

トルコ共和国

ゼーハン川流域総合開発計画

ベルケ水力電源開発

踏査報告書

昭和44年10月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1051027[9]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 13	314
	64.3
登録No. 00212	KE

## は し が き

トルコ共和国政府の要請に基づき、日本国政府はゼーハン川ベルケ計画の踏査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

海外技術協力事業団は、電源開発株式会社 入江章演氏 を団長とする6人の専門家からなる調査団を編成し、1969年3月1日よりおよそ1ヶ月にわたり現地に派遣した。調査団は、上記計画の現地踏査を行なうとともに、本計画についてトルコ共和国エネルギー天然資源省国家水利庁（略称D.S.I）の技術者と協議した。

調査団は、帰国後、ベルケダムの技術的可能性についての予備的考察及び今後実施すべき調査項目並に工程の検討を行ない、ここにその結果をベルケ計画踏査報告書としてとりまとめ提出のはこびとなった。

本報告書が、トルコ共和国の電源開発計画事業の推進に役立つとともに、トルコ共和国と日本国の友好親善並びに経済交流に寄与する事を願うものである。

終りに私は、調査団が現地滞在中に、トルコ共和国政府関係機関各位から調査団に対して与えられた温いもてなしと御協力に対し心から感謝の意を表するものである。

1969年9月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

## 伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一 殿

ここに提出いたしましたのは、トルコ共和国ゼーハン川ベルケ計画について行なった踏査の結果をとりまとめた報告書であります。

調査団は現地においてDSIより提出された地形・地質及び水文資料に基き、主としてベルケダムサイトの踏査を行ない、同時に計画に必要なその他の資料収集を行ないました。

帰国後、収集資料並びに現地踏査の結果に基づきベルケダムの技術的可能性についての予備的な考察及び今後実施すべき調査項目並びにその工程について検討を行ない本踏査報告書を作成しました。

ベルケプロジェクトは、ゼーハン川下流部に基礎岩盤上310mのアーチダムを建設し、総貯水容量 $5,000 \times 10^6 m^3$ の貯水池を作り、最大発電力800MW、年間発生電力量 $2,400 \times 10^6$  KWhを得ようとするものであり、これにより低廉豊富な電力を供給して、急増するトルコ南部及び全土の電力需要に充当させようとするものであります。

プロジェクトの便益とし、上記電力の外洪水調節、かんがい用水の確保が考えられますが、そのためには早急に高さ310mに及ぶアーチダムの建設に対し、その技術的可能性の確認を行う為地質調査を主体とする調査を続行する必要があるものと思われます。調査期間はプロジェクトのフィジビリティスタディを含め約20ヶ月必要であります。

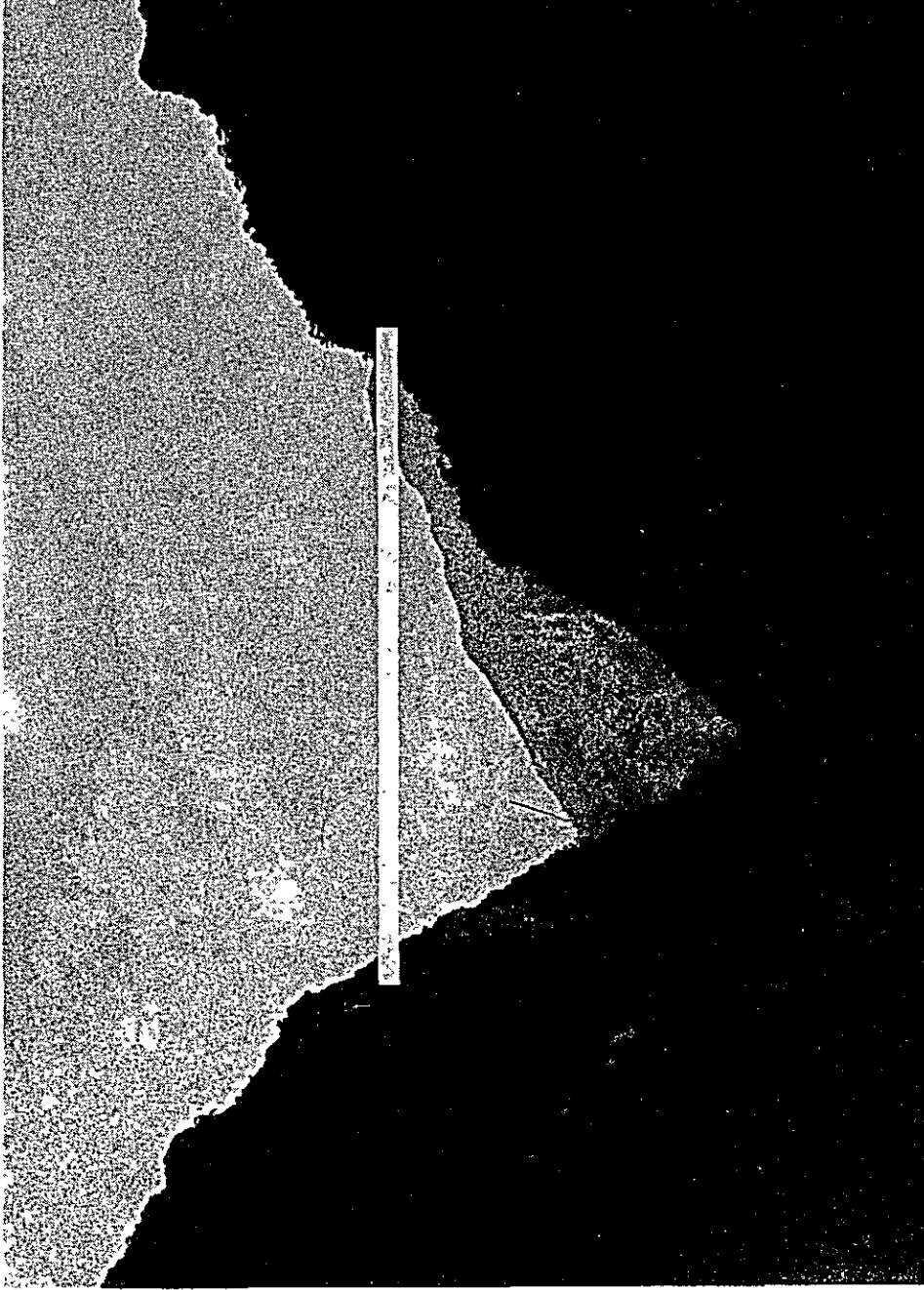
最後に調査団は、トルコ共和国滞在中御協力下さったDSI 長官 Mr. HAZIM TütüncüoğluをはじめDSIの技術者の方々、ETI Bank 及び在アンカラ日本大使館の方々に深く感謝していることを申し添えます。

