

表5-3-29 工場用水の水質試験結果

試料	PH	アルカリ度		全硬度 (CaCO ₃ として)	SO ₄	Cl	Fe
		M (CaCO ₃ として)	P (CaCO ₃ として)				
トリジュガ川の水	8.55	146	2以下	150	3.3	0.48	0.076
マティガラ村の井戸水	7.50	107	2以下	96	9.5	2.1	0.055

注) PH以外の試験結果はppm(mg/l)で示す。

(8) 石炭の品質

インドからDGM経由で入手したアッサム炭の試験結果を表5-3-30に示す。

表5-3-30 アッサム炭の試験結果

試験項目	試験結果
水分	1.73%
灰分	10.28%
揮発分	40.84%
固定炭素	48.88
総発熱量	7,210 kcal/Kg
いおう	3.24%
水素	5.38%

注) 発熱量以外の試験結果は無水ベースの重量%で示す。

V-3-3 シンダリ石灰石の用途

シンダリ石灰石は良質であるので普通セメント原料以外にも種々用途が考えられる。その1~2の例について記述する。

(1) 白色セメント用原料

白色セメント用石灰石に要求される性質は全般的に普通セメントの場合とほぼ同一であるが、その他にFe₂O₃の許容限界が0.08%以下であることが必要である。

シンダリ石灰石中にも表5-3-3に見られるようにFe₂O₃が0.07%のサンプル(例えばS-109、S-216およびS-217等)がある。従って今後の調査によ

り、この程度の品質のものが選択的に採掘可能であり、且つ量的に充分あること等が判明すれば白色セメント用原料としての可能性が出てくる。

その場合石灰石の他に下記割合で白色粘土が必要である。

石灰石 約 1,200 Kg / t · cl

白色粘土 約 300 Kg / t · cl

又微量の螢石がフラックスとして添加される事がある。

(2) 石灰製品

石灰製品としては生石灰、消石灰、重質炭酸カルシウム、軽質炭酸カルシウムおよび砕石等がある。

シンドリ石灰石を使用すればこれら石灰製品を製造することは可能と思われる。但し、製品の純度は原料石灰石の純度に左右されるので、高純度の製品が要求される場合その製造の可否について検討する必要がある。

又生石灰を製造する場合、石灰石の性質によりか焼方法が異なるので注意を要する。

以上(1)、(2)の場合とも実施する前に詳細は調査をおこなう必要がある。

ーカルシウムカーバイドおよび製鉄工業用の原料

上記目的に使用する石灰石は極めて高純度を要求される。

特に MgO および P₂O₅ の許容値は表 5-3-30 に示す如く低いものである。

表 5-3-30 石灰石中の MgO および P₂O₅ の許容値 (%)

	CaC 用	鑄鉄用	製鋼用
MgO	≤0.5 ~ ≤1.75	≤0.5	≤0.5
P ₂ O ₅	≤0.01 ~ ≤0.06	≤0.02	≤0.05

シンドリ石灰石の化学分析値で同一試料中の MgO ならびに P₂O₅ 両者の成分を分析した例は表 5-3-3 および 5-3-4 に示す。

これらの分析値よりみると表 5-3-30 に示す許容値を満足する試料は極めて少ない。従ってシンドリ石灰石をカルシウムカーバイドおよび製鉄工業に使用するためには、更に詳細な調査が必要である。

V-3-4 ネパール 鉄山局により実施された化学分析(参考資料)

(1) シンダリ石灰石(ドリリングホールサンプル)の化学分析値

Legend No. : Sample No, Core : Length of core(m), Ins : Insoluble residue
 Fe : Fe₂O₃, Al : Al₂O₃, Av. : Average

(%)

No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO	No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO	
<u>Drilling hole No. BH-1</u>							<u>Drilling hole No. BH-3</u>							
1/1	1.40	1.38	0.13	1.15	34.21	17.53	Av.	1~9	23.00	1.61	0.29	0.44	34.56	17.37
2	0.45	2.42	0.11	1.35	51.59	2.41	Av.*	10~17	20.55	2.66	0.35	0.79	51.83	0.96
3	0.15	0.90	0.16	1.04	52.71	0.20	* Excluding Sample 2/14							
4	1.65	2.22	0.08	1.14	54.39	0.80	<u>Drilling hole No. BH-4</u>							
5	0.13	3.86	0.30	1.18	40.37	11.28	4/1	3.25	2.14	0.30	0.82	31.28	19.75	
6	3.37	2.54	0.11	1.53	51.59	2.01	2	3.05	1.62	0.31	0.75	31.12	20.16	
7	2.60	1.36	0.14	1.06	54.95	0.40	3	2.85	3.76	0.30	1.00	51.31	1.20	
8	0.45	0.58	0.48	0.92	41.49	12.09	4	0.45	1.30	0.10	1.36	52.43	1.61	
9	0.45	0.40	0.24	1.06	52.15	3.02	5	0.15	0.80	0.37	0.45	32.80	18.34	
10	0.15	0.48	0.14	0.66	36.45	17.33	6	3.75	2.14	0.21	0.77	49.91	2.62	
11	3.70	1.64	0.19	1.11	53.27	1.41	7	4.15	0.82	0.08	0.94	52.15	1.81	
12	1.35	1.42	0.21	1.37	54.67	0.20	8	4.15	1.56	0.21	0.79	52.43	0.40	
13	3.75	1.20	0.45	1.61	40.37	11.69	9	4.40	1.56	0.32	1.12	30.28	22.39	
14	4.50	1.88	0.42	1.30	53.27	1.20	10	2.90	0.86	0.28	0.78	49.35	4.23	
15	4.50	2.32	0.31	1.33	52.15	0.60	11	3.65	1.50	0.24	1.46	52.43	1.41	
16	3.15	2.82	0.32	1.46	50.19	2.01	12	2.90	1.76	0.30	1.50	52.71	0.80	
17	2.75	3.02	0.41	1.59	49.91	2.20	<u>Drilling hole No. BH-2</u>							
18	1.00	2.92	0.29	1.51	51.31	1.61	2/1	3.15	1.26	0.34	0.28	31.68	19.75	
1/1	1.40	1.38	0.13	1.15	34.21	17.53	2	4.80	2.38	0.32	0.54	31.96	19.35	
Av.							3	2.65	1.82	0.15	0.45	38.37	13.91	
2~18	34.10	2.04	0.28	1.35	50.84	2.71	4	5.15	0.86	0.37	0.13	30.56	21.37	
							5	3.25	1.46	0.25	0.59	32.96	18.74	
							6	2.15	2.96	0.25	0.77	45.14	7.66	
							7	0.50	0.48	0.34	0.50	37.01	15.72	
							8	1.00	0.98	0.18	0.84	48.22	5.44	
							9	0.35	0.50	0.24	0.48	33.64	19.75	
							10	3.05	1.92	0.21	1.01	52.71	1.61	
							11	2.65	2.12	0.27	1.01	51.59	0.80	
							12	4.10	1.12	0.45	0.67	52.99	0.60	
							13	3.20	3.34	0.21	0.69	51.87	0.20	
							14	3.95	1.40	0.21	0.71	29.72	20.76	
							15	3.90	2.20	0.19	0.77	51.31	1.81	
							16	2.50	3.94	0.65	0.41	52.31	0.40	
							17	1.15	8.38	0.85	1.37	46.54	1.41	
							18	0.18	2.32	1.71	0.59	34.72	15.12	

(%)

No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO	No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO
4/13	2.80	4.72	0.34	2.18	49.35	0.80	6/9	1.85	1.44	1.50		52.71	0.80
14	2.30	1.36	0.22	1.12	52.15	1.41	10	0.90	1.50	1.10		52.93	0.96
15	3.70	2.90	0.36	1.32	51.87	0.60	11	3.75	1.16	1.00		52.71	1.33
16	2.35	1.86	0.29	0.79	52.71	1.20	12	1.05	1.24	0.64	0.37	52.00	1.61
17	3.90	4.00	0.38	2.08	50.75	0.20	13	3.80	1.19	1.00		52.84	1.60
18	3.55	2.72	0.26	1.44	51.59	0.60	14	0.15	2.08	1.00		52.71	0.80
19	2.90	3.74	0.38	1.32	51.87	0.60	15	4.95	1.32	1.50		52.71	1.20
20	0.50						16	4.65	1.72	1.10		52.80	0.88
							17	2.55	2.10	1.50		52.71	0.72
Av.							Av.						
1~5	6.90	1.82	0.29	0.81	32.62	18.71	1~17	41.72	1.44	0.54	1.11	52.86	1.08
Av.													
6~20	43.00	2.29	0.26	1.26	51.48	1.25							
<u>Drilling hole No. BH-5</u>							<u>Drilling hole No. BH-7</u>						
5/1	1.25	2.98	0.36	0.46	30.28	20.56	7/1	1.80	1.24	0.18	3.08	50.47	1.41
2	3.55	1.41	0.14	0.52	33.08	19.15	2	2.35	0.48	0.20	3.10	50.19	2.82
3	0.90	1.46	0.17	0.53	34.76	16.33	3	3.90	0.56	0.13	2.69	51.03	2.01
4	0.30	7.08	0.08	0.76	41.21	8.26	4	4.00	0.74	0.16	3.04	50.17	2.61
5	0.60	2.34	0.55	0.59	41.22	11.09	5	3.75	2.62			49.63	2.21
6	1.75	1.74	0.25	0.57	51.31	2.62	6	3.95	2.60	0.33	3.87	48.50	2.01
7	1.65	0.80	0.25	0.27	47.94	6.25	7	2.35	0.94	0.30	2.80	49.91	2.01
8	1.00	0.48	0.18	0.84	33.92	18.54	8	3.00	1.14	0.22	4.74	49.35	1.21
9	0.80	0.84	0.22	0.28	49.63	4.84	9	2.40	1.12	0.19	2.95	51.59	0.20
10	3.05	1.32	0.24	0.40	52.15	2.01	10	2.50	2.02	0.24	2.22	52.15	0.20
11	2.75	1.38	0.24	0.24	52.99	1.81	11	3.00	6.06	0.40	1.98	47.94	2.01
12	3.45	1.82	0.30	0.36	51.03	1.81	12	1.70	4.94	0.37	2.66	48.78	1.00
13	3.90	0.62	0.15	0.27	52.99	1.41	13	0.80	2.74	0.58	3.44	47.10	2.41
14	3.10	1.70	0.25	0.17	51.03	2.62							
15	3.55	1.46	0.21	0.33	52.71	1.41	Av.						
16	3.45	2.98	0.37	0.47	49.91	3.02	1~13	35.50	2.02	0.25	3.07	49.85	1.77
17	3.15	2.64	0.35	0.49	52.15	1.41							
18	3.15	2.72	0.25	0.47	51.03	2.62							
19	1.45	1.98	0.22	0.37	51.03	2.62							
20	0.20	30.72	0.33	3.77	34.76	1.00							
21	0.30	5.14	0.37	0.75	49.35	2.62							
22	0.40	0.90	1.04	0.60	38.13	14.50							
Av.													
1~5	6.60	2.05	0.21	0.52	33.88	17.80							
Av.													
6~22	36.70	1.91	0.25	0.39	50.90	2.75							
<u>Drilling hole No. BH-6</u>							<u>Drilling hole No. BH-8</u>						
6/1	1.40	1.24	0.64	0.37	52.00	1.61	8/1	3.40	1.72	0.35	0.17	31.95	20.20
2	2.00	1.00	0.64	0.82	54.71	-	2	4.00	2.36	0.34	1.56	31.12	19.35
3	1.20	3.64	0.32	0.97	53.47	0.16	3	1.90	2.96	0.34	0.42	52.17	0.40
4	3.40	1.38	0.40	2.38	51.00	1.12	4	2.70	0.96	0.18	0.28	52.99	1.41
5	2.97	1.34	0.64	0.48	54.81	-	5	3.40	1.60	0.22	0.16	53.55	1.00
6	2.80	1.00	0.80	0.50	53.70	1.12	6	3.60	1.18	0.18	0.32	54.11	1.41
7	2.65	1.58	0.32	0.90	52.00	0.82	7	3.10	0.60	0.15	0.21	52.99	2.21
8	1.65	1.12	0.48	0.82	53.20	0.60	8	5.40	0.74	0.18	0.58	52.43	2.82
							9	3.75	1.62	0.28	0.40	53.27	1.61
							10	3.65	1.22	0.15	0.21	54.67	0.60
							11	2.75	1.20	0.24	0.32	52.71	2.41
							12	2.65	1.36	0.21	0.71	53.55	1.00
							13	2.65	2.12	0.24	0.08	52.15	1.81
							14	1.90	1.74	0.17	0.23	53.55	0.80
							Av.						
							1~2	7.40	2.07	0.34	0.92	31.50	19.74
							Av.						
							3~14	37.45	1.34	0.21	0.34	53.21	1.57

(%)

