

パキスタン・イスラム共和国

堰維持管理用機材整備計画

プロジェクト・ファイディング調査報告書

平成 11 年 12 月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

まえがき

日本技研株式会社は、社団法人海外農業開発コンサルタント協会の補助金を得て、平成12年12月7日より14日まで、8日間にわたり、パキスタン・イスラム共和国において灌漑用取水堰の維持管理用機材に関わる案件のプロジェクト・ファインディング調査を実施した。

本調査報告書は、以下の案件についてパキスタン政府関係者と打ち合わせを行ない、資料と情報を収集するとともに、現地調査を実施した結果を取りまとめたものである。

パンジャブ州灌漑電力省、堰維持管理用機材整備計画

パキスタン・イスラム共和国は、1998年5月までは、日本から多額の無償援助が供与されてきた。しかし、1998年核兵器の地下実験の実施、さらに1999年10月には軍部によるクーデターにより、日本からの援助は停止されている。このため、国際的な援助に頼ってきたパキスタンでは、国内における貧富の差は拡大し、貧困層は食糧、水、健康医療、教育などが行き渡ってなかったが、パキスタン国の経済の中心である農業を支える灌漑施設の維持管理にまで支障が出るようになってきた。

パキスタン政府は、このような状況のもと、農業生産の将来にわたる安定を保つ灌漑施設管理における日本政府からの援助に期待を寄せている。今後、本調査の結果が計画の実現に活用され、事業の早期着工に役立つことを期待する。

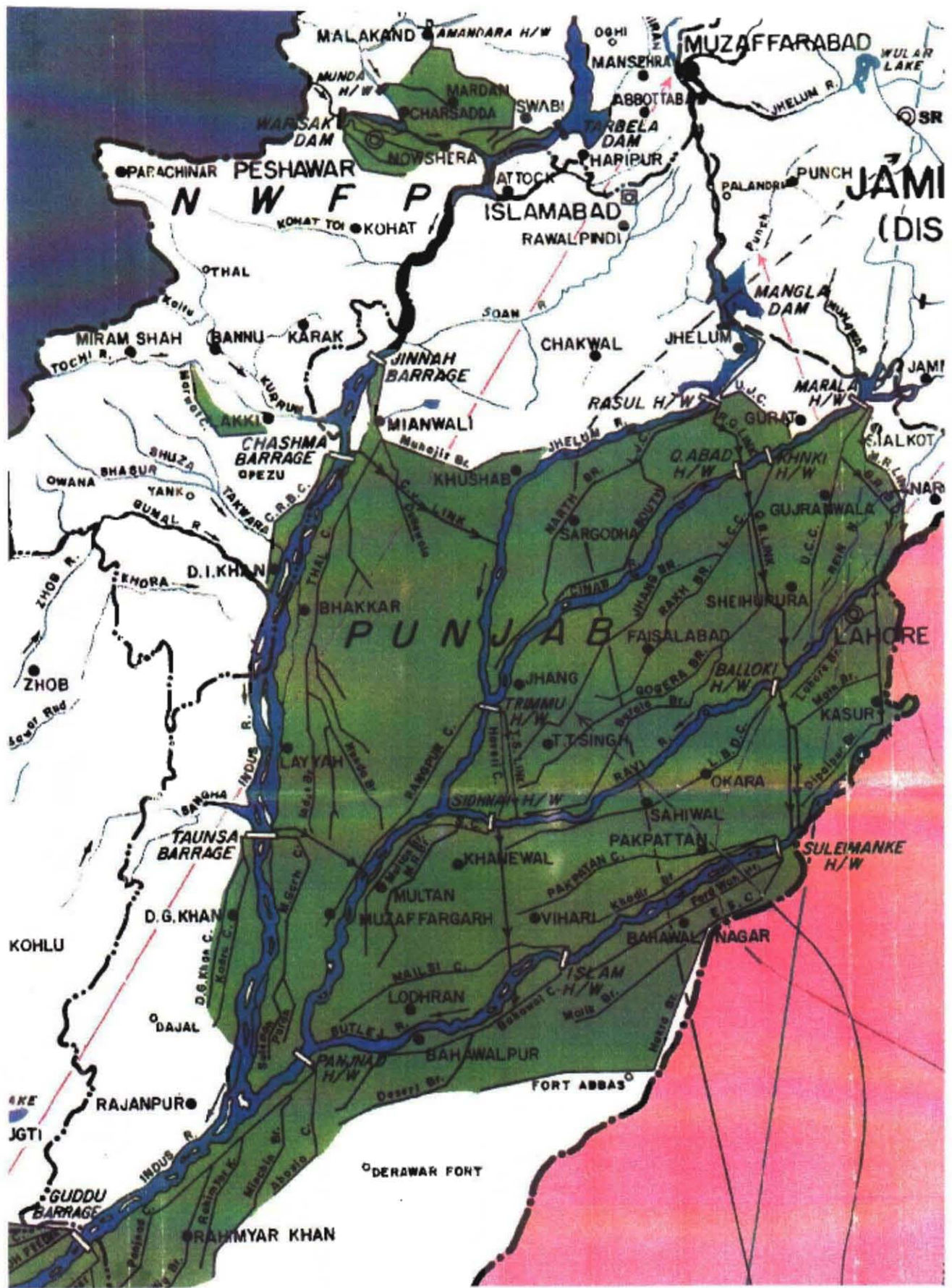
この調査に際して、ご協力を頂いた在パキスタン国日本大使館、政府関係機関の関係各位に対し、深く謝意を表する次第である。

