

技術解説

큐포라의 구조

李榮商*

1. 머리말

작년말과 금년초에 걸쳐 한국과학기술원 주물기술실에서는 열효율의 개선을 목적으로 하여 큐포라에 관한 연구를 한 바 있었다. 본 고에서는, 이 연구에 앞서 국내 큐포라의 구조 등에 관한 조사를 간단히 행한 바 있었는데, 그 조사된 내용을 줄거리로 하고 외국의 관계 문헌 (加山延太郎:鑄物27-10(1957)702)을 사교적 배경으로 하여 국내에서 사용되고 있는 소형 큐포라의 특징과 개선되어야 할점 등에 대하여 살펴보고자 한다.

본 지면을 빌어, 큐포라에 관한 설문 조사에 회답을 해주신 여러업체에 대하여 감사의 뜻을 표하는 바입니다.

2. 큐포라의 용량 분포

82년초에 간행된 한국주단조공업협동조합의 전국주단조업체 실태 조사서에 의하면 전국에 347기의 큐포라가 있는 것으로 집계되어 있는데 필자등이 행한 조사에서는 가동하고 있는 큐포라만을 대상으로 하였으며, 설문지의 회신과 39기에 이르는 방문조사를 아울러서 140기가 標本이 되었다.

표1 국내 큐포라의 용량별, 지역별 분포

용량 (톤/시간) 지역	1	1.5	2	3	4	5	6	계	
	미만	미만	미만	미만	미만	미만	이상	기수	비율(%)
서울	2	12	7	2	1	0	0	24	17.1
경기, 인천, 강원	6	5	13	4	3	2	2	35	25.0
호남·호서	1	12	9	3	1	0	2	28	20.0
경북, 대구	0	3	6	8	3	0	0	20	14.3
경남, 부산	2	13	4	6	1	5	2	33	23.6
계 (기수)	11	45	39	23	9	7	6	140	-
비율 (%)	7.9	32.1	27.9	16.4	6.4	5.0	4.3	-	100

주: 1982.10. 조사

* 한국기계연구소 주물연구부

이렇게 해서 만들어진 것이 표1이며, 표2는 위에 말한 실태조사서로 부터 인용하여 약간 변형시킨 표이다. 위의 두 표로부터 전국의 큐포라 분포를 각각 대략 15% 이상의 基數를 갖고 있는 서울, 경기(인천, 강원), 호남·호서, 경남(부산), 경북(대구)의 다섯개 지역으로 나누어 볼수 있음을 알 수 있다.

표2 국내 큐포라의 분포상태

용량 (톤/시간) 지역	1	1.5	1.5	2.5	3	5	계	
	미만	미만	미만	미만	미만	이상	기수	비율(%)
서울	4	21	6	10	4	1	46	13.3
경기, 인천, 강원	2	22	17	28	4	10	83	24.0
호남, 호서	13	14	10	13	8	0	58	16.7
경북, 대구	13	14	13	18	7	2	67	19.3
경남, 부산	8	37	11	18	10	9	93	26.7
계 (기수)	40	109	57	87	33	22	347	-
비율 (%)	11.5	31.1	16.4	25.1	9.5	6.4	-	100

자료: 전국 주단조업체 실태조사서 (한국주단조공업협동조합) 1982.1 발행

표3 국내 큐포라의 용량별 점유율 및 평균용해속도

용량 (t/hr)	2미만	2이상 3미만	3이상 5미만	5이상	계
	基數 A	56	39	32	13
비율(%) B	40.0	27.9	22.8	9.3	100.0
용해속도 합계 (t/hr) C	(70.7)	(89.7)	(110.0)	(82.4)	(352.8)
비율(%) D	20.1	25.4	31.2	23.3	100.0
基當용해속도 (t/hr) C/A	1.3	2.3	3.4	6.3	2.52

註: 표중의 괄호는 국내의全體 수량과는 일치하는 것이 아니므로 괄호 표시한 것임.

표3은 표본이 된 140기의 큐포라를 4개의 소집단으로 나누어서 基數, 용해속도 합계, 평균 용해속도 등

을 살펴 본 것이다.

이 표로부터 基數上으로는 3 t/hr 미만의 爐가 2/3 를 차지하지만 용해능력면에서 생각하면 국내 큐포라는 2이상 5 t/hr 미만의 爐가 주류를 이루고 있다는 것을 알 수 있다. 또 표 3의 기당용해속도 2.52 t/hr이라는 숫자와 표 2의 전국 큐포라 基數 347 을 곱하여 전국 큐포라의 용해능력 합계는 870여 t/hr에 이르는 것으로 추산할 수 있다.

