

技術解説

CO₂형의 CO₂ gas 절감

金 奉 玩*

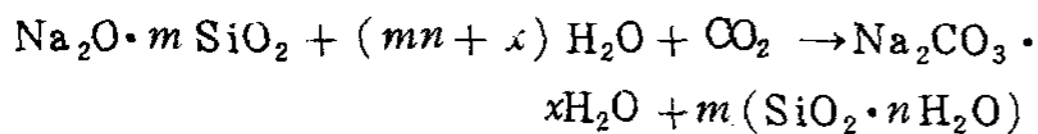
CO₂ 주형은 1940년대 후반에 Europe 제국에서 이용된 이래 각종 주물주조에 있어서 세계 각국에서 널리 이용하게 되었다. CO₂형이 가지는 여러가지 장점으로 최근 그 이용범위가 크게 신장되었다.

- 장점 : 1. 전조가 불필요하므로 간단신속하게 조형가능
 2. 강도가 높아 core 의 보강재 감소가능
 3. 전조시 변형의 염려가 없다.
 4. 주조품의 정밀도가 높다.
 5. gas 발생이 적어 주조결함 감소
 6. 주조공장 작업면적 감소

- 단점 : 1. 목형의 빼기 구배가 커야 한다.
 2. 잔류강도가 높아 탈사성이 나쁘다.

* CO₂형의 경화원리

규사에 규산소다 용액을 4~6% 첨가, 혼련후 보통의 주형과 같이 조형하여 성형후 CO₂ Gas 를 취입하면 모래입자 표면에 부착한 규산소다가 경화반응을 일으켜 주형은 충분한 강도를 갖게 된다.



- m : 규산소다 mole 비
 n : 규산소다의 함수량
 x : 탄산소다의 결정수 함수량

위식의 반응으로 silica gel 과 탄산소다가 생성되며 이 때의 silica gel 은 강한 결합력을 갖는 것으로 모래입자를 피복하고 있기 때문에 강한 CO₂ 형을 얻을 수 있다. 그러나 단순히 이론만에 의하여 CO₂ 형이 경화하는 것은 아니다. 즉 CO₂ 형의 경화기구는 일차 silica gel 의 형성, 미반응 규산소다의 탈수 및 silica gel 의 탈수 등으로 설명할 수 있다.

* CO₂형의 gas 소모

각 중량비의 규산소다는 Na₂CO₃ 반응을 완료하기

위한 CO₂의 이론량을 가진다. 그러나, 여러가지 초기 경화정도를 얻기 위한 CO₂의 량은 이론치를 상회하는 것이 사실이다.

이론 요구량 이상의 여러가지 gas 취입비율에 대한 중량비를 규산소다의 배합비에 대하여 계산하였다.

*계산예 : 규 사 500 gr

규산소다 (258 비) 3.25 %
 CO₂ 중량 (이론치의 7배) 1.86 × 5
 = 9.3 gr

따라서 gas 유량 20/min (25°C, 760mm Hg) 35.9 gr/min

$$\frac{9.3 \text{ gr}}{35.9 \text{ gr}} = 0.26 \text{ min (15.6 sec) } \dots\dots$$

취입시간

gas 유량 7/min (25°C, 760 mm Hg)

