

パキスタン回教共和国

クラムタンギ灌漑開発計画  
ムンダダム開発計画

プロジェクトファイナニング調査報告書

平成6年1月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

## まえがき

本調査報告書はパキスタン回教共和国の北西辺境州（NWFP）における農業開発の現況を把握するとともに、開発ポテンシャルと優先度の高いクラムタンギ灌漑開発計画及びムンダダム開発計画の両地区について、事業化に向けての開発調査実施の技術的可能性の検討とその準備の整度の把握を目的として実施したプロジェクトファイディング調査についての結果を取りまとめたものである。

この両地区とも水源開発地域がトライバルエリア（連邦政府の保護領）にかかることから、事業化に向けての準備については極めて慎重に進められてきた。特にクラムタンギ灌漑開発計画については、1991年にトライバルエリアの代表と政府の間でダム貯水池の用地にかかる補償について基本合意がなされ、最優先案件として急浮上してきたものである。

トライバルエリアについては、これまでエリアの住民は極めて保守的であり、開発に対して消極的であったことから、開発から大きく取り残されてきた。しかしながら、エリア住民が周辺の北西辺境州地域の開発による発展ぶりを見るにつけ、開発の効果及び意義に目覚めて事業参加への意欲を持ち始めたことが、その端緒となっている。

また、北西辺境州とトライバルエリアの境界周辺はアフガン戦争難民の暫定居住地となり、現在でも210万人の難民が居住する。その結果として、この地域の環境は多大な損傷を受け、農村は疲弊をきたし、灌漑農業による農村開発が緊要とされたことから、これらの計画が最優先課題として位置づけられるようになった。

以上のような背景をふまえて、日本技研株式会社が社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会の助成を受けてプロジェクトファイディング調査団を編成し、平成5年11月8日から21日までの14日間の現地調査を実施した。

現地調査に際して、連邦政府水資源電力省 Mohammad Salman Faruqi 次官、北西辺境州灌漑局 Javid Alam Khanzada 局長、同州バヌー（Bannu）地方弁務官 Alam Zeb 氏をはじめ多くの政府関係者の多大なるご協力を頂きました。また、在パキスタン日本大使館の田野井一等書記官並びに国際協力事業団パキスタン事務所の御手洗所長及び新垣次長からは公務ご多忙のところ、多大な指導、助言及び御支援を賜りました。ここに深甚な感謝を申し上げます。

平成6年1月

日本技研株式会社

LEGEND

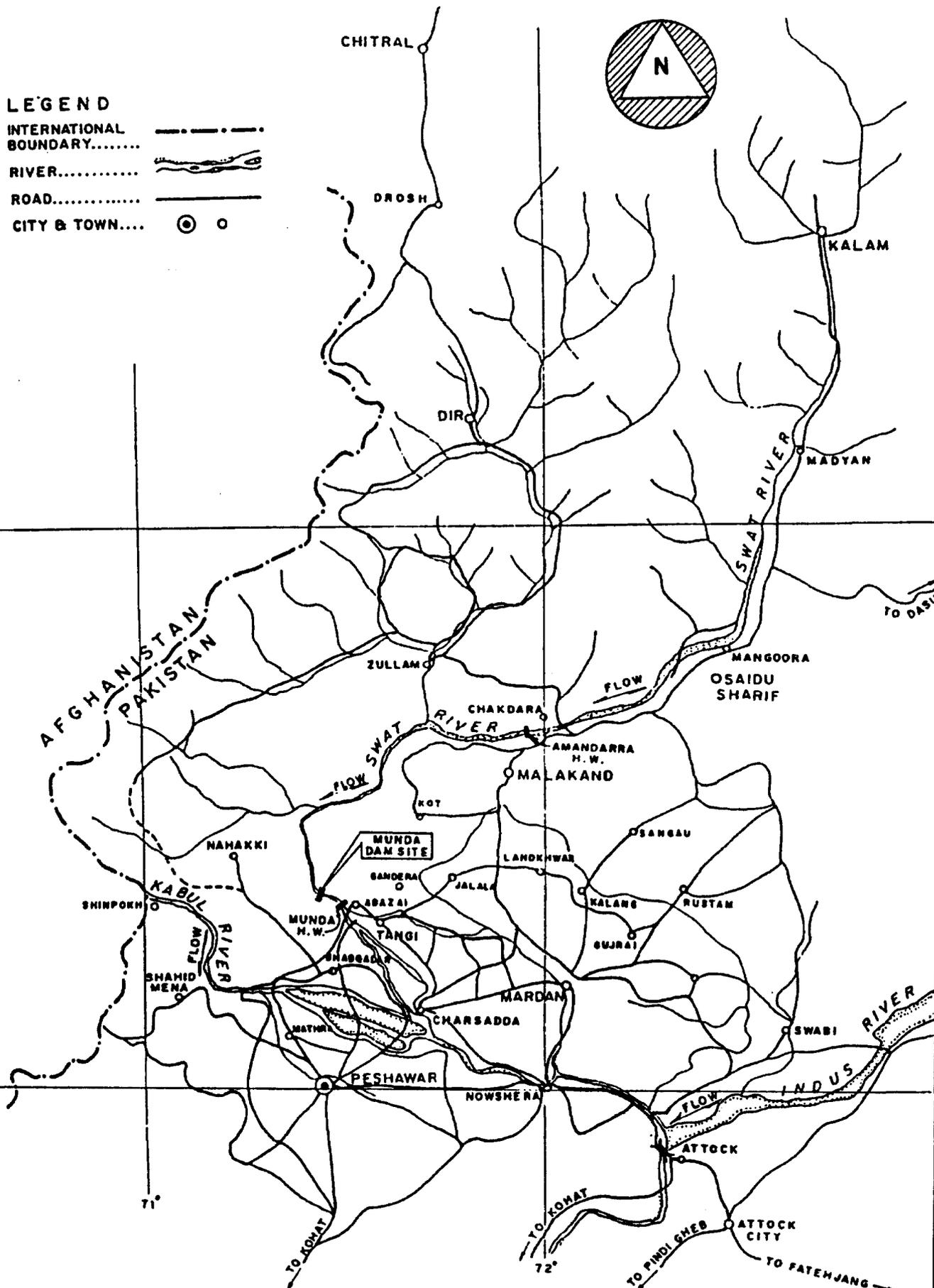
- INTERNATIONAL BOUNDARY.....
- RIVER.....
- ROAD.....
- CITY & TOWN....

