

東ティモール民主共和国
農業水産省
灌漑水管理局

東ティモール国
ブルト灌漑施設改修計画
準備調査報告書

平成25年9月
(2013年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

NTCインターナショナル株式会社

農村
CR (3)
13 - 094

序 文

独立行政法人国際協力機構は、東ティモール民主共和国ブルト灌漑施設改修計画にかかる準備調査を実施することを決定し、同調査をNTCインターナショナル株式会社に委託しました。

調査団は、平成25年3月から8月まで、東ティモールの政府関係者と協議を行うとともに、事業対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本事業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。

終わりに、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25年9月

独立行政法人国際協力機構
農村開発部
部長 熊代 輝義

要 約

1. 国の概要

東ティモール国（以下「東ティ」国とする）における農業分野は、同国の就業人口の70%を、GDPの40%（2010年）を占める基幹産業であるが、地方では農業が唯一の産業である。しかし、その生産性は低く、市場へのアクセスも不十分であるため生計のレベルも低く、2007年のデータによると国民の約半数が貧困ライン以下で生活している。また生産に係る技術のみならず、農民組織をはじめとする互助組織の脆弱さといった農業生産を取り巻く社会状況にも課題が見られる。これらの状況下、当国のコメ自給率は65%（農業水産省 2011/12年）と低く、毎年他国より輸入ないし支援が必要とされており、農業分野において政府は食料自給率の向上を重点課題としている。

国家開発計画としては2011年7月に発表された「Strategic Development Plan（2011～2030）」（以下「SDP」とする）があり、基幹産業の育成、農業セクターの強化、観光開発等を通じ、今後20年の間に「中所得国」入りすること、また、国民一人ひとりが基礎的な社会サービスの恩恵に浴することができる国家となることを目標に掲げている。

「東ティ」国の社会状況については、2002年5月の独立後、同年12月に発生したディリでの暴動以降大きな混乱は見られず、2005年6月には国連平和維持軍（PKF）が完全撤退した。しかし、2006年5月に西部出身の離脱兵士による抗議活動に関連した騒乱が発生したため、2006年8月に設立された国連東ティモール統合ミッション（UNMIT）により治安の回復が図られてきた。その後、治安状況が安定してきたことから、国連警察（UNPOL）を担当した国連PKOの要員は2012年12月までに撤退した。

経済状況としては、2006年は騒乱により実質マイナス成長となったが、翌年には回復しそれ以後は10%前後の高い実質GDP成長率（資源収入含まず）を示している。

政府は、今後20年以内に持続可能な経済を構築することを最大目標としており、(1)石油収入に依存する経済構造から脱却し経済の多角化を図ること、(2)政府主導型から持続可能かつ均衡ある成長を目指すこと、(3)国民一人当たりのGDPを6,000ドルへ増加し、低所得国から中所得国へ移行することを目標にしている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「東ティ」国の国土面積は約1万4,900平方キロメートルで、その人口約118万人（世界銀行2011年）の70%以上が地方・農村地域に居住しており、産業別就業者数でも7割が農業セクターに従事している。その生産額は、非石油産業GDPの40%前後、非石油産業輸出額の80%を占める。

しかしながら、同国の農業は、粗放的な農業形態と低い生産性に特徴づけられ、メイズ、キャッサバ等のイモ類とともに同国の主食の1つであるコメの生産性は、2006年度実績で1.76t/ha、2010年には2t/ha前後と改善傾向にあるものの、依然として非常に低い。また、コメの自給率は40～50%にとどまっており、「東ティ」国の食料安全保障及び経済開発の実現のためには、コメの生産拡大が課題となっている。

バウカウ県とマナツト県の境界付近に位置するブルト灌漑地区は、「東ティ」国政府がコメの生産拡大施策として特定した9か所の優先灌漑地区の1つで、マーケットへのアクセスが良く、農

民の生産意欲も他地域に比べて高い。一方で、既存取水工はいずれも伝統的な粗朶柵渠による簡易な構造であり、洪水による取水工の崩壊や土砂堆積による水路の機能喪失により、安定的な水供給ができない状況にある。長期的かつ安定的な用水供給のためには、より耐久性の高い取水施設の整備が喫緊の課題となっている。

本要請はJICAによって実施された「東ティモール国灌漑稲作セクター準備調査」（以下、「セクター準備調査」）におけるプレF/S調査に基づくものであり、事業実施の資金と適切な技術を有していない同国から我が国に無償資金協力の要請があった。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「東ティ」国で灌漑施設改修により食料増産のポテンシャルが高いブルト灌漑システムの改修と機能回復により、コメ自給率の向上と農業生産性拡大に寄与することを目的とし、「東ティ」国側からの要請に対する現地調査や調査結果を踏まえた協議を行い、要請書の内容に基づき、以下の内容により概略設計を策定することとした。なお、追加の要請事項はない。

現地調査は以下の工程で実施した。

- 第1回現地調査：2012年10月29日～12月19日（52日間）
- 第2回現地調査：2013年6月29日～7月10日（12日間）

この他に、コンサルタントは単独で、次の補足現地調査を実施した。

- 補足現地調査：2013年3月21日～4月5日（16日間）

施設計画概要

項目	コンポーネント	仕 様
1. 灌漑施設	取水工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 固定堰200m（土砂吐水門及びピアの8.2m幅を含む） ・ 沈砂池：50m×8m（4m×2連） ・ 導水路：236.24m（沈砂池、トランジション水路を含む） ・ 護岸工（導流壁）：半重力式擁壁（取水工左右岸）H=9.6～8.1m（堰軸断面） ・ 導流堤：土堰堤（取水工左岸上流）H=7～8m ・ ゲート管理室（5m×12m=60m²） ・ 左岸導水路（管路敷設）
	灌漑水路	<ul style="list-style-type: none"> ・ 幹線水路：12.3km（練石積み水路、底版はコンクリート張り） 流量：1.92～0.11 m³/sec ・ 2次水路：16路線15.4km、流量：1.17～0.11 m³/sec 土水路（延長の長い水路は上流区間で練石積み水路） ・ 付帯工：分土工、落差工、横断排水工、ゲート等 ・ 水路管理用道路：砂利舗装（新設1.3 km）
2. 排水施設	排水路	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水路2路線：約4.6km（土水路） ・ 分散堰：4箇所（小流量の洪水の灌漑利用）
3. 河川工	河岸護岸工	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベマセ川左岸約600m（ジャカゴによる護岸）
4. 建築	水利組合集会所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事務所・集会所（87m²）、トイレ（別棟17.5m²） 簡易浄化槽、水槽
5. 展示圃場	圃場整形	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2地区、0.6haの圃場の畦畔の整形
6. ソフトコンポーネント	水利組合の設立・強化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水利用組合（WUA）の設立、水管理技術の指導、灌漑施設の操作、維持管理に関わる技術移転

(1) 上位計画とプロジェクト目標

本事業に対する「東ティ」国の上位計画としては、戦略的開発計画（Strategic Development Plan: SDP /2011－2030）があり、そのうち農業分野では、2020年までのコメの増産目標として、次の3項目が掲げられている。

- ①灌漑稲作面積が50,000haから70,000haに増加する。
- ②コメの単収が単位収量1.43 ton/ha から2.02 ton/ha（2030年）に増加する。
- ③2030年までに農家レベルの貯蔵損失が20%から5%に減少する。

「東ティ」国はこれらの目標達成の一環として、Irrigation Development Planを計画し、国内の9ヶ所で優先プロジェクトを提案していた。今回のブルト灌漑地区は、その中の1地区であり、政府の開発方針に沿ったものである。現在、残りの地区のうち3地区（Calaulun、Beikala、Raivere）について、自国の予算で事業を推進中である。

本プロジェクト目標は、ブルト灌漑地区を対象に、灌漑施設の改修及び建設と共に、水利組合強化のためのソフトコンポーネントを実施することにより、コメ栽培面積の拡大と生産量の増大を図り、これにより上位目標である「コメの増産による自給率の向上と受益者農民の生活レベルの向上」に寄与することである。

ブルト灌漑地区は、「東ティ」国においても大規模な灌漑地区であり増産効果は大きく、取水工建設により雨期の灌漑水の安定供給が可能となり生産性が向上するほか、乾期灌漑稲作面積が拡大し、販売価格も有利な乾期の米生産量が増加する。

前述の上位目標とプロジェクト目標を達成するには、気候変動（異常洪水等）も考慮した恒久施設による用水の安定取水と供給が不可欠であり、ハード面の施設新設・改修とソフトコンポーネントによる施設維持管理能力の向上が必要である。

(2) 基本方針

協力対象事業の策定にあたり、プロジェクト実施に対する我が国無償資金協力の位置付け、効果、技術的・経済的妥当性を検証し、適切な協力事業の成果を得るために必要かつ最適な施設設計を行うことを基本方針とする。

施設設計では、水源となるレイア川に安定的取水を行うための頭首工と取水ゲートを設置し、そこで取水される灌漑用水を、対象灌漑面積の780haの農地に搬送・配水するための幹線水路と支線水路の整備を行う計画である。その他の施設としては、地区内の雨水排除のために、2本の排水路の改修や、ベマセ川沿いの幹線水路を守るための河川護岸工、及び受益者農民により設立される水利組合のための集会所の建設などを行う方針である。

建設予定の取水工計画地点には、以前に右岸側に取水ゲートが設置されていたが、洪水により崩壊し、以後使われていない。この取水ゲートに接続していた幹線水路は、壊れた取水ゲートのやや下流地点で川に接続し、取水可能な雨期のみ取水し灌漑可能な地区へ送水しているが、水路底高が高いため河川の高水位時期でないと取水できない点や、水路が土水路構造のため、断面の崩壊や土砂堆積などが発生し、十分な通水断面を確保できていないのが実情である。

対象となる灌漑システムの機能回復をはかることを目的とした、先方の要請内容に対し、今回の現地調査結果に基づき、協力対象を以下の範囲に変更し、内容を明確にした。要請内容の変更としては、頭首工施設に関する構成施設の明確化として、沈砂池とゲート操作室の記載追加、及び水路関連付帯施設として、水管理組合（WUA）集会所と護岸工、試験圃区に関して追加記載された。

(3) 自然環境条件に対する方針

・ 洪水流量

ラレイア川の流量観測データは、インドネシア統治時代の10年間分があるのみで、その精度は不十分である。今回の現地踏査では、河川の縦横断測量を実施するとともに、水位痕跡と近傍住民からの聞き取り等をもとに、洪水量を算定した。

設計洪水量としては、100年に一度の発生規模とし、計算によると $1,500\text{m}^3/\text{s}$ と算定された。

・ 渇水流量

同様に、乾期の渇水流量として、5年に1度発生 of 渇水量を算定し、雨期・乾期に灌漑が可能となる稲作面積の算定データとした。

この検討から、雨期の水量としては、代かき等が始まる2月初めには十分な流量が確保でき、計画面積の780haが灌漑できること、及び乾期の水量からは、計画面積の半分の390haが灌漑稲作可能と判断された。

・ 取水工予定地点の地質

現地での掘削機を使つての地質確認調査から、左右岸の土砂堆積部については、表層の2～3m程度は細粒分の多いシルト質から砂層の地盤と確認され、それより下層では玉石混じりの砂礫層が確認された。河床部では、表層の2mでは砂層（細粒分は少）が確認され、それより下層の3m程度では玉石混じりの砂礫層が確認された。

河床から3m以深部分は玉石混じりの地層であり、構造物の基礎位置としては十分な強度が期待できると判明した。河床から3～4mまでの透水係数は $2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ と透水性が高い数値が計測されており、基礎の浸透抑制に対する構造に留意が必要であると判断されることから、これらの結果に対して十分安全性を有する施設設計を行う方針とした。

(4) 営農・灌漑（施設）条件

本事業は、取水施設の新設、用水路の改修・延長などによるブルト灌漑システムの改修・機能向上が主な目的であり、灌漑用水の安定取水により、農家の営農環境は改善され生計が向上する計画である。雨期稲作の安定生産とともに、乾期稲作も全体受益地の約半分の面積で可能となり、コメの収穫量が増大し、国家の食料自給率の達成に貢献する。

このコメ増産の支援策として、普及員による営農指導も強化される予定である。これまでに、灌漑地区内の約3割の範囲でICM（総合的作物管理）農法による営農改善が進められており、稲作収量が約2割アップとなる成果を得ている。このICM農法等の指導をその他の範囲にも広げること、更なる生産性の向上を目指す。その他に、効果的な水管理及び灌漑施設の維持管理に関する

技術習得のために、ソフトコンポーネントを実施する予定である。

(5) 社会・経済状況に対する方針

ブルト灌漑システムの改修が実施され、営農状況が改善されることにより、受益者のコメ生産量の増加と、それによる生計向上が実現し、地域経済にも正の影響をもたらすと考えられる。さらに、ブルト灌漑地区では、一部の農家だけが大規模な土地を所有し、大きな利益を得るというケースは見受けられず、本協力事業は多くの世帯に同等の裨益を及ぼすと予想される。

本事業は、伝統的な灌漑システムにより、低収量と不安定な稲作を実施しているブルト灌漑地区に対して、近代的な灌漑システムの導入と既存施設の改善により、受益者の収量増大と生計向上を図るものであり、現在の農民の生活習慣等を大きく変えるものではない。

また、ジェンダーの視点から、コミュニティ内及び家庭内での農作業は、男女共同で行うことが恒例であり、作付面積の拡大が女性のみにも負担を与えることはないと判断される。

(6) 建設事情／調達事情に関する方針

現在「東ティ」国には、現地人の運営による施工業者（中堅規模が5～6社）とともに、オーストラリア等の外資系の建設会社がある。しかし、現地人経営の施工業者の大部分は小規模であり、首都ディリを中心として道路工事や河川関係の護岸工事、ビル工事などを請負っている会社が大部分である。

建設機械や工事技能者も相応には所有しており、工事の難易度があまり高くない土工事やコンクリート工事等については対応可能であり、本事業が無償資金協力事業として実施された場合には、元請けの日本企業の十分な品質管理のもとで、下請企業として参画することは可能と判断される。

現在「東ティ」国では、日本国の円借款による国道1号線改修計画や自国資金による灌漑事業（3件）などの調査や工事が進んでいるが、大半の建設資材は輸入されるため、外国の建設工事等に影響されて高騰が続いているほか、労務技能者の不足も続いている。このため、建設重機やコンクリートプラントなどは価格検討によるが、調達が難しい場合には日本あるいは近隣先進国からの搬入を検討する。

(7) 運営・維持管理に対する対応方針

ソフトコンポーネントを実施して支援活動を行い、必要な知識や技術の習得と維持管理の持続性を計る。

- ・ 本事業で新設、改修される灌漑施設の有効な運営・維持管理を計るため、灌漑水管理局を支援して水利組合を設立する。
- ・ 本事業で整備された灌漑施設の長期活用を図るため、組合員に対し維持管理技術の理解・習得を図る。
- ・ 向上した施設能力を有効に機能させるために、組合員に対して適切な水管理方法（ゲート操作）の習得を図る。

(8) 施設のグレードの設定に係る方針

自然環境条件や対象地区の規模から、ブルト灌漑地区の施設計画は以下の条件となる。

- ・ 設計取水量 : 2.40m³/s (最大取水量)
- ・ 計画洪水量 : 1,500 m³/s (1/100 年確率)

対象となる計画洪水量 (1,500 m³/s) はかなり大きな流量であり、計画予定の頭首工や護岸工については洪水に対して十分な安定性を有し、長期的に施設機能が維持される構造とすることが必要である。

河川外施設についても同様に、現地での維持管理が可能であることが長期的な施設機能の維持につながると考えられることから、これを前提に改修や補修計画を行う方針とする。

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本工事の実施工程は、次のとおりである。

- ・ 実施設計 : 約3.0ヶ月
- ・ 入札・契約期間 : 約2.5ヶ月
- ・ 建設工事 : 約20.0ヶ月 (準備工事から工事完了まで)

また、概略事業費は、14.25億円 (日本側負担分: 11.92億円、「東ティ」国側負担分:2.33億円) である。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

「東ティ」国の戦略的開発計画 (2011-2030年) において重要セクターと位置づけられている農業部門の目標は食料安全保障の向上、農村貧困低減、自給農業から農作物・畜産・水産の商業的農業への移行支援、環境持続性増進、国家自然資源保護である。これに沿い戦略、行動、目標が段階的に設定されているが、このうち本事業との関連箇所を以下に示す。

- ・ 2011-2015 年 (短期) : コメの生産量が 37,500ton から 61,262ton へ増加する。
- ・ 2016-2020 年 (中期) : 食料供給が需要を上回る。
灌漑稲作面積が50,000haから70,000haへ40%増加する。
- ・ 2021-2030 年 (長期) : コメの貯蔵ロスを 20%から 5%に削減する。

これから分かるように、コメの生産を増大し食料自給を目指しており、その方策として灌漑開発を行うことが示されている。本灌漑整備事業はこの施策に沿ったものである。

我が国は「東ティ」国に対し、「復興から経済成長への基盤づくり支援」を援助の基本方針としている。戦略開発計画を踏まえ、東南アジア地域の安定と繁栄および人間の安全保障の観点から、「経済活動活性化のための基盤づくり」、「農業・農村開発」および「政府・公共セクターの能力向上」の3つを支援の重点分野としている。このうちの「農業・農村開発」分野の援助方針を、雇用促進と貧困削減および食料安全保障のため、同国の主要産業である農業セクターについて、生産性および食料自給率の向上並びにアグリビジネスの促進のための支援を行うこととしている。本プロジェクトはこの援助方針に沿った内容であり、妥当性が高いと判断される。

(2) 有効性

本事業の実施により見込まれる定量的・定性的効果は以下の通りである。

• 定量的効果

本プロジェクトは地区内のコメの生産量増加を主目的とし、事業完了後3年目（目標年）のコメの生産計画を下表のように設定する。

定量的効果指標

指標名		基準値 (2012年)	目標値 (2018年) 【事業完成3年後】
コメの単収 (ton/ha)	通年	1.87	2.50
コメの作付面積 (ha)	雨期	473	540
	乾期	61	270
灌漑面積 (ha)	雨期	331	540
	乾期	61	270

• 定性的効果

- 対象地域のコメの生産量が増加することで、農民の生計が向上する。
- 幹線水路のライニング化（側壁：練石積み、底版：コンクリート）に伴い、頻繁な土水路補修に要していた労働力をコメ栽培に振り替えることで、生産性が向上する。
- 水路に附帯する管理用道路が整備されることにより、農業機械や運搬車輛等の通行が容易になり、生産性が向上する。

目 次

序 文

要 約

目 次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト

略語表／単 位

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-2
1-2 無償資金協力の背景・経緯および概要	1-2
1-2-1 要請の背景・経緯	1-2
1-2-2 協力準備調査および概略設計の結果	1-3
1-3 我が国の援助動向	1-5
1-4 他ドナーの援助動向	1-5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-1
2-1-3 技術水準	2-4
2-1-4 既存施設・機材	2-5
2-1-4-1 対象施設の概況	2-5
2-1-4-2 施設の現状と課題	2-5
2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-5
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-5
2-2-2 自然条件	2-6
2-2-2-1 地形・地質区分	2-6
2-2-2-2 ブルト灌漑地区の気象条件	2-7
2-2-2-3 ラレイア川とベマセ川の流況	2-8
2-2-2-4 自然条件調査結果	2-9
2-2-2-5 農業調査	2-15
2-2-3 環境社会配慮	2-22
2-2-3-1 環境影響評価	2-22
2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	2-22

2-2-3-1-2	ベースとなる環境及び社会の状況	2-22
2-2-3-1-3	相手国の環境社会配慮制度・組織	2-24
2-2-3-1-4	代替案の比較検討	2-28
2-2-3-1-5	スコーピング	2-28
2-2-3-1-6	環境社会配慮調査のTOR	2-30
2-2-3-1-7	環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	2-30
2-2-3-1-8	環境評価	2-30
2-2-3-1-9	緩和策および緩和策実施のための費用	2-32
2-2-3-1-10	環境管理計画・モニタリング計画	2-34
2-2-3-1-11	ステークホルダー協議	2-36
2-2-3-2	用地取得・住民移転	2-37
2-2-3-2-1	用地取得・住民移転の必要性	2-37
2-2-3-2-2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	2-37
2-2-3-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-40
2-2-3-2-4	補償・支援の具体策	2-41
2-2-3-2-5	苦情処理メカニズム	2-42
2-2-3-2-6	実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）	2-42
2-2-3-2-7	実施スケジュール	2-43
2-2-3-2-8	費用と財源	2-43
2-2-3-2-9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	2-43
2-2-3-2-10	住民協議	2-43
2-2-3-3	その他	2-44
2-2-3-3-1	モニタリングフォーム案	2-44
2-2-3-3-2	環境チェックリスト	2-44
2-2-3-3-3	その他	2-44
2-3	その他（グローバルイシュー等）	2-44
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-4
3-2-1-3	営農・灌漑（施設）条件	3-4
3-2-1-4	社会・経済状況に対する方針	3-5
3-2-1-5	建設事情／調達事情に関する方針	3-5
3-2-1-6	現地業者（建設会社）の活用に係る方針	3-6
3-2-1-7	運営・維持管理に対する方針	3-6
3-2-1-8	施設のグレードの設定に係る方針	3-6
3-2-1-9	工法／調達方法、工期に係る方針	3-7

3-2-2	基本計画（施設計画）	3-8
3-2-2-1	灌漑計画	3-8
3-2-2-2	計画洪水量の算定	3-11
3-2-2-3	取水工計画	3-16
3-2-2-4	灌漑水路	3-42
3-2-2-5	排水路工	3-58
3-2-2-6	河川護岸工	3-62
3-2-2-7	水利組合集会所およびゲート管理室・資機材倉庫	3-65
3-2-3	概略設計図	3-67
3-2-4	施工計画／調達計画	3-112
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-112
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-114
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-115
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-116
3-2-4-5	品質管理計画	3-117
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-117
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-119
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-119
3-2-4-9	展示圃場	3-122
3-2-4-10	実施工程	3-123
3-3	相手国側分担事業の概要	3-125
3-3-1	施工区分／調達区分に係る負担事項	3-125
3-3-2	ソフトコンポーネント計画に係る負担事項	3-125
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-126
3-4-1	運営・維持管理体制	3-126
3-4-2	運営・維持管理計画	3-126
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-128
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-128
3-5-1-1	日本国負担経費	3-128
3-5-1-2	「東ティ」国負担経費	3-128
3-5-1-3	積算条件	3-128
3-5-2	運営・維持管理費	3-129
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手国側の投入（負担）事項	4-1
4-3	外部条件	4-2
4-4	プロジェクトの評価	4-2
4-4-1	妥当性	4-2
4-4-2	有効性	4-3

資 料

資料1	調査団員・氏名	.....	A1-1
資料2	調査行程	.....	A2-1
資料3	関係者（面会者）リスト	.....	A3-1
資料4	討議議事録（M/D）	.....	A4-1
	（1）第一回現地調査	.....	A4-1
	（2）第二回現地調査（報告書案説明）	.....	A4-16
資料5	ソフトコンポーネント計画書	.....	A5-1
資料6	用地取得者リスト	.....	A6-1
資料7	粒度分析調査	.....	A7-1
資料8	流量観測結果	.....	A8-1
資料9	環境モニタリングフォーム	.....	A9-1
資料10	環境チェックリスト	.....	A10-1
資料11	住民協議議事録	.....	A11-1
	（1）2013年11月16日付議事録	.....	A11-1
	（2）2013年11月22日付議事録	.....	A11-4
	（3）2013年12月12日付議事録	.....	A11-9



完成予想図

写 真



写真1 固定堰建設予定地点。右岸側に取水工、導水路、沈砂池、ゲート管理室等を建設予定。



写真-2 頭首工設置候補位置
 河川左岸側が大きく右側に蛇行して川幅が狭くなる。また、同箇所にはホーリーストーンがあり、川幅をさらに狭くしている。



写真-3 ホーリーストーン
 頭首工設置計画位置傍には、ホーリーストーンがあり、現地住民にとって貴重とされる石があるため、取り扱いに留意する必要がある。



写真4 旧取水工と旧護岸工
 洪水により、旧取水工及び旧護岸工が崩壊し、そのまま放置されている。



写真-5 旧取水工地点の放流ゲート跡
 頭首工建設予定地点の右岸に放置されている、崩壊したままの放流ゲート跡。

写 真

	
<p>写真-6 既存水路（土水路） 頭首工設置候補地の下流約 0.5km 地点の既存幹線水路状況。地元農民により維持管理が実施されている。計画では練石積み水路に改修。</p>	<p>写真-7 既存水路（土水路） 計画対象地区内の改修予定の既存用水路。点線内のように土砂の堆積により水路断面が狭小となり流下を阻害しているところが多い。</p>
	
<p>写真-8 既存二次用水路（土水路） 各圃場へ配水している既存二次水路。灌漑期前には、農民組織が堆砂除去、断面整形を実施。</p>	<p>写真-9 国道一号線拡張計画との関係 幹線水路は国道左側に設置予定であり、国道の拡幅は右側となるよう公共事業省に要請済み。</p>
	
<p>写真-10 田植え風景 雨期の田植え状況。ハンドトラクターにより代掻き・均平後に人手による田植え実施。</p>	<p>写真-11 水牛による代掻き 未だ一部では、水牛による代掻きが実施されているが、水牛の利用は減っている。</p>

写 真

	
<p>写真-12 Vemassee 河川岸 プロジェクト対象地域に面しており、洪水により浸食を受けている。河川護岸工としてフトンカゴを L=600m 区間に設置予定である。</p>	<p>写真-13 排水路終点周辺沼地（写真左側） 排水路設置候補地の下流周辺は、沼地となっており、2~3m の葦が茂っている。（点線内）</p>
	
<p>写真-14 ラレイア川国道橋地点の乾期流況</p>	<p>写真-15 ラレイア川国道橋地点の雨期流況</p>
	
<p>写真-16 水利組合集会所建設候補地 国道のそばであり、集落に隣接する場所である。また、ラレイア、バマセの両村の中間地点である。</p>	<p>写真-17 二次水路の清掃 バマセ地区農民による雨期作前の土水路の維持管理作業。組織的に清掃等を行っている。</p>

写 真

	
<p>写真 18 土地所有者調査 水路計画位置に測量引照杭を打設し、周辺の土地所有者の確認を行った。</p>	<p>写真 19 流量観測 流量確認のための水位観測用の量水標設置</p>
	
<p>写真 20 減水深調査 現地調査員による減水深調査。</p>	<p>写真 21 バウカウ県農業事務所農機倉庫 バウカウ県農業事務所の農機倉庫に格納されている農業機械。</p>
	
<p>写真-22 ラレイア地区農民集会 取水施設等の灌漑施設に関する計画内容説明及び用地取得に関する説明の実施。出席者からは、計画及び用地取得に関して同意を得た。</p>	<p>写真-23 ベマセ地区農民集会 灌漑施設等の計画内容説明及び用地取得に関する説明の実施。説明会では、出席者からは計画及び用地取得に関して同意を得た。</p>

図表リスト

<u>図リスト</u>	
図2-1 農業水産省組織図.....	2-2
図2-2 灌漑水管理局組織図.....	2-3
図2-3 県農業事務所組織図（バウカウ県を例示：普及部の準県構成以外は他県も同じ） ..	2-3
図2-4 「東ティ」国の土壌図.....	2-6
図2-5 「東ティ」国北部地域における降水量と降水パターン.....	2-7
図2-6 等雨量線図（年間雨量）.....	2-7
図2-7 ラレイア川洪水量.....	2-8
図2-8 ベマセ川洪水量.....	2-8
図2-9 土質調査位置.....	2-10
図2-10 粒度分布結果.....	2-10
図2-11 測量再委託全体計画図.....	2-12
図2-12 ラレイア川縦横断測量 計画図.....	2-12
図2-13 取水工予定地左岸測量 平面図.....	2-13
図2-14 幹線水路路線測量 平面図.....	2-13
図2-15 ラレイア川における日流量観測結果.....	2-14
図2-16 ラレイア川流量・水位観測結果により作成したH-Qカーブ.....	2-14
図2-17 受益地における栽培品種の割合.....	2-18
図2-18 ブルト地区の現況作付パターン及び作付面積.....	2-18
図2-19 余剰米を販売する農家の割合.....	2-21
図2-20 東ティモールの保護地域.....	2-23
図2-21 環境総局の組織図.....	2-27
図2-22 工事期間中の環境モニタリング計画実施組織（案）.....	2-35
図3-1 要請内容対象位置図.....	3-3
図3-2 灌漑計画.....	3-10
図3-3 観測所位置図.....	3-11
図3-4 ラレイア川支川流域図.....	3-12
図3-5 取水工地質縦断図.....	3-20
図3-6 固定堰断面図.....	3-22
図3-7 土砂吐上流部水路説明図.....	3-23
図3-8 土砂吐水路縦断図.....	3-24
図3-9 取水工敷高.....	3-24
図3-10 沈砂池区間における水理状況.....	3-26
図3-11 土粒子粒径と沈降速度の関係.....	3-26
図3-12 余水吐水路平面図.....	3-27
図3-13 堰下流水位の影響による流量係数の変化.....	3-28
図3-14 余水吐下流暗渠断面図.....	3-28
図3-15 自然跳水の跳水長さ.....	3-29

図3-16	余水吐下流暗渠水路縦断図.....	3-29
図3-17	排砂暗渠平面縦断図.....	3-30
図3-18	排砂ゲート断面図.....	3-30
図3-19	取水工導水路 水理縦断図.....	3-34
図3-20	水路基礎改良工事区間.....	3-35
図3-21	固定堰断面図.....	3-36
図3-22	取水工左岸伝統的灌漑システム位置図.....	3-38
図3-23	取水工堰軸縦断図.....	3-39
図3-24	取水工計画縦・平面図.....	3-41
図3-25	灌漑水路路線図.....	3-45
図3-26	1m落差工の標準断面図.....	3-47
図3-27	0.5m落差工の標準断面図.....	3-48
図3-28	管理用道路標準断面図.....	3-49
図3-29	国道横断橋標準断面図.....	3-50
図3-30	水路横断橋標準断面図.....	3-50
図3-31	橋梁位置図.....	3-52
図3-32	水路横断排水工流域界図.....	3-53
図3-33	水路横断排水工位置図.....	3-57
図3-34	排水路計画路線図.....	3-58
図3-35	排水区間（排水路1）.....	3-59
図3-36	排水路上流部 既存排水路区間.....	3-59
図3-37	排水路下流部 湿地区間.....	3-60
図3-38	排水区間（排水路2）.....	3-60
図3-39	排水路上流部 既存排水路区間.....	3-61
図3-40	排水路下流部 湿地区間.....	3-61
図3-41	護岸工位置図.....	3-62
図3-42	護岸工の必要検討.....	3-62
図3-43	河川護岸工施工区間.....	3-63
図3-44	ベマセ川洪水位と護岸天端高の関係.....	3-64
図3-45	護岸工標準断面図.....	3-64
図3-46	ブルト灌漑地区の計画施設配置図.....	3-112
図3-47	事業実施体制図.....	3-113
図3-48	展示圃場位置図.....	3-123
図3-49	支援機関と水利組合の組織状況.....	3-126

表リスト

表1-1	施設計画概要.....	1-4
表1-2	我が国の対東ティモールに対する経済協力実績（2007年～2011年）.....	1-5
表1-3	過去及び現在進行中の関連案件（農業・農村開発分野）.....	1-5
表1-4	他ドナーの援助状況（農業セクター）.....	1-6

表2-1	農業水産省及び灌漑水管理局の過去4年間の予算の推移	2-1
表2-2	マナツト県農業部門の予算状況	2-4
表2-3	バウカウ県農業部門の予算状況	2-4
表2-4	取水工地点における月平均流量	2-8
表2-5	現地再委託調査内容	2-9
表2-6	米の自給状況	2-15
表2-7	バウカウ・マナツト両県のコメの収穫量	2-15
表2-8	バウカウ・マナツト両県のICM農法の普及状況（2010年）	2-16
表2-9	バウカウ・マナツト両県における政府からの肥料の支援状況	2-16
表2-10	全国・バウカウ・マナツト県に供与した大・中型トラクターおよびハンドトラクター	2-17
表2-11	輸入米と国産米（精米）の価格変動（2010年）	2-17
表2-12	経営規模の分布	2-19
表2-13	単収の分布	2-19
表2-14	主要コンポーネント	2-22
表2-15	対象地域の人口情報	2-23
表2-16	農畜水産業の環境カテゴリー区分	2-24
表2-17	環境関連組織	2-27
表2-18	環境影響項目のスコアリング	2-28
表2-19	環境社会配慮調査のTOR	2-30
表2-20	環境社会配慮調査の結果	2-30
表2-21	環境影響項目の評価	2-31
表2-22	環境影響に対する緩和策	2-32
表2-23	環境モニタリング計画	2-34
表2-24	公聴会における主なコメントとその対応策	2-36
表2-25	用地取得・住民移転にかかる法的枠組みの検討	2-38
表2-26	インフォームドコンセントのクライテリア	2-39
表2-27	用地取得の規模	2-40
表2-28	補償の実施方法	2-42
表3-1	要請書のコンポーネント（報告書の表記と要請書の表記の対比）	3-2
表3-2	単位用水量（最大）の計算結果	3-9
表3-3	日最大雨量（デイリ観測所）	3-11
表3-4	確率降雨強度（デイリ観測所）	3-12
表3-5	支川流域、面積及び流域勾配	3-12
表3-6	支川流域の洪水到達時間	3-13
表3-7	到達時間算定結果	3-13
表3-8	洪水到達時間－降雨強度（デイリ降雨資料）	3-14
表3-9	地表の状況による流出率	3-15
表3-10	ラレイア川取水工地点における水位－流量（測量結果に基づく不等流計算による）	3-15
表3-11	確率降雨強度比較（デイリ観測所）	3-16
表3-12	異なる算定法による計画洪水量算定結果	3-16

表3-13	堰長比較一覧表.....	3-18
表3-14	ゲート諸元.....	3-31
表3-15	取水工導水路内の水理諸元.....	3-33
表3-16	コンクリート摩耗防止工法.....	3-37
表3-17	コンクリート摩耗防止工.....	3-37
表3-18	取水施設概要.....	3-40
表3-19	灌漑水路施設概要.....	3-42
表3-20	幹線水路標準断面一覧.....	3-43
表3-21	幹線水路構造諸元.....	3-44
表3-22	二次水路の断面諸元一覧.....	3-44
表3-23	分水工ゲートサイズの区分.....	3-46
表3-24	チェックゲートのサイズと導入数.....	3-47
表3-25	1m落差工の諸元.....	3-48
表3-26	0.5m落差工の諸元.....	3-48
表3-27	管理用道路延長.....	3-49
表3-28	水路横断橋諸元.....	3-50
表3-29	橋梁位置一覧.....	3-51
表3-30	横断排水路工流域面積と排水量.....	3-54
表3-31	水路横断排水工タイプ一覧表.....	3-55
表3-32	水路横断排水工計画諸元一覧表.....	3-56
表3-33	水路横断排水工のタイプ別箇所数.....	3-56
表3-34	概略設計図一覧.....	3-67
表3-35	施工区分／調達・据付区分.....	3-115
表3-36	品質管理計画.....	3-117
表3-37	主要建設資材の調達区分.....	3-118
表3-38	工事用機械の調達区分.....	3-118
表3-39	ソフトコンポーネントの活動内容.....	3-120
表3-40	ソフトコンポーネント実施工程および要員配置.....	3-121
表3-41	ソフトコンポーネントの概算事業費.....	3-122
表3-42	業務実施工程表.....	3-124
表3-43	日常及び定期点検項目・内容.....	3-127
表3-44	「東ティ」国負担経費.....	3-128
表3-45	想定される維持管理費.....	3-129
表4-1	定量的効果指標.....	4-3

略 語 表

略語	英語	日本語
ACIAR	Australian Centre for International Agricultural Research	オーストラリア国際農業研究センター
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
A/P	Authorization to pay	支払い授權書
ASCE	American Society of Civil Engineers	米国土木学会
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
CLN	Centro Logistic National	コメの仲介業者
C/P	Counterpart Part	カウンターパート
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DNAF	Director Nacional de Administração & Finanças (National Directorate for Administration and Finance)	(農業水産省) 総務財務局
DNPP	Director Nacional de Política e Planeamento (National Directorate for Policies and Planning)	(農業水産省) 政策計画局
DNPIAC	Director Nacional das Plantas Industriais e Agro-Comércio (National Directorate for Industrial Crops & Agribusiness)	工芸作物/アグリビジネス局
DNPSE	Director Nacional de Pesquisas e Serviços Especializados (National Directorate for Research & Specialist Services)	研究専門家サービス局
DNAH	Director Nacional de Agricultura e Horticultura (National Directorate for Agriculture & Horticulture)	(農業水産省) 農業園芸局
DNF	Director Nacional das Florestas (National Directorate for Forestry)	(農業水産省) 森林局
DNIGUA/ (NDIWM)	Director Nacional de Irrigação e Gestão da Utilização de Água (National Directorate for Irrigation and Water Use Management)	(農業水産省) 灌漑水管理局
EC	European Commission	欧州委員会
EDF	European Development Fund	欧州開発基金
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価書
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
E/N	Exchange of Note	交換公文
FAO	United Nations Food and Agricultural Organization	国際連合食料農業機関
F/S	Feasibility Study	開発調査
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産

略語	英語	日本語
GFATM	The Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria	世界エイズ・結核・マラリア対策基金
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Inter-natio-nale Zusam-men-arbeit (German Society for International Cooperation)	ドイツ国際協力公社 (旧GTZ)
IBA	Impact and Benefits Agreement	影響・便益同意書
ICM	Integrated Crop Management	総合的作物管理
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MAF	Ministry of Agriculture and Fisheries	農業水産省
MCIE	Ministry of Commerce, Industry and Environment	商工環境省
MOF	Ministry of Finance	財務省
NBSAP	National Biodiversity Strategy and Action Plan	生態系の保全と国家の開発に向けた基本計画
NDE	National Directorate of Environment	(商工環境省) 環境総局
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	経済開発協力機構
PKF	Peacekeeping Force	平和維持軍
PKO	United Nations Peacekeeping Operations	国連維持平和活動
RDTL	Republica Democratia de Timor-Leste	東ティモール民主共和国
SDP	Strategic Development Plan 2011-2030	戦略開発計画2011-2030
SoL	Seeds of Life	オーストラリア国の援助プログラム
SSE	Secretary of State for Environment	環境国務長官
TOR	Terms of Reference	調査内容
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNFPA	United Nations Population Fund	国連人口基金
UNMIT	United Nations Integrated Mission in Timor-Leste	国連東ティモール統合ミッション
UNPOL	United Nations Police	国連警察
WB	World Bank	世界銀行
WUA	Water Users' Association	水利組合

単 位

1US\$=80.38円 (2012年12月：積算使用レート)

1ha=10,000m²

1kg=1,000g

1km=1,000m

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

東ティモール国（以下「東ティ」国とする）における農業分野は、同国の就業人口の70%を、国内総生産（GDP）の40%（2010年）を占める基幹産業であるが、地方では農業が唯一の産業である。

しかし、その生産性は低く、市場へのアクセスも不十分であるため、生計のレベル（IMF 2012年一人当たりGDP:約900US\$）も低く、2007年のデータによると国民の約半数が貧困ライン（世界銀行：1.25US\$/日未満で生活する人）以下で生活している。また生産に係る技術のみならず、農民組織をはじめとする互助組織の脆弱さといった農業生産を取り巻く社会状況にも課題が見られる。これらの状況下、当国のコメ自給率は65%（農業水産省 2011/12年）と低く、毎年他国より輸入ないし支援が必要とされており、農業分野において政府は食料自給率の向上を重点課題としている。

1-1-2 開発計画

現在の国家開発計画としては、①戦略開発計画、②国家優先課題プログラム、及び農業分野に関しては、③農業水産省（MAF）戦略計画、があげられる。

(1) 戦略開発計画（Strategic Development Plan: SDP）

国家開発計画としては2011年7月に発表された「Strategic Development Plan (2011～2030)」(以下「SDP」とする)があり、基幹産業の育成、農業セクターの強化、観光開発等を通じ、今後20年の間に「中所得国」入りすること、また、国民一人ひとりが基礎的な社会サービスの恩恵に浴することができる国家となることを目標に掲げている。

農業セクターにおいては、2020年までに食料の安全保障を確立することを目標として、1)営農技術の向上、2)食料生産の向上（70,000haの灌漑農地の造成、高生産性作物種子の確保、農家レベルでの穀物貯蔵庫の建設）、3)既存灌漑施設の改修により乾期の水源確保を行うことによる自給率の向上、を提示している。

さらに、特定作物としてコメとメイズに対する生産性向上が計画されており、作付面積の拡大のほか、単位面積あたりの収量の増加が計画されている。

(2) 国家優先課題プログラム（National Priorities Programme）

国家優先課題プログラムは2008年より策定され、2010年には「道路と水（灌漑水を含む）」について、「生産性向上による食料の安全保障」が第二課題に挙げられている。この「生産性向上による食料の安全保障」では、食料生産、多様化、農家収入の増加を目的として、①食料の安全保障と栄養状態の改善、②農家人口に対する収入向上手段の提供が挙げられている。

(3) MAF 戦略計画 (Strategic Programme for Promoting Agricultural Growth and Sustainable Food Security in Timor-Leste)

SDP に基づいて、農業水産省の役割と各年度の行動計画を示したもので、2010 年における優先課題としては、①生産性の向上による食料安全保障の強化と、②森林管理、にしている。食料安全保障のプログラムとしては、1)食料増産、農地拡大、コメ・メイズの生産拡大、2)家畜・家禽生産の拡大、3)灌漑施設の建設・改修、4)漁業生産、5)コーヒー生産、国内外の市場開拓、6) 検疫強化、7)県事務所と普及員機能の強化、8)基盤整備、が挙げられている。

1-1-3 社会経済状況

「東ティ」国の社会状況については、2002 年 5 月の独立後、同年 12 月に発生したディリでの暴動以降大きな混乱は見られず、2005 年 6 月には国連平和維持軍 (PKF) が完全撤退した。しかし、2006 年 5 月に西部出身の離脱兵士による抗議活動に関連した騒乱が発生したため、2006 年 8 月に設立された国連東ティモール統合ミッション (UNMIT) により治安の回復が図られてきた。その後、一部ではコメ不足などによる倉庫の襲撃事件などが発生するなど社会不安はまだ残っていたが、大統領選挙や国会議員総選挙が平和裏に終了し、治安状況が安定してきたことから、UNMIT 傘下の国連警察 (UNPOL) による治安維持の全権が東ティモール国家警察 (PNTL) へ委譲されることになり、UNPOL を担当した国連 PKO の要員は 2012 年 12 月までに撤退した。

経済状況としては、2006 年は騒乱により実質マイナス成長となったが、翌年には回復しそれ以後は 10%前後の高い実質 GDP 成長率 (資源収入含まず) を示している。

「東ティ」政府は、今後 20 年以内に持続可能な経済を構築することを最大目標としており、(1)石油収入に依存する経済構造から脱却し、経済の多角化を図ること、(2)政府主導型から持続可能かつ均衡ある成長を目指すこと、(3)国民一人当たりの GDP を 6,000 ドルへ増加し、低所得国から中所得国へ移行することを目標にしている。

その他に、インフレ率は 2009 年には下がったが、2010 年以降は上昇しており、特に食品や飲料 (酒類を除く) の消費者物価指数が高騰している。また、UNMIT 職員による支出総額が国の GDP 比で平均約 12%を占めていたため、UNMIT が撤収したあとの今年の経済に影響が出ることが懸念されている。

「東ティ」政府は、同国の南部海域で採掘している石油からの積立財源として石油基金を有しており、その残高は 2013 年 6 月時点で 136 億 US\$ (首相演説) である。基金の一部を国家予算として使用できる規定があり、公共投資等に大規模な財政支出を行っている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯および概要

1-2-1 要請の背景・経緯

「東ティ」国の国土面積は約 1 万 4,900 平方キロメートルで、その人口約 118 万人 (WB : 2011 年) の 70%以上が地方・農村地域に居住しており、産業別就業者数でも 7 割 (2010 年 国税調査) が農業セクターに従事している。その生産額は、非石油産業 GDP の 40%前後、非石油産業輸出額の 80%を占める。

しかしながら、同国の農業は、粗放的な農業形態と低い生産性に特徴づけられ、メイズ、キャッサバ等のイモ類とともに同国の主食の1つであるコメの生産性は、2006年度実績で1.76t/ha、2010年には2t/ha前後と改善傾向にあるものの、依然として非常に低い（例：インドネシア2010年5.01t/ha、ベトナム2010年4.98t/ha）。また、コメの自給率は40～50%にとどまっており、東ティモール国の食料安全保障及び経済開発の実現のためには、コメの生産拡大が課題となっている。

バウカウ県とマナツト県の境界付近に位置するブルト灌漑地区は、「東ティ」国政府がコメの生産拡大施策として特定した9か所の優先灌漑地区の1つで、首都ディリと第2の都市バウカウを結ぶ国道1号線上、ラレイア（Laleia）川とベマセ（Vemasse）川の下流に位置しマーケットへのアクセスが良く、農民の生産意欲も他地域に比べて高い。一方で、既存取水工はいずれも伝統的な粗朶柵渠による簡易な構造であり、洪水による取水工の崩壊や土砂堆積による水路の機能喪失により、安定的な水供給ができない状況にある。長期的かつ安定的な用水供給のためには、より耐久性の高い取水施設の整備が喫緊の課題となっている。

本要請は JICA によって実施された「東ティモール国灌漑稲作セクター準備調査」（以下、「セクター準備調査」）におけるプレ F/S 調査に基づくものであり、事業実施の資金と適切な技術を有していない同国から我が国に無償資金協力の要請があった。

本調査は、上記のセクター準備調査結果を踏まえ、先方の要請内容の必要性及び妥当性を詳細に検証し、無償資金協力として適切なプロジェクト内容、協力対象範囲を検討した上で、概略設計と事業計画を策定し、さらに概略事業費の積算を行うことを目的として実施された。

1-2-2 協力準備調査および概略設計の結果

「東ティ」国で灌漑施設改修により食料増産のポテンシャルが高いブルト灌漑地区の改修と機能回復により、「東ティ」国のコメ自給率の向上と農業生産の拡大に寄与することを目的とし、「東ティ」国側からの要請に対する現地調査や調査結果を踏まえた協議を行い、要請書の内容に基づき、以下の内容により概略設計を策定することとした。なお、追加の要請事項はない。

現地調査は以下の工程で実施した。

- 第1回現地調査：2012年10月29日～12月19日（52日間）
（目的）：概略設計の実施、報告書案の作成等に必要な調査、協議、情報収集
- 第2回現地調査：2013年6月29日～7月10日（12日間）
（目的）：報告書案を先方関係者へ説明・協議し、基本的了解の取得

この他に、コンサルタントは単独で、次の補足現地調査を実施した。

- 補足現地調査：2013年3月21日～4月5日（16日間）
（目的）：報告書案の作成等に必要な補足調査、MAF協議、積算補足資料収集

概略設計内容は次表のとおりである。

表 1 - 1 施設計画概要

施設名	主要計画諸元等
取水施設	
・ 固定堰	コンクリート構造、堰長：200m、堰上げ高：2.3m、土砂吐ゲート：2.5m（幅）×2.1m（高）×2門（ローラーゲート）
・ 取水工	最大取水量：2.4m ³ /sec、取水ゲート：1.5m（幅）×0.8m（高）×4門（ローラーゲート）
・ 沈砂池	構造：コンクリート製、2連の中央隔壁タイプ、50m（延長）×8m（幅：4m×2連）、沈砂池容量：440m ³ 、排砂ゲート：2.0m（幅）×1.2m（高）×2門（ローラーゲート）
・ 導水路	延長：236m（沈砂池、トランジション水路含む）、調節ゲート：2.0m（幅）×0.75m（高）×2門（スライドゲート）
・ 護岸工（導流壁）	半重力式擁壁（取水工左右岸）H=9.6～8.1m（堰軸断面）
・ 導流堤	土堰堤（取水工左岸上流）H=7～8m（コンクリートフレームによる法面保護）
・ ゲート管理室・資機材倉庫	床面積：5m×12m=60m ²
・ 左岸導水路	取水工左岸（口径 800mm のコンクリート管敷設）、流量調節は簡易スライドゲート（300mm×300mm）を設置。管路内の維持管理を目的として堅坑（コンクリート構造）を設置。
灌漑水路	
・ 路線数	幹線水路：1 路線、2 次水路：16 路線
・ 延長	幹線水路：12.3km、2 次水路：総延長 15.4km
・ 水路構造	幹線水路：練石積み水路（底板はコンクリート張り）、2 次水路：土水路（延長の長い水路は上流区間に練石積み水路を使用）
管理用道路	
・ 区間	取水工から分木工（BL.1）までの 1.3km のみに設置。他の区間は国道を利用。
・ 道路構造	3.5m 幅の碎石舗装
排水路（上流側：No.1、下流側：No.2）	
・ ジャコゴ設置	上流側：7 断面、下流側：5 断面
・ ジャコゴ設置横断長	上流側：7 断面×5m（幅／箇所）=35m（総設置延長）、 下流側：5 断面×10m（幅／箇所）=50m（総設置延長）
河川護岸工（Vemasse 川下流部左岸）	
・ 構造	ジャコゴ積み（最下段：2 列、積み重ね：3 段）、高さ：3m
水利組合集会所及びゲート管理室・資機材倉庫	
・ 床面積	水利組合集会所：87m ² 、トイレ（別建）：17.5 m ² ゲート管理室・資機材倉庫：60m ²
・ 構造	平屋建て、コンクリート柱・ブロック壁構造、亜鉛メッキ鋼板屋根
展示圃場	
・ デモンストレーションファーム	0.2ha（0.1ha×2ヶ所、ラレイア側、ベマッセ側に各 1ヶ所） 水管理、営農・栽培、機械化のデモンストレーションファーム
ソフトコンポーネント	
・ 水利組合（WUA）強化	「水利組合の設立、施設運営・維持管理、水管理指導」を実施予定。

1-3 我が国の援助動向

我が国は、「東ティ」国の「復興から経済成長への基盤づくり支援」を援助の基本方針とし、①経済活動活性化のための基盤づくり、②農業・農村開発、③政府・公共セクターの能力向上、の3分野に重点をおいた支援を展開している。

我が国は、オーストラリア、アメリカ、ポルトガルとともに、「東ティ」国に対する4大援助国の一つであり、2007年～2011年の援助実績は次表のとおりである。

表1-2 我が国の対「東ティ」国に対する経済協力実績（2007年～2011年）

年度	2007	2008	2009	2010	2011
経済協力実績 (百万ドル)	13.07	26.45	11.88	27.67	26.71

出典：OECD/DAC

農業・農村開発分野においては、雇用促進と貧困削減及び食料安全保障の観点から、同国の主産業である農業セクターについて、生産性及び食料自給率の向上並びにアグリビジネスの促進のための支援を行う方針である。

この農業・農村開発分野における我が国の主な援助活動は下記のとおりである。

表1-3 過去及び現在進行中の関連案件（農業・農村開発分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2005～2009年度	マナツト県灌漑稲作プロジェクト	コメの生産性向上と水利組合の強化
	2010～2014年度	マナツト県灌漑稲作プロジェクト フェーズ2	上記プロジェクトの成果の周辺地区への拡大と MAF 指導体制の強化
専門家派遣	2013～2015年度	農業政策アドバイザー	大臣アドバイザーとして必要な助言・指導の実施
	2010～2015年度	農業振興アドバイザー（灌漑稲作）	灌漑稲作振興に関する MAF の役割強化に対する指導・支援
開発計画調査型技術協力プロジェクト	2000～2003年度	農林水産業開発計画調査	2007年を開発目標としたマスタープラン作成
	2009～2011年度	農産物加工・流通業振興計画調査	農産物加工・流通の振興に向けたマスタープラン策定
	2013～2015年度	農業マスタープラン・灌漑開発計画策定プロジェクト	農業開発マスタープランと灌漑施設インベントリー整備と開発計画の策定
協力準備調査	2012年度	灌漑稲作セクター準備調査	ブルト灌漑地区を含めた稲作灌漑計画のプレ FS 実施

出典：国際協力機構（JICA）

1-4 他ドナーの援助動向

「東ティ」国の開発業務を支援している他のドナー国としては、オーストラリア、ポルトガル、アメリカ等が、国際機関では世界銀行（WB）、アジア銀行（ADB）、欧州委員会（EC）、国連開発

計画（UNDP）、世界エイズ・結核・マラリア対策基金（GFATM）、国連人口基金（UNFPA）が挙げられる。

現在、農業セクターに関する他ドナーの支援としては、欧州委員会やオーストラリア（AusAID）が以下の援助を進めている。

表 1 - 4 他ドナーの援助状況（農業セクター）

（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2008年 ～2013年	欧州委員会 (EC)	National Indicative Program	68,300	資金協力	持続的農村発展と能力 向上の支援
2011年 ～2015年	オーストラ リア	Seed of Life (Phase 3)	24,800	資金協力	改良食用作物種子への アクセスと利用

出典：EC 及び Seed of Life の Home page

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 実施機関

本協力対象事業については、先方実施機関である農業水産省（MAF）の中の灌漑水管理局（NDIWM）が実施部署として本事業の全体管理を行う。灌漑水管理局は灌漑事業の実施、水管理、モニタリング、評価等の業務全般を担当している。また、現場レベルでは、MAFの下部機関である県農業事務所（ディリを除く12県にあり）の中のマナツト県及びバウカウ県農業事務所が灌漑施設の建設時及び維持・管理段階で協力する。