3. 노의 내경과 용해속도

큐포라의 크기(혹은 능력)는 보통 시간당 용해속도로 표시하는 경우가 많으나, 용해속도는 風量, 코크스比, 코크스의 성질등에 따라 변동하는 것이므로 큐포라의 크기를 노 내경으로 나타냈을 때, 내경과 용해속도

의 관계를 정확히 구하는 것은 곤란한 것이지만 대체적인 표준치로서 다음의 표들을 제시할 수 있다. 우선 표 4를 만들 당시의 관계자들의 사고방식을 살펴보면 다음과 같다.

“이 표준치는 용해속도를 변동시키는 최대의 요인으로 생각되는 송풍량으로 구별한 것인데, 송풍량은 각노를 공통적으로 다루기 위해 단위단면적당(1㎡)의 송풍량 V/A (m/min·㎡)으로 환산 통일하였다. 송풍량을 이와 같이 바꾸는 경우에는 여기에 따라서 코크스의 질을 선택하고, 코크스比를 맞출 필요가 있으며, 조업의 목적에 따라서 어느쪽인가를 택하게 된다. 이러한 점이 표 4에 부기되어 있다. 코크스比가 上述한 범위를 벗어나면 용해속도는 변화하게 된다. 즉 코크스比가 감소하면 용해속도는 증가하고, 코크스比가 증가하

표 4 노내경에 대한 용해속도의 표준치

번호	内 徑 D, mm	단 면 적 A, ㎡	용 해 속 도 W, t/hr			
			V/A (m/min-㎡) = 141 ~ 160	V/A = 121 ~ 140	V/A = 101 ~ 120	V/A = 81 ~ 100
6	500	0.196	1.3	1.1	0.9	0.7
9	650	0.332	2.5	2.2	2.0	1.7
11	750	0.442	3.5	3.2	2.9	2.5
16	1,050	0.866	7.4	6.8	6.2	5.6
대응되는 코크스比, %			17 ~ 22	12 ~ 17	10 ~ 12	8 ~ 10
코크스 中の 회분, %			< 10	< 10	10 ~ 12	10 ~ 12
출탕온도, ℃			> 1500	1450 ~ 1500	1400 ~ 1450	≤ 1400
조업의 목적			고온용해, 특히 강고철을 주원료로 하는 용해에 적합하다.	정상조업	경제적조업	경제적 조업 가단주철의 이중 용해시에 채용되는 경우가 있다.
비 고			코크스比를 낮추면 과잉 송풍의 害가 생긴다.			과소송풍의 害가 생기기 쉽다.

註, 資料出所: 鑄物 27 권 P 702

면 용해속도는 감소한다. 風口比도 용해속도에 영향을 준다. 풍구비가 15정도 이하인 때에는 용해속도에 큰 변동이 없으나, 20정도 이상이 되면 용해속도가 눈에 띄게 저하된다. 따라서 표 4의 자료는 풍구비 15 이하인 것에서의 값이다.

한편, 용해속도는 조업의 시기에 따라서도 달라지는데, 초기에는 느리고, 어느 시기가 경과하면 일정하게 되며, 終期에는 다시 느려지므로 중간의 일정할 때의

값을 따져야 할 것이다. 또 용해속도는 출탕량을 달아서 얻어야 할 것이지만, 실제적인 문제로서 出湯口를 막는 시점에서의 爐內 잔탕량이 不明하여 측정곤란하므로 편의상 용해감모량은 무시하고 원재료장입속도로써 대신한다.”

그런데, 표 4의 바닥에 깔려있는 사고방식을 간추려 보면, 조업목적에 따라 코크스比는 변화시켜야 하며, 코크스比가 달라지면 風量도 대응하여 변화시켜야 한다는

것이다. 이로부터 10여년이 경과되어 간행된 “신판 큐포라 핸드북”으로 부터 표5를 발췌할 수 있다. (2)

표5 爐徑, 코크스比, 용해속도의 관계

번호	내 경 D (mm)	단면적 A (m ²)	용해속도 W [t/h]					
			實質코크스比 [%]					
			8	10	12	14	16	18
5	500	0.196	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2
8	650	0.332	3.5	3.0	2.7	2.4	2.2	2.0
10	750	0.442	4.7	4.0	3.6	3.3	2.9	2.7
16	1,050	0.866	9.2	7.9	7.0	6.3	5.7	5.2

표5에서의 실질코크스比 하는 것은 장입코크스로부터 용탕의 炭素含量 증가에 소비된 코크스를 빼, 즉 연소에 동원되는 코크스를 의미한다. 이 표는 코크스比가 증가하면 용해속도가 감소되는 것으로 되어 있는데, 이것은 코크스比의 變化에 관계없이 거의 일정한 적정용량을 쓴다는 사고방식에서 연유된 것이다. 이는 표에서는 따로 표시되어 있지 않으나, 임의의 크기의 爐에 대해서 코크스比와 대응하는 용해속도들을 곱하면 코크스의 연소속도라고 이름붙일 수 있는 값이 산출되는데, 이 값들의 크기가 크게 다르지 않음으로부터 미루어 짐작할 수 있다. 반면, 표4에 대하여 이 값을 산출해 보면 그 값들이 크게 차이가 남을 확인할 수 있을 것이다.

