

に留めることができると思される。

#### 4-3-2 ダム容量及びダムタイプ

本ダムにおいては現況貯水池が存在しているため、限られた日数以内では池内の深浅測量を実施出来なかった。従って、水位～容量曲線は作成しない現況満水位での最大水深は7mであり、計画満水位を現況と同じとするため貯水量は約30万m<sup>3</sup>と推定される。

本ダムサイトにおいては左岸でわずかに岸の露頭がみられるが、今回の調査でボーリングを実施していないため基礎岩盤の確認は出来ていない。このような基礎条件では、コンクリートダムは支持力を得るための深い基礎掘削が必要となるため経済的ではない。アースダムの場合には、現存堤体とほぼ同じ規模であり支持力の面で問題はなく、経済的に施工が行われる。従って本ダムはアースダムとして計画する。

#### 4-3-3 基礎地盤及び土取場

##### (1) ダム基礎地盤

ダム基礎地盤の調査として、テストピットを5ヶ所実施した。(図4-3-1参照)

調査の結果は次のとおりである。(図4-3-2参照)

##### 地質状況

ダム軸の地質状況は、図2-1-1に示すように、中生代ジュラ紀(Mesozoic Jurassic)のPhu Phan and Phra Wihan層に相当する砂岩(Sand Stone)、礫岩(Conglomerate)を基盤とし、その上位に、第四紀洪積世(Quaternary Diluvial)の粘土～砂質シルト層、及び沖積世(Alluvial)の河床堆積物及び崖錐堆積物(Detritus Deposit)が分布している。

基盤は、ダム軸の左岸で行ったT.P-1の深度2.0m以下で確認されたのみで、他の地点では確認されていない。T.P-1地点では風化が著しく非常にもろい。

基盤の上位に分布している洪積世の粘土～砂質シルト層は、現地表下0.6

～4.6 m以下に分布し、細礫を少量混入し、硬質である。この洪積層 (Diluvium)の上部に分布している河床堆積物および崖錐堆積は、いずれも未固結で、シルト質砂、砂質粘土等によって構成され、地表下2 m付近までは、木の根、白アリの巣、およびクラック等が認められ、非常にルーズである。特にAs<sub>1</sub>～Ac<sub>1</sub>層は、軟弱であるため、その対策が必要である。

#### 基盤の透水性

地層別の透水係数は、次のように推定される。

地 層 名	透水係数 (cm/sec)
As <sub>1</sub> ・As <sub>2</sub> ・Dt 層	$K = 10^{-4} \sim 10^{-5}$
Dc 層	$K = 10^{-5} \sim 10^{-6}$

以上のように、ダム基礎地盤の透水性は、As<sub>1</sub>・As<sub>2</sub>・Dt層の透水性が良く、パイピングの危険性もあると判断されるため、カットオフ等の透水対策が必要である。

#### (2) 土 取 場

ダムサイト周辺の地表踏査を行い、地形、地質、土質および現ダムの状況を把握し、かつダム計画を考慮して、ダム軸上流約100～300 mの左岸側と、右岸側の2ヶ所の土取場を選定した。(図4-3-1参照)

選定された土取場の調査として、テストピット5ヶ所、および試料採取、土質試験を実施した。

その結果は次のとおりである。

#### 土質状況

	土 質 名	分布深度	色 彩
左岸土取場	表土及びシルト質砂	0～0.4 m	黄灰色～暗褐色
	砂質シルト～砂質粘土	0.4 m以下	黄灰色
右岸土取場	表土及びシルト質砂	0～1.30 m	黄褐色～暗褐色
	砂質粘土	1.30 m以下	淡灰色

築堤材料として砂質シルト～砂質粘土は、使用可能で、選定された土取場の地表下0.4～1.30m以下に分布している。

この砂質シルト～砂質粘土の可採量は、次のとおりである。

	左岸土取場	右岸土取場
面積 (m <sup>2</sup> )	18,750	30,000
層厚 (m)	3.0	3.0
可採量 (m <sup>3</sup> )	56,250	90,000
合計	146,250 m <sup>3</sup>	

ダムの計画盛土量は、約100,000 m<sup>3</sup>であり、量的にも十分である。

#### 築堤材料の設計・施工管理値

築堤材料として使用可能な砂質シルト～砂質粘土の設計・施工管理値は、次のとおりである。

	左岸土取場	右岸土取場
比重 (Gs)	2.657	2.652
施工含水比 (W)	13.0 ± 1.5%	16.5 ± 1.5%
目標乾燥密度 (γ <sub>d</sub> )	1.85 t/m <sup>3</sup> 以上	1.71 t/m <sup>3</sup> 以上
目標湿潤密度 (γ <sub>t</sub> )	2.09 t/m <sup>3</sup> 以上	1.99 t/m <sup>3</sup> 以上
飽和密度 (γ <sub>sat</sub> )	2.15 t/m <sup>3</sup> 以上	2.07 t/m <sup>3</sup> 以上
透水係数 (K <sub>20</sub> )	5.0 × 10 <sup>-6</sup> cm/sec 以下	4.0 × 10 <sup>-6</sup> cm/sec 以下
粘着力 (C <sub>u</sub> )	1.0 t/m <sup>2</sup> 以上	2.2 t/m <sup>2</sup> 以上
内部摩擦角 (φ <sub>u</sub> )	24° 以上	17° 以上

#### 4-3-4 堤体設計

##### (1) ダムタイプの選定

土取場予定地点で実施したテストピットと現地踏査から、本ダムサイト付近から採取される材料は、シルト質砂、砂質シルトと砂質粘土であると判断される。テストピットの結果から左岸は砂分を多く含む土を主体としていると判断されるが、左岸堤体は作用水頭が低いため築堤材として採用してもよいと考えられる。余水吐決壊部の現河道より右岸側は、比較的粘土分が多い

と判断される材料により施工可能である。左右両袖部の土取場予定地の賦存量は、それぞれ約 56,000 m<sup>3</sup>と約 90,000 m<sup>3</sup>で十分な量である。これらの築堤材の条件から均一タイプのダムとして計画する。

均一ダムのドレーンとしては、トウドレーン、水平ドレーンとチムニイドレーンが考えられる。ドレーンとして信頼性が高く施工管理が容易なのは、チムニイドレーンである。チムニイドレーンと水平ドレーンには多量の砂が必要とされるが、要求される砂の透水性はそれ程高くない。堤体下流の砂質土を水洗いして細粒分を除くことにより、十分な量のフィルター材が得られる。メカとタカオダムにおいてはトウドレーンを採用しているが、本ダムの利水条件では満水位がほぼ維持されるため、浸透に対する安定性の高いチムニイドレーンの均一ダムとして計画する。

## (2) 堤高の決定

本貯水池の目的は養魚とかんがいである。現況取水工は EL188.80 より取水しているが、その標高より 50cm 上を計画満水位とする。25年確率計画洪水に対応する越流水深を 1.20m、200年確率洪水流量に対応する越流水深を 1.50 m として余水吐を計画するものとすれば、

計画満水位	F.W.L.	189.30
計画洪水位	H.W.L.	190.50
計画最高水位	Max.W.L.	190.80

余裕高は、特定水位からの波のはい上り高さや風による水面上昇を加えたものである。風による水面上昇は、風速 20m/s、対岸距離 400 m そして平均水深 4.5 m とすれば 0.01 m と非常に小さい。波のはい上り高さは、上記条件に上流法面勾配 1:2.5 を加えて算定すれば、捨石張と張石張の場合においてそれぞれ 0.21 m と 0.56 m である。石張は捨石張が一般的で法面保護としても有効であるが、今回、石張材は全て購入材となるため張石張として計画する。従って、波のはい上り高さは 0.56 m である。

以上の検討より、堤体天端標高は次式より求める。

計画天端標高 = 計画最高水位 + 風による水面上昇高 + 波のはい上り高さ

$$= \text{Max. W. L. } 190.80 + 0.01 + 0.56$$

$$= \text{EL. } 191.37 \div \text{EL. } 191.40$$

堤 高 = 計画天端標高 - 河床部掘削

$$= \text{EL. } 191.40 - \text{EL. } 181.00$$

$$= 10.40 \text{ m}$$

### (3) 堤体標準断面の設計

本堤体は均一タイプとして設計する。上流の現存堤体は信頼性が低いので、新設堤体には組込まず仮締切堤として流用する。旧河道部の盛土に際してはその下流法先を掘削するが、施工中の安定性を失わない程度の法面とし、フィルターを設けてパイピングを防止する。フィルターの高さは、掘削面からの浸出状態から判断する必要があるが、新設法面との交点以上にとする。

本ダムの基礎部には深度約 2 m までアリ穴 (Ant hole) が多く観測されているため、カットオフトレンチを 2 m 以上で Dc 層 (diluvium Deposit) まで達するよう設ける。旧河道部の河床堆積層 (Younger River Deposit) の深度は今回確認していないため、EL. 180.00 までカットオフトレンチを設ける計画としているが、施工中に河床堆積層厚を確認して対応する。カットオフトレンチの底幅は、転圧機械の施工性から 4 m とする。

上下流法面勾配はそれぞれ 1:2.5 と 1:2.0 とする。天端幅は施工性から 4 m とする。雨水の表面流下距離を短くし法面のガリ浸蝕を防ぐため、下流法面の EL. 187.00 に小段と排水路を設ける。ドレーンはチムニードレーンとし、材料はダム軸下流の砂質土を水洗して使用する。チムニードレーンの幅は 1 m とする。各 3 リフト盛土後にバックホウにより掘削したトレンチをフィルター砂で埋戻す施工法を採用するためである。締固め土の非等方法により浸透が水平方向に進む可能性が高いため、チムニードレーンの天端は溝水位と同じ EL. 189.30 まで設ける。

上流法面保護はリプラップを採用する。下流法面は、洪水時に高い下流水位の影響を受け易い小段以下はリプラップで保護し、小段より上部は張芝 (grass turf) で保護する。

以上の検討より決定した堤体標準断面を図4-3-3に示す。

#### 法面保護工の設計

リブラップ材は購入材であるため、ソイルセメントを使用する可能性も考えられるが、築堤材の粒度分布はソイルセメント適用可能範囲よりも細粒であるため、上流法面保護をリブラップで計画する。リブラップ材の粒径は、算定された波高より決められるが、平均重量14.8kgで最大60kg最小2kgの範囲とする。リブラップ材は、真比重2.63以上、圧縮強度500kg/cm<sup>2</sup>以上の材料を使用する。下流小段以下のリブラップの厚さは、波の影響が小さいことから20cmとする。上下流法面のリブラップの下には同じ厚さの砂レキ層(sand and gravel blanket)を設ける。砂レキ層はリブラップの空隙から洗出されないように粗粒とする必要があるため、盛土と砂レキ層の間にフィルター材を使用する。

#### フィルターの設計

チムニドレンは、パイピングを防ぐためにフィルターとしての粒径を持つ必要がある。築堤材には土質試験を行っていない砂質土も含まれるが、細粒土の粘性土に対応してフィルター設計を行う。フィルターの最大粒径は4.76mm以下とする。粒性土の粒度分布とフィルター基準より決定されるフィルターの粒度分布を図4-3-4に示す。

#### (4) 浸透解析

本堤体はシープスフートルローラーによる転圧を計画するため、鉛直方向と水平方向の透水係数比を1:5として流線網を作成する。浸潤面はCasagrandeの方法より求める。求められた浸潤面と境界条件を考慮して決定した流線網を図4-3-5に示す。

求められた流線網を用いて堤体からの漏水量を算定する。室内透水試験において $1 \times 10^{-9}$  cm/secの係数が得られているが、乾期の施工であることを考慮して $2 \times 10^{-9}$  cm/secを用いて計算する。全水頭7.3mに相当する堤長400mの堤として漏水量を求めると、次のようになる。

$$\text{堤体からの漏水量 } Q = 11.3 \text{ m}^3/\text{day}$$

右袖部には粘性土層が存在し、左袖部は地下水位が高く平坦な地形であるため、堤体を迂廻する漏水量はほぼ無視出来ると考えられる。

以上の検討より、漏水量は許容出来る範囲内にあると考えられる。

上記浸透量を安全に流下させるには、フィルターは  $7 \times 10^{-4}$  cm/sec 以上の透水係数でなければならない。

## (5) 安定計算

### 設計数値の決定

盛土管理は密度管理で行うものとし、その管理規定は、最適含水比の±3%以内の含水比で最大乾燥密度の95%の密度とする。締固の試験結果を図4-3-6に示す。他の条件が同じであれば、密度が高ければ高い程、安全率は低くなる。従って、高い密度を与えるTP-6から設計密度を決定すれば

$$\text{湿潤密度} \quad \gamma_t = 2.17 \text{ t/m}^3$$

$$\text{飽和密度} \quad \gamma_{\text{sat}} = 2.22 \text{ t/m}^3$$

盛土管理規定に対応して最適含水比の湿潤側含水比で最大乾燥密度の95%の密度に作製した供試体の直接せん断試験結果を図4-3-7に示す。滑動面上の応力の範囲内で低い強度を与えるTP-6のデータから設計強度を決める。実験値の70%を設計強度とすれば

$$\text{粘着力} \quad c = 1.0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi = 24^\circ 00'$$

なお、安定計算においては、リフリップとチムニードレーンは区別せず土と同じ設計数値を用いる。

### 安定計算

本ダムではかんがい用取水口が満水位の50cm下にあり、それ以下への水位急降下は考えられない。従って、完成直後と満水位時の2ケースの上下流法面について安定計算を行う。完成直後には建設中の発生間隙圧を、満水位時には定常浸透の間隙圧を考慮する。実験より得られた透水係数  $1 \times 10^{-6}$  cm/sec から間隙圧の消散は少いと判断されるため、上載圧の50%が発生間隙圧として残留すると仮定し境界条件を考慮して求めた発生間隙圧分布図を図

4-3-8に示す。満水位時の流線網は、浸透解析で求められている。

安定解析はスライス法によるものとし、全ケースの許容安全率は1.2とする。安定計算図を図4-3-9と4-3-10に示し、得られた安全率を以下に示す。

	上流側	下流側
完成直後	1.577	1.360
満水位	1.404	1.679

従って、全ケースにおいて本ダムは滑動に対して十分な安全性を有している。

#### (6) 余盛の設計

堤体完成後に生じる基礎と堤体の沈下に対して余盛を設ける必要がある。基礎は粘性土であるが、築堤後に残留するような沈下はないと考えられるため、基礎の圧密解析は行わない。

堤体の余盛は通常圧密試験結果から求めるが、今回その試験は行っていない。従って、直接せん断試験のせん断ヒズミ～せん断応力曲線から求められるせん断弾性係数と弾性係数を用いて余盛量を決定する。せん断ヒズミ～せん断応力曲線を図4-3-11に示す。同図より、

$$\text{せん断弾性係数} \quad G = 110 \text{ t/m}^2$$

$$\text{弾性係数} \quad E = 319 \text{ t/m}^2$$

安定解析の場合と同様に完成時の間隙圧残留率を50%とすれば、算定余盛量は0.22mであるが、余盛量を25cmとして計画する。その縦断方向の配分は堤体縦断図に示す。

#### 4-3-5 余水吐の設計

##### (1) 位置の選定

余水吐の位置は地形・地質等を考慮して、最も安全で経済的な位置として左岸側の $\text{No.} 2 + 50.0$ 地点を選定する。

$\text{No.} 2 + 50.0$ 付近には地表から約2m下に良質の地盤が確認されている。又、右岸側には既存の水路があり地山との間に余水吐のスペースはない。



km2+50.0 地点は平坦な地形であり、現在の河道の左岸側に位置するので、余水吐の末端は容易に現河道に接続できる。従って、km2+50.0 地点が最適と判断される。

## (2) タイプの決定

地形・地質・管理等を考え、水理的・経済的に有利で、かつ構造的に安定した直線開水路方式の越流余水吐（非調節型）を採用する。

## (3) 余水吐規模の決定

本設計は平地河川をセキとめてかんがい用水を取水すると共に、上流側たん水域で養魚を行っている。従って、洪水の調節能力は余り見込むことができないと判断されるので洪水は流出量を使用するものとする。

余水吐は越流水深と越流幅で種々の組合せが考えられるが、地形上からそれ等に対する制約がないため、経済的見地から越流水深を 1.2 m とすれば、越流幅 70 m、越流量 184 m<sup>3</sup>/s が得られる。この規模は他のダムに比べてかなり大きいものとなるが、洪水調節能力が見込めないこと、この地域の降雨量が他のダム流域に比べて大きいこと、MOI（内務省）の計画では 60 m となっていること等から、本計画では越流水深 1.2 m、越流幅 70 m、越流量 184 m<sup>3</sup>/s と決定する。

## (4) 放水路

放水路は現況河川に取り付けるために急落差となるので、コンクリート構造とする。

放水路は勾配 1/1.5 で現況河床高に取り付ける。

## (5) 減勢工

高速流を減勢して現況河川へ導水するために放水路末端に減勢工を設ける。減勢工の形式は水平静水池・■型とし長さは 6 m を計画する。

#### (6) 非常用余水吐

日本のフィルダムの設計基準に対する洪水量にも対処するために非常用余水吐を設ける。その規模は幅35m、勾配1/300の素掘断面で流量は37m<sup>3</sup>/sを計画する。

### 4-3-6 取水施設の設計

#### (1) 位置の選定

現在、右岸側に取水中の用水路及び掘削が中断されている水路がある。これ等の取水のために現在の用水路近くに取水工を設けるものとする。

計画地点付近の地形・地質等を考慮して $\text{km}7+15.0$ 地点を選定する。

#### (2) タイプの決定

本設計における取水工は満水位近くに位置しているので水圧が作用しない。そこで貯水池側に制水ゲートをもった鉄筋コンクリート樋管形式を採用する。

#### (3) 取水量

現地の聞きとり調査では、受益面積が明確でないので取水量は算定できない。従って、現況水路と同じ程度の断面を計画する。

### 4-4 施工計画

#### 4-4-1 概要

本ダムの工事数量を表4-4-1に示す。工事期間は乾期のみとして一年間で全工事を終了する。現況堤体を仮締切として利用しつつ、養魚への影響を最小限にするよう施工計画を立てる。築堤材の内、リブアップ材、砂利は購入材として計画する。フィルター材は、堤体下流より採取するが、水洗を必要とするため、先行して河川水量の多い雨期から材料の水洗を行いストックパイルを設ける。現況堤体を仮締切として利用出来るため、右岸、左岸と現況余水吐決壊部に分けて築堤を行う。現況決壊部の盛土に際して初めて本格的な仮締切を設けるが、その際には右岸取水工を仮排水路として利用する。

乾期であり期間も短いことから、その程度の仮排水路で十分であると考えられる。コンクリート工事は、コンクリートミキサーによる現場での練上げを計画する。

#### 4-4-2 施工工程

約1.2kmの工事中進入道路を設けた後、ダムサイトの工事中道路を設ける現況決壊部の河道横断には、木橋を使用しても良いが、工事終了後の撤去を条件とすればコルゲートパイプ上への盛土を使用出来る。仮設終了後の主要工程を以下に示す：

1. 右岸取水工——荒締切後、掘削とコンクリート工事。
2. 右岸築堤工事——右岸表土掘削、カットオフトレンチ掘削と盛土を一連の作業で施工する。盛土に先行して右岸土取場の表土掘削を行う。カットオフトレンチの湧水は釜場排水とする。

余水吐工事——右岸築堤工事と並行して、掘削とコンクリート工事を行う。上流仮締切堤は設けないが、下流には仮締切を設ける。

3. 左岸築堤工事——表土掘削、カットオフトレンチ掘削の順で施工する。盛土に先行して左岸土取場の表土掘削を行う。

非常余水吐——表土以外の掘削土を築堤に流用するため、築堤と並行して施工を行う。

4. 仮締切——右岸取水路を仮排水路として、現況余水吐決壊部上流と下流に仮締切を設ける。

決壊部築堤工事——右岸盛土との連続性を保つため、右岸土取場土を用いる。

5. 現況堤体と仮締切撤去

施工計画平面図と工程フローチャートを図4-4-1と表4-4-2に示す。

#### 4-4-3 施工機械

本ダムサイトの地形と築堤用土の特性等を考慮して、以下の機種を選定する。

掘削機械—土取場が平坦であることと他の作業への流用を考慮してブルドーザーによる掘削集積を計画する。土取場以外では、バックホウによる盛土のトレンチ掘削への砂の埋戻しでインターセプターを計画する。盛土終了後、現堤体はバックホウで掘削捨土する。

積込機械—築堤材の運搬距離が約300mと短いため、掘削、積込運搬をモータースクレーパーで行うことも可能であるが、堤体の規模が小さく作業面積が限定されるため、トラクターショベルを使用する。

運搬機械—積込機種種のトラクターショベルの能力に対応したダンプトラックを使用する。

まき出し機—ブルドーザーを使用する。チムニードレーンの掘削トレンチ内の作業面積の関係から、フィルター砂は人力まき出しとする。

転圧機械—堤体材料は粘性土が主体であるため、シープスフートローラーを使用する。築堤材が低含水比であるため、大型の機種を使用する。チムニードレーンの転圧には、施工幅が1mと小さいため小型振動ローラーを使用する。水平ドレーン部は、ブルドーザーによるまき出し転圧の合成作業での施工を計画する。

#### 4-5 事業費

##### 4-5-1 概要

本事業費の総額は積算の結果 227,000,000円(26,670,000パーツ)となった。

事業費は工事費とコンサルタント費で工事費の内訳はダム工事とその附帯工事(取水施設及び余水吐工事)のみである。コンサルタント費は実施設計費のみとする。

本工事の施工場所はすべて国有地の疎林或は原野であり、用地補償の必要はない。

上述の通り工事はダム工事のみで、用水路の改修或は新設はタイ政府で行われるものとする。

#### 4-5-2 工事費

工事費の算出には、メカダムの単価を参考にして決定した。

#### 4-5-3 コンサルタント費

施工管理は非常に辺境で近くに大きな町がなく適当な宿泊施設がないこと及び工事規模もそんなに大きくないので、週に1回程度、タカオダム施業者が兼ねることとし、費用は計上しない。実施設計費のみを計上した。

#### 4-5-4 事業費

##### フェイヤソダム事業費

##### A 工事費

1. ダム本体工	94,577,000円	9,093,842パーツ
2. 余水吐工	111,920,000	10,761,511
3. 取水施設工	3,714,000	357,143
4. 搬入道路	5,660,000	544,240
5. 間接工事費	12,950,000	1,245,264
小計	228,821,000	22,002,000
6. 諸経費	43,576,000	4,190,000
計	272,397,000	26,192,000
	≒272,000,000	≒26,190,000
B 実施設計費	5,000,000	480,000
合計	277,00,000	26,670,000

(予備費は計上せず)

交換レート(1981年8月14日)

1 US \$ = 22.6パーツ = 235円

1パーツ = 10.4円

## 4-6 事業評価

### 4-6-1 概要

当工事名をダムと呼称するものの本質的には取水堰である。

即ち、当工事は河川を締切り、河川水位を高くして、岸に設けた水路に流入させかんがい用水や雑用水に利用するのが目的である。

従って、河川が締切られた為に自然に貯水されるか、この貯水量（推定30万 $m^3$ ）は殆んどかんがい用水や雑用水には利用されず養魚のみに利用される事になるからである。

この建設工事による事業効果は、既存ダムの崩壊を阻止して現在の効用をまもるものであるから、崩壊してしまった場合に受けるであろう想定被害額が事業の便益となる。

このことは、現在の便益がそのまま事業便益と考えてよいか、計画の施設は安定的に且つ恒久的に水の供給が可能となるので、現在以上の効果があがることになるであろう。

### 4-6-2 概略便益

現在、乾期にも若干の流水はあるが、かんがいに利用出来る程ではなく、雑用水程度であるので乾期用水は便益には計上しない。現在の取水量は、用水路の断面から試算すると、概ね $0.1 \sim 0.15 m^3/sec$ と推定され、雨期における水田のかんがい面積は2,000ライ（320ha）である。

前述の通り、便益計算は、現ダムが流失し、新にダムが出来たとして計算する。

現在、天水のみに依存している水田の1ライ当り収量は300 $kg$ と報告しているが、降雨資料によると毎年ばらつきが多く、早ばつを被る年もあるので、長期的にみた平均収量は250 $kg$ 程度である。

これに対し、河川水を補給し、かんがいでいる水田は、殆んど安定的な収穫が得られ、1ライ当りの収量も350 $kg$ は確保出来ている。従って：

水稲の増収見込は $(350\text{kg} - 250\text{kg}) \times 2,000\text{ライ} = 200\text{トン}$

収益は $200\text{トン} \times 2,900\text{バーツ/トン} = 580,000\text{バーツ}$

然し、完全なダムが建設された後は、用水路の拡幅或はライニング等を施すことにより、河川水を飛躍的に取水出来ることとなり、かんがい面積は、かなり広域的に拡大するであろう。

このことを考慮に入れれば少なく積算しても現在の3倍の便益は見込むことが出来る。

即ち、 $580,000 \text{ パーツ} \times 3 = 1,740,000 \text{ パーツ}$

又、この地方は国境の山村の為、唯一の栄養源は魚に求めており、当ダム建設の目的に養魚が重視されている。

この便益の算出は困難であるが、おおよその概算を以下にする。附近農家300戸が魚獲するとし、魚の成育期間6ヶ月程度として、1戸当りの年魚獲量を50kgとし、又、魚の価格は25パーツ/kgとする。

魚獲量  $50 \text{ kg} \times 300 \text{ 戸} = 15,000 \text{ kg}$

収 益  $25 \text{ パーツ} \times 15,000 \text{ kg} = 375,000 \text{ パーツ}$

従って、計画による年間の概算便益は次のようになる。

	現 在	将 来
雨期水稲作	580,000 パーツ	1,740,000 パーツ
魚 獲	375,000 パーツ	375,000 パーツ
計	955,000 パーツ	2,115,000 パーツ

事業費26,670,000パーツの回収年数は次のようになる。

$26,670,000 \div 955,000 = 27.9 \text{ (年) 現在}$

$26,670,000 \div 2,115,000 = 12.6 \text{ (年) 将来}$

従って、水路改修が行われない場合は、回収するのに28年かかるが、将来水路をすれば、13年で回収可能となる。ただし、利子の計算は入れていない。

#### 4-7 懸 案 事 項

##### 4-7-1 着工以前にタイ政府で処理されるべき事項

政府間の手続きが完了しても次の事項が処理されていないと着工出来ない  
ので十分な配慮を願いたい。

##### 1. ダム敷及びダム水没地の立木伐開許可

2. ダム水没地の立木伐開作業
3. ダム敷及び水没地の作物補償その他一切の補償
4. 事務所、労務宿舎、機材置場等工事に必要な用地の提供
5. 搬入道路の改修についての関係部落の了解

#### 4-7-2 工事に際しての留意事項

現地調査が短期間でボーリング本数が限られ、その補足としてテストピットを行ったが、その掘削深には限度があり、実際の施工時には多少の変動があるであろう。





## 第 4 章 図 表 リ ス ト

### TABLES

		<u>page</u>
Table 4-2-1	Climatological Data (Ubon Ratchathani) for the Period 1951 - 1975 .....	IV-TF- 1
Table 4-4-1	Summary of Quantities for Huai Yang Dam ...	IV-TF- 3
Table 4-4-2	Construction Schedule (Huai Yang Dam) .....	IV-TF- 4

### FIGURES

Fig. 4-3-1	Location Map of Soil and Geological Investigation for Huai Yang Dam .....	IV-TF- 5
Fig. 4-3-2	Geological Section of Huai Yang Dam Axis ...	IV-TF- 7
Fig. 4-3-3	Typical Cross Section .....	IV-TF- 8
Fig. 4-3-4	Filter Gradation .....	IV-TF- 9
Fig. 4-3-5	Flow Net .....	IV-TF-10
Fig. 4-3-6	Compaction Test .....	IV-TF-11
Fig. 4-3-7	Direct Shear Test .....	IV-TF-12
Fig. 4-3-8	Construction Pore Pressure .....	IV-TF-13
Fig. 4-3-9	Slope Stability Analysis for Fill Completed Condition .....	IV-TF-14
Fig. 4-3-10a	Slope Stability Analysis for Full Reservoir Condition - Upstream Face .....	IV-TF-15
Fig. 4-3-10b	Slope Stability Analysis for Full Reservoir Condition - Downstream Face .....	IV-TF-16
Fig. 4-3-11	Stress - Strain Curve .....	IV-TF-17
Fig. 4-4-1	Construction Plan .....	IV-TF-18



Table 4-2-1 Climatological Data (Ubon Ratchathani) for the Period 1951 - 1975

Temperature (°C)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	24.0	26.3	28.8	29.9	29.2	28.2	27.9	27.4	27.2	26.7	25.3	23.8	27.0
Ext. Maximum	37.0	38.4	40.2	41.8	40.2	38.2	36.2	37.8	34.6	34.8	35.8	34.9	41.8
Ext. Minimum	7.6	11.7	13.5	15.9	19.9	21.2	20.8	20.7	20.6	16.4	12.5	8.5	7.6

Relative Humidity (%)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	64.0	62.0	61.0	65.0	74.0	79.0	79.0	82.0	82.0	77.0	71.0	67.0	72.0
Mean Maximum	87.5	85.5	83.0	84.4	90.6	92.8	92.9	93.9	94.3	90.6	88.1	87.7	89.3
Mean Minimum	42.8	41.4	42.0	46.4	56.1	63.0	64.5	66.9	67.5	61.5	53.8	46.9	54.4

Climatological Data (Ubon Ratchathani) for the Period 1951 - 1975

Evaporation (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean -- Piché	120.5	119.8	139.9	124.8	99.4	79.1	81.5	71.8	59.7	84.8	102.1	117.1	1200.5
Mean -- Pan	189.2	185.9	227.3	227.0	195.4	168.1	175.0	158.7	144.6	175.6	188.8	190.1	2225.7

