

# SP와 NSP 키른에 관한 調査

金 泰 男(譯)

〈星信洋灰企劃部 次長〉

◇……譯者註：本稿는 日本시멘트協會 燃料專門委員會에서 SP와 NSP 키른의 설비 개요에 대해 조사한 보고서(80. 11月, 第37回 日本시멘트 심포지움)로서 우리나라 키른 설비를 검토함에 있어 좋은 참고 자료가 될 것으로 본다. 이에 앞서 1974년 同專門委員會에서 조사 보고한 「SP 키른에 관한 調査」는 시멘트誌 第63輯(1976년 6월)에 이미 번역 게재한 바 있다.◇

## 1. 序 言

日本에서 SP 키른이 처음 가동된 것은 1960년이며 그후 1971년에 NSP 키른이 개발 실용화되어 많은 관심과 주목을 받아 왔다. 또 최근의 에너지 價格의 앙등에 대처하기 위한 省에너지化, 製조비 節減化를 위해 현재는 NSP와 SP 키른이 시멘트 製조방식의 주류로 되고 있다.

1974년에 「SP 키른에 관한 調査」를 실시한 바 있으나 그 당시는 아직 NSP 키른의 초기 단계였으므로 調査對象에서 NSP 키른의 基數와 形式이 많지 않았다. 그러나 이번 조사에서는 NSP 키른의 실태를 명확히 알아 볼 수 있게 되었다.

## 2. 設備概要

### 2.1 工場概要

#### 1) 工場敷地面積과 종업원 數

조사 대상 36個工場の 공장부지 면적과 종업원 수의 평균은 각각 215,000㎡/工場 및 261名/工場으로 나타나고 있다.

#### 2) 形式別 키른 基數와 常用能力

조사 키른 基數 75基의 形式別 키른 基數 및

〈表 - 1〉 調査對象 工場數, 키른 數, 키른 常用能力

		今會調査結果 (1979年 5月 調査)		前回調査結果 (1974年 3月 調査)	
		工場數	36	29	
樣式	形 式	基數	常用能力 (合計)t/h	基數	常用能力 (合計)t/h
	S F	19	3,136.5	1	80.0
	M F C	14	2,121.8	6	970.7
	R S P	9	1,409.2	-	-
	K S V	4	765.0	1	164.8
	D D	2	325.0	-	-
NSP	G G	2	275.0	-	-
	F L S	1	175.0	-	-
	小 計	51	8,207.5	8	1,215.5
	1 基當 常用能力 (t/h)	最大 最小 平均	354.0 50.0 160.9		216.9 80.0 151.9
S P	Dopol	11	1,148.1	21	2,213.4
	Humboldt	9	780.3	14	1,123.6
	Wedag	3	549.0	7	952.3
	F. L. Smidth	1	135.0	1	125.0
	小 計	24	2,612.4	43	4,414.3
	1 基當 常用能力 (t/h)	最大 最小 平均	208.0 33.3 108.8		215.0 30.0 102.7
合 計	75	10,819.9	51	5,629.8	

〈表-2〉 石灰石, 크링카, 시멘트 貯藏能力

		石灰石	크링카	시멘트
合計貯藏能力(t)		2,365,760	1,414,042	1,477,610
1工場當 貯藏能力 (t)	最大	263,000	15,200	112,300
	最小	2,000	5,600	3,400
	平均	65,716	39,279	41,040
키른合計 常用能力當 (日)	最大	41.4	8.6	14.2
	最小	0.2	0.8	0.3
	平均	7.7	4.3	5.3

常用能力은 〈表-1〉과 같다.

NSP 키른은 SP 키른 基數의 약 2배이고  
常用能力은 약 3배로 되어 있다. 또 1974년 조  
사 결과와 비교해 보면 그동안 5년 사이에 SP,  
NSP의 常用能力合計는 거의 2배로 늘었음을  
알 수 있다.

### 3) 석회석, 크링카 및 시멘트 저장 능력

調査工場 36個 工場의 석회석, 크링카 및 시  
멘트 각각의 저장 능력은 〈表-2〉와 같이 나  
타나고 있다. 1工場當 저장 능력은 석회석이  
7.7日, 크링카가 4.3日, 시멘트가 5.3日로 되어  
있다.

## 2.2. 乾燥機

### 1) dryer 形式別, 乾燥方式別 保有數

〈表-3〉에서와 같이 조사 공장 36個工場,  
키른 基數 75基에 대해서 dryer의 보유수는 71  
基로 되어 있다. 形式別로는 rotary dryer가 71  
基中 64基로 압도적인 數를 점하고 있다. 또

〈表-3〉 dryer 形式別, 乾燥方式別, 保有數

形式	乾燥方式	被乾燥物			計
		石灰石	粘土類	調査原料	
rotary 式	並流	16	19	4	39
	向流	7	16	2	25
	小計	23	35	6	64
impact 式	—	3	2	1	6
rapid 式	並流	—	—	1	1
合計		26	37	8	71

〈表-4〉 dryer 乾燥熱源의 種類

形式	乾燥方式	乾燥熱源		計
		키른排 gas	重油	
rotary 式	並流	36	3	39
	向流	23	2	25
impact 式	—	4	2	6
rapid 式	並流	1	0	1
合計		64	7	71

rotary dryer 64 基中 39基가 並流式으로 되  
어 있다. 참고로 前回調査에서는 rotary dryer  
보유 수는 54基였으며 그중 向流式이 32基나  
되었었는데 이번 조사에서는 반대 결과를 나타  
내고 있다.

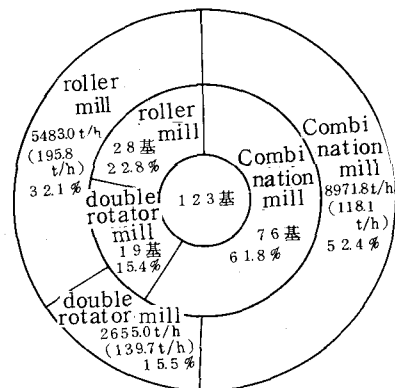
### 2) dryer 乾燥用 熱源의 種類

dryer 乾燥用 熱源의 종류는 〈表-4〉와 같  
으며 71 基中 키른 排가스를 이용하는 것이 64  
基로 압도적으로 많다.

## 2.3. 原料 mill

原料 mill의 形式別能力 및 保有數는 〈그림  
-1〉과 같다. 키른 基數 75基에 대해서 原料  
mill 保有數는 123基로 되어 있다.

形式別로는 Combination mill이 76基(61.8  
%)로 많은 편이지만 최근에는 roller mill의  
채용이 증가하는 추세를 보이고 있다. 能力比를



〈그림-1〉 原料 mill의 形式別能力 및 保有數

살펴보면 Combination mill 이 52.4%이고 roller mill 이 32.1%로 되어 있다.