灌漑水管理局は、本省に47名、出先の県農業事務所に17名の灌漑職員を擁している。農業水産省、灌漑水管理局及び県農業事務所の組織図は図2-1、2-2、2-3のとおりである。

(2) 水利組合

ブルト灌漑地区には、現在河川から取水し灌漑稲作を行っている約330haの農地があり、支線水路や三次水路を単位とする水掛り農家からなる伝統的水利組織が存在している。

現在この水利組織は、取水工・幹線・支線水路の水管理を担当する上位水管理グループの下に、支線水路の水管理グループが4組織、三次水路の水管理グループが6組織ある。

これらの組織では受益者農民が協力して、灌漑時の用水配分管理や水路の維持管理（草刈り、堆砂除去、断面補修、等）を行っている。本改修計画による灌漑施設整備後には、灌漑水管理局の指導のもと、既存の水利組織が整理され、780haの計画灌漑地区全体を管理するブルト灌漑地区水利組合が新たに設立される予定である。

2-1-2 財政・予算

(1) 農水省の予算

農水省の全体及び灌漑水管理局の過去4年間の予算は下表のとおりである。自国予算で灌漑事業が実施される場合には、灌漑インフラファンドとして予算化され、事業に使用されている。

表2-1 農業水産省及び灌漑水管理局の過去4年間の予算の推移（単位：千US\$）

		2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	
A	国家予算額 (内、インフラファンド総額)	636,859 (-)	1,306,018 (599,306)	1,806,450 (925,100)	1,647,519 (604,377)	
B	農業水産省(MAF)予算額 (内、灌漑インフラファンド額)	15,398 (-)	15,228 (1,819)	25,570 (9,384)	33,117 (7,953)	
C	農業水産省予算の国家予算に占める割合 (B/A)	2.4%	1.2%	1.4%	2.0%	
D	灌漑水管理局予算額	3,714	2,361	10,998	12,327	
E	Dの内訳	Salary & Wage	113	137	148	150
F		Goods & Services, Minor Capital	937	405	316	874
G		Capital & development	2,664	-	1,150	3,350
H		灌漑インフラファンド	-	1,819	9,384	7,953

出典：MAF、灌漑水管理局

注：インフラファンドは2011年より項目立て。MAFのインフラファンドは、灌漑インフラファンドのみ。

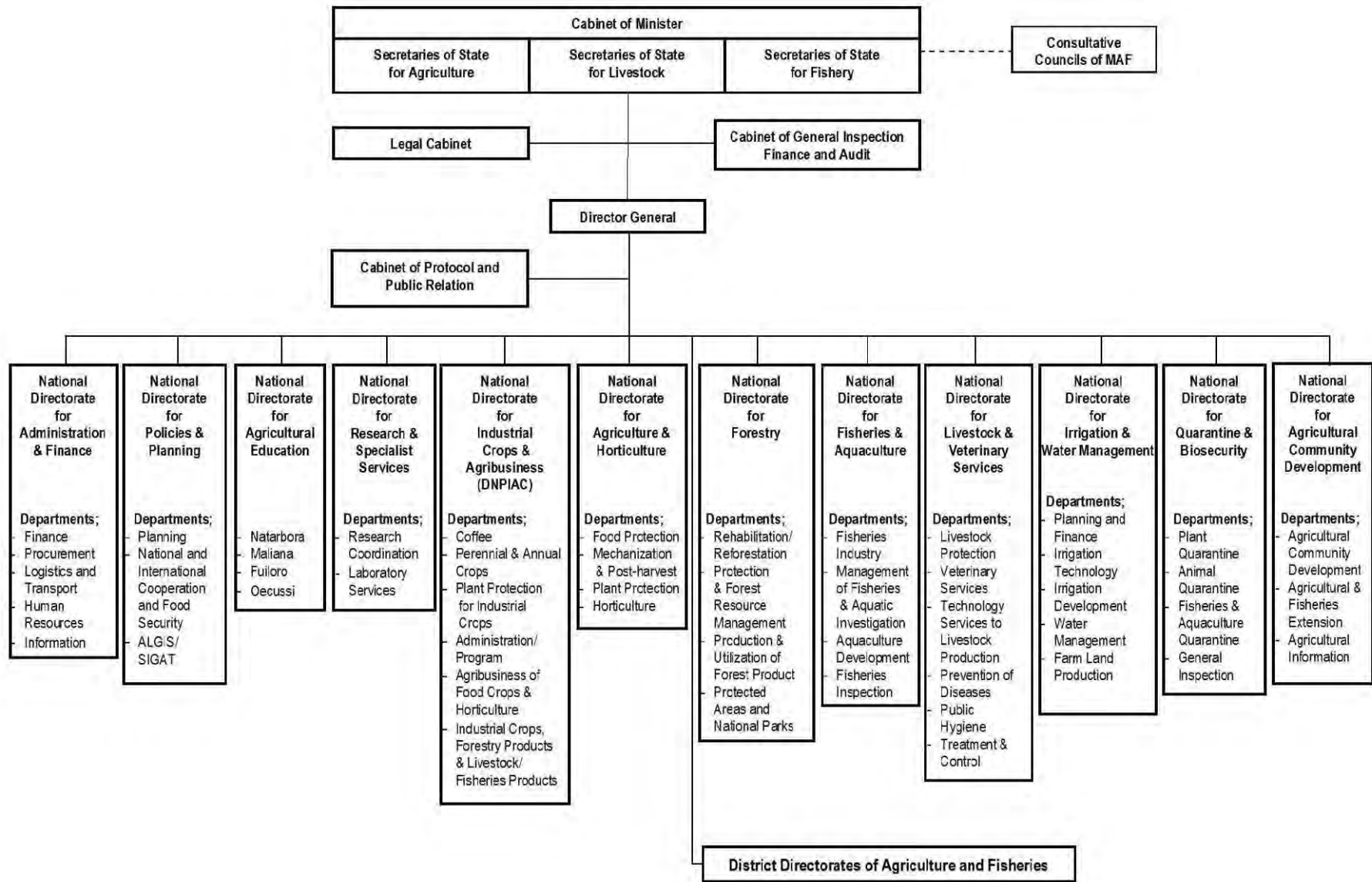


図 2 - 1 農業水産省組織図

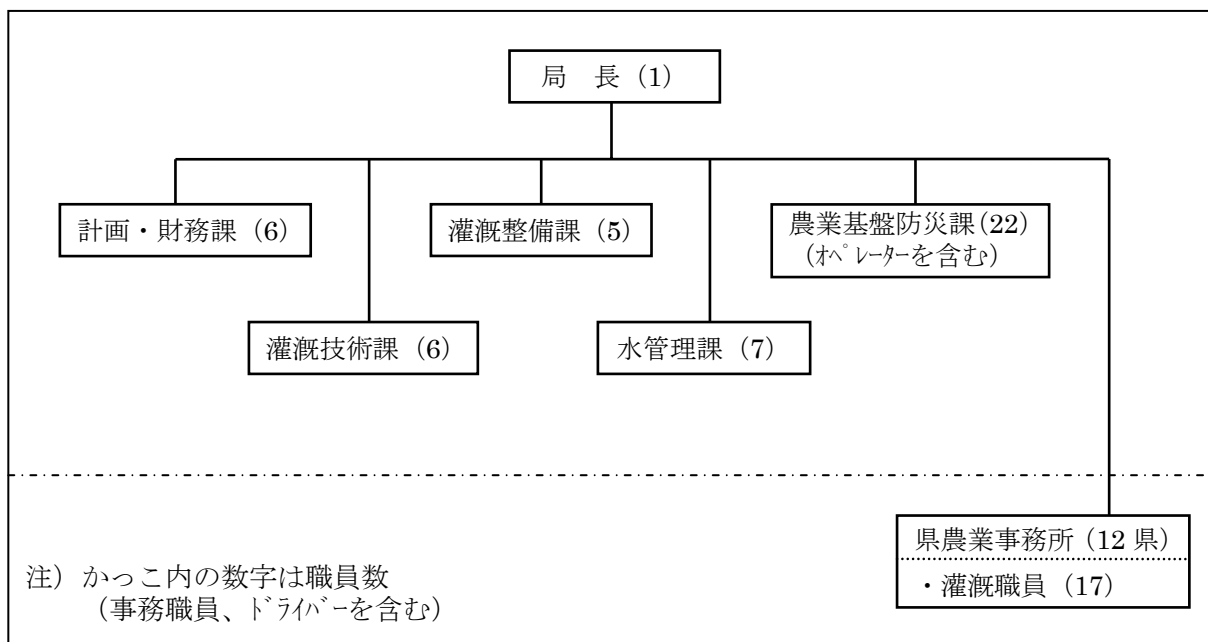


図 2 - 2 灌漑水管理局組織図

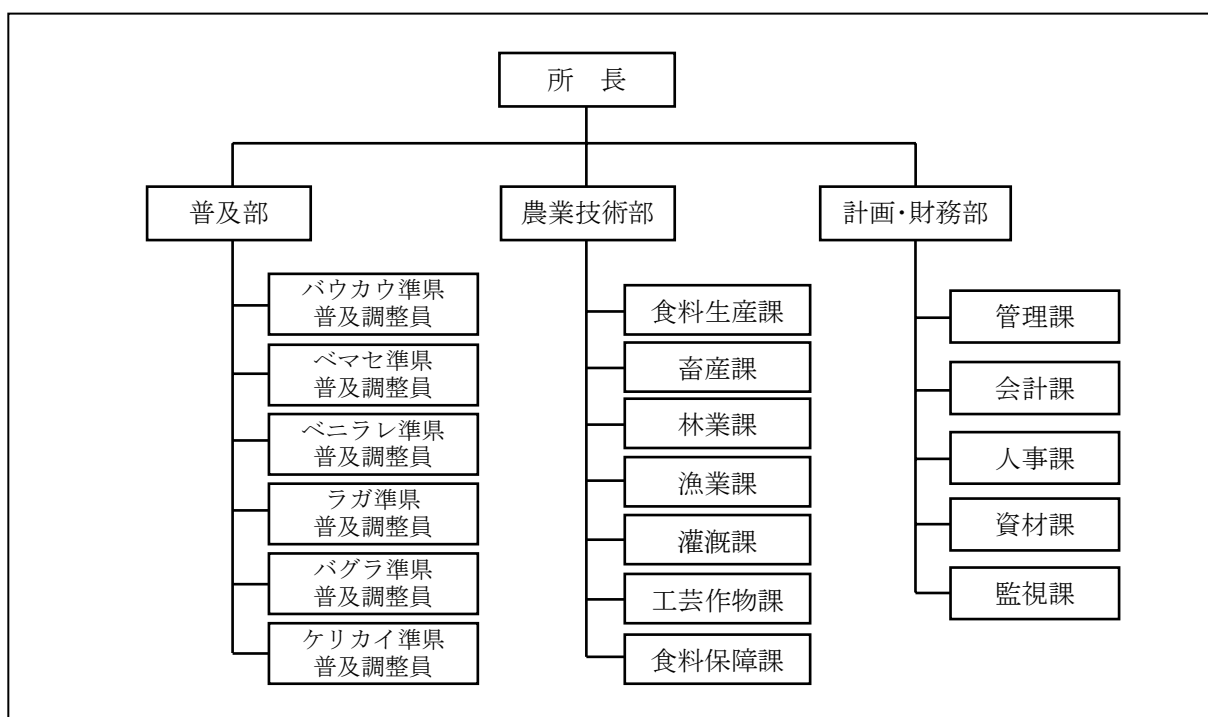


図 2 - 3 県農業事務所組織図 (バウカウ県を例示：普及部の準県構成以外は他県も同じ)

(2) 関連県の予算

本プロジェクトの関連県となるマナット県及びバウカウ県の過去 4 年間の予算状況は下表のとおりである。県レベルでは、灌漑プロジェクトの維持管理予算を確保し、灌漑施設の維持管理や農民指導等に使用している。

表 2 - 2 マナツト県農業部門の予算状況 (単位:千 US \$)

項目		2010 年度	2011 年度	2012 年度	2013 年度
県農業事務所予算額		216	198	341	264
内 訳	Salary & Wage	148	163	162	207
	Activity Expenses	68	35	179	57
O&M Expenses for Irrigation Project		0	800	800	-
内 訳	水利用に関する指導	-	-	-	-
	二次水路の維持管理費	-	800	800	-

出典：農業水産省

表 2 - 3 バウカウ県農業部門の予算状況 (単位:千 US \$)

項目		2010 年度	2011 年度	2012 年度	2013 年度
県農業事務所予算額		-	276	276	346
内 訳	Salary & Wage	-	228	228	272
	Activity Expenses	-	48	48	74
O&M Expenses for Irrigation Project		-	-	469	1,300
内 訳 / プ ロ ジ エ ク ト	Seical Irrigation Proj.	-	-	-	800
	Water Harvesting Uaimui	-	-	53	-
	Uluisi Irrigation Proj.	-	-	64	-
	Lasula Irrigation Proj.	-	-	34	-
	Caibada Irrigation Proj.	-	-	111	-
	Bui-Lai Irrigation Proj.	-	-	36	-
	Veterinary House Proj.	-	-	51	-
	Salabere Irrigation Proj.	-	-	120	-
	Sentru Kadiuk Proj.	-	-	-	500

出典：農業水産省

2-1-3 技術水準

実施機関の灌漑水管理局の要員は、県レベルの技術者を含めても約 60 人と小規模ではあるが、これまでに日本をはじめとする外国からの援助のほか、自国予算（灌漑インフラファンド）による灌漑分野の整備事業を数多く実施した経験を有することから、本プロジェクトの灌漑施設の建設工事について十分に理解し、事業実施にも対応できる技術レベルを有していると判断される。

現在、灌漑水管理局には JICA により農業振興アドバイザー（灌漑稲作）が派遣されており、灌漑事業に対する技術移転や能力向上を支援している。

完成後の主要灌漑施設に対する日常レベルの維持管理作業については、県農業事務所の灌漑担当者が対応できるが、大規模あるいは難易度の高い維持管理が必要な事項については、本省灌漑水管理局の維持管理課が支援・対応を行う。

本プロジェクトでは工事期間中に、水利組合の設立や新規灌漑施設の運営に関する技術指導と

してソフトコンポーネントを実施予定であり、C/P（灌漑水管理課の担当職員、マナツト県及びパウカウ県の農業事務所灌漑職員）とともに受益農民に対して研修を行い、能力強化を図る予定である。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 対象施設の概況

ブルト地区の現況灌漑施設状況は、ラレイア川の右岸に、インドネシア統治時代に建設されたコンクリート製の取水工と護岸工が設置されていたが、その後の洪水により崩壊し、現在では使えない状態のまま放置されている。頭首工は設置されていなかったため、現在その地点からは取水されていない。なお、日本の無償資金協力は、これまでに本地区では実施されていない。

その取水工に続く幹線水路は、崩壊した取水工の下流側の河岸を掘削して設けた取り入れ口に接続し、川からの取水が可能な期間には水路として使われている。しかし、取水可能な時期はラレイア川の水位が上昇した雨期のみであり、取水量も少ない。乾期には河川水位が低下するため取水できない状況にある。

聞き取り調査の結果、雨期の作付面積は、天水及び灌漑地区を含め 473ha、一方乾期の作付面積はラレイア川沿いの河川水を灌漑水として取水できる 61ha であった。ベマセ川の流量は乾期には枯れるので、ベマセ側では乾期作はほとんど実施されていない。

2-1-4-2 施設の現状と課題

ブルト地区の灌漑施設の現状は、上記の崩壊した取水工に続く幹線水路が約 7.7km の区間に位置しているが、現在送水可能な範囲は始点側の 4.6km 程度にすぎない。

既存の幹線水路は、水路断面が台形ないし矩形の土水路であり、一部区間には練石積み断面が採用されているが、大部分の区間は土水路であり、法面や法肩部の浸食・崩壊や水路内の水草繁茂、堆堰土砂等により、水路の流下能力は低下している。また、水路途中には数ヶ所のコンクリート分土工があるが、いずれも壊れて機能を喪失している。

そのほか地区内には、幹線水路から分岐する二次水路、さらにそこから分岐する三次水路が網の目状に配置されているが、幹線水路や分土工が機能していないため、灌漑水路として使える路線は少ない状況である。

その他の施設として、2本の既存排水路があるが、上流側の勾配が急な区間では水路底の洗掘や法面の崩壊が見られるほか、下流部の緩勾配区間には上流から流下した洗掘土砂が堆積し、排水の流下を妨げているため、雨期には下流部で時々湛水が発生している。

このため、年間取水が可能なラレイア川に耐久性の高い取水施設を整備し、安定的な取水を可能にするとともに、幹線・支線水路や排水路を改修・整備して灌漑用水の効率的な搬送・分配や適切な排水機能の整備が必要である。また、水利組合の設立と強化を行い、灌漑施設の適切な運用・維持管理により、コメ栽培面積の拡大と生産量の増大を図ることが切望されている。

2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

計画対象地区に隣接して、国道1号線（ディリーバウカウ）が通っている。道路は片側1車線

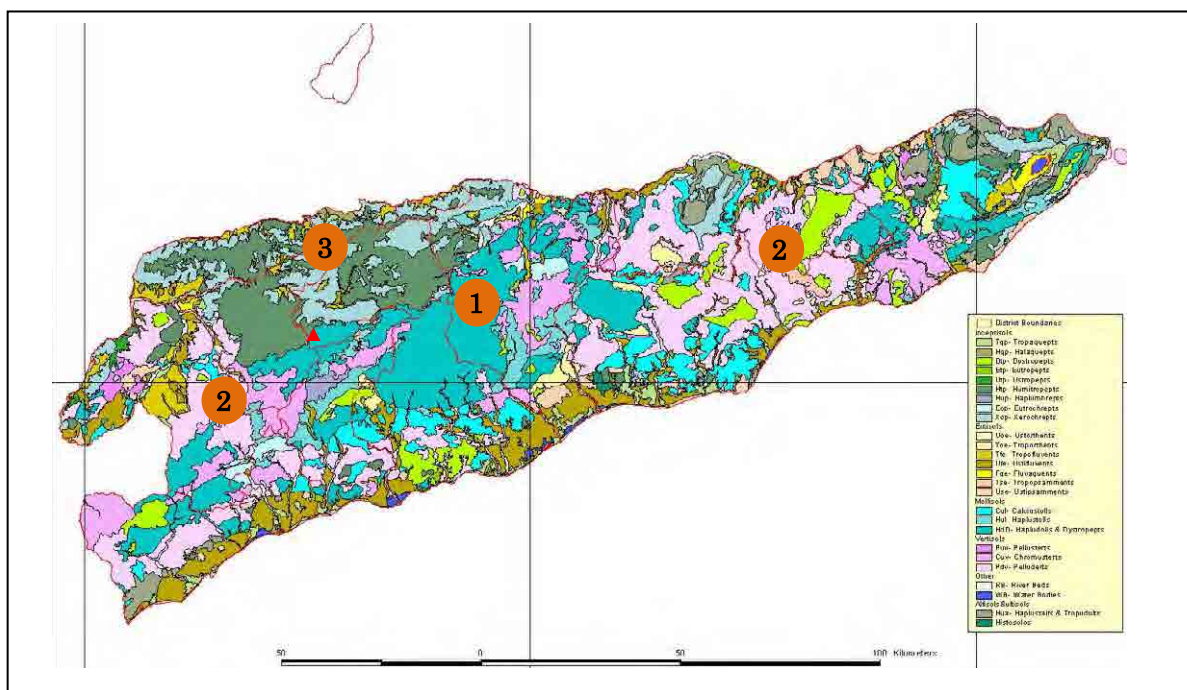
のアスファルト舗装構造であるが、老朽化が進んでいる。現在、日本国の有償資金協力（円借款）により「国道1号線整備事業」が開始されたところである。この道路改修により、ブルト地区へのアクセス状況も随分改善される見込みである。電気は、この国道1号線沿いの集落には給電されている。飲料水は、国道1号線沿いに点在する井戸から入手しているほか、ベマセ側では近傍の山中で取水した水をパイプで集落に設置されている貯水槽に送水し、付帯の給水栓で給水している。計画対象の灌漑地区は、未耕地を含む既存の農地であり、新たな開発地区はない。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 地形・地質区分

(1) 土壌

図2-4に「東ティ」国の農業水産省が作成した土壌図（米国農務省による分類方法に基づく）を示す。「東ティ」国では、多様性に富んだ地形や母岩などの影響を受けて様々な土壌が分布しており、河川流域一帯の土砂流出量は各地域に分布する土壌の性質に大きく左右される。国土の中心を東西に走るティモール中央山脈には、比重の軽い有機物や粒径の小さい粘土が優勢な土壌が広く分布している。特に国内最高峰のラメラウ山周辺域は有機物を多量に含む黒色土壌が分布しており（図2-4①）、そこから西部と東部にかけて粘土質土壌が広がっている（図2-4②）。有機物や粘土は河川水や降雨により容易に流亡する土壌物質である。地質は、石灰岩及び変成岩質海成粘土である。土壌肥沃度は低い。表土は侵食を受けやすく、急傾斜の山地では、降雨期にはしばしば土壌侵食が発生する。また、ヤギの生息数の増加は、牧草地の減少、土壌浸食の増加に繋がっている。



- ① ティモール中央山脈の森林地帯に発達した黒色土壌地域。土壌は流亡しやすく、土砂流出量が多い。
- ② 主に泥岩由来の粘土質土壌が優勢な地域。土壌は流亡しやすく、土砂流出量が多い。
- ③ 変成岩由来の土壌が優勢な地域。他地域と比較して土壌は流亡しにくく、土砂流出量は少ない。

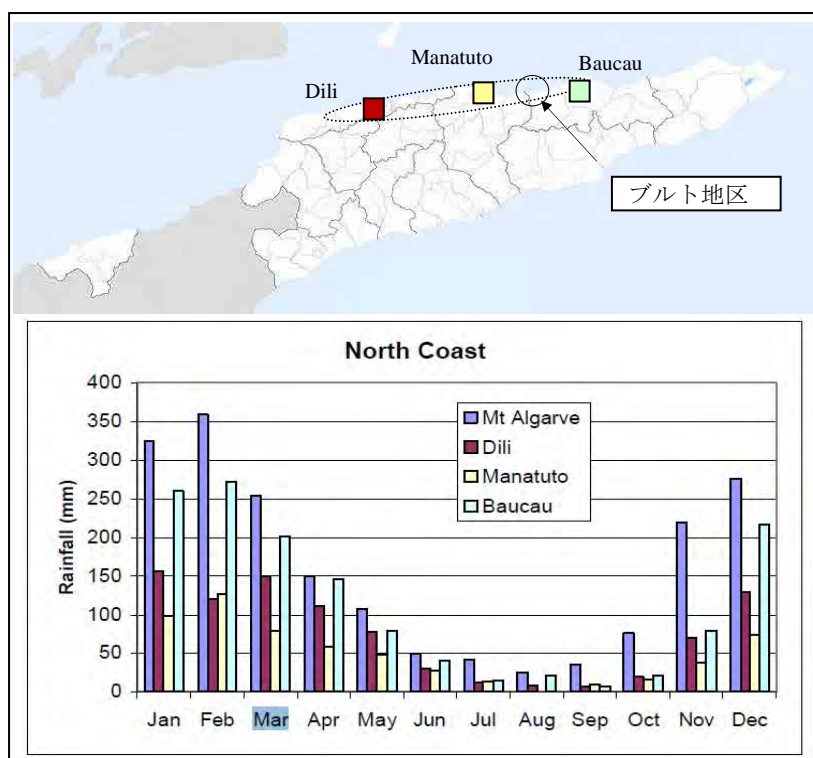
図2-4 「東ティ」国の土壌図

2-2-2-2 ブルト灌漑地区の気象条件

(1) 降水量

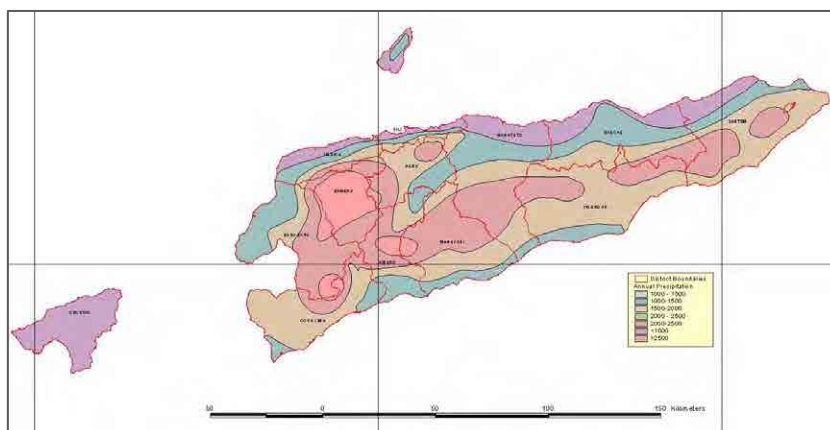
図2-5に北部地域における各月の降水量と降水パターンを表している。プロジェクト地区が位置する北部地域は、降水量が総じて少ないのが特徴であり、ディリの年間降水量は891mmと他地域と比べて低い。(Assessment of Water Availability and Water Demand in Timor-Leste at River Basin Level, Timor-Leste Integrated Water Resource Management Project (IWRM), 2004 観測期間: 1952-1972 より。)

図2-6は年間雨量の等雨量線図を示す。ディリからバウカウに至る北部地域では、1月から2月にかけて降水量が多くなる。こうした降水量や降水パターンの違いは、主にモンスーンによる影響が大きいことによる。



出典：Assessment of Water Availability and Water Demand in Timor-Leste at River Basin Level, 2004, ADB

図2-5 「東ティ」国北部地域における降水量と降水パターン



出典：East Timor Agricultural and Land Use GIS, AGWEST International

図2-6 等雨量線図 (年間雨量)

2-2-2-3 ラレイア川とベマセ川の流況

(1) 河川水量

近年の河川流出量資料はなく、1952年～1972年の資料が存在する。灌漑計画で重要な資料は渇水年（通常5年確率）の河川流出量資料である。表2-4に河川流出量を示す。

本プロジェクトの取水源であるラレイア川は5月に流量のピークとなり、平均水量は7.2 m³/sec、反対に低水時は11月であり、水量は1.5 m³/secまで低下する。コメの乾期作のシロカキ期は8月が計画されており、同時期に取水量は最大となるが、河川流量は3.1 m³/sec程度確保でき、稲作に十分な流量を有する。工事計画を策定する上で、河川流量に最も影響する工事は固定堰の建設であるが、河床以下4m程度まで基礎掘削を行う計画であることから、工事時期は8月から12月の5ヶ月に限定される。（上記の河川流量は5年確率流量を示す。）

表2-4 取水工地点における月平均流量 (単位: m³/sec)

河川	流域面積 (km ²)	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
			平均	5年確率	平均	5年確率	平均	5年確率	平均	5年確率	平均	5年確率	平均	5年確率	
ラレイア	533	平均	8.03	14.18	15.16	15.01	15.38	12.85	9.86	6.42	6.10	3.66	3.40	5.97	9.67
		5年確率	1.98	5.49	7.92	9.10	7.21	5.83	4.41	3.14	2.31	1.64	1.47	1.94	4.37
ベマセ	210	平均	1.27	2.95	4.78	5.13	3.81	2.82	1.94	1.42	1.08	0.78	0.73	1.05	2.31
		5年確率	0.67	0.98	1.75	3.01	2.35	1.93	1.38	1.05	0.85	0.63	0.54	0.56	1.31

出典: Assessment of Water Availability and Water Demand in Timor-Leste at River Basin Level, Timor-Leste Integrated Water Resource Management Project (IWRM), 2004 観測期間: 1952-1972 5年確率: 5年確率渇水量

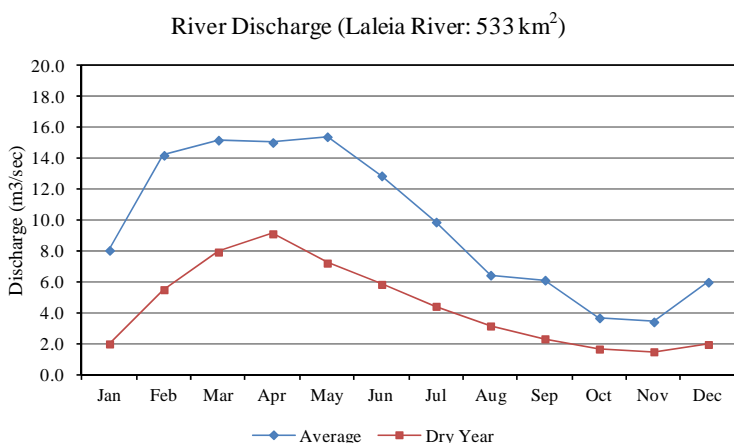


図2-7 ラレイア川洪水量

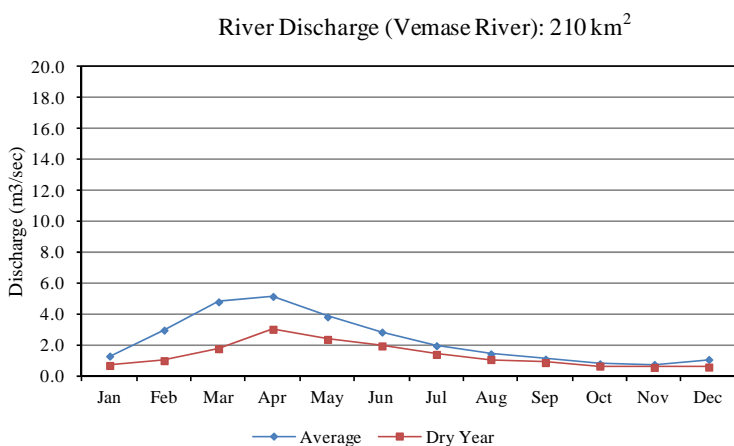


図2-8 ベマセ川洪水量

2-2-2-4 自然条件調査結果

(1) 調査の内訳

プロジェクト対象地区及びその周辺において、自然条件調査（地質調査、測量調査、流量観測）を現地再委託によって実施した。各実施数量は表 2-5 に示すとおりである。

表 2-5 現地再委託調査内容

調査項目	委託概要	数量	調査目的
地質調査	取水工設置候補地周辺の 8ヶ所をトレンチ掘削し、土壌砂礫を採取する	49m/8箇所	採取した土壌について、粒度分析を行い、取水工施設が設置可能であることを確認する。
測量調査	1. 縦横断測量 1) 河川測量 2) 護岸工設置のため河川横断測量 3) 幹線水路設置候補ルート縦横断測量 4) 二次水路設置候補ルート縦横断測量 5) 取水工設置候補地縦横断測量	1) 18,400m 2) 2,200m 3) 8,800m 4) 8,400m 5) 9,500m	設計・積算に必要な河川・水路・取水工箇所の縦横断形状を測定し、設計の基礎図面とする。
	2. 灌漑水路・排水路路線ガイド杭設置	33,900m	灌漑水路や排水路の建設予定位置を概定し、用地利用者とその用地提供範囲の確認及び承認を必要とするために、土地所有者の名簿作成が必要となることから、計画路線位置杭を設置する。
流量観測	レイア川における以下 2 項の観測・分析 1) 流量 2) 水位	2012.11~2013.6 1) 月 2 回観測 2) 日 2 回観測	取水可能な灌漑用水量を判断するために、河川流量確認のための水位・流量調査の実施。

(2) 地質調査

1) テストトレンチ調査

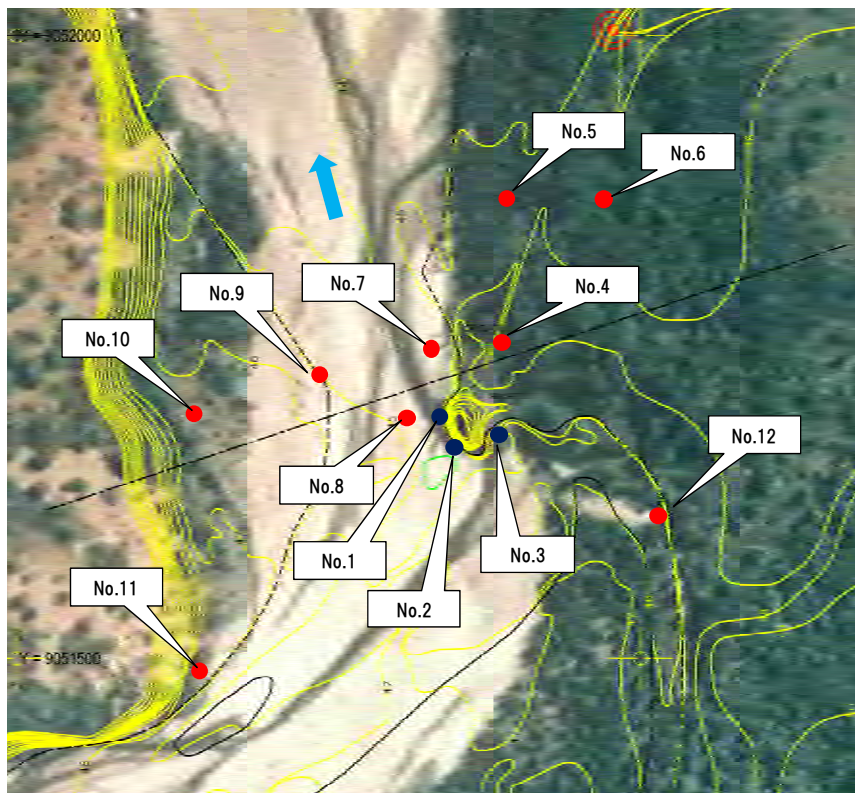
取水工計画地点周辺 12か所においてバックホウ掘削による現況地質状況の調査を実施した。左右岸の土砂堆積部については、表層 2m 程度が細粒分の多いシルト質地盤となっており、3m 程度の掘削で砂層、5m 程度の掘削により玉石混じりの砂礫層が確認された。河床部においては、表層 2m 程度は砂層（細粒分少）が確認され、3m 程度の掘削により玉石混じりの砂礫層が確認された。また、現場作業中に掘削箇所の変更が必要であると判断し、契約上 8ヶ所の掘削であったのに対し、4 地点を追加して合計 12ヶ所で実施した。ただし、現地再委託契約上の合計掘削深は同じとした。図 2-9 にトレンチ掘削位置図を示す。

2) 粒度分布

また、12か所のうち 8ヶ所について、河床堆積物試料のサンプリングを行い、粒度分析を実施した。粒度分布は取水工構造物の基礎地盤の状況、及び河床表層の砂礫の粒度分布を把握し、洪水時における洗掘深部の粒度分布の確認を行うことを目的とした。以下が基礎に関する留意点として挙げられた。

- 河床全体で表層から深さ 2~3m 程度まで 20mm 以下の砂礫が堆積している。洪水流下時は河床以深 2m 程度は洗掘されると推測され、また、この範囲の河床堆積物は砂礫であることから護床工の基礎の吸い出し現象に留意する必要がある。

- 河床から 3m より深い部分では玉石混じりの基礎からなり、構造物の基礎としての強度は満足する。
- 河床から 3~4m までは河床堆積物に細流分が見られないことから、透水性が高いと推定される。既存調査報告書では透水係数は 2×10^{-3} m/sec と計測されているが、これより透水性は高いと判断される。基礎の浸透抑制に対する構造に留意する必要がある。



掘削地点	設置予定施設	粒度分析
NO.1	導流壁	×
NO.2	導流壁	×
NO.3	導流壁	×
NO.4	導水路	○
NO.5	沈砂池	○
NO.6	幹線水路	○
NO.7	土砂吐	○
NO.8	固定堰	○
NO.9	固定堰	○
NO.10	固定堰	○
NO.11	導流壁	×
NO.12	導流堤	○

●地質調査

●地質調査 (地盤状況確認)

図 2 - 9 土質調査位置

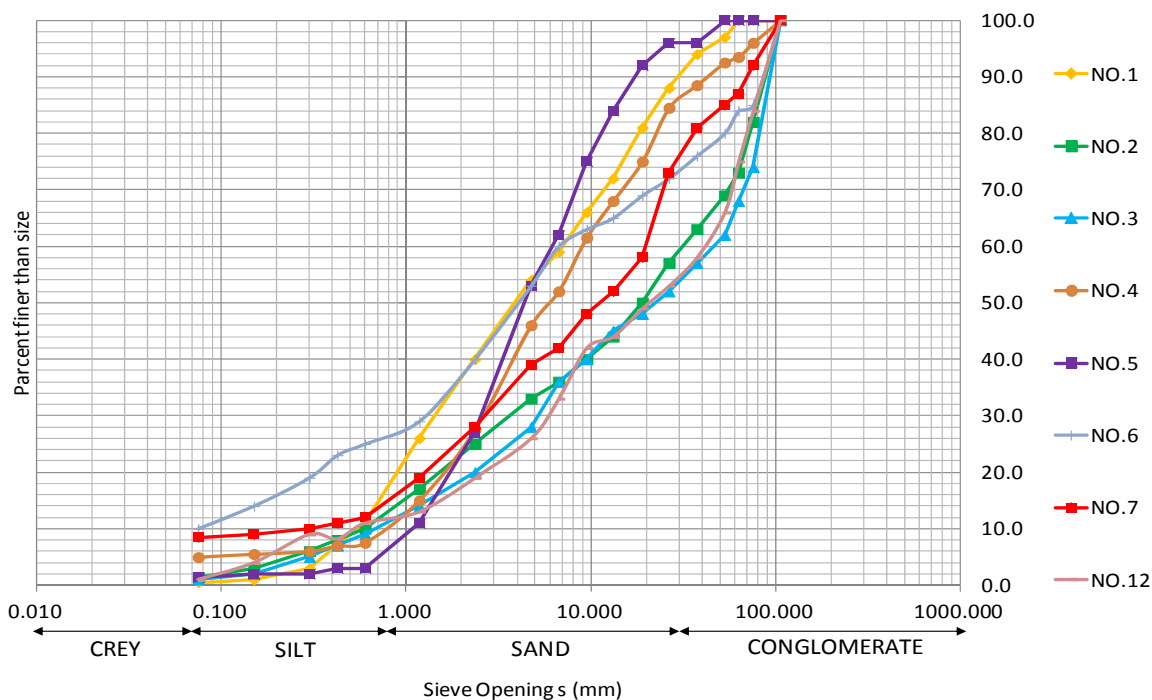


図 2 - 10 粒度分布結果

(3) 測量調査

下記の測量調査を実施した。

1) 河川縦横断測量

a) 河川縦横断測量

	測量箇所	縦断測量	横断測量	備考
1)	ラレイア川	11,600 m	間隔 200 m	
2)	ベマセ川	7,000 m	同上	
	合計	18,600 m		

b) 河川護岸測量

	測量箇所	縦断測量	横断測量	備考
1)	ラレイア川	800 m	間隔50 m、幅=50m	
		300m (右岸)	同上	
2)	ベマセ川	900 m	間隔50 m、幅=50 m	氾濫の箇所の確認
	合計	1,700 m		

2) 灌漑水路

a) 幹線水路

	測量箇所	縦断測量	横断測量	備考
1)	幹線水路	6,500 m	間隔50 m、幅=50 m	新規区間の測量

b) 2次水路

	測量箇所	縦断測量	横断測量	備考
1)	2次水路 No.1	2,560 m	間隔50 m、幅=30 m	測量データのない 路線及び延長予定 の路線について測 量。
2)	2次水路 No.2-3	3,250 m	同上	
3)	2次水路 No.9	1,040 m	同上	
4)	2次水路 No.13	1,320 m	同上	
5)	2次水路 No.15	690 m	同上	
6)	2次水路 No.16	670 m	同上	
	合計	9,530 m		

3) 取水工縦横断測量

	測量箇所	縦断測量	横断測量	備考
1)	縦断測量箇所	870 m	—	間隔20m
2)	横断測量箇所	—	幅300m、 45断面	

上記の各測量範囲及び測量路線を、図 2 - 11～図 2 - 14 に示した。

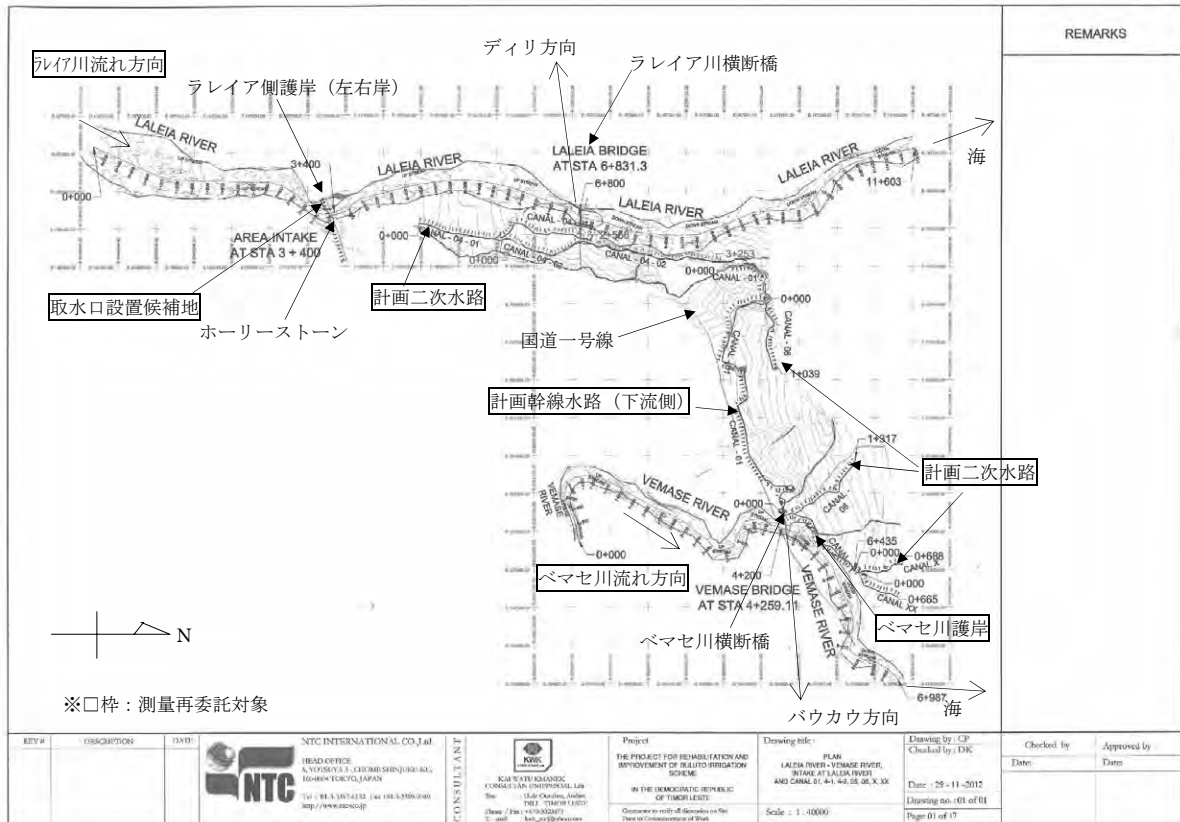


図 2 - 11 測量再委託全体計画図

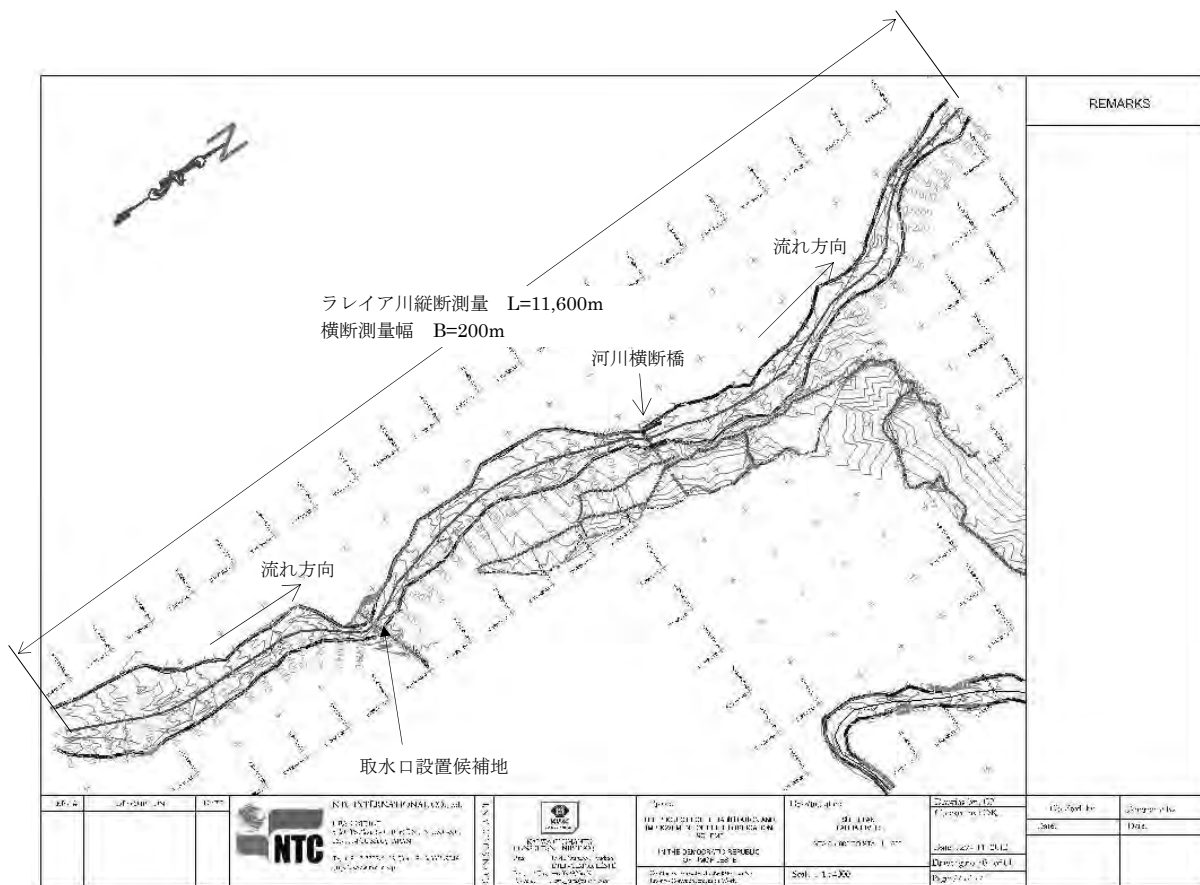


図 2 - 12 ラレイア川縦横断測量 計画図



図 2 - 13 取水工予定地左岸測量 平面図

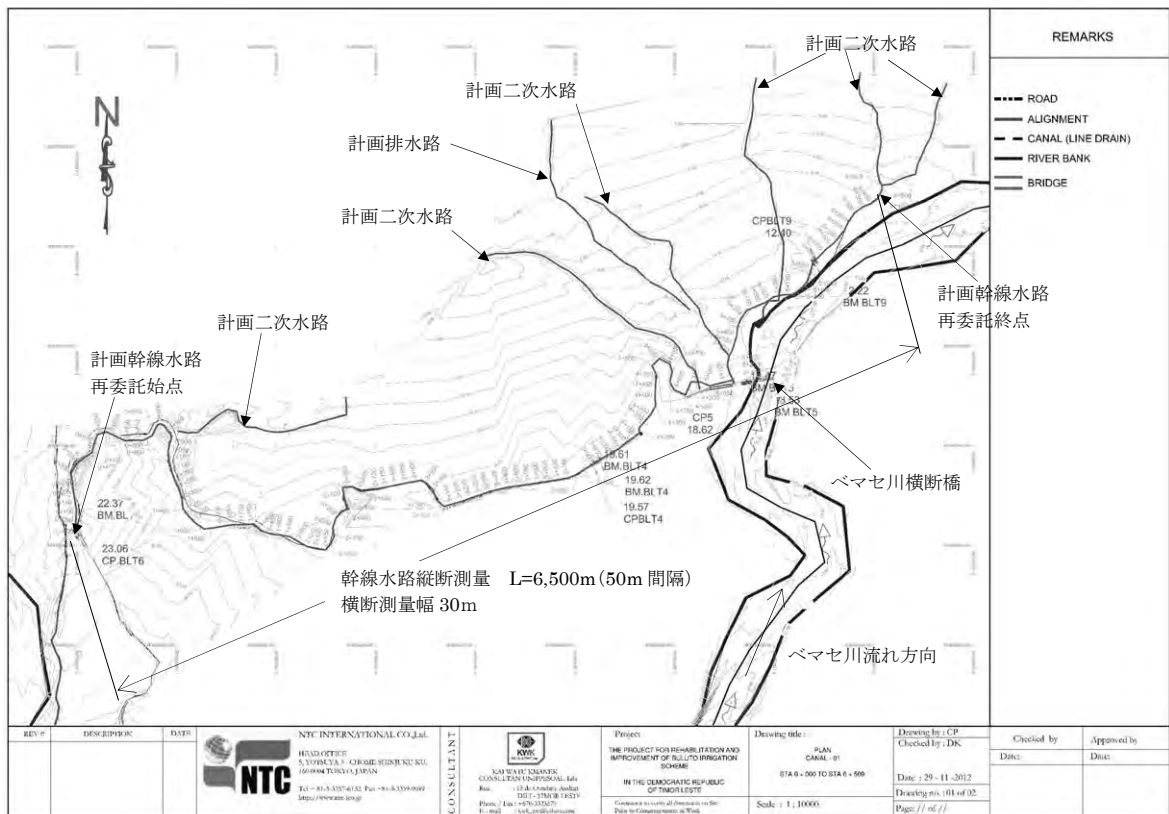


図 2 - 14 幹線水路路線測量 平面図

(4) 流量観測

灌漑用水の取水源となる、ラレイア川の水位と流量の変動を把握するため、雨期前の11月から雨期終了後の6月までの雨期を挟んだ期間について、再委託により流量と水位観測を行った。観測は、毎日の水位測定と、月2回程度の洪水位及び流速測定を実施した。測定場所は、ラレイア橋地点とした。

1) 日水位変動観測結果

図2-15にラレイア川における水位観測データから、流量を算定した結果を示す。本結果からは雨期にあたる1月の流量が多い。この結果は、2-2-2-3で示した月平均流量データと比較すると流量が増加する時期が遅く、渇水時期が始まる時期が早い。本調査における最大洪水量が190m³/secであることから、本年は渇水年であったと推定された。

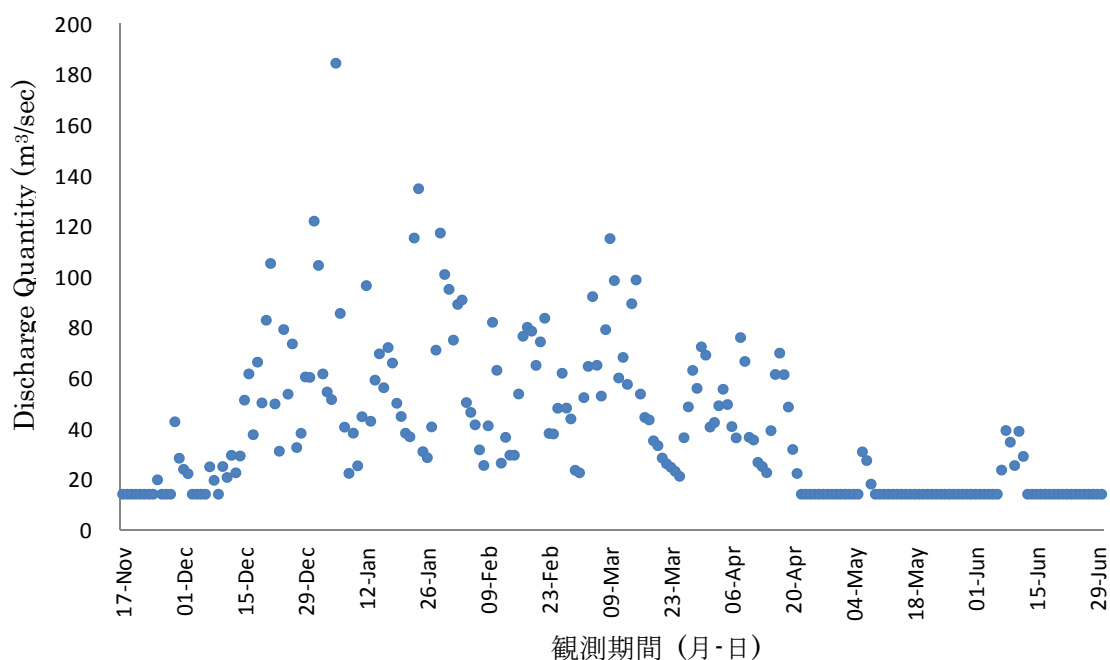


図2-15 ラレイア川における日流量観測結果

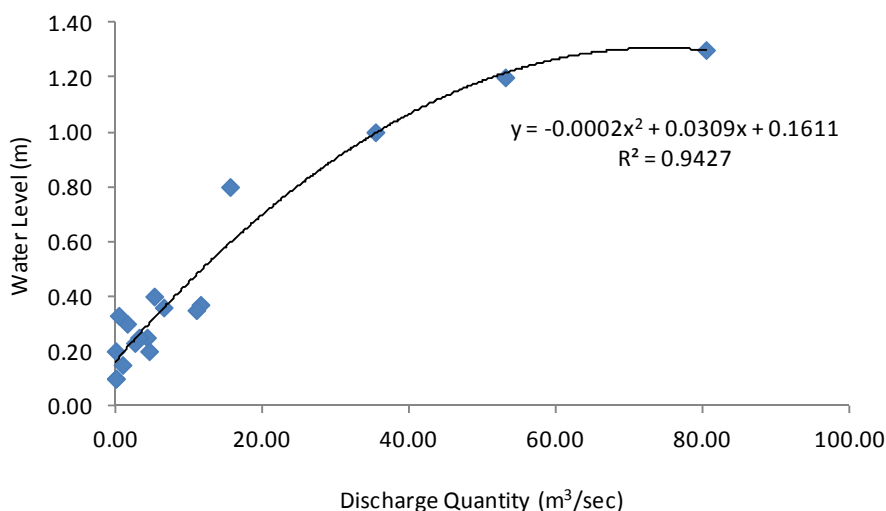


図2-16 ラレイア川流量・水位観測結果により作成したH-Qカーブ

2-2-2-5 農業調査

(1) 「東ティ」国全体、バウカウ・マナツト県の状況

1) コメの自給状況

Inter-Ministerial Food and Nutrition Security Task Force Quarter II 2012 Situation Assessment Report (2012年9月FAO)によると、「東ティ」国全体、バウカウ・マナツト両県のコメの自給状況は、表2-6のように評価されている。すなわち、「東ティ」国全体では、コメは不足しており、特に首都ディリで大幅に不足している。一方、「東ティ」国で有数のコメの生産地であるバウカウ、マナツト両県ではコメの自給は達成されている。

