

4.4 堰の状況と問題点

4.4.1 堰の状況

堰本体および水叩き部分の老朽化について、予備調査期間中は水面下にあり目視による確認が出来なかったが、パキスタン側のデータ及び1998年JICAの「タウンサ堰灌漑システム改修計画調査報告書」を参考に以下の事が確認出来た。

(1) 躯体コンクリート

堰コンクリートは深部のマスコンクリートの表面を、厚さ30cmの鉄筋コンクリートのスキンコンクリートで覆った構造となっている。このスキンコンクリート部が毎年損傷しており、Annual Closure Periodには毎年、損傷箇所を修復している。(写真4.1参照)。躯体コンクリートの被害状況は、次表のとおりである。

表 4.3 堰の躯体コンクリートの被害状況

施設	被害概況
上流グレース部	大きな問題はない。
下流グレース部	全ての門において激しい磨耗が認められる。門によっては、骨材、鉄筋が露出している。
ピア	ピアそのものには、全く損傷がない。ただし、ゲートの戸当たり部には、高速流による部分的な損傷がある。

被害は下流グレース部では、長年の激しい高速流にさらされて、スキンコンクリートの磨耗が進み、骨材、鉄筋が露出し、スキンコンクリートの剥離が発生した(写真4.2参照)。これらの原因はスキンコンクリートが、激しい高速流の磨耗に加えて、マスコンクリートとの密着が完全でないためであると考えられる。

(2) 堰エプロン及び護床工

堰エプロン及び護床工の被害状況は、次表のとおりである。

表 4.4 堰エプロン及び護床工の被害状況

施設	被害概況
上流護床工	一部に洗堀がある。土砂吐ゲートと洪水吐ゲートとの境にあるDivide Wallの先端部の護床工に洗堀がある。
上流護床ブロック工	問題はない。
上流コンクリート床	大きな問題はない。
下流コンクリート床	床そのものの損傷はない。しかし、フリクションブロックの損傷にともなうスキンコンクリートの剥離、鉄筋の曲出がある。
フリクションブロック	半数近い門において、ブロックの流失、破損がある。
下流護床ブロック工	問題はない。
下流護床工	かなり激しい洗堀がある。

水叩き部分については、減勢用のフリクションブロックの被害(写真4.3参照)、さらに、

堰上流側と水叩き下流に設置されている捨石護床工が洗掘により毎年流出しており、毎年、捨石を追加・補充している。それぞれの修復工事の状況を写真 4.4、4.4、4.6 に示す。堰上下流の護床工捨石部被害箇所を年度別に表 4.5 に示し、累加した被害回数を合わせて示す。減勢ブロック修復箇所及び個数（年度別）を図 4.5 に示す。修復のためのコフアーダムを写真 4.7 に示す。

タウンサ堰体の下流部では、1958 年完成以降、かなりの被害が発生している。ブロックが付着しているスキンコンクリートは部分的に剥離し、鉄筋が曲出している。フリクシオンブロックの損傷は、長年の激しい高速流による摩耗と、スキンコンクリートの損傷によるブロックとの付着が弱められたため発生したと考えられる。これに対して 2003 年の修復工事では、フリクシオンブロックとマスコンクリートとを付着させた。この対策工は効果があると考えられる。

下流護床工の捨石が多く流出し、毎年修復のため多量の捨石を投入している。2003 年の修復工事には、石を鉄線のかごに入れて設置した。この対策は石の流出を防ぐため、有効と思われる。上流護床工にも一部洗掘が見られる。また Divide Wall の先端部にも洗掘が見られる。この部分にも修復工事が行われている。

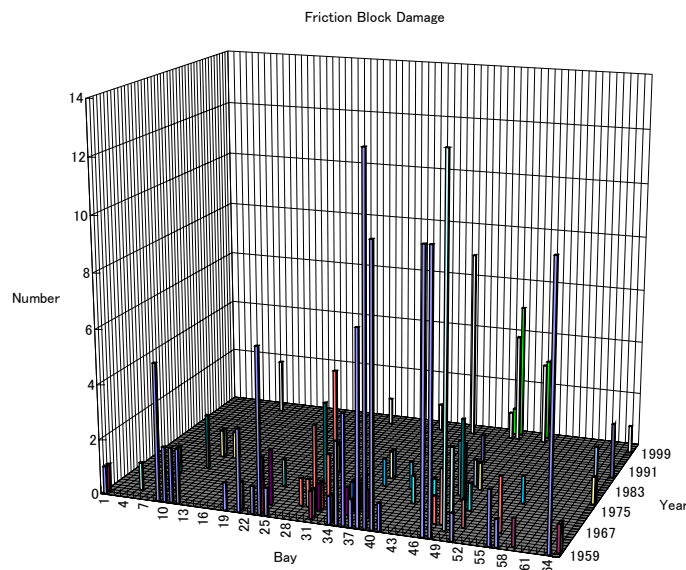


図 4.5 減勢ブロック修復箇所および個数（年度別）

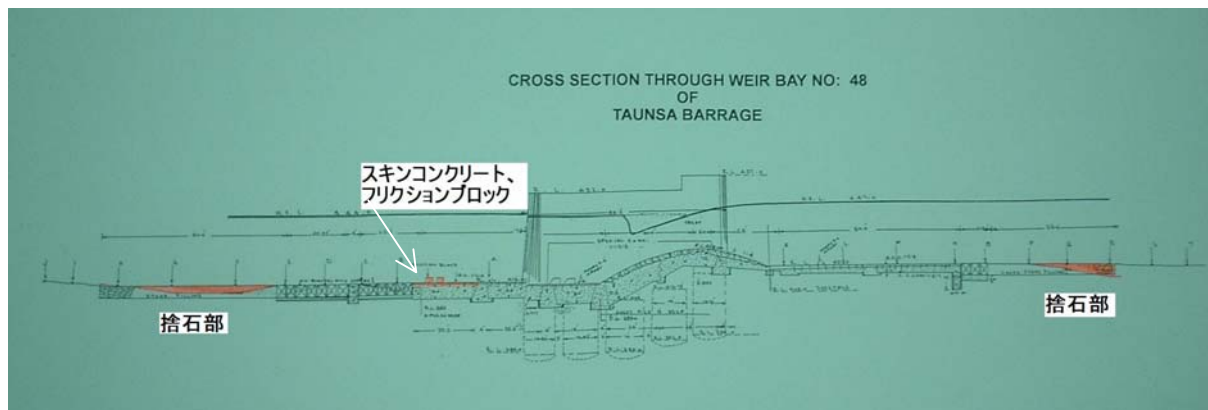


写真 4.1 被害箇所



写真 4.2 スキンコンクリートの剥離



写真 4.3 フリクションブロックの被害



写真 4.4 スキンコンクリートの修復工事



写真 4.5 フリクションブロックの修復



写真 4.6 護床工の修復工事



写真 4.7 修復工事用コフファードム

(3) 堰アバットメント

堰アバットメントの被害状況は、次表のとおりである。

表 4.6 堰アバットメントの被害状況

施設	被害概況
左岸コンクリート壁	問題はない。
左岸コンクリートブロック部	毎年、背後の裏込土の陥没が発生した。2003年に修復工事を行った。
左岸土堤石張り部	問題はない。
右岸コンクリート壁	問題はない。
右岸コンクリートブロック部	2003年に背後の裏込土の陥没（幅2m、長さ6m、深さ2m）が発生した。修復工事が行なわれていない。
右岸土堤石張り部	問題はない。

左右岸アバットメント背後の表層土が陥没した。（写真 4.8、4.9、4.10、4.11 参照）。この陥没はゲート上流側アバットメントのエクспанション・ジョイント部から、浸透水が発生し、アバットメント背後を通り、アバットメント下流側のブロック部の隙間から流出し、それが原因となりアバットメント背後土が流出したためと考えられる。左岸の陥没は修復された。右岸の陥没はまだ修復されていない。（写真 4.12、4.13、4.14 参照）。

堰クレスト部補修、ゲート底部戸当り補修及びゲートの補修工事を写真 4.15、4.16、4.17 に示す。

(4) 躯体基礎

タウンサ堰では、構造物を支持する基礎としてピアおよび両岸導流壁にケーソン基礎が、また、浸透に対する基礎構造として堰基礎および両岸導流壁基礎にシートパイルが採用されている。ピアのケーソン基礎は、長さ 4.1～4.9m、幅 6.1m、深さ 5.7～7.6m の矩形ケーソンが各ピアに 5 基ずつ配置されている。堰基礎のシートパイルは 3 列配置されている。導流壁基礎には長さ 6m のシートパイルが 1 列配置されており、その下端の標高は堰部分より深い。堰の越流部とその上下流床版のコンクリート厚さは、上流側では 0.9m、越流部では最大約 3m、下流部では揚圧力に応じて 1.5～2.4m である。

躯体基礎は直接観察は不可能であり、モニター用の間隙水圧計は測定不能となっているが、1958 年以来躯体基礎の被害等は報告されていないため、問題ないと考えられる。



写真 4.8 左岸アバット背後陥没箇所



写真 4.9 左岸アバット背後陥没



写真 4.10 右岸アバット背後陥没箇所



写真 4.11 右岸アバット背後陥没



写真 4.12 エクспанションジョイント



写真 4.13 右岸アバット陥没の砂流出



写真 4.14 左岸アバット陥没部修復工事



写真 4.15 堰クレスト部補修



写真 4.16 ゲート底部戸当り補修



写真 4.17 ゲート補修

4.4.2 堰の問題点

(1) 躯体寿命の検討

浸透性地盤上に設けられているタウンサ堰躯体の安定性については、静水圧、動水圧、揚圧力、堆砂土圧等に対する滑動、転倒及び基礎地盤支持の安定（以下に記述）に関しては設計時に評価されており問題はない。ゲートからの高速放流水による堰下流部の河床洗掘を防止するため、エネルギーを減勢するためにフリクションブロックおよび、必要な長さの水叩き及び護床工を設けているが、1998年のJICA調査で指摘しているとおり、現施設では長さが不十分である。この件に関しては、パキスタン側はパンジャブ州の主要な堰に関するリハビリプロジェクトの中のタウンサ堰に関する長期改修事業の中で改善を図る予定である。エネルギー減勢に係る現施設に毎年被害があるが、Annual Closure Period（約1ヶ月間）にできるだけ被害箇所を修復する努力をしている。

マスコンクリート及びピア等の堰躯体部コンクリートの劣化はほとんどない。インダス川で、建設後100年近く経って、まだ稼働している堰もあり、コンクリート劣化に対する寿命はまだ十分あると考える。ただ、躯体表層のスキンコンクリート及びフリクションブロックは長年の激しい高速流による摩耗、破損及び護床工の流出は十分起こり得る。これに対しては定期的かつ十分なモニタリングに基づき、早期の修復を施し、維持管理を十分に実施するならば、現堰の寿命を延ばす事は可能である。

(2) 堰基礎の安全性評価

基礎地盤中の浸透水によるパイピングを防止し得るに足る浸透路長を、4列の矢板を設けて持たせている。堰基礎の安全性に関して、以下の支持力、パイピング抵抗力、揚圧力の点から検討した。

1) 支持力

1998年のJICA調査によると、タウンサ堰のケーソン基礎底面が位置する地盤では、N値が15以上となっている。ケーソン基礎を支持する基礎地盤の極限支持力度、許容支持力度はそれぞれ116 ton/m²、41 ton/m²である。一方、ケーソン基礎底面への応力は22 ton/m²であるため、基礎地盤は鉛直支持力から見ると十分な強度を有しており、問題はないと判断される。

2) 基礎地盤のパイピング抵抗力

パイピングの進行は粒度分布の異なる堆積層の境界面や、同一堆積層の僅かの違いが影響し、時間の経過とともに拡大する進行性の基礎地盤の内部侵食である。1998年JICA調査では、42番ゲート下流のスキンコンクリートは静水池中央部で剥離し、マスコンクリート打継目から湧水が見られた。

堰左岸アバット背後の数箇所毎年、陥没がみられた。この部分は左岸導流壁の裏側にシートパイルを配置したコンクリート擁壁と下流土堤とのトランジション部にあたり、浸透水が流出しやすい箇所にあたる。左岸におけるこのような陥没は、ゲート上流部導流壁のエクспанションジョイントから浸透水が発生し、トランジション部のコンクリートブロック壁裏込土内でのパイピング発生による土粒子の流出が原因と考えられる。左岸の陥没は2003年に修復された。

右岸でも2003年左岸と同じ箇所で陥没が発生した。原因は同じと考えられる。右岸の陥没は1995年に一度発生し修復された。その後発生しなかったが、2003年に再度陥没が発生し、現時点で修復されていない。

1958年完成後、多くのフリクションブロック破損、スキンコンクリート剥離及び下流護床工の捨石が流出した。そこで1964年にRegulation Rulesを設け、上下流水頭差を設計値の9.2m(30ft.)から6.7m(22ft.)に制限した。この対策は上記の被害軽減の他、躯体安定性に係わる基礎地盤をパイピング破壊から守るためには適当な処置と考えられる。

1998年のJICA調査によると、堰の基礎地盤材料の平均粒径が0.2mmであり、粒度がほぼ均一な粒径で構成され、透水係数が $1.0 \sim 2.0 \times 10^{-2}$ cm/secである。このデータから判断すると、透水性が大きくパイピングが起こりやすい材料と考えられる。また左右岸における陥没の発生、底版コンクリート打継目からの漏水などから見て、基礎地盤からの砂粒子の吸出し、これに伴うパイピングの発生の可能性は否定できない。今後パキスタン側計画の、洪水吐を土砂吐に改造する工事等、堰基礎部に至る工事が行われるならば、堰基礎地盤かく乱等によるパイピングの誘発、揚圧力増大による躯体安定性問題を引き起こすことは十分考えられる。アバット背後の陥没の様相が容易に観察出来る箇所では早期に対策が立てられるが、堰躯体基礎部の現象は観察出来ないし、もし構造物に異常が見られる時は重大な破壊が発生する時である。防止策としては、特にタウンサ堰のようなフローティングタイプでは、常時パイピング発生有無を監視するための間隙水圧計をゲート下流側の躯体底部に設置し、観測による十分なモニタリングを実施すべきであり、異常が発生したならば、早急なる対策を実施すべきである。以上の件についてはパキスタン側に勧告すべきと考える。

3) 揚圧力

浸透流による揚圧力は床版の各部に作用する浸透水圧により与えられる。均質な砂から構成された堰の基礎地盤では透水性はほぼ等方性であると考えられる。各ピアに設置された水圧測定パイプは、当初に設置された各門17本、合計1000本程度に対して、正確に水圧を示しているものは10～18%の各門2-3本程度である。これらも全てがゲートより上流に位置しており、ゲート下流のコンクリート構造部分についての揚圧力は測定できない。図4.6に当初の間隙水圧計設置位置を示す。

PRESSURE PIPES IN WEIR PIER

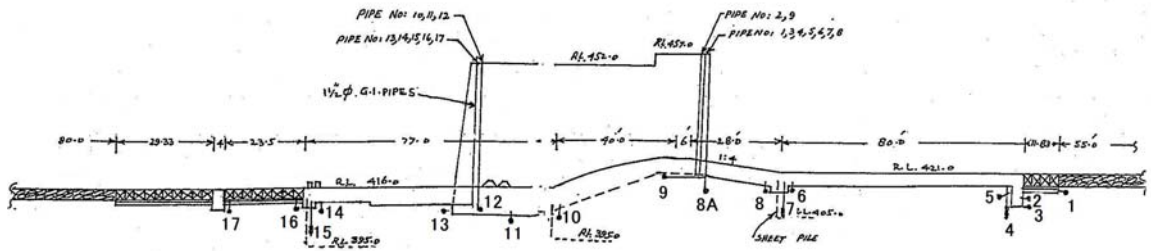


図 4.6 間隙水圧計位置

2002-2003 年に測定された揚圧力の最大値を示すと図 4.7 のとおりとなる。測定されているポイントはすべて堰クレストの上流部であり、下流部は測定不可能となっている。測定値は設計揚圧力より小さいため、堰クレスト上流部躯体の安定性に問題はないと判断出来る。しかし、堰クレスト下流部の測定値がないため躯体安定性については判断出来ない。前述した様に、躯体安定性に対するモニタリングのために、パイピング発生を看視する間隙水圧計の設置が必要である。

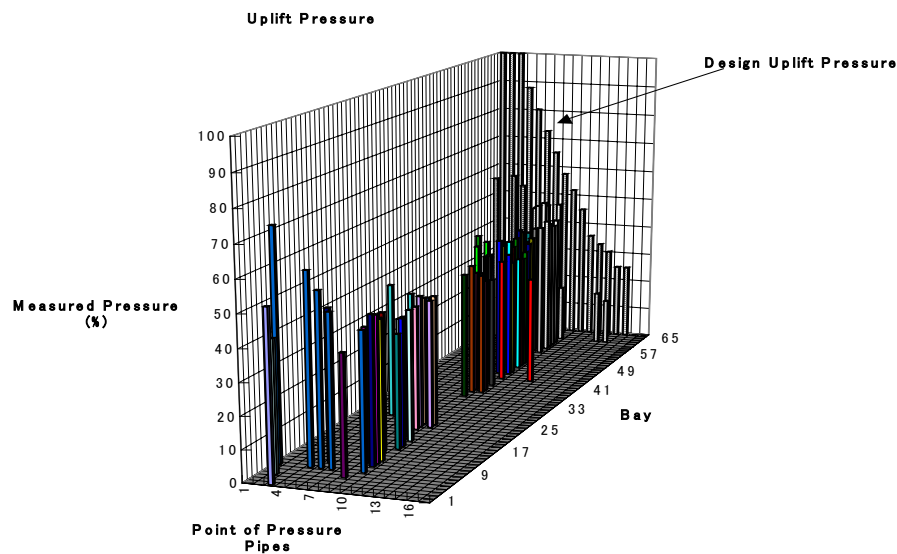


図 4.7 揚圧力の測定値

4.5 ゲートの状況と問題点

現時点でゲート開閉が著しく困難なゲートは土砂吐ゲート（11 門） 洪水吐ゲート（約 25 門）である（表 4.7 参照）。ゲートは水密金物やローラーガードの欠損等の理由から全体的にゲート閉めきり状態での止水が不十分であり、土砂吐ゲートについては上下のゲートの境目、さらに洪水吐ゲートおよび土砂吐ゲートともにゲート脇の戸当たり部分からジェット水流の状態の水が多量に漏れている（写真 4.18、4.19、4.20 参照）。このジェット水流は、戸当たり部分に悪影響を及ぼす可能性が大きく、戸溝近傍コンクリートの損傷や口

ーラーが飛ばされる等の問題を発生させる原因の一つと考えられる。

また、タウンサ堰事務所の情報では、タウンサ堰全体のゲートからの漏水量は約 120 m³/s のオーダーと推定される。この水量はD.G.カーン水路(設計水量 260 m³/s、灌漑コマンドエリア 400,000 ha)、ムザファルガー水路(設計水量 235 m³/s、灌漑コマンドエリア 367,000 ha)であることを考えると、大きな水量ロスである。

開閉困難なゲートは当初計画 4 人での操作が、現在は 6~10 人程度でやっと上がる状態である(写真 4.21 参照)。問題の少ないゲートは現在でも 6 人程度で開閉が可能な状態である。

JICA 開発調査として 1997~1998 年に実施された「タウンサ堰灌漑システム改修計画調査」において、ゲート各部の問題点が調査・報告されている。これらゲート各部の問題箇所については、毎年 1 月の Annual Closure 期間に実施可能な修繕・補修を集中的に行っているが、Annual Closure の期間が 1 ヶ月弱に制限されることや、問題箇所の補修・更新が容易ではない構造上の制約のため、その対応は応急的な処置にとどまり、抜本的な問題箇所の改善には至っていない。このため、ゲート操作の困難性が累積的に増加している状況である。

本予備調査では、既往の JICA 調査報告書で抽出された問題点の内、特に無償事業として要請された内容に関する部分を中心に、現時点での問題点の再確認を行った。JICA 調査報告書で指摘され、また今回の予備調査で目視または聞き取り調査により確認できた事項を表 4.8 に示す。