그러면, 위의 두가지 사고방식중 어느쪽이 옳고, 어느쪽이 그르냐 하는 의문이 제기될 것인데, 그 문제의 해답은 간단히 결론지어질 성격의 것이 아닐뿐더러 本稿의 主題와 너무 떨어지는 의미가 있으므로 이 곳에서는 다만 양쪽에 일면 진실이 있으며, 큐포라 용해 기술자라면 양쪽의 사고방식을 음미하여 볼 가치가 있을 것이라는 필자의 개인적인 소견을 피력하는 것으로 그치고자 한다.

표4에서는 정상조업, 즉 $V/A = 121 \sim 140$ 일 때의 용해속도를, 또 표5에서는 실질코크스比 14% 일 때의 용해속도를 각각 표준적인 용해속도라고 보고 있다. 兩表로부터 표준적인 용해속도를 각각의 노크기에 대해서 살펴보면, 표5쪽의 용해속도가 약간 큰 값을 보이며, 특히 작은 노의 경우, 그러함을 알 수 있다. 이것은 日本에서 그 당시 즉 10여년의 기간동안에 큐포라 조업기술의 전반적인 향상과 原燃料의 품질이 양호하여진 것에 기인된 것이라고 추측된다.

표6은 국내 큐포라의 용량별 평균용해속도와 대응하는 평균용해대직경을 살펴본 것이다. 이 표로부터 산술적인 처리를 하여 500mm로부터 1,050mm 사이의 노

내경에 대하여 50mm 단계로 (평균) 용해속도를 산출하여 표7을 얻었다.

표6 국내 큐포라의 용량별 용해속도와 평균 노내경

용 량 (t/hr)	基 數	全 體 용해속도 (t/hr)	평 균 용해속도 (t/hr)	평균노내경 (mm φ)
1 미만	11	7.7	0.7	506
1~2미만	45	63.0	1.4	615
2~3미만	39	89.7	2.3	693
3~4미만	23	71.3	3.1	744
4~5미만	9	38.7	4.3	873
5이상	13	82.4	6.3	1,015
합	140	(352.8)	2.52	

표7 국내 큐포라의 노 크기에 따른 평균적인 용해속도

爐 내경, D (mm φ)	용해 속도, W (t/hr)	단위단면적당 용해속도 W/A (t/hr · m ²)
500	0.7	3.6
550	1.0	4.2
600	1.4	5.0
650	1.9	5.7
700	2.4	6.2
750	3.0	6.8
800	3.6	7.2
850	4.1	7.2
900	4.7	7.4
950	5.4	7.6
1,000	6.1	7.8
1,050	6.8	7.9

표7을 앞의 표4, 표5와 비교하여 보면, 국내의 큐포라들은 대체로 큐포라크기에 대한 표준적인 용해속도에 미치지 못하는 조업이 이루어짐을 알 수 있다. 특히 내경 650mm φ 이하의 소형로에서 이러한 현상이 두드러짐을 알 수 있다. 참고로 표7에는 단위단면적당 용해속도를 계산하여 나타냈는데 爐의 大小에 따라 상당히 큰 변동폭을 보이고 있다. 이에 비하여 표4와 표5로부터 이 값 즉, W/A 를 산출하여 보면 이 값에 큰 변동이 없음을 알 수 있을 것이며, 특히 표5의 경우에는 모

두 7 이상의 거의 같은 값을 갖고 있음에 주목하게 된다.

대체로 말해서 W/A의 값이 7보다 훨씬 떨어지는 큐포라 조업은 조업방법의 개선이 필요한 상태의 단적인 표시이며, 특히 용해속도 2 t/hr 内外 이하의 소형로에 이러한 예가 많음을 지적하여 둔다.

4. 有效高

유효고라는 것은 風口面으로부터 裝入口 下面까지의 높이라고 생각하는 것이 간단하고 그다지 잘못된 것은 아니겠으나 큐포라의 裝入이 기계화됨에 따라서 장입구 하면까지 장입물을 꼭 채우지 못하게 되는 경우가 생기게 되면서, 風口面으로부터 恒時 원료가 채워져 있는 上面까지의 높이로 그 개념이 변화되었다. 큐포라에 장입된 원료는 이 공간내에서 예열되고, 용해되고 다시 가열된다. 즉 원료의 용해를 위한 유효공간이란 의미를 갖고 있다. 유효고가 높을 수록 원료가 잘 예열되어 용해대의 위치가 높아지는, 즉 코크스베드가 높이 유지되기 쉬운 이점은 있으나 爐内の 通風 저항이 증가되어 보다 높은 吐出壓力의 송풍기가 필요하게 된다.

