

No. 1071

フィリピン共和国

アンガット川灌漑用調整ダム改修計画

基本設計調査報告書

平成8年6月

JICA LIBRARY



J1137531181

国際協力事業団
株式会社 三祐コンサルティング

種無一

96-139

フィリピン共和国

アンガット川灌漑用調整ダム 改修計画

基本設計調査報告書

平成 8 年 6 月

国際協力事業団

株式会社 三祐コンサルタンツ



1137531 (8)

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、同国のアンガット川灌漑用調整ダム改修計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年3月7日から4月5日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、フィリピン共和国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成8年5月27日から6月7日まで実施された基本設計概要書の現地説明を経て、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8年6月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、フィリピン共和国におけるアンガット川灌漑用調整ダム改修基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、株式会社 三祐コンサルタントが、平成8年3月1日から平成8年7月22日までの4.5ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本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。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成8年6月

株式会社 三祐コンサルタント

フィリピン共和国

アンガット川灌漑用調整ダム改修計画 基本設計調査団

業務主任 岩本 郁三

アンガット川灌漑用調整ダム 改修計画 位置図



AMRIS北部幹線
受益地

アンガット川灌漑用調整ダム

アンガット川

北部幹線水路

南部幹線水路

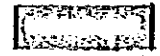
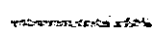

アンガット・ダム

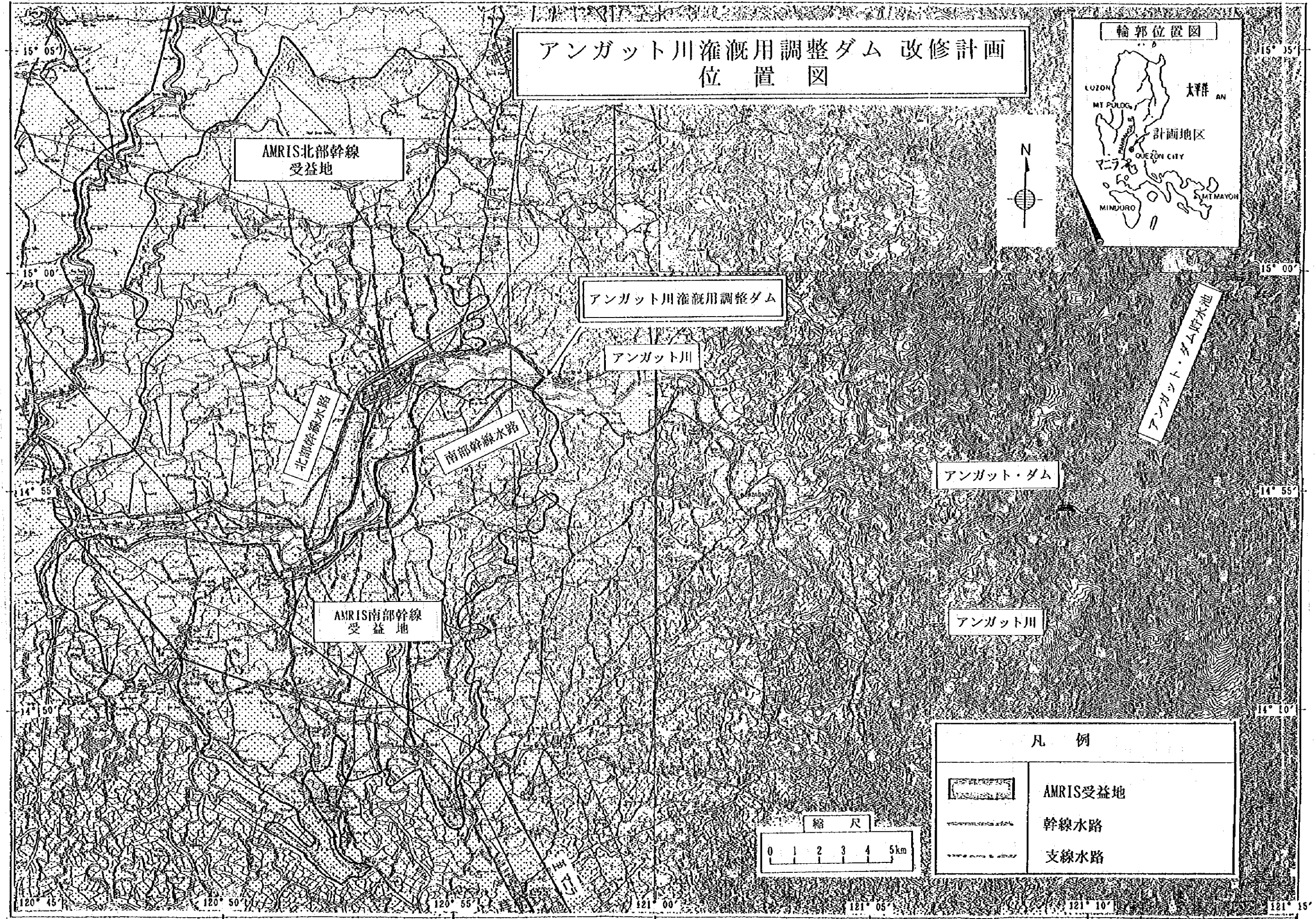
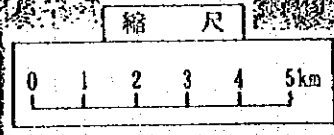
アンガット・ダム貯水池

AMRIS南部幹線
受益地

アンガット川

凡 例

-  AMRIS受益地
-  幹線水路
-  支線水路



現場写真

ー既設セクター・ゲート	1/4
ー既設左右岸土砂吐ゲート	2/4
ー既設左右岸取水工ゲート	3/4
ー右岸側護岸工および操作室内部	4/4

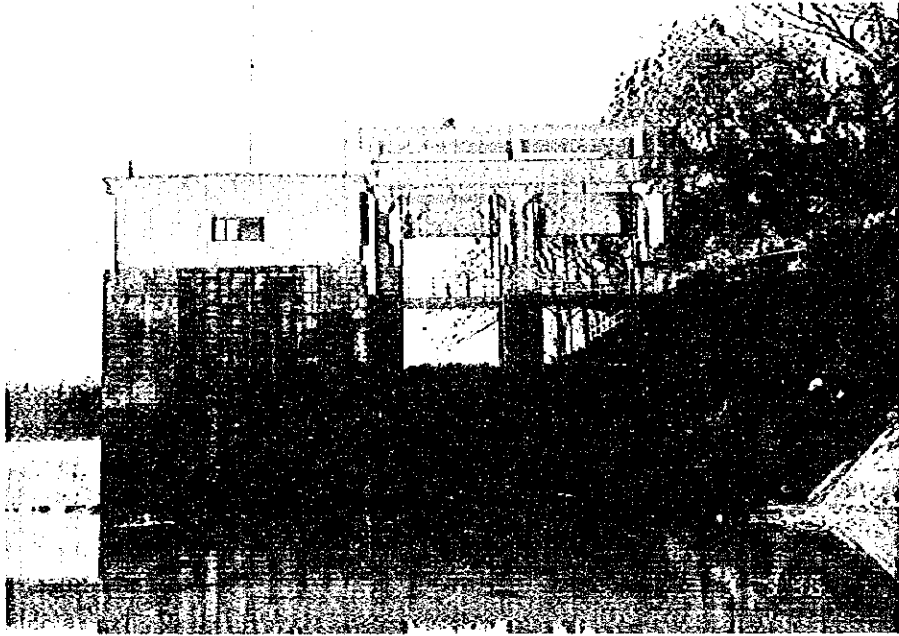


左岸下流側よりセクターゲート、副ダムおよびエプロンを望む。

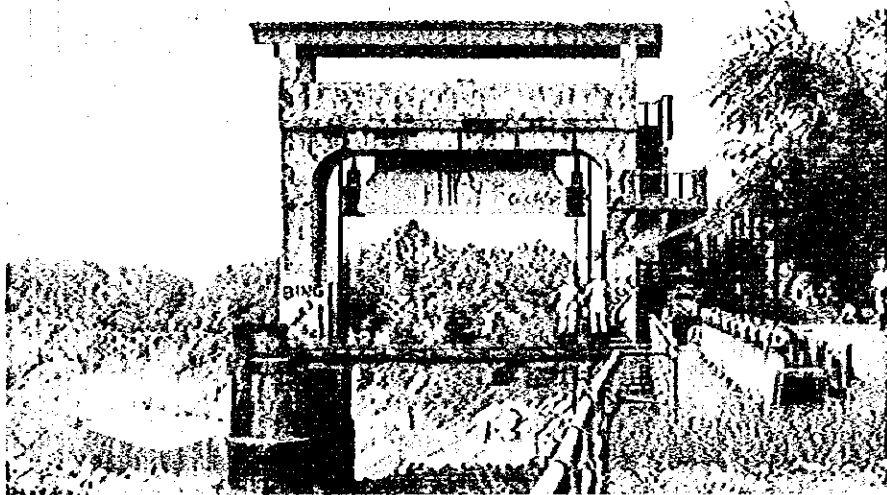


右岸下流側よりセクターゲート、副ダムおよびエプロンを望む。

現場写真(2/4)

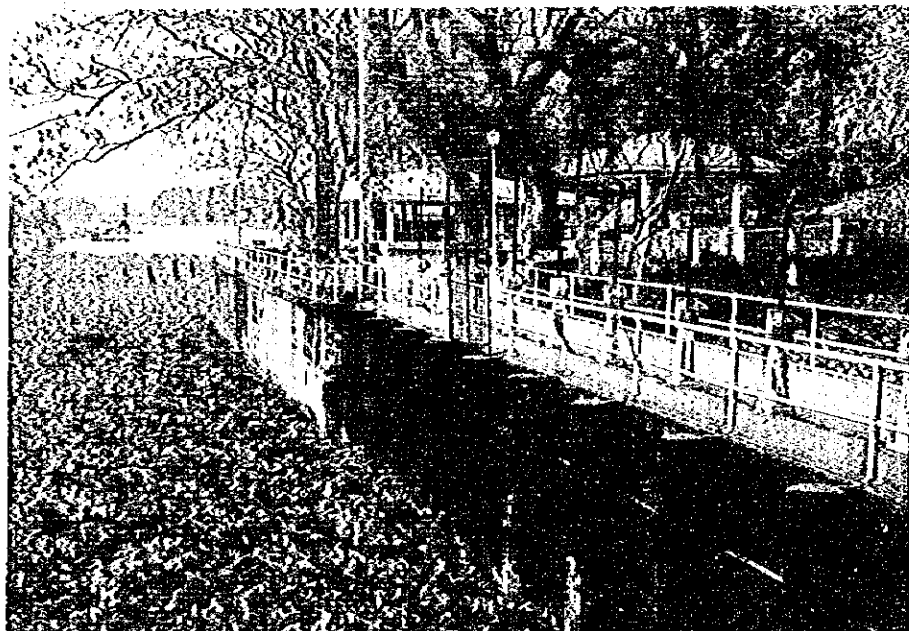


下流側より左岸側土砂吐および管理室を望む。



上流側より右岸側土砂吐および取水工を望む。

現場写真(3/4)



貯水池側より南部幹線取水工を望む。

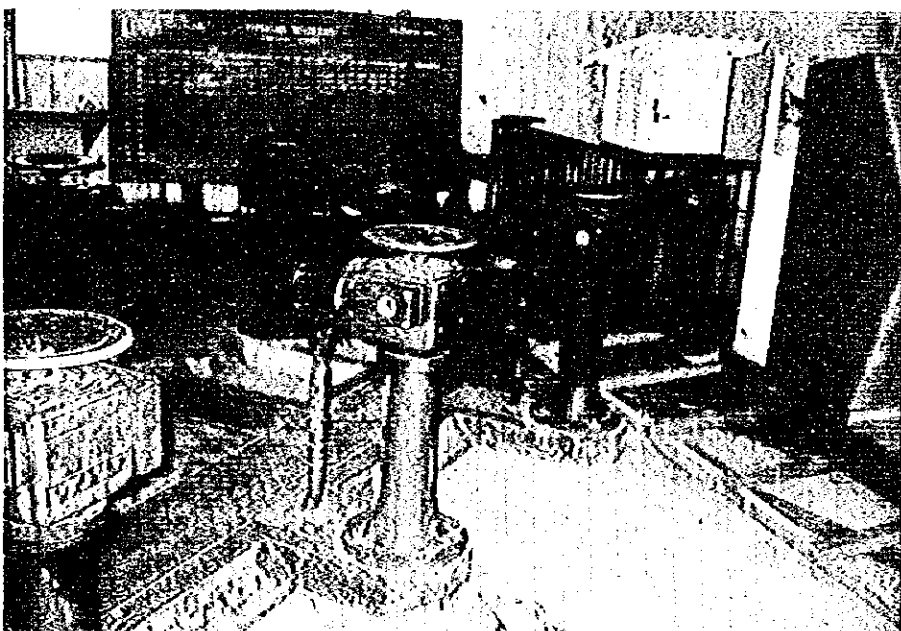


北部幹線水路側より取水工下流部を望む。

現場写真(4/4)