No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO	No.	Core	Ins	Fe	Al	CaO	MgO
<u>Drilling hole No. BH-9</u>							<u>Drilling hole No. BH-10</u>						
9/1	3.65	0.09	1.20		53.70	0.37	10/1	2.25	4.16	0.54	0.54	49.35	3.02
2	1.60	1.88	1.57		52.25	0.94	2	2.60	0.90	0.16	0.58	52.15	2.41
3	2.50	1.85	1.26		61.98	0.86	3	4.25	1.14	0.14	0.90	51.87	2.22
4	3.25	0.69	1.41		52.68	1.12	4	3.45	1.08	0.25	0.45	52.43	2.01
5	3.65	1.82	1.01		52.70	1.11	5	4.35	1.32	0.20	0.60	51.59	2.62
6	3.10	1.38	1.06		52.31	1.03	6	2.90	0.80	0.11	0.65	51.90	2.22
7	2.70	1.05	1.18		53.83	0.10	7	3.95	1.30	0.09	0.61	51.59	3.02
8	1.55	0.97	1.44		52.81	0.77	8	3.80	0.98	0.05	0.73	51.03	3.02
9	2.70	2.49	1.20		54.00	0.60	9	2.95	0.92	0.11	1.29	52.43	1.61
10	3.65	1.98	1.43		52.91	0.27	10	4.25	2.84	0.28	0.66	50.47	2.41
11	3.65	1.94	1.98		53.42	0.04	11	1.25	1.34	0.25	0.31	51.59	2.62
12	2.55	1.83	1.15		53.66	0.09	12	1.20	0.36	0.71	0.21	51.87	3.22
13	2.10	1.84	0.87		53.66	0.15	13	2.65	0.42	0.11	0.35	53.27	1.41
14	3.35	2.62	2.82		52.30	0.31	14	2.00	0.32	0.06	1.14	52.99	1.81
15	2.80	0.22	0.83		54.83	0.13	15	4.10	0.40	0.10	0.38	52.43	2.22
16	3.25	1.98	1.88		52.63	0.12	16	4.65	1.06	0.19	0.97	51.03	3.02
Av.							17	4.10	1.02	0.19	0.93	52.15	1.61
1~16	46.05	1.61	1.42		53.11	0.49	18	4.80	0.90	0.17	0.97	51.59	2.42
<u>Drilling hole No. BH-11</u>							<u>Drilling hole No. BH-12</u>						
11/1	2.25	0.36	0.09	0.49	53.84	1.01	12/1	1.10	1.36	0.16	0.40	53.27	0.60
2	2.60	0.70	0.06	0.56	52.99	1.20	2	2.40	1.12	0.20	0.50	52.71	1.00
3	3.55	1.04	0.19	0.35	51.59	2.62	3	3.90	1.64	0.18	0.52	52.27	1.00
4	3.75	1.96	0.19	0.27	50.47	2.82	4	3.95	2.40	0.22	0.44	52.15	1.00
<u>Drilling hole No. BH-9 (continued)</u>							<u>Drilling hole No. BH-10 (continued)</u>						
6	2.90	1.80	0.38	0.38	33.92	17.13	11	3.00	3.24	0.64	0.52	49.63	2.01
7	3.60	1.16	0.70	0.60	30.84	19.55	12	2.90	0.76	0.28	0.32	52.71	1.00
8	2.00	1.64	0.37	0.82	33.65	17.34	13	5.60	2.90	0.32	0.78	50.75	1.61
9	4.50	1.62	0.17	0.43	44.30	7.86	14	4.85	0.74	0.64	0.94	52.43	1.41
10	1.05	0.58	0.46	0.64	37.01	14.71	15	2.05	0.56	0.44	0.70	44.86	9.07
11	3.40	1.38	0.21	0.38	51.59	2.62	16	4.65	0.48	0.34	0.54	50.47	4.83
12	1.55	0.82	0.28	0.44	41.23	11.69	17	1.05	1.10	20.24	0.72	39.82	1.81
13	3.00	1.06	0.14	0.36	51.31	2.82	18	3.10	0.82	0.30	0.76	53.83	1.41
14	4.00	1.64	0.41	0.33	52.71	1.00	19	3.05	1.32	0.16	0.40	51.59	1.81
15	3.55	0.82	0.19	0.49	52.72	2.02	20	4.55	1.14	0.13	0.17	52.71	1.00
16	5.25	1.28	0.24	0.88	52.43	2.02	21	3.15	2.44	0.18	0.50	51.59	1.00
17	4.55	1.26	0.25	0.25	51.03	3.23	22	1.45	3.20	0.46	0.26	51.59	1.61
18	4.40	0.70	0.19	0.27	52.43	2.42	<u>Av. *</u>						
19	3.65	1.02	0.22	0.92	51.31	3.43	1~25	66.90	1.60	0.23	0.53	51.69	2.31
20	3.45	0.84	0.16	0.32	51.59	3.02	* Excluding Sample 11/5 ~ 11/9						
21	2.40	1.04	0.14	0.36	52.43	2.22	<u>Drilling hole No. BH-12 (continued)</u>						
22	3.15	2.38	0.30	0.46	52.72	1.01	5	1.95	1.26	0.28	0.36	53.27	0.60
23	3.30	3.70	0.31	0.45	51.59	1.01	6	4.10	1.84	0.20	0.48	53.27	0.20
24	6.15	4.14	0.41	1.39	51.03	1.41	7	2.55	2.28	0.33	0.81	52.71	0.20
25	2.95	1.78	0.19	0.33	52.99	1.21	8	5.00	2.40	0.24	0.40	49.91	3.42
<u>Av. *</u>							<u>Av. *</u>						
1~16							1~22						
68.90 1.67 0.28 0.53 51.82 1.71							68.90 1.67 0.28 0.53 51.82 1.71						
* Excluding Sample 12/17							* Excluding Sample 12/17						

(2) ベルター粘土 (ピットサンプル) の化学分析値

Legend No. : Sample No., T : Thickness (m), Si : SiO₂(%), Fe : Fe₂O₃(%)
 Al : Al₂O₃(%), Ca : CaO (%), Mg : MgO (%), Av. : Average,
 Sav : Section average

(%)

No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg	No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg
<u>Section -</u>							7/1	0.50	67.11	17.29	13.26	0.70	0.50
1/1	1.30	70.70	6.06	14.89	2.10	0.50	2	1.00	65.27	8.29	14.61	1.40	0.50
<u>Section 1-1'</u>							3	1.00	63.19	8.58	15.67	0.70	0.50
2/1	0.50	63.93	7.66	18.24	0.70	0.50	4	1.00	62.21	8.58	17.57	1.05	0.25
2	1.60	62.58	8.45	19.70	0.70	1.08	5	1.35	62.82	8.29	17.26	0.70	0.50
Av.	2.10	62.90	8.26	19.35	0.70	0.94	Av.	4.85	63.72	8.31	16.03	0.92	0.45
3/1	0.50	68.73	6.46	16.29	0.70	0.50	8/1	0.50	70.57	7.29	12.21	0.70	0.50
2	1.00	67.62	6.94	14.86	2.80	0.50	2	0.95	69.41	7.72	11.78	1.40	0.50
3	1.00	64.68	7.02	20.38	0.70	0.50	Av.	1.45	69.80	7.56	11.92	1.16	0.50
4	1.00	62.85	7.98	19.82	0.70	0.50	Sav	10.90	65.23	7.84	15.75	0.86	0.48
5	1.00	63.47	7.82	18.88	0.70	-	<u>Section 3-3'</u>						
6	1.00	63.47	7.66	18.84	0.70	-	10/1	0.50	66.19	7.86	13.74	3.50	1.00
7	0.95	64.10	7.34	18.81	0.70	-	2	1.00	63.23	8.86	15.49	2.10	0.50
Av.	6.45	64.71	7.38	18.42	1.03	0.27	3	1.00	61.79	8.72	17.63	2.80	1.00
4/1	0.50	67.63	5.64	15.96	0.70	1.51	4	1.00	62.15	8.72	17.03	2.10	0.50
2	1.00	65.78	6.27	18.08	1.50	1.00	5	0.75	63.05	8.58	15.27	1.40	2.01
3	0.55	74.99	6.11	11.64	1.40	1.51	Av.	4.25	62.96	8.62	16.11	2.31	0.94
4	1.00	66.07	6.74	17.21	1.40	1.51	11/1	0.50	69.18	7.15	12.90	1.40	1.01
5	1.00	68.52	6.27	16.93	1.40	1.51	2	0.95	66.78	7.06	15.79	0.70	1.00
6	1.00	63.23	7.68	20.22	-	1.00	3	0.50	71.43	6.50	13.32	0.35	1.26
7	1.00	62.80	7.84	18.61	2.10	-	4	1.00	64.44	7.37	18.28	-	-
8	1.70	63.99	7.68	20.17	-	1.00	5	1.00	62.83	8.72	16.40	1.40	-
Av.	7.75	65.84	6.97	17.91	0.96	1.07	6	1.40	62.16	8.72	16.98	1.40	0.50
5/1	0.50	64.57	5.74	19.36	0.70	0.50	Av.	5.35	65.05	7.82	16.18	0.92	0.52
2	1.00	68.37	6.38	14.87	0.70	1.00	12/1	1.30	70.59	7.15	11.85	1.40	1.01
Av.	1.50	67.11	6.17	16.37	0.70	0.83	Sav	10.90	64.90	8.05	15.64	1.52	0.74
Sav	17.8	65.52	7.20	18.13	0.93	0.75	<u>Section -</u>						
<u>Section 2-2'</u>							13/1	0.50	72.12	7.01	10.99	0.70	1.01
6/1	0.50	69.14	6.38	13.32	0.70	0.50	2	0.70	71.57	7.01	10.99	1.40	0.50
2	1.00	66.01	5.58	18.02	0.70	0.50	Av.	1.2	71.79	7.00	10.98	1.10	0.71
3	1.00	64.41	9.57	14.93	0.70	0.50							
4	1.00	64.20	8.29	17.21	0.70	0.50							
5	1.10	65.03	6.86	17.99	0.70	0.50							
Av.	4.60	65.37	7.43	16.65	0.70	0.50							

(%)

No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg	No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg	
<u>Section 4-4'</u>														
14/1	0.50	65.88	6.87	17.83	0.70	0.50	22/1	1.20	70.58	8.00	13.50	0.70	1.51	
2	1.00	64.95	7.25	17.45	1.40	0.50	2	1.30	71.10	6.87	11.83	1.40	1.00	
3	1.50	65.35	7.56	17.29	0.70	0.50	Av.	2.50	70.85	7.41	12.63	1.06	1.24	
Av.	3.00	65.32	7.34	17.43	0.93	0.50	Sav	17.70	64.57	7.34	17.15	0.90	0.60	
15/1	0.50	67.14	6.50	17.75	0.70	0.50	<u>Section 6-6'</u>							
2	1.00	64.90	7.43	17.52	0.70	0.50	23/1	0.50	58.57	9.28	20.47	0.70	-	
3	1.00	65.31	7.99	16.81	0.70	0.50	2	1.10	58.89	7.95	20.95	2.10	0.50	
4	0.80	62.78	7.62	19.38	0.70	0.50	Av.	1.60	58.78	8.36	20.79	1.66	0.34	
Av.	3.30	64.85	7.50	17.79	0.70	0.50	24/1	0.50	67.42	5.85	14.60	0.70	1.00	
16/1	0.50	64.19	7.43	17.92	0.70	0.50	2	1.00	63.14	7.21	17.54	1.40	0.50	
2	1.00	67.10	7.86	14.59	0.70	1.41	3	1.50	63.01	7.42	17.28	1.40	-	
3	1.00	Not yet received						Av.	3.00	63.79	7.11	16.92	1.98	0.33
4	1.00	63.98	8.86	17.69	0.28	0.90	25/1	0.50	67.17	6.69	15.41	1.05	0.25	
5	1.00	63.48	8.29	17.46	0.14	0.80	2	1.00	63.19	7.44	17.67	1.40	-	
Av.	3.50	64.76	8.21	16.77	0.42	0.96	3	1.25	62.91	7.99	17.66	1.40	-	
17/1	0.50	70.35	6.51	14.49	0.70	1.51	Av.	2.75	63.78	7.55	17.25	1.37	0.05	
2	1.20	73.11	5.83	11.97	0.70	1.00	26/1	0.50	69.55	5.94	13.31	1.05	0.50	
Av.	1.70	72.29	6.02	12.70	0.70	1.15	2	1.30	69.84	6.32	16.13	0.70	0.50	
Sav	11.50	66.04	7.46	16.63	0.68	0.74	Av.	1.80	69.76	6.21	15.34	0.80	0.50	
<u>Section 5-5'</u>							Sav	9.15	64.08	7.28	17.39	1.28	0.28	
18/1	0.50	65.97	6.87	16.58	0.70	1.00	<u>Section 7-7'</u>							
2	1.00	63.32	7.30	19.65	1.40	-	27/1	0.50	68.32	6.27	16.28	0.70	0.76	
3	1.00	62.27	7.71	19.64	0.70	0.50	2	1.00	66.46	6.16	17.49	1.40	0.50	
4	1.50	64.84	7.30	18.25	0.70	0.60	3	0.90	65.63	6.27	17.98	1.40	0.76	
Av.	4.00	63.96	7.35	18.73	0.88	0.44	Av.	2.40	66.53	6.23	17.42	1.25	0.65	
19/1	0.50	66.44	6.04	17.26	0.70	0.50	28/1	0.50	67.67	7.52	14.98	1.40	-	
2	1.00	64.50	6.87	19.53	1.40	0.50	2	1.00	64.36	8.00	17.00	1.40	-	
3	1.00	62.06	7.50	19.75	0.70	0.50	3	1.00	62.90	8.00	20.35	0.70	1.00	
4	1.25	62.72	7.71	20.09	0.70	1.00	4	0.85	63.85	8.16	18.44	0.70	1.00	
Av.	3.75	63.51	7.21	19.45	0.89	0.67	Av.	3.35	64.29	7.97	18.06	1.01	0.55	
20/1	0.50	67.71	6.69	13.71	1.05	0.25	29/1	0.50	66.82	6.50	14.65	-	1.00	
2	1.00	64.21	7.43	15.52	1.05	0.25	2	1.00	63.16	7.85	18.70	0.70	0.25	
3	1.60	62.29	7.80	17.25	0.70	0.50	3	1.25	62.73	7.62	19.38	-	0.50	
Av.	3.10	63.78	7.50	16.12	0.87	0.38	Av.	2.75	63.63	7.50	18.27	0.25	0.50	
21/1	0.50	66.60	6.13	14.26	1.42	0.25	30/1	0.50	67.17	6.24	17.41	0.70	0.50	
2	1.00	64.02	6.87	16.68	1.05	0.25	2	0.60	66.87	7.56	15.29	1.40	0.05	
3	1.00	61.52	7.43	18.02	0.70	0.75	3	0.55	69.09	7.56	14.29	0.70	1.00	
4	1.00	62.00	7.62	17.68	0.70	0.50								
5	0.85	62.51	7.95	17.25	0.70	0.50								
Av.	4.35	62.98	7.29	17.05	0.86	0.47								

(%)

