



# 鑄物工場의 管理(3)

## — 熱 管 理 —

編輯室

열관리란 연료가 갖는 열을 유효하게 사용함으로써 생산능률을 향상시키고 원가절하에 기여하며 나아가서는 공해방지 등에 적극적으로 기여할 수 있도록 연료, 연소, 수송, 배기열의 회수 및 계측 기기 등의 관리와 이에 부수되는 작업, 설비 및 노무 등의 관리까지도 포함한 시책 전반을 말한다.

따라서 연료의 소비량을 최소한으로 줄이고 제품의 품질을 향상하기 위하여 어떠한 시책을 강구하고 실시할 것인가 하는 문제에 귀착하게 된다. 또한 에너지의 절약방안이 공해대책의 중요한 요인이 된다는 것도 알아 두어야 한다.

열관리를 위한 시행방향으로서는 적정연료의 선택, 합리적인 연소노의 구조 및 조업개선, 조업개선, 발생열의 효과적인 이용, 열손실의 방지, 여열 또는 폐기열의 회수 및 설비의 보수와 개선, 그리고 작업방법의 합리화, 노무관리와 조직적인 운영 등을 열거할 수 있다.

### 1. 노의 용해효율

큐플라, 저주파유도로 및 아아크로 등의 용해로에 대하여 실제 열효율을 조사하여 비교하면 표 1과 같다.

이 표에서 보면 큐플라용해로에서의 열효율(용해효율)은 다른 용해로에 비해 낮음을 알 수 있다.

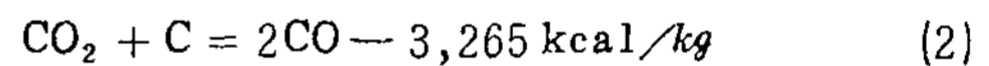
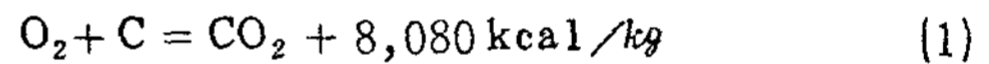
표 1 용해효율의 비교

노의 종류	용해효율, %	냉각수, %
큐플라	31.2	5.8
저주파전기로	51.6	26.9
아아크로	69.2	15.6

주조 Vol. 2, No. 3 (1982)

큐플라용해시 열효율이 낮음은 두 가지의 원인 때문이다.

첫째로 용해된 금속이 연소개스와 작열코우크스 위를 낙하함에 따라 승온되는 메카니즘으로 되어 있으나, 그 시간이 몇 십초이고, 흡열시간으로는 너무 짧은 데 있다. 다음 원인으로서는 일단 작열된 코우크스 중의 탄소가 즉시 CO 개스로 환원됨에 의한 것이다. 결국 식(2)에 의한 흡열반응이 일어난다.



이 환원반응은 코우크스비가 높을수록, 연소온도가 높을수록, 반응속도가 빨라지므로 열효율은 낮아지게 된다.

이상에서 야금적 효능과 열경제성의 상반되는 성질이 존재하게 됨을 알 수 있다.

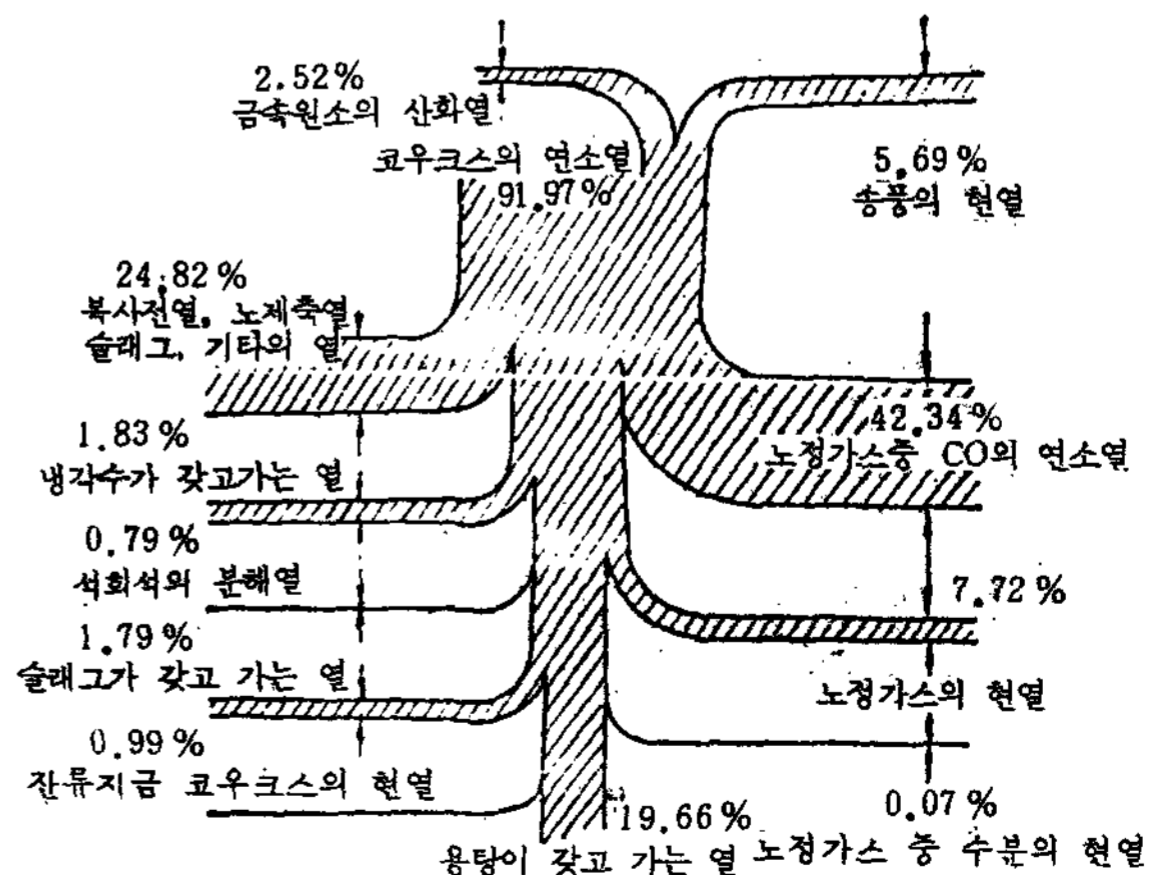


그림 1 내경 40mm, 열풍온도 300°C에서의 큐플라 열정산도

큐폴라의 열경제성을 높이기 위한 기본적인 생각은 우선 CO개스의 생성을 억제하는 것과 발생된 CO개스의 잠열을 회수함에 두어야 한다.