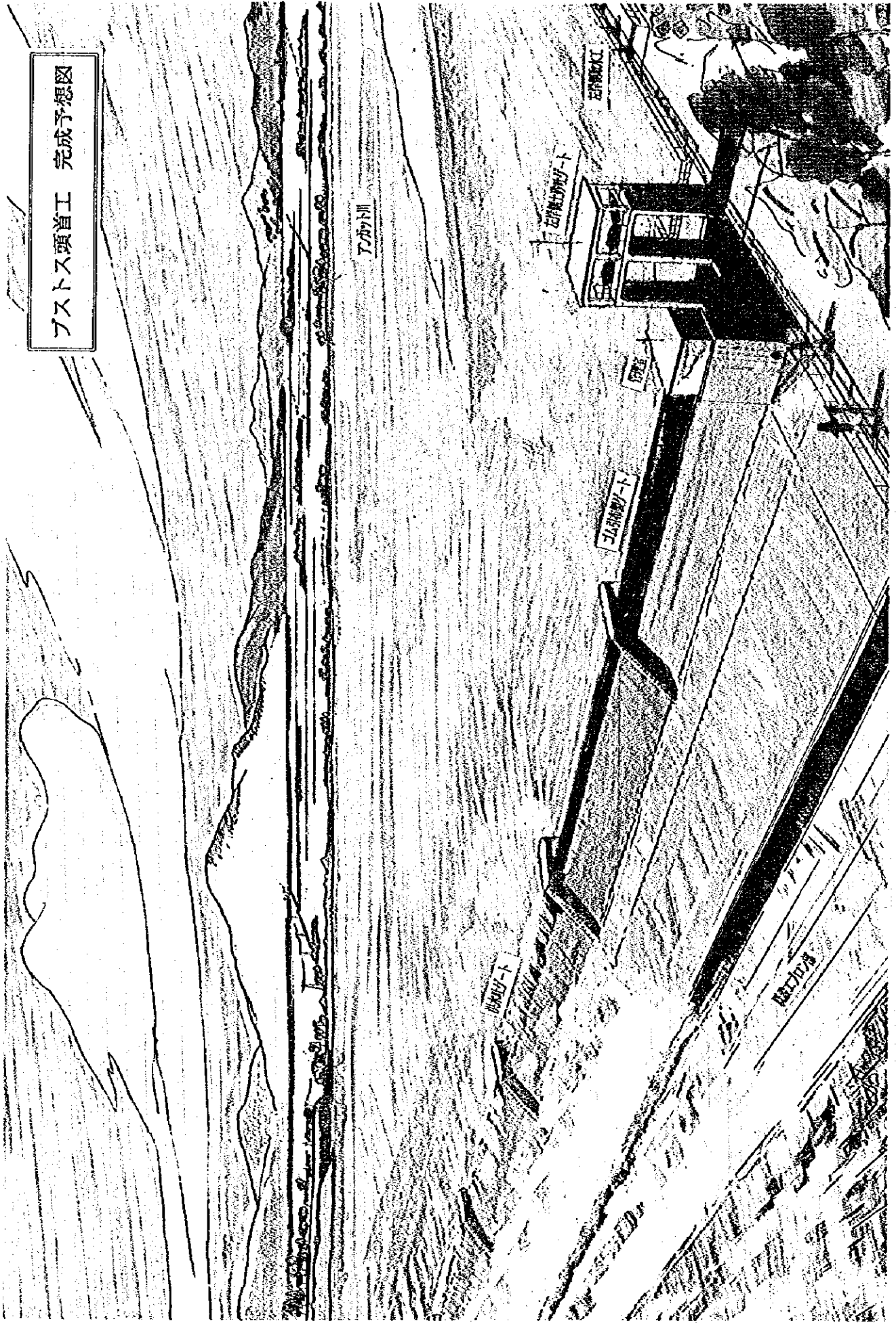
右岸側護岸工末端部および河岸・河床部侵食および洗掘状況



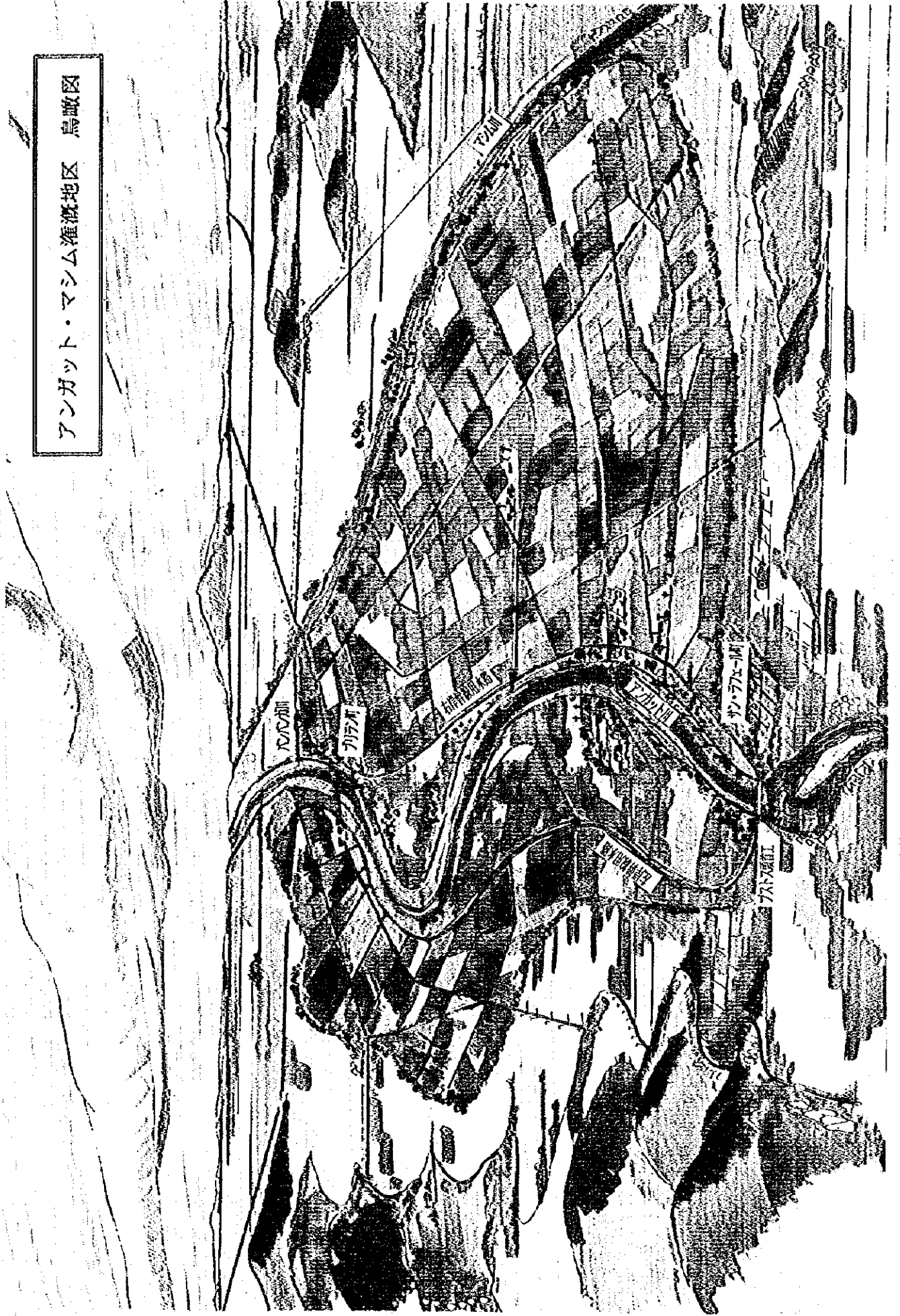
既設管理室のゲート操作機器

ゴム引布製ゲート 完成予想図

アストス頭首工 完成予想図



アンガット・マシム灌漑地区 鳥瞰図



略語・単位表

略語

ADB	Asian Development Bank	: アジア開発銀行
AMRIS	Angat Massim River Irrigation system	: アンガット, マッシム川 灌漑地区
CARP-IC	Comprehensive Agrarian Reform Program -Irrigation Component	: 総合農地改革計画-灌漑部門
CARP-SIP	Comprehensive Agrarian Reform Program -Small Irrigation Project	: 総合農地改革計画 -小規模灌漑事業
CB/CBP	Central Bank of the Philippines	: フィリピン中央銀行
DA	Department of Agriculture	: 農業省
IA	Irrigation Association	: 水利組合
JICA	Japan International Cooperation Agency	: 国際協力事業団
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System	: 首都圏上下水道庁
NEDA	National Economic and Development Authority	: 国家経済開発庁
NIA	National Irrigation Administration	: 国家灌漑庁
NPC	National Power Corporation	: 国家電力公社
NWRB	National Water Resources Board	: 国家水資源会議
OECD	Overseas Economic Cooperation Fund	: 海外経済協力基金
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration	: フィリピン気象庁

単位表 (度量衡)

長さ

mm : millimeter (s)
 cm : centimeter (s)
 m : meter (s)
 km : kilometer (s)
 inch : inch (s) = 2.54cm
 mile : mile (s) = 1.6093m

重量

mm gr : milligram (s)
 gr : gram (s)
 kg : kilo-gram (s)
 ton : ton (s)
 ounce : ounce (s) = 28.350gr

流量

lps : liter per second
 cms : cubic meter per second
 (or cu. m/sec)
 cu. fsec : cubic foot per second
 lpd : liter per day

sec : second (s)
 min : minute (s)
 hr : hour (s)
 Max. or. max. : maximum
 Min. or. min. : minimum

% : percent

No. : number

℃ : degree (s) centigrade

Hp : horse power (s)

w : watt (s)

KW : kilowatt (s)

MW : megawatt (s)

WH : watt (s) hour

KWH : kilowatt (s) hour

面積

sq. mm : square millimeter (s)
 sq. cm : square centimeter (s)
 sq. m : square meter (s)
 sq. km : square kilometer (s)
 ha : hectare (s)

容量

lit : liter (s)
 cu. m : cubic meter (s)
 gallon : gallon (s) = 3.785lit
 MCM : million cubic meter (s)
 cavan : cavan (s) = 50kg of palay

流速

mm/sec : millimeter per second
 cm/sec : centimeter per second
 m/sec : meter per second
 km/hr : kilometer per hour
 knot : knot (s) = 1.86km/hr

: 秒

: 分

: 時間

: 最大

: 最小

: パーセント

: 摂氏

: 馬力

: ワット

: キロワット

: メガワット

: ワット時

: キロワット時

EL	: elevation	: 標高
MSL	: mean sea level	: 平均海面
FWL	: full water level	: 満水位
HWL	: high water level	: 高水位
LWL	: low water level	: 低水位
FY	: fiscal year	: 会計年度 (フィリピンは1月1日から12月31日)
peso	: ペソ peso=US\$0.03827 (平成8年4月現在)	: 現地通過単位
US\$	: 米ドル=26.13pesos (平成8年4月現在)	

要 約

フィリピン共和国(以下「フィ」国)の国土面積は30万km²を有し、人口は1992年現在で約6,500万に達している。「フィ」国の直面する大きな課題の一つは年率2.3%で急増する人口に対する食糧供給の確保である。過去、食糧自給率100%を目指し、土地利用率の向上、作付体系の見直し、灌漑施設の拡充を目指してきたが、自給率100%を継続的に維持するまでには至っていない。このような現状を踏まえ、「フィ」国政府は1993年から1998年までの6年間を対象にした中期開発計画を策定した。本開発計画は以下の4項目を開発目標として掲げている。

- ・ 貧困の緩和
- ・ 雇用の拡大
- ・ 不平等の是正
- ・ 持続的経済成長

中期的には持続的成長と雇用拡大、健全な収支バランス目標とし、長期的には貧困の撲滅と公正な所得分配を図っていくことを目標としている。

中期開発計画に示された農業・地域開発計画の骨子は、米・とうもろこしの自給確保と農民所得向上を基本政策として灌漑施設の拡充、農道整備、収穫後処理施設整備、市場整備を最重要課題としている。

