

ガイアナ国
東デメララ貯水池管理施設修復計画
協力準備調査報告書

平成22年3月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
中南米部

中南
CR (5)
10-004

ガイアナ国
東デメララ貯水池管理施設修復計画
協力準備調査報告書

平成22年3月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
中南米部

序 文

日本国政府は、2008年度のガイアナ国政府からの無償資金協力案件の要請に基づき、同国の東デメララ貯水池管理施設修復計画に係る協力準備調査(プログラム形成調査)を実施することを決定しました。係る決定を受け、独立行政法人国際協力機構は、2009年7月及び同年10月から11月迄2回に分け、調査団を現地に派遣しました。

南米に位置するガイアナ国は、国民の9割が大西洋に面した沿岸部に居住していますが、その大部分が海拔ゼロメートル地帯であると共に、年間2500mm以上の降雨が発生する熱帯性気候の影響下にあります。同国の地理的条件を背景に、内陸の河川から沿岸部への流量を適切に調整することは、農業、経済、交通及び保健衛生等、多岐に渡る分野に影響する重要な課題であることから、複数の大規模遊水地が設置されており、治水の観点から重要な役割を果たしています。

本要請案件は、同国に複数存在する大規模遊水地の中でも、首都ジョージタウンに最も近い東デメララ貯水池の老朽化した一部施設を補修することを目的としており、総人口の半数にあたる約35万人のガイアナ国民を保護する防災効果が見込まれています。

本報告書は、同調査団が、ガイアナ国政府と案件の具体的内容を協議・調整して把握した結果と、技術的に実施可能な方途の検討結果を説明したものです。今後実施予定の概略設計調査の実施はもとより、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

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22年3月

独立行政法人 国際協力機構
中南米部長 蔵本文吉

目次

第1章 調査概要	1 - 1
1-1 調査の経緯概要.....	1 - 1
1-2 要請内容.....	1 - 2
1-3 調査目的.....	1 - 2
1-4 調査団構成.....	1 - 2
1-5 調査日程.....	1 - 2
1-6 主要面談者.....	1 - 5
1-7 調査結果概要.....	1 - 6
1-7-1 先方との協議結果.....	1 - 6
1-7-2 現地調査（踏査）結果.....	1 - 7
1-7-3 結論要約.....	1 - 8
第2章 要請	2 - 1
2-1 要請の経緯.....	2 - 1
2-2 要請内容の詳細.....	2 - 1
2-3 サイトの状況と問題点.....	2 - 3
2-3-1 組織制度.....	2 - 3
2-3-2 水資源管理・施設の安全管理についての法制度.....	2 - 5
2-3-3 調査対象地域の概要.....	2 - 7
2-3-4 東デメララ貯水池の現状.....	2 - 18
2-3-5 東デメララ貯水池の課題.....	2 - 22
2-3-6 改修作業の進行状況.....	2 - 23
2-3-7 防災の取り組みの現況.....	2 - 25
2-3-8 日本のノンプロ無償で調達された機材.....	2 - 26
2-3-9 他ドナーの支援状況.....	2 - 27
2-4 要請内容の妥当性の検討.....	2 - 30
2-4-1 機材供与.....	2 - 30
2-4-2 クニア放流工の改修.....	2 - 38
2-4-3 貯水池取水工・調整水門の改修工事.....	2 - 38
2-4-4 設計・施工監理.....	2 - 41
第3章 追加補足調査	
3-1 調査概要.....	3 - 1
3-1-1 事前準備・国内事前打ち合わせ.....	3 - 1
3-1-2 現地作業.....	3 - 5
3-1-2-1 現位置試験実施状況.....	3 - 5
3-1-2-2 室内土質試験.....	3 - 14
3-1-2-3 調査・試験結果の解析.....	3 - 30

3-1-2-4	広域含水比調査及びスランプ試験	3 - 41
3-1-2-5	環境影響調査	3 - 45
3-1-3	帰国後整理作業	3 - 54
3-1-4	次回協力準備調査に関する調査方針・留意事項の提案	3 - 56
第4章	環境社会配慮調査	4 - 1
4-1	環境関連情報	4 - 1
4-1-1	環境関連法制度	4 - 1
4-1-2	環境関連国際条約への加盟状況	4 - 1
4-1-3	環境関連機関	4 - 1
4-1-4	環境影響評価、環境基準	4 - 2
4-2	環境社会配慮調査のスクーピング調査	4 - 4
4-2-1	第4県の概要	4 - 4
4-2-2	事業の概要	4 - 8
4-2-3	マトリックス評価	4 - 9
4-3	環境社会配慮調査必要性の有無	4 - 11
4-4	基本設計調査または第2次協力準備調査の実施に係る留意点、課題	4 - 12
第5章	結論・スクーピングの結果	5 - 1
5-1	協力内容スクーピング	5 - 1
5-2	協力内容	5 - 3
5-2-1	機材供与	5 - 3
5-2-2	クニア放水路付帯施設の改修	5 - 4
5-2-3	貯水池取水工・放流工排水門の改修	5 - 4
5-2-4	設計・施工監理	5 - 4
5-2-5	協力案比較検討表	5 - 5
5-3	基本設計調査に際し留意すべき事項等	5 - 8
添付資料		6 - 1
1	M/M	6 - 1
2	詳細協議議事録	6 - 19
3	B/DのTOR案	6 - 35
4	面会者リスト	6 - 39
5	収集資料リスト	6 - 42
6	先方政府から提出があった防災関連の計画書類等	6 - 44
7	概算事業費	6 - 45
7-1	機材供与	6 - 45
7-2	堤体最弱部改修工事	6 - 45
7-3	クニア水門の補修	6 - 46
7-4	貯水池取水工・調整水門の改修工事	6 - 46

図表一覧

図 2-3-1	NDIA 組織図……………	2 - 4
図 2-3-3-1	東デメララ貯水池位置図(1)……………	2 - 7
図 2-3-3-2	東デメララ貯水池位置図(2)……………	2 - 8
図 2-3-3-3	ジョージタウン付近の推定地質縦断図……………	2 - 9
図 2-3-3-4	ガイアナ国と火山……………	2 - 10
図 2-3-3-5	ガイアナ国の地震……………	2 - 10
図 2-3-3-6	等雨量線図……………	2 - 11
図 2-3-3-7	年降水量と年最大月降水量の推移……………	2 - 12
図 2-3-3-8	年最大日、3日連続、7日連続雨量の推移……………	2 - 14
図 2-3-3-9	東デメララ貯水池概要図……………	2 - 15
図 2-3-3-10	H-A、H-V カーブの推定……………	2 - 17
図 2-3-4-1	東デメララ貯水池平面図……………	2 - 18
図 2-3-4-2	堤体標準断面図 (NDIA が進行中の補修工事に適用)……………	2 - 19
図 2-3-4-3	2006 年洪水時の降水と貯水位の変化 (UNDP)……………	2 - 20
図 3-1-3-1	EPA 組織図……………	3 - 2
図 3-2-1-1	民族的背景……………	3 - 4
図 3-2-1-2	15 歳以上人口の主要な活動状況……………	3 - 5
表 2-2-1	要請内容……………	2 - 1
表 2-3-3-1	ジョージタウンの月平均気象値……………	2 - 12
表 2-3-3-2	貯水池諸元一覧表……………	2 - 16
表 2-3-6-1	UNDCA アクションプラン……………	2 - 23
表 2-3-9-1	2005 年 1 月洪水に対する国際社会からの緊急援助……………	2 - 27
表 2-4-1-1	盛土施工方法の検討……………	2 - 34
表 2-4-3-1	改修・補修対象の確認……………	2 - 40
表 4-1-4-1	2006 年の分野別環境認可状況……………	4 - 3
表 4-1-4-2	年別環境認可状況……………	4 - 3
表 4-2-1-1	年齢別就学率……………	4 - 5
表 4-2-1-2	分野別就学率……………	4 - 6
表 4-2-1-3	飲料水水源……………	4 - 7
表 4-2-1-4	第 4 県の家畜数……………	4 - 8
表 4-2-3-1	スコーピングのためのチェックリスト……………	4 - 9
表 4-2-3-2	想定される影響緩和策……………	4 - 11
表 5-1-1	想定される事業案と先方からの要請案との対照表……………	5 - 1
表 6-3-1	基本設計調査工程案……………	6 - 36
表 6-7-1	概算事業費総括表……………	6 - 47

第1章 調査概要

1-1 調査の経緯概要

ガイアナ国（以下「ガ」国）は南米大陸の北部に位置し、ギアナ高地に連なる高地密林地帯の南部内陸部から、北部の海岸線に進むにつれ高度が下がっていく地勢となっている。内陸部から流れるマハイカ川、デメララ川等の大河の河口が大西洋に面する沿岸部には低湿地帯が広がっており、海拔ゼロメートル以下の地域も存在する。同国の総人口は約80万人であるが、首都ジョージタウンを含む沿岸部の住民を含めると「ガ」国総人口の9割が沿岸部に居住している。

かかる人口分布を背景に、沿岸部に流入する水量を調整することは防災のみならず農業振興の観点からも重要であることから、治水に対する「ガ」国政府の意識は高い。2002年に採択された同国PRSPでは、沿岸地帯の低地には農業をはじめとした経済活動基盤が集中している為、排水及び灌漑施設の整備は同国の成長を担保するうえで不可欠とされている。既存の施設としては、内陸部から沿岸部に流入する水量を調整するために貯水池が複数設置されており、特に、首都近辺を流れるデメララ川の沿岸から上流15キロメートルに位置する東デメララ貯水池（以下、「貯水池」）は、首都に流入する水量を調整しているほか、灌漑及び飲用水にも利用されており、多目的な水資源管理の要となっている。

今次要請対象である「貯水池」は、19世紀半ばに湿地帯に造成された貯水面積は約460 km²、約179 km²の農地の灌漑及び首都部飲料水（給水人口36万人の約4割）の水源、及び首都圏と農地を含む下流域約350 km²の洪水調整機能を有する遊水地であり、現在は農業省国家排水灌漑庁が管轄している。

しかし、近年、海面上昇の影響と見られる洪水被害が懸念されており、2005年に発生した洪水は人口が特に多い首都近辺であったこともあり、同国人口の約4割が被災する事態となった。海面上昇がさらに進行した場合には、居住地、農地及び経済活動が集中する沿岸部は、甚大な被害を受けることが予想される。

このような状況の中、「ガ」国からわが国に「東デメララ貯水池管理施設修復」の要請があった。我が国及び「ガ」国の二国間関係では、2007年6月の日本・「ガ」国首脳会談において「環境・気候変動分野における協力の一層の強化」に関する共同声明を発表し、「気候変動」を含む3分野に重点的に取り組むことを表明しており、本案件の要請はこの共同声明に合致したものである。JICAの「ガ」国への協力は「環境と防災」を含む3分野を中心に進めることとしており、本要請案件はこの協力方針にも合致する。

2009年7月、我が国は「ガ」国に環境・防災問題改善支援プログラム協力準備調査団を派遣し、当初要請内容に関し協議・協力内容の絞込みを行い、日・「ガ」国双方で協力対象分野につき確認した。

また、2009年10月及び11月には、同案件コンポーネントの一つである堤体の補修工事の前提条件確認のため、土質強化試験を現地で実施し、施工上の諸条件を確認するため、追加補足調査を行った。

1-2 要請内容

「ガ」国からわが国に要請があった「東デメララ貯水池管理施設修復」協力内容は次の通り。

【機材供与】

- ロングアーム・トラックタイプ掘削機（湿地型） 8機
- 台船 2機

【施設工事】

- クニア排水門の修復工事（架橋建設1件及び排水門の修復1件）
- マドゥニ排水門、ホープ取水口、アンズ・グローブ取水口、アナンデル取水口およびナンシー取水口の修復

【土木工事】

- 規模は今後検討

1-3 調査目的

本案件は2008年度に一般無償資金協力プロジェクトとして要請越したが、大規模な貯水池の修復を対象とした内容としていたことや、洪水機能や利水機能の修復・保全の検討に必要な技術的な情報が著しく不足していたことから、当該資金協力での支援のあり方とその効果を明らかにする必要があった。したがって、本協力準備調査の目的として、要請に係る現地の状況を把握し、問題解決への適切なアプローチを判断し、今後の協力の方向性を検討することとした。

また、本案件は、要請書提出時に「JICA 環境社会配慮ガイドライン」の「カテゴリーB」に位置づけられていたところ、日・「ガ」国双方で確認された要請内容を踏まえ、今後の協力準備調査における環境社会配慮調査の必要性の有無についても確認した。

1-4 調査団構成

本件協力準備調査団の構成は次の通り。

No.	担当	氏名	所属
1	総括	合屋 善之	国際協力機構 農村開発部 技術審議役
2	協力計画	石川 剛生	国際協力機構 中南米部 中米・カリブ課長
3	調査管理	吉田 拓	同課 ジュニア専門員
4	防災計画	倉内 隆	コンサルタント
5	土木	日置 晴夫	三祐コンサルタンツ

1-5 調査日程

本件協力準備調査団の日程は次の通り。

<第一次調査>

	日	曜日	工程
1	7月4日	土	移動：成田→N.Y（倉内および日置）
2	7月5日	日	N.Y→ガイアナ 09：30～10：00 中居専門家との打合せ
3	7月6日	月	質問表更新及び相手機関との打合せ準備
4	7月7日	火	08：30～10：30 NDIA ワークスペース長官他

5	7月8日	水	09:00～16:00 EDWC 踏査
6	7月9日	木	・10:40～11:20 CDC 面会ラムサルupp委員長他 ・13:00～17:00 EDWC 踏査
7	7月10日	金	・08:40～09:30 GWI ガフオール資金投資・計画部長代行 ・09:50～10:40 Lands & Surveys Commission 地図購入 ・13:10～14:00 農業省作物畜産課面会 ・14:10～15:00 EDWC 踏査 ラ・フロール所長
8	7月11日	土	資料整理及び団内打合せ
9	7月12日	日	資料整理及び団内打合せ
10	7月13日	月	11:00～16:30 EDWC 踏査 スレンドラ技官同行
11	7月14日	火	・10:00～12:30 環境保護庁 シンEPA 部長他 ・14:00～16:00 ローカルコントラクターと面談 ・15:30～20:00 NDIA 技術協議ワーズワース長官他
12	7月15日	水	移動：成田→N.Y (吉田) ・10:30～14:00 農業省水理庁 (倉内) ラハマン技官 ・15:00～17:00 セメント販売会社 (倉内)
13	7月16日	木	移動：N.Y→ガイアナ (吉田) ・09:00～11:00 ローカルコンサルタント2社面会 ・14:00～15:30 NDIA 面会 ワーズワース長官他
14	7月17日	金	・09:30～15:00 EDWC 踏査 スレンドラ技官同行 ・16:00～16:30 ローカルコントラクター面会
15	7月18日	土	・11:00～12:30 ローカルコンサルタント面会
16	7月19日	日	団内打合せ
17	7月20日	月	・09:00～12:00 NDIA スレンドラ技官他 ・13:20～13:30 農業省 Hydromet ラハマン特別水門家 ・15:30～17:00 ローカルコントラクター訪問
18	7月21日	火	・08:30～09:00 ランドオブケイナン水門 (合屋他) ・08:30～11:30NDIA NDIA 情報収集スレンドラ技官他 ・15:00～19:00 EDWC 踏査 スレンドラ技官他
19	7月22日	水	・9:00～10:30GWI ガフール資金投資・計画部長代行 ・11:00～12:30 カリコム事務局面会 アップルウェイト次長他 ・15:30～17:00 農業省面会 パーサード農業相他
20	7月23日	木	移動：成田→N.Y (合屋、石川) ・10:00～10:30 対外貿易・国際協力省 アイザーク次官他 ・11:00～12:00 市民防災委員会面会 ラムサルupp委員長他 ・13:30～18:00 EDWC 踏査 ワーズワース NDIA 長官他
21	7月24日	金	移動：N.Y→ガイアナ (合屋、石川) ・8:30～12:00 EDWC 踏査 スレンドラ技官同行 ・9:00～12:00 シャーマ・ガイアナ電気公社最高経営責任者

			・16:30～18:00 NDIA ワークワース長官他
22	7月25日	土	団内打合せ
23	7月26日	日	団内打合せ
24	7月27日	月	・9:00～10:30 MM 協議 パーマウル農業次官他 ・14:00～15:00 UNDP 情報収集 ロス事業分析担当職員
25	7月28日	火	・10:00～13:00 MM 協議パーマウル農業次官他 ・10:00～11:00 IDB 情報収集ヌエニンゴフ天然資源担当他 ・14:00～17:00 ガイアナ砂糖公社 スークラム・デメララ局長
26	7月29日	水	10:00～12:00 MM 協議・署名
27	7月30日	木	・移動 ガイアナ→ポートオブスペイン 5:35→6:40 BW1414 ・9:00 大使館報告 岩田大使他 ・移動 (合屋、倉内、日置) ポートオブスペイン→成田 ・移動 (石川、吉田) ポートオブスペイン→メキシコ
28	7月31日	金	(石川、吉田) ・10:00-11:00 メキシコ事務所報告
29	8月1日	土	(合屋、倉内、日置) 成田着 (石川、吉田) 移動: メキシコ→ロス→成田
30	8月2日	日	(石川、吉田) 成田着 16:00

<追加補足調査>

	日	曜日	工程
1	10月21日	水	日本発 (日置)
2	10月22日	木	吉田専門家との打合せ。農業省、国家排水灌漑庁 (NDIA) と打ち合せ。 現地状況調査、試験ヤード設定。
3	10月23日	金	購入資材に関する打ち合せ (吉田専門家、NDIA) 土質試験室打ち合せ、現地準備状況確認。
4	10月24日	土	土質試験室・試験準備指導
5	10月25日	日	現地準備状況確認
6	10月26日	月	ケース0、ケース1-1 施工。試料採取～実験室搬入。
7	10月27日	火	土質試験室・供試体作成指導。現地環境影響調査。
8	10月28日	水	ケース1-2、ケース1-3 施工。試料採取～試験室搬入。
9	10月29日	木	移動: 成田→N.Y (谷、合屋、益田) 土質試験室・供試体作成指導。現地環境影響調査。
10	10月30日	金	移動: N.Y→ガイアナ (谷、合屋、益田) ケース2-1、ケース2-2、2-3セメント混合。
11	11月1日	土	土質試験室・供試体作成指導 (ケース2-1、ケース2-2、2-3)
12	11月2日	日	打ち合せ
13	11月3日	月	移動: ガイアナ→ワシントン DC (益田)

