

インドネシア共和国
ウオノギリ多目的ダム貯水池
堆砂緊急対策計画
基本設計調査報告書

平成 13 年 12 月

国際協力事業団
日本工営株式会社

序文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂緊急対策計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 13 年 8 月 13 日から 9 月 20 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 13 年 10 月 28 日から 11 月 6 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、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 13 年 12 月

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗

伝達状

今般、インドネシア共和国におけるウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂緊急対策計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 13 年 6 月より平成 13 年 12 月までの 6.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、インドネシアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

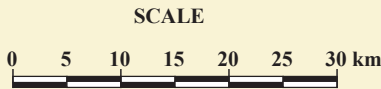
平成 13 年 12 月

日本工営株式会社
インドネシア共和国
ウオノギリ多目的ダム貯水池
堆砂緊急対策計画基本設計調査団

業務主任 川島 基義



- 凡例
- - - 流域界
 - ~ 河川
 - ◐ ◑ ウオノギリ多目的ダム
 - 鉄道
 - ○ 道路
 - △ 山
 - 市
 - 町
 - · - · 州境



インド洋

位置図



1. ウオノギリ多目的ダム取水口付近



2. 一次土捨場候補地



3. 堆積土砂



4. ウオノギリ水力発電所



5. クドゥワン川既設砂防ダム



6. 渇水時のウオノギリ多目的ダム貯水池状況 (1997年10月18日 貯水位 EL. 126.80 m)



7. ウオノギリ多目的ダム貯水池状況 (2001年10月30日 貯水位 EL. 130.80 m)

略語集

BAPPENAS	National Development Planning Agency (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional) 国家計画開発庁
BRLKT	Land Rehabilitation and Soil Conservation Agency (Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tana) 土地改良・土壌保全事務所
BTPDAS	Watershed Management Technology Center of Surakarta (Balai Teknologi Pengolahan Daerah Aliran Sungai) 流域保全技術スラカルタ事務所
CDMP	Comprehensive Development and Management Plan Study for Bengawan Solo River Basin ソロ河流域総合開発管理計画調査
CEP	Circle Error Possibility
CJIS	Central Java Irrigation Service 中部ジャワ灌漑事務所
D/D	Detailed Design 詳細設計
DGPS	Differential Global Positioning System
DPU	Ministry of Public Works (Departmen Pekerjaan Umum) 公共事業省（現居住地域インフラ省）
EIA	Environmental Impact Assessment
E/N	Exchange Note 交換公文
FRP	Fiber Reinforced Plastics ガラス繊維強化プラスチック
F/S	Feasibility Study フィージビリティ・スタディ
GBHN	Guideline for National Economic Development (Garis-Garis Besar Haluan Negara) 国策大綱
GDP	Gross Domestic Product 国内総生産
IBRA	Indonesia Bank Restructuring Agency
IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金
JBIC	Japan Bank for International Cooperation 国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力事業団
KIMPRASWIL	Ministry of Settlement and Regional Infrastructure (Departmen Pemukiman dan Prasarana Wilayah) 居住地域インフラ省

MPR	People's Consultative Assembly (Majelis Permusyawaratan Rakyat) 国民協議会
O&M	Operation and Maintenance 運営・維持管理
OEFC	Overseas Economic Cooperation Fund 海外経済協力基金（現国際協力銀行）
OTCA	Overseas Technical Cooperation Agency 海外技術協力事業団（現国際協力事業団）
PAB	Water Supply Project (Proyek Penyediaan Baku) 水供給プロジェクト事務所
PBR	Project Brantas River ブランタス川流域開発事務所
PDAM	Regional Drinking Water Supply Company (Perusahaan Daerah Air Minum) 地域水道公社
PIPWS (PBS)	Bengawan Solo River Basin Development (Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo) ブンガワンソロ流域開発事務所
PJT	Jasa Terta Public Cooperation, Public Water Service Cooperation (Perum Jasa Terta) 水管理公団
PKSA	Water Resources Development and Conservation Section (Pengembangan Konservasi sumber Sumber daya Air) 水資源開発保全事務所
PLN	National Electric Company (Perusahaan Listrik Negara) 国営電力会社
PMF	Probable Maximum Flood 確率最大洪水
PROPEDA	Five-year Regional Development Program (Program Pembangunan Daerah) 地域5カ年開発計画
PROPENAS	Five-year National Development Program (Program Pembangunan Nasional) 国家5カ年開発計画
PSAPB	Water Resources Management Committee (Proyek Pengelolaan Sumber Air dan Pengendalian Banjir) 水資源管理・洪水調節プロジェクト事務所
PSAPBBS	Bengawan Solo River Water Resources Management and Flood Control Project (Proyek Pengeloaan Suber Air dan Pengendalian Banjir Bengawan Solo) ブンガワンソロ水資源管理・洪水調節プロジェクト事務所
PSDA	Regional Office of Water Resources Management (Pengeolaan Sumber Daya Air) 水資源管理事務所
SAPS	Special Assistance for Project Sustainability 援助効果促進調査
WATSAL	Water Resources Sector Adjustment Loan 水資源セクター構造改善に対する世銀ローン

要 約

インドネシア共和国(「イ」国)のソロ河流域では、特に農業セクターから強く水資源開発が望まれている。しかしながら、ソロ河流域の中で大規模な貯水池は、ウオノギリ多目的ダムのみである。一方、「イ」国においてジャワ島の人口密度は高く(国全体で 114 人/km² に対し、中部ジャワ州：954 人/km²、東部ジャワ州：734 人/km²)、住民移転問題が伴う新規水資源開発は非常に困難となっている。このため、既存のダムを長期的、かつ効果的に使うことが必要となっている。

ウオノギリ多目的ダムは「イ」国側の測量結果によれば、本報告書 1.1.1(2)1)に詳述しているように、現在、設計時の約 3.5 倍もの土砂が貯水池に流入しており、取水口スクリーン前面の約 80%が閉塞している状況にあり、当ダムを長期的、かつ効果的に使うためには、何らかの対策を策定、実施していく必要がある。当調査団の推定では、参考資料-1 に示すように、当ダムの年間土砂流入量は約 540 万 m³と見積もられている。

ウオノギリ水力発電所は、最大使用水量：75 m³/s、最大発生電力：12.4 MW、年間発生電力量：50,000 MWh で計画されている。年間発生電力量は、2000 年までは大きな減少傾向は見られていないが、雨期である 12 月～4 月の期間の発生電力量は 1999 年以降減少傾向にある。この要因として、国营電力会社(PLN)は、1999 年頃から、取水口前面の堆砂の影響で貯水池水位を EL. 130.0 m 以下に低下できず、発電のための取水量も最大 60 m³/s に制限していることによると推察している。

灌漑用水供給の上で、上述の貯水池の堆砂問題により、現在大きな問題は発生していない(表-1.1.3 参照)。しかしながら、上述のように、堆砂の影響により貯水池水位を現在 EL. 130.0 m 以下に低下させない貯水池運用を行っているため、本来の利水容量である EL. 127.0 m～EL. 130.0 m 間の水を灌漑に利用できていない。これによって利水容量が本来減少しているはずであるが、実際の運用は雨期の終わりに貯水池水位を常時満水位より上げているため、過去 3 年間乾期の後半に EL. 130 m まで下げる必要がなく、灌漑用水が需要に合わせて供給できているのが現状である。

このまま貯水池の堆砂対策を講じない場合、本報告書 1.1.1(2)2)で述べているように、長くても約 3 年程度で取水口の前面スクリーン部が完全に閉塞し取水が不可能となり、

- ・ 下流のウオノギリ灌漑地区の灌漑面積及び生産量はダムが完成前の状況にもどり、後述するように米の年間生産量が 234,220 t の減収となりこの地区の農業生産に大きな損害を与える、
- ・ ウオノギリ水力発電所は現在の年間 50,000 MWh の予定発電が不可能となる。

今後これらの問題点が上述の貯水池堆砂問題により派生すると推察される。

「イ」国政府の上位計画である国家開発 5 カ年計画(PROPENAS)において、水資源を含む産業インフラの維持・管理、及び食糧安全保障・農民の所得向上が課題として位置付けられている。また、同政府の農業生産物の増産による自立を目指した GEMA Plan (Gerakan Mandiri Peningkatan Produksi) においても、農作物の増産、貧困層の所得向上並びに持続的な仕事の創造、農業生産の輸出の拡大、食糧安全保障、農民の所得向上が挙げられている。このように、これら上位計画では食糧の安全保障が国の課題として挙げられている。

当協力対象事業「ウオノギリ多目的ダム貯水池緊急堆砂対策計画」は、食糧の安全保障といった観点から、主にウオノギリ多目的ダムからの灌漑用水の供給を受けているウオノギリ灌漑地区に対して、安定的に灌漑用水を供給することにより、「イ」国の食糧安全保障に貢献するものである。

上記の状況を踏まえ、「イ」国側から 2000 年 8 月に、今回の日本の協力対象事業（JICA 無償案件）として、日本政府に対して下記 3 コンポーネントが要請された。

- ・ ウオノギリ多目的ダムの貯水池への流入土砂軽減のために、クドウワン川において砂防ダム 2 基（合計容量で約 55 万 m³ の貯砂ダム）の建設、
- ・ 取水機能を維持するために取水口前面での約 10 万 m³ の緊急浚渫、
- ・ 持続的に貯水池への流入土砂を浚渫するための浚渫システムの調達。

上述の「イ」国要請に対して、日本政府は、JICA を通じて 2001 年 8 月 13 日より 2001 年 9 月 20 日までの間、基本設計調査団を「イ」国に派遣した。基本設計調査団は、現地調査及び当案件の実施機関である居住地域インフラ省（KIMPRASWIL）の地方開発総局及びその直轄事務所であるソロ河流域開発事務所（PBS）と意見交換を行い、ウオノギリ多目的ダムの緊急堆砂対策計画として「イ」国側の要請内容の内、本報告書 3.2.2(1)1)に述べているように、技術的観点から砂防ダム建設については今回のコンポーネントから除外し、さらに今回調査で新たに要請された事項について検討を行うことで、添付討議議事録（9 月 4 日）に示すように「イ」国側の合意を得た。同調査団は、上記議事録を日本で詳細に検討した結果、「イ」国側の要請内容の内、浚渫システムの調達に関しても、本報告書 3.2.2(1)2)に述べているように、「イ」国政府の現在の財政状況から判断して、今回のコンポーネントから除外することとし、日本の今回の協力対象事業として、最終的に、「イ」国側の要請内容の内、取水機能を維持するために取水口前面での緊急浚渫のみを主に取り上げることがを提案し、基本設計概要書にとりまとめた（詳細は当報告書 3.2.2 参照）。日本政府は 2001 年 10 月 28 日から 11 月 6 日までの間、基本設計概要説明調査団を「イ」国へ派遣した。調査団はこの概要書を「イ」国政府関係者に説明し基本的合意を得て、その結果を討議議事録としてとりまとめた（添付討議議事録（11 月 2 日）参照）。

上述の「イ」国政府の国家開発計画に沿って、ウオノギリ多目的ダム貯水池の堆砂問題を解決し、ダム本来の目的である灌漑用水供給、水力発電、洪水調整の機能を持続的に維持することが必要である。このためには、下記の方針による解決が必要である。

- ・ ウオノギリ多目的ダムの取水機能の修復のために、緊急対策の実施（構造物対策）
- ・ ウオノギリ多目的ダム及び貯水池、その流域の中・長期的堆砂対策の実施（構造物対策/非構造物対策）

上記の内、当事業は、約 3 年後に完全に閉塞する危険性のあるウオノギリ多目的ダムの取水口前面から土砂（塵芥を含む）を緊急に浚渫し、本報告書 3.2.2(2)2) (d)に述べているように、工事完了後限定された推定 5 年間程度、当ダムから下流発電所及びウオノギリ灌漑地区への、発電用水・農業用水の供給機能の確保・維持を図ることを目的とする。さらに、当事業は、日本の無償資金協力で実施されることを考慮し、下述の緊急対策の実施に限定する（以下協力対象事業と称す）。

今回の無償資金協力対象コンポーネントの選択理由は下述のとおりである。

- (1) 参考資料 1 によれば、現在、ダムの取水機能を特に阻害していると考えられている、クドウワン川からの発生土砂量は年間 128 万 m³ と推定されており、この内浮遊砂は 109 万 m³ である。また、クドウワン川の既設砂防ダムの堆砂状況、河川の蛇行部での堆積物の多くが砂利であること、及び河川勾配が 1/360 と急勾配であることから、クドウワン川から発生する浮遊砂の大部分はウオノギリ多目的ダムに流入していると考えられる。

このため、今回の 2 基の砂防ダムのみを建設しても浮遊砂の抑制効果は非常に小さいため、今回の

緊急対策に対する砂防ダムは有用性は認められず、協力対象からは除外するものとする。

(2) 持続的に浚渫を可能ならしめる浚渫システム調達のための浚渫方式の比較を表-3.2.1 に示す。これにより

- ・ 従来型のサンドポンプ浚渫船、又はグラブバケット船
- ・ ノルウエーの GTO Sediment As 社により最近実用化されつつあるハイドロタイプ方式（参考資料 3 に述べているように、ハイドロ J システムとハイドロパイプシステムからなる）

が選定される。

取水口前面の埋没を避けるために取水口前面付近を年間約 40,000 m³（取水口前面の純浚渫土砂量（204,000 m³/耐用年数（5 年））堆砂浚渫すると仮定する。このためには、サンドポンプ浚渫船の場合は 1,000 馬力以上の浚渫船を導入する必要があり、この機械の運営・維持管理費用は年間約 Rp.1,740 x 10⁶ と見積もられる。また、グラブバケット船の場合は、細粒土砂に対する浚渫効率が低いため、これ以上の運営・維持管理費用が発生することとなる。この予算を将来に渡って確保するとの保証を現時点で中央政府から得ることは困難と思われ、この面から本浚渫船を導入しても、持続的な運転、維持・管理を保証・確保できないという問題が残る。

参考資料 3 で述べているように、ハイドロタイプ排砂システムは、サイフォンを形成することで下流へ土砂混じりの水を排出し堆砂を下流に除去するシステムである。そのために、運営・維持管理費用は年間約 Rp. 210 x 10⁶ と安い（上記サンドポンプ浚渫船の場合の約 12%）。しかしながら、当システムは 1990 年代の初期に始めて考案されたシステムであるために、まだプロジェクトでの適用実績が乏しいことが弱点である。

ウオノギリ多目的ダムへ適用可能なシステム案を上記で選定・検討したが、運営・維持管理費用、技術的信頼性といった観点から現時点ではどちらのシステムも採用することが難しく、協力対象から除外するものとする。

ウオノギリ多目的ダム貯水池緊急堆砂対策計画の協力対象事業の概要は下記のとおりである。

(1) ゲート、バルブの点検及び補修

緊急浚渫工事及びその作業の安全性を確保するために下記のゲート・バルブの操作が必要となった場合には、速やかに支障なく操作する必要がある。したがって、浚渫工事開始前にこれらのゲート・バルブの点検・補修が必要である（図-3.2.1 参照）。

- ・ 取水口コースターゲート（1 門、サイズ：5.5 m x 5.5 m）
- ・ ホロージェットバルブ（1 個、直径：1,950 mm）
- ・ 洪水吐きラジアルゲート（4 門、7.5 m（幅）x 8.1 m（高さ））

(2) 緊急浚渫工事及び塵芥除去

1) 浚渫範囲は、下記のとおりである。

(a) 既設取水口水路の復旧

既設取水口水路は、取水機能の回復のために原設計断面に復旧する。

(b) 貯水池水位が EL. 127.0 m（LWL）- 130.0 m に低下時、ソロ河の水を取水口に導く導水路の新設

(c) ことを軽減させるための EL. 126.0 m (LWL(EL. 127.0 m)より 1.0 m 下がり) 及び余水吐の正常機能発輝のため EL. 128.0 m (余水吐き前庭の原設計の標高) の平場設置

- 2) 本報告書 3.2.2(2)2(a)b)に示すように、浚渫工事数量は、後述の図-3.2.2 及び資料 8-4 に示す浚渫図をもとに算出し、さらに今後浚渫工事完了までに流入するであろう約 47,000 m³ の土砂量も加算し、最終的に浚渫工事数量は全体で 251,000 m³ (塵芥も含む) と推定した。

(3) 網場の設置

取水口の塵芥からの防御及び除去として、取水口付近の網場設置が有用である。網場の配置は、図-3.2.4 に示すとおりとする。

(4) GPS 付き深浅測量機器の調達

当深浅測量機器調達は、取水口前面の緊急浚渫工事完了後、インドネシア側で実施すべき維持・管理の一つである、取水口前面及び貯水池の堆砂状況を把握のための深浅測量に使用することを目的とする。今回の調達予定の深浅測量システムの構成を図-3.2.5 に示す。

本報告書 3.2.4(7)で述べるように、当協力対象事業の工期は、詳細設計を含め 24.5 ヶ月程度必要とされる。当協力対象事業を日本の無償資金協力として実施する場合、概算事業費は 7.58 億円 (内日本側 7.58 億円。「イ」国側の工事負担はない。) と見積もられる。

当協力対象事業は「イ」国政府が他ドナーの支援を得ることを前提として、以下に挙げる直接効果を創出するものと期待される。

ウオノギリ多目的ダムによる農業用水の供給対象地域は、ウオノギリ灌漑地区 29,590 ha (図-1.1.7 参照) であり、これが裨益を受ける範囲である。また、裨益者は 45,200 世帯である。当協力対象事業実施により工事完成後、約 5 年間程度、本報告書 4.1.1(1)の添付表の作付面積及び収量を維持することが可能となる。当協力対象事業を完成することによる灌漑部門での直接効果は、現在の市場価格(1,220 Rp./kg) で年間 Rp. 187 x 10⁹ となる。

ウオノギリ発電所の裨益を受ける地域は、主に中部ジャワ州と考えられる。また、裨益者は当発電所の年間計画発生電力量 50,000 MWh を中部ジャワ州の一般家庭の消費電力量(820 kWh/年) で除して 61,000 世帯と考えられる。当協力対象事業実施による発電部門の直接効果は、売電価格 (2001 年 9 月時点で 200 Rp./kWh) を年間計画発生電力量 (50,000 MWh) に乗じて、年間 Rp. 10 x 10⁹ となる。

維持・管理に関しては、大統領令 No.129/2000 により、実際上の実施機関である PBS の運営・維持管理部門がプランタス水公団 (PJT-I) に編成されることが決定され 2001 年に実施されることとなっていたが、現時点ではまだ PBS は分割されておらず、聞き取り調査では 2002 年 1 月の予定であるとのことであった。このため工事終了後の維持・管理はプランタス水公団ソロ事務所 (PJT-I Solo Branch Office、以下 PJT-IBS と称す。) に移管されることとなる。

今後 5 年間の PJT-IBS の収入と支出について CDMP 調査において検討している。当調査によれば必要な運営・維持管理費用 (協力対象事業の運営・維持管理費用は含まれず) は本報告書 3.4.2(6)の添付表のとおりである。さらに、今後 5 年間の PJT-IBS の収支予想を表-3.4.1 に示す。これらによれば、当協力対象事業に係わる運営・維持管理費用、23,700,000 Rp./年 (本報告書 3.5.2 参照) は捻出が可能と判断されるため、PJT-IBS は協力対象事業の維持・管理実施のために財務上問題がないと言える。

当協力対象事業は、当プロジェクトの最終目標であるウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂問題の恒久的解決のはしりとなり、ウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂対策の緊急対策として実施されるものである。当協力対象事業実施の上での課題・提言は下記のとおりである。

- (1) 2001年9月11日基本設計調査団の目視調査では、発電機器（水車、発電機）に致命的な損傷が見られなかった。しかしながら、当発電所は発電開始以来約20年が経過しており、今後も持続的な発電を行うために、発電所の土木構造物及び発電機器の総点検を提案する。
- (2) ウオノギリ多目的ダムの取水機能を、当協力対象事業の緊急対策の効果発現期間、約5年間程度の後も、中・長期的に維持するためには、まず上記緊急浚渫の後、持続的に取水口前面の浚渫を実施するための浚渫システムの導入、及び塵芥の除去のための取水口スクリーンに機械式除塵機の設置が是非提案される（参考資料2及び3参照）。
- (3) 参考資料2に述べているように、貯水池の利水容量、治水容量の長期的確保あるいはそれらの見直しのために、当ダム貯水池の流域保全、土砂管理や貯水池対策といった中・長期的な対策の検討及び実施が必要である。特に同資料の2.3.5(3)で提案している取水口の新設あるいは入り口部に縦坑の設置、等が实际的且つ効果的であろうと考えられる。このためには、当協力対象事業の実施期間及びその効果発現期間（約5年間）を考慮した時期までに、これら中・長期対策実施が完了されることが望ましい。

プロジェクトの最終目標を達成するためのはしりとして当協力対象事業を実施する。当協力対象事業の日本の無償資金協力による実施の妥当性は下記のことから妥当と言える。

- (1) 「イ」国の中・長期的開発計画の目標に資する事業である。
- (2) 事業の目標が中部ジャワ州の民生の安定のために緊急に求められている。
- (3) 事業の裨益対象が、貧困層を含む一般国民であり、その数がかかなり多数である（裨益農家；45,200所帯、発電の裨益家庭：61,000所帯）。
- (4) 事業は「イ」国が原則として独自の資金と人材・技術で運営、維持・管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としない。
- (5) 事業は環境面で特に負の影響がない。
- (6) 事業はウオノギリダム建設工事のリハビリ事業であり、原則としてコストは本来同工事の初期コストに加算されるべきものであった。ついては、過度に収益性が高いとは言えない。
- (7) 事業は日本の無償資金協力の制度により、特段の困難なく実施可能である。

当協力対象事業は、工事完了後効果発現期間が約5年間程度と限定されているが、その間多大な効果が期待され、日本の無償資金協力で当協力対象事業を実施することの妥当性が確認されている。さらに、当協力対象事業の運営、維持・管理についても「イ」国側体制は人員・資金ともに十分で問題ないと言える。

インドネシア共和国
ウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂緊急対策計画
基本設計調査報告書