No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg	No.	T	Si	Fe	Al	Ca	Mg
30/4	1.00	63.83	8.00	17.60	0.70	1.00	Av.	1.90	69.92	6.86	13.95	0.09	-
5	1.30	64.16	8.00	18.05	-	1.51	Sav	7.35	69.21	7.52	13.74	0.83	0.17
Av.	3.95	65.55	7.65	16.91	0.57	0.96							
31/1	1.50	69.61	6.87	14.48	0.70	1.00	<u>Section 10-10'</u>						
Sav	13.95	65.47	7.37	17.28	0.75	0.72	42/1	0.80	71.98	6.66	13.49	-	-
<u>Section 8-8'</u>							43/1	0.50	77.46	5.35	8.80	0.71	0.38
33/1	0.50	68.46	6.05	14.70	1.05	1.01	2	1.00	74.97	5.95	11.05	0.70	0.37
2	1.00	67.96	6.49	16.86	1.75	0.25	3	1.00	71.46	6.42	12.58	0.52	0.50
3	1.30	65.32	6.72	18.88	1.05	0.76	4	1.00	71.43	6.66	12.36	0.70	0.37
Av.	2.80	66.82	6.52	17.41	1.29	0.62	5	1.10	74.26	6.30	11.60	0.70	0.12
34/1	0.50	71.72	6.97	11.03	0.70	0.12	Av.	4.60	73.54	6.23	11.55	0.66	0.34
2	1.00	67.35	8.33	14.94	0.70	0.25	44/1	0.50	74.08	5.71	11.39	-	-
3	1.70	65.76	9.01	13.29	0.70	0.37	2	1.70	71.22	6.30	14.10	-	-
Av.	3.20	67.18	8.48	14.51	0.70	0.46	Av.	2.20	71.86	6.16	13.48	-	-
35/1	0.50	68.10	8.33	13.29	0.52	0.50	Sav	7.60	72.89	6.25	12.32	0.40	0.21
2	1.10	64.71	8.84	15.58	0.70	0.37	<u>Section 12-12'</u>						
3		65.12	8.67	15.65	0.70	0.37	46/1	0.50	74.30	5.80	10.70	0.70	0.50
Av.	2.70	65.67	8.67	15.18	0.67	0.39	2	1.00	67.10	6.36	16.89	0.70	0.50
Sav	8.70	66.59	7.91	15.65	0.88	0.49	3	1.00	71.80	6.36	12.69	0.70	0.50
<u>Section -</u>							4	1.00	69.01	6.69	15.81	0.70	1.00
36/1	0.50	65.47	8.50	15.97	0.52	0.25	Av.	3.50	70.01	6.37	14.50	0.7	0.64
2	1.00	66.09	8.10	14.97	0.70	0.37	<u>Section 13-13'</u>						
3	1.25	68.94	8.16	12.04	0.70	0.37	47/1	0.50	72.70	6.24	11.41	0.91	0.50
Av.	2.75	67.27	8.20	13.82	0.67	0.35	2	1.00	73.61	5.69	12.22	0.35	-
37/1	0.90						3	0.90	69.21	7.02	13.93	-	0.75
<u>Section 9-9'</u>							Av.	2.40	71.77	6.30	12.69	0.33	0.28
38/1	0.50	70.16	7.67	12.83	1.40	-							
2	1.00	70.26	7.52	12.58	1.40	-							
3	1.20	66.21	8.16	15.44	0.70	0.50							
Av.	2.70	68.71	7.83	13.89	1.09	0.22							
39/1	0.50	73.27	6.40	12.05	1.40	-							
2	1.00	69.87	7.52	13.23	1.40	-							
3	1.00												
4	1.25	67.10	8.32	14.18	0.70	0.50							
Av.	2.75	69.22	7.68	13.44	1.08	0.23							
40/1	0.50	72.20	6.42	12.18	0.35	-							
2	1.40	69.10	7.02	14.58	-	-							

第Ⅶ章 セメント工場の基本計画

Ⅶ-1 セメント工場の概略プロセス

Ⅶ-1-1 プロセスの選定

(1) 結 論

プロセスの選定にあたっては、このプロジェクトの経済的及び技術的条件を考慮して、各種セメント製造プロセスを比較検討した。

その結果、このプロジェクトに関しては、サスペンションプレヒーター付乾式キルン（以下乾式SPキルンと言う）が推薦される。

以下、その検討内容を述べる。

(2) セメント製造プロセスの種類概要

セメント製造プロセスは、乾式プロセスと湿式プロセスに大別され、その各々は、キルンの型式によって、下記の通りの数種に分類される。

(i) 乾式プロセス

- (a) サスペンション・プレヒーター付キルン
- (b) ロングキルン
- (c) 排熱ボイラー付ショートキルン
- (d) シャフトキルン
- (e) レボルキルン

(ii) 湿式プロセス

- (a) 排熱ボイラー付ショートキルン
- (b) ロングキルン
- (c) レボルキルン

(3) プロセス選定の条件

上記各プロセスより、このプロジェクトに最適のプロセスを選定するために、下記の条件を比較検討する必要がある。

(i) 経済的要素

- (a) 建設コスト
- (b) 燃料、電力及水の消費量
- (c) 工場要員数
- (d) 工場敷地

(ii) 技術的要素

- (a) 原料の特性

- 原料品質の均斉性
- アルカリ、塩素等セメント製造に好ましからざる成分の量
- 水分、付着性等の物理的性質

- (b) 使用燃料の種類
- (c) 製造されるべきセメントの品質
- (d) 運転の容易性
- (e) 修理費用
- (f) キルン能力

(4) 乾式SPキルンを推薦する主な理由

- (i) セメント製造直接費の内、重要な部分を占める、使用熱量、が格段に少なく、有利である。

このプロジェクトの場合、乾式SPキルンの使用熱量は概略 $850 \times 10^3 \text{ Kcal/t}$ クリンカと推定され、燃料費は約 6.5 Rs/t クリンカとなり、(XI-2 製造コスト参照) 乾式ロングキルンを、採用した場合の推定値 $1,300 \times 10^3 \text{ Kcal/t}$ クリンカ、 99 Rs/t クリンカに比較して大巾に少ない。

- (ii) 原料中のアルカリ成分は比較的少く、特に塩素成分は非常に少ない (V-3 原料の品質)。したがって、サスペンションプレヒーター内での原料付着、及び固結によるトラブルの危険性は可成り少いものと推測される。

- (iii) 乾式SPキルンに設置される設備は、他のプロセスのそれらに比較して、次に述べる利点を有する。

- (a) キルンの後に設置されるサスペンションプレヒーターは可動部分がなく、他のプロセスに設置される、ボイラ、レボルグレート及びパンペレタイザー等に比較して運転保守がより容易である。

- (b) キルン1基当りの能力が大きい。

即ち、 $1,500 \text{ t/d}$ ベースの場合のキルンの寸法は、 $4.4 \text{ m}\phi \times 8.2 \text{ mL}$ と推定され、同能力のロングキルンの $5.0 \text{ m}\phi \times 170 \text{ mL}$ (概略推定) に比較して可成り小さい。

- (c) サスペンションプレヒーターの排ガスによって石灰石及び粘土の乾燥が可能である。

- (iv) このプロセスの運転保守は、乾式ロングキルンについて容易である。

註：-

湿式プロセスは、主原料の品質のバラツキが大きい場合、及び主原料の水分が極端に大きい場合に適しているが、使用熱量が格段に多いために最近では殆んど採用されない。

最近、乾式SPキルンは、上に述べた理由により、原料品質の問題、その他特殊な制

約がない限り、多くの新プラントに採用されて来ており、このプロジェクトにも最適である。

VI-1-2 プラントの主要設備の選定

原料及び燃料の品質及び調達条件、プラントのプロセス及びプラントサイトの社会的、自然的条件を考慮検討の上、このプラントに使用される主要設備を選定した。

その検討結果の主なものは、下記の通りである。

尚、各主要設備の仕様については、「VII-3 プラント主要設備の仕様」参照のこと。

(I) 原料置場

(i) 石灰石及び粘土置場

(a) 貯蔵量

ウダイプール地区の雨期に於ける降雨日数及び降雨量から判断して、ベルタール粘土鉱床の粘土水分増加による、長期採掘不能の期間が生じるものとする。

これを考慮して粘土置場は、使用量の2ヶ月分の容量を有するものとする。又、雨期に於ける粘土水分の増加を防止するために、置場は屋根を必要とするであろう。

石灰石鉱山に関しては、雨期に於いても、はげしい降雨時を除いて採掘可能と考えられる。したがって、石灰石置場は、使用量の20日分の容量を有するものとする。

石灰石は粘土と異り、雨期に於ける水分の増加は、それ程大きくないと考えられるため、置場は屋根は不要であろう。これは、建設コストの面でも有利である。

(b) 積込及び引出方法

原料品質の均斉化を計るため、石灰石、粘土共積込方法は、スタッカによる層積とし、引出はリクレーミングスクレーパーによるものとする。

(ii) その他の原料置場

(a) けい砂

プラントから比較的近距离(数ヶ所のトリジュガ(Trijuga)川支流)より調達出来るので、使用量の20日分を野積して、好天時に水分の少ない上層部をショベル及びトラックによりけい砂調合タンクへ搬入するものとする。

(b) 鉄鉱石

使用量の1ヶ月分を、鉄鉱石調合タンクへ貯蔵する。

(c) 石こう

輸入石こうを使用量の2ヶ月分けい砂と同様に野積する。

引出方法もけい砂と同様とする。

(2) 石炭置場

(i) 貯蔵量

全量を、インドから輸入することになる。したがって供給の不安定さ及び、品質のバラツキ等を考慮して貯蔵量は、出来るだけ多い方が望ましい。しかし一方、膨大な量を貯蔵することは、後述する自然発火の危険性から見て、好ましくない。このプラントの場合、これらを考慮して、使用量の2ヶ月分を貯蔵するものとする。

(ii) 積込方法

本プロジェクト用として考慮したインド産石炭は、品質のバラツキ（特に発熱量）が若干大きいと考えられる。（Ⅵ-4 ユーティリティー参照）

したがって使用時に於ける品質の均斉化を計るため、入荷毎に0.4～0.6mの層積を行う必要がある。又自然発火防止のため、上記の各層毎にシープフートローラ等による転圧を行うことが必要であり、かつ貯蔵の高さは4mを限度とする。

インド産石炭は粉炭の混入割合が多い。したがって降雨による水分の増加を防止するため、置場は、屋根を有する構造とする。

(iii) 引出方法

ショベルローダー及びトラックにより石灰ミル室内のホッパへ運搬する。

(3) 石灰石及び粘土の乾燥

原料調合前に石灰石及び粘土の両方とも、個別に乾燥するものとする。その理由は下記の通りである。

(i) 石灰石及び粘土は水分が多く、又雨期に於いて水分が更に増加するものと予想される。

(ii) 又上記と同理由により水分のバラツキも大きいものと予想されるので、この様な原料を湿量ベースで調合することは、調合原料の品質のバラツキが大きくなる原因となり好ましくない。

乾燥機の型式は、運転の信頼性の高いロータリードライヤを推薦する。

乾燥用熱源としては、キルンプレヒーターからの排ガスの一部を利用するものとする。但し、原料水分が大きい場合など緊急時の補助燃焼装置として、重油又は軽油による熱ガス発生炉も合せて設置する必要がある。

最近、乾燥、及び粉砕を同時に行うミルが採用されているが、上に述べた理由により、このプラントには推薦し難い。

(4) 原料粉砕

調合原料は、エヤセバレーター付閉回路式チューブミルにより粉砕するものとする。

(5) 原料粉末のホモジナイジング及び貯蔵

原料粉砕工程を出た原料粉末の品質は、各原料の品質、調合の精度及び原料ミルの運転状態等のバラツキのため、成分、粉末度ともにある程度のバラツキがあるのが普通である。

これらを、更に均質化することにより、安定したキルンの運転を得て、ひいては品質の安定した良好なセメントを製造するために、原料粉末を貯蔵する前にホモジナイジングサイロを設置することを推薦する。

ホモジナイジングサイロ及びストレージサイロを、各々2基、計4基設置するものとし、貯蔵量は、ホモジナイジングサイロ1基、及びストレージサイロ2基で7日分を有するものとする。

(6) キルン及びクーラー

キルンについては、「VI-1-1 概略プロセスの選定」に述べた通り、サスペンションプレヒーター付、乾式キルンとする。クーラーの型式としては、高温の燃焼用2次空気が得られること及び、クーラー出口クリンカ温度が比較的低温に設定していることにより、グレートクーラーが最も信頼性が高い。

(7) クリンカの貯蔵

一般にサイロ型式と置場型式が広く採用されているが、貯蔵時の発塵防止、設備の簡素化及び運転管理の容易さを考慮して、サイロタイプを推薦する。貯蔵量は、クリンカ生産量の10日分を有するものとする。

(8) セメント粉砕

エヤセパレーター付閉回路式チューブミルによるものとする。

(9) セメントの貯蔵

セメントサイロ2基により、セメント生産量の10日分を貯蔵するものとする。

(10) セメントの包装、出荷

セメントの包装は、ロータリーバックによるものとする。包装品のトラックへの積込はベルトローダーを推薦する。又、建設計画にあたって次のことを考慮すべきである。

(i) セメント需要の増大及び消費形態の変化に伴い、これに対処すべく、将来バラ出荷が必要となるであろう。

したがって、包装室内にバラ出荷設備設置のためのスペースを設けることを推薦する。

(ii) 包装出荷されたセメントの品質劣化及び輸送中の目減りを防止するため、将来出来るだけ早くペーパーバックによる包装に移行することを推薦する。

(11) 石炭粉砕

石炭の粉砕には、乾燥と粉砕が同時に可能であり、しかも設備が簡単である、ローラ

ーミルが最適である。乾燥用熱源としては、クリンカクーラーから排出される熱空気の一部を利用するものとする。

(12) プロセス制御装置

(i) 制御方式と技術レベル

ネパールの経済事情、労働事情、予定される従業員の技術レベル等を勘案すると、本プラントでは、高度の計算機制御を採用するよりも、労働集約型の運転方式が望ましいといえよう。こみ入った制御装置はまた、故障時の各工程への影響が大きく、修理に技術の蓄積を要することにもなる。

本プロジェクトでは、原料・焼成・製品の各部門へのコンピュータ制御や、原料調合粉碎工程への蛍光X線分析制御の採用は予定されていない。しかし、このプロジェクトの実施は数年後であり、その後数十年にわたりプラントが運営されることを考慮に入れれば、現時点で将来のことを見通してプラント設計を行っておく必要がある。この観点に立って、主要工程に中央集中制御を採用することを推しよりたい。

(ii) 中央集中制御

原料置場（石灰石および粘土置場）の引出し、同乾燥、粉碎、粉末原料のホモジナイジングと貯蔵、クリンカ焼成、同粉碎、セメント貯蔵ならびに石炭粉碎の各工程は、一括して焼成管理室において、集中管理されるものとする。いうまでもなく、クリンカ焼成の制御や最終製品の品質管理には、使用原料および燃料の品質の把握は必須の条件であり、単に各工程が自動運転されるだけでは充分とはいえない。

