

ガイアナ共和国

農業省国家排水灌漑庁

ガイアナ共和国
第二次東デメララ貯水池修復計画
事業化調査報告書
(和文) 簡易製本版

平成 25 年 10 月
(2013 年)

独 立 行 政 法 人
国 際 協 力 機 構 (J I C A)

株式会社 三祐コンサルタンツ

資金
JR(先)
13-013

序 文

独立行政法人国際協力機構(JICA)は、ガイアナ共和国に「第2次東デメララ貯水池修復計画」にかかる事業化調査を実施し、平成25年3月5日から同3月26日に渡り現地調査を実施しました。

現地調査では、ガイアナ国政府関係者と協議を行うとともに、現地状況の把握を行いました。これらの成果を踏まえ国内作業を行い、ここに本報告書の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頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成25年10月

独立行政法人 国際協力機構
資金協力業務部
部長 坂田 章吉

要 約

1. ガイアナ国の概要

ガイアナ共和国（以下、「ガ」国という）の総人口は 762,300 人（「ガ」国統計局データ(2013 年)）であり、面積 215 千 km² の国土は大西洋岸の肥沃な沿岸平野、これに続く低丘陵地帯、内陸部の熱帯雨林、及び高原サバンナ帯に区分される。沿岸平野は地盤標高が平均海面下 2m という低平地となっており、国土面積の 6%を占めるに過ぎないが、人口の 90%、農業生産の 50%が集中している。

気候はケッペンの気象分類による熱帯雨林、熱帯モンスーン、熱帯サバンナとなり、年間平均降水量は沿岸平野部において 2,300mm、熱帯雨林地域では 3,000mm と非常に多い。首都ジョージタウンの年間平均気温は摂氏 27.3 度で年較差は小さい。

「ガ」国の GDP 総額は約 5,707.7 億ガイアナドル（28.5 億米ドル（世銀ウェブサイト/GDP/<http://data.worldbank.org/country/Guyana/2013.7.17>））、1 人当たり GDP 約 748,700 ガイアナドル（3,740 米ドル）である。2007 年から 2012 年までの平均実質 GDP の増加率は 4.5%と、着実に経済発展を遂げてきている。GDP の内訳は第一次産業 18.7%（農業 13.7%）、第二次産業 27.7%、第三次産業 57.5%（「ガ」国統計局データ(2012 年)）となっている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ガ」国は、気候変動に適応するため、国家気候変動適応政策（2002 年）の中で気候変動による近年の雨量増加や平均潮位の上昇等の影響に適応するための方策を掲げている。同政策の下で、世界銀行や米州開発銀行の支援を受け、海岸堤防整備等を中心として防災施策を実施してきた。また、農業省（MOA）の国家灌漑排水庁（NDIA）、市民防災委員会、河川海洋防衛部、土地測量委員会を中心に低炭素開発戦略（2009 年 6 月）を推進しようとしている。貧困削減戦略文書（2002 年）では、排水及び灌漑施設の整備は「ガ」国の経済成長を担保するためには不可欠であるとしている。

東デメララ貯水池は、首都ジョージタウンの南方に位置する 19 世紀に建設された堤体延長約 65km からなる貯水池であり、堤体、貯水池内水路、放流施設、取水施設等を有し、NDIA により管理されている。東デメララ貯水池は、集水面積は約 580km²、湛水面積約 460km² と広大であり、首都圏に流入する洪水を貯留することにより首都圏を洪水から守る防災機能を有するほか、下流部の約 17,900ha の農地への灌漑水供給及び首都への飲料水供給（給水人口約 36 万人の 40%分相当を負担）の水源施設としても機能し、首都圏の多目的な水資源管理の要となっている。

しかしながら、気候変動の影響と見られる近年の不安定な降雨状況一極端な長雨、

集中豪雨一に対し、貯水池の貯留能力、排水能力が不十分であったため、洪水被害が頻発する状況となった。洪水被害は 2005 年、06 年、09 年に発生したが、中でも 2005 年の被害が激甚であった。この時の洪水では、貯水池北側堤の所々で天端越流が生じ、堤体の全面崩壊を防ぐために行われたマハイカ川への放流により、その流域で大規模な洪水が発生した。また、首都圏でも、海岸部配置のポンプ場の能力不足等が原因で広範囲な洪水となった。これらの洪水で、首都圏人口の約 40%が被災、GDP の約 60%相当が失われたとされている。「ガ」国政府は、この災害被害発生を受けて国連に災害評価調整チーム（UNDAC）の派遣を要請した。UNDAC は調査報告書(2005 年 2 月)を取りまとめ、短期～中長期に渡る行動計画を示した。これによれば、堤体修復及び機能を停止している放流施設の改修が緊急課題として挙げられ、本事業の対象である付帯施設の修復は、中期行動計画の対象とされている。

「ガ」国政府は、この行動計画に従い世界銀行支援の「貯水池適応プロジェクト」を実施し貯水池修復を進める一方、2008 年に我が国に堤体及び付帯施設修復に対する無償資金協力を要請した。これを受け JICA は、2009 年 7～11 月に「東デメララ貯水池管理施設修復準備調査」（予備調査）（以下、「予備調査」という）を、2010 年 10 月～2011 年 9 月には「東デメララ貯水池修復計画準備調査」（以下、「準備調査」という）を実施し、これら調査に基づき 2012 年に無償資金協力事業「東デメララ貯水池修復計画」を実施し、貯水池の緊急的な修復工事に必要な機材を調達するための資金の供与を行った。

その後、施設改修を主とする無償資金協力事業「第 2 次東デメララ貯水池修復計画」の実施が決定され、2011 年 9 月 6 日に交換公文（E/N）及び贈与契約（G/A）が署名され、詳細設計が着手されていた。

しかしながら、「第 2 次東デメララ貯水池修復計画」担当コンサルタントが本計画の入札関連業務及び施工監理業務を辞退することとなったため、本事業化調査を行い、現地状況の変化の有無、積算の見直し及び実施工程の見直しを含む設計の照査と概略事業費の再積算を行うこととなった。

以上の背景を踏まえ、JICA は、2013 年 3 月 5 日から 3 月 26 日までの間、事業化調査団を「ガ」国に派遣した。本事業は、「ガ」国政府が進めている貯水池修復事業に沿うものであり、気候変動対策の一環としても位置づけられるが、具体的効果として、首都圏及び同周辺部低地における安定的な水資源の供給、洪水被害の軽減が期待できる。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

調査により、上記世界銀行の「貯水池適応プロジェクト」の進展による前回調査時点からの状況変化、洪水から一定時間経過後の護岸工の状況が確認されたことから、

修復内容及び工法を見直すこととした。

(1) 調査結果の概要と設計方針

1) 取水施設

現地調査の結果、取水施設本体が構造的欠陥を有し、「堤体の弱部」になっている場合があることを確認した。このような取水工^{*注-1}については、全体を新設する形で抜本的に改良する。

- ・ アンズ・グローブ取水工幹線水路がホープ・ドックフォー放水路で切断されたため、その呑み口（流入側）をホープ・ドックフォー放水路の右岸に移動させることが必要となった。一方、シャンクス取水工本体の抜本的改修の必要性が明らかとなったため、アンズ・グローブ取水工呑み口をシャンクス取水工に併設して全体を新設することとした。
- ・ 改修対象として取り上げられたリベットメント（木杭護岸工）の全てにおいて、木杭護岸自体は朽ち果てた状態にあるものの、護岸工の背面の盛土あるいは地山は落ち着いた状態にあることが判明した。従って、護岸工は、現状に適した保護工の種類とし、必要性や緊急性の高い箇所を優先的に修復する。

2) 放流施設

- ・ 放流施設については、「放流能力の改善」を第一義として考え、放流工^{*注-2}の修復対象を検討する。

(2) 修復・改修対象

施設の重要度及び改修の必要性を考慮し、「ガ」国側から要請された施設の修復・改修について、下表-1のとおり見直しを行い、下表-2のとおり、必要性及び緊急性の点から優先順位を与えるものとする。

表-1 修復計画の見直し

施設名	原修復計画	見直し結果
マドゥニ放流工	既設放流工の改修（放流ゲートの取替え） 流入側、流出側擁壁 ^{*注-3} （木杭護岸工）の改修 堤体盛土の修復 背面盛土の造成	既設放流工の改修（放流ゲートの取替え） 流入側法面保護工の改修による法止め機能と法面保護機能の回復（背面盛土の整形・造成を含む） 流出側は自立地山斜面のため不要
サラ・ジョアンナ放流工	流入側擁壁（木杭護岸工）の改修 排水管の付替え	流入側法面保護工の改修（修復範囲の見直し） フルーム水路改修
アンズ・グローブ取水工	呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 堤体盛土の改良	シャンクス取水工に併設改修、既存施設の埋戻し処理

*注-1；「準備調査」では「取水口」と表現されていたが、本報告書では計画の見直しを踏まえ、対象施設全体を指し示す表現として「取水工」を用いる。

*注-2；「準備調査」では「排水門」と表現されていたが、上記同様の理由により「放流工」とする。

*注-3；「準備調査」では「擁壁」とのみ表現されていたが、今回の現地調査で擁壁で支持されるべき斜面が自立状態で安定していることが判明したため、「法面保護工」と表現を改める。

ホープ取水工	取水工扉ガイドの改修 呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 取水工本体構造（擁壁部）の延長 堤体盛土の改良 パイピング防止止水工	取水工全体新設、既存施設の埋戻し処理
アナンデール取水工	取水扉の部分改修 呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 背面盛土の造成	扉から少量の漏水あるものの、修復不要と判断 呑み口側法面保護工の改修（背面盛土の整形・造成を含む） 吐口側斜面は自立・植生被覆で安定しているため修復不要
ナンシー取水工	呑口側・吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 背面盛土の造成	呑み口側法面保護工の改修による法止め機能と法面保護機能の回復（背面盛土の整形・造成を含む） 吐口側は自立・植生被覆で安定しているため修復不要
シャンクス取水工	計画に含まれていない	アンズ・グローブ併設に伴い、取水工全体新設、既存施設の埋戻し処理

表－２ 改修対象構造物とその優先順位

施設	修復対象	優先順位
シャンクス取水工 (アンズ・グローブ取水工)	取水工全体新設（既存施設の埋戻し処理）	1
	アンズ・グローブ取水工の既存施設の埋戻し処理	
ホープ取水工	取水工全体新設（既存施設の埋戻し処理）	2
サラ・ジョアンナ 放流工	フルーム水路（既存狭小水路）の拡幅改修	3
	法面保護工の改修	5
マドゥニ 放流工	放流ゲートの取替え	4
	法面保護工の改修（背面盛土の整形・造成を含む）	6
ナンシー 取水工	法面保護工の改修（背面盛土の整形・造成を含む）	7
アナンデール取水工	法面保護工の改修（背面盛土の整形・造成を含む）	8

(3) 適用工法

適用工法に関しては、当初、改修施設周辺の土質性状に適した地盤改良工法及びソイルセメント工法を提案した。ただし、ガイアナ国側より従来工法の採用に強い意向が示され、これを受け再検討した結果、環境への配慮を含めたガイアナ国内での工法の適用可能性、持続可能性等を考慮した結果、以下の工法を適用する方針に変更した。

(a) 取水施設改修

取水工全体の新設となるシャンクス取水工及びホープ取水工は、堤体を横断する形で堤体内に敷設される。軟弱地盤上の埋設構造物となるため、沈下対策として杭基礎工法を採用する。

また、構造物周囲の浸透流に対する安全性を高めるため、取水工上下流端にシートパイル、導水路に止水壁を設ける。

(b) サラ・ジョアンナ放流工

サラ・ジョアンナ調節水門*注-4への放流路上に横断道路の橋脚をかねて設置されたコンクリートフルーム水路の水路幅が狭く、狭窄部となって流水阻害の原因になっていることが明らかとなったので、これを拡幅改修する。

(c) 取水施設、放流施設回りの法面保護工

現地調査の結果、木杭・木製矢板が朽ち果てている一方でコンクリート構造物には異常が見られなかったため、法面保護工のみの修復とする。耐久性・経済性を考慮し、木杭護岸工を採用する。

(4) ソフトコンポーネント

ソフトコンポーネントについては、現地調査結果をもとに内容を変更する。準備調査時に計画された維持管理能力の向上に関する取り組みにかわり、「洪水期制限水位設定による貯水池の安全管理」手法の紹介を行い、将来的な貯水池安全管理に寄与する内容とする。

(a) 東デメララ貯水池運用上での洪水期制限水位設定準備

東デメララ貯水池の修復事業の急速な進展の一方、放流施設の運用基準が実情に即しておらず、貯水池運用上でのソフト面から安全性を高めるための手法として、洪水期制限水位設定手法の技術的紹介等を行い、将来、これを行うための基礎情報の収集を行うものとする。

*注-4；サラ・ジョアンナ放流工は、サラ・ジョアンナ放水路とサラ・ジョアンナ調節水門、さらにデメララ川への下流放水路からなる。サラ・ジョアンナ放水路は、旧クニア放水路に接続された放水路で、接続点と調節水門部を結んでいる。調節水門は、デメララ川からの河川水の逆流を防ぐためのものである。

4. プロジェクトの評価

本プロジェクトの実施により、マドゥニ、サラ・ジョアンナ放流工改修による放流能力強化、ホープ取水工等の改修による堤体弱部の解消及び灌漑用水の安定供給等が期待される。これらの成果は、東デメララ貯水池の安全性強化に大きく貢献し、当貯水池下流に居住する市民に幅広く裨益するものであり、民生の安定や生活の改善に寄与することから、我が国の無償資金協力の対象として妥当である。

また、ソフトコンポーネントで計画されている「洪水期制限水位設定による貯水池の安全管理」手法の紹介は、貯水池運用のソフト面からの安全性強化をめざしたものであり、海面上昇の影響、降雨強度の増加傾向を考えれば、気候変動に対応した貯水池の管理において意義を有するものと評価される。

事業化調査報告書目次

序文

要約

目次

調査地域位置図／完成予想図／現況写真

図表リスト／語彙集

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	1-3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	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 NDIA の組織・人員	2-1
2-1-2 東デメララ貯水池（EDWC）の管理体制	2-2
2-1-3 NDIA の予算	2-3
2-1-4 NDIA の能力／技術水準	2-4
2-1-5 既存施設	2-5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-7
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-7
2-2-2 自然条件	2-8
2-2-3 東デメララ貯水池の概要	2-14
2-2-4 東デメララ貯水池の維持管理・運用状況	2-16
2-2-5 貯水池周辺の状況	2-20
2-3 環境社会配慮	2-21
2-3-1 環境社会配慮関連手続き	2-21
2-3-2 スクリーニング	2-22
2-3-3 スコーピング	2-22
2-3-4 主な環境社会影響の回避・緩和策	2-24
2-3-5 モニタリング計画	2-25
2-3-6 環境社会配慮に係るプロジェクトの総合評価	2-25
2-4 気候変動に対する課題	2-26

2-4-1 降雨パターンの変動	2-26
2-4-2 沿岸海水面の上昇	2-26
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 上位計画とプロジェクトの目標	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要	3-1
3-1-3 現地調査結果及び協力対象内容の見直し	3-3
3-1-3-1 原計画の協力対象	3-3
3-1-3-2 現地踏査	3-4
3-1-3-3 取水工改修・修復履歴調査	3-17
3-1-3-4 取水工現況施設諸元確認調査	3-18
3-1-3-5 現状況と既設計内容の間の整合性の確認	3-19
3-1-3-6 ホープ・ドックフォー放水路完成後における放流施設修復の必要性について	3-20
3-1-3-7 クラウンダムとホープ・ドックフォー放水路の関係	3-20
3-1-3-8 原計画の見直し及び優先順位	3-22
3-2 協力対象事業の概略設計	3-24
3-2-1 設計方針	3-24
3-2-1-1 基本方針	3-24
3-2-1-2 工法選定経緯	3-25
3-2-1-3 改修対象付帯施設	3-27
3-2-1-4 設計方針	3-27
3-2-1-5 設計基準及び施工方法、資材、機材の選定要領	3-28
3-2-1-6 運営・維持管理	3-28
3-2-2 施設計画	3-28
3-2-2-1 取水・放流施設の改修	3-28
3-2-2-2 法面保護工（護岸工）の改修	3-30
3-2-2-3 既存施設の始末	3-34
3-2-3 概略設計図	3-35
3-2-4 施工計画	3-52
3-2-4-1 施工方針	3-52
3-2-4-2 調達上の留意事項	3-57
3-2-4-3 施工区分	3-57
3-2-4-4 施工監理計画	3-58
3-2-4-5 品質管理計画	3-60
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-61
3-2-4-7 ソフトコンポーネント計画	3-63
3-2-4-8 実施工程	3-65

3-3 相手国側負担事業の概要	3-66
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-66
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-68

第4章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 プロジェクトの前提条件	4-1
4-1-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件	4-2
4-2 プロジェクトの評価	4-3
4-2-1 妥当性	4-3
4-2-2 有効性	4-4

[資料]

資料-1 調査団員・氏名	1
資料-2 調査行程	1
資料-3 関係者（面会者）リスト	2
資料-4 討議議事録（M/D）	3
資料-5 Technical Note	7
資料-6 ソフトコンポーネント計画書	13
資料-7 その他の資料・情報（面談メモ）	18
資料-8 護岸工の検討	22
資料-9 杭基礎の検討	40
資料-10 地盤改良・ソイルセメント工法の検討	44

[図リスト]

図 1-4-1 クニア（Cuhnia）放水路平面計画図	1-7
図 1-4-2 放水路標準断面図	1-8
図 1-4-3 デメララ川側調節工水路平面図	1-8
図 1-4-4 調節工ゲート正面図	1-8
図 2-1-1 NDIA 組織図（農業省国家排水灌漑庁）	2-1
図 2-1-2 東デメララ貯水池維持管理組織・組織図及び人員配置	2-3
図 2-1-3 ワークショップ組織図	2-4
図 2-2-1 ガイアナ国地形図	2-8
図 2-2-2 東デメララ貯水池衛星画像	2-9
図 2-2-3 ジョウジタウン付近の推定地質縦断面図	2-9
図 2-2-4 ガイアナ国と火山	2-10
図 2-2-5 ガイアナ国の地震	2-10

図 2-2-6 ケッペンの気候区分図	2-11
図 2-2-7 世界の風速分布図（7月）	2-11
図 2-2-8 降雨量の変化	2-12
図 2-2-9 東デメララ貯水池の概要－1	2-14
図 2-2-10 東デメララ貯水池の概要－2	2-15
図 2-4-1 ジョージタウンの潮位変化予報	2-27
図 3-1-1 貯水池側調節工・平面配置計画	3-12
図 3-1-2 貯水池側調節工・正面図	3-13
図 3-1-3 海岸側調節工・概要図	3-14
図 3-1-4 クラウンダムとホープ・ドックフォー放水路の交差	3-21
図 3-1-5 改修対象附帯施設位置図	3-23
図 3-2-1 プロジェクト実施フロー	3-52
図 3-2-2 プロジェクト実施体制	3-52
図 3-4-1 東デメララ貯水池維持管理組織・組織系統図	3-67

[表リスト]

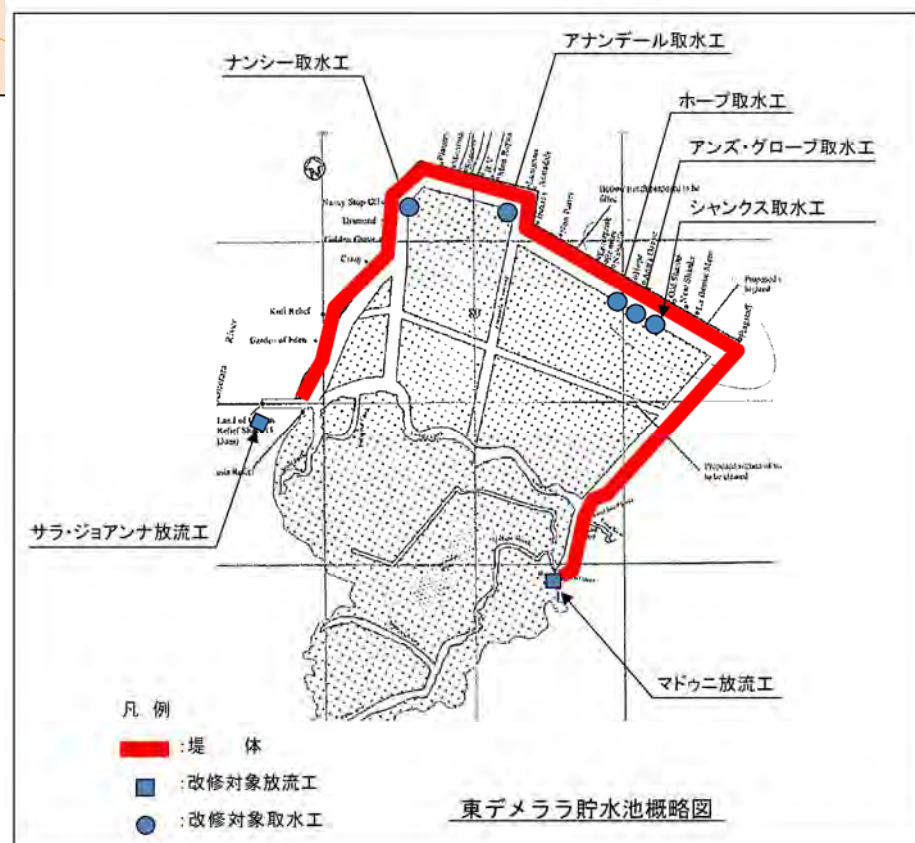
表 1-1-1 UNDAC 提案の取り組み計画 (Action Plan)	1-2
表 1-3-1 我が国の技術協力の実績 (気候変動対策関連分野)	1-5
表 1-3-2 我が国無償資金協力実績 (気候変動対策関連分野)	1-5
表 1-4-1 他ドナー国・国際機関による援助実績 (気候変動対策関連分野)	1-5
表 2-1-1 NDIA および EDWC の予算	2-3
表 2-2-1 アクセス状況調査結果総括	2-7
表 2-2-2 貯水池諸元一覧表	2-15
表 2-2-3 東デメララ貯水池 (EDWC) 放流工ゲート操作規	2-16
表 2-2-4 ラマ (Lama) 放流ゲート運用規則	2-19
表 2-3-1 環境影響評価法上での当プロジェクトの位置付け	2-21
表 2-3-2 スコーピング チェックリスト	2-22
表 2-3-3 評定「B」環境社会影響項目に対する回避・緩和策	2-24
表 2-3-4 重要な環境社会影響項目に対するモニタリング計画	2-25
表 3-1-1 プロジェクトの概要総括表	3-2
表 3-1-2 原計画時点の協力対象	3-3
表 3-1-3 取水工改修・修復履歴聞き取り調査結果総括表	3-17
表 3-1-4 取水工現況施設諸元確認調査結果総括表	3-18
表 3-1-5 修復対象見直し結果の総括	3-23
表 3-2-1 附帯施設改修基本方針	3-24
表 3-2-2 法面保護工・工法比較検討総括表	3-33
表 3-2-3 調達資材一覧表	3-55
表 3-2-4 木材 Greenheart の特性、強度	3-56

表 3-2-5	ガイアナ森林局木材規格	3-57
表 3-2-6	調達代理機関の業務内容	3-59
表 3-2-7	施工監理コンサルタントの業務内容	3-59
表 3-2-8	附帯施設改修工事・品質管理計画	3-60
表 3-2-9	資材調達計画	3-62
表 3-2-10	特殊建設機械調達事情調査結果（聞き取り）	3-62
表 3-2-11	建設業者保有機械調査	3-63
表 3-2-12	ソフトコンポーネントの成果とその確認方法	3-64
表 3-2-13	業務実施工程表	3-65
表 3-5-1	日本側負担経費	3-68

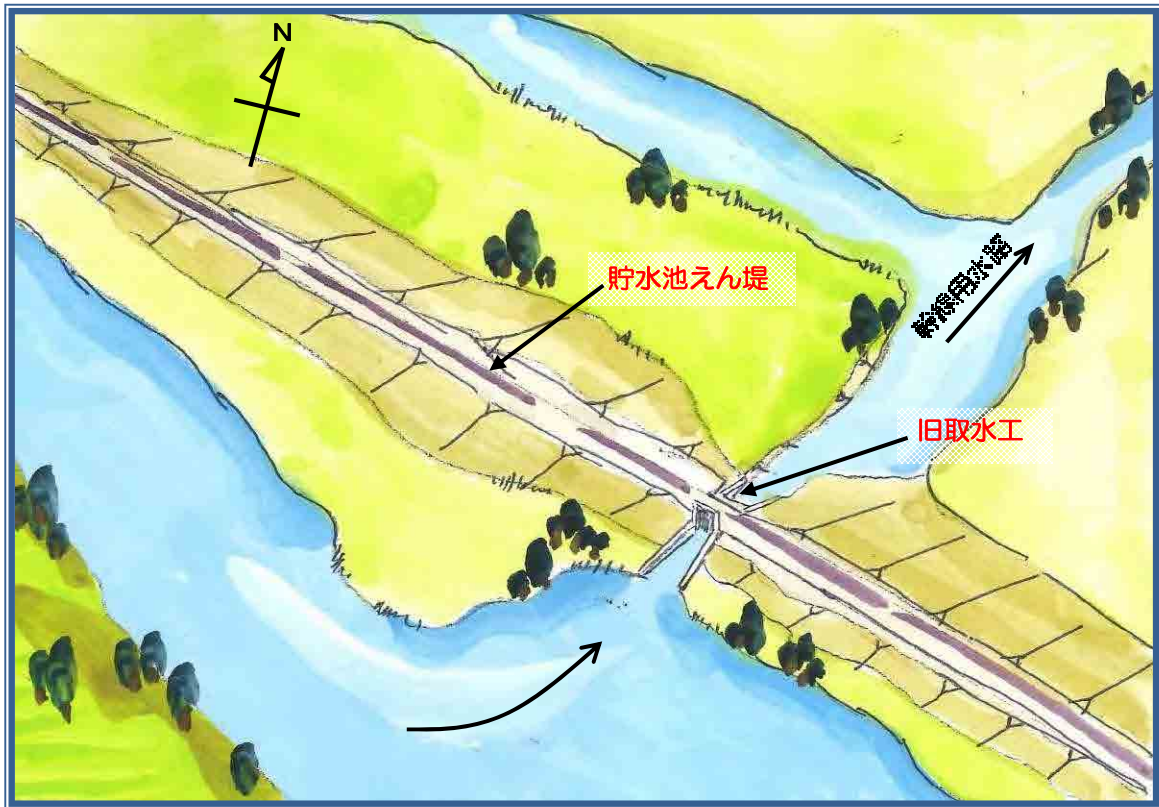
略語一覧

ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会
BS	British Standard	英国規格
CAP	Conservancy Adaptation Project	貯水池適応プロジェクト
DEIA	Detailed Environmental Impact Assessment	詳細環境影響評価
EDWC	East Demerara Water Conservancy	東デメララ貯水池
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMD	Environmental Management Department	環境管理部 (EPA)
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
GD	Georgetown Datum	ジョージタウン基準標点
GWI	Guyana Water Inc.	ガイアナ水道公社
HYDROMET	Hydrometeorology Department	水文気象部 [MOA]
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LCDS	Low Carbon Development Strategy	低炭素開発戦略
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
MSL	Mean Sea Level	中等海水面
NDC	Neighborhood Democratic Council	集落民主会議
NDIA	National Drainage and Irrigation Authority	国家排水灌漑庁
NDS	National Development Strategy	国家開発戦略
NFMS	National Flood Management Strategy	国家洪水管理戦略
RDC	Regional Democratic Council	地域民主会議
SEEC	Strategic Emergency Engineering Committee	戦略的緊急工学技術委員会
UNDAC	United Nations Disaster Assessment and Coordination	国連災害評価調整
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画

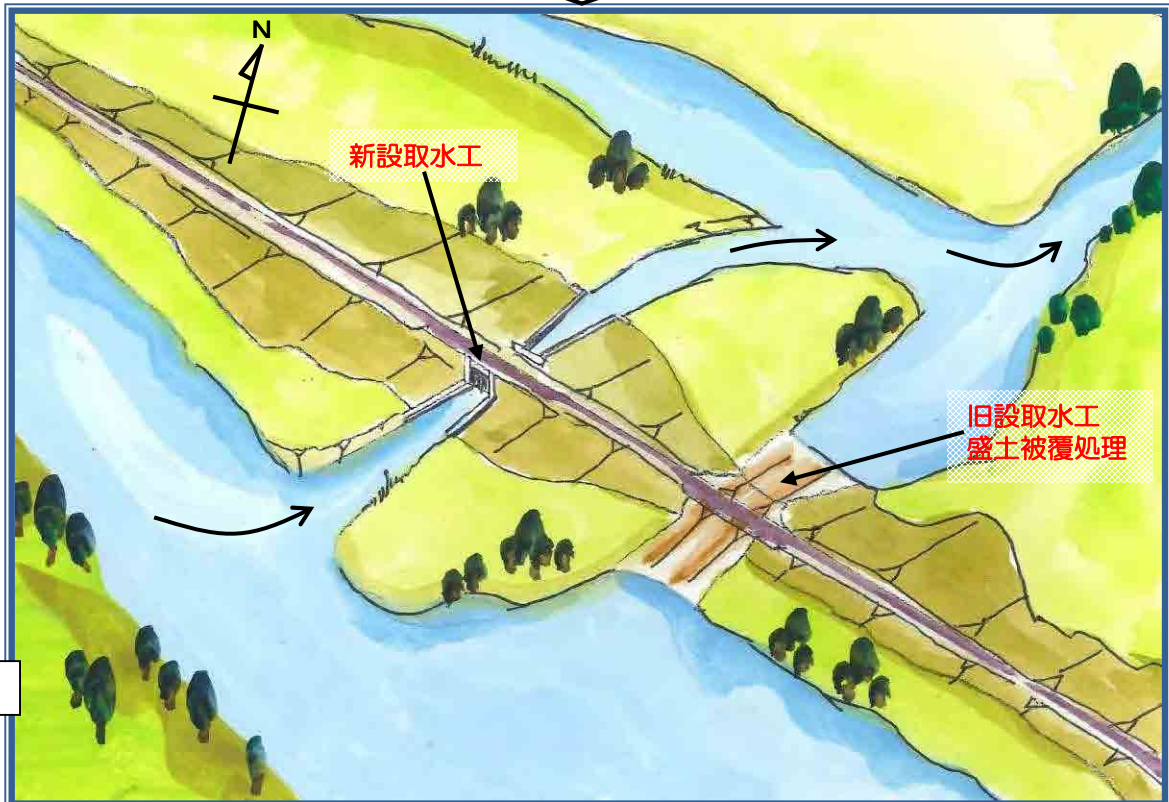
調査地域位置図



完成予想図



既設構造物設置図（現状）



完成予想図（改修後）

写真(1/4)



写真-1 フラグスタッフ管理事務所
宿泊施設を有し、24時間対応の管理事務所となっている。



写真-2 東デメララ貯水池・管理事務所
管理区域ゲート手前の木橋
低床運搬車が大型建設機械積載下で通行できる。



写真-3 フラグスタッフ管理事務所前の資材置場
ホープ・ドックホー放水路建設工事で資材置場として使用されている。



写真-4 マドウニ放流工正面、放流工ゲート～擁壁工
～木杭護岸工



写真-5 マドウニ放流工；朽ち果てた木製護岸工と
背後で自立・安定状態の盛土斜面

写真(2/4)



写真-6 マドゥニ放流工ゲートの漏水状況
経年劣化のために木製ゲートから漏水している。
ゲートの付け替えを行う。



写真-7 マドゥニ放流工附帯施設・護岸工
木製護岸は老朽化しているものの、背面盛土は粘土質でよく締まり安定している。



写真-8 サラ・ジョアンナ放流工の現況
ゲートの老朽化が進んでいたが、「ガ」国で改修が行われ完了しているため改修対象としない。



写真-9 サラ・ジョアンナ放流工への流入側水路
木製護岸工が左岸側の一部に設けられているが水路は未整備状態。水路整備を兼ね、法面保護工を施工する。



写真-10 サラ・ジョアンナ放流工上流のフルーム水路
水路幅が狭く、流水阻害が生じているため、拡幅改修する。



写真-11 フルーム水路の上流側の状況
水草に覆いつくされている。フルーム水路改修時に整形・改善する。

写真(3/4)



写真-12 アンズ・グローブ取水工本体の現況
Hope Dochfour 建設により、施設が機能しなくなったため、取水施設を埋め戻す。



写真-13 アンズ・グローブ取水工付近の堤体
ガ国側による堤体修復工事が完了したところである。取水工埋戻し工事にともない全体的な整形が行われる。



写真-14 シャンクス取水工の現況
木製擁壁工の老朽化が進行している。抜本的改修が実施され、既設取水工は埋戻し処理される。



写真-15 シャンクス取水工・呑口部の状況
取水ゲートは正常に機能しているということであるが、スピンドルが傾いている。



写真-16 シャンクス取水工部の盛土状況
盛土天端幅が狭く、やせている。洪水期の最高水位状態（天端-15cm）では、天端部分が決壊するかもしれない。



写真-17 シャンクス取水工部の盛土状況
呑口部正面右側約 20m 地点で、上流斜面の滑りのために段差が生じている。

写真(4/4)



写真-18 ホープ取水工・呑口側の状況
木製擁壁工の老朽化が進行している。取水工本体の抜本的改修を行い、既設取水工内は埋戻し処理する。



写真-19 ホープ取水工・吐口側の漏水・湧水状況
現既設取水工改修に際し残置した旧取水工の樋管からの漏水ということである。既設取水工の埋戻し処理時に止水矢板により処置する。



写真-20 アナンデール取水工・呑口側の状況
木製護岸工の所在が不明瞭であるが、比較的急峻な盛土斜面は植生に被覆され安定している。



写真-21 アナンデール取水工・吐口側の状況
地山斜面は植生に被覆され安定している。



写真-22 ナンシー取水工・呑口側の状況
コンクリート擁壁に異常は認められない。木製護岸工は朽ち果て原型をとどめないが、斜面は安定している。



写真-23 ナンシー取水工・吐口側の状況
コンクリート擁壁に異常は認められない。木製護岸工は朽ち果て原型をとどめないが、斜面は安定している。

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

東デメララ貯水池 (East Demerara Water Conservancy; EDWC) は首都ジョージタウンの南方に位置する19世紀に建設された堤体延長約65kmから成る貯水池であり、堤体、貯水池内水路、放流工、取水工等の施設が設けられ、農業省 (Ministry of Agriculture; MOA) の国家排水灌漑庁 (National Drainage and Irrigation Authority; NDIA) が管轄している。

同貯水池の集水面積は約580km²である。貯水面積は、貯水面標高がGD. 58.5feet (17.84m)

(GD ; Georgetown Datum, ジョージタウン基準標高 (海拔ゼロメートル=GD. 51.05 feet)) で約460km²、57.5ft (17.53m) のとき約335km²とみなされており、水深1フィートの差で30%に近い貯水面積差が生じる、緩い地形上の貯水池である。

東デメララ貯水池は、激しい降雨時に首都圏に流下する水量を調整し洪水を防止する機能を有しているほか、周辺の約17,900haの農地の灌漑、首都の飲料水源 (給水人口約36万人の水源の約4割に相当) を担い、首都圏の多目的な水資源利用の要としての役割を果たしている。

しかしながら、気候変動の影響とみられる近年の降雨強度の激化に対する貯水機能は十分ではなく、2005年、06年、09年と洪水被害が頻発している。特に2005年に発生した洪水では同貯水池水が堤体を越流した。この時、越流被害の拡大を防ぐために採られたラマ (Lama) , マドウニ (Maduni) 放流工からの放流が一因となって起こった第4、第5行政区境を流れるマハイカ (Mahaica) 川の洪水氾濫、首都圏内の排水路のごみ詰まり及び海岸部配置の排水機場の能力不足などが原因となって生じた洪水氾濫のために、首都圏の人口の約4割が被災、GDPの約6割相当の損失を蒙った。洪水被害発生後にガイアナ国政府の要請を受け派遣された国連災害評価調査チーム (United Nations Disaster Assessment and Coordination; UNDAC) は、2005年2月、調査結果を” Geotechnical and hydraulic assessment of the East Demerara Water Conservancy dam” (Joint UNEP/OCHA Environment Unit) にまとめ、貯水池の修復に関し、短期課題から中・長期課題を取り組み計画として示した (表1-1-1参照)。ここでは、短期課題として、堤体修復、機能を停止している放流施設の改修、中期課題として堤体付帯施設の改修が挙げられている。

これに対し、ガイアナ国 (以下、「ガ」国) 政府は2005年の洪水において越流が生じた貯水池北東側の延長20kmの堤体を修復の緊急性が高い最弱部と判断し、貯水池底土を堤体に盛り立てる方法により補強対策工事を進めてきた。

1-1-2 開発計画

国家灌漑排水局 (National Drainage & Irrigation Authority, NDIA) による東デメララ貯水池の修復工事は、2005年2月のUNDAC報告書に示された取り組み計画に

基づき行われて来た（表 1-1-1 参照）。同計画は 2015 年を目途として、同貯水池の堤体修復および放流工・取水工（以下、「附帯施設」）改修と、東デメララ貯水池からの抜本的排水能力強化策としての貯水池～大西洋間放水路の建設、沿岸ゼロメートル地帯から大西洋への排水性改善のための既存水路の改修と沿岸部に設置されている排水機場の整備、洪水災害対応の行動計画、等を含んでいる。

NDIA は、これら取り組み計画を実施する上で、世界銀行による「ガイアナ貯水池適応プロジェクト」（2007 年 10 月承諾）の支援を受けてきた。2010 年から開始され 2013 年末には完成が予定されているホープ／ドックフォー（Hope/Dochfour）放水路建設事業は、「ガ」国政府自身による事業であるが、工事で使用されてきた掘削機械は同適応プロジェクトから供与されたものである。また、2012 年には、世界銀行の支援で、クニア（Cuhnia）放水路の改修事業がスタートしている。

東デメララ貯水池（EDWC）に対する修復計画は表 1-1-1 に示される短期、中期、長期の 3 段階で整理されているが、修復の進捗状況はこのプランより遅れており、現在は中期段階（medium term）の最終段階に至っている状況にある。

表 1-1-1 UNDAC 提案の取り組み計画(Action Plan)

Area	Short term before may 2005	Medium term Until 2006	Long term -2015
EDWC-dam	Simple repairs to prepare	Rehabilitation of the dam up to a functional state	Redesign of the water conservancy plan
Outlets of the conservancy dam	Open up the outlets that are currently out of order ³	Rehabilitate all structures and channels that contribute to lowering the EDWC	
Drainage outlets in the sea defense	Construct temporary fixtures to facilitate drainage of dysfunctional outlets	Rehabilitation of all the outlets	Redesign of the drainage plan for the coastal zone, involving drainage channels, ducts, kokers, outlet etc.
Drainage in the coastal zone	Repair damage by the flood	Rehabilitate of the drainage system	
Others	Draw up a Disaster Management Plan (DMP). Carry out small scale simulation exercises.	Exercise these plans according to a training schedule. Increase the capacity of staff with education and training, both locally and abroad. Extent DMPs for other potential threats in Guyana (like sea defense breaches) as well.	

(出典 : Guyana Floods UNDAC Geotechnical and hydraulic assessment of the EDWC dam, Joint UNEP/OCHA Environment Unit, February 2005)

「ガ」国は、国家気候変動適応政策（2002 年）の中で、気候変動による近年の雨量増加や平均潮位の上昇等の影響に適応するための方策を掲げている。同政策のもと、世界銀行や米州開発銀行の支援を受け防災施策を実施中あるいは実施予定である。

また、NDIA、市民防災委員会、河川海洋防衛部、土地測量委員会を中心に低炭素

開発戦略（2009年6月）を推進しようとしている。

貧困削減戦略文書（2002年）においても、排水及び灌漑施設の整備は「ガ」国の経済成長を担保するため不可欠であるとしている。

1-1-3 社会経済状況

「ガ」国の総人口は762,300人（2013年、「ガ」国統計局）であり、面積215千km²の国土は大西洋岸の肥沃な沿岸平野、これに続く低丘陵地帯、内陸部の熱帯雨林、及び高原サバンナ帯に区分される。沿岸平野は地盤標高が平均海面下2mという低平地となっており、国土面積の6%を占めるに過ぎないが、ここに人口の90%、農業生産の50%が集中している。

気候はケッペンの気象分類による熱帯雨林、熱帯モンスーン、熱帯サバンナとなり、年間平均降水量は沿岸平野部において2,300mm、熱帯雨林地域では3,000mmと非常に多い。首都ジョージタウンの年間平均気温は摂氏27.3度で年較差は小さい。

「ガ」国のGDP総額は約5,707.7億ガイアナドル（28.5億米ドル（世銀/GDP/<http://data.worldbank.org/country/Guyana/2013.7.17>））、1人当たりGDP約748,700ガイアナドル（3,740米ドル）である。2007年から2012年までの平均実質GDPの増加率は4.5%と、着実に経済発展を遂げてきている。GDPの内訳は第一次産業18.7%（農業13.7%）、第二次産業27.7%、第三次産業57.5%（「ガ」国統計局データ2012年より）となっている。

近年の気候変動により2005～09年にかけて集中豪雨が頻発しており、特に2005年1月の洪水被害は、人口の約40%が被災し、GDPの60%に相当するともいわれる経済的損失をもたらした。

「ガ」国経済の今後の課題としては、経済への信用回復、堅実なマクロ経済政策、構造改革の推進、民間部門への援助、社会状態の改善及び公共部門近代化プログラムの実施等が挙げられる。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

既述の通り、2008年の超ロングアーム掘削機を始めとする工事中の機材調達、洪水処理能力を改善するための放流施設改修、堤体の構造上の弱点となっている取水施設改修に対する無償資金協力への要請に対し、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、2009年に「東デメララ貯水池管理施設修復準備調査」（以下「準備調査」という。）を実施して、以下に示す要請内容を確認した。

コンポーネント1：機材調達

東デメララ貯水池管理施設緊急修復機材：

- ・超ロングアーム掘削機　　－ 8台
- ・　　　　　　　　　　　台船（用土収納槽付き）　－ 2台

コンポーネント2：附帯施設改修

東デメララ貯水池管理施設；取水工、放流工の改修：

- ・取水工 4箇所 [アンズ・グローブ、ホープ、アナンデル、ナンシー]
- ・放流工 2箇所 [マドゥニ、クニア]

クニア放流工の改修については、「ガ」国政府は、東デメララ貯水池からデメララ川への排水能力を向上させるため、国道工事に伴いサラ・ジョアンナ調節水門と結ぶ形で流路変更された放水路（サラ・ジョアンナ法水路）を残す一方、現時点では消滅している旧放水路を復活させ、クニア放水路として全体を直線線形に再整備する計画を有していることが判明した。これに対し、この計画は放水路と交差する国道への橋梁新設を伴うものであり、NDIA と協議した結果、クニア放流工ではなくサラ・ジョアンナ放流工*注1-1の改修を行うことで両者が合意し、要請内容が「クニア」から「サラ・ジョアンナ」に変更された。

コンポーネント1は、2012年に無償資金協力「東デメララ貯水池修復計画」での超ロング掘削機、台船の機材の調達に必要な資金の供与として実施された。

その後、施設改修を主とする無償資金協力事業「第2次東デメララ貯水池修復計画」の実施が決定され、2011年9月6日に交換公文（E/N）及び贈与契約（G/A）が署名され、詳細設計が着手されていた。

しかしながら、「第2次東デメララ貯水池修復計画」担当コンサルタントが本計画の入札関連業務及び施工監理業務を辞退することとなったため、本事業化調査を行い、現地状況の変化の有無、積算の見直し及び実施工程の見直しを含む設計の照査と概略事業費の再積算を行うこととなった。

以上の背景を踏まえ、JICAは、2013年3月5日から3月26日までの間、事業化調査団を「ガ」国に派遣した。

本プロジェクトは、「ガ」国政府が進めている貯水池修復事業に沿うものであり、気候変動対策の一環としても位置づけられるが、具体的効果として、首都圏及び同周辺部低地における安定的な水資源の供給、洪水被害の軽減が期待できる。

*注1-1；サラ・ジョアンナ放流工は、サラ・ジョアンナ放水路とサラ・ジョアンナ調節水門、さらにデメララ川への下流放水路からなる。サラ・ジョアンナ放水路は、旧クニア放水路に接続された放水路で、接続点と調節水門部を結んでいる。調節水門は、デメララ川からの河川水の逆流を防ぐためのものである。

1-3 我が国の援助動向

我が国の「ガ」国に対する援助動向を表 1-3-1、表 1-3-2 に示す。

表 1-3-1 我が国の技術協力の実績（気候変動対策関連分野）

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	2002～2005	カリブ災害管理プロジェクト・フェーズ1	カリブ災害緊急対策機関を対象にハザードマップとコミュニティ防災計画策定体制確立を支援するもの
	2008～2011	カリブ災害管理プロジェクト・フェーズ2	カリブ災害緊急対策機関とガイアナを含むパイロット国5カ国の洪水管理能力の向上を支援するもの

表 1-3-2 我が国無償資金協力実績（気候変動対策関連分野）（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
2008	ノンプロジェクト無償資金協力	5.0	クールアース・パートナーシップによる支援の一環として経済社会開発に向けた取組等を支援するもの
2012	東デメララ貯水池修復計画	2.89	超ロングアーム掘削機8台、台船2台からなる堤体修復機材の調達

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによる援助実績を表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・国際機関による援助実績（気候変動対策関連分野）

実施年度	機関名	案件名	金額 (千 US \$)	援助形態	概要
2008～2010	世界銀行	貯水池適応プロジェクト	3,800	無償	東デメララ貯水池の洪水対策のため、長期計画策定、排水能力強化のための施設改善、組織強化を支援するもの。
2009～2011	米州開発銀行	低炭素開発戦略支援	450	技術協力	低炭素開発戦略の策定を支援するため、組織強化や合意形成支援を行うもの。

2009 ～ 2011	米州開 発銀行	統合的災害 リスク管理 計画策定	1,000	技術 協力	国家統合災害リスク管理計画の 策定と実施を支援するため、リ スク評価、能力強化、計画策定 を行うもの。
2012 ～ 2014	世界銀 行	クニア放 水路改修プ ロジェクト	1,900	無償	国道工事に伴い消滅した国道地 点以降のクニア放水路部分を復 活させ、全体を直線線形の放水 路として整備する。(図 1-4-1～ 図 1-4-4 参照)

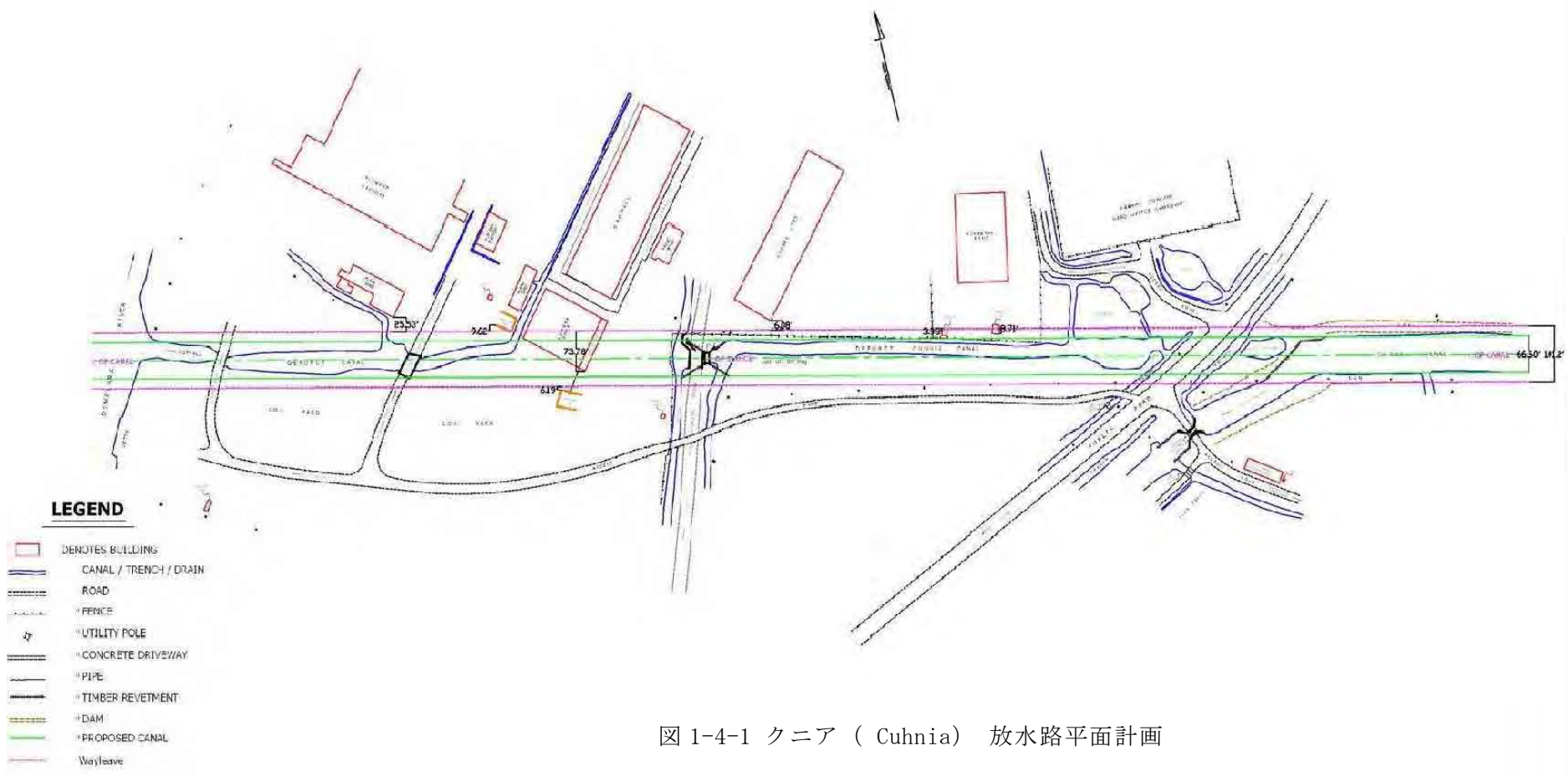


図 1-4-1 クニア (Cuhnia) 放水路平面計画

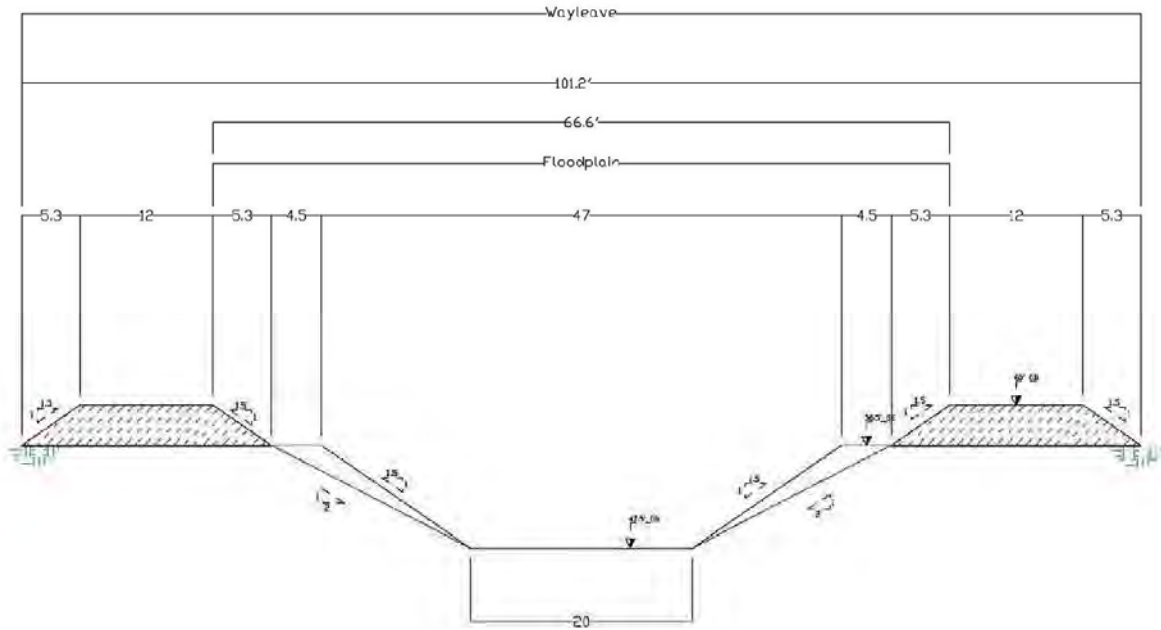


図 1-4-2 放水路標準断面図

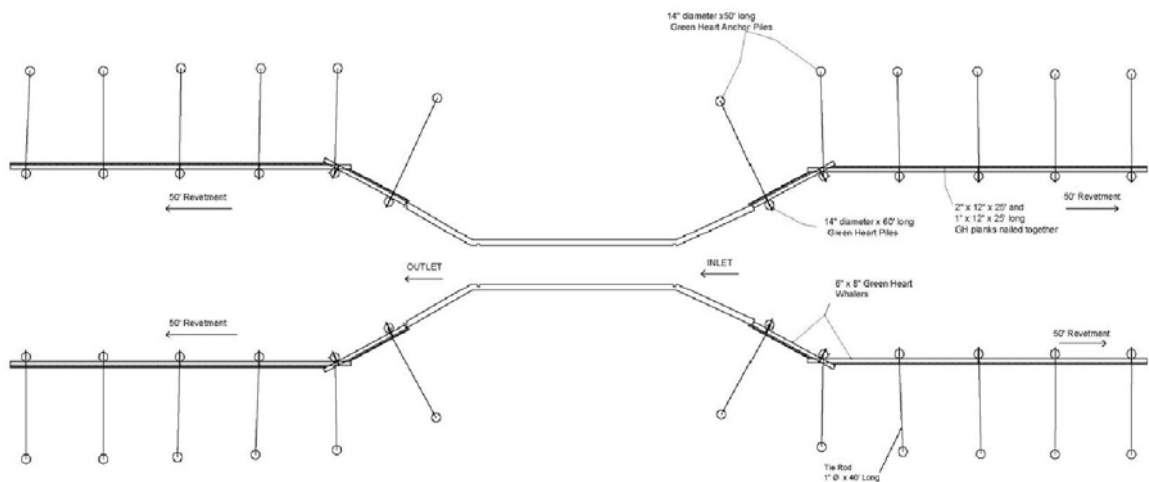


図 1-4-3 デメララ川側調節工水路平面図

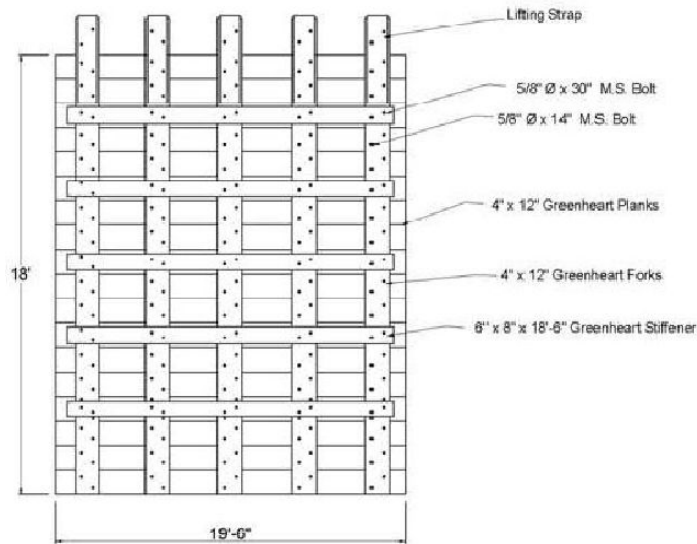


図 1-4-4 調節工ゲート正面図

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

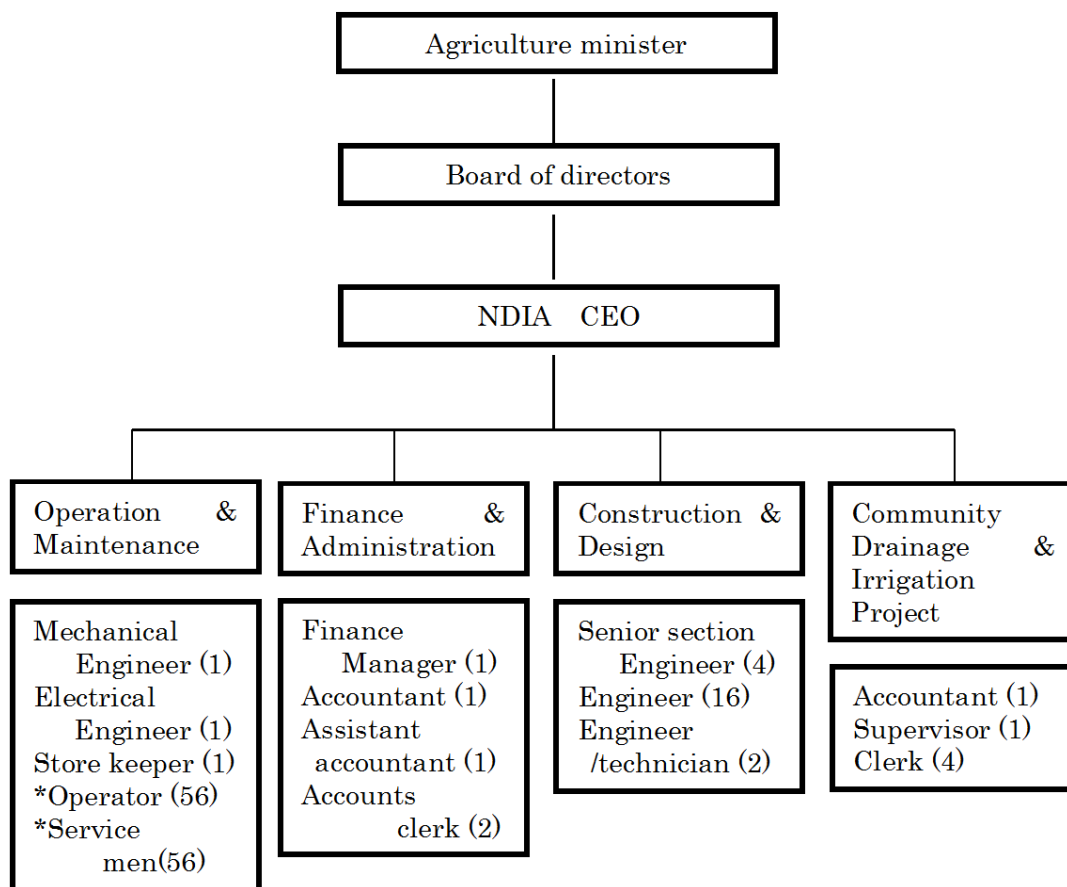
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 NDIA の組織・人員