1969年9月

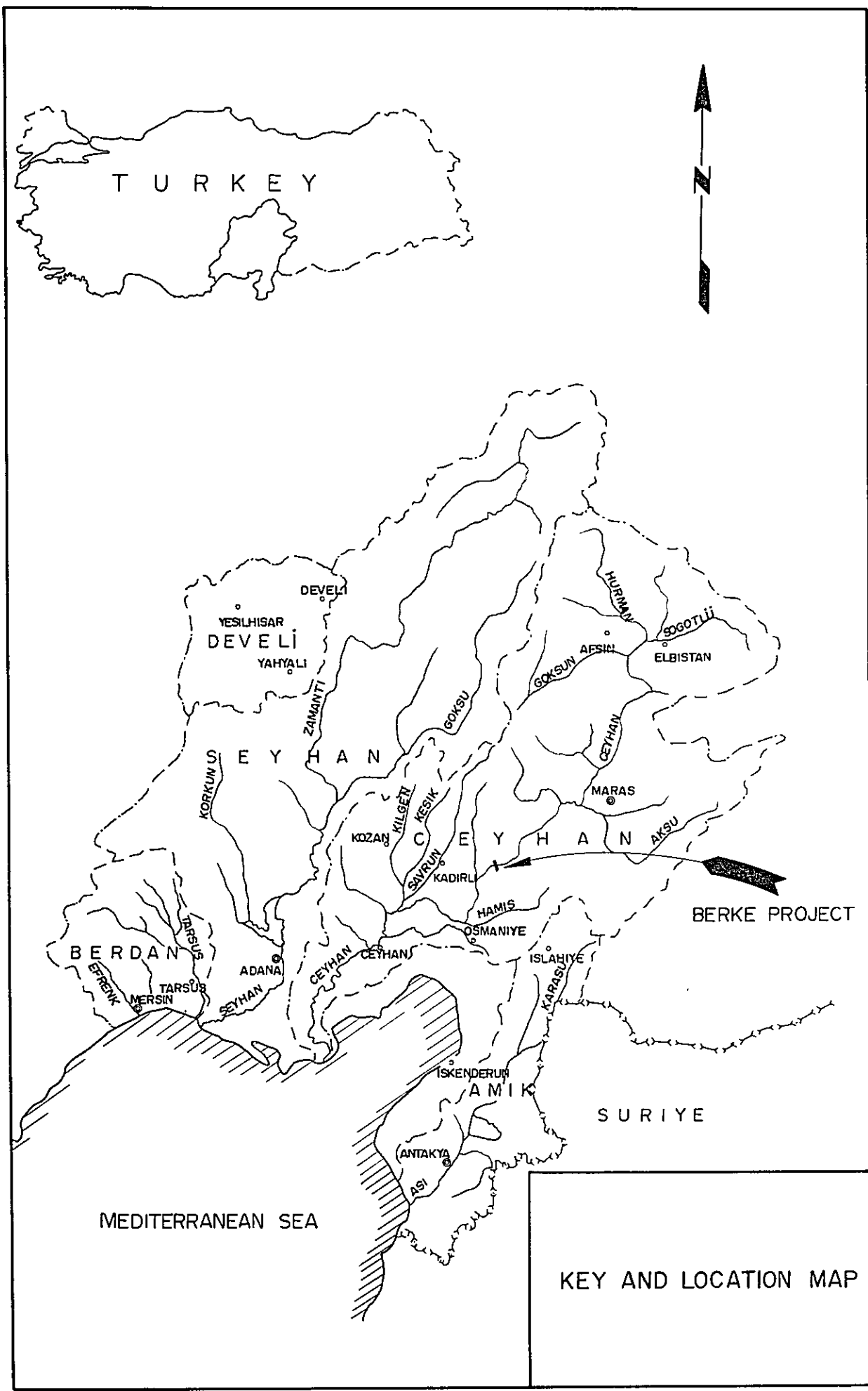
トルコ共和国

キユルチュン・ベルケ水力電源開発計画調査団

団長 入 江 章 演



(Berke Damsite Looking Upstream)



# 目 次

序	
伝 達 状	
Dam 地点の写真	
Key and Location Map	
第 1 章 緒 論	1
1. 1 委 託	1
1. 2 報告書の目的	1
1. 3 調査と研究	2
1. 4 基礎資料	2
第 2 章 報告書の要旨	3
第 3 章 計画概要	4
3. 1 計画地域の概要	4
3. 2 既往の調査	4
3. 3 ダムサイト附近の地形・地質概要	5
3. 4 DSIによるHigh Berke計画	6
第 4 章 High Berke Damの技術的可能性に対する予備的考察	8
4. 1 予備的考察の目的	8
4. 2 予備的考察	8
第 5 章 今後の調査・研究の項目及び工程	10
5. 1 地 形 (Survey and Mapping)	10
5. 2 水 文	10
5. 3 地 質	10
5. 4 工 事 材 料	14
5. 5 電力市場調査, 農業調査及びその他の調査	15
5. 6 水文資料の解析	15
5. 7 貯水池運用計画	16
5. 8 ダムの予備設計	16
5. 9 調 査 工 程	17



### List of Tables & Figures

- Table 1 Characteristics of Proposed Dam in the Ceyhan Basin
- Table 2 List of Gauging Stations in the Ceyhan Basin
- 
- Fig. 1 Ceyhan River Profiles, and Berke Reservoir Capacity and Area Curve
- Fig. 2 Location Map of Gauging Stations
- Fig. 3 Scope of Seismic Prospecting
- Fig. 4 Berke Dam Geologic Plan and A-A Profile
- Fig. 5 Investigation Schedule For Berke Project

## 第 1 章 緒 論

### 1.1 委 任

1969年2月10日 トルコ共和国政府を代表して“General Directorate of State Hydraulic Works”（以下DSIという）総裁HAZIM TUTUNCÜOĞLU氏はトルコ駐在日本大使館を訪れ、日本政府に対しCEYHAN河 BERKE 計画の踏査並びに今後の調査計画・スケジュールの作業を要請した。

この要請に応じ日本国政府は海外技術協力事業団（以下OTCAという）に調査の委託を行なった。本計画はCEYHAN河の発電、洪水調節及びかんがい用水の確保をその主目的としており、OTCAは電源開発会社（以下EPDCという）に作業実施の委託を行なった。

実際の作業は前記の委託に基いてEPDCによって実施された。

### 1.2 報告書の目的

1966年 International Engineering Company, Inc（以下IECOという）によって作製されたBERKE Project の Feasibility Report によるBERKE Project の開発規模は高さ208mのダムを築造し600MCMの貯水量をもつ貯水池及び設備出力236.6MWの計画である。

又代替案として2段階による水路式発電所の開発を勧告している。

同時に同報告書はダムサイトについての地質調査を今後一層進める事も強く勧告している。この勧告に基いてEIE及びDSIによって実施された調査の結果高さ208mを超えるHigh Dam建設が有望となった。

若しBERKE ダムサイト 280～300mのHigh Damの建設が可能であればそれによって得られる貯水量は飛躍的に増大し、総貯水量は5000MCMに及ぶものと推定され、この為に発電所使用水量はIECO案に比し36%増加することが期待されている。又トルコ南部における電力の伸びの著しい事から近い将来Mersin, Adana, Tarsus, Ceyhan, Iskenderm, Antakya, Maras, Gaziantep等の工業中心地の増加する電力需要を満たす必要が生じるのでBERKE Project に対するFeasibility 調査を早急に実施する必要がある。

本報告書は上記の経過に鑑みDSIの要請に基いて実施したBERKEダムサイトの踏査並びに現地において得られた資料に基づいて実施したHigh BERKE Damに対する予備的な技術検討並びにProject に対するFeasibility Study の為今後必要とする調査の項目及びスケジュールを記載したものである。

### 1.3 調査と研究

#### 1.3.1 現地調査

調査団は3月2日より3月29日まで約1ヶ月間トルコに滞在し、その間ANKARA及びADANAでDSI計画局及び第6地方建設局の協力のもとに水文、地形、地質等の資料収集を行なった。又DSI計画局・第6地方建設局及びEIEのMemberの案内で3月7日より3月10日までBERKEダムサイトの踏査を行なった。

上記調査実施のため通産省及びEPDCより派遣された6人の調査団員の氏名、専門職及び所属は下記の通りである。

団長	入江章演	土木技術	EPDC
団員	内藤義人	経済専門家	通産省
"	早矢仕利雄	土木技術	EPDC
"	柏木日出治	地質技師	"
"	尾崎一夫	電気技師	"
"	村山仁	土木技師	"

#### 1.3.2 日本における研究

調査団の日本帰国後EPDCにおいて300mにおよぶHigh Damの建設に対する主として地形・地質的な検討、次いで調査計画の策定、[4]スケジュールの検討が主任技師の指揮の下に行なわれた。

### 1.4 基礎資料

DSIによって提供された基礎資料は下記の通りである。

#### (1) 地形図

BERKE ダムサイト 1/1000 地形図

#### (2) 水文関係資料

測水所の位置図

各測水所月平均流量

" 月最大、最小流量

Climate & Hydrology By IECCO

#### (3) 地質関係資料

ダムサイト ボーリングコア柱状図

ダムサイト地質報告書

貯水池地域地質一般図

ボーリング内のフローレンソセンサー試験の結果

## 第 2 章 報告書の要旨

- (1) 近年トルコにおける電力需要の伸びは著しく、最近数年の平均伸び率は12%に及んでいる。この需要に対応し、低廉且つ豊富な電力を得るため、DSIはCEYHAN河のBERKE地点に大規模貯水池式発電所を計画し、それについて主としてダムサイト附近の地質調査を実施している。
- (2) BERKE計画はトルコ南部の大河川であるCEYHAN河の下流地域に位置し、CEYHAN河総合開発の一環として計画されている。  
計画地点の年間流入量は46億 $m^3$ と推定され、ダム建設予定地の地形も大規模貯水池が経済的に開発出来る可能性を示している。
- (3) 調査団の現地調査によって得られた資料、並びに国内において実施した予備的考察の結果、BERKE地点に高さ約310mダムを建設することは大いに有望であり、今後引続き大規模貯水池開発のための地質調査を主体とする現地調査を進める事が望ましい。
- (4) 現地調査と併行し、High BERKE ProjectがCEYHAN河流域並びに関連諸流域の開発計画に及ぼす効果を検討し、BERKE Projectの最適規模を決定する為、流域全体のマスタープランを再検討する必要がある。
- (5) 今後実施すべき調査・検討項目は地質調査を主体とする水文・材料 電力需要及び農業等の諸調査並びにダムの予備設計、水文解析及び貯水池運用計画等の検討項目があるがこれに要する月数は約12ヶ月である。
- (6) 必要な調査・検討の終了した段階で引続きBERKE計画のFeasibility Studiesを実施することとなるが、これに要する月数は現地調査を含めて約8ヶ月である。

