

No. 1

国際協力事業団

フィリピン共和国

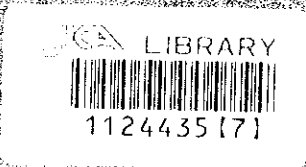
国家灌漑庁

フィリピン共和国

ディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画

基本設計調査報告書

平成6年3月



日本技研株式会社

無調  
94-067

国際協力事業団  
フィリピン共和国  
ディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画  
基本設計調査報告書

平成6年3月

日

118  
B33  
GRF

ENV







1124435 [7]

国際協力事業団

フィリピン共和国

国家灌漑庁

フィリピン共和国

ディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画

基本設計調査報告書

平成6年3月

日本技研株式会社

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画にかかる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致しました。

当事業団は、平成5年11月1日から11月30日まで国際協力事業団無償資金協力調査部調査審査課長の大島勝彦を団長とし、日本技研株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施致しました。帰国後の国内作業の後、国際協力事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課の原雄人を団長として平成6年3月3日から3月10日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

## 伝達状

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介 殿

今般、フィリピン共和国におけるディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が平成5年10月25日より平成6年3月25日までの5ヵ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピンの現状を十分踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本国の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団をはじめ、外務省、農林水産省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、フィリピンにおける現地調査期間中は、国家灌漑庁、JICAフィリピン事務所、在フィリピン日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成6年3月

日本技研株式会社

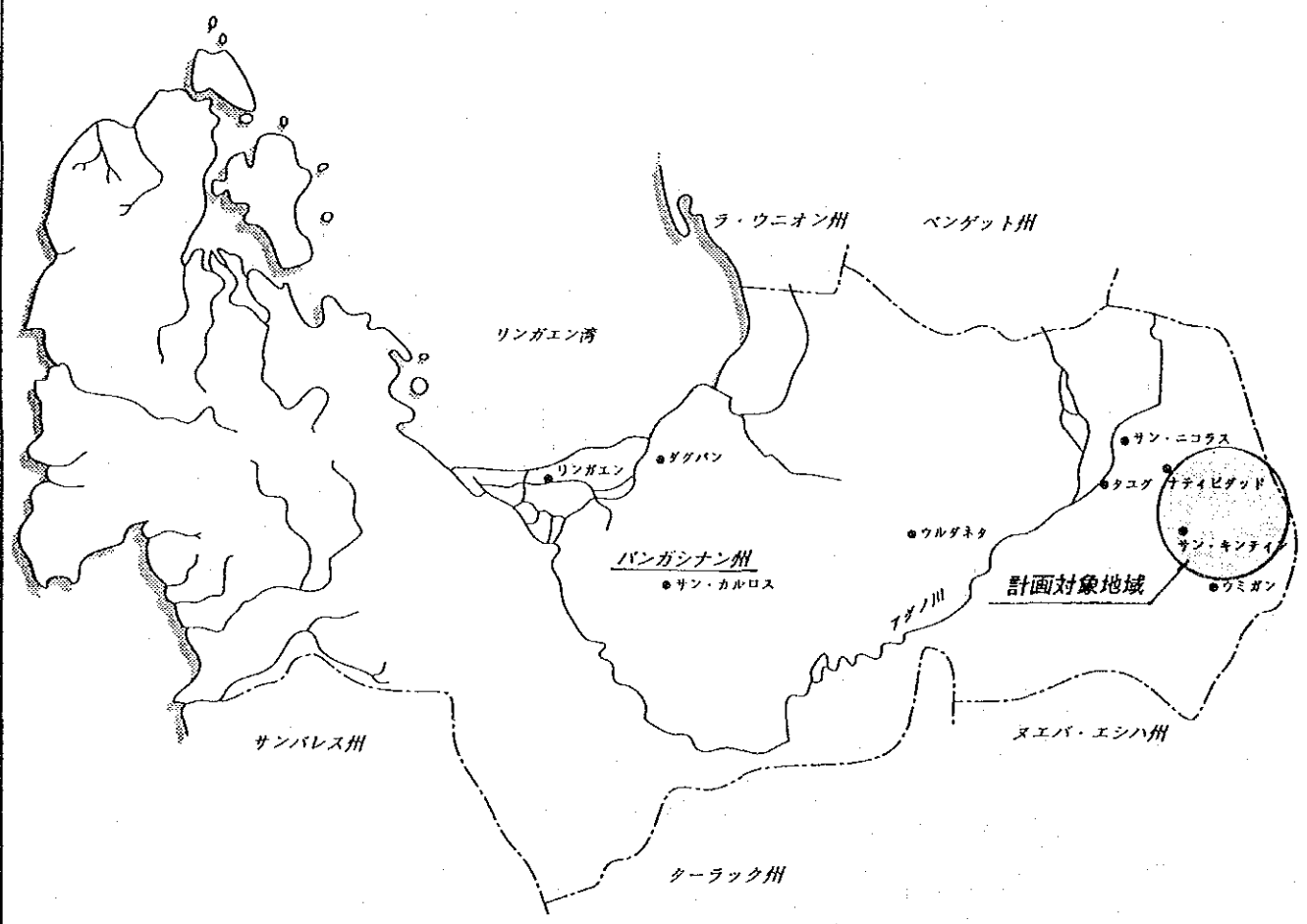
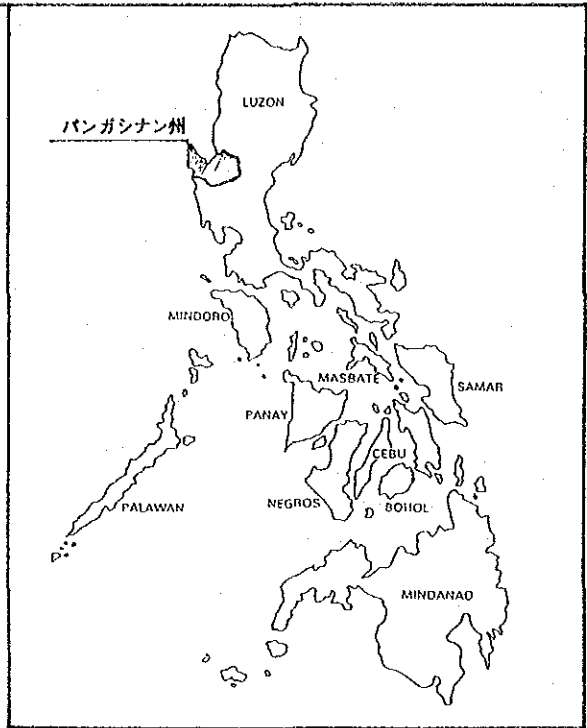
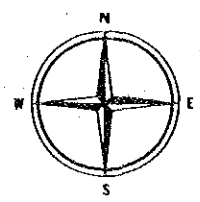
フィリピン共和国

ディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画

基本設計調査団

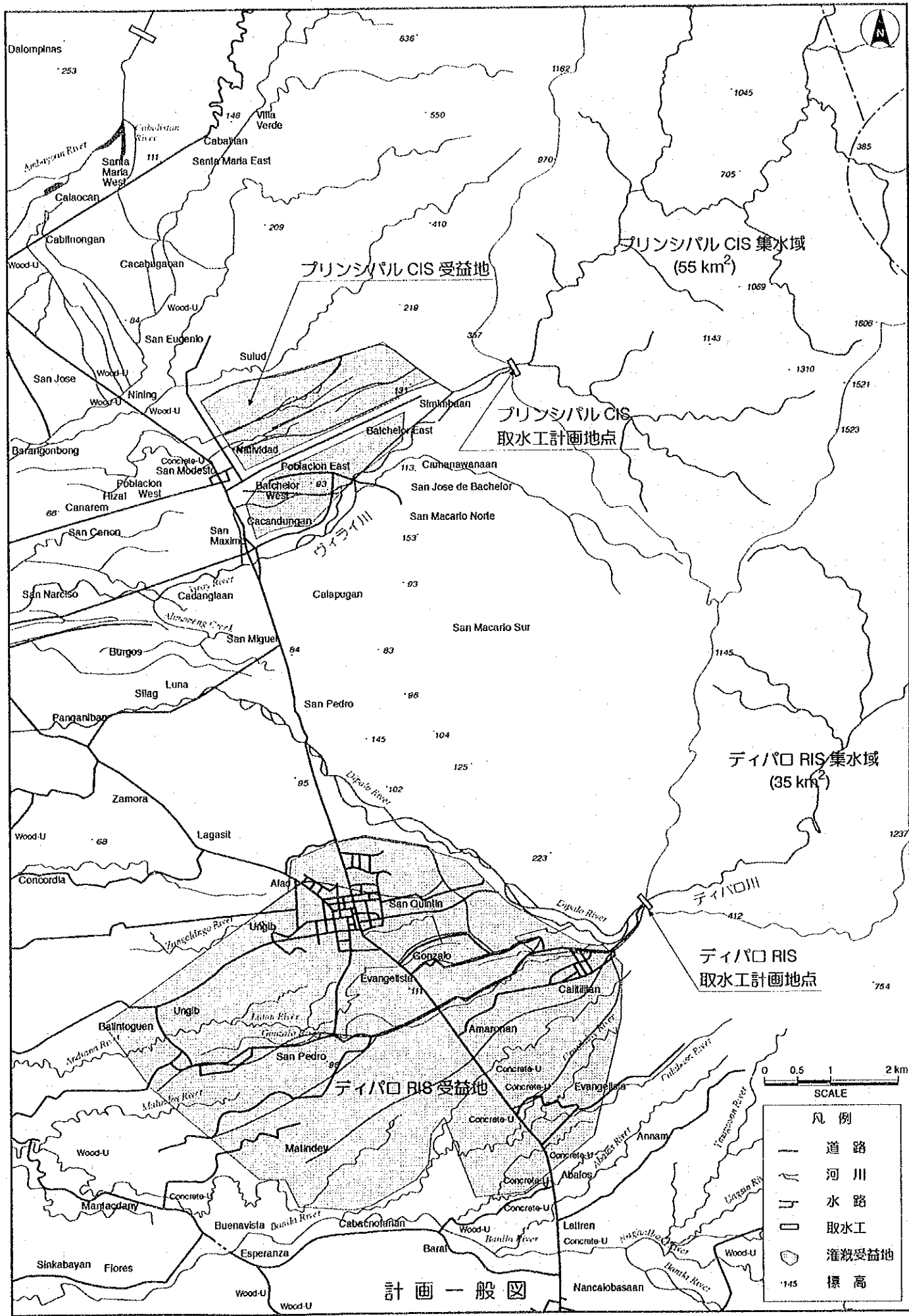
業務主任 湯川義光

フィリピン共和国  
 ディバロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画



計画対象位置図





プリンシパル CIS 受益地

プリンシパル CIS 集水域 (55 km<sup>2</sup>)

プリンシパル CIS 取水工計画地点

ディヤロ RIS 集水域 (35 km<sup>2</sup>)