本プロジェクトの実施機関である NDIA は 2004 年に設立された比較的新しい組織である(図 2-1-1)。組織体制は、行政長 (Chief Executive Officer; CEO) のもと維持管理部 (Operation & Maintenance)、財務管理部 (Finance & Administration)、設計部 (Construction & Design) および地域整備部 (Community Drainage & Irrigation Project) の 4 セクションから構成される。

防災上から重要である大西洋沿岸の排水機場の運転・運用・維持管理をはじめ、全国内の灌漑・排水施設の整備を担うなど当機関は国家経営の上で重要な役割を果たしている。同庁の職員は 36 名で、そのうち 22 名がエンジニア、2 名が専門技士 (Technician) であり、排水施設、灌漑施設の建設、維持管理に携わるにふさわしいエンジニアを中心とする陣容となっている。なお、維持管理部には、民間から出向した Operator, Service man がそれぞれ 56 人おり、排水機場の運転管理等にたずさわっている。



*民間会社からの出向者

図 2-1-1 NDIA 組織図

2-1-2 東デメララ貯水池（EDWC）の管理体制

貯水池の管理中枢として、EDWC 運営委員会が機能している。本運営委員会が緊急時には大統領府／災害防衛委員会の指揮を受けて活動するという意味では、NDIA から独立した組織である（NDIA の長官・CEO が理事として運営委員会のメンバーとなっている）が（図 3-4-1 参照）、パトロール等は NDIA から委託された民間会社職員により行われている。

日常監視・運用に関する情報は、委員会下の主事(Secretary Manager)のもとに集められる。この主事はまた、灌漑用水受益者から水使用料を徴収することも行っている。フラッグスタッフ事務所は、実際のパトロール・監視を担当し、また、取水ゲートの開閉作業の任を負っている。ランド・オブ・カナン、コフィ、ラマ、マドゥニの 4 放流施設には、施設の維持管理を 24 時間に渡って担当する人員が配置されている。維持管理用機械・施設はラマに集められている。維持管理担当人員の数は 2010 年までは 17 名であったが、2011 年以降は 24 名に増強された。なお、フラッグスタッフ事務所の人員は、NDIA がパトロール・日常監視を委託した民間会社の雇用スタッフであり、この 24 名の中には含まれていない。図 2-1-2 に東デメララ貯水池(EDWC)の維持管理組織・組織図と人員配置状況を示す。

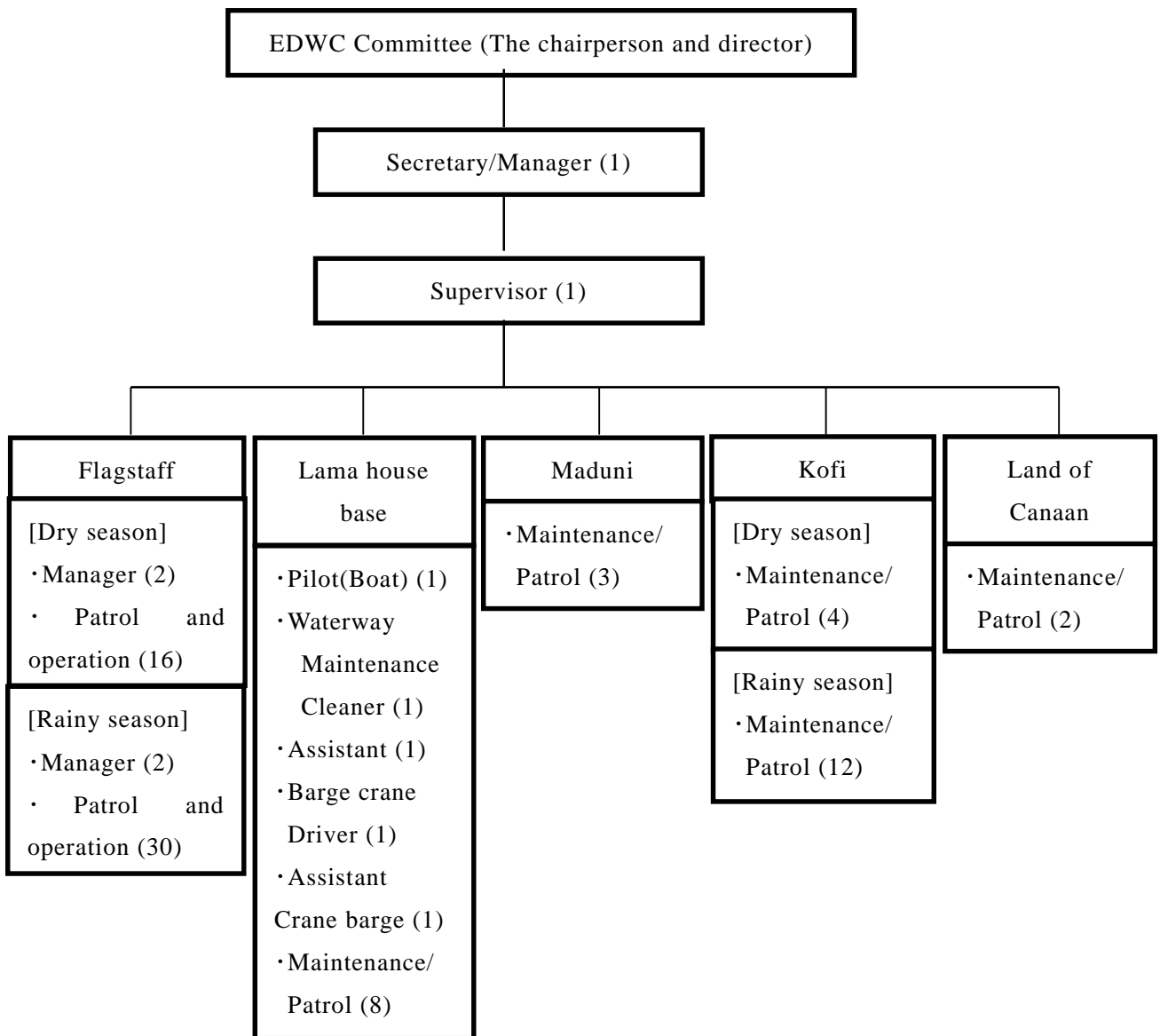


図 2-1-2 東デメララ貯水池維持管理組織・組織図及び人員配置

2-1-3 NDIA の予算

2008 年から今年に至る間の、NDIA および EDWC の予算は下表の通りである。2009 年以降の NDIA 予算の急増と急増状態が維持されている状況は、主にホープ/ドックフォー放水路の建設に起因するものと考えられる。

表 2-1-1 NDIA および EDWC の予算 (Unit; million G\$)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
NDIA	1,993	4,947	4,284	5,363	6,625	
EDWC	53	53	53	53	53	53

* NDIA の予算額は、実際の執行金額を示す

* EDWC の場合は当初予算額と執行金額が等しい。また、NDIA 予算の中に含まれていない。

2-1-4 NDIA の能力／技術水準

NDIA は、ホープ/ドックフォー放水路建設事業のような大プロジェクトに対し、事業化し、実施組織を立ち上げ実施し、これを監督する能力を有している。その事業実施に当たっては、所有機械を業者に貸与し、工事実施を委託する方法で工事費の縮減を図っている。

この考え方の延長として、所有機械及び施設の維持管理も自らの手で行うことを目指して、ワークショップを設立することが計画され、現時点では建屋が既に完成した。しかしながら要員の配置(図 2-1-3 参照)はいまだ完了しておらず、以下に示す総員 17 名の人員配置計画に対し、現時点では 5 名(機械技師 1 名、電気技師 1 名、機械技能士 1 名、倉庫管理人 1 名、清掃係 1 名)が決まっているのみである(機械技師、電気技師、機械技能士は、NDIA 事務所の該当技術者が兼務)。建屋は比較的ジョージタウンに近い海岸沿いにあり、国内全海岸線沿い地域の排水機場、建設機械、

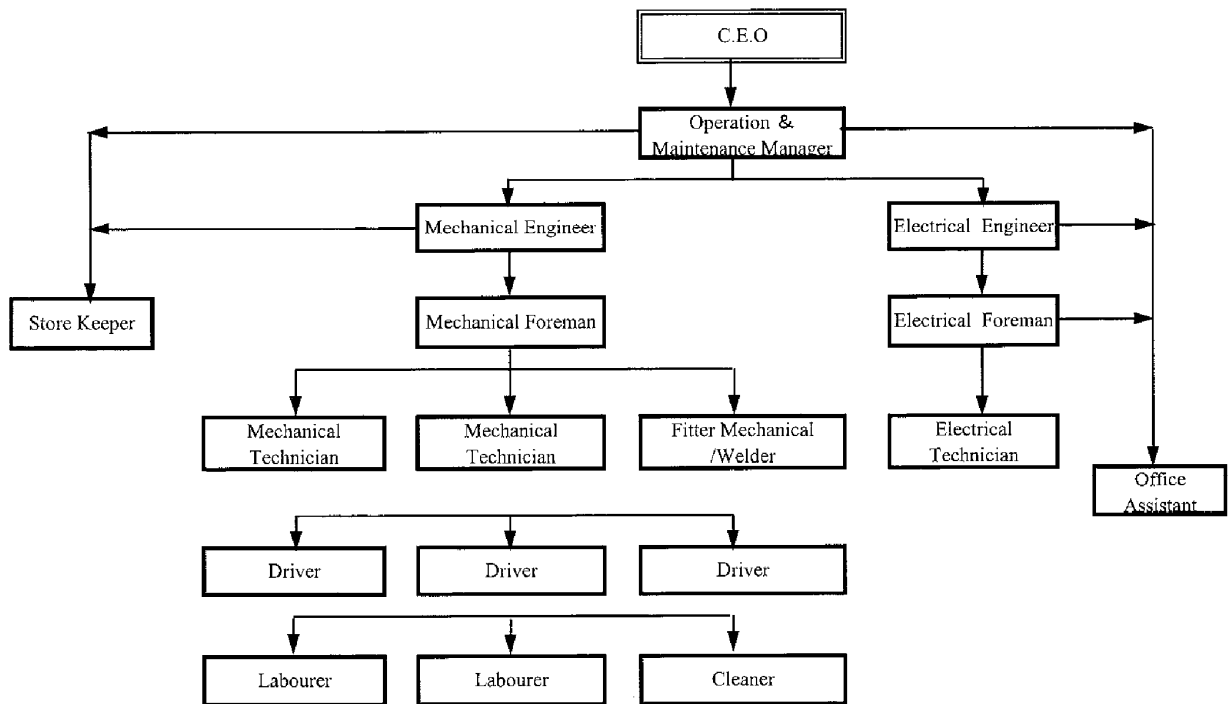


図 2-1-3 ワークショップ 組織図

灌漑施設の維持管理を担うことになる。



写真 2-1-1 完成したワークショップ建屋

2-1-5 既存施設

東デメララ貯水池に関連した既存施設として、以下の施設を現場で確認した。

・取水施設

呑み口、吐口をコンクリート擁壁とし、短いコンクリート翼壁を延ばした後、木杭護岸

による法止めが施されている。呑み口には木製のスライドゲートが装着され、ゲートはスピンドルにより巻き上げられる。木杭護岸の寿命は15年前後である。



写真 2-1-2 アンズ・グローブ 取水工、コンクリート壁，ゲート，木杭護岸工

・放流施設

放流工水路はコンクリートフルーム水路から成り、ゲート巻上げのためのコンクリート製支柱及び桁が取り付けられている。水路は上下流ともにコンクリート翼壁～木杭護岸工により法止めを行っている。ゲートは木製（樹種；グリーンハート、



写真 2-1-3 放流工ゲートとデメララ川側の逆流防止樋門

重く水に浮かない。耐用年数 20~30 年) で幅 5m~6m、2 本のスピンドルにより巻き上げる構造となっている。西岸の放流施設では、デメララ川側に満潮時の川側からの逆流を防ぐための樋門が設けられている。この樋門は、重垂補助による全閉・全開型式である。

・木杭、シートパイルによる法止め工

貯水池の地盤は、軟弱層と下位の硬質粘土層よりなる。硬質粘土層は、時に杭の貫入を拒むほどに堅い場合がある。従って、杭が傾いたり乱れたりしている場合には、無理に貫入させたことによる場合と、貫入不足で盛土を支えきれなかったことによる場合がある。施工結果が整然とし、かつ効果を發揮しているケースは稀である。

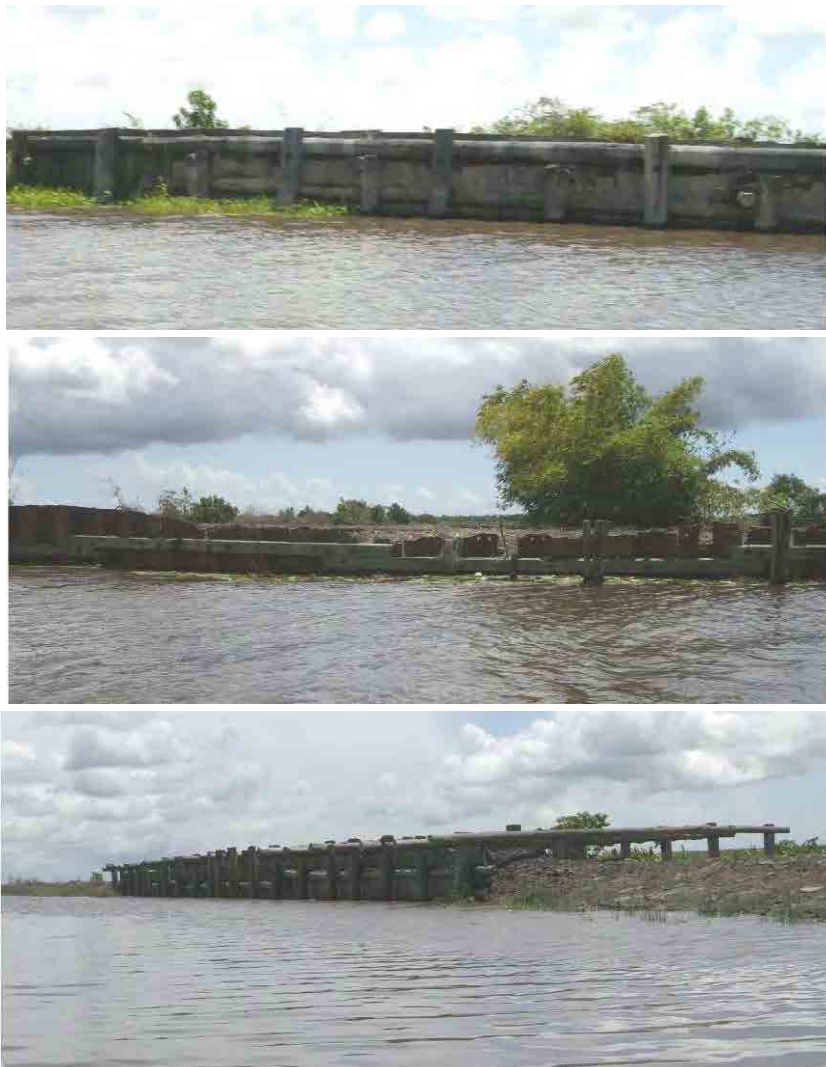


写真 2-1-4 木杭、シートパイルによる法止め工

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

2-2-1-1 改修対象工事現場へのアクセス

各改修工事現場への道路事情は以下のとおりである。現場への到達は、国道脇に位置するサラ・ジョアンナ(Sarah Johanna)放流工以外は、基本的にはフラッグスタッフ (Flagstaff) からのモーターボート、台船による船便でのアクセスとなる。

表 2-2-1 アクセス状況調査結果総括

改修対象構造物	アクセス状況
シャンクス (Shanks) 取水工	既存ホープ (Hope) 幹線用水路沿いに、クラウン(Crown)ダム～ホープ放水路会合地点まで接近可能。以降の約 1.5km はホープ放水路右岸堤防の外側仮設道路により放水路呑み口地点までたどり着ける。以後、約 1km は道が無い。堤体天端上は幅、盛土強度面から通行不能。
アンズ・グローブ (Ann' s Grove) 取水工	既存ホープ幹線用水路沿いに、クラウンダム～ホープ放水路会合地点まで接近可能。以降の約 1.5km はホープ放水路洪水敷上を通り、放水路呑み口地点までたどり着ける。以後、約 1km は道が無い。堤体天端上は幅、盛土強度面から通行不能。
ホープ (Hope) 取水工	既存ホープ幹線用水路沿いに、クラウンダム～ホープ放水路会合地点まで接近可能。以降の約 1.5km はホープ放水路洪水敷上を通り、放水路呑み口地点までたどり着ける。以後、約 1.5km は道が無い。堤体天端上は幅、盛土強度面から通行不能。
アナンデール (Annandale) 取水工	地元住民が馬車で小鳥を捕りに来ていた。トラクター、4輪駆動ジープによるアプローチは可能と考えられる (未確認)。
ナンシー (Nancy) 取水工	リパブリックパークからは下流約 5km 地点の橋梁地点まで、トラクター、4輪駆動ジープによるアプローチが可能であるが、以降、竹林が繁茂し通行不能。ビッグダイヤモンドからは貯水池堤体まで4輪駆動ジープによりたどり着けるが、天端上に竹林等が繁茂し、以降は通行不能。
サラ・ジョアンナ (Sara Johanna) 放流工 (排水門)	国道がすぐ脇を通過しており、アクセスは容易である。
マドゥニ (Maduni) 放流工 (排水門)	道路によるアクセスの可能性はなく、船便が唯一である。

ボート、台船の係留施設はフラッグスタッフ事務所に整備されている。現在、施工中であるホープ・ドックフォー (Hope/Dochfour) 放水路工事においても、フラッグスタッフに資材が集められ、台船～タグボートにより現場に搬送されている。同様に本事業においても、フラッグスタッフが物資の集積基地となる。

なお、フラッグスタッフへの物資の搬入に際し、用地境界入口に位置するゲート

の手前に用水路を渡る木橋があり、この橋の耐荷性能が懸念されたが、ホープ/ドックフォア放水路工事関係者から聞き取った範囲では、問題は無いとのことである。

2-2-1-2 その他

電気、水道へのアプローチは、サラ・ジョアンナ以外は不可能である。

既存施設の改修であるため、用地の確保については問題ない。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 地形・地質

「ガ」国の地形は、大西洋海岸沿いの肥沃な低平地である沿岸平野（Low coastal plane）、これに続く白色砂に覆われた低丘陵地帯（基盤は粘土層より成る；Hilly sand and clay region）、内陸部の熱帯雨林帯（Rain forested region）、および高原サバンナ帯（Interior savannah）の4つに大別される。

沿岸平野部は海岸線沿いの狭い領域であり国土全体の6%を占める。地盤は主に粘土より成り平均地盤標高は海水順よりも2メートル低い。この地域にガイアナ国における人口80万人の約90%が住んでおり、行政組織、農業、産業活動が集中している。

低丘陵地帯は沿岸平野部の奥に平行してベルト状に展開し、植生に覆われている。この地帯は国土の約25%を占めるが、ボーキサイトの賦存に富むことで知られている。

高原サバンナ帯は国土の約6%を占め、主に草本と低木の植生を有する。熱帯雨林帯は中央低地部から南部ブラジル国境の4つの山脈にかけて広がる広大な密林地帯であり、国土の約63%を占める。密林下の地盤は風化の進んだラテライトであるが、高原サバンナ帯を含め、その基盤岩は先カンブリア時代に所属する地球最古のものである。

東デメララ貯水池は、この内の沿岸平野部の上半部に建設されたものである。海岸側の貯水池地盤標高は、約GD. 52 feet (GD；ジョウジタウン基準標高 GD=MSL(平均海面)+1.8 feet)であり、その周辺基盤は、表層部に層厚1m程度の白色粘土層、



図 2-2-1 ガイアナ国地形図（「世界全地図・ライブアトラス」(講談社、タイムズ・ブックス/1992年)

その下位のペガスと呼ばれる層厚約 5m のピート層、最下位の青灰色粘土層より成る。ピート層と下位の粘土層の境界約 2m は両者の漸移帯となっている(クラウンダム補修工事に従事した施工業者からの情報)。

最下位層の青灰色粘土層は、北側堤の上流 10km 付近から淡褐色粘土層に変化し、これにより築造されたと見られるこの付近よりも上流側の東側堤は、淡褐色で強固な盛土となっている。本層は低丘陵地帯を構成する粘土層(硬質粘土で木杭の貫入を拒む)の末端と推測される。当貯水池の上流流域は海岸線から内陸へ 50~60km の位置に広がっているが、標高 GD. 20m (≒ GD. 64 feet) 前後の低丘陵状・平坦地形を示し、地表面は白色砂で被覆されサバナ状の植生を有する。

ジョウジタウンからマハイカにかけての海岸地域では、コンクリートの細骨材としての砂は、もっぱらこの地域から採取されたものが用いられており、場合によっては運搬距離が 100km に達することもある。

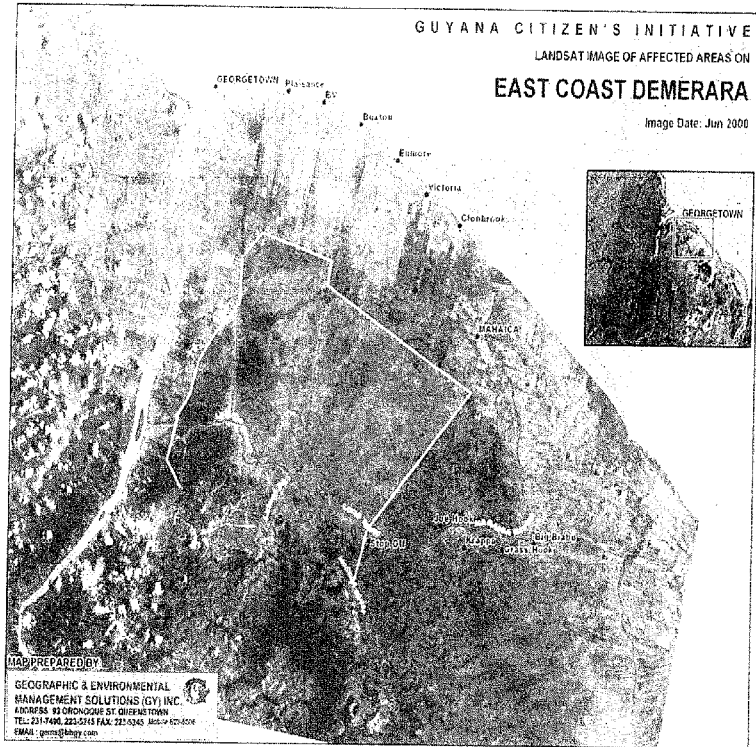


図 2-2-2 東デメララ貯水池衛星画像 (Guyana, Socio-Economic Assessment of the Damages and Losses caused by the January-February 2005 flooding /Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLA) /Mar. 2005)

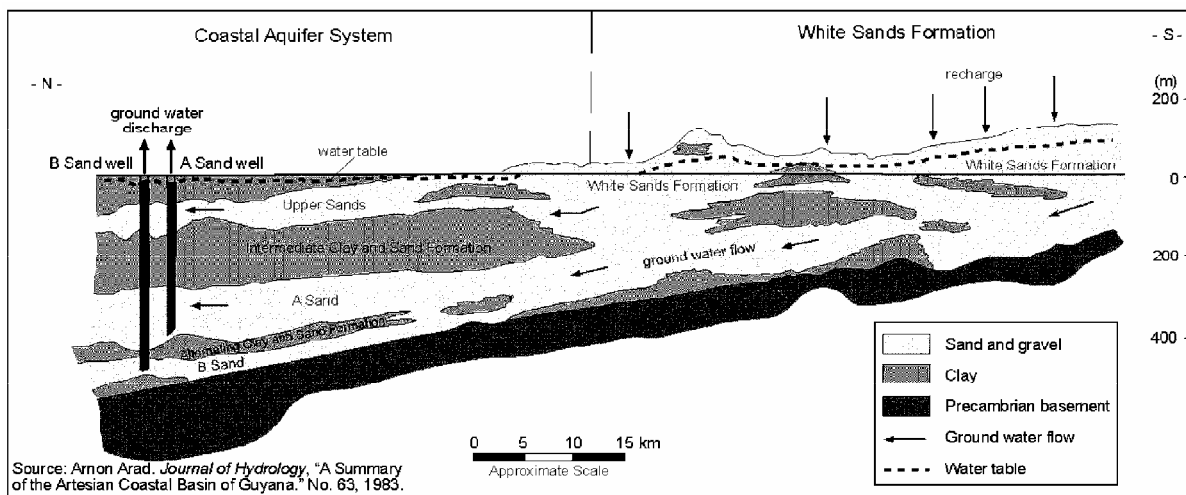


図 2-2-3 ジョウジタウン付近の推定地質縦断図

(Water Resources Assessment of Guyana, US Army Corps of Engineers)

また、ガイアナ国には火山は存在せず、火山灰質の堆積土も存在しない。

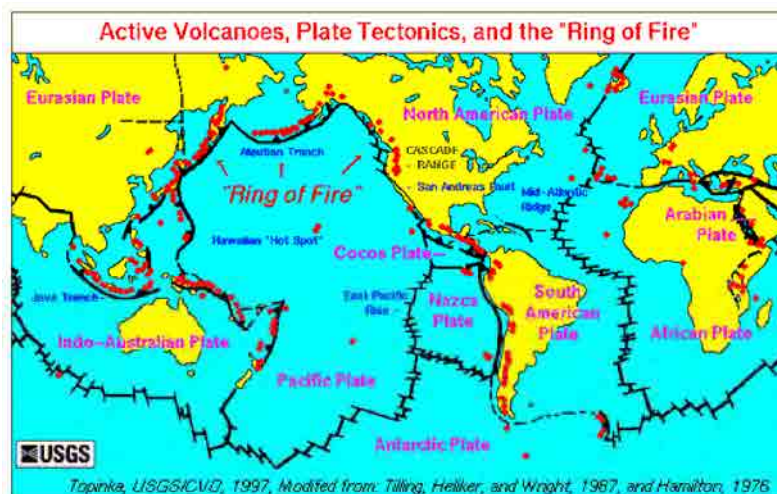


図 2-2-4 ガイアナ国と火山 (<<http://vulcan.wr.usgs.gov/home.html>>)

地震についても、国連地震ハザードマップによれば「Low Hazard」帯に分類され、最大でも日本の地震動の 1/10 程度と想定されるものである (図 2-2-5 参照)。

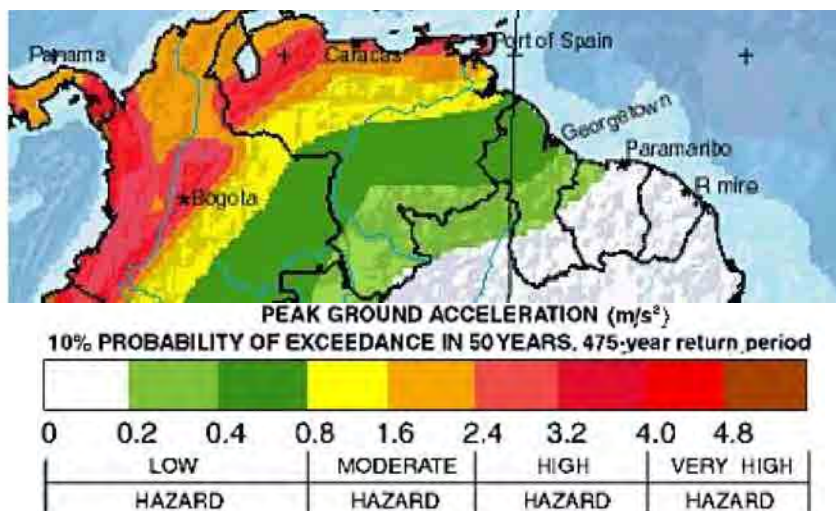


図 2-2-5 ガイアナ国の地震(Seismic Hazard Map of the World By Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), UN /1992~1999 年)

2-2-2-2 気象

ガイアナ国の気候は、ケッペンの気象分類では Af (熱帯雨林)~Aw (熱帯モンスーン) ~Am (熱帯サバンナ) となる(図 2-2-6)。年間の平均降水量は、沿岸平野部で 2,300mm、サバンナ地域で 1,600mm、熱帯雨林地域で 3,000mm である。気温は 34°C ~16°C で、内陸高地部で低くなる。ジョウジタウンの気候は、理科年表によれば、1971 年~2000 年間の年平均降水量 2,314.3mm、平均気温 27.3°C である。

又、ガイアナ国の国土は北緯 2° ~8° に跨っているが、この領域は、北緯 5° ~

10° の赤道無風帯と重なる部分が多い。赤道無風帯には、北側から北東貿易風、南側から南東貿易風が吹き込む。沿岸平野部ではこれが海からの微風となり、穏やかでさわやかな気候となっている。なお、この赤道無風帯は、吹き込む両貿易風により上昇流が生じるために、ハリケーン揺籃の地となっているが、ガイアナ自身はハリケーンとは無縁の微風地域である（図 2-2-7）。

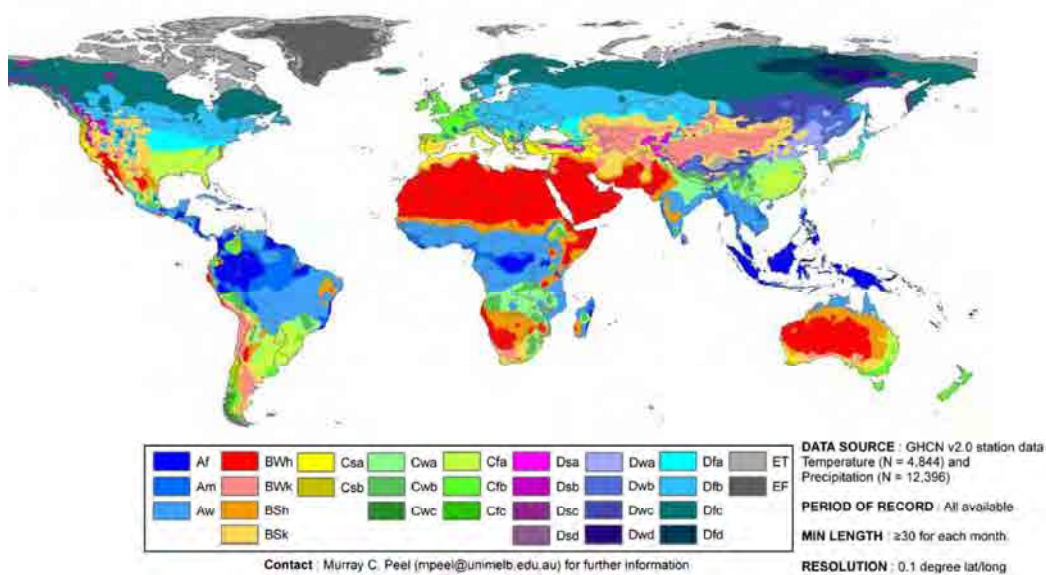


図 2-2-6 ケッペンの気候区分図

(http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification)

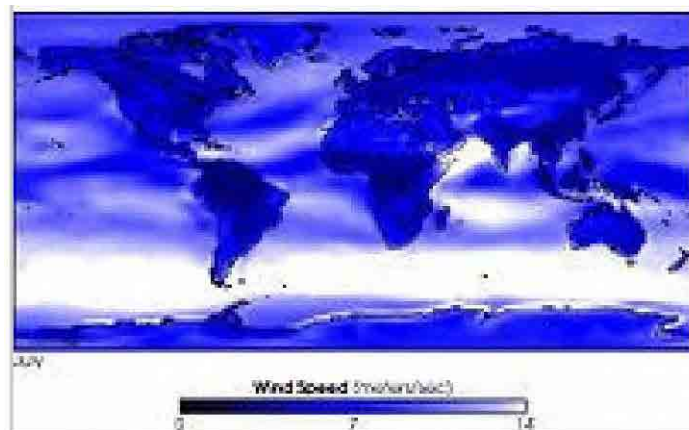


図 2-2-7 世界の風速分布図（7月）

(http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Wind_speed_climatology.jpg)

2-2-2-3 水文

「ガ」国では、地球温暖化（Climate Change）の影響が1980年以降、さまざまな分野に顕著に現れてきたとされている（Office of Climate Change；www.icds.gov.gyより）。降水量については、全体量の減少傾向の一方で降雨強度の増加傾向が指摘されている。図2-2-8は、東デメララ貯水池フラグスタッフ東方のケイングローブ（Cane Grove）観測所における観測結果（1974年から2008年までの34年間）であるが、ここでは、3日連続雨量、7日連続雨量に明瞭な傾向性が現れており、特に洪水への影響が大きいとされる連続7日雨量では、年間約3.5%の増加となっている。

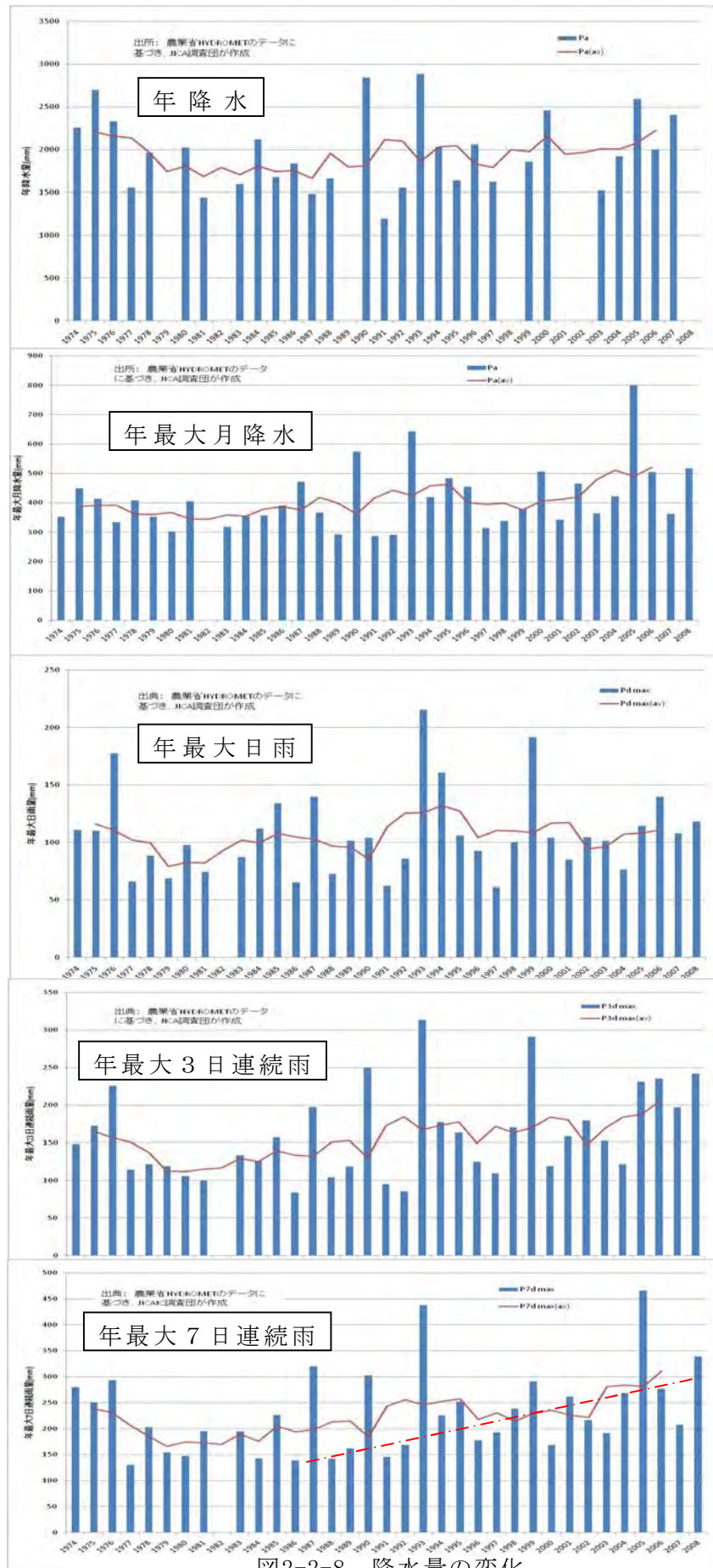


図2-2-8 降水量の変化
(JICA協力準備調査(2009)－ガイアナ気象局データを加工－より)

2-2-2-4 水理

東デメララ貯水池の特徴の一つは、流域面積580km²（「準備調査」報告書）に対し、満水面面積460km²と、流域面積中に占める貯水池面積の割合が大きいことである。このような貯水池では、貯水池自身が雨を溜め込む機能を有する（貯留効果）ため、河川により集められた大雨が洪水となって貯水池に流入し、急激な水位上昇が生じるような現象は発生しない。たとえば、貯水池水位の上昇は1000mmの降雨に対し1000mmと、いたってシンプルである。従って、最も効果的な洪水対策は、大雨の前に1000mm貯水位を下げておくような形での貯水位操作である。この意味で、この貯水位操作を行い得る放流能力を付与すること、統計的な解析に基づく合理的貯水位操作規則の策定が重要である。

貯水池は、ヤシ類の繁茂する陸地部分（約10%）、浮き草の島で構成される湿地帯、開削水路部分より成る。貯水池の大部分を占める浮き草の島は厚さが約1mあり、人の重みに耐え得る所もある。浮き草の下の水深は30cm~50cm程度、有機質腐植物を多く含み、循環している様子はない。この浮き草部分の詳細が不明なため、正確な貯水量を知ることが出来ないが、このような水が移動していない状況から、利用可能水量の大半は、ラマ（Lama）、マドゥニ（Maduni）両河川からの流入水量となっている可能性が高い。

貯水位に関し、2005年UNDAC報告書は洪水時にフラッグスタッフ地点水位がランド・オブ・カナン地点水位よりも約1m高かった、と記述している。一方、今回の聞き取り調査では、3月25日の観測水位は、ラマ；55.10 GD feet、フラッグスタッフ；55.45 GD feet、ランド・オブ・カナン；55.85 GD feetと、上流側のラマ地点が最も低く、放流口に当たるランド・オブ・カナン地点が最も高くなっている。上記UNDAC報告書の記述とも矛盾し、水の流れる方向から見ても理解しがたいものになっていた。ベンチマーク、水位計測標のチェックが必要である。

2-2-2-5 水質

「準備調査」報告書では、貯水池の水質をリトマス試験紙により調査している。その結果は次の通り報告されている。

- ・ 貯水池（チャンネル）の水質は、10月末の貯水位約55 feet前後の状態では、Ph4.5~Ph5.0のかなり高い酸性を示す。降雨、貯水池への流入水量の影響でPh6.0程度になることもある。
- ・ 貯水池の下流側の溜まり水は、Ph3.0程度の強酸性となっている。

2-2-3 東デメララ貯水池の概要

東デメララ貯水池は、マハイカ川支流のマドゥニ (Maduni) 川、ラマ (Lama) 川を締め切り、総延長約 65km の堰堤の内側沿いに水路を回した貯水池である。水路のさらに内側には貯水池内水路が掘削されているほかは大半が浮草の浮かぶ湿地である (図 2-2-9, 写真 2-2-1 参照)。貯水池の諸元は表 2-2-2 の通りである。

放流施設として、マドゥニ (Maduni)、ラマ (Lama)、コフィ (Kofi)、ランド・オブ・カナアン (Land of Canaan)、クニヤ (Cuhnia) の 5 施設がある。取水施設としては、今回の改修対象として挙げられているアンズ・グローブ (Ann's Grove) を始めとした多くの取水工がある (図 2-2-10)。

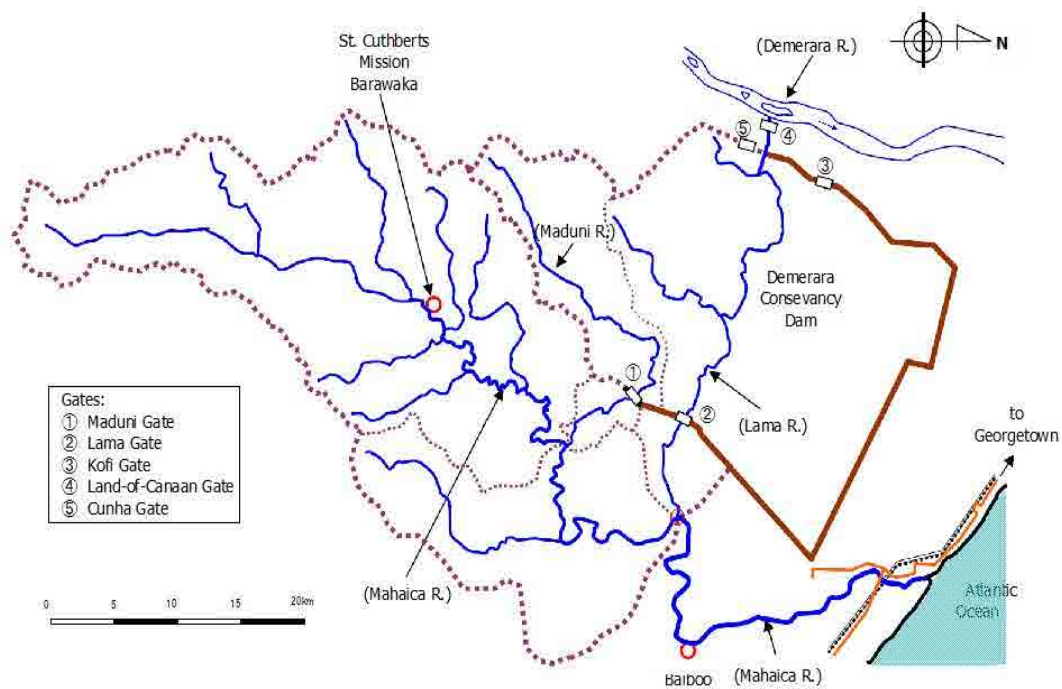


図 2-2-9 東デメララ貯水池の概要 - 1



写真 2-2-1 堰堤沿いの水路

表 2-2-2 貯水池諸元一覧表

項目	諸元	備考
流域面積	580 km ²	
満水面積	460 km ²	
総貯水量※1	830,000,000 m ³	460 km ² × (58.5-52.5feet ≒ 1.8m) ※2
治水容量※1	140,000,000 m ³	460 km ² × (58.5-57.5feet ≒ 0.3m) ※2
利水容量※3	550,000,000 m ³	460 km ² × (57.5-53.5feet ≒ 1.2m) ※2
死水量※1	140,000,000 m ³	460 km ² × (53.5-52.5feet ≒ 0.3m) ※2
常時満水位	GD. 57.5 feet	GD. 17.53m ※2
計画洪水位	GD. 58.5 feet	GD. 17.84m ※2
計画最低水位	GD. 53.5 feet (GD. 16.32m)	Lama, Maduni 川からのポンプアップによる用水補給開始の目安水位
公称ダム天端標高	GD. 59.0 feet	GD. 18.00m
最低ダム天端標高	GD. 57.93feet	GD. 17.67m
池敷平均標高(池の底の標高)※4	GD. 52.5 feet	GD. 16.01m
貯水池内水路底標高 ※4	GD. 35 feet ~ GD. 40 feet	GD. 10.68m ~ GD. 12.2m

注) 海拔ゼロメートル = GD 51.05 feet (=GD15.57 m)

※1) H-V 曲線によるものではない。現況管理の水深から簡易に算定。

※2) 現況管理水位を適用

※3) 計画容量ではない。単純に洪水管理水位を除く全ての容量であり、“利水に可能な容量”のこと。

※4) 聞き取りに基づく。

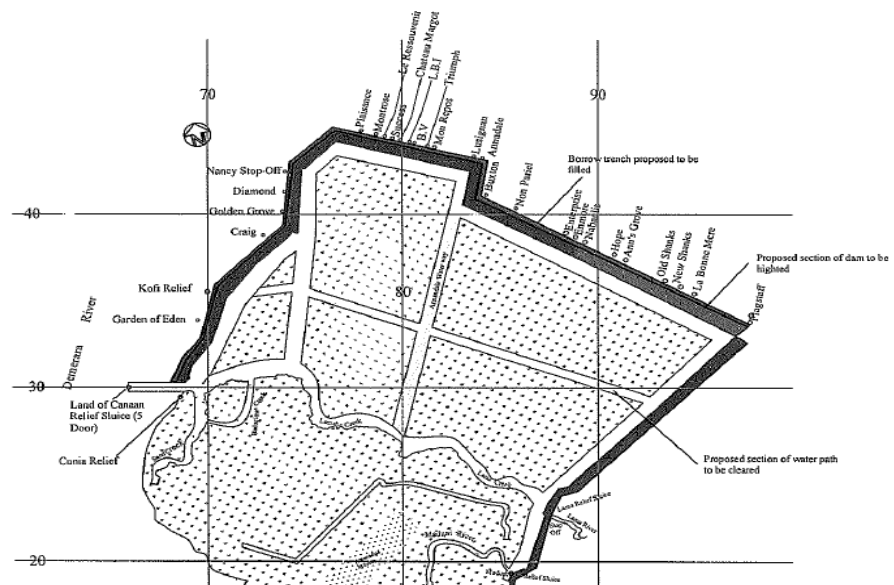


図 2-2-10 東デメララ貯水池の概要—2

2-2-4 東デメララ貯水池の維持管理・運用状況

東デメララ貯水池は、確立された組織と適切な操作規則の下で、よく監視され運用されている。

2-2-4-1 組織と人員配置

2-1-2 東デメララ貯水池の管理体制に示したとおりである。

2-2-4-2 取水施設の運用

取水施設の運用は、ほとんどの場合、フラッグスタッフ事務所の職員により行われている。取水ゲートは乾季の初めに開けられ、乾季の間中はあけた状態で維持される。そして雨期の始めに閉じられる。ナンシー取水工の場合は、使途がジョージタウンへの上水供給であるため、ゲートは毎日開閉される。

2-2-4-3 放流施設の運用

ラマ・スモール (Lama Small) を含む6放流施設は、表 2-2-3 の運用規則に基づき運転されている。

- ・ 貯水池水位の調整は通常はランド・オブ・カナンとコフィの両施設により行われている。前者は、潮位が特に高い場合を除きゲートは開けたままに保たれるが、後者は潮位に合わせ、毎日開閉を繰り返さなければならない。
- ・ クニア放流施設は、その放流能力が小さいこともあって、日常的な運用は行われていない。
- ・ ラマ(大ラマ, 小ラマ) (Lama Sluice (big and small)) 放流施設の場合は、表 2-2-3 の上位に位置する運用規則 (表 2-2-4) が定められている。これによれば、国家的規模の大災害時に、大統領府もしくは災害防衛委員会 (Civil Defense Committee) からの要請を受け取るまでは、ゲートを開けることが禁じられている。

2-2-4-4 ホープ/ドックフォー放流施設運用計画

当初計画では、日常的な貯水位水位の調整はランド・オブ・カナンとコフィの両放流施設により行い、ホープ/ドックフォー放流施設はラマとマドゥニに代わる非常用放流施設として使用するというものであったが、現時点では具体的な運用規則は未だ決まっていない。

表 2-2-3 東デメララ貯水池 (EDWC) 放流工ゲート操作規則

Water level (GD)	Land of Canaan		Maduni		Lama Big		Lama Small		Cuhnia		Kofi	
	Usu	BR	Usu	BR	Usu	BR	Usu	BR	Usu	BR	Usu	BR
55.50 ft.	C	C	C		C	C	C	C	C		C	
56.0	C	C	C		C	C	C	C	C		C	

56.5	C	0	C		C	C	C	C	C		C	
56.75	C	0	C	0	C	C	C	C	C	0	C	0
57.0	0	0	C	0	C	C	C	C	C	0	C	0
57.5	0	0	C	0	C	C	C	C	C	0	C	0
58.0	0	0	C	0	C	0	C	C	C	0	C	0
58.25	0	0	C	0	C	0	C	0	0	0	0	0

(注); Usu: 通常時 (貯水位が徐々に上昇する)

BR: 大雨時 (雨期の初めに大雨が来襲し、貯水位が急上昇する)

C: ゲート閉鎖状態を続ける

0: ゲートを開ける

2-2-4-5 貯水池内の維持管理活動

貯水池内施設に対する維持管理活動は、フラッグスタッフ事務所員を中心に、高速ボート等の機器により行われている。



写真 2-2-2 フラッグスタッフ 管理事務所



写真 2-2-3 パトロール用高速ボートと集塵船



写真 2-2-4 台船～超ロングアーム掘削機による補修作業

表 2-2-4 ラマ (Lama) 放流ゲート運用規則

GAUGE/ Intervention LEVEL Feet (metres)	FROM	TO	PASSED TO	ACTION	RESPONSIBILITY	STATUS
56.00 (17.07 m)	LAMA	EDWC	NDIA	<ul style="list-style-type: none"> Normal report Daily recording of water level at the gauge (6:00 hrs, 9:00 hrs, 12:00 hrs, 15:00 hrs, 18:00 hrs) 	EDWC STAFF, SECRETARY	PHASE WHITE
56.50 (17.22m) and rising	LAMA	EDWC	NDIA	<ul style="list-style-type: none"> Normal report Daily recording of water level at the gauge (6:00 hrs, 9:00 hrs, 12:00 hrs, 15:00 hrs, 18:00 hrs) Open Land of Canaan 5 door sluices progressively, together with Kofi and Cunha, Maduni Sluices (in that order) 	EDWC STAFF, SECRETARY	PHASE WHITE
56.75 (17.30m) and rising	LAMA	EDWC	NDIA	<ul style="list-style-type: none"> Normal report Daily recording of water level at the gauge (6:00 hrs, 9:00 hrs, 12:00 hrs, 15:00 hrs, 18:00 hrs) 	EDWC STAFF, SECRETARY	PHASE WHITE
57.00 (17.37) and rising	LAMA	EDWC	NDIA, SEEC alert	<ul style="list-style-type: none"> Normal report Daily recording of water level at the gauge (6:00 hrs, 9:00 hrs, 12:00 hrs, 15:00 hrs, 18:00 hrs) 	SEEC EDWC STAFF, SECRETARY	ORANGE ALERT
57.00 (17.37) and rising	LAMA	EDWC	NDIA, SEEC,OP	<ul style="list-style-type: none"> More frequent reporting and readings (Additional readings at 8:00 hrs, 10:00 hrs, 14:00 hrs, 16:00 hrs) Send out teams for checking of all outfalls Meet with Repair Force Management 	SEEC/EDWC STAFF, SECRETARY	PHASE GREEN
57.75 (17.50) and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, OP,CDC, S/HOLDERS WARNING	<ul style="list-style-type: none"> Inform CDC and Office of the President about conditions Round the clock reporting and reading (6:00 hrs, 8:00 hrs, 9:00 hrs, 10:00 hrs, 12:00 hrs, 14:00 hrs, 15:00 hrs, 16:00 hrs, 18:00 hrs, 20:00 hrs, 22:00 hrs, 2:00 hrs, 4:00 hrs) 	NDIA/ SEEC EDWC STAFF, SECRETARY	YELLOW ALERT
58.00 (17.68) and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, OP,CDC S/HOLDERS, WARNING	<ul style="list-style-type: none"> Update CDC and OP on conditions Inform Min of Agriculture on conditions Prepare to round up livestock Inform inhabitants of endangered areas Verify medical stock, equipment and personnel Verify availability and status of vehicles and boats Ordering opening of Lama #1 gate Regular meeting with CDC 	NDIA/SEEC/OP MOH/CDC	PHASE YELLOW
58.25 and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, OP,CDC, S/HOLDERS, WARNING	<ul style="list-style-type: none"> Round the clock reporting and reading Order opening of Lama #2 gate 	NDIA/SEEC	PHASE YELLOW
58.50 and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, OP,CDC S/HOLDERS, WARNING	<ul style="list-style-type: none"> Round the clock reporting and reading Assemble Task force at Ministerial level 	NDIA/SEEC/OP	ORANGE ALERT
58.50-58.75	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, CDC S/HOLDERS OP DECISION	<ul style="list-style-type: none"> Round the clock reporting and reading Inform OP on impending need for decision re evacuation Establish and verify communications network Round up Livestock to higher grounds Carry out intensive inspections of dams and structures 	NDIA/SEEC/OP/ MOA/CDC	PHASE ORANGE
58.75 and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC CDC, S/HOLDERS, OP DECISION	Implement disaster plan. (at this level with continued rainfall overflowing dam at low spots likely also, high probability of dam failure at weakest areas)	OP/CDC	RED ALERT
59.00 and rising	LAMA	EDWC	NDIA,SEEC, CDC S/HOLDERS OP DECISION	Implement disaster plan	OP/CDC	PHASE RED

2-2-5 貯水池周辺の状況

東デメララ貯水池周辺部は農地として開発され、サトウキビ及びコメが主に栽培されている。ジョージタウン～貯水池およびデメララ川～貯水池の間は、主にサトウキビのプランテーション、大西洋沿岸部と貯水池の間は、コメのコンバインを使った大規模機械化農業が展開されている。周辺の道路事情が悪く、補修工費用資材を車両により貯水池外から現場に届けることは、ほぼ不可能である。下図の丸印2地点へは4輪駆動車等でたどり着くことはできるが、その後、幅、植生の障害、強度の面から、ダム天端上を移動することはできない。



写真 2-2-6 貯水池外、デメララ川側の状況



写真 2-2-5 フラグスタッフ北側の圃場

2-3 環境社会配慮

2-3-1 環境社会配慮関連手続き

「ガ」国の環境に係る基本法は、1996年の環境保護法（Environmental Protection Act, No. 11 of 1996）であり、同法に基づき環境保護庁（Environmental Protection Agency; EPA）が設立され、2000年には、環境保護規定2000（Environmental Protection Regulations 2000）が定められた。

「ガ」国の環境影響評価法は1996年6月5日に制定され、2001年に改定されている。EPAでは公害の防止と新規開発行為の承認とを行う。併せて、EPAは必要に応じて周囲環境を監視する権限も有する。

環境影響評価（Environmental Impact Assessment; EIA）に関する事項は、環境保護法第4部に定められており、EPAの環境管理部（Environmental Management Department; EMD）が担当部である。本法律で当事業がどのように位置づけられるかを表2-3-1に示す。

表 2-3-1 環境影響評価法上での当プロジェクトの位置付け

項目	内容
対象項目	災害のリスクも含む
スクリーニング機関	環境保護庁（EPA）
事業者	農業省国家排水灌漑庁（NDIA）
その他の関係者	エキスパート：EPA から指名され、提出された報告書を審査する専門家
手続きの流れ	<ol style="list-style-type: none"> 1. NDIA が情報を EPA に提示 2. エキスパートが詳細環境影響評価（Detailed Environmental Impact Assessment; DEIA）の必要性を 12 営業日以内に審査する。 3. DEIA が必要な場合は、NDIA の負担によりアセスメント専門家が DEIA を作成する。 4. NDIA が作成する環境保全、環境モニタリング計画、及び住民・地方議会の意見を入れて DEIA を EPA に提出する。 5. エキスパートが DEIA の妥当性を審査する。 6. エキスパートの意見に基づき、EPA が事業実施に係る意志決定を行う

当事業実施に当たって、NDIA は環境保護庁（EPA）の様式を用いて環境認可申請書を作成し、土地の権利書、集落民主会議（Neighborhood Democratic Council ; NDC）等の地元関係者の承諾書、設計書を、申請料などとともに環境保護庁に提出しなければならない。環境保護庁は申請書を審査し、現地調査を実施し、スクリーニングを行い詳細環境影響評価（Detailed Environmental Impact Assessment ; DEIA）の可否を決定する。

2-3-2 スクリーニング

当事業は、原計画と同様、既存放流施設、取水施設の改修及びこれらに隣接する小規模土工工事から構成されていること及び各工事が大規模でないことから、事業による重大な環境への悪影響は想定されない。しかし、東デメララ貯水池（EDWC）の貯留水を、ジョージタウン水道水の原水の40%を占める水源として使用していることから、「JICA 環境社会配慮ガイドライン（平成16年4月）」における環境カテゴリにおける「B」（環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリAに比して小さいと考えられる協力事業である。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。）として扱うのが妥当である。

2-3-3 スコーピング

表2-3-2に示す環境マトリックスを使用してスコーピングを行い、環境への影響が想定される項目の選定を行った。地域状況を鑑み、影響の可能性が考えられる項目を広く抽出しており、評価「B」では影響評価を、評価「C」では影響の有無とその程度を確認し、必要に応じ影響評価することを想定している。評価は社会環境、自然環境、汚染の3項目にて実施した。