表 4.7 ゲート操作性および改修緊急度総括表

ゲート		改修 緊急度	巻き上げ試験結果 (2003年9月)			F/S Report 1998		備考	
No.	Type		操作性	操作人数	試験時の初期開度 (ft)	必要操作力 (kgm)	順位	操作頻度	Roller Guard の損失状況 左岸側 右岸側
左岸									
1	土砂吐	◎	**	10	1.0		#N/A	-	-
2	土砂吐	◎	*	10	1.0		#N/A	-	-
3	土砂吐	◎	****	10	0.5		#N/A	-	-
4	土砂吐	◎	**	10	1.0		#N/A	-	-
5	土砂吐	◎	**	10	1.0		#N/A	-	-
6	土砂吐	◎	**	10	1.0		#N/A	-	-
7	土砂吐	◎	**	10	1.0		#N/A	-	-
8	開門		*	6	1.0		#N/A	-	-
魚道									
9	洪水吐		**	6	1.0		#N/A	3~4 / 1day	-
10	洪水吐		**	6	1.0	42.0	24	3~4 / 1day	-
11	洪水吐	◎	****	8	2.0	53.0	7	3~4 / 1day	-
12	洪水吐	◎	****	8	1.0	46.0	12	3~4 / 1day	-
13	洪水吐		**	6	2.0	38.0	32	3~4 / 1day	-
14	洪水吐	◎	****	8	1.0	56.0	5	3~4 / 1day	一部損失
15	洪水吐	◎	****	8	2.0	56.0	5	3~4 / 1day	-
16	洪水吐	◎	****	8	1.0	60.0	4	3~4 / 1day	-
17	洪水吐	◎	****	8	2.0	53.0	7	3~4 / 1day	-
18	洪水吐	◎	****	8	3.0	63.0	2	3~4 / 1day	-
19	洪水吐	◎	****	8	2.0	53.0	7	3~4 / 1day	-
20	洪水吐	◎	****	8	3.0	61.0	3	3~4 / 1day	-
21	洪水吐		*	6	2.0	28.0	45	1~2 / 2day	-
22	洪水吐		*	6	2.0	32.0	41	1~2 / 2day	-
23	洪水吐		*	6	2.0	43.0	23	1~2 / 2day	一部損失
24	洪水吐	◎	****	8	2.0	39.0	29	1~2 / 2day	-
25	洪水吐		**	6	2.0	40.0	25	1~2 / 2day	一部損失
26	洪水吐		*	6	2.0	36.0	35	1~2 / 2day	一部損失
27	洪水吐		**	6	1.5	40.0	25	1~2 / 2day	-
28	洪水吐		**	6	1.5	40.0	25	1~2 / 2day	一部損失
29	洪水吐		*	6	2.0	36.0	35	1~2 / 2day	一部損失
30	洪水吐		*	6	2.0	48.0	11	1~2 / 2day	一部損失
31	洪水吐		**	6	2.0	27.0	49	1~2 / 2day	-
32	洪水吐		**	6	2.0	44.0	14	1~2 / 2day	一部損失
33	洪水吐		**	6	2.0	44.0	14	1~2 / 2day	一部損失
34	洪水吐		*	6	2.0	70.0	1	1~2 / 2day	-
35	洪水吐	○	****	6	2.0	36.0	35	1~2 / 2day	-
36	洪水吐	○	****	6	2.0	45.0	13	1~2 / 2day	-
37	洪水吐	○	****	6	2.0	32.0	41	1~2 / 2day	一部損失
38	洪水吐	◎	****	6	1.5	18.0	51	1~2 / 2day	-
39	洪水吐	◎	****	8	1.5	24.0	50	1~2 / 2day	-
40	洪水吐		**	6	2.0	44.0	14	1~2 / 2day	一部損失
41	洪水吐		**	6	2.0	37.0	33	1~2 / 2day	-
42	洪水吐		**	6	2.0	33.0	40	1~2 / 2day	一部損失
43	洪水吐		**	6	2.0	39.0	29	1~2 / 2day	一部損失
44	洪水吐	◎	****	8	2.0	44.0	14	1~2 / 2day	-
45	洪水吐		**	6	2.0	35.0	38	1~2 / 2day	一部損失
46	洪水吐		**	6	2.0	35.0	38	1~2 / 2day	一部損失
47	洪水吐	○	****	6	2.0	52.0	10	1~2 / 2day	-
48	洪水吐		**	6	2.0	40.0	25	1~2 / 2day	-
49	洪水吐		**	6	2.0	30.0	44	1~2 / 2day	-
50	洪水吐		*	6	2.0	15.0	52	3~4 / 1day	-
51	洪水吐		**	6	1.5	32.0	41	3~4 / 1day	一部損失
52	洪水吐	○	****	6	1.5	44.0	14	3~4 / 1day	一部損失
53	洪水吐	○	****	6	1.5	44.0	14	3~4 / 1day	-
54	洪水吐	○	****	6	1.5	44.0	14	3~4 / 1day	一部損失
55	洪水吐	○	****	6	1.5	28.0	45	3~4 / 1day	一部損失
56	洪水吐	○	****	6	1.5	44.0	14	3~4 / 1day	-
57	洪水吐	○	****	6	1.5	37.0	33	3~4 / 1day	-
58	洪水吐	○	****	6	1.0	28.0	45	3~4 / 1day	-
59	洪水吐	○	****	6	1.0	28.0	45	3~4 / 1day	-
60	洪水吐	○	****	6	1.0	44.0	14	3~4 / 1day	一部損失
61	洪水吐	◎	****	8	1.5	39.0	29	3~4 / 1day	-
魚道									
62	土砂吐	◎	****	10	1.5		#N/A	-	-
63	土砂吐	◎	****	10	1.5		#N/A	-	-
64	土砂吐	◎	****	10	1.5		#N/A	-	-
65	土砂吐	◎	****	10	1.0		#N/A	-	-
右岸									

緊急度 高 (計38門)

平均値以上

**** : ほぼ操作不能
 *** : 非常に困難
 ** : 困難
 * : 比較的容易

ゲートの状況およびゲートの巻上げ作業の状況（2003年9月）



写真 4.18
土砂吐ゲートからの漏水状況



写真 4.19
洪水吐ゲートからの漏水状況



写真 4.20
洪水吐ゲート両脇の渦の状況



写真 4.21
問題のあるゲートの巻き上げ状況

表 4.8 ゲートの状況と問題点の一覧表

ゲートの状況と問題点	
ゲート支承部	<ul style="list-style-type: none"> ● 本川ゲート（土砂吐、洪水吐、閘門上流側ゲート）の支承部では、顕著な摩耗や変形が進み、開閉作業に支障をきたしている。 ● 支承部戸当り側のトラックプレートに偏摩耗（最大 16mm、平均 13mm）が認められる。また、トラックプレート凸凹部の摩耗により、ローラーが均一に接触せずローラー軸に過大な水圧荷重が加わる。この結果、取付け材の腐食進行も影響し、ローラー軸の変形・脱落がみられる。 ● トラックプレートの摩耗およびローラーの脱落の結果、ローラートレインのフレームと戸溝が接触し、ローラートレインの変形、開閉時荷重の増大をまねいている。 ● 扉高より高い貯水位運用による越流の発生でローラーガード内への雑多な異物が混入する場合があります。ローラー部への異物の噛み込みも開閉時荷重増大の一因となっている。 ● ロッカーアッセンブリーは端縦桁と一体構造となっており、ローラー接触面の偏り、下部の凹凸摩擦、溶接部の割れなどの進行が認められる。 ● ロッカーアッセンブリーは端縦桁下流部の狭いスペースに多点支承で取り付けられているが、剛性が低く、異物の噛み込みも多く、また、軸部の腐食も進み、回転機能はなくなっている。 ● 下部のローラーガードの多くは、ガード内への異物の噛み込み等によって過大な開閉荷重を受け破損・脱落している。
土砂吐	<ul style="list-style-type: none"> ● 土砂吐ゲートは積重式二重ゲートであり、上段ゲートと下段ゲートの間に空間が生じると、その中間部での放流水深が深い場合には、下段ゲートの開閉操作が困難な状況である。また、このような中間部よりの放流・漏水では多大な異物がローラーガード内に流入し、ローラートレインとロッカーアッセンブリーに噛み込んで操作の困難性を増大させている。これは二重式ストローニーゲートでは避けられない構造上の問題点でもある。
ゲート水密部	<ul style="list-style-type: none"> ● ゲート側部および底部の水密金物は脱落し、激しい漏水がみられる。 ● 扉体底部では腐食が進行し、表面に 1~2mm の凹凸が生じている。 ● 洪水吐ゲートの端縦桁の底部では、ロッカーアッセンブリーが機能しないことにより、最大 13.1°、平均 3° の曲がりが生じている。 ● ゲート側部の戸当り水密面では、水密金物との接触により約 5mm 程度の凹凸がみられる。 ● 敷金物は、表面が浸食により損傷し、上下流コンクリート面では激しい洗掘が見られる。 ● 堰体フロアーにアクセスするための梯子等の設備がなく、扉体の維持管理、点検等が不自由な状況である。
開閉装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 開閉装置の各部は、過大な操作力の影響を受け、多くのドラムが径間方向に移動しフレームと接触、軸受け取付部のクラックやボルトの緩み、歯車の噛み合いや歯当りの不良など、機能不良が認められる。 ● 動力伝達用のチェーンが緩み、操作時に噛み合いピッチが飛ぶことがあり、危険な状態である。 ● ワイヤロープのドラムへの巻取り位置がずれ、全閉または全開付近でワイヤロープが重なって開閉困難となる場合もある。 ● ドラム部や中間ギア部には点検用の通路がなく、ギア部を覆うカバーが障害となり、ドラム部や中間ギア部の維持管理作業が容易でない。 ● ギア部のカバーに雨水が溜まり、中間ギアフレームに腐食が進行している。 ● カウンターバランスの重量不足のため、操作荷重が増大し、機能障害を発生している。 ● 土砂吐ゲートでは、開閉操作の困難性から十分な排砂操作が実施できず、D.G.カーン水路の堆砂問題の要因となっている。 ● 洪水時には全ゲートの開放操作を行うため、操作が長時間に渡る多大な作業労力を必要とし、作業員の疲労は極めて激しい。 ● 開閉操作の困難性に起因する開閉装置の取り扱いミスによる人身事故が発生している。
上部構造部	<ul style="list-style-type: none"> ● 上部デッキは、木製構造で老朽化が激しく、荷重荷重に制約がある。部分的な補修が実施されているが、依然として安全面での課題がある。 ● 開閉装置ドラム部、中間ギア部には、点検用通路が設置されていないため容易にアプローチできず、開閉装置ドラム部や中間ギア部の維持管理の大きな障害となっている。 ● 上部構造部そのものの、顕著な破損、構造上の欠陥はみられないが、一部に錆がみとめられる。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 扉体の維持管理は主に Annual Closure 期間に行っているが、期間が短いため、十分な維持管理（端縦桁の補修、塗装時の十分な下地処理等）が困難な状況にある。 ● タウンサ堰には仮締め切り設備が無く、Annual Closure 期間を除いては通年取水の常時使用状態にありゲートを全開することができない。このため、全開状態が前提となる扉体の補修工事等は、Annual Closure 期間以外には実施困難な状況である。

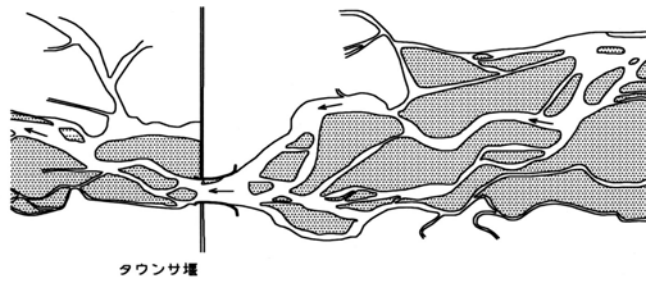
4.6 河道および土砂の状況と問題点

4.6.1 タウンサ堰付近の流路の変遷

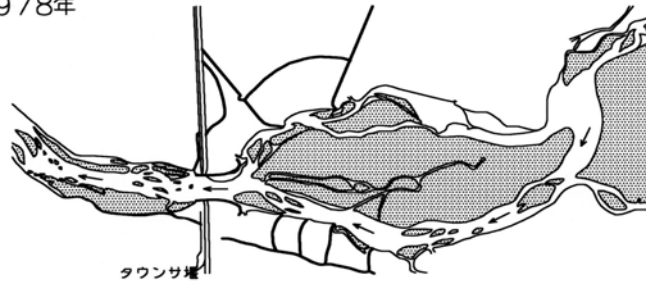
タウンサ堰地点はインダス河中流部、河口部より約 1,000km 上流地点に位置している。当該区間は、砂州が網状に発達した沖積河川である。1958 年にタウンサ堰の建設が完了し、堰地点の河道幅は大幅に短縮（13km～1.3km）された。その後、堰上下流部の流路は砂州の形状変化と消長を繰り返しながら現在に至っている。タウンサ堰完成後から現在に至る流路の変動は、図 4.8 のとおりである。

- 1) 現在のタウンサ堰はインダス河右岸側の陸地を開削して築造されたもので、堰建設以前（1958 年）の堰上下流の主流路の位置は右岸側に大きく迂回しており、現在の堰西側を流下していた。
- 2) タウンサ堰建設後（1959 年）右岸側上流にリンク堤防及び水制が建設され、流水を河道の中央部に寄せ、右岸のガイド堤防内に洪水を導水するようにコントロールされた。
- 3) 1978 年当時の堰上流の主流路は左岸側の河岸に寄り、右岸側のガイド堤防付近には砂州が形成された。
- 4) 1996 年時点の主流路の位置は、大きく変化し、左岸から右岸側に移動した。
- 5) 2003 年 8 月現在のタウンサ堰上流の流れは、右岸側に寄った流れ、砂州の中央部を流下する流れ及び左岸に沿うクリーク等の流れがある。これら流れは、図 4.8 に示すように、タウンサ堰のガイド堤防の直上流部にて合流しているが、右岸側堰ガイド堤防の上流辺りから、左岸側に向かう流れが卓越しており、右岸側土砂吐部上流側は土砂が溜まり易い状況下にある。ガイド堤防の上流では、概ね 85～90%の流量が右岸側の流路を流下しているとのことである。
- 6) タウンサ堰の建設によってインダス河の河川幅は人工的に狭められ、河道特性が急激に変化した。堰上下流の砂州の発達、消長、流路の変動は著しく、これらを安定維持するために、現在は、堰の上下流、左右岸にわたって大規模な水制工および堤防が築造されている。
- 7) このような強制的な河道の制御を行っているのに反して、河道はタウンサ堰上流側では過去西側に存在していた旧河道方向へ流れようとする動きがあり、この自然の動きを食い止め、現在の河道を維持するための戦いが継続されており、今後の課題でもある。

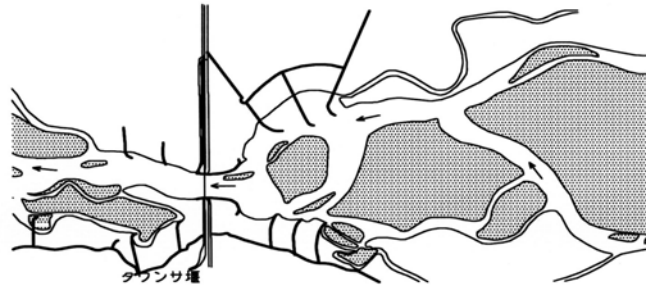
1958-1989年



1977-1978年



1996年



2002-2003年

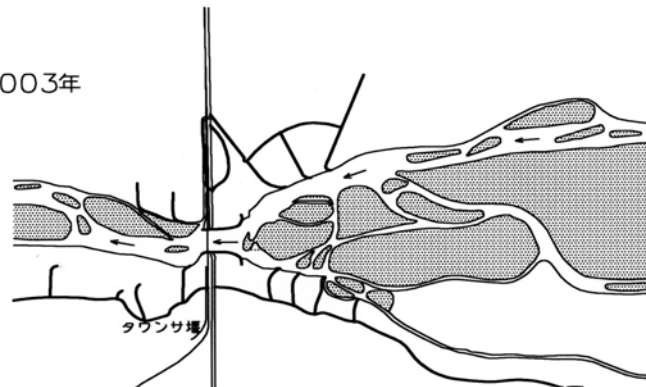


図 4.8 タウンサ堰付近河道変遷図

出典：1958-1959、1977-1978、2002 - 2003 年図面は、タウンサ堰事務所資料による。
1996 年図面は、JICA 開発調査報告書（1998 年）による。

4.6.2 河床形態

河床形態の状況

タウンサ堰を含むインダス川には概ね河道沿いに交互の砂州が形成されているが、当該タウンサ堰付近の河床形態は、大規模砂州と不安定な小規模砂州が混在した複雑な河床形態を形成している。2002年10月以降に実施している河川横断測量の結果によると、堰上流部の河床高、425～430フィートに対して、砂州の標高は、最も高いところで約445～450フィートとなっており、雨期末期の水深は約6m程度と推定される。

大規模砂州にはタウンサ堰建設以前から存在していたものもある。建設後に形成された砂州も一見安定しているように見られるものもあるが、今後変動する可能性が考えられる。大規模砂州上には樹木を含む植物が繁茂している。

小規模砂州は、毎年のように消長を繰り返し、その形状と標高は不安定であるため、樹木は生育していない。高さ1.0m～1.8mのPlich草で覆われているのみである。

問題点と課題

このような小規模砂州の活発な動きを含む河床形態の変化を引き起こす原因には、まず堰の建設に伴う河道の大規模な縮小と、堰上流側の砂州の発生と移動による河床形態の不安定化が考えられる。現段階では堰本体を作り変え、堰本体の天端高を下げることで堰上げ状況を改善し、河床形態を多少とも安定化の方向に導くことはできない。従って、この不安定な河床形態の中で、堤防、水制工により河道の維持を計らざるを得ない。

次の原因としては、インダス本川の流出土砂の多さに加えて、インダス川のスレイマン山地に存在する Hill Torrent 流域からの大量の土砂流出が考えられる。タウンサ堰より上流側にも何本かの Hill Torrent 流域が存在し、その中には流域面積約4,913 km²のサンガ(Sanghar)流域など大きなものもある。これらの流域の上流部は植生が全く無く、大規模な土砂生産源となっている。今後、これらの流域の保全による土砂生産の抑制が課題である。

4.6.3 既設堤防および水制工

(1) 既設堤防

タウンサ堰上下流の洪水防御は、兩岸の河川堤防(リンク堤防、マージナル堤防)とその背後に建設されている道路の二線堤防御方式によって行われている。1959年、堰の供用開始以来、河床変動、流況などをモニタリングしながら段階的に水制を設置し、流路の制御及び河道整備が進められてきた。

過去に破堤した箇所は、堰直上流部右岸側のリンク堤防(Spur No.1-No.2A区間)及び左岸 shahwala Groyne 地区の2箇所であり、現在も水防重要箇所として重点的に監視され

ている（図 4.2 参照）。特に、shahwala 地区の湾曲部外岸の堤防は 1999 年 9 月洪水により破堤し、流路が左岸側に大きく迂回してタウンサ堰の左岸側背後に変動することが懸念された。このため、緊急復旧工事（水制工の設置及びクレークの付け替え）が次の洪水期に備えて実施された。また、堰直上流左岸側堤防（マージナル堤防、水制工）は 3km 区間に亘って波浪による損傷が懸念されているため、水防重要拠点としての改修計画が立案されている。

(2) 既設水制工

タウンサ堰上流の水制群は、タウンサ堰の堰軸に対して、概ね 30 度の角度で左右岸に開いた形で配置されている（図 4.2 参照）。既設水制は、非越流タイプの不透過水制が採用されている。各水制の形状、配置、向き、長さはすべて Hydraulic Research Institutes が水理模型実験によって確認し設置しているとのことである。

水制工のタイプにはモール型、J 型、T 型、Hocky 型及び Guide 型の 5 種類のタイプが用いられている。各タイプの水制は、天端幅、25～30 フィートで法勾配は河表側 1：3、河裏側 1：2（築堤材料は均一な細砂）であり、水流の影響を受けやすい区間は表面が平らな空石張り（径 40～50cm の礫）護岸構造になっている。空石張護岸には吸出し防止材が設けられていない構造になっている。

右岸ガイド堤防上流に接続して設置されている水制工付近には、現在、河岸の洗掘、侵食が見られる。

(3) 問題点と課題

- 1) 堤防は川表側の法面を空石張りによって護岸している。天端幅は、7.6～9.1m（25～30 フィート）で法勾配は 1：3 を確保している。堤体および水制は、砂質土により築造されており、ガリ侵食、ひび割れなどが発生している箇所が見られる。今後、新たに護岸を設置する場合には吸出し防止材などを施し、堤防の長期的な安定を図る必要がある。また、堤防弱体箇所の改修に際しては、堤防の浸透性を小さくし、耐侵食性を強化するために、近傍の砂質材料のみならず粘性土も周辺から調達し、粒度調整と十分な締め固めによる高品質の堤防を構築すべきである。
- 2) 既設の水制工は、土堤を巨礫で被覆した非越流型の不透過水制を採用している。今後は、堤体の長期的な安定を確保するため、従来工法に加えて、柔軟性のある透過水制（現地で調達可能な竹材などを利用）等の設置により流水の制御を効果的に行うなどの方策を試行することも検討する必要がある。特に、河岸水衝部および水制工頭部的については、先進事例なども参考にして検討し、洗掘・侵食対策工法を施すことが重要である。
- 3) 堤防および水制工も両側には、樹木（樹齢 20 年程度）が成育しているが、枯れ木の根株が路肩付近に残存している箇所が見られる。堤体からの漏水を防止するため、徐根

などの処置が必要である。

- 4) 堤坊は透水性の高い砂質土で築堤されており、浸透水による漏水、モグラ、ネズミなどの小動物による穴など堤体の弱体化が懸念される箇所が見られる。芝等の植生などによる堤防法面の強化が必要である。この植生被覆を行うに際しては、現在の堤防が砂質材料で構成されているため法面に植生が付き難いことを考慮し、種子を混入した土壌を堤防法面に貼り付けるなどの措置も検討すべきである。また、堤防および水制工周辺に水防林を設置するなどの治水対策も効果的であると考えられる。
- 5) 道路が堤防に交差している箇所は堤体の天端がカットされている箇所があり、堤防機能を損ねているといった問題を抱えているため、交差部の改良および強化を検討すべきである。

