



鑄物工場의 環境(3)

李 啓 完

1. 序 言

鑄物工場內에서는 熔解爐 造型機 등의 運轉 清淨과 後處理作業 等に 따른 騒音, 振動이 充滿하고 工場排水 및 産業廢棄物 等도 勞動環境의 汚染源으로 된다.

한편 이들이 그대로 工場밖으로 排出 漏洩 廢棄되면 住民의 生活環境을 破壞하는 것이 되며 所謂 公害發生源으로 되는 것이다.

지금 鑄造工場에서 가장 正確한 勞動環境의 汚染源과 公害發生源을 들면 大略 다음과 같다.

- 1) 큐포라 주강용 arc 로 유도로 重油燃燒式 熔解爐 및 熱處理爐 등에서 發生하는 媒塵 SO_x NO_x 금속흄 (fume)
- 2) 鑄鐵의 흑연구상화처리시의 媒塵 유해가스
- 3) 고아연-동합금 고연-동합금 용해시에 發生하는 금속흄
- 4) Al 합금의 용금의 清淨化處理時의 유해가스
- 5) 조사 조형시의 粉塵 유해가스와 악취
- 6) 쉘사의 조합(調合) 웰조형시의 粉塵 유해가스와 악취
- 7) 용금주입시의 媒塵 금속흄, 유해가스와 악취
- 8) 해체작업 清淨處理 끝손질 때에 發生하는 粉塵 유해가스와 악취
- 9) 熔解爐, 송풍기, 콤프레사 등의 騒音과 振動
- 10) 조형기, 사처리기, 해체기, 청정기 후처리 등에 의한 騒音과 振動
- 11) 습식 사처리 습식 집진기의 배수중의 PH, 부유물질, BOD, 용해금속
- 12) 항유(合油) 배수

- 13) 집진기에서 포집된 티스트와 스러지
 - 14) 용해시의 용재 (slag)
 - 15) 주형의 배사 연와설(屑)
- 따라서 1) ~ 8) 는 대기오염, 9)~10) 는 騒音과 振動, 11)~12) 는 수질오탁, 13)~15) 는 産業廢棄物에 關聯된 것이다.
- 여기서는 우선 熔解爐의 排出하는 媒塵과 가스 조형 해체공정 등의 發生粉塵과 가스 등의 現狀에 關해서 기술하고자 한다.

2. 熔解爐의 排出하는 媒塵과 가스

각종 熔解爐에 關해서 각각의 作業조건에 따라 排出되는 媒塵과 가스의 現狀(現狀)을 알아보자.

2-1 큐포라노정으로 부터의 排出媒塵

지름 3m의 연도에서 연도단면의 12개의 측정점을 설정하여 排出가스중의 매진량을 측정하고 그 結果를 表1에 表示한다.

즉 排出되는 매염은 媒塵과 SO_x, NO_x, CO, CO_2 기타의 가스로 되어있으며 전 3자는 대기오염방지의 관점에서 대기오염물질의 대상이 되는 것이다.

이들의 排出量은 큐포라의 크기 種類 作業조건 또는 측정위치와 측정기술 등에 따라 크게 다르다.

- 1) 媒塵濃度
- 큐포라조정으로 부터의 媒塵濃度 및 용선 1톤 당의 媒塵量은 排出基準에 따라 집진기로 設置할 것인가의 개량할 것인가의 결정과 후술하는 집진 장치의 상세한 設計는 必히 알아두어야 될것이다.
- 表2는 측정예이며 媒塵濃度는 $1 \sim 22 g / Nm^3$, 또한 용선 1톤당 $5 \sim 20 kg$ 에 해당되며 광범위한 양적변화로 나타내고 있다.

表 1 . 큐포라의 煙道 (지름 3 m) 의 排出가스測定結果

平均排出 溫 度 ℃	平均流速 m / sec	平均煤塵量 S / Nm ³	總煤塵量 kg / h	平 均 水 分 量 %	平 均 SO ₂ 濃度 ppm	平 均 SO ₃ 濃度 ppm	全黃酸化 物 量 Nm ³ / h	排出가스 流 量 Nm ³ / min
663	4.03	0.938	23.14	2.1	13.1	16.2	0.88	500

表 2 . 큐포라煤塵濃度の 測定例

項 目 큐포라의 種類	煤塵濃度 (g / Nm ³)	용철 1 ton 당의 더스트 발생량 (kg / t철)
7 T 열풍수냉 큐포라	13.5 ~ 16.0	-
7 T 냉풍 "	1.3 ~ 6.0	-
1 T (시험) "	0.5 ~ 6.2	0.3 ~ 10.4
1.8 ~ 8 T 냉풍 "	6.9 ~ 17.3	5.6 ~ 13.1
2.7 ~ 14 T 열풍 "	4.0 ~ 22.2	3.0 ~ 17.2
냉풍 큐포라	6 ~ 11	5 ~ 10
열풍 "	6 ~ 14	8 ~ 12

코크스의 使用量은 煤塵을 增加시키나 그 정도는 그다지 심하지는 않다.

그림에서와 같이 熔解速度가 클수록 煤塵量은 減少하므로 기이하게 생각되나 低熔解速度는 고코크스비의 境遇이며 送風量이 크게되면 高熔解速度로 된다는 사실을 알면 理解할수 있는 것이다.

또한 熔解速度에 影響을 미치게 되는 연도의 높이도 고려할 必要가 있다. 또한 일정한 코크스使用量인 境遇에는 送風量의 增加는 熔解速度를 增加시켜 排出煤塵量도 커짐은 물론이다 (그림 2 参照) 熱風큐포라와 水冷큐포라에서의 排出煤塵量 및 가스量은 表 3 과 같으며 熱風에서는 鋼屑의 使用이 다소 많코 이에 부착한 酸化物의 影響으로 보는 것이다.

어느 경우에도 煤塵濃度는 作業조건과 장입물에 따라 크게 다르며 吹入初期와 末期에 가장 많으며 또한 장입시에도 最大值로 되는 것이다.

表 3 . 큐포라排出가스中の 煤塵量

測定值 큐포라의 種類	代表值	變動範圍
冷風큐포라 노정가스 g / Nm ³ 연들로 부터의 排出가스 g / Nm ³ 철 1 T 당의 더스트 發生量 kg / t 철	6- 11 2- 6 5-10	2-15 1- 8 2-12
熱風 큐포라 (염기성) 노정가스 g / Nm ³ 熱交換 後의 排出가스 g / Nm ³ 연들로 부터의 排出가스 g / Nm ³ 철 1 T 당의 더스트 發生量 kg / t 철	6- 14 3- 7 0.5- 3 8-12	3-25 1-10 0.2- 7 2-20

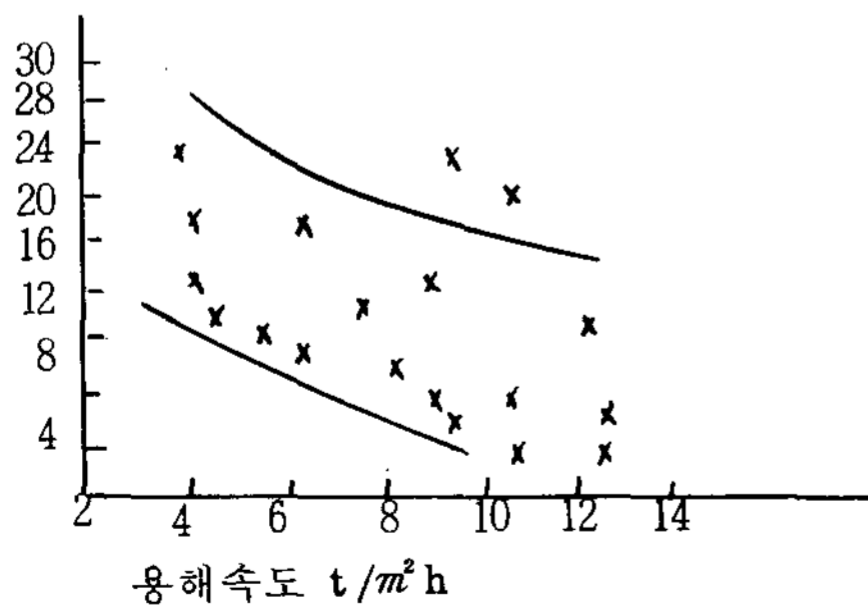
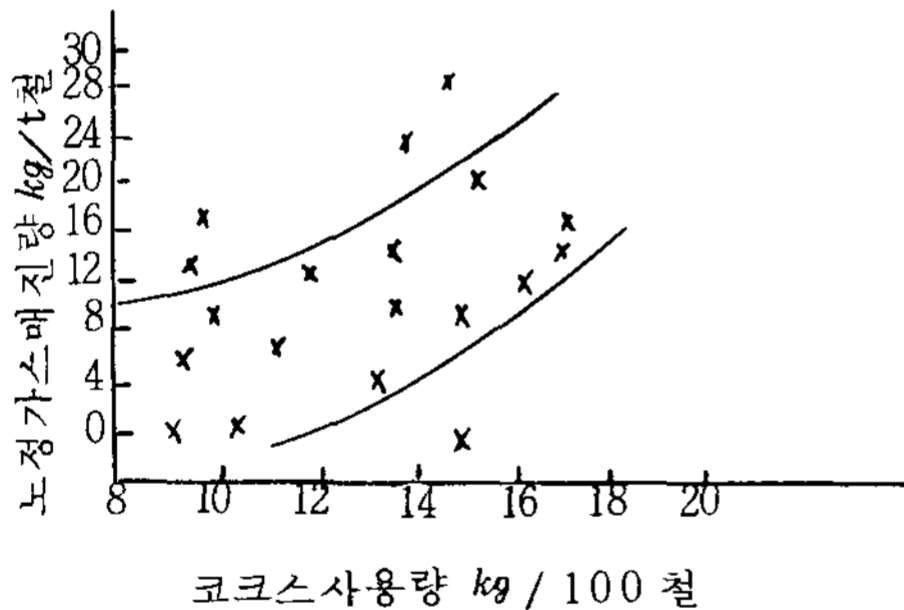


그림 1 . 코크스비, 熔解速度, 큐포라노정 排出가스 中の 煤塵量

2) 媒塵의 粒度分布

排出되는 媒塵의 粒度分布는 그림 3와 같으며 개개의 測定結果는 전혀 다르다.