表2-6 コメの自給状況

	生産量(ton) *1	需要量(ton)	精米過不足(ton)
東ティモール全体	73,977	113,039	-39,062
首都ディリ	156	24,807	-24,651
バウカウ県	24,171	11,840	12,332
マナツト県	7,302	4,531	2,771

*1 : 2011/2012年の生産量、精米。

出典 : National Directorate for Agriculture and Horticulture

2) 米の生産状況

i) 主要品種

バウカウ県・マナツト県ともに推奨する品種は、1. IR64、2. ナクロマ、3. 伝統的品種 (Siliaun など)、4. メンブラノとなっている。

バウカウ県農業事務所は、30tonのナクロマの種籾を保管しており、総合的作物管理 (Integrated Crop Management : ICM) 農法を実施する農民に配布しているとのことである。バウカウ県全体では2011/12年段階で、ICM農法の作付面積は2,862haに達している。ICM農法においてナクロマは10kg/haの密度で播種・移植されるため、バウカウ県農業事務所は、バウカウ県全体のICM農法実施面積に見合う推奨品種の種籾を準備していることが確認された。一方、マナツト県は25tonのナクロマの種籾を保管している。マナツト県のICM農法の普及面積は460haとされているので、こちらについてもICM農法普及に十分な種籾を保管していることが確認された。

ii) バウカウ・マナツト両県の収穫量

バウカウ・マナツト両県のコメの作付面積および収穫量を表2-7に示す。2006年から2011年にかけて、バウカウ県では生産量が5倍以上に増加している。一方、マナツト県は作付面積および収穫量ともあまり増加していない。

表2-7 バウカウ・マナツト両県のコメの収穫量

県別/作付面積、収穫量		2006	2007	2008	2009	2010	2011
バウカウ県	作付面積(ha)	3,660	4,971	5,071	9,200	10,878	13,225
	収穫量 (ton)	6,588	7,457	10,193	29,440	43,354	33,021
マナツト県	作付面積(ha)	4,091	3,450	3,450	4,265	1,571	2,530
	収穫量 (ton)	8,182	5,157	5,157	12,795	4,072	6,654

出典 : MAF、バウカウ県農業事務所

3) 政府支援の状況

i) 改良農法の普及状況

GIZ などの支援を受けて、バウカウ・マナツト両県農業事務所は ICM 農法の普及を進めている。ICM 農法とは、耕起から収穫に至るすべての過程を改善することにより、低投入で収量の改善を図る農法である。なかでも、優良品種の提供、耕起、育苗、条植え、除草、収穫時期等に力点を置いている (ICM 普及マニュアル (GIZ))。両県農業事務所によれば、ICM 農法の普及は 2010 年時点で 20~30%程度となっている (表 2 - 8 参照)。また、2010 年に Hybrid 米の普及が試みられているが、種子の提供、多くの肥料を要することなどから、あまり普及は進んでいない。

表 2 - 8 バウカウ・マナツト両県の ICM 農法の普及状況 (2010 年) 単位 : ha (割合)

栽培法	ICM+Hybrid	在来型	合計
バウカウ県	2,994 (28%)	7,844.4 (72%)	10,838.4 (100%)
マナツト県	314.6 (24%)	1,006.7 (76%)	1,321.3 (100%)

出典 : バウカウ・マナツト県農業事務所

ii) 農民への肥料の支援状況

バウカウ・マナツト両県農業事務所は、ICM 農法を実施していることを条件に肥料の支援を実施している。2009 年から 2012 年にかけての肥料配布の実績と、2013 年における配布の予定について表 2 - 9 に示す。2009 年から 2010 年にかけて多くの肥料が農民に供与されている。これは、中国などが Hybrid 品種の普及活動を実施した際に、供与したものを含んでいる。2011 年以降は、尿素肥料では 3~4ton の供与となっており、仮に 100kg/ha ずつ配布した場合、30~40ha の水田への配布に相当し、限定的な配布量といえる。

表 2 - 9 バウカウ・マナツト両県における政府からの肥料の支援状況

県	肥料の種類	2009	2010	2011	2012	2013 計画
バウカウ県	尿素肥料	40.65	90.4	4	4	10
	リン酸肥料	0.75	12.9	3	4	5
	KCL	0.10	0.4	1	2	5
	NPK	0.45	32.9	0.5		
	合計	41.95	136.6	8.5	10	20
マナツト県	尿素肥料	18.65	18.45	3	4.5	10
	リン酸肥料	1.95	9.35	2	4.5	5
	KCL	0.3		1	1	5
	NPK	5.9	17.05	0.5		
	合計	26.8	44.85	6.5	10	20

出典 : MAF、農業・園芸局

iii) 農民へのトラクターの支援状況

2007 年から 2009 年にかけて、農業省は表 2 - 10 に示すように大・中型トラクター (乗用) 及びハンドトラクターを農民に供与している。2010 年以降は、トラクターの供与はなされていない。

表 2 - 10 全国・バウカウ・マナツト県に供与した大・中型トラクターおよびハンドトラクター

	大・中型トラクター (台)	ハンドトラクター (台)
全 国	315	2,424
バウカウ県	31	371
マナツト県	33	199

出典：MAF、農業・園芸局

バウカウ県農業事務所で購入した資料によると、バウカウ県側の本事業受益地の農家に供与されたハンドトラクターの数は 19 台である。また、マナツト県側については、普及員からの聞き取りによると、レイア準県側の本事業受益地の農家に供与されたハンドトラクターの供与数は 15 台である。ベマセ準県側とレイア準県側を合わせると 34 台となる。恐らく、そのうち正常に稼働しているトラクターは 60%の 20 台程度と考えられる。

4) コメの流通状況

i) 政府による買い上げ制度

政府の支援を受けて、仲買業者の Centro Logistic National (CLN) が農民からのコメの買取を行っていたが、2005 年を最後に現在は実施されていない。バウカウ県には CLN の事務所もなくなっているとのことである。受益地の農民への聞き取りからも、CLN の買取が止まっていることを確認している。

また、商工環境省 (MCIE) の支援を受けて、いくつかの民間企業がバウカウ・マナツトなど東部諸県の農民からの 300~500ton 程度のコメの買い上げ、政府への出荷・販売を行っている。しかし、2012 年 12 月現在、MCIE からコメの買い上げに係る契約がなされておらず、民間企業によるコメの買い上げは実施されていない模様である。

ii) 精米の価格

2010 年における、ディリにおける輸入米、同市国産米の精米の価格の変動を表 2-11 に示す。国産米の価格は、雨期作の収穫期の 5 月、6 月よりある程度時間の経た 11 月、12 月において価格が上昇する。11 月、12 月においては、乾期作の収穫物の出荷が可能のため、乾期作の方が雨期作より有利な価格で出荷が可能となる。

表 2 - 11 輸入米と国産米 (精米) の価格変動 (2010 年) 単位：US\$ / kg

種 別	1 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ディリ (輸入米)	0.60	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ディリ (国産米)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85

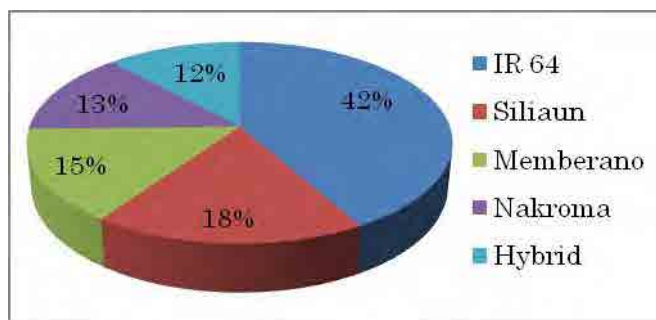
出典：Dili Market Average Price (財務省)、

(2) 受益地の状況

受益者 600 名の 10%を超える 67 名の受益者に対して農家調査を実施した。また、両県農業事務所および受益地に配置されている普及員に聞き取り調査を実施した。それらの結果を以下にまとめる。

1) 主要品種および作付体系

67名の栽培する品種の割合を図2-17に示す。両県農業事務所が推奨するIR64が最も多く、次いで在来品種のSiliaunが多くなっている。在来品種は、バウカウ・マナツトの市場において輸入米と並んで栽培されており、一定の需要が発生している。



出典：JICA 調査団

図2-17 受益地における栽培品種の割合

両県農業事務所が推奨するもう一つの品種のNakromaの栽培は、13%に留まっている。バウカウ農業事務所は、ICM農法の普及に合わせてNakromaの種子を配布することとしている。両県農業事務所によるICM農法の一層の普及活動と、優良品種の普及並びに優良種子の配布が望まれる。

現地調査時点の作付面積調査では、雨期に473haの面積で天水及び灌漑による稲作栽培が実施されている他、乾期にはレイア川からの取水が可能な川沿いの61haで灌漑稲作が実施されていることが判明した。

稲作以外では、わずかではあるが、家庭菜園程度の野菜作がおこなわれている程度である。ブルト地区の稲の作付体系は下図のとおりである。

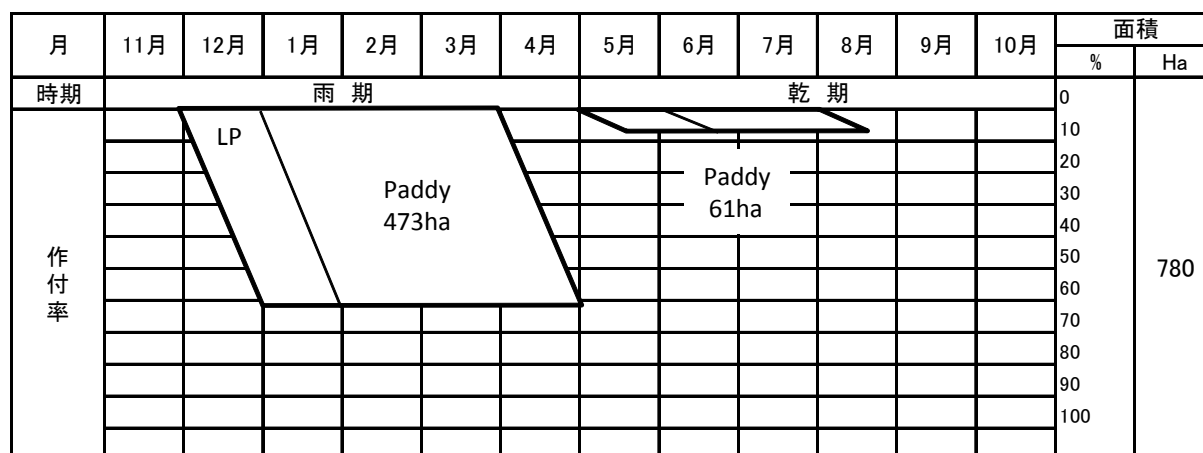


図2-18 ブルト地区の現況作付パターン及び作付面積

2) 世帯構成と世帯ごとの精米の消費量

インタビューを実施した67世帯における人数は447名となり、1世帯当たりの平均人数は6~7名程度となる。1人当たりのコメの年間消費量を106kgとした場合（Inter-Ministerial Food and Nutrition Security Task Force Situation Assessment Report, FAO）、1世帯当たり必要なコメは、精米636~742kg、粳を含む重量で1,060~1,237kgとなる。

3) 経営規模

農家調査を実施した67名の経営規模を表2-12に示す。中央値・平均値は1.5~2.0ha程度、

また 1～2ha が全体の約 50%を占める。すなわち、1 世帯で耕作が可能な面積、かつ雨期作 1 作で 1 世帯の 1 年分の食料を提供可能な面積が作付されていると分析できる。

表 2 - 12 経営規模の分布

最高値・最低値・平均値・中央値		度数分布（農家数）	
最高値	12 ha	1ha 未満	12 戸
最低値	0.5 ha	1-2ha	35 戸
平均値	1.87 ha	2-5ha	17 戸
中央値	1.50 ha	5ha 以上	3 戸

出典：JICA 調査団

4) コメの単収および生産量

農家調査（聞き取り）を実施した 67 名の単収（栽培面積と収穫量の聞き取り結果より算出）を表 2 - 13 に示す。中央値・平均値は 2 ton/ha 程度となり、単収が 1-3 ton/ha の農民が全体の約 65% を占める。

表 2 - 13 単収の分布

最高値・最低値・平均値・中央値		度数分布（農家数）	
最高値	5.8 ton/ha	1 ton/ha 未満	9 戸
最低値	0.4 ton/ha	1-2 ton/ha	23 戸
平均値	2.14 ton/ha	2-3 ton/ha	21 戸
中央値	2.07 ton/ha	3 ton/ha 以上	14 戸

出典：JICA 調査団

受益地の平均的な作付面積は、雨期 473ha、乾期 61ha と評価されていることから、コメの生産量は受益地全体で 1,000 ton 程度と推測できる。

5) 普及員の配置状況

普及員は、1 村（Suco）に 1 名の割合で配置される例が多い。受益地内については、ベマセ村に 2 名、ラレイア準県リファウ村、ハトゥラン村に 1 名ずつ普及員が配置されている。いずれの普及員も受益地の状況をよく把握しており、普及員の配置は問題ないと考えられる。

6) トラクター・役畜

i) ハンドトラクター・大型トラクター・役畜の状況

ハンドトラクターの耕起能力は、15ha/台^{注 1)}と言われている。両県農業事務所からの聞き取りによると、受益地に対し政府から供与されたハンドトラクターの数は 34 台であり、そのうち 20 台程度のトラクターが受益地内で稼働していると推定される。政府から供与される場合は、15～20 名のグループに 1 台の割合で供与されることが多い。15～20 名が共同で 1 台のハンドトラクターを使用するため、グループメンバー全員が耕起を終えるまで長い時間を要している。政府から供与したハンドトラクターの他に、個人でハンドトラクターを所有する農家（篤農家）がおり、普及員への聞き取りから政府供与と同数の 20 台程度が稼働していると推定される。これら個人所有の

トラクターは、主として所有農家の農地を中心に使われている。そのため、トラクターを所有しない大部分の農家の水田は、政府供与のハンドトラクターあるいは人力で耕起されていると推定される。

また、調査対象 67 世帯のうち水牛・牛を飼育している農家数は 13 戸と限定されており、役畜による耕起も限定的である。乾期を経て土が硬くなっているため、ハンドトラクターで耕起する前に、水牛・牛による蹄耕を行った後、ハンドトラクターで耕起することもある。しかし、乾期作においては、水牛・牛が水田内に侵入し、稲を押し倒したり、食べたりするなどの被害を発生させている。

このほかに、両県農業事務所は大・中型トラクターの貸し出しを行っている。耕起能力は、50ha/台²⁾程度である。農民は、トラクターの燃料代を負担することにより耕起を行うことができる。バウカウ農業事務所での聞き取りによると、ベマセ準県に貸し出されている大・中型トラクターは、年間 5~6 台程度とのことである。そのうち、受益地では年間 3~4 台程度が使用されていると推測される。また、ラレイア準県リファウ村の普及員によれば、受益地内では 2 台程度の大型トラクターが使われているとのことである。

注 1) 対象地域において 15 名のグループにハンドトラクター 1 台を供与している事例が複数見られた。対象地域の平均的な農地面積がおおよそ 1ha であるため、1 台のハンドトラクターで 15ha を耕起する想定で配布されたものと推測する。この事例に倣い、対象地域におけるハンドトラクターの耕起能力を 15ha/台とした。

注 2) 日本の農水省が用いる水田耕起の作業委託における作業可能面積の算出法(農林水産省「高性能農業機械の試験研究、実用化の促進および導入に関する基本方針参考資料」)を用いて算出した。耕起可能面積=作業日数*1日作業時間*実作業率/作業能率の式に、作業効率=2.5時/ha(40~50馬力(Kubota MX5100))、作業日数=30日、1日作業時間=8時間、実作業率=0.5(対象地域の2次水路沿いに道路が整備されていないため低めに設定した)を代入すると耕起可能面積は48haとなる。

ii) ハンドトラクターおよび大型トラクターによる耕起

以上をまとめると、受益地内での現況のハンドトラクターと大型トラクターによる耕起可能面積は 550ha と評価される。(15ha × 20 台+50ha × 5 台=550ha)

2010 年以降ハンドトラクターは供与されていないため、事業実施により灌漑可能面積が増加しても、大幅な作付面積の増加は見込めないであろう。そのため、事業完了後 3 年の耕起可能面積は、上記 550ha を下回るとし、現況の 473ha から 15%増の 540ha (作付率 70%) としている。

事業完了後 5 年以降の耕起可能面積については、政府供与のトラクターと同数あると見込まれる個人所有のトラクターも、受益地内で大いに使われるようになることと推測する。なぜなら、事業完了後、灌漑用水量の増加とディリーバウカウ道路の改修による余剰米の販売の機会の向上により、農家の栽培面積拡大の意欲が高まると推定され、また、実際に余剰米の販売が進むことにより受益農家の現金収入が増えるため、ハンドトラクターの賃貸しや所有農家による耕起作業の代行サービスが進むと予想されるためである。個人所有のトラクターの数を政府供与と同程度と仮定すると、受益地内で稼働するハンドトラクター数は 40 台となり、大型トラクター数は 2 台程度としても耕起可能面積は 850ha と評価され、灌漑可能面積 780ha を上回る。

7) 収穫後処理

政府からの支援状況と普及員からの聞き取りにより、個人で購入したものも含めて、受益地内には 35~40 台程度の脱穀機と 5~7 台程度の精米機が稼働していると推測される。脱穀機は、1日あたりの処理能力が 1ton 程度で、収穫後の 6~7 月にかけて稼働のピークを迎え、その間、35~40

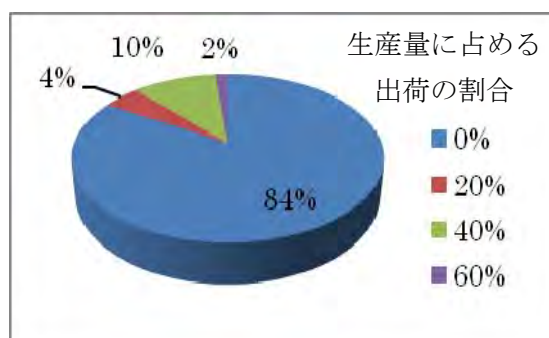
台の脱穀機で 1,050~1,200ton のコメを脱穀するものと推測される。また、精米機については、処理能力は 1 日当たり 1~3 ton 程度と推測され、稼働率が 1/5 程度とするならば、5~7 台の精米機で年間 1,000~1,500 ton のコメを精米することができる。すなわち、4) において推定した受益地内のコメの生産量 1,000ton に見合った脱穀機および精米機が稼働していると評価される。

収穫後処理施設は、何軒かの農民が周囲の農民から収穫物の一部あるいは現金で料金を徴収しており、ある程度民間で運営が可能と考えられる。しかし、灌漑施設の改修により急激に収穫量が増加する場合には、民間での対応が間に合わないため、特に脱穀機について政府からの支援が必要となると考えられる。

8) コメの出荷の状況

図 2 - 19 に示すように、67 名のうち 84% の農民が、余剰のコメを出荷していないと回答しており、受益地においてコメの出荷はあまり一般的ではないことが分かる。一方、生産量の 40% 以上を出荷している農民が 12% を占めていることから、一部の農民は出荷も視野に入れながら栽培していると分析できる。

灌漑施設の改修により、乾期作が可能となり、多くの農民に自家消費量を超える余剰のコメが生じる。多くの農民に出荷を視野に入れた栽培を定着させるには、すでに収穫の一定量以上を出荷している一部の篤農家のような農民が推進役となり、地域における集荷・出荷の体制構築を構築することが重要となる。そのためには、一部の篤農家を中心に組織化を行い、周辺の農家の余剰米の回収、政府への売り渡し、あるいはバウカウ、マナツト、ディリなどの市場への出荷を支援する活動が効果的と考える。



出典：JICA 調査団

図 2 - 19 余剰米を販売する農家の割合

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

2-2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本プロジェクトの主要内容は、1) 灌漑施設、2) 排水施設、3) 河川保護工、4) 建築、5) 展示圃場、6) ソフトコンポーネントからなる。これらの内容と使用について、下表にまとめて示す。

表 2 - 14 主要コンポーネント

項目	コンポーネント	仕 様
1. 灌漑施設	取水工	固定堰 200m (土砂吐水門の 7.1m 幅を含む)
		沈砂池 : 50 m × 8 m (4m × 2 連)
		導水路 : 236.24 m (沈砂池、トランジション水路を含む)
		護岸工 (導流壁) : 半重力式擁壁 (取水工左右岸) H=9.6 ~ 8.1m (堰軸断面)
		導流堤 : 土堰堤 (取水工左岸上流) H=7~8m
		ゲート管理室 (5m × 12m=60m ²)
		左岸導水路 (管路敷設)
	灌漑水路	幹線水路 : 12.3km (練石積み水路、底版はコンクリート張り) 流量 : 1.92~0.11 m ³ /sec
		2 次水路 : 16 路線 15.4km、流量 : 1.17~0.11 m ³ /sec 土水路 (延長の長い水路は上流区間で練石積み水路)
		付帯工 : 分水工、落差工、横断排水工、ゲート等
水路管理用道路 : 砂利舗装 (新設 1.3 km)		
2. 排水施設	排水路	排水路 2 路線 : 約 4.6km (土水路) 分散堰 : 4 箇所 (小流量の洪水の灌漑利用)
3. 河川工	河岸護岸工	バマセ川左岸約 600m (ジャカゴによる護岸)
4. 建築	水利組合集会所	事務所・集会所 (87m ²)、トイレ (別棟 17.5m ²) 簡易浄化槽、水槽
5. 展示圃場	圃場整形	2 地区 (各 0.3 ha) の圃場畦畔の整形
6. ソフトコンポーネント	水利組合の設立・強化	水利用組合 (WUA) の設立、水管理技術の指導、灌漑施設の操作、維持管理に関わる技術移転

2-2-3-1-2 ベースとなる環境及び社会の状況

「東ティ」国全般の自然環境については、「環境と持続的開発」を主題に掲げる国連開発計画 (UNDP) が中心的に情報の収集と整理を行っている。生態系の保全と国家の開発に向けた 20 年間の基本計画として、National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP) of Timor-Leste 2011-2020 が制定されている。

「東ティ」国内には、国連暫定統治下に 15 の保護地区が設定されたが、2007 年にそのうちの 3 つを統合して 1 つの国立公園 (Nino Konis Santana National Park) が設置された。さらに、2007 年に保護地区国立公園局により 17 の保護区が選定された。本プロジェクト対象地域は、下図に示す

ように、それらに含まれてはいない。また、既存灌漑地区のリハビリ事業であるため、生態系などの自然環境に対して甚大な影響を及ぼすことは想定されない。



Source: The National Biodiversity Strategy and Action Plan of Timor Leste; National Biodiversity Working Group; 2011

図 2 - 20 東ティモールの保護地域

本プロジェクト地域は、行政区分においてマナツト県ラレイア準県とパウカウ県ベマセ準県にまたがっている。村 (Suco) 単位で見ると、ラレイア準県の 3 村のうちの 2 村 (Lifau、Hatu-Ralan) とベマセ準県の 7 村のうちの 1 村 (Vemasse) が含まれる。それぞれの世帯数と人口を、村および集落 (Aldeia) ごとに下表に整理する。これらの関係 3 村全体では、世帯数は 1,063 戸、人口は 4,934 人である。

表 2 - 15 対象地域の人口情報

準県	村 (Suco)	集落 (Aldeia)	世帯数	人口
Laleia	Lifau	Total	277	1,084
		Uma Rentau	133	512
		Lemao	65	260
		Uma Clalan	79	312
	Hatu-Ralan	Total	207	894
		Ralan	74	317
		Beboro	92	400
Vemasse	Vemasse	Total	579	2,956
		Loa	146	836
		Raha	145	623
		Betulale	127	715
		Oralah	161	782

注：人口統計は、ラレイア準県は 2012 年、ベマセ準県は 2010/11 年の情報である。

2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

1) 東ティモールの環境ガイドラインに基づく手続き

東ティモールにおいて発効されている環境ガイドライン案に示される「Guideline #1: Environmental Requirements for Development Proposal」によると、新規・改善プロジェクトの開発者（本プロジェクトの場合は MAF）は、環境国務長官（SSE）に対し、事業申請書を提出し、開発計画の承認を得る必要がある。

事業実施に先立ち、MAF は SSE に対して環境管理計画（EMP）を提出し承認を受けることが義務付けられている。ブルト灌漑施設復旧事業は、「Decree-Law No. 5/201（2011年2月9日）」の中の12セクターの中の、「IX. Agricultural, Livestock and Forestry Sectors」の「1. Irrigation systems」に対応する。

表 2 - 16 農畜水産業の環境カテゴリー区分

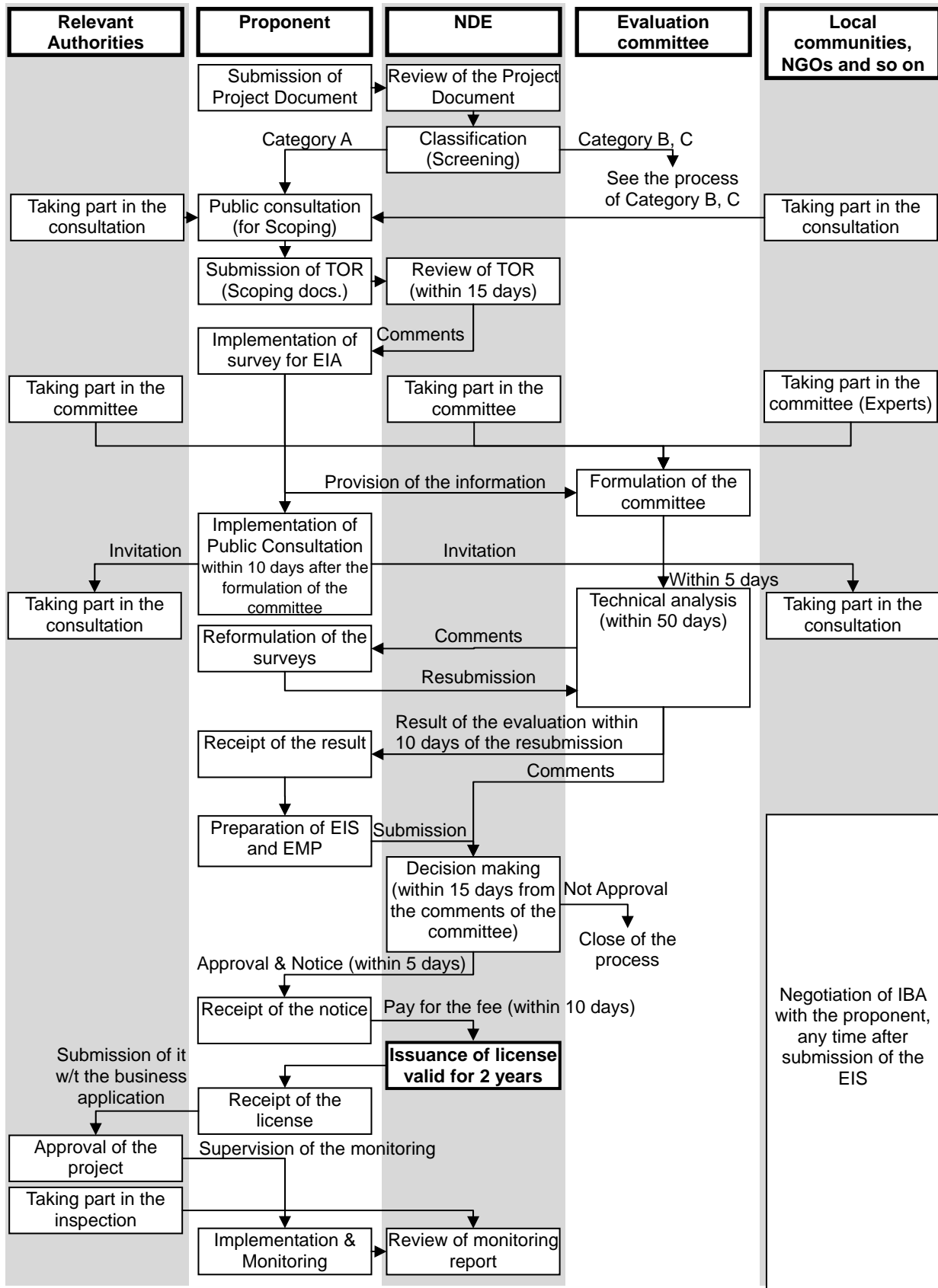
Items	Category A	Category B	Buluto
IX. Agricultural, Livestock and Forestry Sectors			
1. Irrigation systems	≥ 100 ha	< 100 ha	780 ha
2. Clear the soil for conversion to agriculture	≥ 100 ha	< 100 ha	N.A.
3. Plantations	≥ 20 ha	< 20 ha	N.A.
4. Forests for logging	≥ 25 ha	< 25 ha	N.A.
5. Development of rice fields in forest area	≥ 3 ha	< 3 ha	N.A.

Source: Decree-Law no. 5/2011 on Environmental Licensing

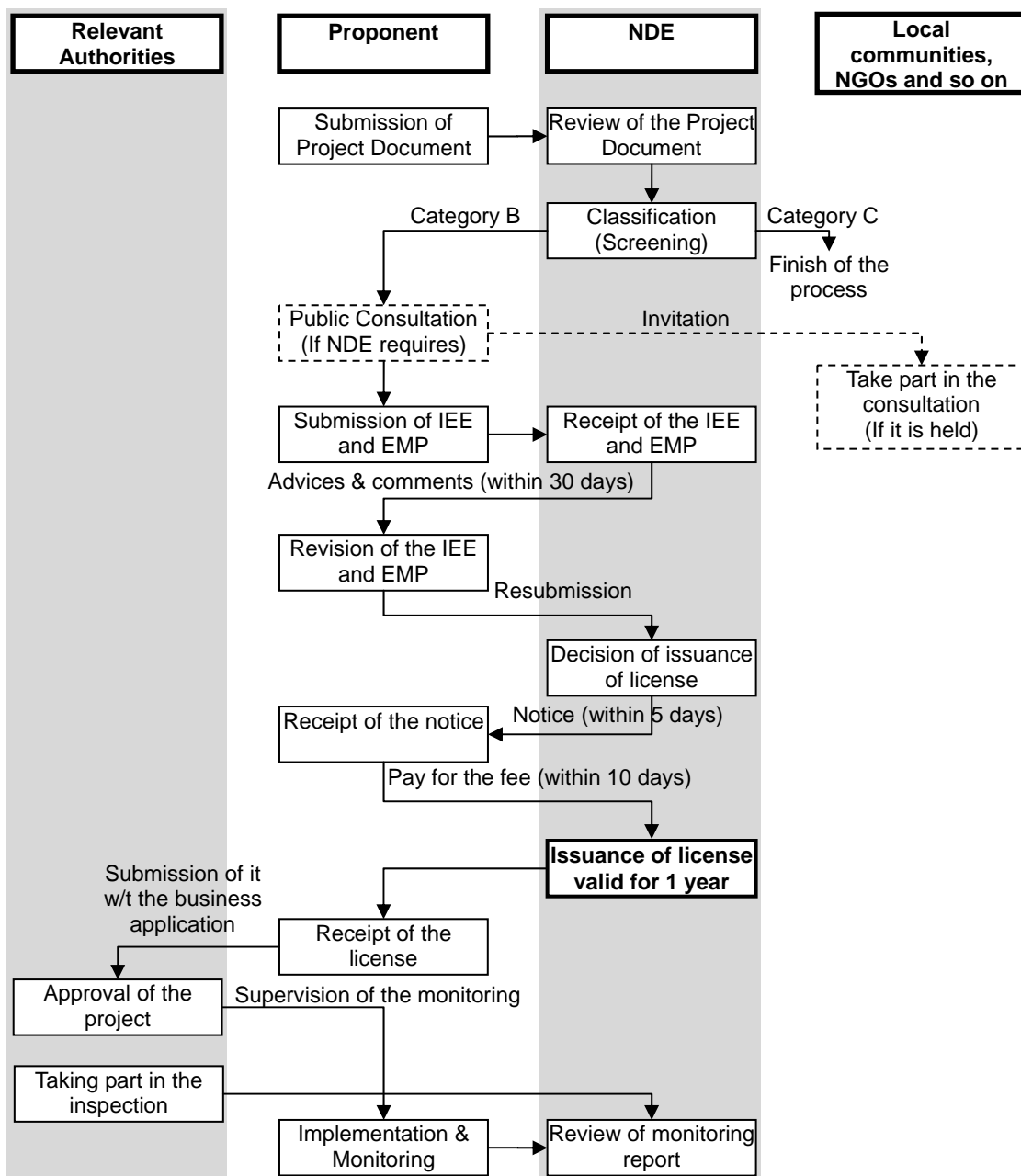
Note: N.A.: Not Applicable

ブルト灌漑事業の灌漑面積は約 780 ha であり、現状では雨期と乾期に簡易取水による稲作がおこなわれている。この面積は基準の 100 ha を上回るが、本プロジェクトは既存水田のリハビリ事業である。本事業には新規開田は含まれていないので、カテゴリーB に分類される。カテゴリーB に区分される事業では、環境ライセンスの取得のため、次のように、初期環境影響評価（IEE）の実施と環境管理計画（EMP）の作成が求められる。

- a. プロジェクトドキュメントの作成
- b. 公聴会の実施（必要に応じて）
- c. 初期環境影響評価（IEE）の実施
- d. 環境管理計画（EMP）の策定



環境ライセンス取得プロセス (カテゴリーA 事業)



環境ライセンス取得プロセス (カテゴリーB 事業)

2) 「東ティ」国の環境関連機関

本事業の実施に関する環境関連組織は、次の表に整理するとおりである。農業水産省は事業実施機関としてすべてに責任をもつ。商工環境省環境総局および法務省地籍情報課は、環境ライセンスの審査と土地収用に関して支援を行う。

表 2 - 17 環境関連組織

政府機関	部局	所管	本事業への支援
農業水産省	政策計画局	省全体の計画、予算案の編成	土地取得に関連する制度、財政支援
	灌漑水管理局	灌漑事業における事業実施管理、水管理、モニタリング・評価	水利構造物の維持管理に関する制度
	森林局	自然保護区の管理	
県農業事務所	計画財務局	県レベルでの農業普及、灌漑技術支援	用地確保に関する行政からの調整
県政府、準県政府	Manatuto 県、Baucau 県 Laleia 準県、Vemasse 準県		地方政府からの行政官の事業実施支援
商工環境省	環境総局	環境影響評価の審査、環境ライセンスの発行	IEE を含む事業審査
法務省	地籍情報課	法制度、登記制度を担当、国有地管理	用地補償に関する直接的な行政支援

商工環境省の環境総局の環境影響評価課が、事業の環境評価を担当している。環境総局の組織図を以下に示す。

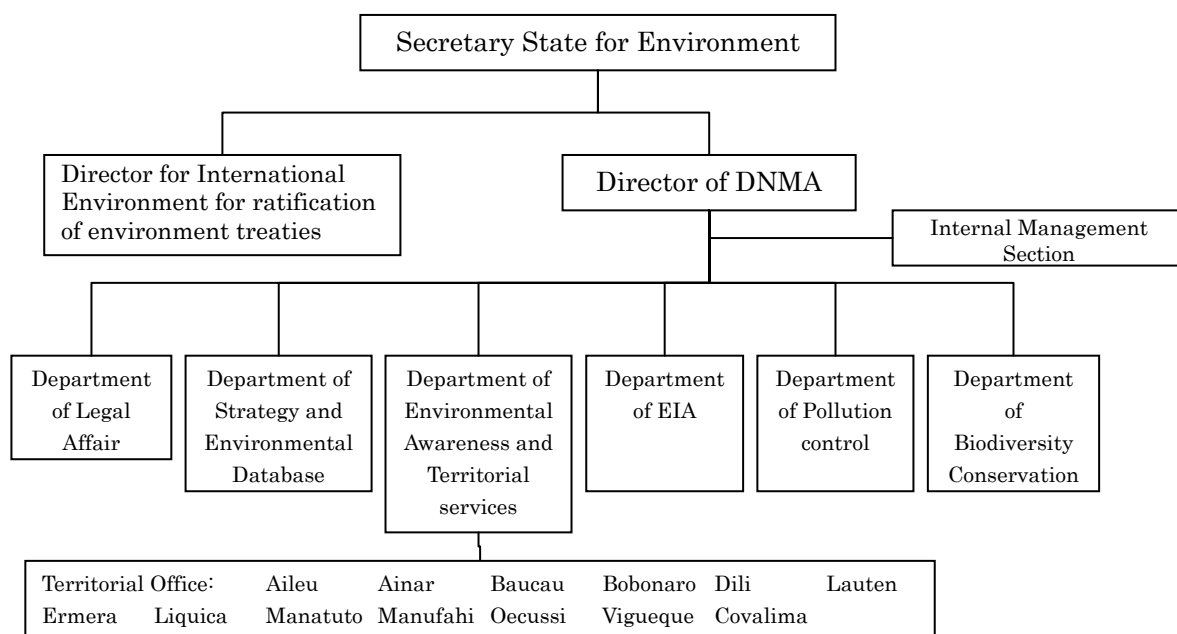


図 2 - 21 環境総局の組織図

公共事業の土地収用に関しては、法務省の地籍情報課が管轄している。また、自然環境保護に関しては、農業水産省の森林局が管轄している。

2-2-3-1-4 代替案の比較検討

準備調査において本プロジェクトは当該地区の水稻の生産に対して十分に大きな増大効果をもたらすものと評価され、経済的に実施可能性のある事業であると判断される。したがって、本プロジェクトを実施し、農業生産の拡大を図ることが提言される。

取水堰、灌漑水路、排水路などからなる本事業コンポーネントの配置や設計は、すでに経済的有効性を考慮しつつ検討されてきたものである。

幹線・二次水路および管理用道路のための取得対象の土地面積を最小限にするよう、次のように施設計画の見直しを行った。

- 水路の形状の変更の検討：幹線水路が住居地区を通過する区間では、水路断面を標準形式の台形から矩形やカルバート形式へ変更し必要な水路幅を小さくすることを検討した。
- 管理用道路の要否の再検討：既存の道路の活用と、最低限のアクセスの確保にとどめることを検討した。

2-2-3-1-5 スコーピング

事業実施において環境面で影響を受ける可能性のある 29 の一般的項目について、どのような影響が予測されるかを、「東ティ」国の一般的灌漑事業を想定してスコーピングを実施した。スコーピングは工事前・工事中と供用期間別に検討した。スコーピングの結果を次の表にまとめて示す。

表 2 - 18 環境影響項目のスコーピング

分類		影響項目	評価		概要
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	D	D	工事用車輛等の増加に伴う軽微な汚染は考えられるが、通常状態の範囲内と考えられる。
	2	水質汚濁	B-	B-	工事中の濁水発生による影響、及び運用中の農薬等に伴う水質への影響が考えられる。
	3	廃棄物	C-	D	改修事業に伴う堆積物や古い建造物の廃棄、その他一般的な工事に伴う産業廃棄物の発生が想定される。
	4	土壌汚染	D	C-	灌漑面積の増加と農地利用の効率化に伴い、農薬の増加等に伴う軽微な汚染が想定される。
	5	騒音・振動	C-	D	工事中に発生する騒音及び振動が想定される。
	6	地盤沈下	D	D	大規模な地下水のくみ上げ等を想定していないため、現状では地盤沈下は想定されない。
	7	悪臭	D	C-	営農、畜産、水産等の振興に伴う要素（肥料、飼料、農薬、糞尿）が、新規の悪臭源を増加させる可能性がある。
	8	底質	D	C-	土砂流出が激しい流域では、灌漑施設に伴う水利・水文条件の変化により底質環境の変化が起こる可能性が想定される。

分類		影響項目	評価		概要
			工事前 工事中	供用時	
自然環境	9	保護区	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。
	10	生態系	C-	D	工事中の軽微な影響を除き、生態系への大規模な影響は想定し難い。
	11	水象	D	C-	灌漑施設に伴う水利・水文条件の変化により、局所的な流出や流況への影響が発生する可能性がある。
	12	地形・地質	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。
社会環境	13	住民移転	C-	D	灌漑施設の新設及び改修に伴う限定的な用地取得や工事実施期間中の一時的な土地のレンタルに伴う小規模な影響が想定される。
	14	少数民族・先住民	C+/-	C+/-	主たる生計である農業の生産性や関連施設の利便性が向上し、正のインパクトが想定されるが、公平な受益の観点で負の影響に関するリスクも想定される。
	15	雇用や生計手段の地域経済	C+	B+	事業の実施に伴う住民（農民）の雇用環境や生計手段に対する負の影響は限定的である。事業効果として地域経済への正のインパクトが見込まれる。
	16	土地利用や地域資源利用	D	B+/C-	耕作放棄地等を含む土地利用の高度化や人手による里山的環境の維持管理が期待される点で正の効果が想定される。他方、新規の土地利用や資源開発に関しては軽微な負の影響も考えられる。
	17	水利用	B-	B+	取水工建設工事等のため、期間中の灌漑水利用の一部が制限されるが、灌漑施設の建設後は、灌漑水の安定供給が可能となる。
	18	既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	既存施設のうち改修によって機能回復が見込まれ、これに伴う公共・社会的なサービスの改善に正の効果が期待される。
	19	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	B+/C-	灌漑を中心とした農業インフラの整備が進み、県農業事務所や地方行政機関のみならず、水利組合や協同組合、民間セクター等への正の効果が期待される。他方、灌漑用水の分配などに関する新たな紛争の発生等、組織が機能しなかった場合の負の影響が想定される。
	20	被害と便益の偏在	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。ただし、民族やジェンダーの視点から留意する必要がある。
	21	地域内の利害対立	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。
	22	文化遺産	D	C-	灌漑施設の影響が伝統的水管理システムや精霊の取扱等に及ぶ可能性がある。
	23	景観	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。
	24	ジェンダー	D	C+	事業に伴う大規模な負の影響は想定し難い。生活用水等の観点から利便性の向上が想定される。
	25	子どもの権利	D	C+	事業に伴う大規模な負の影響は想定し難い。生活用水等の観点から利便性の向上が想定される。
	26	HIV/AIDS等の感染症	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。
27	労働環境（労働安全を含む）	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。	
その他	28	事故	B-	D	工事期間中は交通事故などのリスクが増大する。
	29	越境の影響、気候変動	D	D	事業に伴う大規模な影響は想定し難い。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

- C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)
D: No impact is expected.

2-2-3-1-6 環境社会配慮調査の TOR

上記スコーピングにおいて、評価が B-となった項目（水質汚濁、水利用、事故）について、現時点で想定される調査内容・方法を環境社会配慮調査の TOR として以下にまとめる。

表 2 - 19 環境社会配慮調査の TOR

	環境項目	調査項目	調査方法
2	水質汚濁	工事中の影響 供用時の影響	<ul style="list-style-type: none"> 取水堰等の工事中の濁水発生による影響の範囲の確認 供用時における肥料農薬等に伴う水質への影響の聞き取り調査
17	水利用	工事中の影響	<ul style="list-style-type: none"> 工事期間中の灌漑水利用の一部が制限されることによる影響の調査
28	事故	工事中の事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> 工事の内容、規模、工法、位置、工事期間、建設機械の種類、工事車両走行台数等の確認 住居地区と施工箇所の位置の確認

2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

スコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査の結果（予測）を下表に示す。

表 2 - 20 環境社会配慮調査の結果

	環境項目	調査項目	調査結果
2	水質汚濁	工事中の影響 供用時の影響	<ul style="list-style-type: none"> とくにレイア川上流部における取水堰の工事実施期間には、濁水が発生することが予想される。下流部において飲料用に取水するとか漁業が盛んであるという事情は見当たらないため、重大な影響とは判断されないが、一定の監視が必要と考えられる。 供用時は灌漑水田において施肥や農薬散布が行われることとなるが、すでに稲作が行われている地帯であり、本プロジェクトによる影響とはみなされない。また、等地域では現在までに農薬等による健康被害などは報告されていない。
17	水利用	工事中の影響	<ul style="list-style-type: none"> 既存の水路等を改修するために、その工事期間中には、既存の灌漑地区における灌漑水利用の一部が制限されることとなる。
28	事故	工事中の事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> 工事に伴う車両通行量の増加による交通事故、建設機械等による事故など、潜在的なリスクが生じる。とくに国道沿いの水路工事においては十分に注意することが必要である。

2-2-3-1-8 影響評価

上記調査に合わせてそれぞれの項目において、ネガティブあるいはポジティブな影響の内容とその程度を添付するチェックリストを用いて評価した。評価の結果を下表のとおりまとめた。ネガティブな影響が予想される事項および影響がまだ確定できない事項について、回避・緩和策を検討することとする。

表 2 - 21 環境影響項目の評価

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1 大気汚染	B-	D	工事中：重機や車輛の運行に伴う埃や排気ガスが発生する可能性がある。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような大気汚染は想定されない。
	2 水質汚濁	B-	D	工事中：取水工や水路等の建設に伴う水質汚染が発生することが懸念される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような水質汚濁は想定されない。
	3 廃棄物	B-	D	工事中：工事の実施および作業員の集中により廃棄物が増大する。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物は想定されない。
	4 土壌汚染	B-	D	工事中：工事に伴う土壌汚染が発生する可能性がある。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような大気汚染は想定されない。
	5 騒音・振動	B-	D	工事中：工事に伴う騒音・振動が発生することが懸念される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような騒音・振動は想定されない。
	6 地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7 悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8 底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境	9 保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や自然保護区等は存在しない。
	10 生態系	D	D	生態系に影響を及ぼすほどの作業等は想定されない。
	11 水象	D	B	供用時：固定堰の建設による河川流路が変わる可能性がある。
	12 地形・地質	D	D	地形・地質に対する影響はほとんど想定されない。
社会環境	13 住民移転	B-	B-	本事業による住民移転は想定されないが、水路建設に伴う土地取得が必要となる。
	14 少数民族・先住民	D	D	少数民族・先住民の生活環境に対する影響は想定されない。
	15 雇用や生計手段の地域経済	B+	B+	工事中：工事の労働力として、地域住民に労働機会が与えられる。 供用中：充実した灌漑事業が行われることにより農業生産が増大し、生計向上が期待される。
	16 土地利用や地域資源利用	B-	B+	工事中：水路設置工事等のため、期間中の農地利用が制限される。 供用時：水路に沿って農地の収用が必要になるが、灌漑水の安定供給により農地の高度利用が可能となる。
	17 水利用	B-	B+	工事中：取水工建設工事等のため、期間中の灌漑水利用の一部が制限される。 供用時：灌漑施設の建設後は、灌漑水の安定供給が可能となる。
	18 既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	工事中：地区内を通る国道において、工事に伴う車輛通行の規制などが起こる可能性がある。

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
	19 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	B-	B-	2 県（2 準県）にまたがる施設であるため、関係機関の調整が必要である。
	20 被害と便益の偏在	B-	B-	灌漑事業の対象となる農家と対象とならない農家が存在することが予想される。
	21 地域内の利害対立	B-	B-	灌漑事業の対象となる農家と対象とならない農家が存在することが予想される。
	22 文化遺産	D	D	本事業により影響を受ける文化遺産はないものと想定される。
	23 景観	D	D	本事業による景観への影響は想定されない。
	24 ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	25 子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	26 HIV/AIDS 等の感染症	D	D	本事業による感染症への影響は想定されない。
	27 労働環境（労働安全を含む）	D	D	本事業による労働環境への影響は想定されない。
その他	28 事故	B-	D	工事中：交通事故などのリスクが増大する。
	29 越境の影響、気候変動	D	D	越境の影響や気候変動にかかる影響等はほとんどないと考えられる。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

D: No impact is expected.