(4) その他の情報：IPD 灌漑研究所 (Irrigation Research Institute in IPD)

パンジャブ州の灌漑研究所は、小規模試験場としてパンジャブ大学の化学学部 (Lahore) に 1924 年に創設されたのが始まりである。現在の研究所は 1952 年に Nandipur に開設されたものであり、河川、水路等の表流水の実験を扱う部門、地下水実験部門及び管理部門の 3 つの組織からなる。灌漑研究所の創設以来、伸べ 3000 余の実験実績を持つ。実験場は、上流の Chenab 水路に隣接して設けられており、実験に必要な水量はすべて重力により配水されるシステムになっている。

水理模型実験施設概要

- 面積：約 40ha
- 給水施設：14m³/s (重力給水)
- 水理模型実験区画：22 区画
- 実験スタッフ数：500 人
- 実験費用概算：300 万円～500 万円

水理模型実験：

- 1) 発注者は水理模型実験に必要なすべての資料 (平面図、横断図、縦断図など) 及び仕様書、実験資金を準備する。
- 2) 灌漑研究所は発注者の仕様書に基づいて、以下の実験業務を行う。
 - 模型製作に必要な資機材の調達
 - 模型制作
 - 水理模型実験
 - 実験結果の編集
 - 実験結果の考察

実験所要期間は、プロジェクトの特性、仕様書の内容、設計変更の有無などにより異なるが、一般に、模型製作、モデルのオペレーション、実験結果のまとめを含めて 6 ヶ月～7

ヶ月間を要するとのことである。

4.7 水路の状況と問題点

タウンサ堰事務所によるとタウンサ堰から取水する D.G.カーン水路、ムザファルガー水路および T.P.リンク水路の 3 本の水路の内、D.G.カーン水路については水路内への土砂堆積が問題となっている。他の 2 本の水路については土砂堆積の問題はないとのことである。

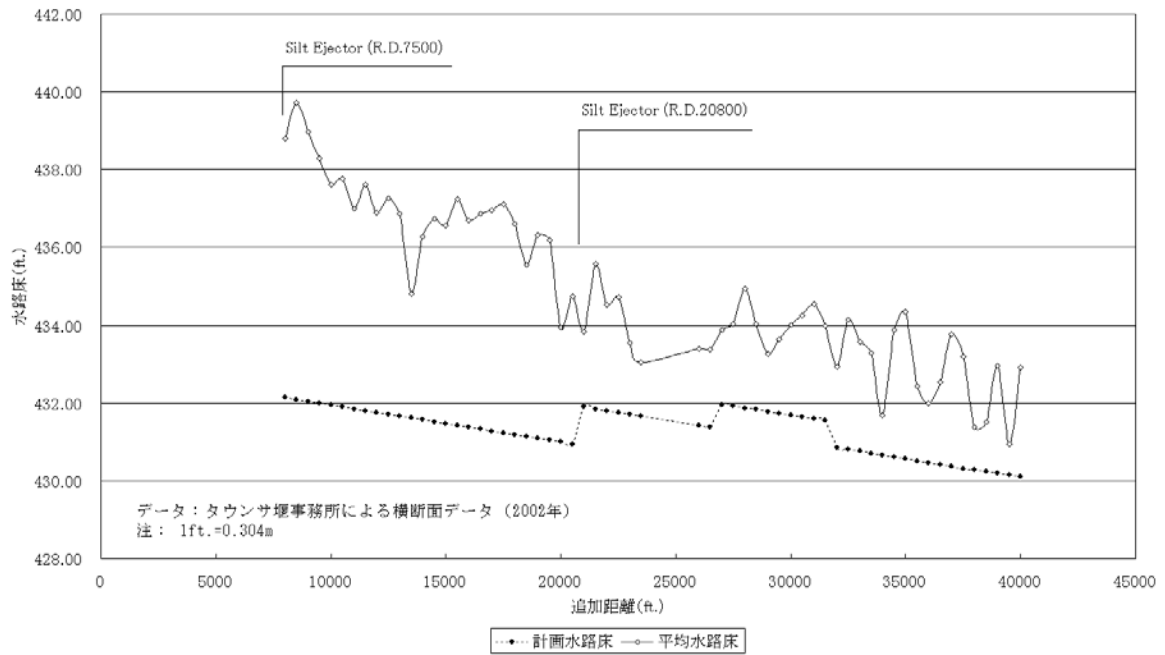
取水口付近の土砂堆積を生じている原因の一つは、タウンサ堰直上流のインダス川の水流が砂州の影響で右岸から左岸に向けた流れとなっており、D.G.カーン側の流水が滞留することである。また、取水口の越流部の敷高が低いいため、河床近傍を移動する掃流砂が取水口に巻き込まれる現象が生じているものと考えられる。

図 4.9 に D.G.カーン水路沿いの平均河床高の縦断図を示す。D.G.カーン水路沿いには取水口から 7500ft(2286m)地点と 20800ft(6340m)地点の 2 箇所に、Silt Ejector という横断構造物が水路床に存在し、水路床を流れる砂を渦を人工的に起こして巻き上げ、横流出の形で、水路外へ排出し、最終的に帰還水路にてインダス川へ土砂混じりの水流を戻している。

図 4.9 に示されるように、D.G.カーン水路内の土砂堆積深は取水口から 7500ft にある第 1 番目の Silt Ejector までが約 6~7ft(1.8~2.1m)、20800ft にある第 2 番目までの Silt Ejector までが約 5~6ft(1.5~1.8m)である。この地点より下流の土砂堆積深は約 2~3ft(0.6~0.9m)と小さくなる。従って、取水口から第 2 番目の Silt Ejector までの土砂堆積が特に問題である。

また、Silt Ejector の効果については明確でなく、今後の検討課題と考える。

図4.9 D.G.Khan水路の計画水路床と実際の平均水路床



4.8 維持管理の状況と問題点

4.8.1 堰構造物

(1) 堰構造物維持管理の状況

毎年堰構造物に被害があるが、特に被害の激しい個所を Annual Closure Period (約1ヶ月間) で修復している。躯体コンクリート、堰エプロン及び護床工、堰アバットメント、躯体基礎の維持管理状況は次表のとおりである。

表 4.9 堰構造物の維持管理状況

(1) 躯体コンクリート	
上流グレース部	大きな問題はない。
下流グレース部	全ての門において激しい磨耗が認められる。門によっては、骨材、鉄筋が露出している。毎年被害の激しい数門を閉めきり修復している。
ピア	ピアそのものには、全く損傷がない。ただし、ゲートの戸当たり部には、高速流による部分的な損傷があるが修復している。
(2) 堰エプロン及び護床工	
上流護床工	一部に洗堀がある。Divide Wall の先端部の護床工に洗堀がある。毎年修復している。
上流護床ブロック工	問題はない。
上流コンクリート床	大きな問題はない。
下流コンクリート床	床そのものの損傷はない。しかし、フリクシオンブロックの損傷にともなうスキンコンクリートの剥離、鉄筋の曲出がある。毎年被害の激しい数門を閉めきり修復している。
フリクシオンブロック	半数近い門において、ブロックの流失、破損がある。毎年被害の激しい数門を閉めきり修復している。
下流護床ブロック工	問題はない。
下流護床工	かなり激しい洗堀がある。毎年修復している。
(3) 堰アバットメント	
左岸コンクリート壁	問題はない。
左岸コンクリートブロック部	毎年、背後の裏込土の陥没が発生した。2003年に修復工事を行った。
左岸土堤石張り部	問題はない。
右岸コンクリート壁	問題はない。
右岸コンクリートブロック部	2003年に背後の裏込土の陥没(幅2m、長さ6m、深さ2m)が発生した。修復工事が行なわれていない。
右岸土堤石張り部	問題はない。
(4) 躯体基礎	
躯体基礎	問題はない。
データ： タウンサ堰事務所の情報および、本調査団による目視(水面上の部分)	

(2) 堰構造物維持管理の問題点

毎年 Annual Closure Period (約1ヶ月間) で被害個所を修復しているが、約1ヶ月間の修復では不十分であり的確な修復がなされていない。またコンクリート養生期間が短く強度不足の状態で使用しているため再度破損されている。バルクヘッドゲートが導入され

ート修理が完全に実施されるならば、ピア間で囲まれた範囲の被害個所の修復は容易になると考える。しかし、ピア下流の被害個所の修復は今まで通りの修復工法で実施せざるを得ないとする。躯体コンクリート、堰エプロン及び護床工、堰アバットメント、躯体基礎の維持管理の問題点は次表のとおりである。

表 4.10 堰構造物の維持管理上の問題点

(1) 躯体コンクリート	
上流グレース部	大きな問題はない。
下流グレース部	スキンコンクリートとマスコンクリートの接合が不十分であるため、スキンコンクリートが剥離しやすい。ケミカルアンカー（アンカーボルト含む）等を用い完全な接合が必要である。バルクヘッドゲートが使用され、ゲートの漏水がなくなれば、施工期間が長くなるため確かな施工が可能となる。
ピア	大きな問題はない。
(2) 堰エプロン及び護床工	
上流護床工	毎年修復工事を実施しているが、捨石が流出しやすい。金網の中に石を入れたものを用いて流出しにくくしている。この対策は評価できる。
上流護床ブロック工	問題はない。
上流コンクリート床	大きな問題はない。
下流コンクリート床	フリクションブロックの損傷にともなうスキンコンクリートの剥離を防ぐため、ブロックとマスコンクリートを接合した。この対策は高速流の動水圧に対して、より強固にした。この対策は評価できる。
フリクションブロック	半数近い門において、スキンコンクリートと接合したブロックの流失、破損があるため、ブロックとマスコンクリートを接合した。この対策は高速流の動水圧に対して、より強固にした。この対策は評価できる。
下流護床ブロック工	問題はない。
下流護床工	かなり激しい洗堀があり捨石が流出しているため、金網の中に石を入れたものを用いて流出しにくくしている。この対策は評価できる。
(3) 堰アバットメント	
左岸コンクリート壁	問題はない。
左岸コンクリートブロック部	毎年、背後の裏込土の陥没が発生した。2003年に修復工事を行ったがモニターが必要である。
左岸土堤石張り部	問題はない。
右岸コンクリート壁	問題はない。
右岸コンクリートブロック部	2003年に背後の裏込土の陥没（幅2m、長さ6m、深さ2m）が発生した。修復工事が行なわれていない。早急に修復すべきであり、モニターが必要である。
右岸土堤石張り部	問題はない。
(4) 躯体基礎	
躯体基礎	今のところ問題はないが、間隙水圧計を設置しパイピング現象のモニターが必要である。

堰構造物の被害個所修復及び適切なモニタリングを実施し、十分な維持管理を続ければ、現在の堰構造形態を維持する限り、ゲート更新後の新ゲート寿命と同等かそれ以上、現堰の寿命を延ばす事は十分可能である。

4.8.2 ゲート

(1) ゲート維持管理の状況

毎年の冬期の Annual Closure 期に、ゲート開放状態での塗装塗り替え、ローラートレイ
ンや支承部等の取替え・補修および堰本体の修理等の集中的な維持管理作業が行われてい
る。しかしながら、Annual Closure 期は3~4週間と短期のため、扉体端部の補修や塗装
時の下地処理等の十分な修復作業が困難な状況にある。また、タウンサ堰には仮締切り設
備がなく、Annual Closure 期間を除いては通年取水のため、全開状態が前提となる本川
ゲート扉体の大がかりな補修工事は困難な状況である。

堰の運用操作は、常時の水位・流量調節操作、洪水時の洪水吐ゲート開閉操作、取水ゲ
ート開閉操作、土砂吐ゲートによる排砂操作、冬期の年次取水停止操作などに大別できる。
ゲート操作は全て人力であり、操作に際しては隣接ゲートの開度差を2ftに制限している。

タウンサ堰ゲート運用操作は、1965年に制定されたタウンサ堰維持管理規定に基づいて
実施されている。この維持管理規定は、土砂吐、洪水吐、閘門ゲートの操作、貯水位の制
御、ゲートの維持管理などの詳細が定めている。本川ゲートに関する維持管理規定の概要
は以下の通りである。

1) 土砂吐ゲートの操作

土砂吐ゲートからの放流量は、単位幅1ft(0.30m)当たり $320\text{ft}^3/\text{s}$ ($9.06\text{m}^3/\text{s}$)以下
を厳守する。土砂吐ポケット部の平均堆砂標高E.L.429ft(130.8m)を超える場合に
は、土砂吐ゲートの開放によって堆砂面標高をE.L.425ft(129.6m=土砂吐敷高)以
下にする。

2) 洪水吐ゲートの操作

洪水吐ゲートからの放流量は、単位幅1ft当たり $250\text{ft}^3/\text{s}$ ($7.08\text{m}^3/\text{s}$)以下を厳守す
る。ゲート操作はNo.35の中央ゲートを基準として、左右対称に操作を行う。また、
隣接するゲート間の開閉差は、2ft(0.6m)以内とする。

洪水規模により、

平水： $300,000\text{ft}^3/\text{s}$ ($8,500\text{m}^3/\text{s}$)以下、

小規模洪水： $300,000\sim 450,000\text{ft}^3/\text{s}$ ($8,500\sim 12,770\text{m}^3/\text{s}$)

中規模洪水： $450,000\sim 600,000\text{ft}^3/\text{s}$ ($12,770\sim 17,020\text{m}^3/\text{s}$)

大規模洪水： $600,000\text{ft}^3/\text{s}$ ($17,020\text{m}^3/\text{s}$)以上、

にランク分けし、それぞれに応じた警戒体制をとる。

3) 導流隔壁、閘門に関する管理

導流隔壁の両側の水位差は 3ft (0.91m) 以内に止める。閘門ゲートは、500,000ft³/s (14,100m³/s) 以上の河川流量時には閉鎖する。

4) 堰上下流水位差の制御

設計条件としての上下流水位差は 30ft (9.14m) であったが、堰本体の安全上の理由から、運用開始直後の 1964 年より、上下流の最大水位差は 22ft と規定されている。また、堰の上下流水位差に応じた、以下の堰上流側貯水位の変化速度を満足させるゲート操作を基本とする。

表 4.11 堰上下流水位差の制御ルール

堰の上下流水位差	堰上流側貯水位の変化速度
10 ft (3.05 m) 以下	2.00 ft/hr (0.610 m/hr)
10 ~ 15 ft (3.05 ~ 4.57 m)	1.00 ft/hr (0.305 m/hr)
15 ~ 20 ft (4.57 ~ 6.10 m)	0.50 ft/hr (0.152 m/hr)
20 ~ 22 ft (6.10 ~ 6.71 m)	0.25 ft/hr (0.076 m/hr)

5) ゲート維持管理

全てのゲートは、少なくとも 1 週間に 1 度は交互に操作し、巻き上げ機の作動確認およびゴミの除去を行う。定期点検時には、潤滑油としてグリース添付を行う。ゲートロープは年 1 回冬期に入念に点検し、必要に応じて清掃、専用グリースの添付を行う。平時水面下にある構造物は毎年、防食ペイントを添付する。

(2) ゲート維持管理の問題点

ゲート操作の困難さに代表される、支承部やローラートレインを含めた戸当り部の損傷・摩耗等の問題箇所の修復のために、毎年 1 月の Annual Closure 期間に集中的な修繕・補修の維持管理作業が実施され、問題箇所の改善が図られている。しかしながら、Annual Closure の期間が 1 ヶ月弱に制限されることや、問題箇所の補修・更新が短期間で完了できない構造上の制約のため、抜本的な問題箇所の改善には至らず、堰本体も含めその対応は応急的な処置にとどまっている。このため、ゲート操作の困難性が累積的に増加している状況となっている。

土砂吐ゲートの操作の困難性のため、土砂吐ポケットからの十分な排砂効果が得られず、灌漑水路の堆砂問題を助長する一因となり、灌漑水路の堆砂は、計画取水量が確保できない問題を生じている。

現在ゲートは人力で開閉されているが、ゲート開閉の困難性のために、ゲートの重みの反動で人身事故も過去に発生している。また、ゲートを人力で開閉するには熟練した作業員が必要で、通常は 36 人で日に 3 交代での 24 時間開閉作業を行っている。しかし、洪水時にはゲートを早急に上げる必要があるため、熟練作業員に加えて非熟練作業員も臨時雇いで確保している。しかし、堰の水圧等に対する安全性を確保するために隣り合うゲートの

開度差を 2ft 以内に保ちながらゲートを一門ずつ開閉しなければならず、非熟練作業員はゲートの開閉作業に慣れていないため、ゲート開閉作業に支障を来し、引いては洪水の危険性を増大している。

ゲートがスムーズに人力で開閉できるよう機能回復・改善を図る必要性と緊急性が極めて高い。さらに、特に洪水時の緊急対応としてのゲート操作をタイムリーにかつ適切に行うためのゲートの電動化についてパキスタン側の希望は強く、検討の必要性が高い。ただし、パキスタン側はゲートを人力かつ電動の両方で開閉可能とすることを希望している。さらにゲートの電動化によって洪水時に一度に 10 門程度を巻き上げ、洪水に対する安全性を高めたい考えである。開閉装置の電動化の状況に関しては、1960 年以降に建設または更新されたパンジャブ州内の他の 5 つの堰や頭首工では、すでに電動開閉装置でのゲート運用が実施されている。

4.8.3 河川の維持管理

タウンサ堰事務所が管轄する河川管理区間は、上流側 53km、下流側 10km までの延長 63km の区間である。河川の維持管理は、年度毎に作成される水防計画書に基づいて実施しており、堤防、水制、流況の状況など河道の不安定箇所、危険箇所の点検作業を定期的に行っている。

(1) 堤防、水制工の維持管理状況

堤防および水制工の状態と緊急時水防活動の準備状況

堤防および水制の維持管理については、右岸上流側の水制工 (Spur Dike) 先端に河岸侵食が発生している箇所が見られる。堤防表面のひび割れ、損傷箇所や枯木の根株が残存している箇所が何箇所もある。このような堤体の弱体箇所は次の洪水期に備えて十分補修する必要がある。堤防および水制工とも土堤構造で、水衝部には空石張が施されている。築堤材料は砂分が多く、必ずしも強固なものとは言えないが、パキスタン側の維持管理への多大な努力がなされている。また、堤防、水制工上には、洪水の被害を最小限に防御するために巨礫を堤体上に備蓄するなど、緊急時水防活動のための努力が払われている。水制工一基あたりにつき、4,200m³の巨礫 (径 40~50cm) を各水制上に備蓄している。

洪水時における監視員の配置

タウンサ堰では流量規模毎に洪水規模を設定しており、洪水流量の規模に応じて水防活動が行っている。水防計画書よれば、超過洪水流量は 22,600m³ (800,000cfs) 以上の洪水であり、最大規模の洪水流量は、18,400~22,600m³/s と定義している。最大規模の洪水の発生が予期される時には、監視員を水防重要拠点の堤防上に約 330m の間隔で配置し、洪水状況及び堤防を監視する体制をとっている。

河川測量調査

タンサ堰上下流の併せて約 40km の区間について毎年、深浅測量を実施している。深浅測量の測線間隔は、1520m (5,000ft.)。タウンサ堰管理事務所は、これらの成果を利用して河道の変動状況を確認して維持管理の資料に供している。

(3) インダス河テレメータシステム

WAPDA(Water and Power Development Authority) は、インダス川の全国 23 箇所の堰にテレメータシステムを導入した(設置総額: 2 億 3 千万ルピー)。当該システムは 2003 年 4 月に設置されたもので現在試行中であり、2003 年 9 月 23 日より本格的に稼働することである。

これらのシステムの導入によって、タウンサ堰およびこれに関連する D.G.カーン水路、ムザファルガー水路及び T.P.リンク水路の取水位、流量、ゲート開度がリアルタイムにモニターできるようになっている。

(4) 洪水予警報

洪水の予警報システムは確立している。タウンサ堰における洪水情報は、タンサ堰事務事務所から関連するサブデストリクトに伝達するシステム(ファックス、電話など)になっている。また、ラジオが洪水警報の伝達手段の 1 つでもある。特に、砂州上に居住する住民には、予想される洪水に応じて 4 日~5 日前に避難警告が出される。因みに、上流のチャシマ堰からタウンサ堰までの流下距離は 237km であり、洪水到達時間は約 60 時間と推定されている。1976 年、1992 年、1996 年洪水では、砂州上の住民に避難勧告が出され、住民は堤防上に避難したということである。洪水による死者は特に報告されていない。

4.8.4 水路の維持管理

D.G.カーン水路、ムザファルガー水路および T.P.リンク水路等の灌漑水路および排水路の維持管理については、毎年の Annual Closure(タウンサ堰のゲートは全開、水路の取水ゲートは前閉)期間を中心に行われる。

これらの水路の内、D.G.カーン水路についてはタウンサ堰地点にある取水口から約 2km 下流区間は土砂堆積が著しいため、Annual Closure 期間に土砂の浚渫を行っている。なお、取水口から 2km および 6.3km の地点には Silt Ejector が設置されている。

