

バングラデシュ人民共和国

N-N灌漑

デモンストレーション・ユニット復旧計画

基本設計調査報告書

昭和63年5月

国際協力事業団

無計一

88-33



JICA LIBRARY



1066843[2]

17863



バングラデシュ人民共和国

N-N灌漑

デモンストレーション・ユニット復旧計画

基本設計調査報告書

昭和63年5月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、ナラヤンガンジーナルシンジ（N-N）灌漑プロジェクト地区デモンストレーション・ユニットの災害復旧に係る復旧計画基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年 2月15日より同年 3月30まで農林水産省関東農政局建設部課長 補佐 轟 登久夫 氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、バングラデシュ国政府関係者と協議を行うとともに、復旧計画対象地域の調査を実施し、帰国後の国内作業を経てここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、本件にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

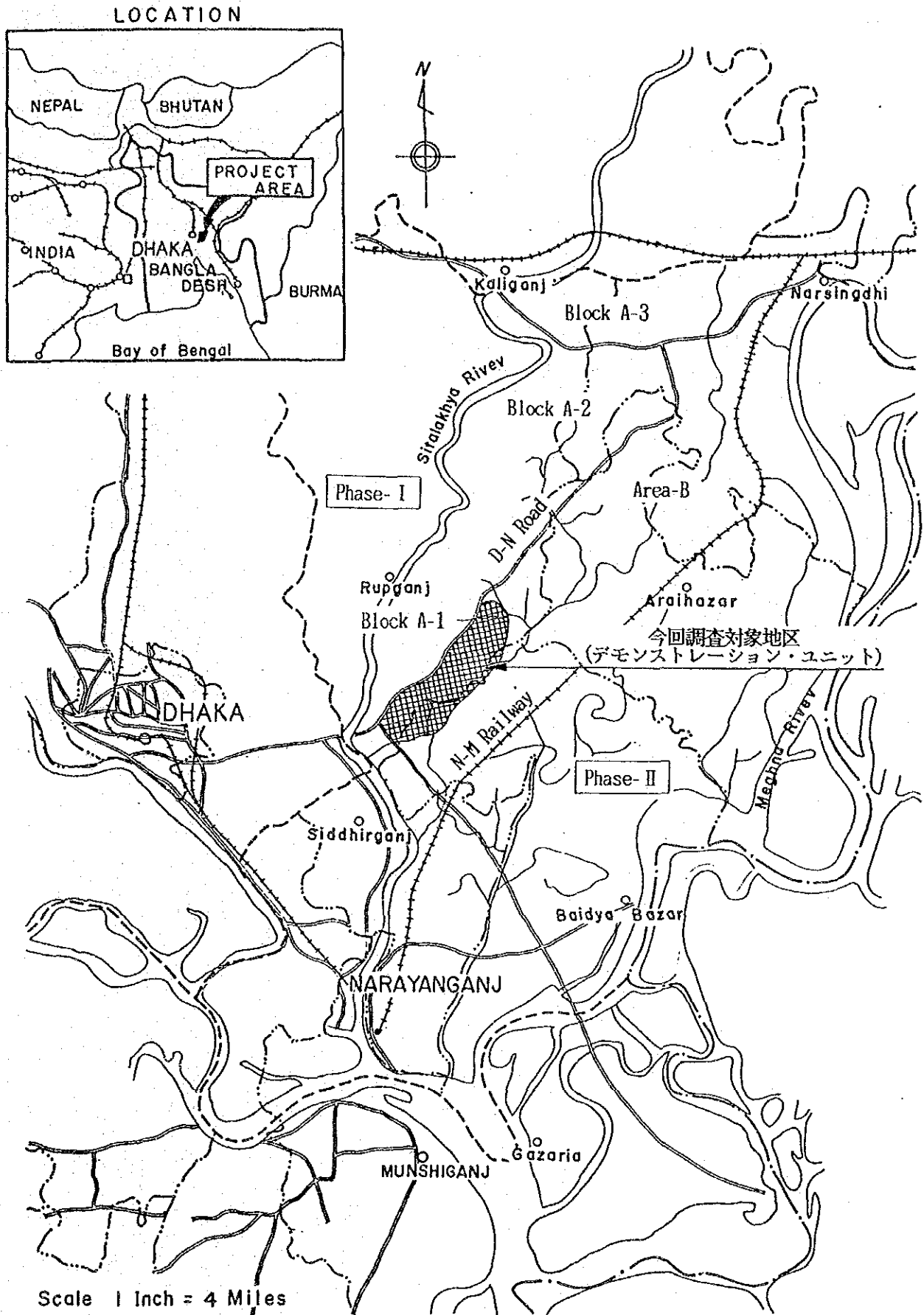
昭和63年 5月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介



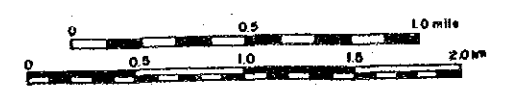
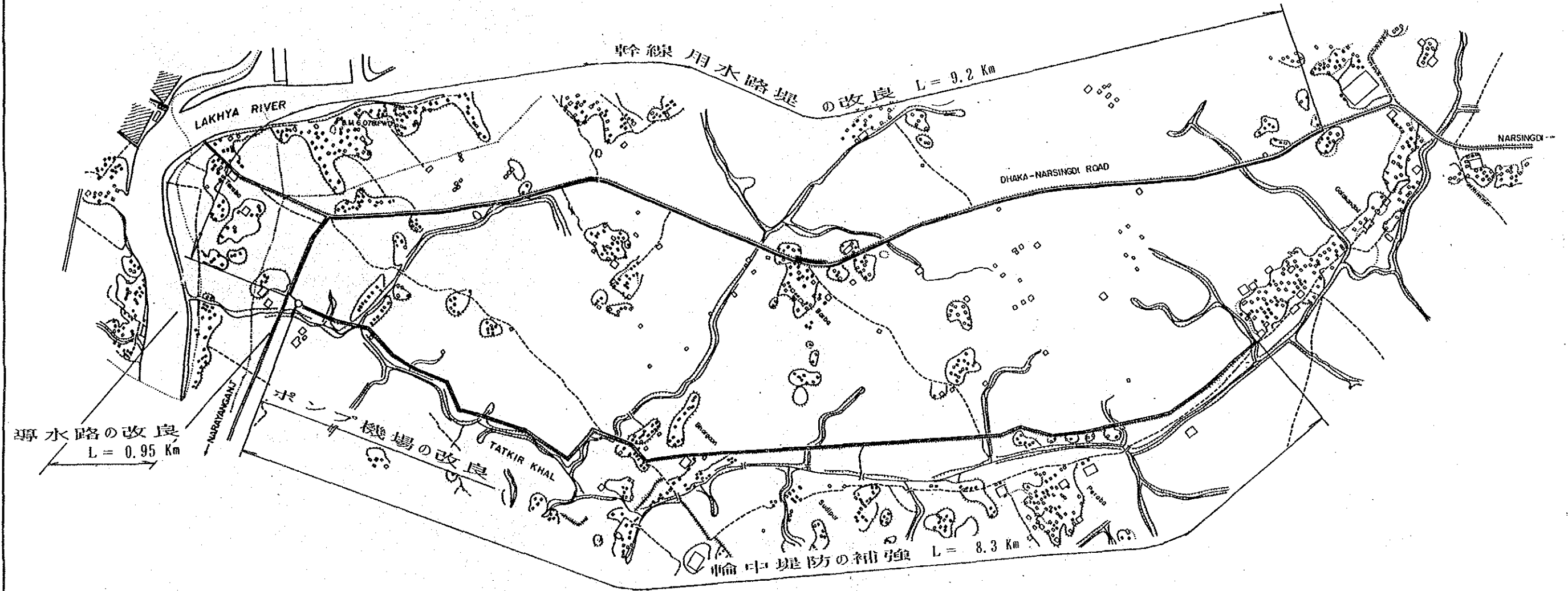
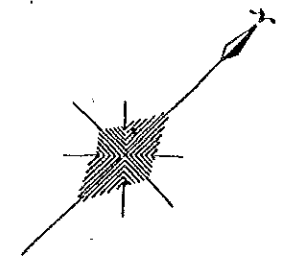


復旧計画対象地区位置図



N-N DEMONSTRATION PROJECT MAP

復旧計画一般図





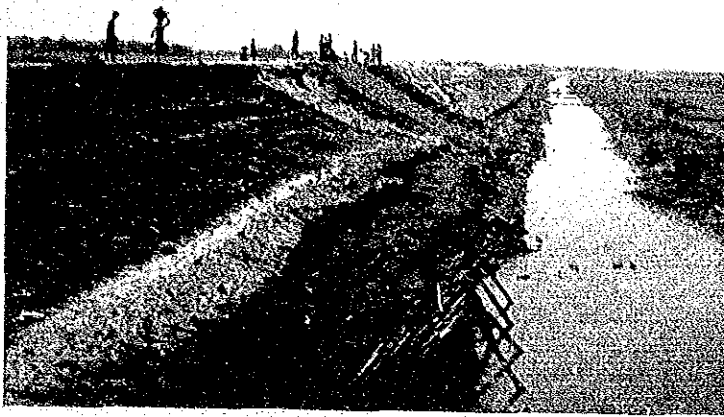


輪中堤防に接近して、堤体を洗掘するTatkir川  
(CS-0.40km)

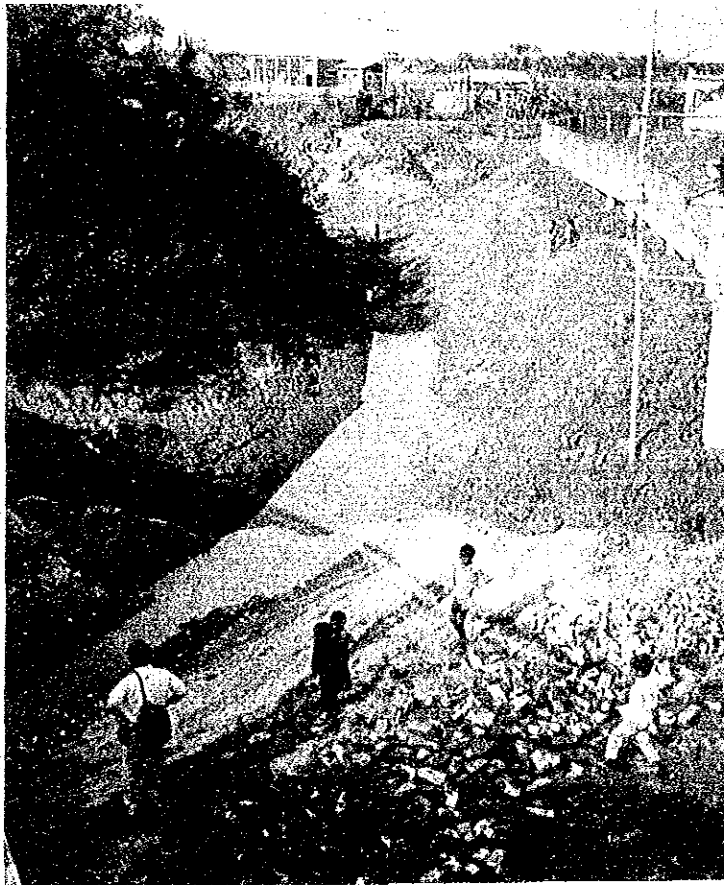


応急復旧工事中に認められた、堤体中の穴  
(昆虫によるもの)



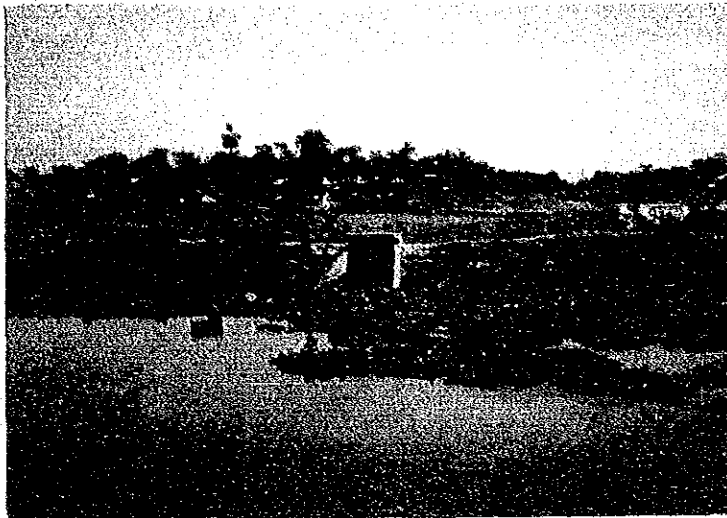


施工中の応急復旧工事。  
手前は農民による杭場工  
(CS-5.7km付近)



導水路及びポンプ場  
(BWDBによる底ざらい作業中)

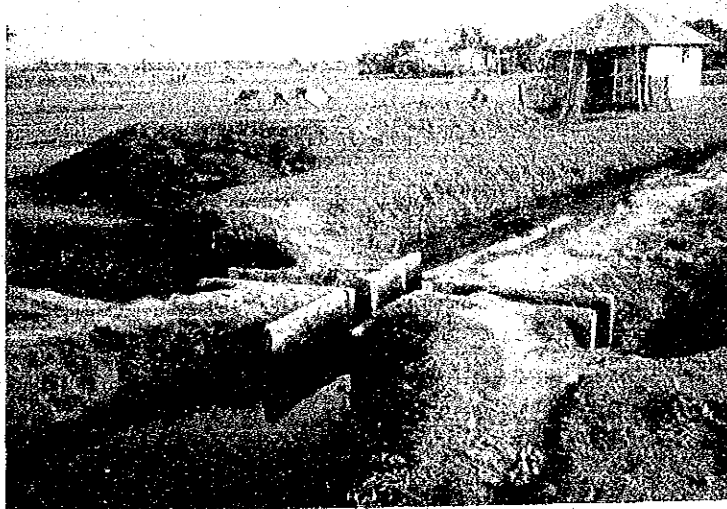




幹線用水路 (MIC)  
から SICNo. 1 への  
分水工。  
用水路堤は不整形



洪水防御堤の役目  
も果たす。Barba  
付近の幹線用水路  
堤。(BWDBによる  
補強工事中)



2次用水路から3次  
用水路への分水工。  
(SICNo. 2 / TICNo. 3)





# 要約



## 要 約

バングラデシュ国は、同国を縦断してベンガル湾に注ぐガンジス・パドマ川とブラマプトラ・ジャムナ川の2大河川系によって形成されたベンガルデルタを中心に発達した農業立地国である。また、面積約14.4万km<sup>2</sup>の国土に人口約1億400万人（1986年調べ）を擁しており、世界で最も人口密度の高い国の一つでもある。

国土の90%が低平地で、その2/3が耕地であることもあって、総人口の90%が農村に居住し、稲作を主体とした農業を営んでいる（農業人口は就業人口の2/3に当たる）。このように恵まれた自然環境と豊かな労働力を持ちながら、バングラデシュ国は今なお慢性的な食糧不足と貧困という最も基本的な問題を抱えている。これは第一に人口の自然増加に起因するところ大であることも確かなことではあるが、他方では、雨期（6～10月）の洪水と乾期（11月～2月）の旱魃といった過酷な自然条件に農業生産を阻まれ、食糧不足を余儀無くされていることも事実である。現実には毎年、雨期には集中的な降雨と近隣諸国から流入してくる大河川の増水により耕地の60%以上が水没してしまうし、乾期には降雨が殆どないため田畑は干上がってしまっている。

そこで、バングラデシュ国は、貧困、人口、食糧の3大問題の解決なしには同国の発展はあり得ないとして、その解決のために同国の国家開発計画では具体的な目標を掲げて取組んでおり、中でも食糧自給と直接つながりを持つ農業分野の開発計画を最優先にしている。同国の重要課題の一つである食糧自給を達成するためには、同国の宿命的問題である洪水と旱魃を克服しなければならない。また、それには、洪水防御施設、排水及び灌漑施設を整備することが唯一最善の手段であり、一日も早い実現が望まれる。

このような背景の下で、バングラデシュ国政府は1976年に首都ダッカの東方20kmから東北に広がる約45,000haの面積を有するナラヤンガンジーマダングンジ（N-N）地区を対象とする灌漑排水及び洪水防御計画につき、我が国に協力を要請した。N-N灌漑計画対象地区は、位置図に示すように、ラキヤ川とメグナ川に挟まれた首都に隣接する農村地帯であるが、このうち同地区を縦断するナルシンジーマダングンジ（N-M）鉄道を境界にその西側地区（Phase - I、29,000ha）について、1977～78年にかけて当事業団によりF/S調査を実施した。その結果、N-N灌漑計画は、技術的、経済的に妥当なプロジェクトであることが明らかになった。

F/S調査の後、1981年にN-N灌漑計画地区の南端部の約1,300haにおいて、我が国の無償資金協力「ナラヤンガンジーマダングンジ地区末端灌漑施設整備計画」が実施され、1984年3月に完成した。このデモンストレーション・ユニットは、プロジェクト完成以来、地域住民に多大の利益をもたらし、農業の生産性向上などその事業効果を実証し、灌漑排水事業のモデル地区として、バングラデシュ国内の注目を集めてきた。

しかしながら、1987年7月から8月にかけてバングラデシュは、例年のない豪雨に見舞われ、

全国各地で大洪水が発生した。この洪水により 8月14日には、ついにデモンストレーション・ユニット地区を防御している輪中堤防の一部が決壊するに至り、地区内全域が湛水したため農作物は全滅した。この災害のため、バングラデシュ国政府は、次の雨期（1988年 6月）までに決壊箇所を復旧を含む被災した輪中堤防の災害復旧対策を実施する必要に迫られ、同年11月、我が国に対して無償資金協力を要請した。この要請に応じて我が国政府は、同年12月にJICAを通じて応急復旧に係る調査団を現地に派遣し、被災状況を調査するとともに、応急復旧計画案を策定して「N-N地区末端灌漑施設復旧計画」として実施に移した。更に我が国政府は、右応急復旧に引続き本格復旧に係る調査を実施することを決定し、現地に本基本設計調査団を派遣した。本基本設計調査は、本格復旧に係る無償資金協力として必要かつ最適な内容、規模の基本設計を行うため、JICAが、1988年 2月15日から 3月30日にかけてバングラデシュ国へ調査団を派遣して行ったものである。

現地調査では、本格復旧を目的とした本復旧計画の背景、要請内容、実施体制、維持管理体制等の把握と並んで輪中堤防決壊の原因究明に係る調査や被災施設の現状把握など無償資金協力案件として最適な復旧計画案策定のための技術調査が行われた。また、特に輪中堤防の定期検査や維持管理については、調査団の勧告を付し、先方政府負担事項としてミニッツに明記した。

現地調査の結果を踏まえ、国内作業において調査の各項目についての解析・検討、事業計画の策定、復旧の概略設計、事業費の積算及び事業評価が行われ、その結果が本報告書として取りまとめられた。

本復旧計画の目的は、1987年の洪水により被災したN-N灌漑プロジェクトのデモンストレーション・ユニットを復旧することであり、失われた機能を回復して本来の機能を発揮させるように改善するものである。この目的を達成するため我が国の無償資金協力により輪中堤防、導水路、ポンプ機場及び幹線用水路堤の復旧改良を行うものである。

本復旧計画の概要は、以下のとおりである。

- (1) 堤体の拡幅を主とする輪中堤防の全長に亘る補強、但し収用済み現有用地内での堤体拡幅を絶対条件とする。
- (2) 法面の崩壊防止を主とした導水路の改修及びインレットエプロンの切下げを主としたポンプ機場施設の改善。
- (3) 堤体の高上げ及び拡幅を主とする幹線用水路堤の改良。

本復旧プロジェクトの実施機関は灌漑・水資源開発・治水省の下部機関であり、バングラデシュ国における洪水防御事業、水資源開発事業及び大規模灌漑開発事業とそれらによって建設された施設の維持管理を担当しているバングラデシュ水資源開発庁（BWDB）である。

BWDBは、我が国とバングラデシュ両国政府による本事業実施に関する交換公文（E/N）の調印後、我が国の無償資金協力のシステムに従って本事業を実施する。本復旧プロジェクトの工事には、

2 乾期（延べ12ヶ月）と1 雨期（5ヶ月）の通算17ヶ月を必要とする。なお、バングラデシュ国政府は本プロジェクトの実施に必要な諸手続き等自国の負担事項を実施スケジュールに合わせて実施する。