유효고와 爐내경 (라이닝 內徑) 과의 비율 (H/D) 을 有效高比라 하며, 적당한 유효고비는 3.5 ~ 6 으로서 노경이 클 수록 유효고비는 작은 값을 쓰게 된다. 표 8은 日本에서의 과거 및 현재의 유효고에 대한

표 8. 유효고 일본의 표준치 추이와 국내현황 비교

노내경	A		B		C	
	유효고, H	유효고비 H/D	유효고	유효고비	유효고	유효고비
500	2,500	5.0	3,000	6.0	2,380	4.8
550	2,750	5.0	3,190	5.8	2,709	4.9
600	3,000	5.0	3,360	5.6	3,025	5.0
650	3,250	5.0	3,510	5.4	3,325	5.1
700	3,500	5.0	3,640	5.2	3,612	5.2
750	3,750	5.0	3,750	5.0	3,885	5.2
800	3,920	4.9	3,920	4.9	4,144	5.2
850	4,080	4.8	4,080	4.8	4,390	5.2
900	4,230	4.7	4,230	4.7	4,621	5.1
950	4,370	4.6	4,370	4.6	4,839	5.1
1,000	4,500	4.5	4,500	4.5	5,043	5.0
1,050	4,620	4.4	4,620	4.4	5,233	5.0

註 A : 일본 구판 큐포라 핸드 북에서의 표준치
 B : 일본 신판 큐포라 핸드 북에서의 표준치
 C : 조사 당시 (82.10) 의 국내 평균치

표준치와 국내의 현황을 비교하여 본 것이다. 표 중의 C란은 표 6 으로부터 표 7 을 만드는 것과 같은 방법으로 만들었다. A와 B란을 비교하여 보면 B의 경우 내경 750 mmφ 미만의 작은 노에 대하여 A보다 유효고비를 키웠음을 보게 된다. 이것은 과거에 소형로의 경우에는 일본의 재래식 爐인 “고시끼”의 영향에 의하여 爐高가 짧았던 것이 B의 경우에는 이 영향으로부터 탈피하고 있음을 의미하는 것이라 생각된다. “고시끼”의 경우에는 유효고비가 3 정도인 것이 많았다고 한다. 국내 현황인 C란을 보면 내경 700 mmφ 이상의 爐에서는 오히려 B보다 유효고가 약간 큰 경향을 볼 수 있으나 600 mmφ 이하의 소형로에서는 B의 기준보다는 조금 작은 값을 보이고 있다.

평균적으로 보아서는 국내 큐포라의 유효고가 표준치에 가까운 값을 가지고 있다고도 할 수 있으나 표 9 에 보이는 것처럼 유효고의 범위나 유효고비의 범위는 큰 값을 가지고 있으며, 특히 소형로에 유효고가 過小한 노가 있음을 보게 된다.

표 9. 국내 큐포라의 유효고

용량 (톤/시간)	평균용해대경 D, (mm φ)	평균유효고 H, (mm)	유효고비 (H/D)	유효고의 범위 (mm)	유효고비의 범위
1 미만	506	2,461	4.9	1,500 ~ 3,000	3.0 ~ 5.5
1~2 미 만	615	3,022	4.9	1,600 ~ 4,700	2.8 ~ 7.3
2~3 미 만	693	3,707	5.3	2,800 ~ 4,500	4.0 ~ 7.3
3~4 미 만	744	3,916	5.3	2,520 ~ 4,700	3.5 ~ 6.9
4~5 미 만	873	4,081	4.7	3,600 ~ 4,400	4.4 ~ 5.0
5 이상	1,015	5,210	5.1	4,400 ~ 7,050	4.3 ~ 8.5

5. 風 口

큐포라에서 風口 문제는 많은 관심을 끄는 것에 견주어서는 지나치게 심각한 영향을 주는 요소는 아니라고 보며 다만 人體에서의 코와 같이 적당량의 공기를 爐內에 도입하는데 지장을 주지만 않는다면 一次的인 풍구의 소임은 다 하는 것이라 생각된다.

가. 風口比

위에서 말한 一次的인 기능 외에 큐포라의 円周로부터 되도록이면 균일하게 공기를 밀어 넣기 위해서 흔히 4~8개 정도로 円周等分 位置에 風口를 배치하게 된다. 여러 風口의 단면적 합계를 a라 하고, 爐의 단면적을 A라 할 때 A/a 를 風口比라 한다.

