

パキスタン回教共和国

シンド州末端灌漑網のライニング機械施工計画

プロジェクト ファインディング調査

報 告 書

1995年3月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

## ま え が き

パキスタン回教共和国は、全労働人口の半分が農林水産業に従事し、国土の1/4が農耕地として利用されている。年間降雨量の少ない同国において、農業が主流産業になり得たのは、英国統治時代の大灌漑事業、即ち、サッカル・バラージの建設がきっかけであった。

今日でも農業用水の多くの部分を灌漑に依存しているシンド州においては、利用水の運河における漏洩と塩害の発生が近年大きな問題となってきた、その対策が検討されている。

海外農業開発コンサルタント協会（ADCA）は、用水の漏洩量の最も多い末端灌漑用水路にライニングを貼ることが、漏水と塩害防止も含めた有効な対策であると考え、前回の調査（平成4年1月）に続いて具体的に推進するため、後藤寧郎、稲葉大策を同国に派遣した。

シンド州関係省庁によると、本プロジェクトはニーズが高く、かつ中央政府よりも優先度が与えられていると聞き、今後の早期進展が期待される。

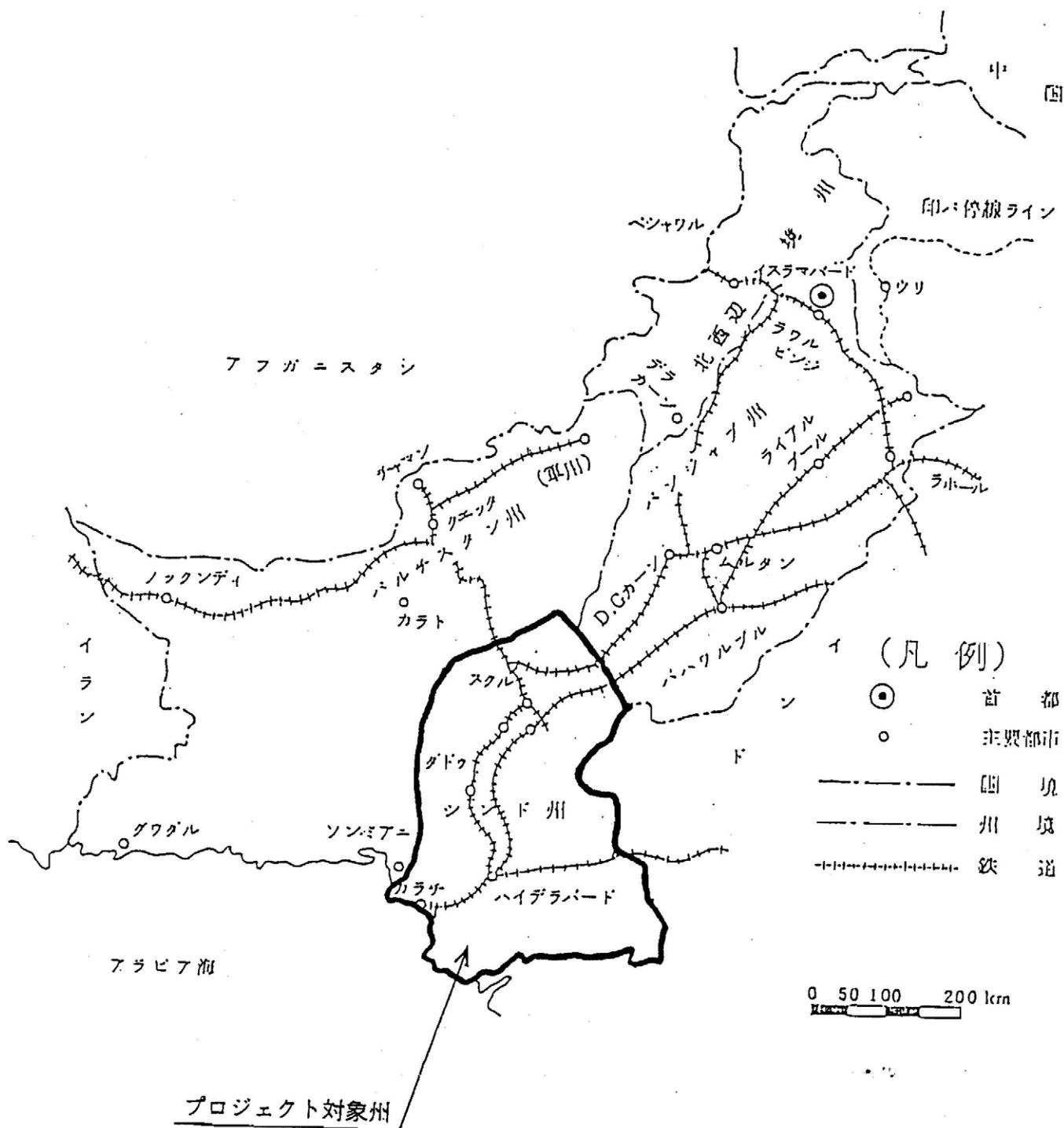
最後に我々の調査団に対し、適切な助言とご指導を賜った在パキスタン日本国大使館、シンド州灌漑省、同計画開発省をはじめとする両国政府関係機関に対し、深甚なる謝意を表したい。

