

眞空硬化 造型法 (VRH-CO₂ Process)

羅 亨 用

1. 머릿말

이미 개발된 shell mold法이라든가 또는 cold box 法과 같은 造型法은 單一品種의 鑄物을 다량생산 할수 있는 방법으로, 실제로 주물 공장에서 많이 실용화되고 있는 방법이다. 그러나 工作機械, 原子力 機器 및 建設用 機器와 같이 一般産業機械에 쓰이는 鑄物, 즉 多品種 少量生産에 적합한 造型技術은 아직 만족스러운 단계에 이르지 못한것으로 생각된다. 특히 최근에 개발되는 産業機械는 性能이 多樣化됨에 따라 형상이 복잡하고, 치수도 정밀한 鑄物을 요구하게 되었다.

한편 CO₂ 가스 造型法은 鑄物의 少量生産方法으로서, 우리나라에 많이 보급되어 있는 造型法이다. 이 造型法은 鑄型틀에 물유리를 배합한 모래를 충전하고, 常溫에서 CO₂가스를 통과시키면 곧 硬化되는 방법으로서, 어느 工場에서나 간편하게 이용할 수 있는 造型法이다.

그러나 CO₂가스 造型法에는 다음과 같은 결점이 있다.

① 1~2氣壓 정도의 高壓가스를 통과시켜야 되므로, CO₂가스의 손실이 크다.

② 高壓의 CO₂가스는 鑄型내를 통과할때, 비교적 저항이 적은 通路를 따라 통과하기 쉬우므로 CO₂가스가 많이 통과한 부분은 충분히 硬化하였으나, CO₂가스가 잘 통과하지 못한 부분은 硬化不足現象이 나타나기 쉽다. 따라서 균일한 強度와 硬度的 鑄型을 만들지 못한다.

③ 위와 같은 결과로 말미암아, 鑄型에서 模型을 빼어낼때 鑄型이 파손되기 쉬우며, 또 鑄型補修作業으로 말미암아 깨끗한 鑄物表面을 얻지 못한다.

④ CO₂가스 造型法에서는 물유리 사용량이 많기 때문에 鑄型의 崩壞性이 나쁘다.

⑤ 그리고 CO₂가스 사용량이 많게 되므로 硬化時間이 길게 된다.

이러한 CO₂가스 造型法의 결점을 보완하기 위하여 새롭게 고안된 造型法이 眞空·硬化 造型法(VRH-CO₂ Process; Vacuum and Replace Gas Hardening Process) 이라고 하겠다. 즉 VRH法이란 鑄型 砂粒子사이의 공기를 吸入·除去하고 硬化劑인 CO₂가스를 吹入하여 鑄型을 신속하고 균일하게 硬化시키는 방법이다.

2. 眞空硬化裝置

眞空硬化裝置는 鑄型用과 core用으로 구분하여 사용할 수 있다. 그러나 이는 편의상 鑄型의 크기와 물유리 함량에 따라 구별하여 사용한다는 의미에서 구분한 것 뿐이다. 따라서 鑄型이나 core를 함께 眞空硬化裝置에 장입하고 동시에 硬化시킬 수 있다.

일반적으로 眞空硬化裝置에는 200kg~3ton의 鑄型을 넣을 수 있는 氣密室이 있다. 대개 200kg 정도의 鑄型은 40~60초 사이에 硬化시킬 수 있으며, 2~3ton의 鑄型은 5~6분 이내에 硬化시킬 수 있다. 다음 그림 1은 眞空硬化裝置를 개략적으로 나타낸 것이다.

眞空硬化造型裝置에서의 작업공정을 간단히 설명하면 다음과 같다. 즉 氣密室에 硬化시키지 않은 CO₂砂鑄型이나 core box를 장입하고 A콕크를 열어 진공펌프와 연결시키면 氣密室내의 공기압력이 떨어져서 일정한 眞空度에 도달하면 A콕크를 닫고, B콕크를 열어서 CO₂가스를 넣어준다. 일정량의 CO₂가스를 넣은 후, 鑄型이 硬化되면 B콕크를 닫는다.

다음에는 氣密室을 열고 鑄型을 꺼내어 模型을 引拔하고 鑄型을 완성한다.

