

第4章 開発計画

第4章 開発計画

4-1 一般

(a) 地域農業発展の制約要因

調査地域における農業は、高収量品種や施肥等新技術の導入が比較的遅れており低生産性に留まっている。その最も基本的かつ重要な要因は、現在この地域がおかれている水環境の状態にあると考えられる。地域の外縁に沿って流れる河川および地区内河川の洪水・流出は、現在施工中の堤防工事が未完成であるため、しばしば低地を中心に作物に直接湛水被害をもたらすばかりでなく、浸水に弱い高収量品種や施肥等新技術の導入を阻害している。

地域内で開くことのできる土地はほとんど耕地として利用されており、雨期には天水により、乾期には小規模ポンプかんがい設備のある区域やクリークの溜り水を人力かんがいで一部の耕地で作物が栽培されている。このような状況から見て、この地域の農業の発展は、基本的には乾期の作付けを大幅に拡大し、また雨期・乾期を通じて生産性を向上することによる他なく、そのための基本的要件としてほぼ全地域を対象とするかんがいの整備が挙げられる。

その他の重要な制約要因として、農家の技術知識および営農資金の不足、流通のためのインフラストラクチャーの不備が挙げられる。その対策として技術の普及事業と協同組合活動の強化、道路、倉庫等の整備が重要であろう。

(b) 開発の目的

提案される開発計画は、前述の地域農業発展を阻害する要因を根本的に除去する対策として、かんがい、河川堤防、排水施設の対象地域全般意わたる整備およびこれに関連する道路、農業支援助策等を講じて、地域農業生産の増大および農民所得の向上を図るとともに、これを通じて雇用の増加、地域経済への波及、地域住民の生活水準の向上を促進しようとするものである。

(c) 開発基本構想

1) 本調査地域には多数のクリークが存在しており、排水の自然の調整池として機能している。排水システムは原則として現状のクリークを含む排水システムを現状のままの状態を踏襲することとする。本調査地域を囲んで計画延長の約80%の堤防が既に完成している。堤防については、未施工区間の完成と既施工区間の補修を計画する。

- 2) かんがい用水は Duhdkumar川からのポンプ取水を主体に検討するとともに、南部の一部地域について用排水兼用ポンプ場の設置を検討する。かんがいシステムの計画については、可能な限り土工量を減じ排水系統との交差を避けるよう路線選定をするとともに、ポンプ運転エネルギー経費および水路盛土高を減ずるよう縦断計画を検討する。
- 3) 現在調査地域で栽培されている主要な作物は、米、次いでジュートおよび小麦である。提案しようとするかんがい排水開発は、乾期における作付の大幅拡大と雨期における生産性向上を可能にするものである。高収益の作物や高収量品種の導入および改良技術の適用について、本調査地域の農家に最適の水準になるよう配慮して検討することとする。
- 4) 農家の営農を支援するため、技術普及、資材供給、生産物販売等の対策が重要である。これについては、施設管理用の面を含めての道路計画や倉庫の整備および普及組織や協同組合の強化を検討する。
- 5) 計画策定に当たり、適正技術を採用して建設および将来の運営管理の費用が低廉になるように努める。
- 6) 事業実施工程については、開発投資に対し効果ができるだけ早期に発生するように検討することとする。その一つの方法として段階的开发について検討する。

4-2 土地利用計画

(a) 土地適性分級

土地適性分級は各土壌単位ごとに土地の持つ諸性質（土地の高低、傾斜、土質、排水状況など）と各種作物の適性とを、かんがいの導入を前提として、比較考慮して行った。分類等級は、S1：高度適地、S2：中程度適地、S3：限界的適地の3つである。分類結果を表4-1示す。プロジェクト地域は7つの作図単位に大別された（図4-1）。

(b) 土地利用計画

調査地域内の土地適性分級結果をもとにして、かんがいを受ける前提で土地利用計画を検討した。結果を表4-2に示す。

土壌作図単位2、4、5及び6は主として高地あるいは中高地で、畑作物に対する適性が高く、米作の適性は中位である。この地域の計画作付体系は移植アウス／ジュートー移植アモンー小麦／ラビー作物、移植アウス／ジュートー移植アモンー休閒、あるいは移植アモンーボロが提案される（4-3 参照）。

土壌作図単位3、7、8及び9は主として中高地で、ボロの適性が高く移植アウス、移植アモンの適性は中程度である。この地域の計画作付体系は移植アモンーボロ、移植アウスー小麦、あるいは移植アウスー移植アモンー休閒とされる（4-3 参照）。

土壌作図単位10は主として中低地で、ボロの適性が中程度である。この地域は移植アモンーボロを主体とする作付けが計画される。

表 4-1 土壤区分ごとの土地適性分級

Mapping unit	Land suitability			Component Soil unit
	Highly suitable	Moderately suitable	Marginally suitable	
1	Boro	T. Aus, T. Aman	mustard; wheat sugarcane, jute	7, 8
2	Boro	-	T. Aus, T. Aman mustard, wheat	9
3	-	Boro	wheat, mustard T. Aus, T. Aman	3, 10
4	sugarcane potato, wheat maize, mustard groundnut, jute	fruit trees T. Aus, T. Aman Boro	-	4, 5
5	wheat, maize mustard groundnut	sugarcane, jute potato, T. Aus T. Aman, Boro	-	2
6	-	fruit trees sugarcane, jute potato, wheat maize, mustard groundnut T. Aus, T. Aman	Boro	6
7	-	groundnut	sugarcane mustard, potato wheat, maize	1

89° 50'

89° 55'

89° 40'

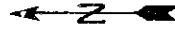
89° 45'

26° 05'

图 4-1 土地適性分級图

BHURUNGAMARI

BHURUNGAMARI



INDIA

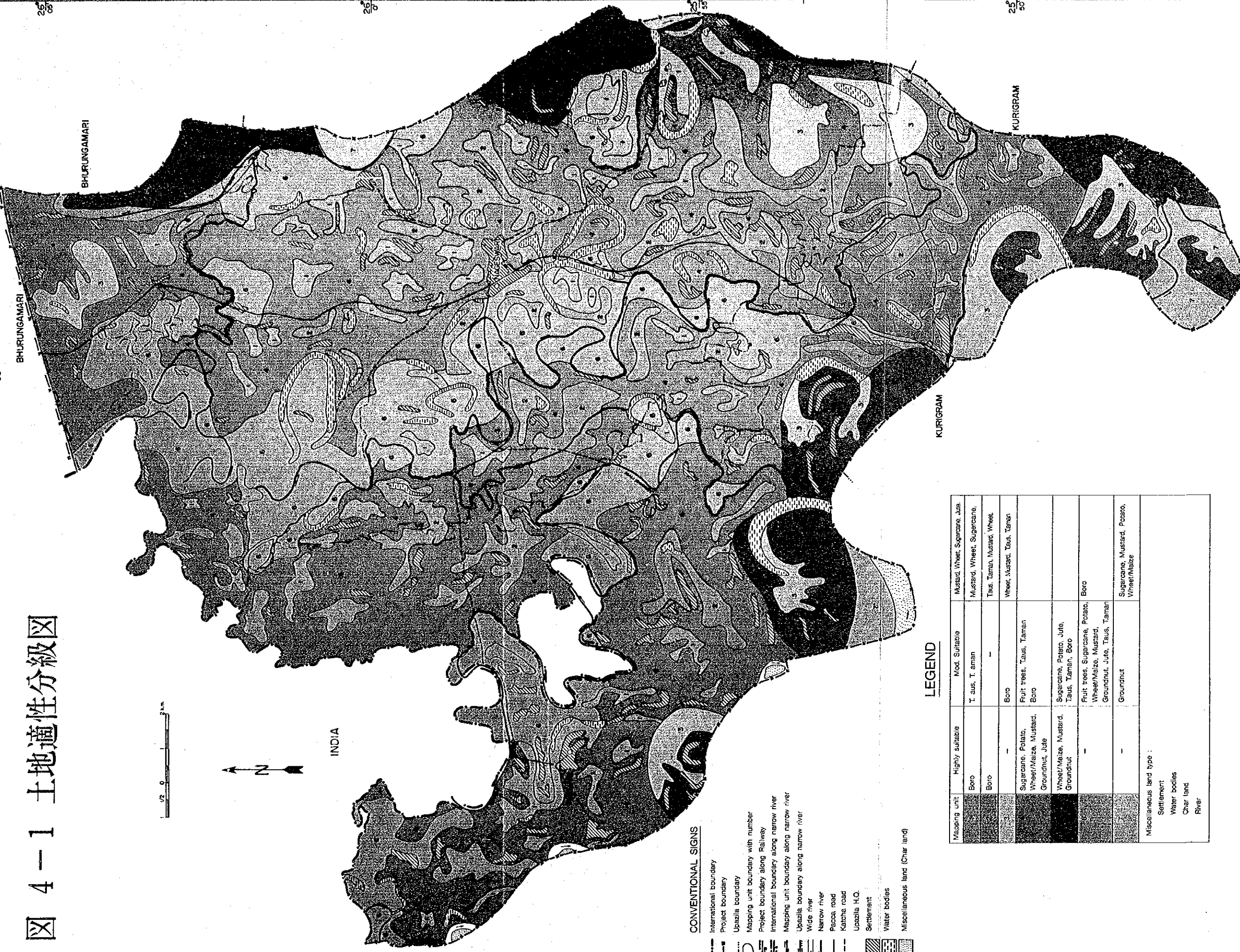
26° 0'

26° 5'

26° 55'

CONVENTIONAL SIGNS

- International boundary
- Project boundary
- Upazila boundary
- Mapping unit boundary with number
- Project boundary along Railway
- International boundary along narrow river
- Mapping unit boundary along narrow river
- Upazila boundary along narrow river
- Wide river
- Narrow river
- Pecca road
- Katcha road
- Upazila H.Q.
- Settlement
- Water bodies
- Miscellaneous land (Char land)



KURIGRAM

LEGEND

Mapping unit	Highly suitable	Mod. Suitable	Mustard, Wheat, Sugarcane, Jute
Boro	T. aus, T. aman		Mustard, Wheat, Sugarcane, Jute
Boro	-		Mustard, Wheat, Sugarcane, Taus, Tamen, Mustard, Wheel
		Boro	Wheel, Mustard, Taus, Tamen
Sugarcane, Potato, Wheel/Maize, Mustard, Groundnut, Jute		Fruit trees, Taus, Tamen, Boro	
Wheel/Maize, Mustard, Groundnut		Sugarcane, Potato, Jute, Taus, Tamen, Boro	
		Fruit trees, Sugarcane, Potato, Wheel/Maize, Mustard, Groundnut, Jute, Taus, Tamen	Boro
		Groundnut	Sugarcane, Mustard, Potato, Wheel/Maize

Miscellaneous land type :

- Settlement
- Water bodies
- Char land
- River

26° 50'

26° 55'

KURIGRAM

89° 40'

89° 45'

89° 50'

89° 55'

89° 40'

89° 45'

表 4-2 土地利用計画

Land suit. unit	Soil unit	Present land use (ha)	Land suitability			Proposed land use (ha)		
			S1	S2	S3			
1	7, 8	T. Aman-Boro T. Aman-Fallow	1,500 1,900	Boro	T. Aus T. Aman	Mustard, Wheat Sugarcane, Jute	T. Aman-Boro	(3,180)
2	9	T. Aman-Boro T. Aman-Fallow	1,300 1,300	Boro		T. Aus, T. Aman Mustard, Wheat	T. Aman-Boro	(2,430)
3	3	Aus/Jute-Rabi crops Aus/Jute-T. Aman-Fallow Boro-Fallow	390 260 650		Boro	Mustard, Wheat T. Aus, T. Aman	T. Aus-Wheat T. Aus-T. Aman-Fallow T. Aman-Boro	(360) (240) (610)
4	4, 5	T. Aman-Boro T. Aman-Fallow	650 280		Boro	Mustard, Wheat T. Aus, T. Aman	T. Aman-Boro	(880)
5	2	Aus/Jute-T. Aman-Fallow Aus/Jute-T. Aman-Rabi crops Aus/Jute-Rabi crops Aus/Jute-Fallow T. Aman-Boro	5,670 1,930 3,130 3,870 900	Sugarcane, Potato Wheat, Maize Mustard, Jute Groundnut	Fruit trees T. Aus T. Aman Boro		T. Aus/Jute-T. Aman-Fallow T. Aus/Jute-T. Aman-Wheat T. Aus/Jute-T. Aman-Rabi c. T. Aman-Boro	(2,800) (9,880) (1,800)
6	6	Aus/Jute-T. Aman-Fallow Aus/Jute-T. Aman-Rabi crops Aus/Jute-Rabi crops T. Aman-Boro	1,430 820 1,230 410	Wheat, maize Mustard Groundnut	Sugarcane Potato, Jute T. Aus, T. Aman Boro		T. Aus/Jute-T. Aman-Fallow T. Aus/Jute-T. Aman-Wheat T. Aus/Jute-T. Aman-Rabi c. T. Aman-Boro	(860) (2,390) (380)
7	1	Aus/Jute-Rabi crops Rabi crops-Fallow	180 350		Fruit trees Sugarcane, Potato Wheat, Maize Mustard, Jute Groundnut T. Aus, T. Aman	Boro	T. Aus/Jute-T. Aman-Fallow T. Aus/Jute-T. Aman-Wheat T. Aus/Jute-T. Aman-Rabi c. T. Aman-Boro	(1,400) (4,730) (360)
8	1	Aus/Jute-Rabi crops Rabi crops-Fallow	180 350		Groundnut	Sugarcane Mustard, Potato Wheat, Maize	T. Aus/Jute-Wheat Rabi crops-Fallow	(170) (330)

4-3 農業生産

(a) 作付け体系の基本的考え方

かんがいの下での生産計画を立てるに当たって次の事項を考慮することが重要である。

- 調査地域内の現在の食料の需給状況
- 農業政策への立脚
- 内外市場・販路の条件
- 作物栽培の現状
- 農業支援サービス
- 作物の適性
- 作物の収益性
- かんがい水の需給バランス

この地域は既に夏の雨期作物を中心にかなり高い作付け率に達しており、また新規の土地開拓の余地もないので、開発の重点は作物の多様化、作付け率の増加および収量水準の向上に置かなければならない。

(b) 作物の選定

現在の食料需給の状況、特に南部地域および隣接の Kurigram 市街地の食料の需要が供給を上回ることを考えると、主要食料の地域自給の確保が生産計画において主要な枠組みを成す。

農業政策としては、最近作物の多様化・転換が、資源の有効利用、作物被害の危険分散および生産費の節減の立場から重視されている。米やジャウトへの偏重から他の各種の作物への転換を図り、栄養の改善、所得の向上および輸入の代替を目指すものである。

この観点から見て工芸作物として砂糖きびが考えられるが、小農には収入を得るまでの作期が長すぎまた現存の砂糖工場へのアクセスが悪いので推奨できない。次にたばこは土地の適性が良いとはいえ、また健康および食料生産優先の立場から作付け面積減少の政策が取られており、適当ではない。その他の換金作物として、野菜、果樹等が考えられるが、購買力のある人口が地域内に期待できず、また Kurigram などの市街地には Dharla 川をフェリーで渡らなければならない等交通条件上の不利を抱えている。Rangpur 周辺が伝統的に園芸作物の先進生産地帯で周辺の消費地を抑えているので、これとの競争力の点で調査地域は市場へのアクセスの悪さから大変不利な立場にある。

以上の状況から、計画において取り上げることのできる作物として次のものが挙げられる。

即ち、かんがいに適する主要食料、米および小麦、現状維持程度でのジュート、油料作物および豆類等貯蔵性のある野菜およびばれいしょである。これらの作物の高収量品種は収量増加のためできるだけ取り入れることとする。高収量稲は、排水改良後においてなおある程度の湛水の免れない条件の下では最も安全で適性の高い作物である。

(c) 計画作付け体系

調査地域の作付け率は既に 177%の高さに達しているが、冬期の作付け面積は土壤水分とかんがい水の不足から低く止まっているので、かんがいの拡大により大幅な作付け増加が期待される。この時期は洪水の危険がなく、病虫害の発生が少なく、また日照条件も良いという利点がある。

一方水不足と比較的低気温という制約条件がある。現状において低地で天水栽培をしているところでは、ポロ稲、馬鈴薯、野菜等に代えて、節水的な小麦やマスタードが作付けされているが、計画においてもかんがい水源の河川の流量がこの時期に著しく減少するので節水的な作物の導入が必要である。また1月、時には2、3月に夜間の気温が7℃前後に低下し、稲苗の成育に影響することがある。

このような条件の下で土地利用を最大にしようとするれば、1年3作の導入を図らねばならないが、これは成育期間の短縮や早熟品種の使用につながり、低収量を招くおそれがある。移植栽培はそのようなことなしに圃場の成育期間の短縮ができる方法である。また、作付け率を高くし過ぎると地力低下（特に砂地で著しい。）を招くので、休閑や緑肥の組合せも考慮すべきである。稲の3作も以上の問題点および節水の観点から避けた方がよいと思われる。それより稲2作と畑作物1作の組合せが好ましい。以上を総合して栄養のバランス、かんがい水消費の平準化および雑草害・病虫害の軽減を考え、作物の多様化を図った3～4年で一巡する輪作体系を立てることが望まれる。

作付け体系の計画立案において、高地および中高地で湛水のない区域は高い作付け率（275%）の適用が可能であり、一方中低地および低地では湛水被害を避けるためそれより低い作付け率（175～200%）とすべきである。

稲の作付け全体に占める比率は、作物多様化の立場から現状のものより低くされる。現状において高地で最もよく見られる稲のポロとアマンまたはアウスとアマンの組合せは輪作体系の基本の骨格になる。ポロとアウスの組合せは作期が重複する期間があって不適當である。これ以外に稲1作また稲作付けなしの場合も想定するが、稲は、雨期に高地下水や湛水を被る中低地および低地では、この時期に作付けできる唯一の作物である。

以上の検討の結果、提案する作物作付け体系の計画は、表 4-3 および図 4-2 に掲げるとおりである。またこの作付けの計画による雨期と乾期の作物栽培の構成の変化を表 4-4 に示す。これらは、調査地域内の排水改善後の湛水条件に応じて五つの区域に区分し（図 4-3）、それぞれの年間作付け率は土地条件の良い方から、275 %、275 %、200 %、175 % および 200 % としてそれぞれ最適の作物を栽培することとして策定された。

以上の五つの区について 4-5 の排水計画との関係を述べると、F2 → F1 と F2 → F2 はケース 2（計画）における最大湛水区域に、F1 → F1、F2 → F1 と F2 → F2 は現状の湛水し被害を受ける区域に、F1 → F0、F1 → F1、F2 → F1 と F2 → F2 は現状の湛水区域に相当する。

(d) 目標収量および栽培技術

既存資料、農家聴取り調査等の結果から、作物の構成の変化（作付け率は現状のまま）と現存作物の収量の伸びを推定して、「計画なし」の場合の作付け面積と単位収量を求めた。

かんがいの下での収量のデータは余り多く得られないが、BARI、MP0、BWDB の有するものおよび調査地域内のかんがい区域の農家圃場における実状の聴き取りの結果に基づき、また Teesta かんがい計画における計画値を参考にして、表 4-5 に示すように定めた。

栽培技術に関しては、適切な労力投下を行い、条植え、緑肥や牛糞の施用、冷涼期の特別の苗床の準備等あまり費用を要しない技術の適用を図ることが重要である。また、技術普及サービスの活動とともに、資材の供給および施設の維持管理を適切に行い、かんがいの効果が十分発揮されるようにする必要がある。

(e) 作物生産および投入資材の推計

提案された作付け体系が計画どおり実現される前提で推計した作物生産量を表 4-5 に示す。これによれば、稲の作付け面積の全体に対する比率は 74 % から 49 % に落ちる。また全体の作付け率は現状の 177 % から 244 %（緑肥作物を除外している。）へ増加する。

生産拡大に伴って投入する資材、労働力および畜力も大幅に増加する（表 4-6）。計画実施後の化学肥料の総量は 22.8 千トン、高収量品種の種子 2.9 千トン、種いも 2.3 千トンと算定される。

投下する農業労働力は 4.9 万人の農業労働者、地区内農業労働活動人口の 8.9 % に相当する。畜力の需要は 21.8 百万時間で、36,260 組の 2 頭立ての牛に当たるが、これは調査地域内の現在の利用可能な総頭数の 54 % に当たる。

表 4-3 計画作付け面積

unit : ha. %

Crop	Total Field Acreages	F ₀ - F ₀ 19,200ha.	F ₁ - F ₀ 3,500ha.	F ₁ - F ₁ 7,900ha.	F ₂ - F ₁ 900ha.	F ₂ - F ₂ 1,300ha.
B-Aus Local	3,075	-	-	1,975	450	650
T-Aus HYV	12,450	9,600	875	1,975	-	-
T-Aman HYV	10,475	9,600	875	-	-	-
T-Aman Local	1,975	-	-	1,975	-	-
LateT-Aman H	4,800	4,800	-	-	-	-
Boro HYV	7,100	4,800	1,750	-	225	325
Wheat HYV	7,875	4,800	875	1,975	225	-
Jute HYV	7,875	4,800	875	1,975	225	-
Potato HYV	1,425	-	875	-	225	325
Mustard HYV	7,650	4,800	875	1,975	-	-
Khesari	7,100	4,800	1,750	-	-	-
Mungbean	5,675	4,800	875	-	-	-
Summer Veget	875	-	875	-	-	-
Winter Veget	225	-	-	-	225	-
Fodder Crop	1,525	-	875	-	-	650
Total Crop	80,100	52,800	9,625	13,825	1,575	2,275
C. Intensity	244%	275%	275%	175%	175%	175%
Green Manure	1,975	-	-	1,975	-	-

Note : Cropping intensity equal to Total Cropped Acreage/ Total Field Acreage
excluding green manure which is not harvested as a product.

Source : calculated from with-project cropping pattern. Veget : vegetables

图 4-2 作付け計画

Type (ha)	% **	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
F ₀ → F ₀ (19200ha.) c.i. = 275 %	100	HYV Boro *				HYV T-Aman							
	75	HYV Wheat		HYV T-Aus				Mungbean					
	50	Mustard		HYV Jute				HYV T-Aman					
	25	Khesari		HYV T-Aus				HYV Late T-Aman					
F ₁ → F ₀ (3500ha.) c.i. = 275 %	100	Mustard		HYV Jute				HYV T-Aman					
	75	HYV Boro				S. Vegetables							
	50	Potato		HYV Boro				Mungbean					
	25	HYV Wheat		HYV T-Aus				Fodder Maize					
F ₁ → F ₁ (7900ha.) c.i. = 175 %	100	HYV Wheat		G.M.		Fallow		Local T-Aman					
	75	HYV Boro				Fallow							
	50	Khesari		HYV Jute				Fallow					
	25	Mustard		Local B-Aus				Fallow					
F ₂ → F ₁ (900ha.) c.i. = 175 %	100	HYV Wheat		Local B-Aus				Fallow		Winter			
	75	Veg' bles		HYV Jute				Fallow					
	50	Potato		Local B-Aus				Fallow					
	25	HYV Boro				Fallow							
F ₂ → F ₂ (1300ha.) c.i. = 175 %	100	Khesari		Fallow				Fodder					
	75	Maize		HYV Boro				Fallow					
	50	Potato		Local B-aus				Fallow					
	25	Maize		HYV Boro				Fallow					
(32800ha.)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.

