유리하고 Shrinkage 발생경향은 구상흑연주철에 비하여 극히 적기 때문에 회수율이 좋다. 특히 흑연의 모양은 길이가 짧고 폭이 넓고 끝부분이 둥근 벌레 모양을 나타내고 있다. 폐사에서는 1978년부터 Diesel Engine用 Cylinder Block을 CV鑄鐵로 製造하므로써 熱處理를 하지 않고도 加工性を 向上시키고 회수율을 向上시키고 있다. 폐사의 CV鑄鐵製造工程과 施行上 發生하기 쉬운 缺陷에 대하여 記述하고자 한다.

우선 CV鑄鐵의 特性을 간추려 보면 다음과 같다.

(1) 熱傳導部

球狀黑鉛鑄鐵과 普通鑄鐵사이 에 있지만 보통주철에 가깝다.

(2) 減衰能

球狀黑鉛鑄鐵보다 우수하지만 GC 25級 普通鑄鐵의 2/3程度다.

(3) 疲勞強度

Ferrite 基地組織을 比較할 때 球狀黑鉛鑄鐵의 80%程度다.

(4) 機械的 性質

引張強度는 Ferrite基地의 것으로 30kg/mm² 부터 Pearlite基地의 것으로 最大 60kg/mm² 이다.

Elongation 은 Ferrite基地의 것이 5~10%, Pearlite基地의 것이 2~8%이다.

(5) 被削性

선반가공에 있어서 刃物의 프랑크面の 마모를 比較한 結果 Ferrite化 아니링한 구상흑연주철시료와 同程度의 마모를 나타내기 때문에 CV黑鉛鑄鐵은 GCD

40級의 球狀黑鉛鑄鐵과 同等의 被削性을 갖고 있다고 생각된다.

(6) 鑄造性

CV주철은 GC 25級의 보통주철과 同等의 鑄造性을 갖고 있다.

이와같이 물리적, 기계적 및 주조성이 우수하기 때문에 CV흑연주철을 安定하게 製造하는 것은 工業的으로 큰 利點이 있다고 본다.

특히 自動車製造部門에서 구상흑연주철이 많이 사용되고 있지만 強度面에 있어서는 實際使用上 많은 餘裕가 있어 반드시 구상흑연주철을 쓰지 않아도 될 때도 GC 25 정도의 사이에 적당한 회주철이 없기 때문에 할 수 없이 구상흑연주철을 사용하는 部品도 많다. 그러나 CV흑연주철이 개발되므로 해서 이런 점이 많이 해소되었고 따라서 Diesel Engine用 Cylinder Block같은 材質에 適用하므로써 成功的으로 그 特徵을 인정받고 있는 것이다.

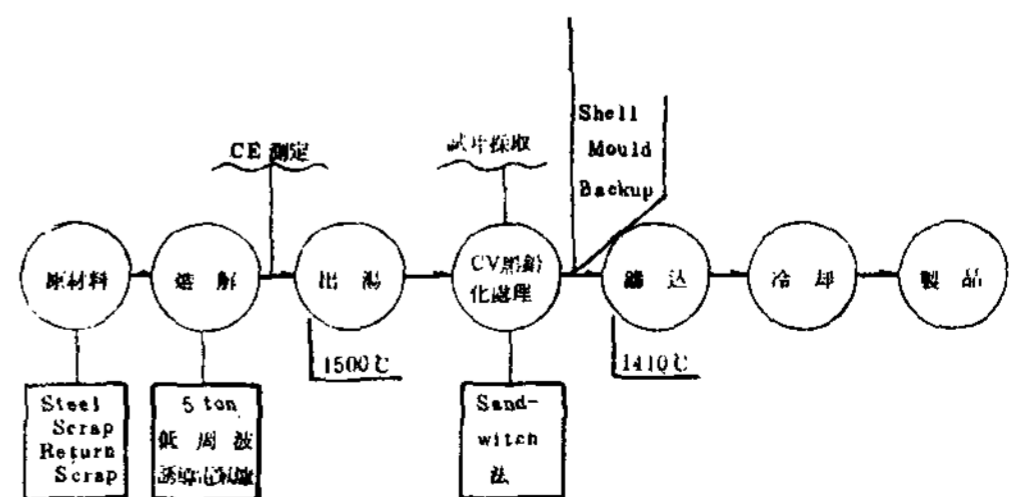
II. CV黑鉛鑄鐵의 製造

製造方法은

- (1) 希土類元素를 添加하는 方法
- (2) Mg-Ti系 合金을 添加하는 方法
- (3) Mg 合金을 少量 添加하는 方法등이 있으나 폐사에서는 Fe-Si-Mg 合金을 少量添加하여 Shell Mould에 주입제조하는 方法을 설명하기로 하겠다.