受入各原燃料の在庫量、使用量および品質は常に管理され、データはすみやかに原料粉碎および粉末原料のホモジナイジング、貯蔵工程、さらにキルンの焼成工程にも適用される。またセメント粉碎工程はクリンカの品質を把握の上で制御される。かくて原料引出しからセメントの貯蔵までが一連のプロセスとして集中制御される。

(iii) 現場制御

各工程の単独運転あるいは点検修理のため現場の機器近くに、単独の操作スイッチが配置される。

また(ii)に記載された以外の原料受入、包装出荷、工業用水の各工程は別個に自動運転されるべく現場に操作盤が設置される。

(iv) 計装品

上記に必要な計器類、試験装置は各所に配置され、適宜遠隔監視制御される。なお将来のより高度の計装に最小限必要な、例えば計装信号の統一等は前もって準備される。

VI-2. 工場の生産規模

ウダイプール地区の原料の可採鉱量、セメントの需給関係、インフラストラクチャー、労働力、生産原価、プラントサイト等の要因を考慮して、本プロジェクトの生産規模は、クリンカーベースで750 t/d乃至1,500 t/dとする。即ち内需に主眼を置いて、直ちに着工、実施する場合は750 t/d又は1,000 t/dの規模となるが、採算性よりみて1,000 t/dの規模が薦められる。

又、比較的遅い時期(数年後)に着工する場合には、1,500 t/dの規模となる。この場合も輸出の可能性と見合って着工を早める事が考えられる。

尚、いずれの場合も将来の同規模の増設を考慮したレイアウトとする。

VI-2-1 クリンカ及びセメント年間生産量

表6-2-1 年間生産量(単位 t/y)

	750 t/d	1,000 t/d	1,500 t/d
クリンカ生産量	247,500	330,000	495,000
セメント生産量	259,875	346,500	519,750

註：キルン運転日数 330 d/y

VI-2-2 原料、及び燃料年間使用量

表6-2-2 年間原燃料使用量(単位 t/y)

	750 t/d	1,000 t/d	1,500 t/d
石灰石	309,870	413,160	619,740
粘土	54,945	73,260	109,890
けい砂	19,305	25,740	38,610
鉄鉱石	3,218	4,290	6,435
石こう	12,375	16,500	24,750
石炭	31,433	41,910	62,865

註：キルン運転日数 330 d/y

VI-3 工場敷地の選定

VI-3-1 選定の要因

一般的にセメント工場の敷地を選定するために考慮すべき要因を次に示す。

- (1) 石灰石ならびに粘土原料が経済的に輸送可能な範囲内に得られること
- (2) けい砂、鉄鉱石、石こう等のように少量使用する原料の入手
- (3) セメント市場、販売中心地からの距離
- (4) 工場敷地に出入する輸送機関
- (5) 電力、水等のユーティリティー
- (6) 降雨、風向、洪水等の自然条件
- (7) 付近の労働力(質ならびに量)
- (8) 地質
- (9) 面積、用地造成の難易
- (10) 環境

VI-3-2 工場敷地の候補地

石灰石ならびに粘土の鉱床の近隣地区にネパール鉱山局によりあらかじめ下記5ヶ所の候補地が選定されていたので、その周辺を含めて調査の対象とした。

地名		備考
(1) ガイガット (Gaighat)	付近	ガイガット町に近接している
(2) ルパニ (Rupani)	付近	東西ハイウェイ沿い
(3) ラハン (Lahan)	付近	同上
(4) ベルタル (Beltar)	付近	粘土鉱床に近接している
(5) ムルクチ (Murkuchi)	付近	石灰石鉱床に近接している

各候補地の位置については、図10-1-1参照

VI-3-3 敷地の選定

各候補地についてVI-3-1に示した要因に基づいて検討し、ガイガット近傍の図示(図面C-02参照)の位置(北緯26°46'50"、東経86°41'00"付近)を敷地に推薦する。

理由

- (1) 石灰石鉱床および粘土鉱床からの距離のバランスがとれており、且つ経済的に輸送可能な距離にある。(V-2参照)

- (2) ネパール王国を東西に縦貫するハイウェイに近く、これと結ぶ道路建設が別途実施されることにより（X-1 参照）、燃料、原料、諸資材ならびに製品の輸送が容易になる。
- (3) 電力は東西ハイウェイ沿いに建設される東西送電幹線より供給可能である。（別途実施の送電線による）又水はトリジュガ川および井戸より容易に得られる。
- (4) ウダイプール地区のなかでは現在開発された地区であり、工場要員の確保ならびに機器のメンテナンスに有利である。
- (5) 水はけがよくかつ十分な面積をもった造成の容易な土地が存在している。（図面 C-03 参照）
- (6) トリジュガ川南側台地であるので洪水の懼れはない。

註：敷地をルパニ又はラハン付近に選定すれば、東西ハイウェイ沿いであるので製品の搬出には有利となるが、主原料の石灰石ならびに粘土の輸送距離が増加し総合的には不利となる。

VI-4 ユーティリティー

VI-4-1 燃 料

(1) 燃料の選定

セメント焼成用燃料として、一般に重油及び石炭が使用されているが、その選定にあたって考慮しなければならない点は、燃料費、調達条件、品質及び使い易さである。

ネパール王国に於いては、重油、石炭いずれの場合も輸入に頼ることになるが、上記の条件を重油及び石炭について比較検討した結果、このプロジェクトの場合、焼成用燃料としてインド産石炭を推薦するものである。

その理由は下記の通りである。

このプロジェクトのインド産石炭による焼成用燃料費は、後述の通り約65Rs/t-クリンカと推定され、重油を使用した場合の推定値、約150Rs/t-クリンカに比較してはるかに有利である。

又、隣接したインドより石炭を輸入する方が購入の安定性、輸送の容易さの面で、重油の輸入よりも有利である。

燃料の品質、特にそのバラツキ及び燃料系統設備の運転操作の容易性に於いては、重油が石炭より若干優れてをり、又初期設備投資は重油の方が若干有利であるが上記燃料費の大きな有利性を考慮すると、総合してインド産石炭が推薦される。

(2) 石炭の使用原単位及び燃料費

(i) 使用原単位

乾式SPキルン焼成用熱量

$$850 \times 10^3 \text{ kcal/t-クリンカ}$$

石炭の低位発熱量

$$\text{平均 } 6,700 \text{ kcal/Kg-石炭}$$

(コール・インディアリミテッドによるアッサム炭品質仕様より算出した)

使用原単位

$$\frac{850 \times 10^3}{6,700} \div 127 \text{ Kg-石炭/t-クリンカ}$$

(ii) 燃 料 費

石炭価格

$$510 \text{ Rs/t-石炭}$$

燃 料 費

$$0.127 \times 510 \div 65 \text{ Rs/t-クリンカ}$$

(ii) 参 考

重油を使用すると仮定した場合の燃料費は下記の通りである。

重油の低位発熱量

$$9,750 \text{ kcal/Kg-重油}$$

使用原単位

$$\frac{850 \times 10^3}{9,750} \div 87 \text{ Kg-重油/t-クリンカ}$$

重油価格

$$1,765 \text{ Rs/t-重油 (1,200 IC/kg-重油)}$$

(ネパールオイルコーポレーションにて聴取)

燃料費

$$0.087 \times 1,765 \div 153 \text{ Rs/t-クリンカ}$$

(3) アッサム炭の品質

インド産石炭の代表的種類の1つである、アッサム炭の品質仕様をここに記載する。

(出典：コール インデア リミテッド)

(i) 高位発熱量

$$\text{平均 } 6,500 - 7,500 \text{ kcal/Kg}$$

(最小 6,065、最大 7,755)

(ii) 化学成分 (%)

項 目	平均	最小	最大
灰 分	15	4	18
揮 発 分	40 - 42	34	43
固 定 炭 素	45 - 50	40	53
炭 素	66 - 74	60	77
水 素	4.8 - 5.6	4.2	5.8
イ オ ウ	3 - 4	1.5	4.1
窒 素	1 - 1.2	0.9	1.3

(iii) 灰分の化学成分 (%)

SiO ₂	48 - 52
Al ₂ O ₃	24 - 30
Fe ₂ O ₃	18 - 26
CaO	0.8 - 1.8
MgO	0.6 - 1.6
アルカリその他	2.5 - 3.5

(Ⅳ) 粒度分布 (%)

7.6 mm 以上	: 1.1
7.6 - 2.5 mm	: 1.9
2.5 - 1.3 mm	: 1.6
1.3 - 0.6 mm	: 1.1
0.6 - 0.3 mm	: 1.6
0.3 mm 以下	: 2.7
合 計	10.0

(Ⅴ) 水 分

平 均 2 - 3 %

(最小 1.7 %、最大 3.0 %)

注、本調査でアッサム炭の 1 試料について別途日本で試験し、結果を V-3 に示す。

VI-4-2 電 力

(1) ネパール東部の電力事情

現在ネパール東部地区には大規模な連携送電網はなく、わずかに地域的な 3.3kV および 1.1kV の送電網があるのみである。すなわち、(1)ピラートナガル (Biratnagar) 地区で、EEC (東部電力公社) の管轄による、ディーゼル発電 (2,530kW) とインドからの受電による 3.3kV ライン、(2)東部国境パドゥラプー (Bhadrapur) 地区のインドからの受電による 3.3kV ライン、(3)シラ (Sirha) 地区のインドからの受電による 1.1kV ラインおよび(4)ダンクータ (Dhankuta) 地区の水力発電 (240kW) による 1.1kV ラインである。これらの各ラインは、(4)を除き、現在計画進行中のカンカイ (Kankai) 水力発電所 (出力 37MW) 完成のあかつきには、13.2kV 送電線によって結ばれるべく電力局で計画がなされている。

東部地区の電力需要は、当然ながら上記の地域に限られ、1976/77 年度で約 6,000kW である。当地区の将来の電力需要の伸びは、電力局の予想によれば 1989/90 年度までは 15% (同年度末での需要予想 48,000kW)、それ以降 10% 程度の伸びが見込まれている。すなわち、カンカイ発電所完成時は当地区の需要をまかなってなお余力があるが、数年後には不足することになる。この対策として、電力局では 13.2kV 東西幹線の送電網の建設とともに、バグマティ (Bagmati) 発電所 (中部地区、バグマティ川、出力 70MW)、カムラ (Kamala) 発電所 (中・東部境界、カムラ川、出力 30MW) 等の建設計画がなされている。(図 2-2-4 参照)

なお当地区には幾つかの数百kW 級マイクロ水力発電所建設計画がなされている。

(2) 本プロジェクトへの電力供給

(3)に述べるように、本プロジェクトに要する電力はつぎの通りである。

750 t/dの場合	6,000 kW
1,000 t/dの場合	7,500 kW
1,500 t/dの場合	11,000 kW

いずれの場合にも、132kV東西幹線から受電する計画を本案とする。以下に水力発電設備もしくはディーゼル発電設備の新設と比較して述べる。

(a) 132kV受電

東西幹線からプラント・サイトまで約25kmの送電線布設が必要であるが、この工事はネパール国側にて施工されるものとする。(X-1-4参照)

ネパール国では、地域により、また用途によって受電契約が異なる。中部および東部地域での現行電力料金を表6-4-1に示す。(本プロジェクトに関する電力費については(3)(v)項参照。)

表6-4-1 現行受電単価

項 目		管 轄 需要種別 単位	E E C (※1)			N E C (※2、3)		
			小 口	中 間	大 口	小 口 100kW 以下	中 間 >100kW	大 口
供 給 電 圧		V/kV	230/400V	2.3kV	11kV			
工 業 用	基本料金	Rs/KA・月	5.0	9.0	(※3)	6.5	23.0	(※3)
	電力量料金	Paisa/kWh	40	30	(※3)	25	20	(※3)
商 業 用	基本料金	Rs/KA・月				-	>50kW 18	-
	電力量料金	Paisa/kWh				-	20	-
輸 出	電力量料金	Paisa/kWh	-			I.C.14NP		
灌 漑 用	電力量料金	$\frac{\text{Paisa}}{\text{kWh}}$	30~35	-	-	25		
仮 設 用	電力量料金	$\frac{\text{Paisa}}{\text{kWh}}$	70	-	-	75		

注、※1 - Eastern Electricity Corporation

※2 - Nepal Electricity Corporation

※3 - 特別高圧(11kVあるいはそれ以上)での受電の際は別途契約となるが、本レポートでは仮に中間容量契約の単価が適用されるものとする。

・西部地域での単価は下の通り。

基本料金 7.5 Rs/KA・月

電力量料金 20 Paisa/kWh

本プロジェクトに適用される単価を日本の場合（特別高圧）と比較すると下のようになる。

	EEC単価	NEC単価	日本の平均（概略）
基本料金（円/kW・月）	180	460	1,000
電力量料金（円/kWh）	6	4	10

(b) 水力発電所新設

(i) 水源

トリジュガ川の北を東に流れるスン・コシ川は、図4-1-3にみられるように乾期でも200m³/secの流量がある。ウダイプール附近では川の地形がダムに適していることを加味すると、優に数万kWの水力発電が可能である。ちなみにこのスン・コシ川に関連して、1960年代よりかんがいを含めた調査がなされており、別個に地方行政中心地への電力供給を目的とする小型（もしくはマイクロ）発電所建設のための調査が計画されている。

(ii) かんがい

発電用のダムはまた下流域のかんがいに有効に利用できる。サガルマタ県に関する限り、南部タライのかんがいは、スン・コシ川とは無関係に進んでいる。すなわち、トリジュガ川下流のファテプール（Fatepur）に設けられた取水せきを水源とする東部サプタリ（Saptari）ゾーンのかんがい設備が既に存在し、一方西部カムラ（Kamala）川周辺でかんがい計画が実施に移されている。さらに当タライ地区は地下水が豊富で、上記以外のタライでは揚水によるかんがいが計画されている。

(iii) ガイガット地区の電力負荷

ガイガットには現在、公共の電力供給はない。本プロジェクトによって当地域に電力が供給された場合に考えられる負荷としては、家庭用他の照明、農業用では小規模なかんがい、精米等があり、当面合計数百kWが予想される。

(iv) 水力発電所建設の是非

発電用ダムの建設には多額の初期投資を要し、本プロジェクト以外に見るべき負荷のない当地区では、中規模（数万kW）の水力発電所の建設は急を要しないといえよう。ちなみに、図2-2-4によれば、東部地域のカンカイ発電所完成時点（1982/83年度）での予想負荷は20MWで、同発電所出力37MWをかなり下まわっている。