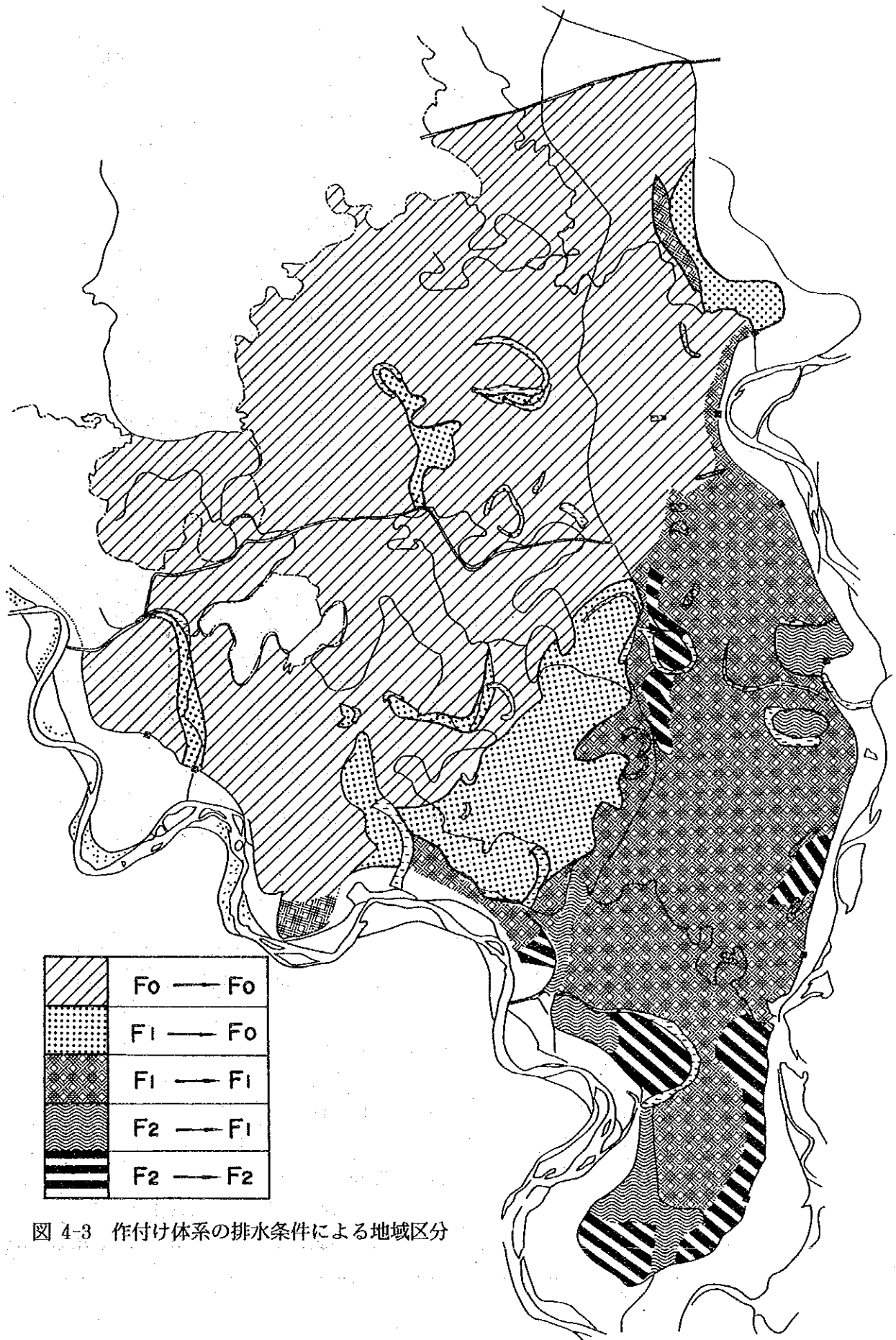


図 4-3 作付け体系の排水条件による地域区分

表 4-4 雨期・乾期別作付け構成

unit:ha. %

Season/Crop	Current Land Use		Without-Project		With-Project	
	Area	%*	Area	%*	Area	%*
Kharif						
Total Crops	49,971	142	48,123	137	43,050	131
Food-grains	45,117	128	43,166	123	32,775	100
Cash Crops	4,854	14	4,957	14	8,750	27
Other Crops	0	0	0	0	1,525	4
Rabi						
Total Crops	12,251	35	14,099	40	37,050	113
Food-grains **	10,471	30	12,088	34	27,750	85
Cash Crops	1,569	4	1,561	4	9,300	28
Other Crops	211	1	1,450	2	0	0
Crop Coverage						
		177		177		244
Share of Kharif ***		80		77		54
Share of Rabi ***		20		23		46

Note : * percentages to the cropping land area (without-P =35,100 ha. with-P =32,800 ha.).

** including pulses

*** percentage to the total annual crop coverage excluding G.M.

Without-Project			With-Project		
Kharif Crop	Rabi Crop	Total	Kharif Crop	Rabi Crop	Total
Cropping Seasons					
77%	23%	100%	54%	46%	100%
Cropping Intensity					
137%	40%	177%	131%	113%	244%
Varietal Composition					
HYVs	Local V.		HYVs	Local V.	
39%	61%	100%	84%	16%	100%

表 4-5 計画作物生産量

Crop	Area under Crop (ha.)	Yield (ton/ha.)	Production (ton)	Difference Area (ha.)	(with-P - without-P)	
					Yield	Production(ton)
B-Aus Local	3,075	2.0	6,150	-10,167	+1.17	- 4,840
T-Aus HYV	12,450	3.0	37,350	+ 9,694	+0.87	+31,480
T-Aman HYV	10,475	4.0	41,900	- 470	+1.25	+12,629
T-Aman Local	1,975	2.8	5,530	-12,499	+1.23	-17,194
Late T-Aman	4,800	3.0	14,400	+ 4,800	+0.52	+14,400
Boro HYV	7,100	4.5	31,950	+ 1,355	+1.41	+14,198
Other Paddy	-	-	-	- 3,621	-	- 5,313
Wheat HYV	7,875	3.5	27,562	+ 4,579	+1.25	+20,841
Jute HYV	7,875	2.3	18,112	+ 3,118	+0.61	+10,743
Potato HYV	1,425	20.0	28,500	+ 765	+9.78	+21,755
Mustard HYV	7,650	1.3	9,945	+ 7,049	+0.44	+ 9,428
Khesari(Pulses)	7,100	1.0	7,100	+ 6,850	+0.10	+ 6,875
Mungbean	5,675	0.9	5,107	+ 5,675	-	+ 5,675
S.Vegetbls	875	15.0	13,125	+ 675	+5.00	+11,125
W.Vegetbls	225	20.0	4,500	- 75	+5.00	- 900
Fodder Crop	1,525	90.0	137,250	+ 1,525	-	+137,250
Kaun	-	-	-	- 1,175	-	- 928
Sweet Potato	-	-	-	- 200	-	- 1,550
Cropped T.	80,100	-	-	+17,878	-	-
Dhoincha	1,975	30.00	59,250	-	-	-

Source : estimated. Note : * including local vars. for without-project

表 4-6 投入資材・労働力・畜力

unit : ton, *1,000manday, **1,000hr/pair, ***1,000nos

Input Item	Seed	Urea	TSP	MP	GS	ZS	Manure	Chem	Labor	Cattle	Implm
WithProject	2,905	9,885	6,683	3,636	2,311	302	307,300	110	11,397	21,754	205
W.O. Project	2,716	5,966	3,654	2,019	1,243	180	85,811	51	8,138	5,198	143
increment	289	3,919	3,029	1,617	1,068	122	221,489	59	3,259	16,556	62
W.P. kg/ha.	89	301	204	111	70	9	9,369	3	1.4my	663hr	6.3
W.O. kg/ha.	77	189	104	58	35	5	2,445	2	0.9my	148hr	4.1n
increment	12	112	100	53	35	4	6,924	1.5	0.5my	515hr	2.2n
WPcrop/ha.	36	123	84	45	29	4	3,840	1.5	0.6mn	272hr	2.6n
WOCrop/ha.	43	107	59	32	20	3	1,381	0.8	0.5mn	84hr	2.3n
increment	-7	16	25	13	9	1	2,459	0.2	0.1mn	188hr	0.3n

Note : *; unit of labor, my; man-year(250days-8hrs. basis), mn; man/ha.

; unitof draught power on pair basis, *; unit for farm implement

n; numbers(e.g. sickles), GS; Gypsum, ZS; Zinc Sulphate

Breakdown figures by crop listed in Appendix. WP; With-Project etc.

(f) 畜産生産

農業活動の一環として、家畜部門はこの事業により一層集約化する作物栽培に畜力を供給し、作付け頻度の上昇により肥沃度が枯渇化する砂分の多い土壌へ有機質を補給する上で重要な役割を果たす。家畜はまた、畜乳、食肉、卵などの供給により貧困農家の栄養不足の軽減に役立ち、家畜頭数の増加が可能になればそれが農業部門内部の雇用機会の幅を広げることができる。

現在の反芻家畜は前章に述べたように過密状態下で飼養されてきた。そのため、頭数を更に拡大する余地は少なく、役畜頭数を激増させる差し迫った必要もない。むしろ、穀物のわら、ぬかやふすま、油かすなどの副産物や計画に採り入れた粗飼料作物や緑肥等の改良された飼料基盤によって現存の反芻家畜や家きん類の飼養能力を高めることが期待される。

飼料給与の改善により既存の畜群の栄養状態が向上すれば、その繁殖能力や役畜としての作業能力が強化されるとともに、へい死率が低下するので、今までより頻繁な家畜の更新と淘汰家畜の体重の増加が実現し、と体重も増加すると見込まれる。

とくに緑肥を作付け体系に採り入れたが、これに関連して現存の反芻家畜を緑肥の繁茂した圃場に土壌鋤き込み前に繁牧することを提案したい。これにより、まず緑肥を飼料として活用し、これを畜糞に変えて圃場に還元できる。この目的で、つのかさねむをはじめ、その代替としてひよこまめ、たぬきまめ、ねむりはぎなど各種のまめ科草本が利用できる。同様な圃場上給餌法が飼料用とうもろこし・カウピーの作付けの場合にも応用できる。ただし、この場合は踏圧による貴重な飼料作物の損失を最小限とするため、刈り取り作業が必要となろう。

畜産生産は集約化する作付け作業量に必要な畜力を確保することを目的として計画するが、その結果事業による副産物量の増加と補完的飼料作物生産の範囲内で現金収入源となる淘汰家畜及び山羊の生畜販売額の増加も図られる。

畜産のもう一つの可能性としては牛乳、水牛乳及び山羊乳の生産があるが、これには多量のたんぱく飼料を必要とする。残念ながら飼料たんぱく不足は事業後においてもなお継続すると見込まれ、たとえば穀物わらは圃場において加圧アンモニアガスや尿素で処理するなどの高等な工夫がなければこの需要に対処できない。この場合、濃厚飼料の利用は高価格と供給不安定のために推奨できない。

可消化粗たんぱくの利用が限られることが事業地区内の家畜頭数拡大上の隘路となる。増産の結果生ずる副産物は、まず全量を役畜群の強化に投入し、圃場作業用の畜力と牛糞（炊飯燃料用と肥料用）を確保する。次に、副産物は山羊／羊群の拡大に利用できるが、これは飼養者の現金収入を増やす。副産物は家きん類の生産には余り有用ではない。その理由は可消化粗たんぱくを豊富に含み家きんに適するような飼料が少ないので、重点は反芻家畜に置かれるべきことによ

る。

ここに看過できない点として、受益地区の周辺や外部で多く得られる自然植生への飼料依存度が高い（その依存度は事業後もなお栄養上の必要量の60%以上に及ぶ）ことが挙げられる。

(g) 農業経営改善計画

農業生産計画に基づいて、農家1戸当たりの農業純収益の改善計画を規模別に樹立すれば、表4-7のとおりである。F₁ → F₀ 地域における農家が最も大きな農業収益を得ることが可能になる。

表4-7 農業純収益改善計画（1戸当たり）

Zone	Small	Medium	Large
	Farmers(0.7) ha	Farmers(1.6) ha	Farmers(4.3) ha
F ₀ → F ₀	21,731 TK	49,668 TK	133,490 TK
F ₁ → F ₀	25,186	57,568	154,714
F ₁ → F ₁	12,247	27,993	75,232
F ₂ → F ₁	14,525	33,200	89,225
F ₂ → F ₂	13,344	30,500	81,970

4-4 かんがい

(a) かんがい面積

計画の土地利用用途別面積は、現状の用途別面積のうち用水路潰れ地を耕地から控除する他はそのまま踏襲する（表 4-8）。

表 4-8 計画土地利用用途別面積

Land Use	Area (ha)	(%)
Gross area	42,800	100
Settlements	5,290	12.3
Grass land	350	0.8
Charland	120	0.3
Water bodies	1,180	2.8
Rivers & bills etc.	760	1.8
Proposed canals	2,300	5.3
Cultivated land	32,800	76.6

かんがいは全耕地面積 32,800 haを対象に計画することとする。

(b) 用水量

用水量については理論的方法と現地調査の結果を基に総合的に検討して求めた。現地調査は1箇所 40m² の試験地を3箇所設定して減水深測定を実施した。また、その他に井戸かんがい地区2箇所を選定して、その地区全体の消費水量とかんがい面積の調査を行なった。

1) 消費水量

蒸発散量は最も標準的と考えられる、修正ペンマン法（FAO "Crop Water Requirements"）により算定した。

蒸発散量 (ETo)

(mm/day)

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2.5	3.6	4.9	5.6	5.1	4.9	6.1	4.2	3.9	3.9	3.4	2.5

$$ET_{crop} = Kc \cdot ETo$$

ここに、ET_{crop} ; 消費水量

Kc ; 作物係数

作物	Kc
HYV. Boro	0.85-1.29
HYV. T. Aman	0.85-1.10
HYV. Wheat	0.45-1.15
HYV. Jute	0.60-1.15

2) 透水量

既存井戸かんがい地区の実消費水量の調査結果に基づいて水田の透水量について次のように定めた。

水田透水量 ; 6 mm / 日

3) 有効雨量

日雨量の 5mm 以下は無効、5mm を超える場合は、その 80% を有効雨量とする。ただし有効雨量は 80mm / 日を限度とする。

4) 水稻の用水量

水稻の成育期間における用水量は 1 日当たりの消費水量と透水量の和の累計とする。また代掻き用水として、150 mm を 30 日間で供給するものとする。

5) かんがい効率

水路の搬送効率は85%とし、圃場におけるかんがい効率は水稲 85%（別に浸透損失 6mm/日が考慮される。）、その他の作物 70%とする。

6) 取水量

計画の作付け体系、土地利用および上記の要素に基づいて、1979~88年の10年間の気象条件に応じて取水量を計算した。その結果から最大取水量は1979年の4月第3旬に生じ（表4-9）、その値は次のとおりである。

- Pateswari ポンプ場	42.8 m ³ /s
- Tangonmari ポンプ場	4.9 m ³ /s

7) 水路設計流量

上述の要素から水路の単位設計流量は次のように与えられる。

水路	単位設計流量
幹線水路	1.453 l/s/ha
第2次水路	1.453 l/s/ha

(c) 取水源の選定

この地域は現在、第3章で述べたように、8,300 haの主として地下水やクリーク等を利用する小規模のかんがいが行なわれており、河川水を主水源とするかんがい計画においてもこれらの小規模施設を補助的に併用することが一案として考えられるが、次に挙げる理由により一応河川水に全面的に依存する計画とした。

- この地域の地下水利用可能量は、主として地表からの浸透水によるリチャージに規定されると考えられる。この調査による浸透水実測値およびリチャージ期間の想定等から地下水による最大かんがい可能面積は約全耕地面積の約30%が限界と考えられる。従って、全面かんがいのためには河川水を主水源にせざるを得ず、一旦河川水を導入する場合は地区内に散在する非受益地を残すことは、投資および管理の両面から効率の悪い計画になる。

- － 河川水による通年かんがいが行なわれると乾期に地下水面が著しく上昇するから、いずれにしても現在の深井戸（DTW）ポンプは必要がなくなり、浅井戸（STW）や排水される水を再利用する小型ポンプ（LLP）に置き変わると考えられるし、STW や LLP 自体も河川水供給の利益を受けるようになる。従って、受益者の特定、管理体制の観点からも全耕地を受益地に包含する計画の方が優れている。
- － むしろ全耕地面積を一応対象とするかんがい計画としておいて、将来、乾期における計画以上の稲作付け面積が増加して生ずる水需要の増加や干害防止に対応するための補給水の水源として、地下水や還元水を弾力的に利用できるように保留しておくのが得策と考える。

この地域の近傍の河川として Dudhkumar川と Brahmaputra川以外にDharla川が存在するが、Kurigram地域全体の開発構想の中で、南部地域はDharla川から、北部地域は Dudhkumar川から取水することが予定されているので基本的にこれに従うこととする。

(d) 取水

Dudhkumar 川からの取水の位置は、下記の理由により、Pateswari の旧鉄道橋の直ぐ下流側の地点に計画する。

- － かんがい予定地域の最も高い位置に接しており、水路計画上最適である。
- － 旧鉄道橋の護岸工により河道・河岸が比較的安定している。
- － 河道湾曲の凸側に当たり、水脈筋が右岸の取水口側に寄っており土砂の堆積も比較的少ない。

取水工の検討に当たっては次の事項を考慮した。

- － 河道の安定および河岸侵食防止のための方策。主として、水制工（対岸）および護岸工（両岸）の設置を行なう。
- － 濁水時に河水を取水口まで導く方策。
- － 土砂流入を防止する方策。沈砂を円るため沈砂池を設置する。

ポンプ場の形式は、比較的河道が安定しており堆砂も少ないと考えられるので、このような大容量ポンプの場合に最も標準的な固定式構造のものを採用することとし、与えられた条件から縦軸斜流数台のポンプの設置が適当と考える。

地域の中では標高の低い南部に用排水兼用のポンプを設置することについて、地形上の適否、取水口設置位置の河岸の安定性、堆砂の問題等の面から検討し、Tangonmari排水樋門の地点にかんがい面積 3,350 ha のものを設置することとした。

表 4 - 9 粗用水量 (10年間のうち最大)

Year : 1979

Total (A=32,800ha) Pateswari ST(A=29,450ha) Tangonmari ST(A = 3,350ha)								
Month	Cropped Area (ha)	Gross Irri. Req. (m ³ /s)	Cropped Area (ha)	Gross Irri. Req. (m ³ /s)	Gross Irri. Req. (millm ³)	Cropped Area (ha)	Gross Irri. Req. (m ³ /s)	Gross Irri. Req. (millm ³)
JAN	1	25,660	17.18	23,040	15.43	2,620	1.75	
	2	28,280	23.29	25,390	20.91	2,890	2.38	
	3	30,760	26.49	27,620	23.78	3,140	2.71	6.1
FEB	1	30,490	33.51	27,380	30.09	3,110	3.42	
	2	26,700	27.71	23,970	24.88	2,730	2.83	
	3	23,560	25.71	21,150	23.08	2,410	2.63	7.2
MAR	1	23,360	28.75	20,970	25.81	2,390	2.94	
	2	23,730	28.88	21,310	25.93	2,420	2.95	
	3	23,530	28.26	21,130	25.37	2,400	2.89	7.8
APR	1	22,110	30.52	19,850	27.40	2,260	3.12	
	2	25,710	41.53	23,080	37.29	2,630	4.24	
	3	29,310	47.65	26,320	42.78	2,990	4.87	10.6
MAY	1	32,800	37.94	29,450	34.07	3,350	3.87	
	2	31,850	19.39	28,600	17.41	2,250	1.98	
	3	29,010	38.90	26,050	34.93	2,960	3.97	8.8
JUN	1	25,510	32.25	22,900	28.96	2,610	3.29	
	2	22,880	2.96	20,540	2.66	2,340	0.30	
	3	19,710	24.62	17,700	22.11	2,010	2.51	5.3
JUL	1	19,330	11.01	17,360	9.89	1,970	1.12	
	2	17,360	1.96	15,590	1.76	1,770	0.20	
	3	22,270	0	20,000	0	2,270	0	1.1
AUG	1	21,830	36.10	19,600	32.41	2,230	3.69	
	2	23,080	1.35	20,720	1.21	2,360	0.14	
	3	23,080	0	20,720	0	2,360	0	3.3
SEP	1	24,680	0	22,160	0	2,520	0	
	2	24,680	0.33	22,160	0.30	2,520	0.03	
	3	24,680	6.03	22,160	5.41	2,520	0.62	0.6
OCT	1	24,600	0.51	22,090	0.46	2,510	0.05	
	2	24,530	27.07	22,020	24.31	2,510	2.76	
	3	24,310	33.72	21,830	30.28	2,480	3.44	5.7
NOV	1	23,380	26.64	20,990	23.92	2,390	2.72	
	2	22,930	22.24	20,590	19.97	2,340	2.27	
	3	25,480	15.09	22,880	13.55	2,600	1.54	5.6
DEC	1	28,130	17.27	25,260	15.51	2,870	1.76	
	2	28,780	16.81	25,840	15.09	2,940	1.72	
	3	26,530	15.75	23,820	14.14	2,710	1.61	4.5
TOTAL					587.0		66.6	

以上 2箇所のポンプ場の計画の基本的条件は表 4-10のとおりである。

表 4-10 ポンプ場計画の基本条件

Items	Pateswari Pump Station	Tangonmari Pump Station	Total
location	Pateswari	Tangonmari	
Command Area (ha)	29,450	3,350	32,800
Pump Discharge (m ³ /s)	42.8	4.9	47.7
Intake Water Level (m)	25.5	20.0	
Suction Water Level (m)	25.4	19.9	
Outlet Waster Level (m)	33.5	27.3	
Actual Pump Head	8.1	7.4	

(d) 用水路計画

用水路の路線は地形図、航空写真および現地踏査に基づいて、できるだけ盛土高を最小にしまた集落・河川・道路の横断を避けることに重点をおいて選定した。更に、路線測量の結果に基づき、土構造の安定性、工事費・用地調達面積の低減の観点から用水路計画の検討を行った。

地域西部の比較的標高の高い区域に対し、幹線用水路盛土高さの低減およびポンプ運転電力費全体の低廉を図る観点から、比較案の検討を行なった。その結果、この一部高い区域については水路の水面高は農地面より低く設定し、必要に応じて農家が小型の低揚程ポンプを使って取水する計画とした。水路システムの概略を図 4-4、図 4-5および図 4-6に示す。