			現場 7 日強度・コーン貫入試験（ケース 0、ケース 1-1）現地環境影響調査。
14	11 月 4 日	火	7 日強度・一軸圧縮試験実施（ケース 1-1）
15	11 月 5 日	水	移動：ワシントン DC→成田（益田） 移動：ガイアナ→N.Y（谷、合屋） 現場 7 日強度・コーン貫入試験（ケース 1-2、ケース 1-3）現地環境影響調査。
16	11 月 6 日	木	7 日強度・一軸圧縮試験実施（ケース 1-2、ケース 1-3）
17	11 月 7 日	金	移動：N.Y→成田（谷、合屋） 現場 7 日強度・コーン貫入試験（ケース 2-1、ケース 2-2、2-3） 現地環境影響調査。
18	11 月 8 日	土	7 日強度・一軸圧縮試験実施（ケース 2-1、ケース 2-2、2-3）
19	11 月 9 日	日	現地発（日置）
20	11 月 10 日	月	日本到着

1-6 主要面談者

本件協力準備調査団の主要面談者は次の通り。

1. 農業省	(1)	ロバート・パーサード農業大臣
	(2)	ディンジャル・パーマウル農業省次官
	(3)	ブライアン・シアーズ農畜産課長
	(4)	フレデリック・フラッツ上級技官
	(5)	ザイヌール・ラハマン水理庁特別水理担当官
2. 対外貿易・国際協力省	(1)	ジョン・アイザーク次官
	(2)	サフラーズ・シャドゥード対外貿易事務官
3. NDIA	(1)	ウォルター・ウィリス NDIA 理事長
	(2)	ライオネル・ワーズワース NDIA 長官
	(3)	スレンドラ・シン NDIA 調整技官
	(4)	デーブ・ヒックス NDIA 上級技官
	(5)	シャングー・ブードゥー NDIA 貯水池監督
	(6)	ドワルト・ラネカラン NDIA 土地計測官
4. 市民防災委員会 (CDC)	(1)	チャビラル・ラムサラップ事務局長
	(2)	フランシス・アブラハム事務局次長
5. ガイアナ水道公社 (GWI)	(1)	アルトフ・ガフル投資計画部長代行
6. 環境保護庁	(1)	ジータ・シン環境管理局長
	(2)	シャリファ・ラザック天然資源管理局長
	(3)	ドミニク・サヒード上級環境担当官
	(4)	オーマダット・ラムチャラン環境担当官
7. 現地業者	(1)	クメラージ・ナウス社（ローカルコントラクター）

	(2)	トーマス建設社 (ローカルコントラクター)
8. 他ドナー	(1)	パスティ・ロス UNDP 事業分析担当職員
	(2)	シビル・ネニンゴフ IDB 天然資源専門員
	(3)	ハビエール・グロウ・ベナージス IDB 水・衛生担当職員
	(4)	ロイ・パラファー IDB 調達専門員
9. その他	(1)	中居正臣 駐ガイアナ専門家
	(2)	米崎 紀夫 JICA メキシコ事務所次長
	(3)	シャフダール・アリ 第4地区執行官
	(4)	リシ・スークラム ガイアナ砂糖公社デメララ地区部長
	(5)	クルディップ・ラグナウス・ガイアナ・コメ開発委員会地区部長
	(6)	デオヤナンド・デオサイーナン 水利組合会計担当職員

1-7 調査結果概要

1-7-1 先方との協議結果

(1) 堤防の改修

本件要請書では、堤防の改修工事は要請内容に含まれていなかった。現在堤防の改修工事は、台船に乗ったロングアームバックホーが浚渫土を一旦台船の収納槽に溜め、その後浚渫土を堤防上に置いて掘るという2段階で行われている。この方法は2006年から採用されている。浚渫土借り置きのもと、堤体の整形、転圧等がブルドーザーによりなされる計画であるが、それはまだ行われていなかった。

調査団は、この方法は現在の条件下では合理的な方法で一定の効果があると認めたが、堤体の長期間の保全是達成されがたく将来予想される大洪水に対しては対抗が難しいと判断し、現地で比較的安価で容易な底泥にセメントを混入して堤体を強化する方法を提案した。NDIAはこの方法に関心を示し公表された資料を求めたので、調査団は農業工学研究所論文を提供した。堤防修復にセメント混入工法を採るのは、NDIAにとって未経験である一方、最弱部の堤防改修工事を本件の項目に加えることに調査団とNDIAは合意した。

(2) 機材供与

ロングアーム履帯型(クローラー型、無限軌道)バックホーの湿地型と収納槽付き台船は、堤防改修や「貯水池」内の水路開削に必要であると認められた。底泥とセメントの攪拌により適したバックホーによる堤体上の撒き出し整形を採用することで、堤体転圧用に要請された履帯型ブルドーザーは不採用とすることを調査団は提案し、NDIAは合意した。その結果、合計台数は変わらないが、バックホーが6機から8機に、ブルドーザーが2機からゼロに、台船は2機で変化なしとなった。

(3) 放水路に関わる工事

当初要請されていた大西洋への放水路は、記載の2本の放水路のうち計画路線上の用地を考慮してNDIAがHope放水路(従来のHope取水口とは別地点)を選定していた。しかし、計画・設計が完了していないこと、用地取得が未解決、事業費と工期で無償資金協力案件の通常範囲から逸

脱する点などを考慮して本案件の対象からは除外することで合意した。

代わりにデメララ川へのクニア放水路の排水門と道路横断橋の修復工事を加えることで合意した。

(4) 堤防上構造物の修復

排水門 1 ヲ所、灌漑取水口 3 ヲ所、上水取水口 1 ヲ所の修復は、小規模な工事であるが、確実な止水、安定取水と取水量の調節機能確保に加え、堤体の弱点の補強にも貢献することから調査団はこれを必要であると判断した。

(5) エンジニアリング・サービス

無償本体事業に含まれるので、項目として立てる必要がないことを NDIA は了解した。

(6) 事業費

当初要請では総事業費が 670 万 US ドル（約 6.40 億円）であったが、変更した合意案では 1,120 万 US ドル（約 10.7 億円）に増加する。

1-7-2 現地調査（踏査）結果

(1) 妥当性

「ガ」国の防災計画上の位置付けでは各施設の防災機能の保全・強化、貧困削減戦略文書 (PRSP) では道路・発電所等のインフラと並び灌漑施設への投資が主要戦略として掲げられている。中でも継続的に貯水池の機能を保全することは「ガ」国の経済・社会存続に不可欠な要素として、担当政府機関 NDIA に対し一定の予算（全体で約 10 億円、事業費として約 5 億円）が配分されている。

本案件は、洪水被害軽減および安定的な水資源確保に資するものであり、我が国の援助重点分野「環境と防災」に合致する。

他方、2005 年 1 月の記録的豪雨による大洪水の経験を踏まえ、さらなる近年の雨量強度の増加傾向や平均潮位の上昇傾向等の地球温暖化の影響や、市街地域の拡大等社会環境の変化に対応するため、低平沿岸部の排水機場の能力増強を行う等したが、既存貯水池施設の排水能力の低下や老朽化の問題がほとんど解決されていない状況にある。2005 年の洪水被害発生後に UNDP が実施した調査によれば、老朽化した堤体の改修、排水能力の改善及び「貯水池」内の導流の改善が緊急に必要な課題として報告されており、本要請内容は堤体の補強工法に盛土材強化を加えることで、UNDP 報告書にも沿うものとなり妥当性が認められる。

(2) 有効性

本件の直接裨益者は、第 4 県の人口約 31.0 万人の大半と第 5 県の約 5.2 万人の一部、合計約 30 万人であり、間接裨益者は国民約 75 万人の大部分に当る 60 万人を越えるものと考えられる。

「貯水池」の堤防で豪雨時に越流による決壊が生じた場合、2005 年 1 月の被害をはるかに上回る被害が発生する。同洪水による全国の被害額は、UNDP 報告書で GDP の 59%に相当する 930 億ガイアナドル（約 460 億円）と見積もられている。本件を含む洪水対策が実施されない場合、「貯水池」からの氾濫による洪水被害額は、500 億ガイアナドル（約 230 億円）をはるかに超える規模となることが確実である。

以上より、原要請に若干の修正を施した本件は、裨益者数と費用に対する効果の点で極めて有

効であると言える。

(3) 効率性

クニア放水路の修復事業は、NDIA の設計が進んでおり、デメララ川への距離は約 3km で大西洋への距離約 15km と比較しても即効性が顕著である。本件は与えられた条件下では効率的な案件となっている。

(4) インパクト

「ガ」国において底泥にセメントを混入する軟弱土改良工法は、道路では適用されているが、堤体修復では採用されていない。したがって本件で具体的な工法の詳細が選択された場合、他の貯水池への応用が可能となりインパクトは大きい。

(5) 自立発展性

バックホーを用いた掘削、浚渫、置き土等の作業は、「貯水池」ばかりでなくジョージタウン市街の排水路や郊外の農地でもよく見られる風景であり、「ガ」国では特殊な作業ではない。本件で供与される機材は堤体修復に加え将来は「貯水池」内水路の掘削にも利用される予定であり、十分持続的に利用されることが期待できる。

1-7-3 結論要約

現地調査及び国内解析を踏まえ、以下を本協力準備調査の結論とする。

(1) 結論

本件は、若干の修正を加えた上で無償資金プロジェクトとして妥当である。

(2) 事業内容

原要請に対し以下の変更を行った。

- ・ 供与機種のうち、ブルドーザーをバックホーに変更、
- ・ 放水路位置は、北堤から大西洋向けを西堤からデメララ向けに、新規施設建設から既存施設修復への変更、
- ・ 堤体補修工事にセメント混入工法を導入しての追加、
- ・ エンジニアリング・サービスは本体工事に含むので項目としては除外。

(3) 協カスキーム

「一般プロジェクト無償」と「環境プログラム無償」を比較検討している。「一般プロ」の場合、堤体補修効果の責任を負いきれるかの懸念が在る。「環プロ」でパイロット事業とすることも考えられる。

(4) 今後の予定

2009 年 10 月より、追加協力準備調査を開始する（第 3 章参照）。

第2章 要請

2-1 要請の経緯

今回の要請に至るまでに、「ガ」国より要請された経緯は以下のとおりである。

2007年6月、「貯水池」とボエラシリエ (Boerasirie) 貯水池の修復 (約10億円) およびマハイカ・マハイコニ地域洪水・利水管理 (約40億円) の合計5千万USドル (約50億円) の資金協力が要請された。同年8月、日本側質問に対する追加情報を伴って修正要請書が提出された。

2008年に上記と同様の内容であるが、3つの無償資金協力要請様式から成る要請書が作成された。「貯水池」修復 (約6.4億円)、ボエラシリエ貯水池修復 (約3.2億円) およびマハイカ・マハイコニ地域洪水・利水管理 (約38億円) の合計5千万USドル (約48億円) から成る。この要請書は追加情報を伴って修正された。

2008年9月、日本側から更なる要請内容の絞込みを申し入れたところ、「貯水池」修復670万USドル (約6.4億円) に絞った本件要請書が提出された。

2-2 要請内容の詳細

先方の要請書に記載された要請内容は、機材供与と放水路建設を中心としたもので、以下のとおりである。

表 2-2-1 要請内容 (要請書の表を和訳)

番号	要請項目	単位	数量	単価(US\$)	金額(US\$)
土工機械の機材供与					
1	超ロングアームバックホー (アーム長52feet以上, 広履帯タイプ)	台	6	250,000	1,500,000
2	ブルドーザー (広履帯タイプ)	台	2	400,000	800,000
バックホーを乗せる台船の機材供与					
3	用土収納槽付き台船、バックホーを乗せて貯水池内水路で土工に従事	台	2	250,000	500,000
大西洋への放水路の建設					
4	放水路建設 (Nabacilis/Goldengrove、Hope Dutch Four)				
	土工	式	1		500,000
	放水施設	式	1		2,700,000
既存放流施設および灌漑施設の改修					
5	Maduni 排水門, 4取水口 (Hope, Anns Grove, Annandale, Nancy)	施設	5	100,000	500,000
6	技術支援	式	1		200,000
計					6,700,000

- (1) 超ロングアームバックホーは、「貯水池」内の水路底や湿地から粘土、泥を浚渫し、その浚渫土を堤防上に置くこと、及び「貯水池」内の東西連絡水路掘削のために使用される。
- (2) ブルドーザーは、堤防上に置かれた浚渫土を堤防の「貯水池」外側斜面に数回に分けて撒き出し、敷き均し、転圧、整形するために使用される。台船はバックホーを乗せるとともに、備え付け収納槽に浚渫土を仮置きする。台船は駆動力を持たず、移動はバックホーのアームによる。

(注) 現地調査期間前期に NDIA より、バックホーとのセットをバランスさせるために要請台数を4台に増やしたいとの申し出があった。

- (3) 放水路建設に示された2本のうち、Nabacilis/Goldengrove 放水路は、要請内容から取り除くとの申し入れが NDIA よりあった。理由は次のとおりである。大西洋に排水する放水路は、要請の2本を含む3本が検討された。計画路線上の現況土地利用は、Hope 放水路(=Hope Dutch Four) 路線では農地がほとんどであるのに対し、Nabacilis 路線では住宅地やインフラ施設が在り、Shanks 路線でも住宅地が少なからず在る。また、路線延長は Hope 路線が最短であることから Hope 放水路を選定し、他の2本は棄却したとのことであった。Hope 放水路に関しては、2009年4~8月、調査(“Provision of Engineering Design for EDWC Northern Relief Structure at Hope/Dutch Four, East Coast Demerara, Region No. 4”)が行われており、実現可能性の結論はまだ出ていないとのことである。担当コンサルタントによると水文解析などは今後の作業になり、計画・設計が行われるのは来年以降になる見込みとのことであった。このような状況から今回の対象案件としてはタイミングが合わないことに加え、工事期間が長くなりかつ工事費が通常は無償資金プロジェクトの枠を超える見込みであることから、Hope 放水路を本件対象からは除くことを提案し、了解を得た。

NDIA はデメララ川への3本の既存放水路の一つであるクニア(Cunia)放水路の排水門と道路横断工の修復を加えることを提案した。クニア放水路は老朽化のため計画放流量を流下させることができず排水能力不足の一因となっている。放水路の土水路土工部分は NDIA が実施する予定であり、設計が完了している。検討の結果、調査団はこの提案に合意した。

- (4) 既存排水・取水施設の改修は、排水門1カ所と取水口4カ所から成る。マドゥニ排水門は、緊急放流時以外は閉鎖されている。木製扉体部分や巻上げ装置が老朽化している。

アンズ・グローブ、ホープ、アナンデールの3取水口は灌漑用である。とくに前の2カ所は堤防最弱部に位置し、堤防の弱点でもある。アンズ・グローブ取水口は現構造物流水部を閉鎖し、場所を少し離して新設するのが適切と考えられる。ホープ取水口は現在制御不能で埋没しており、コンクリート管を通して水が流れている。現構造物を閉鎖し(いわゆる埋め殺し)、近くに新設するのが適切である。アナンデール取水口は扉体下部の損傷と下流側堤防に滑りが見られ護岸強化が必要である。

ナンシー取水口は、上水と灌漑用であるが、流入部水路の護岸改修が要請されている。

以上いずれも規模は小さいが、改修は必要と認められる。

- (5) 技術支援として、堤体の安定解析等を望んでいるとのことである。

2-3 サイトの状況と問題点

2-3-1 組織制度

洪水防災に係る主な機関は、下記のとおりである。

(1) 国家灌漑排水庁 (NDIA)

国家灌漑排水庁 (NDIA: National Drainage and Irrigation Authority) は、2004年の排水・灌漑法 2004 (Drainage and Irrigation Act 2004 (No.10 of 2004)) に基づき農業省の傘下に設立された。ここでいう排水・灌漑は、農業地域における排水、灌漑、洪水防御、アクセス道路、ダム、道路を含む。NDIA の一般的な役割は次のとおりである。

- (a) 国家排水・灌漑政策を提言する。
- (b) 適切な方法で排水・灌漑活動の運営と維持管理を調整し、それに適した勧告を行う。
- (c) 上記法の下、NDIA により建設または獲得された排水・灌漑システムと付帯アクセス道路および施設の管理、運営、維持。
- (d) 農業開発および排水・灌漑システムの効率的な管理、運営、評価、監視のために水資源の位置づけ、評価、保全、分配を行う計画 (プログラムとプラン) を開発する。
- (e) 排水・灌漑システムが公有地及び私有地の両方に敷設されており、公有地及び私有地を分離する財務制度を実施すると共に、排水・灌漑インフラも同様に区分し、その結果システムの私有財産部分の運営と維持管理は事業の直接利用者により支払われ、システムの公的財産部分の維持費は公の歳入により支えられる。
- (f) 各地域内の排水・灌漑システムの効率的な運営、維持管理のために手続き、規範、灌漑と環境の基準を含む基準、運営スケジュールを開発する。
- (g) 排水・灌漑システムの計画のための優先度と品質基準を決定するために、フィージビリティ・スタディを実行し、計画された仕事の評価を行う。
- (h) 直営で事業投資を行う、あるいは競争入札手続きを用いて私企業と請負契約を結ぶ。
- (i) 維持業務と投資事業の効率的な実施のためのメカニズムと手順を開発する。
- (j) NDIA が結ぶ契約でしたがうべき条件を定め、監視し、順守させる。
- (k) 上記の機能の実行に伴い必要となるすべてのことを引き受ける。

NDIA の組織図は次図のとおりで、職員数は約 40 人で、そのうち 7 人が技官 (engineer: 学位保持者)、6 人が技官補 (technician: 学位不保持者) である。NDIA の予算は、全体で約 10 億円であり、そのうち事業費が約 5 億円であり、これには海外からの援助は含まれていない。

NDIA の運営方針については、利水者側 (米生産者組合、製糖公社、上下水公社) 及び防災側 (市民防衛委員会) 等から構成される役員会の決定に基づき運営されている。洪水時堤防決壊の危険があるときに、ラマ、マドゥニ両排水門を開けるかどうかの判断は、NDIA 役員会の勧告を参考にして、内閣が決定する。