35°

34°

71°

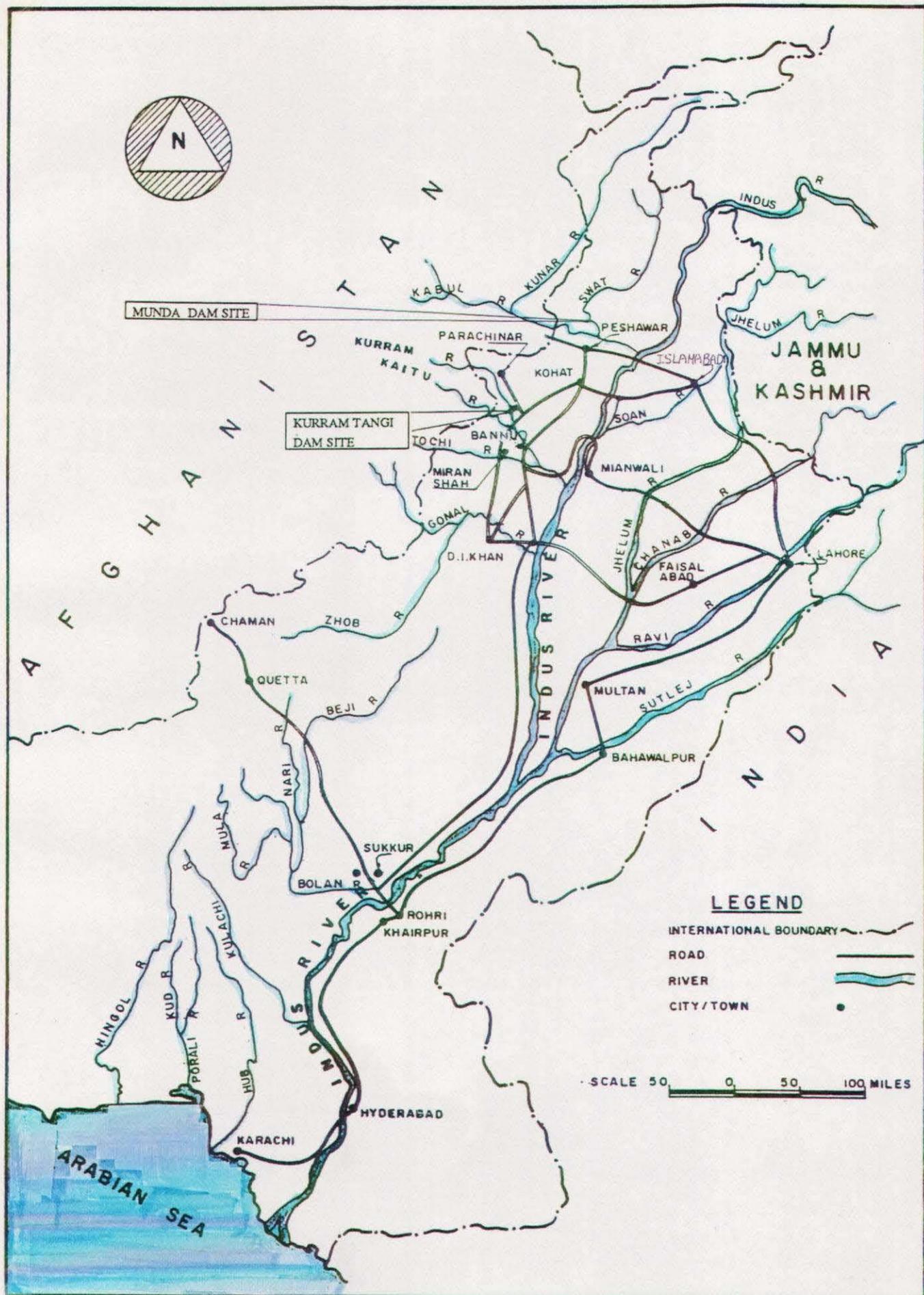
72°

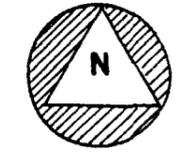
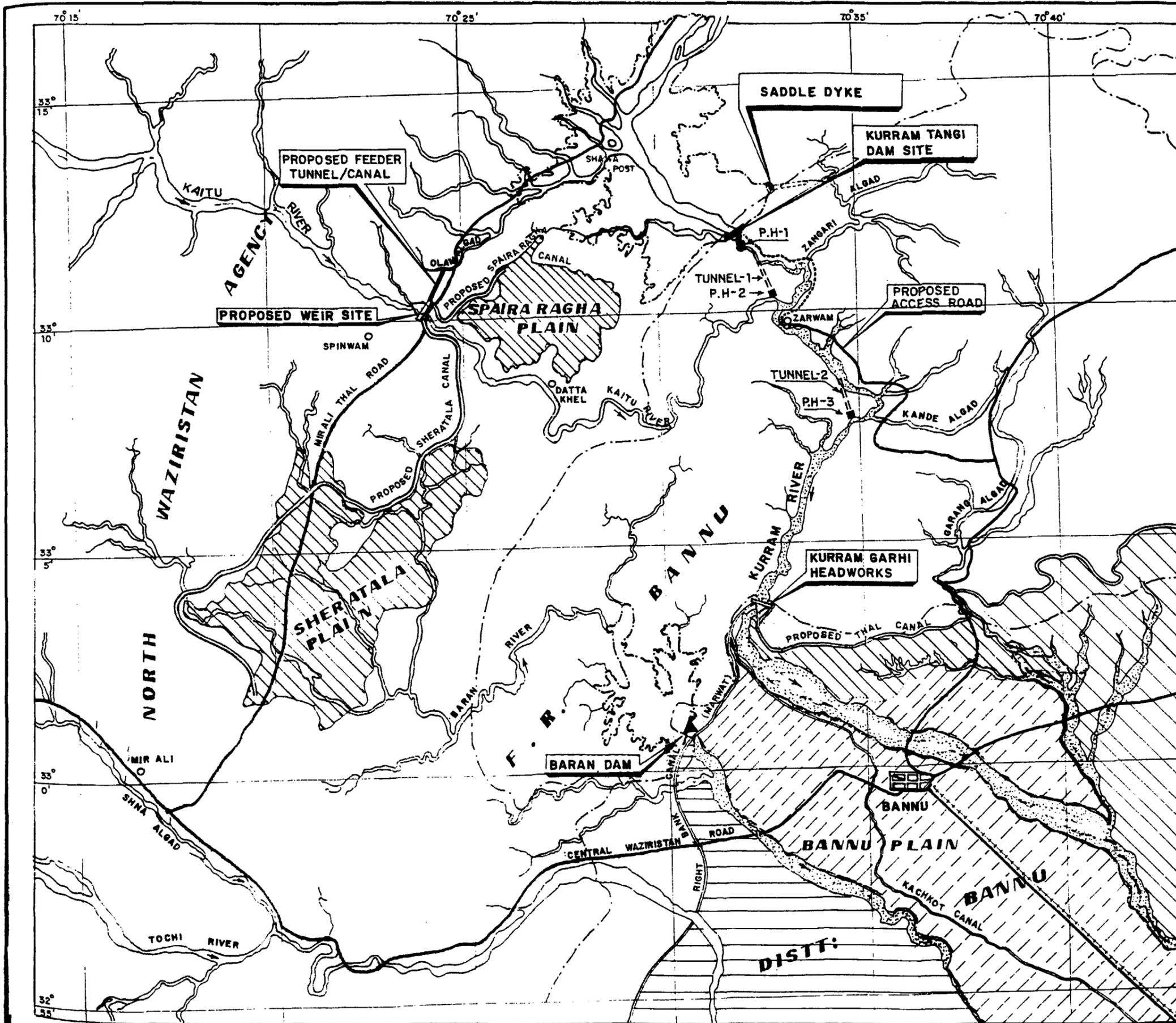


ムンダダム開発計画  
調査対象地区位置図

SCALE 1:1,000,000

調査対象地区位置図

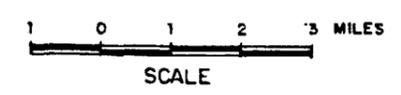




**LEGEND**

- ROAD.
- RESERVOIR
- EXISTING.
- PROPOSED.
- PROPOSED POWER TUNNEL/ POWER HOUSE.
- CANAL
- EXISTING
- PROPOSED
- COMMAND AREA
- UNDER CIVIL CANALS.
- UNDER MARWAT CANAL
- NEW COMMAND AREA.
- PROVINCIAL BOUNDARY.

NOTE :-  
COMMAND AREAS UNDER CIVIL CANALS, MARWAT CANAL AND THAL CANAL ARE SHOWN PARTLY.



クラムタンギ灌溉開発計画  
調査対象地区位置図

# 目次

まえがき

調査対象地区位置図

## 第1章 調査の概要

1. 1	調査の背景	1
1. 2	調査の目的	2
1. 3	調査団の構成	2
1. 4	調査団の派遣	2

## 第2章 計画地域の灌漑開発の現状

2. 1	北西辺境州（NWF P）の概況	3
2. 2	灌漑事業の現状	3

## 第3章 計画の概要

3. 1	クラムタンギ灌漑開発計画	7
3. 2	ムンダダム開発計画	12

## 第4章 総合所見

4. 1	クラムタンギ灌漑開発計画	14
4. 2	ムンダダム開発計画	15

## 添付資料

- 1 調査団員略歴
- 2 調査日程
- 3 収集資料リスト
- 4 面会者リスト
- 5 現地写真集
- 6 図面集

## 第1章 調査の概要

### 1.1 調査の背景

パキスタン国は農業国である。国民総人口は1991年の推定で1億1500万人とされているが、その70%が農村に居住している。農業は国内総生産の約25%、輸出収入の約70%を占め、さらに労働力の50%、国民生計の約70%が農業に依存する農業立国である。

降雨の状況は東北の山岳部を除いて寡雨であり、中央部から南西部にかけての国土の大半の年雨量は300mm以下である。国土面積79.6万km<sup>2</sup>うち耕地面積は、約26%の2073万haで、その灌漑普及率は76%に達しており、このように高い灌漑耕地率であることは、東北部を除いて灌漑がなければ農業が成り立たないことを意味するものである。この灌漑事業の用水はヒンズークシ (Hindu Kush) 及びカラコルム (Karakoram) 山脈を水源とするパキスタン唯一最大のインダス河とその主要支流河川に大きく依存している。

パキスタンの水資源の開発を段階的にみると、限られた地下水開発のほかに、全体的には表流水利用の時代であり、貯水ダムによる水資源開発は極めて限られている。この水資源開発の遅れの最大の要因は、インダス河の開発に関する関係4州の政府間による水利権の調整が困難であったことにほかならない。

他方、灌漑事業の末端レベルでの水管理には施設の不備とともに多くの問題が残っている。この高い灌漑普及率とは反対にその整備水準は一般に低いものであり、また近代的農業技術の導入や農業経営の立ち遅れ等からパキスタン農業の生産性は世界水準よりはるかに低いものとなっている。従って、灌漑農業の開発・改良と農業の振興政策は国家の政治・経済上の重要かつ緊急課題となっている。

このような状況の中で、北西辺境州 (NWFP) は農業開発の重点地域と位置づけられてきた。北西辺境州は年間降雨量が500mm前後の半乾燥地であるが、塩類土壌の問題は少なく農業開発のポテンシャルが高いものの、灌漑普及率は43%と低く、開発から取り残されてきた。1991年3月にかねてから懸案のインダス河の水利権協定が関係4州により合意・締結されて、これまで棚上げになっていたスケールメリットを求めての大規模灌漑開発計画が、北西辺境州において動き出す機運となってきた。

今回、この機運をとらえて、パキスタン政府により重要かつ緊急性の高い案件として位置づけられているクラムタンギ灌漑開発計画及びムンダダム開発計画の2案件について、1993年11月8日から11月21日までの14日間にわたりプロジェクトファイナディングを実施した。

## 1. 2 調査の目的

本プロジェクトファイナディング調査は、パキスタン国北西辺境州の農業の現況を把握するとともに、クラムタンギ灌漑開発計画及びムンダダム開発計画の両地区について事業化に向けての開発調査実施の技術的可能性の検討とその準備の熟度の把握を目的とするものである。

## 1. 3 調査団の構成

- 1) 木村克彦 : 団長、灌漑排水上級技師  
日本技研（株）海外事業本部副本部長
- 2) アブドル ラヒム マスッド : 土木上級技師  
(Abdur Rahim Mahsud) 日本技研（株）パキスタン事務所顧問
- 3) 加藤俊之 : 業務調整、社会経済  
日本技研（株）海外事業本部課長

## 1. 4 調査団の派遣

本調査団はパキスタン政府関係者からクラムタンギ灌漑開発計画及びムンダダム開発計画の2案件について事業化最優先地区であるとの情報を得ていた。また、この両案件のダムサイトがトライバルエリア (Tribal Area) に位置し、当地域への立入りについては連邦政府の認可が必要なこともあり、本調査団の受入に関しては関係当局の事前の承認を取り付けた。

トライバルエリアは北西辺境州内の西北に位置し、アフガニスタンとの国境に接している。行政的には連邦政府の直轄地域であるが、パキスタン国の憲法にも明記された、トライバルエリア独自のジルガシステム (Jirga System) と呼ばれる自治制度が施行されている。このジルガシステムには中世アラブ社会的な長老会 (Council of Elders) に指導される立法、行政及び司法の3権があり、これは連邦政府憲法とは全く別の独自のものである。言い換えれば、パキスタン国の保護領として半独立国であり、もしトライバルエリアにおいて犯罪等があれば、何びともジルガシステムによる長老会によって裁かれることとなる。

従って、今回のトライバルエリアにおける調査に際しては、州政府のトライバルエリア担当弁務官の随行を得たが、トライバルエリアにおけるモラルや治安は良く、犯罪は少ないとの事であった。当地域に外国人が入るのは戦後2度目とのことで、トライバルホスピタリティー (Tribal Hospitality) として道路脇の見晴らしのきく随所に総ての男達がライフルを手に起立して調査団を歓迎していた。

## 第2章 計画地域の灌漑開発の現状

### 2.1 北西辺境州 (NWFP) の概況

北西辺境州はパキスタンの北西部にあり、その西側にトライバルエリア (FATA : Federally Administrated Tribal Area) を挟んでアフガニスタンに接している。州の全体面積は 74,521km<sup>2</sup>で、国土の 9.4%にあたるが、その大部分は山岳地帯である。人口は 1981年のセンサスでは 1100万人で、全国の 13%にあたるが、現時点では約 1400万人程度に増加しているものと推定される。

農地面積は 4,099,000 Acres (1,659,000ha) で、パキスタンの全農地の 8.7%を占めている。1981年のセンサスによると、農家戸数は 528,000 戸で農家一戸当りの農地は平均 3.14ha で、その大部分は自作農または半自作農であって、純然たる小作農は約 18%に過ぎない。

北西辺境州は、北緯 31度から 37度 に広がる南北約 600km、東西約 150km の地域であって、北方山岳地帯の万年雪を被った標高 7,000m 級の寒冷地から南の標高 200m 以下の半砂漠地帯まであり、地勢の変化が激しい地域である。年間降雨量は山間部で 1,200mm 以上の所もあるが、一般の農業地帯では 300mm ~ 800mm 程度の所が多い。従って、一部には天水農業や洪水期における一時的な出水を利用した素朴な灌漑農業が行われているが、一般的には畑作及び果樹について大部分が通常の灌漑農業であり、用水の豊富なところでは水稻栽培も盛んに行われている。

### 2.2 灌漑農業の現状

州都パシャワールを中心とする地域は古代から開けており、紀元前 4 世紀にはアレキサンダー大王の東方遠征の東端として駐屯地となった。また、紀元前 3 世紀ウマルヤ王朝のアショカ王の時代には仏教文化が栄え、ガンダーラとしてこの地域は名高い。当時、既に豊かな農業地帯であったと伝えられ、現在でも溪流を取水する素朴な古くからの小規模灌漑施設や農家が独自に利用する灌漑ポンプも多数残っている。

今回の調査の対象となったスワット (Swat) 地方やバヌー (Bannu) 地方においても、公共事業として建設され、北西辺境州政府により管理されている近代的な灌漑施設に混じって、農民自身が維持管理するシビルキャナル (Civil Canal) と呼ばれる古くからの灌漑用水路が多く見うけられた。

一方、近代的な灌漑開発事業としては、ロウアー・スワットキャナル (Lower Swat Canal) が 1885年に建設され、次いでアッパー・スワットキャナル (Upper Swat Canal) が 1974年に完成した。その後、1974年には大規模なダムとして 115億 m<sup>3</sup> の有効貯水量を有するタルペラ

