

技術資料

국내 큐포라의 용해효율 현황

李 榮 南

Heat Efficiency of Domestic Cupola

Y. S. Yi

1. 서 론

한국기계연구소 주물연구부에서는 작년(1988년)에 인천시 경서동 소재의 경인주물공단 내에 입주한 주물업체를 대상으로 큐포라의 조업실태를, 용해효율을 중심으로, 진단한 바 있습니다. 조사 대상이 된 큐포라는 8개 업체의 8기로서, 샘플의 크기가 충분히 크지 못한 흠이 있을지는 모르겠으나, 본 글에서는 통계적인 테크닉을 써서 용해효율 즉, 열효율이 어떠한 경우에 높아지고 어떠한 경우에 낮아지는지를 살펴보고자 합니다.

저는 평소에, 우리나라는 “주물공업 一等國”이라는 생각을 가지고 있습니다만, 앞으로도 당분간은 현장에서의 생산기술이 꽤 빠른 속도로 발전되어 나갈 것으로 예상합니다. 따라서 현재의 기술 내지는 기술수준을 정리해서 기록으로 남겨두는 것도, 훗날에 과거를 되돌아 보기 위해서도 의미있는 일이라 여겨집니다.

또 한편으로는, 아직 개선의 여지가 있는 업체에서는 이 글을 참고로 하시어 조금이나마 기술발전의 계기가 된다면 글쓰는 사람으로서 더 바랄수 없는 보람일 것입니다.

조사에 응해 주신 여러 업체에 대하여, 이 글을 쓰기 위해서 각 사의 조업 데이터를 이용하게 되는 것을, 개별적으로 사전에 양해를 구하지 못 하였습니다만, 이 자리를 빌어 양해를 구하오니 널리 헤아려 주시기 바랍니다.

2. 큐포라에서의 열효율

큐포라의 용해조업을 담당하는 기술자로서 갖게 한국기계연구소 주물연구부

되는 일차적인 관심사는 어떻게 하면 좋은 쇳물(용철)을 만들어서 쇳물에 기인하는 구조결함을 줄이느냐 하는 것일 것입니다. 그런데 큐포라는 周知하시는 바와 같이 코크스나 無煙塊炭등을 연료로 하여 주철을 용해하는 노입니다.

따라서 이러한 化石燃料를 연소시켜 熱을 발생시키는 연소로 하고, 큐포라를 단순화시켜서 생각할 수도 있습니다. 이러한 측면에서 생각하면 큐포라의 열효율이라는 것을 생각해 나가기가 훨씬 수월해지는 의미가 있습니다. 그러나 큐포라는 주철의 용해로로서 冶金學的 특징이 강조되는 노인 점도 간과할 수 없을 것입니다. 즉, 쇳물의 품질을 해치지 않으면서 열효율을 높여서 熱의 經濟를 꾀하자는 것이 이글의 주제라고 하겠습니다.

일반적으로 큐포라의 열효율(용해효율)은 전기 유도로나 아크로에 비해 낮다고 알려져 있습니다. 이에 대한 원인은 두가지가 있다고 합니다. 우선,

물방울(熔滴)이 연소가스나 白熱 코크스上을 굴러 떨어지면서 熱을 받아들이는 機構로 되어 있는데 그 시간이 수십초 단위이어서, 흡열을 하기 위한 시간으로서는 너무나 짧습니다. 다음의 원인으로서는 일단 完全연소한 코크스中の 炭素가 다시 CO가스로 환원된다는 사실입니다. 이 환원반응은 코크스比가 높을수록, 또 연소온도가 높을수록 진행되는 까닭에, 열효율 자체는 低下되는 것입니다. 여기에, 冶金的 效能과 熱經濟性과가 相反하는 성격이 있는 것입니다.

2-1. 열효율과 용해효율

큐포라의 열경제성을 고려할 때에 두가지 열효율이 있는데, 이는 금속장입물의 용해와 관련되는 용해효율과 코크스의 연소와 관련되는 연소효율입

니다. 이들은 각각 다음 식으로 표시됩니다.

$$\text{용해효율} = \left[\frac{\text{용탕이 갖는 열량}}{\text{총입열량}} \right] \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{연소효율} = \left[\frac{\text{코크스의 연소열량} - \text{노정 가스中的 CO 가스의 잠열}}{\text{코크스의 연소열량}} \right] \times 100 \dots (2)$$

위의 두가지 열효율 中에서 금속장입물의 용해와 직접적으로 연관되는 용해효율을 이 글에서는 다루고자 합니다.

2-2. 열정산

큐포라의 열효율을 측정하기 위해서 먼저 열정산(熱精算)을 하여야 하는데 열정산을 상세하게 하는 것은 여간 어려운 일이 아닙니다. 특히 노내 연소가스 및 노정(勞頂)가스의 組成을 정확하게 측정하는 일이 용이하지 않습니다. 또 열정산項目, 산출기초, 書式등의 표준화가 충분히 되어 있지 않은 것도 불편한 점입니다.

열정산항목은 입열항목과 출열항목의 두가지로 나뉘어지는데, 이들의 항목을 다음과 같이 나누어 볼수 있습니다.

