

SECTION 20 クリンカー焼成とハンドリング

SUB-SECTION 201 クリンカー焼成

設備能力 : 1700 T/D

EPダストをふくむ原料は、エアスライドを通過してキルンフィード系に送られる。キルンフィード系はマニュアルのリモートコントロールフローゲートを有する。そこから原料はエアスライド、エアリフトにより プレヒーターに送られ投入される全体の 50%以上の熱量により85%迄仮焼される。

プレヒーターからの排ガスは調湿塔とEPによりダスト捕集され、捕集されたダストは均一化系に循環する。

仮焼炉に必要な燃焼空気はクリンカークーラーより導かれ途中除塵室でクリンカーダストを除かれる。クーラーガスの残りはグラベルベッドフィルターで除塵される。

プレヒーターからの原料はキルンで焼成されクリンカーとなり グレートクーラーに送られ周囲温度プラス 65 °Cまで冷やされる。

キルンからの排ガスは必要に応じ最大20%まで調湿塔とEPにバイパスすることが可能である。捕集されたバイパスダストはスクリュウコンベアによりダストビンに送られ、そこからトラックに排出される。

キルンの燃焼用として重油が使用されている。

SUB-SECTION 202 クリンカー粗砕、貯蔵とハンドリング

設備能力 : 8,500 t x 2

キルンからのクリンカーはクーラーで周囲温度65 °C以下に冷やされた後、クーラー出口でセメントミルの為に 0-25mmまでに砕かれ、バケットコンベにてクリンカー貯蔵庫に送られる。また、生焼のクリンカーは、貯蔵庫に投入せずに、クリンカービン に入れ破棄する事もできる。

サイロ外のクリンカーをリサイクルする為に クリンカーホッパーが ベルトコンベア上に設置されセメントミルホッパーへ送る事ができる。

クリンカー貯蔵庫からクリンカーは耐熱ベルトコンベアでセメントミルホッパーへ送られる。

SECTION 21 セメント粉砕

SUB-SECTION 211 セメント粉砕

設備能力 : 90 t/h

それぞれのホッパーからのクリンカーと石膏は計量されてセメントミルに送られる。ミル内で粉末化された製品は、バケットエレベーターによりエアセパレーターに運ばれ、そこで粗粉はミルに戻され、精粉はサイクロンとバッグフィルターで捕集され、ニューマチックポンプに送られる。セメントの冷却の為にミル内の2室に水噴霧設備を設けている。またポゾランセメントを作るために添加物ホッパーが設置されている。

SUB-SECTION 212 セメントハンドリングと貯蔵

粉砕ミルからの製品セメントは、ニューマチックポンプによりセメント貯蔵サイロに運ばれる。

SECTION 22 セメント出荷

SUB-SECTION 221 空袋貯蔵とハンドリング

袋詰め建屋に調湿装置を備えた6か月分のセメント空袋の倉庫を設けてある。倉庫には電動モノレールホイストとトロリーが設けられている。空袋を袋詰め機械に供給するためのターボガンも設けてある。

SUB-SECTION 222 セメント袋詰め

設備能力 : 300 t/h

サイロに貯えられたセメントはエアスライドとバケットエレベーターを通過して振動スクリーンに送られ、そこで鉄片を除去され、中間ホッパーを経てセメント袋詰め機で50kgの袋詰めされる。

それぞれのバッカーには自動計量器が設けられ袋の重量を規制値以内に調整する。

バッカーからこぼれたセメントはエレベーターにより戻される。

SUB-SECTION 223 セメント袋積み出荷

袋詰めされたセメントは 5基の出荷ラインのいずれかに送られる。

2基の出荷ラインには、トラックのどこにでも積み込めるよう稼働ベルトコンベアが設置され、他の3基の出荷ラインには自動積込装置が設置されている。地上にこぼれたセメントは集められ、紙等の異物を除かれた後、ホッパー、スクリュウコンベアを通してバケットエレベーターに戻される。

SUB-SECTION 224 セメントバラ積み出荷

バラセメントは貯蔵サイロより直接積込装置に送られる。トラックの積込はロードセルでコントロールされている。

SECTION 30 その他

SUB-SECTION 301 水貯蔵、処理と配送システム

1. 原水

原水はプラントの原水貯蔵タンクに貯えられる。

2基の水処理装置が必要量の飲料水とプロセス水を得る為に設けられており、消防用水は直接原水貯蔵タンクより取られる。

2. 水処理装置

2.1 プロセス水製造用水処理装置

本装置は 40m³/hの能力を有し、250ppmを越えないプロセス水を製造する。

2.2 飲料水製造用水処理装置

本装置は 8.5m³/hの能力を有しWHOによる 500ppmを越えない飲料水を製造する。

3. 飲料水

飲料水は下記の建物に供給される。

- アドミビルディング、食堂、シャワー室
- ワークショップ、ガレージ、ラボラトリ、操作室
- 緊急発電室、用度倉庫、トイレット
- 水処理、ハウジング

4. プロセス水

処理水貯蔵タンクからプロセス用の水は、冷水貯蔵槽に送られる。

4.1 プラント用循環冷却水

設備の冷却はクーリングタワー、タンク、ポンプ等を有する閉回路の水冷で行われる。

4.2 回収されない水

この水はプロセス水タンクから供給され下記を含む。

- セメントミル用スプレイ水
- 調湿塔用スプレイ水
- 空袋ストアの捨水
- その他

SUB-SECTION 302 圧縮空気製造と配送

1. 製造

No.1 コンプレッサー室は均一化サイロの近くに設置され、最も多く使用される。

No.2 コンプレッサー室はセメントサイロの近くに設置され、サイロと袋詰め使用される。

独立してコンプレッサーを設置するガレージ、ワークショップ、鉱山をのぞき、すべてのコンプレッサーは上記の部屋に設置される。

鉱山のコンプレッサーはディーゼルエンジンにより駆動され、他のコンプレッサーはモータ駆動される。

コンプレッサー室は防塵と温度の為、強制換気されている。

2. 配送

圧縮空気は必要な場所へ供給される。また、個々の機器の設置された建物の各フロアに清掃と空気源用として配管されている。

SUB-SECTION 303. 重油貯蔵と配送

1. 貯蔵

重油はプラントにタンクローリにて供給される。

アンローディング設備より 2基の油貯蔵タンクに送られる。

2. 配送

重油は蒸気、電気の加熱トレースをされ各所に送られる。

SUB-STATION 304 ディーゼル油の貯蔵と供給

ディーゼル油は、プラントにタンクローリにて供給され貯蔵タンクに貯えられる。そこからポンプで、プラント内の危急用発電機、車両用ガソリンスタンド、鉱山設備のサービスタンクに送られる。

Table 5-1 Principal Specification of the Plant Equipment (MAFRAQ)

Equipment	System	Specification
Raw material crushing - Limestone crusher - Additive crusher - Gypsum crusher	Double shaft hammer crusher Iry: Jaw crusher, 2ry: Cone crusher Jaw crusher	500 t/h, 375 kW x 2 100 t/h, 1ry: 75 kW, 2ry: 150 kW 20 t/h, 37 kW
Raw material storage - Limestone - Additive - Gypsum	Chevron method mix bed with stacker and reclaimmer Open storage pile Stockpile partly covered by open-sided structure	20,000t x 2 7,500t
Raw material grinding	Vertical Roller mill	135 t/h, IS-2800, 1500 kW
Raw meal homogenizing	IHI continuous type, concrete made	Storage silo : 3,800t x 2 Homo. silo : 1,200t x 1
Clinker burning	NSF system	1,700 t/d, IHI-NSF, 3.8m dia. x 54m
Clinker cooling	Horizontal grate cooler	1,700 t/d, 2 stage, FB 830/1030
Clinker storage	Concrete made	8,500t x 2
Cement grinding	Closed circuit compound with O-Sepa.	90 t/h, 4.2m dia. x 13.5 ml, 3,200 kW
Cement storage	Concrete silo	7,000t x 4
Cement packing and loading	8-spout rotary packer Bulk loading with load cell	100 t/h x 3, 5-loading line 100 t/h x 2
Cooling water supply	Closed circuit with cooling tower	220 t/h
Fuel storage	Cone roof tank	Heavy oil : 2,500 kl x 2 Diesel oil : 500 m ³ x 1
Steam supply	Packaged boiler	2 t/h x 1
Compressed air supply	Reciprocating compressor	19.6 m ³ /min x 3 (2-R. mill area, 1-C. mill area)