平成7年3月

ADCAプロジェクト・ファインディング調査団

後 藤 寧 郎

パキスタン地図



# 目 次

まえがき

地 図

1. パキスタン国の概要	1
2. パキスタン国の農業	3
3. 第8次5ヶ年計画	5
4. シンド州灌漑の歴史	6
5. 灌漑網の現況と問題点	7
6. 現地調査	9
7. 調査団所見	10

添付資料

- (1) 調査団員氏名
- (2) 調査日程
- (3) 面識者氏名
- (4) 入手資料
- (5) 写 真

## 1. パキスタン国の概要

パキスタン国は、イラン、アフガニスタン、中国、インドに隣接する南西アジアの国で、面積は79.6万平方キロメートル、人口1.17億人（1991年推定）、国民一人あたりGNP 400USドル（1991-92年）である。主要産業は農業であり、GDPの25%を占め、全労働人口の約50%を擁し、全人口の69%が農村人口である。

パキスタン国は、1982年以降10年間GDP成長率、平均年率6%と比較的順調な経済成長を成し遂げてきた。しかしながら、今後の経済発展の上で幾つかの問題を抱えている。

一つには経常収支が恒常的にマイナスであることで、1984-1991年の間、毎年平均約16億ドルの赤字が続いている。今一つは貯蓄率が低いことで、GNP比貯蓄率13~14%は他のアジア諸国と比べても極めて低い水準にある。これらの問題は、今後パキスタン国がさらに工業化と産業の多様化を進めて経済成長をなしていく上で、投資余力の不足として支障となる。

さらにパキスタン国が直面する問題は高い人口増加率である。パキスタン国の人口増加率は1981年の国勢調査によると年率3.06%であり、また1981-1991年の推定人口増加率は年率3.1%を示しており、アジアの平均1.8%に比べると著しく高い水準にある。高い人口増加率は、食糧自給率の向上、さらに住宅・給水・医療施設等社会インフラ、厚生面の充実を難しくし、特に重要課題である識字率（1981年調査によると26%）向上のための教育の普及に支障となっている。人口増加がこのまま続けば、西暦2000年には1.53億人に達すると推定されており、いかにして増加する人口の食糧を確保し、かつ家計収入の増加による教育の普及を通して、人的資源の形成を進めるかが課題である。

労働人口の部門別比率を生産部門について見ると、表1の通り農業 51.15%、鉱業・製造業 12.84%、商業 13.24%と圧倒的に農業の比率が大きい。高い人口増加率を受けて急増する労働力人口を吸収する上で、農業部門に依存するところが大きいことが判る。