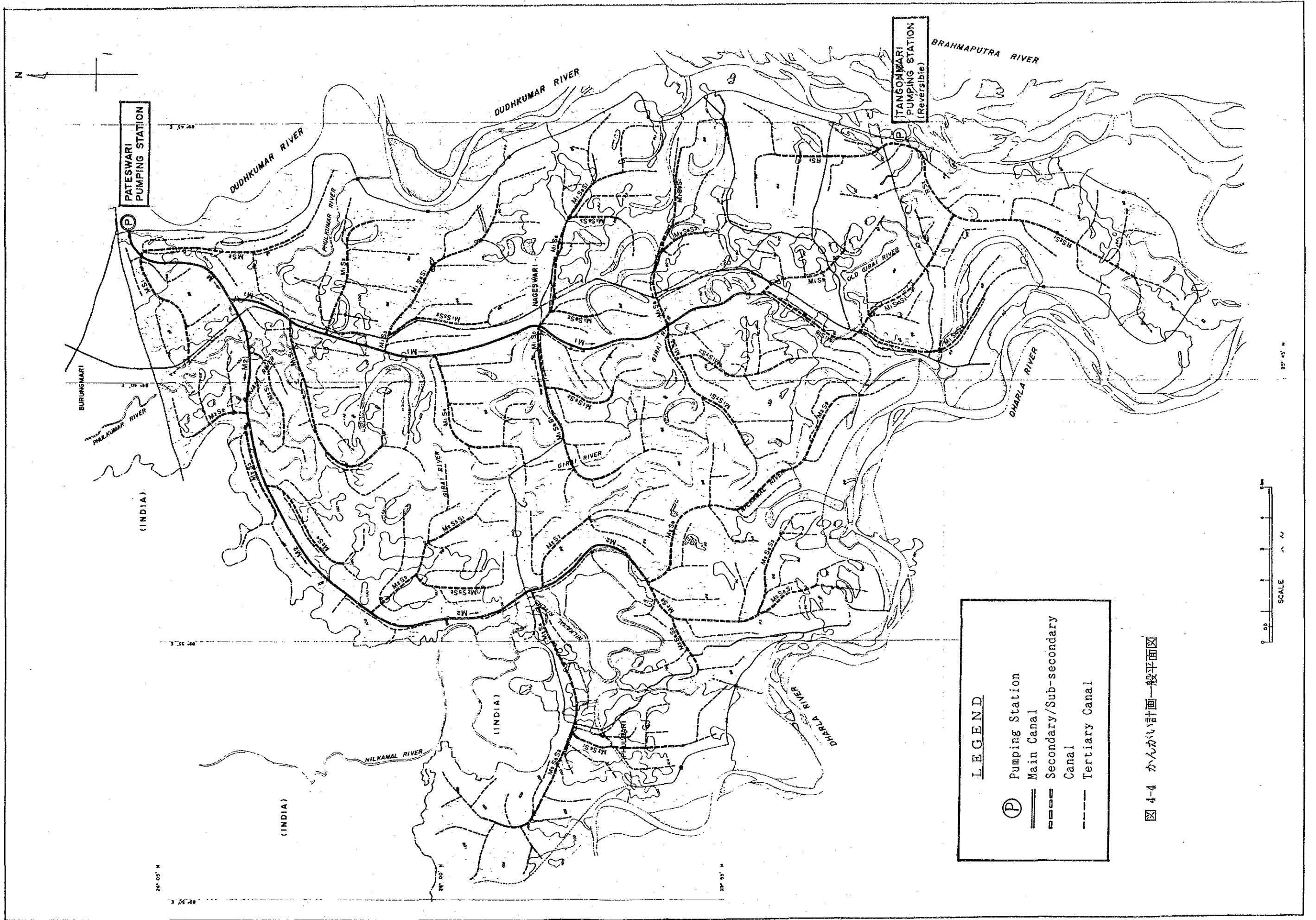


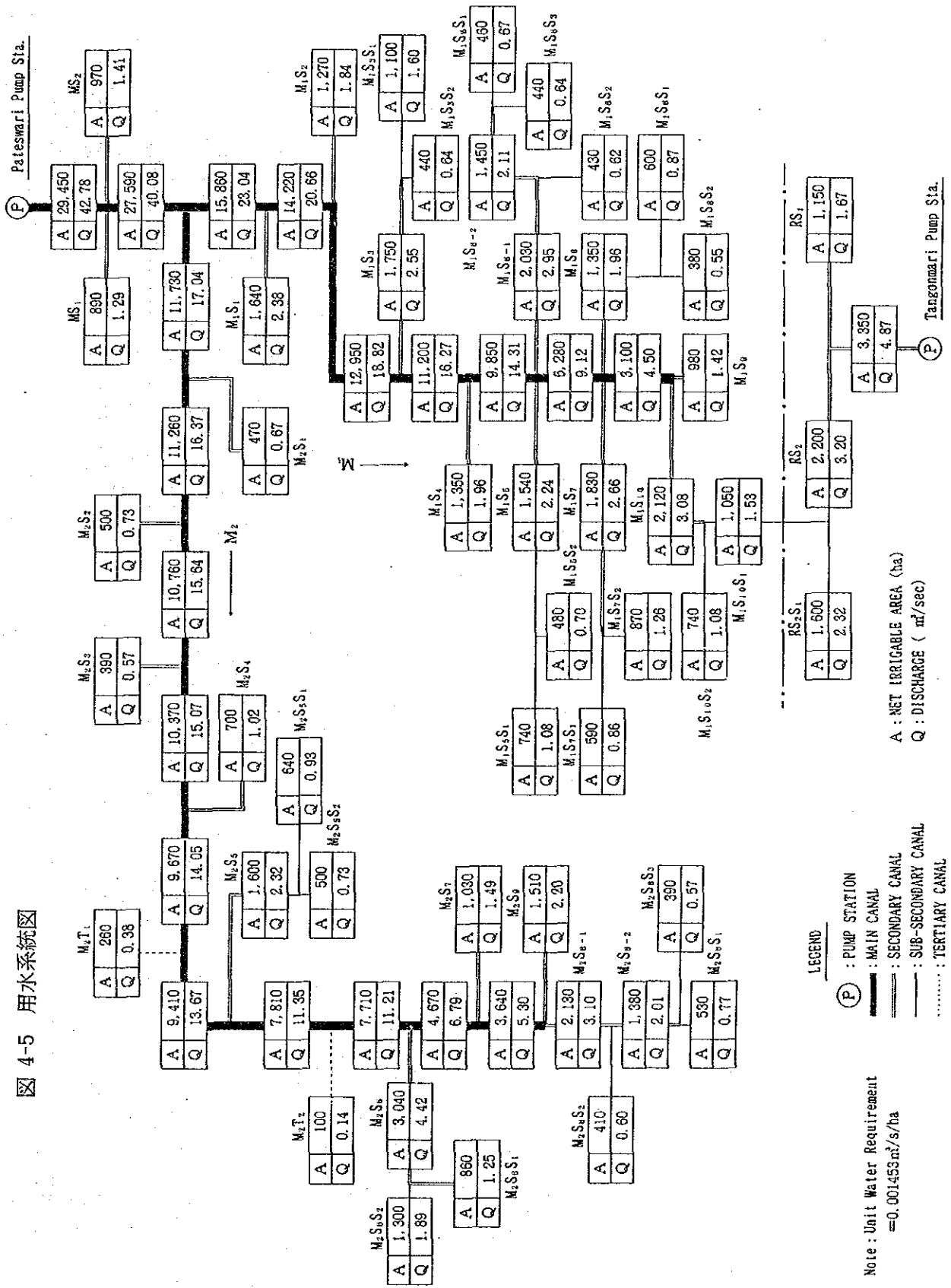
図 4-4 かんがい計画一般平面図

LEGEND

- Ⓟ Pumping Station
- ══ Main Canal
- ▬▬▬ Secondary/Sub-secondary Canal
- Tertiary Canal

SCALE
0 0.5 1 2 3 4 5 km

图 4-5 用水系統圖



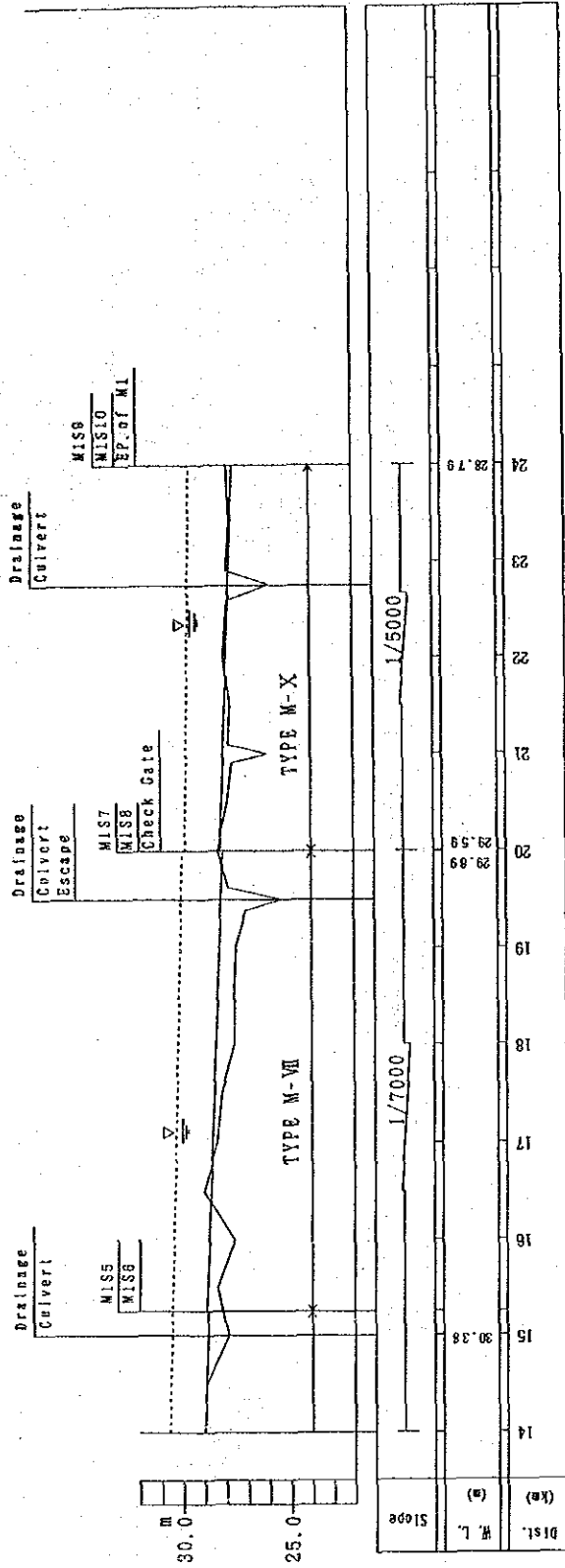
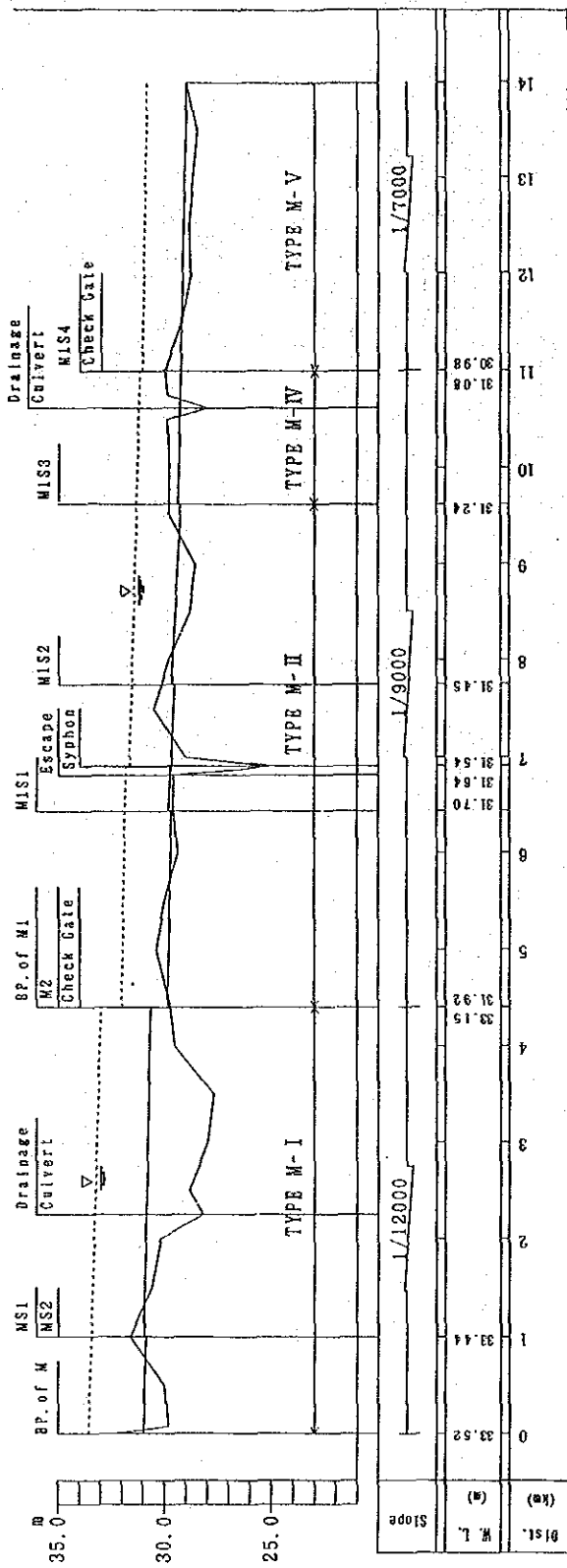


図 4-6(a) 幹線水路縦断面図 (M ~ M1路線)

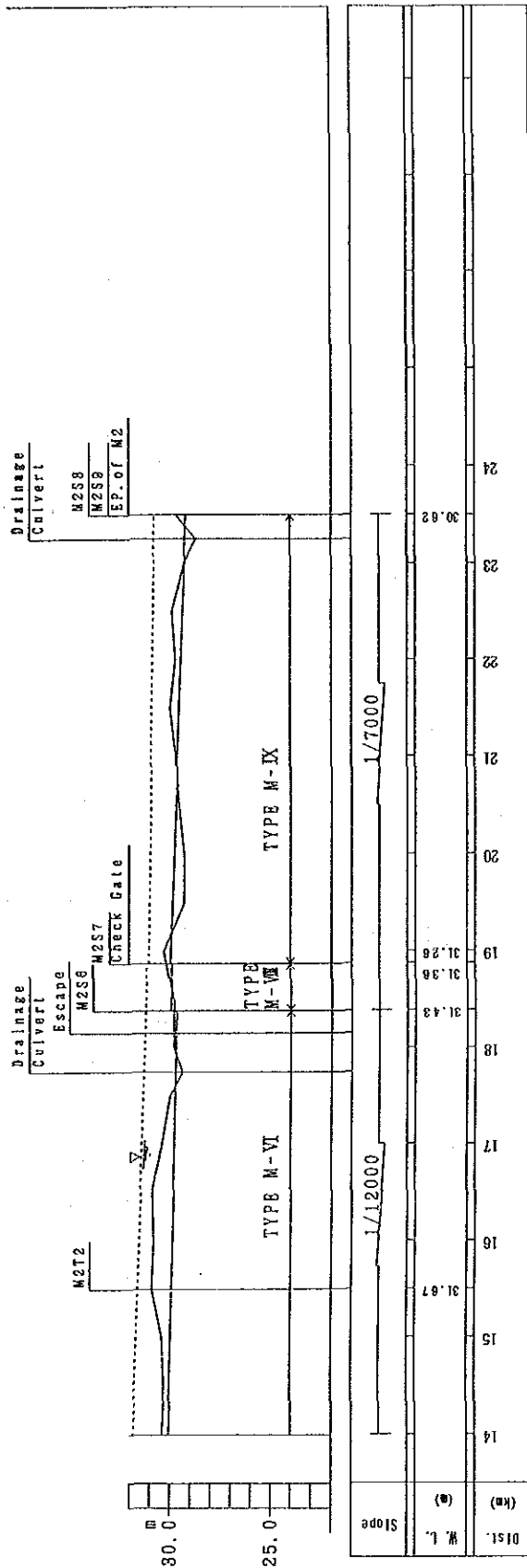
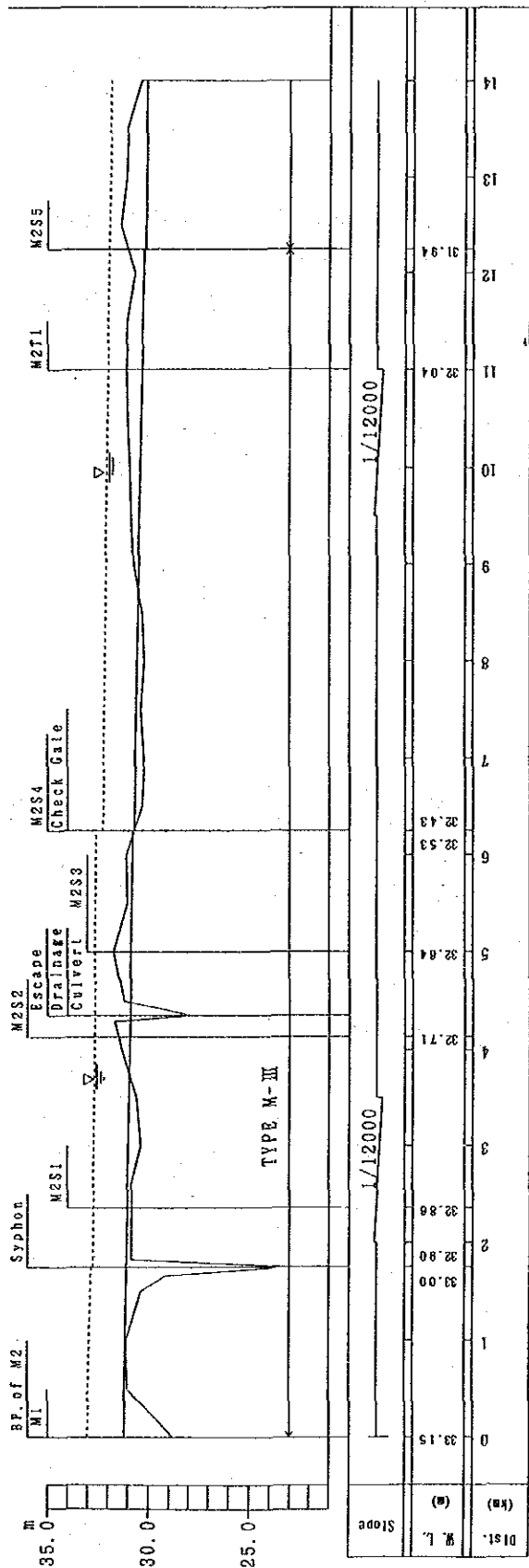


図 4-6(b) 幹線水路縦断面図 (M₂路線)

4-5 排水及び堤防計画

(a) 排水計画

1) 基本的考え方

地区内及び隣接インド側上流域内の蛇行した河道、旧河道および低湿地は降雨流出を一時的に貯留する機能を果たしており、地区下流端部への流出の時間的集中を防いでいる。地区内高位部（北側地域）の圃場レベルから幹支線レベルまでの排水系の施設を改善することは地区低位部の常習湛水地域の排水状況を確実に悪化することとなる。

又、地区内低位部の排水系について、圃場・支線レベルでの改善はもともと地理的低地にあるため、その効果は望み難いので、幹線レベルでの改善により、地区流域の降雨流出を速やかに外周河川に排出することが最も有効かつ合理的である。

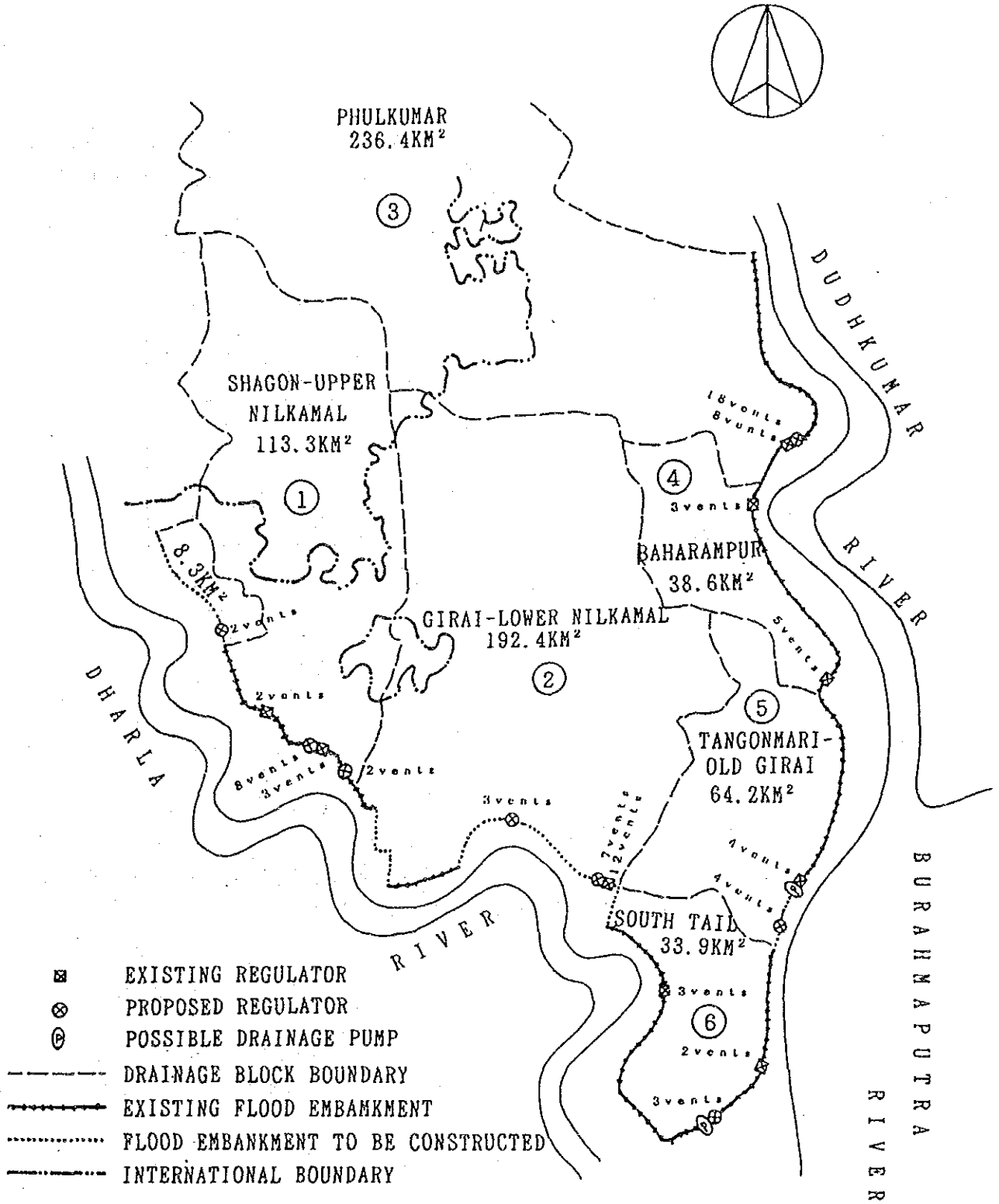
排水解析により現況を解明し、後述の計画基準を満たすべく地区低位部での幹線レベルの排水施設の改善を図る。

2) 計画基準

BWDB関係者と協議した各種比較検討の結果、以下の計画基準を策定した。

- 計画降雨 : 1/5 確率、5日間連続雨量、ティーセン法により面積雨量に変換。
- 設計外水位 : 計画降雨発生時は年最大5日連続雨の生じた時点の外水位のうち、1/2 確率に相当するもの。
: 外周河川単独の洪水発生時は年最高水位の1/5 確率に相当する実降雨。
- 基準田面 : 各排水ブロック面積のうち、河道、凹地を除く面積のうち、低位部の20%を湛水せしめる水位（比較案として10%の場合も検討した）。
- 許容湛水 : 基準田面を 0.30m以上の湛水が継続する期間が5日を越えない（比較案として3日の場合も検討した）。
- 排水樋門 : 1門の寸法、1.52m *1.83m。
水門による内外水位の差が0.15~0.23m の範囲に入る。

图 4-7 排水計画一般平面図



受益面積：堤防未完成の現状において、5年回帰の洪水により湛水する区域（排水河川および凹地を除く）で、堤防及び排水施設の建設により湛水軽減の利益を受ける面積とする。

洪水被害地域：0.3m以上の湛水深が5日間を超えて継続する区域（排水河川および凹地を除く）。

3) 排水解析

降雨流出は中安法を用い、各排水ブロック毎にH-A-V表を作成し、外水位との水位差による排水収支を6hrを単位時間として行った。その結果、排水条件別の要施設整備量は下表のとおり得られた。

表4-11 排水解析の結果

受益地を救済する %	80%以上		90%以上	
	5日	3日	5日	3日
0.30m 以上湛水日数	5日	3日	5日	3日
必要樋門門数 *	89	89	89	89
” 箇所数 *	14	14	14	14
必要ポンプ容量 (cms)	10	18	28	37
” 箇所数	2	3	3	3

* 既設樋門を含む

** 河道、凹地を除く受益地15,140ha〔現況湛水面積〕

4) 施設計画

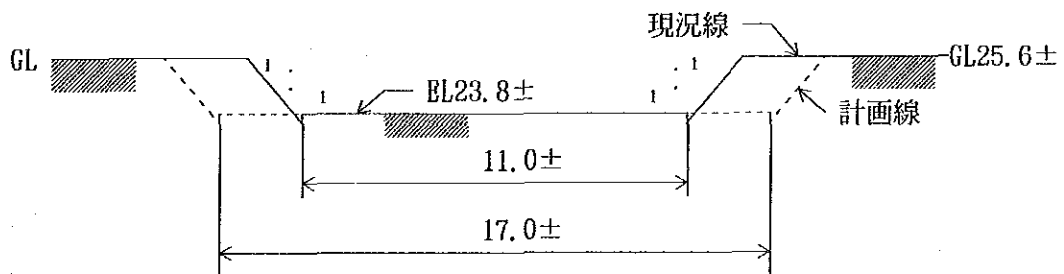
圃場、支線レベルの排水系の改良は一切行わないものとする。排水系幹線のうち、外周河川への排水樋門の増設（門数及び箇所数の増）及び排水ポンプの新設を上記解析結果に基づいて計画し、更に増設した樋門の能力に見合った容量を排水幹線の下流部付近に持たせるべく、必要箇所、区間の改修を計画する。諸検討の結果、施設計画は次表のとおりとする。