平成11年12月

日本技研株式会社

岸洋一

Qasim Saeed



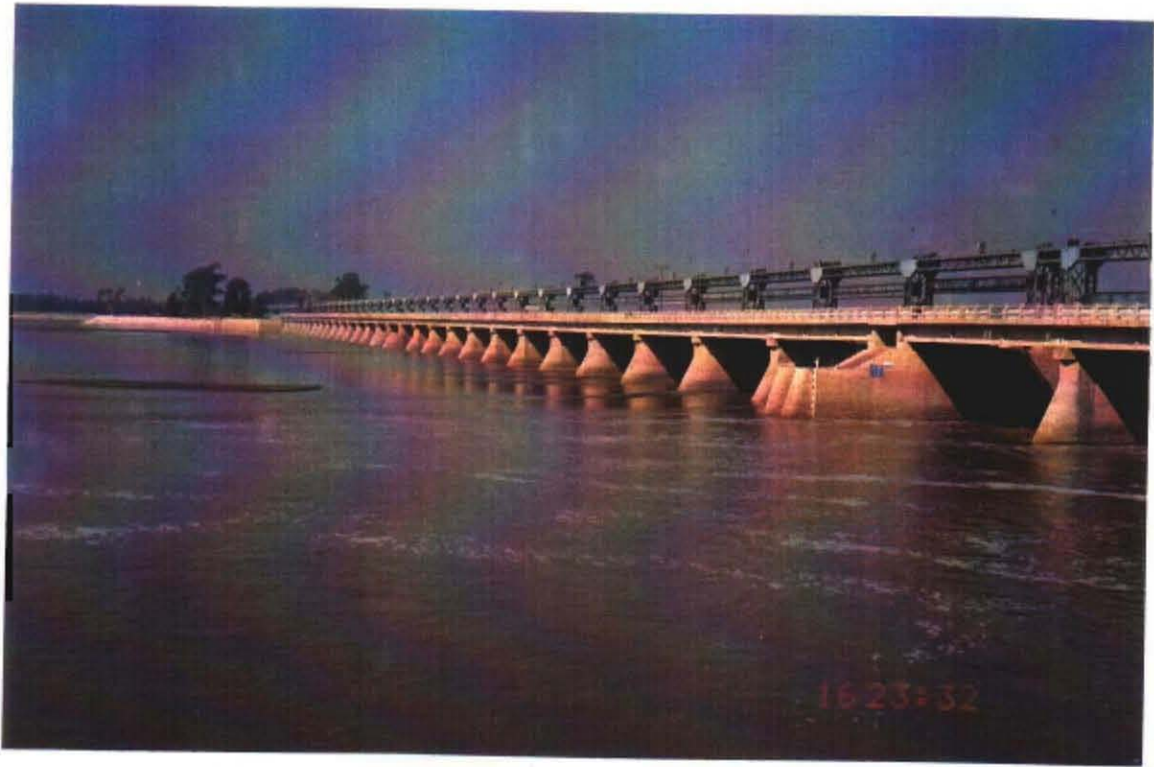
堰維持管理機材整備計画



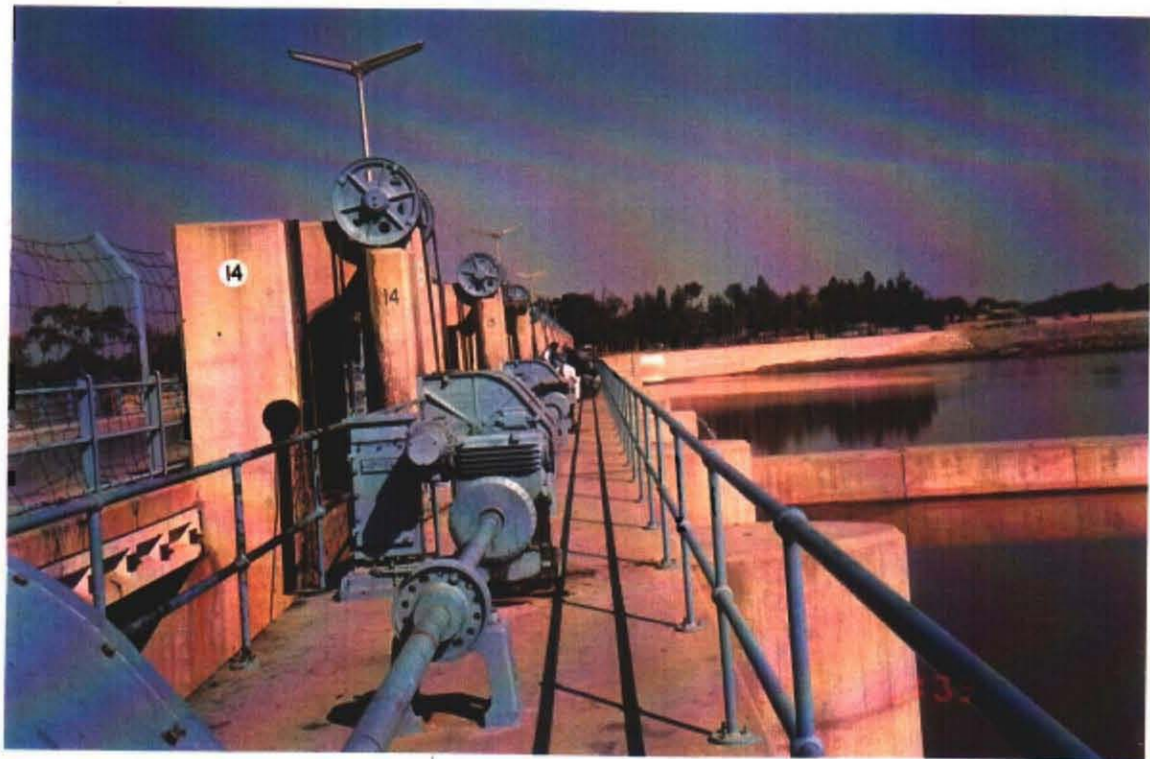
Punjnad 頭首工の中央部



Taunsa 堰



下流側から見た Jinnah 堰



Sidhnai 堰の堰頂部

# 堰維持管理用機材整備計画

## 目次

まえがき

計画対象施設位置図

1. 背景と経緯	2
1.1 経済・社会的背景	2
1.2 計画の背景と経緯	2
1.2.1 背景	2
1.2.2 経緯	2
2. 調査地域の概況	4
2.1 社会・経済	4
2.2 気象	4
2.3 土地資源	5
2.4 水資源	6
2.5 農業	7
2.6 灌漑施設・バラージュの歴史と現状	8
2.7 灌漑システムの運営組織	10
3. 計画の概要	11
3.1 計画の目的	11
3.2 計画の内容	11
3.3 調査の範囲	11
3.4 調査の内容	11
4. 総合所見	12

## Project Concept Clearance Paper

添付資料

現地写真集

## 1. 背景と経緯

### 1.1 経済・社会的背景

パキスタン・イスラム共和国は国土面積 79.6 万平方 km、人口は 1999 年の推定によると 1 億 4350 万人である。パキスタンは農業が経済の要であり、GDP の約 1/4、雇用の 1/2、輸出の相当部分を占めている。農耕地面積は 21 万平方 km (2,100 万ヘクタール) を占めるが、パキスタンは乾燥～半乾燥気候に属し、灌漑無しの農業は困難である。このため、農地の 77%は灌漑され、農産物の 90%は灌漑地から生産されている。

国連によるとパキスタンの 2025 年の人口は 2 億 4300 万人と推定されている。このような人口の増加は、現在でも食糧を輸入しているパキスタンの食糧供給体制の改善が急務であることを示している。小麦をはじめとする穀類、豆類、茶、食用油などの輸入は 1998/99 年には全輸入金額の 17%、肥料の輸入額は 3%に達している。