## 第 3 章 計 画 概 要

### 3.1 計画地域の概要

CEYHAN河はトルコ南部，北緯 $36^{\circ}30'$ より $38^{\circ}45'$ の間及び東経 $35^{\circ}20'$ より $37^{\circ}30'$ の間に位置し，その源をToros山脈の東部に発し，ほぼ西南の方向に流下して東地中海に注ぐ全長 $540\text{ km}$ ，流域面積約 $20,700\text{ Km}^2$ の大河である。流域を3分してKandilより上流部約 $6,365\text{ Km}^2$ をUpper Ceyhan Basin，計画中のKiziltas Dam Siteより上流部約 $6,675\text{ Km}^2$ をMiddle Ceyhan Basin，Kiziltas Dam Siteより下流約 $7,660\text{ Km}^2$ をLower Ceyhan Basin とすれば，各流域別に夫々次の様な気象水文上の特徴をもっている。即ち，Upper Ceyhan Basinは標高 $3,000\text{ m}\sim 1,000\text{ m}$ に位置し，典型的な大陸性気候であって，夏は暑く冬は寒い。年平均気温は約 $10^{\circ}\text{C}$ である。流域の年雨量は $400\text{ mm}\sim 800\text{ mm}$ であるが山岳部には局地的に $1,000\text{ mm}\sim 1,400\text{ mm}$ の所もある。

年間流量は $1,440\times 10^6\text{ m}^3$ である。

Middle Ceyhan Basinは標高 $1,000\text{ m}\sim 350\text{ m}$ に位置し，Upper Basinの同様大陸性気候であり年平均気温は約 $15^{\circ}\text{C}$ である。

流域の年間雨量は $700\text{ mm}\sim 800\text{ mm}$ で年間流量は $4,200\times 10^6\text{ m}^3$ である。

Lower Ceyhan Basinは標高 $350\text{ m}$ より海面の間にあり，気候は地中海型で年平均気温は $17^{\circ}\text{C}$ である。流域内の年間雨量は $500\text{ mm}\sim 800\text{ mm}$ ，年間流量は $7,030\times 10^6\text{ m}^3$ である。

BERKE ProjectはLower Ceyhan Basinに属し，ダムサイトは河口より約 $250\text{ km}$ 上流に位置している。ダム地点流量は46億 $\text{m}^3$ と推定されている。BERKE Projectはトルコ南部の2大河川CEYHAN，SEYHAN並びにTARSUS，EFRENK及びASI河を対象とした洪水調節，農業かんがい，電力開発を目的に水資源開発計画の一環として計画され現在下流のASLANTAS計画は早期開発を目途にDefinite Studyを実施中である。

### 3.2 既往の調査

当該地域の水資源開発に対するDSI及びその他機関による調査は多年実施されており，その中BERKE Projectに関する主な調査報告書は下記の通りである。

The Ceyhan Basin Reconnaissance Report	- 1959
Land classification Report on plain belong to Lower Ceyhan area	- 1962
Agricultural Economy Report on Several project belong to Lower Ceyhan Basin	- 1962 ~ 63

Eastern Mediterranean Basin, Planning Report on Energy Planning Report, Ceyhan Basin (Power)	- 1963
Geologic Report for Berke Damsite	- 1963
Ceyhan Basin Flood Data, published Record	- 1946~ 1960
unpublished Records	- 1961~ 1965
Report on Technical and Economic Feasibility of Berke project by IECO	- 1966
Report on Technical and Economic Feasibility of Kitzilitus project by IECO	- 1966
Climat and Hydrology Report by IECO	- 1966
Master plan of Ceyhan Basin by IECO	- 1966

### 3.3 ダムサイト附近の地形・地質概要

#### (1) 地 形

ダムサイト予定地は峡谷の入口に位置しており、これより上流では等高線が大きくひらけているが、下流側ではダムサイトを含めてきわめて急峻な懸崖をなす峡谷となっている。すなわち、河床の巾は約25mであり、右岸は河床から標高550mまでは60°前後、左岸も河床より標高450mまでは65°前後となっている。しかし等高線の流れは全体的に下流にゆくにつれてひらき気味となっており、特に左岸の標高およそ330mあたりから上部ではその程度はいちじるしく、上部標高の地山はちょうど尾根が川側に突出する様な形になっている。左岸標高400mより上部では尾根はやせており、特に標高450mより上では陵線状となって南西に連っている。

ダム予定地点における満水位標高面440mに対応する谷巾は約320mであり、谷巾/高さで示される谷の形状係数は1.1程度であって、地形的には本地点はアーチ・ダムサイトとして屈指の好条件に恵まれている。

ダムサイト附近の斜面は上記の通り急峻であるため崖錐や表土はほとんどなく、したがって植生も少ない。

#### (2) 岩石の種類、岩質および分布状態

ダムサイト周辺の岩石は白雲岩、結晶質石灰岩及び蛇紋岩である。蛇紋岩は直接ダムサイトにはなく、約500m下流に分布している。ダムサイトは下部が白雲岩上部が結晶質石灰岩で占められている。両者の境界は密着しており、しかも互によく似ているため境界が不明瞭であるが、その境界線はダムサイトの下流およそ200m付近の河床からはじまりダムサイトでは左岸で標高約260m、右岸では標高約220mの位置にあり上流ではさらに高くなって左右両岸とも標高およそ450mにまで至っている。

石灰岩は結晶質で1～2mm程度の方解石の集合体となっており、新鮮な部分は灰黒色を呈し非常に堅硬であるが、風化すると結晶形態は不明瞭となり白雲岩ときわめてよく類似する。したがって両者の判別は困難であるが稀釈酸に対し石灰岩が容易に発泡するのに対し、白雲岩は発泡しない事から判別出来る。白雲岩は一般に微細な白雲石の集合体であり、暗灰色を呈し、きわめて堅硬である。

これら石灰岩や白雲岩には5～20cm間隔に層理が発達し、その走向はほぼN20°～40°E傾斜は40°～50°NWとなっている。地表部の風化のはげしい部分ほど層理は明瞭でところによっては層理面がはなれている部分もある。

### (3) 地質構造

前述の様に地層の走向はN20°～40°Eで、傾斜はN40°～50°Eであり、ダムサイトでは左右両岸が等しい単斜構造となっている。

しかし右岸ではダム軸の上流100～150mで地層はゆるやかに褶曲しており、N20°～40°Eの走向が次第にEW方向に変わり、傾斜もN方向へと変っているのが左岸側から確認される。また左岸にはダム軸上流ほぼ100m付近から標高の高い部分に向かって傾斜の急な崖が連なっており、その崖の麓は崖錐によりおぼわれているので確認出来ないが、おそらく断層があるものと推定される。なほダムサイトの右岸標高約500mまでと左岸の標高400mまでの地表面には目立った断層は認められない。

## 3.4 DSIによるHigh BERKE計画

IECO報告書の勧告に従って実施したEIE及びDSIによる調査の結果、地形及び地質の見地からBERKEダムサイトに300mに及ぶHigh Damを建設する可能性が生じて来た。

DSIの計画によるHigh BERKE Projectは上流に計画されているMENZELETダムと下流に計画されているASLANTASダムとの間の320mの落差を利用して310mのアーチダムを建設し全貯水容量 $5,000 \times 10^6 m^3$ の貯水池を作り、最大発電力800MW、年間発生電力量 $2,400 \times 10^6 KWh$ を得ようとするものである。

この計画をIECO案に比べるとTable 1の通りとなる。

Table I. Characteristics of Proposed Dam in the Ceyhan Basin

<u>Characteristics</u>	Unit	Kiziltas	Kiziltas		
			Low Berke	and Low Berke	High Berke
<u>Average Annual Inflow</u>					
a) At present	$10^6 \text{ m}^3$	3,278	4,210	4,210	4,210
b) After upstream development	"	2,296	2,428	2,428	2,428
Total storage capacity	$10^6 \text{ m}^3$	1,900	600	2,500	5,000
Installed capacity	mw	84	237	321	800
<u>Annual Power Production</u>					
a) At present	$10^6 \text{ kWh}$	458	1,320	1,770	2,400
b) After upstream development	"	331	832	1,162	1,480
<u>Annual Flow in Turbines</u>					
a) At present	$10^6 \text{ m}^3$	2,873	3,004	3,004	3,690
b) After upstream development	"	1,748	1,975	1,975	2,270
<u>Estimate cost of dam and power plant (1968)</u>					
	$10^6 \text{ T. L.}$	630	770	1,400	1,400
<u>Production Cost Power</u>					
a) At present	kW/kWh			5.53	4.08
b) After upstream development	"			8.82	6.62