Rainfall (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	0.8	10.0	49.7	73.2	212.3	240.4	291.3	313.8	266.9	96.9	20.4	1.8	1577.5
Mean rainy days	0.4	1.2	3.8	7.4	15.3	18.4	19.6	22.4	20.7	10.6	3.4	0.9	124.1
Daily Maximum	6.4	44.7	124.1	82.1	138.5	189.4	203.9	182.8	130.3	113.4	69.5	8.2	203.6
Day/Year	25/54	23/72	14/60	1/56	18/56	4/72	7/70	8/51	5/68	9/67	5/64	15/66	7/70

Remark: Evaporation 1. Piché 1954 - 1975  
 2. Pan 1961 - 1975

Table 4-4-1 Summary of Quantities for Huai Yang Dam

	Item	Unit	Left Bank	Riverbed	Right Bank	Total
Embankment	Jungle clearing	m <sup>2</sup>	2,602.0	2,347.0	14,835.0	19,784.0
	Stripping	m <sup>3</sup>	1,132.6	1,647.0	5,004.7	7,784.3
	Cutoff & Excavation	"	1,454.1	3,133.0	11,105.0	15,692.1
	Embankment	"	2,877.0	8,408.8	33,372.5	44,658.3
	Chimney drain & Outlet	"	51.5	1,026.7	4,631.9	5,710.1
	U/S Riprap	"	207.4	416.0	1,313.3	1,936.7
	U/S Sand and gravel blanket	"	210.2	389.1	1,249.0	1,848.3
	D/S Riprap	"	0	18.0	289.2	307.2
	D/S Sand and gravel blanket	"	4.7	53.4	311.6	369.7
	Filter sand	"	0	0	131.3	131.3
	Grass turf	"	489.9	829.7	2,733.4	4,053.0
	Excavation of Existing Embankment	"	0	0	6,499.5	6,499.5
Spillway	Jungle clearing	m <sup>2</sup>	4,500.0			
	Excavation	m <sup>3</sup>	73,764.6			
	Back filling	"	609.4			
	Plain concrete	"	1,450.446			
	Reinforced concrete	"	71.402			
Emergency Spillways	Jungle clearing	m <sup>2</sup>	15,030.0			
	Excavation	m <sup>3</sup>	18,406.3			
	Embankment	"	22.8			

Table 4-4-2 Construction Schedule (Huai Yang Dam)

Work Item	Q.T.Y.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
		Engineering Service Detailed Design		█						
Preparatory Works			█							
Jungle Clearing	19,800m <sup>2</sup>			█						
Stripping	11,800m <sup>3</sup>			█						
Excavation	15,700m <sup>3</sup>			█						
Embankment	44,700m <sup>3</sup>				█					
Drain and Outlet	5,700m <sup>3</sup>				█					
Riprap	1,900m <sup>3</sup>						█			
Grass turt	4,000m <sup>2</sup>							█		
Earth Works	74,400m <sup>3</sup>							█		
Concrete Works	1,500m <sup>3</sup>								█	
Masonry	1,200m <sup>2</sup>									█
Water Stop	300m <sup>2</sup>								█	
Earth Works	600m <sup>3</sup>			█						
Concrete Works	50m <sup>3</sup>				█					
Masonry	22m <sup>2</sup>					█				
Steel Gate	1									█

Fig. 4-3-1 LOCATION MAP OF SOIL AND GEOLOGICAL INVESTIGATION FOR HUI YANG DAM

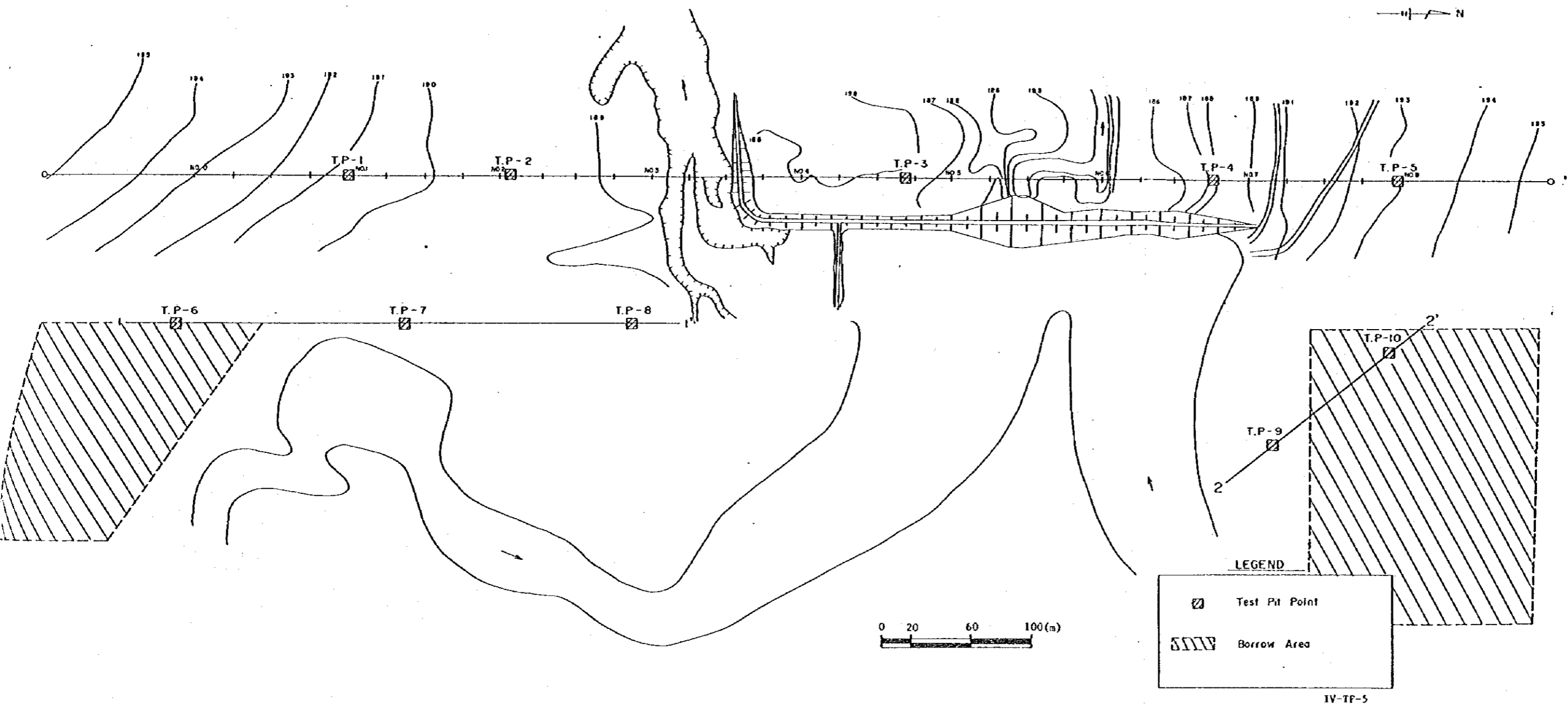
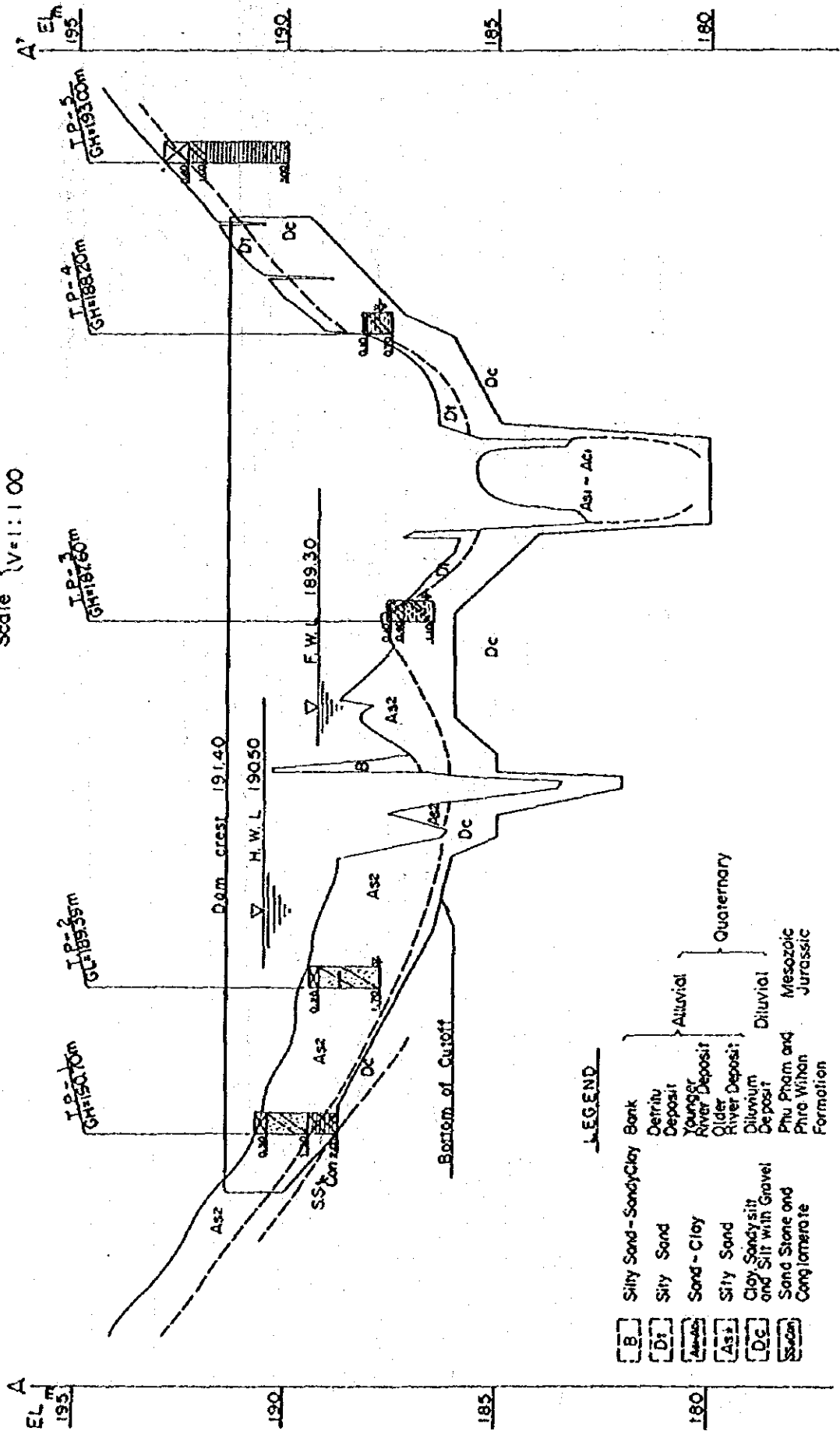






Fig. 4-3-2 Geological Section of Hual Yang Dam Axis

Scale { H=1:3,000  
V=1:100



LEGEND

- |       |                                     |                                  |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|
| [B]   | Silty Sand - Sandy Clay             | Bank                             |
| [D1]  | Silty Sand                          | Detrital Deposit                 |
| [As2] | Sand - Clay                         | Younger River Deposit            |
| [As1] | Silty Sand                          | Older River Deposit              |
| [Dc]  | Clay Sandysilt and Silt with Gravel | Diluvial Deposit                 |
| [Ss]  | Sand Stone and Conglomerate         | Phu Pham and Phu Wihan Formation |
- Quaternary
- Alluvial
- Diluvial
- Mesozoic
- Jurassic