또한 과거의 문헌에서는 10μ 이하의 媒塵는 10%를 넘지않은다고 했으며 最近의 測定에서는 1μ 이하의 것이 40%이상이라고도 한다.

이는 測定位置에 影響이 있는 것이며 예컨대 미세한 媒塵(흄을 包含)은 그림에서와 같이 큐포라 연도부에서는 測定이 안되며 熱交換機든가 집진기입구에서 測定한 것이며 또한 測定場所앞에 꼬부러진 排出가스의 닛트(duct), 벨상발부, 간단한 예비집진기 등이 있어서 조입분진이 제거된 것이다.

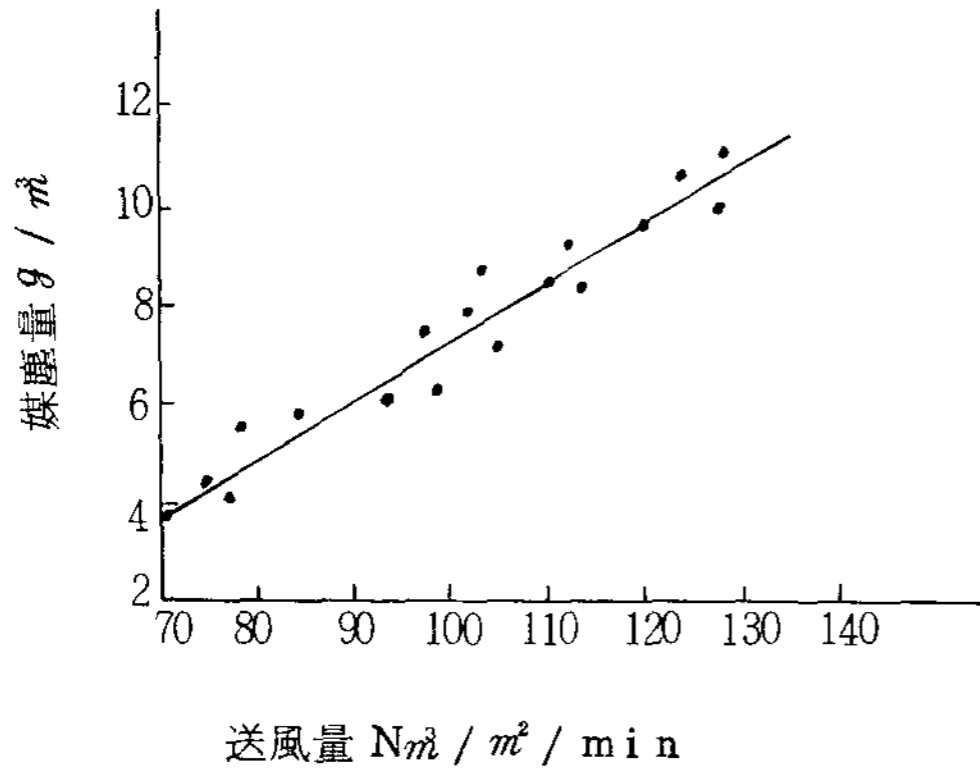


그림 2 . 送風量과 炉頂排出가스中の 媒塵量

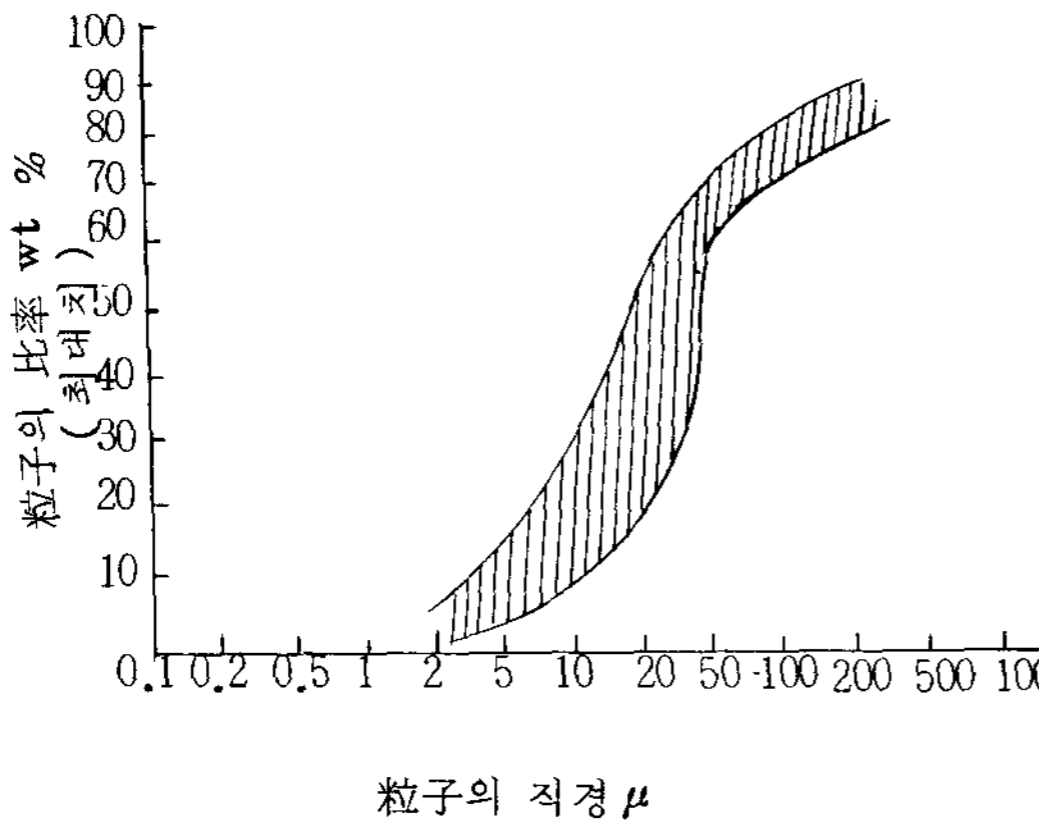


그림 3 . 各種 큐포라의 媒塵粒子的 크기와 比率

따라서 測定結果는 다소 보정할 必要가 있을 것이다.

媒塵의 測定條件을 一定하게 하고 熱風 및 冷風큐포라에 關해서의 試驗結果는 그림 4와 같으며 그림 3의 F.M. show의 結果와 잘 일치한다.