$$\frac{9.3 \text{ gr}}{12.6 \text{ gr}} = 0.74 \text{ min (44.2 sec)}$$

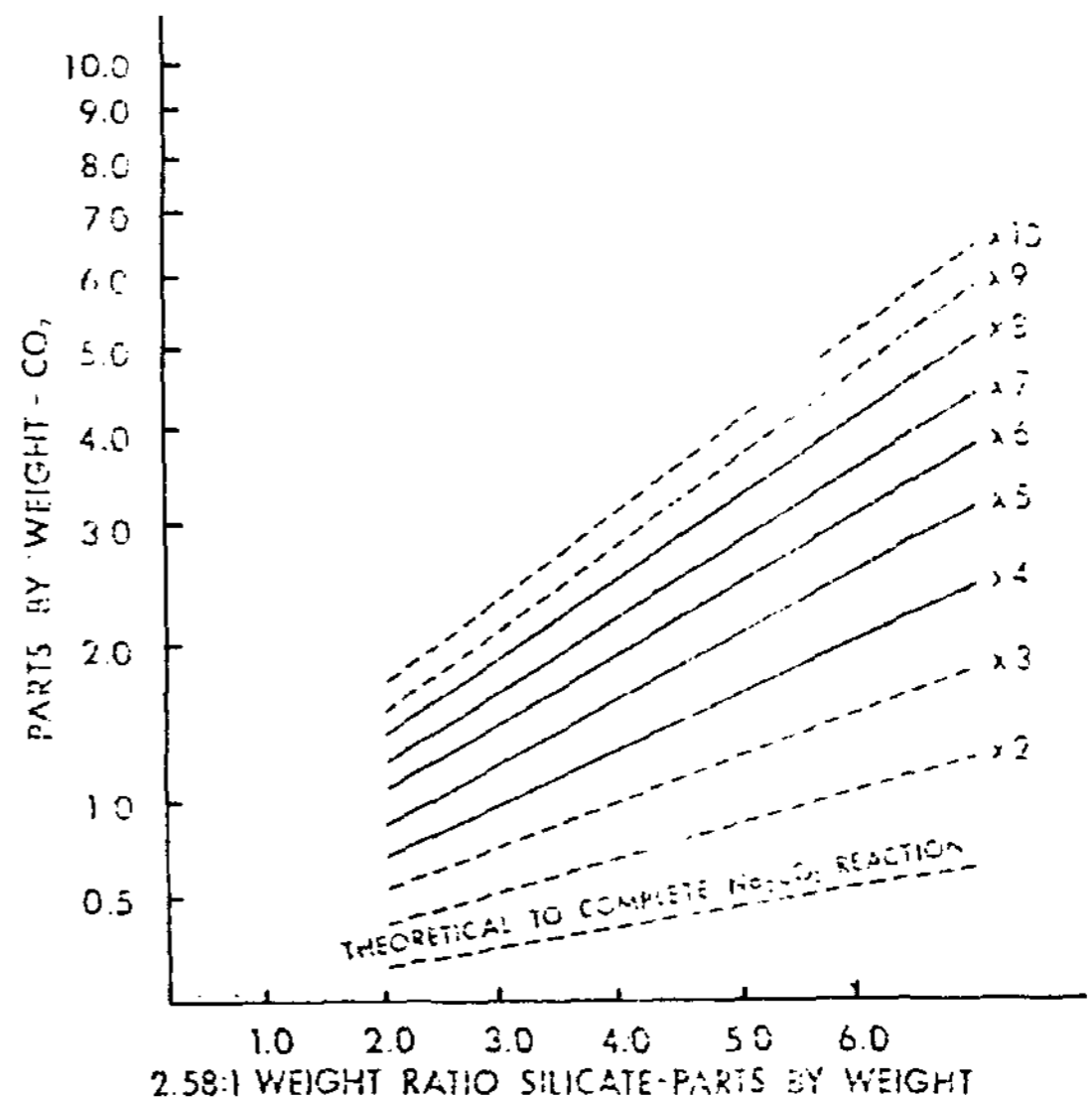


그림 3. Parts by weight CO₂ at various gassing ratios for a 2.58:1 weight ratio sodium silicate

* 중소기업진흥공단 연수원 차장

표 2 A Grams Per Minute CO₂ at Various Flow Rates, Temperatures and Atmospheric Pressures