アンガット川灌漑用調整ダム(ブストス頭首工)の受益地区であるAMRIS(Angat Maasin River Irrigation System)は、「フィ」国最大の穀倉地帯である中部ルソンにおいて中心的な役割を果たしている国営灌漑地区である。本地区の主要水源はアンガット川に依存し、約31,000haの水田の二期作を実施している。このプロジェクトは1926年に完成した「フィ」国の中で最も古いプロジェクトであり、現在までに施設の改善、改修が実施されてきた。とりわけ、1967年にアンガット川上流に建設されたアンガット多目的ダムの完成に伴い、ブストス頭首工における水利用の有効化を図るため6門のセクターゲートが設置され、地区内の水路網も整備された。しかし、これらの施設も老朽化するとともに、1990年に本地区を襲った台風によりセクターゲート1門が流出するなど大きな被害を受けた。「フィ」国政府は被災施設の復旧工事を実施したが、財政的な制約のため機能回復は十分ではなかった。

このような背景のもと、1994年「フィ」国政府はブストス頭首工の主要施設の改修及び改良の早期実現を図るため、事業実施に必要な資機材の調達を含む建設工事の実施にかかる無償資金協力を日本政府に要請した。この要請に基づき日本政府は、本計画の調査の実施を決

定し、国際協力事業団（JICA）が基本設計調査を実施した。JICAは、ブストス頭首工改修計画基本設計調査団を 1996年 3月 7日から 4月 5日までの 30日間に渡り現地に派遣し、また、基本設計概要説明調査団を 1996年 5月 27日から 6月 7日までの 12日間に渡り派遣、現地調査及び先方関係機関との協議を行なった。

要請の主要コンポーネント及び施設内容は下記のように分類される。

(1) 洪水吐可動堰の改修

鋼製セクターゲート 6 門の改修（1 門当り L=79.0m H=2.5m）

(2) 土砂吐ゲートの交換及び改修

土砂吐ゲート 3 門の交換及び施設の一部改修。

左岸側：ストニータイプゲート（2 門）1 門当り B=4.5m H=5.5m

右岸側： " (1 門) " B=6.0m H=5.5m

(3) 取水口の改修

取水用ゲートの交換。

左岸側 12門、右岸側10門（1 門当り B=1.72m H=1.0m）

(4) ゲート下流エプロンの改修

ゲート下流部のエプロン（水叩き）の一部改修。

(5) 護岸工事

本頭首工を中心とした左右兩岸（上・下流も含む）の護岸工の新設及び補強。

(6) 情報システム（警報システム）の改善

操作・維持管理に必要な警報システム及び施設の改善。

(7) 管理事務所の改修

各関連施設の改修・改善にともなう管理事務所兼操作室の改修。

要請内容は、ブストス頭首工の洪水吐ゲートの改修を中心に多岐にわたっているが、現地調査結果を踏まえ、本計画の基本設計方針を次のように整理した。

(1) コンクリート構造物

頭首工堰本体のコンクリート構造物は、NIAによる水叩き部のコンクリートサンプルによる圧縮試験結果及びシュミットハンマによる打撃試験結果から、洪水吐ゲートの取換え後も十分耐久性があるものと判断される。従って、コンクリート構造物の取壊・新設は考えないものとする。ただし、破損の激しいパフルピア、エンドシェル等の復旧、ゲートの取換えに伴う部分的なコンクリート構造物のはつり作業、復旧、改造等必要に応じて行なうものとする。また、護床工の必要長さは、洪水時の堰の水理計算をもとに決定する。

(2) 洪水吐ゲート

本施設の選定においては、一般に用いられている鋼製ゲート、及びゴム引布製ゲートの設計基準に基づきコンクリート構造物、ゲート施設等を概定し、これら施設の建設に必要なコストを算定し経済比較を行うとともに、施設操作の難易性、維持管理についての優劣を比較し、総合的な視野から最終計画を立案する。

(3) 土砂吐ゲート

本頭首工の左右岸に位置する土砂吐ゲートは、ストニータイプのローラゲートが採用されている。これらゲートを支えているコンクリート構造物は、十分耐久性があると判断されることから現況施設を利用することとする。巻上げ施設については、現在人力巻き上げとなっている。貯水池側の土砂排除のための適切な操作が必要であることから、操作性・維持管理の容易性を検討し、巻上げ方式を決定する。

(4) 下流エプロンの改修

下流エプロンは毎年発生する洪水によって洗掘されており、このまま放置すると本堤施設が危険にさらされることが予想されるので、本計画においてその防止策を講ずることとする。

(5) 右岸下流護岸工の追加

今回の現地調査の結果から、右岸護岸工の先端から下流部に大きな洗掘被害が見られ、洗掘状況はますます拡大する傾向を示していることが判明した。

この状況を放置すると右岸下流に位置する農地と民家が危険になることは時間の問題となる。更に、この洗掘は右岸の護岸工の法先にも及んでおり、止水矢板が露出している。従って、この法先の洗掘防止と下流側の洗掘拡大を防止するための対策を講ずることとする。

(6) 取水口ゲートの改修

取水口に設置されている取水用のゲートは 22門中数門を除いては操作可能であるが、建設当初から概ね 30年を経過しており老朽化が著しい。北部・南部両幹線水路の流入量調整は水路上流部に設置されているマイターゲートによってなされており、取水用ゲートの操作頻度は非常に少ないものと考えられる。現在の操作頻度、維持管理の容易性等を検討し、改修方法、巻上げ方式を決定する。

(7) 護岸工の改修

先に述べた右岸の護岸工を除き、左岸下流部には岩盤が見られ洗掘現象はみられない。堰本体上流部の護岸に関しては、現時点で危険な状況は見当らない。従って、本計画の対象には含めないこととする。

(8) 情報システム（警報システム）の改善

現在、操作管理室に設置されているテレメーターリング施設に併設されている無線通信システムを利用することとし、本計画の対象には含めないこととする。

(9) 施工工事期間と仮設

ブストス頭首工改修の工事は河川工事であり、頭首工前面に仮締切堤を施工し、その中の工事となる。工事の規模から考えて、工事期間は2 乾期を必要とする。

河川の仮締切工法としては、①全面締切法及び②半川締切法が考えられ、それぞれの工法の比較検討結果をもとに現況の灌漑状況等を考慮した工法を採用する。なお、仮締切工の天端高さの決定にあたっては、AMRISの要求水位および乾期工事中的の出水位を考慮し、決定することとする。

上記検討結果に加え、本地域の自然条件、「フィ」国の社会体制、実施機関の事業計画・維持管理体制及び技術レベル、資機材調達の難易度等を踏まえ、以下のような改修計画とする。

(1) 洪水吐ゲートの改修

(a) 設計条件

河川水理に係る設計条件は、次のとおりである。

設計取水位 標高 11.50 m

設計洪水量 3,300 cu.m/sec
設計洪水位 標高 17.50 m

(b) 洪水吐ゲートの比較設計

本頭首工の洪水吐ゲートの比較検討は、次に示すゲート形式3案について行う。

- 第1案 長径間ローラゲート (シェル)
(以下「ローラゲート」と称す)
- 第2案 転倒ゲート
- 第3案 ゴム引布製ゲート (ゴム引きゲート)

上記3案の比較検討の結果、ゴム引布製ゲートが最も経済的であつ維持管理費が安く、操作が容易なことから本頭首工の洪水吐ゲートにはゴム引布製ゲートを採用する。

(c) 洪水吐ゲートの仕様・規模

洪水吐ゲートの仕様・規模は以下のとおりである。

- ゲート型式 ; ゴム引布製ゲート (空気方式)
- ゲートの長さ ; 1門当り L=79m
- ゲートの高さ ; h=2.5m
- ゲートの門数 ; 6門

(d) 洪水吐コンクリート構造物

既設セクタゲートの撤去後ゴム引布製ゲートを設置するため、コンクリート構造物は次の改造を行う。

- ① 既設セクタゲートの本体及び取付け金物の撤去。
- ② 既設セクタゲートの格納部分の埋戻。
- ③ 埋戻上面に鉄筋コンクリートによる床版の打設。
- ④ ピアにゴム引布製ゲートを取付けるための鉄筋コンクリートによる整形。
このコンクリートを調節しゲートの純径間の調節を取る。
- ⑤ ピアとゴム引布製ゲートの取付け勾配は3分とする。

(2) 土砂吐ゲートの改修

既設コンクリート構造物を取壊さないで据付けを行うことを前提に、ゲートの設計を行うこととする。

ゲート巻上げ方式については、将来の維持管理及び既存コンクリート構造物の改造案

を考慮して、電動ラック方式とする。その他ゲートの改修条件は、次のとおりとする。

形 式	右岸土砂吐ゲート	左岸土砂吐ゲート
	鋼製ローラゲート	鋼製ローラゲート
門 数	1 門	2 門
純 径 間	6.10 m	4.60 m
扉 体 幅	6.00 m	4.50 m
扉 高	4.50 m	4.50 m
敷 標 高	EL.13.00 m	EL.13.00 m
扉体天端高	EL.17.50 m	EL.17.50 m
設 計 水 位	EL.18.00 m	EL.18.00 m
操 作 水 位	EL.18.00 m	EL.18.00 m
堆砂面標高	EL.13.50 m	EL.13.50 m
水密方式	後方3方ゴム水密	後方3方ゴム水密
開閉装置形式	電動ラック方式	電動ラック方式
開 閉 速 度	0.30 m/分	0.30 m/分

(3) 取水口の改修

取水口の、コンクリート構造物は十分な強度を有するためゲートのみ更新する。

その他ゲートの設計条件は、次のとおりとする。

形 式	右岸取水口ゲート	左岸取水口ゲート
	鋼製スルースゲート	鋼製スルースゲート
門 数	10 門	12 門
純 径 間	1.72 m	1.72 m
扉 高	1.00 m	1.10 m
敷 標 高	EL.13.50 m	EL.13.50 m
設 計 水 位	EL.18.00 m	EL.18.00 m
操 作 水 位	EL.18.00 m	EL.18.00 m
水密方式	後方4方ゴム水密	後方4方ゴム水密
開閉装置形式	手動スピンドル方式	手動スピンドル方式

(4) 右岸下流の護床工の改修

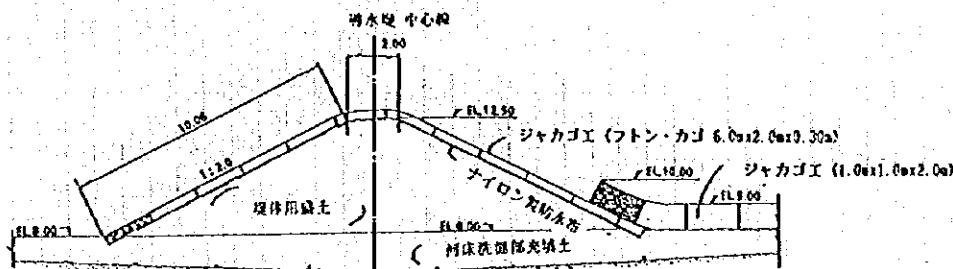
(a) 頭首工護岸

右岸頭首工護岸は、頭首工本体よりエブロン下流端までコンクリートにて施工されている。その下流端は鋼矢板にて土留がなされているが、鋼矢板の殆どが露出状態になっている。この露出鋼矢板を保護するため、盛土とその表面に玉石コンクリートを施工する計画とする。玉石コンクリートの法勾配は2割、標高 EL.12.00 m に小段を設け、標

高 EL.15.00 m まで施工する。

(b) 下流取付け護岸

河川敷内に、以下の断面の導流護岸工を設ける。



計画に要する概算事業費は、16.71億円（日本側負担分 16.56億円、「フィ」国側負担分 0.15億円）が見込まれる。又、実施に要する期間は E/Nから工事契約まで5ヶ月、施機材の製作、輸送据付、引渡しまで12ヶ月、計17ヶ月を必要とする。

計画の実施にともなう裨益効果は下記のように整理・算定される。

(1) 洪水吐ゲートの改修

ブストス頭首工における洪水吐ゲートは、頭首工上流に発生する洪水をスムーズに流下させる機能と、地区内の灌漑期を通じて取水水位を EL 17.50mに保持するための機能とを兼ね備えている。従って、本ゲートの機能低下、または流出等の事故が発生した場合は、直ちに受益地内に灌漑中断のための被害が発生したり、頭首工上・下流に洪水被害が生じたりすることが予想される。

灌漑が中断した場合の事例として、1990年に発生したNo1セクターゲートの流出事故により、取水水位は EL 15.0mまで低下し、全受益面積の70%に被害が生じたことがNIAの管理事務所の事故記録に示されている。

従って、今後ゲートが1門でも流出すると、概ね下記のような被害額が発生すると考えられる。

$$31,000\text{ha} \times 4.0\text{t/ha} \times 3,000\text{P/ton} \times 0.70 = 694.4\text{百万ベソ} \approx 28\text{億円}$$

この被害額は、今回の改修によって発生する裨益効果と見做すことができる。

(2) 土砂吐ゲートの改修

本ゲートの改修により建設当初計画されていた 300～400万トンの貯留効果を徐々に復原することが可能となることから発電利用水量と灌漑水量との水量差を調整することができると見込まれる。