また、D.G.カーン水路沿いには西側にあるスレイマン山地からの山地河川である Hill Torrent が数本存在しており、洪水期にはこの Hill Torrent の水流が水路に溢れることによって D.G.カーンの堤防が決壊するなどの被害が生じる。このような堤防決壊が生じる場合には、数日間 D.G.カーン水路を閉鎖して修復を随時行っている。

ムザファルガー水路および T.P.リンク水路については、土砂堆積の問題や Hill Torrent の問題も無い。従って、通常の Annual Closure を中心とした維持管理を行うと共に、何か問題がある場合は随時 1 日から数日間の閉鎖による修繕を行っている。

4.8.5 維持管理体制

タウンサ堰事務所はパンジャブ州灌漑電力局（IPD）の中のD.G.カーン事務所に属し、タウンサ堰、周辺河川および水路の維持管理を行っている。

図 4.10 に IPD の組織を示す。IPD は灌漑局と電力局から構成され、合計約 52,400 人のスタッフを有する。図 4.11 に D.G.カーン事務所の組織を示す。D.G.カーン事務所は約 500 名のスタッフを有する。

タウンサ堰事務所は 90～100 名程度のスタッフを有し、タウンサ堰、周辺の河川堤防や水制工および堰近傍区間の灌漑水路の維持管理を行っている（図 4.12 参照）。

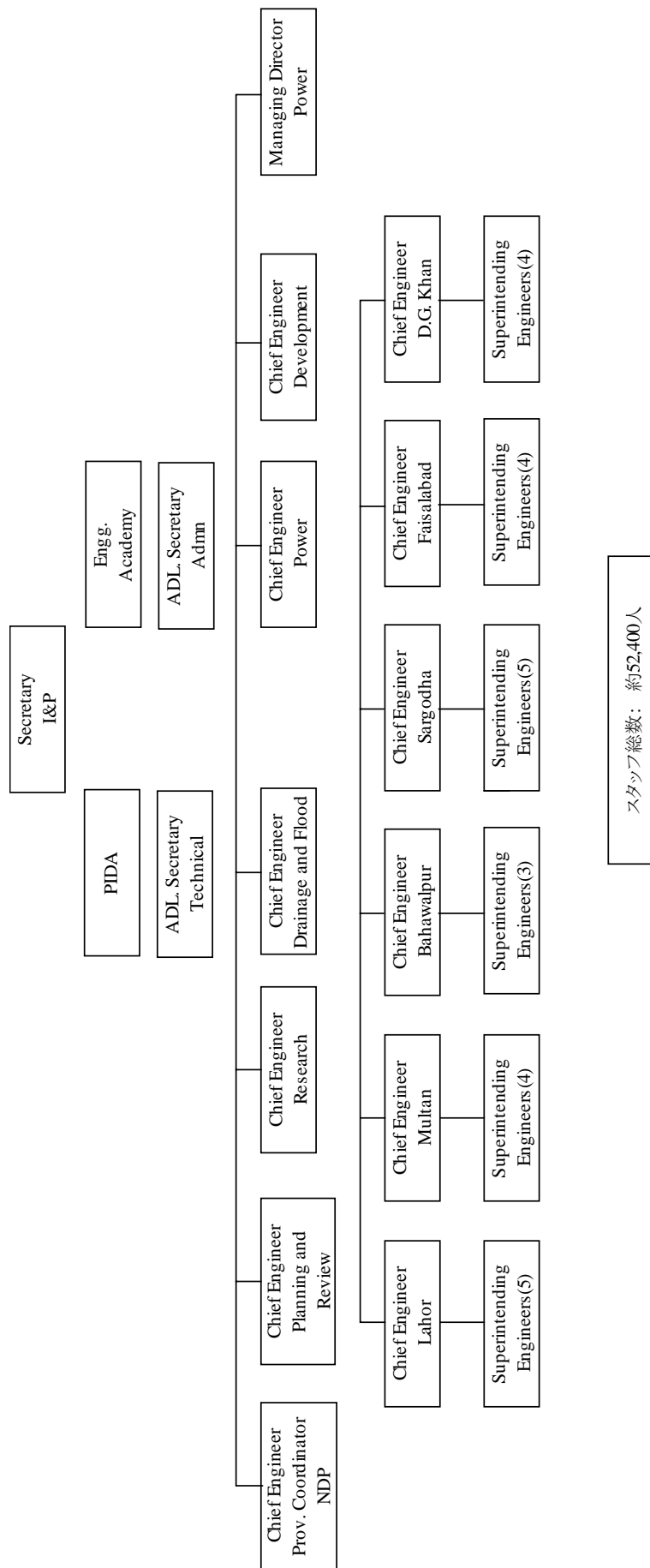


図 4.10 パンジャブ州灌漑電力局の組織図

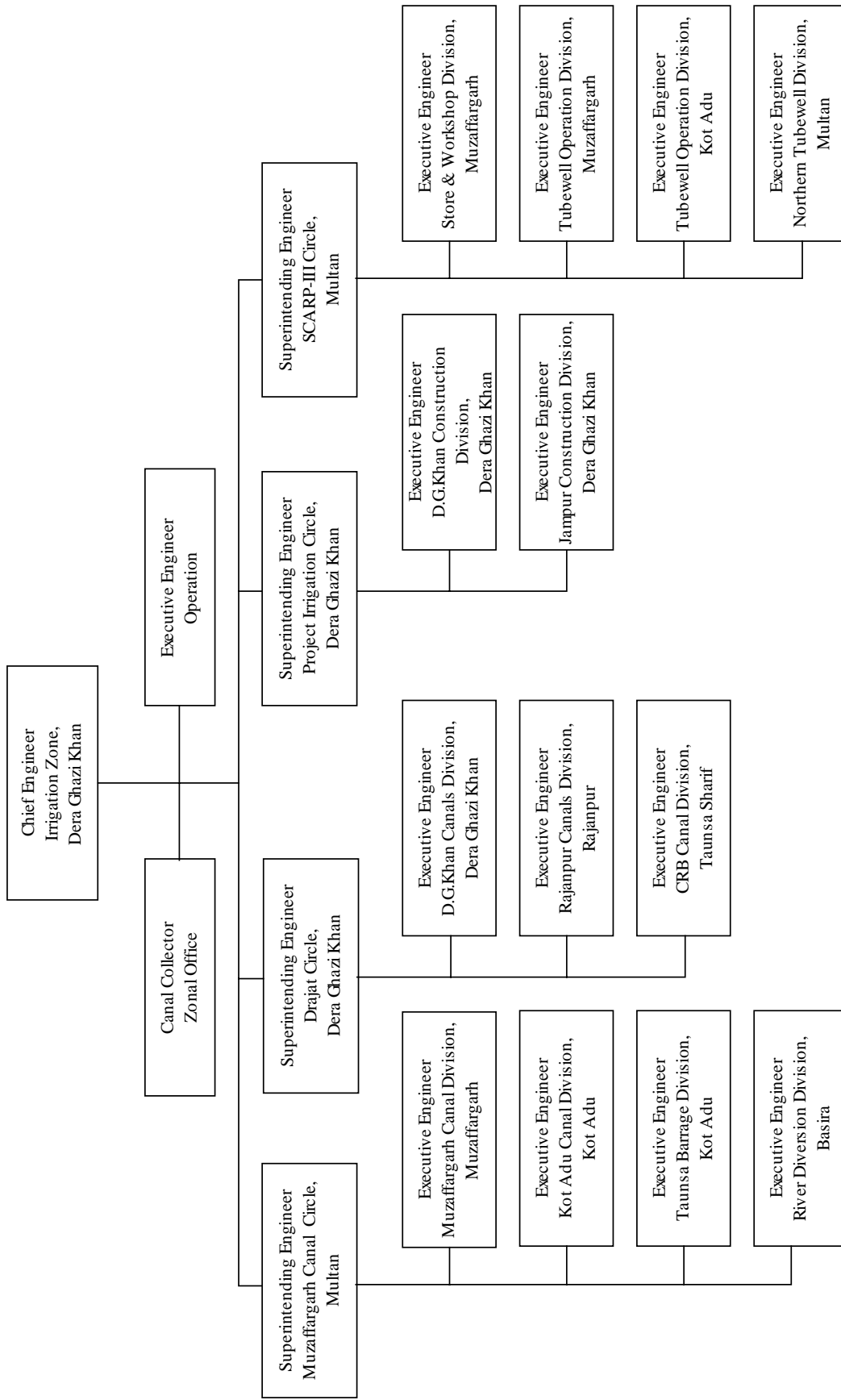


図 4.11 D.G.カーン事務所の組織図

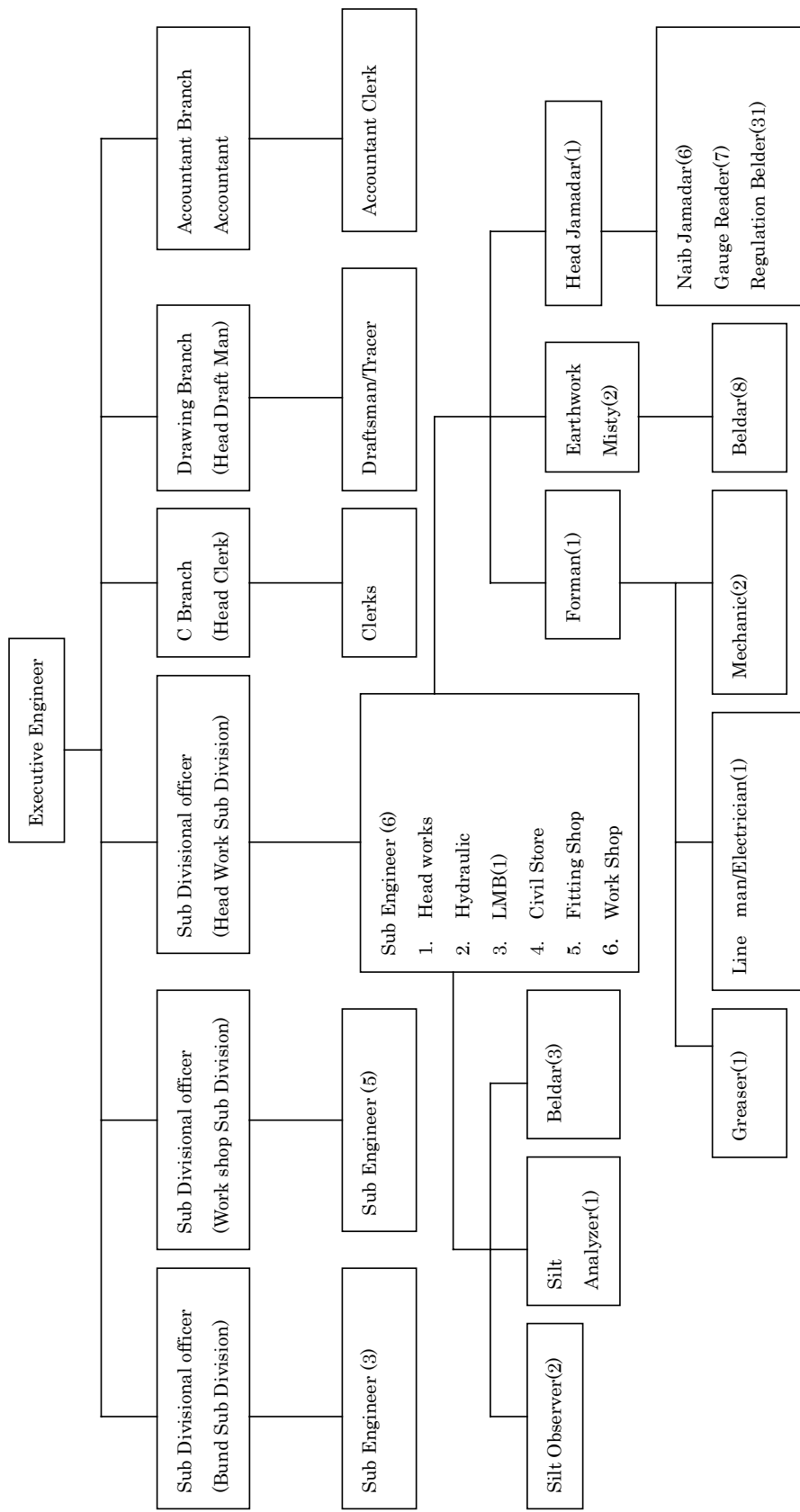


図 4.12 タウンサ事務所の組織図

4.8.6 維持管理予算と支出

表 4.12 にタウンサ堰および関連施設の維持管理予算と実際の支出を示す。同表から予算に見合った支出をしていることが分かるが、必ずしも十分な予算を確保できてはいないことが JICA F/S でも指摘されている。

表 4.12タウンサ堰および関連施設の維持管理予算と支出

(単位:百万Rs.)

番号	項目	会計年度									
		1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003
1.	予算	17.41	36.48	20.71	22.80	22.25	30.77	20.71	37.72	57.07	92.20
1-1	タウンサ堰および灌漑水路	6.07	26.40	11.90	16.90	12.57	23.37	6.22	18.92	10.66	82.42
1-2	堤防および排水路	8.66	6.50	0.50	4.97	7.63	6.30	7.29	5.25	10.07	6.63
1-3	その他	2.68	3.58	8.30	0.93	2.05	1.09	7.20	13.55	36.34	3.15
2.	支出	17.11	36.47	20.23	22.72	22.18	30.76	20.71	37.68	57.06	92.19
2-1	タウンサ堰	5.26	25.31	10.82	9.92	9.89	18.92	5.26	11.92	10.30	80.77
2-2	灌漑水路	0.81	1.09	1.09	6.98	2.68	4.45	0.96	6.99	0.36	1.66
	小計(2-1)+(2-2)	6.07	26.40	11.90	16.90	12.57	23.37	6.22	18.92	10.66	82.42
2-3	堤防および排水路	8.56	6.50	0.50	4.89	7.63	6.30	7.29	5.22	10.07	6.62
2-4	その他	2.47	3.57	7.83	0.92	1.99	1.09	7.20	13.55	36.33	3.15
3.	予算(1.)-支出(2.)	0.30	0.01	0.48	0.08	0.06	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01
4.	支出(2.)/予算(1.)	98%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

注: パキスタンの会計年度は7月1日～6月30日。

データ: タウンサ堰事務所

4.8.7 水利用料金の徴収

表 4.13 に IPD 全体とタウンサ堰関連の水料金徴収実績を示す。タウンサ堰事務所によると、耕作可能面積に応じて水料金を支払うフラットレートが現在採用されているとのことである。また、タウンサ堰に関しても言えることだが、D.G.カーン水路、ムザファルガー水路沿い等の灌漑エリアからの水料金は徴収された後一旦 IPD に収められ、その後、毎年 IPD から所属の各事務所に予算が配分されているとのことである。

表4.13 パンジャブ州IPD全体およびタウンサ堰関連の水料金徴収状況

(単位:百万Rs.)

項目	会計年度									
	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	
1. パンジャブ州IPD全体										
1) 請求額	1,562.89	1,709.75	1,828.11	2,214.25	2,599.27	2,985.84	3,291.95	3,834.93		
2) 徴収額	799.44	960.33	953.08	1,131.20	1,339.90	1,527.33	1,703.07	1,570.74		
3) 差額	763.45	749.42	875.03	1,083.05	1,259.37	1,458.51	1,588.88	2,264.19		
4) 徴収率	51%	56%	52%	51%	52%	51%	52%	41%		
2. タウンサ堰関連	* D.G.Khan, Muzaffargarh, Rajanpur, Kot Adu の4 Divisionの合計									
1) 請求額							56.34	54.84	53.59	
2) 徴収額	(1993/1994年度～1998/1999年度はデータ未収集)						45.39	35.54	26.75	
3) 差額							10.95	19.31	26.84	
4) 徴収率							81%	65%	50%	

データ: 1) IPD本省: IPD全体の徴収状況

2) D.G.Khan事務所: タウンサ堰関連

4.9 プロジェクトの緊急性および妥当性

- (1) タウンサ堰のゲートの老朽化による止水機能および操作性の低下問題は深刻であり、合計で推定約 120m³/s という大きな漏水による効率的な水利用の阻害を生じている。さらに、洪水時のゲート操作の困難性を引き起こし、引いては堰上流側での洪水被害発生危険性を増大するものである。
- (2) D.G.カーンおよびムザファルガー水路沿いで灌漑水路の表流水ないし灌漑水路沿いの浅井戸を飲料水源とする住民(約 60 万人)が居住し、タウンサ堰のゲートの老朽化と堰本体の毎年の損傷の状況が悪化することによる Annual Closure 期間の延長の可能性が増大することによって、Annual Closure 期間中の飲料水確保に問題を生じる可能性がある。
- (3) ゲートの維持管理に関しては、現在約 3 週間から 1 ヶ月程度の Annual Closure 期間に集中的な補修を行っているが、この期間が短く、十分な補修が行えない状況である。
- (4) さらに、現在、ゲート開閉が困難ないし不可能なゲートが 65 門中の 38 門存在し、洪水時の緊急的なゲートの巻上げに支障が生じていることに加え、ゲート巻上げ作業が極めて重労働かつ危険な作業となっている。
- (5) 上記(1)から(4)の理由により、ゲート改修の緊急性および妥当性は極めて高い。
- (6) さらに、ゲートの維持管理期間を延長し、十分な維持管理が毎年行えるよう、仮閉め切り施設としてバルクヘッドゲート供与を検討すべきである。
- (7) 堰本体の安定性をモニターするため、間隙水圧計を堰に設置し、堰底部への揚圧力を観測する体制をパキスタン側が今後整える必要がある。

第5章 無償資金協力対象範囲の検討

5.1 無償資金協力対象範囲の検討

5.1.1 無償資金協力対象に関する代替案

パキスタン側からの要請修正案に基づき、無償資金対象に関する代替案を表5.1のように設定した。

表5.1 無償資金協力対象に関する代替案

No.	項目	修正要請案	代替案 1	代替案 2	代替案 3
1.	左岸側土砂吐ゲートの交換(付帯施設含む)	7 門	7 門	7 門	-
2.	洪水吐ゲート付帯施設の改修	24 門	24 門	24 門	-
3.	ゲート開閉器を新機種へ交換・改修	60 門 土砂吐：7 門 洪水吐：53 門	31 門 土砂吐：7 門 洪水吐：24 門	31 門 土砂吐：7 門 洪水吐：24 門	-
4.	ゲート開閉器の電化	31 門 洪水吐：7 門 土砂吐：24 門	31 門 洪水吐：7 門 土砂吐：24 門	31 門 洪水吐：7 門 土砂吐：24 門	-
5.	上部工デッキの改修 (管理用通路の設置および上部工の再塗装を含む。)	60 門 土砂吐：7 門 洪水吐：53 門	65 門 土砂吐：11 門 洪水吐：53 門 閘門：1 門	65 門 土砂吐：11 門 洪水吐：53 門 閘門：1 門	-
7.	仮閉め切り用バルクヘッドゲートの供与	6 門	6 門	6 門	6 門
8.	バルクヘッド用倉庫および積み込み用河川護岸の設置	1 式	1 式	- (パキスタン側負担事項)	1 式
9.	施工機械の供与 (クレーン：80 トン、30 トン各 1 台 クボト：2 隻 ボート：3 隻)	1 式	1 式	1 式	1 式
10.	予備部品(7.~9.)の供与	1 式	1 式	1 式	1 式
	代替案設定理由	修正要請案通り。	1) ゲート開閉機の改修には設置にあたり機械の調整が必要であり、ゲートがスムーズに動くものについて調整が可能であることを配慮し 31 門とする。 2) 上部工デッキの改修は堰全体の整合性を取る必要がある為、65 門(閘門含む)の改善を行うこととする。	1) 同左 2) バルクヘッド用倉庫および積み込み用護岸の施工はパキスタン側の施工能力が十分あるためパ側負担事項とする。	1) パキスタン側の希望の最も大きなバルクヘッドゲートのみを供与する。 2) 無償資金協力の金額および期間を最も抑えた案とする。

5.1.2 改修対象のゲート

表 4.3 に示したゲートの改修緊急度と、パキスタン側からの修正要請案を考慮し、改修を行うべきゲートの検討を行った。ゲートそのものの交換あるいは戸当たりを含む付帯施設の改修を行うべきゲート番号は下表の通り。

表 5.2 改修対象のゲート

土砂吐ゲートの交換：	左岸土砂吐ゲート 第 1、2、3、4、5、6、7 門 (計 7 門)
洪水吐ゲートの付帯施設改修：	左岸側から 第 11、12、14、15、16、17、18、19、20、24、35、36、37、38、39、44、47、52、53、54、55、56、57、58 門 (計 24 門)
合計：	31 門