C	2.5 LITERS / MIN FLOW ATMOSPHERIC PRESSURE mm Hg			5.0 LITERS / MIN FLOW ATMOSPHERIC PRESSURE mm Hg			100 LITERS / MIN, FLOW ATMOSPHERIC PRESSURE mm Hg			20 L / MIN FLOW AT 760 mm Hg	30 L / MIN FLOW AT 760 mm Hg	40 L / MIN FLOW AT 760 mm Hg	50 L / MIN FLOW AT 760 mm Hg	100 L / MIN FLOW AT 760 mm Hg	F
	730	760	790	730	760	790	730	760	790	mm Hg	mm Hg	mm Hg	mm Hg	mm Hg	
	5	4.62	4.81	5.01	9.23	9.63	10.01	18.5	19.3	20.0	38.5	57.8	77.0	96.3	
10	4.54	4.73	4.92	9.08	9.46	9.84	18.2	18.9	19.7	37.8	56.7	76.6	94.6	189.2	50
15	4.46	4.65	4.83	8.93	9.29	9.66	17.9	18.6	19.3	37.2	55.7	74.3	92.9	185.8	59
20	4.39	4.57	4.75	8.77	9.13	9.50	17.5	18.3	19.0	36.5	54.8	73.0	91.8	182.6	68
25	4.31	4.49	4.67	8.63	8.98	9.34	17.3	18.0	18.7	35.9	53.9	71.8	89.8	179.6	77
30	4.24	4.42	4.59	8.48	8.83	9.19	17.0	17.7	18.4	35.3	53.0	70.6	88.3	176.6	86
35	4.17	4.34	4.52	8.34	8.69	9.03	16.7	17.4	18.1	34.7	52.1	69.5	86.9	173.8	95
40	4.11	4.27	4.44	8.21	8.55	8.89	16.4	17.1	17.8	34.2	51.3	68.4	85.5	171.0	104
45	4.04	4.21	4.38	8.09	8.42	8.75	16.2	16.9	17.5	33.7	50.5	67.3	84.2	168.4	113
50	3.98	4.14	4.31	7.96	8.29	8.62	15.9	16.6	17.2	33.1	49.7	66.3	82.9	165.8	122
55	3.92	4.08	4.24	7.84	8.16	8.49	15.7	16.3	17.0	32.6	49.0	65.3	81.6	163.2	131
60	3.86	4.02	4.18	7.72	8.04	8.36	15.4	16.1	16.7	32.1	48.2	64.3	80.4	160.8	140
65	3.80	3.96	4.12	7.61	7.92	8.23	15.2	15.8	16.5	31.7	47.5	63.3	79.2	158.4	149
70	3.75	3.90	4.06	7.50	7.81	8.12	15.0	15.6	16.2	31.2	46.8	62.4	78.1	156.2	158
80	3.69	3.85	4.00	7.39	7.70	8.00	14.8	15.4	16.0	30.8	46.2	61.6	77.0	154.0	176

GASSING RATIO X THEORETICAL FOR 2.58:1 WEIGHT RATIO

X3	5	7	9	11	AT 4.0% 2.58:1 WEIGHT RATIO SILICATE
X3	5	7	9	11	AT 3.5% 2.58:1 WEIGHT RATIO SILICATE
X3	5	7	9	11	AT 3.0% 2.58:1 WEIGHT RATIO SILICATE
X3	5	7	9	11	AT 2.5% 2.58:1 WEIGHT RATIO SILICATE
X3	5	7	9	11	AT 2.0% 2.58:1 WEIGHT RATIO SILICATE

