

表Ⅲ 3-3 現況作物収量および生産量

| 作物 | 収穫面積 1) (I-カ-, ha) | 単位収穫量 2) (Mds/I-カ-, ton/ha) | 生産量 (ton) |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| 1. ソルガム | 33,000 (13,400) | 7.1 (0.66) | 8,844 |
| 2. 米 | 43,500 (17,600) | 15.9 (14.7) | 25,872 |
| 3. コメ | 13,200 (5,300) | 5.4 (0.50) | 2,650 |
| 4. サトウキビ | 5,000 (2,000) | 318.1 (29.40) | 58,800 |
| 5. 小麦 | 80,000 (32,400) | 21.1 (1.96) | 63,504 |
| 6. 豆類(ヒヨコマメ) | 4,000 (1,600) | 7.8 (0.72) | 5,600 |
| 7. ナネおよびカシナ | 33,500 (13,600) | 3.8 (0.35) | 9,792 |
| 8. 青刈飼料 (エジプシャンクローバー) | 27,400 (11,100) | 226.8 (20.96) | 23,656 |
| 計 | 239,600 (97,000) | | |

出典: 1) 資料編 Ⅲ.3-1, 表 Ⅲ.3-4 (数字はラウンドパー)

2) 農業ミナガシ, マチス州ナシラバット地区農業省(1974/75, 1979/81)

3) プラムシマリ, シャットバットおよびウスタモハットのLand Revenue Officesのデータから評価した収穫量
(1978/79, 1980/81)

注): ソルガム, 小麦および米の乾燥重量の評価は次のとおりである。

ソルガム: 40 maund/ac(3.7 ton/ha)

小麦: 20 maund/ac(1.8 ton/ha)

米 : 30 maund/ac(2.8 ton/ha)

ソルガム、水稲、ゴマおよびサトウキビのそれぞれの収量は7.1maund (0.66 ton/ha)、15.9maund (1.47 ton/ha)、5.4maund (0.50 ton/ha) および318maund (29.50 ton/ha) である。小麦、豆類(ヒヨコマメ)、ナネおよびカシナ、およびエジプシャンクローバーの収量は21.2maund (1.96 ton/ha)、7.8maund (0.72 ton/ha)、3.8maund (0.35 ton/ha) および227maund (20.96 ton/ha) である。これらの収量を隣接州の収量と比較すると低い、この収量の低さは、単にかんがい水の不足によるのではなく、次に示す問題点も複合して関与しているものと考えられる。

①末端施設および末端レベルの水管理組織が不備なため適切な水管理がなされていない。

②人員の不足、車両などの資材不足および普及員の訓練不足などにより、適切な普及サービスが農民に与えられていない。

③農業生産資材および営農資金などの供給不足。

④計画地区の約70%の耕地を耕作している小作農は一般的に営農改善意欲が希薄である。

ごく小面積の集約的農業を除いて、粗放的な在来農法によって農業経営がなされている。小麦を含め大部分の作物は、品質の劣る種子の使用、不十分な作付準備作業などを伴って撒播方式が採用されている。水管理に欠陥があるためしばしば大きな水のロスを招いており、排水施設が全然ないことと相まって、作物に湿害を与えていることがある。特に末端において施設および水管理組織がないに等しいうえに、しばしば圃場面が不均一であることから、適期に、適量のかんがい水を供給することが困難である。肥料の使用、除草および病虫害防除は非常に限られている。一方、計画地区の土壤の大部分は粘質で無構造であるが、積極的な有機物の投入などの土壤管理がほとんどなされていない。農業省普及事務所によれば、小麦については約90%面積で改良品種が使用され、水稻については、IRRI-6 (IR-6-156-2-1) が約80%の面積で作付されている(資料編Ⅲ.3-3、表Ⅲ.3-17,18参照)。

農業省普及事務所の指導下にある展示圃場において、小麦の単収として48 maund (4.4 ton/ha) が達成されている(資料編Ⅲ.3-3、表Ⅲ.3-19参照)。この展示圃場におけるゴマおよびカラシナの収量はそれぞれ現況収量の1.6倍、2.6倍と高くなっている。水稻収量については、サッカー(Sukkur)での土壤肥沃度試験における単収として、8.8 ton/haが得られている。これらの試験結果から、計画地区においても十分これらの作物について高収量を得る可能性があると考えられる。

3.3.4 農業金融

計画地区の制度金融の主な融資源はAgricultural Development Bank of Pakistan (ADBP)によって供給されるものであり、農業振興に必要な全種類のローンが、計画地区に関係する3つの支店(Dera Murad Jamali, JhatpatおよびUsta Mohammad)を通じて前貸しされている。この地域を管轄しているのはQuetta Reagional Officeである。

ADBPは1961年に設立され、作物生産、果樹作物、畜産、養蜂、養蚕、漁業などに対して融資することを目的としている。

この制度融資は、融資に対する3種の返却期限に基づいて3分類される。計画地区の4,670戸の農家が総額41.5百万ルピーをADBPの設立以来借入しており、そのより詳細な状況は次頁に示すとおりである。

それぞれの融資の利用目的は、長期資金がトラクターを主とする固定資本導入に、中期資金が家畜や荷車のような比較的小規模の固定資本導入に、短期資金が種子、肥料、病虫害防除剤等の変動資本

導入に使用することにある。金利は各ローンとも共通で年利11.0%である。

表Ⅲ 3-4 ナシラバッド郡の農業金融状況

| 項目 | 長期資金(%) | 中期資金(%) | 短期資金(%) | 計 (%) |
|--------------------|------------|----------|-------------|------------|
| 1. Number of Loans | 265(5.7) | 205(4.4) | 4,200(89.9) | 4,670(100) |
| 2. 融資額(百万ルピー) | 22.0(53.0) | 3.5(8.5) | 16.0(38.5) | 41.5(100) |
| 3. 一人当り融資額(ルピー) | 83,100 | 17,200 | 3,800 | 8,900 |

出典: ADBPナシラバッド地区事務所

3.3.5 畜産

計画地区内で飼養されている家畜類およびその頭羽数ならびに農家1戸当りの頭羽数を次に示す。

計画地区内の家畜頭羽数(1980年、全頭羽数)

| 家畜、家きん | 頭羽数 | 農家1戸当りの頭羽数(1) |
|--------|---------|---------------|
| 牛 | 120,366 | 4.3 |
| 水牛 | 12,301 | 0.4 |
| 羊 | 132,603 | 4.7 |
| 山羊 | 145,017 | 5.2 |
| 馬 | 4,612 | 0.2 |
| ロバ | 40,697 | 1.5 |
| ラクダ | 15,038 | 0.5 |
| 鶏 | 118,262 | 4.2 |

出典: Livestock Department, ナシラバッド(資料編Ⅲ3-5, 表Ⅲ.3-22参照)

注: 1) 全農家の頭羽数を280,000として分割したもの。

上記の資料とナシラバッド郡内の牛および水牛についての年令別ならびに性別頭数資料(資料編Ⅲ.3-5, 表Ⅲ.3-21参照)に基づいて、農家1戸当りの牛および水牛の飼養状況を下記のように推定する。

農家1戸当りの年令および性別 牛および水牛飼育頭数

| 種類 | 計 | 3才もしくはそれ以上 | | 3才未満 (牝牡共) |
|----|-----|------------|-----|---------------|
| | | 計 | 牝 | |
| 牛 | 4.3 | 3.3 | 1.8 | 1.5 |
| 水牛 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 計 | 4.7 | 3.5 | 1.9 | 1.6 |

一方、1980年のUNICEF調査資料によれば、ナシラバッド郡のサンプル農家について、93%の農家が家畜ないし家きんを飼養し、70%の農家が畜力用家畜の飼養者で、90%の農家が搾

乳および食用家畜の飼養者であった。

上記のUNICEF調査資料と前述の農家戸当り家畜頭数資料に基づいて、計画地区内の飼養状況を以下のように推定する。

①70%の農家の比率で1戸当り2.8頭の使役家畜が飼養されている。(2.8頭のうち2.6頭が去勢牛で、0.2頭が水牛である。)

②90%の農家が搾乳用の牛ないしは水牛を戸当り平均1頭飼養しており、そのうち0.8頭が泌乳中雌牛で、0.1頭が同水牛である。

③羊、山羊の飼養農家比率は50%で、その農家は戸当り平均20頭を飼養している。

家畜および家きんに対する主な飼料の供給源は、飼料作物、小麦および水稲の稈、種々の作物の残渣、および野草からなる。飼料供給上の問題点の1つとして前記の水路断水により長期に夏季青刈飼料供給が困難となることが上げられる。

3.3.6 農業生産資材の供給および農業機械化状況

1) 種子

農業省普及事務所が、優良種子供給を担当している。しかし、その業務実績は、小麦の改良品種種子に関するものに限られている。計画地区内で使用された優良種子の現況使用量を推定すれば次のようになる。

改良種子の使用量(1980/81)

| 作物 | 全収穫面積 (I-カー) | 改良種子使用面積 | | 単位面積当り | |
|----|-----------------|----------|--------|-------------------|--------------|
| | | (%) | (I-カー) | 種子割合 (kg/I-カー) | 使用量 (ton) |
| 小麦 | 90,000 | 80 | 72,000 | 37.2 | 3,678 |
| 水稲 | 70,000 | 80 | 56,000 | 25.0 | 1,400 |
| カカ | 37,244 | 0 | 0 | - | - |

出典:農業省普及事務所,アムドマリ(資料編 III. 3-17,表 III. 3-17,18参照)

一方、バルチスタン州全体の1978~79年における小麦種子配布量は1,060 tonにすぎなかった。このことからほとんどの農家は更新用に配布種子を使用しておらず、自家採取種子の使用が一般的である。事実品種の混合による発育不揃いが多くみられる。

2) 肥料および病虫害防除剤

種子とともに肥料および病虫害防除剤の配布が農業省普及事務所によってなされている。次

表はナシラバッド郡（ウスタモハマッド村を除く）に配布された肥料量を示す。

農業省によって供給された肥料量（栄養素重量ベース）

| 年 | 窒素 | 磷酸 | カリ |
|---------|-------|-------|----|
| 1978/79 | 1,553 | 650 | - |
| 1979/80 | 2,218 | 1,236 | - |
| 1980/81 | 4,079 | 1,800 | - |

出典：農業省普及事務所，デラムラジャマリ（資料編Ⅲ.3-6，表Ⅲ.3-23参照）

注：この量はウスタモハマッド村を除く全ナシラバッド地区に分配されたものを示す。

上記資料および本調査における農家調査に基づいて、作付面積当りの肥料投入量（栄養素重量ベース）は、全作物平均で窒素エーカー当たり11kg（27kg/ha）、磷酸5kg（12kg/ha）と推定され、各作物ごとの投入量は資料編Ⅲ.3-6に示す。

病虫害防除剤の供給量が限られているため、延べ作付面積の約16%について農業省普及事務所による病虫害防除が実施されたのみである（資料編Ⅲ.3-6、表Ⅲ.3-5参照）。

農業省普及事務所によって実施される病虫害防除の場合、補助価格で農民が資材コストを負担して、同事務所が労力と器材コストを負担する。

3) 農業機械化

計画地区の現況における農業労働力の需給バランスは、資料編Ⅲ.3-6、図Ⅲ.3-2に示すように推定された。すなわち農業労働力のピーク需要期を除いて、大量の過剰労働力が存在している。

ナシラバッド郡（ウスタモハマッド村を除く）において、246台の4輪トラクター（ほとんど50～70馬力）が使用されている（資料編Ⅲ.3-6、表Ⅲ.3-6参照）。同トラクターを含め揚水ポンプ（70台）、手動噴霧機（100台）、動力噴霧機（12台）および手動撒粉機（20台）があるが、耕運機、動力脱穀機などの農機具類は導入されていない。このトラクターが1台当たり200acの耕地をカバーするものと仮定すれば、延べ作付面積の約20%に対して作付準備作業にトラクターが使用されていると推定される。以上述べたことから作付準備作業、脱穀作業および運搬作業は主として畜力によっていると考えられる。

Department of Agriculture Engineeringの事務所がデラムラジャマリに設けられているが、同Departmentは農業機械サービスなどをしておらず、圃場の均平作業に対して次のサービスを提供しているのみである。この均平作業は政府が補助して時間当たり100ルピーの料金

で行う。同Departmentは80～100HPのブルドーザーを持っているが、使用可能台数は7台にすぎない。1台年間250acの均平作業を行うものと仮定すれば、同Departmentが実施しうる均平作業面積は現況総耕地面積の0.3%を占めるにすぎない。

3.3.7 農産工業

数カ所の精米所、小規模製粉所および精米所兼製粉所が下表に示すように稼働しているが、ナシラバッド郡における農産工業はごく限られたものでしかない。

| 村 | ナシラバッド郡内の農産工業所数 | | | | |
|----------|-----------------|-----|---------|-----|------|
| | 精米所 | 製粉所 | 精米所兼製粉所 | 搾油機 | 機織り機 |
| ジャットバット | 1 | 5 | 4 | 1 | - |
| ウスタモハマッド | 8 | 5 | 4 | - | - |
| デラムラジャマリ | - | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 計 | 9 | 11 | 10 | 2 | 1 |

出典:UNICEF Survey 1980

精米所はフル稼働しているが、郡内の処理能力は不足している。1カ所当りの年間処理能力を10,800ton(90ton/day)と推定して水稻の収量をエーカー当り0.6ton(1.5ton/ha、粳)、精米歩留り66%と仮定すれば、同郡内の水稻作付面積である198,000acに対して精米所処理能力は約27,000acしかない。そのため、計画地区の米作農家は生産物をジャコババッドの精米所まで運ぶか、中間商人に安い値で売らなければならない。

以上に述べた条件を変えるためには次のことが実施される必要がある。

- ①デラムラジャマリないしはジャットバットに精米所を新設する。
- ②政府は、精米所ないし中間商人の粳の買入価格に対して最低価格を小麦、ワタ、サトウキビと同様に設け、農民が適正な価格で売れるようにする。
- ③Pakistan Agricultural Storage and Service Corporation(PASCO)は、計画地区内に粳買い付けセンターを設ける。(すでにこのことは同Corporationが計画中)

計画地区周辺に製糖工場がなく、100mile離れた所にわずか1カ所あるのみであるため、計画地区およびウスタモハマッドの有志農民が製糖工場の新設を州政府に要請している。

3.3.8 農業振興組織

1) 普及

州の普及組織において、農業省の普及担当 Director 以下、管区に Deputy Director、District に Extra Assistant Director (EADA) が置かれている (資料編Ⅲ.3-7、図Ⅲ.3-3 参照)。実務者としては、Agriculture Officer および Field Assistant がそれぞれ村 (Tehsil) および Union Council (およそ 5 部落で構成されている末端行政組織) レベルに配置されている。計画地区のほぼ全域を管轄しているテラムラジャマリ EADA Office は、EADA と Assistant Plant Protection Officer により掌握されている。同事務所の Agriculture Officer の定員が 3 人であるにもかかわらず、1 人の配置をみるだけである。さらに 23 名の Field Assistant (最先端普及実務担当者) で 380,000 ac (計画地区約 193,000 ac に残り面積の地区外を加えたもの) の耕地をカバーしているため、1 人当りの平均担当面積は約 16,000 ac で、およそ 1 つの Union Council が持つ耕地面積に等しい。この状況は普及員数の配置密度としては、適正な密度 (約 5,000 ac) をはるかに下回っている。

同事務所管轄下には 2 台の車両が配備されているものの、1 台は稼働不能である。その他わずか 8 台のオートバイが置かれているのみである。Field Assistant が駐在する施設は皆無で、農民の集会所もない。普及員の訓練は農民の要望に答えるような内容で行われておらず、Field Assistant の知識は不十分であるように見える。普及員は本来の普及の業務以外に、農業生産資材の配布、病虫害防除および農業統計の収集等の業務を課せられており、末端水管理の指導についても普及員が責任を持つ制度になっている。現地調査では農家と試験研究組織の関係者との対応において、普及と試験研究の間に十分な連絡がないため、現地の農民レベルの問題を解決する体制が整っていないように推察された。

2) 試験研究

カチ平原を対象とするかんがい農業技術に関する試験研究は、バルチスタン州ではほとんどなされていない。クエック市に隣接する Sariab におかれている州農業試験場が唯一の試験研究機関であるが、カチ平原を対象とした試験研究をほとんど行っていない。一方、最近、Pakistan Agricultural Research Council (PARC) は乾燥地農業の問題を解決するため、および野菜園芸にトリクルかんがいを導入する研究を行うため、Arid Zone Research Cen

terをクエッタ市内に設立したが、計画地区と異なる環境下に研究所が置かれているため、直接的に本地区の農民に帰与し得る試験研究を行っていない。

上述のように、計画地区の農業発展を妨げているものの1つとして、計画地区のかんがい農業技術に資する試験研究が不足していることが挙げられる。

3.3.9 農民組織

在来的な小作制度および耕作方法が支配的である状況下で、農民組織の活動はほとんどない。ただ1つ、最近3部落で設立された「トラクター運搬組合」があるだけである（資料編Ⅲ.3-8、表Ⅲ.3-27参照）。

