

Table 6-4 Vr-1 Drilling log and chemical composition of each rock

Scale in m	Elevation in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of rock	No.	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	Ig-loss	P2O5	Cl ⁻	SO3	Total	
590.10	0.00				Brack. lith	Vr1-1	67.10	3.11	11.45	0.92	0.19	2.32	5.80	0.84	2.18	5.13	0.60	0.01	0.03	99.62	
587.40	3.00		3.00		Agglo-merite	// - 2	54.10	3.02	10.60	12.15	0.13	2.57	6.30	1.12	2.97	6.20	0.52	0.01	0.02	99.73	
585.00	5.40		2.40		Agglo-merite	// - 3	48.00	3.04	12.40	11.75	0.19	3.65	8.30	0.27	2.09	9.65	0.42	0.01	0.01	99.78	
582.30	6.10		2.70		Basalt	// - 4	46.80	3.12	13.25	11.75	0.19	2.98	9.35	0.57	3.88	7.50	0.50	0.01	0.02	99.92	
580.80	9.60		1.50		Agglo-merite	// - 5	53.15	2.69	10.00	11.15	0.13	2.49	8.20	0.56	2.75	8.25	0.48	0.01	0.06	99.92	
577.10	11.30		3.70		Basalt	// - 6	56.00	3.15	11.05	11.95	0.19	2.90	6.10	0.38	2.87	4.80	0.48	0.01	0.01	99.89	
575.40	15.00		1.70		Basalt	// - 7	48.80	2.05	12.45	12.00	0.10	2.72	7.90	1.11	4.17	7.90	0.55	0.00	0.02	99.77	
573.40	17.00		2.00		Basalt	// - 8	54.40	3.26	13.00	12.75	0.21	3.12	5.85	0.35	2.74	3.55	0.55	0.01	0.01	99.80	
570.40	20.00		3.00																		

Vr-1

Vr-2

Table 6-5 Vr-2 Drilling log and chemical composition of each rock

Scale in m	Elevation in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of rock	No.	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	lg-loss	P2O5	Cl ⁻	S03	Total	
1	500.90	0.00				Vr-2-1	49.10	2.75	12.60	9.65	0.10	3.05	7.60	2.51	2.89	8.95	0.40	0.05	0.17	99.82	
2	597.90	3.00	3.00		Silt with gravel	" - 2	45.70	2.92	12.35	11.15	0.10	3.78	7.30	2.66	1.95	14.30	0.36	0.06	0.20	99.83	
3	596.10	4.80	1.80		Cherty silt																
4	594.60	6.30	1.50		Silt																
5	593.40	7.50	1.20		Cherty silt																
6					Silt with gravel																
7					Silt with gravel																
8					Silt with gravel																
9					Silt with gravel																
10	590.50	10.10	2.90		Silt with gravel	" - 3	45.20	3.64	13.75	12.10	0.10	4.77	8.30	1.34	3.92	6.30	0.48	0.03	0.04	99.97	
11					Silt with gravel																
12					Silt with gravel																
13	588.00	12.80	2.50		Silt with gravel																
14	586.50	14.00	1.10		Silt with gravel	" - 4	43.20	3.53	13.35	13.10	0.16	4.44	8.05	1.51	4.19	7.95	0.40	0.02	0.01	99.91	
15					Silt with gravel																
16	585.00	15.90	1.90		Silt with gravel																
17					Silt with gravel																
18					Silt with gravel	" - 5	44.30	4.16	16.10	13.50	0.16	4.25	9.40	1.34	4.01	2.12	0.56	0.02	0.02	99.94	
19					Silt with gravel																
20	520.90	70.00	4.10		Silt with gravel																
Surface					Breccia		68.20	1.51	13.40	2.79	0.03	0.31	2.10	6.85	3.55	1.93	0.12	0.01	0.06	100.84	
Sample					Sand and gravel		47.30	1.81	11.43	6.29	0.19	3.07	16.60	2.45	2.07	10.20	0.30	0.02	0.02	101.75	
					Silt		49.05	1.63	14.05	7.15	0.13	4.56	7.00	3.35	3.49	9.05	0.29	0.05	0.09	99.89	

Table 6-6 SiO₂ content in each rock

rock	North west area of the fault	South east area of the fault
tuff	SiO ₂ = 67	SiO ₂ = 67
silt	SiO ₂ = 49	-----
agglomerate lava basalt	44 = SiO ₂ = 46	SiO ₂ = 52

Table 6-7 ORE RESERVE OF VOLCANIC ROCK

Quantity to be quarried	Block A	Block B		Block C	Block D	Total
	SiO ₂ 44~46%	44~46%	49%	49%	52%	
(m ³)						
+595m	2,883	5,067	7,770			15,720
595~590	31,646	13,564	26,440			71,650
590~585	105,650	54,560	21,533	16,971	9,746	208,460
585~580	161,178	83,874	32,392	43,282	33,362	354,088
580~577			24,958			24,958
580~575	183,329	103,421		66,930	51,746	405,426
577~572		50,263				50,263
575~572	116,788	58,617		47,576	35,115	258,096
Total	601,474	369,366	113,093	174,759	129,969	1,388,661
For Raw Material	537,940	357,900	92,543	173,919	115,359	1,277,661
For Waste	63,534	11,466	20,550	840	14,610	111,000
※ (×1000ton)						
+595m	6.1	10.6	16.3			33.0
595~590	66.5	28.5	55.5			150.5
590~585	221.9	114.6	45.2	35.6	20.5	437.8
585~580	338.5	176.1	68.0	90.9	70.1	743.6
580~577			52.4			52.4
580~575	385.0	217.2		140.6	108.7	851.4
577~572		105.6				105.6
575~572	245.3	123.1		99.9	73.7	542.0
Total	1,263.1	775.7	237.5	367.0	272.9	2,916.2
For Raw Material	1,129.7	751.6	194.3	365.2	242.3	2,683.1
For Waste	133.4	24.1	43.2	1.8	30.7	233.1

※: Specific Gravity of Volcanic Rock = 2.1 (t/m³).

6.1.3 砂岩鉬床

1) 地質構造と層序

砂岩鉬床の基盤岩は玄武岩であって、基盤岩と砂岩鉬床の間には黄色と緑色の火山灰が堆積している。

火山灰の層と砂岩層の関係は整層であり地質構造は単斜で傾きは $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 東落ち、走向は南北となっている。

鉬床の中央には大きな断層があり多くの薄いダイクが走っている。

(Figure 6-11)

砂岩鉬床は主に粗い砂粒からなっているが砂岩鉬床中にも薄い火山灰層もはさんでいる。

2) ボーリングコアの化学分析値

採取場所と化学分析の結果は Table 6-8 に示す。

3) 砂岩の品位

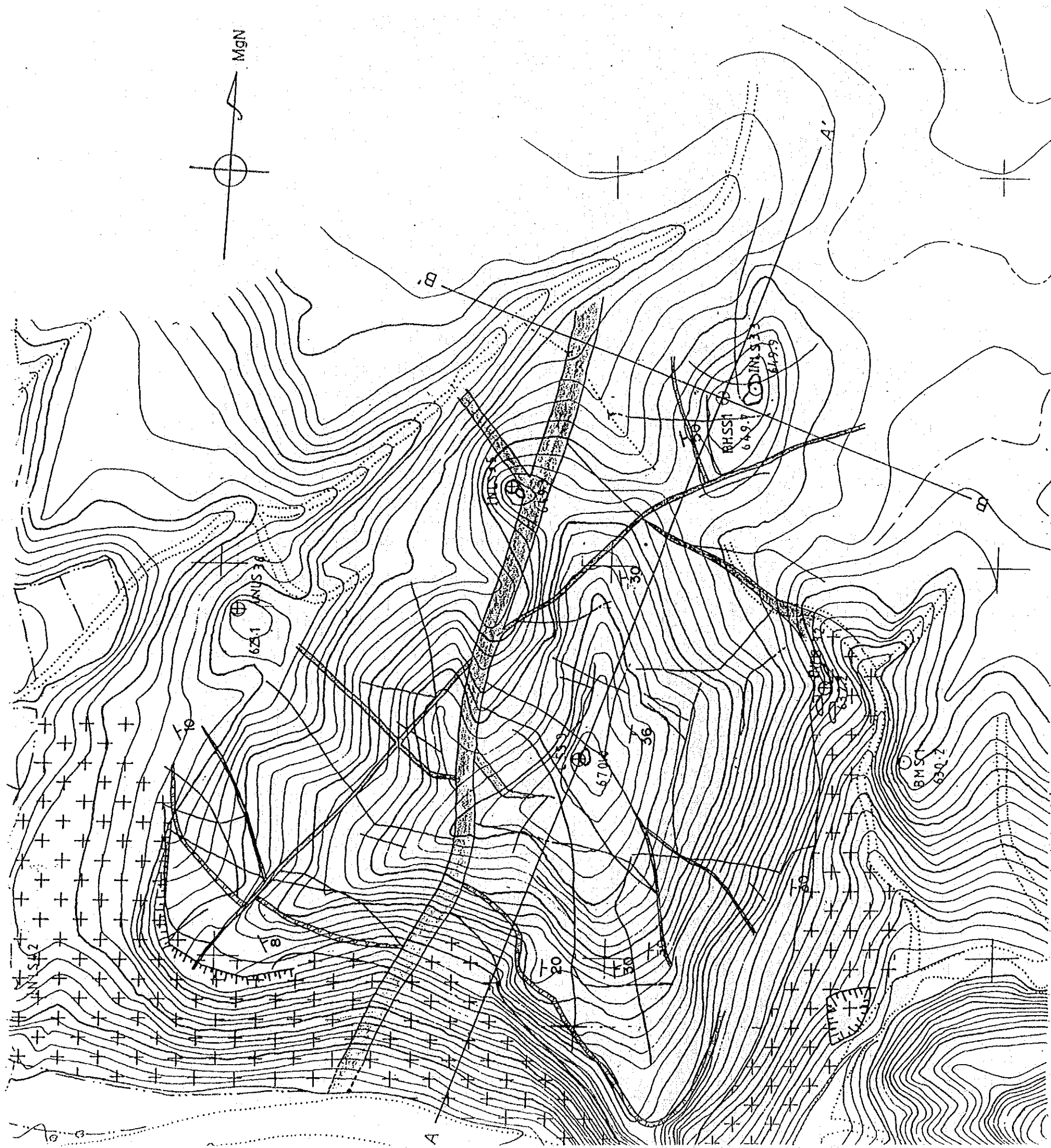
砂岩鉬床の SiO_2 は約90%で化学的には火山灰やダイク（玄武岩）を除いては均質なものと考えられる。従って火山灰やダイクを除いては使用可能である

4) 砂岩の鉬量

鉬量計算の結果を Table 6-9 に示す。

Figure 6-11

GEOLOGICAL MAP OF SANDSTONE AREA 1 / 2000



LEGEND

	SANDSTONE
	DYKE
	BASALT
	TUFF
	DIP and STRIKE
	BHSS 1

Table 6-8 Ss-1 Drilling Log and Chemical Composition of each Rock

Ss-1.

Ss-1. m	Diameter in m	Depth in m	Thickness in m	Lithology	Type of Rock	No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	H ₂ O	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	lg-loss	P ₂ O ₅	Cl ⁻	SO ₄	Total	
1	0.90	0.00	0.00																		
2	0.90	0.00	0.00			Ss1-1	91.60	0.15	2.41	1.39	0.02	0.34	0.75	0.94	0.19	1.20	0.09	0.01	6.62	99.84	
3	0.90	0.00	0.00																		
4	0.90	0.00	0.00																		
5	0.90	0.00	0.00																		
6	0.90	0.00	0.00																		
7	0.90	0.00	0.00																		
8	0.90	0.00	0.00																		
9	0.90	0.00	0.00																		
10	0.90	0.00	0.00																		
11	0.90	0.00	0.00																		
12	0.90	0.00	0.00																		
13	0.90	0.00	0.00																		
14	0.90	0.00	0.00																		
15	0.90	0.00	0.00																		
16	0.90	0.00	0.00																		
17	0.90	0.00	0.00																		
18	0.90	0.00	0.00																		
19	0.90	0.00	0.00																		
20	0.90	0.00	0.00																		
21	0.90	0.00	0.00																		
22	0.90	0.00	0.00																		
23	0.90	0.00	0.00																		
24	0.90	0.00	0.00																		
25	0.90	0.00	0.00																		
26	0.90	0.00	0.00																		
27	0.90	0.00	0.00																		
28	0.90	0.00	0.00																		
29	0.90	0.00	0.00																		
30	0.90	0.00	0.00																		
31	0.90	0.00	0.00																		
32	0.90	0.00	0.00																		
33	0.90	0.00	0.00																		
34	0.90	0.00	0.00																		

Table 6-9 Ore Reserve of Sandstone

Quantity to be quarried	Block A	Block B	Total	Block A	Block B	Total
(m)	(m ³)			※ (×1000t)		
670~668	—	378	378	—	0.9	0.9
668~666	—	1,766	1,766	—	4.1	4.1
666~664	—	4,642	4,642	—	10.7	10.7
664~662	—	8,369	8,369	—	19.2	19.2
662~660	—	12,360	12,360	—	28.4	28.4
660~658	—	16,882	16,882	—	38.8	38.8
658~656	—	21,561	21,561	—	49.6	49.6
656~654	—	26,397	26,397	—	60.7	60.7
654~652	—	31,604	31,604	—	72.7	72.7
652~650	—	36,633	36,633	—	84.3	84.3
650~648	944	41,437	42,381	2.2	95.3	97.5
648~646	2,870	46,278	49,148	6.6	106.4	113.0
646~644	4,973	51,220	56,193	11.4	117.8	129.2
644~642	7,950	56,468	64,418	18.3	129.9	148.2
642~640	12,870	61,822	74,692	29.6	142.2	171.8
640~638	19,951	67,043	86,994	45.9	154.2	200.1
Total	49,558	484,860	534,418	114.0	1,115.2	1,229.2

※: Specific Gravity of Sandstone = 2.3 (t/m³).

