

rotary kiln 內 原料의 移動狀態

金 泰 男

<星信丹陽工場 生産部 燒成課 課長 代理>

kiln 內 原料의 이동상태를 검토하여 kiln 運轉 方法을 개선하고자 本實驗을 行하였으며, 本란 에는 日本 「D」工場의 실험결과만을 소개한다.

A. kiln (No.2) 原料의 移動速度

1. 目 的

最近 kiln 의 回轉數는 최고 40~38 sec/rev

<表-1>

運 轉 條 件

時 間	原料供給 T/H	gas溫度(°C)		原 料 溫 度		靜壓(m/m W.C)		燒成帶 溫度(°C)	容 車 g/l	kiln	
		排 gas	kiln inlet	東	西	排 gas	kiln inlet			sec/r	amp
8	94	332	1,005	810	835	-650	-30	1,380		38	17~20
9	94	330	1,005	810	835	-650	-35	1,370	1,270	37	17~19.5
10	95	330	1,005	810	835	-645	-38	1,350		37	17~19.5
11	95	332	1,000	810	835	-650	-36	1,350	1,260	38	17~19.5
12	95	333	1,000	810	835	-645	-36	1,340		37.5	17~19.5
13	94	333	1,000	810	835	-660	-36	1,300	1,220	40	17~19.5
14	94	336	1,015	810	835	-655	-36	1,280		39	17.5~19.5
15	95	334	1,015	810	835	-656	-34	1,380	1,250	37	17.5~19.5
16	94	332	1,010	810	835	-655	-36	1,380		37.5	18~19.5
17	94	332	1,005	810	835	-655	-36	1,380	1,280	37.5	18~19.5
18	94	332	1,005	810	835	-655	-35	1,390		37.5	18~19.5
19	94	332	1,005	810	835	-655	-35	1,380	1,270	37.5	18~19.5
20	94	335	1,010	810	835	-655	-45	1,380		37.5	18~19.5
21	94	335	1,010	810	835	-655	-43	1,380	1,250	37.5	18~19.5
22	95	335	1,010	810	835	-655	-35	1,380		38	18~19.5
23	94	336	1,020	810	835	-655	-35	1,400	1,260	38	18~20.0
24	94	338	1,020	810	835	-650	-35	1,400		38	18~20.0
1	92	345	1,010	810	835	-640	-34	1,200	-	40	20~24
2	90	340	1,030	805	830	-650	-34	1,150		39	20~22.5
3	75	360	1,050	805	830	-600	-30	800	-	40	20~22.5
4	94	335	1,035	805	840	-650	-32	1,380		38	19~21
5	94	332	1,025	805	840	-650	-32	1,360	1,280	38	18~20
6	94	332	1,035	805	840	-650	-34	1,380		38	18~20
7	94	335	1,060	805	840	-650	-35	1,390		38.5	18~20.5
平均	93.83	335	1,022	808	835	-650	-34	1,328	1,260	39	

<表-2>

回 轉 時 間

No	時 間	No	時 間	No	時 間	No	時 間	No	時 間	No	時 間
1	7.00	7	8.30	13	11.30	14	15.00	25	22.00	31	2.45
2	7.00	8	9.00	14	12.00	20	17.00	26	23.00	32	3.45
3	7.25	9	9.30	15	12.30	21	18.00	27	24.00	33	4.45
4	7.40	10	10.00	15	13.00	22	19.00	28		34	5.45
5	7.55	11	10.30	13	13.30	23	20.00	29	24.45	35	6.40
6	8.10	12	11.00	18	14.00	24	21.00	30	1.45	36	7.40

로서 이러한 상태에서 kiln 內 원료의 充填率을 구하기 위하여 本試驗을 하였다. 한편 원료의 分解狀態 등을 알기 위하여서 sampling 하여 화학 분석을 하였다.

2. shut down 前 運轉條件

<表-1> 참조

3. kiln 停止方法과 回轉(turning)

○停止後의 kiln 回轉은 1/8 回轉으로 emergency engine 으로 하였다.

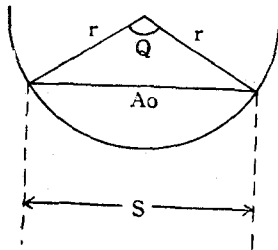
○ turning 回數計 34 回

○ kiln 回轉數 4 1/4 回轉

4. 測定方法과 計算方法

① 原料 sampling

原料粉末과 코팅을 분류하여 sampling 하였으며, 30m 에서 63m 間의 原料는 2.5mm 以上과 以下의 粒度로 분류하여 化學分析을 하였다. 計算에 使用한 ig loss와 Free Line 은 즉시 분석 결과를 사용하였다.



② 容重測定點

5m, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60m 的 各點

③ 充填率의 測定

割圓 弦의 길이 (S)

$$S = 2 \cdot r \sin \frac{Q}{2} \dots (1)$$

割圓의 面積(A₀)

$$A_0 = \frac{r^2}{2} (\pi \frac{Q}{180} - \sin Q)$$

※ S, 코팅두께, 연와 두께는 실측, Q와 A₀는 산출한다.

③ 移動速度

kiln 內 5m 마다 r 測定과 sampling 을 하고, 각 측정점의 층진율을 測定하고 5m 마다 原料의 移動速度를 求하였다.