ディヤロ RIS 取水工計画地点

ディヤロ RIS 受益地

計画一般図

0 0.5 1 2 km

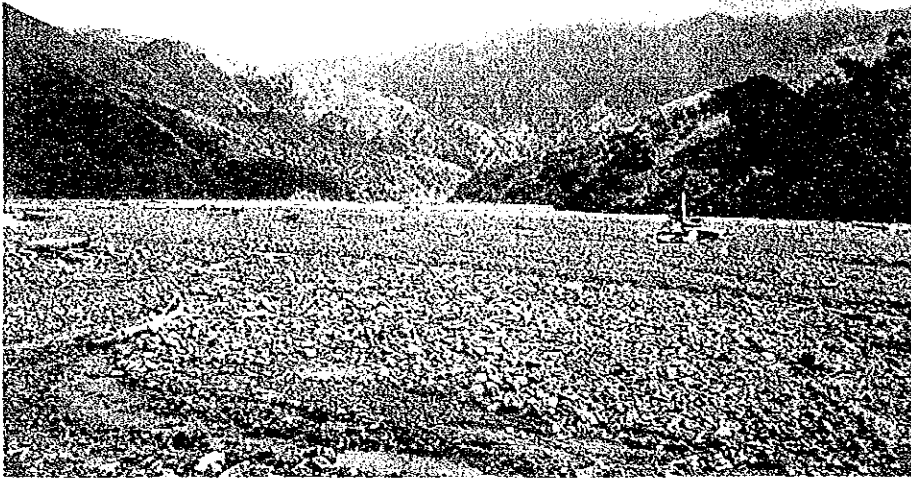
SCALE

凡例

- 道路
- ~ 河川
- ≡ 水路
- 取水工
- ◻ 灌漑受益地
- 145 標高

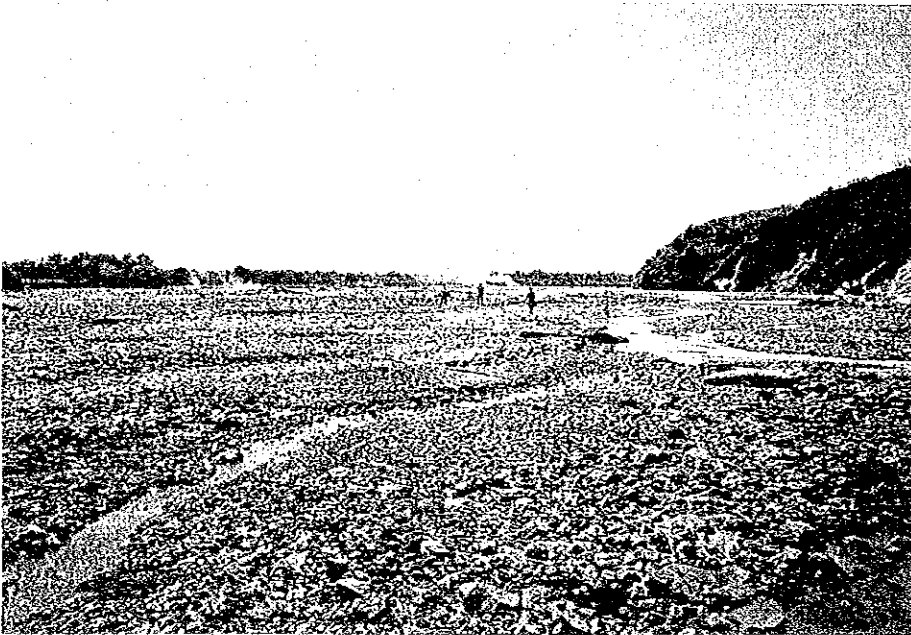


# 現地写真集



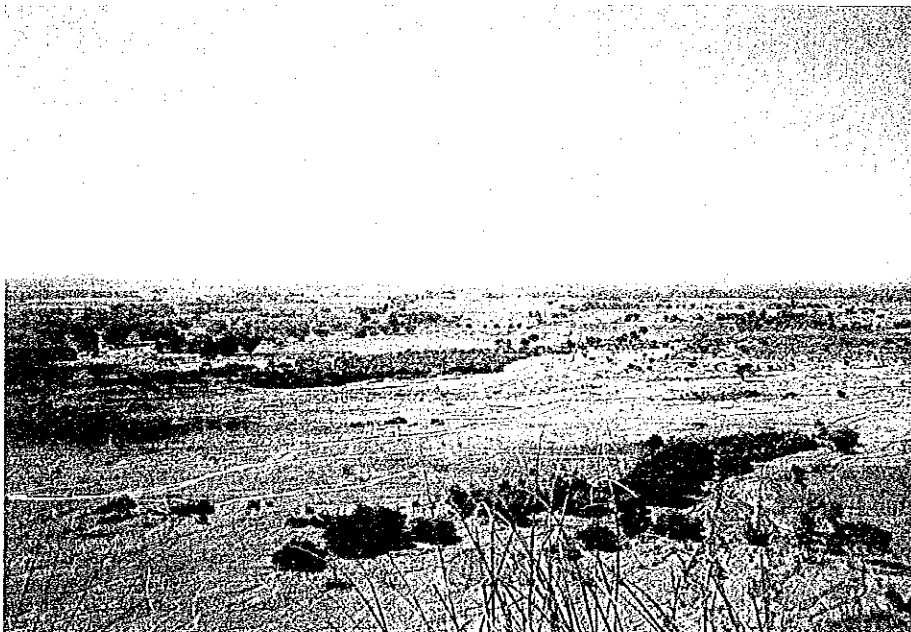
ディバロRIS

計画取水地点より上流側を望む。



ディバロRIS

計画取水地点より下流側を望む。



ディバロRIS

計画取水地点の右岸よりディバ  
ロ川の流況、堤防の決壊状況及  
び灌漑地域を望む。



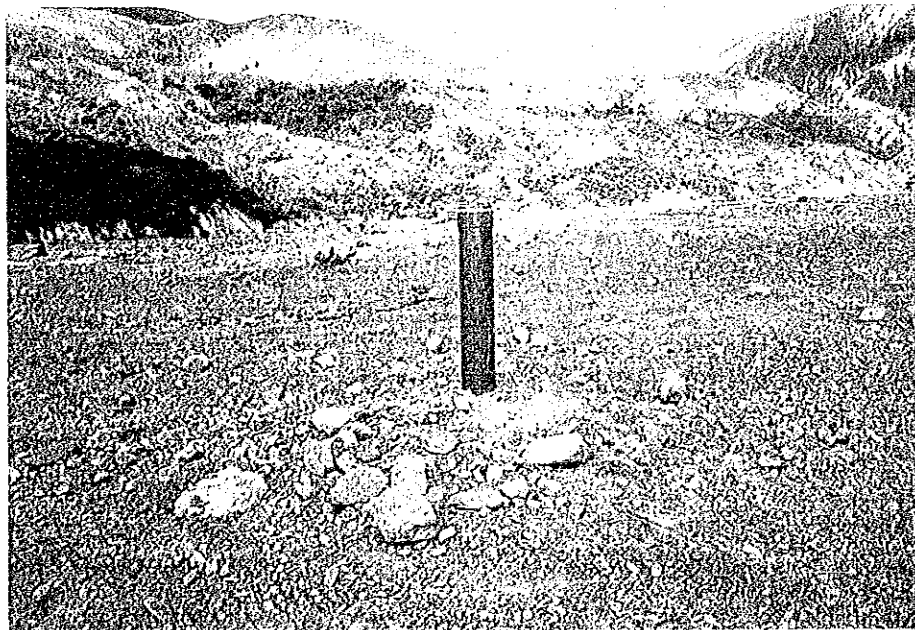
ディパロRIS

堤防決壊部分。  
河床が上昇したため、河川水は  
堤防を越え、直接水路へ流入し  
ている。



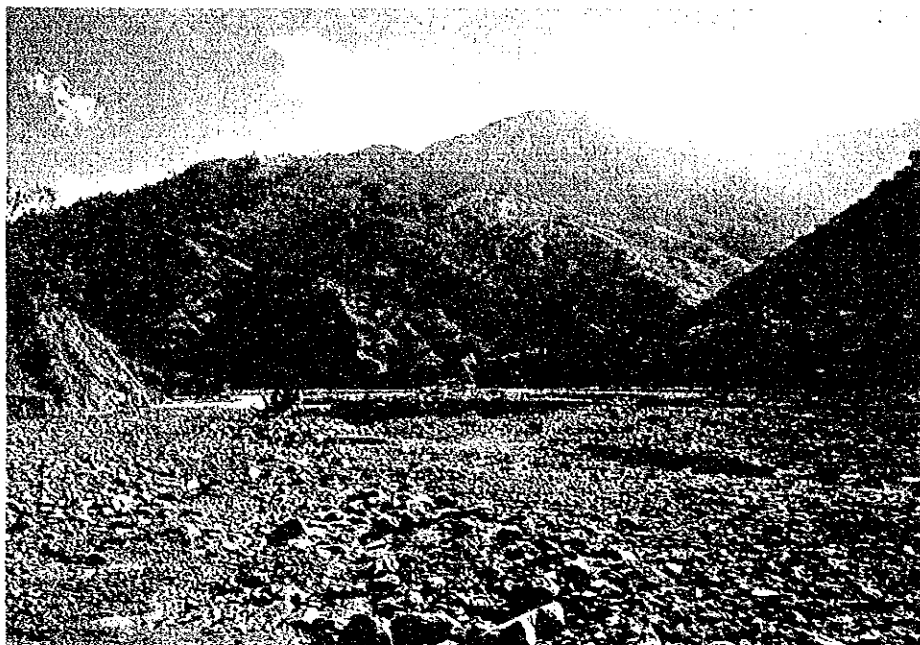
ディパロRIS

幹線水路上流部。  
堤防が決壊し、水路に土砂が流  
入している。



ディパロRIS

水位視測用井戸の設置状況。



プリンシパルCIS

計画取水地点より上流側を望む。



プリンシパルCIS

計画取水地点より下流側を望む。



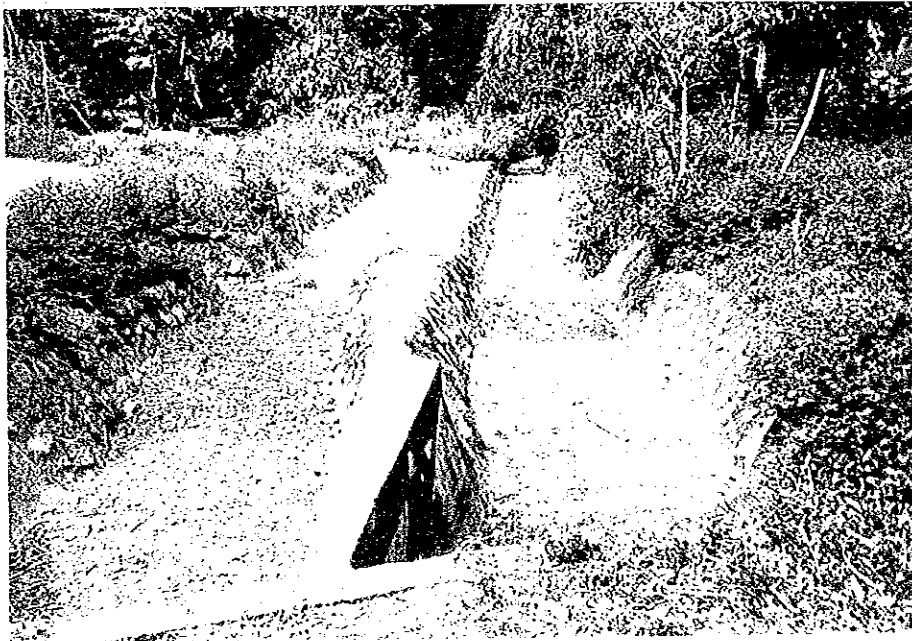
プリンシパルCIS

灌漑地域の状況。



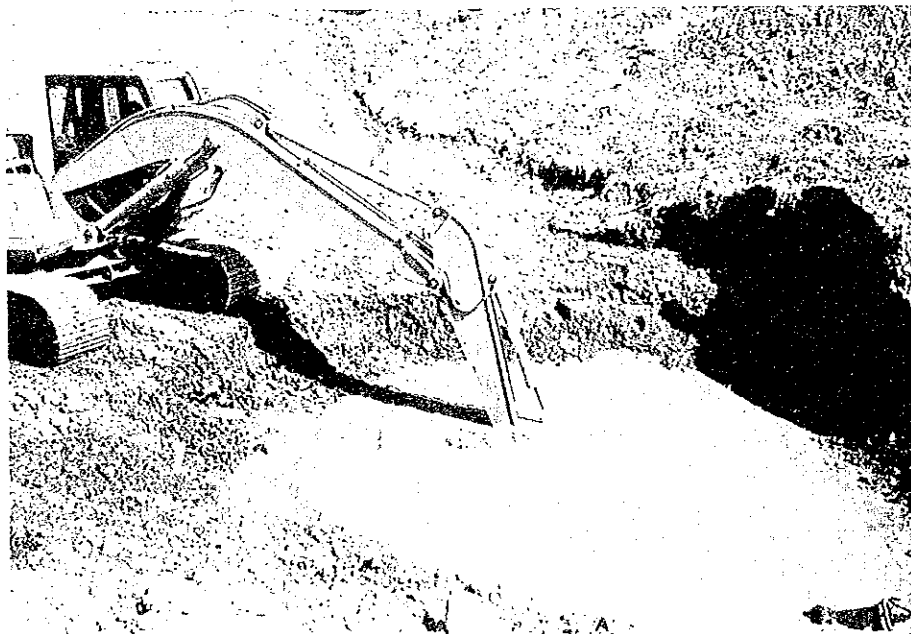
プリンシパルCIS

幹線水路上流部。  
これより上流側は、水路の体を  
なしていない。



プリンシパルCIS

既設幹線水路の分水施設の状況。



プリンシパルCIS

テストピット掘削状況。  
堆積土砂の状態及び伏流水の流  
入状況がわかる。





## 要 約

フィリピン国は農業を主産業とし、国の開発・経済復興には主食の自給生産を最重要目標の一つとし、全国レベルでの灌漑排水システムの整備が不可欠な施策となっている。近年、これらのシステムの一部が、自然災害、老朽化あるいは不適切な設計・維持管理により、機能低下・喪失を起しており、これらのシステムによる受益農民は、不安定な農業生産を余儀なくされている。このような状況下で、フィリピン国の主要作物である米やトウモロコシの生産高は、人口増加率と同程度の伸びに留まっており、未だ自給目標を達成していない状況にある。

このような農業分野における現状を踏まえ、フィリピン国では中期国家開発計画においても、農業生産性の向上を謳っており、これに則って農業省は、安定した農業生産基盤確立のための5ヵ年計画を打ち出している。この実現には州レベルの開発計画が根幹をなすものとし、全国レベルで州開発計画が策定され、これによって地域に対する具体的な施策が行われてきた。

バンガシナン州は、フィリピンの米作地帯として知られるルソン島中部に位置し、ここでも州開発計画のもと農業改善に係る各種施策を行ってきており、その中でもディパロ川流域灌漑システム（ディパロRIS）及びプリンシパル小規模灌漑システム（プリンシパルCIS）は州の農業開発の最重要システムと位置付けられ運営されてきた。

1990年7月に同地域を襲った大地震は、河川の中上流部の集水域における大規模な地滑りと土石流を引き起こし、当該地域の灌漑システムに大損害を与えた。これらの灌漑システムの取水施設は堆積土砂によって完全に埋没し取水は不能となり灌漑農業に大きな打撃を与えている。被害の現状の把握、復旧の可能性を探るため、フィリピン政府はディパロRISとプリンシパルCISのフィージビリティスタディーを実施し、1992年2月に完了した。この調査結果を踏まえ、フィリピン政府は、当該地域の農業の生産性を地震災害以前と同じレベルに修復するために、復旧計画を策定し我国に計画実施のための無償資金協力を要請した。

この要請に応え、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）が同調査を実施した。JICAは1993年11月1日から11月30日までの30日間にわたり、基本設計調査団を派遣した。本調査団による現地調査及び国内解析において、当該灌漑地区における復旧事業の必要性、有効性を十分確認す

るとともに、適正な事業内容を計画した。この調査・検討の経緯と内容を本報告書（ドラフト・ファイナルレポート）としてとりまとめ、さらにこの内容説明のためJICAは1994年3月3日から3月10日の8日間にわたり調査団を派遣し、フィリピン国政府側の了承を得た。

基本設計調査によって確認された現地の状況は以下のとおりである。

ディバロRIS（ディバロ川）及びプリンシバルCIS（ヴィライ川）の従来の取水施設は、現在完全に土砂に埋没し、その機能は完全に失われている。計画取水地点における現河床から基盤までの最大深度は、電気探査調査の結果、ディバロで約18m、プリンシバルで約12mと推定された。しかし、今後のこの様な土砂の流入は、本調査時点ではほぼ終了しているものとみられる。これは、両河川とも計画取水地点から約2km上流地点で土砂の堆積がみられなくなり、これまで堆積した土砂が下流側へ移動していることが、踏査の結果確認されたためである。地震直後に崩落した土砂が今後河川内へ移動する量はほとんどなく、これまで堆積した土砂が流下するだけであると考えられる。

一方、営農の状況については、地震災害以前には、雨期には全て灌漑稲作が行われ、乾期においても稲とピーナッツなどの豆類、タマネギ、トウモロコシ等の畑作物を合わせ、それぞれの灌漑システムで29%と88%の作付が行われていた。これが災害後に灌漑が困難となり、乾期作はほぼ壊滅的になり、雨期作面積も激減した。雨期には仮設の取水工を設けてかろうじて表流水を取り込み、水稻の作付けを行なっている。乾期には河川水が伏流するためごく一部の湧水のみられる地域以外では、作付けがほとんどみられなくなった。このような作付面積の減少に加え、毎年繰り返される仮設取水工の設置に係る農民の費用負担が大きな問題となっている。また、不安定な灌漑水や天水に頼っているため、以前の安定した灌漑農業に比較し、単収の減少もまねいている。

この様な現地の状況ではあるが、取水工の機能は失われたものの、幹線水路以下、水路工は多少の改修を行えば使用可能であること、農民水利組合もすでにあることを考慮すると、適切な代替取水工の整備を行えば、その効果の早期発現及び円滑な維持管理が約束される状況である。

本事業の目的は灌漑システムの作付面積及び作付率を次表のように地震災害以前の水準に回復することである。

作付面積及び作付率の災害前後対比表

区 分	ディパロRIS		プリンシバルCIS		
	雨期	乾期	雨期	乾期	
災害前	作付面積 (ha)	1,548	447	770	676
	作付率 (%)	(100)	(29)	(100)	(88)
被災後	作付面積 (ha)	387	10	208	9
	作付率 (%)	(25)	(1)	(27)	(1)

フィリピン政府からの当初の要請書によれば、取水施設の改修のみが事業内容であった。この当初の要請に加え、特にディパロ地区における既存の幹線水路と防護堤が1993年10月の大雨により著しく破損されていることがこの基本設計調査によって明らかとなり、当該灌漑システムの機能の回復・維持にはこれらの改修が不可欠であると判断された。調査団とNIAとの協議の結果、事業内容にこれらの改修工事も含め、以下のような内容にすることで合意がなされた。

施設概要

施設内容	ディパロRIS	プリンシバルCIS
A. 取水施設		
(1) 地下遮水壁		
タイプ	鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート
位置	旧堰の上流 250 m	旧堰の上流 150 m
堤長	188 m	207 m
埋設深度	18 m	12 m
壁厚	800 mm	800 mm
付帯施設	水通し 幅80m 表層取水工 1ヶ所 床止め工 3ヶ所	水通し 幅120m 表層取水工 1ヶ所 床止め工 2ヶ所
(2) 地下集水暗渠		
集水管	櫛形配置	櫛形配置
管種	有孔強化プラスチック管	有孔強化プラスチック管
管径	600 mm	800 mm
総延長	700 m (20m * 35本)	840 m (24m * 35本)

接続管路		
管種	無孔強化プラスチック管	無孔強化プラスチック管
管径	800 mm	1,000 mm
総延長	150 m	150 m
付帯施設	フィルター層 3層 調圧水槽 1ヶ所	フィルター層 3層 調圧水槽 1ヶ所

(3) 送水管路

管種	R.C.管、コンクリート巻立	R.C.管、コンクリート巻立
管径	700 mm	900 mm
布設延長	950 m	950 m
付帯施設	メンテナンスボックス 2ヶ所 吐水槽 1ヶ所	メンテナンスボックス 2ヶ所 吐水槽 1ヶ所

B. 幹線水路（既存幹線水路の修復）

幹線水路上流部の改修	延長950m 鉄筋コンクリートフルーム	延長950m 鉄筋コンクリートフルーム
幹線水路のライニング	延長約3.0km うち約400mは完全修復	なし
幹線水路の浚渫	延長400m	なし

C. 防護堤（既存防護堤の修復）

タイプ	蛇籠工	なし
延長	1 km	
高さ	3.25 m	

D. 供与機材（表流水の取水、灌漑施設の維持管理用）

ポンプ（6.5 t）	1台	1台
バックホウ（0.25 m <sup>3</sup> ）	1台	1台
トラック（四輪駆動）	1台	1台
モーターサイクル（125 cc）	1台	1台

本施設は地震による土砂の流出で埋没した取水工の代替水源として築造する施設であり、いくつかの代替案について地区の条件を総合的に検討した結果、構造的に安定で、維持管理が不要で電力等の動力費を必要としない地下水集水暗渠方式を本地区の代替取水源として採用した。河川勾配が急であることから、さらに安定した取水を確保するために集水管の下流端に遮水壁を埋設することとする。また、集水暗渠だけでは取水可能量が限られているため、遮水壁に表層取水口を設け、それぞれ伏流水と表流水を既存水路網へ供給する。この方式は雨期・乾期を通して安定的な取水が可能となる。

このような地下集水渠方式は、フィリピン国では初めての方式であるが、技術的・経済的妥当性、さらには施工性、施工後の維持管理の容易性等々を十分検討の上採用するものである。河川の土砂の堆積によって被害を受けている灌漑システムがこのほかにも多数存在することから、本技術がそのような地域にも応用可能でありフィリピン国は大きな期待を寄せている。

本工事は、そのほとんどが河川中の工事であるため、工事の施工可能日数に非常に制約を受ける。即ち、工事は乾期に集中して行う必要がある。また、1乾期中に2サイト同時施工は、土工量が膨大になること、コンクリート量と運搬距離が増大することなど、施工上非常に困難である。このため、1乾期1サイトの施工で2期工事とするのが安全と考えられる。2期に分割し1地区ずつ施工した場合、それぞれの地区が独立した灌漑システムであるため、各工期終了後それぞれの運営がなされ、事業の効果が発現する。工期は第1期、2期ともに12ヵ月を要する。施工順序としては、防護堤が破壊されて洪水被害が懸念されるディバロ地区を優先するのが妥当と判断される。

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約11.3億円と見積られる。フィリピン国側負担経費としては、事務所経費として約230万円が見積られる。

本事業で建設される取水施設に係る維持管理の内容は、河川断面及び幹線水路の保守管理と表層取水工の浚渫である。これらの作業には、供与機材であるブルドーザー及びバックホーショベルが用いられる。幹線水路の保守管理は、雨期作中と乾期作の初めに必要となり、年90日間程度の作業日数を要する。表層取水工の浚渫作業は雨期の中小の洪水後に必要となり、年間60日間程度を要する。これらをもとに本事業対象施設の年間維持管理費用は、ディバロRIS、プリンシパルCISともそれぞれ約9万ペソ（約34万円）を要すると見込まれる。

事業の直接効果は、基本的には灌漑に必要な取水施設の改修によって、受益地区における農作物生産を増大することである。現在水不足のため著しく低下している地域の農業生産が、本復旧事業によりこれを地震発生以前の程度まで引き上げることができる。