여기서,  $S_T$  : preheater 구조물 면적( $m^2$ )  
 $H_T$  : preheater 有效 높이(m)  
 $M$  : 키른 常用能力(t/h)

## 2. 4. Preheater 와 煨燒爐

### 2. 4. 1. Preheater

#### 1) Preheater 構造物의 크기와 키른 常用能力

Preheater 構造物 면적 및 preheater 有效 높이와 키른 常用能力과의 사이에는 각각 高度의 相關이 있음을 알 수 있다. 이들의 回歸式은 다음과 같다.

$$S_T = 12.77 \times M^{0.608} \quad (r = 0.847^{**} \quad n = 74)$$

$$H_T = 17.05 \times M^{0.240} \quad (r = 0.713^{**} \quad n = 69)$$

#### 2) Preheater 의 設備概要

각 工場에서 보고 받은 75基의 preheater 設備概要의 주요 사항을 <表-5>에 정리했다.

#### 3) IDF 設計 gas 量과 키른 常用能力

IDF 設計 gas 量과 키른 常用能力의 關係를 <表-6> 및 <그림-2>에 표시했는데 이들은 高度의 相關이 있음을 알 수 있다.

즉 크링카 1톤당의 IDF 設計 gas 量은 1,540  $m^3N$ 이다.

<表-5>

Preheater 의 設備概要(形式別 平均)

	煨 燒 爐 形 式 別								SP 平均	preheater形式別(NSP포함)					全 形 式
	SF	MFC	RSP	KSV	DD	GG	FLS	NSP 平均		Dopol	Humb	We- dag	F.L.S	Kobe Steel	
Kiln 基 數	19	14	9	4	2	2	1	51	24	29	28	14	2	1	75
Kiln 常用能力(t/h)	165.1	151.6	156.6	191.2	162.5	137.5	175.0	160.9	108.8	133.3	141.2	169.1	155.0	150.0	144.3
Cyclone 斷 面 積 ( $m^2$ )	4 段	40.8	43.6	38.4	53.2	39.7	46.9	49.7	42.2	27.6	36.8	34.1	44.3	49.0	37.5
	3 段	42.3	41.0	38.5	62.1	51.8	41.6	52.5	43.1	32.1	37.0	36.9	46.8	51.8	39.6
	2 段	47.9	39.9	37.8	67.8	54.7	38.7	52.5	45.1	32.1	36.5	40.5	47.3	51.8	41.0
	1 段	48.7	46.4	43.9	78.5	58.7	47.1	52.5	49.5	32.8	43.5	40.3	45.3	51.8	45.7
Cyclone 入 口 斷 面 積 ( $m^2$ )	4 段	9.35	6.30	9.03	12.1	7.40	5.13	16.1	8.46	5.47	5.52	7.71	10.0	16.2	7.50
	3 段	9.96	7.58	11.4	22.1	11.4	8.68	11.2	10.5	6.61	7.15	8.32	14.5	10.4	9.28
	2 段	11.6	9.13	12.3	17.0	11.9	8.42	11.2	11.3	7.99	8.71	9.26	14.9	10.4	10.4
	1 段	11.5	7.88	11.3	17.3	14.4	11.6	12.0	11.1	8.44	8.55	9.16	14.0	15.1	10.3
Cyclone 出 口 斷 面 積 ( $m^2$ )	4 段	10.6	11.2	10.0	10.1	10.2	11.2	7.04	10.6	6.75	9.43	8.84	9.81	9.81	9.29
	3 段	10.5	11.2	8.81	11.4	10.2	10.4	8.69	10.4	6.93	10.2	8.27	9.80	8.08	9.31
	2 段	11.7	9.70	8.79	13.5	12.3	8.61	8.03	10.5	6.88	8.44	9.60	10.8	8.66	9.36
	1 段	12.2	12.4	9.67	18.8	12.3	12.0	-	12.2	8.68	11.9	9.47	13.0	7.74	11.1
IDF入口 設計 gas 量	( $m^3 N/min$ )	4,440	3,470	4,150	4,890	3,830	3,520	4,840	4,110	2,730	3,120	3,800	4,430	4,270	3,890
	( $m^3 N/t$ )	1,628	1,361	1,596	1,569	1,425	1,572	1,660	1,536	1,549	1,405	1,655	1,586	1,652	1,554
IDF motor 容 量	(KW)	2,350	1,630	3,270	3,040	1,810	1,850	3,050	2,340	1,500	1,580	2,120	2,960	2,630	1,800
	(kwh/t)	14.3	10.7	20.3	14.5	11.2	13.8	17.4	14.3	13.8	11.8	15.2	17.0	16.9	12.0
IDF 入口設計壓力 (mm Aq)	851	761	1,061	883	803	900	975	868	752	762	853	936	813	730	
IDF 入口設計含塵量 ( $g/m^3 N$ )	81	59	106	73	60	53	10.0	78	63	59	76	98	75	50	

〈表-6〉

IDF 設計 gas 量과 키른 常用能力

S F	MFC	기타 NSP	全 NSP	S P	全形式
$V_G = 24.8M + 365$	$V_G = 24.3M - 206$	$V_G = 23.6M + 40$	$V_G = 24.6M + 157$	$V_G = 24.0M + 117$	$V_G = 24.8M + 99$
$r = 0.960^{**}$	$r = 0.985^{**}$	$r = 0.959^{**}$	$r = 0.959^{**}$	$r = 0.963^{**}$	$r = 0.965^{**}$
$n = 19$	$n = 14$	$n = 18$	$n = 51$	$n = 24$	$n = 75$

4) IDF 驅動 motor 設備容量과 키른 常用能力

IDF 驅動 motor 設備容量과 키른 常用能力의 관계를 〈表-7〉과 〈그림-3〉에 표시했다. 즉 크링카 1톤當 設備容量은 全平均으로 14.2 kwh, 全NSP 平均으로 14.3kwh, SP 平均으로는 13.8kwh로 되어 있으며 NSP쪽이 SP보다 크링카 1톤當 설비 용량이 크다.

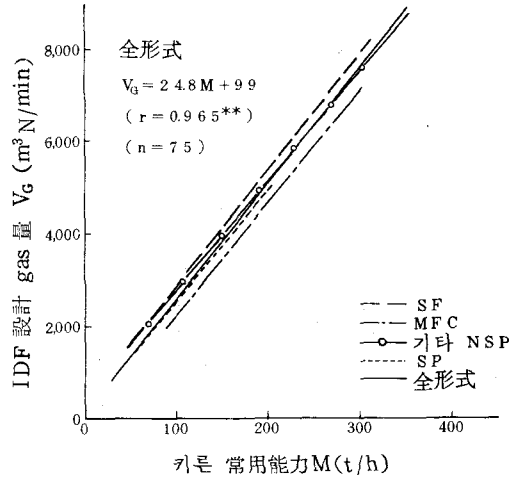
5) kiln IDF 入口設計靜壓 및 形式

kiln IDF 入口設計靜壓分布는 〈그림-4〉와 같다. 全平均은 -831 mmAq로 되어 있는데 全NSP의 平均은 -868 mmAq로서 SP의 平均 -752 mmAq와 비교해서 116 mmAq나 높다. 이 差는 거의 cyclone 1段分에 가까운 압력이다. 〈表-8〉에서 kiln IDF의 形式別 사용