Fig. 4-3-3 Typical Cross Section

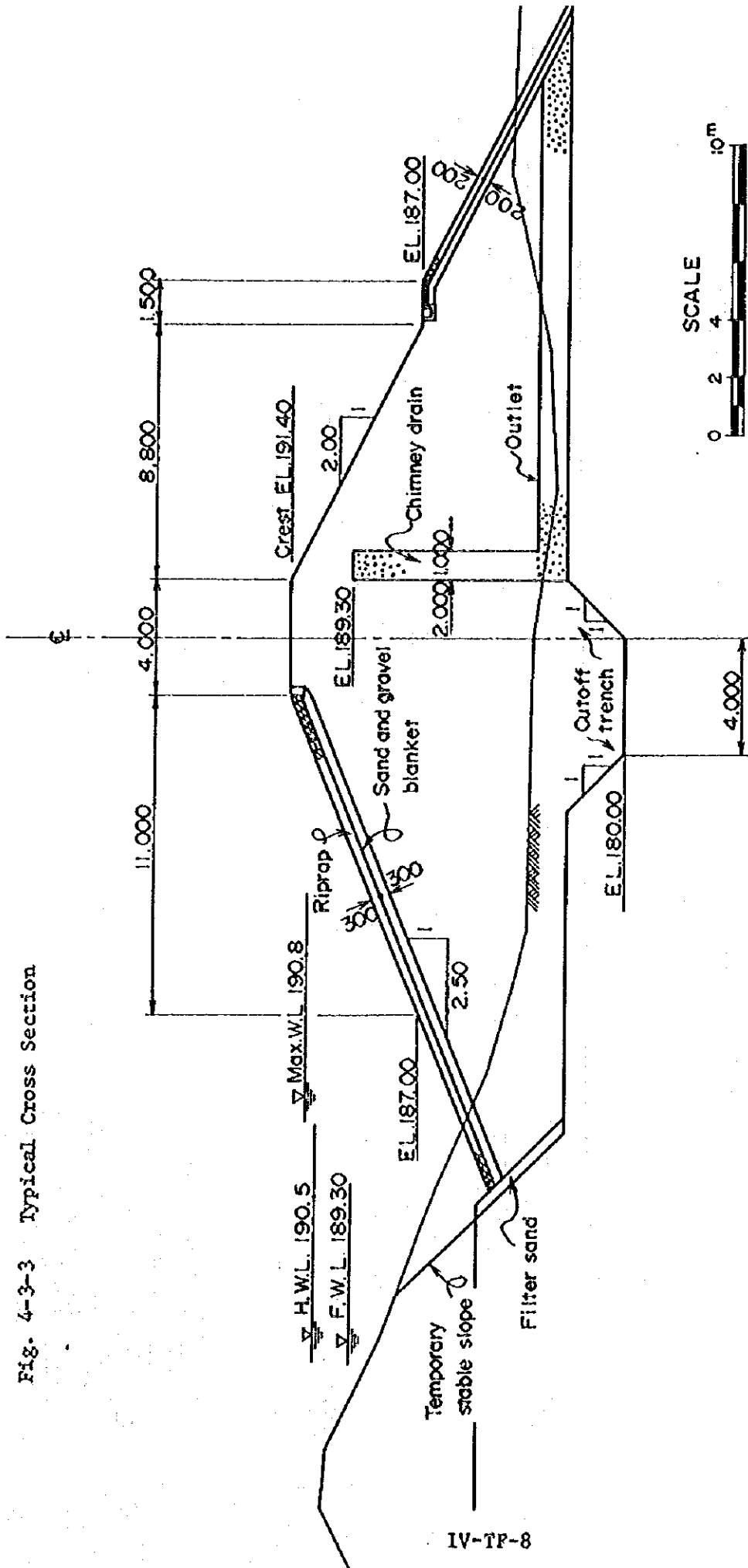




Fig. 4-3-5 Flow Net

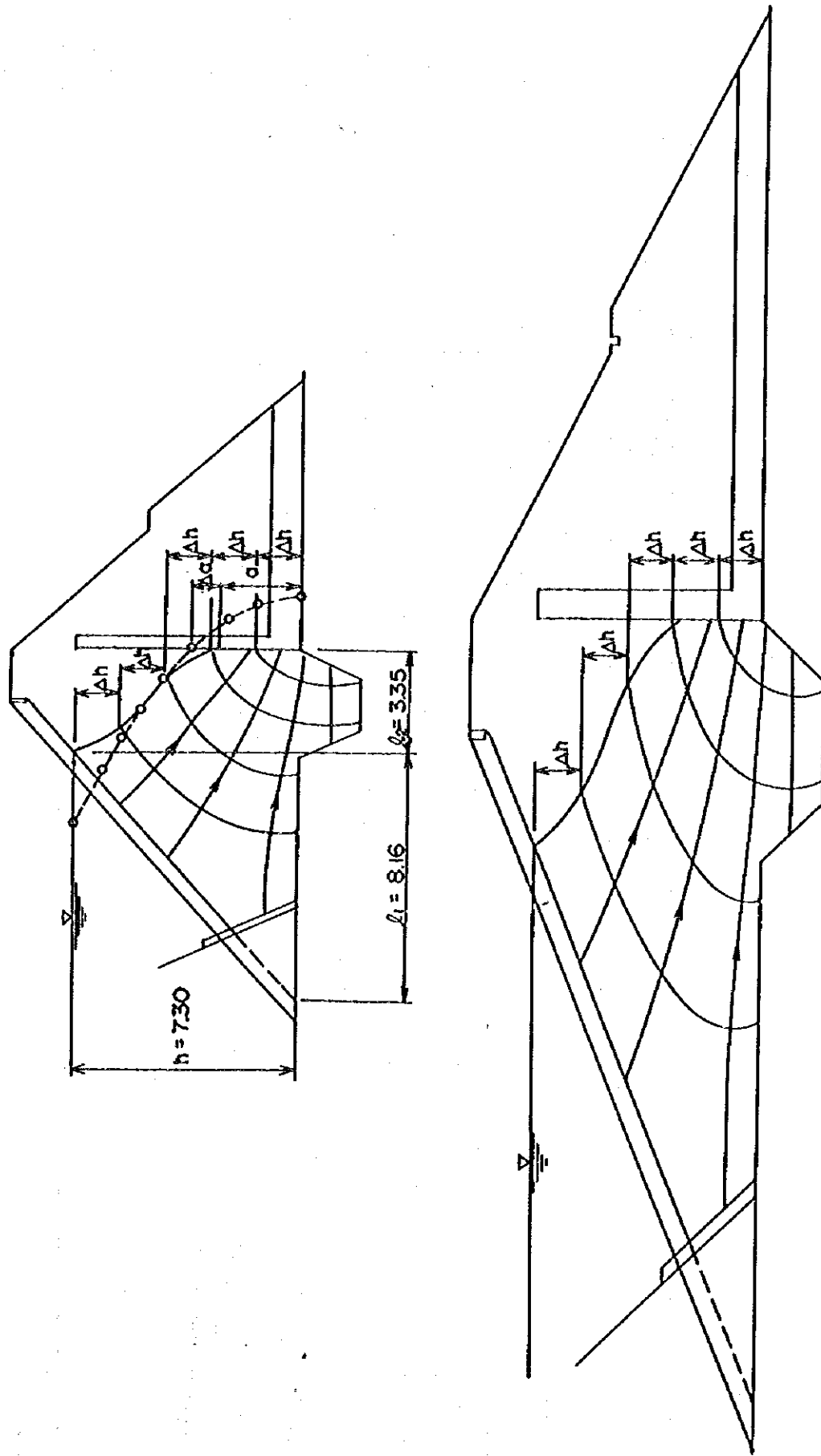


Fig. 4-3-6 Compaction Test

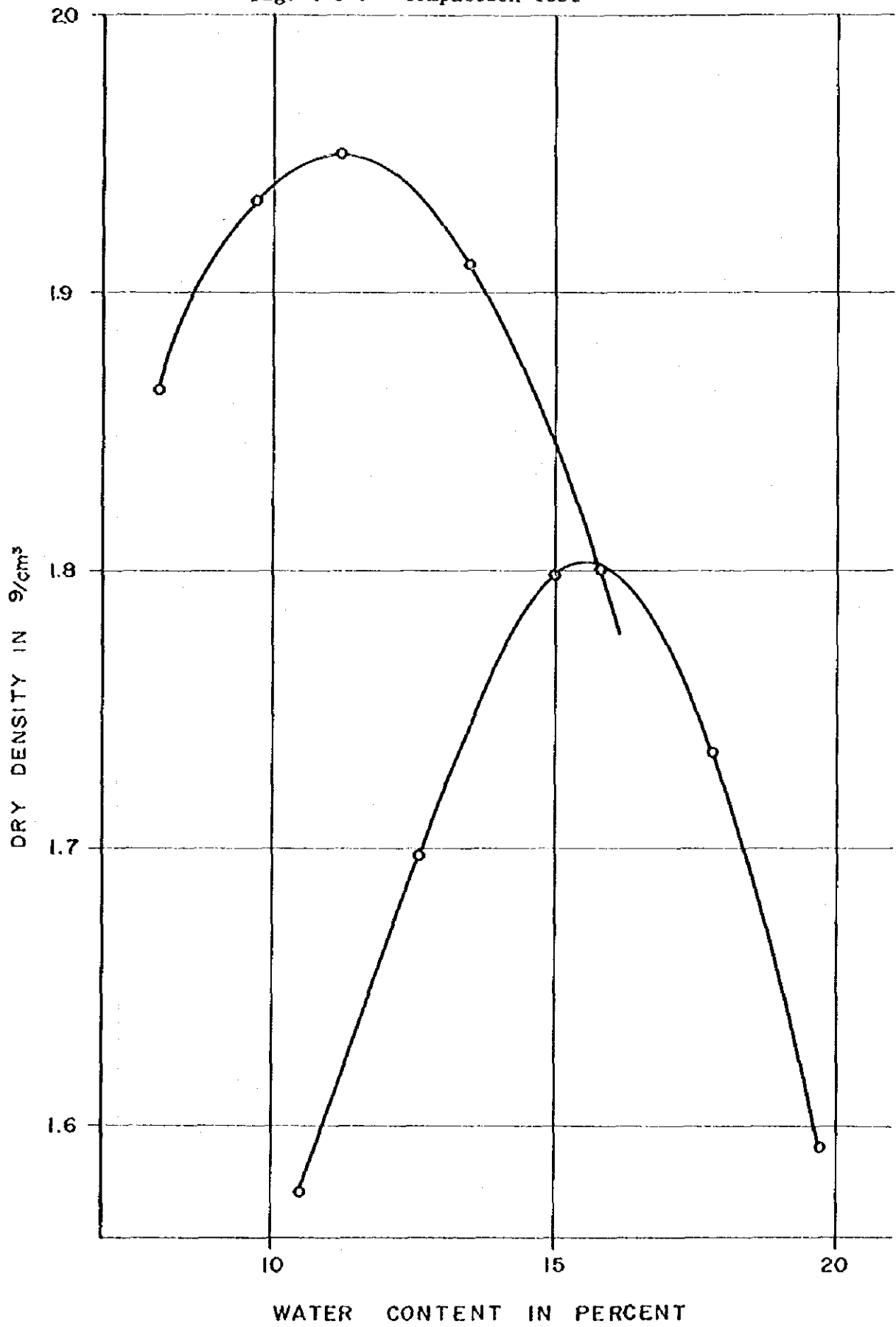


Fig. 4-3-7 Direct Shear Test

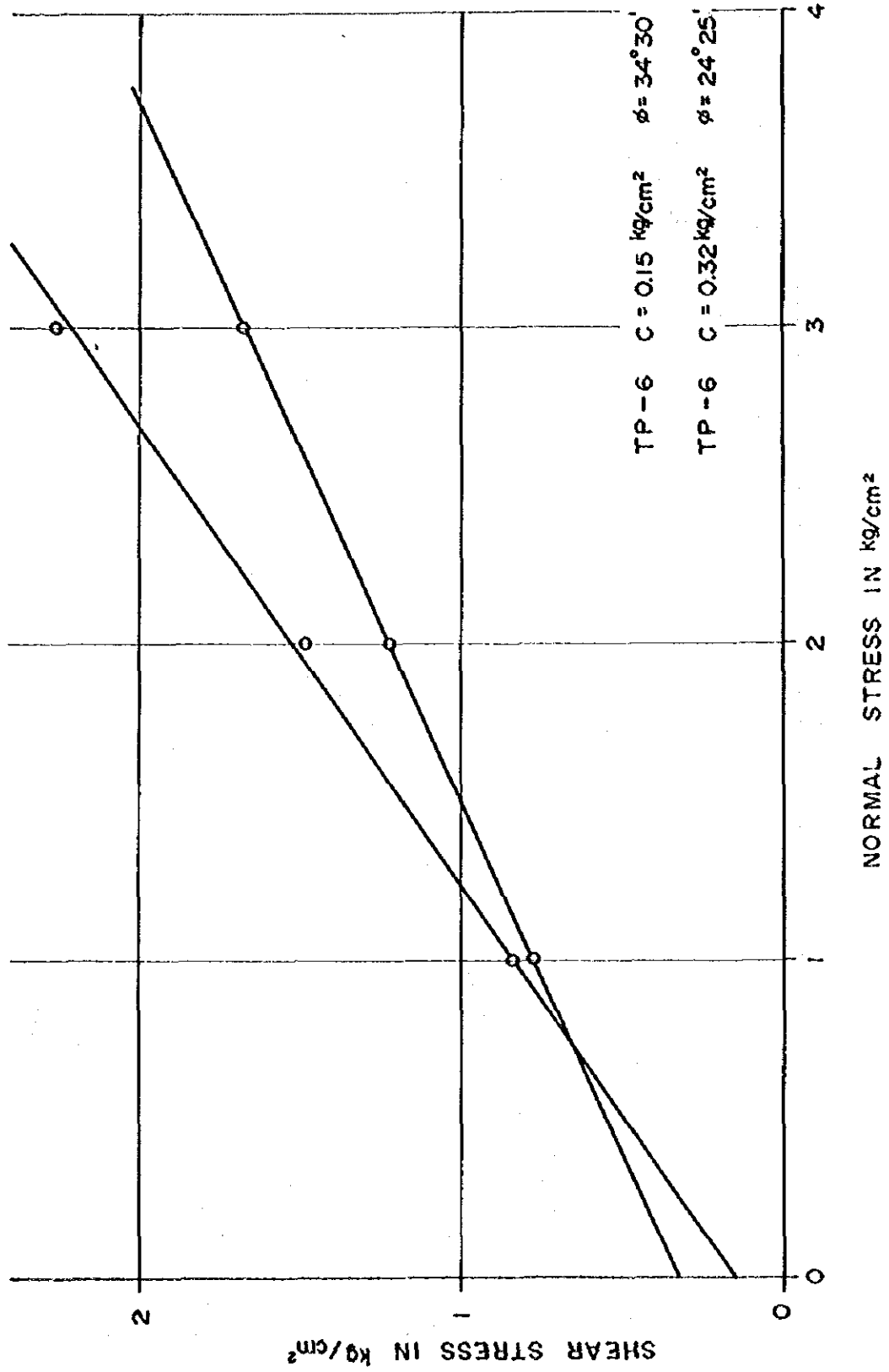


Fig. 4-3-8 Construction Pore Pressure

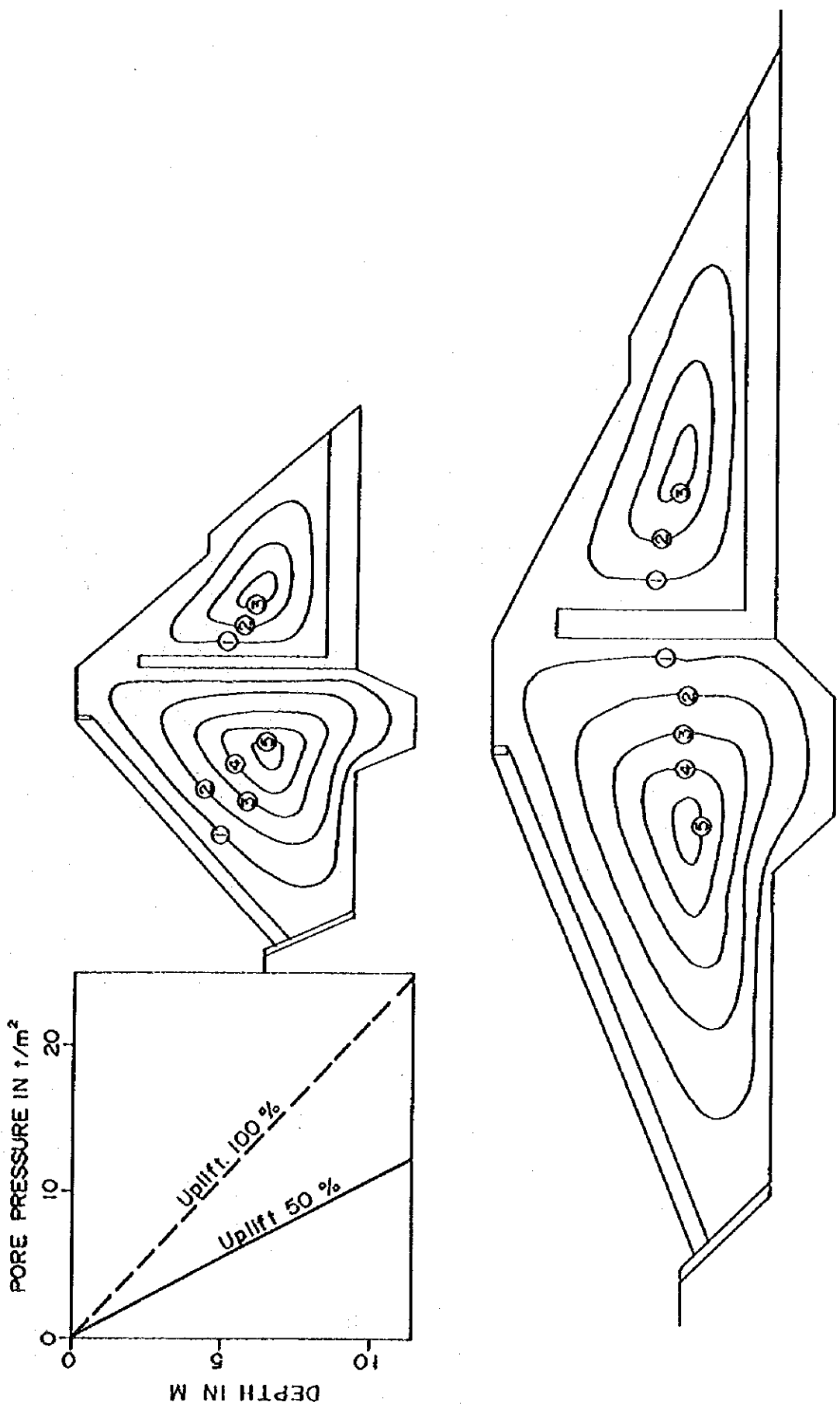




Fig. 4-3-9 Slope Stability Analysis for  
Fill Completed Condition

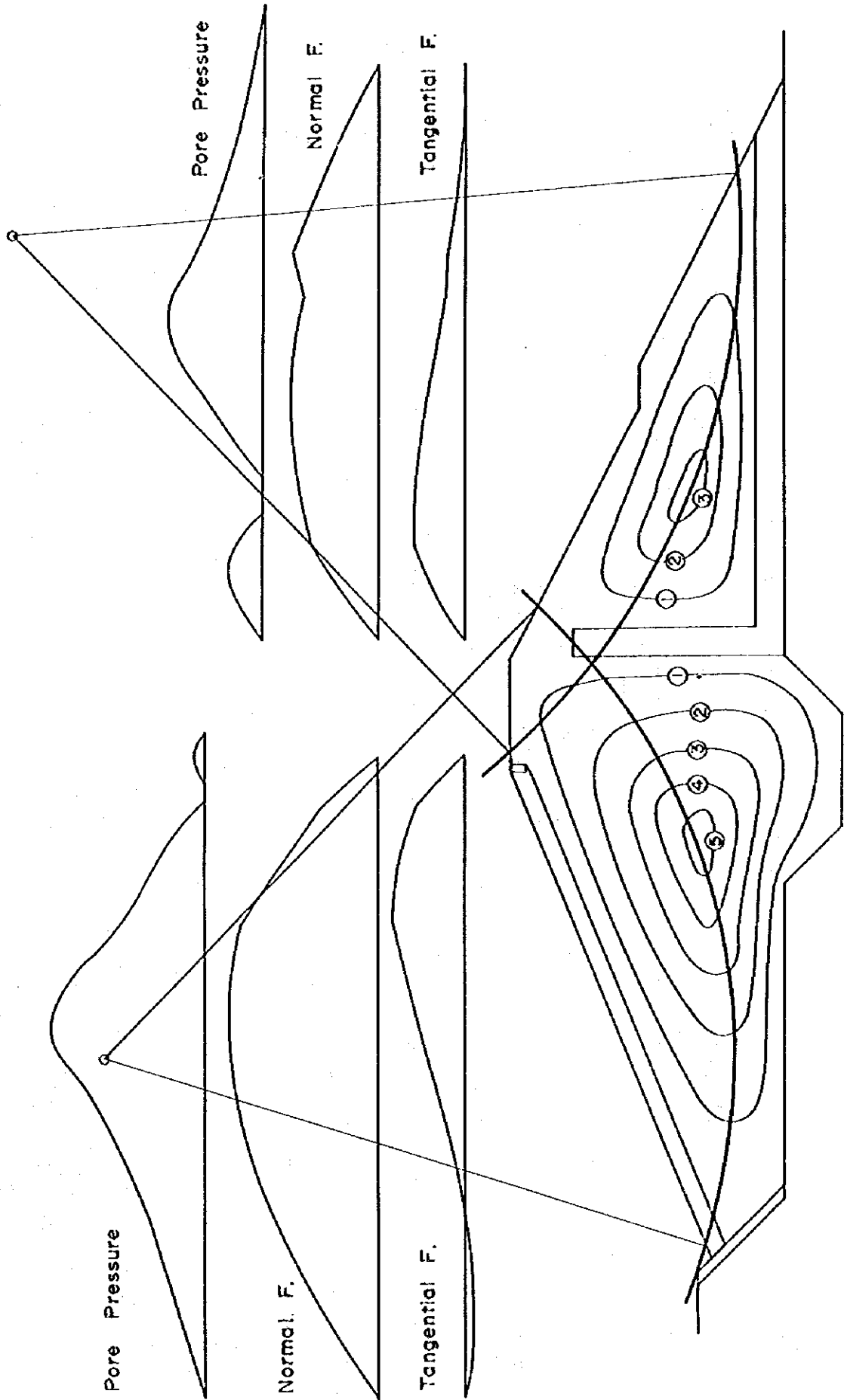


Fig. 4-3-10a Slope Stability Analysis for Full Reservoir Condition Upstream Face

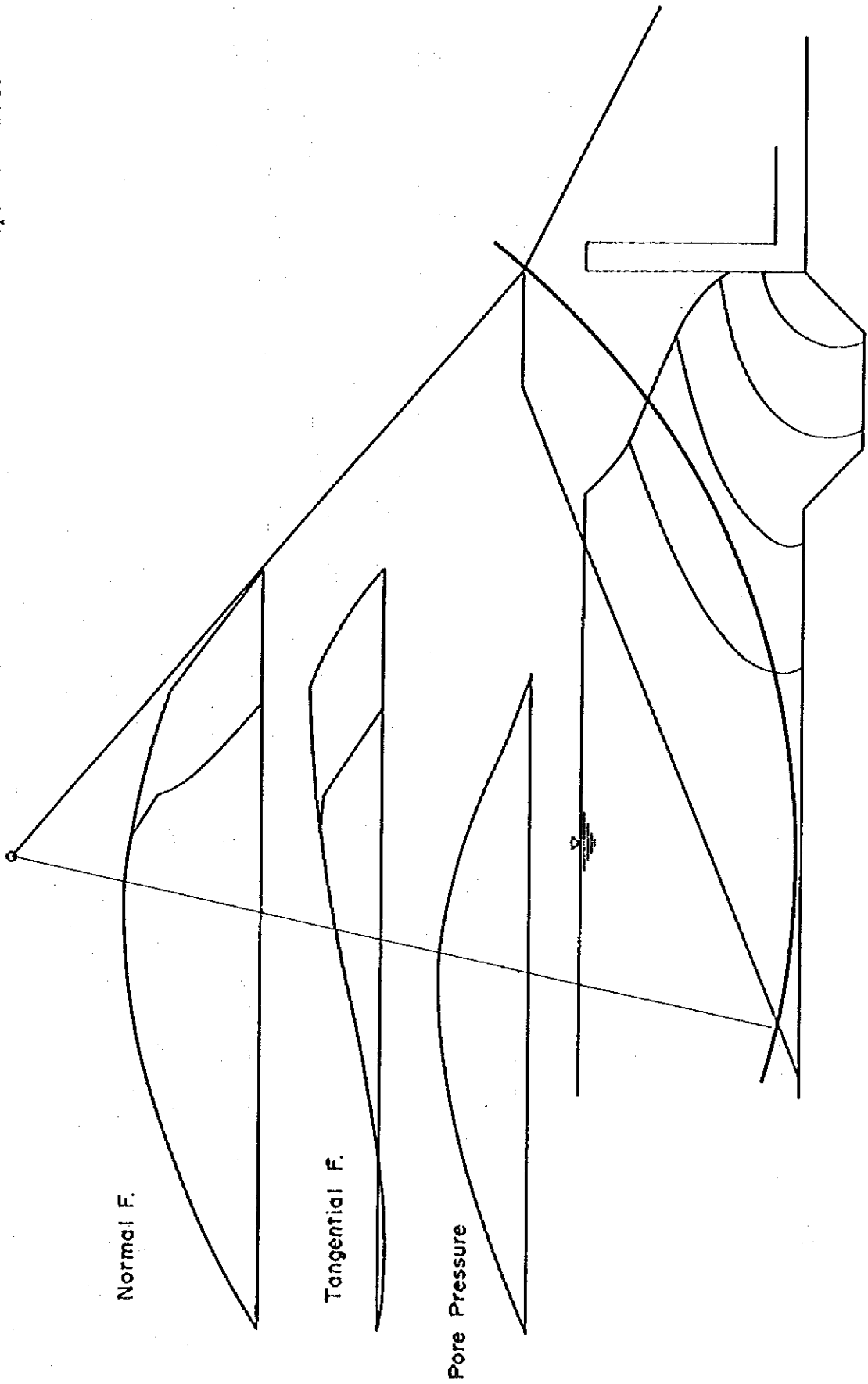


FIG. 4-3-10b Slope Stability Analysis for  
Full Reservoir Condition Downstream Face

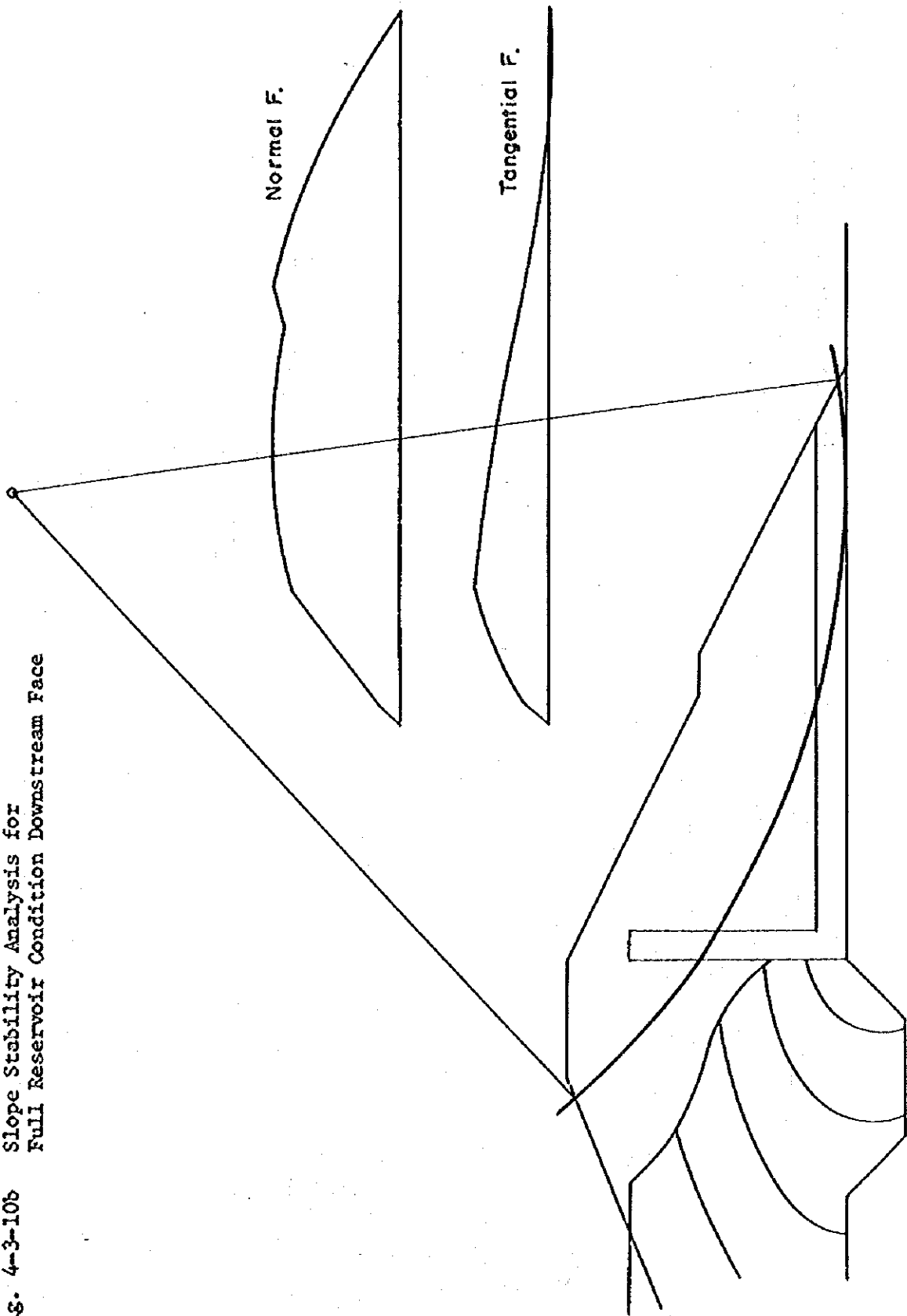


Fig. 4-3-11 Stress-Strain Curve

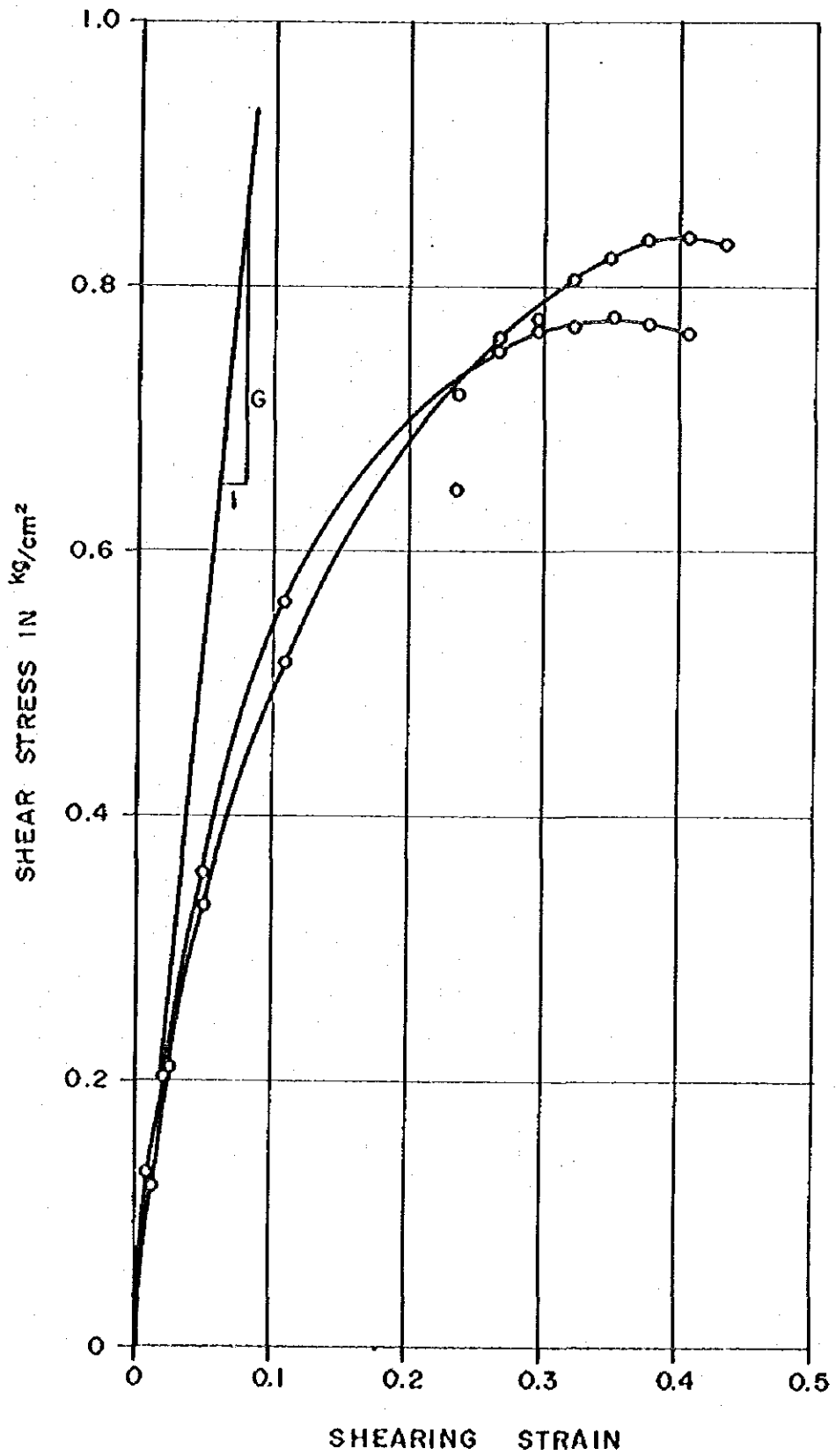
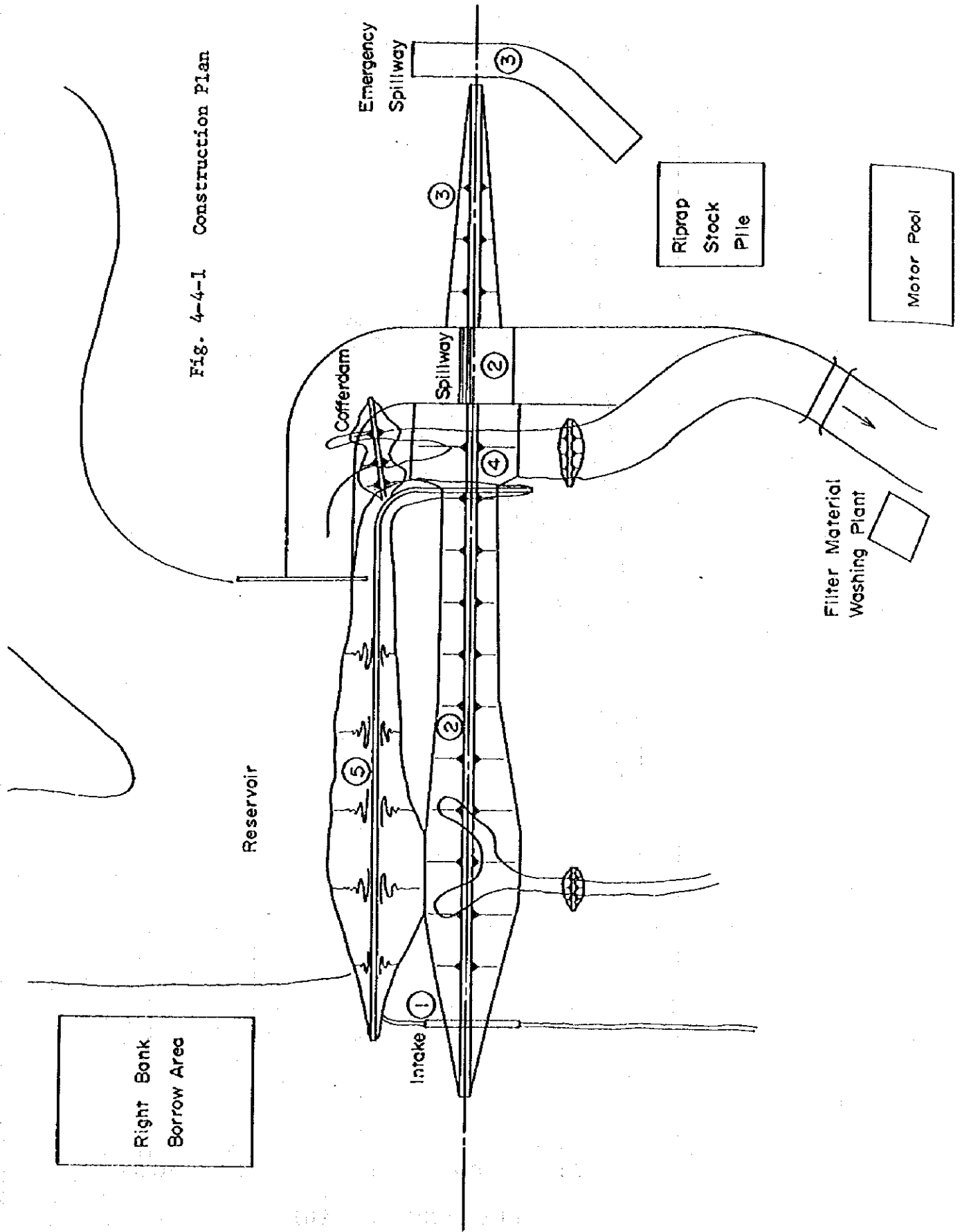


Fig. 4-4-1 Construction Plan







## 第5章 既存井戸改良計画

### 5-1 ウボンキャンプの現況

#### 5-1-1 キャンプの位置及び地質状況

##### (1) 位置

キャンプは、ウボン (Ubon) の北北西約 5.5 km にあり、元アメリカ軍キャンプの跡地を利用し、設けられている。キャンプの西約 1.0 km に、Lam Nam Mun の支流である Huai Chara Mae 川が流れている。キャンプの位置を図 5-1-1 に示す。

##### (2) 地質状況

キャンプ内には、4本の深井戸が掘削されているが、ボーリングデータが残っていないため、正確な地質状況は把握できないが、地表踏査の結果は次のとおり。

キャンプは Lam Nam Mun の左岸流域に形成された中位河岸段丘 (標高 120 ~ 124 m) 面上に位置している。この河岸段丘は、洪水によって運ばれた礫、砂、粘土およびシルトで構成され、その堆積した厚さは 10 m 前後と推定される。この段丘堆積層中の礫および砂よりなる部分は未固結のため、透水性があり、含水しやすく、帯水層となっている。

段丘堆積層の下位は基盤岩となっている。この基盤岩石類の中には、岩塩層が夾在することがあり、この岩盤を掘削した深井戸に供給する裂か水は、塩分を含むことがある。

キャンプ内で、現在利用されている浅井戸の深さは、7 ~ 10 m である。これらの井戸水は、段丘堆積層中の礫および砂の部分に帯水している地下水が、井戸底と壁とから浸出して貯水されたものである。このような井戸水は、「しみ出し井戸 (Seepage Spring)」ともいわれている。

キャンプ周辺は、ほとんど平坦な地形面を呈しており、段丘堆積層へは、降雨が地下に直接浸透し供給するが、乾期には、その供給がなくなり、地下水位は著しく低下する。



キャンプ周辺の小河川（Creek）沼沢（Swamp）およびそれらの伏流は、段丘堆積層中に供給されていないと推定される。

図 5-1-2 にウボン周辺の水理地質図を示す。

#### 5-1-2 給水事情

ウボンキャンプ内の収容人員は、現在 18,262 人であり、漸次減少しつつある。過去の収容人員の変遷は以下のとおり。

収容人員（1月時点）	
1975 年	1,000 人
1976 年	3,000 人
1977 年	5,222 人
1978 年	10,083 人
1979 年	38,408 人
1980 年	34,371 人
1981 年	19,090 人

現在、キャンプ内には浅井戸として、M.O.I.が掘った Public 井戸（163 所）と数家族が共同出資して掘った Private 井戸（37 ヶ所）、計 200 ヶ所がある。

これらの浅井戸は、雨期には十分な湧水があり、用水不足はないが、乾期には、湧水が少なく、揚水不能の井戸もあり、かろうじて生活用水を確保している状態である。

この他に、4 ヶ所の深井戸があるが、揚水量も少なく、朝夕 10 分間程度しか運転していない。又、塩分が含まれているため、飲料水には使用できず、雑用水として使用されている。

#### 5-1-3 給水方法

現在、ほとんどの浅井戸では手或は滑車でバケツにより汲み上げを行っている。Private 井戸の中には、エンジンポンプを用いて揚水しているものも

ある。井戸からは、各自手或は肩で各家庭に運んでいる。

## 5-2 井戸改良計画

### 5-2-1 井戸調査の概要

キャンプ平面図を作成し、飲雑用水の区分別に井戸に番号を付し、平面図にプロットし、井戸位置図を作った。(図5-2-1 参照)

これを基に各井戸につき、使用水量、使用人数、用途等の聞き取り調査を行い、その中から、36ヶ所につき、井戸の形状、水位測定、水質分析を実施した。(表5-2-1 参照)

浅井戸の総数は163ヶ所で、そのうち飲料用は98ヶ所である。規模は、深さ3.5～10.5 m、径0.8～1.1 mのものもあるが大部分は1.2 mである。

井戸本体は、コンクリート製で直径1.2 m高さ0.5 mの管を積上げて作成してある。(図5-2-2 に井戸の形状を示す)

一部の井戸は、管の接合不整、或は井戸の廻りの基礎コンクリートの破損による雑排水の流入で水質不良となっている。又、すべての井戸に蓋がなく、塵埃が入っている状況である。各井戸共20～60戸が使用し、煮沸した後、飲用している。

揚水試験は貴重な水である為、揚水した水を貯留出来るタンクがある井戸を3ヶ所選定して実施した。

この試験で適性揚水量を求めた。

### 5-2-2 飲雑用水の区分

既存井戸の飲雑用水の区分は水質分析したPH、残留塩素、電気伝導度、比抵抗等だけでは不十分なため、難民の使用状況も含め決定した。

その区分別は、図5-2-1 に示す。

参考として、タイの公衆衛生省、WHO、日本等の水質基準を表5-2-2～5-2-5 に示す。

### 5-2-3 井戸の改良

井戸を改良するに当り、考慮すべき事項は、供給水量、揚水量、水質、工事費、維持管理である。このうち工事費については次の項 5-2-4 で述べる。

#### (1) 改良井戸数

供給水量は現在の収容人数（18,262人）と原単位（20ℓ/人日）により次のとおりとする。（原単位は、現在タイ国内の難民キャンプで最低限の給水量として使用されている数値を採用した。）

$$\begin{aligned} \text{供給水量（1日当り）} &= \text{原単位} \times \text{収容人数} \\ &= 20 \ell / \text{人日} \times 18,262 \text{ 人} \div 366 \text{ m}^3 / \text{日} \end{aligned}$$

時間当りの供給水量は、給水時間5時間（朝夕各2時間、昼1時間）とする。

$$\begin{aligned} \text{供給水量（1時間当り）} &= \text{1日当り供給水量} \div \text{給水時間} \\ &= 366 \text{ m}^3 / \text{日} \div 5 \text{ 時間} = 73.2 \text{ m}^3 / \text{時} \end{aligned}$$

次に揚水量について考える。

揚水試験による3ヶ所の井戸の水位回復データ（表5-2-6参照）から、水位回復量を揚水量に等しいと考え、各井戸の揚水量は次表のとおり1分当り12.4ℓとなる。

Well No	$H' = h't - h'o$ (m)	$t'$ (min)	V (m <sup>3</sup> )	Q (ℓ/min)
㊸ - A	0.38	60	0.361	6.02
㊹ - B	0.52	50	0.494	9.88
㊺ - C	0.895	40	0.851	21.3
平均				12.4
<p>ht' : 揚水停止後から回復した水位                      ho' : 揚水停止時の水位                      t' : 揚水停止後からの水位回復時間                      V : 水位回復量                      Q : 揚水量</p>				

難民の井戸1日当りの使用量は、井戸1日当りの揚水量と推定できる。

1日当りの使用人数は210人（7人家族・30家族）と考える。

$$\begin{aligned}\text{使用量（1井戸1日当り）} &= \text{揚水量（7井戸1日当り）} \\ &= \text{原単位} \times \text{使用人数} \\ &= 20 \ell / \text{人日} \times 210 \text{人} = 4.2 \text{ m}^3 / \text{日}\end{aligned}$$

以上により、改善する井戸の数は次のとおり。

① 揚水試験により推定された井戸の揚水量から決定すると次のとおり、

$$\begin{aligned}\text{改善井戸数} &= \text{供給水量} \div \text{揚水量} \\ &= 73.2 \text{ m}^3 / \text{時} \div 12.4 \ell / \text{分} \\ &= 73.2 \text{ m}^3 / \text{時} \div 0.744 \text{ m}^3 / \text{時} = 99 \text{ヶ所}\end{aligned}$$

② 難民の使用水量から決定すると次のとおり

$$\begin{aligned}\text{改善井戸数} &= \text{供給水量} \div \text{使用量} \\ &= 366 \text{ m}^3 / \text{日} \div 4.2 \text{ m}^3 / \text{日} = 88 \text{ヶ所}\end{aligned}$$

水位回復量を揚水量とすれば、水位の低下は起らず望ましいことであるが、使用状況から考えると、必ずしも水位回復量を揚水量とする必要はないと思われる。従って、上記②の難民の使用水量から改善戸数を決定するが、乾期のことを考え、現在飲用水として使用している98ヶ所の井戸を改良する。

## (2) 井戸の改良

井戸改良に当っては、次のことを考慮する。又、改良計画案を図5-2-3に示す。

- 1) 井戸周辺での洗濯、沐浴等の排水が浸透しないように、井戸周辺にコンクリート基礎を作る。
- 2) 上部よりゴミ等の混入を防ぐため、井戸蓋をつける。
- 3) 容易に揚水できるように、ハンドポンプを取付ける。ハンドポンプは、一般に市販され、性能の良いものを考慮する。
- 4) 水質浄化装置は滅菌だけを考える。