事業の直接的裨益人口は、灌漑地区内の農民数であり、調査時点においてディバロ地区で8,900人、プリンシパル地区で3,600人、合計12,500人と推定される。

水源流量の制約により、本事業では作付面積の拡大は計画しない。また、表流水と伏流水を合わせた安定した取水が可能となるため、灌漑地域における単位収量も高位安定が可能になる。このように作付面積と単位収量が修復改善されるため、各作物の生産量は大幅に増加することとなる。地域全体では年間3961万ペソ（約151百万円）の純所得の向上が見込まれ、受益農家1戸当たり換算すると年間約17,000ペソ（約6.5万円）の所得増加が期待できる。

このような作物増産効果のほかに、本事業は洪水被害を回避する効果も有する。ダイバロ地区では1993年10月の洪水で堤防が決壊しており、幹線水路及び農地の保護のために河川に防護堤を設ける。これにより、水路への土砂堆積や水路・水路構造物の破損などの被害を未然に回避する効果が見込まれる。

また、取水工が埋没した後、農民独自で仮設の頭首工と水路を石積みや掘削などによって毎作期構築し、灌漑水を得てきたが、これに係る費用が農民に大きな負担を強いる結果となっている。本事業完成後はこの費用が全く不要となり、農民の経費負担が削減される。

前述のように本計画実施により主として農業生産の回復あるいは向上に多大な効果が期待されると同時に、本計画が広く住民の生活向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。また、本地域と同様に河川の堆積土砂によって被害を被っている多くの灌漑システムに、安定した灌漑を保証する地下取水方式を導入するためのパイロット事業としても、国家灌漑庁から大いに注目を浴びており、大きな波及効果が期待される。本計画の事業実施機関である国家灌漑庁は、人員・技術・資金面ともに十分であり、また施設の維持管理を担当する国家灌漑庁の機関及び農民灌漑組合も既に整備されている。従って、本事業をわが国の無償資金協力事業として、実施することは妥当と判断する。

本計画の円滑なる実施と適切な運営・管理を図るため、フィリピン国政府に対し次のとおり提言する。

- 一 施設用地、工事用アクセス道路及び仮置き場などを確保すること。
- 一 工事に伴い発生する灌漑・営農活動に影響を与える事項について、農民に事前に説明を行い、必要な措置を行う。
- 一 事業の対象外となっている下流側幹線水路及び支線水路の整備に関しては、農民灌漑組合を中心とした整備作業を指導する。

さらに、工事完了後の効果的な本灌漑システムの運営は、国家灌漑庁をはじめとするフィリピン国政府、及び受益者である農民の自助努力によるところが大きいことから、以下の項目にも留意し事業の運営にあたることを提言する。

- ディパロRISに関しては、アンバイワナーディパロ灌漑事務所が、ゲートの操作、表層取水工及び幹線水路等の基幹施設について維持管理を行うとともに、支線水路以降の維持管理を行う農民灌漑組合を指導する。
- プリンシパルCISに関しては、州灌漑事務所の監理のもと、農民灌漑組合が、ゲートの操作、表層取水工及び水路の保守などの適正な維持管理を行う。
- 国家灌漑庁は農民灌漑組合との協力体制をさらに充実し、取水施設及び灌漑水路の維持管理、水利費徴収制度など、本灌漑システムの維持管理に関わる細目規定の立案及び実施・指導を行う。
- 供与機材に関しては、国家灌漑庁のアンバイワナーディパロ灌漑事務所と州灌漑事務所が適正に管理し、本対象地区の維持管理に優先的に利用でき、かつ日常の他業務にも活用するよう利用計画を立案・運用する。





## 目 次

計画対象位置図

計画一般図

現地写真

要 約

第 1 章	緒 論	-----	1 - 1
第 2 章	計画の背景	-----	2 - 1
	2. 1	フィリピン国の概況	----- 2 - 1
	2. 2	農業・灌漑の概況	----- 2 - 2
	2. 3	関連計画の概要	----- 2 - 3
	2. 4	要請の経緯	----- 2 - 6
第 3 章	計画地域の概要	-----	3 - 1
	3. 1	計画地域の位置及び社会・経済状況	----- 3 - 1
	3. 2	自然条件	----- 3 - 2
	3. 3	社会条件	----- 3 - 3
	3. 4	農業・灌漑の概況	----- 3 - 4
第 4 章	計画の内容	-----	4 - 1
	4. 1	計画の目的	----- 4 - 1
	4. 2	要請内容の検討	----- 4 - 1
	4. 3	計画の概要	----- 4 - 9
第 5 章	基本設計	-----	5 - 1
	5. 1	設計方針及び設計条件	----- 5 - 1
	5. 2	基本計画	----- 5 - 1
	5. 3	施工計画	----- 5 - 17
第 6 章	事業の効果と結論	-----	6 - 1
	6. 1	事業の効果	----- 6 - 1
	6. 2	結 論	----- 6 - 5
	6. 3	提 言	----- 6 - 5
	添付資料		
	1	調査団員構成	----- 添-1
	2	調査日程	----- 添-2
	3	関係者リスト	----- 添-4
	4	収集資料リスト	----- 添-5
	5	協議議事録	----- 添-6

技術資料

図 面

## 略 語 集

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ADRS	Ambayoan-Dipalo River Irrigation System (アンパイワナーディパロ流域灌漑システム)
CIS	Communal Irrigation System (小規模灌漑システム)
IA(s)	Irrigators Association(s) (農民灌漑組織)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
MTPDP	Medium-Term Philippine Development Plan (フィリピン中期開発計画)
NIA	National Irrigation Administration (国家灌漑庁)
NIS	National Irrigation System (国営灌漑システム)
PIO	Provincial Irrigation Office (州灌漑事務所)
RIO	Regional Irrigation Office (リージョン灌漑事務所)
RIS	River Irrigation System (流域灌漑システム)
cm	centimeter
ha	hectare
kg	kilogram
km	kilometer
km <sup>2</sup>	square kilometer
m	meter
mm	millimeter
m <sup>2</sup>	square meter
m <sup>3</sup>	cubic meter
sec, s	second
t	ton
%	per cent
P	Philippine Pesos
\$, U.S. \$	U.S. Dollar
¥	Japanese Yen

## 第1章 緒論

フィリピン共和国ディパロ・プリンシパル灌漑施設復旧計画は、1990年7月に発生した大地震の二次災害によって取水機能を失った2地区、即ちバンガシナン州東部に位置するディパロ川流域灌漑システム（ディパロRIS）及びプリンシパル小規模灌漑システム（プリンシパルCIS）において、その機能を復旧しようとするものである。本計画の実施は、地震発生以前の灌漑農業を再開することにより、困窮している当該地域農民の生活水準が回復されることを目指すものである。

フィリピン国国家灌漑庁（NIA）は本計画のフィージビリティ調査を1992年に実施し、事業の必要性、緊急性、妥当性を確認し、日本国政府に対し無償資金協力を要請した。この要請に応え、日本国政府は基本設計調査（本調査）の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）が1993年11月1日から11月30日までの30日間にわたり、JICA無償資金協力調査部調査審査課 大島勝彦課長を団長とする基本設計調査団を派遣した。同調査団の構成、現地調査日程、関係者リスト及び協議議事録は資料編に記載した通りである。

現地調査及び国内解析において、当該灌漑地区における復旧事業の必要性、有効性が十分認められ、また適正な事業内容が計画された。また本調査を通じ、本計画をわが国の無償資金協力によって実施することが妥当であることが確認された。この調査・検討の経緯と内容を本基本設計調査報告書としてとりまとめた。

また、国際協力事業団は1994年3月3日から3月10日の8日間にわたり、基本設計調査報告書（ドラフト・ファイナル・レポート）説明のため、国際協力事業団 無償資金協力調査部 基本設計調査第一課 原 雄人 を団長とする調査団を派遣し、本基本設計調査報告書の内容についてフィリピン国政府側と検討を行ない了承を得たものである。



## 第2章 計画の背景

### 2.1 フィリピン国の概況

#### (1) 地勢

フィリピン共和国は、北緯4°23'から21°25'、東経116°00'から126°30'にある島嶼群で、アジア大陸東南方の西太平洋上に散在する大小約7100の島々からなる。北端の島は台湾の南約240km、南端の島はボルネオ島から約24kmの位置にある。国土面積は約30万km<sup>2</sup>であり、北のルソン島（10.6万km<sup>2</sup>）と南のミンダナオ島（9.3万km<sup>2</sup>）の間にビサヤ諸島が分布している。

フィリピン列島は環太平洋地震帯の上に位置する火山列島であるため、しばしば地震や火山の噴火などの大きな自然災害にみまわれる。これに台風などの被害も重なり、世界有数の災害被災国である。

#### (2) 気候

フィリピンの気候は地形の多様性から必ずしも一様ではないが、平地における気温は年平均約27℃、年平均降水量は約2500mmで熱帯モンスーン気候に属する。ルソン及びビサヤ地方は西太平洋上で発生する台風の85%が上陸し、台風による降雨量は24時間に1000mmにもなることがある。

フィリピンの気候は、降雨の分布に基づきおおよそ次の4タイプに分類されている。

- タイプ1 冬と春が乾期、夏と秋が雨期。
- タイプ2 冬に多雨で乾期はない。
- タイプ3 多雨期はなく、短い乾期がある。
- タイプ4 降雨量は年間を通して変動が少ない。

#### (3) 人口

フィリピン国の1990年現在の人口は約6070万人であり、人口密度は202.3人/km<sup>2</sup>である。人口増加率は、1980-85年は年率2.59%であったものが、1985-1990には年率2.11%と低下傾向にある。西暦2000年のフィリピンの人口は7520万人に達するものと推定されている。全人口の半数近くの約2900万人がルソン島に、また13%に当たる約800万人がマニラ首都圏に集中している。また都市人口比率をみると1970年に32%であったものが1985年には約40%に達した。このような人口集

中傾向は依然として続いており、ひとつの社会問題となっている。

#### (4) 行政区分

国土は地域 (Region) に区分され、地域は州 (Province) に区分され、州は市 (City) や町村 (Municipality) に分けられる。市町村はさらにバラングイ (Barangay) に分けられている。1990年時点でのそれぞれの行政単位の数は、14地域、75州、60市、1,532町村、40,904バラングイとなっている。

#### (5) 国家経済

フィリピン国の経済は、1970年代における農業、工業、電力、道路交通等の分野において海外からの援助を受けて、大規模開発事業を実施し、順調に成長した。この年代に幹線道路、電力及び灌漑排水施設等の社会基盤施設が意欲的に建設・整備され、各種製造業の大幅な発展の基礎となった。1970年から1980年にかけてGNPは年平均6.4%の成長を遂げた。しかしながら、世界的不況も災いし、1983年の経済成長率は過去20年間の最低を記録した。以降2年間、経済状態は引き続き悪化し、対外債務は264億米ドルに達した。その後、経済はやや回復し、1991年におけるGNPは1兆2,517億ペソ (約450億米ドル) であり、人口一人当たりでは19,909ペソ (約710米ドル) であった。

### 2. 2 農業・灌漑の概況

フィリピン国のような農業を主産業とする国では、国の開発・経済復興には主食の自給生産が第一目標であり、全国レベルでの灌漑排水施設整備が不可欠な施策となっている。全国317万haの水田のうち、148.8万haは国家灌漑庁 (NIA) の行政下で下記のような各種の灌漑システムによって運営されている。その構成は、国营灌漑システム62.7万ha (42%)、小規模灌漑システム70.9万ha (48%)、ポンプ灌漑システム15.2万ha (10%) となっている。

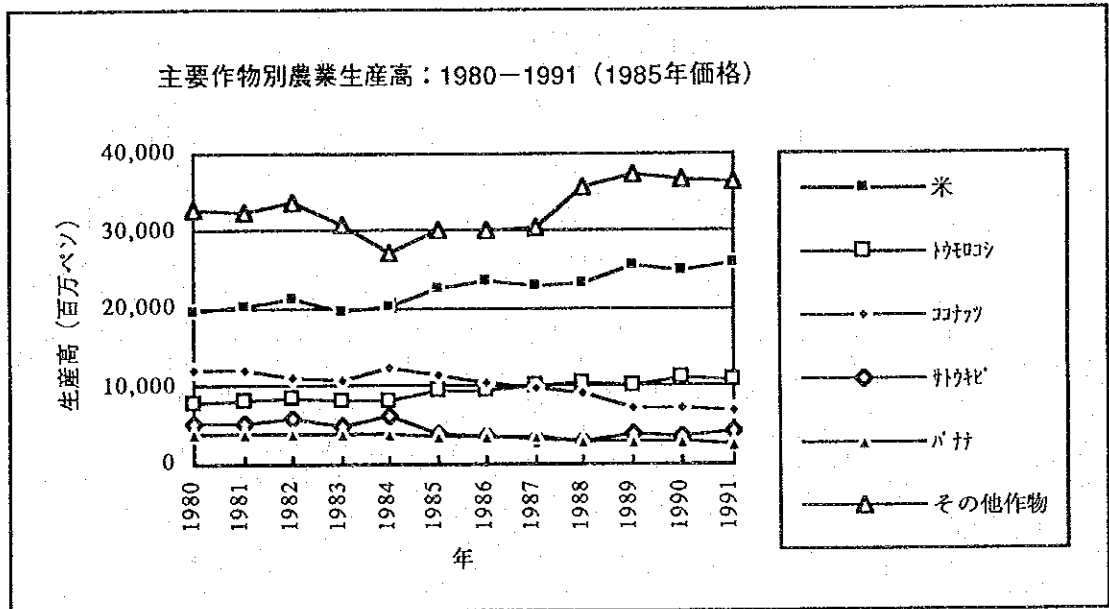
国营灌漑システムは、その灌漑面積規模が大きく、NIAによって直接建設され、さらに、完成後の関係施設はNIAにより維持管理されているものである。一方、小規模灌漑システムは、その面積規模は小さく、原則としてNIAの行政的監督と技術的指導のもとにあり、関係受益農民組合によって建設・維持管理されているものである。

近年、これらのシステムの一部が、自然災害、老朽化あるいは不適切な設計・維持管理により、機能低下・喪失を起こしており、これらのシステムによる受益農民は、不安定な農業生産を余儀

なくされている。

このような状況下で、フィリピン共和国の主要作物である米やトウモロコシの生産高は、人口増加率と同程度の伸びに留まっており、低迷しているといえる。ココナッツ、サトウキビ、バナナなどの換金作物の生産高は減少傾向にある。図2.2.1に1980年から1991年の主要作物の生産高の推移を示した。

図2.2.1 フィリピンの主要作物の生産高の推移



## 2. 3 関連計画の概要

### (1) 中期国家開発計画

フィリピン国では、上記のような国家経済の現状を踏まえて、1993-1998年中期フィリピン開発計画（MTPDP）が始まったところである。この計画理念及びフレームワークには、マクロ経済、財政、開発関係機関のレビュー、アグロ・インダストリー開発計画、人的開発計画、及びインフラ開発計画に関する国の基本的な考え方と計画の枠組みが示されている。またこれは各分野ごとの地域ベースでの開発戦略及び開発プログラムにも指針を与えるものである。

この国家開発計画の基本理念は、貧困の解消、社会的公正の達成、及び持続的な発展を目標とし、これを国民の能力強化を通じて追求しようとするものであり、このための戦略は次のとおりである。

- 精神的、政治的、社会文化的、及び肉体的各面における国民の能力を強化するための人的

## 資源開発の推進

- 一 経済面における国民の能力強化のために必要な国際競争力の増大

これらの戦略を実現するために、以下のような対策が掲げられている。

- 一 資本、技術、及び人材開発のための投資の拡大
- 一 国内資源活用法の改善
- 一 マクロ経済における秩序の維持

またこの中期開発計画では、近年におけるマニラ首都圏への極端な人口、資本の集中状況に鑑み、国全体の均衡ある発展、特に地方の拠点地区を中心とした開発整備による地域格差の是正を重視している。このため開発のフレームワークはルソン、ビサヤ、ミンダナオの各地方別に設定され、それはさらに各リージョン別にも言及されている。農業部門については、大規模農業の生産性の改善、灌漑農業開発における農業支援の強化、適正技術の実用化、金融の利用簡便化、効果的な農業普及サービスの推進、及び収穫後処理施設の整備が計画目標として掲げられている。

## (2) 国家農業開発計画

中期国家開発計画の基本目標を受けて、さらに具体的な農業政策を農業省を中心に国家農業開発計画として定めている。

農業省は、足腰の強い活力ある農業部門の確立こそが国家の発展の基礎となるとの理念の上にて、1990年に1990～1995年の5ヵ年にわたる農業開発目標と、目標達成のための諸施策を定めている。この施策の基本的な方針は次のとおりである。

- a) 小規模農家が持続的に生産性を維持し、所得の増加を図ろうとするのを支援し、助長するために必要な公共物資およびサービスを提供する。
- b) 企業的農業が他産業と同等の意欲を持てるような経済環境を実現し、公平かつ持続的な発展のために、限られた資源の効率的な配分と最適利用を促進する。
- c) 地方における農村工業の発展を支援するために、必要なインフラ及び各種サービスに公共投資をより多く振り向け整備を促進する。