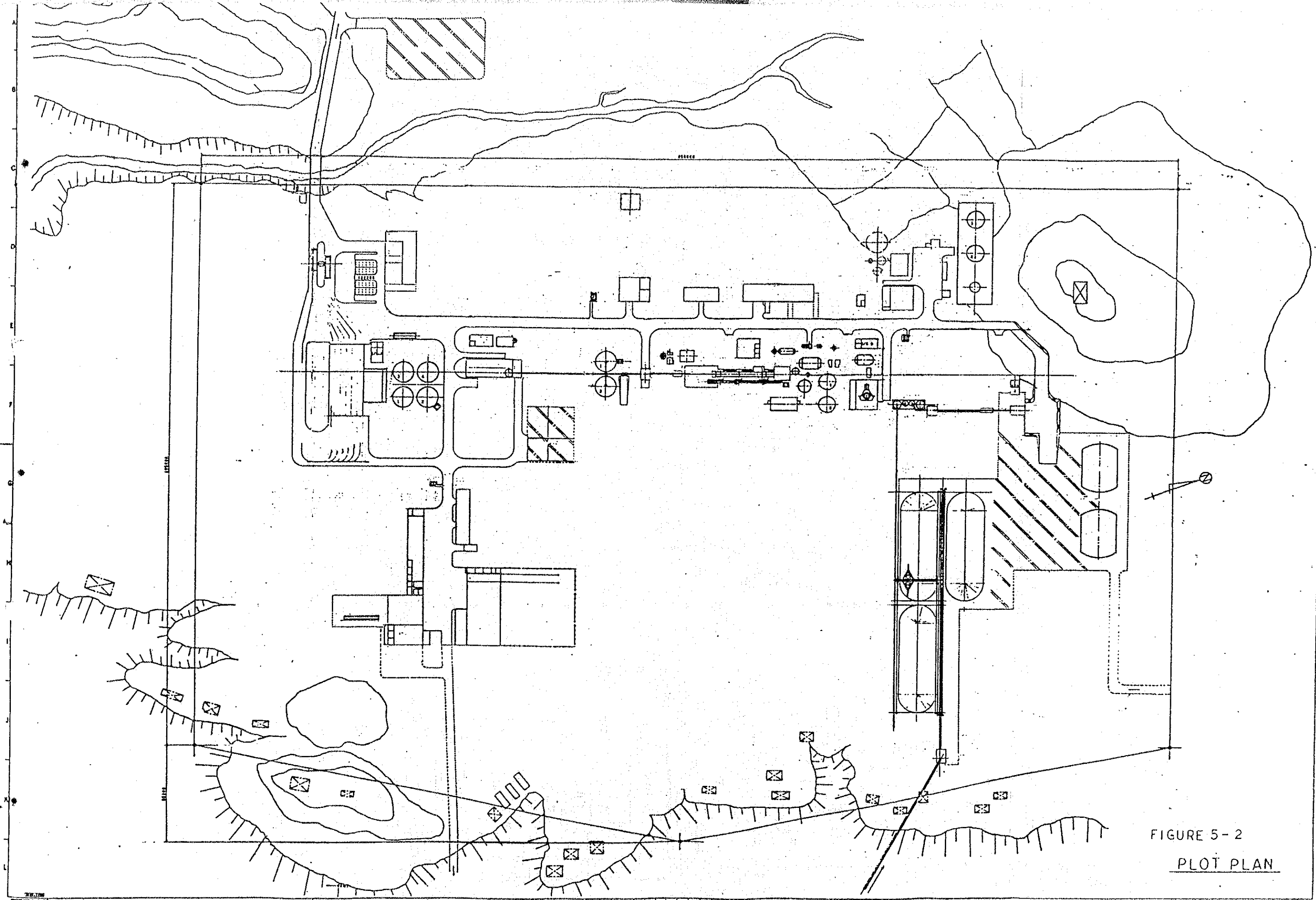


FIGURE 5-2
PLOT PLAN

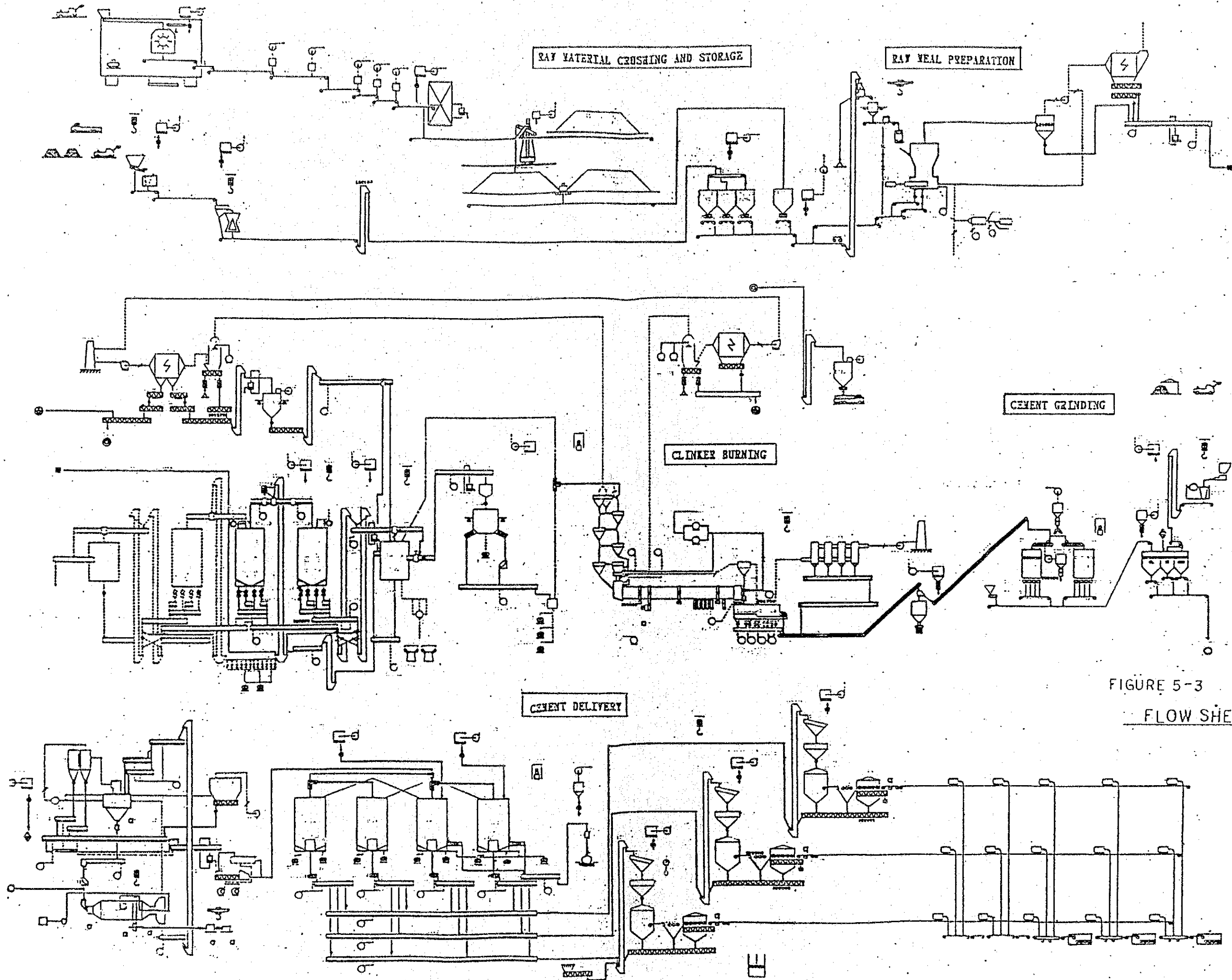


FIGURE 5-3
FLOW SHEET

5.2 建設スケジュール

プラントの建設は、コンサルタントとしてベルギーの Basse Sambre/E.R.I.社と、コントラクターとして、日本の石川島播磨重工業により現在建設中である。建設は 1990年1月から始められ、その後ほぼ順調に進められ、1992年11月に試運転を開始、1993年3月に商業生産開始の予定である。

コントラクターの工事範囲は、プラントの建設、土木工事を含み、原料鉱山の開鉱から製品セメントの出荷までのフルターンキーベースである。

その他、付帯設備としての事務所建物、倉庫、修理工場、運転員控室、さらに従業員の居住設備も含まれている。

しかしながら、水、電力等のユーティリティ供給はイエメン側手配として、コントラクターの工事範囲から除外されている。

また、プラントの建設資金として日本政府の円借款が貸与されている。

5.3 原料とユーティリティの確保

5.3.1 原料の手当

5.3.1.1 鉱山

石灰石、火成岩及び砂岩の3原料がマフラク第1期500,000t セメント工場用として手配されている。

各原料の役割は下記の通りである。

石灰石は CaO 源、

火成岩は SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 源

砂岩は SiO₂ 源

各鉱山の概略は Table 5-3 に示す通りである。

* 場所は Figure 5-4 参照

* 化学成分：ボーリングコアサンプルの全ての平均値

5.3.1.2 採掘方法

採掘方法と重機の配置は Figure 5-3 に示すとおりである。

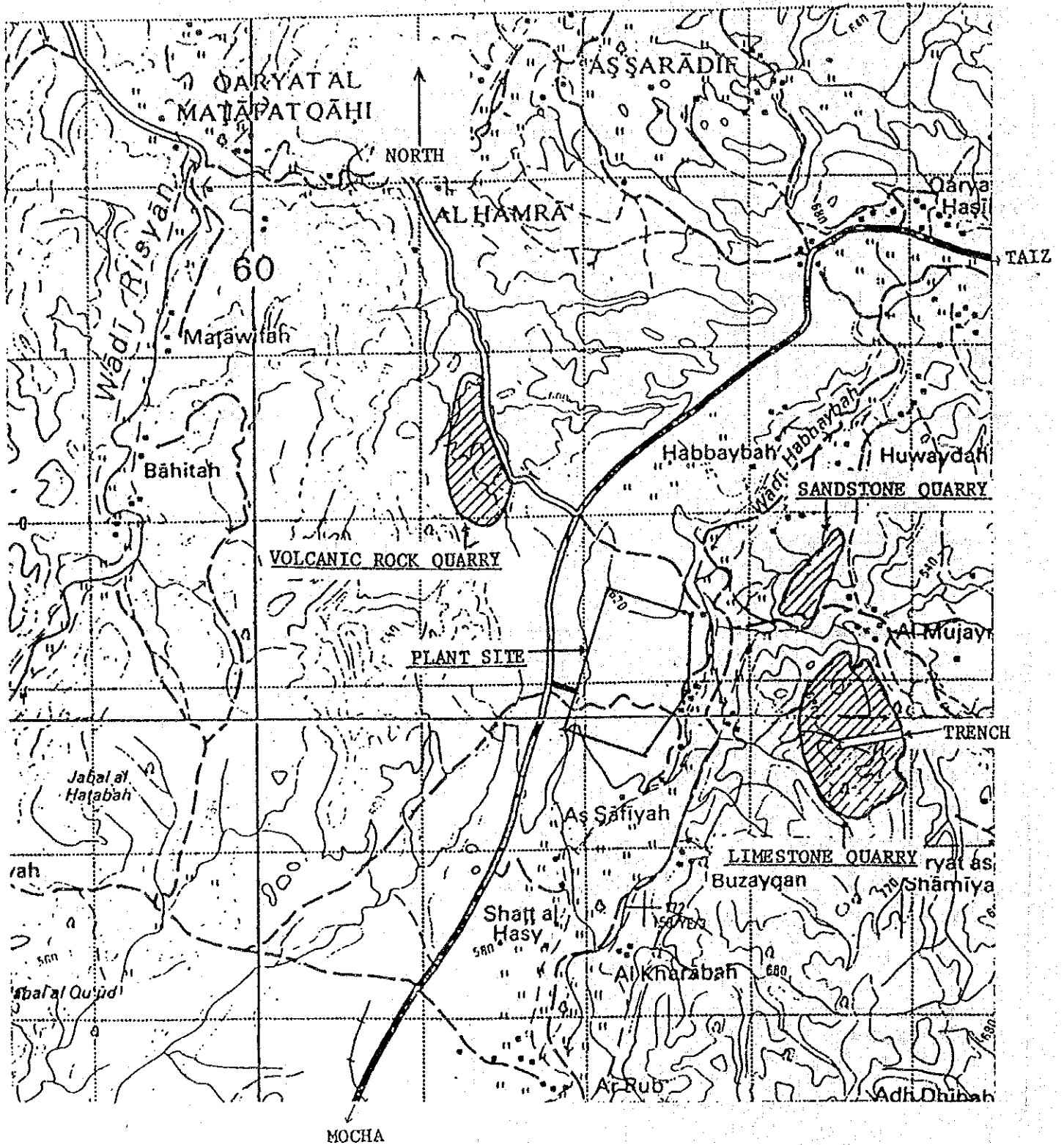
Table 5-2 Outline of each quarry.

	* Location	Confirmed ore reserves (million tons)	Chemical composition (%)				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Ig-loss
Limestone	1.5km away from plant site in east direction	47.0	8.0	1.2	0.8	48.8	39.5
Volcanic rock	2 km away from plant site in north west direction	1.9	49.1	12.6	11.9	7.8	7.0
Sandstone	1.5 km away from plant site in north east direction	1.2	91.4	1.9	2.1	1.0	1.3

Table 5-3 Mining method and arrangement of main heavy equipment

Quarry	Excavation	Loading	Hauling	Auxiliary work
Limestone quarry	Blasting (Bench cut method) Wagon drill with mobile compressor 2 sets	Load and carry method front end loader	2	Bulldozer 1 portable hammer drill 4
Volcanic rock quarry	Ripping and dozing Bulldozer 1	front-end loader	Dump truck	
Sandstone quarry	Blasting wagon drill with mobile compressor 1	2	3	

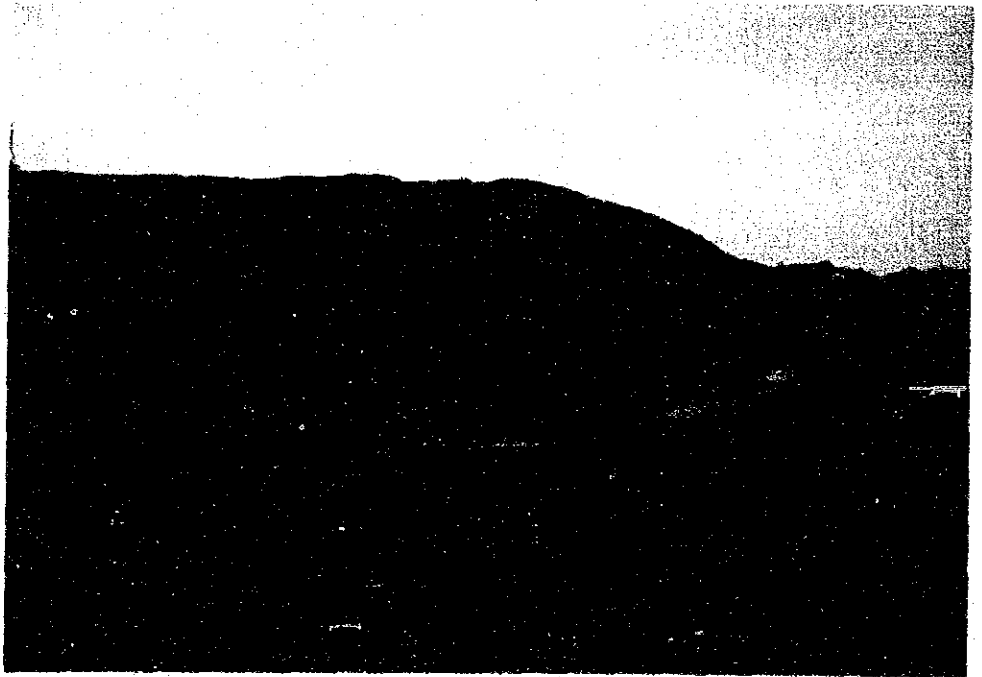
Figure 5-4 LOCATION OF EACH QUARRY



LIMESTONE QUARRY



VOLCANIC ROCK QUARRY



SANDSTONE QUARRY



5.3.2 水供給

1) プラントにおける必要水量

マフラクセメントプラントの運営維持には冷却水など生産ラインで消費される工業用水と従業員用の生活用水が必要となる。この必要量は次のように試算されている。

工事用水	:	500 m ³ /日
生活用水	:	200 m ³ /日
合計		700 m ³ /日

尚、イエメンセメント公社(YCC)においてはプラントの拡張計画を予定しており、これによる必要水量の増加分は500 m³/日として一連の調査の対象としている。

2) 水供給の現況

マフラクセメントプラントはタイズの西南12kmにそびえて中央山岳地帯を形成するハバシ山(2359m)を源とするアルルフワジにより構成された河岸段丘の上に位置している。年間降水量は200~300mmと少なく、常流河川は存在しない。このため、当地域での水源は、天水を溜めるか、地下水の開発以外に方法はない。しかし、降雨量が少なくかつ蒸発散量が多いイエメンでは、村落の生活用水としての天水利用は随所にみられるが大規模な産業用水への利用は現実的ではない。