滅菌方法は、井戸に直接薬剤を投下し、そのため井戸蓋に滅菌剤投入孔を付ける。

滅菌剤としては、サラン粉を使用する。その量は、平均2 ppm( $\text{mg}/\ell$ )とする。

たとえば、 $4.2 \text{ m}^3/\text{日}$  の水量をもつ井戸では、

$$4.2 \text{ m}^3/\text{日} \times 2 \text{ mg}/\ell = 8.4 \text{ g}/\text{日}$$

となるが、塩素の有効量を30%と考えると

$$8.4 \text{ g}/\text{日} \div 0.3 = 28 \text{ g}/\text{日}$$

となる。よって1月に使用するサラン粉の量は、

$$28 \text{ g}/\text{日} \times 30 \text{ 日}/\text{月} = 840 \text{ g}/\text{月}$$

#### 5-2-4 工事費の積算及び工期

工事は、ウボン地区の業者において、十分施工可能と思われる。また、工事に必要な原材料も、その地区で調達可能と考えられる。

ウボン地区の工事単価を調査し、それを基にして、工事費の積算を行った。

工事費の単価は、1981年7月現在の単価であり、施工時の価格変動は、考慮されていない。

実施工事においては、既存井戸の位置状況、形状、深さ等の相違により、施工を考慮しなければならない。

コンクリート基礎、およびコンクリート管の接合部の補修も行なわなければならない。

全体工事費は以下のとおり。

1井戸当りの工事費	工事数	単 位	全体工事費
9,800 パーツ	98	井	960,400 パーツ

工事に要する期間は、おおよそ3ヶ月間と考えられる。又、1井戸当りの工事費の内訳は次表のとおり。

## 工事費の内訳

工事種目	数量	単位	単価(円)	金額(円)
1. 井戸基礎工事				
(1) 土工事				
掘削	4.7	m <sup>3</sup>	25	118
敷石	2.7	m <sup>3</sup>	300	810
(2) コンクリート工事				
コンクリート	2.6	m <sup>3</sup>	1,400	3,640
鉄筋	80.7	kg	11	888
型枠	7.5	m <sup>2</sup>	150	1,125
(3) 雑工事	1	式		179
小計				6,760
2. 井戸蓋工事				
コンクリート	0.06	m <sup>3</sup>	1,400	84
鉄筋	1.9	kg	11	21
型枠	0.8	m <sup>2</sup>	150	120
雑工事	1	式		25
小計				250
3. ポンプ設備工事				
ハンドポンプ(台湾製) (配管含む)	1	式		1,110
ハンドポンプ据付 (配管工事含む)	1	式		340
敷石	0.2	m <sup>3</sup>	300	60
小計				1,510
4. 諸経費 (1~3)×15%				1,280
合計				9,800



## 第 5 章 図表リスト

<u>TABLES</u>		<u>page</u>
Table 5-2-1	Date Sheet of Existing Well .....	V-TF- 1
Table 5-2-2	Standard of Drinking Water .....	V-TF- 3
Table 5-2-3	WHO Water Quality Standards .....	V-TF- 4
Table 5-2-4	Japanese Water Quality Standards .....	V-TF- 5
Table 5-2-5	Environmental Standard Concerning the Protection of Human Helth .....	V-TF- 6
Table 5-2-6	Water Pumping Test .....	V-TF- 7
Table 5-2-7	Cost Estimate .....	V-TF-10

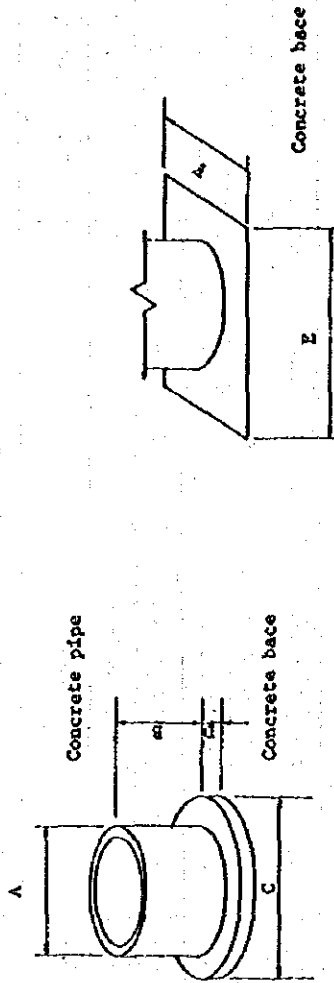
### FIGURES

Fig. 5-1-1	Location Map of Ubon Camp .....	V-TF-11
Fig. 5-1-2	Hydrogeological Map of Ubon .....	V-TF-12
Fig. 5-2-1	Location Map of Shallow Well and Deep Well	V-TF-13
Fig. 5-2-2	Existing Well Type .....	V-TF-15
Fig. 5-2-3	Model Plan .....	V-TF-17





Table 5-2-1 Data Sheet of Existing Well



Well No.	Depth of well (m)	Water Level (m)	A (m)	B (m)	C (E x F) (m)	D (m)	View	pH	Cl <sub>2</sub> (mg/l)	E.C. (µS/cm) (25°C)	S.R. (KT/cm) (25°C)	Remark
①-A	8.5	6.0	1.2	0.58	1.92	-	Colorless	About 6	< 0.1	300.3	3.3	Two taps deep well are about 3 meters from this well.
②-A	6.5	5.0	1.2	0.67	2.64 x 2.7	-	Colorless	About 6	< 0.1	2457	0.407	
③-A	9.0	7.8	1.2	0.76	3.96	-	Colorless	About 6	< 0.1	1092	8.8	
④-A	9.0	8.0	1.2	0.7	2.8	0.2	Colorless	About 6	< 0.1	855.4	1.188	
⑤-B	9.0	8.5	1.2	0.92	4.0	0.25	Colorless	-	-	1183	0.825	
⑥-C	9.5	8.5	1.2	0.86	4.5	0.2	Colorless	About 6	< 0.1	1638	0.625	
⑦-A	6.5	5.1	1.2	1.2	3.6	0.2	Colorless	-	-	136.5	71.5	
⑧-A	8.5	5.5	1.2	1.0	2.64	-	A little light brown color	-	-	582.4	1.705	The lower well diameter is smaller than the upper.
⑧-B	6.5	5.2	1.2	0.7	3.6	-	Colorless	-	-	172.9	5.83	
⑩-A	7.0	5.5	1.2	0.56	4.4	-	Colorless	About 6	< 0.1	209.3	4.84	Sewage water stay about 2 meters from this well.
⑬-A	9.0	6.5	1.2	0.47	-	-	Colorless	About 6	< 0.1	309.4	3.19	
⑭-B	8.8	7.0	1.2	0.86	3.4	0.15	Colorless	About 6	< 0.1	1001	0.99	
⑭-A	10.5	9.0	1.0	0.87	2.5 x 2.9	-	-	-	-	-	-	This well is about 3 meters between houses.
⑮-B	7.0	6.0	1.2	0.68	3.26	-	A little light brown color	About 6	< 0.1	-	-	The lower well diameter is smaller than upper.

Data Sheet of Existing Well

Well No.	Depth of well (m)	Water Level (m)	A (m)	B (m)	C (E x F) (m)	D (m)	View	pH	Cl <sub>7</sub> (mg/l)	E.C. (µS/cm) (25°C)	S.R. (KΩ-cm) (25°C)	Remark
23-C	8.5	6.3	1.2	0.6	2.3	-	A little light brown color	About 6	< 0.1	391.3	2.53	Dry up in the dry season
24-A	8.2	7.1	1.2	0.32	3.2	-	Colorless	About 6	< 0.1	373.1	2.695	Enough in the dry season
27-A	7.5	6.0	0.8	0.93	2.3 x 2.6	-	Colorless	About 6	< 0.1	509.6	1.98	
28-A	8.5	5.5	0.8	0.5	1.1 x 2.8	-	Colorless, Contain a little dust	About 6	< 0.1	409.5	2.42	This well is about 0.8 meters from house.
29-A	7.5	5.0	1.2	0.56	3.72	-	Colorless	About 6	< 0.1	345.8	2.86	
29-I	8.2	5.5	1.2	0.58	4.0	0.12	Colorless	About 6	< 0.1	700.7	1.43	Sewage water stay in the drain
29-D	7.0	5.5	1.2	0.66	3.0	-	Colorless	-	-	700.7	1.43	
29-A	7.1	5.8	1.2	0.76	3.6	-	Colorless	-	-	163.8	6.05	
29-D	6.6	5.2	1.2	0.82	3.14	-	Colorless	-	-	600.6	1.65	
27-B	6.0	4.39	1.2	0.67	2.8	-	A little light brown color	-	-	382.2	2.64	
27-D	6.5	4.5	1.2	0.9	-	-	Colorless	-	-	3.64	2.75	
28-A	5.5	3.5	1.2	0.9	2.4	-	A little light brown color Mosquito larvae are found.	About 6	< 0.1	445.9	2.143	
28-C	5.0	3.1	1.2	0.5	4.8	0.3	Colorless, Contain a little dust	-	-	409.5	2.475	
29-I	4.5	3.5	1.2	0.7	3.2	0.3	Colorless	About 6	< 0.1	-	-	
29-A	3.5	2.9	1.2	0.63	3.14	0.4	A little light brown color	-	-	263.9	3.85	The mud accumulate.
29-B	5.1	2.8	1.2	0.7	-	-	Light brown color	-	-	609.7	1.65	
30-A	4.5	3.5	1.2	0.6	3.2	-	Colorless	-	-	200.2	4.95	
30-C	5.2	3.2	1.2	1.1	-	-	Colorless	-	-	354.9	2.86	
30-D	5.0	3.1	1.2	0.9	-	-	Colorless	-	-	318.5	3.08	A duck pen is about 3 meters from this well.
32-A	6.5	4.5	1.2	0.72	3.2	-	A little light brown color	-	-	127.4	7.7	
34-E	7.1	5.1	1.2	0.96	-	-	A little light brown color	-	-	172.9	5.83	
35-I	5.5	4.0	1.0	0.67	2.5	0.2	A little light brown color	About 6	< 0.1	846.3	1.54	

Table 5-2-2 Standard of Drinking Water

The Notification of the Ministry of Public Health No.20 (1979)

1. Physical Properties

Colour	not more than 20
Oder	no other order (not include chloring)
Turbidity	not more than 5
PH value	between 6.5 - 8.5

2. Chemical Properties

Total solids	not more than 1,000 mg/kg
Total hardness	not more than 300 mg/kg
Chloride (expressed as chlorine)	not more than 250 mg/kg
Fluoride (expressed as fluorine)	not more than 1.5 mg/kg
Albuminoid ammonia (expressed as ammonia)	not more than 0.1 mg/kg
Free ammonia (expressed as ammonia)	not more than 0.1 mg/kg
Nitrates (expressed as nitrogen)	not more than 4.0 mg/kg
Nitrite (expressed as nitrogen)	not more than 0.1 mg/kg
Iron	not more than 0.5 mg/kg
Lead	not more than 0.1 mg/kg
Arsenic	not more than 0.05 mg/kg

3. Bacterial Properties

Standard plate Count at 35 - 37°C, 24 hours, not exceeding 500 colonies per 1 ml.

Most Probable Number of Coliform Organism per 100 ml.  
(M.P.N.) less than 2.2

Free from E. coli type 1 (Escherichia coli)

Table 5-2-3 WHO Water Quality Standards

Substance	Concentration in parts per million (ie mg per litre)	
Total Solid	500	(1,500)
Color	5 Unit	I (50 unit)
Turbidity	5 Unit	II (25 unit)
Taste Unobjectionable		
Odour Unobjectionable		
Iron (Fe)	0.3	(1.0)
Manganese (Mn)	0.1	(0.5)
Copper (Cu)	2.0	(1.5)
Zinc (Zn)	5.0	(15.0)
Calcium (Ca)	75.0	(200.0)
Magnesium (Mg)	50.0	(150.0)
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	200	(400 )
Chloride (Cl)	200	(600 )
Magnesium + Sodium Sulphate	500	(1,000)
Phenolic Substance (Such as Phenol)	0.001	(0.002)
PH	7.0 - 8.5	(6.5 - 9.2)
Fluoride	1.0	(1.5)
Nitrates (as NO <sub>3</sub> )	50	
Oxygen absorbed from permanganate	2	
Albuminoid ammonia	0.1	
Free and saline ammonia	0.05	
Nitrites	a trace	
Lead (Pb)	0.1	
Selenium (Se)	0.05	
Arsenic (As)	0.2	
Chromium (Cr hexavalent)	0.05	
Cyanide (C)	0.01	
Coliform group bacteria	Less than 10 ppm	
	Through out a year	

( ) - Excessive.

I - Platinum cobalt scale

II - Turbidity Units

Table 5-2-4 Japanese Water Quality Standards

Not to be affected by any pathogenic organism nor to contain any organism or substance which gives ground for suspicion of being affected by pathogenic organism	Nitrite nitrogen and Nitrate nitrogen	Max. 10 mg/l
	Chloride ion	Max. 200 mg/l
	Organic substances	Max. 10 mg/l
	Total colonies (as potassium permanganate consumption)	Max. 100 (colony counts per ml)
	Coliform group	Not to be detected
	Cyanide ion	Not to be detected
	Mercury	Not to be detected
Not to contain cyanide, mercury and other poisonous substances	Organic phosphate	Not to be detected
Not to contain copper, iron, fluorine, phenols and other substances in excess of their allowable quantities.	Copper	Max. 1.0 mg/l
	Iron	Max. 0.3 mg/l
	Manganese	Max. 0.3 mg/l
	Zinc	Max. 1.0 mg/l
	Lead	Max. 0.1 mg/l
	Chromium (hexavalent)	Max. 0.05 mg/l
	Cadmium	Max. 0.01 mg/l
	Arsenic	Max. 0.05 mg/l
	Fluoride	Max. 0.8 mg/l
	Calcium, Magnesium (hardness)	Max. 300 mg/l
	Total residue	Max. 500 mg/l
	Phenols	Max. 0.005 mg/l
	Surface-active agents (anionic)	Max. 0.5 mg/l
	Not to assume abnormal acidity or alkality	PH
Not to give an offensive smell except the smell caused by sterilization	Odor	Not to be abnormal
	Taste	Not to be abnormal
To be almost colorless and transparent in appearance.	Color	Max. 5 degree
	Turbidity	Max. 2 degree

Remarks:

In addition to these water quality standards, the Ministry of Health & welfare takes such administrative measures as follows:

- (1) As for manganese, there are some instances where increase in color and black suspended matters due to manganese were observed. Manganese removal equipment shall therefore be provided for water susceptible to the influence of manganese with a view to reducing the manganese content 0.05 ppm or less.
- (2) Cadmium content shall not exceed 0.01 ppm as a provisional standard.
- (3) Atomic absorption spectrophotometry shall be used for the inspection of mercury content. Mercury content shall not exceed 0.001 ppm on a total mercury basis.

Table 5-2-5 Environmental Standard Concerning  
the Protection of Human Health

Item	Standard content
Cadmium	0.001 ppm or less.
Cyanogen	Shall not be detected.
Organophosphoric compounds	Shall not be detected.
Lead	0.1 ppm or less.
Chromium (VI)	0.05 ppm or less.
Arsenic	0.05 ppm or less.
Total mercury	0.0005 ppm or less.
Alkyl mercury	Shall not be detected.
PCB	Shall not be detected.

Remarks:

1. The standard content shall be the maximum value.  
However, the standard content for total mercury shall be a mean value throughout a year.
2. The term "organo-phosphoric compounds" means parathion, methylparathion, methyldimeton and EPN.
3. Only in the case where river water is apparently contaminated by mercury due to any natural cause, the standard content for total mercury shall be 0.001 ppm or less.
4. The expression "Shall not be detected" means that the content detected by the predetermined measuring method is below the threshold value of detection.  
(The threshold value of detection is 0.1 ppm for cyanogen, 0.1 ppm for organo-phosphoric compounds. 0.0005 ppm for alkyl mercury and 0.0005 ppm for PCB, respectively).

Table 5-2-6

⑬ -A

Well diameter : 1.2 m (internal diameter: 1.1 m)

Depth of well : 9.0 m

Water level (H): 6.5 m

Time past from start of pumping (t): 20 min.

Volume of pumping : 1.6 m<sup>3</sup>

Time t' (min)	Water Level h' (m)	H - h' = s' (m)	t/t'	Time t' (min)	Water Level h' (m)	H - h' = s' (m)	t/t'
0	8.18	1.68		32	7.94	1.44	0.625
2	8.16	1.66	10	34	7.93	1.43	0.588
4	8.14	1.64	5	36	7.925	1.425	0.556
6	8.12	1.62	3.33	38	7.92	1.42	0.526
8	8.11	1.61	2.5	40	7.91	1.41	0.5
10	8.09	1.59	2	42	7.9	1.4	0.476
12	8.075	1.575	1.67	44	7.89	1.39	0.455
14	8.06	1.56	1.43	46	7.88	1.38	0.435
16	8.045	1.545	1.25	48	7.865	1.365	0.42
18	8.03	1.53	1.11	50	7.855	1.355	0.4
20	8.015	1.515	1	52	7.842	1.342	0.385
22	8.0	1.5	0.909	54	7.835	1.335	0.37
24	7.985	1.485	0.833	56	7.82	1.32	0.357
26	7.975	1.475	0.769	58	7.81	1.31	0.345
28	7.97	1.47	0.714	60	7.80	1.3	0.333
30	7.95	1.45	0.667				



(27) -B

Well diameter : 1.2 m (internal diameter: 1.1 m)

Depth of well : 6.0 m

Water level (H): 4.2 m

Time past from start of pumping (t): 12 min.

Volume of pumping : 1.6 m<sup>3</sup>

Time t' (min)	Water Level h' (m)	H - h' = s' (m)	t/t'	Time t' (min)	Water Level h' (m)	H - h' = s' (m)	t/t'
0	5.79	1.59		32	5.435	1.235	0.375
2	5.775	1.555	6	34	5.415	1.215	0.353
4	5.73	1.53	3	36	5.40	1.20	0.333
6	5.70	1.5	2	38	5.38	1.18	0.316
8	5.68	1.48	1.5	40	5.36	1.16	0.3
10	5.665	1.465	1.2	42	5.345	1.145	0.286
12	5.64	1.44	1	44	5.325	1.125	0.273
14	5.615	1.415	0.857	46	5.31	1.11	0.261
16	5.60	1.4	0.75	48	5.29	1.09	0.25
18	5.57	1.37	0.667	50	5.27	1.07	0.24
20	5.55	1.35	0.6	52			
22	5.53	1.33	0.545	54			
24	5.515	1.315	0.5	56			
26	5.49	1.29	0.462	58			
28	5.475	1.275	0.429	60			
30	5.455	1.255	0.4				

(28) -C

Well diameter : 1.2 m (internal diameter: 1.1 m)

Depth of well : 5.0 m

Water level (H): 3.1 m

Time past from start of pumping (t): 11 min

Volume of pumping : 1.6 m

Time $t'$ (min)	Water Level $h'$ (m)	$H - h' = s'$ (m)	$t/t'$	Time $t'$ (min)	Water Level $h'$ (m)	$H - h' = s'$ (m)	$t/t'$
0	4.8	1.7		32	4.04	0.94	0.344
2	4.7	1.6	5.5	34	4.0	0.9	0.324
4	4.65	1.55	2.75	36	3.97	0.87	0.306
6	4.6	1.5	1.83	38	3.938	0.838	0.289
8	4.545	1.445	1.375	40	3.905	0.805	0.275
10	4.505	1.405	1.1	42			
12	4.45	1.35	0.917	44			
14	4.405	1.305	0.786	46			
16	4.365	1.265	0.688	48			
18	4.32	1.22	0.611	50			
20	4.275	1.175	0.55	52			
22	4.235	1.135	0.5	54			
24	4.195	1.095	0.458	56			
26	4.15	1.05	0.423	58			
28	4.11	1.01	0.393	60			
30	4.08	0.98	0.367				

Table 5-2-7 Cost Estimate

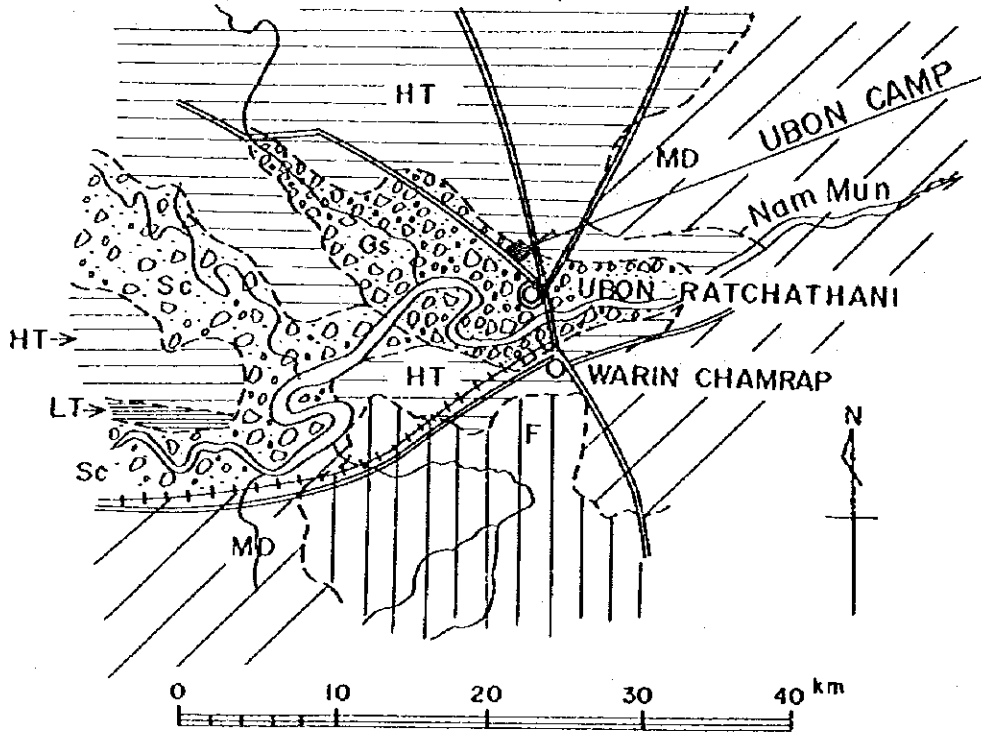
<u>Description</u>	<u>Unit</u>	<u>Quantities</u>	<u>Rate</u> ₪	<u>Total Amount</u> ₪
<b>Item 1 Well foundation</b>				
Excavation	m <sup>3</sup>	4.7	25	118
Cobble stones	m <sup>3</sup>	2.7	300	810
Concrete	m <sup>3</sup>	2.6	1,400	3,640
Reinforcement	kg	80.7	11	888
Forms	m <sup>2</sup>	7.5	150	1,125
Other Works	sum	1		179
Sub total				6,760
<b>Item 2 Concrete Cover</b>				
Concrete	m <sup>3</sup>	0.06	1,400	84
Reinforcement	kg	1.9	11	21
Forms	m <sup>2</sup>	0.8	150	120
Other Works	sum	1		25
Sub total				250
<b>Item 3 Pump Works</b>				
Hand pump	sum	1		1,110
Laber	sum	1		340
Gravel	m <sup>3</sup>	0.2	300	60
Sub total				1,510
<b>Item 4 Overhead Exprnses</b>				
(Item 1 - 3) x 15%	sum	1		1,280
<b>Total</b>				<b>9,800</b>



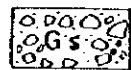
Fig. 5-1-2 Hydrogeological Map of Ubon

BY CHAROEN PHIANCHAROEN

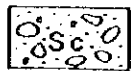
DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES  
MINISTRY OF INDUSTRY, THAILAND 1973



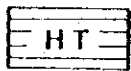
Scale 1:500,000



Unconsolidated aquifer (alluvium, Holocene)  
Gravelly or sandy deposits.



Unconsolidated aquifer (alluvium, Holocene)  
Sandy and clayey deposits within flat bedrock terraces.



Medium high terraces.



Low terrace



Mound and depression-type topography with remnants  
of erosional surface.



Flat land or paddy field, flooded in rainy season.

Fig. 5-2-1 Location Map of Shallow Well and Deep Well

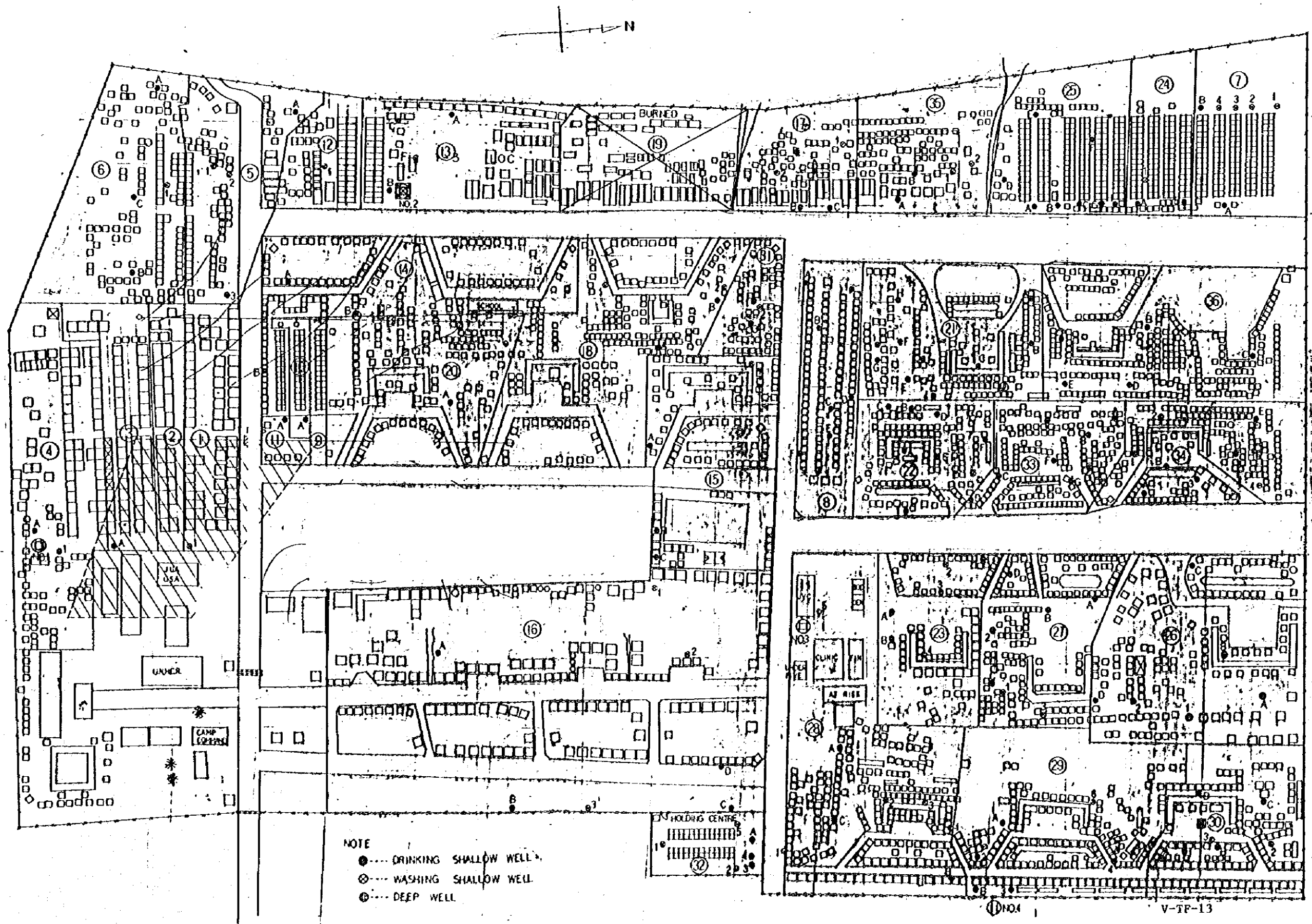
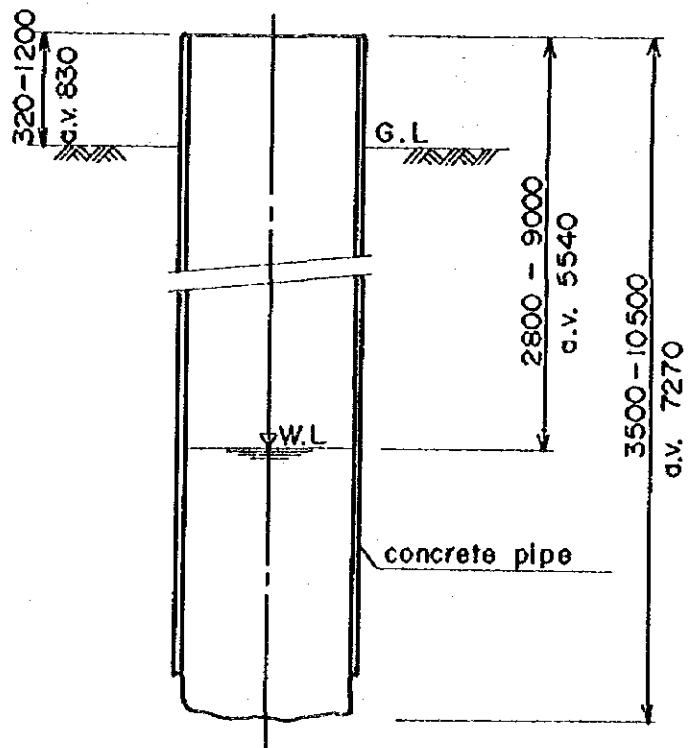
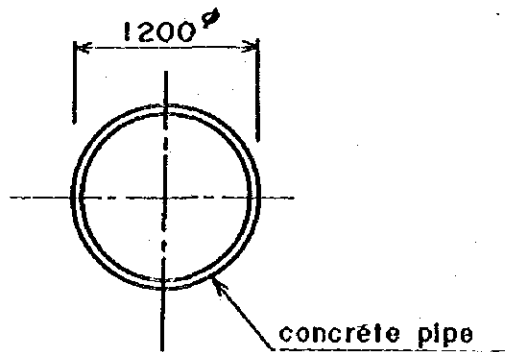