(Tarbera) ダムが築造された。その貯水の大部分は発電とパンジャブ州の灌漑用として利用されているが、一部分はダム直下流の北西辺境州内の灌漑用水として利用されている。同じく、この貯水を利用するペフル・ハイレベルキャナル (Pehur High Level Canal) (受益面積 68,000ha) は、アジア開発銀行の技術援助により1994年5月までにフィージビリティ調査を実施することになっている。また、インダス河の中流にチャシュマ (Chashma) 堰を建設して 230,000ha (うち北西辺境州関係分は 140,000ha) を灌漑するチャシュマ右岸幹線水路事業 (CRBC Project : Chashma Right Bank Canal Project) があり、現在その第3期工事が実施されている。さらに、この幹線水路の上流部から大規模なポンプ機場により高位標高部へ約20m揚水して約 110,000ha を灌漑するチャシュマ右岸揚水灌漑事業のフィージビリティ調査が、日本技研 (株) を幹事会社とする実施調査団により1993年3月から国際協力事業団の開発調査として実施されている。

北西辺境州政府は、かねてから多くの灌漑開発事業を計画していたが、インダス河の水利権の問題で他の州の同意を得られないまま、これまでは事業を実現できなかったが、ところが、1991年3月にパキスタンの全国レベルにおける各州間でのインダス河の水配分について合意が成立したので、ここに至り、今まで棚上げになっていた懸案の事業の推進を図る機運となってきた。現在、北西辺境州政府において実施または計画中の灌漑排水事業は別表の通りである。

灌漑局 (Irrigation Department) では、1993年を初年度とする第8次 5ヶ年計画において水資源の新規開発、既設の灌漑施設の改修・改良並びに近代化、塩害農地の除塩、排水不良地の改良、洪水対策などの実施を盛り込んでいる。その基本政策としては次のような各項をあげている。

- (1) 水利協定に基づく新規の灌漑事業
- (2) 灌漑用水源の強化のための貯水池の建設
- (3) 河川の表流水及び地下水の有効利用による農業の生産性の向上
- (4) 末端農地 (On-Farm) レベルにおける灌漑及び排水の改良の振興
- (5) 実施中の洪水対策事業の促進

これらの事業の実施には総額 220 億ルピー（約 880 億円）の予算が見込まれているが、北西辺境州政府としてはこれに対し以下のような資金計画を立案している。

- (1) 小規模灌漑事業の調査、計画及び事業の実施については、州政府の予算で実施する。
- (2) 一般のフィーjeeビリティー調査については、半分は州政府の予算を充て、残りの半分は連邦政府を通じ海外の資金援助に依存する。
- (3) 主要な灌漑事業の実施については、その20%は州政府の予算を充て、残りの80%は連邦政府を通じ海外の資金援助に依存する。
- (4) 塩害及び排水改良事業（SCARP : Salinity Control and Reclamation Projects）の実施については、外国の資金援助に依存する。
- (5) 災害復旧事業の実施についても、同様に海外の資金援助を含む連邦政府の予算に依存する。

## 北西辺境州における灌漑排水事業一覧表

Name of Project	Command Area	Project Cost
	(千ha)	(百万Rs.)
<b>継続事業</b>		
・ Chashma Right Bank Canal (Gravity) Project	230.6	10,213
・ Swabi Salinity Control and Reclamation Project	79.1	3,620
<b>新規事業</b>		
・ Gomal Zam Project (Flood Control, Irrigation, Power)	93.6	9,075
・ CRBC First Lift Irrigation Project	110.0	-
・ Pehur High Level Canal Project	68.0	2,061
・ Kurram Tangi Multipurpose Project	151.6	-
・ Doaba Daudzai Salinity Control and Reclamation Projects	50.0	479
・ Kafoor Dheri Salinity Control and Reclamation Project Phase III	5.1	269
・ Banuu Salinity Control and Reclamation Project Phase II	30.0	195
・ Pehur Salinity Control and Reclamation Project	22.3	55
・ Rod Kohi Irrigation Development Scheme	1,670.0	-
・ Munda Dam Multipurpose Project	22.5	-
・ Gandially Dam and Other Six Small Dam Projects	4.6	347
・ Naryab Dam Irrigation Scheme	1.2	55
・ Changhoz Dam Irrigation Scheme	0.9	75
・ Palai Dam Irrigation Scheme	1.6	105
・ Kundal Dam Irrigation Scheme	1.2	204
<b>Total</b>	<b>2,542.3</b>	<b>26,746</b>

### 第3章 計画の概要

#### 3.1 クラムタンギ灌漑開発計画

##### 1) 経緯

クラム川 (Kurram River) はその一部をアフガニスタンを源流として東南に流下し、インダス河の中流に右岸から流入するその支流である。このクラム川の本流には、ダムは無く、1954年に建設されたバヌー平野を灌漑するクラム・ガリ (Kurram Garhi) 頭首工から取水するバヌー灌漑事業地区がある。この灌漑システムは、シビルキャナル (Civil Canal) により 107,500Acres (43,520ha) を、マルワットキャナル (Marwat Canal) により 177,500Acres (69,030ha) を灌漑するもので、クラム川の支流にバラン (Baran) 貯水池を建設し、クラム・ガリ頭首工から分水して乾季の水源強化を行ってきた。

しかしながら、流域における土砂の流入により 1億900万 $m^3$  あったバラン貯水池の容量が過去30年で半減したため灌漑作付率が低下し、現況では、シビルキャナル掛かりが約86%、マルワットキャナル掛かりが約40%と低い作付率となっている。

連邦政府の水資源電力省 (Ministry of Water & Power) は、このバヌー地域において既存灌漑施設を復旧し、また、クラム川の左岸に広がる約 68,000Acres (27,530ha) の天水農業地区において新規灌漑を実施するために、クラムタンギに大規模な貯水ダムを建設し、農業開発の振興と地域住民の所得の増大を図ることを起想した。このダムによる農業開発は、1955年頃既に当時の水資源電力省の技術者によって発案されており、その後も関係機関によって種々調査の検討が行われてきた。

このクラムタンギのダムサイトは、先に述べた連邦政府の保護領であるトライバルエリアの中にあり、極めて保守的な伝統を重んずるエリア住民から開発に対する同意を得ることは至難なことであった。しかしながら、エリア周辺の北西辺境州地域の開発による発展ぶりを見るにつけ、エリア住民は開発の効果、意義に目覚めて事業参加への意欲を持ち始めるに至った。北西辺境州政府は、この機を捕えて、計画ダムの水没予定地区を中心に、エリア住民の事業参加を含めた灌漑事業に計画を再編し、入植希望者にはエリア内に灌漑農地を造成して配分することを提案した。この案はエリア住民に受け入れられ、1991年には懸案のダム及び貯水池の用地取得のための基本合意がトライバルエリアを代表とする長老会と政府との間で取り交わされるに至った。その後、水資源電力開発公社 (WAPDA) によりプレ・フィージビリティ調査が実施され、1992年11月に完了した。本計画名は、多目的ダム事業 (Kurram Tangi Dam Multipurpose Project) となっているが、ダムの貯水容量は全て灌漑用であり、灌漑用水の放流

時にその水頭を発電に利用するものであり、事業の便益の大半は灌漑から発生するものである。

さらに、政府は、現在、基本合意に基づいて、ダム及び貯水池の用地調達のための補償物件調査が進められている。

## 2) 計画の概要

本計画地区は、北西辺境州のバヌー地方にあり、その中心地はバヌー市である。このバヌー市は、州都ベシャワールの西南約170km、アフガニスタンとの国境に直線距離で約50kmの位置にあり、ここには地方事務所が置かれ、その長として弁務官が勤務している。

本計画の目的は、既存の灌漑組織の復旧とダムの建設により、バヌー平野を中心とする既存及び新規をあわせて約369,500Acres (149,600ha)の灌漑農業開発を実施し、農業生産の増加及び農民所得と生活水準の向上を図るものである。クラム・ガリ頭首工、バラン貯水池、シビルキャナル、マルワットキャナルから成る既存の灌漑システムを復旧し、水源強化のためにクラムタンギダムを建設することで、既存灌漑農地285,000Acresの灌漑作付率を向上させ、左岸に灌漑水路を新設して84,500Acresの新規灌漑を行うものである。

このクラムタンギダムの灌漑用水の放流は、その落差を用いて最大56MWの、年11カ月間は23MWの発電が可能となる。発電施設は縦列に上流から、40.5MW、10.5MW、7.0MWである。最上流発電所は、ダム堤体の法尻に位置し、ダムから直接取水する。他の2ヶ所はトンネルによる導水路式発電所となる。

計画の概要は次の通りである。

### 1. 灌漑事業

#### 1) 既存施設の復旧

- ・クラム・ガリ頭首工 (Kurram Ghari Headworks)

1式

左岸水門：最大取水量 7.70m<sup>3</sup>/sec

- ・バラン貯水池 (Baran Dam)

1式 (貯水容量：1億900万m<sup>3</sup>、

約50%は堆砂)

・シビルキャナル (Civil Canal)

灌漑面積 107,500Acres

・マルワットキャナル (Marwat Canal)

灌漑面積 177,500Acres

2) 新規施設の建設

・クラムタンギダム (Kurram Tangi Dam)

有効貯水量 10億 800万 $m^3$   
総貯水量 14億6000万 $m^3$   
計画貯水位 El. 652.08m  
ダムタイプ 3タイプで比較検討  
(RCC, コンクリートフェイスিং・ロックフィル, 中心コア)  
堤体積 410万 $m^3$  (コンクリートフェイスিং・ロックフィル)  
ダム堤頂 El. 656.64m  
河床標高 El. 553.28m  
ダム堤高 103.36m  
余水吐 3,235 $m^3$ /sec.  
集水面積 6,345 $km^2$  (クラム川)

・カイトウ頭首工 (Kaitu Headworks)

堰長 120m  
堰頂標高 El. 713.49m  
集水面積 4,817 $km^2$  (カイトウ川)  
計画洪水量 1,124 $m^3$ /sec.

・スパイララガキャナル (Spaira Raha Canal)

カイトウ頭首工からの左岸幹線  
水路延長 4,830m  
最大取水量 0.45 $m^3$ /sec.

・シェラタラキャナル (Sheratala Canal)

カイトウ頭首工からの右岸幹線

水路延長 27,340m

最大取水量 1.32m<sup>3</sup>/sec.

・導水路

カイトウ頭首工からクラムタンギダムへの分水

水路延長 2,356m

最大取水量 28m<sup>3</sup>/sec.