6.1.4 原料配合の設計

1) 原料配合計算に使う各岩種の化学成分値

石灰石

鉍量から考えて、2系列のキルンを操業した場合操業開始後、10数年にわたって硅質石灰石が供給される。

従ってここでは、高品位石灰石については考慮しない。

ダイクの影響を受けた LS-5.3、LS-5.6を除く化学分析値と CaOと他の成分の相関を Table 6-10 に示す。

火成岩

シリカ分の高い火成岩を使うとクリンカー中の硅酸率が高くなるので CaO源として硅質石灰石を供給する間は、C、Dブロックの火成岩は原料として適さない。Vr-2 の底部の化学分析値を Table 6-11 に示す。

砂岩

SS-4 と SS-6 の分析値を除いた化学分析値を Table 6-12 に示す。

2) 原料配合

硅質石灰石には SiO_2 を多く含んでいるため、クリンカーの硅酸率を低くするために低 SiO_2 の火成岩を必要とする。

Table 6-13 は硅質石灰石と火成岩 ($\text{SiO}_2=44.23\%$)、砂岩を使ってクリンカーの石灰飽和度を91%としたときの配合の割合、理論上の原料原単位とクリンカーの化学成分、諸比率、鉍物組成を示している。

3) 原料配合の結論

- a) ミックスベッドに供給する石灰石 CaOの純度は 46%以上とすること。
- b) 硅質石灰石が供給される限り、 SiO_2 分の低い火成岩を必要とする。
- c) 鉄率 ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) を通常の範囲内に調整するには高 Al_2O_3 原料がないとむずかしいがマフラク工場付近では十分な量の Al_2O_3 源がないと報告されている。

		CHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIAL (%)													
No.	Sample No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig-loss	P ₂ O ₅	Cl ⁻	SO ₃	Total
1	Ls1-1	6.20	0.14	0.92	0.76	0.03	0.82	50.65	0.45	0.19	39.40	0.08	0.00	0.04	99.68
2	" - 2	3.05	0.08	0.90	0.79	0.02	3.34	49.35	0.30	0.03	41.65	0.09	0.00	0.06	99.66
3	" - 3	7.60	0.11	0.90	0.61	0.02	0.75	49.10	0.43	0.03	40.10	0.11	0.00	0.06	99.82
4	" - 4	15.05	0.17	1.34	0.79	0.02	0.81	44.15	0.98	0.04	36.30	0.13	0.00	0.05	99.83
5	" - 5	7.60	0.18	1.71	0.96	0.02	0.78	48.50	0.79	0.08	38.90	0.10	0.00	0.06	99.68
6	" - 6	7.80	0.03	0.67	0.68	0.02	0.74	49.65	0.56	0.20	39.30	0.13	0.00	0.04	99.82
7	" - 7	15.00	0.04	0.83	0.98	0.03	1.09	44.30	1.20	0.20	35.85	0.12	0.00	0.05	99.69
8	" - 8	9.00	0.12	1.37	0.72	0.03	0.70	48.50	0.60	0.07	38.45	0.12	0.00	0.06	99.74
9	" - 9	8.45	0.14	1.65	0.92	0.02	0.72	47.90	0.77	0.04	38.80	0.14	0.00	0.05	99.60
10	" 2-1	7.65	0.09	1.30	0.67	0.02	0.95	49.30	0.59	0.01	38.95	0.09	0.00	0.07	99.69
11	" - 2	9.20	0.10	1.09	0.57	0.01	1.29	48.65	0.26	0.00	38.45	0.13	0.00	0.07	99.82
12	" - 3	5.80	0.06	0.81	0.48	0.02	0.65	51.45	0.46	0.01	39.80	0.10	0.00	0.06	99.70
13	" - 4	14.30	0.20	2.47	0.84	0.02	0.69	44.80	1.17	0.03	35.00	0.10	0.00	0.06	99.68
14	" - 5	14.75	0.21	2.88	0.95	0.02	0.82	43.40	1.02	0.05	35.40	0.09	0.00	0.04	99.63
15	" - 6	6.90	0.08	0.79	0.42	0.02	0.59	50.45	0.45	0.07	39.85	0.03	0.00	0.05	99.70
16	" - 7	12.00	0.20	2.38	0.82	0.03	1.35	44.40	0.94	0.02	37.50	0.07	0.00	0.04	99.75
17	" - 8	11.85	0.16	1.92	0.75	0.02	0.67	45.85	0.78	0.11	37.40	0.07	0.00	0.03	99.61
18	" 3-1	5.95	0.13	1.20	1.00	0.04	1.19	49.75	0.58	0.03	39.80	0.03	0.01	0.07	99.78
19	" - 2	7.50	0.19	1.16	1.03	0.02	5.12	44.15	0.62	0.03	39.80	0.03	0.01	0.06	99.72
20	" - 3	10.35	0.10	1.21	0.87	0.02	2.45	45.55	0.51	0.02	38.70	0.03	0.01	0.04	99.86
21	" - 4	10.65	0.16	1.33	0.81	0.01	0.83	47.30	0.52	0.02	38.00	0.04	0.01	0.05	99.73
22	" - 5	9.25	0.13	1.51	1.49	0.02	1.05	47.60	0.43	0.03	38.20	0.04	0.00	0.05	99.80
23	" - 6	9.10	0.00	0.50	0.59	0.02	0.99	48.90	0.28	0.01	39.20	0.03	0.00	0.03	99.65
24	" - 7	13.00	0.20	2.09	1.30	0.02	1.22	45.20	1.06	0.05	35.50	0.04	0.00	0.05	99.73
25	" - 8	10.30	0.15	1.80	1.35	0.02	0.83	46.85	0.85	0.06	37.50	0.04	0.00	0.08	99.83
26	" - 9	9.65	0.21	2.53	1.66	0.02	0.96	46.30	0.74	0.07	37.50	0.02	0.00	0.04	99.70
27	" 4-1	10.00	0.00	1.63	1.11	0.02	2.59	46.25	0.95	0.03	37.10	0.03	0.01	0.12	99.84
28	" - 2	17.10	0.11	1.05	0.72	0.01	1.01	44.85	0.48	0.01	34.45	0.01	0.00	0.05	99.85
29	" - 3	9.60	0.07	1.12	0.57	0.01	1.14	48.05	0.42	0.01	38.70	0.02	0.01	0.07	99.79
30	" - 4	15.15	0.21	2.49	1.30	0.02	1.23	43.10	1.38	0.05	34.75	0.02	0.01	0.07	99.78
31	" - 5	12.25	0.11	1.71	1.10	0.02	0.94	46.30	0.89	0.04	36.85	0.47	0.01	0.06	100.75
32	" - 6	9.50	0.06	1.39	0.71	0.02	1.01	47.90	0.70	0.02	38.40	0.02	0.01	0.05	99.79
33	" - 7	10.50	0.15	1.59	0.88	0.01	0.94	46.85	0.83	0.02	37.80	0.10	0.00	0.05	99.72
34	" - 8	14.10	0.21	2.27	1.34	0.01	1.50	43.45	1.31	0.05	35.40	0.09	0.00	0.08	99.81
35	" 5-1	10.30	0.18	1.20	0.70	0.02	3.81	44.70	0.65	0.11	38.05	0.06	0.01	0.09	99.88
36	" - 2	11.60	0.19	1.42	0.59	0.02	1.12	48.20	0.44	0.03	36.20	0.07	0.01	0.05	99.94
37	" - 4	7.55	0.16	1.21	0.67	0.02	0.81	49.40	0.61	0.25	38.85	0.07	0.00	0.19	99.79
38	" - 5	12.30	0.21	1.79	1.25	0.03	0.88	45.90	0.81	0.60	35.45	0.68	0.01	0.68	99.99
39	" - 7	12.90	0.35	1.74	1.60	0.04	1.08	46.30	0.50	0.50	34.70	0.06	0.00	0.05	99.84
40	" - 8	9.50	0.54	1.62	3.14	0.04	1.49	45.55	0.16	0.39	37.35	0.07	0.00	0.10	99.95
	Σx	410.30	5.93	59.49	38.49	0.85	50.95	1,878.80	27.47	3.61	1,509.35	3.17	0.12	3.07	
	Σx/n	10.26	0.15	1.49	0.96	0.02	1.27	46.97	0.69	0.09	37.73	0.08	0.00	0.08	99.79
	σx(n-1)	3.0722	0.0937	0.5647	0.4675	0.0076	0.9327	2.2296	0.2937	0.1328	1.7656	0.0736	0.0046	0.1016	
	a(CaO)	63.0095	0.9655	9.0870	4.8326	0.0119	6.9383		4.7684	0.2828	10.1201	0.0212	0.0112	0.1304	
	b(")	-1.1231	-0.0174	-0.1618	-0.0824	0.0002	-0.1206		-0.0869	-0.0041	0.5879	0.0010	-0.0003	-0.0026	
	r(")	-0.8151	-0.4149	-0.6388	-0.3932	0.0448	-0.2883		-0.6597	-0.0685	0.7424	0.0296	-0.1608	-0.0576	

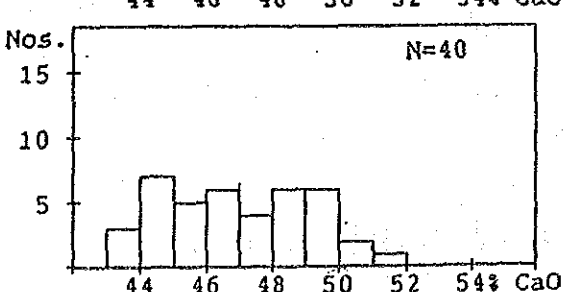
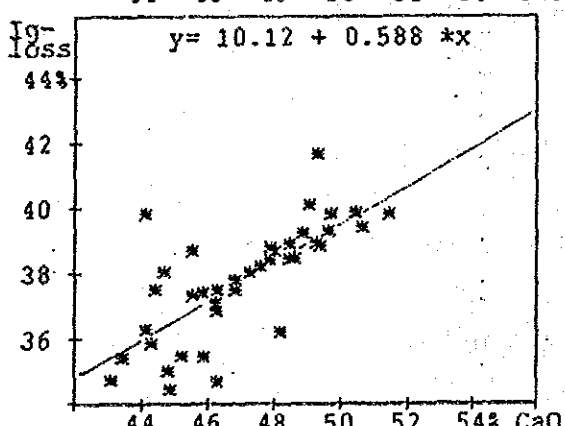
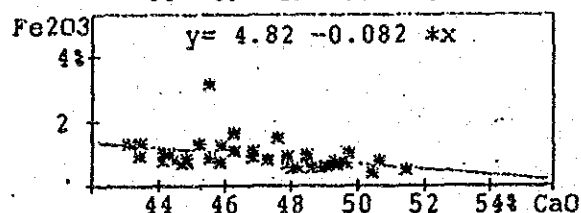
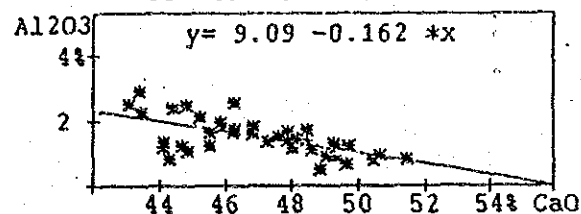
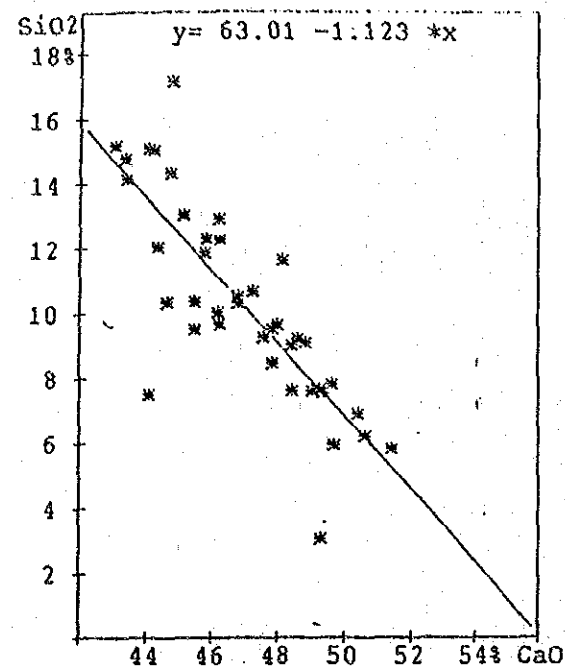
Table 6-10 Chemical analysis data of silicious limestone

Table 6-11 Chemical Composition of bottom part of Vr-2

Sample		CHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIAL (%)													
No.	No.	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	lg-loss	P2O5	Cl ⁻	S03	Total
1	Vr2-3	45.20	3.64	13.75	12.10	0.10	4.77	8.30	1.34	3.92	6.30	0.48	0.03	0.04	99.97
2	" - 4	43.20	3.53	13.35	13.10	0.16	4.44	8.05	1.51	4.19	7.95	0.40	0.02	0.01	99.91
3	" - 5	44.30	4.16	16.10	13.50	0.16	4.25	9.40	1.34	4.01	2.12	0.56	0.02	0.02	99.94
	Σx	132.70	11.33	43.20	38.70	0.42	13.46	25.75	4.19	12.12	16.37	1.44	0.07	0.07	
	$\Sigma x/n$	44.23	3.78	14.40	12.90	0.14	4.49	8.58	1.40	4.04	5.46	0.48	0.02	0.02	99.94
	$\sigma x(n-1)$	1.0017	0.3365	1.4858	0.7211	0.0346	0.2631	0.7182	0.0981	0.1375	3.0051	0.0800	0.0058	0.0153	