Fig. 5-2-2 Existing Well Type

TYPE - I





TYPE - 2

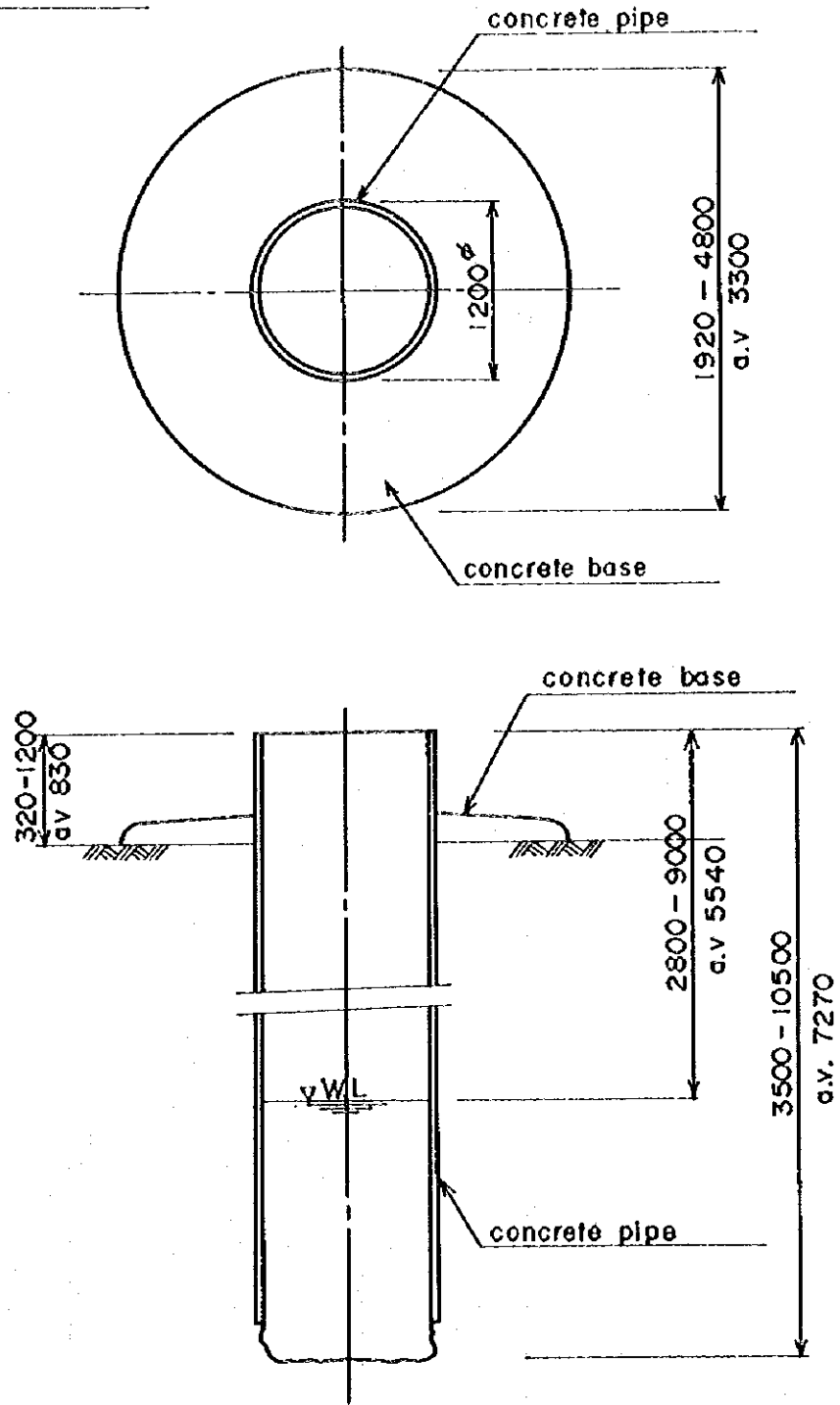
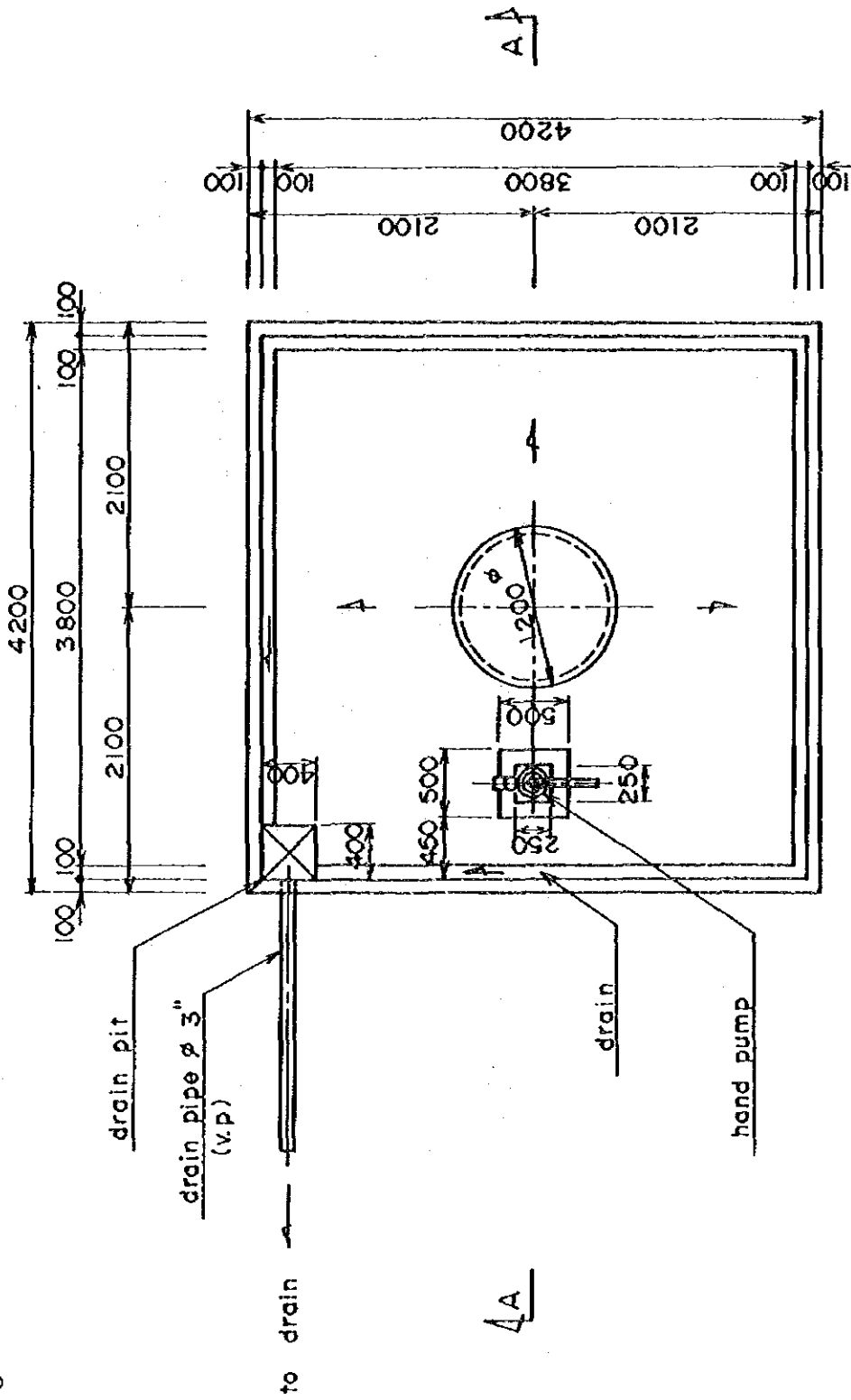
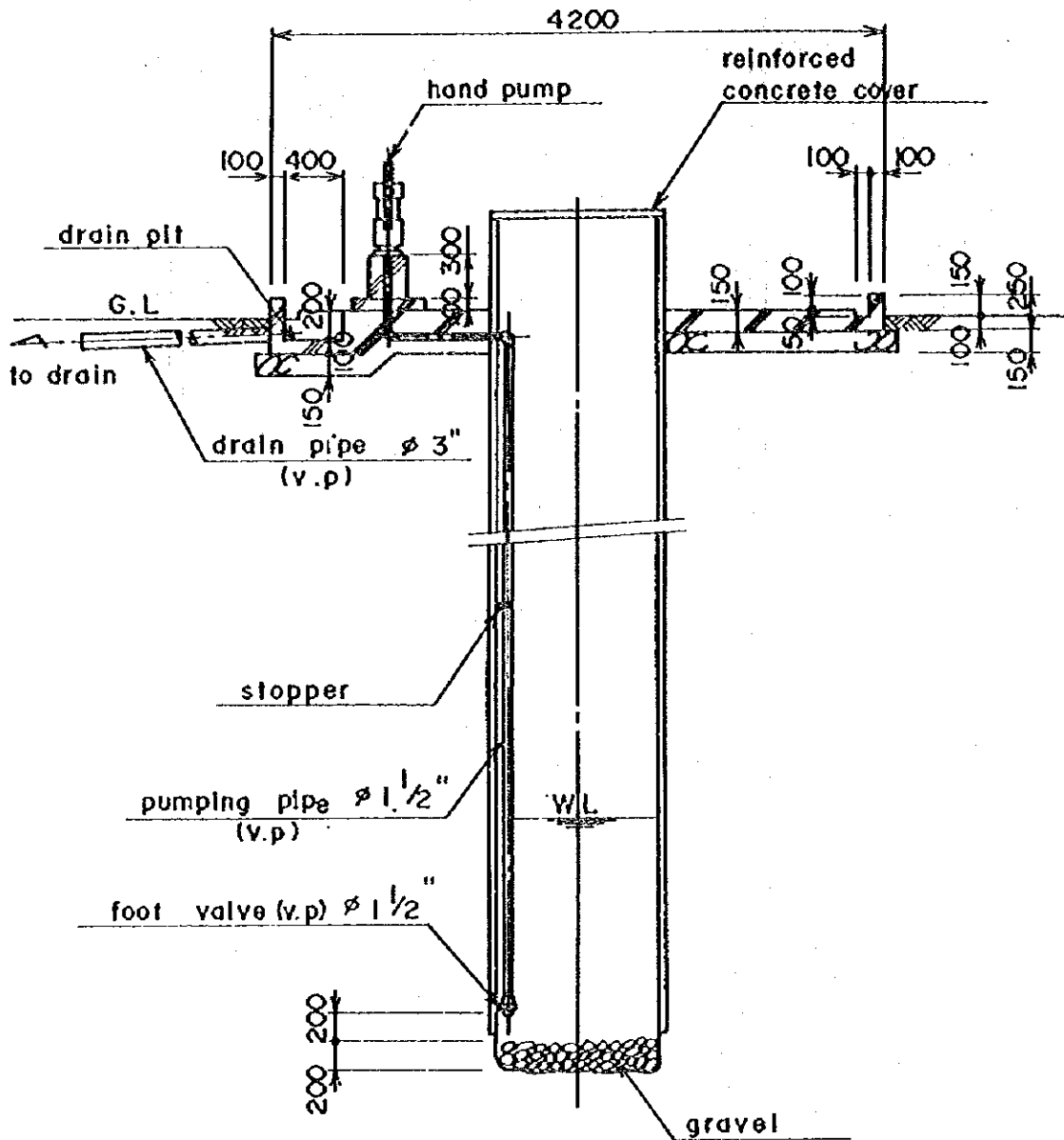


Fig. 5-2-3 Model Plan

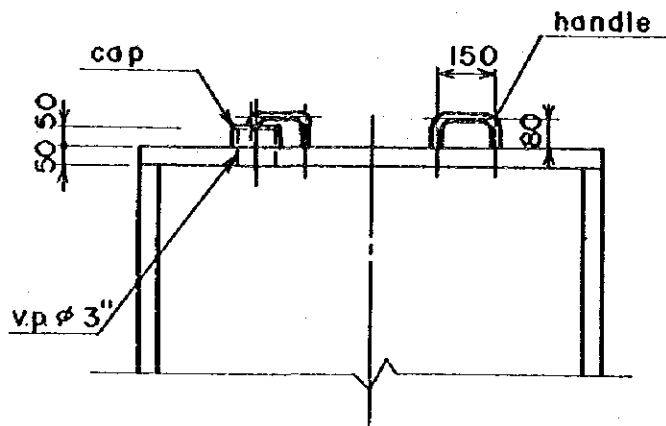
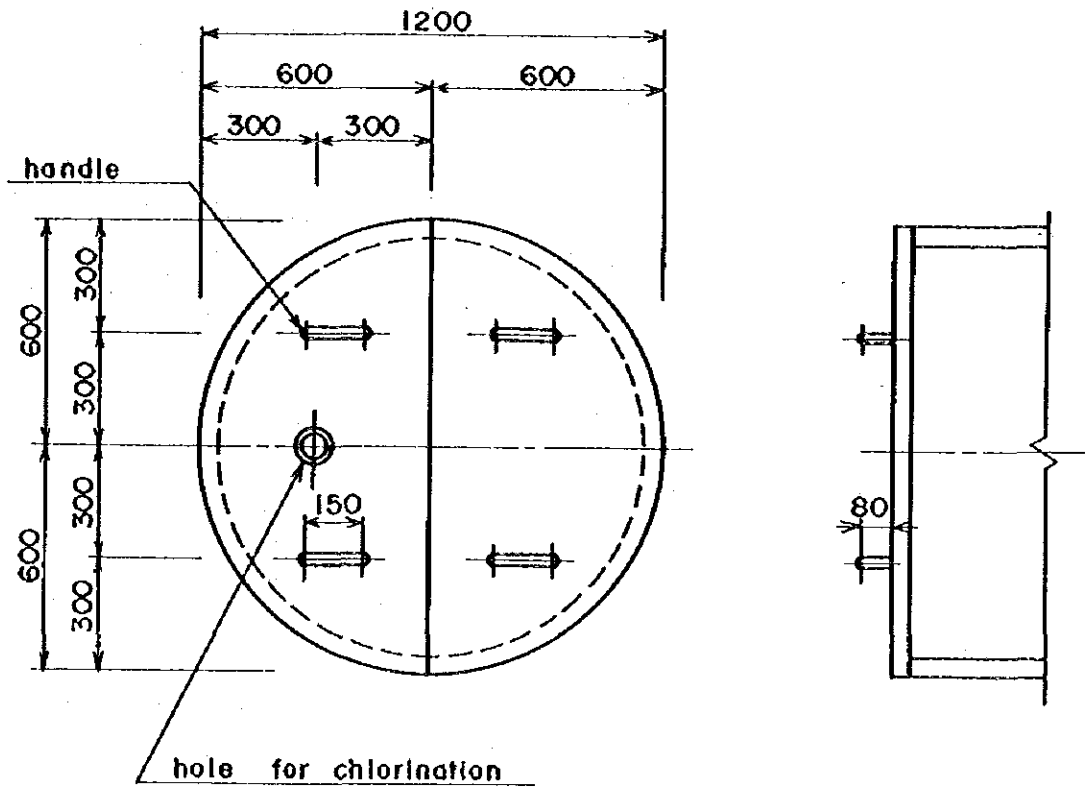


PLAN  
S = 1:50



**SECTION A - A**

S = 1 : 50



DETAILED OF REINFORCED CONCRETE COVER

S = 1 : 20



## 第6章 カプチュンキャンプ地下水開発調査及び実施工事

### 6-1 カプチュンキャンプの現況

カプチュン (Kab Cherng) の敷地面積は約 152,800  $m^2$  であり、ここにカンボジア難民約 6,000 人が収容されている。その内訳は下表のとおりである。

(1981年7月1日現在)

男	女	計
2,417	3,465	5,882

#### 6-1-1 キャンプの位置及び地質状況

当キャンプはスリン (Surin) 市内から南方へ、幹線道路214号線にて Prast を経由して、約44km地点に位置している。ここは幹線道路2121号線との分岐点となっている。(図6-1-1)

キャンプの敷地内には、以前小さな川が流れていて、周囲は樹木の多い地帯で、一部開こんされ畑地として利用されていた。キャンプはほとんど埋め立て、盛土して整地され、ほぼ平坦地となっており、そこに難民のための住居が建設されている。この標高は約185mである。

表土は砂岩と礫岩及び頁岩の細かい角くぼった礫を混じえた砂質粘土で、その堆積している厚さは、約5mである。そのうちUNHCR施行のWell No.1の付近は旧河道と推定される。この河道に堆積した層の厚さは30m近い。

キャンプ地内には、6カ所の深井戸があり、これらの各井戸について、掘削結果記録を収集することができたが、いずれもコアボーリングは実施されていない。井戸を掘削して排出されてくるスライム (Slime - 岩石が粉碎されされたもの) によって、岩質を判定しているので、観察者によって異なる記録となっているが、おおよその地質状態は推察できる。すなわち、表土の下位は岩盤となっている。その岩盤は砂岩、頁岩及びシルト岩で構成され、これらの岩石が互層している部分もある。

従って、キャンプ地内の深井戸の水は、いずれも岩盤の中の亀裂から湧出してきた水である。すなわち、裂か水または処女水と称せられる地下水であ

る。

今回、さく井した深井戸J. ㍻1及び㍻2は、UNHCR実施の井戸群の南端からは約175 m及び365 m南方に位置している。そこで地質状況もまたほぼ同じ状態になっていると判断した。

なお、タイ国工業省鉱産資源局 (Department of Mineral Resources, Ministry of Industry) 調査、発行の "HYDROGEOLOGICAL MAP OF NORTH-EASTERN THAILAND (Scale 1:500,000)" でも、当地方の地下水の産出は主として岩盤中から湧出する地帯とされている。

(図6-1-2)

#### 6-1-2 キャンプ内の給水事情と方法

キャンプ内の既設井戸のうち1カ所 (UN-Well ㍻4) は全く水のない枯井戸であり、もう1カ所 (UN-Well ㍻1) はハンドポンプによる揚水で、ほとんど使用されていない。使用されている井戸はUN-Well ㍻2, 3, 5及び6の4カ所であった。それぞれの井戸の揚水状況は次の表のとおりであった。

UN-Well	揚水量 (1分当り)	揚水量 (1日当り: 10時間)
㍻2	37 ℓ	22.2 m <sup>3</sup>
㍻3	25 ℓ	15.0 m <sup>3</sup>
㍻5	18 ℓ	10.8 m <sup>3</sup>
㍻6	90 ℓ	54.0 m <sup>3</sup>
	計	102.0 m <sup>3</sup>

(1981年3月)

その後、乾期に入った本年7月中旬には、上記4カ所から揚水される量が減少してきた。揚水量の測定はないが、貯水タンクの数で記録されていた。

すなわち

(1981年6月17日現在)

UN-Well	タンク数	揚水量(1日当り)
№2	22	33.44 m <sup>3</sup>
№3	7	10.64 m <sup>3</sup>
№5	7	10.64 m <sup>3</sup>
№6	31	38.75 m <sup>3</sup>
計	67	93.47 m <sup>3</sup>

貯水タンク =  $1.15m \times 1.15m \times 1.15m \div 1.520 m^3 \dots (1.52 \text{ ton})$

ただし、UN-Well №2 の1日当りの揚水量は増加している。いずれも揚水時間は10時間程度である。なお、UN-Well №2 は4月末から揚水ポンプの不調が続き、さらに№6が6月末から揚水不能となった。

次いで、7月に入り、UN-Well №2 及び №6 は揚水ポンプ故障のため全く揚水できなくなった。このためUN-Well №3 及び №5 の2つの井戸からの揚水で貯水タンク(1.52 ton) 14基分に供給されていた。すなわち、わずか1日当り約21トンの揚水である。このため、給水車(1.4 ton) 延40台の運行によってキャンプから40km先の留池から1日当り約56トンの水を供給していた。この留池からの水は飲料水にも使用されている。雨期のため雨水の貯水が十分となり雑用(洗いの類-食器・身体・衣服・耕作物など)は、もっぱら雨水が使用されている。

上記の2カ所の井戸水と給水車で運ばれる留池の水は1日で約76トン供給され、難民1人当りにすると11.7ℓ/日である。

さらに、7月20日頃からは、UN-Well №5 だけが揚水を続けていて、あとの№3の井戸は全く揚水不可能の状態になった。このため既設井戸による揚水総量は1日当り約10トンとなった。揚水不可能の原因は、水中ポンプの故障が考えられ、地下水位の低下または井戸干渉(Well interference)によるものではないと思われる。

現在、Well J. №1にもっとも近い(距離間隔=175 m) UN-Well №5 は、平常どおり揚水を継続している。したがって、お互の井戸干渉は認められない。



## 6-2 調査概要

事前調査のときは、UN-Well Ⅱ1は深さ100ftのところからハンドポンプによって揚水し、他の井戸はいずれも深さ270ft、または300ftまで掘さくしていて、孔底までケーシングパイプは挿入してあり、それぞれその孔底近くに水中ポンプを設置して揚水しているという。

以上の聞き込みから、深さ30m付近及び90m付近に滞水層が存在しているものと推定し、さらに、井戸の孔底までケーシングパイプが挿入してあるのは、孔壁の崩れを防止するためと判断した。従ってこれらから、当地は沖積層または供積層の厚さがすくなくとも100m以上に及ぶものと考えられて、井戸掘さく資材類を用意した。

そして、今回の調査開始後、当キャンプ内の既設井戸の関係資料の入手に努め、UNHCRからその資料の一部を入手することができた。これによると表土は約5mで、それより下位は砂岩、頁岩及びシルト岩から構成された基盤岩石となっている。従って、滞水層は存在せず井戸水はすべて、岩盤の割れ目から湧出してくる裂か水であることがわかった。さらに、その後、カプチューンキャンプ内のUNHCR Office 職員の協力を得て、掘削された6カ所の井戸に関する資料を閲覧することができた。これらの資料はほとんど書面文(レター・タイプ)のもので、各井戸の地質柱状図、その他の結果は図表化されていなかった。そこで、これらの記録文書にもとずいて、地質柱状図を作成し、これを参考とした。(Appendix - 1~6参照)

## 6-3 試錐位置の選定

資料中に記述されている井戸の番号と位置とは計画段階または施工中のものであったため、現在位置の確認とそれに適合する資料の選択に努めた。

既設の井戸は、ほぼキャンプ北西側地域に位置している。これら各井戸の地質柱状図を対比し、地質堆積状態をほぼ把握し得たが、亀裂や割目の存否は推定できなかった。その他挿入されているケーシングパイプにおいてストレーナー(Strainer)の位置を記述してあるのはUN-Well Ⅱ2のみであった。

電気探査は、Wenner electrode array (four-electrode array)を用いて、

キャンプ内の2地点(E-1, E-2)で実施した。

これら2地点では、いずれも比抵抗垂直探査を行い、電極間隔は、 $a = 0.5\text{ m}$ から $100\text{ m}$ まで測定した。すなわち地下 $0.5\text{ m}$ から $100\text{ m}$ までの間の見掛比抵抗 (apparent resistivity) を測定したことになる。この測定結果は、比抵抗曲線 (resistivity curve,  $\rho - a$  curve) に示したとおり、地層の変化その他について顕著な変化は得られなかった。(図6-3-1及び6-3-2)

試錐の位置は、キャンプ内に限定されており、さらに難民の住宅配置、道路と試錐機搬入と搬出、電柱とその架線事情からも制約されて、キャンプ内の幹線道路ぎわで家屋に囲まれて耕作地となっている空間のある広場のうちもっとも適当で、かつ、既設井戸群から相当離れた所を1カ所選定し、ここをJ<sub>原</sub>1の井戸と名付けた。

さらに、キャンプの北隅に1カ所選定し、ここをJ<sub>原</sub>2の井戸とした。いずれも、これまでの試錐場所より離れた位置である。

今回、実施のJ<sub>原</sub>1及び2、既に行われたUN<sub>原</sub>1~6の各井戸の配置は図6-3-3に示したとおりである。

#### 6-4 試錐結果

試錐はすべて、ビット類によって掘進したために、コアの採取はできず、掘さく用泥水とともに排出されるスライム-ビットの回転によって、岩石が破碎され細片または粉状となったものによって岩質を判断した。さらに掘さく中の掘進所要時間は $0.5\text{ m}$ 毎に計測し、地質柱状図中には $1\text{ m}$ 毎に表示した。掘削後、直ちに電気検層を行った。そのうち、孔内に降下させた電位電極と電流電極との間隔が $50\text{ cm}$ の場合の記録が顕著であったので地質柱状図に表示した。

図6-4-1は、今回最初に着手した井戸、すなわちJ<sub>原</sub>1の地質柱状図である。図6-4-2はJ<sub>原</sub>2の地質柱状図である。

砂岩はきわめて堅硬緻密な岩石で硬砂岩に相当し、 $1\text{ m}$ 掘進するのに最大255分を要した部分もある。

キャンプ内の各井戸の地質柱状図を並べて地質状態を示したのが図6-4

— 3 の “ A — B 地質断面図 ” である。

試錐完了後、揚水試験を行った結果、J ㈬ 1 の井戸では24分間で2,115 ㈬ 揚水できる。これは孔内の地下水が当初地表から 10.70 m であったが、揚水終了のときの地下水位は85mとなった。すなわち水位の降下は 74.30 m である。次いで、水位回復に要する時間は3時間30分であった。従って揚水手段として断続揚水の必要がある。

J ㈬ 2 の井戸では裂か水の湧出量多く、揚水後の水位回復も早く、毎分5㈬ ㈬ の連続揚水が可能である。

#### 6-5 実施工事の内容

J ㈬ 1 及び ㈬ 2 の各試験掘井には、それぞれ4インチのケーシングパイプを挿入した。

揚水ポンプとして1  $\frac{1}{2}$  インチ水中モーターポンプを設置した。

なお、井戸の中の地下水位を測定するため内径17%の塩化ビニールパイプを揚水パイプに接着した。これによって水位測定が簡単な水位計で観測できる。

揚水ポンプは地上に設置したディーゼル発電機を電源にして、作動させる。これらの地上揚水施設は簡易な小屋の内に収容した。

#### 設置した揚水用機械器具類

水中モーターポンプ
Well J. ㈬ 1 — Berkeley Pump Company (California, U.S.A.) 製 Single Phase, 230 Volts, 13.2 Amps., 2HP
Well J. ㈬ 1 — Berkeley Pump Company (California, U.S.A.) 製 Single Phase, 230 Volts, 13.2 Amps., 2HP
発電機 (Well J. ㈬ 1 及び ㈬ 2 各 1 基)
YANMAR Model TA 160-L, 13HP (Max. 16HP) Diesel Powered 付 8 KVA, 220 Volt Dynamo (タイ国製)

#### 6-6 今後の給水について

当キャンプには現在約 6,500 人の難民が収容されているので 1 人当りの給水量を  $20 \ell/\text{日}$  とすると 1 日当りの必要給水量は次のとおりとなる。

$$6,500 \times 20 = 130,000 \ell/\text{日} = 130 \text{ m}^3/\text{日}$$

これに対して UN-Well ㉒ 2, 3, 5, 6 より供給される量は乾季において  $93.5 \text{ m}^3/\text{日}$  であった。

又、今回新たに設けた J.㉒ 1 及び ㉒ 2 による給水量は次のとおりである。

J. ㉒ 1-断続運転となるが 1 回当り  $2,115 \ell$  揚水でき、1 日 4 回程度の運転が可能である。

$$2,115 \times 4 = 8,460 \ell/\text{日} \div 8.5 \text{ m}^3/\text{日}$$

J. ㉒ 2-連続運転が可能であり揚水量は  $54 \ell/\text{分}$  であるから 1 日 10 時間運転を行うものとするれば

$$54 \times 10 \times 60 = 32,400 \ell/\text{日} = 32.4 \text{ m}^3/\text{日}$$

合計  $8.5 + 32.4 = 40.9 \text{ m}^3/\text{日}$

J. ㉒ 1 及び ㉒ 2 の揚水試験は時期的に雨季に行われたので、乾季の揚水量としては UN-Well の傾向を考慮して

$$40.9 \times 93.47 / 102.0 \div 37.5 \text{ m}^3/\text{日}$$

とする。

従って、UN-Well 4 ヶ所及び J-Well 2 ヶ所よりの乾季における揚水量は

$$93.5 + 37.5 = 131 \text{ m}^3/\text{日}$$

となり、必要給水量と等しくなる。

そこで、キャンプ内における今後の給水に対する問題として UN-Well 4 ヶ所のうち現在揚水が不能となっている井戸 3 ヶ所の補修が必要となる。これが行われれば今回設置の 2 ヶ所の井戸よりの揚水量と合せて十分な、そして清浄な生活用水が供給できる。

しかしながら、本キャンプ内の深井戸で得られる地下水は全て岩盤中からの裂か水であるので、水の供給は極めて不安定なものと予測される。従って、地下水にたよらず天水を留める貯水池または小河川をせき止める小規模ダム等からの導水を考慮する必要がある。



