

# R. S. P. 전환 공사 후 운전 실적

金 宰 雄  
〈現代시멘트 丹陽工場〉

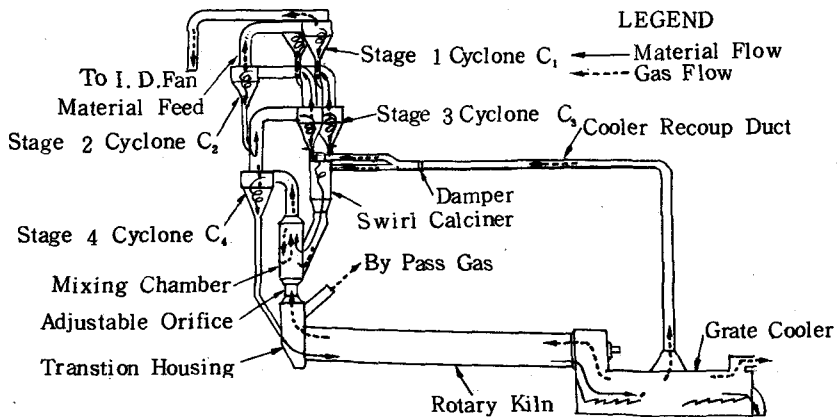
## 1. 서 언

1979년 1월 日本 Onoda 사의 기술지도하에 국내에서는 최초로 단양공장 2호키른을 R. S. P Type으로 증산을 위한 전환공사를 실시, 시운전을 끝내고 정상운전에 들어가 있는 운전 실적을 다루고자 한다.

## 2. R. S. P (Reinforced Suspension Preheater)의 구조 및 기능

### 2-1 R. S. P 주요구조

- a. Swirl Burner
- b. Swirl Calciner
- c. Mixing Chamber
- d. Extract Duct
- e. Dust Chamber



〈그림-1〉 Reinforced suspension preheater showing bypass

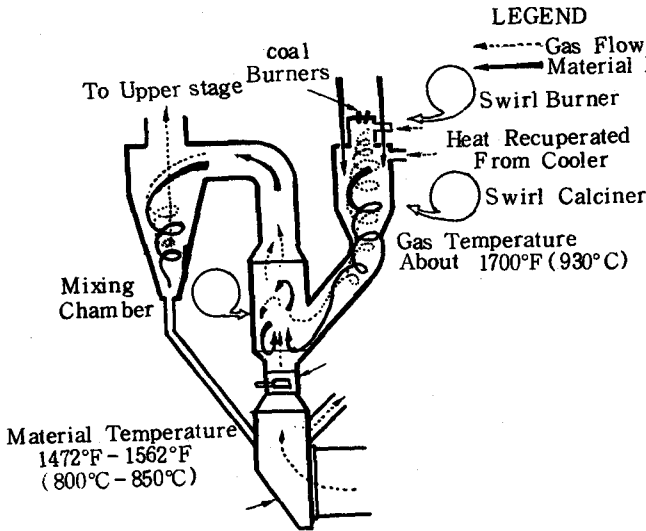
2-2 시설 기능

(1) Swirl Burner : R. S. P의 첫번째 소성과정을 담당하여 노내에 고열 부하를 유지하여 Swirl Calciner에서 연료의 연소를 원활히 해준다.

(2) Swirl Calciner : 연료중에서 연료를 급연소시켜 순간적으로 발생하는 고열량에 의해 원료의 하소율을 증가시키기 위한 장치이다.

하소를 효과적으로 증가시키기 위해서 원료 분체를 연소용 공기에 부유 현탁시키며, 노내에서 선회되는 개스의 기류와 함께 원료가 선회되면서 열교환을 일으켜 효과적으로 하소를 돕는 역할을 한다.