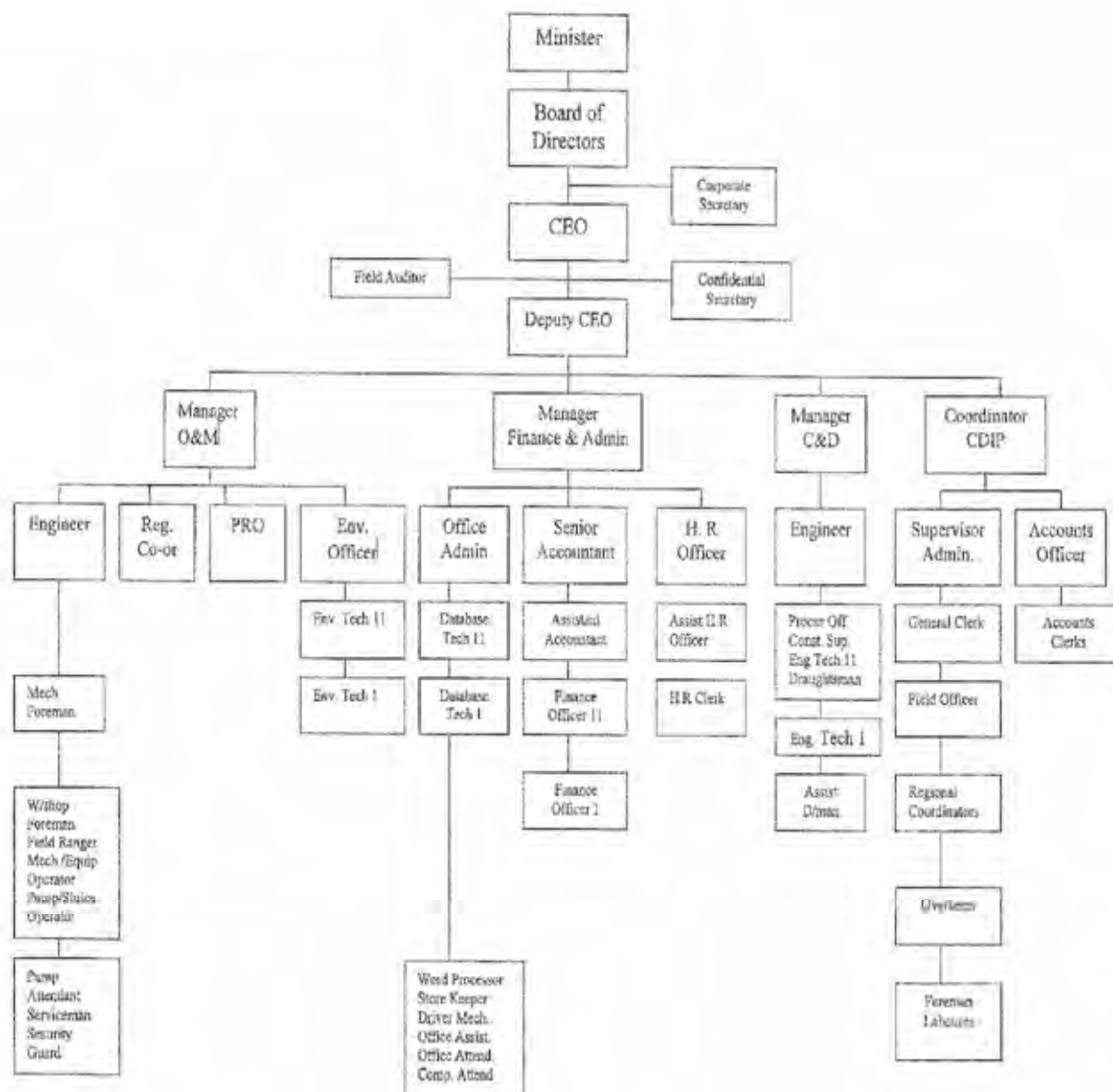


図 2-3-1 NDIA 組織図

(2) 市民防衛委員会 (CDC)

ガイアナのすべての種類の災害に対する計画策定と関係機関の出動を実行するため 1982 年に設立された市民防衛委員会 (CDC; Civil Defense Commission) は、1992 以降大統領府直属の委員会となり、軍の支援を受けて災害管理とその調整を担っており、NDIA の役員会 (NDIB) のメンバーでもある。CDC は 18 人で構成され、退役軍人である委員長と副委員長の 2 人を除く大部分は他省庁からの出向者で占められている。災害時には救援物資の受入口となり、物資の分配を仕切る役目がある。平常時の活動例としては、米軍の支援を受けつつ各機関職員を対象にガイアナ大学で災害管理研修コースを主催している。

CDC は、JICA の技術協力プロジェクトであるカリブ災害管理プロジェクト (フェーズ 1, 2) のガイアナにおけるカウンターパート機関である。

2-3-2 水資源管理・施設の安全管理についての法制度

(1) ガイアナの治水・利水関連法律

Sea Defence Act、Chapter 64:01 [1883年] 海岸、河川、大農園以外のダムの維持

Sea Defence Act、Chapter 64:02 [1993年] 海岸、河川の防衛

Drainage and Irrigation Act、Chapter 64:03 [1941年] 排水灌漑役員会(BID)設立

Drainage and Irrigation Act (Declaration of Areas)、Chapter 64:04[1995年]

ガイアナ砂糖公社(GUYSUCO)所有地の一部を排水灌漑地区と宣言

Drainage and Irrigation Act 2004、下記(2)参照

East Demerara Water Conservancy Act、[1935年] Chapter 55:01 下記(3)参照

Water and Sewerage Act 2002、Chapter 30:01 下記(4)参照

ガイアナの法律(Laws of Guyana)の章(Chapter)毎の一覧表が下記のウェブサイトであり、各法律のダウンロードができる。ただし、最近制定された法律については含まれていないものがある。http://www.gina.gov.gy/gina_pub/laws/tableofcontents.pdf

(2) 排水・灌漑法2004 (Drainage and Irrigation Act 2004)

2004年に制定されたこの法律は、適切な水管理戦略と水利用計画を通じて、最も国家に有利となるように水資源が位置づけられ、評価され、保全され、利用されることを確実にするための国家排水灌漑庁(NDIA)の設立を定めるものである。また、排水と灌漑システムは持続可能な方法で運営されることが規定されている。排水灌漑業務の計画、開発、運営、維持、管理において、水利組合、地方政府組織、農民組合、民間団体を通じた農民参加の拡大を定めている。そしてNDIAの権限と義務を定義し、以上に関連することのために制定されている。

同法において「排水・灌漑」は排水、灌漑、洪水制御、アクセス道路、ダム、農地内の道を含む。「洪水制御」は潜在的洪水を貯水池に貯留することや貯水池から放流することを意味するが、海洋防衛会議が管轄する海と川の防衛は含まない。公共財要素は、幹線排水路と排水灌漑システムの貯水池(治水面、洪水予備放流)を、民間財要素は、幹線用水路、貯水池(利水面、灌漑)、2次排・用水路、3次排・用水路(末端システム)を意味する。

NDIAの役員会はNDIAの政策と一般管理に責任をもち、議長は農業相が任命し、役員は県、水利組合、米生産組合、農業省、財務省、海洋防衛担当省、土地測量委員会、ガイアナ砂糖公社等から構成される。

東デメララ貯水池法等で与えられた「貯水池」の排水灌漑に関する維持作業、運営、洪水防御の責任はNDIAと協議して実行される。

いかなる土地であれ、洪水の危険が切迫している場合、NDIAは直ちにその事実を農業相に報告する。大臣は報告を考慮して、洪水の脅威を防ぐため、あるいは被害を軽減するためにNDIAが必要と考える行動や工事を行うことを指示する。

(3) 東デメララ貯水池法 (East Demerara Water Conservancy Act)

1935年に制定されたこの法は、東デメララにおけるより良い水供給の規定を作ること、「貯水池」の管理を定めること、かつ関連する目的のために、東デメララ貯水池管理委員会(EDWC)の制度を設けるものである。「貯水池」の管理、統制、事務のために9人の理事(Commissioner)か

ら成る理事会 (EDWC Board) を設立するとされていた。

理事会は各農場または各村に 1 ヲ所の取水門を許可し、各町や地方政府地区に対してはしかるべき数の取水門を許可するとされている。取水門の大きさはその時々により理事会が決めるが、ジョージタウン基準 50 フィート以深に設置してはならないとされている。

(4) 上水・下水法 (Water and Sewerage Act 2002)

これは水資源の所有権、取扱い、管理、保護、保全、安全な水の供給、下水業務と助言、それらの規則化、付随するあるいは結びつく事柄のための 2002 年の法である。

この法により、ジョージタウン上下水道委員会 (GS&WC: Georgetown Sewerage and Water Commissioners) とガイアナ水道庁 (Guywa: Guyana Water Authority) を統合することでガイアナ水道公社 (GWI: Guyana Water Incorporated) が設立され、両者の責務も継承した。ジョージタウンの上下水道の管理、維持、運営を行う GS&WC は 1929 年に設立された。1994 年第 4 番の「ジョージタウン上下水道改正法」 (Georgetown Sewerage and Water Amendment Act, No. 4 of 1994) により、GS&WC は工事・通信大臣の管轄下の独立公社となった。

Guywa は 1972 年のガイアナ水道庁法により設立され、主な活動には公共への飲料水供給のための配水システムの建設、運営、維持が含まれ、製糖業労働福祉基金委員会から給水される地区等を除く都市郊外、農村、高地への送水の責任を負った。

(出所: <http://www.gwiguyana.com/?q=node/7>)

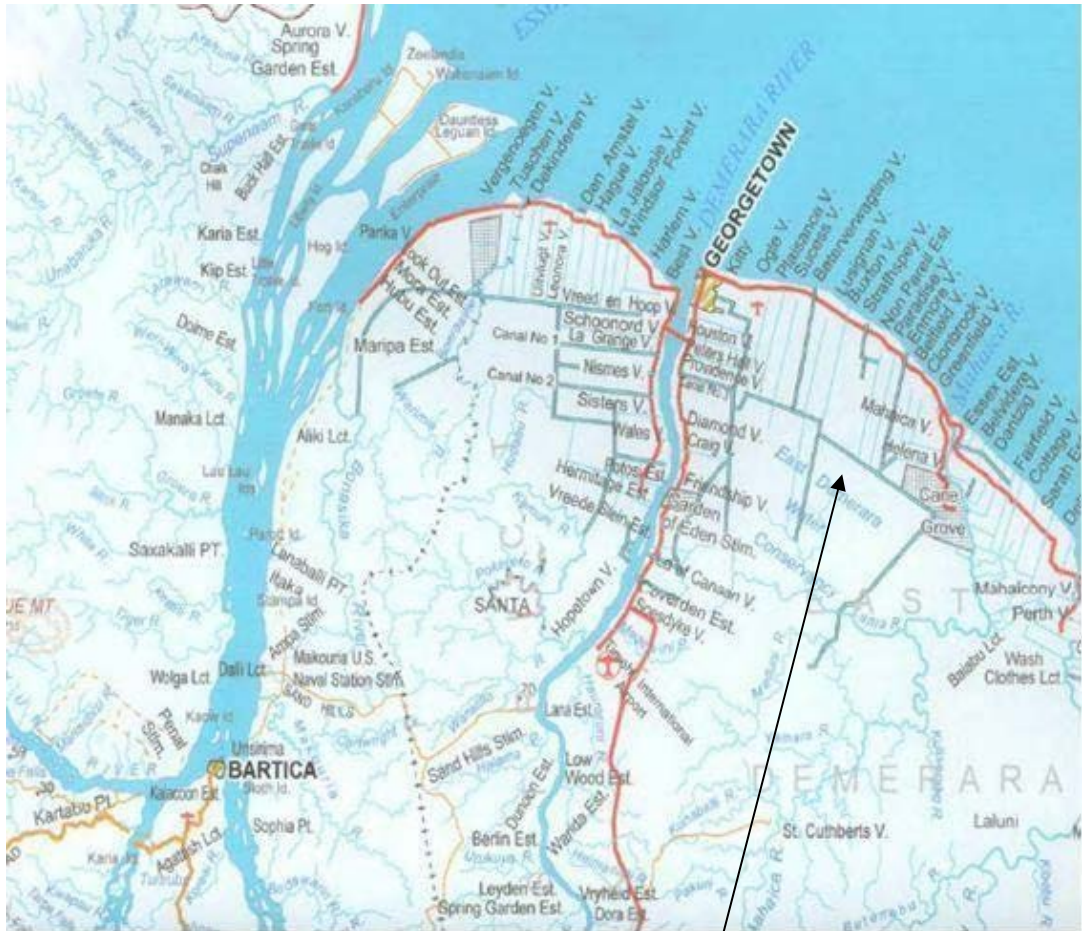
2-3-3 調査対象地域の概要

(1) 位置

「ガ」国は、北緯 $1^{\circ} 10'$ ～ $8^{\circ} 30'$ 、西経 $56^{\circ} 30'$ ～ $61^{\circ} 30'$ に位置し、標高は海拔数m～2810m、面積は21.5万km²である。調査対象の「貯水池」とその流域は、北緯 $6^{\circ} 25'$ ～ $40'$ 、西経 $57^{\circ} 55'$ ～ $58^{\circ} 15'$ に位置し、流域の最高標高はおよそ24mと推定され、首都のジョージタウンを含む行政区Region No. 4の北部を占めている。



図 2-3-3-1 東デメララ貯水池位置図 (1)



東デメララ貯水池



図 2-3-3-2 東デメララ貯水池図(2)

(2) 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地盤標高は概ね平均海面前後 \sim -2mの範囲にあり、この地域に「ガ」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。この地帯は全国土の約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。

高原サバンナ帯は全国土の約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、全国土の約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属する地球最古のものである。

「貯水池」は、沿岸平野部に建設されたものである。聞き取りに基づく「貯水池」北部の地盤標高は、GD. 48~53 feet (GD ; ジョージタウン基準、MSL(平均海面)=GD51.05 feet)である。その周辺基盤は、表層部に層厚1m程度の白色粘土層、その下位のペガスと呼ばれる層厚約5mのピート(泥炭)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。「貯水池」の上流域は海岸線から内陸へ50~60kmの位置に広がっているが、海拔標高20m前後の平坦面を持つ丘陵を含み、その地表面は白色砂で被覆されサバンナ状の植生を有する。

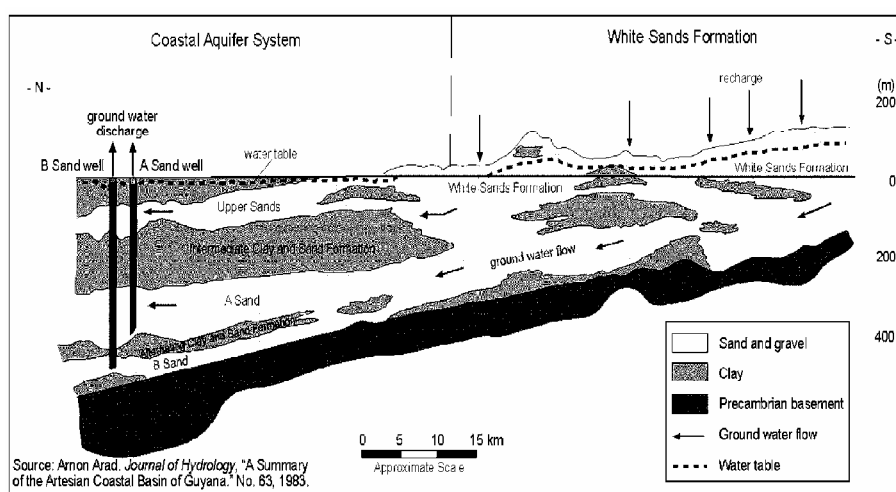
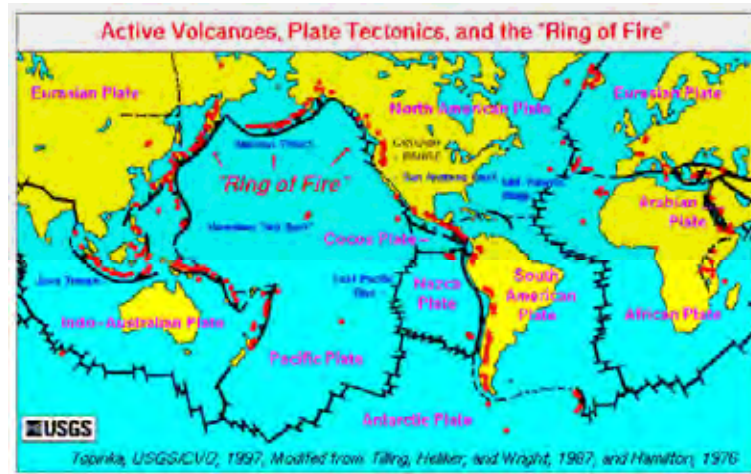


図 2-3-3-3 ジョージタウン付近の推定地質縦断面図
(Water Resources Assessment of Guyana より)

また、「ガ」国には火山は存在せず、火山灰質の堆積土も存在しない。



【出典】活火山の分布地図 図 2-3-3-4 ガイアナ国と火山

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。

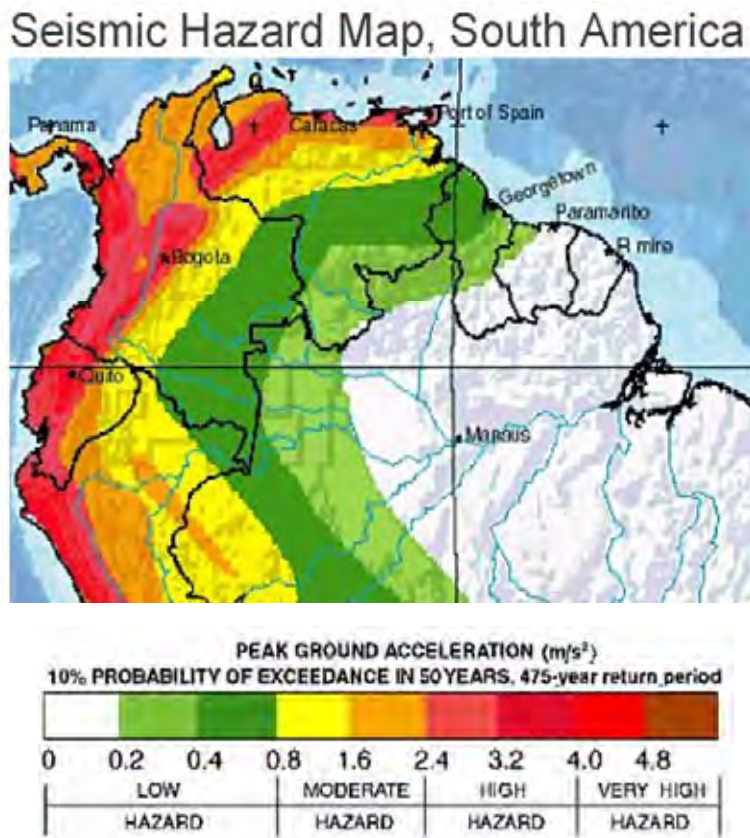


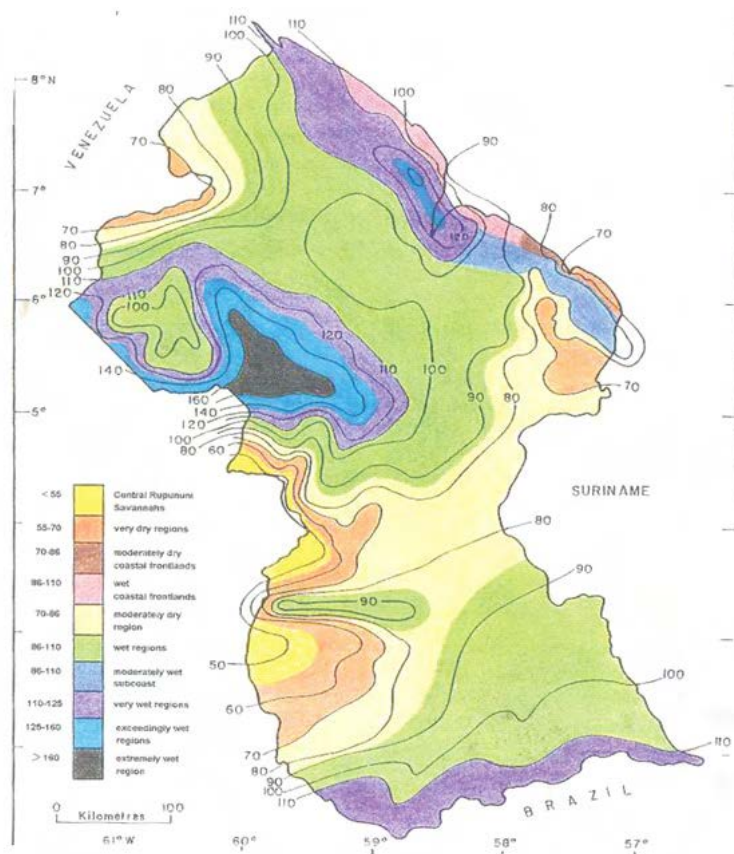
図 2-3-3-5 ガイアナ国の地震

(3) 気象

(a) 気象概要

「ガ」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。年間の平均降水量は図 2-3-3-8 に示すように、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℃～16℃で、内陸高地部で低くなる。ジョージタウンの気候は、理科年表によれば、1971 年～2000 年間の年平均降水量 2,314.3mm (日本国では、高知 ; 2,627.0mm, 室戸岬 ; 2,358.3mm であり、2,314.3mm は我が国の多雨地域の降水量に匹敵する)、平均気温 27.3℃である。