(c) ディーゼル発電設備

セメント工場における負荷は、原料工程、クリンカ焼成工程、セメント粉砕工程の三つに分けられ、それぞれの工程での負荷変動は小さい。本プロジェクトの場合には

750 t/d、1,000 t/d、1,500 t/dの規模に応じ、2.5MW、3.5MWないし4.5MWの発電機を4台（いずれの場合も予備機1台を含む）設備すると、安定した電力供給ができる。これに要する設備費用は大略5,000～8,000万Rs（10～16億円）程度が見込まれる。

ネパールではディーゼル油を輸入に頼らざるを得ないので、現在の市販価格22Rs/l（44円/リットル）で計算すると燃料費が約8円/kWhとなる。これだけで後述する受電単価6.4円/kWhを大きく上まわり、経済的には受電と競合できない。ただし、停電の場合の非常用電源として200～400kWのディーゼル発電設備を工場設備の一部として設置することが必要であろう。

(3) 本プロジェクトの所要動力と電力費

石灰石鉱山およびセメント工場における所要動力は、設備動力、負荷率、需要率等を勘案して下の通り計算される。

(i) 設備動力

	I (750t/d)	II (1000t/d)	III (1500t/d)
a 石灰石鉱山 (ロープウェイを含む)	1,400kW	1,600kW	2,100kW
b 原料部門 (受入貯蔵、乾燥粉碎および 粉末貯蔵)	3,700	4,600	6,200
c 焼成部門 (石炭粉碎設備を含む)	2,000	2,400	3,300
d 製品部門 (石こう受入粉碎設備を含む)	2,200	2,700	4,000
e 出荷部門	200	250	300
f 間接部門 (ユティリティ、照明、他)	400	450	600
合計 (kW)	9,900	12,000	16,500

(ii) 平均電力

	I	II	III
a 電力原単位 (※1) (kWh/t・セメント)	130	128	125
b セメント生産量 (t・セメント/h)	32.8	43.7	65.6
c 平均電力 (kW) (a) × (b)	4,300	5,600	8,200

(iii) 所要最大電力

	I	II	III
a 需要率(※2)(%) (最大電力/設備動力)	61	63	67
b 最大電力(kW) (設備動力×a)	6,000	7,500	11,000
また参考までに、平均電力より試算すると、			
c 負荷率(※3)(%) (平均電力/最大電力)	72	74	75

注※1 従来の実績からの推定。小規模になるほど大きくなる。

※2 (1)ロープウェイ、原料受入設備等瞬時負荷は大きい、連続的には軽負荷である設備があり、(2)原料、クリンカ、製品サイロ等が複数個設置されている等の理由で需要率が小さくなっている。

※3 本プロジェクトの場合、焼成部門に比べ、原料および製品部門の能力が大きく運転時間が少ないため、負荷率は小さくなっている。

※4 建設工事に必要な電力については、X-1-4参照。

(iv) 電力費試算

上記の諸条件で本プロジェクトの電力費を試算すると下の通りとなる。

項 目	単 位	I (750t/d)	II (1000t/d)	III (1500t/d)
1. 電力原単位	kWh/t·ce	130	128	125
2. 最大電力	kW	6,000	7,500	11,000
3. セメント生産量	t/y	259,875	346,500	519,750
4. 総電力消費量	10 ⁶ kWh/y	34	44	65
5. 基本料金(年間) (2)×Rs.9×12m	10 ³ Rs/y	700	800	1,200
6. 電力量料金 (4)×Rs.030	10 ³ Rs/y	10,000	13,200	19,500
7. 合計料金(5)+(6)	10 ³ Rs/y	10,700	14,000	20,700
8. セメントt当り電力費	Rs/t·ce (円/t·ce)	41 (約820)	40 (約800)	40 (約800)
9. 電力単価	Rs/kWh (円/kWh)	0.32 (約6.4)	0.32 (約6.4)	0.32 (約6.4)

(4) 電気方式

本プロジェクト(含石灰石鉱山)に採用される送配電および制御にかかる電気方式は下の通り。

特別高圧(受電)

AC 13.2KV 50Hz(ヘルツ) 3相 3線式 1回線(※1)

高圧(配電および大型電動機)

AC 6.6KV 50Hz 3相 3線式(※2)

低圧動力(電動機および大型ヒータ等)

AC 400V 50Hz 3相 4線式

制御・照明

AC 230V 50Hz 単相 2線式

AD 100V

注※1. 13.2kV東西幹線が2回線で布設される場合、本受電線も2回線とすることが望ましい。

※2. 石灰石鉱床への送電線は、本プロジェクト実施の段階で、諸設備の最終仕様および周辺部落への所要送電電力等を勘案し、下によることもあり得る。

特別高圧 AC 11kV 50Hz 3相 3線式

Ⅵ-4-3 用 水

(1) 用 水 計 画

プラント及び従業員住居に於いて使用される各種用水量は、下記の通りである。

工業用水 : 400t/h (1,500t/dベースの場合)

工場内上水 : 35t/d (従業員水 350人)

住居用上水 : 150t/d (300世帯 1,500人)

一方、トリジュガ川本流の水量は後述の測定結果より、乾期でも2,000t/hであり、これを用水として充分利用出来る。

用水計画に於いては、次の点を考慮して行うことを薦める。

(i) 工業用水は、取水を濾過した後、1,500t~2,000tの貯水池に貯水して使用する。

十分な工業用水が取得困難なセメントプラントに於いては、一般に工業用水を循環使用する方法が採用されるが、このプロジェクトの場合、十分な取水が可能であるため、全量を川下に放流して差し支えないものとする。又、このプロジェクトに推薦したプロセスを有するセメントプラントの工業用水は、その殆んどすべてが冷却水であるため、ダスト、油等を除去する適切な装置を通して慎重に放流すれば河川汚染の問題はない。

- (ii) 工場内上水及び住居用上水は、取水を河過滅菌して供給するものとする。
- (iii) トリジュガ川の測量測定結果から見て、伏流量も可成り多いと見られるので、後述の水量測定位置の付近に井戸を設置することによって可成りの取水量が期待出来ると考えられる。

一方、今回の調査は乾期に行われたため、雨期に於ける河水の汚濁の程度は不明である。したがって、プラントの設計に際しては、上記の点を更に調査検討の上、取水方法を決定する必要がある。

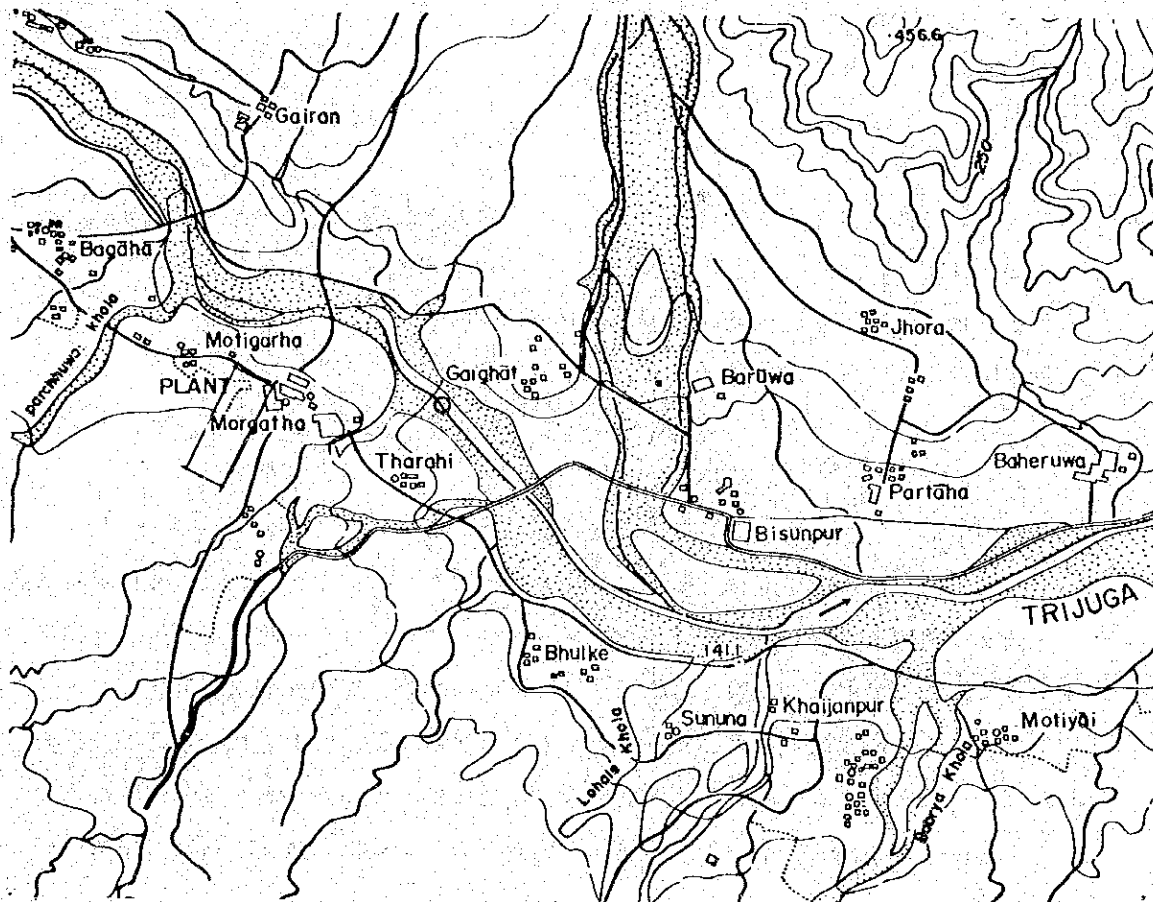
尚、トリジュガ川及びその周辺の井戸より採取した水は、水質試験の結果、セメントプラントの工業用水として使用可能である（V-3-2原料の試験結果参照）

(2) トリジュガ川の流量測定結果

- (i) 測定月日 昭和53年2月7日
- (ii) 測定地点 ガイガット附近の図示の位置

図6-4-1 流量測定地点位置図（1：50,000）

○：流量測定点



(iii) 測定時の流況概要

測定時は、該地域の乾期に当って居り、河床（巾約400m）の大部分が露出し、その中に3条の狭い水流（巾6m～9m、水深20cm前後）が見られるのみである。

測定時直近の降雨日は1月21日（降雨量は不明）であった。なお、測定時の天候は曇。風力は静穏であった。

(iv) 測定の方法

前述の3条の流水につき、それぞれ次のようにして測定を行った。

以下便宜上、3条の流水をそれぞれ南流水、中央流水、北流水と称することとする。

(a) 断面測定

流水巾及水深が延長10m以上にわたってほぼ一定の区間を選び、その区間中央に於ける流水断面を測定。

(b) 流速の測定

(a)で測定した断面の上流5mの地点から浮子を流し、それが1.0m流下するに要する時間を測定。これを3回繰返す。

(v) 測定結果

3条の流水断面積及流速を表6-4-2に示す。

表6-4-2 流量測定結果

	巾(m)	(1)断面積(m ²)	(2)流速(m/秒)	(1)×(2)m ³ /秒
南流水	5.7	0.82	0.58	0.48
中央流水	7.8	0.99	0.26	0.26
北流水	9.0	1.22	0.07(注)	0.08(注)

(注) 北流水は流速が他に較べて遅く、かつ測定値にバラつき多く、データとして採用しない。

(vi) 流量

上記により、北流水は無視して、南及び中央の2つについて断面積と流速を乗じたものの和を求めると、

$$Q = 0.48 + 0.26 = 0.74 \text{ m}^3/\text{s} = 2.7 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{となる。}$$

しかし、本測定に於ける流速は表面流速であること、及び流水の縁辺部は他よりも流速が遅い等の理由による補正が必要である。

補正率を30%（減）と仮定すると

$$\text{流量} = 2.7 \times 10^3 \times (1.0 - 0.3) = 1.9 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{h}$$

北流水は上記の計算に含まれていない点を考慮し、流量は概ね2000m³/hと考えてよい。

VI-5 製品の輸送方法

セメントは他の工業製品に比較し、重量の割に価格が安く、従って運賃の負担力がきわめて弱い商品である。従ってより合理的に輸送を実施することが重要で、このため種々の方法が考案されている。

輸送コストを低下させるためには、云うまでもなく大量輸送が有利であるが、これは使用する輸送機関に左右され、又セメントの容器にも関連する。以下、本プロジェクトに利用し得る輸送方法について述べる。

VI-5-1 輸送機関

ネパールにはジャナカプール (Janakpur) とインド領のジャイナガル (Jaynagar) を結ぶ狭軌以外に鉄道はない。従って輸送機関はトラックが主となる。

(但しインドに輸出する場合にはインド内にはいってから鉄道につみかえる事はある。) 現在は 7.5 ton 積のトラックが使用されている。将来道路事情の許す範囲で大型車の使用が望ましい。

VI-5-2 容器

現在ネパールならびにインドでは、ジュートバッグが主として使用されている。この場合袋の布地をとおしてセメントが散逸するとともに、外部の湿分を吸収し品質の低下を招きやすい。

従って、出来れば紙袋に変更することが望ましいが、それと共に下記理由でなるべくバラ輸送に切換えるべきであろう。即ち(1)容器代の節減が可能 (2)解袋作業が不要、(3)袋詰品に比して荷役費の節減が可能、(4)荷役が天候に左右されず、(5)かつ品質の保持が容易である。バラ輸送は受入側に小型のサイロを設ける必要はある。次にバラ輸送について1～2例を示す。(なお、今回の計画ではバラ積設備のスペースを設けることを推薦している。)

(1) バラコンテナ

これは合成ゴム等で作られた容量 2.5～3.0 ton 程度の袋である。これは繰返し 100 回位使用可能であり、2.5 ton の場合価格は約 3,600 Rs/袋である。従って 1 回 ton 当り約 15 Rs となりジュートバッグの 60 Rs/ton に比較し安価である。セメントの出入は容易である。但し重量があるので取扱いに機械力を必要とする。中規模以上の需要に適當である。