表1 労働人口（10歳以上）部門別比率

	労働人口比率 (%)
農業	51.15
鉱業・製造業	12.84
建設業	6.62
電力・ガス	0.83
運輸	5.24
商業	13.24
その他	10.08
合計	100.00

出典：連邦統計局（経済調査1992-93）

農村部における不完全雇用の進行を抑え、余剰労働力の都市部への集中を防ぐためにも、農業における雇用機会の拡大が必要である。

農業の生産基盤としての耕地の現状を見ると、人口に対する耕地の割合は人口の増加とともに減少し、一人あたり0.29ヘクタール（1972）から0.17ヘクタール（1992）となっている。従って、雇用吸収力増加のためには、一方で労働集約的で高付加価値の農産物の生産を促進するとともに、耕地の拡大による生産基盤の拡充が必要となる。

## 2. パキスタン国の農業

パキスタンの国の農業はGDPの25%を占め、労働力人口の約50%を吸収する基幹産業である。

耕地面積は2,111万ヘクタール(1991-92)で、国土総面積(7,961万ヘクタール)の26.5%を占める。

主要農産物は、小麦、米、とうもろこし、豆類、砂糖きび、綿花であり、その生産量は表2に示す通りである。また、農業部門で国民の食生活の改善と現金収入につながるものとして延びているのが畜産と果実である(表3、表4参照)。

表2 主要作物生産量

単位:1,000トン

項目	1988-89	1989-90	1990-91
小麦	14,419	14,316	14,505
米	3,200	3,220	3,265
とうもろこし	1,209	1,179	1,185
豆類	624	768	785
砂糖きび	36,916	35,494	35,989
綿花(千ペール)	8,385	8,560	9,628

夏作(Karif 4~6月播種、9月~11月収穫):米、メイズ、綿花

冬作(Rabi 9~12月播種、3月~5月収穫):小麦、豆類

出典:パキスタン農業統計(経済調査)

表3 家畜頭数

単位:1,000頭

項目	1971-72	1981-82	1991-92
牛	14,600	15,900	17,700
水牛	9,800	12,100	18,300
羊	13,700	22,800	22,400
山羊	15,600	26,700	38,700
家禽	24,300	73,500	156,200
その他	3,000	3,900	5,500

出典:畜産部(経済調査1992-93)

表4 果樹栽培面積(全種類)と生産高

	1975-79(年平均)	1980-84(年平均)	1989-90
栽培面積 (1,000ヘクタール)	262.9	363.3	449.8
生産量 (1,000トン)	2,185.6	3,065.6	3,881.8

出典:パキスタン農業統計(1989-90)

### 3. 第8次5ヶ年計画

1993年より始まった第8次5ヶ年計画（1993-98）の策定時、パキスタン政府計画委員会は、その取り組み方針（Approach Paper, 1991, 5月）として、第7次5ヶ年計画と同様、食糧供給、教育、保健、厚生、雇用、社会インフラの改善に重点を置くこと、中でも社会的弱者の貧困問題の解決と地域間格差の是正に向けて努力がなされることを協調した。

農業部門については、土地と地下水の有効利用、農業基盤・制度の強化と水産、畜産、林業の開発を戦略として、次の具体策に重点が置かれている。

- 1) 農業の近代化－労働集約的高収益作物の生産  
－価格、流通システムの改善による農家収入の改善
- 2) 食糧自給率の向上－食用油、穀類、砂糖きび等
- 3) 原材料の確保
- 4) 畜産、水産業の生産性向上
- 5) 農産物市場政策の改善－輸出製品の生産促進
- 6) 環境・天然資源保全

さらに第8次5ヶ年計画において重点が置かれているのは、自然条件に恵まれないため技術、資源の導入について不利な条件下にある地域に対して（特に小農について）、これらの導入を促進する施策である。特に対象となるのは、天水農業地帯、乾燥地、丘陵地帯等、従来灌漑農業に比してより軽視された地域であるとしている。