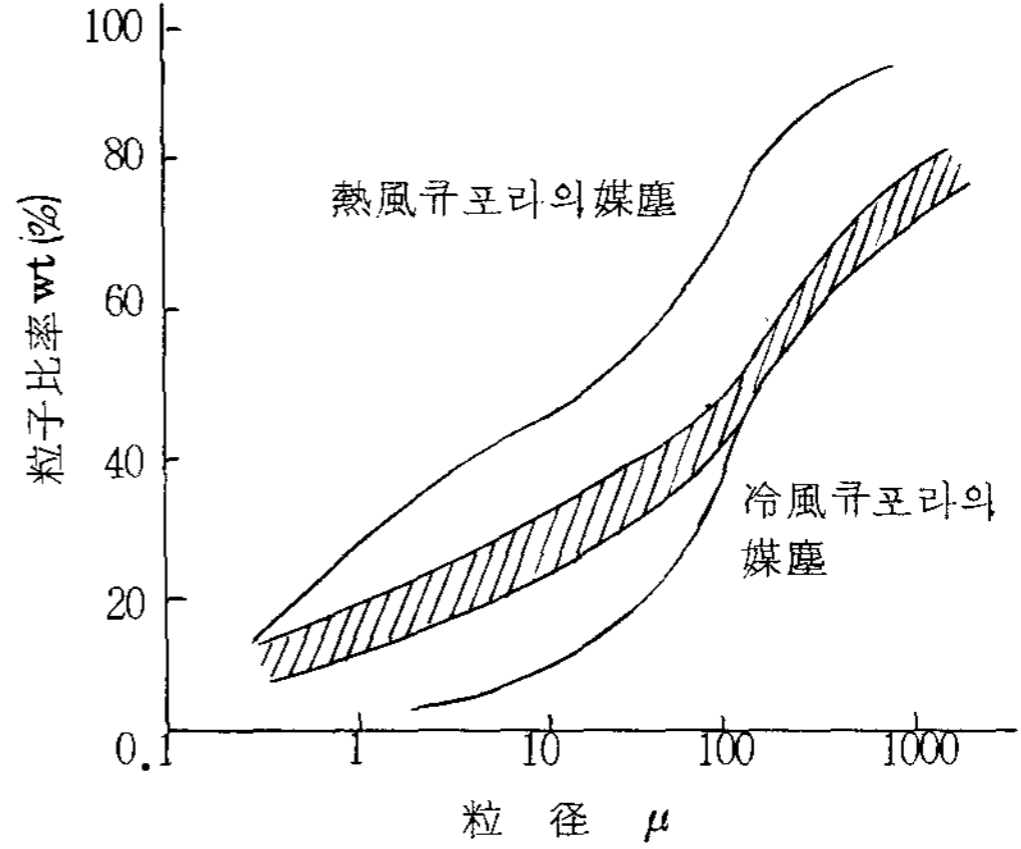


그림 4 . 送風 및 熱風큐포라의 媒塵의 粒径

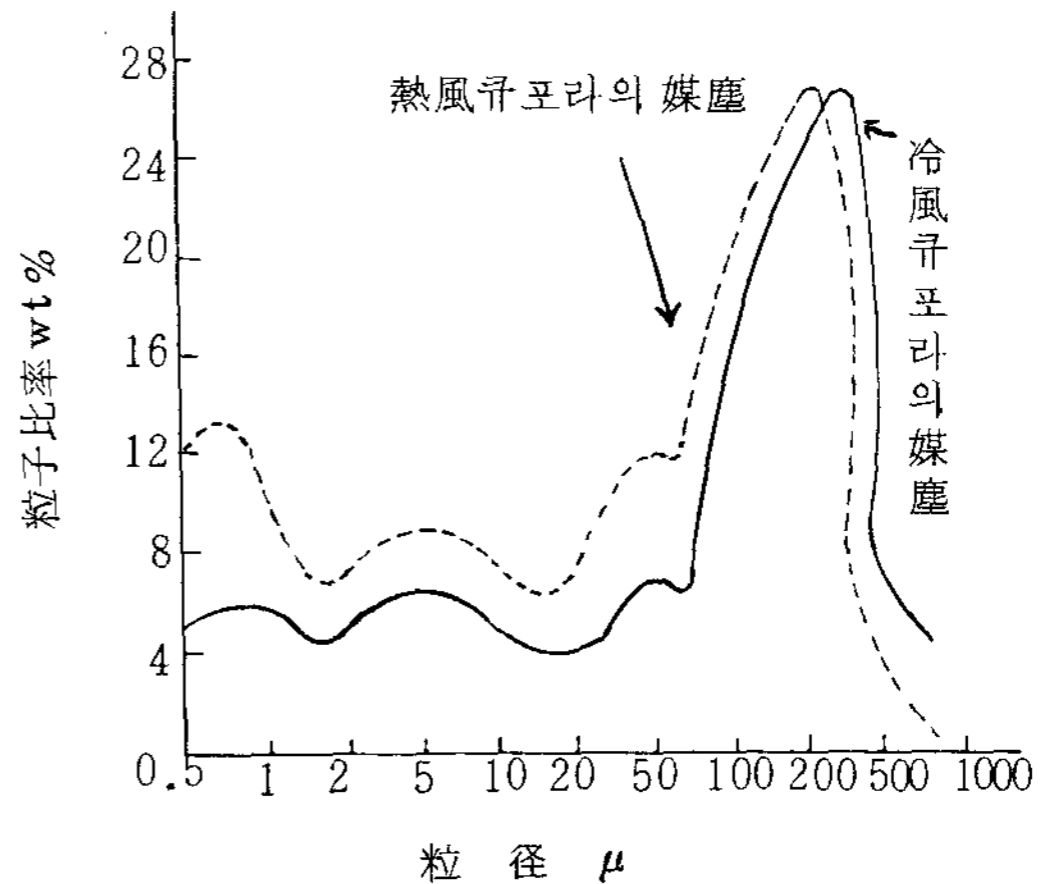


그림 5 . 送風 및 熱風큐포라로 부터의 媒塵의 粒径分布

그림 5는 양자의 粒度分布를 表示한 것이다 가우스分布를 나타내지 않고 最高値가 明白히 나타나 있으나, 이의 理由는 不明하다.

추측하건대 여러가지의 反應生性物, 코크스회분 장입물에 附着한 모래 코크스 및 석회석의 미분말 등에 對應하는 것으로 생각된다.

粒度分布도 양자에 差異가 있으며, 熱風큐포라의 시료채취는 熱交換機의 뒤에서 實施하는 境遇가 많으며 이 境遇에는 조입분진은 제거되는 것이다.

表4는 양자의 粒度分布를 나타낸다.

3) 媒塵의 化學組成

表5는 媒塵의 化學組成例이다 이 濃度도 粒度和 같이 變動폭이 크다. 장입재료의 差異에 따르는지는 明確하지 않으나 化學組成을 알게되면 집진기의 選擇에 유리하다.

즉 비중이 큰 成分은 中력에 의하여 제거되며 탄소성분은 물에 잘 추겨지지 않으므로 고에너지로 必要로 하며 靜電(靜電)分離에서도 高炭素에서는 불리하다.

表4. 큐포라 爐頂가스中的 媒塵의 粒度分布

粒 徑 μ	比 率 %	
	冷 風	熱風 (塩基性)
1,000 미만	90 ~ 100	95 ~ 100
500 "	80 ~ 90	90 ~ 100
200 "	60 ~ 80	65 ~ 95
100 "	40 ~ 65	40 ~ 80
50 "	20 ~ 50	30 ~ 60
20 "	10 ~ 30	20 ~ 40
10 "	5 ~ 25	15 ~ 35
5 "	2 ~ 20	10 ~ 30
2 "	~ 15	5 ~ 20

表5. 큐포라 媒塵의 化學組成例

組 成 (%) 큐포라의 種類	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	其 他	작열감량 (C, S, CO ₂)	
	6 T 冷風큐포라	38.8	31.0	0.5	3.3	0.8	0.9	2.3	3.5		-
7 T "	34.0	13.0	0.2	13.1	2.5	4.4	-	-	-	5.0	
冷風 큐포라	14~34	FeO	1~3	1~4	3~8	-	0.2~2	-	-	35~65	
熱風 큐포라	10~20	11~16 FeO	10~25	1~5	5~15	-	1~5	-	-	20~40	
큐 포 라	20~42	11~29	-	-	26~57	0.8~1.0	-	-	1.9~2.0	24~32	
큐 포 라	2~45	Fe, FeO	0.4~25	MnO	1~15	0.3~0.5	-	-	ZnO	1~65	
		Fe ₂ O ₃		1~5					0~59		
큐포라 {	平均範圍	20~40	Fe,	2~4	1~2	3~6	1~3	-	-	-	20~50
	變動範圍	10~45	Fe ₂ O ₃								10~64
		12~16									

또한 媒塵의 凝集性이나 고화(固化)는 그 성질에 依存함을 알아두어야 될 것이다. 또한 媒塵이 추적하면 폭발원으로 될 때가 있다. 즉 加熱하면 Zn산화물 黃化物 Fe₃O₄가 용이하게 生性되나, 充分히 加熱되지 않고 추적되면 反應溫度에 到達했을 때에 한번에 反應하여 폭발하기 때문이다. 이는 今後의 研究課題인 것이다

4) 其他物質

큐포라 媒塵의 주성분의 입도는 작열감량 2.3 SiO₂ . 2.6 , CaO . 3.4 , Al₂O₃ . 4.0 , Mn . 4.0 , Fe₂O₃ . 5.3 其他 2.4 gr/cc이며 平均密度는 2.5~3.1 gr/cc 程度이다.

5) 媒塵의 飛散

排出媒塵을 포집하지 않으면 工場밖의 遠거리가

지 飛散한다. 그림 6은 1000 t / 월의 큐포라로부터의 粉塵의 강하범위의 일예이다. 바람의 方向, 風力에 따라 飛散거리가 다르다. 예컨대, 北風이 강할때에는 남쪽 300 m의 位置까지도 50 g / m² / 월의 降下煤塵이 있음을 알수있다.

그러나 이 境遇에는 큐포라이외의 粉塵도 包含되어있다.

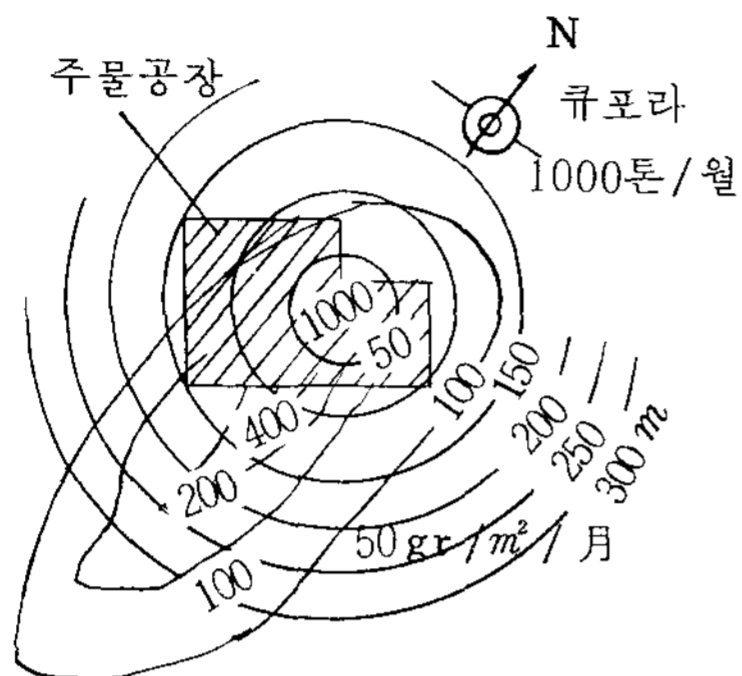


그림 6 . 鑄造工場 降下煤塵等 基線圖

2-2 큐포라노정으로 부터의 排出가스

큐포라에서 排出되는 가스量은 노정개방의 境遇는 送風量의 3~5 배이며 常溫으로 환산하면 1.5 ~ 3 배로 된다. 이 境遇에는 원로장입구 또는 다른데에서 2次 空氣가 유입되는 것으로 추측된다.