(2) バラトラック

バラトラックは更に大口の需要に適する。トラックの荷台がコンテナになっていて、積み込み、輸送、荷おろしが、運転手 1 人でできるようになっている。ダム建設等の大口

の公共事業には好適である。

Ⅵ-5-3 中継出荷基地

最終需要先は多数あり、広範な地域にひろがっている。又、使用量や出荷時期もまちまちである。従って生産工場から直接需要先に輸送するよりも、大きい市場の近くに中継の出荷基地を設ける方が合理的な輸送が可能となり、有利なことがある。

将来、需要の拡大にともない一考の要があると思われる。

Ⅵ-5-4 輸送道路

これについてはⅡ-2-2、Ⅳ-2ならびにⅩ-1参照。

(1) 国内市場

セメントはガイガットーカタウナ道路により東西幹線道路に輸送され次いでこの東西幹線道路、ならびに支線道路をへて分布される。

(2) 輸 出

(i) インド

Ⅹ-1記載のルート②若しくはルート④を使用する。又ラハンとタリを結ぶ道路が改善されれば、この道路も使用出来る。

(ii) パングラデッシュ

Ⅹ-1記載のルート①を使用する。

第Ⅶ章 プラント基本計画

Ⅶ-1 規格・法規

本プロジェクトに関連のある規格・法規を以下に示す。

尚、ネパール王国で不備のものもあり、これらについては必要に応じ他国のものを使用することとする。

Ⅶ-1-1 規 格

- (1) 土木建築関係 : インド建築規準
(National Building Code of India, By The Indian Standards Institution)
- (2) 機 械 関 係 : 国際的に認められているもの
例えば ISO, JIS, DIN, BS, ASTM, 等
- (3) 電 気 関 係 : 国際的に認められているもの
例えば JIS, JEC, JEM(日); DIN, VDE(独);
BS, IEE(英); NF, UTE(仏); ANSI, NEMA(米)
等、および IEC 推せん規格
- (4) セメントの品質 : Ⅶ-2 参照

Ⅶ-1-2 法 規

(1) 労働・企業関係

(i) 賃 金 法

(a) 賃金について:

ネパール官報 Vol. 12, No. 44 C April 12, 1963

(b) 工業労働者に対する最低賃金:

ネパール官報 Vol. 25, No.38 January 5, 1976

(c) 賞 与 法:

ネパール官報 Vol.27, No.32 September 22, 1977

(ii) 工 場 法

(a) 工場ならびに工場労働者法:

ネパール官報 Vol. 23, No. 74 (March 24, 1974)

(b) 工場ならびに工場労働者規則:

ネパール官報 Vol. 13, No. 6 (May 20, 1963)

(III) 工 業 法

(a) 工業企業法 1974 :

ネパール官報 Vol. 23, No. 74 (March 24, 1974)

(b) 工場法 1965 :

ネパール官報 Vol.15, No. 14 (August 30, 1965)

(IV) 開発会議ならびに公社法

(a) 開発会議法 1956 :

ネパール官報 Vol. 13, No. 29 (February 28, 1964)

(b) 公社法 1964 :

ネパール官報 Vol. 23, No. 32 A (August 31, 1973)

(V) 公共事業法

(a) 公共事業運営法 1975 :

ネパール官報 Vol. 7, No. 11 (December 6, 1957)

(b) 官房長官 (The Home Secretariat) 通知, 1957 :

ネパール官報 Vol. 7, No. 34, (December 9, 1957)

(c) 公共設備 (防衛) 法 1955 :

ネパール官報 Vol. 17, No. 29-A (October 23, 1967)

(2) 税 法

(i) 所得税法

(a) 所得税算定率 :

ネパール官報 Vol. 26, No. 14 A (August 27, 1976)

(ii) 輸入税法

(a) 輸入税法 1976/77

(iii) 道路税法

各種車輛に対する道路税率、July, 1976

(3) 道 路 法

(i) ネパール道路規準 1970

(4) 鉞 業 法

(i) ネパール鉞山法 1966 :

ネパール官報 Vol. 16, No. 27 A (September 25, 1966)

(5) 其 の 他

(i) 土地造成ならびに再定住法

(a) 土地造成法 1963 :

Legal Codes

- (b) 土地造成規則 1967 :
ネパール官報 Vol. 18, No. 5 (May 13, 1968)
- (c) 廃棄土地の分配禁令 1969 :
ネパール官報 Vol. 18, No. 39 (January 13, 1969)
- (d) 定 住 局 :
ネパール官報 Vol. 19, No. 33 (September 15, 1969)
- (e) 中央再定住会議の成立 :
ネパール官報 Vol. 19, No.31 (November 17, 1969)
- (f) 県再定住会議の成立 :
ネパール官報 Vol. 19, No. 27 (October 13, 1969)
- (g) ラプチ (Rapti) 盆地開発土地法 :
ネパール官報 Vol. 18, No.39 (April 10, 1969)
- (h) ラプチ盆地開発土地規則 :
ネパール官報 Vol. 17, No. 43 (February 12, 1968)
- (ii) 都市計画および地域開発法
 - (a) 都市開発委員会法 1963 :
ネパール官報 Vol. 16 , No. 27 A (September 25, 1966)
 - (b) 都市開発計画 (実施) 法 1973 :
ネパール官報 Vol. 22, No. 54 (March 6, 1973)
 - (c) 地域開発計画 (実施) 法 1956 :
ネパール官報 Vol. 13, No. 29 (February 28, 1964)

Ⅶ-1-3 環 境 規 則

環境について特に規制はないが、本プロジェクトの実施にあたっては環境の保全について特に注意する必要がある。

Ⅶ-2 セメントの品質

Ⅶ-2-1 製造するセメントの品質

本プロジェクトで製造するセメントは普通ポルトランドセメントとする。「Ⅴ-3原料」の項で述べたように、ウダイプール (Udaipur) 地区の原料は普通ポルトランドセメントを製造する原料として適した品質を備えており、良質の普通ポルトランドセメントを製造することが可能である。

尚、普通ポルトランドセメントの代表的な規格を以下に示すが、これらの規格の普通ポルトランドセメントはこの地区の原料でいづれも製造可能である。

国名	規格番号	セメントの種類名
イギリス	BS 12 (1971)	Ordinary portland cement
アメリカ	ASTM C-150 (1976)	Type I
インド	IS : 269 (1968)	Ordinary portland cement
西ドイツ	DIN 1164 (1970)	PZ 350 L
日本	JIS R 5210 (1977)	普通ポルトランドセメント

又、ネパールに於ける市販セメントの品質例を参考資料として表7-2-1に示す。試料セメントはヒマールセメント社製であり、その工場に於いて入手したものである。

表7-2-1 ネパールに於ける市販セメントの品質例

粉末度 ブレン比表面積	曲げ強さ (kg/cm ²)			圧縮強さ (kg/cm ²)		
	3日	7日	28日	3日	7日	28日
3130 cm ² /g	26.3	34.2	52.3	102	150	236

注) 上記試験は JIS R 5210 に従って日本で実施したものである。

Ⅶ-2-2 原料の調合割合

(1) セメントの係数

セメントの係数は製造されたセメントの品質、使用する原料の品質、あるいは製造コスト等を考慮して設定されるが、本プロジェクトで製造される普通ポルトランドセメントの各係数はその標準設定値を下記の通りとする。

$$HM (水硬率) = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2.10$$

$$SM(\text{珪酸率}) = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2.6$$

$$IM(\text{鉄率}) = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = 1.8$$

原料の調合計算に於けるクリンカーの各係数の標準設定値は上記の係数と同一とし、更にこれ以外の係数值として $SM = 2.4$ 及び 2.2 、又 $HM = 2.05$ の場合についても合せて計算した。

(2) 原料の化学成分

各原料の化学成分は以下に示す試料についてその分析結果の平均値から算出し、これを用いて調合計算を行なった。

(i) 石灰石

シンドリ (Sindali) 石灰石のドリリングコア試料

BH-10 (15 試料) 及び BH-16 (17 試料) 合計 32 試料

(ii) 粘土 (1)

ベルタル (Beltar) 粘土試料

北鉍床 { B-28, B-30, B-54, B-55, B-80, B-1030, B-1340, B-1390, B-1430, }

南鉍床 { B-1230, B-1270, B-1290, B-1510, B-1540, B-1560, B-1580, B-1590A, B-1600, B-1630, B-1810, B-1830 }

合計 21 試料

(iii) 粘土 (2)

ベルタル粘土試料

東鉍床 { 2,1,1, 2,1,3, 2,1,4, 2,1,5, } 合計 4 試料

(iv) けい砂

トリジュガ (Trijuga) 川けい砂

No.1 1 試料

(v) 鉄鉍石

ブルチョキ (Phulchoki) 鉄鉍石試料

No.1 1 試料

(vi) 石炭の灰分

アッサム (Assam) 炭の灰分分析結果報告資料からその平均的化学成分を算出した (IV - 4 参照)

各原料の化学成分を表7-2-2に示す。

表7-2-2 原料の化学成分

		石灰石	粘土(1)	粘土(2)	けい砂	鉄鉱石	石炭の灰分
化学成分 (重量%・乾ベース)	L.O.I.	43.5	5.8	4.8	1.4	1.1	0
	SiO ₂	0.8	64.0	71.2	86.1	8.0	47.9
	Al ₂ O ₃	0.4	18.4	15.0	6.1	7.8	25.8
	Fe ₂ O ₃	0.2	6.1	4.2	1.5	80.0	21.1
	CaO	53.1	0.2	0.2	0.4	1.2	1.2
	MgO	1.7	1.1	0.8	0.3	0.4	1.1
	SO ₃	0.01	0.02	—	—	0.01	—
	Na ₂ O	0.02	0.17	0.17	0.72	0.04	} 2.9
	K ₂ O	0.10	3.17	2.63	2.06	0.46	
	合計	99.83	98.96	99.00	98.59	99.01	100.0
	P ₂ O ₅	0.108	0.042	—	—	0.017	—
Cl	0.000	0.003	—	—	0.000	—	

(3) 原料の組合せ

粘土原料のSiO₂含有量は東鉱床のものは主鉱床の北及び南鉱床の場合よりやや高めである。従って調合計算に於ける原料の組合せはけい砂と北及び南鉱床粘土を組合せる場合を主体とし、更にけい砂の代りに東鉱床粘土を使用して、北および南鉱床粘土と組合せる場合についても合わせて計算した。

表7-2-3に標準組合せ(№1)及びその他の4種の原料の組合せ並びにそれぞれのクリンカーの係数設定値を示す。

表7-2-3 原料の組合せ

組合せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
石	灰 石	○	○	○	○	○
粘	土 (1)	○	○	○	○	○
粘	土 (2)					○
け	い 砂	○	○	○	○	
鉄	鉱 石	○	○	○	○	○
クリンカー の係数 (設定値)	HM	2.10	2.10	2.10	2.05	2.10
	SM	2.6	2.4	2.2	2.6	2.6
	IM	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

(4) 原料の調合割合

原料の調合割合(乾ベース)、調合原料の化学成分、クリンカーの化学成分及びクリンカーの鉱物組成の計算結果をそれぞれ表7-2-4～表7-2-7に示す。

表7-2-4 原料の調合割合

組合せ	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
石 灰 石	80.081	80.009	79.928	79.650	80.161
粘 土 (1)	14.158	15.822	17.690	14.506	1.826
粘 土 (2)	0	0	0	0	17.073
け い 砂	4.957	3.316	1.473	5.020	0
鉄 鉱 石	0.804	0.853	0.909	0.824	0.940
合 計	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

(重量%、乾ベース)

表 7 - 2 - 5 調合原料の化学成分

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
化学成分 (重量%・乾ベース)	L ₂ O ₃	35.7	35.8	35.8	35.6	35.8
	SiO ₂	14.0	13.7	13.3	14.3	14.0
	Al ₂ O ₃	3.3	3.5	3.7	3.4	3.3
	Fe ₂ O ₃	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7
	CaO	42.6	42.5	42.5	42.4	42.6
	MgO	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5
	SO ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	—
	Na ₂ O	0.08	0.07	0.06	0.08	0.05
	K ₂ O	0.63	0.65	0.68	0.65	0.59
	合計	99.52	99.63	99.65	99.74	99.54
調合原料の 係 数 (計算結果)	P ₂ O ₅	0.093	0.093	0.094	0.092	—
	Cl	0.000	0.000	0.001	0.000	—
	HM	2.23	2.23	2.23	2.18	2.23
	SM	2.8	2.5	2.3	2.8	2.8
	IM	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9

表 7-2-6 クリンカーの化学成分

組 合 せ		№1	№2	№3	№4	№5
化学成分 (重量%)	SiO ₂	22.3	21.8	21.3	22.7	22.4
	Al ₂ O ₃	5.5	5.8	6.2	5.6	5.5
	Fe ₂ O ₃	3.1	3.2	3.5	3.1	3.1
	CaO	65.0	65.0	64.9	64.5	65.1
	MgO	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3
	合計	98.3	98.2	98.3	98.3	98.4
クリンカーの 係 数 (計算値)	HM	2.10	2.10	2.10	2.05	2.10
	SM	2.6	2.4	2.2	2.6	2.6
	IM	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

表 7-2-7 クリンカーの鉱物組成

組 合 せ		№1	№2	№3	№4	№5
*1 鉱物組成 (重量)	C ₃ S	53	54	56	48	53
	C ₂ S	24	22	19	29	24
	C ₃ A	9	10	11	10	9
	C ₄ AF	9	10	10	9	9
L.S.F. *2	0.91	0.92	0.94	0.89	0.91	

注) *1: クリンカー鉱物組成は Bogue の式に従って算出した。又、各クリンカー鉱物の略号はそれぞれ下記の化合物を示す。

C₃S 珪酸三石灰 3 CaO • SiO₂
 C₂S 珪酸二石灰 2 CaO • SiO₂
 C₃A アルミン酸三石灰 3 CaO • Al₂O₃
 C₄AF 鉄アルミン酸四石灰 4 CaO • Al₂O₃

*2: L.S.F. (石灰飽和度) は BS 12 に規定される式に従って算出した

上記の計算に於いては石炭の発熱量 = 6,500 Kcal/kg(低発熱量)、灰分の含有量 = 15% (無水換算)、クリンカーの焼成熱量 = 850,000 Kcal/t・クリンカーとし、従って、石炭の灰分混入量は 20 kg/t・クリンカーとして計算した。又、製造中に於けるダストの飛散はないものとした。

実際の工場運転に於ける各原料の調合割合は、原料の附着、水分、化学成分の変動等があるため変更する必要がある。

組合せ№1の調合割合は本プロジェクトに於ける標準のものである。

(5) 原料原単位 (理論値)