序文
伝達状
位置図
写真
略語集
要約

目 次

	頁
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.....	1-6
1.1.3 社会経済状況.....	1-7
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-9
1.3 我が国の援助動向.....	1-10
1.4 他ドナーの援助動向.....	1-10
1.4.1 Upper Solo (Wonogiri) Watershed Protection Project (終了済).....	1-10
1.4.2 現在進行中の他ドナーによるプロジェクト.....	1-11
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.....	2-2
2.1.3 技術水準.....	2-3
2.1.4 既存の施設・機材.....	2-3
2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況.....	2-4
2.2.1 関連インフラの整備状況.....	2-4
2.2.2 自然条件.....	2-5
2.2.3 その他.....	2-10
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
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要.....	3-1
3.2 協力対象事業の基本設計.....	3-3
3.2.1 設計方針.....	3-3
3.2.2 基本計画.....	3-4
3.2.3 基本設計図.....	3-15
3.2.4 施工計画.....	3-15
3.3 相手国分担事業/事項の概要.....	3-19

3.4	運営、維持・管理計画	3-20
3.4.1	必要な維持・管理事項	3-20
3.4.2	維持管理組織	3-21
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-22
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-22
3.5.2	運営・維持管理費	3-23
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-23
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1	プロジェクトの効果	4-1
4.1.1	直接効果	4-1
4.1.2	間接効果	4-3
4.2	課題・提言	4-3
4.3	プロジェクトの妥当性	4-3
4.4	結論	4-4

付 表

表-1.1.1	貯水池容量曲線	T- 1
表-1.1.2	ウオノギリ水中発電所月別発生電力量	T- 2
表-1.1.3	ウオノギリ灌漑地区の作付面積及び土地利用率	T- 3
表-2.1.1	ソロ河における運営・維持管理費用（2001）	T- 4
表-3.2.1	浚渫システム調達のためのシステム比較	T- 5
表-3.2.2	排砂システムの年間維持管理費概算 （非航カッタレスポンプ浚渫船、サンドポンプ）	T- 6
表-3.2.3	排砂システムの年間維持管理費概算（ハイドロパイプ）	T- 7
表-3.2.4	緊急浚渫のためのシステム比較	T- 8
表-3.4.1	プランタス水公団ソロ支店運営費シミュレーション	T- 9
表-4.1.1	協力対象事業実施による効果と現状改善の程度	T-10

付 図

図-1.1.1	ウオノギリダム貯水池容量曲線	F- 1
図-1.1.2	取水口前面堆砂状況	F- 2
図-1.1.3	取水口閉塞予測	F- 3
図-1.1.4	取水口付近の塵芥の状況	F- 4
図-1.1.5	ソロ河流域開発事務所浚渫計画範囲	F- 5

図-1.1.6	発生電力量の推移	F- 6
図-1.1.7	ウオノギリ灌漑地区位置図	F- 7
図-1.1.8	PBSにより使用されている貯水池運用曲線	F- 8
図-1.2.1	取水口前面堆砂状況(1999年) - 「イ」国要請状から	F- 9
図-1.2.2	貯水池及び測線平面図	F-10
図-1.2.3	貯水池内堆砂状況	F-11
図-1.3.1	日本の資金協力による主なソロ河流域開発事業	F-12
図-2.1.1	居住地域インフラ省組織図	F-13
図-2.1.2	ソロ河流域開発事務所組織図	F-14
図-2.1.3	ブランタス水公団組織図	F-15
図-2.2.1	水文観測所位置図	F-16
図-2.2.2	水質観測所位置図	F-17
図-2.2.3	ウオノギリダム周辺の深浅測量結果	F-18
図-3.2.1	ゲート・バルブの点検補修箇所位置図	F-19
図-3.2.2	浚渫平面図	F-20
図-3.2.3	土捨て場位置図 (1/2)-(2/2)	F-21
図-3.2.4	新設網場配置図	F-23
図-3.2.5	GPS 付深浅測量機器構成図	F-24

資 料

1.	調査団氏名	A1- 1
2.	調査工程	A2- 1
3.	面会者リスト	A3- 1
4.	当該国の社会経済状況	A4- 1
5.	討議議事録	A5- 1
6.	事業事前評価表	A6- 1
7.	参考資料/入手リスト	A7- 1
8.	その他の資料・情報	A8- 1
8.1	ウオノギリ多目的ダム、貯水位 - 放流量 - 雨量 (1986-2000)	A8- 1
8.2	ウオノギリ水文資料 (気温、相対湿度、風速、蒸発散量)	A8-19
8.3	インドネシア国環境基準	A8-26
8.4	ウオノギリ多目的ダム緊急浚渫工事、浚渫横断図	A8-29
8.5	インドネシア国側負担費用	A8-35
8.6	その他の資料・情報	A8-36

参考資料

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

インドネシア国（「イ」国）のソロ河流域では、特に農業セクターから強く水資源開発が望まれている。しかしながら、ソロ河流域の中で大きな貯水池は、ウオノギリ多目的ダムのみであるのが現状である。一方、「イ」国においてジャワ島の人口密度は高く（国全体で 114 人/km² に対し中部ジャワ州 954 人/km²、東部ジャワ州 734 人/km²）、住民移転問題が伴う新規水資源開発は非常に困難となっているのが現状である。このため、既存のダムを長期的かつ効率的に使うことが必要となってくる。

ウオノギリ多目的ダムは「イ」国側の測量結果によれば、本報告書 1.1.1(2)1)に詳述している様に、現在設計時の約 3.5 倍もの土砂が貯水池に流入しており、取水口スクリーン前面の約 80 % が閉塞している状況にあり、当ダムを長期的、効果的に使用するためには何らかの対策を策定、実施していく必要がある。当調査団の推定では、参考資料-1 に示す様に、当ダムの貯水池への年間土砂流入量は 540 万 m³ と見積もられている。

以下に、ウオノギリ多目的ダムの現状を示す。

(1) ウオノギリ多目的ダムの諸元

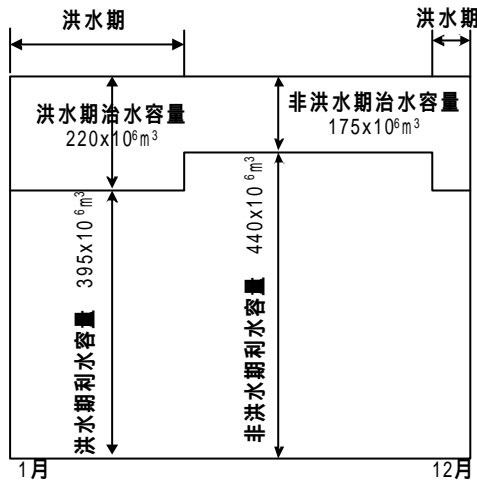
ウオノギリ多目的ダムは 1982 年に海外経済協力基金（OECF）（現国際協力銀行 JBIC）の資金協力で完成した。当ダムは洪水調節、灌漑用水供給、水力発電を目的とする多目的ダムであり、維持管理はソロ河流域開発事務所（PBS）が実施している。ダムの諸元は下表のとおりである。

ウオノギリ多目的ダム諸元

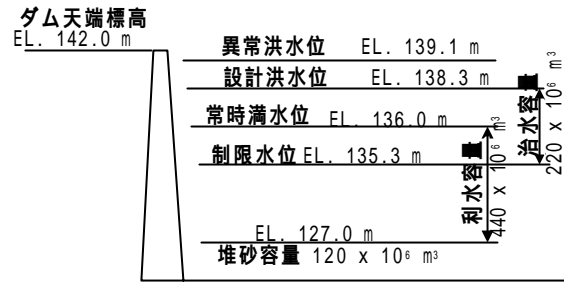
型式	中央遮水型ロックフィルダム	常時満水位	EL. 136.0 m
堤高	40.0 m	設計洪水水位	EL. 138.3 m
堤頂長	830.0 m	異常洪水水位	EL. 139.1 m
堤体積	1,223,300 m ³	洪水吐き (ラジアルゲート)	H W 7.5 m x 7.8 m x 4 門
集水面積	1,350 km ²	越流頂標高	EL. 131.0 m
湛水面積	73.6 km ²	洪水調整時ダムからの一定放流量（最大流入量 4,000 m ³ /s まで）	400 m ³ /s
総貯水容量	735 x 10 ⁶ m ³	ダム設計洪水流量	5,100 m ³ /s
有効貯水容量	615 x 10 ⁶ m ³	異常洪水流量	9,600 m ³ /s
治水容量	220 x 10 ⁶ m ³	発電施設	
利水容量	440 x 10 ⁶ m ³	設備容量	12.4 MW
堆砂容量	120 x 10 ⁶ m ³	定格落差	20.4 m
堆砂位	EL. 127.0 m	最大使用水量	75 m ³ /s
制限水位（洪水期）	EL. 135.3 m	年間発生電力量	50,000 MWh/年*

注):*当初は 32,600 MWh/年であったが、国営電力会社（PLN）により見直され現在 50,000 MWh/年に変更されている。

また、貯水池運用に際しては、洪水期制限水位方式を採用しており、下図に容量配分図及び貯水池水位を示す。



容量配分図



貯水池水位

注) ウオノギリ多目的ダムの運営・維持管理マニュアルで、洪水期は12月1日～4月15日と定義している。

(2) 貯水池、取水口付近の堆砂、堆塵状況

1) 貯水池の堆砂状況

現在、年間の設計堆砂量を上回る土砂が、ウオノギリ多目的ダム流域から貯水池へ流入してきている。最近では1993年に深浅測量が実施されており、これから、有効貯水容量の減少が明らかになっている。「ソロ河流域総合開発管理計画調査」(Comprehensive Development and Management Plan Study for Bengawan Solo River Basin 以下CDMP調査)で「イ」国側の測量結果を基に2000年の貯水容量を推定している。この結果を下表に示す。また、CDMP調査で推定された貯水池容量曲線を表-1.1.1及び図-1.1.1に示す。

貯水池容量の減少量

	標高 (EL.m)	原設計(1) (10 ⁶ m ³)	1993年実績(2) (10 ⁶ m ³)	1993年の減少率(3) (2)/(1) (%)	2000年推定(4) (10 ⁶ m ³)	2000年の減少率(5) (4)/(1) (%)
堆砂容量	< 127.0	120	56	47	44	37
利水容量	127.0 - 136.0	440	306	70	280	64
治水容量	135.3 - 138.3	220	155	70	147	67

注：1993年深浅測量結果、2000年CDMP調査による推定

2) 取水口付近の堆砂状況

取水口前面の堆砂状況は、過去1996年9月、1999年12月に実施された深浅測量により明らかとされた。今回の現地調査においても、取水口前面の深浅測量を実施した。今回の計測結果(2001年8/9月)を図-1.1.2に過去2回の計測結果と併せて示す。

1999年12月から2001年8月までの21ヶ月の期間で、取水口前面付近で1.1m、最高で3.8m上昇していることが判明した。

現状のまま取水口の堆砂を放置し、今まで同様の土砂供給があり取水口前面の堆砂が現在と同様の形状を保ちながら堆砂面が上昇すると仮定した場合、約2.8年で取水口が閉塞すると考えられる。(図-1.1.3 参照)

3) 取水口付近の堆塵状況

取水口前面に現在除塵施設がなく、また下流への放流施設を兼ねる取水口と洪水吐きが近接しているため、塵芥は取水口前面付近に集まり堆塵している。この問題は1985年から顕在化し、現在に至っている。堆塵量は定かではないが年間6,000m³(100m x 100m x 0.6m)と推定される。

国営電力会社(PLN)は1997年には塵芥除去の状況を写真集としてまとめており、図-1.1.4に塵芥の状況を示す。

4) 防塵、浚渫状況

(a) 防塵状況

毎年雨期の開始時期に各支川から大量の塵芥(農作物の茎、小枝等)が流入してくる。これらが、取水口前面に塵芥として溜まり取水に悪影響を及ぼしてきた。

聞き込み調査によれば、PLNは毎年予算を計上し、潜水夫による請負作業で最大25m³の塵芥除去を実施している。さらに、これを超過する塵芥に対してはPLNが独自で直営方式により除去を実施している。PLNによる塵芥除去のための発電停止日数を次表に示す。

塵芥除去による発電停止日数

年	停止日数
1996	39
1997	19
1998	21
1999	-
2000	34
2001	10*

注)*は1月のみのデータ

(b) 浚渫状況

過去貯水池内の浚渫はなされていなかったが、CDMP調査において貯水容量の減少問題が報告された。これを受けて居住地域インフラ省(KIMPRASWIL)はウオノギリ多目的ダムの将来の維持管理機関であるプランタス水公団(PJT-I)に緊急浚渫を指示した。現在PJT-Iが浚渫船をパレンバンから手配し緊急浚渫を実施している状況であり、2001年8月末の浚渫量は約9,000m³となっている。現在の浚渫作業の概要を次表に示す。

ウオノギリ多目的ダム貯水池で行われている浚渫作業の概要

項 目	詳 細
浚渫船のモデルと台数	Hydroland (1 隻)
製作年代	1976 年 (フランス製)
機関出力	725 PS
浚渫深度	3m (平均)
排砂管	内径 350 mm、延長 500 m
一次土捨場	ダム軸右岸側、約 3.5 ha
作業開始月	2001 年 5 月
浚渫土量 (5 月 ~ 8 月、4 ヶ月実績)	9,000 m ³ (細砂 ~ 粘土)
月当たり平均稼働日数	25 日
日当たり平均運転時間	5 時間
作業終了月 (予定)	2002 年 5 月

情報源 : PBS 職員からの聞き取りによる。

一方、PBS も KIMPRASWIL に 10 万 m³ 浚渫のための予算を申請し、KIMPRASWIL から国家計画開発庁(BAPPENAS)に申請している 2001 年度の追加予算の一項目として計上されている。PBS が計画している浚渫計画範囲は、クドウワン川から取水口までの区間であり、浚渫計画範囲を図-1.1.5 に示す。

ただし、現在の浚渫船の浚渫可能深度は最大 4.0 m 程度であり、取水口前面の 11-20 m 深度の浚渫作業は対応不可能である。

(3) ウオノギリ発電所の発電現況

ウオノギリ発電所完成時の計画値は、最大使用水量 75 m³/s、年間発生電力量 32,600 MWh であった。しかしながら、実績の発生電力量から年間発生電力量の計画値が見直され、現在は 50,000 MWh に変更されている。

表-1.1.2 に 1983 年 ~ 2001 年 7 月までの発生電力量を、図-1.1.6 に発生電力量の推移を示す。年間発生電力量としては、2000 年まで大きな減少傾向は見られていないが、雨期の 12 月 ~ 4 月までの発生電力量に着目すると 1999 年以降減少傾向にあることがわかる。このことは、PLN は 1999 年頃から取水口前面の堆砂の影響で貯水池水位を EL. 130.0 m までしか低下できず、発電のための取水量も最大 60 m³/s に制限していることが主な原因であると推察される。

(4) ウオノギリ灌漑地区の現況

1) ウオノギリ灌漑の現状

ウオノギリ灌漑計画は、1976 年に経済性調査 (F/S)、1976 ~ 77 年に詳細設計 (D/D) が実施され、OECF (現 JBIC) の資金で 1987 年に工事が完成している。図-1.1.7 にウオノギリ灌漑地区を示す。

現在の灌漑面積は、当初の 23,200 ha から 29,590 ha に拡張されており右岸水路による灌漑面積が 21,790 ha (ポンプ灌漑 1,700 ha を含む)、左岸水路による灌漑面積が 7,800 ha (ポンプ灌漑 450 ha を含む) となっている。これは、当初計画より 6,390 ha 増 (28 % 増) となっている。ウオノギリ灌漑システムの計画と現状を次表に示す。

ウオノギリ灌漑システムの計画値と現状

指 標	計 画	現 状	増 減
事業対象地域の土地利用			
稲作（灌漑）	21,100 ha	27,356 ha	130 %
さとうきび	2,100 ha		
稲作（天水田）		2,233 ha	
高台			
合計	23,200 ha	29,589 ha	128 %
米の作付面積（灌漑）			
雨期	19,000 ha	26,523 ha	140 %
乾期-I	19,000 ha	26,360 ha	139 %
乾期-II	11,600 ha	23,142 ha	200 %
合計	49,600 ha	76,025 ha	153 %
事業対象地域の作付面積			
稲作（雨期）	19,000 ha	28,756 ha	151 %
稲作（乾期-I）	19,000 ha	26,360 ha	139 %
稲作（乾期-II）	11,600 ha	23,142 ha	200 %
雑穀ほか	2,100 ha	1,444 ha	69 %
合計	51,700 ha	79,702 ha	154 %
作付け率			
稲作（雨期）	82 %	97 %	118 %
稲作（乾期-I）	82 %	89 %	109 %
稲作（乾期-II）	50 %	78 %	156 %
雑穀ほか	9 %	5 %	
合計	223 %	269 %	121 %
稲作（灌漑）の収量	5.5 t/ha	5.5 t/ha	
年間の米の生産高	272,800 t	425,950 t	156 %

出典: WATSAL Feed back study

2) 近年のウオノギリ灌漑の実績

1997年から2000年までの実績調査が「水資源セクター構造改善に対する世銀ローン」(Water Resources Sector Adjustment Loan,以下 WATSAL)のフィードバックスタディで実施されている。これによれば1999/2000年は1997/98, 1998/99年に比べ作付面積は増加しており大きな問題は発生していない(表-1.1.3 参照)。また、取水が深刻となる乾期においても取水量の大きな変化は見られない。

しかし、堆砂の影響により貯水池水位を現在 EL. 130.0 m 以下に低下させない運用を行っているため、本来の利水容量である EL. 127.0 -130.0 m 間の水を灌漑に利用できない。これによって利水容量が減少しているが、実際の運用は雨期の終わりに貯水池水位を常時満水位より上げているため過去3年間乾期の後半に EL. 130.0 m まで下げる必要はなく農業用水が需要に合わせて供給されているのが現状である。

(5) ウオノギリ多目的ダム洪水調節の現況

1) 洪水期の実際の貯水池運用状況

雨期の貯水池運用は、承認された操作規則を遵守せずに運転されているのが現状である。資料 8-1 に貯水池水位、放流量、ダム地点の日雨量の関係を示す。これによると、1990/91, 1991/92, 1992/93, 1993/94, 1994/95, 1997/98, 1998/99, 1999/2000 と1990年代以降ほとんど雨期の後半には制

限水位を越えているのがわかる。また、下表に、洪水吐きからの各年最大放流量及び放流回数を示す。

洪水吐きからの各年最大放流量と放流回数

年	年最大放流量(m ³ /s)	放流回数	年	年最大放流量(m ³ /s)	放流回数
83/84	283.3 (4/16)	54	92/93	109.7 (4/26)	23
84/85	300.0 (2/8-2/11)	52	93/94	150.0 (1/27-1/30)	48
85/86	300.0 (3/14)	15	94/95	225.0 (3/13)	17
86/87	200.0 (2/17,3/30-4/1)	45	95/96	200.0 (2/22,3/3-3/6,12/18-12/25)	37
87/88	50.0 (2/4-2/6,2/11-2/24.3/19-3/23)	29	96/97	0.8 (1/5)	1
88/89	250.0 (2/13-2/15)	8	97/98	5.0 (7/2-7/4,7/10-7/12,7/18-7/20)	20
89/90	50.0 (3/11-3/13)	8	98/99	250.0 (3/28)	51
90/91	100.0 (3/2-3/9)	14	99/00	200.0 (3/19)	70
91/92	200.0 (2/14-2/15,2/21-2/25)	20	00/01	200.0 (3/703/8,3/10)	47

年間平均の洪水吐きからの放流回数は30回であり98年以降洪水吐きからの放流回数は平均値を大きく越えている。これは、承認された操作規則を用いずにPBS独自に作成した貯水池運用規則に基づき運用(図-1.1.8参照)することで、雨期に定められた制限水位(EL. 135.3 m)を越えた運用を行っており、小規模出水に対してもこまめに対応する必要が生じ放流回数が増加していると考えられる。

一方、放流量としてはダム完成後設計洪水に相当する洪水が貯水池上流で発生していないため、400 m³/s以上の放流は行われていない。

(6) 課題

上記に貯水池の目的毎の現状を述べたが、このまま貯水池の堆砂対策を講じない場合、長くても約3年程度で取水口の前面スクリーン部が完全に閉塞し取水が不可能となり、

- ・ 下流のウオノギリ灌漑地区の灌漑面積及び生産量はダムが完成前の状況にもどり、後述するように米の生産が234,220 tの減収となりこの地区の農業生産に大きな損害を与える、
- ・ ウオノギリ水力発電所は現在の年間50,000 MWhの予定発電が不可能となる。

これらの問題点がウオノギリ多目的ダムの現在の課題である。

1.1.2 開発計画

「イ」国政府の上位計画として、2000年12月に正式に制定された国家開発に係わるガイドラインである国家大綱(GBHN, 1999-2004)を基に策定された、国家開発5ヶ年計画(PROPENAS) Chapter 4: Accelerate Sustainable Economic Recoveryにおいて、水資源を含む産業インフラの維持管理、及び食糧安全保障・農民の所得向上を課題として位置付けている。また、農業生産物の増産による自立を目指したGEMA Plan (Gerakan Mandiri Peningkatan Produksi)が策定されている。この計画でも、農作物の増産、貧困層の所得向上並びに持続的な仕事の創造、農業生産の輸出の拡大、食糧安全保障、農民の所得向上が挙げられている。このように、上述の上位計画では食糧の安全保障が課題として挙げられている。

ウオノギリ多目的ダムからの水供給で最も恩恵を受けているウオノギリ灌漑地区（30,000 ha）は、年間を通じて3期作の農業が可能な地区であるため米の収量は「イ」国及びソロ河流域（16,100 km²）で最も高い地域であり、ウオノギリ多目的ダムからの水供給が止まるとウオノギリ灌漑地区の米の生産量も多大な影響を受ける。もし、ウオノギリ多目的ダムの取水口が閉塞した場合、年間の減産量は234,220 tと推定される。本協力対象事業「ウオノギリ多目的ダム貯水池緊急堆砂対策計画」は、食糧安全保障といった観点から、主にウオノギリ多目的ダムからの灌漑用水の供給を受けているウオノギリ灌漑地区に対して、当面の間（5年間程度）安定的に灌漑用水を供給することで「イ」国の食糧安全保障に貢献するものである。

1.1.3 社会経済状況

(1) 社会状況

「イ」国における総人口は約2.1億人（1999年）であるが、人口分布は著しく偏在している。国全体の人口密度は114人/km²（1999年）であるが、プロジェクト地域の位置する中部ジャワ州では954人/km²であり人口の密集している地域である。また、ウオノギリ多目的ダムの下流に位置するウオノギリ灌漑地区は「イ」国有数の穀倉地帯となっている。

1999年10月、国民協議会（MPR）において制定された国策大綱（GBHN）では、2004年までの5ヶ年間の、政府が国家政策を策定する際に最重要とされる基本方針が示されているが、特に経済面については、国民中心の経済システムの確立、マクロ経済の安定化、国家歳入増大と対外債務の抑制、海外援助の生産的な経済活動への有効活用と外国借り入れの国会承認、国際競争力向上に資する産業・貿易・投資政策の確立、食糧安定供給の確保や農漁民の所得向上と生産の増大等が謳われており、これらのアクションプランであるプロペナス（PROPENAS）、プロペダ（PROPEDA）等が策定されている。

(2) 経済状況

1997年に始まった経済危機は、1998年に深刻な形で顕在化した。危機は「イ」国から大量の資本流出を招き、ルピアの為替レートは危機以前の\$ 1.0 = Rp. 2,000 ~ 2,400 から Rp. 10,000 を超える驚異的なデバリュエーションとなった。この結果、GDPは実質13%下落した。ルピア減価による内外価格差の調整は、「イ」国の輸入インフレの形をとり、インフレは78%にまで高まった。1999年になって実質GDPの下落はとまりわずかながらのプラス成長となり、マクロ経済は一応の安定を取り戻した。

「イ」国経済は、2000年になってV字型の回復をしたが、回復の主導力は、ルピア減価、堅調な海外需要と高水準の価格に助けられた好調な原油輸出による。これらの状況から2001年のGDP成長は、2000年と比較して5%近い成長水準を維持すると見られている。

しかしながら、経済危機後の課題として1)銀行部門の機能の正常化、2)企業財務の健全化、3)多量の国債残高を抱えた財政の持続可能性、4)地方分権化に伴う財政処置が挙げられている。

経済危機後、危機対策のためIMFをはじめとする国際的な緊急援助がなされており、「イ」国の経済政策はIMFプログラムの枠組みが政策そのものとなっている。

2000年、2001年度の中央政府予算を次表に示す。

(単位：1,000x 十億 Rp.)