タウンサ堰の平面図と門の番号を図 5.1 に示し、各ゲートと改修内容の検討を表 5.3 に示す。

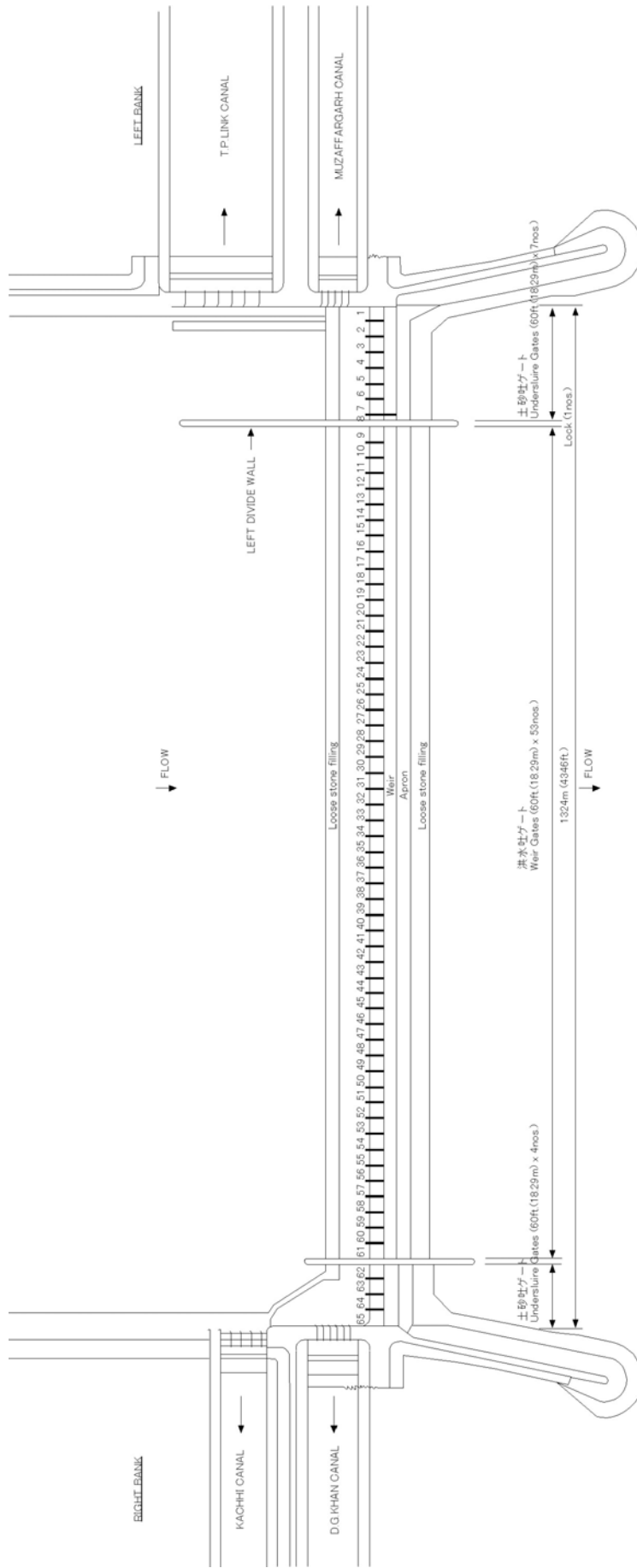


図 5.1 タウンサ堰平面図

表 5.3 改修対象のゲートと改修項目

改修項目	計	土砂吐 ◎	洪水吐 ○	閘門 ●	魚道																										
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gates																															
1 Replace Gate Leaf	Gate 7	7	0	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
2 Repair of Track Plate and Rocker Assembly	Gate 31	7	24	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
3 Install Rubber Seal and Change Seal Beam at Water Tight Portion	Gate 31	7	24	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
4 Preparatory Work for Using Bulk Head	Set. 31	7	24	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
5 Renew Gate Hoist	Gate 31	7	24	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
6 Electrify Gate Hoist	Gate 31	7	24	0		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
7 Improve Deck on Super-structure	Gate 65	11	53	1		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
8 Install Inspection Passage	Gate 65	11	53	1		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
9 Repaint Super Structure	Gate 65	11	53	1		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		

改修項目	計	土砂吐 ◎	洪水吐 ○	閘門 ●	魚道																																		
					28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Gates																																							
1 Replace Gate Leaf																																							
2 Repair of Track Plate and Rocker Assembly																																							
3 Install Rubber Seal and Change Seal Beam at Water Tight Portion																																							
4 Preparatory Work for Using Bulk Head																																							
5 Renew Gate Hoist																																							
6 Electrify Gate Hoist																																							
7 Improve Deck on Super-structure																																							
8 Install Inspection Passage																																							
9 Repaint Super Structure																																							

5.1.3 ゲート改修計画

既往 JICA 調査「タウンサ堰灌漑システム改修計画調査」において、ゲートの各問題点に対する具体的な改修計画が検討されている。無償事業として要請された内容は、既往 JICA 調査の改修計画の一部となっているが、ゲートに関しての基本的な改修計画の考え方に変更はない。既往 JICA 調査報告書で示された改修計画を、要請内容に応じて、再編成した改修計画の概要を表 5.4 に示す。

表 5.4 ゲートおよび付帯施設の改修計画一覧

	主な改修内容	改修数量
土砂吐ゲート	<ul style="list-style-type: none"> 扉体：現状の上下 2 枚の扉体構造を新規の一枚扉体に改修する。 支承部の構造変更：新規一枚扉体構造への改修に伴い支承部構造を改良・変更する。 水密部の改善：新規一枚扉体構造への改修に伴い側部水密部を更新する。底部戸当り側水密面を改修する。 開閉装置の補修・調整：ドラム部および中間ギア部の異常・損傷部を補修・調整する。 開閉装置駆動部の電動化：電動機、ヘリカム減速機、軸受、スプロケットより構成される電動駆動部に交換し、新たなチェーンによりデッキ中間ギア部と連結する。 バルクヘッドゲート戸当りの据え付け 	7 門
洪水吐ゲート	<ul style="list-style-type: none"> 扉体：現扉体を継続利用する。 支承部の構造変更：支承部構造を改良・変更し、端縦桁ごと取替える。 水密部の改善：支承部の改修に伴い側部水密部を更新する。底部リップ部は部分更新し底部水密部を改善・更新する。底部戸当り側水密面を改修する。 開閉装置の補修・調整：ドラム部および中間ギア部の異常・損傷部を補修・調整する。 開閉装置駆動部の電動化：電動機、ヘリカム減速機、軸受、スプロケットより構成される電動駆動部に交換し、新たなチェーンによりデッキ中間ギア部と連結する。 バルクヘッドゲート戸当りの据え付け 	24 門
上部構造物	<ul style="list-style-type: none"> 既設の木製上部デッキの取替え ドラム部・中間ギア部の維持管理用点検通路の設置 上部構造物の再塗装 	全ゲート (65 門)
仮締切りゲート	<ul style="list-style-type: none"> バルクヘッドゲートの調達：バルクヘッドゲートは、本件改修事業完了後、他の堰での改修工事や扉体の維持管理作業に活用することを考慮する。 バルクヘッドゲート格納設備の設置：ロープウインチ・軌条・台車で構成されるインクライン設備、バルクヘッドゲート保管台、その他バルクヘッドゲートの設置作業に必要な機材の保管・係留設備等を設置する。 仮閉切りゲート運搬・設置用施工機材の供与 (1 式) スペアパーツの供与 (1 式) 	6 門 1 カ所

5.2 概算建設工事費の比較検討

各代替案の概算建設工事費を表 5.5 および表 5.6 に示す。概算建設工事費はパキスタン側要請書の見積もり工事費、JICA の F/S の工事費、及び 1998 年 (F/S 時) と 2003 年 10 月の為替レートを参考にして、各工事細目の単価を見直した。数量はパキスタン側要請書のオリジナル数量、パキスタン側要請書の修正数量、代替案-1、2、3 の数量を用いて建設工事費を算出した。コンサルタント費は建設工事費の 10%とした。

表 5.5 代替案の概算工事費

(単位: Mil. Rs)

No.	項目	修正要請案	代替案 1	代替案 2	代替案 3
1.	左岸側土砂吐ゲートの交換 (付帯施設およびバルクヘッドゲート取り付け準備工含む)	161.0	161.0	161.0	-
2.	洪水吐ゲート付帯施設の改修 (バルクヘッドゲート取り付け準備工含む)	228.0	228.0	228.0	-
3.	ゲート開閉器を新機種へ交換・改修	112.1	65.7	65.7	-
4.	ゲート開閉器の電化	71.3	71.3	71.3	-
5.	上部工デッキの改修 (管理用通路の設置および上部工の再塗装を含む。)	150.7	163.6	163.6	-
7.	仮閉め切り用バルクヘッドゲートの供与	315.0	315.0	315.0	315.0
8.	バルクヘッド用倉庫および積み込み用河川護岸の設置	183.8	183.8	-	183.8
9.	施工機械の供与 (クレーン: 80 トン、30 トン各 1 台 クボ: 2 隻 ボート: 3 隻)	72.4	72.4	72.4	72.4
10.	予備部品 (7. ~ 9.) の供与	22.2	22.2	22.2	22.2
	小計 (1. ~ 10.)	1,316.5	1,283.0	1,099.2	593.4
11.	コンサルタント料	131.7	128.3	109.9	59.3
	合計金額	1,448.2	1,411.3	1,209.1	652.7

注: Rs. 1.00=2.00 円 (2003 年 9 月)

表 5.6 無償資金協力対象の代替案に関する建設費

No.	作業項目	単位	単価 (Mil. Rs.)	要請当初案		要請修正案		代替案-1		代替案-2		代替案-3	
				数量	コスト (Mil. Rs.)	数量	コスト (Mil. Rs.)	数量	コスト (Mil. Rs.)	数量	コスト (Mil. Rs.)	数量	コスト (Mil. Rs.)
I. MECHANICAL PART													
I-1	Floating Bulk Head												
1	Fabrication and Transportation of Bulk Head Gates	No.	52.5	6	593.4	6	315.0	6	593.4	6	409.6	6	593.4
2	Tug Boats	No.	8.1	2	16.2	2	16.2	2	16.2	2	16.2	2	16.2
3	Boats	No.	1.4	3	4.2	3	4.2	3	4.2	3	4.2	3	4.2
4	80-Ton Crane	No.	39.2	1	39.2	1	39.2	1	39.2	1	39.2	1	39.2
5	30-Ton Crane	No.	12.8	1	12.8	1	12.8	1	12.8	1	12.8	1	12.8
6	Construction of Jetty & Stock Yard	Place	183.8	1	183.8	1	183.8	1	183.8	-	-	1	183.8
7	Spare Parts for above Items	Set.	22.2	1	22.2	1	22.2	1	22.2	1	22.2	1	22.2
I-2	Weir Gates												
8	Repair of Track Plate and Rocker Assembly	Gate	3.9	20	78.0	24	93.6	24	93.6	24	93.6	24	93.6
9	Install Rubber Seal and Change Seal Beam at Water Tight Portion	Gate	3.8	20	76.0	24	91.2	24	91.2	24	91.2	24	91.2
10	Renew Gate Hoist	Gate	1.6	53	84.8	53	84.8	24	38.4	24	38.4	24	38.4
11	Electrify Gate Hoist	Gate	2.3	20	46.0	24	55.2	24	55.2	24	55.2	24	55.2
12	Improve Deck on Super-structure	Gate	1.0	53	53.0	53	53.0	54	54.0	54	54.0	54	54.0
13	Install Inspection Passage	Gate	1.1	53	58.3	53	58.3	54	59.4	54	59.4	54	59.4
14	Repaint Super Structure	Gate	0.4	20	8.0	53	21.2	54	21.6	54	21.6	54	21.6
15	Preparatory Work for Using Bulk Head	Set.	1.8	20	36.0	24	43.2	24	43.2	24	43.2	24	43.2
I-3	Under Sluice												
16	Repair of Track Plate and Rocker Assembly	Gate	4.8	11	52.8	7	33.6	7	33.6	7	33.6	7	33.6
17	Replace Gate Leaf	Gate	11.5	11	126.5	7	80.5	7	80.5	7	80.5	7	80.5
18	Install Rubber Seal and Change Seal Beam at Water Tight Portion	Gate	3.8	11	41.8	7	26.6	7	26.6	7	26.6	7	26.6
19	Renew Gate Hoist	Gate	3.9	11	42.9	7	27.3	7	27.3	7	27.3	7	27.3
20	Electrify Gate Hoist	Gate	2.3	11	25.3	7	16.1	7	16.1	7	16.1	7	16.1
21	Improve Deck on Super Structure	Gate	1.0	11	11.0	7	7.0	11	11.0	11	11.0	11	11.0
22	Install Inspection Passage	Gate	1.1	11	12.1	7	7.7	11	12.1	11	12.1	11	12.1
23	Repaint Super Structure	Gate	0.5	11	5.5	7	3.5	11	5.5	11	5.5	11	5.5
24	Preparatory Work for Using Bulk Head	Set.	2.9	11	31.9	7	20.3	7	20.3	7	20.3	7	20.3
Sub-total					1,383.3		1,316.5		1,283.0		1,099.2		593.4
25	Consultant				138.3		131.7		128.3		109.9		59.3
Total					1,521.6		1,448.2		1,411.3		1,209.1		652.7

メモ: 要請書内容

Revision

Aalt-x

Aalt-1

Aalt-2

Aalt-3

修正提案

巻上げ機の改善はゲート補修予定門数と同数とする。デッキ部の改善は全体を対象とする(開門を含む)。

バルクヘッドの供与のみとする(Jetty & Stock Yardの建設を含む)。

Revision を基本とした代替案

巻上げ機の改善はゲート補修予定門数と同数とする。デッキ部の改善は全体を対象とする(開門を含む)。

Aalt-1 を基本に、Jetty & Stock Yardの建設はバキスタン側として削除する。

バルクヘッドの供与のみとする(Jetty & Stock Yardの建設を含む)。

5.3 総合評価

代替案に関する比較検討結果を表 5.7 に示す。比較検討の結果、代替案 1 がコスト面では修正要請案に次いで高いが、技術面、無償資金協力プロジェクトとしての工期面、効果、維持管理面から最も良く、現段階での最適案と考える。なお、工期については図 7.1 参照。

表 5.7 代替案の総合評価

項目	修正要請案	代替案 1	代替案 - 2	代替案 3
技術面	<ul style="list-style-type: none"> ゲート改修 31 門は緊急性の点から妥当。 開閉機改修 60 門は上記ゲート 31 門に対し不整合。 上部工デッキ改修 60 門は全門数 65 より少なく不整合。 バルクヘッドゲート 6 門は工期等の点から妥当。 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート改修 31 門は妥当。 ゲート改修 31 門に対し、開閉機改修 31 門は妥当。 上部工デッキ改修 65 門は全門数 65 に整合し妥当。 バルクヘッドゲート 6 門は工期等の点から妥当 	同左	<ul style="list-style-type: none"> ゲート改修は全てパキスタン側まかせとなり、最も消極的な案。 バルクヘッドゲートの供与門数は増減可能。
コスト面	1,448 Mil. Rs.	1,411 Mil. Rs.	1,209 Mil. Rs.	653 Mil. Rs.
工期	4 年以上。	4 年	4 年ないし、パキスタン側負担分工事の遅延が生じる場合、4 年以上。	1 年半～2 年
効果	<ul style="list-style-type: none"> 緊急改修必要ゲート 38 門中の 31 門を改修。 ゲートからの漏水を 31 門分防止可能。 洪水時の対応が向上。 31 門分のゲート寿命が延びる。 	同左	同左	<ul style="list-style-type: none"> ゲートおよび付帯施設の改修はパキスタン側に依存するため、効果発現されるか不確定。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ゲート、開閉機改修による施設の強化、品質向上により、維持管理し易くなる。 バルクヘッドゲートによりゲートおよび付帯施設の維持管理可能期間が伸びる。 	同左	同左	<ul style="list-style-type: none"> バルクヘッドゲートによりゲートおよび付帯施設の維持管理可能期間が伸びる。 バルクヘッドゲートの供与のみでは、その使用および維持管理方法についての技術移転に問題あり。
総合判定				X

注：Rs.1.00=2.00 円（2003 年 9 月）

第6章 環境予備調査

6.1 環境行政組織

環境保全および規制を所轄する省は、環境・地方政府・農村開発省 (Ministry of Environment, Local Government and Rural Development) である。省内にはパキスタン環境保護庁 (Pakistan Environment Protection Agency)、エネルギーや農村開発、森林、野生動物等の担当部局及びパキスタン環境保護委員会 (Pakistan Environment Protection Council) がある。これら組織のうち、環境保護法 (Pakistan Environmental Protection Act, 1997) に関する部門は、パキスタン環境保護評議会 (PEPC) とパキスタン環境保護庁 (PEPA) である。前者が環境の法制度の制定を担当し、後者は実施機関になっている。環境・地方政府・農村開発省の組織図は、下図のとおりである

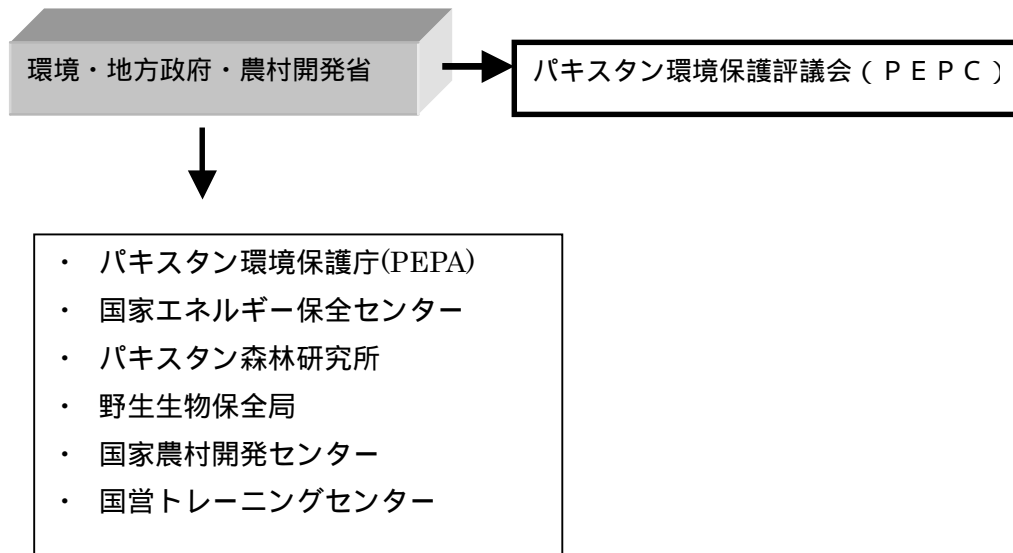


図 6.1 環境・地方政府・農村開発省組織図

環境保護庁 (Pakistan Environment Protection Agency) :

環境保護庁の管轄業務は、環境行政の環境基準、排出基準、環境影響評価などの法制度の策定、調査・測定やモニタリング規定の策定、水質汚濁、大気汚染などの調査の実施、排出源調査の実施、環境技術の開発・普及などである。また、諸開発計画に係る IEE、EIA の評価手続きの窓口機関である。環境保護庁の組織概要は下図のとおりである。

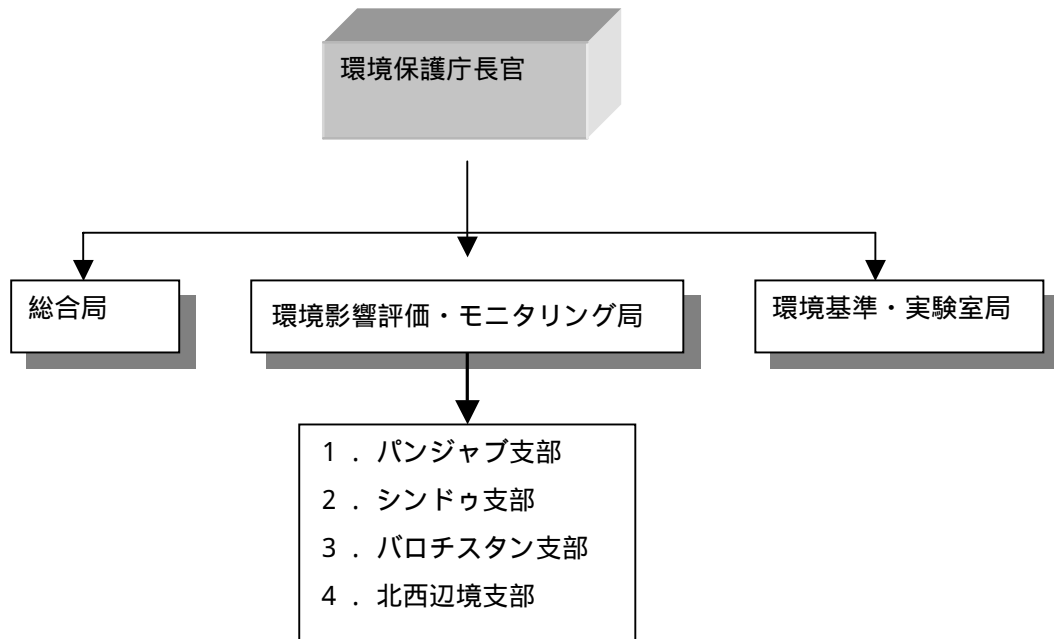


図 6.2 環境保護庁組織図

6.2 環境関連法規

パキスタン国の環境保護法は、1997 年 12 月に制定された。当法律は環境の保護、保全、改善を図り、汚濁を防止し、地域の持続的発展を目的としている。プロジェクトを実施する際には、この法律を遵守して初期環境調査 (IEE)、環境影響評価 (EIA) を行う必要がある。