原料の調合計算結果から理論的に必要な原料量を算出し、これを原料原単位 (理論値) として計算した。表 7-2-8 に各組合せの原料原単位 (理論値) を示す。

表 7-2-8 原料原単位 (理論値)

組合せ	№1	№2	№3	№4	№5
石灰石	1.2216	1.2214	1.2210	1.2120	1.2243
粘土(1)	0.2160	0.2415	0.2702	0.2207	0.0279
粘土(2)	0	0	0	0	0.2607
けい砂	0.0756	0.0506	0.0225	0.0764	0
鉄鉱石	0.0123	0.0130	0.0139	0.0125	0.0144
合計	1.5255	1.5265	1.5276	1.5216	1.5273

(t・乾ベース原料/t・石炭の灰分を含むクリンカー)

(6) 原料原単位 (実際値)

セメント製造中の原料損失を原料の 2.5% としてこれを原料原単位 (理論値) に加えて原料原単位 (実際値) を算出した。

表 7-2-9 に各組合せの原料原単位 (実際値) を示す。

表 7-2-9 原料原単位 (実際値)

組合せ	№1	№2	№3	№4	№5
石灰石	1.252	1.252	1.252	1.242	1.255
粘土(1)	0.222	0.248	0.277	0.226	0.029
粘土(2)	0	0	0	0	0.267
けい砂	0.078	0.052	0.023	0.078	0
鉄鉱石	0.013	0.013	0.014	0.013	0.015
合計	1.565	1.565	1.566	1.559	1.566

(t・乾ベース原料/t・石炭の灰分を含んだクリンカー)

VII-2-3 原料の調合割合 (燃料として Bihar 炭を使用した場合)

(1) セメントの係数

VII-2-2 参照

(2) 原料の化学成分

石灰石、粘土(1)、けい砂および鉄鉱石

VII-2-2 の表 7-2-2 参照

石炭の灰分

Bihar 炭の灰分の化学成分を表 7-2-10 に示す。

表 7-2-10 石炭灰分の化学成分 (%)

L.O.I.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Total
0.6	580	29.0	5.9	2.6	0.8	0.28	0.11	1.7	98.99

注 TiO₂ は Al₂O₃ に含まれている。

(3) 原料の組合せ

表 7-2-11 原料の組合せ

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石	灰 石	○	○	○	○
粘	土 (1)	○	○	○	○
け	い 砂	○	○	○	○
鉄	鉱 石	○	○	○	○
クリンカーの係数 (設定値)	HM	2.10	2.10	2.10	2.05
	SM	2.6	2.4	2.2	2.6
	IM	1.8	1.8	1.8	1.8

(4) 原料の調合割合

原料の調合割合(乾ベース)、調合原料の化学成分、クリンカーの化学成分をそれぞれ表 7-2-12~7-2-14に示す。

表 7-2-12 原料の調合割合

組 合 せ	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石 灰 石	80,650	80,576	80,495	80,217
粘 土 (1)	12,686	14,364	16,247	13,032
け い 砂	5,546	3,892	2,034	5,612
鉄 鉱 石	1,118	1,168	1,224	1,139
合 計	100,000	100,000	100,000	100,000

(重量%、乾ベース)

表7-2-13 調合原料の化学成分

組 合 せ		% 1	% 2	% 3	% 4
化 学 成 分 (重 量 % ・ 乾 ベ ー ス)	L.O.I.	35.9	36.0	36.0	35.7
	SiO ₂	13.6	13.3	12.9	13.9
	Al ₂ O ₃	3.1	3.3	3.5	3.2
	Fe ₂ O ₃	1.9	2.0	2.2	2.0
	CaO	42.9	42.8	42.8	42.7
	MgO	1.5	1.5	1.6	1.5
	SO ₃	0.01	0.01	0.01	0.01
	Na ₂ O	0.08	0.07	0.06	0.08
	K ₂ O	0.60	0.62	0.64	0.61
	Total	99.59	99.60	99.71	99.70
調 合 原 料 の 係 数 (計 算 結 果)	HM	2.30	2.30	2.30	2.24
	SM	2.6	2.5	2.3	2.7
	IM	1.8	1.6	1.6	1.6

表7-2-14 クリンカーの化学成分

組 合 せ		% 1	% 2	% 3	% 4
化 学 成 分 (重 量 %)	SiO ₂	22.4	21.8	21.3	22.7
	Al ₂ O ₃	5.5	5.9	6.2	5.6
	Fe ₂ O ₃	3.1	3.3	3.5	3.1
	CaO	65.0	65.0	65.0	64.5
	MgO	2.4	2.4	2.4	2.3
	Total	98.4	98.4	98.4	98.2
ク リ ン カ ー の 係 数 (計 算 値)	HM	2.10	2.10	2.10	2.05
	SM	2.6	2.4	2.2	2.6
	IM	1.8	1.8	1.8	1.8

上記の計算に於いては石炭の発熱量 = 5,455 kcal/kg (低発熱量)、灰分の含有量 = 1.96% (無水換算)、クリンカー焼成熱量 = 850,000 kcal/t・クリンカーとして計算した。

(5) 原料原単位 (理論値)

表 7-2-15 原料原単位 (理論値)

組 合 せ	% 1	% 2	% 3	% 4
石 灰 石	1.2210	1.2207	1.2204	1.2113
粘 土 (i)	0.1921	0.2176	0.2463	0.1968
け い 砂	0.0840	0.0590	0.0308	0.0847
鉄 鉍 石	0.0179	0.0177	0.0186	0.0172
合 計	1.5150	1.5150	1.5161	1.5100

(t・乾ベース原料 / t・石炭の灰分を含むクリンカー)

Ⅶ-3 プラント主要設備仕様

プラントの主要設備仕様を、プラント能力750 t/d、1,000 t/d及び1,500 t/d (いずれもクリンカーベース)について示す。

仕様中の記号Ⅰ、Ⅱ及びⅢは各々、750 t/d、1,000 t/d、及び1,500 t/dの場合を表す。

Ⅶ-3-1 セメント工場主要設備

(1) 石灰石置場

数	量	:	1基
型	式	:	露天層積
抽出設備	:	リクレーミング スクレーパー	
積置寸法	:	Ⅰ	24 mW×160 mL×10 mH
		Ⅱ	26 mW×170 mL×11 mH
		Ⅲ	30 mW×190 mL×13 mH
容	量	:	Ⅰ 22,000 t (湿量)
			Ⅱ 27,500 t (湿量)
			Ⅲ 41,500 t (湿量)

(2) 粘土置場

数	量	:	1基
型	式	:	屋根付層積
抽出設備	:	リクレーミング スクレーパー	
積置寸法	:	Ⅰ	20 mW×160 mL×9 mH
		Ⅱ	22 mW×170 mL×9 mH
		Ⅲ	26 mW×190 mL×11 mH
容	量	:	Ⅰ 14,500 t (湿量)
			Ⅱ 19,000 t (湿量)
			Ⅲ 29,000 t (湿量)

(3) 石灰石リクレーマー

数	量	:	1基
型	式	:	リクレーミング スクレーパー
能	力	:	Ⅰ 80 t/h (湿量)
			Ⅱ 110 t/h (湿量)
			Ⅲ 160 t/h (湿量)
運	転	時	間 : 20 h/d

(4) 粘土リクレーマー

数 量 : 1基
型 式 : リクレーミング スクレーパー
能 力 : I 20 t/h (湿量)
 II 30 t/h (湿量)
 III 40 t/h (湿量)
運 転 時 間 : 20 h/d

(5) 石灰石乾燥機

数 量 : 1基
型 式 : ロータリー ドライヤー
寸 法 : I 2.5 m ϕ × 25 m L
 II 2.8 m ϕ × 28 m L
 III 3.2 m ϕ × 32 m L
原 料 水 分 : 最大 5 %
乾 燥 物 水 分 : 1 %以下
能 力 : I 70 t/h (乾量)
 II 100 t/h (乾量)
 III 140 t/h (乾量)
運 転 時 間 : 20 h/d

(6) 粘土乾燥機

数 量 : 1基
型 式 : ロータリー ドライヤー
寸 法 : I 3.0 m ϕ × 30 m L
 II 3.3 m ϕ × 33 m L
 III 3.8 m ϕ × 38 m L
原 粉 水 分 : 最大 30 %
乾 燥 物 水 分 : 1 %以下
能 力 : I 12.5 t/h (乾量)
 II 17 t/h (乾量)
 III 25 t/h (乾量)
運 転 時 間 : 20 h/d

(7) 砂 置 場

数 量 : 1基
型 式 : 露天貯蔵

抽出設備 : ショベルローダー
貯蔵寸法 : I 12 mW × 50 mL × 3 mH
 II 13 mW × 55 mL × 3 mH
 III 15 mW × 70 mL × 3 mH
容量 : I 1,500 t (湿量)
 II 2,000 t (湿量)
 III 3,000 t (湿量)

(8) 原料ミル

数量 : 1基
型式 : 2室チューブミル、セパレーター付閉回路
寸法 : I 3.1 m ϕ × 9.9 mL
 II 3.6 m ϕ × 11 mL
 III 4.0 m ϕ × 10.8 mL
給鉱サイズ : 25 mm
粉末度 : 88 μ 残分 10 %
能力 : I 65 t/h
 II 90 t/h
 III 130 t/h
モーター : I 1,200 kW
 II 1,900 kW
 III 2,500 kW
運転時間 : 22 h/d

(9) 原料粉末、ホモジナイジングサイロ

数量 : 2基
型式 : コンクリート構造
寸法 : I 14 m ϕ × 18 mH
 II 15 m ϕ × 20 mH
 III 18 m ϕ × 22 mH
容量 : I 1,500 t × 2
 II 2,000 t × 2
 III 3,000 t × 2

(10) 原料粉末サイロ

数量 : 2基
型式 : コンクリート構造

寸法 : I 14 m ϕ × 18 mH
 II 15 m ϕ × 20 mH
 III 18 m ϕ × 22 mH
 容量 : I 2,000 t × 2
 II 2,500 t × 2
 III 4,000 t × 2

(11) キルン

数量 : 1基
 型式 : サスペンション・プレヒーター付、乾式
 寸法 : I 3.5 m ϕ × 62 mL
 II 3.9 m ϕ × 69 mL
 III 4.4 m ϕ × 82 mL
 能力 : I 750 t/d
 II 1,000 t/d
 III 1,500 t/d

運転時間 : 24 h/d、330 d/y

(12) クリンカークーラー

数量 : 1基
 型式 : グレートクーラー
 能力 : I 750 t/d
 II 1,000 t/d
 III 1,500 t/d

運転時間 : 24 h/d、330 d/y

(13) クリンカーサイロ

数量 : 2基
 型式 : コンクリート構造
 寸法 : I 14 m ϕ × 26 mH
 II 15 m ϕ × 28 mH
 III 18 m ϕ × 31 mH
 容量 : I 4,000 t × 2
 II 5,000 t × 2
 III 8,000 t × 2

(14) 石ころ置場

数量 : 1基
型式 : 露天貯蔵
抽出設備 : シュベルローダー
貯蔵寸法 : I 13 mW × 75 mL × 3 mH
 II 14 mW × 85 mL × 3 mH
 III 16 mW × 100 mL × 3 mH
容量 : I 2,500 t
 II 3,000 t
 III 4,500 t

(15) セメントミル

数量 : 1基
型式 : 2室チューブミル、セパレーター付 閉回路
寸法 : I 3.4 m ϕ × 11.4 mL
 II 4.0 m ϕ × 10.8 mL
 III 4.3 m ϕ × 12.7 mL
給鉱サイズ : 30 mm
粉末度 : プレン比表面積 3,100 cm²/g 以上
能力 : I 45 t/h
 II 60 t/h
 III 90 t/h
モーター : I 1,800 kW
 II 2,500 kW
 III 3,400 kW
運転時間 : 22 h/d

(16) セメントサイロ

数量 : 2基
型式 : コンクリート構造
寸法 : I 14 m ϕ × 25 mH
 II 15 m ϕ × 27 mH
 III 18 m ϕ × 29 mH
容量 : I 4,000 t × 2
 II 5,000 t × 2
 III 8,000 t × 2

(17) パ ッ カ ー

数 量 : I 3基
II 4基
III 5基
型 式 : ロータリー パッカー
能 力 : 100 t/h
運 転 時 間 : 6 h/d、6 day/week

(18) 石 炭 置 場

数 量 : 1基
型 式 : 屋根付、転圧層積
抽 出 設 備 : ショベル ロードー
積 置 寸 法 : I 20 mW×130 mL×4 mH
II 22 mW×150 mL×4 mH
III 26 mW×180 mL×4 mH
容 量 : I 6,000 t
II 8,000 t
III 12,000 t

(19) 石 炭 ミ ル

数 量 : 1基
型 式 : 堅型ローラー ミル
寸 法 : I 4.8 m ϕ ×6.2 mH
II 5.2 m ϕ ×6.8 mH
III 5.6 m ϕ ×7.6 mH
給 鉱 サ イ ズ : 25 mm
粉 末 度 : 88 μ 残分 12 %
給 鉱 水 分 : 3 %
能 力 : I 7 t/h
II 10 t/h
III 14 t/h
モ ー タ ー : I 230 kW
II 305 kW
III 415 kW
運 転 時 間 : 20 h/d

Ⅶ-3-2 プラント電気機器

添付図面 E01 単線接続図参照

(1) 受変電設備

(i) 特高開閉およびしゃ断装置

- 数 量 : 1式
型 式 : 屋外形
主 要 機 器 : 1(4)-断路器、遠方操作(空気)式
1(2)-しゃ断器、ガスしゃ断器
1(2)-計器用変流器
1 - 取引用変圧変流器
3(6)-避雷器
1式-圧縮空気源装置

(注:()内は2回線受電の場合を示す。)

(ii) 特高変圧器

- 数 量 : 1台
型 式 : 屋外形、油入式、負荷時タップ切換装置付
主 仕 様 : 1次電圧 129 kV ± 15 kV
2次電圧 6.9 kV
容 量 : I 10,000 kVA
II 12,000 kVA
III 15,000 kVA

(iii) 高圧配電設備 (変電所内設置)