したがって、同プラントの水源についても地下水開発の可能性調査が次のように実施された。

一 イエメンセメント公社(YCC)の依頼により石油・鉱物資源省水資源局が1987年の2月から8月にかけてスタディを実施した。

一 現地調査ののち2カ所の候補地が選定された。

No.1: プラントサイトより北東へ4kmの位置でハバシ山から流下する口ハバワジが南へ折れアルルフワジへ変化するところ。

No.2: プラントサイトより北へ4kmのアズサラディフとリスヤンワジの中流部にある谷底平野。

- 一 候補地において、ローカルの井戸会社により試掘が実施されたが2カ所とも帯水層の存在は確認されなかった。尚、試掘深度はそれぞれ200mと300mであった。しかし、No.1においては亀裂等の発達を確認されているため、正式な揚水テストが計画されている。
- 一 第3の候補地として、プラントサイトの南東コーナーより400mのアズサフィヤで200mの試掘を行ったが、これも成功には至らなかった。
- 一 最後に第4番目の候補地としてプラントサイトより南へ約10Km離れたアルバロダハにおいて200mの試掘を実施したが、これも地下水開発の可能性はなかった。

3) 水源開発の方針

前述の通り、深層地下水の開発は困難をきわめたが、一方、プラントの建設工事に用いる水はワジの河床や河岸に掘られた浅井戸によって、まかなわれていた。これは、農民より水利権の付加した既設井の買い上げや、農民からの売水によってのものであった。この事は、浅層地下水が農民の既得水利権として、すでに広い範囲で利用されているが農民との話し合いが、出来たことを意味している。尚、法的には既設井の売買は何ら問題はない。また、井戸を新設するにも既設井より500m離れていれば、合法である。

プラントの建設が進み、完成が迫ってきたため、イエメンセメント公社(YCC)は次のような方針を1991年10/11月に決定した。

- (1) 第1ステージ（短期）：オリジナルの必要水量である日量700m³を確保するために、ワジの河床や河岸段丘の沖積堆積物に賦存する浅層地下水を水源とする。
- (2) 第2ステージ（長期）：第1ステージで、浅層地下水の利用が長期的使用に耐えて農業用水に影響を及ぼさない事が明確にされない限りにおいては、深層地下水の開発調査を再び行う。

4) 浅層地下水の開発

第1ステージは、1991年12月より、浅層地下水の開発のための調査が実施された。これは、イエメンのダルエルーイエメンハイドロコンサルタントによって現地調査が行われ報告書が提出された。調査は対象地域で6点の電気探査を行った。この結果次の地域での浅井戸による浅層地下水の開発が可能であることがわかった。

(1) プラントサイトの周辺部及びアルブワジと、その支流を含む沖積平地での開発

(2) アズサラディフ地区を含む、リスヤンワジの下流地域

しかし、農業地域でかんがい用の既設の手掘り井戸があるため同一地域よりすべての水を得る事は、困難であり、上記の2つの水系に分けてできるだけ既設井から離して計画する。地下水の開発深度は35m~60mのワジの沖積堆積物を対象とする。

また、容易な解決方法として、農民より既設井を買い上げて改修するのが良いとの提案があった。

この結果より次のような方針で、水源の確保を行う事となりすでに、プロジェクトは進行中であった。(Figure 5-5 の井戸の配置を参照)

No.1号井：リスヤンワジの中流、アズサラディフの沖積低地に15mの深度で2m

(E) (L)x2m(W)の大きさの浅井戸を設置する。調査時点(1992.3/17)で4.5m掘さくして埋りが1.8mあった。

簡易の揚水試験の結果、揚水量は次の様に推定された。

ポンプ能力 : 522 l/min

水位降下量 : 74cm/20分(3.6cm/分)

電気伝導度 : 2800 micromoms/cm

$(0.522 \text{ m}^3 \times 20 \text{ 分}) - (2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0.74 \text{ m}) \div 20 \text{ 分} = 0.374 \text{ m}^3 / \text{分}$

これは、深度2.7mまでの帯水層から揚水された流量で374 l/min、時間当たり2m³は最低でも揚水可能と推定される。尚、プラントサイト迄の距離はおおよそ3 Km、標高差は40~50m低い位置にある。

No.2号井：リスヤンワジの支流でNo.1号井への取付道路沿いのアルハムラにあ

(F) る既設井を買い上げる予定。

(井戸諸元) 深度 : 6.4m

自然水位 : 2.90m

バーチカルタービンポンプの吐出口 : 2インチ

電気伝導度 : 2600 micromoms/cm

No.3号井：アルブワジの河岸段丘で、プラントサイトの南に隣接するアズ

(G) サフィヤに深度50mのダグウェルを計画。

No.4号井：最初のテストボーリングでNo.1号テスト井として掘られた井戸は砂質の帯水層はみつからなかったが、多くの亀裂があった事から、ある程度の地下水の賦存が予想されている。このため農業省より水中モータポンプを借りて、近日中に揚水テストを実施する予定となっている。地下水の賦存が確認できれば、利用の対象としている。

5) 考察

テストボーリングでの位置選定の理由が不明であるが火山のあるイエメンでは、クラックに賦存する裂力水型の地下水しか求められず、地下水開発の成功率は50%にも満たない。

また、通常、断層に伴う破碎帯には地下水の良好な賦存が存在するが、当地の場合石灰石鉱山に顕著にみかけられるようにクラックに沿って、まんべんなくバサルトディックがみられる。このことは有効な帯水層となっていないと推定される。

このように、深層地下水の開発はプラントサイト近辺ではかなり難しい課題と言える。

一方、浅層地下水の開発は、かんがい用水に多く利用されているように比較的容易である。プラントサイトのすぐ東側を流下するアルブワジはハバシ山系を源とするラハバワジなどの支流を合流しており、プラント地点までの流域面積はおよそ220Km²である。

また、リスヤンワジの中流に位置する谷底平地アズサラディフまでの上流部流域面積はおよそ260Km²ある。この地域の年降雨量は200~300mmであり浅層地下水の補給には充分である。

この事から沖積堆積層の層厚（帯水層の容積）と農業用水としてどの位利用されているかで、地下水の開発可能量は決定されてくる。

デルエルーイエメンハイドロコンサルタントのレポートではアルビウムワジの層厚は10~20mであり、最も深いところで45mと言われている。

2つの大きなワジには現在、既存井がいくらあるかは教えられていないが、相当数の存在が予想される。

このうちの何本かは、乾季の末期（毎年2~3月）にはドライになってしまう。これは、地下水の汲み上げや流動により地下水位が低下し、井戸底が見えてくるためである。しかし、降雨による補充で井戸は生き返る。

イエメンセメント公社(YCC)の開発方針として、当面の給水は農業用水との調和を保ち、且つ水利権の買い取りなど、農民とのトラブルを避けながら、浅井戸において解決するとしている。必要水量も700 m³/dと少ない事から、現実的な対応と言える。

将来的には、深層地下水の開発まで考慮しているとの事であるが、恒常的に安定した水源の確保は本プロジェクトには不可欠であり、早い時期の調査及び開発が必要と考えられる。

6) 水供給計画

イエメンセメント会社による水供給の計画をまとめると次のようになる。

<水源>

○浅層地下水を対象とした浅井戸

	位 置			※1 標高	推 定 水 量
	水 系	地 名	プラントとの距離		
No.1号井	W.Risyan	As Saradif	3 Km	590m	※2 20~30 m ³ /h
No.2号井	W.Risyan	Al Hamra	2.5Km	600m	※3 15~20
No.3号井	W.ArRub	As Safiyah	1 Km	590m	※4 25~40
合 計	-	-	-	-	60~90 m ³ /h

- ※1 : 5万分の1地図より読み取り
- ※2 : 簡易揚水テストからの推定値
- ※3 : ポンプ吐出口からの推定値
- ※4 : 既設井の実績から推定

○テストボーリング No.1号の深井戸を開発可能であれば利用する。

<揚水設備>

各井戸には バーチカルタービンポンプを設置する。

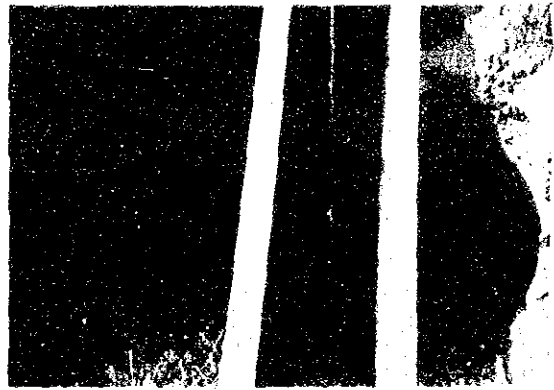
各井戸の深度は、6.4m~50mであり、プラントサイトとの比高は40~50m程度で総揚程は100mを越えないと推定される。このため、井戸よりポンプで直接、プラントサイトの貯水槽まで総水される。

<導水ライン>

2~3" の水道管にて、井戸よりプラントサイトまで送水される。
尚すでに、ルート設定と測量は終了しており、設計の段階であった。
また数日後、入札の案内も行われるとの事であった。



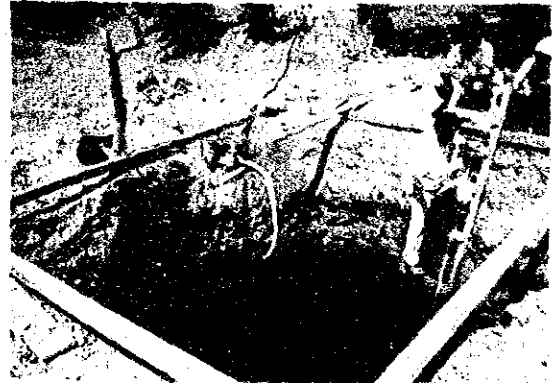
Existing dug-well



Dry well (12.5 m)



Exploration boring (No.1)