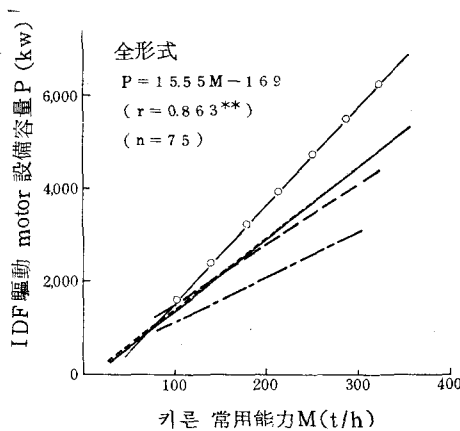
〈表-7〉

IDF 驅動 motor 設備容量과 키른 常用能力

S F	MFC	기타 NSP	全 NSP	S P	全形式
$P = 13.12M + 188$	$P = 9.86M + 138$	$P = 21.32M - 595$	$P = 15.56M - 159$	$P = 14.91M - 126$	$P = 15.55M - 169$
$r = 0.944^{**}$	$r = 0.920^{**}$	$r = 0.898^{**}$	$r = 0.830^{**}$	$r = 0.928^{**}$	$r = 0.863^{**}$
$n = 19$	$n = 14$	$n = 18$	$n = 51$	$n = 24$	$n = 75$



〈그림-2〉 IDF 設計 gas 量과 키른 常用能力



〈그림-3〉 IDF 驅動 motor 設備容量과 키른 常用能力

현황을 볼 수 있는데 radial형이 많긴 하지만 前回の 조사 결과와 비교하면 radial형이 감소하고 效率이 높은 翼型이 크게 증가하고 있다.

6) Cyclone 단면적과 키른 常用能力

Cyclone 연화内 斷面積과 kiln 常用能力과의 관계는 各段과도 대단히 강한 相關이 있으며 이

들의 관계는 <表-9>와 같다.

7) Cyclone 入口 단면적과 kiln 상용 능력

Cyclone 入口 단면적과 kiln 常用能力과의 관계는 <表-10>과 같으며 이들은 비교적 高度의 상관이 있다.

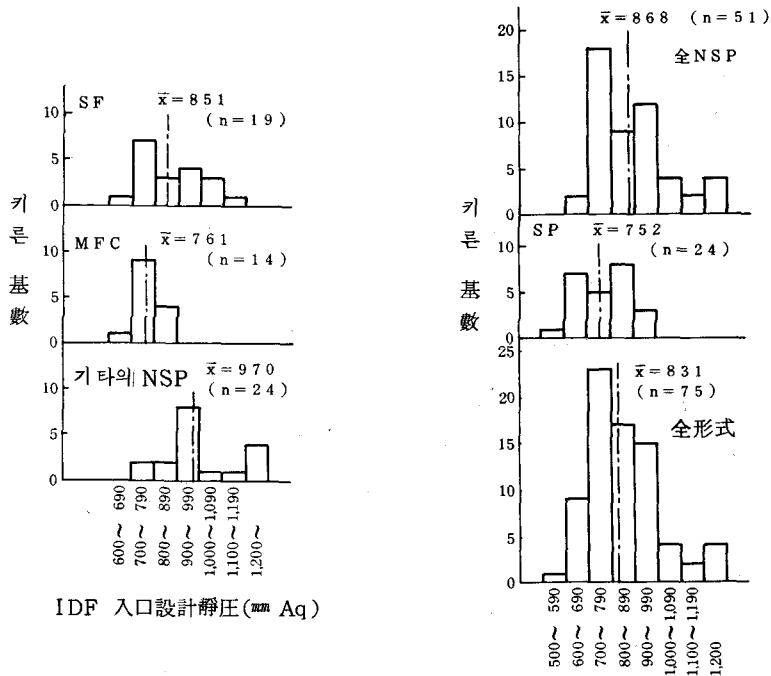
<表-8>

키른 IDF의 形式別 使用現況

(키른 基數)

	S F	M F C	기타 NSP	全 NSP	S P	全 形式
radial 型	7	5	9.5	20.5	15	36.5
翼 型	9	4	3.5	16.5	6	22.5
turbo 型	3	5	5	14	3	16
計	19	14	18	51	24	75

註: 1 基의 키른에 形式이 다른 2 基의 IDF가 設置되어 있는 키른이 있으며 이들에 대해서는 각각 0.5 基로 하여 分類했음.



<그림-4> 키른 IDF 入口設計靜壓

<表-9>

Cyclone 煉瓦内 断面積과 키른 常用能力

	1 段	2 段	3 段	4 段
S F	$S_c = 0.444 M^{0.916}$ $r = 0.953^{**}$ $n = 18$	$S_c = 0.513 M^{0.885}$ $r = 0.955^{**}$ $n = 18$	$S_c = 0.515 M^{0.860}$ $r = 0.954^{**}$ $n = 18$	$S_c = 0.438 M^{0.888}$ $r = 0.943^{**}$ $n = 19$
M F C	$S_c = 0.090 M^{1.246}$ $r = 0.984^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.046 M^{1.345}$ $r = 0.960^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.045 M^{1.354}$ $r = 0.958^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.735 M^{0.813}$ $r = 0.885^{**}$ $n = 14$
기타 NSP	$S_c = 0.664 M^{0.854}$ $r = 0.923^{**}$ $n = 17$	$S_c = 0.851 M^{0.780}$ $r = 0.889^{**}$ $n = 17$	$S_c = 0.790 M^{0.794}$ $r = 0.914^{**}$ $n = 17$	$S_c = 0.277 M^{0.983}$ $r = 0.923^{**}$ $n = 17$
全 NSP	$S_c = 0.362 M^{0.965}$ $r = 0.940^{**}$ $n = 48$	$S_c = 0.337 M^{0.960}$ $r = 0.912^{**}$ $n = 48$	$S_c = 0.349 M^{0.945}$ $r = 918^{**}$ $n = 48$	$S_c = 0.444 M^{0.895}$ $r = 0.909^{**}$ $n = 50$
S P	$S_c = 0.770 M^{0.824}$ $r = 0.949^{**}$ $n = 22$	$S_c = 0.817 M^{0.784}$ $r = 0.944^{**}$ $n = 22$	$S_c = 0.906 M^{0.762}$ $r = 0.947^{**}$ $n = 22$	$S_c = 0.734 M^{0.775}$ $r = 0.915^{**}$ $n = 24$
全 形式	$S_c = 0.595 M^{0.870}$ $r = 0.943^{**}$ $n = 70$	$S_c = 0.553 M^{0.863}$ $r = 0.927^{**}$ $n = 70$	$S_c = 0.631 M^{0.831}$ $r = 0.926^{**}$ $n = 70$	$S_c = 0.494 M^{0.870}$ $r = 0.925^{**}$ $n = 74$
Dopol (NSP 포함)	$S_c = 0.443 M^{0.937}$ $r = 0.938^{**}$ $n = 26$	$S_c = 0.236 M^{1.027}$ $r = 0.930^{**}$ $n = 26$	$S_c = 0.297 M^{0.983}$ $r = 0.911^{**}$ $n = 26$	$S_c = 1.104 M^{0.715}$ $r = 0.847^{**}$ $n = 29$
Humboldt (NSP 포함)	$S_c = 0.858 M^{0.778}$ $r = 0.963^{**}$ $n = 27$	$S_c = 0.884 M^{0.772}$ $r = 0.958^{**}$ $n = 27$	$S_c = 1.093 M^{0.712}$ $r = 0.955^{**}$ $n = 27$	$S_c = 0.394 M^{0.901}$ $r = 0.966^{**}$ $n = 28$
Wedag (NSP 포함)	$S_c = 0.440 M^{0.945}$ $r = 0.963^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.666 M^{0.827}$ $r = 0.920^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.525 M^{0.872}$ $r = 0.963^{**}$ $n = 13$	$S_c = 0.223 M^{1.026}$ $r = 0.987^{**}$ $n = 13$