입열	출열
① 코크스의 연소열	① 물이 갖는 열
② 송풍의 현열	② 爐頂가스中的 CO의 연소열
③ 금속원소의 산화열	③ 爐頂가스의 현열
④ 全 入熱	④ 스크가 갖는 열
	⑤ 냉각수가 갖는 열
	⑥ 잔류물의 현열
	⑦ 복사전열, 노체축열, 造滓 및 其他熱
	⑧ 全 出熱

앞서, 용해효율을 구하는 식 (1)에서는 分母가 되는 項을 “총입열량”으로 하고 있습니다만, 이번 조사에서는 일부러 다음 식 (3)과 같이 변형하여 사용하였습니다.

$$\text{용해효율}(\%) = \frac{\text{물이 갖는 열}}{\text{코크스의 연소열}} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

이와 같이 바뀌게 된 것은 다음과 같은 고려가 배경이 된 것입니다. 즉 세가지 입열항목 中에서 코크스의 연소열을 제외한, 송풍의 현열이라든가 금속의 산화열 등은 생산자의 입장에서 보면 직접적으로 돈이 투입이 되어 그 에너지가 이용되는 것은 아니지 않은가 하는 생각인 것입니다. 바꾸어 말하면 돈을 주고 산 에너지만을 100%로 잡고 이

에 대해서 몇 퍼센트가 물로, 즉 유효하게 회수되었느냐 하는 것을 따지자는 것입니다.

또 다른 각도에서 생각해 보면, 송풍의 현열이라는 것은 순수한 의미의 입열이라 할 수 없고, 노정 가스가 갖고 가는 열(즉 出熱) 中の 일부가 회수되는 것이므로 순환적인 성격이 강하다고 생각되는 것입니다.

열정산에서 잡는 기준으로는, 물 1ton으로 하는 경우와 操業時間當으로 하는 경우가 있는데 이 조사에서는 前者를 택하였습니다.

3. 측정, 시험 및 분석방법

3-1. 공급물의 증량측정

연료나 금속장입물은 모두 計斤에 의하여 사용된 증량을 장입기록에 기록하고 이로부터 사용된 양을 계산하게 됩니다. 코크스의 경우, 加炭에 消費되는 炭素分만큼은 計算에 의하여 총증량으로부터 減算합니다.

송풍량의 측정은, 오리피스를 사용하였습니다. 송풍량의 표시는 氣壓, 氣溫의 補正을 하여 표준상태로 나타내는 것이 제 式입니다만 번거롭게 생각되어 측정되는 그대로의 수치를 사용하였습니다. 오리피스를 설계함에 있어서는, 조사되는 큐포라의 송풍관이 모두 8인치, 10인치 또는 12인치의 규격 鋼管이므로 용해속도를 중심으로 예상풍량을 생각하고 卍字管에서의 적절한 水柱差를 생각하여 開口比 $m = (d/D)^2$ 이 0.3, 0.4 및 0.35가 되도록, 아홉가지의 오리피스를 규격화하여 설계하였습니다. 이를 표로 하면 다음과 같습니다.

풍량의 측정위치는 송풍기와 열풍로 사이의 송풍관이 되는데, 이곳에서 풍량이 측정된 후 노내에 送入되기 전의 중간에서 바람의 누출이 있다면 풍량측정의 의미는 찾을 수 없게 되는 것인 고로 누풍에 대해서는 특별히 조심하여야 합니다.

3-2. 流出物の 증량측정

앞에서, 熱精算의 기준으로서 물 1ton을 기준으로 하였다고 하였으나, 엄밀한 의미에서는 옳지 못한 표현인 것으로, 실제적인 문제로서 물을 計斤한다는 일이 상당히 크고 어렵고 불필요한 일이므로 금속장입물의 양으로써 물의 양에 대신하였습니다. 또 이렇게 하는 것이 보통이기도 합니다. 또 뒤에 나오는 용해속도라는 것도, 조업시

표 1. 오리피스스의 설계

오리피스 번호	송풍관내경 d(mm)	개구비 m	오리피스 내경 d(mm)	예상 수주차 mmH ₂ O			풍량의 계산식 m ³ /min
				V=20	V=30	V=50	
81	203	0.3	111	195	438		V=1.433h0.5
82		0.35	120		310		V=1.704h0.5
83		0.4	128		229		V=1.984h0.5
101	254	0.3	139		178		V=2.247h0.5
102		0.35	150		(127)		V=2.663h0.5
103		0.4			(91)		V=3.139h0.5
121	300	0.3	164			255	V=3.129h0.5
122		0.35	178			178	V=3.749h0.5
123		0.4	190			131	V=4.371h0.5

간당(總 送風時間) 장입량을 의미합니다.

노정가스의 양은 실측이 어려우므로, 코크스비와 노정가스의 分析値로 부터 산출하는 것이 보통인데 이번 조사의 경우에는 가스분석의 준비가 불완전해서, 탄소비만에 의존하는 어렵셈을 하였습니다.

3-3. 溫度의 測定

물의 출탕온도라든가 송풍온도 및 CE 값의 측정등은 8기의 큐포라에 대해서 동일한 기기를 사용하였습니다. 출탕온도의 측정은 침지식(浸漬式) 디지털 고온계를 사용하였으며, 한 기의 큐포라를 제외하곤 모두, 전방제제식(前方除滓式) 연속출탕흡통 위의 물을 측정하였고 한 기에 대해서는 간헐식 총탕로(내경 550mm)이므로 부득이, 가열된 레들이 받은 물을 출탕 직후에 측정하였습니다. 송풍온도는 CA열전대를 썼습니다.