## 第4章 HIGH BERKE DAMの技術的可能性に対する 予備的考察

### 4.1 予備的考察の目的

現在DSIで考えている基礎岩盤上の高さ310mに及ぶアーチダム建設はソビエトロシアでその建設が伝えられている。INGURI Damを除き、現在世界にその例をみず解決すべき技術的問題点は数多く考えられるが、特に本地点のダムサイトの基礎岩盤及び貯水池の一部は石灰岩で占められその透水に対する信頼性は大きな問題となる可能性がある。

しかし、現在までの調査結果は透水に対し致命的なちょう候を示す資料はない。

従ってこれに対しては今後の調査にまつとして今回は現在施工しているダムサイトにおける4本の調査横坑を主体としたダムサイト附近の踏査結果に基づき、問題点を主としてアーチダムを建設する場合のダムサイト左岸のやせ背根の処理方法にしばってHigh BERKE Dam建設の可能性について予備的な考察を行ない今後の調査方針の資料とした。

### 4.2 予備的考察

BERKEダムサイト及び周辺の地形及び地質的特性は第3章3節及び第5章3節に記述する通りであるが、踏査の結果得られた地形・地質状況を要約すると下記の通りとなる。

(1) ダムサイトにおける谷の形状は大規模なアーチダムの建設に適している。基礎岩盤も堅硬な白雲岩、石灰岩よりない、そのいずれも小さなケープは認められるが透水について特に配慮すべき規模の空洞は認められず、又ボーリングによる水位観測によっても河川の水が両岸に抜けている様を徴候はない。

(2) しかし左岸上部標高のやせ尾根は地山上・下流方向の厚さがうすく、しかも下流側斜面は等高線が層理の方向とほぼ平行、傾斜が層理のそれとほぼ平行に近く、流れ目の関係になっているので、満水位標高が400m以上のダムを計画する場合には、このやせ背根の安定性に設計上特別の配慮を加えることが必要である。

予備的検討はダムサイトにおける上記の地形、地質的特性を考慮に入れ、アーチダム本体に関するものと、左岸上部人工アバットメントの設計に関するものとに分けて実施した。その結果得られた結論は下記の通りである。

#### (1) アーチダム本体について

(a) アバットメント下流側ショルダー部の地山のマスを出来るだけ大きく確保するため（特に左岸上部で）、ダムのLocationは現在DSIが想定している位置より若干上流に移行させた方がよい。

(b) 左岸上部のやせ尾根を別として谷の形状はアーチダムサイトとして屈指の好条件にめぐまれ、またアーチスラストと地質構造との関係も比較的めぐまれた条件といえるので計画満水位を460mとしてもダム本体に関する限り、現在までの調査結果の範囲では設計を

いちじるしく困難にする要素はないと考えられる。

(c) 基礎岩盤上 310 m 高のアーチダム本体の体積は約 3,300,000 m<sup>3</sup> と推定される。

(2) 左岸上部人工アバットメントについて

(a) ダムの満水位標高を 400 m 以上とすれば、左岸上部やせ尾根部にアーチスラストを地山に伝達するためのスラストブロックが必要となる。この場合スラストブロックの上流面に直接貯水池水圧を作用させれば尾根内部の地下水位がいちじるしく上昇し、下流側斜面の安定がおびやかされることになり、ひいてはスラストブロック自体の安定も問題となる。

(b) これを解決する一つの方法としてやせ尾根の前面にウイングダムを設置し、貯水池水圧はウイングダムが分担し、又これからカーテングラウトによって止水を行ない、スラストブロックが設置される左岸やせ尾根の地下水位の上昇を防ぐ事が考えられる。

(c) 従って左岸やせ尾根内部の地下水位を貯水池湛水後、適当にコントロール出来る位置にウイングダムを設置出来るかどうかの本地点に 310 m のアーチダムを建設する為の前提となる。

## 第5章 今後の調査研究の項目および工程

### 5.1 地 形

全流域にわたり1:35,000の航空写真より作られた1:25,000の航測図が利用出来、Reservoir Areaについては近く1:5,000の航測図が完成される予定である。ダムサイト上下流一定の範囲については地表のVertical HorizontalのGround Controlを実施した後Tachymetryによる1:1,000のScale MapがEIEによって作製されている。

今後、実施すべき調査項目は下記の通りである。

- (1) ダムサイト上・下流のRiver Channelの河川縦横断測量
- (2) 調査計画の進展に伴い工事用仮設備、工事用道路、骨材採取地及び送電線設計の為1:5,000航空図の追加図化

### 5.2 水 文

流域内にはDSI及びEIEによって管理されている測水計が32ヶ所ありその中現在測定を継続中のものは22ヶ所である。(Fig.2及Table 2参照)

各測水所の中測水期間の最も長いものはKilavuzlu (Station No. 2001流域面積8,686 Km<sup>2</sup> April 1940より29年間)測水所であり、BERKEダムサイトに最も近い測水所はCercioglu (Station No. 2013流域面積13,840 Km<sup>2</sup>)測水所であるが測水期間は8年であり現在測水を中止している。

流域内における気象観測所は6ヶ所である。

今後実施すべき調査項目は下記の通りである。

- (1) ダムサイト附近内のGaging Stationの設置及び観測
- (2) ダムサイト附近のMeteorological Station (Evaporationを含む)の設置及び観測
- (3) ダムサイト附近のSampling of Sedimentation

### 5.3 地 質

#### 5.3.1 現在までの調査

現在までに実施された地質調査は下記の通りである。

##### (1) 地表調査

ダムサイト周辺で1:1,000地形図による地質平面図及び断面図が作製されている。

また貯水池については1:25,000地形図により地質平面図及び断面図が作製されている。

##### (2) 横坑調査

ダムサイトにはFig.-5に図示した様に左岸2本(G-1 60m, G-2 61m)

- 右岸2本(G-3 43m, G-4 62m)合計4本226mの横坑がある。  
踏査による各横坑の所見は下記の通りである。
- G-1 おもに結晶質石灰岩であるが、白雲岩の薄い層が複雑に挟まれている。岩盤は全般に極めて堅硬良好であるが、50m附近に巾7~8cmでN40°W, S80°Wの走向、傾斜をもち、所々が空洞となっている亀裂と50m附近にそれとほぼ平行に巾10~15mの沈澱粘土をもつ亀裂がある。
- G-2 おもに白雲岩であるが、結晶質石灰岩の薄い層が複雑にはさまれている。岩盤は全般に極めて堅硬良好であるが、10m附近、30m附近及び44m附近に薄い二次的の方解石の細脈がある。
- G-3 坑口附近は白雲岩が主で坑奥は石灰岩が主でありそれらは相互に互層となって複雑に入りくんでいる。  
10m附近に3~5cm巾の空隙があり40~50cmが破碎されているほかは岩盤は極めて良好で層理も不明瞭である。
- G-4 おもに結晶質石灰岩であるが白雲岩の薄い層を多く狭んでいる。  
11m附近にN60°Eで60°Sの巾5~10cmの軟弱層をもつ亀裂と18m附近に巾約40cmの破碎帯をもちN60°Eで垂直の断層がある他は極めて堅硬良好で層理も不明瞭である。
- ダムサイトには左岸7本延長600m、右岸に4本延長366m合計966mのボーリングがある。踏査による各ボーリングの所見は下記の通りである。
- SK-8 44m, 47m, 59m附近にそれぞれ75cm, 25cm, 85cmの空洞がある  
他は堅硬良好な結晶質石灰岩及び白雲岩である。  
空洞は層理に沿ったものと思われるので真の厚さはこれより薄いものと推定される。 全長 80m
- SK-9 43m, 62m, 66m附近にそれぞれ10cm, 20cm, 25cmの粘土を含む  
破碎部がありこれは小規模の断層と思われるがその他は堅硬良好な白雲岩が主である。 全長 70m
- SK-10 6m, 10m附近にそれぞれ20cm, 90cmの粘土をもつた破碎帯があり、  
これが小規模な断層と思われる他は堅硬良好な白雲岩である。 全長50m
- SK-11 127mまでは所々褐色風化粘土をはさんでおり5075~5225m間はやゝ  
軟弱であるほかは堅硬良好な白雲岩である。 全長 60m
- SK-12 25m附近に60cmの粘土質軟弱破碎部があるほかは堅硬良好な白雲岩である。  
全長 70m
- SK-13 11m附近に約1mの粘土質軟弱破碎部があるほかは殆んど堅硬良好な白雲  
岩であるが一部結晶質石灰岩を狭んでいる。 全長 70m
- SK-14 30m附近に約50cmの軟弱破碎部があるほかは堅硬良好な結晶質石灰岩が