1. 鑄造方法

가. 鑄造工程



* 起亞産業(株) 鑄造部長

나. 球狀化處理

표 1. 구상화 처리방법

球狀化劑	Fe-Si-Mg	45-45-5%	Rare earth metal약간함유
添加量	400kg Ladle에 대하여	0.44%	
處理方法	Sandwich 法		
處理溫度	1500℃		
鑄込溫度	1410℃		

나-1 Ladle

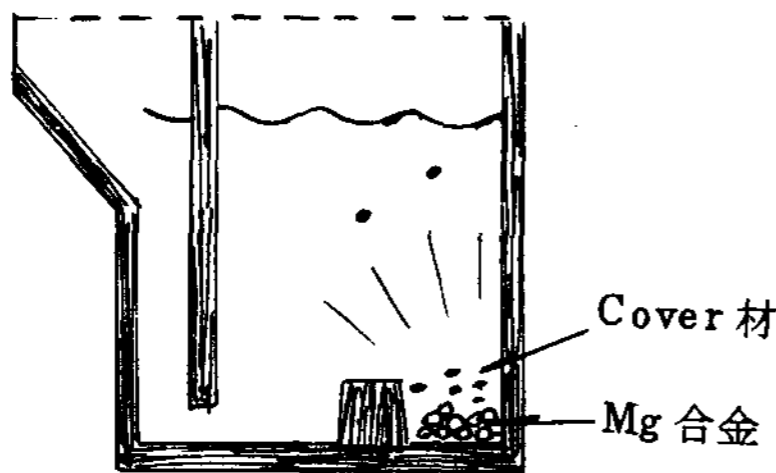


그림 1. 處理 Ladle 形狀

(1) Ladle의 모양

높이와 직경의 관계는 l/d 이며 回收率面에서 考慮할 때 1.5~2.0이 바람직하다.

(2) Pocket 모양과 反應

Pocket 모양은 凹弧型으로 하여 反應이 잘 되도록 凸凹部가 없어야 한다.

나-2 受湯量의 計量

1 Charge 受湯量은 400kg이지만 計量은 Hydro-meter 또는 저울로 精確하게 計量하는데 이때 Mg合金과 용탕과 反應하여 光線이나 白煙이 發生한다. 但, 出湯時에는 熔湯이 Cover材에 직접 떨어지지 않도록 하여야 한다.

나-3 Mg合金의 充填

(1) Pocket內에 편편하게 넣고

(2) Pocket內 Slag가 들어붙지 않도록 할 것.

(3) 充填해서 出湯까지의 時間差가 없도록 할 것.

나-4 Cover材

(1) 여러가지 종류가 있지만 가장 一般적으로 사용하고 있는 것은 Punch Scrap이나 Fin 등이 쓰여지고 있다. Punch Scrap은 40φ이하의 것으로

두께 5mm以下, Fin은 500×40mm이하의 것으로 5mm以下가 좋다.

(2) Cover材의 充填은 그림 2와 같이 함이 좋다.

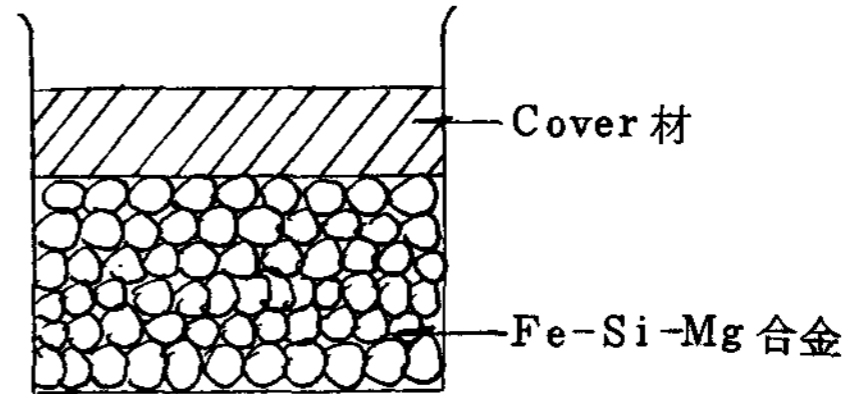


그림 2. Cover材의 Cover 형태

(3) Cover材 添加量과 反應

Cover材는 受湯이 完了될 때 까지는 Mg合金의 反應을 억제하여 受湯完了와 同時에 熔融하고 Mg合金을 誘發한 것이 좋다. 그러나 Mg合金의 円滑한 反應을 促進시키기 위해서는 出湯溫度나 기타의 條件에 따라서 Cover材의 添加量を 加減할 必要가 있다.

相對적으로 Cover材가 적은 경우 受湯初期에 Mg合金이 反應을 始作해서 受湯終了쯤 해서 反應이 커져서 Gage 受湯管理가 어렵고 反對로 Cover材가 너무 많은 경우는 Mg合金 一部 또는 全部가 未反應狀態로 남기 때문에 주의해야 한다.

나-5 Cover材 添加量과 鑄込溫度

10kg 添加에 의해서 약 35℃ 떨어진다.