これらの基本方針に基づく具体的な対策として主に次の対策が掲げられている。

- a) 小規模農家の生産性向上と所得増大のため、1) 公平な農地改革の達成を推進するための全面的な支援、2) 小規模農家が自立して企業的農業を続けられるような自助組織確立への支援、3) 小規模農家が計画立案、事業実施、及びモニタリングに全面的に参加できるような制度の確立
- b) 農家に必要なサービスを提供する機能を拡充するため、1) 農業普及の質的向上と拡大、2) 政策、計画、及び管理上の機能の改善、3) 州及び市レベルの行政機関の計画立案、事業実施能力の向上、4) 農業及び地方の開発を支援するための外国援助の受け入れ
- c) 農業の生産性の向上と所得の増大を実現させる経済環境を創出するため、1) 農業の成長を阻害するような貿易、税制、運輸、自然資源、価格、金融等の見直し、2) 農地価格の抑制、3) 地方におけるインフラ、試験研究、及び普及に対する政府支出の増大
- d) 地域仕様、生産費低減、及び収穫後処理技術の開発・普及
- e) 生産資材、特に種子、肥料、灌漑の価格低減と活用性の増大
- f) 農家の組織を通じた金融利用の簡便性の拡大
- g) 市場へのアクセスの改善と効率的な販売方法及び市場組織の確立
- h) 貧困地域に対するインフラ整備、栄養・保健・生活転換の援助、資源管理技術の改善
- i) 自然災害を蒙った農業地域の被害の回復

### (3) バンガシナン州開発計画

国家農業開発計画の基本指針に基づき、さらに地域の特色を盛り込んだ州レベルの開発計画が策定されている。

この一環としてバンガシナン州においても1992-1995年州開発計画が策定されている。この開発計画の内容は、人的インフラ及び技術開発計画、農業開発計画、インフラストラクチャー開発計画、工業化計画、及びその他の計画から成っている。

このうち本事業と直接関連する農業開発計画の中で、その目的を次のように定めてある。

- a) 米の生産性を、現在の3.15ton/haから4.25ton/haに向上させる
- b) 土壌適性と地域区分を通して農業生産と土地利用効率を高める

- c) 化学肥料への依存度を抑え、有機農法を取り入れ土壌改善を図る
- d) 営農技術指導を徹底し農業生産性の向上を図る
- e) 二期作を促進し、全体の作付け面積の増大を図る
- f) ポストハーベスト施設を建設し、穀物の品質改善を図る
- g) 地域に根ざした農民、灌漑、農協などの組織の設立を促進させる
- h) 自立した農業協同体の開発を図る

## 2. 4 要請の経緯

### (1) 要請の経緯

ディバロ川流域灌漑システム（ディバロRIS）とプリンシパル小規模灌漑システム（プリンシパルCIS）はフィリピンの米作地帯として知られているルソン島中部に位置している。1990年7月に起こった大地震は、河川の中上流部の集水域における大規模な地滑りと土石流を引き起こし、当該地域の灌漑システムに大損害を与えた。灌漑システムの取水施設はこの堆積土砂によって完全に埋没している。本修復工事は、当該地域に地震前と同じレベルの安定した農業生産性を回復することを目的としている。

国家灌漑庁（NIA）は1992年2月に修復計画のフェージビリティ調査を完了しており、計画をただちに実行することを勧めている。このような事情により、フィリピン政府は日本政府にパンガシナン州ディバロ川流域灌漑システム及びプリンシパル小規模灌漑システム修復計画に対する無償資金援助を要請した。

### (2) 要請の内容

計画対象地域は、パンガシナン州の東部に位置する。ディバロRISはサンキンティン町とウミンガン町の一部を灌漑地域とし、プリンシパルCISはナティビダッド町を灌漑の対象としている。

この計画は、1990年7月の大地震によって生じた土石流で取水機能を失ったディバロRISとプリンシパルCISの灌漑機能を回復することを目的とする。これらに最も最適な修復方法は、堆積土砂中に集水渠および遮水壁を設置し地下水の効率的取水を行う方法である。この方法は対象河川における引き続き起こりうる土砂の移動にも影響されない利点を有する。この地下集水渠方式は、フィリピン国においてははじめて採用される方式であるが、技術的・経済的妥当性、さらには施工計画、施工後の維持管理の容易性等々を十分検討の上採用された方法である。

本プロジェクトのフィリピン側実施機関は、国家灌漑庁（NIA）である。

### (3) 要請内容の検討

フィリピン政府からの当初の要請書によれば、取水施設の改修のみが事業内容であった。しかしながら、特にダイパロ地区における既存の幹線水路と防護堤が本年10月の大雨により著しく破損していることが現地踏査によって明かとなり、当該灌漑システムの機能の回復・維持にはこれらの改修が不可欠であると判断された。調査団とNIAとの協議の結果、事業内容にこれらの改修工事も含め、以下のような内容にすることで合意がなされた。

#### A 取水施設

##### 1) ダイパロRIS

地下遮水壁

地下集水渠

既存幹線水路への導水路

##### 2) プリンシパルCIS

地下遮水壁

地下集水渠

既存幹線水路への導水路

#### B 幹線水路

既存幹線水路の修復

#### C 防護堤

ダイパロ川の既存防護堤の修復



### 第3章 計画地域の概要

#### 3.1 計画地域の位置及び社会・経済状況

##### (1) 位置

計画対象地区は、パンガシナン州東部の主としてサンキンティン町およびナティビダッド町に属し、北緯15°57'~16°04'、東経120°45'~120°51'に位置する。首都マニラから北へおよそ200kmの道程である。またNIAの地方事務所と州事務所の位置するウルダネタからは東へ30km程度の距離である。

##### (2) 経済・社会状況

ディパロRISおよびプリンシパルCISの計画灌漑対象地区は、それぞれ17バラングイ、5バラングイで構成されている。人口はそれぞれ21,565人と5,838人であり、戸数は3,998戸と1,104戸である。このうち関係農家戸数は1,647戸と685戸であり、53%を占める。これらの関係3町の人口増加率は平均1.35%である。それぞれの地区の関係バラングイの総人口・戸数、事業対象面積は表3.1.1のようにまとめられる。

表3.1.1 事業関係バラングイの人口及び戸数

灌漑システム	町村名	バラングイ	人口 (人)	戸数 (戸)	事業面積 (ha)
ディパロRIS	サンキンティン	15	20,266	3,741	1,815.7
	ウミンガン	2	1,299	257	147.3
	小計	17	21,565	3,998	1,963.0
プリンシパルCIS	ナティビダッド	5	5,838	1,104	920.0
合計		18	27,403	5,102	2,883.0

また、地震発生以前（1988年時点）のそれぞれの灌漑事業地区の平均農家収入は表3.1.2の通り推定される。これは同年のリージョンIの貧困レベルである1戸当たり年間所得31,164ペソを下回っており、地震以前においても貧困地域であったものと判断される。地震によって灌漑ができなくなったことで、農家経済はますます逼迫してきている。

表3.1.2 対象地域の農家収入（1988年推定）

灌漑システム	一戸当り収入 (ペソ/年)	一人当り収入 (ペソ/年)
ディバロRIS	21,434	3,944
プリンシパルCIS	29,482	5,565

注) 1980年の調査データを物価上昇率をもとに1988年価格に換算した。

### 3. 2 自然条件

#### (1) 地 勢

ディバロRIS及びプリンシパルCISは、それぞれディバロ川及びヴィライ川の扇状地上に位置する。地域の東北東側には急傾斜をもった標高1,500m程度の山地が連なっている。この山地より大小いくつかの急流河川が西南西方向へ流下し、扇状地を形成している。これらの河川は、ルソン島中部の大河川であるアグノ川に合流し、リングエン湾に注いでいる。

#### (2) 地 質

本地域の地質的な特徴といえば、まず急峻な山地の麓を北北西から南南東方向へフィリピン断層が走っていることである。この断層がこの地震発生の原因となったものであり、この断層の東側山地は地震後に隆起していることが確認されている。

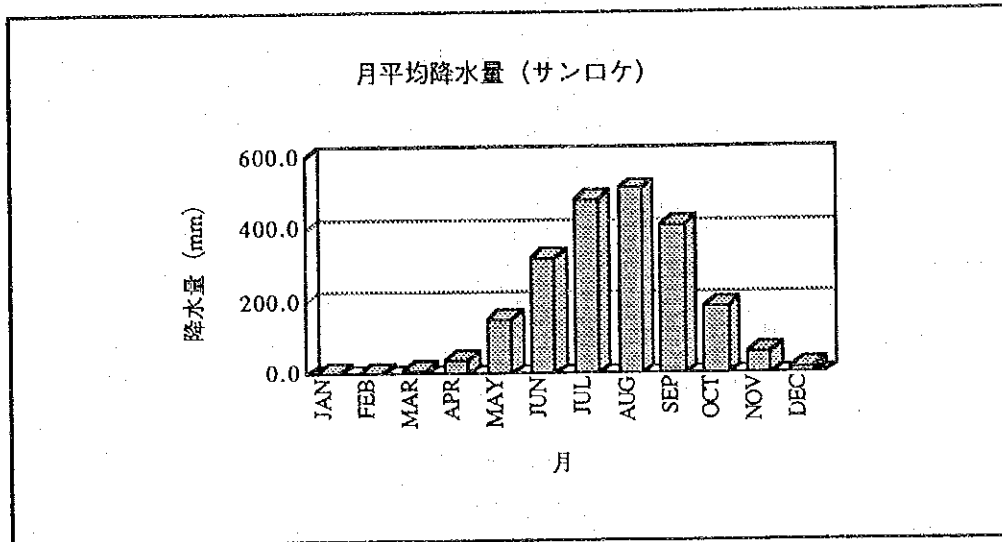
この集水域の地盤は主として玄武岩質あるいは安山岩質凝灰岩などの火成岩よりなっており、亀裂が多く崩れやすい。このために、地震による斜面の崩壊が広い範囲で激しく起こったのである。灌漑地域は河川堆積物によって形成された扇状地からそれに続く沖積平野にかけて位置する。

#### (3) 気象・水文

計画対象地区は、2. 1の(2)で述べたフィリピンの気象分類のタイプ1に属し、10月～4月の乾期と5月～9月の雨期が明瞭に区分される。年平均気温は27.9℃、月平均相対湿度は72.4%～84.9%となっている。また、本地域の北約10kmに位置するサンロケの1957年から1978年の年平均降雨量は2,263mmとなっており、雨期には台風などによりかなり激しい降雨にみまわれ、同期間の6月から8月に月雨量が1,000mmを越えた記録が4度みられた。同地点での月別平均降水量分布は図3.2.1に示した通りである。

サンロケ地点の降雨量については1982年から1992年のデータも収集したが、欠測が多くデータとしては不適當であり、水文解析には用いないこととした。

図3.2.1 対象地域の月別降水分布



(4) 土壌・植生・土地利用

計画受益地域の土壌は、主としてアナン統およびウミガン統に属し、排水性は良好で作物栽培に適した土壌であるが、灌漑水の浸透ロスも大きい。農耕地は水田が主体であり、乾期にはトウモロコシ、ピーナッツおよびタマネギなどを組み合わせた二期作が行われている。

地震によって集水域のかなりの部分の斜面が崩壊し、原植生であった森林が失われて裸地となっている。これによって保水率の低下、表土の流出、洪水ピーク流量の増大等の被害がでている。また、燃料となる薪や家畜の飼料となる草本の減少などの問題も生じている。

3.3 社会条件

当該地域には西側のタユグ町を經由する舗装道路があり、NIAの地方事務所と州事務所の位置するウルダネタから町の中心部までのアクセスは非常に良好である。北からナティビダッド、サンキンティン、ウミンガンを結ぶ州道は部分舗装の道路である。東側山地からの河川との横断地点には橋梁が架かっているが、ディバロ川に架かっていた橋は一連の洪水により流失しており、大型車と四輪駆動車であれば低水期は河床の横断が可能である。ヴィライ川とヴァニラ川に架かる橋梁は、河床の上昇がみられるものの現在も通行可能である。この州道より東側の取水計画地点へは砂利道が続いており、工事車両の通行も可能である。

サンキンティン及びナティビダッド町の中心地には、小規模ながら精米所や市場があり、穀物の集出荷が行なわれている。

灌漑地域内において、飲料水は現在のところ主として井戸によって供給されているが、標高の

高い東側では乾期に井戸水が涸れることがしばしばある。このため、簡易水道の設置計画も一部で始められているところである。

主要なバランガイには電力が供給されているが、個別家庭の電化はそれほど進んでいない。通信施設としては、サンキンティン町に電話通信局が設置されており、長距離通話も可能である。

### 3. 4 農業・灌漑の概況

#### (1) 農業・灌漑

ディパロRIS及びプリンシパルCISの灌漑地域はすべて水田であり、それぞれの実灌漑面積は1,548ha、770haであった。当該地域における地震発生前後の作物毎及び作期毎の作付状況は表3.4.1に示すとおりであった。

表3.4.1 対象地区の地震前後の作付状況

灌漑システム	作 目	地震前 (～1990)		地震後 (1991-92)	
		雨期	乾期	雨期	乾期
ディパロRIS	稲	1,548 ha	237 ha	387 ha	5 ha
	豆類	-	98 ha	-	2 ha
	タマネギ	-	112 ha	-	3 ha
	総作付面積	1,548 ha	447 ha	387 ha	10 ha
	作付率	100 %	29 %	25 %	1 %
プリンシパルCIS	稲	770 ha	370 ha	208 ha	5 ha
	トウモロコシ	-	167 ha	-	2 ha
	タマネギ	-	139 ha	-	2 ha
	総作付面積	770 ha	676 ha	208 ha	9 ha
	作付率	100 %	88 %	27 %	1 %

地震発生以前には、雨期には全て灌漑稲作が行われ、乾期においても稲とピーナッツなどの豆類、タマネギ、トウモロコシ等の畑作物を合わせ、それぞれの灌漑システムで29%と88%の作付が行われていた。これが地震後に灌漑が困難となり、乾期作はほぼ壊滅的になり、雨期作面積も激減した。雨期には表流水を仮設の取水工を設けてかろうじて灌漑水を取り込み、水稻の作付けを行なっている。乾期には河川水が伏流するためごく一部の湧水のみられる地域以外では、作付



けがほとんどみられなくなった。

雨期取水に必要な仮設の取水工は、流水のある河床にブルドーザーで河床砂礫を集め0.5 m程度の高さの導水堤を作るもので、取水機能は雨期に最大0.5 m<sup>3</sup>/sec程度である。この仮設取水工は小さな洪水でも簡単に流失し、農民は毎雨期十数回程度の築堤を余儀なくされている。

作付面積の減少に加え、毎年繰り返される仮設の取水工の造成に係る農民の費用負担が大きな問題となっている。また、不安定な灌漑水や天水に頼っているため、以前の灌漑施設の整備されていた状況に比較し、平均収量の減少もまねいている。

## (2) 農民組織

各灌漑システムでは、NIAの技術的指導の下で、下表に示した通り農民灌漑組合 (Irrigators Association, IA) が結成されている。これらの組合は、地震以前はそれぞれの灌漑システムの運営から維持管理までを効率よく実施してきた。地震被害後の今も健在であり応急対策を模索しているが、灌漑施設の根本的改修を待ち望んでいる。本事業実施後の運営管理においてもこれらがそのまま任務にあたることができ、従来以上の活動が期待される。

表3.4.2 対象地区内の農民灌漑組合

灌漑システム	農民灌漑組合数	構成者数
ディバロRIS	3	1,647
プリンシパルCIS	1	685

## (3) ディバロRIS及びプリンシパルCISの状況

ディバロRISは、15年以上前にアグノ川左岸地域を受益地区として事業実施がなされたアンバイワン・ディバロ川灌漑システム (ADRS) の、ディバロ川掛りの灌漑受益地区および灌漑システムをいう。地震発生以前のADRSの総受益面積は6,013haであるが、このうちのディバロRISの受益面積は1,963haである。ただし、このうち実際灌漑されていた水田面積は1,548haである。

プリンシパルCISは、NIAパンガシナン州事務所によって事業実施がなされた代表的な小規模灌漑システム (CIS) の1つである。ヴィライ川を水源とするこの灌漑システムは、以前はプリンシパル、アングラット、カカドゥンガンの3つのCISであったものが、1988年に本格的に取水堰、灌漑水路の改修が行われ、プリンシパルCISとして1つの灌漑システムに統合されたものである。地震発生以前は効果的な灌漑施設配置と適切な維持・管理が行なわれたが、改修後わずか2年で取水施設を失い、もとの取水地点からわずかの表流水を仮設頭首工から取水せざるをえ

なくなった。地震以前の総受益面積は770haであり、水田からなる。

ディパロRIS及びプリンシパルCISの両灌漑システムの地震発生以前の施設諸元の概要は、表3.4.3に示した通りである。

表3.4.3 ディパロRIS及びプリンシパルCISの施設諸元（地震以前）

施設	項目	単位	ディパロRIS	プリンシパルCIS
			ディパロ川	ヴィライ川
水源				
取水堰	集水域	km <sup>2</sup>	35	55
	堤長	m	25.6	34.0
	取水量	m <sup>3</sup> /sec	3.75	3.25
	洪水流量	m <sup>3</sup> /sec	110	158
幹線水路	全延長	km	10.58	5.00
	計画流量	m <sup>3</sup> /sec	3.75	3.25
支線水路	全延長	km	24.34	12.00
	計画流量	m <sup>3</sup> /sec	0.13 - 1.19	2.58
吐水槽		箇所	65	30

ディパロRIS（ディパロ川）及びプリンシパルCIS（ヴィライ川）の従来の取水施設は、現在完全に土砂に埋没し、その機能は完全に失われた。それぞれの河川流域における崩落土砂の総量はおよそ次のように推定されている。

表3.4.4 崩落土砂の総量の推定

灌漑システム	平均崩落厚	崩落面積率	流域面積	崩落土砂総量
ディパロRIS	1 m	15 %	35 km <sup>2</sup>	525万 m <sup>3</sup>
プリンシパルCIS	1 m	15 %	55 km <sup>2</sup>	825万 m <sup>3</sup>