그림 1에 소형큐폴라를 사용하여 상세한 열정산을 행한 열흐름의 실례를 나타냈다. 그러나 이 예는 짧은 시간 동안의 조업이기 때문에

$$\text{열효율} = \frac{\text{용탕이 흡수하는 열량}}{\text{총 공급열량}} \times 100$$

열효율이 약 20% 정도로 나타났다. 일반적인 대형로에서는 약 30%가 제일 많다. 한 주일 정도의 장시간 조업을 하는 대형로에서는 열효율이 40%에 달하는 경우도 있으나 이는 특수한 예에 불과하다.

## 2. 열관리방안

### 1-2 열관리방향

전술한 열정산예에서 출열항목 중 CO개스가 보유하는 잠열이 상당히 커서 전체의 30~40%에 달하고, 용탕보유열을 상회하고 있다. 이 CO개스의 생성은 용탕재질면에서는 환영하였겠지만 열효율면에서 본다면 좋은 것이 아니다.

큐폴라용해에서 에너지절약을 도모할 경우 환경우 두 가지 방향에서 생각할 필요가 있다. 우선 열효율을 높이는 방침으로서 CO개스의 생성을 낮추는 것이고, 이를 위해서는 코우크스비를 낮추도록 하는 것이 그림 2에 나타낸 이론값과 그림 3에 나타낸 CO개스의 잠열비에서 알 수 있는 바와 같이 제일 효과적인 수단이 된다.

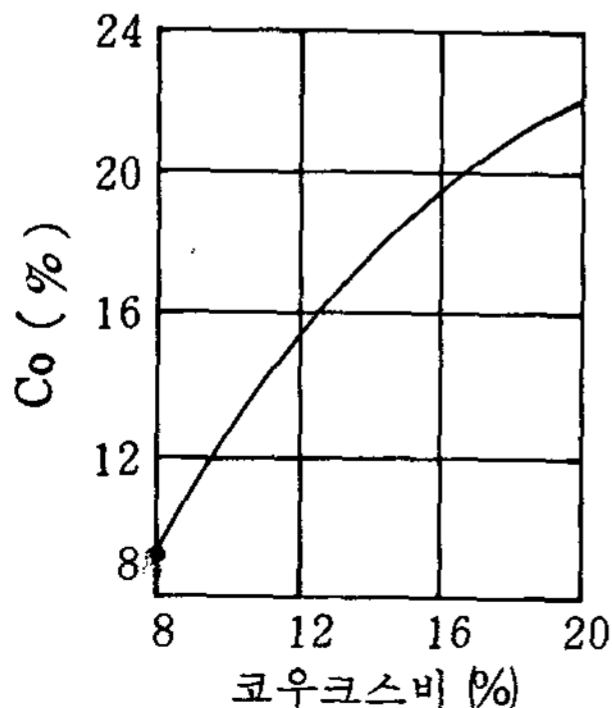


그림 2 코우크스비와 CO개스의 관계

이렇게 하기 위해서는 연료의 관리, 연소의 효율화, 노구조의 개선 및 작업방법의 치밀한 개선이 필요하다. 따라서 앞으로의 에너지절약과 성분조정의 정확을 기하기 위해서는 큐폴라를 단독으로 사용하는 것보다도 저주파전기로 등과 사용하는 이중용해법이 바람직하다.

여기에 한 가지 더 생각해야 할 것은 배기가스, 기타 방출하는 열에너지를 다른 분야에 유효하게 이용하는 방안이다. 즉 용해작업에서 배출되는 폐기열은 양이 많고 이온이므로 이의 절약을 위한 공장 전체의 체계화 (total system)가 바람직하다.

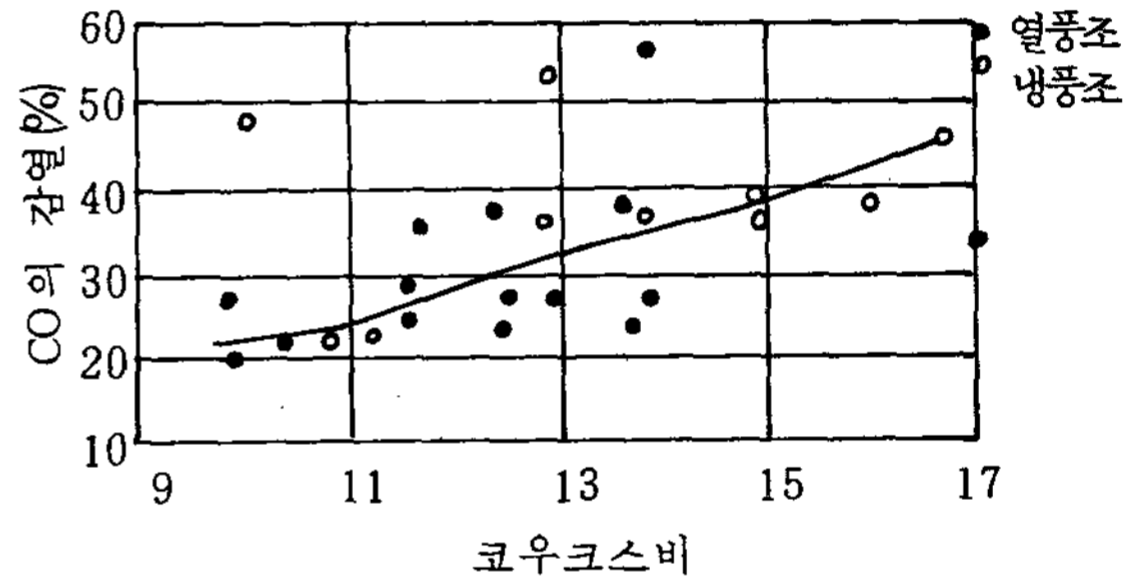


그림 3 코우크스비와 CO개스의 잠열

아울러 구조방안과 레이아웃 등을 고려하여 필요 이상으로 고온용해를 하지 않도록 하는데도 유의하여야 한다.

### 2-2 연료의 관리

연료의 성질을 잘 파악하여 그의 경제성을 검토하고 각 설비에 알맞는 것을 선택함은 물론 저장에 대해서도 충분한 주의를 요한다.

연료란 열에너지를 갖는 모든 물질을 뜻하지만, 공업용 열원으로서의 기술수준과 공급력 때문에 제한을 받게 된다. 따라서 현재 공장에서 사용되고 있는 연료로서는 석탄, 경유, 중유, 코우크스, 가스 등이 사용되고 있지만 주물공장에서의 열원으로서의 석탄, 코우크스, 전기 및 가스 등이 주축을 이루고 있다. 고체연료인 석탄 및 코우크스의 선택기준은 ①화학조성(회분, 휘발분 및 고정탄소 등의 공업분석 값과 수소, 산소, 질소 및 황 등의 원소분석값), ②기계적성질(경도, 강도), 열간강도, 기공률, 내부표면적, 입도, 형상, 결보기밀도, 비

열 및 열전도율, ③화학적 성질(반응성, 연소성등) 등이다.