또한 가스의 溫度는 操業狀態에 따라 다르나 800 ~ 880 °C 程度이며 一般的으로 가스溫度는 연소상태에 따라 다르며 完全 연소의 境遇는 200~ 900 °C 不充分한 境遇는 150~800 °C 연소가 없을때에는 100~600 °C이며 취지기 (吹止期, Blowing out) 에는 900~1250 °C 라는 보고도 있다.

排出가스의 成分에 關한 測定例를 表6에 表示한다. 排出가스성분도 煤塵이나 가스溫度와 同一하게 노항에 따라 다르며 CO, CO₂, NO_x의 量에 特히 주위하여야 한다.

一般的으로 CO 함양은 12~14 % 정도이며, 境遇에 따라서는 폭발의 危險性이 있으며 또한 유독하므로 연소시켜서 CO₂로 함이 安全하다.

SO_x 함양은 20~40 ppm 정도이며 現在로서는

排出基準에 對하여 問題는 없으나 앞으로 規制가 嚴하게 되면 주위를 要한다.

表 6 . 큐포라排出가스成分例

가스成分	測定位值	7 T 冷風 큐포라			10 T 熱風 (490 °C) 큐포라
		送風直後	출탕중	장입완료 후	
SO ₂ (ppm)	1	4.1	4.2		3~36(平均20)
NO ₂ (ppm)	1	3.5	9.7	4.7	
	2	4.3	11.1	13.8	
	3	2.6	2.6	6.9	-
CO (%)	1	0.1	0.0	0.0	
	2	0.2	0.0	0.0	
	3	12.0	14.7	3.6	12.6
CO ₂ (%)	1	12.2	13.2	1.7	
	2	14.0	7.6	13.6	
	3	11.6	10.0	20.7	12.0
O ₂ (%)	1	8.4	7.2	19.2	
	2	6.6	13.2	6.8	
	3	0.1	0.0	1.6	1.8

※ 測定位值 1 : 노정

2 : 연도장입입구에 2,150 mm

3 : 장입구 밑 1,000 mm

또한 코크스중의 S는 큐포라내의 反應에 依하여 용공에 흡수 또는 용재 (slag) 속에 드러가나 남겨지는 排出가스에 드러가 SO_x로서 대기중에 방출한다.

表 7은 이의 分配比의 測定例이다. NO_x는 3~ 14 ppm 정도이나 대용량큐포라에서는 대기오염과 關聯하여 앞으로 問題視 될것 같다.

表 7 . 코크스중의 황의 큐포라내에서의 分配

큐포라 操業方式	黃 分 配 率 %					
	熔湯吸收率		熔滓에 의 利 動 率		排出가스중 含 有 量	
	測定值	平均	測定值	平均	測定值	平均
熱風操業	30~52	40.6	9~12	10.2	39~59	49.3
冷風操業	42~70	48.1	7~14	9.1	19~50	42.8
平均		46.4		9.4		44.2

表 8 . 큐포라의 NO_x의 測定值

施設 番号	공 능 력 (t/h)	코우코스 消費量 (t/h)	지 금 消費量 (t/h)	排 出 가 스 량 (Nm ³ /h)	NO 平 均 濃 度 (ppm)	排 出 計 數			酸 素 平 均 濃 度 (%)	酸 素 13.7% 에 서 의 NO 의 보 정 치 (ppm)	조 와 이 야 면 에 서 의 단 면 적 (m ²)
						時 間 當 (kg/h)	코 우 코 스 소 비 량 當 (kg/h)	지 금 熔 解 量 當 (kg/t)			
A	3	0.593	3.414	7.380	27.3	0.2699	0.4551	0.0791	7.0	14.23	0.4069
B	4	0.246	2.036	6.371	3.9	0.0333	0.1354	0.0164	15.4	5.08	0.5675
C	5	0.823	4.908	10.864	11.6	0.1688	0.2051	0.0344	14.8	13.66	0.8659
D	6	1.196	5.520	26.040	7.7	0.2685	0.2245	0.0486	11.0	5.62	0.7085
E	6	0.847	5.721	13.920	7.0	0.1305	0.1541	0.0228	14.0	7.80	0.7085
F	6	0.623	5.664	13.440	4.0	0.0720	0.1156	0.0127	13.6	3.95	0.7085
G	8	1.429	8.575	34.320	6.9	0.3172	0.2220	0.0370	13.6	6.81	0.9499
H	8	1.852	10.357	26.000	14.6	0.5084	0.2745	0.0491	16.0	21.32	1.1780
I	13	1.300	10.907	60.222	8.7	0.7017	0.5398	0.0643	16.0	12.70	1.5562
J	30	2.369	10.924	64.000	7.0	0.0000	0.2533	0.0355	15.8	9.83	2.3200
				平 均	9.87	0.3070	0.25767	0.0399	13.7	10.05	

表 8은 3~30 t/hr 큐포라의 NO_x의 測定 結果이며 소형큐포라에서도 高濃度의 境遇가 있다. 그림 7는 이의 경시변화(經時變化)를 나타낸다. 操業開始와 操業完了時에는 共히 높다.

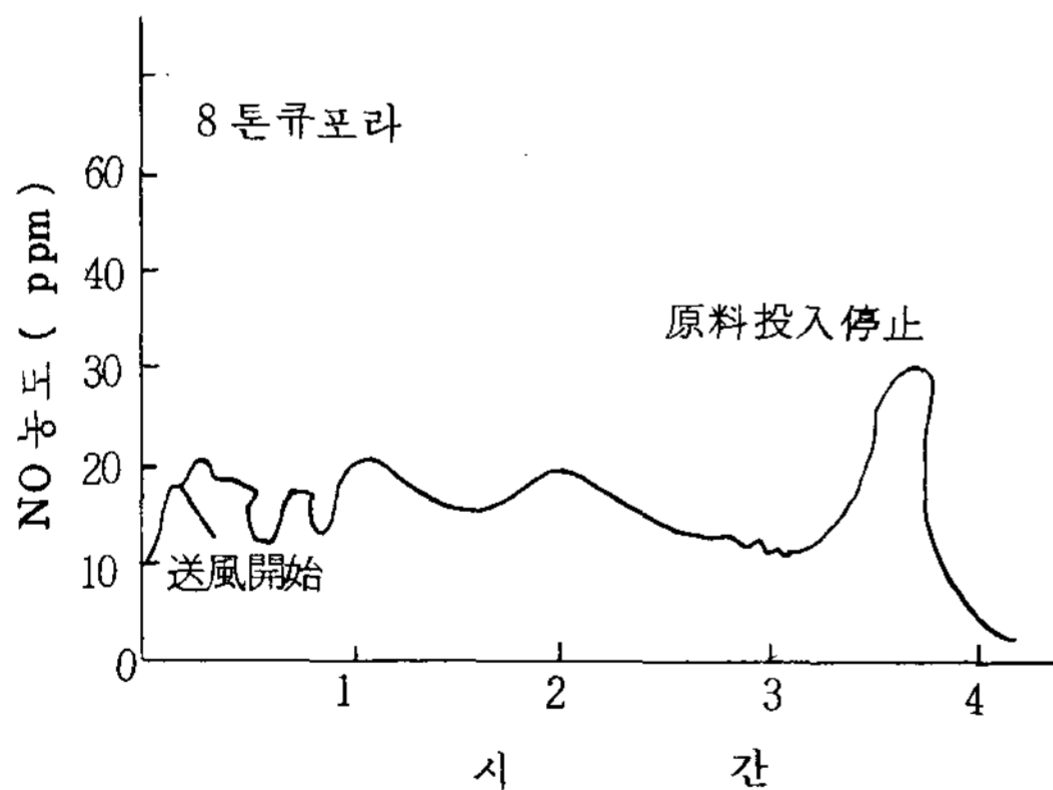


그림 7 . NO濃度の 經時變化

2-3 주강용 arc爐의 排出媒塵

媒塵의 發生原因은

- (1) 材料中の 鋼屑에 混입된 유지류, 포류(布類) 其他의 가연성물질의 연소

- (2) 炉中の 高熱에 의한 Fe, Al, Zn, Sn 등의 기화

- (3) 취정(吹精) 酸素에 의한 C, S 등의 연소

- (4) 조제재(造滓材) 및 炉材의 연소, 기화등이며 材料의 양분, 操業條件에 따라 發生量은 크게 變化한다.