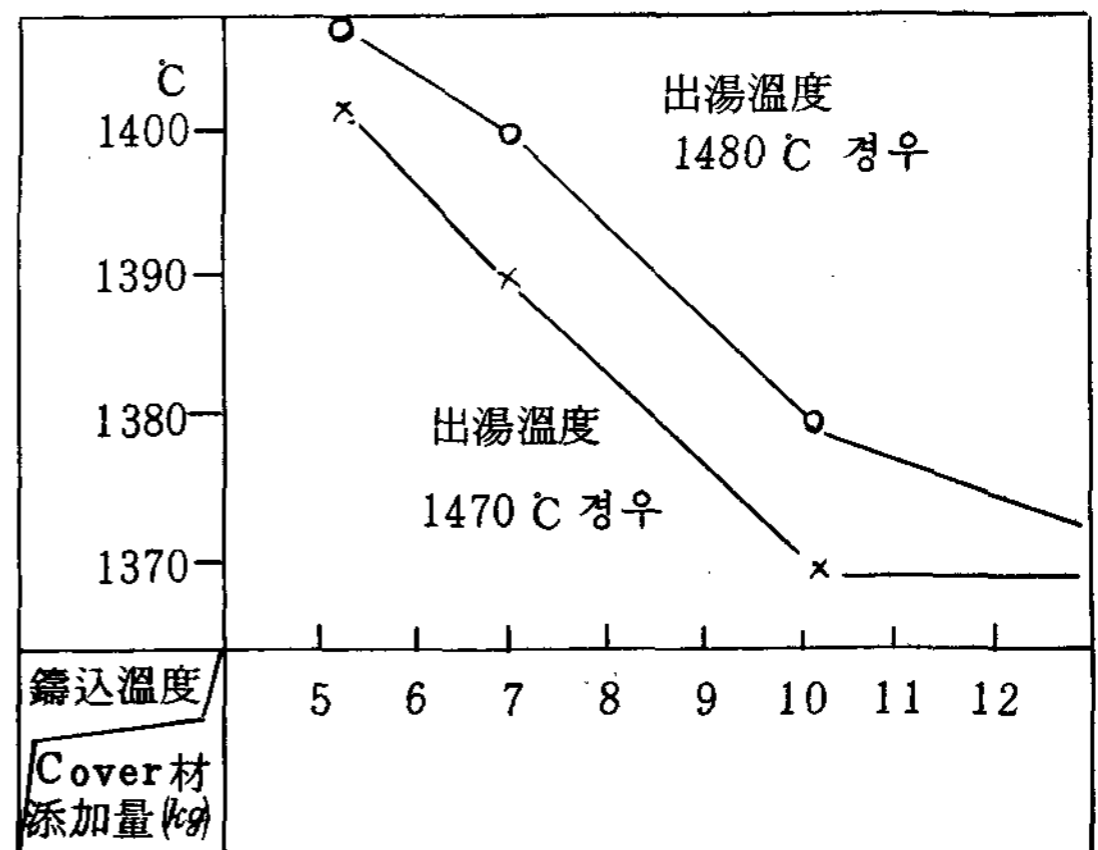


그림 3. Cover材 添加量과 鑄込溫度

나-6 目標化學成分

CV흑연주철제조時 Fe-Si-Mg合金을 사용할 경우는 소량을 添加해서 殘留 Mg을 극히 적은 범위에서 調節할 必要가 있다. 이 때문에 우선 원湯의 安定성이

표 2. 목표화학적 성분

C	Si	Mn	Mg	S	P
3.6 ~ 3.85	2.00 ~ 2.70	0.20 ~ 0.40	0.015 ~ 0.025	0.020 以下	0.015 以下

요구된다. 요구된 원탕의 성질은 As, Ti, Sb, Pb, O, S 등의 저해원소가 적은 것이 필요하다.

상기 저해원소中 As, Ti, Sb, Pb 등은 원재료의 선택에서 해결가능 하지만 O, S 등은 용해조건에 의해서 변동한다.

다. Sandwich 법에 의한鑄込溫도와 C의 低下

주입 온도	GCD 34	
	Plunger 法	S·W法
1420~1425		
1410~1415	x:1384	x:1395
1400~1405		
1390~1395		
1380~1385		
1370~1375		
1360~1365		
1350~1355		

그림 3. { Plunger / Sandwich } 법에 의한鑄込溫度比較

(1)鑄込溫도의 變化

GCD 34에서는 Sandwich 법이 約 10℃鑄込溫度가 높다.

GCD 34 경우는 Cover材 添加量이 적으면 Mg 合金添加量이 적기 때문에 反應이 빨리 끝나기 때문이다.