3-4. 시험 및 분석법

코크스등 연료와 라그의 분석은 동력자원연구소에 위탁하여 분석하였습니다.

4. 조사 결과

용해효율과 연관성이 클 것으로 짐작되는 몇가지의 용해조업 조건 및 결과를 8기의 큐포라에 대하여 조사하여 정의한 것이 표 2입니다.

우선, 용해효율을 보면 그 平均値는 24.2%입니다. 표준편차, Sx는 3.7입니다. 1982년 하반기에, 전

국의 큐포라를 母集團으로 하고 임의의 4기의 큐포라를 샘플로 하여 조사한 결과는 용해효율이 각기 23.7, 24.7, 20.8 및 17.3%이었으며 이들의 平均은 21.6%가 됩니다. 88년과 82년은 6년의 시차가 있으므로 6년 사이에 국내 큐포라 용해효율이 24.2-21.6=2.6%가 향상된 셈입니다.

82년 당시에 조사한 4기의 노크기는 용해속도가 평균 2.23톤/시 이었으므로 노의 크기는, 당시의 표본이나 금번의 표본(평균 2.44톤/시)이나 큰 차가 없다고 하겠습니다. 6년사이에 2.6% 즉, 매년 0.43%씩 용해효율이 개선된다고 할 수 있겠습니다만, 1975년에 日本國內에서 조사한 것을 보면 31.2%로 보고되어 있습니다. 물론 국내에서도 보다 용량이 큰 쪽의 노에 대해서는 용해효율이 이번 조사된 평균치인 24.2% 보다는 훨씬 높으리라고 짐작되기는 하지만, 하여튼 용해속도, 2 내지 3톤 급의 작은 큐포라는 아직 용해효율이 낮은 수준이라고 하겠습니다.

표 3에는 8기에 대하여 열정산한 것을, 물 1ton 기준으로, 1,000kcal 단위로 집계하였습니다.

5. 조사결과에 대한 검토

5-1. 적정풍량과 용해속도

큐포라 조업에서 적정풍량의 관리가 다른 어느 것보다도 중요하다는 사실은 현장에서 큐포라 조업을 체험한 사람이라면 누구나 공감할 것입니다. 풍량의 단위는 m³/min 즉 단위시간당의 풍량 다 시말해 부피속도로 표현되는데 이 값은 노의 크기

표 2. 중요한 용해조업 조건 및 조업 결과

노의번호	1	2	3	4	5	6	7	8	평 균
일 자	6.22	9.12	11.3	11.16	11.23	11.24	12.7	12.8	
내 경	550	640	720	700	680	720	850	720	700
송풍량 m ³ /min	20	31.5	34.3	40	40	55	43.3	34.9	
송풍온도 °C	332	313	260.5	324	481	250	263	462	336
1회 장입량 kg	106	250	300	200	-	400	-	250	
장입코스비 %	20.8	15.8	16.0	14.9	18.0	15.0	15.9	15.5	
코크스 종류	포항50% 봉명50%	포항22% 삼천리78%	포항100%	삼천리60% 기타 40%	삼천리92% 봉명 8%	삼천리50% 중공산50%	삼천리67% 중공산33%	삼천리83% 봉명 17%	
강고철 비율	15	5.4	8.3	25	46.5	45	49	12	
출탕온도 °C	1,400	1,528	1,506	1,563	1,523	1,557	1,512	1,501	1,511
용해속도 t/hr	1.20	1.85	2.14	2.59	2.28	4.00	3.14	2.29	2.44
V/A m ³ /min m ²	84	98	84	104	110	135	76	86	
CE 값	4.38	4.32	4.48	4.37	4.04	3.98	3.92	4.31	
용해 효율 %	16.9	24.8	26.0	25.1	22.1	29.2	26.5	22.7	24.2

표 3. 열정산표(8기분)

단위 : 천kcal

노의 번호		1	2	3	4	5	6	7	8
항 목									
입 열	코스크의 연소열	1,690.0	1,265.0	1,191.9	1,280.2	1,419.3	1,098.4	1,176.6	1,362.1
	송풍의 현열	95.7	95.4	137.1	91.0	157.7	62.2	66.4	131.5
	금속원소의 산화열	20.4	30.7	10.4	26.7	19.1	19.6	6.2	9.6
	입열 합계	1,806.1	1,391.1	1,339.4	1,397.9	1,596.1	1,180.2	1,249.3	1,503.2
출 열	물이 갖는 열	285.6	313.7	309.6	321.4	313.5	320.5	311.4	309.0
	노정가스 중의 CO의 연소열	778.8	574.0	522.1	578.1	630.5	491.5	536.1	607.2
	노정가스의 현열	148.8	122.0	130.8	120.2	65.5	127.7	135.4	72.0
	스라그가 갖는 열	49.6	25.7	28.8	50.4	29.8	26.1	20.5	29.0
	냉각수가 갖는 열	7.2	10.1	19.4	5.0	12.2	15.1	15.1	10.1
	석회석 분해에 요하는 열	37.0	19.7	7.7	23.1	11.0	8.4	19.6	16.5
	기타에 의한 실열	499.2	325.9	321.1	299.6	533.6	190.9	211.2	459.5
	출열 합계	1,806.1	1,391.1	1,339.4	1,397.9	1,596.1	1,180.2	1,249.3	1,503.2