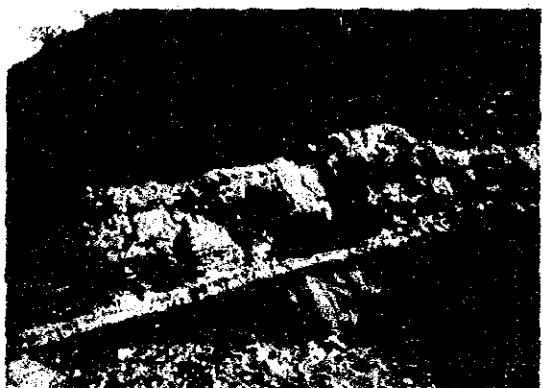
Under-construction
of dug-well



Arrangement of purchase
existing dug-well



Alluvium deposit
wadi Ar Rub



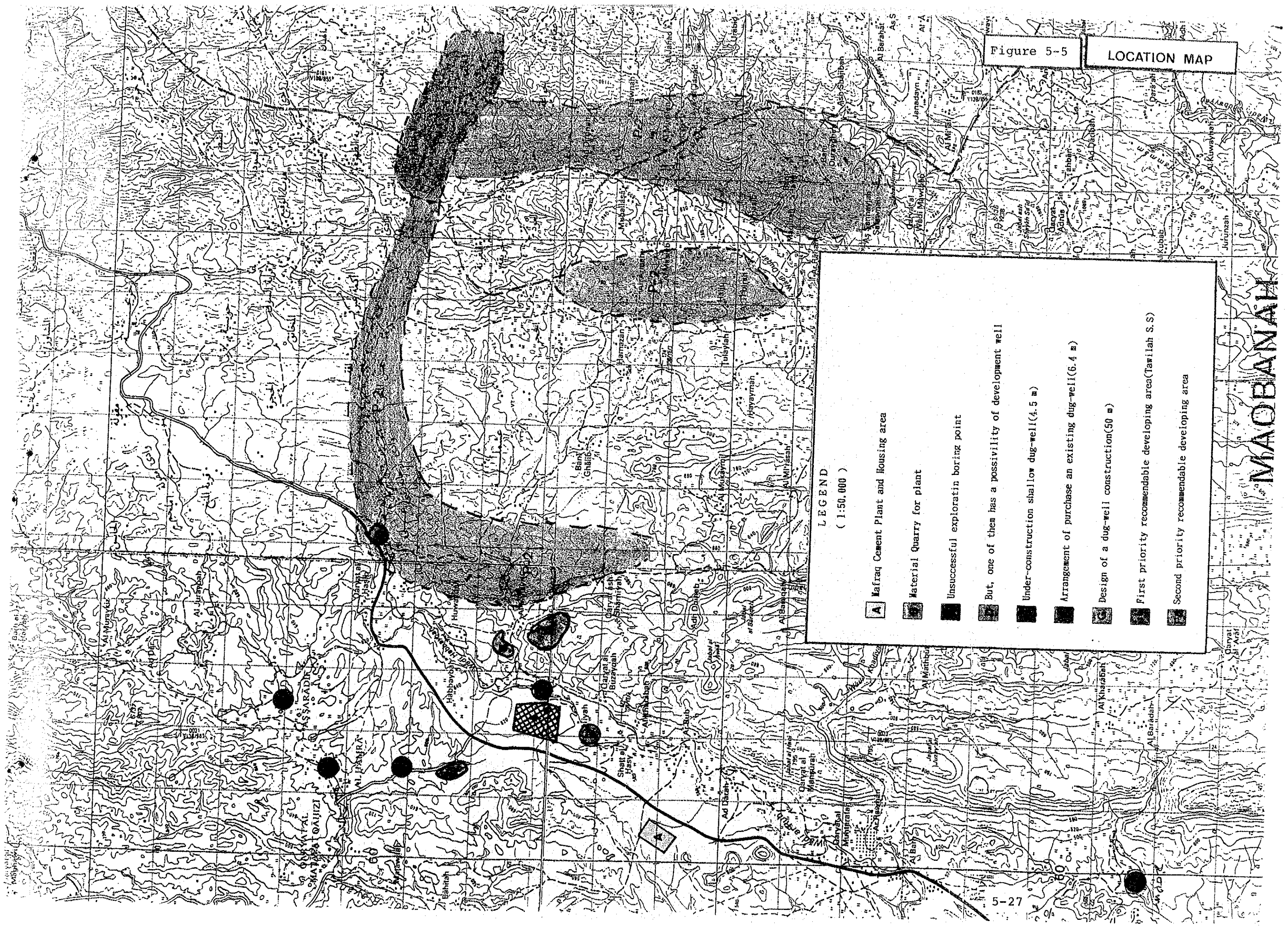
.Amran limestone/Basalt












Tawilah Sandstone
in Al ariah

Figure 5-5

LOCATION MAP



LEGEND
(1:50,000)

-  Ma'raq Cement Plant and Housing area
-  Material Quarry for plant
-  Unsuccessful exploratin boring point
-  But, one of them has a possivity 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

MA'ABNAH

5.3.3 電力供給

1) マフラクセメント工場用電源

マフラクセメント工場への電源は、アルバア変電所より給電される。このアルバア変電所は、マフラクセメント工場の西方約5 Kmに位置している。

このアルバア変電所は、イエメン国の発電、送電システムを形成している電力供給網に属している変電所の一つである。

(添付 Figure 5-6 TRANSMISSION NETWORK IN YEMEN を参照)

この変電所は、送電線からの電源受取用として、2セットの 132kV 遮断器、1 32/33kV、25 MVA 変圧器 2台、及び、33kV 配電盤一式より構成されている。33kV 配電盤は、受電側2ライン、配電側4ラインで構成されている。

(添付 Figure 5-7 Single Line Diagram, Al-Barh Substation を参照)

この、配電計画は次のような計画となっている。

- 1回線 - 一般需要家用
- 2回線 - マフラクセメント工場用
- 1回線 - 予備

2) 電源仕様

アルバア変電所より、マフラクセメント工場に供給される電源の仕様は下記のとおり。

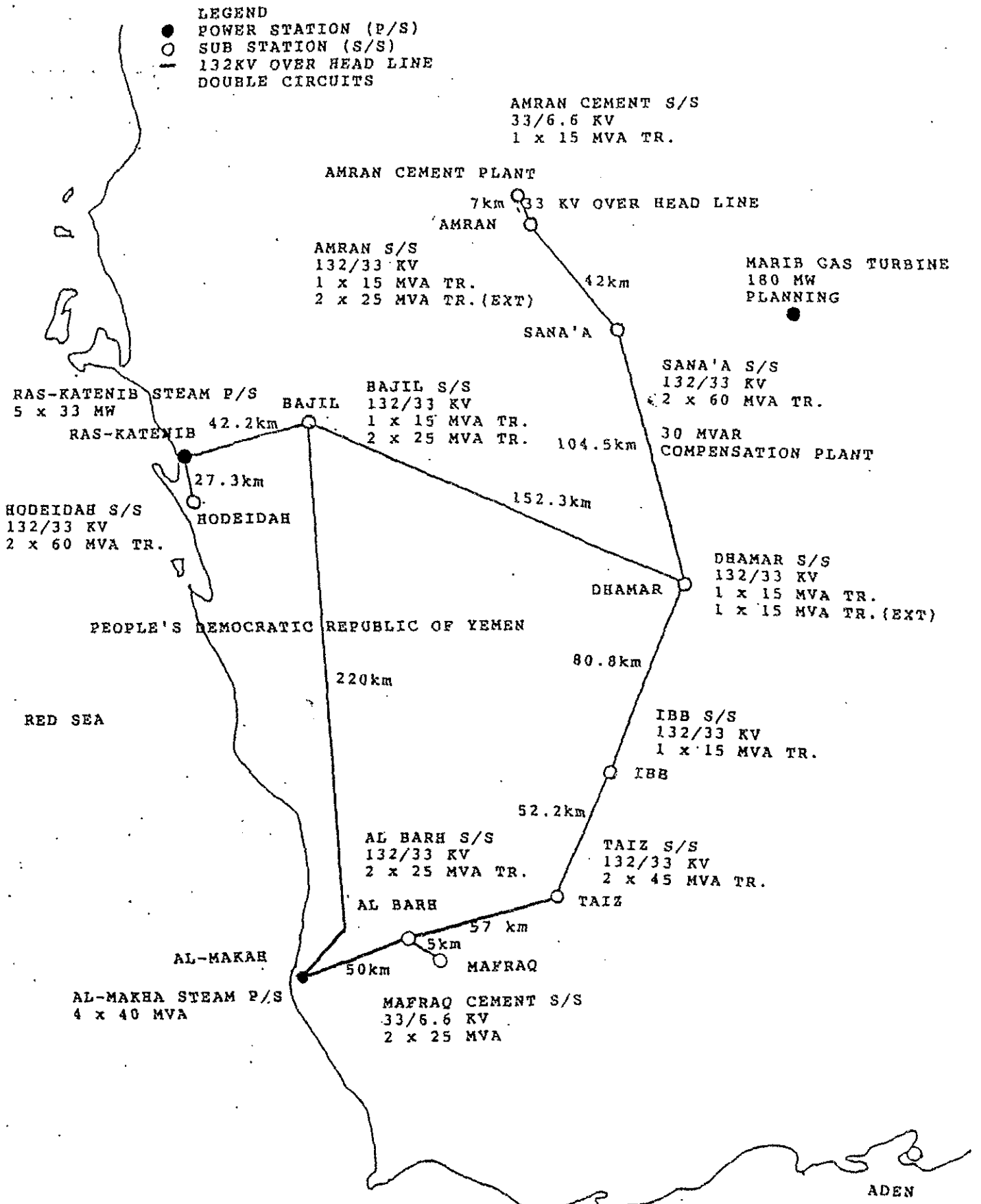
供給電源	:	33KV、	3相、	50Hz
給電ライン数	:	2	ライン	
使用可能電源容量	:	25	MVA	

プラント内で使用する電源電圧等は、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	

FIGURE 5-6 TRANSMISSION NETWORK



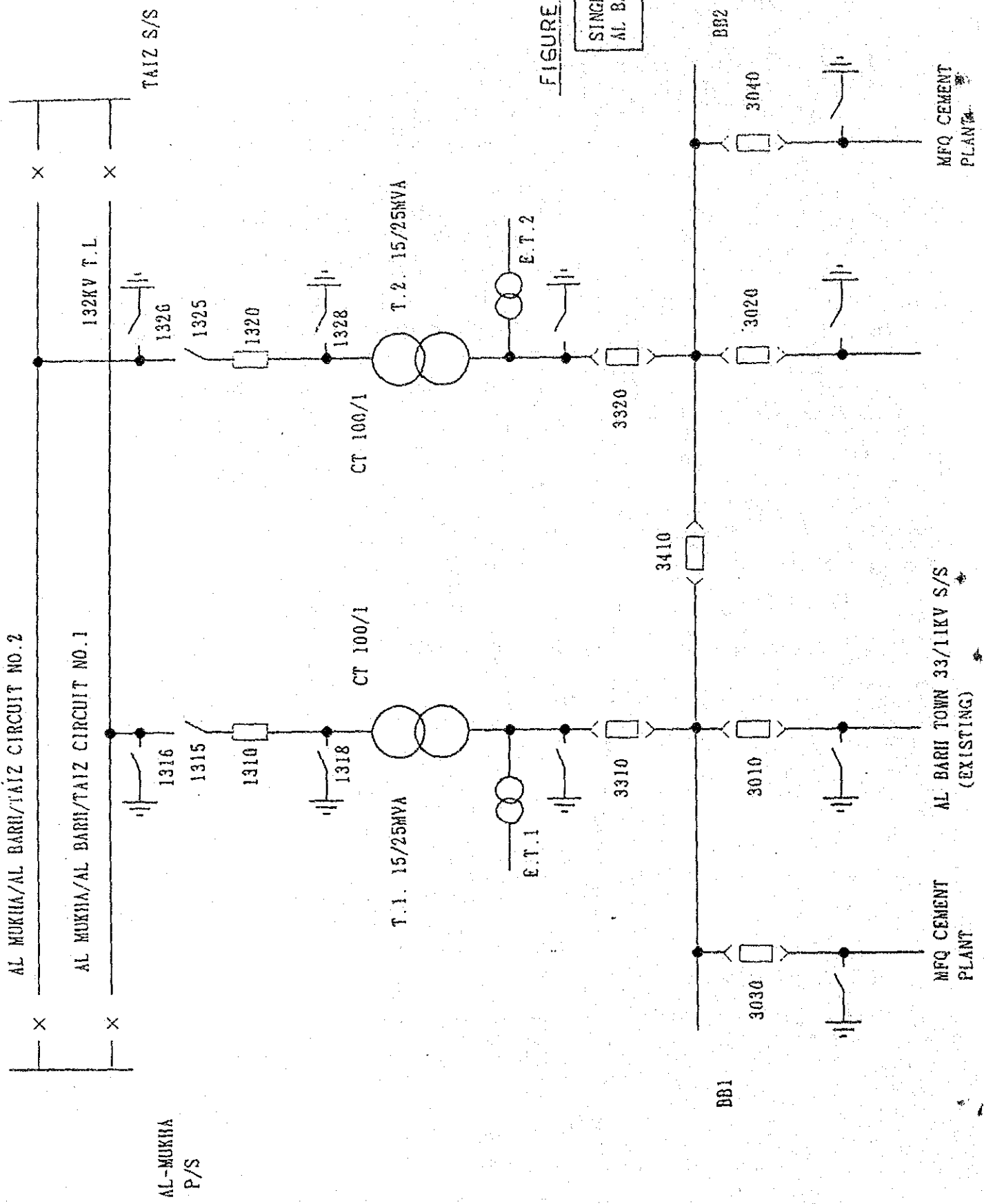


FIGURE 5-7

SINGLE LINE DIAGRAM
AL BARH SUB STATION

AL MUKHIA/AL BARH/TAIZ CIRCUIT NO.2
AL MUKHIA/AL BARH/TAIZ CIRCUIT NO.1

TAIZ S/S

AL-MUKHIA
P/S

T.2. 15/25MVA

CT 100/1

E.T.2

CT 100/1

T.1. 15/25MVA

E.T.1

BB2

3040

3020

3320

3410

AL BARH TOWN 33/11KV S/S
(EXISTING)