本計画は、前述のように多大な効果が期待されることから、本計画を無償資金協力で実施する意義は大きい。さらに、本計画の運営・維持管理についても、NIAの体制は人員、資金ともに十分であり問題ないと考えられる。しかし、本計画を円滑に実施するためには、以下の点に留意する必要がある。

(1) 着工前

2ヶ月間の取水停止に関する農民からの合意取付および作付時期の調整をNIAが確実に行ったことの確認

(2) 工事中

- ① 環境配慮（工事による濁水を極力下流に流さない）。
- ② 不慮の出水に対する対策を事前に講じておくこと。

(3) 完成後

- ① 各施設の機能低下を防止するため定期的な点検と補修作業を確実に実施する。
- ② 堤体及び周辺地域の安全を確保するため、護岸工、護床工の定期的な補修工事を実施する。
- ③ 各ゲートの操作技術の確立に必要な操作マニュアルの作成ならびに現場指導を実施する。特に、ゲート開度と流量との関連把握は水管理上極めて重要な事項である。従って、頭首工への流入量、取水量を計測し、ゲートからの放流量を算定すると同時にゲートの開度とゲートからの放流量との関連を逐次明らかにしていく必要がある。

目 次

序 文

伝達状

位置図、透視図、写真

略語集

要 約

	頁
第1章 要請の背景	1
1-1 要請の経緯	1
1-2 要請の目的	2
1-3 要請の内容（主要コンポーネント）	2
第2章 プロジェクトの周辺状況	4
2-1 当該セクターの開発計画	4
2-1-1 上位計画	4
2-1-2 財政事情	5
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	8
2-3 我国の援助実績状況	9
2-4 プロジェクト・サイトの状況	9
2-4-1 自然状況	9
2-4-2 社会基盤整備状況	10
2-4-3 既存施設・機材の状況	13
2-5 環境への影響	22
第3章 プロジェクトの内容	28
3-1 プロジェクトの目的	28
3-2 プロジェクトの基本構想	28
3-3 基本設計	31
3-3-1 設計方針	31
3-3-2 基本計画	37
3-4 プロジェクトの実施体制	52
3-4-1 組 織	52
3-4-2 予 算	52
3-4-3 要員・技術レベル	52

第4章 事業計画	56
4-1 施工計画	56
4-1-1 施工方針	56
4-1-2 施工上の留意事項	56
4-1-3 施工区分	58
4-1-4 設計監理計画	58
4-1-5 資機材調達計画	59
4-1-6 実施工程	60
4-1-7 相手国側負担事項	60
4-2 概算事業費	62
4-2-1 概算事業費	62
4-2-2 維持・管理計画	63
第5章 プロジェクトの評価と提言	65
5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	65
5-2 技術協力・他のドナーとの連携	65
5-3 課題	65

[資料]

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 当該国の社会・経済事情
5. 参考資料リスト

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯

フィリピン共和国（以下「フィ」国という）は、北緯5'～5'21'、東経117'～127'の範囲に点在する数千の島々から構成されている。国土面積は30万km²、1992年現在の人口は6,427万人である。数多くの島々の中で首都マニラ（人口180万人）の位置するルソン島（10.2万km²、25百万人）とミンダナオ島（8.6万km²、14百万人）が土地面積において全土の68%、人口においては総人口の60%を占め、「フィ」国の政治・経済の中心的機能を果たしている。

ラモス新政権は、1993年から1998年までの6年間を対象にした中期フィリピン開発計画を策定した。この開発計画は①「開発ビジョンと哲学」及び②「開発計画」の二部より構成されており、①においては依然「フィ」国が抱えている諸問題である高人口増加率、貿易収支赤字、累積債務等の改善のために、下記の4項目を目標として掲げている。

— 貧困緩和 — 生産的雇用の拡大 — 不平等の是正 — 持続的経済成長

②の「開発計画」においては、下記5項目を開発の重点課題として掲げている。

— マクロ経済 — アグロ・インダストリー開発 — 人材開発 — インフラ開発
— 開発管理

中期的には、持続的成長と雇用拡大、健全な収支バランスを目標とし、長期的には貧困の撲滅と公正な所得分配を図っていくことを目標としている。

「フィ」国における農業は、就業人口においては45%、生産額においても23%を占め、「フィ」国経済において重要な位置を占める。

一方、「フィ」国の直面する大きな課題の一つは、年2%前半の率で急増する人口に対する食糧供給の確保である。過去、食糧自給率100%を目指し、土地利用率の向上、作付体系の見直し、灌漑施設の拡充を目指してきたが、自給率100%を継続的に維持するには至っていない。このような現状を踏まえ、「フィ」国は中期フィリピン開発計画に沿った、農業・地域開発計画において、米・とうもろこしの自給確保と農民所得向上を基本政策として、灌漑施設の拡充・農道整備・収穫処理施設・市場整備を最重要課題としている。

本案件のアンガット川灌漑用調整ダム（ブストス頭首工）の受益地区であるAMRIS地区の位置する中部ルソン地域は、「フィ」国の最大の穀倉地帯の一つであり、この地域の米生産の動向が同国の米の自給を大きく左右していると言っても過言ではない。

AMRIS地区は主要水源をアンガット川及びマツシム川から取水し、約31,000haの水田の二

期作を実施している「フィ」国の中でも最も大規模な灌漑システムの一つである。本地区の水供給の約80%はアンガット川に依存し、取水施設の中心はプストス頭首工となっている。この灌漑プロジェクトは1926年に完成した「フィ」国の中でも最も古いプロジェクトであり、その後施設の更新、改修が実施されてきたが、十分とは言い難い。とりわけ、1967年にはアンガット川の上流部に（プストス頭首工の上流約50km）発電を主目的とした多目的ダムであるアンガットダムが建設され、同時に頭首工における水利用の有効化を図るため、自然溢流型の頭首工に6門の可動堰（セクターゲート）を設置し、地区内の水路網も整備された。しかし、これらの施設も老朽化するとともに1990年に本地区を襲った台風によりプストス頭首工を中心に大きな被害を受けた。

このような背景のもと、1994年「フィ」国政府は、プストス頭首工の主要施設の改修及び改良の早期実現を図るため事業実施に必要な資機材の調達と、これら資機材据付に必要な土木工事の実施のため、日本政府に対して無償資金協力を要請した。

この要請に基づき、日本政府は調査の実施を決定し、JICAが同計画にかかわる基本設計調査を実施した。

1-2 要請の目的

「フィ」国政府は中期フィリピン開発計画に基づき、灌漑農地の拡充、種子の改良、営農技術の改善、農村インフラの整備等を通じ、農村地帯から貧困層の減少及び食料安全保障の確保を進めている。国家灌漑庁(NIA)は、この計画に基づき、現況灌漑農地の改善、新規灌漑農地の開発を計画した。本プロジェクトは、「フィ」国の中でも大規模な国営灌漑システムの一つであるAMRIS地区（灌漑面積=31,485ha）の最も重要な施設とされるプストス頭首工の改善を図ることを目的とする。

1-3 要請の内容（主要コンポーネント）

要請の主要コンポーネント及び施設内容は下記のように分類される。

(1) 洪水吐可動堰の改修

プストス頭首工の洪水排除と灌漑に必要な取水位の確保に最も重要な施設である鋼製セクターゲート6門の改修（1門当り L=79.0m H=2.5m）

(2) 土砂吐ゲートの交換及び改修

ブストス頭首工の左右両岸に設置されている土砂吐ゲート3門の交換及び施設の一部改修。

左岸側：ストニータイプゲート（2門）1門当り B=4.5m H=5.5m
右岸側： " (1門) " B=6.0m H=5.5m

(3) 取水口の改修

本頭首工の左右両岸に位置する取水口に設置されている取水用ゲートの交換。

左岸側 12門 計 22門（1門当り B=1.72m H=1.0m）
右岸側 10門

(4) ゲート下流エプロンの改修

ゲート下流部のエプロン（水叩き）部分の一部改修。

(5) 護岸工事

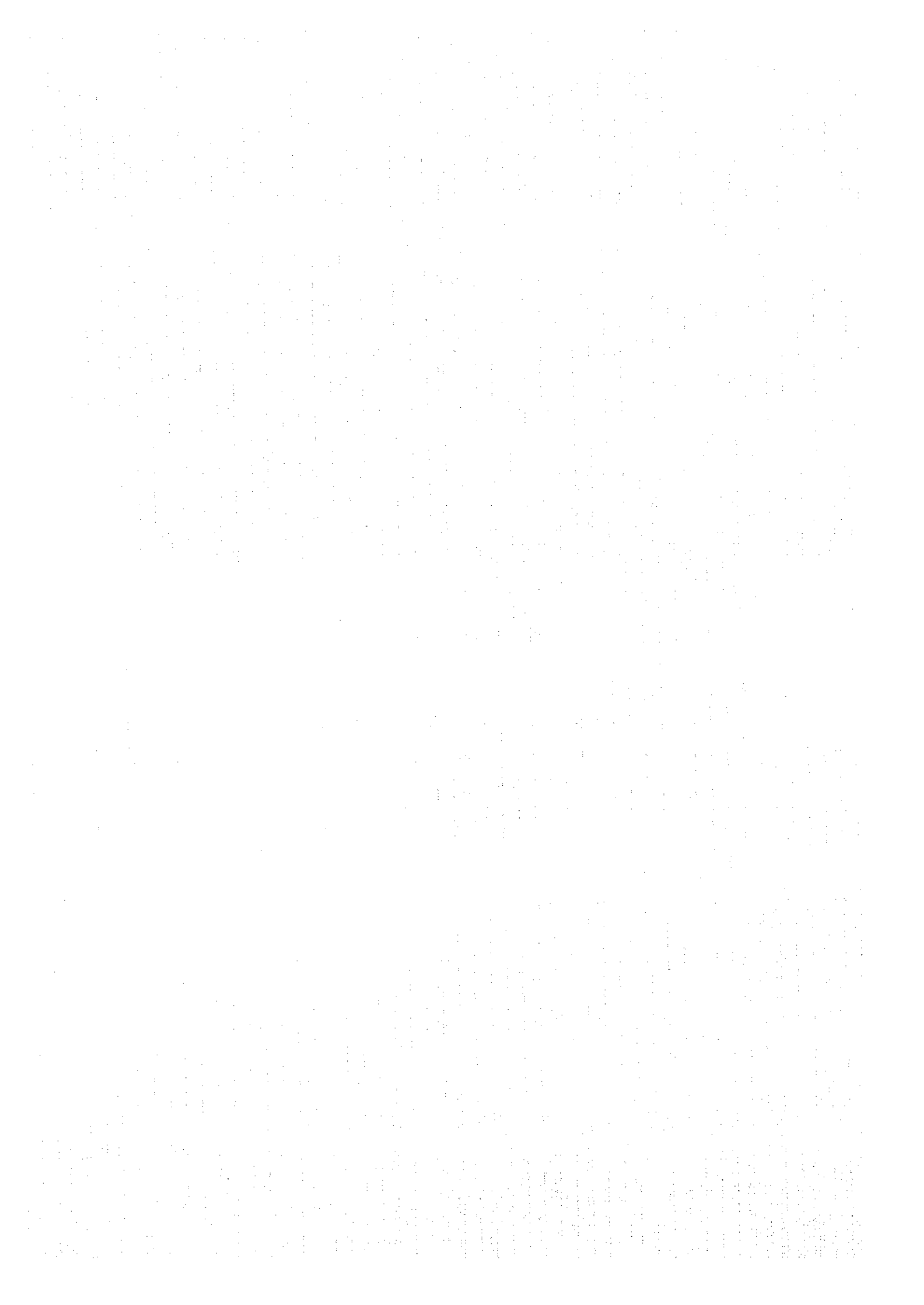
本頭首工を中心とした左右両岸（上・下流も含む）の護岸工の新設及び補強。

(6) 情報システム（警報システム）の改善

本頭首工の操作・維持管理に必要な警報システム及び施設の改善。

(7) 管理事務所の改修

本頭首工の左岸側に位置する現在の管理事務所兼操作室は、主として6門の洪水吐セクターゲート及び土砂吐ゲートの操作及び維持管理のために利用されているが、今後、各関連施設の改修、改善にともなう本施設の改修。



第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

(1) 中期フィリピン開発計画 (1993~1998)

中期フィリピン開発計画における当該セクターの位置付け及び目標は、食糧の安全を確保するための灌漑施設の拡大と既設灌漑地区の生産性を維持・向上させることである。そのための戦略は次のように示されている。

- ① 広域開発地において、水利用（灌漑・上工水・発電）と洪水制御の便益が最適になる組み合わせによる総合計画と開発戦略の適用。
- ② 水利費の徴収効率の改善。
- ③ 生産性の向上と雇用機会の増大のため、水資源開発計画における投資効率の改善。
- ④ 投資効果が早期に発揮され、住民の活発な参加による開発と維持管理のできる中小規模の開発の推進。
- ⑤ 農村地区における基礎的公共施設及びサービス（特に、灌漑・排水施設、圃場からマーケットへの道路及び収穫処理施設に対する政府投資の増加。）