에 따라 달라질 것이므로, 노의 크기에 무관한 값으로 나타내기 위해, 단위노단면적당 부피속도, m³/min.m²로 나타내고 있음은 주지의 사실입니다. 이 단위는 정리해서 보면 m/min 즉, 선속도, 바람의 선속도임을 알게 됩니다. 이것이 의미하는 바는, 어느 적당한 바람의 선속도에서 가장 좋은 코크스의 연소상태를 확보하게 되고 이것이 가장 좋은 노황을 가져온다고 생각하게 됩니다. 그런데, 이 선속도가 결정되면 임의의 코크스비에서 코크스의

연소속도가 결정되고 따라서 금속장입물의 용해속도가 결정될 것입니다. 풍량에서와 마찬가지로, 노 단면적당 용해속도를 생각해보면, 그림 1에서 횡축에 나타나 있는 바와 같이 그 단위가 여러 크기의 노에 적용할 수 있는 t/m²h로 되어 있습니다. 그림 1로부터 우리가 알수 있는 바는, 연소에 관여하는 炭素比의 高低에 무관하게, 最高 到達可能한 물의 온도를 얻을수 있는 풍량, 즉 적정풍량은 96 내지 114m³/m²min와는 비교적 좁은 범위에 있다는

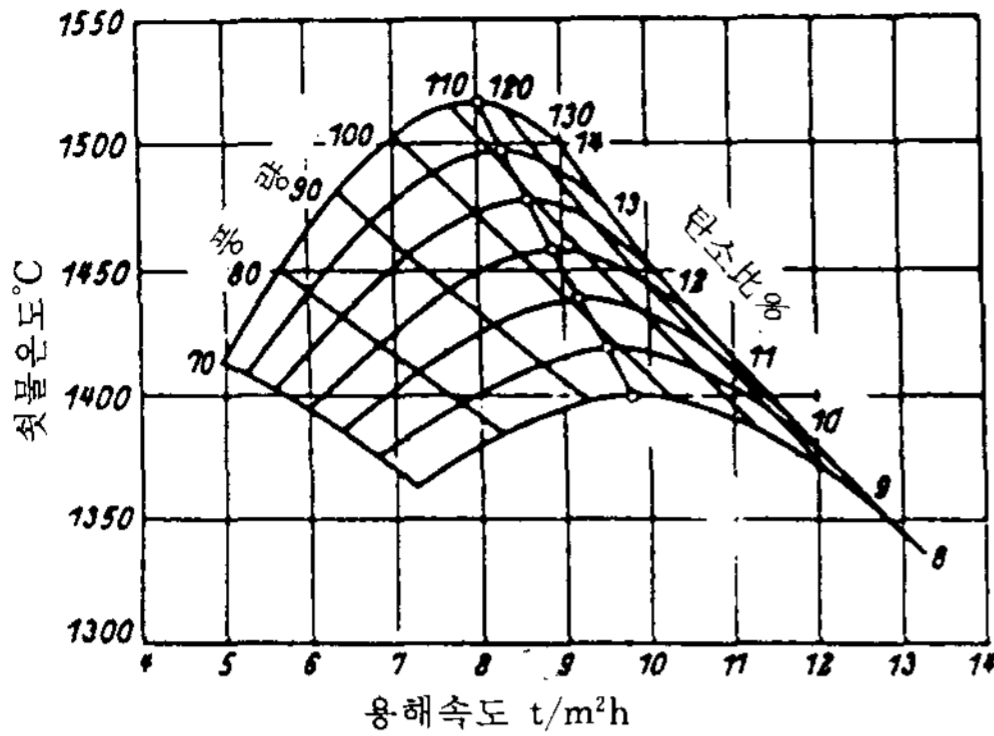


그림 1. 큐포라의 그물눈 다이어그램(H.Siepmann)

사실입니다. 또한가지는, 이 때의 용해속도는 8 내지 10t/m²h라는 좁은 범위에 든다는 사실일 것입니다. 필자는 이 두번째 사실을 특히 중요하다고 봅니다. 그 이유는, 원리적으로 일차적으로 중요한 것은 풍량이겠으나, 풍량이라는 것은 그 측정이 잘 되었다 하더라도 누풍이 있으면 풍량측정의 의미가 전혀 없어져버리는 까닭에서입니다. 반면에 용해속도란 것은 어느 큐포라의 노황 내지는 성능을 평가함에 있어 노의 內徑만이라도 정확하게 指標가 되었기 때문입니다. 이러한 의미에서 용해속도와 용해효율과의 상관성을 살펴보았습니다. 이것을 표로 정리한 것이 표 4입니다.

표 4로부터 용해속도와 용해효율과의 상관성이 있는지를 알아본 것이 그림 2의 점도(點圖)이며 이 그림에는 최소자승법에 의한 회귀선과 이 선의 식을 나타냈습니다. 상관계수는 계산 결과, r=0.61로 계산되었는데 아주 높은 값은 아니지만, 여하간 용해속도와 용해효율사이에는 상관성이 있음을 보여주는 값이라고 생각합니다.