又、「ガ」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° の熱帯収束帯 (ITCZ: Intertropical Convergence Zone, 赤道無風帯) と重なる部分が多い。ITCZ 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 ITCZ 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」はハリケーンとは無縁の微風地域である。



出典: Persaud C&K, 1995,
“The Classification of the
Rainfall Regions of Guyana”

図 2-3-3-6 等雨量線図 (雨量単位はインチ)

(b) 対象地域の気象

「ガ」国の沿岸低平地は、弱い乾期のある熱帯雨林気候に分類される。下表は月別の平均値で、気温は 26.0℃(1月)～27.6℃(10月)と年格差は小さく、日照時間は 6.0 hr/d (5月)～8.0 hr/d (9月)の範囲にある。1971 年の 8 時 15 分の年平均相対湿度は 83%、地表から 2m の高さの風速は 0.9～2.1m/s であった。対象地域ではないが、エセキボ川支流マザルニ川上流山地のカマラン観測所の 1971 年の蒸発量は 1816mm であった。

表 2-3-3-1 ジョージタウンの月平均気象値

気象要素		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	
平均気温	°C	*1	26.0	26.5	27.0	27.0	26.8	26.5	26.6	27.0	27.5	27.6	27.2	26.4	26.8
最高気温	°C	*1	28.7	28.9	29.9	29.5	29.4	29.2	29.6	30.2	30.8	30.7	30.2	29.4	29.7
最低気温	°C	*1	23.2	24.1	24.2	24.4	24.2	23.8	23.5	23.8	24.2	24.4	24.2	23.7	24.0
降雨量	mm	*1	185	89	111	141	289	328	268	201	98	107	186	262	2263
降雨日数 (>1mm)		*1	16	10	10	12	19	23	21	15	9	9	12	18	174
日照時間 (hr/d)		*1	6.3	7.1	7.1	6.9	6.0	5.5	6.8	7.8	8.0	7.5	7.0	6.1	6.8
相対湿度 (%)															
08:15		*2	82	77	78	79	86	87	87	88	80	84	84	88	83
14:15		*2	76	73	73	72	77	79	76	74	72	74	75	78	75
風速(2m高) (m/s)		*2	1.8	2.1	2.1	1.9	1.5	1.5	1.2	0.9	1.2	1.2	1.1	1.1	1.5
蒸発量 (Apan) (mm/d)		*3	3.85	4.11	5.23	4.77	4.21	4.12	5.21	6.17	6.70	6.33	4.81	4.14	4.97
" (mm)		*3	119	115	162	143	131	124	162	191	201	196	144	128	1816

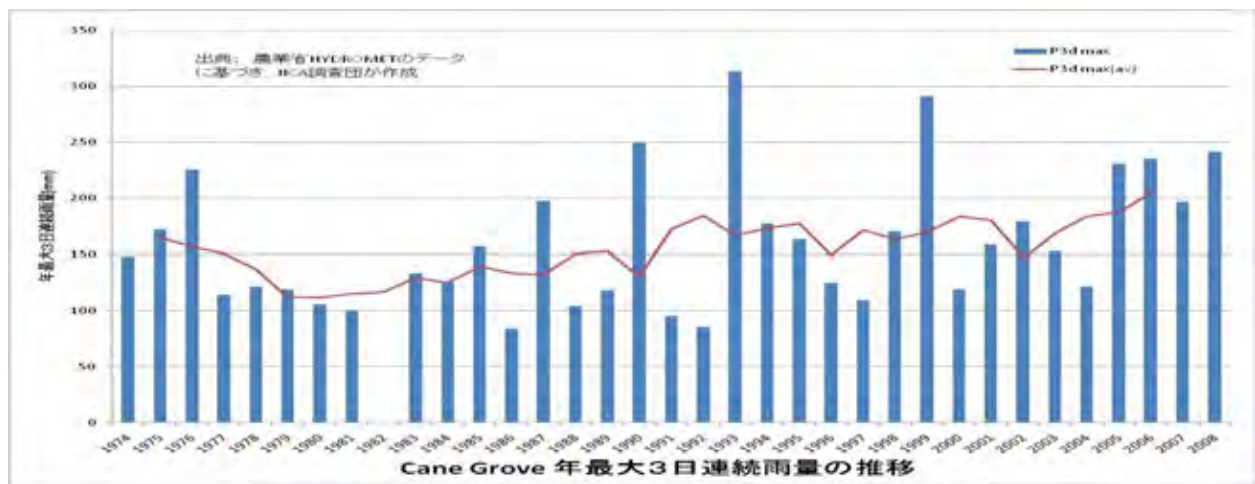
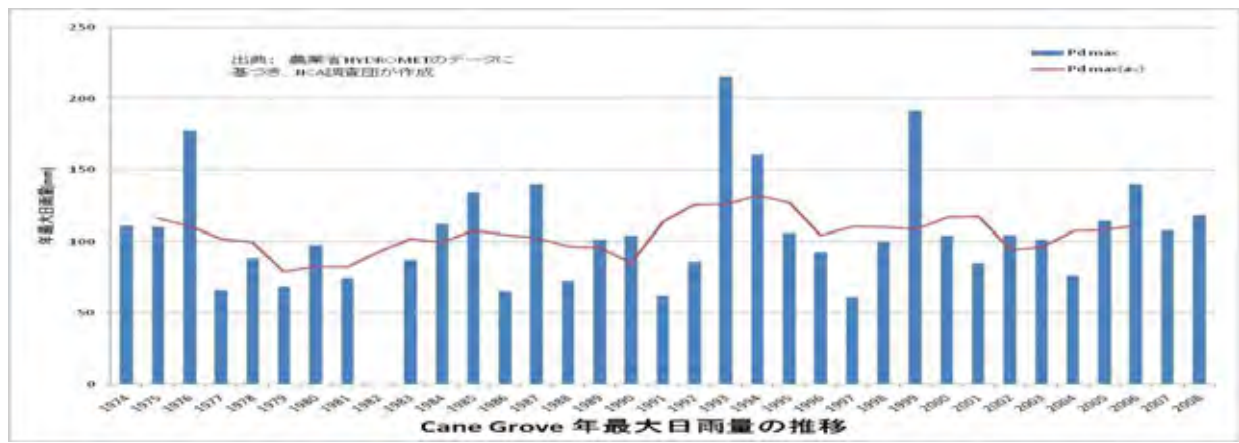
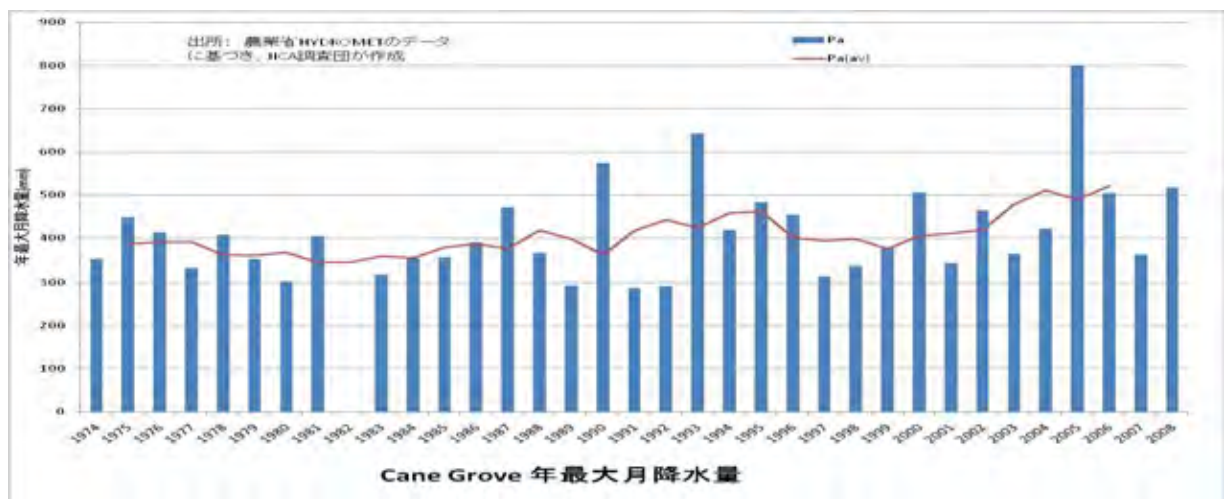
出典: *1 "Average Weather Conditions in Guyana", Hydrometeorological Service, MOA, Guyana, 1997
 *2 "Annual Climatological Data Summary 1971", Hydrometeorological Service, MOWC
 *3 Kamarang Station (approx. location = N 05° 54' W 60° 38') in "Annual Climatological Data Summary 1971", Hydrometeorological Service, MOWC
 注: MOWC = Ministry of Works and Communications, Works

(c) 近年の降雨傾向

1974年から2008年までの34年間の観測値を利用できるCane Grove (Flagstaffの近く)のデータを用いて、年降水量および各年最大の月雨量、日雨量、3日連続雨量、7日連続雨量による経年変化の傾向を検討した(調査団作成の図2-3-3-9と図2-3-3-10を参照)。年最大日雨量を除く4つの図に1980年以降の増加傾向が見られるが、とくに「貯水池」の洪水への影響が大きい連続7日雨量において近年の増加傾向が顕著である。



図 2-3-3-7 年降水量と年最大月降水量の推移



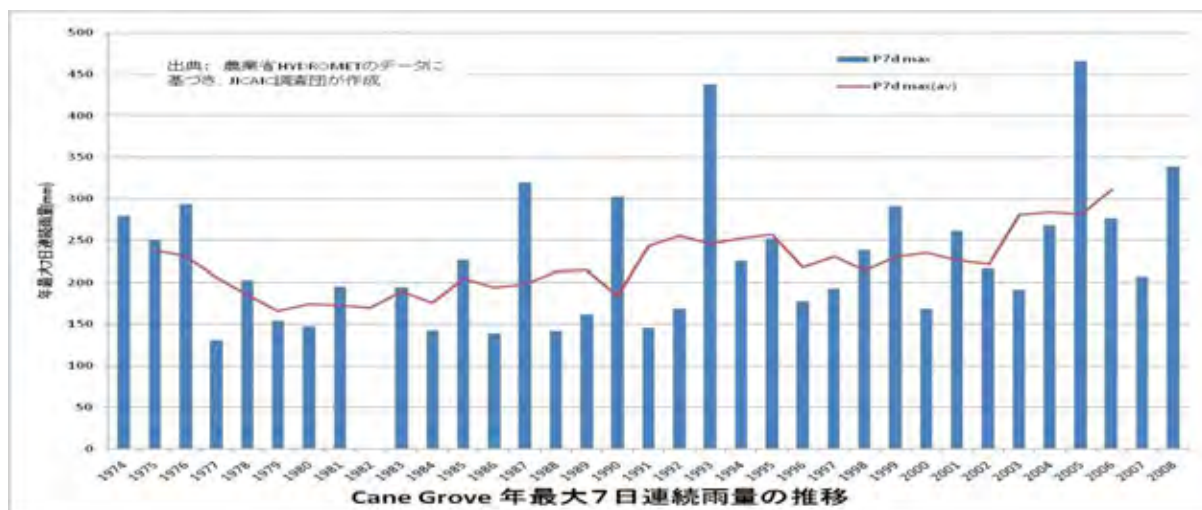


図 2-3-3-8 年最大日、3日連続、7日連続雨量の推移

(d) 地球温暖化との関連

要請書において、前記のような最大雨量増加傾向や「ガ」国における海面上昇傾向は、地球温暖化の影響を受けた現象であると見なされている。潮位記録分析により、「ガ」国では1951年～1979年の28年間で0.9feet (27cm)の海面上昇が示唆されており、この上昇速度(約1cm/年)がその後も続いたと仮定すると、1951年～2005年の54年間で海面は1.8feet (54cm)上昇したと推定される。

(4) 東デメララ貯水池の概要

(a) 施設概要

「貯水池」は、デメララ川からMahaica川にかけて広がる沿岸低地部の上流、海岸線から約15km～20kmの位置に、海岸線と平行に約25kmに渡って延びる土堰堤と、その両端で内陸側に約22km伸びた後、地山に接続した総延長約69kmの土堰堤により形成された貯水池である。NDIAによると「貯水池」はWilliam Russellにより150年以上前に人力で築造された。

「貯水池」の造成当初は、Lama川及びMaduni川をせき止め、土堰堤で囲い込んだ貯水池内にその流下水を貯留することにより、デメララ川右岸、ジョージタウン～大西洋沿岸低地部への灌漑用水を供給することを目的に建設されたとされている。従前に存在した湿地帯を形成していた無数の小水路を堰堤により遮断することにより、その下流域の農地の乾燥を促進させ、農地開発を進めることに寄与した。

現在は、かんがい用水供給、防災機能の他に、ジョージタウンへの飲料水供給機能も果たしており、当貯水池からの年間の取水量は約8,500,000 m³に達する。この量は、ジョージタウン住民35万人の必要量の40%に相当する

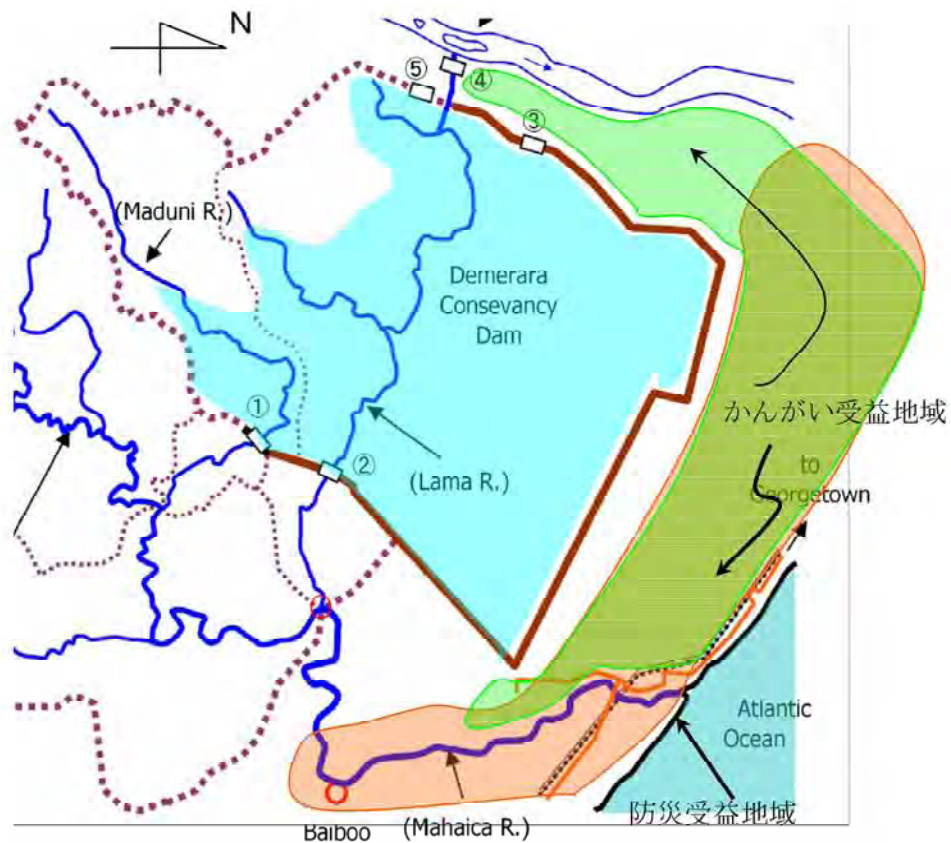


図 2-3-3-9 東デメララ貯水池概要図

(b) 貯水池の諸元

「貯水池」の諸元に関しては、必ずしも定まったものがあるのではなく、諸レポート間で一致しない数値も少なからず存在する。とくに「貯水池」の底の標高で信頼できる情報の存在が確認できない。また、「貯水池」の大部分は浮草が占める湿地帯である。したがって実測値に基づく信頼できる水位-面積/貯水量曲線 (H-A, H-V カーブ) がまだ作成されていないものと推量される。

かかる制約の下、精度の高い数値は得られないが、本調査において既存の情報や降雨・水位記録をも参考に H-A、H-V カーブを推定し、今後の詳細調査により修正されるべき値ではあるが以下の諸元を概定した。

表 2-3-3-2 貯水池諸元一覧表

項目	諸元	備考
流域面積	580 km ²	5 万分の 1 地形図で確認
満水面積	460 km ²	計画洪水位のとき (H-A カーブ参照)
総貯水量※1	423,000,000 m ³	529MCM×0.8※2
治水容量※1	95,000,000 m ³	119MCM×0.8※2
利水容量※3	234,000,000 m ³	293MCM×0.8※2
死水量※1	94,000,000 m ³	117MCM×0.8※2
常時満水位	GD. 57.5 feet	GD. 17.53m※2、海拔 1.97m
計画洪水位	GD. 58.5 feet	GD. 17.84m※2、海拔 2.27m
計画最低水位	GD. 53.5 feet (GD. 16.31m)	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、海拔 0.75m
計画ダム天端標高	GD. 59.0 feet	GD. 17.98m、海拔 2.42m
最低ダム天端標高	GD. 57.93feet	GD. 17.66m (2005 年 1 月時点) 海拔 2.10m
池敷平均標高 (池の底の標高)※4	GD. 52.5 feet	GD. 16.00m、海拔 0.44m (GD48feet、海拔-0.28m~)
貯水池内水路底標高 ※4	GD. 27 feet~ GD. 47 feet	GD. 8.2m~GD. 14.4m、海拔-7.4m~-1.2m