バングラデシュ国における水資源開発プロジェクトの施設の維持管理は、全てBWDBにより行われてきており、デモンストレーション・ユニットもその例外でなく、完成以来BWDBによって維持管理されてきたし復旧後もその体制は変わらない。維持管理体制については、N-N灌漑プロジェクト全体として計画されており、将来、隣接のA-1地区を含め土木部門・機械部門の総勢30名前後の組織・体制で臨むことになっているが、A-1地区の整備完成は数年先となるので、当面はデモンストレーション・ユニットを中心にN-N地区全体で17名程度の組織・体制で維持管理されることになろう。また、輪中プロジェクトの命題は輪中堤防の安全にかかっており、輪中堤防が農民自身の財産を守っていること、従って輪中堤防の維持管理が何にもまして大切であることを広報活動によって十分に理解させ、農民による管理組織を設置して、小動物の穴ふさぎ等自主的な維持管理が行えるようなシステムを創設することが必要である。

本復旧プロジェクトが実施されると、デモンストレーション・ユニット地区は従来どおり洪水と旱魃から解放されるとともに、灌漑施設の機能も従来以上に改善され、災害前の農業生産力を回復、或いはそれ以上となることが期待され、もって食糧自給力向上の一助となる。また、工事により雇用機会も増えるとともに農業生産の増大により農業所得も従来並みに戻り、地域住民の生活も安定するなど本プロジェクトの実施は、社会的、経済的に多大な効果をもたらすことになり、同国の開発の課題である農業の発展に大きく貢献することになる。

本復旧プロジェクトを円滑に実施しそれを成功させるには、プロジェクトの実施に必要なバングラデシュ国内の諸手続き等自国の負担事項を実施スケジュールに合わせてタイムリーに実行することが不可欠であり、復旧後には農民自身による輪中堤防の維持管理、灌漑施設や用水の水管理等を実施するための自治組織づくりが肝要である。



# 目 次

序 文	i
位 置 図	
計画一般図	
写 真	
要 約	i
略 語 表	ix
単位換算表	x
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2-1 計画の背景	3
2-2 要請の内容	3
第3章 計画地域の概況	5
3-1 計画対象地域	5
3-2 計画地域の自然条件	5
3-2-1 地形、地質及び土質	5
3-2-2 気象	5
3-2-3 水文	5
3-3 N-Nデモンストレーション・ユニットの概要	6
第4章 復旧計画の内容	7
4-1 計画の目的	7
4-2 計画内容の検討	7
4-3 計画の内容	7
4-3-1 復旧計画の概要	7
4-3-2 先方政府負担工事	7
4-3-3 プロジェクト実施機関	8
4-3-4 現行の維持管理体制	8
4-3-5 事業計画	9
第5章 復旧計画基本設計	11
5-1 現状の評価	11
5-1-1 輪中堤防及び幹線排水路	11
5-1-2 導水路及びポンプ機場	15
5-1-3 幹線用水路及び用水路堤	19
5-1-4 その他の施設	20



5-2	基本設計方針	26
5-3	設計条件、基準等	28
5-4	基本設計	29
5-4-1	輪中堤防の補強対策	29
5-4-2	導水路及びポンプ機場の改良対策	43
5-4-3	幹線用水路堤の改良対策	48
第6章	事業実施計画	53
6-1	事業実施体制	53
6-2	事業負担区分	54
6-3	実施計画	55
6-3-1	実施設計	55
6-3-2	施工方針	55
6-3-3	施工上の留意事項	56
6-3-4	施工計画及び管理計画	56
6-3-5	資機材調達計画	57
6-4	実施スケジュール	58
6-5	概算事業費	60
6-5-1	全体事業費	60
6-5-2	日本側負担事業費	60
6-5-3	バングラデシュ国側負担	60
第7章	維持管理計画	61
7-1	維持管理体制	61
7-2	維持管理計画	62
第8章	事業評価及び結論・提言	65
8-1	事業評価	65
8-2	結論及び提言	65

付属資料 1	A-1
1-1 調査団の構成	A-3
1-2 現地調査日程	A-5
1-3 面会者リスト	A-9
1-4 協議議事録 (Minutes of Discussion)	A-11
1-5 設計協議記録 (Record of Discussion for Design Details)	A-21
1-6 先方政府負担工事に関する意見書	A-39
1-7 収集資料リスト	A-41

付属資料 2	A-43
2-1 概略設計図	A-45
2-2 付図、付表	A-53

付属資料 3	A-59
3-1 現況測量成果	A-61
3-2 地質、土質調査データ	A-63
3-3 カントリーデータ	A-73

バックデータ (別冊)

事業費積算資料



略 語 表

GOB	:	Government of Bangladesh
GOJ	:	Government of Japan
MFA	:	Ministry of Foreign Affairs
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
BWDB	:	Bangladesh Water Development Board
ERD	:	External Resources Division
MOP	:	Ministry of Planning
K.S.S.	:	Krishak Shamabya Somity (Village Cooperative Society)
S.E.	:	Superintending Engineer
E.E.	:	Executive Engineer
S.D.E.	:	Sub-Divisional Engineer
S.A.E.	:	Sub-Assistant Engineer
W/ASST.	:	Work Assistant
MDC	:	Main Drainage Canal
SDC	:	Secondary Drainage Canal
MIC	:	Main Irrigation Canal
SIC	:	Secondary Irrigation Canal
TIC	:	Tertiary Irrigation Canal
O & M	:	Operation and Maintenance
N-N	:	Narayanganj - Narsingdi
NNDP	:	N-N Demonstration Project
DND	:	Dhaka - Narayanganj - Demra
IDA	:	International Development Association
E/N	:	Exchange of Notes
B/D	:	Basic Design
D/D	:	Detailed Design
T.B.M.	:	Tentative Bench Mark
H.W.L.	:	High Water Level
S.O.B.	:	Survey of Bangladesh
P.W.D.	:	Public Works Department
D-N Road:		Dhaka - Narsingdi Road
D-C Road:		Dhaka - Chittagong Road
T-N Railway:		Tungi - Narsingdi Railway
N-M Railway:		Narsingdi - Madanganj Railway
TK	:	Taka
¥	:	Yen

## 單位換算表

### Length

1 foot	= 30.48	cm
1 foot	= 0.305	m
1 inch	= 2.54	cm
1 yard	= 91.44	cm
1 statute mile	= 1.61	km
1 US naut. mile	= 1.85	km
1 Int. naut. mile	= 1.85	km

### Area

1 in <sup>2</sup>	= 6.45	cm <sup>2</sup>
1 ft <sup>2</sup>	= 929.03	cm <sup>2</sup>
1 yd <sup>2</sup>	= 0.835	m <sup>2</sup>
1 acre	= 0.405	ha
1 sq. stat. mile	= 2.59	km <sup>2</sup>

### Volume

1 in <sup>3</sup>	= 16.39	cm <sup>3</sup>
1 ft <sup>3</sup>	= 28316.8	cm <sup>3</sup>
1 ft <sup>3</sup>	= 28.32	litre (l)
1 gallon (US)	= 3.79	l
1 gallon (Imp.)	= 4.55	l
1 acre foot	= 1233.5	m <sup>3</sup>

### Temperature

°F	= 1.8°C + 32
°C	= (°F - 32) 5/9

### Velocity

1 knot	= 0.515	m/sec
	= 1.85	km/hr
1 foot/sec	= 0.305	m/sec
	= 1.095	km/hr
1 foot/min	= 0.51	cm/sec
	= 0.18	km/hr
1 mile/min	= 2682	cm/sec
	= 1.61	km/min
1 m/sec (24 hr)	= 86.4	km/day
1 foot/sec (24 hr)	= 26.33	km/day
1 mile/hour (24 hr)	= 38.6	km/day
1 knot (24 hr)	= 44.5	km/day

### Pressure

1 atmosphere	= 76	cm Hg
1 atm	= 1.013	bar
1 inch Hg	= 0.0334	atm
1 inch H <sub>2</sub> O	= 2.49	mbar
1 mbar	= 0.75	mm Hg
1 lb/in <sup>2</sup>	= 51.72	mm Hg

### Radiation to equivalent depth of evaporation

1 cal/cm <sup>2</sup>	= 1/59	mm
1 cal/cm <sup>2</sup> min	= 1	mm/hr
1 mW/cm <sup>2</sup>	= 1/70	mm/hr
1 mW/cm <sup>2</sup> (24 hr)	= 0.344	mm/day
1 cal/cm <sup>2</sup> min (24 hr)	= 24	mm/day
1 Joule/cm <sup>2</sup> min (24 hr)	= 5.73	mm/day

# 第 1 章 緒 論



## 第1章 緒 論

バングラデシュ人民共和国政府（以下「バ国政府」又は「先方政府」という）は、1976年に同国中央部で首都ダッカ近郊に位置するナラヤガンジーナルシンジ（N-N）地区の約45,000haの地域を対象とする灌漑排水及び洪水防御計画につき、我が国に F/S調査を要請した。日本政府は、この要請に応じて1977～1978年にかけて国際協力事業団（JICA）による F/S調査を実施した。その結果、N-N地区灌漑排水及び洪水防御計画は、技術的にも、経済的にも十分な妥当性を持つものであることが確認された。

その後、バ国政府は、同地区内の中央部にあたるルプガンジ地区内のダッカーナルシンジ（D-N）道路沿いの約 1,300ha（灌漑面積 1,000ha）を同計画のパイロット・プロジェクト対象地域として選定し、我が国政府に対してその建設に係る無償資金協力を要請した。これに応じて我が国政府は、1981年度に無償資金協力をを行い、この資金によりバ国政府は、1982年から1984年にかけて「N-N地区末端灌漑施設整備計画」を実施し、1982年 4月に着工、1984年 3月にデモンストレーション・ユニットとして完成させた。このデモンストレーション・ユニットは、地域住民に対し多大な利益をもたらすなど顕著な便益を上げ、その事業効果を実証するとともに、近代的な灌漑排水のモデル事業としての展示効果を発揮して、バ国内において高い評価を得てきた。

ところが、バングラデシュは1987年 7月から 8月にかけて例年にない豪雨に見舞われ、全国で大洪水が発生した。この洪水のため、同地区で 8月14日に輪中堤防の一部が決壊するに至り、地区内全域が湛水したため農作物は全滅した。このため、バ国政府は、次の雨期（1988年 6月）までに決壊箇所の復旧を含む輪中堤防の修繕を実施する必要性に迫られ、丁度この時期（同年 9月）D-N道路を挟んで同地区の北西側に隣接する A-1地区において調査中であった「N-N灌漑施設建設計画基本設計調査」のJICA調査団に被災堤防の概略調査を依頼する一方、同年11月、我が国に対し無償資金協力を要請越した。この要請に応じて我が国政府は、1987年12月にJICAを通じてフォローアップ調査団を現地に派遣し、被災した輪中堤防の応急対策につきバ国側と協議し現地調査を実施した。更に我が国政府は、上記フォローアップ調査に引き続いて本格復旧に係る基本設計調査の実施を決定し、JICAは、本格復旧に係る我が国の無償資金協力案件として必要かつ最適な内容・規模について基本設計を行うため、1988年 2月15日から同年 3月30日までの45日間、農林水産省関東農政局建設部課長補佐 轟 登久夫 氏を団長とする基本設計調査団（以下「調査団」という）を現地に派遣した。

現地調査では、先方政府関係者との協議、プロジェクトサイトの調査及びその他の関連調査を通じて、本復旧計画の背景、要請内容、実施及び維持管理体制等を把握するとともに、無償資金協力案件として適切・妥当な復旧計画案策定のための必要な技術調査が行われた。また、本復旧



計画の実施時における先方政府の便宜供与及び負担工事範囲等についても確認がなされミニッツが結ばれた。

現地調査の結果を踏まえ、帰国後の国内作業において調査の各項目について解析、検討、復旧計画の基本設計、事業実施計画の策定、事業費の積算及び事業評価等を行った。本報告書は、これらを取りまとめたものである。

## 第 2 章 計画の背景



## 第2章 計画の背景

### 2-1 計画の背景

バ国政府は、1976年に同国中央部で首都ダッカの東方約20kmに位置するN-N地区の約45,000haの地域を対象とする、灌漑排水及び洪水防御計画につき、我が国にF/S調査を要請した。これに応じて我が国政府は、JICAを通じて1977～1978年にかけてF/S調査を実施し、その結果、右N-N地区灌漑排水計画は、技術的にも経済的にも十分な妥当性を持つものであることを確認した。

その後、バ国政府は、N-N地区内の中央部にあたるルプガンジ地区内のD-N道路に沿った約1,300ha（灌漑面積1,000ha）を選定して、1981年度の我が国無償資金協力により「N-N地区末端灌漑施設整備計画」を実施し、1982年4月に着工、1984年3月に「デモンストレーション・ユニット」として完成させた。このデモンストレーション・ユニットは、プロジェクト完成以来、農業の生産性向上とともに地域住民に多大の利益をもたらすなどその事業効果を存分に実証し、近代的な灌漑排水事業のモデル地区として、バ国内において注目されて来た。

ところが、バングラデシュは1987年7月から8月にかけて例年のない豪雨に見舞われ、全国各地で大洪水が発生した。この洪水により、8月14日には、同地区で輪中堤防の一部が決壊するに至り、地区内全域が湛水したため農作物が全滅するなど大きな被害を受けた。この災害のため、バ国政府は、次の雨期（1988年6月）までに決壊箇所の復旧を含む被災した輪中堤防の応急対策を実施する必要性に迫られて、同年11月、我が国に対して無償資金協力を要請越した。この要請に応じて我が国政府は、JICAを通じて同年12月に被災した輪中堤防の応急対策を策定するため、フォローアップ調査団を現地に派遣した。更に、我が国政府は、右フォローアップ調査に引続き、木格復旧に係る調査を実施することを決定し、JICAを通じてバ国へ木基本設計調査団を派遣した。

### 2-2 要請の内容

バ国政府から我が国政府に届いた本件に関する要請書によれば、復旧対策ないしその規模など具体的内容については、明確にされていない。

従って、要請の具体的内容については、現地調査における協議の中で詰める必要があった。協議の当初「堤防の補強よりも地区内の灌漑施設を拡充することが第一である」とするバ国側と、「地区内灌漑施設の拡充は、洪水防御があって初めて成立つことであり、輪中堤防の

補完を第一とすべきである」とする日本側（調査団）との間に意見のくい違いが見られたが、協議を重ねた結果、相互の立場を理解するに至り、本復旧計画の内容として次の項目を取り上げることを確認した。（付属資料1-4 参照）。

- 1) 輪中堤防の全長に亘る補強
- 2) 導水路及びポンプ機場インレットの改良
- 3) 幹線用水路堤の改良、但しバ国側で新規土地収用を必要としない場合に限る。

### 第3章 計画地域の概況



## 第3章 計画地域の概況

### 3-1 計画対象地域

輪中堤防の決壊により被災したデモンストレーション・ユニット（灌漑面積約 1,000ha）は、グッカ市の東方約20kmに位置するN-N灌漑排水計画地区南西端の区域に在り、北西側はD-N道路、南及び南東側は当該輪中堤防で挟まれた地域で、北側は地区内より地盤のやや高いGolakandail村を境界としている。

本基本設計調査の対象地域は、決壊した輪中堤防（全長約 8.3km）を含むデモンストレーション・ユニット地区内の全域及びその周辺を主とするその他の関連地域である。

### 3-2 計画地域の自然条件

#### 3-2-1 地形、地質及び土質

調査対象地域は、ラキヤ川とメグナ川に挟まれた平坦な低地帯であり、地域の大部分は標高6~13ftの氾濫原であるが、村及び林は毎年の洪水期に湛水することが少ない標高13~20ftの微高地に形成されており、地域及び周辺に点在している。

氾濫原の堆積物は、軟弱な粘土、シルト及びゆるい微粒砂などからなり地域によって変化する。これに対し、微高地の地質は粘土分を比較的多く含むシルトからなり、やや硬質である。

#### 3-2-2 気象

計画地域は典型的なモンスーン地帯であり、気候は下記のごとく雨期と乾期及びそれぞれの移行期の4つに分かれる。

- a) 雨期への移行期（3月~5月）
- b) 雨期（6月~10月）
- c) 乾期への移行期（10月~11月）
- d) 乾期（12月~3月）

#### 3-2-3 水文

計画地域はラキヤ川の左岸に位置しており、ラキヤ川の水位変動により影響をうける。

水位観測所はデムラにあり、ポンプ機場にも水位計を設置している。

河川水位のピークは地域の降雨より約1カ月おくれで発生し、7月後半から9月前半が最も高い時期である。



### 3-3 N-Nデモンストレーション・ユニットの概要

N-Nデモンストレーション・ユニットは、N-N灌漑計画のモデル地区として、我が国の昭和56年度無償資金協力「ナラヤガンジーナルシンジ地区末端灌漑整備計画」(8.4億円)によって約1,000haが開発整備されたものである。工事は1982年4月に着工し、1984年3月に完成した。整備された施設及び受益地の概要は次のとおりである。

灌漑面積	1,000ha	幹線排水路	8.2km
輪中堤防	8.3km	2次排水路	15.6km
ポンプ機場	φ 700mm/3台	農家戸数	520戸
幹線用水路	9.2km	人口	2,600人
2次用水路	6.9km	土地なし農家	50人

なお、3次水路及び圃場水路は、バ国政府及び農民組織によってそれぞれ整備されつつあり、プロジェクトの実施及び管理を受け持つBWDBは1989年までに完成したいとしている。

末端施設の整備中といいながら、このプロジェクトにより地区内の農業の生産性は極めて向上し、受益農家の収入は3~4倍に増大するなどの成果を示している。しかし、末端施設が未だ完了していないこと、ポンプ機場の構造的諸因により乾期におけるタイムリーな灌漑ができていないことなどの問題も抱えている。

施設の維持管理はBWDBが行っている。1984-85年から1986-87年の3年間に維持管理のために出費した費用は1,904万タカ(職員人件費を含む)である。

水管理及び営農面では農民組織(Krishak Shamaday Samity-KSS)が8組織結成され近代農業を展開しつつあり、作付もプロジェクト前の生産性の低いB-Amanの単作から高収量高品種のT-Aman、BoroあるいはBroushの年2期作が行われている。

## 第4章 復旧計画の内容



## 第4章 復旧計画の内容

### 4-1 計画の目的

本計画の目的は、1987年の洪水により被災したN-N灌漑プロジェクトのデモンストレーション・ユニットを復旧することであり、失われた機能を回復して本来の機能を発揮させるものである。

### 4-2 計画内容の検討

2-2節で述べたとおり、協議の当初の段階では、「地区内灌漑施設を拡充することが第一である」とするバ国側と、「地区内の灌漑施設拡充は、洪水防御がなされて初めて成立つことであり、輪中堤防の補完が先決」とする日本側との間で意見のくい違いが見られた。これにつき両者は、相互の立場を理解すべく互いに誠意と努力を以て協議を繰返し、その結果、両者は、我が国の無償資金協力案件に引継ぐべき復旧プロジェクトとして、次節に掲げる復旧計画内容を確認した。

### 4-3 計画の内容

#### 4-3-1 復旧計画の概要

バ国政府関係機関との協議で確認された本復旧計画の概要は以下に示すとおりである。

- (1) 堤体の拡幅を主とする輪中堤防の全長に亘る補強、但し収用済みの現有用地内での堤体拡幅を大前提とする。
- (2) 法面の崩壊防止を主とする導水路の改良及びインレットエプロンの切下げを主とするポンプ機場施設の改良。
- (3) 堤体の高上げ及び拡幅を主とする幹線用水路堤の改良。

これらの基本事項を軸として、調査団は先方政府関係機関と協議を持ち、更に詳しい設計内容につき討議した。討議事項の詳細については、別の章で各項目ごとに述べることにする。

#### 4-3-2 先方政府負担工事

本年度、バ国の灌漑・水資源開発・治水省は、災害復旧事業に対してIDA資金の一部を獲得し、先の洪水により被災した輪中堤防及びデモンストレーション・ユニット地区内の灌漑施設の復旧改良に充当し、今乾期に工事を実施した。