環境アセスメントに係わる法律及びガイドラインを取りまとめたものを以下に示す。

- 1) パキスタン環境保護法(The Pakistan Environmental Protection Act, 1997) :
国家環境政策、国家環境基準の適用、生物多様性と資源保全の指令、年次環境報告重視原則の記述
- 2) 環境アセスメントに係わる行政上の位置づけや手続きを定めた文書
(Policy and Procedures for Filing, Review of Environmental Assessments, 1997)
- 3) 環境アセスメントのレポート作成と審査に関するガイドライン
(Guidelines for the Preparation and Review of Environmental Reports, 1997)
- 4) 環境アセスメント住民協議に関するガイドライン

- (Guidelines for Public Consultation, 1997)
- 5) 環境アセスメントを環境保全上重要もしくは脆弱箇所で実施する場合のガイドライン
(Guidelines for Sensitive and Critical Area, 1997)
- 6) パキスタン工業排水基準、工業排気環境基準
(Pakistan Environmental Quality Standards, 2000)
- 7) 環境アセスメントの下水道分野のガイドライン
(Sector Guidelines for Environmental Reports: Major Sewerage Schemes, 1997)
- 8) 工場におけるモニタリング規則 (モニタリング項目、レポート)
(National Environmental Quality Standards (Self-monitoring and Reporting by Industry Rules, 2001)
- 9) EIA の審査手続き
2000 年 8 月に施行された環境アセスメントの行政上の位置けや手続きを定めた文書 (Policy and Procedures for Filing, Review and Approval of Environmental Assessment) に審査手続きを定めている。

出典：1) http://www.Punjab.gov.pk/epa/Pakistan_environment_protectin_act_1997.htm

2) Environment Protection Dept in Punjam からのヒアリング。

6.3 環境予備調査 (IEE) 及び環境影響評価 (EIA)

- 1) 本改修による環境に与えるネガティブな影響は、きわめて少ないと考えられ、環境影響評価を実施する必要はないと考えられるが、パキスタン国においてプロジェクトを実施する場合には、一般に、環境ガイドライン (1997 年) を遵守して、初期環境影響調査 (IEE) ないし環境影響評価 (EIA) を行うことになっているため、IEE を行うべきか、EIA を行うべきか州の環境保護局 (Environment Protection Department) 等の関連機関と協議して、その必要性を確認することが望まれる。
- 2) パキスタン国で IEE ないし EIA を行う場合には、コンサルタントは評価の中立性を保持するため、プロジェクトに関連しているコンサルタントとは別個のコンサルタントが行っている。これらを踏まえて、無償資金協力事業を効果的に実施する必要がある。

第7章 概略実施プログラム

7.1 実施体制

無償資金協力プロジェクトの実施体制は以下の通りと考える。

実施機関： パンジャブ州灌漑電力局 (Irrigation and Power Department: IPD)

関連機関： パンジャブ州計画開発局 (Planning and Development Department: PPDB)

連邦政府 水資源電力省 (Ministry of Water and Power)

連邦政府 財務経済省 (Ministry of Finance and Economic Affairs and

Statistics)

プロジェクトの実施に際しては、実施機関であるパンジャブ州灌漑電力局の下で、直接的なカウンタパートをタウンサ堰事務所とし、D.G.カーン事務所のサポートも得る。

7.2 概略実施スケジュール

実施スケジュールの検討として代替案 1 について検討した結果を図 7.1 に示す。この場合、実施設計・入札手続およびバルクヘッドゲートの製作・輸送・組み立てに約 2 年を必要とすることから、バルクヘッドゲートを用いたゲート扉体・戸当りの改修の本体工事を 3 年目の 1 月の Closer Period 終了直後の開始に設定し、全体工程を検討した。

1) 設計・入札

詳細設計：7 ヶ月、入札手続：2 ヶ月の計 9 ヶ月を設計・入札期間とした。

2) 製作・輸送

バルクヘッドゲートおよび開閉装置（減速機）の製作は、工期および施工精度を考慮して日本国内で製作し輸送するものとした。バルクヘッドゲートはゲート扉体・戸当りの改修工事開始までに、製作・輸送・現地での組み立てを完了する必要がある。開閉装置の製作・輸送は各ゲート扉体・戸当りの改修工事の進捗に合わせた工程の設定が可能である。

土砂吐ゲート扉体および洪水吐ゲート端縦桁部（End Girder）の製作は、費用を考慮してパキスタン国内（Bhalwal Irrigation Work Shop を想定）で製作し輸送するものとした。製作・輸送の工程は、各ゲート扉体・戸当りの改修工事の進捗に合わせた設定が可能である。

3) 組み立て・本体工事

バルクヘッドゲートの組み立てに 3 ヶ月を必要とすることから、バルクヘッドゲートのストックヤードの建設は、ゲート扉体・戸当りの改修工事開始 3 ヶ月までに完了する必要がある。

バルクヘッドゲート戸当りの据付は、Closer Period 期間内に必要箇所の工事を完了させる。

ゲート扉体・戸当りの改修工事は、1 月の Closer Period と 6～8 月の洪水期を除いた期間で、6 基のバルクヘッドゲートを用いた工程を検討した。

デッキ部の改善は全ゲートを対象とし、ゲート扉体・戸当りの改修工事の進捗とは別に実施可能であるが、塗装工事に関しては各ゲート扉体・戸当りの改修工事完了後に実施する必要がある。

巻上げ装置の改善および電化は、各ゲート扉体・戸当りの改修工事の進捗に合わせて実施する。

4) その他

日本の無償資金協力事業の対象として、現時点では改修優先度の高い洪水吐ゲート 24 門が選定されているが、無償資金協力事業に引き続きパキスタン側でのゲート改修工事により結果的に全てのゲートが改修対象になっていることから、無償資金協力事業で改修対象とする洪水吐ゲートの選定は、施工性を最重視して B/D 段階に微調整する必要があると考える。



図 7.1 概略実施計画

第8章 基本設計調査の進め方

本調査の検討結果は、現地調査での協議及び収集した情報を基に、国内で検討したものを取りまとめたものであるが、パキスタン側と合意した内容ではないことに留意する必要がある。基本設計調査においては、本予備調査の結果をベースにパキスタン国政府実施機関とタウンサ堰改修整備の内容を再検証し、無償資金協力事業として、技術的・財務的に最適な計画案を策定する必要がある。特に、堰躯体の基礎の状況、減勢工を含む水叩きならびに護床工の状況に関しては、正確なデータが不足しているため、Annual Closure 期間を利用した現地観察などの結果を考慮して実施する必要がある。また、パキスタン側が2003年度に実施することになっているF/S調査結果のレビューを行う必要がある。

基本設計調査においては、主に以下の調査（案）を行う。

8.1 基本設計調査の内容

本プロジェクトを日本の無償資金協力で実施するという方向になる場合、基本設計調査（B/D）全体の調査項目および関連項目を表8.1に示す。

表 8.1 基本設計調査および補完調査のスコープ

調査内容	基本設計調査	補完調査	その他
1. 機械設備の検討 (ゲート、ゲート付帯施設および上部工)			
2. 電気設備の検討 (開閉器の電化)			
3. バルクゲートおよび関連施設の検討			
4. 基本設計			
5. 施工積算検討			
6. 維持管理検討			
7. 環境面の検討 (IEE ないし EIA)			
8. 堰本体、水叩きおよびアバットの状況観察・検討			
9. スポット測量および平面図作成			
10. 間隙水圧計の設置検討	(間隙水圧計設置位置および観測体制検討。)		(Annual Closure 期間を含む D/D 時に設置、パキスタン側によるモニタ-開始。)
11. パキスタン側の F/S 調査結果のレビュー			(B/D ないし D/D 時)
調査時期と期間	2004 年 現地：2 ヶ月 国内：4 ヶ月	2004 年 現地：1 ヶ月 (2004 年 1 月) 国内：0.5 ヶ月 (2004 年 2 月)	
調査団員	業務主任 水理構造物/土木設計 鋼構造物設計 I 鋼構造物設計 II 電気設備設計 施工計画・積算 河川環境	水理構造物 (1) 水理構造物 (2)	

(1) 基本設計調査

基本設計調査の内容は以下の通り。

1) 機械設備の検討（ゲート、ゲート付帯施設及び上部工）

- ・ 一枚ゲートへの構造変更に伴う扉体の構造検討（土砂吐ゲート）
- ・ 支承部の構造検討（洪水吐ゲート、土砂吐ゲート）
- ・ 側部・底部水密部の構造検討（洪水吐ゲート、土砂吐ゲート）
- ・ 側部戸当りの改修、戸溝部の補修検討（洪水吐ゲート、土砂吐ゲート）
- ・ 上部デッキの構造検討

2) 電気設備の検討（開閉器の電化）

- ・ 電化を前提とした減速機等の最適構造の検討
- ・ ドラム部、中間ギア部の調整および機能回復方法の検討
- ・ ドラム部、中間ギア部の管理用通路の構造検討

3) バルクゲート及び関連施設の検討

- ・ 他堰への適用も考慮した、バルクヘッドゲートの構造検討
- ・ バルクヘッドゲート・ストックヤードの検討

4) 基本設計

上記 1,2,3 の検討結果を用いて、各施設、設備の諸元を設計する。

5) 施工積算検討

上記 4 の結果を基に施工計画及び工費を積算する。施工計画の策定に当たっては、工期・工程および施工時の現場制約条件を十分に考慮する。

6) 維持管理検討

上記施設の維持管理を検討する。

7) 環境面の検討

パキスタン側の関係機関と協議し、プロジェクトによる環境影響を検討する。

8) パキスタン側の F/S 調査結果のレビュー

タウンサ堰に関する “ Punjab Barrages and Modernization Project ” の長期計画（パート A）の中には、特に以下の技術面についてこれから詰めなければならない点があり、もし我が国無償資金による B/D を行うこととなった場合は、パキスタンの 2003 年度会計年度の後半から開始されるであろうパンジャブ州資金による F/S の検討を

ベースに、以下の項目について我が国側でも技術的妥当性についてレビューし、必要な改善策についてパキスタン側に提言する必要がある。

右岸の土砂ポケットの拡張と関連する右岸土砂吐ゲートを現在の4門から7門にすることによる堰本体の構造面の安全性

副堰の設置による水流減勢効果と代替案の可能性。

もし上記 F/S が B/D 期間中に完了しない場合、この作業は D/D 時に行うものとする。

(2) 補完調査

堰本体については今後も維持管理を継続することによって、将来にわたる使用が可能と思われるが、無償資金協力を行う際には少なくとも対象ゲートの基礎部分(堰本体)の状態については状況を把握し、無償資金協力による工事開始までにパキスタン側による適切な修繕が行われる必要がある。

堰本体の状態を観察するためには、2004年1月の Annual Closure 期間を含む期間に調査期間を設定する必要があるため、もし B/D を行う場合は、2003年12月の現地準備作業を経て2004年1月早々の本格調査開始が望ましい。もし B/D を行う方向となり、2004年1月の Annual Closure 期間を含む期間より後の B/D 開始となる場合は、**B/D を行うという前提の下で**、補完調査といった形で以下のように堰本体の状態を把握することを提言する。

1) 堰本体、水叩き及びアバットの状況観察・検討

2004年1月の Annual Closure Period にパキスタン側修復工事が行われる場合、コッフアーダムで囲まれた箇所内の堰本体、水叩き部、護床工及びアバットの状況を観察し、被害修復対策の検討を行い、パキスタン側に勧告する。

2) スポット測量及び平面図作成

堰本体、水叩き及び、河床の浸食、アバットの状況観察・検討に資するため Annual Closure Period に全ゲート上下流の被害箇所を含むスポット測量を行い、平面図を作成する。またバルクゲート及び関連施設の検討に用いるため、バルクヘッド・ストックヤード建設予定地の測量を行い平面図を作成する。

3) 間隙水圧計の設置の検討

現在、ゲート下流側の間隙水圧計が測定不能となっている。堰基礎部のパイピングのモニタリングに供するため、今後パキスタン側が独自に設置出来る様、堰本体下流側及び水叩きのマスコンクリート底部基礎部の間隙水圧計の設置位置を検討する。なお、間隙水圧計の設置は2005年1月の Annual Closure 以降、仮閉め切りが実施される門について順次行うことを提言する。

8.2 基本設計調査の工程・要員計画

基本設計調査に関する調査団員構成と作業分担内容を表 8.2 に示す。

表 8.2 基本設計調査に関する団員構成と作業分担内容

担当	作業内容
業務主任	調査のまとめ、プロジェクト内容の策定、プロジェクトの妥当性検討、維持管理計画策定。
水理構造物/土木設計	駆体構造の安定性の検討、ゲート設置に要する土木構造物の設計、バルクヘッドゲートの積み込み用護岸およびストックヤードの設計。
鋼構造物設計 I	バルクヘッドの計画・設計。
鋼構造物設計 II	土砂吐ゲート及び洪水吐ゲートの改修計画、設計。
電気設備設計	電動開閉機に関する電気設備およびデッキの照明に関する計画・設計。
施工計画・積算	施工計画、工程計画、工事費の積算
河川環境	工事中及び将来における河川環境の予測と対応策

基本設計調査期間は、現地調査 2 ヶ月間、国内調査 4 ヶ月間の合計 6 ヶ月とする。基本設計調査に必要なコンサルタント団員の M/M および主たる担当事項は以下のとおりである。

表 8.3 基本設計調査の要員構成および M/M

担当分野	計画 M/M			備 考
	現地調査	国内作業	計	
業務主任	2.0	4.0	6.0	
水理構造物/土木設計	2.0	4.0	6.0	
鋼構造物設計 I	2.0	4.0	6.0	バルクヘッド関連
鋼構造物設計 II	2.0	4.0	6.0	洪水吐、土砂吐ゲート関連
電気設備設計	1.0	2.0	3.0	ゲート開閉器、照明施設等
施工計画・積算	2.0	2.0	4.0	
河川環境	1.0	1.0	2.0	環境調査の支援
計	12.0	21.0	33.0	

第9章 結論と提言

9.1 結論

- 1) タウンサ堰リハビリ計画の全体像についてパキスタン側の考え方は、“Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project”と、日本への無償資金協力要請部分を合わせて、タウンサ堰の全面改修を行う方向であり、“Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project”の部分について現在国内手続きを進めていることは評価できる。
- 2) タウンサ堰のゲートの老朽化によるゲートの止水機能および操作性の低下問題は深刻であり、効率的な灌漑および飲料水を含む効率的な水利用、洪水の安全な疎通、および堰とゲートの安全性の面から早急な改修を行う必要がある。また、安定した水供給の実現、洪水危険性の軽減という意味で、この改修が周辺地域へ与える効果は大きい。従って、緊急性から見て無償資金協力を実施すべき妥当性がある。
- 3) 上記の改修に当たっては、タウンサ堰に関する“Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project”の長期改修計画（パート A）で実施可能性のある右岸洪水吐ゲート（3門）の土砂吐ゲートへの改造と、これに関連した右岸土砂ポケットの拡張による物理的な影響を少ない範囲で、左岸土砂吐ゲート（7門）と洪水吐ゲート付帯部分（24門）の改修を日本の無償資金協力で行うというパキスタン側修正提案を基本に、技術、コスト、工程を考慮し無償資金協力対象を検討した。技術的には代替案 1（表 5.1 参照）が最も推奨できる案である。
- 4) さらに、ゲートの改修に当たっては、パキスタン側が特に日本の技術を希望するバルクヘッドゲートが含まれており、その後のパキスタン側によるゲートの維持管理の改善効果が大きいという点で無償資金協力による技術移転効果が期待できる。
- 5) ゲート開閉機については、人力でスムーズにゲートの開閉が可能となり、かつ開閉器の維持管理が可能となるように開閉器を新規に取り替えることが第一に必要である。さらに、洪水時等の緊急時のゲート巻上げを迅速かつ安全に行うため、ゲートの電動化を検討する必要がある。

9.2 提言

- 1) 堰本体については今後も維持管理を継続することによって、将来にわたる使用が可能と思われるが、無償資金協力を行う際には少なくとも対象ゲートの基礎部分（堰本体）の状態については状況を把握し、無償資金協力による工事開始までにパキスタン側による適切な修繕が行われる必要がある。
- 2) 今後行われるタウンサ堰に関する“Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project”の長期計画（パート A）についてパンジャブ州資金による

F/S の検討をベースに B/D 時ないし D/D 時にレビューし、堰の安定性に関する改善策等についてパキスタン側に提言する必要がある。

- 3) 本改修による環境へのマイナスの影響は少ないと考えられ、環境影響評価は必要無いものと考えられる。しかしながら、一般にパキスタンでは 1997 年に策定した環境ガイドラインに従って、初期環境影響評価 (I E E) ないし環境影響評価 (E I A) を行うことになっているため、パンジャブ州の環境保護局と協議し、その必要性を確認する必要がある。
- 4) 無償資金協力の実施に際しては、ステンレス等の輸入鋼材をゲートの水密性を要する部分に使用することはやむを得ないが、その他の部分の鋼材や部材に関しては、極力、パキスタン国内で調達可能な物を使用するものとする。

添付資料－1 ミニッツ

MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE PREPARATORY STUDY
FOR
THE PROJECT FOR REHABILITATION OF GATES OF TAUNSA BARRAGE
IN
THE PUNJAB PROVINCE
IN
THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

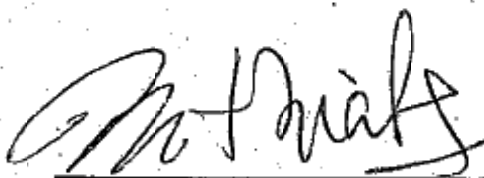
In response to a request for Grant Aid from the Government of The Islamic Republic of Pakistan, the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Study (hereinafter called as "the Study") on the Project for Rehabilitation of Gates of Taunsa Barrage (hereinafter called as "the Project") and entrusted the Study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter called as "JICA").

JICA sent the Preparatory Study Team (hereinafter called as the "Team"), which is headed by Mr. Masayuki WATANABE, Senior Adviser, Japan International Cooperation Agency (JICA), to the Islamic Republic of Pakistan from 25th August to 18th September 2003.

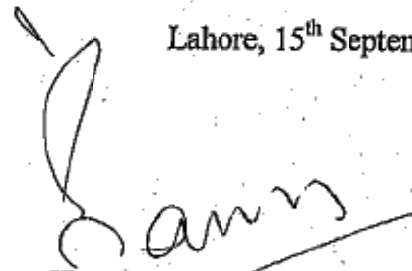
The Team held a series of discussions with the officials concerned of the Government of The Islamic Republic of Pakistan and the Government of Punjab Province and conducted a field survey at the study area.

As a result of discussions and field survey, both sides confirmed the main items of findings described on the attached sheets. The Team promised to report the results of the Study to the Japanese relevant authorities. Based upon the results, the Japanese relevant authorities will confirm the viability of the project, and examine the scope of the Basic Design Study.

Lahore, 15th September 2003



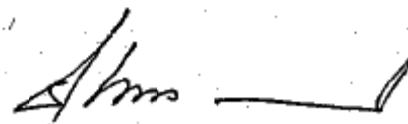
Masayuki Watanabe
Leader
Preparatory Study Team
JICA



Javed Majid
Secretary
Irrigation & Power Department Board
Government of Punjab



Muhammad Ashraf Khan
Joint Secretary (Japan/ADB)
Economic Affairs Division
Ministry of Finance and Economic
Affaires



Sohail Ahmad
Secretary
Planning & Development Department
Government of Punjab

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

Objective of the Project are as follows:

- 1) To improve the present severe operational conditions of the gates of Taunsa Barrage to recover smooth operational conditions.
- 2) To contribute recovery of design discharge and intake capacity of Taunsa Barrage to secure the necessary irrigation water volume, and not to cause flood damage to the surrounding areas by ensuring proper and timely operation of Taunsa Barrage.

2. Project Site

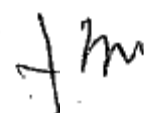
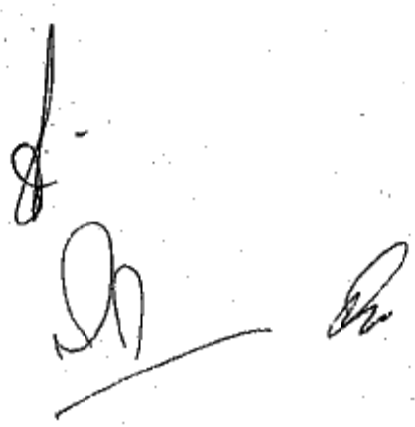
Project Site is at Taunsa Barrage in Punjab Province, Pakistan.

3. Japan's Grant Aid scheme

The Pakistan side understands the Japan's Grant Aid Scheme and the necessary measures to be taken by the Pakistan Side as shown in the Annex-1 of this Minutes of Discussion. Major undertakings to be taken by Japanese side and Pakistan side are listed in Annex-2.

4. Implementing Agency

The implementing agency is the Irrigation and Power Department of the Government of the Punjab.



5. Other relevant issues

(1) Requested Items for Japan's Grant Aid Scheme

Pakistan side prepared the final "PC-1 Proforma for Taunsa Barrage Irrigation System Rehabilitation Project" in 2002, which composed of the portion of the requested project for Japan's Grant Aid Scheme and the local share covered by Pakistan side. The PC-1 was approved by the Executive Committee of National Economy (ECNEC) of the Federal Government of Pakistan, and was submitted to the Embassy of Japan on 25th July 2002. Pakistan side stressed the necessity of Japan's Grant Aid Scheme, which is essential for agricultural production and poverty alleviation in Punjab Province by the rehabilitation of Taunsa Barrage. Furthermore, since bulk head gate is a new technology to Punjab Province, necessity of technical assistance for operation and maintenance for the bulk head gates are noted by both sides.