연료를 구입할 때에는 반드시 용적 또는 중량을 계량해야 하는 동시에 입도, 품질, 외관 및 발열량을 확인해야 한다.

그리고 연료를 저장할 때에는 첫째로 조업에 편리한 위치에다 연료를 적치해야 함은 물론 저하를 초래하지 않도록 주의를 해야 한다.

특히 방수대책에도 유의해야 한다.

### 2-3 연소의 관리

연료는 종류에 따라 각각 일정한 착화온도 및 연소에 필요한 최저한의 공기량(이론공기량)이 정해져 있다. 그런데 실제작업에 있어서는 이 착화온도에 달했을 때 상기 공기량 이상이 공급됨으로써 비로소 연소하기 시작하여 어느 시간이 경과한 후이나 완전연소가 끝난다.

단지 연소만을 시킨다면 가급적 연료를 고온에서 비교적 과잉의 공기를 공급하면 족하다. 그런데 노내의 온도가 너무 높으면 노재를 파손하게 되어 오히려 통풍을 저해하게 되므로 열전도효과를 저하시킨다.

따라서 어떠한 주어진 연소장치를 가지고 연소시킬 경우 연료의 양과 공기의 양을 조절해서 완전히 연소시키면서 발생한 열을 가열목적에 적합하도록 조절할 필요가 있다. 이것이 곧 연소의 효율화 또는 연소관리라 할 수 있다. 따라서 연소의 효율화를 기하기 위해서는 연료를 가장 연소하기 쉬운 상태로 하고 연소장치는 공기와 연료와의 접촉이 가장 균등히 일어날 수 있는 구조이어야 한다.

연료를 연소시킬 때의 공기공급량은 한번에 필요량을 공급하는 것이 아니고 수 단계로 나누어서 점차적으로 증가시키는 것이 좋다.

석탄의 경우 화격자상의 화층구성에 주의해서 우선 1차공기를 화격자의 밑으로부터 공급하여 착화시키고 열분해가 일어나서 휘발성의 가연성가스가 발생할 때 여기에 2차공기를 혼입시켜 완전연소시키는 것이 좋다.

중유의 경우는 분무상으로 하여 1차, 2차 또는 3차공기를 공급하면서 고온의 과열실에서 연소시킨다.

주조 Vol. 2, No. 3(1982)

개스의 경우는 1차공기를 공급해서 대부분을 연소시킨다. 그리고 연소과 정중의 분해 등에 의해서 발생한 수소, 일산화탄소 또는 탄소입자를 2차공기로서 완전히 연소시킨다.

석탄은 중유나 개스에 비해서 연소가 복잡하고 발생한 가연성 개스의 연소와 진연소의 두 종류의 연소가 완전히 일어나지 않으면 안된다.

표 2에 각종 연료의 착화온도와 이론공기량을 표시하였다.

여러 가지 연소장치에 있어서 연소의 양부를 판단하고 이를 관리하기 위해서는 다음과 같은 항목을 측정해야 한다.

- ① 연소개스 중의 CO, CO<sub>2</sub>, 및 O<sub>2</sub> %
- ② 노내 각 주요부분의 온도 및 배기온도
- ③ 풍압
- ④ 굴뚝의 매연농도

표 2. 공업용 연료의 착화온도와 이론공기량

연 료	착화온도 (C)	이론공기량
장 작 석 탄	250 ~ 300	10 ~ 12 kg/kg
무 연 탄	325 ~ 400	7 ~ 10 "
코 우 크 스	440 ~ 500	9 ~ 11.3 "
중 유	500 ~ 600	8.5 ~ 12 "
석 탄 개 스	530 ~ 580	14.5 "
발생로개 스	650 ~ 750	4.0 ~ 5.5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
수 성 개 스	700 ~ 800	1.0 ~ 1.1 "
	580 ~ 700	

- ⑤ 송풍온도 및 압력
- ⑥ 연소재 중의 가연분(탄소)

폐기개스 중의 실제 CO<sub>2</sub> 및 공기비 즉 이론공기량을 1로 하여 비교한 공기량은 표 3와 같다.

실제분석한 CO<sub>2</sub> 값이 표 중의 값보다 적을 경우는 공기과잉으로서 여분의 공기가 많은 것이므로 연도의 댄퍼를 조절하여 공기를 적게 해야 한다.

그렇게 해도 별변화가 없을 때에는 노 또는 연소장치에 결함이 있다고 보는 것이 옳다. 그림 4는 완전연소할 때의 열손실에 미치는 연도개스 온도와 개스량(CO<sub>2</sub>량)의 변화를 나타내었다.