이야기는 잠시 그림 1로 되돌아 갑니다. 그림 1이 얘기해 주는 세번째 중요한 점은, 연소에 관여하는 炭素比의 高低에 무관하게, 적정풍량은 96 내지 114m³/m²h의 비교적 좁은 범위에 들기는 하지만, 탄소비가 커짐에 따라 적정풍량은 조금씩 많아지고 있다는 사실입니다. 탄소비란 것은, 코크스비

표 4. 용해속도와 용해효율

노의 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
용해속도, t/hr	1.20	1.85	2.14	2.59	2.28	4.00	3.14	2.29
용해속도, t/m ² h	5.05	5.75	5.26	6.73	6.28	9.82	5.53	5.62
용해효율, %	16.9	24.8	26.0	25.1	22.1	29.2	26.5	22.7

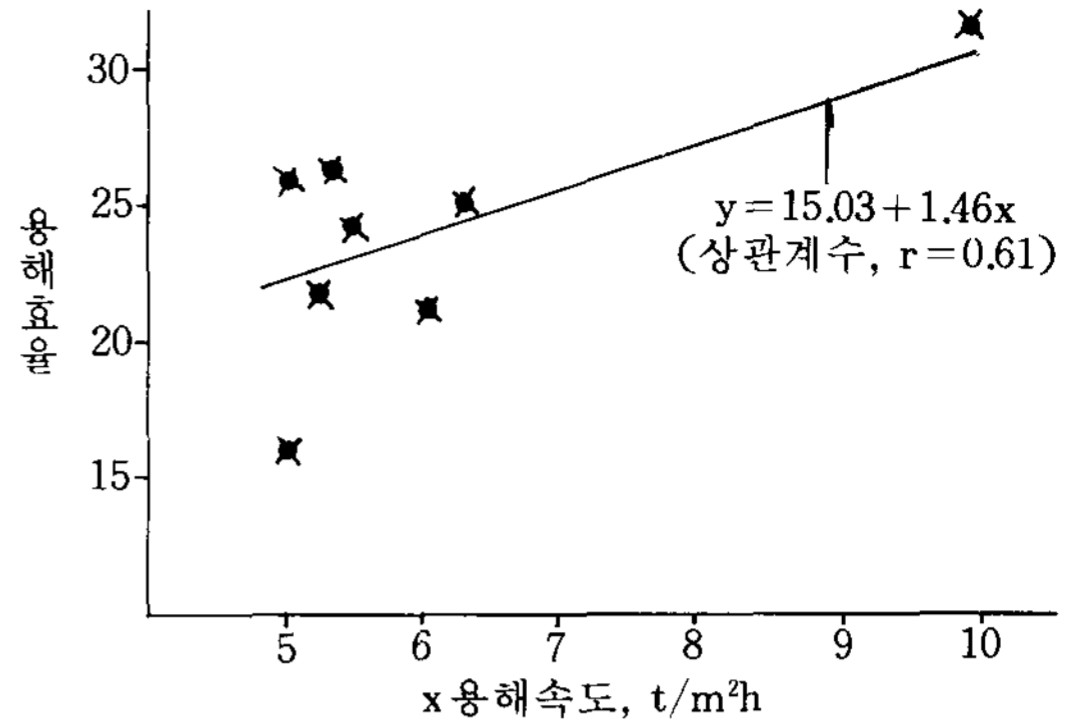


그림 2. 용해속도와 용해효율의 정도

中 연소에만 쓰여지는 것을 실질코크스比라 하고, 다시 여기에 고정탄소분을 곱하여 얻는 값입니다. 일반적으로 말해서 국내의, 특히 중소형 큐포라들은 풍량을 작게 하는 경향이 있어왔고, 따라서 용해속도도 그림 1中의 속을 비운 동그란 점으로 표시한 것보다 떨어지는 경향이 눈에 띕니다. 그러나 이 그림을 잘 음미해보면, 낮은 코크스比 또는 炭素比에서는 풍량을 낮게 하는 것이 옳다는 것도 알수 있습니다. 즉 경제적 조업이라는 말이 함축하는 의미인 것입니다.

5-2. 爐頂가스中の CO가스 농도

앞에서, 큐포라의 용해효율이 낮은 원인의 하나로써, 일단 완전연소한 코크스中の 炭素가 다시 CO가스로 환원되는 흡열반응을 잠시 언급하였습니다만, 이것을 확인 해보는 의미에서, 과연 노정가스中에 CO가스의 농도가 높을 때 용해효율이 낮아지는지를 알아보려고 합니다.

炭素比는 CO₂가스가 환원되는 정도를 지배하는 큰 因子로서, 탄소비가 높아지면, 코크스 베드가 높게 유지되고 환원반응이 촉진되어 CO가스가 많은 분위기가 됩니다. 이것을 보여주는 것으로서 Jungbluth의 η_v 曲線이 있습니다. 이를 그림 3에 보입니다.

표 5. 노정가스中の CO가스 농도의 산출

노의 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
용해속도 t/hr	1.2	1.85	2.14	2.59	2.28	4.00	3.14	2.29
장입 코스크비 %	20.8	15.8	16.0	14.9	18.0	15.0	15.9	15.5
코크스장입속도 kg/hr	250	292	342	386	410	600	499	355
가탄에 소비된량 kg	13.56	6.43	12.50	23.64	85.7	151	115.4	17.7
시간당 소비량	1.44	0.48	0.96	3.78	6.3	15.1	7.1	1.8
고정탄소분 %	88.7	90.04	88.09	89.21	90.48	86.36	87.77	90.36
고정탄소 연소속도 kg/hr	220	262	300	341	365	505	432	319
지금에 대한 탄소비 %	18.3	14.2	14.0	13.2	16.0	12.6	13.8	13.9
연소율 %	38	43	44	46	40	48	45	45
CO가스의 농도 %	17.2	15.5	15.1	14.4	16.5	13.7	14.8	14.8
용해 효율	16.9	24.8	26.0	25.1	22.1	29.2	26.5	22.7