輪中堤防にあっては、ポンプ機場より 4.0km の地点を工事区界にして、我が国無償資金協力による応急復旧工事と分離独立した形（ポンプ機場より 4.0km 迄の区間をバ国政府工事、4.0 km 以北終点までを我が国負担工事）で地元業者に発注、右我が国側応急復旧工事と同時期施工となった。

上記の日・バ両国による応急復旧工事が完成すると、当該輪中堤防は、全長に亘ってほぼ同一の堤体断面を有するところとなる。本基本設計を進めるに当り、調査団は、本基本設計における堤体の原形を右応急復旧工事完成時の形として復旧計画を立てることとした。

なお、バ国政府負担分の応急復旧工事に対して調査団は、

- ・ 次期乾期（1988年10月）に本復旧計画が開始できるよう応急復旧工事はそれまで（今乾期中）に完了すること。
- ・ 現地踏査を通じて調査団はバ国側が施工している堤防の一部に動物穴や人為的理由による著しい被害箇所が数箇所あるのを認めた。特に乾期に輪中堤内の幹線排水路から地区外へ堤防越しに行ったポンプ揚水によると思われる被害は、堤防の天端幅を 2.5m 以下にしているところもある。

などの点を指摘した書簡をバ国側関係機関に提出し、バ国側の善処を促した（付属資料 1-6 参照）。

#### 4-3-3 プロジェクト実施機関

本プロジェクトで復旧する全施設の実施及び維持管理に対しては、バングラデシュ水資源開発庁（BWDB）が責任を負う。

本プロジェクトの実施については、Dhaka D&M Circle の Superintending Engineer の指揮の下に、Executive Engineer を長とする Dhaka D&M Division-II が工事を担当する。

#### 4-3-4 現行の維持管理体制

デモンストレーション・ユニットは、その完成以来上述した Superintending Engineer の指揮の下に N-N デモンストレーション・ユニット・プロジェクト（NNDP）の Sub-Division が維持し、管理してきた。

本復旧工事完成後も同 Sub-Division が本プロジェクトで復旧する全施設の維持及び管理を担当する。

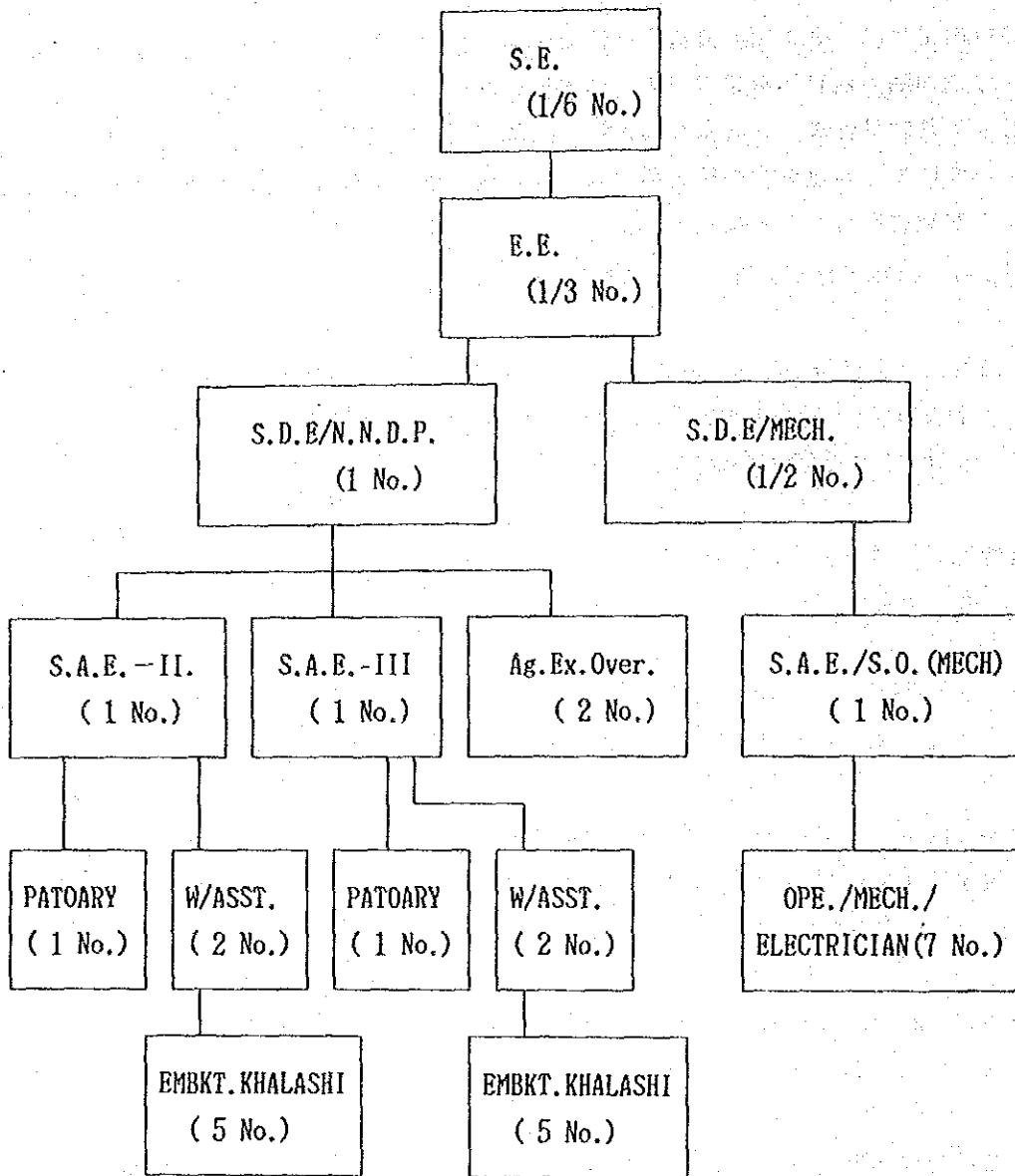
Sub-Division の中の組織は、現在、図 4-3-1 のような形になっている。

#### 4-3-5 事業計画

事業の構成は ①復旧改良工事 ②コンサルタント業務 ③バ国負担事項の3つに分けられ、①と②が我が国の無償資金協力の対象となる。

①の復旧工事は、我が国の無償資金協力のシステムに従って事業の実施機関であるBWDBが選定した我が国の建設請負業者によって実施される。②のコンサルタント業務の内容は、実施設計、入札図書作成、入札業務の代行、入札評価及び工事施工管理であり、そのコンサルタントについても同無償資金協力のシステムに従い所定の手続きを経てBWDBと日本のコンサルタントが契約を行うことになる。

PLANNING DOCUMENTS FOR OPERATION AND MAINTENANCE  
OF  
IRRIGATION SYSTEM OF N.N.D. PROJECT



Notes: S.E.: Superintending Engineer  
E.E.: Executive Engineer  
S.D.E.: Sub-Divisional Engineer  
S.A.E.: Sub Assistant Engineer  
Ag.Ex.Over.: Agriculture Extention Overseer  
W/ASST: Work Assistant  
PATOARY: Office Worker  
EMBKT.KHALASHI: Embankment Gard

図 4 - 3 - 1 維持管理組織図

## 第 5 章 復旧計画基本設計





5-1 現状の評価

5-1-1 輪中堤防及び幹線排水路

(1) 当初設計

本輪中堤防は、N-N地区灌漑計画の手始めとして整備されたデモンストレーション・ユニットの重要な位置を占めるものである。

当初設計では、堤防の計画規模を1/10確率年に相当する高水位(H.W.L 6.2m)と定め、天端高をEL 6.60m(余裕高0.40m)とし、標準断面形状を図5-1-1に示すような幹線排水路と一体とした形状で計画された。

しかし、今次被害の原因となった今年の洪水は、当初の設定条件を上回るものであった。よって、本復旧計画の策定にあたっては、今次規模の洪水に耐え得るものとし、当初設計以上の内容・規模とする必要がある。

(2) 土質調査結果による評価

輪中堤防に関する土質調査の目的は、現況堤防の評価と本復旧計画で用いられる土質材料の特性を把握することである。前者に関しては、堤防上において7ヶ所のボーリング調査を行った他、ボーリング孔及び堤防表面付近から土質試料を採取して強度試験を含む室内土質試験を実施した。また、後者に関しては、土取場として予想される堤防に沿った地域及びコア材の採取候補地として考えられるD-N道路沿いの地域より合計10試料の土質試料を採取して、締固め試験、強度試験、透水試験を含む室内土質試験を実施した。調査の位置と数量及び試験結果は付属資料3-2にまとめて示す。

調査、試験の結果を考察すると次のとおりである。

- a) 輪中堤の基礎地盤は、ポンプ機場から3.0~4.0 km付近(おそらくBhargaon村の東端にあたる3.4km付近)を境に2分され、ポンプ機場寄りでは粘土質シルトないしシルト質粘土が分布するのに対し、Golakandail村寄りでは細砂混りシルト及びシルト混り細砂が主体を占め、特に深部には細砂の優勢な地層が分布する。
- b) 細砂優勢の層の上面深度は、決壊部で最も浅くなり、幹線排水路の敷高より高くなり、非常に緩くなっている。したがって、決壊の主な原因と考えられる基礎地盤のサンドボイリングに対し、決壊部が最も危険な状態にあったものと推定される。
- c) 堤体基礎地盤の表層には、一般に粘性土分を比較的多く含む表土が0.5~1.0 mの厚さで分布しており、これが難透水層として堤体下を通る水の浸透を防いでいる。しかし、

決壊部では、b)の状況に加えて、堤防がTatkir川の支流と交差しているため、表土層が欠如している。

- d) 堤体材料は、基礎地盤の土質を反映して 3.0~4.0 km付近を境にGolaka'dail 村寄りではゆるい砂混りシルトないしシルト質細砂からなる。これらの土は、飽和すると液性限界に近くなって、容易に乱され、極端に強度が低下する特性を示し、また、降雨による洗掘に対して弱く、堤体の被災程度はこれらの土質特性をよく反映している。
- e) 土質試験結果より、後述する堤体の浸透性と安定性の検討に用いる土質定数は、表5-1-1のように設定することができる。

### (3) 被災状況に基づく評価

1987年12月に実施された輪中堤防の縦・横断測量結果及び今回の現地調査の結果に基づき、輪中堤防及び隣接する幹線排水路の長期的な安定を維持するという観点から、被災状況について考察すれば次のとおりである。

- a) 決壊には至らなかったものの、決壊部と同様に堤体下を通った浸透水によるパイピング（ボイリング）の生じた形跡が多く箇所で認められた。これらは、次のような地形的特徴のある部分によく対応している。

(i) 旧河川の横断部

(ii) Tatkir川の接近部

(iii) 堤外地側の地盤が堤防に沿って切り取られ、池又は水路のような状態になった部分

以上の地形的特徴は、堤外地側で水を通しにくい層として作用している表土層が欠如して、堤体下を通る浸透水の径路が短くなっていることを意味している。したがって、堤体の長期的な安定を保つ上で、堤体下を通る浸透水の径路をできるだけ長くする対策が望まれる。

- b) 堤体中を通る浸透水により、被害を受けた箇所が全線にわたり不規則に散見される。このような箇所では、現在法面に竹杭などが打たれ、応急的な手当てが施されている。これらは、動物による穴や、局部的な空洞を通して浸透した水によって洗掘されたものと考えられる。

動物の穴は、全線にわたり認められるが、特に砂分の多い 3.4km付近から終点にかけて多く、応急復旧工事で切り取られた断面でよく観察でき、蛇の卵も認められた。この他、聴き取り調査によれば穴を作る動物は、ねずみ、とかげ、昆虫（おけらのようなもの及び蟻）などである。

また、空洞が出来た理由としては、(i) 盛土施工時に土塊を充分砕かなかったこと、(ii) 河川横断部の沈下によりクラックが生じたこと、(iii) 不規則に砂が挟まれていることなどの原因が考えられる。

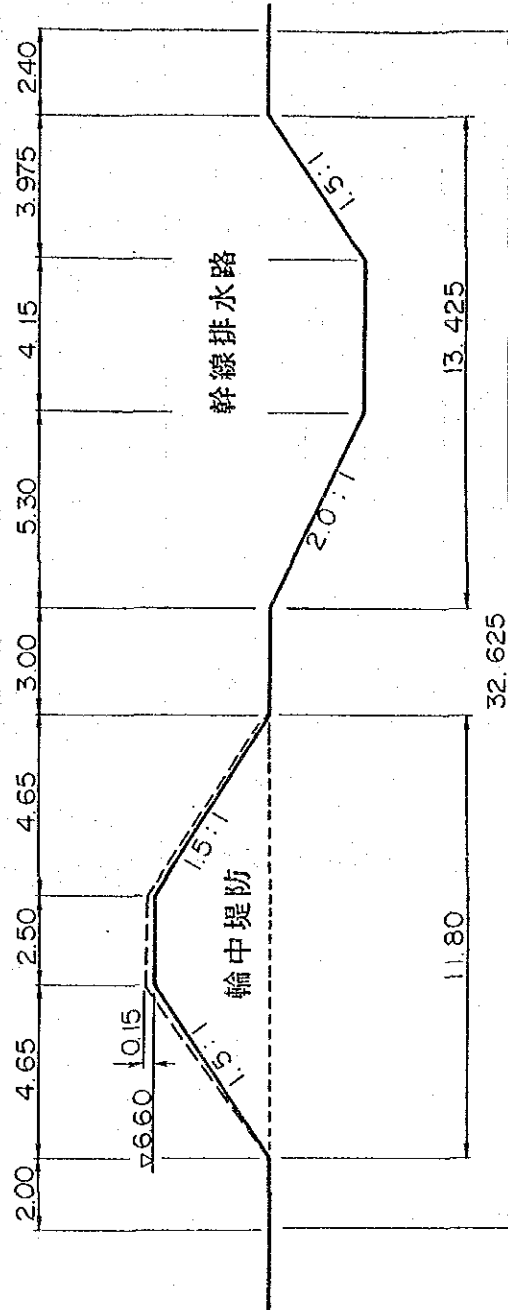


表 5-1-1 当初設計における輪中堤防の標準断面図

表5-1-1 土質定数の設定

対象	定数 区間	湿潤密度 $\rho_t$ (t/m <sup>3</sup> )	飽和密度 $\rho_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (t/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (度)	透水係数 $K$ (cm/sec) ( $D_{10}$ :10%粒径)*
現況堤体	0~3.4 km	1.81	1.87	6.4	3	$2 \times 10^{-5}$ ( $D_{10} = 4.1 \times 10^{-3}$ mm)
	3.4~8.3 km	1.75	1.86	3.0	20	$6 \times 10^{-5}$ ( $D_{10} = 6.9 \times 10^{-3}$ mm)
基礎地盤	0~3.4 km	1.84	1.84	4.0	0	$2 \times 10^{-6}$ ( $D_{10} = 1.3 \times 10^{-3}$ mm)
	3.4~8.3 km (表層)	1.75	1.80	3.0	15	$4.5 \times 10^{-6}$ ( $D_{10} = 1.9 \times 10^{-3}$ mm)
	3.4~8.3 km (深部)	1.80	1.80	2.0	30	$1.6 \times 10^{-5}$ ( $D_{10} = 3.5 \times 10^{-3}$ mm)
新規築堤材 (応急復旧を含む)		1.75	1.90	3.2	15	$4.5 \times 10^{-5}$ ( $D_{10} = 1.9 \times 10^{-3}$ mm)
コア材		1.75	1.85	1.5	5	$2 \times 10^{-7}$

\*. 粒度特性より、 $K = c \cdot (0.7 + 0.03 \cdot t) \cdot D_{10}^2$  から推定した。

$c$  は粒子の特徴により50~150の範囲にあり、ここでは120 とする。

$t$  は温度。

#### (4) 応急復旧工事

輪中堤防は、ポンプ機場を起点としてGolakandail村まで8.3kmの延長がある。1987年8月の洪水は、4.3km地点で決壊をもたらした他、輪中堤防及び幹線排水路に多くの被害を与えた。特に4.0km付近より終点までの区間においてその程度が著しい。1987～88年の乾期においては我が国の無償資金協力により被害の著しい部分について、1雨期の洪水を防御することを目的として応急復旧工事が実施されている。被害の比較的軽微なポンプ機場より4.0km付近までは、BWDBがIDAの資金を得て、我が国側の工事と整合する形状で独自の応急復旧工事を実施している。我が国側が実施している応急復旧工事の完成後の標準断面形状は図5-1-2に示すとおりとなる。なお、決壊部にたいしては、堤体下の浸透路長を長くするため、堤外地側に広く不透水性の被覆層（ブランケット）が設けられる。

しかし、応急復旧工事は、施工期間やこの間に動かし得る土工量の制約から、本格復旧が完成する迄のごく限られた雨期に洪水を防御するという極めて短期的な洪水防御を目標に実施されているものであり、バ国内で多く実施されている洪水防御堤の断面形状と比較してもやや劣る規模となっており、本プロジェクトによる抜本的な補強対策が必要である。

#### (5) 長期的な安定に対する問題点のまとめ

以上の点から、今後、堤防の長期的な安定を維持する上で、現況の問題点を整理すると次のようになる。

- a) 堤体断面が貧弱なことに加えて、動物の穴など不規則な損傷も認められることや良質の盛土材料が堤防付近で得難いことなどから、拡幅だけでなくその他の補強対策も考慮することが重要である。
- b) 堤体基礎地盤を通る浸透路長が短い部分については、これをできるだけ長くするような対策が必要である。

### 5-1-2 導水路及びポンプ機場

現在、デモンストレーション・ユニット地区では、乾期の灌漑期（特に11月～2月）にポンプによる十分な灌漑用水の供給が行えない状況に置かれている。

現地調査の結果から、これは導水路及びポンプ機場の次の点に起因するものと判断される。

#### (i) 導水路

導水路は、デモンストレーション・ユニット南東の輪中堤防沿いに北東から南西に流下、D-N道路を横断してラキヤ川に合流するTatkir川のラキヤ川合流点より上流へ約840 mの区間と、これより分岐してポンプ機場に取り付く部分約110mの総延長約950mの水路である。本水路は、乾期にはラキヤ川の流水をポンプ機場まで導水し、雨期にはTatkir川流域及びデモンストレーション・ユニット地区内の排水をラキヤ川へ導水する用・排水兼

用の水路である。

水路の現況性状は、D-N道路横断部は三面レンガ張りが施工されているが、その他の部分は法高6~7m程度の土水路となっており、水路の斜面には数多くの浸食、局部的な崩落の形跡が存在する。これらの浸食、崩落の原因について考察すると次のとおりである。

- a) 干満あるいは雨期から乾期の移行時期の水位の変動による斜面浸食や雨期には排水路、乾期には用水の導水路となり、流水による斜面浸食が繰返され、不安定な斜面が形成され、崩落を引き起こしている。
- b) 水路底に堆積した土砂の排出作業の際に、水路底付近の斜面を、これより上部の斜面より急勾配で切り取ったために、この部分の安定が保持されずに斜面が崩壊し、さらにその上部の崩落ないし滑りを引き起こしている。
- c) 水路底の堆積土砂の排出作業の際に、排出した土砂を斜面に不安定な状態で放置したために、これらが降雨や表面流出水により二次浸食を受けている。
- d) 降雨時に水路周辺地域からの表面流出水が、水路天端の低い部分に集中し斜面を流下することにより、この部分が浸食されている。
- e) 地下水の水路法面への浸出に伴い、斜面を浸食している。
- f) 導水路を構成する地層構成及び土質工学的特性は、今回実施したボーリング調査及び土質試験の結果は付属資料3-2に示したとおりであり、腐植物を含む軟かい粘土質シルトが斜面の下部を構成し、すべり破壊に対する抵抗力は堤防部より低い。

以上のような諸因により発生した大量の土砂や流水中の土砂が水路底に堆積することによって、乾期における用水路としての機能が阻害され、ポンプ機場への十分な用水の導水ができなくなっている。このために、BRDBは水路の堆積土砂の排除に、毎年多額の費用と多大の労力を強いられていることから、水路内の斜面の崩落を防止する対策が必要である。

## (2) ポンプ機場

ポンプ機場主要地点の測量を行った結果は、図5-1-3のとおりであり、ポンプ機場全体が当初計画された標高より0.55m高く設置されている。また、ポンプ稼働を制御するために設けられた自動水位検出装置の設定水位も当初計画より0.55m高い位置にある。