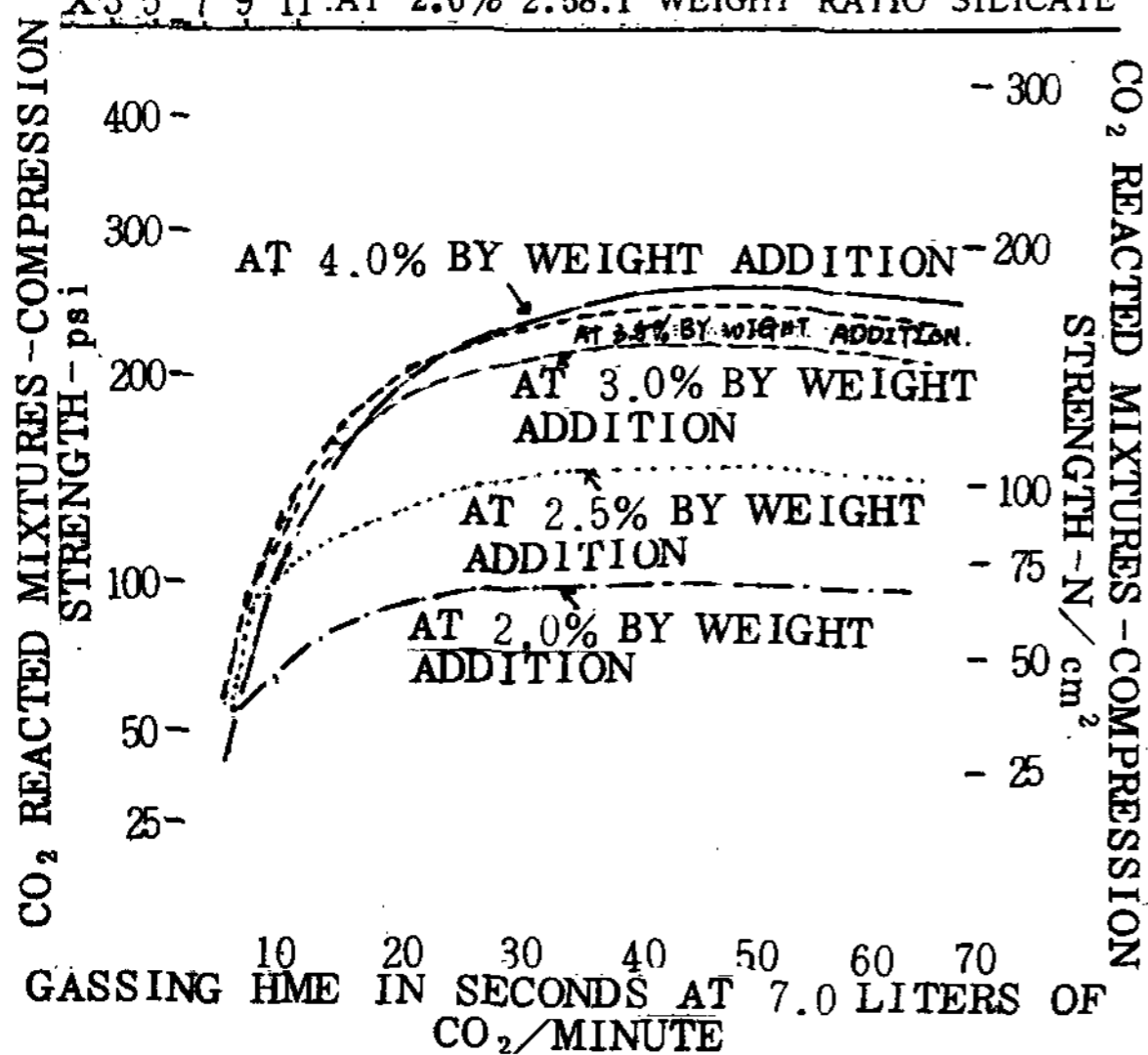
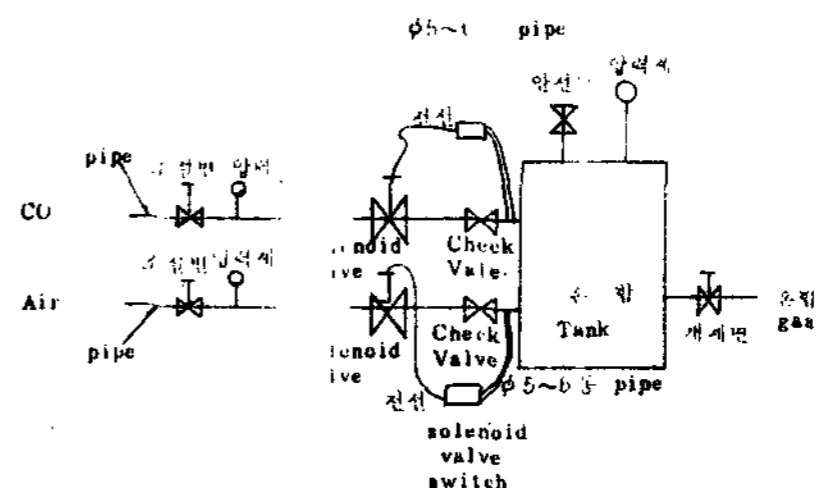