パキスタンでは 1997 予算年度以来 GDP は年率 3%台の成長率に留まっている。パキスタンは 5 ヶ年計画に貧困の解消、一人当たりの収入の増加を目的として掲げてきたが、1998/99 年度の一人当たり GDP は 461 ドルであり、1989 年の 410 ドル、1992 年の 420 ドル、1995 年の 468 ドルと比較しても、伸びは極めて低い。パキスタンでは国家財政が苦境にあり、国家の経済の基本である農業を支える灌漑施設に対する十分な維持管理を行うことさえ困難になっている。

一方、パキスタンでは 1999 年 10 月に軍部が政府の実権を握った。しかし、文民政権の時のままの行政機構を維持し、また政府高官の更迭もおこなわれていない。このため、政策に大きな変化はなく、むしろ綱紀の粛清、汚職の防止など、過去の政治家の政権によって蔓延していた負の側面の是正に力を入れているように見える。しかし、経済面での改善が進むかどうかは未知数である。

## 1.2 計画の背景と経緯

### 1.2.1 背景

パキスタンは農業国であり、国土面積 79.6 万平方 km のうち、農耕地面積は国土の 26%、21 万平方 km (2,100 万ヘクタール) を占める。灌漑無しには農業が成り立たないパキスタンでは、農地の 77%にあたる 1,620 万ヘクタールで灌漑が行われ、農産物の 90%は灌漑地から生産されている。

本計画の対象となるパンジャブ州の面積は 20.63 平方 km であり、そのうち 59%に相当する 1,210 万ヘクタール (12.10 平方 km) が農地であり、その 88.5%の 1,070 万ヘクタールは水路及び深井戸による灌漑が行われている。パンジャブ州における灌漑農地面積は、パキスタン全土の灌漑面積の 75%に相当し、その方法は大規模なバラージュ(堰)で取水する水路灌漑が大部分である。パンジャブ州におけるバラージュは、それぞれ数 10 万ヘクタール以上の灌漑面積を有し、一カ所のバラージュで国内農業生産の数パーセントが生産されている。一方、バラージュは老朽化し、破壊する恐れがあり、いったん破壊に至れば、水路網への灌漑水の供給は停止され、農業生産が低下し、パキスタン経済に大きな打撃を与えることが予想される。

パンジャブ州の灌漑農地に安定的に十分な用水を供給するためには、灌漑施設を適正に維持管理することが必要である。現在、灌漑システムの取水源であるバラージュの維持補修は年間 2 週間ほどの取水停止期間に行われている。しかし、バラージュはその多くが老朽化し、施設自体を健全な状態に保持するためには大規模な補修が必要となっており、灌漑を停止しないで、バラージュを補修するには、特殊な機材を準備しなければならないとなっている。

### 1.2.2 経緯

パンジャブ州のバラージュは 1950 年以前に建設されたものが多く、



## 2. 調査地域の概況

### 2.1 社会・経済

パキスタン・イスラム共和国では 1994/95、95/96 予算年度の GDP は年率 5% 台の伸びを示してきたが、96/97 年度には 1.2% に落ち込み、その後は 3% 台となっている。パキスタンの 5 カ年計画には貧困の解消、一人当たりの収入の増加が目的として掲げられてきたが、1998/99 年度の一人当たり GDP は 461 ドルと低い水準にある。

パキスタンでは 1999 年 10 月 12 日にクーデターが発生した。この結果、軍部のムシャラフ将軍がパキスタンの最高指導者となった。1997 年憲法を改定し全権を掌握した首相は解任された。大統領は国家の代表として職に留まっている。これによる社会・経済への影響は不透明である。

パンジャブ州はパキスタン 4 州のうち、面積はバロチスタン州に及ばないものの、人口、経済は最大である。面積は国土全面積の 26%、人口はパキスタン総人口 1 億 3058 万人の 56% にあたる 7259 万人を擁する。また、農業生産はそれぞれの品目で国内生産量の相当な割合を占めている。代表的なものはさとうきび 73%、綿 66%、小麦 73%、米 47%、食用油 70% などとなっている。

### 2.2 気象

パンジャブ州では、最高気温の平均は 30 度以上、最低気温の平均は 10 度以下になる。年間を通じて、北部ほど気温は低い。年雨量は北部では 750mm を超えるが、南部では 125mm 以下である。州全体がモンスーン気候の影響が強く、雨量の過半は夏にある。パンジャブ州の主要な地点の降水量を表-1 に示す。

運営期間は相当長期に達している。通常、パキスタンで考えられている水利施設の寿命は 50 年であるが、バラージュの多くはすでにこれ以上の期間使用されてきており、寿命に達していると思われる。

パンジャブ州政府の要請により 1997 年に JICA が実施した「タウンサ堰灌漑システム修復計画調査」では、タウンサバラージュが著しく老朽化していること、その原因は適正な修理と維持作業が行われてこなかったことによることを明らかにした。タウンサ・バラージュは、長年月にわたる使用により鋼構造物であるゲートが腐食し、可動部分が消耗し、相当数のゲートを破壊寸前の状態にしている。バラージュの土木構造、基礎でも同様に老朽化は進行していると推測されている。

パンジャブ州のバラージュでは、例年の取水停止期間に修理が行われてきた。しかし、2 週間前後の短期間では修理・補修が不十分なため、毎年のように全く同じ個所を修理することが必要となるなど、問題は年毎に深刻化してきている。タウンサ・バラージュ調査団によると、他のバラージュでも修理の状況は同様であり、タウンサ・バラージュと同様な問題が発生しつつあり、州内のバラージュが老朽化の一途をたどっていることが明らかになった。

バラージュの破壊による農業への甚大な被害を避けるためには、年間を通じて取水施設の徹底した定期点検と修理を行うことが必要であり、これによってのみ、それぞれの構造物が常に健全で正常に機能することが保証される。パンジャブ州政府は、年間を通じてバラージュの補修を可能にするため、タウンサ堰灌漑システム修復計画によって提案された仮締切ゲートの幅および高さが調節できるように機構を変更し、州内の多くのバラージュに共通して利用できる仮締切ゲートの導入を検討した。これは JICA 調査団により提案された仮締切ゲートを汎用化したものであり、パキスタン側はこれが日本の無償援助により供与されることを期待している。

表-1 パンジャブ州各地の年降水量(mm)