Table 6-12 Chemical Composition of Ss-1

Sample		CHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIAL (%)													
No.	Sample No.	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	lg-loss	P2O5	Cl ⁻	SO3	Total
1	Ss1- 1	91.60	0.25	2.41	1.39	0.02	0.34	0.75	0.94	0.19	1.20	0.09	0.01	0.62	99.81
2	" - 2	93.80	0.29	1.26	1.10	0.03	0.35	0.70	0.88	0.04	1.05	0.09	0.01	0.11	99.71
3	" - 3	90.15	0.32	2.50	1.17	0.04	0.34	1.25	1.15	0.07	1.75	0.15	0.01	0.81	99.71
4	" - 5	93.00	0.25	1.61	0.82	0.04	0.32	1.30	0.57	0.05	1.35	0.02	0.00	0.42	99.75
5	" - 7	88.55	0.48	1.64	5.86	0.03	0.34	1.15	0.44	0.02	1.20	0.02	0.00	0.12	99.85
	Σx	457.10	1.59	9.42	10.34	0.16	1.69	5.15	3.98	0.37	6.55	0.37	0.03	2.08	
	$\Sigma x/n$	91.42	0.32	1.88	2.07	0.03	0.34	1.03	0.80	0.07	1.31	0.07	0.01	0.42	99.77
	$\sigma x(n-1)$	2.1239	0.0952	0.5432	2.1295	0.0084	0.0110	0.2842	0.2876	0.0673	0.2679	0.0550	0.0055	0.3075	



CHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIAL (%)											
	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	Ig-loss	Total
Silicious LIME -STONE	14.72	0.22	2.13	1.29	0.02	1.75	43.00	1.03	0.11	35.40	99.67
	13.59	0.20	1.97	1.21	0.02	1.63	44.00	0.94	0.10	35.99	99.65
	12.47	0.18	1.81	1.12	0.02	1.51	45.00	0.86	0.10	36.58	99.65
	11.35	0.17	1.64	1.04	0.02	1.39	46.00	0.77	0.09	37.16	99.63
	10.22	0.15	1.48	0.96	0.02	1.27	47.00	0.68	0.09	37.75	99.62
	9.10	0.13	1.32	0.88	0.02	1.15	48.00	0.60	0.09	38.34	99.63
	7.98	0.11	1.16	0.80	0.02	1.03	49.00	0.51	0.08	38.93	99.62
VOLCANIC ROCK (n=3)	6.85	0.10	1.00	0.71	0.02	0.91	50.00	0.42	0.08	39.52	99.61
	5.73	0.08	0.84	0.63	0.02	0.79	51.00	0.34	0.07	40.10	99.60
SAND -STONE	91.42	0.32	1.88	2.07	0.03	0.34	1.03	0.80	0.07	1.31	99.27

CaO in LIMESTONE	PROPORTION (%)			CONSUMPTION UNIT (t/cl't)				CHEMICAL COMPOSITION OF CLINKER (%)								CLINKER MODULI				MINERAL PHASES					
	L.S.	V.R.	S.S.	L.S.	V.R.	S.S.	Total	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	Na2O	Total	H.M.	L.S.F.	S.M.	I.M.	C3S	C2S	C3A	C4AF
43%	98.11	1.89	0.00	1.506	0.029	0.000	1.535	23.45	0.44	3.63	2.32	0.03	2.77	65.01	1.59	0.28	99.52	2.21	90.9	3.94	1.56	58.7	22.9	5.7	7.1
44	95.16	4.84	0.00	1.452	0.074	0.000	1.527	23.02	0.57	3.93	2.71	0.04	2.70	64.57	1.47	0.44	99.45	2.18	91.0	3.47	1.45	57.6	22.5	5.8	8.2
45	92.31	7.69	0.00	1.402	0.117	0.000	1.519	22.66	0.69	4.22	3.08	0.04	2.64	64.09	1.37	0.61	99.40	2.14	90.9	3.10	1.37	55.9	22.8	6.0	9.4
46	89.66	10.34	0.00	1.356	0.156	0.000	1.512	22.29	0.82	4.47	3.42	0.05	2.59	63.71	1.26	0.75	99.36	2.11	91.0	2.83	1.31	55.0	22.4	6.1	10.4
47	87.22	12.74	0.04	1.314	0.192	0.001	1.507	22.01	0.92	4.71	3.74	0.05	2.53	63.41	1.16	0.89	99.42	2.08	91.0	2.60	1.26	53.9	22.5	6.2	11.4
48	85.48	13.59	0.93	1.286	0.204	0.014	1.504	22.01	0.94	4.66	3.79	0.05	2.40	63.49	1.07	0.94	99.35	2.08	91.1	2.60	1.23	54.5	22.0	5.9	11.5
49	83.82	14.41	1.77	1.259	0.216	0.027	1.502	22.07	0.96	4.62	3.85	0.06	2.28	63.57	0.97	0.98	99.36	2.08	91.0	2.61	1.20	54.5	22.1	5.7	11.7
50	82.18	15.23	2.59	1.233	0.228	0.039	1.500	22.10	1.00	4.59	3.90	0.06	2.16	63.65	0.87	1.02	99.35	2.08	91.0	2.60	1.18	54.7	22.1	5.6	11.9
51	80.64	15.99	3.37	1.208	0.240	0.050	1.498	22.11	1.02	4.56	3.96	0.06	2.05	63.72	0.79	1.06	99.33	2.08	91.1	2.60	1.15	55.1	21.8	5.4	12.1

(※1) L.S.F. = 100*CaO/(2.8*SiO2+1.2*Al2O3+0.65*Fe2O3)

Table 6-13 Mixing Ratio of raw materials

Limestone : Chemical composition of silicious limestone which is estimated by using correlation between CaO and other components.

Volcanic rock and sandstone;

Volcanic rock : Average chemical composition of Vr2-3, Vr2-4 and Vr2-5.

Proportion, consumption unit (dry condition), chemical composition of clinker, clinker moduli, mineral phases are estimated when L.S.F. is adjusted at approx. 91.

6.1.5 原料の手当

1) 各原料の年間使用量

ミックスベッドに供給される石灰石の CaO純度を46%と仮定し、配合比、原料原単位は Table 6-14 に示すとおりとなる。

配合比は石灰飽和度を 91%と設定して計算した。

理論上の総原料原単位は1.512であるがダスト、バイパスダストをそれぞれ 0.03として実際の原料原単位は 1.572とした。但し水分の考慮はされていない。

2) 各原料のライフ

確定鉱量と年間使用量の比較から各原料の寿命を計算すると Table 6-15 のとおりとなる。

3) 原料確保のための方策

石灰石

2系列運転の為に必要な石灰石はトレンチ南側へ切羽を展開することにより充分対応できる。

トレンチの南側の部分の石灰石の CaO純度は比較的低いのでトレンチの北側の稼働切羽が高品位石灰石まで達した時点で、トレンチ南側へ切羽を展開し、高品位石灰石と一緒に工場へ供給するのが望ましい。

火成岩

2系列運転による鉱量が不足する場合は、第1期用に計画されている鉱区の外側へ切羽を造成する必要がある。

マクバナロード添いに十分な量の火成岩が分布しており、現在の計画区域の北側に接している部分へ切羽を展開する。

今回の JICAによる調査期間中に採取した計画区域に隣接する火成岩サンプルの化学成分を Table 6-16 に示す。

砂岩

砂岩の使用量は非常に少ないので2系列運転にも十分な量の砂岩はあると考える。

以上より、2系列キルン操業に必要な原料は十分確保できる。

Table 6-14 Mixing ratio and consumption unit of raw materials

Raw material	Mixing ratio	Consumption unit	Annual consumption amount for 2 line operation
Limestone	89.66%	1.409	1,409,000 t
Volcanic rock	10.34%	0.163	163,000 t
Sandstone	0.00%	0.000	very small quantity
Total	100.00%	1.572	-

Table 6-15 Life of each raw materials

Raw material	Confirmed amount of ore reserves	Annual consumption amount for 2 line	Life of each raw material
Limestone	approximately(t) 47,000,000	(t/Y) 1,409,000	(Y) 33.4
Volcanic	1,900,000	163,000	11.7
Sandstone	1,200,000	very small quantity	-

Table 6-16 Chemical composition of volcanic rock

No.1	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	lg-loss	P ₂ O ₅	Cl-	SO ₃	Total
1	48.71	3.11	12.68	11.51	0.17	3.22	7.41	1.62	2.80	5.88	0.54	<0.01	0.02	97.68
2	45.23	3.17	12.91	13.52	0.18	3.53	9.23	1.53	2.66	6.32	0.55	0.01	0.01	98.85
3	43.02	3.08	12.52	16.22	0.17	3.84	10.89	1.41	2.72	4.38	0.53	0.01	0.03	98.82
4	44.21	3.28	13.37	15.93	0.18	4.08	9.12	1.36	2.69	4.16	0.57	<0.01	0.01	98.97
5	45.06	3.51	14.29	15.21	0.20	4.52	8.37	1.16	2.80	3.43	0.60	0.01	0.02	99.18
6	43.21	3.34	13.60	15.46	0.19	3.76	9.14	1.22	2.56	4.84	0.58	0.01	0.01	97.92
7	40.18	2.91	11.83	15.12	0.16	2.74	11.77	1.00	2.38	8.87	0.50	0.01	0.02	97.49
8	44.34	3.06	12.44	14.83	0.17	3.21	8.34	1.11	2.50	6.31	0.53	0.01	0.01	97.96
9	48.81	3.23	13.14	12.87	0.18	3.14	5.68	2.83	2.80	4.62	0.56	0.01	0.01	97.88
10	48.56	3.02	12.29	11.42	0.17	3.07	7.53	2.16	3.09	5.32	0.52	<0.01	0.01	97.17
av.	45.13	3.17	12.91	14.21	0.19	3.51	8.80	1.60	2.70	5.41	0.55	0.01	0.02	98.21

6.2 水供給

6.2.1 水源に対する問題点

リスヤンワジ及びアルブワジの谷底平地は、この地域での最も開発された農業エリアとなっている。そして、イエメンではスコール型の降雨が特徴的であり、乾燥度の高い事もあり、雨期でもかんがい用水は必要とされている。ワジの沖積地に古くから多くの手掘井戸が発達しており、特に水利権の既得観念は強い。

この項では、政治的水利権に絡む社会問題には触れず、自然環境による問題点を検討する。

当地域の帯水層は10~20mと薄く、深さも45m以内と浅い。このため、浅層地下水の量と降雨とは明瞭な相関がある。垂直的な相関は数時間のユニットで顕著に表れる。また、水平的には、ワジの起点からの距離は数10kmもあるが、途中で分断されている事から数週間から数カ月のユニットが普遍的となっており、一般的にみて、短いサイクルとなっている。

このように、降雨量との相関関係が顕著である事は、季節的な変化や経年的変化に敏感に作用する事を示している。

リスヤンワジのクデイハとチハマ海岸のザビドの気候特性を図(Figure 6-17)に示す。全体的降水量は200mmと少なくしかも、前半の雨期(3月~5月)、後半の雨期(7月~10月)に分かれ、10mm以上の月降雨量は5カ月しかない。降雨日も月当たり5日と10日に分れているが、これにより1日当たりの降水量は2~4mmで最高が8.5mmとスコール型の降雨タイプを示している。

このように、浅層地下水は降雨に直接的な影響を受ける。

又、近年干ばつの多発が世界の各地で報告されている事や地球的規模での異常気象が大きな問題となっている。

以上のような見地から、天候に左右されがちな浅層地下水の開発が不可欠であり、現地調査を実施して、その可能性を検討した。

6.2.2 現地調査

今回の調査は3月17日より3日間にわたり、午前中はイエメンセメント公社(YCC)、IHIの担当者からのインタビュー調査、午後は野外での水理地質学見地からの露頭調査を実施した。

当初はプラントサイトから半径6kmのエリアを対象に行ったがあまり捗々しい結果は得られなかった。このためさらに範囲を10kmまで広げて調査を行った結果、深層地下水の開発が有望な地区を見出す事が出来た。

6.2.3 マフラクの周辺の地形地質

アラビア半島の西南に位置するイエメンは、地形的には次のように大きく4つに区分される。尚、Figure 6-13にイエメンの地形区分図を示す。

- a. ティハマ海岸平野(Western lowlands)：紅海に面しながら南北に約400kmの延長をもち、幅30~50kmの紅海地溝に新期堆積した地域である。海成・風成の砂漠平野と山麓部にみられる扇状地から成る。
- b. 中央山岳地帯(Western midlands and highlands)：紅海より100km内陸に分水嶺を極める隆起山岳地帯が3000m前後で南北に連なる。
これらは西翼、つまり紅海に面する側で、きわめて急峻な地形をなし、壮年期の侵食地形を呈している。紅海に注ぐ河川は、この山肌を切り刻んで、更に流下して扇状地へ浸透し川(ワジ)を形成する。
- c. 中央高原地帯(Central highlands)：脊稜山脈の東側は比較的緩傾斜な丘陵が南北に連なる高原地帯となっている。
標高的にはサナア盆地が2250mであり、南のタイズ盆地では1500m程度である。
- d. 東部山岳地帯-砂漠(Eastern highland Eastern & midlands and Eastern lowlands)：
中央高原の東部ではその高度を順次減じ、ルバアルカリ砂漠に連なっている。この山地にもワジが発達しているが、雨期にのみ発生する流水はいつしか砂漠に浸透してしまい尻無川となる。