表 2-3-2 スコーピング チェックリスト

No.	影響項目	評価	説明
【社会環境】			
1	非自発的住民移転	D	本プロジェクトは既存施設の改修事業であるため、用地取得および住民移転は発生しない。
2	雇用や生計手段等の地域経済	D	一部の雇用環境は向上するが、工事規模が小さいことから、その影響は限定的である。これより雇用・生計等の地域経済に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
3	土地利用と地域資源の利用	B	灌漑用水の供給が安定するので、より積極的な土地利用が可能となるため、土地利用と地域資源の利用に関して重大ではないが、影響を引き起こす。
4	社会関係資本や地域の意思決定機構等の社会組織	B	灌漑用水の供給が安定する一方、用水配分に関する調整が必要となる。この面で、社会組織に関して影響を引き起こす可能性はある。
5	既存の社会インフラや社会サービス	B	サラ・ジョアンナ放流工改修工事において、既存橋梁の架け替えが行われる。関係する民間会社への影響はあるが、交通遮断等は伴わないので、影響は小さい。
6	貧困層・先住民・少数民族	D	マハイカ川本流上流に先住民の村があるが、東デメララ貯水池の流域外であることから、貧困層・先住民・少数民族に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
7	被害や便宜の偏在	D	周辺地域住民全員の洪水被害の可能性が減少することから、被害・便宜の偏在に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
8	文化遺産	D	東デメララ貯水池周辺で文化遺産に指定されているものはないことから、文化遺産に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。

No.	影響項目	評定	説明
9	地域内の利害対立	D	貯水池改修による洪水に対する安全性向上は、ラマ、マドゥニ放流工からの放流機会を減じ、洪水被害についてのマハイカ川流域とジョージタウン一帯との間の利害対立を解消する方向に作用する。
10	水利用・水利権、入会権	B	アンズ・グローブ取水工がシャンクス取水工に併設される。このため、水利権と利水操作に関し、両受益者間での調整が必要となる。
11	公衆衛生	D	洪水被害リスク減少で湛水期間に発生する感染症等が減少することから、公衆衛生に関して影響を引き起こす可能性はあるが、負の影響は殆どない。
12	災害、HIV/AIDSのような感染症	D	工事期間は乾期に限定される。また、ガイアナは赤道無風帯に属し、強風も吹かない。従って工事期間中の災害リスクは非常に小さい。
【自然環境】			
13	地形、地質	D	工事規模が小さいことから、地形や地質に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
14	土壌侵食	D	土工事が実施されるが、工事範囲が限定的であること、湿地状平坦地での工事であり雨水の流下に伴う下方侵食が生じないことから、土壌侵食の可能性はない。
15	地下水	D	取水工構造物はコンクリートの現場打設により築造する。硬化後のコンクリートからのアルカリ成分の溶出はなく、地下水及び湖沼水への影響はない。
16	湖沼・河川状況	D	
17	海岸・海域	D	地理的に海岸・海域から遠いことから、影響を引き起こす可能性は想定されない。
18	植物、動物、生物多様性	D	東デメララ貯水池とその周辺に指定された保護すべき動植物はなく、工事の範囲も限定的であることから、植物等に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
19	気象	D	使用機材からの排ガスの発生が想定されるが、工事規模が小さいことから、気象に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
20	景観	D	工事規模が小さいことから、景観に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
21	地球温暖化	D	使用機材からの排ガスの発生が想定されるが、工事規模が小さいことから、地球温暖化に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
【汚染】			
22	大気汚染	D	使用機材からの排ガスの発生が想定されるが、工事規模が小さいことから、大気汚染に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
23	水質汚濁	B	掘削工事が実施されるが、シートパイルで囲った中での工事となること、工事規模が小さいこと、貯水池内水路の流速が遅く、汚濁が生じた場合にも範囲が広がる前に沈殿してしまうことから、水質汚濁が問題となる可能性はない。ただしナンシー取水工については上水道水源であり、監視が必要である。

No.	影響項目	評定	説明
24	土壌汚染	D	現場発生土による埋戻しを行うことから、土壌汚染の問題は発生しない。
25	廃棄物	D	廃棄物が一部発生するが、工事規模が小さいことから、廃棄物に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
26	騒音と振動	D	建設機械の騒音・振動は発生するが、工事地点周辺には人家等は全くない。したがって、騒音と振動に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
27	地盤沈下	D	地盤沈下を引き起こす要因は、地下水の汲み上げ、新たな荷重増である。掘削・埋め戻しはあるが、荷重増にはならないので、地盤沈下は生じない。
28	悪臭	D	不快臭の発生する工種はないことから、悪臭に関して影響を引き起こす可能性は想定されない。
29	水路底の沈殿物	D	土留め工施工時において、沈殿物に関して影響を引き起こす可能性はあるが、影響は殆どない。
30	事故	B	工事には、超ロングアーム掘削機、クレーン等が使用される。台船上での不安定な状態での作業となる場合も多いので、事故防止に万全の注意を払うことが必要である。
全体評価		D	

評定) A: 重大な影響がある B: 多少の影響がある C: 影響度合いが不明 D: 殆ど影響がない

2-3-4 主な環境社会影響の回避・緩和策

「B」と評定された影響項目に対する回避策、緩和策を表 2-3-3 に示す。

表 2-3-3 評定「B」環境社会影響項目に対する回避・緩和策

No	項目	回避・緩和策
3	土地利用・地域資源の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・施工前に地元住民と意見交換会を実施する。 ・水利組合の活動状況を把握し、場合によっては調整を促す。
5	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・施工前に関係する民間会社 (Barama Company Limited) と協議し、工事の内容等について説明し合意を得る。 ・資材置場等について説明し、合意を得る。 ・施工中は注意喚起看板、夜間の灯火設備を設置する。
10	水利用・水利権、入会権	<ul style="list-style-type: none"> ・施工前に地元住民と意見交換会を実施する。 ・水利組合の活動状況を把握し、場合によっては調整を促す。
23	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・シートパイルで施工範囲を囲う等の仮設工事を十分に行う。 ・セメント等資材の管理、余剰物・残滓の処理を徹底する。
30	事故	<ul style="list-style-type: none"> ・工事現場において安全教育を行い、掘削重機、クレーンの作業半径内立ち入り禁止を徹底する。 ・セメント粉を扱う場合には、防塵マスクの着用を徹底する。 ・工事関係者にヘルメットの着用を義務付ける。 ・各工事現場で、上記についての安全規則を定める。

2-3-5 モニタリング計画

前項の回避・緩和策において、特に重要な項目について以下によりモニタリングを実施する。

表 2-3-4 重要な環境社会影響項目に対するモニタリング計画

No	項目	モニタリング計画
23	水質汚濁 ¹⁾	特に飲料水取水口であるナンシー取水工施工時において、モニタリングとして以下の項目を実施する。 ● pH ● 透明度
30	事故	安全規則の遵守状況を定期的にチェックする。

1) 水質汚濁モニタリング基準

モニタリング項目	単位	測定値 (中間値)	測定値 (最大値)	「ガ」国の 標準値	国際標準 参照基準	摘要 (測定点, 頻度, 測定 手法等)
pH (ペーハー)	-	6.5	8.5	-	EPA(USA) ^{*1}	Nancy 取水工吐き口 において、工事期間 中実施(毎日 午前10 時を原則)
濁度	NTU ^{*2}		5 ^{*3}	-	EPA(USA)	同じ

*1 EPA: アメリカ環境保護局

(US Environmental Protection Agency)

*2 NTU: 濁度(度) (Nephelometric Turbidity Unit)

*3 工事実施前の値もしくは5のいずれかの大きい値

2) 土壌汚染度モニタリング基準

モニタリング項目	単位	測定値 (中間 値)	測定値 (最大値)	「ガ」国の 標準値	国際標準 参照基準	摘要 (測定点, 頻度, 測定手法等)
pH (ペーハー)	-	-	-	-	-	周辺たまり水のpH測定 工事中:1 試料/日

2-3-6 環境社会配慮に係るプロジェクトの総合評価

当事業は小規模であることから、環境社会影響の度合いは少ないと想定される。また、回避及び緩和策を講じるとともに、モニタリング計画に基づく監視を行うことにより、影響を低減できると評価できる。

上記の評価は、調査中に行われた環境保護庁(EPA)との協議でも承認され、結論として当事業では詳細環境影響評価(DEIA)は必要としないと判断された。

2-4 気候変動に関する課題

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次評価報告書(2007)では、人類の活動が地球温暖化を進行させており、それにより深刻な被害の生じる危険性が指摘されている。具体事象として、極端な高温や低温の発生頻度の増加、集中豪雨やサイクロン等の強度や頻度の増大、早魃の拡大、海水膨張・地球両極の氷床減少による海面水位の上昇、などが挙げられている。「ガ」国において予測される気候変動の影響と本プロジェクトとの関わりについては、次の説明がなされる。

2-4-1 降雨パターンの変動

気候変動に関する国連枠組み条約(UNFCCC)「Initial National Communications」報告書(2002)および「Guyana National Vulnerability Assessment」(2002)では、1960年以降、平均降雨量の減少と共に降雨強度の増加傾向を実測値に基づいて指摘し、将来値として2020～2040年の気温上昇は1.2℃、降雨量は平均10mm/月の減少、と予測している。また、世界銀行の「Conservancy Adaptation Project」審査報告書(2007)は、ガイアナはこれから乾燥期に向い、2050年まで平均1mm/日の降水量減で世界でも有数の降水率減少国になることを予測しているが、一方では、過去50年間における集中降雨量とその発生頻度の増加の実態を踏まえ、将来集中豪雨の頻度が増す、としている。

総降雨量の減少傾向、過去における渇水経験(貯水池水位が低下し、灌漑用水に不足が生じる)を踏まえれば、貯水池内水路の拡幅・拡充を図り利水容量を増大させる努力が重要となる。また、集中降雨の雨量及び頻度の増加に対しては、貯水位急上昇による堤体越流から決壊に至る事態を防止するために、貯水池放流施設に十分な能力を付与することが必要である。本プロジェクトの一環である放流施設の改修は、後者に寄与するものとなっている。

2-4-2 沿岸海水面の上昇

世界的には海面上昇速度が2-4mm/年とされている中、上記のUNFCCC報告書及び「Guyana National Vulnerability Assessment」(2002)ではさらに厳しい予測がなされている。すなわち、ガイアナ海水位の記録で1951～1979年間の海面上昇が平均10mm/年であったことを踏まえれば、同じ上昇速度を適用した場合の2005年までの55年間の水位上昇は55cmとなり、「ガ」国を含むカリブ海域での海水位は他域より早い上昇速度で推移し、事態はより深刻である、と指摘している。

「ガ」国沿岸海水面の上昇が東デメララ貯水池に及ぼす影響は、貯水池の常時満水位と潮位の関係を見れば容易に理解できる。ジョージタウン基準標高GDで表現した常時満水位標高はGD. 57.5 feet、これに対し海拔ゼロメートルはGD. 51.05 feetである(海拔ゼロメートルは、干潮位と満潮位の年間平均値)。これから見ると常時満水位と海拔ゼロメートル間の差は6.45 feetである。一方、ジョージタウンの潮位変化は下図の通りであるが、約9 feet弱である。その中間値を仮に海拔ゼロとすれば、満潮時には常時満水面標高が(6.45 feet-4.5 feet=)約2 feet(60cm)高いただけとなり、貯水池からの排水能力が潮位の影響を

強く受けていることが理解できる。よって、東デメララ貯水池にとって、海水面の上昇は放流施設の放流能力低下に直接的影響を与えるので、常に放流能力向上に努めることが必要になることを意味する。

本事業で予定されているサラ・ジョアンナ放流工の改修は、この努力の一翼を担うものとなっている。

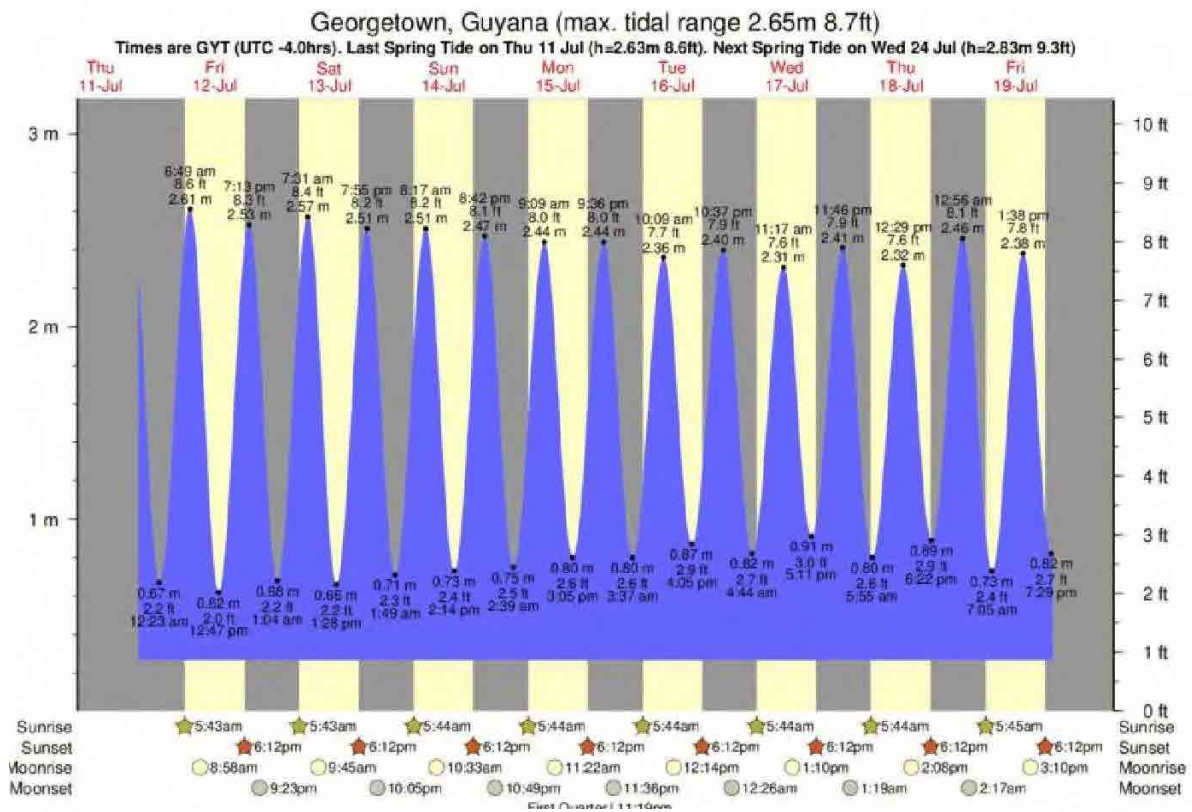


図 2-4-1 ジョージタウンの潮位変化予報

(出典 ; tide-forecast, 2013 Tide Times and Tide Charts for the World
<http://www.tide-forecast.com/locations/Georgetown-Guyana/tides>

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

3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標

「ガ」国では、2005 年の大洪水による被害を契機とした東デメララ貯水池の各施設に対する修復工事が 2005 年 2 月刊行の UNDAC 調査報告書「Geotechnical and hydraulic assessment of the East Demerara Water Conservancy dam (Joint UNEP/OCHA Environment Unit)」により提案された取り組み計画(Action plan)に基づき行われてきた。同計画は 2015 年を目途として、東デメララ貯水池の堤体修復及び堤体に附帯する放流施設・取水施設の改修他、東デメララ沿岸地区より大西洋に向けた放水路の新設、既存放水路の抜本的改修・整備、沿岸部に設置されているポンプ施設の改良、洪水災害管理に関する行動計画案、等を含んでいる。この 2005 年 UNDAC 報告書で提言された取り組み計画が、本プロジェクトの上位計画となる。

一方、将来の気候変動予測を行っている多くのモデルにおいて、「ガ」国を含む南米北部では気温上昇及び降雨量減少が予測されている。そのため、乾季に、農地や首都圏へ安定した水供給を行う水源施設として、東デメララ貯水池は、高い重要性を持つ。本貯水池を安全に維持運用していくためには、堤体や附帯施設の構造的な安全性を高める必要がある。堤体の構造的な安全性を高めるプロジェクト目標の下に、既に無償資金協力事業「東デメララ貯水池修復計画」が実施され、機材の調達が行われている。附帯施設（放流工、取水工）の構造的な安全性を高めるプロジェクト目標の下に計画されているのが、今回の検討対象である「第二次東デメララ貯水池修復計画」である。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、附帯施設改修を実施するものである。これにより、放流施設及び取水施設の改修と適切な操作・運用により、安定した上水・灌漑用水の供給、洪水調整機能の向上に伴う洪水被害の軽減が期待されている。

改修対象の附帯施設は、以下のとおりである。

放流施設； 2箇所（マドゥニ、サラ・ジョアンナ）

取水施設； 4箇所（シャンクス*、ホープ、アナンデール、ナンシー）

* アンズ・グローブはシャンクスに併設される。

以上を、上位目標、プロジェクト目標との関連において総括すると、表 3-1-1 の通りとなる。

表 3-1-1 プロジェクトの概要総括表

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手手段	外部条件
<p><u>上位目標</u>：東デメララ貯水池 (EDWC) の治水能力向上を通じて、「ガ」国首都圏において、安定的に水資源が確保され、洪水被害が軽減される。</p>	<p>1) EDWC 下流沿岸の住居地 (約 350km²、約 30 万人) の洪水被害が軽減される。 2) EDWC 下流沿岸の農地 (約 17,900ha) への灌漑水の供給が安定する。 3) EDWC 下流域の首都圏 (36 万人の約 40%相当人口分) への安定した上水供給がなされる。</p>	<p>事業年報、給水検診記録、洪水被害記録</p>	
<p><u>プロジェクトの目標</u> EDWC の堤体の安全性が改善する。</p>	<p>洪水期に計画洪水位まで上昇しても、堤体に損傷が発生しない。</p>	<p>貯水位測定記録 貯水池修理記録 周辺監視記録</p>	<p>必要な財政措置、適切な運転管理、安全監視が行われる。</p>
<p><u>成果</u> 改修対象附帯施設の安全性が強化され、放流機能、取水機能が改善される。</p>	<p>各対象附帯施設が所定の機能を発揮する。 貯水池の堤体弱部である附帯施設の不具合が減少する。 放流工の放流能力が改善する。 取水施設が正常に運用される。</p>	<p>放流ゲート開閉記録 取水ゲート開閉記録 周辺監視記録附帯施設修理記録</p>	<p>必要な財政措置、適切な運転管理、安全監視が行われる。</p>
<p><u>活動</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 放流工 2 箇所の改修 取水工 4 箇所の改修 洪水期制限水位設定手法の技術移転 	<p><u>投入</u></p>		
	<p>日本側 [附帯施設改修] 放流工、取水工の改修 [人材] 施工業者、コンサルタント、調達代理機関 [事業費] 附帯施設の改修工事費、改修工事監理費</p>	<p>「ガ」国側 [人材] 技術者、技能者 運転員、労務者 [事業費] 維持管理費 支払授權書・銀行支払い手数料、ソフト コンポーネント用試験器具</p>	<p>前提条件 E/N、G/A が締結される。 (締結済み)</p>

3-1-3 現地調査結果及び協力対象内容の見直し

3-1-3-1 原計画の協力対象

「東デメララ貯水池修復計画準備調査」に基づく原計画において、修復・改修対象として設定された附帯施設とその周辺構造物は以下のとおりである。

表 3-1-2 原計画時点の協力対象

施設名称	改修内容
取水施設	
アンズ・グローブ取水工	呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 堤体盛土の改良
ホープ 取水工	取水工扉ガイドの改修 呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 取水工本体構造（擁壁部）の延長 堤体盛土の改良 パイピング防止止水工
アナンデール取水工	取水扉（呑みロゲート）の部分改修 呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 背面盛土の造成
ナンシー 取水工	呑み口側、吐口側擁壁（木杭護岸工）の改修 背面盛土の造成
放流施設	
マドゥニ放流工	既設排水門の改修（放流ゲートの取替え） 流入側、流出側擁壁（木杭護岸工）の改修 堤体盛土の修復 背面盛土の造成
サラ・ジョアンナ放流工	流入側擁壁（木杭護岸工）の改修 排水管の付け替え

3-1-3-2 現地踏査

(1) アンズ・グローブ取水工

部位	状況
取水工本体	ゲートのスピンドルに曲がり (写真 3-1-1)
木杭護岸	呑み口部正面左側を除き、ほぼ正常。(木杭は地盤が固い場合は真っ直ぐ入らないので、乱れ即ち老朽化ではない) (写真 3-1-2)
操作	3年前から操作不能、ゲート隙間及び基礎からの漏水 (残置パイプ経由) が灌漑用水として使用されている。(写真 3-1-3)
周辺盛土	呑み口正面左側の上流斜面に発生した滑りにより、天端表面が沈下 (PH 3-1-4)



写真 3-1-1 スピンドルの曲がり



写真 3-1-3 漏水により維持された下流水路流況



写真 3-1-2 取水工呑み口部正面と護岸工



写真 3-1-4 天端の沈下、クラック、護岸工の傾斜

(2) ホープ取水工

部位	状況
取水工本体	現時点、問題なく機能している。(写真 3-1-5, 写真 3-1-7)
木杭護岸	上下流側とも、ほぼ正常。(木杭は地盤が固い場合は真っ直ぐ入らないので、乱れ即ち老朽化ではない) (写真 3-1-7, 写真 3-1-8)
周辺盛土	天端補足盛土が実施されて後、日が浅い。木杭護岸施工範囲が狭く、盛土上流斜面が急勾配である。(写真 3-1-5, 写真 3-1-6)
操作	下流側が池状態、その後水路が延びる。(写真 3-1-9) ゲート操作は、フラッグスタッフ職員により、年4回(雨期、乾季の初め)行われる。



写真 3-1-5 盛土天端と巻き上げハンドル



写真 3-1-6 呑み口正面右側の木杭護岸



写真 3-1-7 上流側木杭護岸の状況



写真 3-1-8 下流側木杭護岸の状況



写真 3-1-9 下流側の池とそれに続く用水路

(3) アナンデール取水工

部位	状況
取水工本体	現時点、問題なく機能している(写真 3-1-10)
木杭護岸	上流側は木杭護岸らしきものが認められるが、植生が繁茂し自然斜面状態である(写真 3-1-11)。下流側では木杭護岸の代わりにコンクリート擁壁で固められている(写真 3-1-12)。その他の箇所は植生の繁茂する自然斜面で落ち着いている(写真 3-1-13)。
周辺盛土	滑り等の兆候はなく、落ち着いている(写真 3-1-11)
操作	ゲート操作は、ガイアナ砂糖公社 (Guyana Sugar Corporation) により、年 4 回 (雨期、乾季の初め) 行われる。ゲートから少量の漏水はあるが、農民がこれを利用し換金作物栽培を行っている。



写真 3-1-10 取水工スピンドルの状況



写真 3-1-11 上流斜面の状況



写真 3-1-12 下流吐き口部の擁壁



写真 3-1-13 植生に覆われた下流斜面

(4) ナンシー取水工

部位	状況
取水工本体	現時点、問題なく機能している(写真 3-1-14)
木杭護岸	本体に近いところはコンクリート擁壁で固められている。末端は木杭護岸であるが、荒廃しほとんど痕跡をとどめない(写真 3-1-15)。
周辺盛土	滑り等の兆候はなく、落ち着いている(写真 3-1-15)
操作	ゲート操作は、フラッグスタッフ事務所職員により、毎日行われる。用水は、ガイアナ水公社 (GWI (Guyana Water Inc.)) の浄水場に送られ、ジョージタウンの上水として使用される。



写真 3-1-14 ゲートハンドル、コンクリート擁壁等の状況



写真 3-1-15 ほとんど痕跡をとどめない木杭護岸と植生に覆われた斜面

(5) シャンクス取水工

部位	状況
取水工本体	現時点、問題なく機能しているということであるが、スピンドルは傾いており怪しい。(写真 3-1-16)
木杭護岸	上流側はかなり乱れており、応急処置的な状況 (PH3-1-17)。下流側は特に乱れはないが、カバー範囲が狭い(写真 3-1-19)。
周辺盛土	盛土天端幅が狭く、やせている(写真 3-1-18)。呑み口正面右側約 20m 地点で、上流斜面の滑りのために段差が生じている(写真 3-1-20)。
操作	ゲート操作は、フラッグスタッフ事務所職員により、年 4 回行われる。取水工として北側用水系統で最も重要なもので、下流水路は大規模である(写真 3-1-21)。



写真 3-1-16 ゲートは正常に機能



写真 3-1-17 上流側木杭護岸の状況



写真 3-1-18 やせて狭い盛土天端幅



写真 3-1-19 下流側木杭護岸の状況



写真 3-1-20 滑りにより段差が生じた盛土天端



写真 3-1-21 大規模な下流用水路

(6) サラ・ジョアンナ放流工

部位	状況
放流ゲート	幅 3.1m、壁高 2.7m のカルバート水路 2 門にそれぞれ木製ゲートが取り付けられている(写真 3-1-22)。クニア放水路の下流ゲート巻き上げ機の支柱間隔が 5.6m(写真 3-1-22') であることから推し、クニア放水路の流下能力を下回らないよう意識したものと推測される。ゲート、巻き上げシステムは正常である。
木杭護岸	ゲート直上流右側に小規模なものがあるほかには見当たらない。水路両岸は植生に覆われ、崩落等は無く落ち着いている(写真 3-1-23)。
上流水路	水路幅約 15m、延長約 300m のクニア放水路への接続水路となっているが、全面、水草に覆われている。浚渫・清掃が必要である(写真 3-1-24)。中間、上流より木製橋があり、コンクリートフルーム水路の側壁を橋台としている。水路幅が 2.7m と狭く、接続水路の流下能力がこの狭小水路に制約されている可能性が高い(写真 3-1-25)。
下流水路	水路に水草が繁茂し、水路の流下能力を低下させている。水路両岸に崩壊等は生じていない(写真 3-1-26)。



写真 3-1-22 サラ・ジョアンナ放流工のカルバート水路とゲート



写真 3-1-22' クニア下流調節ゲートの巻き上げ機支柱



写真 3-1-23 直上流水路の状況



写真 3-1-24 幅広接続水路



写真 3-1-25 木橋と狭小水路



写真 3-1-26 下流側水路の状況

(7) マドゥニ放流工

部位	状況
コンクリート壁	コンクリート壁は健全である(写真 3-1-27)。
放流ゲート	木製ゲートから顕著な漏水がある(写真 3-1-28)。程度は 2009 年当時と変化していない。
木杭護岸	上流側の木杭護岸は、水面上部分の木製シートパイルがほとんど朽ち果てている(写真 3-1-29)。下流側には木製シートパイルによる導流壁があるが、ほとんど朽ち果てている(写真 3-1-30)。しかしながら上下流とも、背後の盛土斜面、地山斜面は自立し安定している。
周辺盛土	盛土は粘土質でよく締まっており安定している(写真 3-1-31)。



写真 3-1-27 放流工正面のコンクリート
擁壁とゲート



写真 3-1-28 木製ゲートからの漏水状況



写真 3-1-29 朽ちた木製シートパイル
と背後の自立している盛土斜面



写真 3-1-30 朽ちた木製シートパイル
と自立状態の地山斜面



写真 3-1-31 粘土質でよく締まった盛土表面

(8) ホープ・ドックフォー放水路の影響

(a) 計画概要

ホープ・ドックフォー放水路建設事業は 2010 年に開始され、2013 年 12 月に完了する予定（ガイアナ政府広報）である。放水路延長 10.5km，放水路水路底幅 30m，貯水池側調節工は 3 門の木製ゲートを有し、海岸側調節工は 8 門の鋼製ゲートを備えている（図 3-1-1～図 3-1-3 参照）。

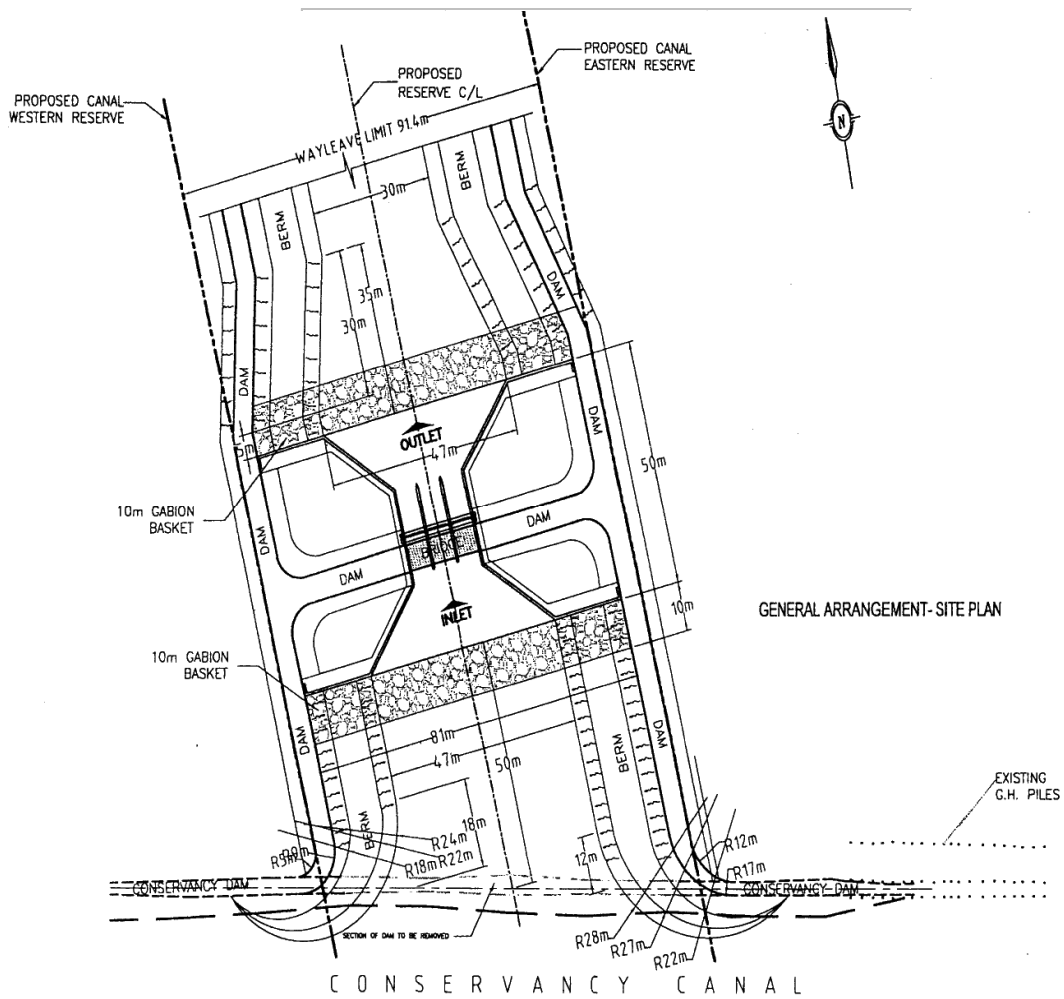


図 3-1-1 貯水池側放流工・平面配置計画

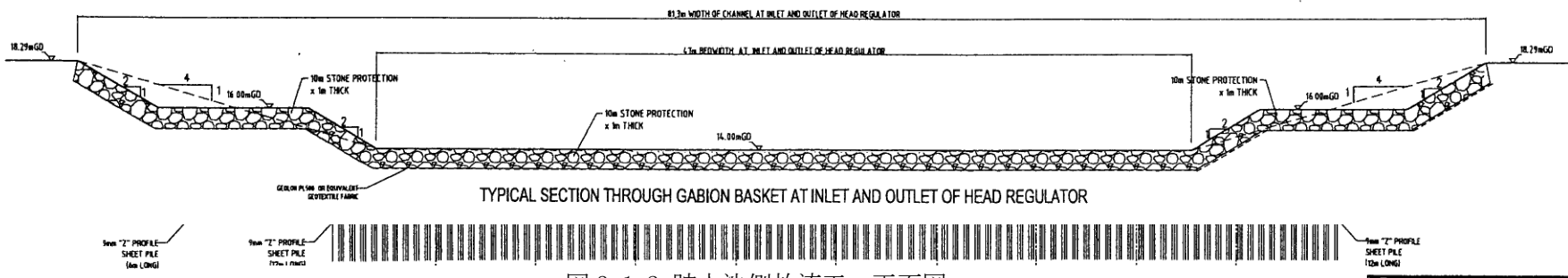
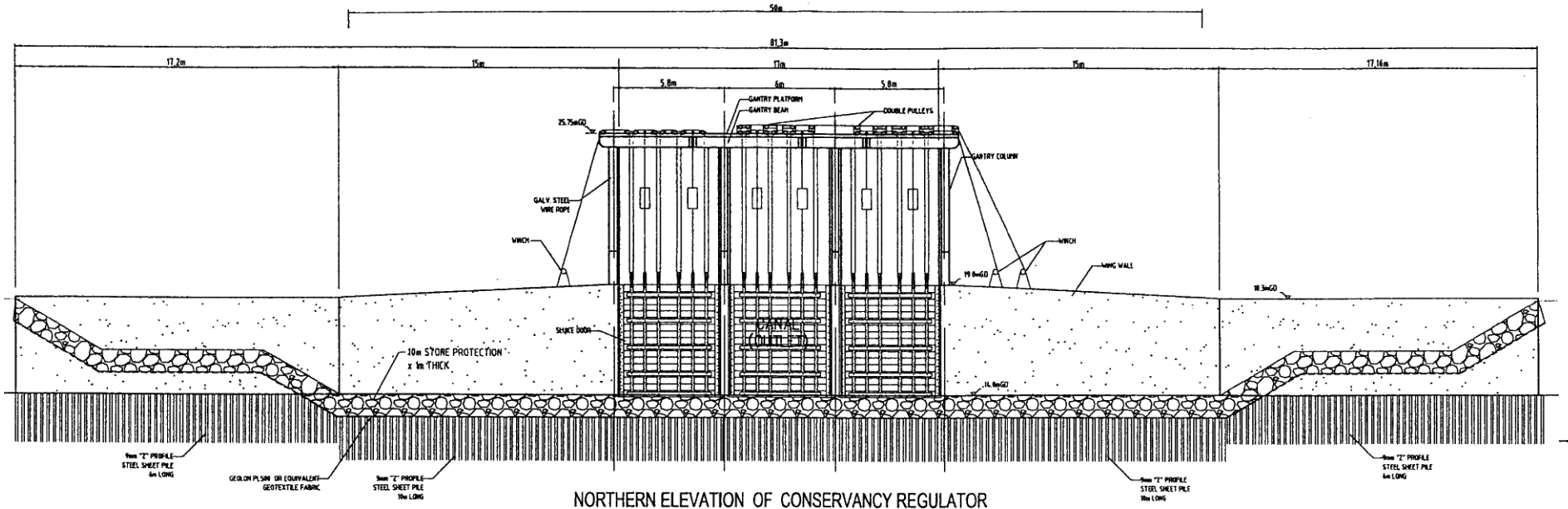


图 3-1-2 貯水池側放流工・正面図

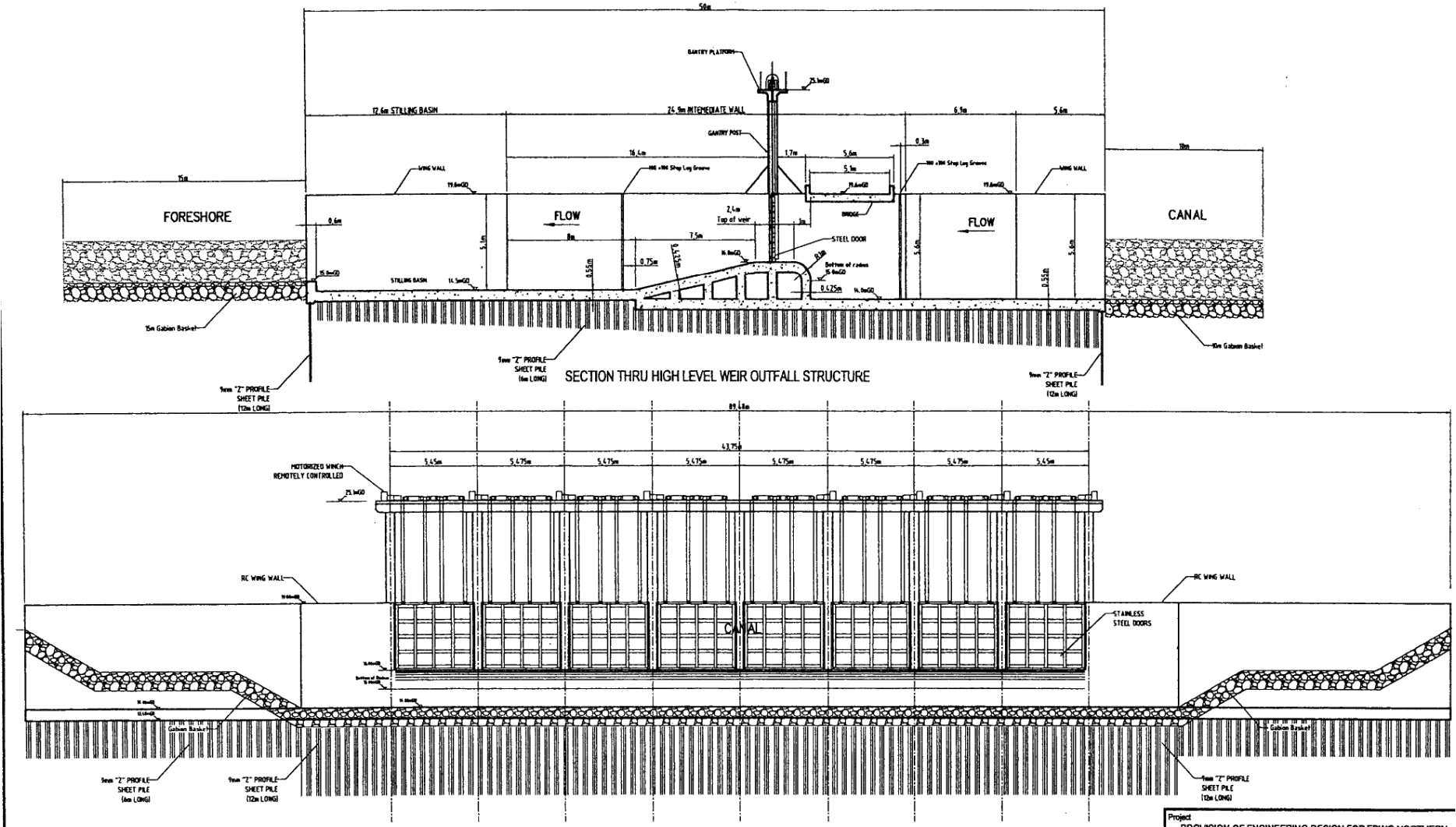


图 3-1-3 海岸側調節工・概要図

(b) 施工状況



写真 3-1-32 海岸沿い国道から 2.3 km、地点
下流を望む



写真 3-1-33 海岸沿い国道から 2.3km 地点、
上流を望む。



写真 3-1-34 中流部での堤防整形作業の状況



写真 3-1-35 上流部貯水池遠望地点、水路掘削状況および盛土材のストックパイル



写真 3-1-36 貯水池側放流ゲート部基礎工事、杭打ち作業の状況

(c) ホープ・ドックフォー放水路の影響

「東デメララ貯水池修復計画準備調査」実施時点においても、ホープ・ドックフォー放水路の建設は計画されていたが、今回の現地調査にて、その詳細を確認し、アンズ・グローブ取水工の幹線用水路が、ホープ・ドックフォー放水路によりその根元で分断されることが確認された（写真 3-1-37）。従って、原計画で想定していたアンズ・グローブ取水工を現位置で改修する意味は無くなる。

ホープ・ドックフォー放水路を建設している現時点では、アンズ・グローブ取水工から取水できないため、シャンクス取水工から導水し、アンズ・グローブ幹線用水路の下流側（放水路右岸側）に注水している。NDIA 技術者間には、ホープ・ドックフォー放水路右岸側に取水工を単独で新設する案と、シャンクス取水工に併設する案が存在する。既存の接続水路もあり、シャンクス取水工自体が改修の必要性に迫られているため、同取水工に併設し、両取水工を抜本改修（新設）する案が妥当であると考えられる。

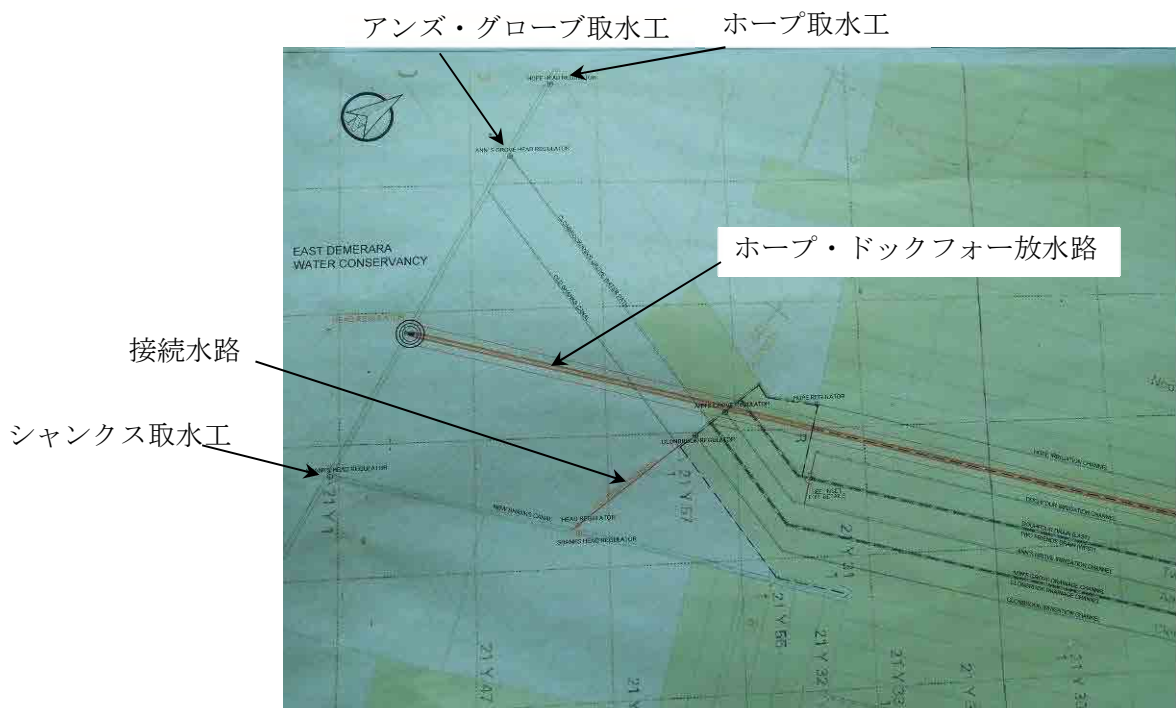


写真 3-1-37 各取水工とホープ・ドックフォー放水路の関係

3-1-3-3 取水工改修・修復履歴調査

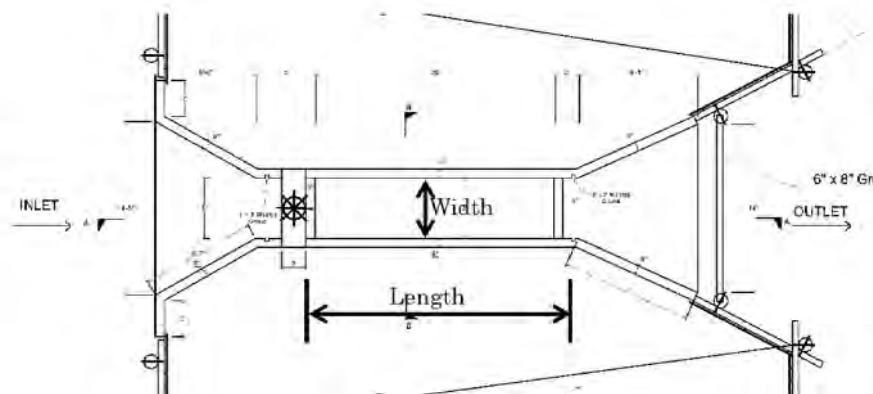
表 3-1-3 取水工改修・修復履歴聞き取り調査結果総括表

取水工名称	記事
シャンクス	2年前に、パイピングに起因する漏水、木杭護岸工の沈下および盛土天端のクラックが生じ、改修が行われた。同様の問題が過去において何回か繰り返し発生し、その都度、改修・修復工事が行われてきた。
アンズ・グローブ	2000年に取水工本体を含む改修工事が行われた。このとき、カルバート水路の下にもとの管路の一部が残置状態となり、これがその後の漏水経路となってきた。3年前、スピンドルが曲がったためゲートが操作不能となった。それ以来、この状態が続いている。
ホープ	2年前、ゲート、スピンドル、呑み口部周辺の木杭護岸工の改修工事が行われた。過去において、パイピングに起因する漏水問題が数回発生し、その都度、補修工事が行われてきた。
アナンデール	2003年に、取水工本体を含む抜本改修工事が行われた。その後、スピンドルが曲がる問題が一度発生したが、直ちに取替え工事を行った。その他には、何も問題は発生していない。
ナンシー	1996年に木杭護岸工の改修工事が行われた。 2003年にゲート、スピンドル、巻き上げハンドルが取り替えられた。これに際し、ゲートは鋼製ゲートとなった。以降、問題は発生しておらず、それ以前も含め、盛土あるいは地山斜面の崩壊等が発生したことはない。

3-1-3-4 取水工現況施設諸元確認調査

表 3-1-4 取水工現況施設諸元確認調査結果総括表

	Shanks 取水工	Ann's Grove 取水工	Hope 取水工	Annandale 取水工
1.取水工諸元				
カルバート水路幅(Width)	1.0m	1.4m	1.2m	1.4m
カルバート長さ(Length)	3.0m	3.4m	3.0m	4.3m
管路 /直径	管路 / 不明	管路 / 800mm	管路 / 不明	管路 / 1,200mm
ゲート	木製	木製, 厚 6.4 cm	木製, 厚 5 cm	木製
2.水深	ゲート前面: 3.1m 木杭護岸根元:1.8m	—	—	—
3.木杭護岸工				
呑み口	かなり乱れており、応急処 置的	呑み口部正面左側を除き、 ほぼ正常。	上下流側とも、ほぼ正常。	小範囲で目立たない。斜面は 自立し安定。
吐き口	特に乱れはないが、カバー 範囲が狭い	なし。斜面は安定している。		なし。斜面は安定している。
4.盛土	天端幅が狭く、やせてい る。呑み口正面右側約 20m 地点で、上流斜面の滑りの ために段差。	呑み口正面左側の上流斜面 に発生した滑りにより、天 端表面が沈下	天端補足盛土が実施され て後、日が浅い。木杭護岸 施工範囲が狭く、盛土上流 斜面が急勾配である。	植生に覆われ安定している。
5.下流水路幅	16m	6~7m	5~6m (池)	7~8m



3-1-3-5 現状に基づく原修復計画の設計内容見直しの必要性の確認

原修復計画	現状	見直しの必要性	対応
アンズ・グローブ 取水工 呑み口、吐口擁壁の改修（木杭護岸工） 堤体盛土改良	ホープ・ドックフォー 放水路が幹線用水路を根元のところで横断したので、取水工はもはや存在意義を失っている。	見直し	アンズ・グローブ 取水工は、ホープ・ドックフォー放水路の右岸側に移設されねばならない。シャンクス 取水工に併設するのが合理的である。
（シャンクス取水工） 準備調査時には、改修直後の状態にあったため、修復対象外とされた。	取水工回りの盛土はパイピングに起因する漏水を繰り返してきた。現在も盛土天端はやせており、いつ漏水問題が発生してもおかしくない状況である。抜本的改修が必要である。	見直し	シャンクス 取水工にアンズ・グローブ 取水工を併設する形で、取水工全体を新設することが妥当である。
ホープ 取水工 取水工扉ガイドの改修 本体取水管の吐口側への延長 呑み口、吐口擁壁の改修（木杭護岸工） 堤体盛土の改良パイピング 防止止水工の実施	現状では安定しているように見えるが、シャンクス 取水工同様、過去において短い取水管延長に起因する漏水を繰り返してきた。この状況は現在も改善されていない。	一部見直し	本体取水管の延長については、接合の確実性の問題がある。又、取水管の延長と法止め護岸工の改修では、短い取水管に起因する問題の根本的解決にはなっていない。取水工全体を新設することが望ましい。
アナンデール 取水工 取水扉（ゲート）の部分改修 呑み口、吐口擁壁の改修（木杭護岸工） 背面盛土の造成	現状で、盛土部を含めた全施設に問題は生じていない。2003年に取水工本体を含む改修が行われて以降、ゲートのスピンドルが曲がって取り替えられた以外に、施設は全て正常に機能してきた。ゲートから少量の漏水はあるが、特に問題にはなっていない。	一部見直し	施設は全体的に安定しているものと評価する。盛土についても安定しているが、上流側については法面保護工を施工することが望ましい。ただし、緊急に実施する必要性に迫られていないので、優先順位は低く評価する。
ナンシー 取水工 呑み口、吐口側擁壁の改修（木杭護岸工） 背面盛土の造成	1996年に施工された護岸工は、現在はすっかり朽ち果てている。しかしながら、その背後の斜面は安定しており、過去に問題が発生したこともない。	一部見直し	上流側護岸工の改修により、取水工回りの堤体斜面の法止め機能、法面保護機能を回復させる。
マドゥニ 放流工 既設排水門（放流ゲートの取替え） 流入側、流出側擁壁（木杭護岸工） 堤体盛土の修復 背面盛土の造成	ゲートからの漏水は、ほぼ前回調査時と同様である。護岸工は朽ちているが、その背後の盛土斜面は急であるにもかかわらず安定している。盛土は粘土質でよく締まっており、良好な状態にある。	一部見直し	ゲート取り替えは原修復計画と同様とする。上流側護岸工の改修により、取水工回りの堤体斜面の法止め機能、法面保護機能を回復させる。
サラ・ジョアンナ 放流工 流入側擁壁の改修（木杭護岸工） 排水管の付け替え	既存の法止め護岸工は、ごく狭い範囲に存在するのみである。その他の範囲の斜面は自立し安定している。接続水路に幅の狭いコンクリート水路があり、放流能力阻害要因となっている。	一部見直し、水路の放流能力を改善する	既計画は、水路の放流能力改善を優先すべく見直される。法止め護岸工の範囲、規模についても見直す。

3-1-3-6 ホープ・ドックフォー放水路完成後における施設修復の必要性について

(1) マドゥニ放流工

マドゥニ放流工は2つの機能を持っている。一つは緊急放流施設の機能であり、もう一つはマドゥニ川との間での流量調節機能（旱魃で貯水池の水位が低下したときに、マドゥニ川から導水する機能）である。

緊急放流機能については、ホープ・ドックフォー放水路の建設に関する報告書「The Design of the East Demerara Water Conservancy (EDWC) Northern Relief (2009年12月)」が、同放水路完成後においても1000年確率を超える程度の大雨が降れば、洪水が発生する（堤体越流が発生する）可能性があるとしていることから、国家的規模の大災害のときには、必要となるものと考えられている。

以上の2点から、マドゥニ放流工の改修は必要と考えられる。

(2) サラ・ジョアンナ放流工

サラ・ジョアンナ放流工の改修とクニア放流工の改修の関係については、次のように考えられる。両放水路の合流点で水路断面が増し流下能力が増加すれば、合流点での水面標高が低下する。この低下により、合流点上流でのクニア放水路内で、クニア放流工と合流点間での導水勾配が大きくなり、流下能力が増加する。よって、全体としての放流能力改善に、サラ・ジョアンナ放流工の改修が効果を発揮するものと考えられる。

サラ・ジョアンナ放流工、クニア放流工の改修は、ホープ・ドックフォー放水路完成後も、1000年確率を超える程度の大雨がくれば洪水の危険性があるとする上記報告書の記述から、必要と考えられているものである。この捉え方は、堤体の余裕高（計画洪水位と堤体天端との差）が、日本では農業用の小規模なため池でも1m以上が取られるのに対し、東デメララ貯水池の場合は洪水位 58.5feet に対し堤体天端 59.0feet と 0.5feet (15cm)しかないことによる。このような貯水池における洪水対策においては、全てが放流施設の有する能力にかかっているといえる。

3-1-3-7 クラウンダムとホープ・ドックフォー放水路の関係

東デメララ貯水池北側堰堤の後背地に堰堤と平行して横たわるクラウンダム (Crown Dam) と、ホープ・ドックフォー放水路は、貯水池北側約 3km 地点で交差する。もしクラウンダムの天端高が貯水池堰堤に匹敵するものであれば、①クラウンダムが貯水池北側堰堤の代用となる可能性がある、②北側堰堤上の改修対象取水工をクラウンダム上に移設できる可能性があると考え、現地踏査を行った。（下図参照）。

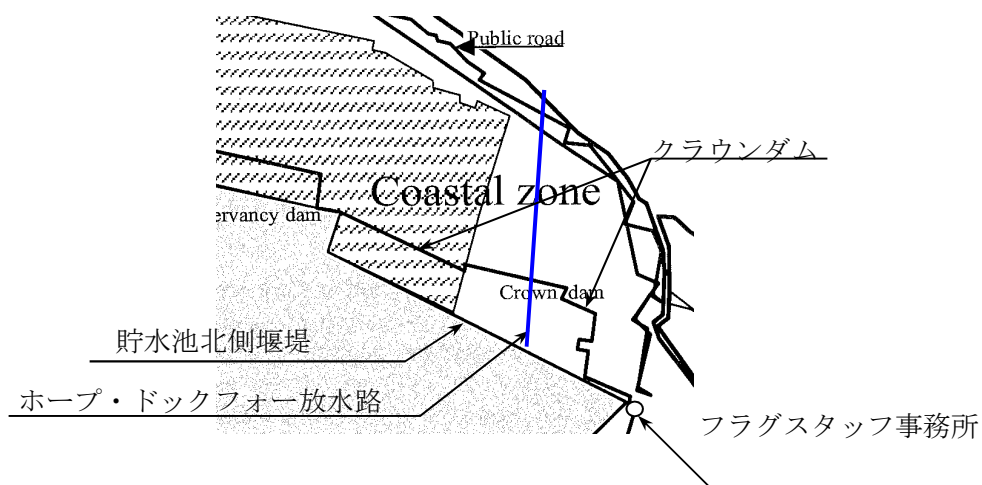


図 3-1-4 クラウンダムとホープ・ドックフォー放水路の交差

その結果、ガイアナでは、地方の古い道路は「道路」とは呼ばれず、「ダム」もしくは「トレイル」と呼ばれており、クラウンダムはダムではなく道路であること、その路面高は、貯水池堰堤およびホープ・ドックフォー放水路の堤防天端よりも低く、クラウンダムは貯水池堰堤の代用にはなり得ないことが明らかとなった。



写真 3-1-38 クラウンダム ～ ホープ・ドックフォー放水路会合点の状況

3-1-3-8 原計画の見直し及び優先順位

修復計画の見直しは、既に E/N 及び G/A が署名され、全体工事費総額が決まっている中で行われることから、優先順位をつける形で行うものとする。

原計画の見直しの必要性の観点からは、Hope ホープ・ドックフォー放水路の建設に伴う影響が最も大きく、アンズ・グローブ取水施設の原位置での改修が意味を成さなくなったことが特筆点として挙げられる。また、これに関連して浮上したシャンクス取水工についても、2011 年 9 月の準備調査時点では「ガ」国側の手で改修された直後であったため、修復対象とならず、既設計内容には含まれていないが、やせ細った堤体天端、傾いたスピンドル、改修を繰り返してきたという過去の歴史を見れば、改修を必要としているものと考えられる。以上の 2 点から、アンズ・グローブ取水工を併設する形でのシャンクス取水工の全面改修を見直し結果の改修対象としての筆頭に挙げる。

3-1-3-3 の修復工事履歴調査、3-1-3-4 での現況寸法諸元現地計測結果から、シャンクス取水工およびホープ取水工が過去に修復を繰り返してきた原因が 3m という小さい堤体天端幅にあると考えられる。この観点から、ホープ取水工についても全面改修を行うのが妥当であると判断する。

木杭護岸工には、後背の盛土を支える滑り対策工としての機能、盛土斜面を波浪及び雨水の浸蝕から守る法面保護工としての機能がある。モーターボートの立てる波が最大である当貯水池では洪水の被害のほか、通常は顕著な法面浸蝕は認められず、洪水から一定の期間を経た今回の調査において、背後の盛土あるいは地山斜面の安定が確認できたため、護岸工の優先度は低くなる。

アナンデール取水工については、現時点で機能に問題は無く、2003 年の改修以降、全く問題が発生していないことから、木杭護岸工の耐久性への対応のみの問題としてこれを考え、優先順位を下げている。

以上により、修復対象施設の優先順位を表 3-1-5 の通り設定する。

表 3-1-5 修復対象見直し結果の総括

施設	修復対象	優先順位
シャンクス取水工① (アンズ・グローブ②)	取水工全体新設 (旧施設の埋戻し) アンズ・グローブ取水工の始末	1
ホープ取水工③	取水工全体新設 (旧施設の埋戻し)	2
サラ・ジョアンナ放流工⑦	フルーム水路 (既存狭小水路) の改修	3
	法面保護工の改修	5
マドゥニ 放流工⑤	放流ゲートの取替え	4
	法面保護工の改修 (背面盛土の整形・造成を含む)	6
ナンシー 取水工⑥	法面保護工の改修 (背面盛土の整形・造成を含む)	7
アナンデール取水工④	法面保護工の改修 (背面盛土の整形・造成を含む)	8