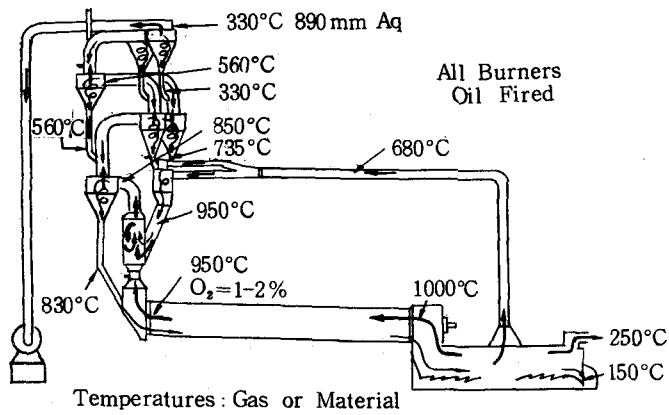
(3) Mixing Chamber : 기른 배기개스와 Swirl Calciner로 부터 원료를 부유 현탁시킨 개스와 합류, 혼합, 교반되어 효과적인 열교환을 해주는 역할을 한다.



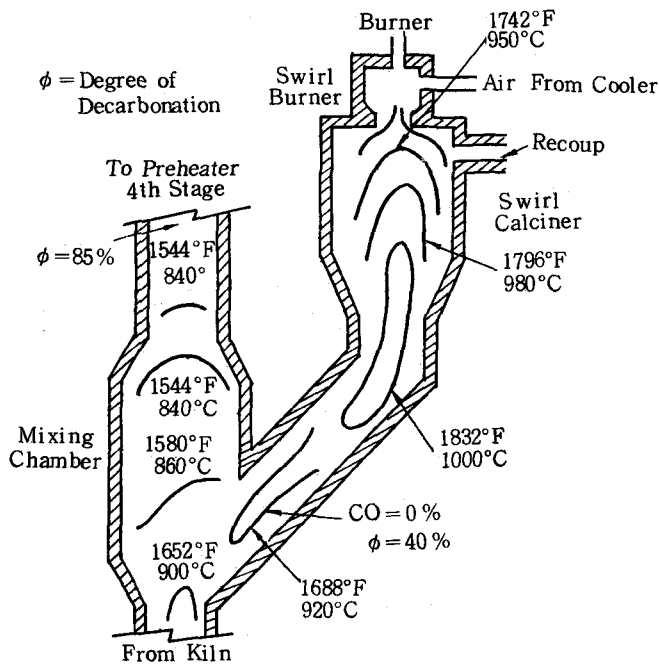
Swirl Furnace의 와류 작용은 공기(O<sub>2</sub>)와 연료와의 혼합 및 확산을 촉진 시킴으로 인해 효과적인 연소를 수행할 수 있으며, Swirl Burner와 Swirl Calciner는 노 내부의 와류 작용과 Cooler로 부터의 회수된 고온공기(600-680°C)를 사용하여 고열 부하를 갖게 된다.

<그림-2> 2nd generation pre-calcining technology

Swirl Burner와 Swirl Calciner의 열부하는 10° Kcal/m<sup>3</sup>h 정도이다. 따라서 이러한 격렬한 연소에 의해 발생된 열부하(Heat Load)는 내화연와 손상이 우려된다. 그러나 R.S.P의 Swirl Calciner는 공기와 원료의 선회 속도를 증가시켜 원료를 급속도로 탈탄산 평형에 도달시켜, 노내부의 온도를 하락시킴으로 연와의 손상을 방지할 수 있도록 설계되어 있다.



〈그림-3〉 Typical operational data for RSP-System at Ofunato, Japan. Heat consumption : 740 kcal/kg clinker. Throughput : 2887 mtpd