2-2-3-1-9 緩和策及び緩和策実施のための費用

想定される社会環境面への影響（2-2-3-1-8においてB-と判定された項目）に関して、それらの事項に対する緩和策を、工事期間中および施設の供用期間それぞれについて検討した。

表 2 - 22 環境影響に対する緩和策

No.	インパクト	緩和策	実施機関	責任機関	費用
【工事中】					
1	大気汚染	• 住宅地付近における工事では、粉塵等で住民へ影響が出ないように散水するなど、配慮する。	施工業者	施工業者	建設費用
2	水質汚濁	• Laleia 川の取水工の工事において、河川水の濁度が上昇するが、過度な泥流を流す場合には事前に地域社会・住民へ通知する。 • 水質に影響を与えるオイルや廃水等の資材管理を適切に行う。	施工業者	施工業者	建設費用
3	廃棄物	• 工事に伴い発生する廃棄物・残土等は、住宅地から離れた場所に毎日工事終了後に一時保管し、適正に処理する。	施工業者	施工業者	建設費用
4	土壌汚染	• 土壌に影響を与えるオイルや廃水等の資材管理を適切に行う。	施工業者	施工業者	建設費用

No.	インパクト	緩和策	実施機関	責任機関	費用
5	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 住宅地付近における工事では、住民の生活に影響を抑えるため、工事時間を昼間に限定する。 使用する重機や車輛が異音を発しないよう適切なメンテナンスを行う。 	施工業者	施工業者	建設費用
13	住民移転	<ul style="list-style-type: none"> 事業の内容について事前に十分に説明を行い、理解を得るように努める。 土地取得が円滑に行われるよう、法務省地籍情報課と調整を図りつつ、対象住民との定期的な会合を設ける。 土地取得に関する苦情処理のため第三者機関を設立し、必要な調整を行う。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
16	土地利用や地域資源利用	<ul style="list-style-type: none"> 工事期間中に予想される農地の利用制限を最小限に抑えるよう、適切な施工計画を策定する。 土地利用に制限が生じる場合には、事前に地域社会に通知する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
17	水利用	<ul style="list-style-type: none"> 工事期間中に予想される灌漑水の供給への影響を最小限にとどめるよう、適切な施工計画を策定する。 灌漑水の供給に影響が出る場合には、事前に地域社会に通知する。 	県農業事務所	MAF	行政費用
18	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> 国道沿いの水路工事については、事前に地域社会に通知する。 また、一般交通への支障を抑えるために、交通整理要員を配置する。 	施工業者	MAF	行政費用
19	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	<ul style="list-style-type: none"> 事業の内容について事前に十分に説明を行い、理解を得るように努める。 定期的に公聴会を開き、Laleia 準県と Vemasse 準県の間の利害を早期に調整する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
20	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> 事業の内容について事前に十分に説明を行い、理解を得るように努める。 定期的に公聴会を開き、地区内農家間の利害を早期に調整する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
21	地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> 事業の内容について事前に十分に説明を行い、理解を得るように努める。 定期的に公聴会を開き、地区内住民間の利害を早期に調整する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
28	事故	<ul style="list-style-type: none"> 国道沿いの水路工事において、交通事故発生を防ぐため、交通整理要員を配置する。 毎日の工事内容とそれに対する安全対策を作業員に周知させる。 重機のメンテナンスを適切に行う。 	施工業者	施工業者	建設費用
【供用時】					
11	水象	<ul style="list-style-type: none"> Laleia 川の取水堰付近における流況の変化を定期的に監視する。 Laleia 川の流況の変化により災害等の発生が懸念される場合には、対策工事等を行う。 	県農業事務所	MAF	行政費用
13	住民移転	<ul style="list-style-type: none"> 土地取得の対象となった住民から苦情があった場合には、法務省地籍情報課の指導の下、住民と協議を行い、適切に対処する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用

No.	インパクト	緩和策	実施機関	責任機関	費用
19	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	<ul style="list-style-type: none"> 関連する課題が発生した場合は、関係機関と協力し、Laleia 準県と Vemasse 準県の間の利害を調整する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
20	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> 各灌漑ブロックへの配水状況を適期的に巡回調査する。 関連する課題が発生した場合は、関係機関と協力し、農家間の利害を調整する。 	県農業事務所、準県政府	MAF	行政費用
21	地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> 各灌漑ブロックへの配水状況をモニタリングする。 関連する課題が発生した場合は、関係機関と協力し、住民間の利害を調整する。 	県農業事務所、地方政府	MAF	行政費用
24	ジェンダー	<ul style="list-style-type: none"> 関連する課題が発生した場合は、関係機関と協力し、適切に処理する。 	地方政府	MAF	行政費用
25	子どもの権利	<ul style="list-style-type: none"> 関連する課題が発生した場合は、関係機関と協力し、適切に処理する。 	地方政府	MAF	行政費用

環境影響の緩和策にかかる追加的費用は、表に示した実施機関が負担することが原則である。その費用は大きくはなく、建設事業費の積算、または政府の一般予算に含まれる。

2-2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画

現時点において、ネガティブな影響が予想される環境項目（2-2-3-1-5 において B-と判定された項目）に関して、工事中と供用時にモニタリングを行う。

表 2 - 23 環境モニタリング計画

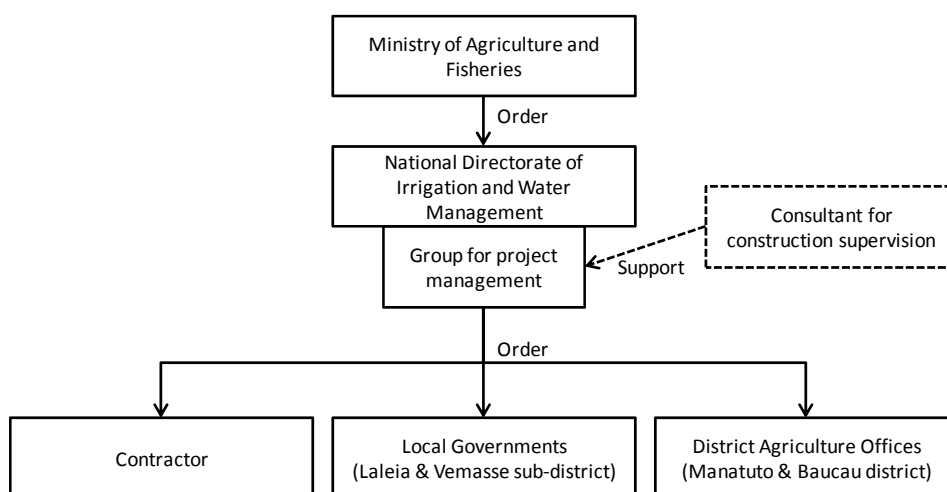
環境項目	項目	方法	地点	頻度	責任機関
【工事中】					
大気汚染	粉塵	目視	施工箇所	毎月	施工業者
水質汚染	濁度	目視	Laleia 川	毎月	施工業者
廃棄物	廃棄物の排出量	目視	施工箇所	毎月	施工業者
土壌汚染	土壌状態	目視	施工箇所	毎月	施工業者
騒音・振動	騒音レベル	体感	施工箇所	毎月	施工業者
住民移転	苦情の処理記録件数	苦情処理メカニズム	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
土地利用	苦情の処理記録件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
水利用	苦情の処理記録件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
既存の社会インフラや社会サービス	苦情の処理記録件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	苦情の処理記録件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
被害と便益の偏在	苦情の処理記録件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府
地域内の利害対立	苦情の処理件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	毎月	県農業事務所、準県政府

環境項目	項目	方法	地点	頻度	責任機関
事故	事故発生回数、程度	事故の発生記録	全事業対象地域	毎月	施工業者
【供用時】					
水象	Laleia 川の流況変化	目視	取水工付近	四半期	県農業事務所
住民移転	苦情の処理記録	苦情の処理記録	全事業対象地域	四半期	県農業事務所、準県政府
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	苦情の処理件数	苦情の処理記録	全事業対象地域	四半期	県農業事務所、準県政府
被害と便益の偏在	苦情の処理件数	灌漑水供給記録 苦情の処理記録	全事業対象地域	四半期	県農業事務所、準県政府
地域内の利害対立	苦情の処理件数	灌漑水供給記録 苦情の処理記録	全事業対象地域	四半期	県農業事務所、準県政府

注： 県農業事務所：マナツトおよびバウカウ県農業事務所
準県政府：ラレイアおよびベマセ準県政府

モニタリングフォームは、工事期間と供用期間のそれぞれについて、添付に示したように提案する。担当する機関は、フォームに記された指示に従い、農業水産省に提出する。農業水産省はそのフォームを確認し、問題があれば再調査や軽減策を講じる。

環境影響の緩和策を確実に実行させるために、モニタリングの実施機関および責任機関を下図のように配置する。農業水産省は、環境管理計画全体に責任をもつ事業実施機関である。その灌漑水管理総局はプロジェクト管理のグループとしてプロジェクト実施に関わるスタッフを配置する。このグループは工事期間中、環境管理計画の実施を監督する。グループは施工業者、地方政府、県農業事務所に対し、担当分野の環境項目のモニタリングを指示する。内外の適格な環境専門家がグループの活動を補佐する。



Proposed organization structure for EMP during construction stage

図 2 - 22 工事期間中の環境モニタリング計画実施組織 (案)

2-2-3-1-11 ステークホルダー協議

本プロジェクトの準備調査の実施の中で、2012年11月16日にラレイア準県で、11月22日と12月12日にバマセ準県においてステークホルダー協議として公聴会を開催した。公聴会には各地域の政府関係者と住民が参加した。農業水産省職員とJICA調査団がプロジェクトの概要を説明した後、参加者と新規灌漑水供給システム、管理方法、施設のための用地取得など重要項目について議論を交わした。主な議論とその対応策について、次表に取りまとめた。

表 2 - 24 公聴会における主なコメントとその対応策

コメント	対応策
ラレイア準県 (16 Nov. 2012)	
プロジェクト地域内の灌漑水の配分については、地域社会のルールに従って調整したい。	同意した。
Laleia 川右岸側の3つの既存の伝統的灌漑システム（取水堰と水路）を残して欲しい。	国家の政策に従い、これらの伝統的灌漑システムをテクニカル灌漑システムに統合することに理解を求める。
新規水路が圃場の中に10mも入り込まないように配慮して欲しい。	水路の配置をできるだけ圃場の畦畔に沿うよう配慮する。
取水堰建設予定地における地質調査の実施前に、伝統に倣って厄除け儀式を行って欲しい。	同意した。
バマセ準県 (22 Nov. 2012)	
水路計画路線の杭の位置を圃場内から畦畔に移動してほしい。	対象となる杭を移動する。
新規水路が圃場を横断せず畦畔に沿うよう変更して欲しい。	水路の配置をできるだけ圃場の畦畔に沿うよう配慮する。
土地収用に関して、地方政府と土地所有者で引き続き協議をしていきたい。	同意した。
幹線水路と管理用道路の合計幅を12mから9mに減じて欲しい。	できるだけ既存の道路を管理用に用いるようにし、用地幅を小さくするよう検討する。
バマセ準県 (12 Dec. 2012)	
国道より上流側にはどのように配水するのか。	上流側は標高が高いために配水できない。農業水産省とも合意が得られている。
低湿地部は長年耕作していないため、灌漑対象としない。	下流部の低湿地は排水不良のため、灌漑対象としない。
90%の土地所有者はすでに土地提供をする意向であるが、水路は圃場内を通るのか。	二次水路は基本的に既存の水路を改良するものである。

これらの会合は、プロジェクトの実施主体と地元関係者との協議をしていくためのキックオフミーティングと位置づけられる。住民はプロジェクトの計画に対しておおむね賛成の意見を示したが、水路の路線の位置と用地幅に関する変更要請があり、農業水産省とJICAコンサルタント側はこれらの意見を考慮して精査していくことを伝えた。プロジェクトの公聴会は今後も必要に応じて継続していくものとする。

2-2-3-2 用地取得・住民移転

2-2-3-2-1 用地取得・住民移転の必要性

本プロジェクトにおいて確保しなければならない土地は、取水工付近の土地、水路および管理用道路の路線、水管理組合事務所用の土地などである。本事業による用地取得が生じた場合には、原則として JICA ガイドラインに則って補償を行うことを検討した。用地取得に関する基本事項は次のとおりである。

- 取水工付近は現況では未利用地である。
- 水路および管理用道路は、基本的に既存のものを整備して用いる方針であり、拡幅等のための用地取得が必要であるが、住民移転は発生しないように配置する。
- 同様に水管理組合事務所も用地取得の対象ではあるが、住民移転は伴わない。
- 既存の伝統的灌漑システムにおける水利費は、施設の維持管理にかかる労働提供の義務はあるものの、現金や現物での支払いは行われていない。

2-2-3-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

1) 「東ティ」国の法的枠組みと JICA ガイドラインとの法的ギャップ分析

「東ティ」国においては、下記の引用の通り憲法第 54 条において公共目的で国民の財産を徴用・収用する際は、法令に基づき適正な価格により補償がなされるとの記述されている。しかし、土地法令に関する個別法はまだ成立していない。

東ティモール民主共和国憲法（仮訳）

第 54 条 私有財産の権利

1. 全ての個人は私有財産の権利を有し、彼・彼女の生存中あるいは死後、法に基づき、それを譲渡することができる。
2. 私有財産はその社会的目的を損なうほど用いられてはならない。
3. 社会的目的のための財産の接収および収用は、法に基づき、公正な補償を伴って行われるのみである。
4. 国民のみが土地の所有権を有する。

用地取得・住民移転にかかる「東ティ」国の法的枠組みと JICA ガイドラインおよび世銀 O.P.4.12 とのギャップについて、次の表に整理する。用地取得にかかる具体的な法律が成立していないため憲法と比較したが、憲法の基本理念と JICA ガイドラインおよび世銀 O.P.4.12 の間には乖離はないものと判断された。

表 2 - 25 用地取得・住民移転にかかる法的枠組みの検討

No.	JICA Guidelines and WB O.P.4,12	Laws of RDTL	Gap
1.	Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA Guideline)	Constitution 54 (2)	Private property is protected from involuntary use in the constitution.
2.	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	Fair compensation is necessary for acquisition of private property.
3.	People who must be resettled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-project levels. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
4.	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
5.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
6.	For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	Fair process is necessary for large-scale acquisition of private property.
7.	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
8.	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
9.	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans. (JICA GL)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
10.	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	Constitution 54 (2)	Social purpose of private property is secured in the constitution.
11.	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advance of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)	Constitution 54 (2)	No gap with the constitution, but the resister system of private property does not functioned yet in DRTL.
12.	Eligibility of benefits includes, the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law), the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)	Constitution 54 (2)	No gap with the constitution. Private property is socially recognized by local community in DRTL.
13.	Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
14.	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
15.	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP4.12 Para.8)	Constitution 54 (3)	No gap with the constitution.
16.	For projects that entail land acquisition or involuntary resettlement of fewer than 200 people, abbreviated resettlement plan is to be prepared. (WB OP4.12 Para.25)	Constitution 54 (3)	Fair process is necessary for large-scale acquisition of private property.

2) 本事業における用地取得にかかる検討

国家権力の行使により用地取得がなされる場合、その収用は非自発的であり、JICA ガイドラインにあるとおり補償と支援が提供される。しかしながら、土地登記簿や地籍図が独立争乱期にすべて紛失されており、農村部では慣習的土地利用者として地域社会に認識されている。影響の比

較的小さい公共事業の実施に係る用地取得については、事業実施主体の政府側が対象住民に説明を行い地域社会のルールに従い話し合いで土地を供出させるようにしているとの当該国の状況に鑑み、本事業の用地取得が WB OP4.12 にある自発的住民移転及び自発的土地の寄付にあたるか、以下の通り検討する。

自発的移転及び自発的土地の提供とは、土地収用権の行使等何らかの権力行使によらない移転であり、原則としては事業実施予定が明確に決定していない段階で、「インフォームドコンセント」と「選択権」が伴う場合のみ起こりうる。「選択権」（当事者が国からのプレッシャーなしに用地取得に賛成か反対の意見をもっていること）に係る検討については、準備調査段階において農業水産省と地方政府および地域住民との間で数回の公聴会が開かれ、農地の一部提供について合意が形成されている。農地の一部減少によるコメの生産量に比べ、灌漑施設の整備による単収と作付け率の増大による生産量の増加のほうが大きいことが、合意が得られている第一義的な理由である。「インフォームドコンセント」に係る検討は以下の通りである。

表 2 - 26 インフォームドコンセントのクライテリア

	条件	検討結果
1	実施予定事業が確定していないこと	最終的な施設の位置や規模は詳細設計時に決定される予定であり、住民の意向を反映した設計変更が可能である。
2	取得面積が所有する土地の 10%以下であり、人の移転を伴わないこと	取水工周辺の森林所有者 4 名を除き、延べ 321 名の地権者のすべての土地取得の規模が、それぞれ所有地の 10%未満であることを確認済みである（項目 6 に記した 1 名を除く）。また、人の移転は伴わない。
3	事業が技術的な必要条件を満たしているかは影響をうける地域住民が確認していること（関係機関や事業実施機関ではなく、住民が確認すること。関係機関は、その土地が事業目的に適しており、環境・安全面において危険性がないことを確認するための手助けをすることは可能。）	数回の住民とのステークホルダー協議にて、プロジェクトの詳細情報を共有、住民も了承していることを確認済みである（Attachment に議事録を示す）。
4	その土地に不法占拠者や土地の権利を主張するもの等がないこと	プロジェクト実施予定地に不法占拠者、権利を主張するものがないことを確認済みである。
5	あくまで自発的な寄付であることを証明する書類がそれぞれの土地所有者から集められること	影響を受ける土地所有者のリストが作成されており、住民との協議を経て、土地所有者からの自発的な土地の寄付に関する署名を集めている。6 月中旬までに、Laleia 準県側は面会できていない 3 名を除いてすべて同意が得られている。Vemasse 準県側も 6 月末を目途に同意が集められる見通しである。
6	なんらかの所得損失や住民移転の可能性があるならば、被影響住民となりうる人々に緩和策を提示し、それに関する了承が取り付けられていること	所有地の 10%以上にあたる 0.5 ha の土地を失う予定の 1 名の所有者に対して、農業水産省が代替農地を準備するなどの補償を実施することを説明済みで、土地所有者も了承していることを確認済みである。
7	その事業が地域全体の公共のサービスを提供するものであるならば、土地の権利は地域全体に帰属する、もしくは、民間企業に帰属するとしても地域住民全員のサービスへのアクセスを確保すること	本案件は、地域住民全員がすでに利用している既存の灌漑システムの改修に係るものであり、全地域住民からのアクセスは確保されている。
8	異議申し立てのメカニズムがあること	現在異議申し立てメカニズム設置を検討中である。

(WB Involuntary Resettlement Sourcebook, p22-25)

なお、用地取得に対する補償を実施する場合に考えられるリスクとしては以下が考えられる。

- 補償費支払いの実績がほとんどない農業水産省の実施能力
- 基本的に補償はしないと表明している農業水産省への説得
- 補償費支払に伴う混乱によるプロジェクト実施期間の遅延

3) 本事業における用地取得にかかる方針

上記の検討の結果、WB OP4.12にある自発的住民移転及び自発的土地の寄付に係るインフォームドコンセントの8項目を満たしているものと判断される。また、灌漑施設の整備によりコメの生産性と作付け率の向上によりコメの生産量が増大し、それが農地面積の減少による生産量の減少分を大きく上回ることが理解されており、本事業により生じる用地取得は自発的であると言えることから補償は行われぬ。ただし、自発的とあてはまらない1世帯については、以下2-2-3-2-4のとおり補償を行うこととする。なお、補償対象農民が取水堰工事にかかる1名のみであり損失する農地の規模が水路沿いの農家とは全く異なることから、補償の有無の相違による住民間の衝突は生じない見込みである。

2-2-3-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

本事業における取水施設、幹線水路と二次水路の一部の拡張・拡張などにかかる用地取得の規模について、計画にしたがって現地調査を実施したところ、約19haの用地取得が発生すると予測される。その際、土地所有者（土地法の施行範囲はまだ都市部に限られるため、農村部では慣習的土地利用者を指す）についても確認を行った。幹線水路（下流区間を除く）、二次水路、排水路については、そのほとんどが既存の水路の改修工事となり、用地取得は最小限の範囲に止めている。幹線水路の下流区間（約5.5km）と取水施設（堰、取水ゲート、沈砂池、等）地区については新規取得となるが、現地調査時の集会等では土地所有者から計画及び用地取得に関する同意は得られている。

表2-27 用地取得の規模

	項目	距離	面積	土地利用	備考
A	Intake Facility		5,000 m ² (L) 100,000 m ² (R)	Farmland (left) Forest (right)	1 owner (L), 4 owners (R); Emergency purpose on the right bank
B	Main Canal	12,334 m	75,700 m ²	Farmland, Potential farmland, Road, House (Government land: 1,390m on left, 5,985m in right)	77 owners
C	Secondary Canal 1	2,400 m		All farmland	30 owners
	Secondary Canal 2	850 m		All farmland	15 owners
	Secondary Canal 3	1,390 m		All farmland	20 owners

	項目	距離	面積	土地利用	備考
	Secondary Canal 4	1,558 m		All farmland or potential farmland	28 owners
	Secondary Canal 5	1,083 m		All farmland	16 owners
	Secondary Canal 6	388 m		All farmland	5 owners
	Secondary Canal 7	522 m		All farmland	7 owners
	Secondary Canal 8	550 m		All farmland	7 owners
	Secondary Canal 9	1,039 m		All farmland	12 owners
	Secondary Canal 10	623 m		All farmland or potential farmland	4 owners
	Secondary Canal 11	100 m		All farmland	9 owners
	Secondary Canal 12	1,330 m		All farmland	29 owners
	Secondary Canal 13	1,316 m		All farmland	6 owners
	Secondary Canal 14	988 m		All farmland	16 owners
	Secondary Canal 15	650 m		All farmland	7 owners
	Secondary Canal 16	665 m		All farmland	11 owners
D	Drainage Canal 1	2,351 m		All farmland, potential farmland, swamp	17 owners
	Drainage Canal 2	1,645 m		All farmland, swamp	3 owners
E	WUA Facility		5,000 m ²	Waste land	1 owner
	Total		185,700 m ²		325 owners

他に、取水施設周辺と幹線水路の上流区間については、工事実施に伴い樹木の伐採が必要となる。計画対象範囲にある樹木の本数についてはサンプル調査により推定した。樹種別に推定値を示すと、Ai Kakeu が 1,550 本、Ai Haneki が 3,100 本、Kulu が 800 本、Herotak が 1,550 本で、合計約 7,000 本が対象となるが、大半が背の低い灌木である。一部の背が高い樹木に対して、住民は独立前からのもの（政府帰属）と意識しており、政府、住民ともに伐採に対する反対はない。

2-2-3-2-4 補償・支援の具体策

本プロジェクトにおいて予測される補償の対象は、森林、未利用地、農地または宅地の取得である。2-2-3-2-2) で述べたように、本プロジェクトに関しては基本的に自発的土地の提供を行う方針である。取水堰周辺の森林、水路沿いの農地や未利用地（または宅地）、水利組合施設の未利用地については、すでに地権者の承諾が概ね得られている。取水堰周辺の農地 0.5 ha については、現在農業水産省が代替農地を提供する方針で交渉を開始しており、これについても概ね了解が得られている。代替農地が得られない場合は、対象地の地目と面積の確認調査を行い、適正地価を設定した上で、再取得価格に基づいた補償を行う。

表 2 - 28 補償の実施方法

No	損失内容	対象者	権利	実施方法／ガイドライン	担当機関
1	農地または宅地の損失	地権者	再取得価格に基づく現金補償	農業水産省による土地面積と種類の調査 自発的土地の提供を確認 一部について代替農地の提供、あるいは補償金の支払い	農業水産省
2	樹木の損失	地権者、樹木保有者	樹木の市場価格に基づく補償	農業水産省による樹木の数量と種類の調査 自発的樹木の提供を確認	農業水産省
3	予期されない影響	影響を受ける人	調停または補償	地方政府と農業水産省による発生した影響の調査 影響を受ける人と解決策を探るための協議 補償金の支払い	農業水産省 地方政府

他に、対象地の樹木の伐採も想定されているが、インドネシア時代からの立木は公共財として認識されており、また補償対象となり得る有用樹種は少ないと判断され、現金による保証は不必要であるとされている。

さらに予期されない問題が生じた場合には、地方政府と農業水産省が必要な調査を行い、解決策を探る。

なお、工事期間中に農地の一部の利用制限や灌漑水供給の一時的停止が起こり得るが、2-2-3-1-7で述べたように、工事期間中に予想されるこれらへの影響を最小限にとどめるよう、適切な施工計画を策定する、影響が出る場合には事前に地域社会に通知するなどの影響緩和策をとることとし、起こり得る一時的な制限に対して事業実施後の効果が非常に大きいことを住民が理解していることから、補償の対象とはしないこととする。

2-2-3-2-5 苦情処理メカニズム

関連する政府機関と住民との間で調整会議（公聴会）を開き、プロジェクトに対する住民の理解と協力を継続的に促進する。

住民等からの苦情が出された場合には、設立予定の苦情処理受付機関（被影響住民の代表及び、NGO、実施機関等から構成）が土地問題等のクレームや調整の窓口となり、それらを実施機関の農業水産省に報告する。外部に苦情処理受付窓口設置を依頼する場合、契約が履行されるまでの間は、実施機関である農業水産省が責任をもって苦情を受け付け、適切に処理する方針である。なお、農業水産省は、土地問題について円滑な解決を図るよう、公聴会の開催や地権者との対話など、すでに活動を開始している。

2-2-3-2-6 実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）

本プロジェクトの用地取得にかかる政府機関とそれらの役割について、以下に示す。

- 農業水産省政策計画局：
用地取得にかかる予算の確保
- 農業水産省灌漑水管理局：
用地取得にかかる調査の実施、公聴会の実施運営、土地所有者との交渉、費用の積算、予算の申請、補償費の支払い
- 農業水産省県農業事務所（マナツト県、バウカウ県）：
灌漑水管理局の現場業務の実施、用地補償の現場業務
- 法務省地籍情報課：
用地取得にかかる行政的支援
- 準州政府（ラレイア準県、バマセ準県）：
公聴会の実施運営、住民からの苦情等の受付け、用地補償の現場業務に対する行政的支援

2-2-3-2-7 実施スケジュール

最終的な施設の位置や規模は詳細設計において決定されることとなるが、準備調査段階において予備的に用地取得対象位置と面積が測定されている。これに基づき、農業水産省は速やかに地権者の自発的土地の提供の承諾を取り付ける。所有地の 10%以上にあたる 0.5 ha の土地を失う予定の 1 名の所有者に対しては、代替農地の確保にかかる手続きを開始する。

詳細設計時には、施設の位置と規模を最終決定し、土地取得の対象を限定し、土地所有者と自発的土地の提供を最終確認する。一部の農民については、代替農地の提供を確認する。

2-2-3-2-8 費用と財源

自発的土地の提供を行う方針とするため、用地取得に必要な費用は発生しないものと考えられる。一部の農民に対する代替農地の提供に関しても、基本的に費用は発生しないように調整する。樹木についても、住民からの自発的提供とするため、費用は発生しないと考えられる

2-2-3-2-9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

農業水産省は、工事期間と供用期間において、灌漑水管理局が県農業事務所の担当者と普及員を活用しつつ、継続的なモニタリングを行う。工事期間においては、土地や財産にかかる問題発生を抑制するよう住民との会合を行うとともに、施工業者にも影響を最小限にするよう十分な指導を行う。県農業事務所は毎月本省の灌漑水管理局に報告を行う。

2-2-3-2-10 住民協議

本プロジェクトの準備調査の実施の中で、2012 年 11 月 16 日にラレイア準県で、11 月 22 日と 12 月 12 日にバマセ準県においてステークホルダー協議として公聴会を開催した。公聴会には各地域の政府関係者と住民が参加した。農業水産省職員と JICA 調査団がプロジェクトの概要を説明した後、参加者と新規灌漑水供給システム、管理方法、施設のための用地取得など重要項目について議論を交わした。

これらの会合は、プロジェクトの実施主体と地元関係者との協議をしていくためのキックオフミーティングと位置づけられる。プロジェクトの公聴会は今後にも必要に応じて継続していくものである。

2-2-3-3 その他

2-2-3-3-1 モニタリングフォーム案

本計画のモニタリングフォーム案を、資料 9 に添付した。

2-2-3-3-2 環境チェックリスト

本計画の環境チェックリストを、資料 10 に添付した。

2-2-3-3-3 その他

住民協議議事録を、資料 11 に添付した。

2-3 その他（グローバルイシュー等）

オーストラリア（AusAID、ACIAR）は、「東ティ」国農業水産省と共同で進めている援助プログラムの「Seed of Life (SoL)」(コメ、トウモロコシの改良種子の生産・配布や栄養改善、等)のなかで、将来の気候変動についても検討しており、次の研究成果を示している。

- 気温：2050 年までに、1.25～1.75℃上昇すると予測される。
- 降水量：2050 年までに、年間降水量は 7～13%増加すると予測される。特に 1 - 2 月の降水量の増加量が多い。

現地調査においても、「東ティ」国の降雨量はエルニーニョ現象の影響もあり、年により大きく変化していることが判明している。最近の多降雨年は 2010 年であり、8 月から降雨量が増加する現象が見られた。

これらの影響を勘案し、本件工事計画においては、多降雨による河川流量の増加についても予想しており、洪水により工期が延長となる場合については予備的経費の計上を想定している。コンクリートの養生期間についても、十分考慮した工事計画を策定する。

降雨量及び洪水量の増加の懸念に対しては、洪水に強い施設の建設が課題であり、本計画では洪水量の評価により適切な施設設計を行い、堰両岸部やベマセ川において浸食が懸念される箇所に対しては、護岸工を設置する計画としている。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

本事業に対する「東ティ」国の上位計画としては、戦略開発計画（Strategic Development Plan: SDP /2011-2030）があり、そのうち農業分野では、2020年までのコメの増産目標として、次の3項目が掲げられている。

- ①灌漑稲作面積が 50,000ha から 70,000ha に増加する。
- ②コメの単収が単位収量 1.43 ton/ha から 2.02 ton/ha（2030年）に増加する。
- ③2030年までに農家レベルの貯蔵損失が 20%から 5%に減少する。

「東ティ」国はこれらの目標達成の一環として、Irrigation Development Plan を計画し、国内の9ヶ所で優先プロジェクトを提案していた。今回のブルト灌漑地区は、その中の1地区であり、政府の開発方針に沿ったものである。現在、残りの地区のうち3地区（Calaulun、Beikala、Raivere）について、自国の予算で事業を推進中である。

本プロジェクト目標は、ブルト灌漑地区を対象に、灌漑施設の改修及び建設と共に、水利組合強化のためのソフトコンポーネントを実施することにより、コメ栽培面積の拡大と生産量の増大を図り、これにより上位目標である「コメの増産による自給率の向上と受益者農民の生活レベルの向上」に寄与することである。

ブルト灌漑地区は、「東ティ」国においても大規模灌漑地区であり増産効果は大きく、頭首工建設により雨期の灌漑水の安定供給が可能となり生産性が向上するほか、乾期灌漑稲作面積が拡大し、販売価格も有利な乾期の米生産量が増加する。

前述の上位目標とプロジェクト目標を達成するには、気候変動（異常洪水等）も考慮した恒久施設による安定取水と供給が不可欠であり、ハード面の施設新設・改修とソフトコンポーネントによる施設維持管理能力の向上が必要で、その投入・活動・成果は以下のように想定される。

必要な投入：（Input）

- 1) 灌漑施設の整備（新設、改修）に必要な資機材の調達、供与及び工事の実施
- 2) 上記に伴う人材（技術者）の派遣
- 3) ソフトコンポーネントの実施のための邦人技術者の派遣

必要な活動：（Activities）

- 1) 調達・工事に必要な詳細設計調査の実施
- 2) 施設維持管理能力の向上に係るソフトコンポーネントの実施

期待される成果（Output）

- 1) ブルト灌漑地区の灌漑施設整備による雨期と乾期の米生産性の向上
- 2) 米増産による受益農家の生計向上

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

協力対象事業の策定にあたり、プロジェクト実施に対する我が国無償資金協力の位置付け、効果、技術的・経済的妥当性を検証し、適切な協力事業の成果を得るために必要かつ最適な施設設計を行うことを基本方針とする。

施設設計では、水源となるレイア川に安定的取水を行うための頭首工と取水ゲートを設置し、そこで取水される灌漑用水を、対象灌漑面積の 780ha の農地に搬送・配水するための幹線用水路と支線用水路の整備を行う計画である。その他の施設としては、地区内の雨水排除のために、2本の排水路の改修や、ベマセ川沿いの幹線用水路を守るための河川護岸工、及び受益者農民により設立される水利組合のための集会所の建設などを行う方針である。

建設予定の頭首工計画地点には、以前に右岸側に取水ゲートが設置されていたが、洪水により崩壊し、以後使われていない。この取水ゲートに接続していた幹線用水路は、雨期のみ壊れた取水ゲートのやや下流地点から取水している用水の送水路として利用されているが、水路底高が高いため河川の高水位時期でないと取水できない点や、水路が土水路構造のため、断面の崩壊や土砂堆積などが発生し、十分な通水断面を確保できていないのが実情である。

対象となる灌漑システムの機能回復をはかることを目的とした、先方の要請内容に対し、今回の現地調査結果に基づき、協力対象を以下の範囲に変更し、内容を明確にした。要請内容の変更としては、頭首工施設に関する構成施設の明確化として、沈砂池とゲート操作室の記載追加、及び水路関連付帯施設として、水管理組合（WUA）集会所と護岸工、試験圃区に関して追加記載された。

表 3 - 1 要請書のコンポーネント（報告書の表記と要請書の表記の対比）

要請書（ミニッツ表現）	報告書での表現
①固定堰を具備した取水施設	①固定堰、 <u>沈砂池とゲート管理室</u> を具備した取水施設
②分水ゲート、排水工、堆砂ゲート、及びその他付帯工を含む、幹線・二次用水路の建設	②分水ゲート、排水工、堆砂ゲート、及びその他付帯工、 <u>水利組合（WUA）集会所、右岸護岸工、試験圃区</u> を含む、幹線・二次用水路の建設
③排水路の建設	③同左
④幹線・二次用水路の維持管理道路の建設	④同左
⑤水利組合（WUA）の能力強化のためのソフトコンポーネント	⑤同左

図 3 - 1 に、要請内容の計画対象位置図を示した。

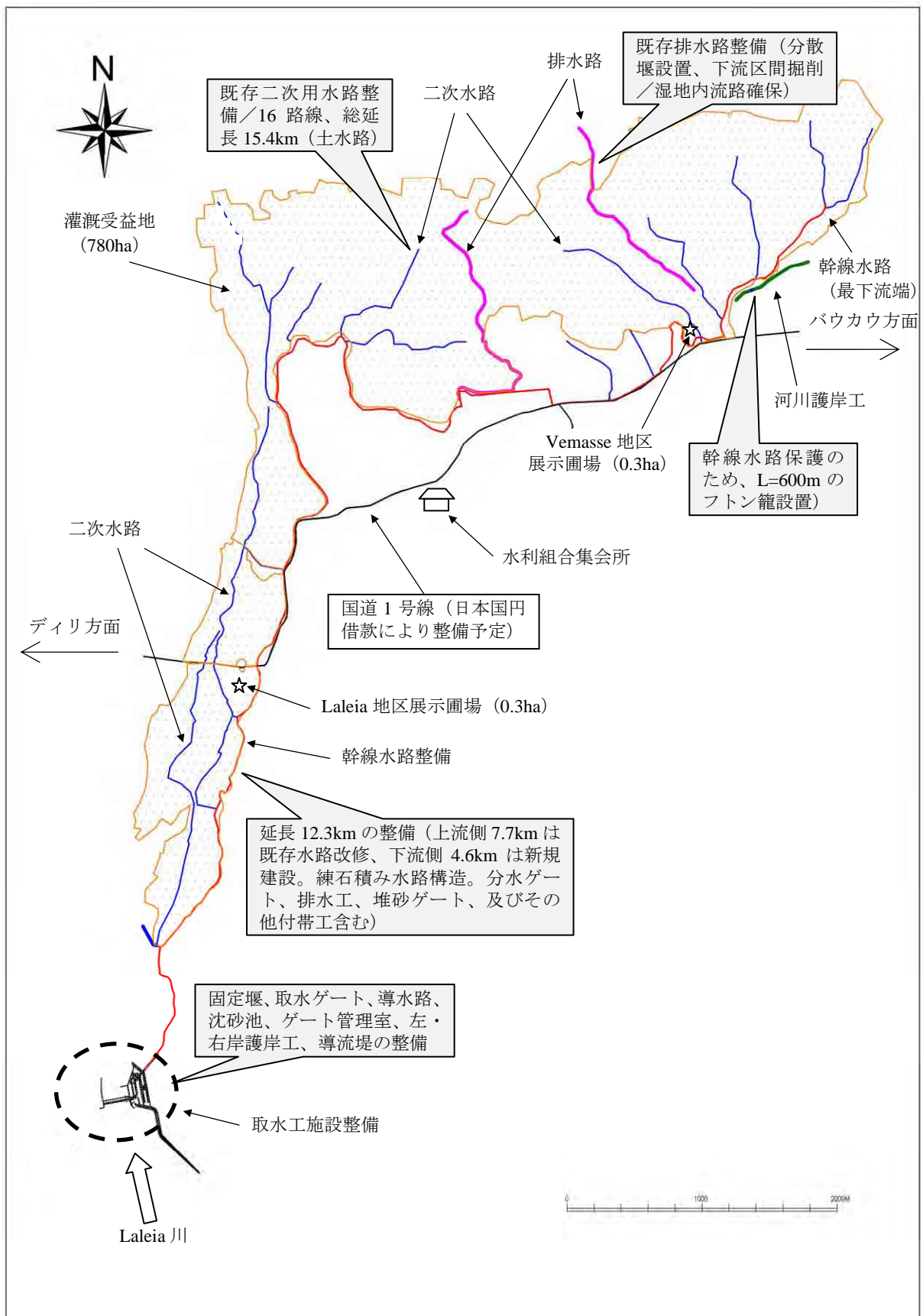


図 3 - 1 要請内容対象位置図

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

施設計画に必要な自然環境条件については、以下の方針とする。

1)洪水流量

レイア川の流量観測データは、インドネシア統治時代の10年間分があるのみで、その精度は不十分である。今回の現地踏査では、河川の縦横断測量を実施するとともに、水位痕跡と近傍住民からの聞き取り等をもとに、洪水量を算定した。

設計洪水量としては、100年に一度の発生規模とし、 $1,500\text{m}^3/\text{s}$ と算定された。

2)渇水流量

同様に、乾期の渇水流量として、5年に1度発生する渇水量を算定し、雨期・乾期に灌漑が可能となる稲作面積の算定データとした。

この検討から、雨期の水量としては、代かき等が始まる2月初めには十分な流量が確保でき、計画面積の780haが灌漑できること、及び乾期の水量からは、計画面積の半分の390haが灌漑稲作可能と判断された。

3)取水工予定地点の地質

現地での掘削機を使つての地質確認調査から、左右岸の土砂堆積部については、表層の2~3m程度は細粒分の多いシルト質から砂層の地盤と確認され、それより下層では玉石混じりの砂礫層が確認された。河床部では、表層の2mでは砂層（細粒分は少）が確認され、それより下層の3m程度では玉石混じりの砂礫層が確認された。

さらに河床堆積物の粒度分析を実施し、洪水時における洗掘深部の粒度分布の確認を行った。その結果、河床全体で表層から深さ2~3m程度までは粒径20mm以下の砂礫が堆積しているため、洪水流下時には2m程度までは洗掘の可能性と、護床工の基礎部における吸い出し現象に留意が必要と判断された。しかし、河床から3m以深部分は玉石混じりの地層であり、構造物の基礎位置としては十分な強度が期待できると判明した。河床から3~4mまでの透水係数は $2\times 10^{-3}\text{m/s}$ と透水性が高い数値が計測されており、基礎の浸透抑制に対する構造に留意が必要であると判断されることから、これらの結果に対して十分安全性を有する施設設計を行う方針とした。

3-2-1-3 営農・灌漑（施設）条件

本協力対象事業は、取水施設の新設、用水路の改修・延長などによるブルト灌漑システムの改修・機能向上が主な目的であり、灌漑用水の安定取水により、農家の営農環境は改善され生計が向上する計画である。雨期稲作の安定生産とともに、乾期稲作も全体受益地の約半分の面積で可能となり、米の収穫量が増大し、国家の食料自給率の達成に貢献する。

この米増産の支援策として、普及員による営農指導も強化される予定である。これまでに、灌漑地区内の約3割の範囲でICM（総合的作物管理）農法による営農改善が進められており、稲作収量が約2割アップとなる成果を得ている。このICM農法等の指導をその他の範囲にも広げること、更なる生産性の向上を目指す。その他に、効果的な水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術習得のために、ソフトコンポーネントを実施する予定である。

3-2-1-4 社会・経済状況に対する方針

ブルト灌漑システムの改修が実施され、営農状況が改善されることにより、受益者の米生産量の増加と、それによる生計向上が実現し、地域経済にも正の影響をもたらすと考えられる。さらに、ブルト灌漑地区では、一部の農家だけが大規模な土地を所有し、大きな利益を得るというケースは見受けられず、本協力事業は多くの世帯に同等な裨益を及ぼすと予想される。

本事業は、伝統的な灌漑システムにより、低収量と不安定な稲作を実施しているブルト灌漑地区に対して、近代的な灌漑システムの導入と既存施設の改善により、受益者の収量増大と生計向上を図るものであり、現在の農民の生活習慣等を大きく変えるものではない。

また、ジェンダーの視点から、コミュニティ内及び家庭内での農作業は、男女共同で行うことが恒例であり、作付面積の拡大が女性のみにも負荷を与えることはないと判断される。

3-2-1-5 建設事情／調達事情に関する方針

1) 準拠法

「東ティ」国における関連法規に基づき、最低賃金や労働時間等についての規定があれば、これらを遵守する。

2) 準拠規格

「東ティ」国においては、建設工事に関する設計・施工管理基準が未整備であり、本プロジェクトにおける資機材や工事の仕様・品質・試験方法等は ISO 及び JIS 規格に準拠するものとする。

3) 建設事情

現在「東ティ」国には、現地人の運営による施工業者（中堅規模が 5～6 社）とともに、オーストラリア等の外資系の建設会社がある。しかし、現地人の施工業者の大部分は小規模であり、首都ディリを中心として道路工事や河川関係の護岸工事、ビル工事などを請負っている会社が大部分である。

建設機械や工事技能者も相応には所有しており、工事の難易度があまり高くない土工事やコンクリート工事等については対応可能であり、本件事業が無償資金協力事業として実施された場合には、元請けの日本企業の十分な品質管理のもとで、下請企業として参画することは可能と判断される。

4) 調達事情

現地建設会社等を調査したところ、現在「東ティ」国では、日本国の円借款による国道 1 号線改修計画や自国資金による灌漑事業（3 件）などの調査や工事が進んでいるが、大半の建設資材は輸入されるため、外国の建設工事等に影響されて高騰が続いているほか、労務技能者の不足も続いている。このため、建設重機やコンクリートプラントなどは価格検討によるが、調達に難しい場合には日本あるいは近隣先進国からの搬入を検討する。

3-2-1-6 現地業者（建設会社）の活用に係る方針

水路の掘削工事、練石積み工事、フトンカゴ敷設工事などの高度の技術を必要としないレベルの工事については、施工規模と施工の難易度を勘案して、現地の建設会社を活用することは可能である。

3-2-1-7 運営・維持管理に対する方針

本協力対象事業における運営・維持管理体制は未完成である。工事開始とともに、灌漑水管理局の指導のもと、受益者農民に対して水利組合の設立と灌漑施設の維持・管理について研修が実施される予定である。これらの研修については、今回の事業の中でもソフトコンポーネント計画として、講師を派遣し、組合の設立や活動について支援を行う予定である。水利組合の活動拠点としては、今回事業で建設予定の集会所等を使用する。

運営・維持管理の主眼は以下のとおりである。

- ・ 本事業で新設、改修される灌漑施設の有効な運営・維持管理を計るため、灌漑水管理局を支援して水利組合を設立する。
- ・ 本事業で整備された灌漑施設の長期活用を図るため、組合員に対し維持管理技術を理解・習得を図る。
- ・ 向上した施設能力を有効に機能させるために、組合員に対して適切な水管理方法（ゲート操作）の習得を図る。

これらについては、ソフトコンポーネントを実施して支援活動を行い、必要な知識や技術の習得と維持管理の持続性を計る計画とする。

3-2-1-8 施設のグレードの設定に係る方針

自然環境条件や対象地区の規模から、ブルト灌漑地区の施設計画は以下の条件となる。

- ・ 設計取水量 : 2.40m³/s（最大取水量）
- ・ 計画洪水量 : 1,500 m³/s（1/100年確率）

計画される施設は、河川内施設と河川外施設に大別される。頭首工建設予定のラレイア川の特徴は、河床勾配が I=1/200 と急であり、最大 50cm 程度の玉石が河床に広がっており、越流堰等の河川内施設は転石による摩耗や衝撃による損傷を避ける対策が必要である。また、対象となる計画洪水量はかなり大きな流量であり、計画予定の頭首工や護岸工については洪水に対して十分な安定性を有し、長期的に施設機能が維持される構造とすることが必要である。

また、河川外施設についても同様に、現地での維持管理が可能であることが長期的な施設機能の維持につながると考えられることから、これを前提に改修や補修計画を行う方針とする。

従って、施設計画では転石や洪水の影響を評価し、耐久性を有する構造とするが、ある程度の損傷は許容して維持管理により施設機能を維持する方針とする。また、施設への圧力が軽減される形状についても検討し、施設のグレード設定を行う方針とする。

3-2-1-9 工法／調達方法、工期に係る方針

1)ブルト灌漑施設建設工事

本プロジェクトでは、新規頭首工、土砂吐工、取水ゲート工、河川護岸工、等の河川内工事と、沈砂池、導水路、幹線水路、二次水路、排水路、水利組合集会所（建屋）等の河川外工事がある。コンクリートプラントの調達・据付は、プラントが現地到着後の6～7月頃に実施される予定である。

そのほかの、日本調達予定となる建設機械の、ブルドーザー、バックホウ、ダンプトラック、コンクリートミキサー車、コンクリートポンプ車については、調達先・調達時期の検討のほか、船積、海上輸送に必要な期間を十分考慮した搬送計画をたてる方針とする。

仮設工事につづく本体建設工事では、各工事の施工順序の設定に関し、作業相互間の関係の他、安全や効率性、現地作業員の技能レベル等を十分考慮するとともに、以下の諸点に留意する。

- ・ 河川の流況を十分調査し、可能な限りポンプ排水に依存しない重力流下による排水方式を検討する。特に、取水工右岸の流域面積 3km^2 に及ぶ地区からの地下水排水に留意する。
- ・ 「東ティ」国の気象条件のうち、降雨についてはエルニーニョ現象の影響を受けて4~5年に一回の割合で多降雨の年が見られる。この場合には、雨期開始が平年の12月頃が9~11月に早まるため、洪水による建設中の構造物が被害を最小限に抑えるよう、コンクリート構造物の建設工程に留意する。
- ・ 灌漑施設の建設時期は、地域の稲作開始は例年1月の代かきから開始され、5月末頃まで稲作栽培が継続されることに留意する。
- ・ 排水路工事に関しては、掘削による流路拡幅工事箇所が、最末端部の湿地に位置することから、工事時期を雨期到来直前の、最大乾燥時期となる12月とし、可能な限り乾燥した地盤条件で工事を実施する。

2)調達方法

「東ティ」国で流通している鉄筋、砂、砂利、石材等については、現地調達資材を使用する。バックホウ、ブルドーザー、ダンプトラック等の建設機械は、「東ティ」国内での調達が難しいこと、及び周辺第三国での調達価格が高いことから、日本調達とする。

3)工期設定

工期設定にあたっては、以下の内容を検討して決定する。

- ・ 頭首工予定地点の右岸側に設置予定の工事ベースキャンプ箇所へは、約 2.3km の仮設道路の設置が必要である。この仮設道路は、雨期の通行もあることから、砂利舗装とする。工事完了後は、頭首工地点へのアクセス道路及び幹線水路の管理用道路として残す予定である。
- ・ 頭首工地点のコンクリート量が $10,000\text{m}^3$ を超え、1乾期で練り上げるのは難しいことから、

施工計画に沿って、2 乾期に分けてコンクリート工事は実施する。主として、頭首工右岸の取水施設、沈砂池、導水路、土砂吐ゲート等については、第 1 乾期の施工予定とし、固定堰や護岸堤については、第 2 乾期に施工予定とする。

- ・ コンクリートの打設能力は、一回当たり練混ぜ量：0.75m³/回、時間当たり練混ぜ量：15.0 m³/時、日当たり練混ぜ量：112.5 m³/日、と想定する。

3-2-2 基本計画（施設計画）

3-2-2-1 灌漑計画

1) 灌漑面積の算定

上記基本計画に示したとおり、粗灌漑面積は、現地踏査に基づき、821ha と算定した。純灌漑面積は、これから水路、道路、畦畔面積（合わせて 5%を見込む）を除外した 780 ha とする。また取水工建設に伴い取水機能を逸する左岸側受益地（Wenoren 伝統的灌漑システム）の 40ha に対し、灌漑水（補償）を供給する。

2) 灌漑用水量の算定

灌漑用水量の計算は以下の条件により行った。

- a) 受益面積： 雨期作 780ha、乾期作 390ha（左記は左岸受益地、Wenoren 伝統的灌漑システムの 40 ha を含まない）
- b) 有効雨量： 降雨の 80%及び上限を 250mm とする。5mm 以下の降雨は無効雨量とする。
- c) 灌漑効率： 0.544
- d) 搬送効率： 幹線水路（85%）及び 2 次、3 次水路（80%）、適用効率（80%）
- e) 代かき用水： 300mm
- f) 中干し用水： 50mm を 2 回計画する。
- g) 圃場浸透量： 3.0mm/日（上流ラレイア地区）、4.5mm/日（下流ベマセ地区）

圃場浸透量については、2013 年 2 月、3 月に減水深を受益地の上流ラレイア地区及び下流のベマセ地区において計測を行った結果、減水深は 11～12mm となった。用水量計算では水田要水量は浸透量を 3mm とした場合、用水量は 8～9mm となり、浸透量を 3mm とすることは妥当と判断される。尚、添付資料 にラレイア地区及びベマセ地区における圃場の粒度分析を行った結果を示しているが、ベマセ地区の圃場はラレイア地区に比べ砂質土壌からなることから、浸透量をラレイア地区において 3.0mm、ベマセ地区において 4.5mm として計画した。

単位用水量（粗用水量）は以下のとおりである。尚、単位用水量は無降雨の条件である。

表 3 - 2 単位用水量（最大）の計算結果

	雨期作 (lit/sec/ha)	乾期作 (lit/sec/ha)
圃場浸透量 3.0mm/日	2.39	2.60
圃場浸透量 4.5mm/日	2.55	2.79

灌漑ブロック図を図 3 - 2 に示す。結果、最大用水量は $1.908 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。また、左岸受益地 40ha への導水量は乾期作の作付率を 100% として計算すると最大取水量は $0.112 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

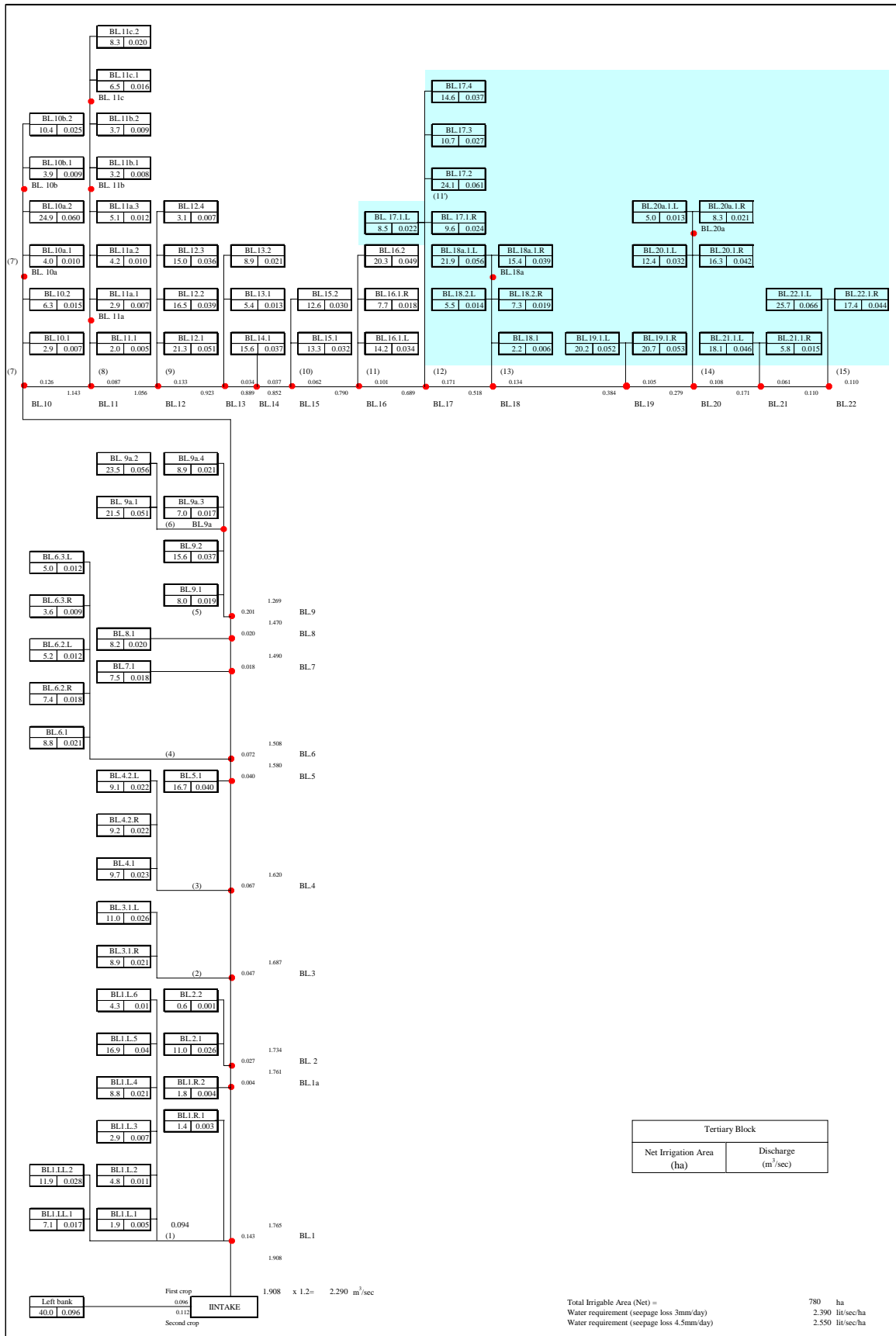


図 3 - 2 灌漑計画

3-2-2-2 計画洪水量の算定

1)算定方法

取水工の位置するラレイア川では流量観測は行われていない。このため、取水工における計画洪水量は以下の方法により算定する。

- i) 合理式（日降水量）による方法
- ii) 河川の洪水痕跡から推定する方法

i)合理式（日降水量）による方法

「東ティ」国において、長期間にわたり信頼度の高い雨量観測資料はディリ（ディリ空港）における観測記録であり、観測年は1977年から2012年の25年間（1992年～2002年は欠測）である。一般的には100年確率値の推定には40年間の資料が必要とされるが、唯一利用可能な資料であることから、100年確率洪水量の算定に用いることとする。観測値（年最大日雨量）は表3-3のとおりである。また、観測所の位置を図3-3に示す。

表 3 - 3 日最大雨量（ディリ観測所）

観測年	日雨量 (mm)	観測年	日雨量 (mm)	観測年	日雨量 (mm)
1977	80	1986	52	2005	113
1978	113	1987	45	2006	69.4
1979	58	1988	60	2007	69.4
1980	85	1989	40	2008	81.6
1981	102	1990	51	2009	34.6
1982	58	1991	46	2010	140
1983	61	2003	54.2	2011	48
1984	78	2004	127	2012	96
1985	72				

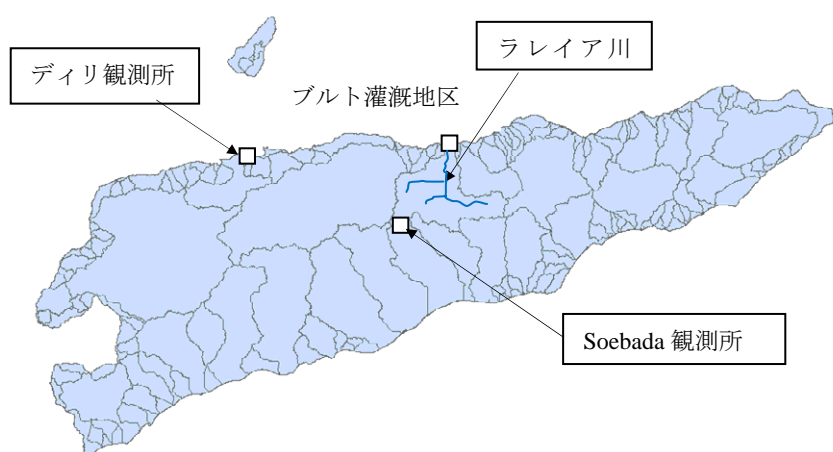


図 3 - 3 観測所位置図

表 3 - 3 に示す観測資料を用い、生起確率年ごとの日雨量を算定した結果（Gumbel distribution function）を表 3 - 4 に示す。

表 3 - 4 確率降雨強度 (ディリ観測所)