<表-10>

Cyclone 入口 断面積과 常用能力

	1 段	2 段	3 段	4 段
S F	$S_i = 0.092 M^{0.942}$ $r = 0.931^{**}$ $n = 17$	$S_i = 0.211 M^{0.783}$ $r = 0.877^{**}$ $n = 17$	$S_i = 0.145 M^{0.827}$ $r = 0.920^{**}$ $n = 17$	$S_i = 0.387 M^{0.612}$ $r = 0.601^*$ $n = 17$
M F C	$S_i = 0.008 M^{1.378}$ $r = 0.900^{**}$ $n = 11$	$S_i = 0.007 M^{1.434}$ $r = 0.947^{**}$ $n = 11$	$S_i = 0.003 M^{1.571}$ $r = 0.885^{**}$ $n = 11$	$S_i = 0.012 M^{1.234}$ $r = 0.907^{**}$ $n = 14$
기타 NSP	$S_i = 0.134 M^{0.880}$ $r = 0.770^{**}$ $n = 16$	相關없음	$S_i = 0.451 M^{0.643}$ $r = 0.586^{**}$ $n = 16$	$S_i = 0.264 M^{0.680}$ $r = 0.540^{**}$ $n = 16$
全 NSP	$S_i = 0.038 M^{1.108}$ $r = 0.851^{**}$ $n = 44$	$S_i = 0.131 M^{0.872}$ $r = 0.785^{**}$ $n = 44$	$S_i = 0.046 M^{1.054}$ $r = 0.778^{**}$ $n = 44$	$S_i = 0.101 M^{0.854}$ $r = 0.673^{**}$ $n = 47$

S P	$S_i = 0.168 M^{0.818}$ $r = 0.844 **$ $n = 19$	$S_i = 0.183 M^{0.790}$ $r = 0.852 **$ $n = 19$	$S_i = 0.179 M^{0.767}$ $r = 0.821 **$ $n = 21$	$S_i = 0.123 M^{0.790}$ $r = 0.752 **$ $n = 22$
全形式	$S_i = 0.090 M^{0.940}$ $r = 0.848 **$ $n = 63$	$S_i = 0.138 M^{0.859}$ $r = 0.838 **$ $n = 63$	$S_i = 0.089 M^{0.923}$ $r = 0.816 **$ $n = 65$	$S_i = 0.087 M^{0.881}$ $r = 0.757 **$ $n = 69$
Dopoi (NSP 포함)	$S_i = 0.020 M^{1.222}$ $r = 0.829 **$ $n = 21$	$S_i = 0.018 M^{1.258}$ $r = 0.923 **$ $n = 21$	$S_i = 0.021 M^{1.185}$ $r = 0.837 **$ $n = 23$	$S_i = 0.020 M^{1.138}$ $r = 0.920 **$ $n = 27$
Humboldt (NSP 포함)	$S_i = 0.209 M^{0.764}$ $r = 0.909 **$ $n = 26$	$S_i = 0.254 M^{0.727}$ $r = 0.882 **$ $n = 26$	$S_i = 0.277 M^{0.689}$ $r = 0.900 **$ $n = 26$	$S_i = 0.161 M^{0.772}$ $r = 0.785 **$ $n = 26$
Wedag (NSP 포함)	$S_i = 0.056 M^{1.058}$ $r = 0.881 **$ $n = 12$	相關 없음	$S_i = 0.452 M^{0.657}$ $r = 0.627 *$ $n = 12$	$S_i = 0.546 M^{0.552}$ $r = 0.662 *$ $n = 12$

### 8) Cyclone 出口 단면적과 kiln 常用能力

Cyclone 出口 단면적과 kiln 常用能力과의 관계는 <表-11>과 같으며 cyclone 入口 단면적과의 관계보다 약간 高度의 相關이 있다.

서 preheater 形式別로 各所의 煉瓦內 치수 比를 <表-12>에 나타내었다. 最下段 cyclone 은 preheater 形式別로 別차이가 없이 거의 같은 형상이지만 最上段 cyclone 은 圓筒比와 圓錐比가 preheater 形式에 따라 다름을 알 수 있다.

### 9) Cyclone 形状

最上段 cyclone 과 最下段 cyclone 에 대해

<표-11>

Cyclone 出口 단면적과 Kiln 常用能力

	1 段	2 段	3 段	4 段
S F	$S_o = 0.103 M^{0.932}$ $r = 0.945 **$ $n = 18$	$S_o = 0.124 M^{0.884}$ $r = 0.912 **$ $n = 18$	$S_o = 0.105 M^{0.898}$ $r = 0.944 **$ $n = 18$	$S_o = 0.149 M^{0.830}$ $r = 0.891 **$ $n = 18$
M F C	$S_o = 0.025 M^{1.228}$ $r = 0.972 **$ $n = 14$	$S_o = 0.007 M^{1.879}$ $r = 0.934 **$ $n = 14$	$S_o = 0.015 M^{1.305}$ $r = 0.939 **$ $n = 14$	$S_o = 0.085 M^{0.963}$ $r = 0.868 **$ $n = 14$
기타 NSP	$S_o = 0.204 M^{0.791}$ $r = 0.745 **$ $n = 15$	$S_o = 0.548 M^{0.559}$ $r = 0.706 **$ $n = 16$	$S_o = 0.220 M^{0.734}$ $r = 0.769 **$ $n = 16$	$S_o = 0.055 M^{1.003}$ $r = 0.799 **$ $n = 16$
全 NSP	$S_o = 0.089 M^{0.961}$ $r = 0.895 **$ $n = 47$	$S_o = 0.038 M^{1.091}$ $r = 0.809 **$ $n = 48$	$S_o = 0.085 M^{0.939}$ $r = 0.872 **$ $n = 48$	$S_o = 0.121 M^{0.870}$ $r = 0.818 **$ $n = 48$
S P	$S_o = 0.122 M^{0.895}$ $r = 0.861 **$ $n = 22$	$S_o = 0.138 M^{0.822}$ $r = 0.877 **$ $n = 22$	$S_o = 0.090 M^{0.912}$ $r = 0.878 **$ $n = 22$	$S_o = 0.504 M^{0.556}$ $r = 0.826 **$ $n = 24$
全形式	$S_o = 0.101 M^{0.936}$ $r = 0.897 **$ $n = 69$	$S_o = 0.068 M^{0.977}$ $r = 0.844 **$ $n = 70$	$S_o = 0.078 M^{0.952}$ $r = 0.895 **$ $n = 70$	$S_o = 0.207 M^{0.760}$ $r = 0.844 **$ $n = 72$