末端水管理を行う農民の組織はなく、末端の水管理の秩序はほとんどないに等しい。このことは、計画地区の農業発達を阻害している大きな理由の1つであると考えられる。すなわち、農民の間に水管理ルールが確立されていない状況下で、適期、適量のかんがいを成し得る圃場は限られている。かつ、かんがいロスが大きく、しばしば排水不良および地下水位の上昇を来している。

3.4 用排水および圃場状況

3.4.1 用水状況

1) 現況かんがい面積

現況では、事業地区内でかんがいされている面積は約200,000ac(80,900ha)である。そのうち、夏季には95,000ac(38,400ha)が、冬季には145,000ac(58,700ha)がかんがいされている。ウスタモハマッド村の一部では、その土地がウムラニ(Umurani)およびルバ(Rupa)支線の下流に位置し、なお、バットフィーダー水路がそれらの土地までかんがい用水を供給するだけの十分な容量を持たないので、キルタル水路からかんがい用水の供給を受けている。

2) 現況かんがい施設

本プロジェクト内の施設は、Guddu Barrage Head Regulator、デザートバットフィーダー水路、バットフィーダー水路の幹線および13の支線からなる。

Guddu Barrage Head Regulatorは、1963年に建設されたグド堰の一部であり、この取水工によりインダス河からデザートバットフィーダー水路への取水を行っている。タルペラ

ダム完成以前の取水期間は年6カ月であったが、タルベラダム完成後は、3月15日からの2カ月を除いて通年取水を行っている。この取水工は13,139 cusec (371.8 cu. m/s) で設計されていたが、最大取水実績は12,818 cusec (362.7 cu. m/s) である。水理計算によれば、現在の施設、水理条件で17,300 cusec (489.1 cu. m/s) 取水可能である。

a) デザートパットフィーダーおよびパットフィーダー水路

デザートパットフィーダー水路はパットフィーダー水路とデザート水路への導水路であり、延長37,000 ft (11,278 m) である。パットフィーダー水路は土水路でRD0のHead Regulatorから末端のRD558まで107.3 mile (172.7 km) ある。

現況パットフィーダー水路の設計容量は下表に示すとおりである。

| 区間 | 設計容量 | |
|---------|-------|---------|
| | cusec | cu. m/s |
| RD~RD | | |
| 0~104 | 4,000 | 113.2 |
| 104~109 | 6,700 | 189.6 |
| 109~116 | 5,680 | 160.7 |
| 116~190 | 3,700 | 104.7 |
| 190~238 | 5,680 | 160.7 |
| 238~342 | 5,126 | 145.1 |
| 342~418 | 4,546 | 128.7 |
| 418~505 | 2,801 | 79.3 |
| 505~558 | 1,929 | 54.6 |
| 558~624 | 工事中 | 工事中 |

パットフィーダー水路始点の最大記録流量は1979年8月の3,135 cusec (88.7 cu. m/s) であった。最大記録流量が設計容量より少ないのは、水路の一部の設計断面が小さいこととインダス河水配分委員会から水利権が与えられていないからである。パットフィーダー水路は3月15日より約2カ月間取水を止めている。

デザートパットフィーダー水路とRD0からRD140およびRD418からRD586のパットフィーダー水路は、シルト質埴土あるいはシルト質埴壤土地帯である。インダス河から運ばれたセディメントは水路側壁に付着しているが、水路断面は良好な状態に保たれている。しかしながら、パットフィーダー水路のRD140からRD418までは砂質地帯を通過しているため、雨水により水路側壁が崩壊し、水路底に3~4 ft土砂が堆積しているため、流れが阻害されている。

水路側壁崩壊防止のため現在植樹が進められているが、砂質地帯での植樹は成功しているところが少ない。

バットフィーダー水路の左岸堤は、管理用道路および一般道路として使用されている。左岸堤は砂利舗装がなされていないので、降雨後2～3日間は、路面がぬかるむために、車の運行は大変困難である。

デザートバットフィーダー水路とバットフィーダー水路RD0～125はシンド州にあり、残りのバットフィーダー水路はバルチスタン州にある。バルチスタン州政府は、州内にあるバットフィーダー水路を管理している。

b) 支線

現在、地区内に13本の支線があり、その延長は217.07mile(349.3km)である。支線とバットフィーダー水路との分岐点は次のとおりである。

| <u>バットフィーダー水路のR.D.</u> | <u>Distributary</u> |
|------------------------|---------------------|
| R.D.238 | ピティ |
| R.D.342 | カフ,ロウラー |
| R.D.418 | シラバッド,ジュッダー,テンブル |
| R.D.505 | ジャットバット,ムハバッド,ボフ,バリ |
| R.D.558 | ムハ,ラムラニ,マンクワン |

13本の支線のうちピティ支線の受益地は、バットフィーダー水路沿いにある。残りの12本はバットフィーダー水路の延長260,000ftに分布している。ゆえに支線間距離は21,000ft(6.4km)であり、この間隔は水路計画上広すぎるものではない。支線のほとんどは良好な状態に保たれているが、下流側はセディメントと葦により流れが阻害されている。

c) 構造物

バットフィーダー水路と支線の構造物にはCross Regulator, Head Regulator, 落差工, 分水工, 道路橋, 鉄道橋, 洪水流入工などがある。ゲートはCross Regulator, Head Regulator, 洪水流入工だけにある。これらのゲートは比較的良好な管理がなされている。支線の下流にある落差工のクレストは、水が少ない時期に流れを確保するために人為的に破壊されている。分水工は樋管式でゲートがない。

バットフィーダー水路に架かる橋は、RD489の国道橋と調制堰に併設されているものだけであるので、ほかのところでは舟により水路を渡っている。支線については、17の落差工は橋を併設しているが、ほかには設けられていない。そこで農民は横断のために自分で丸木による橋を架けて渡っている。家畜と牛車は浅瀬を横断している。

3) 現況かんがい状況

約200,000ac(80,940ha)には、1,000ac当り1.0cusecの水利権が与えられている。この水利権を保有する面積は、全計画面積の50%以下である。仮に水利権を持っていても、夏、冬季を通して120%以上の作付率を含む農業の改善のためにはバットフィーダー水路と支線の拡幅および末端圃場レベルを含む用水路網の組織的な確立が、不可欠なものとなる。

3.4.2 排水状況

ハイルディン(Hairdin)排水事業受益地となっているピティ支線掛りの受益地以外に、組織的な排水路はない。ハイルディン排水事業の工事は1974年12月に始まり、1980年6月30日に完了して、事業のオペレーションは1980年7月1日に始まった。

また、国道から東の地区を対象とする排水事業のフィージビリティスタディーはWAPDAにより行われており、その報告書は1982年6月に完成する予定と聞いている(資料編Ⅲ.4-1、図Ⅲ.4-1参照)。

バットフィーダー水路はカチ平原を横切っているので、北にある山岳からの洪水が、数回にわたりバットフィーダー水路に被害をもたらした。洪水の被害を軽減するために、洪水を水路内に取り入れるための5つの洪水流入工が設置された(資料編Ⅲ.4-1、表Ⅲ.4-1参照)。

3.4.3 圃場状況

1) 末端施設状況

末端施設は、“Canal & Drainage Act”によれば、主用水路、副用水路、用水路および小用水路から成り立っている。outletを含む末端施設は、かんがい局の認可と監督のもとに土地所有者により工事が行われている。現況のoutletはゲートのない極管分水工で分水量の管理はなされていない。

現在、約200,000acには、作付率60%を条件に100acにつき1.0cu.ftの水利権を持つ圃場用水路がある。

下表は、ジャットバット支線とモハバッド(Mohabad)支線で囲まれた地区を4inch 1mileの縮尺の図面により、計測した、現況圃場用水路の延長と水路率を示している。

水路延長と水路率

| 項目 | 数量 |
|-----------|----------------------|
| 全面積 | 35,840ac (14,504ha) |
| 実かんがい面積 | 18,000ac (8,094ha) |
| 圃場用水路の延長 | 28,000ft (83,344m) |
| 圃場水路率 | 15.6ft/ac (11.7m/ha) |
| チャック数 | 25 |
| チャックの平均面積 | 800ac (324ha) |

上表に示すとおり、かんがい農業を行い適切な末端水管理を行うには、現況の圃場水路率は非常に低く、圃場用水路の長さは平均2.12mileと大変長い。最長圃場用水路は4.43mileである。チャックの平均面積も800acと大きい（チャックは、1つのoutletによりかんがいをしている面積）。

さらに、現況の圃場用水路の形は一定でない。こうした形の一定しない長い水路は、水路損失量が大きくなる。このため、800acもある大きなチャックは、作物が水を必要とするときに適時に配水することや、適切な水管理を阻害している。

2) 排水路

事業地区内に組織的な圃場内排水路はない。

3) 農道

事業地区内には部落と幹線道路を結ぶ道路以外は農道がほとんどない。受益地の40%は休耕地であるので、日常の農作業は休耕地や未耕地を通過して行われる。

4) 農地の形と大きさ

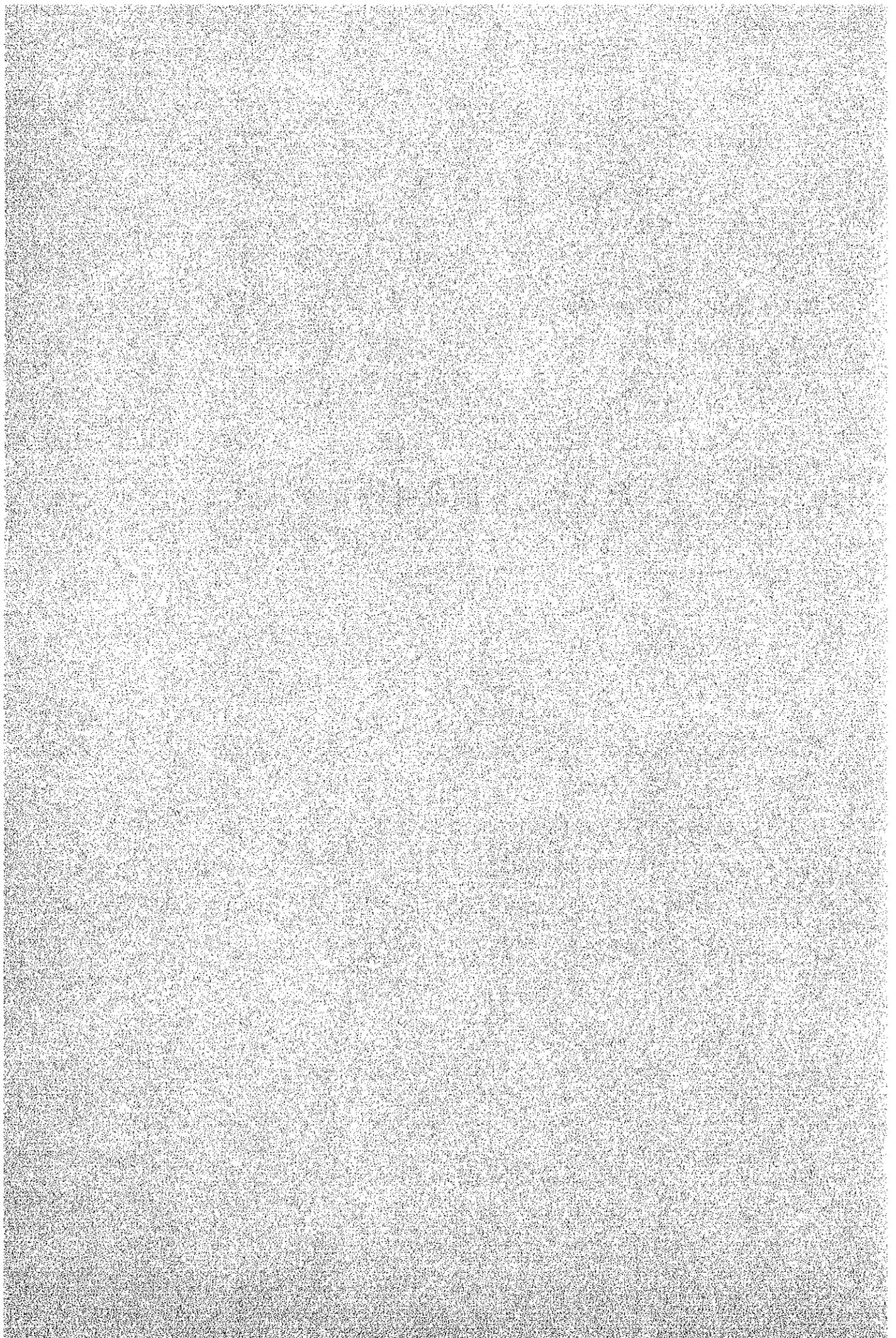
農地一筆は0.5～2acの大きさを持ち、ほとんどが1ac内外である。

3.5 飲料水

かんがい用水同様飲料水の水源としてはバットフィーダー水路以外ありえない。農民はバットフィーダー水路の支線から飲料水を手入している。

ほとんどの農民は支線からもってきた水を貯蔵するために素焼きの壺を持っている。3月15日から約2カ月間はバットフィーダー水路が断水するので、素焼きの壺が大量に準備されている。

第4章 開発計画



第4章 開発計画

4.1 開発の目的と構成

4.1.1 開発の目的および必要性

事業地区およびその近傍は今日まで非常に近代化に遅れている地域で人口密度もバルチスタン州の平均より低くなっている。近代化の遅れの多くの要因のうち最も支配的な事項として、近代的農業推進に必要なかんがい水路や圃場施設などの農業施設の未整備とともに、かんがい農業を実施するかんがい用水が得られなかったこと等がある。事業地区は、土壌、気候、地形的に米作、畑作栽培の自然条件に恵まれ、十分なかんがい用水の確保と施設の建設によって地域の開発が可能である。

この事業は、グド堰で取水するインダス河の水を効果的に利用して、農業生産の拡大、通年雇用機会の増大、かんがい農業と道路網整備などの地域開発によって生活水準の向上を図ることを目的とする。

以上の事業目的を達成し、全事業地区内の早期便益発生のため、事業実施工程に従い、次の各項目を推進するものとする。

- ① デザートバットフィーダー水路、バットフィーダー水路、支線および枝線水路の拡張、かんがい水路網の完備によって通年かんがいを実施し、比較的有益な作物の作付を行う。
- ② かんがい農業、近代的農業推進のために圃場施設を整備する。
- ③ 幹線支線水路沿いの維持管理用道路、地区内既存の道路を改修して道路網の整備を行う。
- ④ 適応性試験圃場、かんがい施設展示、近代農業展示圃場およびトレーニングプログラムを含むパイロット事業を実施する。
- ⑤ 維持管理と農民などを組織化し、農業振興支援組織の強化を図る。

4.1.2 開発事業の構成

本事業は次の事業内容で構成する。

1) 土木工事

イ) かんがい施設の建設

幹線、支線、枝線水路および関連水利構造物の拡張改修

ロ) 圃場施設整備

圃場施設の整備建設

ハ) 道路整備

維持管理道路の改修と既存道路の改良による道路網の整備

2) パイロット事業

イ) パイロット施設

展示かんがい施設、実験施設、トレーニングおよび運営施設などの建設

ロ) 農業開発試験計画

適応試験、展示農場、近代的農法の実践など

ハ) トレーニング計画

農業開発に関係するスタッフ、村の中堅者、指導者および地区内農民に対する農業開発、用水管理などに関するトレーニング

3) 農業振興

イ) かんがい農業

適切な用水管理による近代農業技術の導入

ロ) 農業支援組織

農業振興普及およびトレーニングの推進と生産資材、農業金融、市場、農産品加工などの強化

ハ) 農業組織

かんがい組織の維持管理、農業協同組合などの農民組織の組織化

上記の事業の実施のためには、十分な建設機械を調達し、適当な人数のコンサルタントや専門家を雇用しなければならない。

4.2 計画の策定

4.2.1 農業開発の比較検討

1) 概定計画（現地調査時に策定）

パットフィーダー水路拡張計画の概定計画は、1982年2月中旬から4月末までの約10週間にわたって実施した現地調査に基づいて現地で策定したもので、S/Wに示された用水の

使用可能量をベースにしてケース1(8,200cusec)およびケース2(6,700cusec)の2案を設定して検討した。このS/Wは、日本およびパキスタン両国政府の代表者によって1982年1月23日にイスラマバッド市において調印されたものである。このS/Wによれば、パットフィーダー地区での用水の使用可能量を8,200cusecおよび6,700cusecとして検討し、その可能性については論議しない旨が明記されている。さらにPhase-2地区(ポンプかんがい地域)の用水量としては2,000cusecを含めることが決められている。

ケース1は8,200cusecを使用する水路拡張計画および農業開発計画を樹立し、ケース2にあっては、6,700cusecを使用してケース1と同様に開発計画を立てた。

2) 開発計画(国内作業で最終的に策定)

現地調査で作成、提出した中間報告書について多くの討議検討を重ね、国内作業で事業計画を策定した。中間報告書のケース1およびケース2に加え、ケース3およびケース4の計画を策定検討をした。

ケース3は、夏季の用水量は8,200cusecとし、冬季の用水量はグド堰での可能量によって計画するもので、ケース4は、夏季は6,700cusecとし、冬季はケース3と同じ用水量をもって計画する。かんがい水路などの施設はそれぞれの最大用水量によって計画する。