年	1991	1992	1993	1994	1995	平均
マリー	1,868	2,434	2,079	2,220	1,703	2,060.8
ラワルピンディ	1,194	1,262	830	1,693	1,615	1,318.8
ジェラム	987	1,134	762	1,000	1,158	1,008.2
サルゴダ	381	704	303	360	319	413.4
ファイサラバード	260	371	271	191	172	253.0
シアルコット	875	1,455	887	1,191	976	1,076.8
ラホール	520	629	375	542	826	578.4
ムルタン	130	513	301	303	265	302.4
D.G. カーン	62	326	259	122	87	171.2
バハワルプール	55	384	137	246	203	205.0

### 2.3 土地資源

パキスタンは国土面積が 79.6 万平方 km であり、農耕地面積は 21 万平方 km (2,100 万ヘクタール) を占める。農地の 77%にあたる 1,620 万ヘクタールは灌漑が行われている。

パンジャブ州は面積が 20.63 平方 km あり、そのうち 59%に相当する 1210 万ヘクタールが農地である。そのうち 88.5%の 1,070 万ヘクタールは水路及び深井戸による灌漑農地である。一方、残りの 11.5%は天水農業が営まれている。このパンジャブ州における灌漑農地面積は、パキスタン全土の灌漑面積 1,700 万ヘクタールの 75%に相当する。パンジャブ州における土地利用状況を表-2 に示す。

表-2 パンジャブ州の土地利用('000ha)

年次	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94
報告面積(A+B)	17,058	17,106	17,537	17,459	17,420
A. 耕作面積	11,773	11,819	12,073	12,024	12,114
A1 播種地	10,613	10,806	10,920	10,866	10,876
A2 休閑地	1,160	1,013	1,153	1,158	1,238
B. 非耕作面積	5,285	5,287	5,464	5,435	5,306
B1 耕作放棄地	1,865	1,839	1,767	1,913	1,785
B2 林地	379	462	438	449	465
B3 耕作不能地	3,041	2,986	3,259	3,073	3,056

#### 2.4 水資源

パキスタンの水資源は、1960年にインドとの間で締結されたインダス水利協定により、インダス川、ジェラム川、チェナブ川に限定された。1900年代前半から1988年までの観測によると、これら河川の総水資源量は1,810億立方mとされている。そのうち1,311億立方m(72%)がバラージュから取水され灌漑に利用されている。また、地下水も灌漑に利用されており、その総量は480億立方mに達する。パキスタンでは降雨も利用されているが、それは全灌漑水量の15%である。

パンジャブ州では1986~95年の10年間平均で年間674億立方mがバラージュで取水されており、4月から9月までのカリフ期に420億立方m、10月から3月までのラビ期に254億立方mとなっていた。

## 2.5 農業

パキスタンにおける経済の要は農業である。農業セクターは 1994 年以来、平均年率 5.9%の伸びを示してきた。農業は GDP の 24%、雇用の 46%、輸出の半分以上を占める。国内における農業の地位は、食糧生産と主要国内産業への原材料の供給である。

パキスタンでは現在でも食糧を輸入しており、小麦をはじめとする穀類、豆類、茶、食用油などの食糧の輸入は 1998/99 年には全輸入金額の 17%に達している。パキスタンの人口は、1998 年の調査では 1 億 3058 万人、人口増加率は 2.4%であるが、国連によると 2025 年の人口が 2 億 43 百万人と推定されている。このため、現在でも食糧を輸入しているパキスタンでは、人口の増加に対して食糧供給体制の改善を計ることが急務である。

パンジャブ州の農業は、作付け期は 4 月から 9 月までのカリフ期と 10 月から 3 月までのラビ期の 2 回である。主要作物は作付け面積から見ると、小麦 39%、飼料作物 14%、綿 15%、米 9%などである。その他に豆、さとうきび、とうもろこし、稗、粟などがそれぞれ数%作付けされている。期別の作付けを見ると、ラビ期には小麦および飼料作物、カリフ期には飼料作物のほか、水稻、綿、とうもろこしなどがある。

年間作付け率は 128%で、カリフ期は 68%、ラビ期は 62%となっており、一般的に農民は休閑せずに連続作付けする。各作期に 30 - 40%の灌漑農地が作付けされないで休閑地となっているが、これは水不足が原因であるといわれる。

パキスタンの主要農産物生産に占めるパンジャブ州の生産割合は、1993 - 1995 年には小麦 74 - 75%、綿 81 - 85%、さとうきび 55 - 60%、米 40 - 50%、豆類 70 - 76%、油料作物 56 - 59%などとなっており、パンジャブ州はパキスタンの農業生産の中心であることが示されている。

## 2.6 灌漑施設・バラージュの歴史と現状

パキスタンの灌漑は 1859 年以降、とくに 1878 年に大旱魃が起こり、これを契機に現在のインドパンジャブを含むパンジャブにおいて整備が進められた。

1886 年にラヴィ川にシドナイ堰が建設され、約 50 立方 m/秒を取水し、1500 ヘクタールを灌漑した。1862 年に計画された現在のローワー・チェナブ水路はカンキ・バラージュから、カリフ期 290 立方 m、ラビ期 280 立方 m 取水し、カリフ期 33 万ヘクタール、ラビ期 50 万ヘクタールをそれぞれ灌漑するシステムで 1892 年に完成した。

1885 年に工事が開始されたローワー・ジェラム水路はラスル・バラージュから取水するシステムで 1901 年から利用されている。ラスル・バラージュは 1963 年の新たに建設された。

さらに 1905 - 1915 年の間には表 - 3 に示すシステムが完成し、その後表 - 4 に示すサトラジ川流域プロジェクトが完成した。1939 年にはチェナブ川とジェラム川の合流点にトリム・バラージュが、1959 年にはタウンサ・バラージュが完成した。

1960 年にインダス水協定がインドとの間に結ばれ、これに伴ってラヴィ、ブイス、サトラジ川の水利権はインドに渡された。この結果、パキスタン領内にありラヴィ川、サトラジ川に依存する灌漑システムへの水供給のため、流域変更を行う 9 本のリンク水路、5 個所の新たなバラージュ、2 個所のダム（マンガラダム、タルベラダム）が建設された。このとき建設されたバラージュは、チャシュマ・バラージュ、ラスル・バラージュ（旧ラスル・バラージュの下流に再建設）、カデラバード・バラージュ、マララ・バラージュ（旧マララ・バラージュの下流に再建設）、シドナイ・バラージュ（旧シドナイ・バラージュの上流に再建設）である。また、既設のトリム・バラージュとバロキ・バラージュはこのとき改修された。トリム・バラージュは貯水面標高を上げるために堰ゲートの高さが変更され、1913 年に建設されたバロキ・バラージュは堰標高が 3 フィート高くされた。