#### 4. シンド州灌漑の歴史

シンド州の農業の発展はインダス河によりもたらされた。ヒマラヤの雪が溶けて流れる過程において、インダスは多くのシルト等を運んできた。特に年間4ヶ月間の豊水期に河は氾濫し、運んできたシルトや腐葉土を流域に撒布することにより、シンド州は肥沃な土地として発展してきた。しかし、豊水期間外の8ヶ月間は、一般的に河の水位は低く、流域に何の恩恵も施さず、アラビア海に放出されていた。豊水期と渇水期は一定ではなく、ヒマラヤの雪の量と山岳地域の温度変化により、インダス河の流量は毎年変化した。

サッカル地区にバラージ（堰）を建設することを発案したのは、1846年頃この地方の総督であったウォルター・スコット中佐であった。しかし、今日のサッカル・バラージが計画されたのは1920年であり、時のボンベイ政府よりインド政府の承認を得て、1923年に着工し1931年12月31日に完成し、1932年1月13日より水路の利用が始まり、今日に至っている。

## 5. 灌漑網の現況と問題点

パキスタンにおける水管理はWAPDA (Water and Power Development Authority) が行い、インダス河より各州が取水する量や大規模運河の管理を行っている。これに対し中規模以下の運河や堰の管理は州毎に行われ、各州の Irrigation and Power Departmentが担当している。

シンド州では、インダス河にサッカル・バラージ (Sukkur Barrage)、コトリ・バラージ (Kotri Barrage)、グッド・バラージ (Guddo Barrage) の三つの堰 (Barrage) を設け、灌漑/生活用水を取水している。このうちサッカル・バラージが歴史も古く、かつ最大であり、広くシンド州をカバーしている。

パキスタンでは灌漑網 (Irrigation Canal) のクラス分けを基幹部より順に次のように呼んでおり、その流量は大略以下の通りである。

Main Canal	500 <	(Cusec.)
Branch Canal	50~500	(Cusec.)
Distributary	15~50	(Cusec.)
Minor	5~15	(Cusec.)
Sub Minor	< 5	(Cusec.)
Water Course	0~4	(Cusec.)

このうち Main Canal より Sub Minor までは灌漑庁 (Irrigation and Power Dept.) の管轄であり、Water Course は農業省の担当となっている。

パキスタンでは人口が年率3.1%で増加しており、これに伴う食糧増産が急務として第7次5ヶ年計画 (1989-1993) においてもトップ・プライオリティに挙がっていた。このため穀倉地帯であるパンジャブ州をはじめ、農地開発 (ホリゾンタル・エクスパンション) が各州で行われており、これに伴って灌漑用水の需要がうなぎ昇りに上がっている。このため、従来では関心の薄かった灌漑用水の節約に目が向けられ、最近では用水路よりの漏水による損失を減少すべきとの見解が主流を占めるに至った。

特に漏水で問題となったのは、シンド州で3,963マイルと一番延長距離の長い Distributaries と Minors である。また漏水により Water logging と塩害 (Salinity) 問題も併せて発生し、今日では大きな問題になっている。

このため、1990年には中央政府灌漑庁の Chief Engineer の指示により、水路に各種のライニングを貼付する実験が行われた。使用されたライニング用の材料は以下の通りであった。

レンガ・ブロック  
セメント・コンクリート  
PVC（ビニール被膜）  
ジオ・テキスタイル

この実験では、各々についての節水量のデータは得られなかったが、品質、耐久性、コストを比較した結果、セメント・コンクリート・ライニングが一番効率的との結論に至った。

この時のコンクリート・ライニングの敷設が、人力により Minors において Rs 505,800/1,000ft であったが、耐用年数を30年とすれば、コスト的にも十分採算に合うものと判断された。

以上の試験結果をもとに、パキスタン側は末端灌漑水路(Distributaries & Minors)のライニング貼付を機械化施工で行うべく、その研究を株式会社建設企画コンサルタントに依頼してきたものである。