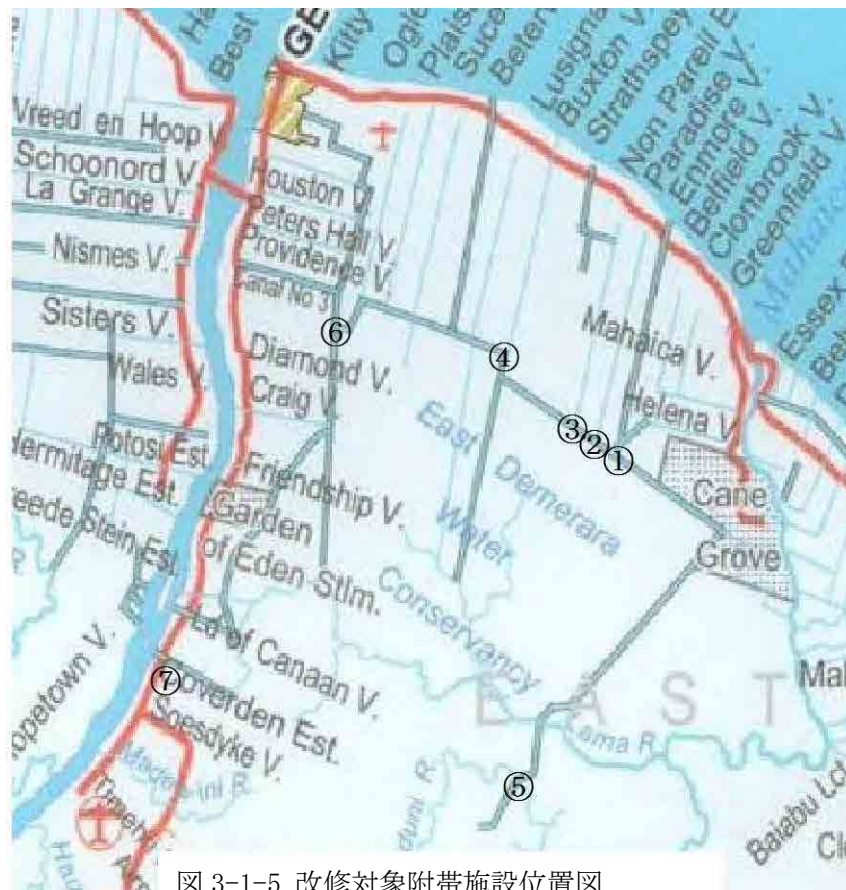


図 3-1-5 改修対象附帯施設位置図

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

本件に係る基本方針は表 3-2-1 の通りとする。

表 3-2-1 附帯施設改修基本方針

No.	項目	方針
1	無償資金協力の内容	上位計画の目指す目標、プロジェクトの目標に照らし、無償資金協力の意義を踏まえ、協力対象事業の範囲、内容を決定する。
2	他ドナー支援内容との調整	他ドナーによる実施中または実施予定プロジェクトとの調整を図る。
3	「貯水池」修復事業との調整	「ガ」国より行われている「貯水池」修復事業との間で、それぞれの工事に支障のないよう、設計内容、工事・工程を調整する。
4	ソフトコンポーネントの実施	無償資金協力の内容が、より有意義となるよう、ソフトコンポーネントを実施する。

上位計画である 2005 年 2 月の UNDAC 報告書「Geotechnical and hydraulic assessment of the East Demerara Water Conservancy dam, (Joint UNEP/OCHA Environment Unit)」では、「洪水に対する貯水池の安全性の改善及び向上」が基本目標であり、そのための手段として提示されているのが、「余裕高不足の解消を中心とした堤体の強化」および「放流能力の改善及び向上」である。

本プロジェクトの改修対象として挙っている取水施設は、これに照らせば「それが堤体上に設置されていることにより周囲の弱部となっている」ことに対する改修であり、放流施設は、「放流能力の改善及び向上、あるいは現況能力の確保」を図るための改修、ということになる。このことを再確認し、各改修対象候補に優先順位付けを行って、修復対象の見直しを行った。また、見直しを行う中で、シャンクス取水工の改修の必要性が確認された。

他ドナー支援プロジェクトとの調整に関しては、その対象として、ホープ・ドックフォー放水路建設事業及びクニア放水路修復事業がある。前者については、アンズ・グローブアンズ・グローブ取水工の原位置での改修が意味を失うこと、取水工呑み口の位置を放水路右岸に移して改修する必要があることを確認し、シャンクス取水工と併設する形が妥当と判断されるに至った。後者については、クニア放水路改修事業と併行してサラ・ジョアンナ放流工改修を行うことが妥当であり、問題のないことを確認した。

先行している我が国無償資金協力事業「東デメララ貯水池修復計画」により遂行されている盛土工事が、設計盛土天端標高を GD. 59.0 feet、沈下に対する余盛りを考慮した施工天端標高 GD. 60.0 feet として行われていることを考慮し、設計内容を調整する。また、工事・工程については、貯水池修復工事が「線」の工事である一方、附帯施設修復工事が「点」の工事であることから、附帯施設修復工事の工事・工程が優先されるよう調整する。資材置き場等に関しては、調整の必要はあるが、機材に関しては附帯施設工事担当業者が独自

に用意するので、調整の必要性は生じない。

3-2-1-2 工法選定経緯

(1) 地盤改良工法、ソイルセメントの提案

円-ドルの為替変動の影響による事業費増加に加えて、現地調査の結果からホープ、シャンクス取水工の新設、サラ・ジョアンナの水路狭小部の拡幅等の必要性が確認されたため、新たなコンポーネントによる工事費増が生じた。

軟弱地盤上に構造物を築造しようとする時、沈下等の地盤が軟弱なために生じる現象が構造物に悪影響（荷重増、漏水問題）を及ぼさないように軟弱地盤対策が採られる。既存のホープ取水工では構造物周辺の漏水が生じているが、この原因として取水工の沈下対策として杭基礎を用いたことが考えられる。

これらの事情を勘案し、①取水工の基礎地盤は地盤改良工法により地盤の強度増加と沈下低減を図る、②取水工周辺の護岸工を「準備調査」で計画されていた木杭護岸工からソイルセメントを用いた法面保護工に変更する等の工法見直しを行い、事業費削減を行うことを提案した。

地盤改良工法及びソイルセメント工法は特別な技術、施工機械を必要としないため、施工業者による品質のバラツキが出にくいこと、施工単価が安価であるという利点がある。また、2009年「準備調査」において、現地でセメント改良の配合試験を実施しており、地盤の改良強度とセメント配合量の関係性が得られていたため、施工時の配合試験を省略でき工期短縮につながる利点もあった。加えて、ソフトコンポーネントにより、本工法の技術移転を行い、普及を図ることを検討していた。

上記工法の採用により、対象となる全てのコンポーネントの実施が可能となることから、事業費の再積算を終えた段階（2013年8月）で、改めてガイアナ国側に地盤改良・ソイルセメント工法による修復計画について説明を行った。

しかしながら、上記説明を受けても、2013年8月にガイアナ側より、以下の意向が強く示されたため、基礎処理工法及び法面保護工法の見直しを行う必要が生じた。

- ①コンポーネント（ホープ、シャンクスの新設を含む）の内容及び優先順位を評価する。
- ②地盤改良工法、ソイルセメント工法については内容を理解できるものの、「ガ」国で一般的に採用されている工法でないため工法の評価が難しく、採用はできない。
- ③構造物の基礎処理は杭基礎工法を採用し、漏水対策として構造物上下流端に止水用パイルを設置する。
- ④法面保護工は経済性、安定性、耐久性を考慮して適切なタイプを選定する。

(2) 地盤改良工法の評価

セメントを使用する地盤改良工に伴う「六価クロム」の問題は「JICA ガイアナ共和国 東デメララ貯水池管理施設修復協力準備調査」における地盤改良工法の専門家を交えた協議の結果、以下の理由から六価クロムの問題はないとの見解であった。

- ①周辺土壌の吸着・還元作用は、溶出する六価クロムに対して十分に大きい
- ②改良体から六価クロムが溶出しても、土壌の作用により、その移動は抑制される。

③改良体への大量の浸透水の流入といった、六価クロムの溶出が促進される環境下でなければ、周辺環境への影響はない。

④泥土（粘性土）では日本での基準値を超える可能性は4%程度である。改良体に覆土を行うことで、六価クロムの流失はほとんどないと判断される。

また、コンサルタントの判断として、地質性状や設計・施工における対策工を検討する中で、地盤改良工法による六価クロム溶出の問題は発生しないと結論づけた。

- ・ 一般に水和物の生成を著しく阻害する粘土鉱物を多く含有する火山灰性粘土では六価クロムが溶出しやすいとされるが、ガイアナ国には火山が存在せず、火山灰質の堆積土がないため、環境への負荷は小さい。
- ・ 改良土に覆土する方法を採用し、六価クロム溶出対策を行う。
- ・ 取水工構造物周辺の止水性を確保することで、改良体に対する大量の浸透水の流入を防止し、溶出を抑制する。

ただし、ソフトコンポーネントで地盤改良工法の技術移転に取り組むため、施工時に十分な六価クロム対策を講じる一方で、東デメララ貯水池が首都ジョージタウンの飲用水源地にもなっていることから、貯水池の法面保護工にも採用予定のソイルセメントの水質への悪影響がないことも合わせて、六価クロム溶出試験により確認する必要があると判断し、日本での試験実施を予定していた。

地盤改良は土中にセメントを混入し、水和反応により土粒子間の結合力を高め地盤の強度を増加させるものである。その際、改良の対象となる土の粘土鉱物や有機成分の影響により水和物の生成が阻害され、水和物により固定されなかった六価クロムが溶出することがある。

日本における地盤改良工法は、法律により六価クロムの溶出に対して基準値が設けられており、環境影響に対する規制がある。一般的な溶出対策として、六価クロムの溶出を抑えることができる「高炉セメント」の使用がある。

これに対して「ガ」国では六価クロムの溶出試験の環境（設備、試験機関）が整備されていないこと、環境に関する法律の整備状況等を考慮すると、六価クロムのリスクを評価し規制できる体制が整っていない。

また「ガ」国で入手可能であることが確認されているのは、普通ポルトランドセメント及びシリカセメントであり、「高炉セメント」の入手が難しいと考えられる。このため、「高炉セメント」による六価クロム対策を講じるにはセメントの輸入が必要となる。ただし、本プロジェクトでは現地施工業者が工事を請け負うことを考慮し、使用する材料は現地で入手可能なものとする方針であるため、自国で供給が困難な材料の使用は、工事費増と今後の工法普及への障害になり得る。

以上より、「ガ」国において地盤改良技術が普及するためには、環境リスクを低減するための六価クロム溶出試験を行う体制や法律の整備が必要である。また、高炉セメントの入手が容易な状況になれば、環境への影響を小さくするための対策が講じやすく工事費も安価な工法となる。ただし現段階においては、地盤改良工法が直ぐに普及する状況にはないと判断される。

以上から「ガ」国の意向及び今後の技術の持続可能性を考慮すると、「ガ」国の本案件においてセメントを用いた地盤改良工法を採用することは適当でないと判断される。

(3) 工法の見直し

ガイアナ国の意向と、地盤改良の環境影響等を考慮した上で、地盤改良工法を杭基礎工法に変更する。

これに伴い、ソイルセメント工法を用いた法面保護工も他工法に変更する。

3-2-1-3 改修対象附帯施設

改修対象となる附帯施設及びその位置は、表 3-1-5、図 3-1-5 に示したとおりである。

3-2-1-4 設計方針

(1) 取水工

(a) 基礎処理

ガイアナ国においては、取水工構造物の基礎形式を杭基礎とすることが一般的であり、沈下時のパイピング対策として底版上下流端に木製シートパイル(深さ 4.5m)を設置する等の措置が見られる。

「ガ」国の事情を考慮した上で、さらに導水部に止水壁を設ける対策を追加することで、杭基礎を使用する方針とする。

(b) 導水管と擁壁の延長

既存の取水工では、導水管の長さが短い。このため堤体斜面とのすり合わせ上、木杭護岸工が必要となっている。導水管の長さ(すなわち導水管沿いの浸透路長の長さ)、木杭護岸工の不完全な施工および低い耐久性が、取水工の周辺の状態を不安定なものにしている。取水管を十分長くし、擁壁延長を長くして堤体斜面との取り付けを図れば、取水工は耐久性*の高い長寿命の施設となる。

(c) 取水工回りの盛土材料の留意点

現場周辺では材質、含水比状態の良好な土質材料を得ることが困難であり、現場発生土を使用することになる。基礎地盤の軟弱さと盛土材料の性状を考慮すると重機による十分な締固めはできないため、施工直後の盛土の強度(粘着力)は十分に発現されないと考えて構造物や護岸の諸元を決定する必要がある。

(2) 木杭護岸工

木杭護岸工は2つの機能を持っている。ひとつは、すべり破壊に至ろうとする不安定な土塊/盛土を支え安定化する機能であり、もうひとつは斜面を波浪の浸食から守る法面保護工の機能である。貯水池内の修復計画は、取水工の新設と木杭護岸工の修復が主な工種であり、堤体開削と埋戻し、護岸工背面の埋戻しを伴うことから、盛土の安定化と浸食対策の2つの機能が求められる。経済性、耐久性を勘案した結果(表 3-2-2 参照)、最適な工

法として木杭護岸工を採用する。

3-2-1-5 設計基準及び施工方法、資材、機材の選定要領

設計基準の適用、施工方法、資材、機材の選定については、以下のとおりとする。

項目	摘要
設計基準	BS, ASTM 等、「ガ」国で採用されている基準を適用する。ただし、これらによりがたい場合は JIS 基準を適用する。各規格等は、設計図書に明記する。
設計手法	「ガ」国で使用されている基準・指針等による。(許容応力度法) ただし、基準・指針が明確でなく慣用的に運用されているケースで、それによる不都合が生じている場合には、日本の基準を準用する。
部材細部の部品・資材・規格	標準設計図又は参考図書に準じる。使用する資材・機材・品質管理方法等は BS, ASTM の仕様、規定による。鋼製品に対しては、現在適用されている防錆方法、防錆対策がとられているかの検証を行う。
荷重条件	「ガ」国で採用されている各機関の設計基準・指針等に基づく荷重を適用する。
施工機械	「ガ」国において調達可能で、設計・施工上の要求を満足できる機械を選定する。
施工方法	「ガ」国において入手可能な施工機械により、「ガ」国の施工業者が実行できる施工方法を採用する。
資材の調達	基本的に「ガ」国内で調達可能な資材を用いる。

3-2-1-6 運営・維持管理

本案件で改修された附帯施設に対しては、施工完了後に出来型検査、完了検査を行い、その後 NDIA に引き渡される。これら施設の直接的な運営・維持管理は、EDWC 運営委員会により行われ、EDWC 管理事務所はその内のパトロール監視、取水施設のオペレーションを受け持つ。

附帯施設に対し、円滑かつ効果的な点検・維持管理を実施するために、施工監理コンサルタントが「ガ」国における過去の工事の品質／施工管理・補修記録の有無を確認し、必要に応じて記録保存方法の改善を NDIA に提案する。

3-2-2 施設計画

3-2-2-1 取水・放流施設の改修

(1) シャンクス (アンズ・グローブ) 取水工及びホープ取水工

(a) 施設位置

これらは全体新設の取水工である。施工は乾期に行われるが、乾期は灌漑用水を必要とする時期である。施工中は既存施設からの取水ができるように、灌漑用水の供給が絶たれることの影響を農家が受けないように、新設される取水工は既存取水工の脇に設置するものとする。既存取水工は新設取水工完成後、導水管路の閉塞処理を行う。

既存堤体との関係上からは、施工中の水処理を考えると既存堤体の外側（下流側）に設置する案が浮上するが、この場合には基礎地盤の沈下が問題となる。よって、基礎地盤に対する新たな荷重増がない状態で取水工を設置することが望ましい、との観点から、新設取水工は既存堤体縦断上に、堤体を開削して設置するものとする。

(b) 縦横断形状

補修履歴調査の結果で、過去に補修を繰り返してきた取水工は、堤体天端幅が 3.0m（取水管路長 3.0m）と狭い場合に相当する。堤体一般部の天端幅が 3.5m～4.0m であること、また、堤体中に異質物が入るので、取水工設置部が構造上の弱部になることを踏まえ、取水工設置部堤体天端幅を 4.5m とする。このほか縦断、断面寸法はガイアナ国における取水工の標準設計図を参考に決定する。

取水工の埋め戻し時の土留め及び護岸を兼ねて、構造物に連続して木杭護岸工を配置する。

将来の構造物周辺の浸透路形成を防止するため、①取水工上下流端にシートパイルの設置、②導水路部に止水壁を設ける、③木杭護岸工のシートパイルを十分な深さまで根入れするなどの対策を行うものとする。

(c) 構造物の支持形式

杭基礎形式の場合、杭自身の沈下と周辺地盤の沈下が一致しないことがあり、構造物下部に空隙が生じることもあるため、杭基礎は作用する鉛直荷重を杭のみで支持させることを原則としている。本地区においても、取水工構造物は下面の地盤に荷重分担を考慮せず、杭のみで鉛直荷重を負担できるように杭の諸元・配置を決定する。

杭基礎は、杭先端の支持力を考慮するかどうかにより、支持杭と摩擦杭とに大別されるが、長期的な基礎の変位を防止するためには一般に支持杭とすることが望ましい。

支持杭の場合、杭先端を良質な支持層に対して必要な根入れ深さを確保する必要がある。

良質な支持層とは、一般的に粘性土の場合には、N値が 20 程度以上、一軸圧縮強度が 0.4N/mm² 程度以上あれば、良質な支持層とみなしてよいとされている。（「杭基礎設計便覧（平成 19 年 1 月）」（社団法人 日本道路協会）P.118）

東デメララ貯水池におけるボーリング調査の結果から、良質な支持層と考えられる N 値 20 程度が得られる粘土層上面標高は、最も低い箇所でも EL. 3.0m 付近となる。これは堤体天端から最大で約 15m 下であり、15m の木杭材料入手が可能なことから、支持杭として計画する。

(2) ゲートの改修（マドゥニ放流工）

マドゥニ放流工の木製ゲートは、徐々に漏水が増加してきているので、全面的に新しい木製ゲートと取り替えるものとする。巻き上げ機等については特に異常は認められていないので、既存の施設を継続使用する。

(3) サラ・ジョアンナ放流工橋梁下狭小水路の改修

水路幅 2.7m の現況狭小水路を、下流調節工ゲート部のカルバート水路断面以上の水路断面となるよう、水路の拡幅改修を行う。

水路断面は、下流ゲート部に準じるとともに、橋梁としてのスパン長および恒久化を考慮し、2連のカルバート型式コンクリート水路とする。また、コンクリート水路基礎は、取水工同様に杭基礎工法により処理する。

3-2-2-2 法面保護工（護岸工）の改修

(1) ナンシー取水工，マドゥニ放流工，アナンデール取水工の護岸工

(a) 基本方針

補修履歴を見ても法面の崩壊が生じたことはないが、将来的に取水工の近傍の土砂浸食による呑口付近の堆砂とこれによる取水工機能低下は考えられる。このため、取水機能維持のために、護岸工修復の必要範囲を明確にする。

ここで、優先的に修復を行う箇所は以下の通りとする。

- ① 貯水池側を優先的に修復する。（取水工下流側は水路幅が広く、流水断面が確保されていること、水路周辺には急勾配法面が少ないことから、緊急性が低い）
- ② 取水工の近傍を優先する。（流水の影響が大きいのは取水工呑口であるため）

ここで、下流水路の流水について水理的な検討を行うと以下の通りとなる。

取水工（ここでは、呑口孔径 ϕ 4feet（約 1,200mm）から常時満水位 GD57.5ft において取水を行った場合を想定する。（管底は GD45.00ft とし、管中心は GD45.0+2feet=GD47.00）

$$\text{取水量 } Q = CA \sqrt{2g \frac{H}{2}}$$

ここで、Q：取水量(m³/s)

C：流量係数（一般的に 0.62）

A：孔断面積(m²) $A = 1.2^2 / 4 \times \pi = 1.13\text{m}^2$

g：重力加速度 ($L = 9.8\text{m/s}^2$)

H：水面から孔中心までの水深(m) $H = \text{GD}57.5 - \text{GD}47.0 = 10.5\text{feet} = 3.20\text{m}$

$$Q = 0.62 \cdot 1.13 \sqrt{2 \cdot 9.8 \frac{3.20}{2}} = 3.9\text{m}^3/\text{s}$$

下流水路の水路幅底幅 7m、水路の平均縦断勾配 $I = 1/500$ とし、流速を求めると以下の通りである。

$$Q = A \cdot V \text{ より、 } V = Q / A$$

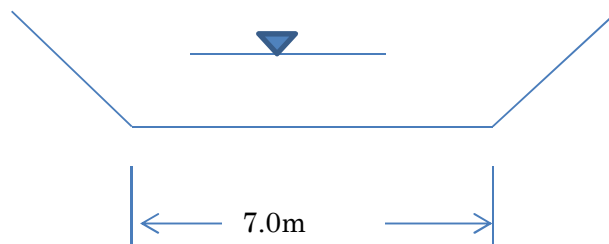
$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

A：流水断面積(m²)、V：流速(m/s)、n：粗度係数 0.025(植生なし)、R：径深(m) $R = A/s$ 、I：水路縦断勾配

計算の結果、取水時の下流側水路内の水深は 50cm、流速は 1m/s であり、粘土地盤の土水路における許容流速を満足する。（土地改良事業計画設計基準「水路工」農林水産省農村振

興局 P. 153) また、下流水路内は常に水面が形成されており、これが水褥池として流速を抑える役割を果たすことから、水路両岸の浸食の問題はないと判断される。

下流水路 水理検討								
流量	面積	径深	法面勾配	水路幅	等流水深	流速	粗度係数	縦断勾配
Q	A	R	1:m	B	h	v	n	I
(m ³ /s)	(m ²)	(m)		(m)	(m)	(m/s)		1/I
3.90	3.74	0.4	1.0	7.0	0.499	1.04	0.025	500.0



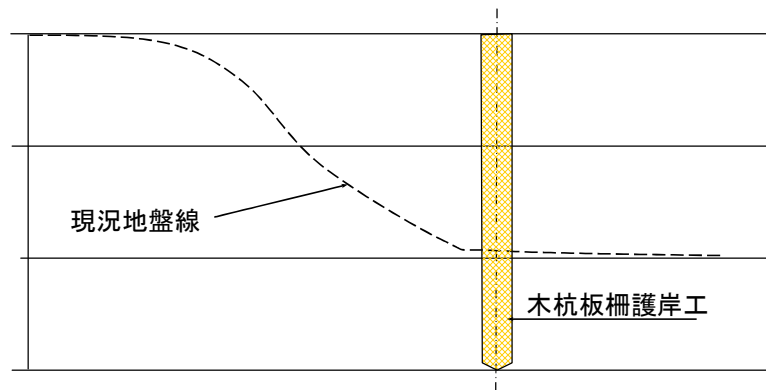
(b) 工法の比較検討

1) 工法

次の3工法について、比較検討を行う。

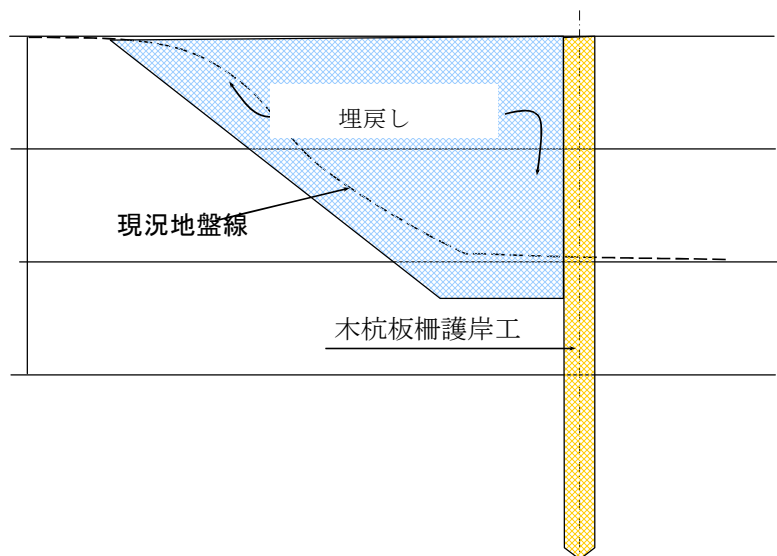
①木杭・板柵護岸工法

現況湖岸斜面法尻に沿って木杭・板柵工を設置する。板柵により、斜面浸蝕の原因となる波浪が斜面に達することは妨げられるので、板柵と斜面間の空隙はそのまま放置する。



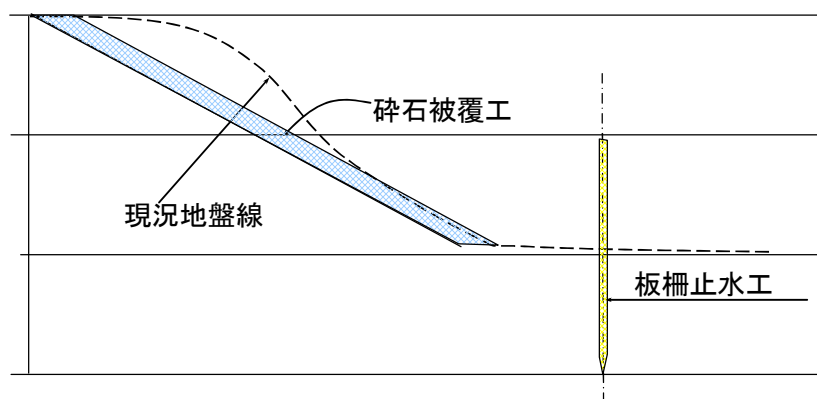
②控え杭式木杭板柵・埋め戻し工法

現況湖岸の木杭位置付近に木杭板柵を新設し、背面を現地発生土により埋め戻す。他工法と異なり背面から土圧が作用するため、控え杭式の木杭護岸工とする。



③ 碎石被覆工法

現況湖岸の地盤ラインを約 1:1.5 勾配で整形し、整形ラインの前側に波消し用の護岸を設置する。法面上に碎石を厚約 0.2m 敷き均す。碎石の施工範囲は、堤体天端 (59.0 feet G. D.) と貯水池最低水位 (53.5 feet G. D.) - 0.3m の範囲とすれば、保護工施工高は 2.3m となる。



2) 比較検討／採用工法

前述の 3 工法について、いずれもドライワークのための仮締め切り工を設置する条件で比較検討を行った。

以下の理由により、控え杭式木杭板柵・埋め戻し工法を採用する。

- ・ 木杭・板柵工法は経済性上優れている反面、耐久性の点で最も不利となる。また、木杭背面の空間を有効に利用することができない。
- ・ 木杭板柵／埋め戻し工法（控え杭併用）は、工事費が大きくなるものの、斜面の安定化を図ると共に背面埋め戻し部の有効利用が可能となる。本地区での実績が多いため、特別な施工技術が必要ない。
- ・ 碎石被覆工法は、運搬費を含めた 10m 当たりの工事費は木杭板柵／埋め戻し工法より有利であるが、実績に乏しく耐久性の点で懸念がある。

表 3-2-2 法面保護工・工法比較検討総括表

	木杭・板柵工法		控え杭式木杭板柵・埋戻し工法		砕石被覆工法	
景観	×	木杭背面の雑草の繁茂がある。	△	木杭が朽ちた状態は景観が悪くなる	○	周辺の景観砕石の景観が良い。木杭が朽ちた後も凹凸が目立たない。
斜面の安定性	○	斜面の荷重増がないため、現状と同様に安定する。	○	背面土は新たな荷重となるため、木杭護岸で安定させる。	○	法面の砕石層の重量で背面土の安定性を図る。
施工性	○	土工事がないため、雨季・乾期を通して施工が可能	△	土工事が加わる分、施工時期に留意する必要がある。	△	砕石の施工性は良いが、材料は域外から搬入する必要がある。
耐久性	×	15 年前後で朽ち果てる。	○	背面土は植生基盤として機能する。	△	砕石層は固定されないため、維持管理におけるボート接岸等で乱れる
実績	×	東デメララ貯水池での実績がない。	○	一般的に用いられ、実績が多い。	×	東デメララ貯水池での実績がない。
経済性（延長10m 当たり）	○	仮締切工：20,000G\$×5m×10m=1,000,000G\$ 護岸工：40,000G\$/m ² ×5m×10m=2,000,000G\$ (材料+工事) 台船損料：46,000G\$×30日=1,380,000G\$ タグボート損料：46,100×30日=1,383,000G\$ クレーン損料：80,700G\$×30日=2,421,000G\$ 合計 6,801,000G\$	×	仮締切工：20,000G\$×5m×10m=1,000,000G\$ 護岸工：60,000G\$/m ² ×5m×10m=3,000,000G\$ (材料+工事) 掘削埋戻し：1,600G\$×10m ² ×10=16,000G\$ 台船損料：46,000G\$×50日=2,300,000G\$ タグボート損料：46,100×50日=2,305,000G\$ クレーン損料：80,700G\$×30日=2,421,000G\$ バックホウ損料：52,600G\$×20日=1,052,000G\$ 合計 12,094,000G\$	△	仮締切工：20,000G\$×5m×10m=1,000,000G\$ 護岸工：40,000G\$/m ² ×2m×10m=800,000G\$ (材料+工事) 砕石埋戻し：18,500G\$×0.8m ² ×10=148,000G\$ 台船損料：46,000G\$×50日=2,300,000G\$ タグボート損料：46,100×50日=2,305,000G\$ クレーン損料：80,700G\$×30日=2,421,000G\$ バックホウ損料：52,600G\$×20日=1,052,000G\$ 合計 10,026,000G\$
総合評価	△	経済的に有利な反面、実績に乏しい。	○	工事費が高いため、ある程度施工範囲を限定する必要はあるものの、実績が多く法面の安定性確保に優れており、本工法を採用する。	×	木杭護岸と経済性に大差がない。砕石が固定されないこと、過去の実績がないことから、耐久性に懸念が残る。

(2) サラ・ジョアンナ調節工ゲート部上流の法面保護工

調節工ゲート部上流の水路両岸は、原地盤の掘削斜面もしくは水路からの掘削土の盛土斜面より成る。構成土は粘土質で粘着性に富み、斜面は自立し安定しているが浸食対策として法面保護工を計画する。特に左岸側については堤防上面が生活道路になっていることを考慮し、安全対策を鑑みて自立式の木杭護岸工を計画する。ここで、護岸工は既設より若干水路側（前側）に配置し、施工中も生活道路の利用が可能となるように配慮する。

3-2-2-3 既存施設の処理

(1) シャンクス、アンズ・グローブ、ホープ既存取水工の処理

これらの既存取水工は、これまでに度々パイピング問題を引き起こし、補修を繰り返してきた経緯があるので、これを根絶するために適当な対策を講じなければならない。完全に撤去し堤体盛土で置き換えるのが最も完璧な方法であるが、このためには止水矢板で作業エリアを囲うことが必要となり、仮設に多額の工事費がかかるため、以下の対策を実施する。

- ① 既存取水工では基礎地盤中からの漏水が発生した経緯があるが、土中に存在するであろう浸透路を完全に遮断することは難しい。ただし、取水工の上下流に木製シートパイプを打ち込むことにより漏水の量を確実に減らすことができ、将来的なパイピング防止になる。
- ② 管渠については、堤体天端の陥没等の管渠回りの漏水が原因で生じる異常事態は生じたことがないものの、取水ゲートを締め切った際の漏水を遮断する必要がある。このため、管渠内をコンクリート及びセメントミルクで充填することとする。施工の際、各取水工の取水ゲートのサイズが異なるため、ゲートを撤去して再利用することは難しい。このため、ゲートは捨て型枠として使用する。

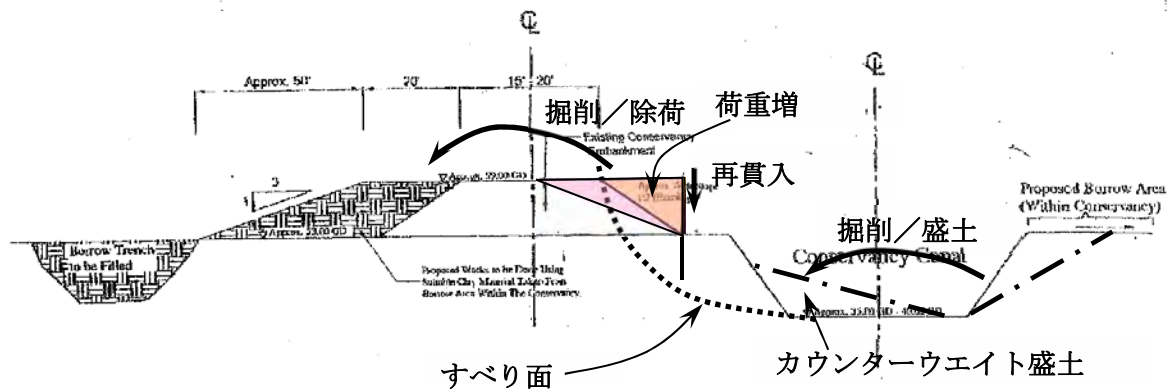
(2) シャンクス取水工右側、アンズ・グローブ取水工左側の堤体上流斜面崩壊部への対処（参考）

この工事は堤体の維持管理であり、本スキームの対象外でNDIAにより行われるべきものであるが、参考までにいかに対処すべきかをここに示す。

滑りが発生し、堤体天端に段差が生じている部分は、なぜか天端部分が上流側に拡幅され木杭・板柵護岸工で支持された部分である。下図の通りであるが、この赤色三角形部分の天端まで埋め戻された分が荷重増となり、法先部分の水路掘削も影響して滑りが発生しているものと推測される。地すべり対策工には色々あるが、簡単で工事費が安価な順に言えば、除荷工法、盛土によるカウンターウエイト工法、杭による抑止工法となる。よって、ここでは次の対策工を実施するのが妥当と考えられる。

- ①除荷工法として、ダム軸よりも上流側の盛土を撤去し、下流側に盛土する。
- ②カウンターウエイト工法として、水路の堤体側を貯水池側からの掘削土により埋め戻す。

③杭による抑止工法として、既存木杭の再貫入を行う。



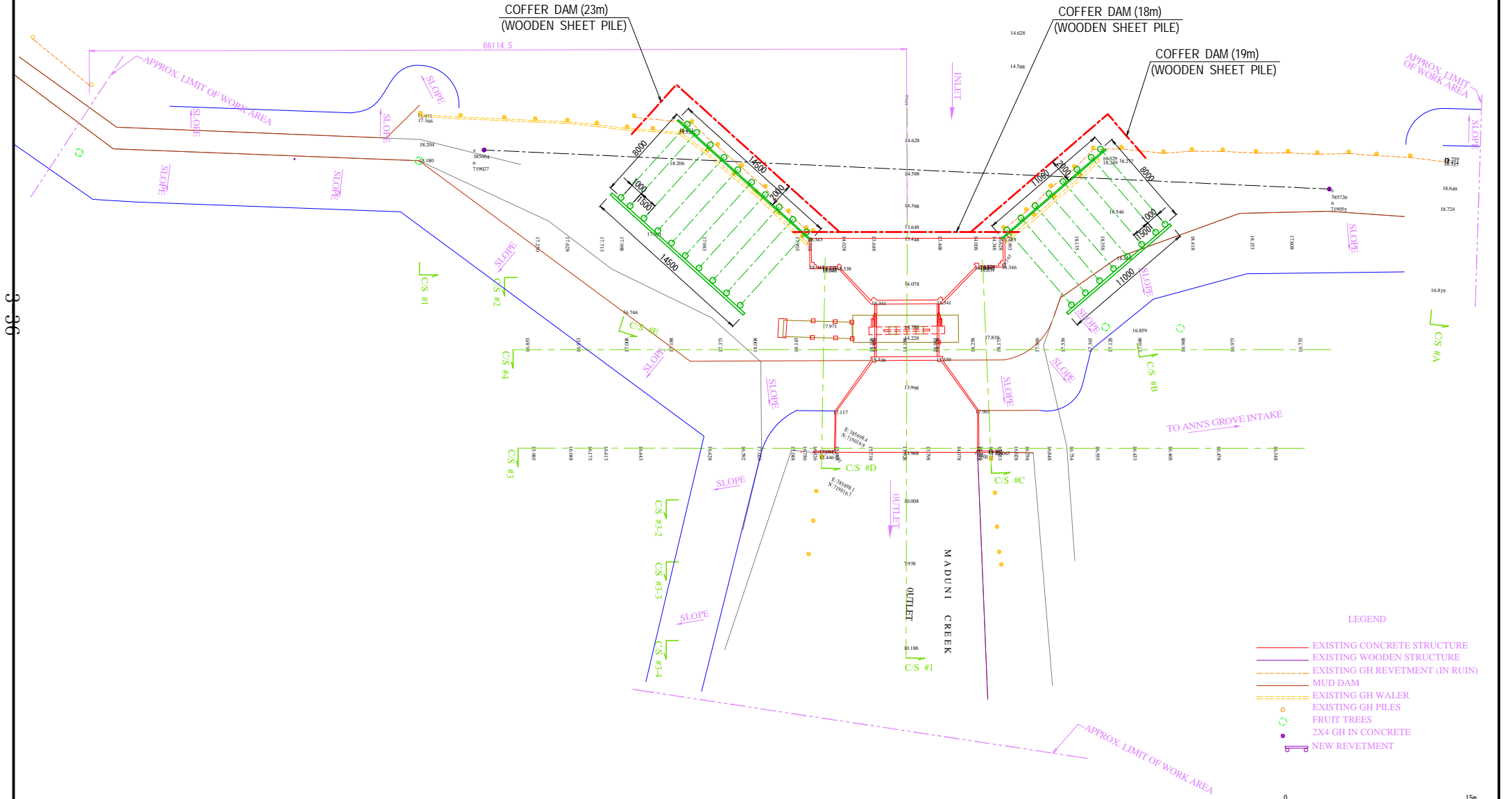
3-2-3 概略設計図

各附帯施設改修の概略設計図を次ページに添付する。

施設名称
マドウニ 放流工
ナンシー 取水工
アナンデール取水工
ホープ取水工
シャンクス取水工
アンズ・グローブ取水工
サラ・ジョアンナ放流工
護岸工標準図

MADUNI

c o n s e r v a n c y



LEGEND

- EXISTING CONCRETE STRUCTURE
- EXISTING WOODEN STRUCTURE
- EXISTING GH REVETMENT (IN RUIN)
- MUD DAM
- EXISTING GH WALTER
- o EXISTING GH PILES
- o FRUIT TREES
- o 2X4 GH IN CONCRETE
- o NEW REVETMENT

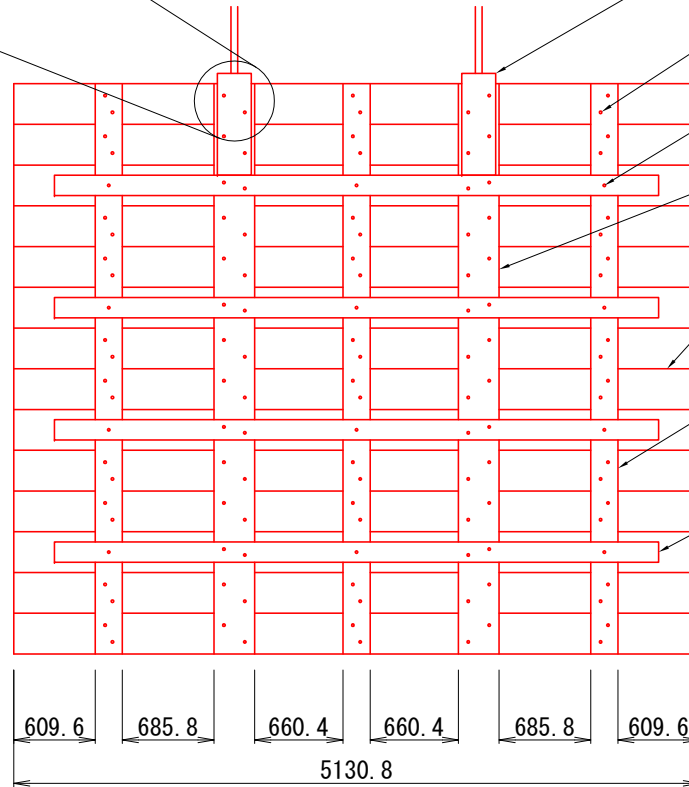
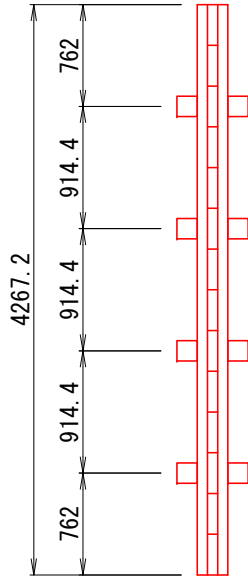
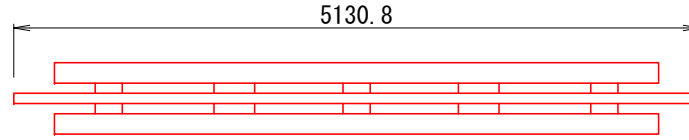
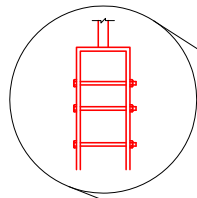


336

MADUNI

METAL BRACKET
Existing ones reused

MADUNI SLUICE DOOR FABRICATION



Metal Bracket(10"x30"x1/4")
with 2"ØWorm Fixed to Door

5/8"Øx10" M.S.Bolt

5/8"Øx22" M.S.Bolt

3"x12" Greenheart Forks

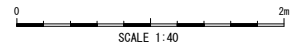
3"x12" Greenheart Planks

3"x8" Greenheart Forks

6"x6"x14'-10" Greenheart Stiffener

DOOR DETAILS NOT DRAWN TO SCALE

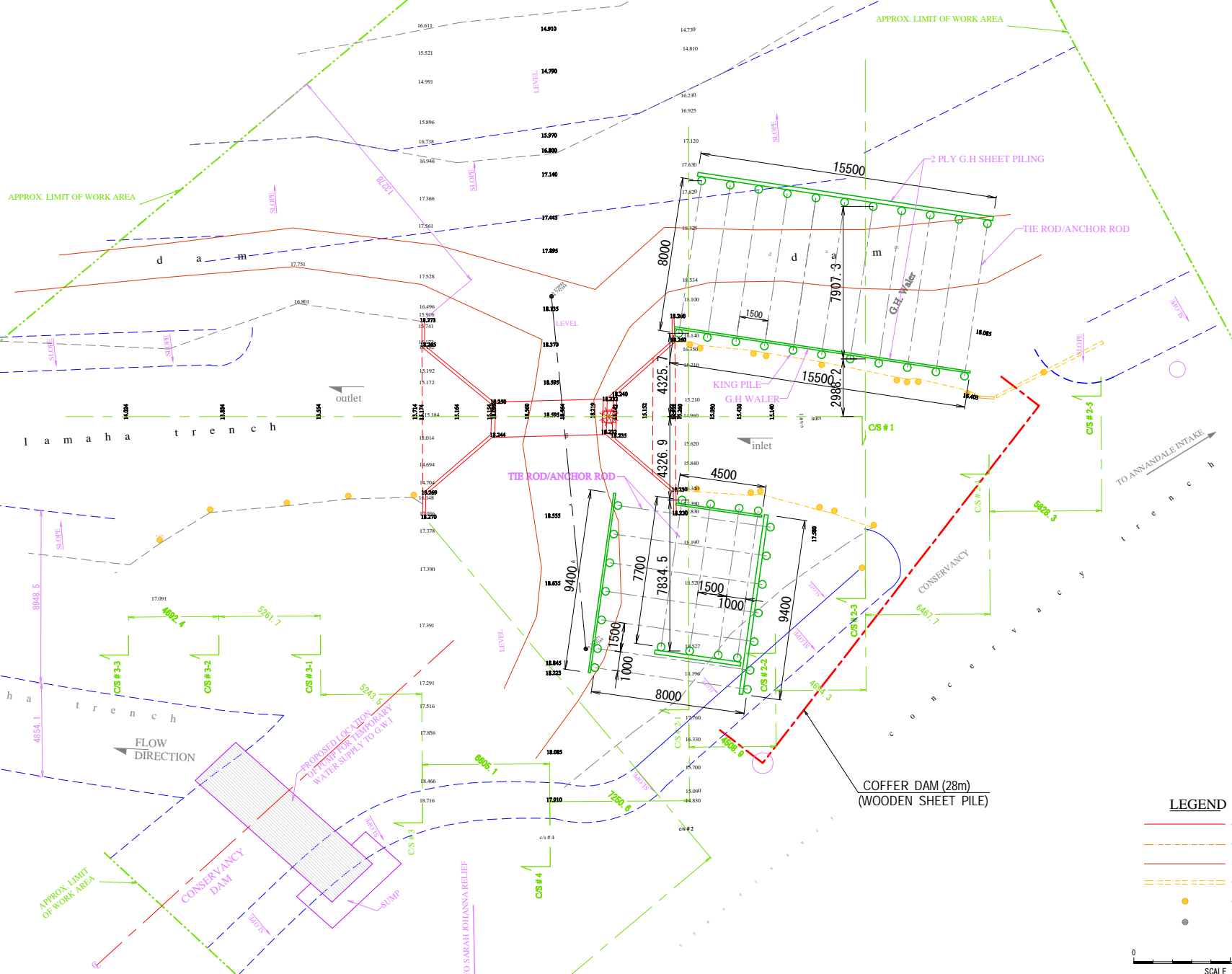
Remarks:
The DOOR shall be fabricated upon measuring existing structure
sizes among others door width/height and space between spindles.



NANCY



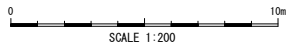
CG 6



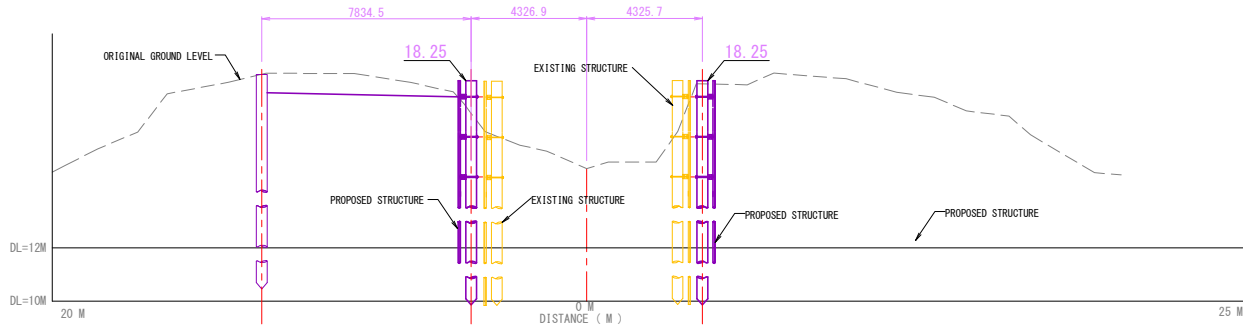
TO ANNANDALE INTAKE
Trench

LEGEND

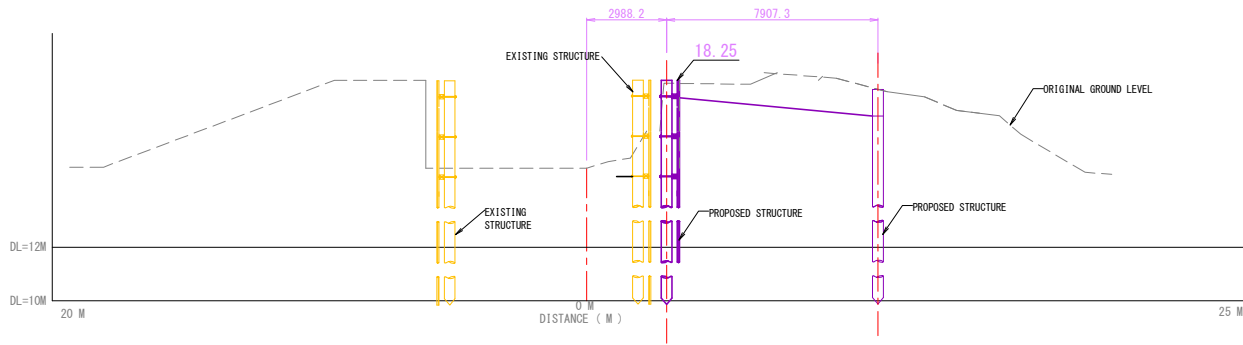
- CONCRETE STRUCTURE
- - - GH RETEIVMENT (IN RUIN)
- MUD DAM
- - - GH WALLER
- GH PILES
- 2X4 GH IN CONCRETE



CROSS SECTION # 2-1



CROSS SECTION # 2-3



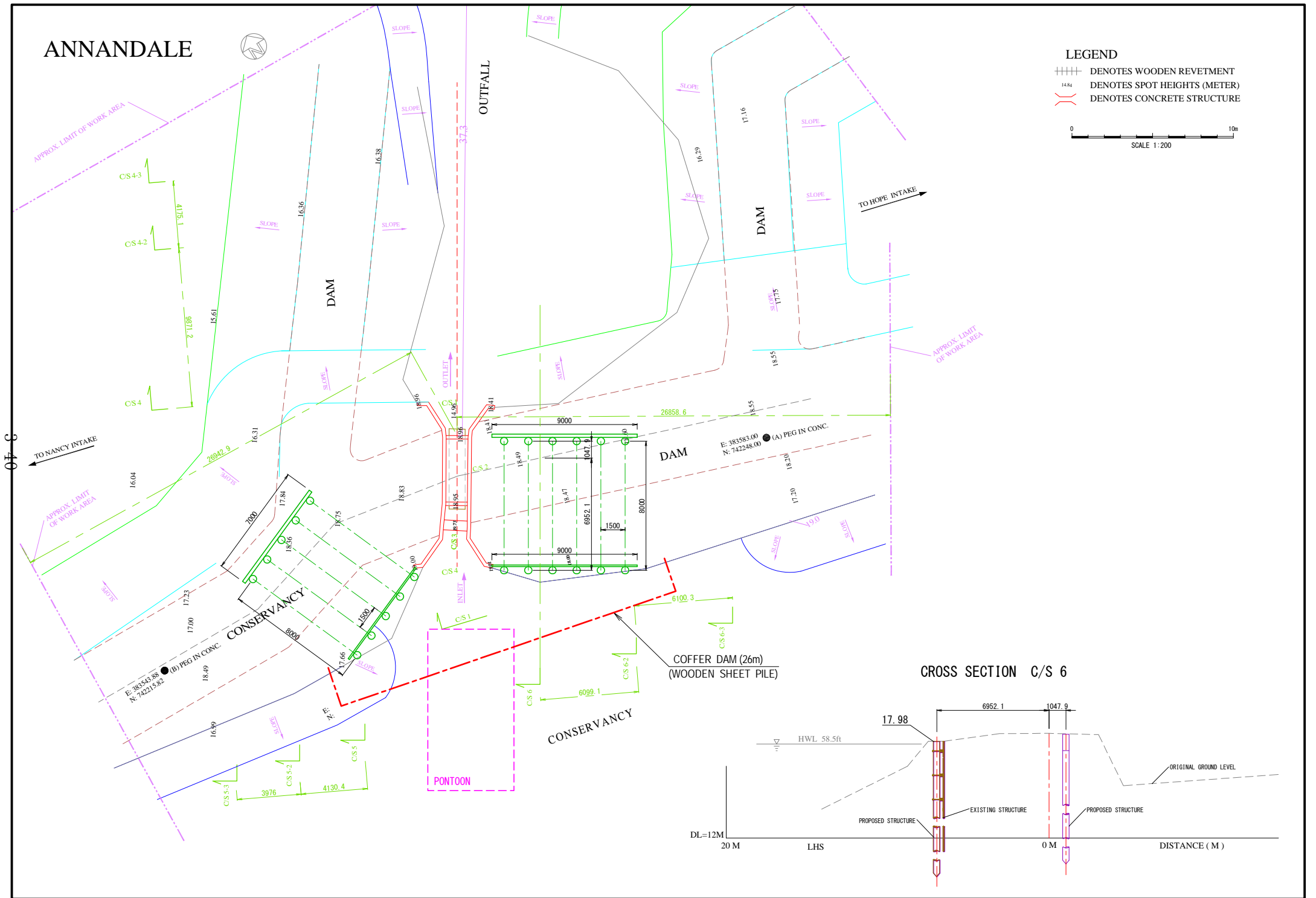
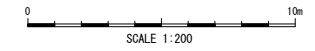
663

ANNANDALE

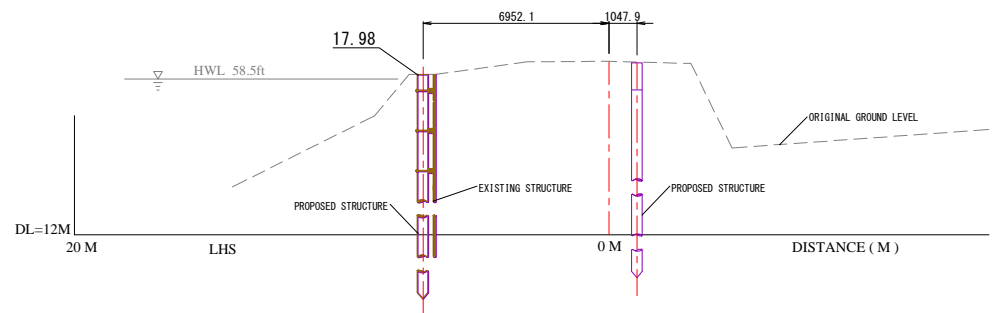


LEGEND

- DENOTES WOODEN REVETMENT
- DENOTES SPOT HEIGHTS (METER)
- DENOTES CONCRETE STRUCTURE

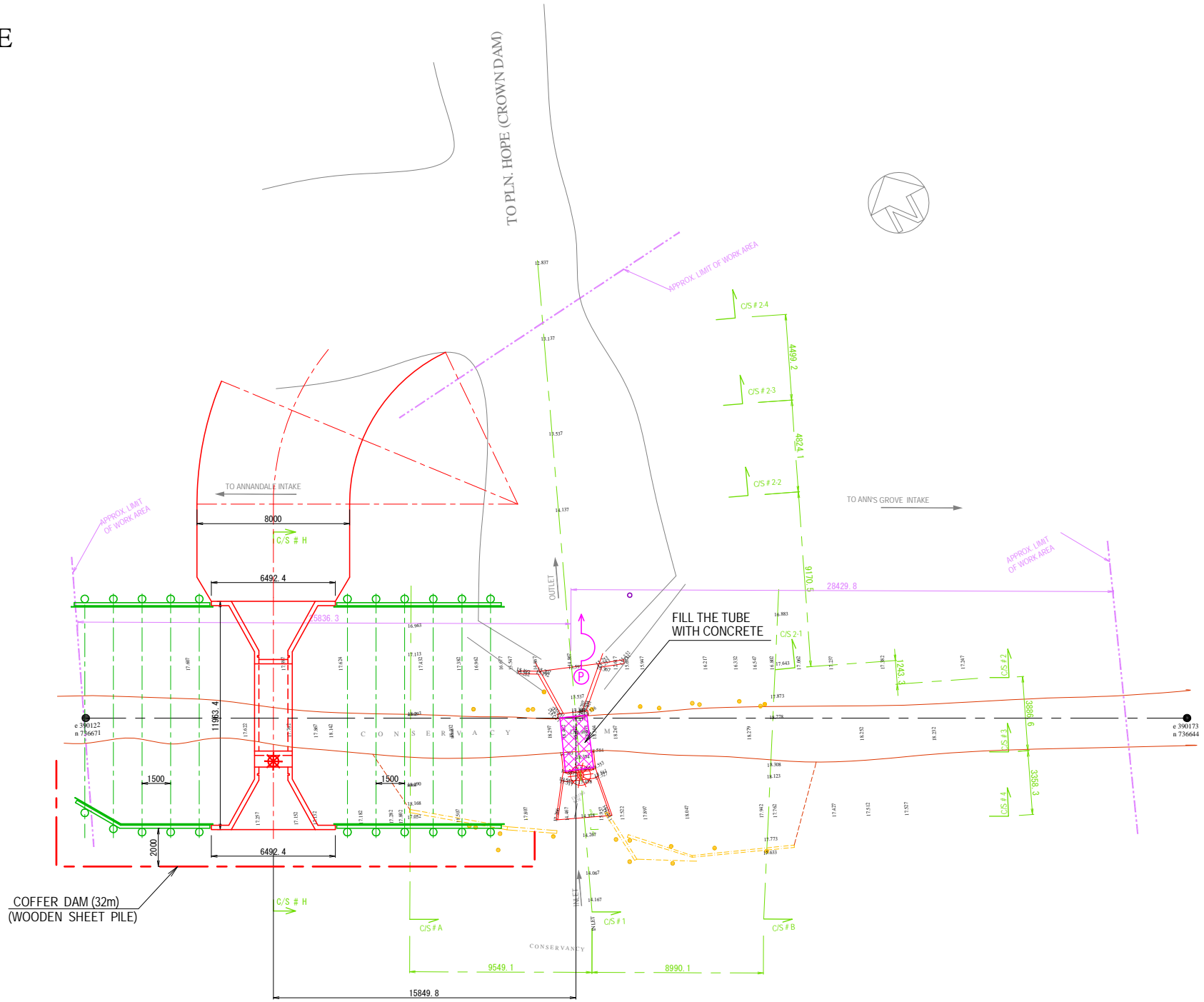


CROSS SECTION C/S 6



HOPE

3
4
1



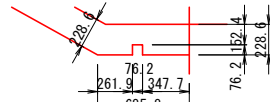
COFFER DAM (32m)
(WOODEN SHEET PILE)