MFG CEMENT
PLANT

MFG CEMENT
PLANT

BB1

3030

3010

3310

5.3.4 燃料供給

1) 燃料消費量

プラントに使用する燃料は下記の2種類である。

ー重油は クリンカー焼成と原料粉碎用の熱風発生炉に使用される。

その平均消費量は下記である。

クリンカー焼成	:	6.20 tons/h
熱風発生炉	:	1.24
合計	:	7.44 tons/h
		= 178.56 tons/day

ーディーゼル油は蒸気ボイラと危急用発電機に使用される。

その平均消費量は下記である。

蒸気ボイラ	:	0.15 tons/h
危急用発電機	:	(0.25)
合計	:	0.15 tons/h
		= 3.6 tons/day

両燃料ともプラントには マリア製油所よりタンクローリで供給されプラント内の燃料油タンクに貯えられる。

各 タンクの貯蔵能力は下記の通り。

重油貯蔵	:	2500 m ³ x 2 sets
ディーゼル油貯蔵	:	500 m ³ x 1 set

2) 燃料性状

使用する燃料の仕様は下記の通り。

<u>重油</u>				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

<u>ディーゼル油</u>				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
Sulphur	% w	max.	1.0	ASTM D 1551
Viscosity	cSt	min.	0	ASTM D 445
Water	% w	max.	0.1	ASTM D 1744

6.	<u>拡張プロジェクトの原料とユーティリティ</u>	(A°-J°)
6.1.	<u>原料</u>	6-1
6.1.1	石灰石鉱床	6-1
	1) 地質構造と層序	
	2) ボーリングコアの化学分析値	
	3) 石灰石鉱床のCaO 品位分布	
	4) 石灰石の鉱量	
6.1.2	火成岩鉱床	6-16
	1) 地質構造と層序	
	2) ボーリングコアの化学分析値	
	3) 品位分布	
	4) 火成岩の鉱量	
6.1.3	砂岩鉱床	6-22
	1) 地質構造と層序	
	2) ボーリングコアの化学分析値	
	3) 品位分布	
6.1.4	原料配合の設計	6-26
	1) 原料配合計算に使う各岩種の化学分析値	
	2) 原料配合	
	3) 原料配合の結論	
6.1.5	原料の手当	6-31
	1) 各原料の年間使用量	
	2) 各原料のライフ	
	3) 原料確保のための方策	
6.2.	<u>水供給</u>	6-33
6.2.1	水源に対する問題点	6-33
6.2.2	現地調査	6-33
6.2.3	マフラク周辺の地形地質	6-34
6.2.4	気象条件	6-36
6.2.5	水理地質学的考察	6-36
6.2.6	現地調査の結果	6-37
6.2.7	深層地下水開発への提言	6-38

6.3	<u>電力供給</u>	-----	6-45
6.3.1	P.E.C.による電源供給計画	-----	6-45
6.3.2	負荷容量	-----	6-45
6.3.3	発電設備	-----	6-45
6.3.4	電力供給システム	-----	6-46
6.3.5	電源仕様	-----	6-46
6.3.6	供給電源の品質	-----	6-47
6.4	<u>燃料供給</u>	-----	6-49
6.4.1	重油	-----	6-49
6.4.2	ディーゼル油	-----	6-50

6. 拡張プロジェクトの原料とユーティリティ

6.1 原料

このレポートは "Final report for geotechnical investigation works of 500,000 ton/year MAFRAQ CEMENT PLANT PROJECT for ministry of economic supply and trade SANA'A YAR Volume III Description of quarry opening" と JICA独自の調査に基づいて作成したものである。

6.1.1 石灰石鉱床

1) 地質構造と層序

この地域の地質構造は Table 6-1, 6-2, 6-3 に示す。

テクトニックゾーン I においては、殆ど全ての地層は水平に堆積しているが、断層やダイクで分断されている。

断層とダイクの傾斜はほぼ垂直で、ダイクの厚みは3m以下であるが、8m以上のものもある。

テクトニックゾーン 2A における傾きは南西にゆるやかに落ち、テクトニックゾーン I と同様に断層やダイクによって分断されている。

地質調査は、テクトニックゾーン I (BH 16以北) とテクトニックゾーン 2A について以下に示す方法で行われた。

(1) 地質柱状図の作成

(2) 地質柱状図よりキーベッド (鍵層) となり得る層を選定

a) 方解石を含む層

b) チャート質石灰石層

c) 黒色石灰石層 (非常に薄い層)

d) 高品位石灰石中のサンゴ層、

(高品位石灰石と硅質石灰石の境界より約7m下に存在する層)

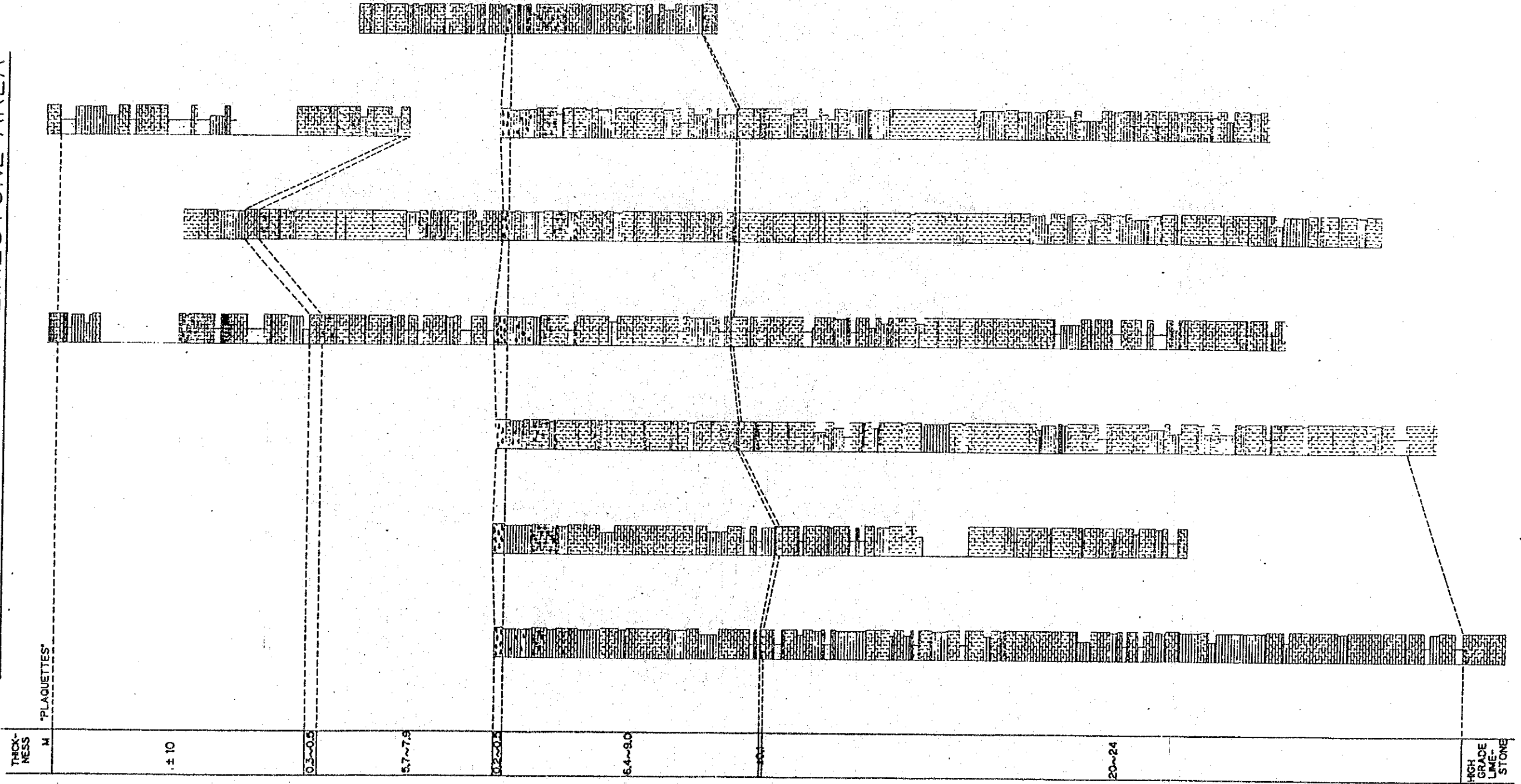
(3) キーベッドと断層、ダイクは測量によって位置を確認

この地区の層序は Table 6-4 に示すとおりで地層は下層より再結晶質石灰石、高品位石灰石、下部硅質石灰石、上部硅質石灰石の順となっている。

再結晶質石灰石はマグネシアの含有率が高いため、原材料としては不適當である。

Figure 6-1

GEOLOGIC COLUMN OF LIMESTONE AREA

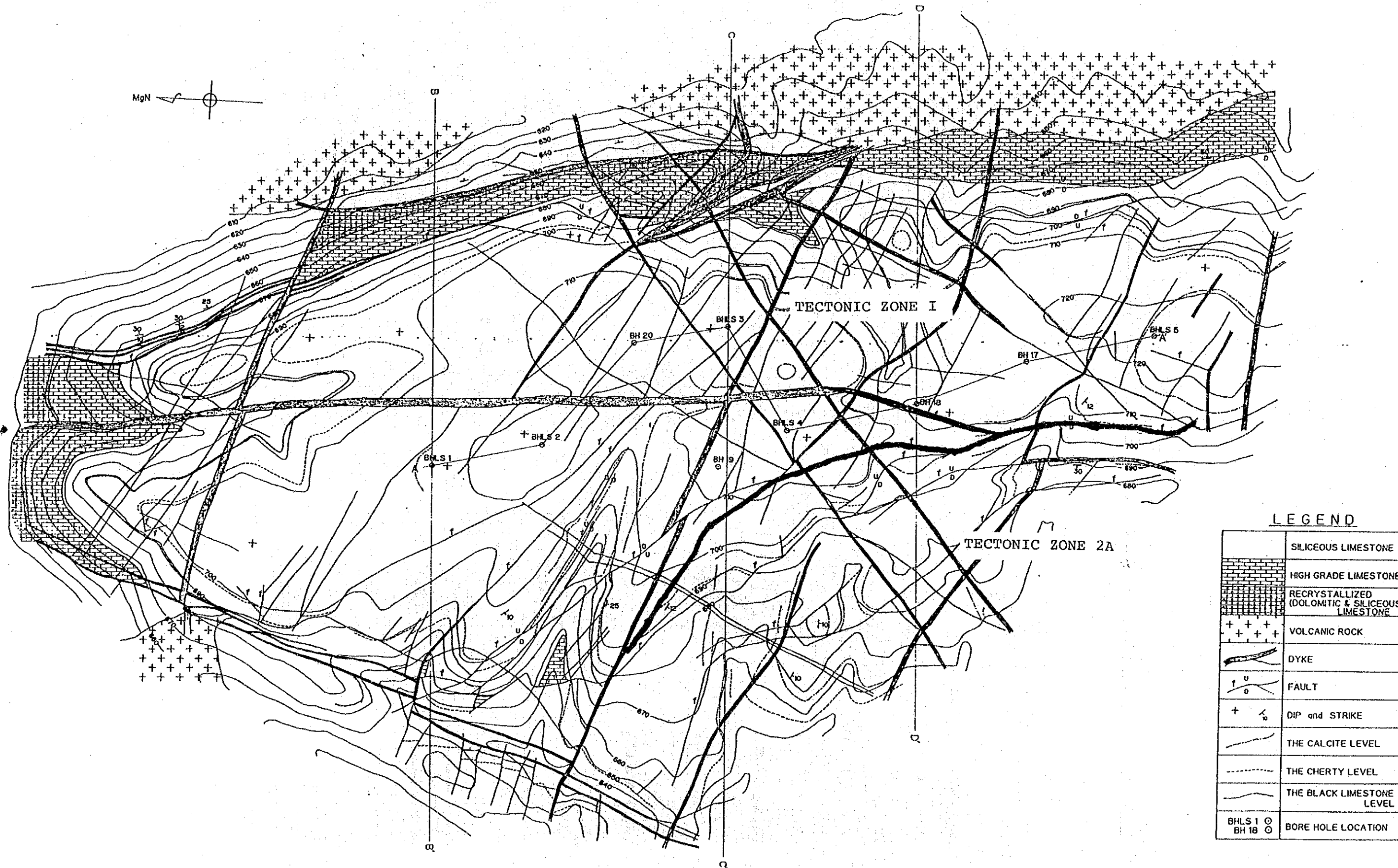


LEGEND

[Pattern]	LIMESTONE
[Pattern]	LIMESTONE (THIN TUFF)
[Pattern]	LIMESTONE (TUFF RICH)
[Pattern]	ALTERNATION OF STRATA
[Pattern]	LIMESTONE > TUFF
[Pattern]	LIMESTONE = TUFF
[Pattern]	LIMESTONE < TUFF
[Pattern]	TUFF
[Pattern]	THE CALCITE LEVEL
[Pattern]	THE CHERTY LEVEL
[Pattern]	THE BLACK LIMESTONE LEVEL
[Pattern]	ECHINOIDEA
[Pattern]	BRACHIOPODA MOLLUSCA
[Pattern]	CORAL
[Pattern]	TRACE FOSSIL
[Pattern]	BRECCIA STRUCTURE