3) 計画の比較検討

計画を比較検討した結果、作物作付率は、ケース1では夏季には60%、冬季には95%、年間155%に対し、ケース2では、夏季は50%、冬季で80%、年間130%となった。

技術的見地から、使用水量の多いケース1は、ケース2の開発より有利であることは明らかであるが、両ケースともに冬季におけるグド堰からの取水可能量に問題がある。

S/Wにグド堰における取水可能量については論議しない覚え書きはあるが、上記の事情から、グド堰の冬季における概要の取水可能量を検討して計画の策定をした。ケース3は、夏季の水量8,200cusecでケース1と同じとし、冬季について取水可能量の範囲の計画としたため、ケース3の作物作付率は、夏、冬両季ともに60%で、年間120%となった。一方、夏季の用水量を6,700cusecとケース2と同様にし、冬季の水量をケース3の冬季と同じとすると、ケース4の作付率は、夏季50%、冬季60%、年間110%となった。

本事業は、技術的、経済的な見地よりケース3およびケース4ともに実施可能な計画と評価できる。

4) 段階開発計画

パキスタン国政府およびJICAミッションとの協議の結果上述の開発計画に加え、段階開発計画の策定を要請された。段階開発計画は、パットフィーダー水路拡張工事の実施を主として進めるもので、農業開発関連の諸事業は第2期事業として、当面の本事業推進の必要資金の軽減を図った。

本計画は夏作物の最大用水量は7月または8月で6,700 cusecとなり、冬作物は現況作付面積の範囲内で計画された。詳細は資料編に添付した。

4.2.2 開発構想

本事業の主なる構造物は、デザートパットフィーダーおよびパットフィーダー水路の拡張と、支線水路の改修および建設、枝線水路の建設およびパイロット事業の設立などである。

主な事業内容を次に示す。

事業地区

かんがい地積(CCA) 612,000ac
(248,000ha)

計画作付面積

| | ケース3 | ケース4 | 段階開発計画 |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 夏作物 | 367,200ac(60%) (148,700ha) | 306,000ac(50%) (123,800ha) | 330,500ac(54.0%) (133,700ha) |
| 冬作物 | 367,200ac(60%) (148,700ha) | 367,200ac(60%) (148,700ha) | 145,000ac(23.7%) (58,700ha) |
| 計 | 734,400ac(120%) (297,400ha) | 673,200ac(110%) (272,500ha) | 475,000ac(77.7%) (192,400ha) |

水路

| | |
|----------------|-----------------------------|
| 主用水路 | |
| デザートパットフィーダー水路 | 7.00 mile (11.28 km) |
| パットフィーダー水路 | 118.20 mile (190.20 km) |
| Distributaries | |
| 15 Distrays | 236.97 mile (31.36 km) |
| マイナー水路 | |
| Minors | 772.78 mile (1,243.63 km) |
| 水路合計 | 1,134.95 mile (1,826.47 km) |

4.2.3 かんがい計画

1) かんがい用水量

a) 蒸発散量

蒸発散量を算定する方法は種々あるが、すべての方式が何がしかの気象観測データを必用としている。事業地区の近くには、ジャコババッドおよびウスタモハマッドの2つの気象観測所がある。しかし、これら2つの観測所の観測項目は、必ずしも同一ではない。他方、蒸発散量算定式により、必要とされる気象データも異っている。

観測所の観測データによれば、月間蒸発散量は、Blaney-Criddell、Radiation、Pan-A法で計算することが可能であるが、Pan-A法により算定された蒸発散量を本事業の作物消費水量算定のために適用する。Pan-A法による値は、年合計およびピーク月ともに他の方法によるものよりも大きい。

b) 作物の消費水量

作物の消費水量は、次式により計算される。

$$E T_{crop} = K_c \times E T_o$$

ただし $E T_{crop}$ = 作物の消費水量

K_c = 作物係数

$E T_o$ = 蒸発散量

作物係数は、作物の特徴、作物の植付け条件、作物の生育状態、生育期間、気象条件などにより決められる。各作物の作付および生育期間は、資料編IV.3-2、図IV.3-1に示されている。作物係数と、蒸発散量と作物係数から算出される10日毎の作物消費水量は、資料編IV.2-1、表IV.2-4から表IV.2-14に示されている。この計算には次の事項が考慮されている。

①稲作については0.04 inch/day (1 mm/day) の圃場浸透量を考える。

②代かき用水量は10.0 inch (254 mm) を考える。その内訳は下表のとおりである。

水稲の代かき用水量

| 項目 | | 用水量 |
|---------|-----------|-------|
| 第1回かんがい | 2.7 inch | 68.6 |
| 第2回かんがい | 4.5 inch | 114.3 |
| 第3回かんがい | 2.8 inch | 71.1 |
| 計 | 10.0 inch | 254.0 |

注)詳細は資料編 図IV.2-6

③土壌から考えて種蒔きが困難と予想されるので、リュクトウの2.4 inchのほか、すべての畑作物に2.0 inchのプレイリゲーション用水を考えた。

④リーチング用水量は、FAOのIrrigation and Drainage Paper No.24, Crop Water Requirementが提唱している方法に基づき、水の電気伝導度と作物の耐塩性により算出し、算定された用水量は夏季の豆類の2.3 inchを除き、2.0 inchよりも少なかった(資料編 図IV.2-19参照)。

作物の消費水量は、作付体系を基にして、下記のとおり計算された。

作物の消費水量

| 作物 | 年間消費量 | | 最大日消費量 | | |
|----------|-------|---------|--------|------|------|
| | inch | ■ | inch | ■ | 時 |
| ソルガム | 23.17 | 588.5 | 0.238 | 6.0 | 9月中旬 |
| 水稲 | 41.95 | 1,065.5 | 0.431 | 10.9 | 7月中旬 |
| 油脂作物(夏作) | 16.00 | 406.0 | 0.208 | 5.3 | 9月下旬 |
| リュクトウ | 20.58 | 522.7 | 0.272 | 6.9 | 8月下旬 |
| 大豆 | 23.74 | 603.0 | 0.233 | 5.9 | 8月下旬 |
| サトウキビ | 68.97 | 1,751.8 | 0.391 | 9.9 | 7月下旬 |
| 小麦 | 13.16 | 334.3 | 0.112 | 2.8 | 3月上旬 |
| 油脂作物(冬作) | 9.39 | 238.5 | 0.112 | 2.8 | 2月上旬 |
| 豆類 | 16.11 | 409.2 | 0.134 | 3.4 | 3月上旬 |
| 飼料作物 | 13.84 | 351.5 | 0.115 | 2.9 | 3月上旬 |

注)消費水量は次の作物で算定した。

油脂作物(夏作) -----ヒマワリ

油脂作物(冬作) -----ナタネ

豆類(冬作) -----ヒヨコマメ

飼料作物 -----エジブシャクローバー

ケース毎の作付体系により、年間水必要量は、10日ベースで計算し、その結果を表IV.2-1に示す（詳細は資料編 表IV.2-15からIV.2-18参照）。

年間の全消費水量の算定には、次のかんがい効率を適用した。

水路効率-----68.9%

圃場水路、圃場効率----72.0%

水路効率には、デザートバットフィーダーからマイナー (Minor) 水路までの浸透、蒸発、操作損失などの水路損失を考慮し、圃場水路および圃場効率には、圃場水路の水路損失および圃場における諸損失が考慮されている。本事業の総合かんがい効率は49.6%となっている。

イ) 水利権

年間水必要量計算によると、ピークは、いずれのケースにおいても9月下旬に起きている。outletで農民に渡される水の量であるピーク時水利権は、ケース毎に次のとおりである。

ピーク時水利権

| ケース | 1,000 ac当り水利権 |
|------|---------------|
| ケース1 | 9.23 cusec |
| ケース2 | 7.54 cusec |
| ケース3 | 9.23 cusec |
| ケース4 | 7.54 cusec |

ロ) 年間必要水量

上記の計算の結果、年必要水量は表IV.2-1に示され、その概要は次のとおりである。

年必要水量

| Description | (単位: M.A.F) | | | |
|---------------|-------------|-------|-------|-------|
| | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 |
| 必要水量 (グド壤) | | | | |
| 夏作物 | 2.069 | 1.714 | 2.069 | 1.714 |
| 冬作物 | 1.292 | 1.115 | 0.837 | 0.837 |
| 飲料水 1) | 0.053 | 0.048 | 0.053 | 0.048 |
| 計 | 3.414 | 2.877 | 2.959 | 2.599 |
| 必要水量 (Outlet) | | | | |
| 夏作物 | 1.422 | 1.180 | 1.422 | 1.180 |
| 冬作物 | 0.885 | 0.813 | 0.575 | 0.575 |
| 飲料水 1) | 0.036 | 0.033 | 0.036 | 0.033 |
| 計 | 2.343 | 2.026 | 2.033 | 1.788 |

(注) 1.飲料水については、IV-2の項参照

2) 水路の設計流量

a) 幹支線水路

幹支線水路にはアザートバットフィーダー、バットフィーダー、支線、マイナーの各水路があり、それら水路の運搬効率 $は68.9\%$ 、すなわち水路損失は 31.1% である。個々の水路の設計のため、それぞれの水路の効率、水路の長さ、流量、大きさなどを考えて下表のとおり算定された。それら効率から各水路の $1,000ac$ 当りの設計流量も下表のとおり算定された。

水路損失および設計流量

| 水路名 | 水路効率 | 水路損失 | 設計流量(1,000ac当り) | |
|---------------------------------|------|------|-----------------|---------|
| | | | ケース1, 3 | ケース2, 4 |
| アザートバットフィーダー水路 およびバットフィーダー水路 | 85% | 15% | 13.40 | 10.95 |
| Distributaries | 90% | 10% | 11.39 | 9.31 |
| マイナー水路 | 90% | 10% | 10.28 | 8.38 |

b) 圃場用水路

圃場用水路は、主用水路、用水路および小用水路からなっている。各々の用水路は、次を示す面積をカバーしている。

主用水路-----チャック (平均 $350ac$)

用水路-----イリゲーションローテーションエリア (平均 $80ac$)

小用水路-----イリゲーションブロック (平均 $16ac$)

かんがいの輪番はイリゲーションローテーションエリアにおいて行う。ゆえに、主用水路の設計流量は面積当りの流量で算定され、他の用水路は輪番かんがいにより算定される。

c) 小用水路

作付計画によると必要量のピークは、イリゲーションローテーションエリアの 60% に水稲が植付けされたときの代かき期に起こる。そして、その量は、代かき用水量と田植後の第1日かんがい用水量の和である。

稲作の代かきは、1回の耕起と2回の砕土が考えられる。代かき期間は $40日$ である。代かき用水の輪番は小用水路掛りのイリゲーションブロックの中で行われる。次の事を条件として小用水路の設計流量を考えた。

| | |
|-------------|----------|
| ①ローテーションの面積 | 16 ac |
| ②代かき期間 | 40日 |
| ③必要量 | |
| 代かき用水 | 1.0 inch |
| 第1回かんがい水 | 2.8 inch |
| ④効率 | 76% |

小用水路の設計流量は0.283 cusec (8.01/s)、すなわちエーカー当り0.0177 cusec (1.21/s/ha)と算定された。

d) 用水路

用水路から小用水路への配水は、同一に並行して行われるよう計画されている。ゆえに用水路の設計流量は、小用水路の3倍として計画され、すなわち0.90 cusec (25.51/s)となる。

e) 主用水路

主用水路でカバーされているチャックは、輪番かんがいするようには計画されていない。ゆえに主用水路の設計流量は、主用水路の水路損失を含めたピーク時水利権を基本にして考えればよく、すなわち1,000 ac当り9.23 cusecである。

表 IV.2-1 ケース毎の総必要水量

| Discription | Unit Water Requirement (inch) | Case 1 | | Case 2 | | Case 3 | | Case 4 | |
|---|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | Area (acres) | W.R./ (MAF) |
| New Water Requirement | | | | | | | | | |
| Kharif Crop | | | | | | | | | |
| Sorghum | 23.17 | 55,100 | 0.107 | 42,800 | 0.083 | 55,100 | 0.107 | 42,800 | 0.083 |
| Rice | 41.95 | 122,400 | 0.428 | 104,000 | 0.365 | 122,400 | 0.428 | 104,000 | 0.365 |
| Oilseed | 16.00 | 85,600 | 0.115 | 73,500 | 0.098 | 85,600 | 0.115 | 73,500 | 0.098 |
| Mungbean | 20.58 | 18,400 | 0.032 | 18,400 | 0.032 | 18,400 | 0.032 | 18,400 | 0.032 |
| Soybeans | 23.74 | 55,100 | 0.109 | 42,800 | 0.085 | 55,100 | 0.109 | 42,800 | 0.085 |
| Sugarcane | 68.97 | 30,600 | 0.176 | 24,500 | 0.140 | 30,600 | 0.176 | 24,500 | 0.140 |
| Sub-total | | 367,200 | 0.967 | 306,000 | 0.803 | 367,200 | 0.967 | 306,000 | 0.803 |
| Rabi Crop | | | | | | | | | |
| Wheat | 13.16 | 330,500 | 0.349 | 275,400 | 0.301 | 208,100 | 0.228 | 208,100 | 0.228 |
| Oilseed | 9.39 | 122,400 | 0.095 | 104,000 | 0.082 | 79,600 | 0.062 | 79,600 | 0.062 |
| Pulses | 16.11 | 79,500 | 0.103 | 67,400 | 0.090 | 49,000 | 0.066 | 49,000 | 0.066 |
| Fodder | 13.84 | 49,000 | 0.055 | 42,800 | 0.049 | 30,600 | 0.035 | 30,600 | 0.035 |
| Sub-total | | 581,400 | 0.602 | 489,600 | 0.552 | 367,200 | 0.391 | 367,200 | 0.391 |
| Total | | 948,600 | 1.569 | 795,600 | 1.325 | 734,400 | 1.358 | 673,200 | 1.194 |
| Water Requirement at Outlet | | | | | | | | | |
| Kharif Crop | | 1.422 | 2.307 | 1.180 | 1.993 | 1.422 | 1.997 | 1.180 | 1.755 |
| Rabi Crop | | 0.885 | | 0.813 | | 0.575 | | 0.575 | |
| Drinking Water | | 0.036 | | 0.033 | | 0.036 | | 0.033 | |
| Total | | 2.343 | | 2.026 | | 2.033 | | 1.788 | |
| Water Requirement at the Guddu Barrage | | | | | | | | | |
| Kharif Crop | | 2.069 | | 1.714 | | 2.069 | | 1.714 | |
| Rabi Crop | | 1.292 | | 1.115 | | 0.837 | | 0.837 | |
| Drinking Water | | 0.053 | | 0.048 | | 0.053 | | 0.048 | |
| Total | | 3.414 | | 2.877 | | 2.959 | | 2.599 | |

Note: I/ W.R means Water Requirements.