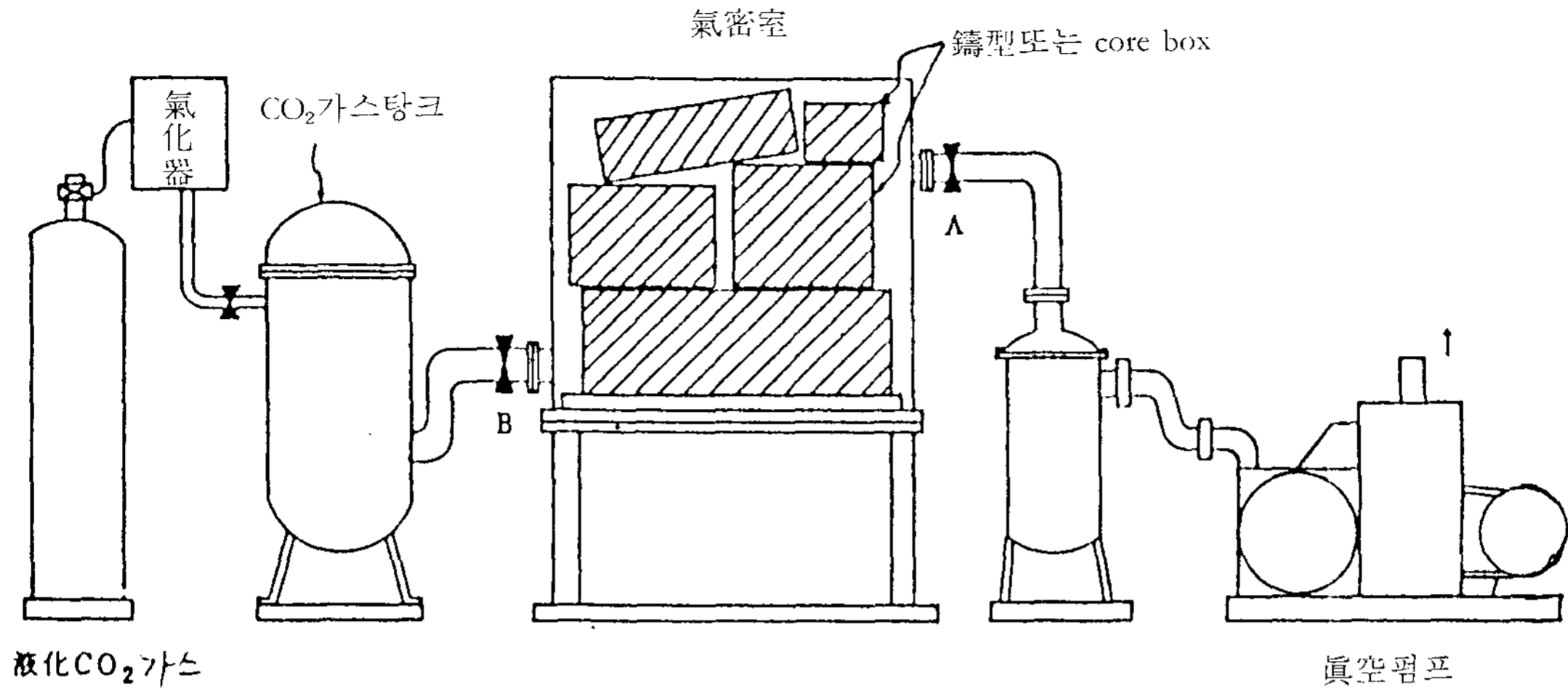


그림 1 眞空硬化造型裝置

3. 종래의 CO₂가스 法과 VRH法の 비교

VRH法 또는 종래의 CO₂가스 造型法으로 제조한鑄型의 성질을 비교하기 위하여 다음과 같은 모래를 사용한 실험결과를 설명하겠다. 표 1은 규사의 입도분포를 나타낸 것이며, 표 2는 규사의 화학조성을 나타낸 것이다.

그리고 그림 2는 위에 표시한 모래에 물유리 3%를 혼합하여 造型한 후, CO₂가스를 각각 10초동안 통과시킨鑄型에서鑄型壓縮強度의 經時變化를 나타낸 것이다.