Figure 6-2

GEOLOGICAL MAP OF LIMESTONE AREA



LEGEND

	SILICEOUS LIMESTONE
	HIGH GRADE LIMESTONE
	RECRYSTALLIZED (DOLOMITIC & SILICEOUS) LIMESTONE
	VOLCANIC ROCK
	DYKE
	FAULT
	DIP and STRIKE
	THE CALCITE LEVEL
	THE CHERTY LEVEL
	THE BLACK LIMESTONE LEVEL
	BHLS 1
	BH 18
	BORE HOLE LOCATION

Figure 6-3

GEOLOGICAL PROFILE OF LIMESTONE AREA

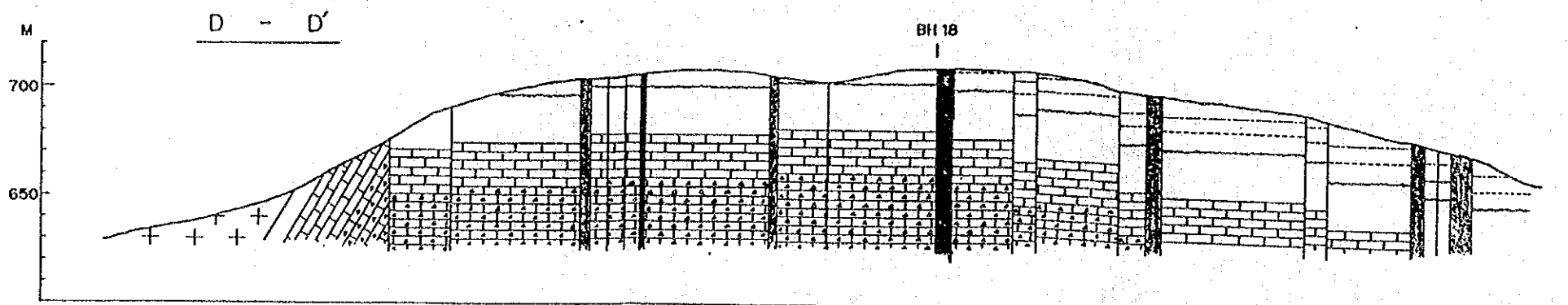
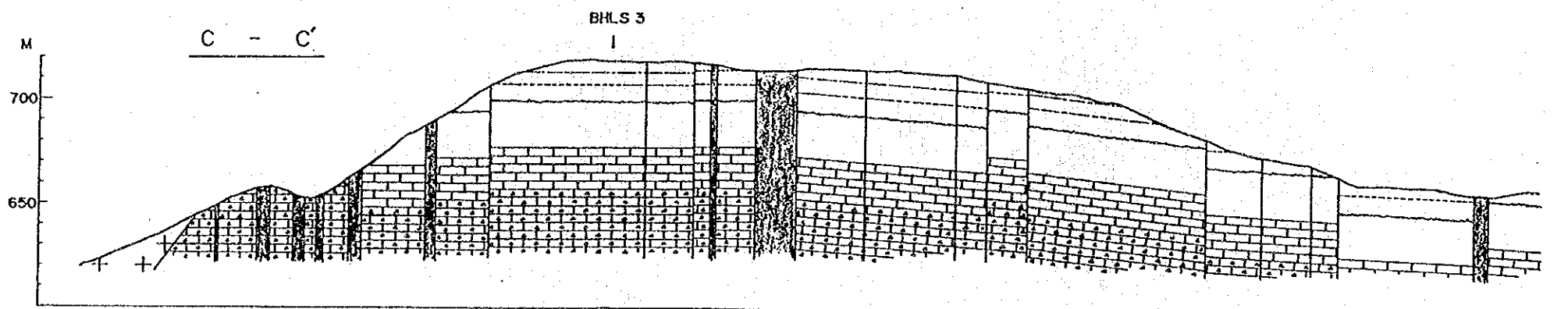
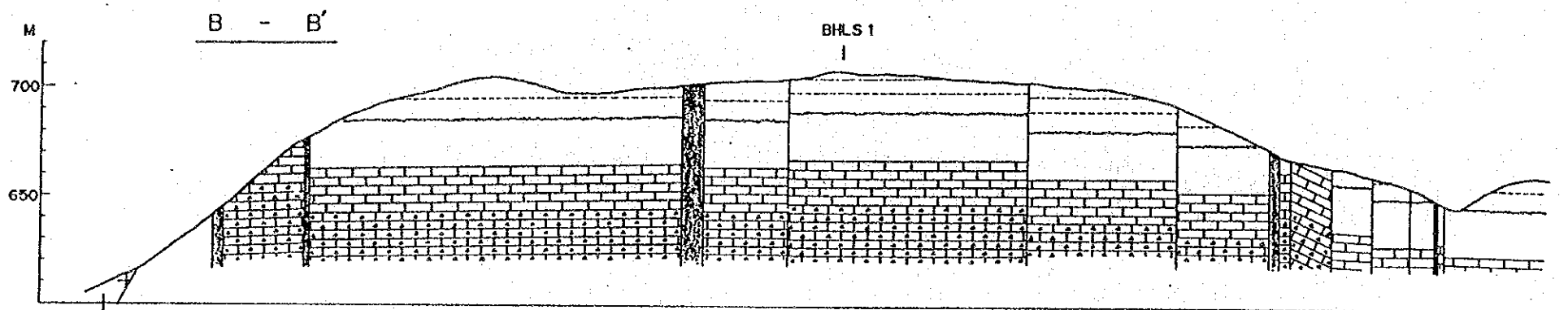
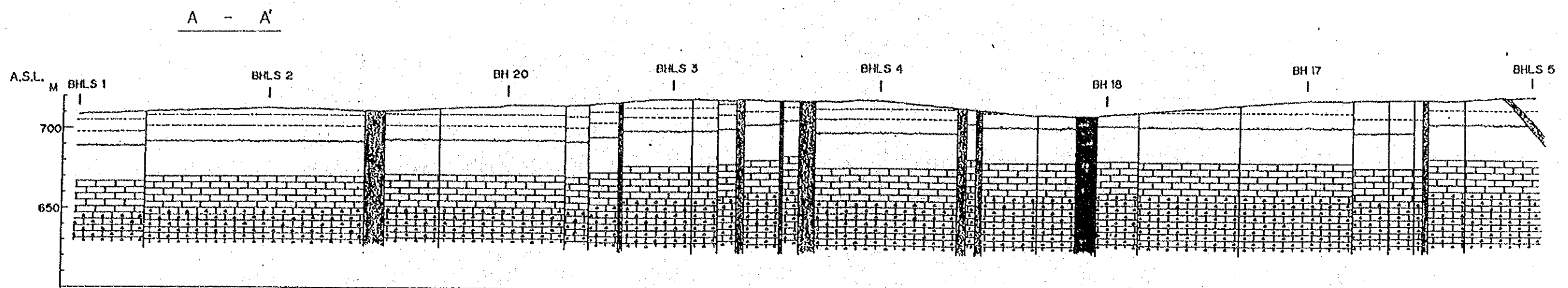
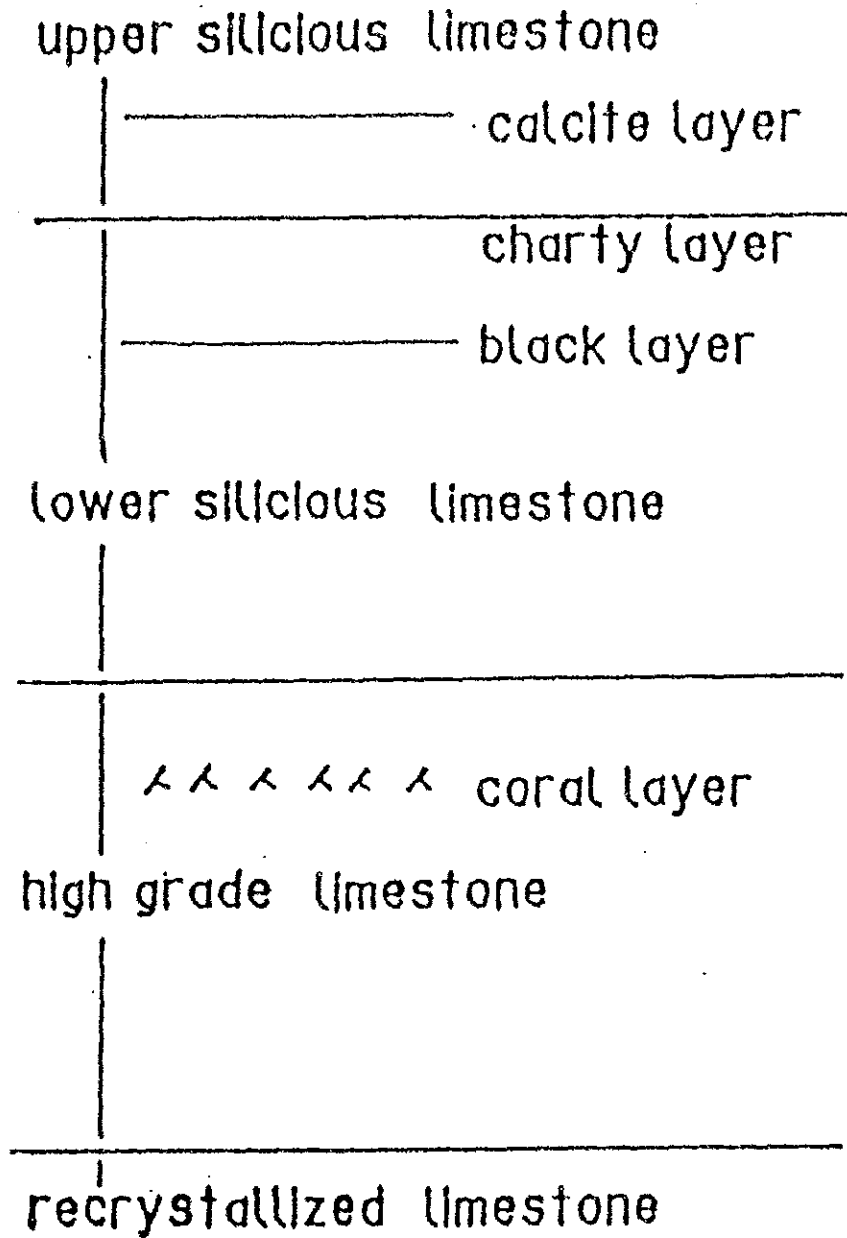


Figure 6-4 Stratigraphy of Limestone Area



2) ボーリングコアの化学分析値

ボーリングコアは5mごとに化学分析用として採取し分析結果は Table 6-1 に示す通りである。

各々のサンプルの CaOの純度は Figure 6-5 に示されている。

3) 石灰石鉱床の CaO 品位分布

ボーリング柱状図の中で、キーベッドから同じ距離にある CaOの品位が似かよっていないことから、この地層が堆積した時点での CaOの分布は均質でなかったと考えられる。

Figure 6-5 はキーベッド（チャート質石灰石）のレベルにそって Table 6-2 の様書き替えることができる。

- 地層が水平に堆積している
- 断層による地層の動きは殆ど垂直方向だけである
- ダイクによって汚染されたサンプルは LS-5 以外にはない
- チャート層石灰石のレベルは全域において把握されている