4.2.4 水路計画

1) 水路網

パットフィーダー水路事業の現在のかんがい組織はデザートパットフィーダー水路、パットフィーダー水路と13本の支線水路で構成されている。これらの支線水路網は、支線水路からの分水口に続くマイナー水路を建設して主用水路の延長の減少、用水路の水損失の減少を図り、水管理の効果を上げるべきである。

一般にかんがい組織の幹支線水路の密度はかんがい面積当りの水路の長さとしてエーカー当たり10~20ftだといわれている。

パットフィーダーの水路組織の水路密度は、1つのチャックが大きいことや主用水路コースが長いなどの結果、エーカー当たり2.9ftである。

適当な水管理を行うために、1つのチャックの大きさを適度の規模にし、全延長408万ftのマイナー水路を計画し、エーカー当たり6.7ftの密度とした。

事業地域の下流部14.6万acの拡張地区には、パットフィーダー水路を12.5mile(20.1km)延長してカブラ、ムラッドの2支線を新設してかんがいする。

2) マイナー水路

用水路の分水口には、支線水路の落差工の直上流に数個が集中して設置され、数本の用水路が平行して走っている。

これらの用水路は形状も路線も不規則で水損失を大きくし、維持管理を困難にしている。よって用水路の路線とチャックの大きさを改善するために、用水路の幾つかをマイナー水路に統合した。

3) 分水装置とチャック構造物

幹線から支線への分水装置には、流量を調節するためにゲートを設置した。ゲート分水は操作が容易である。また、幹線水路の十分な水位を確保するために、幹線水路の横断調節工にはチェックゲートを設置した。

マイナー水路への支線水路に設置する分水工には、定水頭型分水工(ダブルオリフィスゲート分水工)を採用して、水量の調節と計量を行う。小流量時にも支線水路の十分な水位を保持して分水するために、落差工と橋梁に角落し工を設置した。

4) 水路の水理諸元

a) 水理設計のための流速公式の選定

水路の水深、底幅、のり面勾配と縦断勾配を決定するための公式の選定は、水路の水理設計の重要項目の1つである。一般にはマンニング公式がよく知られている。しかし、パキスタン国においては、ノーライニングの土水路の設計に対してLacey公式が一般に使用されている。次に現地調査中にカレントメーターで実測した結果を基礎として流速公式の検討を行った。

マンニング公式
$$V = \frac{1.486 \cdot R^{3/4} \cdot S^{1/2}}{n}$$

ここに

V : 平均流速 ft/s
R : 径深
S : 水路勾配
n : 粗度係数

Lacey公式
$$V = \frac{1.4858 \cdot R^{3/4} \cdot S^{1/2}}{n}$$

ここに

Na : $0.0225 \times f^4$
f : Laceyのシルト係数 = $1.75 \cdot m$
m : シルトの平均直径 mm (水中のシルト粒子の10%の平均直径)

カレントメーターによる水路の測定結果によれば、マンニング公式の粗度係数nは0.0201~0.0209であって、 $m=0.17\sim 0.23$ mmで $f=0.8$ (0.72~0.86)に相当した。よって測定結果の $n=0.020$ とほぼ等しいので、水路の水理設計にはLacey公式を採用する(資料編参照)。

バットフィーダー水路のRD109~RD145とRD418~RD505の間は成長した草を除けば、水路の形状は均一で正規の形を保っており、経験的に粗度係数は0.020と観察された。“開水路の水理学”においてVen Te Chow博士は、粗度係数は最大0.022、最小0.018であって、結果として $n=0.020$ が適当であると言っている。また、USBRの基準では、この種の水路の粗度係数は100cu.ft以下で $n=0.025$ 、それ以上で $n=0.0225$ または0.020に分類している。一般に水路の流量の増大により

粗度係数は減少する傾向がある。

パットフィーダー水路の流量は11,000~2,000 cu.ftであり、マンニング公式のnは0.020を適用することができる。Lacey公式によっても同じ計算結果が与えられるので、パキスタン国で最も一般に使用されているLacey公式をこの事業の水理設計に使用する。

ライニング水路には一般に使用されているマンニング公式を使用して、煉瓦ライニングに対してn=0.015を適用した。

b) 許容流速

本事業の水路はノーライニングの土水路であり、インダス河の多量の浮遊土砂を含んだ水を流している。土水路においては、水路の浸食を予防し、シルトの沈積の起こらない流速を採用しなければならない。最大流速は浸食を予防し、また最小流速は水中のセディメントの特徴と自然状況によってシルトの沈積を予防するが、一般的な限界は経験から決められている。

パンジャブ州のかんがい技師R.G.ケネディは、1895年に彼の研究によって、浸食がなくセディメントの沈積の起こらない流速 V_0 を次式で与えることを発表している。

$$V_0 = 0.84D^{0.64}$$

ここに

V_0 : 無浸食無沈積の限界流速

D : 水深

Ven Te Chow博士の“開水路の水理学”により、最大許容流速は次の値を採用する。

| | |
|---------|----------|
| 細砂、砂質壤土 | 2.5 ft/s |
| シルト質壤土 | 3.0 ft/s |
| 硬土砂 | 3.5 ft/s |

c) 内のり面勾配

Ven Te Chow博士の“開水路の水理学”とUSBRの設計基準は、ノーライニングの土水路の設計に対しては、一般概念としてシルト質壤土と硬土砂にはのり面勾配1:1を、砂質壤土には2:1を適用するように述べている。

d) 余裕高

水路の余裕高は、通例経験的に設計されている。余裕高は水路の大きさ、洪水の流入、水面の変動などに影響されるが、一般的に水深の5～30%が採用される。また余裕高は小水路で1ft、3,000cu.ft以上の大水路で4ftと変化している。

水路には両側に安全な堤防が設置されていることを考え、当初設計の余裕高である幹線3ft、支線2ftを採用した。

e) バーム

幹線水路の左岸堤防は、一般道路、水路の維持管理道路とするので、3ftの肩盛土を別にして天端幅を25ftとし、右岸堤防は天端幅を20ftとし計画水面より6ft高くした。

支線水路の天端幅は、左岸堤防20ft、右岸堤防6ftとした。

f) 水路損失

水路の運搬およびその他損失を幹線15%、支線10%、マイナー水路10%を計上したので、全体の運搬効率率は68.9%である。水路損失には浸透、蒸発および操作損失などを含んでいる。

4.2.5 排水計画

1) 山地からの排水

パットフィーダー水路はカチ平原を西から東に横切っているので、カチ平原の北部にある山地からの洪水は、パットフィーダー水路を攻撃する。洪水被害の防止のためには、次の事項が考えられる。

- ①洪水を受益地の中に入れるため水路に横断暗渠を設ける。
- ②洪水を水路内に入れるため排水流入口を設ける。
- ③洪水の大きさに合わせて水路の左岸堤を補強し、洪水を下流側に流下せしめる。
- ④山地地区で洪水を貯水する。

上記各案に対する利点、不利益点は、次に述べるとおりである。

a) 横断暗渠を設ける案

利点：この方法は、洪水防御の方法としてよく知られたものであり、またその確実性も高い。

不利益点：パットフィーダー水路の幅は350ftもあり、水路の流れを止めることなく横断

暗渠を設けることは大変困難である。

b) 排水流入口を設ける案

利点：工事施工が容易である。

不利益点：ピーク流量に見合う排水流入口は大変大きくなり、バットフィーダー水路の容量はかんがいが必要とするものより大きくなる。また、クロスレギュレーターおよびヘッドレギュレーターのゲート操作は大変困難となる。

c) バットフィーダー水路の右岸堤を補強する案

利点：この方法は、水路拡張時の掘削土により堤防の補強ができるので容易に行える。

不利益点：洪水は水路の下流側に運ばれるので、洪水による被害が下流の受益地に集められる可能性がある。

d) 山地地区に洪水を貯水する案

利点：ダム等構造物の工事は事業地区外で行われる。

不利益点：これらの工事の完成までには長い年月が必要である。

上記の比較検討に加えて工事費、工事期間、工法などを考慮し、c) 案を洪水被害防止のため提案する。

他方、バットフィーダーおよびキルクル水路の洪水防御の検討がNESPAKによりなされた。その結果は次のように要約される（詳細は資料編IV.2-4参照）。

- ① 149,000ftのバットフィーダー水路の右岸堤を大幅に高くし補強する。
- ② 153,000ftの水路右岸堤を計画定尺断面まで補強する。
- ③ バットフィーダー水路の右岸堤沿いに総延長78,000ftの水路（Cunetles）の工事をすすめる。
- ④ 洪水制御、分散施設の工事
- ⑤ その他関連工事

計画水路断面によればバットフィーダー水路の右岸堤は左岸堤より3ft高い、また次の区間はさらに高い盛土が行われる。

| | |
|-------------|-----|
| RD201~RD246 | 6ft |
| RD368~RD372 | 5ft |

水路拡張工事と同時に、NESPAKの提言のうち①および②は完了する。

NESPAKの検討は、バットフィーダー水路の拡張計画が考慮されておらず、ゆえに洪水はカブラ(Qubula)河およびBagh河に導くよう計画されている。しかし本事業によりバットフィーダー水路は、カブラ河を横断してRD624まで延長されるため、洪水はカブラにおいて分離され、1つはバットフィーダー水路に沿って下流に流されBagh河に導かれ、他のものは、横断暗渠を通してカブラ河の下流に流される。計画横断暗渠の設計流量はNESPAKにより計算されたキルタル水路の洪水防御帯への設計流量を流域面積比にて分離し、10,000 cusecと算定した。

2) 圃場排水

a) 排水路への排水量

圃場排水を考えるに当たって、次式で示される水収支による地下水の季節的変動が考えられた。

$$H = xf + fk + fn - Z - W - Y$$

ここに

H：地下水の季節的変動値

xf：降水の浸透

fk：水路からの浸透

fn：かんがい圃場からの浸透

Z：未耕地からの蒸発

W：地下水の地区からの流出

Y：地下水の排水路への排水量

上式による、水収支による地下水の季節的変動の計算のため、次の事項が考慮された。

①季節的変動は月別に計算する。

②月2 inch以内の降水は、蒸発あるいは表面流出により失なわれるので浸透として考えない。

③水路(幹支線水路)からの浸透は、水路沿いの排水路により集められるので浸透は考えない。

④かんがいによる浸透は、outletの流量から飲料水必要量と作物の消費水量を引いたものとする。

⑤水稲へのかんがい水のうち5%は表面から流出するものとする。

⑥未耕作地からの蒸発は、蒸発皿による蒸発量の15%と考える。

⑦事業地区からの地下水の流出は、ダルシーの法則に従うものとし、透水係数は1.5 ft/day (0.4 m/day) と考える。

計算の結果、排水路への排水量は、全域平均で0.001 inch/day、作付体系cの圃場で0.032 inch/dayと算定された。

b) 排水路間隔

排水路間隔の算定は、Ernst公式を使用した。

$$h = \frac{qL^2}{8kD_1} + \frac{qL}{\pi k} \ln \frac{D_0}{u}$$

ここに、

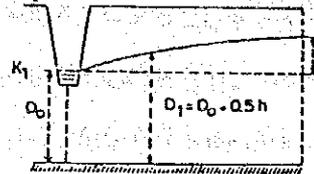
L = 排水路間隔 (m)

q = 排水量 (m/day)

k = 透水係数 (0.46 m/day)

h = 排水路水面上保持する地下水面 (0.5 m)

$\frac{L}{\pi k} \ln \frac{D_0}{u}$ = 放射抵抗 (1.4)



計算の結果、排水路間隔は次表のとおりとなる。

| 排水量 | 排水路間隔 |
|----------------|------------------|
| 0.001 inch/day | 2,760 ft (842 m) |
| 0.032 inch/day | 459 ft (140 m) |

c) 排水計画

排水計画として次のように提言する。

圃場レベル

①水稲を主に耕作する作付タイプCの土地の開排水路は、小用水路の間と用水路沿いに設置し、その流量は1,000 ac当り1.34 cusecとする。

②作付タイプA, Bの土地には浅い排水路を圃場用水路沿いに設置する。

③全地域には、排水路を主用水路沿いに設置し、その流量は0.17 cusec/1,000acとする。

幹支線水路

①支線排水路は、支線用水路の間に設置し、その流量は1,000ac当り0.17 cusecとする。

②幹支線排水路は、現在あるHaidrinポンプ場から西は現在の排水路を拡幅し、新たに幹支線排水路とポンプ場を計画する。

4.2.6 末端施設計画

末端用排水路および農道などの末端施設は、農業の機械化を含むかんがい農業の推進にあたり必須条件と考える。さらに農民の協力を得て、区画整理や土地の交換分合を伴う末端施設の整備が進めば、合理的な用排水施設と同様に新しい農民組織が早期に確立される。

1) 末端整備計画の前提条件

イ) 営農

事業地区内の農家1戸当り耕作面積は、平均16ac(6.48ha)である。約80acを単位とするWater Users' Groupを組織し、末端の農道、用排水路施設の利用および維持管理はすべて共同で行うものとし、特にかんがいにあたってはローテーションエリア毎に計画的に用水の配分を行う。

ロ) 作物

夏季の作付率は、水稲20%、畑作40%を含めて60%とし、残り40%は休耕地とする。冬季の作付はすべて畑作とする。

ハ) 農作業

農作業はトラクター、スレシャーなどを主に導入する最低限の機械化を目指すものである。すなわち、これらの導入機械は、人力および畜力により行われる農作業のピークに助力することを目的としている。

2) 区画割計画

a) 区画割計画の基本事項

現況地形を考慮した区画割計画は、前記の前提条件を満足しなければならない。そのために重要な点は次のとおりである。

- ① 営農計画と密接に関連した区画割
- ② 用排水管理が適切に、しかも容易に行われる区画割
- ③ 稲作、畑作の栽培管理が適切に、しかも容易に行われる区画割

以下説明を加えると、

- ① 営農計画との関連から、区画割計画の骨子は、80acの面積を単位とする営農グループであるWater Users' Groupを基本として、幹支線道路を配置する。この場合、集落整備や公共施設配置計画も十分考慮する必要がある。
- ② 用排水管理の観点から、現況の地形条件、用排水分離を考慮した用排水路の設置、末端用排水路の長さ、かんがいローテーションなどを考慮した区画割とする。また末端の配水順序の混乱を防ぐため、各ローテーションエリアには各々1個の分水工(Nakka)を配置する。
- ③ 区画の大きさは地形の勾配によって異なるが、新しい栽培技術体系が各農家に容易に普及し得るように、末端圃場の区画割はできるだけ同一とする。圃場の大きさが一定の場合には、病虫害に対する薬剤散布、施肥が容易であり、さらに各種農業機械の運行およびかんがい水の水管理を容易にする。

b) ローテーションエリア

以上に述べた前提条件を基本に、ローテーションエリアは次のように策定された。

- イリゲーションユニット-----1 ac
- イリゲーションブロック-----1.6 ac
- ローテーションエリア-----80 ac
- チャック(chak)-----350 ac

- ① イリゲーションユニット：平均の末端圃場
- ② イリゲーションブロック：小用水路によりカバーされる面積

③ローテーションエリア : 圃場用水路によりカバーされる面積で、この耕作者により Water Users' Groupを作る。この面積への分土工を Nakka という。

④チャック : 主用水路によりカバーされる面積で、outletにより分水される。

チャックおよびローテーションエリアの標準設計は、添付図面番号016に示してある。

3) 末端分水システム

outletはマイナー水路に設置され、また主用水路は各々のoutletから分岐する。そしてNakkaは、主用水路に施工される。圃場用水路の平均長さは2,000ftで、この用水路が支配する面積は80acである。圃場用水路から末端圃場へかんがい水を配水するため、16acを支配する小用水路を計画する。

圃場用水路から小用水路への配水は、同時に行われ、小用水路から圃場への配水はローテーションが行われるよう計画された。ゆえに、圃場用水路の断面は下流に行くほど小さくなり、小用水路の断面に等しくする。稲作の代かきは40日間で行われ、その時の末端用水路の設計流量は、次のように算定された。すなわち、圃場用水路は0.0113cusec/acで、小用水路は0.0177cusec/acである。

末端かんがい施設を列挙すれば下記のとおりである。

outlet : マイナー水路から主用水路にかんがい水を給水する施設である。用水を制御する機能を持つ定水頭型分土工である。この分土工は、かんがい局により維持管理される。

主用水路 : outletを始点とする土水路である。設計流量はピーク時水利権に等しい。(9.23cusec/1,000ac)、これは0.645l/s/haに相当する。しかし末端において設計流量は、圃場用水路の流量より小さくはない。

Nakka : 主用水路から圃場用水路に分水する施設である。

用水路 : Nakkaを始点とする土水路で、その設計流量は0.0113cusec/acすなわち0.79l/s/haである。

分水施設 : 用水路から小用水路へ定量分水する施設である。

小用水路 : 末端圃場に給水する水路で、その設計流量は0.0177cusec/ac (1.24l/s/ha) である。

排水システム: 圃場排水路は、土水路で構築され、次の2つに区分される。

①浅い排水路----作付タイプA、Bの圃場で用水路沿いに設置される。

②深い排水路----作付タイプCの圃場で、小用水路の中間に設置される。

その設計流量は、0.17cusec/1,000acである。

4.2.7 飲料水計画

本節では、飲料水、家きんおよび畜産など動物の必要水および雑用水について述べる。

1) 必要水量

必要水量の算定には、2000年の予測人口、1人当り消費量、計画家きん畜産頭数等が考慮された。人口予測は4.3.6節に、計画家きん畜産頭数は4.3.5節に述べられている。1日当り消費量は、現場条件、畜産飼育条件などを考慮して算定され1日当り必要水量は、下表のように計算された。

| 項目 | 人口あるいは頭数 | 日必要水量 | |
|------|----------|---------------------|------------------|
| | | 単位必要水量 cu.ft/頭/日 | 日必要水量 cu.ft/日 |
| 人間 | 420,000 | 3.5 | 1,470,000 |
| 牛 | 163,000 | 1.8 | 293,400 |
| 水牛 | 39,600 | 1.8 | 71,280 |
| ロバ | 66,500 | 1.8 | 119,700 |
| 羊 | 197,600 | 0.7 | 138,320 |
| 山羊 | 120,700 | 0.7 | 84,490 |
| 家きん類 | 452,000 | 0.2 | 90,400 |
| 雑用水 | | | 232,410 |
| 合計 | | | 2,500,000 |

上記のとおり合計日必要量は250万cu.ftであり、これは43.40cu.ft/sに相当する。

2) 排水計画

家きん畜産類の飼育は、集落の持ち主の近くで行われる。また、集落は事業地区の全域にちらばっているため、これらの飲料水は、圃場用水路にて農民に手渡される計画とする。

ゆえに、ピーク時水利権(9.23cusec/1,000ac)には、この飲料水の必要水量が含まれている。このうち飲料水のための水利権は、末端用水路損失を含めて0.08cusec/1,000acであ

る。

年間を通して同量の飲料水が供給されるとすれば、グド頭首工においては、ケース1, 3の場合は5万3千cu.ftの水がまた、ケース2, 4の場合は4万8千cu.ftの水が必要となる。

4.3 農業開発計画

4.3.1 土地利用計画

パットフィーダー水路の延長および拡幅により、計画地区内全耕作可能面積615,200acのうち612,000acは、かんがい支配面積（かんがい耕地）として利用可能となる。ここにいう615,500acの耕作可能地は、現況において耕作されている509,600acと未耕作地の105,600acからなる。入手資料に基づく土地利用計画は次に示すとおりである。

計画地区総面積： 688,000ac（100%）

計画耕作面積： 612,000ac（89%）

非耕地面積： 76,000ac（11%）

詳細な土地に関する情報—たとえば現況土地利用評価資料、土壌および土地分級図—に基づいて土地利用計画を行うべきであるが、既述のとおり必要な資料が不足している。特に末端施設計画や均平作業計画に対して、詳細な基礎資料が必要とされる。