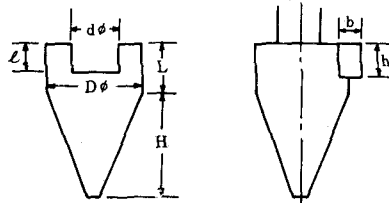
Dopol (NSP 포함)	$S_o = 0.078 M^{1.015}$ $r = 0.893^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.007 M^{1.421}$ $r = 0.835^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.043 M^{1.101}$ $r = 0.879^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.274 M^{0.719}$ $r = 0.792^{**}$ $n = 29$
Humboldt (NSP 포함)	$S_o = 0.116 M^{0.885}$ $r = 0.937^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.120 M^{0.882}$ $r = 0.936^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.081 M^{0.930}$ $r = 0.935^{**}$ $n = 27$	$S_o = 0.160 M^{0.809}$ $r = 0.933^{**}$ $n = 27$
Wedag (NSP 포함)	$S_o = 0.066 M^{1.009}$ $r = 0.891^{**}$ $n = 12$	$S_o = 0.195 M^{0.770}$ $r = 0.882^{**}$ $n = 12$	$S_o = 0.053 M^{1.001}$ $r = 0.967^{**}$ $n = 12$	$S_o = 0.040 M^{1.053}$ $r = 0.853^{**}$ $n = 12$

< 표 - 12 >

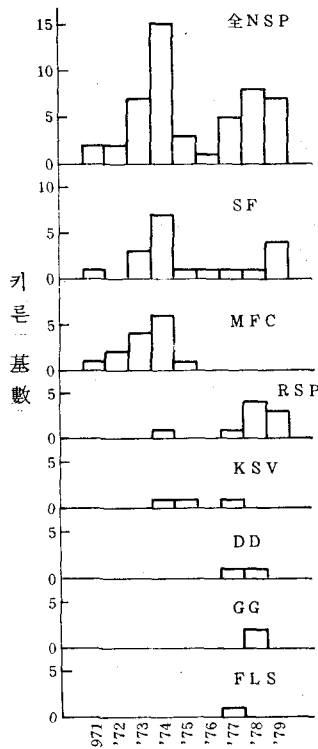
Preheater 형식별 Cyclone 치수 비

		三菱重工 Dopol		石川島 Humboldt		川崎重工 Wedag		神戸製鋼		F L S	
最 上 段 사이 크 론	L/D	0.74	n = 35 $\sigma = 0.136$	1.89	n = 27 $\sigma = 0.119$	1.04	n = 13 $\sigma = 0.526$	1.00	n = 2 $\sigma = 0$	0.82	n = 3 $\sigma = 0$
	H/D	1.75	n = 34 $\sigma = 0.142$	0.99	n = 27 $\sigma = 0.232$	1.36	n = 13 $\sigma = 0.444$	1.59	n = 2 $\sigma = 0.010$	1.63	n = 3 $\sigma = 0.029$
	b/D	0.26	n = 32 $\sigma = 0.048$	0.37	n = 26 $\sigma = 0.133$	0.34	n = 12 $\sigma = 0.111$	0.26	n = 2 $\sigma = 0$	0.55	n = 3 $\sigma = 0.031$
	h/D	0.42	n = 32 $\sigma = 0.041$	0.50	n = 25 $\sigma = 0.114$	0.56	n = 12 $\sigma = 0.051$	0.51	n = 2 $\sigma = 0.020$	0.48	n = 3 $\sigma = 0.039$
	d/D	0.50	n = 35 $\sigma = 0.047$	0.51	n = 27 $\sigma = 0.034$	0.47	n = 12 $\sigma = 0.052$	0.46	n = 2 $\sigma = 0.010$	0.42	n = 3 $\sigma = 0.062$
	$\ell/D$	0.50	n = 34 $\sigma = 0.128$	0.70	n = 26 $\sigma = 0.114$	0.63	n = 12 $\sigma = 0.092$	0.56	n = 2 $\sigma = 0.065$	0.28	n = 3 $\sigma = 0.144$
最 下 段 사이 크 론	L/D	0.64	n = 19 $\sigma = 0.077$	0.76	n = 26 $\sigma = 0.018$	0.67	n = 13 $\sigma = 0.055$	0.65	n = 2 $\sigma = 0.090$	0.81	n = 3 $\sigma = 0.005$
	H/D	1.09	n = 27 $\sigma = 0.121$	1.16	n = 26 $\sigma = 0.153$	1.21	n = 13 $\sigma = 0.059$	1.16	n = 2 $\sigma = 0.045$	0.97	n = 3 $\sigma = 0.045$
	b/D	0.32	n = 21 $\sigma = 0.073$	0.42	n = 26 $\sigma = 0.028$	0.33	n = 12 $\sigma = 0.062$	0.31	n = 2 $\sigma = 0.015$	0.45	n = 3 $\sigma = 0.151$
	h/D	0.47	n = 21 $\sigma = 0.069$	0.42	n = 26 $\sigma = 0.024$	0.55	n = 12 $\sigma = 0.043$	0.56	n = 2 $\sigma = 0.015$	0.50	n = 3 $\sigma = 0.061$
	d/D	0.51	n = 25 $\sigma = 0.019$	0.47	n = 27 $\sigma = 0.032$	0.46	n = 12 $\sigma = 0.025$	0.44	n = 2 $\sigma = 0.030$	0.39	n = 1 —
	$\ell/D$	0.29	n = 25 $\sigma = 0.202$	0.30	n = 25 $\sigma = 0.194$	0.25	n = 10 $\sigma = 0.138$	0.27	n = 2 $\sigma = 0.165$	0.12	n = 1 —

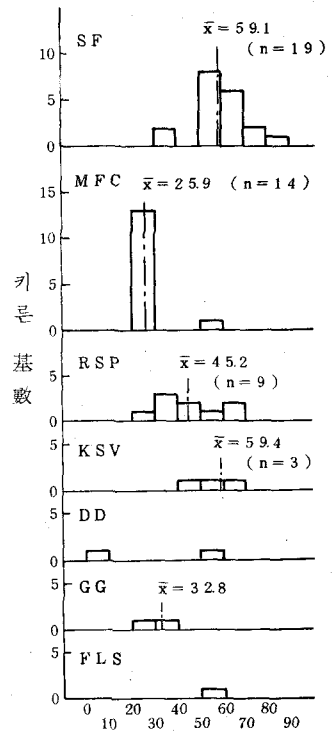
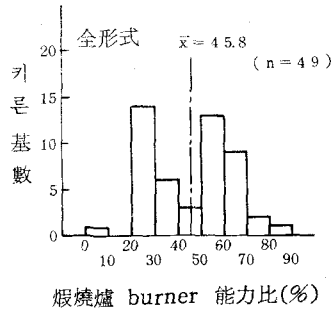
註: Cyclone 치수의 각 記號는 다음 그림을 참조할 것.