## 6. 現地調査

本調査団は、今度の実施調査を行うにあたり、ゴム被膜の敷設、ビニール被膜の貼付、コンクリート・ライニングの貼付の3案を持参し、シンド州灌漑庁の関係者との討議を行った。

また水路の底面形状を調査することが重要であるとの認識から現地調査を行ったもので、ライニング・マシンの設計に必要なデータを容易に入手することができた。

本調査に対し、UKのAidでSukkur Barrageのリハビリを行っている英人技術者（現在16人が常駐）よりも資料の提供を受けた。

さらにシンド州灌漑庁関係者との討議、現地調査を通し、大略下記のことが判明した。

- (1) ライニング貼付の対象水路は Distributaries と Minors という呼称で呼ばれている5～50 Cusecの流量を持つ水路である（一般的に Bed Widthが広く水路が浅い）。
- (2) Distributaries と Minors の一本の長さは3～12マイルである。
- (3) パキスタン側は第一期工事として5年間で1,068マイルの Distributaries と Minors にコンクリート・ライニングを貼付したいとしている。
- (4) 延長距離が長いのでライニングの貼付は、専用機の導入による機械化施工でなければならない。
- (5) 手作業による作業コストは Rs 505,800/1,000ft である（但し、一日あたり30m位しかできないので能力的には問題である）。  
機械化施工の場合の目標コストは Rs 200million/マイルである。
- (6) ライニング貼付を機械化施工で行う対象水路は Distributaries と Minors とし、第一期プロジェクトとして計551本、総延長で1,081マイルの水路を対象とする（リストは省略）。
- (7) ライニングはコンクリートとする。
- (8) 水路は、10、20、30、40、50 Cusecの5サイズとし、ライニング機械のアタッチメントを3種類製造して対応する。
- (9) 施工法としては Diversionを造り現有水路は一旦埋め戻し、締め固め後再掘削する。
- (10) 調査団は、機械のフリート、プロジェクト・コスト等を含めたプロポーザルを作成し、シンド州灌漑庁に提出する。
- (11) シンド州灌漑庁は、このプロポーザルをベースにPC-Iフォームを作成し、これを日本国政府の無償資金協力候補案件として、パキスタン中央政府に申請する。
- (12) 今後も両者は協力して事業の推進にあたる。このため株式会社建設企画コンサルタントは、シンド州灌漑庁の要請により、資料の提供、技術的ノウハウの開示を行う。

## 7. 調査団所見

シンド州における灌漑の歴史は古く、かつ現在ではシンド州灌漑省の管轄のもと、七つのバラージによって、全シンド州の灌漑用水の供給・管理は完全にコントロールされている。また雨量の少ないシンド州では、灌漑用水の管理こそが同国の基幹産業である農業生産を維持する生命線であり、灌漑に関するプロジェクトには常に高いプライオリティが与えられている。

インダス河の下流に位置するシンド州では、年々灌漑用水量は減少しており、このためには、特に用水の有効利用を積極的に推進する必要があるとあり、水路のライニングにより漏水や塩害の防止をすることは、シンド州灌漑省において高いプライオリティが与えられている。

調査結果をベースにした我が調査団の提案は、その後シンド州の灌漑省において高い評価を受け、国家プロジェクトとして承認されるべく、現在手続中であり、早期実現が期待されている。

# 添 付 資 料

(1) 調査団員氏名

株式会社建設企画コンサルタント 後藤 寧郎

同上

稲葉 大策 (3月19日より24日まで現地参加)

(2) 調査日程

日 程 表

日 数	年月日	曜 日	出発地	到着地	宿泊地	備 考
1	7. 3. 19	日	成 田	カ ラ チ	カ ラ チ	出 国・パキスタン入国
2	3. 20	月	カ ラ チ	サ ッ カ ル	サ ッ カ ル	灌漑省訪問
3	3. 21	火	サ ッ カ ル	カ ラ チ	カ ラ チ	現地調査
4	3. 22	水	カ ラ チ	イスラマバード	イスラマバード	大使館訪問
5	3. 23	木	イスラマバード	カ ラ チ	カ ラ チ	打合せ資料収集
6	3. 24	金	カ ラ チ	シンガポール	シンガポール	パキスタン出国
7	3. 25	土	シンガポール	成 田		帰 国