또한 1 용해기간내에서도 媒塵量과 그 成分은 매우 變動하며 특히 發生이 심한 公정은 熔解期의 초기 추가장입시 酸化期中에서도 酸素吹精期이며 전 2기의 發焰은 黑色焰 酸化期는 酸化鐵을 主成分으로 赤色焰이 發生한다.

또한 問題가 되는것은 排出口

- (1) 炉뚜껑을 열었을때의 노체상부의 개구부(開口部)

- (2) 炉뚜껑의 전극주위의 開口部

- (3) 作業口

- (4) 出鋼口 등이며 出鋼時의 炉傾動은 더 汗층이 들을 복잡하게 만든다.

媒塵濃度는 酸素吹精時가 가장 높고 30~40 gr/Nm³에 이르나 使用材料에 切削屑, 박판, 깡통, 프레스를 다량 使用하면 酸素吹精期보다도 많어질

때가 있다. 一般적으로 排出되는 煤塵量은 용강
 톤당 5~7 kg이다. 그림 8은 5 t arc 炉의 操
 業에 의한 發生煤塵量 및 가스量 가스溫度의 일예
 이다.

發生하는 煤塵의 粒度分布例를 그림 9에 併記하
 나 酸素吹精期에는 이입자가 많다. 또한 煤塵의
 組成예를 表 9에 表示하나 큐포라의 排出煤塵에
 비하여 Fe_2O_3 量이 매우 많다. 또한 操業條件
 에 따라 크게 變動한다.

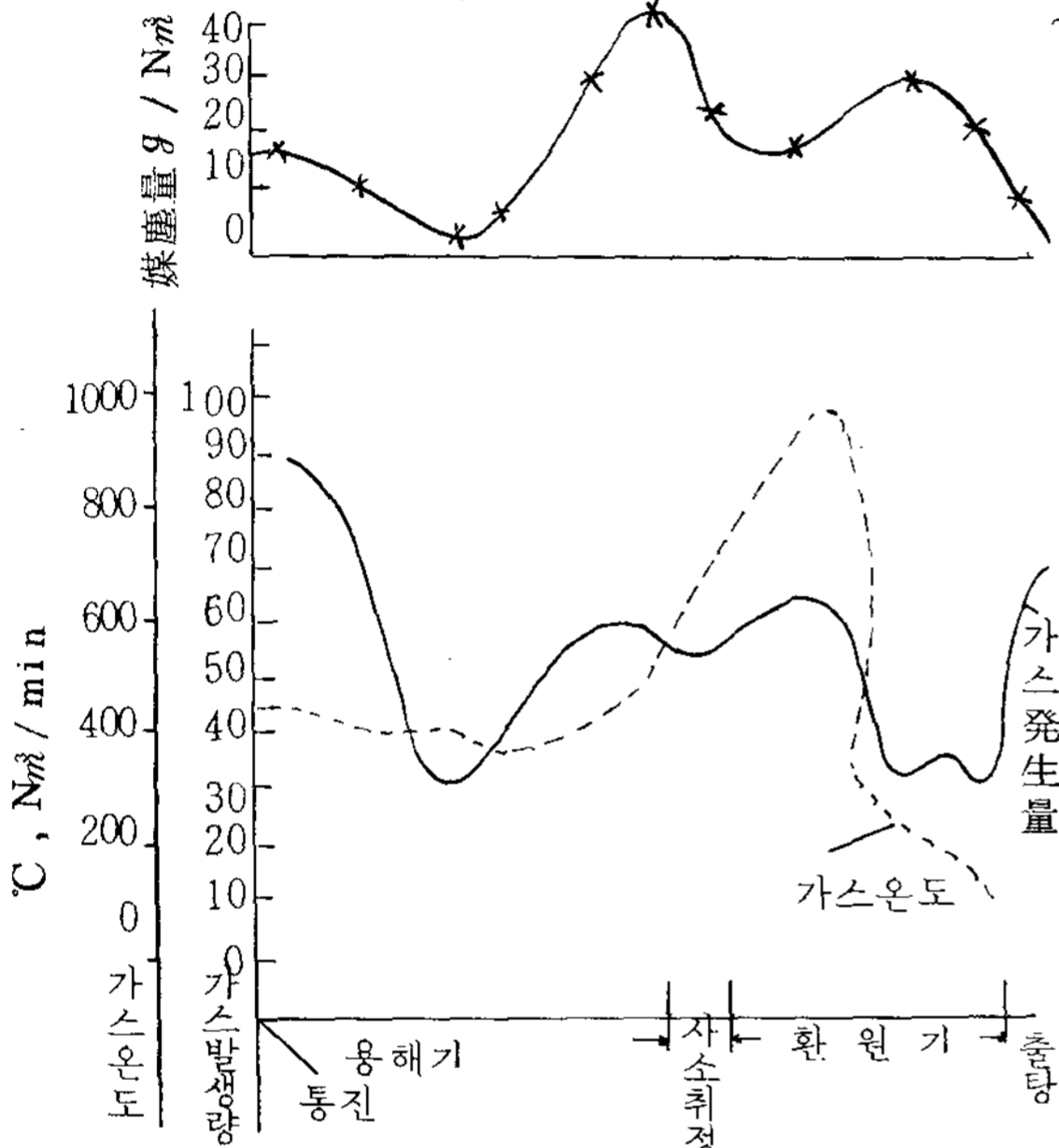


그림 8. 鑄鋼用 電氣却 (8 t) 의 操業에 따른
 粉塵, 가스發生量과 溫度變化

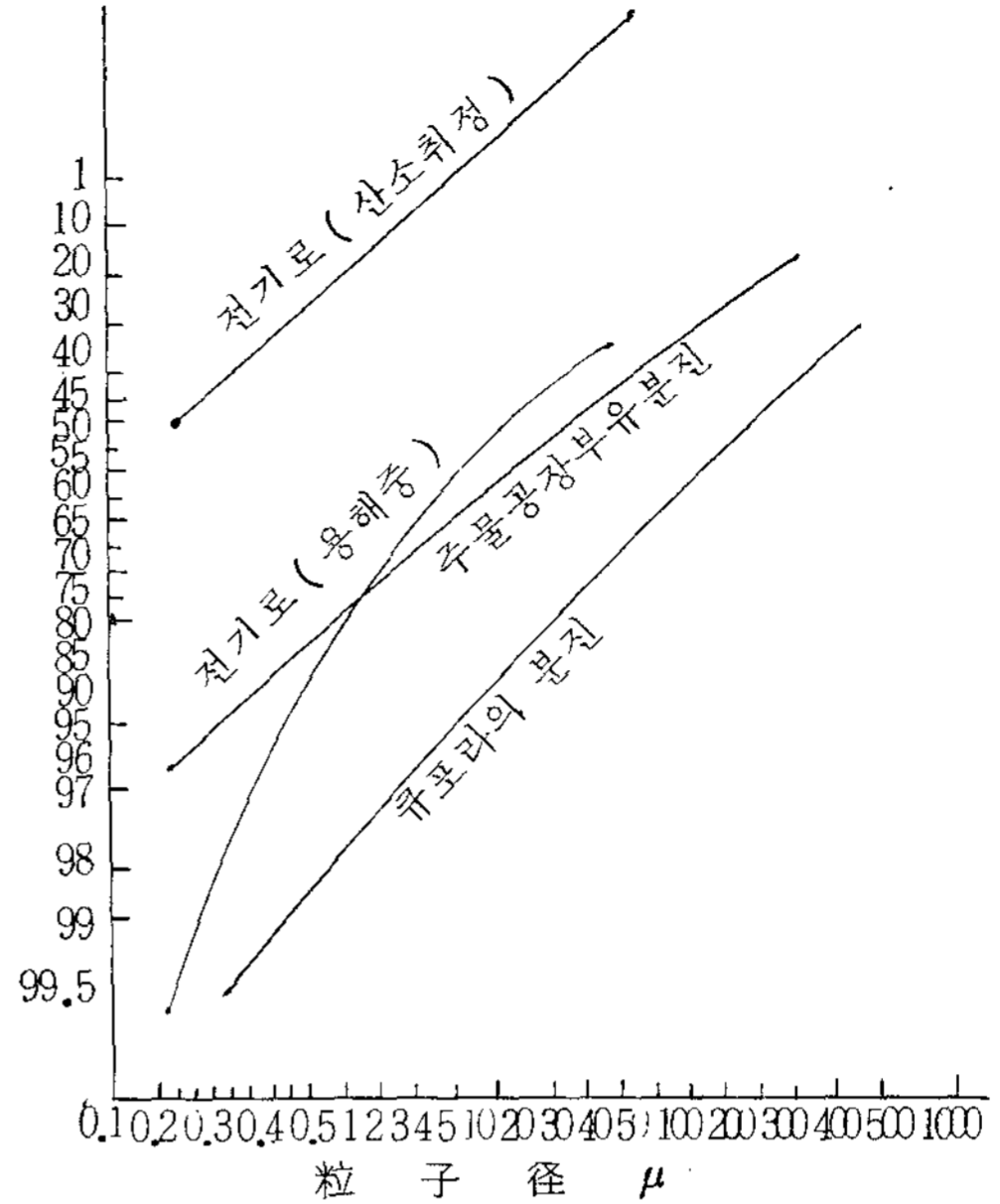


그림 9. 鑄造工場의 代表的 粉塵의 PRC 粒
 度線圖

또한 表 10에 排出色의 組成을 表示한다. 매
 염은 전극주위나 出鋼口 또는 作業口에서 새어나
 와 방출하여 工場內에 拡散하는 境遇가 있으므로
 作業者의 安全에 充分히 注意하여야 한다.