풍구비가 작은 경우에는 노내로 들어가는 壓風 (blast)의 線速度가 작아지므로 壓風이 노의 중심까지 미치지 어렵고 따라서 노 중심부의 연소반응이 불충분하게 되기 쉽다. 반대로 풍구비가 클 때에는 酸化帶가 上方으로 擴大되는 경향을 갖게 된다. 뿐만 아니라 風口 先端部에 스라그가 부착·응고하고 나아가서 爐 上部가 空間이 생기는 소위 행경을 조장하는 의미가 있다. 이러한 현상은 風口로부터 들어온 바람에 위로 부터 내려온 스라그가 냉각되어 내부의 열에 의하여 석도 녹아 흐르지 못하고 부착·응고하여 버리기 때문에 일어나는 것이다.

표 10은 日本에서의 과거 및 현재의 風口比에 대한 표준치와 국내의 현황을 비교하여 본 것이다. 표의 구성은 앞의 표 8과 동일하게 되어 있다. 이 표에서 쉽게 알 수 있는 바와 같이 日本에서의 표준치 보다 상당히 큰 값의 風口比를 갖고 있는 것이 국내 현황인데 75년에 이루어졌던 전국 40개 주물공장을 대상으로 한 큐포라에 관한 실태조사에 따르면 3 t/hr용량을 기준으로 할 때 30~40의 풍구비가 대부분이었던 바⁽¹⁾ 당시와 비교하면 국내 큐포라의 풍구비는 전적으로 감소하는 경향에 있는 것이 눈에 띈다.

표 10. 風口比의 日本의 표준치 추이와 국내현황비교

노 내 경	A	B	C
500	4 ~ 9	5 ~ 8	13.5
550	4 ~ 9	5 ~ 8	13.2
600	4 ~ 9	5 ~ 8	13.0
650	5 ~ 10	5 ~ 8	12.8
700	5 ~ 10	6 ~ 9	12.7
750	5 ~ 10	6 ~ 9	12.7
800	6 ~ 11	6 ~ 9	12.8
850	6 ~ 11	7 ~ 10	12.9
900	6 ~ 11	7 ~ 10	13.0
950	7 ~ 12	7 ~ 10	13.3
1,000	7 ~ 12	8 ~ 11	13.6
1,050	7 ~ 12	8 ~ 11	14.0

註, A : 일본 구관 큐포라 핸드 북에서의 표준치
 B : " 신관 " " "
 C : 조사당시 (82.10)의 국내 평균치

과거에 국내의 큐포라 연료사정이 좋지 못하여 무연괴탄이 큐포라 연료의 주축을 이루었던 시절에는 노내에서 강하 도중 열에 의하여 무연괴탄이 粉化하는 등의 이유로 通風抵抗이 크게 증가되는 일이 있었다.

이로 인하여 壓風이 爐 중심부까지 미치지 못하게 되는 것을 風口比를 크게 하여 風口 先端部에서의 空氣流速을 키워 줌으로써 해결할 수 있다는 사고 방식이 비교적 널리 받아들여지고 있었다. 또 무연괴탄 내지는 粗惡 코크스의 파쇄 (내지는 粉化)에 의한 通風 저항의 문제 외에 有效高가 작은 爐에서는 風箱 (wind box)에서의 風壓이 낮을 것이므로 (낮은 吐出風壓의 송풍기가 前提임) 바람이 노벽 가까이 흐르기 쉽게 되는 고로 中心까지 바람이 미치게 하기 위해서는 풍구비를 크게 하여야 한다는 생각도 공존하고 있었다.

그러나, 코크스가 주물용으로서 正常의 성질을 갖고 有效高 역시 적절함에도 불구하고 풍구비를 크게 하면 풍구로부터의 風速이 너무 커져서 中心部에서의 연소는 활발하겠으나 風口 부근에는 냉각효과가 가하여져서 전체적으로는 발열이 불충분하게 되고 용해속도가 떨어지는 등 좋은 결과를 얻기 어렵게 된다. 표 10 중의 C항은 표 11로부터 얻은 것인데 표 11에서 보면 국내 큐포라의 풍구비는 평균치로서는 12~14이지만 풍구비의 범위는 4.1~38.6으로서 아직도 풍구비가 20을 넘는 爐가 상당수 있음을 짐작케 한다. 풍구비가 15 이하일 때에는 용해속도에 큰 변동은 없으나 20 정도 이상이 되면 용해속도의 감소가 두드러진다고 알려져 있다.