(preheater 的 飛散 dust 는 4 t/h)

$$\text{移動速度 (m/min)} = (\text{feed}^{(t/h)} - 4) \times \frac{1}{A_0} \times \frac{100 - (I - i)}{G} \times \frac{1}{60}$$

A₀: 割圓面積 (m²)

G: 原料容重 (kg/l)

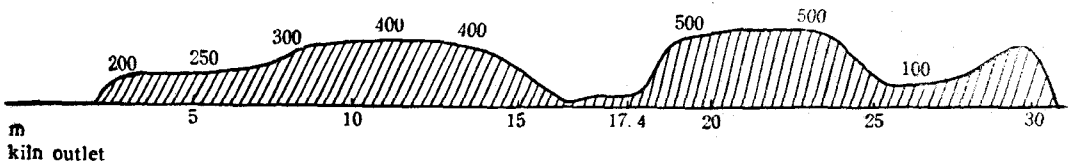
I: feeder 原料의 ig loss (%)

i: 容重測定點에서의 kiln 內 原料 ig loss (%)

但 90m~60m 的 容重은 2.5m/m 粒度의 것만 사용하였으며 kiln 內 dust 순환은 무시하였다.

5. kiln 內 층진율과 移動速度測定結果

⑤ kiln 內 coating 附着狀態



<表-3>

充 填 率

kiln 길이 m	연외두께 m/m	coating m/m	有効内徑 m/m	弦의 길이 m/m	充 填 率 %	No 1 kiln 충전율%
2.5	115	200	3,510	2,120	11.2	
5.0	107	250	3,426	2,450	13.8	11.2
7.5	105	300	3,430	2,450	14.2	
10.0	105	400	3,330	2,410	14.3	11.6
12.5	105	400	3,130	2,000	11.8	
15.0	120	100	3,700	2,750	14.9	6.9
17.5	110	500	2,920	2,800	25.6	
20.0	200	500	2,740	1,910	13.6	6.2
22.5	200	500	2,740	2,100	15.5	
25.0	200	100	3,540	2,240	11.6	21.1
30.0	200	300	3,140	2,030	11.8	13.5
35.0	200	0	3,740	2,450	12.4	11.4
40.0	200	0	3,740	2,450	9.4	8.2
45.0	200	0	3,740	2,000	9.4	5.7
50.0	200	0	3,740	1,900	9.0	5.5
55.0	200	0	3,740	1,950	9.1	14.5
60.0	200	0	3,740	2,350	11.7	17.4
62.0	200	0	3,740	2,870	15.6	
平 均					13.6	10.2

* kiln 길이는 kiln outlet → inlet

* 平均移動速度는 0.93 m/min

kiln 內 原料停滯時間 68 分

30 m~60m 間 原料中 2.5m/m 以上の 塊를

preheater 와 kiln 內 附着物로 간주하여 보정함

③ 移動速度

<表-4> 移動速度

kiln 길이 m	容 重 g/l	充填率 %	移動速度 m/min
0~5	1,630	12.5	0.51
5~15	1,270	14.1	0.60
10~15	1,300	13.7	0.60
10~15	1,300	13.7	0.60
15~20	1,150	18.0	0.61
20~25	1,300	13.6	0.80
25~30	830	11.7	0.97
30~35	830	12.1	0.91
35~40	980	10.9	0.86
40~45	780	9.4	1.34
45~50	820	9.2	1.45
50~55	870	9.1	1.39
55~60	900	10.4	1.13

(註)

kiln 길이는 outlet 에서 inlet 로

容重測定點은 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60m 이다.

移動速度는 <表-5> 및 <表-6>과 같다.

平均移動速度 (m/min) 1.16m/min

kiln 內 原料停滯時間 54 分

<表-5>

原料 sieve test 結果

kiln 길이 (m)	30	35	40	45	50	55	60	62
粉末 (%)								
> 2.5 ^m /m	27.0	35.0	41.0	6.5	11.0	14.0	46.5	17.5
< 2.5 "	73.0	65.0	59.0	93.5	89.0	86.0	53.5	82.5

<表-6>

移 動 速 度

kiln 길이 (m)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55	55~60
이 동 속 도 (m/min)	0.51	0.60	0.60	0.61	0.80	1.32	1.40	1.18	1.53	1.62	1.61	2.13

6. 考 察

(參考: 1號kiln 充填率은 <表-3>에 表示되어있으며, 當時 運轉條件은 다음과 같다. feed 77.6 t/h, 原料溫度 (東·西 815°C, 排 gas draft 500 mmAq, kiln 回轉數 45.5 S/R, kiln amp(max) 15)

2號 kiln의 充填率은 1號에 比較하여 約 3% 증가하였다.

1·2號 各 55~63m 間의 充填率은 증가하였는데 이는 kiln 停止後 preheater coating 落下의 영향과 preheater—kiln間 순환 dust의 영향으로 약간 증가하였다.

No. 2 kiln 17.5m의 充填率의 급격한 증가는 coating 부착형태에 의한 것이며, ig loss는 50m 부근에서 감소를 시작하여 25m 부근에서는 零이 되며, 55~66m 間에서 감소한 것은 총전율과 동일한 이유 즉 kiln과 preheater 間의 dust 순환과 preheater coating 脫落의 영향으로 생각된다. 移動速度는 ig loss 감소와 같이 감소하고 있다.