이 그림에서 알수 있는바와 같이 VRH法으로 만든鑄型이 종래의 CO₂가스鑄型에 비하여鑄型強度가 항상 컸으며, 24시간후에는 40~50kg/cm²의壓縮強度를 나타내고 있다. 그러나 종래의 CO₂가스鑄型에서는 24시간 후의強度가 약 20~40kg/cm²로서, 넓은 범위에 퍼져있으며, 균일한 강도를 나타내지 못하였다.

표 1 矽砂의 입도분포

Mesh No.	14	20	28	35	48	65	100	150	200	270
6号규사			0.6	7.0	17.0	35.0	23.6	13.2	3.0	0.6

표 2 矽砂의 화학조성

組 成	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca O	Mg O	Ig. Loss
%	99.6	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03

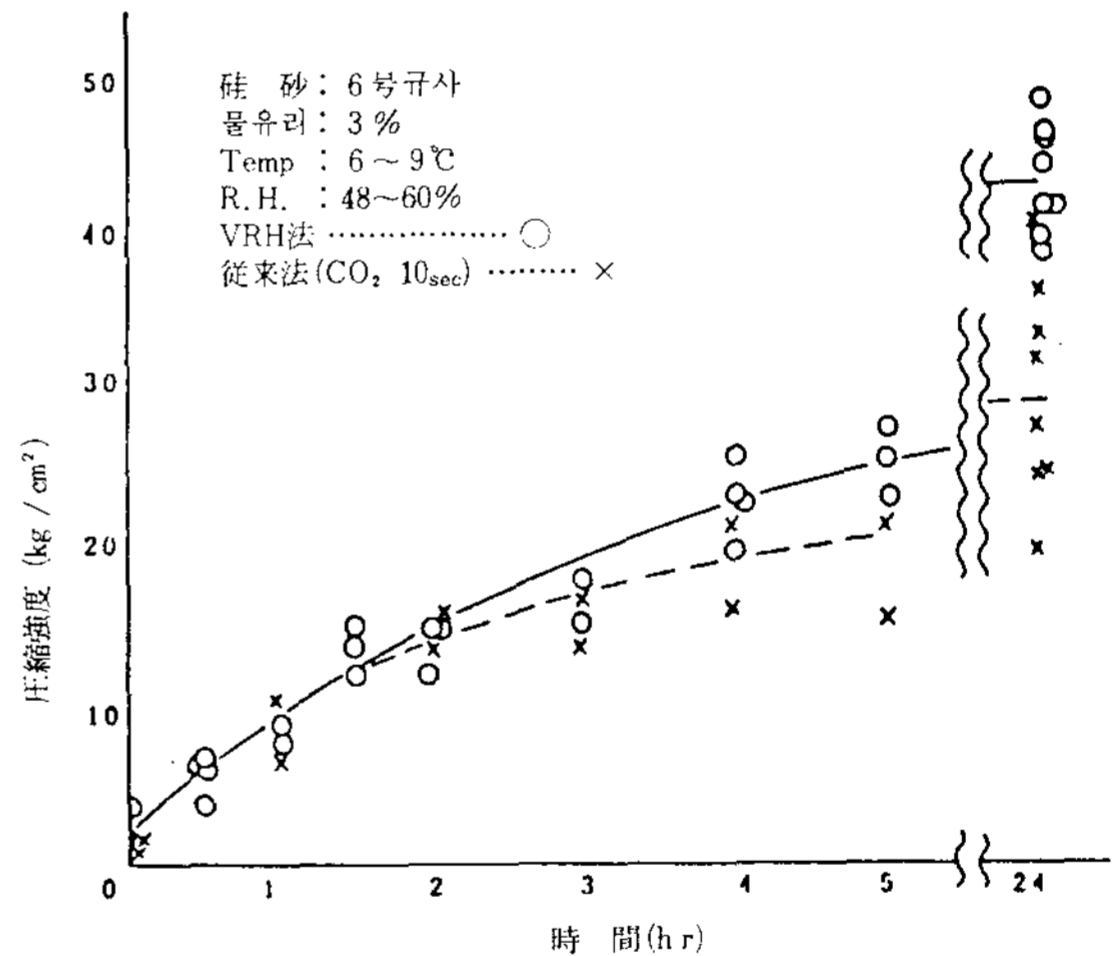


그림 2 VRH-CO₂法과 종래의 CO₂가스 造型法에 의한鑄型의 強度變化

4. VRH法에서의 初期強度와 經時變化

다음 그림3은 물유리 3%를 혼합한鑄物砂를 사용하여 VRH法으로 경화시킨 경우,鑄型의 初期強度와 24시간 후의強度를 나타낸 것이다. 이 그림에서 알수 있는바와 같이 初期強度가 낮은 경우에는 24시간 후의強度가 훨씬 높게 나타났다. 그리고 初期強度가 10kg/cm²정도인 경우에는 24시간 후에도