표 11. 국내 큐포라의 풍구비와 풍구수

용 량 (t/hr)	평균용해대 직경 (mmφ)	풍 구 비 (A/a)	풍 구 비 범 위 (A/a)	평 균 풍 구 수
1 미만	506	14.8	4.2 ~ 38.6	6.3
1 ~ 2 미 만	615	12.3	6.7 ~ 33.6	6.6
2 ~ 3 미 만	693	12.6	4.1 ~ 24.5	7.4
3 ~ 4 미 만	744	13.4	6.1 ~ 28.1	7.2
4 ~ 5 미 만	873	14.1	7.4 ~ 32.1	7.8
5 이상	1,015	13.2	5.6 ~ 23.3	7.7

나. 風口數

참고로 日本과 英國에서의 爐의 크기에 따른 風口數의 표준을 표12에 보인다. 표11의 국내에서의 風口數와 비교하여 볼 수 있다. 풍구의 수는 공기를 되도록 원주로부터 각부에 고루 공급한다는 점에서 생각하면 많을 수록 좋을 듯 하지만 너무 많으면 구조가 복잡해질 뿐만 아니라 한 개의 면적이 작아져서 조업중 스톱으로 막힌다든가 하여 오히려 각 풍구별 송풍량이 크게 달라지지 않을까 하는 우려도 생긴다.

표 12. 英國과 日本에서 風口數의 표준

英國의 표준	노의 내경(mmφ)	日本의 표준
	650 미만	4~6
4	760 이하	
	650 초과 1,250 미만	6~8
6	840 이상 1,070 이하	
	1,250 초과	8~10
8	1,140 이상 1,520 이하	

다. 風口の 경사

風口는 水平으로 하든가 爐內를 향하여 10~15°정도까지 下向으로 경사를 지우는 것이 보통이다. 경사시키는 의미는 風口보다 아랫 쪽에 있는 코크스도 활발하게 연소되도록 하여 과열대가 길어지도록 하자는 것이 그 주요 목적이라고 하겠다. 그러나 코크스베드가 내려오지 않도록 조업에 유의한다면 특별히 경사시킬 필요는 없다고 한다. 風口가 경사져 있으면 탕류대의 분위기가 산화성이 되고, 前爐가 없는 경우에는 고인 용탕의 높이 변동과 함께 코크스베드가 과열대로서 기능하는 길어도 변동되어 一定한 재질을 얻기 어렵게 될 우려가 있으므로 특히 균등한 재질이 요구되는 경우에는 風口를 수평으로 하는 것이 좋다. 다만 有效高가 낮은 小爐에서는 풍구에 경사를 주면 과열대가 길어져서 고온의 용탕을 얻기 쉬워지는 效果가 인정되고 있다.

6. 風 箱

風箱의 橫幅을 송풍관경과 같게 하고 풍상의 높이를

그 幅의 4배 이상으로 함으로써 송풍관을 흘러 올때 갖고 있었던 空氣의 속도 헤드를 풍상에서 極力 작게 하여 각 풍구에 들어가는 공기의 양을 같도록 한다는 것은 널리 알려진 사실이다.

국내에서는 냉풍큐포라보다는 열풍큐포라가 오히려 일반적이데 열풍큐포라인 경우에는 풍상을 爐殼과 一體化하지 않고 노각 외부에 자유롭게 앉아 있는 형태로 하지 않으면 열풍에 의한 팽창으로 풍상의 鐵皮가 과열되어 누풍되는 일이 생기므로 주의할 필요가 있다.

풍상의 外周에서의 上下 중앙에서 풍상의 풍압을 대표할 수 있는 부분으로부터 가는 파이프를 끌어내고 그 끝에 壓力計를 붙여 風箱의 壓力을 mmAq로 측정할 수 있도록 한다.

풍상과 풍구를 잇는 부분이 풍구導管이며 이 부분에 관측구멍을 둔다. 풍구의 청소를 위하여 개폐를 할 수 있는 뚜껑을 붙이도록 고안되어 있으며 닫힌 때에는 바람이 새지 않는 구조로 되어있지 않으면 안된다.