FILL THE TUBE
WITH CONCRETE

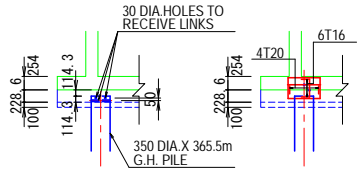
- LEGEND**
- CONCRETE STRUCTURE
 - GH REVEMENT (IN RUN)
 - MUD DAM
 - GH WALL
 - GH PILES
 - 2x4 GH IN CONCRETE

0 10m
SCALE 1:200

HOPE

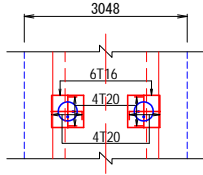


DETAIL
SCALE 1:40

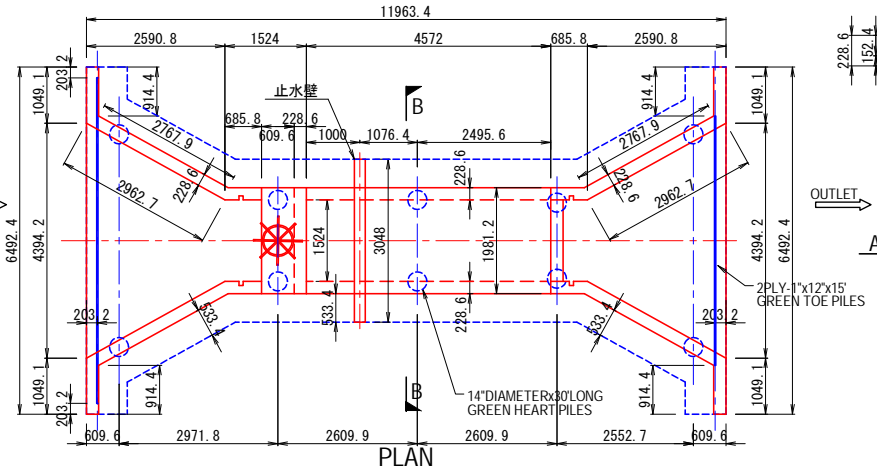


PILE CAP
DETAIL

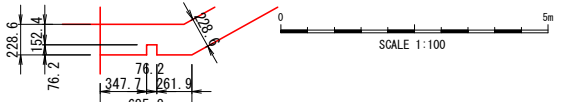
PILE CAP
REINFORCEMENT
DETAIL



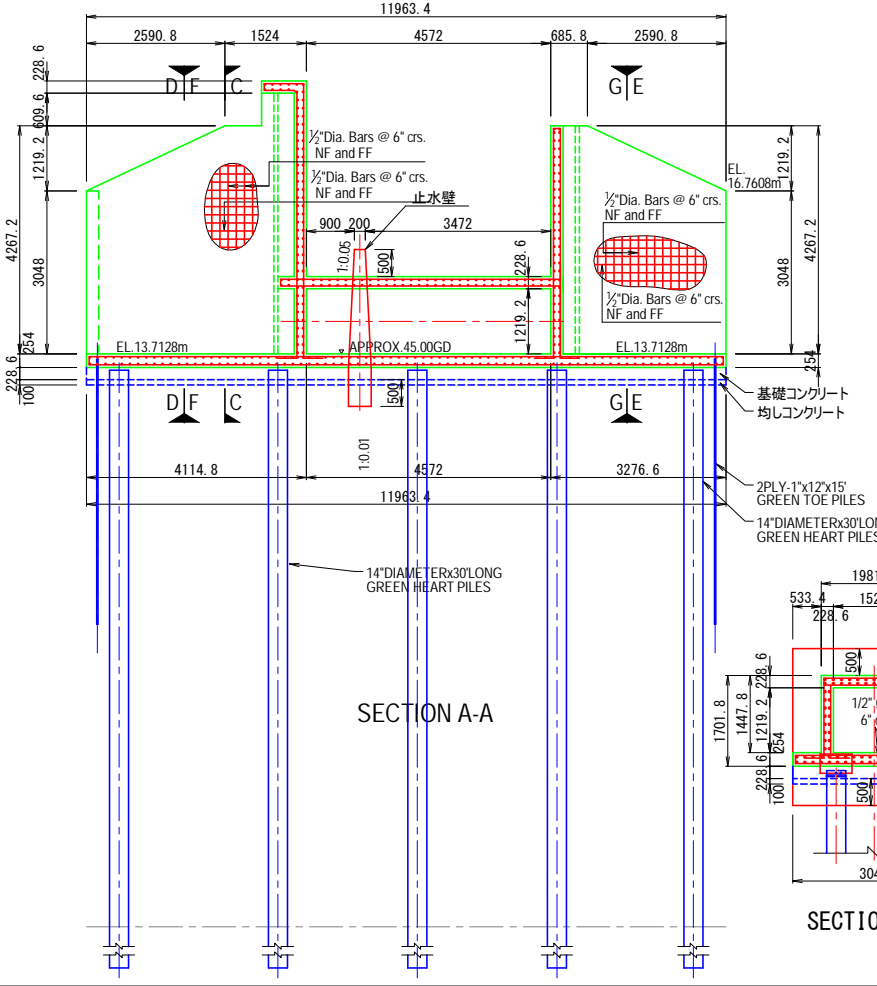
PLAN PILE CAP



PLAN



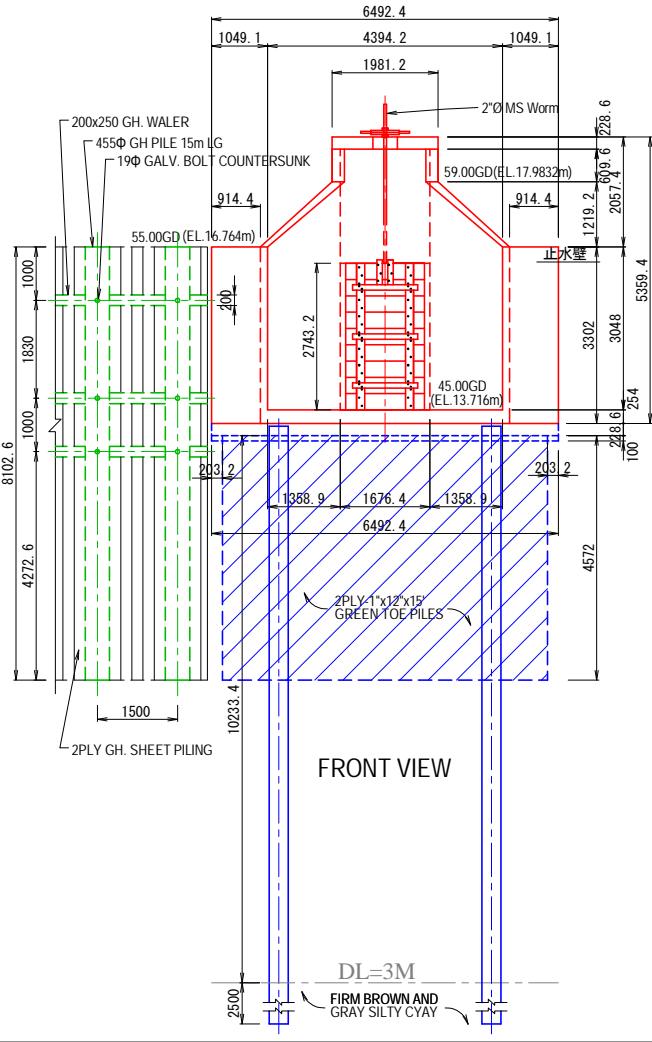
DETAIL
SCALE 1:40



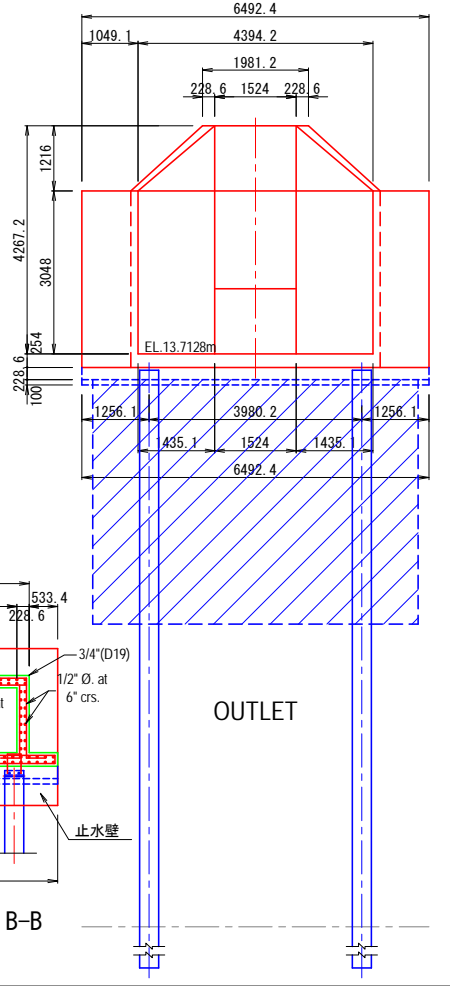
SECTION A-A

SECTION B-B

9
42

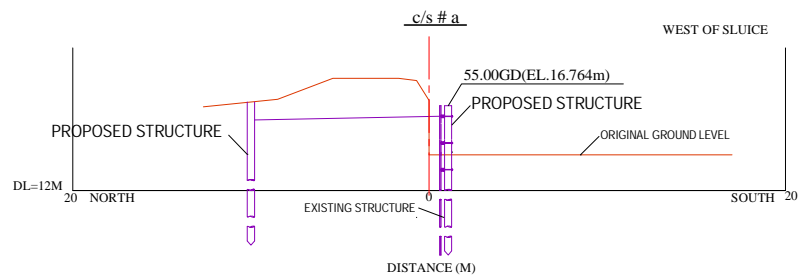
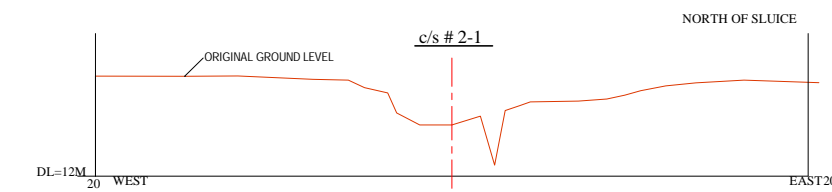
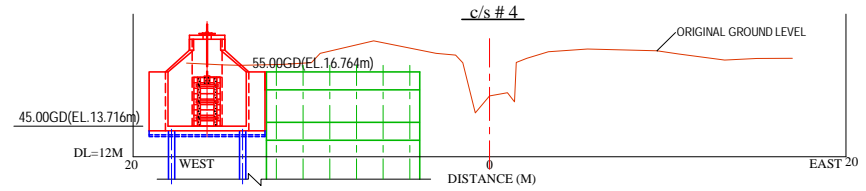
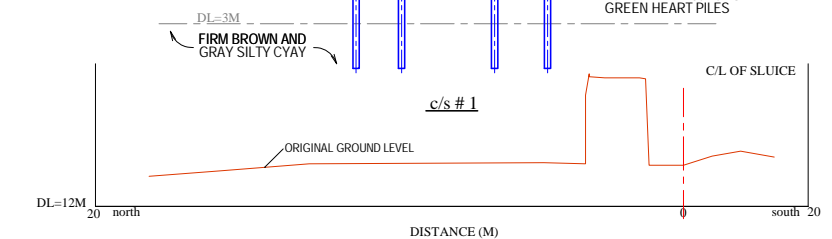
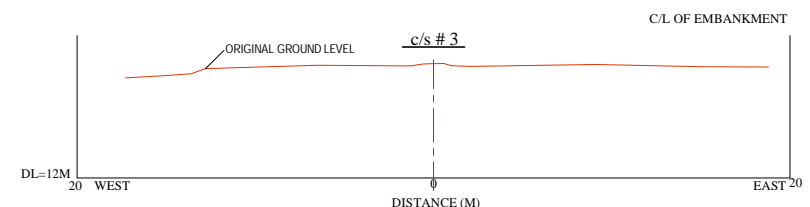
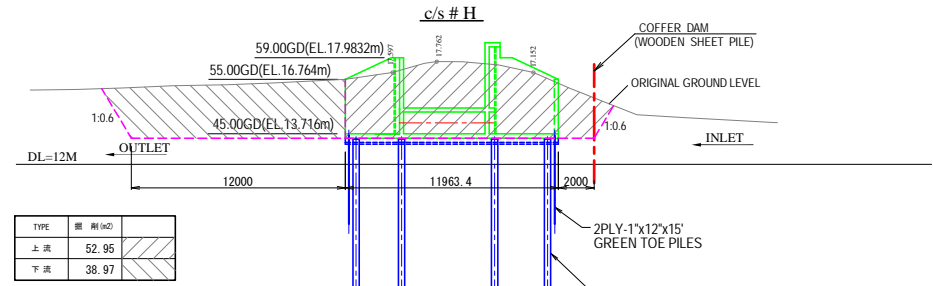
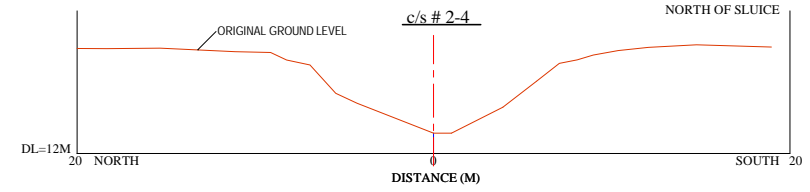
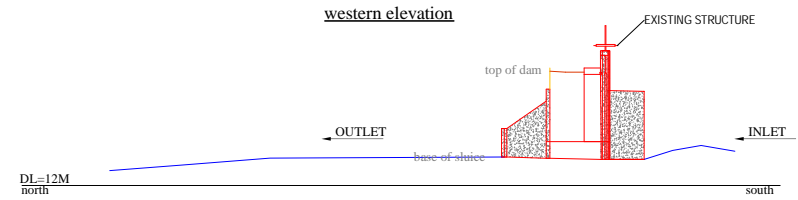
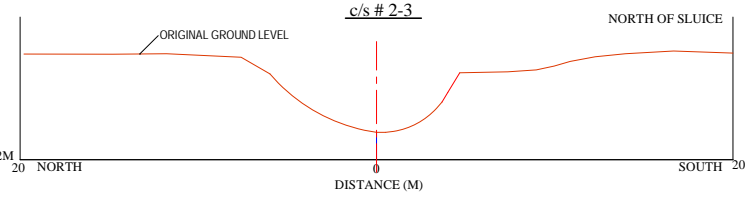
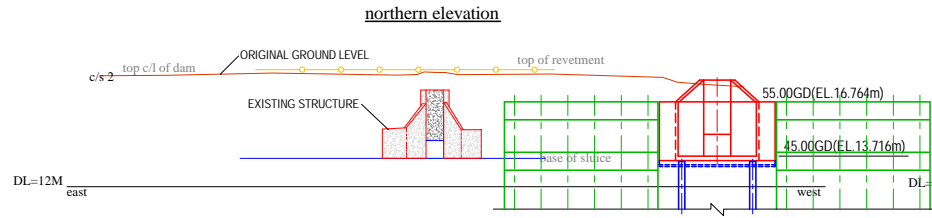
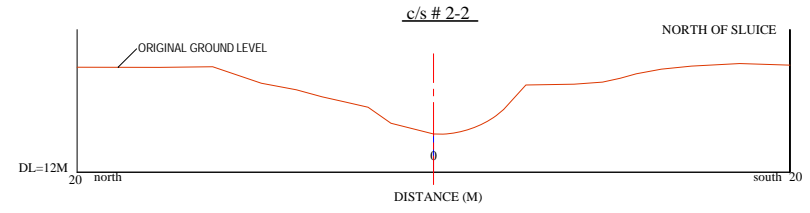
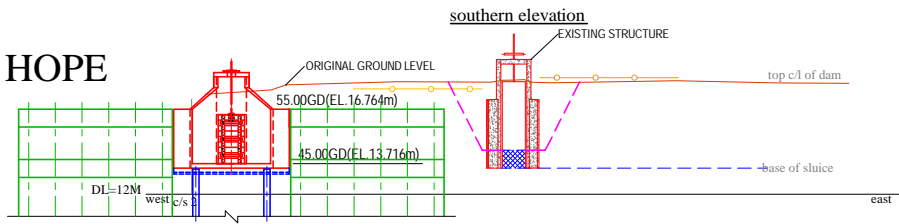


FRONT VIEW



OUTLET

HOPE



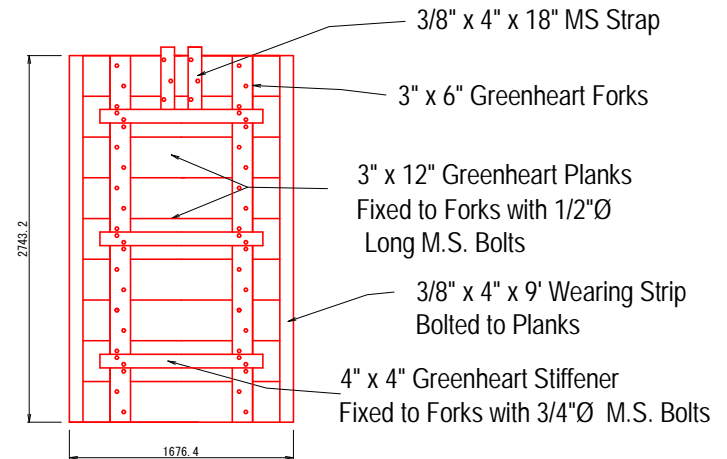
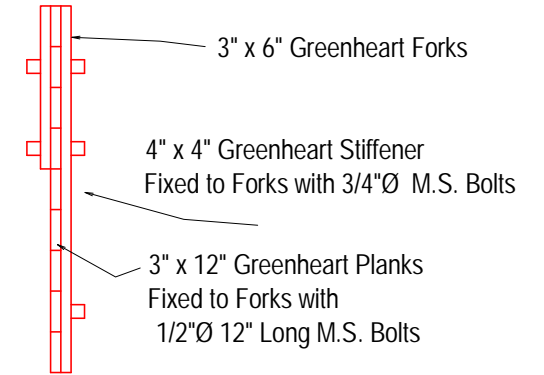
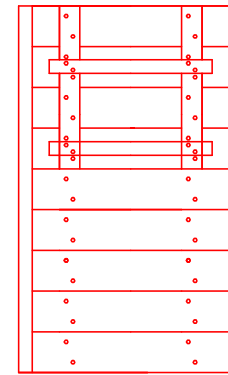
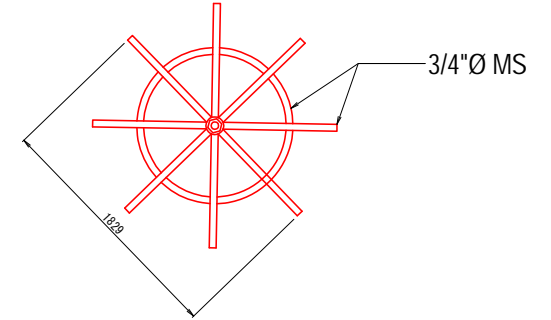
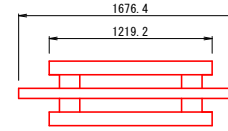
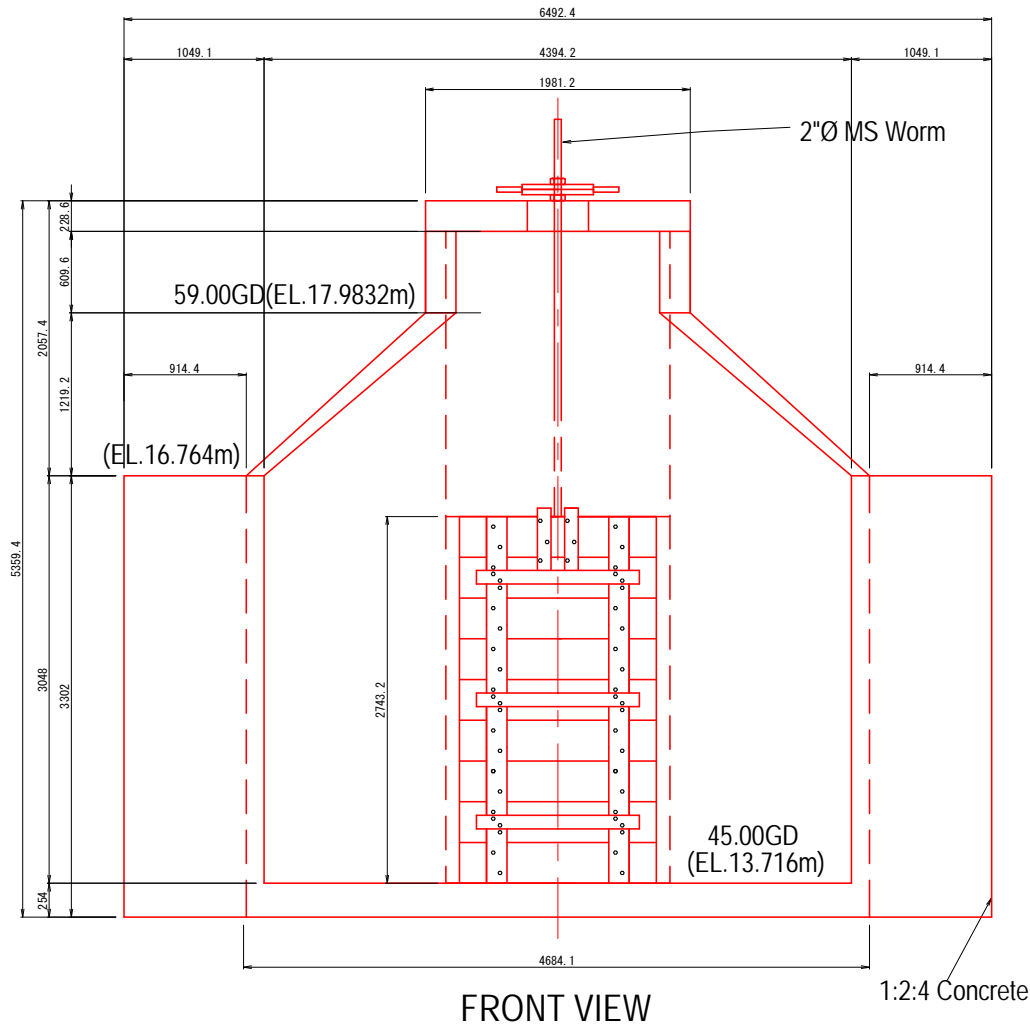
TYPE	距離(%)	
上流	52.95	
下流	38.97	

- LEGEND**
- NEW FILL ONLY
 - EXCAVATE ONLY
 - EXCAVATED AND BACKFILL



343

HOPE

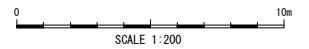
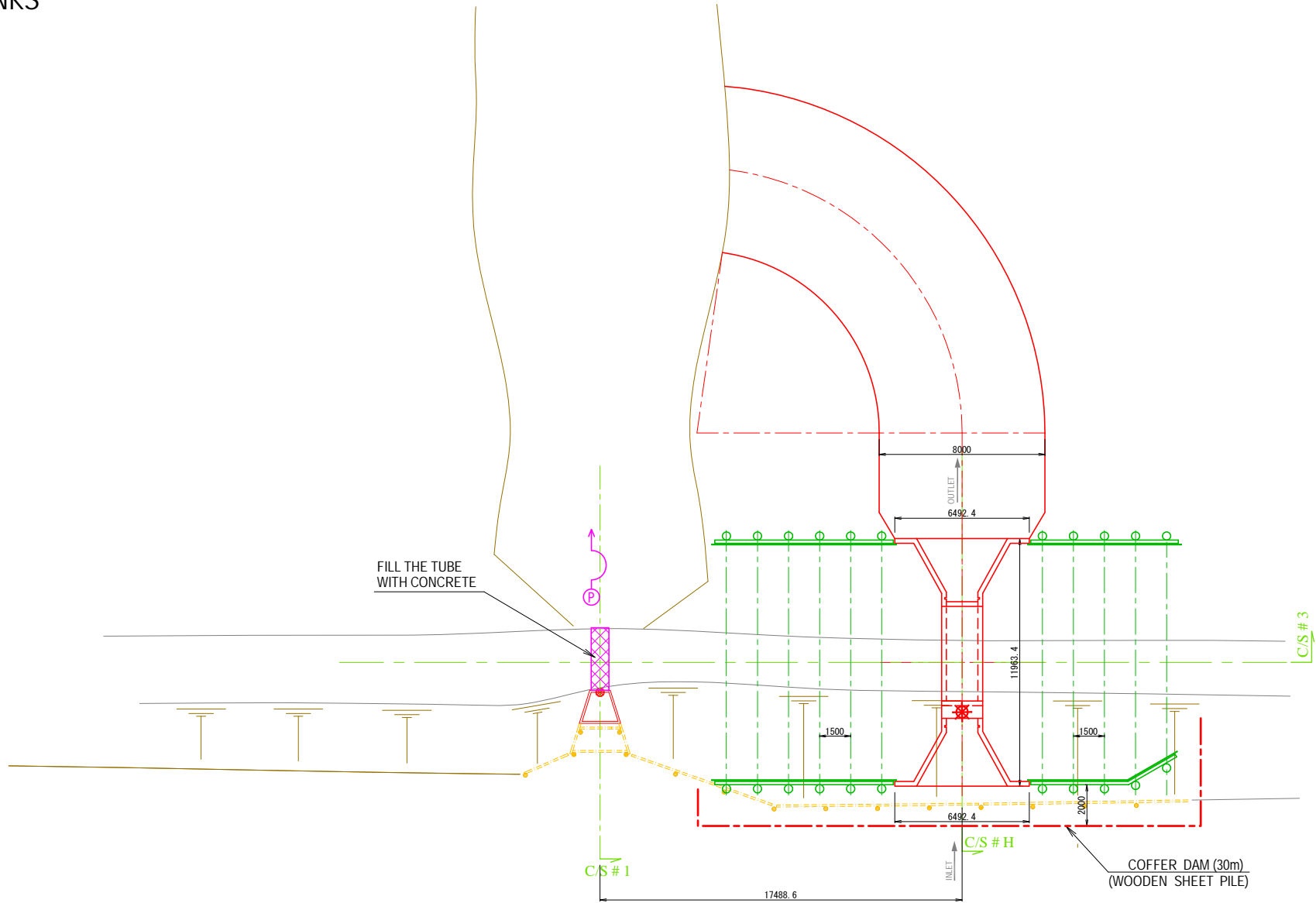


SLUICE DOOR

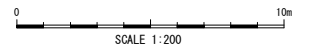
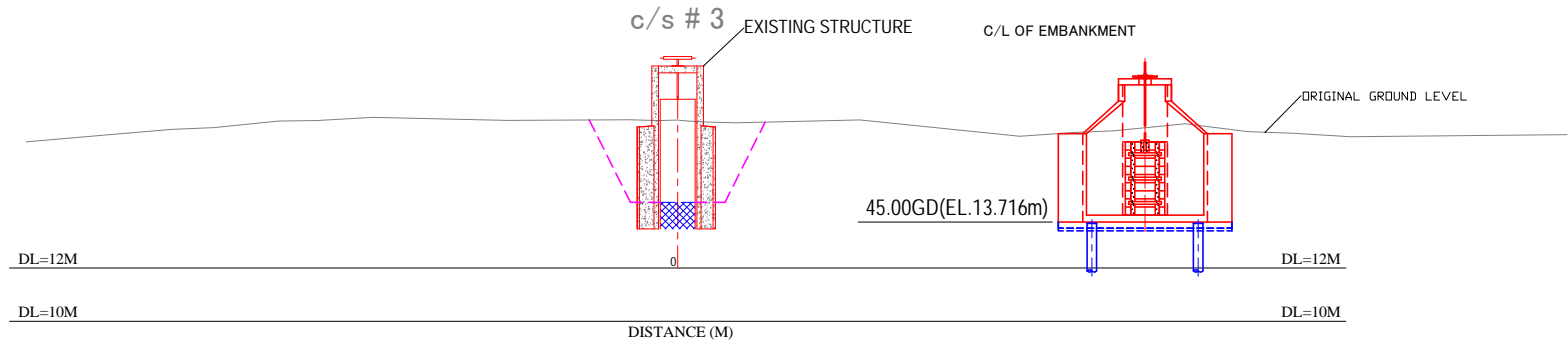
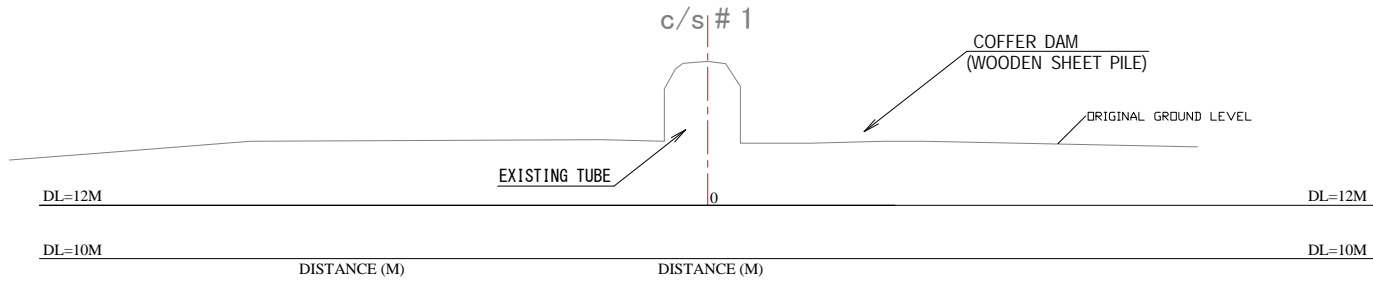
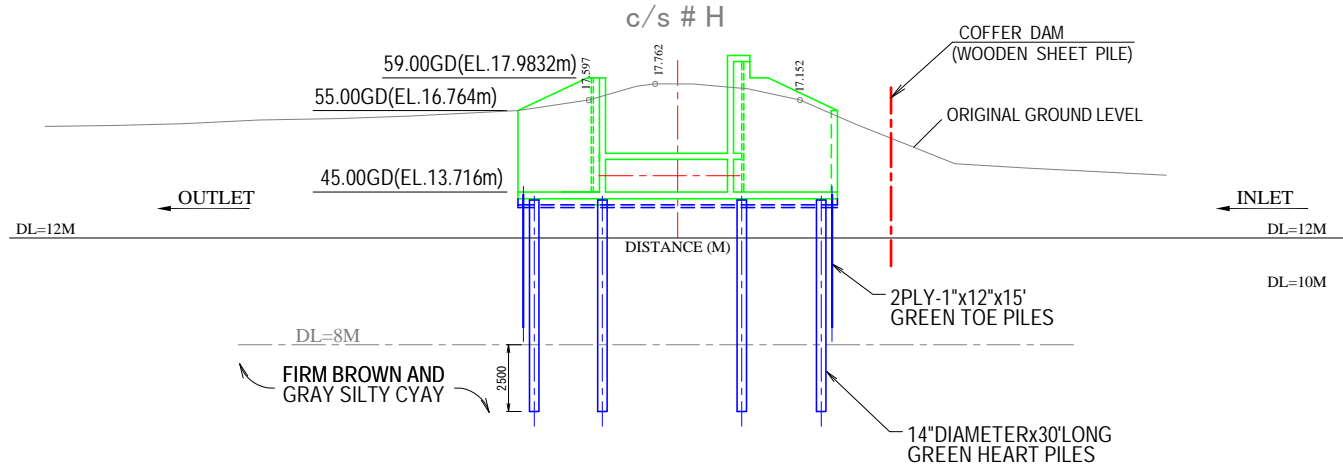


SHANKS

3 45

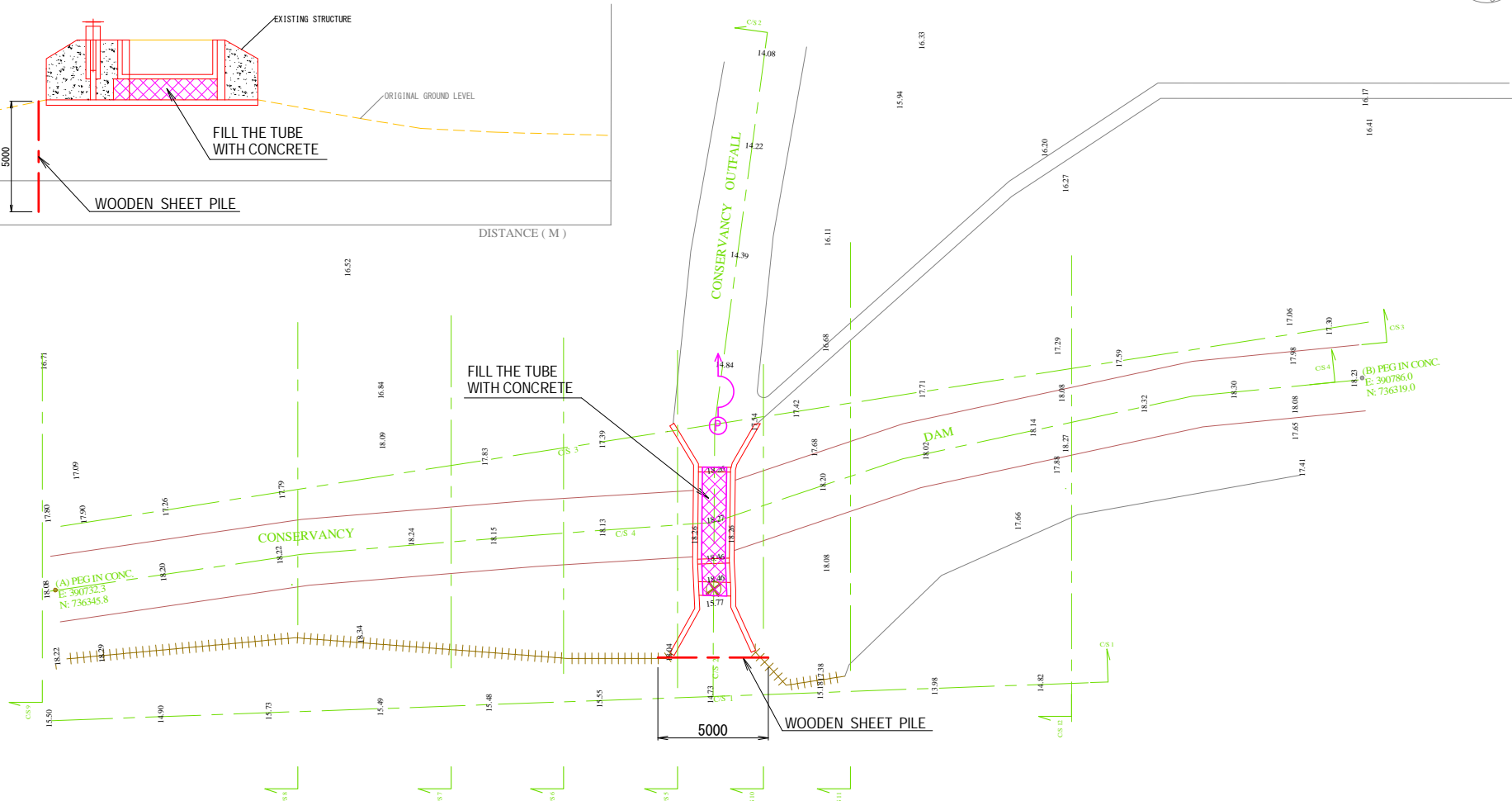
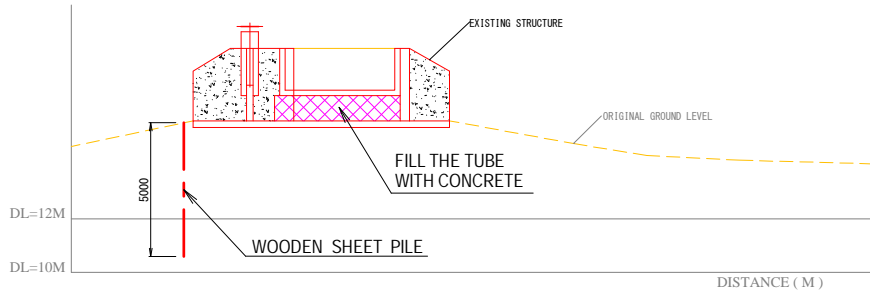


SHANKS



ANN'S GROVE

eastern elevation

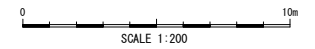


9 47

CONSERVANCY

LEGEND

- DENOTES WOODEN REVETMENT
- DENOTES SPOT HEIGHTS (METER)
- DENOTES CONC. STRUCTURE
- NEW REVETMENT



NOTES:

ALL DIMENSION IN m EXCEPT AS OTHERWISE SHOWN

NO.	REVISIONS	DATE

end-user:
NATIONAL DRAINAGE & IRRIGATION AUTHORITY
 MINISTRY OF AGRICULTURE
 GOVERNMENT OF GUYANA
 REGENT & VLISSINGEN ROADS
 GEORGETOWN, GUYANA

employer:
 The Crown Agents For Oversea
 And Administrations Ltd.
 St Nicholas House, St Nicholas Road, Sutton, Surrey,
 SM1 1EL, United Kingdom.

consultant:
 Kensetsu Gijutsu Center Ltd.
 4-7-10 Idabashi, Chiyoda-Ku, Tokyo 102-0072 Japan.

project title:
**EDWC INTAKE FACILITIES
 REHABILITATION SCHEME**

drawing title:
ANN'S GROVE EXISTING PLAN

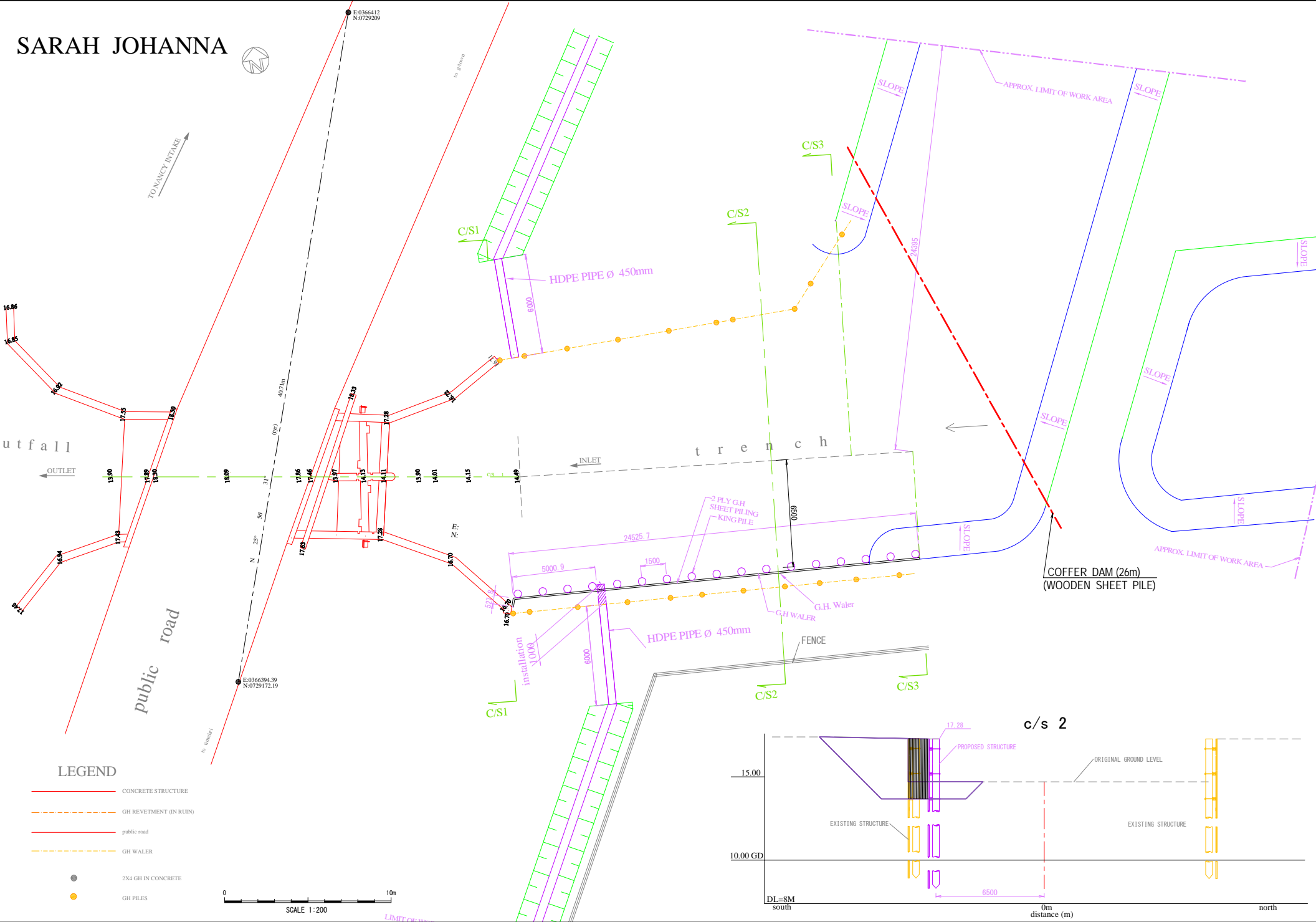
scale: AS SHOWN	approved by:
drawn: V.G	date: MARCH, 2012
project code:	drawing no.

SARAH JOHANNA



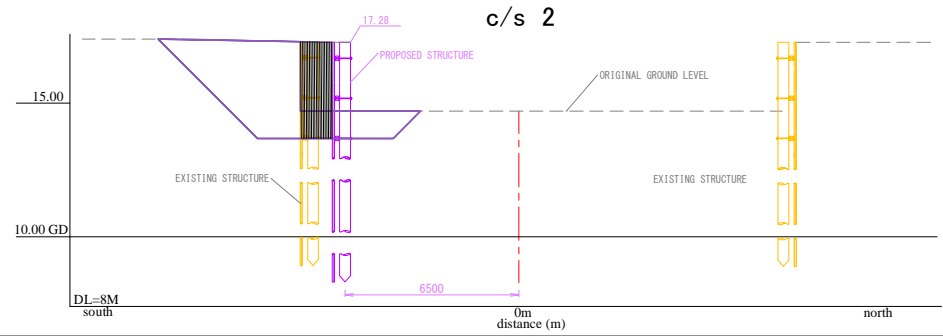
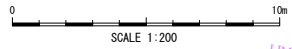
TO WANCY INTAKE

9
48



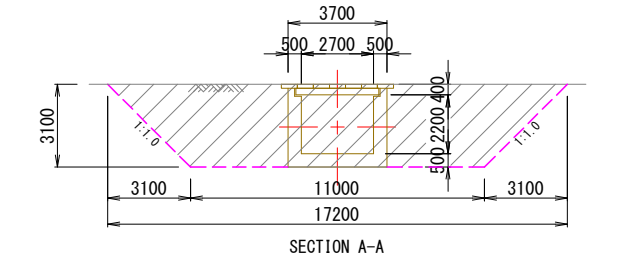
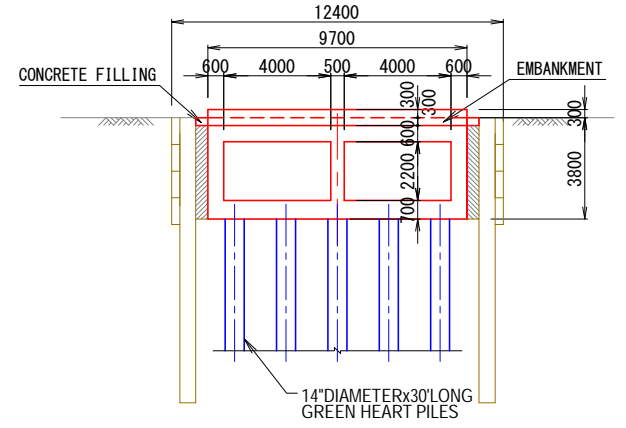
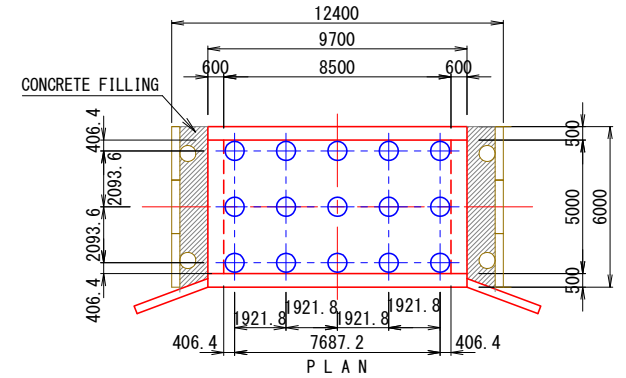
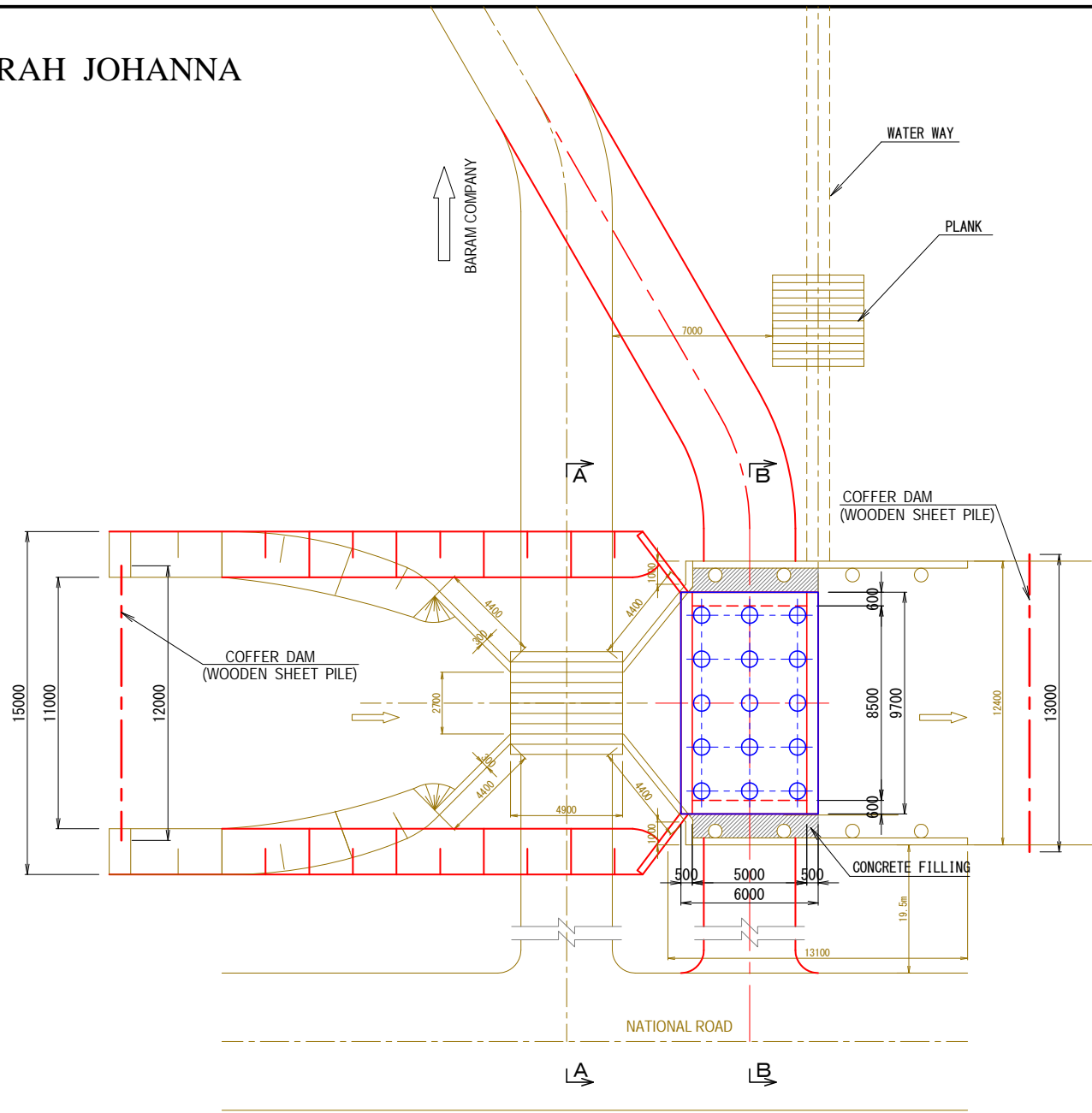
LEGEND

- CONCRETE STRUCTURE
- - - GH REVETMENT (IN RUIN)
- public road
- - - GH WALER
- 2x4 GH IN CONCRETE
- GH PILES



SARAH JOHANNA

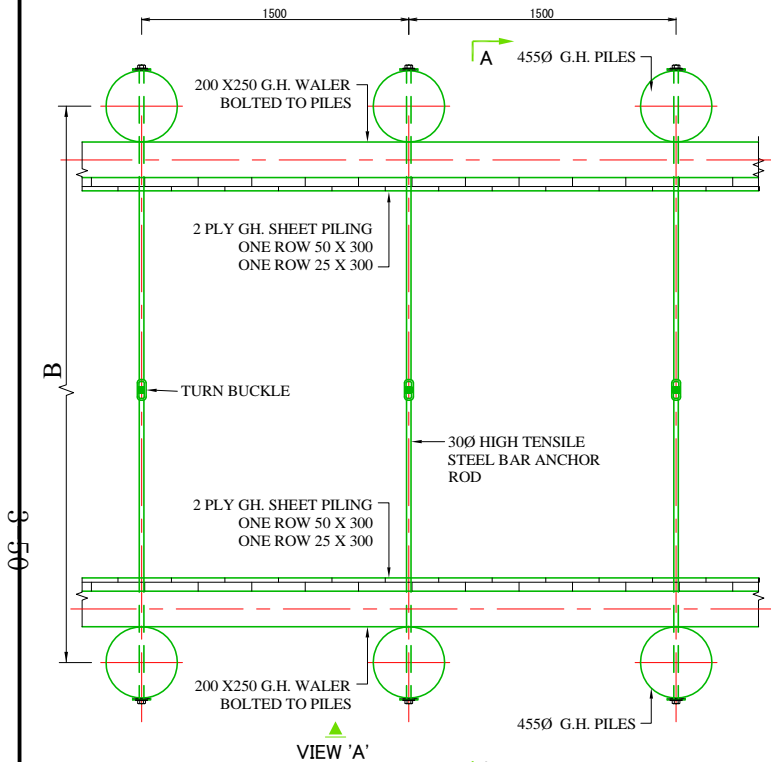
349



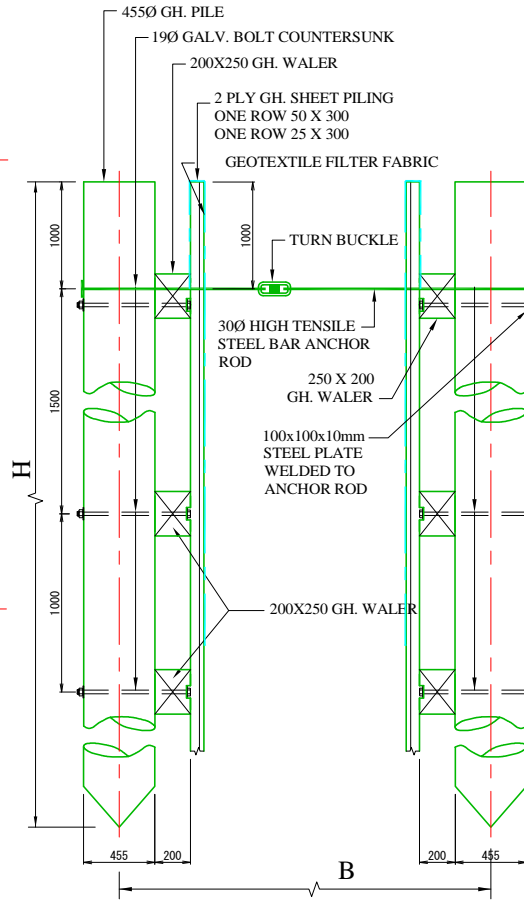
TYPE	AREA (m)	
EXCAVATION	43.71	
EMBANKMENT	-	



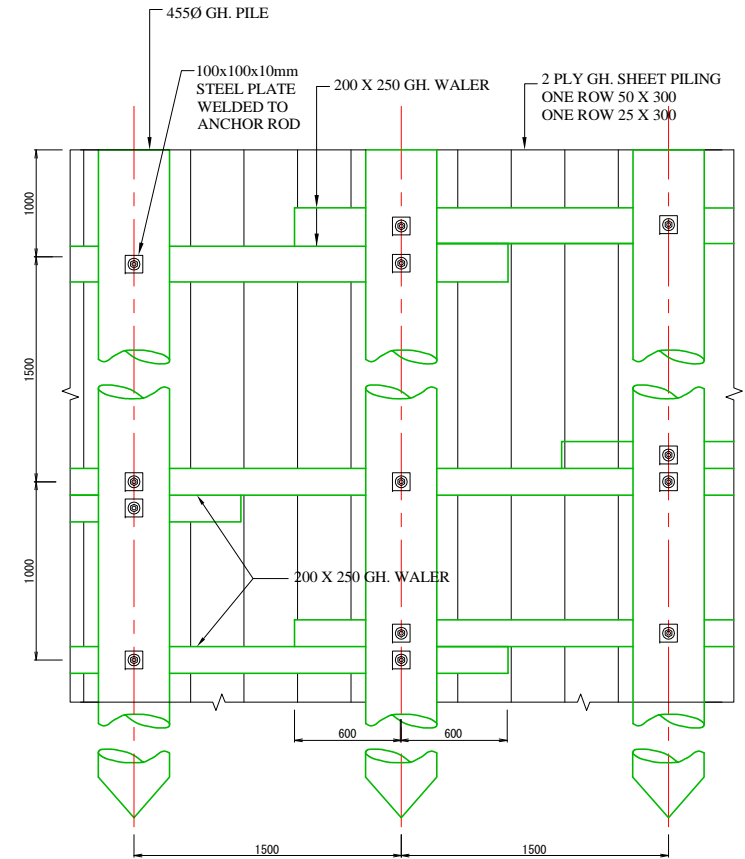
TYPICAL PLAN OF ANCHORED REVETMENT(1/2)



TYP. PLAN
SCALE: 1:25



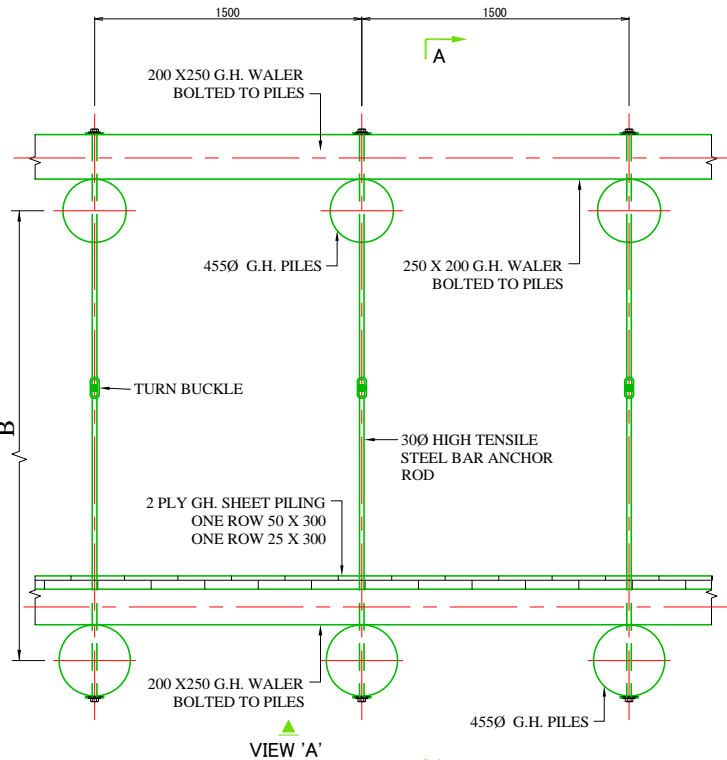
SECTION A-A
SCALE: 1:25



VIEW - 'A'
SCALE: 1:25

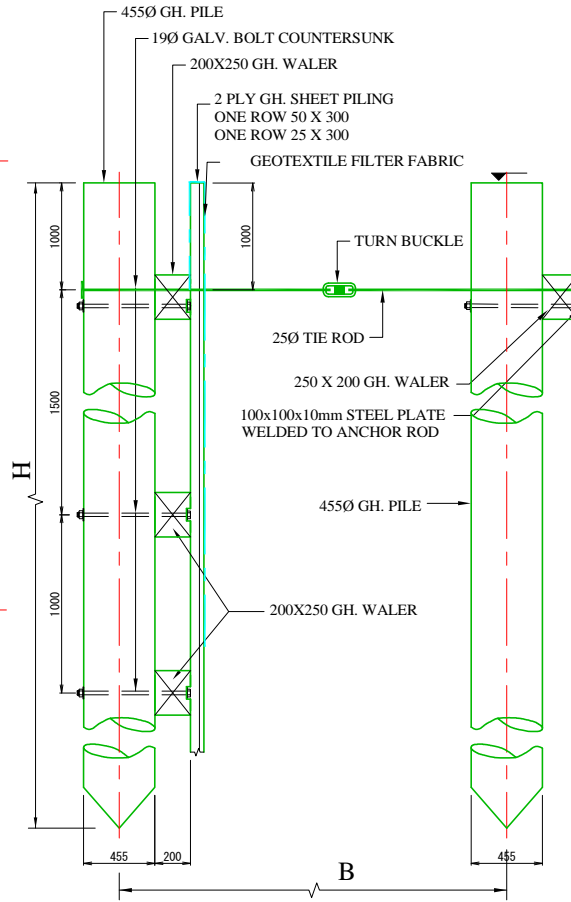
	B(m)	H(m)	
HOPE (LEFT)	12.5	15.0	
HOPE (RIGHT)	12.5	15.0	
SHANKS (RIGHT)	12.5	10.0	
SHANKS (LEFT)	12.5	10.0	