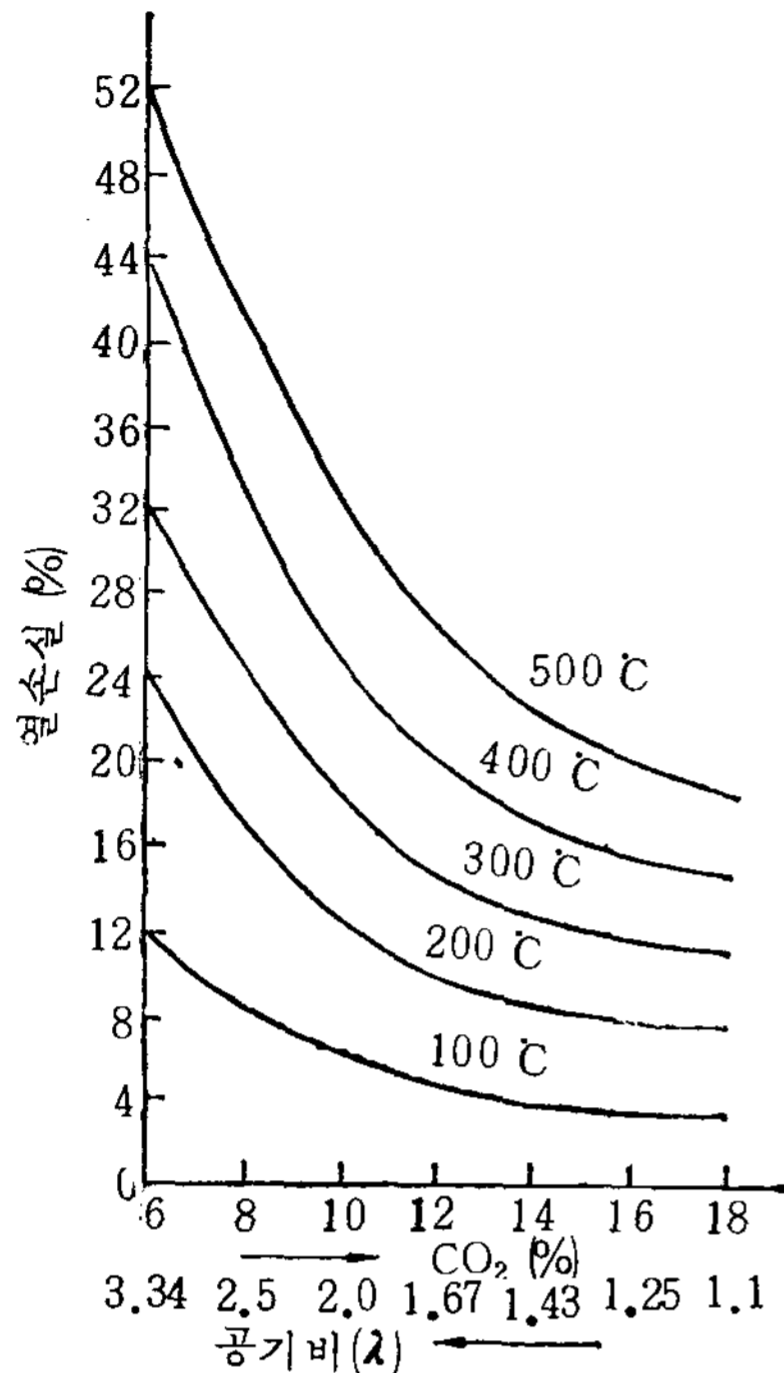


그림 4 연손실에 미치는 연도개스온도와 개스량의 영향

표 3. 연소방법에 따른 폐기개스 중의 CO<sub>2</sub>와 공기비

연 소 방 법	CO <sub>2</sub> (%)	공 기 비
수 평 화 격 자	8 ~ 12	1.5 ~ 2.0
살 포 스토 카	10 ~ 12	1.4 ~ 1.7
이 상 스토 카	10 ~ 14	1.3 ~ 1.5
미 분 탄 스토 카	11 ~ 15	1.2 ~ 1.4
중 유 버 어 너	11 ~ 14	1.2 ~ 1.4
개 스 버 어 너	8 ~ 20	1.1 ~ 1.3

따라서 계측에 의해서 노내 상황을 파악하게 되면 연소율과 열발생률을 구할 수 있게 되므로 열손실의 조정을 기할 수 있다. 연소율은 단위화격자면적(m<sup>2</sup>)상에서 1시간에 연소하는 석탄의 양을 kg으로서 나타낸 것이다.

#### 2-4 노의 구조개선

##### 1) 열풍큐플라

송풍시 예열된 공기를 노 내에 보내어 온도상

승을 도모하는 것으로 열풍의 현열만큼 낮춤으로 열효율향상을 도모한다. 더구나 공기의 예열은 폐기개스의 보유열을 이용하게 되므로 에너지절약 효과는 대단히 크다.

폐기개스 중의 열의 회수는 열교환기의 성능에 영향을 받는데 여러 가지 형태의 열교환기가 사용되고 있다. 송풍공기의 예열온도와 열회수율의 관계를 조사한 예를 그림 5에 나타냈다. 배출되는 개스의 열량은 아직도 상당히 많음을 알 수 있다.

송풍공기의 온도에 의한 코우크스비의 절감은 어느 정도이나 하면 조건이 복잡하여 판단하기 힘들다, 대략 송풍온도 150°C에 대해 코우크스비 1%를 낮출 수 있음을 알 수 있다.

##### 2) 2단풍구 큐플라

2단이 아닌 다단풍구 큐플라는 코우크스의 품질이 좋지 않던 시절에 고온역을 넓혀, 용탕의 온도를 높이고자 널리 이용되었으나 코우크스의 품질이 향상됨에 따라 사용하지 않게 되었다. 그것이 최근에 와서 다시 사용되는 현상은 흥미있는 일이다. 이 방식은 노 내에서 발생된 CO개스를 노 내에서 다시 연소시켜 그 발생열을 장입재료의 용해의 예열원으로 사용하는 것이다.

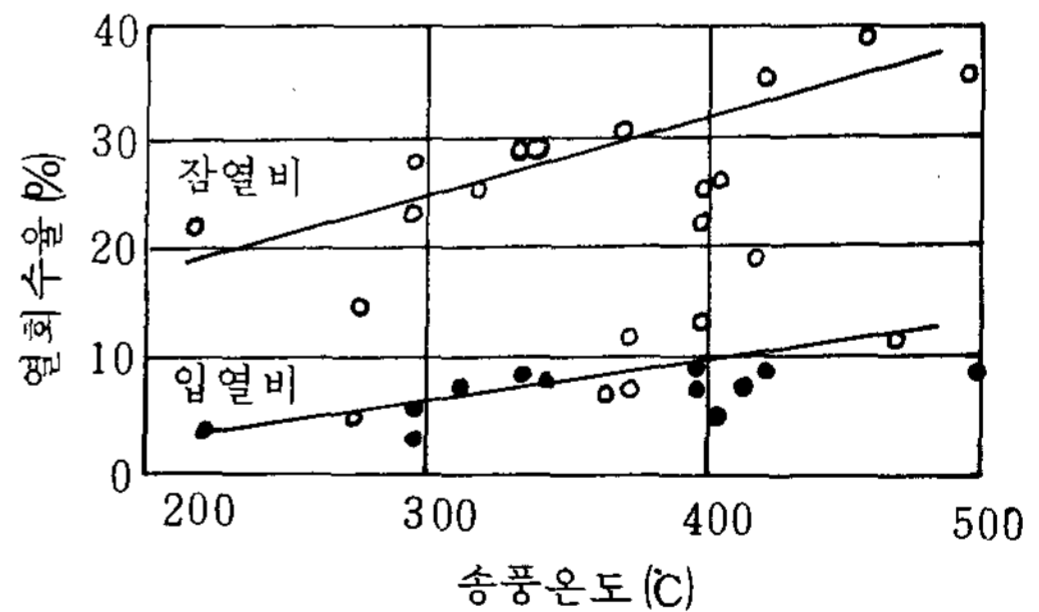


그림 5 송풍예열온도와 배기가스 중의 열회수율

현재 일본에 소개된 방식에는 두 가지가 있으며, 그 중 한 가지는 독일로부터 특허출원한 (1976년-33845) 방식으로 2번 풍구위치를 노내경의 0.75~1.25배, 풍량을 하단풍구의 0.2~0.5로 하는 것으로 용해대 및 예열대 부근의 장입재료를 예열함에 중점을 둔 것으로 이해된다.