7. 風口面으로부터 爐底까지의 깊이

큐포라의 出湯방식에는 연속식과 간헐식의 두 가지 출탕방법이 있다. 비교적 근래에 개발된 연속 출탕방식에는 의례껏 회전식 前爐가 附設되며 간헐출탕방식에는 前爐가 없는 경우와 固定式 前爐를 부설하는 경우가 있다. 전로가 없는 큐포라에서는 용탕이 고이기 위해서 풍구면으로부터 노저까지 어느 정도의 깊이가 필요한데 다량의 용탕을 퍼도록 하기 위해 이 부분을 너무 깊게 하면 용탕의 온도가 저하하고 코크스와의 접촉시간이 길어져서 유황이나 탄소의 흡수가 증가되므로 이 깊이를 너무 깊게 하는 것은 피하여야 한다. 風口面으로부터 150~250mm 아래에 出滓口를 뚫고 이보다 아래에 2~3回 裝入分の 용탕이 고일 수 있는 정도의 깊이가 적당하며, 出湯은 10~15分 간격으로 하는 것이 바람직하다. 탕류대 용적의 40%가 코크스 사이의 空隙이라고 간주하고 표4 중의 정상 조업에서의 용해속도를 계산 기초로 하여 설정한 이 부위의 표준치수가 표13의 A에 표시되어 있다. 同表中 A의 前爐有 난을 보면 훨씬 작은 수치로 되어 있는 것을 볼 수 있는데 이것은 용탕과 코크스와의 접촉을 피하기 위하여 最大限 이 치수를 작게 한 것임을 짐작케 한다. 表中 A에 비하여 B는 연속출탕과 회전식 전로가 전제되어 있는 것이다. 이것은 그 간에 日本 국내에서 큐포라의 거의 모두가 연속출탕+회전전로 방식이 된 것에 연유된 것으로 짐작되는데 앞으로 우리 국

내에서도 이러한 先例를 반드시 쫓을 것인지는 지켜볼 만한 관심사이다. 왜냐하면 위의 方式은 높은 속련을 필요로 하는 出湯作業으로부터 작업원을 해방시켜 주는 큰 長點이 있으나 熔湯溫度低下라는 에너지의 인약 점도 갖고 있기 때문이다.

표 13 풍구면으로부터 노저까지의 깊이에 대한 표준치수의 추이

노의 내경 mm φ	A		B
	前爐無	前爐有	
500	550	350	450
550	600	350	450
600	630	375	450
650	660	375	500
700	680	375	500
750	700	400	500
800	720	400	500
850	730	400	550
900	740	425	550
950	750	425	550
1,000	760	425	550
1,050	770	450	600

註 A : 구관 큐포라 핸드북에서의 표준치
B : 신관 큐포라 핸드북에서의 표준치

표中 A의 前爐有란과 B란을 비교해 보면 양쪽이 모두 전로가 있는 경우인데 B란의 값이 A의 前爐有란보다 왜 모두 큰가 하는 의문이 생긴다. 이것은 B의 방식에서는 爐外部에 스라그를 분리시키기 위한 뱀이 있는데 이 뱀의 높이와 연계되어 爐內에는 항상 일정한 두께의 용탕과 스라그가 있어서 그 공간에 해당 하는 만큼 B란의 치수가 커지는 것으로 이해된다.

표 14는 국내에서의 풍구면으로부터 노저까지의 깊이를 보여주고 있는데 특히 600mmφ 미만의 노들이 과도하게 이 값이 큰 것을 알 수 있게 한다.

표 14 風口面으로부터 爐底까지의 깊이 現況

노 내경 (mm φ)	깊이의 平均値	표 본 수
500 ~ 550	715	23
600 ~ 650	540	28
700 ~ 750	604	42
800 ~ 850	813	14
900 ~ 950	665	10

8. 용해대의 라이닝 두께

표 15는 용해대의 라이닝 두께에 대해서 일본에서의 표준치수 추이와 국내의 현황을 보인 것이다. A와 B의 수치를 비교해 보면 그 간에 소형로에서는 라이닝 두께가 커지고 대형로에서는 이전보다 어느 정도 작아졌음이 눈에 띈다. 이들 日本에서의 표준치는 소위 보통 (Conventional) 큐포라라고 하는 冷風 非水冷의 爐를 바탕으로 이루어졌음을 첨언해 둔다. 그런데 국내에서는 이전부터 좋지 않은 연료조건을 극복하기 위해 열풍조업이 일반화 되고 또 큐포라로 製鋼用熔銑을 생산하던 시절의 遺習 등으로 水冷기술도 널리 보급되었다. 즉 표 15에서 볼 수 있는 바와 같이 국내의 경우 내경 700mm 이상의 노에서는 A나 B란의 값보다 작은 값으로 나타나는데 이는 水冷으로 하여 라이닝 두께를 얇게 하는 경향의 소산이라고 하겠다.