表 4-12 排水施設の整備

Name	Dimension/Capacity	Remarks
Taluk Simulbari Reg.	2-1.52×1.83	新設
Shagon Chara Rag.	8-1.52×1.83	増設
Barabhko Reg.	2-1.52×1.83	新設
Bangamore Reg.	3-1.52×1.83	〃
Pateswari Chara Reg.	7-1.52×1.83	増設
Phulkumar Reg.	18-1.52×1.83	〃
Gogada ha Reg.	4-1.52×1.83	新設
Begomganj Reg.	3-1.52×1.83	〃
Tangonmari Pump Sta.	5 cms	新設 (用水併用)
Begomganj Pump Sta.	5 cms	新設 (排水専用)
Girai-Nilkamal Pass	2.0 km	拡幅

上表中の Girai-Nilkamal Passは、Girai川流域の約半分 (67.2km²) の流出水をNilkamal河下流端のPateswari chara に導水し、Pateswari chara Regulator により排出されるべく機能しているが、洪水時には流水の一部はTegonmari-Old Girai ブロックに侵入し、その湛水状況が悪化している。従って、Pateswari chara Reg.の増設に伴い、樋門設計流量に見合った通水断面を検討した結果、通水断面の拡幅の必要性が見出された。その標準図を下に示す。

Girai-Nilkamal Pass 拡幅標準断面図



(b) 河川堤防計画

1) 基本的考え方

地区外周の洪水堤の建設は計画全長84kmに対し、'80年以来'89年までの間に61.6kmが完成したが、未施工区間及び破堤部分が計10ヶ所あり、未だに洪水防除の機能を果たすに至っていない状況にある。洪水堤の全延長完成の早期実現を第一に考えることが勿論である。

従前の工法により建設された堤体の耐久性は必ずしも満足な水準になく数年のうちに補修、リハビリが必要となっている区間が多いので、新規に建設される分については、より耐久性のある堤体を、既建設区間については耐久的な補修、リハビリの方法を計画する。又、地区外周堤防建設に際し、前記排水計画に見合った樋門を建設するように計画する。

堤体は通常の降雨、内・外水位、交通などに対して耐久的であるようにして建設費の経済性を図り、河川の洪水流（水位ではない）に対する耐久性は原則的に考えず、必要に応じて別に保護工を計画する。

2) 計画基準

BWDB関係者と協議の結果、以下の計画基準を策定した。

計画洪水位 : Dharla 川及び Dudhkumar 川は1/50の確率、Brahmaputra 川は1/100の確率の高水位。

フリーポート : Dharla川及び Dudhkumar川 1.20m

(将来の川床上昇分 0.30mを含む)

: Brahmaputra 川 1.50m

堤体形状 : 従前のものを継承するが、築堤材料、築堤方法に対し改善を図る。

3) 築堤計画

築堤材量のうち、シルト質土壌は全般的に不足気味であり、従来の工法ではすべてを砂質土にて築堤し、その整形後に直接芝付けをすることが一般的であった。これに対し本計画では斜面の安定を第一に考慮し、シルト質土壌の有無に従い、下記の2タイプの築堤断面を採用するものとする。

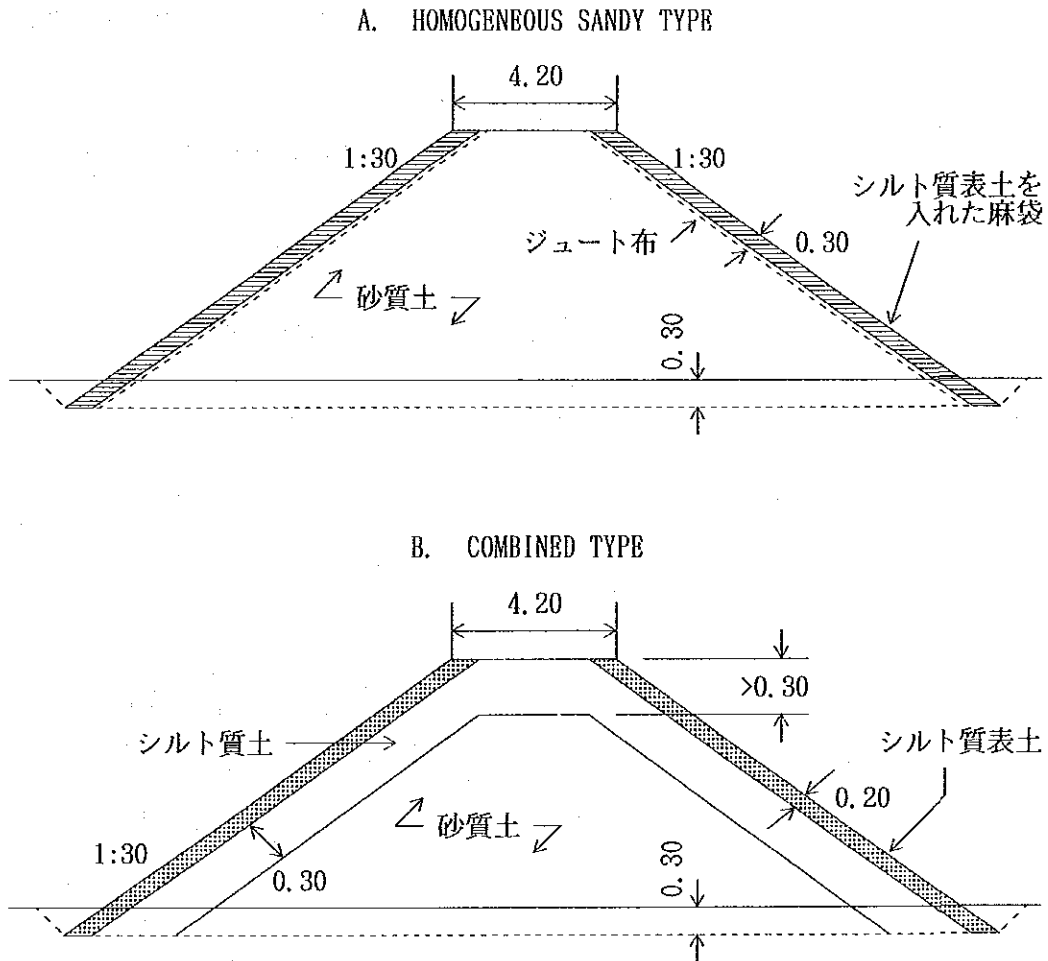


図4-8 堤防標準断面

築堤の区間長の位置は表4-13のとおりである。

表 4-13 堤防新設延長

From (KM)	To (KM)	Length (M)	Remarks
[along Dudhkumar Right Embankment]			
0+01		5	Cut by farmers for local drainage
9+86	10+07	210	Phulkumar River running through
31+88	32+95	1,070	Swamp of old Girai River; a regulator planned
41+34		aprx. 300	Swamp of old Dharla River; a regulator planned
[along Dharla Left Embankment]			
0+00	6+00	6,000	Not constructed yet
12+10		90	Shagon Chara River running through; additional regulator planned
13+		5	Cut by farmers for local drainage
15+13	18+93	3,800	Existing road
20+43	29+43	9,000	Not constructed yet; a regulator planned
29+43	31+03	1,600	Existing road
Total		22,080	

4) 堤防改修計画

既設堤防の補修・改修は下記説明図のように行ない、修理部分が前述計画断面となるようにするものとする。又、その工事量はその修理程度により下表に示す。

図 4-9 堤体補修/改修説明図

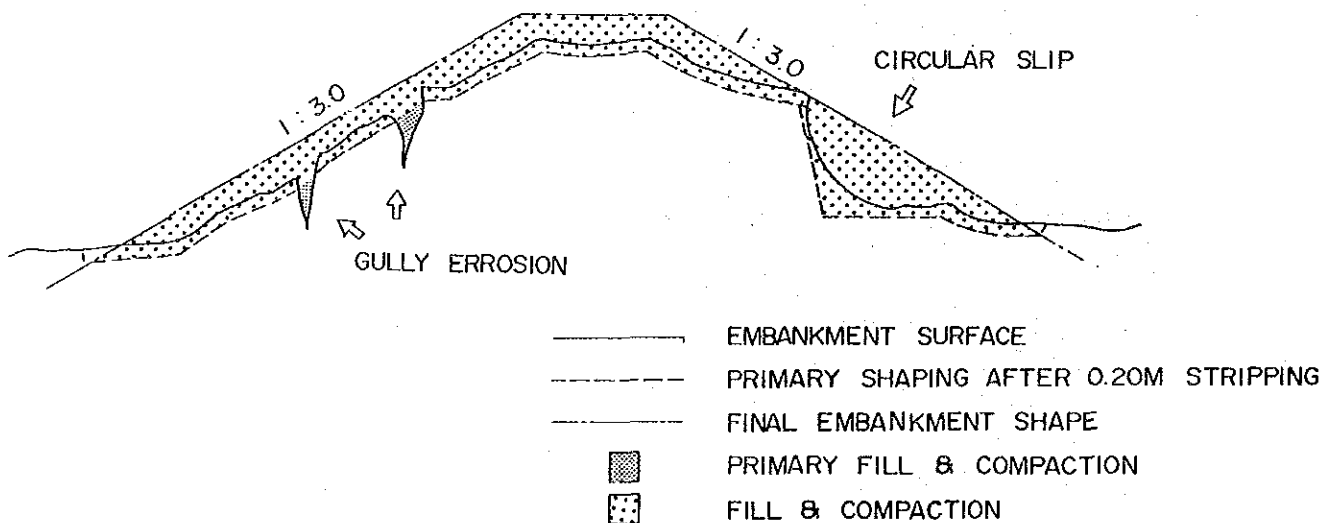


表 4 - 14 堤防改修延長

	Dudhkumar Right Embankment	Dharla Left Embankment	Total
Reconstruction	0.20	—	0.20
Major Repair	8.33	3.95	12.28
Minor Repair	8.89	3.50	12.39
Shaping	18.61	10.22	28.83
No Repair	2.60	4.20	6.80
Total	38.63	21.87	60.50

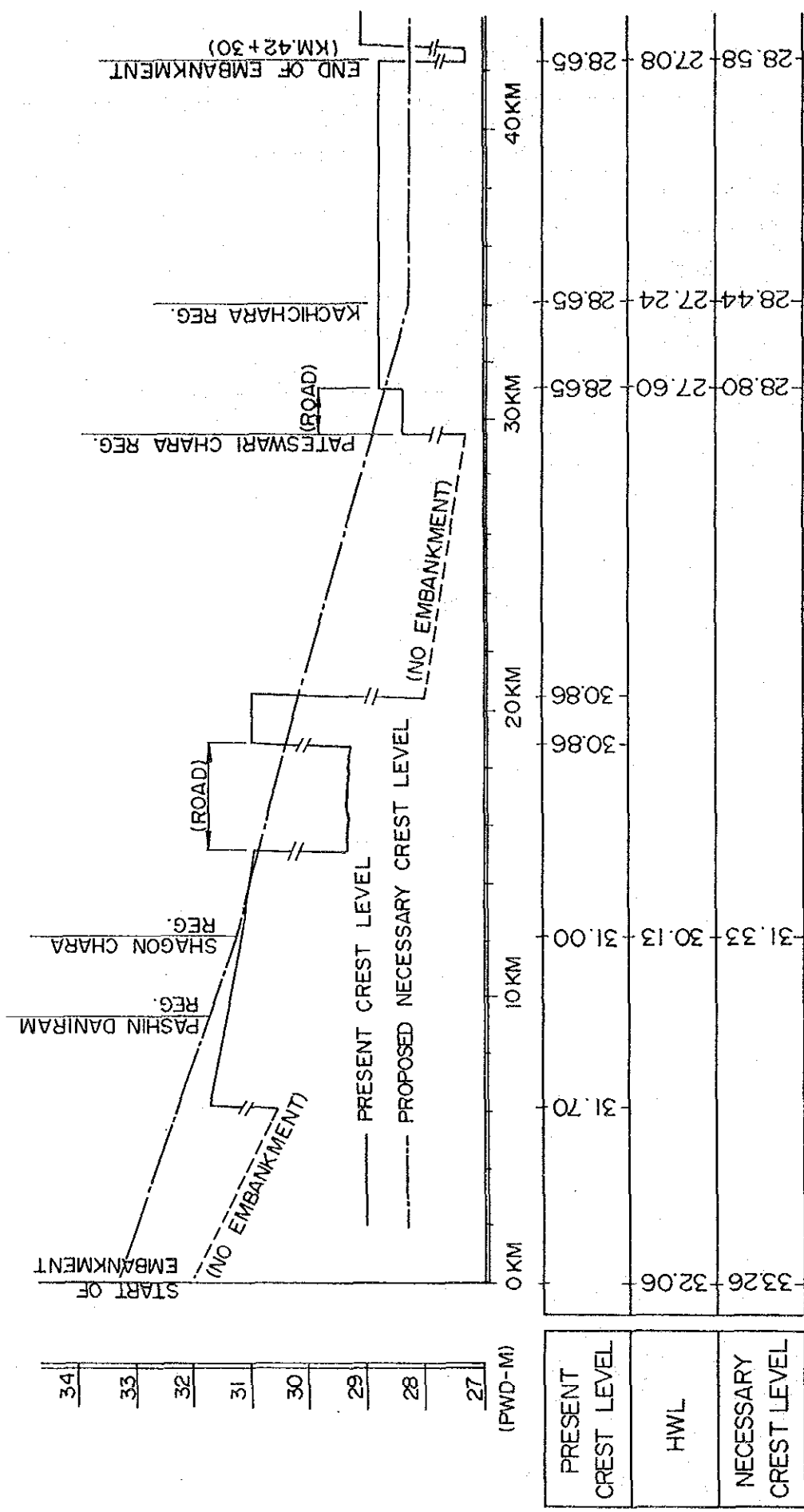


図 4-10 ダルラ川左岸堤防計画縦断面図

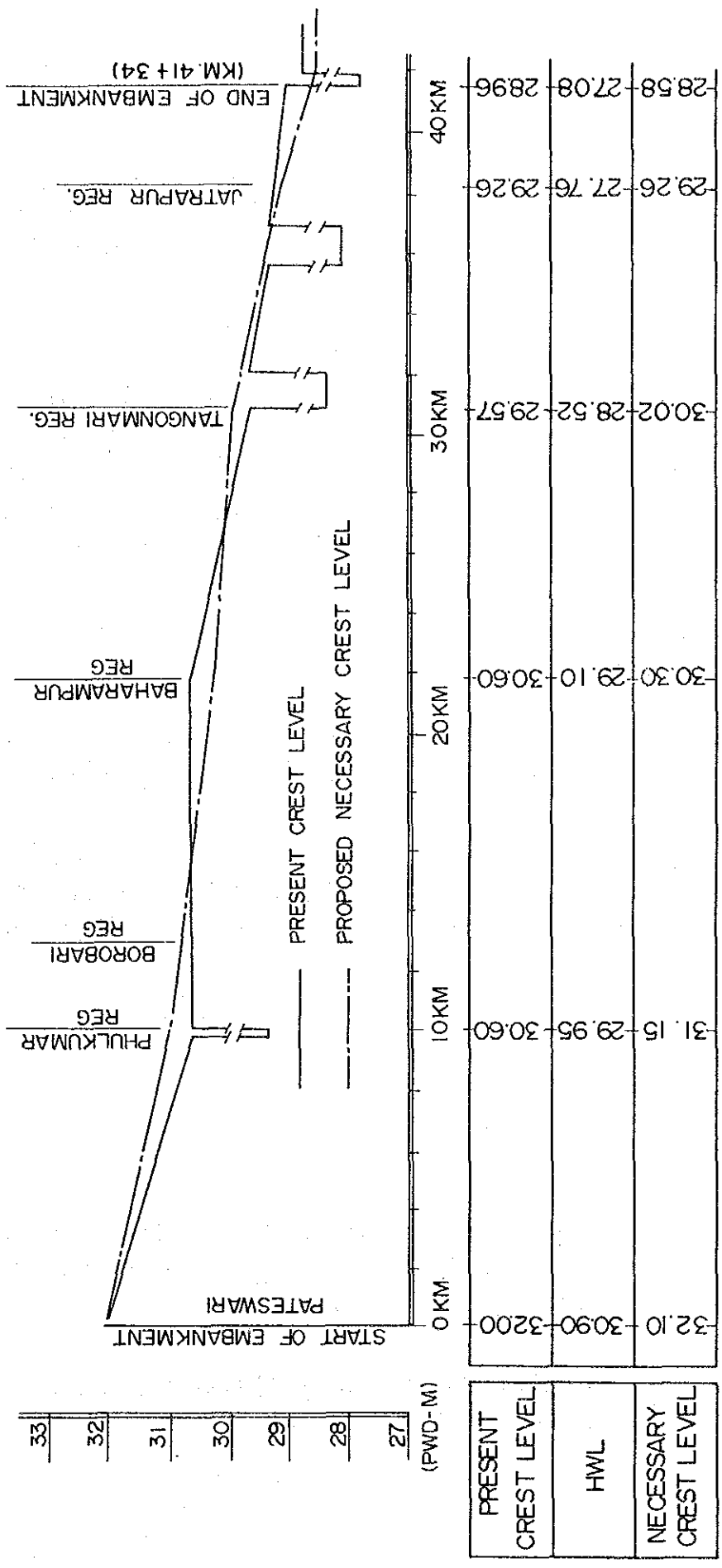


図 4-11 ドゥドクマル右岸堤防計画縦断面図

4-6 流通および農業支援システム

(a) 農業生産資材の供給

本事業実施後、かんがい水を得て栽培管理の集約化・高度化が進めば、肥料、農薬、種子等の需要が増加する。これ等の資材の円滑な供給を図るためその流通システムを強化する必要がある。

肥料と種子の供給は従来 BADC が独占的に扱ってきた。しかし、近年政府は肥料の流通の効率化を図るため、肥料の卸売りおよび小売り段階における民間の参入、特に農民組織である UCCA の参入を積極的に推進している。本事業の実施後、当地域の肥料の需要は年 23,000 トン、現状の 6 倍に達すると推定されるので、UCCA/KSS/BSS/MBSS 組織の拡充強化および肥料流通システムへの参入を早急に促進してこれに対応させることが必要である。また UCCA 組織の活動の一貫として貯蔵倉庫、販売センターの適切な配置を推進するとともに、輸送、通信等の社会資本の整備が重要である。

(b) 農業生産物の流通

本事業の実施後、米麦の生産は年 180,000 トン、現状の約 2 倍に達する計画である。また野菜等換金作物の生産も増加することになる。これに従い市場流通量も大幅に増大する。

これら生産物の出荷を円滑に行い、また農民側が有利な立場で販売できるようにするため、精米麦施設、貯蔵施設、輸送手段、市場情報の伝達システム等が整備され、農民の UCCA/KSS/BSS/MBSS の組織化が進められ強化されなければならない。また、市街地における公設市場、道路、フェリー等の整備が重要である。

さらに、本事業の施設計画に当たっては、流通道路の機能を配慮した施設管理道路ネットワークの建設を計画することとする。

(c) 農業支援

計画される生産の増加、改善を進めるため、農家の適用し得る当地域に適する栽培技術体系を確立し、これを農家に普及することが重要である。そのための方法として、当地域内に次のようなモデル・ファームを設置することを提案する。

- －面積； 7ha、栽培試験、展示、研修用の 3圃場（かんがい施設とも）
- －施設；実験室、作業室、研修室、事務所、倉庫

一組織；所長（作物栽培） 1人、専門普及員（作物保護、水管理） 2 人、その他技術員 5人、作業員20～22人

現存する DAE傘下の普及組織については、要員、車両および器材を充実してその強化を図る必要がある。

4-7 環境への影響

プロジェクトが環境に与える影響は主として住民の健康、魚類および自然植生の面から論じられる。

この付近で魚の産卵・孵化が行なわれている主な場所は Brahmaputra川にあり、流速の速い支流の Dharla川および Dudhukmar川には存在しないといわれている。Dudhukmar川の Pateswari 地点および Brahmaputra川の Tangonmari 地点にポンプ場が建設される計画であるが、これによる産卵場に対する影響は全くないと考えられる。

水路の建設については、地区内の河川や排水路の流水を阻害しないように水路橋、サイフォン、カルバート等の横断構造物を設置する計画であるので、魚の移動を妨げることはない。また堤防については地区内からの排水系統の各吐き出し口に樋門が設置されるので、地区周囲の河川から地区内への魚の遡上が妨げられることはない。

排水改良により洪水時の水位が下がりまた年間を通してかんがい水が導入される結果、地区内の排水河川や池沼の水量は安定し保存されるようになるので魚の養殖には良い状態をもたらすと考えられる。

地区内の植生については、もともとまとまった森林は存在せず、樹木、果樹、竹等が住居周辺に見られるだけであり、農地の拡張を含む土地利用の現状の変更は行なわない計画であるので、特に影響を与えることはない。

農業については先進国における使用水準よりずっと低い使用量を想定しており、特に有害な農業の使用を行なわないように規制すれば問題は生じないと考えられる。

化学肥料については、尿素肥料が年間 9,900トン使用される計画になっている。通常その 40 %が作物に吸収され、その残りの 40 %が分解を免れ、5%が地下へ浸透するとして、この地区の排水条件の下で計算すると、アンモニアの平均濃度は表流水排水の末端において 4.7 ppm、地下水で 0.16 ppm と推定される。この水準は許容できるものである。

以上のような地区内の問題の他、河川からの取水の下流に対する影響について検討する。過去 10 年間で最も渇水の年の 1979 年における取水と、5 年に 1回の確率の河川渇水量を想定した場合、年間最大の取水率は 4月の中・下旬に現れ、その値は 0.45 および 0.46、その時の取水後の河川流量は 45.3 m³/sec. および 50.6 m³/secである。この影響を受けるのは Brahmaputra川との合流点までの約 20 kmであるが、取水地点から僅か 5 km にインド国境があるため舟運の水路としては重要でないことから、このような取水による影響は許容されると考える。

第5章 主要構造物の予備設計

第 5 章 主要構造物の予備設計

5-1 パテスワリ用水機場

(a) 取水工

1) 計画取水水位・計画取水流量

—計画取水水位 L.W.L= 25.50 m (P.W.D)--既往最低水位 (1966年)

Dudhkumar Riveの取水予定地点における最低水位は、河床の上下変化と水面幅の変化によって毎年変動している。最低水位の変動幅は、最小流量 60 ~ 90 m³ /secの範囲でおおむね 25.8 ~ 26.4 mの範囲である。また、最近の最低水位は上昇傾向にある。以上の検討結果に基づき将来の変動に対し安全な計画取水水位を設定した。

—計画最高洪水水位 H.W.L= 30.86 m (P.W.D)--既往最大水位(1984 年)

—計画最大取水量 Q_p= 42.78 m³ /sec

—河川最小流量の状況 (1964~1989年)

- ・既往最小流量 56 m³ /sec (1980 年 4 月 5 日)
- ・1/5 確率流量 73 m³ /sec (各年の最小流量についての確率)
- ・渇水期 3月・4月における河川流量 (10日間平均) を表 5-1に示す。

表 5-1 渇水期 (3月・4月) の河川流量 単位: m³ /sec

		既往最小流量	平均流量	最大流量	1/5 確率	1/10確率
3 月	上旬	59	93	135	75.4	68.2
	中旬	62	89	128	75.0	68.4
	下旬	63	90	131	72.8	67.4
4 月	上旬	63	93	133	76.5	68.8
	中旬	70	108	178	82.6	75.4
	下旬	65	143	289	93.1	80.5

表 5-2 河川取水率 (1/5 確率 10 日平均、3月・4月)

		かんがい必要水量	1/5 確率河川流量	河川取水率
3月	上旬	25.81 m ³ /s	75.4 m ³ /s	0.34
	中旬	25.93	75.0	0.35
	下旬	25.37	72.8	0.35
4月	上旬	27.40	76.5	0.36
	中旬	37.29	82.6	0.45
	下旬	★42.78	★93.1	★0.46