調査地域は中央山岳地帯の谷底平野に位置する。タイズの南西12kmにそびえるハバシ山を分水嶺とするラハバワジは北上してアルブワジに合流される。これより西へ方向を変えて高度を減じながらティハマの海岸平野に達する手前の扇状地頂部(扇頂部)でリスヤンワジに吸収される。リスヤンワジは中央高原地帯を源として全長100km以上の流路を有する大河川である。

アルブワジの流域には高位段丘面(580~640m標高)と河床との比高が2~5mの低位段丘面がみられ畑地として利用されており、浅井戸のほとんどはこの低位段丘に分布している。地質的にアラビア半島は第3紀中新世(約2500万年前)に大地溝帯が生じ、アフリカ大陸から分離して半島化したものでアラブ卓状地と呼ばれる安定塊である。

イエメン全土の地質については添付Figure 6-13の通りである。

基盤となる最も古い地層は先カンブリア系の片麻岩、片岩、花崗岩などで構成されている。この先カンブリア系を覆う地層としては、古生界二疊系とみなされるワジット砂岩層が北の地域にみられる。さらにその上部は中世界ジュラ系下部のコーラン累層、ジュラ系上部のアムラン累層が続く。

さらには白亜系のタウィラ層群、古第三紀のメジ・ジル累層が続く。さらには白亜紀から第三紀にかけて活動した火山岩及び火山碎屑物を主体とするトラップ累層が広く国土を覆っている。

第三紀以降現世に至る熾烈な火山活動は中央山岳地帯から高原にかけて膨大な熔岩と凝灰岩の地層を形成した。第四期に入り、ワジの谷底平野にはいくつかの河岸段丘が発達し、山麓部には扇状地堆積物、海岸には海成—風成の砂丘が形成されている。

また中央高原地帯の盆地構造には河成、湖成また一部には氷河成の洪積—沖積平野を形成しており、さらに西側には風成による砂漠が続いている。

これら地質の模式柱状図をFigure 6-16に示す。(T. IGARASI 1972年)

a. 先カンブリア系 : イエメン北部では片岩類と花崗岩を主体とし、マリブ南部には花崗岩が分布する。マフラク周辺には分布しない。

b. 堆積岩類

① WAJID Sandstone : サダ以北に分布し、淘汰の比較的良好な石英粒よりなる粗粒砂岩を主としている。マフラク周辺には分布しない。

② KOHLN Formation : サナ北西の山岳地帯に分布し、基底部に礫岩層があり、その上部は砂岩と頁岩で構成されている。

③ AMRAN Formation : イエメン北半分に広く分布する石灰質の岩石であるが、頁岩、砂岩を伴い層厚300m以上とされている。マフラクでも分布がみられる。セメントの材料として使用されている。

④ TAWILAH Group : サナ周辺に分布する白—赤褐色の陸成砂岩で構成され礫岩を狭在する。層厚は200m以上とされている。尚、首都圏への重要な水源となる帯水層となっている。マフラクの南部にも分布がみられる。

c. 火山岩類 : イエメン全土の4分の1をこの Trap Formation が覆っている。これは玄武岩、安山岩、粗面岩などの熔岩流そして凝灰岩、角礫凝灰岩などの火山碎屑物で構成されきわめて厚い層厚を示し、最大1200mを越えるとされている。トラップ火山活動に引き続き現世の火山活動が始まった。小規模ではあるが、全土におよび、円錐状の山を形成したり、火口をもっており、その大部分は死火山であるが休火山で硫気孔がみられるところもある。調査地では古い火成岩をさらに貫入している状態を至るところでみられる。

- d. 第四紀の沖積層 : マフラクではアルルアワジに沿って2段の河岸段丘がみられ沖積堆積物である玉・石・礫・砂・シルト・粘土によって構成されている。しかし、その堆積環境は、季節的にも変動が大きく、経年的にも変化があったと推定されるため、あまりに淘汰の良くないものとなっている。

6.2.4 気象条件

アラビア半島西南端のイエメンは北緯 13° - 17° にあり、熱帯気候区に属するが、海岸地帯やサウジアラビアと国境を接する東部内陸地域(Western Lowlands)は、冬にわずかな雨が降る砂漠気候を呈し、中央山岳地帯の山頂部は高山気候になっている。

山地は夏に紅海から吹き上げる風によって湿った空気が運ばれ背嶺山脈の西側に雨を降らす。タイズ地方はイエメンでは最高に降雨量の多い地域となっている。

イエメンの降水量マップをFigure 6-15に示す。またティハマ海岸平野の気候とリスヤンワジ集水域のクデイハの気候を気象特徴図としてFigure 6-17に示す。これによると雨期は春と夏の2回あり、その多くの場合は午後から激しいスコール性の降雨となる。年間降雨量は大きなバラつきがあるが、海岸平野から中央山岳部にかけて50-300mmありマフラク地区では200mm前後である。

海岸地域の月最高気温の平均は 35°C - 43°C にも達し中央山岳地帯は 25°C - 35°C であった。蒸発散量は海岸平野で2500mmにも達する。

6.2.5 水理地質学的考察

マフラク地域で深層地下水開発の可能性を検討する場合次の3通りが対象となる。尚、浅層地下水については考察の対象としない。

1) タビラ硅石

この地層は、大小の亀裂が普遍的に発達しているのが特徴で、陸成層特有のポーラスな岩相とあいまって良好な帯水層を形成している。タビラ硅石に賦存の地下水は部分的な被圧水を除いて全てが不圧地下水である。砂岩層の基底には不透水層をなす頁岩層が分布しており、水理的には下部の帯水層とは遮断されている。イエメンでは最も有望な帯水層でサナア首都圏の代表的な水源となっている。サナアでの1本当たりの揚水量は一般的に500~2000 m^3 /日と豊富である。

2) Trap Series (火成岩)

玄武岩を主体とする本層の帯水層は、火成岩の冷却時に発生した細かい亀裂が発達した本層最下部に賦存する裂力型の地下水である。亀裂の開口度は小さく透水性はそれほど大きくない。またその地下水の飽和された部分の厚さは数mから300mと変化に富んでいる。下部に分布する地層とは明確な不透水層が存在する場合もあるが、ほとんどのケースで水理的に連続している。

この帯水層には多くの井戸が掘られているが、成功率は50%にも満たないほど低く、取水に成功しても一般的に揚水量は100~200 ml/日と少ない。

3) 断層破碎帯に賦存する裂力型地下水

マフラク周辺部には断層が多く存在する。イエメンでの地下水開発は、岩盤を対象とすることがほとんどであり、岩体自体がポーラスな岩相や亀裂の発達した物を対象とす以外は、断層に付随する破碎帯をねらう事が多い。断層の大きさと方向性及び岩体の性質により破碎帯を推定して、井戸位置を決定することになる。

ただし、降雨量の少ない地域では、透水性の高い破碎帯が存在しても地下水への補給環境が整っていないと良好な帯水層とはならない。成功率は高いが既存井からの揚水量は100 ml/日~2000 ml/日と不安定な量を示す。

6.2.6 現地調査の結果

水理地質学的見地よりマフラク地域の深層地下水開発の可能性が高い3タイプについて現地調査を実施した。

プラントサイトでは Trap Series の分布が広範囲にみられるが、先の試掘調査で、良い結果が出ていない。しかもこの地域で成功している例もみられない。また、断層もアムラン Formation の中や、Trap Series の境界に多く存在するが、現世の火山活動で玄武岩の Dick が顕著にみられ、破碎帯の有効間隙が少ないものと推定された。

この事から、地質図 Figure 6-18に、プラントサイトの南方にその分布が示されているタビラ硅石の確認を重要課題として現地調査を行った。

タイズーホデイダ道路をプラントサイトより約3.5km北上しハバシ山系から流れるハバイワジ（アルルワジの支流）と合流するところに試掘されたテストボーリング地点（No.1号井）を右にみて、ラハバワジを東へ辿る。

このワジも低位段丘を伴い、この段丘面に深度10m前後の手掘井戸が多数分布する。両岸には火成岩が優勢にみられるが、本来この地域の基盤岩を形成していたであろうタビラ硅石がこの玄武岩に突き上げられたように、断片的に出現してくる。そして試掘井より東へワジの河床を車で走ること5.5kmでタビラ硅石の分布地域へ到着した。

この境界よりさらに3kmほど進んだアルハーファ村の入り口で、かんがい用深井戸を見出す事が出来た。これは、ローカルの井戸会社がロータリーリグで掘さくしたものであり、詳細は不明であったが、聞き取りにより概要は次の通りであった。

【かんがい用深井戸】

- 施工 : 1985年
深度 : 約70m
口径 : 200mm
ポンプ : Vertical Turbin Pump 「Caprani-Italy」
吐出管口径 = 80mm
揚水状況 : 2年前までは3"吐出管で豊富な揚水量(推定400~700ℓ/min)であったが、現在同揚水量で3~4時間するとエアーを吸うようになった。このことから、水位の低下があったと推定される。

6.2.7 深層地下水開発への提言

プラント運営のための恒常的水源の確保は、オリジナルの運用計画及び拡張には必要不可欠である。農業用に重要な浅層地下水は、経年的、季節的に不安定であり、深層地下水の開発が急務である。

調査結果より次の様なプライオリティーで開発対象を進めて行くべきと考えられる。

First Priority : ハバシ山系の西方に分布するタビラ硅石(Figure 6-12)この優良な帯水層の露頭はラハバワジ沿いに広く分布する。またプラントサイトの Sandstone quarry もこの一連の続きであり、この間の地下に分布が推定される。このため、ハワダ周辺の水理地質調査が必要になってくる。尚、アルハーファ村に水源を設けた場合ハバワジ沿いにプラントサイトまで9kmの距離となる。この場合標高差は250mあり自然流下での導水が可能である。

Second Priority : アルルブワジに沿ったアムラン石灰石と火成岩の断崖に伴う破碎帯。放射能探査や電磁探査で、断崖の方向性や亀裂の有無を詳細に行う必要がある。

尚、タビラ硅石での開発にあたっては次に示すような詳細調査のフローチャートに従って、効率的に行うことを切望するものである。また既設井への影響圏の配慮も必要となってくる。