표 15 용해대 라이닝 두께에 대한 일본에서의 표준치 추이와 국내의 현황

노의 내경 (mm φ)	A	B	C	C의 표본수
500	120	190	167	19
550	190	190	167	19
600	190	190	228	27
650	190	190	228	27
700	240	240	189	43
750	240	240	189	43
800	240	240	226	17
850	310	240	226	17
900	310	240	216	8
950	310	240	216	8
1,000	360	240	216	4
1,050	360	310	216	4

註 A : 일본의 구관 큐포라 핸드북에서의 표준치
B : 일본의 신관 큐포라 핸드북에서의 표준치
C : 국내에서의 평균치

표 16 국내 큐포라의 열풍조업 현황

용 량 (톤/시간)	수평연도식		노정타워식		냉풍조업	
	기 수	비율%	기 수	비율%	기 수	비율%
1미만	6	55	2	18	3	27
1~2미만	22	49	11	24	12	27
2~3미만	32	82	5	13	2	5
3~4미만	21	91	2	9	-	-
4~5미만	8	89	1	11	-	-
5이상	12	92	1	8	-	-
전체 평균	101	72	22	16	17	12

9. 열 풍 로

표 16 은 국내에서 이용되고 있는 큐포라의 열 풍 로 형식 등을 조사한 것이다. 냉풍조업을 하는 노는 12 %로서 나머지 88 %가 열풍조업을 하고 있었으며 3t /hr 이상의 노는 모두 열풍큐포라이었다. 열풍로의 형식으로서 수평煙道式이라 한 것은 연소실과 열교환 실이 대략 장입구와 같은 높이에 있는 것을 지칭한 것인데 이 형식이 주류를 이루고 있으며, 爐頂塔式이라 한 것은 장입구의 직상부에 연소실과 열교환실이 있는 것을 말한다. 이 형식의 노는 특히 부산 지방에 많이 분포되어 있는데 별도의 면적을 차지하지 않는 이점이 있으며 중소형로에 많이 이용되고 있다. 열풍로와 관련된 기술은 핸드북에서 독립된 한 章을 이루는 정도로 넓고 다양한 내용을 갖는 분야이나 여기에서는 다만 국내 열풍로 형식의 분포를 소개한 정도에서 그치고자 한다.

10. 맺 음 말

머리말에서도 잠깐 언급했던 바와 같이 국내의 큐포라 구조를 줄거리로 하여 큐포라의 구조 일반을 설명하고자 시도하였으나 전체적으로 봐서 어느 한 분야에 치우친 듯한 느낌이 들며 시대에 뒤떨어진 부분은 없었던가 염려하는 마음도 생긴다.

현재까지는 큐포라의 설계기술은 큐포라를 이용하는 입장에 있는 주물기술자들에 의하여 주도되어 왔다고 보이는데 앞으로 전문설비업체가 출현하여 보다 큰 기술적 발전을 성취하는 계기가 이루어지기를 기대하는 바이다.

<참 고 문 헌>

- 1) 김 한수外, The Report of NIRI Vol 25, 1975.
- 2) 日本주물협회, 신판 큐포라 핸드북



海 外 文 獻 紹 介

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 日特公 57-10929 鑄鐵熔解法 ○ 日特公 57-10946 遠心力鑄造에 의한 複合물의 外層用 adamite 材 ○ 日特公 57-11732 減壓造型用母型 ○ 日特公 57-11733 鑄型造型機 ○ 日特公 57-11736 遠心力鑄造用 Core ○ 日特公 57-13382 金屬鑄造用砂型組成物 ○ 日特公 57-13383 異徑管用主型 및 中子の 同時造型裝置 ○ 日特公 57-13384 型粹無의 積重鑄型用機械 ○ 日特公 57-13385 水溶性鑄型的 固定法 ○ 日特公 57-13386 砂型成形用金型 ○ 日特公 57-13388 Adamite 材質의 遠心力鑄造法 ○ 日特公 57-13614 耐食性鑄造用알루미늄合金 ○ 日特公 57-13618 耐熱鑄造合金 ○ 日特公 57-13621 熱處理用 Pot 또는 用耐熱鑄鋼 ○ 日特公 57-14251 多數物品鑄造用的 方法과 鑄型 ○ 日特公 57-14252 縱型鑄物의 造型機 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 日特公 57-14253 鑄物에 있어서 中子の 支持方法 ○ 日特公 57-14259 遠心鑄造用金型 ○ 日特公 57-14260 遠心鑄造用 Core ○ 日特公 57-14261 耐熱複合피스톤의 製造方法 ○ 日特公 57-14262 複合물의 製造法 ○ 日特公 57-14427 鑄造用金型材料 ○ 日特公 57-14741 鑄造用高力알루미늄合金 ○ 日特公 57-15970 堅型遠心에 의한 複合스리브·롤의 製造法 ○ 日特公 57-15971 複合물의 遠心力鑄造法 ○ 日特公 57-15972 遠心力鑄造法 ○ 日特公 57-15974 遠心鑄造用 中子の 造型方法 ○ 日特公 57-15978 遠心鑄造金型的 冷却裝置 ○ 日特公 57-15980 多層의 被覆面을 가진 다이캐스팅製品을 製造하는 方法 ○ 日特公 57-15981 縱型다이캐스팅머신에 있어서 熔湯의 充填方法 |
|---|---|