4.3.2 作付計画

1) 作物の選定

次に示す夏作物および冬作物が、本計画地区の主作物として選ばれた。

イ) 夏作物

ソルガム、水稲、油料種子作物（ヒマワリ、ゴマ等）、豆類（ダイズ、リュクトウ、ケソルアズキ等）およびサトウキビとその他作物（野菜類およびレモン、マンゴー、グアバ等の果樹）

ロ) 冬作物

小麦、油料種子作物（ナタネおよびカラシナ等）、豆類（ヒヨコマメ、ヒラマメ等）および飼料作物（エジプシャンクローバー等）とその他の作物

この作物選定にあたっては、本調査の一環として行った農家意向調査、政府の政策、州およ

び国家レベルの西暦2000年における食糧需給の予測、その他、土壌および水利用効率等を考慮に入れた作物選定基準に従って選定した。

農家意向調査において、本計画を実施した場合の第1位から3位に至る優先作物として、水稲、小麦、サトウキビ、ゴマ、カラシナ、大麦およびエジブシヤンクローバーが選ばれ、幾らかの農家は果樹および野菜を選んだ（資料編 IV.3-1 参照）。

一方、州レベルの食糧需給予測によれば、果実類、羊肉、油脂および魚の4品目を除いて将来とも不足が予想される。国家レベルにおいても、小麦、米、飼料用穀物（トウモロコシ、ソルガムおよび大麦）および豆類、油料種子、野菜および果実等について、生産の促進を図らなければ不足することが予測される。

具体的な作物選定は次に示す方法で行った。

- ①計画地区における割り当て用水量に対して厳しい制限があるにもかかわらず、対塩害対策の1つとして水稲作が位置づけられ、主作物の1つとして選択された。一方、農民により水稲が高収益作物の1つとして選ばれ、また計画地区の土壌は水稲作に適している。
- ②小麦、油料種子作物、豆類は冬期ないし夏期の現況主作物であり将来とも主作物である。
- ③サトウキビは農民の強い作付意欲を考慮して選んだ。
- ④ソルガムおよび冬作飼料作物は、4.3.5の畜産計画に基づいて選んだ。
- ⑤ヒマワリおよびダイズについては計画地区周辺で試験栽培が始められたばかりである。そのため農家の栽培経験はないが、政府の政策を考慮して選択された。

2) 作付計画

IV.7.3 かんがい計画における異った量の割り当てかんがい水に対応した4つの作付計画が策定された。この作付計画を策定するに当たって、基本となるケース3の割り当てかんがい水量に対応するものが策定され、他のケースの作付計画は、それぞれの割り当てかんがい水量に基づいて変化させたものである。このケース3の作付計画は次に示す深さ1.8mまでの土壌の塩分含有状況区分に対応するA、B、Cの3種類の作付タイプから構成されている。

| 作付タイプ | 土壌塩分含有状況区分（土壌深度：1.8m） |
|-------|-------------------------------|
| A | 全層に渡って塩分を含まず、SAR値は基準値以下で以下同じ。 |
| B | やや塩分を含む（4～8mmho/cm） |
| C | かなり塩分を含む（8～15mmho/cm） |

上記3作付タイプのうち、BとCには水稻の作付が含まれる。稲作については、稲作中のかんがい水により塩分をリーチングさせたり、下層からの塩分集積を防ぐ効果が期待される。本計画地区の稲作による塩分除去の効果については、Dr.M.Bashir choudhri (Director General of the Soil Survey Department of Pakistan)によっても推奨されている。(資料編Ⅲ.2-4 Rice Cultivation in Pat Feeder Area 参照)

なお、塩分を15mmho以上含む土壌については、作物の作付対象地としない。導入作物の作期および輪作体系を資料編Ⅳ.3-2、図Ⅳ.3-1に示す。

作付タイプAについては、作物導入上の制限要因が少ないので、広範囲の作物を作付し得る。作付タイプBにおいては、水稻が関係面積の25%に作付され、これは4年に1回、水稻作付地をローテーションさせることにより、この稲作中のかんがい水による塩分のリーチングを行う計画である。この場合、稲作の後、水利用効率の高い畑作物が作付される。作付タイプCにおいては、関係面積の60%に当る面積に毎年稲作を行い、水稻の裏作には豆類と飼料作物が作付される。

上記の作付計画における各作物の作付面積割り当てにあたっては2000年における食糧の需給バランス予測結果および計画地区農家の農業経営に関する意向調査結果が考慮に入れられている。作付タイプBおよびCは主として各支線水路の下流部に集中して配置されるようになるであろう。なぜなら、その部分に“やや塩分を含む土壌”と“かなり塩分を含む土壌”が主として分布しているからである。(本報告書 図Ⅲ.2-4参照)

詳細な作物配置計画を行うに当たっては、特に土壌塩分のコントロールの観点を重視した包括的な検討を行い、作物導入基準を策定し、これに基づいて作物配置がなされることが望まれる。

稲作を行うことによる周辺畑作物への悪影響については、排水施設の欠除および末端に至る組織的な水管理がなされていないことが主な原因であると考えられる。この問題は、4.2.5排水計画および4.2.6農地整備に示す排水計画を実施するとともに組織的な水管理を行うことによって解決しうると考えられる。

作付計画の策定について、かんがい農業を対象とした各作物の作期および土壌塩分コントロールに有効な輪作体系等に関して、計画地区に適應しうる基礎データが皆無であることは特記すべきである。

表 IV.3-1 作付計画

| Crops | Case 1 | | Case 2 | | Case 3 | | Case 4 | |
|-------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | Intensity | Area | Intensity | Area | Intensity | Area | Intensity | Area |
| 1. Kharif | | | | | | | | |
| a. Sorghum | (9.0) | 55,100 | (7.0) | 42,800 | (9.0) | 55,100 | (7.0) | 42,800 |
| b. Rice | (20.0) | 122,400 | (17.0) | 104,100 | (20.0) | 122,400 | (17.0) | 104,100 |
| c. Oilseeds | (14.0) | 85,700 | (12.0) | 73,400 | (14.0) | 85,700 | (12.0) | 73,400 |
| d. Pulses | (12.0) | 73,400 | (10.0) | 61,200 | (12.0) | 73,400 | (10.0) | 61,200 |
| e. Sugarcane | (5.0) | 30,600 | (4.0) | 24,500 | (5.0) | 30,600 | (4.0) | 24,500 |
| Sub-total | (60.0) | 367,200 | (50.0) | 306,000 | (60.0) | 367,200 | (50.0) | 306,000 |
| 2. Rabi | | | | | | | | |
| a. Wheat | (54.0) | 330,500 | (45.0) | 275,400 | (34.0) | 208,100 | (34.0) | 208,100 |
| b. Oilseeds | (20.0) | 122,400 | (17.0) | 104,100 | (13.0) | 79,600 | (13.0) | 79,600 |
| c. Pulses | (13.0) | 79,600 | (11.0) | 67,300 | (8.0) | 48,900 | (8.0) | 48,900 |
| d. Fodders, Misc. | (8.0) | 48,900 | (7.0) | 42,800 | (5.0) | 30,600 | (5.0) | 30,600 |
| Sub-total | (95.0) | 581,400 | (80.0) | 489,600 | (60.0) | 367,200 | (60.0) | 367,200 |
| Total | (155.0) | 948,600 | (130.0) | 795,600 | (120.0) | 734,400 | (110.0) | 673,200 |

Note: Proposed cultivation area = 612,000 acres (100%)

表 IV.3-2 ケース3 作付計画における土壤塩類濃度区分別作付面積

(Unit: %, ac)

| Type | A | B | C | |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------|------------------------|
| Soil Salinity Class | (Non-saline) (Non-sodic) Ia | (Slightly Saline) Ib, IIa, IIb, IIc, IIIa, IIIb | (Saline) IIc, IVa, IVb | Overall |
| Command Area | 214,200 (35.0%) | 336,600 (55.0%) | 61,200 (10.0%) | 612,000 (100.0%) |
| <u>Khari f</u> | | | | |
| 1. Sorghum | (3.0) 18,400 | (6.0) 36,700 | (-) - | (9.0) 55,100 |
| 2. Rice | (-) - | (14.0) 85,700 | (6.0) 36,700 | (20.0) 122,400 |
| 3. Oilseeds ^{1/} | (9.0) 55,000 | (5.0) 30,600 | (-) - | (14.0) 85,600 |
| 4. Pulses ^{2/} | (4.0) 24,500 | (8.0) 49,000 | (-) - | (12.0) 73,500 |
| 5. Sugarcane | (5.0) 30,600 | (-) - | (-) - | (5.0) 30,600 |
| Misc. ^{3/} | | | | |
| Sub-total | (21.0) 128,500 | (33.0) 202,000 | (6.0) 36,700 | (60.0) 367,200 |
| <u>Rabi</u> | | | | |
| 1. Wheat | (14.0) 85,700 | (20.0) 122,400 | (-) - | (34.0) 208,100 |
| 2. Oilseeds ^{4/} | (2.0) 12,200 | (11.0) 67,400 | (-) - | (13.0) 79,600 |
| 3. Pulses ^{5/} | (3.0) 18,400 | (-) - | (5.0) 30,600 | (8.0) 49,000 |
| 4. Fodders, Misc. ^{6/} | (2.0) 12,200 | (2.0) 12,200 | (1.0) 6,100 | (5.0) 30,600 |
| Sub-total | (21.0) 128,500 | (33.0) 202,000 | (6.0) 36,700 | (60.0) 367,200 |
| <u>Total</u> | <u>(42.0) 257,000</u> | <u>(66.0) 404,000</u> | <u>(12.0) 73,400</u> | <u>(120.0) 734,400</u> |

Note : 1/ Represented by sunflower.
2/ Soybean (2/3) and others (mungbean, mash, etc., 1/3)
3/ Including fruits and vegetables.
4/ Represented by rapeseed and mustard.
5/ Represented by gram.
6/ Represented by berseem.

4.3.3 食糧の需要と生産予測

計画導入作物の選定のために、2000年のパキスタン全国およびバルチスタン州における食糧の需要と生産の予測との対比を行った。すなわち、人のエネルギー摂取量、2000年の予測人口および食糧消費構成から農産物の需要を、一方、過去の農産物の生産傾向から国内における食糧供給量をそれぞれ予測し、両者の対比により将来の農産物需要を求めた。

表 IV.3-3 食糧の現況と将来の需給予測

| 項目 | パキスタン | | | バルチスタン州 | | |
|--------|----------------------|------------------------|-------|----------------------|------------------------|-------|
| | 予想需要(2000) (千ton) | 自給水準(需要*=100) 現在(%) | 将来(%) | 予想需要(2000) (千ton) | 自給水準(需要*=100) 現在(%) | 将来(%) |
| 1. 穀類 | 34,170 | 42 | 78 | 1,755 | 17 | 44 |
| a. 小麦 | 20,050 | 48 | 93 | 1,030 | 19 | 57 |
| b. 米 | 9,580 | 33 | 66 | 492 | 13 | 31 |
| c. 大麦 | 3,610 | 23 | 32 | 186 | 2 | 3 |
| d. その他 | 930 | 74 | 45 | 47 | 62 | 62 |
| 2. 豆類 | 1,980 | 35 | 28 | 102 | 6 | 0 |
| 3. 果物 | 5,310 | 42 | 63 | 273 | 94 | 184 |
| 4. 野菜 | 7,480 | 31 | 31 | 384 | 13 | 102 |
| 5. 砂糖 | 3,330 | 85 | 165 | 145 | 0 | 1 |
| 6. 食用油 | 1,970 | 8 | 56 | 101 | 18 | 18 |
| 7. 肉類 | 2,540 | 33 | 59 | 130 | 88 | 185 |
| a. 牛 | 510 | 75 | 92 | 26 | 35 | 38 |
| b. 羊 | 1,710 | 23 | 53 | 88 | 116 | 255 |
| c. 家禽 | 320 | 16 | 38 | 16 | 19 | 44 |
| 8. 卵 | 550 | 18 | 55 | 28 | 21 | 64 |
| 9. 牛乳 | 10,380 | 87 | 119 | 533 | 241 | 26 |
| 10. 魚 | 950 | 31 | 72 | 49 | 129 | 310 |

注: *--- 予想需要 = 100

1) 食糧需要

食糧需要は次の3点から予測した。

イ) 人のエネルギー摂取量 (energy requirement)

FAO/WHOの栄養摂取勧告量 (Recommended Intake of Human Nutritional Requirement) に示される年令別エネルギー摂取量とパキスタン人の年令別人口構成より、パキスタン人の平均エネルギー摂取量を2,600Kcalとした。

ロ) 人口予測

人口センサスの1901~1981年の傾向から、2000年におけるパキスタン全国およびバルチスタン州の人口をそれぞれ1億4,400万人、740万人と予測し

た。

ハ) 食糧消費構成

パキスタン国の第5次5カ年計画の食糧需給表(1982~83)に示される食糧の種類別消費構成。

2) 食糧生産

農業統計に示されるパキスタン全国およびバルチスタン州における過去の食糧生産傾向より、2000年の生産予測を行った。

3) 食糧の需要と生産

2000年における食糧の需要と生産予測の結果、パキスタン全国およびバルチスタン州について次の結果を得た。

a) パキスタン全国

2000年に自給を達成できるのはミルクと砂糖のみで、他のものは輸入に頼る必要がある。主食の麦はこれまでの生産傾向が続くとすれば、ほぼ自給は達成可能と考えられる。しかし、現在輸出されている米は、需要が生産を上回ると予測される。不足が予測される食糧のうち、トウモロコシ、ソルガム、大麦などその他の穀類、豆類、野菜、鶏は生産水準が需要を50%以上下回っており特に需要が高いとみられる。これらに次いで高い需要が予測されるのは、米、果物、食用油、羊肉、卵である。

b) バルチスタン州

バルチスタン州は人口に比べかんがい可能な農耕地が少ないため、果物、野菜、羊肉、魚を除く食糧は他の州からの移入あるいは外国からの輸入による必要がある。不足する食糧のうち、特に穀類は生産水準が需要の44%で、麦、米を中心として増産を図る必要がある。

4.3.4 作物生産量

表IV.3-4に目標単収および計画年の各ケースにおける総作物生産量を示す。この計画年は、本計画工事完了後10年で目標単収を達成することを前提に設定された。これは本計画の実施に先立って、本報告書で提案されているパイロット事業が十分にその機能を発揮することを前提としている。さらに、不可欠な種々の農業振興支援サービス、特に農業技術普及、営農資金の融資、生産資材と更新優良種子の供給についてのサービスが十分に提供されること、およびこれらのサービスを行なう

関係諸機関の間に、本計画地区に対する組織的な支援のための調整がなされなければならない。

目標単収の設定方法については資料編Ⅳ.3-3に示すとおりである。すなわち、各レベルの窒素施用量に対応する試験データから、経済的な窒素施用量を行う場合の単収を当該作物の経済的収量のポテンシャルとして算定した。この収量から土地の生産力区分別農民レベルの収量を導いた。なお、この場合本計画地区の栽培環境に対応した収量の試験データがないため、他地区のデータによる各作物の収量ポテンシャルから導いた目標単収の設定を行っている。このようにして決定した土地生産力区分別の各作物の目標単収から、各作物の土地生産力区分別面積の加重平均を得て、計画地区の目標収量とした。

計画年の目標収量は次に示すとおりである。

| 作物 | 目標収量 |
|-------------------|-------------------------|
| ソバ | 11.9 Mds (1.1 ton/ha) |
| 水稻 | 42.2 Mds (3.9 ton/ha) |
| 夏季オイルシード(サフラワー) | 14.1 Mds (1.3 ton/ha) |
| 夏季大豆(ソイ) | 14.1 Mds (1.3 ton/ha) |
| シュガーケーン類(シュガーケーン) | 775.9 Mds (71.7 ton/ha) |
| 小麦 | 33.6 Mds (3.1 ton/ha) |
| 冬季オイルシード(アブラとカシ) | 14.1 Mds (1.3 ton/ha) |
| 冬季大豆 | 11.8 Mds (1.1 ton/ha) |
| 飼料作物類(ケシ) | 650.3 Mds (60.1 ton/ha) |

表 IV. 3-4 計画単位収量と総生産量

| Crop | Target Yield 1/ (ton/ac) (ton/ha) | Case 1 | | Case 2 | | Case 3 | | Case 4 | |
|----------------------------------|---|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | | Area (ac) | Production (ton) | Area (ac) | Production (ton) | Area (ac) | Production (ton) | Area (ac) | Production (ton) |
| 1. Kharif | | | | | | | | | |
| a. Sorghum | 0.445 (1.10) | 55,100 | 24,520 | 42,800 | 19,046 | 55,100 | 24,520 | 42,800 | 19,046 |
| b. Rice | 1.578 (3.90) | 122,400 | 193,147 | 104,100 | 164,270 | 122,400 | 193,147 | 104,100 | 164,270 |
| c. Oilseeds (Sunflower) | 0.526 (1.30) | 85,700 | 45,112 | 73,400 | 38,638 | 85,700 | 45,112 | 73,400 | 38,638 |
| d. Pulses (Soybean) | 0.526 (1.30) | 73,400 | 38,600 | 61,200 | 32,191 | 73,400 | 38,600 | 61,200 | 32,191 |
| e. Others (Sugarcane) | 29.017 (71.70) | 30,600 | 887,920 | 24,500 | 710,917 | 30,600 | 887,920 | 24,500 | 710,917 |
| Sub-total | | 367,200 | | 306,000 | | 367,200 | | 306,000 | |
| 2. Rabi | | | | | | | | | |
| a. Wheat | 1.255 (3.10) | 330,500 | 414,778 | 275,400 | 345,627 | 208,100 | 261,166 | 208,100 | 261,166 |
| b. Oilseeds (Rapes & Mustard) | 0.526 (1.30) | 122,400 | 64,382 | 104,100 | 54,752 | 79,600 | 41,870 | 79,600 | 41,870 |
| c. Pulses (Gram) | 0.445 (1.10) | 79,600 | 35,422 | 67,300 | 29,949 | 48,900 | 21,761 | 48,900 | 21,761 |
| d. Others | 24.322 (60.10) | 48,900 | 1,189,346 | 42,800 | 1,040,982 | 30,600 | 744,253 | 30,600 | 744,253 |
| Sub-total | | 581,400 | | 489,600 | | 367,200 | | 367,200 | |
| Total | | 948,600 | | 795,600 | | 734,400 | | 673,200 | |

Note: 1/ Projected yield for Case 3 is decided by weighted average by land class (see Appendix).