30~63m 間의 原料中 2.5m/m 以上 塊는 kiln 內

코팅과 preheater 코팅의 落下物로 간주하여, 移動速度를 補正한 것이 <表-6>으로 <圖-1>과 비슷하며 kiln inlet 부분에서의 移動速度 급상승은 preheater 에서 高速으로 落下하는 原料의 落下速度에 의한 영향으로 생각된다. 이렇게 보정을 한 kiln의 原料 通過時間은 約 54分이된다.

B. 化學分析 考察

(I) 原料分解 狀態 (見掛分解率)

表 B-1 에 소개한 preheater 에서의 原料 分解狀態는 비교적 좋은편은 아니다. kiln 內에서는 一般으로 濕式보다는 分解가 빠르며, 특히 이곳에서는 kiln 62m~30m 사이에서 대부분의 분해가 일어났으며, F.L의 peak 를 이루고 있다. (B-2 表 參照)

(II) 係數值

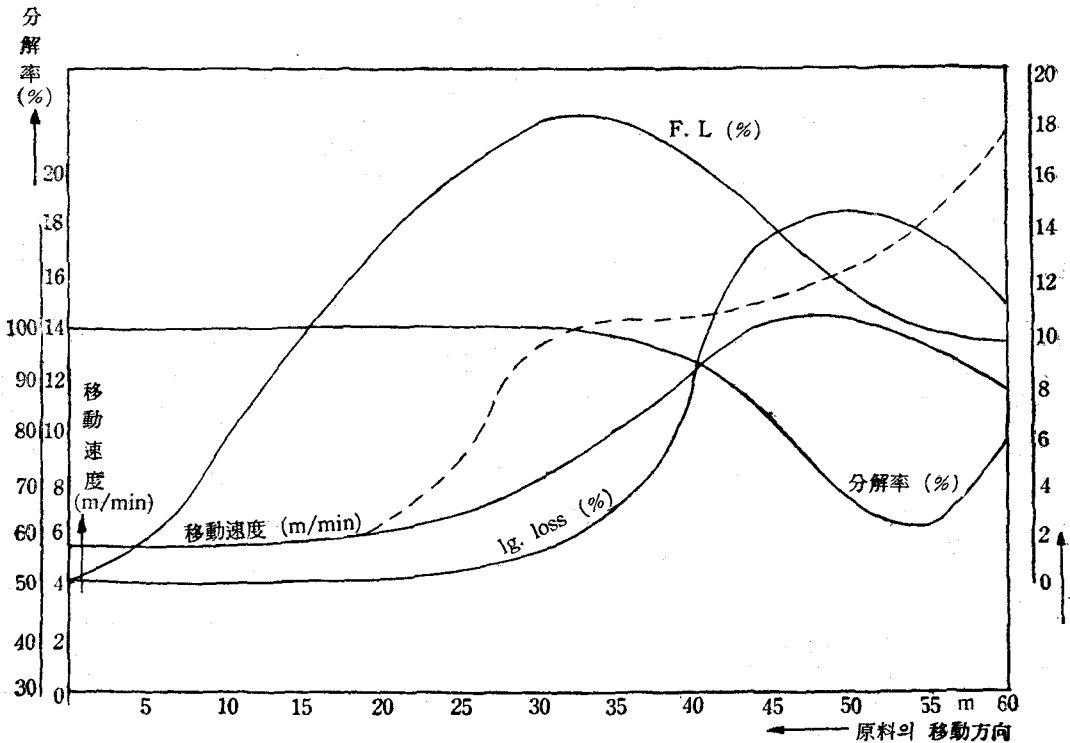
kiln 內에서는 kiln 入口를 제외한 係數值 모두가 타당성을 表示하고 있다(B-1 表 參照)

(III) SO₃, No₂O, K₂O,

ig loss을 零으로한 값으로 各所의 SO₃, Na₂O,

<圖-1>

kiln 內 原料移動速度와 ig loss, F.L의 변화
移動速度 (m/min) (30-60m <2.5m/m의 보정치.....)



(B-1 表)