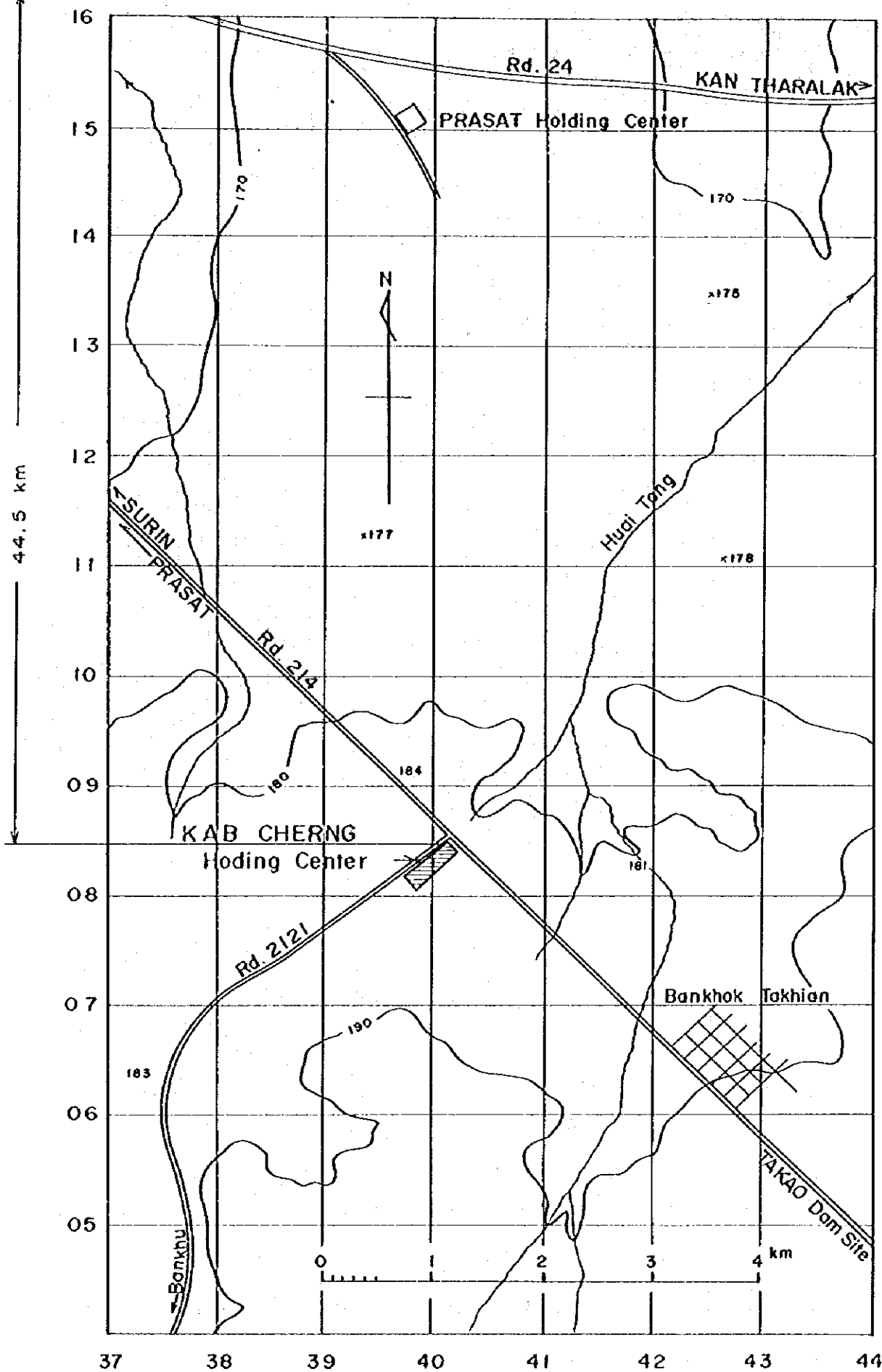
## 第 6 章 図 表 リ ス ト

<u>FIGURES</u>	<u>page</u>
Fig. 6-1-1 Location of Kab Cherng Holding Center	VI-TF- 1
Fig. 6-1-2 Hydrogeological Map of Kab Cherng Area	VI-TF- 2
Fig. 6-3-1 E-1 Resistivity ( $\rho - a$ ) Curve	VI-TF- 3
Fig. 6-3-2 E-2 Resistivity ( $\rho - a$ ) Curve	VI-TF- 4
Fig. 6-3-3 Location of the Drilled Wells	VI-TF- 5
Fig. 6-4-1 Geological Record of Boring Well No. J No.1	VI-TF- 6
Fig. 6-4-2 Geological Record of Boring Well No. J No.2	VI-TF- 7
Fig. 6-4-3 Geological Profile of Kab Cherng Holding Center	VI-TF- 8
Appendix-1 Geological Record of Boring - Hole No. 1	VI-TF- 9
-2 Geological Record of Boring - Hole No. 2	VI-TF-10
-3 Geological Record of Boring - Hole No. 3	VI-TF-11
-4 Geological Record of Boring - Hole No. 4	VI-TF-12
-5 Geological Record of Boring - Hole No. 5	VI-TF-13
-6 Geological Record of Boring - Hole No. 6	VI-TF-14

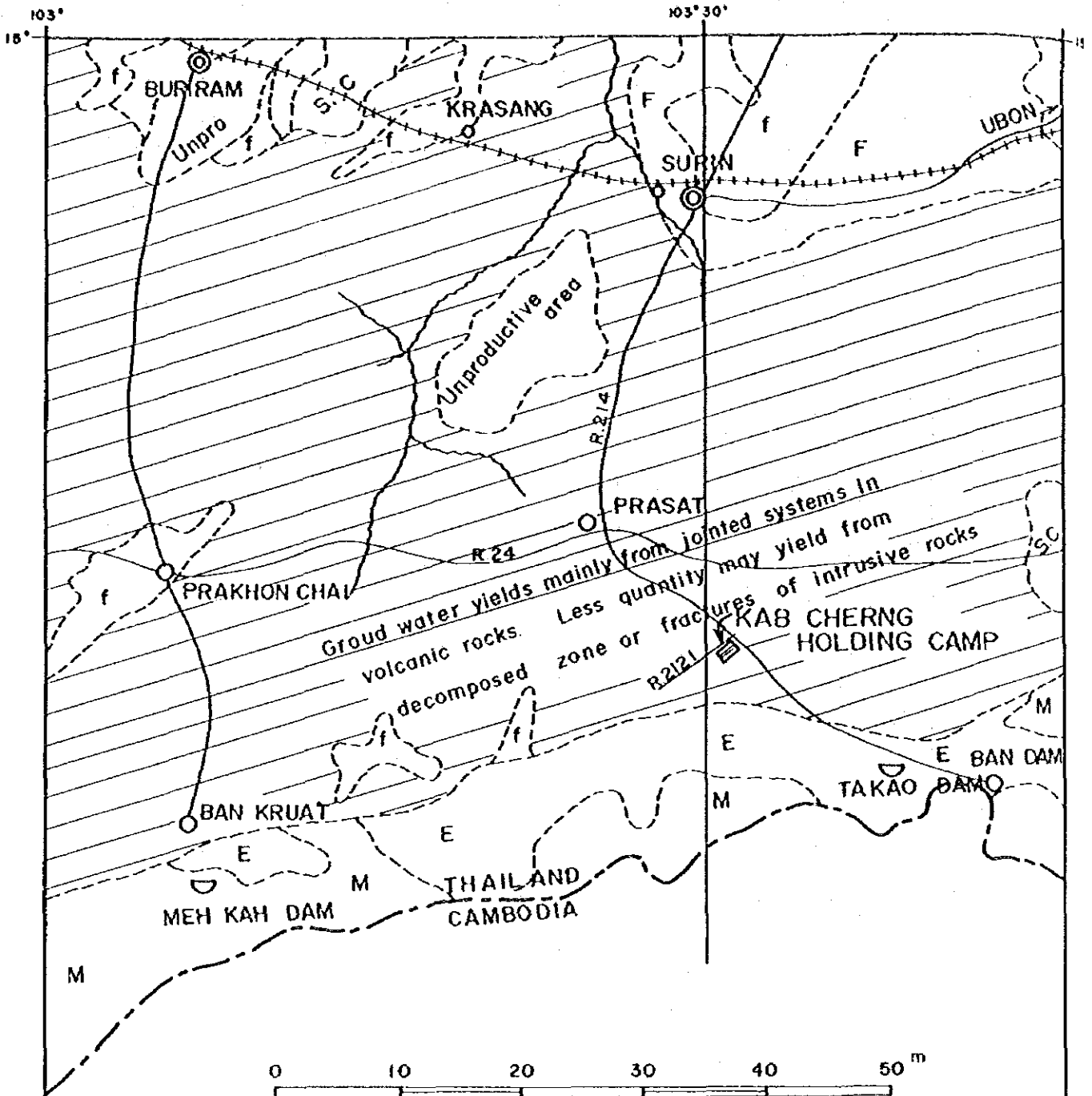


SURIN

Fig. 6-1-1 Location of Kab Cherng Holding Center







f : Flood plain and isolated, depression within areas of higher relief, efflorescence salt commonly occurs on ground surfaces.

E : Eroded surfaces of former cuestas or dip slopes where high artesian head is observed.

M : Middle khorat aquifers (Jurassic).

Sandstone, conglomerate, quartzose sandstone, shale, and siltstone

Fig. 6-3-1 E-1 Resistivity ( $\rho$ -a) Curve

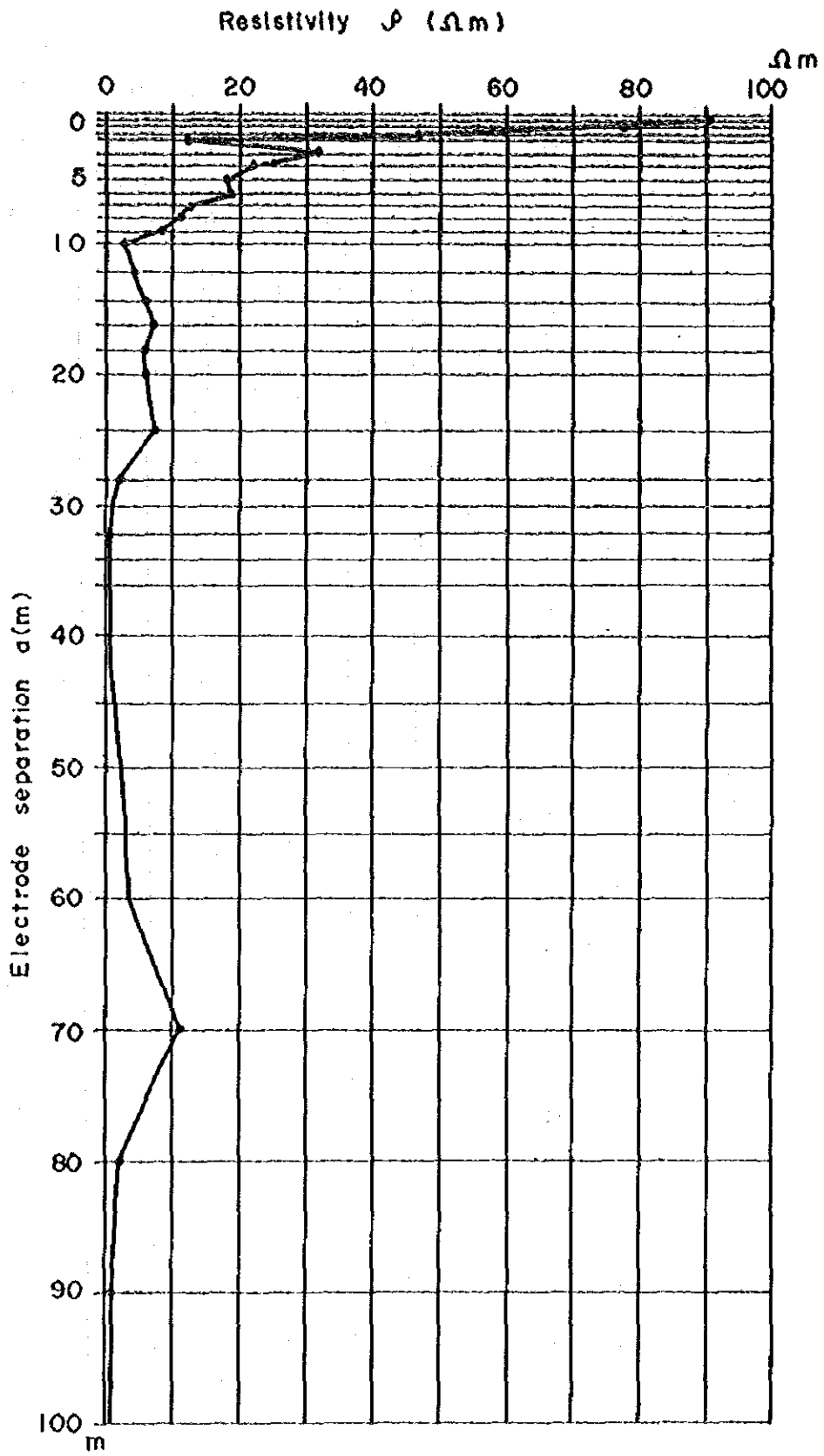


Fig. 6-3-2 E-2 Resistivity ( $\rho$ -a) Curve

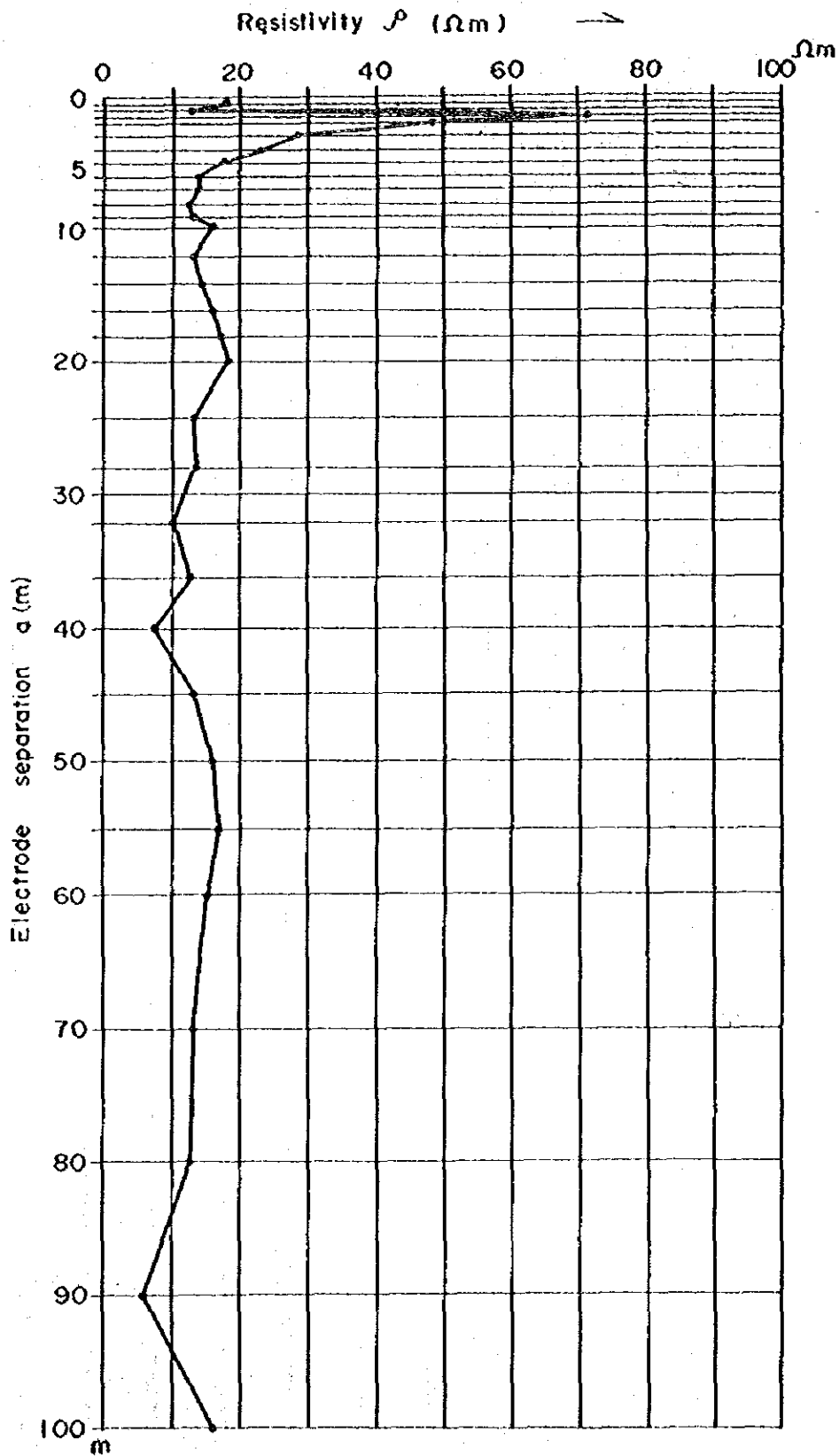


FIG. 6-3-3 Location of the Drilled Wells

KAB CHERNG HOLDING CAMP

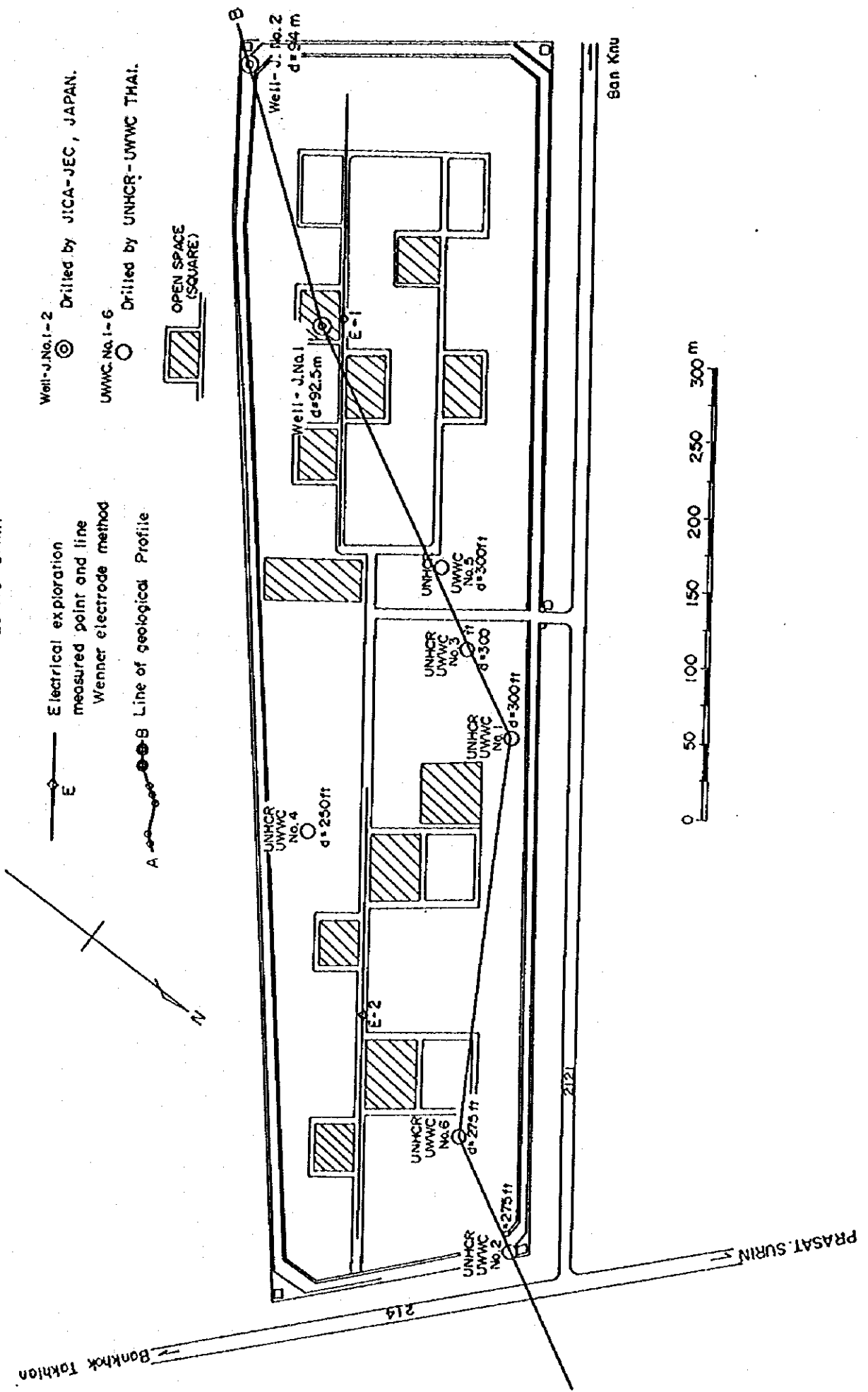


Fig. 6-4-1 GEOLOGICAL RECORD OF BORING

WELL HOLE No. J NO. 1

PROJECT	Survey of Water supply to the refugees		LOCATION	KAB CHERNG HOLDING CENTER	
GROUND ELEVATION	185.00 m	DEPTH OF HOLE	92.50 m	ANGLE FROM VERTICAL	
DIAMETER OF HOLE	6 3/4 inch	MACHINE	Large Hole Drill THS-70	DATE OF DRILLING	18 June ~ 17 July 1981
CORE RECOVERY	Bits	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE	10.70 m		
By Slime observation		DRILLED BY	SUZUKI, MIYAJIMA		LOGGED BY T. HAGIWARA 1981

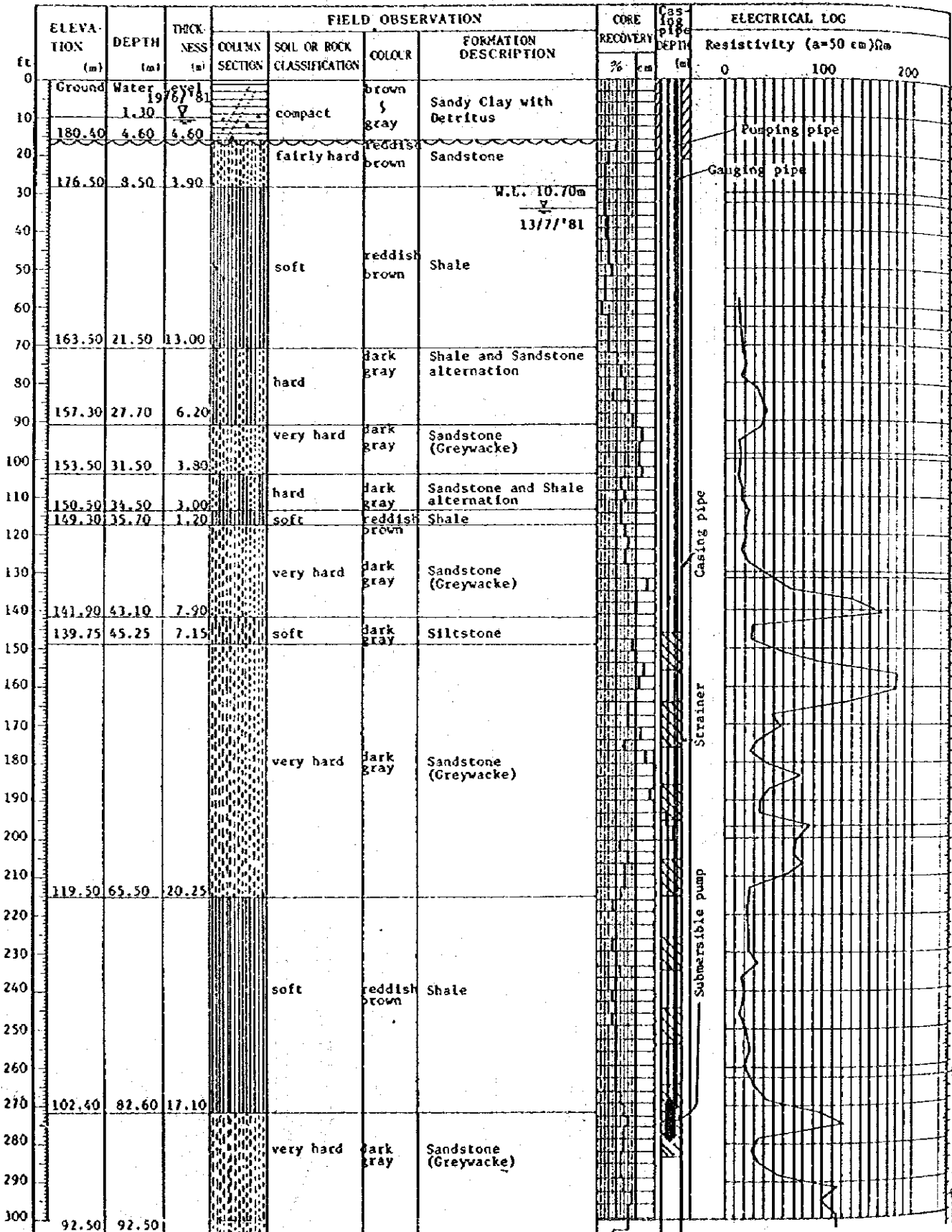


Fig. 6-4-2 GEOLOGICAL RECORD OF BORING

WELL HOLE No. J NO. 2

PROJECT	Survey of Water Supply to the refugees		LOCATION	KAB CHERNG HOLDING CENTER	
GROUND ELEVATION	185.00 m	DEPTH OF HOLE	94.00 m	ANGLE FROM VERTICAL	
DIAMETER OF HOLE	6 3/4 inch	MACHINE	THS-70	DATE OF DRILLING 21 July ~ 1 Aug. 1981	
CORE RECOVERY	Bits	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE		10.20 m	
By sline observation		DRILLED BY SUZUKI, MIYAJIMA		LOGGED BY T. HAGIWARA 1981	

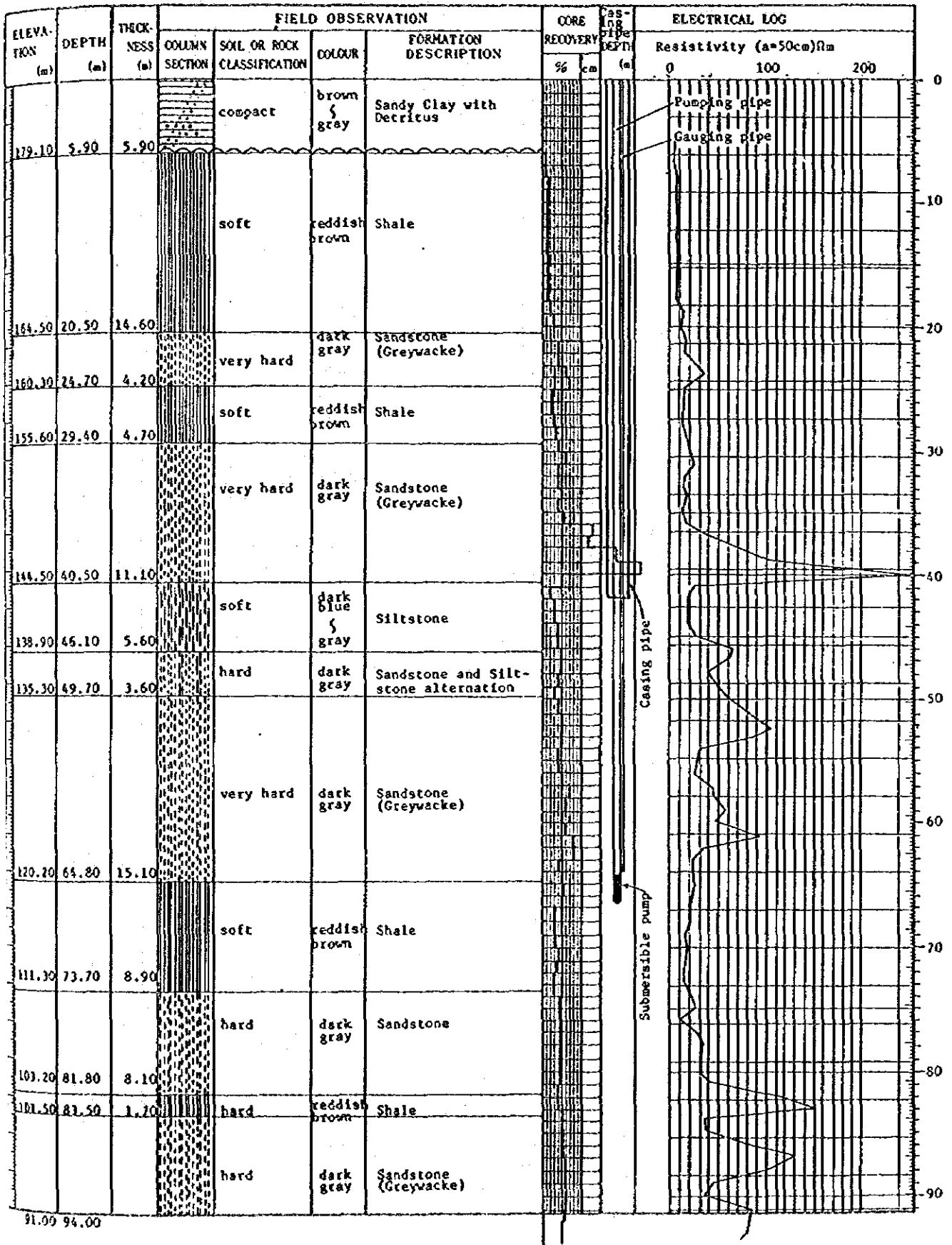
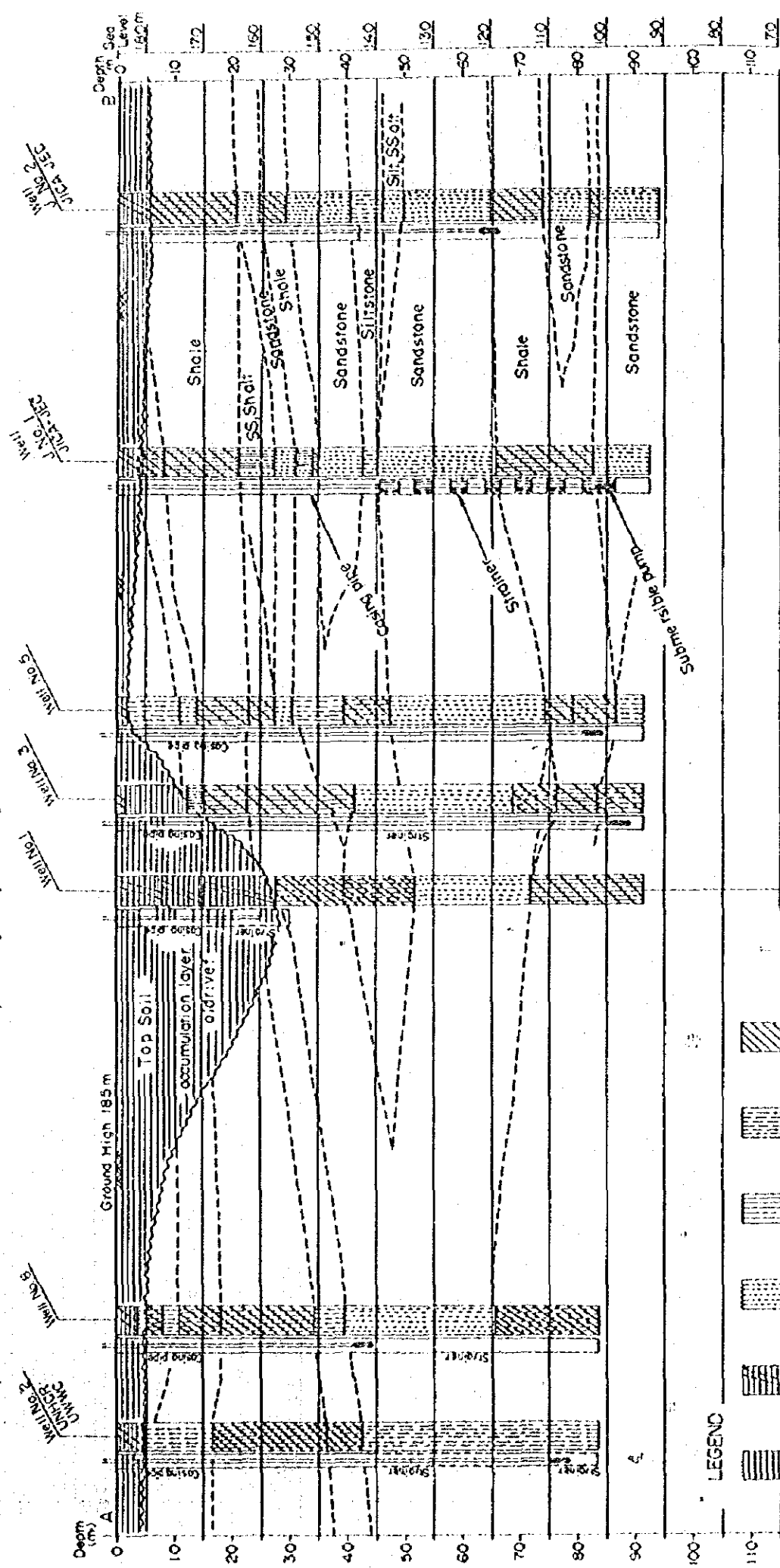