According to the above PC-1, the requested items for JICA Grant Aid Scheme from Pakistan side to the Government of Japan are confirmed as follows:

- 1) Replace the Under Sluice Gates
 - a) Replace the under sluice gates (11 gates)
 - b) Improve the deck structure (11 gates)
 - c) Renew the gate hoists (11 gates)
 - d) Electrify the gate hoists (11 gates)
- 2) Improve the Weir Gates
 - a) Improve the attached facilities for sliding parts of the gates (20 gates)
 - b) Improve the deck structures (53 gates)
 - c) Renew the gate hoists (53 gates)
 - d) Electrify the gate hoists (20 gates)
- 3) Provide Floating Bulk Head Gates and relating Items
 - a) Provide floating bulk head gates (6 gates)
 - b) Construct a jetty and stock yard for the floating bulk head gates (1 place)
 - c) Tug boats (2 units)
 - d) Boats (3 units)
 - e) 80-Ton crane (1 unit)
 - f) 30-Ton crane (1 unit)
 - g) Spare parts (1 set)

However, in the course of discussions, the Pakistan side proposed modification to the above original request as described in (5). The modified request by the Pakistan side is as follows (the figures underlined are modified). Pakistan side has confirmed that the modification should be deemed and dealt with as final request for the Japan Grant Aid Scheme.

- 1) Replace the Under Sluice Gates
 - ① Replace the under sluice gates (7 gates of left bank side)
 - ② Improve the deck structure (7 gates)
 - ③ Renew the gate hoists (7 gates)
 - ④ Electrify the gate hoists (7 gates)

- 2) Improve the Weir Gates
 - ① Improve the attached facilities for sliding parts of the gates (24 gates)
 - ② Improve the deck structures (53 gates)
 - ③ Renew the gate hoists (53 gates)
 - ④ Electrify the gate hoists (24 gates)

- 3) Provide Floating Bulk Head Gates and relating Items
 - ① Provide floating bulk head gates (6 gates)
 - ② Construct a jetty and stock yard for the floating bulk head gates (1 place)
 - ③ Tug boats (2 units)
 - ④ Boats (3 units)
 - ⑤ 80-Ton crane (1 unit)
 - ⑥ 30-Ton crane (1 unit)
 - ⑦ Spare parts (1 set)

6. Necessity and Urgency of the Project

1) Flood Problems

It was confirmed that breaching of a dike were happened by 1996 Flood and 1998 Flood at the Link Bund Dike between the Spur No.1 and Spur No.2-A in the right bank side near the Barrage. Pakistan side explained that the delay of opening the gates, due to difficulty of operating the gates of Taunsa Barrage, might have affected adversary to the breaches of the dike, though direct reason of these breaches are the existence of weak points of the dike.

2) Drinking Water Problems

It was confirmed that there are drinking water problems along the areas of D.G. Khan Canal and Muzaffargarh Canal, where due to high salinity content of the groundwater, main drinking water sources are the surface water in the canals. These areas might be caused shortage of drinking water due to the possibility of extending the annual closure period for repairing gates and concrete structures of Taunsa Barrage.

3) Deterioration of Taunsa Barrage

It was confirmed that due to deterioration of the gates of Taunsa Barrage, the number of the

gates to be urgently repaired are approximately 11 gates for the under sluice gates and 20 gates for the weir gates.

In addition, it was emphasized by Pakistan side that the gate laborers are facing mounting dangers while hoisting the gates due to the rebounding of the problematic gates. Furthermore, it was also emphasized that the deterioration of the gates, making it difficult to operate the gates timely and properly during floods, has increased flood risks in the surrounding areas and posed a threats to the safety of the Barrage.

In light of the above, Pakistan side stressed the necessity of electrification of the gates (31 gates composed of the requested 11 undersluice gates and 20 weir gates) by the Japan's Grant Aid Scheme. The remaining gates (33 gates) are planned to be electrified under the "Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project" described in (3).

7. "Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project"

It is confirmed that Pakistan side is planning to rehabilitate whole of Taunsa Barrage under the "Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project" described below with the requested Project for Japan's Grant Aid Scheme.

- 1) Pakistan side is now undertaking the approval procedure of "Punjab Barrages Rehabilitation and Modernization Project". This project proposal (PC-1) was approved by Government of the Punjab in June 2003, and will be forwarded for the final approval of the Federal Government of Pakistan in 2003. This project includes "Part-B Emergency Repair" (to be conducted in Pakistan's Fiscal Year 2003) for 7 barrages/headworks and "Part-A Long Term Remedial Measures" (to be conducted in Fiscal Year 2004 to 2008) for 6 barrages/headworks. Taunsa Barrage is included in both of the Part-B and Part-A.

Note: *) Pakistan's fiscal year is from 1st July to 30th June.

- 2) The budget allocation for this project by the Federal Government of Pakistan has already been done for the Part-B, and the implementation of the Part-B will be done upon the approval of this project by the Federal Government.
- 3) In relation to the feasibility study (hereinafter called as F/S) on the Part-A, which will be funded by the Government of the Punjab, it was informed from Pakistan side that selection

of consultants have been finished, and the study will be commenced subsequently. The whole period for the F/S is about 15 months. Pakistan side is requested to inform the results of the F/S to the Government of Japan through JICA Pakistan office as soon as it becomes available, and agreed the request.

8. Final Decision on conducting a Basic Design Study

Although the necessity and urgency of the requested Project for Japan's Grant Aid Scheme have been noted by the Team, whether to proceed to a Basic Design Study remains to be subsequently decided by the relevant Japanese Authorities based on the results of the Study. The Pakistan side understood the above decision –making process by the Japanese side.

9. Scope of Work for B/D

Suggestion by the Japanese Side:

Japanese side explained that the Part-A of Taunsa Barrage includes some technical points to be clarified in detail such as the Constructing Subsidiary Weir and Remodeling of Right Pocket, which may affect physical structures and construction schedule of the requested Project for Japan's Grant Aid Scheme especially to the right bank side of the Barrage including the existing right undersluices (4 gates). Therefore, the Basic Design Study of Taunsa Barrage may need to be phased such as Phase-I for the left bank side of the Barrage and Phase-II for the right bank side of the Barrage due to following reasons.

1) Proposed Subsidiary Weir in the Part-A

Pakistan side has an idea of constructing a non-gated subsidiary weir at about 300 ft downstream of the existing Taunsa Barrage to enhance energy dissipation function of flow in the apron portion of the Barrage. F/S on the Part-A includes hydraulic model test and analysis on the proposed subsidiary weir. However, the Team recommended Pakistan Side to conduct alternative studies including the hydraulic model test and analysis on the effects of the proposed subsidiary weir, and other alternatives such as extending the existing apron portion. Pakistan side expressed their understanding on the above recommendation.

2) Proposed Remodeling of Right Pocket of the Part-A

Pakistan side has an idea of enlarging the existing right sand pocket of the Right

Undersluice Gates (4 gates) by converting the neighboring existing weir gates (3 gates) to undersluice gates. This includes lowering the crest elevation of the existing weirs (3 gates) by 3 ft height, which may require reconstructing the spillway portion of these 3 existing weir gates. It might be necessary to clarify the hydraulic effects of the Remodeling of Right Pocket, and the safety of stability of the existing right undersluice gates (4 gates) with their concrete structures. This is because the replacement of the gate leafs of these undersluices (4 gates) are already requested as a component of the Project for Japan's Grant Aid Scheme. Detailed study including hydraulic analysis and hydraulic model test is expected to be carried out in the F/S.

Furthermore, it is recommended from the Team to Pakistan Side to restart monitoring the pour water pressure of the foundation below the existing concrete structure to grasp the seepage condition under the barrage, which is one of the key factors for the stability of the concrete structure of Taunsa Barrage. Pakistan side expressed their understanding on the above recommendation.

Proposal by the Pakistan Side:

In response to the above explanation by the Japanese side, Pakistan side proposed that Basic Design Study be conducted in one go instead of phase I and II, because the Barrage Safety is in jeopardy and situation is aggravating day by day owing to defective and critical condition of gates and gearing mechanism. The collapse of even a single gate shall result in depletion of the pond level upstream consequently forcing closure of the three off-taking canals. The implementation of the rehabilitation work should not be deferred or delayed on account of possible alternations in civil components of the right pocket. As 31 most deteriorated gates are requested for rehabilitation under the Japan's Grant Aid Scheme, it is proposed that seven left under-sluice gates and twenty four main weir gates may be included for rehabilitation under the Japan's Grant Aid Scheme. As the extension of the right under-sluice are part of the Kachhi Canal Project, Pakistan side stated that the right under-sluices gates shall be rehabilitated under Kachhi Canal Project being funded by the Federal Government.

The Team promised to convey the above proposal by the Pakistan side to the relevant Japanese Authorities.

The Grant Aid Scheme provides a recipient country with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

(1) Grant Aid Procedures

1) Japan's Grant Aid Scheme is executed through the following procedures:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| • Application | (Request made by a recipient county) |
| • Study | (Basic Design Study conducted by JICA) |
| • Appraisal & Approval | (Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet of Japan) |
| • Determination of Implementation | (The Notes exchanged between the Governments of Japan and the recipient country) |
| • Implementation | (Implementation of the Project) |

2) Firstly, the application or a request for a Grant Aid project submitted by a recipient country is examined by the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) to determine whether or not it eligible for Japan's Grand Aid. If the request is deemed appropriate, the Government of Japan assigns JICA (Japan International Cooperation Agency) to conduct a study on the request.

Secondly, JICA conducts the study (Basic Design Study), using (a) Japanese consulting firm(s).

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether or not it is suitable for Japan's Grant Aid Scheme, based on the Basic Design Study report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes signed by the Governments of Japan and the recipient country.

Finally, for the implementation of the project, JICA assists the recipient country in such matters as preparing tenders, contracts and so on.

(2) Basic Design Study

1) Contents of the Study

The aim of the Basic Design Study conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project") is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by the Japanese Government. The contents of the Basic Design Study are as follows:

- i) Confirmation of the background, objectives, and benefits of the requested Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the Project's implementation,
- ii) Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, social and economical point of view,
- iii) Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project,
- iv) Preparation of a basic design of the Project,
- v) Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid Project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of Japan's Grant Aid Scheme.

The Government of Japan requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Study, JICA uses (a) registered consultant firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms. The firm(s) selected carry(ies) out a Basic Design Study and write(s) a report, based upon terms of reference set by JICA.

The consulting firm(s) used for the Basic Design Study is (are) recommended by JICA to the recipient country to also work in the Project's implementation after the Exchange of Notes, in order to maintain technical consistency.

(3) Japan's Grant Aid Scheme

1) Exchange of Notes (E/N)

Japan's Grant Aid is extended in accordance with the Notes exchanged by two Governments concerned, in which the objectives of the Project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid, etc., are confirmed.

3) "The period of the Grant Aid" means the one Japanese fiscal year which the Cabinet approves the Project for. Within the fiscal year, all procedures such as exchanging of the Notes, concluding contracts with (a) consultant firm(s) and (a) contractor(s) and final payment to them must be completed. However in case of delays in delivery, installation or construction due to unforeseen factors such as natural disaster, the period of the Grant Aid can be further extended for a maximum of one fiscal year at most by mutual agreement between the two Governments.

4) Under the Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased.

When the two Governments deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country.

However the prime contractors, namely, consulting, constructing, and procurement firms, are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

5) Necessity of the "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by.

the Government of Japan. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

6) Undertakings required of the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as the followings:

- i) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the construction.
- ii) To provide facilities for the distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- iii) To secure buildings prior to the procurement in case the installation of the equipment.
- iv) To ensure all the expenses and prompt execution for unloading, customs clearance at the port of disembarkation and internal transportation of the products purchased under the Grant Aid.
- v) To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which will be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the Verified Contracts.
- vi) To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the Verified Contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.

7) "Proper Use"

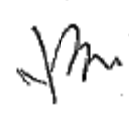
The recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

8) "Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be re-exported from the recipient country.

9) Banking Arrangement (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). The Government of Japan will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to the Government of Japan under an authorization to pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.



ANNEX-2 Major Undertakings to be taken by Each Government

Major Undertakings to be taken by Each Governments

No.	Items	To be Covered by Grant Aid	To be Covered by Recipient Side
1	To bear the following commissions to the Japanese foreign exchange bank for the backing services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		●
	2) Payment commission		●
2	To ensure unloading and customs clearance at port of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine (Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	●	
	2) Tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	(●)	(●)
3	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work		●
4	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contracts		●
5	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant		●
6	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for the transportation and installation of the equipment		●

B/A: Banking Arrangement

A/P: Authorization to Pay

添付資料－2 収集資料リスト

資料リスト（ 収集資料/ 専門家作成資料）

様式

主管部長	文書管理課長	主管課長	情報管理課長	技術情報課長	図書館受入日

プロジェクトID	調査団番号	調査団名又は専門家氏名	調査団名又は専門家氏名	調査団名又は専門家氏名	調査団名又は専門家氏名
西南アジア	ハキスタン国タウンサ堰部分改修計画	ハキスタン国タウンサ堰部分改修計画	ハキスタン国タウンサ堰部分改修計画	ハキスタン国タウンサ堰部分改修計画	ハキスタン国タウンサ堰部分改修計画
バキスタン国	配属機関名	現地調査期間又は派遣期間	予備調査(事前調査)	作成部課	無償四課
		15年8月25日～15年9月19日		担当者氏名	清水 勉

番号	資料の名称	形態(図書、ビデオ、地図、写真等)	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テスト	発行機関	取扱区分	図書館記入欄
1	PC-1 Proforma for Taunsa barrage Irrigation System Rehabilitation Project	図書	A4 Copy				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
2	PC-1 Punjab barrages Rehabilitation and Modernization Project, Volume 1	図書	A4 Copy				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
3	PC-1 Punjab barrages Rehabilitation and Modernization Project, Volume II	図書	A4 Copy				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
4	タウンサ堰水位流量データ(1993-2003)	コピー	A4 Copy				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
5	灌漑水路縦横断面図	コピー	A4 Copy				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
6	Flood Fighting Plan of Taunsa Barrage(Year-2003)	図書	A4 Copy				D e r a Ghazi Khan Irrigation Zone	JR・CR()・SC	
7	Work Plan of Taunsa Barrage (Yea2003-2004)	図書	A1 Copy				D e r a Ghazi Khan Irrigation Zone	JR・CR()・SC	
8	Working Paper for Checking Breaches in Link Bund (U/S) Right Taunsa	図書	A2 Copy				D e r a Ghazi Khan Irrigation Zone	JR・CR()・SC	
9	Index Plan of Taunsa Barrage Division Kot Addu	地図	A3 Copy				Taunsa Barrage Division	JR・CR()・SC	
10	Peak Discharge at Taunsa Barrage	Sheets	A4 Copy				Taunsa Barrage Division	JR・CR()・SC	
11	Organization Chart of Taunsa Barrage Division Kot Addu	Sheets	A4 Copy				Taunsa Barrage Division	JR・CR()・SC	
12	Hill Torrents and Canal System	地図	A3 Copy				Geo Reseach	JR・CR()・SC	
13	Depth of Water Table in Punjab, Oct. 2000	地図	A3 Copy				Geo Reseach	JR・CR()・SC	
14	Punjab Province	地図	A3 Copy				Geo Reseach	JR・CR()・SC	
15	Map showing Punjab irrigation Zones, Major Roads & Railway Network	地図	A3 Copy				Geo Reseach	JR・CR()・SC	
16	Punjab Irrigation Network and Barrages	地図	A3 Copy				Geo Reseach	JR・CR()・SC	
17	Indus Dolphin Conservation Project, March-April, 2001	図書	A4 Copy				World Wide Fund Nature-Pakistan	JR・CR()・SC	
18	Pakistan Wet Lands Project, UNDP project Document, June 6,2003	図書	A4 Copy				UNDP	JR・CR()・SC	
19	Pakistan Environmental Protection Act,1997, Part 1,Part 2	図書	A4 Copy				EPD, Punjab	JR・CR()・SC	
20	Punjab Irrigation Research Institute Lahore(Brochure)	プロシヤ	*				IPD	JR・CR()・SC	
21	Rainfall Date in Tounsa Barrage	Sheets	A4 Copy				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
22	タウンサ堰閘隙水圧データ(1991-2003)	コピー	*				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
23	Composite Schedule of Rates 1998	コピー	*				Government of the Punjab	JR・CR()・SC	

資料リスト（ 収集資料/ 専門家作成資料）

主管部長	文書管理課長	主管課長	情報管理課長	技術情報課長	図書館受入日

地域	西南アジア	プロジェクトID	調査団番号		
国名	パキスタン国	調査団名又は専門家氏名	調査の種類又は指導致目	予備調査(事前調査)	無償四課
		配属機関名	現地調査期間又は派遣期間	15年8月26日～15年9月19日	清水 勉

番号	資料の名称	形態(図書、ビデオ、地図、写真等)	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	発行機関	取扱区分	図書館記入欄
24	Data Book of Taunsa Barrage Division	コピー	*				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
25	タウンサ堰設計図(構造物の一部)	コピー	*				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
26	Chashma Barrage and Chashma-Jhelum Link Canal Project	プロローシャ-	*				WAPDA, Chashma堰事務所	JR・CR()・SC	
27	Presentation on Moghal Pura Irrigation Workshop & Bhalwal Irrigation Work Shop	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
28	Presentation on Irrigation Workshops Division Bhalwal	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
29	Sukkur Barrage Rehabilitation	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
30	Sukkur Barrage (brochure)	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
31	Kotri Barrage (brochure)	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
32	Rules and Regulation for the Maintenance and Control of Sidiwal Barrage	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
33	Regulation Rules Taunsa Barrage	コピー	*				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
34	灌溉水路標準横断面	コピー	*				タウンサ堰事務所	JR・CR()・SC	
35	Sukkur & Kotri Barrage 支承部図面	コピー	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	
36	Work Shops of Mechanical Circle Lahore (Brochure of Bhalwal Irrigation Work Shop)	プロローシャ-	*				Irrigation and Power Department, Government of Punjab	JR・CR()・SC	

添付資料－3 打合せ記録

パキスタン国タウンサ堰部分改修計画予備調査
会議および打合わせ協議記録

日時	2003年8月26日(火) 15:00～15:50
場所	JICA パキスタン事務所 (イスラマバード)
面談者	Yamaura 所長、高橋氏、清水専門家
調査団	古川、寺島、荒木、大野
内容	<p>1. パキスタン到着挨拶の後、以下について調査団より報告した(古川)。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 団員紹介。 2) 調査スケジュールの説明。 3) 対処方針会議の内容について。 4) 調査内容について(インセプションレポートに基づく)。 <p>2. 以下について打ち合わせた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 2003年洪水ではパンジャブ州の一部とカラチ周辺で被害が発生したが、タウンサ堰および周辺では被害は無かった(清水)。 2) 緊急性に関しては、堰を改修しなければ近い将来危険な事態が発生する可能性が高いということは言える(清水)。 3) 2)に対しては、既往最大洪水が発生する場合に、どのような洪水被害発生の可能性があるかも着目点と考える(古川)。 4) ゲート開閉の電化についてはパキスタン側の希望が大きい。 5) 水利権については平年で考えており、渇水年に対する考えが無く、渇水時に問題を生じている。

日時	2003年8月26日(火) 17:00～18:00
場所	日本大使館 (イスラマバード)
面談者	松永(経済班長)、北田一等書記官、小林二等書記官
調査団	古川、寺島、荒木、大野、高橋氏(JICA)
内容	<p>1. パキスタン到着挨拶の後、以下について調査団より報告した(古川)。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 団員紹介。 2) 調査スケジュールの説明。 3) 対処方針会議の内容について。 4) 調査内容について(インセプションレポートに基づく)。 <p>2. 以下について打ち合わせた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) パキスタンにおける特にインダス川灌漑システムの改修に関するプライオリティがパキスタン国内および世銀等の国際機関や援助国の間で高まってきており、日本としてもタウンサ堰については重要視している。また、これに関連して8月24日にパンジャブ州の次官がイスラマバードに来て、具体的な話をしたようである。 2) 機能回復、洪水被害の危険性、農業被害の危険性に関して十分調査してほしい(松永氏、北田氏)。 3) 緊急性をどのように検証するかが重要である(清水)。これに対しては、既往最大洪水での被害ポテンシャルも検討する必要あり(古川)。 4) 電動化についてはパキスタン側の希望が強いと聞いている(北田)。これに対しては、必要性、維持管理費用、停電等の電力事情の観点が重要であると考え(古川)。