(1) Sandwich 법 製品의 C의 低下

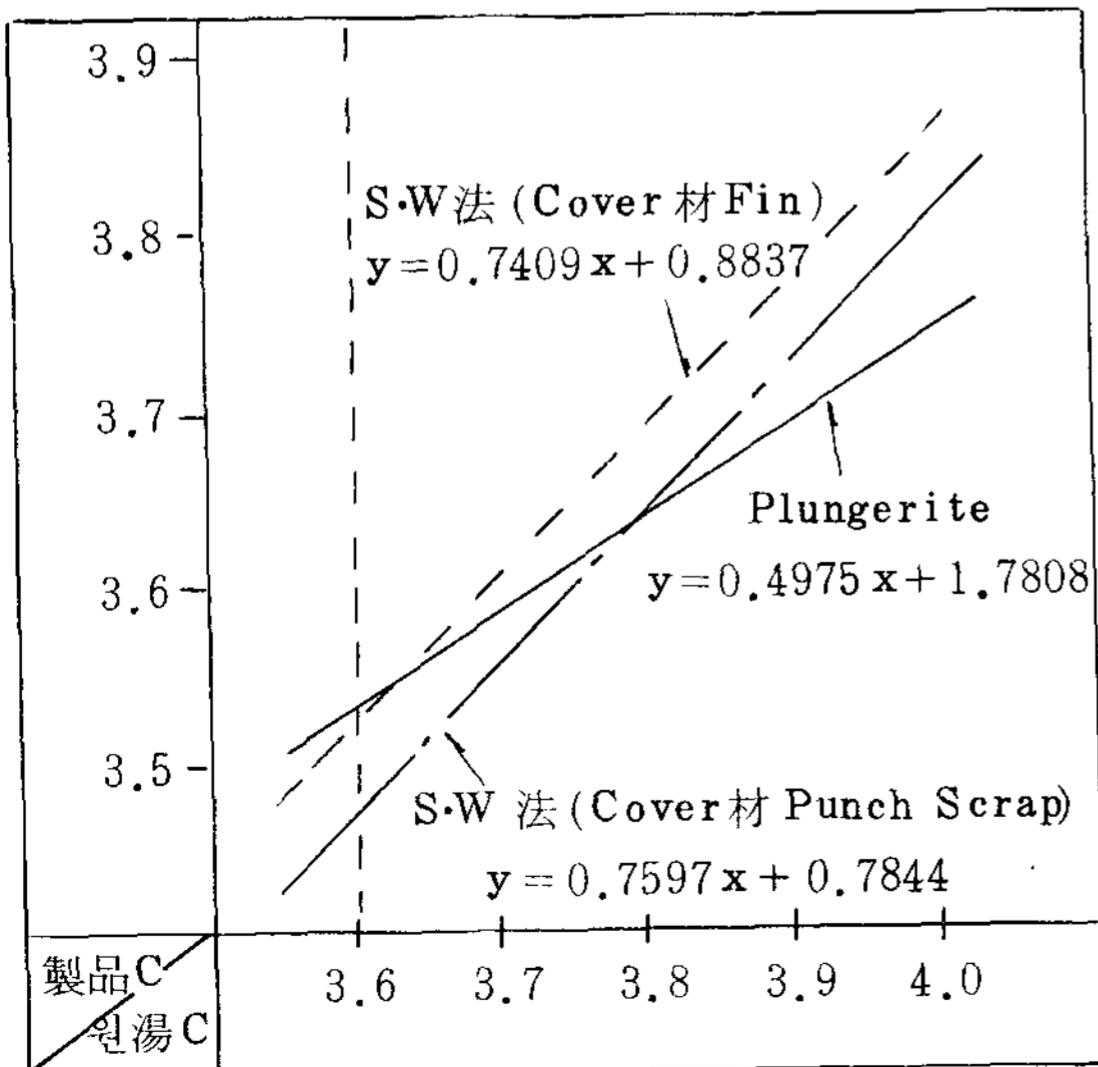


그림 4. 원탕 C(x)와 製品 C(y)와의 相關關係

그림 4와 같이 Plunger 법에서는 回歸直線 $y=0.4975x+1.7808$ 은 S·W法에 比較하면 高C領域에서의 脫炭이 큰 影響을 나타내고 있다. S·W法에 있어서 Cover材에 Fin과 Punch Scrap을 사용한 경우 前者는 0.03%程度 높은 製品C을 얻게 된다. 이 結果 원탕의 C가 낮은 경우 Cover材에는 Return Fin을 사용한다.