3) 灌漑計画

\* 主要作物

カリフ (夏作) : メイズ, きび, 豆類, まぐさ, 甘蔗, 果樹, 野菜, 水稲

ラビ (冬作) : 小麦, まぐさ, 豆類, 油化作物, 甘蔗, 野菜, 果樹

\* 灌漑作付率 (%)

区分	シビル キャナル	マルワット キャナル	タール 平野	シェラタラ 平野	スパイラガ 平野
カリフ 現況	34.0	20.8	0	0	0
計画	40.0	38.3	34.0	45.0	40.0
ラビ 現況	52.0	33.9	0	0	0
計画	60.0	46.7	51.0	55.0	60.0
合計 現況	86.0	54.7	0	0	0
計画	100.0	85.0	85.0	100.0	100.0

\* 灌漑面積 (ha)

区分	シビル キャナル	マルワット キャナル	タール 平野	シェラタラ 平野	スパイラガ 平野	計
現況	37,500	23,370	0	0	0	60,870
計画	43,510	69,020	27,520	6,070	2,020	148,140

II) 発電計画

区分 (月)	発電可能量 (MW)			施設容量
	(2-3, 7-11)	(1, 4-5)	(12)	
ダム直下	25.0~40.0	15.0~18.0	10.0	3 x 13.5
トンネル導水No.1	7.0~12.0	4.6~ 5.4	3.9	3 x 13.5
トンネル導水No.2	5.0~ 8.0	3.3~ 3.9	2.2	3 x 13.5

III) 事業費	1 億 9000万US\$	(トンネル発電No.1及びNo.2を除く)
EIRR	14.6%	(トンネル発電No.1及びNo.2を除く)

### 3. 2 ムンダダム開発計画

#### 1) 経緯

ムンダダム開発計画は、カブール(Kabur)川の支流、スワット川の上流部からチャルサダ(Charsadda) 一帯の洪積平野に流出する地点にあるムンダ頭首工により上流約5kmの溪谷峡谷部に、発電、灌漑及び治水を目的とした大規模な多目的ダムを建設し、この地域の開発に併せて、下流のインダス河に放流して、この水資源の増強を図るものである。

この水資源構想は、1960年代の初頭に、そのダムサイトとしての恵まれた地形に着目されて、ダム地点の地質等の基礎調査がWAPDAにより開始されている。1969年には事業の構想がまとめられ、堤高210m、総貯水量24億 $m^3$ のロックフィルダムが提案されていた。

その後も調査の進展はあったが、事業が巨大であることとインダス河全体の利水に係る権利調整がまとまらず、事業化への進展に至らなかった。しかし、1991年3月このインダス河の水利権に係る調整が成立し、事業化への動きが活発化した。その後、WAPDAによりプレ・フィージビリティ調査が実施され、1992年11月に完了した。

#### 2) 計画の概要

ムンダダムの予定地は、インダス河の大支流であるカブール川とその支流のスワット川との合流するスワット平野の中心地チャルサダから北へ約35kmのスワット川にあり、既存のムンダ頭首工より上流5kmの位置にある。

本計画の目的は、スワット川の大流域13,650 $km^2$ からの豊富な水を堤高約200mのダムの建設により、その落差を利用して最大600MWの発電を行うものであり、さらに、下流にある既存のムンダ頭首工を拡大改良し、その兩岸の高位部に幹線水路をそれぞれ新設し、右岸3,680ha、左岸8,200haの合計11,880haの天水農地に灌漑を行うとともに、既存の灌漑地区188,500haの作付率を200%に高めるものである。また、ムンダダムは4億5500万トンの洪水調節容量があり、洪水ピーク時の流入量5,900 $m^3/sec$ は2,400 $m^3/sec$ の流出量にカットされて、下流地域における洪水被害の軽減効果をもたらすことになる。

このダムの建設によって開発される利水は、水利権の調整に基づいて決められた各州別の配分量により制限を受けており、貯水の大半は下流に放流を行うことにしている。

ムンダダム地点での年平均総流出量は75.4億 $m^3$ で、ダムの総貯水量は13億8000万 $m^3$ となっている。

計画の概要は次の通りである。

・ムンダダム	総貯水量	13億 8000万 $m^3$
	有効貯水量	6億 2000万 $m^3$
	死水容量	3億 1000万 $m^3$
	洪水調節容量	4億 1000万 $m^3$
	満水位	El. 516.80m
	最高水位	El. 540.20m
	ダムタイプ	中心コアロックフィル
	堤体積	2,500万 $m^3$
	ダム堤頂	El. 542.90m
	ダム堤高	178.10m
	余水吐	12,940 $m^3$ /sec.
	集水面積	13,649 $km^2$ (スワット川)
	年平均流入量	75億 4000万 $m^3$
	年平均堆砂量	373万 $m^3$
	最大洪水量	18,600 $m^3$ /sec.
・発電計画	発電容量	600MW
	年発電量	1,845GWH
・灌漑計画	既存灌漑地区	188,500ha
	新規右岸幹線	3,680ha
	新規左岸幹線	8,200ha
・総事業費	EIRR	12億 9000 万US\$
		13.8%

## 第4章 総合所見

### 4.1 クラムタンギ灌漑開発計画

北西辺境州政府は、クラムタンギ灌漑開発計画を最優先事業の一つとして新規開発事業のリストに掲げ、既に1992年にプレ・フィージビリティ調査をWAPDAに実施させており、次の段階となるフィージビリティ調査に向けての準備は十分である。本計画の特徴は、灌漑農業開発として技術的に健全で、かつ経済的にも投資効果率が高い優良案件であることのほかに、これまでの開発から取り残されてきたトライバルエリアにおける住民の事業への参加意欲を捕える絶好の案件であることに極めて意義深いものがある。

州都ベシャワールを中心に本計画の対象地域であるバヌーまでに至る地域は、ガンダーラとして古代から仏教文化が開けており、農業も盛んであった。地勢は洪積平野で肥沃な土地であり、古くから農民によりシビルキャナルと呼ばれる水路が開削されるなど素朴な灌漑農業が行われ、小麦、甘蔗、野菜、果樹等が栽培されてきた。ここには灌漑事業の成否の鍵となる農民の事業への参加意欲、農民の組織化等の基本的な要件を先天的に具備するものがある。

水資源開発のコストは、灌漑事業の経済性の面で重大な要因となる。クラムタンギのタンギは峡谷部 (Gorge) の意味であるが、ダムサイトとして恵まれた地形で、堤体積が410万 $m^3$ 、有効貯水量が10億800万 $m^3$ あり、貯水効率も250と高く、事業の可能性に大きく貢献している。水資源開発の代替案として、昨今、小規模な貯水池や地下水の開発が環境面や用地調達の容易性からも絶対条件であるかのような風潮がある。しかし、本計画はこれらの問題が少なく、また、課題の解決に向けて着実に手が打たれており、大規模なダム案件としてスケールメリットが十二分に発揮される事業であると思慮される。

多くの場合、大規模なダム開発にとってダムと貯水池の用地の取得については、地権者と事業主体とは対立の関係となり、人権問題を惹起する結果となっている。本計画については、環境問題が殆ど無いものと思慮され、また、この地権者が事業主体と対立の関係にあるのではなく事業への参加者として位置づけられ、既に両者間で用地取得について基本合意がなされ、補償物件の調査が進められている。このダムと貯水池の予定地はトライバルエリアにあり、エリアの住民は極めて保守的で、これまでは開発を疑問視して政府の指導に対して門戸を閉ざしてきた。しかしながら、エリア住民が周辺の北西辺境州地域の開発による発展ぶりを見るにつけ、開発の効果及び意義に目覚めて事業参加への意欲を持ち始めるに至った。政府は、この機を捕えて、貯水池水没地域の希望者に対して灌漑農地を造成配分した入植を提案し、エリア住民もこれに同意した経緯がある。

プレ・フィージビリティ調査の計画によると、灌漑作付率は45～100%と低率である。その理由として事業に対する受益の公平性と農地の所有規模が農家1戸当り4～5haと比較的大きいことにある。しかしながら、灌漑事業の経済性から考えると、灌漑受益地を濃縮し作付率を200%に高めることが、灌漑水路網への投資を少なくし、かつ、投資効率を高めることとなる。従って、事業に対する受益の公平性と投資効率との関連で、事業の最適化には慎重な検討が必要である。

北西辺境州とトライバルエリアとの境界周辺は、アフガン戦争難民の暫定居住地となり、現在でも210万人の難民が居住する。その結果として、この地域の環境は多大な損傷を受け、農村は疲弊をきたし、灌漑農業による農村開発が緊要とされることから、本計画の推進には極めて意義深いものがある。

トライバルエリアの語彙には、センシティブエリア (Sensitive Area) の響きがあり、一見、治安が悪いのではないかとの疑問を持つが、実際には、治安は良いと言われており、短期間ではあるが、本調査団もそれを現地で体験した。また、トライバルエリアは、北西辺境州に所属するが、行政的には連邦政府の直轄保護領となっているが、法的にはパキスタン国の憲法は適用されず、トライバルエリア独自のジェルガシステムにより治められている。従って、エリアへの立ち入りや、ここでの作業については連邦政府を通じて長老会の認可を受け、ジェルガシステムによる各種の掟に従う必要がある。

#### 4. 2 ムンダダム開発計画

ムンダダムの水資源開発のポテンシャルを十分に活用するには、その河川に形態と水文条件から、ダムの最大化が最適と思慮される。北西辺境州政府は1991年にプレ・フィージビリティ調査を実施したが、堤高が178m、総貯水量が13億8000万 $m^3$ 有り、その落差を利用する発電主導型の案件となっている。深い溪谷の峡谷部がダムサイトとされ恵まれた地形であるが、上流に広い池敷きを得られず、また、流域が大きいことから土砂の流出体積が多く、貯水池の死水量は多くなり、結果として高堰堤となる。

ダムの下流には、既存のムンダ頭首工があり、この灌漑支配地域のほか約12,000haの天水農業地域に新規に灌漑を行う計画がある。このダムによる新規水資源開発により灌漑作付率は200%に向上される。大規模なダム貯水量に比べ灌漑面積が大きく取れない理由は、この周辺には新規灌漑可能地が少ないことに加えて、インダス河全体の利水に関して各州間の水配分についての合意ができ、州別の配分量が決定されたため、ムンダダムの貯水の大半は下流の州に

対して責任放流されることになっている。

本計画は、まさにスケールメリットを求めての大規模発電を中心とする多目的事業であり、ブレ・フィージビリティ調査によると総事業費は、12億9,000万US\$ と巨額に算定されているが、このダム規模の巨大化がこの事業を可能とするものである。これを灌漑が主目的とし、適性規模に事業費の縮小再編を図った場合、スワット川のダム開発に水資源を求める限り、ダム規模の最大化が事業の最適化となるので、総事業費を縮小することは困難であろう。

ダムサイトは、クラムタンギのダムサイトと同様にトライバルエリアの地域内に計画されており、権利の調整等を含め、慎重に調査が進められている。

## 添付資料

## 調査者略歴

木村克彦

1932. 7.14 生  
 1956. 3 岐阜大学農学部農業工学科卒業  
 1956. 4 ~ 1967. 3 東海農政局  
 1967. 4 ~ 1969. 9 九州農政局  
 1969.10 ~ 1971. 9 北陸農政局信濃川水系調査事務所課長  
 1971.10 ~ 1974. 9 O T C A 派遣専門家 (インドネシア公共事業電力省灌漑局)  
 1974.10 ~ 1977. 3 構造改善局建設部農業土木専門官 (海外担当)  
 1977. 4 ~ 1979. 4 J I C A 農林水産計画調査部農林水産技術課課長  
 1979. 5 ~ 1981. 6 近畿農政局土地改良技術事務所所長  
 1981. 6 ~ 1983.10 J I C A 派遣専門家 (タイ王室灌漑局計画部)  
 1983.11 ~ 1986. 4 関東農政局那須野原開拓建設事務所所長  
 1986. 5 ~ 1992. 5 J I C A 派遣専門家 (インドネシア公共事業省水資源総局計画局)  
 1992. 8 ~ 1993. 8 日本技研 (株) 取締役海外事業本部副本部長  
 1993. 9 ~ 現在 同 上 常務取締役海外事業本部副本部長

加藤俊之

1956. 7. 3 生  
 1979. 3 立教大学法学部卒業  
 1979. 4 ~ 1983.12 大豊建設 (株) 海外事業部  
 1984. 4 ~ 1992. 3 日本技研 (株) 海外事業本部  
 1992. 4 ~ 現在 同 上 海外事業本部課長

アブドル ラヒム マスッド (Abdur Rahim Mahsud)

1931. 2.21 生  
 1953 バンジャブ大学土木工学科卒業  
 1968 サザンプトン大学 (英国) 土木工学修士課程修了  
 1954. ~ 1959. 北西辺境州政府灌漑局  
 1959. ~ 1964. 水資源電力開発庁 (WAPDA)  
 1964. ~ 1969. 西パキスタン政府灌漑局  
 1969. ~ 1971. 北西辺境州政府灌漑局  
 1972. ~ 1977. 北西辺境州政府計画開発局  
 1977. ~ 1978. パキスタン農村開発学会  
 1978. ~ 1979. パキスタン観光開発公社  
 1979. ~ 1984. パキスタン工業開発公社  
 1984. ~ 1987. パキスタン政府住宅・労働省  
 1987. ~ 1991. パキスタン政府水電力省次官  
 1991. ~ 現在 日本技研 (株) イスラマバード事務所顧問