특히 CO 가스는 매우 많으며 큐포라의 境遇보다
 유해롭다.

表 9. 鑄鋼用 아아크 炉의 排出煤塵의 組成

例	期 別	成 分										
		FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₂	CuO	CaO	MnO	ZnO
1	熔解期	25		2	3	2	0.2	3	0.2	6	4	37
	酸素推定期	2	52			2.2	0.5		5.6		3	
2	熔解期	11	11	2	0.7	1.5				2.5	3	61
	酸素推定期	12	70			1.1	0.4				2	
3	熔解期	0.3	35	9		2	0.3	2		11		8
	酸素推定期	6	58	1	0.2	3	0.2		1		3	

그림 10 . 16 t 電氣爐 (酸素吹精量 $8Nm^3/min$)
의 排出가스 組成 (Vol. %)

成分 例	H ₂	CO	CO ₂	N ₂	O ₂	Ar
1	0.37	63.90	11.66	29.93	0	0.11
2	0.14	57.85	9.16	30.65	2.00	0.22
3	0.42	50.36	14.63	34.31	0	0.28
4	0	60.23	12.84	26.93	0	0

2-4 銅合金 熔解時的 금속흡

銅合金鑄造工場에서는 매염중의 금속흡의 種類와 量이 問題로 된다.

이들은 合金組成 溶金의 表面의 性상 熔解溫度 等 操業條件에 따라 크게 다르며 表11는 이의 일 예이다.

合金組成中에서 蒸氣圧이 높은 아연의 흡發生量이 심하고 高溫으로 되면 他金屬흡의 發生도 유발한다.

表 11 . 銅合金熔解時的 操業條件과 發生 fume 量

金屬名	熔 解 條 件			金 屬 吸 mg / Nm ³ / 100 cm ³									
	노 정	表 面 피 복	熔 解 溫 度 (%)	Cu	Zn	Pb	Fe	Cd	Ni	Mn	Sb	Si	Al
BC ₆	유도로	조목탄	1,190	0.6	187.2	14.40	0.96	0.030	0	0	0	-	-
			1,265	1.50	295.0	21.35	1.33	0.033	0	0	0	-	-
LBC ₃	유도로	조목탄	1,160	0.34	0.89	12.50	0.75	0.019	0	0	0	1.4	-
			1,275	1.25	1.30	23.94	0.53	0.028	0	0	0	1.4	-
HBsCl	가스로	없 음	1,100	4.4	13.12	1.7	2.2	0.244	0.10	0.18	0.037	-	5.9
AIBCI	가스로	없 음	1,230	1.2	0.50	0.13	1.5	0.006	0.05	0.05	0.01	-	2.3
BC ₆	가스로	없 음		Sn									
			1,210	0.34	2.86	1.35	-	0.112	-	-	-	-	-
			1,275	0.49	3.53	1.78	-	0.220	-	-	-	-	-
			목 탄	1,200	0.44	4.60	4.16	-	0.353	-	-	-	-
		석회석	1,200	0.20	1.28	0.44	-	0.063	-	-	-	-	

또한 熔金表面을 木炭으로 피복하면 金屬흡發生을 促進시키고 有害로운 鉛, 亜鉛, 카드뮴 등의 金屬흡은 相當히 高濃度에서 發生한다.

한편 熔金表面을 석회석 등으로 피복하면 發生量은 減감한다.

Be-Cu 合金熔解에서 Be 蒸氣는 매우 유독하므로 이의 熔解에는 주의를 要한다. 熔解用으로는 반사로 도가니爐 電氣爐 등이 使用되나 중유, 등유, 가스 등이 燃料로서 使用되며 S가 問題시킨다.

SO_x의 發生에 關해서는 다음항에서 說明한다.

2-5 Al 合金熔解時的 排出媒塵과 가스

Al 合金 및 Zn 合金의 熔解爐로서는 反射爐 및

도가니爐가 常用된다. 이의 燃料로서는 주로 重油가 使用되며 環境汚染으로서 問題가 되는 것은 重油中의 S 含量인 것이다.

表12는 Al 合金 및 Zn 合金 熔解時的 上記 各種熔解爐에서의 媒塵測定例이다. 또한 表13은 이 媒塵의 化學分析值이다. Al 合金熔解時的 健全한 熔金을 얻기위한 조사로서 塩素가스 또는 不活性 가스 境遇에 따라서는 이들의 混合가스를 使用하여 熔存가스 懸탁물을 除去하는 것이다.

그러나 塩素가스에 의한 淸淨效果는 매우 크나, 極히 有害롭기 때문에 一般的으로 塩素와 弗素를 含有한 塩類 또는 flux로서 使用된다. 따라서 處理할때에는 白煙과 함께 多量의 有害가스가 發生한다.

表 12 . die carting 工場에서의 媒塵量 測定例

項目 会社	熔解 金属	熔解炉形式	燃 料		媒 塵 量 g / N m ³	全黄酸化物 p p m	亜鉛 및 化合物 mg / N m ³
			種 別	平均消費量			
A	Zn	도가니炉	등 유	20 l/hr	0.008	3.7	0.039
B	Zn	"	L P G	13 kg/hr	0.006	-	0.047
C	Zn	"	도시가스	50 m ³ /hr	0.078	23.6 (특입시)	-
D	Al	反射炉	A, B 중유	45 l/hr	① 0.123 ② 0.135	43	-
E	Al	"	중 유	80 l/hr	0.152	205	0.094
F	Al	"	"	98 l/hr	0.048	123	0.030
F	Al	"	"	27 l/hr	0.065	121	0.024
G	Al	"	"	20 l/hr	0.155	482	0.034
C	Al	"	특 B 중유	77.5 l/hr	0.032	3.9 (熔解時)	-
A	Al	"	등 유	20 l/hr	0.005	0.9	0.047
B	Al	"	L P G	21 kg/hr	0.008	0	0.023

表 13 . 媒塵의 化学分析值例

項目 会社	熔解 金属	熔解炉 形 式	燃 料	全黄酸化物量 p p m	媒 塵 의 化 学 分 析 值 (%)					
					Al	Zn	Cd	Pb	Fe	C, Si, Ba
H	Al	反射炉	도시가스	4.77	1.34	0.001	0.000	0.14	0.000	잔 부
		反射炉	도시가스	2.39	2.74	0.004	0.000	0.04	0.000	잔 부

表 14 . Al 熔解炉에서부터 나오는 有害가스測定例 (주로 flux 処理時)

工場	項 目		炭酸가스	塩 素	塩化水素	弗素, 弗化水素 弗 化 物	臭 素
	대기	계 준					
D			-	-	9	37	-
H			2.8~3.7	45	-	324	11
I			-	26	-	114	11.5
公害 規 制 계 준	A H		13 mg / m ³ (10 ppm)	0.063 mg / m ³ (0.02 ppm)	0.16 mg / m ³ (0.1 ppm)	0.01 mg / m ³	0.071 mg / m ³ (0.01 ppm)
	B H		13 mg / m ³ (10 ppm)	0.063 mg / m ³ (0.02 ppm)	0.16 mg / m ³ (0.1 ppm)	弗素로서 0.01 mg / m ³	-
労働 環 境 (권 고)	産業衛生協會		50 ppm	1 ppm	5 ppm	弗化水素 3 ppm (弗素) (美国 0.1 ppm)	0.1 ppm

表 14는 주로 flux 處理時의 有害가스測定例를 나타낸다.

또한 測定位置은 表 13에서와 같이 煙突의 排出가스出口인 것이다.

한편 排出基準으로서도 塩素 塩化水素 弗素 弗化水素 및 弗化硅素 등은 有害가스로서 規制를 받으며 단시간이라 할지라도 高濃度이므로 敷地境界線에서 100~1,000 倍로 希釈된다 해도 公害問題로서 투텅꺼리가 될수있는 것이다.

또한 이러한 有害가스는 工場내에서도 労働衛生環境上으로도 바람직하지 못한 것이다.

熔金處理效果와 有害가스發生量의 減少와의 關聯性을 明確히 하고 低有害性의 高處理效果溶劑 (flux) 또는 無公害의 熔金處理法의 開發이 바람직한 것이다.

2-6 . 鑄鐵溶金處理時 (脫黃, 球狀化處理) 의 發生粉塵

鑄鐵熔金を 脫黃 球狀化處理할때에 白煙과 함께 粉塵을 發生한다.

큐포라轉炉內에서의 CaC_2 系脫黃劑로 投入 攪拌하는 方式을 使用 球狀化處理는 Ca 系와 $Fe-Si-Mg$ 系의 두 種類의 球狀化劑와 接種劑로서의 $Fe-Si$ 을 事前에 레들밑에 넣어두고 이위에 脫黃處理를 끝낸 용금을 投入 攪拌하는 置注法의 境遇를 實測하여 이의 實例를 說明한다.

脫黃處理 및 球狀化處理時의 發生粉塵濃度는 各各 0.57, 0.82 gr / Nm³이며 이의 粒度分析은 그림 10과 같다.