라. 원탕 S와 殘留 Mg의 管理基準

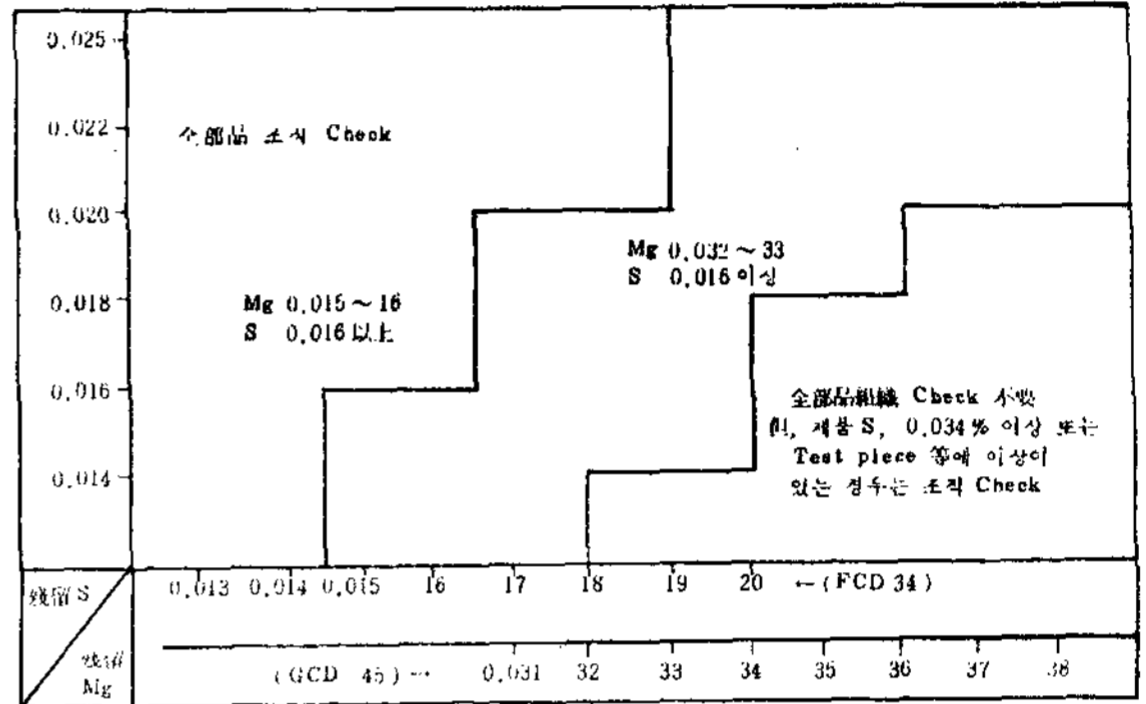
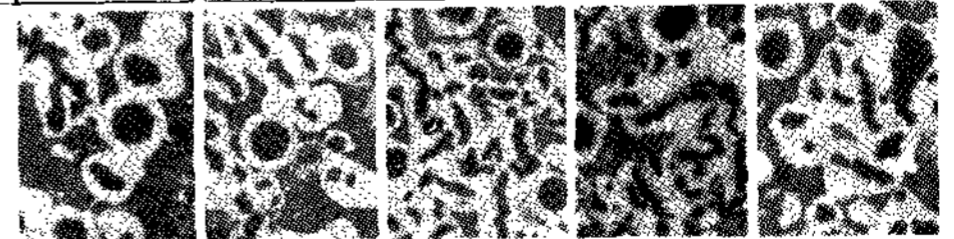


그림 5. 원탕 S와 殘留 Mg의 管理基準

2. 化學成分 및 機械的 性質

표 3. GCD 34 F의 化學成分 및 機械的 性質

lot / 구분	1	2	3	4	5
C	3.73	3.71	3.69	3.65	3.76
Si	2.60	2.34	2.24	2.35	2.46
Mn	0.40	0.34	0.34	0.35	0.36
Mg	0.026	0.024	0.22	0.022	0.024
S	0.016	0.018	0.018	0.018	0.017
引張強度	60	53	49	45.2	53.3
伸 率	5.2	2.9	4.3	4.0	4.1
BHD	3.8	3.9	4.1	4.00	4.05
HV	229	209	200	198	200



Sandwich 법에서 球狀化處理를 行한 Ductile鑄鐵에서 30φBlock을 採取해서 기계적성질을 조사하였다.

그림 6.7.8에 殘留 Mg와 인장강도, 신율, 경도를 나타냈지만 管理基準 內的 殘留 Mg이 있을 때 여러 가지 規格을 滿足시키고 있다.