生起確率年	降雨強度 (mm/日)	降雨強度* ¹ (mm/日)
2	74.6	82.1
5	97.5	107.2
10	116.1	127.7
25	139.6	153.6
50	157.1	172.8
100	174.5	191.9

注：降雨強度*¹は、ディリにおける年最大日降雨量と、プロジェクト地区近傍に位置する Soebada (図 3-3 参照) における 2010 年～2012 年の 3 年間の最大日降雨量を比較した結果、Soebada における観測値がディリより 10%程度大きいことから、ディリの最大日降雨量の確率値に対し 1.1 を乗じた値を示している。

ここで、洪水流量の算定は、洪水到達時間内の降雨強度を物部式を用いて算定する。洪水到達時間は支流域ごとに算定し、ここでは流域最遠点からの到達時間として 3.17 時間 (流域 4-7-8-9 の合計流下時間は表 3-6 の太字数値を合計して算出し、0.84+0.45+0.73+1.15=3.17 時間) とする。

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

ここに、 I : 降雨強度 (mm/hr)
R₂₄ : 計画日雨量 (mm/日)
t : 降雨時間 (hr)

表 3 - 5 支川流域、面積及び流域勾配

支流域番号	河川長 (m)	流域面積 (km ²)	流域平均勾配 (%)
1	7,152	55	22
2	12,940	80	20
3	6,264	51	27
4	12,636	122	22
5	717	33	33
6	8,615	33	26
7	6,366	44	28
8	9,740	30	19
9	16,815	89	17

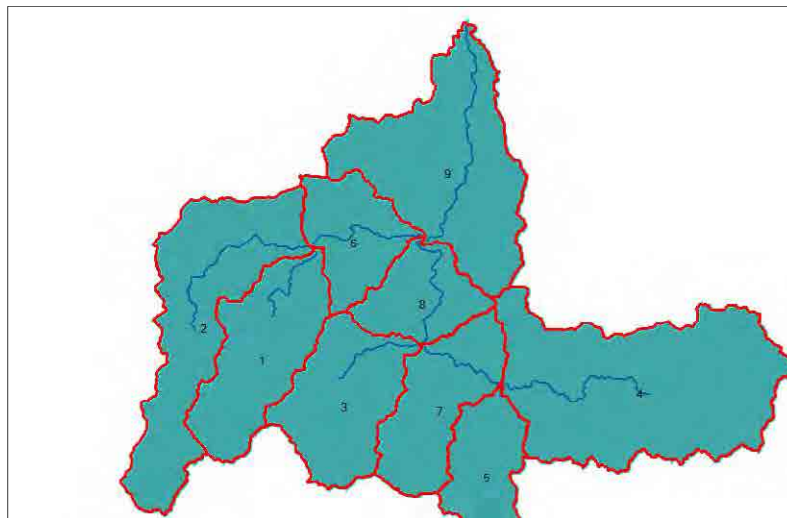


図 3 - 4 ラレイア川支川流域図

表 3 - 6 支川流域の洪水到達時間

支流域番号	T _c (hr)
1	0.54
2	0.89
3	0.45
4	0.84
5	0.08
6	0.59
7	0.45
8	0.73
9	1.15

T_c: 洪水到達時間 Concentration time of drainage

洪水到達時間は以下の式による。

$$t_c = 0.0078 (L)^{0.77} S^{-0.385}$$

ここに、

t_c = 到達時間 (分)

L = 河川延長 (ft)

S = 斜面勾配 (ft/ft)

表 3 - 7 到達時間算定結果

支流域番号	L (feet)	L (m)	S	tc (min)	tc (hr)
1	23,465	7152	22	32.4	0.54
2	42,454	12,940	20	53.1	0.89
3	20,551	6,264	27	27	0.45
4	41,457	12,636	22	50.2	0.84
5	2,352	717	33	4.7	0.08
6	28,264	8,615	26	35.1	0.59
7	20,886	6,366	28	27	0.45
8	31,955	9,740	19	43.5	0.73
9	55,167	16,815	17	69.1	1.15

洪水到達時間内の降雨強度は、ディリにおける各確率年別の時間降雨強度を示す表から、30.9 mm/hr (表 3 - 8 参照) と算定される。合理式により流量を算定すると、以下の式から 1,170 m³/sec と算定される。

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

ここに、 Q : 流量 (m³/sec)

C : 流出係数 (0.25 とする。表 3-9 ASCE Runoff Coefficient for Various Land uses 参照)

I : 洪水到達時間内の降雨強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km²)

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A = \frac{1}{3.6} \times 0.25 \times (30.9 \times 1.1) \times 497 = 1,173 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

流出係数は、次頁に示す流出係数については、表 3 - 4 の注釈にあるとおり、ブルト地区の近傍にある Soebada における観測値がディリより 10%程度大きいことから、この値を採用した。

表 3 - 8 洪水到達時間－降雨強度（デイリ降雨資料）

時間 (hr)	降雨強度 mm/hr.					
	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年
0.1	149.2	194.8	232.0	279.1	314.0	348.9
0.2	94.0	122.7	146.2	175.8	197.8	219.8
0.3	71.7	93.7	111.6	134.2	151.0	167.7
0.3	59.2	77.3	92.1	110.8	124.6	138.5
0.4	51.0	66.6	79.4	95.5	107.4	119.3
0.5	45.2	59.0	70.3	84.5	95.1	105.7
0.6	40.8	53.2	63.4	76.3	85.8	95.3
0.7	37.3	48.7	58.0	69.8	78.5	87.2
0.8	34.5	45.0	53.6	64.5	72.6	80.6
0.8	32.1	42.0	50.0	60.1	67.6	75.2
0.9	30.2	39.4	46.9	56.4	63.5	70.5
1.0	28.5	37.2	44.3	53.3	59.9	66.6
1.1	27.0	35.2	42.0	50.5	56.8	63.1
1.2	25.7	33.5	39.9	48.0	54.1	60.1
1.3	24.5	32.0	38.2	45.9	51.6	57.4
1.3	23.5	30.7	36.5	44.0	49.5	54.9
1.4	22.6	29.5	35.1	42.2	47.5	52.8
1.5	21.7	28.4	33.8	40.6	45.7	50.8
1.6	21.0	27.4	32.6	39.2	44.1	49.0
1.7	20.2	26.4	31.5	37.9	42.6	47.4
1.8	19.6	25.6	30.5	36.7	41.3	45.8
1.8	19.0	24.8	29.6	35.5	40.0	44.4
1.9	18.4	24.1	28.7	34.5	38.8	43.1
2.0	17.9	23.4	27.9	33.5	37.7	41.9
2.1	17.4	22.8	27.1	32.6	36.7	40.8
2.2	17.0	22.2	26.4	31.8	35.8	39.8
2.3	16.6	21.6	25.8	31.0	34.9	38.8
2.3	16.2	21.1	25.2	30.3	34.1	37.8
2.4	15.8	20.6	24.6	29.6	33.3	37.0
2.5	15.5	20.2	24.0	28.9	32.5	36.1
2.6	15.1	19.7	23.5	28.3	31.8	35.4
2.7	14.8	19.3	23.0	27.7	31.2	34.6
2.8	14.5	18.9	22.6	27.1	30.5	33.9
2.8	14.2	18.6	22.1	26.6	29.9	33.2
2.9	13.9	18.2	21.7	26.1	29.3	32.6
3.0	13.7	17.9	21.3	25.6	28.8	32.0
3.1	13.4	17.5	20.9	25.1	28.3	31.4
3.2	13.2	17.2	20.5	24.7	27.8	30.9
3.3	13.0	16.9	20.2	24.3	27.3	30.3
3.3	12.8	16.7	19.8	23.9	26.8	29.8
3.4	12.5	16.4	19.5	23.5	26.4	29.3
3.5	12.3	16.1	19.2	23.1	26.0	28.9
3.6	12.2	15.9	18.9	22.7	25.6	28.4
3.7	12.0	15.6	18.6	22.4	25.2	28.0
3.8	11.8	15.4	18.3	22.1	24.8	27.6
3.8	11.6	15.2	18.1	21.7	24.5	27.2
3.9	11.5	15.0	17.8	21.4	24.1	26.8
4.0	11.3	14.8	17.6	21.1	23.8	26.4
5.0	9.7	12.7	15.1	18.2	20.5	22.8
6.0	8.6	11.3	13.4	16.1	18.1	20.2
10.0	6.1	8.0	9.5	11.5	12.9	14.3
12.0	5.4	7.1	8.4	10.2	11.4	12.7
24.0	3.4	4.5	5.3	6.4	7.2	8.0

表 3 - 9 地表の状況による流出率

Land Use	C	Land Use	C
Business: Downtown areas Neighborhood areas	0.70 - 0.95 0.50 - 0.70	Lawns:	
		Sandy soil, flat, 2%	0.05 - 0.10
		Sandy soil, avg., 2-7%	0.10 - 0.15
		Sandy soil, steep, 7%	0.15 - 0.20
		Heavy soil, flat, 2%	0.13 - 0.17
		Heavy soil, avg., 2-7%	0.18 - 0.22
		Heavy soil, steep, 7%	0.25 - 0.35
Residential: Single-family areas Multi units, detached Multi units, attached Suburban	0.30 - 0.50 0.40 - 0.60 0.60 - 0.75 0.25 - 0.40	Agricultural land:	
		<i>Bare packed soil</i>	
		*Smooth	0.30 - 0.60
		*Rough	0.20 - 0.50
		<i>Cultivated rows</i>	
		*Heavy soil, no crop	0.30 - 0.60
		*Heavy soil, with crop	0.20 - 0.50
		*Sandy soil, no crop	0.20 - 0.40
		*Sandy soil, with crop	0.10 - 0.25
		<i>Pasture</i>	
*Heavy soil	0.15 - 0.45		
*Sandy soil	0.05 - 0.25		
		Woodlands	0.05 - 0.25
Industrial: Light areas Heavy areas	0.50 - 0.80 0.60 - 0.90	Streets:	
		Asphaltic	0.70 - 0.95
		Concrete	0.80 - 0.95
		Brick	0.70 - 0.85
Parks, cemeteries	0.10 - 0.25	Unimproved areas	0.10 - 0.30
Playgrounds	0.20 - 0.35	Drives and walks	0.75 - 0.85

出典：ASCE Manual of Practice No. 37

ii) 洪水痕跡による方法

本調査で実施したラレイア川の河川縦横断測量結果をもとに、不等流計算を行った結果を表 3 - 10 に示す。計算に用いた河川の粗度係数 ($n=0.04$) は、農水省設計基準（水路工）に記載される「自然流路：山地流路で水路内に植物がなく、河岸は急勾配で河岸沿いの木や灌木は高水位で水につかる。河床は玉石、砂利」の区分に示される標準粗度係数 0.04 を採用したものである。（現在実施中である洪水時の流量測定では粗度係数は 0.045 と算定されたが、計画洪水量算定では水位－流量計算で流量が大きく算定され、構造物の設計には危険側の条件を与える粗度係数 0.04 を採用することとした。）

表 3 - 10 ラレイア川取水工地点における水位－流量
(測量結果に基づく不等流計算による)

	流 量 (m^3/sec)	取水工地点における水位 (WL. m)	考 察
1.	600	47.29	水位 WL.47.5m までの水位上昇が 5 年に一回程度発生
2.	800	47.62	

上記算定結果では流量 600～800 m^3/sec が洪水痕跡標高における流量と算定される。また、現地での聞取りでは同標高まで水位上昇する頻度は約 5 年に発生することから、計画上安全側の 800 m^3/sec の発生確率年を 5 年確率洪水流量とする。下表 3 - 11 は、ディリにおける年最大日雨量の確率年を示したものであるが、100 年確率雨量は 5 年確率の 1.8 倍となっている。こ

のことから計画流量は5年確率値の800 m³/secの1.8倍の1,440 m³/sec (800 m³/sec×1.8)と算定される。

表3-11 確率降雨強度比較 (ディリ観測所)

生起確率年	降雨強度 (mm/日)	比率
2	74.6	
5	97.5	1.0
10	116.1	
25	139.6	
50	157.1	
100	174.5	1.79

5年確率値から100年確率を算定するため、ここで、降雨強度の比率を用いた。洪水量は降雨到達時間内の降雨強度で算定されるが、ここでは到達時間が5年確率と100年確率の流量において同値と考えたことから、降雨の比率を用いることにより、100年確率の算定が可能である。上記(2)と(3)を取りまとめた結果を以下に示す。

表3-12 異なる算定法による計画洪水量算定結果

		洪水量 (m ³ /sec)
1.	合理式 (日降水量) による方法	1,170
2.	洪水痕跡による方法	1,440
	既存 D/D 報告書 (参考値)	1,033

上記から、計画洪水量は最大値を採用し、1,500 m³/secとする。

3-2-2-3 取水工計画

1) 設計洪水位

設計洪水位は土砂吐部を除く堰長 191.8m の固定堰部から設計洪水量を流下させるときの堰頂部の水位として決定する。(固定堰長については下記(2) 固定堰参照)

(条件)

- ・ 設計洪水量 (1/100年確率) : Q=1,500 m³/sec
- ・ 固定堰部堰長 : L1=192.9 m
- ・ 堰頂標高 (設計取水位) : EL. 46.300 m

越流水深 H は越流公式より算定する。

$$Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

ここで、 Q : 設計洪水量 (1,500 m³/sec)

C : 越流係数 (1.704* : 安全側を考慮し越流部においては限界流として限界水深を与える係数を採用)

L : 固定堰長 (192.9m)

$$H = (Q/C \cdot L)^{2/3} = (1,500/1.704 \times 192.9)^{2/3} = 2.751 = 2.8\text{m}$$

従って、設計洪水水位 HWL は、49.1 m となる。

$$\text{HWL} = \text{堰天端標高 } 46.3\text{m} + 2.8\text{m} = \text{HWL. } 49.1\text{ m}$$

護岸天端標高は、設計洪水水位 HWL. 49.1 m に対し設計洪水量 1,500 m³/sec に対する必要余裕高さ 1.0 m (河川管理施設等構造令) を加えた EL. 50.1 m とする。

*： 限界流水深をとるものとした場合の越流係数は以下の算式から C=1.704 となる。ここで hc は限界水深を表す。

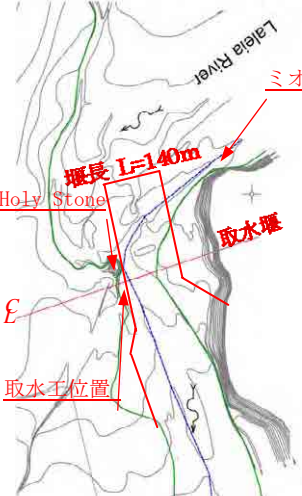
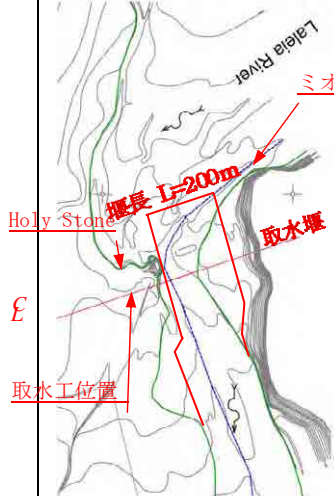
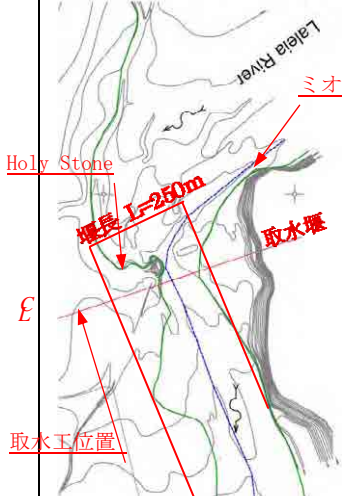
$$\left. \begin{aligned} q &= C \cdot h^{3/2} \dots h = \frac{q^{2/3}}{C^{2/3}} \\ hc &= \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3} = \frac{q^{2/3}}{g^{1/3}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} h &= 1.5h_c \text{ とすれば、} \\ C^{2/3} &= \frac{g^{1/3}}{1.5} \end{aligned} \quad C = \frac{g^{1/2}}{1.5^{3/2}} = \frac{3.13}{1.5^{3/2}} = 1.704$$

2) 固定堰

i) 固定堰長

固定堰長は表 3 - 13 に示すとおり、建設予定地の河川、地形形状から比較検討し、Case-B (堰長 200m、土砂吐幅 7.1 m を含む) を採用する。

表 3 - 13 堰長比較一覧表

	Case-A(L=140m)	Case-B(L=200m)	Case-C(L=250m)
1. 概田各平面図			
2. ミオ筋との関係	<p>現況において、上流からのミオ筋は右岸側に位置するホーリーストーンに衝突した後、下流に向かって流下し、その後右岸側から左岸側に向かって流下している。</p> <p>上図に示すように本取水工は右岸側ホーリーストーンの直下流に位置することから、取水工位置とミオ筋の位置関係は良好である。</p> <p style="text-align: center;">◎</p>	<p>Case-A と同様であり、取水工位置とミオ筋の関係は良好である。</p> <p style="text-align: center;">◎</p>	<p>現況のミオ筋は上図に示すとおりであるが、本計画では、既存のホーリーストーンを撤去し河床を右岸地山側に約 150m 掘削拡幅する。</p> <p>取水工位置は上図に示すとおり右岸側を掘削拡幅した位置とすることから、ホーリーストーンにより下流に向かってミオ筋をホーリーストーンがない状態にし、拡幅部までミオ筋を変更する必要がある。</p> <p style="text-align: center;">△</p>
3. 設計洪水水位	<p>D/D 案においては、</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定堰堰頂標高：EL.46.3m 設計洪水量：Q=1,500 m³/s <p>設計洪水水位 H.W.L は、</p> <ul style="list-style-type: none"> 越流係数：C=1.704 越流水深：$H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}} = 3.527\text{m}$ $H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}}$ <ul style="list-style-type: none"> 設計洪水水位：HWL = EL.46.3+H≒49.8m <p>(※)ここで越流長 L'は L=140m から土砂吐幅 7.1m を差し引いて L'=132.9m とする。</p> <p>Case-B・C に比べて設計洪水水位はもっとも高いため上流側に位置する農地への影響が懸念される。</p> <p>また、下流側施設(エプロン・護床工)がもっとも大きい規模となる。</p> <p style="text-align: center;">△</p>	<p>Case-A と同様に、</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定堰堰頂標高：EL.46.3m 設計洪水量：Q=1,500 m³/s <p>設計洪水水位 H.W.L は、</p> <ul style="list-style-type: none"> 越流係数：C=1.704 越流水深：$H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}} = 2.751\text{m}$ $H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}}$ <ul style="list-style-type: none"> 設計洪水水位：HWL = EL. 46.3+H=49.1m <p>(※)ここで越流長 L'は L=200m から土砂吐幅 7.1m を差し引いて L'=192.9m とする。</p> <p>Case-A ・ C に比べての中間案である。</p> <p style="text-align: center;">○</p>	<p>Case-A と同様に、</p> <ul style="list-style-type: none"> 固定堰堰頂標高：EL.46.3m 設計洪水量：Q=1,500 m³/s <p>設計洪水水位 H.W.L は、</p> <ul style="list-style-type: none"> 越流係数：C=1.704 越流水深：$H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}} = 2.359\text{m}$ $H = \left(\frac{Q}{C \cdot L}\right)^{\frac{2}{3}}$ <ul style="list-style-type: none"> 設計洪水水位：HWL =EL. 46.3+H=48.7m <p>(※)ここで越流長 L'は L=250m から土砂吐幅 7.1m を差し引いて L'=242.9m とする。</p> <p>Case-A ・ B に比べて、設計洪水水位はもっとも小さいことから、上流側に位置する農地・下流側施設に対し、もっとも有利となる。</p> <p style="text-align: center;">◎</p>

	Case-A(L=140m)	Case-B(L=200m)	Case-C(L=250m)
4.河川形状	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側は既存のホーリーストーンをそのまま存置し、下流側については堰軸に直交する形で現況護岸工に約 400m の延長にて取付ける。 左岸側は、護岸地山部から河川中央に向かって、約 120m 幅堆砂部が存在し、この堆砂部のうち約 60m を固定堰部を含めて、堰長 L=140m を確保している。固定堰端部から左岸地三部までの堆砂部約 60m 間は盛土築堰護岸を設置する。 堰部分が現況河床幅よりも、峡谷部となり、洪水の下流に対して厳しい状況となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側については Case-A と同様。 左岸側は、約 120m 幅堆砂部も固定堰部とする。下流護岸工は堰軸する形で下流約 120m 地点まで延長し、その後地山護岸形状にあわせてすり付ける。 Case-A に比べて河川幅を拡幅し、現況河川幅と同等であることから、洪水時での下流河川への影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側については、堰直上流の既設護岸位置及び下流側の既設護岸位置を考慮して、図に示すように既設河床部から地山側に約 140m 追い込んだ位置に護岸工を計画する。 左岸側は堆積砂土を存置し、河床部との境界部分に護岸工を設置する。堆砂土部分は築堤盛土を行う。 河道を人工的に大きく右岸側に移動させることから、下流河川への影響は大。また、平時時の下流ミオ筋も大きく影響を受ける。
5.洪水流下時の流況	<ul style="list-style-type: none"> 堰下流部の左岸側堆砂土部の流亡・洗掘等が懸念される。また、下流エプロン・護床工等施設の安全性にもっとも留意する必要がある。 <p style="text-align: center;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> Case-A に比べて、左岸側を拡幅しており、また護岸工を設置することから、洪水流下時の流況は問題ない。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> Case-A・B に比べて堰長をもっとも長くしており、河川下流側も直線形状としていることから、洪水時の流況は問題ない。 <p style="text-align: center;">◎</p>
6.ホーリーストーンとの関係	<ul style="list-style-type: none"> 右岸地山部に溶岩の小さい山(枕状ブロック玄武岩)が位置しており、地元からホーリーストーンと呼ばれ、撤去が困難と考えられそのまま存置する。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> Case-A と同様 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> 右岸地山部の溶岩の小さい山を撤去する計画であるが、地元状況から判断すれば、撤去は困難と判断される。 <p style="text-align: center;">△</p>
7.掘削量	<ul style="list-style-type: none"> 堰本体部：堰長がもっとも短いことから他ケースに比べて掘削量は小さい。 河床部：左岸側河床部堆砂土の除去があるが、Case-B に比べて小さい。 全体的にホーリーストーンの除去もなく、掘削量は2ケースに比べてもっとも少ない。 <p style="text-align: center;">◎</p>	<ul style="list-style-type: none"> 堰本体部：堰長は他の2ケースの間であることから、掘削量も中間となる。 河床部：左岸側河床部堆砂土の除去がある。 全体的にホーリーストーンの除去はないが、左岸側の河床部堆砂土の除去があり、3ケースの中では中間である。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> 堰本体部：堰長はもっとも長いことから他の2ケースに比べて掘削量は大きい。 河床部：左岸側河床部堆砂土の除去はないが、右岸側のホーリーストーンの撤去及び右岸地山の掘削量が大きい。 全体的にホーリーストーンの撤去があり、掘削量も、3ケースの中でもっとも多い。 <p style="text-align: center;">△</p>
8.用地関係	<ul style="list-style-type: none"> 堰の施設は河床部内にて設置することから、用地関係は付帯施設の一部が右岸側地山民地内となるが比較的少ない。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> Case-A と同様 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> ホーリーストーンも含め、右岸地山民地用地の買収が相当大となる。 <p style="text-align: center;">△</p>
9.工事費	小	中	大

	Case-A(L=140m)	Case-B(L=200m)	Case-C(L=250m)
10. 総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ホーリーストーンの撤去もなく、もっとも経済的であるが、設計洪水位がもっとも高く堰上流側農地への背水の影響が大きい。 ・また洪水時での流下時に設計洪水位がもっとも高く転石の流下も伴うことから、下流側エプロン及び護床工への安全性が懸念される。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・経済的には3ケースの中では中間であるが、Case-Aと同様ホーリーストーンの撤去はない。 ・また、設計洪水位も3ケースの中では中間であり、堰上流農地への影響及び下流側エプロン及び護床工への安全性もCase-Aに比べて有利である。 <p style="text-align: center;">◎</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・経済的にはもっとも不利である。また、ホーリーストーンの撤去も必要となり、地元の同意は非常に困難である。 ・河川形状及び用地取得においても他の2ケースに比べて不利である。 <p style="text-align: center;">△</p>

ii) 固定堰基礎

本調査において実施したテストトレンチ掘削により、固定堰、灌漑水路、沈砂池における基礎地盤標高を決定している。図3-5に地質図を示す。固定堰、また土砂吐、取水口の構造物の基礎標高は玉石混じり砂礫層とし、EL. 40.5m（右岸側）、EL. 42.0m（左岸側）とする。玉石混じり砂礫層は既存D/D報告書に記載されている地表下2.45m（標高41.5m）における標準貫入試験N値が50であること、また現地調査で実施したバックホウによるトレンチ掘削時の状況から、地耐力はEL.40m付近の玉石混じり砂礫層は「締まった砂混じり礫」（土と基礎の設計計算演習 土質工学会 p.221）と判断でき、同資料からN値50と評価できると判断したものである。

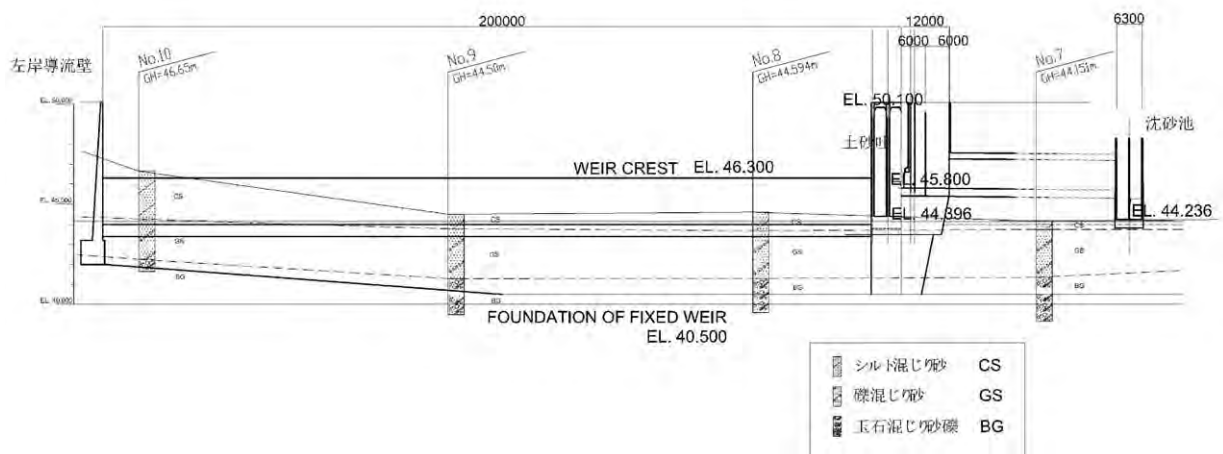


図3-5 取水工地質縦断面図

a) 標準断面

- ・固定堰の標準断面は一般に用いられている¹上流側は鉛直、下流側は1:1.0の勾配による台形断面とし、堰天端上流側は1/4半円形、下流側は曲線を設置する。
- ・堰天端標高は(3)取水工に示す設計取水水位とし、EL. 46.30mとする。
- ・上流エプロンは堰体上流側の河床洗掘を目的として設置し、延長は (l_3) は堰体及び止水壁基礎の洗掘防止を防止する目的から、 $l_3=6.0m$ とする。また、エプロン厚 (t_3) は下流

1：農林水産省設計基準「頭首工」の表現を記したものである。

エプロンの版厚の 1/2 から 1/3 程度の考え方から、 $t_3=0.6\text{m}$ とする。(下流エプロン厚 $1.0\text{m} \times (1/2 \sim 1/3) = 0.5 \sim 0.67 \rightarrow 0.6\text{m}$ とする。)

- 下流側エプロンは固定堰を越流する流下水により下流河川は洗掘を受ける。固定堰下流側にエプロンを設置し洗掘を防止する計画とする。

下流エプロンの長さ (l_1) は以下により計算される。

$$l_1 = 0.6 \cdot C \sqrt{D_1}$$

ここに、 l_1 : 下流エプロンの長さ (m)

D_1 : エプロン下流端の上面から堰頂までの高さ (m)

$$= \text{EL. } 46.3 - \text{EL. } 44.0 = 2.3\text{m}$$

C : ブライの $C=4$ (砂礫)

$$l_1 = 0.6 \times 4 \times \sqrt{2.3} = 3.64 = 4.0\text{m}$$

下流エプロン長は土砂吐エプロン長 ($l=6.0\text{m}$) と合わせることになるが、本計画では他の殆どの施設において護床ブロックの流亡が見られることから、下流エプロンを長く設定し、護床ブロックの役割 (機能) を持たせ、護床ブロックを施工しないことも考えられる。ここでは護床工の施工長さを考慮し、 $l_1=15.0\text{m}$ を採用する。

b) 浸透路長の検討

パイピングの防止のためには、堰基礎面や護岸擁壁の背面に沿う浸透路の長さ (クリープの長さ、creep length) を確保することが必要になる。確保すべき浸透路長は、①ブライ (Bligh) の方法、及び②レーン (Lane) の方法の二つの方法で求めた値のうち、大きい値を取る(「頭首工設計基準書」P.210 参照)。

尚、上下流の最大水位差は、安全を見込んで下流水深を河床標高 (水深 0m) として求める。また、揚圧力を軽減するため下流エプロン下流端のカットオフにはウィープホールを設置する。従って、浸透路長には下流端のカットオフは見込まないものとする。

・ ブライ (Bligh) の方法

$$S \geq C \cdot \Delta H = 4 \times 2.3 = 9.20\text{m} \leq 25.4\text{m}$$

ここに、 S : 堰の基礎面に沿って測った浸透路長(m) (下図参照)

$$S = 4.00 + 2.4 + 1.00 + 18.0 = 25.4 \text{ m}$$

C : ブライの $C=4$ (砂礫)

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H=2.30\text{m}$

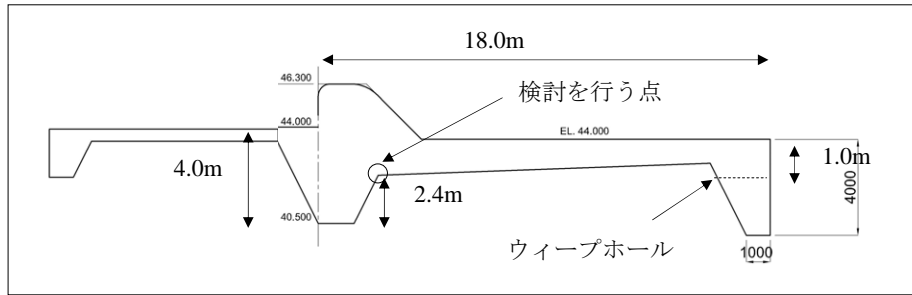


図 3 - 6 固定堰断面図

・ レーン(Lane)の方法

$$S \geq C' \cdot \Delta H = 2.5 \times 2.3 = 5.75\text{m} \leq 14.4\text{m}$$

ここに、 L : 重みつき浸透路長(m) $L = \sum l_v + \frac{1}{3} \sum l_h$
 上式において l_v は堰の鉛直方向長さ、 l_h は水平方向長さを示す。

$$L = (4.00 + 2.40 + 1.00) + \frac{1}{3} \times 18.00 = 14.4 \text{ m}$$

C' : レーンの重みつきクリープ係数の C'=2.5 ((玉石と礫を含んだ転石))

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 2.30\text{m}$

上記の結果、下流エプロン長 15.0 m は両式を満足する。

c) 下流エプロン厚

$$t \geq \frac{4}{3} \cdot (\Delta H - H_f) / (\gamma - 1)$$

ここに、 t : 検討地点のエプロン厚さ(m)

ΔH : 上下流の最大水位差、 $\Delta H = 2.30\text{m}$

H_f : 検討地点までの浸透水の損失水頭(m)

γ : 堰及びエプロンの材料の比重、 $\gamma = 2.35 \text{ t/m}^3$

4/3 : 安全率

$$t \geq \frac{4}{3} \times (2.3 - 0.72) / (2.35 - 1) = 1.56\text{m}$$

下流エプロン厚は土砂吐部のエプロン厚と比較検討し、1.6m とする。

3)土砂吐

i)土砂吐水路上流部

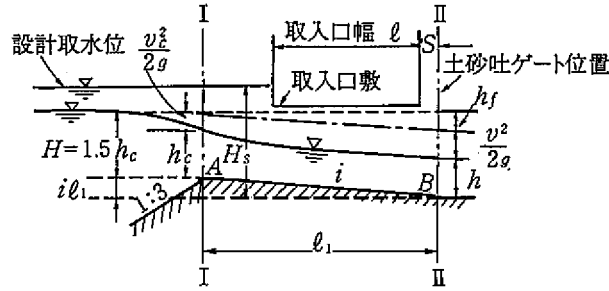


図3-7 土砂吐上流部水路説明図

$$l_1 = S + l + 1.5 \times H_s$$

ここに、 l_1 : 土砂吐上流側水路長さ(m)

l : 取水口幅(m)=8.4m

S : 土砂吐ゲートの上流幅と取入れ口下流端との間隔(m)=2.5m

H_s : 土砂吐水路床標高と設計取水水位との差(m)

$$= \text{NWL. } 46.3\text{m} - \text{EL. } 44.30\text{m} = 2.00\text{ m}$$

$$l_1 = 2.5 + 8.4 + 1.5 \times 2.0 = 13.90 = 14.0\text{ m}$$

土砂吐上流部水路勾配 i は土砂の掃流を考慮し、1/100 程度とする。従って、土砂吐水路床標高は、以下の算定式から EL. 44.3 m となる。

$$\text{土砂吐水路標高} = \text{土砂吐上流端現況河床高} - i \times l_1$$

$$= \text{EL. } 44.5 - 1/100 \times 14.0 = \text{EL. } 44.36\text{ m} = 44.3\text{m}$$

ii)土砂吐水路幅

雨期の平水時の取水において、土砂吐内の流速が (v) が 0.4 m/sec 程度となるように土砂吐の幅を決定し、扉幅 2.5m、扉高 2.1m (=NWL. 46.3 m - EL. 44.3 m) のゲート 2 門 (全幅 5.0m) で土砂吐を構成する。

iii)土砂吐縦断勾配

平水時において土砂吐水路は射流水路となり、対象最大粒径 ($d_{\text{max}}=40\text{mm}$) を土砂吐ゲート全開により排砂できる縦断勾配を計画する。

- ・ 限界流速 : $V_e = \sqrt{20d_{\text{max}}} = \sqrt{20 \times 0.04} = 0.89\text{ m/sec}$

- ・ 限界水深 : $h_c = V_c^2 / g = 0.89^2 / 9.8 = 0.08\text{ m}$

- ・ 限界勾配 : $i_c = (n^2 \times g) / h_c^{1/3} = (0.020^2 \times 9.8) / 0.08^{1/3} = 0.0091 = 1/109$

従って土砂吐縦断勾配、堰上流・下流部水路及び土砂吐ゲート部の長さを考慮し、限界勾配より急となる以下の縦断勾配とする。

- ・ 土砂吐ゲートの上流側 : 1:60.5
- ・ 土砂吐ゲートの下流側 : 1:52.1667

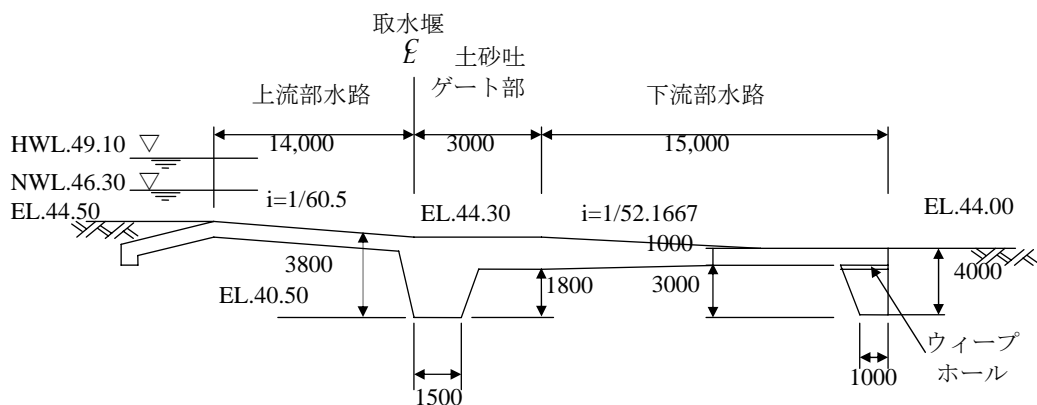


図 3 - 8 土砂吐水路縦断図

iv) その他

土砂吐水路上流端には取水機能確保を目的として、土砂吐への玉石等の比較的粒径の大きい礫の流入防止を図るため、スクリーン（鋼製）を設置する。スクリーンの高さは土砂吐上流端敷高 EL. 44.5m から設計洪水位 HWL. 49.1m までの高さ 4.6m とする。

4)取水工

i) 取水口

a)取水口敷高

取水口敷高は、土砂の流入を防止する目的から土砂吐敷高（EL.44.50m）より 1.0m 上方に設置する必要がある（設計基準「頭首工」）。ここでは取水口から沈砂池、また接続灌漑水路までの取水路全路線の縦断線形を考慮し、土砂吐敷高（土砂吐水路上流端標高）から 1.3m 上方の EL. 45.80m とする。

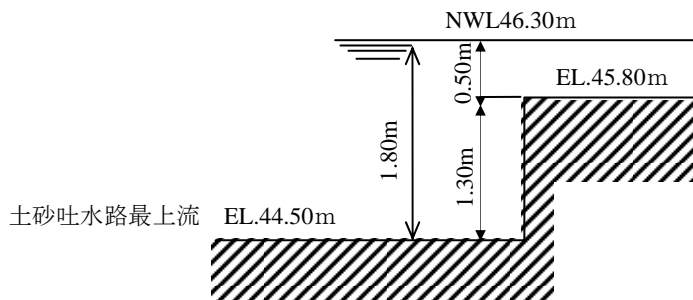


図 3 - 9 取水工敷高

b) 取入れ幅

取水口への土砂流入の防止及び幹線水路における水生植物が繁茂しないことを目的として、一般に取水口の取入れ流速は 0.6~1.0m/sec を標準とする。従って、ここでは平均値である $V=0.8$ m/sec を採用する。

取入れ幅は 6.0m とし、全 4 門設置することから、1 門のゲート幅は設置ゲート数を 4 門として 1.5m とする。

$$B = \frac{Q}{(h_1 \cdot V)}$$

ここに、 B : 取入れ幅(m)

Q : 計画取水量 (2.290 m³/sec)

計画取水量は 1.908m³/sec であるが、取水口の計画では 20%の余裕を見込み、2.290m³/sec (1.908×1.2=2.290 m³/sec とする。 p. 80, Irrigation Design Standards, Design Criteria Volume Headworks : KP-2, Indonesia)

h₁ : 流入水深 (0.5m とする)

V : 取入れ流速 (0.8 m/sec)

上式から、B=5.725=6.0m とする。

$$B = \frac{2.290}{(0.5 \times 0.8)} = 5.725\text{m}$$

c) 設計取水位

設計取水位 NWL (固定堰天端標高) は、下記の計算から EL. 46.30m となる。

設計取水位 NWL = 取水口敷高+流入水深 = EL.45.80+0.5m = EL. 46.30m

5) 沈砂池

沈砂池の計画は以下を条件とする。

i) 沈砂池容量

沈砂池容量は、取水に含まれる粒径 0.07mm 以上の土砂が灌漑水路に流下しないことを条件とする。本調査時において流域に雷雨があり、河川水が濁流となった時の河川水に含まれる土砂量を計測した結果、0.39% (乾燥重量) であった。取水量 1m³/sec に対し、0.004 ton の土砂含有量と算定される。取水条件等、以下の条件にて沈砂池容量を検討した結果、容量は約 440 m³ と算定される。

- ・ 取水量 : 1.908 m³/sec (最大取水時)
- ・ 堆砂粒径の含有率 : 土粒子の 10% (河川水に含まれる土粒子の 10%が 0.07mm 以上)
- ・ 土砂の単位体積重量 : 沈砂池内での水中での単位重量を 1.0 ton/m³ とする。
- ・ 堆砂除去頻度 : 6~7 日に 1 日

$$V=1.908 \times 86,400\text{sec} \times 0.0039 \times 0.1 \times 6 \sim 7 \text{ 日} = 386 \sim 450 \text{ m}^3 \text{ (ここに } 86,400\text{sec は } 1 \text{ 日の秒数)}$$

上記から、沈砂池幅 8m、延長 50m、有効水深 1.1m (最上流部 0.8m、最上流部 1.35m) とする。

$$V_{\text{basin}} = 8\text{m} \times 50\text{m} \times 1.1\text{m} = 440 \text{ m}^3$$

ii) 沈砂池形状

沈砂池の水路形状は矩形とする。また隔壁により 2 水路に分割することにより、1 水路で取水を行う間は残る 1 水路で排砂を行う構造とする。

沈砂池の長さは 0.07mm 粒径の流入土砂が沈砂池下流端までに流下する間に沈砂池底版部に沈降することが必要である。沈砂池内での流速を水理計算結果から 0.12 m/sec、0.07mm 粒径の土砂の沈降速度を 0.004m/sec (図 3 - 9 参照) として沈砂池長さを算定すると、下記の計算から 50m とする。

$$\text{沈降時間} = 1.7\text{m} / 0.004 \text{ m/sec} = 425 \text{ sec}$$

$$\text{沈砂池長} = 0.12\text{m/sec} \times 425 \text{ sec} = 51.0\text{m}$$

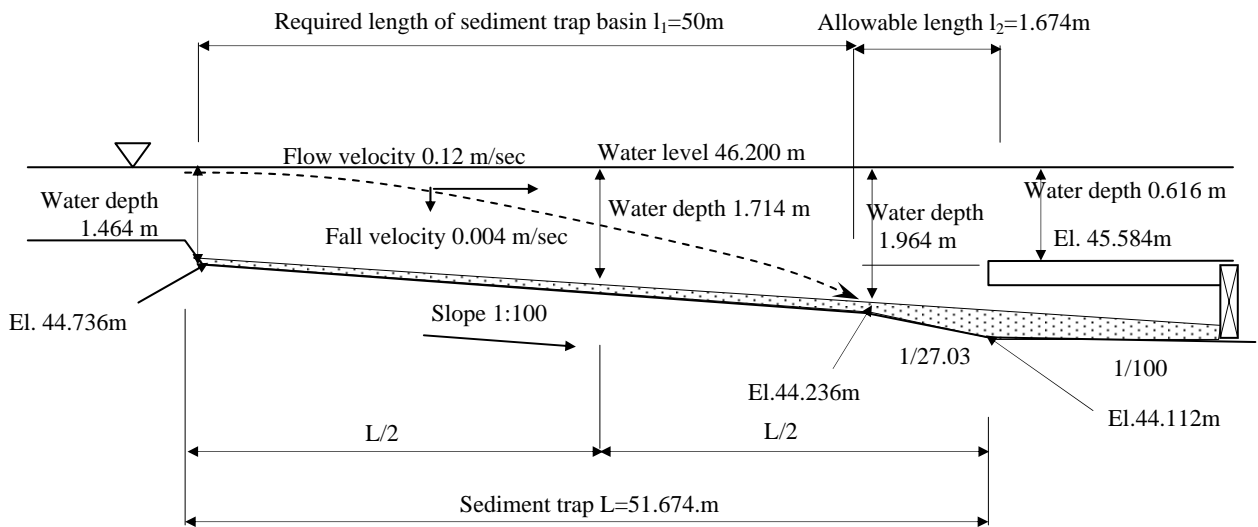


図 3 - 10 沈砂池区間における水理状況

出典 : p.139, Irrigation Design Standards, Design Criteria Volume Headworks : KP-2, Indonesia)

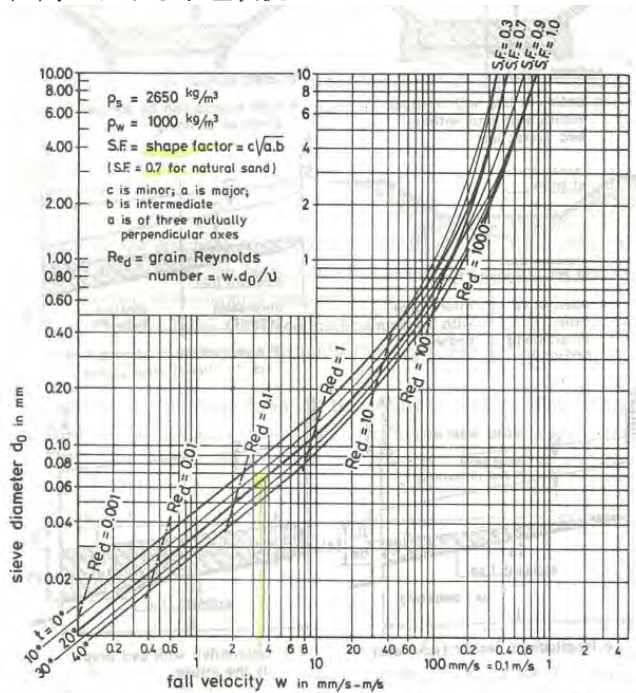


Figure 7.4 Relationship between sieve diameter and fall velocity for still water

図3 - 11 土粒子粒径と沈降速度の関係

6)沈砂池余水吐

取水量の調節は受益地における必要水量に応じ、ゲート開度の調整により行われる。しかし、急な河川水位の上昇により、取水口から多量の河川水が流入し、下流の灌漑水路に溢水被害が発生する場合も想定される。このことから、沈砂池に余水吐を設置し、余剰水を排除する計画とする。排水量は河川水位の上昇を0.5m、取水ゲートが4ゲートとも全開であることを条件とする。

流入量の増加は次式で表される。

$$Q = CA\sqrt{2 \times g \times h}$$

- ここに、 Q : 増加量 (m³/sec)
 C : 流量係数 (0.65)
 A : ゲート開口部面積 (4ゲート×B1.5m×0.8m=4.8m²)
 h : 水位の上昇高さ (0.5m とする)

流入増加量は下記のとおり 9.767 m³/sec となる。

$$Q = 0.65 \times 4.8 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5} = 9.767 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

ここで、沈砂池余水吐の越流係数を 2.0、越流水深を 0.5m とすると、以下の計算により、越流幅は 13.8m が必要となる。計画では、沈砂池の水路の 1 スパン長を 7.5m とし、2 スパン 15m に余水吐を設置することとする。余水吐の側壁厚を 0.3m とし、余水吐長さを 14.4m (15m - 0.3m × 2 側壁) とする。

$$L = \frac{Q}{C \times H^{3/2}} = \frac{9.767}{2.0 \times 0.5^{3/2}} = 13.8\text{m} \rightarrow 14.4\text{m}$$

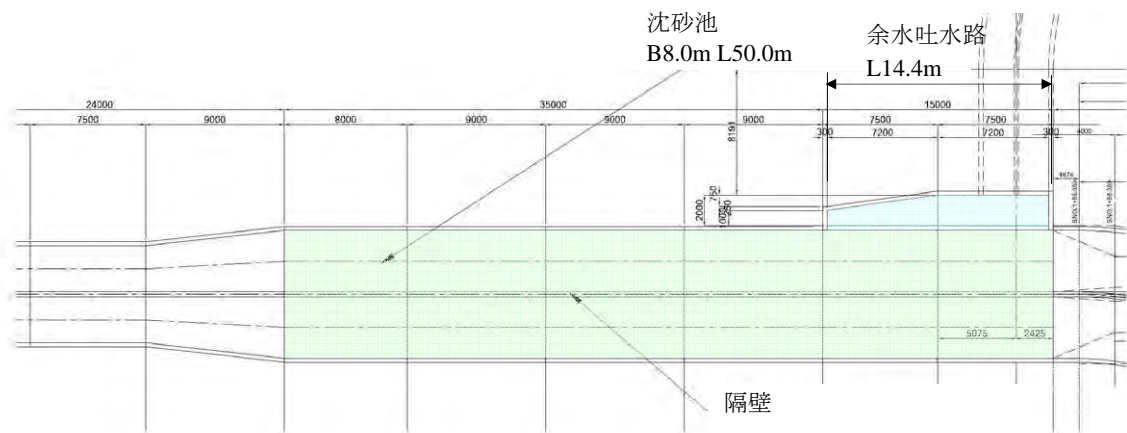


図 3 - 12 余水吐水路平面図

余水吐側水路区間の水理計算結果を表 3 - 15 に示す。側水路内の水位は最上流から 9.0m 下流

7)排砂水路

沈砂池の末端部に排砂暗渠水路を計画する。排砂暗渠断面は、幅を 2.0m とし、また高さは維持管理を考慮し、1.2m とする。排砂水路の勾配は土砂堆砂を促進するため、1/100 とする。土砂の排砂は排砂暗渠に設置したゲートの開閉により行う。図 3 - 17 に排砂暗渠の平面縦断面図を示す。また図 3 - 18 に排砂ゲートの断面図を示す。排砂ゲートは排砂により灌漑水の供給に支障をきたさないように計画する。即ち、隔壁で 2 分割された沈砂池の片側の水路により灌漑水を下流に導水するとともに、残る片側の水路について、排砂ゲート进行操作することにより排砂が可能となる。

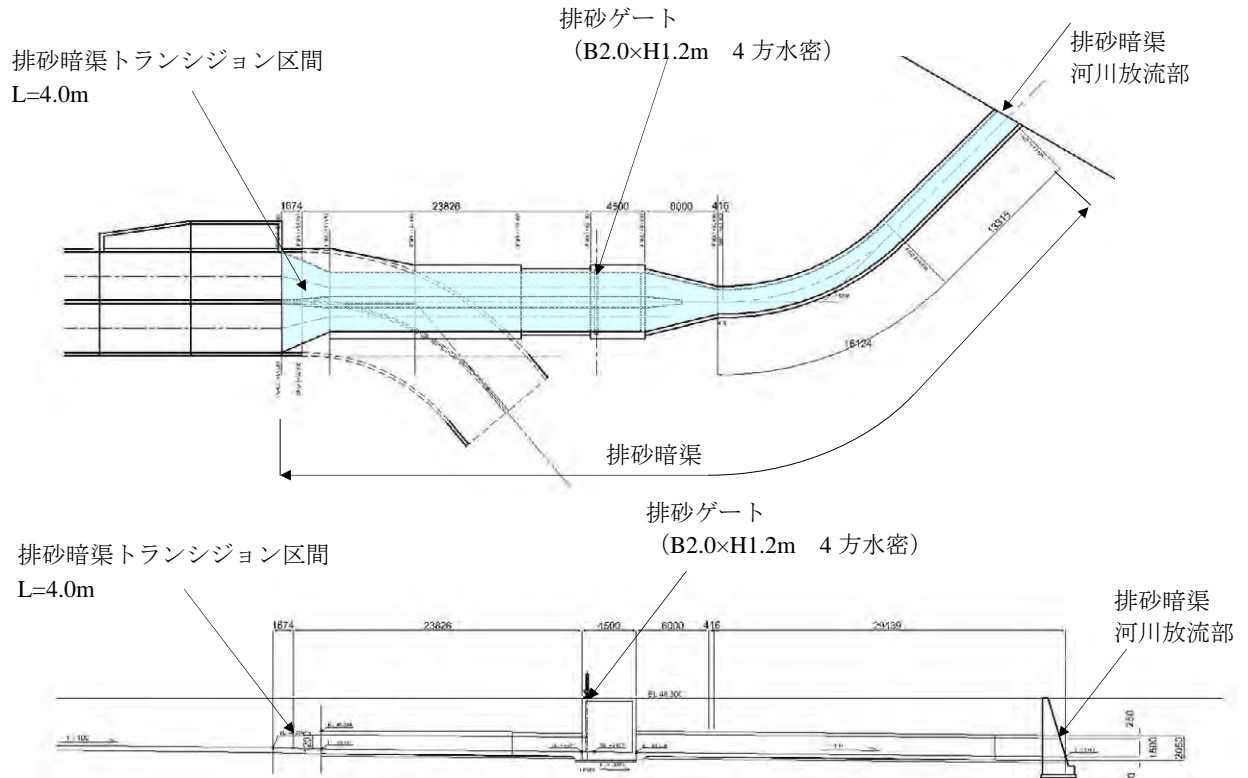


図 3 - 17 排砂暗渠平面縦断面図

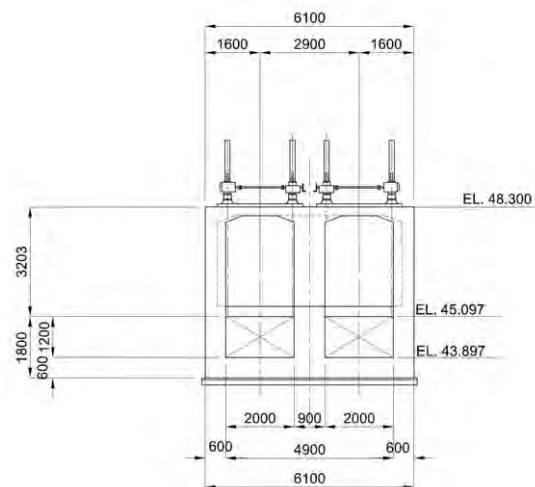


図 3 - 18 排砂ゲート断面図

8)取水工ゲート

取水工のゲートは、土砂吐ゲート、取水ゲート、沈砂池排砂ゲート、幹線水路ゲートを計画する。また、スクリーンを土砂吐上流水路、取水ゲート上流に設置する。土砂吐上流水路は流木等の比較的大きな浮遊物の土砂吐部への流入防止を目的とする。また、取水ゲート部のスクリーンは浮遊ゴミ、枯葉などが沈砂池、灌漑水路へ流入防止を目的とする。表 3 - 14 にゲート及びスクリーンの詳細を示す。