表IV.3.4に上述の作物別作付面積、目標単収、生産量をケースごとに示した。

作物別の現況生産量と比較した本計画実施による増産量の見積りと、現況生産量と比較した計画生産量（倍数）を以下に示す。すなわち、ソルガムの増産量は15,675 ton（現況生産量の約2.0倍）、同水稻167,275 ton（7.4倍）、夏作油料種子作物（ヒマワリ）42,462 ton（17.0倍）、夏作豆類（ダイズ）38,600 ton、サトウキビとその他夏作物（サトウキビ）829,120 ton（15.1倍）、小麦197,662 ton（4.1倍）、冬作豆類（ヒヨコマメ）32,078 ton（4.3倍）、および飼料作物とその他冬作物511,597 ton（3.2倍）である。

4.3.5 畜産計画

計画地区における畜産は、農耕地用の畜力、動物性蛋白質の供給源および農家の副収入源として重要であるばかりでなく、計画地区の土壌改良に帰与するところが大きいと考えられる。そのため、本計画地区に対する畜産計画において、畜力および肉とミルクの予測需要に見合う家畜の飼養頭数に基づく飼料の必要量を算定して、作付計画から推定した飼料供給可能量との過不足をみる。

畜産計画の概定は次に設定した基礎条件に従う。

①肉およびミルクの生産目標は、本計画地区における西暦2000年の予測需要量の125%として、25%は計画地区外向けの出荷量とする。

②計画農家数が1戸当り2頭の成去勢雄牛（牛と水牛の割合を4：1とする）と1頭の成ロバを飼養するものとする。

③第②項に基づく必要数の使役牛を計画地区で再生産し得る牛および水牛の飼養頭数構成を算定して、この飼養頭数構成が生産し得る牛肉およびミルクを推定する。第①項における肉およびミルクの生産目標から、牛肉および牛・水牛ミルクの生産量を差し引いたものを羊、山羊および家きん類で捕うものとする。

④飼料の供給可能量には農作物の副産物、残渣、さらに野草などを加える。

畜産計画の詳細は資料編 IV.3-6に示す。この畜産計画に基づく家畜飼養頭数（全頭数）を次に示す。

家畜飼養規模 (全頭羽数)

(単位：頭・羽)

| 畜種 | 頭羽数 |
|-------|------------------------|
| 1.牛 | 163,000 (使役可能 64,000頭) |
| 2.水牛 | 39,600 (使役可能 16,000頭) |
| 3.ロバ | 66,500 (使役可能 38,000頭) |
| 4.羊 | 197,600 |
| 5.山羊 | 120,600 |
| 6.家きん | 452,000 |

上記の家畜飼養規模についてTDNとDCPベースで飼料の需給バランスを算定した結果、TDNは計画地区内で供給可能で、DCPが少し不足するのみである(資料編参照)。なおこの畜産計画において、年間8,400 tonの肉および33,600 tonのミルクが、計画地区内で生産可能である。

4.3.6 人口および農業労働力の予測

計画地区内における人口および農業労働力予測によって、次のような結果が得られた。

1) 人口

計画地区の総人口は、現在22万4,000人と推定されるが、作物の目標単収が計画地区全域において発生する2000年では、42万人と推計される。この推計は10年毎に行われる人口センサスの1901~1981年の傾向に基づくものである。

2) 農業労働力

計画地区の就業構造に関する統計としては、1973年のバルチスタン州全体のものしか得られなかったが、この資料と2000年の予測人口から計画地区の農業就業者数を予測した。この推計結果によると、2000年における計画地区の農業労働力は、基幹労働者が10万5,700人、補助労働者が5万8,300人であり、月当りに直すと合計323万人日/月となる。これは、基幹、補助労働をそれぞれ月当たり25日と10日とした場合である。また、基幹および補助労働者が30日と15日それぞれ就業するとすれば、前者は317万人日/月、後者は88万人日/月で、合計405万人日/月となる。基幹および補助労働者の就業日数が30日と15日をそれぞれ越えることは無理であるから、405万人日/月は計画地区における最大限の供給労働力とみられる。

4.3.7 農業機械化および労力の需給バランス

1) 農業機械化

本計画事業実施後における末端施設整備水準および農業経営条件を想定して、最小限度の農業機械化計画を策定し、詳細を資料編 IV.3.4 に示す。この場合、機械化の基本方針は下記のとおりとする。

- ① 農業労働力のピーク需要（特に10、11月の夏作物収穫期と冬作物の作付準備作業がオーバーラップする時期に生じる）を緩和させる。
- ② 土壌改良の観点から、トラクターによる深耕を行う。
- ③ 脱穀機械の利用により、穀物品質のレベルを上げる。
- ④ 害虫防除作業を適期に能率よく行うため、機械防除面積を増加させる。

なお、上記の方針に従うものの、原則的に機械利用は、人力および畜力を中心として補助的なものにとどめるものとする。機械化の対象とする作業、作物、機械利用面積割合および機械のタイプを次に示す。

機械化対象作業別作物、機械化面積割合および機種

| 農作業 | 作物 | 機種 |
|---------------------|-------|---|
| 1. 作付準備 (耕起と砕土)* | 全作物 | 四輪駆動トラクター(50-60HP), トラクタ(16"×3)と ディスク(24"×8×2) |
| 2. 脱穀 | 米, 小麦 | 動力脱穀機(7-8HP投入型, 1.0ton/hr) |
| 3. 噴霧 | 全作物 | 動力噴霧器(2-3HP, 30lit/min.) |

機械化面積割合----70%

注:*トラクターと畜力を合せたもの

上表の作付準備作業に対する機械の利用方法は、耕起と砕土に対するトラクター利用と畜力による二次砕土、均平作業を組み合わせたものである。

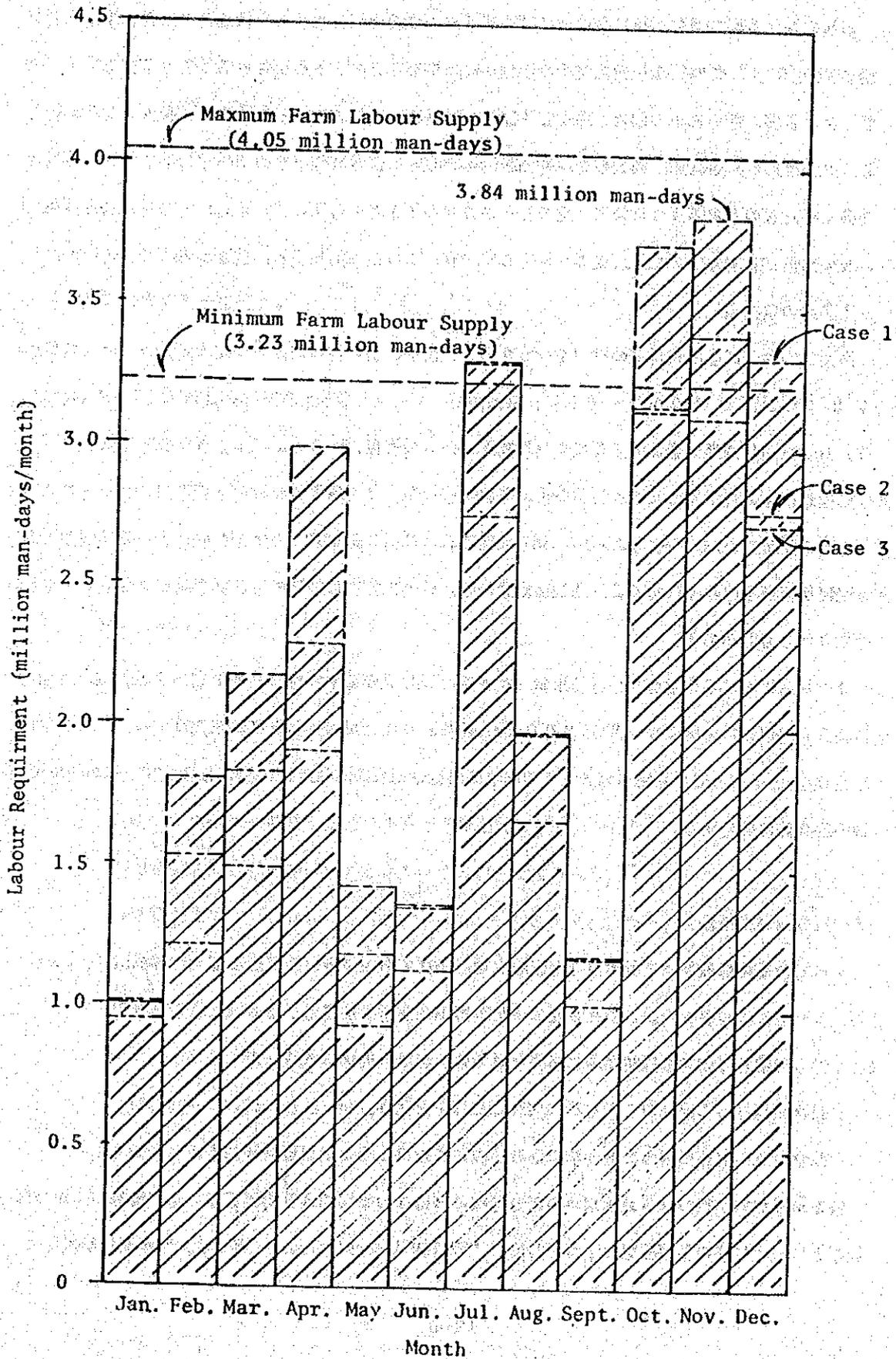
この機械化計画におけるトラクター（アタッチメントを含む）、動力脱穀機および動力噴霧機の必要台数はそれぞれ1,714台、857台および4,284台と見積られる。またエーカー当りの見積り機械利用経費は、作付準備作業（プラウの1回掛け+ディスクハローの2回掛け）が約250ルピー、水稲および小麦の脱穀作業が40ルピー、および虫害防除剤撒布作業（1回当り）が10ルピーである。

上記の機械利用対象面積割合を各作物とも70%としたので、この対象面積外の農作業はもちろん対象面積内の他の作業は、当面、人力畜力作業に依存すると考えられる。

2) 農業労働力の需給バランス

前述の西暦2000年における農業労働力予測供給量をベースに、上記の農業機械化計画が導入されるものとして、農業労働力の需給バランスを算定した結果を資料編IV.3-4、表IV.3-50に示す。11月に需要のピークが生じ、月当り需要量がケース1で3,839千人日/月、ケース2で3,407千人日/月、ケース3で3,118千人日/月、ケース4で2,862千人日/月となる。これらの需要量に対して、臨時的な農業労働力の供給可能量も考慮に入れた供給量(4,050千人日/月)はどのケースの需要も満たすことができる(図IV.3-1参照)。年間総需要量を現況のそれに比較すると、それぞれケース1では4.2倍の需要、ケース2では3.5倍、ケース3では3.4倍、ケース4では3.3倍である。このことから本計画の実施は計画地区内の住民の雇用機会の拡大に寄与するところが大きいと考えられる。

図 IV.3-1 労働力の月別需給



4.3.8 耕種方法および農業生産資材必要量

末端における配水量ならびに水管理に関する種々の問題点が、適切な末端施設の設置、末端水管理組織の設立および水管理技術に対する十分な監督指導などにより解決されることを前提として、施肥、土壌管理、優良種子の使用、病虫害防除および播種・栽植方法などについて、種々の改善が行われる必要がある。近代的な農業技術の計画地区への導入は、本計画事業の実施工程からみて、十分に時機を得たものとなるように特に注意を払う必要があると考えられる。この目的と末端水管理技術の普及のために、本スタディーで提案しているパイロット事業を実施する必要がある（5.5 パイロット事業の項参照）。

必要労力および生産資材量の推定を行うために、関係作物の耕種概要を想定するとともに（資料編IV.3-5の表IV.3-52から3-60）、関係作物のエーカー当り生産資材必要量（種子、肥料、農業）および同計画地区全体の必要量を資料編IV.3-5の表IV.3-51に示すように想定した。

計画地区全体で小麦および水稲種子を4年に1回の割合で更新するために必要な量は、ケース3ではそれぞれ1,800 ton、5,000 tonと推定される。品質保証種子の供給体制は、この小麦および水稲更新用種子のみではなく、計画地区内で作付される他作物についても、必要量を配布するように確立される必要がある。

計画地区における化学肥料の総使用量（ケース3）は、栄養素重量ベースで窒素25,100 ton、リン酸20,900 tonおよびカリ3,300 tonと見積られる。殺虫剤および除草剤は同様に、それぞれ900 tonと100 KIと見積られる。この化学肥料総使用量の見積りは、1980～81年の使用実績の約8倍に相当する。

4.3.9 農民組織

すべての受益者農民は、農民自身の末端水管理組織である“Water Users' Association (WUA)”のメンバーとなる。このWUAは下記の事項を遂行する必要がある。

- ①末端施設の建設と維持管理に必要な労力は、無償で提供する。
- ②メンバーから水利費を徴収し、政府にこれを支払う。
- ③常にかんがい効率を高め、かつ高い生産性を維持し得る耕作がなされるように努力する。

輪番かんがいが行われる最末端かんがい区域の面積は、平均約80acである。この輪番かんがい区域ごとに、WUAの下部組織の1つとして、“WATER Users' Group (WUG)”が関係農民によ

って設立される。1つの主末端水路が支配する区域は約4～5個のWUGが含まれ、この区域はチャックと呼ばれる。チャックレベルに関係するWUGが、“Chak Water Users' Association (CWUA)”を設立する。CWUAは、チャック内の末端施設の建設および維持管理を行う。CWUAによってWUAが組織される。WUAは必要な人員を雇用し、本部および支所の事務所を持ち、前記の業務を遂行する。この支所は本計画施設の維持管理組織において設けられる“Sub-divisional Office”の管轄区域ごとに配置される。

部落レベルおよびUnion Councilレベルに配置される農業技術普及担当者が、上記の農民組織の設立やその指導に責任を持つ。

4.3.10 農業振興支援サービス

1) 農業技術普及

本計画の目標を達成するためには、現況の農業技術普及体制が十分に強化されなければならない。すなわち十分に訓練された人員の確保、スタッフの輸送手段および駐在施設の整備、普及員教育訓練システムの改善、および農民が直面する農業技術上の問題の改善に関する訓練強化が必要である。

そのため、下記に示すような組織強化が必要であると考えられる。

- ①約125人のField Assistantが配置される。このField Assistantは平均的な1部落の規模にはほぼ等しい500農家ないしは5,000acごとに配置され業務を担当する。
- ②Union Council(平均5部落で構成する末端行政単位)レベルに1人のAgriculture Officerを配置する。計画地区内でおおよそ25人が必要となろう。
- ③本報告書で“Village Office”と呼ぶ、Field AssistantとAgriculture Officerが駐在する事務所を、Union Councilごとに本計画事業の一環として設置する。
- ④末端の水管理を含む農業技術指導の担当者と、本計画施設の維持管理に当る担当者との間に、十分な連携が保たれる必要がある。そのために、本計画施設維持管理組織サイドに設けられる“Sub-divisional Office”の管轄する区域ごとに、Agriculture Officerが任命され、同管轄区域内の農業技術普及の監督および維持管理サイドとの調整を行う。
- ⑤次に示す3種類の各段階における委員会を設ける。

| 段階 | 委員会 |
|---|------------------------|
| 1. Sub-division Office (O/M) ほぼ村レベルに相当 | Technical Committee |
| 2. 郡レベル (ナシラバッド) | Joint Committee |
| 3. 管区レベル (シビ) | Coordination Committee |