다른 한 가지는 영국 BCIRA가 출원한 방식

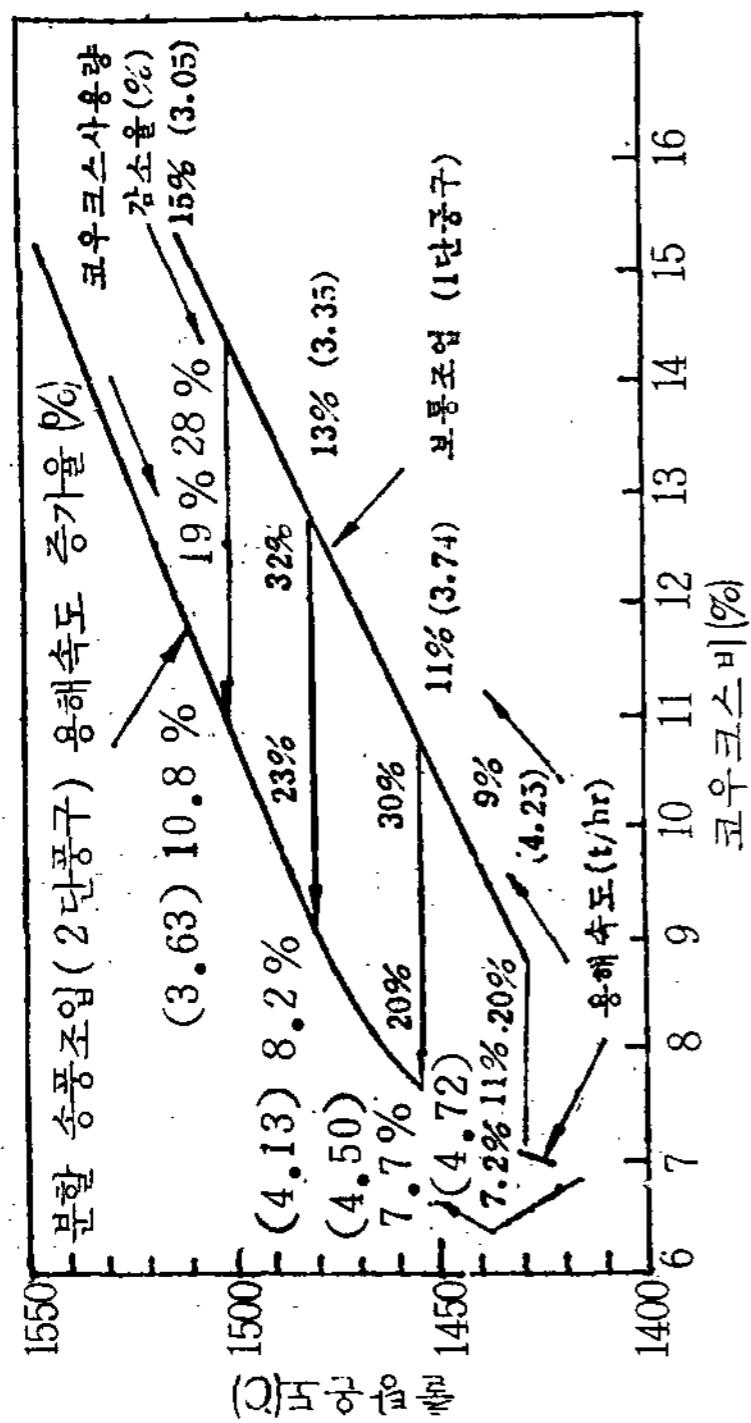


그림 6 분할송풍조업 (2단풍구) 을 행한 경우의 코우크스비 용량과 용해속도의 변화 (큐폴라내경 760mm, 전송용량 43 t/min, 상하단풍구의 송풍분배비 1:1)

으로 풍구면상 900mm의 위치에 2단풍구를 설치하고, 송풍량은 상:하=1:1로 나누는 것이 효과가 있다고 하는 바, 용해대의 과열역 확대에 의한 것으로 풀이된다. 계통적인 연구에 따르면 그림 6과 같이 코우크스비의 감소율과 용해속도 증가율을 나타낼 수 있다.

이들 방식은 모두 폐기가스 중의 CO가스를 재연시켜 지금용해를 직접적으로 보조하려는 것으로 열효율면에서 보면 합리적인 방법이다. 그러나 노내분위기가 산화성으로 되기 쉬우므로 재질면에 문제가 생길 우려가 있고, 또한 2단 풍구 방식은 CO가스가 많은 조업조건에서 효과가 있는 것이므로 코우크스비가 낮은 조업이나 현재 사용되는 코우크스의 성상에 적합한지는 알 수 없다.

이 2단풍구방식은 일본에서도 널리 채용 실시되고 있으나, 그 성과에 있어서는 공장의 조업조건에 따라 차이가 있다.

마쓰다씨는 30ton 수냉, 열풍큐폴라를 사용, 상세한 실험과 검토를 행한 결과를 표 4과 같이 발표하였다.

표 4 용탕의 성상비교

			1 단 풍 구 로	2 단 풍 구 로
탄 소 분	배합 C	%	1.80	1.74
	출탕 T.C의 $\alpha$	%	3.36	3.39
	출탕 T.C의 $\sigma$	%	0.061	0.049
	흡 탄 량	%	1.56	1.65
규 소 분	배합 Si	%	2.39	2.42
	출탕 Si의 $\alpha$	%	1.87	1.86
	출탕 Si의 $\sigma$	%	0.118	0.088
	회 수 율	%	78.2	76.9
	출 탕 Mn	%	0.66	0.65
	출 탕 P	%	0.043	0.041
	출 탕 S	%	0.091	0.113
	인 장 강 도	kg/mm <sup>2</sup>	25.1	25.5
	브리넬경도		184	196
	출 탕 온 도	℃	1,500~1,520	1,500~1,520
연 정 산	용탕보유열	%	35.3	37.4
	배기가스 중의 잠열	%	31.7	27.2
	배기가스 중의 현열	%	6.9	7.9

### 3) 보조연료사용 큐폴라

연료로 천연가스나 액체연료를 사용하는 것은 구미에서는 오래 전부터 실용화되고 있었다.

이것은 그러한 연료자원에 대한 입수가 비교적 용이했던 데 있다.

소련에서 사용되는 Baku, Penza 로, 벨기에에서 사용되는 Flaven 로, 독일의 Fulmina 로, 영국의 Cokeless 큐폴라 등이 소개되고 있다. 이러한 노들은 모두 열효율도 높고, 경제성도 좋은 것으로 보고되어 있다. 그러나 일본에는 거의 받아들여지지 않고 있다. 그 이유는 용탕온도가 낮고, 용탕재질의 품질보증을 충분히 할 수 없는데도 있지만, 근본적인 원인은 탄소계 물질, 예를 들면, 코우크스가 없다는 데 있다고 보여진다.

용탕의 과열과 노내 분위기의 환원성조장에 유효한 코우크스의 역할은 무시할 수 없기 때문이다.