殆んどであるが、48.7 m以深は白雲岩と結晶質石灰岩の互層となっている。

全長 70 m

G-1 坑内 52 m附近に約10 cm位の空洞のあるほか殆んど白雲岩であるが所々粘板岩質の部分もある。 全長 190 m 地下水位 109.52 m

G-2 坑内 堅硬良好な白雲岩であるが、結晶質石灰岩の薄い層を所々に狭んでいる。

全長 地下水位 5860 m

G-3 坑内 63 m附近と65 m附近にそれぞれ45 cm, 114 cmの軟弱層のある他は堅硬良好な白雲岩で、結晶質石灰岩を所々に狭んでいる。

全長 116 m 地下水位 47.5 m

G-4 坑内 堅硬良好な結晶質石灰岩と白雲岩である。 全長 100 m

### 5.3.2 ダム基礎及び貯水池について今後必要な調査

#### (1) 物理探査 (Geophysical Prospecting)

ダムサイトには20～30 cm巾の細長い小規模の空洞は所々にあるが、大規模のものは発見されていない。小規模の空洞は石灰岩の中にもあるが、白雲岩の中にもレンズ状石灰岩の溶解した小空洞がある。一般に石灰岩中の大空洞は本地点の様に壮年期の地形の呈する地域には少いのが常でありダムサイトには、大規模の空洞はまずないものと推定されるが、本計画の規模を考えるとダムサイトについてGeophysical Prospectingで探査を行なう事が好ましい。

物理探査としては電気式 (Electric) と弾性波式 (Seismic) が考えられるが、電気式は空洞内に水が充満していないと有効でないので、本地点の場合は弾性波式が好ましい。現在の技術水準より探査によって発見出来る空洞は1,000 m<sup>3</sup>以上のものと考えられるが、これ以下のものは、土木的に基礎処理可能と考えられる。

必要な探査範囲の概略はFig. 2に示す通りである。

#### (2) 追加ボーリング

今回の踏査の結果、河川水位より地山内部の地下水位が下がっている事はない事が判明したが、地下水位の勾配は比較的ゆるやかである。即ち、地表の形と地下水面とが余りにもはなれすぎている。

これは地山の地下水保持能力が低いためであり、その原因として空洞の存在する事も予想される。

この為、追加横坑、既設横坑を利用した追加ボーリングを掘削してそのボーリング孔より引続き地下水位の測定を行なうと共にボーリング孔よりフルオレッセンソ-ダ水溶液を注入し、それが河に出てくるかどうかを調べて地下水の移動経過をつかむ必要がある。

これは濁水によってフルオレッセンソ-ダの色が識別出来なくなるのを防ぐ為、濁水期の水のにごっていない時期に行なう方がよい。

### (3) 追加横坑

ダム軸に沿って新たに左右岸にそれぞれ2本宛合計4本の調査横坑が必要である。これらのうち左岸の1本は50m堀削後直角に上流え曲げた方がよい。左岸部やせ尾根の処理はダム設計に当って最も重要な問題点であり、この為ウイングダムの設置が考えられるのでその基礎部について3本の横坑を堀削し調査を進める必要がある。又左岸のやせ尾根の下流傾斜面の層理は貯水池水圧に対し流し目となっているので、洪水吐斜面の安定の調査のため3本の横坑を堀削する事が望ましい。

これら横坑の位置、標高はFig. 4 に示してある。

又ダム地点の下流400~500mの位置に蛇紋岩があり、それはDSIの1/25,000の地質によれば、さらに上流に連なり貯水池え連続している。一般に蛇紋岩は貫入した超塩基性の火成岩が変質して出来たものと考えられているが、白雲岩に珪化作用が加わると白雲岩はOlivineの成分に変わり、それに更にH<sub>2</sub>Oが加わると蛇紋岩に変わる場合もある。ダムサイト下流の蛇紋岩がこの様な経過をたどったものであれば、ダムサイト地点に蛇紋岩がある可能性もある。この蛇紋岩を探索するため又その他の地質調査に利用するため左右両岸に思い切って長い横坑を堀削し、その中からボーリングする方法も考えられる。この横坑は左右両岸のグラウチングの為にグラウト通路に使用出来る位置とするのが望ましいので今回の追加横坑には図示しないがダムの設計が固まった段階で実施する事が望ましい。

### (4) 岩盤の剪断試験

本計画は世界にその例をみない大規模のアーチダムの建設がその根幹となっており、特に左岸部スラストブロックの基礎岩盤は流し目となっているので施工された横坑を利用して剪断試験を行なう事が望ましい。試験は横坑内で切り出された4コの供験体について行なう必要がある。剪断荷重用としては300tonオイルジャッキ3台と垂直荷重用として100tonオイルジャッキ1台及びこれらジャッキに送油するオイルポンプが必要である。

### (5) 貯水池の漏水調査

1/25,000地質によればダムの予定地を、はさんで上・下流に連なる石灰岩の分布が右岸側にみられる。貯水池の水が石灰岩空洞を伝って漏水する危ぐが考えられるので下記の様を調査を進める必要がある。

- (a) 貯水池内から流域外の貯水池満水位と同じ標高以下に連続する石灰岩の分布を正確に把握する事。
- (b) 次いで石灰岩体の貯水池内に露頭している部分及び流域外に露頭している部分の貯水池満水位以下の標高について地表調査によって空洞の有無を調査する事。
- (c) 若し空洞を発見し、その空洞から湧水がない場合は大型ポンプで3kg位いの、フルオレンセンソ-ダを500ℓ位いの水に溶かしたものを注入し、引続き真水を48時間位

い連続注入する。この間及びこのあとの1週間CEYHAN川沿いで500m間隔で、フルオレッセンソ-ダ液の観測をし空洞連続の有無をチェックする。

この様な空洞が2コ以上に及ぶときは、トレーサーとしてローダミンを使用する事が好ましい。

(d) 若し湧水している空洞を発見したら、その水圧の測定、水質分析を行なう。水圧が貯水池満水位以上あれば問題はない。

水質分析によりCEYHAN河の水との関連が推定される。

特に貯水池より流域外に連続している石灰岩部にある湧水については調査を入念にする必要がある。

#### (6) 貯水池内の地這り調査

ダムサイト右岸下流400~500m地点に蛇紋岩の地這りが見られるので貯水池予定地の特に蛇紋岩とQuartz Schistの分布地帯について大規模な地這りのおそれがあるかどうかの調査を進める必要がある。

#### (7) 地震計の設置

ダムの規模を考慮してダムサイトに地震計を設置する事が好ましい。

### 5.4 工事材料

#### (1) コンクリート骨材

現在までの所、ダムサイト下流5km附近より採取したフィルタイプダムのコア材料及びダムサイトより採取したロック材料の試験室試験が行なわれているが、コンクリート骨材に対する調査は実施されていない。

コンクリート骨材としては仮排水路、余水吐、ダム及び発電所基礎掘削ずりの転用、ダムサイト下流6.5kmにある推積砂利及びダムサイト南方30kmのHORUクリークにある推積砂利が対象として考えられる。今後これらの候補地について採取可能量の測定、骨材試験及びコンクリート試験を行なう必要がある。

#### (2) セメント・鉄筋その他

計画地点に最も近いセメント工場はADANA, GAZIAMTEP及びNIGDEにある。ADANA CEMENT PUBLICの年生産量は300,000t/年でBERKEダムサイトまでの距離は110kmでありダムサイトより30kmにあるYARBASIまで鉄道輸送が可能である。

丸鋼はKRABUKにあるSteel Millで通常 $\phi=36\text{mm}$ まで作製されている。鉄鋼材料もKRABUKで作製される。

バルブ類は小口径のものは国産であるが、大口径のものは輸入されている。

木材、ダイナマイトも国産でまかなえるが、今後これら国産の工事材料の中BERKE計画に利用出来るものの範囲、仕様について調査を進める必要がある。

## 5.5 電力市場調査、農業調査及びその他の調査

現在トルコにおける電力の設備出力は1966年において2,030MWであり、近年における需要の増加率は年12%と推定されている。

本計画はこれらの需要の急激な伸びを考慮して計画されている。しかし本地点の設備出力は800MWと称せられしかもPeak Stationとして計画する場合供給地域としてトルコ南部の特定地域のみに限定する場合は開発年次が大巾に遅れる可能性がある。この為、早期開発を目指すためには供給対象地域を全国大で考える必要がある。

今後、ETI-Bankの協力を得て需要想定、予定供給力競合地点及び全国大の系統について検討を行なう必要がある。

一方本地点は主として電源開発計画地点として計画されているが、ダムの高さを310mとすれば $5,000 \times 10^6 m^3$ に及ぶ貯水量となり、又上流のKIZILTAS計画も包括する計画となるので流域のかんがい計画に及ぼす影響も大となる事が考えられる。