注) 海拔ゼロメートル=GD51.05 feet (=GD15.56 m)

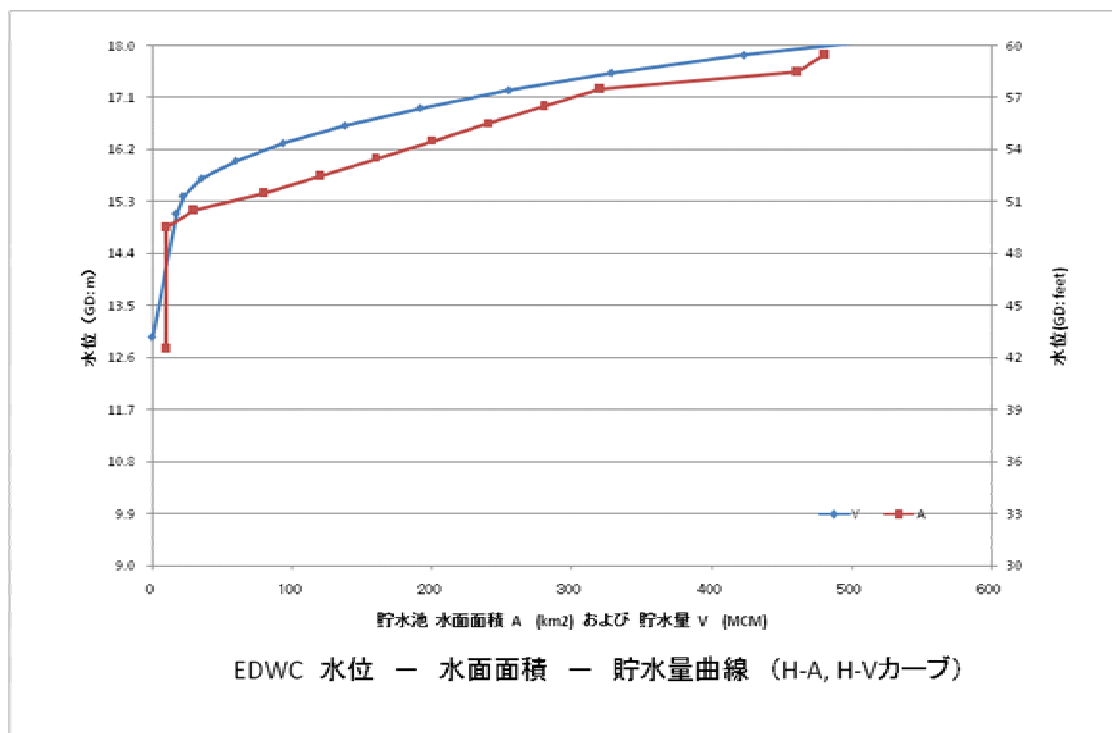
※1) 推定 H-V 曲線による。

※2) 植物等貯水容量に見込めない容量を 2 割と仮定

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

※4) 聞き取り等に基づく。

※貯水池の造成当時の設計及び計画値は一切存在していないため、現地調査と聞き取りにより推定した。



EDWC 水位—水面面積—貯水量 関係								
水位			水面面積		貯水量		有効容量	備考
H (GD: feet)	H (GD: m)	ΔH (m)	A (km ²)	A _{av} (km ²)	ΔV (MCM)	V (MCM)	V _e (MCM)	
42.5	12.95		10		0	0	0	
49.5	15.09	2.13	10	10	21	21	17	
50.5	15.39	0.30	30	20	6	27	22	
51.5	15.70	0.30	80	55	17	44	35	
52.5	16.00	0.30	120	100	30	75	60	
53.5	16.31	0.30	160	140	43	117	94	LWL
54.5	16.61	0.30	200	180	55	172	138	
55.5	16.92	0.30	240	220	67	239	191	
56.5	17.22	0.30	280	260	79	319	255	
57.5	17.53	0.30	320	300	91	410	328	FSL
58.5	17.83	0.30	460	390	119	529	423	HWL

図 2-3-3-10 H-A、H-V カーブの推定 (JICA 調査団作成)

(2) 土堰堤の構造と安定性

(a) 力学的安定性

土堰堤の盛土は、基礎地盤の粘土層～ペガスと呼ばれるPEAT（泥炭）層の上に1.5m～2.0m程度の盛土高で盛り立てられたもので、盛土材料は全般的には青灰色粘土とPEATの混合物から成っている。盛土天端幅は0.5m～1.0m程度と狭く、上流斜面勾配は1:2.0～1:2.5前後、下流斜面勾配は1:2.0前後であるが、最急1:1.0程度の所もある。

聞き取り情報によれば、貯水池水位がGD. 52～53 feetまで下がると上流斜面が不安定化し、スベリ破壊が生じる由であり、盛土部分の間隙水圧の急激な低下がこの破壊の原因と推測される。

現地踏査時には、木製あるいは鋼製矢板による補強工事、あるいは木製矢板工の老朽化・破損と同時に生じたと思われる護岸工部盛土のオープクラック以外には、不安定化した斜面を示唆する事象を観察することはなかったが、水路掘削斜面～盛土斜面を含む全体が、極限平衡状態的な状況にあることも考えられる。今回の調査では、「貯水池」の地震履歴に関する調査まで手を伸ばしていないが、地震の問題を含めて盛土の安定性を検討する、あるいは対処法（Ex：スベリが生じたとしても土堰堤が残存するように下流側に幅広く盛土する）を検討することが、次検討段階での課題となる。

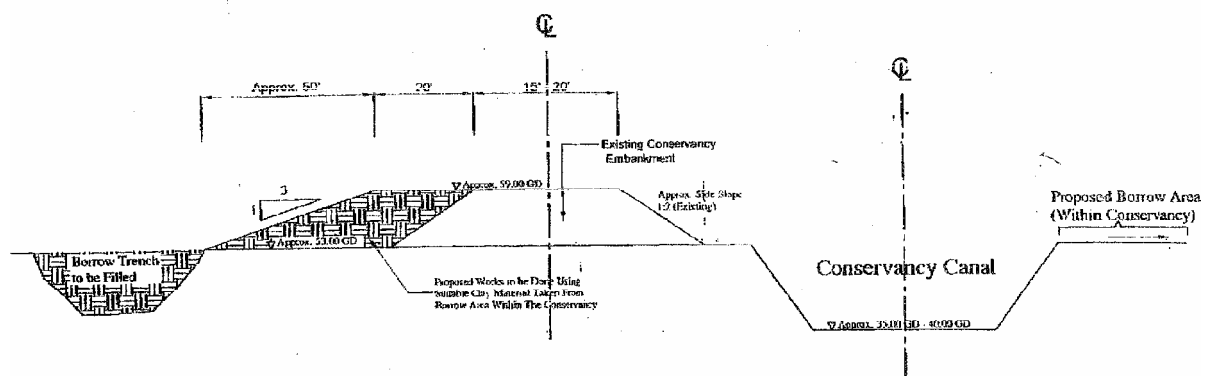


図 2-3-4-2 堤体標準断面図（NDIA が進行中の補修工事に適用）

(b) 水理的安定性

NDIA はパイピング問題について認識しており、緊急修復工事に構造物の止水を含めている。

現地踏査時に、盛土下流斜面あるいは下流法先に地下水浸出が生じている状況は、一箇所です壊した元の取水管周辺からの浸出状況以外に、観察することはなかった。下流側が湿地状であり地下水位が高いことが、貯水池水位との水頭差が小さくなるという意味で、浸透水に対する水理的安定性（パイピング破壊に対する安定性）を高めるプラス方向の働きをしていることによるものと推測される。

(3) 洪水時の状況

(a) 2005 年洪水

2005 年 1 月 15 日～22 日、「ガ」沿岸地域、特に首都ジョージタウンを含む第 4 県に、総雨量約 800mm（8 日間）が降り広い範囲で洪水が発生した。このとき、「貯水池」の最弱部の堤防うちの

約 2 km で越流するとともに、「貯水池」内の流入水をデメララ川へ排水する放水路と排水ゲートの不足から、貯水池の堤防の欠壊を恐れた結果、緊急的に通常は行わない放流操作を行った。具体的には、第 4 県東部および第 5 県西部に流下するマハイカ川支流ラマ川の方に、増加する「貯水池」内の水を放流したため、第 4 県の洪水が激化し稲作被害を伴う激甚な被害が引き起こされた。越流した堤防等の欠壊を防ぐため 150 人態勢で土袋を置き、かろうじて堤防決壊を免れた。また、水に浸かったのは公道上の湛水深 0.3m、農地で 1~1.5m に達し、湛水期間は数週間から 2 ヶ月に及んだ。ジョージタウンの都市部においても湛水深が約 1m に達するところがあった。この洪水で被害を受けた人口は国民の 48%、35 万 5 千人である。中でも第 4 県は人口の 85% が影響を被っている。被害総額は、GDP の 59% に相当する 930 億ガイアナドル（約 460 億円）と見積もられている（UNDP 報告書）。

(b) 2006 年洪水

2005 年 12 月～2006 年 1 月の大雨で第 2 県と第 5 県が深刻な被害を受けた。第 4 県では一部で洪水が発生したものの、2005 年 1 月の洪水ほど広範囲には及ばなかった。2006 年 1 月の大雨は 5 年確率を下回る規模であった。水位記録と堤防標高より堤防の一部で溢水が生じた可能性がある。「貯水池」西部から放流を実施しているため、東西間で 1 m を越える水位差が生じている（図 2-3-4-3、UNDP 報告書）。被害総額は約 60 億ガイアナドル（約 30 億円）と見積もられ、GDP の 4.8% に相当する。農業セクターの被害額は同 GDP の 22% と算定されている

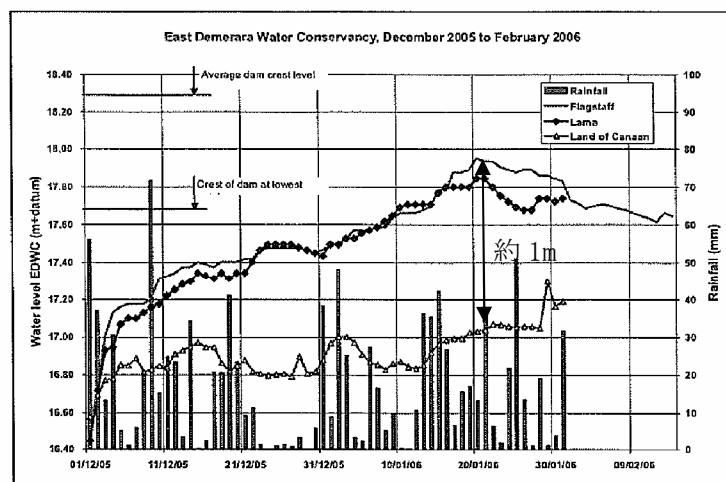


Figure 5.7: Rainfall and water levels observed in the East Demerara Water Conservancy, Period December 2005 to February 2006

図 2-3-4-3 2006 年洪水時の降水と貯水位の変化 (UNDP)

(4) 洪水後の補修と現状

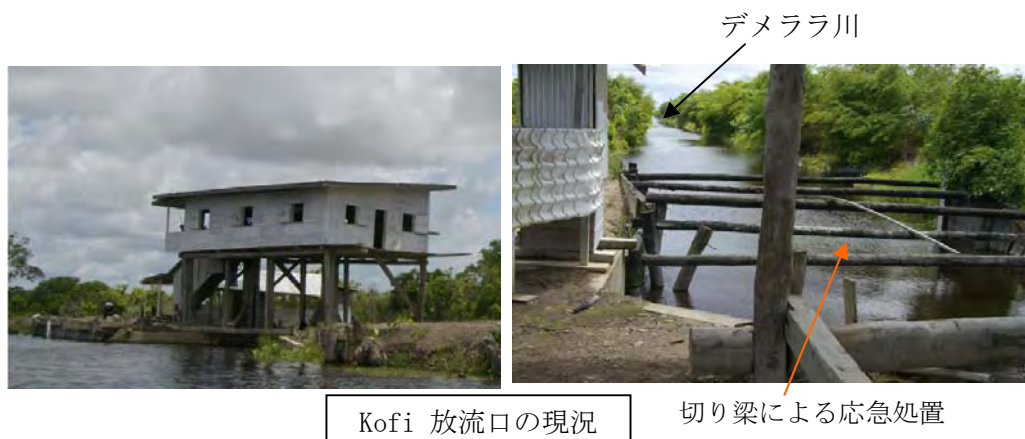
(a) 盛土の応急補修

貯水池北側堤および東側堤の天端部には、2005 年洪水時の緊急対策と 2006 年洪水時の補強工としての土嚢積みの上に、さらに応急補修としてロングアームバックホーにより幅 50cm 前後、厚 30cm 前後の盛土が行われている。盛土材料としてペガス含有率の高い黒色有機質土が用いられており、深くまで亀裂が入っていることも多く、正規の補修を早急に行う必要がある。



(b) 放流口の補修

2005年洪水後に、Kofi および Cunia の両放流口の補修が行われている。Kofi の補修は放流ゲートと護岸工について行われたが、現況を見るとゲート下流の導流壁には内梁が挿入された状態であり、この部分の補修もやがては必要になる。



Cunia 放流口に関し、どのような補修が行われたのかに関する情報を入手していないが、当放流口については、本来、一直線にデメララ川に連結していた放水路を廃棄し、国道工事の際の仮設水路で代替してしまった経緯がある。代替水路および防潮樋門の状況は以下の通りで、放流能力に支障を来す状況下にある。



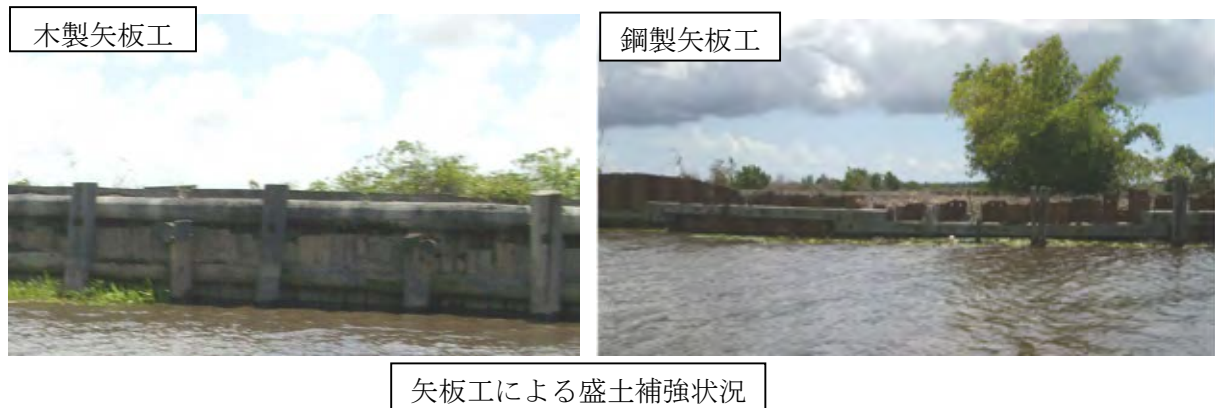
2-3-5 東デメララ貯水池の課題

(1) 「貯水池」の機能回復

2005 年洪水による堤頂越流等による堤体の被災、及び、下流域の洪水を引き起こす慮があり、通常は開放しない Lama, Maduni の水門を開けた事による洪水被害は、堤体天端標高不足箇所が存在すること、放流口の放流能力不足が原因となり生じたものである。これらは、貯水池が基本的に具備しなければならない機能であるが、これが欠落していた事になる。従って、貯水池が必要施設として存在していくためには、その機能を回復しなければならず、具体的には、堤体天端標高不足部の解消、及び、放流口の放流能力の回復の 2 点に取り組みねばならない。

(2) 土堰堤の構造と安定性の改善

貯水池内の土堰堤には、矢板工により補強された箇所が数カ所ある。矢板工による補修は、盛土部に生じたスベリ破壊に対処するためのものと推測されるが、貯水池内水路の維持管理作業としての掘削が無原則に行われた結果、水路トレンチの掘削勾配を急にしてしまい盛土を含む斜面全体のスベリを招いたものと考えられる。このような状況から、矢板工による補強が行われていない箇所でも、盛土を含む斜面全体が極限平衡状態近くにある所も多いものと想定することが必要である。「ガ」国では地震はほとんど無く、あっても小規模であるが、可能性はゼロではない。例え小規模でも、極限平衡状態にある斜面に地震動が作用した場合にどのような事態が生じるのか。このような場合においても全体的な破堤に至らないような形で堤体構造を検討することが、今後の補修工事における課題となる。



(3) 貯水池東側と西側での水位差の解消

図 2-3-4-3 は 2006 年洪水時の貯水池内水位を示しているが、ここで注目すべきは、貯水池西側 (Land of Canaan) と貯水池東側及び北側 (Lama 及び Flagstaff) の間の約 1m に達する水位差である。

この水位差が解消できれば、北側堤および東側堤での貯水位低下～西側堤での貯水位上昇＝放流口の放流能力アップとなり、堤頂越流の危険性減少～貯水池の洪水調節能力強化を図ることができるものと考えられ、重要な検討課題となる。

2-3-6 改修作業の進行状況

(1) 全体状況

2005年洪水による被害を契機とした「貯水池」各施設に対する補修工事は、UNDPなどが派遣した調査団のレポートで提案された緊急工事行動計画（アクションプラン）に基づき行われている。それらの1例としてUNDACの2005年2月報告書「Guyana Floods geotechnical and hydraulic assessment of the East Demerara Water Conservancy dam」により提案されたアクションプランは下記のとおりである。

表 2-3-6-1 UNDAC アクションプラン

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.	