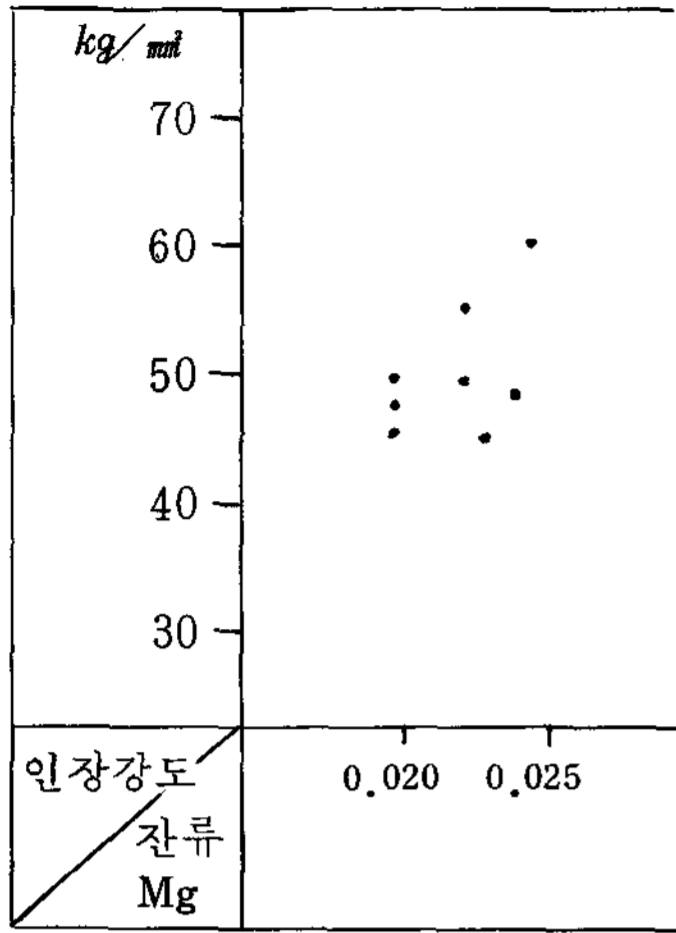


그림 6. S·W法에서 잔류 Mg 과 T·S

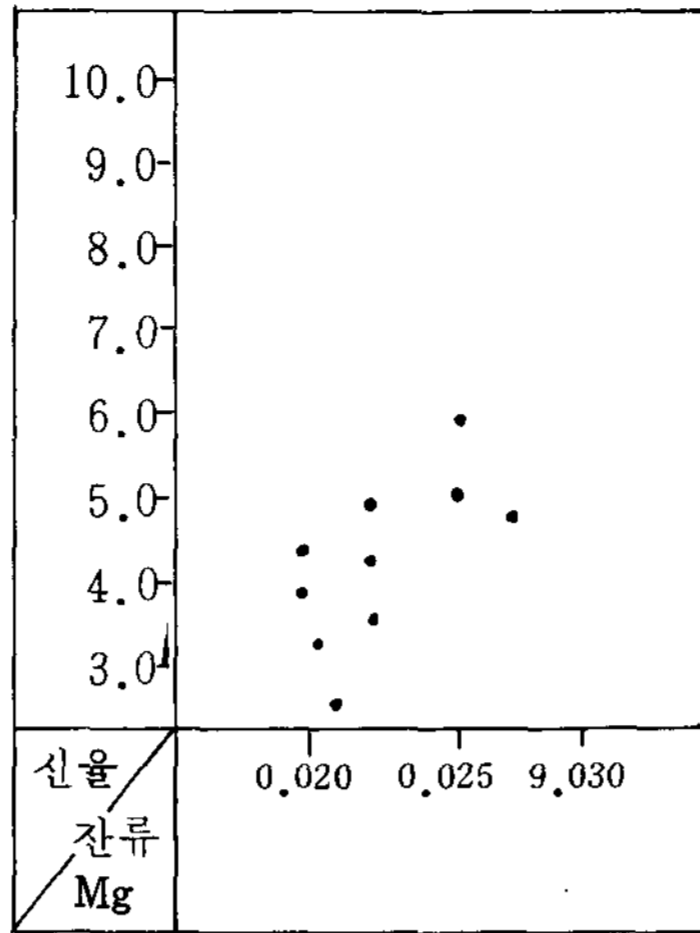


그림 7. 잔류 Mg 과 신율

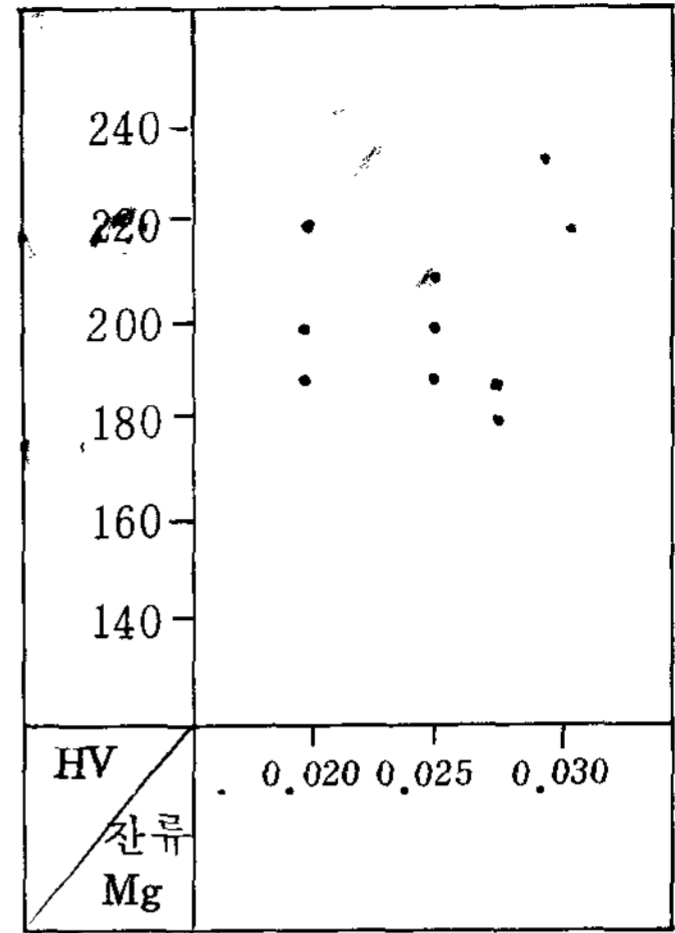


그림 8. 잔류 Mg 과 硬度

GCD 34 F 경우

3. Coated Sand 및 Shell 造型

(1) Coated Sand 管理

표 4. Coated Sand 제조 및 관리기준

硅 砂	慈恩島砂 또는 승봉도砂 AFS FN 70-90
Resin	固形 Tablet Type Resin 添加量 2.2~2.6%
Melting Point	98-101
통 기 도	120
Shell 强度	55~65 kg/cm ²