又、洪水調節の便益も飛躍的に大きくなる事が考えられる。

これらの便益を正確に算出出来る様各地域に農業計画その他水資源開発で必要とする水の量、過去における洪水の被害調査等を今後も進める必要がある。

又、ダムサイト工事用地、貯水池用地を含め計画の実現に必要な用地の買収費について調査を行なう必要がある。

## 5.6 水文資料の解析

BERKE地点の流入量、洪水量についてはIECOによって検討が行なわれている。それによると先ずCEYHAN河において最も測水期間の長い測水所であるKILAVUZLU測水所の流量資料と隣接するGOKSU河のHIMMETLI測水所の流量資料との相関関係より1935年10月より1963年までのKILAVUZLU測水所地点の流量資料を拡張した。

次いでBERKE ダムサイト下流のCERIOGLU測水所流量資料とKILAVUZLU測水所流量資料との相関関係によってCERIOGLU測水所地点の1935年より1963年までの流量資料を作製した。

BERKE ダムサイトの流入量は上記により算出したCERIOGLU測水所流量資料より流域換算により算出している。今後ダムサイト附近に設置する測水所及び1963年以降の上記測水所Dataによってダム地点のActual Dischargeを再検討する事が好ましい。

又、蒸発量、推砂量についても5章2節でのべた調査を行ない検討をする必要がある。

IECO報告書によればダムサイト(流域面積13,495 Sqkm)の可能最大洪水量は15,500 c.m.s.と算出されている。

トルコにおけるEnveloped Curve of Maximum Floodによれば当地点の洪水量は4000c.m.s.と推定され、又トルコにおける他の既設乃至計画地点のDesign Floodを参照すれば当地点の洪水量は5~6,000c.m.s.という値が得られる。Design Floodは



ダム設計にも重要な影響をもつので Probable Maximum Precipitation の検討にあたっては単に統計的に  $K=1.5$  を用いることにより推定するのではなく、物理的方法によっても検討し、Probable Maximum Flood を推定するのに最も適当な  $K$  を選択する必要がある。

又、下流部における洪水痕跡調査等によっても洪水解析を行なう必要がある。

#### 5.7 貯水池運用計画

電力市場調査、農業調査によって得られた資料に基づいて隣接河川を含めた CEYHAN 河の水の適正な配分を決定する。これによって又必要であれば洪水カント量も勘案して BERKE 貯水池の運用計画を策定する。

この場合 BERKE 計画は CEYHAN 河において最大規模の貯水池をもつ計画となるので流域全体のマスタープランの再検討を行なって流域全体で最大の便益が得られる様 BERKE 計画の最適規模を求めそれに基づいて貯水池の運用計画を検討する必要がある。

#### 5.8 ダムの予備設計

現在までに得られた資料に基づき BERKE ダムサイトにおいて技術的に可能なアーチダムの高さの限界を考察した結果、基礎岩盤上 310 m のアーチダム建設は大いに有望な事が判明したので引続き前記諸調査に併行若しくは、その結果をまっ High BERKE ダムの技術的可能性を確認するため下記の作業を行なう必要がある。

##### (1) 基礎資料の収集、検討

地質調査の進展に伴って地質に関するデータの収集を行ない岩盤の弾性係数、剪断強度、摩擦係数を推定する。又、コンクリートの強度、弾性係数、ポアソン比、設計洪水量、堆砂面等を検討し、ダムの予備設計に必要な設計基準を作製する。

##### (2) ダムの予備解析

数案の想定されるダムのレイアウト高さ及び形状について予備解析を行なう。予備解析の目的は数種の案についてその工事数量、技術的問題点を明確にする事である。この場合アーチ本体の応力計算は代表的なアーチ形状について、荷重試算法により解析を行ない他の案については、それをもとにして Analogical Study で充分である。

又、地山の安定度の検討は各案について充分検討する必要がある。

##### (3) ダムの予備設計

上記の予備検討及び別途に検討されたマスタープランより BERKE 計画の最適規模を決定しそれに基づいて発電所、余水吐を含めたダムの予備設計を行なう。

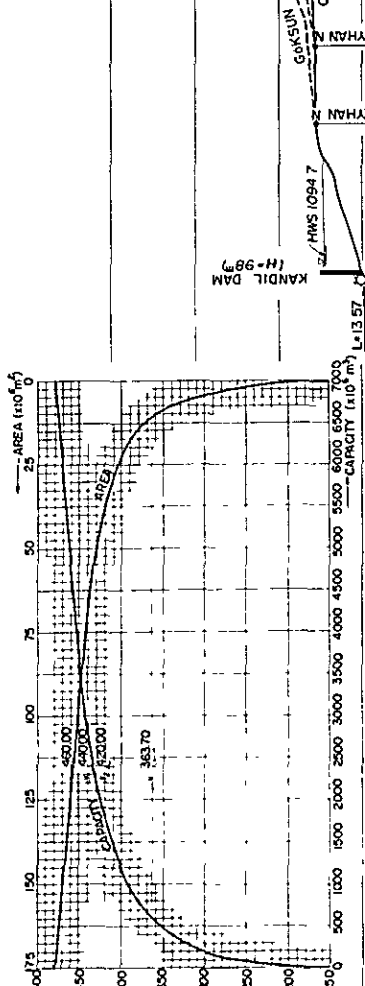
## 5.9 調査工程

BERKE 計画の Feasibility Studies に対する調査項目は 5.1～5.8 に記述した通りである。

各項目についての工程は Fig. 5 の通りとなり約 12 ヶ月を要する。上記の諸調査が完了し必要な資料の整った段階で調査団による現地調査を実施しダムサイトの調査、水文資料マスタープランの検討を行ない、工事用道路、工事用電力、送電線計画を含めた BERKE 計画の Feasibility Studies を行なう事が好ましい。Feasibility Studies は現地調査 2～3 ヶ月、それに基づく国内の調査研究に約 5 ヶ月を要する。