表 3 - 14 ゲート諸元

	土砂吐ゲート	取水ゲート	排砂ゲート	幹線水路ゲート
1. ゲート (Gates)				
ゲート数 (Number of gate)	2	4	2	2
純径間×有効高 (Span ×height)	2.5m×2.1m (EL.44.300 - EL.46.300 + 0.10m)	1.5m×0.8m (EL.45.800 +EL.46.600)	2.0m×1.20m	2.0m×0.75m
ゲートタイプ (Gate type)	プレートガーダ構造 ローラーゲート	プレートガーダ構造 ローラーゲート	プレートガーダ構造 ローラーゲート	プレートガーダ構造 スライドゲート
水密生 (Water seal)	3 方水密	4 方水密	4 方水密	3 方水密
敷高 (Sill elevation)	EL.44.300m	EL.45.800m	EL.43.897m	EL.45.550m
設計水位 (HWL.49.10m)	HWL. 49.10m (設計洪水位)	HWL. 49.10m (設計洪水位) WL. 46.30m (設計取水位 Q _{100%})	WL. 49.1m (設計洪水位) WL. 46.40m (設計取水位 Q _{120%})	WL.46.300m (H=0.75m)
2. 開閉装置 (Hoist)				
タイプ	ラック式 (手動)	ラック式 (手動)	ラック式 (手動)	ラック式 (手動)
3. 角落し (Stop log)				
タイプ	木製	木製	木製	木製
純径間×有効高 (Span ×height)	2.5m×0.3m×10 セット (h=3.0m) (EL.44.3+3.0m=EL.47.3 m)	1.5m×0.5m×3 セット×4 門 (h=3.0m) (EL.45.8+1.5m=EL.47.3 m)	設置なし	2.0m×0.5m×2 セット×2 門 (h=3.0m) (EL.45.55+1.0m=EL.46.55m)
水密生 (Water seal)	ラバー4 方水密	ラバー4 方水密	---	ラバー4 方水密
設置装置 (Hoist)	吊下げフック (Hook)	吊下げフック (Hook)	---	設置なし
4. スクリーン				
タイプ	鋼製パネル	鋼製パネル	設置なし	設置なし
純径間×有効高 (Span ×height)	L6.2m×H5.1m×1 セット (EL.44.50m- EL.50.1m-0.5m)	1.5m×0.835×4 セット 斜長 0.835m=1:0.3×0.8m (EL.44.50m-EL.45.30m) (バー間隔 75mm)	---	---
角落し 純径間	L6.2m×0.3m×8 セット (h=3.0m) (EL.44.5+2.40m=EL.46.9m : 堰頂 EL.46.9m から 0.6m 上方) (バー間隔 200mm)	---	---	---

9)取水工導水路

水理計算結果を表 3 - 15 に示す。

尚、スクリーン損失は以下の式により算出し、0.047m となる。

$$\Delta h_r = h_r + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) = f_r \frac{V_1^2}{2g} + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

$$f_r = 6.69 \cdot \sin \theta \cdot \left(\frac{t}{b} \right)^{4/3} \exp \left(0.074 \cdot \gamma_w \cdot \frac{a}{H} \right)$$

- ここに、
- Δh_r : スクリーンによる水位変化量 (m)
 - h_r : スクリーンによる損失水頭 (m)
 - V_1 : スクリーン上流側での平均流速 (m/sec)
 - V_2 : スクリーン下流側での平均流速 (m/sec)
 - g : 重力の加速度 (m/sec²)
 - f_r : スクリーンによる損失係数
 - a : ゴミの付着高さ (m)
 - H : スクリーンの上流側の水深 (m)
 - γ_w : 湿潤ゴミの単位体積重量 (kgf/m³)
 - θ : スクリーンの傾斜角 (°)
 - t : スクリーンバーの厚さ (m)
 - b : スクリーンバーの目の大きさ (純間隔、m)

$$f_r = 6.69 \times \sin 73.3 \times \left(\frac{0.009}{0.075} \right)^{4/3} \times \exp(0.074 \times 200 \times 0.1) = 1.666$$

ここで、 $Q_{100\%} = 1.908 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合、 Δh_r は 0.05m と計算され、スクリーンの上流側水位は El. 45.800m+下流側水深 0.380m+スクリーン損失 0.05m=Wl. 46.23m となり、堰頂標高 El. 46.30m より下方となる。

$$\Delta h_r = f_r \frac{V_1^2}{2g} + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) = 1.666 \times \frac{0.837^2}{2 \times 19.6} + \left(\frac{0.740^2}{2 \times 19.6} - \frac{0.837^2}{2 \times 19.6} \right) = 0.05\text{m}$$

同様に、 $Q_{120\%} = 2.290 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合、 Δh_r は 0.05m と計算され、スクリーンの上流側水位は El. 45.800m+下流側水深 0.45m+スクリーン損失 0.05m=Wl. 46.30m となり、堰頂標高 El. 46.300m と同標高となる。

$$\Delta h_r = f_r \frac{V_1^2}{2g} + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) = 1.666 \times \frac{0.843^2}{2 \times 19.6} + \left(\frac{0.751^2}{2 \times 19.6} - \frac{0.843^2}{2 \times 19.6} \right) = 0.05\text{m}$$

表 3 - 15 に取水工導水路内の水理諸元を示す。同表には計画取水量 $1.908 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、及び(3) 取水工に示したとおり、取水工の取水量に 20%の余裕量を加えた取水量 $2.290 \text{ m}^3/\text{sec}$ のケースについても水位計算結果を記載している。

表 3 - 15 取水工導水路内の水理諸元

Station No.	Distance (m)	Accumulated Distance (m)	Canal Bed Elevation (El.m)	Canal Width (m)	Water Level		Water Level	
					Water Depth (m)	Water Level (Wl.m)	Water Depth (m)	Water Level (Wl.m)
					Q _{100%} =1.908m ³ /sec		Q _{120%} =2.290m ³ /sec	
NO.0	0.00	0.000	45.800	6.000	0.380	46.180	0.453	46.253
+6.000	6.000	6.000	45.800	6.000	0.374	46.174	0.449	46.249
+12.000	6.000	12.000	45.788	6.000	0.383	46.171	0.458	46.246
+22.000	10.000	22.000	45.768	6.000	0.399	46.167	0.475	46.243
+32.000	10.000	32.000	45.748	6.000	0.415	46.163	0.492	46.240
+42.000	10.000	42.000	45.728	6.000	0.432	46.160	0.510	46.238
+52.000	10.000	52.000	45.708	6.000	0.449	46.157	0.527	46.235
+62.000	10.000	62.000	45.688	6.000	0.467	46.155	0.545	46.233
+72.000	10.000	72.000	45.668	6.000	0.485	46.153	0.564	46.232
+82.686	10.690	82.686	45.647	6.000	0.504	46.151	0.583	46.230
+92.686	10.000	92.686	45.627	6.000	0.523	46.150	0.602	46.229
+97.686	5.000	97.686	45.617	6.000	0.532	46.149	0.611	46.228
NO.1	2.314	100.000	45.390	6.514	0.769	46.159	0.941	46.240
NO.1+6.686	6.690	106.686	44.736	8.000	1.429	46.165	1.810	46.246
NO.1+16.686	10.000	116.686	44.636	8.000	1.529	46.165	1.910	46.246
NO.1+26.686	10.000	126.686	44.536	8.000	1.629	46.165	2.010	46.246
NO.1+36.686	10.000	136.686	44.436	8.000	1.729	46.165	2.110	46.246
NO.1+46.686	10.000	146.686	44.336	8.000	1.829	46.165	2.210	46.246
NO.1+56.686	10.000	156.686	44.236	8.000	1.929	46.165	2.310	46.246
NO.1+58.360	1.674	158.360	45.586	8.000	0.571	46.157	0.651	46.237
NO.1+68.360	10.000	168.360	45.576	8.000	0.580	46.156	0.660	46.236
NO.1+78.313	9.953	178.313	45.566	8.000	0.589	46.155	0.669	46.235
NO.1+87.313	9.000	187.313	45.557	4.000	0.568	46.125	0.645	46.202
NO.1+96.313	9.000	196.313	45.548	4.000	0.573	46.121	0.650	46.198
NO.2	3.687	200.000	45.544	3.631	0.579	46.123	0.655	46.199
NO.2+6.313	6.313	206.313	45.538	3.000	0.564	46.102	0.643	46.181
NO.2+16.313	10.000	216.313	45.528	3.000	0.563	46.091	0.643	46.171
NO.2+26.313	10.000	226.313	45.518	3.000	0.562	46.080	0.643	46.161
NO.2+36.236	9.920	236.236	45.508	3.000	0.561	46.069	0.643	46.151

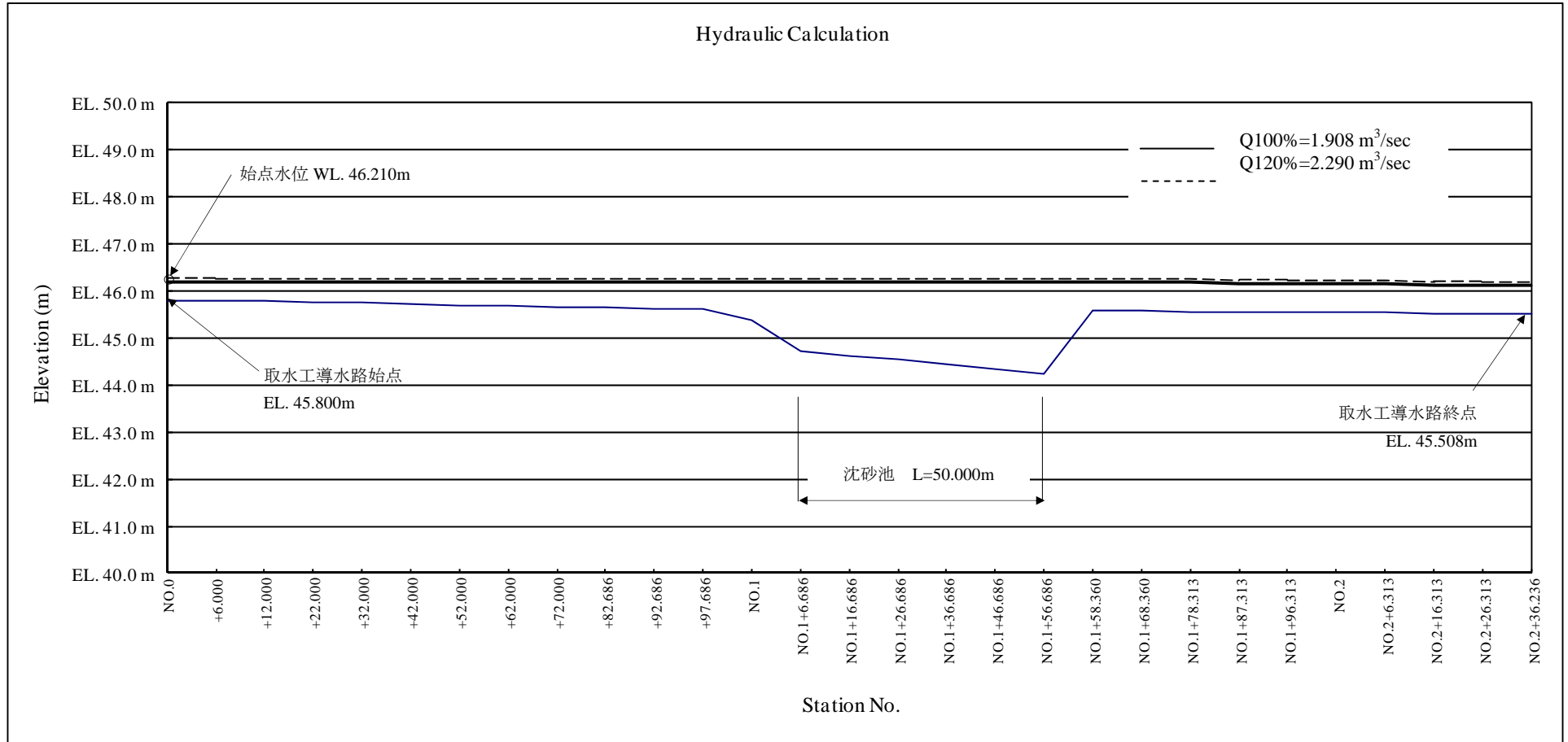


图 3-19 取水工・導水路区間 水理縦断面图

10) 水路基礎改良工事

現地調査の結果から、導水路、また沈砂池の基礎地盤は、現況地盤標高から2m以深(EL. 44.0m)まで、締め固まっていない砂礫が堆積し、その下部に玉石を含む砂礫層となる。導水路の底版はEL. 45.5m(上流端)～EL. 45.2m(下流端)となるため、粒度分布の良い土質材料にて、1.5～2m厚で基礎を改良(置換え)する計画とする。施工幅を10mとすると、施工量は3,300m³程度と概算される。置換材料は、取水工左岸の河床堆積物を計画する。沈砂池(L=50m)は玉石混じり砂礫層が基礎となることから、沈下等の問題はない。

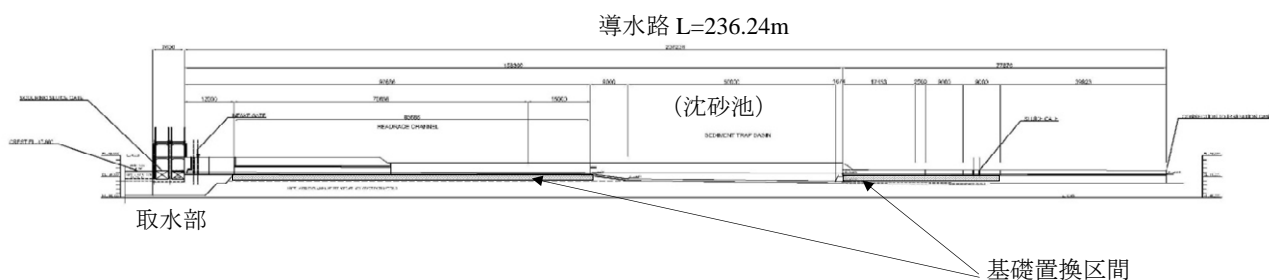


図3-20 水路基礎改良工事区間

11) 護床工

河川取水堰の計画において、一般に固定堰下流エプロンの直下流に護床工を設置し、下流エプロンの損傷防止が図られる。本事業では、護床工の維持管理に関して、当該国政府の財政、また技術面での問題から、損傷をした場合の復旧工事の実施が困難と判断している。このことから、以下の条件を検討し、本計画では護床工を設置しないこととする。

- 1) 洪水時の堰下流の水位は堰頂部より高いため、大規模な跳水現象は見られない。このことから流水の乱れも小さいと想定される。
- 2) 一時的な河床洗掘は生じるが、河床低下傾向は見られないため、本体に影響が生じる規模の洗掘が起こる可能性は小さい。²
- 3) 護床工を設置しない場合、本体への影響が問題視される。洪水時の河床洗掘深は1.5m～2.0mと推測され、これに対し河床から4m下方までカットオフを計画することから、この問題は生じないと想定される。
- 4) 日本の砂防堰堤基準³では護床工は洗掘の恐れが高い場合や落差が生じる場合等、必要に応じて設置し、必ずしも設置が義務づけられていない。

写真は本事業の位置するマナツトーバウカウ県の南部のビケケ県に位置し、2011年に完成したベブイ灌漑施設の護床工の2012年11月の状況である。護床工は1mの立方体形状であるが、河床洗掘により殆どが損傷を受けている。原因は河床の洗掘深が1m以上に達した結果、護床ブロックの最下流から移動し、順次上位流側ブロックにまで損傷が広がったものである。ベブイ灌

² 建設後、1～2年は固定堰上流に堆砂が進み、下流への土砂供給は減少する。しかし、中長期的には土砂が下流に供給され、大きな河床低下はない。一方でディリーバウカウ道路の改修事業が2014年に開始されることから当該河川の河床からの砂礫の採取についてはこれを強く規制するよう、「東ティ」国の関連政府に申し入れを行う必要がある。

³ 土木工事設計マニュアル(砂防編：山梨県土木部)及び設計基準(ダム・河川・砂防・災害復旧 第9編砂防事業：長野県土木部)が例として挙げられる。

漕地区と当該ブルト灌漑地区は水文気象条件も類似し、取水工の規模もほぼ同じであることから、この状況も含め、本計画においてはカットオフを 4.0m 施工し、護床工を施工しないこととする。



ベプイ地区灌漑施設

護床工は施工後 1 雨期で完全に崩壊している。間取りでは 1 雨期の洪水時において、堰からの越流深は 1m 程度であり、比較的小さい洪水により損傷を受けたことが分かる。

護床工の下部には 20cm 程度の空間ができている。洗掘深さが護床ブロックの下側 20cm、河床空隙高が 1.2m 程度に達していると判断できる。

洪水時の固定堰下流の洗掘深さは 1.5m~2.0m に達すると予測する。このため、カットオフの深さを 4.0m として計画する。

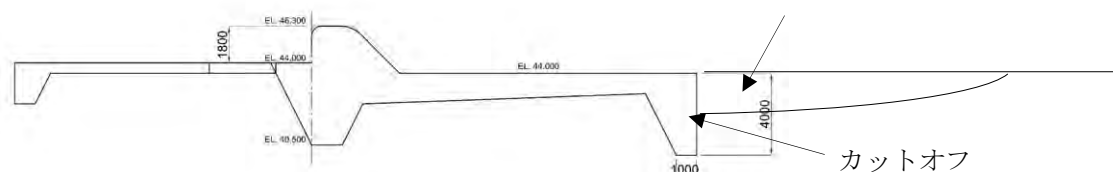





図 3 - 21 固定堰断面図

12)コンクリート摩耗防止

固定堰、下流エプロン、土砂吐水路は流下する玉石、礫により表面が摩耗する。防止工として高強度コンクリートの打設、鋼板によるコンクリート面保護、石材による表面保護が挙げられる。鋼板による保護工は「東ティ」国においても実績がある。(下写真) また、高強度コンクリートの打設はマリアナ灌漑事業においても採用されている。石材による保護は日本での実績があるが、強度、耐久性、また維持管理の容易性を考慮して決定する。

表 3 - 16 コンクリート摩耗防止工法

	工 法	特 性	施工例
1.	高強度コンクリート	水セメント比を小さくした高配合コンクリートで、使用セメント量が増大する。強度は普通コンクリート $F_c=21\text{N/mm}^2$ に対し、 40N/mm^2 強度程度までの施工が「東ティ」国において可能である。耐摩耗性は石材に比べて1/5程度と推測する。施工実績は多い。	
2.	鉄板張り工法	鋼板を下部コンクリートにアンカー固定して周囲を溶接固定する工法である。アンカーの固定および温度応力対策が必要であり、コストは高い。	
3.	石材保護工	良質の石材が必要である。石工の調達が困難な場合、また施工量が多い場合は施工が困難となる。「東ティ」国ではボルトガル国籍の企業が現地生産を行っている。 $20\text{cm}\times 20\text{cm}\times \text{H}30\text{cm}$ 程度の石材は入手可能である。	
4.	ラバースチール工法	ラバースチールは、ゴムの弾性と鉄の剛性とを合わせ持った構造のコンクリート保護材である。厚さは 30mm 程度であり、ボルトで固定するため、交換は可能である。紫外線に対する耐性に留意する必要がある。施工費は高い。	

上記の比較を考慮し、以下を計画する。

表 3 - 17 コンクリート摩耗防止工

	施工箇所	採用工法
1.	固定堰堰体	高強度コンクリート
2.	固定堰下流エプロン	高強度コンクリート
3.	土砂吐下流 ^{*1}	鉄板張り工法
4.	その他、コンクリート露出面(ゲートピア下端、ガイドウォール角部、護岸壁と固定堰の下端接合部)	鉄板張り工法

*1：土砂吐水路は最上流にスクリーン(純径間 0.15m)を設置するため、玉石、礫の流下は少ない。一方で土砂吐ゲート直下流部は土砂排砂時に流速が大きいため、コンクリート表面の摩耗が進む。このため、土砂吐ゲートの下流部分について鉄板で覆う計画とする。

13)左岸受益地導水路

取水工下流の左岸に位置する Wenoren 伝統的灌漑システムに対し、灌漑用水を導水する。導水路は管路を計画し、沈砂池から固定堰内を通過し左岸側へ導水する。管路敷設範囲は取水堰直下流までとする。最大流量は 0.112 m³/sec (雨期作において灌漑面積 40ha とした場合、0.096 m³/sec、乾期作において灌漑面積 40ha とした場合、0.112 m³/sec 乾期作) である。管路の敷設範囲は、取水工左岸導流壁の施工範囲 (堰軸から 200m) の範囲とする。(現況において取水工下流から左岸受益地までは開水路が施工されているが、全線約 1,200m の中間地点で地山の法面崩壊のため、水路が 100m 程度流亡している。MAF に対しては同区間の改修は MAF 側とすることを説明しており、MAF 側はこれを了承している。)

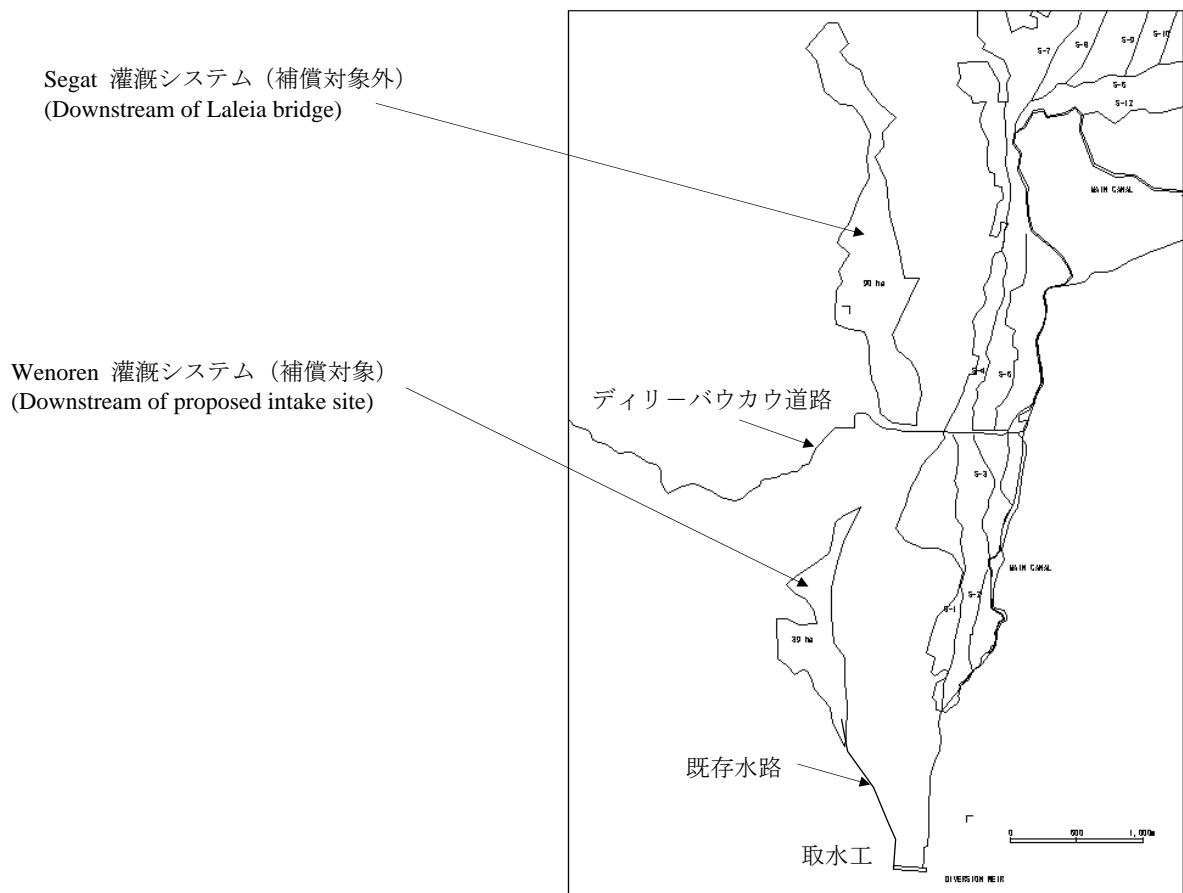


図 3 - 22 取水工左岸伝統的灌漑システム位置図

14)固定堰欠溝部の設置

取水工下流 8km、ディリーバウカウ道路下流の既存伝統的灌漑システム（Segat 灌漑システム：90ha）が存在する。同灌漑システムの受益農民に対しては、本事業で建設される取水堰から確実に同受益への灌漑水利用のための河川水が放流されていることを示すことが水利権の補償の観点から必要である。対策として固定堰に欠溝部を設け、確実に下流への責任放流量が目視できる構造とする。欠溝部位置は河川のみオ筋が安定する右岸部とする。欠溝部は幅 1.5m、深さ 0.2m とする。また、欠溝部には角落しを設置できるように戸溝を設け、必要に応じ堰上流水位を固定堰天端に維持できる構造とする。

$$H = \left(\frac{Q}{C \cdot L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.112}{1.704 \times 1.5} \right)^{2/3} = 0.124\text{m} \rightarrow 0.2\text{m} \text{とする。}$$

- ここに、 H : 越流水深（欠溝部の深さ、m）
 C : 越流係数（1.704）
 L : 越流幅（m）

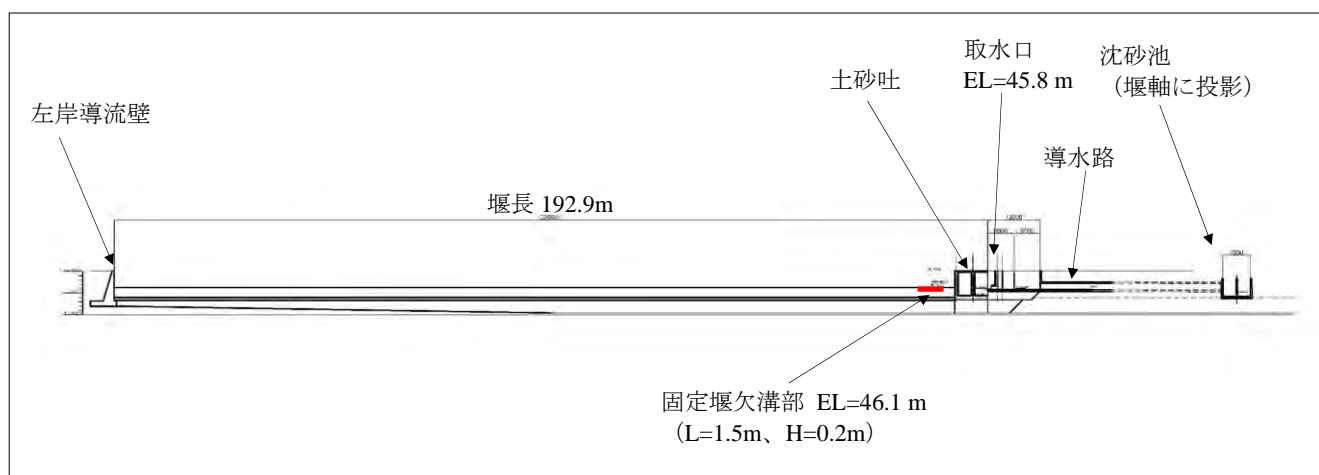


図 3 - 23 取水工堰軸縦断面図

取水工及び付帯工の施設概要は以下のとおりである。

表 3 - 18 取水施設概要

施 設	施設概要
固定堰	
・ 堰形式	コンクリート構造（堰堤下流側勾配 1:1）
・ 堰 長	200m（土砂吐水門の 7.1m 幅を含む）
・ 堰上げ高	2m（44.3～46.3）
・ 土砂吐ゲート	2.5m（幅）×2.1m（高）×2 門（スルースゲート）
・ 土砂吐用スクリーン	6.2m（幅）×5.1m（高）（鋼製スクリーン）
取水工	
・ 最大取水量	2.5 m ³ /sec（左岸を含み、20%の余裕を見込む）
・ 取水ゲート	1.50 m（幅）×0.8 m（高）×4 門（スルースゲート）
沈砂池	
・ 構造	2 連の中央隔壁タイプ、鉄筋コンクリート
・ 延長×幅	50 m × 8 m（4m×2 連）
・ 沈砂池容量	440 m ³
・ 排砂ゲート	2.0m（幅）×1.2m（高）×2 門（スルースゲート）
導水路	
・ 延長	236.24 m（沈砂池、トランジション水路を含む）
・ 調節ゲート	2.0m（幅）×0.75m（高）×2 門（スルースゲート）
護岸工（導流壁）	半重力式擁壁（取水工左右岸）
導流堤	土堰堤（取水工左岸上流）H=7～8m（石積みによる法面保護）
ゲート管理室* ¹	（5m×6m=30m ² ）
資機材倉庫* ¹	（5m×6m=30m ² ）
その他	
・ 発電機	ゲート管理室、資機材倉庫電源
左岸導水路	管路敷設

*¹：「3-2-2-7 建築計画」参照

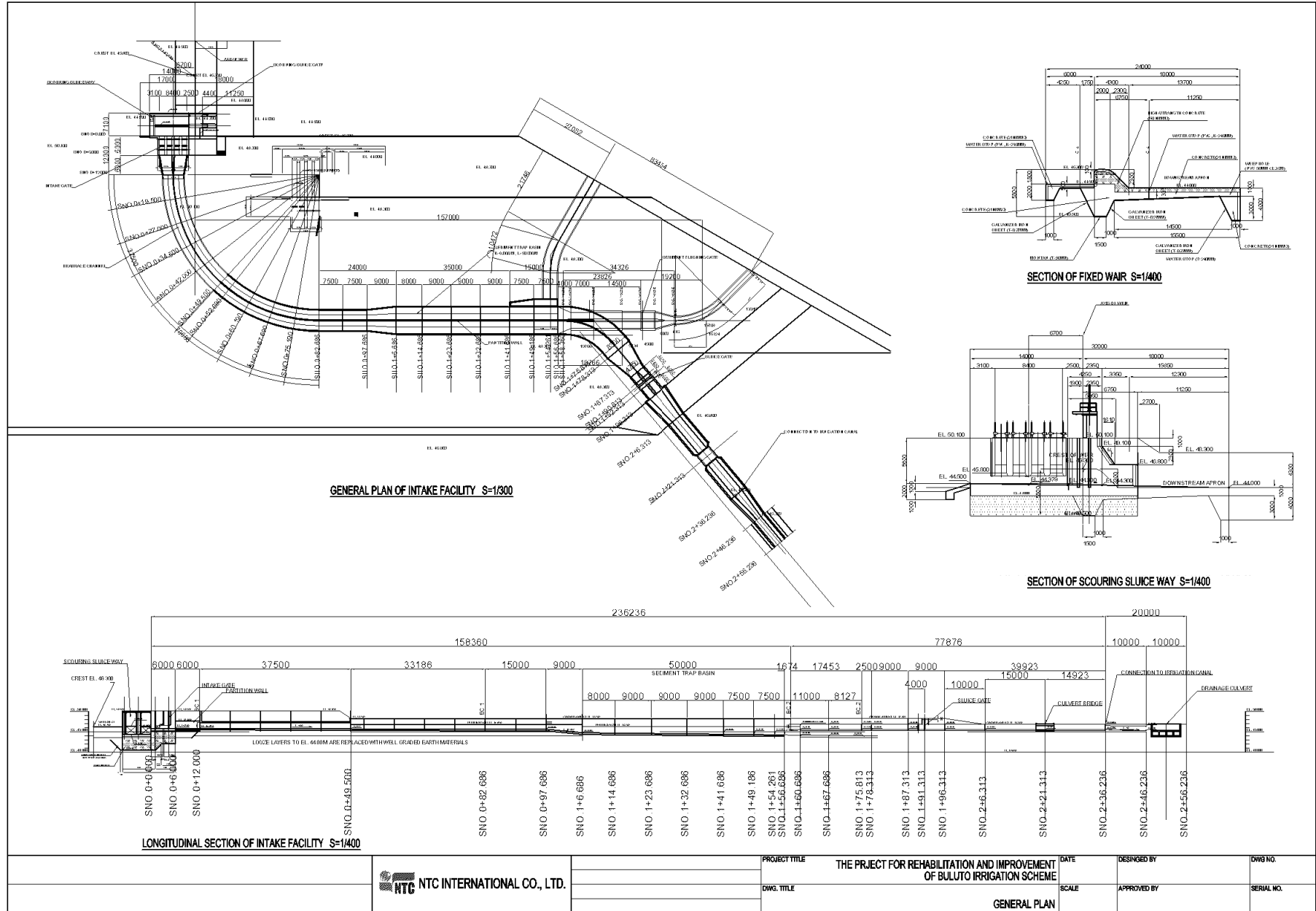


図 3-24 取水工計画縦・平面図

3-2-2-4 灌漑水路

1) 灌漑水路

幹線水路は、取水工に続く導水路（L=236m）の終点を始点とし、最下流の水路末端までの 1 路線、延長 12.3km である。幹線水路の上流約 7.7km の区間は、灌漑受益地区の高位部に沿って路線が通っている既存の水路を幹線水路とし、断面を改修して使用する。上流区間に続く下流側の約 4.6km の区間は新設水路として路線を延長する。下流区間の水路用地は新規取得となるが、新規路線が圃場にかかる区間を減らし、荒地や道路際の非耕作地等に路線を配置する方針とし、圃場の潰れ地面積を抑えた。

二次水路は幹線水路から分岐する 15 路線と、二次水路から分岐する 1 路線の合計 16 路線である。二次水路の路線位置としては、現況の二次水路または三次水路を利用し、新規の用地取得はほとんどない。水路の構造や付帯構造物は次のとおりである。

表 3 - 19 灌漑水路施設概要

項目	幹線水路	2 次水路
路線数	1 路線	16 路線
延長	12.3km	総延長 15.4km
対象流量	流量：1.92～0.11 m ³ /sec	2 次水路流量：1.17 ～0.11 m ³ /sec
水路構造	練石積み水路台形断面 一部、練石積み矩形断面 一部、ボックスカルバート	土水路台形断面 一部ボックスカルバート
付帯構造物	分水工 チェックゲート 落差工 管理用道路 橋梁（国道横断橋、水路横断橋） 排水工 余水吐 緊急放流工	分水工 橋梁（水路横断橋）

i) 幹線水路

幹線水路の構造は、原則として練石積みの側壁、無筋コンクリートを底版とする台形断面を標準断面とする。水路断面の幅および高さは、計算結果をもとに、設計流量を流下させるために適切な大きさとする。練石積み台形断面の水路は、「東ティ」国における灌漑水路として標準的な構造であり、構造上およびコスト面からも、本プロジェクトでも最適であると判断した。水路断面ごとの設計流量計算結果により、区間ごとの水路断面を決定し、必要に応じて標準断面ではなく、矩形水路断面、ボックスカルバート水路断面を使用する。矩形断面は、灌漑水路敷設計画を行う上で、高盛土となる L=400m の区間に適用する。この区間は、水田または荒地であるが、盛土幅、盛土量を少なくするために適用する。また、ボックスカルバートは、水路が国道と並走し、国道と現地住民の居住区または水田の間を水路が通る L=500m の区間に適用する。この区間は、灌漑水路底標高が現地盤よりも約 2m 低いので、台形水路では施工時の切土幅が大きくなることや、現地盤から水路底まで深いので、落下の危険性がありボックスカルバート型式とした。すべての断面において、人間が水路内に入り、土砂の堆積等に対する維持管理ができる断面形状とした。表 3 - 20 に幹線水路の標準断面を、表 3 - 21 に幹線水路の諸元一覧を示す。

表 3 - 20 幹線水路標準断面一覧

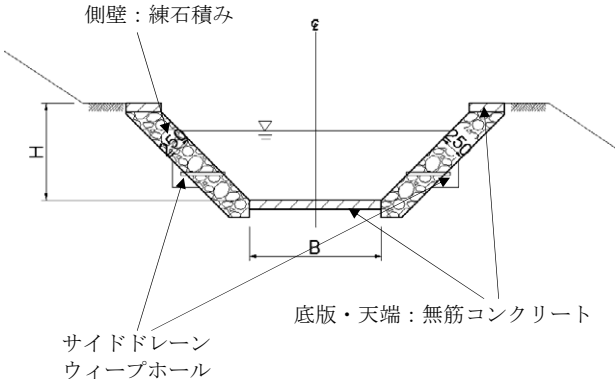
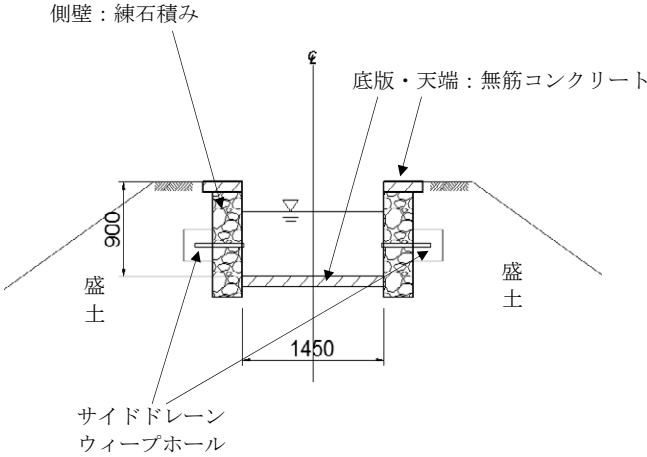
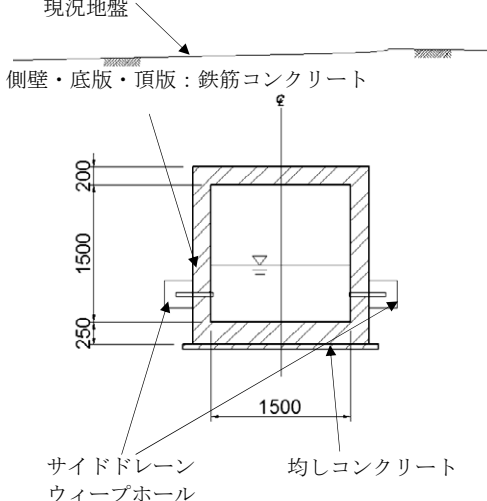
標準断面構造	構造説明
<p>標準区間水路断面</p>  <p>側壁：練石積み</p> <p>底版・天端：無筋コンクリート</p> <p>サイドドレーン ウィーブホール</p>	<p>Canal type :C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 側壁を練石積み構造、底版および頂版を無筋コンクリート構造とした台形断面水路。 流量に応じて、断面サイズを決定した。 (断面サイズは表 3-21 を参照) 地下水による水路の破壊を防ぐために、サイドドレーンを設置する。</p> <p>C1 も同様の水路断面とする。(管理用道路の節 5)を参照)</p>
<p>矩形断面水路</p>  <p>側壁：練石積み</p> <p>底版・天端：無筋コンクリート</p> <p>盛土</p> <p>サイドドレーン ウィーブホール</p>	<p>Canal type :R1 側壁を練石積み構造、底版および頂版を無筋コンクリート構造とした矩形断面水路。 高盛土区間に導入する。 地下水による水路の破壊を防ぐために、サイドドレーンを設置する。</p>
<p>ボックスカルバート構造水路</p> <p>現況地盤</p>  <p>側壁・底版・頂版：鉄筋コンクリート</p> <p>均しコンクリート</p> <p>サイドドレーン ウィーブホール</p>	<p>Canal type :B1 4面鉄筋コンクリート造りのボックスカルバート水路。 設計水位が現況地盤よりひくく、国道沿いかつ人通りの多い区間に導入する。 地下水による水路の破壊を防ぐために、サイドドレーンを設置する。</p>

表 3 - 21 幹線水路構造諸元

Canal Type	H(m)	B(m)	Distance(m)	Remark
C1	1.10	1.50	1,090	新設管理用道路に並走・台形断面
C2	1.10	1.50	1,910	台形断面
C3	1.00	1.50	2,798	〃
C4	1.00	1.40	972	〃
C5	0.90	1.25	1,350	〃
C6	0.90	1.20	1,800	〃
C7	0.90	1.00	750	〃
C8	0.90	0.60	762	〃
R1	0.80	1.45	400	C6 断面区間の一部に挿入・矩形断面
B1	1.50	1.50	500	C6 断面区間の一部に挿入・ボックスカルバート断面
Total			112,332m	10 types

ii) 二次水路

二次水路の構造は、現況の土水路を改修する計画であり、基面整形、法面整形を行う。水路幅、水路高は水理計算結果により決定した。水路構造は、現況水路と同様に土水路とし、形状は台形断面とした。ただし、灌漑計画上、深掘りの必要があり、現地住民の往来が多い地点にはボックスカルバートを適用し、それ以外の区間は深掘りの土水路とした。ただし、ボックスカルバート、深掘りの両水路においても、人間が水路に入り、土砂の堆積除去等の作業ができる構造とした。

表 3 - 22 二次水路の断面諸元一覧

Secondary Canal NO.	H(m)	B(m)	Distance(m)	Remark
NO.1	0.55	0.40	2,556	
NO.2	0.35	0.40	850	
NO.3	0.45	0.40	1,220	
NO.4	0.50	0.60	1,459	
NO.5	0.65	0.60	1,083	
NO.6	0.40	0.40	389	
NO.7 (上流)	0.55	0.60	258	上流・下流で、流量による断面変化有り
(下流)	0.50	0.60	127	
NO.8	0.45	0.40	844	
NO.9	0.50	0.60	939	
NO.10	1.50	0.60	140	ボックスカルバート
	1.50	0.60	484	深掘り開水路
NO.11	1.50	0.60	100	ボックスカルバート
NO.12 (上流)	0.70	0.60	454	上流・下流で、流量による断面変化有り
	(下流)	0.60	876	
NO.13	0.60	0.45	1,317	
NO.14	0.40	0.55	989	
NO.15	0.55	0.40	650	
NO.16	0.55	0.40	665	
Total			15,400m	

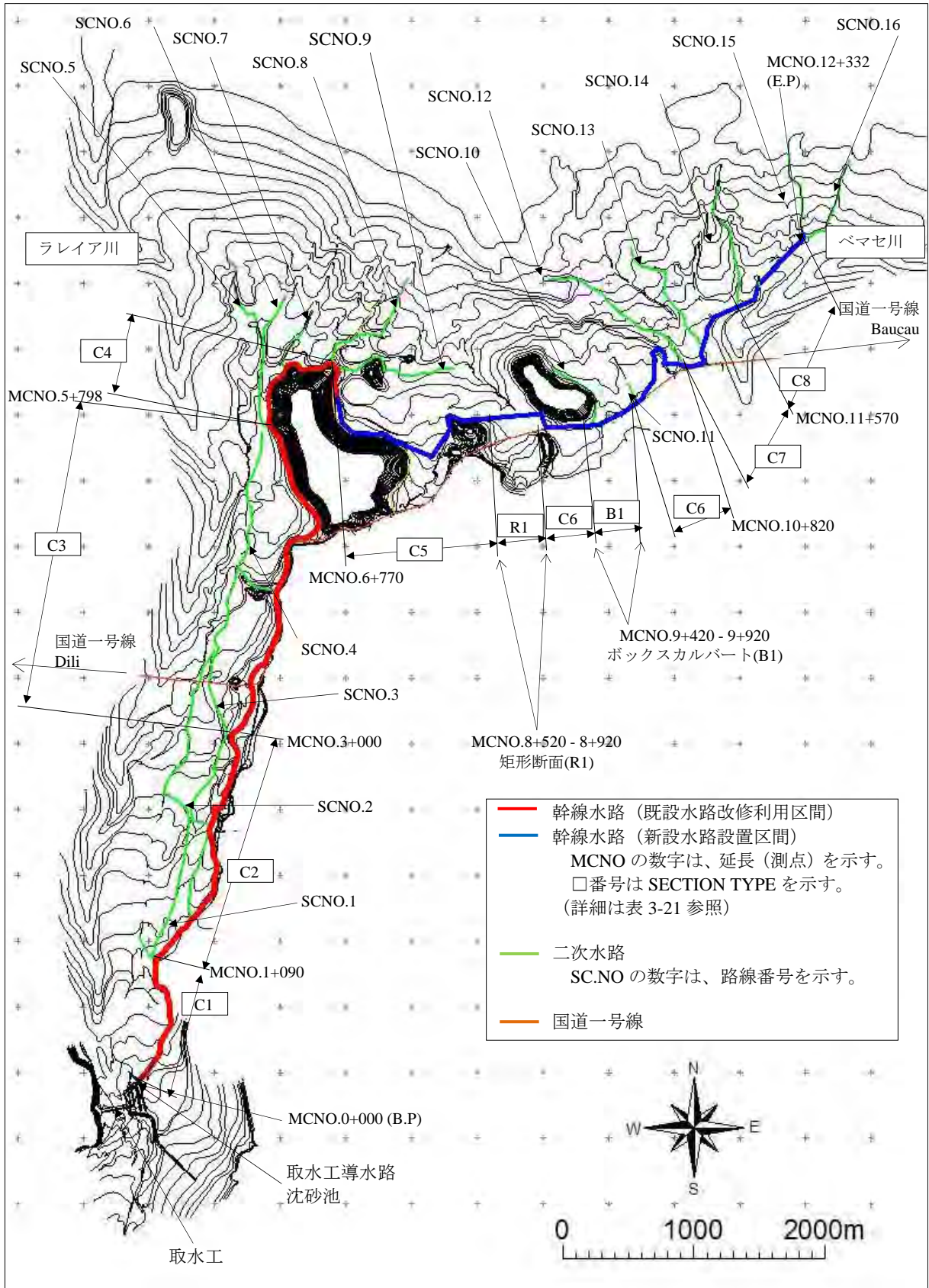


図 3 - 25 灌漑水路路線図

2)分土工

幹線水路から二次水路への分水、または二次水路から二次水路への分水箇所には、ゲート式分土工を設置する。分土工には、流量観測用の堰を付設し、適切な分水管理ができる構造とする。分土工のゲートサイズは400mm (B) x 400mm (H) と 300mm (B) x 300mm (H) の2種類とし、分岐水路の流量が $Q=0.12\text{m}^3/\text{sec}$ 以上の路線には 400mm x 400mm のゲートを、 $Q=0.12\text{m}^3/\text{sec}$ 以下の路線には 300mm x 300mm のゲートを設置する方針とする。

表 3 - 23 分土工ゲートサイズの区分

分土工 No.	幹線水路 50%水位(m^3/sec)	二次水路取水量 (m^3/sec)	ゲートサイズ
BL.1	0.502	0.145	400 x 400
BL.1a	0.502	0.004	300 x 300
BL.2	0.502	0.027	300 x 300
BL.3	0.502	0.047	300 x 300
BL.4	0.502	0.067	300 x 300
BL.5	0.467	0.040	300 x 300
BL.6	0.467	0.073	300 x 300
BL.7	0.467	0.018	300 x 300
BL.8	0.467	0.020	300 x 300
BL.9	0.467	0.204	400 x 400
BL.10	0.477	0.126	400 x 400
BL.11	0.477	0.087	300 x 300
BL.12	0.477	0.134	400 x 400
BL.13	0.422	0.034	300 x 300
BL.14	0.422	0.038	300 x 300
BL.15	0.411	0.062	300 x 300
BL.16	0.411	0.102	300 x 300
BL.17	0.411	0.171	400 x 400
BL.18	0.341	0.135	400 x 400
BL.19	0.341	0.105	300 x 300
BL.20	0.341	0.108	300 x 300
BL.21	0.235	0.061	300 x 300
BL.22	0.235	0.111	300 x 300
Total			23ヶ所

3)チェックゲート

チェックゲートの設置は、二次水路の分水位を十分に確保するために、幹線水路側に設置するもので、分土工の下流 5m 地点に設置する方針とした。ただし、BL.22 地点は最下流地点の分土工であるため、チェックゲートは設置しない。また、チェックゲートのサイズは、水路の断面規模に沿って 2.00m (B) x 0.90m(H)、2.00m(B) x 0.80m(H)、1.75m(B) x 0.70m(H)、1.50m(B) x 0.60m(H) の4種類とした。チェックゲートの構造はアメリカ開拓局の基準、および標準図を参考にした。表 3 - 24 にチェックゲートの諸元および箇所数を示した。

表 3 - 24 チェックゲートのサイズと導入数

壁高	幹線水路断面			ゲートサイズ B(mm) × H(mm)	数
	100%水位(m)	底幅(mm)	天端幅(mm)		
1,100	0.791	1,500	3,500	2.00 x 0.90	4
1,000	0.705	1,500	3,300	2.00 x 0.80	5
1,000	0.719	1,400	3,200	2.00 x 0.80	3
900	0.636	1,250	2,850	1.75 x 0.70	2
900	0.620	1,200	2,800	1.75 x 0.70	3
800	0.514	900	2,500	1.50 x 0.60	3
600	0.354	600	1,600	1.50 x 0.60	1
合計					21

4) 落差工

落差工は落差高が 1.0m と 0.5m の 2 タイプとし、落差高 1m のタイプでは「コンクリート三面張り」(以下：三面張りタイプ) の構造とし、落差高 0.50m のタイプでは「練石積み側壁、底版補強」(以下：底版補強タイプ) の構造とする。また、水路断面との取り付けは、移行部(トランジション)により調整する。落差工の水理計算は、「土地改良事業計画設計基準・設計 水路工」の静水池型落差工に準じて行った。

i) 1m 落差工

1m 落差工は、幹線水路の路線上で、地形的な落差が 1m 前後の地点に設置する。尚、落差が数 m 以上場合には、1m 落差工を複数設置する(最大 4m) 方針とする。構造は水クッション型落差工を採用する。断面寸法は設置する幹線水路断面に合わせた寸法とし、水クッション部は、落下水が水クッション部に突入する際に生じる衝撃や乱れ等の作用による減勢が行われるために十分な寸法とする。図 3 - 26 に 1m 落差工の標準断面図を、表 3 - 25 に諸元を示した。(土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」準拠)

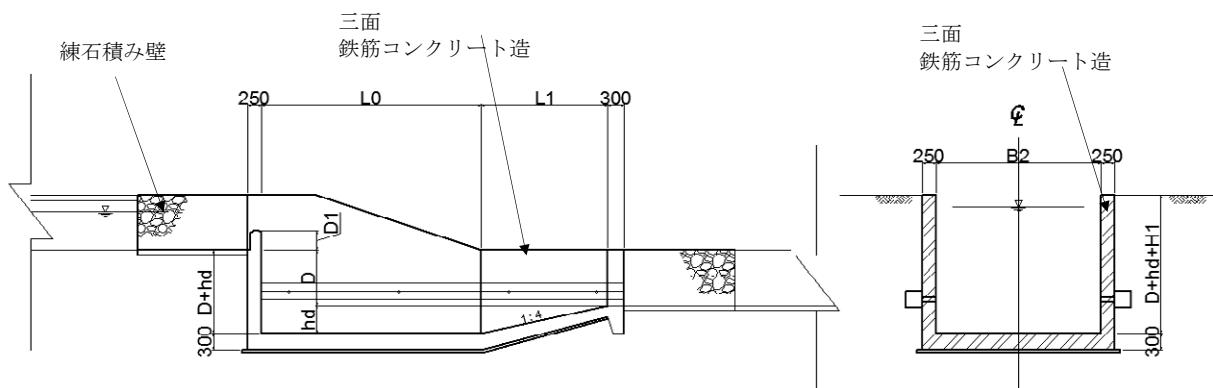


図 3 - 26 1m 落差工の標準断面図

表 3 - 25 1m 落差工の諸元

CANAL TYPE	B1	D1	hd	L0	L1	H1	備考/適用水路断面 H(天端高)x B (敷幅)
D1	2.00	0.13	0.60	3.90	2.40	1.10	1.10 x 1.50
D2	2.00	0.13	0.60	3.60	2.20	1.00	1.00 x 1.50
D3	1.50	0.13	0.40	3.60	2.20	1.00	1.00 x 1.40
D4	1.20	0.10	0.40	2.50	1.20	0.90	0.90 x 1.00
D5	1.20	0.10	0.40	1.60	1.20	0.60	0.60 x 0.60

ii)0.5m 落差工

0.5m 落差工は、幹線水路の路線上で地形的な落差が、50cm 程度の地点に設置する。構造は跳水型減勢工を適用する。断面寸法は設置する幹線水路断面に合わせた寸法とし、下流エプロン長は、落下水が下流エプロンに突入する際に生じる衝撃や乱れ等の作用による減勢が行われるために十分な寸法とする。図 3 - 27 に 0.5m 落差工の標準図および表 3 - 26 に諸元を示す。(土地改良事業設計指針「ため池整備」準拠)