그림 10 CO₂ gassed compression strength at various contained percentages of 2.58:1 weight ratio silicate with various gassing ratios above theoretical

실제 실험에서 이론치의 7배를 취입할 시 3.5% 규산소다의 경우 최고강도를 얻기까지 취입 시간이 40 sec 이 소요되며, 제산치와 대체로 일치한다.

따라서 CO₂ gas 소모량을 이론치의 약 7배 소요됨을 알 수 있다. CO₂ 주형에서 점결제인 규산소다의 경화에 이용되는 CO₂ gas 는 총 소모량의 15%에 불과하고 나머지는 대기중으로 방출하고 있다. 따라서 주형 조형에서 가장 일반적으로 쓰이고 있는 조형법의 하나인 CO₂ 주형에 있어서 CO₂ gas 의 효율적인 사용으로 그 소모량을 낮추고 원가를 절감하는 것은 CO₂ 주형법 개선측면에서 중요한 과제가 되어 왔다.



- ※ 조절弁, 개폐弁.....일반 주도 valve
- pipe 1의 압력 pipe
- ※ CO₂, Air 공히 Regulator 사용

실시방법 : CO₂ 와 공기를 혼합, 사용케 함으로써 생산성이나 주형특성에는 어떠한 이상을 가져오지 않고도 30% 이상의 gas 소모량 절감에 성공함으로써 원가절감에 큰 계기를 마련하였다.

*** 작업방법**

가) 혼합 Tank 는 4 kg/cm에 전될 수 있는 것으로서 400 ℓ 용량으로 한다.

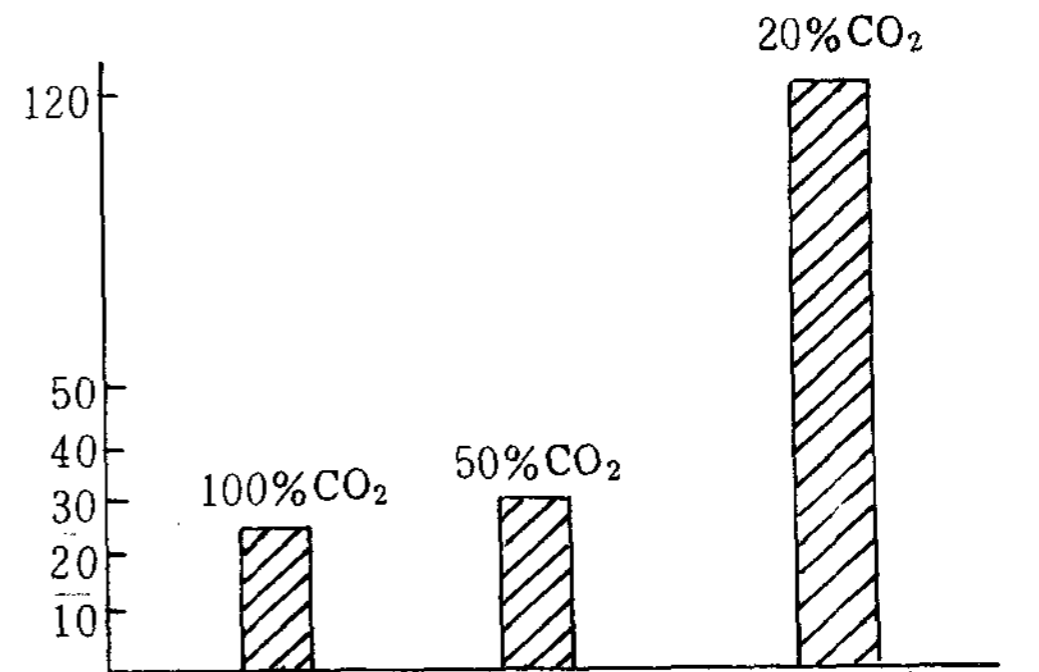
나) Solenoid valve 를 부착하여 Air 와 CO₂ Line 이 동시 개폐되게 한다.