표 6. 송풍온도 및 출탕온도와 용해효율

노의 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
송풍온도 °C	400	313	260.5	324	481	250	263	462	336
출탕온도 °C	1,400	1,528	1,506	1,563	1,523	1,557	1,512	1,501	1,511
용해효율 %	16.9	24.8	26.0	25.1	22.1	29.2	26.5	22.7	24.2

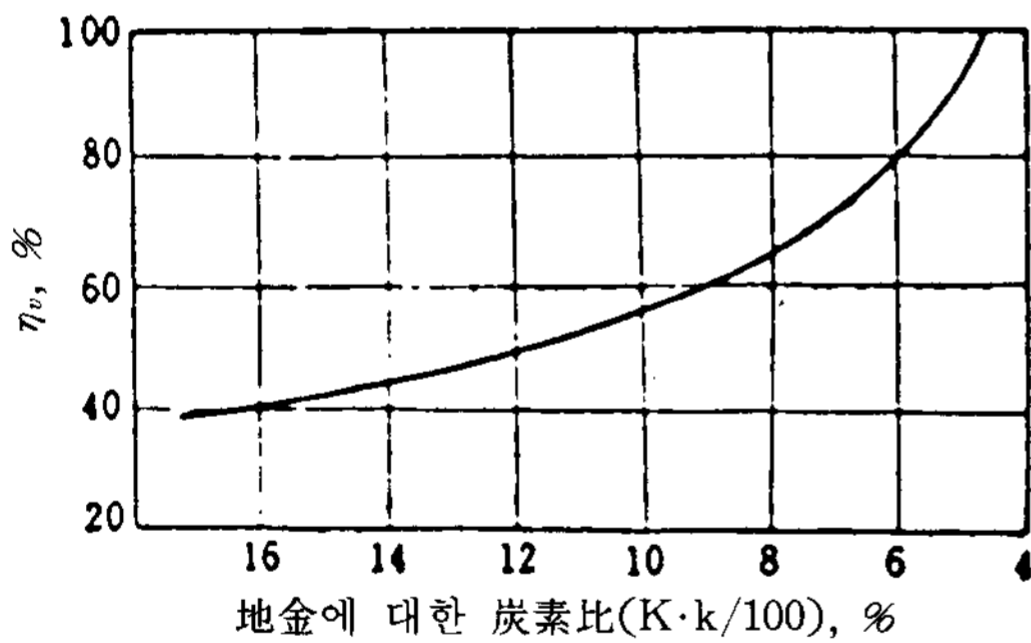


그림 3. 炭素比와 ηv의 關係(Jungbluth)

ηv라는 것은

$$\eta_v = \frac{CO_2}{CO_2 + CO} \quad (4)$$

로 표시되는 값으로서 燃燒率이라고 부르는 데, 이것이 炭素比에 따라 그림 3과 같이 변화합니다. 즉, 炭素比로부터 연소율을 求할 수 있고, 이 式에 다음 式 (5)를 代入하여 CO가스의 농도를 구할 수 있습니다.