このような斜面からの河川への土砂の流入は、本調査時点ではほぼ終了しているものとみられる。これは、両河川とも計画取水地点から約2km上流地点で土砂の堆積がみられなくなり、これまで堆積した土砂が下流側へ移動していることが、踏査の結果確認されたためである。地震直後に崩落した土砂が今後河川内へ移動する量はほとんどなく、これまで堆積した土砂が流下するだけであると考えられる。

計画取水地点における現河床から基盤までの最大深度は、電気探査調査の結果、ディパロで約18m、プリンシパルで約12mと推定された。今後は上流からの土砂の移動によって一時的に河床

が上昇することも起こりうるが、全体としては河川の侵食作用により河床が低下していくものとみられる。



## 第4章 計画の内容

### 4.1 計画の目的

本計画は、ディパロRISとプリンシパルCIS地域において、地震の二次被害によって失われた灌漑機能を復旧させ、当該地域の農業生産を地震以前の状況まで回復させることが主目的である。地震後それまでの灌漑地域において極端に低下した作付け率を回復することにより、地域農民の生活水準を少なくとも従来水準まで向上させることができる。

また、工事施工期間中、地域住民へ事業への参加を促し雇用機会を与えることも目的のひとつである。

### 4.2 要請内容の検討

#### (1) 計画の妥当性・必要性の検討

フィリピンの国家あるいは州規模における灌漑開発計画のなかで、自然災害によって被害を被った灌漑施設の改修事業は、常に重要な課題とされてきた。これはフィリピン列島が地形、地質、気象などの点において災害を受けやすいという不可避的な条件を有するためである。これに加え、改修に必要な予算措置が政府独自では確保が困難であり、改修事業の効果は十分望まれるものの事業が進まない原因となっている。

本計画地域であるディパロ川流域灌漑システムとプリンシパル小規模灌漑システムも、大地震とその後の洪水により取水施設が土砂に埋没したものであり、その機能が完全に失われている。現在は農民灌漑組合が仮設の取水工を設けてわずかな灌漑を試みているが、この工事にかかる費用が農民の負担となっており、また乾期の河川水の多くは伏流しているため十分な取水ができない状況である。災害以前の営農形態は、水稲とトウモロコシ、野菜などを組み合わせた二期作であったが、現在は雨期の稲作すら天水に依存した不安定なもので作付け面積は大幅に低下している。このため、地震後3年を経た現在、地域農民の農業収入が大きく減少し、生活に困窮している。

本改修計画が実施されれば、灌漑対象となる水田約2,300haにおいて農作物生産が災害前の水準に回復し、関係農民約12,500人の生活も少なくとも以前のレベルにまで上昇することが期待される。農民の灌漑組合も依然として活動しており、末端水路も若干の傷みはあるものの十分に機能する状況であることから、取水施設の改修後効果が速やかに発現すると判断される。事業実施主体である国家灌漑庁（NIA）は、海外からの援助受け入れの経験が豊富であり、事業実施能力

も十分に備わっている。

このように、本計画の必要性、緊急性、妥当性が十分に認められ、日本の無償資金協力案件として実施するにふさわしい条件を有していると判断される。

## (2) 実施運営計画の検討

本事業の工事实施はディバロ・プリンシパル両地区ともNIAリージョNI事務所の管轄の下で進められるが、その下部組織であるアンバイワナーディバロ流域灌漑事業所（ADRIS）がディバロRISを、バンガシナン州事務所がプリンシパルCISを直接管理する体制となる。NIAリージョNI事務所には8つの国営灌漑システム事務所が設けられており、ADRISは対象地区に近いタユグに位置している。バンガシナン州灌漑事務所はウルダネタにあるリージョNI事務所と同じ敷地内にある。国家灌漑庁の各組織は、図4.2.1に示したとおりである。

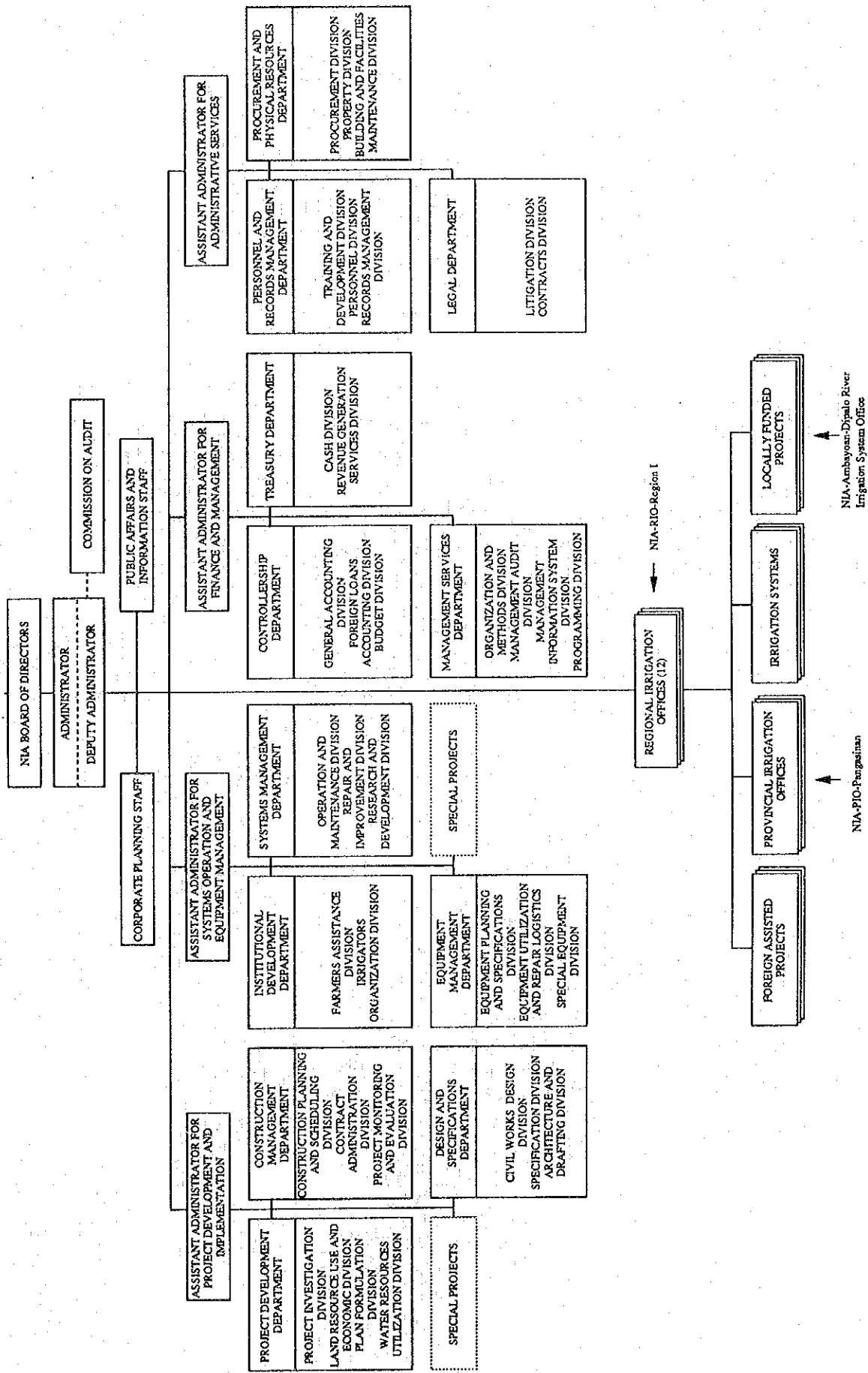


图 4.2.1 (1) 国家灌溉厅全体组织图

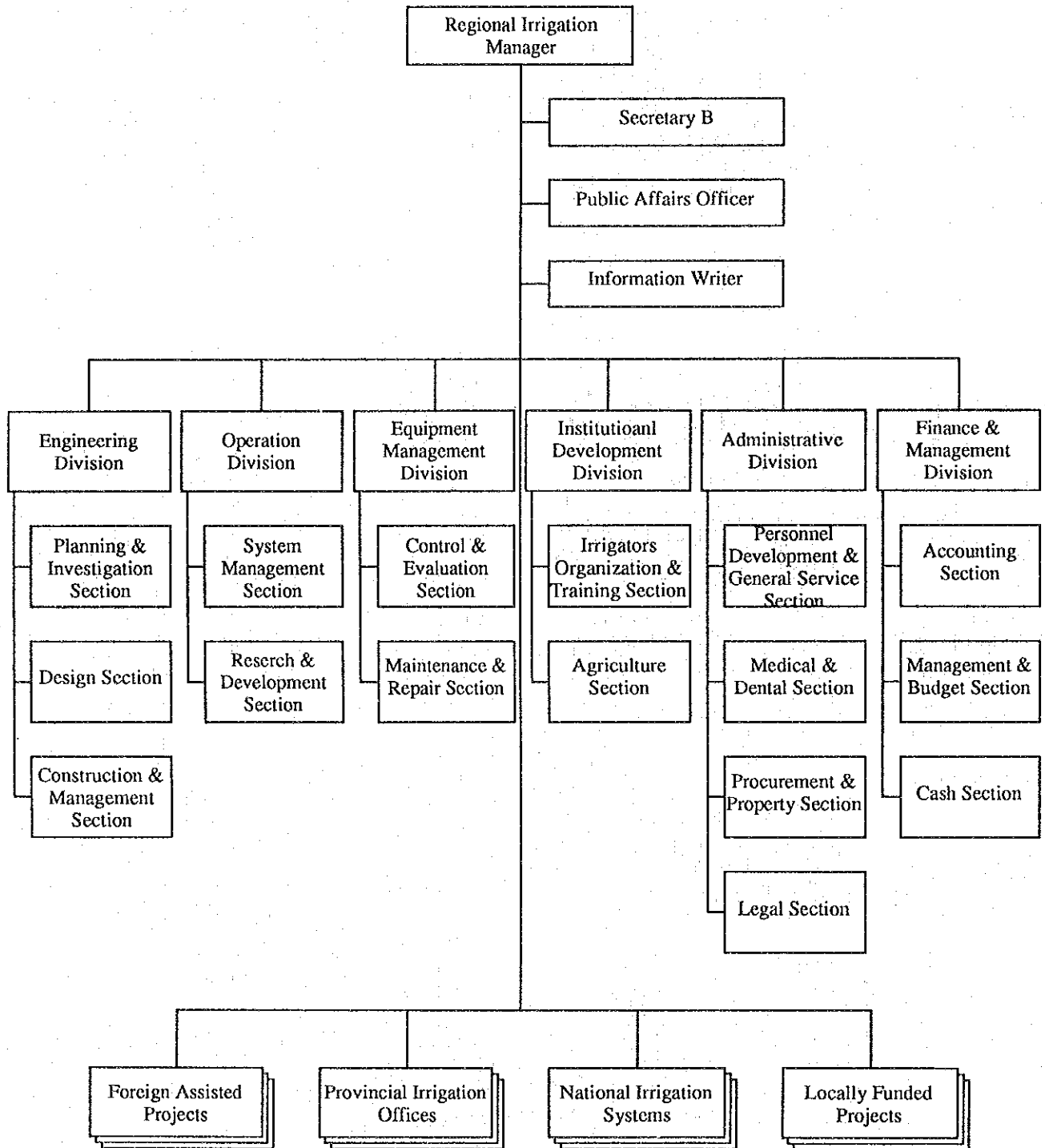


図4.2.1 (2) 国家灌漑庁リージョン1灌漑事務所組織図



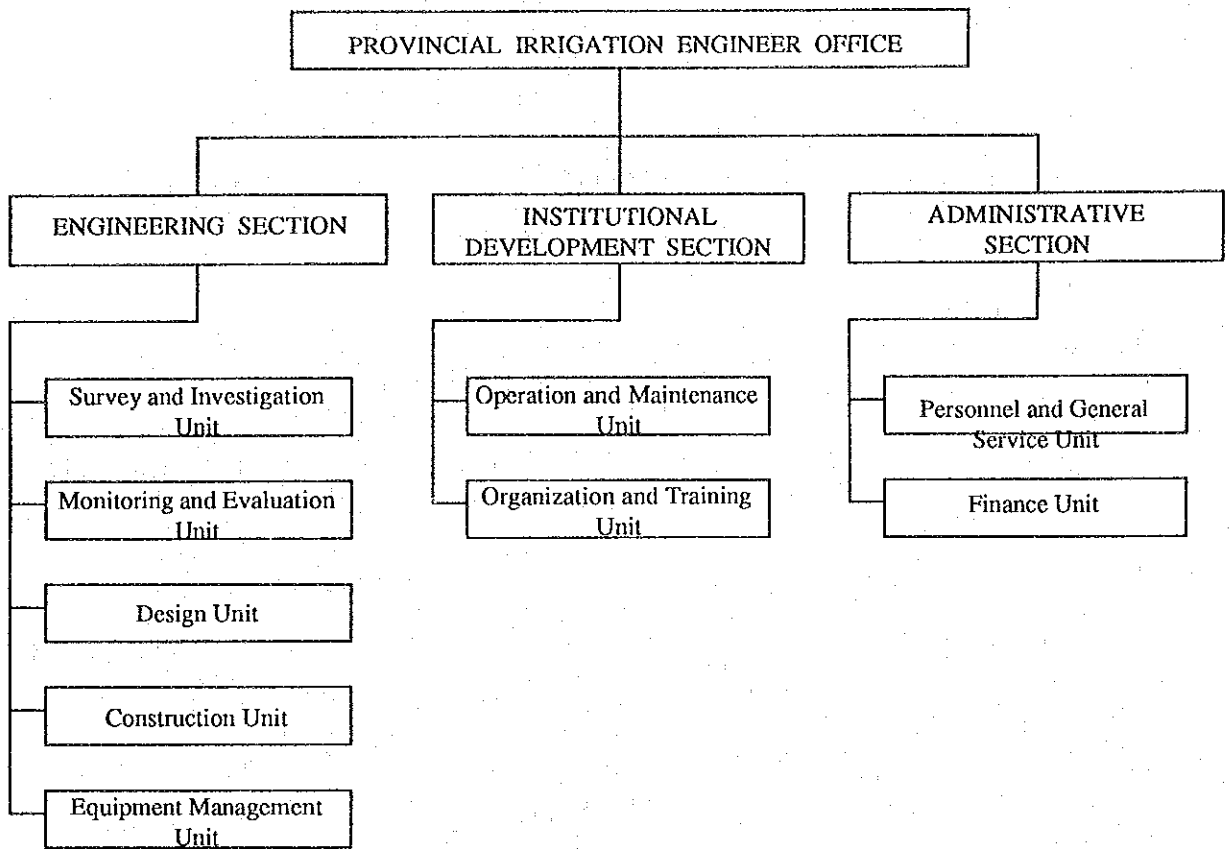


図4.2.1 (3) 国家灌漑庁バンガシナン州灌漑事務所組織図

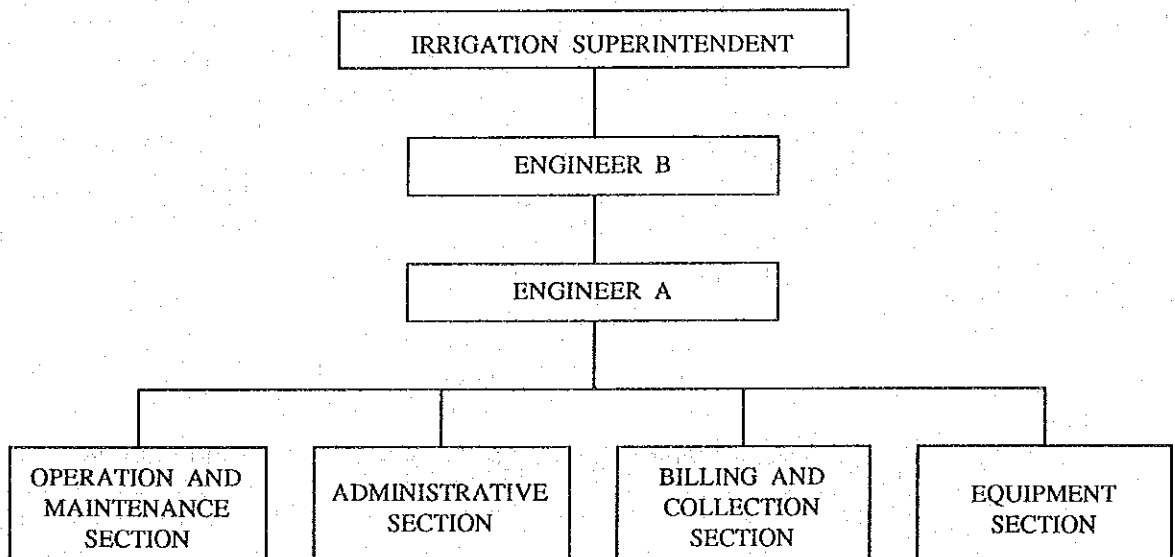


図4.2.1 (4) 国家灌漑庁アンバイワンデーバロ流域灌漑事務所組織図

### (3) 既存の関連プロジェクト

本件に直接関連する地震被害の復興対策事業として、地震再建プロジェクト (Earthquake Reconstruction Project) が実施されている。これは地震直後の1990年8月より開始された世界銀行のローン事業であり、対象となっているのは地震被害を被った道路・橋梁、住居、医療施設、そして灌漑施設である。これには土木・建設のほか、建設資材の提供や技術協力なども含まれる。事業全体の予算は1.83億ドルとされており、このうち1.25億ドルが世銀からのローンで、残りの0.58億ドルはフィリピン政府が準備する計画である。事業の完了時期は1994年12月としている。