## 調査日程

順	日付	出発地	到着地	宿泊地	調査内容
1	11. 8 (月)	Narita	Islamabad	Islamabad	成田11:55発, イスラマバード20:00着 (PK753)
2	11. 9 (火)			Islamabad	資料収集
3	11.10 (水)	Islamabad	Peshawar	Peshawar	日本大使館, J I C A及び連邦政府関係省庁表敬、移動
4	11.11 (木)			Peshawar	州政府関係省庁表敬及び打ち合わせ
5	11.12 (金)			Peshawar	現地踏査 (Munda Dam Site)
6	11.13 (土)	Peshawar	Bannu	Bannu	移動
7	11.14 (日)			Bannu	現地踏査 (Kurram Tangi Dam Site)
8	11.15 (月)	Bannu	Peshawar	Peshawar	移動、資料整理
9	11.16 (火)	Peshawar	Islamabad	Islamabad	州政府関係省庁報告、移動
10	11.17 (水)			Islamabad	J I C A及び連邦政府関係省庁報告
11	11.18 (木)	Islamabad	Karachi	Karachi	資料整理及び移動
12	11.19 (金)	Karachi	Bangkok	Bangkok	カラチ 3:20発, バンコック 9:45着 (TG508)
13	11.20 (土)			Bangkok	資料整理
14	11.21 (日)	Bangkok	Narita		バンコック 1:45発, 成田 9:30着 (TG640)

## 収集資料リスト

## 一般

- (1) Eighth Five Year Plan (Draft) (1994-1998)  
(Planning Commission, Government of Pakistan)
- (2) Water Sector Investment Planning Study (Volume I : Main Report)  
(Federal Planning Cell, Lahore - December, 1990)
- (3) Budget Speech (1993-1994)  
(Finance Department, Government of NWFP - October, 1993)

## クラムタンギ灌漑開発計画

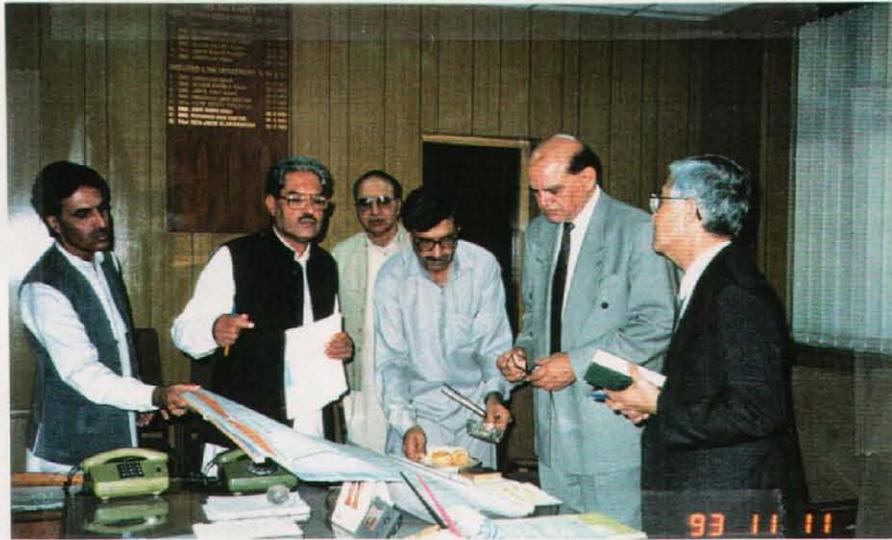
- (1) Pre-Feasibility Study Report on Kurram Tangi Dam Multipurpose Project  
(Associated Consulting Engineers (Pvt.) Ltd. - November, 1992 )
- (2) Kurram Tangi Dam Project Exhibits  
(Planning & Investigation Organization, Planning Division, WAPDA - July, 1992)
- (3) PC-II Proforma for Feasibility Study of Kurram Tangi Dam Multipurpose Project  
(Planning & Investigation Organization, Planning Division, WAPDA - November, 1992)
- (4) Concept Clearance Paper of Kurram Tangi Dam Multipurpose Project  
(Planning & Investigation Organization, Planning Division, WAPDA - February, 1993)
- (5) A Series of 1/50,000 -scale Topographical Maps for Prosoped Project Area  
(Government of Pakistan)

## ムンダダム開発計画

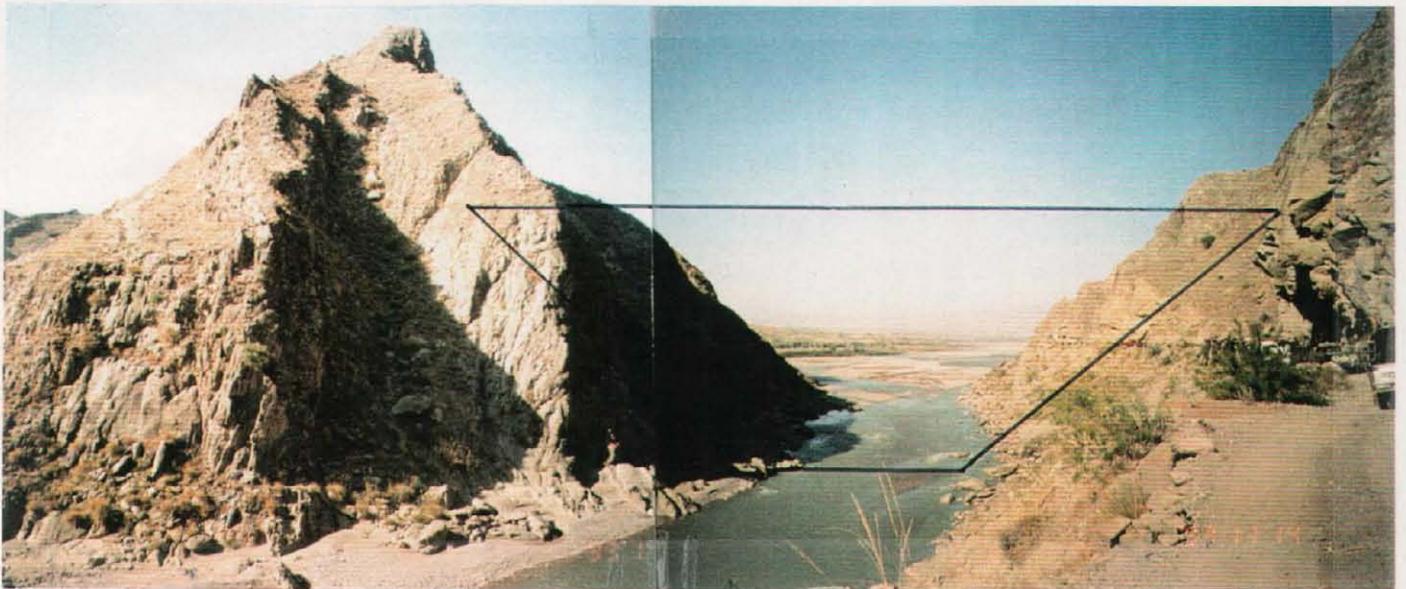
- (1) Pre-Feasibility Study Report on Munda Dam Multipurpose Project  
(National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Ltd. - November, 1992)
- (2) PC-II Proforma for Feasibility Study of Munda Dam Multipurpose Project  
(Planning & Investigation Organization, Planning Division, WAPDA - March, 1993)
- (3) Concept Clearance Paper of Munda Dam Multipurpose Project  
(Planning & Investigation Organization, Planning Division, WAPDA - March, 1993)

## 面会者リスト

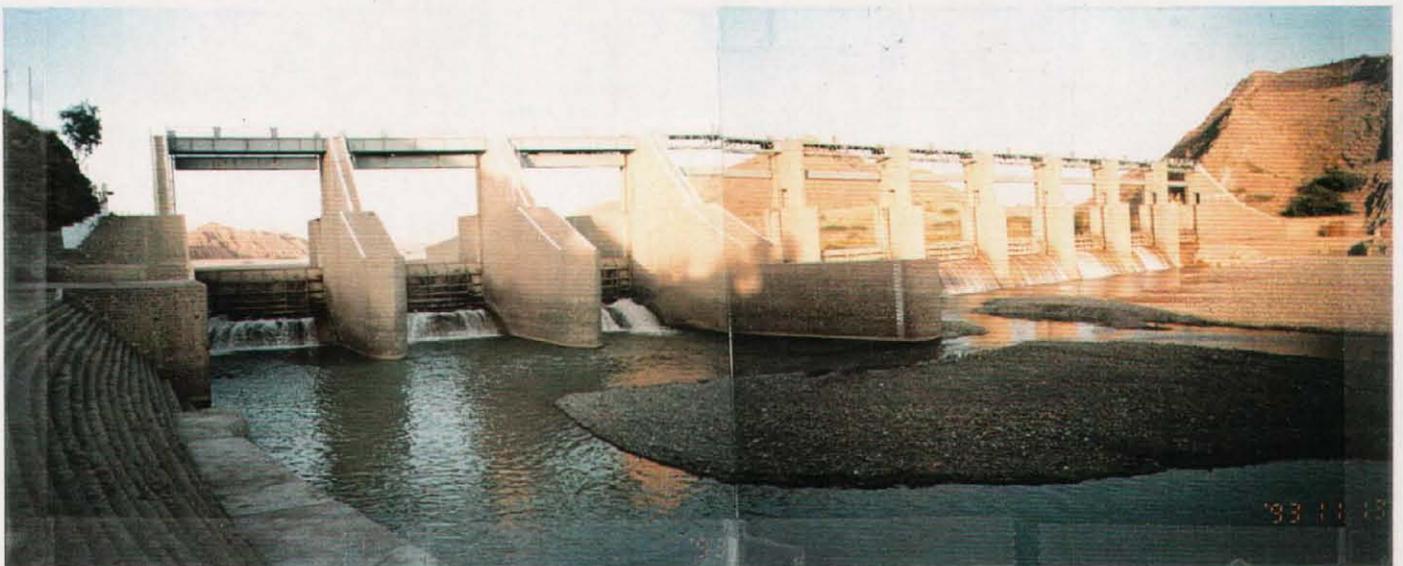
- |             |   |   |
|-------------|---|---|
| (1) 日本大使館   | 田野井 雅彦 氏  | 一等書記官   |
| (2) 国際協力事業団 | 御手洗 章弘 氏<br>新垣 和成 氏   | 所長<br>次長  |
| (3) 水利電力省   | Mr. Mohammad Salman Faruqi<br>Mr. Syed Shahid Husain<br>Mr. Daud Beg  | Secretary General<br>Additional Secretary (Water)<br>Additional Secretary (Power)   |
| (4) 計画開発省   | Mr. Hafeez Qaiser   | Chief (Water), Planning & Development<br>Division   |
| (5) 北西辺境州   |   |   |
| ・ 灌漑局       | Mr. Javid Alam Khanzada<br>Mr. Hidayal Ullah Khan<br>Mr. Nawab Khan<br>Mr. Kamal Jehangi Khan<br>Mr. Inayat Ullah Khan<br>Mr. Aslim Bungush | Secretary<br>Deputy Secretary<br>Director Design<br>Section Officer<br>Superintending Engineer, Bannu<br>Excecutive Engineer, Bannu   |
| ・ 計画開発局     | Mr. Mohammad Saleem Khan<br>Mr. Khalid Aziz   | Secretary<br>Additional Chief Secretary   |
| (6) 水利電力開発庁 | Mr. Mohammad Zaman Khan<br><br>Mr. Mohammad Younas Khan   | Director Investigation, Frontier General<br>Investigation Division<br>Excecutive Engineer, Frontier General<br>Investigation Division |