RESERVOIR CAPACITY AND AREA CURVE



BERKE DAM ALTERNATIVE

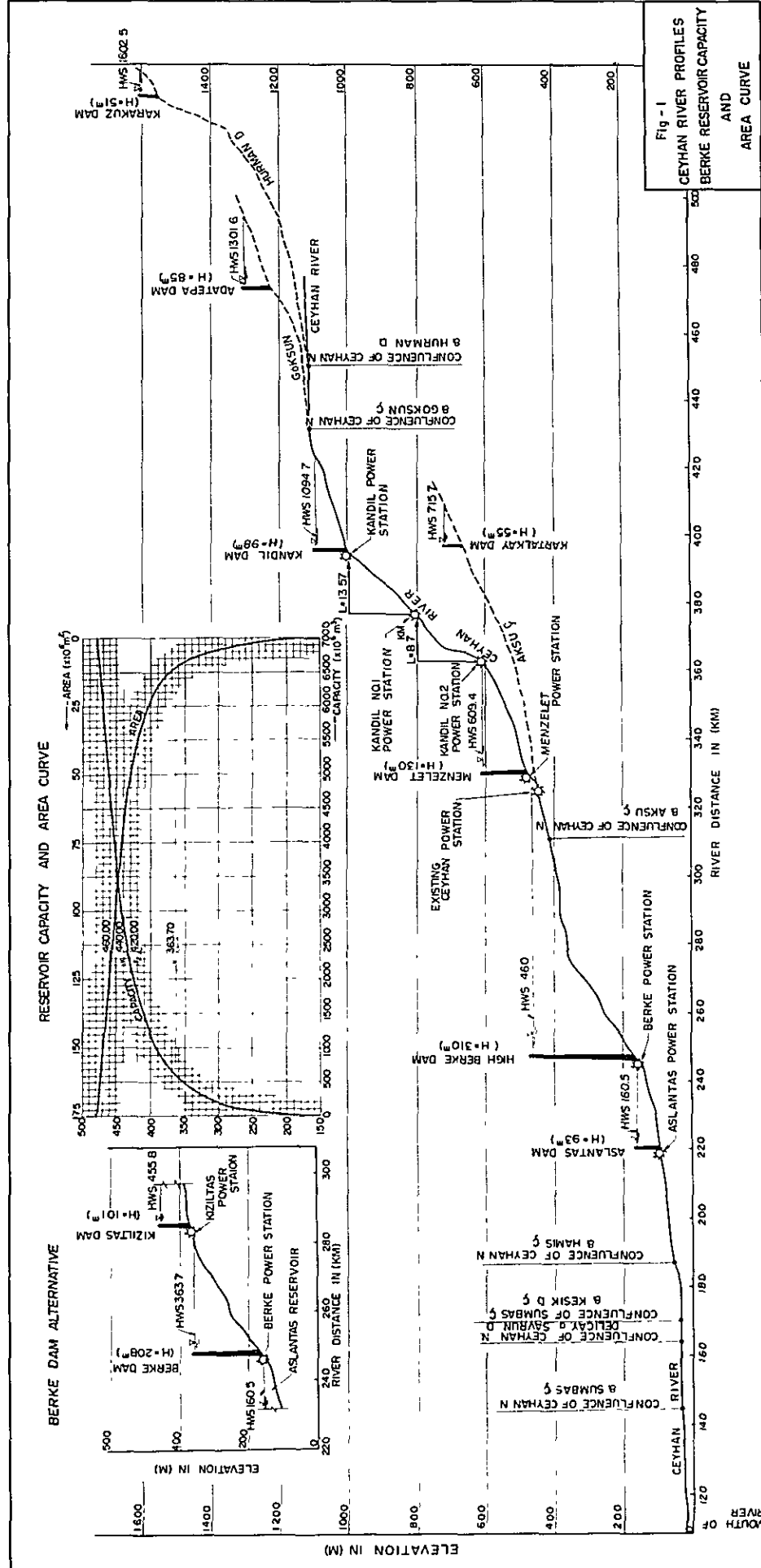
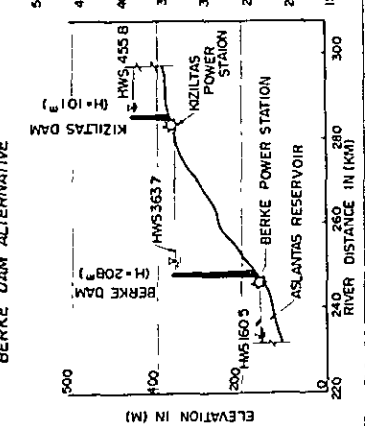
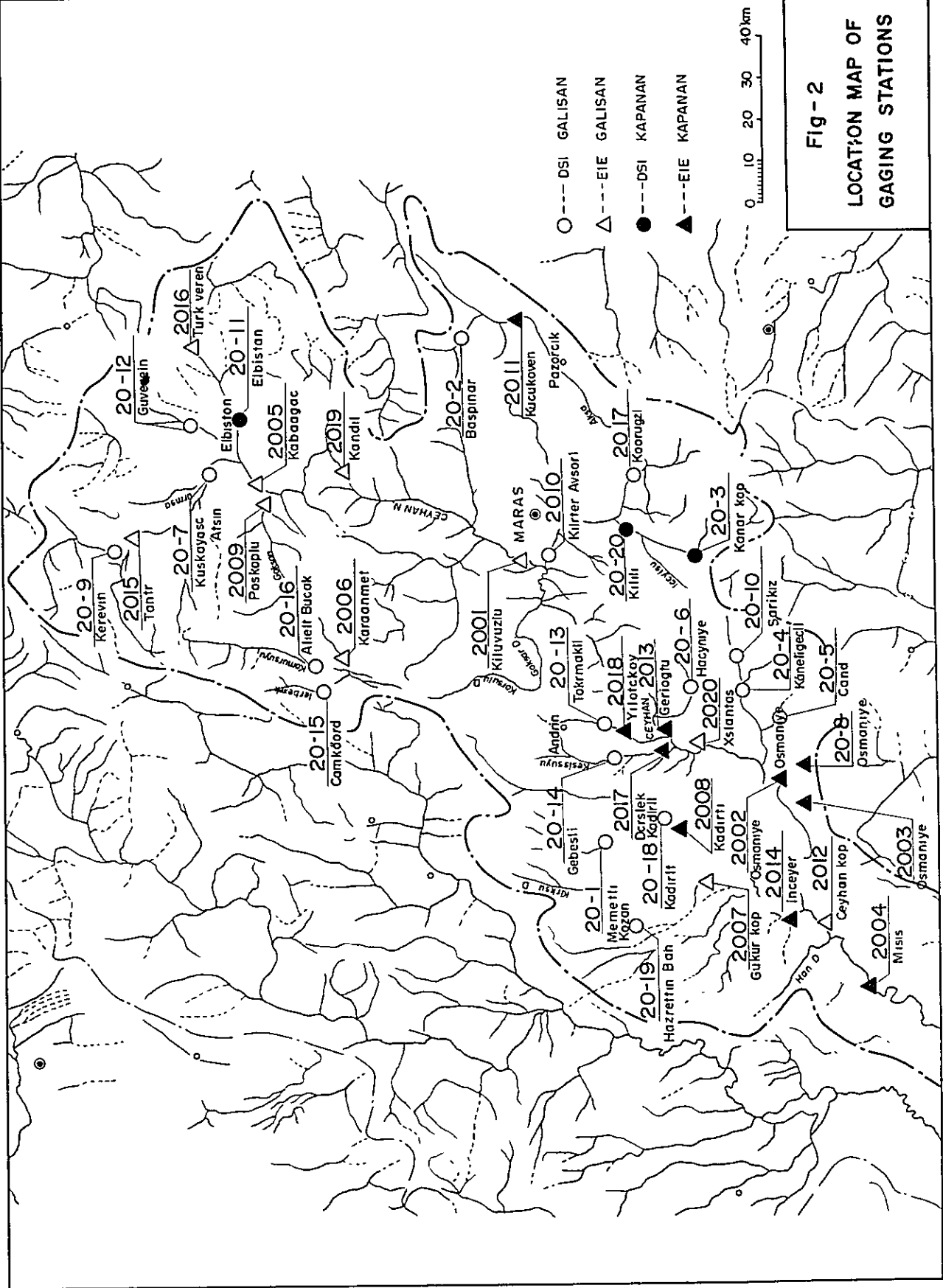