この事業のなかの灌漑施設に関する部分はNIAの管轄になっており、全体予算が1625万ドル、世銀のローンはこのうちの1450万ドルである。灌漑に関する1993年9月時点における進捗度は全体計画の約60%である。

地震の被害全体を把握するのは困難であるが、表4.2.1に示した州別の予算規模、対象面積、農民数などから、この地震が灌漑施設に与えた被害の規模と分布がおおよそ把握できる。改修事業の対象面積に着目すると、バンガシナン州が最も大きいことがわかる。

この事業の改修対象施設の種類の内訳を表4.2.2に示した。これによると、取水堰の改修117ヶ所、ダムの改修167ヶ所、水路の改修延長945kmなどがあげられている。緊急の改修を要するレベル1の地区は現在工事が100%完了している。また、復旧に施設の改修を要するレベル2の地区では94%完了している。

この事業はこれまでマシワイダムの改修などの他、極く小規模の灌漑施設の改修を広く実施してきており、1993年時点でも継続されている。しかしながら、単位対象面積あたり事業費は約3,300ペソ/haと少額であり、本案件対象のディパロRISとプリンシパルCISのように完全に取水施設が埋没した地域における抜本的な対策事業には、その範囲が及んでいない。

他方、アジア開発銀行 (ADB) は、今回の地震による被災以前に、本案件の対象である両灌漑地区を含むアグノ川流域全体の灌漑システムにおいて既存灌漑システムの改修計画を作成していた。しかしながら、地震によりその計画の背景となった自然条件が大きく変化したため、計画全体が無意味のものとなり、この計画の見直しの見通しは立っていない。

このように、世界銀行やADB等の国際機関、またフィリピン自国によっても本地区の灌漑システムが改修される見込は立っておらず、本案件を日本の無償資金協力事業として実施されることとの矛盾点は見当たらない。

表4.2.1 地震再建プロジェクトの灌漑部門の州別予算、対象面積、農民数

リージョン	州	区分	事業予算 (P'000)	対象面積 (ha)	関係農民数 (人)
CAR	Abra	CIS	30,263	4,375	9,430
	Benguet	CIS	42,573	2,870	3,365
	MT. Province	CIS	11,042	971	2,540
	Ifugao	CIS	4,418	498	552
	Kalinga-Apayao	CIS	4,594	558	635
I	Ilocos Norte	CIS	12,404	4,337	5,858
	Ilocos Sur	NIS	12,545	3,871	11,344
	La Union	NIS/CIS	57,678	9,918	33,128
	Pangasinan	NIS/CIS	45,564	38,874	9,790
II	Quirino	CIS	8,913	331	306
	Cagayan	CIS	3,832	228	134
	Nueva Vizcaya	CIS	21,531	6,228	4,852
	Isabela	CIS	2,500	270	270
III	Nueva Ecija	NIS/CIS	69,111	35,722	19,809
	Tarlac	NIS/CIS	54,404	19,613	5,161
	Zambales	CIS	2,876	265	175
合 計			427,532	128,929	149,748

表4.2.2 地震再建プロジェクトの灌漑分野の施設別事業内容 (1993年9月改訂)

施設区分	単 位	数 量	レベル1	レベル2	その他
取水堰	No.	117	35	39	43
ダム	No.	167	49	51	67
水路	km	944.855	392.096	293.439	259.320
管理用道路	km	123.149	43.122	26.597	53.430
道路構造物	No.	9	4	5	-
事務所建物	No.	15	4	7	4
一般水路工	Unit	796	256	334	206
排水工	Unit	52	19	19	14
排水路	km	1.790	0.860	0.930	-
サイフォン	Unit	17	3	4	10

#### (4) 計画の構成要素

本計画は、基本的にディパロRISとプリンシバルCISのふたつの灌漑地区のリハビリテーションプロジェクトである。これらの灌漑に必要な取水施設を再建設し既存の灌漑水路へ導水するのが当初の要請内容である。計画取水施設は地下遮水壁、集水暗渠、及び既設水路までの導水路より成る。

#### (5) 要請施設の内容検討

両灌漑システムの取水施設の形式に関して検討した結果、要請通り地下取水方式が最も妥当であると判断された。これは、対象河川の堆積土砂中に新たに集水暗渠および遮水壁を設置し地下の伏流水を効率的に取水する方法である。この方法は今後予想される堆積土砂の移動に影響されずに確実に灌漑水を得ることができるという利点を有する。このような地下集水渠方式は、フィリピン国においてははじめて採用される方式であるが、技術的・経済的妥当性、さらには施工性、施工後の維持管理の容易性等々を十分検討の上採用されたものである。河川の土砂の堆積によって被害を受けている灌漑システムがこのほかにも多数存在することから、本技術がそのような地域に応用されることがフィリピン側にも大いに期待されている。その意味で、本計画はパイロットプロジェクト的な意味合いも強い。

これに対し、集水域の斜面からの土砂供給は一段落していることが確認されたことから、計画地点から約2km上流に取水堰を設けて連絡水路を設けるという代替案も検討の対象となった。しかし、河川兩岸の基盤の岩が露呈しているため水路の施工が困難で費用も高いことと、上流地域には農地拡大の余地がないことなどから、不適格とされた。

また、現地踏査の結果、ディパロ地区では既存の河川の防護堤が洪水被害を受け決壊しており、それにより幹線水路の一部が流失、又は破損しており、また土砂が多量に流入していることが確認された。また、もともと砂礫質の土壌の上に作られた土水路であり、灌漑水の浸透ロスが大きいため、一部のコンクリートライニングを施す必要がある。プリンシバル地区においても取水地点から下流側で水路が埋没しており、再構築の必要が認められた。これらのことから、幹線水路の改修と、防護堤の改修の二つの項目が本事業に不可欠であることが認識され、これらを本事業内容に加えることを調査団側とフィリピン政府側で合意された。

#### (6) 技術協力の必要性

事業実施組織である国家灌漑庁は、全国の灌漑システムを管轄する組織であり、これまで十分

な経験と実績を積んでおり、灌漑に関する技術力も備わっている。本計画取水方式はフィリピン共和国で初めて採用されるものであるが、取水工そのものはメンテナンス・フリーの構造をできるだけ採用し、容易に維持管理ができるよう配慮する。灌漑地域には農民灌漑組合が組織されており、十分施設の維持管理ができるものと考えられる。以上のことから、工事完了後、日本国側からの技術協力の必要はないものと判断される。

#### (7) 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその必要性、緊急性、実現性、相手国側の事業実施体制、また事業の規模や効果が無償資金協力の制度に合致していることなどが確認された。そのため、本計画を日本の無償資金協力によって実施することが妥当であると判断された。従って、以下において日本の無償資金協力事業であることを前提として、計画内容を検討し、必要な施設の基本設計を行なうこととする。対象施設は、すでに述べたように、取水施設の改修に加え、幹線水路の改修と防護堤の改修を含めることとする。

### 4. 3 計画の概要

#### (1) 実施機関及び運営体制

本事業の実施機関は、国家灌漑庁（NIA）である。当該工事の施工監理は、NIAリージョン I 事務所（RIO）が実施する。

工事完了後の施設の運用にあたっては、各々の灌漑地区内に既に設立されている農民灌漑組合が施設の運用、維持管理にあたる。

この組合の指導監理には、NIA、RIO下部機関であるアンバイワン・ディパロ流域灌漑事務所（ADRIS）がディパロRISを、またパンガシナン州事務所がプリンシパルCISを指導監督する。

本地区は当該工事によって修復するものの、河床堆積が厚く雨期の流心の変動は激しい。雨期の流心開削、取水機能確保と幹線水路の堆積土砂の排除については、ADRISとパンガシナン州事務所が供与機材を用いてこれに対処する。

表4.3.1 対象地区内の農民灌漑組合

灌漑システム	農民灌漑組組合	構成者数 (人)	対象面積 (ha)	所在地
ダイバロRIS	Mapagpiaran IA	496	596	Nangapugan
	Div.VII-Dipalo RIS IA	572	608	San Quintin
	Cadongngodongo IA	579	759	San Pedro
小 計		1,647	1,963	
プリンシバルCIS	Viray River Federated Farmers IA	685	920	Batchelor East
合 計		2,332	2,883	

(2) 事業計画

本事業は、1990年の大地震に引き続く土石流によって取水施設を失ったダイバロ及びプリンシバル灌漑システムを、もとの灌漑機能に回復させるものである。取水施設とそれに付随する幹線水路などの改修により、地震発生以前の営農形態を取り戻すという計画である。

灌漑の対象となるのは、雨期作の水稲と、乾期作の水稲、トウモロコシ、タマネギ、豆類である。雨期には十分な降雨量があるものの集中豪雨によるものが多くこれは無効降雨となる。また、年による変動が大きく、降雨パターンも非常に不安定である。このため、雨期においても収量の高位安定化のため、取水が必要である。乾期作においては降雨量が非常にわずかであるため、作付けには灌漑水が不可欠であり、制限要因となっている。水資源の賦存量をも考慮して検討すると、本事業完成後の作付様式は、被害以前の状態と同様とするのが妥当であり、特に乾期作の作付面積の拡張は困難であると判断される。事業実施後の作付様式は図4.3.1、及び表4.3.2に示すように計画され、年間作付率はダイバロRISで129%、プリンシバルCISで188%となる。



表4.3.2 事業実施後の作付計画

灌漑システム	作目	雨期作付面積	乾期作付面積
ディバロRIS	稲	1,548 ha	237 ha
	豆類	-	98 ha
	タマネギ	-	112 ha
	総作付面積	1,548 ha	447 ha
	(作付率)	100 %	29 %
プリンシバルCIS	稲	770 ha	370 ha
	トウモロコシ	-	167 ha
	タマネギ	-	139 ha
	総作付面積	770 ha	676 ha
	(作付率)	100 %	88 %

計画取水方式では、河川の伏流水を地下で堰上げて取水するため、貯水能力は小さいものの安定した取水が可能になる。雨期の表流水があるときはこれも合わせて取水することとする。これによって作物の生産性は安定化することが期待される。

### (3) 計画地域の位置及び状況

計画の対象となるのはディバロ川流域灌漑システムとプリンシバル小規模灌漑システムである。計画対象面積と実灌漑面積は表4.3.3に示したとおり、ディバロとプリンシバルの両灌漑システムを合わせた計画対象面積は2,883haであり、また実灌漑対象面積は2,318haである。

表4.3.3 計画対象面積及び灌漑面積

計画地区	対象面積	灌漑面積
ディバロRIS	1,963 ha	1,548 ha
プリンシバルCIS	920 ha	770 ha
合計	2,883 ha	2,318 ha

計画取水地点は、ディバロRISはディバロ川の、またプリンシバルCISはヴィライ川の山地から扇状地へ変化する地点にあり、これより上流側は両岸に基盤岩が露出した斜面が迫っている。現在は崩落土砂が計画地点付近に深く堆積しており、この堆積物が下流側へ移動中である。河川水の多くはこの中を伏流しているとみられるが、表流水は土石流によって拡張された河床を蛇行



して流れており、流路は固定されていない。

両地域において、既設の取水施設はこの堆積土砂に完全に埋没しており、またこれから発する幹線水路の上流側部分の約950m区間もこれにより埋没している。ディパロ地区においては、河川の流路はアグノ川洪水制御事業によって堤防を構築し制御されていたが、河川の屈曲部でこの堤防の一部が決壊している。このため、幹線水路に土石流が流入し土砂の堆積や水路構造物の破損などの被害が及んでいる。

#### (4) 施設の概要

本施設は地震による土砂の流出で埋没した取水工の代替水源として築造する施設であり、下記に示すような数案が考えられた。

- ・ 約2 km上流の安定河床部に取水工を築造し、導水路で導水する案
- ・ 既設取水工地点にフローティングタイプの取水工を築造する案
- ・ 集水井戸を築造しポンプ揚水する案
- ・ 地下集水暗渠を築造し自然圧を利用して取水する案

これらの施設の経済的・技術的妥当性を検討する際、以下のような自然的・社会的条件を十分に配慮した。

- ・ 乾期・雨期が明瞭であり、乾期には河川水の多くが伏流水化するという気象・水象条件
- ・ 地震によって崩落した砂礫が厚く堆積した河床の不安定な河川であるという地質的条件
- ・ 両岸は土石流に削られた急峻で堅固な岩盤が露頭するという地質的条件
- ・ 十分な経済力のない農民灌漑組織が常時維持管理を担当するという社会的条件

それぞれの代替案について地区の条件を総合的に検討した結果、構造的に安定で、維持管理が不要で電力等の動力費を必要としない第四案の地下水集水暗渠方式を本地区の代替え取水源として採用した。この方式は雨期・乾期を通して安定的な取水が可能であり技術的、経済的な面からも地域農民に負担の少ない適切な工法であるといえる。

地下集水暗渠で取水するが、河川勾配が急であることから、さらに安定した取水を確保するために集水管の下流端に遮水壁を埋設することとする。また、集水暗渠だけでは取水可能量が限ら

れているため、遮水壁に表層取水口を設ける。

既存の幹線水路上で安全な位置に吐水槽を設け、ここまで管路、及び開水路を布設し、それぞれ伏流水と表流水を既存水路網へ供給する。

これに加え、ディパロRISにおいて水路及び農地を洪水より保護するため、約1kmにわたる防護堤の改修を行なう。また、水路の浸透ロスを低下させ効率的な配水を確保するため、幹線水路上流部のコンクリートライニング及び改修、また浚渫を実施する。

## (5) 維持管理

### 1) 一般

灌漑施設の実際の維持管理においては、表4.3.4に示すようにアンバイワナーディパロ流域灌漑事業所(ADRIS)と農民灌漑組合(IA)が中心となって行われるが、プリンシパルCISにおいて大きな補修工事が必要となった場合は州事務所がそれを援助する。施設の管理と水利用に必要な技術的な指導は、NIA州事務所とADRISが農民灌漑組合に対して行なう。

表4.3.4 維持管理の組織と費用

計画地区		取水施設と幹線水路	支線水路
ディパロRIS	担当組織	ADRIS	IA
	維持管理費	米 100 kg/ha (雨期作) 米 150 kg/ha (乾期作)	1,400ペソ/3.5km水路/年
	資金調達	IAから徴収	ADRISより支給
プリンシパルCIS	担当組織	IA	IA
	維持管理費	条件による	条件による
	資金調達	自己資金	自己資金

これらの一般的な維持管理費用は、基本的に本事業が実施された場合も地震以前の状況と特に変わらないものと判断されるため、本事業実施に係る追加的な維持管理費としては計上しないこととする。

### 2) 維持管理用の供与機材

事業の対象である灌漑地区の日常の巡回管理と取水施設の維持管理に必要な機材を供与することとする。対象地区が2ヶ所であり、また直接の維持管理担当機関がNIA州事務所(PIO)とNIAアンバイワナーディパロ事務所(ADRIS)と別であるため、各機材をそれぞれへ各1組供与し、

各事務所がこれを運用・管理することとする。

ブルドーザーとバックホーショベルに関しては、現在ADRSにはこれらの機材が全くなく、PIOの保有する限られた機材は州全域の多数のCISに利用されるために必要な時期に用いられずにいる。本事業の取水施設は可能な限り維持管理の容易な設計としたが、河川堆積物中あるいは堆積物上の構造物であり、最低限の維持管理作業としてこれらの機材を適時に用いることが必要となる。このため、各地区に1台これらを供与し、優先的に使用できる体制を作る。また、上記の両事務所の日常の管理業務、特に水路の維持管理が重要である。特に、水路内の堆積土砂の状況を的確に把握することが重要で、幹線水路のみならず、灌漑地区内の2次、3次水路や承水路等の観察も必要である。このため幹線水路沿いの道路までの進入をピックアップで、それ以下の小農道への進入はモーターサイクルが必要となり、それぞれ1台ずつ供与することとする。

表4.3.5 維持管理用供与機材の概要

機材	利用目的	利用頻度
ブルドーザー	河川の保守管理	年90日間程度
	管理用道路の保守	不定期
	その他の維持管理	不定期
バックホー	河川及び水路の保守管理	年90日間程度
	表層取水工の浚渫	年60日間程度
	その他の維持管理	不定期
四輪駆動小型ピックアップ	巡回管理	週2回程度
	不定期な保守管理	不定期
	関連官庁間の連絡・移動	随時
	水利調整・技術指導	随時
モーターサイクル	巡回管理	週2回程度
	水利調整・技術指導	随時

### 3) 本事業対象施設に係る維持管理費用

本事業で建設される取水施設に係る維持管理の内容は、河川断面及び幹線水路の保守管理と表層取水工の浚渫である。これらの作業には、供与機材であるブルドーザー及びバックホーショベルが用いられる。幹線水路の保守管理は、雨期作中と乾期作の初めに必要となり、年90日間程度の作業日数を要する。表層取水工の浚渫作業は雨期の中小の洪水後に必要となり、年間60日間程度を要する。これらをもとに本事業対象施設の年間維持管理費用は、表4.3.6に示したように、ディパロRIS、プリンシパルCISともそれぞれ約9万ペソを要する。

表4.3.6 本事業に係る年間維持管理費 (1サイト当り)