	2000 年予算	2001 年度予算
歳入		
国内歳入	152.9	263.3
うち：税金	101.4	179.9
：その他	51.5	83.3
歳出		
総支出	197.0	315.8
経常支出	137.3	190.1
国内債利子払い	38.0	53.5
対外債務利子払い	16.6	23.1
補助金	30.8	53.9
地方交付金	33.5	81.7
収支		
GDP 比(%)	4.8	3.7
財務赤字	44.1	52.5
国際援助資金他	18.7	19.0
国内でのファイナンス	25.4	33.5
うち：民営化	6.5	6.5
：IBRA 資産回収	18.9	27.0
前提となったマクロ指標		
GDP(増加率%)	3.8	5.0
インフレ率	4.8	7.2
ルピアレート(対 US\$)	7,000	7,800

注) 2000 年予算は、会計年度変更のため 2000 年 4 月～12 月の 8 ヶ月
予算であった。

出典: Coordinating Ministry for Economic Affairs 2000

1999 年における、「イ」国の産業分野別の国民総生産における割合は下記のとおりである。

分野	割合 (%)	分野	割合 (%)
農業	19.6	観光、貿易	15.9
鉱業	9.9	電力	1.2
工業	25.9	サービス、他	15.8
建設	6.7		
運輸	5.0	合計	100.0

出典: Statistical Year Book of Indonesia ,2000

また 1999 年における中部ジャワ州の産業分野別の総生産における割合は下記のとおりである。

分野	割合 (%)	分野	割合 (%)
農業	23.7	観光、貿易	22.6
鉱業	1.1	電力	0.7
工業	29.9	サービス、他	14.2
建設	3.8		
運輸	4.0	合計	100.0

出典: Statistical Year Book of Indonesia ,2000

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

ソロ河流域開発事業は、1974年国際協力事業団（JICA）の前身である海外技術協力事業団（OTCA）の技術協力のもと、ソロ河流域で最初の水資源開発マスタープランが策定された。このマスタープランに基づき JICA や海外経済協力基金（OECD）（現在は国際協力銀行（JBIC））の技術・資金協力により、優先度の高い流域総合開発事業が進められてきた。特に、ウオノギリ多目的ダム建設事業及びウオノギリ灌漑事業は、同マスタープランで提案された最優先事業として1982年、1987年に竣工した。

その後、ウオノギリ多目的ダムの貯水池管理の一環として、1980年代、1993年に貯水池の深浅測量が「イ」国側により実施された。1993年の測量結果から堆砂容量の53%が、利水容量、治水容量の約30%が既に堆砂している事が判明した（本報告書1.1.1(2)1参照）。また、2000年には部分的に深浅測量が実施され取水口付近、クドゥワン川の堆砂状況の把握が行われた。1993年の貯水池全体の測量結果から2000年の貯水容量を推定した所、堆砂容量の63%、利水容量の36%、治水容量の33%が堆砂で失われている結果となった（本報告書1.1.1(2)1参照）。また、取水口前面も図-1.2.1に示す堆砂状況であり、この結果から取水口が閉塞する危険性が示唆された。

ウオノギリ多目的ダム貯水池に流入する主要6支川（クドゥワン川、ティルトモヨ川、テノム川、ソロ河、アラン川、ウリヤントロ川）の内、取水口に最も影響を及ぼしている支川は、取水口までの距離が短く、支川合流部の貯水池内で既に貯水池最低水位以上に河床上昇を起こしているクドゥワン川であった。図-1.2.2に貯水池平面図を、図-1.2.3に縦断図を示す。

上記の状況を踏まえ「イ」国側から今回の日本の協力対象事業（JICA 無償案件）として、下記3コンポーネントが要請された（2000年8月）。

- ・ ウオノギリ多目的ダムの貯水池への流入土砂軽減のために、クドゥワン川において砂防ダム2基（合計容量で約55万m³の貯砂ダム）の建設
- ・ 取水機能を維持するために取水口前面での約10万m³の緊急浚渫
- ・ 持続的に貯水池への流入土砂を浚渫するための浚渫システムの調達

上記要請を受けて、日本政府は JICA を通じて2001年8月13日より2001年9月20日までの間、基本設計調査団を「イ」国に派遣した。基本設計調査団は、現地調査及び当案件の実施機関である居住地域インフラ省（KIMPRASWIL）の地方開発総局及びその直轄事務所であるソロ河流域開発事務所（PBS）と意見交換を行い、ウオノギリ多目的ダムの緊急堆砂対策計画として「イ」国側の要請内容の内、本報告書2.2.2(1)1に述べている様に、技術的観点から砂防ダムについては今回のコンポーネントから除外し、さらに、今回調査で新たに要請された事項について検討を行うことで、添付討議議事録（9月4日）に示す様に「イ」国側の合意を得た。

同調査団は、上記討議議事録の内容を日本で詳細に検討した結果、「イ」国側の要請内容の内浚渫システムの調達に関しても、本報告書3.2.2(1)2に述べている様に、インドネシア政府の現在の財政状況から判断して、今回のコンポーネントから除外することにし、日本の今回の協力対象事業として最終的に、「イ」国側の要請内容の内、取水機能を維持するために取水口前面での緊急浚渫のみを主に取り上げることを提案し、基本設計概要書に取り纏めた（詳細は当報告書3.2.2参照）。

日本政府は2001年10月28日から11月6日までの間、基本設計概要説明調査団を「イ」国へ派遣した。調査団はこの概要書を「イ」国政府関係者に説明し基本的合意を得て、その結果を討議議事録として取り纏めた（添付討議議事録（11月2日）参照）。

1.3 我が国の援助動向

1974年に策定されたマスタープランに基づき JICA、OECF の技術・資金協力により、優先度の高い流域総合開発事業が進められてきた。下表及び図-1.3.1 に示すように、これまでに多くの我が国の資金協力事業が行われている。

我が国の有償・無償資金協力によるソロ河流域開発事業

開発事業名	実施期間
ウオノギリ多目的ダム事業	1977 - 1982
ウオノギリ灌漑開発事業	1980 - 1988
ソロ河上流域河川改修事業	1987 - 1994
マディウン河河川改修事業	1987 - 1995
ソロ河下流ポンプ灌漑場整備計画（無償）	1991 - 1992
ソロ河下流域河川改修事業	1996 - 進行中

1.4 他ドナーの援助動向

1.4.1 Upper Solo (Wonogiri) Watershed Protection Project (終了済)

Upper Solo Watershed Protection Project は、世銀の技術・資金援助でウオノギリ多目的ダム上流域を対象とし1989年から1994年までの6年間に渡り実施された。プロジェクトの主要目的は、

- ・ ウオノギリ多目的ダムへの土砂流入量を軽減させるために土壌浸食を軽減させること、
- ・ 慣習的な耕作手法を変更させ農家の収入や農業生産量を増加させること、
- ・ 農民に土壌保全の重要性を認識させるための啓蒙活動や農民参加による耕作手法の普及活動を行うこと、

であった。

事業実施機関は森林省とウオノギリ県地方政府で、スラカルタ市にある同省の出先機関（造林土壌保全局に属し、全国26ヶ所の流域に設立され、荒廃地修復や土壌保全業務を担当）である森林保全センター（Land Rehabilitation and Soil Conservation of Solo Sub-Center: BRLKT Solo）が実施計画の立案や設計を担当、地方政府管轄下のプロジェクト事務所（Wonogiri Watershed Protection Project）が事業実施を担当、そして同省の研究機関（全国に2ヶ所設立され、一つはスラカルタ市にある）である流域保全技術センター（Watershed Management Technology Center of Surakarta : BTPDAS Surakarta）が事業のモニタリングと評価を担当した。

同プロジェクト終了後は、ウオノギリ県の森林・土壌保全事務所（Forestry and Soil Conservation Service）がウオノギリ多目的ダム流域の流域保全事業を実施している。上記の流域保全対策で実施された事業は以下のとおりである。

事業内容

事業内容	事業規模・面積等
ガリ浸食対策工 (gully erosion control)	
小規模なガリ頭首工 (gully head structure)	250 ヶ所
小規模ガリ・プラグ工 (small gully plug)	1,300 ヶ所
大規模ガリ・プラグ工 (big gully plug)	160 ヶ所
チェック・ダム建設 (sediment control by small dam (check dam))	40 ヶ所
護岸工 (stream bank erosion control structures)	10 km
斜面保護工 (植生工) (sloping-grassing on steep slope land)	200,000 m ²
路肩工 (植生工) (road-side protection structures)	80 km
畑作地の浸食対策工(テラス工) (erosion control on dryland farm area)	22,000 ha
私有地の植林 (Afforestation on the private land)	5,000 ha
グリーンベルト地域の修復 (Rehabilitation of the green belt)	500 ha
国有林の植林	一部

1.4.2 現在進行中の他ドナーによるプロジェクト

聞き取り調査の結果、ウオノギリ多目的ダムの堆砂問題に関連する他ドナーによるプロジェクトは現在実施されていない。

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) 組織

現在、ソロ河流域の河川関係のプロジェクト実施機関は、居住地域インフラ省水資源総局の直轄事務所であるソロ河流域開発事務所（PBS）である。また、ソロ河流域の河川構造物の運営・維持・リハビリを実施しているのは下表の機関であり、ウオノギリ多目的ダムの貯水池の運営・維持・リハビリは PBS 中の水資源開発保全事務所（PKSA）が実施している。

河川構造物運営・維持・リハビリ担当事務所

設 備	運 営	維 持	リハビリ
1 ウオノギリ多目的ダム 貯水池 発電所 ダム	PBS/PKSA PLN PBS/PKSA	PBS/PKSA PLN PBS/PKSA	PBS/PKSA PLN PBS/PKSA
2 本川の堰	PBS/PSAPB	PBS/PSAPB	PBS/PSAPB
3 支川の堰	Balai PSDA	Balai PSDA	Balai PSDA
4 護岸		PBS/PSAPB	PBS/PSAPB
5 灌漑取水	DPU Pengairan	DPU Pengairan	DPU Pengairan
6 砂防ダム、床固め工		PBS/PSAPB	PBS/PSAPB

注: Balai PSDA(水資源管理事務所), DPU Pengairan(州政府水資源開発事務所で Balai PSDA の要請で灌漑取水設備の維持管理を行う), PSAPB(PBS 内の一部署で水資源管理及び洪水防御担当)

当プロジェクトを実施する部署は、現在運営維持管理を実施している PKSA である。図-2.1.1 及び図-2.1.2 に上位機関である居住地域インフラ省、PKSA が所属しているソロ河流域開発事務所の組織図を示す。

一方、2002 年の 1 月から PBS がプロジェクト実施部門と運営維持管理部門に分割される予定である。この内、プロジェクト実施部門は PBS として残り、運営維持管理部門がプランタス水公団ソロ河流域事務所（PJT-IBS）として新たに発足する（大統領令 No.129/2000 による）。

今回の協力対象事業で調達される機材等（網場、GPS 付深浅測量機器等）は、協力対象事業終了後、PJT-IBS に移管されることとなり、その後の維持管理は PKSA から PJT-IBS に移管される。図-2.1.3 に現在の PJT-I 組織図及び PJT-IBS 発足後の組織図（CDMP 調査による）を示す。

(2) 人員

プロジェクト実施機関である PBS は、2000 年 6 月時点で 429 人の職員中 279 人が技術系職員、150 人が事務系職員であり、301 人の臨時職員中 125 人が技術系であり、185 人が事務系となっている。この内運営維持・リハビリを実施している PKSA には 214 名（内技術系 132 名、事務系 82 名）の職員が在籍している。

2.1.2 財政・予算

(1) PBS 予算

現在ウオノギリ多目的ダムの運営維持管理を実施している PBS の年間予算を下記に示す。

PBS の年間予算

(単位：百万 Rp.)

会計年度	国家予算	外国からの借款	合 計
1999/2000	26,028	101,912	127,940 (14.2 百万 US\$)
2000(4-12月)	11,813	57,377	69,190 (7.7 百万 US\$)

注) 1999 年度までは会計年度が 4 月～3 月までであり、2001 年から会計年度が 1 月～12 月に変更となったため過渡期の 2000 年度は 4 月～12 月までである。

この内、国家予算は職員の人件費、工事のための外国からの借款の内貨分、運営・維持管理費用、その他経費からなる。

(2) ソロ河運営・維持管理予算

ソロ河流域における 3 年間の運営・維持管理費用の実績は下記のとおりである。

ソロ河運営・維持管理費用

(単位：百万 Rp.)

	1999	2000	2001	2000 年 運営・維持管理 担当者
PBS	389	612	1,386	19
PKSA	252	415	218	
PSAPB	97	159	1,063	
PAB	40	38	105	
Balai PSDA	6,129	3,093	7,826	441
Solo office	1,140	1,746	5,072	274
Madiun office	4,329	675	1,369	121
Bojonegoro office	660	672	1,385	46
合計	6,518 (724 千 US\$)	3,705 (412 千 US\$)	9,212 (1,023 千 US\$)	460

注；PAB：ソロ河水供給プロジェクト

前記には運営・維持管理担当者 460 人の人件費が含まれており、これは年間 10 億 Rp. の人件費に相当する。1999 年の Balai PSDA, Madiun office の費用には河川改修のための特別予算措置、38 億 Rp.、2001 年の Balai PSDA, Solo office には特別予算措置として 48 億 Rp. が含まれている。これらを除外すれば、3 年間のソロ河流域での運営・維持管理費用は年平均 55 億 Rp. であると推定される。

他方 CDMP 調査において 2001 年～2005 年までの運営・維持管理費用予測を実施しており、現在のソロ河流域におけるインフラの通常必要と見られる運営・維持管理費用は 2001 年では河川管理で年間 163.93 億 Rp.、ダム、堰管理で年間 136.05 億 Rp.、合計で年間約 300 億 Rp. と見積もられている。詳細を表-2.1.1 に示す。

上記から、現在のソロ河流域におけるインフラの通常の運営・維持管理費用予算は必要な運営・維持管理費用の約 20 % 程度しか確保されていないと言える。

2.1.3 技術水準

PBS は現在まで日本国の無償・有償案件を 6 件実施している。これまで、日本のコンサルタントの指導のもと、プロジェクトを実施してきており、本事業の工事監理に関しても、同様に日本のコンサルタントの指導のもと、実施可能と判断される。また、将来の維持管理に携わる PJT-I では、現在隣接するプランタス河流域のウリングダム、シングルダムで浚渫を実施しており、浚渫工事に関する知識・経験を有しているものと判断できる。

2.1.4 既存の施設・機材

(1) 既存の施設

PBS の既存の施設は、下表に示す事務所、宿舍等である。

PBS 所有の施設

番号	施設	面積(m ²)	位置
1	PBS 本部事務所	1,520	スラカルタ市
2	作業場	1,038	スラカルタ市
3	所長宿舍	360	スラカルタ市
4	本部用宿舍	1,338	スラカルタ市
5	ウオノギリダム事務所 (Division I 事務所)	1,276	ウオノギリダム
6	Division I 用宿舍	140	ウルヨレジョ町
7	グリーンベルト監視所 (27 箇所)	243	ウオノギリダム
8	チョロ灌漑事務所	463	スコハルジョ
9	マディウン事務所 (Division II 事務所)	731	マディウン市
10	マディウン事務所用宿舍	260	マディウン市
11	ボジョネゴロ事務所 (Division III 事務所)	802	ボジョネゴロ市
12	ボジョネゴロ事務所用宿舍	320	ボジョネゴロ市
	計	8,491	

出典: CDMP 調査

(2) 既存の機材

PBS も、現在建設機械を 32 台所有しており、コントラクターに貸与して建設工事や維持補修工事に使用している。

これらの機械は 1970 年代後半から 1980 年代前半に製造されたもので、「イ」国政府が購入したものである。当時は、PBS が、直営で建設工事を行っており、約 200 台の建設機械を所有していた。しかし、1985 年以降、機械の維持修理予算が削減されてから機械の維持が困難になり、現在使用に耐える機械は 32 台となった。この 32 台の機械も故障が頻繁に起きており常に約半数が修理場にある状態である。以下は、PBS が所有する稼働可能な建設機械である。

PBS 所有の建設機械

機 種	容量・能力	製作年代	台数
ブルドーザ	15 t-21 t	'80-'81	3
トラッククレーン	3 t-30 t	'77-'83	3
モーターグレーダー	3.1 m	'78-'83	2
ダンプトラック	6 t	'80-'83	8
貨物トラック	6 t	'80	3
トレーラ	50 t	'78	1
散水車	5,000 kl-8,000 kl	'77-'80	3
ロードローラ	8 t	'77-'80	5
コンクリートポンプ	40 m ³ /hr	'78	1
エアコンプレッサー	7 m ³ /hr-17 m ³ /hr	'79-'80	3
合 計			32

出典: PBS 所有機械リスト

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

日本からの船便の荷下りし港となるスラバヤ市もしくはスマラン市から、ウオノギリ多目的ダムまでの道路は舗装された 2 車線道路であり、スラバヤ市からは約 320 km、スマラン市からは約 150 km の距離である。しかし、途中オーストラリアの無償援助によるトラス橋が複数架橋されているため、運搬する機材の高さを、これらの橋梁の高さ制限以下とし運搬する必要がある。

(2) 鉄道

主要幹線鉄道は、ジャカルタ市あるいはスラバヤ市からはジャカルタ-スラカルタ市-スラバヤが利用可能である。ジャカルタ-スラカルタ間は約 570 km、スラカルタ-スラバヤ間は約 320 km の距離である。さらに支線がスラカルタ-ウオノギリ市の間（約 30 km）を運行している。

(3) 空港

ウオノギリ多目的ダムから約 30 km に位置するスラカルタには空港がある。ジャカルタ - スラカルタ間が 1 日 2 便（2001 年 11 月現在）あり、シンガポール-スラカルタ便が週 2 便ある。

(4) 電気

ウオノギリ多目的ダムが位置しているウオノギリ県の電力供給の加入世帯数(1999 年)は、154,574 世帯であり同年の県の世帯数は 213,426 世帯である。これより、県全体の電化率は

$$\frac{154574}{213426} = 72.4 \%$$

である。

(5) 飲料水

飲料水は、水道局からの供給、河川からの取水、井戸及び泉からの取水がある。しかし、水道局からの資料によれば、ウオノギリ県内の上水道供給率は 1998 年で 8 % に過ぎない。残りの 92 % は他の水源を利用している。

(6) その他

ウオノギリ県の公共施設等を次表に示す。

公共施設等

項目	スラカルタ市		ウオノギリ県	
	公立	私立	公立	私立
病院	5	10	1	0
小学校	234	82	861	3
中学校	27	62	65	56
郵便局	1	-	1	-
銀行	6	6	3	2
警察署	1	-	1	-

2.2.2 自然条件

(1) 気象調査

調査対象地域には PBS が観測・運営している気象観測所がある。調査対象地域におけるデータの収集可能な観測所は下表のとおりである。また観測所位置図を図-2.2.1 に示す。

調査地域観測所

番号	観測所名	実施機関	経度	緯度	標高(m)	気温	相対湿度	風速	蒸発散量
1	Baturetno	PBS	110°55' 59"E	7°58' 53"S	154				
2	Wonogiri Dam	PBS	110°55' 29"E	7°50' 19"S	142		×	×	
3	Pabelan (Surakarta)	PBS	110°45'E	7°34'S	106				

3 観測所の、1975 年～2000 年までの気温（最高、最低、平均）、相対湿度、風速、蒸発散量を資料 8.2 に示す。また、各月の平均値を下表に示す。

各月の気象データ

	気温()	湿度(%)	風速(m/sec)	蒸発(mm/day)
1月	29.29	79.36	1.95	2.8
2月	29.14	77.57	1.76	2.94
3月	29.58	77.21	1.73	3.67
4月	29.64	77.93	1.53	4.35
5月	29.08	77.14	1.58	4.92
6月	28.73	77.07	2.07	4.7
7月	28.29	77.29	2.32	6.27
8月	28.65	76.14	3.09	7.55
9月	29.57	76.5	3.41	8.79
10月	30.35	75.36	3.47	7.57
11月	30.21	77.86	2.71	5.51
12月	29.54	79.71	2.13	3.83
平均	29.34	77.43	2.31	5.24