No. 2 preheater 와 kiln 原料分析結果

試料	ig loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Total	H.M	SM	IM	AI	水溶性		備考
															Na ₂ O	K ₂ O	
feed 原料	35.02	15.56	3.33	2.27	42.75	1.44	0.03	0.11	0.49	100.50	2.07	2.69	1.47	4.52			
cyclone No. 4 東	34.76	14.98	3.48	2.22	43.26	1.26	0.06	0.10	0.50	100.62	2.09	2.63	1.57	4.30	0.01	0.02	
" 西	34.90	14.94	3.49	2.27	43.18	1.28	0.06	0.10	0.49	100.71	2.09	2.59	1.54	4.28	0.01	0.02	
" No. 3 東	33.83	14.78	3.62	2.14	44.04	1.26	0.33	0.11	0.65	100.76	2.14	2.57	1.69	4.08	0.01	0.04	
" 西	33.90	14.72	3.56	2.14	43.96	1.26	0.33	0.12	0.64	100.63	2.15	2.58	1.66	4.13	0.01	0.04	
vortex	32.16	15.02	3.74	2.16	44.84	1.26	0.58	0.12	0.87	100.71	2.14	2.55	1.73	4.02	0.01	0.06	
cyclone No. 1 東	26.35	16.46	3.74	2.30	48.27	1.42	1.22	0.18	1.28	100.65	2.12	2.73	1.63	4.40	0.01	0.15	
" No. 1 西	24.88	16.58	3.89	2.25	47.70	1.40	1.48	0.15	1.43	100.33	2.12	2.70	1.73	4.26	0.02	0.46	
kiln 26m	13.15	19.88	4.51	7.21	48.32	1.33	3.27	0.14	2.10	99.91	1.53	1.70	0.63	4.41	0.10	1.51	< 2.5m/m
60	12.62	18.06	4.70	4.06	53.07	1.55	3.75	0.13	2.06	100.60	1.98	2.06	1.16	3.84	0.12	1.54	"
55	16.05	18.42	4.55	3.21	52.94	1.57	1.92	0.17	1.77	100.60	2.02	2.37	1.42	4.05	0.10	1.09	"
50	16.58	18.62	4.47	2.85	53.19	1.61	1.57	0.15	1.58	100.69	2.05	2.54	1.57	4.17	0.09	0.94	"
45	10.76	20.14	4.44	2.86	57.08	1.77	1.61	0.15	1.69	100.50	2.08	2.76	1.55	4.54	0.12	1.06	"
40	4.84	21.70	4.72	2.12	60.92	1.77	1.76	0.15	1.55	100.53	2.06	2.77	1.51	4.60	0.16	1.20	"
35	8.47	20.64	4.41	2.95	58.48	1.84	1.69	0.16	1.64	100.28	2.09	2.80	1.49	4.68	0.15	1.20	"
30	8.36	20.56	4.32	2.96	58.60	1.82	1.67	0.13	1.62	100.64	2.10	2.82	1.46	4.76	0.14	1.20	< 2.5m/m
25	4.61	21.18	4.94	3.14	61.94	1.84	1.67	0.16	1.17	100.65	2.12	2.62	1.57	4.29	0.14	0.96	
20	3.40	21.60	5.18	3.10	63.23	1.86	1.45	0.14	0.97	100.93	2.12	2.61	1.67	4.17	0.13	0.82	
15	2.18	22.40	5.02	3.10	63.43	1.88	1.34	0.16	1.21	100.72	2.08	2.76	1.62	4.46	0.16	1.12	
10	1.44	22.66	5.20	3.08	63.80	1.88	1.39	0.17	1.25	100.87	2.06	2.74	1.69	4.36	0.18	1.22	
5	0.65	22.66	5.37	3.17	64.73	1.90	1.13	0.17	1.12	100.90	2.07	2.65	1.69	4.22	0.14	1.06	
clinker	0.05	23.14	5.17	3.33	65.41	1.70	0.44	0.24	0.55	100.09	2.07	2.72	1.55	4.48			
kiln 62	7.82	9.64	4.88	7.70	50.08	1.46	17.29	0.06	1.10	100.03	2.25	0.77	0.63	1.98	0.05	1.16	> 2.5m/m
60	4.45	13.74	4.85	4.61	55.50	1.70	13.55	0.09	1.65	100.14	2.39	1.45	1.05	2.83	0.12	1.79	"
55	6.10	17.52	4.84	4.36	55.80	1.66	7.77	0.11	1.95	100.11	2.09	1.90	1.11	3.62	0.14	1.83	"
50	11.66	15.32	4.31	3.23	54.29	1.56	7.87	0.11	1.69	100.04	2.37	2.03	1.33	3.55	0.09	1.35	"
45	9.88	19.92	4.36	2.90	57.68	1.73	2.04	0.16	1.64	100.31	2.12	2.74	1.50	4.57	0.13	1.20	"
40	4.28	21.60	5.25	3.17	64.33	1.77	1.91	0.14	1.18	100.63	2.14	2.57	1.66	4.11	0.18	1.12	"
35	4.76	22.48	4.99	3.27	63.18	1.84	1.61	0.15	1.20	100.78	2.06	2.72	1.53	4.50	0.15	1.06	"
30	3.68	21.40	4.37	3.15	62.12	1.84	2.44	0.12	0.99	100.61	2.11	2.67	1.55	4.39	0.10	0.82	"

K₂O의 값은 B-2 表에 圖示하였다. kiln 內에서 SO₃, K₂O의 peak는 kiln 內 62m~50m의 부분으로 이곳 原料의 溫度 800~900°C로 推定된다.

Na₂O와 K₂O는 變化가 유사 하다 水溶性 알카리의 Na₂O는 40m 위치에서 silicate로부터 분리되며 K₂O는 20m~25m 지점에서 분리된다.

(IV) preheater 各段의 原料 Blain 値

cyclone 1의 Blaine 2,850 cm²/g은 若干의 燒結을 일으켰던 것같다(B-3 表 參照).

(V) 粒度別 크링카 分析

B-4 表는 이번 에 行한 分析結果이고, B-5 表는 過去에 行한 No 1 kiln의 分析結果이다.

一般으로 粒度가 큰것은 H.M, S.M, A.I가 높으며, I.M은 變化가 작으며, 한편 粒度가 작으면 H.M, S.M, A.I가 낮으며, 역시 I.M은 變化가 작다. dust에서도 H.M, S.M, I.M, A.I는 높

은 傾向이고, 粒子가 작은 것이 SO₃가 작게 나타나지만 K₂O는 粒子가 큰 크링카가 오히려 작게 함유하고 있다.

粒度別 크링카의 물리시험 결과는 B-6 表와 같다.