表-3 1905 - 1915 年に完成した灌漑システム

	流量 (m <sup>3</sup> )	灌漑面積 (ha)	バラージュ
アッパージェラム	250	132,000	ジェラム
アッパーチェナブ	370	235,000	マララ
ローワーバリドアブ	200	359,000	バロキ

表-4 サトラジ川流域灌漑プロジェクト (1926)

バラージュ名	取水量 (m <sup>3</sup> )	灌漑面積 (ha)	備考
フェロゼプール	352	834,000	現在インド領内
スレマンキ	422	1,062,000	
イスラム	310	578,000	
パンジナド	300	587,000	
合計	1,384	3,061,000	

これらのバラージュの建設年代を表-5 にまとめた。パンジャブ州では表に示すように、灌漑システムの心臓部であるバラージュの多くは 1900 年代の前半に建設されたものが多く、運営期間は相当長期に達している。通常、パキスタンでは水利施設の寿命は 50 年と考えられており、およそ半数のバラージュは、すでに寿命に達している。とくに、1985 年以降、パンジャブ州では予算の不足から適正な維持管理、補修が行われず、灌漑施設は急速に老化が進行し、危機的状況に達している。

パンジャブ州政府の要請により JICA によって 1997 年に実施された「タウンサ堰灌漑システム修復計画調査」により、タウンサバラージュは非常に老朽化していることが明らかにされた。長年月にわたる使用によって経済寿命を過ぎたバラージュを、必要な維持管理作業無しに連続的に使用してきたため、鋼構造物であるゲートを腐食させ、可動部分を消耗させ、相当数のゲートは破壊寸前の状態に達している。

タウンサバラージュの調査団の観察では、他のバラージュでも修理の状況は同じであり、同様な問題が起こりつつあり、老朽化の一途を

たどっていることが明らかになった。

表-5 パンジャブ州のバラージュ建設年代

バラージュ名	河川	完成年	使用期間	備考
Jinnah	Indus	1947	52	
Chashma	Indus	1971	28	
Taunsa	Indus	1958	41	
Rasul	Jhelum	1901	60	
		1961	39	再建設
Marala	Chenab	1912	49	
		1961	39	再建設
Khanki	Chenab	1892	107	
Qadirabad	Chenab	1961	39	
Trimmu	Chenab	1939	60	1963 ゲート改修
Punjnad	Chenab	1929	70	
Balloki	Ravi	1913	86	1963 堰改修
Sidhnai	Ravi	1886	75	
		1961	39	再建設
Sulemanki	Sutlej	1927	72	
Islam	Sutlej	1928	71	

## 2.7 灌漑システムの運営組織

パンジャブ州灌漑電力省は、ダムとチャシュマ・バラージュを除く、パンジャブ州内の灌漑施設の維持管理を行ってきた。しかし、灌漑システムの運営を灌漑受益者が主体となって行う方向へと移りつつあり、パンジャブ州灌漑電力省は改組され、パンジャブ灌漑排水公団 (Punjab Irrigation and Drainage Authority, PIDA) に移行する計画で、現在試行がなされている。この計画に伴い、バラージュ、リンク水路のような基本構造物の運営管理は PIDA に、幹線水路は地域水利委員会 (Area Water Board, AWB) へ、支線水路は農民組織 (Farmers' Organization, FO) が運営管理することになる。



### 3 計画の概要

#### 3.1 計画の目的

本計画は、パキスタン経済を支える農業生産の礎である灌漑システムの信頼性を高めるため、ゲートの点検、補修を通年にわたって可能とするための機材を供与することを目的とする。

#### 3.2 計画の内容

パンジャブ州内のバラージュの維持補修期間は、例年 12 月から 2 月の河川流量、水需要の少ない時期に、1 箇所あたりおよそ 2 週間程度の期間を確保して行われている。しかし、それぞれのバラージュは広大な面積に灌漑用水を供給しているため、灌漑の供給停止期間を延長することは難しく、またこれ以外の時期には貯水されていることもあり、バラージュゲートなどの長期間の修理作業は可能な現状である。また、灌漑期間に問題が発生したときは、破壊に至るまで放置せざるを得ない。このような現状を改善するため、本計画ではゲート、およびその周辺の点検、補修を通年にわたって実施可能とする仮設ゲートを供与するものである。

#### 3.3 調査の範囲

パンジャブ州内における灌漑施設のうち、取水施設であるバラージュについて施設機能および運営状況を調査する。それらの位置は巻頭の灌漑システム位置図に示す。

#### 3.4 調査の内容

パンジャブ州内の各バラージュについて以下の点を調査する。

- (1) 運営管理状況
- (2) 修理実績

- (3) 規格調査
- (4) 緊急事態への対応方法
- (5) 汎用ゲート設計

#### 4 総合所見

パキスタンの社会経済の発展のため、限りある水資源を合理的かつ効率的に利用し農業生産を確保することは重要なことである。水資源の合理的かつ効率的な利用は灌漑システムを適正に運営することによって到達できるものである。

パンジャブ州における灌漑システムは、個々のシステムの規模が大きく、各システムは数 10 万～100 万 ha の面積を灌漑している。しかしながら、それらは新しいものでも 1960 年代に建設されたものであり、多くのバラージュは 50 年といわれる水理構造物の経済寿命を過ぎたり、近づきつつある。一方、それら構造物の維持補修は 1 年のうちわずか 2 週間前後の灌漑停止期間に限られ、十分に行われているとは言い難い。タウンサ・バラージュを調査した JICA 調査団の観察によると、他のバラージュでも修理の状況は同じであり、老朽化に伴う様々な問題が起こりつつあることが明らかになった。

バラージュにおける老朽化は全体で進行しているものの、ゲートなどの機械部分の老朽化は、適切な維持補修がなされれば、その進行を遅らせることが可能である。バラージュが破壊すれば、灌漑システムの取水は不可能になり、その修復には相当の期間を要する。この結果、農業生産の低下を引き起こし、パキスタン経済に大きな打撃を与えることになる。

現在、老朽化したパンジャブ州のバラージュは、大規模な修理を必要としても、灌漑用水の供給を停止することが出来ないことから、その修理期間は限定され十分な補修が行われていない。今後、さらに老朽化が進行してゆくバラージュを安全に運営し、灌漑用水を供給する

ためには、年間を通じて取水施設の徹底した定期点検と修理を可能とすることが必要であり、これによってのみ、それぞれの構造物が常に健全で正常に機能することが補償される。

仮締切ゲートは、バラーヂュゲートの通年修理を可能とする機材であり、これによってバラーヂュの健全で正常な機能を維持し、非常事態に対処することが可能となる。

IRRIGATION AND POWER DEPARTMENT  
GOVERNMENT OF PUNJAB

PROJECT CONCEPT CLEARANCE PAPER

FOR

DESIGN STUDY

ON

PROVISION OF BULKHEAD GATES FOR  
REGULAR MAINTENANCE OF BARRAGES IN  
PUNJAB

December, 1999

## CONCEPT PAPER

Name of Project:	Provision of Bulkhead Gates for Regular Maintenance of Barrages in Punjab.
Sponsoring Agency:	Government of Punjab.
Executing Agency:	Government of Punjab, Irrigation and Power Department.
Location:	All Barrages/Head Works in Punjab.