深層地下水開発 フローチャート

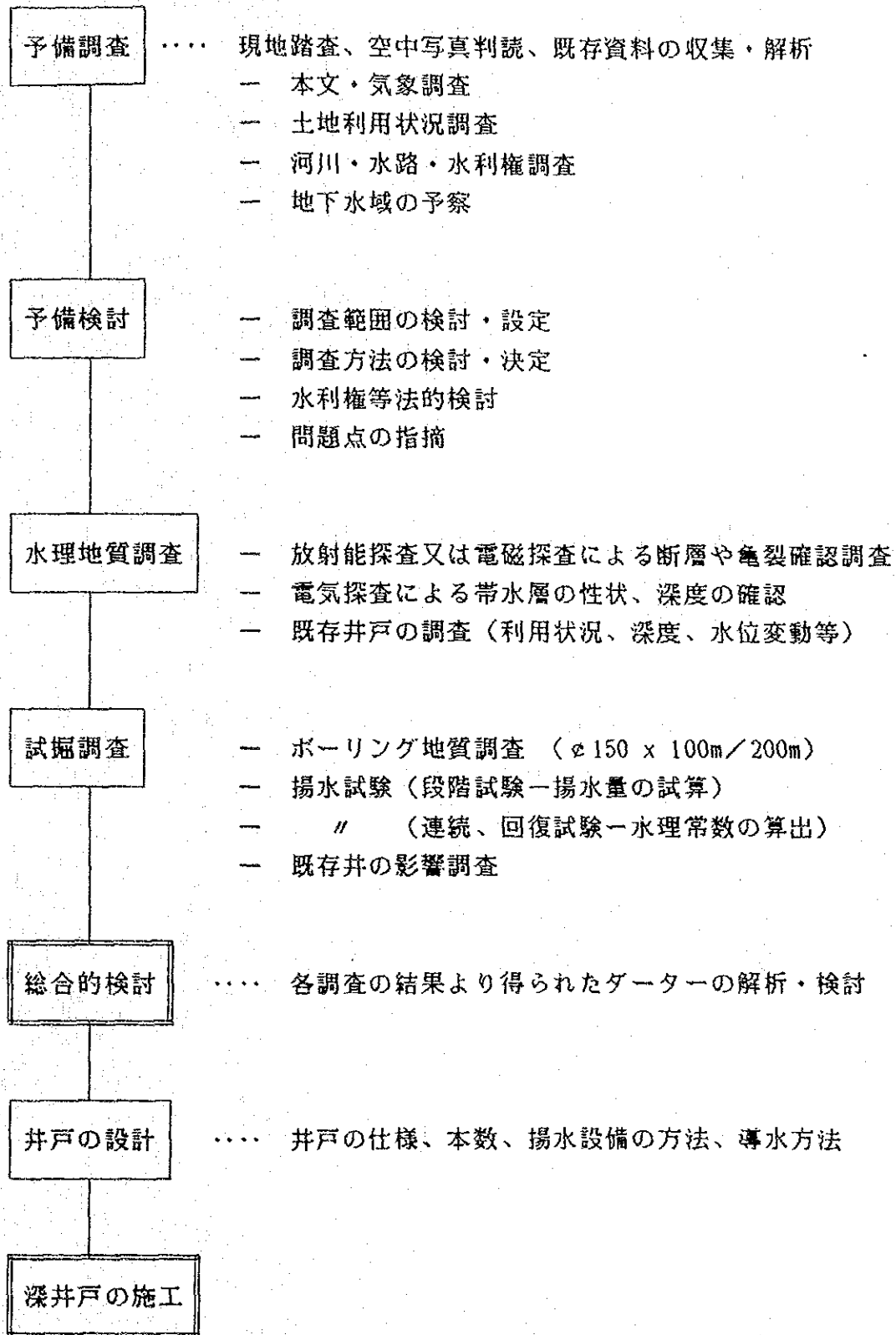
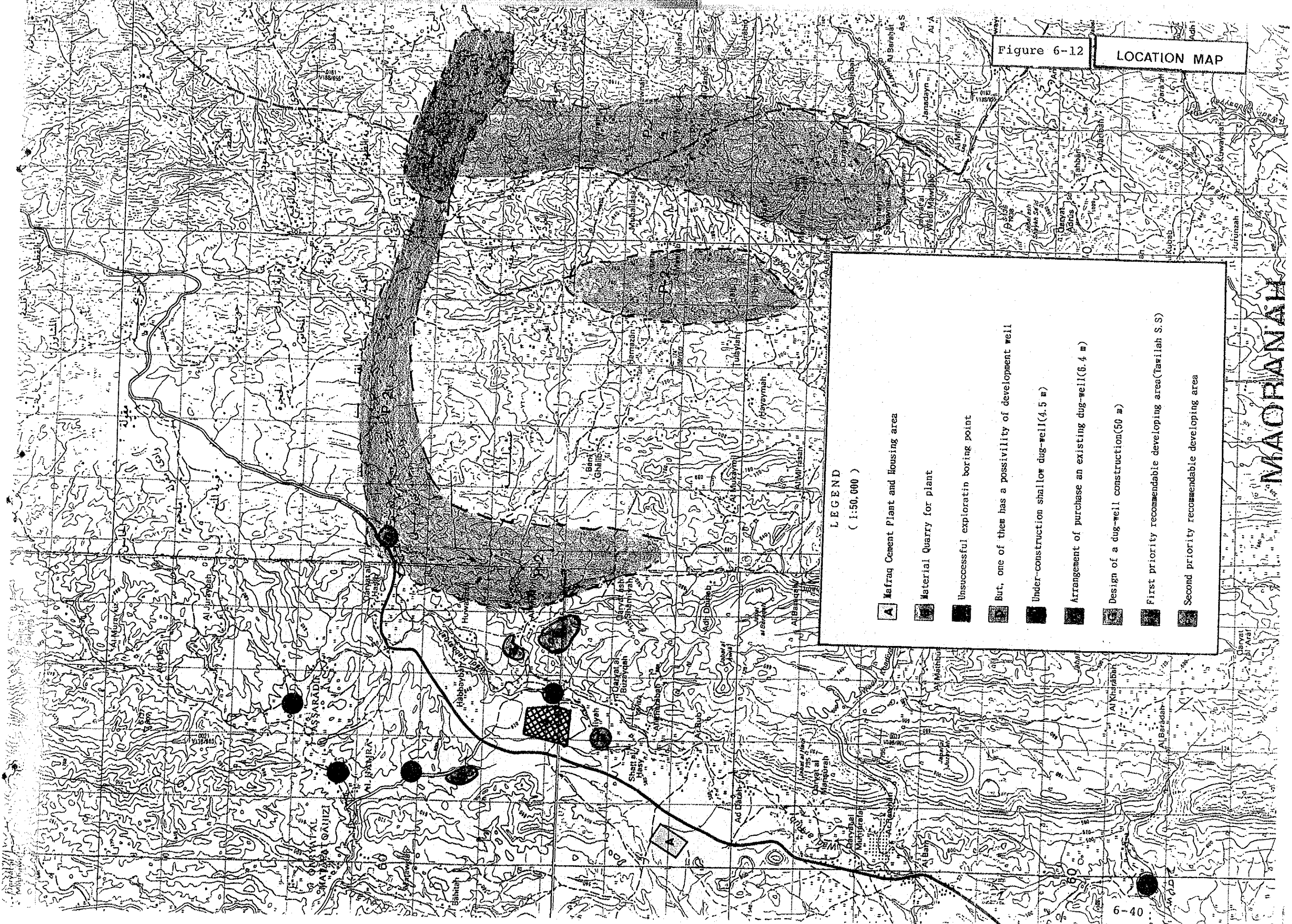











Figure 6-12 LOCATION MAP



LEGEND
(1:50,000)

-  Maqfrah Cement Plant and Housing area
-  Material Quarry for plant
-  Unsuccessful exploratin boring point
-  But, one of them has a possivility of development well
-  Under-construction shallow dug-well(4.5 m)
-  Arrangement of purchase an existing dug-well(6.4 m)
-  Design of a dug-well construction(50 m)
-  First priority recommendable developing area(Tawilah S.S)
-  Second priority recommendable developing area

MAQFRAH

Figure 6-13

Classification graphic of landform in Yemen

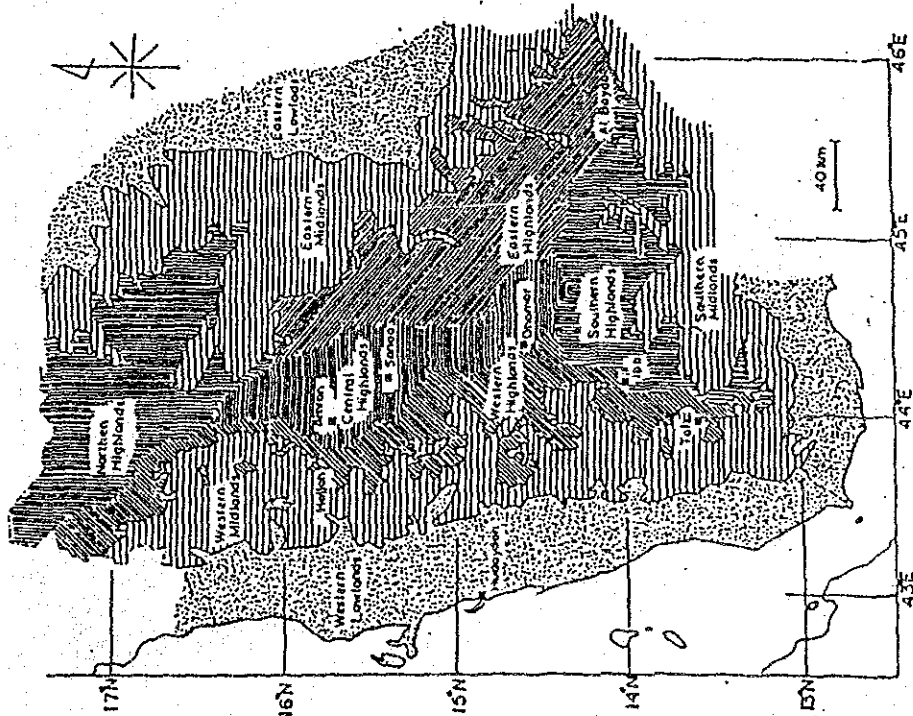
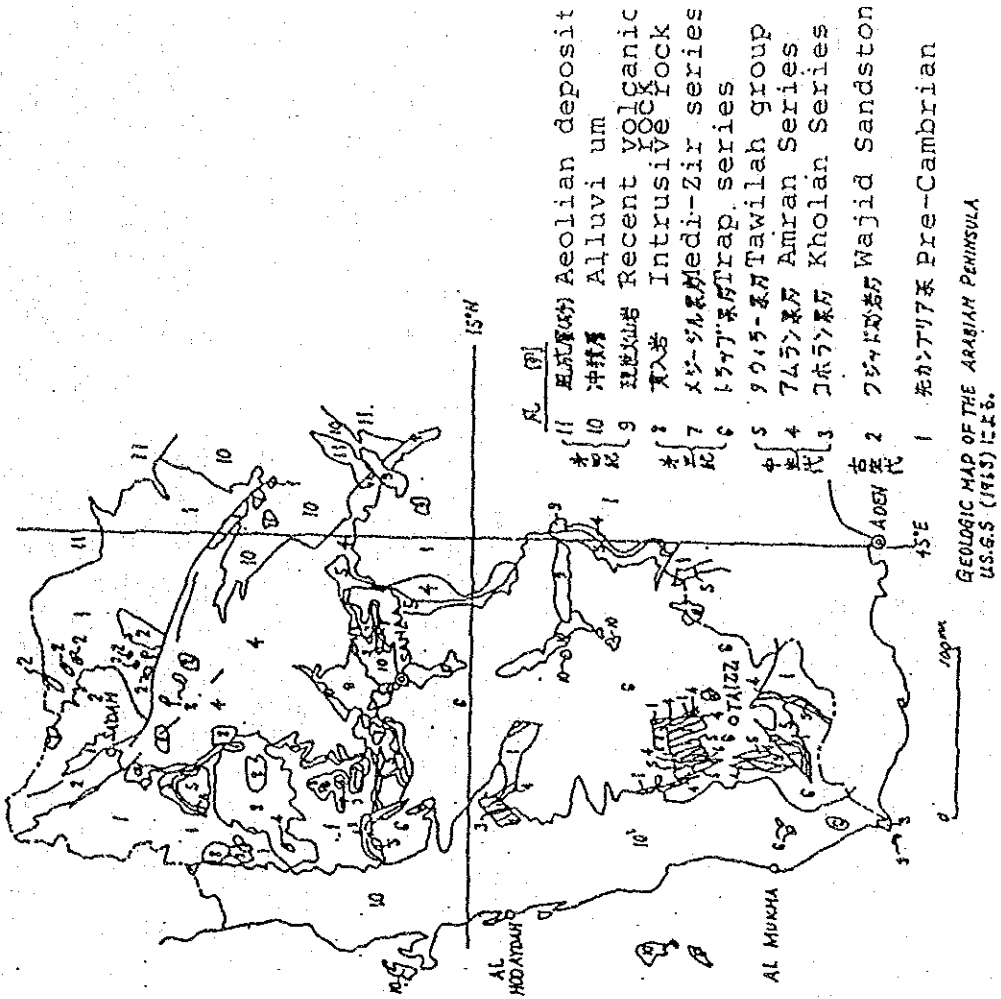


Figure 6-14

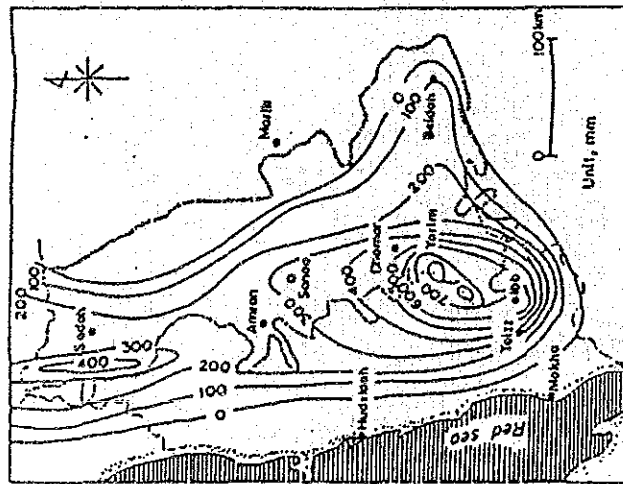
Geological map in Yemen



By Dr. Taguchi & Shindo "Water resource"

Figure 6-15

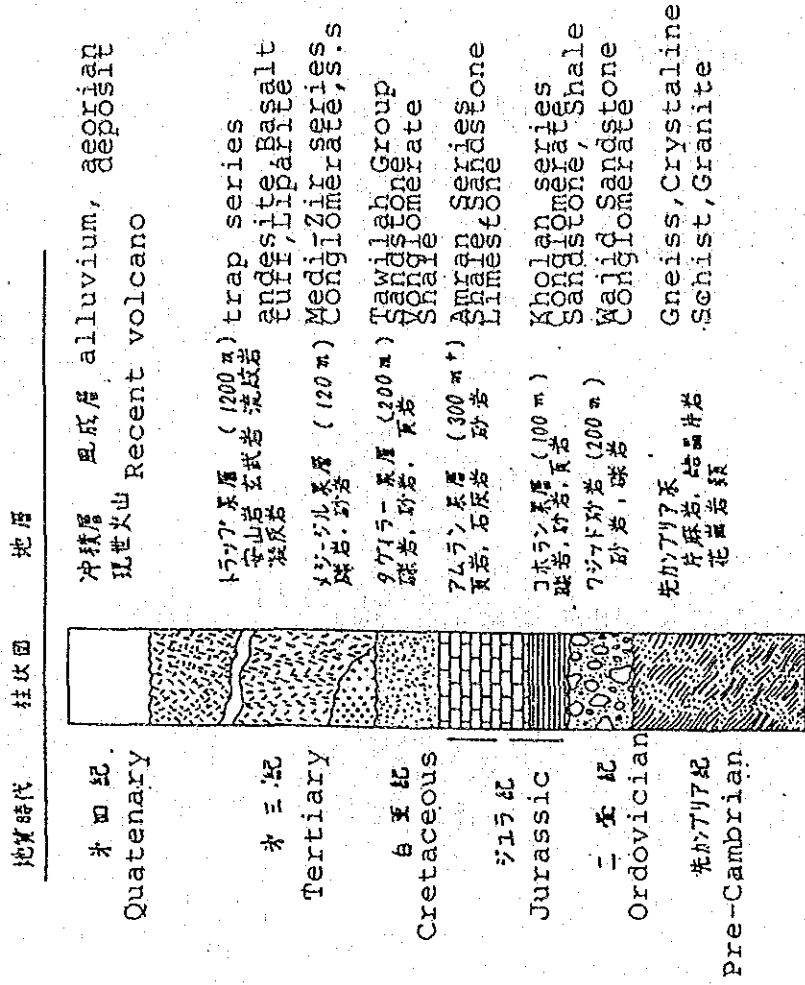
Annual mean precipitation of the Yemen



From "Water resource in Yemen" Taguchi, Shindo.