項目	算出根拠	費用 (円)
幹線水路の保守管理		46,000
人件費	120 円/人日 * 3 人 * 90 日 * 0.5	16,200
バックホー (0.6m <sup>3</sup> )	149 円/時間 * 3 時間/日 * 90 日 * 0.5	20,115
ピックアップ	47.3 円/日 * 90 日	4,257
モーターサイクル	16.5 円/日 * 90 日	1,584
その他	上記計の約10%	3,844
表層取水工の浚渫		44,000
人件費	120 円/人日 * 3 人 * 60 日 * 0.5	10,800
バックホー (0.6m <sup>3</sup> )	149 円/時間 * 3 時間/日 * 60 日 * 0.5	13,410
ブルドーザー	180 円/時間 * 3 時間/日 * 60 日 * 0.5	16,200
その他	上記計の約10%	3,590
合 計		90,000

## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針及び設計条件

本設計の施設設計に際し、以下の設計方針及び条件を定めた。

- ・ 施設復旧計画であるので集水渠における取水能力は地震被災前の乾期の取水能力の回復を目途とする。
- ・ 施設は乾期の伏流水の取水を主目的とする。
- ・ 維持管理が容易で管理費用が少ない施設とする。
- ・ 旧取水堰の取水能力を下回らないよう表層取水も可能な施設とする。
- ・ 将来フィリピンにおける参考実施を考慮して、可能な限り現地調達 of 容易な資機材を使用する。
- ・ 原則としてフィリピンの設計基準により設計する。
- ・ 構造が簡単で故障頻度が少なく、維持管理の容易なものとする。

### 5.2 基本計画

#### (1) 用水量

本事業における灌漑用水量は、第4章で述べた作付計画に基づいて旬別に算出した。有効雨量は対象地域の北約10kmに位置するサンロケの降水量記録(1957-1978)をもとに算出した。ただし、雨期の集中豪雨による降水は作物に無効であるとして、月雨量80mmをこの上限とした。蒸発量は同じくサンロケの観測データ(1957-1971)をもとに算出した。灌漑効率は、水路中での浸透ロスが非常に大きく、雨期では50%、乾期では43%となるものとした。

以上の条件のもとで作物毎に旬別に用水量を算定した結果を図5.3.1に示した。用水量のピークは雨期作では8月に起こり、ディバロCISで $1.47\text{m}^3/\text{s}$ 、プリンシパルCISで $0.73\text{m}^3/\text{s}$ である。一方、乾期作については1月に起こり、ディバロCISで $0.80\text{m}^3/\text{s}$ 、プリンシパルCISで $1.21\text{m}^3/\text{s}$ である。

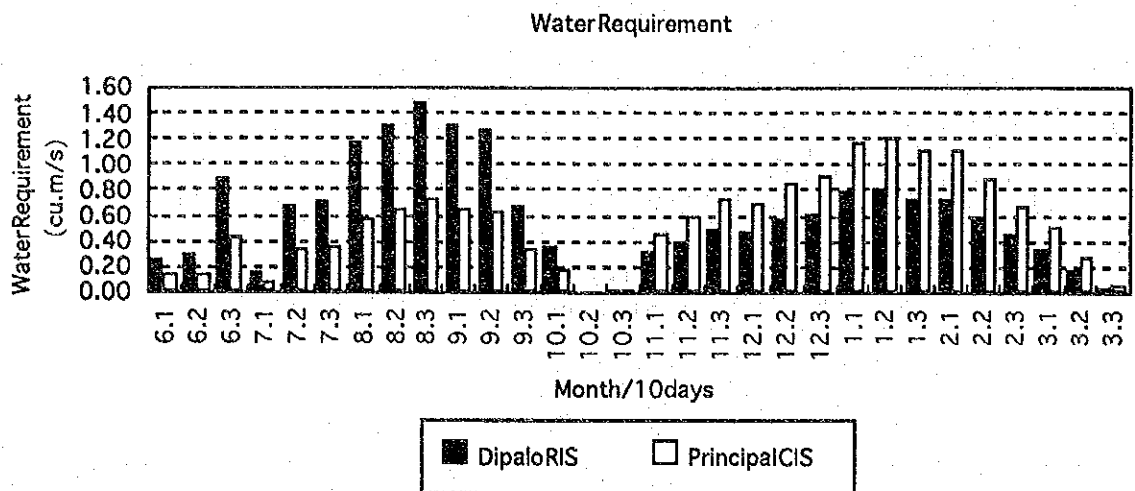


図5.3.1 旬別用水量

(2) 水源

本施設は、伏流水化して取水不能となった河川水を灌漑水として取水するものであり、水源は地震被害以前と同様にディパロ川およびヴィライ川である。

1) 流域面積

本計画の取水地点は旧取水堰地点から100 mないし300 mの上流に位置するものの流域面積はほぼ同等であり下記のとおりである。

- ・ ディパロ地区 ..... A = 35 km<sup>2</sup>
- ・ プリンシパル地区 ..... A = 55 km<sup>2</sup>

2) 流域の状況

現地踏査の結果、流域の植生は地震被災直後に比べてかなり回復していることが確認され、河川への土砂の供給はほとんど無くなってきているものと考えられる。このことは今回の調査直前の10月に発生した大降雨（確率100年ないし150年といわれている）時においても河川への土砂の供給がほとんどなかったことから推察することができる。

3) 施設設計流量

本地区の施設設計流量はプリンシパル地区の旧取水堰実績流量（表5.3.1）と計画用水量を考

慮し、以下のように決定した。

表5.3.1 プリンシバル地区の月別取水実績

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
取水量 (m <sup>3</sup> /s)	0.95	0.83	0.75	0.62	0.78	1.23	1.88	2.48	2.30	2.05	1.91	1.50

・ プリンシバル地区

乾期の必要水量が最大となる1月流量の3割り増しで、かつ、最濁水時の2倍程度として

$$Q = 0.95 * 1.3 \text{ or } 0.62 * 2 = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

・ ディバロ地区

プリンシバル地区の流域面積比により求めるものとして

$$Q = 1.2 * (35 / 55) = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

上記の設計流量は灌漑計画から求められる用水量ともほぼ一致し妥当な値であるものと判断できる。

(3) 取水工の形式

本取水工は表流水のなくなる乾期の伏流水の取水を目的とするものであるから、集水暗渠方式を採用する。一般に集水暗渠方式は河床が安定しており且つ、流量の多い河川においては維持管理費の少ない適切な方式である。しかし本地区のような河床の安定しない河川で、しかも、河川規模に比べて流量の少ない河川においては、長期間にわたり安定した取水を継続することが困難である。すなわち、河床の上昇あるいは低下、水筋の移動、地下水位の低下等により安定した取水条件が阻害される。

そこで、本計画では集水暗渠に加えて、この直下流に地下遮水壁すなわち、地下ダムを建設して地下水の取水の安定を計るとともに、さらにこれを鉄筋コンクリート製として床止め工を兼ね、河床の安定と水筋の安定を計る計画とする。なお、床止め工は1ヶ所では不十分であるので、遮水壁の上下流に2、3ヶ所の布団籠式床止め工を計画する。基本構造図を図5.3.2に示す。

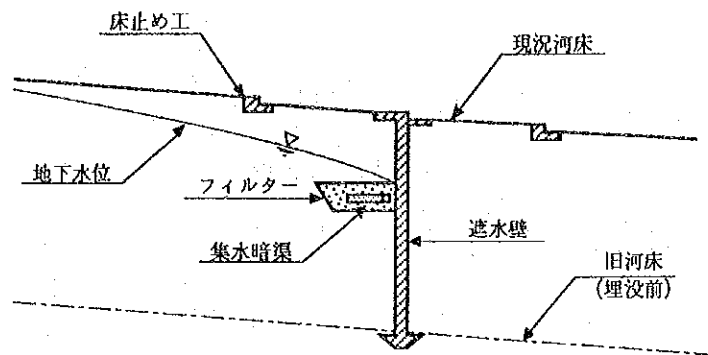


図5.3.2 計画取水工の基本構造図

(4) 取水工の位置

計画取水工地点は旧取水堰より上流で集水暗渠の布設に都合がよく、かつ、河床幅が狭くて遮水壁工事が少なく、さらに、水筋の安定が期待される地点とする。なお、旧取水堰付近は土石流が流下する初期の段階において3 mを超える大転石が堰に阻まれて大量にとどまっております、遮水壁の施工に支障をきたすことが予想されるため、計画取水工は旧堰地点から約100 m以上上流の範囲で選定する。

上記事項等を考慮して取水工地点を以下の通り決定した。

- ・ ディパロ地区 ..... 旧堰上流 250 m
- ・ プリンシパル地区 ..... 旧堰上流 150 m

(5) 集水暗渠の設計

集水暗渠の設計上の重要なポイントは集水暗渠の配置、適切なフィルターの構成、適切なフィルター内通過流速の設定、あるいはフィルターの施工性の良否等である。集水暗渠の設計の概要は表5.3.3に示したとおりである。以下に設計上の要点について述べる。



表5.3.2 地下集水暗渠の施設概要

施設内容	ディパロRIS	プリンシパルCIS
集水管	櫛形配置	櫛形配置
管種	有孔強化プラスチック管	有孔強化プラスチック管
管径	600 mm	800 mm
総延長	700 m (20m * 35本)	840 m (24m * 35本)
接続管路		
管種	無孔強化プラスチック管	無孔強化プラスチック管
管径	800 mm	1,000 mm
総延長	150 m	150 m
付帯施設	フィルター層 3層 調圧水槽 1ヶ所	フィルター層 3層 調圧水槽 1ヶ所

1) 集水暗渠の配置

集水暗渠配置計画には1ないし3条を長く布設する案、短いものを多数櫛形に布設する案、あるいは両者の中間案が考えられるが、本計画においては遮水壁を設けて地下水位を確実に維持することから、掘削土量が少なく経済的で施工性のよい櫛形布設案を採用する。

集水渠の配置本数は河床幅、河床横断形状、連携構造物との取り合い等を考慮して、ディパロ、プリンシパル両地区とも136 mの間に4.00 m間隔で35本を配置する。

2) フィルターの構成

フィルター内の水は集水管に向かって徐々に流速を増す。従って集水管周辺には粗めのフィルターを置き、外に向かって順次細かく配置するのが適切な方法である。ただし、順次細かくするのは施工上不可能なことであるので、本計画ではフィルターを3種類の粒径にふるい分けて製造し、集水管直近の内側に粗粒フィルターを、その外側に中粒フィルターを、外縁に細粒フィルターを置く3層構造のフィルターを計画する。フィルターの材料は工事初期の段階で発生する仮排水路の河床掘削材を利用する。フィルターの分別粒径は河床砂礫の粒度分布状態を考慮して下記のとおりとする。

- ・ 粗粒フィルター ----- 40～60 mm
- ・ 中粒フィルター ----- 15～40 mm
- ・ 細粒フィルター ----- 2～15 mm

なお、集水管は深い砂礫層の中位に配置するので、上下両面から取水できるようフィルターは集水管を包み込むよう、上下面に配置する。

### 3) 集水管の管種

集水管は地下数メートルに埋設されるので十分な耐圧強度と耐久性が要求される。このような条件を満たす管種としてはヒューム管、プレストレス・コンクリート管、あるいは強化プラスチック管等の有孔管が考えられる。ただし、フィリピン国内産の管種は耐圧強度の小さい鉄筋コンクリート管が製造されているのみであるので、集水管については日本製の管を輸入して使用するものとする。この場合、陸・海上輸送費等を考慮すればコンクリート系の管に比べて容積がやや小さく、重量が約1/5となる強化プラスチックが有利となる。強化プラスチック管はこの他に粗度が小さく損失水頭が小さい、あるいは耐磨耗性に優れている等の特徴を有している。

よって本設計では集水管として強化プラスチック管 (L=4.0 m/本) を使用する。なお、集水管の集水孔の孔径及び孔配列は下記のとおりとする。

表5.3.3 集水管の集水孔の諸元

呼び径 (mm)	周上の孔数 (個)	列上の孔数 (個)	総孔数 (個)	1孔の面積 (cm <sup>2</sup> )	m当たり孔面積 (m <sup>2</sup> )
600	12	32	384	3.14	0.030
800	16	32	512	3.14	0.040

### 4) 集水管の布設延長

集水管の布設延長は適切な集水孔の通過流速を設定することによって決定する。過去の設計例を見ると通過流速を3~10 cm/sとした例が多い。また、長期間にわたって安定した取水ができるものは2~4 cm/s程度の遅い通過流速を与えているものに多い。これは速い通過流速を与えるとフィルター周辺の細かい土粒子が移動してフィルターを目詰まりさせるためである。本地区の河床堆積物は粒度試験の結果によれば比較的目的詰まりのしにくい良好なものであることが推察されるので本設計では通過粒速を4 cm/sとして集水管の布設延長を決定する。

・ ディパロ地区 ----- D = 600 mmを使用するとすれば

$$L = Q / a * V = 0.8 / (0.030 * 0.04) = 667 \text{ m}$$

これを35列に配置するので、1列当たり長さは

$$l = L / 35 = 667 / 35 = 19 \text{ m} \approx 20 \text{ m}$$

よって1列当たり4 m管を5本配置する。

- ・ プリンシパル地区 -----  $D = 800 \text{ mm}$ を使用するとすれば

$$L = Q / a * V = 1.2 / (0.040 * 0.04) = 750 \text{ m}$$

これを35列に配置するので、1列当たり長さは

$$l = L / 35 = 750 / 35 = 22 \text{ m} \approx 24 \text{ m}$$

よって1列当たり4 m管を6本配置する。

#### 5) フィルターの通過流速

フィルターを目詰まりさせないためにはフィルター外周の通過流速を周辺砂礫の透水係数より小さめに設定することが望まれる。この周辺砂礫層の透水係数は、ディパロ、プリンシパル両地区において実施した揚水試験及び粒度試験の結果から概ね下記のとおりである。

- ・ ディパロ地区 -----  $K = 2.7 * 10^{-1} \text{ cm/s}$
- ・ プリンシパル地区 -----  $K = 1.4 * 10^0 \text{ cm/s}$

一方、フィルターの外周面積は上、下面の面積を計上するとして

- ・ ディパロ地区

$$V = 0.8 / (140 * 20 * 2) = 0.00014 \text{ m/s} = 0.014 \text{ cm/s} = 1.4 * 10^{-2} \text{ cm/s}$$

- ・ プリンシパル地区

$$V = 1.2 / (140 * 24 * 2) = 0.00018 \text{ m/s} = 0.018 \text{ cm/s} = 1.8 * 10^{-2} \text{ cm/s}$$

フィルターの通過流速は周辺地盤の透水係数値に比べて充分小さな値であり、フィルターは目詰まりしにくい条件を備えた適切な構造である。

#### 6) 取水可能量の検証

取水可能量を河床下の集水暗渠の取水量算定式に準じて検証する。この基本算定式は下記のとおりである。

$$q = \frac{2\pi k(H+a-P_0)}{2.3 \log_{10}\left(\frac{2a}{d}\right)}$$

- ここに
- q: 単位長当たり集水量 (m<sup>3</sup>/s/m)
  - k: 地盤の透水係数 (m/s)
  - H: 河川水深 (m)
  - a: 埋設深 (m)
  - P<sub>0</sub>: 管内圧力水頭 (m)
  - d: 管径 (m)

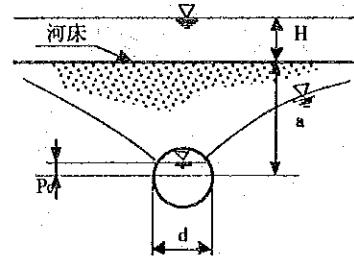


図5.3.3 集水暗渠 (1)

ただし、本設計では上記水理公式を適用するにあたり、下流側に遮水壁を置く片側集水であることを考慮して、設計取水量は  $qd = 1/2 * q$  として算定する。また櫛型配置であるが、これを河川横断方向の1本の管と仮定し、管径は横断方向の等値面積管径に換算したものとして考える。

・ディバロ地区

集水管は20 m長さのものを4.0 mピッチで配置するので、河幅1 m当りにはφ600 mm管を5本ならべたものと考え、この5本の総面積等値の管径を求める。

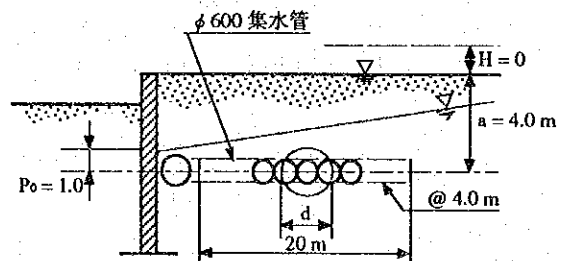


図5.3.4 集水暗渠 (2)

$$A = \pi * 0.30^2 * 5 = 1.41m^2$$

$$\therefore d = \sqrt{1.41 * \frac{4}{\pi}} = 1.34m$$

また、管内は通過流速を制限するため、P<sub>0</sub> = 1.0 mの水頭を持たせるものとする。ここで、地質調査の結果より、本地区の透水係数は  $k = 2.7 * 10^{-1} = 2.7 * 10^{-3} \text{ cm/s}$  であるので、単位当たり集水量は、

$$q = \frac{1}{2} * \frac{2\pi * 2.7 * 10^{-3} * (4.0 - 1.0)}{2.3 * \log_{10}\left(2 * \frac{4.0}{1.34}\right)} = 0.014m^3 / s / m$$

集水管布設幅は136 mであるので集水量は

$$Q = 136 * 0.014 = 1.9 \text{ m}^3/\text{s} > 0.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