TYPICAL PLAN OF ANCHORED REVETMENT(2/2)

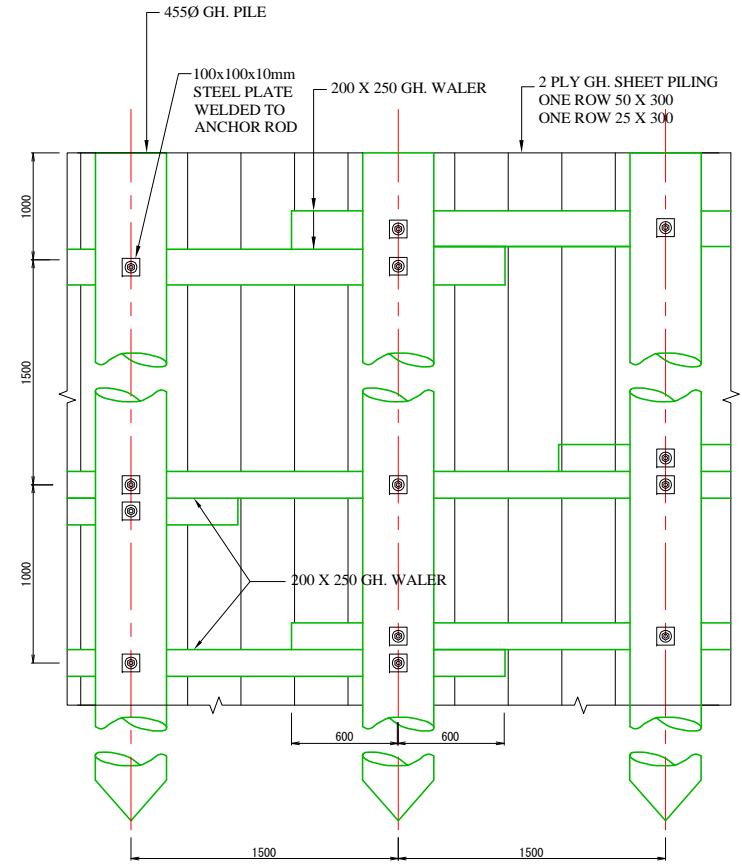


VIEW 'A'

TYP. PLAN
SCALE: 1:25

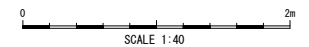


SECTION A-A
SCALE: 1:25



VIEW - 'A'
SCALE: 1:25

	B(m)	H(m)	
MADUNI (LEFT)	8.0	6.0	
MADUNI (RIGHT)	8.0	6.0	
SARAH JOHANNA (LEFT)	0.0	10.0	
ANNANDALE (LEFT)	8.0	15.0	
ANNANDALE (RIGHT)	8.0	15.0	
NANCY (LEFT)	7.7	13.0	
NANCY (LEFT)	8.0	13.0	
NANCY (RIGHT)	8.0	13.0	



3-2-4 施工計画

3-2-4-1 施工方針

(1) 実施体制

図 3-2-10 に本プロジェクトの実施フロー、図 3-2-11 に本プロジェクトの実施体制を示す。

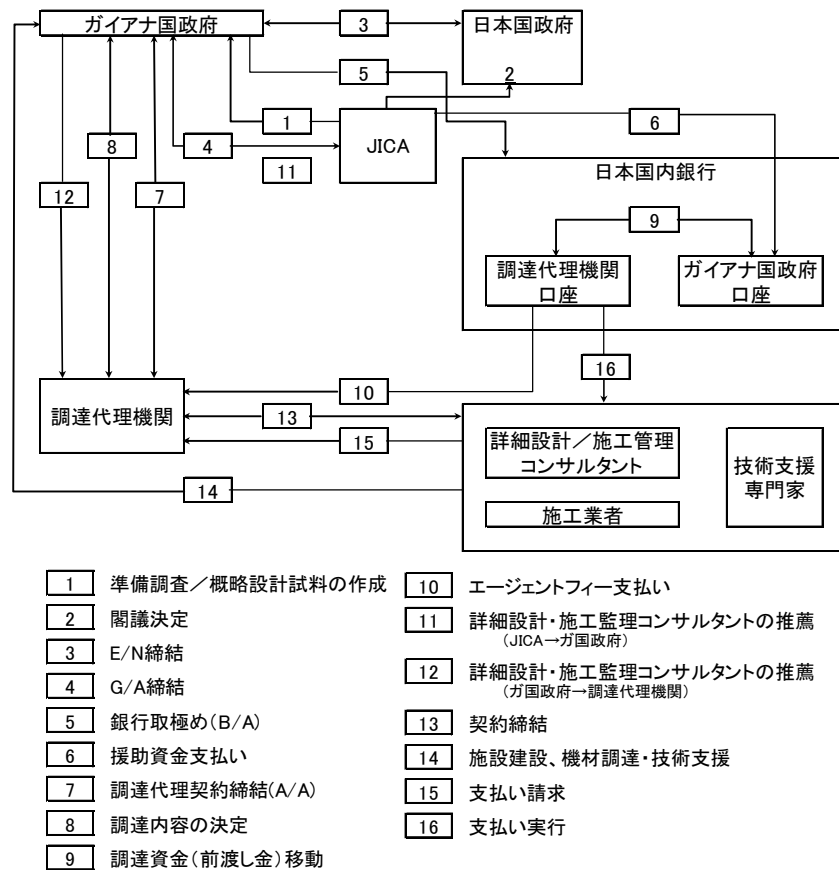


図 3-2-1 プロジェクト実施フロー

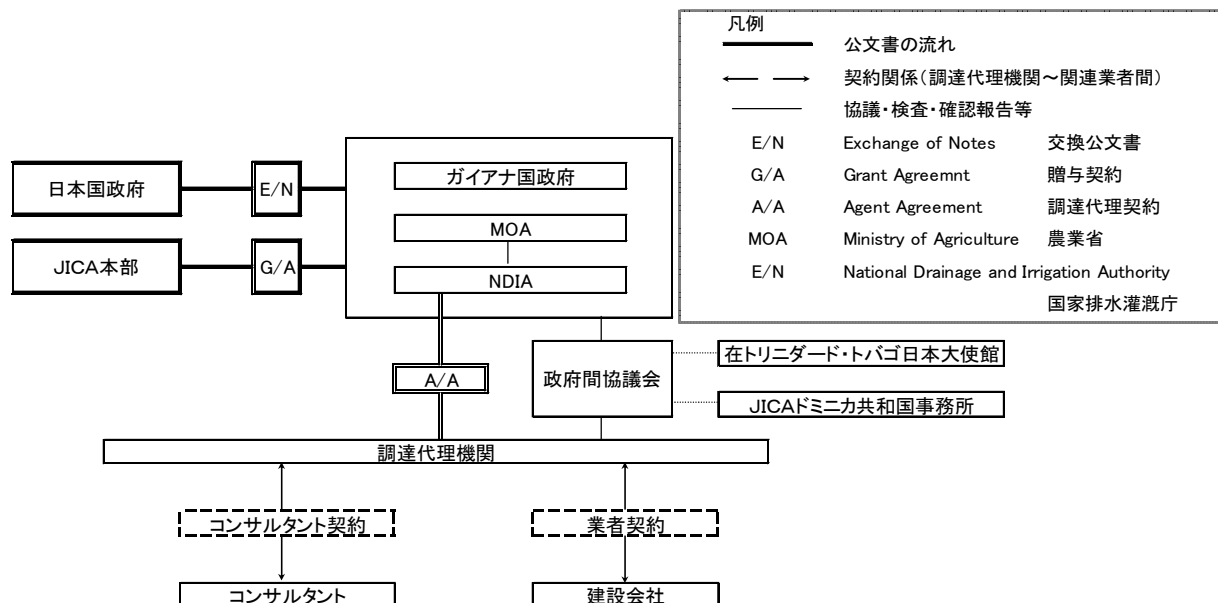


図 3-2-2 プロジェクト実施体制

各関係機関の業務内容は以下のとおりである。

実施主体	業務の内容
NDIA	「ガ」国側負担事項の実施
調達代理機関	コンサルタント契約、入札図書作成、業者選定手続き、施工会社契約、プロジェクトの実施監理、プロジェクトの中間・完了検査、資金管理、支払い業務
コンサルタント	設計図書照査、入札図書作成参考資料の作成、附帯施設改修工事の工事監理、ソフトコンポーネントの実施等に関する調達代理機関に対する技術的支援
施工業者	附帯施設改修工事の施工

(a) 事業実施主体

「ガ」国側の本プロジェクトの実施機関となる NDIA は、事業実施主体として、施設の運用・維持管理の責任を負う。無償資金協力のプロセスは、最初に「ガ」国政府と日本国政府が、両者の間で事業実施に関する交換公文 (E/N) を締結し国際約束を成した後、「ガ」国政府とプロジェクトの実施監理を行う JICA との間で贈与契約 (G/A) を締結するが、本プロジェクトは、既に E/N、G/A が締結され、調達代理契約も締結されているため、詳細設計・施工監理コンサルタントの推薦から開始する。この枠組みの元で実施される支援内容の調整、実施段階の諸調整を行うために、両国を代表する政府機関から成る政府間協議会 (Consultative Committee) が設置される。協議会のメンバー構成は以下のとおりである。

- ・ NDIA
- ・ 調達代理機関
- ・ JICA (ドミニカ共和国事務所)

(b) 調達代理機関

本プロジェクトでは、調達代理方式が採用される。この方式では、「ガ」国政府の代理として、調達代理機関 (Procurement Management Agent) が資機材、役務の調達、及び資金管理を行う。調達代理機関は、「ガ」国政府と調達代理契約 (A/A) を締結し、「ガ」国政府の代理としてコンサルタント契約、入札図書作成、業者選定手続き、施工業者との契約、プロジェクトの実施監理、プロジェクトの中間・完了検査、資金管理・支払い業務等を行う。

(c) コンサルタント

調達代理契約締結後、調達代理機関は日本のコンサルタントとの間で本計画実施に係わるコンサルタント契約を締結する。コンサルタントは、本計画の実施設計を行うとともに、調達代理機関に対し、入札図書 (案) 作成、入札、施工監理等に関する技術面からの支援を行う。また、ソフトコンポーネントとして位置づけられた

東デメララ貯水池運用上での洪水期制限水位設定準備に関する技術移転に関し、技術支援を行う。

(d) 施工業者

工事実施に関し要求された事項、工事金額の見積もりに関する審査に合格し落札した業者との間で、調達代理機関は付帯施設改修施工に関する契約を締結する。施工業者は、契約で定められた工期内に、調達代理機関が要求する資機材の納入、付帯施設の工事を行う。

(2) 施工方針

(a) 取水工コンクリート構造物

取水工構造物は、堤体を開削し、現場打設により設置する。基礎地盤が軟弱であり、構造物を地盤に直接設置することができないため、杭基礎により構造物荷重を支える構造とする。工事は以下の手順で実施する。

- ① 仮締め切り工、護岸工の一部
- ② 取水工部掘削工
- ③ 杭基礎工（周辺の護岸工の杭打設も同時期に実施）
- ④ 底版コンクリート打設（杭基礎頭部との接合）
- ⑤ 擁壁及び管路部分、翼壁のコンクリート打設
- ⑥ ゲート設置
- ⑦ 埋戻し工

工事は一乾期内に終わることが望ましいが、一乾期は約3ヶ月と短いことから、雨期に施工が可能な仮締め切り工、護岸工等を先行する。

貯水池の水が強酸性であることから、腐食性環境下での鉄筋のかぶりを十分に確保することが求められる。腐食性環境下におけるスラブ構造（底版或いは側壁部）の必要鉄筋かぶり（コンクリート表面から鉄筋表面までの距離）は50mmとされている（土地改良事業計画設計基準「水路工」P. 313）。本地区でも被りを50mm確保することとし、施工時に厳密に監理する。

(b) 法面保護工

法面保護工は、木製の護岸工を採用するが、木杭および木矢板は、以下に示す「ガ」国及び東デメララ貯水池の状況を検討した上で使用を決定した。

- ① 現状土及び掘削時の pH 値は 3～4 の高い酸性を示す。
- ② 木材は硬質材料で鋼材とほぼ同等な強度を持ち耐酸性に優れている。

材料強度は、圧縮強度 220kgf/cm^2 、曲げ強度 220kgf/cm^2 、せん断強度 25kgf/cm^2 であり硬質木材類 70D に属する(表 3-3-7 参照)。

耐久性においては、現状の酸性物質は木質材料から発生する酸性物質と同一成分である。腐食酸・腐食菌による腐食・侵食されない材料である。

- ③ 堤体周辺の現地盤支持力は $Q_a=0.5\text{tf/m}^2\sim 1.0\text{tf/m}^2$ であり、機械重量 $1.2\sim 2.0\text{tf}$

m²より小さいため運搬や施工性を考えると、木材の使用は適している。

- ④木製品の杭及び板・柱材等は「ガ」国で調達可能であり、同国で一般的に流通している。BS・ASTM規格及び「ガ」国の木製品規格に適合した材料を積極的に使用する。(入札図書には品質・規格寸法・基準等を明記する)
- ⑤東デメララ貯水池の法面保護工の実績は、木製護岸工が最も多い。

(c) 資材の調達

工事に必要となる資材は、コンクリート構造物の材料となるセメント、砂、骨材、鉄筋と、木杭護岸工の木材・鋼材であり、全て基本的にジョージタウン内で入手可能なものである。

資材の調達・購入は、国外から調達する必要がある場合を含め、施工業者が、その規格・品質に関する資料をコンサルタントに提出しその承認を得た後、自らの責任において行うものとする。各資材とその品質規格は以下のとおりである。

このほか、コンクリートの品質確保のため、コンクリート練り混ぜ水として東デメララ貯水池の水(pH4~5の強酸性)を用いず、一般的な土木工事で用いられる水を使用する。

表 3-2-3 調達資材一覧表

資材	規格	品質証明
セメント	普通ポルトランドセメント	BS 又は ASTM
砂	自然砂	BS 又は ASTM
粗骨材	最大粒径 20mm	BS 又は ASTM
鉄筋, ボルト等		BS 又は ASTM
木製ゲート用木材	強度クラス ; A*	ガイアナ森林局

1) 木杭護岸工材料について

使用する木材は、クスの木に属し、Ocota Rodiaei (学名) の芯の部分または原木を使用する。(商品名 : Green Heart)

加工材は、Green Heart として一般商品で扱われ、硬質木材 D70 として構造用木材として世界で販売され、EU 諸国、アメリカ等でも使用されている材料である(表 3-3-7 参照)

表 3-2-4 木材 Greenheart の特性、強度

Table 8 — Grade stresses and moduli of elasticity for various strength classes: for service classes 1 and 2

Strength class	Bending parallel to grain N/mm ²	Tension parallel to grain N/mm ²	Compression parallel to grain N/mm ²	Compression perpendicular to grain ^a		Shear parallel to grain N/mm ²	Modulus of elasticity		Characteristic density, ρ_L ^b kg/m ³	Average density, ρ_{mean} ^b kg/m ³
				N/mm ²			Mean N/mm ²	Minimum N/mm ²		
C14	4.1	2.5	5.2	2.1	1.6	0.60	6 800	4 600	290	350
C16	5.3	3.2	6.8	2.2	1.7	0.67	8 800	5 800	310	370
C18	5.8	3.5	7.1	2.2	1.7	0.67	9 100	6 000	320	380
C22	6.8	4.1	7.5	2.3	1.7	0.71	9 700	6 500	340	410
C24	7.5	4.5	7.9	2.4	1.9	0.71	10 800	7 200	350	420
C27	10.0	6.0	8.2	2.5	2.0	1.10	12 300	8 200	370	450
C30	11.0	6.6	8.6	2.7	2.2	1.20	12 300	8 200	380	460
C35	12.0	7.2	8.7	2.9	2.4	1.30	13 400	9 000	400	480
C40	13.0	7.8	8.7	3.0	2.6	1.40	14 500	10 000	420	500
D30	9.0	5.4	8.1	2.8	2.2	1.40	9 500	6 000	530	640
D35	11.0	6.6	8.6	3.4	2.6	1.70	10 000	6 500	560	670
D40	12.5	7.5	12.6	3.9	3.0	2.00	10 800	7 500	590	700
D50	16.0	9.6	15.2	4.5	3.5	2.20	15 000	12 600	650	780
D60	18.0	10.6	18.0	5.2	4.0	2.40	18 500	15 600	700	840
D70	23.0	13.6	23.0	6.0	4.6	2.60	21 000	18 000	900	1 080

NOTE Strength classes C14 to C40 are for softwoods and D30 to D70 are for hardwoods.

^a When the specification specifically prohibits wane at bearing areas, the higher values of compression perpendicular to grain stress may be used, otherwise the lower values apply.

^b The values of characteristic density given above are for use when designing joints. For the calculation of dead load, the average density should be used.

BS 5268-2:2002 より引用

表 3-2-5 ガイアナ森林局木材規格

BASIC PROPERTIES OF THIRTY SELECTED SPECIES				
No.	Species	Strength Group	Durability Class	Air Dry Density Class lbs/ cu. ft.
1	Aromata	B	1	65
2	Baromalli	C	2	35
3	Cedar, White	C	2A	35
4	Crabwood	C	1	35
5	Duka	D	2	30
6	Dukali	D	2	30
7	Fukadi	C	2A	45
8	Futui	D	2	30
9	Greenheart	A*	1A**	65
10	Haiariballi	D	2	35
11	Hububalli	D	1A	40
12	Kabukalli	B	1	50
13	Kakaralli, Black	A	1A**	70
14	Kirikaua	D	2	35
15	Kurokai	D	2A	35
16	Locust	B	1	55
17	Manni	C	1	45
18	Manniballi	B	1	55
19	Maporokon	D	2	35
20	Mora	A	1A	65
21	Morabukea	A	1A	65
22	Purpleheart	A	1	60
23	Shibadan	B	1	40
24	Silverballi group	D	1	40
25	Simarupa	D	2	30
26	Suya	D	2	35
27	Tatabu	B	1	65
28	Tauroniro	B	1A	55
29	Wallaba	B	1A	60
30	Wamara	A	1A	75

1.04tf / m³

「The Guyana Grading Rules
for Hardwood Timber」
Forest Department,
Georgetown, Guyana.
September 1974
P24 より引用

3-2-4-2 調達上の留意事項

(1) 免税措置

附帯施設改修工事に使用する調達資機材は、「ガ」国で流通している輸入製品を購入することにより賄われる。契約後に資機材を国外メーカーに発注するケースは生じないので、免税措置を必要とするものはない。

(2) 輸送

附帯施設改修工事に使用する調達資機材は、「ガ」国内で調達される。よって、通関手続き等の費用は発生しない。

3-2-4-3 施工区分

(1) 負担の区分

本プロジェクトの施工に関する区分は以下のとおりである。

- ・ 日本国負担；附帯施設改修工事、入札補助および工事の施工監理

- ・ 「ガ」国負担；なし

(2) 工事の区分・分割

本プロジェクトによる附帯施設改修工事は、工事地点及び工事内容の上で7地点／件となるが、各件それぞれは比較的短期間で工事を完成できるものである。従って同時に施工できれば短期間で全体工事を終了することができる。

本プロジェクトにおいては、以下の理由から全工事を一括発注する方針とする。

工事を一括発注する利点として、①各工事地点間の施工機械の供用を図ることで施工費用を軽減することができるとともに、工事の遅れなどの事態に対処しやすい。

②品質確保の水準を一定に保つことができる、などが挙げられる。

一方欠点として、①施工業者が負担する保証金（Bond）の金額が大きい、②規模の小さな企業の参加が難しい、などが考えられる。ただし、共同企業体（JV）として工事に参加する方法も可能である。

本プロジェクトにおいては、限られた乾期の中で良質な品質を確保することと工期内に確実に工事を完了させることが重要であり、この点で一括発注とするメリットが大きい。

3-2-4-4 施工監理計画

(1) 施工監理計画の基本方針

本プロジェクトの施工監理は、「ガ」国政府機関との契約先である調達代理機関、及び調達代理機関と施工監理委託契約を交わした施工監理コンサルタントが行う。

附帯施設改修工事を遂行するに当たっては、特に以下の事項に留意して実施設計及び施工監理の経験が豊富な担当者を配置した実施体制をつくる。

- ・ 「ガ」国と日本政府間及び JICA との間で締結される交換公文（E/N）及び贈与契約（G/A）の内容を遵守すること
- ・ 無償資金協力の仕組みを熟知していること
- ・ 事業化調査報告書の内容を理解し、実施段階では、設計図書に基づく迅速な工事の実施を指導できること

(2) 業務内容

(a) 実施設計業務

- ・ 資金管理
- ・ 入札図書作成、設計図渡し
- ・ 入札
- ・ 入札評価
- ・ 業者契約促進

(b) 施工監理業務

- ・ 施工図の確認

- ・ 使用材料の事前品質検査
- ・ 附帯施設工事の品質・施工監理検査の立会・検査
- ・ 出来高検査、完了・竣工検査の立会
- ・ 引渡し確認
- ・ 工事工程監理・資金管理

なお、調達代理機関とコンサルタントの役割については以下のとおりである。

[調達代理機関]

調達代理機関は、G/Aに基づき、実施機関であるNDIAとの間で代理人契約を交わす。その業務内容は以下のとおりである。

表 3-2-6 調達代理機関の業務内容

項目	内容
入札管理業務	元請コンサルタント契約 入札図書作成 入札実施 開札後の評価 業者契約
施工監理業務	資金運営管理 設計変更、施工品質管理、工事瑕疵に係わる監理・監督
弁護士選定業務	

[施工監理コンサルタント]

施工監理コンサルタントは、G/Aに基づき、調達代理機関との間で施工監理委託契約を交わす。その業務内容は以下のとおりである。

表 3-2-7 施工監理コンサルタントの業務内容

項目	内容
入札補助業務	調達代理機関の入札補助 入札図書作成補助 開札後の評価の補助
施工監理業務	工事の施工・品質及び工程・安全監理 工事出来高管理及び設計変更書類作成

(3) 監理要員配置計画

- ・ コンサルタントは、現地に技術（施工）監理者を派遣し、附帯施設改修工事を監理する。
- ・ 調達代理機関は、現地に工事監理担当者を派遣し、附帯施設修復工事を監

理する。また、資金運営管理、設計変更、工事瑕疵にかかわる事項について、監理・監督する。瑕疵担保期間は契約図書に記載される。また、工事の竣工・引渡し・完成検査を行うため総括者を現地に派遣する。

- ・ 調達代理機関の総括者、総括補佐は、事業進捗管理、資金管理関係業務を遂行する。工事の竣工及び附帯施設改修工事の完了時に総括補佐を現地に派遣する。また、現地には事務員を配置する。事務員は、附帯施設改修工事に関する調達代理機関の業務を補助する。
- ・ これらの監理要員の選定に当たっては、豊富な経験、適切な技術的判断力及び調整能力を有することを条件とする。

3-2-4-5 品質管理計画

附帯施設改修工事における品質管理を下表のとおり計画する。

表 3-2-8 附帯施設改修工事・品質管理計画

項目	検査／チェック／試験内容	試験時期	試験頻度
コンクリート材料 <ul style="list-style-type: none"> ・ セメント ・ 砂 ・ 粗骨材 ・ 練り混ぜ水 ・ 鉄筋 	製造会社の試験成績表の確認 吸水率、粒度、粘土塊量 吸水率、粒度、粘土塊量 水素イオン濃度 pH 製造会社の試験成績表、もしくは実際に行った試験結果の確認（BS, ASTM規格合格確認）	工事開始前 工事開始前 工事開始前 工事開始前 工事開始時	
練り混ぜたコンクリート <ul style="list-style-type: none"> ・ 状態 ・ 強度 	水・セメント比、スランプ 一軸圧縮強度(7日/28日強度)	工事中 工事開始時	1回／施工日
コンクリート施工時 <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄筋 ・ 施工 ・ 養生 	鉄筋の被り、間隔検査 締め固め状況チェック 養生実施状況チェック	工事中 工事中 工事中	1回／施工日 2回／施工中 2回／施工中
コンクリート工仕上り後	出来形・寸法検査	仕上り後	
木材（材料試験）原木（木杭）	ガイアナ森林局規格合格証明の確認 必要に応じて 含水量試験、曲げ試験、弾性係数、圧縮試験	使用前及び 抜取試験	使用前1回

	験、破壊強度試験		
木材（日常管理試験） 原木	引張・曲げ試験及び破壊試験	毎月月末	材質・生産地 毎
木材（材料試験）加工 品（柱・板材）	ガイアナ森林局規格合格証明 の確認 必要に応じて 含水量試験、 曲げ試験、弾性係数、圧縮試 験、破壊強度試験	使用前及び 抜取試験	使用前1回
木材（日常管理試験） 加工品	引張・曲げ試験及び破壊試験	毎月月末	材質・生産地 毎
タイロッドボルト・ナ ットの締め付け試験	ボルトの締め付け試験	工事に先立 ち実施	使用前1回
木杭の試験施工	杭打ち込み管理試験	工事に先立 ち実施	施工場所毎
土の基準試験	基準試験項目一式	使用前	発生場所毎
土の基準試験（盛土の 日常管理）	「ガ」国内での慣用手法に準 拠	施工日	施工日毎
塗料・防腐剤	製品の品質保証書の確認	使用前	材料品目毎

注) コンクリート関係の品質管理については、「コンクリート標準示方書・施工編（2007年）」を参照した。

その他材料については、各製品の標準的な試験項目を事前に実施し、施工監理者に報告する。上記に挙げた品質管理試験は、ガイアナ国で一般に行われている項目であり、現地技術者による実施に問題はない。

盛土の日常管理については、東デメララ貯水池の堤体修復工事等でこれまで実施されてきた管理手法を尊重する。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 調達先

(a) 資材

- ・ 可能な限り現地生産品を調達する。
- ・ 輸入品が「ガ」国の市場に恒常的に流通している場合は、これを調達する。
- ・ 現地調達が困難な資機材については、日本または第三国から調達する。
- ・ 防錆材、防腐材については、「ガ」国で使用実績のある商品を調達する。
- ・ 放流工ゲート・取水工ゲートは工場製作とし、現地に搬入後、据え付ける。
- ・ 放流工ゲート・取水工ゲートは、据え付け後、試験操作を100回行い、異常の無いことを確認する。
- ・ 放流工ゲート・取水工ゲートについては、維持管理用器具・資材も同時に

調達する。

表 3-2-9 資材調達計画

名称	現地	日本	備考
セメント	○		輸入品
コンクリート骨材	○		
鉄筋及び鋼材	○		輸入品
木材（杭、パイル、板）	○		
塗料	○		輸入品
排水管	○		

(b) 建設機械

NDIA から工事を受注し、東デメララ貯水池を始めとした貯水池の建設工事・補修工事に従事した経験を有する建設会社が数社存在する。これらの会社は、掘削機、ブルドーザー、クレーン等の建設機械を保有している（表 3-2-12, 表 3-2-13 参照）。また、超ロングアーム掘削機等については、リースすることも可能な状況にある。

台船、タグボートについては、大きな建設会社では自社保有のものを持っている。また、タグボートのリースを行っている会社が 2 社存在することも聞き取り情報として得ている。

表 3-2-10 特殊建設機械調達事情調査結果（聞き取り）

項目	状況
低床トレーラー	数社のレンタル業者がある。大規模な建設業者は機械を所有している。 現場（フラッグスタッフ）入口部の木製橋は、機械を積んだ低床トレーラーの負荷に耐えることが可能である。
タグボート	中国企業 2 社がタグボートのレンタルを扱っている。 少し大きめのボートであれば、タグボートとして牽引が可能である。 この規模のボートが 4～5 時間の作業する場合、12,000G\$ のガソリンが必要となる。（台船上のロングアームバックホウがバケット部で池底を掻くことにより移動するのが最も効率的で経済的である。）
台船	2～3 社のレンタル業者がある。大規模な建設業者は機械を所有している。
パイルハンマードライバー	数社のレンタル業者がある。大規模な建設業者は機械を所有している。 運転に必要な燃料消費量：10 galon/5 piles
ロングアームバックホウ	数社のレンタル業者がある。大規模な建設業者は機械を所有している。 レンタル費：12,000 G\$/hour

表 3-2-11 建設業者保有機械調査結果

建設機械	会社名	Khan's Construction & Transportation Service	K International Inc	D. Samaroo Investment Inc.
掘削機		4	15	5
進水台 (Skid Steer)		1	10	
ブルドーザー		1	7	4
ダンプトラック		2	25	3
バックホー		5	7	
クレーン			5	
ドラグライン		1	6	2
トラクターショベル			6	
モーターグレーダー		1	3	
アスファルト舗装機			3	
タイヤローラー		1	6	
平胴ローラー		1	6	
コンクリートミキサー		2		
生コン運搬車			7	
コンクリートバッチャー			1	
散水車 (水運搬車)		1	10	
トラクター			5	
台船			13	
タグボート			10	
運搬船			4	
杭打ちサポート			1	

(2) 輸送ルート

資機材の搬入は、陸路をフラッグスタッフまで運搬した後、湖面上を台船に乗せ各工事サイトまで運ぶものとする。先行しているホープ・ドックフォー放水路工事でもこのルートによっているので、陸路途中の橋梁部等での荷重オーバー、道路幅不足については問題ない。なお、サラ・ジョアンナについては、陸路により直接サイトに搬入することが可能である。

3-2-4-7 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

(a) 東デメララ貯水池の放流施設運用状況

2005 年の大洪水による被害以降、東デメララ貯水池の修復・整備工事は、2005 年 2 月 UNDAC 報告書の行動計画に則り行われてきた。現在、工事が行われ間もなく完成を迎えようとしているホープ・ドックフォー放水路建設工事、「東デメララ貯水池修復計画 (機材供与)」を受けての NDIA による堤体修復工事、これから工事が行われようとしている本プロジェクト (第二次東デメララ貯水池修復計画)、及びクニア放水路改修工事が、これに該当するものである。これらのプロジェクトは、上記 UNDAC 報告書が「ホープ・ドックフォー放水路が建設されてもなお 1,000 分の 1 確率程度の大雨が降れば堤体越流が生じる可能性が高い」と指摘していることを受け、急ピッチで実施されてきた。

一方、ソフト面の整備と言う観点から見れば、ホープ・ドックフォー放水路の運用基準は未整備の状態にあり、既存放流施設の運用基準についても、それが前提と

してきた設計放流能力と実際の放流能力とが大きく異なるとの指摘（Presentation on the Hope Canal (Region 4) by Mr. Maurice Veacock / Senior Lecturer, Faculty of Technology, University of Guyana）がある中、実情に即したものにはなっておらず、貯水池運用上でのソフト面から、できるだけ安全性を高める努力も必要とされている。

(2) ソフトコンポーネントの目標

東デメララ貯水池の関連機関職員が洪水期制限水位設定手法の重要性を理解し、設定に必要な基礎情報が継続的に収集・蓄積されることを目標とする。この成果（情報蓄積）は、洪水期に安全に貯水池を運用するための水位設定の検討に活用されることが期待される。

このため、ソフトコンポーネントの実施は、将来的な貯水池の安全性向上と、本プロジェクトにて改修を行った工作物・構造物機能及び効果の永続性に寄与することになる。

(3) ソフトコンポーネントの成果及び確認

以上のソフトコンポーネント実施により期待される成果及びその確認方法は、下表の通りである。

表 3-2-12 ソフトコンポーネントの成果とその確認方法

成果	内容	達成度の確認方法
成果 1；防災上の観点から洪水期の制限水位設定の重要性及びその手法が理解され、制限水位設定の検討に向けた基礎情報が収集される。	洪水期制限水位設定のもとでの貯水池運用の効果、及びその設定手法が理解される。 制限水位設定に向けた基礎情報（水文解析関連資料、貯水池の流入・流出解析関連資料、放流施設の放流能力、潮位関連資料等）が収集される。	洪水期に制限水位を設定して貯水池の安全運用を行うことの意義に対する相手国側関係技術者の理解度を、設定課題に対し行われるグループ討論の中で確認する。

3-2-4-8 実施工程

プロジェクトの業務実施工程は、下表の通りとなる。

表 3-2-13 業務実施工程表

項目	年/月	2013					2014								2015								
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
実施設計	コンサルタント契約				▽																		
	詳細設計				—	—	—	—															
	入札図書作成・承認							—															
	事前資格審査・公示								—														
	入札及び入札評価									—													
	工事契約・施主承認										—												
工事	Hope Intake									.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Shanks Intake									.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Ann's Grove Intake										.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Maduni Sluice																.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Nancy Intake																.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Annandale Intake																.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Sara Joanna Sluice																.....	.....	.....	.....	.....	.....
	完成検査																▽	▽				▽	▽
ソフトコンポーネント	貯水池運用基準設定に向けた検討																				—	—	
コンサルタント要員計画	実施設計	業務主任 (3号)				■	■																
		土木技師 (3号)				■	■																
		図工 (5号)				■	■																
	入札補助	技術監理者 (3号) 入札補助							■	■	■												
		施工監理	技術監理者(A) (3号)									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			技術監理者(B) (3号)									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
技術監理者(B) (3号) 完成検査																						■	
ソフトコンポーネント	技術者(A)(3号):放流施設運用規則																				■	0.23	

注) 着色された月は、雨期相当月である。
は準備作業を表す。
 ■ : 国内作業
 ■ : 現地作業

3-65

3-3 相手国側負担事業の概要

3-3-1 「ガ」国側負担事項

「ガ」国側負担事項は以下のとおりである。

1. 一般事項	<ul style="list-style-type: none">・銀行取極め（B/A）等の銀行手続きの実施・B/A 口座開設手数料等の銀行手数料の負担・事業実施に携わる調達代理機関やコンサルタントの「ガ」国出入国及び滞在等に関する便宜・事業実施に関する活動に対する安全の確保
2. 資機材調達準備	<ul style="list-style-type: none">・工事用材料、施工機械及び輸送機械等の保管・陸揚げ場所（フラッグスタッフ地点）の確保及び整備
3. ソフトコンポーネント実施準備	<ul style="list-style-type: none">・必要な人員・講習施設の確保・人件費及び講習施設の準備に必要な経費の確保

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

東デメララ貯水池（EDWC）放流施設の運用管理は、EDWC 運営委員会（EDWC Committee）に所属し、ラマ、マドゥニ、ランド・オブ・カナン、コフィに配置された24名のスタッフにより行われている。また、日常のパトロール及び取水施設の運用管理はNDIAから民間に委託されており、フラッグスタッフ管理事務所に配置されたその職員（乾期；18人、雨期；32人）が任に当たっている。その状況は図2-1-2に示したとおりである。

現時点では詳細は未定であるが、将来はここに、間もなく完成予定のホープ・ドックフォー放水路、間もなく着工予定のクニア放流工が加わり、図3-4-1の組織系統図の元で維持管理が行われる。本系統図には、EDWC 運営委員会と上位組織との関係も示したが、災害時、大統領府あるいは災害防衛委員会の指示なしにラマ、マドゥニの両放流工を操作することを禁じられているという意味で、同運営委員会は、指揮系統上、災害防衛委員会の下に入ると解釈した。NDIA 長官（CEO）は、理事としてEDWC 運営委員会に参画している。

EDWC 運営委員会に割り当てられた予算は、過去の実績として表2-1-1の通りであり、NDIA 予算と独立した形で確保されているが、維持管理対象施設の増加に伴い増額されることになろう。なお、本協力対象事業であるサラ・ジョアンナ放流工は、クニア・ステーション（Cuhnia Station）管轄となる。

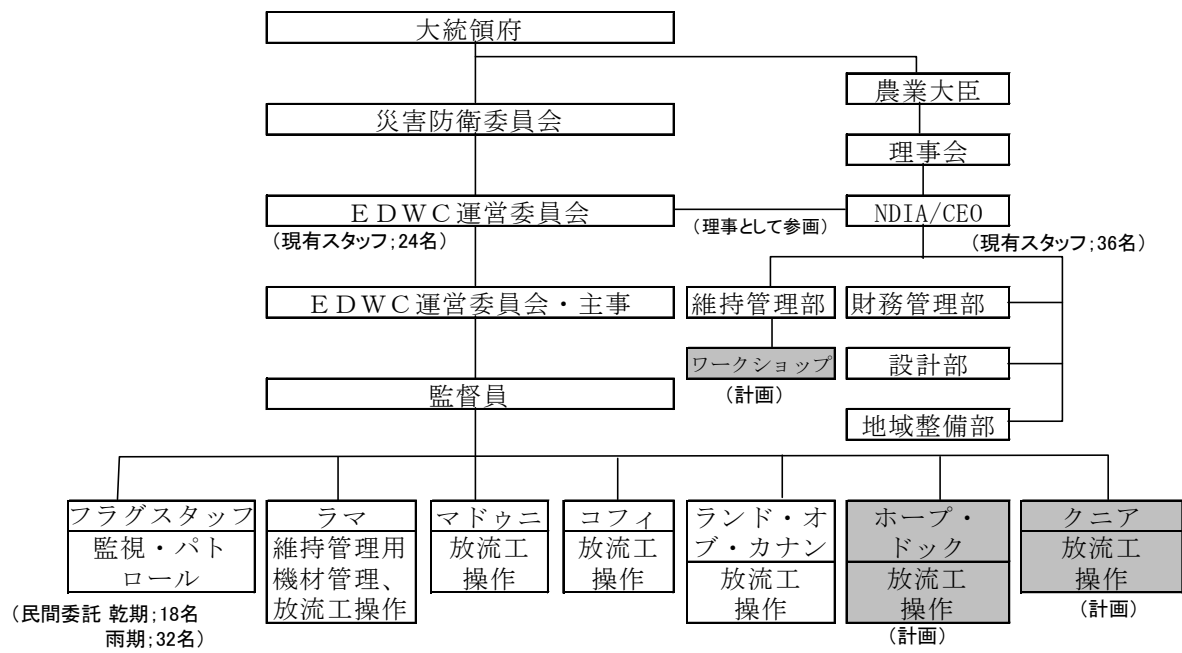


図 3-4-1 東デメララ貯水池維持管理組織・組織系統図

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

3-5-1-1 「ガ」国側負担経費

[手数料]

・支払い授權書 (A/P) の通知・銀行支払い手数料	: 690 US\$
・銀行支払い	: 2,240
・その他、証明書発行等	: 1,270
小計	: 4,200

[ソフトコンポーネント用機材費用]

・人件費及び講習施設の準備に必要な経費	: 400
計	: 4,600 US\$ (約 435 千円)

*積算条件

積算時点；平成 25 年 3 月

為替交換レート；1.0 US\$=99.38 ¥

調達期間；実施工程に示したとおり

その他；積算は日本政府の無償資金協力制度を踏まえて行う

3-5-2 運営・維持管理費

大西洋沿岸の低平地に人口の 90%が集中する「ガ」国では、この地域の排水・灌漑を担当する国家灌漑排水庁 (NDIA) が国家経営上、重要な役割を担っており、その重要度が近年より大きくなってきていることは、NDIA の予算執行額が 2008 年度 1,993 百万ガイアナドルから 2012 年度 6,625 百万ガイアナドル (表 2-1-1 参照) となっていることにも現れている。

中でも、首都ジョージタウンの直上流に位置し、首都の防災、上水供給、周辺農地への灌漑水供給上の重要性が高い東デメララ貯水池 (EDWC) には、特別な配慮が払われており、EDWC 運営委員会の管理の下 (図 2-1-2-参照)、毎年、一定額の維持管理費 53 百万ガイアナドルが割り当てられてきた (表 2-1-1 参照)。2013 年の年末に完成が予定されているホープ・ドックフォー放水路、それに続いて完成されるクニア放水路について、具体的な人員配置計画は検討中であるが、決定され次第、予算措置も行うとの説明がなされた。

以上のように、EDWC については、適切な運営・維持管理組織が存在し、確立した予算配賦及び体制のもとで活動してきた実績がある。よって、本事業で補修された附帯施設においてもこの体制に組み込まれるため、十分な維持管理が行われると見込まれる。

なお、本プロジェクトでは、ホープ、シャンクス (アンズ・グローブ) 取水工の全体新設が行われる。この成果は、過去において補修を繰り返してきたこれら取水工が、その呪縛から逃れることを意味し、長期的には維持管理経費の節減となって現れるものと考えられる。また、マドゥニ放流工、ナンシー取水工等での法面保護工改修においても、より耐久性の高い保護工に改修されたことによる長期的観点での維持管理費の節減が期待できる。

以上より、本プロジェクトの実施により、現状の運営・維持管理費からの節減が期待され、追加的な経費の発生は想定されない。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

(1) 用地

サラ・ジョアンナ放流工改修工事は、既存狭小フルーム水路の拡幅改修と法面保護工工事より成る。本フルーム水路の側壁は、Barama Company Limited 社の敷地入口正面・国道からの進入路である木製橋梁の橋台・橋脚を兼ねているので、その拡幅改修に当たっては、進入ルート変更等について同社の了解を得ることが必要となる。また、国道脇の空き地は工事に際し資材置き場として使用されるので、地権者の了解を得ることが必要となる。

法面保護工工事は、基本的に水路内に仮設された足場上から行われるので、特に国道を占有する状態にまでは至らない。しかしながら、付近空き地を資材置き場とすることについての地権者の了解、資材置き場への荷降ろしに際し、国道を一時的に通行止め状態にすることについての国道管理者への届出と了解をとることが必要となる。

サラ・ジョアンナ放流工以外は、全て EDWC 管理地内での工事であり、用地の問題はない。

(2) 環境社会配慮

本事業実施に係わる環境許可は、NDIA が 2011 年 2 月に環境保護庁 (EPA) より取得済みであり、詳細環境影響評価 (Detailed Environmental Impact Assessment: DEIA) の対象となる評価項目はない。ただし、環境スコーピング「B」評定に該当する次の事項について工事中のモニタリング、あるいは施設の完成に先立ち関係者間での協議、調整を促すことが必要である。

- ・ 取水量の調整: アンズ・グローブ取水工がシャンクス取水工に併設されるため、両取水工から取り入れられた用水はシャンクス用水路に放流された後、下流の分水工で分流される。この分流工での操作、取水工の操作に関し、両取水工受益者間で協議、調整されるよう関係者に働きかける。
- ・ ナンシー取水口の水質: ジョージタウン市民の飲料水の原水となるものである。よって、工事中の水質 (Ph 及び濁度) への影響をリトマス試験紙、濁度計により測定し、浄水場に報告するとともに、浄水場地点での影響度合いについて浄水場から情報を入手する。

(3) 機材の通関

工事関連資機材、施工監理のための試験機器、ソフトコンポーネント実施に関係する機器等の通関が必要となった場合には、「ガ」国は免税措置をとるものとする。

(4) 工事中資機材仮置スペース及び係船施設の提供

現在行われているホープ・ドックフォー放水路工事では、工事用資機材の貯水池側施工箇所への搬入は、フラッグスタッフ地点からタグボート・台船を用いて行われている。本プロジェクトにおいても各工事箇所がフラッグスタッフに近いので、同様の要領で、ここから資機材の搬入を行うものとする。「ガ」国側には、これに関して資機材仮置のためのスペース及び係船設備の整備・提供が求められる。

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のため前提条件・外部条件

(1) 新規建設施設を含めた附帯施設管理体制及び管理・運用規則の整備

東デメララ貯水池が首都ジョージタウンに対する対洪水防災機能を有するとともに、飲料水の水源施設、約 18,000ha に及ぶ農地への灌漑用水水源施設となっていることの重要性から、同貯水池に対しては、既に管理体制・組織が確立されている。ただし、新たに建設されるホープ・ドックフォー放流工、クニア放流工に対しての人員配置等の具体的内容は未決定の状態であり、「ガ」国側には、早急にこれらを含めた全体の管理体制を見直すことが求められる。

なお、既存の放流工については運用規則が定められているが、これについても新たに建設される両放流工を含めた貯水池放流施設全体に対しての運用規則を定めることが求められる。

既存の運用規則には、洪水期の制限水位設定の考え方が入っていないが、洪水に対する安全性を高める観点から、この考え方に基づく運用規則策定に向け、今後、検討を進めることが求められる。

(2) 外部条件／他プロジェクトとの共働

東デメララ貯水池の安全性強化を目標とした修復事業は、①堤体改修強化、②放流能力の増強、③附帯施設の修復整備、の3つの要素からなる。①に関しては、我が国の無償資金協力事業である「東デメララ貯水池修復計画」による機材調達がその一翼を担った。②については、世界銀行支援のクニア放水路建設事業、「ガ」国独自事業であるホープ・ドックフォー放水路建設事業等がある。③に該当するのが本プロジェクトであるが、ここでは、マドゥニ、サラ・ジョアンナ放流工改修による放流能力強化、ホープ取水工等の改修による堤体弱部の解消及び堤体の強化並びに灌漑用水の安定供給が期待される。これら全ての事業が完成して、東デメララ貯水池の安全性強化が達成されることになるという意味で、本プロジェクトは重要な位置を占めるものである。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

「ガ」国においては、気候変動の影響により平均降雨量の減少と雨量強度の増加が予測されている。これに対し、強い降雨が発生した際には適切な排水ができるよう、東デメララ貯水池を早急に修復する必要がある。本プロジェクトは、老朽放流工、取水工構造物を含む堤体周辺の改修によって堤体弱体部の解消を図ることにより、又、貯水池からの放流能力の増強を図ることにより、貯水池の安全性強化に寄与できる。

また、ガイアナ海水位の記録では、1951年～1979年の海面上昇は平均10mm/年であり、地球温暖化による海面上昇の影響が懸念されている。東デメララ貯水池の西側放流工からは、放水路経由でデメララ川へ放流されるが、同河川の水位はガイアナ海水面と連動し、ほぼ同じ高さにあるため、海面上昇は、洪水時の貯水池水位低下への阻害要因、放流施設の放流能力に対する制約となるものである。これに対し、本プロジェクトでは、サラ・ジョアンナ放流工の改修により、放流能力強化への要求に応えたものとなっている。

また、本プロジェクトは「ガ」国が進めている東デメララ貯水池の修復計画と合致しており、首都圏に流下する水量を調整することによる洪水の防止、周辺農地の灌漑、首都の飲料水源の安定供給(給水人口約36万人の水源の約4割に相当)など、首都圏の多目的な水資源利用の要として、多くの裨益効果を有している。東デメララ貯水池の北側堤と大西洋沿岸間の約17,900haの農地への灌漑水は同貯水池から供給されており、本プロジェクトによる北側堤上に位置するシャンクス取水工等の整備は、これに大きく寄与する。また、本プロジェクトの改修対象となっているナンシー取水工は、ジョージタウン市民の飲料水源ともなっている。ナンシー取水工については、法面保護工の施工により周辺斜面の整備が行われ施設の安定化が図られる。

このような東デメララ貯水池であるが、気候変動の影響とみられる近年の降雨強度の激化に対する貯水機能は十分ではなく、2005年、06年、09年と洪水被害が頻発している。特に2005年に発生した洪水では、首都圏の人口の約4割が被災、GDPの約6割相当の損失を蒙った。「ガ」国はこの痛手から回復し、近年、順調な経済発展を成し遂げてきているが、再び同様な洪水被害が発生すれば、国民等しく大きな痛手を受ける。本プロジェクトによる放流工・取水工の改修により、東デメララ貯水池の洪水に対する脆弱性が低減する。

これらの効果は東デメララ貯水池下流に居住する市民に幅広く裨益するものであり、民生の安定や生活の改善に寄与することから、我が国の無償資金協力の対象として妥当である。

東デメララ貯水池では、放流施設の改修、新設が行われてきているが、海面上昇の影響、降雨強度の増加傾向を考えれば、貯水池運用のソフト面からの安全性強化が図られるべきである。これに関し、本プロジェクトではソフトコンポーネントとして「洪水期制限水位設定による貯水池の安全管理」手法の紹介を計画している。

以上より、本プロジェクトは我が国無償資金協力により実施することが妥当である。

4-2-2 有効性

本プロジェクトにより、老朽化した東デメララ貯水池附帯施設が改修され、堤体の弱部解消による安全性強化が図られるとともに、放流能力改善、取水機能の安定、附帯施設周辺堤体斜面の安定性・美観が向上する。

なお、事業化調査により準備調査報告の PDM、本プロジェクトの定量的効果及び定性的効果を再検証した結果、本プロジェクトにおいて実施する堤体弱部である附帯施設の改修の目標は、「EDWC の堤体の安全性が改善する」ことと判断し、一部修正を行った。本プロジェクトの定量・定性的効果は下表に示す通りである。

(1) 定量的効果

		定量効果	基準値	目標値 (改修後 3 年)
協力 対象 事業	附帯施設改修による堤体弱部の解消、安全性強化	取水施設及びその周辺堤体の補修、問題発生頻度が減少する。	改修前 3 年間 合計 3, 4 箇所 注 1)	補修工事なし
	放流能力の改善	サラ・ジョアンナ放流工の放流能力が改善する。	5.2 m ³ /sec (2009 年計測 ; WL=54.0 feet GD 時) 注 2)	約 10.0 m ³ /sec

注 1) 表 3-1-3 取水工改修・修復履歴聞き取り調査結果総括表

注 2) Presentation on the Hope Canal (Region 4) by Mr. Maurice Veacock

(2) 定性的効果

以下の定性的効果は、本プロジェクトだけでなく、「東デメララ貯水池修復計画」による機材調達と合わせた効果である。

期待される効果	定性効果
効果－1 洪水被害の軽減	放流工の改修により、構造安定性能の向上が図られ、東デメララ貯水池下流沿岸の居住地（約 350km ² 、約 30 万人）の洪水被害を軽減することができる。
効果－2 灌漑水の安定供給	取水工本体の改修（シャンクス、ホープ、アンズ・グローブ）により取水能力の復旧が図られ、乾期にも東デメララ貯水池下流沿岸の農地（約 18,000ha）への灌漑水の供給が安定化する。
効果－3 飲料水の安定供給	飲料水取水施設（ナンシー取水工）の改修により取水能力の復旧が図られ、首都周辺地域（給水人口約 36 万人の約 40%）への飲料水の供給が安定する。

効果－４ 附帯施設周辺堤体 天端、上流斜面の状 態	天端盛土、護岸工の安定性、美観が改善する。
効果－５ 技術移転	ソフトコンポーネントの実施により、海面上昇の影響、降雨強度の増加傾向などの気候変動に対応した貯水池の安全管理の方法の一つとして洪水期制限水位設定があることを NDIA 職員が理解し、水位設定に必要なデータ収集・蓄積を図る。この取り組みが将来的に洪水期制限水位設定と管理につながる。

(3) 有効性の総括

以上より、本案件は高い有効性を有するものと判断される。ただし、貯水池の安全性をより高める方法として、洪水期制限水位設定・管理が考えられるので、今後、この方向に向けさらに検討が行われることが望まれる。

[資料]

資料-1. 調査団員・氏名	1
資料-2. 調査行程	1
資料-3. 関係者（面会者）リスト	2
資料-4. 討議議事録（M/D）	3
資料-5. Technical Note	7
資料-6. ソフトコンポーネント計画書	13
資料-7. その他資料・情報（面談メモ）	18
資料-8. 護岸工の検討	22
資料-9. 杭基礎の検討	40
資料-10. 地盤改良・ソイルセメント工法の検討	44

資料-1. 調査団員・氏名

氏名	担当	所属	備考
佐藤 公平	総括	JICA 資金協力支援部 実施監理第三課 課長	2013年3月4日～8日
吉田 隼和	協力企画	JICA 資金協力支援部 実施監理第三課	2013年3月4日～7日
日置 晴夫	業務主任／施設設 計	(株)三祐コンサルタン ツ	2013年3月5日～27日
石田 新太	施工計画／積算	(株)三祐コンサルタン ツ	2013年3月5日～27日

資料-2. 調査行程

月	日	曜日	JICA調査団員		コンサルタント調査団員	
			佐藤公平 総括	吉田隼和 協力企画	日置晴夫、石田新太	
3	1	金				
	2	土				
	3	日	成田発	成田発		
	4	月	トリニダード トバゴ 大使館訪問／説明		中部国際空港発	
	5	火	ガイアナ国外務省、農林省国家灌漑排水庁 (NDIA)表敬訪問、貯水池現地調査			
	6	水	貯水池現地調査、国家灌漑排水庁(NDIA)と打ち合わせ／協議			
	7	木	ミニッツ署名、現地調査	ミニッツ署名、ガイアナ発	ミニッツ署名立会い、現地調査	
	8	金	ガイアナ発		現地調査 (Hope/Dochfour)	
	9	土			現地調査 (Maduni Sluice)	
	10	日			現地調査結果中間まとめ	
	11	月			聞き取り調査 (NDIA職員、施工業者)	
	12	火			聞き取り調査 (NDIA職員、施工業者)、現地確認調査	
	13	水			聞き取り調査 (施工業者、生コン業者)、統計局訪問 現地調査 (Sara Johanna)	
	14	木			統計局宛レター準備、Flagstaff職員聞き取り調査	
	15	金			統計局訪問、業者聞き取り調査、レポート執筆	
	16	土			セメント販売業者訪問、建設物資販売業者訪問	
	17	日			NDIAへの請求資料リスト作成、Hope放水路調査準備	
	18	月			NDIAへの資料請求、施工業者等訪問・面談	
	19	火			NDIA面談 (Mr. Surendra, Avinash, Chandon Samuel)	
	20	水			Nancy取水工への下流からの接近道路調査	
	21	木			NDIA面談—Chunia 放流工 (Mr. Surendra, Samuel)	
	22	金			NDIA面談—Hope 放水路 (Mr. Surendra)	
	23	土			Nancy取水工への下流からの接近道路調査	
	24	日			Shanks取水工への下流からの接近道路調査	
	25	月			Draft report, Technical Note執筆	
	26	火			外務省、NDIAへ調査結果／Technical Note報告	
	27	水			ガイアナ発、トリニダード・トバゴ大使館説明	
	28	木			ニューヨーク発	
	29	金			中部国際空港着	
	30	土				
	31	日				

資料-3. 関係者（面会者）リスト

Date	Place	Attendance/Interviewee	Position
Mar. 5th	Ministry of Foreign Affairs	Ms. Vanessa Dickenson	Director, Department of International Cooperation
Mar. 5th	National Drainage & Irrigation Authority (NDIA)	Mr. Lionel Wordsworth Mr. Surendra Shingh	Chief Executive Officer Engineering Coordinator
Mar. 6th	NDIA	Mr. Surendra Shingh	Engineering Coordinator
Mar. 7th	NDIA	Mr. Lionel Wordsworth Mr. Surendra Shingh	Chief Executive Officer Engineering Coordinator
Mar. 8th	Hope/Dochfour Project Office	Mr. Paul Sarran	Project Engineer of NDIA
Mar. 9th	EDWC	Mr. Naresh Toonoo	Flagstaff office staffer
Mar. 11th	NDIA	Mr. Surendra Shingh	Engineering Coordinator
Mar. 11th	NDIA	Mr. Fyuse Hoosain	Fyuse Hoosain Con. Inc.
Mar. 12th	NDIA	Mr. Timothy Inniss Mr. Samuel La Fluer	Irrigation Engineer of NDIA Secretary of EDWC Committee
Mar. 12th	B.K. International Inc.	Mr. Brian Tiwarie Ms. Agnes Dolymphe	Maging Director Engineer
Mar. 13th	NDIA	Mr. Samaroo Doodnauth	Samaroo Investment
Mar. 13th	CR International Inc.		Secretary
Mar. 13th	Bureau of Statistics	Ms. Torrington	Statistician
Mar. 14th	EDWC	Mr. Brodo	Flagstaff office staffer
Mar. 14th	NDIA Workshop		Security gard
Mar. 14th	NDIA	Mr. Samuel La Fluer	Secretary of EDWC Committee
Mar. 15th	Bureau of Statistics	Ms. Maxine Bentt	Head of Depart., trade & price
Mar. 16th	Anral Investment	tel 225 5522	Cement Dealer
Mar. 16th	Caricom Cement Company Inc.	tel 225 1853	Cement Dealer
Mar. 16th	Gafsons Industries Limited	tel 223 8601	Construction Material Dealer
Mar. 16th	Ultrawoods Enterprise	Ms. Robina Ragnauth	Timber Dealer
Mar. 18th	Flagstaff office	Mr. Shafiek Nazeerbakh	office staffer of EDWC
Mar. 18th	B.K. International Inc.	Mr. Dellon	Supervisor of B.K. Inter.
Mar. 18th	DIPCON (tel 270 4546)	Mr. Mungal	Manager
Mar. 19th	NDIA	Mr. Suendra Shingh Mr. Samuel La Fluer Mr. Avinash Mr. Chandon	Engineering Coordinator Secretary of EDWC Committee NDIA mechanical engineer NDIA engineer (Cons./design)
Mar. 21st	NDIA	Mr. Suendra Shingh Mr. Samuel La Fluer	Engineering Coordinator Secretary of EDWC Committee
Mar. 22nd	NDIA	Mr. Suendra Shingh	Engineering Coordinator
Mar. 26th	Ministry of Foreign Affairs	Ms. Vanessa Dickenson	Director, Department of International Cooperation
Mar. 26th	NDIA	Mr. Surendra Shingh	Engineering Coordinator
Mar. 27th	Torinidad and Tobago, Japan Embassy	Mr. Yoshimasa Tezuka Mr. Koji Fujimura Mr. Tsuyoshi Koga	Embassador Second secretary Second secretary

**MINUTES OF DISCUSSIONS
ON THE IMPLEMENTATION REVIEW STUDY
ON
THE PROJECT THE REHABILITATION OF THE EAST DEMERARA WATER
CONSERVANCY(II)
IN THE REPUBLIC OF GUYANA**

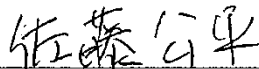
The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as 'JICA') decided to conduct an Implementation Review Study for the Project for the Rehabilitation of the East Demerara Water Conservancy (II) (hereinafter referred to as "the Project").