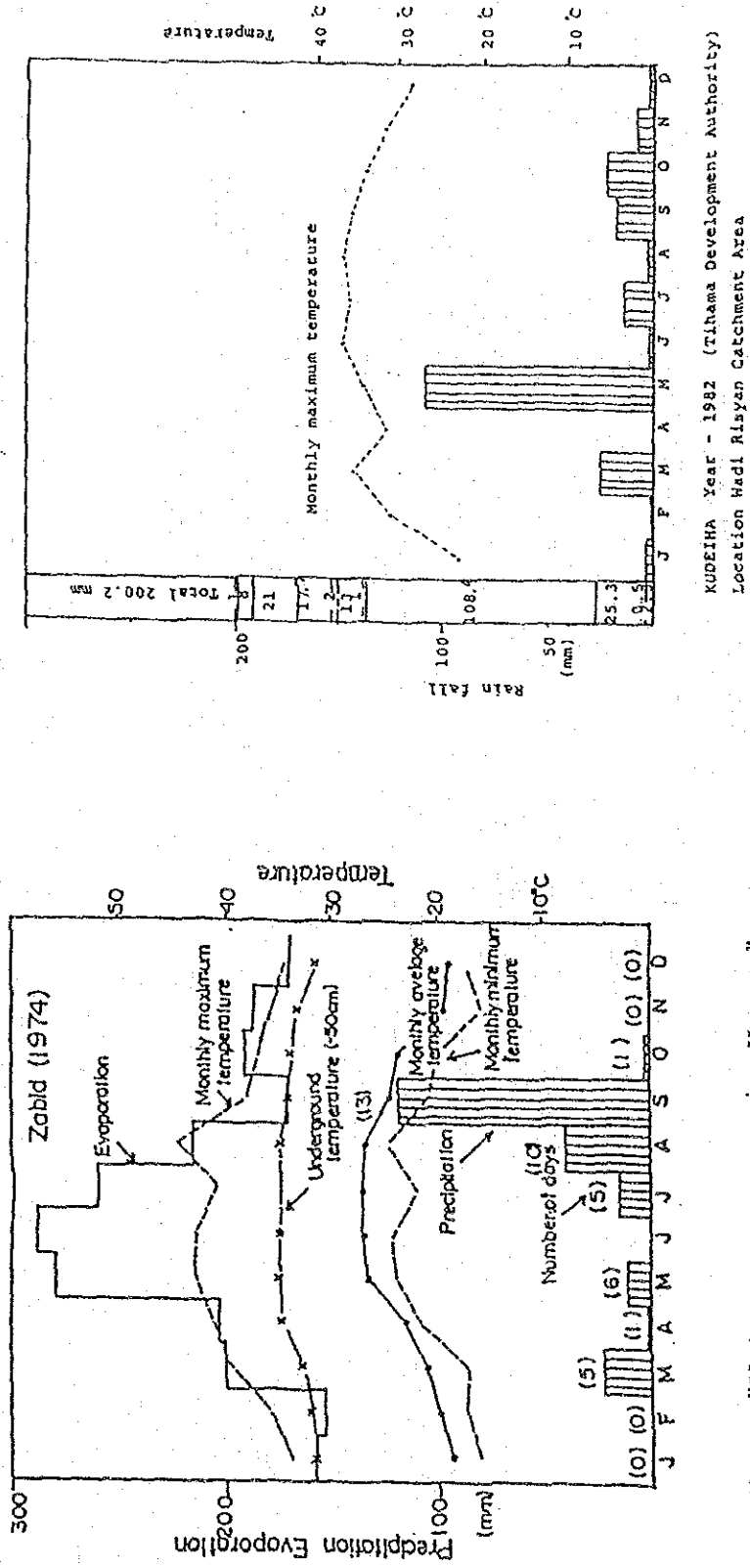
Figure 6-16

Stratigraphic sequence of the Yemen



T. IGARASHI 1972










Figure 6-17 Hydro-meteorological condition of the Tihamah and wadi Risyan

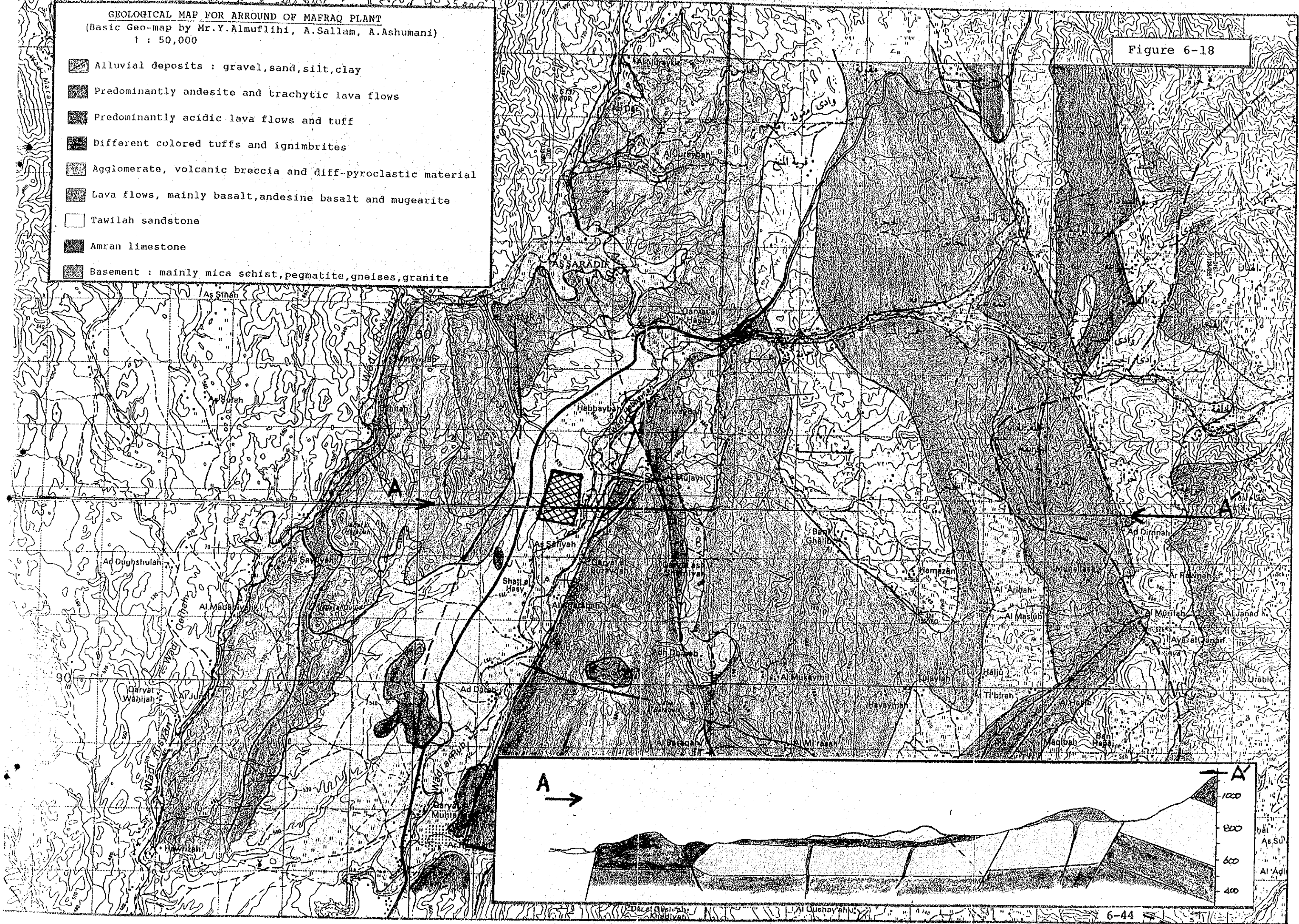


From "Water resource in Yemen" by Taguchi, Shindo, 1981

GEOLOGICAL MAP FOR ARROUND OF MAFRAQ PLANT
 (Basic Geo-map by Mr. Y. Almuflihi, A. Sallam, A. Ashumani)
 1 : 50,000

Figure 6-18

-  Alluvial deposits : gravel, sand, silt, clay
-  Predominantly andesite and trachytic lava flows
-  Predominantly acidic lava flows and tuff
-  Different colored tuffs and ignimbrites
-  Agglomerate, volcanic breccia and diff-pyroclastic material
-  Lava flows, mainly basalt, andesine basalt and mugearite
-  Tawilah sandstone
-  Amran limestone
-  Basement : mainly mica schist, pegmatite, gneises, granite



6.3 電力供給

6.3.1 P.E.C.(PUBLIC ELECTRIC CORPORATION) による電源供給計画

イエメン国内における発電電力量及び消費電力量 (P.E.C.データ) を Table 6-17 Power Consumption List に示す。

近年、一般需要家による電力消費量は、増大の一途をたどり、より以上の消費が見込まれる。P.E.Cは、増設を含めたマブラクセメント工場に供給出来る電源容量は最大25MVAとしている。

6.3.2 負荷容量

建設中のマブラクセメント工場の予想電力消費量は、下記のとおり。

最大需要 : 18.9 MVA

平均需要 : 17.5 MVA

(石川島播磨重工業よりの入手データにより)

今回計画となっている拡張プラントの生産能力及び設備は、現在建設中のものと、ほぼ同等となっており増設設備の電源容量も、17.5 MVAと、現在建設中の容量とほぼ等しいものと予測されている。即ち、現在建設中のものと、拡張分を含めた全負荷容量は 35 MVAとなる。P.E.C.の電源供給量は 25 MVAであるので、プラントが要求する容量には不足となる。

6.3.3 発電設備

建設中の設備は買電による 25 MVAでプラント運転をカバー出来る。しかし、買電による 25 MVA では拡張分を賄うことは出来ない。そのため、拡張分用には発電設備を設ける必要がある。

拡張分用としてディーゼル発電設備 (6250 KVA 4台、予備設備1台を含む) が考慮される。参考までにアムランセメントにおいては4台のディーゼル発電設備 (5400 kW 4台、予備1台を含む) で、プラントを運転している。

6.3.4 電力供給システム

一般運転としては、3台の発電機を並列運転とし必要電力量を供給する。供給された 6600 V の電気は各セクションに設けられた電気室内の配電盤に主発電機盤より給電される。又、現在建設中の 6600 V 主配電盤とは、2ラインで接続する。こうすることで非常時における電力の授受が可能となり、建設中の設備及び拡張設備の運転に柔軟な対応が可能となるものと予想される。

6.3.5 電源仕様

発電設備による電源の仕様は下記のとおり。

供給電源	:	6600 V、	3相、	50Hz
発電機容量	:	18750 KVA		
		(6250 KVA x 3セット)		定常運転時
		25000 KVA		
		(6250 KVA x 4セット)		最大運転時

プラント内で使用する電源電圧等は、建設中の設備と同様下記のとおり。

交流モーター	201KW以上	:	6.6 KV	3相
	200KW未満	:	380 V	3相
	特殊モーター	:	220 V	3相
直流モーター	21KW以上	:	440 V	
	20KW以下	:	220 V	
スペースヒーター		:	220 V	1相
照明	配電システム	:	380 V	3相 4線
	器具	:	220 V	1相 2線
コンセント	13A 2P+1E	:	220 V	1相
	63A 3P+1E	:	380 V	3相

制御電源	33 KV	配電盤:	DC	110	V	
	6.6KV	配電盤:	DC	110	V	
	380 V	配電盤:	DC	110	V	
	MCC	:	AC	220	V	
	制御PLC用	:	DC	48	V	又は
			AC	220	V	
計装	電源用	:	AC	100	V	
	信号用	:	DC	24	V	

6.3.6 供給電源の品質

供給電源の品質はセメントプラントのキルンにおいては特に非常に重要なファクターを占める。その理由としてキルンは非常に大きな熱容量を持っており、運転及びメンテナンスコストを下げるためには、安定運転が要求される。頻繁な停止は、キルンの耐火レンガを損なう。

アムランセメントにおける運転データによると、買電の品質はそれほど良くはなく、買電の電圧変動によるシャットダウンが、数回にわたり記録されている。

建設中のプラントは、この買電を利用し、運転することで計画されている。もし、買電の品質が改善されていない場合には、アムランセメントと同様なトラブルが予測され、建設中のプラント用の発電設備も考慮にいれることを推奨する。

TABLE 6-17 POWER CONSUMPTION LIST

YEAR	POWER GENERATION CAPABILITY (MW)	LOAD CONSUMPTION (MW)
1983	236	54
1984	225	80
1985	255	95
1986	385	106
1987	377	128
1988	372	
1989	372	145
1990	372	179
1991	372	195
1992	372	211
1993	382	221
1994	412	231
1995	412	253
1996		278
1997		283

(BY P. E. C.)

Note: Data after 1991 is expected data.