ことから CaO品位については次の手順で求めた。

(1) 全域を 13x25の格子状(40mx40m)に分割した。

(2) CaOの純度（5m厚さの平均値）はインバース・スクウェア、デスタンス・メソードにより算出された。

(3) 切羽の高さを15mにした時の、切羽の CaO純度を算出し、その点の標高とチャート質石灰石層のレベルを考慮し、格子点における15m厚さの平均品位を求め地図上の品位値をプロットし、等品位線を描くことができる。

結果は Figure 6-6,6-7,6-8,6-9 に示す。

Figure 6-5

BORE-HOLE LOGS
and CaO CONTENT

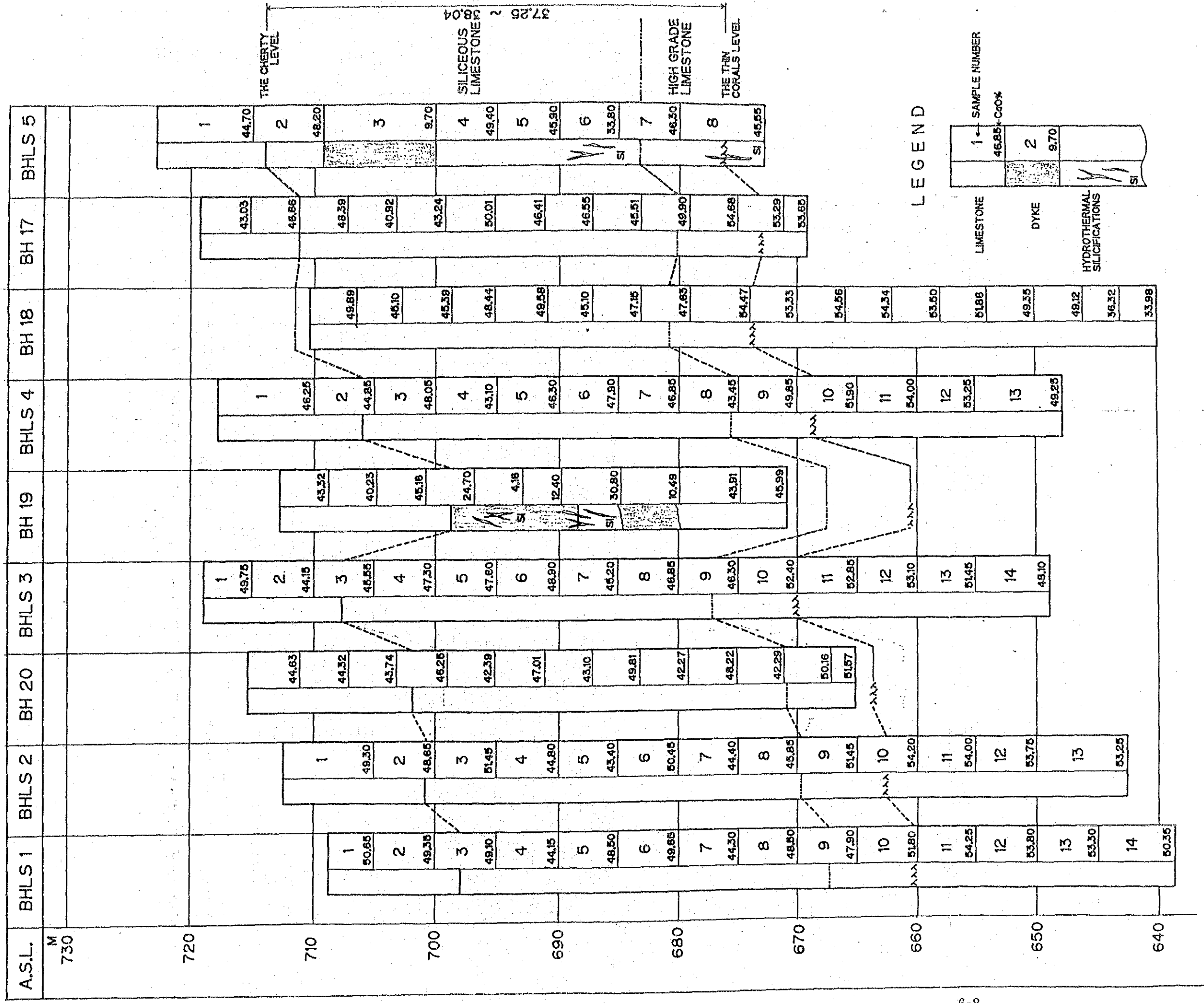


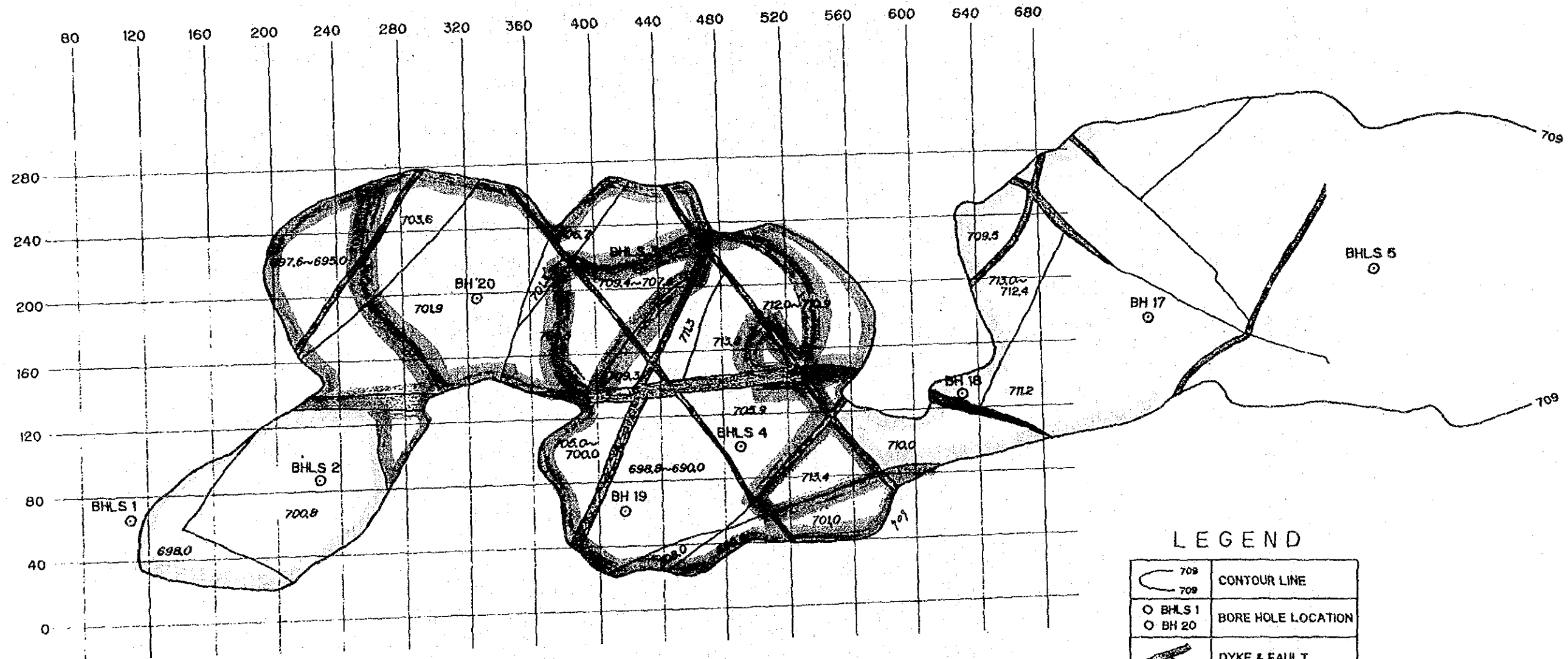
Table 6-2 BORE-HOLE LOGS AND CaO CONTENT (Rearranged)

BOREHOLE No. = LS-1				LS-2				BH 20				LS-3				BH 19				LS-4				BH 18				BH 17							
ELEVATION of BOREHOLE = 708.30				712.50				715.28				718.90				712.80				717.80				710.43				719.19							
ELEVATION of CHARTY LEVEL = 698.05				700.80				701.90				707.60				698.80				705.95				711.60				713.00							
BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE		BOREHOLE	CaO	RELATIVE	
ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT	ELEVATION	CONTENT	to CHARTY	CONTENT
(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)	(A.S.L.)	(%)	LEVEL	(%)
705.00	50.65			705.00	50.21			707.28	44.63			715.00	49.75			708.80	43.32			710.00	46.25			711.19	43.03			715.19	44.62			713.00	47.78		
700.00	49.35	+703.05		705.00	49.30	+705.80		703.28	43.74	+704.90		710.00	44.15	+712.60		704.80	40.23	+703.80		710.00	45.12			711.19	46.64	+713.00		715.19	44.62			713.00	47.78		
695.00	49.10	+698.05		700.00	49.30	+700.80		703.28	46.25	+701.90		705.00	44.55	+707.60		700.80	45.16	+698.80		705.00	47.44			711.19	49.85	+711.19		711.19	48.39	+708.00		713.00	47.78		
690.00	44.18	+693.05		695.00	47.18	+695.80		699.28	42.39	+696.90		700.00	47.30	+702.60		699.28	48.05	+700.95		700.00	44.04			706.60	49.85	+706.60		707.19	45.23	+703.00		703.00	42.22		
685.00	48.50	+688.05		690.00	45.86	+690.80		691.28	47.01	+691.90		695.00	47.60	+697.60		691.28	43.10	+695.95		695.00	45.69			706.60	45.10	+701.60		703.19	40.98	+703.00		703.00	44.85		
680.00	49.65	+683.05		685.00	48.95	+685.80		687.28	43.10	+686.90		690.00	48.90	+692.60		687.28	46.30	+690.95		690.00	47.60			706.60	45.39	+696.60		699.19	45.22	+698.00		698.00	48.43		
675.00	44.30	+678.05		680.00	47.56	+680.80		683.28	49.81	+681.90		685.00	47.73	+687.60		683.28	47.90	+685.95		685.00	47.05			706.60	48.44	+691.60		695.19	46.41	+693.00		693.00	46.47		
670.00	48.50	+673.05		675.00	45.94	+675.80		679.28	45.37	+676.90		680.00	45.20	+682.60		679.28	46.85	+680.95		680.00	47.05			706.60	49.88	+686.60		691.19	46.41	+688.00		688.00	46.55		
665.00	47.90	+668.05		670.00	48.27	+670.80		671.28	44.21	+671.90		675.00	46.30	+677.60		671.28	43.45	+675.95		675.00	44.10			706.60	45.10	+681.60		683.19	45.51	+683.00		683.00	45.85		
660.00	51.80	+663.05		665.00	49.42	+665.80		667.28	50.16	+666.90		670.00	49.29	+672.60		667.28	48.63	+679.03		675.00	48.63			706.60	47.19	+676.60		687.19	50.66	+678.00		678.00	51.04		
655.00	54.25	+658.05		660.00	52.76	+660.80		665.28	51.57	+666.90		670.00	52.40	+672.60		665.28	49.85	+670.95		670.00	51.51			706.60	54.47	+676.60		679.19	54.68	+678.00		678.00	54.07		
650.00	53.80	+653.05		655.00	54.07	+655.80		665.28	53.76	+666.90		670.00	52.85	+672.60		665.28	51.90	+665.95		665.00	53.60			706.60	53.33	+671.60		675.19	53.89	+673.00		673.00	52.97		
645.00	53.30	+648.05		650.00	53.61	+650.80		665.28	53.10	+662.60		670.00	53.10	+672.60		665.28	54.00	+660.95		660.00	53.39			706.60	54.56	+666.60		671.19	54.20	+671.00		671.00	53.65		
640.00	53.30	+643.05		645.00	52.15	+645.80		665.28	53.30	+662.60		670.00	51.45	+672.60		665.28	53.25	+655.95		655.00	50.01			706.60	54.34	+661.60		669.19	54.30	+669.00		669.00	53.00		
638.70	50.35	+643.05		642.00	52.15	+645.80		665.28	53.30	+662.60		670.00	49.84	+672.60		665.28	49.25	+650.95		650.00	50.01			706.60	51.84	+661.60		669.19	53.00	+669.00		669.00	53.00		

Charty Level

Figure 6-6

ORE GRADE MAP OF LIMESTONE AREA (+709M)