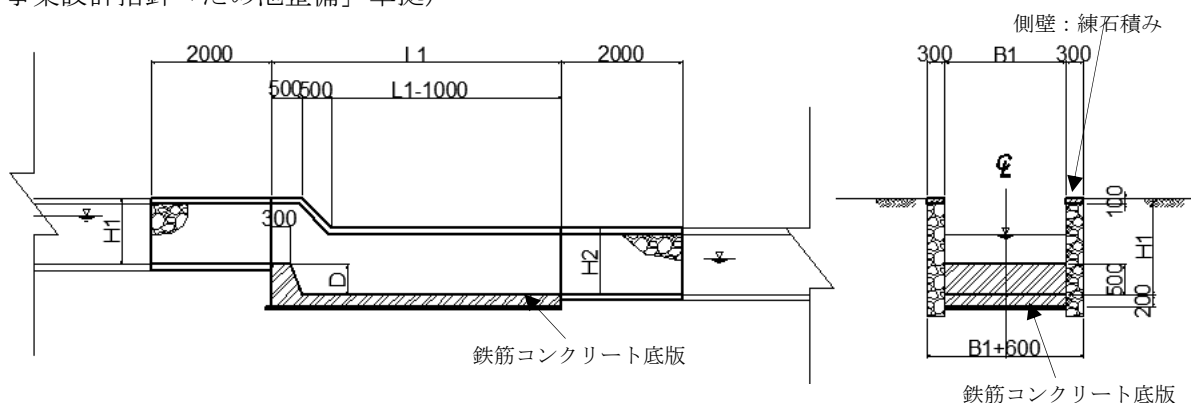


図 3 - 27 0.5m 落差工の標準断面図

表 3 - 26 0.5m 落差工の諸元

Canal Type	B1	L1	備考/適用水路断面 H(天端高)x B (敷幅)
D6	2.00	4.80	1.10 x 1.50 (計画水深 1.10m)
D7	2.00	4.80	1.10 x 1.50 (計画水深 1.00m)
D8	2.00	4.50	1.00 x 1.50
D9	1.50	4.50	1.00 x 1.40
D10	1.20	3.20	0.90 x 1.00
D11	1.20	2.10	0.60 x 0.60

5)管理用道路

幹線水路には水路の巡視・点検用に管理用道路が併設されるが、幹線水路が既存水路利用の場合に、既に管理用道路が併設されている場合や、近傍に管理道路として利用できる道路がある場合には、新たに管理用道路を建設しない。特に、幹線水路の下流区間の 4.5km は新設区間となるが、水路路線は既存の国道に隣接しているため、同国道を管理用道路として使用し、新規の管理用道路は設置しない。道路断面は図 3 - 28 に示すとおりである。

一方、地区内の二次水路沿いには管理用道路が殆どない状況である。圃場から国道までの距離は最大 2.0km であるが、現状では農民は人力により二次水路の路肩や畦畔を利用して収穫物を運搬している。二次水路については、引き続き路肩を通行に使うものとし、農地の削減を伴う管理用道路の建設は行わない方針とした。

管理道路の構造は、3.5m 幅の碎石舗装形式とする。新設の管理用道路（取水工から 1.3km 区内）には取水工の管理も含めるため、大型トラック(6t)の通行を想定し、0.5m の路肩（両側）を含め全幅 4.5m とする。また、水路天端との間に 0.5m の保護路肩（片側）を設ける方針とした。（土地改良事業計画設計基準・設計「農道」準拠）

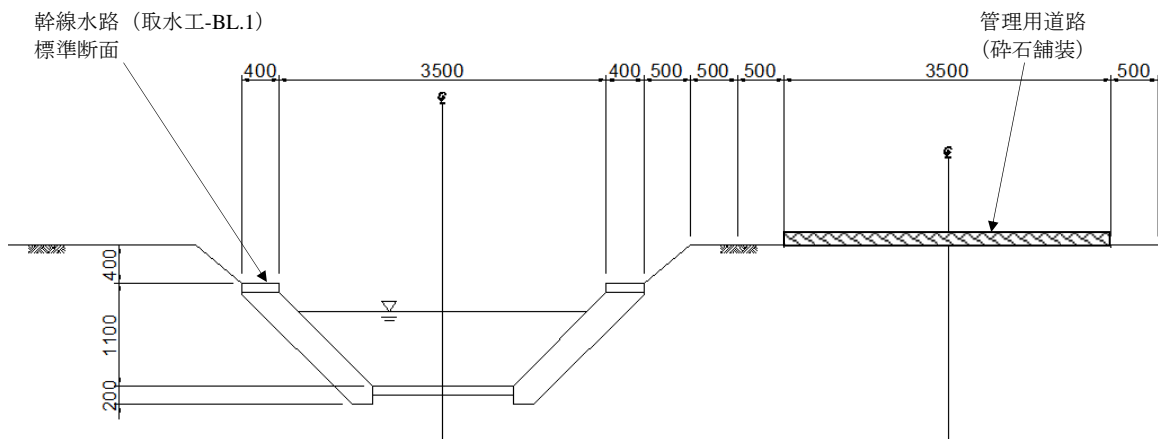


図 3 - 28 管理用道路標準断面図

表 3 - 27 管理用道路延長

項目	管理用道路 (既存道路利用)	管理用道路 (新設)
延長	11.0 km	1.3 km

6) 橋梁

灌漑水路において、道路横断箇所や住民が水路を横断する地点には橋梁を設置する。橋梁は国道横断橋と水路横断橋の 2 種類とする。水路横断橋は、住居の分布状況等から、500~1,000m 毎に設置する方針とする。表 3 - 29 に橋梁設置位置一覧、および図 3 - 31 に橋梁設置位置を示す。

i) 国道横断橋

国道横断橋は、国道一号線と幹線水路が交差するラレイア準県側の一ヶ所に設置する。国道一号線は、交通量は多くはないが、大型トレーラーが通行するため、幅員 5.0m とする。構造はボックスカルバート構造とし、地覆を 30cm とする。（「国土交通省制定 土木構造物標準設計 1」ボックスカルバート工 (T - 25) 準拠）図 3 - 29 に国道横断橋標準断面図を示す。

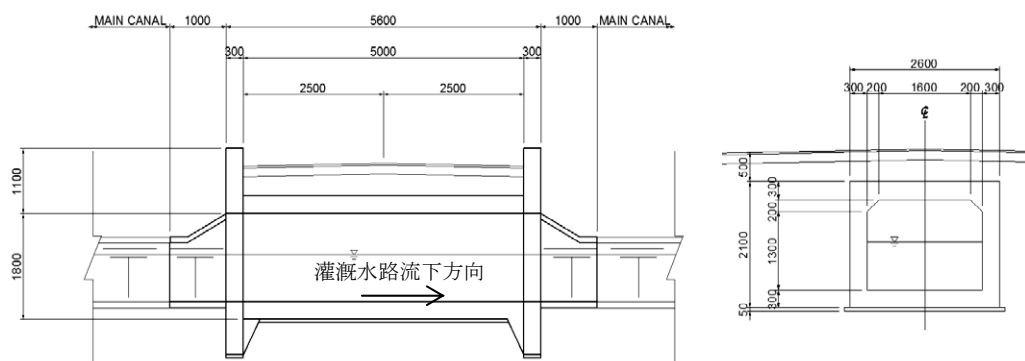


図 3 - 29 国道横断橋標準断面図

ii)水路横断橋

水路横断橋は、人、車両、農作業機械等の往来が水路を横断する場所に設置し、車両が通過できるように、幅員を 3.0m とする。構造は、鉄筋コンクリート製のボックスカルバートとし、30cm 高の地覆を設置する（「土地改良事業標準設計第 2 編鉄筋コンクリート用水路」 T - 14 に準拠）。図 3 - 30 に水路横断橋標準断面図を、表 3 - 28 に水路横断橋諸元を示した。

横断橋前後の水路との接続は、トランジションにより調整する。また、カルバート上面の路面構造は、基層 15cm、アスファルト層 3cm とする。

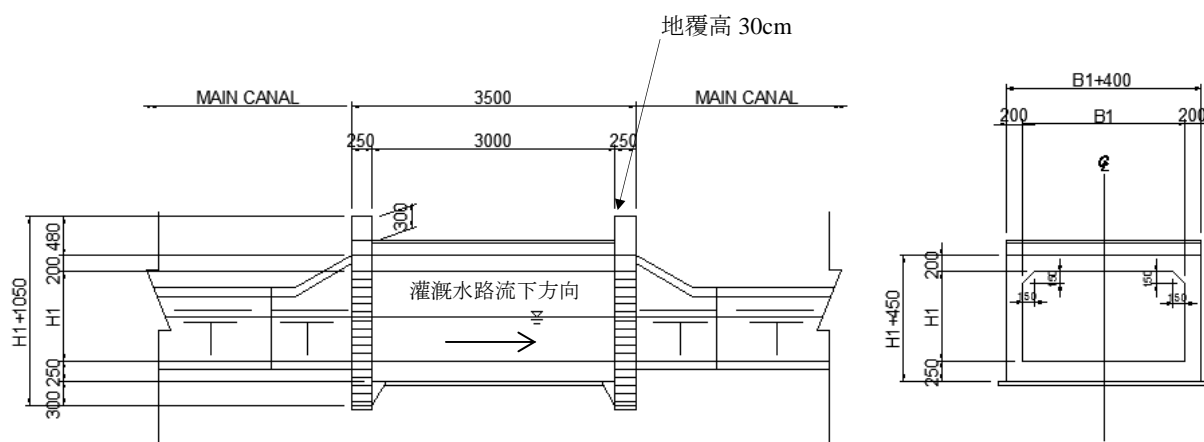


図 3 - 30 水路横断橋標準断面図

表 3 - 28 水路横断橋諸元

Type No.	B1(m)	H1(m)	適用水路断面 H(天端高)×B(敷幅)
B2	2.00	1.10	1.1 × 1.5 ~ 1.0 × 1.5
B3	1.50	1.00	1.0 × 1.4 ~ 0.9 × 1.2
B4	1.20	0.90	0.9 × 1.0 ~ 0.6 × 0.6
B5	1.50	1.50	幹線水路のボックスカルバート区間（500m）の上流に 3 か所設置。 水路横断橋断面は幹線水路ボックスカルバート区間と同様。

表 3 - 29 橋梁位置一覧

位置 NO.	測点	Type NO.	Remark
国道横断橋	MCNO.3+511	B1	幹線水路
1	MCNO.1+090	B2	〃
2	MCNO.1+472	B2	〃
3	MCNO.2+175	B2	〃
4	MCNO.3+146	B2	〃
5	MCNO.4+264	B2	〃
6	MCNO.4+896	B2	〃
7	SC05.0+010	B4	二次水路
8	-	B4	BL.8 からの分水三次水路に設置
9	MCNO.5+970	B3	
10	MCNO.6+270	B3	〃
11	MCNO.6+720	B3	〃
12	SC08.0+240	B4	二次水路
13	MCNO.6+920	B3	
14	MCNO.7+520	B3	〃
15	MCNO.8+270	B3	〃
16	MCNO.9+020	B3	〃
17	MCNO.9+220	B5	〃
18	MCNO.9+270	B5	〃
19	MCNO.9+320	B5	〃
20	MCNO.11+270	B4	〃
21	MCNO.11+570	B4	〃
22	MCNO.11+820	B4	〃
23	MCNO.12+270	B4	〃

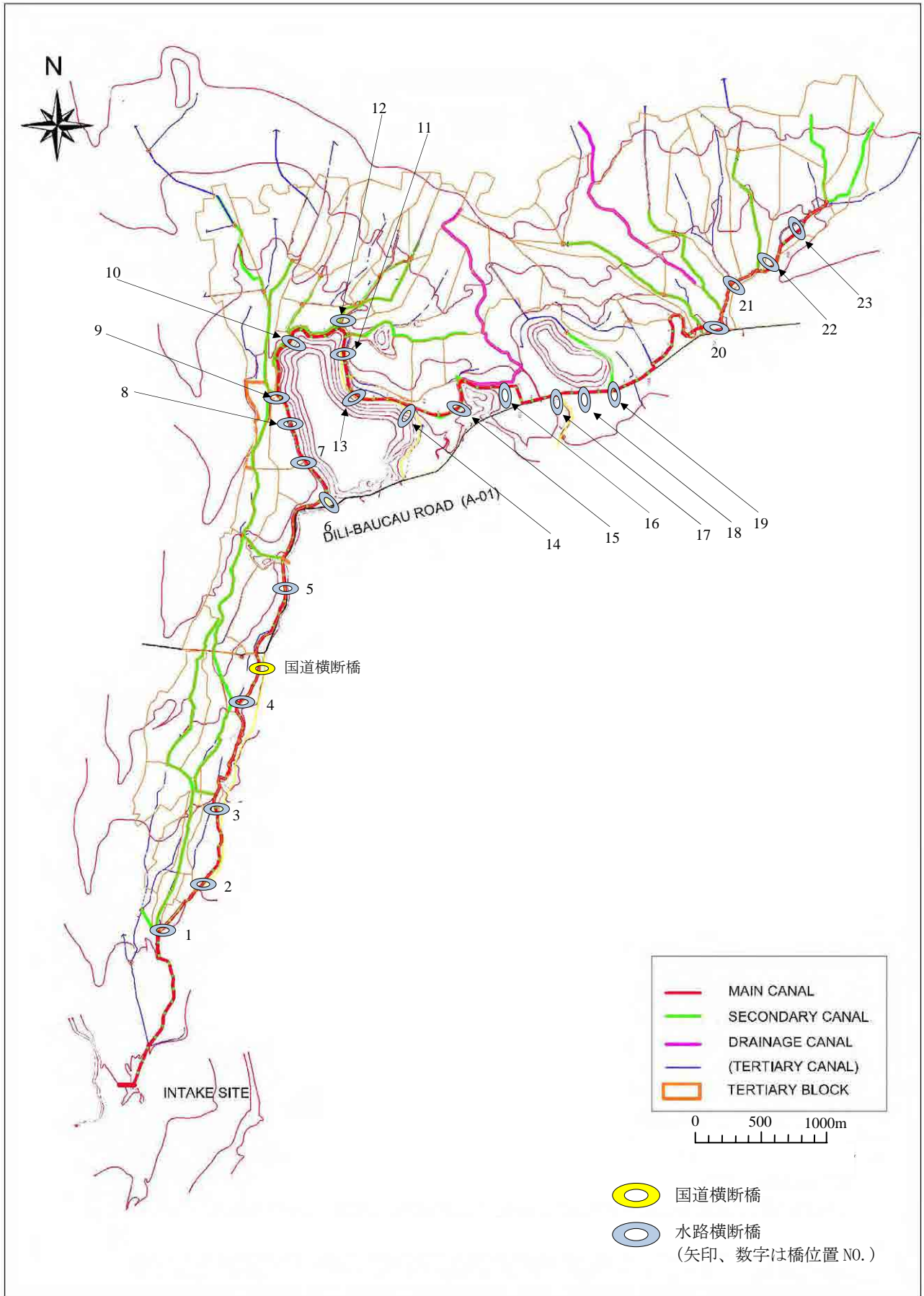


图 3 - 31 桥梁位置图

7)横断排水工

幹線水路を横断する排水工の排水量算定のための各流域界を図 3 - 32 に示す。各流域の排水量は、到達時間 0.5 時間、2 年確率降雨強度 45.2mm/hr、流出係数を 0.25 として合理式により算出した。単位排水量は $3.1\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ となり、各対象排水量は表 3 - 30 に示す通りである。(降雨強度、流出係数については表 3 - 8、および 3 - 9 を参照)

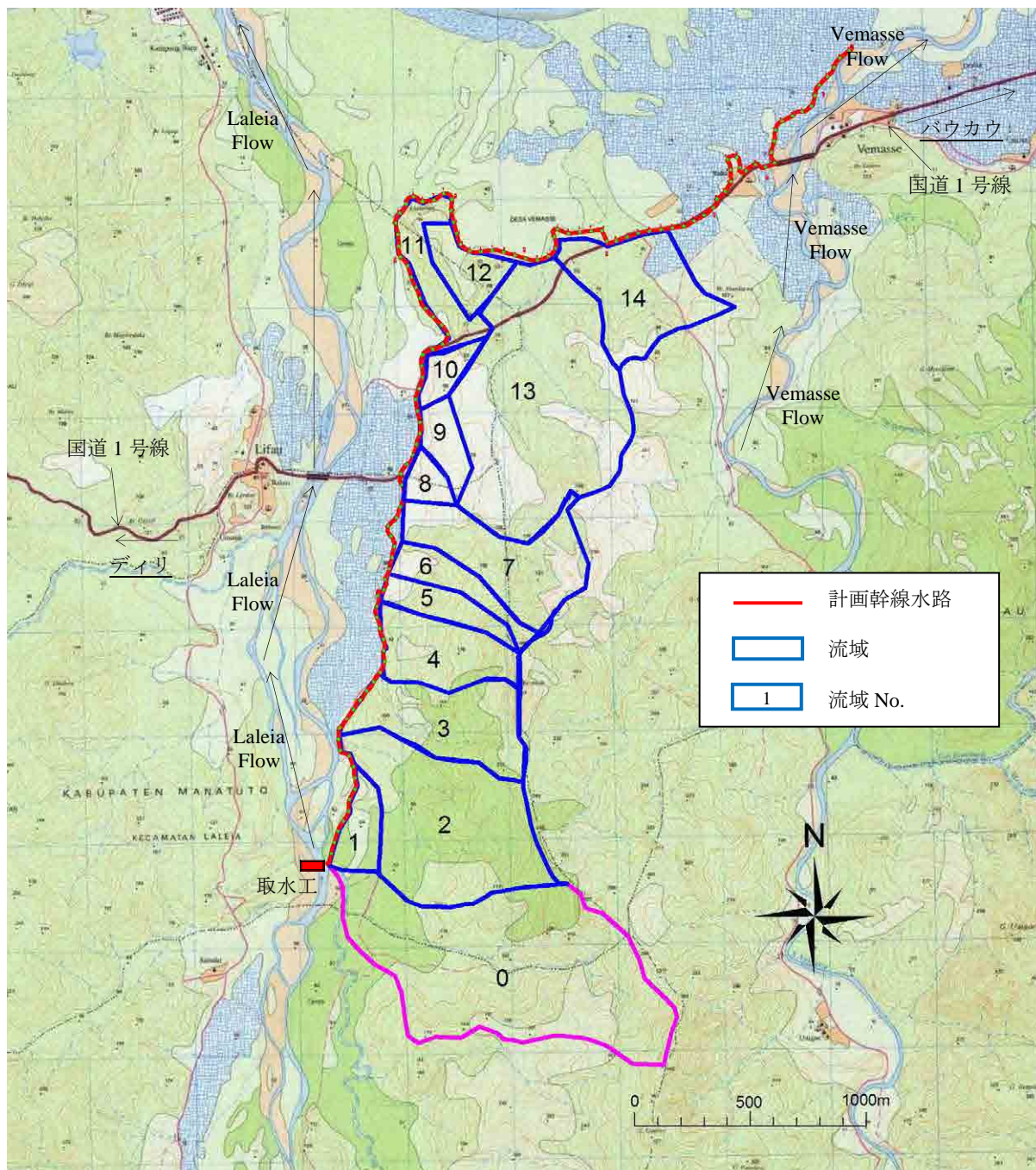


図 3 - 32 水路横断排水工流域界図

表 3 - 30 横断排水路工流域面積と排水量

流域 No.	区間 (測点)	流域面積 (km ²)	排水量 (m ³ /s)
0	Around intake	2.99	9.27
1	0+000 ~ 0+605	0.40	1.24
2	0+605 ~ 0+995	1.57	4.87
3	0+995 ~ 1+675	0.88	2.73
4	1+675 ~ 2+280	0.62	1.92
5	2+280 ~ 2+567	0.28	0.87
6	2+567 ~ 2+858	0.30	0.93
7	2+858 ~ 3+495	0.91	2.82
8	3+495 ~ 3+814	0.14	0.43
9	3+814 ~ 4+114	0.23	0.71
10	4+114 ~ 4+665	0.16	0.50
11	4+665 ~ 6+720	0.40	1.24
12	6+720 ~ 7+720	0.25	0.78
13	7+720 ~ 8+370	2.27	7.04
14	8+370 ~ 9+420	0.88	2.73

i) 水路横断排水工

排水工は、排水集水域の出口、または既設排水路のある位置に設置する。また、水路横断橋を設置する場所で、水路横断橋の路面を流下して排水される場合には、これも排水工として利用する。それ以外の、排水工導入の必要箇所については、排水パイプカルバート工、排水ボックスカルバート工、排水水路橋の 3 タイプとする。合計 4 タイプの排水工は水路敷高、地盤高、および排水工の寸法を考慮して適切な場所に設置する。表 3 - 31 に排水路タイプ一覧表を示す。

表 3 - 31 水路横断排水工タイプ一覧表

<p>排水パイプカルバート工</p> <p>縦断面図</p> <p>横断面図</p>	
<p>排水ボックスカルバート工</p> <p>縦断面図</p> <p>4連横断面図</p> <p>※排水量に応じて2連、3連を設置する。同様の横断面とする。</p>	
<p>排水水路橋</p> <p>縦断面図</p> <p>横断面図</p>	
<p>水路横断橋路面排水</p> <p>縦断面図</p> <p>横断面図</p>	

i) 排水計画

地形条件・幹線排水路の縦断線形から、流域毎の排水工計画は表 3 - 32、3 - 33 のとおりとした。

表 3 - 32 水路横断排水工計画諸元一覧表

位置 NO.	測点	排水断面	排水工構造	流域 NO.
1	0+457	φ800×3	排水パイプカルバート工	1
2	0+870	B1.50m x H1.00m x 4 連	排水ボックスカルバート工	2
3	1+472	φ800×1	排水パイプカルバート工	3
4	1+675	B1.50 x H1.00 x 2 連	排水ボックスカルバート工	
5	1+914	φ800×2	排水パイプカルバート工	4
6	2+119	φ800×2	同上	
7	2+232	φ800×2	同上	
8	2+282	φ800×1	排水パイプカルバート工	5
9	2+525	φ800×1	同上	
10	2+641	φ800×1	排水パイプカルバート工	6
11	2+858	φ800×1	同上	
12	3+000	φ800×2	排水パイプカルバート工	7
13	3+146	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	
14	3+348	B1.2m x H0.3m	同上	
15	3+495	B1.2m x H0.3m	同上	
16	3+585	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	8
17	3+767	B1.2m x H0.3m	同上	
18	3+914	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	9
19	4+016	B1.2m x H0.3m	同上	
20	4+164	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	10
21	4+483	B1.2m x H0.3m	同上	
22	4+896	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	11
23	5+097	B1.2m x H0.3m	同上	
24	5+497	B1.2m x H0.3m	同上	
25	5+697	B1.2m x H0.3m	同上	
26	6+020	B1.2m x H0.3m	同上	
27	6+220	B1.2m x H0.3m	同上	
28	6+470	B1.2m x H0.3m	同上	
29	6+970	B1.2m x H0.3m	排水水路橋	12
30	7+220	B1.2m x H0.3m	同上	
31	8+220	B1.5m x H1.0m x 3 連	排水ボックスカルバート工	13
32	8+720	φ800×2	排水パイプカルバート工	14
33	8+920	φ800×2	同上	
34	9+220	φ800×2	同上	

※水路横断橋路面排水は、水路横断橋設置位置一覧を参照

表 3 - 33 水路横断排水工のタイプ別箇所数

排水工構造	箇所数
排水パイプカルバート	3
排水ボックスカルバート	23
排水水路橋	18

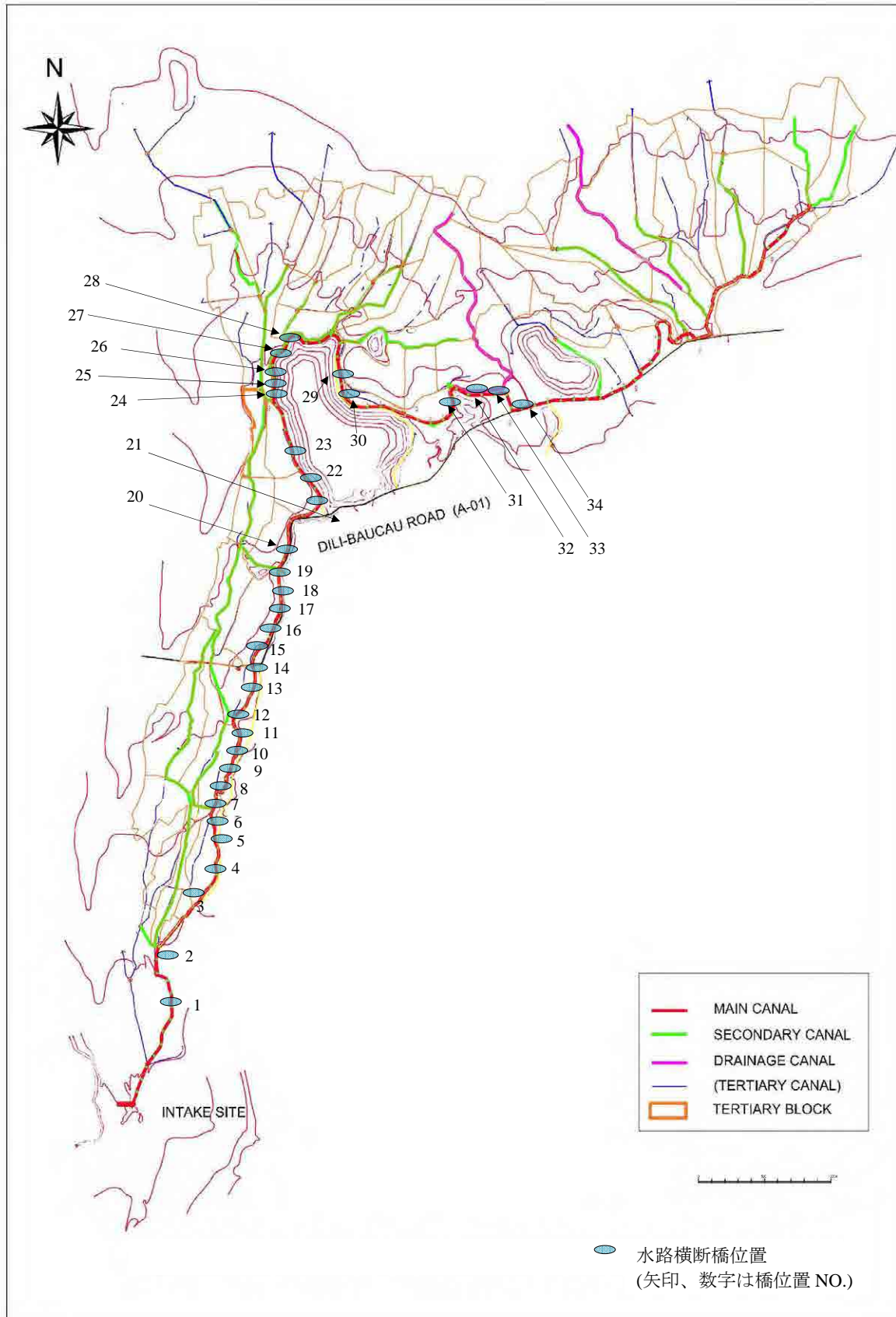


図 3 - 33 水路横断排水工位置図

3-2-2-5 排水路工

1) 現況

排水路路線を図 3 - 34 に示す。現況の排水状況は以下のとおりである。

- a) 排水路 1 の上流は幅 2~3m、深さ 1m 程度の自然排水路が形成されている。下流は排水路の形状を呈らず、雨水排水は複数の水田面を流下している。また、当該地区は天水灌漑が行われており、現況排水路を流下する雨水排水は灌漑水としても利用されている。農民から聞き取りを行った結果では、2010 年の雨期における湛水面積は下流部で 10ha の水田の湛水被害が発生している。
- b) 排水路 2 の上流は現況においても幅 10m、深さ 1m 程度の自然排水路が形成されている。最下流部は地形勾配が緩く、土砂が堆積しやすい地形条件のため、実際、湿地の状態を呈している。2010 年の雨期における湛水面積は 4ha の水田の湛水被害が下流部で発生している。



図 3 - 34 排水路計画路線図



排水路 1 の下流

水田部からなる。水田面を広く流下させ、一部の農地（農民）に被害が集中することは避ける計画である。農地の削減も回避できる。



排水路 2 下流

排水路下流は土砂堆積により水路形状をなしていない。本事業による浚渫後も、定期的な土砂除去作業が必要となる。

2)排水計画

以下に排水路 1、2 の排水計画を示す。2 路線の排水路の延長合計は約 4.6 km である。

(排水路 1)

- c) 図 3 - 35 の Area 3 の下流において湛水被害が見られる。Area 4 の最上流区間に土砂が堆積していることが原因となり、Area 3 において 0.5m 程度の湛水被害が発生している。Area 3 の下流に排水路を開削し、湛水被害の発生している Area 3 の排水条件を改善する。
- d) Area 3 は水田となっており、排水路の設置は潰れ地が生じる。潰れ地を発生させないため、排水は複数の水田圃区を流下させる計画とし、水田地区内に新たに排水路は設置しない。
- e) 現況排水路は雨水排水の灌漑水路として利用されている。このため、図 3 - 35 の現況において分岐水路が見られる 2 地点に小規模な堰を設置し、隣接する水田に排水を導水する計画とする。この施設は同時に排水を周辺に分散させ、洪水時の被害が 1 箇所集中することを避ける機能も有する。



図 3 - 35 排水区間 (排水路 1)

Area 1、2 の排水路断面及び Area 3 下流部の排水路断面を図 3 - 36、3 - 37 に示す。

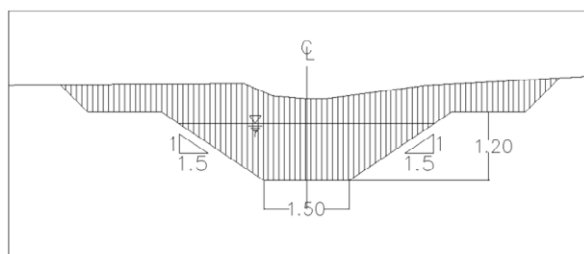


図 3 - 36 排水路上流部 既存排水路区間

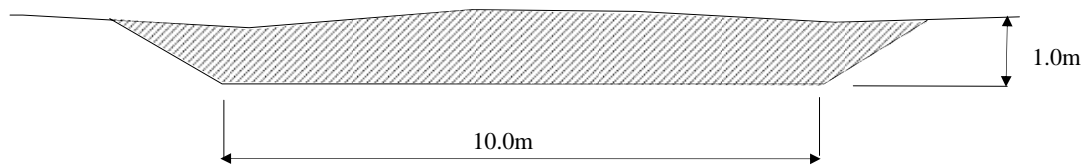


図 3 - 37 排水路下流部 湿地区間

対象排水流量は、到達時間 0.5 時間、2 年確率降雨強度 45.2mm/hr、流出率を 0.25 として合理式で算出する。結果、 $3.1 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ となる。

(排水路 2)

- 排水路 2 の上流部は幅 10m 程度、深さ 1.0m 程度の断面を有していることから、過去にベマセ川の一部を形成していたと考えられる。現在は水田圃場からの排水路となっているが、図 3 - 38 の Area 2 では土砂堆積が進んでおり、幅は 10m 程度あるものの、深さは 0.3m 程度で湿地化している。このため、図 3 - 40 に示すとおり幅 10m、深さ 1m 程度の排水路掘削を行う。
- Area 3 も同様に堆積土砂が進行しており、湿地幅は 50m 以上に達している。これは海岸部に高さ 2m 程度の堤防のような形状の砂溜まりが海岸線に平行して形成され、排水の支障となっていることによる。このため、排水路 1 と同様に図 3 - 40 に示す幅 10m、深さ 1m 程度の排水路掘削を行うとともに、海岸部に排水の流出路を掘削し、排水条件の改良を図る。(上流からの土砂流下は継続的に起こるため、本事業実施後も堆積土砂の除去を定期的に行う必要がある。)
- また、現況排水路は雨水排水の灌漑水路として利用されている。このため、図 3 - 38 の少なくとも 2 地点に小規模な堰を設置し、隣接する水田に排水を導水する計画とする。



図 3 - 38 排水区間 (排水路 2)

排水路断面は以下を計画する。

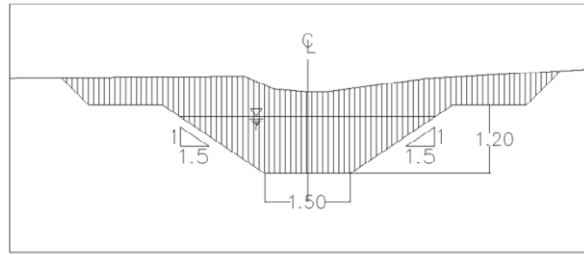


図 3 - 39 排水路上流部 既存排水路区間

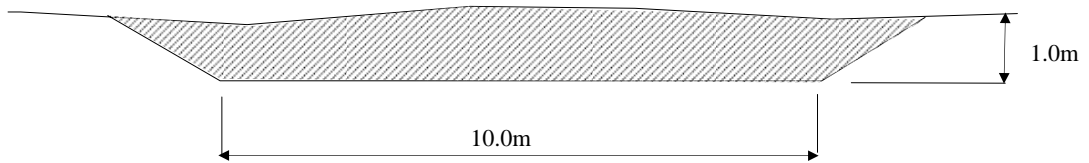


図 3 - 40 排水路下流部 湿地区間

3-2-2-6 河川護岸工

1) 取水工上流護岸工の検討

堰設置による洪水時の背水計算を行い、護岸工の必要性を検討した。図 3 - 41 に対象位置図と、図 3 - 42 に護岸高と洪水背水位の関係を示した。

測量 BP (0+000) ~ EP (0+460) の箇所は、谷筋にあたり河岸が低く、背水の影響が懸念される地区であり、堰設置後の洪水時に、河川水が河岸を超えるかどうかの検討を行った。しかしながら、図 3-42 に示すように、堰設置後でも $600\text{m}^3/\text{s}$ および $800\text{m}^3/\text{s}$ の洪水流量は岸壁を超えることはないことが判明した。また、測量区間の前後は、丘陵地が迫っており、標高が上がっているため、洪水時でも河川水の氾濫はないことから、堰予定地点の上流部左岸側に護岸工は設置しない。

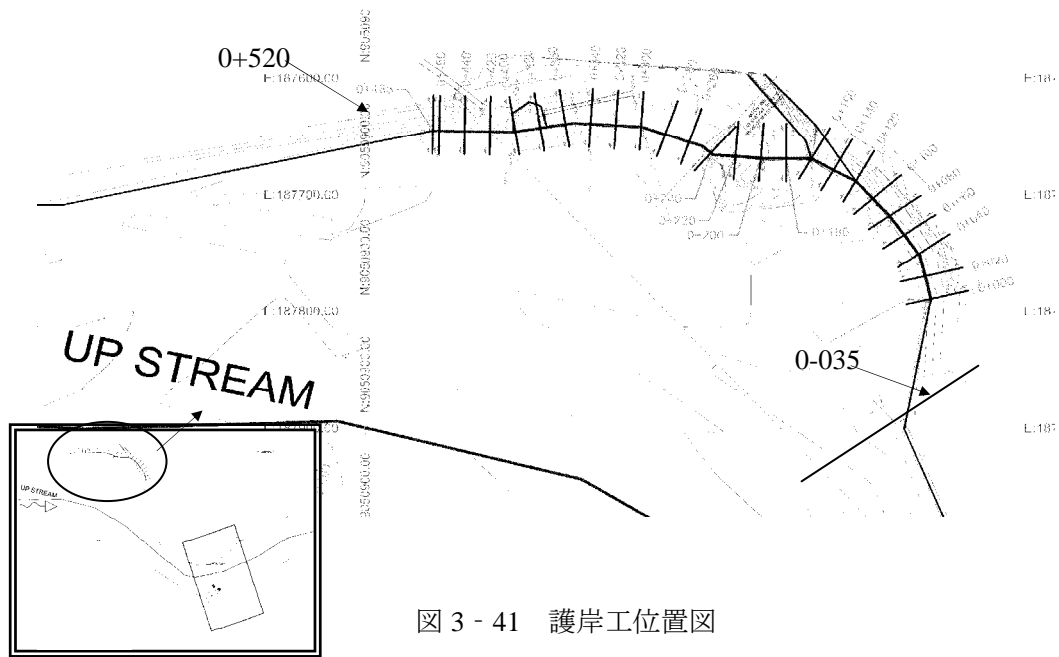


図 3 - 41 護岸工位置図

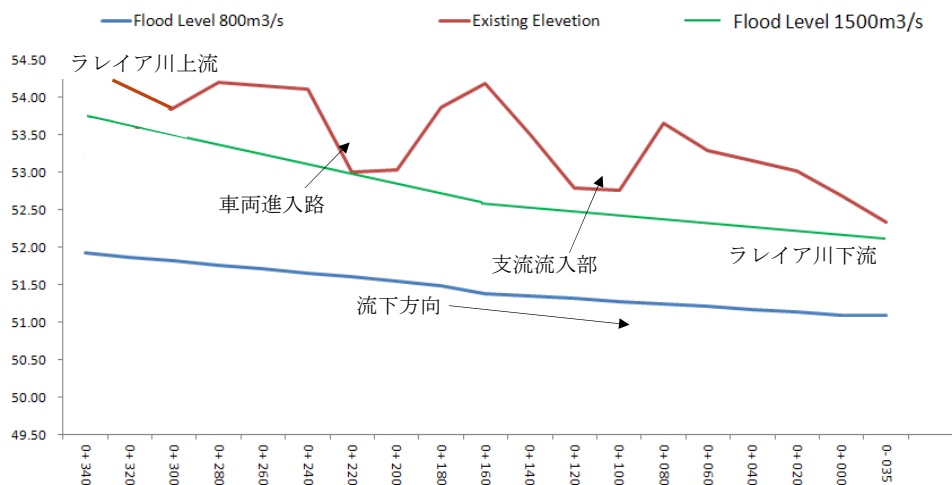


図 3 - 42 護岸工の必要検討

2)ベマセ川護岸工

ベマセ川橋梁の下流側は河川が大きく右方向に屈曲しているため、左岸河岸部は洪水時の水衝作用により侵食が進行している。現況では、水田の畦畔が河岸で途切れていることからその浸食の進捗状況が確認できた。

河川護岸工は、図 3 - 43 に示すとおり灌漑幹線水路が河岸に近接して計画される区間において、河岸侵食が灌漑水路まで達することを抑制し、灌漑水路に対する被害を低減することを目的として設置する。

護岸工の天端高は、ベマセ川洪水位よりも高くなるように、現地盤よりも平均 1.50m 高い位置とする。図 3 - 44 にベマセ川洪水位と護岸天端高の関係を示す。

護岸工の標準断面を図 3 - 45 に示す。ジャカゴは一般に用いられている直径 2.3mm 鉄線を使用したものではなく、直径 4.0 mm の鉄筋を現場で人力により編んで使用する。ジャカゴの耐久性は 10 年程度と予測する。(同構造はインドネシアの河川護岸工に通常使用されている。)

施工区間は伝統的灌漑施設の取水部の保護も兼ね、600m の区間を対象とする。現況において、予定される幹線水路の位置と現況河岸までの最接近地点の距離は 30m である。



図 3 - 43 河川護岸工施工区間

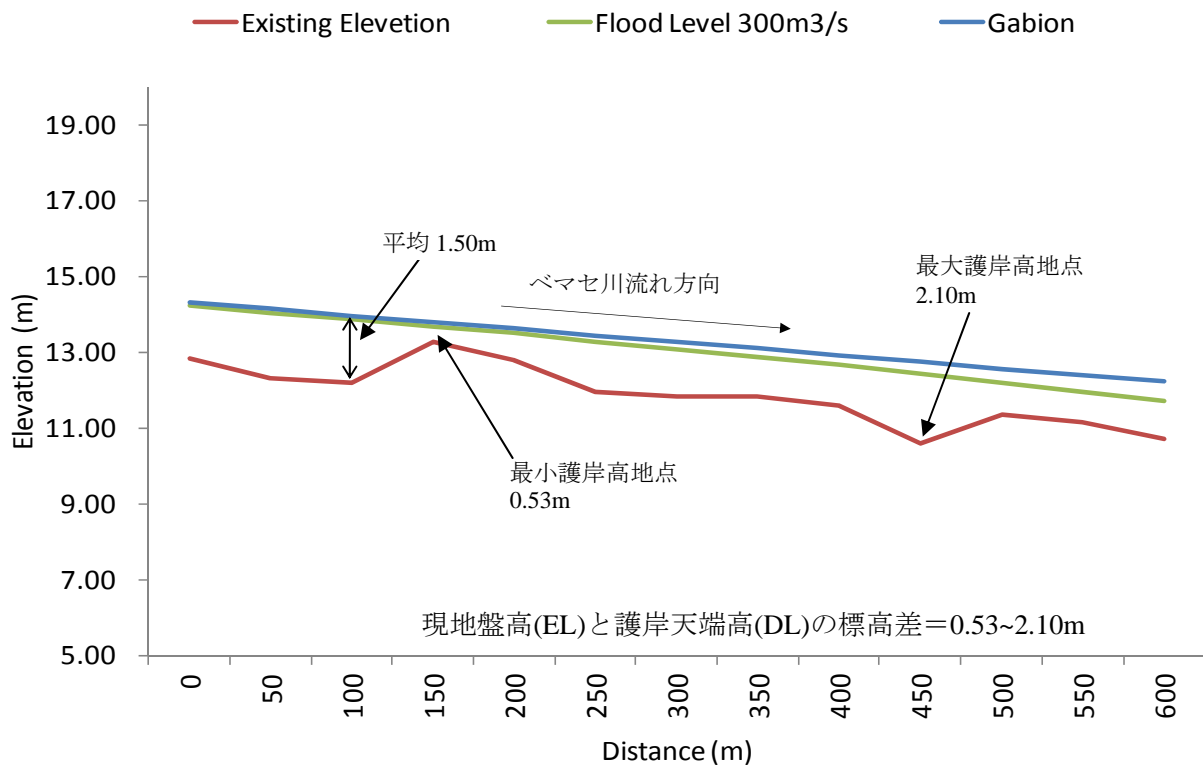


図 3 - 44 ベマセ川洪水位と護岸天端高の関係

護岸工の構造は根入れを 1.5m 程度とし、中詰め石には河原の 30cm 程度の玉石を使用する。

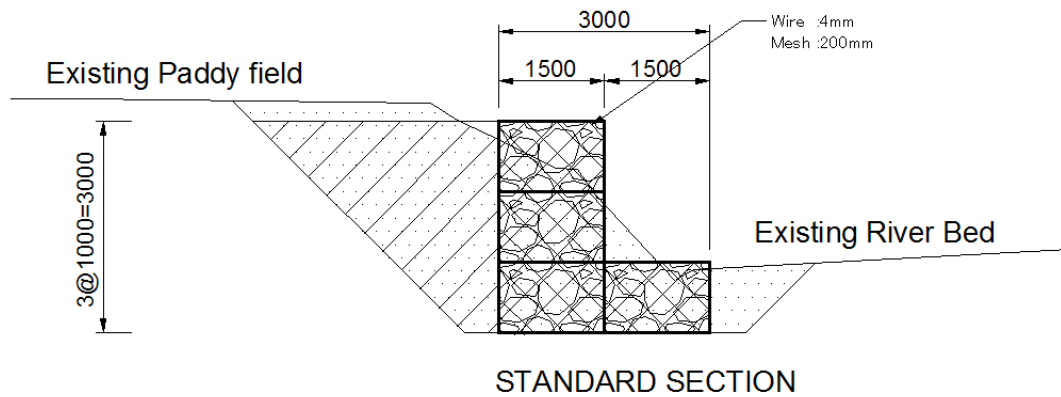


図 3 - 45 護岸工標準断面図

3-2-2-7 水利組合集会所およびゲート管理室・資機材倉庫

1) 水利組合集会所

水利組合集会所面積は組合員の一部 50 名程度が会議を行う面積を確保する。また水利組合の事務処理を行う事務室スペースを計画する。

《床面積》

水利組合集会所	
1. 事務室床面積	27m ² (6m ² /1人×4人=24m ² 、室内通路 3m ²)
2. 集会室床面積	60m ² (50人×1.2m ² =60m ²)
合計	87m ²
3. トイレ	衛生面からトイレは事務所と分離して設置する。また簡易浄化槽を設置する。 17.5m ² (3.5m×5m=17.5m ²)

《設備》

水利組合集会所	
1. 電気施設 (既存グリッドからの受電)	室内照明 (蛍光灯)、パソコン、プリンター程度の電源
2. 給水施設	給水タンク (1m ³) からの供給
3. 水源	既存の井戸を利用する。揚水はポンプ (事業で調達) による。
4. 避雷施設	棟上げ導体を設置する。

《机・椅子等》

水利組合集会所	
1. 事務室	机 (木製) : 4 台 (900mm×1,200mm 程度) 椅子 (木製) : 4 脚
2. 集会室	椅子 (プラスチック製) : 50 脚 (簡易な積み重ねが可能なタイプ)

2) ゲート管理室・資機材倉庫

取水施設敷地内にゲート管理室・資機材倉庫 60m² (ゲート管理室 5m×6m=30m² 及び資機材倉庫 5m×6m=30m²) を計画する。管理室は夜間のゲート操作を考慮し、簡易な休憩室を設ける。資機材倉庫はゲートの修理時に使用する角落し (木製) や鋼製ゲートの交換部品 (シール材、ボルト、油脂塗布機材等) の保管を目的として建設する。

《床面積》

ゲート管理室・資機材倉庫	
1. 事務所床面積	17m ² (3.0m×5.0m=15.0m ² +2.0m×1.0m=17.0m ²)
2. 休憩室	9m ² (3.0m×3.0m=9.0m ²)
3. トイレ・シャワー室	便器、手洗いボール (浄化槽を設置する。4m ² (2.0m×2.0m=4.0m ²))
4. 資機材倉庫	30 m ² (5.0m×6.0m=30.0m ²)
合計	60m ²

《設備》

	ゲート管理室・資機材倉庫
1. 電気施設（発電機による）	室内照明（蛍光灯）、パソコン、プリンター、揚水ポンプの電源
2. 給水施設	給水タンク（1m ³ ）からの供給、ポンプ
3. 水源	揚水はポンプによる。
4. 避雷施設	棟上げ導体を設置する。

《机・椅子等》

	ゲート管理室・資機材倉庫
1. 事務所	机（木製） : 1台（900mm×1,200mm程度） 椅子（木製） : 1脚
2. 休憩室	ベッド（木製） : 1台
3. トイレ・シャワー室	便器、手洗いボール（浄化槽を設置する。4m ² （2.0m×2.0m=4.0m ² ））

3-2-3 概略設計図

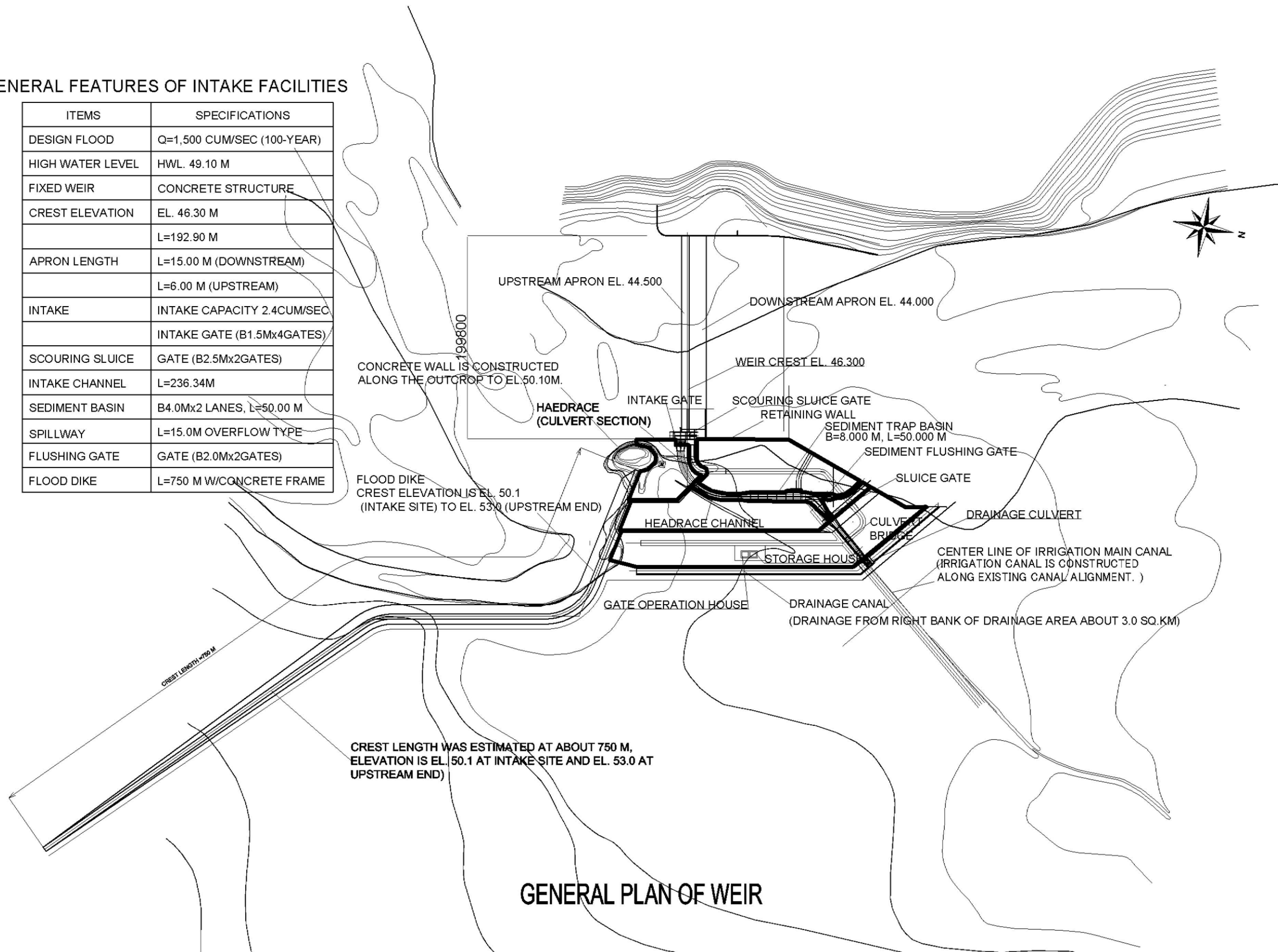
概略設計図の一覧を下表に、図面は以下に示した。

表 3 - 34 概略設計図一覧

KIND OF CONSTRUCTION	NAME OF DRAWINGS	NUMBER OF SHEETS
INTAKE WORK		
	GENERAL PLAN OF INTAKE WORK	1
	PLAN OF INTAKE	1
	PLAN OF WEIR	1
	CROSS SECTION OF WEIR	1
	PLAN OF GUIDE WALL ON LEFT BANK	1
	CROSS SECTION OF GUIDE WALL ON LEFT BANK	2
	PLAN OF GUIDE WALL ON RIGHT BANK WALL	1
	CROSS SECTION OF GUIDE WALL ON RIGHT BANK	1
	PLAN OF SCOURING	1
	PLAN OF SCOURING SLUICE GATE	1
	GENERAL PLAN OF INTAKE CANAL	1
	PLAN OF HEADRACE CANAL	1
	CROSS SECTION OF HEADRACE CANAL	1
	PLAN OF INTAKE GATE	1
	PLAN OF SEDIMENT TRAP, IRRIGATION CANAL	1
	CROSS SECTION OF SEDIMENT TRAP	1
	CROSS SECTION OF IRRIGATION CANAL	1
	PLAN OF IRRIGATION CANAL GATE	1
	PLAN OF SEDIMENT TRAP	1
	CROSS SECTION OF SEDIMENT TRAP	1
	PLAN OF FLASH GATE	1
	PLAN OF PROTECTION DIKE	1
	PLAN OF GATE OPERATING HOUSE	1
IRRIGATION CANAL WORK		
	GENERAL MAP OF BULUTO IRRIGATION SYSTEM	1
	TYPICAL CROSS SECTION OF MAIN CANAL, SECONDARY CANAL	1
	PLAN OF DROP STRUCTURE 1.0 M TYPE, 0.5M TYPE	2
	OFFTAKE STRUCTURE CHECK GATE STRUCTURE	1
	BRIDGE CROSSING NATIONAL ROAD	1
	BRIDGE CROSSING IRRIGATION CANAL	1
	PLAN OF DRAIN BOX CULVERT	3
	PLAN OF DRAIN PIPE CULVERT	1
	PLAN OF DRAIN BRIDGE	1
	PLAN OF SPILL WAY	1
	PLAN OF EMERGENCY OUTLET STRUCTURE	1
DRAINAGE CANAL WORK		
	DRAINAGE CANAL NO.1 PLAN LONGITUDINAL SECTION	2
	DRAINAGE CANAL NO.2 PLAN LONGITUDINAL SECTION	2
VEMASSE RIVER PROTECTION WORK		
	VEMASSE RIVER BANK PROTECTION	1
BUILDING WORK		
	WUA MEETING FACILITIES	2
TOTAL		44