크링카 粒度가 큰것은 水量이 약간 적었고, 3日 曲強度급 壓縮強度와 7日 압축강도가 약간 크게 나타나고 있으며, 粒度가 작은 것은 水量이 약간 많았고 3日 曲強度와 壓縮強度급 28日壓縮強度가 약간 낮게 나타나고 있다.

(B-2 表)

見掛分解率과 ig loss 零일 때 SO₃, Na₂O, K₂O 값

	측 시		見掛分解率	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	水 溶 性		備 考
	ig loss	F.L					Na ₂ O	K ₂ O	
feed 原 料	34.95			0.05	0.17	0.75	—	—	
No. 4 cyclone 東	34.22			0.09	0.15	0.77	0.02	0.03	
" 西	34.42			0.09	0.15	0.75	0.02	0.03	
No. 3 " 東	33.55	0.30		0.50	0.17	0.98	0.02	0.06	
" 西	33.71	0.24		0.50	0.18	0.97	0.02	0.06	
vortex	31.75	1.12	8.2	0.85	0.18	1.28	0.02	0.09	
No. 1 cyclone 東	25.15	8.91	33.7	1.66	0.24	1.74	0.01	0.20	
" 西	23.55	11.92	39.2	1.97	0.20	1.90	0.03	0.61	
kiln 62 ^m	12.86	5.02	70.9	3.76	0.16	2.42	0.12	1.74	
60	11.25	10.15	75.0	4.29	0.15	2.36	0.14	1.76	
55	13.65	11.21	68.8	2.29	0.20	2.11	0.12	1.30	
50	14.73	9.79	65.9	1.85	0.18	1.89	0.11	1.13	
45	6.82	17.46	85.6	1.80	0.17	1.89	0.13	1.19	
40	2.09	16.34	95.8	1.85	0.16	1.63	0.17	1.26	
35	4.78	16.63	90.1	1.85	0.17	1.79	0.16	1.31	
30	3.85	18.00	92.1	1.82	0.14	1.77	0.15	1.31	
25	0.45	15.04	99.1	1.75	0.17	1.23	0.15	1.01	
20	0.41	12.34	99.2	1.50	0.14	1.00	0.13	0.85	
15	0.27	9.02	99.5	1.37	0.16	1.24	0.16	1.44	
10	0.19	7.49	99.6	1.41	0.17	1.27	0.18	1.24	
5	0.17	1.00	99.7	1.14	0.17	1.13	0.14	1.07	
clinker	0.04	0.12	—	0.44	0.24	0.55	—	—	

<B-3 表>

preheater 各段의 Blain 値 (cm²/g)

Date	kiln No	feed 原料	No. 4 cy. 東	No. 4 cy. 西	No. 3 cy. 東	No. 3 cy. 西	vortex	No. 1 cy. 東	No. 1 cy. 西
4/21	1	—	4460	4410	4270	4270	3930	3220	3300
22	1	—	4480	4450	4310	4220	3950	3140	3250
23	1	—	4460	4200	4280	4200	3910	3220	3270
24	1	—	4760	4700	4530	4500	4030	3170	3220
25	1	—	4760	4680	4640	4570	4010	3220	3170
5/2	1	—	4700	4750	4480	4480	3650	3010	3120
4	1	—	4790	4760	4500	4480	3650	3010	3120
6/26	1	—	4250	4220	4640	4810	3890	3190	3290
7/8	1	4500	4630	4570	4400	4640	4030	3010	3120
18	2	5130	4410	4590	4660	4620	4340	3340	3370
2/21	2	—	4640	4640	4410	5020	4130	3230	3230
3/10	3	4770	4410	5190	4810	4950	—	2850	2850
平均	—	4970	4480	4600	4410	4560	3980	31400	3200
2/6	2	4830	5200	5270	4910	4940	4250	3350	3400

<B-4 表>

No. 2 kiln 粒度別 clinker 化學分析及 粒度分布

粒度	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Total	HM	SM	IM	AI	粒度 分布%	備考
>40 ^{m/m}	23.42	4.90	3.08	65.44	1.67	0.67	0.29	0.26	99.64	2.08	2.93	1.59	4.78	4.0	
40~20	23.60	4.85	3.01	65.82	1.63	0.56	0.23	0.37	100.07	2.09	3.00	1.61	4.87	14.5	
20~10	23.42	5.02	3.12	65.54	1.71	0.50	0.24	0.48	100.03	2.08	2.88	1.61	4.49	20.4	
10~5	23.26	5.18	3.22	65.44	1.82	0.50	0.24	0.48	100.14	2.07	2.77	1.61	4.49	20.8	
5~2.5	23.12	5.42	3.38	65.31	1.86	0.44	0.23	0.44	100.22	2.05	2.63	1.60	4.27	19.8	
2.5~1.2	23.10	5.46	3.44	65.24	1.84	0.39	0.23	0.47	100.19	2.04	2.60	1.59	4.23	12.8	
1.2~0.6	23.04	5.58	3.50	64.94	1.82	0.41	0.22	0.53	100.06	2.02	2.54	1.59	4.13	4.6	
0.6~0.3	23.30	5.39	3.43	64.89	1.82	0.43	0.22	0.56	100.04	2.02	2.64	1.57	4.32	0.8	
0.3~0.15	23.58	5.26	3.28	65.24	1.77	0.34	0.22	0.60	100.29	2.03	2.76	1.60	4.48	0.6	
<0.15	23.94	4.27	2.77	66.44	1.67	0.28	0.23	0.68	100.28	2.14	3.40	1.54	5.61	0.7	