〈그림-5〉 煨燒爐의 設置時期



〈그림-6〉 煨燒爐 burner 能力比(設計值)

## 2.4.2 煨燒爐

### 1) 煨燒爐의 設置時期

NSP 키른은 1971년에 SF와 MFC가 각 1기 처음으로 설치된 이래 점차 증가하여 煨燒爐形式도 7形式이나 되고 있다. 현재 가동중인 煨燒爐形式別 설치 시기의 度數分布는 〈그림-5〉와 같다.

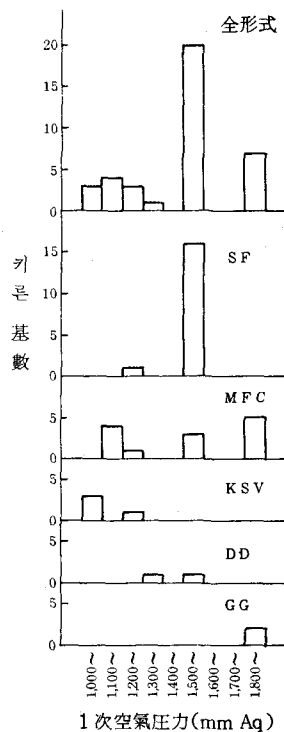
### 2) 煨燒爐 · kiln burner 能力比

조사 대상 51기의 NSP 키른에 대해서 煨燒爐 burner와 kiln burner의 설비 능력을 〈그림-6〉에 나타냈다. 全形式의 평균은 45.8%가 되고 있다.

### 3) 煨燒爐 burner의 1次空氣壓力

煨燒爐 burner에 1次 공기를 사용하는 것에 대해서 1次 공기 fan의 壓力分布를 〈그림-7〉에 나타냈다. 全形式으로도 1,000~1,500 mmAq에 집중되고 있다.

여기서 RSP 및 FLS는 1次 공기 fan을 설치하지 않고 있다.



〈그림-7〉 煨燒爐 1次空氣(流動化空氣) fan의 壓力

#### 4) 煨燒爐의 설비 개요

각 공장에서 보고된 51基의 煨燒爐에 대한 形式別 平均치는 <表-13>과 같다. 煨燒爐의 有效內容積은 煨燒爐內에 kiln 排gas를 통과시키는 形式(SF, KSV 및 DD)과 煨燒爐內에 kiln 排gas를 넣지 않는 形式(MFC, RSB, GG 및 FLS)이 서로 다르다. 즉 內容積當 常用能力( $t/m^3 \cdot h$ )을 보면 SF를 1로 할 때  $KSV = 0.75$ ,  $DD = 0.71$ 이고  $MFC = 2.49$ ,  $RSP = 8.94$ ,  $GG = 7.06$ ,  $FLS = 0.77$ 이 되고 있다.

한편 煨燒爐에서부터 1段 cyclone까지의 duct를 포함한 內容積은 각 形式별 큰 차가 없으며 SF를 1로 할 때  $MFC = 1.07$ ,  $RSP = 0.94$ ,  $KSV = 0.65$ ,  $DD = 0.72$ ,  $GG = 0.99$ ,  $FLS = 0.63$ 이다.

#### 2.5 키 른

##### 1) 키 른의 설비 개요

각 공장에서 報告받은 키 른의 설비 개요에 대해서 preheater 形式別 平均치는 <表-14>와 같다.

##### 2) kiln 常用能力和 kiln 有效內容積

이 관계를 NSP와 SP로 나누어 <그림-8>의 (1), (2)로 도시했다. 각각 高度의 相關이 있으며 그 回歸式은 다음과 같다.

$$NSP \text{ kiln } M = 1.38V^{0.641} \quad (r = 0.868)$$

$$SP \text{ kiln } M = 0.53 \times 10^{-1} V^{1.022} \quad (r = 0.890)$$

여기서 NSP와 SP의 有效內容積의 平均치는 거의 같지만 NSP의 常用能力的 平均치는 SP의 약 1.5倍가 되고 있다.

<表-13> 煨燒爐의 設備概要(形式別平均)

		SF	MFC	RSP	KSV	DD	GG	FLS
Kiln 基數		19	14	9	4	1	2	1
Kiln 常用能力(t/h)		165.1	151.6	156.6	191.2	150.0	137.5	175.0
치 수 (m)	D	6.66	5.10	3.00	6.22	6.00	3.15	6.60
	H	9.64	8.22	6.24	17.14	20.29	7.25	15.00
H / D		1.45	1.70	2.07	2.77	3.38	2.36	2.27
有效內容積 (m <sup>3</sup> )	煨燒爐	346	163	35	542	401	37	433
	duct	16	176	457	92	14	273	112
	計	362	339	492	634	415	310	545
內容積當生産能力(t/m <sup>3</sup> ·h)	a	524	1,304	4,682	392	372	3,697	404
	b	506	539	474	329	362	500	321
	c	298	320	1,963	220	192	1,206	233
	d	287	134	233	184	186	161	185
煨燒爐burner 能力比%		59.1	25.9	45.2	59.4	51.3	32.8	57.7

註: 1) 有效內容積(duct)은 煨燒爐出口로부터 1段 Cyclone까지의 용적으로서 RSP의 혼합실, GG의 脫硝室, 3次 연소실을 包含한 것임.

##### 2) 내용적당 생산 능력

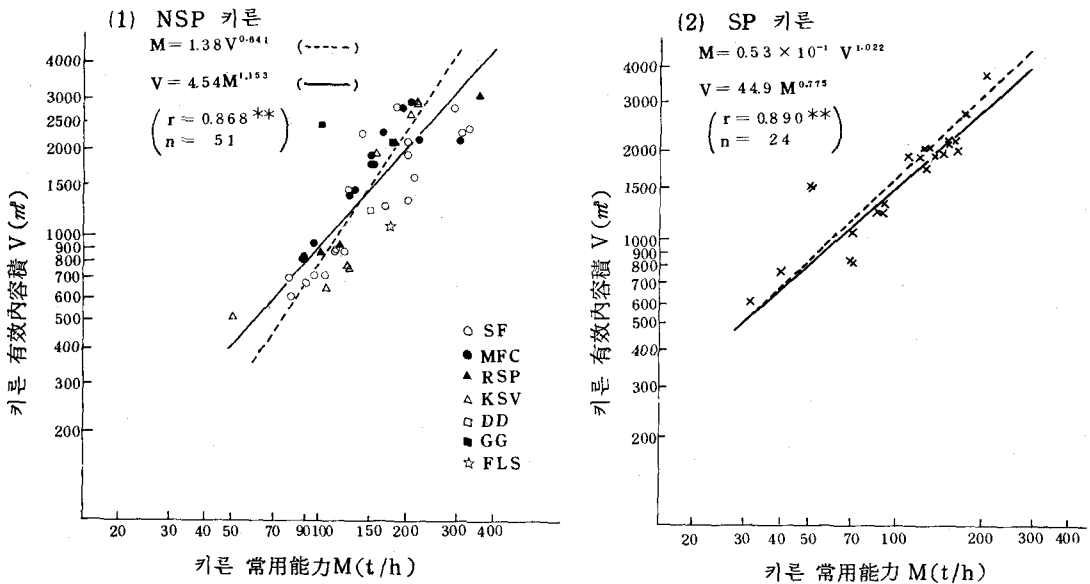
- 煨燒爐의 內容積에 대응하는 것.
- 煨燒爐와 上記 duct를 포함한 內容積에 대응하는 것.
- 上記 a에 煨燒爐 burner 능력 비율을 곱한 것.
- 上記 b에 煨燒爐 burner 능력 비율을 곱한 것.