⑥車両、視聴覚機材などの資機材を、本計画事業ないしパイロット事業にて供給する。

2) 研究

これまで、計画地区内および周辺では、ごく限られた収量試験等を除いて試験研究活動がなされていない。特に本計画地域の土壌を対象とする試験研究が行われていない。そのため、近代的な農業技術について、必要なデータはほとんどないに等しい。したがって、一般的に農民は近代的な農業技術を体験していないため、在来農法に頼っている。このような状況にあって、計画地区の土壌を対象とした種々の試験研究を実施して、農民の在来技術と結合した農業技術の確立が望まれる。

上述の背景にあって、農民の直面する問題点の把握と能動的な試験研究活動による問題の解決を行うシステムの導入が必要であると考えられる。このシステムは、農民の直面する問題は普及員が的確に把握し試験研究者へ伝達され、試験研究者の解決事項が農民にフィードバックされる恒常的なシステムを確立し、普及員と試験研究者との間に強固な連携を保つ必要がある。その具体的なフローは次のとおりである。

- 農民レベルに存在する問題点の同定
- 問題の解決のための試験研究
- 問題の解決方法についての評価
- 解決方法と評価内容についての実地試験
- 実地試験の結果の能率的な実演、普及

上記のフローに示す活動を計画地区内に導入する役割を果たす目的で、本スタディーにおいてパイロット事業の実施を提案している(4.5 パイロット事業参照)。

現在計画中である州農業試験場の計画地区内における支場開設は早急に実施されることが望まれる。そして、本計画地区に対するかんがい農業についての基礎的研究を、包括的に進めることが望まれる。本計画の目標達成に不可欠と考えられる開発されるべき技術の例は、次に掲げるとおりである。

- 砂漠土壌の急速な熟化化技術
- 耐塩性品種育成
- 計画地区の土壌を対象とした、適正収量を得るための土壌栄養素含有量に基づく肥培管理技術
- 適正収量を得るためのかん水量とかん水方法
- Water-loggingとSalinityに対処した作物栽培技術
- 適切な排水システムと末端水管理技術

4.4 施設計画

4.4.1 グド堰取水工

グド堰はインダス河のグド地点に1963年に建設され、シンド州とバルチスタン州をかんがいするため左岸側に取水工が設置され、デザートバットフィーダー水路に13,139cu.ft(371.8cu. m/s)を取水している。1979年に作成されたPC-1によれば通常の水位255.5ftで17,100cu.ft(483.9cu. m/s)の取水が可能であると計算している。調査団の計算では0.8ftの水頭損失で17,300cu.ft(489.1cu. m/s)の取水が可能である。

ケース1とケース3ではデザートバットフィーダー水路への取水は17,500cu.ft(495.3cu. m/s)と計算され、グド堰の取水工の水頭損失は0.05ft増加して0.85ftとなる。この水頭損失の増加量は僅少であり、無視できる。しかし、デザートバットフィーダー水路の始点においてこの水頭損失が必要であるため、水路は当初の計画水位より0.05ft下げなければならない。

4.4.2 デザートバットフィーダー水路

現在のデザートバットフィーダー水路は延長7.0mile(11.3km)、水深15.5ft(4.72m)、底幅240ft(73.2m)、計画流量13,748cu.ft(389.1cu. m/s)で、終点でデザート水路とバットフィーダー水路に分岐してシンド州とバルチスタン州の受益地に給水している。

デザートバットフィーダー水路の拡張は、PC-1と同じ水路勾配1:15,000、水深15.5ft(4.72m)として底幅285ft(86.87m)の拡張が必要であり、右岸に拡張する。

デザートバットフィーダー水路の左岸には、ベガリシンドフィーダー水路が平行して走っており拡張ができないので、右岸側に拡張されるべきである。

4.4.3 バットフィーダー水路

RD0~RD586の区間は現在の水路を拡張しRD624までは新設水路を延長する。バットフィーダー水路は総延長は118.20mile(190.20km)で、計画流量はケース1とケース3で11,000~1,960cu.ft(311.3~55.47cu. m/s)、ケース2では9,500~1,602cu.ft(268.9~45.3cu. m/s)である。

1) 計画水位と水路敷高

現在の水路構造物としては取水工、横断調整構造物と分水工があるので、計画水位は現況よ

り0.1ft以下の変更にとどめた。また水路敷高も1ft以下の変更とした（水路の水面および敷高は資料編参照）。

2) 水路断面

水路断面のあらかじめの決定は、水深と底幅、のり面勾配、余裕高、堤防の天端幅の関連が満足されなければならない。

a) 水深と底幅

地盤標高の関係から切盛土がバランスよく設置される大水路の標高として、水深底幅比は8が採用されている。しかし、バットフィーダー水路は前項1)の理由により適用しない。

b) のり面勾配

バットフィーダー水路ののり面勾配はRD418～RD558の間は、勾配1:1が保持され非常に良好である。しかし、RD109～RD418の間は細砂層で、当初設計の勾配1:1は保持できなくて、1.8:1～2.0:1で安定している。“開水路の水理学”では一般概念として、ノーライニングの大型土水路ののり面勾配は1:1を、砂質土に対しては2:1を考えている。よってRD0～RD109とRD418～RD624の間は1:1とし、RD109～RD418の間は2:1とした。

c) バーム幅

バットフィーダー水路の左岸堤防は、一般道路、維持管理道路として利用するので、3ftの肩盛土は別に天端幅を25ftとし、右岸堤防は、バームの天端幅を20ftとして計画水面より6ft高くした。

d) 余裕高

水路の余裕高は、通例経験的に設計されている。余裕高は、水路の大きさ、洪水の流入、水面の変動などに影響されるが、一般的に水深の5～30%が採用されている。また、余裕高は小水路で1ft、3,000cu.ft(84.9cu.m/s)以上の大水路で4ftと変化させている。

水路の両側に安全な堤防が設置されていることも考え、当初設計の余裕高3ftを適用した。

e) バーム盛土

左岸堤防のバームはのり面勾配2:1を与え、交通に使用するので十分な突き固めを行

う。また、右岸堤防のバームは高盛土の関係で3:1ののり面勾配として、軽い突き固めとした。

バットフィーダー水路の水路底が現地盤より高い高盛土区間では3:1の緩勾配として、高さ10ftごとに5ft幅の小段を設けた。

3) ライニング

RD185~RD320の区間の砂質土で非常に高い盛土部では、水路盛土からの多量の浸透水が認められた。浸透量を減少させ、水路のり面の浸食予防のために、RD185~RD190、RD224~RD235、RD292~RD318、総延長4.2万ft(12.8km)の煉瓦ライニングを計画した。また、鉄道橋の橋台の保護のために、RD488+970~RD489+090の間に側壁のみの煉瓦ライニングを計画した。

4) 植成工

RD109~RD418区間の水路の土手が細砂層のところでは、浸食された土と水路に入ったセディメントによって流水障害があるように見うけられたので、水路の両岸にかん木と芝の植成工を計画した。植付け後は、根が活着するまで当分の間かん水する必要がある。

4.4.4 支線水路

支線水路は大部分が建設を終わっており、かんがいに使用中である。構造物と落差工などの水路施設の機能と容量を検討したところ、モハバットブアとルバ支線を除き、すべての支線を拡張しなければならない。バットフィーダー水路最末端の事業拡張計画のかんがいには、カブラ、ムラッド2支線を新しく建設する。

15本の支線の総延長は236.97mile(381.4km)である(資料編 表IV.4.4参照)。

1) 水路断面

支線水路の断面は、経済性を考え底幅を現況とほとんど同じにし、水深の増加も可能な限り1ft以下にとどめた。

ビティとカラン支線は砂質土地域のため、のり面勾配は2:1とし、その他の支線は1:1を採用した。

水路の余裕高は左岸2.0ft、右岸2.5ftとして盛土ののり面勾配は2:1を採用した。

右岸堤防のバーム幅は現在の計画通りとし、左岸堤防のバーム幅は20ftとして10ft幅の

砂利舗装を行う。左岸バームは維持管理道路として使用され、また共用道路として一般の交通に利用される。

2) 計画水位

支線の計画水位はマイナー水路に十分の分水ができるように可能な限り高くする。支線水路の水位が低い期間は落差工と橋梁に設置した角落し工により支線水路の水位の堰上げを計画した。

4.4.5 マイナー水路

マイナー水路の路線と設計は標本地区の現在の農場施設の調査と検討を基礎とした。標準地区は、現在のかんがいと農場施設および推奨し得る開発計画の詳細設計ができる地区を選定した。

報告書のⅢ.4.3項で述べているとおり1つの分水工(チャック)によるかんがいブロックの規模が適当な水管理を行う現代のかんがい農業を行うためには非常に大きくて、用水路の長さが非常に長く、多量の水損失の原因となっている。

かんがい網の路線の改良は、第1に水路の密度、第2にチャックの規模でなされなければならない。水路の密度の改善は支線水路の建設または延長の代わりにマイナー水路の建設が要望される。支線水路からマイナー水路への分水は定水頭型分水工(ダブルオリフィスゲート)を通して行われ、用水路は現状部分の改良または新しく建設して支線水路との間に設置される。結果として用水路の長さの短縮と1つのチャックの受益面積が減少する。

標準地区の検討結果によれば、マイナー水路の密度はエーカー当たり6.7ft(5.0m/ha)、受益面積は2,223ac(899.6ha)をカバーできる。

4.4.6 水路構造物

水路構造物は取水工、横断調整構造物、落差工、横断排水工と分水工で構成されている。ほとんどの構造物が拡張計画により拡幅が必要である。現在の構造物は改造によるが、幾つかは新設される。水路構造物の設計は、一般の基準を基礎として技術的、経済的見地から現地資材を使用した。

1) 調整構造物

幹線水路の横断調整構造物は、10ft幅のゲートを単位として、右側に拡幅する。

支線水路においてはウムラニ支線の取水工がケース1、ケース2ともに拡幅しなければなら

ないが、その他の取水工は拡幅しない。またカブラ、ムラッドとローワーウチの取水工は新設する。

2) 落差工

現在の落差工には、支線の水位制御のために角落し工を追加する。

支線水路の落差工の幾つかは新設される。煉瓦と鉄筋コンクリート構造として、落下型落差工とした。また角落し工の便宜を考えて水路幅を6ftの倍数とした。

3) 横断排水工

カブラ川がバットフィーダー水路のRD610で横断している。高さ15ft、幅24ft4連の鉄筋コンクリート箱型暗渠を設置する。付属擁壁その他は煉瓦と鉄筋コンクリート構造とした。

4) オフテーク

支線水路からマイナー水路への分水には、定水頭型分水工（ダブルオリフィスゲート）を設置して、分水量の制御と有効な計量を行う。

4.4.7 道路と橋梁

1) 道路網

事業地区の交通組織の道路網と橋梁は非常に貧弱である。地区中央をクエッターシビージャットバットーカラチの国道が南北に横断し、ジャットバットーウスタモハマッドの国道も地区内の幹線となっている。幹線と支線水路に沿った公共道路は、上記2国道とともに事業地区の交通システムに利用できる唯一のものである。国道はアスファルト舗装がされているが、その他の道路は粘土質の道路である。粘土道は降雨後1週間ぐらいはスリップするため交通に利用できない。

事業完了後には、農業への投資と収穫の増加によって、事業地域内の交通量は極端に増大するであろう。2本の国道に加えて、幹線水路沿いの公共道路のRD238～RD625区間73.3mile(118km)の距離を、20ft(6m)幅のアスファルト舗装をしてメタル道路に改良する必要がある。

支線水路沿いの公共道路、延長217mile(349.2km)と各支線水路の終点から国道の間の連絡道路35mile(56.3km)は、10ft幅の砂利舗装をして国道と幹線水路沿いの公

共道路を補足し、事業地区の交通道路として利用する。

2) 橋梁

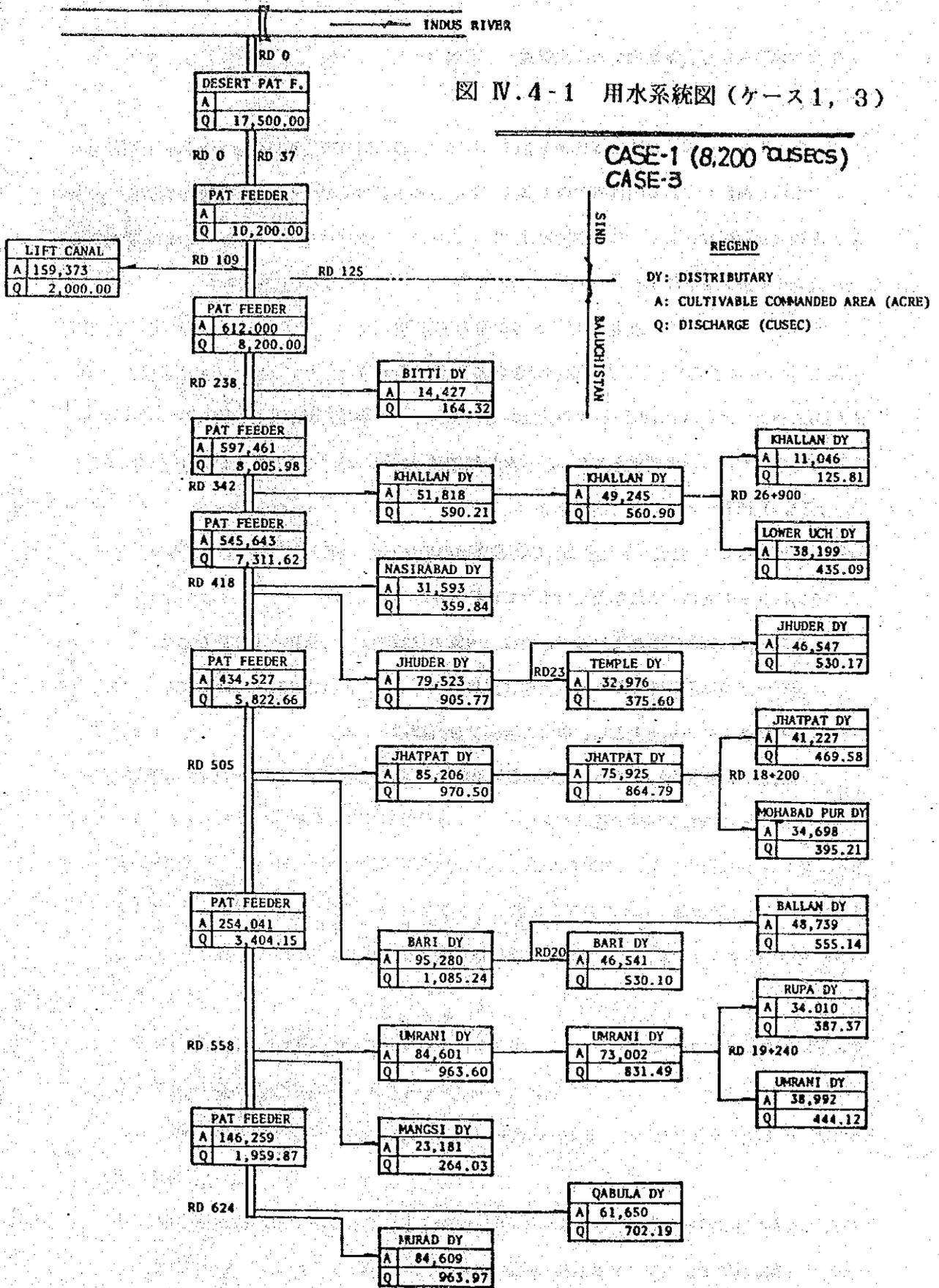
バットフィーダー水路を横断する施設としては、横断調整構造物に付設する橋とRD489で水路を横断している国道橋のみである。これらの現在の橋梁は、水路の拡幅の範囲内で延長されなければならない。この改造とは別に、表に示すようにバットフィーダー水路を横断する8カ所の橋梁を新設する。

バットフィーダー水路RD489にある国道橋はケース1で2スパン48ft(14.60m)、ケース2で1スパン24ft(7.30m)延長されなければならない。上記国道橋と一緒にある鉄道橋は、バットフィーダー水路の拡幅に対して十分な長さ166ft(50.60m)を有しており、改造は要求されない。しかし鉄道橋の橋台の護岸工として、延長120ft(36.60m)煉瓦ライニングを施工する。

支線水路では、PC-1で要求している3橋に追加して、現在ある落差工の30カ所とカブラ、ムラッド支線の新設落差工のすべてに橋梁を計画した。

支線水路に設置されている村道橋は、水路の拡幅によって再建する必要がある。バットフィーダー水路に新しく架設される橋梁は経済性を考慮して、技術的にもよい32ftスパンのTビーム鉄筋コンクリートとし、橋台と橋脚は煉瓦構造とした。

各調整構造物箇所に要求される村道橋は現況のものと同じく、8~10ftスパンの鉄筋コンクリート構造のスラブ橋で設計した。



IV.4-2 用水系統図 (ケース2, 4)