JICA sent an Implementation Review Study Team (hereinafter referred to as "the Team") to the Republic of Guyana (hereinafter referred to as "Guyana") which is headed by Mr. Kohei SATO, Director of the Grant Aid Project Management Division 3, Financing Facilitation and Procurement Supervision Department, JICA. The duration of the Team's work in Guyana is from 4th March to 26th March.

The Team held a series of discussions with officials of National Drainage and Irrigation Authority (hereinafter referred to as "NDIA") representing the Government of Guyana (hereinafter referred to as "GOG") and conducted a field survey at the study area.

In the course of the discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheets.

Georgetown, March 7th, 2013

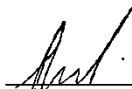


Mr. Kohei SATO
Leader
Implementation Review Study Team
Japan International Cooperation Agency



Mr. Lionel Wordsworth
Chief Executive Officer
National Drainage and Irrigation Authority
Ministry of Agriculture
The Republic of Guyana

In witness of



Mr. Safraaz Shadoo
Foreign Trade Officer
Ministry of Foreign Affairs
The Republic of Guyana

ATTACHMENT

1. Outline of the Implementation Review Study

The objective of the Implementation Review Study (hereinafter referred to as the 'Study') is, through the field study and the meetings with the officials concerned, to review the current situation of the Project site. Based on that, the Team reviews the appropriate contents and re-estimates the cost of the contents of the Project.

2. Contents of the Project

The Guyana side agreed that the contents of the Project will be determined after further study conducted by the Team. In principal, the contents will be the same as in the report of preparatory survey. However, both sides confirmed contents will be changed depending on the necessity and functionality of the contents.

3. Schedule of the Study

The Team explained that the Study report will be finalized and submitted to the NDIA in June 2013.

4. Other Relevant Issues

- (1) Both sides agreed that GOG will proceed with the termination of the previous consultant's contract for the Project.
- (2) Both sides reconfirmed that GOG shall take necessary measures, in conformity with each the Exchange of Notes signed on September 6th, 2011 between GOG and Government of Japan and Grant Agreement signed on September 6th, 2011 between GOG and JICA. GOG understands total project cost is, same as Exchange of Notes referred above, up to three hundred and twenty million Japanese Yen (JPY320,000,000).
- (3) Both sides confirmed that GOG shall be responsible for taking any necessary measures including allocation of required budget and personnel in order to operate and maintain the facilities rehabilitated by the Project.
- (4) The Team explained the role of the agent in the Project and GOG understand it.
- (5) GOG agreed that GOG will make the necessary arrangements, especially to provide necessary information about Hope/Dochfour drainage channel and a boat for the Team to access the locations.

END

Annex-1. Tentative Schedule

Annex-2 Flowchart of Japan's Grant Aid through Agent

DP



Annex-1 Tentative Schedule

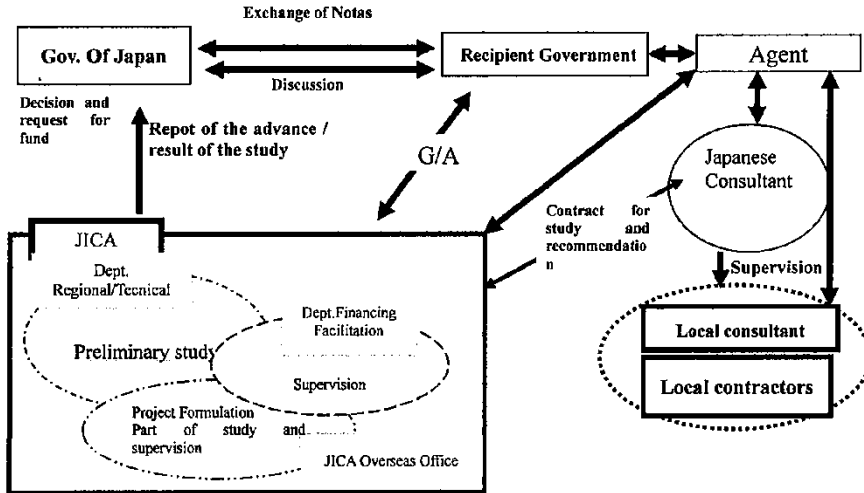
Item/Month	2013/2	3	4	5	6	7	8
Preparation	□						
Field Survey		■					
Analysis			▬				
Draft Report				△			
Final Report					△		

- : In Japan
- : In Guyana
- △ : Deadline for submission in Japan and Guyana

SP

L. Lalach
AA

Annex-2 Flowchart of Japan's Grant Aid through Agent



*Note: The difference between the Agent and JICA

The Agent is in a situation different from JICA, Agent has authority to sign the contract as the deputy executive agency of the recipient country. The agent administers the tender directly, which is similar to the work of a consultant. At the same time the task of administering the fund has similarities with the task of JICA. Support system by Agent aims to loosen the restrictions that the Grant Aid for General Projects has in some ways and also enable more agile projects.

END

L. Inuyama
Mr.

資料-5. Technical Note

Technical Note on the Implementation Review Study

NDIA and the senior surveyor confirmed to share a common understanding regarding the conformance between the current conditions and the ex-implementation plan for the Component-2 that is shown as Chapter 3-1-5 in the draft report and attached here as the Appendix-1.

NDIA agreed with the contents of the rehabilitation works being decided according to the priority ranking, which is shown as Chapter 3-2-1 in the draft report and attached here as the Appendix-2, and the design policy shown as Chapter 3-2-2 in the draft report and attached here as Appendix-3.

Georgetown, August 30, 2013

for Shinta Ishida
Mr. Haruo Hiki
Senior Surveyor
Implementation Review Study Team
Sanyu Consultant Inc.

Lionel Wordsworth
Mr. Lionel Wordsworth
Chief Executive Officer
National Drainage and Irrigation Authority
Ministry of Agriculture
The Republic of Guyana

Appendix-1

3-1-5. Confirmation of conformance between the current conditions and the plan

(1) Confirmation of conformance between the current conditions and the plan

Rehabilitation plan	Current conditions	Conformance	Recommendation
Ann's Grove Intake Improvement of revetments at the inlet and outlet mouth, and the embankment	Ann's Grove Intake can not work as usual because of the Hope/Dochfour Canal cutting the Ann's Grove Canal at its throat.	The current conditions and the plan do not match up.	Ann's Grove Intake must be moved to the right bank side of the Hope/Dochfour canal line and construct another gate in parallel with the Shanks Intake.
Shanks Intake During the preparatory study, the facility was in a condition immediately after the rehabilitation works.	Shanks Intake The embankment around the intake structure has been repeating the leakage failure due to piping. The narrow embankment crest seems to be flushed off and request the thorough rehabilitation.	Shanks Intake was not on the list of rehabilitation.	It is adequate to rehabilitate Shanks Intake thoroughly in parallel with Ann's Grove Intake.
Hope Intake Door guide Revetments, inlet and outlet Extension of the conduit Embankment quality Anti-piping works	The Hope Intake looks stable at this moment. But it has the history of repeated leakage failures due to the piping phenomena in the past.	The current conditions and the plan match up.	Rehabilitate as per plan.
Annandale Intake Door, partially Revetments, inlet and outlet Additional embankment	All the structures/facilities and embankment are stable. Since the thorough rehabilitation in 2003, no problems have occurred except the spindle bending once.	Does not match up. There are no facilities that request the rehabilitation in the site. All the facilities are stable.	Give the last priority of rehabilitation to Annandale Intake. Identified works are needs.
Nancy Intake Revetment installation Additional embankment	The revetment was installed in 1996 and has already decayed completely. But the slopes behind are stable.	Match up.	Provide the revetment to keep the slope stable. Slope protection is also required.
Maduni Sluice Door, renewed Revetments, inlet and outlet Rehabilitation of embankment Additional embankment	The revetment works have already been decayed. But the steep slopes behind the revetment remain stable. And the embankment is composed of clayey soils and sound. On the sluice door, there are leakages.	Match up partially.	Provide the revetment to keep the slope stable. Slope protection is also required. The sluice door needs to be changed.
Sara Johanna Sluice Revetments, inlet and outlet Drainage pipe	The existing revetment covers the partial area only. In other area, the slopes are self-sustained and stable. There is a narrow concrete flume in the connection waterway.	Match up partially. The plan does not improve the capacity of the canal directly.	The plan shall be reviewed and to include as per rehabilitation plan so as to give the priority restoring the original canal capacity directly.

(2) Necessity of the rehabilitation after the completion of the Hope/Dochfour Drainage Channel

The Hope/Dochfour Drainage Channel is the drainage facility so that the discussion shall be done on the necessity of the rehabilitation of existing drainage facilities, i.e. relief sluices of Maduni and Sara Johanna. The necessity of the rehabilitation of intake facilities is not the target of discussion as the Hope/Dochfour Drainage Channel does not have the function of intakes.

(a) Maduni Sluice

The Maduni Sluice has two functions; one is the emergency spillway and the other is the regulation function between the Maduni River and the conservancy, that is to say the water is led through the sluice from the Maduni River into the conservancy at the time of the conservancy water level descending down due to the drought.

Regarding the former function "emergency", as the report "The Design of the East Demerara Water Conservancy (EDWC) Northern Relief: Hope/Dochfour, December 2009" pointed out the possibility of flood occurrence, over topping of the conservancy dam, under the condition of heavy rain with more than 1,000 year probability attacking the conservancy, it is considered for the Maduni Sluice to be used as the emergency spillway that is opened only at the time of "national scale catastrophe".

Based on these two points of view, the rehabilitation of the Maduni Sluice is considered to be necessary.

(b) Sara Johanna Sluice

The relationship between the rehabilitation of the Sara Johanna Sluice and the rehabilitation of the Cuhnia Canal is considered as follows.

It is assumed that the water surface level at the branch point would descend as the two waterways can provide with a larger flowing down capacity; thus descended water surface at the branch point makes the hydraulic gradient between the Cuhnia Sluice and the branch point larger and then the flowing down capacity increases upstream of the branch point even though the sectional area of the sluice is constant. Therefore, it is significant to rehabilitate the Sara Johanna waterway and revetments, inlet, outlet and pipes and improve its flowing down capacity even if the Cuhnia Canal is constructed.

It is assumed that the rehabilitation of the Cuhnia Canal and the Sara Johanna Sluice is considered to be necessary based on the description in the design report of Hope/Dochfour as shown above. Such a recognition would be understandable considering the situation that the additional height of the conservancy dam, the height between the design flood water level (58.5 feet DG) and the dam crest (59.0 feet DG), is only 0.5 feet, i.e. 15 cm where a small pond for the irrigation use must be provided with not less than 1.0 m of additional height in Japan.

(3) Crown Dam and Hope/Dochfour Drainage Channel

The field reconnaissance was carried out with an expectation that the rehabilitations of intakes on the northern conservancy dam might become unnecessary if the Crown Dam can function as the conservancy dam in place of the existing one as the line of extension from the Crown Dam to the Hope/Dochfour Drainage Channel looks to be alternative to the existing

Conservancy dam in front of them in the map (refer to Fig.3-1-5-1).

S.D

SEA

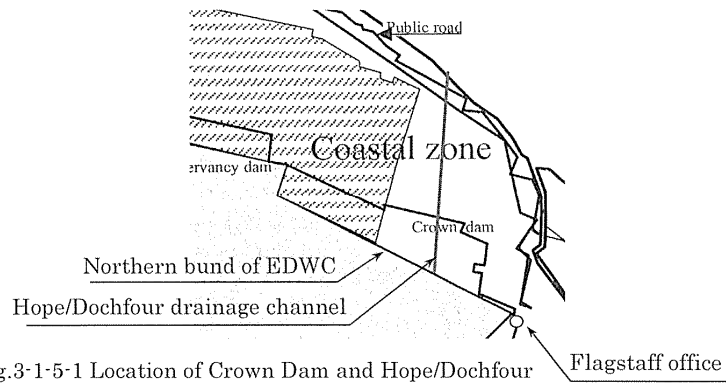
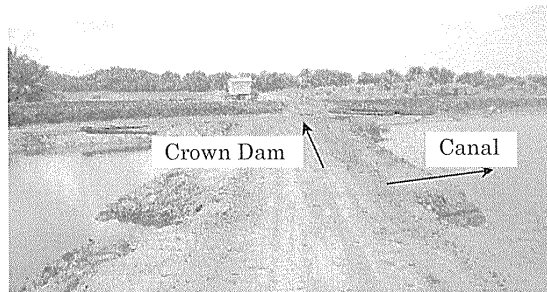


Fig.3-1-5-1 Location of Crown Dam and Hope/Dochfour

Here in Guyana, all the old roads in rural area are not called “road” but called “dam” or “trail”. The Crown Dam is the road and its surface elevation is lower than the crest elevation of the conservancy dam and the Hope/Dochfour Drainage Channel. The conclusion is that the Crown Dam can not function as the conservancy dam in place of the existing one.



PH 3-1-5-1 Crossing point of Crown Dam and Hope/Dochfour

S.O



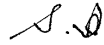
Appendix-2

3-2. Analysis and Grand design of the EDWC Rehabilitation Project, Component-2

3-2-1. Review of the contents of the rehabilitation works

Based on the study result shown in the chapter 3-1-5, the contents of the rehabilitation works are prioritized as follows and are adopted for implementation according to their priority rankings that reflect the degree of requirement for rehabilitation.

Facility	Object of rehabilitation	Ranking of priority
Shanks Intake (Ann's Grove)	Whole intake facilities (Treatment of the existing facilities)	1
	Treatment of Ann's Grove intake facilities	
Hope Intake	Whole intake facilities (Treatment of the exiting facilities)	2
Sara Johanna Sluice	Reconstruction of the flume channel	3
	Rehabilitation of the revetment	5
Maduni Sluice	Change of the door	4
	Rehabilitation of the revetment	6
Nancy Intake	Rehabilitation of the revetment	7
Annandale Intake	Rehabilitation of the revetment	8



Appendix-3

3-2-2. Design Policy

(1) Intake structure

(a) Foundation treatment

The foundation works shall comprise of the following:

- i) Excavation of the pit to a stiff stratum below the invert of the structure.
- ii) Driving of bearing piles as needed.
- iii) Placing and compaction of white sand fill to 95% of the maximum density as determined by AASHTO T180.
- iv) Driving of toe/tanking piles to provide the necessary cut-off to prevent seepage below the structure.
- v) Following this, a blinding layer would be placed to allow for the construction of the reinforced concrete structure.

(b) Extension of the conduit and concrete retaining walls

In case of the existing intake structures, the length of the conduit is short; this brings the irregular slope shape of the embankment and makes it necessary to apply the revetment works. The shortness of the conduit, i.e. the short seepage length along the conduit, and the incompleteness and the vulnerability of the revetment works make the condition around the intake structure unstable. By giving a long enough length to the conduit and providing with long wing retaining walls not to make the embankment slope irregular as much as possible, the intake structure would be designed and constructed as a sustainable and long life-span structure. Here, the revetment works shall not be applied.

(2) Revetment

The revetment works have two functions; one is supporting and stabilizing function against the soil mass or embankment tending to slide, the other is the function of slope protection. In case of the embankment/ground slope being stable, it requires the slope protection only so that the slope protection method shall be decided from the view point of economy and sustainability among some alternatives including the revetment method.

S.L

W

資料-6 ソフトコンポーネント計画

6-1. ソフトコンポーネントを計画する背景

(1) 東デメララ貯水池の放流施設運用状況

2005 年の大洪水による被害以降、東デメララ貯水池の修復・整備工事は、2005 年 2 月 UNDAC 報告書の行動計画に則り行われてきた。現在、工事が行われ間もなく完成を迎えようとしているホープ・ドックフォー 放水路建設工事、本プロジェクト（機材供与）を受けての NDIA による堤体修復工事、これから工事が行われようとしている本プロジェクト（第二次東デメララ貯水池修復計画）、及びクニア放水路改修工事が、これに該当するものである。これらのプロジェクトは、上記 UNDAC 報告書が「ホープ・ドックフォー 放水路が建設されてもなお 1/1000 年確率程度の大雨が降れば堤体越流が生じる可能性が高い」と指摘していることを受け、急ピッチで実施されてきた。

一方、ソフト面の整備と言う観点から見れば、ホープ・ドックフォー 放水路の運用基準は未整備の状態にあり、既存放流施設の運用基準についても、それが前提としてきた設計放流能力と実際の放流能力とが大きく異なるとの指摘（Presentation on the Hope Canal (Region 4) by Mr. Maurice Veacock / Senior Lecturer, Faculty of Technology, University of Guyana）がある中、実情に即したものにはなっておらず、貯水池運用上でのソフト面から、できるだけ安全性を高める努力も必要とされている。

6-2. ソフトコンポーネントの目標

東デメララ貯水池の関連機関職員が洪水期制限水位設定手法の重要性を理解し、設定に必要な基礎情報が継続的に収集・蓄積されることを目標とする。この成果（情報蓄積）は、将来的に洪水期に安全に貯水池を運用するための水位設定の検討に活用されることが期待される。

ソフトコンポーネントの実施は、貯水池の安全性向上と、本プロジェクトにて改修を行った工作物・構造物機能及び効果の永続性に寄与することになる。

6-3. ソフトコンポーネントの成果及び成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネント実施により期待される成果及びその達成度の確認方法は、次表 6-1 の通りである。

・東デメララ貯水池運用上での洪水期制限水位設定準備

貯水池運用上でのソフト面から安全性を高めるための手法として、日本の多目的ダムあるいは防災ダムで、洪水期制限水位を設定して貯水位コントロールが行われている方法を導入することが有効である。本ソフトコンポーネントでは、その設定手法の技術的紹介を行い、将来、これを行うための基礎情報の収集を行うものとする。

表 6-1 ソフトコンポーネントの成果とその確認方法

成果	内容	達成度の確認方法
成果 1; 防災上の観点から洪水期の制限水位設定の重要性及びその手法が理解され、制限水位設定の検討に向けた基礎情報が収集される。	洪水期制限水位設定のもとの貯水池運用の効果、及びその設定手法が理解される。 制限水位設定に向けた基礎情報（水文解析関連資料、貯水池の流入・流出解析関連資料、放流施設の放流能力、潮位関連資料等）が収集される。	洪水期に制限水位を設定して貯水池の安全運用を行うことの意義に対する相手国側関係技術者の理解度を、設定課題に対し行われるグループ討論の中で確認する。

6-4. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

ソフトコンポーネントは、防災ダムにおける洪水期制限水位設定手法についての技術移転及び洪水期制限水位を検討するための基礎情報の収集である。これらのそれぞれについて、本邦コンサルタント 1 名の直接支援により遂行するものとする。

表 6-2 ソフトコンポーネント活動計画

成果	ターゲットグループ	実施方法	実施リソース	成果品
防災上の観点から洪水期の制限水位設定の重要性及びその手法が理解され、制限水位設定の検討に向けた基礎情報が収集される。	NDIA 技術職員	防災ダムにおける制限水位設定方法及び意義をまとめた小冊子を作成、ワークショップにより NDIA 職員に紹介し理解を得る。 基礎情報収集は、NDIA カウンターパートの協力の下、各関連情報を管轄する NDIA 当該部局、関係省庁当該部局、あるいは貯水池適応プロジェクト（世銀）等の関連報告書に当たることにより行う。	施工監理担当コンサルタント (直接支援型) 2.3 M/M	防災ダムにおける制限水位設定手法・意義を紹介した小冊子、制限水位設定の検討に向けた基礎情報

以下に、各活動における作業内容、活動日数をまとめる。

支援プログラム	活動	ターゲットグループ	実施主体者	担当業務内容	活動日数	
					邦人	C/P
洪水期制限水位設定による貯水池運用の紹介	国内準備		邦人専門家	ソフトコンポーネント計画のレビュー及び現地活動計画作成	3.0	
				参考文献・資料収集	7.0	
	合計（国内）			10.0		
	現地準備		邦人専門家	先方政府と実施内容を協議し、スケジュール作成・調整を行う	3.0	
	小冊子作成		邦人専門家	制限水位設定による運用管理思想、設定手法、運用方法等を紹介した小冊子を作成する。	37.0	
	ワークショップ	NDIA 技能職職員	邦人専門家、C/P	ワークショップ資料作成、ワークショップ開催（制限水位設定による貯水池安全運用管理の紹介）	5.0	5.0
	データ収集	NDIA 等 政府諸機関	邦人専門家、C/P		15.0	15.0
合計（現地）				60.0	20.0	

6-5. ソフトコンポーネント実施リソースの調達方法

実施リソースは、本プロジェクトの施工監理に携わる本邦コンサルタントによる直接支援型とする。その理由は以下のとおりである。

- ・東デメララ貯水池は、流域面積に対する貯水面面積の割合が大きく、貯水池内の大半をスポンジのように雨水を吸収し吐き出す浮島が占めている特殊な条件を有する。この条項をよく理解している施工監理に携わる本邦コンサルタントが、これを担当し、技術移転を行うことが妥当である。

- ・日本のダムでは洪水期制限水位を設定し、大規模な洪水発生においてもダム及び下流側の安全性を確保できるダム運用管理が行われている。日本のダム運用管理手法を「ガ」国に紹介する任を担当するものとして、本邦コンサルタントが適任である。

6-6. ソフトコンポーネントの実施工程

洪水期制限水位設定の取り組みについては、工期終盤に実施する。実施工程は下表の通り計画する。所要日数は、放流施設運用規則改訂準備 2.3 ヶ月である。

ソフトコンポーネントの内容	要員	2014年									2015年																		
		11月			12月			1月			2月			3月															
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30													
【洪水期制限水位設定による貯水池運用の紹介】	施工監理担当 コンサルタント・ダム計画 の検討経験を有する技術者																												
国内準備作業																													
制限水位設定による運用手法小冊子作成																													
運用管理理念																													
制限水位設定手法																													
実際の運用事例																													
運用システム／必要となる機器																													
ダム・貯水池の事故事例と安全性強化																													
ワークショップ（1回）																													
基礎データ／情報収集																													

注) 着色部11～1月は雨期相当月

6-7. ソフトコンポーネントの成果品

本ソフトコンポーネントにおける成果品は次表の通りである。

分類	資料名	内容	ページ数
小冊子／ ガイドライン（英語）	[洪水期制限水位設定による貯水池運用の紹介] 防災ダム制限水位設定手法・意義の紹介 基礎情報収集	・設定手法・意義等紹介小冊子作成 ・基礎情報データ集	20
報告書	完了報告書（英語、日本語）	・活動計画と実績 防災ダム制限水位設定手法・意義紹介小冊子 ・活動・成果の達成度 ・成果達成度に影響を与えた要因 ・今後の課題／提言	30
プレゼンテーション資料	ワークショップ配布資料	・防災ダム制限水位設定手法説明資料	20

6-8. ソフトコンポーネントの概略事業費

日本国側負担；6,166 千円

- ・直接人件費 1,789 千円
- ・直接費 2,087 千円
- ・間接費 2,290 千円
- 合計 6,166 千円

「ガ」国側負担：

- ・人件費及び講習施設の準備に必要な経費 小計 : 400
400-US\$ (約 40 千円)

*積算条件

積算時点；平成 25 年 3 月

為替交換レート；1.0 US\$=99.38 ¥

6-9. 相手国実施機関の責務

ソフトコンポーネントの実施に関する「ガ」国側の責務は以下のとおりである。

- ・ ソフトコンポーネントの実施に必要な人員、講習施設、及び機材を確保する。
- ・ ソフトコンポーネントの活動に必要な人件費、及び講習施設と機材の準備に必要な経費を負担する。
- ・ 洪水期制限水位設定に向けた基礎資料を収集するに当たり、「ガ」国側としてこれに協力する。
- ・ 洪水期制限水位設定に向けた基礎資料を収集した結果、さらに計測体制の整備等が必要なことが判明した場合には、その整備及びその後の計測に向けて必要な準備を行う。

資料-7. その他資料・情報（面談メモ）

1. Courtesy call and meeting to/with NDIA

(1) General

Date; March 5th, 2013

Place; NDIA office

Attendance; Mr. Lionel Wordsworth (Chief Executive Officer, NDIA)

Mr. Surendra Shingh (Engineering Coordinator, NDIA)

Mr. Kohei Sato (Team Leader of the JICA mission)

Mr. Hayakazu Yoshida (JICA agent)

Mr. Haruo Hiki (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

Mr. Shinta Ishida (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

(2) Contents of the meeting

• Mr. Sato explained the purpose of the implementation review survey and the condition of the review works being done within the budget already agreed and fixed between Japan and Guyana; and the explanation was accepted by NDIA.

• Mr. Hiki explained the three subjects of the survey; the first one is to grasp the change of site conditions brought from the Hop/Dochfour Drainage Channel construction project, the second one is to grasp the influence of the price rise during these two years' delay of the start of construction, and the last one is to review the contents/targets of the rehabilitation where maximum efforts shall be made not to decrease the contents/target of the rehabilitation through reviewing the design or construction methods. His expression was accepted by NDIA.

2. Meeting with Mr. Surendra Shingh

(1) General

Date; March 11th, 2013

Place; NDIA office

Attendance; Mr. Surendra Shingh (Engineering Coordinator, NDIA)

Mr. Haruo Hiki (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

Mr. Shinta Ishida (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

(2) Contents of the meeting

- Explanation on the survey achievement in the last week

1) It seems to be necessary for the Ann's Grove Intake to be newly constructed on the right bank side of the Hope/Dochfour drainage channel as the existing main canal line is cut by the drainage channel just after its outlet mouth before reaching its command area.

2) Considering the rehabilitation purpose of the Sarah Johanna to increase the drainage capacity, the narrow concrete flume which functions as the pasture of the wooden bridge in front of the entrance of Barama Company has the first priority of rehabilitation here.

3) There are two functions in the revetment work. One is to support the embankment that tends to slide, and the other is to protect the embankment slope against erosion. In Maduni Sluice, the revetment work has already decayed and the embankment slope surfaces are exposed; but these steep slopes have no collapse so that how to protect the slope against erosion is only to be considered. One idea is to make the steep slope gentle and provide a protection work on it.

4) In case of the embankment/bank slope being stable such as the Maduni Sluice, the only matter to be considered is the slope protection; even if the revetment is applied, a large and firm revetment structure is not necessary, and also other kinds of protection works are applicable.

- Mr. Surrender's request

1) Summarize the survey result on a table together with the consultant's recommendation.

2) The rehabilitation idea of providing the slope protection work in the Maduni Sluice should be shown together with an illustration.

3. Meeting with Mr. Samuel La Fluer

(1) General

Date; March 14th, 2013

Place; NDIA office

Attendance; Mr. Samuel La Fluer (Secretary of EDWC)

Mr. Haruo Hiki (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

(2) Contents of the meeting

• Mr. Hiki's opinion at this moment

1) The Shanks Intake seems to have the problem of the leakage caused by piping phenomena soon. The line of step caused by depression or sliding makes the embankment look unstable at the right side of the intake. It would be necessary for the intake to be rehabilitated thoroughly including the surrounding embankment.

2) To rehabilitate the existing Ann's Grove Intake has lost the significance. But the problems of leakage around the intake structure and the unstable embankment exist, that would be harmful for the stability of the bund here so that the existing intake structure should be taken off, the complete bund should be constructed there, and the unstable embankment at the left side of the intake should be rehabilitated.

3) The Hope Intake looks stable at this moment but should be rehabilitated or improved regarding the short conduit length that caused leakage problems several times in the past.

4) The Annandale Intake has the longer length of the conduit (dam crest) than other intakes and any tendency of leakage is not found around the structure. The conservancy side slopes look stable and the revetment works look old but no deteriorated condition is found. At the downstream (outlet mouth) side, wider and taller concrete walls than other intakes are provided to the intake structure, and the bank/embankment slopes behind the decayed revetment are stable covered by trees and grasses. Therefore, it is difficult to find any portion that requests the rehabilitation, i.e. the priority of conducting rehabilitation works to the Annandale Intake is low.

• Mr. Samuel's opinion to Mr. Hiki's opinion

1) The Shanks canal network is the biggest and the most important one in the Mahaica region and the Shanks Intake has been repeated to have troubles of the leakage and the unstable embankment conditions caused by piping phenomena, so that to rehabilitate the intake structure thoroughly is significant very much.

2) The idea of taking off the existing intake structure and replacing it by the stable embankment is appropriate.

3) The judgment to the Hope Intake that the rehabilitation is required is appropriate.

4) The opinion of not recognizing the necessity of rehabilitation to the Annandale Intake is agreeable.

4. Interview to Mr. Brodo

(1) General

Date; March 14th, 2013

Place; Flagstaff office, EDWC

Interviewee; Mr. Brodo (Flagstaff office staffer)

Interviewer; Mr. Haruo Hiki (Survey team member, Sanyu Consultant Inc.)

(2) Information from Mr. Brodo

- Almost all the piles in the conservancy were driven into the ground by the bucket of the excavator sitting on the pontoon.
- Piles were kept vertical by another excavator sitting on the pontoon and catching the top of the pile.
- The positions of the two excavators were fixed by anchors.

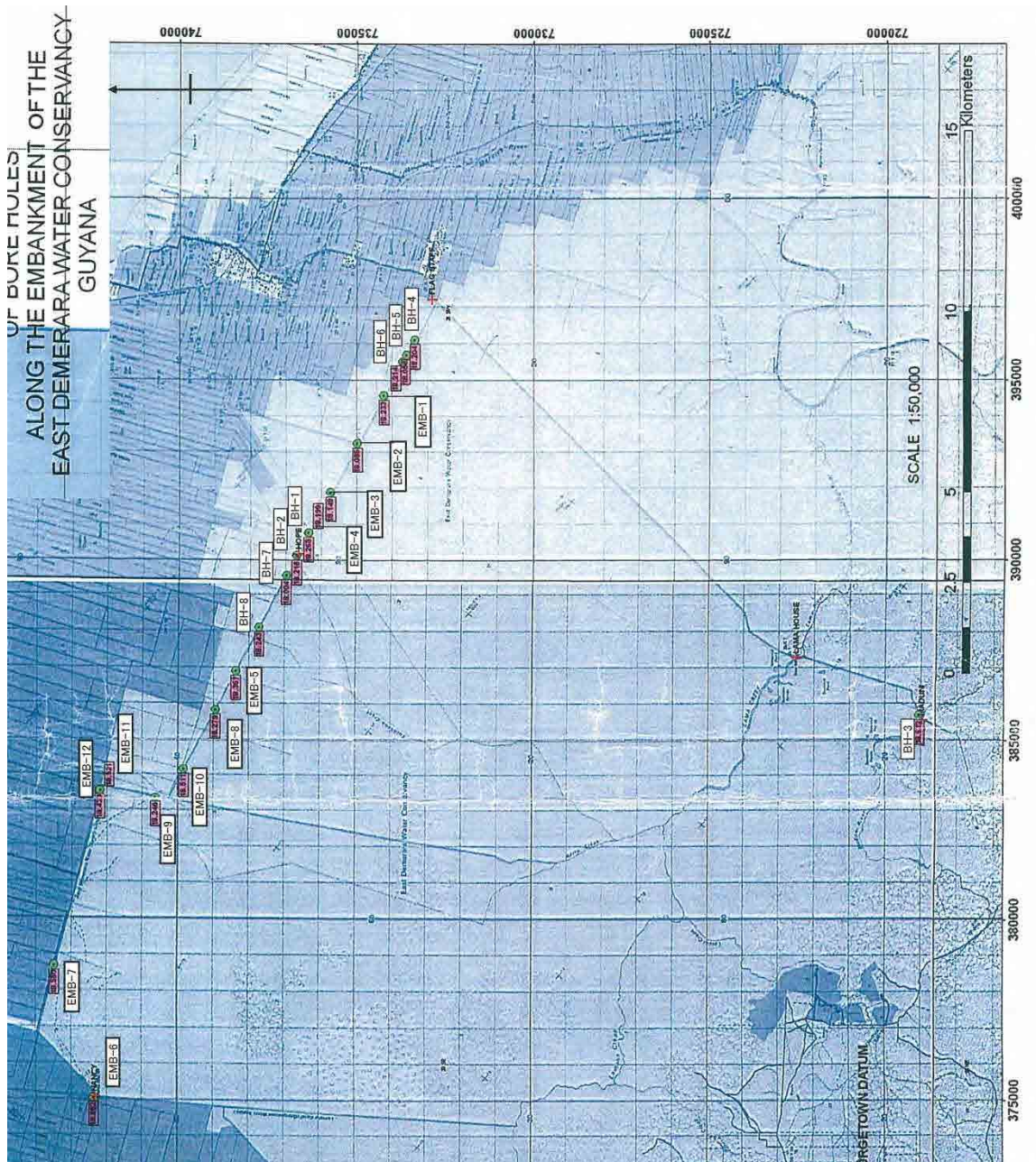
資料-8. 護岸工の検討

8-1 調査結果

過年度に実施されたボーリング調査結果から、各調査地点の結果は以下の通り。

「ガイアナ国 東デメララ貯水池管理施設緊急修復計画 準備調査報告書」より抜粋。

(1)ボーリング調査位置



* 20 bore-holes (phase-1: 8 nos., phase-2: 12 nos) are indicated.

土質状況

(1/5)

dep.(m)	BH-1	N-Value	Soil Description		BH-2	N-Value	Soil Description		BH-3	N-Value	Soil Description		BH-4	N-Value	Soil Description		
		20v	Soft dark grey silty clay with organics	moist		30v	Stiff dark grey silty clay with organics	moist		55v	Firm red brown and grey silty clay c=8t/m ² ~15t/m ²	moist			Stiff dark grey silty clay with organics	moist	
1		30v				25v			80v								
2			Soft dark grey silty clay with organics	moist					40v							Soft brown and grey silty clay with organics	moist
3		35v				30v											
4		40v	Highly saturated brown and black highly organic silty clay	very moist		35v											
5		3							MH								
6		20v				15v			60		Stiff to very stiff red and grey silty clay c=10t/m ²	moist			Soft light grey silty clay	moist	
7		15v	Very soft silty clay	moist	MH	15v	Soft dark grey silty clay	moist					CL				
8																	
9		15v				20v								50	Stiff yellow, brown, red and grey silty clay	moist	
10	MH	3	Soft to firm light grey silty clay	moist		2	Soft light grey silty clay	moist									
11																	
12		28	Firm yellow and grey silty clay	moist													
13																	
14						18	Firm brown and grey silty clay	moist									
15																	

v: In-situ Vane shear(kpa)

N value	Consistency	qu(t/m ²)	c(t/m ²)
~2	Very soft (ごく軟らかい)	~2.5	~1.3
2~4	Soft (軟らかい)	2.5~5	1.3~2.5
4~8	Intermediate (中位)	5~10	2.5~5
8~15	Hard (粘り強い)	10~20	5~10
15~30	Very hard (ごく粘り強い)	20~40	10~20
30~	Hardened (硬い)	40~	20~

A7-18

dep.(m)	BH-5	N-Values	Soil Description	BH-6	N-Value	Soil Description	BH-7	N-Value	Soil Description	BH-8	N-Value	Soil Description			
		30v	Soft dark grey silty clay with organics c=4t/m ³ ~13t/m ³			Soft grey silty clay with organics moist		30v	Soft dark grey silty clay with organics moist		30v	Soft dark grey silty clay with organics c=3.3t/m ³ ~5t/m ³ moist			
1		35v								15v			15v		
2		30v								25v			25v		
3		25v								15v			15v		
4		30v								15v			15v		
5		50v								15v			CL 15v		
6		90v								20v			20v		
7															
8	MH	90		Stiff yellow red brown grey silty clay moist			20	Very stiff red yellow and grey silty clay moist			20		Very stiff red brown and grey silty clay moist		
9															
10															
11															
12															
13															
14											5	Soft light grey silty clay moist			
15											15	Stiff yellow brown and grey silty clay moist			

N value	Consistency	qu(t/m ²)	c(t/m ³)
~2	Very soft	~2.5	~1.3
2~4	Soft	2.5~5	1.3~2.5
4~8	Intermediate	5~10	2.5~5
8~15	Hard	10~20	5~10
15~30	Very hard	20~40	10~20
30~	Hardened	40~	20~

dep.(m)	EMB-1	N-Value	Soil Description	EMB-2	N-Value	Soil Description	EMB-3	N-Value	Soil Description	EMB-4	N-Value	Soil Description	
1			Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter		60v	Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter c=5t/m ² ~10t/m ²			Soft dark brown highly organic silty clay and fibrous matter		0v	Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter c=4t/m ² ~8.4/m ²	
2					50v								40v
3					55v								35v
4					40v			2					20v
5					40v								20v
6					30v								15v
7					15		Firm brownish greenish dark grey silty clay			35	Firm reddish brown silty clay		50v
8										43			
9		15		Very stiff dark brown silty clay									
10													
11												Firm reddish dark brown silty clay	
12													
13													
14													
15											22	Dark brown silty clay	

N value	Consistency	qu(t/m ²)	c(t/m ²)
~2	Very soft	~2.5	~1.3
2~4	Soft	2.5~5	1.3~2.5
4~8	Intermediate	5~10	2.5~5
8~15	Hard	10~20	5~10
15~30	Very hard	20~40	10~20
30~	Hardened	40~	20~

dep.(m)	EMB-5	N-Value	Soil Description	EMB-6	N-Value	Soil Description	EMB-7	N-Value	Soil Description	EMB-8	N-Value	Soil Description	
1		30v	Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter.damp c=4t/m ² ~10/m ²			Soft dark brown highly organic silty clay and fibrous matter			Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter			Soft dark brown highly organic silty clay and fibrous matter	
2		30v											
3		30v											
4		25v											
5		30v											
6		60v											
7													
8													
9		32	Firm reddish grey silty clay	CH		Firm brownish grey silty clay		30	Firm greenish brownish light grey silty clay		22	Firm greyish greenish light brown silty clay	
10													
11													
12					30	Firm greenish brownish grey silty clay							
13													
14													
15													

A7-21

N value	Consistency	qu(t/m ²)	c(t/m ²)
~2	Very soft	~2.5	~1.3
2~4	Soft	2.5~5	1.3~2.5
4~8	Intermediate	5~10	2.5~5
8~15	Hard	10~20	5~10
15~30	Very hard	20~40	10~20
30~	Hardened	40~	20~

dep.(m)	EMB-9	N-Value	Soil Description	EMB-10	N-Value	Soil Description	EMB-11	N-Value	Soil Description	EMB-12	N-Value	Soil Description	
		50v						40v			45v		
1		30v	Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter.damp c=5t/m ³ ~8.5/m ³			Soft grey silty clay	Soft dark greenish black highly organic silty clay and fibrous matter c=5t/m ³ ~9.0/m ³	55v	moist		65v	Soft dark grey silty clay	
2		30v						45v			70v		
3		30v		CH				30v			CH		30v
4		30v						30v			20v		
5		30v				Soft brown silty clay				30v			20v
6		45v								30v			20v
7		32			17	Firm greyish brown silty clay				23			CH
8				Firm dark grey silty clay									
9													
10													
11													
12												Firm dark grey silty clay	
13													
14													
15											23		

N value	Consistency	qu(t/m ²)	c(t/m ³)
~2	Very soft	~2.5	~1.3
2~4	Soft	2.5~5	1.3~2.5
4~8	Intermediate	5~10	2.5~5
8~15	Hard	10~20	5~10
15~30	Very hard	20~40	10~20
30~	Hardened.	40~	20~

A7-22

8-2 設計定数

8-2-1 ガイアナ国 東デメララ貯水池管理施設緊急修復計画 準備調査報告書

土質設計定数の設定に関して、準備調査報告書を抜粋する。

(1) 概要

設計に採用する土質定数は、「ガイアナ国東デメララ貯水池管理施設緊急修復計画 準備調査」において実施された現地調査結果を踏まえ、一般的な土質定数も考慮のうえ決定する。土の単位体積重量(γ)は、港湾基準および道路橋示方書も参考資料とし、 N 値と粘着力 C との関係は、Mohr の定理によって $C=qu/2$ より算出する（ここに、 qu は一軸圧縮強さ）。 N 値と粘着力 C との関係は、Design and Use of Sheet pile Wall in Stream Restoration and Stabilization Projects（設計方針で抜粋提示）、及び、道路土工仮設構造物工指針(平成11年3月)日本道路協会によっても確認する。

N 値と粘着力 C との関係表

(2) N 値と粘着力 c との関係

粘性土の粘着力 c は一軸圧縮試験により強度 q_u を求めて決定することが望まれます。

粘性土の一軸圧縮強度 q_u や粘着力 c と N 値の関係は種々提案されています。代表的なものを表-3.2.8 及び図-3.2.6 に示します。

表-3.2.8 粘性土の N 値と q_u 、 c の関係

	q_u , c (kN/m ²)
Terzaghi, Peck	$q_u = \frac{N}{0.082}$
Peck	$q_u = \frac{N}{0.060}$
Dunham	$q_u = \frac{N}{0.077}$
森田	$q_u = \frac{N}{0.040} \sim \frac{N}{0.055}$ (鋭敏性の高い粘土を除く)
福岡	$c = 5 + 7.5 N$ (シルト質粘土 ($N < 10$)) $c = 10 + 7.5 N$ (粘土 ($N < 10$))
三木	$q_u = \frac{N}{0.075}$

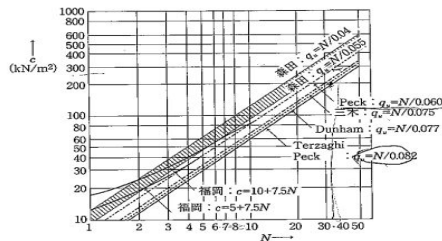


図-3.2.6 N 値と c の関係¹²⁾

Mohr の定理より、 q_u と c には次の関係式が成り立ちます。

$$c = \frac{q_u}{2} \tan \left(\frac{\pi - \phi}{2} \right) \quad (3.2.10)$$

近似的に $\phi \approx 0$ とすると、式 (3.2.11) となります。

$$c = \frac{q_u}{2} \quad (3.2.11)$$

— 100 —

硬さ	軟らかい	軟らかい	中位	硬い	硬い	固結した
N 値	2以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30以上
粘着力 c (kNm ² /m ²)	12以下 (1.2以下)	12~25 (1.2~2.5)	25~50 (2.5~5.0)	50~100 (5.0~10)	100~200 (10~20)	200以上 (20以上)

単位体積重量 γ の港湾基準 (表 3.2.2)、 道路橋示方書 (3.2.3) の一覧表

表-3.2.2 代表的な土の単位体積重量と含水比¹⁾

	沖積粘土	洪積粘土	砂質土
湿潤単位体積重量 γ_s (kN/m ³)	12~16	16~20	16~20
乾燥単位体積重量 γ_d (kN/m ³)	5~14	11~14	12~18
含水比 w (%)	150~30	60~20	30~10

表-3.2.3 土の湿潤単位体積重量 (kN/m³)²⁾

地盤	土質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂及び砂れき	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛土	砂及び砂れき	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

(2) 土質調査一覧と土質設計定数採用値

2-1. Ann's Grove~Hope

Ann's Grove Just Point	P1	BH1	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	8		24.15	2		24.15	12.2		9.8		24.15
Firm silty CLAY	13	14		28				170.7	13		170.7

	P2	EMB1	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	9	17	0	0					9	17	0
Firm silty CLAY	10	21		15	183		91.46	183	10	21	183

	P2	EMB2	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	0								0		
Firm silty CLAY	10		46.04	15		46.04	91.46		10		46.04

	P2	EMB3	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	7.3			3			18.29		0		18.29
Firm silty CLAY	10			38.5			234.8				234.8

	P2	EMB4	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY									0		
Firm silty CLAY	8		21.3			21.3			8		21.3
silty CLAY	15.8			21			128				128

Hope Just Point	P1	BH2	C計算						採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	8	13	24.15			24.15			13	13	24
Firm silty CLAY	14.3			18			109.8		14	18	105

Ann's Grove	C計算									設計採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c	
Soft silty	DeepはJust Point、 γ 、Cは平均値または一般値を考察し決定する。									8	15	24
Firm silty CLAY	DeepはJust Point、 γ 、Cは平均値または一般値を考察し決定する。									13	17	125

Hope	C計算									設計採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c	
Soft silty CLAY	DeepはJust Point、 γ 、Cは平均値または一般値を考察し決定する。									11	15	24
Firm silty CLAY	DeepはJust Point、 γ 、Cは平均値または一般値を考察し決定する。									14	17	125
Soft silty CLAY	DeepはJust Point、 γ 、Cは平均値または一般値を考察し決定する。											

2-2. Annadale~Nancy

	P2	EMB8		C計算					採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	6	20	0	0					6	20	
Firm silty CLAY	10	19	0	22	53.42		134.1	53.42	10	19	53.42
Soft silty CLAY											

	P2	EMB9		C計算					採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	8		36.42	0		36.42			8		36.42
Firm silty CLAY	10			34			207.3		9		207.3
Soft silty CLAY											

	P2	EMB10		C計算					採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	8	16.5	0	0					8	16.5	
Firm silty CLAY	10		0	19			115.9		10		115.9
Soft silty CLAY											

Annadale Just Point	P2	EMB11		C計算					採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	11	19	41.91	0					11	19	41.91
Firm silty CLAY	16		0	24			146.3		16		146.3
Soft silty CLAY											

Annadale, Nancy	C計算								設計採用		
	DEEP	γ	C	N	s	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	DeepはJust Point、 γ , Cは平均値または一般値を考察し決定する。								11	17	40
Firm silty CLAY									16	18	130

2-3. Maduni

Maduni JUST POINT	P1	BH3		C計算					採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	5.2	17	59.1						5.2	17	59.1
Firm silty CLAY	7			60	25.77		365.9	25.77	7		300
silty CLAY											

	P2	#10	C計算					採用			
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	9	16.5							9	16.5	
Firm silty CLAY				18			150				150
silty CLAY											

Maduni	C計算								設計採用		
	DEEP	γ	C	N	S	C	N	S	DEEP	γ	c
Soft silty CLAY	DeepはJust Point、 γ , Cは平均値または一般値を考察し決定する。								5.2	17	60
Firm silty CLAY									7	18	150
silty CLAY											

8-2-2 設計定数の見直し

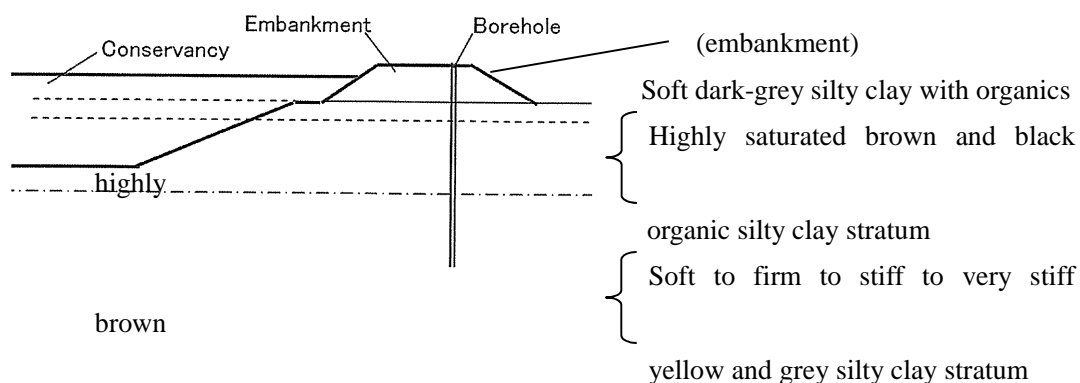
木杭護岸工における土質定数の考え方について、以下の見直しを行う。

- ・木杭護岸工の埋め戻し土については、施工幅が狭く、埋め戻し材料が貯水池内水路底から採取した軟弱粘土が想定されることから、重機による十分な転圧作業が難しいと考えられる。このため、埋め戻し直後の土の強度が発現されない可能性を考慮する。
- ・貯水池内のボーリング調査から得られた N 値は原位置におけるデータであり、点のデータであること、ここから推定した粘着力を乱した状態の埋戻し材の強度として用いることは設計危険側になる可能性があると考ええる。
- ・このため、土質定数は設計安全側となるように、各エリアから推定した粘着力 (c) のうち最小のホープ取水工の値を全エリアの設計に用いることとする。
- ・土の単位堆積重量は各エリアで多少のバラツキがあるものの、設計上は護岸工に作用する土圧が大きくなるように最大値を採用する。
- ・粘性土であり、内部摩擦角 ϕ は 0° とする。

従って、以下の設計数値を採用する。

	上部層 (Soft silty clay)	下部層 (Firm silty clay)
土の単位体積重量 (湿潤) γ_t (kN/m ³)	17	18
粘着力 c (kN/m ²)	24	125

堤体上で実施したボーリングによる土性・地層概要；「ガイアナ国 東デメララ 貯水池管理施設緊急修復計画 準備調査報告書」より抜粋



8-3 護岸工の検討

(1) 概要

当設計は、貯水池堤体の保全を考慮して控え杭式の木杭護岸工を採用する。

また、サラジョアンナのみ自立式木杭護岸工とする。

材料は、ガイアナ国の安価で入手しやすい GreenHeart の木杭、木矢板を使用する。

(2) 適用仕様書

a) BS 8002: Code of Practice for Earth Retaining Structures

b) THE GUYANA GRADING RULES FOR HARDWOOD TIMBER

Forest Department, Georgetown, Guyana, September 1977

c) 道路土工「仮設構造物工指針」1999年3月 社団法人 日本道路協会

d) 追加は設計方針を参照

(3) 材料

a) 木杭・土留め板

Strength Class : Greenheart D70 HS

Bending paralleled to grain : 23 N/mm²

Shear parallel to grain : 2.6 N/mm²

Modulus of elasticity : 21000 N/mm²

Safety factor : 0.8

Table 1 Strength graded hardwoods assigned to BS EN 338 strength classes

Species	Strength class				
	D30	D40	D50	D60	D70
Balau					HS
Ekki				HS	
Greenheart					HS
Iroko		HS			
Jarra		HS			
Kapur				HS	
Karri			HS		
Kempas				HS	
Keruing			HS		
Merbau			HS		
Oak *	TH1 THB	THA			
Opepe			HS		
Teak		HS			

* Note that the TH2 grade of oak does not meet the requirements for the D30 strength class. Designs using TH2 grade oak should be based on the grade stresses given in BS 5268-2 for the individual species and grade.

Table 2 Characteristic values for hardwood strength classes (BS EN 338)

Strength properties N/mm ²	D30	D40	D50	D60	D70
Bending	30	40	50	60	70
Tension parallel to grain	18	24	30	36	42
Tension perpendicular to grain	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9
Compression parallel to grain	23	26	29	32	34
Compression perpendicular to grain	8.0	8.8	9.7	10.5	13.5
Shear	3.0	3.8	4.6	5.3	6.0
Stiffness properties kN/mm ²					
Mean MOE parallel to grain	10	11	14	17	20
5th percentile MOE parallel to grain	8.0	9.4	11.8	14.3	16.8
Mean MOE perpendicular to grain	0.64	0.75	0.93	1.13	1.33
Mean shear modulus	0.60	0.70	0.88	1.06	1.25
Characteristic density kg/m ³	530	590	650	700	900

Table 3 Grade stresses and moduli of elasticity for hardwood strength classes for Service Classes 1 and 2 (BS 5268-2).