##### 3) 小容量의 DD 爐 1基는 제외했음.

<表-14>

Kiln 의 設備概要

形 式	Kiln 基數	常用能力 (t/h)	全長 (m)	燒成帶 shell 內徑 (m)	燒成帶 斗 內徑 (m)	L/D	有效內 容積 (m <sup>3</sup> )	內容積當 能力 (kg/m <sup>3</sup> ·h)	驅動motor 出力 (kw)	
NSP	S F	19	165.1	82	4.70	4.26	17.4	1,498	118.2	512
	M F C	14	151.5	86	4.89	4.45	17.9	1,498	91.5	399
	R S P	9	156.6	88.6	4.78	4.36	18.7	1,781	105.5	513
	K S V	4	187.8	83.3	5.00	4.54	17.3	1,770	110.0	585
	D D	2	162.5	85.9	4.98	4.55	17.3	1,714	100.5	375
	G G	2	137.5	110.0	5.30	4.82	20.8	2,308	60.5	399
	F L S	1	175.0	75	4.75	4.35	15.8	1,100	159.1	500
	平 均	51	160.5	85.3	4.83	4.39	17.8	1,662	105.8	465
S P	Dopol	11	104.1	97.2	4.76	4.34	21.2	1,655	63.5	325
	Humboldt	9	86.3	74	4.60	4.19	16.0	1,297	63.7	290
	Wedag	3	181.7	107	5.87	5.39	18.2	2,930	63.2	920
	F. L. S	1	135.0	89	5.50	5.05	16.2	2,104	64.2	700
	平 均	24	108.4	89.3	4.87	4.45	18.7	1,699	63.8	402
總 平 均	75	143.8	86.6	4.84	4.41	18.1	1,674	92.4	445	



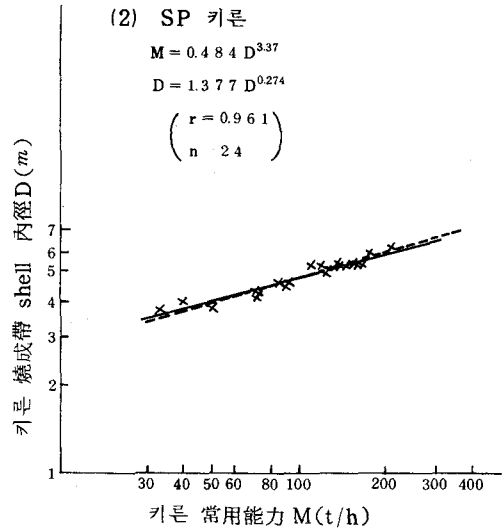
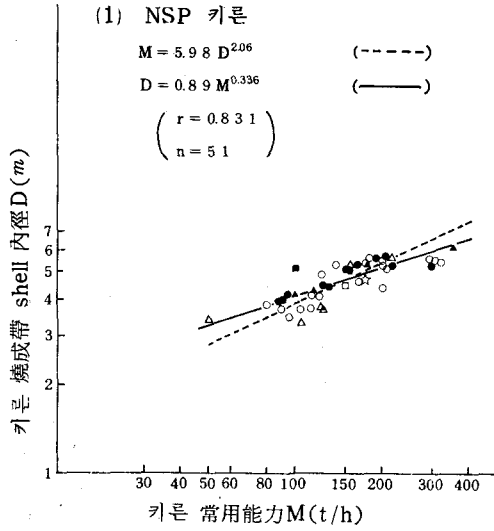
<그림-8> 키른 常用能力和 키른 有效內容積

3) kiln 常用能力和 직경, 길이

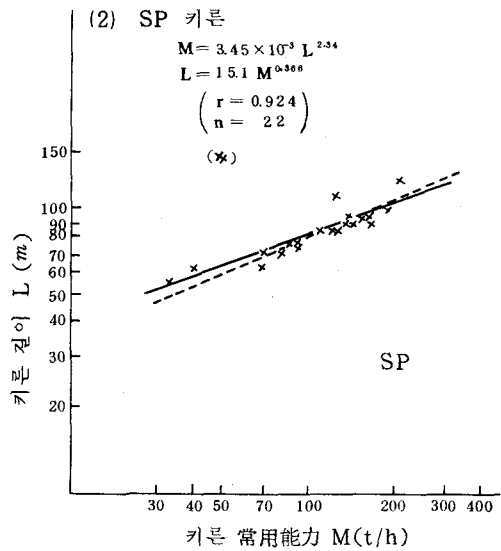
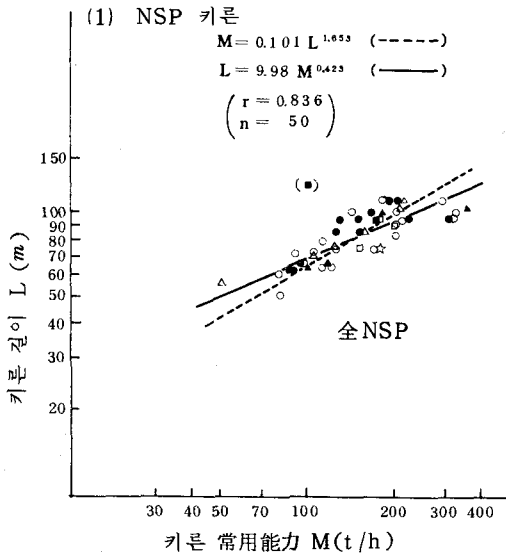
kiln 常用能力和 kiln 직경(소성대 shell 內徑) 및 kiln 길이의 관계를 NSP, SP로 나누어 <그림-9>의 (1), (2), <그림-10>의 (1), (2)에 도시했다.

4) kiln 驅動 motor 설비 용량과 kiln 常用能力

이 관계를 NSP, SP로 나누어 <그림-11>의 (1), (2)에 도시했다. 각각 高度의 相關이 있으며 그 回歸式은 다음과 같다.