表 5-2によれば最大取水時 (4月下旬) の河川取水率は、46%であり、下流に対する重大な影響をもたらすことなく、所要の取水量を確保することができると考えられる。

2) 水制工

現況低水時の水面幅は、約 300 m であり、流心は、左岸側より180 ~ 200 m の右岸側寄りである。このような状況から、取水を確実にこなうため下記のような対策を計画した。

- 取水地点の対岸に水制工を設け、流心を確実に取水地点に向かうようにする。
- 取水庭を設け、取水がスムーズに行なえるよう工夫する。
- 毎年の最小水位の変動を考慮し、取水の安全を期すため、取水口の水深を維持する目的で取水口の下流に帯工 (H=1.0 m) を設ける。

このような対策は、反面、洪水時での土砂堆積を招くことが懸念される。このため 1~2年 に一回程度、雨期の終わりから乾期の始めにかけて堆砂処理を行なうものとする。

3) 河川護岸工

取水地点の低水流路を固定し、また大洪水から計画ポンプ場を保護するため十分な強度をもつ河川護岸工を計画する。

(b) ポンプ場

1) ポンプ場形式の選定

計画のポンプ場形式は、①立軸斜流ポンプ形式 ②インクラインポンプ（斜軸斜流）形式 ③スクリュウポンプ形式 の3形式について、設備費、建屋、土木費及び維持管理費の面から比較検討した結果、最適である立軸斜流ポンプ形式と決定した。比較検討結果一覧表は、表 5-3 に示す通りである。また、フローティングポンプ形式は、低水流量時での水深が 1.5～ 2.0 m であるため、大口徑のポンプが必要となる台船の設置が不可能であることからこの比較検討から除外した。

2) ポンプ台数の選定

ポンプ台数を決定するに当たり、次のような点を考慮した。

- ポンプ・モーターは、一般に台数が多くなるほど設備費が高くなる。
- 一台当たりの容量が大きくなるほどポンプ・モーターの効率は良くなりランニングコストは安くなる。
- ポンプ・モーター設備の故障が考えられるので、故障時の稼働率も配慮する必要がある。
- 計画揚水量は、最大需要量で決定されるが、水需要の少ない時期にも追従できるようなポンプ台数を考慮する必要がある。
- ポンプのメンテナンスの容易性、互換性を配慮する。

以上の観点から、計画ポンプ台数は、① 3台案 ② 4台案 ③ 5台案の3ケースについて設備費、建屋、土木費及び維持管理費について比較検討した。その結果は、表 5-4に示す通りである。この比較検討結果から、最適である 4台案（立軸斜流ポンプφ2200 mm × 4台）を採用する。

表 5-3 ポンプ形式の検討結果一覧表

形式 項目	立軸斜流	インクライン	スクリュウ
1. 計画諸元			
設計流量	42.78 m ³ /s	42.78	42.78
ポンプ口径	φ 2,200 mm	φ 1,000	φ 3,400
ポンプ台数	4 台	22	12
ポンプ容量	10.70 m ³ /s	1.95	3.57
ポンプ全揚程	8.6 m	9.0	9.2
ポンプ回転数	225 rpm	493	26
ポンプ効率	86 %	82	75
ポンプ出力	1,220 KW	250	500
ポンプ全出力	4,880 KW	5,500	6,000
2. インitialコスト	(年経費に換算、耐用年数30年) × 10 ³ TK		
ポンプ施設	104,172	143,079	142,602
ポンプ上屋	4,288	5,567	4,169
土木費	13,272	3,201	14,406
小計	121,732	151,847	161,177
3. 年間維持管理費	49,744	57,677	61,840
計	171,476	209,524	223,017
	(100)	(122)	(130)
4. 運転・操作	-水位でon-off ドライブ	同 左	同 左
	-L.W.L以下での ドライブ不可	”	-L.W.L以下で ドライブ可
5. 維持管理	-分解点検はク レーン使用	-再組立時、調 整は熟練要す	羽根車の塗装 1-2年に1回 程度行なう
6. ゴミの通過	-スクリーンを 通過するゴミOK	同 左	多少大きなゴ ミもOK
7. 総合評価の順位	1	2	3

表 5-4 計画ポンプ台数の比較検討結果一覧表（立軸斜流）

比較案 項目	3 台 案	4 台 案	5 台 案
1. 計画諸元			
設計流量	42.78 m ³ /s	42.78	42.78
ポンプ口径	φ 2,600 mm	φ 2,200	φ 2,000
“ 容量	14.26 m ³ /s	10.70	8.56
“ 全揚程	8.6 m	8.6	8.8
“ 回転数	184 rpm	225	245
“ 効率	87 %	86	85
“ 出力	1,600 KW	1,220	1,010
“ 全出力	4,800 KW	4,880	5,050
2. イニシャルコスト	(年経費に換算、耐用年数30年) × 10 ³ TK		
ポンプ施設	112,431	104,172	106,872
“ 上屋	880m ² 4,192	900m ² 4,288	874m ² 4,164
土木費	22.40m 12,872	20.45m 13,272	19.4m 13,506
小 計	129,495	121,732	124,542
3. 年間維持管理費	50,090	49,744	51,253
計	179,585 (105)	171,476 (100)	175,795 (103)
4. ポンプ1台故障時の稼働率（危険分散）	低 67%	中 75%	高 80%
5. 水需要に対応した操作性	劣	中	良
6. 総合評価の順位	3	1	2

注： ポンプ全出力は、建屋の照明、バタフライバルブ、クレーン、除塵機等に必要な約100KW を含んでいない。

3) 吐出槽及び沈砂池

揚水された後に想定される幹線水路への沈泥を減ずるため沈砂池を計画する。沈砂池の大きさは、沈砂対象粒径 $d=0.02\text{mm}$ として、 $A=120 \times 360 \text{ m} = 43,200 \text{ m}^2$ とする。また、ポンプの運転は、沈砂池の容量を生かしたON-OFF運転を行なうものとする。沈砂池の有効水深は、ポンプ設備を守るため ON-OFFの断続運転の休止時間を考慮して決定した。沈砂池の計画諸元は、下記のとおりである。

- H. W. L= 33.52 m
 - L. W. L= 30.52 m
- H=3.0m (有効水深)
- 沈砂池の有効容量 $V=43,200 \times 3.0 = 129,600 \text{ m}^3$
 - 沈砂池有効容量に対してのポンプ運転時間能力 (T)
- $T = 129,600 / 42.78 \times 60\text{sec} = 50 \text{ min}$ (最大揚水時)

4) 電力の供給

現況の送電線の 11 KVラインからの受電が可能であり、このラインの最も近接した地点から新設送電線 (11 KV) によって電力を供給する。この新設する送電線の延長は、約5.5km 必要である。

しかし、このポンプ場の運転により、既設の送電ラインに電圧降下を生じ他の設備に支障を及ぼす心配があるため、電力供給源からの確実な電力供給運用がなされなければならない。

取水工及び計画ポンプ場のレイアウトを示すと、図 5-1のとおりである。

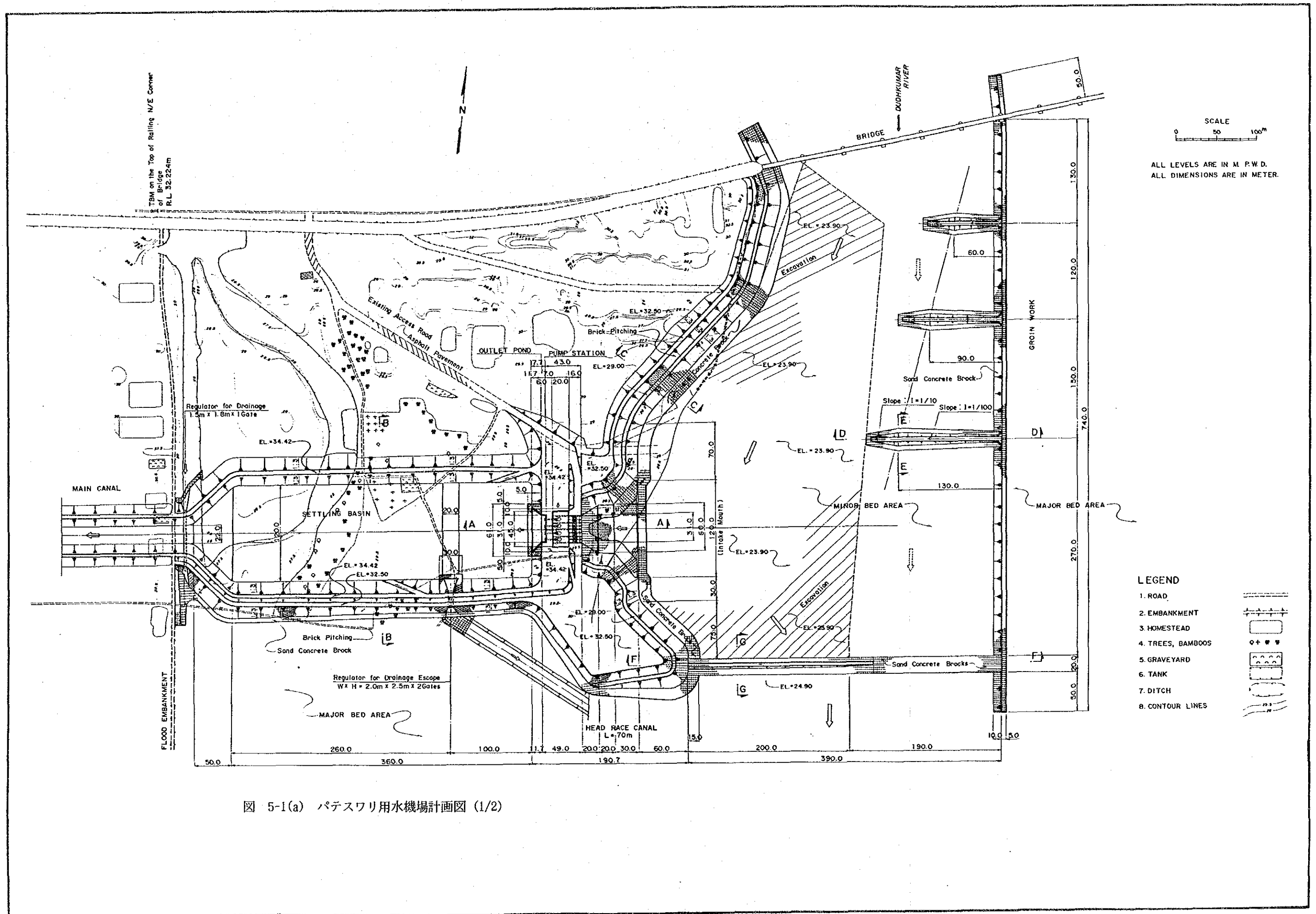
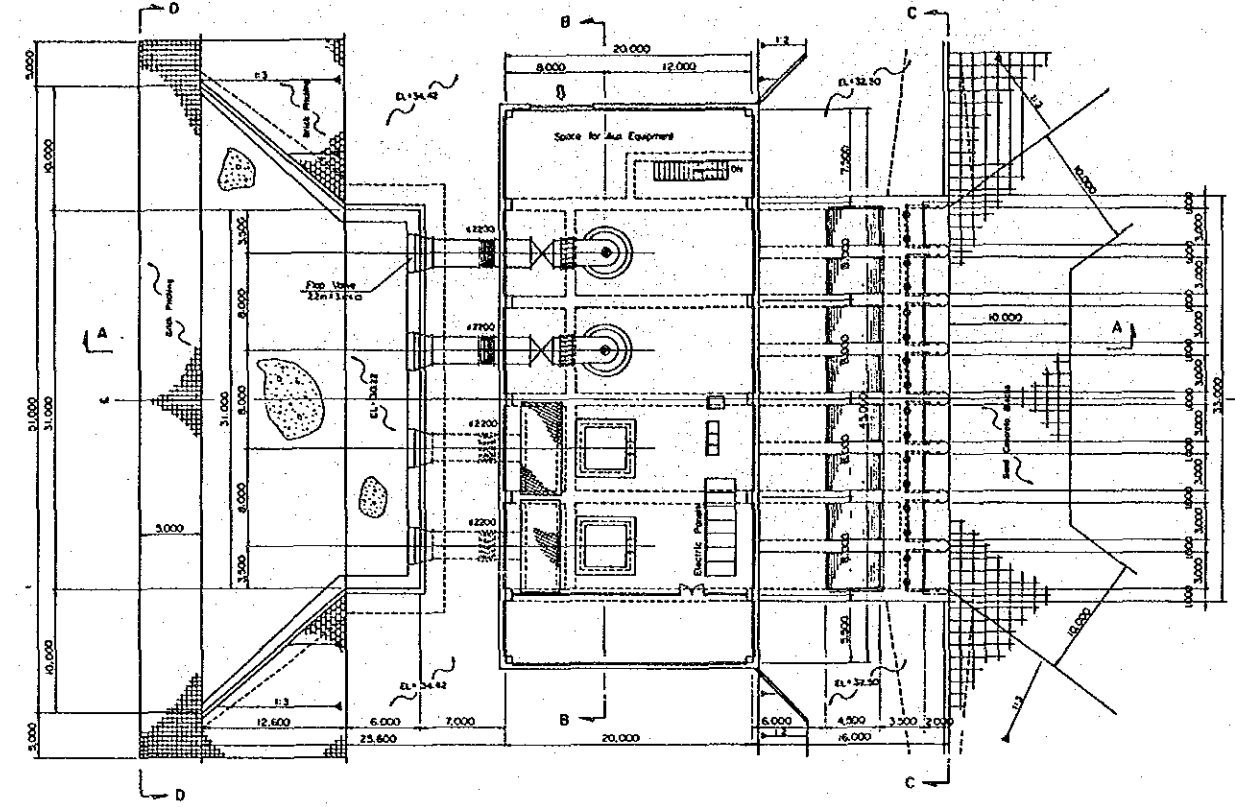


図 5-1(a) パテスワリ用水機場計画図 (1/2)

PLAN



CROSS SECTION (A-A)

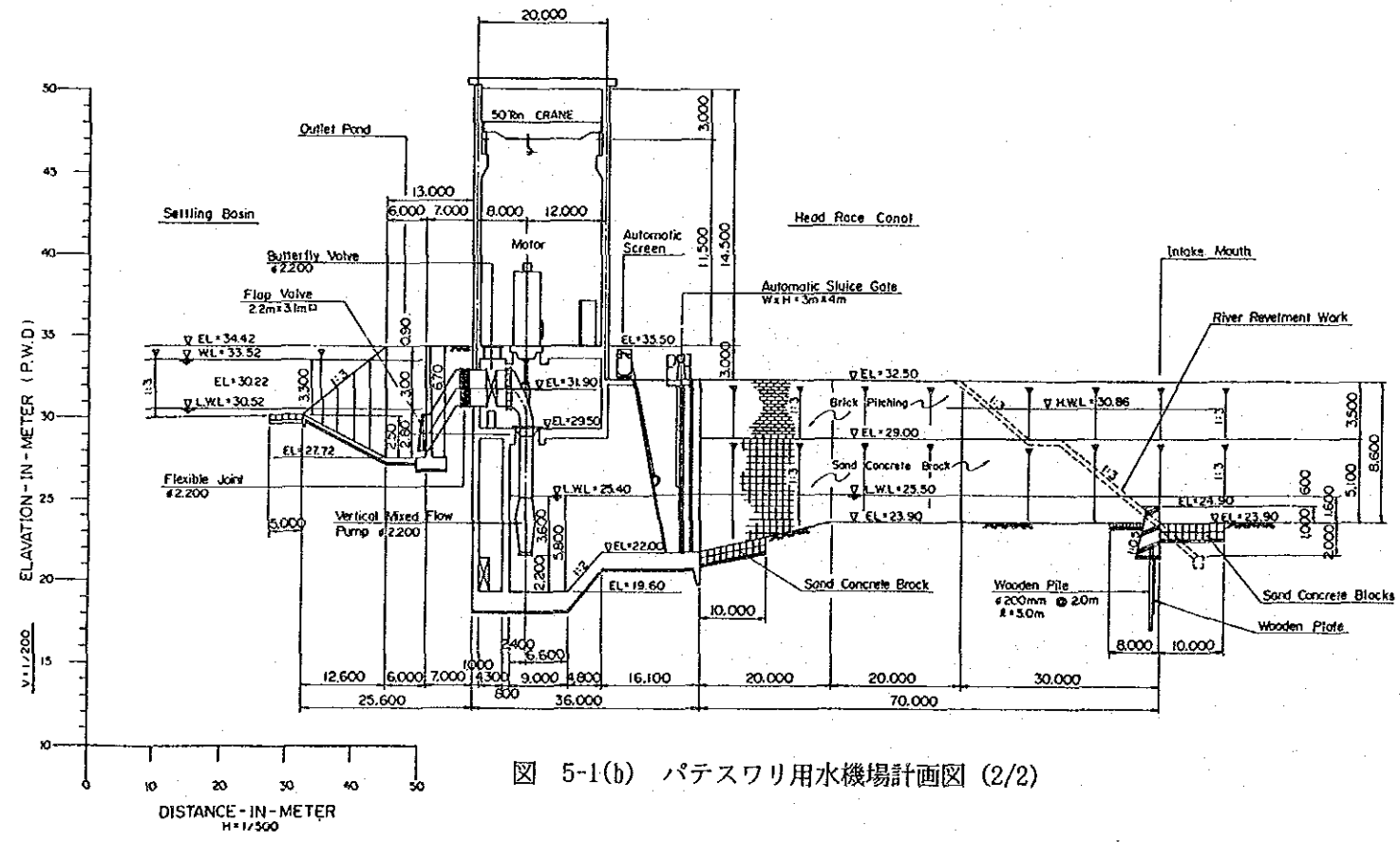
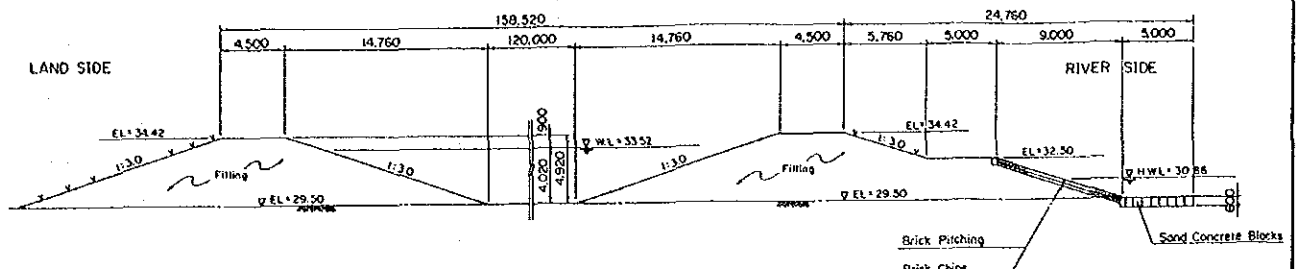
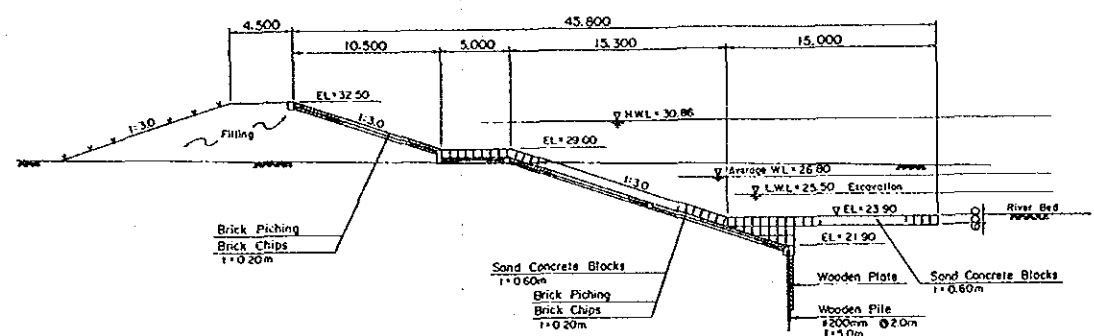


図 5-1(b) パテスワリ用水機場計画図 (2/2)

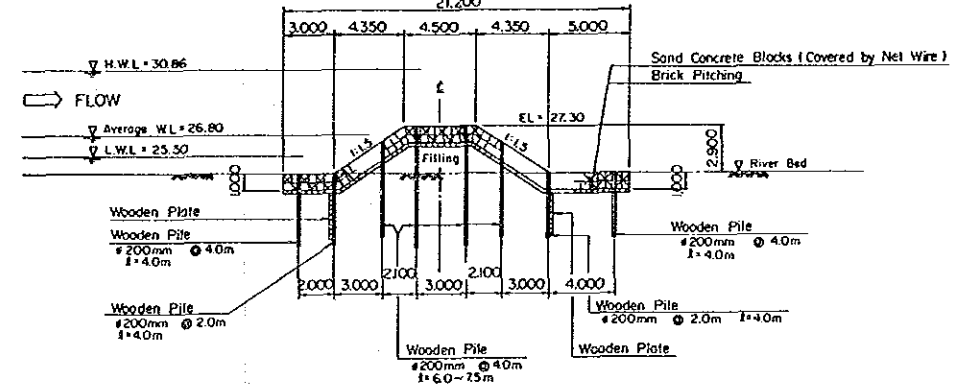
B-B



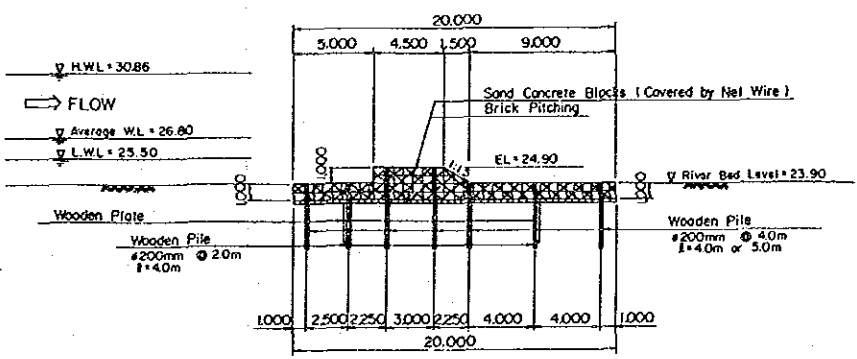
C-C



E-E



G-G



5-2 タンゴンマリ用排水兼用機場

(a) 取水地点の河状

1) 河床変動状況

過去25年間の最低水位観測データから各観測地点の最近における河床変動状況は、下記のとおりである。

- Pateswari (Dudhkumar River) --- ゆるやかな上昇傾向 (0.3m程度)
- Noonkawa (Brahmaputra River)--- 大幅な下降傾向 (約 2.0m)
- Chilimari(")--- 大幅な上昇傾向 (約 1.5m)
- Bahadurabad(")--- ゆるやかな上昇傾向 (約 0.6m)

2) 河岸変動状況

Dudhkumar 川のBrahmaputra 川への合流地点付近の河岸変動は、既設堤防から200 ~1300mの範囲で大きく変動している。計画ポンプ場地点の河岸位置 (Dudhkumar 川の合流点から下流約8km) は、現時点で、既設堤防から250mである。過去15年間における河岸変動を見ると比較的安定しており、変動幅は、250 ~600m程度である。

3) Noonkawa地点の水位変動状況

計画ポンプ場地点に最も近く、上流約 2kmに位置するNoonkawa観測所の水位変動状況は、下記のとおりである。

- 雨期 (6月~10月) の水位変動幅 --- W.L = 24 - 27 m (P.W.D)
- 乾期 (11月~ 4月) の " --- W.L = 20 - 23 m (")

ちなみに、計画ポンプ場地点の地盤標高は約25m である。

4) 取水上の問題点

- 河岸変動と年間水位変動 (最大水位差 : W. L = 20 - 27m) は、さけられないため、導水路の維持管理を効率よく行なう必要がある。
- 導水路の堆砂処理は、計画最大取水量 ($Q=4.87 \text{ m}^3 / \text{sec}$) の確保のため毎年雨期の終わりから乾期の始めにかけて実施しなければならない。

