

편광현미경의 활용과 실제

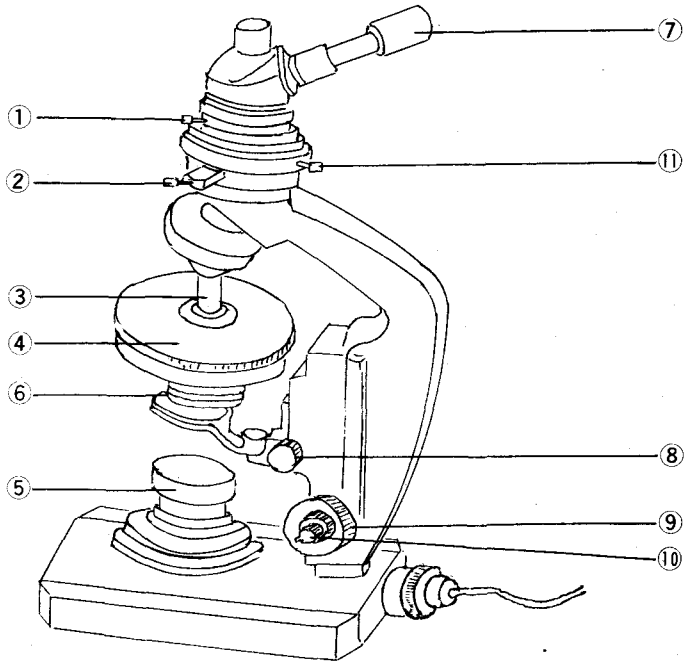
윤 윤 회
 〈雙龍洋灰(株) 寧越工場〉

1. 편광 현미경의 개요

1-1 편광 현미경의 정의

편광 현미경은 미세한 물질을 확대해서 관찰함과 동시에 그 광물의 결정이 가지고 있는 광학적 성질을 관찰하며 자연광을 편광광선으로 변화시키는 장치와 그 선을 시료에 투과시켜 관찰하는 장치가 있기 때문에 편광 현미경이라 한다.

1-2 편광 현미경의 구조 및 명칭



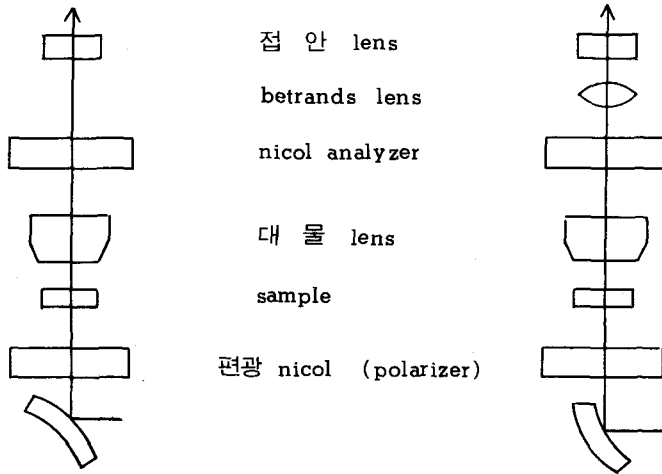
- | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------------|
| ① Betrand's lens. | ④ Stage | ⑦ 대안 lens | ⑩ 경관 상하용 미동 핸들 |
| ② 검관 | ⑤ 집광 lens | ⑧ Condenser 상하핸들 | ⑪ Analyzer |
| ③ 대물 lens | ⑥ Polarizer | ⑨ 경관 상하용 조동 핸들 | |

1 - 3 편광 현미경의 조정

- 1) 중심조정
- 2) 직교 nicol 의 조정
- 3) 접안경의 +자선을 편광장치의 진동방향에 맞추는 조정
- 4) 기타.

1 - 4 현미경 관찰 방법의 분류

- 1) Orthoscope 관찰
 - i. open nicol
 - ii. cross nicol
- 2) Conoscope 관찰



2. Clinker 의 관찰 방법

2 - 1 Clinker 의 점경 순서

2 - 1 - 1 C₃S (alite)

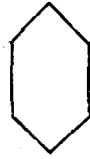
- ① 총체적인 관찰
- ② 크기 : 대 정 > 60 μ
 중 정 15~40 μ
 소 정 < 10 μ

③ 형상

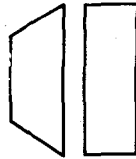
④ C_2S 량 (C_3S 와 비교)