<그림-9> 킬른 常用能力과 킬른 燒成帶 shell 內徑



<그림-10> 킬른 常用能力과 킬른 길이

NSP kiln  $P_k = 0.566 M^{1.312} \quad (r = 0.900)$

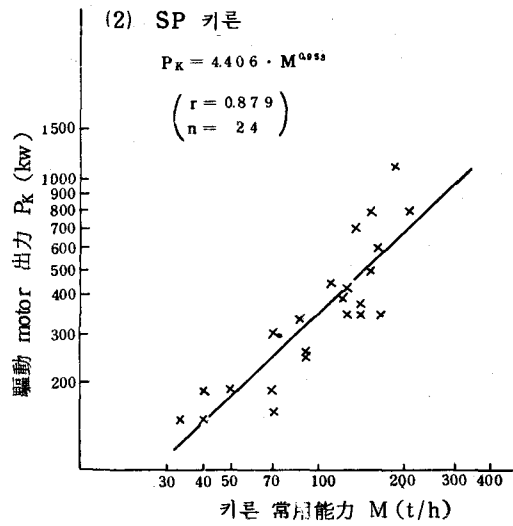
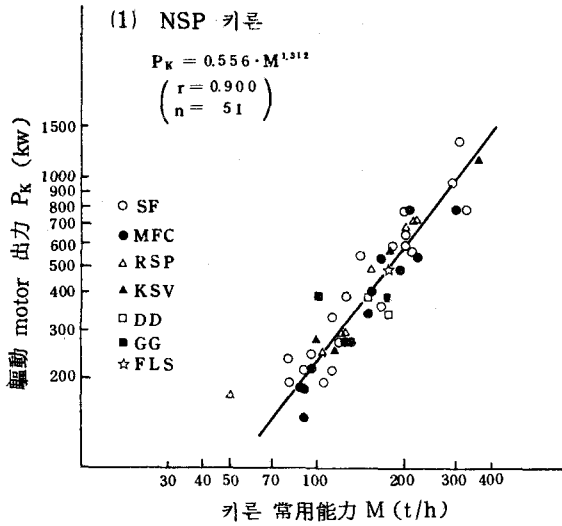
SP kiln  $P_k = 4.406 M^{0.953} \quad (r = 0.879)$

여기서 크링카 1톤당 kiln 驅動 motor의 설비 용량은 NSP kiln에서 2.90kwh, SP kiln 3.71kwh로 되어 있다.

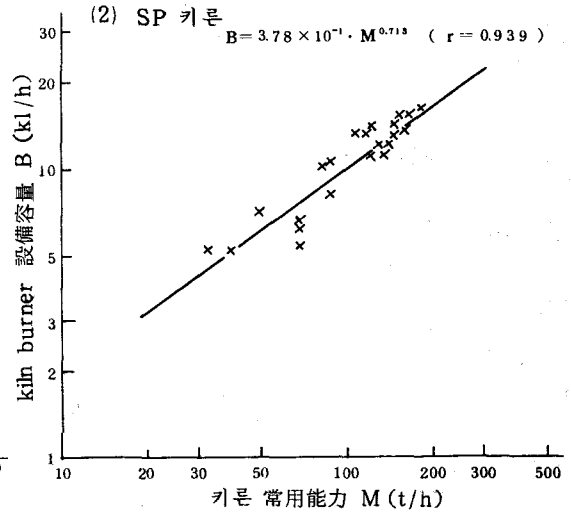
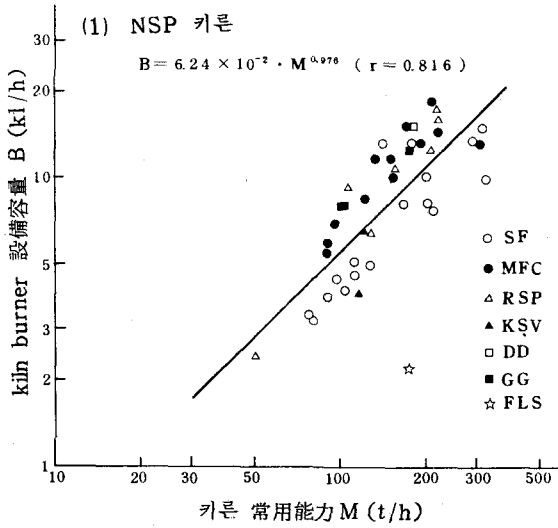
5) kiln burner 설비 용량과 kiln 常用能力

이 관계를 NSP, SP로 나누어 <그림-12>의

(1), (2)에 도시했다. SP kiln에서는 高度의 相關이 있으나 NSP kiln의 경우는 연료의 사용 비율이 다른 여러 形式을 대비하게 되므로



〈그림 - 11〉 킬른 驅動 motor 設備容量과 킬른 常用能力



〈그림 - 12〉 킬른 burner 設備容量과 常用能力

차가 많다.

## 2.6 Cooler

### 1) Cooler의 설비 개요

각 공장에서 報告된 cooler의 설비 개요중 주요 사항에 대한 메이커別 평균치는 <表-15>와 같다.

### 2) Cooler 冷却風量과 Cooler 常用能力

이 관계는 <그림-13>에서 보듯이 高度의

相關이 있으며 그 回歸式은 다음과 같다.

$$V_G = 43.6M + 644 \quad (r = 0.913)$$

여기서 크링카 1톤당 냉각 풍량은  $2,880 \text{ m}^3/\text{N}$ 이다.

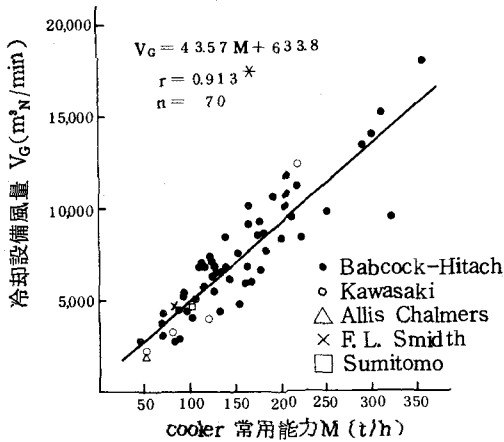
### 3) Cooler 폭, 길이, grate 면적과 cooler 常用能力

cooler 길이( $L_c$ ) 및 grate 면적( $S_c$ )과 cooler 常用能力( $M$ )과의 관계에 대해서는 高度의 相關이 있으며 그 回歸式은 다음과 같다.

<表 - 15 >

메이커別 Cooler 의 設備概要

maker	Cooler 基數	Cooler 常用能力 (t/h)	冷却风量 ( $m^3 N /$ min)	grate 幅 (m)	grate 길이 (m)	grate 면적 ( $m^2$ )	冷却 空氣 室數	驅動 moter 설비용량 (kw)	Clinker breaker 설비용량 (kw)
Babcock - Hitachi	60	153.3	7,306	4.13	25.52	104.9	6.95	74.7	83.4
Kawasaki	9	134.3	6,812	3.70	24.79	94.3	7.00	70.7	82.3
F.L. Smidth	1	85	4,620	3.80	24.40	92.7	8.00	60.0	75.0
Allis Chalmers	2	50	2,000	1.40	30.50	41.6	1.00	22.0	15.0
Sumitomo	1	100	4,700	4.00	21.30	80.0	7.00	45	90



<그림 - 13 > Cooler 冷却風量과 Cooler 常用能力

$$L_c = 9.6 \times 10^{-2} M + 11.5$$

$$(r = 0.830^{**} \quad n = 70)$$

$$S_c = 0.813 M + 3.35 \quad (r = 0.911^{**} \quad n = 70)$$

여기서 grate 폭( $W_c$ )과 cooler 常用能力에 대한 回歸式은 다음과 같다.

$$W_c = 7.68 \times 10^{-3} M + 2.86$$

$$(r = 0.668^{**} \quad n = 70)$$

### 3. 結 言

이상과 같이 SP와 NSP 설비 개요의 주요 사항에 대해 조사 보고했으며 조업 상황에 대해서는 현재 조사중이므로 차후에 보고할 계획이다.