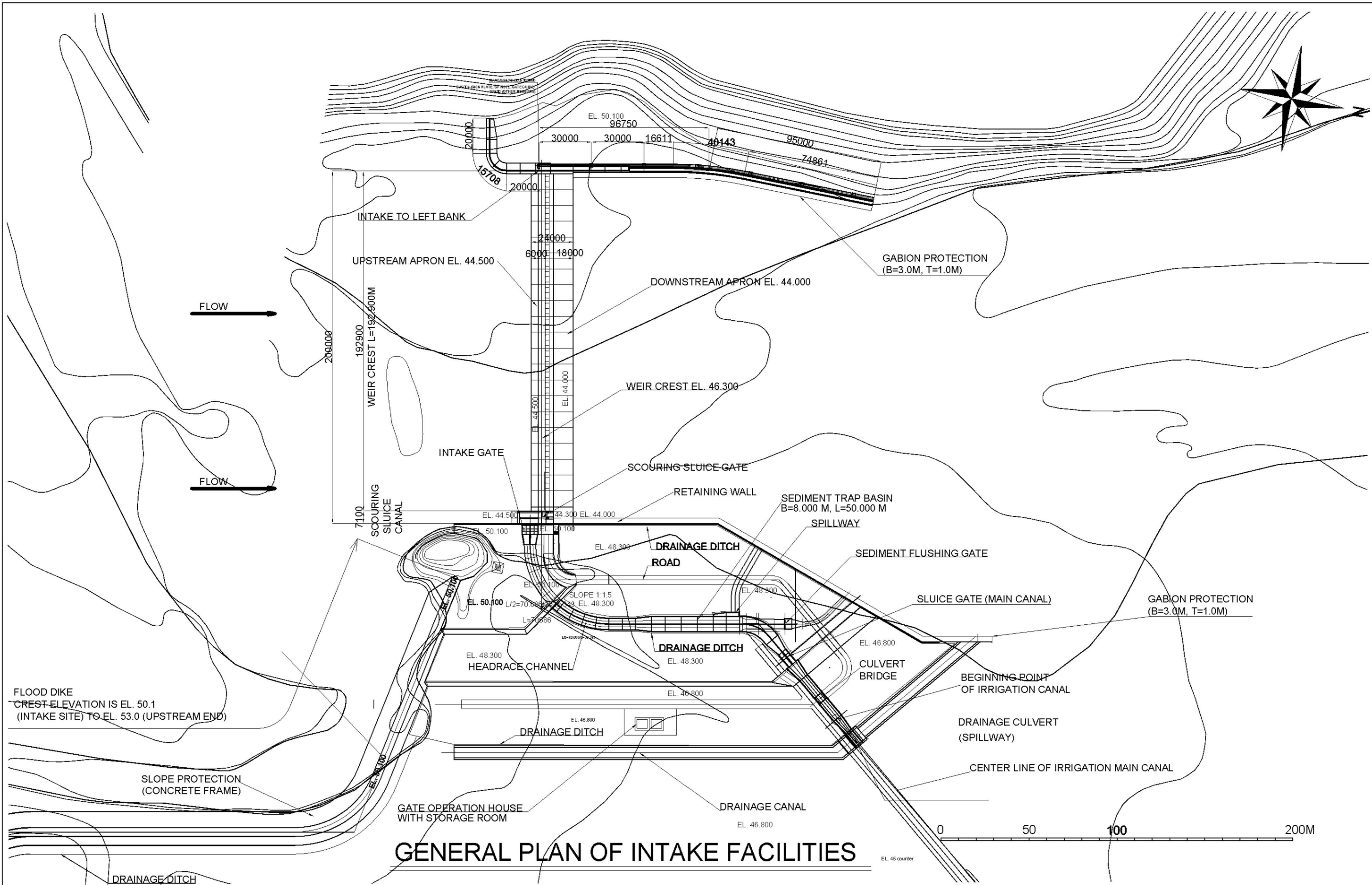
GENERAL FEATURES OF INTAKE FACILITIES

ITEMS	SPECIFICATIONS
DESIGN FLOOD	Q=1,500 CUM/SEC (100-YEAR)
HIGH WATER LEVEL	HWL. 49.10 M
FIXED WEIR	CONCRETE STRUCTURE
CREST ELEVATION	EL. 46.30 M
	L=192.90 M
APRON LENGTH	L=15.00 M (DOWNSTREAM)
	L=6.00 M (UPSTREAM)
INTAKE	INTAKE CAPACITY 2.4CUM/SEC
	INTAKE GATE (B1.5Mx4GATES)
SCOURING SLUICE	GATE (B2.5Mx2GATES)
INTAKE CHANNEL	L=236.34M
SEDIMENT BASIN	B4.0Mx2 LANES, L=50.00 M
SPILLWAY	L=15.0M OVERFLOW TYPE
FLUSHING GATE	GATE (B2.0Mx2GATES)
FLOOD DIKE	L=750 M W/CONCRETE FRAME



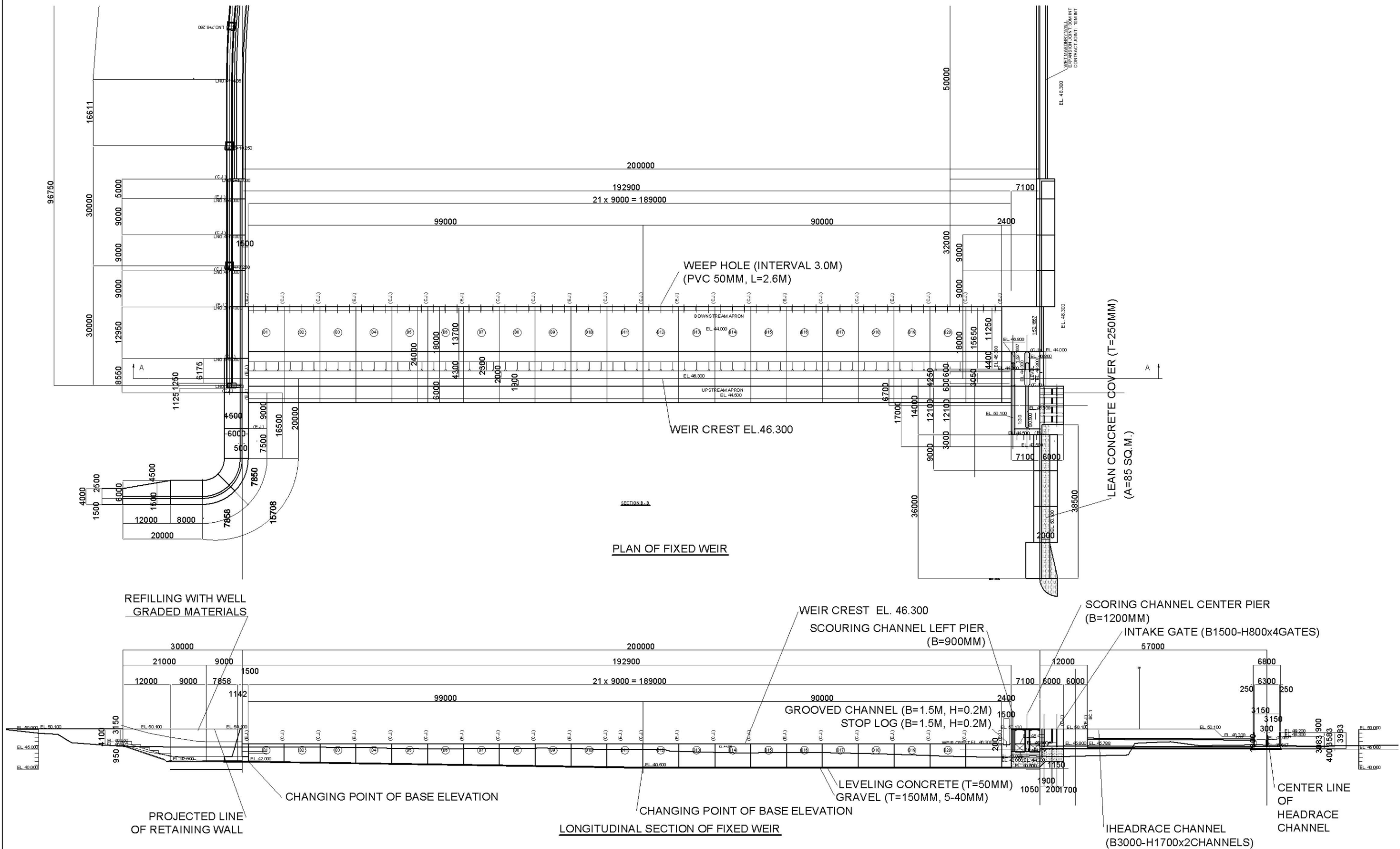
GENERAL PLAN OF WEIR

	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG. NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME			PHW.01
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN GENERAL PLAN OF INTAKE	1 : 4000		

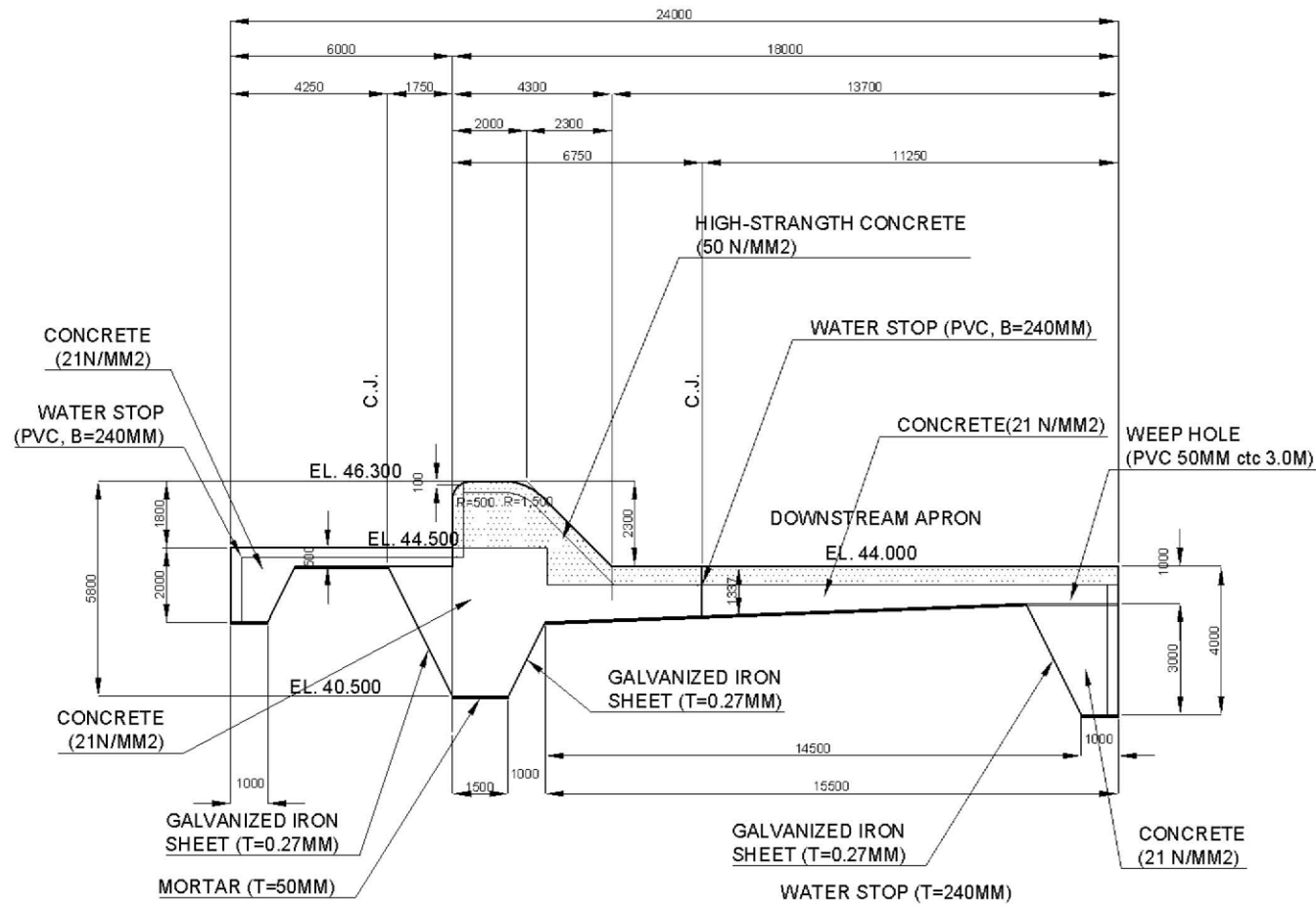


GENERAL PLAN OF INTAKE FACILITIES

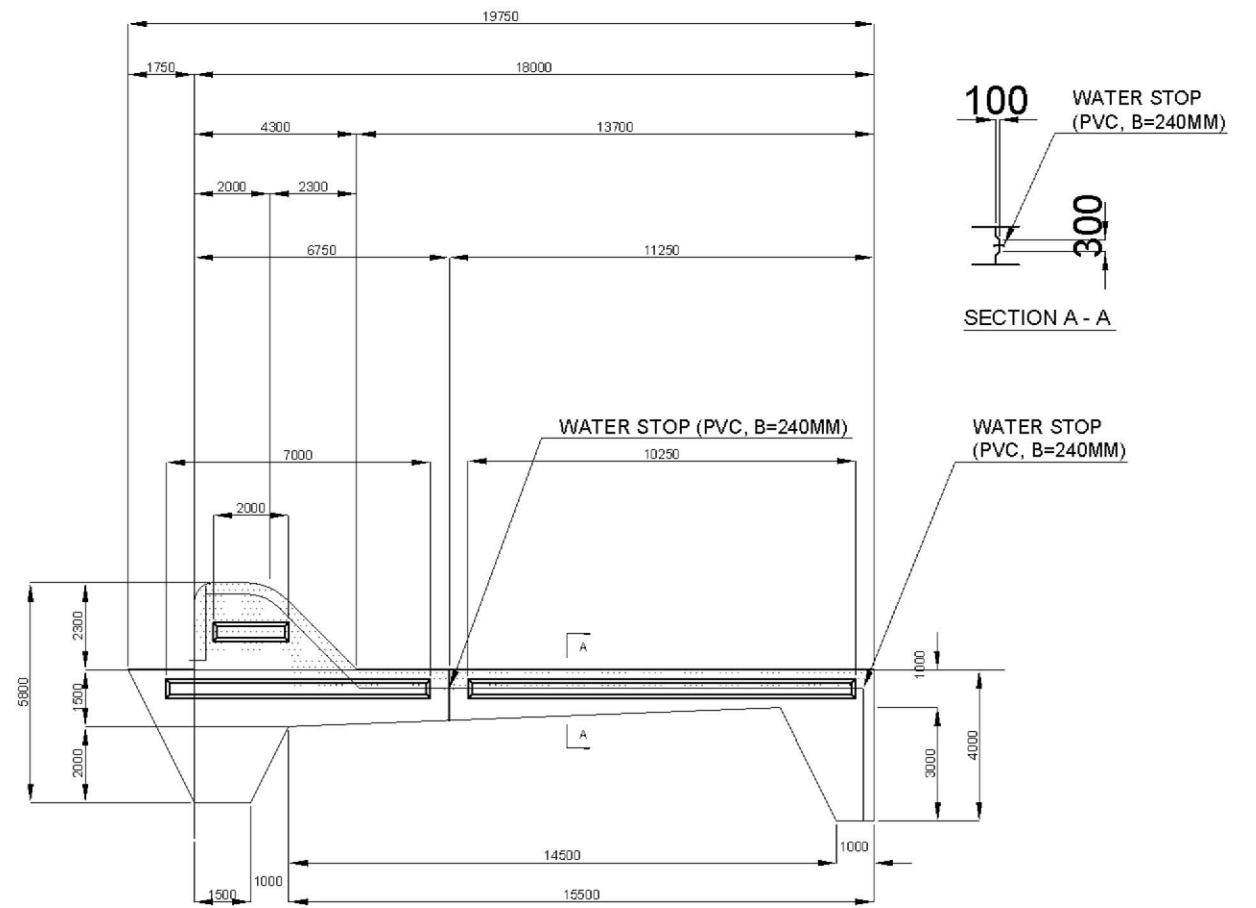
	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME			PHW.02
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN PLAN OF INTAKE	1 : 2000		



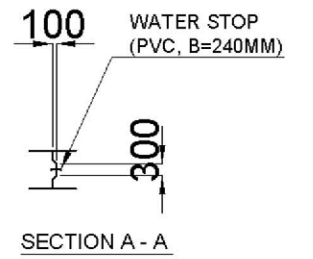
	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG. NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME			PW.01
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN PLAN OF WEIR	1 : 900		



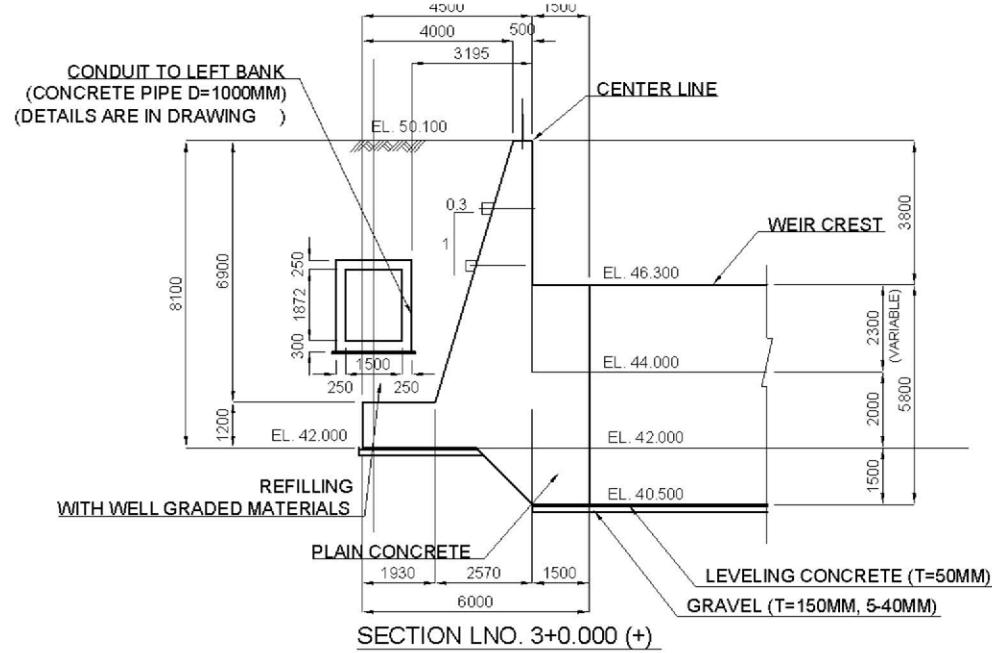
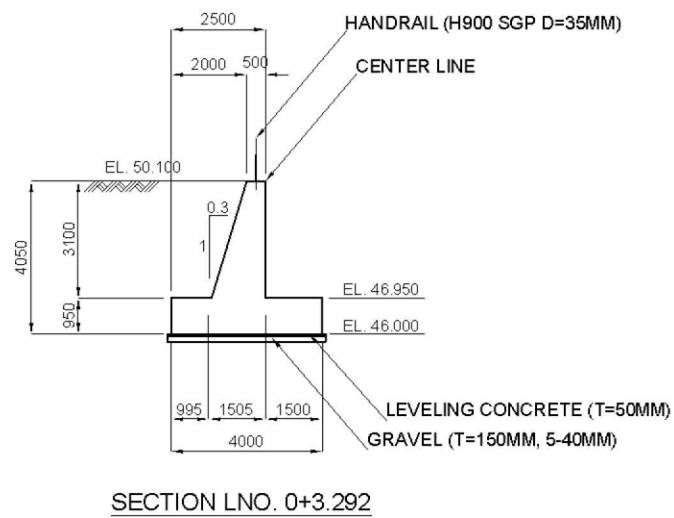
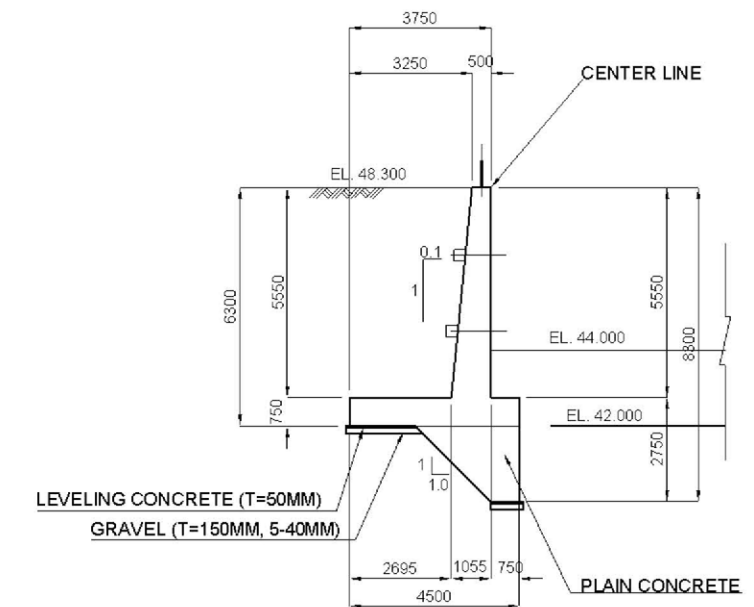
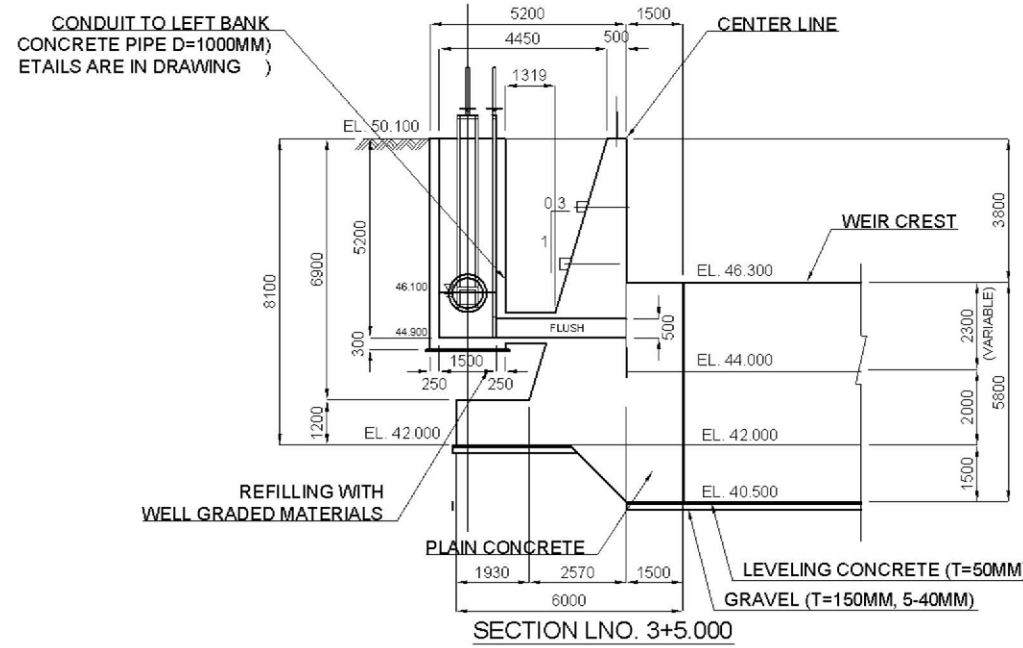
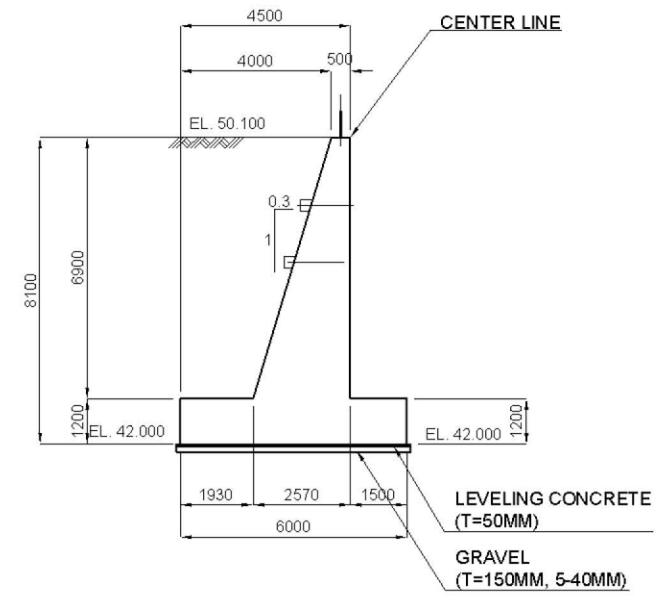
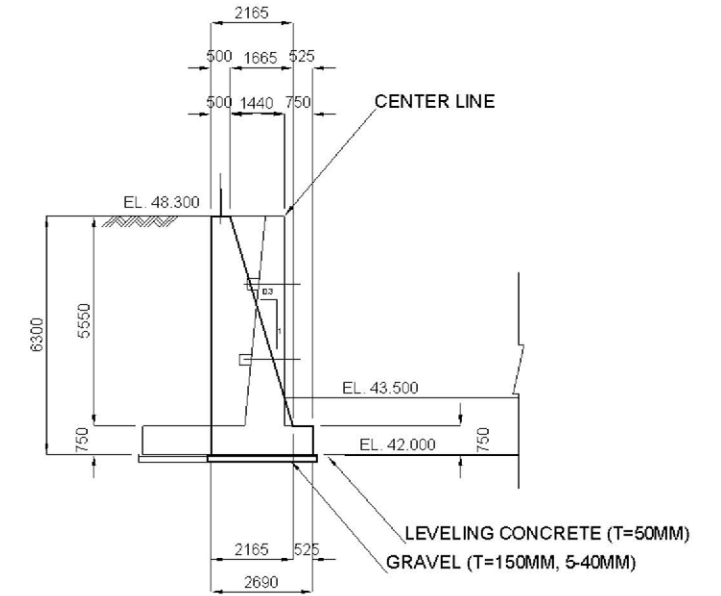
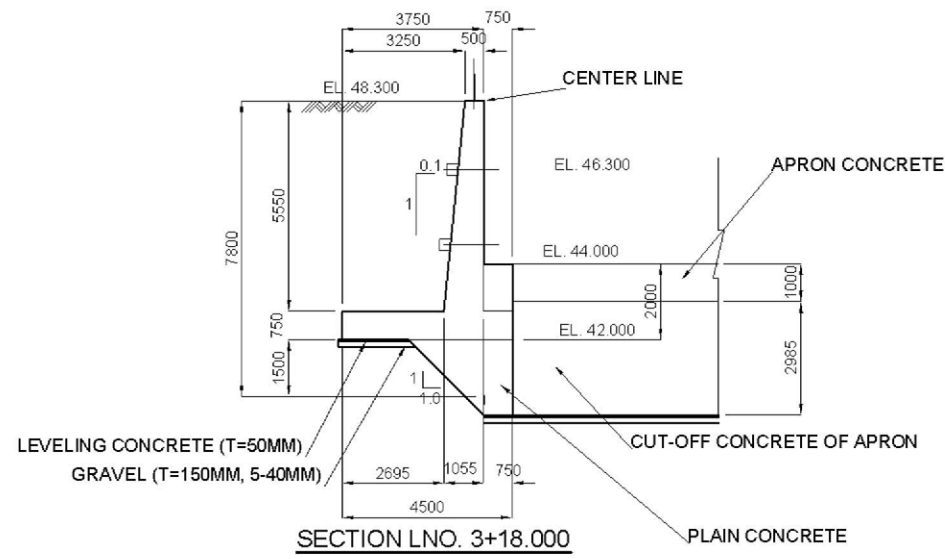
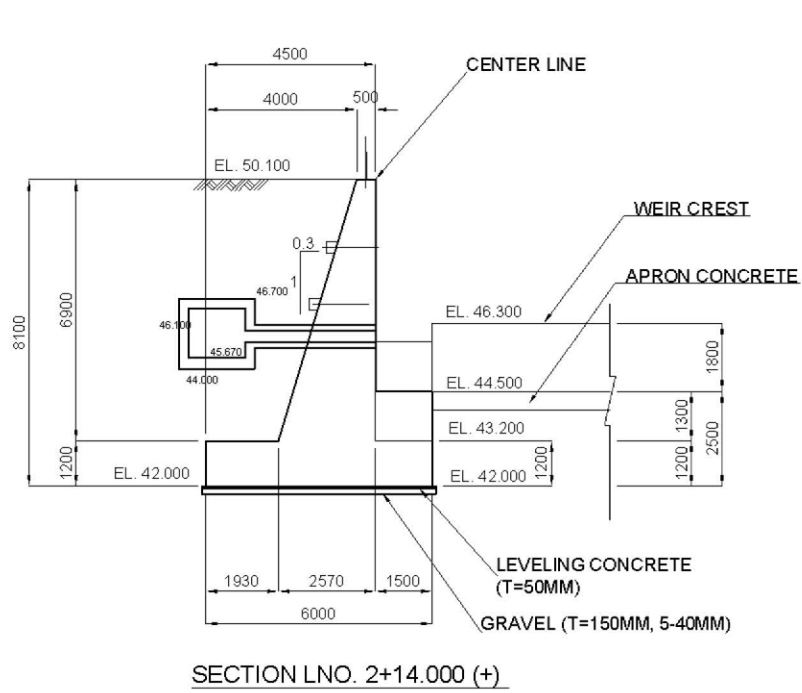
PLAN OF FIXED WEIR



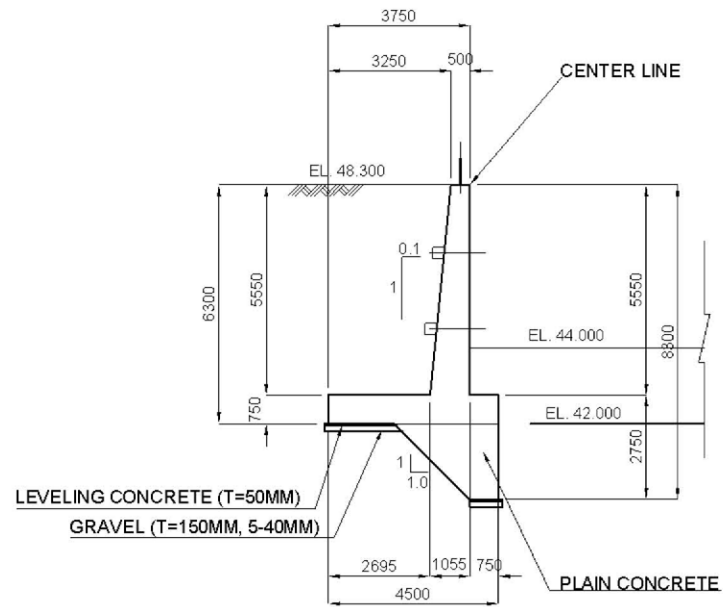
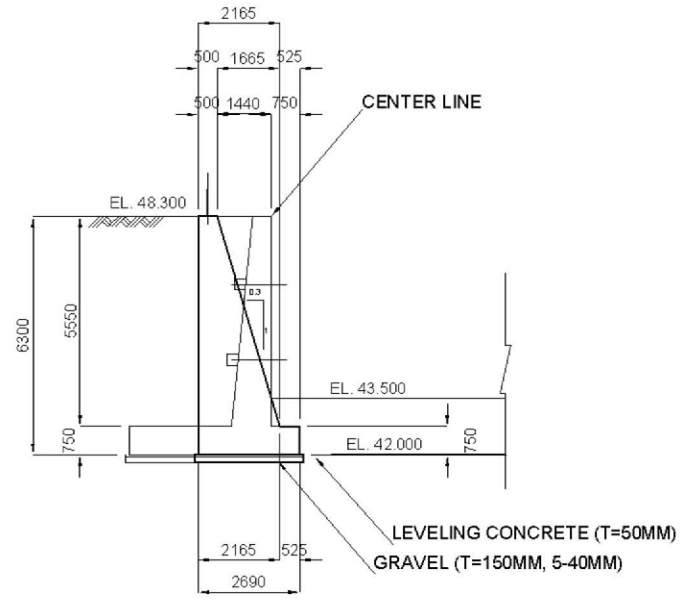
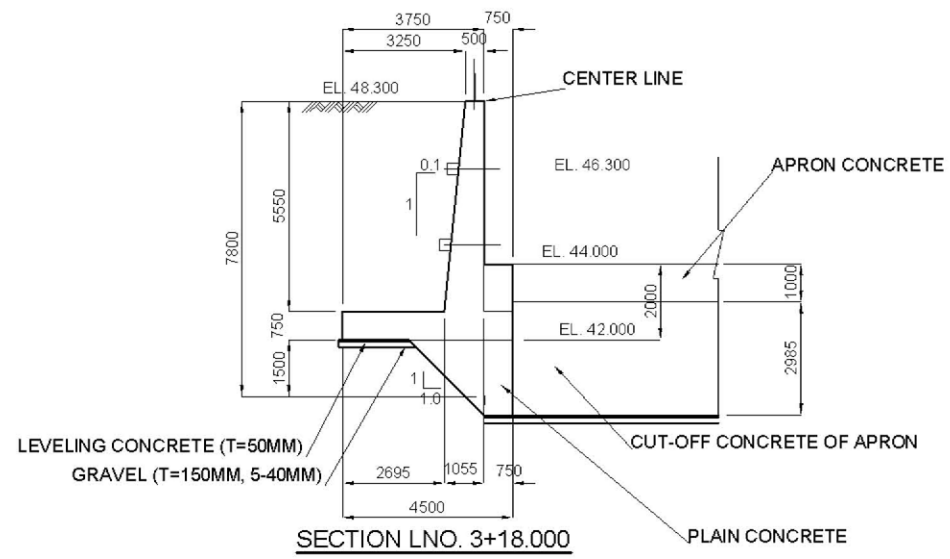
PLAN OF WATER STOP




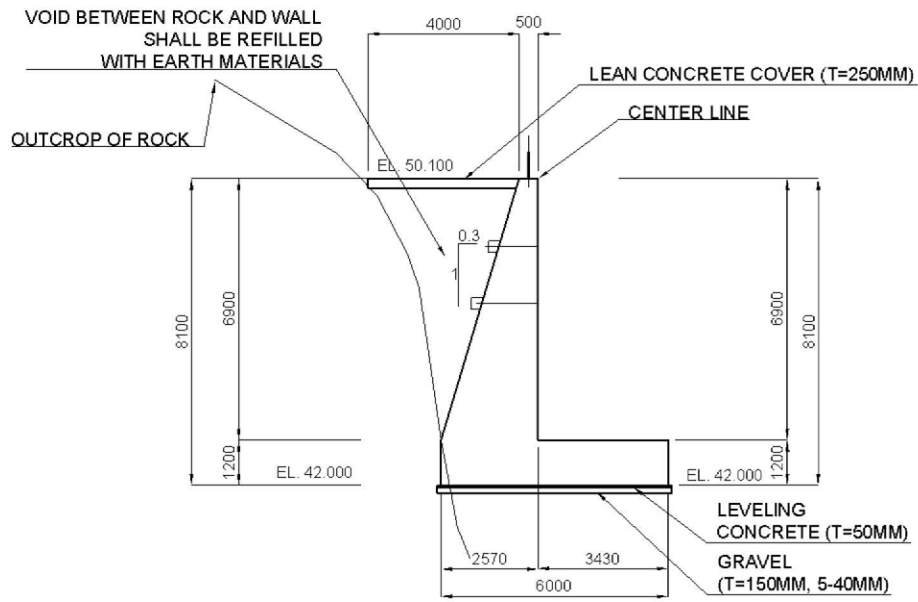
	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME		NTC INTERNATIONAL Co., Ltd.	PW.02
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN CROSS SECTION OF WEIR	1 : 400		



	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME		NTC INTERNATIONAL Co., Ltd.	LGW.02
			DWG TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			CROSS SECTION OF GUIDE WALL ON LEFT BANK 1/2	1 : 200		

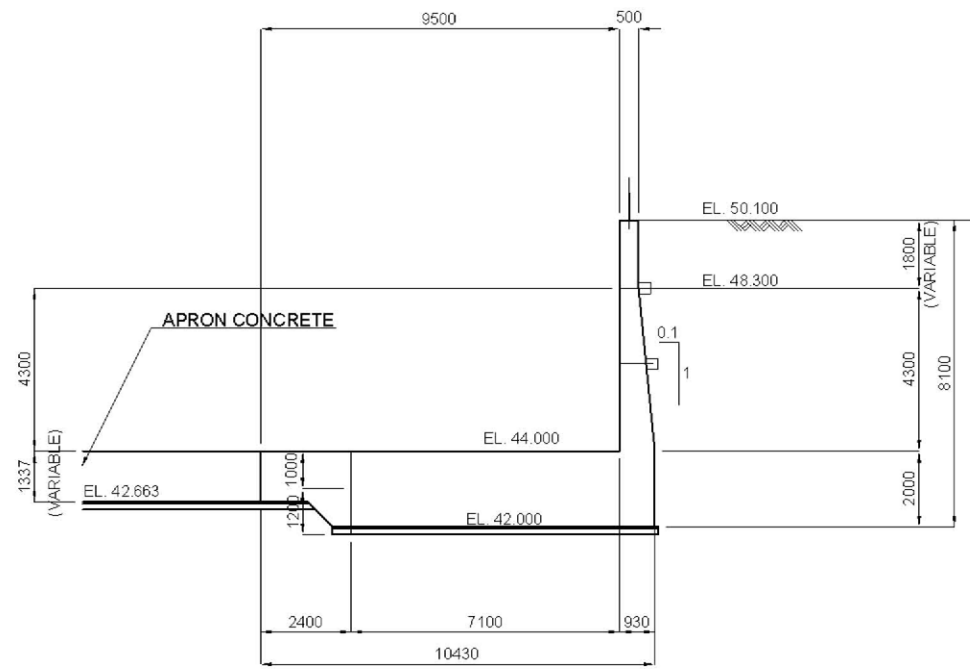


	 NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME		NTC INTERNATIONAL Co., Ltd.	LGW.03
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN CROSS SECTION OF GUIDE WALL ON LEFT BANK 2/2	1 : 200		

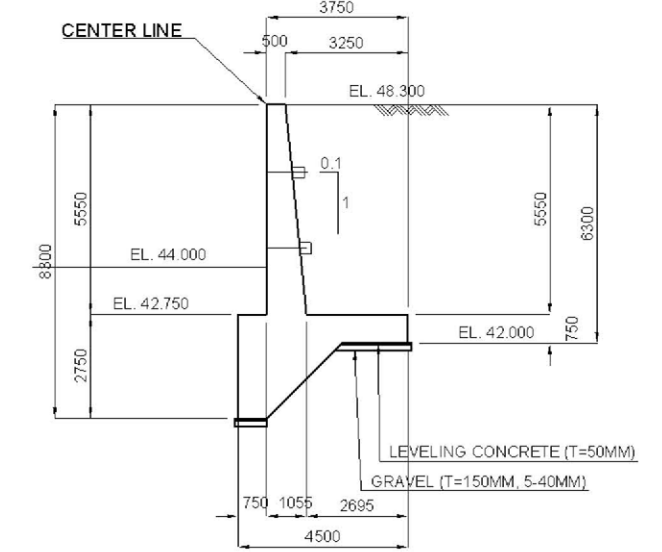


SECTION RNO. 0+10.000 - RNO.0+19.000

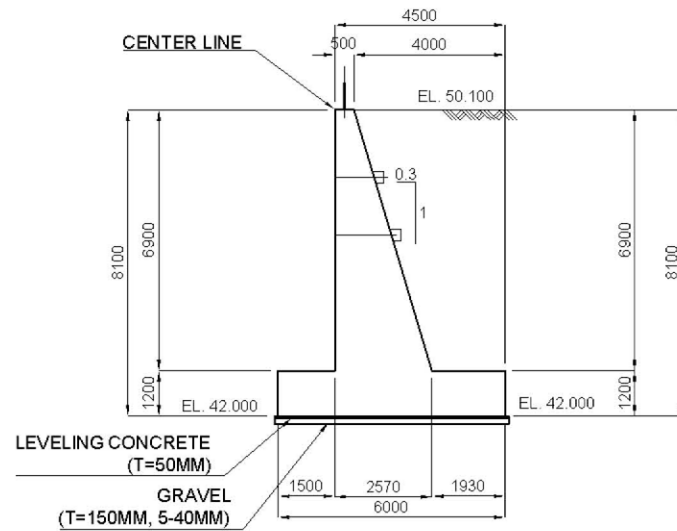
NOTE: MOST UPSTREAM OF THE WALL SHALL BE ROUNDED WITH LEAN CONCRETE.



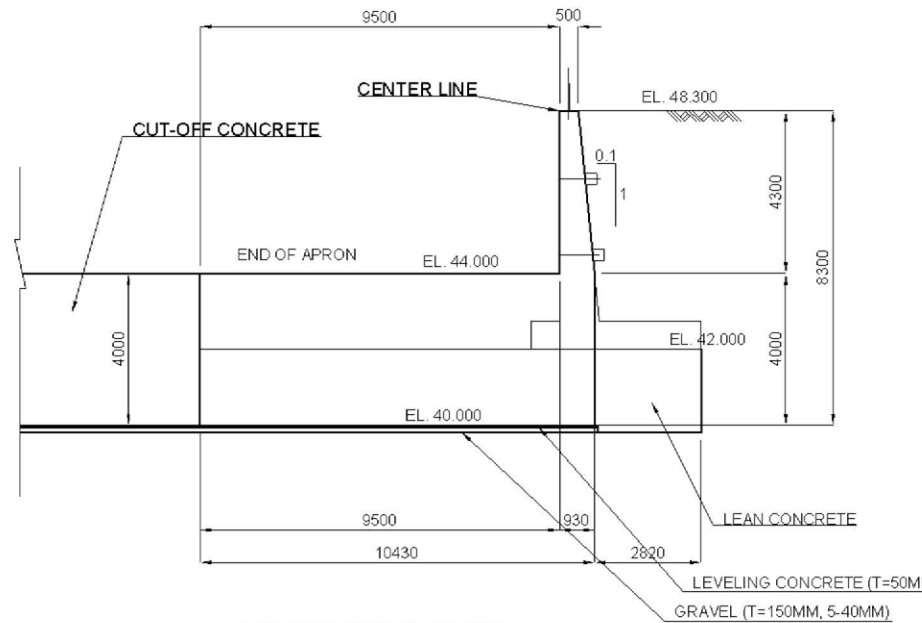
SECTION RNO. 3+6.750



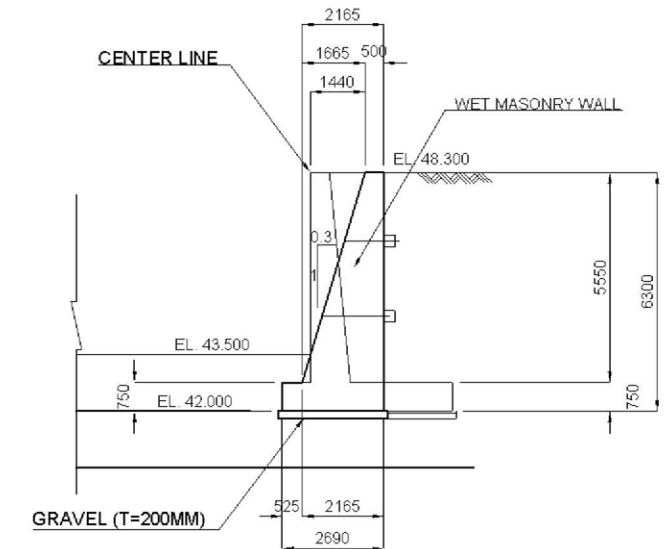
SECTION RNO. 3+18.000-RNO.5+10.000



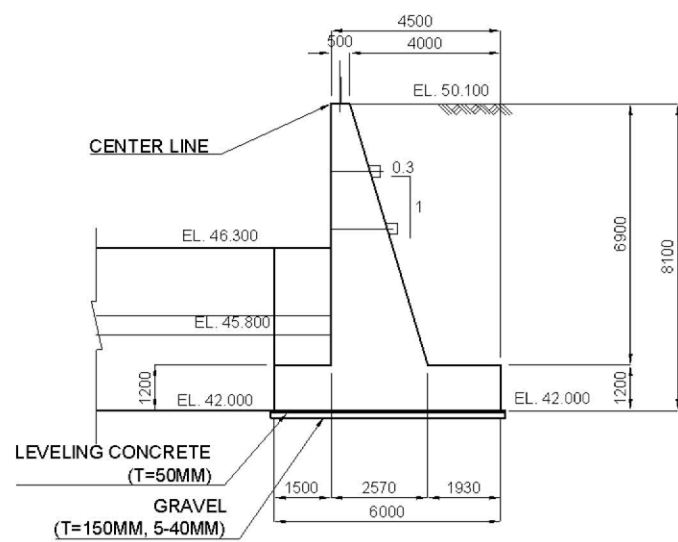
SECTION RNO. 0+19.000 - RNO.2+6.000



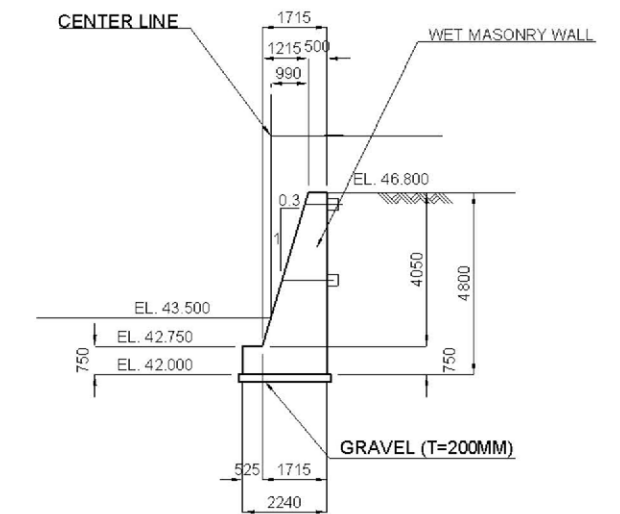
SECTION RNO. 3+18.000



SECTION RNO. 5+10.000 - RNO.12+10.000

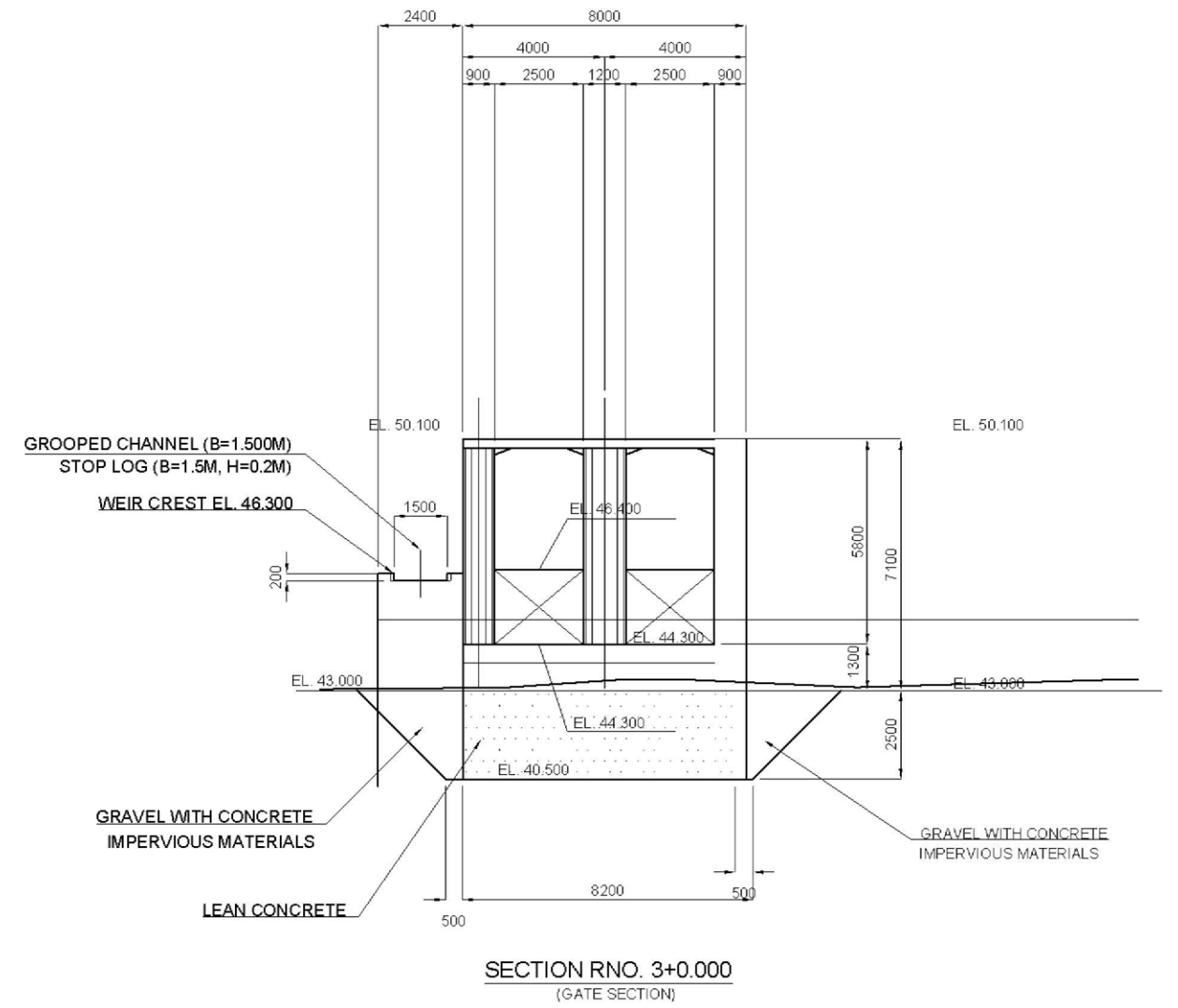
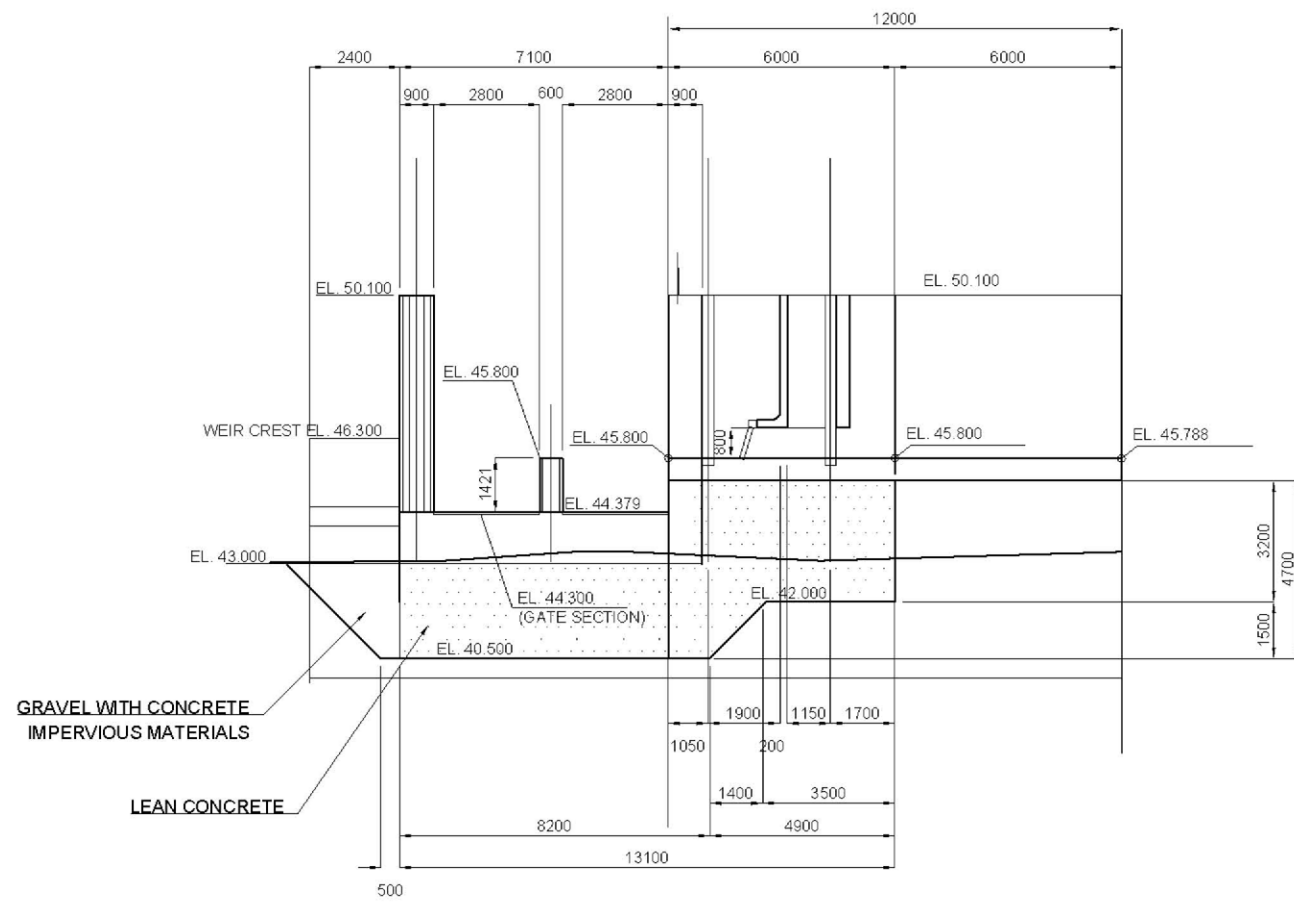



SECTION RNO. 2+8.500



SECTION RNO. 12+10.000 - RNO. 15+4.000

	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME			RGW.02
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			CROSS SECTION OF GUIDE WALL ON RIGHT BANK	1 : 200		



 NTC	NTC INTERNATIONAL CO., LTD.	REVISION	PROJECT TITLE	DATE	DESIGNED BY	DWG NO.
			THE PROJECT FOR REHABILITATION AND IMPROVEMENT OF BULUTO IRRIGATION SCHEME		NTC INTERNATIONAL Co., Ltd.	PSG.01
			DWG. TITLE	SCALE	APPROVED BY	SERIAL NO.
			INTAKE PLAN PLAN OF SCOURING	1 : 200		