Fig. 6-4-3 A-B Geological Profile of Kab Cherng Holding Center

Geologic logs by Drilling-Slime observation



Appendix-1 **GEOLOGICAL RECORD OF BORING** UNHCR UWMC HOLE No. 1

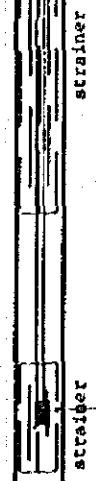
PROJECT				LOCATION	Kab Cheryng Holding Center, SURIN	
GROUND ELEVATION	185 m	DEPTH OF HOLE	300 feet	ANGLE FROM VERTICAL		
DIAMETER OF HOLE	6 3/4"	MACHINE	Bit-drilling Mach.	DATE OF DRILLING 18 May ~ 5 June 1980		
CORE RECOVERY	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE					
By sltine observation	DRILLED BY United Water Well Construct.			LOGGED BY		

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	COLUMN SECTION	FIELD OBSERVATION			CORE RECOVERY	Casing DEPT	STANDARD PENETRATION TEST										
				SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOUR	FORMATION DESCRIPTION			(%)	(cm)	(m)	NUMBER OF BLOWS N							
									(N)	0	10	20	30	40	50	60	m		
177.37	7.63	7.63			white	Sandy Clay													
159.75	15.25	7.62		Static W.L. 38'	grayish red	Sandy Clay													
157.55	27.45	12.20			reddish brown	Sandy Clay compacted													
145.35	39.65	12.20			reddish brown	Bed rock Sandstone													
133.15	51.35	12.20			gray	Siltstone													
113.12	71.68	19.33			reddish brown	Sandstone													
91.50	91.50				reddish brown	Shale													



<b>Appendix-2 GEOLOGICAL RECORD OF BORING</b>		UNSCR UWMC	HOLE No. 2		
PROJECT			LOCATION	Kab Cherg Holding Center, SURIN	
GROUND ELEVATION	185 m	DEPTH OF HOLE	275 ft.	ANGLE FROM VERTICAL	
DIAMETER OF HOLE	6 3/4"	MACHINE	Bit-drilling Mash	DATE OF DRILLING	20 June ~ 15 July 1980
CORE RECOVERY	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE				
By Sline observation		DRILLED BY	United Water Well Construction	LOGGED BY	

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	FIELD OBSERVATION			CORE RECOVERY (%)	CASING DEPTH (m)	STANDARD PENETRATION TEST								
			COLUMN SECTION	SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOR			FORMATION DESCRIPTION	0	10	20	30	40	50	60	
181.95	3.05	3.05			yellowish											
180.43	4.57	1.52		compacted	green											
					grayish dark brown											
						Bed rock Siltstone										
168.22	16.78	12.21														
148.40	36.60	19.82														
142.30	42.70	6.10														
101.12	81.88															



**Appendix-3 GEOLOGICAL RECORD OF BORING** UNHCR UWWC **HOLE No. 3**

PROJECT	LOCATION		Kab Cherg Holding Center, SURIN	
GROUND ELEVATION	185 m	DEPTH OF HOLE	300 feet	ANGLE FROM VERTICAL
DIAMETER OF HOLE	MACHINE		Bit-drilling Mach.	DATE OF DRILLING
CORE RECOVERY	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE		13 ~ 21 Aug. 1980	
by Site observation		DRILLED BY United Water Well Construct.		LOGGED BY

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	FIELD OBSERVATION				CORE RECOVERY (%)	Casing DEPTH (m)	STANDARD PENETRATION TEST										
			COLUMN SECTION	SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOUR	FORMATION DESCRIPTION			(N) 0	10	20	30	40	50	60				
181.47	1.53	1.53			white to yellow	Sandy Clay compacted													
					grayish dark brown	Clay compacted													
172.80	12.20	10.67																	
169.75	15.25	1.05		Bed rock	grayish dark brown	Shale with some sandstone													
				well soft	reddish brown	Shale													
162.12	22.88	7.63																	
				compacted	reddish brown	Shale													
143.82	41.18	18.30																	
					gray dark brown	Sandstone													
116.37	68.63	27.45																	
					reddish brown	Sandstone													
88.75	76.25	7.62																	
				well soft	reddish brown	Shale													
81.65	83.35	7.10																	
					grayish dark brown & reddish brown	Siltstone with some sandstone													
81.50	91.50																		

25 l/min. Pump (N/A Contractor's pump)

Obscure situation of installed strainer

**Appendix-4 GEOLOGICAL RECORD OF BORING**

**HOLE No. 4**

<b>PROJECT</b>		<b>LOCATION</b> Kab Cheroq Holding Center, SURIN		
<b>GROUND ELEVATION</b>	185 m	<b>DEPTH OF HOLE</b>	250 feet	<b>ANGLE FROM VERTICAL</b>
<b>DIAMETER OF HOLE</b>		<b>MACHINE</b>	<b>DATE OF DRILLING</b> 13 ~ 29 Sep. 1980	
<b>CORE RECOVERY</b>	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE			
By Slime observation		DRILLED BY United Water Well Construct.		LOGGED BY

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	FIELD OBSERVATION			CORE RECOVERY % cm	STANDARD PENETRATION TEST										
			COLUMN SECTION	SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOUR		FORMATION DESCRIPTION	DEPTH (m)	NUMBER OF BLOWS N (N) 0 10 20 30 40 50 60								
183.47	1.53	1.53			white to yellow	Sandy Clay											
181.95	2.05	1.52			white & brown	Clay											
180.42	4.58	1.53			light green and brown	Clay											
				compacted	dark gray	Clay											
174.32	10.68	6.10				bed rock	Sandstone										
169.75	15.25	4.57			reddish brown	Shale											
156.02	28.98	13.73			green & dark gray	Siltstone with some clay											
152.97	32.03	3.05			reddish brown	Shale											
145.35	39.65	7.62			dark gray	Siltstone with some shale											
139.25	45.75	6.10			light gray	Shale											
137.22	47.28	1.53			light green	Shale											
134.67	50.33	3.05			dark gray	Siltstone											
131.42	53.38	3.05			dark gray and light green	Siltstone with some shale											
130.10	54.90	1.52			dark gray	Siltstone											
128.57	56.43	1.53			dark gray	Siltstone with shale											
					dark gray	Siltstone											
122.47	62.53	6.10			dark gray	Shale											
120.95	64.05	1.52			reddish brown	Sandstone											
					reddish brown	Sandstone											
116.30	68.63	4.58			reddish brown	Shale											
					reddish brown	Shale											
108.75	76.25	7.62															
																	dry well

Appendix-5		GEOLOGICAL RECORD OF BORING			UNHCR	HOLE No. 5
PROJECT				LOCATION	Kab Chering Holding Center, SURIN	
GROUND ELEVATION	185 m	DEPTH OF HOLE	300 feet	ANGLE FROM VERTICAL		
DIAMETER OF HOLE				MACHINE	bit-drilling mach.	
CORE RECOVERY				DATE OF DRILLING	13 ~ 31 Oct. 1980	
By Slime observation	DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE			DRILLED BY United Water Well Construct.		
				LOGGED BY		

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	FIELD OBSERVATION				CORE RECOVERY		Casing DEPTH (m)	STANDARD PENETRATION TEST							
			COLUMN SECTION	SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOUR	FORMATION DESCRIPTION	%	cm		NUMBER OF BLOWS N							
										(IN)	0	10	20	30	40	50	60
183.47	1.53	1.53			yellowish brown	Sandy Clay											
						Bed rock											
					Water Level 30'	grayish brown	Siltstone										
174.32	10.68	9.15															
171.27	13.73	3.05			dark gray	Sandstone											
					reddish brown	Shale											
162.12	22.88	9.15			reddish brown	Siltstone											
157.55	27.45	4.57			dark gray	Sandstone											
154.50	30.50	3.05			reddish brown	Siltstone with some shale											
145.35	39.65	9.15			dark and light	Siltstone											
137.62	47.38	7.73			light gray	Sandstone											
119.27	74.73	27.35			very soft reddish brown	Shale											
105.70	79.30	4.57			very soft reddish brown	Siltstone with some shale											
99.07	86.93	7.63			dark gray	Siltstone											
91.50	91.50																

Pump 18 l/min.  
(Submersible pump)

Appendix-6 **GEOLOGICAL RECORD OF BORING** UNHCR UWWC HOLE No. 6

PROJECT	LOCATION		Kab Cherag Holding Center, SURIN	
GROUND ELEVATION	185 m	DEPTH OF HOLE	275 feet	ANGLE FROM VERTICAL
DIAMETER OF HOLE	MACHINE		Bit-drilling mash	DATE OF DRILLING
CORE RECOVERY		DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE		23 Nov. ~ 9 Dec. 1980
By Slime observation		DRILLED BY		United Water Well Construct.
		LOGGED BY		

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	THICKNESS (m)	FIELD OBSERVATION			CORE RECOVERY		STANDARD PENETRATION TEST							
			COLUMN SECTION	SOIL OR ROCK CLASSIFICATION	COLOUR	FORMATION DESCRIPTION	%	cm	NUMBER OF BLOWS N						
ft								(N)	0	10	20	30	40	50	60
181.95	3.05	3.05	compacted	white to yellow	Sandy Clay										
180.43	4.57	1.52		grayish brown	Shale										
177.37	7.63	3.06		reddish brown	Shale										
174.32	10.68	3.05		light gray	Shale										
166.70	18.30	7.62		reddish brown	Siltstone										
154.52	30.48	12.18		reddish brown	Shale with some siltstone										
145.35	39.65	9.17		light gray	Siltstone with some shale										
119.42	65.58	25.93		grayish brown	Sandstone										
101.12	83.88			reddish brown	Sandstone with some shale										

90 l/min. Pump (Contractor's pump)

Obscure situation of installed strainer





## 第7章 カオイダン難民センター及びパナトニコム難民センター 地下水開発調査

### 7-1 カオイダン難民キャンプの井戸仕上げ実施工事

カオイダン難民キャンプ地内に日本のボランティアグループ(JVC)が掘削した深井戸は、素掘りのままとなっており、井戸仕上げされていない。

地表から深さ12mまでは  $8\frac{1}{2}$  inch のビットで掘進し、12mからは岩盤となったため深さ88mまでは  $6\frac{1}{2}$  inch のビットで掘進してある。素掘りの状態の井戸の中に、地表より81mの位置に水中モーターポンプを設置し、揚水を行っている。

このままでは、厚さ12mの表土が砂質粘土であるため、孔壁は崩壊し井戸の中に落下堆積して水中ポンプを埋没させてしまう恐れがある。さらに、地表面から流入する雨水のほかに、汚染された水も井戸の中へ流入してくる。これらを防止するため、ケーシングパイプを挿入し、表土の砂質粘土部分の孔壁とケーシングパイプの間にコンクリートを流して完全に密閉する必要がある。そのために次の工程で井戸仕上げを実施した。

- 1) 当井戸の上にボーリング機械と三脚とを設置。
- 2) 揚水パイプと水中モーターポンプの引き揚げ。
- 3) 孔径7インチのケーシングパイプを地表下12mのところにある岩盤まで挿入し、地上には50cm突出させる。
- 4) ケーシングパイプと孔壁とのすき間に、コンクリートを流し込み、固結させて完全に密閉する。
- 5) 井戸の中を洗浄するため、コンプレッサーに直結したパイプを挿入してエアリフトを行い、孔壁を洗い流し、スライムを排出する。
- 6) 水中ポンプを揚水パイプに接続し、水中ポンプをもとの位置の深さ81mのところ再度設置。
- 7) 水中ポンプからキャップタイヤコードをコントロールボックス内の所定のターミナルに接続。

以上の実施によって、揚水が再開された。



## 7-2 パナトニコム難民キャンプ地下水開発計画

Chon Buri(チョンブリ)から Phanat Nikhom(パナトニコム) 付近までの広い地域で行った調査の結果、一部の井戸水は塩分を含み飲用に不適といわれているのは事実である。

“ A Study on Water Supply Potential for Phanat Nikhom Refugee (1981) ” の報告書によれば、111カ所の井戸のうち20カ所の井戸水に塩分を含むことが判明している。これらの深井戸の分布状態ならびに地質区分は、図7-2-1に示すように、パナトニコムの街から西北方には、塩分を含む地下水が認められた井戸が分布し、それらの井戸の深さは21~184mの範囲である。この井戸の分布する地帯はいずれも、標高10m以下のところであり粘土、シルト、砂及び礫よりなる沖積堆積物 (alluvial deposit) で構成されている。このうち砂及び礫層が良い帯水層となっている。これらの帯水層の一部へタイ湾からの海水が浸透し、混入して塩分を含むものとも考えられる。又、沖積層が堆積する過程で、昔は一時、現在の平野が海であったことも考えられる。

パナトニコムからチョンブリ難民キャンプ地にかけての地域は、やや台地となっている。この台地は洪積層と推定される。この洪積台地で掘さくされた深井戸の水には塩分が含まれていない。

この洪積層の下位は基盤岩石となっていて、主として変成岩類で構成されていることが推定される。

以上の地質状態をタイ湾岸にあるチョンブリとパナトニコムの街を通過して、パナトニコム難民キャンプ地を結ぶ線の地質断面を想定すると、図7-2-2の地質断面図 (Conjectural Geological Profile) に示すように推察される。

以上の考察に基づいて、キャンプ地とその付近で、井戸を掘さくする場合には、洪積層中の帯水層または洪積層下部と基盤岩石の風化面との境の部分に存在すると推定される帯水層中の地下水を得るための浅井戸を計画し、さらに、基盤岩石中の亀裂、割目から湧出する裂か水を期待して深井戸を計画する余地がある。

なお、井戸の計画位置は、図7-2-3の平面的位置図に示す地点が考えられる。断面的位置については、図7-2-2の地質断面図に記載したとおりである。

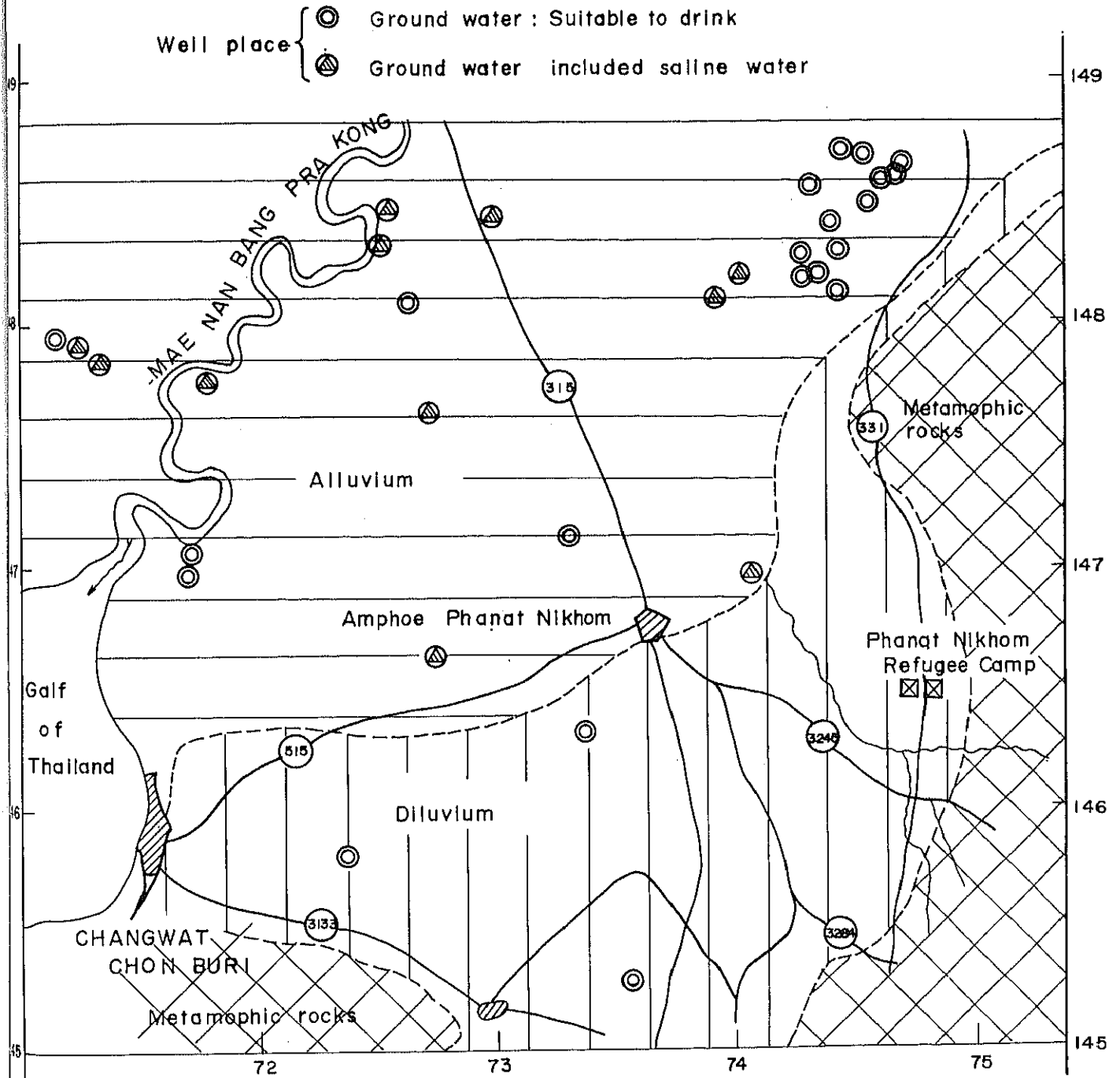


## 第 7 章 図表リスト

<u>FIGURES</u>	<u>page</u>
Fig. 7-2-1 Location Map of Deep Wells .....	VII-TF-1
Fig. 7-2-2 Conjectual Geological Profile of Phanat Nikhom Area .....	VII-TF-2
Fig. 7-2-3 Location Map of Phanat Nikhom Refugee Camp	VII-TF-3



Fig. 7-2-1 Location Map of Deep Wells



Data: By "A Study on Water Supply Potential for Phanat Nikhom Refugee Camp, 1981"

Fig. 7-2-2 Conjectural Geological Profile  
of Phanat Nikhom Area

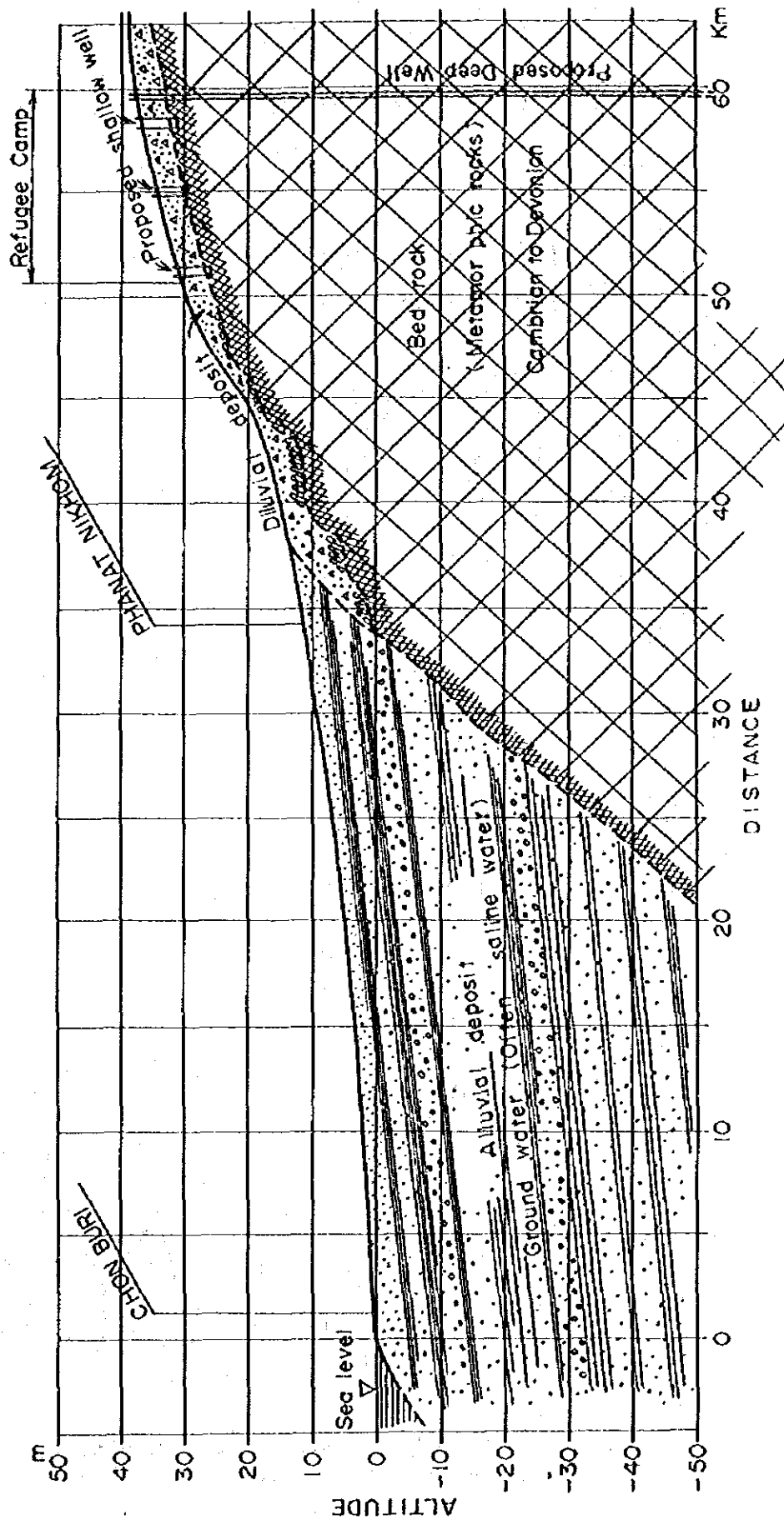
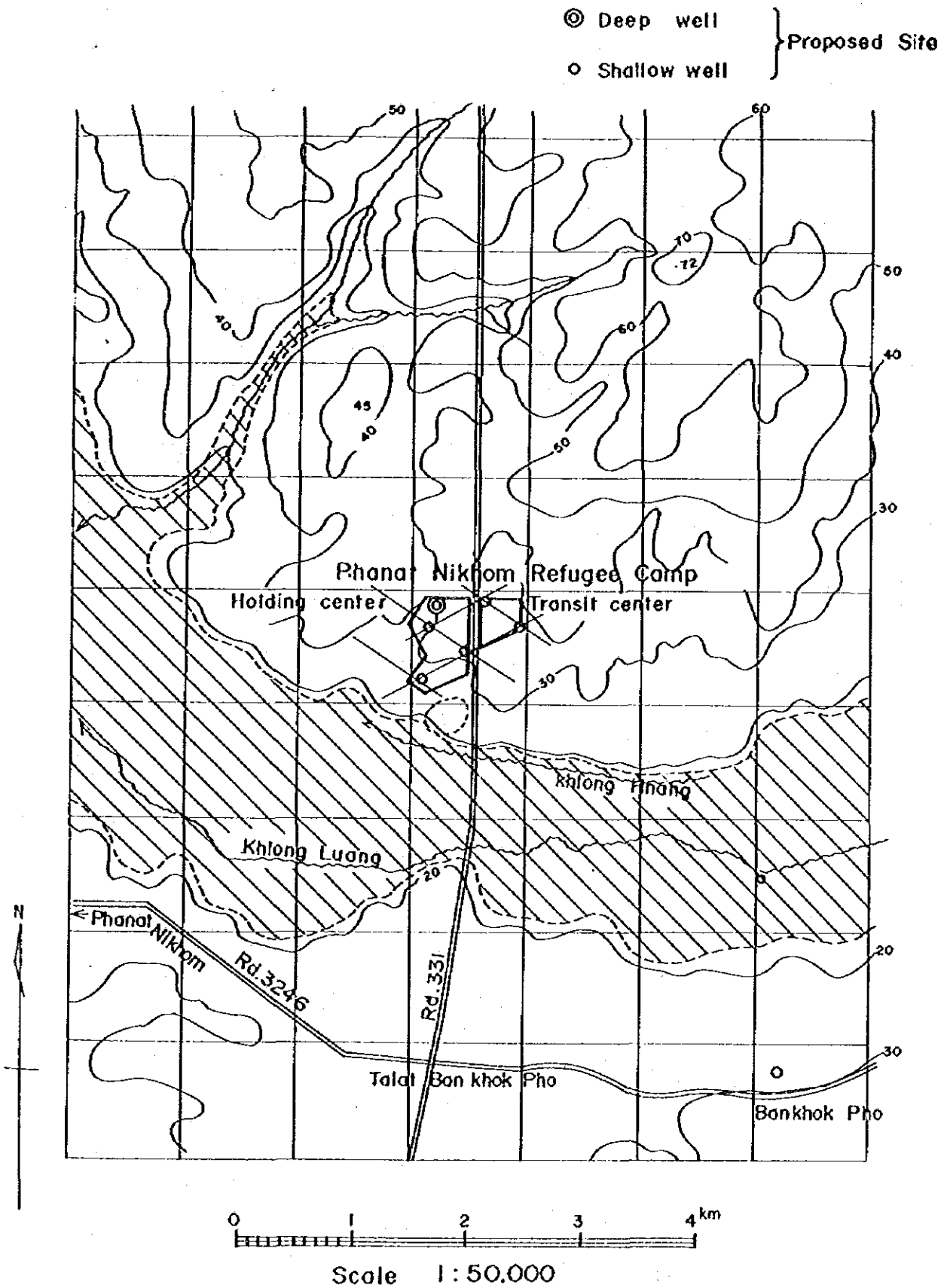


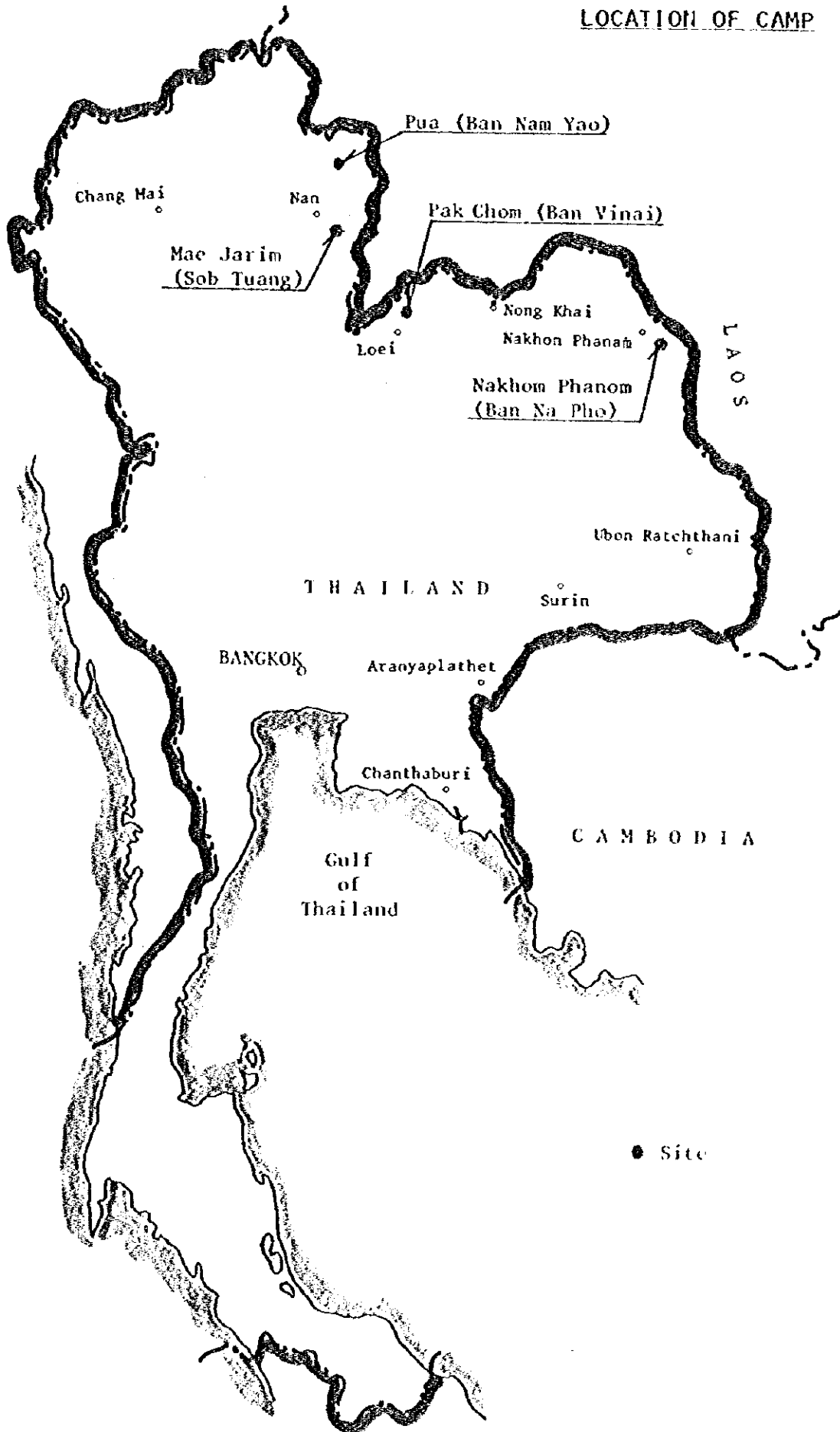
Fig. 7-2-3 Location Map of Phanat Nikhom Retugee Camp