이러한 관점에서 볼 때 코우크스를 용해연료의 기본으로 하고, 경제성을 높이기 위해 액체연료를 겸용하는 방식이 주철용해에는 타당하게 된다.

이러한 유체연료를 노 내에 도입하는 데에는 풍구면과 용해대 상부의 두 곳을 생각할 수 있다. 풍구면에서는 열량의 보급에 중점을 둔데 반해 용해대 상부에서는 고온역을 확대하고, 용해지금의 열흡수를 많게 하여 열효율을 높이려는 생각에서다. 이러한 구상에 의거하여 실험용 소형큐폴라(풍구면내경 200 mm)에서 기초실험을 행한 후 실용화를 목적으로 7에 있는 시험로를 제작하고 조업실험을 한 결과 표 5를 얻었다.

이 표에서 알 수 있는 바와같이 출탕온도는 1,520 C 이상으로 되고, 용해효율 40%에 달한다. 이와 같이 높은 효율을 얻은 것은 송풍량이 80 Nm<sup>3</sup>/min-*m*이었음에도 불구하고 용해속도가 일반조업에 비해 약 30% 향상한 데 있다고 생각된다. 이 방식에서 기름의 연소개스가 노 내에 도입되면 예열대 하부의 지금이 가열되어 용해속도를 높이는 것이 아닌가 추측된다.

### 2-5 조업법의 개선

#### 1) 산소부화 송풍

송풍 중의 산소농도를 높임으로서 코우크스의 연

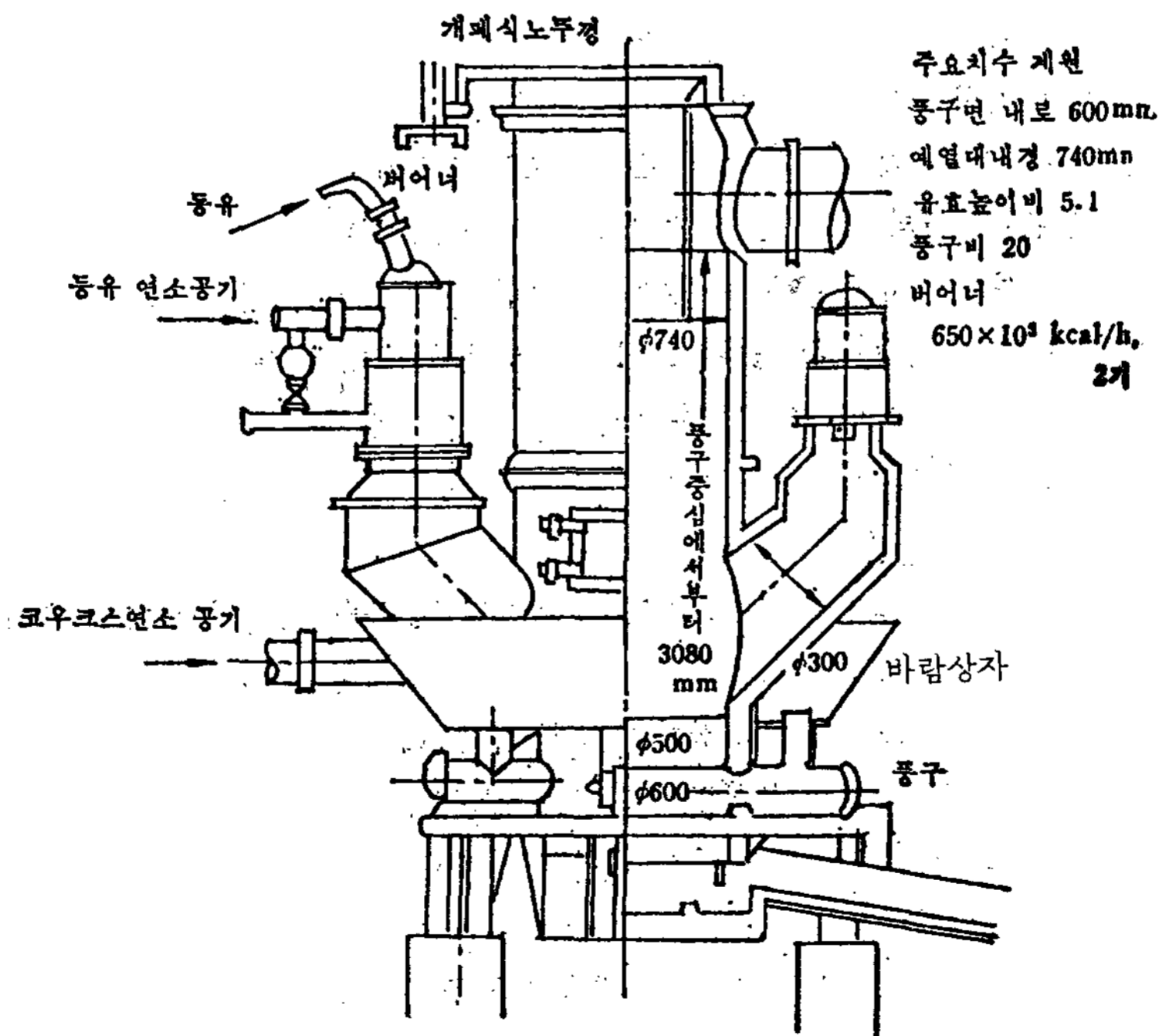


그림 7 청정용선로 (clean cupola)의 구조개요도

표 5 블리인 큐플라 조업조건과 용해효율

조업번호	코우크스 비 %	동 유 량 l/h	환산코우크스비, %	입 열 량 10 <sup>3</sup> kcal- /t·h	용해속도 t/h	출탕온도 °C	용해효율 %	비 고
4	10.0	94	14.0	1037.4	2.56	1500	30.6	
5	10.0	94	13.6	1010.9	2.81	1530	32.0	
6	8.3	94	12.1	896.2	2.70	1510	35.6	
7	8.3	100	12.3	914.2	2.70	1530	35.3	
8	8.3	100	12.2	908.7	2.83	1520	35.3	전극실20%배합
9	8.4	94	12.0	898.6	2.86	1530	36.1	
10	8.4	94	11.7	867.6	3.00	1540	36.9	전극실20%배합
11	7.2	100	11.4	839.7	2.76	1540	39.1	
12	7.1	100	11.0	814.3	2.91	1520	39.4	
13	6.8	100	10.9	805.7	2.73	1530	40.1	

- 주: 1) 연료의 발열량은 다음과 같이 설정하였다  
 코우크스 7400 kcal/kg, 전극실 7880 kcal/kg, 동유 8100 kcal/l  
 2) 환산코우크스비는 다음과 같이 계산하였다  
 (입열량/코우크스의 발열량)×100  
 3) 출탕온도는 용탕 위에 설치한 방사온도계로 측정하였다  
 4) 용해효율은 다음과 같이 계산하였다  
 (용탕의 보유열량/입열량)×100

소를 활발하게 하고 열효율을 향상시키는 것으로 이것도 2가지 방법을 생각할 수 있다.