다) 압력계를 부착하여 Air 와 CO₂ 압력을 임의 조절할 수 있게 한다.

라) Checr valve 를 설치하여 gas 압력 변동에 의한 역류 현상을 막는다.

이상의 방법으로 gas blowing 시 Outlet valve 를 열면 Solenoid valve 에 의하여 자동 개폐되므로 언제나 일정한 비율의 혼합 gas 를 Blowing 할 수 있다.

한편 Inlet gas 압력을 2.5-3 kg/cm 정도로 조절하면 대소형 주형 어느 경우에도 만족하게 작업할 수 있다.



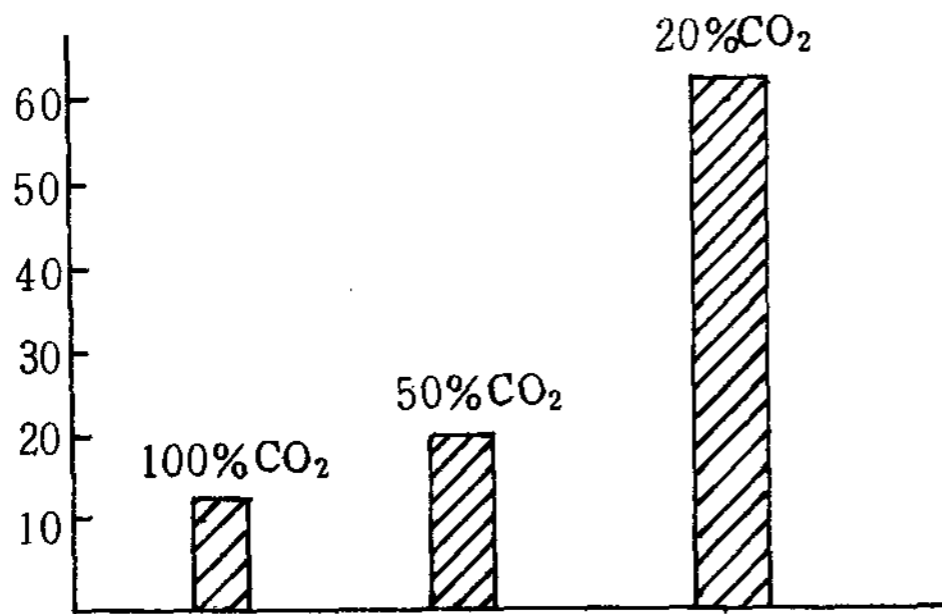
압축강도 14 kg/cm 일기까지의 gas 취입시간

*** 결론 ***

표준 시험편에 대한 gas 취입량과 시간관계에 비하여 실 현장 생산작업에서는 같은 취입속도에서도 몇배 이상의 gas 를 취입하여야 소기의 주형강도를 얻을 수 있다.

또한 작업의 특정상 전면적인 균일한 gas 취입이 불가능하여 국부취입을 행하게 되고 이에 따라 전체적인 경화강도를 얻기 위한 취입시간은 더욱 길어지게 된다. 또한 국부과잉 경화로 균일한 강도유지가 어렵게 된다. 그러나 혼합 gas 를 사용할 시 시간에 큰 차이 없이 소기의 균일한 강도를 얻을 수 있었으며, gas 절약 가능하였다.

- 1) CO₂ : Air 를 50 : 50 (같은 압력) 으로 혼합함으로써 순수 gas 사용시보다 30% 이상 절감.
- 2) CO₂ gas 과잉 Blowing 에 의한 주형안정도 감소를 막아 주물소혼입 불량을 감소
- 3) 기존의 gas line 에 간단히 설치가능



압축강도 7 kg/cm 일기까지의 gas 취입시간