このように、計画ポンプ場地点は、取水の確保のために、導水路の掘削、堆砂処理が必要不可欠であるが、計画取水量が小さい点と地形上から計画地区（かんがい面積 $A=3,350\text{ha}$ ）への用水供給に問題なく用排兼用ポンプ場として最適なこの地点と決定した。

(b) 計画取水水位

1) 水位変動、河床変動状況

Noonkawa, Chilimari, Brahadurabad の 3箇所の観測所の年間最低水位、最高水位のデータ（1962-1988 年）から表 5-5に示すような点が明らかにされた。この表から、最近10年間で見ると最低水位の変動は変化がいちじるしい。しかし、河川の平衡河床を長い年月で見ると、緩勾配→急勾配→緩勾配（言い換えると、河床の上下変動）の繰り返しである。

2) 計画取水水位の決定

河川最低取水水位は下記のとおりとする。

$$\text{L. W. L.} = 19.99 - 0.07 = 19.92 \rightarrow 19.9 \text{ m}$$

* : Noonkawa地点の既往最低水位（1987年）である。

** ; Noonkawa～計画ポンプ場地点間の水面勾配差である。

しかし、水位変動が大きいことと、将来の人工的影響等により流量が減ることが予想されるため、安全を見て堤防地点に設置する取水樋門、樋管とポンプ場の計画最低取水水位は、L. W. L. = 18.90 m で計画する。導水路でのL. W. L. は土砂堆積の問題を考慮し、将来において水位低下が起こっても導水路底の掘削により容易に対応できるので、L. W. L. = 19.90mで計画する。

表 5-5 水位変動、河床変動の状況

観測所 項目	NOONKAWA	CHILIMARI	BRAHADURABAD
1. 年間最低水位の変動	- 1962-1980 年 ・L. W. L=21-22m範囲 - 1980-1988 年 ・L. W. L=20-21m範囲 この10年間で2mと大きい河床低下を示した。	Noonkawa地点と反対にL. W. L=16.0-17.6mの範囲であり1.6mと大きい河床上昇を示した。	河床は約5年周期で上下を繰返しており最近ゆるやかな上昇傾向を示す。(約0.6m上昇)
2. 年間最低水位時の水面勾配変動	Noonkawa-Chilimari 間 $L \approx 35$ km - 1962-1980 年 ・ $I = 1/6,600 - 1/7,800$ (急勾配で推移) - 1981-1988 年 ・ $I = 1/8,600 - 1/13,900$ (緩勾配で推移)		-----
3. 年間最高水位の変動	- 1962-1980 年 ・H. W. L=27.3-28.1mの範囲 - 1981-1988 年 ・H. W. L=26.2-26.7mの範囲 この10年間で約1m以上低下したが1988年の大洪水で既往最大洪水水位28.10mを記録した。	1962年、1988年の大洪水水位25.1mを除くとH. W. L. = 23.3-24.6m(差1.3m)の範囲である。	約10年周期で上下動を繰返しているが変動範囲は約1.5mであるからNoonkawa地点に比べ変動範囲が小さい。
4. 年間最大水位時の水面勾配の変動	Noonkawa-Chilimari 間 $L \approx 35$ km - 1962-1980 年 ・ $I = 1/8,100 - 1/11,700$ (急勾配で推移) - 1981-1988 年 ・ $I = 1/11,500 - 1/16,400$ (緩勾配で推移)		-----

(c) ポンプ施設計画

1) 計画諸元

このポンプ場の計画諸元は、表 5-6に示すとおりである。

表 5-6 タンゴンマリ機場の計画諸元

項 目	規 格
1. かんがい面積	3.350 ha
2. 計画最大揚水量	
かんがい計画最大揚水量	4.87 m ³ /sec
排水計画最大揚水量	5.00 (7.30) m ³ /sec *
3. ポンプ形式	立軸斜流ポンプ
4. ポンプ口径	φ 900 mm
5. ポンプ効率	81 %
6. ポンプ台数	3 台
7. ポンプ最大揚水量	
かんがい時	1.63 m ³ /s = 98 m ³ /min /台
排水時	2.43 " = 146 " /台
8. ポンプ全揚程	
かんがい時	8.0 m (実揚程 7.5 m)
排水時	4.2 m (" 3.6 m)
9. ポンプ出力	
かんがい時	200 KW/台
排水時	140 KW/台
10. ポンプ回転数	490 rpm
11. ポンプ全出力	600 KW

* () 数値は、ポンプ性能曲線から揚水可能な最大排水量である。

2) 吐出水槽、沈砂池

ポンプ運転と維持管理の容易性を考慮し、吐出水槽に設置するかんがい用と排水用の2箇所のスルースゲート操作により、ポンプ運転を行なう。

吐出水槽と沈砂池の計画諸元は下記のとおりである。

吐出水槽

—計画水位諸元

・かんがい時	$\left. \begin{array}{l} \text{H. W. L} = 27.30 \text{ m} \\ \text{L. W. L} = 25.50 \text{ m} \end{array} \right\} H = 1.80 \text{ m (有効水深)}$
・排水時	$\left. \begin{array}{l} \text{H. W. L} = 28.10 \text{ m (吐出水位)} \\ \text{L. W. L} = 24.50 \text{ m (吸込水位)} \end{array} \right\}$

—スルースゲートの規格

・かんがい用	$W \times H = 2.0 \text{ m} \times 2.2 \text{ m} \times 2 \text{ 門}$
・排水用	$W \times H = 2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 1 \text{ 門}$

沈砂池

—沈砂池の大きさ $A = 70 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 4,900 \text{ m}^2$

—計画水位諸元	$\left. \begin{array}{l} \text{H. W. L} = 27.30 \text{ m} \\ \text{L. W. L} = 25.50 \text{ m} \end{array} \right\} H = 1.80 \text{ m (有効水深)}$
---------	---

—沈砂池の有効容量 (V)

$$V = 4,900 \text{ m}^2 \times 1.8 \text{ m} = 8,820 \text{ m}^3$$

—沈砂池有効容量に対してのポンプ運転時間能力 (T)

$$T = 8,820 \text{ m}^3 / 4.87 \text{ m}^3 / \text{s} \times 60 \text{ sec} = 30 \text{ min}$$

3) 電力の供給

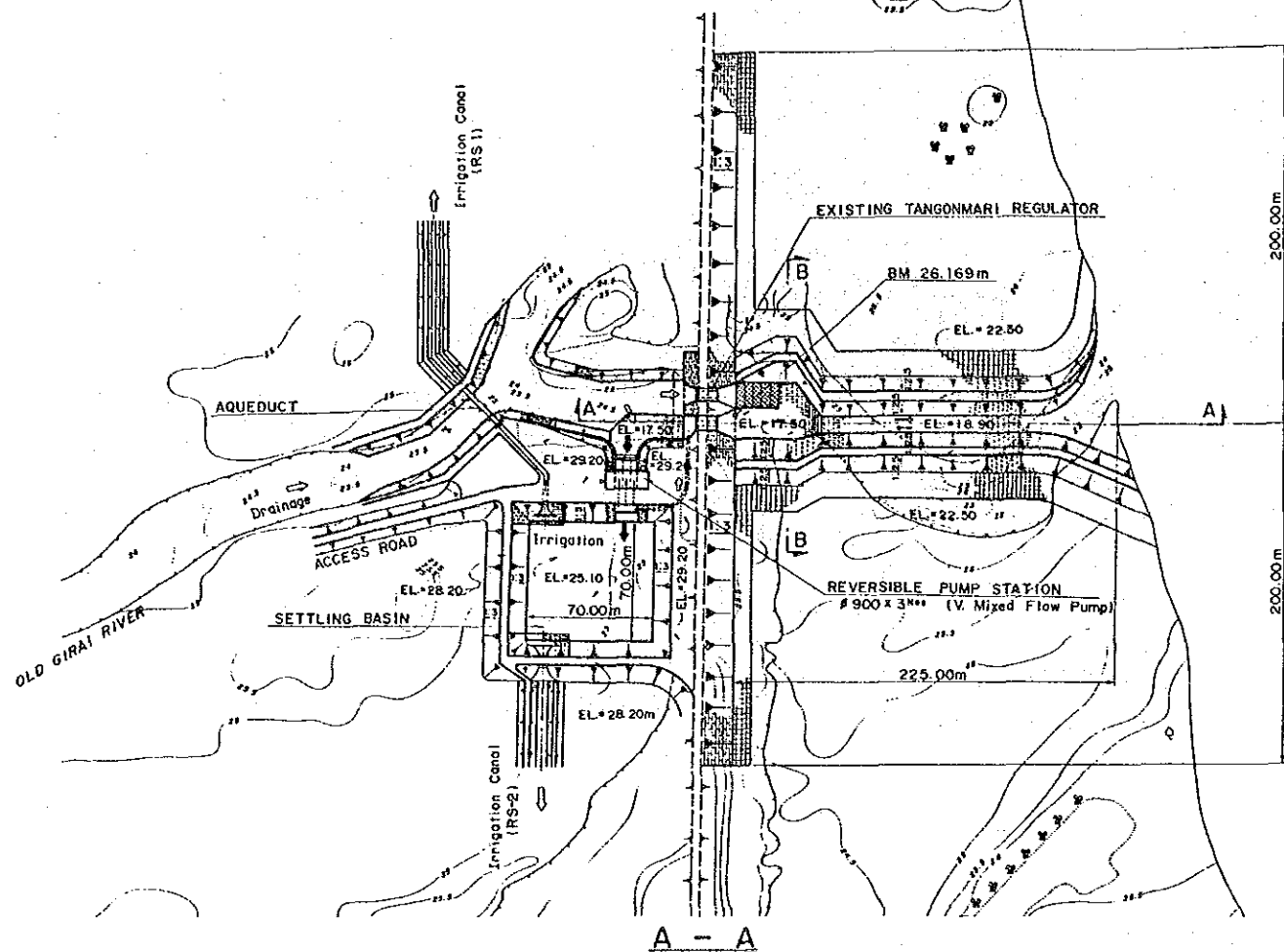
Pateswari の計画ポンプ場と同様に、送電線 11 KV ラインから電力を供給する。このため、新設する送電線は、約7.0km 必要である。

取水工及び計画用排兼用ポンプ場のレイアウトは、図 5-2 に示すとおりである。

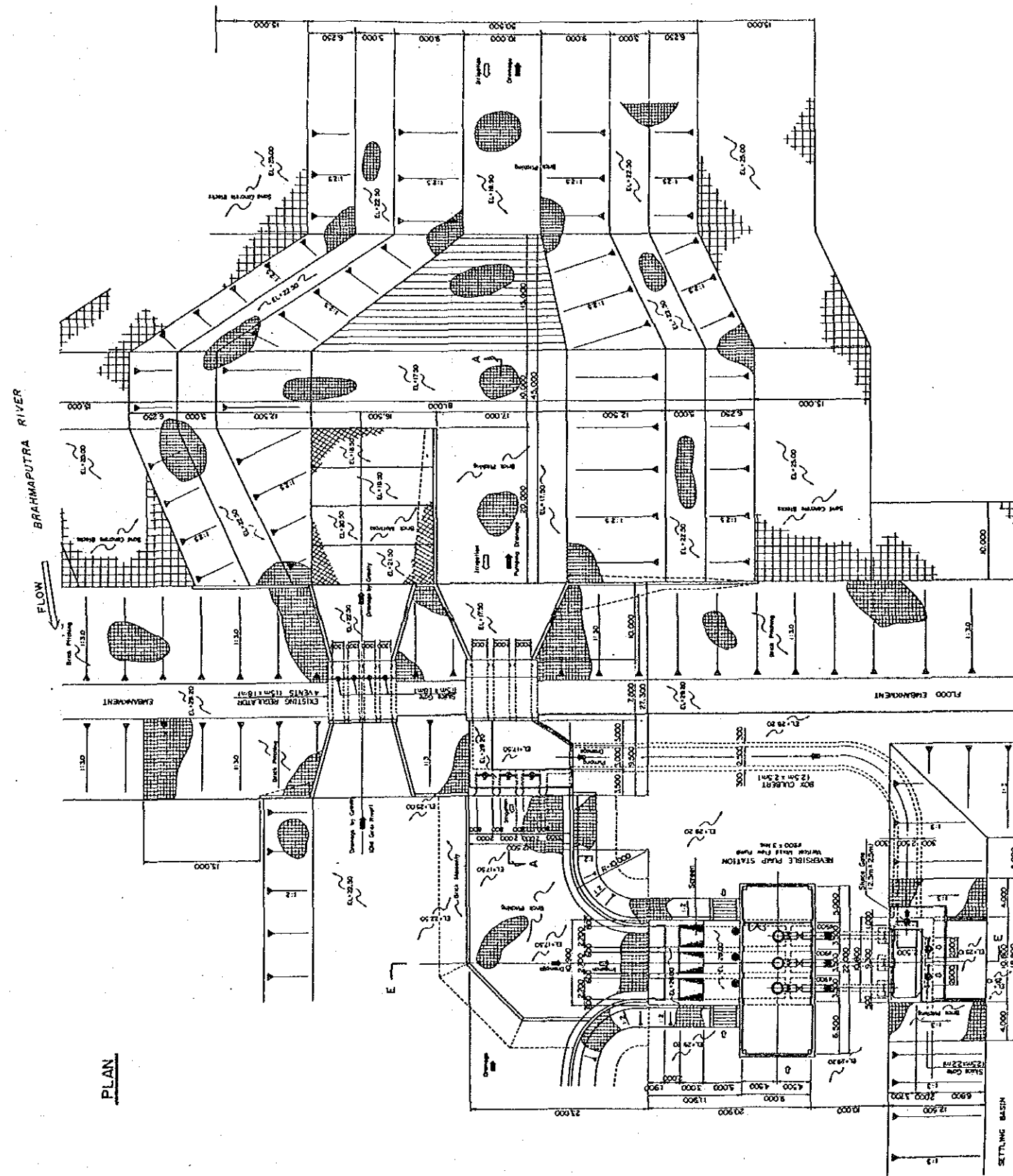
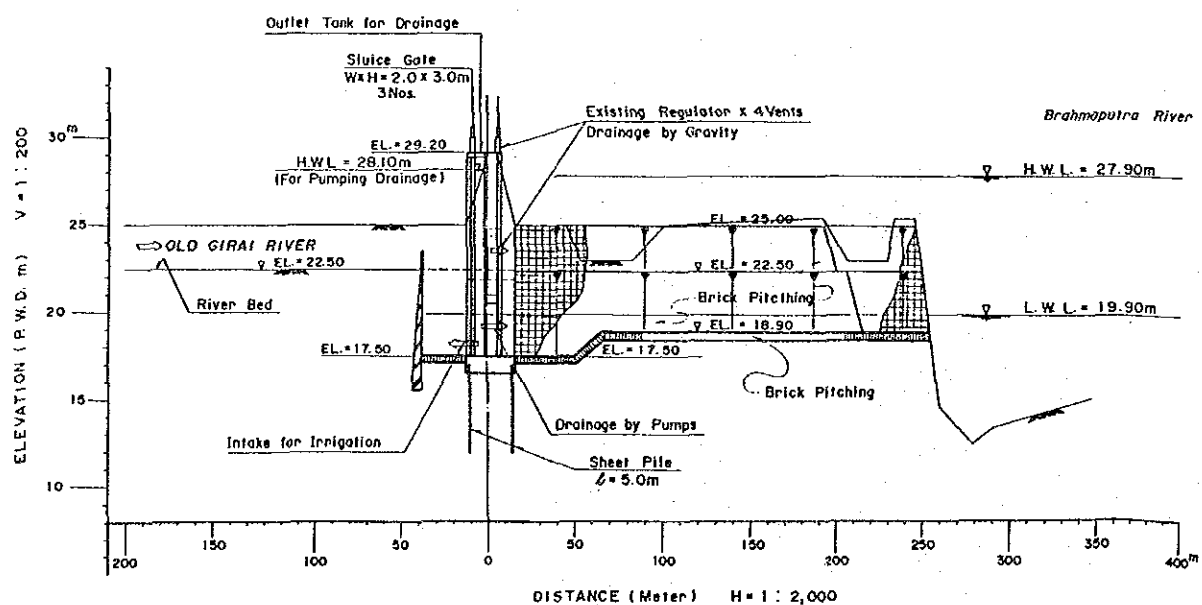
PLAN

5-2(a) タンゴンマリ用・排水機場計画図 (1/2)

0 50 100m
ALL LEVELS ARE IN M P.W.D.



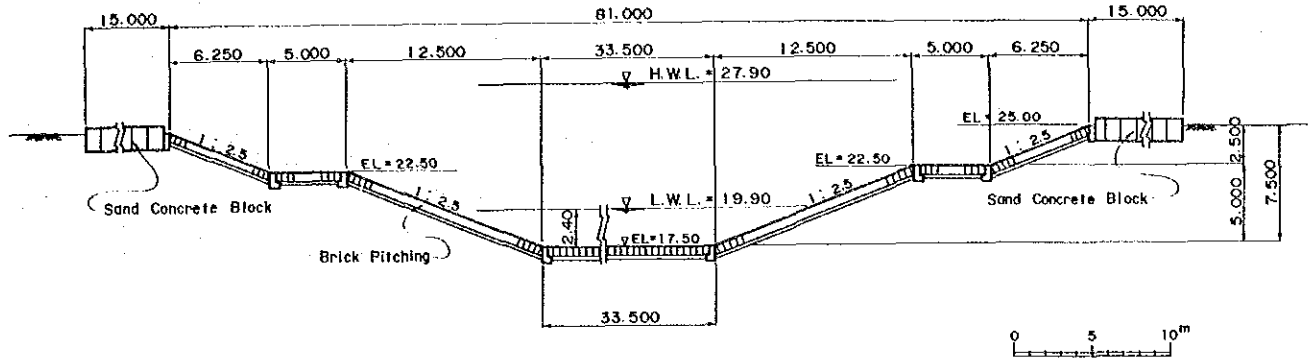
(Embankment) (Head Race)



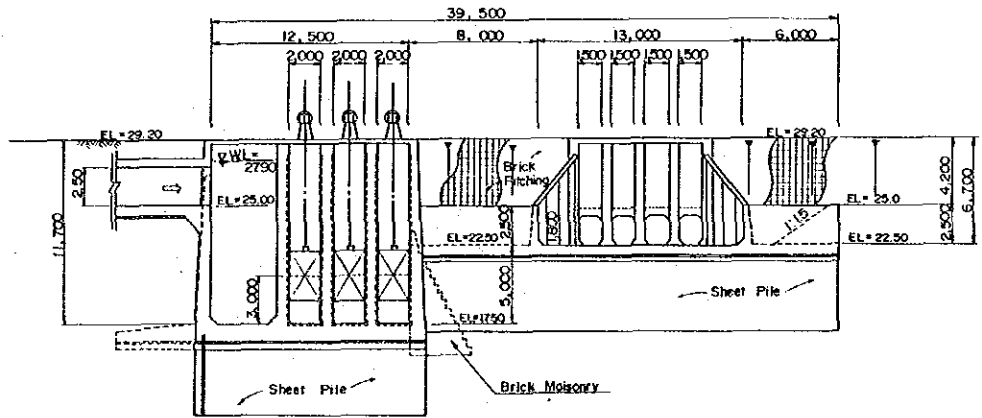
PLAN

図 5-2(b) タンゴンマリ用・排水機場計画図 (2/2)

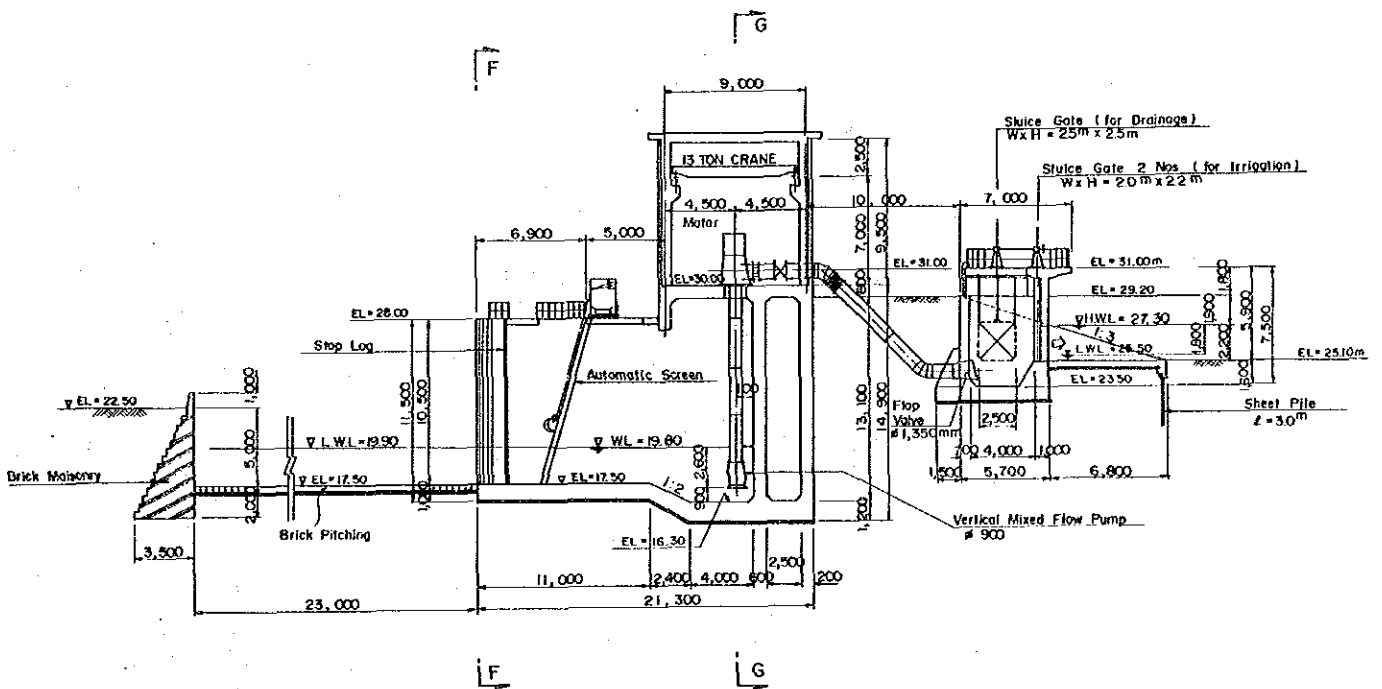
B - B



D - D



E - E



5-3 ベゴンゴン排水機場

(a) 排水計画の基本諸元

- 計画ポンプ排水量 $Q_{dp} = 5.0 \text{ m}^3 / \text{sec}$
- 計画排水樋管工 (新設) $W \times H = 1.52\text{m}(5 \text{ feet}) \times 1.83\text{m}(6 \text{ feet}) \times 3 \text{ 連}$
- 計画外水位 (既往最高洪水位) $H.W.L = 27.00 \text{ m}$ (1988年)
Begongonにおける最高洪水位は観測所Noonkawa~Chilimaliの最高水位データを基に水面勾配差により算出した。
 - ・ Noonkawa既往最大洪水位 : $H.W.L = 28.10 \text{ m}$ (1988年)
 - ・ Chilimari " : $H.W.L = 25.06 \text{ m}$ (1988年)Noonkawa観測所地点より下流約 $L = 12 \text{ km}$ の地点に位置するBegongonの既往最高洪水位は、 $H.W.L = 27.00 \text{ m}$ と決定した。
- 計画排水ポンプ最低吸込水位 $L.W.L. = 24.00 - 0.10 * = 23.90 \text{ m}$
* : スクリーンロス
- 既設堤防高 $EL = 28.70 \text{ m}$

(b) 計画排水ポンプの計画諸元

- 計画ポンプ排水量 $Q_{dp} = 5.00 \text{ m}^3 / \text{sec} = 300 \text{ m}^3 / \text{min}$
- 計画ポンプ最低吸込水位 $L.W.L. = 23.90 \text{ m}$
- " 最大吐出水槽水位 $H.W.L = 27.20 \text{ m}$
- ポンプ形式 : 立軸斜流ポンプ
- ポンプ口径 : $\phi 900 \text{ mm}$
- ポンプ効率 : 79 %
- ポンプ台数 : 3 台
- ポンプ容量 : $1.67 \text{ m}^3 / \text{sec} / \text{台} = 100 \text{ m}^3 / \text{min} / \text{台}$
- ポンプ全揚程 : $H = 4.0 \text{ m}$ (実揚程 $H_a = 3.3 \text{ m}$)
- ポンプ出力 : $P = 100 \text{ KW} / \text{台}$
- ポンプ全出力 : $P = 300 \text{ KW}$