하나는 송풍개시 초기나 조업상태가 좋지 않을 때 노황을 조정하기 위해서 간헐적으로 산소부화시키는 것으로 부화량도 2~3% 정도로 비교적 많이 한다. 이에 대해 지속적으로 부화시키는 방식도 있으며 이때는 부화량을 낮추어 1% 이하로 본다. 이 방식은 냉풍조업에서는 거의 효과가 없으나, 열풍조업에서는 0.3% 부화로도 출탕온도나 용해속도에 효과가 있는 것을 알 수 있다.

산소부화송풍효과는 확실히 알 수 있음에도 불구하고 그다지 보급되지 않았다. 그 주요원인은 산

소의 공급방법이 큐플라조업에 적합하지 않은데 있다고 생각된다.

최근에는 액체산소법이나 제올라이트흡착에 의한 산소제조법이 주목되기 시작하므로 이것이 큐플라조업에 어떻게 적용될 것인가 기대된다.

2) 탈습송풍

공기 중에 함유된 수분은 노 내에서 코우크스와 접촉하여 H<sub>2</sub> 와 CO 또는 CO<sub>2</sub> 로 분해하는데, 모두 흡열반응을 일으킨다.

이 반응에서는 1kg의 수증기에 대해 1.14kg의 코우크스를 필요로 하게 되므로 다습기의 조업에서는 열손실이 상당히 커진다. 그림 8은 그 한 예를 나타낸 것으로 현장조업에서는 흔히 경험하고 있는 것이다.

탈습방법으로는 종래의 실리카 겔(silica gel)이나 염화리튬에 의한 흡착법이 많이 사용되었으나 그 재생법에 어려운 점이 있다.

3) 기 타

큐플라조업에는 몇 가지 기본조건이 있으며, 이러한 준수하는 것이 열효율향상에 도움을 준다.

코우크스와 장입재료의 혼합을 피하고 층별로 하는 것은 용해의 원칙으로 되고 있다. 이것은 지금의 열흡수성에 관계하는 것으로 층별장입의

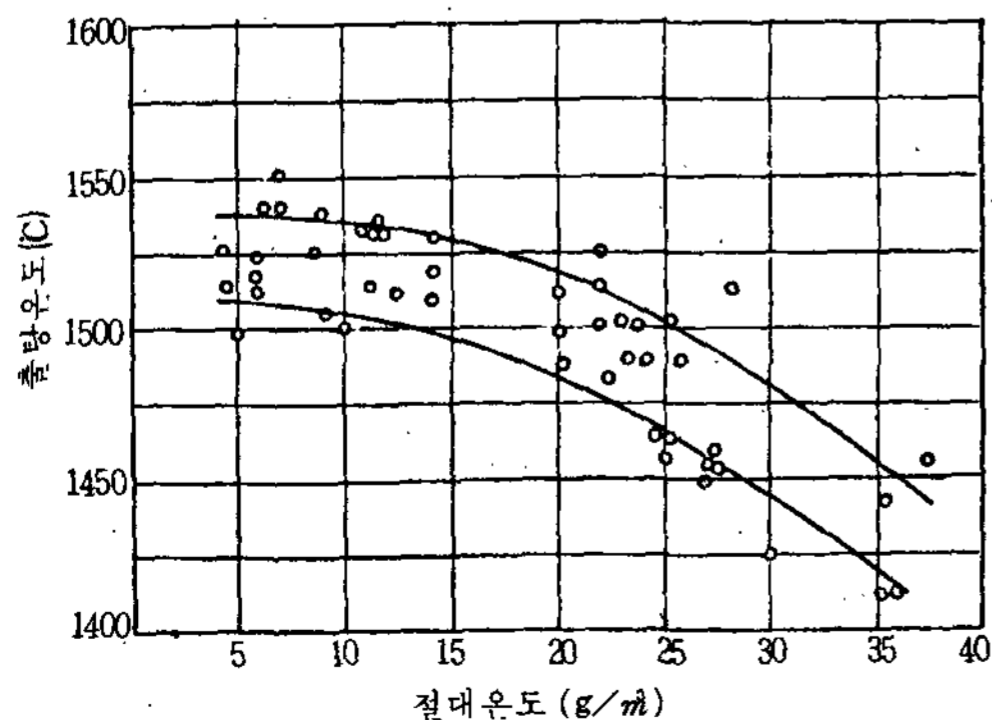


그림 8 송풍습도와 출탕온도

방법이 우수하고, 출탕온도가 높아지는 것이 되었다. 한가지 예로서 장입재료를 쇠그물로 싸서 장입하고 조업한 결과 14~20°C의 출탕온도 상승을 확인했다는 보고가 있다.

또한 1회의 장입중량은 1시간 용해속도의 1/10로 하는 것이 출탕온도가 제일 높아지고, 강설을 상층에 두는 것이 고온용해에 도움을 준다는 것이 보고되었다. 이는 모두 지금의 열흡수에 관계되는 문제이다. 또한 코우크스입도의 영향도 무시할 수 없으나, 이 곳에서는 생략한다. 그외 일상작업에 있어서 무의식적으로 지나치기 쉬운 것 중에도 개선할 많은 문제가 남아 있는 바 에너지절약방책은 의외로 가까운 곳에 있음을 인식하여야 한다.

### 2-6 열이용

열이용이란 일단 연소, 기타 방법으로 얻는 열을 가능한 한 많이 이용하고 또 폐기열을 회수하여 낭비되는 열을 최소한도로 줄이기 위한 관리를 말한다. 열을 이용하는 데에는 발생한 열을 직접 이용하는 경우와 증기 등으로 바꾸어서 간접적으로 이용하는 경우의 두 가지가 있다. 어느 경우이든 열을 최대한으로 이용해야 함은 두 말할 나위 없지만 증기, 열기의 보유열을 이용하는 간접적인 경우는 그의 수송, 배관, 보온 등의 설비를 정비하는 데에 심분 고려하지 않으면 안된다. 그리고 노로부터 방출하는 폐열은 그의 목적에 따라 열의 성질을 고려하여 유효하게 회수해야 한다.

### 1) 열정산

열장치에 있어서 열이 여하히 유효하게 이용되며 어떠한 점에서 열손실이 있는 가를 알기 위하여 열장치에 대한 열정산을 하지 않으면 안된다.