⑤ 부결절을

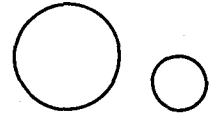
⑥ 기 타



i. 자형



ii. 반자형



iii. 타형

2 - 1 - 2 C_2S (belite)

① 총체적인 관찰

② C_2S 량 (C_3S 와 비교)

③ 크기 : 대정 $> 60\mu$

중정 $20\sim 50\mu$

소정 $< 15\mu$

④ 형상

구상 \rightarrow 반구상 \rightarrow 괴상

⑤ Skeletal Crystal 조직

⑥ 색

무색 \rightarrow Light yellow \rightarrow Yellow \rightarrow Amber \rightarrow Muddy

⑦ 기타

2 - 1 - 3 Free CaO R_2SO_4

① 총체적 관찰

② 총체적인 량

③ 기 타

} 화학 성분량과 비교

3. 현미경 관찰후 판정방법

3 - 1 Clinker 광물을 현미경으로 판독하는 것은

- C_3S : 형상, 크기, 부결절율량
- C_2S : 형상, 크기, 색, Skeletal Crystal 량
- Interstitial Materials
 - Dark
 - Light
 - Crystal
 - Glass

간격물질의 총괄적 관찰

Free CaO , R_2SO_4 량

3 - 2 C₃S (alite)

3 - 2 - 1 형상

① 소성온도가 높을수록 유리를 껌것같이 결정이 모가 나고 윤곽이 명확한 자형을 이룬다.

타 형 → 반자형 → 자형

- ② 크기는 15~40μ 정도의 크기가 좋다.
- ③ 부कु절율은 소성급냉이 충분히 된 것일수록 높다.
- ④ Alite의 형태와 정출조건

i) 형상

미 정 < 10μ	대 정 > 60μ
1. 검출속도가 급속할 때	1. 정출속도가 서서히 될 때 (서열, 화염촉점이 모이지 않을 경우)
2. 이 반응 원료일 때	2. } 반대
3. Raw Meal이 미분말 일때	3. }
4. 극단적인 단시간 소성	4. 고온 소성시간이 현저히 길때

ii) 부कु절

높을 때	낮을 때
1. 소성온도 높을 때	1. 냉각이 서냉일 때 (고온소성이라도 서냉이면)
2. 고온 변태	2. 저온 변태
3. MgO가 많을 때 (약 1.7% 이상)	3. 소성시간이 짧을때

부कु절율 (0.006~0.007)이 높을수록 좋다.

3 - 3 C₂S (bleite)

① 형상의 크기는 20~60μ의 구상 또는 피상으로 이루고 있다.

② 색은 냉각조건에 따라

무색 담황 황색 황갈색 황탁색
 급냉될수록 ← || → 서냉될수록

③ Skeletal Crystal

C₂S에 Skeletal Crystal이 나타나면 그 Clinker는 1400°C에서 800°C로 급냉이 있었다는 것을 알수 있다.

④ Belite의 형태와 정출조건

i) 형상

대 형 > 60 μ	소 형 < 20 μ
1. 서열 (반응속도 느린경우) 2. 혼합 상태 불량 3. 소성시간이 대단히 길때 4. 조석영 (원료)인 경우	1. 극히 소성 부족 2. 정출속도 빠른 경우

ii) 형태

구 상	과 상
1. 정상 Clinker 중의 것 2. 고온에서 α 상으로 생성 3. 냉각시 $\alpha' \sim \beta$ 상으로 전이	1. 극히 열부족 또는 반응 도상 2. 서냉

3 - 4 Celite (간격물질)

- ① 굴절율이 C_3S , C_2S 와 접근하고 있음.
- ② 무색투명하나 환원소성인 경우 밝은 담황색을 띤다.
- ③ 복굴절율은 거의 없음.
- ④ 크기는
 - i) 서냉인 경우: 미세
 - ii) 급냉인 경우: 조세
- ⑤ 급냉되었을 때는 Glass 질이 된다
- ⑥ MgO 고용에 의해 암 흑색화 되고 Na_2O 의 고용에 의해 밝은 담색화 한다.

3 - 5 Free CaO 및 R_2SO_4

전체적인 양을 관찰하여 추정강도의 minus 요인으로 하고 있음.