北西辺境州灌漑局での資料収集



クラム・タンギ ダムサイトを下流から望む



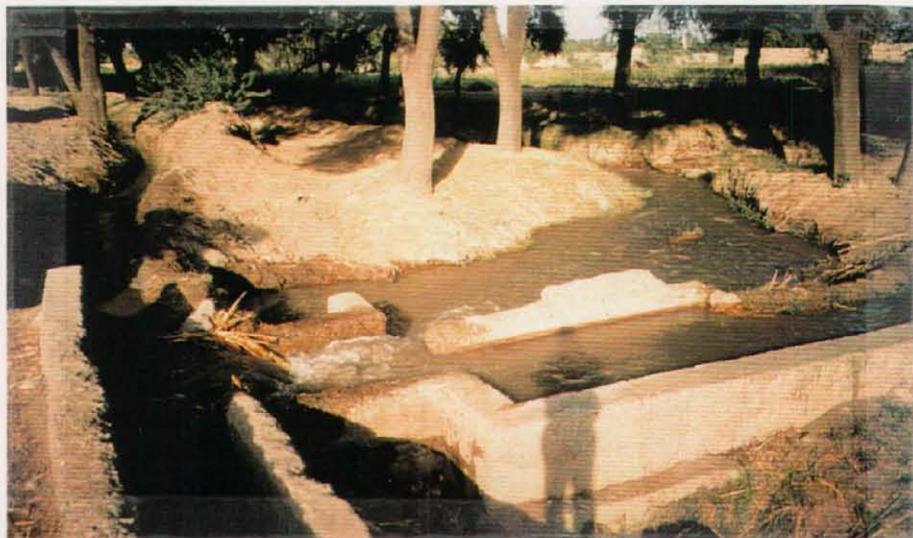
クラム・タンギ地区、クラム ガリ頭首工



クラム・タンギ地区、バラン (Baram)貯水池の夕暮れ



クラム・タンギ地区、右岸幹線水路 (マルワット・キャナル)



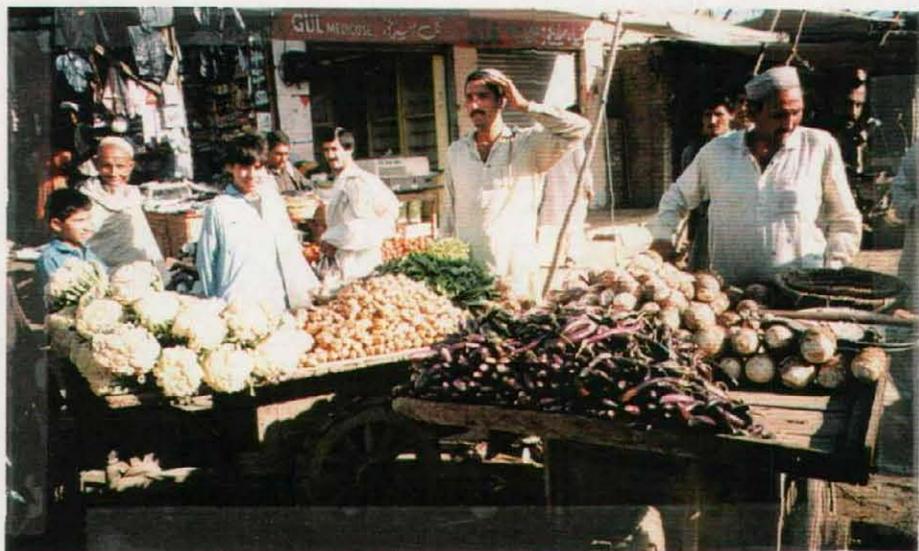
クラム・タンギ地区、末端の分水工



クラム・タンギ地区、冬小麦の灌漑畑地



クラム・タンギ地区、右岸の新規灌漑計画地



市場にて、茄子、タロ、ブロッコリー、人参等



ムンダ ダムサイトを上流から望む



ムンダ地区、ムンダ頭首工



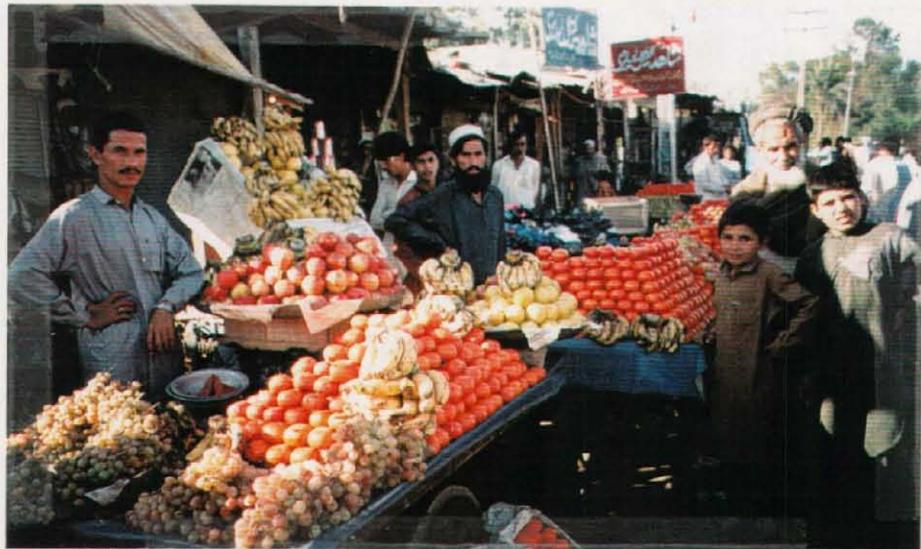
ムンダ地区、右岸幹線水路 (Michani Branch)



ムンダ地区、ブロッコリーの灌漑畑地



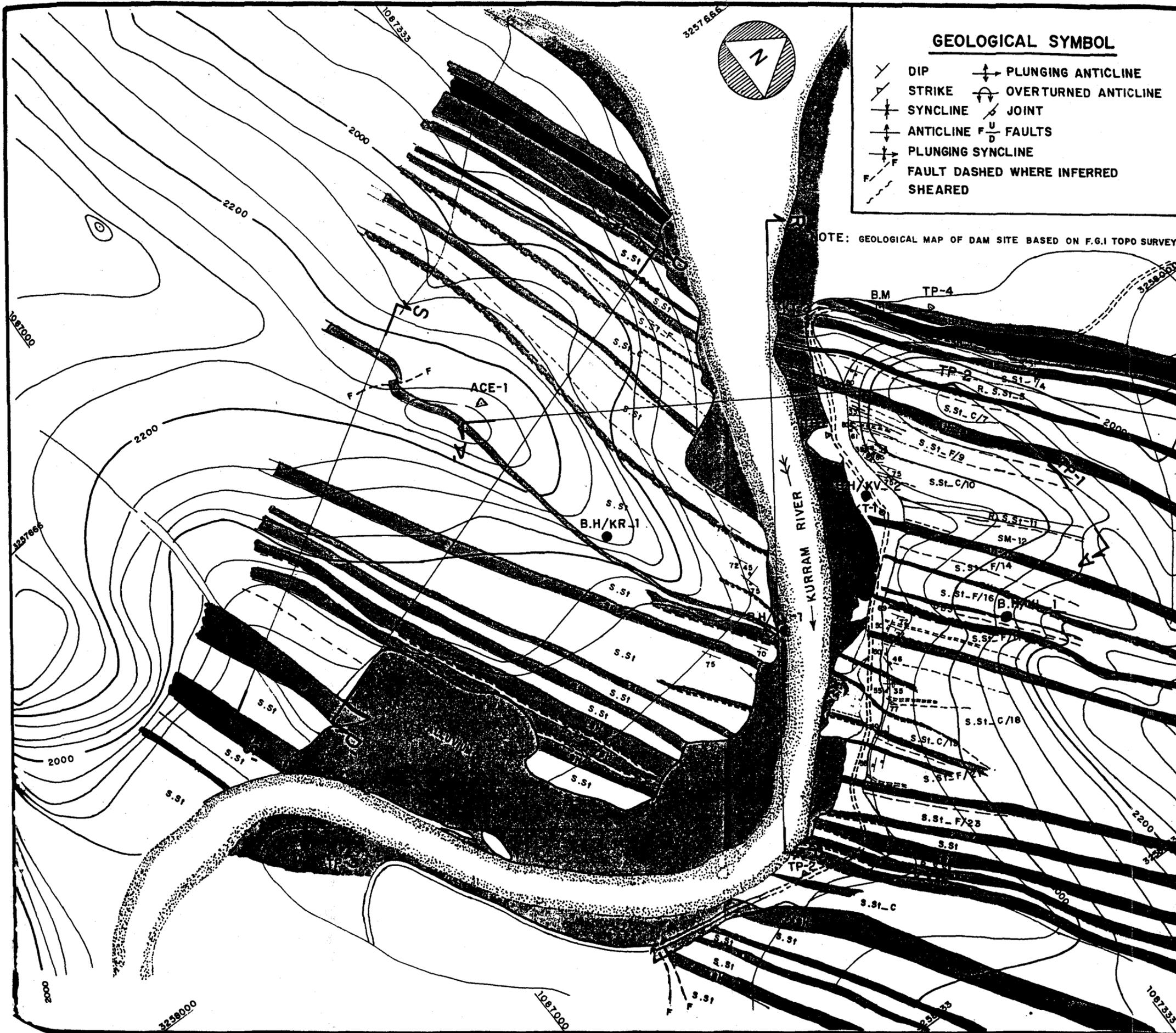
ムンダ地区、右岸新規灌漑計画地 土塀はアフガン難民のキャンプ



ムンダ地区、チャルサダの果物市場、赤い果物は柿

図面集

1. FIG.-1 **Kurram Tangi Dam Multipurpose Project Geological Plan of Dam Site with Geological Section Locations**
2. FIG.-2 **Kurram Tangi Dam Multipurpose Project Layout Plan (Alternative 3)**
3. FIG.-3 **Kurram Tangi Dam Multipurpose Project Main Dam Typical Section (Alternative 3)**
4. FIG.-4 **Munda Dam Multipurpose Project Regional Geological Map**
5. FIG.-5 **Munda Dam Multipurpose Project Layout Plan (Scheme 2)**
6. FIG.-6 **Munda Dam Multipurpose Project Embankment Section (Scheme 2)**



**GEOLOGICAL SYMBOL**

- ↘ DIP
- ↗ STRIKE
- ↕ SYNCLINE
- ↕ ANTICLINE
- ↕ PLUNGING SYNCLINE
- FAULT DASHED WHERE INFERRED
- SHEARED
- ↕ PLUNGING ANTICLINE
- ↕ OVERTURNED ANTICLINE
- ↗ JOINT
- F U D FAULTS

NOTE: GEOLOGICAL MAP OF DAM SITE BASED ON F.G.I TOPO SURVEY.