LEGEND

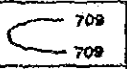
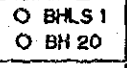

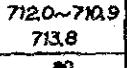
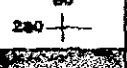




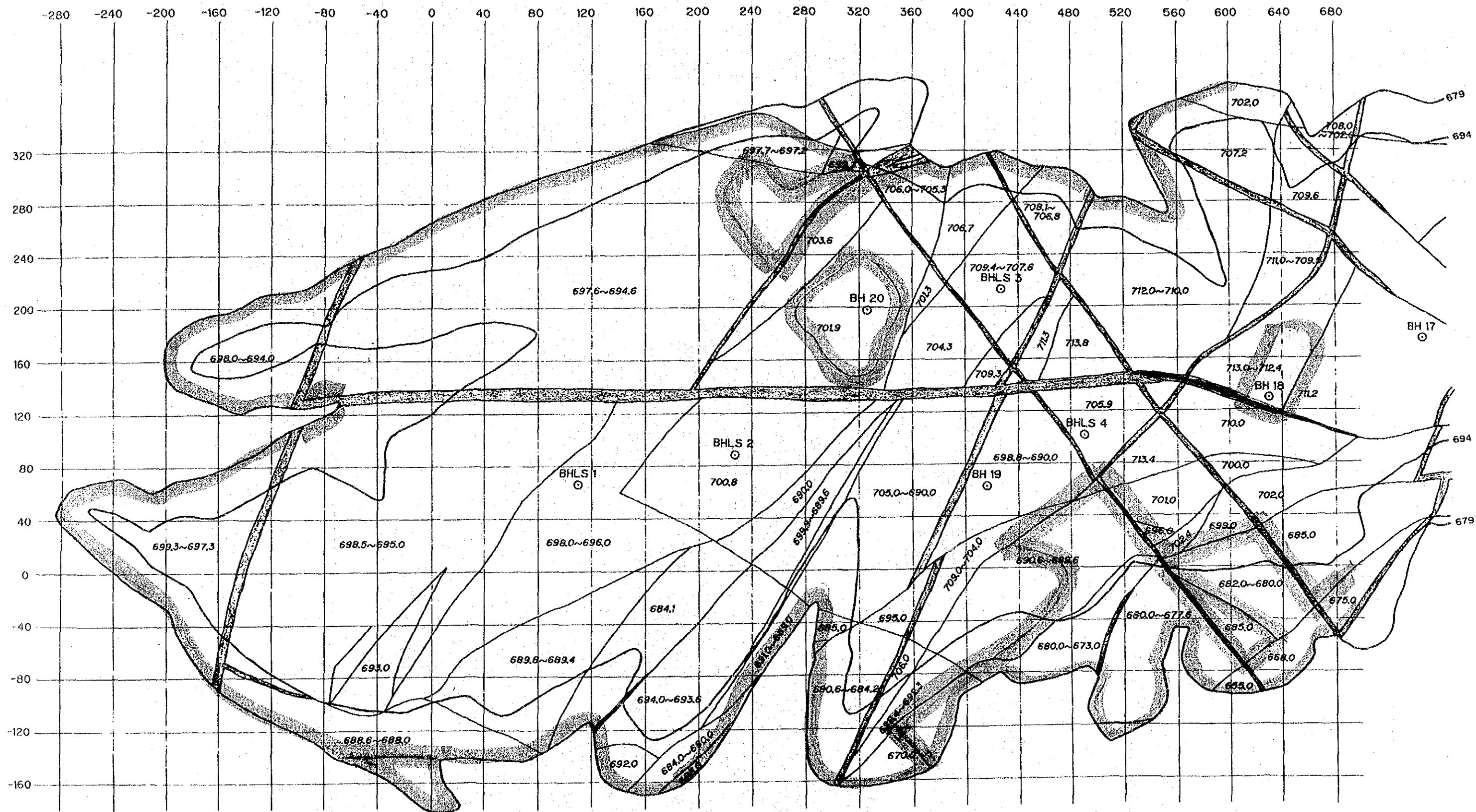
	709 709	CONTOUR LINE
	BHLS 1 BH 20	BORE HOLE LOCATION
		DYKE & FAULT
	712.0~710.9 713.8	SEA LEVEL OF THE CHERTY LEVEL
	80 280	COORDINATES
		$CaO\% < 46.0$
		$46.0 \le CaO\% < 48.0$
		$48.0 \le CaO\% < 50.0$
		$50.0 \le CaO\%$

Figure 6-8

ORE GRADE MAP OF LIMESTONE AREA

(679M~694M)



4) 石灰石の鉱量

各々の品位の面積から各品位ごとの鉱量は次式で計算された。

$$V = \frac{h}{3} \times (S_1 + S_2 + S_1 \times S_2)$$

$$W = V \times 2.7$$

S_1 : 上面の面積 (m^2)

S_2 : 下面の面積 (m^2)

h : 上面と下面の高低差 (m)

V : 体積 (m^3)

W : 鉱量 (t)

2.7 : 石灰石の比重 (t/m^3)

計算結果は Table 6-3 に示す。

Table 6-3 ORE RESERVE OF LIMESTONE

Quantity to be quarried	CaO(%) <46		46 ≦ <48		48 ≦ <50		50 ≦		Total	CaO(%) <46			46 ≦ <48		48 ≦ <50		50 ≦		Total
	(m3)									(×1000t)									
+709m	168,600		81,900		18,500		0		269,000	※3	455		221		50		0		726
709~694	697,600		1,134,200		535,300		0		2,367,100		1,884		3,062		1,445		0		6,391
694~679	348,200		3,930,500		0		0		4,278,700		940		10,612		0		0		11,552
679~664	0		4,470,800		538,100		599,100		5,608,000		0		12,071		1,453		1,618		15,142
664~649								6,695,000	6,695,000									18,077	18,077
Total									19,217,800										51,888
※1 For Raw Material									17,296,020										46,699
※2 For Waste									1,921,780										5,189

※1: Total Quantity to be quarried × 90%.

※2: Total Quantity to be quarried × 10%.

※3: Specific Gravity of Limestone = 2.7 (t/m³).

6.1.2 火成岩鉱床

1) 地質構造と層序

この地域の基盤岩は玄武岩であり、玄武岩は溶岩や集塊岩、火山灰、沖積層でおおわれている。

この鉱区の南東部は断層により分断されている。

シルトや砂、砂利は第四紀時代にワジであった所と思われる所に堆積している。

(鉱区の北部や Vr-2 の付近) Figure 6-10 参照

2) ボーリングコアの化学分析値

採取場所と化学分析値は Table 6-4, 6-5 に示すとおりである。

鉱区の南東部においては SiO_2 含有量が比較的高く、鉱区全体においては火山灰、角礫が表面に堆積しており、この部分の SiO_2 は高い。

3) 品位分布

この地域は断層によって2分されている。

各岩種別の SiO_2 分は Table 6-6 に示すとおりである。

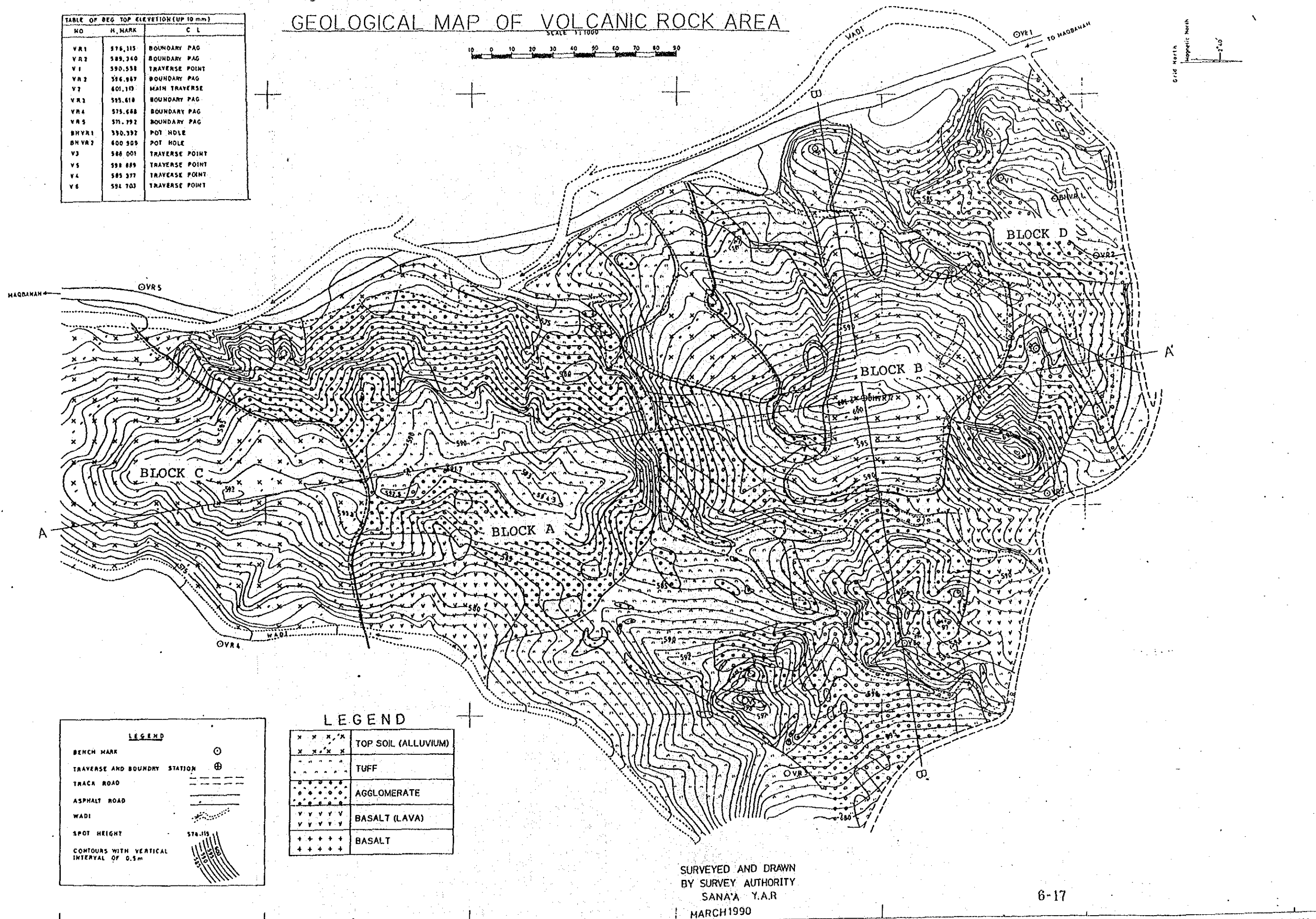
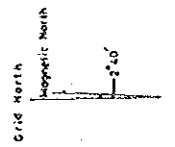
岩種の分布は既に地質図に示したとおりで地質図と Table 6-6 から品位分布図を作成した。

4) 火成岩の鉱量

鉱量計算の結果は Table 6-7 に示すとおりである。

Figure 6-10
GEOLOGICAL MAP OF VOLCANIC ROCK AREA

TABLE OF BENCH TOP ELEVATION (UP 10 mm)		
NO	H. MARK	C. L.
VR1	576.315	BOUNDARY PAG
VR2	589.340	BOUNDARY PAG
V1	590.558	TRAVERSE POINT
VR2	596.987	BOUNDARY PAG
V2	601.119	MAIN TRAVERSE
VR3	595.618	BOUNDARY PAG
VR4	575.688	BOUNDARY PAG
VR5	571.792	BOUNDARY PAG
BHVR1	590.392	POT HOLE
BHVR2	600.505	POT HOLE
V3	588.001	TRAVERSE POINT
V5	598.889	TRAVERSE POINT
V4	585.377	TRAVERSE POINT
V6	591.703	TRAVERSE POINT



LEGEND	
x x x x x	TOP SOIL (ALLUVIUM)
.	TUFF
o o o o o	AGGLOMERATE
v v v v v	BASALT (LAVA)
+ + + + +	BASALT

LEGEND	
BENCH MARK	⊙
TRAVERSE AND BOUNDARY STATION	⊕
TRACK ROAD	--- ---
ASPHALT ROAD	====
WADI	~~~~~
SPOT HEIGHT	576-315
CONTOURS WITH VERTICAL INTERVAL OF 0.5m	570 575 580

SURVEYED AND DRAWN
 BY SURVEY AUTHORITY
 SANA'A Y.A.R
 MARCH 1990