6.4 燃料供給

拡張プロジェクトにおいても既設プラントと同様、重油とディーゼル油の2種類の燃料を使用する。

両燃料ともマリブの製油所よりタンクローリにてプラントに供給され 貯蔵タンクに貯えられる。

マリブの製油所には十分な製造能力があるにも拘らず、輸送途上の障害による供給不安があるため、プラントの貯蔵能力は充分にとる必要がある。

6.4.1 重油

消費量		既 設	拡張
クリンカー焼成	:	6.20 tons/h	6.20 tons/h
熱風発生炉	:	1.24	1.24
合計	:	7.44	7.44
		= 14.88 tons/h	= 357.12 tons/day

貯蔵能力： 2500 m³ x 3 sets = 7,500 m³

重油仕様：

				TEST METHOD
Ash	% w	max.	0.05	ASTM D 482
Calorific Value (Gross)	Btu/b	min.	18,000	Calc. USB Standard
Carbon Residue	% w	max.	12	ASTM D 189
Flash Point	Deg.C	min.	66	ASTM D 93
Fire Point	Deg.F	min.	200	ASTM D 92
Pour Point	Deg.F	max.	40	ASTM D 97
Sediment	% w	max.	0.05	ASTM D 173
Sediment and Water	% w	max.	0.5	ASTM D 1796
Specific Gravity		min.	0.928	ASTM D 1298
Sulphur	% w	max.	2.5	ASTM D 1551
Viscosity	cSt	min.	68	ASTM D 445
Water	% w	max.	0.05	ASTM D 95

6.4.2 ディーゼル油

消費量 :	既 設	拡張
蒸気ボイラ	: 0.15 tons/h	0.15 tons/h
危急発電機	: (0.25)	(0.25)
ディーゼル発電機	: --	3.32
合計	: 0.15	3.47
	= 3.62 tons/h =	86.88 tons/day

貯蔵能力： 500 m³ x 1 set + 2500 m³ x 1 set = 3,000 m³

ディーゼル油仕様：

				TEST METHOD
Ash	% w	max.	0.01	ASTM D 482
Carbon Residue	% w	max.	0.10	ASTM D 189
Either : Cloud point	°C	max.	45	ASTM D 2500
Pour point	°C	max.	0	ASTM D 97
Or : Cloud point	°C	max.	11	ASTM D 2600
CFPP	°C	max.	3	IP 309
Colour, ASTM		max.	2.5	ASTM D 1600
Diesel Index		min.	53	IP 21
Flash Point	°C	min.	66	ASTM D 93
Sediment	% w	max.	0.01	ASTM D 473
Specific Gravity		min.	0.82	ASTM D 1298
Sulpher	% w	max.	1.0	ASTM D 1551
Viscosity	cSt	min.	0	ASTM D 445
Water	% w	max.	0.1	ASTM D 1744

7	<u>拡張プラントの検討</u>		(ページ)
7.1	<u>拡張プロジェクトのコンセプト</u>	-----	7-1
7.1.1	プラントの能力	-----	7-1
7.1.2	プロジェクトの範囲	-----	7-1
7.1.3	コンセプト	-----	7-1
7.1.4	基本能力計算	-----	7-2
	1) 生産能力		
	2) 計算の基本条件		
	3) 各設備の運転時間		
	4) 各設備の能力		
7.1.5	既設プラントよりのフィードバック	-----	7-15
	1) 既設プラントのフィードバック		
	2) 貯蔵設備の増強		
7.2	<u>プラントサイトと配置</u>	-----	7-16
7.2.1	プラントサイト	-----	7-16
7.2.2	拡張プラントの区分	-----	7-18
7.3	<u>プラント設備の概要</u>	-----	7-20
7.3.1	生産設備	-----	7-20
7.3.2	ユーティリティ供給	-----	7-27
7.3.3	電気・計装設備	-----	7-30
	1) 電気設備		
	2) 計装		
7.3.4	その他の設備	-----	7-37
7.3.5	土建設計と工事	-----	7-38
7.3.6	機器リスト	-----	7-40
7.4	<u>付帯設備</u>	-----	7-79
7.5	<u>ディーゼル発電プラント</u>	-----	7-80
7.5.1	設備概要	-----	7-80
7.5.2	発電機仕様	-----	7-80
7.5.3	ディーゼルエンジン仕様	-----	7-80
7.5.4	発電機盤	-----	7-81
7.5.5	ディーゼル油貯蔵設備	-----	7-81
7.5.6	予備品	-----	7-81

(ページ)

7.6	<u>水供給</u>	-----	7-81
7.6.1	コンセプト	-----	7-81
7.6.2	設計条件	-----	7-82
7.6.3	主仕様	-----	7-83
7.7	<u>居住設備</u>	-----	7-84
7.7.1	既設の居住設備	-----	7-84
7.7.2	拡張プラントの居住設備	-----	7-85

7 拡張プラントの検討

7.1 拡張プロジェクトの基本コンセプト

7.1.1 プラントの能力

拡張設備の生産能力は既設設備の生産能力と同一とする。

	<u>日 産</u>	<u>年 産</u>
クリンカー：	1,700 T/D	500,000 T/Y
セメント	： 1,830 T/D	550,000 T/Y

7.1.2 プロジェクトの範囲

拡張プロジェクトの工事範囲はプラント設備の供給と建設を含むフルターンキーベースである。

設備は、原料採掘設備より、原料ミル、セメントミル、クリンカー焼成設備を含みセメント供給設備までの生産ラインのみでなく、ユーティリティ供給等の関連設備、オフィス、倉庫等の共通設備を含む。

7.1.3 コンセプト

拡張プロジェクトの計画は下記のコンセプトをベースに行う。

- 1) 拡張プラントのプロセスは最新の省エネルギー、高効率なプロセスとし、既設設備と拡張設備の交換性を考慮する。
- 2) 拡張プラントは既設プラントに隣接して建設する。
- 3) 拡張プラントは既設プラントを最大限に活用する。
- 4) デザインベースは既設プラントと同一とする。
- 5) 拡張プラントはプラント設備のみでなくプラントの運転に必要なユーティリティ等の付帯設備も含む。
- 6) プラントへの水供給も拡張設備の範囲に含む。
- 7) プラントへの電力供給は拡張プロジェクトの範囲に含まれるディーゼル発電プラントより供給される。
- 8) 石灰石の品質と埋蔵量についてはレポート “Geological Investigation Works ” により検討を行う。
- 9) 拡張プラントには従業員とその家族のための居住施設を考慮する。
- 10) 拡張プラントの予備品、消耗品の保管のための倉庫の拡張も含む。
- 11) 既設プラントと同様の環境保全設備も含む。

7.1.4 基本能力計算

拡張設備の主要設備の仕様と能力を下記の計算により決める。
計算結果を Figure 7-1 に示す。

1) 生産能力

(1) クリンカー生産 : 1,700 T/D

(2) セメント生産

$$1700 \text{ T/D} \times (1.03 + 1.05) \times 300 \text{ D/Y} = 550,000 \text{ T/Y}$$

1.03 : 石膏配合比
1.05 : 添加物配合比
300 : 年間運転日

2) 計算の基本条件

(1) 各原料配合比

1-1.原料	:	石灰石	:	89.66 %
		火成岩	:	10.34
		砂岩	:	0
		合計	:	100.0 %

1-2.原料/クリンカー比

原単位	:	1.512 kg/kg-kl
ダストロス	:	0.03
バイパスロス	:	0.03
合計	:	1.572 kg/kg-kl

1-3.クリンカー/セメント比

クリンカー	:	1.0 kg/kg-cement
石膏	:	0.03
添加物	:	0.05
合計	:	1.08 kg/kg-cement

(2) 原料性状

2-1. 性状

	水分(%)	比重(t/m ³)	安息角(Deg)
石灰石	: Max. 2.5	1.5	35
火成岩	: 3.5	1.5	35
砂岩	: 1.8	1.5	35
石膏	: 5.0	1.5	35

2-2. 化学成分

	石灰石(%)	火成岩(%)	砂岩(%)
SiO ₂	: 11.35	44.23	91.42
TiO ₂	: 0.17	3.78	0.32
Al ₂ O ₃	: 1.64	14.40	1.88
Fe ₂ O ₃	: 1.04	12.90	2.07
MnO	: 0.02	0.14	0.03
MgO	: 1.39	4.49	0.34
CaO	: 46.0	8.58	1.03
K ₂ O	: 0.77	1.40	0.80
Na ₂ O	: 0.09	4.04	0.07
lg-loss	: 37.16	5.46	1.31
合計	: 99.63%	99.42%	99.27%

(3) 燃料

C 重油 -	
発熱量	: 11,300 Kcal/kg (Gross) 9,800 Kcal/kg (Net)
比重	: 0.93
硫黄分	: max.2.5 %
粘度	: min.68 cSt

燃料消費量

バイパスなし	: 790 kcal/kg-cl
20 % バイパス	: 830 kcal/kg-cl

3) 各設備の運転時間

(1) 鉱山

石灰石鉱山	: 6 h/d x 5.5 d/w = 33 h/w
火成岩鉱山	: 6 h/d x 5.5 d/w = 33 h/w

(2) 原料粗砕

石灰石粗砕	: 7 h/d x 6 d/w = 42 h/w
火成岩粗砕	: 8 h/d x 6 d/w = 48 h/w

(3) 原料貯蔵

石灰石投入	: 7 h/d x 6 d/w = 42 h/w
石灰石取出し	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w

(4) 原料粉砕

原料ミル	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w
------	----------------------------

(5) 粉末原料貯蔵と均一化

粉末原料貯蔵	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w
原料均一化	: 24 h/d x 7 d/w = 168 h/w

(6) 粉末原料送り

原料送り	: 24 h/d x 7 d/w = 168 h/w
------	----------------------------

(7) クリンカー焼成

プレヒーター、キルン クーラー	: 24 h/d x 7 d/w = 168 h/w
--------------------	----------------------------

(8) クリンカー貯蔵

クリンカー貯蔵	: 24 h/d x 7 d/w = 168 h/w
クリンカー取出し	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w
石膏/添加物粉砕	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w

(9) セメント粉砕

セメント粉砕ミル	: 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w
----------	----------------------------

(10) セメント貯蔵

セメント貯蔵 : 24 h/d x 6 d/w = 144 h/w
セメント取出 : 16 h/d x 6 d/w = 96 h/w (Packing)
8 h/d x 6 d/w = 48 h/w (Bulk)

(11) セメント袋詰め

バウカー : 16 h/d x 6 d/w = 96 h/w

(12) セメント出荷

袋積み : 16 h/d x 6 d/w = 96 h/w
バラ積み : 8 h/d x 6 d/w = 48 h/w

(13) ユーティリティ

水供給 :
圧縮空気供給 :
燃料油供給 : プラント運転中は連続運転
蒸気供給 :
消火設備 :

4) 各設備の能力

(1) 鉱山

1-1. 石灰石鉱山

必要量：

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 0.8966 \times 7 = 33,545 \text{ t/w (dry base)}$$

必要能力：

$$33,545/33 \times 1.1 = 1118 \text{ t/h} > 600 \text{ t/h}$$

1.1 : 設備の余裕率

600 t/h : 既設の能力

よって追加設備 ($1118 - 600 = 518 \rightarrow 600 \text{ t/h}$) が拡張プロジェクトに必要となる。

1-2. 火成岩鉱山

必要量：

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 0.1034 \times 7 = 3,869 \text{ t/w (dry base)}$$

必要能力：

$$3,869/33 \times 1.1 = 129 \text{ t/h} > 75 \text{ t/h}$$

1.1 : 設備の余裕率

75 t/h : 既設の能力

よって追加設備 ($129 - 75 = 54 \rightarrow 75 \text{ t/h}$) が拡張プロジェクトに必要となる。

(2) 原料粗砕

2-1. 石灰石粗砕

必要量：

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 0.8966 \times 7 = 33,545 \text{ t/w (dry base)}$$

必要能力：

$$33,545/42 \times 1.2 = 958 \text{ t/h} > 500 \text{ t/h}$$

1.2 : 設備の余裕率

500 t/h : 既設の能力

よって追加設備 ($958 - 500 = 458 \rightarrow 500 \text{ t/h}$) が拡張プロジェクトに必要となる。

2-2. 火成岩粗碎

必要量：

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 0.1034 \times 7 = 3,869 \text{ t/w (dry base)}$$

必要能力：

$$3,869/48 \times 1.2 = 97 \text{ t/h} < 100 \text{ t/h}$$

1.2 : 設備の余裕率

100 t/h : 既設の能力

よって既設設備の運転時間を 7時間から 8時間に延長する事により既設、
拡張の両設備を賄う事ができる。

(3) 原料貯蔵

3-1. 石灰石投入

必要能力：

$$500 \text{ t/h} \times 1.2 = 600 \text{ t/h}$$

1.2 : スタッカの余裕率

500 t/h : 拡張クラッシャの能力

3-2. 石灰石貯蔵

必要能力：

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 0.8966 \times 14 = 67,090 \text{ t} > 40,000 \text{ t}$$

14 : 必要貯蔵日数

40,000 : 既設の貯蔵容量

よって新貯蔵設備 ($67,090 - 40,000 = 27,090 \rightarrow 40,000 \text{ t}$)
が必要となる。

3-3. 石灰石取出し

必要能力：

$$1700 \times 1.572 \times 0.8966 \times 7/144 \times 1.3 \times 1.3 = 197 \text{ t/h} \rightarrow 300 \text{ t/h}$$

1.3 : リクレーマーの余裕率

1.3 : コンベアの余裕率

300 t/h : 既設リクレーマーの能力

(4) 原料粉砕

拡張プロジェクトでは下記の設備を新設する。

4-1. 送り

必要量 :

$$\text{石灰石} : 1700 \times 1.572 \times 0.8966 \times 7/144 \times 1.1 = 128 \text{ t/h} \\ \rightarrow 150 \text{ t/h}$$

$$\text{火成岩} : 1700 \times 1.572 \times 0.1034 \times 7/144 \times 1.1 = 15 \text{ t/h} \\ \rightarrow 30 \text{ t/h}$$

4-2. 原料ミル

必要能力 :

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 7/144 = 260 \text{ t/h} > 135 \text{ t/h}$$

135 t/h : 既設設備の能力

よって新設ミルの能力は ($260 - 135 = 125 \rightarrow 135 \text{ t/h}$) が必要となる。

(5) 粉末原料貯蔵と均一化

5-1. 粉末原料貯蔵

必要能力 :