強度劣化가 별로 나타나지 않았으나, 初期強度를 20kg/cm² 정도로 높일 경우에는 5~6시간만 경과되어도 鑄型強度가 劣化하기 시작하였으며, 24시간 후에는 5~10kg/cm² 정도로 매우 낮아지고 있다. 이러한 사실로 미루어 보아, VRH-CO₂法으로 鑄型을 제작할 때에는 初期強度를 낮게 하여 模型의 引拔을 쉽게 하고, 經時效果를 얻는것이 훨씬 유리한 방법이라고 하겠다.

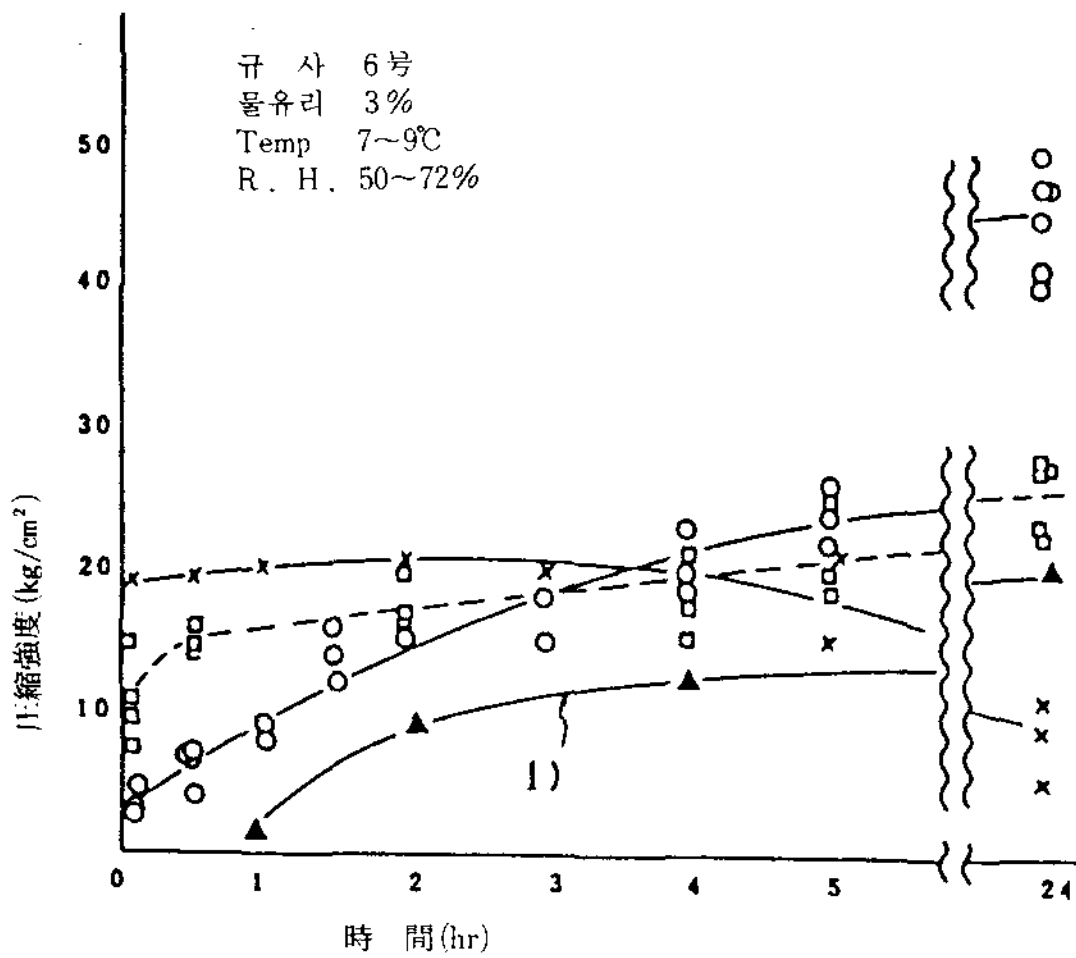


그림 3 VRH-CO₂法에서의 初期強度와 經時變化의 例(물유리 3%)

다음 그림 4는 동일한 모래에 물유리를 2.5% 혼합한 경우로서, 물유리를 3% 첨가할 경우와 거의 비슷한 경시효과를 나타내고 있다. 그러나 시간의 경과에 따라 強度上昇率이 느리다는 것과 24시간후의 최대강도가 30kg/cm² 정도로서 비교적 낮다는 것을 알 수 있다.