すなわち、本ポンプ施設は、乾期にラキヤ川の水位が低下し、導水路内の水位もこれに伴い低下した時に、ポンプ稼働を停止す水位検出装置の設定水位が当初計画よりも0.55m高い位置にあるため、当初計画の導水路内の水位まで灌漑用水をポンプアップできない構造となっている。

したがって、地区内へのポンプによる灌漑用水の供給量を現状より増大するためには、ポンプのキャビテーションに対する安全性を考慮した水位検出装置の改良が必要である。

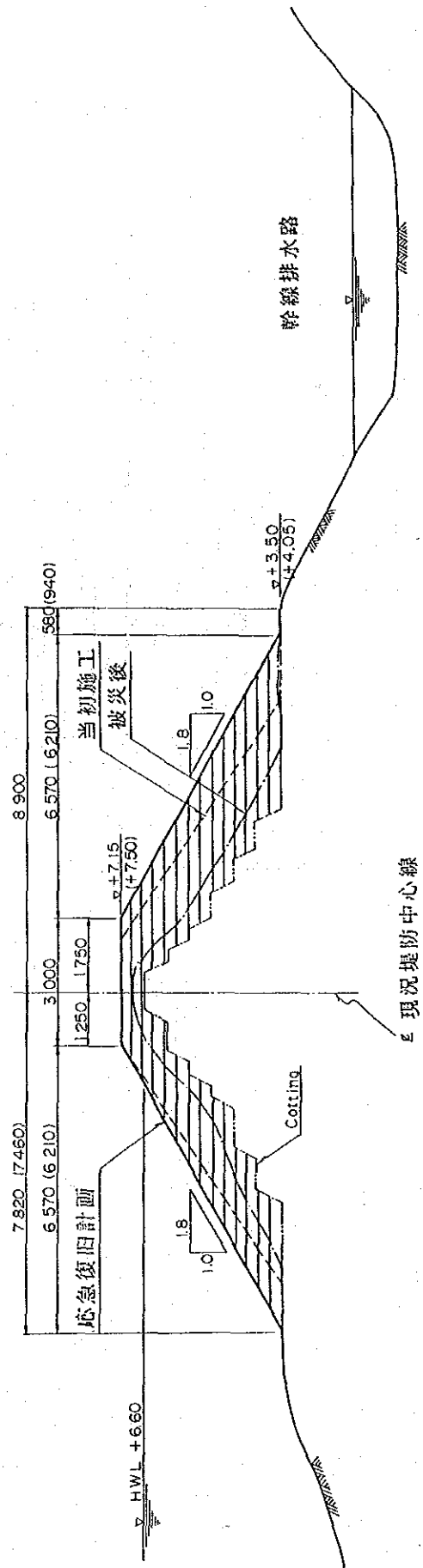


図 5-1-2 応急復旧標準断面図



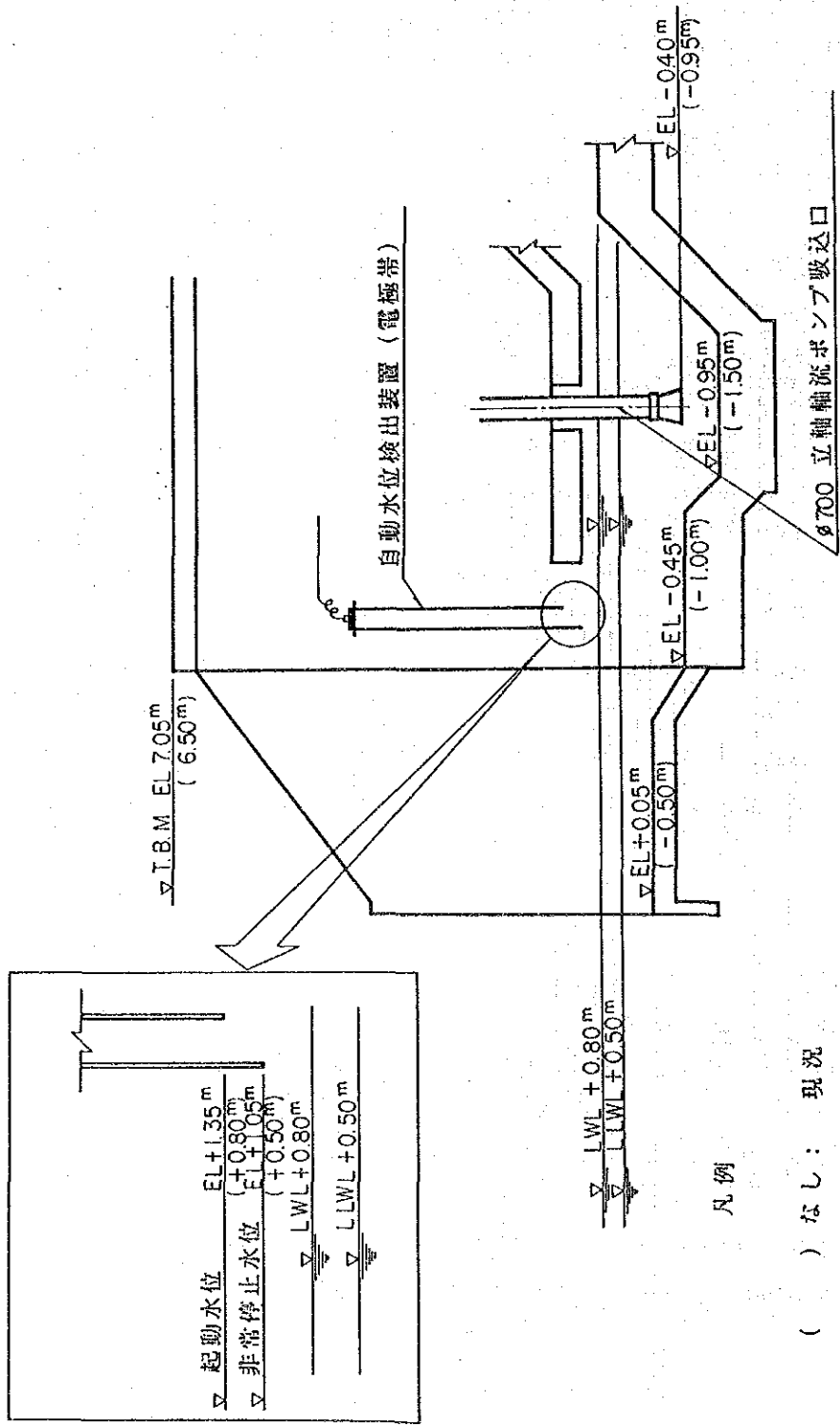


図 5 - 1 - 3 ポンプ機場の地点標高

### 5-1-3 幹線用水路及び用水路堤

#### (1) 幹線用水路

幹線用水路は、デモンストレーション・ユニットの北西側の境界にあたり、同地区を囲む輪中堤防の一部でもあるD-N道路に沿って、ポンプ機場を起点とした延長約9.2kmの灌漑用水路である。本用水路は、ポンプ機場よりD-N道路までの約150mの区間を除き、D-N道路の建設に伴う土取場跡の堀を利用したものであり、D-N道路堤に沿って堤を建設（既設の畦畔を補強）して、堀を水路化したもので、水路幅20m以上となっている。

現在、用水路内には、D-N道路からデモンストレーション・ユニット地区内の集落、道路、レンガ工場等への連絡のために、水路を横断して土手を築きパイプを埋設しただけの簡易な道路が数多く設けられている。これら横断道路の中には、特にレンガ工場への通路として設けられた道路は、工場の閉鎖に伴い放置されたまま十分な維持管理が行われていないものもある。道路下に埋設されたパイプは、用水を通水する重要な施設であり、パイプの不等沈下や土砂の堆積により通水路が閉塞した場合には、用水路が分断されその機能を損なうばかりでなく、水路上流での急激な水位の上昇を招いて用水の水路堤からの越流を引き起こす危険性もあるため、十分な維持管理を行う必要がある。

#### (2) 幹線用水路堤

用水路堤には、6ヶ所のゲート型式の分水施設が設けられており、これにより、2次用水路への用水供給が行われている。なお、各分水工の敷高の測量結果は、付属資料3-1のとおりである。

Barba集落付近の延長約250mの区間の用水路堤は、デモンストレーション・ユニットを取り囲んでいるD-N道路の更に外側に位置していることから、輪中堤防としての機能を有している。

測量及び現地踏査の結果から、当該用水路の現況形状について整理すると次のようになる。

- a) 1987年8月の輪中堤防の決壊に伴い本用水路堤も冠水したが、これによる堤自体の顕著な洗掘や崩落の形跡はみられない。しかし全体的に断面形状は不整形となっている。
- b) 測量結果から、本堤の天端高は局部的にEL5.00mを下回る区間もあるが、大部分はEL5.00m以上あり、ポンプ機場と同様に、当初計画のEL5.00mより0.55m高く施工されたものと考えられる。しかし、現在の堤天端高は、全線にわたってEL5.55mを下回っており、これは建設後の不等沈下、あるいは圃場への通路、集落間の交通路として利用されることにより変形したものと考えられる。
- c) 堤の水路側法面の水中に没している部分は、水位の変動や流水により洗掘されている。
- d) BWDBはIDAの資金を得て、今乾期に用水路堤の部分的に低い箇所を応急復旧工事を実施

施している。特に大規模な工事は、Barba 集落付近の輪中堤防相当区間（延長約 250 m）であり、改修後の断面形状は天端高EL7.00m、天端幅3.00m、法勾配1:1.75となる。

以上のことから、分水を円滑に行うための水位を用水路内に確保し、なおかつ用水路堤の長期的な安定を維持するためには、用水路堤の補強を行う必要がある。

#### 5-1-4 その他の施設

デモンストレーション・ユニット地区内の2次用水路、3次用水路及び排水路等の灌漑施設の現況については現地踏査、現地測量及び聴き取り調査を実施した。これらの調査結果に基づいて施設の現況及び問題点を整理すると以下のようになる。

##### (1) 施設の建設状況

当初計画では、図5-1-4に示す用・排水計画に基づいて、幹線用水路1路線、2次用水路7路線、3次用水路20路線、幹線排水路1路線、2次排水路8路線が計画され、3次用水路を除く他の施設は、1981年度の我が国の無償資金協力により建設された。3次用水路については、当初我が国の無償資金協力により建設する予定であったが、土地収用の遅延のために一部無償資金協力の対象から外し、バ国政府の費用負担で建設することとなった。

現在までの3次用水路の建設状況は、土地収用は全て完了しているが、部分的に建設された路線が4路線、全く建設されていない路線が2路線となっている。また、3次用水路から先の各圃場への水路は、農民組織によって建設されつつある。

現況用・排水路の位置は、図5-1-5のとおりである。

##### (2) 施設の状況

1987年8月の輪中堤防の決壊により、決壊部周辺の堤防沿いの幹線排水路や圃場では、排水路法面の崩壊や大量の土砂の堆積によって大きな被害を受けた。また、地区内の施設は全て湛水したが、施設の顕著な洗掘や崩壊の形跡は見られず、洪水により運ばれて来た土砂が地区内全体に非常に薄く堆積した程度で、大きな被害は受けなかったものと考えられる。

2次用水路は、現地盤上に土手を築いて形成されている。また、水路に沿って土手を築いた際の土取場跡があり堀となっている。水路形状は、水路の補修が毎年行われているためか、全体的に整っている。しかし、局部的に土手が低くなっている箇所や、水路断面が変形している箇所が見られる。これは、取水のため的人為的な開削・埋戻しや、土手が圃場への通路として、あるいは集落間の主要な交通路として利用されることにより変形したものと考えられる。2次用水路の現況水路断面における流下能力は、測量結果から表5-1-2のとおり推定され、現況断面で計画流量を流下する能力を有しているものの、局

部分的に水路高が低くなっている箇所や十分な余裕高が取れない部分があるため、用水路としての機能を維持するためには、これらの補修が必要となる。

3次水路及びこれより先の圃場への水路は、断面形状が様々で維持管理が十分に行われておらず、全体的に用水路としての機能が低下している。また、2次用水路から3次用水路への分水地点あるいは3次用水路から圃場水路への分水地点には、Division Box（分水量を調整する木製の板をはめ込む構造のコンクリート製の分水施設）が設置されている箇所がある。しかし、これらの中には壊れているものや敷高が水路敷高と整合していないものも数多く有り、分水機能を十分に発揮していない。したがって、末端水路まで用水を円滑に供給するためには、3次用水路、圃場水路及び分水施設の再整備等全体的な改善が必要であろう。

幹線排水路を除く他の排水路は、一部建設された区間（Golakandail 村沿いと、ポンプ機場付近のD-N道路沿いの排水路）もあるが、元来、当地域の在来河川や在来水路を排水路として利用しているため、断面には十分な余裕がある。

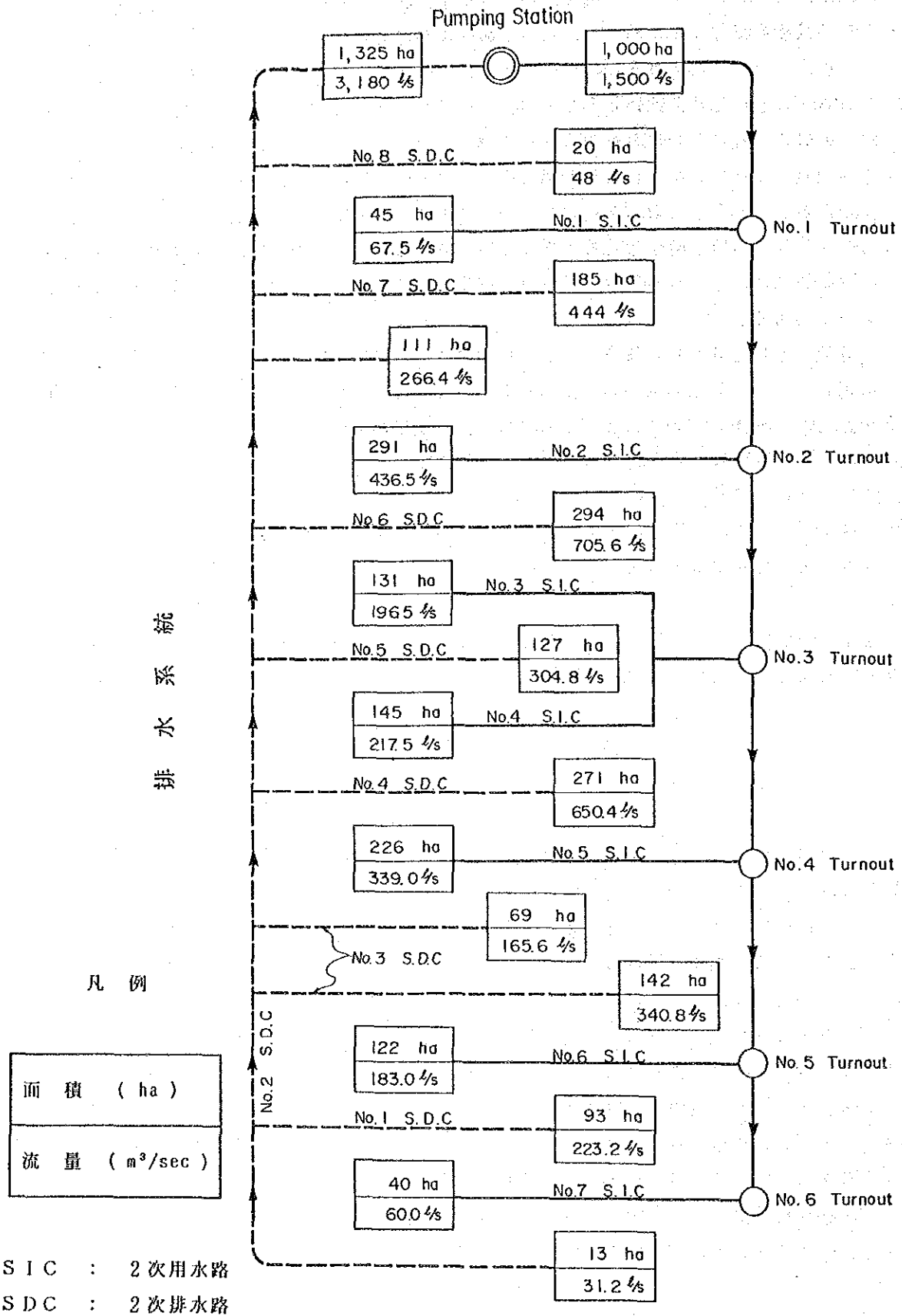
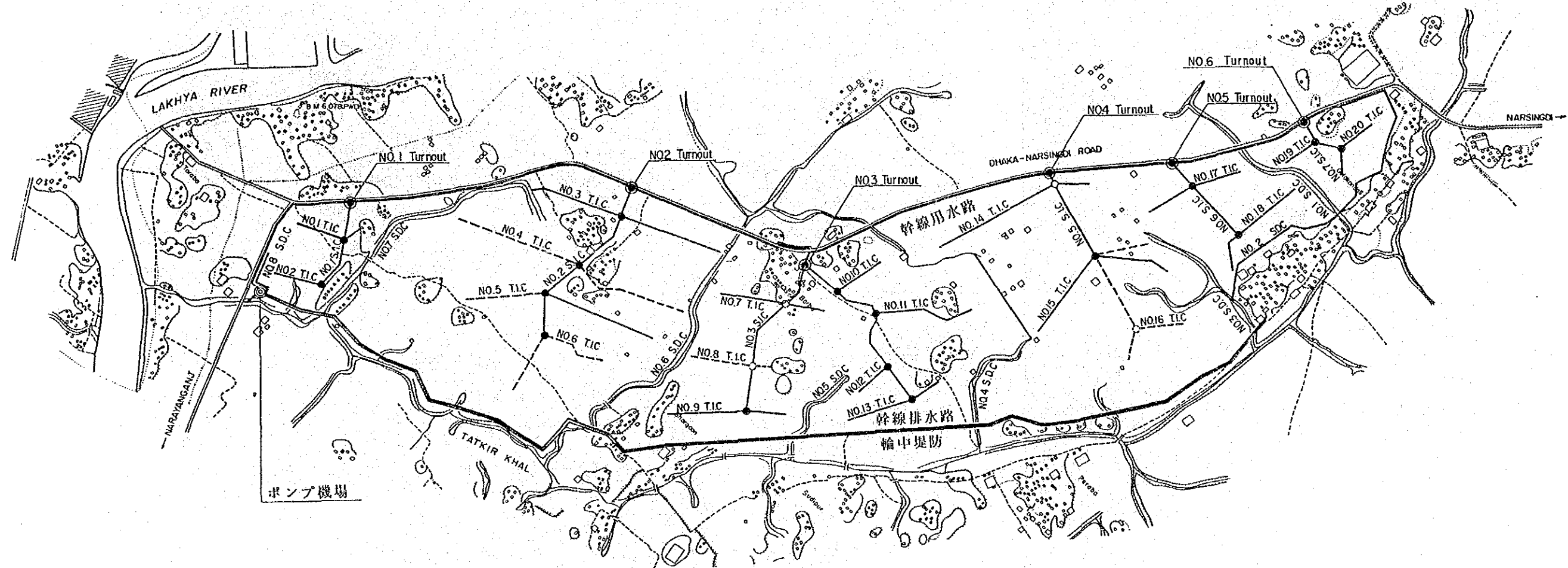
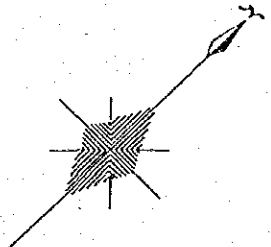


圖 5 - 1 - 4 用·排水系統圖

# 用・排水路位置図



- 凡 例
- ◎ : ポンプ機場
  - : スルースゲートタイプ分水工
  - : 分水樹タイプ分水工
  - : 構造物のない分水地点
  - : 計画分水地点
  - : 建設済みの用・排水路
  - - - : 計画用水路
  - M. I. C : 幹線用水路
  - S. I. C : 2次用水路
  - T. I. C : 3次用水路
  - M. D. C : 幹線排水路
  - S. D. C : 2次排水路