(3) 面識者氏名

- 1) Mr. Shamsuddin Meamon ..... Chief Engineer Irrigation  
Sukkur Barrage, Sukkur.
- 2) Mr. Nazir Ahmed Khoso ..... Superintending Engineer, headquarters.
- 3) Mr. Izat Ali Baloach ..... Executive Engineer Irrigation  
West Division, Khairpur.
- 4) Mr. Khalid Hyder Meamon ..... Executive Engineer  
Rohri Division, Moro.
- 5) Mr. Kafil Ahmed Ghouri ..... Chief Draftsman.

(4) 入手資料

- 1) Index Plan of Hala Irrigation Division
- 2) Typical X-Section of Lining of Qasir Minor and Sondhan Minor
- 3) Lining of Distributaries and Minors, R. C. C.  
Rohri Canal Circle
- 4) Sukkur Barrage  
Irrigation and Power Department, Govt. of West Pakistan
- 5) Sukkur Barrage, Golden Jubilee  
Irrigation and Power Department, Govt. of Sindh, 1982

(5) 写 真



① サッカレ・バラージの模型



② WAH-BURA CANALの分水工 分水工付近のみコンクリート構造である



③ WAH-BURA CANAL



④ PALH MINOR 水路



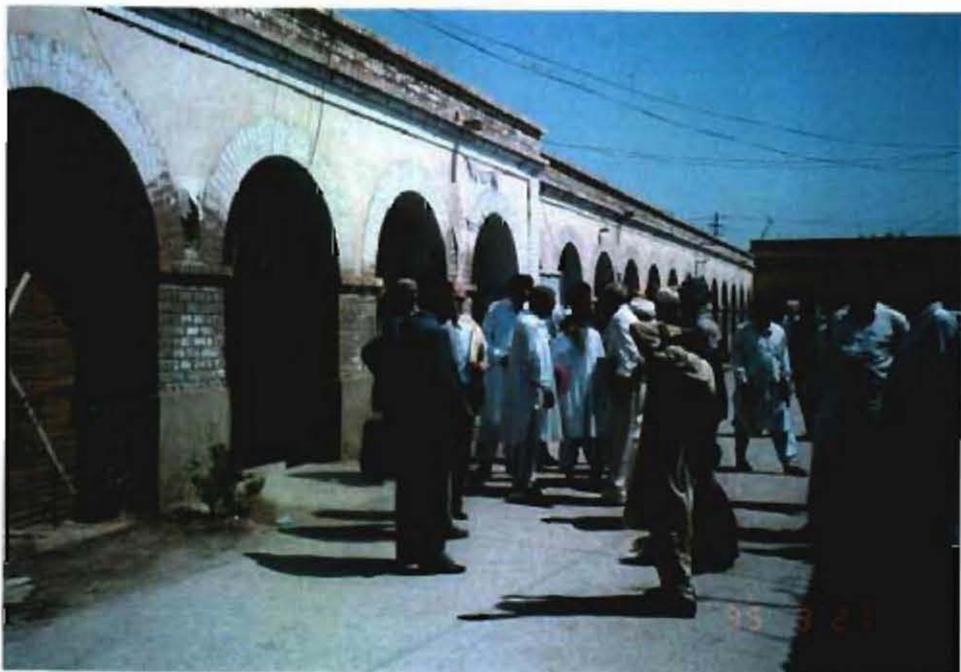
⑤ KHABBAR MINOR 水路



⑥ RANGALI MINOR 水路



⑦ シンド州政府灌漑庁サッカール・バラージ局  
チーフエンジニア室で打合せ



⑧ シンド州政府灌漑庁サッカール・バラージ局  
庁舎入口