다음 그림 5에 經過日數에 따른 鑄型の 壓縮強度變化를 나타내었다. 즉 VRH-CO₂法과 종래의 CO₂가스法으로 만든 鑄型을 30일간 대기중에 방치하면서 壓縮強度를 각각 측정된 결과이다. 이 그림에서 알 수 있는바와 같이 종래의 CO₂가스 鑄型은 2日間이상 방치하면 強度가 나빠지기 시작하여, 약 2週日間 이후에는 2~3kg/cm² 정도로 낮아지고 있다. 그러나 VRH-CO₂法으로 만든 鑄型은 30日間 방치하더라도 25~35kg/cm² 정도의 壓縮強度를 나타내고 있어, 鑄型的 貯藏性이 우수함을 알 수 있다.

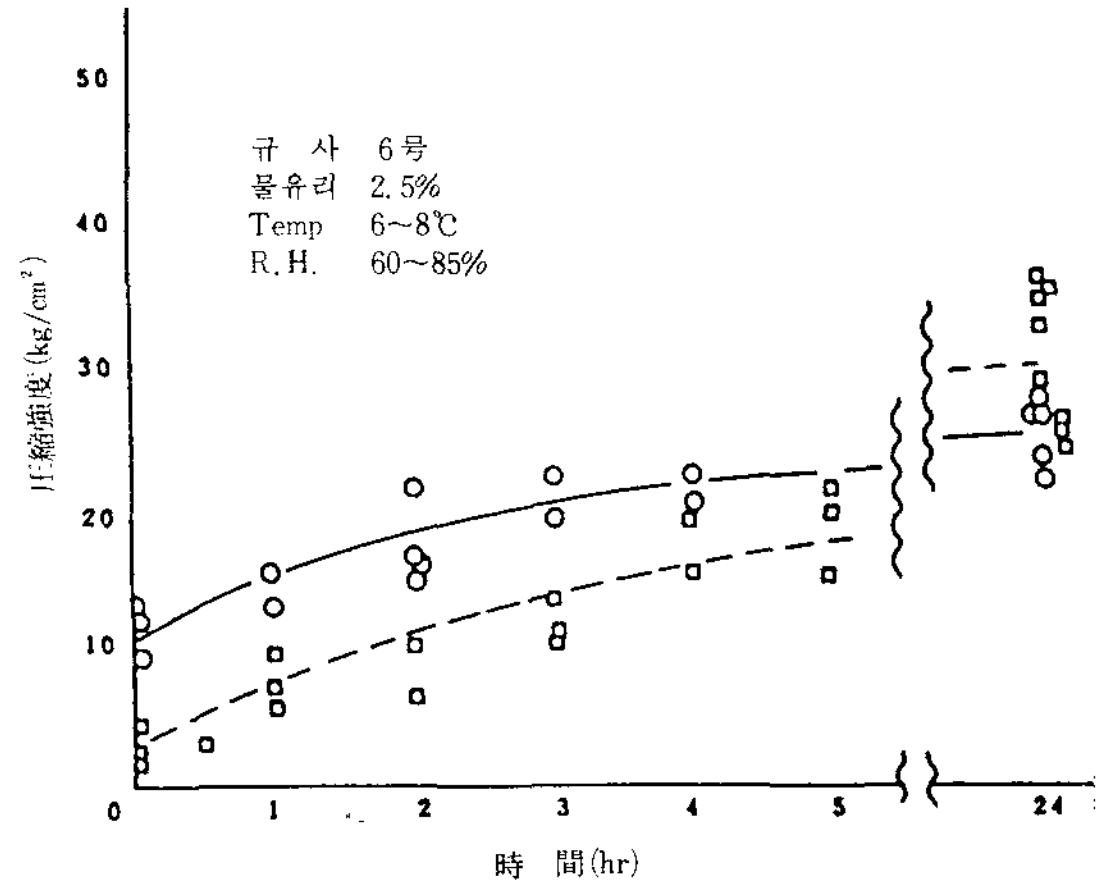


그림 4 VRH-CO₂法에서의 初期強度와 經時變化의 例(물유리 2.5%)