**LEGEND** FIG-1

1. PANOBA SHALE: GREENISH GREY, SPLENTY CONTAINS MARLS AND RIBS OF LIME STONE.
2. EOCENE LIME STONE: LIGHT GREY, MARLY WEATHERED ARGILLACIOUS LIME STONE WITH INTER-LAYER OF SHALE.
3. SHALE: SHALE AS ABOVE WEATHERED.
4. SAND STONE - S.S1-F: GREYISH GREEN, MEDIUM TO FINE GRAINED, WELL INDURATED, CALCAREOUS CEMENT MODERATELY STRONG TO STRONG, MASSIVE TO BLOCKY, SLIGHTLY WEATHERED.
5. FERRUGINOUS RED SAND STONE - R.S.S1: AS ABOVE, COARSE GRAINED, CONGLOMERATIC MODERATELY WEATHERED, CAVITIES FORMED DUE TO FALLING OFF CONGLOMERATE PEBBLES FROM SAND MATRIX BLOCKY.
6. MARLY LIME STONE: GREENISH WHITE, MODERATELY WEATHERED, GLAUCONITIC, SPONGY TEXTURED, MODERATELY STRONG ON FRESH SURFACE.
7. SAND STONE - S.S1-C: GREYISH GREEN, MODERATELY STRONG TO STRONG, WELL INDURATED, CALCAREOUS CEMENT, COARSE GRAINED WITH OCCASSIONAL PEA SIZE GRAVELS MODERATE TO BLOCKY, SHOWS FREQUENT BEDDING PLANE SHEARS 6" TO 12". ALSO EXHIBITS OCCASSIONAL THIN 9" TO 18" INTRA FORMATIONAL CONGLOMERATE BEDS.
8. CLAY-SHALE: RED SHALE WEATHERED TO RESIDUAL CLAY AT SURFACE, SHEARED STIFF AND PLASTIC WHEN WET.
9. SAND STONE - S.S1-F: SAME AS NO: 7 WITH THIN LAYERS OF CONGLOMERATES AND CALCAREOUS SAND STONE, THINLY BEDDED AND FRACTURED.
10. SAND STONE - S.S1-C: SAME AS NO: 7 MASSIVE TO BLOCKY STRONG.
11. FERRUGINOUS RED SAND STONE: SAME AS NO: 5 WITH THIN SHALE BED.
12. SILTY SAND STONE - SM: WEAK TO MODERATELY STRONG FINE, SLIGHTLY TO MODERATELY WEATHERED. IT IS FRIABLE WHERE WEATHERED, MASSIVE.
13. CLAY-SHALE: SAME AS NO: 8.
14. SAND STONE - S.S1-F: SAME AS NO: 4. STRONG & MASSIVE
15. SHEARED SHALE:
16. SAND STONE - S.S1-F: SAME AS NO: 14.
17. SAND STONE - S.S1-F: GREY TO GREYISH GREEN, FINE TO MEDIUM GRAINED STRONG, MASSIVE TO BLOCKY, FRESH TO SLIGHTLY WEATHERED, CONTAINS FREQUENTLY SHEAR ZONES, THESE ARE BASICALLY BEDDING SHEARS WITH THIN SHALY LAYERS JOINTS ARE OPEN, DUE TO STRESS RELIEF, FROM 5mm TO 25mm JOINT AND SHEAR SURFACES ARE USUALLY ROUGH AND UNULATED.
18. SAND STONE - S.S1-C: GREYISH GREEN, MEDIUM TO COARSE GRAINED MODERATELY STRONG COMPACT WITH THIN CONGLOMERATE BEDS AND FINE SILTY SAND STONE MODERATELY WEAK SLIGHTLY FRIABLE, SHEARED.
19. SAND STONE - S.S1-C: SAME AS NO: 7.
20. SILTY SAND STONE - SM: AS NO: 18.
21. SAND STONE - S.S1-F: AS NO: 17.
22. SILTY SAND STONE - SM: AS NO: 18, WEAK AND WEATHERED
23. SAND STONE - S.S1-F: AS NO: 17.
24. RED CLAY SHALE: AS NO: 13, SHEARED.

SCALE: FEET 0 50 100 150 FEET

PAKISTAN  
WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY

KURRAM TANGI DAM MULTIPURPOSE PROJECT

**GEOLOGICAL PLAN OF DAM SITE  
WITH GEOLOGICAL SECTION LOCATIONS**

ASSOCIATED CONSULTING ENGINEERS ACE (PVT) LTD.  
IN ASSOCIATION WITH  
ENGINEERING GENERAL CONSULTANTS (PVT) LTD.  
B.A.K. CONSULTING ENGINEERS (PVT) LTD.  
PAKISTAN ENGINEERING SERVICES (PVT) LTD.

DESIGNED. N.H	CHECKED. M.B	DRG.NO
DRAWN. B.S	DATE. MAY, 1992	KTD/EG-02

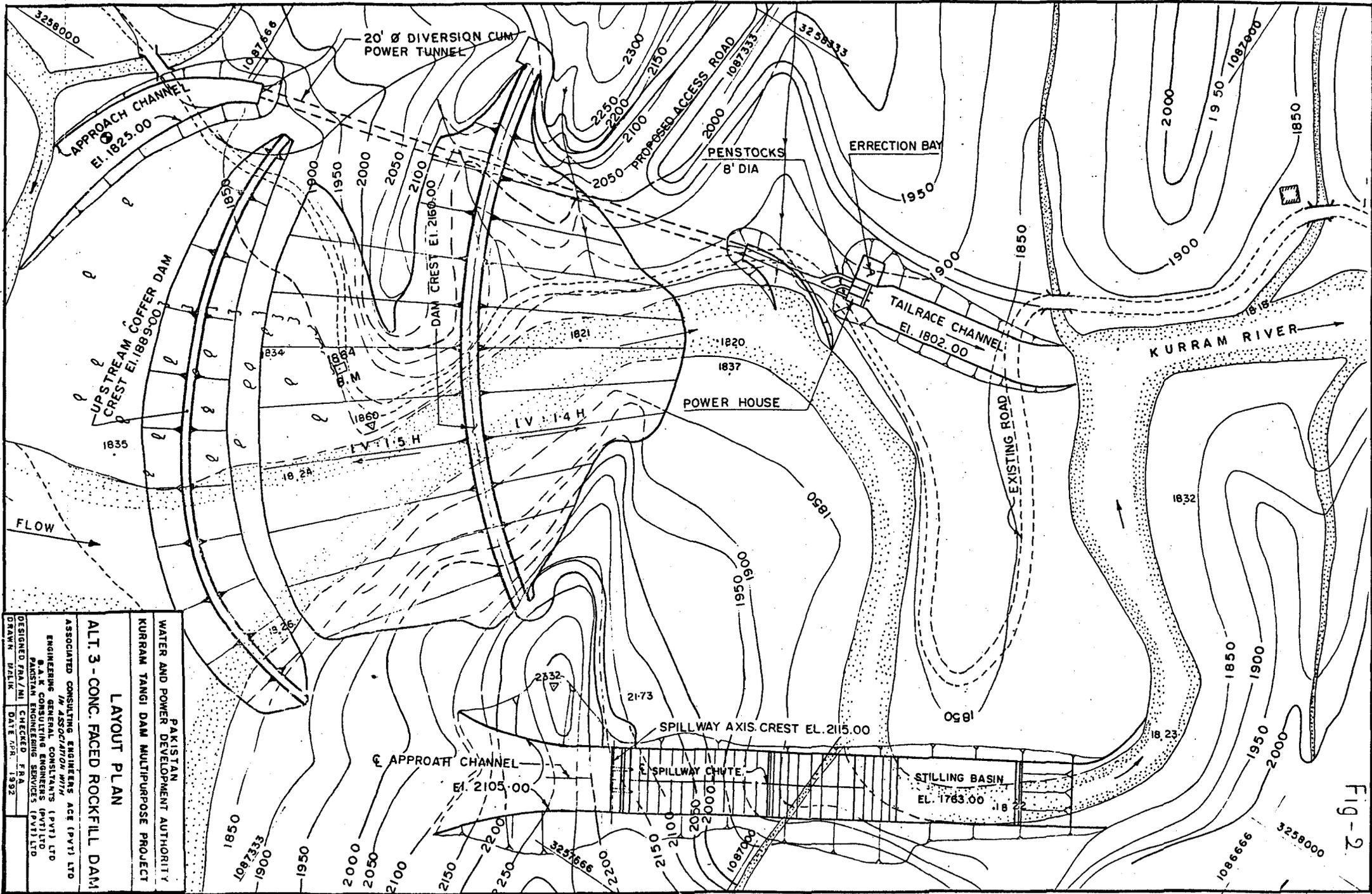
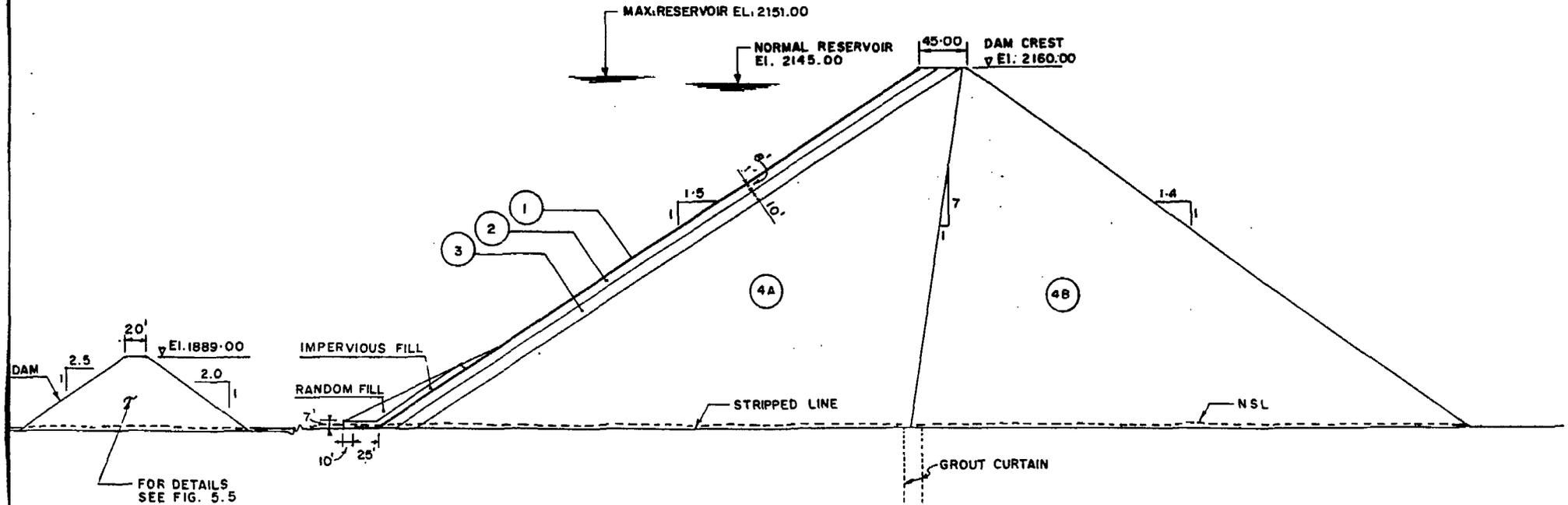


Fig-2

PAKISTAN  
WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY  
KURRAM TANGI DAM MULTIPURPOSE PROJECT  
LAYOUT PLAN  
ALT. 3 - CONC. FACED ROCKFILL DAM  
ASSOCIATED CONSULTING ENGINEERS ACE (PVT) LTD  
IN ASSOC. WITH  
ENGINEERING CONSULTANTS (PVT) LTD  
MAJID ENGINEERING SERVICES (PVT) LTD  
DESIGNED: FAL/MI CHECKED: F.A.  
DRAWN: BIL/IN DATE: 05/06/1993