- ① Free CaO 강도
 - 0.6% -5
 - 1.2% 이상 -10
- ② R_2SO_4 강도
 - 0.7% -5
 - 1.4% 이상 -10~-15

4. 추정강도 계산방법

4-1 복굴절을

$$R = d(n_2 - n_1) \quad \text{단 } n_2 = \text{속광} \quad n_1 = \text{연광}$$

$$n_2 - n_1 = x \quad \text{라면}$$

$$\text{복굴절을 } x = \frac{R}{d}$$

$$R = \frac{180 - \theta}{180} \lambda (\mu m) \quad \text{백색광 } \lambda (\text{compensator}) \\ = 546 \mu m$$

4-2 Alite (C₃S)

복 굴 절 율	압 축 강 도 (28일 kg/cm ²)
0.009	470 이상
0.008	440 ~ 470
0.007	410 ~ 440
0.006	380 ~ 410
0.005	350 ~ 380
0.004	320 ~ 350
0.003	290 ~ 320

4-3 Belite (C₂S)

Color	압 축 강 도 (28일)
무 색	450 이상
Light yellow	410 ~ 450
yellow	370 ~ 410
Amber	320 ~ 370
Muddy	320 이하

4-4 추정강도 계산식

$$\text{추정 강도} = \frac{\text{복굴절 강도} \times \frac{C_3S \text{량}}{C_2S \text{량}} + \text{Color 량}}{\frac{C_3S \text{량}}{C_2S \text{량}} + 1}$$

-Free CaO 량과 R₂SO₄에 의한 감소

5. 관광 현미경에 의한 추정강도와 실측강도와의 대비

5 - 1 기간 : 77. 4 ~ 78. 3

5 - 2 대상 Kiln : 4, 5호

5 - 3 Results

No	추정강도	실측강도	R	No	추정강도	실측강도	R	No	추정강도	실측강도	R	No	추정강도	실측강도	R
1	336	326	10	26	328	330	- 2	51	307	321	-14	76	335	353	-16
2	354	341	13	27	325	338	-13	52	339	313	26	77	339	345	- 6
3	343	317	26	28	326	316	10	53	342	318	24	78	335	329	26
4	339	338	1	29	349	320	29	54	319	306	13	79	309	310	-1
5	330	321	9	30	342	329	13	55	340	342	- 2	80	351	351	0
6	341	351	-10	31	332	318	14	56	321	344	-23	81	342	347	-5
7	328	337	- 9	32	320	337	-17	57	328	316	12	82	332	331	1
8	321	347	-26	33	309	311	- 2	58	349	335	14	83	336	345	-8
9	329	331	- 2	34	313	310	3	59	323	326	- 3	84	334	341	-7
10	337	339	- 2	35	308	310	- 2	60	330	339	- 9	85	327	331	-4
11	336	323	13	36	350	311	39	61	336	311	25	86	325	319	6
12	342	321	21	37	334	318	16	62	343	330	13	87	345	324	21
13	342	321	21	38	339	330	9	63	348	331	17	88	326	330	-4
14	329	321	8	39	343	316	27	64	324	345	-21	89	334	324	10
15	330	322	- 8	40	325	313	12	65	337	330	7	90	337	329	8
16	326	314	12	41	343	316	27	66	354	310	44	91	332	347	-15
17	326	325	1	42	338	337	1	67	344	322	22	92	335	324	11
18	328	328	0	43	347	361	-14	68	345	328	17	93	332	316	16
19	332	321	11	44	337	326	11	69	335	334	1	94	345	335	10
20	335	314	21	45	322	327	- 5	70	322	328	- 6	95	308	320	-12
21	328	322	6	46	329	324	5	71	347	332	15	96	332	344	-12
22	340	326	14	47	323	308	15	72	351	368	-17	97	346	338	8
23	334	331	3	48	345	323	22	73	330	348	-18	98	347	346	1
24	320	306	14	49	340	313	27	74	323	330	- 7	99	341	341	0
25	334	306	26	50	349	332	17	75	319	305	14	100	329	332	- 3
												\bar{X}	334	328	6

6. 결 론

- ① 편광 현미경으로 Clinker의 후기강도를 추정 한 결과 실측강도에 대한 상대오차가 1.8%정도로 적기때문에 28일 압축강도의 추정이 가능하며
- ② 공정관리를 위해 C_3S 및 C_2S 의 형상 크기 분포분율과 Color 등을 관찰 함으로써 Kiln의 소성온도, 시간 및 분자 상태를 알기위한 자료를 수집중에 있음.