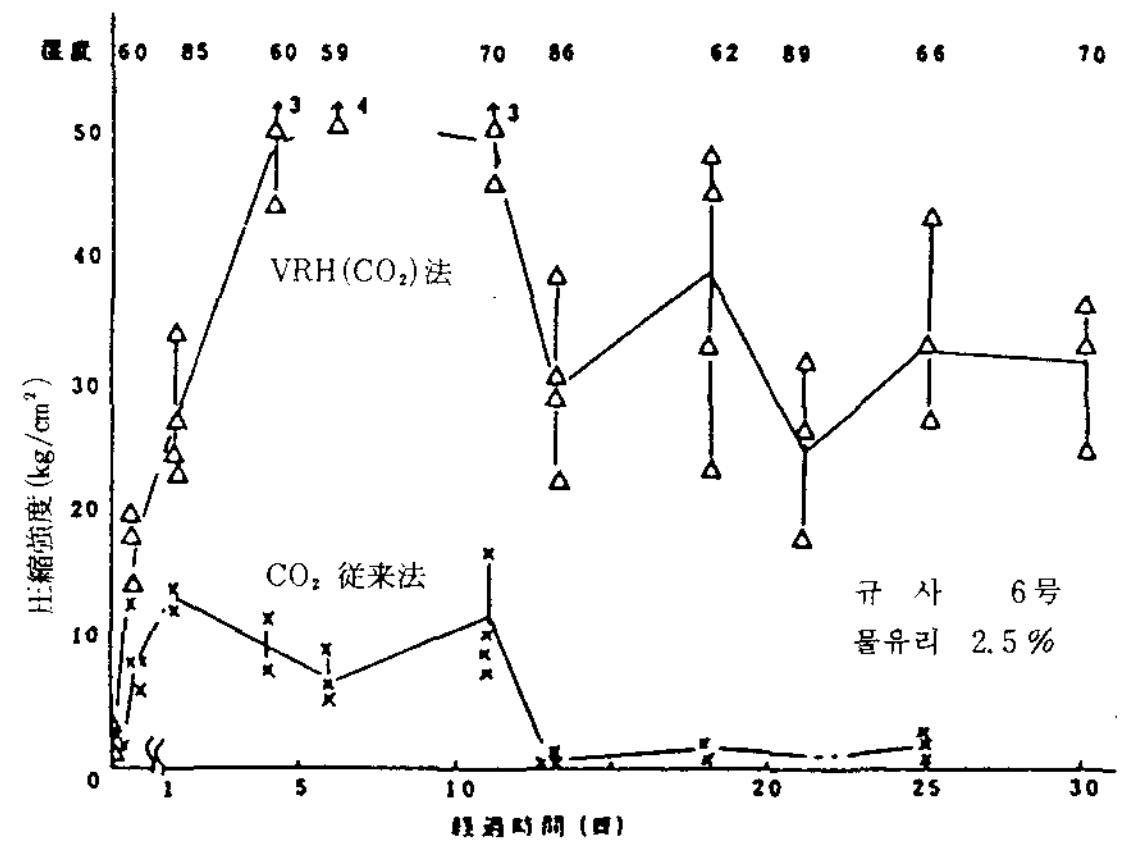


그림 5 VRH-CO₂法과 종래의 CO₂가스法에서의 經時變化

5. 물유리 使用量과 硬化狀態

鑄型틀에 주물사를 넣고, 겉보기 비중이 약 1.5% 정도가 될 수 있도록 잘 다지면, 鑄型틀 속에 있는 鑄物砂 사이의 空隙率은 약 30% 정도라고 한다. 이러한 鑄型에 2氣壓의 CO₂가스를 통과시키면, 空隙 내에서 抵抗이 적은 곳, 즉 통과하기 쉬운 길을 따라 CO₂가스가 통과할 것이다. 그러나 抵抗이 큰 곳, 즉 CO₂가스 通路로부터 먼 곳에는 CO₂가스가 통과

하지 못하여, 未硬化狀態로 남게 된다.