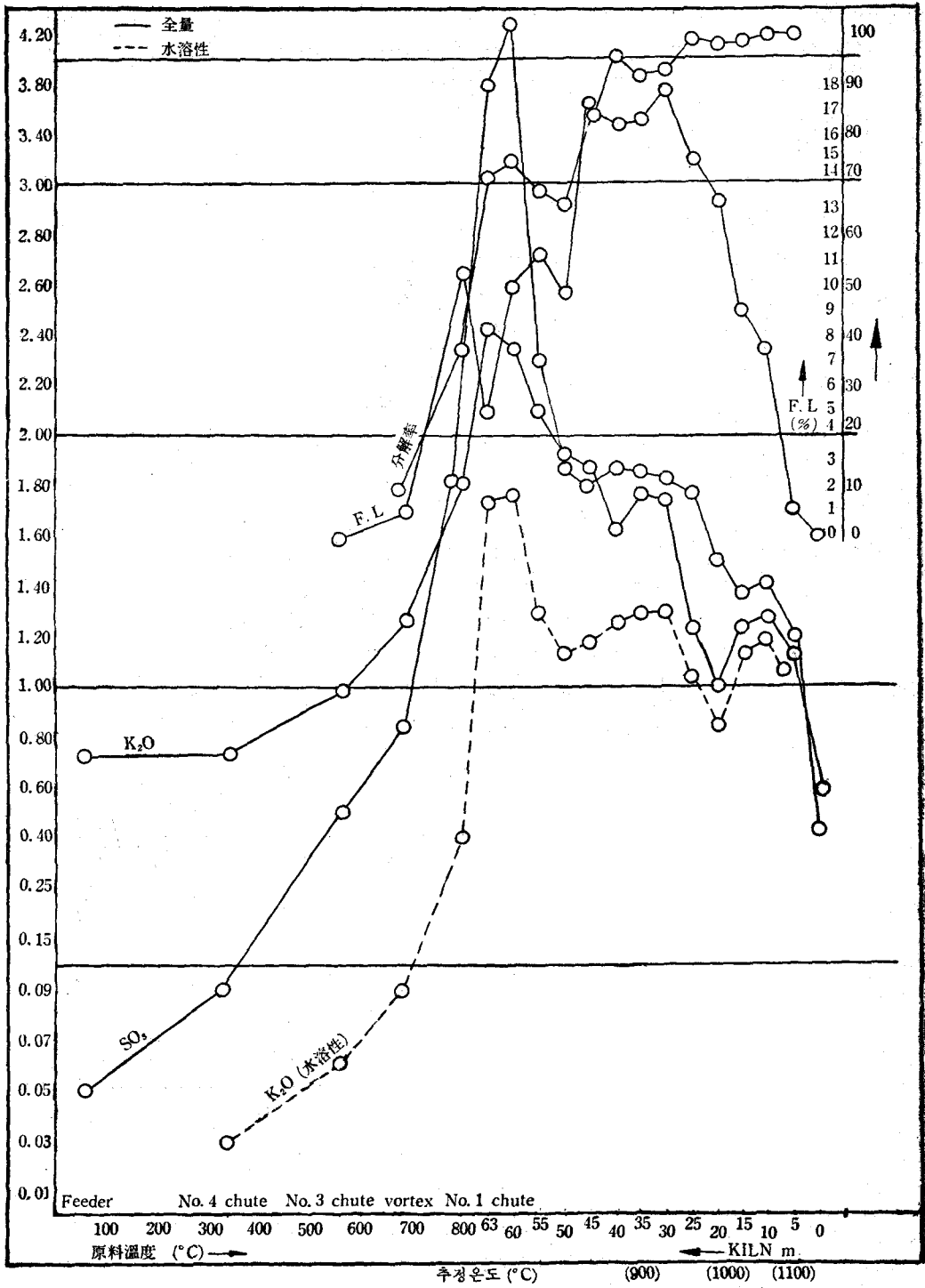
<B-5 表>

粒度別 크링카 化學分析結果

	原料	全體	>40 ^{m/m}	40~ 20 ^{m/m}	20~ 10 ^{m/m}	10~ 5 ^{m/m}	5~ 2.5 ^{m/m}	2.5~ 1.2 ^{m/m}	1.2~ 0.6 ^{m/m}	0.6~ 0.3 ^{m/m}	0.3~ 0.15 ^{m/m}	0.15 ^{m/m}	clinker dust
HM	1	2.06		2.08	2.06	2.04	2.05	2.04	2.15				2.22
	2			2.08	2.08	2.08	2.06	2.04	2.06				2.23
	3			2.11	2.11	2.10	2.09	2.08	2.09				2.23
	4	2.03	2.12	2.11	2.10	2.10	2.06	2.04	2.08				2.21
	5	2.09	2.13	2.12	2.10	2.09	2.08	2.05	2.07				
	6	2.08	2.09	2.08	2.07	2.05	2.04	2.02	2.02	2.02	2.03	2.14	
	平均	2.08	2.11	2.10	2.09	2.08	2.06	2.05	2.08				2.22
SM	1	2.56		2.75	2.61	2.58	2.52	2.44	2.39				3.62
	2			2.74	2.68	2.63	2.56	2.46	2.57				3.71
	3			2.82	2.49	2.70	2.61	2.48	2.71				3.50
	4	2.63	2.88	2.87	2.83	2.74	2.61	2.46	2.66				3.48
	5	2.65	2.89	2.85	2.75	2.66	2.54	2.46	2.77				
	6		2.93	3.00	2.88	2.77	2.63	2.60	2.64	2.64	2.76	3.40	
	平均	2.61	2.90	2.84	2.76	2.68	2.58	2.50	2.61				3.58
IM	1	1.65		1.57	1.62	1.57	1.56	1.61	1.65				1.62
	2			1.71	1.66	1.73	1.49	1.55	1.61				1.89
	3			1.73	1.70	1.93	1.86	1.69	1.65				1.68
	4	1.57	1.60	1.57	1.59	1.59	1.59	1.65	1.54				1.89
	5	1.58	1.57	1.60	1.60	1.57	1.61	1.58	1.56				1.73
	6		1.59	1.01	1.61	1.61	1.60	1.59	1.59	1.57	1.60	1.54	1.61
	平均	1.60	1.59	1.63	1.63	1.67	1.62	1.61	1.60				1.71
AI	1	4.10		4.51	4.23	4.22	4.14	3.96	3.83				5.84
	2			4.34	4.29	4.16	4.28	4.04	4.17				5.67
	3			4.46	4.43	4.09	4.01	3.95	4.35				5.52
	4	4.10	4.70	4.70	4.61	4.46	4.25	3.95	4.40				5.65
	5	4.34	4.73	4.63	4.46	4.35	4.12	4.62	4.55				
	6		4.78	4.87	4.49	4.49	4.27	4.23	4.13	4.32	4.48	5.61	
	平均	4.25	4.74	4.58	4.42	4.30	4.18	4.02	4.24				5.67

註: sampling date