計画排水ポンプ場のレイアウトは、図 5-3に示すとおりである。

5-4 かんがい用水路

(a) 水路断面の選定

1) 水路形状

用水路は素掘りの水路とし、その断面形状は経済性より台形の単断面とする。

2) 水路勾配

水路の縦断勾配は、地形勾配と水路内の許容流速の制限の両面を考慮して決定し、幹線・支線水路においては 1:12,000 ～ 1:3,000、第 3次水路以降では 1:1,000程度とする。

3) 許容流速

最大許容流速は、地区全体の土質（砂質～砂質シルト）を考慮し 0.6 m/sとする。また、最小流速は、水路内の土砂堆積、水中植物の繁茂等を妨げるよう 0.3m/s 以上とする。流速はマンニングの平均流速公式を用いる。

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、V ; 平均流速 (m/s)

n ; 粗度係数 0.025

R ; 径深 (m)

I ; 水路底勾配

4) 流量/水深比

水路の幅と水深の関係は、以下に示す水理的關係式によって概定し、これを土工費、用地費等の経済性を考慮して修正し決定する。

$$d = 0.5 \cdot b^{1/2}$$

ここに、d ; 水深 (m)

b ; 水路底幅 (m)

検討の結果、設計流量と水深の関係を大略以下のとおりとする。

設計流量(m ³ /s)	水深(m)
Q = 40	d = 2.5
Q = 20	d = 2.0
Q = 15	d = 1.8
Q = 10	d = 1.5
Q = 5	d = 1.4

5) 余裕高

水路の余裕高は次式を満足する高さとし、最大を 0.9m とする。

$$Fb = 0.25 d + 0.30$$

ここに、Fb ; 余裕高 (m)

d ; 設計流量に対する水深 (m)

6) 側法勾配

水路の盛り土部の側法勾配は、安定解析により決定し、また、外側については浸潤線の影響をも考慮して決める。 検討の結果、盛り土高に応じて以下のとおりとする。

盛り土高 (m)	側法勾配	
	(内 側)	(外 側)
2.5 未満	1:1.5	1:2.0
2.5 ~ 3.0	1:2.0	1:2.0
3.0 ~ 3.5	1:2.5	1:2.5
3.5 ~ 4.0	1:3.0	1:3.0
4.0 以上	1:3.5 以上	1:3.5 以上

切り土部の側法勾配は 1:1.5とする。

7) 水路天端幅

水路の天端は、一方を管理用道路として使用し、その幅は幹線水路で 4.5m 、支線水路で 3.5 mとする。 また、他方の天端幅は各々 2.5 m及び 1.5 mとする。

(b) 標準断面

(1) の条件により選定された水路のタイプ別の標準断面は、図 5-4、5-5 及び表 5-7、5-8 に示すとおりである。

表 5-7 幹線用水路の諸元表 (単位 : m)

Type	Q(m ³ /s)	b	B	d	Fb	H	Canal Slope
M - I	42.78 ~40.08	22.0	39.25 ~39.00	2.56 ~2.52	0.89 ~0.88	3.45 ~3.40	1/12,000
M - II	23.04 ~18.82	15.0	26.60 ~25.40	2.06 ~1.84	0.84 ~0.76	2.90 ~2.60	1/ 9,000
M - III	17.04 ~13.67	14.0	25.00 ~24.00	1.95 ~1.73	0.80 ~0.77	2.75 ~2.50	1/12,000
M - IV	16.27	14.0	24.00	1.75	0.75	2.50	1/ 9,000
M - V	14.31	13.0	20.05	1.61	0.74	2.35	1/ 7,000
M - VI	11.35	12.0	19.35	1.72	0.73	2.45	1/12,000
M - VII	9.12	9.0	15.60	1.51	0.69	2.20	1/ 7,000
M - VIII	6.79	7.0	13.45	1.46	0.69	2.15	1/ 7,000
M - IX	5.30	5.5	11.80	1.43	0.67	2.10	1/ 7,000
M - X	4.50	4.5	10.35	1.31	0.64	1.95	1/ 5,000

Note: Side slope - Type M-I ; m1=2.5, m2=3.5

Type M-II ~ M-IV ; m1=2.0, m2=2.0

Type M-V ~ M-X ; m1=1.5, m2=2.0

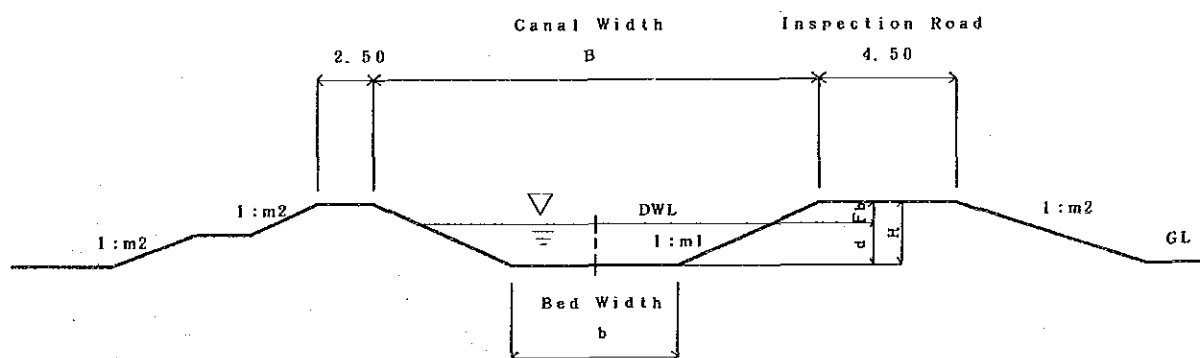


図 5-4 幹線用水路の標準断面図

表 5-8 支線用水路の諸元表 (単位: m)

Type	Q(m ³ /s)	b	B	d	Fb	H	Canal Slope
S-1	4.50	4.5	10.80	1.43	0.67	2.10	1/7,000
S-2	4.00	4.0	9.70	1.29	0.61	1.90	1/5,000
S-3	3.50	4.0	9.40	1.20	0.60	1.80	
S-4	3.00	3.5	8.75	1.17	0.58	1.75	
S-5	2.50	3.0	8.10	1.14	0.56	1.70	
S-6	2.00	3.0	7.65	1.01	0.54	1.55	
S-7	1.50	2.5	6.85	0.94	0.51	1.45	
S-8	1.00	2.5	6.10	0.75	0.45	1.20	
S-9	3.00	3.0	7.95	1.09	0.56	1.65	1/3,000
S-10	2.50	2.5	7.30	1.07	0.53	1.60	
S-11	2.00	2.5	7.00	0.95	0.55	1.50	
S-12	1.50	2.0	6.20	0.89	0.51	1.40	
S-13	1.00	2.0	5.60	0.72	0.48	1.20	
S-14	0.75	1.5	4.95	0.70	0.45	1.15	
S-15	0.50	1.0	4.30	0.65	0.45	1.10	

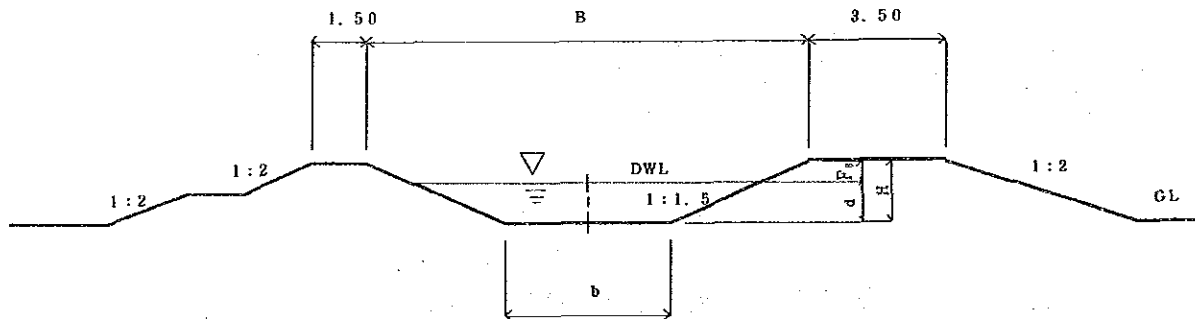


図 5-5 支線用水路の標準断面図

5-5 付帯構造物

(a) 分水工

用水路の分岐箇所には全て分水工を設ける。分水工にはゲートを配備し、量水はこのゲートと水位計により行う。

(b) チェックゲート

各分水地点において計画取水量が維持できるように、用水路の水位を常時一定に保つためのチェックゲートを設ける。チェックゲートは水路勾配を考慮して、5～10 kmに1箇所程度設ける。

(c) 放水工及び余水吐

用水路内の余剰水の排除、土砂の排除及び水路内を空虚にする施設として放水工を設ける。放水工は地区内の主要河川に近接する幹線水路上、及び各支線水路の末端部にもうける。放水工には予測できない水位上昇に自動的に対応できる余水吐を併設する。

(d) 河川／排水路横断工

用水路が河川または排水路を横断する所は、両者の水位及び流量の相互関係を比較し、サイフォンまたは水路橋を設ける。経済性より、流量の大きい幹線用水路ではサイフォンを、支線用水路以下では水路橋を採用する。

また、横断河川または排水路が非常に小さい場合は、排水側をカルバート形式とする。

(e) 道路横断工

用水路が既存の道路を横断する所は、橋梁を設ける。第三次水路以下の小流量の水路の場合は、経済性を考慮してカルバート横断形式とする。

5-6 圃場末端施設

第三次水路以下の末端施設は小用水路、分水・水位制御施設、道路・水路横断工及び小排水路から成る。

小用水路は、底幅 0.3m、水路高 0.6m、法勾配 1:1の台形断面を標準とする。また、水路天端幅は 0.5m とする。第三次水路から小用水路への分水はパイプ分水形式とし、角落としゲートにより水管理を行う。小用水路上には圃場内への分水を容易にするために、簡易なチェックを適度に配置する。

地区内に道路、小排水路が存在する場合は、小用水路との交差部にパイプ形式の横断工を設ける。小排水路は低位部に最小限に設け、既存の小河川等に接続する。

第6章 事業費算定

第6章 事業費算定

6-1 事業費算定の条件

事業費は下記の条件のもとに算定した。

- 1) 事業費は1990年 3月現在の市場価格を基準に算定する。
- 2) 建設工事は請負契約方式で行い、土木工事は現地請負方式、機械・電気工事は国際請負方式とする。
- 3) 積算に用いる資材・労務単価及び工事単価は主として「Schedule of Rates for Project-IV, BWDB, Rangpur (Oct. 1989)」に基づく。
- 4) 関税及び内国運賃はバングラデシュ国政府の関係法令に基づく。
- 5) 用地取得・補償費はBWDB、クリグラムの最新の実績単価による。
- 6) 建設工事費、関連事業費に対する予備費は 10%とする。
- 7) 物価上昇率（初年度）は内貨分 10%、外貨分 7% とする。
- 8) バングラデシュ・タカ (Tk) と U. S. ドルの換算率は $1\$ = 33.0\text{Tk}$ ($1\text{Tk} = 4.5\text{円}$) とする。

6-2 事業費

(a) 事業費の構成

事業費は建設工事費、関連事業費、予備費及び物価上昇から成る。

建設工事費はポンプ場、かんがい用水路・施設、排水施設、道路、圃場施設、電力・通信施設から成る。

関連事業費は建設機械費、農業支援施設費、用地取得費、コンサルティング業務費及び事業運営費から成る。

(b) 事業費

総事業費は 3,261百万Tkとなり、その内、内貨分は 1,507百万Tk、外貨分は 1,372百万Tk、課税は 382百万Tkとなる。事業費の総括を表 6-1に示す。

(c) 年度別支払計画

事業費の年度別支払計画は事業実施計画に基づいて表 6-2のようになる。

表 6-1 事業費 (単位: 1,000 Tk)

項目	内貨	外貨	関税	合計
1. 建設費				
a. ポンプ場	241,176	685,026	260,830	1,187,032
b. 用水路	146,559	-	-	146,559
c. 用水施設	190,890	74,673	-	265,563
d. 堤防	51,100	-	-	51,100
e. 排水樋門	37,750	24,449	-	62,199
f. 道路	8,078	-	-	8,078
g. 圃場施設	105,287	14,169	-	119,456
h. 電力・通信	4,805	17,530	7,997	30,332
小計	<u>785,645</u>	<u>815,847</u>	<u>268,827</u>	<u>1,870,319</u>
2. 関連事業費				
a. 建設機械	3,201	57,258	27,519	87,978
b. 農業支援施設	12,765	6,605	1,865	21,235
c. 用地費	146,674	-	-	146,674
d. コンサルティング費	36,608	199,207	-	235,815
e. 事業運営費	87,986	11,552	1,630	101,168
小計	<u>287,234</u>	<u>274,622</u>	<u>31,014</u>	<u>592,870</u>
計(1+2)	<u>1,072,879</u>	<u>1,090,469</u>	<u>299,841</u>	<u>2,463,189</u>
3. 予備費	78,884	87,311	29,635	195,830
4. 物価上昇	354,844	194,703	52,651	602,198
合計	<u>1,506,607</u>	<u>1,372,483</u>	<u>382,127</u>	<u>3,261,217</u>
(ドル換算、千US\$)	(45,655)	(41,591)	(11,580)	(98,825)

表 6-2 年度別支払計画 (単位：百万Tk)

年	内 貨	外 貨	関 税	合 計
1年目	17.5	55.7	-	73.2
2年目	78.4	105.1	34.1	217.6
3年目	238.7	323.0	111.7	673.4
4年目	416.6	395.4	121.9	933.9
5年目	399.0	342.5	112.4	853.9
6年目	257.2	95.9	0.8	353.9
7年目	99.2	54.9	1.2	155.3
合 計	<u>1,506.6</u>	<u>1,372.5</u>	<u>382.1</u>	<u>3,261.2</u>

6-3 維持管理費

建設工事完了後、下記の項目が維持管理費として毎年必要となる。

- ポンプ電気代
- ポンプ施設の維持管理
- 取水路の浚渫
- 水路、堤防、水利構造物の維持管理
- 事業運営費

年間の維持管理費を表 6-3に示す。

表 6-3 年間維持管理費 (単位: 1,000 Tk)

項 目	Pateswari ポンプ場掛	Tangonmari & Begomganj ポンプ場掛	合 計
1. ポンプ場			
a. 機械整備	8,144	3,320	11,464
b. 電気代	42,041	6,867	48,908
c. 土木施設	120	240	360
d. 浚渫費	252	362	614
小 計	<u>50,557</u>	<u>10,789</u>	<u>61,346</u>
2. かんがい、排水施設			
a. 水路	4,300	385	4,685
b. 圃場	2,654	294	2,948
c. 水利構造物	1,392	132	1,524
d. 堤防	1,260	141	1,401
e. 排水樋門	72	30	102
小 計	<u>9,678</u>	<u>982</u>	<u>10,660</u>
3. 雑工事	3,011	588	3,599
4. 運営費	4,584	-	4,584
合 計	<u>67,830</u>	<u>12,359</u>	<u>80,189</u>

第7章 專業實施計畫

第 7章 事業実施計画

7-1 事業の実施

この事業の根幹をなすかんがい、排水および河川堤防の建設に係る事業主体は、かんがい水資源開発洪水調節省の傘下で基幹的なかんがい排水、水資源開発および治水部門の計画、建設および管理に責任を負っている水資源開発庁（BWDB）である。この事業の実施のため BWDB 内に図 7-1および図 7-2に示す組織を構成することを提案する。

またこの事業に係る農業普及については農業省の普及局（DAE）が、農業資材供給については農業開発公社（BADC）が、協同組合組織については農村開発庁が、さらに、これら中央諸省庁の末端の担当官を包含して地方行政の第一線を担う Upazilaが事業実施に関係してくる。これらの多くの関係機関の間で協力してこの事業の実施に当たるために、中央および地方のレベルで調整委員会を組織することを提案する。

事業に要する資金については、原則として外貨部分は外国または国際金融機関から、内貨部分はバングラデシュ国政府から得ることとする。

土木および建築工事の施工については、国内競争入札により、ポンプ機械電気設備および建設機械の調達については国際競争入札により行なうこととする。

実施設計および施工監理の特定分野については、外国および国内のコンサルタントの役務提供を受けることとする。

7-2 事業実施工程

事業実施工程は図 7-3に示すように提案する。建設工事の施工順序としては、投資効果の早期発現を図るため、まずかんがい計画のうち Pateswari機場かかりおよび河川堤防の工事に着手し、Tangonmari機場（用排水兼用）はその後、Begongon排水機場は最も後に施工することが適当と思われる。

総投資額が大きいので全体を二期に分割して段階的に実施することも考えられる。この場合の事業量および事業費の配分案を表 7-1に示す。

圖 7-1 BWDB 事業實施現地組織

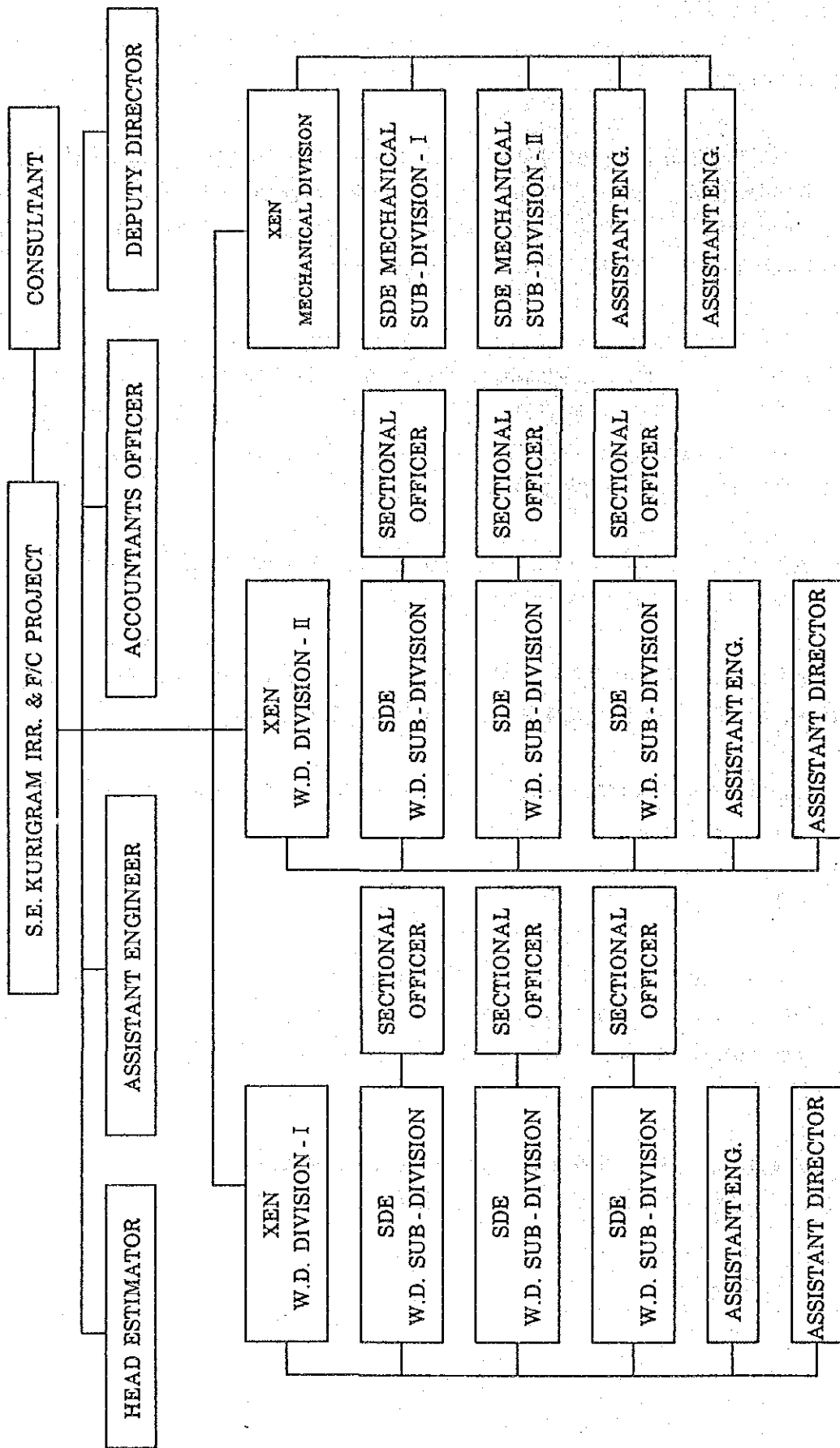
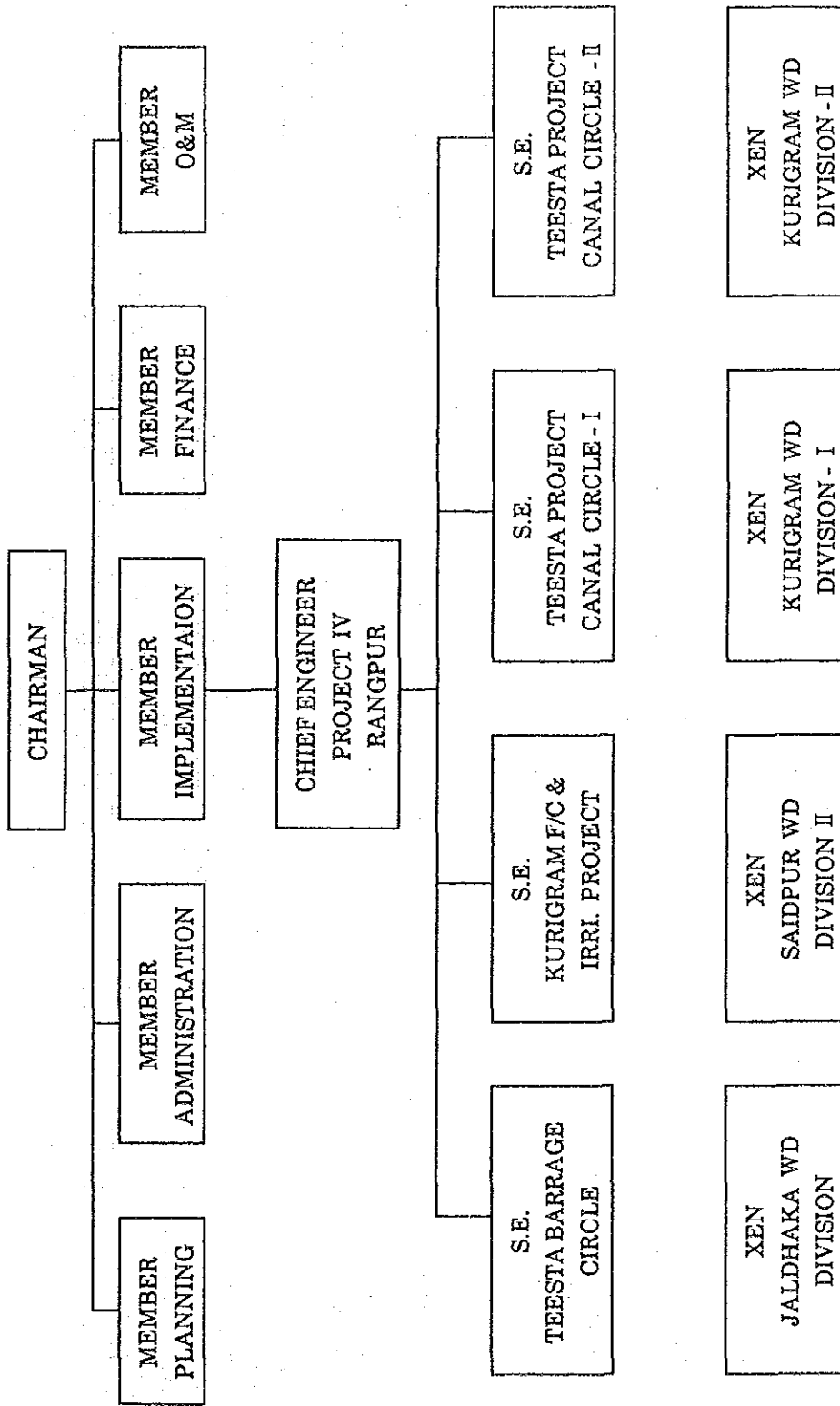


図 7-2 BWDB 事業実施全体組織系統



Note : S.E --- SUPERINTENDING ENGINEER
 XEN --- EXECUTIVE ENGINEER
 SDE --- SUB-DIVISIONAL ENGINEER

图 7-3 事業実施工程

Items	1st. Year		2nd. Year		3rd. Year		4th. Year		5th. Year		6th. Year		7th. Year		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
I. Detailed Design															
II. Tendering															
III. Loan Procedure															
IV. Construction															
1. Land Acquisition															
2. Equipment Procuring															
3. Main Pump Area															
(1) Pump Station															
(2) Irrigation Canal															
(3) Irrigation Facilities															
(4) Road															
(5) On-Farm															
(6) Transmission Line															
4. Reversible Pump Area															
(1) Pump Station															
(2) Irrigation Canal															
(3) Irrigation Facilities															
(4) Road															
(5) On-Farm															
(6) Transmission Line															
5. Flood Embankment															
6. Drainage Regulator															
7. Drainage Pump Station															
8. Agricultural Extension															
V. Consulting Service															

表 7-1 事業 2期分割案

事項	第 1 期	第 2 期
事業範囲		
かんがい施設	Pateswari 機場、 Nageswari 幹線水路かかり	Fulbari 幹線水路かかり、 Tangonmari用排水機場
かんがい面積	17,720 ha	15,080 ha (Fulbari 11,730 ha, Tangonmari 3,350 ha)
河川堤防	全体	—
排水施設	排水樋門	Begonganj排水機場
事業費	2,034 mil. T.K.	1,227 mil. T.K.