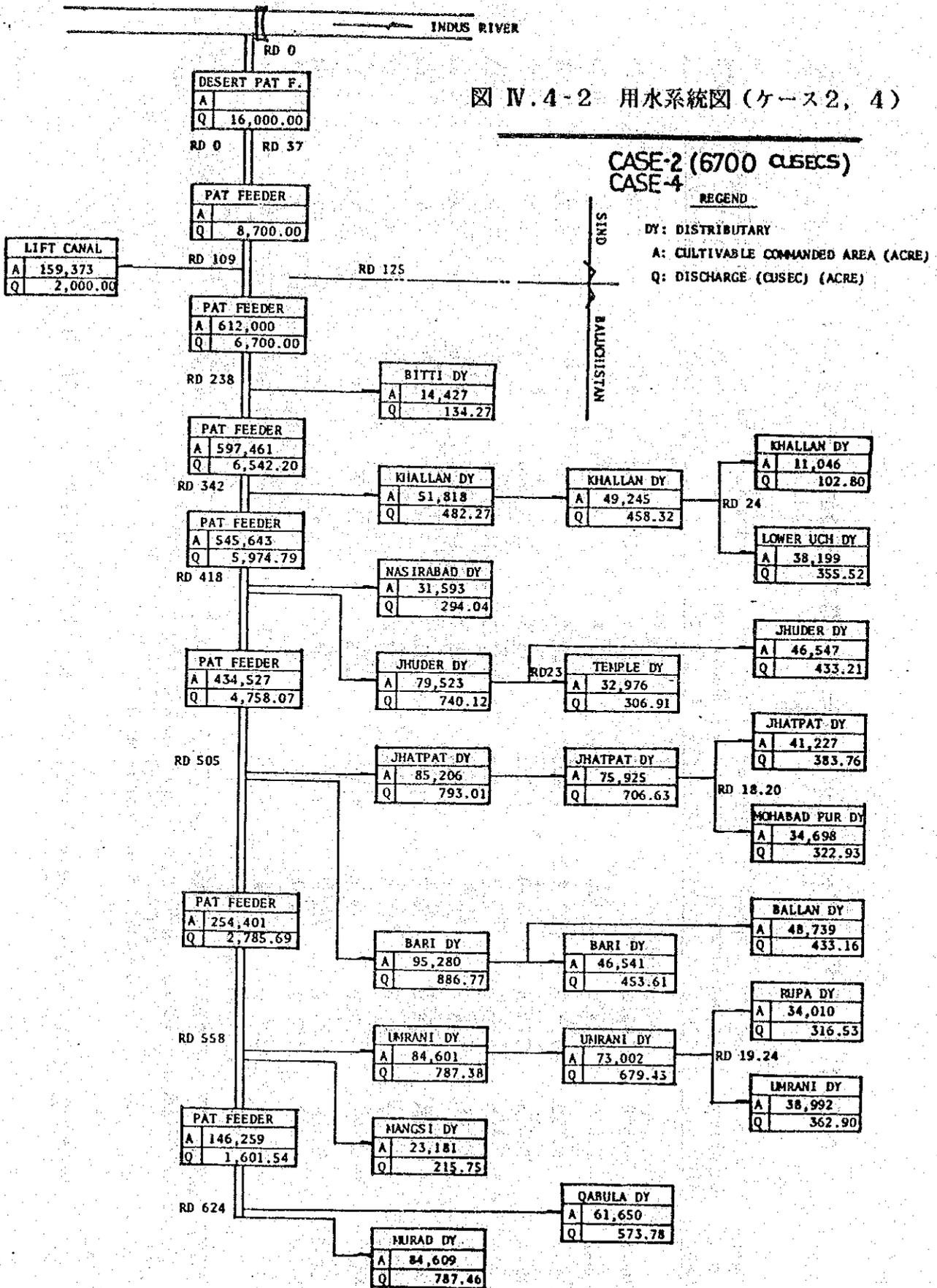


表 IV.4-1 デザートパットとバットフイダー水路の水利断面 (ケース 1, 3)

| Type of Canal | Discharge Q (cusecs) | Bed Width B (feet) | Water Depth D (feet) | Area of Section (sq. feet) | Wetted Perimeter (feet) | Hydraulic Gradient | Mean Velocity V (feet/sec) | Silt Critical Velocity V _o (feet/sec) | V/V _o |
|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--|------------------|
| MA-1 | 17,500 | 285.0 | 15.5 | 4,658 | 328.8 | 1/15,000 | 3.77 | 3.88 | 0.97 |
| MA-2 | 11,000 | 235.0 | 13.0 | 3,224 | 271.8 | 1/14,000 | 3.41 | 3.46 | 0.99 |
| MA-3 | 5,823 | 170.0 | 10.5 | 1,895 | 199.7 | 1/12,400 | 3.07 | 3.03 | 1.01 |
| MA-4 | 3,405 | 120.0 | 9.0 | 1,161 | 145.5 | 1/10,500 | 2.93 | 2.74 | 1.07 |
| MA-5 | 1,960 | 85.0 | 8.0 | 744 | 107.8 | 1/8,800 | 2.87 | 2.54 | 1.13 |
| MB-1 | 8,200 | 193.0 | 12.0 | 2,604 | 246.7 | 1/13,700 | 3.16 | 3.09 | 1.02 |
| MB-2 | 8,006 | 188.0 | 12.0 | 2,544 | 241.7 | -do- | 3.15 | -do- | 1.02 |
| MB-3 | 7,312 | 182.0 | 11.5 | 2,358 | 233.4 | 1/13,200 | 3.12 | 3.01 | 1.04 |
| LB-1 | 8,200 | 155.0 | 12.0 | 2,148 | 208.7 | 1/15,000 | 3.83 | 3.30 | 1.16 |
| LB-2 | 8,006 | 151.0 | 12.0 | 2,100 | 204.7 | -do- | 3.82 | -do- | 1.16 |

Note: MA- ; Side slope m=1:1

MB- ; Side slope m=2:1

LB- ; Lined canal, Side slope m=2:1

LA- ; Lined canal, Side slope m=1:1

表 IV.4-2 デザートバットとバットファイダー水路の水利断面 (ケース2, 4)

| Type of Canal | Discharge Q(cusecs) | Bed Width B(feet) | Water Depth D(feet) | Area of Section (sq.feet) | Wetted Perimeter (feet) | Hydraulic Gradient | Mean Velocity V(feet/sec) | Silt Critical Velocity Vo(feet/sec) | V/Vo |
|---------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|------|
| MA-1 | 16,000 | 260.0 | 15.5 | 4,270 | 303.8 | 1/15,000 | 3.74 | 3.88 | 0.96 |
| MA-2 | 9,500 | 205.0 | 13.0 | 2,834 | 241.8 | 1/14,200 | 3.36 | 3.46 | 0.97 |
| MA-3 | 4,758 | 140.0 | 10.5 | 1,580 | 169.7 | 1/12,600 | 3.00 | 3.03 | 0.99 |
| MA-4 | 2,786 | 100.0 | 9.0 | 981 | 125.5 | 1/10,500 | 2.88 | 2.74 | 1.05 |
| MA-5 | 1,602 | 65.0 | 8.0 | 584 | 87.8 | 1/ 8,800 | 2.79 | -do- | 1.02 |
| MB-1 | 6,700 | 158.0 | 12.0 | 2,184 | 211.7 | 1/14,000 | 3.07 | 3.09 | 1.00 |
| MB-2 | 6,542 | 154.0 | 12.0 | 2,136 | 207.7 | -do- | 3.07 | -do- | 1.00 |
| MB-3 | 5,945 | 145.0 | 11.5 | 1,932 | 196.4 | 1/13,000 | 3.08 | 3.01 | 1.02 |
| LB-1 | 6,700 | 127.0 | 12.0 | 1,812 | 180.7 | 1/15,500 | 3.70 | 3.30 | 1.12 |
| LB-2 | 6,542 | 124.0 | 12.0 | 1,776 | 177.7 | -do- | 3.69 | -do- | 1.12 |

Note: MA- ; Side slope m=1:1

MB- ; Side slope m=2:1

LB- ; Lined canal, Side slope m=2:1

LA- ; Lined canal, Side slope m=1:1

表 IV.4-3 パットフィーダー水路の底幅

| | Reach RD' | Present Capacity (cusec) | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 |
|----------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| | | | (8,200) | (6,700) | (8,200) | (6,700) |
| | | | Required Capacity (cusec) | Required Bed Width (ft) | Required Capacity (cusec) | Required Bed Width (ft) |
| Desert Pat Feeder | 0- 37 | 13,640 | 17,500 | 285 | 16,000 | 260 |
| Pat Feeder | 0-104 | 4,000 | 11,000 | 235 | 9,500 | 205 |
| | 104-109 | 6,700 | 11,000 | 235 | 9,500 | 205 |
| | 109-116 | 5,680 | 8,200 | 193 | 6,700 | 158 |
| | 116-190 | 3,700 | 8,200 | 193 | 6,700 | 158 |
| | 190-238 | 5,680 | 8,200 | 193 | 6,700 | 158 |
| | 238-342 | 5,126 | 8,006 | 188 | 6,542 | 154 |
| | 342-418 | 4,546 | 7,312 | 182 | 6,542 | 154 |
| | 418-505 | 2,801 | 5,823 | 170 | 4,758 | 140 |
| | 505-558 | 1,929 | 3,405 | 120 | 2,786 | 100 |
| | 558-586 | 582 | 1,960 | 85 | 1,602 | 65 |
| | 586-624 | - | 1,960 | 85 | 1,602 | 65 |

表 IV. 4-4 支線の水路延長, 計画流量と受益面積

| Name Distributary | Off-take Point | Length of Disty (miles) | | Proposed Discharge at Head (cusecs) | | Culturable Commanded Area (C.C.A.) (acres) |
|--|-------------------------------|----------------------------|---------------|--|--------------|---|
| | | (kirometers) | | Case 1 | Case 2 | |
| | | | | (8,200) | (6,700) | |
| I. Baluchistan Province | | | | | | |
| A. Phase-I (Gravity Flow Canal) | | | | | | |
| 1. Bitti | RD 238+000 Pat Feeder | 15.91 | 25.60 | 164.32 | 134.27 | 14,427 |
| 2. Khallan | RD 342+000 " | 9.09 | 14.63 | 155.12 | 126.75 | 13,619 |
| 3. Lower Uch | RD 26+900 Khallan | 10.04 | 16.16 | 435.09 | 355.52 | 58,199 |
| 4. Nasirabad | RD 413+000 Pat Feeder | 11.12 | 17.90 | 359.84 | 294.04 | 31,593 |
| 5. Jhudher | RD 413+000 " | 18.79 | 30.24 | 530.17 | 433.21 | 46,547 |
| 6. Temple | RD 23+000 Jhudher | 16.06 | 25.85 | 375.60 | 306.91 | 32,976 |
| 7. Jhatpat | RD 503+000 Pat Feeder | 16.57 | 26.67 | 575.29 | 470.08 | 50,508 |
| 8. Mohabat pur | RD 18+200 Jhatpat | 14.26 | 22.95 | 395.21 | 322.93 | 34,698 |
| 9. Bari | RD 505+000 Pat Feeder | 22.63 | 36.42 | 530.10 | 433.16 | 46,541 |
| 10. Ballan | RD 20+000 Bari | 17.52 | 28.19 | 555.14 | 453.61 | 48,739 |
| 11. Umrani | RD 558+000 Pat Feeder | 16.29 | 26.22 | 576.23 | 470.85 | 50,591 |
| 12. Rupa | RD 19+240 Umrani | 12.12 | 19.50 | 387.37 | 316.53 | 34,010 |
| 13. Mangsi | RD 558+000 Pat Feeder | 13.01 | 20.94 | 264.03 | 215.75 | 23,181 |
| 14. Qabula | RD 624+000 Pat Feeder | 17.99 | 28.95 | 702.19 | 573.78 | 61,650 |
| 15. Murad | RD 624+000 " | 25.57 | 41.14 | 963.97 | 787.46 | 84,609 |
| | Total | 236.97 | 381.36 | 6,970 | 5,695 | 611,888 |
| B. Phase-II | | | | | | |
| | (Lift-cum-gravity Flow Canal) | | | 2,000 | 2,000 | 159,373 |
| | RD 109+000 Pat Feeder | | | | | |
| | G.Total | | | 8,970 | 7,695 | 771,261 |

表 IV.4-5 取水工の拡張幅

| Name | Off-take-point | Existing Size | Proposed Widening | |
|-------------------|-------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | Case 1 (8,200) cusecs | Case 2 (6,700) cusecs |
| Desert Pat Feeder | Guddu Barrage | 24' x 9 = 216' | none | none |
| Pat Feeder | Desert Pat Feeder | 10' x 11 = 110' | 10' x 4 = 40' | none |
| Bitti | Pat Feeder | 8' x 2 = 16' | none | none |
| Khallan | " | 8' x 3 = 24' | " | " |
| Nasirabad | " | 6.5' x 3 = 19.5' | " | " |
| Jhudher | " | 8' x 4 = 32' | " | " |
| Jhatpat | " | 10' x 4 = 40' | " | " |
| Bari | " | 10' x 4 = 40' | " | " |
| Umrani | " | 8' x 3 = 24' | 8' x 2 = 16' | 8' x 1 = 8' |
| Mangsi | " | 8' x 2 = 16' | none | none |
| Qabula | " | - | 8' x 4 = 32' | 8' x 3 = 24' |
| Murad | " | - | 8' x 5 = 40' | 8' x 4 = 32' |
| Lower Uch | Khallan Distry | 6' x 3 = 18' | (Remould) 8' x 3 = 24' | (Remould) 8' x 2 = 16 |
| Temple | Jhudher Distry | 8' x 3 = 24' | none | none |
| Mohabat pur | Jhatpat Distry | 8' x 3 = 24' | " | " |
| Ballan | Bari Distry | 8' x 3 = 24' | " | " |
| Rupa | Umrani Distry | 10' x 2 = 20' | " | " |

表 IV.4-6 チェックゲートの拡張幅

| Name | Station | Existing Size | Proposed Widening | |
|----------------------------|----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | Case 1 (8,200) cusecs | Case 2 (6,700) cusecs |
| A. Par Feeder Canal | | | | |
| Par Feeder | RD 109 | 10' x 11 = 110' | 10' x 5 = 50' | 10' x 1 = 10' |
| | RD 283 | 10' x 11 = 110' | 10' x 5 = 50' | 10' x 2 = 20' |
| | RD 342 | 10' x 10 = 100' | 10' x 5 = 50' | 10' x 2 = 20' |
| | RD 418 | 10' x 9 = 90' | 10' x 4 = 40' | 10' x 1 = 10' |
| | RD 505 | 10' x 6 = 60' | 10' x 3 = 30' | 10' x 2 = 20' |
| | RD 558 | 10' x 4 = 40' | 10' x 3 = 30' | 10' x 2 = 20' |
| B. Distributaries | | | | |
| Khallan | RD 26.90 | 6' x 2 = 12' | (Remould) 8' x 1 = 8' | (Remould) 8' x 1 = 8' |
| Jhudher | RD 23.00 | 8' x 4 = 32' | none | none |
| Jhatpat | RD 18.20 | 8' x 3 = 24' | none | none |
| Bari | RD 20.00 | 8' x 3 = 24' | none | none |
| Umrani | RD 19.24 | 10' x 2 = 20' | none | none |

表 IV.4-7 支線水路落差工

| Name of Disty | Station | cusecs | | cusecs | | Remarks |
|---------------|----------|----------------|----------------|-----------|------|----------|
| | | Case 1 (8,200) | Case 2 (6,700) | Discharge | Fall | |
| 1. Bitti | RD 46.72 | 47.95 | 3.00 | 39.20 | 3.00 | Proposed |
| | 50.50 | 47.95 | 4.00 | 39.20 | 3.50 | Proposed |
| | 53.50 | 40.57 | 3.00 | 33.18 | 3.00 | Proposed |
| 2. Kallan | RD 40.20 | 60.37 | 4.00 | 49.32 | 4.00 | Proposed |
| 3. Lower Uch | RD 2.00 | 435.09 | 7.00 | 355.52 | 7.00 | Remould |
| | 4.00 | 435.09 | 7.00 | 355.52 | 7.00 | Remould |
| | 8.00 | 428.00 | 7.00 | 349.72 | 7.00 | Remould |
| 4. Nasirabad | RD 7.60 | 291.82 | 3.50 | 238.46 | 3.50 | Remould |
| | 10.90 | 255.84 | 4.50 | 209.06 | 4.50 | Remould |
| | 16.00 | 210.17 | 3.00 | 171.75 | 3.00 | Remould |
| | 22.00 | 167.34 | 4.00 | 136.75 | 3.60 | Remould |
| | 30.40 | 97.36 | 3.00 | 79.57 | 3.00 | Remould |
| 5. Jhudher | RD 29.37 | 453.01 | 3.00 | 370.17 | 3.00 | Proposed |
| | 34.40 | 402.19 | 3.00 | 328.65 | 3.00 | Remould |
| | 52.93 | 288.78 | 3.00 | 235.98 | 3.00 | Remould |
| | 60.91 | 239.90 | 2.00 | 196.05 | 2.00 | Remould |
| | 69.93 | 190.13 | 4.00 | 155.38 | 3.60 | Remould |
| | 78.67 | 142.24 | 4.00 | 116.22 | 4.00 | Remould |
| | 89.66 | 83.60 | 3.00 | 68.31 | 3.00 | Remould |
| 6. Temple | RD 33.52 | 258.58 | 3.00 | 211.30 | 2.50 | Remould |
| | 45.50 | 166.87 | 4.00 | 136.35 | 4.00 | Remould |
| | 67.74 | 61.35 | 4.50 | 50.13 | 4.10 | Remould |
| | 76.17 | 29.17 | 2.00 | 23.84 | 2.00 | Remould |

to be continued