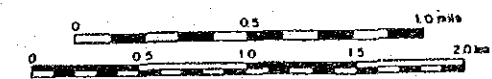


図 5 - 1 - 5 用・排水路位置図



表5-1-2 現況2次用水路の水利計算

水路名	項目	Q (m <sup>3</sup> /s)	B (m)	1:m	I	d (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/s)	H (m)
No.1		0.0675	0.6	1.0	1/6000	0.409	0.412	1.756	0.235	0.164	0.65
No.2		0.4365	1.5	"	1/5000	0.714	1.579	3.518	0.449	0.276	0.90
No.3		0.1965	1.0	"	1/5000	0.555	0.863	2.570	0.336	0.228	0.95
No.4		0.2175	1.0	"	1/5000	0.586	0.929	2.657	0.350	0.234	0.65
No.5		0.3390	1.5	"	1/2000	0.479	0.948	2.855	0.332	0.357	0.50
No.6		0.1830	1.0	"	1/2000	0.415	0.587	2.174	0.270	0.312	0.55
No.7		0.0600	0.6	"	1/1500	0.264	0.228	1.346	0.169	0.264	0.35

注) ・流量算定公式は、マニング式による。

$$Q = A \cdot V = A \cdot (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/sec)

n : 粗度係数 n=0.03 (土水路)

R : 径深 R=A/P (m)

A : 流積 (m<sup>2</sup>)

P : 潤辺 (m)

I : 勾配

d : 水深 (m)

B : 水路底幅 (m)

H : 現況水路高

m : 法勾配

・計画流量は当初用水計画より (図5-1-4 参照)

・水路勾配、現況水路高は測量結果より。



## 5-2 基本設計方針

本プロジェクト（復旧計画）の構成内容は、決壊した輪中堤防の応急復旧（1988年の乾期に実施）の後を受けて実施を予定する、次の3項目を柱としたデモンストレーション・ユニット地区内主要施設の復旧工事計画と復旧後の維持管理計画から成る。

- ① 堤体拡幅、浸透防止等を主とする輪中堤防の補強（約 8.3km）。
- ② 水路の切下げ、法面保護等を主とする導水路（約 1.0km）の復旧改良並びにポンプ機場の機能回復のために行う、施設の一部改築（インレットエプロンの切下げ）及びポンプの起動・停止に係る設備の一部改善（水位検出装置の取付け位置引下げ）等によるポンプ機場の復旧改良
- ③ 灌漑期（11月～翌年2月）における用水の安定供給のために行う、堤体の嵩上げ、拡幅を主とする幹線水路堤（約 9.2km）の復旧改良。

これら各項目の設計上の基本方針は、次のとおりである。

### (1) 全般的な設計方針

- 1) 復旧改良のための新たな土地収用は行わない。
- 2) 建設資材はすべて現地調達とする。
- 3) できるだけ現地の工法を採用する。
- 4) 復旧工事のための労働力に関しては、できるだけ現地住民の雇用を考える。
- 5) 地区内の施設は、周辺地区（例えば、当地区の北西側に隣接して建設整備予定のA-1地区など）から独立して機能するよう配慮する。

### (2) 輪中堤防の補強

- 1) 堤防の補強は、収用済み現有用地内での堤体拡幅を基本とし、堤防と幹線排水路を一体の構築物と考えて補強案を計画する。
- 2) 輪中堤防の横断面形状は、できるだけバ国規格の堤防断面に近いものとする。
- 3) 堤防の決壊原因に照らして、その最大原因とみられるサンドボイリングを避けるため、堤体及び基礎地盤に対して適切な対策を考慮する。
- 4) ねずみ、へび、とかげ等による動物穴の対策についても考慮する。
- 5) 堤防天端の交通として、歩行者・自転車（モーターバイクを含む）・人力車程度の通行を考え、自動車は通行させないものとする。
- 6) 各種復旧対策の計画案策定にあたっては、復旧後にバ国側で行うべき維持管理に要する費用や労力ができるだけ軽減されるように配慮する。

(3) 導水路及びポンプ機場の改良

- 1) 導水路及びポンプ機場が共に用・排水の両面の機能を有する施設であることを考慮して復旧改良案を計画する。
- 2) 導水路法面については、斜面の安定を考慮して法面勾配を決定する。また、法面は上部を芝、下部をレンガ張りで保護する。
- 3) レンガ張りは、レンガの盗難防止、背面の地下水排除等を考慮して、レンガブロックの空張りとする。なお、レンガブロック1個の大きさは、できるだけ大きいものとするが、施工性についても考慮する。
- 4) ポンプ機場インレットエプロンの切下げについては、当該部分を取り壊しても他の構造物に悪影響を及ぼすことがないかどうか十分チェックする。
- 5) ポンプの起動・停止に係る水位検出装置の取付け位置については、ポンプメーカーの意見を聞き、キャピテーションなどポンプへの悪影響が生じないような位置まで下げるようにする。

(4) 幹線用水路堤の改良

- 1) 収用済み現有用地内での嵩上げ・拡幅、即ち用水路側への拡幅を基本とする。このためには、土工事の施工期間中は、用水路を乾燥状態にする必要があり、この間灌漑用水の供給を停止しなければならない。工事期間中の給水停止について、調査団は、ある期間期限付きで給水を停止できるというBWB担当者からの情報を得ている。
- 2) 幹線用水路堤の天端の計画高については、各分岐点での必要水量、必要水位などを勘案し、これに必要な余裕高を加えて決定する。
- 3) 幹線用水路堤の法面は、芝により保護する。

### 5-3 設計条件、基準等

#### (1) 水位条件

- 1) H.W.L : EL 6.60 m (1/25確率年、N-NプロジェクトA-1地区基本設計より)
- 2) L.W.L : EL 0.80 m (1/10確率年、デモンストレーション・ユニット当初設計より)
- 3) L.L.W.L : EL 0.50 m (同 上)

#### (2) 用・排水量

- 1) 最大灌漑用水量 :  $Q = 2.20 \text{ m}^3/\text{sec}$
  - 2) 最大排水量 :  $Q = 3.18 \text{ m}^3/\text{sec}$
- (用・排水量は、デモンストレーション・ユニット当初設計より)

#### (3) 輪中堤防の設計条件

##### 1) 土地収用

新たな土地収用は行わずに、現有用地内で堤防の補強を行う。

##### 2) 幹線排水路

堤防幅の拡張に伴い現況排水路は縮小するが、計画排水量の流下に必要な流積は確保する。

##### 3) 堤防諸元

- a. 天端幅 : 4.00m以上
- b. 小段(堤内地側) : 3.00m以上
- c. 余裕高 : 0.90m (N-NプロジェクトA-1地区基本設計より)
- d. 天端高 : 7.50m (N-NプロジェクトA-1地区基本設計より)
- e. 法勾配 : 1 : 1.80以上
- f. 用地境界までの余裕 : 用地境界まで施設用地として利用してもかまわない。  
(BWDBに確認済み)

#### (4) 幹線用水路堤の設計条件

##### 1) 土地収用

新たな土地収用は行わずに、嵩上げ、拡幅に当っては用水路側へ行う。

##### 2) 用水路堤諸元

- a. H.W.L : EL 4.95m
- b. 余裕高 : 0.60m
- c. 天端高 : EL 5.55m
- d. 天端幅 : 2.00m
- e. 法勾配 : 水路側 1:2.0、圃場側 1:1.5

## 5-4 基本設計

### 5-4-1 輪中堤防の補強対策

#### (1) 標準断面形状の検討

輪中堤防の補強は、隣接する幹線排水路と一体の構造物であることから、これを含めた現有用地幅の範囲内で排水路断面を縮小することで、堤体断面の拡幅を図ることを前提とする。

更に、良質の築堤材料が得にくいことから、堤体内の浸潤面を下げる対策について検討し、最適案を選定する資料とする。

#### 1) 堤体内部の浸透解析

堤体内の浸潤面を下げて浸透に対する安定性を向上させる対策として、現況堤体を作るべく生かすことを考慮して次の2種及びその複合形を掲げた。

- a) 堤内地側の法面に浸透水を湧出させないことを目的としたトードレーンを設ける。
- b) 堤体の不均質性から、浸潤面が計算値以上に上昇することを避けるための、堤体内部の堤外地側に不透水性の遮水壁を設ける。
- c) a)、b)の両者を設ける。

堤体内の浸潤面をCasagrandeの方法を用いて、無処理の場合を上記の3ケースに加え、計4ケースについて検討した。

〔堤体拡幅のみの場合〕 ..... 図5-4-1 参照

堤体中央部の水頭は、底面より $H=2.03\text{m}$ と高く、堤内地側法面では、法尻より $a=1.26\text{m}$ の範囲に浸透水が浸み出る結果となった。堤体内の浸潤面が高いと、間隙水圧が大きくなり、土質強度が低下する。また、一般に砂質土で構成される堤体の法面に浸透水が湧出すると、浸透力によって土粒子が洗い流されてパイピングを生じる危険性がある。

パイピングに対する検討を限界動水勾配の考え方を用いて行なう。

土は、締固めの程度や土質特性によって、浸透流に対する抵抗力が異なり、次に示す限界動水勾配以上の動水勾配をもつ浸透水に対してパイピングを発生させるといわれる。

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$$

ここに  $i_c$  : 限界動水勾配  
 $G_s$  : 土粒子の比重  
 $e$  : 土の間隙比

土質試験結果より、想定される築堤材料が最大乾燥密度の90%で締固められた場合の間隙比と土粒子の比重から限界動水勾配を計算すれば  $i_c = 0.89 \sim 0.99$  となった。浸出部での動水勾配は、斜面の勾配と等しくなるため0.55となり、計算結果は一応パイピングを生じない結果となった。しかし、浸潤面以下の飽和状態の土の含水比が液性限界に近くなるため、家畜等の通行などにより容易に斜面が乱れ、局部的に限界動水勾配以上の斜面が発生する可能性が充分考えられる。局部的なパイピングが発生して斜面が一旦洗掘されると新たなパイピングの発生を誘発し、継続的な斜面の崩壊に連がる原因となる。したがって、堤体内の浸透水が堤内地側法面に湧出しないように浸潤面を下げる対策を講じることが肝要であると判断される。

〔トードレーンを設けた場合〕 ..... 図5-4-2 参照

トードレーンを堤内地側法尻付近の堤体内に設けることにより、法面への浸透水の湧出が避けられ、新たに堤防の幅幅に伴って盛土される土の重量により、パイピングの発生を防ぐことができる。しかし、堤体の現況はゆるい砂層を不規則に挟在したり、動物の穴などにより、浸潤面が計算値より高くなることが懸念される。この場合、トードレーンを設けた高さ以上に浸潤面が高くなる可能性があり、浸透水の一部が堤内地側法面に浸み出して無処理の場合と同様の崩壊を発生させる危険性がある。

〔遮水壁を設けた場合〕 ..... 図5-4-3 参照

現況の堤体の透水係数の1/100程度の不透水性土質材料を用いて、堤外地側の堤体内に遮水壁を設けると、堤体内の浸潤面は下がり、堤体中央部で底面より  $H = 0.60\text{m}$  となり、堤内地側の法面への湧出は、法尻から数cmの長さとなる。浸透水量は、遮水壁によって極端に減少するため、現況堤体に局部的な透水層や穴があっても、浸潤面はあまり上昇しないものと考えられる。しかし、堤内地側法面への浸出は皆無とはならないため、パイピングに対して万全であるとはいえない。

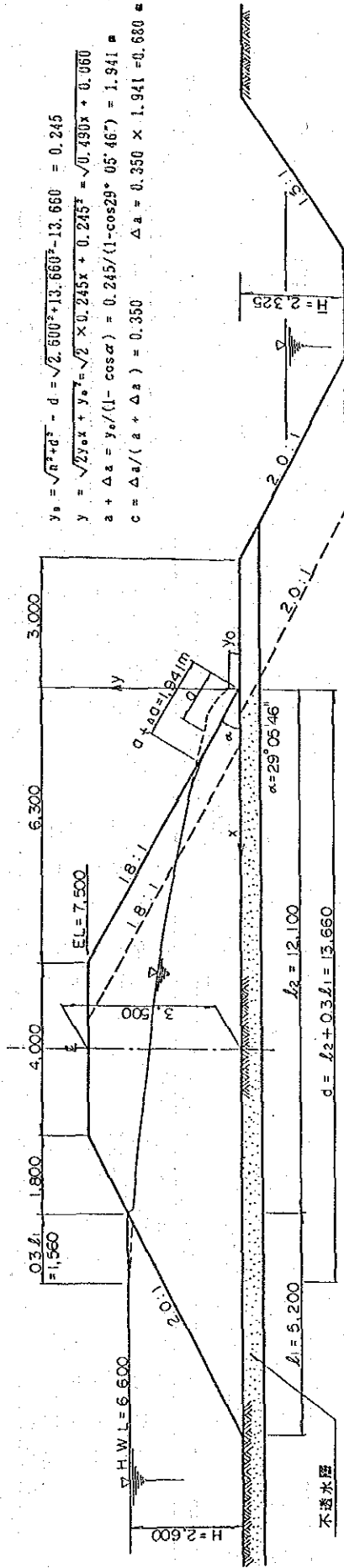
〔遮水壁とトードレーンを併用した場合〕 ..... 図5-4-4 参照

この場合、堤体内の浸潤面も下がり、堤内地側の法面に浸透水が湧水する心配もなくなることから、浸透水に対する堤体の安定性は充分確保されると判断する。

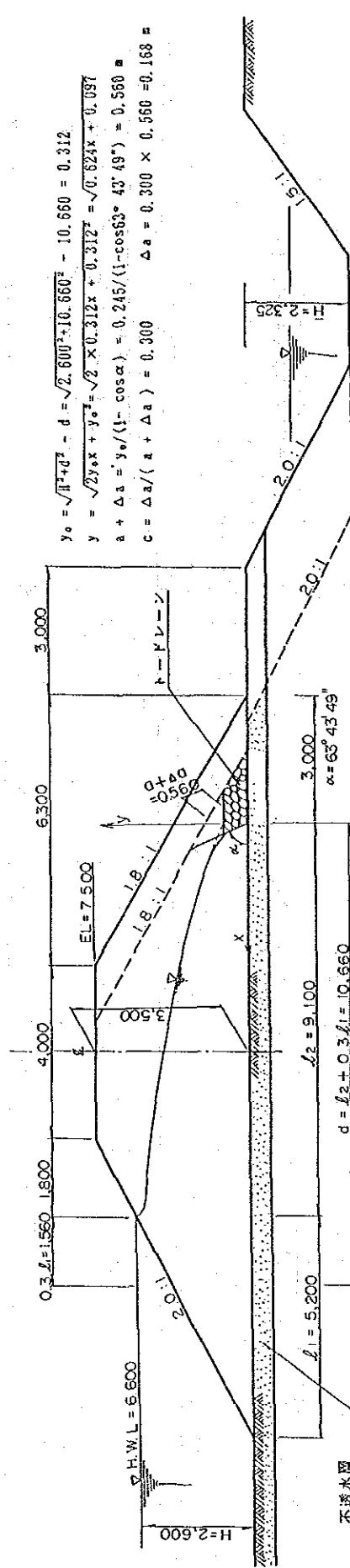
## 2) 堤体の安定解析

土質調査結果及び浸透解析結果に基づいて、無処理の場合及び遮水壁を設けて浸潤面を下げた場合について、堤外地側、堤内地側のそれぞれについて斜面の安定検討を行なった。設定した水位は高水位としたが、堤内地側については低水位時の検討も行なった。

計算結果は付属資料2-3に示したが、各ケースの最小安全率をまとめて示せば表5-4-1のとおりである。



DL = 0.000 表 5-4-1 浸透解析結果 (堤体拡幅のみの場合)



DL = 0.000 表 5-4-2 浸透解析結果 (トードレートを設けた場合)

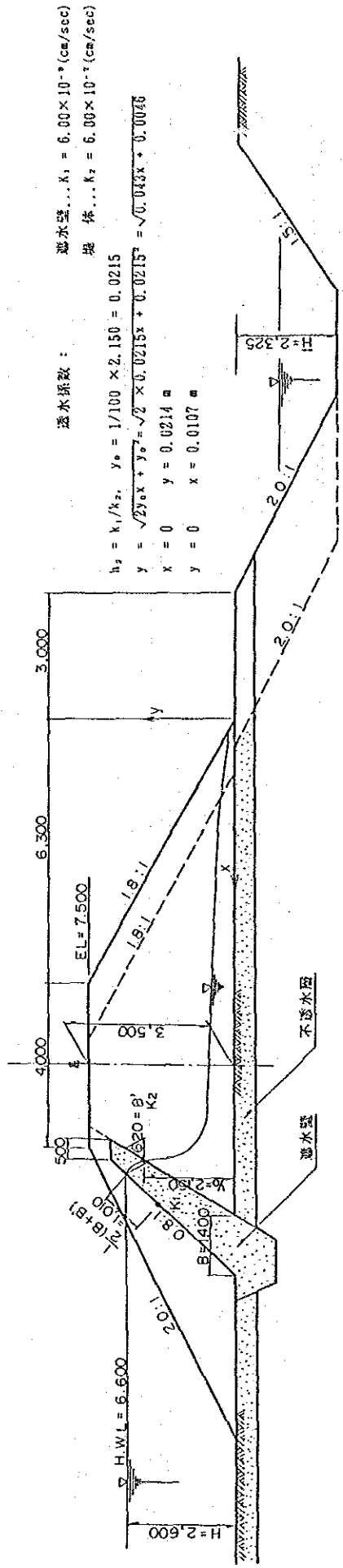


表 5-4-3 浸透解析結果 (遮水壁を設けた場合)

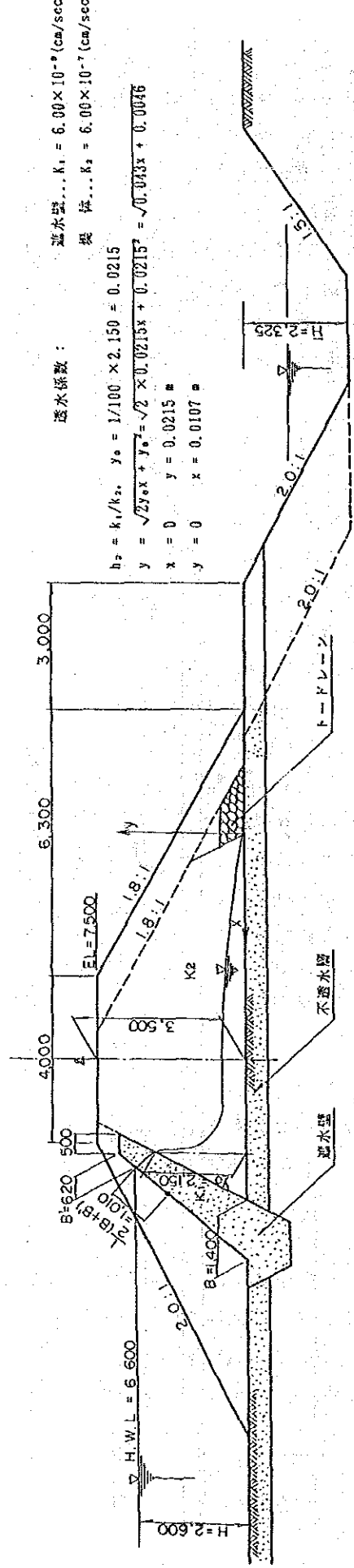


表 5-4-4 浸透解析結果 (遮水壁とトードレインを設けた場合)

表 5-4-1 輪中堤防の安定解析結果

外水位	E L 6.60m				E L 2.00m
処 理	無 処 理		遮 水 壁		無処理
サ イ ド	堤内	堤外	堤内	堤外	堤内
最小安全率	2.313	4.743	2.670	5.323	2.902

### 3) 排水路断面の検討

当初の基本設計の排水系統に基づいて、幹線排水路の流量配分を図5-4-5のように設定する。このときの排水路断面の水理計算結果は表5-4-2のとおりである。

堤防の拡幅を前項のように行い、排水路法面の勾配を当初の基本設計と同様に設定すれば、排水路の底幅は2.50mとなり、表5-4-2に示すように地下水の流入を多少考慮に入れても、計画排水量は流下できると判断される。

### 4) 標準断面の決定

斜面の安定解析及び排水路断面の検討により、浸透解析で検討した断面形状をもって斜面の安定性及び必要排水量を確保できると判断された。したがって、標準断面は主に浸透解析の結果をもとに決定される。