(2) Shell 造型

표 5. Shell 造型條件

造 型 機	Dump type (主型)
金 型 溫 度	250~270 °C
Coating time	50 秒
Curing time	40 秒

(3) 鑄造方案

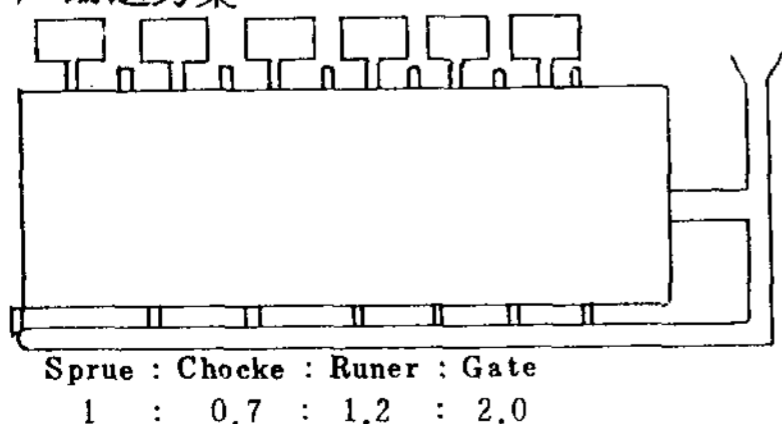


그림 9. Diesel Engine 의 Cylinder Block 의 주조방안

4. 鑄造欠陷

가. 수 축

표 6. 化學成分과 組織에 따른 수축不良 현황

Lot 成分	C	Si	Mn	S	Mg	BHD (10/3,000)	收縮不良率	其 他
A	3.68~3.70	2.65~2.70	0.26~0.28	0.018~0.021	0.033~0.028	4.68	10.5%	Pearlite 10%
B	3.65~3.70	2.65~2.70	0.28	0.018~0.020	0.028~0.026	4.37	5%	Pearlite 50%
C	3.70	2.70	0.25	0.020	0.020~0.023	4.3	0%	Pearlite 60%

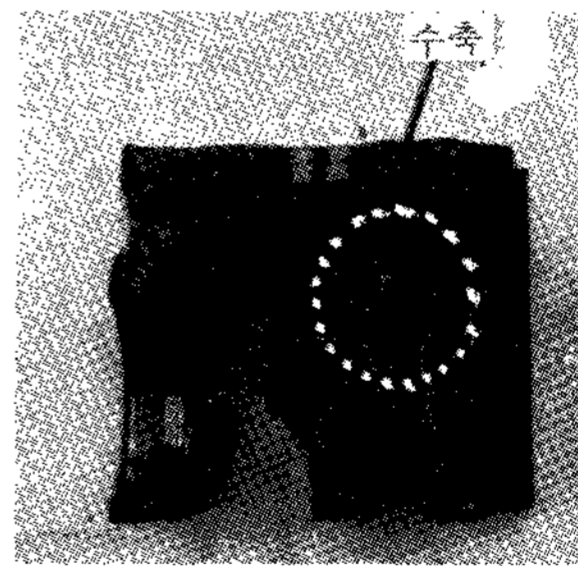


그림 10. 表(6)에 표시된 Alat의 收縮不良品

C 이 3.6% 以下이고 殘留 Mg : 0.028% 以上에서는 Shrinkage 가 發生한다. S는 0.020~0.025% 일 때 殘留 Mg도 같은 比率로 多少 높게 添加하고 반대로 S가 0.011~0.015%로 낮을 때는 그에 따라서 殘留 Mg 량도 적게 添加해야 한다.

특히 GCD 34 F에서 殘留 Mg 과 製品 S와의 관리 기준을 보면 목표잔류 Mg 범위가 0.015%에서 0.025% 사이에 있을 때 回收率 限界는 다음과 같다.

- (1) 殘留 Mg 이 0.014% 以下일 때.
- (2) 잔류 Mg 이 0.015~0.017%에서 製品 S

가 0.021 % 以上

(3) 잔류 Mg 이 0.018~0.019 %에서 製品 S 가 0.026 % 以上이어야 한다.

나. 空壓不良

원湯의 S가 0.027 % 이상이면 一部材質에 共晶黑鉛이 析出하여 材質不良이 나타난다. 特히 GCD 34에 서는 殘留 Mg 이 0.024 % 이상이 되면 Shrinkage 에 주의해야 하고 空壓不良은 0.026 % 이상이 되면 急激히 增加하기 때문에 적어도 0.024 以下로 관리 하지 않으면 안된다. 주입온도는 1410~1430 °C 정도 가 좋고 그 이하가 되면 湯境이 發生한다.