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 4月 22日 | 4. 10月 1日 |
| 2. 5月 22日 | 5. 9月 30日 |
| 3. 7月 13日 | 6. 2月 6日 |



<B-6 表>

粒度別 clinker の 物理試験結果

	試料	全 體	>40 ^m / _m	40~20 ^m / _m	20~10''	10~5''	5~2.5''	2.5~1.2''	1.2~0.6''	clinker dust
水 量 (%)	1			25.0	25.2	25.2	25.4	25.5	25.8	26.9
	2			24.6	25.0	25.3	25.1	25.3	25.4	25.8
	3	25.5		25.6	25.4	25.4	25.3	25.4	25.3	25.3
	4	24.9	25.0	25.0	25.0	24.9	25.3	25.0	25.0	
	5	25.0	25.0	25.0	24.9	25.0	25.3	25.4	25.4	24.9
	平均	25.1	25.0	25.0	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.7
初結 (時分)	1			2.51	2.55	3.03	2.52	2.58	2.50	3.31
	2			3.19	3.15	3.09	3.05	3.03	3.12	3.26
	3	3.05		3.12	2.59	3.19	2.55	3.00	2.55	3.02
	4	3.05	3.14	2.32	2.35	2.42	2.36	3.11	2.53	
	5	3.08	2.42	2.50	2.34	2.48	2.47	2.32	2.56	3.08
	平均	3.06	2.58	2.53	2.52	3.00	2.51	2.57	2.57	3.17
終結 (時分)	1			3.53	4.01	4.15	3.54	4.01	3.56	4.34
	2			4.21	4.20	4.18	4.15	4.07	4.18	4.35
	3	4.20	4.15	4.22	4.00	4.19	3.58	4.01	3.57	4.04
	4	4.08	4.10	3.45	3.40	3.55	3.45	4.27	4.13	
	5	4.23		3.48	3.42	4.00	3.42	3.42	3.58	4.10
	平均	4.17	4.12	4.02	3.57	4.09	3.55	4.04	4.04	4.21
3日 曲強 度 (kg/cm ²)	1			28.4	27.3	25.7	27.1	26.1	25.0	35.0
	2			31.8	27.3	27.4	25.8	23.9	22.7	36.5
	3	33.0		33.3	32.2	32.6	34.9	33.1	33.1	39.9
	4	32.1	34.1	32.5	33.7	33.1	32.6	32.0	30.2	
	5	39.7	34.9	35.2	34.2	31.6	31.3	31.4	32.8	40.7
	平均	31.9	34.5	32.2	30.9	30.1	30.3	29.3	28.8	36.8
7日 曲強 度 (kg/cm ²)	1			40.3	38.2	41.2	41.1	41.5	38.7	46.8
	2			42.3	41.4	39.9	37.2	41.9	41.3	48.9
	3	50.0		49.5	47.5	48.9	50.8	47.2	47.8	51.2
	4	46.5	49.0	48.8	44.6	52.0	44.1	48.7	44.4	
	5	48.4	48.5	48.6	47.8	47.9	48.7	46.5	49.7	53.8
	平均	48.3	48.8	45.9	43.9	45.8	44.4	45.2	44.4	50.1