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 2 = 10,690 \text{ t} > 3800 \times 2 = 7,600 \text{ t}$$

2 : 必要貯蔵日数

7600 t : 既設の貯蔵容量

よって新たに ($10,690 - 7600 = 3090 \rightarrow 3600 \text{ t}$) のサイロを設ける。

5-2. 粉末原料均一化

必要能力 :

$$1700 \times 2 \times 1.572 \times 8/24 = 1782 \text{ t} > 1200 \text{ t}$$

1200 t : 既設の貯蔵容量

よって新たに ($1782 - 1200 = 582 \rightarrow 1200 \text{ t}$) のサイロを設ける。

5-3. 取出し

必要能力 :

$$1700 \times 1.572 / 24 \times 1.3 = 145 \text{ t/h} \rightarrow 150 \text{ t/h}$$

1.3 : 設備の余裕率

(6) 粉末原料送り

必要能力：

$$1700 \times 1.572/24 \times 1.3 = 145 \text{ t/h} \rightarrow 150 \text{ t/h}$$

1.3：設備の余裕率

(7) クリンカー焼成

7-1. プレヒーター／キルン／クーラー

必要能力：

$$1700/24 = 70.83 \text{ t/h}$$

7-2. 燃料油燃焼

必要能力：

$$1700/24 \times 830/9800 \times 1.2 = 7.2 \rightarrow 7.5 \text{ t/h}$$

1.2：設備の余裕率

7-3. クリンカー輸送

必要能力：

$$1700/24 \times 1.7 = 120 \text{ t/h} \rightarrow 150 \text{ t/h}$$

1.7：設備の余裕率

(8) クリンカー貯蔵

8-1. クリンカー貯蔵

必要能力：

$$1700 \times 2 \times 7.5 = 25,500 \text{ t} > 8500 \times 2 = 17,000 \text{ t}$$

7.5：必要貯蔵日数

17,000 t：既設の貯蔵容量

よって新たに (25,500 - 17,000 = 8,500 t) のサイロが必要となる

8-2. クリンカー取出し

必要能力：

$$1700 \times 7/144 \times 1.2 \times 1.1 = 109 \text{ t/h} > 125 \text{ t/h}$$

1.2：取出しの余裕率

1.1：コンベアの余裕率

8-3. 石膏/添加物粉砕

必要能力：

- 石膏 : $1700 \times 2 \times 0.03 \times 7/144 \times 1.2 \times 1.1 = 7 \text{ t/h}$
 - 添加物 : $1700 \times 2 \times 0.05 \times 7/144 \times 1.2 \times 1.1 = 11 \text{ t/h}$
- 合計 = 18 t/h
→ 20 t/h

1.2 : クラッシャーの余裕率

1.1 : コンベアの余裕率

20 t/h : 既設設備の能力

よって既設設備の能力は充分である。

(9) セメント粉砕

9-1. 送り

必要能力：

- クリンカー : $1700 \times 1.1 \times 1.0 \times 7/144 \times 1.1 = 100 \text{ t/h}$
- 石膏 : $1700 \times 1.1 \times 0.03 \times 7/144 \times 1.1 = 3 \text{ t/h}$
→ 10 t/h
- 添加物 : $1700 \times 1.1 \times 0.05 \times 7/144 \times 1.1 = 5 \text{ t/h}$
→ 20 t/h

1.1 : ミルの余裕率

1.1 : 計量器余裕率

9-2. セメント粉砕

必要能力：

$$1700 \times 2 \times (1 + 0.03 + 0.05) \times 7/144 = 179 > 90 \text{ t/h}$$

90 t/h : 既設設備の能力

よって新設 ミル ($179 - 90 = 89 \rightarrow 90 \text{ t/h}$) が必要となる。

9-3. セメント輸送

必要能力：

$$90 \times 1.1 \times 1.2 = 119 \text{ t/h} \rightarrow 130 \text{ t/h}$$

1.1 : ミルの余裕率

1.2 : コンベアの余裕率

(10) セメント貯蔵

10-1. セメント貯蔵

必要能力：

$$1700 \times 2 \times 1.08 \times 7 = 25,704 \text{ t} < 7000 \times 4 = 28,000 \text{ t}$$

7：必要貯蔵日数

28,000 t：既設の貯蔵容量

よって既設設備の能力は充分である。

10-2. 取出し

セメント出荷比率：バラセメント --- 30 %

袋セメント --- 100 %

-バッカー用 : $1700 \times 2 \times 1.08 \times 7/96 = 268 \text{ t/h}$

$< 120 \times 3 = 360 \text{ t/h}$

-バラ積み用 : $1700 \times 2 \times 1.08 \times 0.3 \times 7/48 = 161 \text{ t/h}$

$> 100 \text{ t/h}$

300 t/h：既設設備の能力

100 t/h：既設設備の能力

よってバッカー供給へは既設設備の能力はあるがバラ積み供給へは($161 - 100 = 61 \text{ t/h} \rightarrow 100 \text{ t/h}$)の新設設備が必要となる。

(11) セメント袋詰め

11-1. セメント袋詰め

必要能力：

$$1700 \times 2 \times 1.08 \times 7/96 \times 1.5 = 402 \text{ t/h} > 100 \times 3 = 300 \text{ t/h}$$

1.5：バッカーの余裕率

300 t/h：既設設備の能力

よってバッカーは($402 - 300 = 102 \text{ t/h} \rightarrow 100 \text{ t/h}$)が必要となる。

(12) セメント出荷

12-1. 袋積み

必要能力：

バッカーは4系列設けられているため、その袋積みは6系列が必要となる。よって既設5系列に1系列新設する。

12-2. バラ積み

必要能力：

$$1700 \times 2 \times 1.08 \times 0.3 \times 7/48 = 161 \text{ t/h} > 100 \text{ t/h}$$

100 t/h：既設設備の能力

よってバラ積みは (161 - 100 = 61 t/h → 100 t/h) の新設が必要となる。

(13) ユーティリティ

13-1. 水供給

必要水量：

	既 設	新 設	合 計
冷却水	: 200 t/h	200 t/h	400 t/h
補給水	: 23 t/h	23 t/h	46 t/h
合 計	: 223 t/h	223 t/h	446 t/h

よって水の供給は 2000m³ の貯水池をのぞき脱塩装置以降の拡張が必要となる。

13-2. 圧縮空気供給

必要量：

	既 設	新 設	合 計
原料粉碎ミル	:16.5 Nm ³ /min	16.5 Nm ³ /min	33 Nm ³ /min
クリンカー焼成			
セメント粉碎	:17 Nm ³ /min	2.5 Nm ³ /min	19.5 Nm ³ /min
セメント袋詰め			
合 計	:33.5 Nm ³ /min	19.0 Nm ³ /min	52.5 Nm ³ /min

19.6 m³/min：既設のコンプレッサーの容量

よって原料ミル/クリンカー焼成はコンプレッサーの新設 (33 - 19.6 = 13.4 → 19.6 m³/min) が必要となる。

13-3. 燃料油供給

- 重油必要量 :

	既 設	新 設	合 計
クリンカー焼成	: 6.2 t/h	6.2 t/h	12.4 t/h
熱風発生炉	: 1.24t/h	1.24t/h	2.48t/h
合 計	: 7.44t/h	7.44t/h	14.88t/h

$$7.44 \times 2 \times 24 \times 21 = 7500 \text{ t} > 5000 \text{ t}$$

21 : 必要貯蔵日数

5000 t : 既設の貯蔵容量

よって新貯蔵タンク (7500 - 5000 = 2500 t) が必要となる。

- ディーゼル油必要量 :

	既 設	新 設	合 計
ボイラ、危急発電	: 0.4 t/h	0.4 t/h	0.8 t/h
ディーゼル発電	: -	3.32t/h	3.32t/h
合 計	: 0.4 t/h	3.72t/h	4.12t/h

$$4.12 \times 24 \times 30 = 2966 \text{ t} > 500 \text{ t}$$

30 : 必要貯蔵日数

500 t : 既設の貯蔵容量

よって新貯蔵タンク (2966 - 500 = 2466 t → 2500 t) が必要となる。

13-4. 蒸気供給

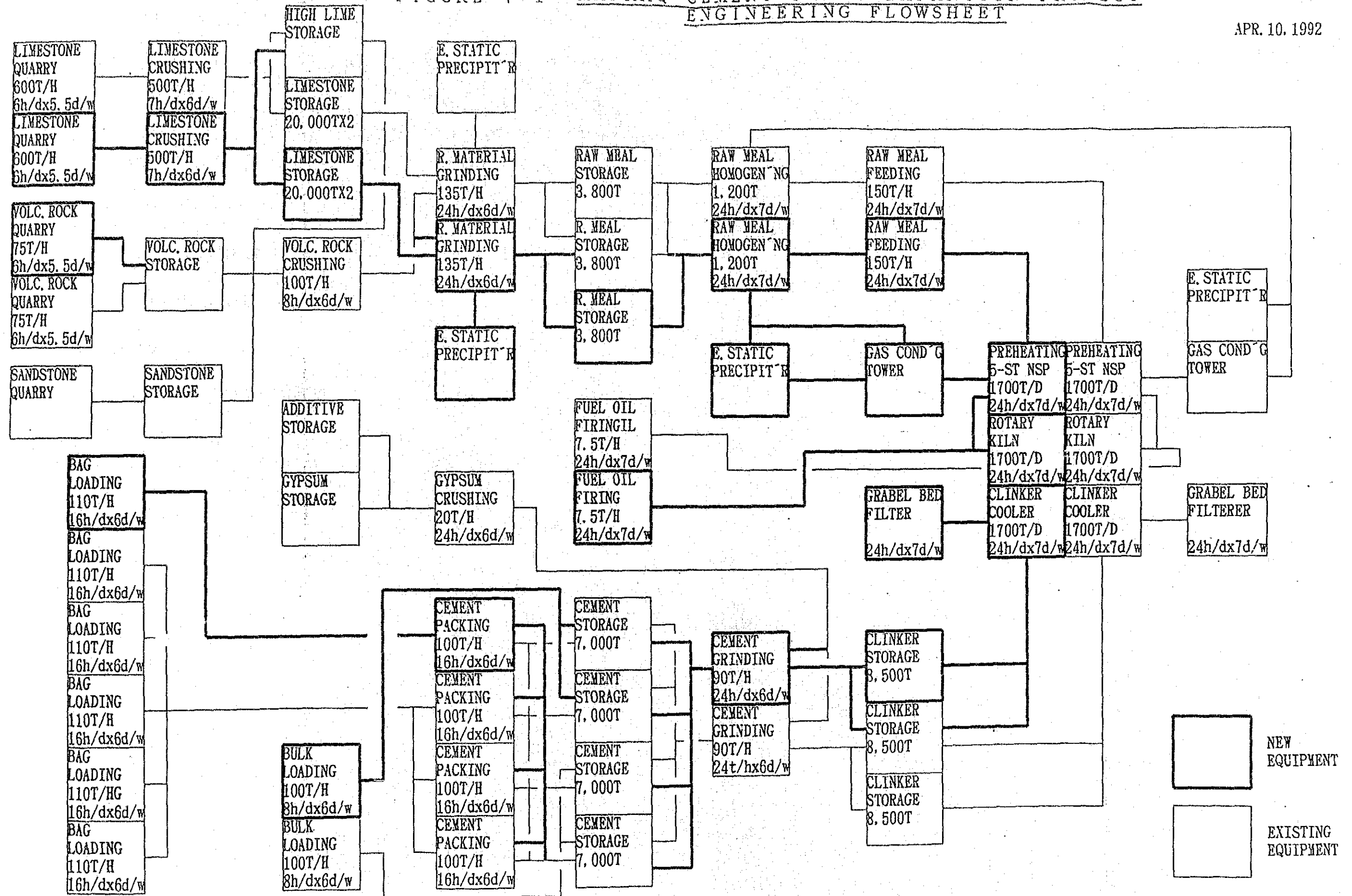
必要量 :

	既 設	新 設	合 計
重油加熱	: 1.9 t/h	1.9 t/h	3.8 t/h

よって新 蒸気供給 (3.8 - 1.9 = 1.9 → 2.0 t/h) が必要となる。

FIGURE 7-1 MAFRAQ CEMENT PLANT EXPANSION PROJECT
ENGINEERING FLOWSHEET

APR. 10, 1992



7.1.5 既設プラントよりのフィードバック

拡張プラントは以上に述べたコンセプトをベースに計画されたがプロジェクトの実施の段階では以下に述べる、すでに運転を開始した既設プラントの設備面、運転面等の結果のフィードバック及びイエメンでの原料、燃料、セメント供給の現状を考慮した各種貯蔵設備の増強の必要性等について検討を加え最適なプラント設備を建設すべきである。

1) 既設プラントのフィードバック

- プロセスの最適性の検討
- 設備機器の改善

2) 貯蔵設備の増強

下記設備の増強の必要性の検討

- 8,000トン クリнкаサイロ 1基
- 3,800トン 原料サイロ 1基
- 7,000トン セメントサイロ 1基
- 2,500m³ 重油貯蔵タンク 1基
- 2,500m³ ディーゼル油貯蔵タンクの4,000m³への拡張

7.2 プラントサイトと配置

7.2.1 プラントサイト

拡張設備の主要機器はマフラクプラントサイトに建設される。

詳細は Figure 7-2 に示す。

拡張プラントは下記の5か所のサイトからなる。

- 1.プラント : 原料ミルからセメント供給までの生産設備と付帯設備
- 2.石灰石採掘 : 石灰石粉砕とガレージ
- 3.ディーゼル発電 : 電力供給のためのディーゼル発電プラント
プラント
- 4.水源地 : 水供給のための井戸および水ポンプ
- 5.居住設備 : プラント従業員の宿舎