計画している輪中堤防の断面の外形は、排水路を含めた現有用地内に制限して拡幅しているため、一般にバ国内で施工されている洪水防御堤防に比較して貧弱なものとならざるを得ない。加えて、決壊の原因として考えられているパイピングに対して弱い土質材料が現況の堤体全般に認められ、これを保持しながら補強することになる。このため、堤防の外形のみを拡幅しても、充分安定が確保されるとはいえず、何らかの構造物による補強が必要と判断する。

洪水による輪中堤防の被害原因の一つとして考えられる堤体内に浸透した水によるパイピングの発生は、遮水壁とトードレーンを設けることにより完全に防止できると判断された。一方、遮水壁は、現況堤体内に不規則に認められる動物の穴や堤体材料の不均質な部分によって予想外に浸潤面が上昇することを防ぐものであり、いわばトードレーンに対する付加的な対策であると位置付けることができる。しかしながら、現況堤体の掘削土量が増大して建設費もかなり高くなる。これを助案すれば浸透対策として主たる効果を果すトードレーンのみを採用し、不測の事態に対しては維持管理を強化すること



で対処することが妥当であると判断できる。

トードレーンは、バ国内での施工実績はないが、前述したように用地幅の制限や現況堤防の保持という条件のもとでは欠くことのできないものと判断される。

以上の判断に基づき、本基本設計調査では、復旧計画案として輪中堤防及び幹線排水路の標準断面形状を、図5-4-6のとおり策定する。

## (2) その他の補強対策

前項に示した標準的な堤防の補強対策の他、主に堤体基礎地盤に対する処置が必要と判断された部分について補強対策を計画する（表5-4-3 参照）。

### 1) 遮水工

現地調査の結果、堤内地側にパイピングによる被害が認められる箇所は、堤外地に隣接する地盤が Tatkir 川ないしは人為的な掘削により堤防に沿って深く掘り下げられているような区間に対応している。

応急復旧工事で不透水性ブランケットが設けられる決壊部以外の区間では、堤外地側への土地収用ができないため、堤体下を通る浸透水によるパイピングを防止する目的で地中遮水壁を設ける。これは、不透水性土質材料を用いて堤外地側法尻付近の地表面下に遮水壁を挿入し、Tatkir 川又は池からの浸透路長を長くするためのものである。遮水壁の標準的な横断図は、図5-4-7に示すとおりであるが、設置深さは川又は池の深さにより変化するので一定でなく、平均で地表から2.30mとなっている。

### 2) 土留工

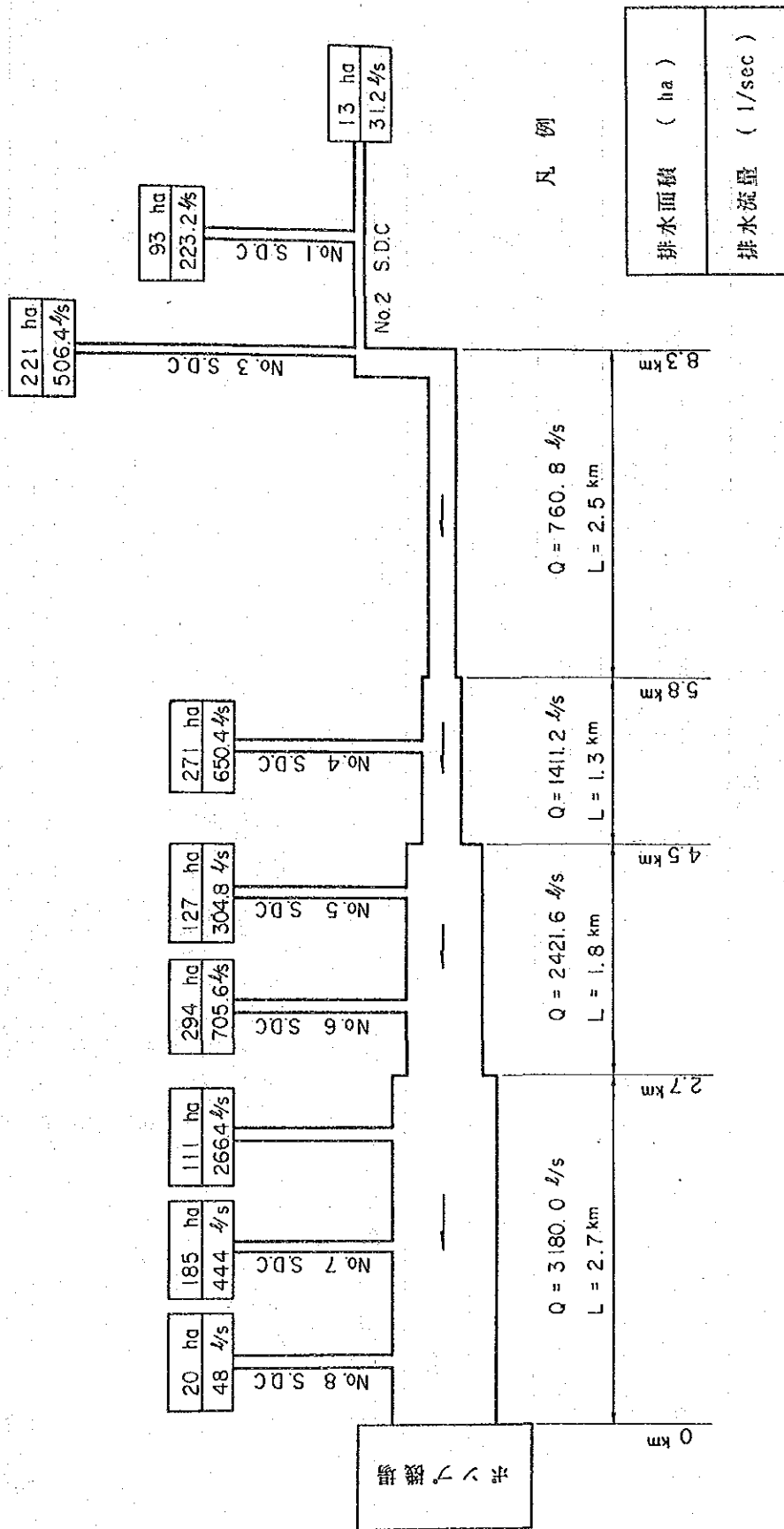
ポンプ機場から0.4~0.6 kmの区間は、Tatkir 川の真上に築堤したため、基礎地盤が軟弱であり、現在堤内地側の斜面ですべり破壊が進行中である。この区間では木杭を打設して抵抗力を増す（図5-4-8 参照）。

### 3) 法面保護工

法面保護工は次の区間に計画する。

- a) Tatkir 川が堤外地側法尻に隣接して、地盤を洗掘している区間（図5-4-8及び前掲の写真参照）。
- b) 幹線排水路にかかる既設橋梁の前後（図5-4-9 参照）。
- c) ボックスカルバートの前後、但し応急復旧で施工済みの部分は除く（図5-4-9 参照）。
- d) 幹線排水路の曲線区間の水衝部（図5-4-10 参照）。

以上の法面保護工を欠いた場合、河川又は排水路の水によって法面が洗掘され、堤体下の浸透を助長し、法面の安定性を低下させる。



MDC : 幹線用水路  
 SDC : 2次排水路  
 Q : 計画排水流量 ( l/sec )  
 L : 延長 ( km )

図 5 - 4 - 5 幹線排水路流量配分図

表5-4-2 幹線排水路水理計算

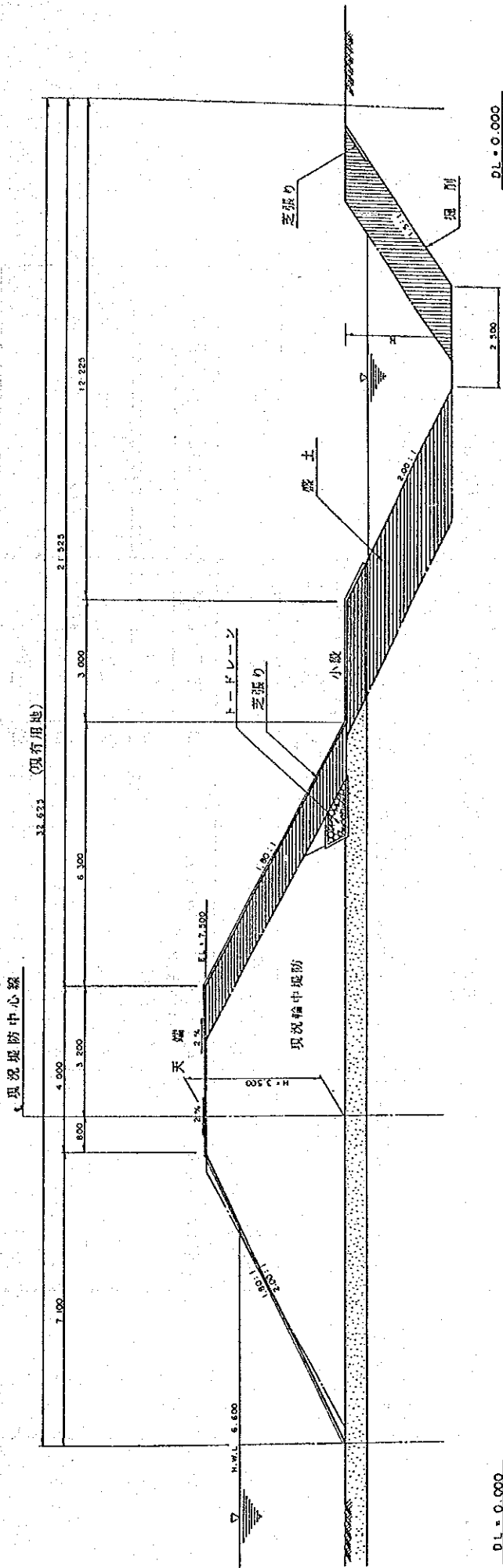
項目 水路名	Q (m <sup>3</sup> /s)	I	B (m)	d (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> /s)	備考
0km~2.7km	3.180	1/5800	2.500	1.52	7.843	8.639	0.908	0.410	3.216	
2.7km~4.5km	2.422	"	"	1.33	6.421	7.872	0.816	0.382	2.453	
4.5km~5.8km	1.411	"	"	1.01	4.310	6.579	0.655	0.330	1.422	
5.8km~8.3km	0.761	"	"	0.74	2.308	5.489	0.512	0.280	0.786	

注) 流量算定公式は、マニング式による。

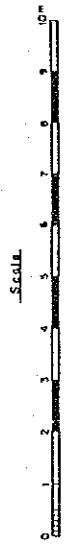
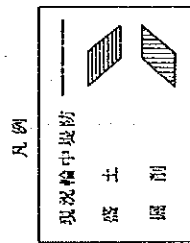
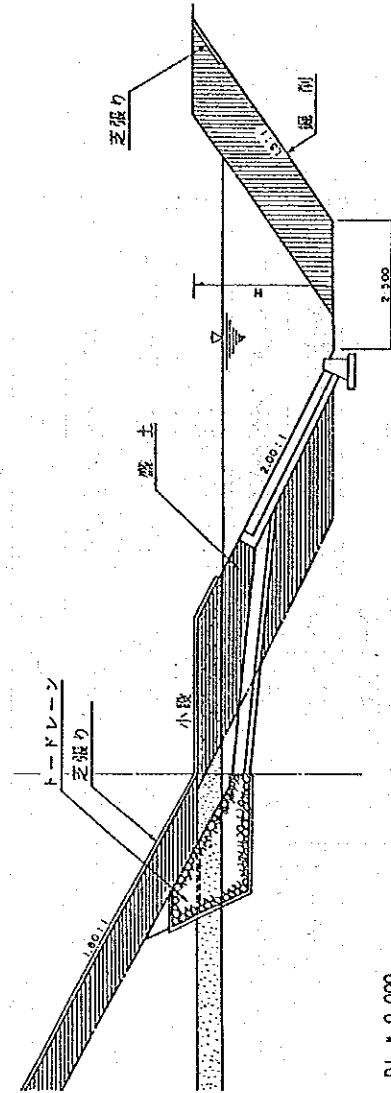
$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

- ここに、 Q : 計画排水流量 (m<sup>3</sup>/sec)  
 n : 粗度係数 n = 0.03 (土水路)  
 R : 径深 R = A/P (m)  
 A : 流積 (m)  
 P : 潤辺 (m)  
 I : 勾配 (m)  
 d : 水深 (m)  
 B : 水路幅 (m)  
 Q<sub>0</sub> : 計算流量 (m<sup>3</sup>/s)

復旧計画標準断面図



横断排水工 (20mピッチ)



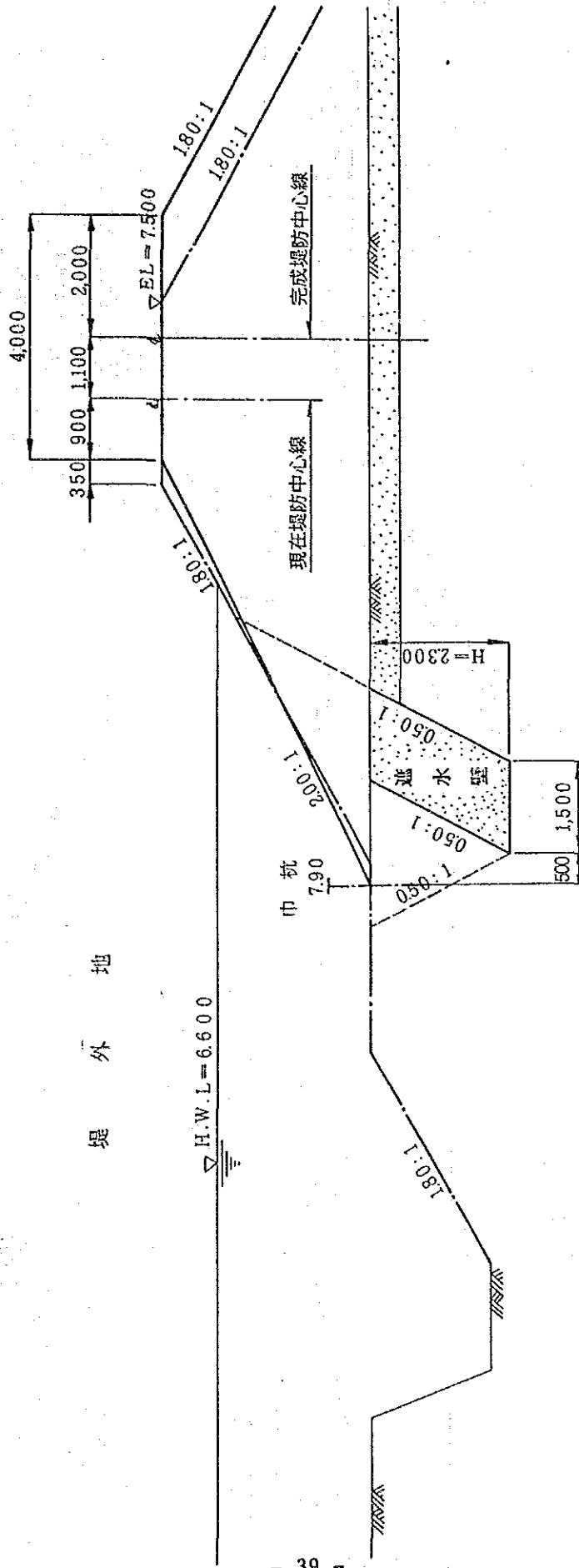
DL = 0.000

図 5-4-6 輪中堤防の復旧計画標準断面図

表 5-4-3 輪中堤防及び幹線排水路の補強対策特殊部総括表

対策工	目的	対策	延長 (m)	地点 (ポンプ場からの距離)	備考
排水工	堤体下の浸透路長を長くして、パイピングを防ぐ	堤外地側法尻下の基礎地盤中に不透水性コアを設ける。図 5-4-7 深さは、堤外地の窪み深さによる	250	0.35~0.60	Tatkir川横断部及び隣接部
			50	1.65~1.70	Tatkir川隣接部、法面洗掘中
			200	1.95~2.15	Tatkir川接近部
			1000	4.75~5.75	帯状に掘削された池の隣接部
			200	6.35~6.55	掘削された池の隣接部
			100	7.75~7.85	同上
土留工	堤内地側法面の崩壊防止	旧Tatkir川木橋上に築堤された区間の堤内地側法尻に木製杭を設置。	200	0.40~0.60	現況ですべり破壊が認められる。杭径末口10cm、杭長 $l=5.0m$ 、打設間隔0.50m、図 5-4-8
			250	0.35~0.60	川側へ押え盛土含む。図-5-4-8
法面保護工 (Tatkir川)	Tatkir川による洗掘防止	Tatkir川が堤防に隣接する区間に盛土及びレンガ張り。	50	1.64~1.69	同上
			60	0.40付近の橋梁	
法面保護工 (幹線排水路)	既設橋梁付近の洗掘防止	排水路両側法面のレンガ張り。図 5-4-9	60	2.58付近の橋梁	
			60	3.35付近の橋梁	
			60	5.8	
			350	0.35~0.70	Tatkir川上に施工地帯区間を含む
			50	0.80	
			50	1.35	
			50	1.55	
			50	2.10	
			50	6.90	

縮尺 1 : 100



凡例

—— 緊急復旧断面  
 —— 完成断面

图 5 - 4 - 7 地中遮水壁

CS-0.500 km 横断面図

縮尺 1:200

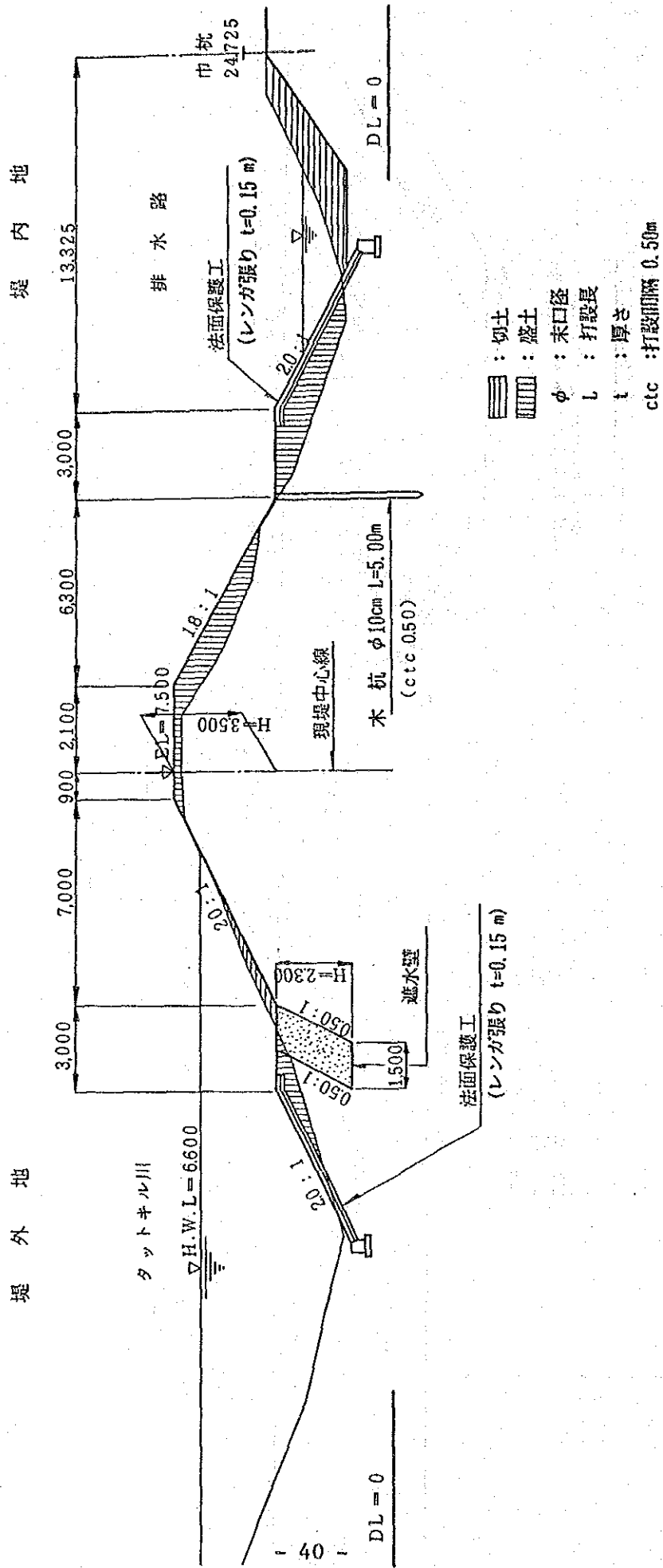
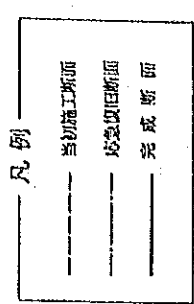
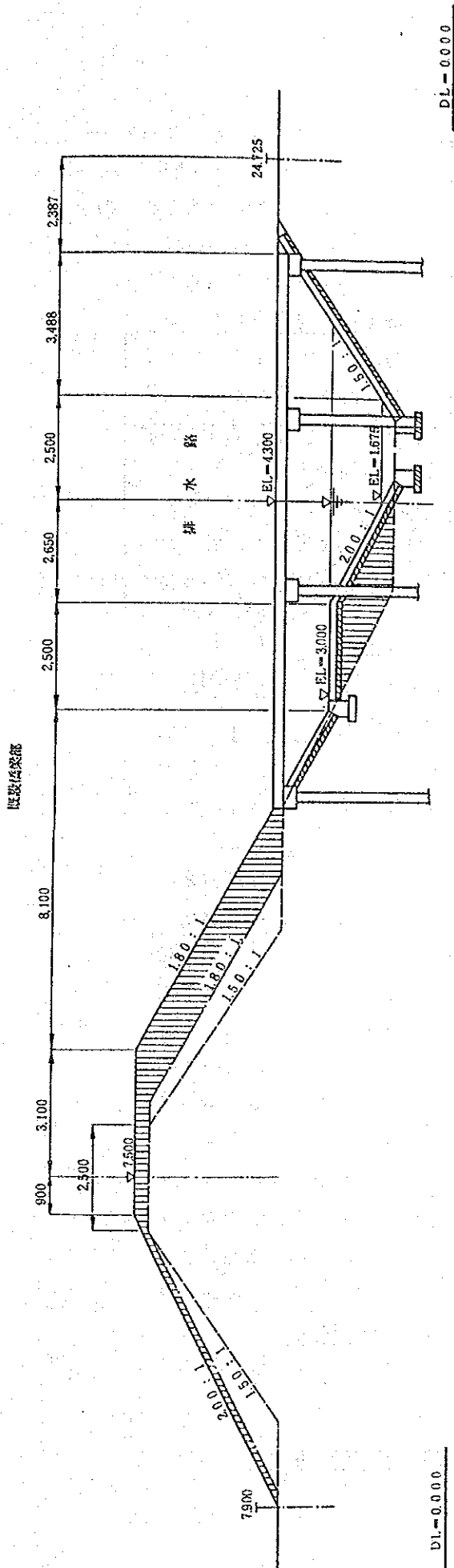