Fig - 1  
CEYHAN RIVER PROFILES  
BERKE RESERVOIR CAPACITY  
AND  
AREA CURVE



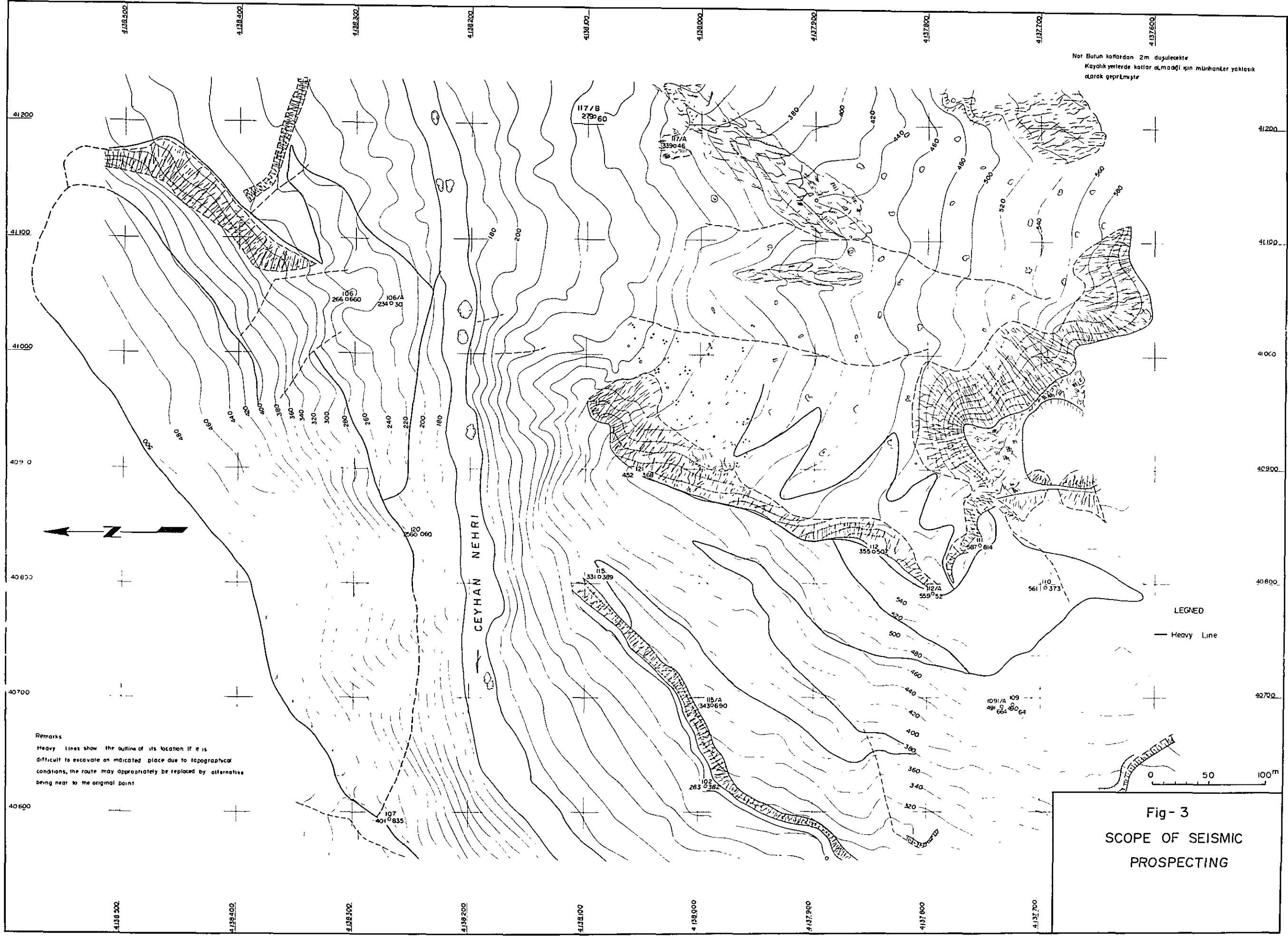
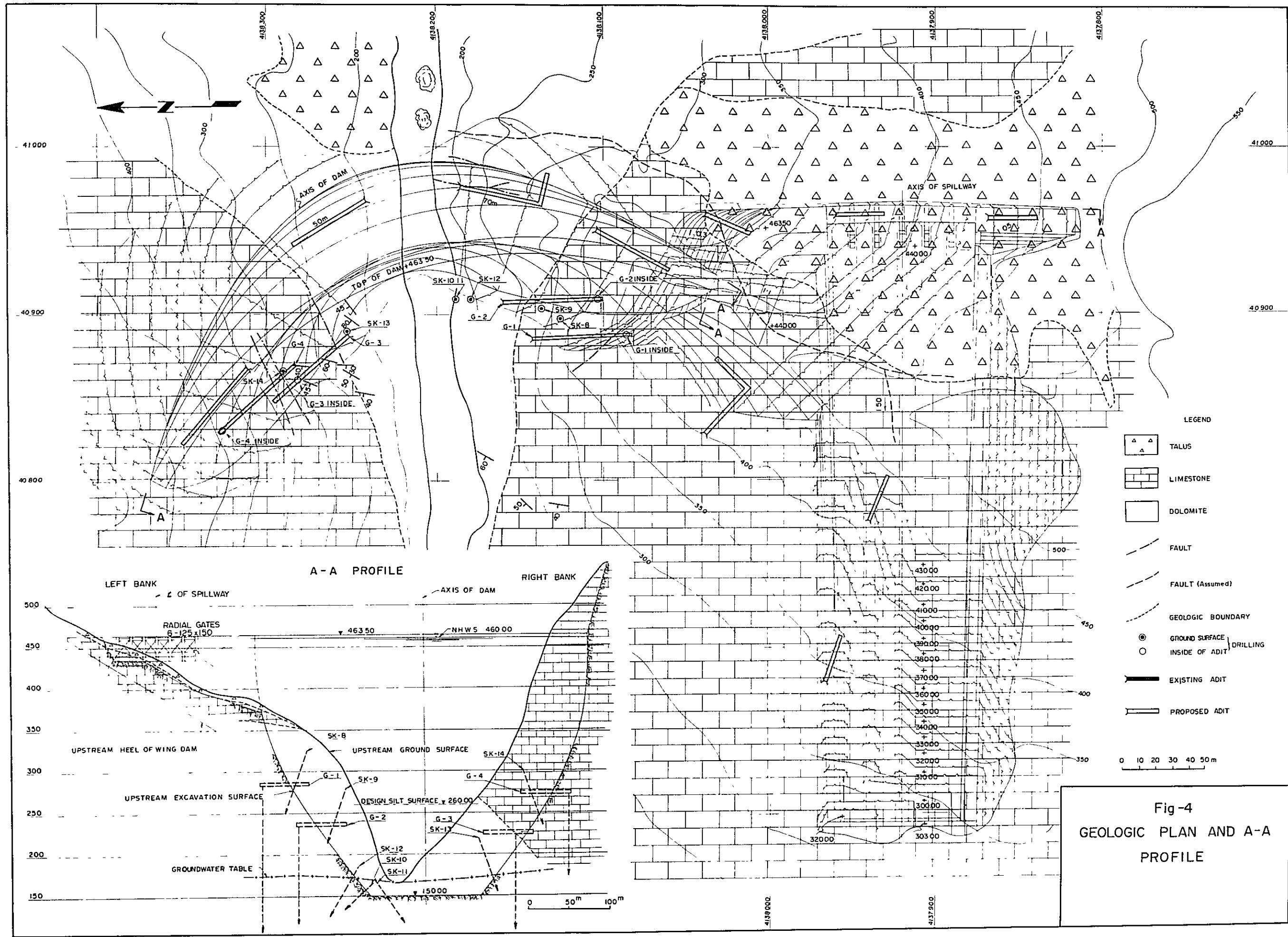


Fig-3  
SCOPE OF SEISMIC  
PROSPECTING



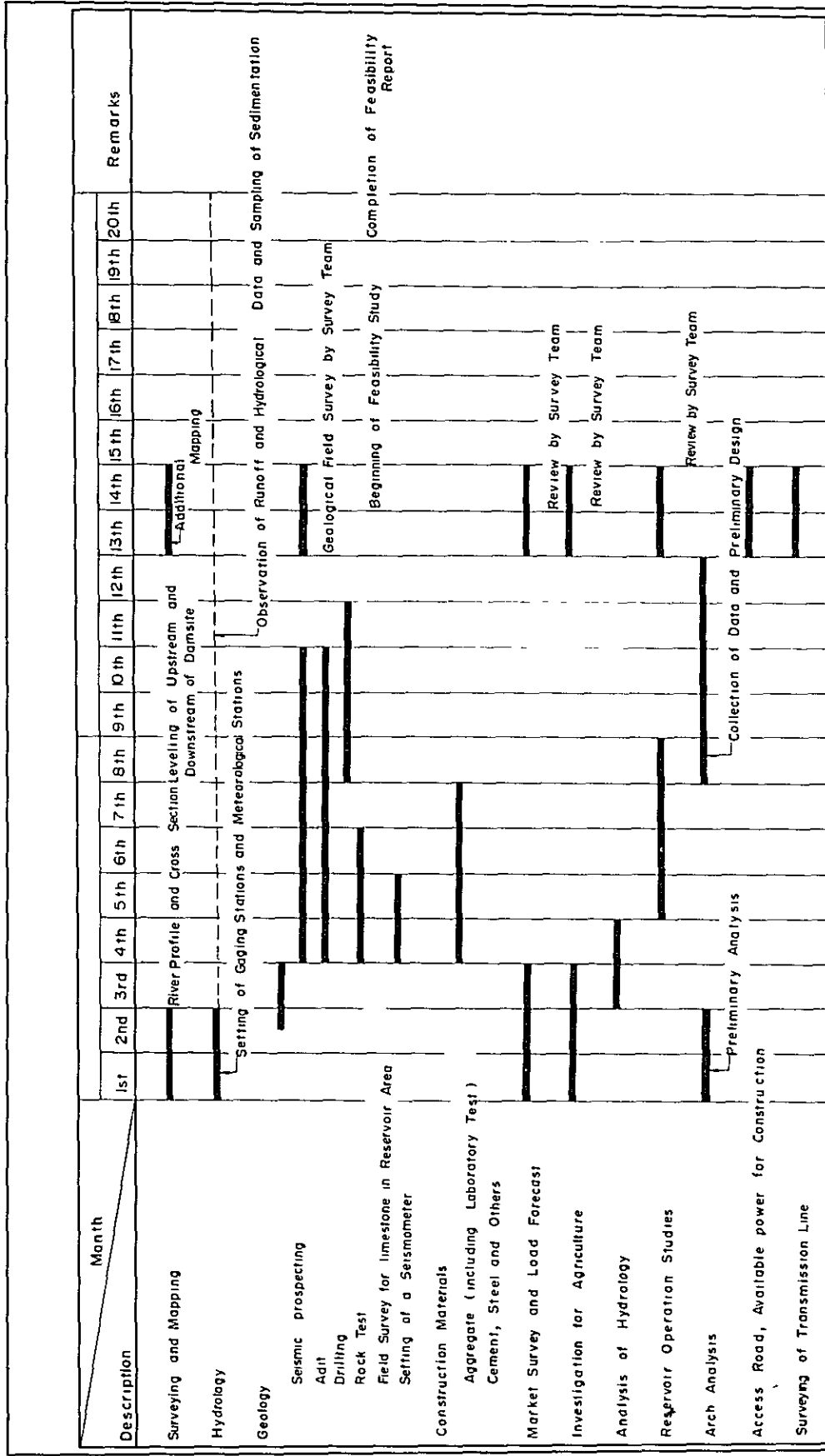


Fig - 5  
 INVESTIGATION SCHEDULE  
 FOR  
 BERKE PROJECT