### BACKGROUND

Although Pakistan's economy had grown rapidly during 1980-92 with an annual GDP growth rate of 6.1%, Pakistan's per-capita GNP is still low (US \$ 420 in 1992). Primary objective of five-year development plans in the past to increase per capita income and to alleviate poverty.

Agriculture is the key economic sector of Pakistan. Agriculture sector had achieved an annual growth rate of 4.5% during 1980-92. It accounted for one fourth of GDP, half of employment, and substantial share in export earnings. Agriculture supplies are most of the country's food and raw materials for major domestic industries.

Pakistan covers about 79.6 million ha. The cultivated area is 21 million ha; of which 16.2 million ha (77%) are irrigated. Of the total cultivated area 10.4 million ha. are single cropped, 5.7 million ha. are double cropped and 4.9 million ha are fallow. Pakistan's climate is arid to semi-arid, which makes non-irrigated agriculture difficult. Around 90% of agricultural output come from irrigated agriculture.

Pakistan's population was 82 million in 1980. While in 1999 it has been increased to 134.5 million with a growth rate of 2.3 % per

annum. The United Nation predicts that Pakistan's population will be 148 and 243 million in the years of 2000 and 2025, respectively, which is an alarming projection in view of the country's food production potential. Pakistan is a food importer even now. Imports of agricultural products such as wheat, sugar, tea and 5% of imports. The Water Sector Investment Plan (1991) predicts that in the year 2000 food grain will be short by 40% and other crops will also be greatly in short supply if the current rate of yield increase continues.

### AGRICULTURE IN THE PUNJAB PROVINCE

The Punjab has a total area of 20.63 million ha. Of which about 12.1 million ha. (59%) is cultivated and about 10.7 million ha. (88.5%) is irrigated by canals and tubewells, whereas the remaining 11.5% is rainfed land. The total irrigated area in the Punjab province accounts for about 75% of the total irrigated area (17 million ha) in Pakistan.

There are two seasons for cropping, namely, Kharif in summer (April-September) and Rabi in winter (October-March). The annual crop intensity in the Study area is estimated of about 128 % (68 % in Kharif and 62 % in Rabi respectively). Generally, the farmers cultivate same farmland continuously without fallow. Put another way, more than 30 % of CCA are left uncultivated through both the seasons. Insufficient water is the main reason for uncultivated areas. Cultivable wastelands are due mainly to waterlogging and severe salinity.

In the Study area almost full Punjab province, wheat cultivation for self-consumption forms a prominent part of cropping pattern in the Rabi season together with fodder. The proportion of farmers growing sugarcane in both Rabi and Kharif is low in the Study area. In Kharif paddy, cotton, and maize are grown in similar proportion. But, fodder is the main Kharif crop. Other than major crops, rape-seed, grams, and vegetable are also grown to a small extent.

Wheat is the main staple food crop in Pakistan. Punjab produces about 73 % of the national production. Rice is the second most important food cereal and export commodity. Punjab is the leading rice growing province with about 59 % of cropped area and 44 % of total production. In Punjab, peak levels of cotton production were obtained in 1991 with about 11.4 million bales. Punjab with about 521 thousand ha. under cane shared approximately 60% of national cane acreage and about 53 % of total production.

The Punjab is the main granary area of Pakistan in practice as well as in name. However, the unit yields of major crops have not reached sufficient levels. The average yields of the major crops are lower than world average yields. The reasons are shortage of irrigation water, insufficient amount of fertilizer application, late sowing, saline soil and water, shortage of capital and credit etc. According to the farm survey conducted in this Study, 94 % of farmers reported shortage of irrigation water as the major cause for low productivity, followed by salinity.

As discussed, above agriculture is the cash base of Islamic Republic of Pakistan and accounts for 24% of gross domestic produce (GDP), 47% of the labour force and more than half of exports. The technology in Pakistan agriculture is large-scale irrigation development in the history.

During the last ten years the distribution of irrigation facilities takes place very fast because of the poor maintenance due to lack of funds available.

Punjab Province, the study area is generating agriculture produces about \_\_\_% of the total agriculture produces of Pakistan. Their produce is totally relying upon the irrigation canals which offtakes from different barrages.

## BRIEF HISTORY

Annexure-I shows the age of the barrages. It is clear that almost all barrages have completed their life except Chashma Barrage. Normally the age of the hydro structure is considered to be 50 years.

On the request of Government of Punjab, a feasibility study was carried over on Taunsa Barrage Irrigation System Rehabilitation Project during 1997 under Japan's Technical Cooperation Programme. During the study, it has been observed by the study team that Barrage is deteriorated very badly and one of the major cause for deterioration is poor maintenance.

Actually, due to continuous operation over the years, steel gates have bared and their moving components have worn out and most of the gates are in dying conditions. Likewise, hydraulic structure of the barrage has also been damaged.

It is true that necessary repair have been carried out during each annual canal closure period, but the short period of two weeks have been limited the scope of the repair, which resulted the re-occurrence of the same damages every year, and problems are increasing year by year. Continuous deterioration process in different barrages must lead to the ultimate failure of the structure, such that the barrage is no longer be able to feed irrigation channels, which can create the serious reduction in agriculture produces in Pakistan in future.

To overcome these problems and damages, it is obvious that operation and maintenance of such a barrage must be done smoothly through out the year, so that each structure should remain healthy all the time.



## TERMS OF REFERENCE

As mentioned in the Annexure-I, there are 13 numbers of Barrages in Punjab-Pakistan. Almost all the barrages have completed their normal age of 50 years. Due to continuous operation of the barrages the under water gates, their hoisting system and civil structure have developed a number of defects resulting in faulty operation and risk of the severe damage to the Barrages. Repeated wear and tear problems of mechanical components of the gates and under water structure is a matter of serious concern for the department. Minor defects in gates, their moving parts and bottom sealing arrangements which occurs during normal operation throughout the year can only be observed during very short Annual Canal Closure (normally 2-3 weeks).