注) 気温、蒸発散量：Wonogiri Dam 観測所、その他は Baturetono 観測所のデータを使用

調査対象地域は熱帯モンスーン型気候であり、11月から4月まで南西から北東にかけて吹く季節風は大量の降雨をもたらす、雨期となる。一方7月から10月にかけては南と南東の季節風によって乾期となる。月平均気温は29.3であり、季節による温度差は、2程度である。また、月平均湿度は1年を通じ大きな変化はなく平均で77%となっている。過去最高風速は30.0 m/secであるが、平均風速は2.31 m/secである。また月平均の蒸発散量は5.24 mm/dayとなっている。

(2) 水文調査

図-2.2.1 にウオノギリ多目的ダム流域の雨量観測所の位置図を示す。調査対象地域において1976年から2000年までの25年間のデータを持つ7雨量観測所について、データを収集し、解析を行った。平均年降雨量は約1,900 mmである。各月の雨量を下表に示す。

7 観測所の月平均雨量

(単位: mm)

観測所	Song Putri (PBS)	Nawangan (PBS)	Paranjoho (PBS)	Ngancar (CJIS)	Wonogiri Irrigation (CJIS)	Wonogiri Dam (PBS)	Jatisrono (PBS)
1月	385	323	293	362	343	325	358
2月	302	301	253	367	325	296	337
3月	264	262	252	314	299	269	318
4月	206	164	185	204	173	176	199
5月	105	74	76	92	117	97	95
6月	59	59	58	70	63	56	64
7月	36	26	38	26	31	24	29
8月	20	16	19	17	21	21	28
9月	30	28	27	31	20	20	49
10月	74	71	82	88	115	92	147
11月	180	154	168	174	179	159	231
12月	281	229	234	300	222	210	277
合計	1,942	1,706	1,684	2,046	1,908	1,744	2,131

注：観測機関 PBS: Proyek Bengawan Solo CJIS: Central Java Irrigation Service

(3) 水質試験

ウオノギリ多目的ダム貯水池内の堆砂の浚渫計画において環境影響評価を実施する必要があり、乾期の現状把握の意味で調査団による水質調査が、水力発電所放水口付近のソロ河において行われた。また、既存観測位置を図-2.2.2 に示す。

次表に、今回の試験値とともに、ソロ河沿いにおける既存の試験値を示す。

観測位置		実施時期		pH	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	DO (mg/l)	水質基準による分類	
ソロ河	ダム直下流	Sep.	2001	7.35	30.00	17.250	51.145	5.70		
ダム 貯水池	出口付近	Apr.	2000	7.40	46.00	2.199	27.778	5.50	Category B	
		Jul.	2000	7.59	24.00	0.002	24.000	8.05		
		Sep.	2000	7.91	14.00	3.384	14.220	7.60		
ダム 貯水池	(場所不明)	Jun.	2000	8	26	5.85	18	7.45	Category B	
		Jul.	2000	8.2	42	4.27	24	7		
		Aug.	2000	8.4	66	2.7	33	7.6		
		Sep.	2000	8.2	99	1.13	60	8.1		
		Oct.	2000	7.9	95	4.12	43	8.11		
		Nov.	2000	7.6	91	7.1	25	8.12		
		Dec.	2000	7.7	104	3.2	30	8.1		
チョロ堰	出口付近	Apr.	2000	7.40	496.00	2.200	23.810	6.20	Category B	
		Jul.	2000	7.50	22.00	4.396	20.000	7.66		
		Sep.	2000	7.09	24.00	5.307	12.390	6.40		
ソロ河	シドワルノ Sidowarno (ダム下流約 20km) (スラカタ上流 約10km)	Jul.	1996	8.60	198.00	12.00	51.00	8.70	Category C	
		Aug.	1996	7.40	193.00	3.10	84.00	7.59		
		Sep.	1996	7.40	127.00	5.90	14.00	8.34		
		Oct.	1996	7.50	119.00	5.80	12.00	5.00		
		Nov.	1996	7.40	79.00	7.40	9.80	8.15		
		Dec.	1996	7.40	110.00	2.70	93.00	8.50		
		Jan.	1997	7.20	89.00	4.80	18.00	13.10		
		Feb.	1997	7.80	128.00	4.70	10.00	6.60		
		Mar.	1997	7.70	114.00	6.00	99.00	6.90		
ソロ河	パチャム Bacem (ダム下流約 25km) (スラカタ上流 約5km)	Jun.	2000	8.45	86	0.384	19.5	6.31	-	
		Jul.	2000	8.25	100	0.395	23	6.65		
		Aug.	2000	8.1	115	0.4	24	7		
		Sep.	2000	7.6	150	1.13	150	6.4		
		Oct.	2000	7.65	150	2.17	86.1	6.785		
		Nov.	2000	7.6	168	3.2	21	7.17		
		Dec.	2000	7.3	127	5.76	88	8.31		
		May		7.53	133	9.408	60.4	4.520		(1991~97年間の 月別平均値) (注: 1994/1995 欠測)
		Jun.		7.20	203	7.113	41.0	5.325		
		Jul.		7.76	207	5.828	38.1	6.180		
		Aug.		7.38	199	5.856	74.5	6.397		
		Sep.		7.84	145	8.912	51.9	6.424		
		Oct.		7.62	175	22.278	67.8	5.420		
		Nov.		7.60	142	11.152	40.7	6.590		
		Dec.		7.38	134	7.318	44.3	5.840		
		Jan.		7.22	141	8.692	50.4	6.780		
		Feb.		7.24	177	6.490	35.8	5.600		
		Mar.		7.30	146	6.934	32.7	5.780		

注) Wonogiri、Sidowarno については既存試験値の内の最新値のみ表示

: 各々の報告書内における分類を転記。今回の試験値については、試験項目不足のため分類不能。なお、表中の項目のみでは Category B もしくは C の基準を超過している場合があるものの、表示していない他の試験項目で全て基準を満たしていることから、総合的に判断して分類されている模様である。ただし、チョロ堰の試験において水銀が検出されており、留意するよう記載されている。

出典 : CDMP 調査

: LAPORAN MONITORING KUALITAS AIR SUNGAI, 1999/2000(-1), 1996/1997(-2),
1991/1992,1992/1993,1993/1994,1995/1996, 1996/1997 の平均 (-3。PBS 作成資料)

インドネシア国の水質基準（一部）（1990年制定）

Category	Water Use	Standard Value					
		area	pH	SS	BOD	COD	DO
A	Water that may be used directly as drinking water without any previous treatment	National	6.5-8.5	1000	-	-	-
		Central Java	6.5-8.5	500-1500	-	-	-
		East Java	6.5-8.5	1500	-	-	-
B	Water that may be used as raw water for drinking water	National	5-9	1000	-	-	> 6
		Central Java	5.5-8.5	500-1500	6	-	-
		East Java	6-8.5	1500	6	10	-
C	Water that may be used for fisheries and livestock	National	6-9	1000	-	-	> 3
		Central Java	6.5-8.5	2000	(10)	(30)	3
		East Java	6-9	2000	-	-	-
D	Water that may be used for agricultural purposes and may also be utilized for small business in cities, industries and hydro-electric generation	National	5-9	1000-2000	-	-	-
		Central Java	6-8.5	2000	-	-	-
		East Java	6-9	1000-2500	-	-	-

注) (): CDMP 調査の中で与えられている数値

出典: CDMP 調査 (一部書式を変更)

表に示すように、貯水池、そして下流のソロ河のスラカルタ市までの区間では、「イ」国の水質基準の Category B、すなわち生水を煮沸程度の処置を施すことにより飲むことができる、という基準を概ね満たしているものと言える。

(4) 土質調査結果

また、現地調査時にクドウワン川砂防ダム候補地点付近及び貯水池末端のクドウワン橋地点で河床材料調査を実施している。この結果を次表に示す。

河床材料の物理試験値

試料名(採取場所)	クドゥン橋	砂防ダム No.1 サイト	砂防ダム No.2 サイト	砂防ダム No.2 サイト 上流 5km	(既存試験) ウオノギリダム 近傍	(既存試験) 貯水池末端?	
採取・試験日	Sep.2001	Sep.2001	Sep.2001	Sep.2001	1975 年前後	1993 年前後	
ウオノギリ多目的ダム からの距離 (km)	8	12	19	24	0.5 ~ 2	6 ~ 8 前後	
採取深度 GL - (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	-	
土粒子の密度 s (g/cm ³)	2.507	2.735	2.649	2.611	2.74 ~ 3.30	-	
自然含水比 W_n (%)	52.2	13.1	11.2	22.7	-	-	
粒 度	礫 分 (%)	2	94	77	89	80 ~ 97	0
	砂 分 (%)	18	6	23	11	3 ~ 15	5
	シルト分 (%)	80	(0.3)	(0.1)	(<0.2)	0 ~ 5	56
	粘土分 (%)						39
	均等係数 U_c	1.7	2.3	5.2	5.9	-	-
	曲率係数 U_c'	-	1.3	2.0	1.8	-	-
コンシステンシー	液性限界 w_L (%)	64.5	-	-	-	-	-
	塑性限界 w_p (%)	28.4	-	-	-	-	-
	塑性指数 I_p	36.1	-	-	-	-	-
	コンシステンシー-指数 I_c	0.3	-	-	-	-	-
分 類	シルト (高液性限界)	粒度の良い礫	粒度の良い礫	粒度の良い礫	粒度の良い礫	細粒土	
分類記号	(MH)	(GW)	(GW)	(GW)	(GW)	F	

既存試験値の出典 : Engineering Report : Soil and Rock Material Investigation for Consulting Engineering
Services on Wonogiri Multipurpose Dam Project
: PEKERJAAN MONITORING SEDIMENTASI WADUK WONOGIRI DAN
BENDUNGAN COLO

上記結果より、貯水池末端での礫分が 2 %、砂分 19 % と少なく大部分が浮遊砂であり、クドゥン川では 80-90 % と堆積物の大部分が礫である。

(5) 深浅測量

ウオノギリ多目的ダム貯水池の堆砂の現況を把握することを目的として、現地調査時(2001 年 8 月 ~ 9 月)に取水口周辺を中心として深浅測量を行った。

また、PJT-I が 2001 年の 4 月前後に深浅測量を実施しているため、このデータを取り込みウオノギリ多目的ダム堤体前面の堆砂状況を把握した。図-2.2.3 にウオノギリ多目的ダム周辺全体の、図-1.1.2 に取水口近傍の深浅測量結果を示す。

2.2.3 その他

(1) 環境影響調査

PBS が浚渫土砂を土捨て場に捨てる場合と川に直接捨てる場合についての環境影響調査を実施中である。調整は、2002年2月には終了する予定であり、この結果は詳細設計時に反映させることとする。

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

本報告書 1.1.2 で述べているように、「イ」国政府の国家開発計画のための上位計画である 2000 年 8 月に策定された国家開発 5 ヶ年計画 (PROPENAS, 1999-2004) では、水資源を含む産業インフラの維持管理、及び食糧安全保障・農民の所得向上が課題として挙げられている。この方針に沿って当プロジェクトは、本報告書 1.1 で述べたウオノギリ多目的ダム貯水池の堆砂問題を解決し、ウオノギリ多目的ダム本来の目的である灌漑用水供給、水力発電、洪水調整の機能を持続的に維持することを目標としている。

3.1.2 プロジェクトの概要

(1) 協力対象事業選定の基本方針

ウオノギリ多目的ダム貯水池の堆砂問題は、下記の方針により解決の必要がある。

- 1) ウオノギリ多目的ダムの取水機能の修復のために、緊急対策の実施 (構造物対策)
- 2) ウオノギリ多目的ダム及び貯水池、その流域の中・長期的堆砂対策の実施 (構造物/非構造物対策)

上記 1) に関しては、取水口前面からの緊急堆砂除去対策のための、基礎調査が必要となる。上記 2) に関しては、ウオノギリ貯水池に流入する堆砂軽減のための様々な手段を提案するためのマスタープラン調査が必要である。

上記の内、日本の無償で今回実施可能なウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂対策 (以下協力対象事業と称す) は、主に下記のとおりである。

ダムの取水機能を 5 年間程度引き伸ばすための、取水口前面の堆砂浚渫

取水口前面の浚渫中に必要に応じてダム下流に放流するために、緊急放流バルブ、余水吐きゲート、他の点検・修理

(2) 協力対象事業の概要

協力対象事業の概要は下記のとおりである。

1) ゲート、バルブの点検、補修

(a) 取水口ゲート

形 式 : コースターゲート

門 数 : 1 門

サイズ : 5.5 m x 5.5 m

(b) 緊急放流バルブ

形 式：ホロージェットバルブ

個 数：1 個

サイズ：直径 1,950 mm

(c) 洪水吐きゲート

形 式：ラジアルゲート

門 数：4 門

サイズ：7.5 m (幅) x 8.1 m (高さ)

2) 緊急浚渫工事及び塵芥除去

(a) 浚渫範囲

- ・ 取水口水路の原設計への復旧
- ・ EL. 127.0 m(LWL) - 130.0 m 付近に水位低下時、ソコ河の水を取水口に導水するための水路
- ・ クドウワン川からの流入土砂及び洪水吐前庭の堆砂が直接導水路に流入することを軽減させるため取水口の右岸及び余水吐き前庭に平場設置

(b) 浚渫土砂量 (塵芥を含む)

合計；251,000 m³ (2001 年 9 月の深浅測量結果による土量 + 2001 年 9 月から工事終了 (2004 年 3 月) までの流入土砂量)

注；塵芥 251,000 m³ の内 3 割が塵芥と推定。

(c) 浚渫システム (日浚渫量：1013m³)

浚渫機械 : グラブ台船 (バケットタイプ、3.5m³ グラブバケット)

台数 : 1 台

(d) 土捨て場

- ・ 一次土捨て場としてダム右岸側の脇ダム下流 (約 4 ha)
- ・ 二次土捨て場としてダム下流 1,000 m ソコ河右岸 (約 40 ha)

3) 網場の設置

・ 位置 : 取水口前面

・ 形式 : フロート式

・ 長さ : 452 m

・ コンクリート製アンカーブロックの総体積 : 106 m³

4) GPS 付き深浅測量機器の調達

・ 音波式測深器 (一式)

・ データ収集機器 (パーソナル・コンピュータ、等高線の作図用ソフトウェアインストール済)

・ 移動局用 GPS (一式)

・ 地上局用 GPS (一式)

・ 船外機付 FRP 船 (「イ」国側負担)

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

- 1) ウオノギリ多目的ダムが位置する地域は、雨期(11～4月)、乾期(5～10月)の区別が明確であり、過去の月別雨量(本報告書2.2.2(2)参照)から平均で年間降雨量約1,900mm、雨期約1,400mm、乾期約500mmとなっている。本報告書3.2.2(1)1)に述べている様に雨期には取水口に近接しているクドゥワン川からその流域年間発生土砂量約 $1.28 \times 10^6 \text{ m}^3$ 内かなりの浮遊砂(約 $1.09 \times 10^6 \text{ m}^3$)が貯水池に流入しているものと推察される。他枝川を含む全流域からのウオノギリ多目的ダム貯水池への流入土砂量は年間約 $5.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ と推定されている(参考資料1参照)。については浚渫後の取水口前面及び取水口水路部分への新たな土砂流入を少しでも防ぐ目的で取水口水路の右岸にLWL(EL. 127.0m)より1.0m下がりのEL. 126.0mの平場を設ける(図-3.2.2参照)。浚渫工事後はクドゥワン川からの流入土砂は、この平場よりクドゥワン川側で沈降、堆積を促進されることが期待される。

上記の場合、EL. 126.0m平場のクドゥワン川方向に流入土砂により小山が形成され乾期にクドゥワン川からの水がスムーズに取水口に流入しない可能性がある。このために、ソロ河の水をスムーズに取水口に流入させる目的で取水口水路をソロ河方向に延長する(図-3.2.2参照)。

- 2) 浚渫工事の計画斜面勾配は、現地調査時に貯水池の堆砂土砂を使用した簡易実験より得られた水中安息角1:4.0とする。
- 3) 既往最大風速は $v = 30 \text{ m/s}$ であり、この風速を網場の設計に使用する。
- 4) ウオノギリ多目的ダムの設計報告書によれば、ダム本体や構造物の安定計算における設計震度は $K_h = 0.12$ (水平)、 $K_v = 0.06$ (鉛直)である。については、コンクリート構造物の設計ではこれらの地震係数を使用する。

(2) 社会条件に対する方針

- 1) 取水口前面の緊急浚渫工事は下流30,000haのウオノギリ灌漑地区への農業用水供給のためにダムの取水機能の維持及び洪水調整のための洪水期の制限水位(EL. 135.3m)を厳守しながら実施することが必要となる。
- 2) 発電所の運転に関しては、取水口前面の浚渫工事のために3～4ヶ月取水口からの取水を止める必要があるが、できるだけ短期間にとどめるべきである。
- 3) 将来のウオノギリ貯水池堆砂対策の運営・維持管理はPJT-IBSが行うことになる予定であり、施設及び機材の基本設計に際し以下の点を考慮する。

- ・ サイト周辺あるいは「イ」国で調達可能な資材を最大限活用し、維持管理がより容易なものとする。
- ・ 複雑な構造は極力避け、運転・維持管理が容易な施設及び機材とする。
- ・ PJT-IBSが施設及び機材の運営・維持管理を行うこととなるであろうことから、施設の建設及び機材調達に当たって運営・維持管理部門の参加を促す。

(3) 現地業者・資材に対する方針

土木構造物及び機材調達の設計は、「イ」国で調達容易なセメント、鉄筋、コンクリートパイプ等資機材の使用及び現地業者の採用が技術的に問題とならない方法を考慮し、現地資機材及び現地業者の活用を図る。

(4) 施設、機材のグレード設定に対する方針

- 1) 土捨て場の設計は周辺に対する負の環境影響をできるだけ軽減するような設計とし、さらに景観にも配慮する。
- 2) 網場の設計は過去「イ」国製である網場が強度不足のため破損した事実を勘案の上、強度的に安全な設計とする。

(5) 工期に対する方針

工期設定では年間稼働日数、工事箇所、工事数量、我が国の会計年度との整合性及び「イ」国での免税手続きを考慮する。また、必要な資機材及び労働力が工期全体に平準化されるよう考慮する。なお、準備・後片付け期間は、工事に係わる諸手続きの期間、仮設備の設置・撤去に要する期間、使用する主要資機材の調達に要する期間を考慮して設定する。

3.2.2 基本計画

(1) 協力対象事業の選定

今回の無償資金協力対象コンポーネントの選択理由は下述のとおりである。

1) クドゥワン川の砂防ダム 2 基建設

クドゥワン川の河床材料を見ると、砂利が大部分を占めており浮遊砂成分は非常に少ない。また、既存の砂防ダムに堆砂している河床材料も砂利成分が多い。このため、クドゥワン川に砂防ダムを建設しても、現在河床材料として堆積している砂利（ベッドロード）を貯めるに過ぎないと考えられる。

現在、クドゥワン川からの発生土砂量は年間 128 万 m^3 と推定されている（参考資料 1 参照）。この内ベッドロードの計測データがないため、東側に隣接するプランタス河水系の例を参考にベッドロードを 15% と仮定すると、浮遊砂は残りの 85% として 109 万 m^3 となる。また、既設砂防ダムの堆砂状況、河川の蛇行部での堆積物の多くが砂利であること、及びクドゥワン川の河川勾配が 1/360 と急勾配であることから、クドゥワン川から発生する浮遊砂の大部分はウオノギリ多目的ダムに流入していると考えられる。

また、現地調査時にクドゥワン川砂防ダム候補地点付近及び貯水池末端のクドゥワン橋地点で河床材料調査を実施している。この結果を本報告書 2.2.2(4)に添付の表に示す。

この結果より、貯水池末端での礫分が 2%、砂分 19% と少なく大部分が浮遊砂であり、クドゥワン川では 80-90% と堆積物の大部分が礫である。

このため、クドゥワン川で砂防ダムを建設しても貯砂できる堆積物の大部分がベッドロード（砂利）であり、その堆積量は 19 万 m^3 に過ぎず残りの浮遊砂の大部分が貯水池に流れ込んでしまう。

一方、ダム取水口前面付近に堆積している材料はシルトもしくは粘土質の細粒分であり、ウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂の緊急対策をクドゥワン川に対して行う場合、この浮遊砂である細粒分をいかにクドゥワン川及びその流域で処理できるかということとなる。これらの成分をクドゥワン川で処理するということは、細粒分をクドゥワン川で沈降させ、河床に留めておくこと、もしくはこれら細粒分の発生をその流域で抑制することである。

このためのクドゥワン川流域での方策としては、

- (a) 営農活動により土壌浸食を抑え、発生土砂量を抑制する。
- (b) 山腹工、ガリ・プラグ、土砂貯めの土堰堤等により、支川からの細粒分の土砂流出を抑制する。
- (c) 多数構造物を設置する等で河床勾配を緩くし河川の通過流速を遅くさせることで細粒分の土砂の沈降を促す。
- (d) クドゥワン川上流部に中規模のダムを建設し、細粒分の土砂を留めることでウオノギリ多目的ダムへの浮遊砂の流入を抑制する。
- (e) クドゥワン川からウオノギリ多目的ダム下流のバラン川に排砂トンネル、水路を建設し浮遊砂をバイパスし、ダムへの流入を抑制する。

等の方策はあるが、いずれも中・長期案の中で考えていくことが推奨され、即効性が期待される緊急対策（短期的対策）にはなじまない。

このため、今回の2基の砂防ダムのみを建設しても浮遊砂の抑制効果は非常に小さいため、緊急対策に対する砂防ダムの有用性は認められず、本件協力対象からは除外するものとする。

2) 機材調達

持続的に浚渫を可能ならしめる浚渫システム調達の浚渫方式の比較を表-3.2.1 に示す。これより

- ・ 従来型のサンドポンプ浚渫船、又はグラブバケット船
- ・ ノルウエーの GTO Sediment As 社により最近実用化されつつあるハイドロタイプ方式（参考資料 3 に述べている様にハイドロ J システムとハイドロパイプシステムからなる）