上記の開発戦略に基づき、灌漑農地を現在の 150万haから 193万haに拡大させ、既設灌漑農地約48万haの改修を行う計画である。この改修計画の中に「フィ」国の3大灌漑地区である Upper Pampanga River Integrated Irrigation System (UPRIIS), Magat River Integrated Irrigation System (MRIIS), Angat Maasim River Irrigation System (AMRIS)。(合計灌漑面積約218,000ha)の改修は含まれている。

注) 現在の灌漑農地の内訳は、次のとおりである。

国営灌漑地	65万ha
共同灌漑地	80万ha
私有灌漑地	5万ha

(2) 国家灌漑庁 (NIA) 独自の計画 (1993~2002)

NIAは、国内農業生産及び農村地域の社会経済成長に必要な援助を図ることを目的として以下の計画をかかげている。

(a) Comprehensive Agrarian Reform Program-Irrigation Component (CARP-IC) 総合農地改革計画、一灌漑部門

このプログラムは農地改革が実施された地区で灌漑施設の必要な地区に対し、水源

の確保から末端の配水施設にいたる迄の計画、設計、施工について立案し農地改革省に進言する。

(b) Comprehensive Agrarian Reform Program-Small Irrigation Project (CARP-SIP)

農地改革の実施地区で辺境に位置し、とりわけ開発のおくれた地区における小規模灌漑施設の計画から実施までを担当するプログラムである。この場合の予算措置はDAR（農地改革省）がおこなう。

(c) 既存の灌漑施設設立の支援

既存の灌漑施設が自然災害により被災した場合の支援。既存の小規模ダム（貯水池）の安全性の確保のための支援。IA（水利組合）の灌漑施設運営、畑地灌漑への転換等に関する支援をおこなう。

(d) 新規開発

既存灌漑農地 150万ヘクタールを 193万haに拡大する。

上記の開発目標は面積的に整理すると以下の様に示される。

新規開発	.....	437,620ha
現況施設の改善	.....	586,680ha
小規模な復旧	.....	62,260ha
災害地区の復旧	.....	24,000ha

2-1-2 財政事情

「フィ」国は、1950年代まではアセアン諸国の中で、経済成長において最も有望な国と期待されていたが、その後のマルコス政権による経済運営の誤り、オイルショック等によって、1980年代前半には累積債務国へ転落した。1986年アキノ新政権が成立し、

「フィ」国経済は世界銀行の構造調整融資（SAL）プログラムの推進により回復するかと思われたが、1990年代に入り経常収支赤字は更に拡大し、インフレの影響等からGNP成長率は表2-1に示されるようにマイナス成長となり、1992年6月にはラモス現大統領が就任し、現在に至っている。

表 2-1 国民総生産 (GDP) の動向

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
時価(10億ペソ)	685.9	803.0	925.2	1,070.9	1,244.0	1,342.5
実質成長率(%)	4.8	6.3	6.0	2.7	-0.7	-

出所： IMF International Financial Statistics

表 2-2 に 1989年から 1993年の 5 年間に於ける「フィ」国の財政状況を示したが、財政の不均衡の是正には相当の年月がかかるものと考えられる。表 2-3 には 1992年における公共投資のセクター別投資額を示した。投資の優先順位はエネルギー開発、輸送の基幹施設、水資源開発及び通信施設の改善の順となっている。農業に対する予算配分は 14.7億ペソとなっているが農業省の管轄下におかれている N I A の予算額は 26.5 億ペソ(1994)26.3億ペソ(1995)となっている。これは N I A の予算の一部は他のセクター(水資源開発)に含まれていること、および水利費用の徴収料金の一部が流用されていることによると考えられる。

表2-2 「フィ」国国家財政収支一覧表

単位：百万ペソ

年次		1989	1990	1991	1992	1993
項目						
①	税 収	142,100	179,500	220,787	223,300	213,700
②	経 常 支 出	127,500	149,300	196,523	214,900	230,100
③	余剰金 ①-②	14,600	30,200	24,264	8,400	(16,400)
④	資 本 支 出	29,200	38,100	44,098	50,700	50,700
⑤	不足額 ③-④	(14,600)	(7,900)	(19,834)	(42,300)	(67,100)
⑥	財政勘定 ⑥-1 ⑥-2	14,600	7,900	19,834	42,300	67,100
⑥-1	国内勘定	3,100	1,400	12,954	27,900	49,100
⑥-2	国外勘定	11,500	6,500	6,880	14,400	18,000

出典：1994年統計年報（フィリピン）

表2-3 セクター別公共投資状況（1992）

単位：百万ペソ

No.	セクター名称	予算配分額 (1)	実質投資額 (2)	% (2)	摘 要
1	農業（農地改革も含む）	1,473	1,295	3.5	⑦
2	環境及び天然資源	1,283	862	2.3	⑧
3	工業及び観光	535	425	1.2	⑨
4	社会福祉	2,781	2,079	5.7	⑤
5	運 輸	15,683	8,988	24.7	②
6	水 資 源	8,900	6,570	18.1	③
7	社会支援施設	3,327	2,059	5.7	⑥
8	エネルギー（電力等）	10,772	10,782	29.7	①
9	通 信	3,456	3,218	8.9	④
10	科学技術	48	19	0.1	⑩
11	開発組織支援	16	4	-	⑪
12	そ の 他	55	15	0.1	⑫
	計	48,329	36,316	100.0	○：順位

出典：1994年統計年報（フィリピン）

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

本プロジェクトに関連し、世界銀行による“Water Resource Development Project for National Irrigation System”の実施が予定されている。(1998年～2003年)

プロジェクトの調査は、全国ベースで実施されたが、AMRIS (Angat Maasim River Irrigation System) 地区もその中の一つとして含まれており、本地区に対するプロジェクトの正式名称は、“Study for additional water supply to AMRIS”となっている。

(1) プロジェクトの目的

農業用水及びマニラ首都圏の都市用水の安定確保に必要な新規水源の確保と適正な配分のための調査・検討を行うとともに、それに必要な事業計画を策定することを目的としている。

(2) プロジェクトの内容

本プロジェクトの農業セクターに関する開発計画の概要は、以下のよう示される。

システム/プロジェクト	灌漑面積 (ha)	摘 要
AMRIS 北部幹線	14,965	現状維持
AMRIS 南部幹線	12,061	現状維持
Tibagan ポンプ	1,286	現状維持
Maasim 上流	2,111	現状維持
Maasim 下流	1,059	現状維持
Maasim 第三	2,430	追加・拡張
Bayabas SWIP	1,565	新規開発
Maasim SWIP	2,820	新規開発
Salapangan SWIP	2,700	新規開発
Garloang SWIP	2,830	新規開発
計	43,827	現況 31,482ha 新規 12,345ha

上記に示されている施設の建設に必要なコストは、下記のように算定されている。

Bayabas ダム (EL.197.0m)	1,760 百万ペソ
Maasim ダム (EL.87.0m)	724 百万ペソ
Maasim 幹線水路 (1,2)	131 百万ペソ
拡張・新規地区灌漑施設	617 百万ペソ
維持・管理器材	104 百万ペソ
	3,336 百万ペソ

(3) プロジェクトの実施状況

1995年に世銀により上記の開発計画が策定され、アンガット川流域における新規水資源開発及びその配分について、国家灌漑庁(NIA)、国家電力会社(NPC)及び首都圏上下水道庁(MWSS)等の関係機関で協議がなされたが、事業の実施方法、時期等についてはまだ最終的な結論には至っていない。

2-3 我が国の援助実施状況

フィリピン共和国(以下「フィ」国とする)における灌漑施設整備に係わる我が国の無償資金協力プロジェクトの実施状況は表2-4のとおりである。

表2-4 灌漑施設無償資金協力プロジェクト一覧表

No	年 度	案 件 名	供 与 額 (億円)
1	昭和55年度	イロコスノルテ灌漑施設整備計画	9.16
2	平成2年度	カバヤス灌漑施設建設計画(Ⅰ期)	14.33
3	平成2年度	西サマール農村総合開発計画(Ⅰ期)	7.12
4	平成3年度	カバヤス灌漑施設建設計画(Ⅱ期)	2.34
5	平成3年度	西サマール農村総合開発計画(Ⅱ期)	8.12
6	平成4年度	マリンドゥケ農業総合開発計画	20.28
7	平成4年度	ハラハラ農業開発計画(Ⅰ期)	11.37
8	平成4年度	西部バリオス溜池改修計画	4.92
9	平成5年度	ハラハラ農業開発計画(Ⅱ期)	9.06

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

(1) 気 象

ブストス頭首工の灌漑対象地区であるAMRIS地区は「フィ」国の4つある気象帯の第1気象帯に属し、乾期(11月から5月)と雨期に比較的はっきり分かれている。AMRIS地区における最近20年間の平均気象は、表2-5に示すとおりである。

表2-5 AMRIS の平均気象

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年/計
平均最高気温	℃	29.6	31.1	32.1	33.5	32.4	32.1	30.9	30.7	31.2	30.9	30.7	30.2	31.3
平均気温	℃	24.8	25.4	26.1	27.4	28.7	27.9	27.3	27.0	27.0	26.8	26.5	25.8	25.7
平均最低気温	℃	19.9	19.7	20.1	21.3	22.9	23.6	23.6	23.2	22.8	22.7	22.2	21.4	22.0
平均湿度	%	87	65	79	84	87	87	89	89	88	87	87	90	87
日照発量	km/d	4.48	5.00	6.16	6.79	5.83	4.99	4.81	4.35	4.85	4.80	4.46	4.17	5.06
平均降雨量	mm/d	7.1	3.5	13.6	18.5	152.5	221.4	236.6	390.3	224.5	219.5	113.3	48.2	1709.0

(2) 水 文

プストス頭首工上流のアンガット川には、アンガットダム及びマニラ水道の取水口のあるイボ頭首工がある。イボ頭首工とプストス頭首工の間にて、パヤバス川がアンガット川に合流している。アンガット川の水文データは、アンガットダムの発電放流量及びプストス頭首工の水位データのみである。アンガットダムの発電放流量の記録は、表2-6及び表2-7に示すとおりである。副タービンからの放流量の内 22.0 m³/sは、イボ頭首工にて取水されている。プストス頭首工の月別最高水位及び最低水位は表2-8のとおりである。

2-4-2 社会基盤整備状況

(1) 道 路

AMRISの北部灌漑地区は、北部高速道路（有料）のサンタ・リタ出口よりルソン島北部東海岸のカガヤンに通じる国道5号線沿いにある。この国道は、プストス頭首工の右岸側にあり、カガヤンに通じる幹線道路で交通量は極めて多い。国道より頭首工に行くには、①国道332号を經由して頭首工右岸に到達する方法と、②頭首工より約5 km下流にある橋を渡り頭首工左岸に到達する方法の2通りある。いずれの道路もアスファルトで舗装された幅員 5.5 m以上のものである。

マニラから頭首工現場へは高速道路を經由せず、山沿いの国道331号を使用するルートもある。

AMRIS地区内の道路は、水路管理用道路（殆どが砂利舗装）、国道、州道及び郡道（舗装道路）がある。部落間は、舗装道路で結ばれている。

(2) 電 力

「フィ」国の発電所と主需要地を結ぶリンク線は、ブラカン州のほぼ中央を通っている。各需要者への配電は、このリンク線から分岐した幹線電力線により行われている。NIAは、現施設の電力を賄うため、この幹線から分岐線を設置し、頭首工の約300m下流でアンガット川を横断させている（3線3相 371v）。この電力線を利用して左岸の頭首工用電力及び右岸にある NIA訓練施設等の電力を賄っている。

(3) 給 水

AMRIS灌漑地区内の飲料水は、地方公共団体によるレベル3（各戸給水）の給水がなされている。

頭首工左岸の管理施設及び右岸の訓練センターの給水は、NIAが削井した深井戸を水源とするものである。

表2-6 アンガットダムの発電放流量（主タービン）

単位：m³/s

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1990年	10.41	10.19	9.92	4.38	0.00	5.20	34.55	54.81	92.03	52.52	98.50	35.50	34.00
1991年	42.36	40.51	31.87	24.92	8.60	52.14	42.21	34.17	69.30	15.33	15.87	30.88	34.01
1992年	30.57	32.20	22.75	3.62	0.01	0.00	0.00	2.01	7.87	55.73	98.04	44.59	24.76
1993年	41.04	40.63	36.01	24.63	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.89	7.99	70.97	19.06
1994年	40.70	37.96	36.11	23.18	10.28	20.89	36.82	20.65	0.94	17.00	13.14	28.94	23.88