FIG- 3

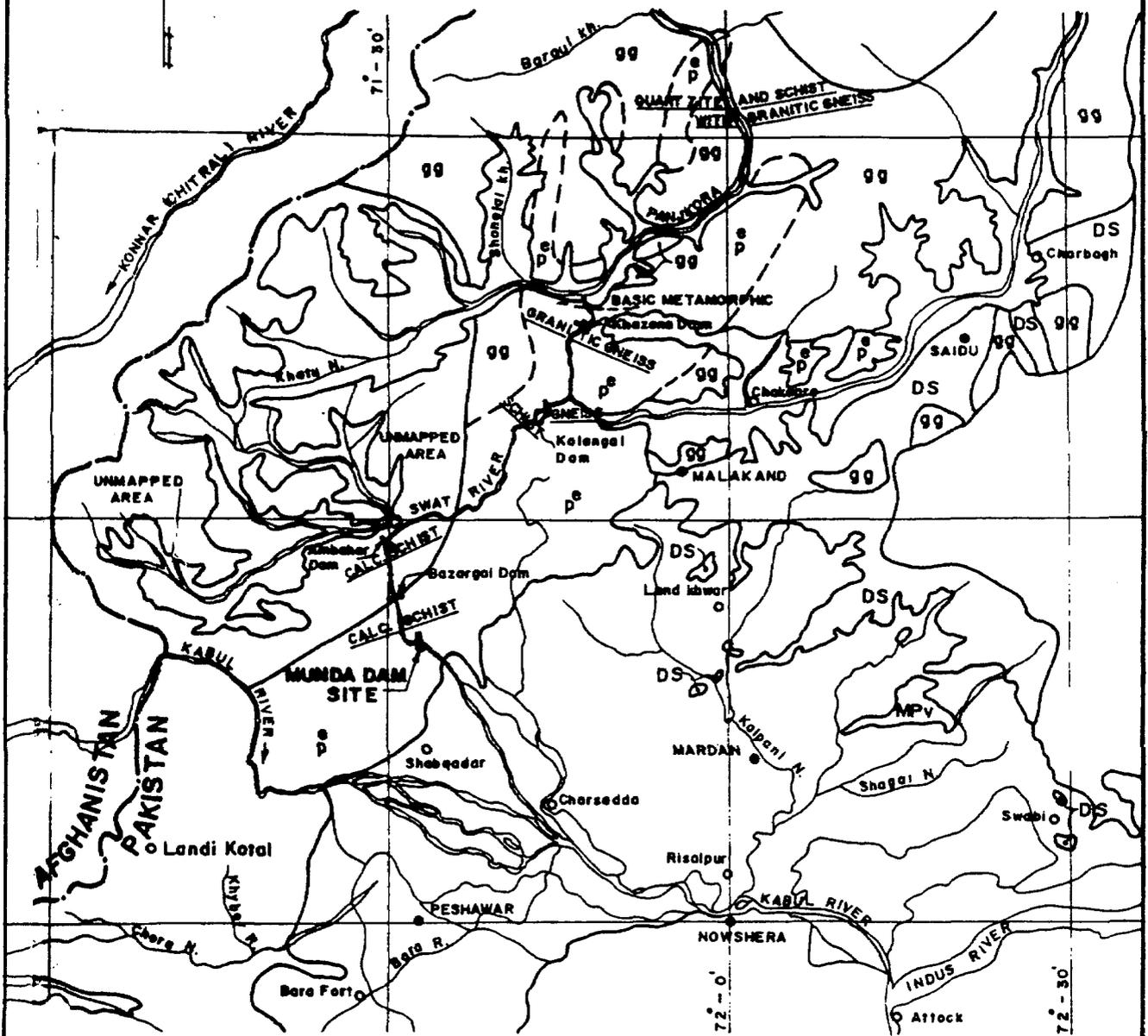


FOR DETAILS SEE FIG. 5.5

**LEGEND.**

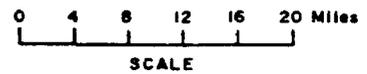
- ① REINFORCED CONC. SLAB.
- ② TRANSITION ZONE - 75 mm.
- ③ FINE ROCK - 150 mm.
- ④A RANDOM ROCKFILL.
- ④B ROCKFILL (LARGE SIZE STONES)

PAKISTAN WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY KURRAM TANGI DAM MULTIPURPOSE PROJECT	
<b>MAIN DAM TYPICAL SECTION                  ALT-3: CONC.FACED ROCKFILL</b>	
ASSOCIATED CONSULTING ENGINEERS ACE (PVT) LTD IN ASSOCIATION WITH ENGINEERING GENERAL CONSULTANTS (PVT) LTD & A.K CONSULTING ENGINEERS (PVT) LTD PAKISTAN ENGINEERING SERVICES (PVT) LTD	
DESIGNED - SW/JA	CHECKED - JA/IS
DRAWN - MALIK	DATE - APRIL, 1992



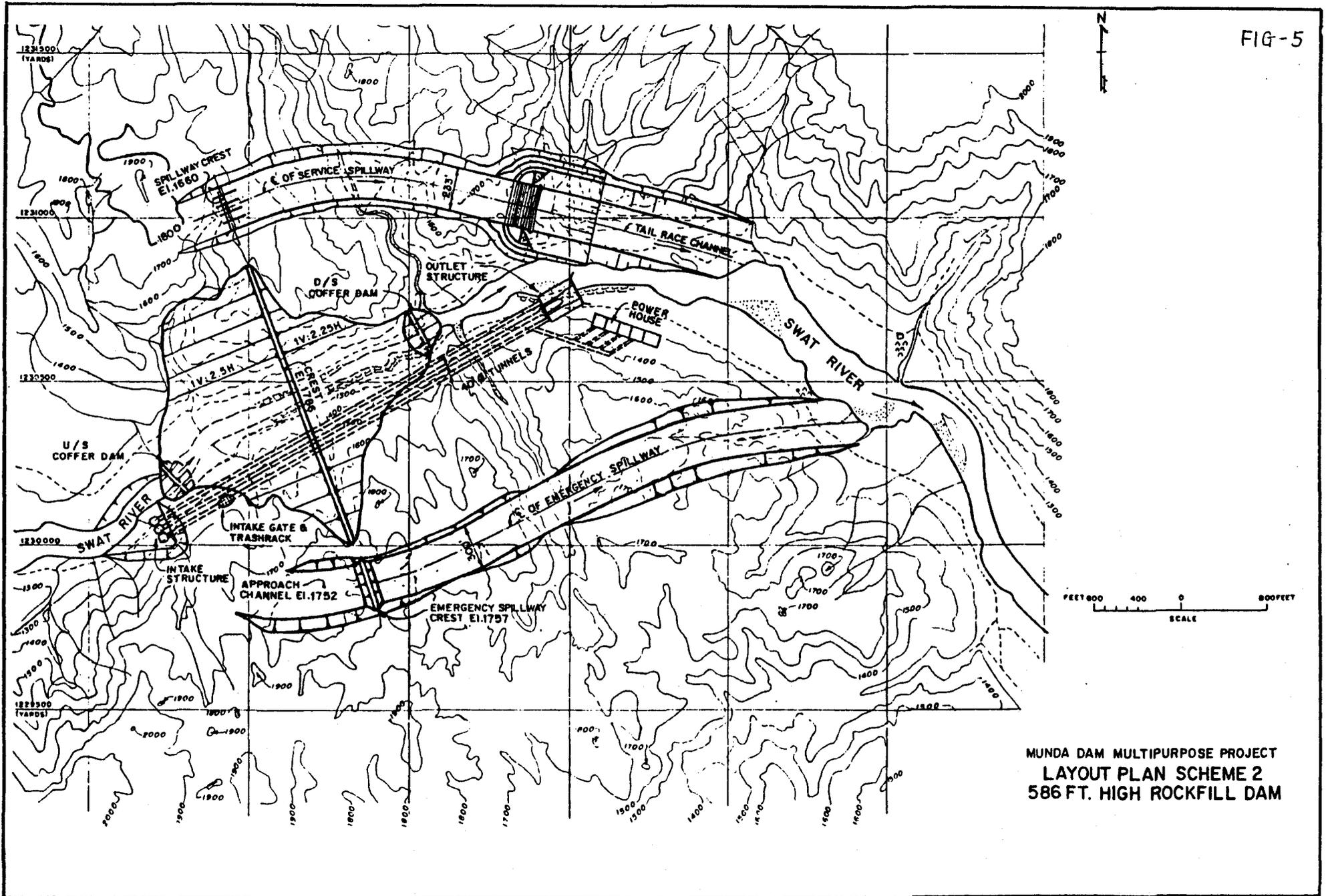
**LEGEND**

- Peshawar valley surficial deposits.
- River valley alluvial deposits.
- DS Devonian and silurian rocks, mostly quartzite, schist and dolomite.
- P Precambrian metamorphic and sedimentary rocks.
- GG Igneous metamorphic, and mafic intrusive rocks include granite, gneiss, schist and metasedimentary rocks.
- MPv Early mesozoic and late paleozoic rocks.
- Geologic contact
- Tentative geologic contact.
- International Boundary
- River

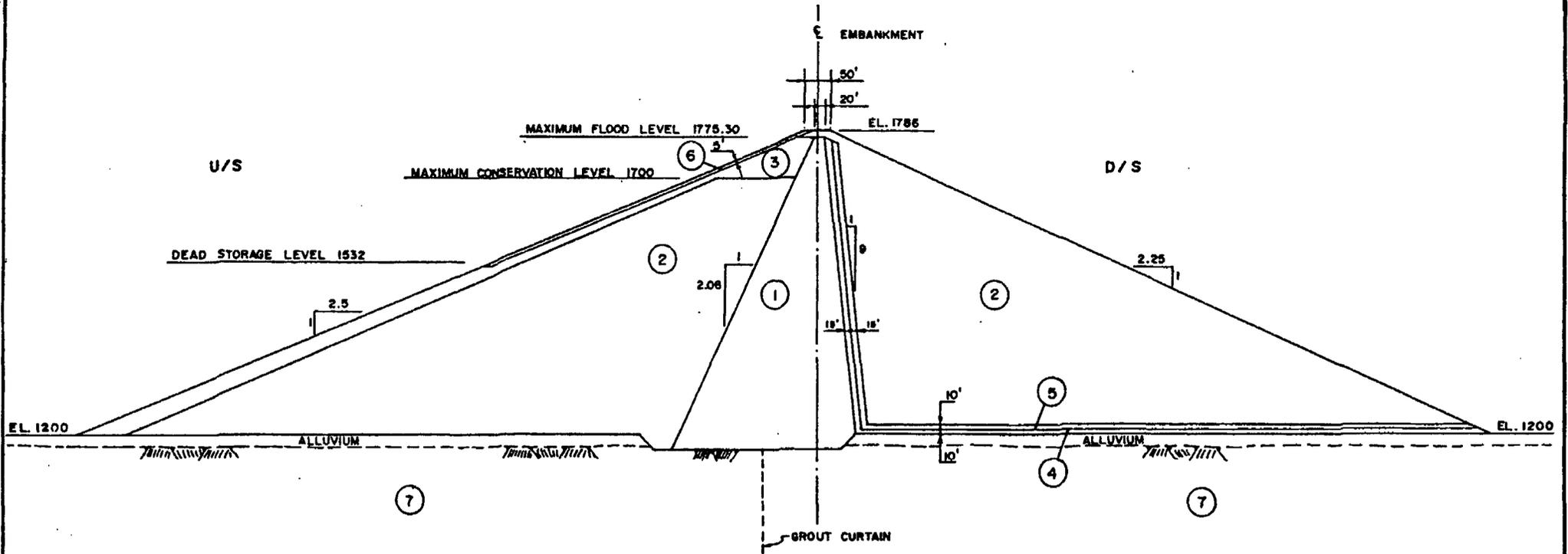


**MUNDA DAM MULTIPURPOSE PROJECT  
REGIONAL GEOLOGICAL MAP**

FIG-5

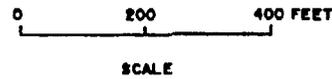


MUNDA DAM MULTIPURPOSE PROJECT  
LAYOUT PLAN SCHEME 2  
586 FT. HIGH ROCKFILL DAM



MUNDA DAM MULTIPURPOSE PROJECT

EMBANKMENT SECTION  
SCHEME - 2



LEGEND

ZONE	DESCRIPTION
①	CLAYEY SILTY GRAVELS/CLAYEY SILT CORE
②	SCHISTS ROCK FILL
③	LIMESTONE ROCK FILL
④	FINE FILTER (SAND)
⑤	COARSE FILTER (GRAVEL)
⑥	RIP RAP
⑦	BED ROCK