열정산이란 열을 취급하는 장치, 공장 등에서 열수지를 정산하는 것으로서 열장치에 들어간 총열량과 거기에서 나온 총열량과를 각각 입열, 출열이라 하며 양자의 행방을 정산, 계산해서 대조하는 것을 뜻한다. 따라서 열정산에 의해서 이용열량과 손실열량의 세목을 검토함으로써 장치의 기능을 파악하는 동시에 합리적인 설계, 보수, 개량 및 조작법의 개선 등에 참고토록 해야 한다.

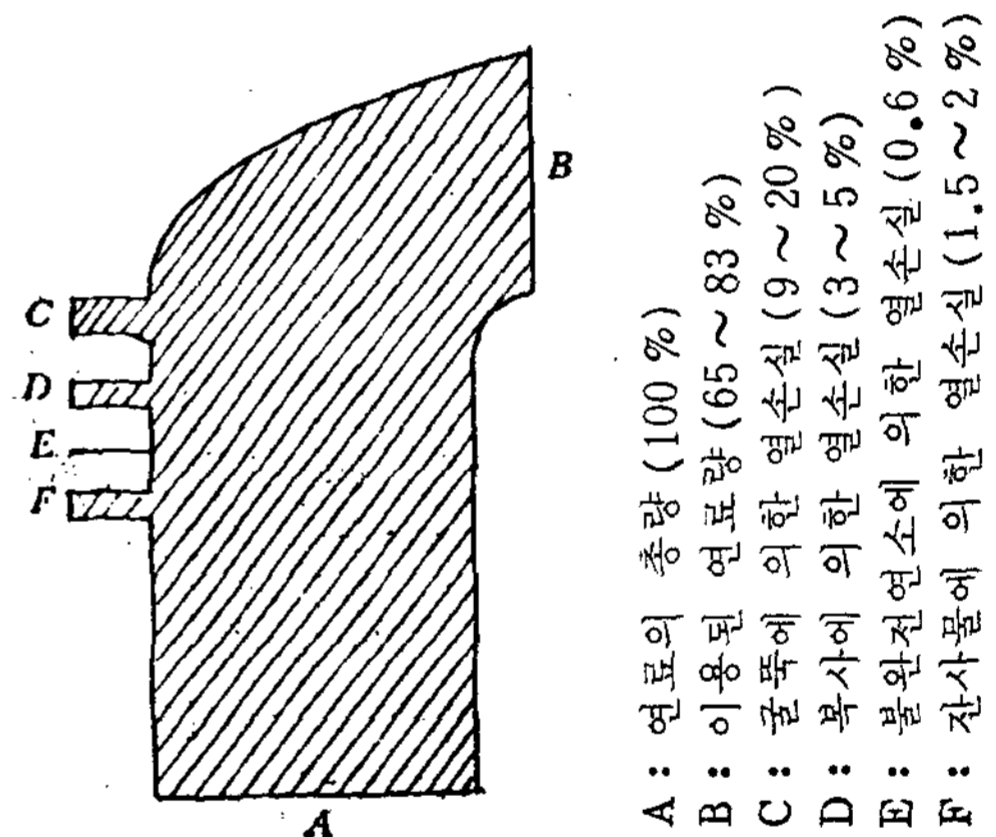


그림 9 열정산도

표 6 열정산의 예

항 목	입 열		출 열	
	kcal	%	kcal	%
연료의 연소열	4,884.0	96.3		
연료의 현열	8.4	0.2		
연소용공기의 현열	77.8	1.5		
급수의 현열	104.4	2.0		
증기의 보유열			3,166.0	62.4
폐기개스에 의한 열손실			1,335.0	26.3
연소잔사물 열손실			380.4	7.5
계	5,074.6	100	5,074.6	100.0



열정산을 위한 측정항목은 다음과 같다.

- ① 사용연료의 성상
- ② 연료사용량
- ③ 공기온도
- ④ 연소생성물의 조성
- ⑤ 배기온도
- ⑥ 피가열물의 양과 온도
- ⑦ 피가열물의 화학변화 유물
- ⑧ 미연소물의 양 및 조성
- ⑨ 통풍, 연소상태 및 연소장치 각부의 온도

표 6에 열정산의 예를, 그림 9에 열정산그림을 각각 표시하였다.

### 2) 열회수이용

열정산을 한 결과 열손실이 클 때에는 열회수를 해야 한다. 그런데 어떻게 하여 열을 회수해야 하는가 하는 것은 그리 쉬운 문제는 아니다. 예를 들면, 폐기개스에 의해서 방출되는 열량이 많을 때에는 열교환기 또는 배열보일러를 이용하고, 온도가 높을 때에는 환열실 또는 축열실을 이용하고 온도가 낮을 때에는 열펌프 등을 이용한다.

그리고 노에 따라서는 배기를 다시 노내에 순환시켜 과잉공기를 제어하고 가열의 균일화를 기하는 방법도 있을 수 있다. 노벽으로부터의 방산열이 많은 경우에는 벽 속에 수냉장치 또는 단

열벽돌을 사용한다든가 또는 열회수에 의해서 연료나 연소공기를 예열하는 경우도 있다. 폐기열의 회수이용은 단지 하나의 열장치에 국한하는 것이 아니라 그 공장 내의 가열장치 전반에 대해서 상호이용하는 것이 바람직하다.

### 2-7 작업관리

열관리의 목적을 달성하기 위한 작업관리는 작업의 성질, 공정의 변화 생산수량 등을 고려해서 유효적절하게 이루어져야 하며 작업표준을 제정해서 작업해야 한다. 그리고 작업시간, 인원, 배치 등에 대해서도 열관리의 목적에 합치하도록 통제하지 않으면 안된다.

특히 연소작업은 중노동에 속하므로 작업시간의 결정에는 주의를 요한다.

끝으로 열관리에 대한 인식과 효율화를 위해서 다음 사항에 대하여 한번 고찰해 보기 바랍니다.

- ① 근무성적 및 작업능률을 고려하여 특수한 개량을 하였을 때에는 특별급여금의 지불
- ② 전체종업에 대하여 열관리의 중요성을 인식시켜야 함.
- ③ 열관리위원회 등에 의한 열관리의 운영

(資料 : 李鍾南著「鑄造工學」 P594 ~ 607  
晉成文化社 發行)

## AFS Technical Publication For Sale

### (2)

	Non Member	AFS Member
Energy & the Foundry .....	\$ 24.00	\$ 12.00
The Application of Additives to Clay Bonded Sand Systems ...	\$ 30.00	\$ 15.00
Chemical Binders in Foundries .....	\$ 36.00	\$ 36.00
Core and Mold Process Control .....	\$ 30.00	\$ 15.00
Foundry Core Practice .....	\$ 24.00	\$ 12.00
Furan-Resin Airset Sands .....	\$ 22.00	\$ 11.00
Guide to Sand Additives .....	\$ 30.00	\$ 15.00