図 5-4-8 Tatki川横断面部の補強対策



ボックスカルバート取付け部

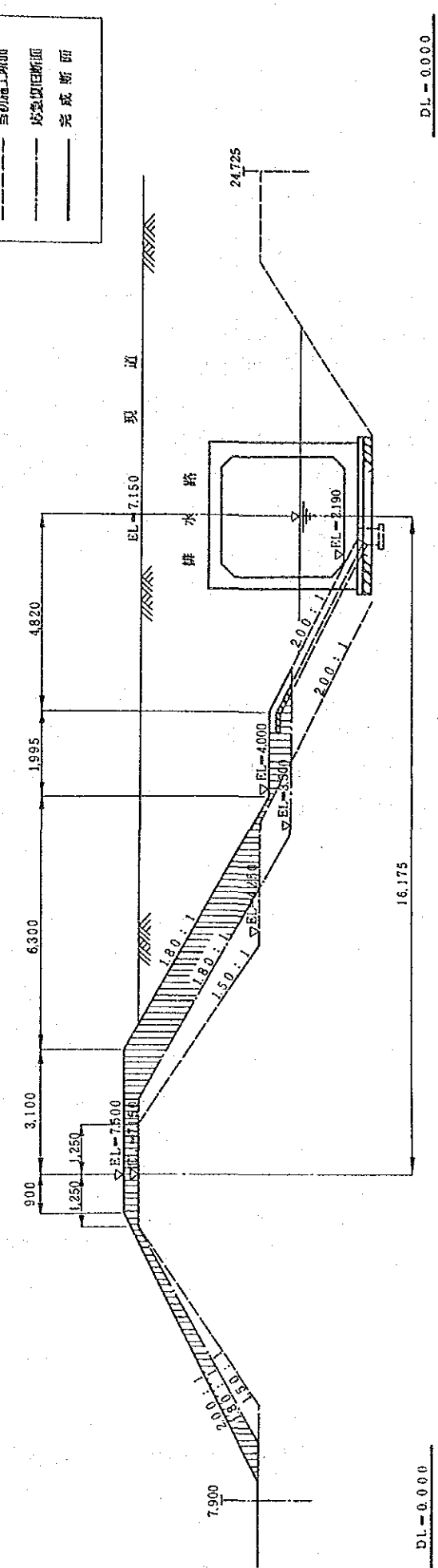


図 5 - 4 - 9 幹線排水路特殊部の法面保護工



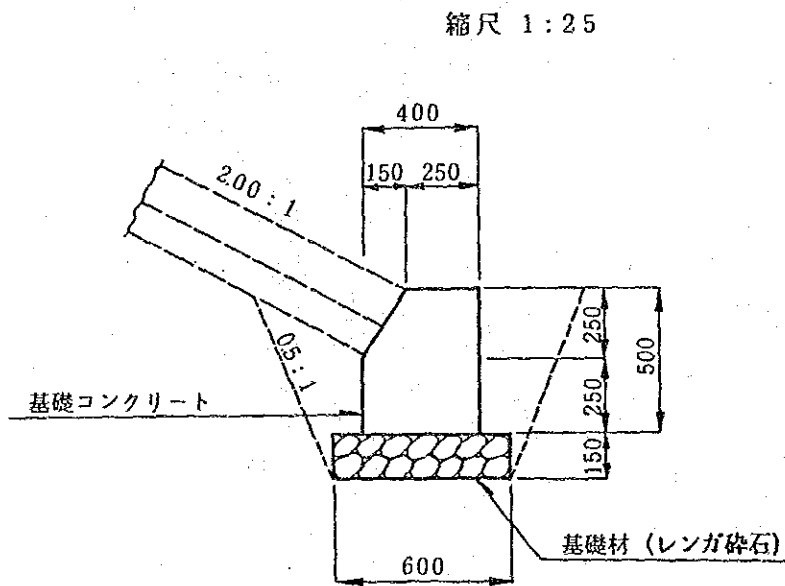
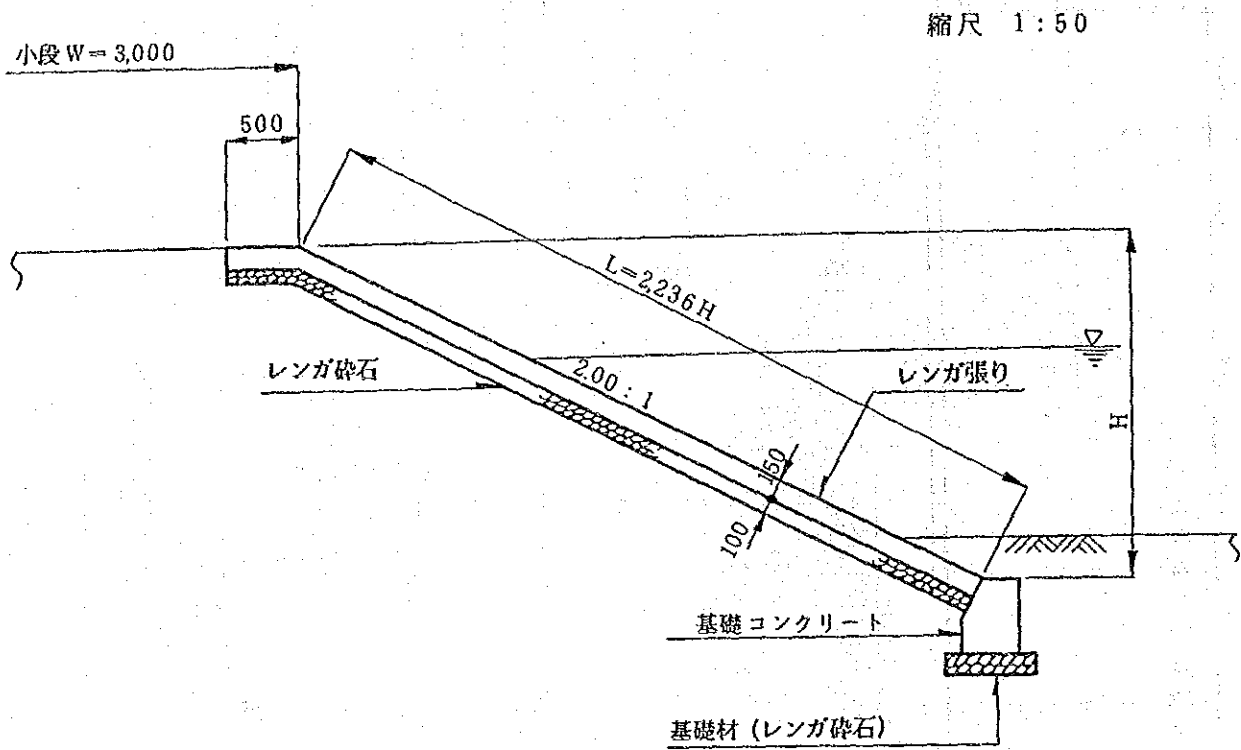


図 5 - 4 - 10 幹線排水路水衝部の法面保護工

## 5-4-2 導水路及びポンプ機場の改良対策

### (1) 導水路の改良工

#### 1) 改良工法

現況導水路の法面の浸食、崩落状況とこれらの原因分析と地質条件及びパ国内における施工実績を考慮し、水路斜面の安定勾配を確保することを前提に、斜面の下部をレンガ張り、上部を芝により保護する。また、水路底についても斜面のレンガ張りの基礎の保護と流水による洗掘及び堆積土砂の排出作業が容易に行えるようにレンガ張りとする。

関連施設としては、乾期における灌漑用水のポンプアップの際に、流水中の土砂はポンプの主要部の寿命を著しく低下させることになるので、これの対策としてポンプ機場の直上流側に、水路を切り下げ沈砂池を設ける。また、Tatkir川の導水路との合流部には、河床の洗掘を防止し、円滑に流水が合流するように、レンガ張りによるトラジションを設ける。

#### 2) 水路断面形状

##### a) 水路縦断勾配

乾期における灌漑用水のポンプ機場への導水を円滑に行うためには、水路の縦断勾配を、ラキヤ川からポンプ機場方向に下がる勾配とする必要があるが、このようにした場合、雨期にラキヤ川へ排水する際、流水中に含まれる土砂が水路底へ堆積するのを助長することになり望ましくない。したがって、本計画では導水路の縦断勾配をレベルとする。

##### b) 水路敷高

水路敷高は、後述するポンプ機場のインレットエプロンの改良により、エプロンの敷高がEL-0.45mとなることと、現在水路底に堆積している土砂を取り除いた後、施設を地山上に設置すること（工事完成図の水路敷高はEL-0.20～-0.10mとなっている）などを考え合わせてEL-0.45mとする。

##### c) 水路底幅

水路底幅は、当初設計の水路底幅に合わせるとともに、以下の点を考慮して2.00mとする。

- ・ 施工時の作業性。
- ・ 多大な切土を発生させないことと、法面上の不安定な土砂を取除くこと。
- ・ 現況水路用地内（左、右岸法肩の範囲以内）に施設を設けること。
- ・ 現況水路の流下断面積を拡大して、流下能力を増大する。

d) 水路法面勾配

現地調査で得た土質調査結果を用いて斜面の安定計算を行った結果、法面勾配1:1.5の場合に最小安全率は1.35になることが確認された。したがって、法面勾配は1:1.5とする。

e) レンガ張りの天端高

レンガ張りの天端高は、過去13年間(1974年~1986年)のラキヤ川の平均水位EL3.00m(付属資料2-2 参照)に余裕高0.50mを考慮してEL3.50mとする。

3) レンガ張りの形状

レンガ張りは、斜面背後の地下水を排除し、斜面の安定性を確保するために、目地モルタルを施こさないレンガ張り(空張り)とする。また、レンガの盗難防止、施工性を考慮して、最大重量70~80kg程度のレンガブロック(400mm×400mm×230mm)を使用する。

4) 基礎形式

レンガ張りの基礎地盤は、N値2~3程度の粘土質シルトからなる軟弱地盤であり、施設の不等沈下を防止するために胴木基礎を施す。

5) 標準断面形状

以上の諸点を勘案して本基本設計調査では、復旧計画案として導水路の標準断面形状を、図5-4-11のとおり策定する。

(2) ポンプ機場の改良工

ポンプ機場については、乾期の灌漑期(特に11月~2月)にポンプで供給しているデモンストレーション・ユニット地区内への灌漑用水量を現状より増大するために次のような改良を行う。

1) 自動水位検出装置の改良

ポンプの起動・停止を制御する水位検出装置の設定水位を、現在の位置より下げる場合には、次の点に留意しなければならない。

- a) ポンプサクション先端の水没深さは、キャピテーションに対する安全性を確保する上で、最低1.20m必要である。このことからポンプ停止水位は、EL0.80mとなる(現況ポンプサクションの先端位置はEL-0.40mである)。
- b) 3台のポンプの停止水位は、ポンプが同時に停止して吐出水槽の壁や床版に衝撃や振動を与えるのを避けるため、それぞれずらす必要がある。
- c) ポンプの起動水位は、起動時に吸水槽流入部で生じる一時的な水位低下や水面の波立ちを考慮して、停止水位より0.2~0.3m高い位置に設ける必要がある。

以上のことから、水位検出装置の設定水位は、表5-4-4の「変更後」欄に示す水位まで下げるものとする。変更後の起動水位は乾期の高水位を下回っており、停止水位

は低水位を上回ることになり、乾期を通して常時ポンプによる揚水が可能となる（付属資料2-2 参照）。また、揚水量は、当該ポンプの性能曲線（ポンプメーカーが保存している当該ポンプ設備設計資料より）から1台当り  $1.0\text{m}^3/\text{sec}$  ( $62\text{m}^3/\text{min}$ ) 程度で、3台分の揚水量は  $3.0\text{m}^3/\text{sec}$ と推定される。この揚水量は、当地区の最大必要用水量  $2.2\text{m}^3/\text{sec}$ を大幅に上回る水量である。

当該水位検出装置の水位検出は、電極帯によって行われている。設定水位を下げる変更については、電極帯を交換することになる。

表5-4-4 水位検出装置の設定水位

ポンプ名	条件	起動水位 (m PWD)	停止水位 (m PWD)	実揚程 (m)	計画揚水量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	備 考
1号機	当初計画	+0.80	+0.50	4.05	63.6	
	現 況	+1.35	+1.05	4.05	63.6	
	変 更 後	+1.10	+0.80	4.30	62.0	
2号機	当初計画	+0.80	+0.55	4.05	63.6	
	現 況	+1.35	+1.10	4.05	63.6	
	変 更 後	+1.10	+0.85	4.30	62.0	
3号機	当初計画	+0.80	+0.60	4.05	63.6	
	現 況	+1.35	+1.15	4.05	63.6	
	変 更 後	+1.10	+0.90	4.30	62.0	

注) ・実揚程=吐出側水位 (EL4.85m) - 吸込側水位 (起動水位)

・計画揚水量は、起動水位における揚水可能水量である。

## 2) ポンプ機場インレットエプロンの改良

導水路から吸水槽内への用水の円滑な流入を図るために、インレットエプロンを現状より0.50m下げ、敷高を吸水槽本体の底版敷高EL-0.45mと同レベルとする。

なお、インレットエプロンの構造は、杭基礎と止水鋼矢板を伴った両サイドの土留擁壁及び吸水槽本体とは独立した構造となっており、これを撤去する際にこれらの構造物の安全性については何等問題ないことが本機場完成図より確認された。