(2) 放流施設

既述のとおり、Kofi 及び Cunia の放流口は、2005年の洪水直後に緊急補修がなされ現在に至っている。また、Lama 放流口は、現在、改修工事が進められている。Maduni 放流口については、ゲートおよび護岸工の改修が今回の要請項目に含まれている。



改修工事中の Lama 放流口



改修を待つ Maduni 放流口

(3) 堤体の改修

2007 年度から、超ロングアーム・バックホー～台船方式により改修工事が進められてきた。本方式は、ポンツーン上に乗った超ロングアーム・バックホーにより堰堤前面水路底から青灰色粘土を採取する、採取材料を台船上の収納槽に貯蔵した後、盛立て地点に移動する、収納槽から採取材料を超ロングアーム・バックホーにより取り出し盛立てヤードに撒き出す、という手順を踏むものである。

施工状況は以下の通りであるが、施工能力は、実績として超ロングアーム・バックホー～台船 1 セット当たり、1 km/7 ヶ月である。



超ロングアーム・バックホー～台船方式による現在進行中の堤体

(4) 貯水池内水路の掘削

NDIA では、洪水放流時の東西間の約 1 m に及ぶ水位差が、貯水池内での貯留水の移動性が低い事に起因しているとの認識に立ち、東西間を結ぶ 3 本の連結水路を掘削することを計画している。

所有機械リストでは、EDWC 事務所は超ロングアームバックホー 2 台、大型バックホー (1.2m³) 2 台を所有しているが、これらの内の主に大型バックホー 2 台により、貯水池内の掘削が進められている。



貯水池内水路の掘削

2-3-7 防災の取り組みの現況

(1) 防災への取組

「ガ」政府は、気候変動適応の一環として災害危機管理と沿岸地帯管理の改善に向け、ドナーの支援を受けつついくつかの政策手段と活動を実施している。2002 年、国家気候変動適応政策および実施計画が承認され、2005 年の洪水後、政府は災害への対応と危険軽減のための包括的な行動の計画の必要性を強調した。市民防衛委員会 (CDC) の改革のための要請書が考慮されている。

2007 年、地球環境ファシリティ (GEF) は世銀を通じて特別気候変動基金 (SCCF) の下、貯水池適応プロジェクト (CAP、現在実施中) の資金 380 万 US ドルの贈与を「ガ」に提供。2009 年 6 月、大統領は低炭素開発戦略 (LCDS) を立ち上げたが、その要点の一つは地球温暖化と海面上昇による国土の荒廃の影響から国民の命と財産を守るための気候変動軽減と適応策の戦略である。CAP の実施事務局 (IS) 構成員は、国家排水灌漑庁、市民防衛委員会、河川海洋防衛部、土地測量委員会、顧問が想定されている。

2007 年 5 月、「ガ」政府は米州開発銀行 (IDB) に対し、総合的災害危機管理 (IDRM) におけるキャパシティ強化のための技術援助を要請した。IDRM のキャパシティ強化は、IDB 危険指標の使用、国レベル危険評価、IDRM の原則に整合させるため及び災害の予防と軽減への資金投資に向けた国家防災計画の更新を通じて行われることが想定されている。包括的国家防災計画は 1985 年に制定・施行されたが、時代に合わなくなっており、カリブ災害緊急対策機関 (CDERA) の包括的災害管理枠組に適合するように改定する必要がある。

(2) 市民防衛委員会 (CDC)

市民防衛委員会 (CDC) は、防災計画を策定し、「ガ」で発生するすべての災害に対して救援活動を行うことを目的に 1982 年に設置され、1992 年以降は大統領府に直属している。CDC は調整業務や緊急時対応を主たる業務としており、合計 18 人のうち事務局長と同次長は退役軍人で、他の多くは他省庁からの出向者で構成されている。

(3) 国家排水灌漑庁 (NDIA)

前記 2-3-1(1)、2-3-2(2) のとおりで、河川海洋防衛部が管轄する海と川を除く治水、洪水防御を担当する。

(4) 河川海洋防衛部 (SRDD)

公共事業通信省 (Ministry of Public Works and Communication: MPW&C) が海岸防衛施設の維持管理と建設を管轄している。同省の河川海洋防衛部 (Sea and River Defence Division: SRDD) は、水理部が農業省から公共事業通信省に移った 1996 年に創立された。海水浸水や河川氾濫に対する治水を担当する SRDD は原則として河川海洋防衛審議会の代理人として活動し、補修整備でも緊急工事でも工事の施工のための物理的介入の範囲を提言する。例えばプログラム企画、設計、工事施工など、海岸防衛へのすべての責任は SRDD に置かれている。本部はジョージタウンに在り、スタッフは約 40 人で、そのうち 15 人が専門技術者と技術スタッフである。SRDD の業務は、緊急修理課とプロジェクト遂行課に分かれている。

(<http://www.guyanacoast.net/orga/srdd/index.html>)

(5) ガイアナ土地測量委員会 (GLSC)

ガイアナ土地測量委員会 (Guyana Lands and Surveys Commission: GLSC) は、1999 年の No.15 法 (cap59:05 Guyana Lands and Surveys Act 1999) の施行により 2001 年に設立された (<http://www.lands.gov.gy/index.html>)。多くの実施待ち測量業務や 4000 を越える未処理の借地申請書を抱え、借地料歳入の不完全な収集、多くの農民が土地保有の保障なしで営農しているなどの問題を抱えていた農業省土地測量部 (Lands and Surveys Department: LSD) に替わるもので、主な機能は政策の実施、公共の土地の管理、情報の提供である。土地利用計画策定を担当し、洪水を分析する点で防災体制の一翼を担っている。

2-3-8 日本のノンプロ無償で調達された機材

わが国は、2005 年度及び 2007 年度に「ガ」国に対し、ノン・プロジェクト無償を実施しており、夫々の供与限度額は 5 億円であった。2009 年 1 月、「ガ」国財務省は在トリニダード・トバゴ大使館に対し、735,293,720 ガイアナ・ドル (円価にして約 334,786,906 円) を同国の第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 及び第 10 地区における排水及び灌漑インフラ修復計画に利用したい旨申請した (右申請内容の詳細は下表の通り)。

品目	単価 (ガイアナ・ドル)	数量	合計 (ガイアナ・ドル)
第 2 地区排水ポンプの修復			32,000,000
第 3 地区ボラシリー貯水池取水口の修復			40,000,000
第 4 地区東デメララ貯水池の保守及び修復			58,923,569
第 5 地区マハイコニー排水施設建設 (リトリープ)			118,000,000
第 5 地区マハイコニー排水施設建設 (コテージ)			120,000,000
スーパー・リーチ・ロング・ブーム 油圧掘削機	27,500,000	4	110,000,000

排水ポンプ	50,000,000	4	200,000,000
合計			735,293,720

東デメララ貯水池管理施設修復に関連する項目としては、「第4地区東デメララ貯水池の保守及び修復」、「スーパー・リーチ・ロング・ブーム油圧掘削機」及び「排水ポンプ」の3点である。在トリニダード・トバゴ大が、「第4地区東デメララ貯水池の保守及び修復」の内容につき「ガ」国財務省に照会したところ、同貯水池の管理、警備及び修復工事に係る労務費であり、本要請案件の内容とは重複しない旨回答があった。「スーパー・リーチ・ロング・ブーム油圧掘削機」及び「排水ポンプ」に関しては、今後確認が必要である。

2-3-9 他ドナーの支援状況

(1) 緊急支援

2005年1月の「ガ」大洪水の際、国連は300万USドルの緊急援助を呼びかけた。国際社会からの緊急援助は次表に示すとおり合計約660万USドルで、その約1/3は欧州委員会人道支援事務局（ECHO）からの支援であった。

表 2-3-9-1 2005年1月洪水に対する国際社会からの緊急援助

ドナー	支援内容	金額 (1,000US\$)
ブラジル	避難所提供、食料支援	0
カナダ	安全な水へのアクセス等	394
CDB	現金	100
中国	現金	100
キューバ	29人の医者、11人の技官	0
ECLA	影響評価使節派遣	0
エクアドル	C130 食料輸送	13
ECHO	洪水犠牲者への緊急援助等	2,236
フランス	緊急救援物資	68
ドイツ	食料以外の生活必需品、水フィルター等	193
IDB	ニーズと被害評価のための職員	200
赤十字赤新月社	食料、NFI、災害緊急救援基金等	387
IRA 基金	食料援助	387
日本	発電機、携帯飲料水容器、布団等	120
オランダ	2人の環境専門家派遣	0
ニュージーランド	特定プロジェクト資金割当、待機	69

OCHA	4人のUNDAC チーム派遣等	50
PAHO/WHO	被害地評価、SUMA 訓練チーム派遣	0
民間	医療関係者、ポンプ、ボート等	170
ロシア	NBLI ボートの空輸	0
シンガポール	特定プロジェクト資金割当、待機	20
スウェーデン	毛布、水容器配布等	147
トリニダード・トバゴ	大型ポンプ 4 機	0
英国	6 艘のボート、20 人の緊急対応チーム等	531
UNICEF	水容器、乾燥食料等	75
UNDP	リハビリ段階への円滑な移行のための派遣等	50
米国	毛布、平底ボート、衛生キット等	617
ベネズエラ	医療関係者、農業専門家派遣等	300
世銀	リハビリニーズの評価	0
世界食糧計画	緊急評価、食料等	387
計		6,615

出所：“Crisis Response Vol 1 Issue 3” P. 24 をもとに編集

(2) 貯水池適応プロジェクト (CAP)

復旧段階のプロジェクトとして、貯水池適応プロジェクト (Conservancy Adaptation Project, CAP) が現在進行中である。2007 年 9 月の世銀のプロジェクト審査書 (PAD) と農業省農業分野開発部 (ASDU) での聞き取りによる CAP の概要は以下のとおりである。

CAP の財源は、地球環境ファシリティ (GEF) の特別気候変動基金 (SCCF) からの贈与 380 万 US ドルと「ガ」政府予算からの 120 万 US ドル、計 500 万 US ドルである。事業実施期間は 2007 年 11 月～2010 年 6 月の約 2 年 8 ヶ月で、事業実施機関は農業省である。洪水防御分野で自然災害管理をテーマとする CAP は、地球規模の気候変動の結果生じている近年の海面上昇の脅威にさらされている「ガ」の沿岸低平地の壊滅的な洪水を受ける脆弱性を減らすことを目的とし、次の 3 部分から構成されている。

(a) エンジニアリング設計のための投資前の調査 (GEF SCCF より 200 万 US ドル)

洪水制御システムの現在の排水能力増加を目指した合理的な対策を熟考するのに必要な水文ベースラインを用意することが、この構成部分の目的である。自記水位計の設置、光検出と測距 (LIDAR) 技術の導入や水文モデル構築が想定されている。コンサルタント選定のための入札は不調であったとのことである。

(b) 特定の適応対策への投資 (290 万 US ドル ≤ GEF SCCF より 170 万 US ドル + 「ガ」政府の 120 万 US ドル)

このコンポーネントの目的は、「ガ」国政府による「貯水池」システムの水位管理能力を減少させた海面上昇の影響に対応することである。投資により「貯水池」内部の通水を改善し、外部への放流能力を増加させる。2009年7月の現地調査時には、Lamaの排水門改修（契約額G\$49.3M、約2500万円）が行われていた。また、バックホー1機と台船製作が含まれている。

(3) 組織強化とプロジェクト管理（GEF SCCFからの10万USドル）

このコンポーネントの目的は、CDCを長とした国家緊急管理セクターに関連して洪水防御のために組織の枠組みを強化することである。また中長期的に、海面上昇に対する適応を支援するための計画戦略の政府及び国民間の浸透を図る為に、「ガ」洪水対策にかかわる組織強化を、研修を含め支援する。

(4) 総合的災害危険管理計画の設計と実施

IDBの技術協力案件である総合的災害危険管理（IDRM）計画の設計と実施（Design and Implementation of an Integrated Disaster Risk Management Plan/GY-T1050）が2009年8月4日に採択された。事業実施機関は大統領府で、IDB防災基金（DPF）からの贈与100万USドルとガイアナ政府の25万USドル、計125万USドルが財源である。

この技術協力の全体目的は、国家IDRM計画の設計と実施に対する支援である。具体的な目的は、気候変動に係る災害リスクの評価、IDRMに対する国としてのキャパシティ強化、災害防止・軽減への投資プログラムを通じた将来のIDRM実施への支援である。当案件は3つのコンポーネント、すなわち（i）国家危険指標と危険評価、（ii）IDRMの国及び地方のキャパシティの強化、（iii）洪水防止・軽減のための投資プログラムの設計から成る。

プロジェクト調整費用をIDBとUNDPで折半して受け持つことが提案されている。またプロジェクト調整において、世銀（GEF）、EU、CIDA、JICA、OXFAMに支援された現行のあるいは将来の行動に対して協力することを想定している。

(5) 農業分野における協力

農業省において海外援助プロジェクトの実施を担当するのは、農業分野開発部（Agricultural Sector Development Unit: ASDU）である。次に示すプロジェクトは、概ね全国を対象としている。農業支援サービスプログラム（Agricultural Support Service Program/ASSP）：IDBから2,000万USドルの支援を受けた2007～2011年のプロジェクト。

農業輸出多様化プログラム（Agricultural Export Diversification Program/ADP）：IDBから2,190万USドルの支援を受けた2008～2013年のプロジェクト。

農村企業農業開発プロジェクト（Rural Enterprise Agricultural Development Project）：IFADから690万USドルの支援を受け2009年から6年間続く予定。

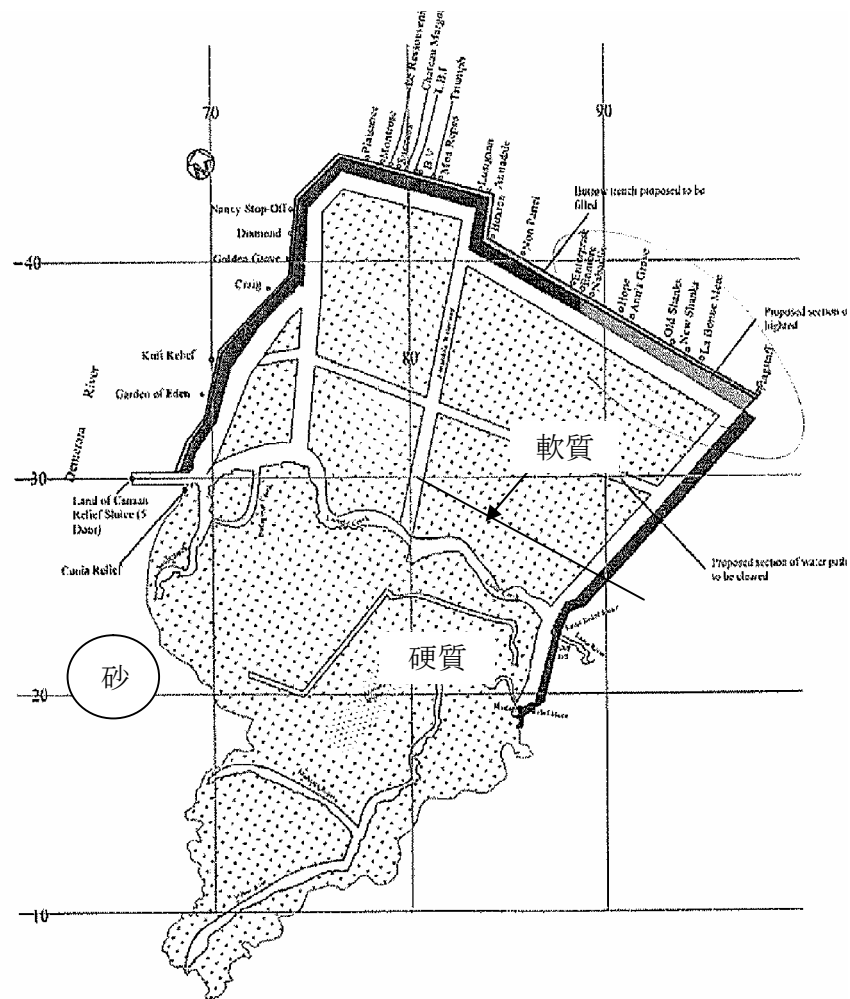
その他、ブラジル国境付近の稲作開発、種子・農具提供、バイオエネルギーにかかわる事業が、FAOやNGOの援助を受け実施されている。

2-4 要請内容の妥当性の検討

2-4-1 機材供与

(1) 堤体盛土工法の検討

(a) 盛土材料



貯水池近傍の地盤は約7mのピート層に被覆されている。その下位は粘土地盤となるが、北側堤の上流約10kmで性質が変化し、上流部では杭の貫入を許さないほど硬い硬質粘土、下流側は沖積性の軟質粘土となる。また、貯水池上流域の丘陵部は砂層に被覆されており、土木資材として砂の採取・販売が行われている。この地域から貯水池北側拠点のFlagstaffまでの移動距離は約100kmである。

軟質粘土；青灰色の還元色を呈し軟質。水面下から掘削される間に塊状の状態をほとんど失い泥土状となるが、地面に撒き広げた状態で2週間程度経過すると、コーン指数 $q_c=1\sim4$ (kg/cm²) (粘着力 $c=4\sim12$ t/m²) 程度を示すようになる。この $c=4$ t/m² という強度は、適切な法勾配を与えさえすれば盛土の安定性の確保は可能なものであるが、施工性の上からは $q_c=1\sim2$ (kg/cm²) に対応するには超湿地ブルドーザーが必要となる。入手方法（土取場）としては、貯水池内の基盤をロングアームバックホー～台船方式で掘削する方法、及び現堤下流の遊休地を掘削する方法の2方法が考えられる。

硬質粘土；硬く良く締まっているため水中掘削となっても塊状の状態が崩れない。そのため高含水比状態とはならず、含水比的には水中掘削はむしろプラスに働くものと見られる。ただし、硬質かつ塊状な状態は、盛土材料として用いられたときには塊状状態をつぶ

すための高転圧を要求する。転圧エネルギーが不足した場合は盛土内に空隙が残る事になる。硬質粘土の流用方法として、次の2つの方法が考えられる。

- ・ 塊状状態をつぶす形で、高転圧をかける。
- ・ クラッシュして小粒径にしたものを軟質粘土に混入し、軟質粘土の材質改良材として使用する。その混合物は、高転圧をかけずとも軟質粘土が空隙を充填するので水密性も高くなる。

入手方法（土取場）としては、上流貯水池内の基盤をロングアームバックホー～台船方式で掘削・タグボートにより約10kmを曳航運搬する方法、及び現東堤の外側に運搬用道路を10km造成し、ダンプトラックにより運搬する方法が考えられるが、軟弱地盤上への10kmの工事用道路新設は非現実的であり、前者が実用的である。

砂；均一粒径の中粒～粗粒砂である。軟質粘土に混ぜ込みその施工性を改良する添加剤としての使用方法が考えられるが、その効果を得るには大量に必要となり、100kmという長い運搬距離が難点となる。

(b) 現況盛土の評価

現地踏査時に観察ピットを掘削し、ポータブルコーン貫入試験機を用いて貫入試験を実施した結果は以下の通りである。この結果から現況盛土の状態を次のように評価する。

- ・ 施工時には液体状であったが、脱水し、それなりの強度を有する状態となっている。従って、その強度に適合した法面勾配を与えれば、盛土は安定しその形状を保つことができる。
- ・ 盛土表面は硬化するが、内部はいつまでたっても軟質な状態のままであり、キャタビラータイプの施工機械も上に乗れない状態である。
- ・ 盛土表面には深さ20cm程度の収縮クラックが入っている。
- ・ ピート（泥炭、ペガス）が入ってくると、盛土は高透水性となる。
- ・ 緊急時の補修用施工機械の走行、収縮クラックの発生抑制を目的に、何らかの土質改良を行うことが望ましい。また、ピートの含有をできるだけ避けることが望ましい。