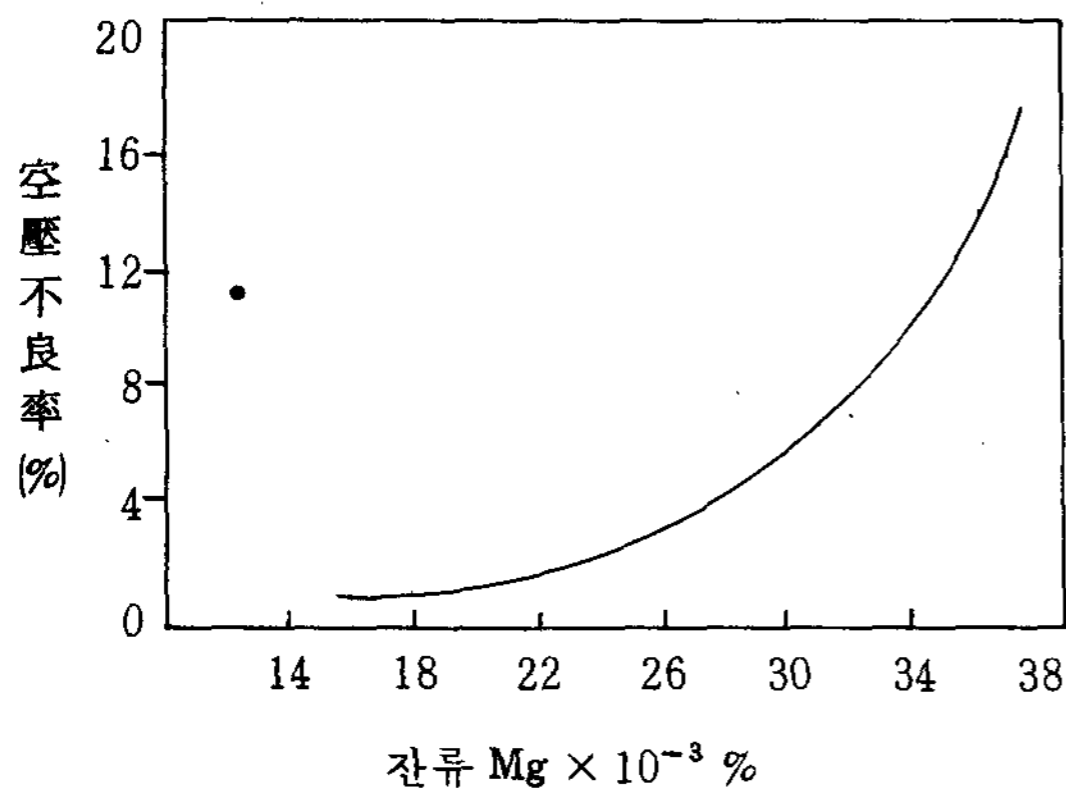


그림 11. Diesel Engine Block의 殘留 Mg과 空壓不良과의 關係

5. CV鑄鐵의 用途

CV鑄鐵은 回收率이 높고 少量의 Mg 合金을 使用하 므로써 經濟的인 工業用材料로 매력있는 것이다.

用途別로 分類하면 다음과 같다.

가. 良好한 鑄造性和 强度의 優秀한 點을 利用한 것.

- (1) Cylinder Block
- (2) Differential Gear
- (3) 油壓 Valve Body

나. 良好한 熱傳導性和 强度의 優秀한 點을 利用한 것.

- (1) Exhaust Manifold
- (2) Cylinder Head (大型 Diesel Engine用)
- (3) Ingot Case

다. 良好한 被削性和 强度가 優秀한 點을 利用한 것.

- (1) Fly Wheel
- (2) Bracket 類
- (3) Mission Housing
- (4) Wheel Hub 類

6. 끝맺음말

引張强度 35~40 kg/cm² 程度의 CV鑄鐵을 얻기 위 하여는 여러가지 方法이 있으나 鑄사에서 적용하고 있는 것은

가. 處理方法은 Sandwich方法으로 하고

나. Cover材는 녹과 기름, 물기 등이 없는 2 t 정도 的 두께로 30 φ 정도 的 Punch Scrap이 좋고

다. 球狀化劑는 20 φ 크기의 Fe-Si-Mg 合金으로 써 低Mg(5%)이 實用性이 있으며

라. CV黑鉛化處理溫度는 1500 °C, 鑄込溫度 1410 °C 정도가 좋으며

마. 殘留 Mg 과 製品 S 含量의 관리기준은 잔류 Mg 이 0.019~0.023 %로써 S는 0.020 % 以內로 管理해 나가는 것이 좋은 것으로 판단된다.

現在 CV黑鉛鑄鐵의 製造法, 品質保證에 있어서 여러가지 方法이 確立되어 있고 또한 여러面으로 그 特徵이 나타나 實用化되고 適用部品도 서서히 增加하고 있다.

지금까지 적용부품은 主로 조직이 Ferrite Matrix 系 쪽의 것이 사용되고 있으나 今後 熱傳導率이 좋은 것, 鑄造性이 좋은 것을 감안하여 Pearlite Matrix 系로 내마모성을 요구하는 製品의 適用이 확대되고 있다.