$$CO\% = \frac{4,200}{121} \left(1 - \frac{CO_2\%}{21} \right) \quad (5)$$

이러한 과정을 거쳐서 CO가스의 농도를 구한

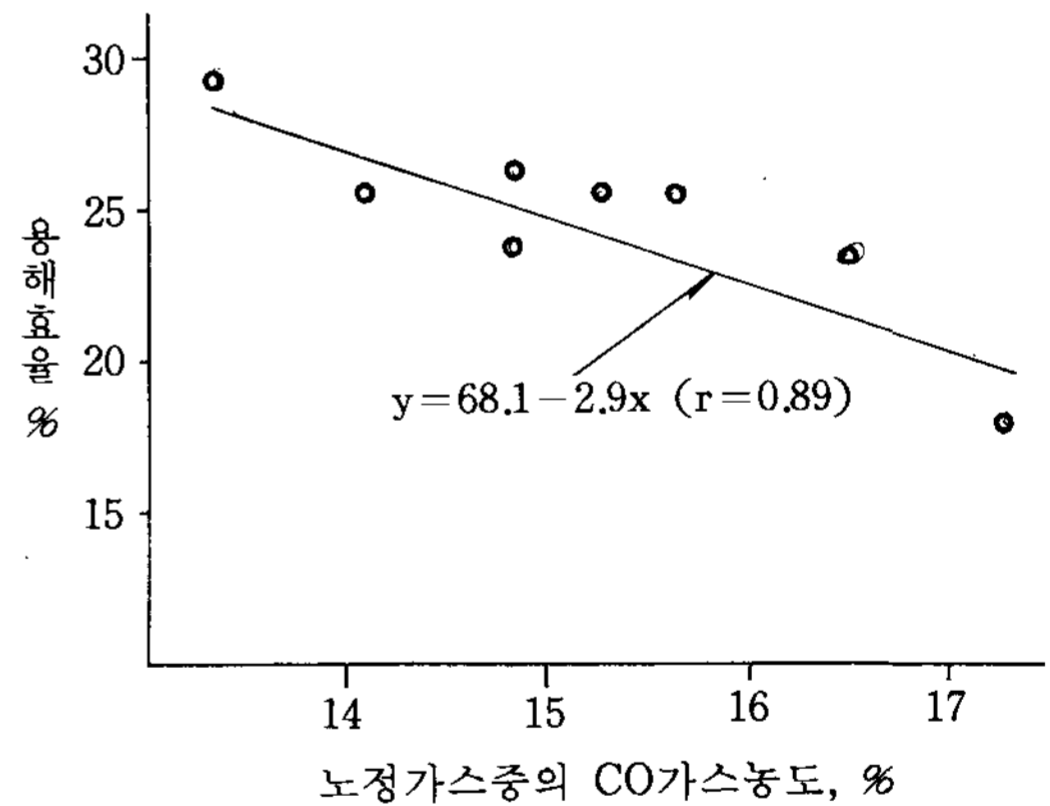


그림 4. 노정가스中の CO가스농도와 용해효율

것이 표 5입니다. 또 이 결과로부터 그림 4와 같이 노정가스中の CO가스의 농도와 용해효율과의 상관성을 나타내 보았습니다. 그림에 나타난 바와 같이, 상관계수는 -0.89로 그 절대값이 1에 근접하고 있으며 CO가스의 농도에 역비례하여 용해효율이 커지는 것을 확인할 수 있습니다.

5-3. 송풍온도 및 출탕온도와 용해효율

표 2로부터, 송풍온도 및 출탕온도와 용해효율에

표 7. 각 입출열 항목별 분석

	항 목	표본수 n	열량의 평균치 x	표준편차 S_x	백분율 %
입 열	코크스의 연소열	8	1,310.4	184.6	100.0
	송풍의 현열	8	104.6	34.2	8.0
	금속원소의 산화열	8	17.8	8.6	1.3
	입열 합계	8	1,432.9	200.0	109.3
출 열	물이 갖는 열	8	310.6	11.1	23.7
	노정가스중의 CO의 연소열	8	589.8	88.8	45.0
	노정가스의 현열	8	115.3	30.1	8.8
	스라그가 갖는열	8	32.5	11.2	2.5
	냉각수가 갖는열	8	11.8	4.7	0.9
	석회석분해에 하는열	8	17.9	9.6	1.4
	기타에 의한 열	8	355.1	128.9	27.1
	출열 합계	8	1,432.9	200.0	109.3

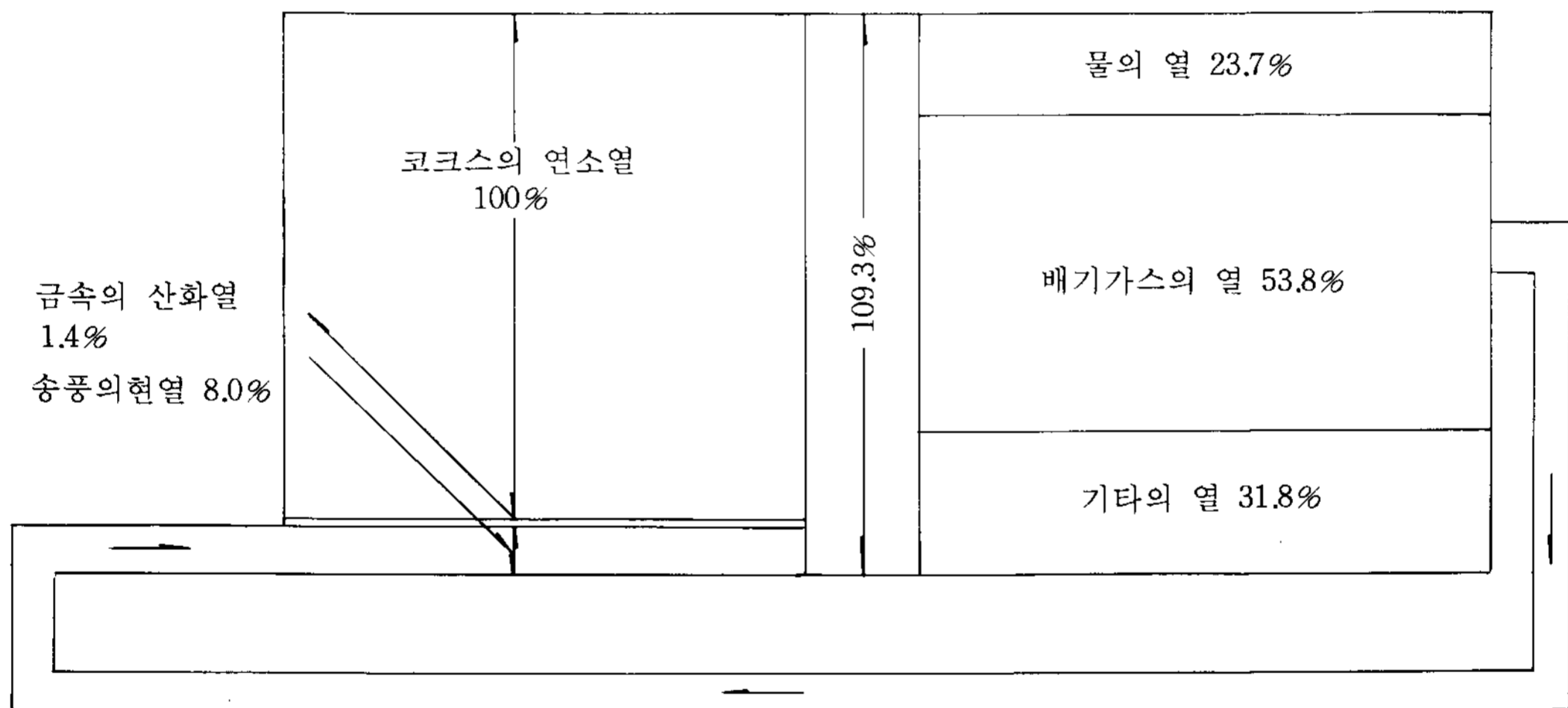


그림 5. 열 정산도(8기의 평균값)