- 数 量 : 1式
型 式 : 屋内単位閉鎖配電盤
主 仕 様 : バスダスト 屋外形(特高変圧器~主変圧器盤間)
使用しゃ断器 少油量形または磁気しゃ断器
主 用 途 : 1 - 主変圧器盤
1 - 連絡盤
1 - 非常用発電機盤
1式-所内盤
1式-饋電盤

I : 8面

II : 8面

III : 10面

1式-調相(コンデンサ)盤

注:高圧進相用コンデンサおよび必要附属品(別置)付とする。

総容量は、受電力率が85%を下まわらないよう確保できるものとする。これは総合力率に影響の大きい大型(ミル用)電動機の仕様の後に決定されねばならない。

(iv) 操作監視盤

数量 : 1式
型式 : 屋内ベンチボード形
附属設備 : 1式-継電器盤

(v) 所内電気設備

数量 : 1式
主仕様 : 1式-直流電源装置
1式-交流盤

(vi) 非常用発電設備

数量 : 1式
型式 : ディーゼル発電設備
主仕様 : ○ディーゼル・エンジン、据置形 4サイクル過給機付
○交流発電機、6.6 kV、50 Hz
3相 4極 (1,500 rpm)
容量 : I 200 kW
II 300 kW
III 400 kW

(2) 配電設備 (現場各電気室設置)

数量および収容主要機器

: 1式-高圧しゃ断器盤
1式-動力変圧器 6.6 kV/400 V
1式-照明変圧器 6.6 kV/400/230 V
1式-低圧動力分電盤
1式-モータ・コントロール・センター

主要設置場所 : • 石灰石鉱山電気室 • 製品電気室
• 石灰石受入室 • 工作修理電気室
• 原料粉碎電気室 • 焼成電気室

(3) 石灰石鉱床向送電設備

数 量 : 1式

型 式 : 高圧(もしくは特別高圧)架空送電方式

電気方式 : AC 6.6 kV(または11 kV)50Hz 3相3線式1回線

主 仕 様 : ・電柱—コンクリート柱または鋼管柱

標準径間50 m、動力および通信共架方式

・電線—鋼芯アルミより線(電圧)およびビニール被覆電線
(通信)

注:送電電圧が11 kVとなる場合、昇圧および降圧に必要な変電設備もここに含まれるものとする。

なお、図番E01単線接続図では6.6 kVの場合のみを示す。

(4) 電 動 機

数 量 : 1式

主 仕 様 : ・保護方式—原則として全閉外扇形、設備場所により防じん形、あるいは防爆形とする。

・電 圧—I 6.6 kV 150 kWを越えるもの

II 400 V 150 kW以下

III 230 V 制御用他の单相小形電動機

・絶縁階級—原則としてB種(高圧電動機)およびE種(低圧電動機)

・温度上昇—設計周囲温度は40℃とするも、当地方の気候を考慮した設計とする

・寸法、騒音、他—IEC規格による。

・特殊電動機

キルン駆動用—直流電動機

大型ミル駆動用—(誘導)同期電動機または巻線形誘導電動機

変速用—直流電動機または渦電流継手付誘導電動機

低速度電動機—ギヤード・モータ

(5) プロセス制御設備 (合計装品)

(1) 中央集中操作監視盤

数 量 : 1式

型 式 : 屋内防塵形、ペンチボード形
含自立形計器盤ならびに補助盤

(II) 現場操作盤

数 量 : 1式
型 式 : 屋内防塵形 自立鋼板製
用 途 : VI-1-2 (2) 参照
附 属 品 : 1式-現場操作スイッチ類

(III) 一般計装品

数 量 : 1式
型 式 : 屋内または屋外用防塵形
共 通 仕 様 : ・ 電圧-AC 100V 単相 50 Hz

注:本電源は制御用電源(230V 単相)より専用の変圧器
によって降圧され準備されるものとする。

- ・ 信号-出力信号は原則としてDC 4-20 mAとする。

(6) 照 明 設 備

数量および仕様

- ・ 1式-照明分電盤
- ・ 1式-水銀灯、屋外照明および屋内高天井部全体照明用、
AC 230V 50 Hz、200~1,000W、高力率型
- ・ 1式-蛍光灯、屋内一般照明および同非常照明(含事務所)用、AC 230V 50 Hz、20~65W、バッテリー内蔵型を含む
- ・ 1式-白熱灯、局所照明用、
AC 230V 50 Hz、100~1,000W
- ・ 1式-修理用電源盤、よう接器および移動照明器具用、
AC 400/230V、50 Hz 単相3線式もしくは
AC 230V 50 Hz 単相

注:照度基準および器具用コンセント仕様は設計
指針として下の通りとする。

- 屋内基準照度 (作業面にて)
 - 管 理 室 250~500 lx
 - 屋内作業場所 100 lx 以上
- 屋外基準照度
 - 通常作業場所 50 lx 以上

道路、置場 10 lx以上

○ 器具用コンセント

容 量 2 P 15 A

3 P 63 A以上

(7) 通 信 設 備

数 量 : 1式

型 式 : 自動交換式ダイヤル電話

主 仕 様 : ・ 容量一局線 最大 10回線
内線 最大 200回線
実装 100回線

・ 電源—蓄電池式

なお、場内呼出しおよび非常用に、放送設備（含屋内、および屋外スピーカー設備）を設置することが望ましい。

(8) 工 事

(i) ケーブル

数量および主仕様

: ・ 高圧ケーブル

架橋ポリエチレン絶縁ビニール・シースケーブル、
6.6 kV、3芯もしくは1芯、最小線径22 mm²

・ 低圧動力ケーブル

同上ケーブルもしくはビニール絶縁ビニールシースケーブル、600 V 3芯もしくは1芯、最小線径3.5 mm²

・ 制御ケーブル ビニール・ケーブル

・ 通信ケーブル ビニール・ケーブル

・ 接地用電線 ビニール被覆電線

(ii) 屋外電線路

数 量 : 1式

主 仕 様 : ・ 幹線—架構（地上高さ5 m以上）上設置のケーブルラック
ク
・ 分岐—地下埋設コンクリート・トラフ、または直埋コン
ジット

(iii) 屋内電線路

数量 : 1式

主仕様 : ・ 幹線 ケーブルラックもしくは床面ケーブルピット
・ 分岐 コンジット

(iv) 接地回路

数量 : 1式

主仕様 : 本プロジェクトに採用される別記スタンダードによる。

(VI - 5 - 2 (4) 参照)

接地極は、銅製接地棒および銅線によるループ式とする。

Ⅶ-3-3 土木建築工事の設計及び施工仕様

土木建築工事の設計及び施工の仕様は一般に広く認められている標準に従うものとするが、併せて下記の諸点に留意すべきである。

(1) 構造様式

(i) 原則として耐久性及び防火上の見地から建物及び構築物の主体構造の地下部分は鉄筋コンクリート造、地上部分は鉄筋コンクリート造あるいは鉄骨造とする。ただし、軽微なものは、組積造（煉瓦、コンクリートブロック等）または木造とする。

(ii) 地域の振興及び貿易収支の面を考慮し、出来るだけ国産の建築材料を用いる設計とする。

(2) 設計基準

地理的に最も密接な関係のあるインドの建築基準を準用する。

(3) 設計荷重

(i) 風荷重

インドの建築規準による地域別風圧力のうち次のものを用いる。

地表からの高さ (m)	30 m 以内	35	40	45	50	60	70
風圧力 (kg/m^2)	100*	104	105	108	111	115	118

* 風速 $40 \text{ m}/\text{sec}$ ($=144 \text{ km}/\text{時}$) の場合に相当する。

(ii) 地震荷重

前述のインド建築規準に従い

基本水平地震係数 = 0.08

重要度係数 : 1.5

地盤及び基礎種別による係数 β (1.0~1.5) とし

水平地震係数 = $0.08 \times 1.5 \times \beta$ とする。

この他、高層の建物または構築物については、例えば、高さ 20 m を超える部分の水平地震係数を上記の値より大きくすることが望ましい。(注：この方法はインド建築規準には定められていないが、日本あるいは米国の建築規準には同様の定めがある。

インドの建築規準法にはこのかわりに、動的設計法についての指針が述べられている……同規準 5・3・1・1.)

(4) 土質調査及び基礎の設計

(i) 基礎の不同沈下に鋭敏なキルン、ミル、ドライヤー等に関連する基礎

強固な支持地盤（締った礫層あるいはこれと同等以上のもの）が浅いところにある場合は、基礎を直接これに載せるか、あるいはその上の土を貧配合の玉石コンクリートで置換える。

強固な支持地盤が深いところにある時は先端支持杭基礎とする。

(II) (I)以外の基礎

地盤の強度が充分であれば直接基礎とし、それ以外の場合は上部の弱い土を砂利で置替えた砂利基礎あるいは杭基礎とする。

(III) (I)及び(II)の判定を行なうために、少くとも下記の土質調査が必要である。

- 地震探査
- ボーリング（主要構造物1つにつき、少くとも1点）
- 標準貫入試験
- ボーリング孔を利用した横方向地盤弾性係数測定
- その他、地盤の状況に応じ、地盤の強度、地盤上載荷による沈下量の推定を行なうに足る資料を得るために必要な試験

(5) 主要な構造物の設計上考慮する事項

（本項内各見出し、末尾に「図参照」とあるのは、その見出しで示される建物のスケッチ図が本報告書の末尾に添付（綴込み）してあることを示す。）

(i) 石灰石置場 「図参照」

このプロジェクトで使用する石灰石は吸水率が小さいので露天貯鉱とし、置場の床表面は水はけよく転圧した土砂とする。

従って置場を構成する構造物は下記の通りである。

- (a) 石灰石ベルトコンベア基礎（倉入れ用及び曳出用）
- (b) 石灰石スタッカー用軌条基礎
- (c) 石灰石リクレーマー用軌条基礎

(ii) 粘土置場 「図参照」

(i)石灰石置場に準ずるが、屋根を必要とする。

(iii) 原料調合タンク

石灰石、粘土、珪石及び鉄鉱石のそれぞれについて一基ずつ設ける。

筒体及び屋根は鉄筋コンクリート造または鉄板造とする。石灰石用と、鉄鉱石用のサイロは、他のものよりも摩耗代を大きく採る。

(iv) 原料ミル室 「図参照」

セパレータ座及びそれより下部は、振動に対する剛性を増すために鉄筋コンクリート（または鉄骨コンクリート）造とし、それ以上の主体は鉄骨造とするのが適当であろう。

ミルモータ室は防塵構造とし、かつ室内の温度が外気温よりも10℃以上高くないようにしなくてはならない。このために機械による換気が必要となろう。

(v) ホモジナイジングサイロ及び原料サイロ

筒体及び屋根は鉄板造または鉄筋コンクリート造とする。

(vi) 石 炭 庫 「図参照」

トラックにより持込まれた石炭は、ブルドーザー、シープスフートルローラー等により置場内に均等に敷均され、かつ転圧される。(自然発火を防止するため)。積上げ高さは4 m以内とする。

屋根の高さは上記の作業を考慮して定めなくてはならない。

(vii) 焼成室(含 クリンカクーラ室) 「図参照」

主体は鉄筋コンクリート造り、屋根は鉄骨造とするのが適当であろう。

キルン前の床(バーナー床)は、キルンの煉瓦巻替時に煉瓦を仮置きするので、 $2,000 \text{ kg/m}^2$ 程度の載荷重に耐えるようにしておく必要がある。

(viii) クリンカー・サイロ

(v) 参照

(ix) 石 ころ 置 場

石ころは露天貯蔵し、小量づつをセメントミル室横の石ころビンに移送(ショベルローダ等による)し、これからミルに供給する。

露天貯蔵場の床は、石ころに異物が混入しないようにするためにコンクリート造とする。

(x) セメントミル室 「図参照」

(v) 原料ミル室と同じ。

(xi) セメント包装室 「図参照」

この建物はピロティ式とし、建物上部で包装された袋詰セメントをピロティ部分でトラックに積込みを行ない、積込の終了したトラックが通り抜け出来るよう計画する。

ピロティは、同時に12台のトラック(セメント日産能力1,500 t/hの場合)を収容出来る広さとする。内10台分は袋詰セメントの積込用、2台分は将来必要になると思われるバラセメント積込のためのものである。

包装室内の余裕空間はセメント用空袋の置場として利用する。

(xii) 修 理 工 場 「図参照」

この建物には次の要素が含まれる。

- (a) 機械工作室(含 鍛・鋳造室)
- (b) 電気品工作室(含 モーター乾燥室)
- (c) 木 工 室
- (d) 製 缶 室
- (e) 車 輛 修 理 室
- (f) 工 具 室
- (g) 修理工場事務室及び休憩室

重量品の取扱いのため天井走行クレーンが必要である。

(XIII) 試験室

試験室内は次の部分に分けられる。

- (a) 物理試験室（含 恒温・恒湿室）
- (b) 化学試験室（含 化学天秤室）
- (c) 試験室事務室

(XIV) 資材倉庫

機械及び電気品の予備品、及び消耗品（潤滑油、耐火煉瓦、ミル用ボール及び裏板等）並びに修理用資材（鋼材等）を収納する倉庫を必要とする。収納する資材の種類により倉庫は一棟とせず、仕様の異なる複数のものですることも考えられる。更に物によっては一時的には野積することも可能であろう。このために、倉庫の附近には適当な野積場を設けるのがよい。

(XV) 附属建築物

前述以外の建築物としては次のものが必要である。

- (a) 総合事務所（含 車庫および駐車場）
- (b) 食堂（規模はセメント工場の施策により変化する）
- (c) 診療所（応急処置を主目的とする）
- (d) 従業員更衣室（シャワー設備を含む）
- (e) 守衛室（工場の各出入門に一つ）
- (f) 独立便所棟（工場内の要所に数箇所）

(XVI) 工場構内舗装

重量物の通行及び耐久性を考慮して、構内は（アスファルト舗装ではなく）セメントコンクリート舗装（厚さ 20 cm 以上）とすることが好ましい。経済的な見地からすれば、工場操業開始時には碎石舗装のみとし、それ以後、自家製のセメントを用いて逐次必要箇所をコンクリートで舗装するのが良からう。

(XVII) 排水施設

工場構内に設ける排水溝のうち、重量物がその上を越えて、あるいはその至近の部分を通行するものはその交通荷重に耐える鉄筋コンクリート製とするが、上記以外のものは煉瓦造あるいは石積とするのが経済的であろう。

Ⅶ-3-4 採鉱主要設備

採鉱主要設備についてはⅤ-2参照。