表2-7 アンガットダムの発電放流量（副タービン）

単位：m³/s

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1990年	26.44	26.84	26.75	27.02	26.42	18.53	13.64	10.64	26.99	20.72	22.12	24.45	22.55
1991年	25.92	26.20	26.84	26.97	27.23	23.97	19.34	11.60	11.78	23.57	25.20	25.95	22.88
1992年	26.53	27.86	27.26	26.35	22.64	1.07	4.34	10.30	13.33	14.31	18.15	29.07	18.44
1993年	30.66	34.34	28.67	30.73	30.52	24.88	25.80	20.28	18.65	19.32	21.43	36.36	26.82
1994年	30.32	29.59	29.03	29.20	33.20	29.71	19.89	24.28	26.27	27.87	20.10	27.81	27.27

表2-8 月別最高最低水位表

單位：m

	1990年		1994年		1995年	
	最高水位	最低水位	最高水位	最低水位	最高水位	最低水位
1月	16.69	16.06	17.74	17.21	17.41	16.86
2月	16.75	15.63	17.59	16.92	17.50	16.62
3月	16.49	15.41	17.70	17.19	17.50	16.77
4月	16.67	15.14	17.70	17.19	17.55	17.08
5月	16.14	14.34	17.67	17.48	17.61	17.00
6月	17.94	16.14	17.72	16.91	17.58	16.46
7月	17.79	17.04	17.70	17.50	17.57	17.00
8月	17.79	17.33	17.71	16.94	17.65	16.55
9月	18.50	15.33	17.64	16.99	17.75	17.22
10月	15.60	15.13	17.68	16.93	17.75	17.10
11月	15.72	15.03	17.47	15.19	17.80	16.95
12月	17.56	15.01	17.47	16.81	17.82	17.10

(出典：AMRIS事務所)

2-4-3 既存施設・機材の状況

(1) プストス頭首工の歴史

プストス頭首工は、1926年（70年前）に約25,000haの灌漑用頭首工として現地点に建設された。この建設工事は、アメリカ陸軍の工兵隊によって実施されたといわれている。当時の灌漑取水水位は EL.15.00mで、固定堰の天端標高も同様に EL.15.00mと定められ、洪水に対しては完全な自然越流型の固定堰であった。

1967年8月、本頭首工の約50km上流に発電を主目的にしたアンガットダムが建設された。それに伴いプストス頭首工を逆調整池として河川水の有効利用を図るためにセクターゲートを増設して灌漑取水水位を2.5m堰上げることとした。その後、1972年7月、8月及び9月に襲った台風によってエプロン及び護床工が崩壊したために、1974年堰本体の安定を保持すべく副ダム及び護床工の建設が行われた。

その後、1990年9月1日台風イリアングによってアンガット川が増水し、セクターゲートの操作中 No.1のセクターゲートがバランスを失い流失した。この為に貯水位は EL.15.0mまで低下し、この状態が同年12月まで継続し灌漑地域の約70%（3,150×00.7ha ≒ 22,000ha）に被害が発生した。

以下の表に頭首工の主なる改良、改善についてその内容を整理した。

施設諸元	1967年	1974年	1990年
頭首工全幅	522.0m	同 左	1990年9月の台風によってNo.1の洪水吐ゲートが流出したので、同年12月流出ゲートの代りにジャカゴによって水位標高17.50mを保持するための固定堰を建設した。
洪水吐	全可動式洪水吐	同 左	
洪水吐ゲート	セクターゲート(79m×2.5m×6門)	同 左	
ゲート天端標高	標高 17.50m	同 左	
土砂吐ゲート	ストニ式ローラーゲート (右岸:6.1m×4.5m 1門) (左岸:4.6m×4.5m 2門)	同 左	
ゲート天端標高	標高 17.50m	同 左	
上流エプロン長	9.0m	同 左	
堰本堤及び水叩き長さ	17.10m	同 左	
下流エプロン長さ	37.25m	同 左	
副 ダ ム	—	H = 3.0m L ₁ = 18.35m		新設
護 床 工	—	L ₂ = 522.0m L ₁ = 15.0 m L ₂ = 522.0m t = 1.0 m	

(2) 洪水吐

(a) コンクリート構造物

堰本体は、長年の水の流れにより、下流側表面に若干の磨耗並びにシュートブロック及びエンドシェルの落脱等がみられるが、目視による観察では外見上に特に問題になる点はない。

基本設計調査団のボーリング調査に係る再委託には、堤体及びエプロンのサンプリングコンクリートによる圧縮試験が含まれていないので、NIAが実施した圧縮試験結果を基に、シュミットハンマによる既設構造物のコンクリート強度の推定を試みた。NIAのボーリング位置近くのシュミットハンマ打撃試験との比較は、次のとおりである。

試験位置	圧縮試験結果 (A)	シュミットハンマ試験結果 (B)	比率 (A/B)
1号ピア	387 kg/sq.cm	262 kg/sq.cm	1.48
3号ピア	362	258	1.40
5号ピア	405	240	1.69

コアサンプルによる圧縮試験結果は、シュミットハンマ打撃試験結果の1.40倍から1.69倍の値を示している。シュミットハンマ打撃試験の圧縮強度への補正値を上記比率の最小値を採用すると、既設コンクリート構造物の圧縮強度は、表2-9の補正値に示すとおりとなる。

NIAが行った調査、目視による現状の調査、シュミットハンマによる打撃試験結果及び再委託で行った調査の結果、表面に若干の磨耗がみられるが、堰本体は強固であり、洪水吐ゲートの取換え後も十分耐えられるものと判断される。

(b) 洪水吐セクタゲートの機構

洪水吐セクタゲートは、ゲート全面のスキンプレートと背面及び側面に施された鋼板により密閉されたドラム状のゲートであり、ドラム内に水を注入し、その量を変化させることによりゲートを開閉させる構造をしている。本ゲートの止水は、ドラム内の水と外部を止水するもので、両端の鉄筋コンクリート製ピアに付けられた戸当り金物（金物表面は、コンクリート表面より5cmほど引込んでいる）、全面スキンプレート及びゲートを回転させるヒンジ部にある。

表2-9 シュミット・ハンマーによる既設コンクリート表面試験結果

日 時 : 1955年3月15日 10:00-15:00

場 所 : ブストス頭管工

器具及び方法 : シュミット・ハンマー直角打撃試験結果

構造物名	試験位置	打撃指数	平均打撃指数	強度 (kg/cm ²)	補正值 (kg/cm ²)
堰体水叩き部 (堰体下流)	No.1	34, 30, 28, 30, 30	30.4	210	294
	No.2	31, 30, 29, 31, 36	31.4	225	315
	No.3	32, 30, 31, 29, 36	31.6	230	322
	No.4	41, 36, 30, 32, 28	33.4	250	350
	No.5	31, 30, 32, 38, 36	33.4	250	350
	No.6	水深が深く判定出来ず			
エブロン中央部	No.1	30, 32, 29, 36, 34	32.2	239	334
	No.2	24, 32, 36, 39, 40	34.2	262	366
	No.3	28, 28, 34, 40, 39	33.8	258	361
	No.4	28, 29, 31, 36, 42	32.2	259	362
	No.5	40, 29, 36, 30, 29	32.8	240	336
	No.6	39, 38, 29, 26, 40	34.4	256	358
右岸土砂吐	床版部	38, 36, 40, 43, 44	40.2	345	483
	床版部(=カト)	28, 24, 26, 28, 32	27.6	180	---
左岸土砂吐	床版部	40, 38, 36, 42, 41	39.4	340	476
	ゲート下流部	39, 29, 28, 40, 40	35.2	280	392
右岸取水口	床版部	36, 38, 28, 41, 30	39.4	270	378
	門柱部	38, 40, 29, 30, 36	35.2	270	378
左岸取水口	床版部	40, 39, 36, 32, 41	34.6	310	294
	門柱部	29, 30, 42, 41, 29	34.6	263	368
操 作 室	屋内床版部	38, 40, 32, 31, 36	35.4	280	392
	屋外床版部	24, 32, 40, 38, 39	34.6	270	378

主な操作施設は、密閉式ドラムゲート、頭首工上流水を取入れるバルブ付導流管及びバルブ付下流放流管から成立っている。ゲート内部と頭首工上流とは、パイプにて連がれ、ゲートの開度は常に上流水位と連動するよう設計製作されている。即ち、上流側河川水位が 17.50m 以下の時は、放流管バルブが閉められ、上流水位の変動に伴いゲート内水位は連動しゲートが上下し、上流水位が 17.50m 以上に上昇する場合は、下流放流管のバルブが自動的に開閉されドラム内の水が頭首工下流側に流出し、ゲートが倒れる機構である。(図 2-1 参照)

(c) 洪水吐セクターゲートの現状

洪水吐セクターゲートは、現時点において満足に操作できるものはない。セクターゲートの操作が出来なくなった原因は、①セクターゲート設置後数年で操作不良になった原因と②長年月の経年変化によるものとに区分し、それぞれの段階に於ける原因を調査・検討した結果、次のように推定した。

①セクターゲート設置後数年で操作不良になった原因

セクターゲート設置より約 2～3 年間は、ゲートの操作は当初設計のとおり正常におこなわれていたようである。その後 20 年間(1970 年当初より 1990 年頃まで)は、ゲート開度の自動調整はある程度可能であった。しかし、ゲートの全開状態からの自動起立は、1980 年代後半からは出来なくなってきた。

その原因は、ゲート停止時に上流側導流水管に土砂・浮草等の異物がたまり管内流速が遅くなり、規定の水量をゲートのドラムに供給する時間が長くなったと考えられる。この状態では、ゲートを起立させる動作中、常に水がオーバーフロー状態(ゲートの上を水がながれる状態)となり、水重によりゲートの起立が阻害され、ゲートの開閉が上流水位の変動に追従できない。

② 経年変化による操作不良原因

セクターゲートの操作不良になった原因は、いくつかの原因が複合的に関連していると推定されるが、No.1 セクターゲートを除き各ゲート毎の原因を下記のように推定した。

No.2 & No.3 セクターゲート：ゲートの起立時における圧力注水が、ゲートを常に上方
向への力を加えることにより、左右のコンクリートピア

の溝に不均衡な力が発生し、捻れが発生した。この捻れによりゲート全面のスキンプレートとコンクリートとの間が開き、水位が 17.5m から 16.80m までの間の倒伏時、放流管による放流量とスキンプレートとコンクリートの開口部より流入する流入量が等しくなりゲートの作動がスムーズに行なえなくなった。

No.4 セクターゲート : No.2及びNo.3セクターゲートで推定したと同じ原因で発生したゲート扇体の捻れが他のものより大きく水の注排水による操作が不能になったものと推定される。

No.5 & No.6セクターゲート : このゲートにおいても他のゲートと同様に扇体の捻れ及びスキンプレートとコンクリートの開きは、多少あると思われるが、水位が 17.50m から 16.20m までは上流水位とドラム内水位がバランスし、ゲートの自動倒伏を行うことが出来ている。しかし、ゲート側方の止水に欠陥（ドラムのリーケイジ）があり 16.20m の水位以下の時ドラム内の水が自然排水されゲートを支えることが不可能となった。

推定したゲートの不能或いは操作不良原因をまとめると次のとおりである。

- ①導流管の閉塞。
- ②ドラム内加圧によるゲート部材への異常荷重の発生。
- ③異常荷重によるゲート扇体の捻れ。
- ④システムに発生した異常を無視しての操作の続行。

(3) 土砂吐

(a) コンクリート構造物

土砂吐は左右岸にそれぞれあり、その構造は屋根付門型鉄筋コンクリート構造物である。上部及び下部コンクリートの色の違い及び門柱断面の変化等から、上部工は 1976 年頭首工改修時に改築された物であり、門柱の高さはゲート修理のため搬出するに充分

でない事から、上部工コンクリートはゲート据付け後打設されたものと推定される。

既設土砂吐門柱の正面図及び断面図は、図2-2（右岸土砂吐門柱）及び図2-3（左岸土砂吐門柱）に示すとおりである。

既設コンクリート構造物の強度は、シュミットハンマによる調査結果から土砂吐ゲートを取替えた後も十分耐えられるものと推定される。

(b) 土砂吐ゲート

・右岸土砂吐

門扉寸法：幅6.1m×高さ4.5m

門数：1門

敷高標高：EL.13.00m

門扉天端標高：EL.17.50m

門扉形式：ストニー式鋼製ローラゲート

巻上げ方式：カウンタウエイト式チェーン手動巻上げ方式

・左岸土砂吐

門扉寸法：幅4.6m×高さ4.5m

門数：2門

敷高標高：EL.13.00m

門扉天端標高：EL.17.50m

門扉形式：ストニー式鋼製ローラゲート

巻上げ方式：カウンタウエイト式チェーン手動巻上げ方式

右岸土砂吐ゲートは、戸当り金物と止水ゴム部からの漏水はみられないがスキンプレートからの漏水がみられる。

左岸土砂吐からの漏水は、みられなかった。又、左岸土砂吐の堤防寄りゲート（左岸第1土砂吐ゲート）の操作は可能であるが、第2土砂吐ゲートは、1994年8月より操作が困難となっている。