[調査団による盛土状態の確認]

既盛土面上に約40cm×40cmの観測孔を2孔掘削した。

[第1孔；施工後約3年]

- ・ 盛土は湿润状態のピート（泥炭、ペガス）より成る。ピートは「樹皮の腐食物の塊」である。
- ・ 盛土表面の乾燥収縮クラックの深さは約20cm。
- ・ ピートより成る盛土は「スカスカ状」で、指が簡単に入るような空隙がある。
- ・ コーン指数は、 $q_c=1\sim4$ (kg/cm²) (Dep=0~1.5m)を示す。これは、粘着力 $C=4.0\sim12.0$ (t/m²) に相当する。
- ・ 孔中に注いだ水の水面降下状況から判断すると、盛土の透水係数は 10^{-3} cm/sec オーダーである。



上流斜面の状況（施工後約3年）



下流側盛土面の状況



注水後の観測孔の状況

[第2孔；施工後約2週間]

- ・盛土は主に青灰色の粘土から成る。一部ピートを含む。
- ・粘土は高含水比、極めて軟質であるが液状ではない。
- ・盛土表面の乾燥収縮クラックの深さは約20cm。
- ・空隙はなく、印象として盛土は密である。
- ・コーン指数は、 $q_c=1\sim4$ (kg/cm²) (Dep=0~1.5m)を示す。これは、粘着力 $C=4.0\sim12.0$ (t/m²) に相当する。
- ・孔中に注いだ水の水面降下状況から判断すると、盛土の透水係数は 10^{-4} cm/sec オーダーである(ピート中に含まれていた空気が気泡として孔底から上がってきた)。



上流斜面の状況（施工後約2週間）



孔中から掘り出した粘土の塊



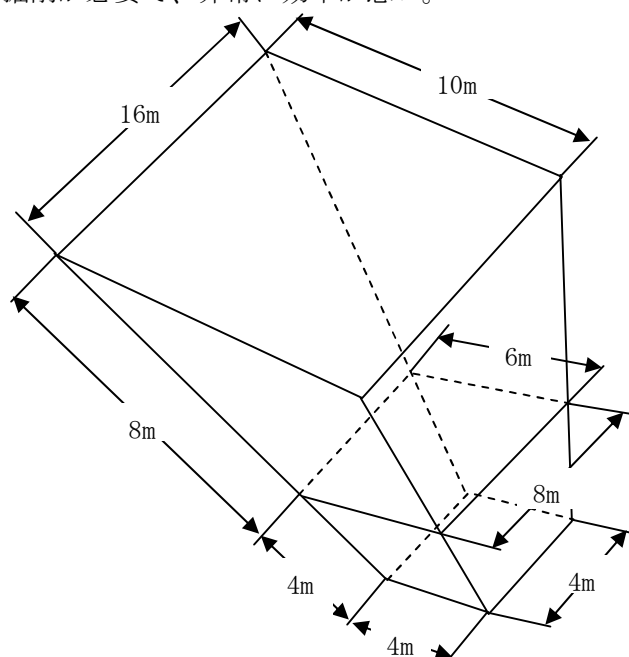
注水後の観測孔の状況

(b) 施工法の検討

表 2-4-1-1 で施工法を比較検討した結果、③の軟質粘土貯水池外採取+土質改良が最も有望となっている。しかし、軟質粘土の賦存深度が8 m以上となる現状を考えると、超ロングアームバックホーの施工能力は大幅に低下することから、現在NDIAにより採用されている超ロングアームバックホー～台船方式による軟質粘土貯水池底採取方法が、最も妥当であると判断する。

- ・青灰色粘土が、實際上、流用可能な唯一の盛土材料である。
- ・本材料を下流側に設けた土取場から採取しようとするれば、7～8 m以上の深部からの掘削となるため水中掘削とならざるを得ず、このため下流側に土取場を設定することによる材質上のメリットはなくなる。
- ・下流側は湿地上を呈する軟弱地盤であり、ここで土工事を遂行するためには大規模な仮設工事が必要となる。
- ・掘削跡地の処理問題、環境面での問題等が生じる。
- ・青灰色粘土を採取するためには、その上位のピート層を除去しなければならないが、この掘削がロスとなる。例えば深度12 mまで掘削とした場合、有効掘削量と非有効掘削量は、盛土材10 m³を得るために65 m³の不用土の掘削が必要で、非常に効率が悪い。

- ・ 盛土材（青灰色粘土）の掘削；
 $(4 \times 4 + 6 \times 8) \times 1/2 \times 4 = 128 \text{ m}^3$
- ・ 不用土（ピート）の掘削；
 $(6 \times 8 + 10 \times 16) \times 1/2 \times 8 = 832 \text{ m}^3$
- ・ 有用 : 不要 = 832 : 128 = 65 : 10



(c) 土質改良工法

土質改良工法としては、最も一般的で特殊な機械・設備を必要としないセメント添加・混合法を採用する。

(2) 要請内容の妥当性

機材供与の要請内容である超ロングアームバックホー～台船は、「貯水池」の防災機能強化上の課題の一つである「堤体最弱部の改修」のために使用されるものであり、事業の目的に合致する。また、堤体最弱部改修のための施工方法を検討した結果、超ロングアームバックホー～台船方式が最も妥当な施工法であると判断される結果となったが、この結果とも要請内容は整合する。よって要請内容は妥当であると判断する。

表 2-4-1-1 盛土施工方法の検討

呼称	施工方法	施工機械	施工能力	評価
①軟質粘土 貯水池底採取	貯水池底からロングアームバックホー～台船により軟質粘土を採取し、台船上から盛りつける。盛土表面が固化するのを待って、バックホーにより整形する。この盛りつけ、整形を繰り返しることにより最終形状に仕上げる。	ロングアームバックホー×6 台船×6 バックホー×2	1km/year/1 sets (施工実績)	2年間で施工を完了しようとするれば、8セットのロングアームバックホーが必要となる。施工能力の低さが問題であるが、canal 内からの掘削により利用可能な水量が増える利点もある。盛土の軟質さに施工を進める上での不確実さが残る。
②軟質粘土 貯水池外採取	貯水池外下流約 50m 地点で超ロングアームバックホーにより用土を採取し、クローラーダンプにより運搬する。これをバックホーにより撒きだし整形する。	超ロングアーム掘削機×1 クローラーダンプ×4 バックホー×2 水中ポンプ×4	クローラーダンプ能力で決まる。 4m ³ /15min とすると 4 台・月(ただし、14hr/日)は約 22, 400m ³ 。盛土量 7m ³ /m とすると 3. 2km/mon。	超ロングアームバックホーの移動に伴う仮設、クローラーダンプ運搬用の仮設道路が必要となるが、Crown dam 工事でバックホーが入っているの、致命的な障害はないであろう。クローラーダンプの導入により、施工能力が大幅に向上する。盛土の軟質さに施工を進める上での不確実さが残る。
③軟質粘土 貯水池外採取 +土質改良	貯水池外下流約 50m 地点で超ロングアームバックホーにより用土を採取し、クローラーダンプにより運搬する。これに対し、セメント系固化剤をバックホーにより混ぜ込むことにより材質改良を行う。改良後の用土をバックホーにより撒きだし盛りつけし、整形する。	超ロングアームバックホー×1 クローラーダンプ×4 バックホー×4 (固化剤攪拌、撒きだし、法面整形、仮設道路整備) 水中ポンプ×4	②に準じる。	①、②における用土の材質に対する不確定要素がなくなり、盛土の品質が向上する。用土の土質改良に要する材料費は、1, 350 G\$/sack×1sack/m ³ ×7m ³ /m×20000m=189million G\$となる。

<p>④硬質粘土 単独使用</p>	<p>硬質粘土を貯水池内上流約 10km の湖底から採取し、タグボートにより運搬し、湖上から用土を作業地点近傍に陸揚げする。これを現堤から離れた位置に撒きだしタンピングローラーにより転圧するが、その前段で基盤に対する地盤改良が必要となる。</p>	<p>超ロングアームバックホー×8 台船×8 タグボート×4 ブルドーザー×1 タンピングローラー×1 法面整形バックホー×1</p>	<p>タグボートの台数を十分増やせば、土取場及び盛土地点での滞りが少なくなり、①とほぼ同程度の施工能力を発揮できる。ただし、施工が進行するほどタグボートの曳航距離が伸びるので施工能力が低下する。</p>	<p>上下流斜面勾配 1:3.0、天端幅 3m、盛土高 1.5m とすると、幅約 15m 程度での地盤改良が必要となる。1 sack (43 kg)/m³ のセメント混合でこれを 1.0m 厚で行うとすれば、材料費は 1,350 GS/sack × 1sack/m³ × 15m³/m × 2000m=405million GS となる。</p>
<p>⑤軟質粘土 + 硬質粘土添加</p>	<p>軟質粘土を貯水池外下流約 50m 地点で超ロングアームバックホーより用土を採取し、クローラーダンプにより運搬する。貯水池内上流約 10km の湖底から採取した硬質粘土を、タグボートにより運搬し、施工地点に設置した破砕機で細粒化し、クローラーダンプにより施工地点まで運搬し、軟質粘土に添加する。これを湿地ブルドーザーにより転圧する。</p>	<p>超ロングアームバックホー×1 クローラーダンプ×2 湿地ブルドーザー×1 バックホー×2 水中ポンプ×4 ロングアームバックホー×4 台船×4 タグボート×2 粉砕機×1 クローラーダンプ×2</p>	<p>施工拠点での硬質粘土の陸揚げと破砕、破砕後のものを作業箇所まで運搬する等の作業が絡み複雑となるので、その分、施工能力が低下する。</p>	<p>工事が多岐に渡ることになり、複雑化しかつ経済的にも劣る可能性が高い。</p>

表層改良工法

工法概要



表層改良工法とは？

セメント又は、石灰系の固
化材を粉体もしくはスラリ
ー化して現地土と混合し強
度を上げ、下部の硬質層
と一体化させて支持地盤
を造る工法です。

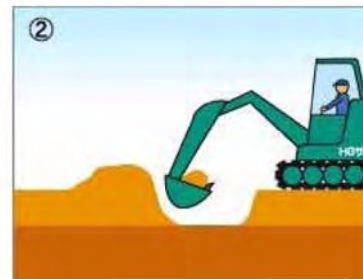


特長

1. スピーディーな施工が可能。
2. 建物又は、構造物を完全に面で支えることが可能。
3. 湿気が少ない。
4. 建物荷重の分散効果が高い。
5. 通常1m程度まで経済性の高い施工が可能。



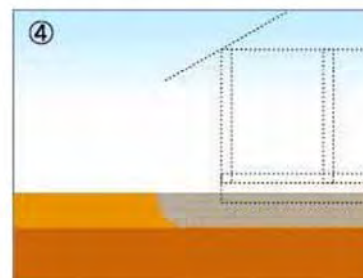
① 施工用重機の搬入設置。



② 軟らかい層の土を地表へ掘り出します。



③ 固化材と現地土をよく混ぜます。



④ 混合した土を転圧しながら埋め戻して完了。

< 施工事例 >

西大谷ダム（老朽ため池改修）池敷のへドロを固化剤混入により改良し、築堤材料として使用した。



藤枝ため池（青森、老朽ため池改修）池敷へドロ上に工事用道路を設けるための地盤改良



2-4-2 クニア放流口の改修

(1) 「貯水池」の現況放流能力

2006年洪水時の降水量は5年確率を下回る規模であったが、Flagstaff 地点の貯水位はGD. 58.5feet に達し（図 2-3-4-3 参照）、堤頂越流が生じる寸前の状態であった。従って現況の放流能力は、非常に不十分な状態にある。これに対し、大西洋への放水路建設が元来は要請されていたが、本放水路については現在、調査・設計中であり、当事業の対象にはなり得ない状態にある。

(2) クニア放流口の現況

当放流口については、本来、一直線にデメララ川に連結していた放水路を廃棄し、国道工事の際の仮設水路で代替してしまった経緯がある。よってこれを元の直線水路に復旧し現況放流能力を改善することは、貯水池の安全管理上も重要である。

(3) 要請内容の妥当性

以上の経緯から、大西洋への放水路建設の代替えとして、クニア放流口の改修を行うことは妥当であると判断される。クニア放流口の改修の中身は、ジョージタウン～空港間を結ぶ国道を横断するための橋梁の建設、および防潮樋門の建設である。そのため工事金額もかなりのものとなるので、要請対象とされたことについては妥当であると考えられる。

2-4-3 貯水池取水口・調整水門の改修工事

(1) 要請対象構造物の現地確認

(a) アンズ・グローブ (Ann's Grove) 取水口：構造物は完全に破壊しており、かなりの水量が下流水路に排出されている。



(b) ホープ取水口 (Hope Intake)：構造物は完全に破壊している。



(c) アナンデール取水口 (Annandale Intake) : ゲートが破損しており、木製の角落としによる応急措置によって下流側への放水が止められている。



スベリ破壊発生後、盛土は止まった状態にあり、スベリ面上の土塊は極限安定状態にある。



(d) ナンシー取水口 (Nancy Intake) : 施設は古いが良く維持管理がなされている。引き込み水路両側の護岸工が老朽化し、破損状態にある。



(e) マドゥニ (Maduni) 放流口 : 2-3-6 (2) に示したように、ゲートの裂け目から水漏れが生じており、改修が必要な状態となっている。

(f) 改修・補修対象の確認一覧表

NDIA 担当者とともに、下表に基づき、改修・補修対象物の現地確認を行った。

表 2-4-3-1 改修・補修対象の確認（太字が改修・補修対象）

名称	Rehabilitation to what	備考
アンズ・グローブ (Ann' s Grove)	・ 水門	；
	・ スピンドル	；
	・ コンクリート構造	；
	・ 堤防法面	； 護岸工
	・ その他	；
ホープ (Hope)	・ 水門	；
	・ スピンドル	；
	・ コンクリート構造	；
	・ 堤防法面	； 護岸工
	・ その他	；
アナンデール (Annandale)	・ 水門	；
	・ スピンドル	；
	・ コンクリート構造	；
	・ 堤防法面	； 護岸工
	・ その他	；
ナンシー (Nancy)	・ 水門	；
	・ スピンドル	；
	・ コンクリート構造	；
	・ 堤防法面	；
	・ その他	； 取入水路の護岸工
マドゥニ排水門 (Maduni Sluice)	・ 水門 (扉体)	；
	・ コンクリート構造	
	・ 巻上装置	；
	・ 堤防法面	
	・ その他	

(2) 要請内容の妥当性

取水口設置部は、取水口及び放流口の取り付け上、コンクリート壁を設けて堤体斜面を止めている。このため、堤体盛土断面は法を部分的に切り取られた形となっており、水が堤体内を浸透する路長が短い。その意味で、コンクリート構造物が破損した場合は、水圧が浸透路長の短い堤体に直接作用するので、非常に危険な状態になる。

上記より、取水口の改修・補修は堤体最弱部の改修と同様の位置づけとなり、早急な対処が必要と考えられるものである。この意味から、これらの要請内容は、妥当な物であると判断する。

2-4-4 設計・施工管理

(1) 想定される作業内容

(a) 堤体改修断面の安全性確認

現堤の前面には貯水池内水路が掘削されているが、その斜面勾配がどのようになっているかについては、斜面が水中に没していることもあり、現状では未確認である。この斜面勾配を確認し、堤体を含めた安全性を確認しながら工事を進めることが必要となる。

(b) 矢板工施工部の処理

木製の矢板はやがては腐食する。従って、改修工事により永続性のある堤体を築造しようとしている事に照らせば、今回の工事では矢板を撤去し、本来の堤体盛土とすることが必要になる。しかしながら、施工対象はスベリが発生した堤体である。施工法をいかにするか、盛土断面をどのように与えるか、現況地形を考慮しながら検討する事が必要となる。

(c) セメント混合による土質改良工の品質管理

セメント混合による土質改良工法は、道路基盤の分野では「ガ」国でも経験されているが、超軟弱粘土に対する改良は未経験である。粘土とセメントの均一な混合は難しいので、水路底の泥とセメントを混合することになる。セメント改良工法では、セメント混合割合が有機質の含有程度により左右されることが多いとされている。以上から、セメント混合による土質改良工の品質管理が必要となる。

(2) 要請内容の妥当性

以上より、本事業の柱である機材供与による堤体最弱部の改修を行おうとすれば、現地における技術的検討、品質管理が不可欠である。従って、設計・品質管理を要請内容に含めていることは、妥当であると判断される。

第3章 追加補足調査

3-1 調査概要

2009年7月、我が国は「ガ」国に協力準備調査団を派遣し、「貯水池」管理施設修復要請内容の検討を行い、貯水池の北東部堤体の老朽化が激しい為、補修工事を行う必要を確認した。同年10月から11月にかけて実施された本調査は、7月の調査を補足するものであり、同案件コンポーネントの一つである堤体の補修工事の前提条件確認のため、土質強化試験を現地で実施し、施工上の諸条件を確認する。具体的には、事前準備と共に以下の業務を行う。

1) 現地派遣期間中

ア. 以下の土質改良試験に関する準備及び実施を行うとともに、「ガ」国と必要な協議・調整を行う。

(ア)セメントの種類

(イ)粘土とセメントの混合方法

(ウ)目標とする改良度を得る上でのセメント添加量

(エ)施工時に目標とすべき水～セメント比（粘土の施工含水比）

イ. 土質改良工法に係る工法を検討する。

ウ. 当該試験結果に係る「ガ」国説明資料（英文）を作成する。

2) 帰国後整理期間

ア. 当該試験の結果を踏まえた堤防の事業量及び概算金額を策定する。

イ. 次回の協力準備調査の計画策定の助言（調査方針、留意事項）をする。

3-1-1 国内事前打合せ（農村工学研究所）

(1) 試験計画書 粘土～セメント混合試験計画

1) 試験の目的

「貯水池」の堤体改修工事は、「ガ」国灌漑排水局により 2007 年以来進められてきた。その方法は、貯水池内水路底より採取した軟弱粘土を現況堤体の上に盛り立てるものである。これに対し JICA 調査団は、盛土表面に深いクラックが入り、内部の軟弱部が解消されず管理用車輛の走行が困難な既施工部の現状を、水路底採取粘土にセメントパウダーを混合し土質改良を行うことにより改善し、より恒久性の高い盛土とすることを提案した

本試験は、「貯水池」水路底より採取される粘土の、セメントパウダー混合による土質改良の可否を検討することを目的とする。

2) 試験による検討対象事項

(a) 試験の基本方針

現場試験および室内試験現場試験により全体の検討を行う。現場試験では、施工性および改良土の材質上の均質性をふくめた改良度の評価を行うものとする。これを補足するための細部の検討を、室内試験により行う。

(b) 検討対象事項

セメントパウダーの混合を図る上で検討対象となる事項は、セメントの種類、粘土とセメントの混合方法、目標とする改良度を得る上でのセメント添加量、施工時に目標とすべき水～セメント比（粘土の施工含水比）、の4点である。