が選定される。

a) サンドポンプ浚渫船、又はグラブバケット船

取水口前面の埋没を避けるために取水口前面付近を年間約 40,000 m³（取水口前面の純浚渫土砂量（204,000 m³/耐用年数（5年））堆砂浚渫する。ただし、塵芥除去は考えない。このためには、サンドポンプ浚渫船の場合は、1,000 馬力以上の浚渫船を導入する必要があり、この機械の運営・維持管理費用は年間約 Rp.1,740 x 10⁶（表-3.2.2 参照）と見積もられる。また、グラブバケット船の場合は、細粒土砂に対する浚渫効率が低いため、これ以上の運営・維持管理費用が発生することとなる。

本報告書 2.1.2(1)及び(2)で述べた PBS 予算、ソロ河運営・維持管理予算の現状から判断して、この運営・維持管理費用をプランタス水公団ソロ事務所（PJT-IBS）の運営・維持管理既存予算費用から捻出することが困難であるため、中央政府からの新規交付金が必要となる。そのためには、

中央政府で新規予算として確保する必要がある。しかし、この予算を将来に渡って確保するとの保証を現時点で中央政府から得ることは困難と思われ、この面から本浚渫船を導入しても、持続的な運転、維持・管理を保証・確保できないという問題が残る。

b) ハイドロタイプ排砂システム

ハイドロタイプ排砂システムは、サイフォンを形成することで下流へ土砂混じりの水を排出し堆砂を下流に除去するシステムである。そのために、運営・維持管理費用は年間約 Rp.210 x 10⁶ (表-3.2.3 参照) と小さい(上記サンドポンプ浚渫船の場合の約 12%)。

しかしながら、当システムは 1990 年代の初期に始めて考案されたシステムであるために、プロジェクトへの適用例としては、ハイドロ J パイプは北海油田、固定式のハイドロパイプは、ネパール国ジウムルック発電所沈砂池(1998 年)の 2 件の実績があるのみであり、結果はいずれも良好であつたと報告されている。さらに、日本では 2001 年の 11 月に佐久間ダムにおいて当システムの実証試験が実施されたとの情報もあるが、当システムはまだ実績が乏しいことが弱点である。

c) 本計画への適用性

ウオノギリ多目的ダムへ適用可能なシステム案を上記のとおり選定・検討したが、運営・維持管理費用、技術的信頼性といった観点から現時点ではどちらのシステムも採用することが難しい。

また、現在の「イ」国の経済状況では、運営・維持管理費用の継続的な予算措置は今後共難しいと考えられる(本報告書 3.4.2(6)参照)。したがって、将来的には運営・維持管理費用が安いと想定されるハイドロタイプを最適システム候補として、その技術的信頼性の確認が必要である。

3) 「イ」国側の当初要請と上記により選定された協力対象事業との比較を次に示す。

当初要請	選定された協力対象事業
1) ウオノギリ多目的ダムの貯水池への流入土砂軽減のために、クドゥワン川において砂防ダム 2 基(合計容量で約 55 万 m ³ の貯砂ダム)の建設。	(不採用)
2) 持続的に貯水池への流入土砂を浚渫するための浚渫システムの調達。	(不採用)
3) 取水機能を維持するために取水口前面での約 10 万 m ³ の緊急浚渫。	i) 取水口前面の緊急浚渫(塵芥を含む浚渫土砂量; 251,000 m ³)。 ii) 取水口前面を塵芥から防御するための網場の設置(全長 452 m)。 iii) GPS 付き深浅測量機器(GPS の測量精度; 1 m、深浅測量の精度: ±10 cm)。 iv) ゲート、バルブの点検・補修(取水口コースターゲート、緊急放流用ホロージェットバルブ、余水吐きラジアルゲート(4 門))。

(2) 協力対象事業

1) ゲート、バルブの点検及び補修

緊急浚渫工事及びその作業の安全性を確保するために下記のゲート・バルブの操作が必要となった場合には、速やかに支障なく操作する必要がある。したがって、浚渫工事開始前に下記の理由で、これらのゲート・バルブの点検・補修が必要である（図-3.2.1 参照）。

- ・ 取水口コースターゲート
 - ・ ホロージェットバルブ
 - ・ 洪水吐きゲート
- (a) 取水口スクリーンの塵芥除去作業において、下流バルブの操作による取水口周辺土砂の水力排砂（フラッシング）が必要となる。このフラッシングを発電所経由で行った場合、水車（ケーシング及びドラフトチューブ）の磨耗、損傷等の問題があるためにホロージェットバルブを利用せざるを得ない。この作業を実施する前には、ホロージェットバルブが自由に操作可能である状態にしておく必要がある。
- (b) 上記塵芥除去作業中及び取水口前面の浚渫作業中に取水トンネル内に塵芥、土砂、その他障害物が流入する可能性が大である。このため、これら作業中、もしくは作業後に取水口コースターゲートを閉じ、取水トンネルを空にして、トンネル内部の清掃が必要である。したがって、当ゲートの点検補修を行い、当ゲートが自由に操作可能な状態にしておく必要がある。
- (c) 取水口からの取水を停止する必要がある取水口スクリーン前面の塵芥除去作業及び取水口前面の浚渫作業中は、農業用水を補給する必要がある場合、その水は洪水吐きから放流することが必要となる。したがって、しばしば洪水吐きから放流しつつ塵芥除去作業、及び取水口前面の浚渫作業を行う必要が出てくると考えられる。この際に洪水吐きの4門のゲートのどれもがいつでも自由に開閉可能な状態にしておく必要があり、浚渫船、排砂管等の位置により操作するゲートを選ぶ必要がある。
- (d) 現地調査の結果では、現在でも雨期にはダムの水位調整のため洪水吐きゲートの操作がPBSにより頻繁に行われているようであるが、工事の安全のために日本側による、洪水吐きゲートの点検・補修が必要である。

点検・補修の時期及び期間は下記のとおりである。

点検は、詳細設計時に日本のコンサルタントが実施する。点検は、機械関係の技術者2名及び制御の技術者1名、油圧関係の技術者1名が各々国内作業、現地作業（合計3人/月）を実施する。

点検の結果、補修必要とされた場合、補修及び作業期間は点検結果を評価、検討した上詳細設計時で決定する

2) 緊急浚渫工事及び塵芥除去

(a) 浚渫施工範囲及び数量（図-3.2.2 及び資料 8-3 参照）

a) 浚渫範囲

浚渫範囲は、以下の事項を考慮し決定した。

i) 既設取水口水路の復旧

既設取水口水路を、原設計断面に復旧する。

- ii) 貯水池水位が EL. 127.0 m(LWL) - 130.0 m 付近に水位低下時、ソロ河の水を取水口に導く導水路の新設

新設導水路は、浚渫の施工性を考慮し既設取水口水路底面幅と同様に 3 m とする。水路の側壁は、堆積土砂の水中安定勾配 (1:4.0) で浚渫するものとする (堆積土砂の安定勾配は堆積土砂による実験から決定した。実験結果、水中安息角は 1:4.0 であった)。

導水路は、現地調査時の深浅測量精度を考慮し上流側で最低水位 EL. 127.0 m と同標高の堆砂面から 10 m 上流までとする。また、上流側の浚渫勾配は、流水の進入路となるため安定勾配よりも緩勾配とし 1:10 とする。

- iii) クドウワン川からの流入土砂及び洪水吐前庭の堆砂が直接水路に流入することを軽減させるための EL. 126.0 m (LWL (EL. 127.0m) より 1.0 m 下がり) 及び EL. 128.0 m (余水吐き前庭の原設計の標高) の平場設置

取水口右岸側には、建設当時の取水口仮締切堤 (天端標高 EL. 126.0 m) 及び鉄道が残存しており、これら構造物で囲まれた範囲を、構造物の標高と同標高の EL. 126.0 m の平場を設けることとする。また、EL. 126.0 m より低い部分では、原地形なりの浚渫を行うものとする。

EL. 126.0 m の平場の外側は、堆積土砂の安定勾配での浚渫とする。ただし、ウオノギリ多目的ダム上部 (EL. 126.0 m より上位標高) では堤体まで除去を行う。

取水口左岸側には、原設計では洪水吐きの前面を EL. 128.0 m の平場としている。今回の工事においても原設計の標高まで浚渫を実施することとする。

b) 浚渫数量

浚渫数量は、図-3.2.2 及び資料 8-3 に示す浚渫図をもとに算出した。算定された浚渫数量は以下のとおりである。

浚渫数量

(単位:m³)

浚渫場所	数量
取水口及び既設水路部	20,000
右岸平場 (EL.126 m)	83,000
洪水吐き前庭 (EL.128 m)	26,000
新規導水路部	75,000
合計	204,000

ただし、上記数量算出は 2001 年 9 月時点の深浅測量結果であるが工事終了までに取水口前面への新たな土砂流入が考えられる。この土砂量を下記のように推定する。

- ・ 1999 年 12 月から 2001 年 8 月までの 2 年間弱で取水口前面付近が 1.1 m から最高で 3.8 m 上昇している。
- ・ PBS は、2001-2002 年にクドウワン川から取水口前面にかけて約 96,000 m³ を浚渫予定である。
- ・ 緊急浚渫範囲の面積は概略 300 m x 130 m と推定される。
- ・ 今後 3 年間 (3 雨期) の緊急浚渫区域への流入土砂量 (QI)

$$\begin{aligned}
 \text{QI} &= \text{クドゥワン川から取水口前面への流入土砂量} \\
 &\quad - \text{PBS の 2001 から 2002 年の浚渫土砂量} \\
 &= ((300 \text{ m} \times 130 \text{ m} \times (1.1 \text{ m} + 3.8 \text{ m}) / 2) / 2) \times 3 - 96,000 \text{ m}^3 \\
 &= 47,000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

これより、全体浚渫数量は 251,000 m³ とする。

(b) 施工方法

施工方法は、下記の点を考慮して決定する。

- ・ 工事は緊急を要することから、容易に手配可能な浚渫機械を選定する必要がある。
- ・ 契約の時期によって変動する天候や貯水池水位及び河川流量などの施工条件に大きく影響されることを考慮して施工方法を選ぶ必要がある。
- ・ 緊急浚渫工事として、取水口前面付近を約 251,000 m³ 浚渫する。
- ・ 取水口前面の浚渫工事は、原地形・地質、堆砂形状、堆砂土の土質及び貯水池の水位の影響を考慮する必要がある。

a) 施工条件

施工方法は、施工機械の調達、土捨場の位置及び要求される浚渫深度による制限を受ける。これらに対して考慮すべき点は下記のとおりである。

i) 施工機械の調達

注文生産となるような特殊な機械は、設計や製作に時間がかかるため、施工計画に採用しない。市場に現存する機械を搬入して工事に使用する。

ii) 土捨場の位置

浚渫した土砂をダム直下流の河川に捨て土することも考えられるが、これは、環境配慮の面から、雨期のダムからの放流量が増加して初めて実施可能となる。したがって、緊急工事の工法として河川への捨て土は行わず、土捨場は、年間通じて排砂できるよう陸上に計画する。

iii) 浚渫深度

貯水池の水位は、EL. 136 m (雨期) と EL. 127 m (乾期) との間で変動する。また、浚渫最深部の計画標高は EL. 116 m となることから、最大浚渫深度は 20 m (EL. 136 m - EL. 116 m = 20 m) となる。この浚渫深度に対応する施工機械を選定する。

iv) 取水口前面の地形

取水口前面約 130 m 区間の原設計は、岩盤を開削した水路形状を呈している。この水路底の敷高は、EL. 116 m で、水路断面は底幅 3 m、側方法勾配 1:0.5、高さ 12 m ~ 0 m である。途中 EL. 122 m 及び EL. 125 m に小段が設けられており、それぞれ幅 3 m 及び 1 m である。

この開削水路の起点で取水口の直前方には、高さ 1.5 m のコンクリート製の越流部 (越流頂 EL. 117.5 m) が設けられている。

v) 堆砂土の土質

堆砂土の土質は、現在 PJT-I により実施されている浚渫作業の排土と同質のものと判断される。

これは、シルト質の細粒分に固い粘土塊が点在し、かつ極めて少量の砂利が混入している。

vi) 塵芥の存在

網場はダムが竣工した2年後の1983年に破損した。その後数年間は補修により網場を維持していたが、その後は維持補修が途絶えている。このため毎雨期、取水口前面には大量の塵芥が集積している。

この塵芥を洪水吐きを利用して下流に流下させたという経緯はほとんどなく、PLNが人力で除去しているというものの、その量は年間数十～数百 m³ 程度である。残りは取水口付近に堆積していると推察される。

この塵芥がトラッシュラックに絡みつきそれが取水口前面の堆砂を促進している一因ともなっている。取水口ゲート戸当りからの調査では、スクリーン後方導水路には、土砂・塵芥の堆積はほとんど見られない。

聞き取り調査により、現時点での塵芥の範囲、深度を推定し、以下のとおり塵芥の堆積量を推定した。

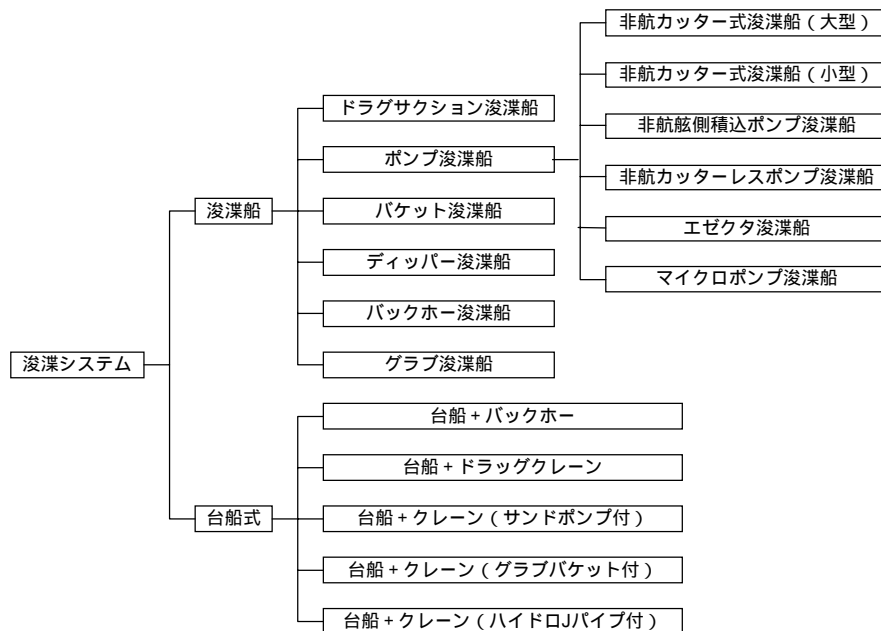
- ・ 年間集積量 : 100 m x 100 m x 0.6 m = 6,000 m³
- ・ 塵芥堆積年数 : 2000年 - 1988年 = 12年
- ・ 累積塵芥量 : 6,000 m³ x 12年 = 72,000 m³

したがって、現時点での堆砂量が204,000 m³であることを考えると、塵芥は堆積物の3割と推定する。

b) 浚渫方法

i) 浚渫システムの選定

浚渫作業は、使用する作業船の種類により一般的に次のように分類できる。



浚渫システムの選定に当たっては下記の事項について本浚渫工事への適用性を検討した。

- ・ 緊急性を考慮した調達の容易性

- ・ 可搬性
- ・ 浚渫場所の地形
- ・ 浚渫深度
- ・ 浚渫土砂の土質
- ・ 土砂と混合堆積している塵芥

なお、内陸のダム貯水池で緊急に要する作業船として、調達の容易性と可搬性とから稀少なものや大型のものは本工事への適応の可能性はないものとした。検討結果は表-3.2.4 に示すとおりである。

上記の浚渫船選定において、塵芥の量が多いこと及び塵芥の存在場所を特定できないことを考慮した結果、あらゆる土質及び塵芥を取り除くことができる「台船＋クレーン（グラブバケット）」が最適であると考えられる。なお、その選定理由は以下のとおりである。

- ・ 深度の変化に容易に対応でき、深い水深での浚渫も可能である（当現場の浚渫最大水深は20 m であり、深い深度にあたる）。
- ・ 当現場では、浚渫土量に対して約 3 割程度の塵芥が含まれることが推測されるため、塵芥の浚渫に比較的強いものを採用した。

ii) 圧送工及び塵芥の除去方法

浚渫工、圧送工、塵芥除去及び浚渫土処理は、以下の手順で行う。

- ・ 160 トンクレーン等によりユニフロート（1 個当たり 2.6 m x 5.3 m x 1.5 m（高）；合計 42 個）を組立て、台船（18.4 m x 31.6 m）を儀装する。
- ・ 組み立てられたユニフロート台船に 80 トンクローラクレーンを搭載し、3.5 m³ グラブバケットにより浚渫する。
- ・ 浚渫土（塵芥を含む）を振動スクリーンに投入する。投入された浚渫は、振動スクリーンにて塵芥と土砂に分離される。
- ・ 振動スクリーンにて分離された塵芥は土運船にて船着場まで運搬し、船着場の 40 トンクローラクレーンによって 4 トントラック（2 トンクレーン付）に積み込み、2 次土捨て場へ搬出して処理する。
- ・ 振動スクリーンにて塵芥等の異物を除去された浚渫土は、空気圧送式土砂輸送装置により圧送管を介して一次土捨て場まで空気圧送する（約 2 km）。
- ・ 浚渫土は、一次土捨て場にて水切り乾燥させた後 10 トンダンブトラック（6 台）にて二次土捨て場へ運搬される。一次土捨て場で発生する（水切り）余剰水については、搬入路に埋設する 600 mm のコンクリートパイプを介して貯水池に戻す。

c) 土捨て場

土捨て場については下記の点に考慮し、設計を行う。

- ・ 河川への捨て土は環境影響調査の結果を待つ必要があるため、ここでは、浚渫土砂は土捨て場に捨て土するものとして検討を実施する。
- ・ 土捨て場候補地は、一次土捨て場として脇ダム下流、並びに現在浚渫土捨て場として使用している範囲が考えられる（図-3.2.3 参照）。しかしながら、これらの容量は小さいため二次土捨

場に運搬・捨て土の必要がある。

この二次土捨場として約 1 km 下流右岸側の PBS 用地約 40 ha が考えられる。この場所は、PBS が既に取得している場所であるため新たな用地買収の必要がない。

一次土捨場への排砂管延長は約 2 km、一次土捨場から二次土捨場までの陸上運搬距離は約 1.0 km である。一次土捨場では水切り堰堤の建設が必要となる。

d) 施工機械

この浚渫工事（本設）に使用する主な施工機械は以下のとおりである。

浚渫工事（本設）に使用する施工機械

施 工 機 械	仕 様	台 数
【浚渫】		
1. グラブ台船 + 空気圧送式土砂輸送装置	グラブバケット 3.5 m ³	1
	80 t クローラクレーン	1
	空気圧送式土砂輸送装置能力 (能力 120 m ³ /h)	1
2. 引船	200 PS	1
3. 自航揚錨船	5.0 t	1
4. 土運船	容量 80 m ³	1
5. 交通船	30 ps	1
6. 排砂管	350 mm	1
【塵芥の陸揚げ】(仮設船着場から二次土捨場)		
7. クローラクレーン	40 t	1
8. ダンプトラック	4 t	1
【配土】(一次土捨場)		
9. 湿地ブルドーザ	19 ~ 20 t	2
10. バックホー	1.0 m ³ (平積み)	2
【運土】(一次土捨場 ~ 二次土捨場)		
11. ダンプトラック	10 t	6
【配土】(二次土捨場)		
12. ブルドーザ	21t	1

(c) 施工時期

浚渫工事は年間を通じて実施するが、施工範囲から取水口及び既設導水路部、余水吐き前庭部、新規導水路部、右岸側平場形成で作業時期は異なる。

a) 取水口及び既設導水路部

取水口部は、潜水夫による取水口スクリーン前面の塵芥除去、グラブによる塵芥除去、シルト・粘土質の堆積土の排除がある。これらの作業を実施するに際して取水口からの取水を停止する必要がある。このため、下流ウオノギリ灌漑地区への水供給が求められる場合は余水吐きから放流する必要がある。一方、余水吐きの越流頂標高は EL. 131 m であるため貯水池水位が EL. 131 m 以上である時にこの作業を実施する。

b) 余水吐き前庭部

余水吐き前庭部は、雨期の洪水時必要となる余水吐きゲートの操作期間を避けて乾期に工事を実施する必要がある。

c) 新規導水路部

新規導水路部は、特に作業時期の制約を受けないが、浚渫最低標高が EL. 116 m と深いことから貯水池水位の低い時期の作業が望ましい。

d) 右岸側平場部

この範囲は取水口から離れているため、1年を通じて作業を実施できる。

(d) 緊急浚渫工事の効果発輝期間

緊急浚渫工事後いかなる対策も講じなければ緊急浚渫による効果の発輝期間は以下の計算から5年と推定される。

a) 取水口前面の堆砂位

1999年12月～2001年8月(21ヶ月)までの間で取水口前面で1.1m,最大3.8m堆砂が上昇している。また、取水口前面が1999年の状況になり初めて取水に支障を及ぼし始めたと仮定する。本報告書1.1.1(3)で述べた様に、取水口前面の堆砂による取水障害のため、PLNは1999年頃から、発電のための最大取水量、及び貯水池最低水位の制限を始めている。取水口前面の堆砂面は1999年の測量結果のEL. 123mと考える。

b) 堆砂上昇速度

2001年の測量結果から、堆砂の上昇は取水口前面が小さく、導水路中央部が高い傾向を示している。しかし、取水口前面の堆砂上昇速度の推定に当たってはトラッシュラック前面の上昇速度ではなく、水路全体の平均上昇速度で考えるものとする。これより、堆砂上昇速度は下記のように推定される。

$$(3.8\text{ m} + 1.1\text{ m}) / 2 / 21\text{ ヶ月} \times 12\text{ ヶ月} = 1.4\text{ m/年}$$

c) 効果発現期間

効果発現期間は、下記のとおりと推定される。

$$(EL. 123\text{ m} - EL. 116\text{ m}) / 1.4\text{ m/年} = 5\text{ 年}$$

3) 網場の設置

取水口の塵芥からの防御及び除去として、取水口付近の網場設置が有用である。

網場の配置は、図-3.2.4に示すとおりとする。網場の配置に当たっては、主索の最大撓みをスパンの1/5程度にとり可能な限り主索の太さを細くするのが重要である。この配置の概要は、以下のとおりである。