〈그림-4〉 Temperature distribution, Swirl furnace and mixing chamber oil fired

3. R. S. P 전 환

3-1 신설 및 개조사항

시설 방법	기 계 명	전환(신설) 전	전환(신설) 후
신 설	1. Swirl Burner	-	0.5 Kl/h 700 × H 800
	2. Swirl Calciner	-	2.0 " 1,700 × H 3 × 10 <sup>4</sup>
	3. Mixing Chamber	-	2200 × H 7,400
	4. 추 기 닥 트	-	900 m <sup>3</sup> /1,050 Min 84000 × 600 °C
	5. Dust Chamber	-	900 " 2500 × 6,000 × H 4,000
증 설 및 개 조	1. 1 Cy입구 Gas Duct	870 × 914 H	870 × 1,200H
	2. Glass Bag Chamber	8 실(S= 4574 m <sup>2</sup> )	10 실(S= 5,714 m <sup>2</sup> )
	3. 구동체 동력	75 Kw (100 HP)	120 Kw (160 HP)
	4. Kiln Speed	2 Max 98 rph 406	Max 150 rph
	5. Cooler Compt 1 Fan	209 m <sup>3</sup> /min x 406 mmAg	330 m <sup>3</sup> /min × 650 mmAg
	6. " " 2 Fan	416 m <sup>3</sup> /min x 348 "	450 " 550 "
	7. I. D. Fan	2,276 " x 813 " x 450 Kw, at 320 °C	2,600 " 1,200 " x 1,000 kw, at 340 °C

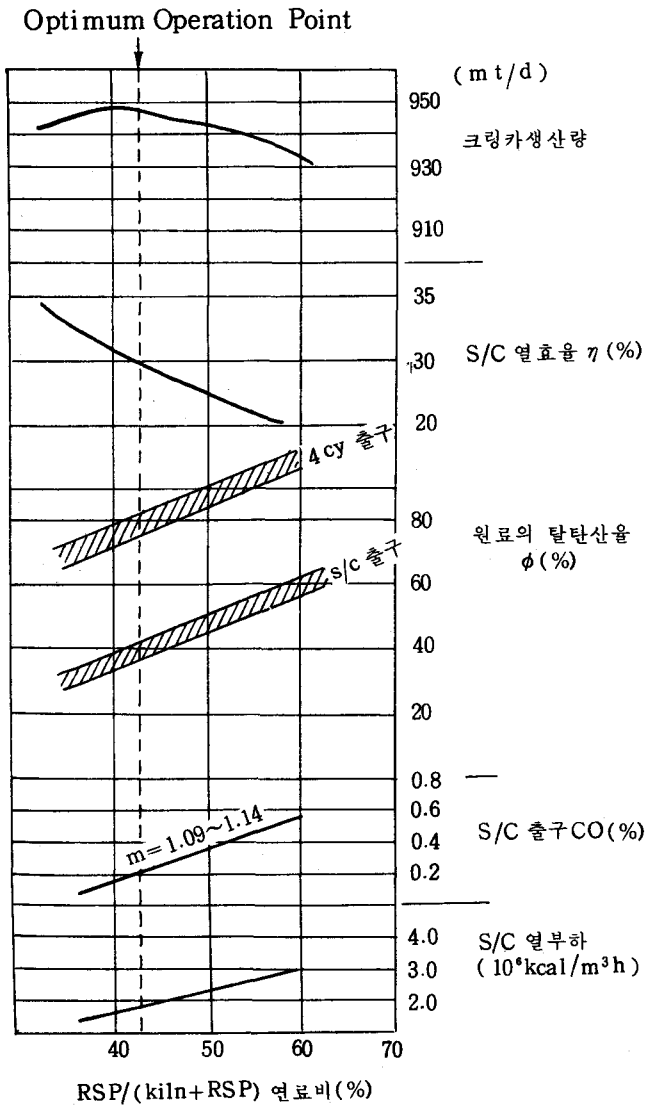
3-2 운 전 실 적

1. 시운전기간 ; 79. 2. 17 - 79. 4. 30 (72 일간)
  2. 보증운전기간 ; 79. 5. 1 - 79. 5. 31(31일간)
- \* 보증 운전 실적 ; 965 MT/D

3. R. S. P. 공사 전후 열정산비교

대 별	항 목	형 식 별	S. P 운 전 시		R. S. P 운 전 시	
			Kcal /Kg-cl	%	Kcal /Kg-cl	%
입 열	연 료 연 소 열		849.7	97.3	844.4	95.7
	연 료 현 열		2.4	0.3	4.7	0.5
	원 료 의 현 열		18.9	2.2	31.1	3.5
	공 기 의 현 열		1.9	0.2	1.7	0.2
	계		872.9	100.0	881.9	100.0
출 열	소성에 요하는 이론열량		436.9	50.1	409.4	46.4
	크링카에 의한 손실열		45.0	5.2	21.3	2.4
	쿨라배기개스손실열		167.1	19.1	105.5	11.9
	다 스 트 로 스		4.5	0.5	21.3	2.4
	배 기 개 스 손 실 열		205.6	23.6	234.2	26.6
	방 열 손 실 및 기 타		13.8	1.5	90.2	10.3
계		872.9	100.0	881.9	100.0	