Although every year staff of Irrigation Department tried their best to rectify the above problems during Annual Canal Closure period by carrying out necessary repairs. It has also been observed that normally almost all the defects re-occurs very soon, gradually the situation is deteriorating further year by year, which ultimately results the faulty operation of the gates. The operation of gates is no smoother and excessive force has to be applied to move the gates in most of the barrages. The defective operation may cause a major damage in near future. It is, therefore, proposed to carry out a study to search out the causes of defects/deterioration and proper improvements in design of components and materials for improved operational aspects.

It is also necessary to point out that on the request of the Government of Punjab during 1996, the Government of Japan had carried out feasibility study on Taunsa Barrage Irrigation System Rehabilitation project. Final report was submitted during August 1998.

It has been observed deeply by Japanese Study Team members DURING THE FEASIBILITY STUDY OF Taunsa Barrage that, if some arrangement is available to repair the under water parts of Barrage structure through out the year, then it is convenient for the Engineer In-charge to repair or replace damaged parts as and when required. This can improve the life and conditions of the structure.

Keeping in view this fact, it is also observed that there are thirteen Barrages in Punjab and all of them faced different kind of problems, during the operation. Engineers in-charge are unable to rectify its problems well in time. Ultimately, they have to ignore the problems under water until annual closure. This kind of delay can cause very serious damage sometimes.

The correct solution of this problem is provision of bulk head gates at each barrage structure. In this way any problem noticed any time throughout the year during operation, can be solved with the help of bulk head gates by closing the problematic bay.

There are two possibilities of provision of bulkhead gates:

(A) Each Barrage Structure should be provided at least one bulkhead gate and any time it can be utilized to plug the required Bay for repair purpose. In this way, we will need at least 13 bulk head gates for thirteen different barrages in Punjab. It is also necessary to have skilled staff at each structure for the operation of the above gates.

(B) Another possibility is to maintain one O&M station at the middle of the Punjab as close as possible to each structure and to keep maximum of eight bulk head gates with adjustable height and width and some skilled staff for the operation of gates. In case of any problem at any structure, one group should move immediately to the required barrage. In such a way, we can reduce the cost of the bulk head gates and also the cost of operation staff.

## SCOPE OF THE STUDY

Keeping in view the above facts, matter has been discussed with the Japanese Consultants who had carried out the feasibility study for Taunsa Barrage Irrigation System Rehabilitation Project. The Consultants and Irrigation Staff is agreed that in the Taunsa Barrage feasibility study the matter has already been discussed in detail and necessity of the Bulk Head Gates has also been proved. Therefore there is no need for carrying out feasibility study for this project again, only it is better to replicate the necessity of Bulkhead gates to all other Barrages in Punjab.

The purpose of the study is to evaluate the modes of failure and potential failure experienced at different barrages with respect to the gates, hoisting systems, and civil structure under water, and to make recommendations for repair with the help of Bulkhead gates.

The study will cover, in addition to the gates and hoisting mechanism, associated elements such as structural integrity of the piers and their related aspects. It is envisaged that the scope of works will comprise:

- Inspection of gates, guides and hoisting mechanism of each barrage.
- Inspection of sill and crest of the structure where gate rests.
- Evaluation of modes of failure.
- Design and cost estimate for the procurement of Bulkhead gates.
- List of equipment, tools, and plants (with cost) required.
- Recommendation of repair methods.
- Recommendation for the size and numbers of Bulkhead gates.
- Economic analysis of identified works.

The inspection will be carried out during the annual closure for each barrage. During survey, the nature of the damage to the works

will be assessed. The inventory will form the basis of future repair schedules to be developed for the design and cost estimates. The design which take full account of the need to produce a durable and robust system will include a review of available materials together with recommendations and justification for selection.

The equipment, tools and plants required for carrying out the repair round the year i.e. with pond level up-stream of each barrage maintained shall also be suggested in the study along with its cost. The study will incorporate an economic analysis of repair works with the help of bulkhead gates.

The analysis shall comprise evaluation of the economic internal rate of return (EIRR), net present value (NPV), and benefit cost ratio. The analysis shall be carried out following guidelines of the donor agency (probably Japan Government under Japanese Grant in Aid Programme) and shall include the sensitivity analysis.

## STAFFING AND PROGRAMME

It is anticipated that the study will take place over a 4 months period.

The staffing envisages will comprise:

### International Consultants.

- Team Leader: 4 months.
- Gate's Specialist: 3 months
- Senior Mechanical Engineer: 3 months
- Civil Engineer: 3 months
- Economist: 2 months

### Domestic Staff.

- Senior Mechanical Engineer: 4 months
- Assistant Engineers: 4 months
- Economist: 2 months
- Quality Surveyor: 2 month

## 添付資料

1. 調査者略歴
2. 調査行程
3. 面会者一覧
4. 収集資料リスト

## 1. 調査者略歴

岸洋一

1942. 11. 10 生  
1966. 03 北海道大学農学部農業工学科卒業  
1968. 03 北海道大学院農業研究科修了  
1968. 04～1970. 11 帯広畜産大学 文部教官  
1970. 12～1986. 04 北海道開発局土木試験所（研究員から室長までを歴任）  
1986. 05～1986. 09 北海道大学農学部 講師  
1986. 10～1987. 04 日本技研（株）海外事業本部 参事  
1987. 05～現在 同上 部長

Muhammad Qasim Saeed

1959. 08 生  
1983 パキスタンラホール技術工科大学卒業  
1991 オランダデルフト国際水理環境技術研究所修士課程修了  
1984. 04～1994. 09 パンジャブ州灌漑省ムルタン事務所  
1994. 09～現在 日本技研（株）海外事業本部 技師

## 2. 調査行程

日数	月	日	曜日	行程	宿泊地
1	12月	7日	(火)	移動 岸（東京→バンコック→ラホール）	ラホール
2	12月	8日	(水)	灌漑省打合せ、PIDA表敬	ラホール
3	12月	9日	(木)	灌漑省打合せ、カデラバード・バラージュ視察	イスラマバード
4	12月	10日	(金)	JICA、大使館訪問	イスラマバード
5	12月	11日	(土)	Federal Flood Commission、専門家訪問、打合せ	イスラマバード
6	12月	12日	(日)	Small Dam Organization 訪問	イスラマバード
7	12月	13日	(月)	ラホールへ移動、灌漑省打合せ、バンコックへ移動	機中
8	12月	14日	(火)		機中