A-ライン： 主としてクドゥワン川からの塵芥の流入防止を目的として敷設するものである。網場の両端のアンカーはコンクリート製アンカーブロックで固定する。スパン

長は、約 110 m である。

- B-ライン： 主としてソロ河本川の塵芥の流入防止を目的として敷設するものである。網場右端のアンカーは、A-ラインと共通のアンカーブロックを使用する。網場左端のアンカーは C-ラインと共通のアンカーブロックを使用する。スパン長は、約 105 m である。
- C-ライン： 平坦な岩盤掘削面である余水吐き前庭 EL. 128.0 m 盤の法肩と平行に配置し、ソロ河本川方向から流下する塵芥を直接余水吐きに導きダム下流側に放流する。これにより、洪水発生時には C-ラインに、ほとんど塵芥が集積しないと考えられる。スパン長は、約 110 m である。
- D-ライン： 直接流れ込んでくる塵芥はないが、余水吐き前面の塵芥の排除処理を怠ったまま放置しておいた場合、乾期に入り貯水池の水位の低下とともに未処理の塵芥が取水口側に吸い寄せられたり、風波によって吹き寄せられたりする現象を考慮し設置する。スパン長は約 105 m である。

4) GPS 付き深浅測量機器の調達

当工事完了後の維持・管理の一つとして、水深測量による取水口前面のモニタリングが肝要であり、当機器は主にこの目的のために調達される。さらに当堆砂問題の解決のために中・長期対策の立案・実施が必要であるが、そのためには貯水池全体の堆砂状況の把握が必要であるが、そのための測量にも利用可能である。

当機器の調達に際しては下記が肝要である。

- a) 測量船の位置の測定で GPS を使用するが、その精度を 1 m CEP (Circle Error Probability) とする。船に搭載する GPS のみの場合、測定誤差が 20-30 m と推定され、この精度では取水口周辺の深浅測量のためには意味をなさない。このため、取水口付近が見渡せる場所に一箇所地上局(固定局)を持ち、船に取り付けた GPS と地上局の GPS により誤差補正を行い船の位置を 1 m CEP の精度で確定する。
- b) 測深器による水深測量は、その精度を ± 10 cm 以内とする必要がある。当測量は音波を湖底に向けて発射し、その反射を測量船で捕らえ、それまでの経過時間を計り、水深を推定するが、その際肝心なのは、音波の反射層が湖底の土質により左右されることである。これまでの旧式測深器による PBS の測量では、50-60 Hz の音波が使用されていた。
- c) 測定データは、測量船の位置情報とその場所での深浅測量データであり、これらデータの記録のためにノート型の可動式パーソナル・コンピュータが必要である。またこのコンピュータには、深浅測量の迅速化のために湖底の等高線を自動的に作図するコンピュータソフトを搭載するものとする。
- d) 測量船は PBS 所有の既存の船が十分使用可能と判断されるために、新たに調達は不要と考える(「イ」国側分担事項)

については、今回の JICA 無償調達の深浅測量システムの構成を下記及び図-3.2.5 に示す。

深浅測量機器

機 器 構 成	数 量
(1) 音波式水深測量機器	1 台
(2) データ収集用パソコン（等高線作図用ソフト付き）	1 台
(3) 移動局用 GPS	
1) 2 周波数ジオデテックレシーバー	1 台
2) 2 周波アンテナ	1 台
3) 無線受信機	1 台
(4) 固定局用 GPS	
1) 2 周波数ジオデテックレシーバー	1 台
2) 2 周波アンテナ	1 台
3) GPS レシーバー用ターミナル	1 台
4) 大型バッテリー	1 台
5) 無線送信機	1 台

注) ウオノギリ多目的ダムサイトで空港・港湾で使われているビーコンを利用できる場合は固定局は必要ない。

3.2.3 基本設計図

緊急浚渫に関する浚渫平面図、横断図及び網場の設置図を図-3.2.2 及び資料 8-3、図-3.2.4 に示す。さらに深浅測量機器の構成図を図-3.2.5 に示す。

3.2.4 施工計画

- (1) 施工方針
 - 1) 施工方針

日本の無償資金協力案件として実施することを前提として、以下の方針により本プロジェクトを実施する。

- a) 「イ」国の実施機関は、居住地域インフラ省地方開発総局である。
- b) 日本政府と「イ」国政府との間で事業実施（詳細設計及び建設）に係わる交換公文（E/N）が取り交わされた段階で、居住地域インフラ省地方開発総局は事業実施の準備を開始し、事業実施に係わる業務を進める。
- c) 日本のコンサルタントが居住地域インフラ省地方開発総局と契約を行い、詳細設計と入札図書の作成を行う。その後、本工事の入札手続作業を開始する。
- d) 「イ」国政府は、詳細設計と並行して必要ならば用地取得を開始する。

- e) 日本の建設業者と居住地域インフラ省地方開発総局が本工事、機材調達の契約を取り交わし工事を行い、コンサルタントが施工、機材調達の監理を行う。
- f) 工事及び機材調達完了に伴い、当プロジェクトの維持管理責任はプラタス水公団ソロ事務所に移管される予定。

2) 施工体制

「イ」国では、現在まで数社の日本の建設業者が無償資金協力事業を行っており、これらの建設業者は現地の建設業者を下請として使っている。形態としては労務提供（一部工事中用機械の提供もある）の部分下請が大部分である。

したがって、本工事においても日本の建設業者が資・機材を自ら準備し、複数の現地建設業者から労務の提供を受け、日本人職員の監督・指揮のもと工事を進める体制を取ることとなる。

3) 建設業者の日本人技術者派遣

本工事、機材調達は前述したとおり、大きく分けて次の工事に分かれる。

- ・ 緊急浚渫工事及び塵芥除去
- ・ 網場設置工事
- ・ GPS 付き深浅測量機器調達
- ・ 必要に応じてゲート・バルブの補修

工事数量、工期、現場事情（雨期乾期の別、浚渫工事中はダム灌漑用水確保のための取水機能維持）を考慮し、施工監理のためには下記の日本人技術者を配置する。

- ・ 所長
- ・ 土木技師（浚渫工事）
- ・ 機械技師（ゲート・バルブ補修、浚渫船保守）
- ・ 土木技師（網場設置）

(2) 施工上の留意事項

1) 貯水池からの取水、ダムからの放流機能の確保

本工事は下流、約 30,000 ha のウオノギリ灌漑地区への農業用水供給のためにダムの取水機能の維持及び洪水調整のための雨期の制限水位（EL. 135.3 m）を守りながら実施することが必要である。近年のウオノギリ水力発電所及びウオノギリ灌漑地区の現況に関しては本報告書 1.1.1(3) 及び(4)に記載されている。発電所の運転に関しては、取水口前面の浚渫工事のために 3-4 ヶ月取水口からの取水機能を止める必要があるため、発電所の運転がこの間止まる。

2) 工事に伴う環境影響

工事中負の環境影響として、一般的に（i）騒音の影響、（ii）粉塵の影響、（iii）重機作業による振動の影響、（iv）交通事故等の発生が挙げられる。本工事の対象地区で騒音、振動の影響が重大な影響を与える施設はないが、地区周辺住民への配慮は必要である。ついては、夜間作業は禁止されるべきであろう。トラック、重機の通行による粉塵対策として、使用道路へ散水する。交通事故防止に関しては、（i）使用車輛の速度制限をするための機器の取り付け、（ii）運転手の安全教育、（iii）安全定例会議、（iv）交通整理員の配置等を実施する。

3) 工事に伴う安全確保

工事は工期の都合上、雨期にも行う必要がある。過去の記録では雨期（12-4月）に洪水処理のために余水吐きゲートが平均30回程度開閉しており、この頻度は1998年以後大幅に増加の傾向である。雨期の工事は危険が伴うので工事作業中の安全対策が重要である。

(3) 施工区分

1) 日本国側負担工事及び機材調達

- ・ 詳細設計及び入札図書の作成。
- ・ 本報告書 3.2.2(2)で示された施設の建設工事及び機材調達（下記の「イ」国側負担工事及び調達を除く）

2) 「イ」国側負担工事及び機材負担

- ・ 深浅測量船用として船外機付き FRP 船準備。
- ・ 本施設建設に必要な用地の確保。
- ・ 調達資機材に課せられる関税、内国税、その他の課徴金分の予算措置と支払い。
- ・ 計画実施に必要な関係機関との調整、必要な許認可の調達。
- ・ ダム、発電所施設の運営・維持管理業務の改善。

(4) 詳細設計及び施工監理計画

1) 詳細設計及び入札図書作成

本工事の実施に先立ち、実施詳細設計及び入札図書作成業務が必要となる。事業実施の E/N 締結後、直ちに「イ」国、居住地域インフラ省（KIMPRASWIL）地方開発総局と日本のコンサルタントがコンサルタント契約を結び、同省と協議を行い詳細設計に着手する。現地調査時に、居住地域インフラ省と詳細設計、実施工程について打ち合わせを行う。詳細設計に係わる作業は以下のとおりである。

a) 追加調査（基本設計に基づく追加調査）

- ・ ゲート・バルブの点検
- ・ 浚渫土砂量の確認
- ・ 浚渫土砂の土質確認（4ヶ所のボーリング）
- ・ 土捨て場の土地利用、地形、運搬道路等確認
- ・ ウオノギリ多目的ダム地点で近くの空港・港湾で使用されているビーコン電波利用可能性調査（調達機材である深浅測量機器システムの一つである GPS で利用予定）

b) 詳細設計

- ・ 現地調査に基づく詳細設計
- ・ 詳細設計に基づく事業費の確定

c) 入札関連書類の作成

- ・ 入札用設計図の作成
- ・ 建設工事及び機材調達の入札関連書類の作成

2) 入札業務及び施工監理

詳細設計及び入札図書作成後、日本のコンサルタントは居住地域インフラ省地方開発総局との協議をもとに入札業務を行う。さらに、以下の施工監理業務を実施する。

a) 施工図等の審査、承認

建設業者の提出する施工図、材料見本、施工機械仕様等の審査及び承認。

b) 工事の指導の実施

施工計画及び工程・品質管理の検討・指導、工事進捗状況の把握/検討/指導、施工途中での必要な検査の実施。

c) 支払承認

出来高を確認し、工事支払証明書及び工事完成及び機材調達後の完成証明書の発行。

(5) 品質管理計画

(a) 浚渫工事の数量把握方法

建設業者が日本のコンサルタントの立会いのもと、日本の業者の提案で適切なる機械、方法で計測を行う。必要な費用は全て業者持ちである。

(b) 瑕疵期間

網場の瑕疵期間については、コンサルタントによる引渡し完了証明書発行後、1年とする。

(6) 資機材等調達計画

本工事の工事材料は、セメント、骨材、砕石、型枠用合板である。これらの材料は「イ」国では通常市場に流通しているものであり、その品質・入手に問題はない。この他、現場（ウオノギリ多目的ダム）周辺では生コンクリートが調達できる。網場、GPS付深浅測量機器については、「イ」国内に品質に適合するものがないため、日本調達とする。

浚渫工事及び土工事が主となるが、これらの工事機械については「イ」国の工事機械リース業者があり大部分工事に必要な機械を借りられること、工事期間が18.5ヶ月と短期間であること、及び本浚渫工事が緊急性を要することから、工事機械の調達は現地リースとする。特殊機械である空気圧送式土砂輸送装置は「イ」国内でリースが不可能なため、この機材は日本国内リースとし、プロジェクト・サイトに搬入する。

(7) 実施工程

(a) 詳細設計段階

	平成 13 年度	平成 14 年度	平成 15 年度
・ 詳細設計	3.0 ヶ月	-	-
・ 入札図書作成業務	3.0 ヶ月	-	-

(b) 建設工事段階

	平成 13 年度	平成 14 年度	平成 15 年度
・ 入札業務	2.0 ヶ月	-	-
・ 本工事	-	7.0 ヶ月	11.5 ヶ月

本報告書 3.2.2 (2) 2) 緊急浚渫工事及び塵芥除去で述べたように、当工事の浚渫土量は約 251,000 m³、浚渫機械として「台船+クレーン (3.5 m³バケット付)」、1 セット (作業場所が限られているために 2 セット以上投入は無理) を採用する。工事期間は、以下のように算定され、合計 18.5 ヶ月となる。

- ・ 準備工 : 1 ヶ月
- ・ 機械の輸送・搬入・組立 : 4 ヶ月
- ・ 浚渫 : 10 ヶ月
- ・ 1,013 m³ (日当たり浚渫量) x 30 日 x 0.82 (稼働率) = 24,919 m³/月
- ・ 251,000 ÷ 24,919 = 約 10 ヶ月
- ・ 網場の設置 : 1 ヶ月
- ・ 浚渫機械の解体・搬出及び後片付け : 2.5 ヶ月

当協力対象事業の実施工程は下表のとおりである。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
実施設計	■			(詳細設計)			(入札図書作成)																		
	■			■			■																		
建設工事				■			(入札業務)																		
				■			■			(本工事)															

3.3 相手国分担事業/事項の概要

当協力対象事業の実施に際しての、「イ」国側の分担事業/事項は下記のとおりである。

- 1) 計画実施期間中に土捨て場 (2 ヶ所合計で 44 ha)、仮現場事務所、倉庫及び資材置き場などの建設に必要な用地の提供
- 2) 当プロジェクトに係わる環境影響評価 (EIA) 実施
- 3) 工事期間中、発電所運転の一定期間 (約 3~4 ヶ月) の運転中断に対する対応策実施

- 4) 実質的な監理を実施する PBS の本事業の実施に対する予算措置及び人員を含めた実施体制の確立
- 5) 日本国内の銀行に勘定の開設及び開設費、所要手数料の支払
- 6) 認証された契約により調達される資機材に課せられる諸関税の免除及び通関に必要な手続きの遂行
- 7) 認証された契約に基づいて調達される日本国民に課せられる関税、内国税及びその他の財政課徴金の免除
- 8) 認証された契約に基づいて調達される役務について、その作業遂行のために入国及び滞在に係る便宜供与
- 9) 計画事業実施に必要な許可、認許、権限等の供与
- 10) 日本の無償資金協力の制度のもとで建設された施設の効果的な維持・管理の実施

3.4 運営、維持・管理計画

3.4.1 必要な維持・管理事項

当協力対象事業実施後に必要な主な運営・維持管理は、

- ・ 取水口付近の深浅測量（調達機材である深浅測量機器使用）
- ・ 取水口スクリーンを含む取水口付近の塵芥の除去

である。

(1) 深浅測量

この内取水口付近の深浅測量は、年1回（雨期の終わり）実施する必要がある。乾期の初めにはクドウワン川の深浅測量の実施も併せて提案する。これにより、取水口前面の堆砂状況を把握し、かつ、取水口の堆砂に最も影響を及ぼしているクドウワン川の堆砂状況も把握する。「イ」国側はこれら堆砂状況を逐一日本側（JICA 東京あるいはコンサルタント）に報告することが提案される。

(2) 塵芥除去

雨期開始時に流入支川から、塵芥が洪水とともに流入してくる。これら塵芥は、ダムがない場合下流へと流下していくものであるため、今後、余水吐きゲートの開閉により可能な限り下流へ流下させることが必要である。この様な一時放流による無効放流は年間利水量と比較した場合には微量であり、大きな損失量にはならないと考えられる。しかしながら、全て下流へ流下させることは難しいため、網場によって留められるもの、取水口のスクリーンによつて留められるもの、及び貯水池内に浮遊するものがある。この内、網場、スクリーンによつて留められたものについては、今まで PLN が実施しているように船を用いて人力で回収、陸揚げし、焼却場へ運搬する必要がある。

3.4.2 維持管理組織

大統領令 No.129/2000 により、PBS の運営・維持管理部門が PJT-I に編成されることが決定され 2001 年に実施されることとなっていたが、現時点ではまだ PBS は分割されておらず、聞き取り調査では 2002 年 1 月の予定であるとのことであった。このため工事終了後の維持・管理はブラントス水公団ソロ事務所 (PJT-I Solo Branch Office 以下 PJT-IBS) に移管されることとなる。また、今回の無償で調達する GPS 付の深浅測量機器も移管されることとなる。

CDMP 調査及び現地調査結果によれば PJT-IBS の業務内容、対象河川、職員数、今回のプロジェクト完了後の運営・維持管理、財務状況については以下のとおりである。

(1) 業務内容

- ・ 河川構造物の運営・維持管理
- ・ 河川構造物の小規模リハビリ

上記の運営・維持管理を通じて公共的使命である水の安定的供給を果しながら、PJT-I の民営化に伴い、これら運営・維持管理業務実施により、事業としての適切なる利益を得る。

(2) 対象河川

当面はソロ河流域でのソロ河本川を含む 25 河川である。

(3) 職員数

160~190 名程度 (要員数の絞り込みは KIMPLASWIL、中部・東ジャワ州、PBS、PBR、PJT 等関係機関による公式協議で決定予定) となっている。

(4) 収入源

PJT-IBS の主な収入源は水を PLN、水道局 (PDAM) 工場等に売る水代である。

水代は、以下のとおりである。

- ・ 電気代 (PLN) 15.66 Rp./kWh
- ・ 上水 (水道局) 40 Rp./m³
- ・ 工業用水 (工場) 52 Rp./m³

出典：SAPS for 24 Infrastructure Rehabilitation Projects July,2001

(5) 運営・維持管理の実施体制

PJT-I は現在自社の要員で運営・維持管理を実施しているため、PJT-IBS も同様に所員が運営・維持管理を実施することとなる。また、PJT-I はブラントス河のウリンギダム、シングルダムで浚渫工事を実施しており維持管理について経験も豊富であるため、新たな運営・維持管理実施のサポートが期待できる。

(6) PJT-IBS の財務状況

今後 5 年間の PJT-IBS の収入と支出について CDMP 調査において検討している。当調査によれば必要な運営・維持管理費用 (協力対象事業の運営・維持管理費用は含まれず) は次表のとおりである。

維持管理費用

(単位：10⁶ Rp.)

項目	2001	2002	2003	2004	2005
ダム					
・ウオノギリ	523	575	632	696	765
・チョロ	190	209	230	253	279
・その他(13ダム)	115	126	139	153	168
小計	828	910	1,001	1,102	1,212
河川					
・ソロ河本川	523	575	633	696	766
・マディウン川	261	288	316	348	383
・2次支川	426	468	515	567	623
・3次支川	35	39	43	47	52
小計	1,245	1,370	1,507	1,658	1,824
テレメータ	80	120	132	145	160
事務所	179	210	245	286	332
合計	2,332	2,610	2,886	3,190	3,527

出典: CDMP Study 調査

今後5年間のPJT-IBSの収支予想を表-3.4.1に示す。

これらによれば、当協力対象事業に係わる運営・維持管理費用、23,700,000 Rp./年（本報告書3.5.2参照）は捻出が可能と判断されるため、PJT-IBSは協力対象事業の維持・管理実施のために財務上問題がないと言える。

また、今回は機材調達を見合わせたが上記運営・維持管理費用では、サンドポンプ浚渫船の運営・維持管理費用（1,740 x 10⁶ Rp./年）は捻出できないと判断されるが、ハイドロタイプの運営・維持管理費用（210 x 10⁶ Rp./年）は捻出可能と判断する（本報告書3.2.2(1)2）参照。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

- (1) 本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、7.58億円となり、経費内容は下記に示す積算条件に基づき、次のとおり見積もられる。

事業費区分	平成13年度	平成14年度	平成15年度	合計
(1)土木建設費	0.00億円	1.80億円	4.60億円	6.40億円
(a)工事原価	(0.00)	(1.67)	(4.26)	(5.93)
- 直接工事費	(0.00)	(1.14)	(3.63)	(4.77)
- 共通仮設費	(0.00)	(0.31)	(0.20)	(0.51)
- 現場経費	(0.00)	(0.22)	(0.43)	(0.65)
(b)一般管理費	(0.00)	(0.13)	(0.34)	(0.47)
(2)機材調達費	0.00億円	0.14億円	0.00億円	0.14億円
(3)土木設計管理費	0.41億円	0.23億円	0.40億円	1.04億円
(a)詳細設計費	(0.41)	(0.00)	(0.00)	(0.41)
(b)施工管理費	(0.00)	(0.23)	(0.40)	(0.63)
合計	0.41億円	2.17億円	5.00億円	7.58億円

出典：ウオノギリ多目的ダム貯水池緊急堆砂対策計画基本設計調査概算事業費積算資料（平成13年11月）

なお、概算事業費7.58億円は全て日本側負担で「イ」国側負担はない。

(2) 積算条件

- | | | |
|----|---------|-----------------------------------|
| a) | 積算時点 | 平成 13 年 9 月 |
| b) | 為替交換レート | US\$ 1.00 = JPY 123.23= Rp.10,770 |
| c) | 施工期間 | 詳細設計、工事の期間は工事工程に示したとおり。 |
| d) | その他 | 本工事は日本の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。 |

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 深浅測量

深浅測量は、年 1 回 7～10 日程度（雨期の終わり）である。また、この測量作業は PJT-I ソロ事務所の職員が実施するため、彼等の人件費は当事務所の固定費となる。運営・維持管理費用としてはこの測量期間の船外機付ボートの油代であり、この費用は非常に小さく運営・維持管理費として新規計上の必要はないと考える。

(2) 取水口スクリーン、網場の塵芥撤去

雨期入り後のウオノギリ多目的ダム貯水池では、洪水発生後、膨大な塵芥が流れ込み取水口の正常な機能を阻害してきた。緊急浚渫工事及び塵芥防止用の網場を設置したのち、「イ」国側に塵芥を確実に撤去する必要がある。PBS 所有の船（1 台）を使用して世話役（1 名）普通作業員（5 人）を 1 チームとして、塵芥撤去作業を雨期の期間行うものとする、以下に示すとおり年間可能塵芥撤去量は、最大 600 m³ となる。

- | | | | |
|---|-------------|---|---|
| ・ | 雨期中の作業可能日数 | : | 6 ヶ月/年 |
| ・ | 月当たりの作業可能日数 | : | 20 日/月 |
| ・ | 日当たり可能塵芥撤去量 | : | 4～5 m ³ （過去 1996 年～2001 年実績より） |
| ・ | 年間可能塵芥撤去量 | : | 480～600 m ³ |