図5-4-12にインレットエプロン改良の概略図を示す。

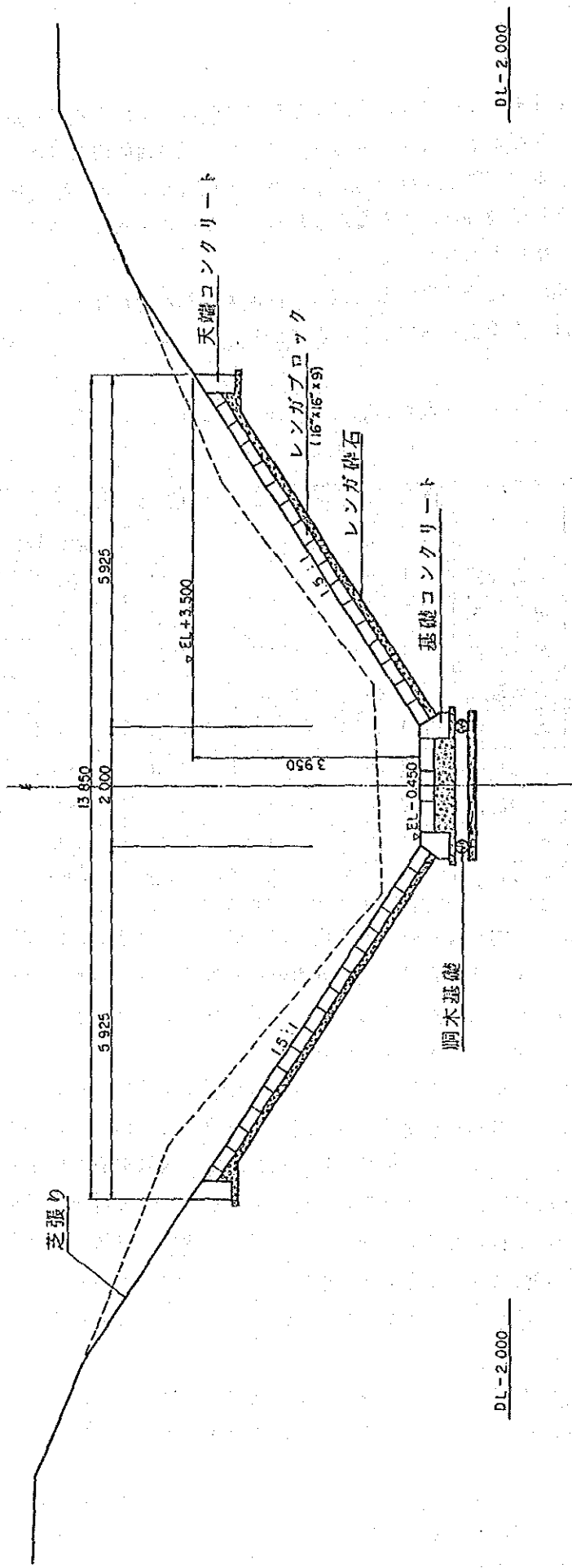


図 5-4-11 導水路の計画標準断面図

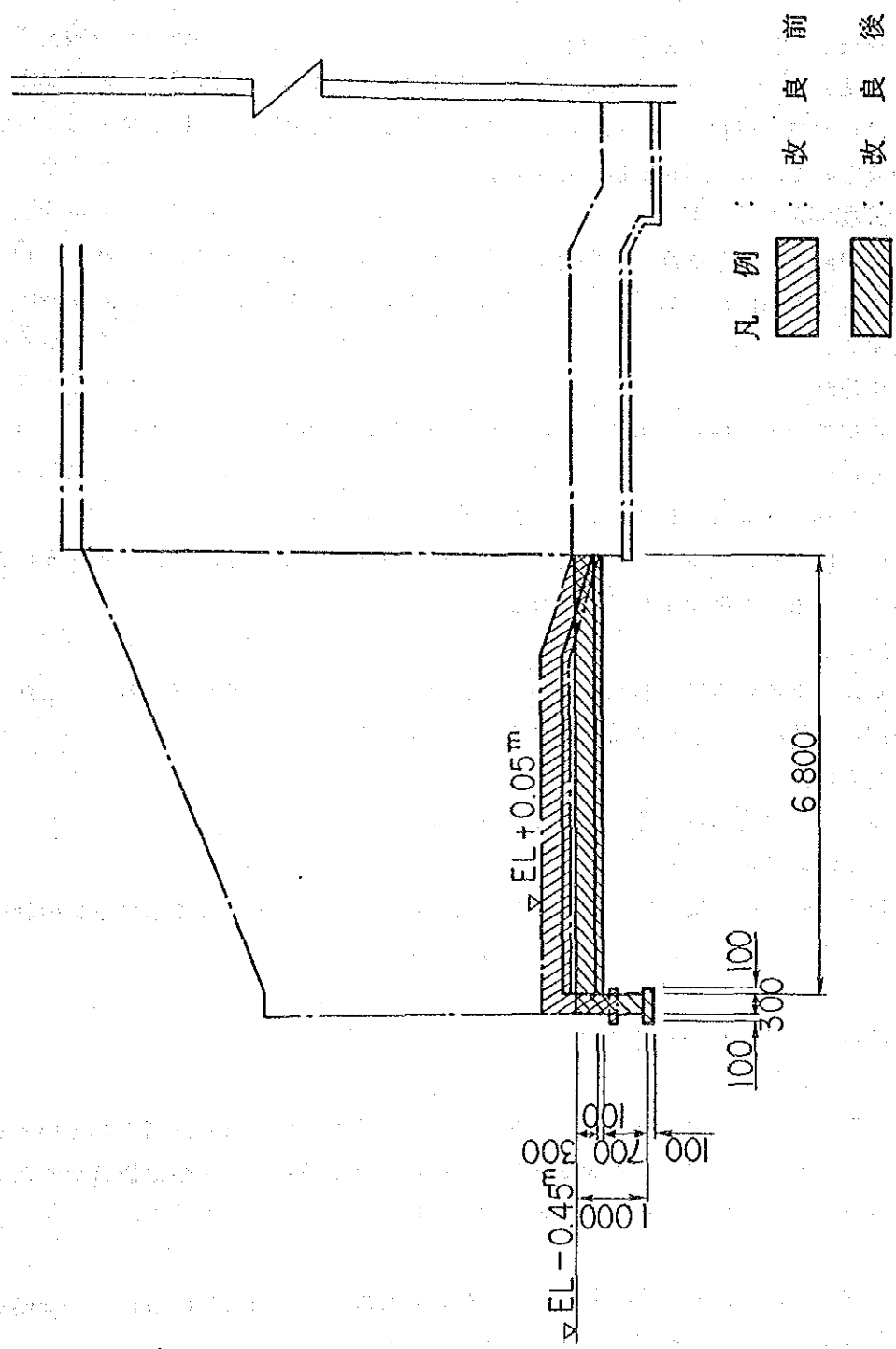


図5-4-12 インレットエプロン改良部の概略図

### 5-4-3 幹線用水路堤の改良対策

用水路堤としてだけ機能する区間（一般区間）と、これに加えて輪中堤防としても機能する区間（Barba 区間）のそれぞれについて、以下の改良対策を行う。

#### (1) 幹線用水路堤（一般区間）の改良工

##### 1) 天端幅

堤頂部は、現在常時圃場への通路あるいは集落間の交通路として利用されていることを考慮して、天端幅は2.00mとする。

##### 2) 天端高

当初設計では天端高はEL5.00mであったが、ポンプ機場を含むデモンストレーション・ユニット地区内の施設が全て0.55m高く施工されていることから、天端高はEL5.55mとする。

##### 3) 法勾配

当初設計と同様に、水路側1:20、圃場側1:1.5とする。

##### 4) H.W.L

余裕高を0.60mとし、H.W.LはEL4.95mとする。

H.W.LをEL4.95mとした場合に、2次用水路への分水量は、表5-4-5のとおりであり、計画分水量は十分確保される。

##### 5) 用地条件

新たな土地収用は行わないものとし、現在の水路断面には余裕があることから、現在の圃場側法尻より水路側に拡幅盛土を行うものとする。

##### 6) 法面保護

用水路堤の法面は、芝により保護を行う。

##### 7) 標準断面形状

以上の諸点を勘案して本基本設計調査では、復旧計画案として用水路堤の標準断面形状を、図5-4-13の上段に示すとおり策定する。

#### (2) 幹線用水路堤（Barba 区間）の改良工

##### 1) 本堤防の位置付け

本堤防は、デモンストレーション・ユニット北西部に隣接し計画されているN-NプロジェクトA-1地区が建設された場合には、輪中堤防としての機能はなくなり、幹線用水路堤としてのみ機能する暫定的な輪中堤防である。

##### 2) 天端高

当初計画における輪中堤防のH.W.Lは、1/10確率年相当のEL6.20mで、天端高は余裕高0.40mを見込みEL6.60mとなっている。しかし、

- a) 現在、BWDBが実施している本堤防の改修工事の天端高は、EL7.00mとなっており、これを切り下げる必要はない。
  - b) 輪中堤防として機能しているD-N道路の路面高は、部分的にEL7.00mを下回っている所が存在するため、本輪中堤防だけをこれより高くする必要はない。
- 以上の観点から、本復旧計画では天端高をEL7.00mとする。

3) 天端幅及び法面勾配

本堤防断面形状は、上記1)、2)及び本復旧計画における輪中堤防の計画断面形状を考慮して、天端幅4.00m、法面勾配1:2.0とする。

4) 用地条件

新たな土地収用は行わないものとし、現在の水路用地境界が圃場側法尻であることから、拡幅、盛土はこれより水路側に行うものとする。

5) 法面保護

本堤の法面は、芝により保護を行う。

6) 標準断面形状

以上の諸点を勘案して本基本設計調査では、復旧計画案として用水路堤の標準断面形状を、図5-4-13の下段に示すとおり策定する。



表 5-4-5 分水量の計算

$h$ (m)	$b$ (m)	$H_1$ (m)	$H_2$ (m)	$H$ (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )
0.1	0.628	0.950	0.850	0.900	0.158
0.2	"	"	0.750	0.850	0.308
0.3	"	"	0.650	0.800	0.448
0.4	"	"	0.550	0.750	0.578
0.5	"	"	0.450	0.700	0.698
0.6	"	"	0.350	0.650	0.807
0.7	"	"	0.250	0.600	0.905
0.8	"	"	0.150	0.550	0.990

(注) ・流量は、次のオリフィス公式による。

$$Q = C \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

ここに  $Q$  : 流量 (分水量) ( $m^3/sec$ )

$C$  : 流量係数  $C = 0.60$

$b$  : オリフィスの幅 (m)

$h$  : オリフィスの高さ  $h = H_1 - H_2$  (m)

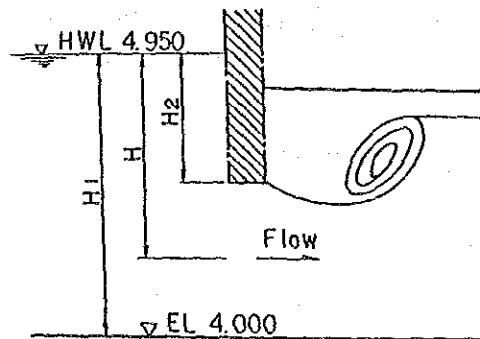
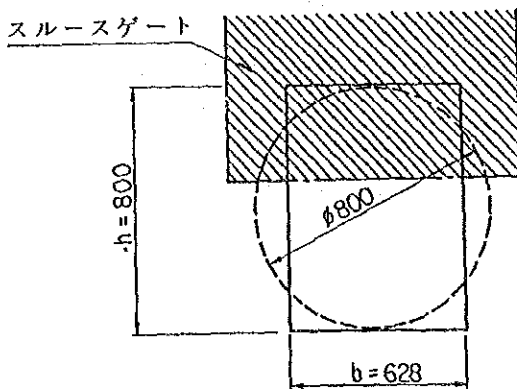
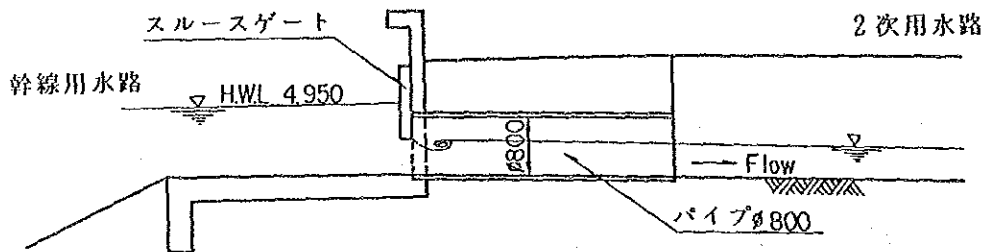
$H, H_1, H_2$  : 次図参照

$g$  : 重力加速度  $g = 9.8 m/sec^2$

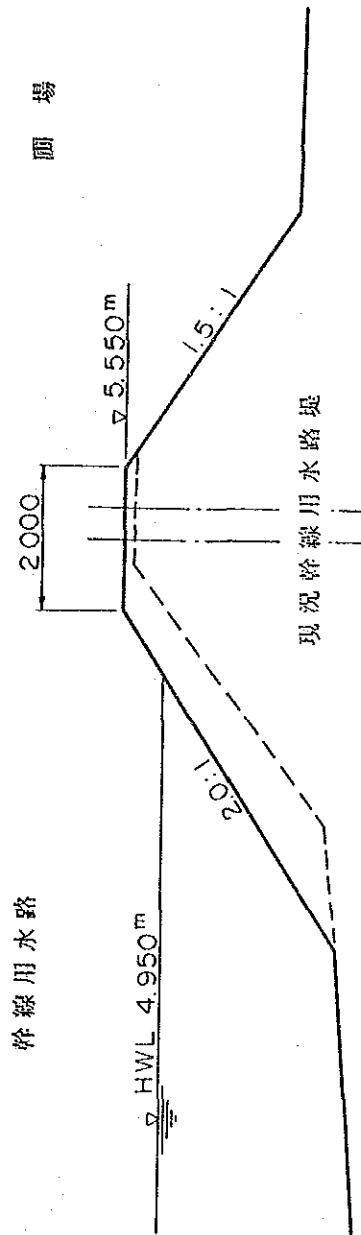
・オリフィス形状は、 $\phi 800$  の断面積と同等な長方形断面 (高さは  $h = 0.8m$ ) とする。

$\phi 800$  mm断面積 :  $A = 0.4^2 \times \pi = 0.503m^2$

$0.628 m \times 0.800 m$ 断面積 :  $A = 0.628 \times 0.8 = 0.502m^2$



一般区間



Barba区間

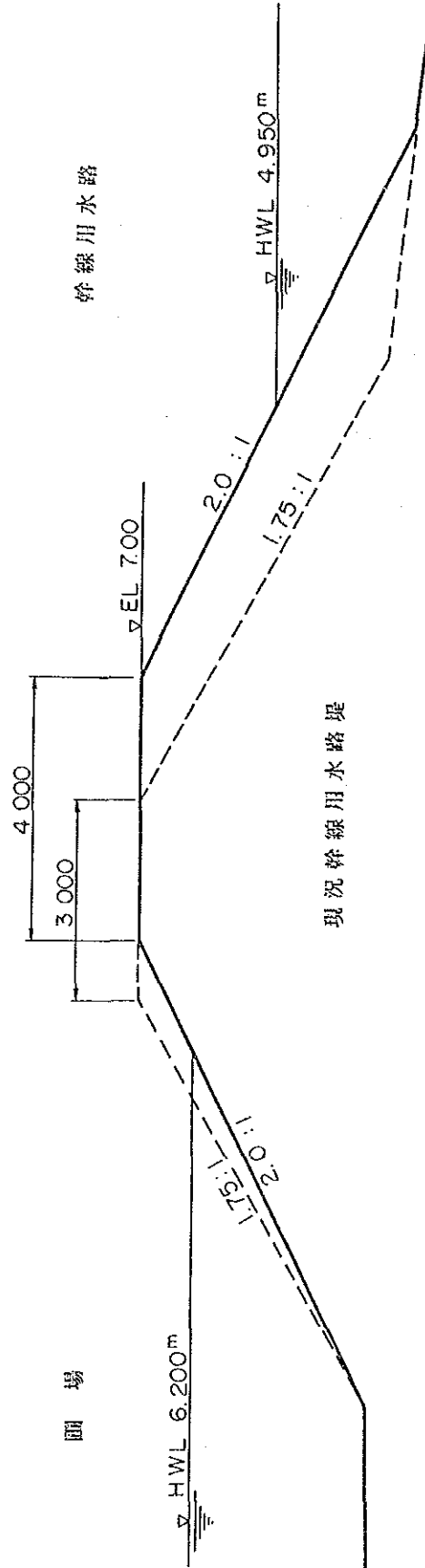


図 5 - 4 - 13 幹線用水路堤の計画標準断面図



## 第 6 章 事業実施計画



## 第6章 事業実施計画

### 6-1 事業実施体制

#### (1) 事業実施主体

本復旧事業の実施機関は、4-3-3に記述したとおり灌漑水資源開発治水省の下部機関であって、バ国における洪水防御事業、水資源開発事業及び大規模灌漑事業の計画から実施、そしてその後の維持管理までを一貫して担当しているBWDBである。

BWDBは、我が国の無償資金協力の制度に従って選定したコンサルタントを用いて実施設計を行う。実施設計の結果を踏まえて、同システムに従って選定した請負業者に工事を発注し、上記コンサルタントの管理の下で施工させる。

事業の実施に必要な諸手続などバ国側負担事項は、復旧工事のスケジュールに合わせてBWDBによって行われる。また、復旧後の維持管理もBWDBの責任で行われる。

#### (2) コンサルタント

プロジェクトの実実施設計及び我が国側負担の復旧工事の施工管理は、我が国の無償資金協力の制度に従って選定された、日本国籍を有するコンサルタントがBWDBとの間で締結したコンサルタント契約に基づいて行う。

事業実施のスケジュール上、コンサルタントの業務は、実施設計と、入札・施工管理の2業務に分かれるが、契約は、両業務を一括契約として、E/N調印後直ちに締結される。

#### (3) 請負業者

復旧工事は、我が国の無償資金協力の制度に従って選定された、日本国籍を有する建設請負業者がBWDBとの間で締結した工事請負契約に基づいて施工する。

バ国は、コンサルタントに代行させて工事実施に係る入札を実施し、落札した請負業者と交渉を経て工事契約を行う。請負方式としては、着工から完成までを一括請負とするターンキー方式とすることを前提とし、請負業者は契約書に規定された全ての工事項目を工事期間内に責任をもって完成させる。

工事の実施に際しては、バ国籍を有する現地請負業者がサブ・コントラクターとして請負業者によって選定されるであろう。

## 6-2 事業負担区分

### (1) 日本側負担項目

本基本設計の中で設定された項目のうち、我が国の無償資金協力による我が国側の負担項目は以下のとおりである。

- 1) 実施設計のためのコンサルタント業務
- 2) パ国政府負担工事分を除いた復旧工事一式
- 3) 復旧工事のためのコンサルタント業務

### (2) パ国側負担項目

パ国側の負担項目は、パ国政府と調査団の間で合意した協議議事録により下記のとおり確認されている。(付属資料1-4 参照)

- 1) 当該堤防を乾期及び雨季の両期に注意深く調査する。
- 2) 当該堤防を後の章に勧告してあるとおり適切に管理する。
- 3) 我が国の請負業者が次の乾期(1988年11月)の当初から本復旧工事に着手できるようにパ国側による輪中堤防の0.0km-4.0km区間の断面修復工事を1988年の今乾期中に完成する。
- 4) パ国側は、本プロジェクトのスムーズな実施に対して最大限の努力を払う(プロジェクト・プロフォーマ(P.P.)等の準備や提出など国内手続きを速やかにかつタイムリーに行うこと)。

上記協議議事録には記載していなが、我が国の無償資金協力の下にプロジェクトを実施する場合、次の項目は当然パ国側の負担すべき項目であるから上記につけ加える。

- 5) 設計及び工事に必要な資料と情報を提供する。
- 6) 工事着手前に工事に支障となる物件の撤去を含むプロジェクト・サイトの取片付けを行う。
- 7) プロジェクトの業務を行うカウンターパートの給与、日当及び旅費を負担する。
- 8) プロジェクト実施のために必要な輸入資機材の迅速な荷おろしと無税による通関手続きをパ国の法規に従って保証する。
- 9) プロジェクトに従事する日本人及び工事実施の必要上、彼らがパ国内に持ち込む物品に対する国内税、関税及びその他の賦課を免除する。
- 10) プロジェクト実施に必要な許可、免許及びその他の認証を与える。

## 6-3 実施計画

### 6-3-1 実施設計

実施設計は、6-1節の(2)で記述したとおり我が国の無償資金協力の制度に従って選定された我が国のコンサルタントがBRDBとの契約に基づいて行う。実施設計業務の内容と必要な技術者は次のとおりである。

- a) 基本設計調査のレビュー
- b) 復旧計画
- c) 復旧に係る詳細設計
- d) 施工計画
- e) 事業費積算
- f) 入札用図面・技術仕様書の作成

#### 要 員

#### 主 な 業 務

総 括	:	業務全体の総括、先方実施機関との打合せ
堤防設計	:	輪中堤防全長 8.3kmの復旧詳細設計
灌漑施設設計	:	導水路、ポンプ機場及び幹線水路の各改善を含む灌漑施設の復旧詳細設計
地質・土質	:	地区内外の地質・土質に関する詳細検討及び計画・設計へのアドバイス
積 算	:	工事費積算

### 6-3-2 施工方針

本復旧計画の我が国側負担工事は、土工を主体とする工事であるから主たる作業は乾期中に行う必要があり、その土工量（総量約20万 $m^3$ ）から推して2乾期を必要とする。即ち、1988年11月当初に工事着手できるものとすれば、第1乾期（1988年11月～1989年5月）に7ヶ月、更に、第2乾期（1989年11月～1990年3月）に5ヶ月、通算12ヶ月間の乾期施工が必要となる。

無論、雨期といえども工事を全面ストップするのではなく、雨期でも可能な作業とか乾期の施工よりむしろ雨期の施工が適しているような作業は、雨期に施工する方針である。

施工においては、労働力としてできるだけ地元住民を雇用することを考え、また、工法については、できるだけ現地の工法を採用する。



### 6-3-3 施工上の留意事項

- (1) バ国における宗教及び習慣を十分尊重すると共に工程計画上これらを十分考慮すること。
- (2) 本プロジェクトの成功は地元の協力なくしてはあり得ないので、地元住民への配慮をおこなうこと。
- (3) 工事は単年で完了しないので、隣接する他の地区も含めて工事期間中の排水には十分気を配ること。
- (4) 施工に際してはできるだけ地元の労働力と現地工法を使う方針であるが、我が国の無償資金協力で行う工事であることと、またそれだけに地元も我が国の技術に期待を抱いていることを十分に認識し、技術的に高く信頼のおける施工をすること。
- (5) すべての復旧工事は、収用済み現有用地内で実施される。従って、工事着手に先立って用地境界の確認を行い、関係機関、関係者等から確たる保証を得ておくこと。
- (6) 主な土工事は乾期にしかできないので、乾期に入るまでに十分に準備を行い乾期の作業効率を高めること。

### 6-3-4 施工計画及び管理計画

#### (1) 施工計画

工事は、6-3-2項に記述したとおり我が国の無償資金協力の下に6-1節の(3)に示した我が国の請負業者によって行われる。

復旧工事の工程は、図6-3-1に示すとおりである。

#### (2) 労務計画

労務は、高度な技術を必要とする作業内容以外原則として現地で調達することとする。しかし、技術管理、工程管理等において工事の要となる技術者及びポンプ機場の部品取替えに要する技術者は我が国から派遣する。我が国から派遣する技術者とその主な業務は次のとおりである。

<u>要 員</u>	<u>主 な 業 務</u>
プロジェクトマネージャー	： 請負工事全ての総括責任
土木技術者 A	： 工事主任・ポンプ場下部工責任者、工事全般の工程・出来高・品質・安全管理、現地技術者指導教育
土木技術者 B	： 輸中堤防及び排水路工事の責任者
土木技術者 C	： 灌漑用水路工事の責任者
資材管理者	： 資機材の調達・管理
事務担当者	： 経理及び文書事務等
電気技術者	： 電気工事の監督
試験技術者	： 材料試験・品質管理試験