第8章 管理計画

第 8 章 管理計画

8-1 管理組織

かんがい施設、排水施設および河川堤防の維持管理および運営は BWDB が責任をもって行なう。そのため図 8-1 に示す組織を BWDB 内に設けることとする。ただし、かんがい施設三次水路以下の末端の水路等の施設は後述の農民の組織する水利組合がその管理・運営に当たることとする。

8-3 水利組合

農民の構成する協同組合として、UCCA/KSS/BSS/MBSS 組織は、制度としてかんがい施設の運用管理を主目的とする協同組合を組織することを認めており、実際にもその実例は各地に存在している。当地域においてもこれによることが考えられるが、この組織が行政区域に対応して経済条件別に農家を組織するもので、区域ごとに全ての受益農家を包含した行政区域の境界区分と関わりのない本事業のかんがいシステムの構成にはそぐわない。従って、これとは別個の受益農家の水利組合を設けることを提案する。その組織はかんがいシステムの組み立てを考慮し、次のような段階的なものを提案する。

- 三次水路からの分水、約 5ha ごとに、5 戸からなるグループ
- 三次水路に対応する上記の 6 個のグループ、30ha 単位のグループ

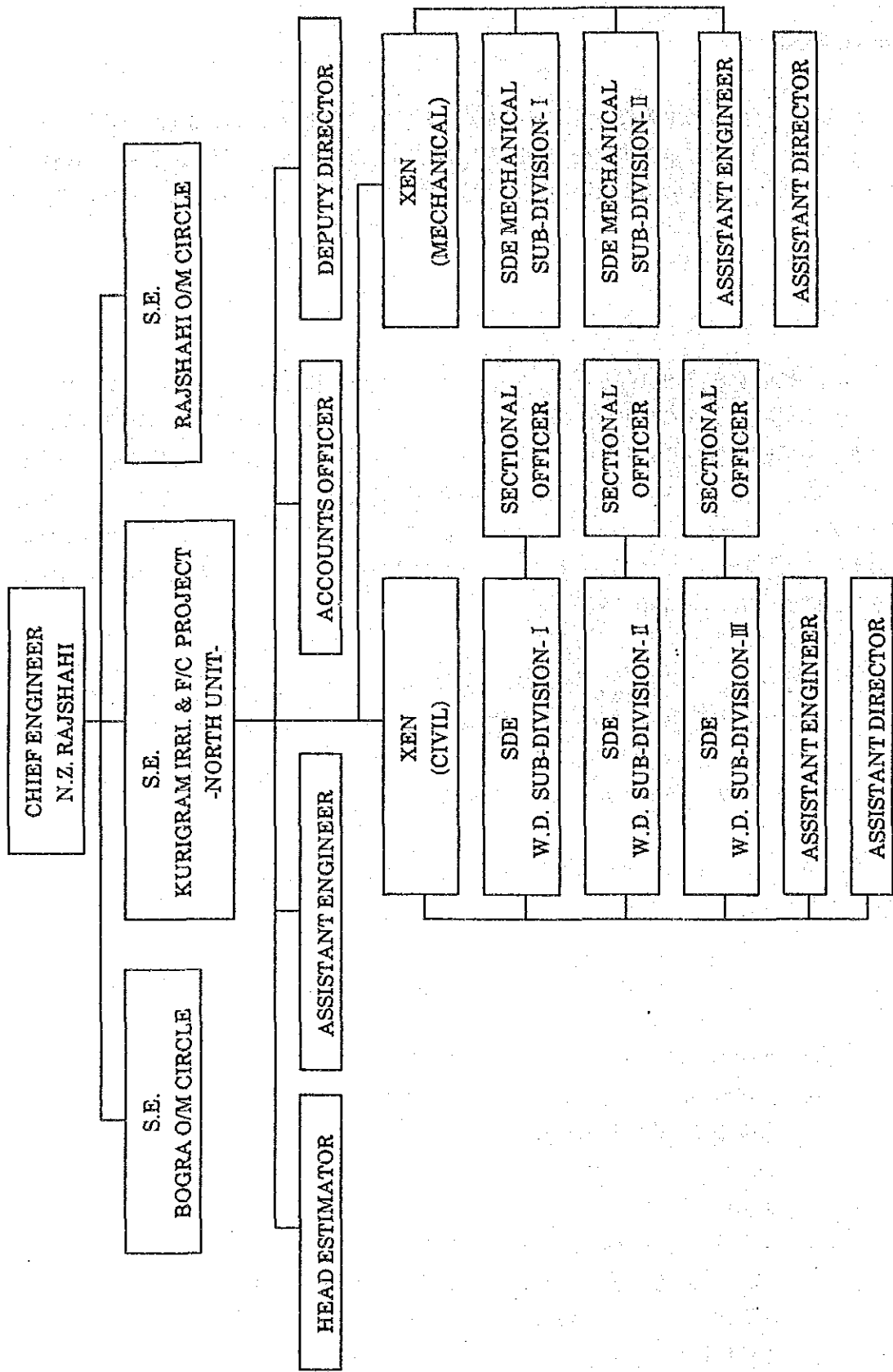
以上の段階までは先ず最初に組織することとする。

次に順次その上部の二次水路ごと、幹線水路ごと、さらに当地域全体の受益者団体の組織化を図ることとする。

最初の段階において組織する三次水路に対応する水利組合の機構と業務は次のとおりとする。

- 目的；BWDB の指導の下で主として三次水路以下のかんがい施設の適切な運営管理に当たる。
- 業務；組合員の水の要望に基づいて配水計画を立てる。
 - 末端施設の維持管理を行なう。
 - かんがい実績の報告作成。
 - 水利費の徴収。
- 機構；組合長は選挙で任じられる。
 - 組合長および各分水を代表する委員が運営委員会を組織する。委員は総務、会計、維持管理、配水、水利費徴収等の業務を分担する。
 - 事務局長が雇われる。

圖 8-1 BWDB管理現地組織



第9章 事業評価

第9章 事業評価

9-1 概要

この事業（以下プロジェクトと代称）は、グリグラム北部の、約4万2,800ヘクタールに対して洪水抑制と排水施設を提供するとともに、そのうちの3万2,800ヘクタールの土地にかんがいを行なうことによって、この地域の食糧増産と雇用の拡大を図り、地域住民の生活水準向上に資せんとするものである。勿論、このプロジェクトがなくとも（Without project condition）、或る程度の発展はみられるであろう。しかし、プロジェクトがとりあげられたならば（With Project condition）より一層の生産環境開発がもたらされる。

このプロジェクトの評価は、それが採用された場合とそうでない場合の各種変数値の比較によって行われる。

第4章で述べられているとおり、ポンプと水路による表面水のかんがいは、洪水抑制と排水活動と相まってこの地域の農作物作付率を「Without」の177%から「With」の244%へと引き上げるであろう。

このプロジェクトの評価は、現在一般的に採用されているL/M方式によっている。これは、市場価格による財務分析と経済価格或いは効率価格による経済分析の二つからなり、単純な便益、費用対比の分析手法である。

9-2 事業費

事業費は投資（Investment）と運営管理費とからなる。

(a) 投資

このプロジェクトの投資はポンプ場、水路、堤防等かんがい排水施設、道路、圃場施設の整備、送電線等の直接建設費と用地取得費、土木費、輸送費、普及サービスを含む行政費、コンサルタントサービス費などからなる。それに実際の事業費計算では上記の直接建設費や諸機材施設の物的偶発損と、予期しない物価上昇のための予備費が算入される。本プロジェクトでは、バングラデッシュで世銀が採用している物的偶発損費用率10%と下記のインフレ率を用いて推計された。

年次	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
内貨費用	0	0.10	0.19	0.27	0.36	0.45	0.56
外貨費用	0	0.07	0.12	0.17	0.22	0.27	0.33

ところで、評価の財務分析に用いられるプロジェクト費用は市場価格ベースで、また経済分析に用いられるものは効率価格で算出されており、また財務的費用には、税金、利子等の移転費目と用地費用が含まれ、経済的費用にはそれらは含まれない。効率価格（経済価格）は、貿易財については国境価格から、非貿易財には市場価格と変換係数（Conversion Factor 0.82）が適用された。ただし、労働賃金は、世界銀行が採用している機会費用（不熟練労働は市場価格の75%）で評価された。

なお、本プロジェクト地区の既存のかんがい施設の埋没費用（Sunk cost）については、プロジェクト実施中に順次消滅するものと見做して、敢えて計上しなかった。

求められた本プロジェクトの投資総額は次表のとおりである。

表9-1 投資費用

Items	Financial (million T.K.)				Economic (million T.K.)		
	Local	Foreign	Tax	Total	Local	Foreign	Total
Land acquisition	146.7	—	—	146.7	—	—	—
Construction cost							
Pumping station	241.2	685.0	260.8	1187.0	195.1	685.0	880.1
Irrigation canals	146.5	—	—	146.5	100.3	—	100.3
Irrigation facilities	190.9	74.7	—	265.6	155.0	74.7	229.7
Drainage facilities	88.9	24.4	—	113.3	73.0	24.4	97.4
Road construction	8.1	—	—	8.1	6.5	—	6.5
On-farm facilities	105.3	14.1	—	119.5	80.6	14.1	94.7
Transmission line	4.8	17.5	8.0	30.3	3.9	17.5	21.4
Associated cost							
Construction machine	3.2	57.3	27.5	88.0	2.6	57.3	59.9
Agricultural extension	12.8	6.6	1.9	21.3	10.1	6.6	16.7
Administration cost	88.0	11.6	1.6	101.1	72.1	11.5	83.6
Consulting service	36.6	199.2	—	235.8	30.0	199.2	229.2
Total cost	1072.9	1090.5	299.8	2463.2	787.7	1090.3	1978.0
Physical contingency				195.8			154.9
Price contingency				602.2			464.4
Grand total				3261.2			2497.3

財務ベースで32億 6,100万T.K.、また経済ベースで24億 9,700万T.K.、1ヘクタール当たり、それぞれ 7.8万、5.9万T.K.になる。物理的偶発損と物価インフレ用費用を含まない実質的投資額は財務ベースで24億4600万T.K.、経済ベースで18億7800万T.K.（いずれも総額の約75%相当）とみられる。

(b) 維持管理費 (Operation/Recurring cost)

本プロジェクトの維持管理費についても、投資費用と同様の手法で、財務ベース、経済ベースごとに推計された。但し、これは主としてプロジェクト投資が終了する前後から毎年必要とされる年間経費として積算されたものである。

結果は下表のとおりで、総額は財務ベースで 8,100万T. K.、経済ベースで6,400万T. K. で、その約60%が電力へ、20%が労賃として支出される。

表 9 - 2 年間維持管理費

Items	Financial (million T. K.)				Economic (million T. K.)		
	Local	Foreign	Tax	Total	Local	Foreign	Total
Raw material and supplies	5.73	3.82	1.91	11.46	4.70	3.82	8.52
Electricity	47.00	—	1.91	48.91	38.54	—	38.54
Fuel	0.19	—	0.02	0.21	0.15	—	0.15
Man power	15.19	—	—	15.19	12.30	—	12.30
Vehicle repair and mentenance	0.41	0.27	0.14	0.82	0.34	0.27	0.61
Miscellaneous	3.60	—	—	3.60	2.95	—	2.95
Total	72.12	4.09	3.98	80.19	58.98	4.09	63.07

9-3 事業便益

この事業の主要便益は作付率の向上、作付パターンの改善、単収増加などからもたらされる農業生産増である。勿論、畜産や漁業からの便益も考えられる。しかし、漁業はこのプロジェクトでは魚を新たに養殖する池とのかかわりはなく、また、かんがい排水路の表水面拡大に伴う漁獲増はあっても推計に困難である。一方、副産物や飼料作物の増収などで家畜飼養頭数は、この地区で増加するであろうが、これは二次的便益であり、且つそれらは資料不足で推計が困難である。従って、ここではそれらの便益はとりこまれなかった。

事業便益の推計は、この事業がもたらす作付率の向上、作付パターンの改善、そして単収の増加などと事業を行わなかった場合に想定されるそれらとを比較することによって行われた。いずれも価値計算で行われるため作物や投入物の価格が必要となる。財務ベースの場合は市場価格

が、経済ベースの場合は効率価格が採用されたことは前述のとおりである。いまその推計に用いられた農産物と主なInputsの市場価格と経済価格（効率価格）を比較すると下表のとおりである。

表9-3 市場価格と経済価格

Output	市場 又は 財務価格 TK/kg	試算 (経済) 価格 TK/kg	Input	市場 又は 財務価格 TK/kg	経済 価格 TK/kg
B. Aus. local	5.83	6.10	Urea	4.8	3.5
T. Aus HYV	5.47	6.10	TSP	5.0	7.4
B. Aman local	5.83	6.10	MP	4.0	5.5
T. Aman local	5.83	6.10	Manure	0.2	0.16
T. Aman Pejam	5.47	6.10	Labour man/day	24.0	19.68
T. Aman HYV	5.47	6.10	Bullock per hour	6.0	4.92
Boro HYV	5.47	6.10			
T. Aus,	5.83	6.10			
Boro local					
Aus Aman mixed	5.83	6.10			
Jute local	5.00	9.20			
Jute HYV	5.50	9.20			
Mastard	11.50	9.43			
Kaun	7.00	5.74			
Wheat local	4.80	7.00			
Wheat HYV	5.30	7.00			
Poteto	2.50	2.10			
Sweet potato	1.50	1.38			
Summer vegetables	2.00	1.64			
Winter vegetables	2.00	1.64			
Pulses	11.00	9.00			
Khesari	11.00	9.02			
Mangbeen	15.00	12.30			
Fordermaise	0.10	0.08			
Dhoincha	0.10	0.08			

事業が行われた場合の純便益とそうでない場合の純便益はいずれも粗農業生産額から生産コストを差し引いて求められた。その場合、粗生産額には主産物の外に副産物が含まれた。また生産コストには財務ベースでは、土地税、帰属資本利子、水利税などの移転費目がとりこまれたが、経済ベースではそれらは取り除かれた。

この事業の純増加便益は、「With project」の便益と「Without project」の便益の差額であって、本プロジェクトでは下表のとおり推計された。

表 9-4 便益の総額

	(Thousand T.K.)	
	Financial,	Economic
A. Without project condition :		
1. Gross production value	713,208	774,682
i. Gross crop production	639,087	713,902
ii. Gross by-products	74,121	60,780
2. Inputs for cultivation	648,744	330,672
3. Net benefit	64,464	444,010
B. With project condition		
2. Gross production value	1,547,489	1,647,543
i. Gross crop production	1,396,052	1,523,364
ii. Gross by-products	151,437	124,179
2. Inputs for cultivation	1,027,826	551,870
3. Net benefit	519,663	1,095,673
C. Net incremental benefit	455,199	651,663

すなわち、財務ベースで年間4億5,500万T.K.、経済ベースで6億5,100万T.K.である。この事業便益の中には主産物の約1割に相当する副産物の便益が含まれている。

9-4 プロジェクトと妥当性

(a) 財務分析と経済分析

以上述べた事業費と便益をもとに、内部財務収益率 (FIRR)、内部経済収益率 (EIRR)、純現在価値 (NPV)並びに便益・費用比率 (BCR)等の計算が行われた。計算に当たって、プロジェクトの事業計画期間は30年で、1991年に開始されるものと想定された。すなわち、最初の2ヶ年は土木工事の詳細設計が、次の5ヶ年にポンプ場、かんがい水路等の各種施設の工事完了、そして残り23年が完全操業期間である。残存価値は事業の性質上、割引期間の終わりには既に存在しないものと假定されている。

評価分析の際の投資額は、事業スケジュールに従って次表のとおり配分された。

表9-5 年次別投資額
(Financial)

million T.K.

	Local	Foreign	Physical Contingency	Price Escalation	Total
1991 1st year	17.56	55.67	—	—	73.23
2nd year	69.72	121.33	10.32	16.23	217.60
3rd year	187.30	355.12	46.32	84.69	673.43
4th year	303.19	404.15	62.82	163.73	933.89
5th year	271.84	341.36	53.05	187.64	853.89
6th year	163.28	71.71	18.54	100.39	353.92
7th year	59.99	40.97	4.78	49.51	155.25
Total	1072.88	1390.31	195.83	602.19	3261.21

(Economic)

million T.K.

	Local	Foreign	Physical Contingency	Price Escalation	Total
1991 1st year	14.35	55.67	—	—	70.02
2nd year	27.47	92.18	7.33	9.75	136.74
3rd year	128.12	264.43	35.32	57.11	484.98
4th year	227.42	309.47	49.76	124.60	711.25
5th year	200.74	257.59	46.62	140.87	640.82
6th year	138.87	71.08	16.51	88.32	314.80
7th year	50.73	40.04	4.31	43.76	138.84
Total	787.70	1090.46	154.85	464.41	2497.46

そして、事業のための維持管理費と事業便益は、いずれも事業実施計画（前章）によれば事業開始後5年目頃から発生し、8年目以降は平常額が計上できると想定される。

維持管理費と便益の配分

	初年度－4年度	5年度	6年度	7年度	8年度以降
維持管理費	0%	33	61	89	100%
便 益	0%	30	60	90	100%

財務の経済分析によって得られた各種指標を示せば次のとおりである。

	財 務 (百万T. K.)	経 済 (百万T. K.)
純現在価値 (15%割引率適用)	△ 659.82	456.47
便益・費用比率		
(1)10%割引率の場合	0.953	1.785
(2)15% "	0.685	1.286
内部収益率	9.6%	19.7%

(b) 感度分析

事業の弾力性をあきらかにするため、次の三つの場合の感度分析が行われた。すなわち、①プロジェクト費用が天災や、予期しない材料費の増加で10%上回った場合、②産出物価格の予期しない値下がりや収量の減収で事業便益が10%下回った場合、③建設活動や操業が2ヶ年立ち遅れた場合、内部収益率はどの程度移動するかについて計上された。その結果、第1の場合は、IRRは18.4%、第2の場合が18.3%、第3の場合は19.8%となり、Proto typeの内部収益率に比べて、前2者は1%程度の低下を示すものの安定した値であった。

(c) プロジェクトの妥当性

プロジェクトの財務、経済分析の項でみたように、このプロジェクトは財務的には指標にやや難点が感じられる。すなわち10%割引率、15%割引率ともに便益、費用比率は1を割り込んでおり、15%割引率でみた純現在価値はマイナスを記録した。しかし、内部財務収益率は9.6%で、多くの他の開発途上国と比べて決して低い方ではない。一方、経済的指標でこの事業を評価すると内部経済収益率は19.7%で、バングラデッシュの資本の機会費用 (Opportunity cost of Capital)15%を、また国立銀行の利子率16%を上回っている。そして、10%、15%割引率でみた便益・費用比率はいずれも1を超えている。さらに15%割引率で計算した純現在価値も4億5千万T. K.に達している。従って、経済的にみればこのプロジェクトはまさにフィジブル (可能性が高い) といえる。さらに、感度分析の結果をみてもこの事業の妥当性は保証されているといえよう。

9-5 プロジェクトの社会、経済的影響

(a) 各種の二次的波及効果がこの事業から期待できる。そのうち最も重要なことの一つはこのプロジェクト地区での雇用機会の増大である。

事業費推計によると、プロジェクト投資のために必要とされる必要労働量は7年間に延べ740万人に達する。そしてその74%は不熟練労働である。さらにこのプロジェクトの維持管理に毎年延べ33万人の労働を必要とする。維持管理用労働者は投資のための労働者よりやや熟練された者が求められる。

一方、このプロジェクトから便益をあげるために投入される農業労働は、1年を通じて増加し、全体で年間延 408万人日増となるものと見積もられる。

詳細は下表に示されている。

表9-6 事業により創出される労働力需要

	投 資 (人・日)			
	Total	Managerial	Skilled	Unskilled
Pump stations	697,500	5,400	282,000	410,100
Irrigation canals	3,617,000	23,000	364,000	3,230,000
Irrigation facilities	468,700	3,400	212,000	253,300
Drainage facilities	717,300	4,600	126,000	586,700
Road construction	39,700	400	16,000	23,300
On-farm works	1,312,700		376,000	936,700
Transmission line	7,300		4,000	3,300
Construction machine	36,900	4,900	32,000	
Agricultural extension	91,600		44,000	47,600
Administration	414,000	56,000	358,000	
Total	7,402,700	97,700	1,814,000	5,491,000

Source : Project cost estimation

作物耕作に必要な労働需要（月別）

Month	With	Without	Difference
Jan.	548,000	283,000	265,000
Feb.	1,246,000	774,000	472,000
March	1,756,000	1,096,000	660,000
April	769,000	343,000	426,000
May	318,000	347,000	▲ 29,000
June	1,251,000	940,000	311,000
July	1,992,000	1,463,000	529,000
Aug.	832,000	776,000	56,000
Sept.	614,000	498,000	116,000
Oct.	365,000	198,000	167,000
Nov.	1,745,000	900,000	845,000
Dec.	932,000	664,000	268,000
Total	12,368,000	8,282,000	4,086,000

▲印はマイナス

Source : Appendix table 13 and 14

以上直接的雇用拡大の他、生産物流通の増加に伴う雇用の増加も期待される。現在、土地なき農民や、潜在失業をかかえて人口過剰問題に悩まされているプロジェクト地区にとって、この事業は雇用拡大の分野で短期、長期にわたってかなり大きく貢献するであろう。

(b) 上記雇用機会増大に加え、次のような社会・経済的衝激がこの事業から得られることが期待されている。

- 低栄養摂取の改善と貧困の改善
- 公衆衛生の改善
- インフラ開発による運輸通信の改善
- 急速な開発地域経済での公的私的資本投資の誘発
- このプロジェクトの間接的波及からもたらされた農産物の流通加工部門の所得拡大
- 種苗、肥料など、農業投資資材の生産と流通拡大
- 輸入代替、又は輸出促進を通じての支払バランスへの好影響

- 婦人活動の活性化
- 技術移転
- プロジェクト諸施設の維持に関する世界プログラムの促進

これら二次的便益は、正式には前の経済分析には含まれていないが、本プロジェクト地域の社会的、経済的発展に大変貢献することは疑えない。

JICA