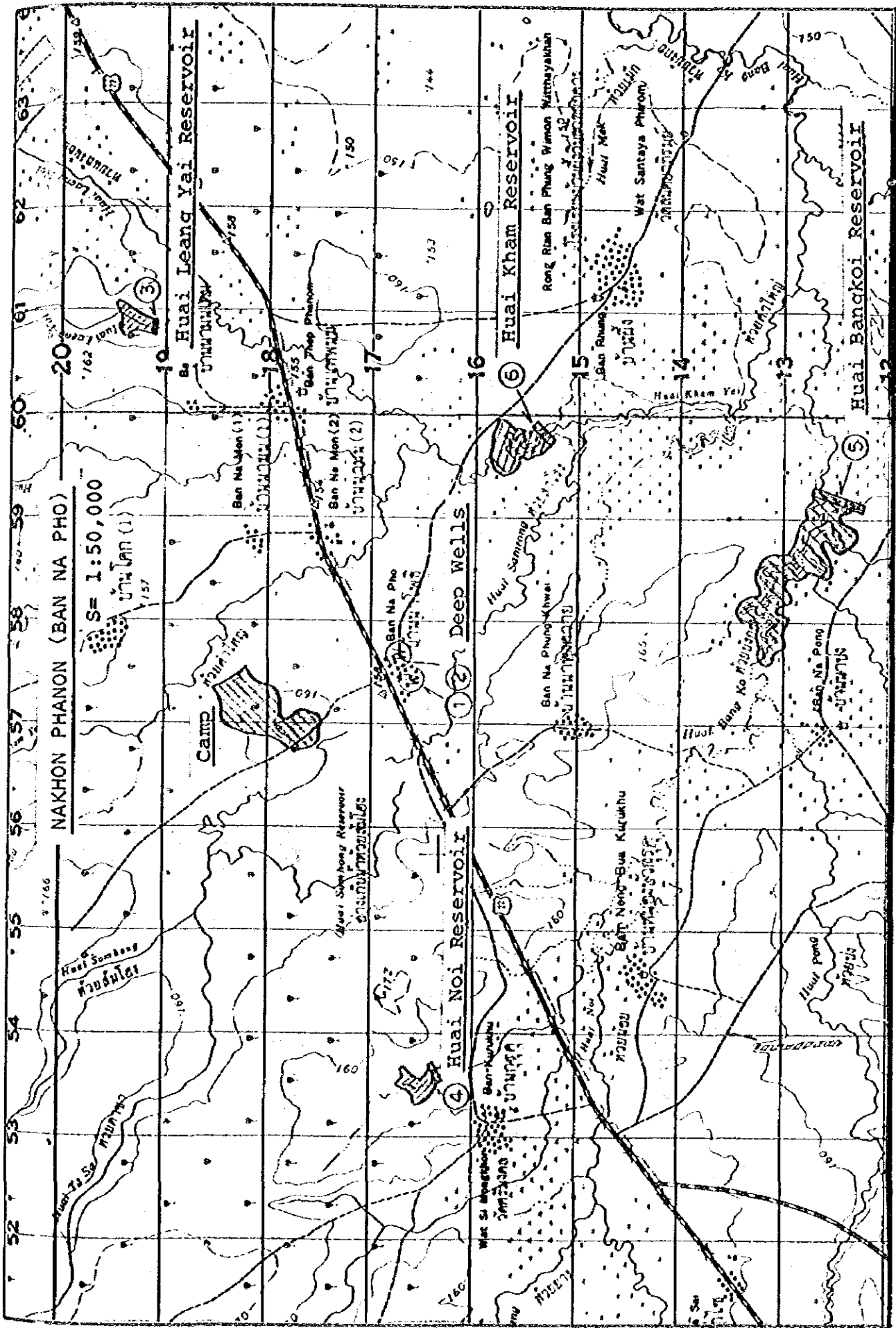




LOCATION OF CAMP









PAK COM (BAN VINAI)

S= 1:50,000

Agricultural Training Center

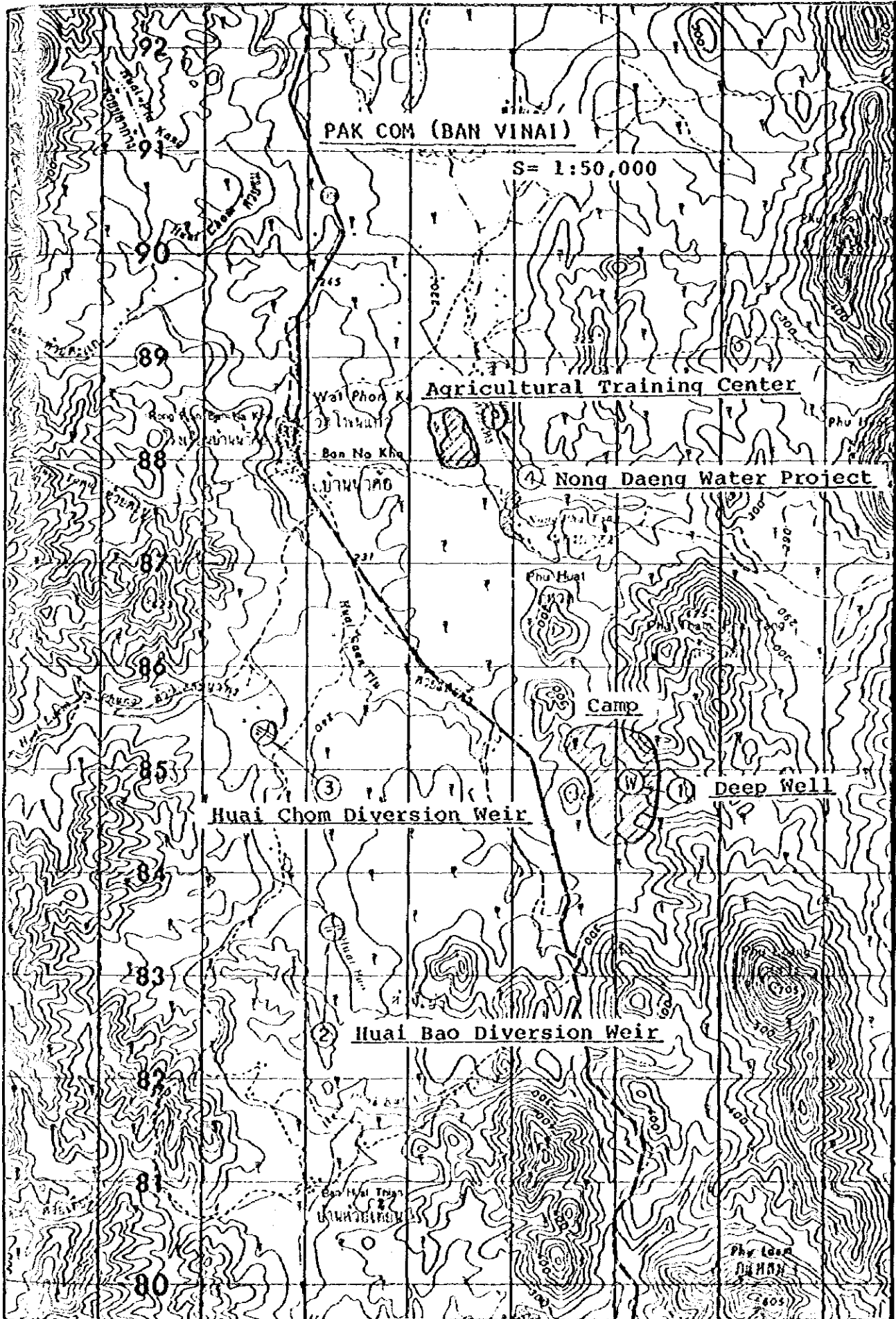
④ Nong Daeng Water Project

Camp

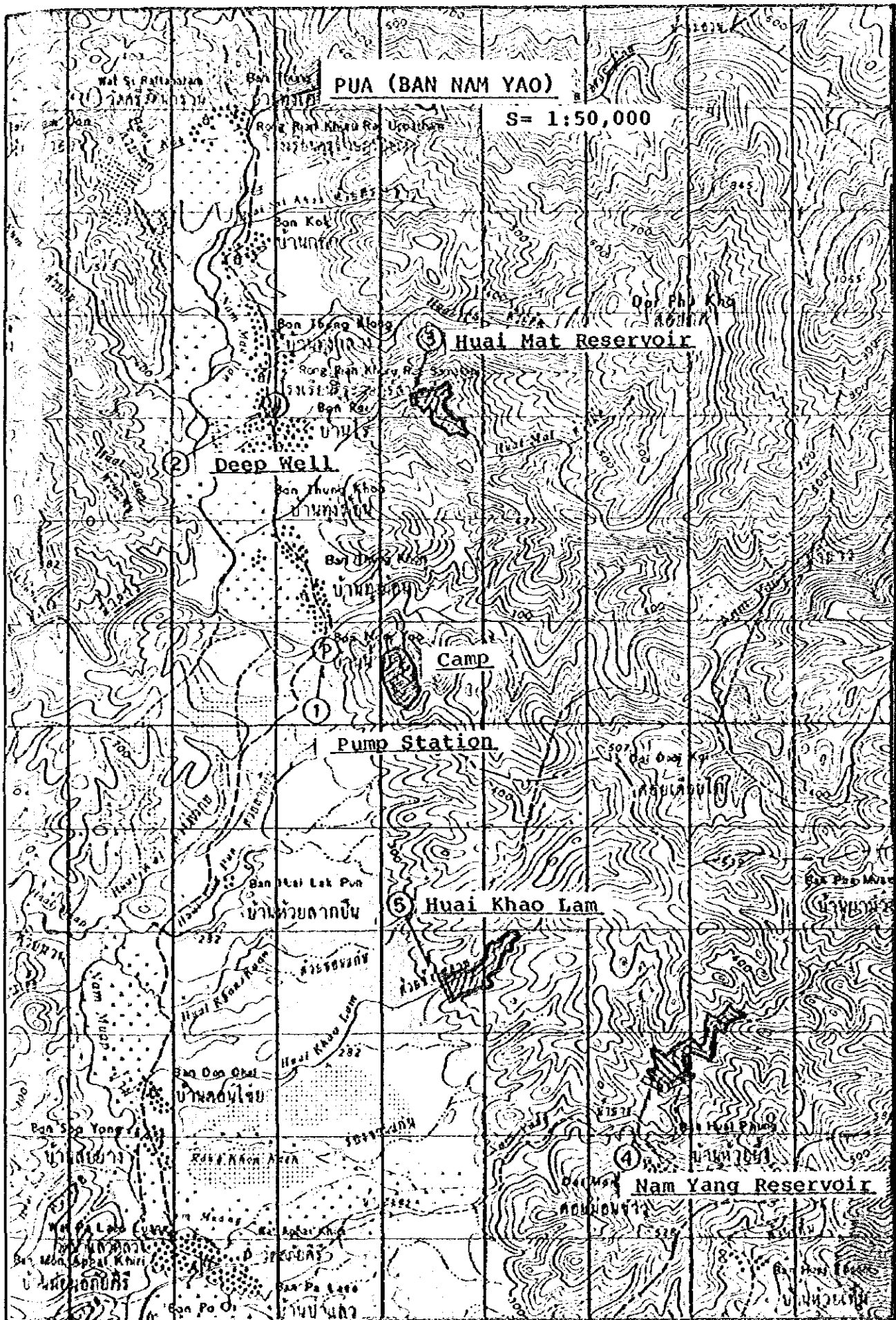
① Deep Well

③ Huai Chom Diversion Weir

② Huai Bao Diversion Weir















## 第8章 ラオス難民生活用水供給プロジェクト発掘調査

### 8-1 ラオス難民キャンプの概要

タイ国内におけるラオス難民キャンプは次の8ヶ所である。

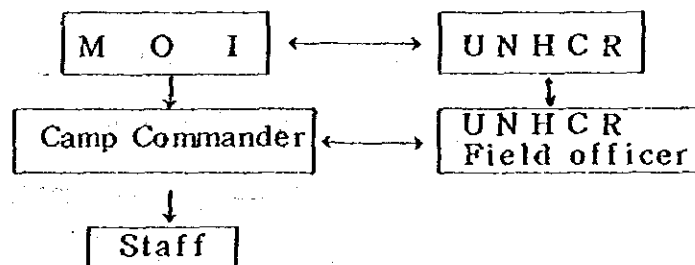
キャンプ名	県	収容人口
1. Chieng Khong	Chiengrai	4,948 (人)
2. Chieng Kham	Phayao	3,744
3. Pua ( Ban Nam Yao )	Nan	9,884
4. Mae Jarim ( Sob Tuang )	Nan	8,114
5. Nong Khai	Nong Khai	19,842
6. Pak Chom ( Ban Vinai )	Loei	31,077
7. Ubon	Ubon Rachatani	20,962
8. Nakhon Phanom Detention Center ( Ban Na Pho )	Nakhon Phanom	1,763

上表の収容人口は、7月上旬の調査時であり、諸外国の受入国に出て行く人、ラオスに帰る人、又ラオスから入国してくる人等、出入があるので月々に変動する。

タイ政府としては、順次キャンプを縮小或は閉鎖し、上記8ヶ所を3ヶ所程度に合併したい意向である。

現在ラオス難民キャンプは、MOIの管理下にあり、MOIとUNHCRの職員でキャンプの運営を行っている。その組織図は次の通りである。

#### 組 織 図



発掘調査出発前のM.O.I担当者の説明によると、現在給水対策を一番必須としているキャンプは次の5ヶ所であった。

- 1) Nakhon Phanon Detention Center
- 2) Phak Chom ( Ban Vinai )
- 3) Ubon
- 4) Pua ( Ban Nam Yao )
- 5) Mae Jarim ( Sob Tuang )

上記5ヶ所の中、ウボン ( Ubon ) キャンプは当調査団で浅井戸計画を立案中であるので除外し、4ヶ所のキャンプを対象とすることにした。

又、調査行程の中で Nong Khai キャンプを通るのでここに立寄り、給水状況のきき取りを行った。

## 8-2 調査報告

### 8-2-1 調査日程

1981年7月5日 ~ 7月12日 8日間

### 8-2-2 調査対象キャンプ

- (1) Nakhon Phanon Detention Center ( Ban Na Pho )
- (2) Pak Chom ( Ban Vinai )
- (3) Pua ( Ban Nam Yao )
- (4) Mae Jarim ( Sob Tuang )

その他、Nong Khai キャンプは、キャンプ内の給水状況を視察しきき取りを行った。

### 8-2-3 調査結果

以下に述べる調査結果を踏まえ、概略施設計画により、工事費の概算を行い、一覧表にまとめたものを表8-2-1に示す。

- (1) Nakhon Phanon Detention Center ( Ban Na Pho )

## 1) キャンプ概要

当キャンプは、1977年設置されたもので国道22号線の距離標219km附近に位置し、Nakhon Phanon市より、約20km西側である。キャンプは国道22号線から600m北方に入った地点で、附近はなだらかな丘陵地で、キャンプは附近耕地より10m程度小高い丘に造成されている。

キャンプの西側に隣接してSon Hong貯水池(貯水量240万 $m^3$ )があり、農業用水に利用されているが、雨期作のみで、乾期は生活用水のみである。

キャンプの排水(生活汚濁水)は、自然に附近の水田に流入し住民の生活用水を汚濁している。

収容人員は、7月初旬1,763人で、7月中にNong Khaiキャンプから移転して5,000人になる予定であり、建物は殆んど出来上がっている。又、来年度中には、20,000人収容する予定であるが、この敷地はまだ未造成である。

## 2) 給水状況

現在は、深井戸1ヶ所(揚水量145 $l/min$ , 深さ36m)で、7月上旬には1人当たり40 $l/日$ 供給されており、充分であったが、7月末には収容人員が5,000人になっており、生活用水は不足している。

深井戸以外にキャンプ造成時、工事用として利用した浅井戸(深さ6~8m)が3ヶ所あり、手押しポンプで雑用水に使用している。

## 3) 給水対策

### a) 深井戸

タイ政府の地質担当官によれば、当地域は、地質的に地下水は豊富で、深井戸を掘れば揚水は可能であるとの事である。

キャンプの建設計画によると、将来20,000人収容した場合、深井戸12ヶ所を設置、又、5,000人収容時に4ヶ所設置を考えている。

従って、緊急に4本の深井戸掘削を行わなければ、次期乾期に生活用水は欠乏することになる。又、1982年9月頃までには残り8本も必要となる。

## b) 貯水池

この様に、当キャンプの給水対策として、深井戸が適当と思われる。もし予定の揚水量が得られない場合は、隣接する貯水池からの取水も可能であるが、これは地元農民の了解が得られた場合で、きき取りでは、不可能の状況である。

従ってキャンプ附近約10km以内に、ダムサイトとして適当な候補地で附近住民が希望している小規模ダムの有無を問合せたところ下記4ヶ所の要望があった。

これらの使用目的は、すべて難民用と附近農民のかんがい用水である。

- ① Huai Leang Yai Reservoir
- ② Huai Noi Reservoir
- ③ Huai Bang Koi Reservoir
- ④ Huai Kham Reservoir

## c) その他地元対策

この外にキャンプ直下流の Ban Na Pho 村より水路汚濁に伴う飲料水供給対策として、深井戸2ヶ所設置の要望が出されている。

## (2) Phak Chom ( Ban Vinai )

### 1) キャンプ概要

当キャンプは、1975年に設置され、キャンプ面積 113 ha で、起伏のある数ヶ所の丘陵と谷間に設けられ、家は傾面に張りついた格好の住いである。

キャンプは県道 2108 から 300 m 程入ったところで、Pak Chom から 11 km の地点である。

現在の収容人員は約 31,000 人で将来も残す構想で 50,000 人を予定している。

キャンプは便所がなく、汚濁水が流下し、下流住民から、排水処理施設を作る様強い要望が出ている。

将来 50,000 人も収容することになれば、大問題となり、キャンプの存在は不可能となるであろう。

このキャンプから11km離れたところに農業訓練センターがあり、面積は約 100 ha で難民及び附近農民に農業指導（訓練）を行っている。

## 2) 給水状況

キャンプには現在11ヶ所の深井戸があり、それらは、キャンプ発足時 4ヶ所（深さ 42m）、3年前に7ヶ所（深さ 20m）設置されたものである。

深井戸設置してより 3～6 年経過しているのでポンプの故障が多く満足に稼動していない。

1ヶ所は完全不能、1ヶ所は故障中、残り 9ヶ所も時々故障し、揚水量は各々 38～57 l/分で運転時間 16 時間行っている。

1日総揚水量は 350～450 m<sup>3</sup>と推定され、1人1日当り 11～15 l で乾期はより少なく、水浴びの水もないと言っている。

浅井戸（深さ 4～5 m）は約 400ヶ所もあるが雨期のみ雑用水として利用している。

その他貯水池 2ヶ所があるが、1ヶ所は谷川を堰止めたもので滞砂が多く、堰止め施設が壊れて、貯水不能である。後 1ヶ所は上流に家もなく、汚濁されておらず、施設も完全で貯水されており、（貯水量約 10,000 m<sup>3</sup>）乾期にも使用している。この貯水池の水は、人が直接汲み取りに来ている。

最近、難民代表と管理者との会議で深井戸増設の要望が出され、要望総数は 9ヶ所との事である。

## 3) 給水対策

### a) 深井戸

現在の深井戸揚水状況から地下水源は存在する様で、まだ若干の深井戸掘削は可能と思われる。井戸の分布状況から後 3～4 本掘削すれば、キャンプ内の深井戸による給水の均等化が出来、難民の要望にも応えられるであろう。



b) 取水堰

① Huai Bao 取水堰

現地きき取りで、キャンプから約3km離れた Huai Bao は乾期も水が枯れる事なく、飲料にも適合する水であるとの事である。地形的にも簡単に堤止めが可能と思われ、ここに取水堰を設けて、キャンプまで、パイプラインで送水すると共に、下流住民の生活用水にも導水する。乾期でも最低取水量は  $0.05 \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{sec}$  取水可能といわれ、調査時は  $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  程度流下していた。

② Huai Chom 取水堰

キャンプ下流の部落、Ban Na Kha (200 戸)、Pak Chom (400 戸)、その他点在する民家 (70 戸) の河川水汚濁対策は (キャンプ内の浄化施設には莫大な工事費を要する)、キャンプから汚水が流入する以前の上流で取水堰を設け、取水して、パイプラインにより各部落に配水する。

取水堰の位置は測量により決定しなければならないが、末端部落 Pak Chom まで約11kmのパイプラインが必要である。

c) ポンプ揚水

当キャンプの附帯施設として、難民及び付近農民に対し、農業の指導及び訓練を行う、「Nang Daeng 農業訓練センター」がある。

現在建物、貯水池は出来ており、深井戸1本があるが必要水量約  $300 \text{ m}^3/\text{日}$  は不可能で、その対策として Huai Chom 川からポンプ揚水する計画がたてられ World Vision Foundation (WVF) の委託により、Khon Kaen University が「Nong Daeng Water Project (Phase I)」として1981年3月計画書 (Technical Report) をまとめている。

この建設工事に対し、MOI 及び WVF は早急な援助を要請している。

d) その他地元要望

郡長から要望事項として、各村に深井戸の設置、小溜池 (長  $100 \text{ m}$ 、幅  $80 \text{ m}$ 、深さ  $2 \text{ m}$ ) の築造等、Roei 県からは小ダムの建設5ヶ所が

提案された。

### (3) Pua ( Ban Nam Yao )

#### 1) キャンプ概要

キャンプは、Nan市から北東3.8kmの地点で県道1169号から少し入ったところであり Ban Nam Yao より600m位の所である。

周囲の耕地部より100～150m高い丘陵地に設けられ山腹の急傾面に家屋が建てられている。

収容人員は9,884人であり、この人達は第3国には出国しなく人員の移動は少ない。

昨年火災があり、現在キャンプ外に仮住いしているが、ようやく本格的住居も出来上り、移住することになっている。

#### 2) 給水状況

キャンプの北側を流れている Nam Yao川にポンプ場を設けて、河川の伏流水を揚水し簡単な浄水をして給水している。

現在2ヶ所あり古いポンプ(口径40mm)は病院用とし、昨年オーストリアが援助して造った新設ポンプ(口径80mm)を難民用に利用している。

しかし、各ポンプ共故障続きで十分な揚水が出来ず、一部給水車(トラックに貯水タンクを積んで)で1.5kmはなれた川から運搬している。河川水は年中流れており、豊富な水量がある。

この他1ヶ所風車による揚水井戸があるが、現在水量不足で使用不能である。又、浅井戸も1ヶ所あり、雨期には利用されている。

#### 3) 給水対策

##### a) ポンプ器機の設置

前述の通り、附近を流れる河川水が豊富であるので、水源には困らないが、ポンプ及びエンジンの組合せ或は容量、能力等が不整合で、無理な運転の為、故障が続出している様子であり、適正なポンプ及びエンジン(非常に高揚程200～250m)に取り換えれば用水確保は出

来る。

深井戸を1ヶ所掘削する希望も出たが、地質状況が不明であり、河川水があることから不要と思われる。

#### b) 貯水池

難民に対する非常用と附近住民の生活用水とかんがい用水確保のため、次の様な貯水池建設の要請を受けた。

- ① Huai Mat 貯水池
- ② Huai Khao Lam 貯水池
- ③ Nam Yang 貯水池

これ等の貯水池はすべて難民キャンプから4km以内である。

#### c) 深井戸

附近住民用(494戸)として要望が出されている。これが設置されれば、附近住民用だけでなく、水不足の場合はキャンプにおいても利用できる。

### (4) Mae Jarim ( Sob Tuang )

#### 1) キャンプ概要

キャンプはNan市から東3.8kmの地点で、県道1168号から3km入った山中の頂上に展開している。県道からは未舗装道路で、急坂であり、早急な改良が必要である。

収容人員は8,114人で、Puaキャンプと同様、余り移動はない。

難民は峰々の頂上に粗末な小屋を建てて住んでおり、キャンプとは思えない様相である。

#### 2) 給水状況

昨年までは、キャンプから500～600m離れ、250m程度低いところを流れているNam Tuang川から水を人肩で運んでいたが、今年1月UNHCR及びその他各国の資金援助により、YMCAの技術指導で、Nam Tuang川に取水ポンプ場が造られ、パイプライン1,800mでキャンプまで導水していた。当初2台のポンプを夫々4時間ずつ運転

していたが、最近ではエンジンが過熱し、各々1時間しか運転できず、用水不足を来たし、ポンプの改修にせまられていた。

ところが7月6日の大洪水により、ポンプ場は水没し、使用不可能となり、この改修の技術的助言と資金援助を要請している。

現在は雨期の為、天水を利用し不足分は河川において人力で運搬しているが、乾期になれば大きな問題となるであろう。

### 3) 給水対策

#### a) ポンプ場改良(ポンプ及び施設)

流域森林開発により取水河川 Nam Tuang の洪水水位が年々高くなっており、既往最高水位はポンプ場を設けたが、水没した。

従って今後のポンプ施設は、相当水位の上昇を見込んだ計画が必要であり、又、ポンプ機種決定に際しては、現在実揚程 (Actual Pump Head) を 280 m 程度としているのを再検討する必要もある。

復旧する施設は次のとおり。

- ポンプ及びエンジン(附属器機共) 各2台
- 河川取水施設
- 吸水槽及びポンプ建家

このポンプ改良で難民への給水は達成出来る。

#### b) 貯水池

難民の給水対策は前記ポンプ改良で理論的には充分であるが、ポンプの故障、或はパイプラインの損傷等不測の事故が起りやすい。

この為キャンプ周辺に貯水池を建設し、附近住民の生活用水とかがい用水、或は養魚、家畜用水等に利用する目的も兼ねて、次の貯水池建設の要望を受けた。これ等はすべてキャンプ地から4km以内である。

① Huai Na Kha 貯水池

② Huai Khal 貯水池

#### c) 深井戸

キャンプ下流の住民用として、1本の深井戸を設置する要望が出され、この井戸は688戸に利用される。

### 8-3 開発プロジェクトの勧告

副知事、郡長、キャンプ管理者等、タイ政府関係者から、難民救済と同時に、難民を受け入れている地元住民の窮状、地元住民とキャンプ内生活状況のアンバランス等、附近住民への配慮も含め、前述したプロジェクトが実現される様、強い援助要請があった。

結論として、カンボジア難民より恵まれていないラオス難民、及びその周辺住民に対し、可及的速やかに援助すべきであろうと判断した。

援助対象として、どのキャンプを選定すべきかは、タイ政府の難民キャンプ統合の意向から、恒久的キャンプとして残置される次のキャンプが優先される。

1) Nakhom Phanon Detention Center ( Ban Na Po )

2) Pak Chom ( Ban Vinai )

然しながら恒久的ではないと云われるもの、閉鎖の時期が確定していなく現実に生活用水が不足している次のキャンプにも援助が必要であろう。

3) Pua ( Ban Nam Yao )

4) Mae Jarim ( Sob Tuang )

各々のキャンプにおいて、数件のプロジェクトの援助要請が出されているが、それ等の優先順位は次の事項に留意して勧告した。

1) 緊急性

2) 難民キャンプの用水不足度

3) 附近住民の被害度と必要性

4) 附近住民用は経済効果

即ち、第1にキャンプ内で生活用水が極度に(1人1日当り15ℓ以下)不足し、緊急を要するもの。

第2に各キャンプ共附近住民が難民キャンプの為、水質汚濁、或は環境の悪化、水源委譲等で被害を被り、対応策の必要があるもの。

第3は、難民と附近住民とのアンバランス解消と協調性及び難民キャンプでの不測の用水不足に対処する。

以上の様な観点から順位を決定し、調査結果を表8-2-1に示した。

各キャンプ共援助対象プロジェクトとして、少なくとも3件位は採択される  
事が必要であると思われる。

特殊なケースとして Pak Chom ( Ban Vinai ) キャンプで難民と附近農民  
を対象とした農業訓練センター内に用水供給(生活用水及びかんがい、家畜  
用)のポンプ及び配管計画が出来ており、その資金援助を要請されており検  
討の必要があると思われる。