媒塵粒度는 큐포라媒塵의 그것에 비교하여 어느 것이나 매우 미세한다.

球狀化處理時의 發生媒塵을 分析한 結果 CaO 62.9, Fe_2O_3 , 14.5, Na_2O , MgO 3.6, SiO_2 4.0, K_2O 0.9, $Ig. loss$ 9.8, S 1.1 이었다.

3 . 工場內에서의 粉塵의 發生狀況

鑄物工場에서 의 造型이 모래를 使用하고 있는 以上 工場內는 사용사를 主成分으로 하는 粉塵이

發生하는 것이며, 여기서는 粉塵濃度의 測定例를 檢討하고자 한다.

3-1 作業工程과 粉塵濃度

表 15는 어느 大企業의 비교적 정리된 鑄造部門의 工場內에서 어느정도의 粉塵濃度속에서 作業者가 노출되어 있는가를 알아보기 爲해서 個人試料方式으로 調査한 結果이다.

工場內에는 自動造型라인이 設置되어 있으며 A조 ~ F조 (6조)는 이 造型라인에서 作業하고 있으며 각조는 두명으로 되어있다.

이 以外에 造型機周圍에서 混砂, 熔解, 後處理, 檢査 크레인運轉者에 關해서도 調査되었다.

同一條件에 있는 A조 두명의 粉塵 폭로를 비교하여도 個人差가 있으며 또한 職場에 따라서도 심한 差異가 있음을 알수있다.

어느 境遇에도 粉塵許容濃度 (2 mg / m³) 보다 높은 粉塵에 노출되어 있음을 알수있다.

또한 日本의 某大都市內의 13社를 對象으로 하여 主로 海체공장을 中心으로 하여 發生한 粉塵濃度를 測定調査한 例로서는

1) 造型方式, 生産量에 따라 發生粉塵量은 큰 差異가 있다.

2) 工場 規模別 分類 (表 16 参照)에서는 作業管理가 잘 되어있는 工場이 粉塵濃度가 낮고 中小企業에서는 높다.

3) 工場建物の 높이와 粉塵濃度의 關開를 보면 2~3의 例外는 있으나 時間當 平均粉塵濃度值의 比較에서는 棟高 10 m 以上の 工場 (7社)의 平均値는 20mg / m³, 棟高 10 m미만의 工場 (6社)의 그것은 40mg / m³ 정도이며 棟高 (工場容積)가 높은 쪽이 粉塵濃度가 적음을 알수있다.

또한 綜合鑄物 center (日)의 公害對策委員會에서는 日本內의 大小 18工場의 作業工程別의 粉塵濃度로 實測하여 表 17을 發表하였다.

表中의 工場記号는 A~E는 鑄鐵 FQR는 주강 공장이며 어느것이든 大規模工場 (經營員 200名 以上)이다.

G~J는 鑄鐵 中規模工場 (50~200名) K~P는 鑄鐵 中規模工場 (50名 以上)이다.

表 15 . 某鑄造工場의 個人Sampler에 依한 粉塵폭로濃度測定結果

職 場	測 定 時 間	吸 入 量 ℓ	粉 塵 量 mg	粉 塵 濃 度 mg / m ³	
A 조 S 씨	8:53 ~11.25	407.6	1.79	4.39	平均値
	13.00 ~17.13				
M 씨	8:44 ~11.50	441.7	4.11	9.30	6.85
	13.05 ~17.12				

職 場 (人 員)	粉 塵 濃 度 mg / m ³	職 場 (人 員)	粉 塵 濃 度 mg / m ³	mg / m ³ 最低 = 0.70 最高 = 21.63 平均 = 5.95
A 조 (2)	6.85	호 사 (4)	8.62	
B 조 (2)	5.21	기 중 기 (4)	3.34	
C 조 (2)	4.03	熔 解 (2)	4.40	
D 조 (2)	3.91	後 处 理 (2)	15.44	
E 조 (2)	2.71	檢 査 (2)	3.66	
F 조 (2)	1.28			

表 16 . 解体場을 中心으로하여 測定한 工場規模別 粉塵量

企 業 別	粉 塵 濃 度 mg / N m ³		時 間 当 平 均 値 mg / N m ³	解 体 作 業 月 間 合 計 의 平 均 hr	工 場 内 的 粉 塵 量 的 最低 mg / N m ³
	最 高 値	最 低 値			
大 企 業	17.2	2.5	9.9	15.0	1.2
中 企 業	34.5	4.7	23.2	38.6	1.86
小 企 業	79.5	5.8	41.2	68.3	3.65
全 平 均	52.5	5.5	30.2	59.8	2.6

註) 1) A시 13사에서 調査한 것이며 50名 以下를 小, 51~200名까지를 中, 200名 以上을 大企業이라 指称 小 = 6社 中 = 5社 大 = 2社
 2) 時間当의 平均値의 算出은 $\frac{(\text{最高値}) \times (\text{最高値時間}) + (\text{最低値}) \times (\text{最低値時間})}{(\text{最高値時間}) + (\text{最低値時間})}$

이 調査書에서는 이러한 測定値에 關해서 다음과 같이 說明하고 있다.

1) 熔解炉와 노전 (炉前)의 粉塵濃度
 炉의 種類와 作業環境의 粉塵濃度와의 差異에는 明確한 關係는 볼수 없으나 큐포라에 原料장입시 에 裝入床 (charging floor) 부근의 粉塵濃度는 매우 높다 (19.4 mg / m³)
 또한 주강공장의 아아코炉熔解에서는 直引式集塵機가 이동하고 있으나 출강시 粉塵濃度는 높고

(5,60 mg / m³) 建物集塵의 必要性이 있다.

2) 熔金 鑄込時의 粉塵濃度

I社와 K社의 測定値는 높다. 이것은 부근에서 造型 (floor molding) 때문에 이것이 加算되었는지도 모른다.

其他는 1.6~3.4 mg / m³로서 비교적 적다.

3) 調査時의 粉塵濃度

D社의 셀型의 混砂組에서 2개 떨어진 位置에서 測定値는 50~60 mg / m³로서 매우 높다.

表 17 . 鑄物工場의 作業工程에서 發生하는 粉塵 (抜取)

作業工程	工場	作業内容	粉塵濃度 (mg / m ³)	工場	作業内容	粉塵濃度 (mg / m ³)
(1) 熔解炉와 炉轉	C	큐포라 , 용해작업중	1.9~19.5	B	8 t 저주파로 , 용해작업중	1.6~ 4.5
	D	1 t 고주파로 , 용해작업중	2.7~5.7	P	2 t " "	1.7~ 6.8
	B	5 t 저주파로 , "	1.2~8.3	R	10 t 아크로 , "	1~ 5.6
(2) 鑄湯時	A	ASN 주탕라인	2.0~2.3	I	소 형	2 . 3
	A	JTH "	1.5~1.6	K	손조형장 , 기계조형장	1.8~ 14.1
	C	에쉬란드주형	2.3	R	대형 , 에쉬란드주형	3.1~ 3.4
(3) 調砂時	A	믹스라마에 의한 혼련	2.6~2.9	H	밀에 의한 사처리	8 . 3
	C	시멘트사 혼련	2 . 4	Q	사처리 , 혼련중	6.1~ 12.0
	D	셀형 , 효사	5.2~60.4	-	-	-
(4) 造型時	A	ASN 조형기 , 조형시	3.4~3.7	E	AFD 라인 (중형)	1.5~8.7
	C	에쉬란드주형 , 시멘트코아	1.3~4.0	F	샌드스링가	1.0~6.3
	D	셀 형	2.2~3.7	G	조형기 , 바레트라인	0.6~1.2

表 18 . 鑄造工場別의 粉塵平均濃度

(单位 : mg / m³)

作業工程	工場数	測定数	測定值		平均濃度		
			最大值	最小值	全平均值	最大值를 除外한 平均值	正規分布曲線에서 求한 平均值
炉 轉	5	35	19 . 46	0.89	4 . 24	3 . 79	3.70
鑄 湯	4	10	23 . 0	1.5	5 . 24	3 . 27	
調 砂	5	19	60 . 4	1.69	14 . 51	6 . 87	
造 型	11	53	8 . 7	0.6	2 . 92	2 . 81	2.40
解 体	12	79	89 . 7	0.3	15 . 22	14 . 26	7.30
清 淨 处 理	3	8	20 . 6	1.77	9 . 22	-	
끝 处 理	5	12	14 . 1	1.07	3 . 41	2 . 44	
電 氣 熔 接	1	3	336	107	228		
가 스 切 断	1	3	3 . 96	2.63	3 . 28		
脫 黃 处 理	1	6	690	440	575		
球 状 化 处 理	1	5	970	690	818		

1 日의 使用量 140~160 t이며 , 混砂組에 集塵裝置를 設置한 必要가 있다.

A社는 54 t / hr의 使用으로서 集塵裝置로 設置하고 있으므로 粉塵濃度는 2.6~2.9mg/m³도 적다.

4) 造型時의 粉塵濃度

가동중의 造型機附近의 測定值은 2.0~4.6 mg/

m³ 정도이다. 웰型造型도 大略 이정도로 推測된 다.

그러나 I社에서와 같이 中型鑄物을 造型機와 손조형을 同一棟内에서 作業할 때에는 3.3 ~ 6.5mg/m³고 비교적 높다. 어느 境遇든간에 局所集塵과 建物集塵이 必要하다.