・プリンシパル地区

ディパロ地区と同様にして求める。集水管は24 m長さのものを4.0 mピッチで配置するので、河幅1 m当りにはφ800 mm管を6本ならべたものとして、この総面積に相当する管径を求める。

$$A = \pi * 0.40^2 * 6 = 3.02 \text{ m}^2$$

$$\therefore d = \sqrt{3.02 * \frac{4}{\pi}} = 1.96 \text{ m}$$

本地区の透水係数は  $k = 1.40 * 10^0 \text{ cm/s} = 1.40 * 10^{-2} \text{ m/s}$

$$\therefore q = \frac{1}{2} * \frac{2\pi * 1.4 * 10^{-2} * (4.0 - 1.0)}{2.3 * \log_{10}(2 * \frac{4.0}{1.96})} = 0.094 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

集水管布設幅は136 mであるので、

$$Q = 136 * 0.094 = 12.8 \text{ m}^3/\text{s} > 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

以上より、両地区ともに所定の取水量が取水可能である。

## 7) 接続管路の設計

接続管路の管径は約150mの管長内での損失水頭が30cm以下となるよう決定する。この管径を小さくし過ぎて損失水頭が大きくなると、各々の集水管の集水量にアンバランスが生じ、局部的な通過流速の過大による目詰まりを発生させる可能性がある。

・ディパロ地区の管径

管径をD=800mmと仮定し、150mを5区間に区分して摩擦損失水頭を求め、合流損失等を考慮してこれを2倍して総損失水頭とする。

流積  $A = \pi * 0.40^2 = 0.503 \text{ m}^2$

区間流速  $V_1 = 0.8 * (1 / 5) / 0.503 = 0.32 \text{ m/s}$

$$V_2 = 0.8 * (2 / 5) / 0.503 = 0.64 \text{ m/s}$$

$$V_3 = 0.8 * (3 / 5) / 0.503 = 0.85 \text{ m/s}$$

$$V_4 = 0.8 * (4 / 5) / 0.503 = 1.27 \text{ m/s}$$

$$V_5 = 0.8 * (5 / 5) / 0.503 = 1.59 \text{ m/s}$$

強化プラスチック管を用いるから粗度係数を $n=0.010$ として摩擦損失係数をもとめると

$$f = 124.5 * 0.010^2 / 0.80^{4.75} = 0.0168$$

摩擦損失水頭は

$$\begin{aligned} H &= f * L * V^2 / 2g = 0.0143 * (150 / 5) * (0.32^2 + 0.64^2 + 0.85^2 + 1.27^2 + 1.59^2) / 19.6 \\ &= 0.14 \text{ m} \end{aligned}$$

総損失水頭は

$$\Sigma H = 2.0 * H = 2.0 * 0.14 = 0.28 \text{ m} < 0.30 \text{ m}$$

・プリンシパル地区の管径

管径を $D=1000\text{mm}$ と仮定し、ディバロと同様の方法で総損失水頭を求める。

流積  $A = \pi * 0.50^2 = 0.785 \text{ m}^2$

区間流速  $V_1 = 1.2 * (1 / 5) / 0.785 = 0.31 \text{ m/s}$

$$V_2 = 1.2 * (2 / 5) / 0.785 = 0.61 \text{ m/s}$$

$$V_3 = 1.2 * (3 / 5) / 0.785 = 0.92 \text{ m/s}$$

$$V_4 = 1.2 * (4 / 5) / 0.785 = 1.22 \text{ m/s}$$

$$V_5 = 1.2 * (5 / 5) / 0.785 = 1.53 \text{ m/s}$$

強化プラスチック管を用いるから粗度係数を $n=0.010$ として摩擦損失係数をもとめると

$$f = 124.5 * 0.010^2 / 1.00^{4.75} = 0.0125$$

摩擦損失水頭は

$$\begin{aligned} H &= f * L * V^2 / 2g = 0.0125 * (150 / 5) * (0.31^2 + 0.61^2 + 0.92^2 + 1.22^2 + 1.53^2) / 19.6 \\ &= 0.10 \text{ m} \end{aligned}$$

総損失水頭は

$$\Sigma H = 2.0 * H = 2.0 * 0.10 = 0.20 \text{ m} < 0.30 \text{ m}$$

以上の検討結果より接続管路の管径は妥当なものである。

## 8) 調圧水槽

本地区の河川勾配は非常に急峻であるため、集水管から接続管路を経て送水管路までを管路で直結すると必要以上の水頭差を生じ集水管へ地下水が吸引されてフィルター内の通過流速が異常に大きくなり、目詰まりによる通水障害が生じる可能性が高い。よって、本設計では送水管路末端に自由水面を持った調圧水槽を設け、上下流の圧力を絶縁して下流の接続管路へ引き継ぐこととする。また、調圧水槽の上下流絶縁隔壁にはフラッシュゲートを設け、集水管あるいは接続管路内に堆積した堆泥を送流可能な構造にするとともに、送水管路始点部にもゲートを設け、これを閉塞することによって取水を停止し下流管路の維持管理が容易にできるような施設とする。

## (6) 送水管路

送水路は調圧水槽から吐水槽までの区間に設置されるもので、河床変動の影響がないよう地下埋設管路とする。送水管路は最大作用内水圧が3 m程度と大きくないので、フィリピン国産のR.C.パイプを鉄筋コンクリートで巻立補強して使用することとする。管路内の堆積物を除去するためのメンテナンスボックスを、管路の途中に2ヶ所程度設ける。吐水槽からは一部改修される幹線水路へと通じる。

表5.3.4 送水管路の施設概要

施設内容	ディパロRIS	プリンシパルCIS
管種	R.C.管、コンクリート巻立	R.C.管、コンクリート巻立
管径	700 mm	900 mm
敷設延長	950 m	950 m
付帯施設	メンテナンスボックス 2ヶ所 吐水槽 1ヶ所	メンテナンスボックス 2ヶ所 吐水槽 1ヶ所

### 1) 送水管路の設計

以下に送水管路の管径を求める。

#### ・ディパロ地区

送水管路の呑口部である調圧水層の水位をWL 176.00 mとし、吐出部である既設幹線水路の吐水槽水位をWL 160.00 mとすれば、その水頭差は $H = 176.00 - 160.00 = 16.00$  mとなる。送水管路の管径は、この間の損失水頭がこの範囲に納まるような管径とする。なお、管路長は $l = 950$  mで

あり、粗度係数は $n = 0.018$ とする。

送水管径を $D = 700$  mmと仮定すると、

$$\text{摩擦損失係数} \quad f = 124.5 * 0.018^2 / 0.70^{4/3} = 0.0649$$

$$\text{流速} \quad V = 0.80 / (\pi * 0.35^2) = 2.08 \text{ m/s}$$

ここで、流入損失係数を $f_i = 0.5$ 、流出損失係数を $f_o = 1.0$ とし、その他損失水頭を摩擦損失水頭の10%程度とすれば、総損失水頭は以下のとおりである。なお、管路中に2ヶ所のメンテナンスボックスを設けることとする。

$$\begin{aligned} h &= (3f_i + 1.1f * l + 3f_o) * V^2 / 2g = (3 * 0.5 + 1.1 * 0.0649 * 950 + 3 * 1.0) * 2.08^2 / 19.6 \\ &= 16.0 \text{ m} = H = 16.0 \text{ m} \end{aligned}$$

・プリンシパル地区

ディパロ地区と同様に、調圧水層の水位をWL 113.00 m、吐水槽水位をWL 97.50 mとすれば、 $H = 113.00 - 97.50 = 15.50$  mである。管路長は $l = 950$  mであり、粗度係数は $n = 0.018$ とする。

送水管径を $D = 900$  mmと仮定すると、

$$\text{摩擦損失係数} \quad f = 124.5 * 0.018^2 / 0.90^{4/3} = 0.0464$$

$$\text{流速} \quad V = 1.20 / (\pi * 0.45^2) = 1.89 \text{ m/s}$$

ディパロ地区と同様に考えれば、

$$h = (3 * 0.5 + 1.1 * 0.0464 * 950 + 3 * 1.0) * 1.89^2 / 19.6 = 9.7 \text{ m} < H = 15.5 \text{ m}$$

## 2) 吐水槽

吐水槽は集水暗渠によって取水した水が年間を通じて清水であることから、地区農民が生活用水として多目的に利用できるよう周辺地盤高より約1 m程度堰上げた後、オーバーフローして幹線水路へ流入するような形状の構造とする。



(7) 地下遮水壁の設計

地下遮水壁は、河川内の伏流水を効果的にまた安定的に取水するために建設される。この基本構造は、岩盤層から現河床までを鉄筋コンクリートの壁で完全に締め切るものである。河床堆積物が今後も移動するとみられるため、この本体を強固な構造とするとともに、その上下流に布団箆を用いた床止め工を設ける。洪水期の多量の表流水を安全に放流するために、水通しを表面に設ける。また、雨期の表流水を地表の水路へ分流させるための表層取水工として、遮水壁に欠口を設けることとする。

表5.3.5 地下遮水壁の施設概要

施設内容	ディパロRIS	プリンシパルCIS
タイプ	鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート
位置	旧堰の上流 250 m	旧堰の上流 150 m
堤長	188 m	207 m
埋設深度	18 m	12 m
壁厚	800 mm	800 mm
付帯施設	水通し 幅80m 表層取水工 1ヶ所 床止め工 3ヶ所	水通し 幅120m 表層取水工 1ヶ所 床止め工 2ヶ所

1) 遮水壁の構造

遮水壁は上下流に1 mの落差のある床止め工とする。ただし、遮水壁の部材厚は仮に下流側が洗掘され上、下流に3 m程度の落差が生じても破壊しないような部材厚さとする。

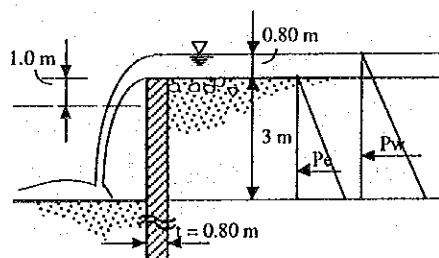


図5.3.5 地下遮水壁

土圧  $P_c = (1/2) * k * r_s * h^2 = (1/2) * (1/3) * 0.8 * 3.0^2 = 1.2$

水圧  $P_w = (1/2) * h^2 = (1/2) * 3.80^2 = 7.22 \text{ t}$

モーメント  $M = 1.20 * (1/3) * 3.0 + 7.22 * (1/3) * 3.80 = 10.3 \text{ t-m}$

せん断力  $S = 1.20 + 7.22 = 8.42 \text{ t}$

ここで、部材厚を  $t = 0.80 \text{ m}$  とすれば、せん断応力度は、

$$\tau = S / b * j * d = 8.420 / 100 * (7 / 8) * 70 = 1.4 \text{ kg/cm}^2 < 3.0 \text{ kg/cm}^2$$

鉄筋は、D 16 @ 150 ( $A_s = 13.2 \text{ cm}^2$ ) を配筋するものとするれば、鉄筋曲げ引張応力度は、

$$\sigma_s = M / A_s * j * d = 1,030,000 / 13.2 * (7 / 8) * 70 = 1,270 \text{ kg/cm}^2 < 1,400 \text{ kg/cm}^2$$

## 2) 水通しの設計

水通しの設計流量は、数年に1回程度発生する可能性のある流量として流域の  $1 \text{ km}^2$  当り単位流出量が  $q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$  程度の流量を考える。よって、両地区の流量は以下のとおりである。

・ディパロ地区  $Q = q * A = 5 * 35 = 175 \text{ m}^3/\text{s}$

・プリンシパル地区  $Q = q * A = 5 * 55 = 275 \text{ m}^3/\text{s}$

水通し幅は設計流量流下時の限界水深が  $d = 0.80 \text{ m}$  程度となるような幅とする。

・ディパロ地区  $B = Q / (dc / 0.467)^{3/2} = 175 / (0.8 / 0.467)^{3/2} = 78 \text{ m} \approx 80 \text{ m}$

・プリンシパル地区  $B = 275 / (0.8 / 0.467)^{3/2} = 122 \text{ m} \approx 120 \text{ m}$

## 3) 表層取水工

表層取水工は維持管理が容易で最も簡単な構造とする。本河川は河床の不安定な新しい河川であり、今後数年間あるいは数十年間は河床変動が激しく、洪水や土石流の影響を受けやすいので、高度な機能を持った複雑な構造とするとかえって被害を受けた場合のダメージが大きく、復旧が困難となる可能性が高い。従って、本取水工は遮水壁に単純な穴をあけただけのものとする。ただし、この場合洪水の度に小規模な排土作業が必要となる。

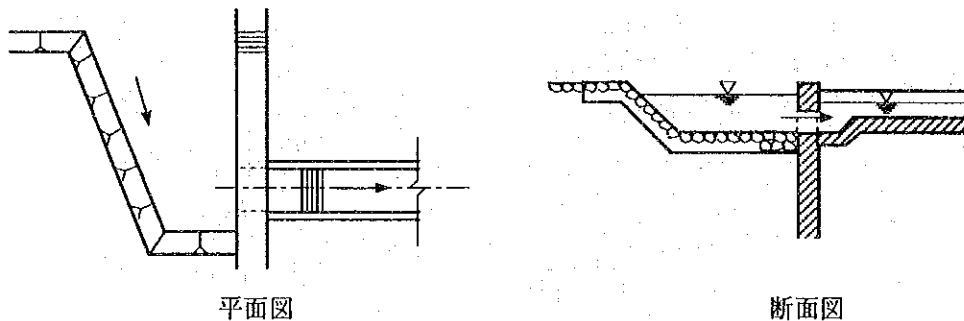


図5.3.6 表層取水工

図5.3.6のような構造とすれば、洪水の初期の段階で土砂が流入し始めると、比較的早い段階で取水工は土砂によって閉塞され、多くの土砂を幹線水路へ流入させることはないものと考えられる。

#### (8) 幹線水路

既設水路の始点付近はディバロRIS、プリンシパルCISともに河床に上昇によって喪失している。本計画では表流水も取水することとなっており、遮水壁から吐水槽までの水路を再建設する必要がある。

また、ディバロRISについては幹線水路上流部の約3km区間は浸透ロスが非常に大きいため、この対策として現況水路断面をコンクリートライニングする。このうちの約400m区間は洪水により完全に流亡しているため完全修復する。さらに、水路の土砂が堆積しているため、これを除去することとする。

表5.3.6 幹線水路の施設概要

施設内容	ディバロRIS	プリンシパルCIS
幹線水路上流部の改修	延長950m 鉄筋コンクリートフルーム	延長950m 鉄筋コンクリートフルーム
幹線水路のライニング	延長約3.0km うち約400mは完全修復	なし
幹線水路の浚渫	延長400m	なし

##### 1) 幹線水路上流部の改修

表層取水した水を流下させる幹線水路は、河川勾配が急峻であるため流速がかなり速くなること、大洪水時は直接洪水の被害を受けること等を考慮して、堅固な鉄筋コンクリートフルーム構造とする。また、水路は高水敷に位置するので、水路勾配がきついが、落差工を連ねたような複雑な構造とせず、植石により粗度を大きくした単純な減勢式急流水路とする。

水路断面は既設取水工の最大取水量から取水暗渠取水量を差し引いた流量程度を考える。

・ディバロ地区

$$Q = 3.75 - 0.80 = 2.95 \text{ m}^3/\text{s}$$

ここで、粗度係数を $n = 0.30$ 、水路勾配を $I = 1/70$ 、水路幅を $B = 0.3 \text{ m}$ として、水深を $h = 0.50$

mと仮定すれば、

$$\text{流積 } A = 3.0 * 0.5 = 1.50 \text{ m}^2$$

$$\text{潤辺 } P = 3.0 + 0.50 * 2 = 4.00 \text{ m}$$

$$\text{径深 } R = A / P = 1.50 / 4.00 = 0.375 \text{ m}$$

$$\therefore \text{流速 } V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0.030} * 0.375^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{1}{70}\right)^{\frac{1}{2}} = 2.07 \text{ m/s}$$

$$\text{流量 } Q = A * V = 1.5 * 2.07 = 3.11 \text{ m}^3/\text{s} > 2.95 \text{ m}^3/\text{s}$$

側壁高は水深分の余裕高を見込んでH=1.00 mとする。

・プリンシパル地区

$$Q = 3.234 - 1.20 = 2.034 \text{ m}^3/\text{s} = 2.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

ディバロと同一条件とし、水深をh=0.40 mと仮定すれば、

$$\text{流積 } A = 3.0 * 0.4 = 1.20 \text{ m}^2$$

$$\text{潤辺 } P = 3.0 + 0.40 * 2 = 3.80 \text{ m}$$

$$\text{径深 } R = 1.20 / 3.80 = 0.316 \text{ m}$$

$$\therefore \text{流速 } V = \frac{1}{0.030} * 0.316^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{1}{70}\right)^{\frac{1}{2}} = 1.85 \text{ m/s}$$

$$\text{流量 } Q = 1.2 * 1.85 = 2.22 \text{ m}^3/\text{s} > 2.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

側壁高は水深分の余裕高を見込んでH=0.80 mとする。

## 2) ディバロ地区幹線水路の漏水対策

ディバロ地区の既設幹線水路のうち始点付近から州道付近までの約3 km区間は水路基礎地盤が現河床部と同じく高透水性の河床堆積砂礫層よりなっており、地下水位が下がる乾期においては相当量の漏水損失が発生する。よって、今回この区間の漏水防止対策として現況水路断面をコンクリートライニングすることとした。なお、この区間のうち約400 m区間は洪水流入により完全に流亡しているので水路本体を完全修復する必要がある。

また、州道から下流の約400 m間にわたる幹線水路内には水路底部に20~50 cmの流入土砂が堆積しており、計画流量の通水が不可能な状況にあるため、この土砂を除去することとする。