대한 데이터만을 따로 정리해 본것이 표 6입니다. 표 5로부터, 우선 송풍온도와 용해효율 사이의 상관성을 살펴본 바, 용해효율(%): Y, 송풍온도(°C): X로 나타내면 $Y=31.5-0.022X$ 라는 회귀식을 얻을 수 있었고, 이때의 상관계수, r은 -0.53이었습니다.

흔히, 열풍 큐포라에서 열풍온도가 높으면 용해 효율도 높으려니 하는 착각에 빠지기 쉽습니다. 그러나 위의 계산에서 보는 바와 같이 실제로는 정반대라고 하는 편이 옳을 것 같습니다. 열풍온도는, 국내에서와 같은 폐열 회수식을 전제로 할 때, 우

선 노정가스가 갖고 나가는 열량이 많아져 높아질 수 있는 것인데, 이렇게 하자면 자연히 코크스비를 높일수 밖에 없어질 것이고 이것은 또 CO가스의 높은 농도와 낮은 용해효율에 연결될 것입니다. 송풍온도를 높이는 것 자체를 조업의 목표인듯 잘못 생각하면 안되는 이유가 여기에 있습니다.

다음, 출탕온도와 용해효율 사이의 상관성을 계산해 보았습니다. 마찬가지로, 용해효율(%): Y, 출탕온도(°C): X로 나타내면 $Y=-68.1+0.061X$ 라는 회귀식을 얻을 수 있었고 이 때의 상관계수 r

은 자그마치 0.83이나 되었습니다. 이것은 상식 내지 직관이 어긋나는 결과인 것입니다. 웬고하니, 큐포라는 과열온도를 높이면 높일수록 용해효율은 낮아진다는 것이 널리 알려진 사실이기 때문입니다. 그래서 용탕온도의 측정위치가 상이하았던 第 1 番 爐의 데이터를 제외하고 7기의 큐포라에 대해서 다시 계산을 해보았습니다. 그 결과는,

$$Y = -42.3 + 0.044X (r = 0.45) \text{로 산출되었습니다.}$$

이 결과 역시 출탕온도에 비례하여 용해효율이 증가하는 것으로 나타나고 있습니다만, 이것은, 속담에, 광에서 인심난다는 말이 있듯이 용해효율이 높은 업체에서 그만큼 용해온도도 넉넉하게 즉 높게 조업하고 있다는 의미인 것으로 해석하고 싶습니다.

5-4. 용해효율의 현황

표 3으로부터 각 入出熱項目에 대하여 一變數 통계계산을 하고 평균치에 대하여는 百分率을 구하여 표 7을 만들었습니다.

이로부터 그림 5의 열정산도를 만들어 보았습니다.

6. 맺음말

8기의 큐포라에 대하여 용해효율을 조사하면서 알게 된 것들을 정리하면 다음과 같습니다.

◎ 국내 큐포라의 용해효율은 높아지고 있으나 아직 더 높아져야 하는 수준입니다.

◎ 큐포라의 조업성능을 판단하는데 있어 노내 단위단면적당 용해속도를 검토해 보는 것이 좋은 수단이 됩니다.

◎ 용해효율과 노정가스중의 CO가스의 농도와 의 상관성을 다시 확인하였습니다.

◎ Jungbluth가 제시한 탄소比와 연소율의 선도에 의지하여 노정가스중의 CO가스의 농도를 계산에 의하여 구하는 방법을 시도해 보았습니다.

◎ 송풍온도를 높이는 것은 수단이 되어야지 잘못해서 목표처럼 생각해서는 안될 것입니다.

◎ 출탕온도를 필요이상으로 높게 하고 있는 경우에는, 이를 낮춤으로써 용해효율을 높일 수도 있습니다.

종신회원패유상배부

1) 당학회는 그동안 종신회비를 납부하시고 종신회원패를 받지 못하신 회원에게 충분히 공급코져 다량의 회원패를 제작하여 1988년도 1~2월중에 신청자를 접수받아 일괄배부 한바 있습니다.

본회는 종신회원패 구입을 원하는 회원에게 계속해서 제작공급하고 있어오니 아래 양식에 의거 신청하여 주시기 바랍니다.

2) 본패의 제작에는 상당한 금액이 소요된바 제작비의 일부는 본회가 부담하고 나머지는 본패를 구입하시는 종신회원께서 부담하도록 결의되었사오니 양지하시기 바랍니다.

아 래

1. 종신회원패대금 : 10,000원(케이스 발송비 포함)
2. 신청대상 : 종신회원으로써 종신회원패를 아직 받지 못하셨거나 받으신 후 분실하신 회원
3. 신청방법 : 신청서 양식에 기재하신 후 우편대체 구좌로 대금 10,000원을 우송하시기 바랍니다.
4. 신청기간 : 수시
5. 우편대체구좌 : 012211-31-1441351

종 신회 원 패 신 청 서

성 명	근 무 처	연 락 처