(4) エプロン及び護床工

(a) 上流側エプロン

本エプロンは、堰本体の上流側河床部に設置され、寸法が幅520m、長さ9.00m、厚さ0.20mの鉄筋コンクリート構造物である。先端部に鋼矢板（L=4.50m）が打設されている。測量の結果、本構造物の上には、平均1.50mの堆砂が確認されている。構造物

地質調査結果より、エプロン載荷地盤は、砂および砂礫と推定される。現在まで、本構造物の損傷被害報告はない。No. 1ゲートの前面には、フトン籠が設置されており、その荷重は、約 $6.0t/m^2$ と推定される。

(b) 下流側エプロン

堰本体末端部より副ダムまでのエプロンで、標高12.00m、幅520m、長さ37.25m、厚さが0.90mより0.30mまで変化する鉄筋コンクリート構造物である。本エプロン末端には鋼矢板(L=3.50m)が打設されている。

再委託によるボーリング調査の結果では、コンクリート版直下のN値は、24及び47である。コンクリート版と基礎地盤との間に吸出し結果による空隙等は、見あたらない。

再委託による測量結果及び目視による観測では、エプロンの浮上、沈下等の現象はなかった。

(c) 副ダム及び水叩き

副ダム上流端より末端までの長さは、18.35mであり幅員520m、構造物標高は、副ダム頂部の12.00mより水叩きの9.40mまで変化している鉄筋コンクリート構造物である。末端には、3.60mの鋼矢板が打設されている。

基礎地盤の空隙、副ダム及び水叩きの浮上、沈下等は見あたらない。

(d) 護床工

本護床工は、1974年に設置された長さ15.00m、幅員520m、厚さ0.80mの巨石積み護床工である。巨石積み護床工には下層礫敷厚さ0.20mがあった。その後の洪水等で、頭首工下流の河床が低下しそれにつれて巨石積み護床工も流出した。河床低下は、左岸側が大きくその幅は約200m、右岸側の流出幅は約50mである。流出深さは、最大4mに達している。水叩き最下端部の鋼矢板は、2mほどが露出している状況である。従って、鋼矢板下端からの基礎材吸出しの危険性をはらんでいることから護床工の補修が必要である。

(5) 護岸工

堰上流には取水口があり、その上流は自然堤防となっており、特に顕著な浸食は見あたらない。一方、右岸下流は、副ダム下流端までコンクリートにて護岸され、その小口止めは矢板で下流からの流水により護岸裏側が浸食されないように保護されている。しかし

その下流は、自然堤が河川幅を狭窄する形で No. 6 ゲートの直下流まで張出し、過去の洪水により大きく浸食されている。その背後地は私有地で、民家がある。

左岸下流も右岸同様に自然堤であるが、浸食等は見受けられない。

(6) 取水口

右岸取水口は、北部灌漑地域(約12,000ha)の灌漑水を取水する施設で、その諸元は次のとおりである。(図2-4参照)

敷高標高	.....EL.13.50m
扉門寸法	.....1.72m(幅)×1.00m(高)
扉門門数	.....10 門
形式	.....四方水密鋼製スルース・ゲート
巻き上げ方式	.....手動巻き上げ
現況稼働状況	.....2 門.....操作不能
	.....8 門.....操作可能

左岸取水口は、南部灌漑地域(約17,000ha)の灌漑水を取水する施設で、その諸元は次のとおりである。(図2-5参照)

敷高標高	.....EL.13.50m
扉門寸法	.....1.72m(幅)×1.00m(高)
扉門門数	.....12 門
形式	.....四方水密鋼製スルース・ゲート
巻き上げ方式	.....手動巻き上げ
現況稼働状況	.....2 門.....操作不能
	.....10門.....操作可能

既設水門扉体は、1967年に設置され約30年を経て今日に至っている。現在、角落し溝に、現場製作の異型鉄筋 100mm間隔のスクリーンを設置しているが、戸当り部に水草・木片が挿入し、開閉困難の状況にある。経過年数から見て、扉体状況は、土砂吐水門扉と同様に鋼材が腐食されていると思われる。

(7) 操作室

左岸土砂吐ゲートとセクタゲートの間に面積が10m×10mのセクタゲート操作用のゲート操作室が設置されている。操作室は2階建てで、堤防から直接出入りできる2階部分には操作台、非常電源である発電機、バルブ操作ハンドル、水位データの搬送用施設等が

ある。その前面に約12㎡のテラスがある。出入口は、2つあり共に高さ2.50m、幅1.50mである。地下室にはパイプ、バルブ等が設置されており、その高さは約9.0mで、容積は900㎡である。1階部分は鉄筋コンクリート製で、コンクリートの厚みは約50cmと推定される。2階部分の柱及び屋根は鉄筋コンクリート製で、壁部分は穴あきブロック積み表面モルタル仕上げ構造である。

現況管理室の面積は100㎡あり、6門の洪水吐ゲート及び3門の土砂吐ゲートの操作施設（受電盤、操作盤等）を設置するに、下記の事柄に留意する必要があるものの広さ及び構造は十分である。

- ①操作盤等の配置に工夫が必要である。
- ②既設機器の取壊搬出は、出入口の大きさに合わせて分割する必要がある。
- ③出入口より大きい機器が必要な場合、搬入に工夫が必要となる。

(8) 情報伝達システム

現況のアンガットダムとブストス頭首工間の直接通信手段としては、NPCがブストス頭首工に設置した水位データ搬送システムに付属する無線装置があるが、水位搬送システムの維持管理用のみ使用されていて、情報伝達には使用されていない。

アンガットダムの水位・放流量等の情報伝達には、ダム操作洪水予警報システムに於けるホットラインが開設されて以来、下記①の方法が取られていたが、第3管区灌漑事務所の端末が使用不能になっている現在は②の方法が採られている。

①ホットライン（ダム操作洪水予警報システム計画）

アンガットダムからの情報は、ダム操作洪水予警報システム計画によるホットラインにより第3管区灌漑事務所に伝達される。

第3管区灌漑事務所は、AMRIS灌漑事務所の2階にあり、その情報はAMRIS灌漑事務所所長に知らされ、洪水時にはAMRIS事務所の所長あるいはそれに代わる職員が直接現場に行きゲート操作の陣頭指揮を行っている。

AMRIS事務所と頭首工との通信は、通常ハンドトーキが使用されている。

②ホットライン+ラジオメッセージ（NIAの無線通信網）

アンガットダムからの情報は、ダム操作洪水予警報システム計画によるホットライン

によりNIA本庁(SMD)に伝達され、NIAの無線通信網により第3管区灌漑事務所に伝達される。その後は上記と同じである。

2-5 環境への影響

(1) 漁業権への影響

サイト周辺における現地調査結果から、アンガット川に漁業権を持ち漁業によって生計を立てている人、或いは団体は存在しないことが明らかとなった。しかし、ブストス頭首工の上下流に生息しているテラピア、コイ、ミルクフィッシュ等を個人的に捕獲し、日常生活におけるタンパク源としている人々はいる。本計画では、乾期における取水位を標高17.50mに保持することから河川の流況は現況と一致するため、工事の実施による周囲への影響は極めて小さい。

(2) 工事中の廃水の影響

工事中の廃水の中で周囲に最も大きい影響を与えるものとしてコンクリートの骨材、ミキサー等の洗浄水が考えられるが、本工事におけるコンクリートの調達はサイト近郊にある既存の生コン工場から搬入することが可能なことから全く影響ないと云える。

図 2-1 既設ゲート開閉装置 概略図

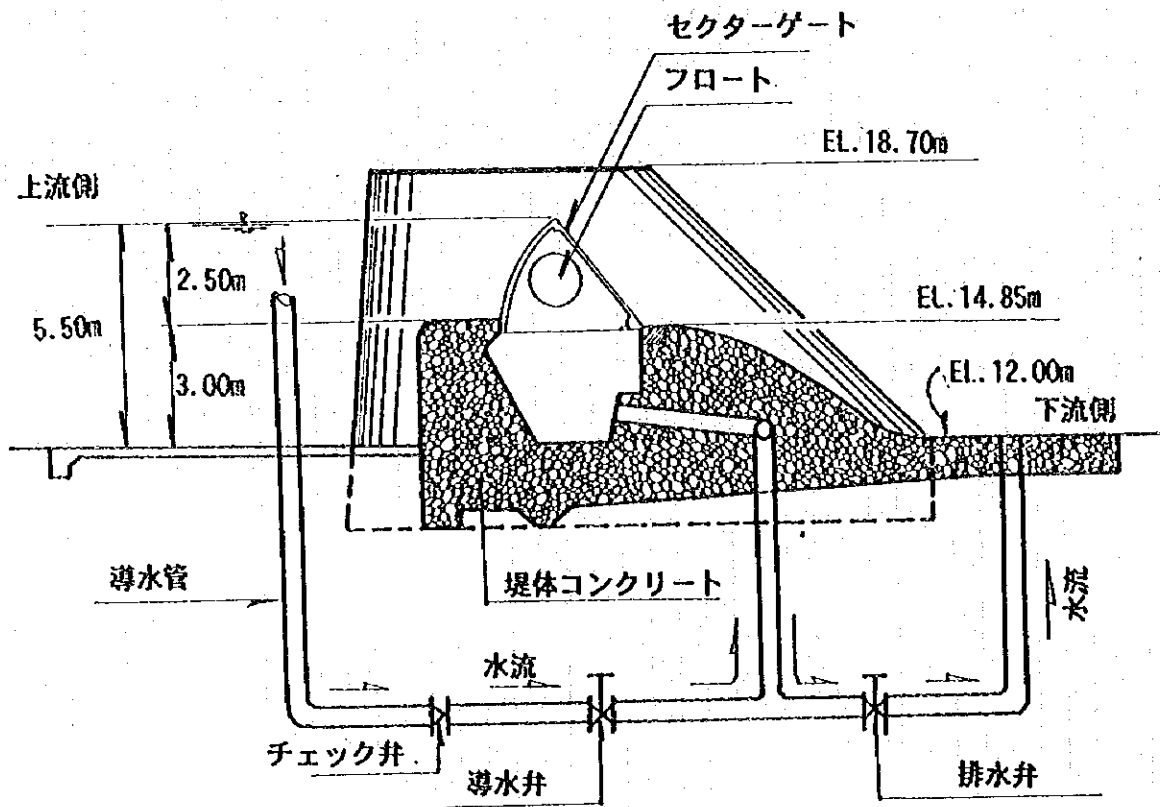
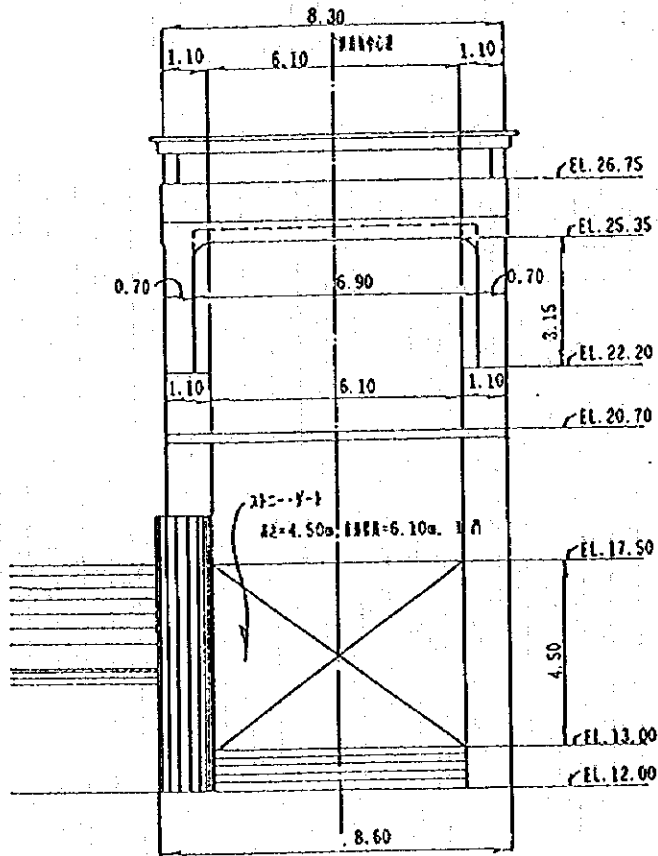
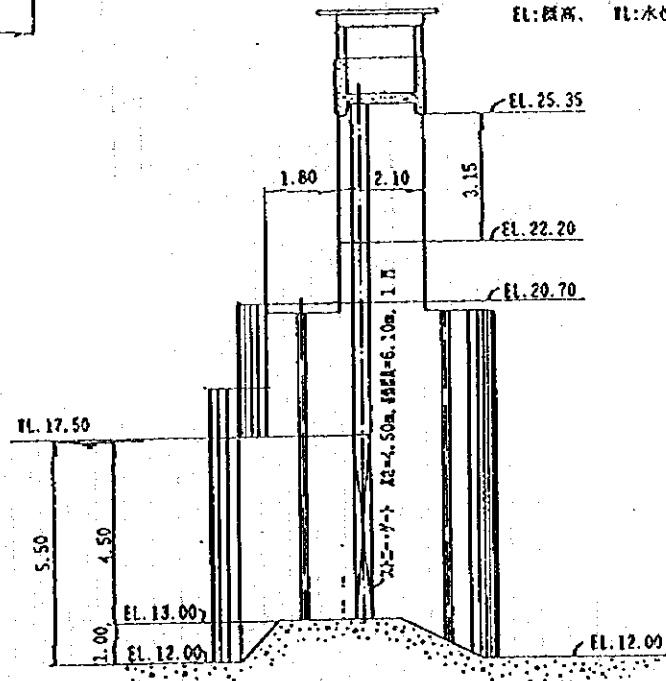