N/mm ²	D30	D40	D50	D60	D70
Bending parallel to grain	9.0	12.5	16.0	18.0	23.0
Tension parallel to grain	5.4	7.5	9.6	10.8	13.8
Compression parallel to grain	8.1	12.6	15.2	18.0	23.0
Compression perpendicular to grain*	2.8 / 2.2	3.9 / 3.0	4.5 / 3.5	5.2 / 4.0	6.0 / 4.6
Shear parallel to grain	1.4	2.0	2.2	2.4	2.6
Modulus of elasticity					
Mean	9500	10800	15000	18500	21000
Minimum	6000	7500	12600	15600	18000
Average density kg/m ³ at 20°C/65% RH	640	700	780	840	1080

* When specification excludes wane at bearing areas, the higher value of compression perpendicular to grain stress may be used, otherwise the lower values apply

b) 鋼材

b-1. Anchor (tie-rod)

Tensile strength of Steel $F_y = 460\text{N/mm}^2$

Allowable bending stress $f_a = 0.9 \cdot F_y = 0.9 \cdot 460\text{N/mm}^2 = 414\text{N/mm}^2$

b-2. Bolt-Nut(3.6)

Tensile strength of Steel $F_y = 180\text{N/mm}^2$

Allowable bending stress $f_a = 0.9 \cdot F_y = 0.9 \cdot 180\text{N/mm}^2 = 160\text{N/mm}^2$

(4) 設計方法

1) 荷重

a. 上載荷重 $W=3\text{kN/m}^2$ (天端上は車輛の走行がないため、群集荷重のみとする。)

b. 水の単位体積当重量 $\gamma_w=9.8\text{kN/m}^3$

c. 土の単位体積当重量 γ 、粘着力 C 、内部摩擦角 ϕ (土質定数として後頁添付)

d. 根入れ長の計算に用いる土圧、水圧、上載荷重

$$P_a = K_a (\Sigma \gamma h + q) - 2c \sqrt{k_a}$$

$$P_p = K_p (\Sigma \gamma h' + q) + 2c \sqrt{k_p}$$

ここに、

P_a : 主働土圧 (kN/m²)

P_p : 受働土圧 (kN/m²)

K_a : 着目点における地盤の主働土圧係数

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

K_p : 着目点における地盤の受働土圧係数

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \varphi/2)$$

φ : 着目点における土のせん断抵抗角 (度)

$\Sigma\gamma h$: 着目点における主働側の有効土かぶり圧 (kN/m^2)

$\Sigma\gamma h'$: 着目点における受働側の有効土かぶり圧 (kN/m^2)

γ : 各層の土の湿潤単位体積重量 (kN/m^3) で、地下水位以下は水中単位体積重量を考慮する。

H : 着目点までの主働側の各層の層厚(m)

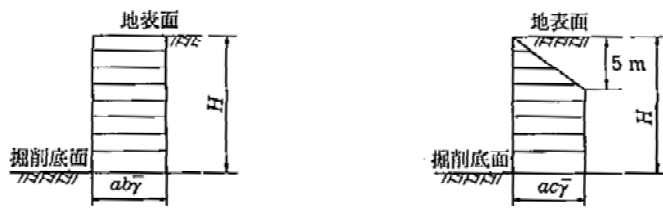
h' : 着目点までの受働側の各層の層厚(m)

q : 地表面での上載荷重 (kN/m^2)

c : 着目点における土の粘着力 (kN/m^2)

e. 断面計算に用いる土圧

土留め壁、アンカーの断面積算定においては、下図に示し断面決定用土圧を用いる。



(a) 砂質土地盤の土圧分布

(b) 粘性土地盤の土圧分布

$\bar{\gamma}$: 土の平均単位体積重量 (kN/m^3 (tf/m^3))
 a, b, c : 表2-3-4, 表2-3-5による
 H : 掘削深さ

図 2-3-4 断面決定用土圧

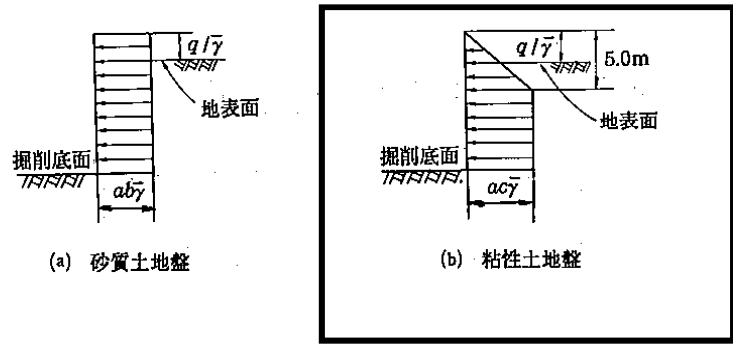
表 2-3-4 掘削深さHによる係数

$5.0\text{m} \leq H$	$a=1$
$5.0\text{m} > H > 3.0\text{m}$	$a = \frac{1}{4}(H-1)$

表 2-3-5 地質による係数

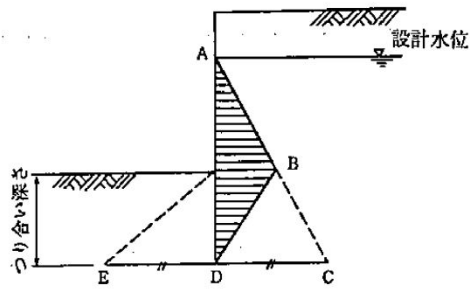
b	c	
砂質土	粘性土	
2	$N > 5$	4
	$N \leq 5$	6

土留め天端より堤体天端が高い場合、地表面の上載荷重に併せ、土留め天端より上にある土重も考慮して下図のように換算土厚を考慮する。



f. 水圧

土留めに作用する水圧は静水圧とし、水圧分布は下図の△ABDであらわされる三角形分布とする。



2) 設計計算

a. 親杭の最小根入れ長

親杭の根入れ長については、護岸工自身の沈下、盛土の沈下を防止する必要がある。

このため、計算上の必要根入れ長が堅硬なシルト層 (N 値 15~25)到達しないケースでも、硬質地盤に確実に到達することとする。

控え杭の根入れについても、同様とする。

b. 根入れ部の土圧および水圧に対する安定

b-1. アンカー式

根入れ深さは極限平衡法を用い、アンカー支持位置を中心とし、主働土圧による作用モーメントと、貯水側からの受働土圧による抵抗曲げモーメントとが釣り合う深さとする。根入れ深さは、貯水池側河床より 1.5m 以上を確保することとする。

b-2. 自立式

根入れ長は、Chang の式より計算する。ただし、土留め壁の根入れ長は半無限長とみなせる長さが原則であり、その長さは $3/\beta$ 以上といわれている。しかし、 $2.5/\beta$ とした場合と半無限長の杭とした場合の杭頭変位およ

び曲げモーメントの差は数%であることから、根入れ長(Lo)は 2.5/β で求める。

c. 断面計算

c-1. アンカー式

・アンカーの計算

矢板天端からつり合い位置までの主働側水平荷重の合計 ΣH が、単純梁と

想定した壁面に作用し、その 1/2 の水平荷重を反力としてアンカーが支持す

るものとする。よって、アンカー張力(T)との関係は、 $T = \Sigma H / 2$ となる。

$$f_a = T / A_s \leq f_a$$

ここに、

許容引張応力度 $f_a = 0.9 \cdot F_y = 0.9 \cdot 460 \text{N/mm}^2 = 414 \text{N/mm}^2$

鋼材の引張強度 $F_y = 460 \text{N/mm}^2$

アンカー張力 T

アンカー断面積 A_s

・木杭の計算

親杭は単純梁として、矢板天端から河床までの主働側水平荷重合計 ΣH を、アンカーから河床までを単純梁の支間(S) とした等分布荷重 w により、最大曲げモーメント Mmax を算出し断面計算をする。

$$W = \Sigma H / S, \quad M_{\max} = w \cdot S^2 / 8, \quad \sigma_b = M_{\max} / z \leq \sigma_{ba}$$

ここに

主働側水平荷重合計 : ΣH

支間 : S

等分布荷重 : w

最大曲げモーメント : Mmax

Bending strength of Greenheart Timber : σb

Allowable bending stress : σba = 0.8 * σb

・腹起しの計算

断面決定用土圧により、荷重を算出する。また、水圧、上載荷重も考慮する。腹起しにかかる荷重は、1 段目は上下方荷重分担し、2 段目以降は下方荷重分担とする。

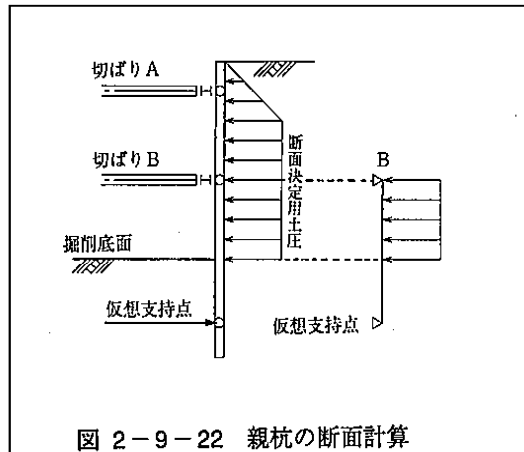
支間 S は、杭間隔とし、連続梁とし、最大曲げモーメント $M_{\max} = w \cdot s^2 / 10$ として算出する。

・土留め板の計算

断面決定用土圧により、荷重を算出する。また、水圧、上載荷重も考慮する。

土留め板の設計支間 s は、腹起し間隔とし、最大曲げモーメント

$M_{max}=w \cdot s^2/10$ として算出する。



・ 控え杭の計算

1. 根入れ長、断面計算、変位

控え杭の杭長は、弾性床上の半無限長の杭として下式から求められる必要根入れ長を仮想地盤面から下方に確保する。

$$L = 2.5 / \beta$$

ここに、L：必要根入れ長(m)

2.5：安全係数

β ：特性値 (m^{-1})

$$M_m = 0.3224 \cdot H / \beta$$

ここに、

L：必要根入れ長(m)

M_m ：最大曲げモーメント(kN・m)

H：控え杭に作用する水平力（タイロッドの引張力）(kN)

β ：杭の特性値(m^{-1})

控え杭のタイロッド取付け位置における変位量は下式で求める。

$$\delta = H / 2EI\beta^3$$

ここに、

δ ：タイロッド取付け位置の変位(m)

H：控え杭に作用する水平力（タイロッドの引張力）(kN)

E：控え杭のヤング係数 (kN/m^2)

I：控え杭の断面二次モーメント (m^4)

β ：杭の特性値 (m^{-1})

2. 控え杭の設置位置

控え杭は下図に示すとおり、土留め壁仮想支持点を起点として背面側の主働すべり面と、控え杭のタイロッド取付け点の下方 $1/\beta$ の位置を起点とした前面側の受働すべり面が、タイロッド位置以下で交差しない位置に設けることを原則とする。

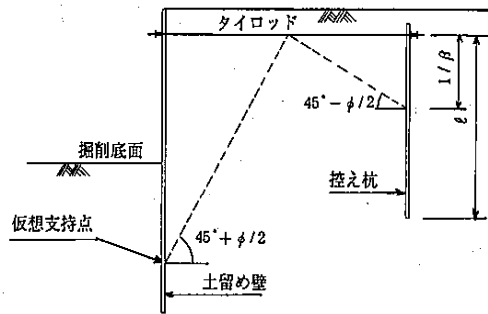


図 2-14-3 控え杭の設置位置

c-2. 自立式

・杭の断面計算

土留め壁の断面計算に用いる曲げモーメントは、土留め壁背面に荷重を作用させ、下式により計算する

$$M = \frac{P}{2\beta} \sqrt{(1+2\beta h_0)^2 + 1} \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h_0}\right)$$

ここに、

M : 土留め壁に発生する最大曲げモーメント(kN・m)

P : 側圧の合力 (kN) 単位幅の値とする。

H₀ : 河床面から合力の作用位置までの高さ(m)

β : 杭の特性値 (m⁻¹)

(ただし、ここで用いる逆三角関数の単位は (rad) である。)

d. 変位の計算

d-1. アンカー式

アンカー式は、控え杭の変位の照査を行うこととする。許容変位量は、矢板天端から河床面までの高さの 3% とする。変位量の計算は、chang 式より算出する。

d-2. 自立式

変位は、下記の式において、算出する。変位の許容値は、周辺の状況により以下の通りとする。

・生活道路等の施設がある場合⇒ 土留め高Hの 3% とする。

($\delta a = 0.03xH$: Sarah Johanna)

自立式土留め壁頭部の変位量の算出式を示す。

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$

ここで、 δ : 土留め壁頭部の変位量 (m)

δ_1 : 河床面での変位量 (m)

δ_2 : 河床面でのたわみ角による変位量 (m)

δ_3 : 河床面以上の片持ばりのたわみ(m)

$$\delta_1 = (1 + \beta h_0) \cdot P / 2 E I \beta^3$$

$$\delta_2 = (1 + 2\beta h_0) \cdot P \cdot H / 2 E I \beta^2$$

β : 杭の特性値 (m^{-1})

h_0 : 河床面から合力の作用位置までの高さ(m)

P : 側圧の合力 (kN)

E : 土留め壁のヤング係数(kN/m^2)

I : 土留め壁の断面二次モーメント (m^4)

H : 河床深さ(m)

$$\delta_3 = p_2' \cdot H^4 / 30 E I$$

p_2' : モーメントを等価とする三角形
分布荷重の河床面での荷重強度(kN/

$$p_2' = 6 \cdot \Sigma M / H^2$$

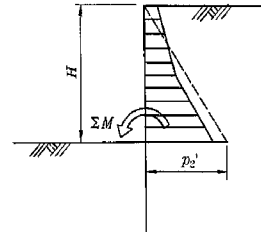


図 2-12-3 モーメントを等価とする三角形分布荷重

ΣM : 側圧による河床面回りのモーメント($kN \cdot m$)

3) ヒービングに対する検討 (土留め板の検討)

洪積粘性土地盤のような含水比の高い粘性土が厚く堆積する地盤では、ヒービングの危険性が增大する。

通常、河床面の安定の判断には安定数 N_b が用いられるが、安定数 N_b が 3.14 以下ならば、ヒービングに対する検討は省略してよい。安定数 N_b が 3.14 を超えると、塑性域が河床面の隅から発生し始め、 N_b が 5.14 で河床部の破壊が生じるとされている。

$$N_b = (\gamma \cdot H) / c < 3.14$$

土留め板の長さは、ヒービングを発生しない根入れ長で決定する。

資料-9 杭基礎の検討

9-1. 杭一本の軸方向許容押し込み支持力

(1) 一本の杭の軸方向許容押し込み支持力は、地盤条件、施工方法等を考慮した地盤から決まる杭の極限支持力に対して、安全率を考慮して下式により算出する。

以下の検討は、「道路橋示方書・同解説（IV下部構造編）」（平成14年3月）（社団法人日本道路協会）（以下、「示方書」と記載）に準ずる。

$$Ra = \frac{\gamma}{n} Ru$$

ここで、**Ra**： 杭頭における杭の軸方向許容押し込み支持力(kN)

n： 安全率 支持杭（常時 3.0、地震時 2.0）（示方書 P.353）

γ： 極限支持力推定法の相違による安全率の補正係数

支持力推定式による場合、 $\gamma = 1.0$ （示方書 P.353）

Ru： 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

なお、極限支持力を支持力推定式によって算定する場合は、**Ru** の算定に下式を用いることができる。

$$Ru = q_d \cdot A + U \sum Li \cdot fi$$

ここに、

q_d： 杭先端における単位面積当たりの極限支持力 (kN/m²)

A： 杭先端面積 (m²)

U： 杭の周長 (m)

Li： 周面摩擦力を考慮する層の層厚(m)

fi： 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

打ち込み杭の場合、杭先端の極限支持力度 **q_d** は下図によって算定することができる。（示方書 P.356）

支持層への根入れ深さ／杭径の値が 5 以上の場合は 300kN/m² を見込むことができる。

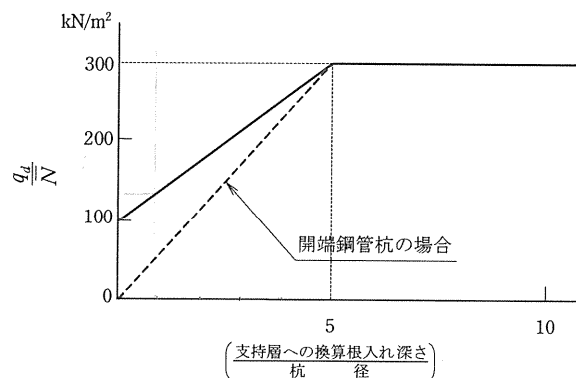


図-解 12.4.1 杭先端地盤の極限支持力度 q_d の算定図

（上図： 示方書 P.356 より）

支持層への換算根入れ深さは、下図に示される方法による。(示方書 P.357)

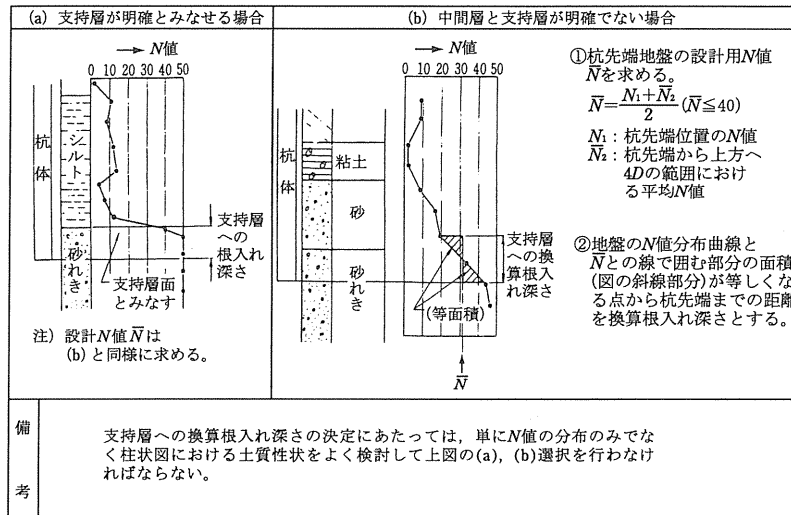


図-解 12.4.2 支持層への換算根入れ深さの決定法

硬質粘土層内の根入れ深さにのみ周面摩擦力度を考慮する。

硬質地盤内の N 値=18 (ボーリング BH-2)

根入れ深さ L=1.5m

粘土層の粘着力は、N 値と粘着力の関係式 (Terzaghi $q_u = \frac{N}{0.082}$) 及び、一軸圧縮強

度と粘着力の関係式 $c = qu/2$ より、 $2c = \frac{N}{0.082}$ から求める。

$$c = N / (2 \cdot 0.082)$$

$$= 18 / (2 \cdot 0.082)$$

$$= 109.7 \text{ kN/m}^2$$

これは、下表に示す最大周面摩擦力度 150kN/m² (打ち込み杭工法) 以内にあるため、これを採用する。

表-解 12.4.5 最大周面摩擦力度 (kN/m²)

施工方法	地盤の種類	
	砂質土	粘性土
打ち込み杭工法 (打撃工法, バイプロハンマ工法)	2N (≦100)	c 又は 10N (≦150)
場所打ち杭工法	5N (≦200)	c 又は 10N (≦150)
中掘り杭工法	2N (≦100)	0.8c 又は 8N (≦100)
プレボーリング杭工法	5N (≦150)	c 又は 10N (≦100)
鋼管ソイルセメント杭工法	10N (≦200)	c 又は 10N (≦200)

ただし、c は地盤の粘着力 (kN/m²)、N は標準貫入試験の N 値

(上表は示方書 P.362 より抜粋)

木杭 1 本当りの軸方向押し込み力に対する許容支持力を求めると下表の通りとなる。

軸方向押し込み力に対する許容支持力計算表															
項目	杭 長 L (m)	支持層へ の根入長 (m)	支持層根入長 杭径	q d	設計 N 値	q d	断面積	*1	周 長	f i	$\Sigma L i \cdot f i$	*2	R u	安全率	許容支持力
				N (kN/m2)	N (回)	(kN/m2)	A (m2)	q d · A (kN/本)	U (m)	(kN/m2)	(kN/m)	U · $\Sigma L i \cdot f i$ (kN/本)	*1+*2 (kN/本)	n	R a = R u / n (kN/本)
Hope (近傍調査孔BH-1, 2, 7)															
木杭															
φ 355	13.00	2.5	7.04	300.00	20	6000	0.099	594	1.115	122	305.0	340	934	3 (常)	311
														2 (地)	467
Shanks (近傍調査孔EMB-1, EMB-2, EMB-3)															
木杭															
φ 355	9.00	2.5	7.04	300.00	20	6000	0.099	594	1.115	122	305.0	340	934	3 (常)	311
														2 (地)	467
	Green Heart (D70) : 圧縮強さ (木目に平行な方向)				23N/mm2		0.099	23	2,277	kN/本	(木杭1本当たり耐力)				
	Green Heart (D70) : 圧縮強さ (木目に垂直の方向)				4.6N/mm2		0.099	4.6	455	kN/本	(木杭1本当たり耐力)				
注) 最大周面摩擦力度 (fi) は、近傍調査孔におけるN値から粘着力Cを求め、これを使用する。															

6-2 杭の配置

構造物荷重は、杭及び地盤に載荷するが、将来的に構造物基礎地盤の沈下が生じた場合には、構造物荷重が全て杭基礎に載荷することになる。

このため、杭の必要本数を求める際には、以下の荷重を考慮する。

- ① 構造物荷重 (コンクリート、木杭自重)
- ② 土重 (構造物に載荷する範囲)
- ③ 水重 (水路内に水位を想定する。構造物に作用する浮力は考慮しない。)

- ① 構造物荷重 (ゲート自重は他の荷重に比べて小さいため、省略)

$$\text{コンクリート } W = 65\text{m}^3 \times 24.5\text{kN/m}^3 = 1,593\text{kN}$$

- ② 土重

$$\text{導水路上部 } W_s = 1.981 \times 4.572 \times 2.819 \times 17\text{kN/m}^3 = 434\text{kN}$$

$$\text{底版上部 } W_s = (11.963 \times 4.267 - 2.59 \times 1.219 \times 2) \times 0.533 \times 2 \times 17\text{kN/m}^3 = 810\text{kN}$$

- ③ 水重 (導水路内が満水状態を想定する。水深 1.219m)

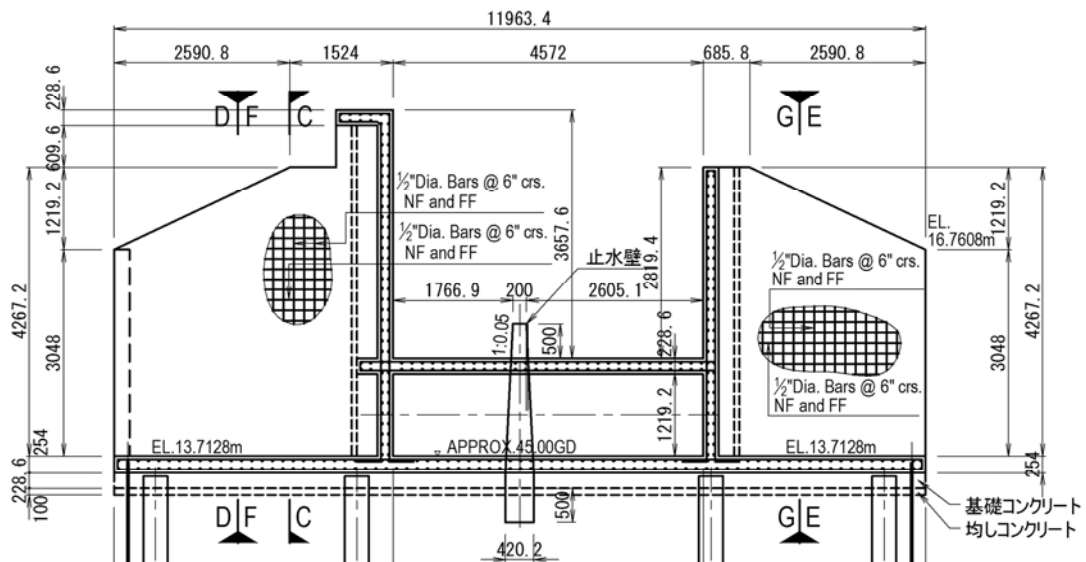
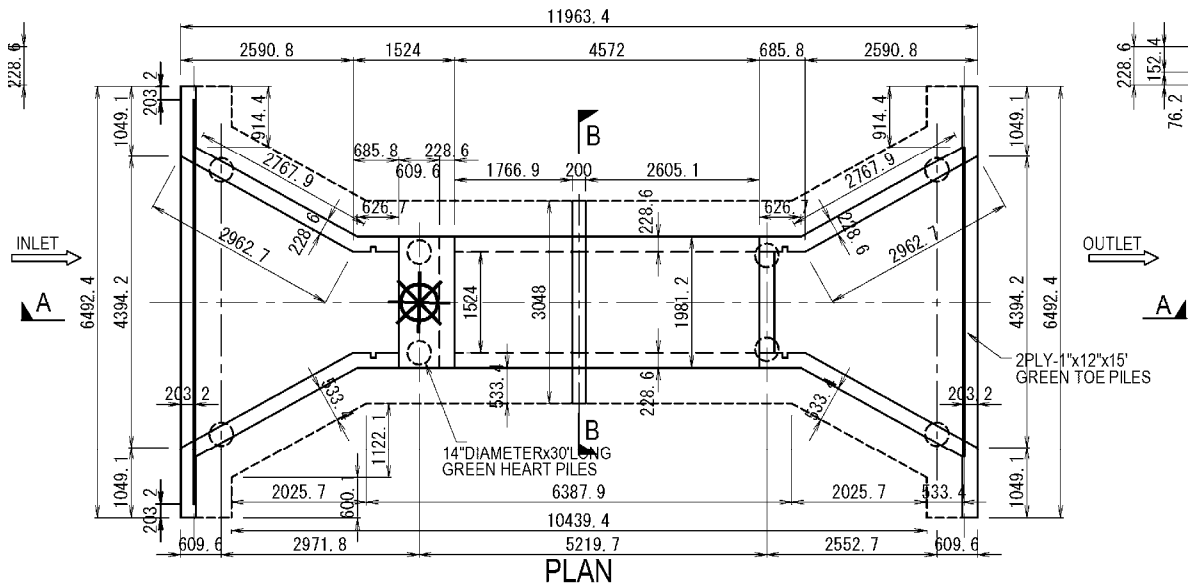
$$\text{貯水池側底版上面面積 } A = 1/2 \times (4.394 + 1.524) + 1.524 \times 1.524 = 5.28\text{m}^2$$

$$\text{下流側底版上面面積 } A = 1/2 \times (4.394 + 1.524) + 0.685 \times 1.524 = 4.00\text{m}^2$$

$$\text{貯水池、下流側水重 } W = (5.28 + 4.00) \times 1.219 \times 10.0\text{kN/m}^3 = 113\text{kN}$$

$$\text{導水路内水重 } W = 1.524 \times 1.219 \times 4.572 \times 10\text{kN/m}^3 = 85\text{kN}$$

$$\text{重量合計 } \textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} = 1,593 + 434 + 810 + 113 + 85 = 3,035\text{kN}$$



ここで、硬質粘土層内への根入れ長を 2.5m としたときの、木杭 1 本当たりの軸方向押し込み力に対する許容支持力 $R_a=311\text{kN/本}$ であるため、必要本数を求めると、

$$\begin{aligned} \text{必要杭本数 } n &= 3035/311 \\ &= 9.8 \\ &= 10 \text{ 本} \end{aligned}$$

従って、杭基礎は 10 本を配置する。(ガイアナ国の取水工標準図では杭基礎 8 本 ($L=15\text{m/本}$) としているが、杭止まり等の施工性を考慮して根入れ深さを大きくとりすぎないように配慮する。)

この結果、ホープ及びシャンクス取水工の杭延長を以下の通りとする。

$$\text{ホープ} : \text{EL.13.728} - 0.254 - \text{EL.3.0} + 2.5\text{m} = 12.984 \approx 13.0\text{m/本}$$

$$\text{シャンクス} : \text{EL.13.728} - 0.254 - \text{EL.8.0} + 2.5\text{m} = 7.974 \approx 8.0\text{m/本}$$

資料-10. 地盤改良及びソイルセメントの検討

10-1 地盤改良工法

(1) 基礎処理

取水工構造物築造において、杭基礎による基礎処理に代わり、地盤改良工法*を採用する。構造物が埋設される場合で、構造物回りの水密性が要求される場合には、杭基礎工法**は問題がある。構造物が杭に支持され沈下しないのに対し、構造物周囲の基礎地盤が盛土荷重により沈下するため、構造物下の地盤も周囲の沈下に引きずられて沈下する結果、構造物下面と地盤との間に隙間が生じるためである。この隙間が水みちとなり、漏水が生じ浸透破壊に至ることが多い(図 10-1 参照)。

*地盤改良工法

軟弱地盤にセメント粉を混合して、地盤の固化、強化を図る工法である。最も初歩的な工法では、次のような手順で工事が行われる。

- ・ 施工対象範囲の地盤を整地する。
- ・ セメント粉を均等に地盤表面に散布する。(通常は改良対象地盤 m^3 当たり $50kg\sim 100kg$)。
- ・ セメント粉と地盤の土砂をバックホーで混合する。(通常は深さ $2m\sim 3m$ まで)
- ・ 混合後 3 日程度で地盤は相当に固くなる。

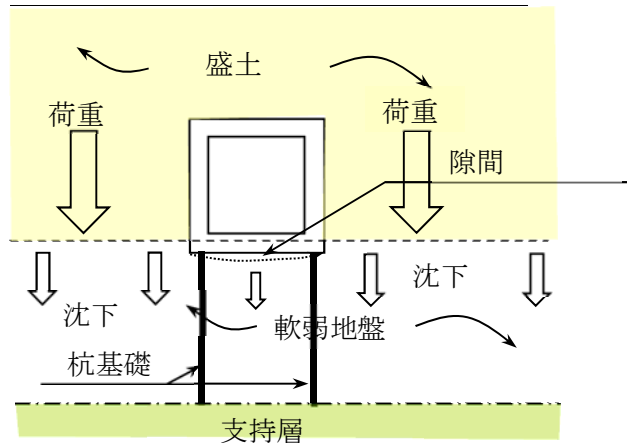


図 10-1 杭基礎での隙間発生問題

** 河川堤防上への樋門・樋管の設置に関する許可基準

我が国では、国土交通省は「工作物設置許可基準」において、樋管基礎への杭基礎の適用を禁じている。以下に引用するとおりである。

二 対策が必要な箇所における設置基準

- ① 既設の水門等に近接した箇所に設置するときは、取付護岸の一体化等必要な対策を講ずるものとする。
- ② 基礎地盤が軟弱な箇所及び堤防又は基礎地盤に漏水履歴のある箇所に設置するときは、十分な漏水対策を講ずるものとする。

第八 二 ②について

基礎地盤が軟弱な箇所に設置するときは、函体の可撓性、止水性、地震時の安全性、耐久性等を十分に検討し、地盤沈下により水門等と堤防との間に空洞が生じないような構造とするとともに、函体の折損等の欠陥が生じないようにしなければならない。また、堤防及び基礎地盤の漏水履歴のある箇所に設置するときは、止水対策等の漏水対策を講じるとともに、さらに函体周囲の空洞化について十分な検討を行い、支障が生じないことを事前に確認することが必要である。

ここで、樋門において（樋管を含む）空洞化が懸念される場合は、柔構造・柔支持方式の構造を採用し、加えて函体内部から空洞部の処置が行えるようなグラウトホールを設置するものとする。その際、函体の変形を函体施工後の地盤の変形に追従させることが可能であっても、函体内の堆砂により流下能力を阻害し、維持管理上の障害とならないように、函体長、函体断面の大きさ、沈下分布形状、継手の変形能力、地盤の沈下性状等を勘案して、堤防及び函体に影響を与えないような沈下量に納める必要がある。なお、杭（先端支持杭及び摩擦支持杭）基礎構造の樋門の新設・改築は禁止しているので注意を要する。また、既設の杭基礎構造の樋門に継ぎ足す場合には、その機会を捉えて空洞化の調査・対策を行ったうえで杭基礎以外の構造で継ぎ足すことが重要である。

(2) 基礎地盤改良

1) 基礎地盤改良の規模

[施工条件・状況のモデル化]

施工条件、基礎地盤条件を以下のようにモデル化する。

・ 荷重条件

施工位置は既存堤体上に選定される。ここに開水路もしくは樋管が設置され、その周囲がソイルセメントにより埋め戻される。既存堤体盛土が開水路もしくは樋管に置き換わることによる荷重減と、既存堤体盛土がソイルセメントに置き換わることによる荷重増が相殺されると考え、荷重条件は変化しないと見なす。

・ 地盤改良範囲

後添検討結果および施工性を考慮し、横断長 30m、幅 6m、厚さ 2.0m とする。

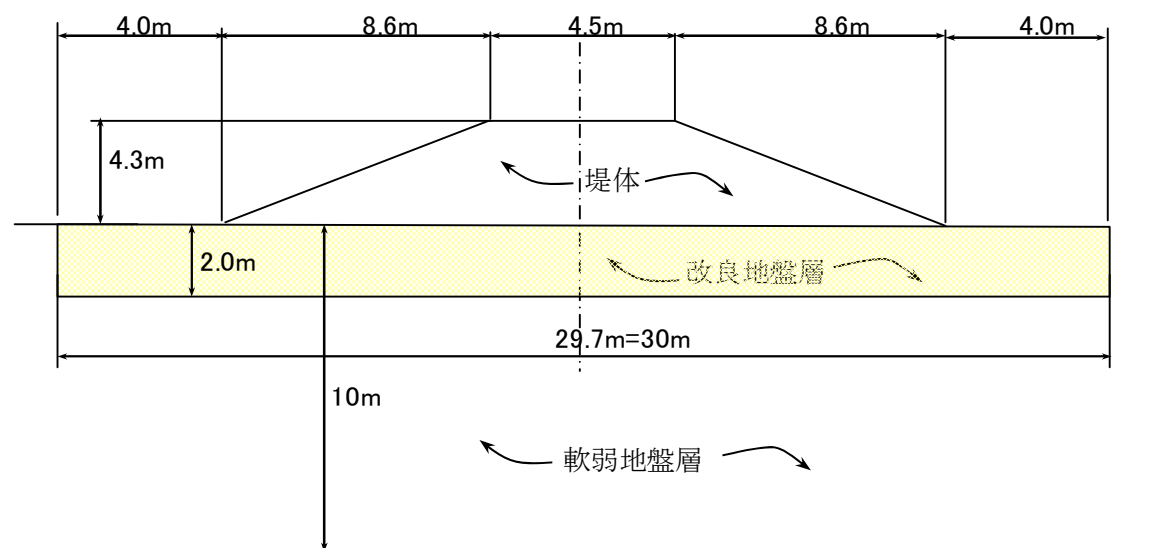


図 10-2 地盤改良模式図

・軟弱地盤層の層厚および物性値

準備調査報告書では、シャンクス、ホープ Intake 近傍の北側堰堤上で5孔の調査ボーリングが実施されている(表 10-1)。この結果に基づき、軟弱層の層厚を10mに評価する。また、図 3-2-4 より $\tau_v = q_u/2$ 、図 3-2-5 より $N=1\sim 2$ 前後で $q_u=45\sim 80N$ ($N=1/22.5\sim 1/40 \tau_v$) となることから、標準貫入試験・N値を $N=1\sim 2$ とする。 $N=1\sim 2$ に対する孔内水平載荷試験変形係数は図 10-5 から $E=1000KN/m^2$ 、図 10-6 の水平載荷試験変形係数と平板載荷試験変形係数の関係から、平板載荷状態変形係数 E_{df} を $E_{df}=4000KN/m^2$ とする。

なお、堤体盛土の単位体積重量は $1.7t/m^3=1.7\times 9.8\times KN/m^3=1.7\times 10^4KN/m^3$ とする。

表 10-1 近傍調査ボーリングの結果

深度 (m)	BH-1		BH-2		BH-7		EMB-3		EMB-4	
	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N
1			30		30					
2	30		25		15				40	
3	35		30		25					
4	40									35
5		3	35		15			2	20	
6	20		15		15				20	
7			15							
8	15				15			35	15	
9	15		20		20			43	50	
10		3		2		20				
11										
12		28								

V; ベーセン断試験結果
N; 標準貫入試験N値

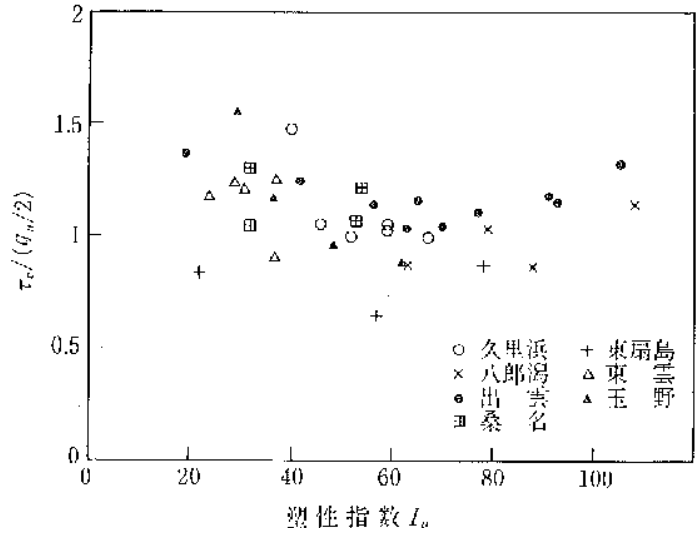


図 10-3 ベーレンセン断強さと $q_u/2$ の関係

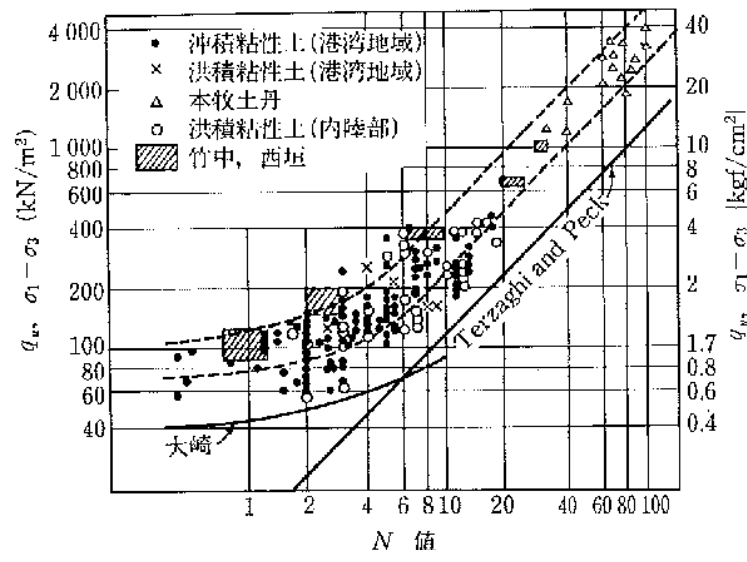


図 10-4 q_u と N 値の関係

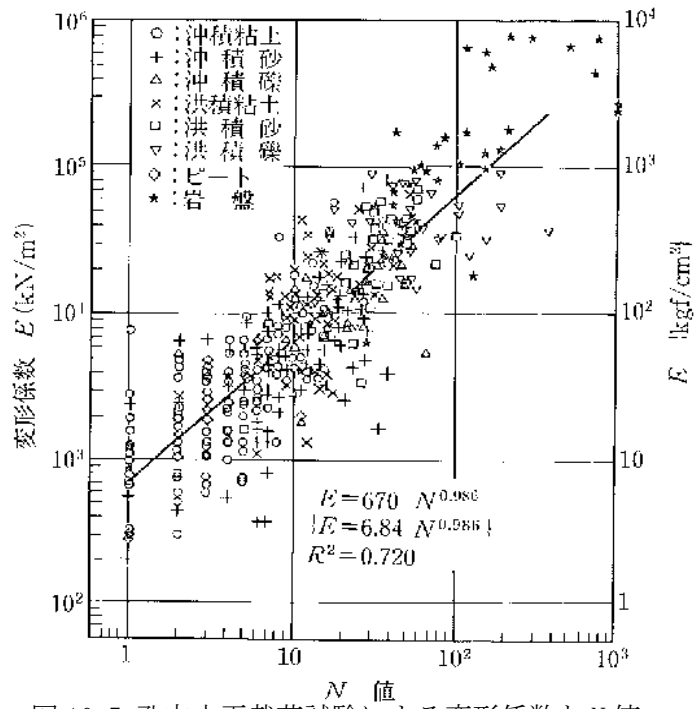


図 10-5 孔内水平載荷試験による変形係数と N 値

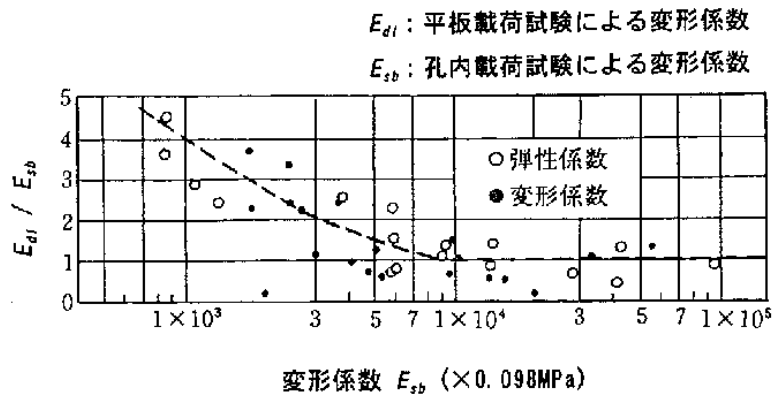


図 10-6 孔内載荷試験変形係数と平板載荷試験変形係数の関係
 (図 10-3~図 10-6 は、地盤調査法 (地盤工学会) による)

[挙動の評価]

取水工は既存堤体を開削して設置される。この開削に伴う応力開放により基盤はリバウンドし若干膨れ上がる。この基盤上に構造物が設置された後、周囲が埋め戻される際、埋め戻し土の荷重によりリバウンド分が沈下するものと考えられる。リバウンド量は土が弾塑性体であることから新規の荷重による変形量よりは小さくなるが、安全側に新規の場合に等しいと見なしてこの時の即時沈下量を求める。

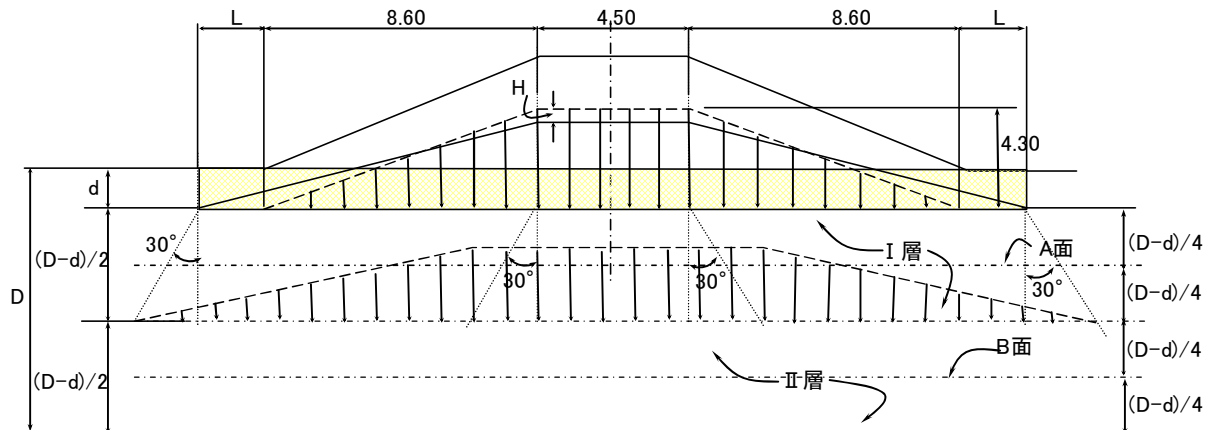


図 10-7 荷重分散・沈下量評価概念図

・堤体横断面方向での荷重分散

改良範囲を L_m 延長したことによる全荷重反力が延長前と等しいとすると、

$$(8.6/2 + 4.5 + 8.6/2) \times 4.3 = \{(L + 8.6)/2 + 4.5 + (L + 8.6)/2\} \times (4.3 - H)$$

$$A = (8.6/2 + 4.5 + 8.6/2) \times 4.3, \quad B = (L + 8.6)/2 + 4.5 + (L + 8.6)/2 \quad \text{とおくと、} \quad H = 4.3 - A/B$$

・堤体軸上の沈下量

$L=2\text{m}, 3\text{m}, 4\text{m}$ 、 $d=1.0\text{m}, 1.5\text{m}, 2.0\text{m}, 2.5\text{m}, 3.0\text{m}$ に対して沈下量を求める。

検討結果では、堤体横断面方向に改良範囲を延長し作用荷重の分散を図ることが効果的であることが明らかとなった。柔構造樋門設計の手引き ((財) 国土技術研究センター編)

で許容沈下量を 5cm としていることを踏まえ、上下流方向への改良範囲延長を 4m、改良深度 2m とする。

表 10-2 沈下量計算結果

I 層最大沈下量(L=2.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :A面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 2 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	15.1	0.57	285.345	40.20	4000.00	0.045
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	15.1	0.57	285.345	41.03	4000.00	0.044
10.0	2.0	4	2	56.3	15.1	0.57	285.345	41.90	4000.00	0.042
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	15.1	0.57	285.345	42.81	4000.00	0.040
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	15.1	0.57	285.345	43.76	4000.00	0.038
II 層最大沈下量(L=2.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :B面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 6 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	15.1	0.57	285.345	23.21	4000.00	0.026
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	15.1	0.57	285.345	24.06	4000.00	0.026
10.0	2.0	4	2	56.3	15.1	0.57	285.345	24.97	4000.00	0.025
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	15.1	0.57	285.345	25.95	4000.00	0.024
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	15.1	0.57	285.345	27.02	4000.00	0.024
I 層最大沈下量(L=3.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :A面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 2 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	16.1	0.8	267.75	37.72	4000.00	0.042
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	16.1	0.8	267.75	38.50	4000.00	0.041
10.0	2.0	4	2	56.3	16.1	0.8	267.75	39.32	4000.00	0.039
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	16.1	0.8	267.75	40.17	4000.00	0.038
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	16.1	0.8	267.75	41.06	4000.00	0.036
II 層最大沈下量(L=3.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :B面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 6 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	16.1	0.8	267.75	21.78	4000.00	0.025
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	16.1	0.8	267.75	22.57	4000.00	0.024
10.0	2.0	4	2	56.3	16.1	0.8	267.75	23.43	4000.00	0.023
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	16.1	0.8	267.75	24.35	4000.00	0.023
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	16.1	0.8	267.75	25.35	4000.00	0.022
I 層最大沈下量(L=4.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :A面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 2 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	17.1	1.0	252.45	35.57	4000.00	0.040
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	17.1	1.0	252.45	36.30	4000.00	0.039
10.0	2.0	4	2	56.3	17.1	1.0	252.45	37.07	4000.00	0.037
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	17.1	1.0	252.45	37.88	4000.00	0.036
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	17.1	1.0	252.45	38.71	4000.00	0.034
II 層最大沈下量(L=4.0m)										
D (m)	d (m)	① (D-d)/2 (m)	② (D-d)/4 (m)	A (m)	B (m)	H (m)	③ 改良体下面載荷重(KN/m)	④ 分散後荷重強度 :B面 (KN/m ²)	⑤ 変形係数E (KN/m ²)	I 層最大沈下量 (m)
							$17 \times 4.5 \times (4.3-H)$	$③ / (4.5+②) \times 6 / 1.732$		$① \times ④ / ⑤$
10.0	1.0	4.5	2.25	56.3	17.1	1.0	252.45	20.53	4000.00	0.023
10.0	1.5	4.25	2.125	56.3	17.1	1.0	252.45	21.28	4000.00	0.023
10.0	2.0	4	2	56.3	17.1	1.0	252.45	22.09	4000.00	0.022
10.0	2.5	3.75	1.875	56.3	17.1	1.0	252.45	22.96	4000.00	0.022
10.0	3.0	3.5	1.75	56.3	17.1	1.0	252.45	23.90	4000.00	0.021

・改良体下面における地盤の支持力に対するチェック

柔構造樋門設計の手引き（（財）国土技術研究センター編）によれば、基礎底面地盤の許容鉛直支持力度は次の通りである。

$$q_a = (q_d - W_s/A) / F_s + W_s/A$$

ここに q_a : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力度 (KN/m²)

F_s : 安全率 $F_s=3$; 常時

q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (KN/m²)

表 10-3, 図 10-7, N 値=1 より $q_d = 3qu = 3 \cdot 8N^{(tf/m^2)} = 3 \times 8 \times 1 \times 9.8 = 235 \text{ KN/m}^2$

表 10-3 極限支持力の目安値

地盤種別	極限支持力度 q_d (tf/m ²) {kN/m ² }
砂礫層および砂層 ($N \geq 30$)	300 {3 000}
砂礫層および砂層 ($10 \leq N < 30$)	150 {1 500}
粘性土層	$3q_u$ {30 q_u }

A : 改良体の底面積 $A=6\text{m} \times 30\text{m}=180 \text{ m}^2$

W_s : 改良体に置き換えられる部分の土の有効重量 $W_s = (1.7 - 1.0) \times 9.8 \times 180 \times 2$
 $= 2470 \text{ KN}$

以上より、 $q_a = (q_d - W_s/A) / F_s + W_s/A = (235 - 2470/180) / 3 + 2470/180 = 87.5 \text{ KN/m}^2$

$87.5 \text{ KN/m}^2 > 1.7 \times 9.8 \times (4.3 - 1.0) = 55.0 \text{ KN/m}^2$

よって、基礎地盤は十分な支持力を有するものと評価される。

2) 改良仕様

「東デメララ貯水池管理施設修復準備調査」で行われたセメント現地混合試験の結果に基づき、セメント混合割合を検討する。

本試験では、貯水池内水路底から粘土を水中掘削し、右表のケースに対し混合試験を行っている。

その結果は、図 10-8 に示すとおりである。

セメント量 混合方法	ゼロ	1袋/m ³	2袋/m ³	3袋/m ³
	1. 収納ビン混合 (水～セメント比大)	ケース 0	ケース 1-1	ケース 1-2	ケース 1-3
2. 撒きだし時混合 (水～セメント比小)	ケース 2-1		ケース 2-2	ケース 2-3

また、地盤調査法によれば、コーン指数 q_c と一軸圧縮強度 q_u の関係として図 10-9 が示されている。ここに、 $q_c = 4.19q_u + 53.0 \rightarrow q_u = (q_c - 53.0) / 4.19$ である。

以上より、以下の点を考慮して、現場混合結果に照らし「セメント混合割合 ; 3袋/m³」を採用する。

- ・現場混合試験は、台船上の収納ビン内もしくは堤体盛土上で行われた。従って地盤内地下水位の影響を受けていない。これに対し、今回行われようとしている地盤改良は、現地地盤内でセメントと土を混合しようというもので地盤内地下水の影響を受けるので、水～セメント比が試験時よりも高くなるものと考えられ、その分、強度も低下する。よって、試験結果に対する余裕を見込む必要がある。
- ・現場混合試験では水路底から採取された粘土が使われた。これに対し、行おうとしている地盤改良では、地盤上層部の有機物含有量の高い土層が対象となる。その分、改良効果が低くなるので、試験結果に対する余裕を見込む必要がある。
- ・図 10-8 より、試験結果のセメント 3袋/m³ 混合のケースでは、 $q_c = 1000 \text{ KN/m}^2$ 程度が期待

できる。図 10-9 の $q_u=(q_c-53.0)/4.19$ より

$$q_u=(1000-53.0)/4.19=226\text{KN/m}^2$$

これに対し、改良体下面での堤体及び改良体自重による荷重強度は

$$1.7\times 9.8\times 3.3+(1.7-1.0)\times 9.8\times 2.0=43.2\text{KN/m}^2$$

であり、 $(226\text{KN/m}^2)/3=75.3\text{KN/m}^2>68.7\text{KN/m}^2$ と、作用荷重に対し 3 倍以上の安全率が確保できている。

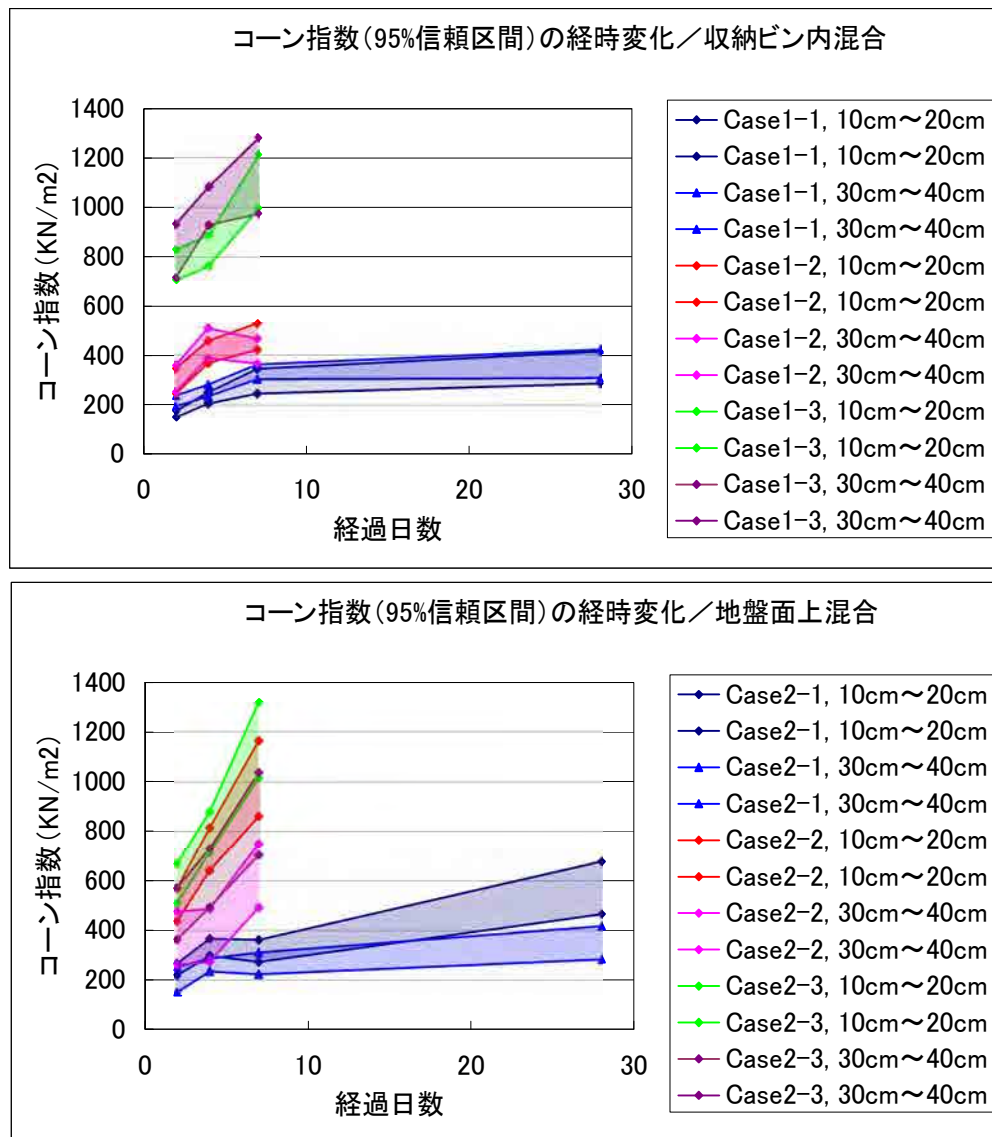


図 10-8 セメント現場混合試験結果

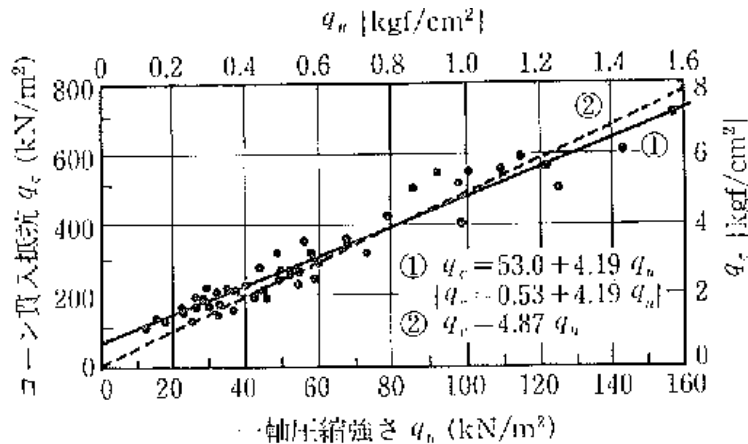


図 10-9 コーン指数 q_c と一軸圧縮強度 q_u の関係

10-2 ソイルセメント

(1) 取水工回りの盛土材料としてのソイルセメントの採用

取水工回りの盛土材料は、以下の性質を具備することが求められる。

- ・ 導水管、擁壁等のコンクリート面との間で、高い水密性が得られること。
- ・ 不透水性であること。
- ・ 締め固めを必要としないこと（ここでは材質、含水比状態の良好な土質材料を得ることが困難である。）
- ・ 周囲の地盤あるいは盛土の単位体積重量と、ほとんど同等の単位体積重量となること（重量が増加すれば、新たな沈下を招く）

現場で発生する／入手される土をセメントと混合して得られるソイルセメントは、上記の全ての要求を満たすことができる。

(2) 改良仕様

地盤改良と同様とする。

(3) ソイルセメントにおける用土の現地調達

ソイルセメントについては、「東デメララ貯水池修復準備調査」において現地練り混ぜ試験が行われ、現場の貯水池水路底から掘削された土とセメント粉を混合して、粘性に富むソイルセメントを製造できることが確認できている。このことを踏まえ、セメント粉の混合対象となる土は、各施工現場で得られる掘削発生土もしくは付近水路底からの掘削土により賄うものとする。また、セメント粉と土の混合は、台船上に据え付けた混合槽内でバックホーもしくは超ロングアーム掘削機により行うことを原則とする。



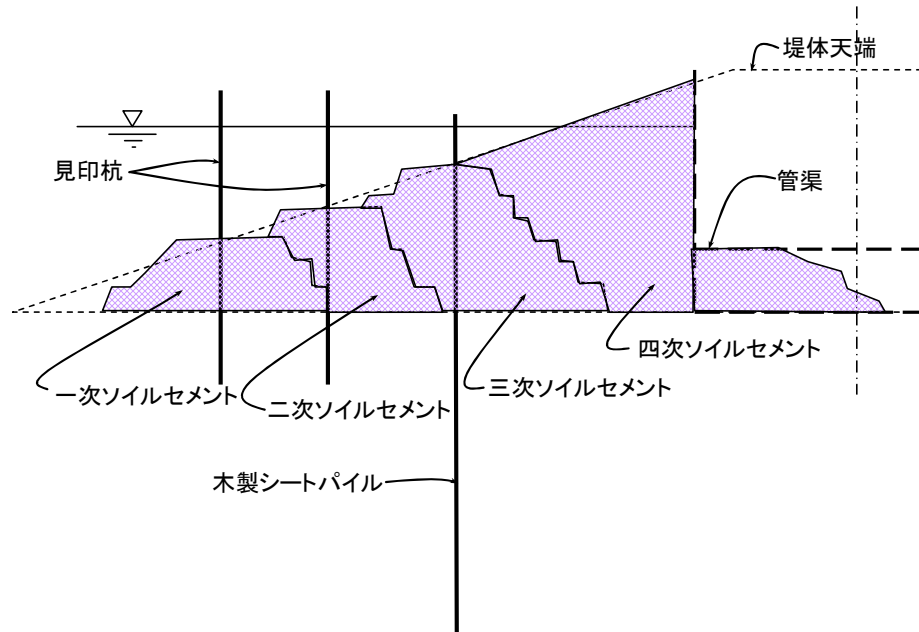
写真 10-1 「準備調査」・ソイルセメント現場混合試験時の状況

10-3 シャンクス、アンズ・グローブ、ホープ既存取水工の始末

これらの既存取水工は、これまでに度々パイピング現象の発現としての漏水問題を引き起こし、補修を繰り返してきた経緯があるので、これを根絶するために適当な対策を講じなければならない。完全に撤去し堤体盛土で置き換えるのが最も完璧な方法であるが、このためには止水矢板で作業エリアを囲うことが必要となり、仮設に多額の工事費がかかる。よって、不透水性であり水中でも固化するソイルセメントの特性を生かし、次のような工法で既存施設の埋設処理を行うものとする。

① 上流側を平均勾配 1:3.0 の斜面に仕上げる。

- ・ 堤体天端上流端から 8.1m の位置に深度計測目印としての木杭を 3m 間隔で立てる。
- ・ ソイルセメント（セメント 1.5 袋/m³ 配合）を木杭位置で堤体天端標高-2.7m の高さに盛る（一次ソイルセメント）。
- ・ 堤体天端上流端から 6.6m の位置に深度計測目印としての木杭を 3m 間隔で立てる。
- ・ ソイルセメント（セメント 1.5 袋/m³ 配合）を木杭位置で堤体天端標高-2.2m の高さに盛る（二次ソイルセメント）。
- ・ 堤体天端上流端から 4.6m の位置に木製シートパイルを建て込む（土中打ち込み 5m）。
- ・ ソイルセメント（セメント 1.5 袋/m³ 配合）をシートパイル両側に堤体天端標高-1.53m の高さに盛る（三次ソイルセメント）。
- ・ シートパイルと堤体間の水を排水する。
- ・ 堤体上流側の空間にソイルセメント（セメント 3 袋/m³ 配合）を充填し（四次ソイルセメント）、シートパイルと堤体天端間の斜面を 1:3.0 に仕上げる。



*既存取水工では基礎地盤中でパイピングが発生した経緯があることを考慮し、木製シートパイルを打ち込むことにより、土中に存在するであろう水みちを遮断する。また、三次ソイルセメントの堤体側、四次ソイルセメントに対しては、コンクリート締め固め用の棒状バイブレーターを用いて締め固め、空隙が残らないようにする。

② 管渠

管渠については、堤体天端の陥没等の管渠回りの漏水が原因で生じる異常事態は生じたことがないので、特別な処置はせず、流動性の高いソイルセメントを用いこれが管渠内に流入することにより得られる程度の閉塞状態を是として、基本的には現状のまま残置するものとする。

③ 下流側を 1:2.5 の勾配で仕上げる。

上流側湖面上の台船からソイルセメントを投入し、これを、堤体天端上もしくは下流側に配置したバックホーにより盛り立てる。