日時	2003年8月27日(水) 11:00~12:15
場所	Government of Punjab, Irrigation and Power Department (IPD) (ラホール)
面談者	Mr. Javad Majid (Secretary) Tel: ++92-42-9212117-8, FAX: ++92-42-9212116 Mr. Asrar-ul-Haq (Additional Secretary (Technica) TEL: ++92-42-9212123-4 Mr. Mehr Muhammad Amin (Excecutive Engineer, Taunsa Barrage Division) TEL: ++92-697-42796, FAX: ++92-697-40296 Mr. Quji Anwar Ali (Chief Engineer) Mr. Rao Muhammad Rias (Director, Regulation) Mr. Mian Muhammed Jayaid
調査団	古川、寺島、荒木、大野、Mr. Mahmood A. Jilani (JICA)
内容	<p>1. パキスタン到着挨拶の後、以下について調査団より報告した(古川)。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 団員紹介。 2) 調査スケジュールの説明。 3) 調査内容について(インセプションレポートに基づく)。 <p>2. 以下について打ち合わせた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) パキスタンの農業はGNPの約30%を占め、これが灌漑システムに依存している。この意味でタウンサ堰が極めて重要であり、改修が極めて緊急に必要である(次官)。 2) タウンサ堰の問題点は、ゲートおよびコンクリート部分の劣化、土砂堆積、漏水等である(次官)。 3) ラホール周辺に堰の維持管理用の2箇所のワークショップがあり、ぜひ調査団に見学してほしい(次官)。 4) タウンサ堰地点(右岸側)からカチチャナル(Kachhi Canal)という新たな灌漑水路を建設中であり、5000 acreに灌漑水および飲料水が供給される(次官)。 5) 現在、パンジャブ州の主要な堰に関するリハビリ調査がコンサルタントにより1年間の調査期間で進行中。また、構造部分(コンクリート部分)のリハビリプロジェクトも進行中であり、タウンサ堰もこれに含まれる。 6) 毎年1ヶ月間の水路への止水時期(堰は全開)において、タウンサ堰では10~15のゲートを緊急的に修繕している。このため、修繕期間が短く十分な修繕が困難である。バルクヘッドゲートがあれば通年のゲート修繕維持が可能となる(次官)。 7) タウンサ堰周辺の環境的重要性についてはどうか(大野)。タウンサ堰周辺に関してはイルカの生息地、渡り鳥の中継地を含む生物多様性の観点から重要であり、保護地に指定されている。狩猟は禁止されている(次官)。 8) PC-1 Proformaの最終版のコピーを要求。また、PC-1の計画金額がRs. 1,363.472 Millionであるのに対し、要請金額がRs. 1,236.00 Millionと差があるので、どのような差があるか明確にしてほしい(古川)。明確にするようにする(次官)。 9) 水理実験所を見学したい(大野)。水理実験所とワークショップの内の一箇所は同じ場所でありラホールの近くに位置する。見学の手配をする(次官)。 10) 質問状の中にはタウンサ堰とD.G.カーンで得られるものがあるが、その他についてはラホールにデータがあるものもある。従って、9月7日前後にラホールに出てくる日をもう2、3日早めることを薦める(IDP出席者)。

日時	2003年8月27日(水) 11:00~12:15
場所	Planning & Development Department, Government of Punjab (ラホール)
面談者	Mr. Sohail Ahmad (Secretary) TEL: ++92-42-9210109-9210017, FAX: ++92-42-9210182 Mr. Nasim Riach (Chief of Section) TEL: ++92-42-9210889 Mr. Muhammad Abid Bodla TEL: ++92-42-9210461, FAX: ++92-42-9210003, e-mail: Mr. Wasy Swulu (Chief of water) Mr. Quaji Anwar Ali (Chief Engineer) Mr. Anizad Duraiz (Assistant Chief Engineer)
調査団	古川、寺島、荒木、大野、Mr. Mahmood A. Jilani (JICA)
内容	1. パキスタン到着挨拶の後、以下について調査団より報告した(古川)。 1) 団員紹介。 2) 調査スケジュールの説明。 3) 調査内容について(インセプションレポートに基づく)。 2. 以下について打ち合わせた。 1) パンジャブ州の灌漑システムの重要性に鑑み、タウンサ堰を含む堰システムのリハビリは差し迫った重要な課題である。タウンサ堰のリハビリはこれらの中でも極めて重要である(次官)。 2) 堰のリハビリプログラムに関しては、現在2フェーズに分けて進行中である。第1フェーズは国から30 billion Rs.で水理構造物のリハビリを行う。第2フェーズは20 billion Rs.である。 3) インダス川流域に関する流域管理計画、水資源開発計画等の総合計画は存在するか(古川)。National Drainage Program 他が存在する。 4) 洪水対策はどこが責任機関か(古川)。国あるいは灌漑局である。 5) ゲートの電化によって一度に10門のゲートを動かす計画である。

日時	2003年9月1日(月) 10:00~12:00
場所	Irrigation D.G Khan Zone Office (D.G Khan)
面談者	Mr. Bagh Ali Shahid (Chief Engineer) TEL: 0641-9260245 Mr. Muhammed Adul Majeed Bhatti
調査団	古川、大野
内容	1. D.G Khan 管轄範囲、現況の灌漑システム、排水問題、ヒルトレント流の状況、地形・地質、塩水汚染問題、旱魃など当該灌漑システムに係わる問題点について説明をうける。 2. パンジャム州の堰改修計画の概要 長期改修計画(パンジャム州の6箇所)の堰: 予算額約300億ルピー 短期改修計画: 予算額約1.13億ルピー。 現在、連邦政府の承認を待っている。 パ国の会計年度: 7月1日~6月30日 3. 収集資料 ・D.G Khan Zone 組織図

日時	2003年9月8日(月) 10:00~12:00
場所	Government of Punjab, Irrigation and Power Department (IPD) (ラホール)
面談者	Mr. Sohail Ahmad (Secretary): TEL: ++92-42-9210109-9210017 Mr. Rao M Riaz (Director in Regulation) Mr. Mehr Muhammad Amin (Xen Taunsa) Mr. Muhammad Abid Bodla Mr. Qazi Anwar Ali (Chief Engineer Irrigation) Mr. Nasim Riaz
調査団	渡辺、上原、古川、大野 JICA パキスタン事務所: 高橋、Mr. Jilani
内容	1) 渡辺団長、上原氏到着後の表敬訪問。 次官からタウンサ堰に係わる問題点の説明を受けた。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、右岸側に Kacchi Canal (灌漑面積 50 万エーカー) を建設中である。 ・ 右岸側では、シルトレント (山地河川流) による被害が発生している。 ・ 水路は、堆積土砂 (Siltation) の問題がある。 ・ タウンサ堰は、堰下流部の河床低下、減勢工部フリクションブロックの破壊、施設の老朽化が著しい。 洪水被害について (渡辺) <ul style="list-style-type: none"> ・ タウンサ堰の建設によって土砂堆積が起こった影響で河床形態が劇的に変化し、1996 年、1998 年洪水に見られるように洪水危険性が増大したのではないかと考えられる。 ・ 洪水対策、水防活動、維持管理業務は、終焉のない業務であり、継続的に実施すべきであり、この点で協力できるのは光栄である。 2) 現地調査経過の中間報告 (古川) 3) パキスタン側リハビリプロジェクトに関する F/S 調査のためのコンサルタントは選定済みである。F/S 調査には国内コンサルタントだけでなく外国コンサルタントも加わる (次官) 4) 要請内容は、どのような判断で決めたか (上原)。 バルクゲート設計施工、ゲートの取替え、ゲート巻き上げ機の電動化など、日本の高度技術が必要なものを設定した。

日時	2003年9月8日(月) 10:00~12:00
場所	Planning & Development Department, Government of Punjab (ラホール)
面談者	Mr. Sohail Ahmad (Secretary): TEL: ++92-42-9210109-9210017 Mr. Rao M Riaz (Director in Regulation) Mr. Mehr Muhammad Amin (Xen Taunsa) Mr. Muhammad Abid Bodla Mr. Qazi Anwar Ali (Chief Engineer Irrigation) Mr. Nasim Riaz
調査団	渡辺、上原、古川、大野 JICA パキスタン事務所: 高橋、Mr. Jilani
内容	1) 渡辺団長、上原氏到着後の表敬訪問。 タウンサ堰の問題点と改修の必要性について次官と協議してきた。次官の説明では、真実の需要と妥当性という観点から、堰構造物の改修の必要性を強調していた。 2) 現地調査経過の中間報告 (古川) 3) Minutes of discussion については、Non-obligation base で行う (上原)。

日時	2003年9月9日(火) 11:00~14:00
場所	Irrigation Reseach Institute
面談者	Mr. Ghulam Qudir (Chief Engineer), Tel: 042-9212094, FAX: 042-9210675
調査団	古川、大野
内容	<p>Irrigation Reseach Institute の水理実験場の視察</p> <p>1. 水理模型実験施設概要調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・面積：約 40ha ・給水施設：14m³/s (灌漑水路からの重力給水) ・水理模型実験区画：22 区画 ・実験スタッフ数：500 人 ・実験費用概算：300 万円～500 万円 <p>2. 水理模型実験実施プロセスのついて</p> <p>(1) 発注者は水理模型実験に必要なすべての資料(平面図、横断図、縦断図など)及び仕様書、実験資金を準備する。</p> <p>(2) 灌漑研究所は発注者の仕様書に基づいて、以下の実験業務を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 模型製作に必要な資機材の調達 ② 模型制作 ③ 水理模型実験 ④ 実験結果の編集 ⑤ 実験結果の考察 <p>(3) 実験所要期間は、プロジェクトの特性、仕様書の内容、設計変更の有無などにより異なるが、一般に、模型製作、モデルのオペレーション、実験結果のまとめを含めて6ヶ月～7ヶ月間を要する。</p> <p>3. 稼働中の水理模型実験視察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ タウンサ堰 Kacchi Canal プロジェクト ・ Ravi 川橋梁プロジェクト ・ Mirani ダムプロジェクト等

日時	2003年9月15日(月) 11:00~12:15
場所	Government of Punjab, Irrigation and Power Department (IPD) (ラホール)
面談者	<p>Mr. Javad Majid (Secretary) Tel: ++92-42-9212117-8, FAX: ++92-42-9212116</p> <p>Dr. Bagh Ali Shahid (Chief Engineer, Irrigation D.G.Khan Zone) TEL: ++92-641-9260245</p> <p>Mr. Zaka Ullah Bhatti (Chief Engineer, Irrigation Development) TEL: ++92-42-9212100</p> <p>Mr. Qazi Anwar Ali (Chief Engineer, Irrigation Lahore Zone) TEL: ++92-42-9212094</p> <p>Mr. Mehr Muhammad Amin (Excecutive Engineer, Taunsa Barrage Division) TEL: ++92-697-42796, FAX: ++92-697-40296</p> <p>Mr. Rao Muhammad Rias (Director, Regulation) TEL: ++92-42-9212147</p>
調査団	渡辺、上原、古川、大野
内容	<p>1. ミニッツの内容協議</p> <p>2. 要請内容の修正</p> <p>パ国側は、調査団の指摘(Kacchi Canal 建設に伴う右岸側洪水吐2門の土砂吐への改変に対する堰基礎への影響)対して要請内容に一部修正を提示してきた。</p> <p>3. これに対してミニッツの修正を行い、PPDPにて署名を行った。</p>

日時	2003年9月15日(月) 12:30~13:00
場所	Planning & Development Department, Government of Punjab (ラホール)
面談者	Mr. Sohail Ahmad (Secretary, PPDB): TEL: ++92-42-9210109-9210017, FAX Mr. Muhammad Abid Bodla (Member Engineering, PPDB) Mr. Wasy Suului (Chief of Water, PPDB) Mr. Nasim Riaux (Chief Section, PPDB) Mr. Javad Majid (Secretary, IPD) Dr. Bagh Ali Shahid (Chief Engineer, Irrigation D.G.Khan Zone) Mr. Zaka Ullah Bhatti (Chief Engineer, Irrigation Development) Mr. Qazi Anwar Ali (Chief Engineer, Irrigation Lahore Zone) Mr. Mehr Muhammad Amin (Executive Engineer, Taunsa Barrage Division)
調査団	渡辺、上原、古川、大野
内容	1. ミニッツの内容協議、署名(PPDB次官、IPD次官、渡辺団長) 2. パキスタン側は本プロジェクトを重要視している(PPDB次官)。 3. 本プロジェクトの重要性と必要性は確認できた。B/Dが行われることを願う。また、タウンサ堰基礎部の浸透水、安定性、バツフルについての調査をパキスタン側で開始してほしい。(渡辺団長) 4. パキスタン側リハビリプロジェクトについては現在ECNECの承認を目指し、連邦政府内の手続き中であるが、承認されると予想している。承認されれば、単年度毎に連邦政府に予算要請するとともに、外国ドナーおよび国際機関を含めて広く資金協力を行うことになる(PPDB次官)。

日時	2003年9月17日(水) 10:00
場所	Federal Flood commission
面談者	Mr. I B Sheikh
調査団	渡辺、上原、古川、寺島、荒木、大野
内容	1. 表敬訪問 2. タウンサ堰プロジェクト調査報告

日時	2003年9月17日(水) 11:30
場所	Ministry of Water and Power
面談者	Mr. Riaz Armaid Khan(Additional Secretary)
調査団	渡辺、上原、古川、寺島、荒木、大野
内容	1. 表敬訪問 2. タウンサ堰プロジェクト調査報告

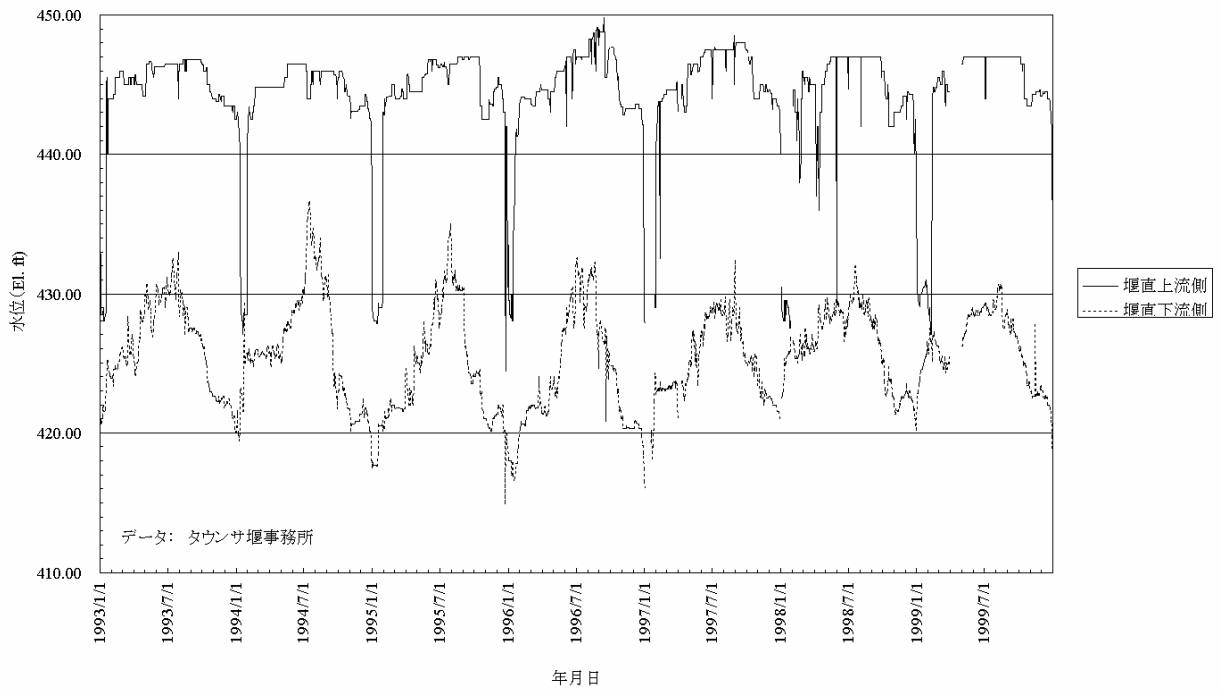
日時	2003年9月17日(水) 14:30
場所	Economic Affairs Division
面談者	Mr. M Ashraf Khan(Joint Secretary)
調査団	渡辺、上原、古川、寺島、荒木、大野
内容	1. 表敬訪問 2. ミニッツ署名

日時	2003年9月17日(水) 15:00
場所	日本大使館(イスラマバード)
面談者	北田一等書記官、小林二等書記官
調査団	渡辺、上原、古川、寺島、荒木、大野
内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. タウンサ堰改修の緊急性と重要性を確認した。維持管理もできるが、これまでの50年とは異なり今後の50年は土砂問題もより厳しくなるだろう。砂州が固定化しており大きくなる方向であるため、流行に影響が出るなどより洪水に対する危険性が将来拡大する可能性がある(渡辺)。 2. ゲート開閉が非常に困難で危険である。電動+マニュアル操作による開閉機器の改善が必要である。(渡辺) 3. パキスタン側リハビリプロジェクトの中に無償資金協力要請に影響を及ぼす右岸土砂吐ゲートの増設が含まれていた。この影響を指摘した所、パキスタン側はB/Dが遅れるのを回避するために、右岸土砂吐ゲートを要請からはずした修正要請案を提示してきた。この修正提案は評価できるためミニッツに記載した。(渡辺) 4. タウンサ堰の本体部分は水面下にあるため観察できなかった。この部分も毎年損傷が発生するため、2004年1月のAnnual Closure期間に観察することが必要であり、場合によっては追加予備調査が必要である(渡辺、古川)。追加予備調査を行う場合にはB/Dを行うという明確な意志表示の元に行う必要があるだろう(北田)。 5. 大使館として本件を進める方向で考えたいが良いか?

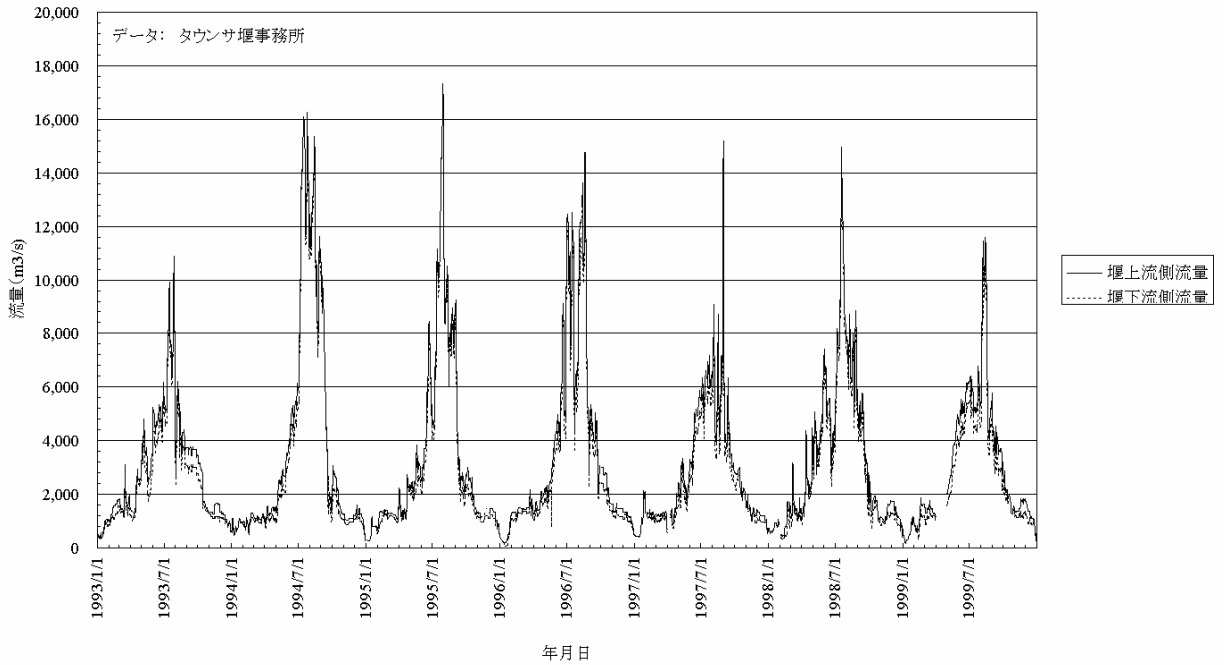
日時	2003年9月17日(水) 16:30~18:00
場所	JICAパキスタン事務所(イスラマバード)
面談者	山浦所長、高橋氏、清水専門家
調査団	渡辺、上原、古川、寺島、荒木、大野
内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大使館と同様な報告。 2. パキスタン側の対応が大変よい。パキスタン側のリハビリプロジェクトと無償資金協力を合わせてタウンサ堰の全面改修を行う計画であり、大変フェアなやり方と考える。(渡辺) 3. JICAパキスタン事務所としてフォローすべき事は何かあるか(山浦)。パキスタン側のリハビリプロジェクトに関する連邦政府の承認状況をフォローが必要である(古川)。 4. 河川管理についてパキスタン側はこれまで良くやってきているが、今後の50年は土砂問題等の悪化でますます河川管理が重要に成る。新技術を導入することも必要である。また、国際河川技術研究所や専門家の派遣も検討に値する(渡辺)。タウンサ堰のみならず他の堰も同様な問題を抱えている可能性があるならば、数堰まとめた形で調査を行うことも検討に値すると考える(山浦)。

添付資料－４ タウンサ堰の直上流および直下流の水位
および流量

タウンサ堰直上流および直下流側の水位



タウンサ堰直上流および直下流側の流量



タウンサ堰の直上流および直下流での水位および流量の経年変化
(1993年1月～1999年12月)