5) 解体時의 粉塵濃度

測定工場 12 個中에서 半数인 6 社 (D , E , G H , K , Q) 가 30 mg/m³ 또는 이 이상의 매우 높은 수치이다.

특히 E 社의 89.7, G 社의 47.3, 52.4, K 社는 44.9, 48.8의 高濃度였다.

그러나 C 社의 웨이카 (shakou) 附近의 粉塵濃度가 集塵裝置運轉停止中에는 37.2 mg / m³ 이며 運轉中에는 2.3 mg/m³로 급격히 감소하고 있음을 알 때에는 集塵機를 設置한 解体作業中에는 이것을 運轉할 必要가 있는 것이다.

6) 淸淨處理時의 粉塵濃度

淸淨處理裝置에는 全容集塵裝置가 거의 設置되어 있으며 作業環境에서의 粉塵濃度は 1.77~3.4 mg / m³정도도 비교적 적다.

D 社에서의 測定値가 다소 높은 것은 그 옆에 로 오타리 스크린식 脫砂機가 가동하고 있어서 이 裝置로 부터의 發振이 加算되기 때문이다.

7) 끝맺음工場에서의 粉塵濃度

A 社는 연마기에 全容集塵機가 設置되어 있어서 1.2~1.5 mg / m³정도로 낮다. 그러나 集塵機가 없거나 있어도 能力이 부족한 境遇에는 5.31, 6.33 mg/m³로서 높은 濃度이다.

8) 熔接, 가스切斷의 粉塵濃度

주로 主강공장의 後處理工程에서의 作業이며, Q 社의 測定에서 아는 바와같이 發生霧 (fume) 은

매우 高濃度이고 이의 除去對策은 매우 重要한 問題이다.

上述한 調査結果의 比較로 간단히 하고져 工種別로 平均濃度도 求하되 表 18 과 같으며 平均濃度은 어느 境遇라도 粉塵許容濃度보다도 높다.

또한 이 表에는 2 - 6 項에서 說明한 鑄鐵의 脫黃處理, 球狀化處理時의 發生粉塵도 併記하였다.

表中의 各工種別로 發塵濃度の 높은 順位로 말하면 球狀化處理, 脫黃處理, 電氣, 熔接, 淸淨處理 解体, 調砂, 炉前, 가스切斷, 投入 끝손질 造型의 順位이다.

3-2 粉塵의 化學組成

鑄造工場의 부유분진을 포집하여 이의 化學組成은 보면 鑄物砂의 主成分인 SiO₂ 가 가장 많으며 淸淨場에서의 포집분진에는 이 以外에 0.3 mm 정도이하의 스틱이 5~10 정도 含有되어 있으며 또한 研削場의 그것에는 鐵粉 60~80% 정도 스틱 粉末이 때때로 10~20% 정도 含有되고 있다. 지금 鑄鐵工場內의 부유분진을 하이보륨 샘플러 (high volume sampler) 로서 포집하여 鹽類 有機物質 및 重金屬에 關해서 分析 調査한 例를 表 19 에 表示한다.

매우 미량이지만 하나 Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb 등도 볼수있다.

表 19 . 鑄造工場의 부유분진 測定結果

測定 位置	測定 時間	吸入空 氣 量 m ³	부 유 粉塵量 μg/m ³	PH	黃酸鹽 μg/m ³	硝酸鹽 μg/m ³	有機 物質 μg/m ³	Fe μg/m ³	Cu μg/m ³	Zn μg/m ³	Cr μg/m ³	Ni μg/m ³	Cd μg/m ³	Pb μg/m ³
No. 1	11:10	440	1,659	6.71	37.5	3.19	19.5	40.29	0.83	7.13	0.08	0.17	0.02	0.52
	15:25													
2	11:33	289	9,395	7.23	99.7	1.19	31.1	263.45	4.33	9.04	5.19	0.35	0.03	3.38
	15:20													
3	11:53	343	309	6.33	15.7	2.30	33.2	9.08	0.40	11.6	-	0.07	0.03	0.29
	15:38													
4	11:42	271	849	6.29	32.1	1.25	39.9	30.69	0.34	10.48	0.08	0.04	0.01	0.59
	15:15													

3-3 粉塵의 粒度分布

前述한 調査에서 아는 바와 같이 鑄物工場의 各 作業工程보다는 많은 粉塵이 發生한다.

이 粉塵中에는 비교적 數粒은 沈降하여 堆積한다 즉 工場內에서의 降下粉塵이며 堆積粉塵인 것이다. 造型工場의 크레인위에 堆積된 粉塵을 채취하여 이의 粒度分布로 調査한 結果는 그림 11 과 같다.

또한 셰이크아웃기 (shake out Machine) 附近에서 채취한 부유분진의 粒度分布도 併記되어 있다.

前者(A)는 굵고 (peak $100 \mu m$), 後者는 곱다 (peak $10 \mu m$) 이 $10 \mu m$ 이하의 粉塵이 진폐 (塵肺) 에 각 影響을 미치며 또한 生活環境에서의 부유입자물질의 環境基準에서도 부유입자물질로서 完成되어 있는 것이다.

또한 鑄物工場의 代表的粉塵의 粒度分布는 PRC 粒度線圖로서 이미 그림 9 에도 記載되어 있으므로 이를 참조해 주기를 바란다.

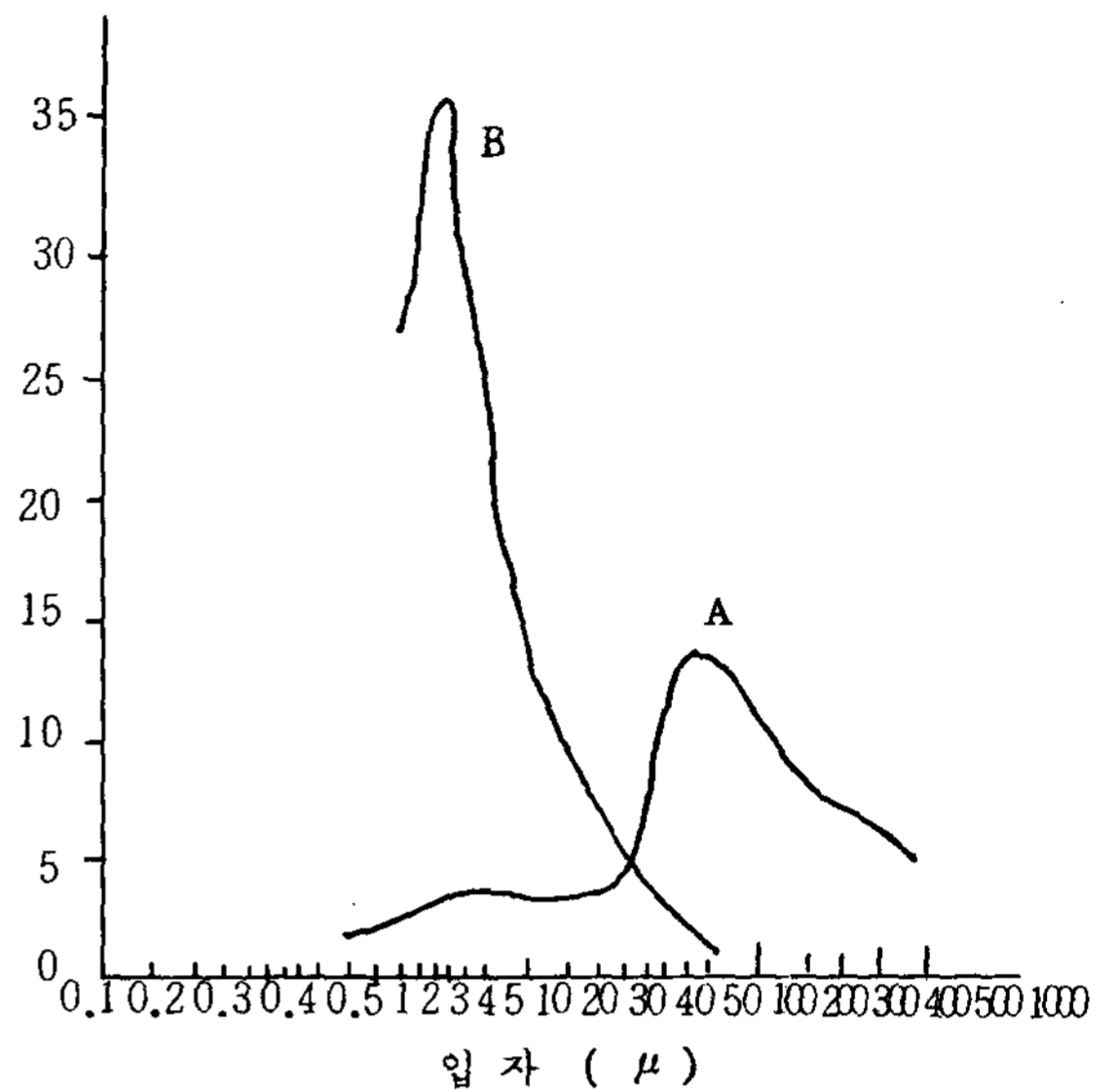


그림 11. 推進粉塵 (A) 부유분진 (B) 의 粒度分布 測定值

(다음호 계속)