図 2-2 右岸土砂吐門柱図



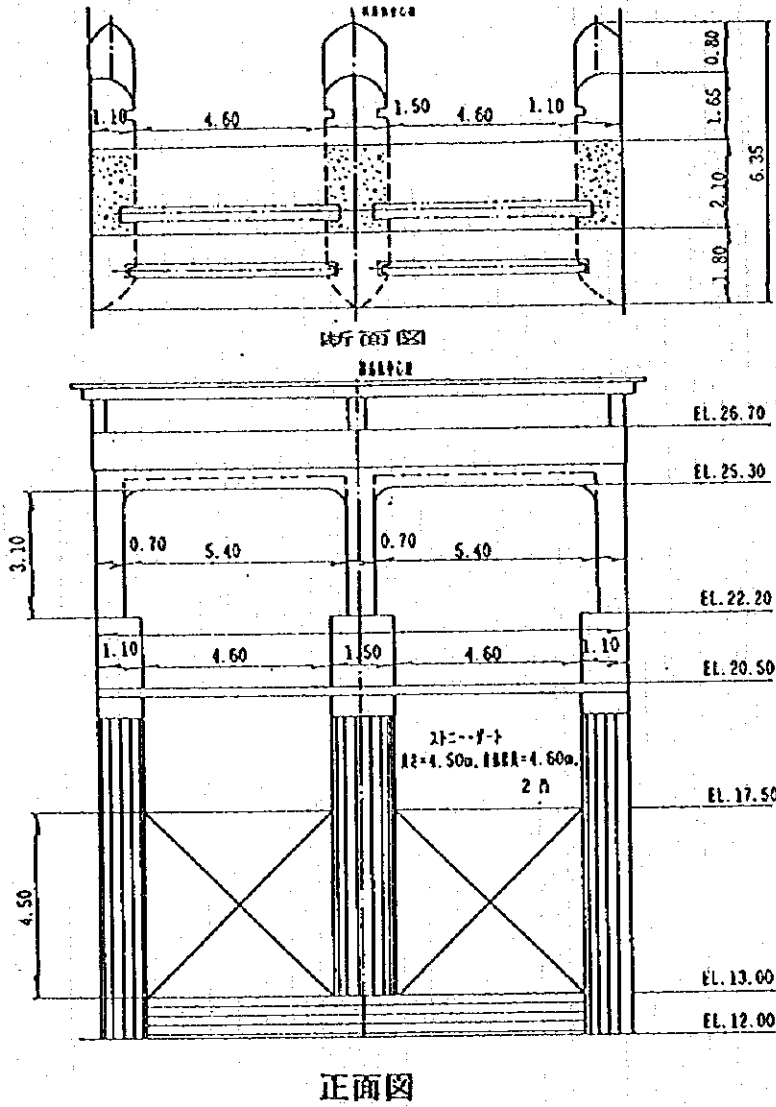
正面図



側面図

注) すべての寸法・標高は、
メーター表示である。
EL:標高、WL:水位

図 2-3 左岸土砂吐門柱図



注) すべての寸法・標高は、
メートル表示である。
EL:標高、IL:水位

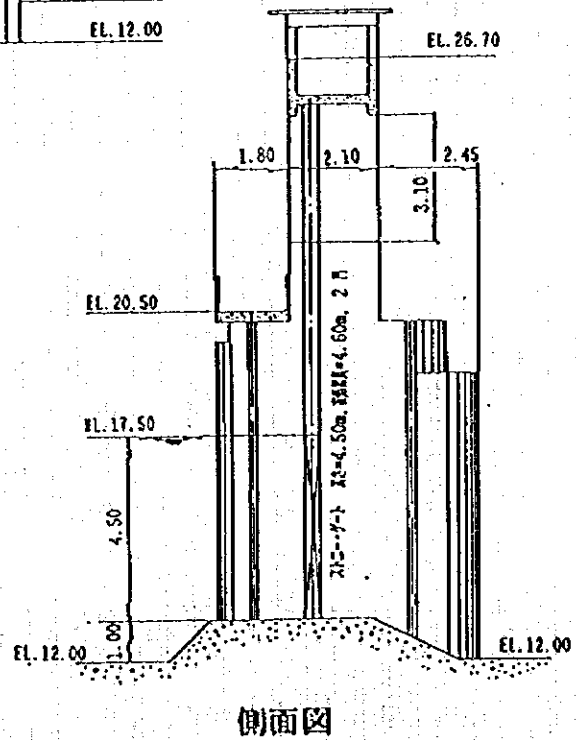
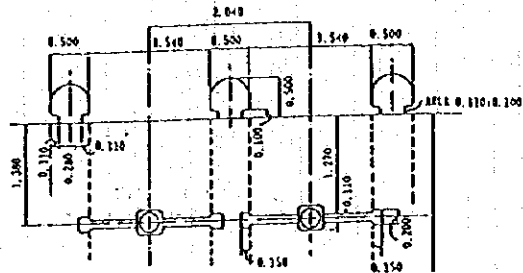
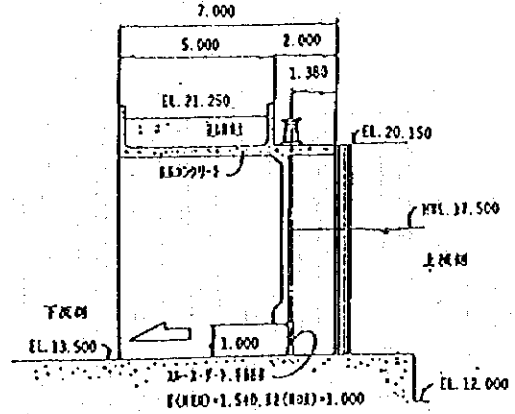


図 2-4 右岸取水工図

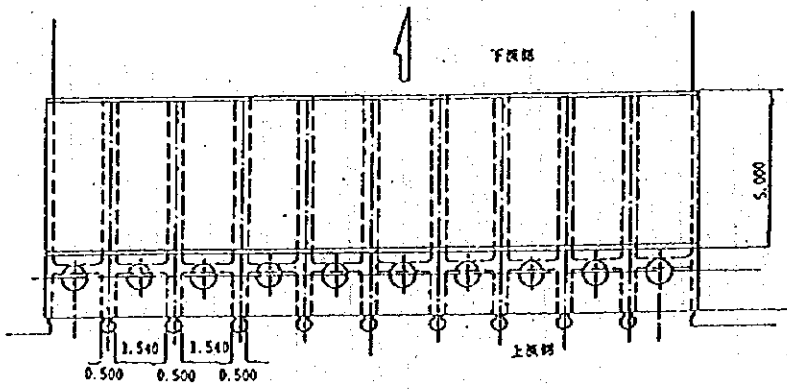
注・すべての寸法・標高は、メーター表示である。
 EL: 標高 HVL: 高水位



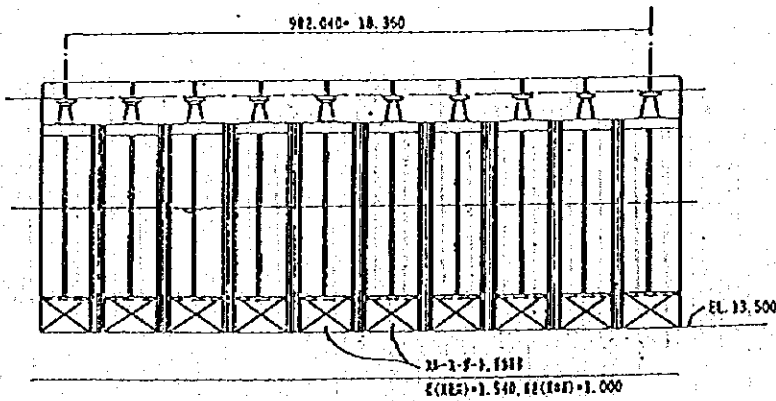
取水工 取入部 詳細平面図



側面図



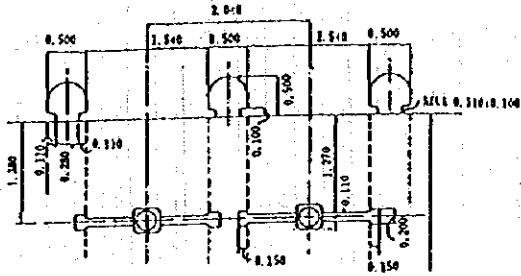
平面図



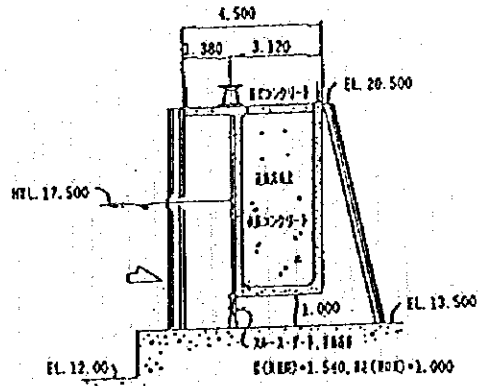
正面図

図 2-5 左岸取水工図

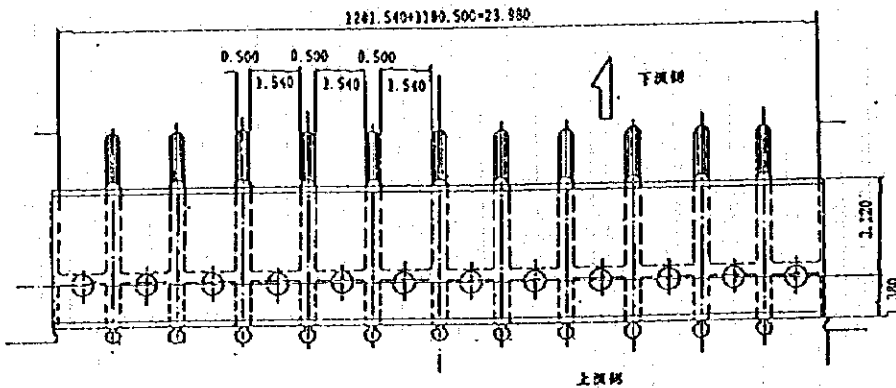
(注) すべての寸法・標高は、
メートル表示である。
EL : 標高
HWL : 高水位



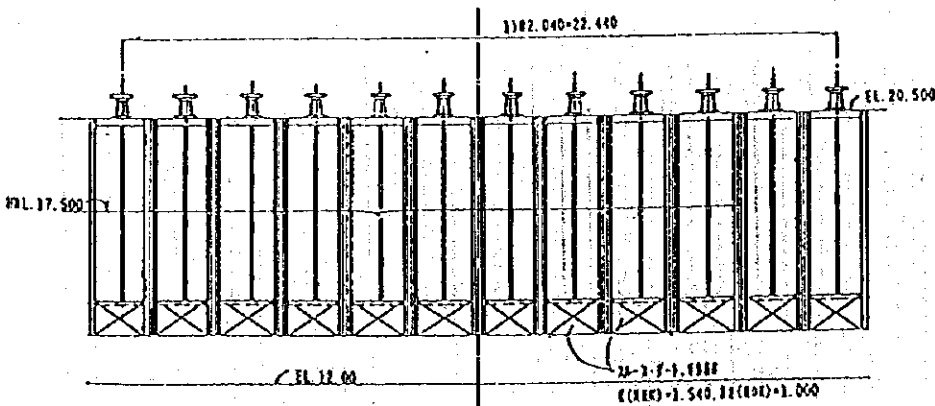
取水工 取入部 詳細平面図



側面図



平面図



正面図