	試料	全體	>40 ^{m/m}	40~20	20~10	10~5	5~2.5	2.5~1.2	1.2~0.6	clinker dust
28日曲強度 (kg/cm ²)	1			64.3	66.6	64.3	66.6	61.8	66.7	71.1
	2			67.3	67.6	64.0	63.3	66.6	64.7	73.9
	3	68.9		70.7	71.0	71.8	71.1	73.3	72.3	77.4
	4	74.1	77.8	70.2	70.7	73.1	71.0	69.6	69.8	
	5	70.0	68.8	71.9	72.5	68.5	70.4	66.3	70.5	74.9
	平均	71.0	73.3	68.9	69.7	68.0	68.5	67.6	68.8	74.3
3日壓縮強度 (kg/cm ²)	1			118	111	105	115	114	115	150
	2			132	112	122	113	105	105	123
	3	133		137	134	135	143	139	131	171
	4	137	151	155	149	145	141	133	126	
	5	138	144	154	145	138	141	142	130	118
	平均	136	148	139	130	129	131	127	121	178
7日壓縮強度 (kg/cm ²)	1			198	206	211	208	210	194	226
	2			209	200	192	205	194	198	234
	3	231		236	233	231	242	229	226	256
	4	230	248	244	236	242	221	224	215	
	5	235	249	255	257	241	245	240	226	241
	平均	232	248	228	226	223	224	219	212	239
28日壓縮強度 (kg/cm ²)	1			382	409	411	430	430	390	410
	2			380	384	382	408	391	397	408
	3	426		444	432	428	451	421	426	443
	4	413	416	416	414	413	418	402	401	
	5	404	406	423	436	415	430	433	408	397
	平均	414	411	409	415	410	427	415	404	414

C. 結 論

dopol kiln에서 kiln內 原料 이동상태는 濕式 long kiln과는 다른 것으로 예상되는 것이 흥미 있는 사실이다.

이번 試驗에서 kiln內 原料 이동 상태가 판명되었는데, 전반적으로 kiln入口부근의 data는 kiln停止時 preheater內 生原料 落下영향을 많이 받았으며 이곳의 측정方法이 問題가 되지만, 全體 原料 이동 상태 측정은 잘 되었다고 간주

된다.

原料의 充填率은 平均 13%로 No. 1 kiln 측정 시 보다 높아졌으며 종전 kiln回轉數를 40sec/r 정도로 運轉하였을 때 原料 變化가 良好하여 졌는데 이로써 kiln內 열전달이 改善되었다고 생각된다.

kiln內 原料 통과 時間은 約 60분이 걸린다는 結論을 얻었으며 kiln에 feeding된 原料는 800°C 溫度에서 alkali 성분의 含有量이 最高에 이르며 이곳에서의 原料 分解는 비교적 적은것

으로 간주된다.

이러한 제반 특징들이 kiln 運轉 方法과 능력 향상의 重要한 要因이므로 충분히 연구 검토되어야 할 사항이다.

kiln 內 原料의 化學成分 變化中 특히 alkali 變化는 흥미있는 結果로서, Na_2O 40m, K_2O 는 25m 부근에서 silicate 結合에서 解放되며, alkali 는 kiln inlet 와 No.1 cyclone 에서 原料에 부착 또는 結合하여 순환하고 있다.

free lime 은 kiln 入口 原料에서부터 열분해하여 溫度가 상승되면서 kiln 內에서 分解의 진행속도는 급격히 증가하며 이는 濕式 long kiln 에서도 同一하다.

그러나 CaO 와 他化學成分의 反應은 濕式 ro-

tary kiln 에서는 달라진다.

preheater 의 sample 은 kiln 停止前 ($5^{00} \sim 6^{00}$ 時間)에 sampling 함으로써 kiln 內 原料와 대조가 된다고 본다.

燒出된 clinker 의 粒度別 強度 검토결과 一般으로 粒度가 큰것과 clinker dust 는 H.M. S.M 이 높고 強度 역시 良好하나 細粒은 이와는 反對 현상이다.

이와같이 kiln 內 充填率, 原料이동 상태에 따라 kiln 內의 變化는 다양하게 되는 사실을 kiln 內 原料상태를 검토함으로써 알게 되었다. 그러므로 각종 kiln 의 경제적인 運轉을 위하여서는 kiln 內 原料 이동상태를 추정하여 最適의 運轉 條件을 택할 필요가 있다고 생각한다.

近着外國圖書

◎ INDUSTRIAL WORLD, May 1971

1. Chemical industry reaches maturity
2. Finding substitutes for substitutes
3. Sulphur: too much capacity
4. Sulphur dioxide: the unwanted gas
5. In Japan, a 13% growth is a slowdown
6. Membranes: new tools for the process plant
7. Chloromethane plant helps cut imports
8. Metal platers clean up their wastes
9. The other gas: synthetic natural gas
10. International guide to supplies of chemicals

◎ INDUSTRIAL WORLD, July 1971

1. Electronic inspectors sharpen their sights
2. Newest conductor is a hybrid wire
3. How to choose a precoated steel
4. Jamaica: Caribbean base for industry
5. New sideloader for metal warehousing
6. Versatile tools star at London metalworking show
7. How did Mr. Sherlock miss the point?
8. Reliability is key to new computer

◎ THE INDIAN CONCRETE JOURNAL, March 1971

1. Need for changes in technical education: presidential address by Mr. J. G. Bodhe at the IE convention in Chandigarh
2. An investigation of the cracking behaviour of beams reinforced with ribbed-torstell bars,
3. Cracking and ultimate strength of one-way slabs reinforced with welded wire fabric
4. Stress losses in concrete in prestressed members
5. Analysis of continous beams and frames with bars of variable cross-section: 1