年間塵芥量は約 6,000 m³ であることを勘案して取水口スクリーン、網場周りを上記手作業にて塵芥を撤去することとし、その他は洪水吐きから放流するよう運営・維持管理マニュアルを変更するよう提案する。

また年間の概算費用は、世話役は PJT-IBS の職員が行い普通作業員を季節的に雇用し塵芥撤去作業を実施するものとする Rp. 23,700,000（資料 8.5 参照）と見積もられる。

世話役である PJT-IBS の職員の人件費は PJT-IBS の固定費から支出され则认为。季節的に雇用される普通作業員の費用は、PJT-IBS の必要 O/M 費用（本報告書 3.4.2(6)の添付表）から捻出可能と判断する。当運営・維持管理費用は PJT-IBS の全体運営・維持管理費用の約 0.5 %相当である（2005 年）。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本報告書 3.5.1 協力対象事業の概算事業費で下記留意が必要である。

- (1) ゲート、バルブの点検・補修費用に関して、コンサルタントが詳細設計時に実施予定の点検費用

は見積もられているが、施工業者の作業である補修費用は、必要が生じた場合に詳細設計内で費用負担の検討を行う。

- (2) 詳細設計時の調査で、ダムの近くの空港・港湾で使用されているラジオ、ビーコンが、深淺測量機器システムの一つである GPS (1 移動局と 1 固定局の両方が見積もられている) で利用可能ならば、GPS (固定局) が不用となる。
- (3) 詳細設計調査時、現在「イ」国側で実施中の環境影響調査の結果を検討し、浚渫土砂をソロ河下流に放流する可能性の検討が必要である。仮に可能性が認められた場合、浚渫費用の見直しにより軽減されることもあり得る。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

ウオノギリ多目的ダムの目的は、利水（農業用水及び発電用水供給）及び洪水調整である。本協力対象事業は、本プロジェクトの最終目標であるウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂問題の恒久的解決の先駆けとなる事業であり、工事完成後約5年間程度（本報告書3.2.2(2)2)(d)参照）、取水口の堆砂による埋没を避け、ダムの取水機能を維持することを目的としている。すなわち、本協力対象事業の裨益者は利水者（農業用水、発電用水）である。なお、当協力対象事業は洪水調整容量の回復を積極的に意図しているものではなく、洪水調整機能の回復に対しては、ウオノギリ多目的ダム貯水池の堆砂問題に関する中・長期的対策の中で、有効な対策の立案・実施が必要である。

協力対象事業実施による効果と現状改善の程度を表-4.1.1に示す。

当協力対象事業は、下述の直接便益を創出し、協力対象事業の完成後約5年間程度、ウオノギリ多目的ダム下流の裨益農家の現状所得の維持、中部ジャワ州における安定的な電力供給に寄与するばかりでなく、引いては本報告書1.1.2及び3.1.1で述べているように「イ」国の上位政策である食糧安定供給及び民生安定確保に貢献することが期待される。

4.1.1 直接効果

(1) 農業用水供給

1) 裨益を受ける範囲及び裨益者

ウオノギリ多目的ダムによる農業用水の供給対象地域は、ウオノギリ灌漑地区 29,590 ha（図-1.1.7 参照）であり、これが裨益を受ける範囲である。また、裨益者は 45,200 世帯である。

2) 協力対象事業による効果

本協力対象事業実施により5年間程度、下表の作付面積及び収量を維持することが可能となる。しかしながら、本協力対象事業を実施しなかった場合取水口は閉塞し、下表のように作付面積及び収量が減少する。この収量減少による損失は、今の市場価格（1,220 Rp./kg）で年間 Rp. 187 x 10⁹ となる。これが本協力対象事業を完成することによる直接効果と言える。

ウオノギリ灌漑システムの現状と取水口閉塞時の比較

指 標	現 状	取水口閉塞
土地利用		
稲作（灌漑）	27,356 ha	21,100 ha
さとうきび		2,100 ha
稲作（天水田）	2,233 ha	
高台		
事業対象面積	29,589 ha	23,200 ha
稲作（灌漑）		
雨期	26,523 ha	19,000 ha
乾期-I	26,360 ha	19,000 ha
乾期-II	23,142 ha	11,600 ha
米の作付面積	76,025 ha	49,600 ha
作付面積		
稲作（雨期）	28,756 ha	19,000 ha
稲作（乾期-I）	26,360 ha	19,000 ha
稲作（乾期-II）	23,142 ha	11,600 ha
雑穀ほか	1,444 ha	2,100 ha
事業対象地域の作付面積	79,702 ha	51,700 ha
作付け率		
稲作（雨期）	97 %	82 %
稲作（乾期-I）	89 %	82 %
稲作（乾期-II）	78 %	50 %
雑穀ほか	5 %	9 %
合計	269 %	223 %
稲作（灌漑）の収量	5.5 t/ha	5.5 t/ha
年間の米の生産高	425,950 t	272,800 t

出典: WATSAL Feed back study

また、事業効果の測定指標は期別の作付面積を採用する。稲作の収量は、季節による変動や公称値と農民からの聞きとり調査結果との間の差があり、それらのばらつきが大きいため、測定指標からは除外する。

(2) 発電用水供給

1) 裨益を受ける範囲及び裨益者

ジャワ島及びバリ島の発電所は一つの電力供給系統（ジャワバリ電力供給システム）で結ばれており、同系統内で統合された電力供給を実施しているため、厳密な意味でのウオノギリ水力発電所により裨益を受ける明確な地域というものはない。しかしながら、送電距離が長くなればなるほど送電ロスが大きくなるため、一般的には発電所の近郊に送電すると考えられるため、実際の裨益を受ける地域は、主に中部ジャワ州と考えられる。また、裨益者はウオノギリ発電所の年間計画発生電力量 50,000 MWh を中部ジャワ州の一般家庭の消費電力量（820 kWh/年）で除して 61,000 世帯と考えられる。

2) 協力対象事業による効果

本協力対象事業実施により完成後 5 年間程度、年間計画発生電力量 50,000 MWh の発電を維持することが可能となる。しかしながら本協力対象事業を実施しなかった場合、取水口が完全に閉塞し発電は完全に不可能となる。この閉塞による損失は売電価格(2001年9月時点で200 Rp./kWh)

を年間計画発生電力量（50,000 MWh）に乗じて、年間 Rp. 10 x 10⁹となる。これが本協力対象事業による直接効果と言える。

また、効果の測定指標としては年間発生電力量、月毎の最大取水量及び塵芥除去による発電停止日数を採用する。

4.1.2 間接効果

特に顕著な間接効果は見当たらない。

4.2 課題・提言

当協力対象事業は、当プロジェクトの最終目標であるウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂問題の恒久的解決の先駆けとなり、ウオノギリ多目的ダム貯水池堆砂対策の緊急対策として実施されるものである。当協力対象事業実施の上での課題・提言は下記のとおりである。

- (1) 2001年9月11日基本設計調査団の目視調査では、発電機器（水車、発電機）に致命的な損傷が見られなかった。しかしながら、当発電所は発電開始以来約20年が経過しており、今後も持続的な発電を行うために、発電所の土木構造物及び発電機器の総点検を提案する。
- (2) ウオノギリ多目的ダムの取水機能を、当協力対象事業の緊急対策の効果発現期間、約5年間程度の後も、中・長期的に維持するためには、まず上記緊急浚渫の後、持続的に取水口前面の浚渫を実施するための浚渫システムの導入、及び塵芥の除去のために取水口スクリーンに機械式除塵機の設置が是非提案される（参考資料2及び3参照）。
- (3) 参考資料2に述べている様に、貯水池の利水容量、治水容量の長期的確保あるいはそれらの見直しのために、当ダム貯水池の流域保全、土砂管理や貯水池対策といった中・長期的な対策の検討及び実施が必要である。特に同資料の2.3.5(3)で提案している取水口の新設あるいは入り口部に縦坑の設置、等が実際のかつ効果的であろうと考えられる。このためには、当協力対象事業の実施期間及びその効果発現期間（約5年間）を考慮した時期までに、これら中・長期対策実施が完了されることが望ましい。

4.3 プロジェクトの妥当性

プロジェクトの最終目標を達成するための先駆けとして当協力対象事業を実施する。当協力対象事業の日本の無償資金協力による緊急実施の必要性和妥当性は下記のとおりである。

- (1) 「イ」国の中・長期的開発計画の目標に資する事業である。
- (2) 事業の目標が中部ジャワ州の民生の安定のために緊急に求められている。
- (3) 事業の裨益対象が、貧困層を含む一般国民であり、その数がかなり多数である（裨益農家：45,200所帯、発電の裨益家庭：61,000所帯）。
- (4) 事業は「イ」国が原則として独自の資金と人材・技術で運営、維持・管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としない。

- (5) 事業は環境面で特に負の影響がない。
- (6) 事業はウオノギリ多目的ダム建設工事のリハビリ事業であり、原則としてコストは本来同工事の初期コストに加算されるべきものであった。ついては、過度に収益性が高いとは言えない。
- (7) 事業は日本の無償資金協力の制度により、特段の困難なく実施可能である。

4.4 結論

当協力対象事業は、工事完了後効果発現期間が約5年間程度と限定されているが、本報告書4.1で述べた様にその間多大な効果が期待され、本報告書4.3で述べた様に日本の無償資金協力で当協力対象事業を実施することの妥当性が確認されている。さらに、本報告書3.4.2で述べた様に当協力対象事業の運営、維持・管理についても「イ」国側体制は人員・資金ともに十分で問題ないと言える。

インドネシア共和国
ウオノギリ多目的ダム貯水池
堆砂緊急対策計画
基本設計報告書

付表

表- 1.1.1 貯水池容量曲線

貯水位 (EL.m)	貯水容量 (10 ⁶ m ³)		
	完成時	2000年	差
140	894	528	366
139	787	477	310
138	711	426	285
137	633	376	257
136	560	324	236
135	500	281	219
134	438	236	202
133	372	199	173
132	312	162	150
131	260	144	116
130	229	109	120
129	185	84	101
128	151	63	89
127	120	44	76
126	93		
125	70		
124	53		
123	42		
122	33		
121	26		
120	20		

表- 1.1.2 ウオノギリ水中発電所月別発生電力量

(Unit: kWh)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1983	944,300	3,441,700	3,359,600	5,845,700	7,571,600	4,622,100	4,643,700	3,801,200	3,489,500	3,705,100	4,329,500	4,933,500	50,687,500
1984	6,963,500	6,720,700	7,202,300	6,936,100	7,030,300	4,773,800	4,391,100	4,058,100	4,825,700	6,448,100	2,213,300	7,978,300	69,541,300
1985	8,166,100	7,970,500	9,020,600	6,877,400	5,098,600	3,230,100	3,538,600	3,494,800	3,223,900	3,315,100	3,039,800	7,903,400	64,878,900
1986	7,068,900	7,636,100	9,080,800	8,760,400	3,331,100	3,120,200	3,441,100	3,153,300	2,985,800	2,861,100	3,688,600	2,799,400	57,926,800
1987	8,743,600	8,250,100	9,115,200	3,394,900	2,673,300	3,176,500	2,415,000	1,852,800	2,230,500	1,502,500	1,234,900	5,860,400	50,449,700
1988	6,660,500	8,120,400	4,072,400	2,768,600	3,022,600	3,297,200	4,032,800	3,812,800	3,828,100	3,187,300	5,495,500	7,373,300	55,671,500
1989	6,393,600	4,020,600	9,101,600	5,700,600	4,306,700	3,759,800	3,142,700	3,232,300	3,751,100	3,736,500	4,437,800	4,549,300	56,132,600
1990	4,609,900	4,636,000	7,905,800	3,289,900	2,825,700	2,730,600	2,843,100	3,328,600	2,576,400	2,609,600	2,428,300	1,937,900	41,721,800
1991	3,615,800	7,615,100	6,025,700	4,699,400	5,269,600	4,253,900	3,514,100	3,204,500	3,110,200	3,068,000	2,624,100	3,243,700	50,244,100
1992	4,198,300	5,782,500	9,098,400	8,076,700	3,748,200	3,253,800	3,394,900	3,391,400	5,222,500	4,524,100	3,748,100	8,877,400	63,316,300
1993	9,153,600	8,282,000	9,187,000	8,906,200	3,821,400	3,674,800	3,765,400	4,332,900	4,268,100	4,560,100	3,807,400	4,448,900	68,207,800
1994	6,060,800	7,775,300	8,389,300	5,587,000	3,854,800	3,440,200	3,169,000	2,879,600	3,619,500	3,378,100	2,731,600	1,370,600	52,255,800
1995	1,524,900	6,936,400	9,170,000	7,356,300	3,665,900	3,557,000	3,741,900	3,806,400	4,471,400	4,455,900	3,711,200	8,530,500	60,927,800
1996	7,476,800	8,220,800	6,530,900	3,491,400	3,208,000	2,908,600	2,842,400	2,506,900	3,446,500	4,488,000	4,070,500	5,200,400	54,391,200
1997	4,798,400	5,464,900	4,056,400	2,712,500	2,978,100	1,940,700	1,165,200	1,739,800	1,909,800	1,949,700	171,100	281,900	29,168,500
1998	517,900	427,300	2,402,400	6,407,600	5,488,900	3,868,800	7,288,900	4,512,200	6,065,400	6,603,500	6,448,100	5,100,400	55,131,400
1999	7,863,540	8,135,800	8,895,800	5,610,000	4,214,800	3,884,500	3,495,800	4,060,400	4,315,000	2,577,900	2,118,396	1,383,100	56,555,036
2000	6,083,500	8,303,400	6,194,300	5,680,500	3,671,200	3,773,900	3,773,900	5,403,800	4,174,700	2,292,000	2,043,800	3,283,900	54,678,900
2001	2,339,100	4,414,000	4,745,300	8,371,400	4,207,300	4,441,700	4,666,400						33,185,200
Average	5,430,686	6,429,137	7,029,147	5,814,347	4,209,900	3,563,589	3,645,579	3,476,211	3,750,783	3,625,700	3,241,222	4,725,350	55,104,830

表- 1.1.3 ウオノギリ灌漑地区の作付面積及び土地利用%

右岸水路による灌漑地区

年	作物	作付面積(ha)				土地利用率(%)			
		雨期	乾期I	乾期II	合計	雨期	乾期I	乾期II	合計
1995/96 灌漑面積 21,121 ha	米(灌漑施設有)	20,307	20,025	15,816	56,148	96	95	75	266
	さとうきび	788			788	4			4
	雑穀	26	308	2,374	2,708	0.1	1	11	13
	合計	21,121	20,333	18,190	59,644	100	96	86	282
1996/97 灌漑面積 21,121 ha	米(灌漑施設有)	20,616	20,369	18,990	59,975	98	96	90	284
	さとうきび	381			381	2			2
	雑穀	124	371	820	1,315	1	2	4	6
	合計	21,121	20,740	19,810	61,671	100	98	94	292
1997/98 灌漑面積 21,793 ha	米(灌漑施設有)	21,343	21,286	20,522	63,151	98	98	94	290
	さとうきび	300			300	1			1
	雑穀	150	207	332	689	1	1	2	3
	合計	21,793	21,493	20,854	64,140	100	99	96	294
1998/99 灌漑面積 21,793 ha	米(灌漑施設有)	20,969	20,907	18,907	60,783	96	96	87	279
	さとうきび	713	101		814	3	0.5		4
	雑穀	111	72	660	843	1	0.3	3	4
	合計	21,793	21,080	19,567	62,440	100	97	90	287
1999/00 灌漑面積 21,793 ha	米(灌漑施設有)	21,347	21,350	20,997	63,694	98	98	96	292
	さとうきび	172	83		255	1	0.4		1
	雑穀	211	188	421	820	1	1	2	4
	合計	21,730	21,621	21,418	64,769	100	99	98	297
至近3年の平均 1997/98 - 1999/00 灌漑面積 21,793 ha	米(灌漑施設有)	21,220	21,181	20,142	62,543	97	97	92	287
	さとうきび	395	61		456	2	0.3		2
	雑穀	157	156	471	784	1	1	2	4
	合計	21,772	21,398	20,613	63,783	100	98	95	293

注) ポンプ灌漑の1,700 haも含む

出典: Cabang Bundungan Wonogiri, Bengawan Solo Karanganyar & Sragen

左岸水路による灌漑地区

年	作物	作付面積(ha)				土地利用率(%)			
		雨期	乾期I	乾期II	合計	雨期	乾期I	乾期II	合計
1997/98 灌漑面積 7,796 ha	米(灌漑施設有)	4,947	4,899	1,893	11,739	63	63	24	151
	さとうきび				0				0
	雑穀			204	204			3	3
	米(天水田)	2,233			2,233	29			29
	合計	7,180	4,899	2,097	14,176	92	63	27	182
1998/99 灌漑面積 7,796 ha	米(灌漑施設有)	5,544	5,219	1,893	12,656	71	67	24	162
	さとうきび				0				0
	雑穀			204	204			3	3
	米(天水田)	2,233			2,233	29			29
	合計	7,777	5,219	2,097	15,093	100	67	27	194
1999/00 灌漑面積 7,796 ha	米(灌漑施設有)	5,419	5,419	5,215	16,053	70	70	67	206
	さとうきび				0				0
	雑穀			204	204			3	3
	米(天水田)	2,233			2,233	29			29
	合計	7,652	5,419	5,419	18,490	98	70	70	237
至近3年の平均 1997/98 - 1999/00 灌漑面積 7,796 ha	米(灌漑施設有)	5,303	5,179	3,000	13,483	68	66	38	173
	さとうきび				0				0
	雑穀			204	204			3	3
	米(天水田)	2,233			2,233	29			29
	合計	7,536	5,179	3,204	15,920	97	66	41	204

注) ポンプ灌漑の450 haも含む

出典: Cabang Bundungan Wonogiri, Bengawan Solo Wonogiri & Klaten

ウオノギリ灌漑地区全体

年	作物	作付面積(ha)				土地利用率(%)			
		雨期	乾期I	乾期II	合計	雨期	乾期I	乾期II	合計
1997/98 灌漑面積 29,589 ha	米(灌漑施設有)	26,290	26,185	22,415	74,890	89	88	76	253
	さとうきび	300			300	1			1
	雑穀	150	207	536	893	1	1	2	3
	米(天水田)	2,233			2,233	8			8
	合計	28,973	26,392	22,951	78,316	98	89	78	265
1998/99 灌漑面積 29,589 ha	米(灌漑施設有)	26,513	26,126	20,800	73,439	90	88	70	248
	さとうきび	713	101		814	2	0.3		3
	雑穀	111	72	864	1,047	0.4	0.2	3	4
	米(天水田)	2,233			2,233	8			8
	合計	29,570	26,299	21,664	77,533	100	89	73	262
1999/00 灌漑面積 29,589 ha	米(灌漑施設有)	26,766	26,769	26,212	79,747	90	90	89	270
	さとうきび	172	83		255	1	0.3		1
	雑穀	211	188	625	1,024	1	1	2	3
	米(天水田)	2,233			2,233	8			8
	合計	29,382	27,040	26,837	83,259	99	91	91	281
Average of 3 years 1997/98 - 1999/00 灌漑面積 29,589 ha	米(灌漑施設有)	26,523	26,360	23,142	76,025	90	89	78	257
	さとうきび	395			456	1	0.0		2
	雑穀	157	156	675	988	1	1	2	3
	米(天水田)	2,233			2,233	8			8
	合計	29,308	26,516	23,817	79,703	99	90	80	269

注) ポンプ灌漑の2,150 haも含む

出典: Cabang Bundungan Wonogiri, Bengawan Solo Karanganyar, Sragen, Wonogiri & Klaten

出典: WATSAL Feed Back Study Report

表-2.1.1.1 ソロ河における運営・維持管理費用(2001)