## 3. 面会者一覧

### (1) 日本国大使館

渡辺史郎

一等書記官

(2) JICA

中原正孝	JICA パキスタン事務所 所長
永友	JICA パキスタン事務所

(3) パンジャブ灌漑電力省

Mr. Malik Ahmad Khan	Chief Engineer, Development Zone,
Mr. Muhammad Aslam Qureshi,	Superintending Engineer, Mechanical Circle, Development Zone,
Mr. Tahir Ahmad Malik	Chief Engineer, Research Institute, Project Director, Chairman Expert Committee,
Mr. Usman Akram	Additional Secretary, Superintending Engineer,
Mr. Mansoob Ali Zaidi	Ex-Secretary for I & P,

(4) Federal Flood Commission

Mr. Riaz Ahmad Khan	Chairman
清水真幸	JICA 専門家

(5) WAPDA

Dr. Saleem Khan	Environmental & Hydrogeologist, Khanpur Dam Project, WAPDA
-----------------	---

4. 収集資料リスト

- (1) Irrigation System of Pakistan, Government of Pakistan, Chief Engineering Adviser's Organization



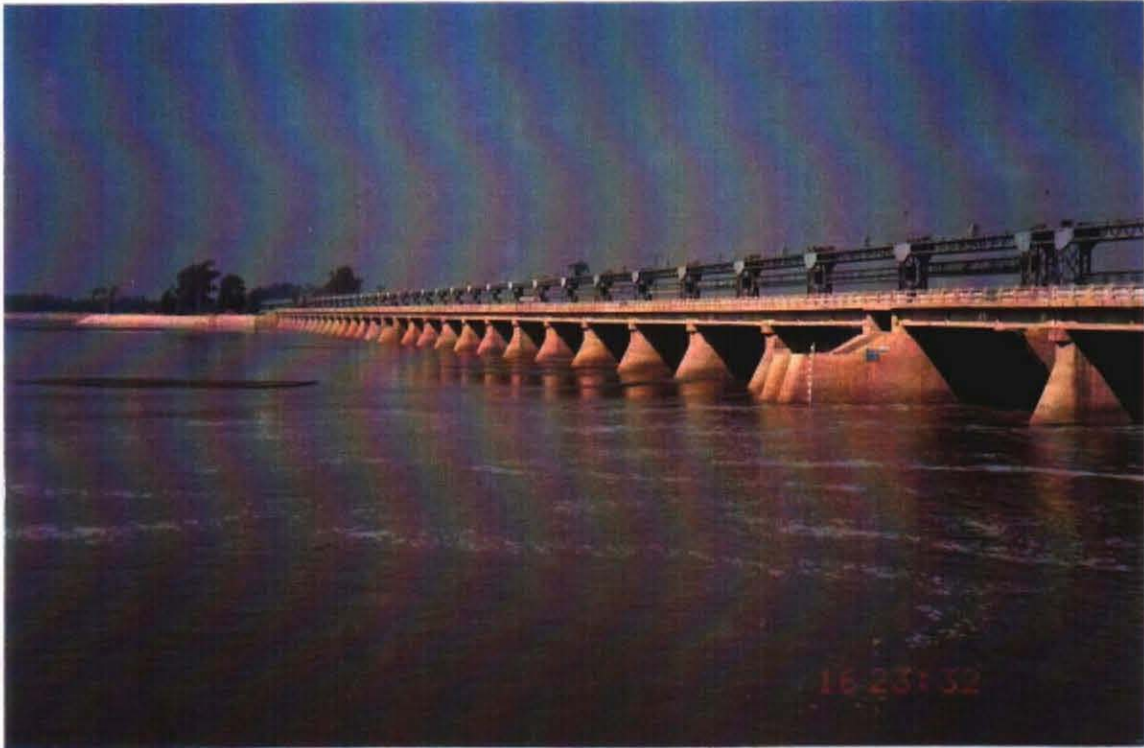
## 現地写真



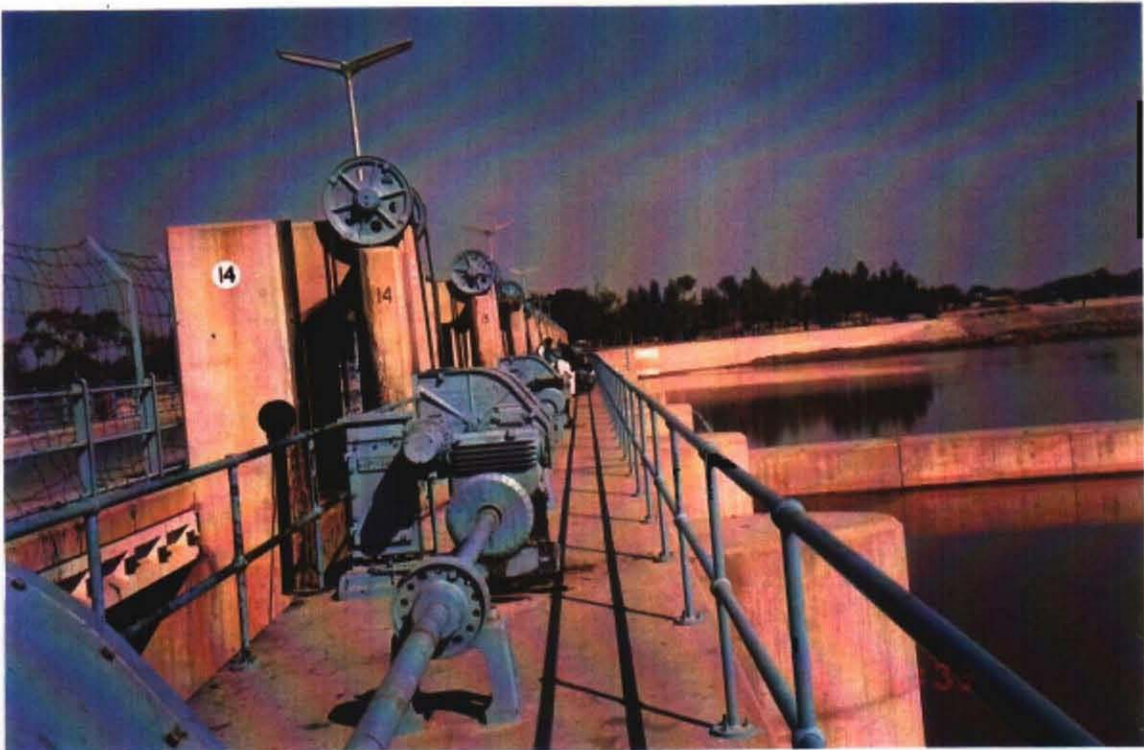
Punjnad 頭首工の中央部



Taunsa 堰



下流側から見た Jinnab 堰



Sidhnai 堰の堰頂部