4. 2호키른 운전상황(Optimum Operation Point)



註 1)  $\eta (\%) = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_3} \times 100$

$Q_1$  : 원료를 가열시키는데  
요하는 열량

$Q_2$  : 원료를 탈탄산 시키  
는데 요하는 열량

$Q_3$  : S/C에 공급된 열량

$$\phi = \frac{\frac{1}{1-i_1} - \frac{1}{1-i_2}}{\frac{1}{1-i_1}} \times 100\%$$

$i_1$  : 공급원료의 Ig Loss

$i_2$  : 시료물질의 Ig Loss

註 2) 그림은 당공장 2호키른의  
지금까지의 운전 실적을 토대  
로 한 계산결과를 도시하여 나  
타낸 것임.

## 5. 결 과

항 목	형 식 별	SP 운전시	RSP 운전시	증 감
크림카생산량 (mt/d)		700	93.5	약 35% 증산
내용적당생산량 (Kg-cl/m <sup>3</sup> h)		55.6	77.9	
쿨라냉각능력 (Kg-cl/m <sup>2</sup> h)		1.17	1.58	
연료원단위 (L/t-cl)		91.1	91.5	
전력원단위 (Kw/t-cl)		31.7	43.2	
연와원단위 (Kg/t-cl)		0.9	0.4	0.5 Kg/t-cl 하락
사용열량 (Kcal/Kg-cl)		846	850	

## 6. 문 제 점

## (1) I. D. Fan 출구 온도 상승

I. D. F 출구 온도 상승은 R. S. P 배출가스 온도 상승으로 인한 R. S. P의 설계 단정의 하나이다. 이로 인한 Heat Loss 상승 I. D. F 열적 부하 증가, Glass Bag Filter 손상 등을 초래하므로, 현 2cy 출구 벨브에 Water Sprayer를 설치 운영하여 I. D. F 출구 온도를(350°C-310°C)로 Down 운전하고 있다.

한가지 대안으로 5만 싸이크론 신설 방안은 최근 N. S. P 신설시 I. D. F 출구 온도 Down, 집진효율 증대시킬 목적으로 추가 신설하는 경향이 있다. 그 이상 효과는 I. D. F 출구 온도 하락, 집진 효율 증대의 효과를 얻을 수 있으나, 이에 반해 싸이크론 및 기타 설비 증가로 인해 압력 손실 상승(약 100 mmAg)이 되며 따라서 I. D. Fan Moter Requirement 증가로 전력원단위가 상승할 우려가 있다.

## (2) 탈탄산율 하락

당공장 2호키른을 S. P에서 R. S. P로 개조시 Preheater系 및 기타 설비를 부분적으로 개조 확장, 신설한 것이기 때문에 본래 동일 시설 용량 조건하에 신설 R. S. P 키른의 운전실적과는 다소 차이가 있다.

그 이후는 Preheater系의 내용적 부족 및 기타 불충분한 구조의 기능 결과로 인해 R. S. P의 본래의 기능인 충분한 전결 효과가 저하하여 탈탄산율저하 (Original : 90% 이상, 현실적 : 70% 내외), R. S. P 배가스 온도상승, I. D. F 출구 온도 상승 등으로 인해 크림카 소출량에 따라서 연료 원단위가 다소 증가하는 경향을 가지게 된다.

#### 4. 결 언

2호키른의 R. S. P. 공사전후 운전 경험과 신설을 토대로 다음과 같은 결과를 얻었다

- (1) 생산성이 증가한다.
- (2) 운전이 S. P 보다 안정하다.
- (3) 운전 조작성이 용이하고 처음부터 R. S. P운전을 한다.
- (4) 시설보완시 열소모량은 S. P시와 거의 같다.
- (5) 내화연와 수명이 증가한다.
- (6) Preheater系 및 키른 내부의 코팅 트러블이 없어졌음.
- (7) 전력원단위가 다소 상승함.