流域	河川				流域長 (km)	OM(2001) (mill. Rp)	ダム・堰	竣工年 (year)	初期投資 (mill. Rp)	残存価値 (mill. Rp)	運営費 (mill. Rp)	OM(2001) (mill. Rp)	目的	管理機関	
	1次	2次	3次	4次											
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
A. ソロ河上流															
1.1. Alang river					300.0	3,000.0	261.5	Wonogiri Dam	1983	41,063.0	522,719.2	5,227.2	Multipurposes	PBS	
1.1.1. Mlali river								Telenehi							
1.1.2. Kedungwangi river								Upstream B. Solo Rehab.	1981	22,103.0	131,290.5	400.0		PBS	
1.2. Ngrowo river								Spring Konservasi(1)							
1.2.1. Kebonagung river								Coro Weir	1985	18,086.0	190,389.4	1,903.4		Batal PSDA B.Sob	
1.3. Temon river					27.0	135.0	11.8								
1.4. Tritonoyo river					8.0	40.0	3.5	Song Putri Dam	1984	6,481.0	75,019.3	750.2	Irigation	Dinas PU Pengairan	
1.5. Keduwang river					11.0	55.0	4.8	Nawaengan Dam	1976	205.0	5,086.6	50.9	Irigation	Dinas PU Pengairan	
1.6. Walkan river					25.0	125.0	10.9								
1.7. Jantah river								Paranghlo Dam	1983	4,010.0	51,088.5	510.6	Irigation	Dinas PU Pengairan	
1.8. Dengkeng river					67.0	167.0	146.0		1987	1,500.0	13,045.0	130.4	Irigation	PBS	
1.8.1. Bora river					5.5	27.5	2.4								
1.8.2. Ujung river					7.0	35.0	3.1	Delimas Weir		300.0	1,005.9	10.1	Irigasi / Pata / PDAM	Dinas PU Pengairan	
1.9. Semah river					13.0	65.0	5.7								
1.10. Pepe river					2.0	10.0	0.9	Jurangantung Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Ceper Baru	Dinas PU Pengairan	
1.10.1. Cengklik river					67.0	335.0	29.2		1988	300.0	1,005.9	10.1	Irgasi / PDAM	Dinas PU Pengairan	
1.10.2. Butak river					62.0	310.0	27.0	Tironadi Rubberdam	1986	20,000.0	81,141.2	811.4	Konservasi	PBS	
1.11. Swaluh river					7.0	35.0	3.1	Cengklik Dam	1931	300.0	1,005.9	10.1	Irgasi / Pariwisata	Dinas PU Pengairan	
1.12. Gempul river					40.0	200.0	17.4								
1.13. Mungkung river					10.5	52.5	4.6	Kalongan Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Tasik Madu	Dinas PU Pengairan	
2.1. Kelegan river					7.0	35.0	3.1		1923	300.0	1,005.9	10.1	Irgasi / Pariwisata	Dinas PU Pengairan	
2.2. Catur river					2.0	10.0	0.9								
2.3. Gandang river					10.0	50.0	4.4								
2.4. Kukur river					300.0	3,000.0	261.5	Karet Jati Rubberdam	1998	16,765.0	49,273.0	492.7	Proses handover ke Pemuda	PBS	
2.5. Keloggo river								Sabo Dam & Groundsill	1986	1,812.0	17,334.2				
2.6. Tapen river					14.0	70.0	6.1								
2.7. Gurdo river					6.0	30.0	2.6	Ditem Weir		300.0	1,005.9	10.1	PDAM Madium	Dinas PU Pengairan	
3.1. Kening river					16.4	82.0	7.1	Catur Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Kangoro	Dinas PU Pengairan	
3.2. Plingwit-Sedayuawas Floodway					15.6	78.0	6.8	Brangkai Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Pagotan	Dinas PU Pengairan	
3.3. Blawi river					23.0	115.0	10.0	Jengkek Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Rapp Sari	Dinas PU Pengairan	
4.1. Jungske river					6.0	30.0	2.6								
4.2. Trnli river					12.0	60.0	5.2	Jungske Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Punwodadi	Dinas PU Pengairan	
4.3. Dero river					5.0	25.0	2.2								
4.4. Pang river					6.0	30.0	2.6	Guyung Weir		300.0	1,005.9	10.1	PG. Sudhono & Ong	Dinas PU Pengairan	
4.5. Dero river					14.3	71.3	6.2								
4.6. Pang river					4.3	21.3	1.9	Pondok Dam	1995	27,300.0	110,757.7	1,107.6	Irgasi	PBS	
4.7. Pang river					15.5	77.5	6.8								
4.8. Pang river					4.5	22.5	2.0	Sangiran Dam		29,488.0			Irgasi / Potensi AB	PBS (belum selesai)	
4.9. Kening river					300.0	3,000.0	261.5	Babat Barrage		120,000.0			Potensi air baku	PBS (belum selesai)	
4.10. Plingwit-Sedayuawas Floodway					26.0	130.0	11.3	Mundri Weir		300.0	1,005.9	10.1	Potensi air baku	Dinas PU Pengairan	
4.11. Blawi river					12.5	62.5	5.4	Floodway Rubberdam	1989	20,000.0	55,420.0	554.2	Potensi air baku	PBS	
4.12. Kruwul/Gondang river					16.8	83.8	7.3								
4.13. Kruwul/Gondang river					22.5	112.5	9.8	Gondang Dam	1986	14,902.0	142,557.5	1,425.6	PDAM Lamongan	PBS	
4.14. Lamong I Rubberdam													PDAM Pacitan		
4.15. Belkanget Weir															
B. Madiun川															
2. Madiun川															
2.1. Cemer river															
2.2. Brangkai river															
2.3. Jungske river															
2.4. Trnli river															
2.5. Keloggo river															
2.6. Tapen river															
2.7. Gurdo river															
2.8. Kening river															
2.9. Plingwit-Sedayuawas Floodway															
2.10. Blawi river															
2.11. Kruwul/Gondang river															
2.12. Lamong I Rubberdam															
2.13. Belkanget Weir															
2.14. Kruwul/Gondang river															
2.15. Kruwul/Gondang river															
2.16. Kruwul/Gondang river															
2.17. Kruwul/Gondang river															
2.18. Kruwul/Gondang river															
2.19. Kruwul/Gondang river															
2.20. Kruwul/Gondang river															
2.21. Kruwul/Gondang river															
2.22. Kruwul/Gondang river															
2.23. Kruwul/Gondang river															
2.24. Kruwul/Gondang river															
2.25. Kruwul/Gondang river															
2.26. Kruwul/Gondang river															
2.27. Kruwul/Gondang river															
2.28. Kruwul/Gondang river															
2.29. Kruwul/Gondang river															
2.30. Kruwul/Gondang river															
2.31. Kruwul/Gondang river															
2.32. Kruwul/Gondang river															
2.33. Kruwul/Gondang river															
2.34. Kruwul/Gondang river															
2.35. Kruwul/Gondang river															
2.36. Kruwul/Gondang river															
2.37. Kruwul/Gondang river															
2.38. Kruwul/Gondang river															
2.39. Kruwul/Gondang river															
2.40. Kruwul/Gondang river															
2.41. Kruwul/Gondang river															
2.42. Kruwul/Gondang river															
2.43. Kruwul/Gondang river															
2.44. Kruwul/Gondang river															
2.45. Kruwul/Gondang river															
2.46. Kruwul/Gondang river															
2.47. Kruwul/Gondang river															
2.48. Kruwul/Gondang river															
2.49. Kruwul/Gondang river															
2.50. Kruwul/Gondang river															
2.51. Kruwul/Gondang river															
2.52. Kruwul/Gondang river															
2.53. Kruwul/Gondang river															
2.54. Kruwul/Gondang river															
2.55. Kruwul/Gondang river															
2.56. Kruwul/Gondang river															
2.57. Kruwul/Gondang river															
2.58. Kruwul/Gondang river															
2.59. Kruwul/Gondang river															
2.60. Kruwul/Gondang river															
2.61. Kruwul/Gondang river															
2.62. Kruwul/Gondang river															
2.63. Kruwul/Gondang river															
2.64. Kruwul/Gondang river															
2.65. Kruwul/Gondang river															
2.66. Kruwul/Gondang river															
2.67. Kruwul/Gondang river															
2.68. Kruwul/Gondang river															
2.69. Kruwul/Gondang river															
2.70. Kruwul/Gondang river															
2.71. Kruwul/Gondang river															
2.72. Kruwul/Gondang river															
2.73. Kruwul/Gondang river															
2.74. Kruwul/Gondang river															
2.75. Kruwul/Gondang river															
2.76. Kruwul/Gondang river															
2.77. Kruwul/Gondang river															
2.78. Kruwul/Gondang river															
2.79. Kruwul/Gondang river															
2.80. Kruwul/Gondang river															
2.81. Kruwul/Gondang river															
2.82. Kruwul/Gondang river															
2.83. Kruwul/Gondang river															
2.84. Kruwul/Gondang river															
2.85. Kruwul/Gondang river															
2.86. Kruwul/Gondang river															
2.87. Kruwul/Gondang river															
2.88. Kruwul/Gondang river															
2.89. Kruwul/Gondang river															
2.90. Kruwul/Gondang river															
2.91. Kruwul/Gondang river															
2.92. Kruwul/Gondang river															
2.93. Kruwul/Gondang river															
2.94. Kruwul/Gondang river															
2.95. Kruwul/Gondang river															
2.96. Kruwul/Gondang river															
2.97. Kruwul/Gondang river															
2.98. Kruwul/Gondang river															
2.99. Kruwul/Gondang river															
2.100. Kruwul/Gondang river															
2.101. Kruwul/Gondang river															
2.102. Kruwul/Gondang river															
2.103. Kruwul/Gondang river															
2.104. Kruwul/Gondang river															
2.105. Kruwul/Gondang river															
2.106. Kruwul/Gondang river															
2.107. Kruwul/Gondang river															
2.108. Kruwul/Gondang river															
2.109. Kruwul/Gondang river															
2.110. Kruwul/Gondang river															
2.111. Kruwul/Gondang river															
2.112. Kruwul/Gondang river															
2.113. Kruwul/Gondang river															
2.114. Kruwul/Gondang river															
2.115. Kruwul/Gondang river															
2.116. Kruwul/Gondang river															
2.117. Kruwul/Gondang river															
2.118. Kruwul/Gondang river															
2.119. Kruwul/Gondang river															
2.120. Kruwul/Gondang river															
2.121. Kruwul/Gondang river															
2.122. Kruwul/Gondang river															
2.123. Kruwul/Gondang river															
2.124. Kruwul/Gondang river															
2.125. Kruwul/Gondang river															
2.126. Kruwul/Gondang river															
2.127. Kruwul/Gondang river															
2.128. Kruwul/Gondang river															
2.129. Kruwul/Gondang river															
2.130. Kruwul/Gondang river															
2.131. Kruwul/Gondang river															
2.132. Kruwul/Gondang river															
2.133. Kruwul/Gondang river															
2.134. Kruwul/Gondang river															
2.135. Kruwul/Gondang river															
2.136. Kruwul/Gondang river															
2.137. Kruwul/Gondang river															
2.138. Kruwul/Gondang river															
2.139. Kruwul/Gondang river															
2.140. Kruwul/Gondang river															
2.141. Kruwul/Gondang river															
2.142. Kruwul/Gondang river															
2.143. Kruwul/Gondang river															
2.144. Kruwul/Gondang river															
2.145. Kruwul/Gondang river															
2.146. Kruwul/Gondang river															
2.147. Kruwul/Gondang river															
2.148. Kruwul/Gondang river															
2.149. Kruwul/Gondang river															
2.150. Kruwul/Gondang river															
2.151. Kruwul/Gondang river															
2.152. Kruwul/Gondang river															
2.153. Kruwul/Gondang river															
2.154. Kruwul/Gondang river															
2.155. Kruwul/Gondang river															
2.156. Kruwul/Gondang river															
2.157. Kruwul/Gondang river															
2.158. Kruwul/Gondang river															
2.159. Kruwul/Gondang river															
2.160. Kruwul/Gondang river															
2.161. Kruwul/Gondang river															
2.162. Kruwul/Gondang river															
2.163. Kruwul/Gondang river															
2.164. Kruwul/Gondang river															
2.165. Kruwul/Gondang river															
2.166. Kruwul/Gondang river															
2.167. Kruwul/Gondang river															
2.168. Kruwul/Gondang river															
2.169. Kruwul/Gondang river															
2.170. Kruwul/Gondang river															
2.171. Kruwul/Gondang river															
2.172. Kruwul/Gondang river															
2.173. Kruwul/Gondang river															
2.174. Kruwul/Gondang river															
2.175. Kruwul/Gondang river															
2.176. Kruwul/Gondang river															
2.177. Kruwul/Gondang river															
2.178. Kruwul/Gondang river															
2.179. Kruwul/Gondang river															
2.180															

表-3.2.1 浚渫システム調達のためのシステム比較

	工法	可搬性	地形 (底幅)	浚渫深度	土質	本工事への 適用の可能性	備考
1	ドラグサクション浚渫船(大型)	×	×			×	最大30mまで浚渫可能
2	ドラグサクション浚渫船(小型)		×	×		×	最大10mまでしか浚渫出来ず
3	非航カッター式浚渫船(大型)	×	×			×	
4	非航カッター式浚渫船(小型)		×	×		×	約15mぐらいまでしか浚渫出来ず
5	非航舷側積み込みポンプ浚渫船	×	×			×	
6	非航カッタレスポンプ浚渫船		×			×	
7	エゼクタ浚渫船		×			×	大深度用、連続的な浚渫困難
8	マイクروطンブ浚渫船		×	×		×	
9	バケット浚渫船	×			×	×	
10	デイッパ浚渫船	×				×	
11	バックホー浚渫船			×		×	
12	グラブ浚渫船	×			×	×	
13	台船+バックフオー			×	×	×	小規模の浚渫に適さない
14	台船+ドラッグライン		×			×	
15	台船+クレーン(サンドポンプ)						
16	台船+クレーン(グラブバケット)						細粒土砂に対する浚渫効率はポンプ船に比し劣る
17	ハイドロタイプ (クレーン+Hydro-Jパイプ含む)						

表-3.2.2 排砂システムの年間維持管理費概算(非航カタレスポンプ浚渫船、サンドポンプ)

項目	単位	数量	単価 (比°ア)	金額 (千比°ア)	円換算 (千円)
1. 労務費					
1) 高級船員(4)	*1 人日	1,264	95,000	120,080	1,334
2) 普通船員(8)	*2 人日	2,528	30,000	75,840	843
3) 普通作業員(2)	*3 人日	400	29,000	11,600	129
2. 材料費					
1) 重油	*4 リットル	150,000	2,100	315,000	3,500
2) 油脂類	リットル	4,500	22,500	101,250	1,125
3. 機械費					
1) 浚渫船維持修理費	*5 年	1		929,070	10,323
2) タグボート維持修理費	*6 年	1		150,102	1,668
3) パイプライン維持修理費	*7 年	1		37,800	420
合計				1,740,742	19,342

Note: 積算時点： 2001年6月。換算レート： 1円=90比°ア。

- *1: 高級船員の人工数= 4人 x (200日 + 11日/月 x 10月) + 2人 x 12日= 1,264人日
- *2: 普通船員の人工数= 8人 x (200日 + 11日/月 x 10月) + 4人 x 12日= 2,528人日
- *3: 普通作業員の人工数= 2人 x 200日= 400人日、排砂管の保守点検
- *4: 重油の年間消費量(リットル)= 75 リットル/hr x 10 hr/日 x 200日= 150,000
- *5: 浚渫船の年間維持修理費= 222,000,000円 x 135% / 18年= 16,650,000円
これは、H.12年度建機損料算定表から推算したもので、日本人の人件費を想定した金額になっている。この内訳は、「交換部品費が6割、交換手間賃が4割」と考えると交換手間賃は6,660,000円となる。この交換手間賃をインドネシア国内価格に換算する。人件費の比率は日本人1円に対しインドネシア人1/50円であること、および労務歩掛りは日本人1人に対しインドネシア人2.5人であると想定する。インドネシア国内の交換手間賃= 6,660,000円 / 50 x 2.5= 333,000円となり、6,660,000円に対し6,327,000円の減額となる。よって、浚渫船の年間維持修理費= 16,650,000円 - 6,327,000円= 10,323,000円 = 929,070,000比°ア
- *6: タグボートの年間維持修理費= 26,900,000円 x 220% / 22年= 2,690,000円
前述*5と同じ手法で、この維持修理費の人件費部分をインドネシア人の労務費に置きかえると、タグボートの年間維持修理費= 2,690,000円 - 1,022,200円= 1,667,800円 = 150,102,000比°ア
- *7: パイプラインの年間維持修理費= 84,000円 x 200 x 15% / 6年= 420,000円 = 37,800,000比°ア

表-3.2.3 排砂システムの年間維持管理費概算(hidroパイプ)

項目	単位	数量	単価 (円/ア)	金額 (千円/ア)	円換算 (千円)
1. 労務費					
*1 普通作業員	*1 人日	1,000	29,000	29,000	322
2. 材料費					
*2 重油	*4 リットル	87,620	2,100	184,002	2,044
合計				213,002	2,367

Note: 積算時点： 2001年9月。換算レート： 1円= 90円/ア。

*1: 普通作業員の人工数= 5人 x 200日= 1,000人日、排砂管の保守点検

*2: 0.584l/kWh X 75kW=43.8l/h

重油の年間消費量(リットル)= 43.81 リットル/hr x 10 hr/日 x 200日= 87,620

表-3.2.4 緊急浚渫のためのシステム比較

	工法	調達の容易性	可搬性	地形 (底幅)	浚渫深度	土質	塵芥	本工事への 適用の可能性	備考
1	ドラグサクション浚渫船(大型)	×	×	×			×	×	最大30mまで浚渫可能。
2	ドラグサクション浚渫船(小型)	×		×	×		×	×	最大10mまでしか浚渫出来ず。
3	非航カッター式浚渫船(大型)		×	×			×	×	
4	非航カッター式浚渫船(小型)			×	×		×	×	約15mぐらいまでしか浚渫出来ず。
5	非航舷側積み込みポンプ浚渫船		×	×			×	×	
6	非航カッタレスポンプ浚渫船	×		×			×	×	
7	エゼクタ浚渫船			×			×	×	大深度用、連続的な浚渫困難
8	マイクロナブ浚渫船			×	×		×	×	
9	バケット浚渫船		×			×	×	×	
10	ディップー浚渫船	×	×				×	×	
11	バックホー浚渫船		×		×		×	×	
12	グラブ浚渫船					×		×	
13	台船 + バックフオー				×	×		×	
14	台船 + ドラッグライン			×			×	×	
15	台船 + クレーン (サンドポンプ)						×		
16	台船 + クレーン (グラブバケット)								細粒土砂に対する浚渫効率にはポンプ船に比し劣る
17	ハイドロシステム台船(クレーン + Hydro-Jパイプ含む)	×					×	×	実績が少ない。

注) : 容易または可能、 : やや困難または辛うじて可能、 × : 困難または不可能。「施工の可能性」欄は、または×とした。

注) Hydro-Jパイプとは、ノルウェーで開発された特許工法で、低部にスロット孔を設けたパイプの先端部を"J"字に曲げたものにポンプまたはサイフォン機構により吸引力を与え、スロット部から土砂を吸上げるもの。日本では「宏和エンジニアリング」が日本国内の特許を有している。本方式は、塵芥の除去は別として、浚渫工法として技術的に十分可能でコストも小さくて済む。しかし、設計・製作に時間を要すること、およびダム貯水池での排砂実績がいまだない事から本工事への適用の可能性は無いとした。

表 -3.4.1 プラントス水公団ソロ支店運営費シミュレーション

番号	項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005
I.	収入	10 ⁶ Rp.	3,925	4,294	5,239	5,733	7,061
1.1	水代	10 ⁶ Rp.	3,080	3,353	4,191	4,565	5,757
a.	生産量						
	電気	10 ³ kWh	57,365	57,365	57,365	57,365	57,365
	上水	10 ³ m ³	5,632	6,420	7,208	7,997	8,785
	工業用水	10 ³ m ³	30,945	34,040	37,444	41,188	45,307
b.	単価						
	電気	Rp/kWh	15.00	15.75	16.54	17.36	18.23
	上水	Rp/m ³	40.25	40.25	48.30	48.30	57.96
	工業用水	Rp/m ³	64.40	64.40	77.28	77.28	92.74
c.	水代収入						
	電気	10 ⁶ Rp.	860	903	949	996	1,046
	上水	10 ⁶ Rp.	227	258	348	386	509
	工業用水	10 ⁶ Rp.	1,993	2,192	2,894	3,183	4,202
1.2	その他の収入	10 ⁶ Rp.	845	941	1,048	1,168	1,304
	観光	10 ⁶ Rp.	108	130	156	187	225
	機材レンタル	10 ⁶ Rp.	145	160	176	194	213
	建設	10 ⁶ Rp.	-	-	-	-	-
	コンサルタント	10 ⁶ Rp.	58	64	70	77	85
	地代	10 ⁶ Rp.	534	587	646	711	782
II.	支出	10 ⁶ Rp.	4,480	4,989	5,519	6,086	6,724
	維持管理費	10 ⁶ Rp.	2,332	2,610	2,886	3,190	3,527
	給与	10 ⁶ Rp.	1,288	1,417	1,559	1,715	1,886
	旅費	10 ⁶ Rp.	242	266	293	322	354
	一般	10 ⁶ Rp.	175	193	212	233	256
	マーケティング	10 ⁶ Rp.	27	30	33	36	40
	減価償却	10 ⁶ Rp.	101	120	142	147	163
	社会活動	10 ⁶ Rp.	50	55	61	67	73
	事業費	10 ⁶ Rp.	139	160	183	209	241
	教育訓練	10 ⁶ Rp.	50	55	61	67	73
	流域保全	10 ⁶ Rp.	75	83	91	100	110
III.	差し引き残高(II-I)	10 ⁶ Rp.	-555	-695	-280	-352	337
IV.	他の収入	10 ⁶ Rp.	806	886	985	1,083	1,206
	銀行利子等	10 ⁶ Rp.	79	86	105	115	141
	国からの給与	10 ⁶ Rp.	728	800	880	968	1,065
V.	他の支出	10 ⁶ Rp.	2	2	2	3	3
	銀行手数料等	10 ⁶ Rp.	2	2	2	3	3
VI.	差し引き残高(IV-V)	10 ⁶ Rp.	804	884	983	1,080	1,204
VII.	税引き前残高(III+VI)	10 ⁶ Rp.	249	190	703	728	1,541
VIII.	税金	10 ⁶ Rp.	66	48	202	210	454
IX.	税引き後残高	10 ⁶ Rp.	183	141	501	519	1,087

注) 個々のデータは、ソロ河流域総合開発及び管理計画レポート,2001年4月と24インフラストラクチャーリハビリプロジェクトに関するSAPSレポート,2001年7月

表 4.1.1 協力対象事業実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
<p>1. ウオノギリ多目的ダム取水口付近の堆砂により取水障害が発生しており、EL.130m 以下の貯水池運用が出来ない。 この状態を放置しておくとも後2.5年程度で取水口が閉塞し、ウオノギリ発電所の停止、ウオノギリ灌漑地区での米の減産が発生する。 特に米の減産は、国家政策である食料の安全保障といった観点から大きな問題である。</p>	<p>ゲート・バルブの点検補修 取水口前面の 251,000m³ の緊急浚渫の実施</p>	<p>取水口前面を浚渫することにより、5年延命が図られる。 この間の年間計画発生電力量、米の生産量の現状維持が図れる。</p>
<p>2. 貯水池へ雨期には土砂と共に多くの塵芥（農作物の茎、小枝等）が流入しておりこれらが沈降し取水口前面のスクリーンに絡みつき土砂をこの前面に溜めている。これにより、スクリーンには土圧が作用し強度的に非常に危険な状態となっている。 もし土圧でスクリーンが破壊した場合、直下流の発電所の発電機の破損の可能性が高く、また取水トンネルが土砂で閉塞することにより、下流への用水補給が不可能となる。</p>	<p>網場の設置</p>	<p>洪水吐きから流水を用いた塵芥の除去並びに人力による網場周辺の塵芥除去により、取水口前面スクリーンに絡みつく塵芥を防ぎ、取水口閉塞を避けスムーズな取水が可能となる。</p>
<p>3. 本プロジェクトは、あくまでも緊急対策であるため抜本的対策が必要であり、この対策が取られない場合また今回と同様な問題が発生する。</p>	<p>GPS 付き深淺測量機材の調達</p>	<p>持続的なモニタリングをとおし、貯水池の堆砂状況を経年的に把握し今後の抜本的対策策定時の資料として有効に活用できる。</p>