따라서 鑄型을 전체적인 면에서 검토해볼 때, CO₂ 가스 通路부근에서는 過硬化現象을 나타낼 것이며, CO₂가스 通路로 부터 떨어진 부분은 未硬化狀態로 남게 될것이다. 이런 의미에서 종래의 CO₂가스 造型法에서는 균일한 強度를 가진 鑄型을 만들 수 없으므로, 몰유리를 5~6%정도 첨가하게 된다.

한편 VRH-CO₂법에서는 鑄物砂 사이(空隙)에 있던 공기를 제거하여 眞空狀態로 만든 후, CO₂가스를 공급하므로 순간적으로 鑄型이 균일하게 경화할 것이다. 따라서 그림 2, 그림 3 및 그림 4에서 확인할 수 있었던바와 같이 몰유리를 2.5~3%정도 사용하더라도 종래의 CO₂가스 鑄型보다 큰 強度를 나타내었으며, CO₂가스 사용량도 조절할 수 있어 過硬化現象이 나타나지 않게 되며, 또한 CO₂가스 사용량도 줄일 수 있다.

몰유리를 粘結劑로 사용한 鑄型을, 大氣중에 방치하면, 일반적으로 공기중의 CO₂와 反應하여 서서히 硬化한다. 그러나 大氣중의 수분이나, 또는 CO₂ 가스 鑄型 주위의 수분으로 말미암아 CO₂가스 鑄型이 吸濕하면 強度가 떨어진다. 그리고 몰유리를 사용한 鑄型을 加熱 또는 CO₂가스로 硬化시키지 않고, 眞空處理만 하더라도 몰유리가 脫水되어 약 30 kg/cm² 정도의 強度를 나타낸다. 또 CO₂가스를 많이 통과시켜 強度가 큰 鑄型을 얻었을지라도, 역시 吸濕하게 되면 劣化한다.

그러나 그림 5는 이미 설명한 바와같이 初期強度를 똑같이 한 경우, 종래의 CO₂가스 法과 VRH-CO₂法에서의 經時效果를 검토한 결과로서, VRH-CO₂法の 經時效果가 훨씬 우수하다. 따라서 몰유리를 사용한 鑄型에서는 균일하게 硬化시킨다는 것이 가장 중요한 사항임을 알수 있다.

6. 끝맺는 말

이상 설명한 VRH-CO₂法은 개발된지 불과 몇년이 경과되지 않았으나, 현재 우리나라에서도 이 造型法이 實用되고 있다. 특히 鑄鋼, 特殊鋼, 및 鑄鐵 鑄物用 鑄型뿐만 아니라, 非鐵合金鑄物用 core의 제작에도 시도되고 있는 방법이다.

다음에 이 造型法の 長點을 설명하고 끝맺으려고 한다.

① 종래의 CO₂가스 造型法에서는 작업자가 각각 鑄型을 제작하였으나, VRH-CO₂法에서는 連續作業方式으로 鑄型을 제작할 수 있으며, 균일한 성질의 鑄型을 얻을 수 있다. 그리고 鑄型한 후, 2~4시간이 내에 熔湯을 주입할 수 있어 生産性이 높다.

② 鑄型의 破損이 적으므로 補修時間이 단축된다.

③ 몰유리 使用量이 2.5~3.0%정도이므로 鑄物砂의 流動性이 좋고, 充填性이 향상되어 鑄型壁 移動現象(swell現狀)이 적게 나타난다.

④ CO₂가스의 使用量이 종래의 CO₂가스 鑄型의 경우보다 약 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{20}$ 정도로 감소된다. 따라서 CO₂가스 吸入시간이 훨씬 단축될 수 있다.

⑤ 鑄型중의 水分殘留量이 적기 때문에 水分에 의한 鑄物欠陷이 약 $\frac{1}{5}$ 정도로 감소된다. 그리고 鑄物표면도 깨끗하게 된다.

⑥ 鑄物砂의 崩壞性이 良好하여, 鑄物 脫砂作業이 용이하며, 矽砂의 回收率이 80~90% 정도로 향상된다.

⑦ 既存의 模型을 그대로 사용할 수 있다.

⑧ 여러개의 鑄型을 동시에 硬化시킬 수 있다.

(註: 以上の 資料는 株式會社 그-에-에서 인용한 것임)