セメントパウダーの混合を図る上で検討対象となる事項は、次のものである。

- ・セメントの種類
- ・粘土とセメントの混合方法
- ・目標とする改良度を得る上でのセメント添加量
- ・施工時に目標とすべき水～セメント比（粘土の施工含水比）

(c) 各事項についての検討

(i) セメントの種類

「ガ」国で入手可能なことが確認されているセメントは、普通ポルトランドセメントとシリカセメントである。単価見積もりでは、前者の最低価格が^{GS}1,320.00、後者が^{GS}1499.88と、前者の方が安価である。日本国でも特殊な工事以外は普通ポルトランドセメントが使用されること、普通ポルトランドセメントの一般性が最も高いこと、「ガ」国での価格の状況を考慮し、試験工事では普通ポルトランドセメントを使用するものとする。

(ii) 粘土とセメントの混合方法

収納ビン内での混合、および撒きだし後混合、の2方法が考えられる。

・収納ビン内混合：盛土材料の粘土は、水路底から超ロングアーム掘削機により水中掘削され、収納ビン内に一時的に貯蔵される。収納ビンが適当な水準まで満たされた時点で、セメントを混ぜ込むものとする。

・撒きだし後混合：現況施工状況では、収納ビン内に貯蔵された用土は高含水比の泥土状であり、盛土上に撒きだした時点では液状の性質のために面的に広がる。この状況を一度造成する。4日経過後に、既撒きだし面上にセメントを散布した後、撒きだし分をかき集める作業の中で混合する。かき集めた用土を再度撒きだし、規定の断面に整形する。

(iii) 目標とする改良度を得る上でのセメント混合量

改良目標値を、乾地ブルドーザーの施工目安とされるコーン指数 $q_c=5\text{kg}/\text{cm}^2$ ($500\text{KN}/\text{m}^2$) に設定する。我が国では、セメント添加により軟弱地盤改良を行う際の添加量の最低目安が $50\text{kg}/\text{m}^3$ 程度とされていること、コーン指数 $q_c=5\text{kg}/\text{cm}^2$ が長期強度の目標としてのものであることを考慮し、試験時のセメント添加量を $42.4\text{kg}/\text{m}^3$ (1袋/ m^3)、 $84.8\text{kg}/\text{m}^3$ (2袋/ m^3)、 $127.2\text{kg}/\text{m}^3$ (3袋/ m^3) の3通りに設定する。

(iv) 施工時に目標とすべき水～セメント比（粘土の施工含水比）

セメント添加により土の強度を改良する場合、水～セメント比が小さい程（土の含水比が低い程）強度が大きくなるのが種々の研究成果として報告されている（下図参照）。しかしながら、粘土との混合であるため、水～セメント比が小さくなる程（含水比が低下する程）、混合が難しくなる。以上を考慮し、水～セメント比が大きいケースとして収納ビン内混合、水～セメント比が小さいケースとして撒きだし後混合を設定する。

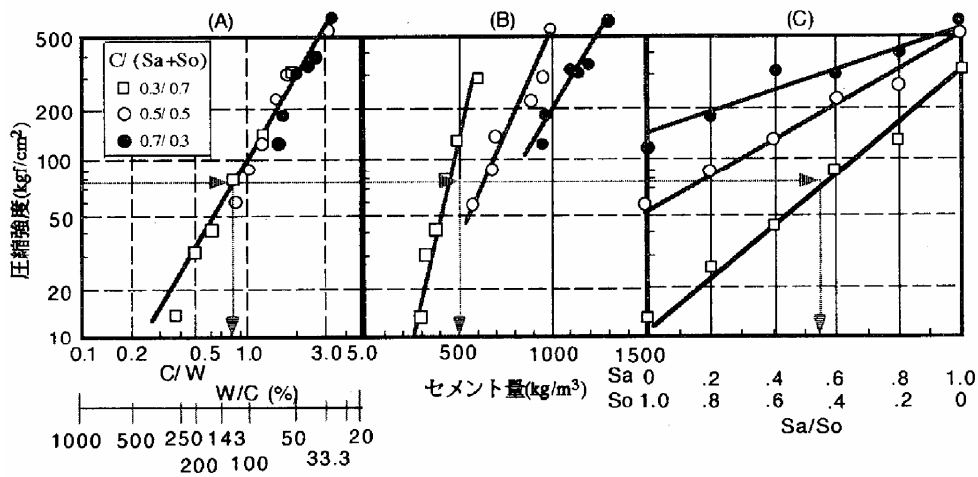


図-2 C/W, C/(Sa+So), セメント量, 混合割合, 圧縮強度との関係

3) 試験ケース及び試験ヤード

比較の意味からセメント無添加の場合も加えるものとし、試験ケースとして以下の7ケースを設定する。試験ヤードは、現施工方法により撒きだした1パッチ分相当とする。

混合方法	セメント量			
	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

4) 試験結果の評価方法

以下の理由から、コーン貫入試験を行いコーン指数により評価するものとする。

- ・改良目標値をコーン指数で設定していることに対し整合する。
- ・深さ方向の測定値を得ることができる。
- ・数多くの試験を実施することにより、改良土の均質性を評価できる。

5) 室内試験

室内試験は、前表の7ケースに対し行う。次表の試験項目を実施し、用土の基本的物性およびセメント添加量と強度（一軸圧縮強度）の関係を把握する。

試験項目	Case 0	Case 1-1	Case 1-2	Case 1-3	Case 2-1	Case 2-2	Case 2-3	計
含水量試験	1	1	1	1	1	1	1	7 試料
粒度試験	1			1			1	3 試料
土粒子の密度試験	1			1			1	3 試料
液性限界・塑性限界試験*	1	1	1	1	1	1	1	7 試料
一軸圧縮試験	—	2	2	2	2	2	2	12 試料

注・一軸圧縮試験は、供試体作成後、養生を行い、7日目および28日目に試験を行う。試験は供試体/1試料とする。

- ・ 供試体の養生は、供試体の乾燥収縮を防ぐために、底に水を張ったクーラーボックス内（供試体は水浸させない）に保管する形で行う。この間、供試体の上下面はサランラップで覆っておく
- ・ 軟質な供試体の場合は、最初、少し上面側を盛り上げておき、適度な固さになった時に整形し、再びサランラップで覆って養生を続ける。
- ・ 液性限界・塑性限界試験は農村工学研究所・谷部長の助言を受け追加。

6) 環境影響調査

現場試験に付随し、測定地点を定めて、付近の地表水の pH 測定を行う。測定は 11 段階の評価が可能な pH 試験紙により行う。また、我が国でセメント系固化剤による地盤改良を行う場合には、六価クロム溶出試験が義務づけられている。これを踏まえ、今回の試験でも六価クロム溶出試験を行うものとする。試験は、Case1-1～Case2-3 の 6 試料とする。

7) 補足試験

補足試験は、セメント混合による試験結果において改良効果が現れなかった場合に実施する。土質改良の対象である粘土は、青灰色を呈し日本における田圃の粘土状態の細粒土であり、セメント粒子よりも粒径の小さな土粒子が大半を占めるものであることが予想される。この場合、セメントの水和生成物が土粒子空隙に入っていけないために、改良効果が出にくい（地盤改良マニュアルより）とされているので、日本で開発が進んでいる細粒土に適したセメント系固化剤についての試験を、補足試験として実施する。実施ケースはケース 1-1'，ケース 1-2'，ケース 1-3' として混合量を 3 種類設定したものについて、各 2 試料の一軸圧縮試験を計画する。

セメント系固化剤混入試験

* 1 試料・一回の一軸圧縮試験は、2 供試体について行った一軸圧縮試験の平均値とする。

試料試験	収納ビン混合（水・セメント比大）		
	1-1' ; 固化剤 40kg/m ³	1-2' ; 固化剤 80kg/m ³	1-3' ; 固化剤 120kg/m ³
含水量試験	1（混合前の採取試料に対し実施）		
一軸圧縮試験	2（7日目，28日目）	2（7日目，28日目）	2（7日目，28日目）

(2) 農村工学研究所・谷部長指摘／教示事項

- ・ 塑性指数を求めておくこと。塑性指数が改良度合い（添加セメント量）に大きく影響する。
- ・ 水中掘削時に土といっしょにくみ上げる水の量を減らす方法として、スケルトンバケットの使用が有効である。
- ・ 実際のセメント添加量は、室内試験で求めた値の概ね 1.5 倍となる。
- ・ 目標強度に達しているかという観点ではなく、セメント混合による施工性改良ということであれば、セメント量 40kg/m³～50kg/m³ でも強度改良効果が見られる。

3-1-2 現地作業

3-1-2-1 現位置試験実施状況

(1) 粘土～セメント混合現位置試験・試験状況



Ph-1 試験ヤード準備(10/26)：1区画 4m×5m の試験ヤードを7区画準備した。区画の各コーナーを竹杭で示し、オペレーターの撒きだし厚調整作業の目安として、竹杭の突出長さを目標撒きだし厚に合わせ 50cm とした。(位置：フラッグスタッフ管理所前の西側堰堤上)



Ph-2 粘土の掘削～積み込み状況(10/26)：水中掘削ではあるが、ロングアームバックホーのバケットの穴から効果的にバケット内の水が排水されている。積み込み時の粘土は、塊状態となっている。



Ph-3 積み出し・撒きだし状況 (10/26, Case-0)：積み出し時のバケットから水が滴るようなことはなく、バケットにより撒き出された粘土は塊状態を保っている。横に流動するような状況にはない。



Ph-4 撤きだし状況～上面整形状況（10/26, Case2-1, 2-2, 2-3）：撤き出された粘土は塊状を保っている。上面の整形を問題なく行える程度に軟質である。



Ph-5 粘土～セメント混合状況（収容ビン内混合・Case1-1（セメント1袋/m³）（10/26））：特に問題なく混合作業が進行した。



Ph-6 粘土～セメント混合後、撤き出された状態（収容ビン内混合、Case1-1(10/26)）よく練り混ぜられたことを反映した様相を呈するが、部分的には粘土の中に取り込まれていないセメント粒子もある。



Ph-7 1日経過後の Case1-1 撒きだし層の支持力(10/27)：他の撒きだし層では不可であるが、本層では上に乗れた。支持力 $\geq 75\text{kg}/(30\text{cm}\times 10\text{cm})=0.25\text{kg}/\text{cm}^2$



Ph-8 Case1-2 (セメント 2 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (10/27)：収容ビン内での混合が徐々に困難となり、やむを得ず少量を一度加水した。撒き出された粘土塊の回りには、取り込まれていないセメント粒子が目立つ。少量の水をかけて表面を整形した。



Ph-9 Case1-3 (セメント 3 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (10/27)：収容ビン内での混合が徐々に困難となり、やむを得ず少量を3度加水した。撒き出された粘土塊の回りには、取り込まれていないセメント粒子が目立つ。撒きだしとして並べられた粘土塊には、Case1-1 のようなよく練り混ぜられた印象を与える様相は見られない。少量の水を3度かけて表面を整形した。

中間評価

- ・ 水中掘削に際しバケット内から水を排水する工夫が成功しており、掘削された後に収容ビン内に納められた粘土の含水比状態が極端に高くない。
- ・ 従って、粘土は撒きだし時に流動するような様相を呈することはない。
- ・ 収容ビン内で粘土とセメントの混合を図る上では、セメント 10 袋(1 袋/1m³)の混合はほぼ満足できる程度まで行うことができる。
- ・ 収容ビン内で粘土とセメントの混合を図る上で、セメント 20 袋(2 袋/1m³)をよく混合することはやや困難、セメント 30 袋(3 袋/1m³)の混合はかなり困難となり、若干の加水が必要となる。(若干加水しても十分混合することは困難である。)
- ・ 強度を高める上で有効となるのは、セメント添加量の増加と水・セメント比の低下である。従って、セメント添加量を増す一方で良く混合するために水を加水することは、相反することを行っていることになり合理的でない。その意味で、現状の粘土の含水比状態に添加するセメント量として、セメント 10 袋 (1 袋/1m³) 程度の周辺が最も合理的であると推測される。
- ・ 試験計画は収容ビンに納められた粘土の含水比が相当高いものと想定し、その含水比低下を図る効果の確認を目的として、撒きだし後適当な日数が経過し適当な含水比状態となった時点でセメント混合を行うケースを、撒きだし後混合 Case2-1, 2-2, 2-3 として設定していた。上述の収容ビン内混合の Case1-1, 1-2, 1-3 の総括結果からは、撒きだし後混合の各ケースでは、含水比が過度に乾燥側となり、セメント混合が困難となる可能性が高い。Case2-1(セメント 10 袋混合)の結果を見て、他ケースの実施、さらには室内試験の実施を行うかどうか検討する。



Ph-10 Case2-3 (セメント 3 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (10/30)

Case2-シリーズの開始に当たり既撒きだし土内部の含水比状態をチェックしたが、当初と変化がなかった。Case2-シリーズの目的を「陸上で撒きだしたものにセメント混合を図る事の可否を見ること」に再設定し、試験を実施することとした。約 10 分間の混合作業を行ったが、土塊周りにセメント粉の付着した状態に変化はなく、限界と判断し整形工程に入った。



Ph-11 Case2-2 (セメント 2 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (10/30)

10 分間以上にわたり混合作業を続けたが、土塊をセメント粉が包み込む状況に変化が生じなかった。これ以上の混合は無理と判断し、撒きだし、整形を行った。整形に当たっては撒きだし面に散水した。



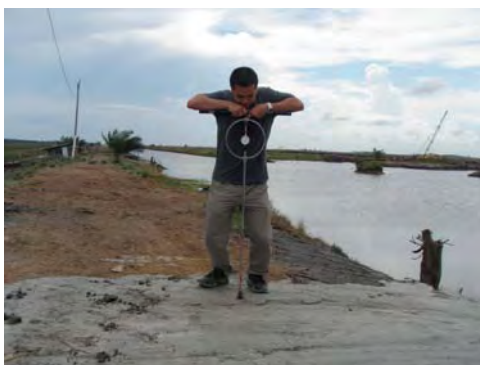
Ph-12 Case2-1 (セメント 1 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (10/31) : 前夜にかなり強い雨があったため、混合作業に入る仮置き土の含水比状態が前 2 ケース (Case2-2, 2-3) よりも少し高めとなった。混合状態は Case2-2, 2-3 よりも良好である。混合作業に 12 分を費やし撒きだし、整形に入った。



Ph-13 Case-3 (セメント 1.5 袋/m³) のセメント混合状況と撒きだし時の状態 (11/3) : 実際に斜面上に撒きだした場合の、自荷重による基礎の沈下に伴うクラックの発生、撒き出し土表面の乾燥による収縮クラック発生防止策の検討を目的として、追加ケース Case-3 を実施することとし、斜面上にセメント混合割合 1.5 袋/m³ として収容ビン内で 40m³ を混合し撒きだした。撒きだし面上に、土砂被覆、ブルーシート被覆、カーペット (含水) 被覆、露出、の 4 状態を設定し、クラックの出現・発達状態を観察することとした。本作業を通じ、粘土・セメント混合土の粘着性が高いために、なかなか「きれいな仕上げ」が難しいことが明らかとなった。

(2) コーン貫入試験

試験面上でポータブル式コーン貫入試験を実施した。一回当たりの試験回数は 20 回とし、計測は 10cm~20cm, 30cm~40cm の深度で実施した。試験時期は試験ヤード造成後 2 日目, 4 日目, 7 日目とし、強度発現程度の低いセメント混合率 1 袋/m³ のケースについてはさらに 28 日目についても測定した。試験機の貫入は、コーン指数 500KN/m² 程度までは一人で、それ以上となった場合は二人での作業が必要となったので、フラグスタッフ事務所職員の方々にその作業をお願いした。作業状況は以下の通りである。



(3) 盛土面のクラック



Case-0; 11/7 時点 (施工後 12 日目)
クラックの深さは約 20cm



NDIA 施工部のクラック発生状況



Case1-1; 11/7 時点 (施工後 12 日目)



Case1-2; 11/7 時点 (施工後 11 日目)



Case1-3; 11/7 時点 (施工後 11 日目)

セメント混合割合が大きくなるほど強度は大きくなり、クラックの発生が抑制される。



Case2-1; 11/7 時点 (施工後 7 日目)



Case2-2; 11/7 時点 (施工後 8 日目)

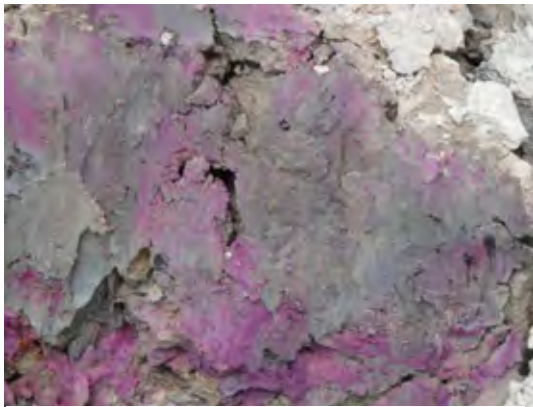


Case2-3; 11/7 時点 (施工後 8 日目)

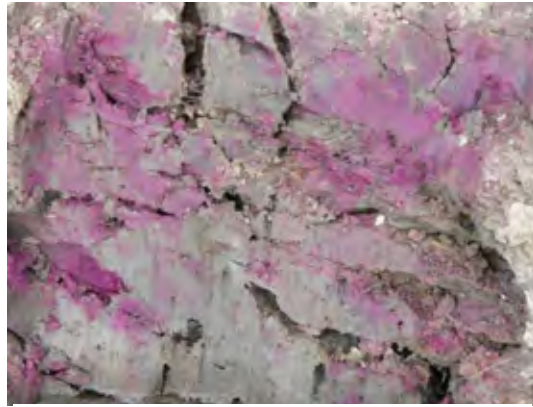


被覆はクラック発生を抑制する上で効果的であるが、乾燥収縮現象が生じればクラックは発生する。

(4) セメント混合状況の目視観察 (フェノールフタレイン溶液散布)



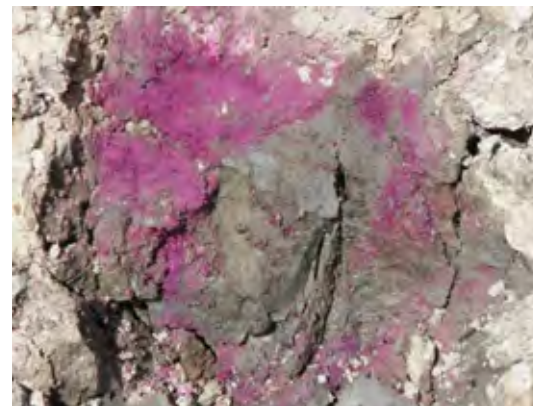
Case1-1(1 袋/m³, 収容ビン内混合)



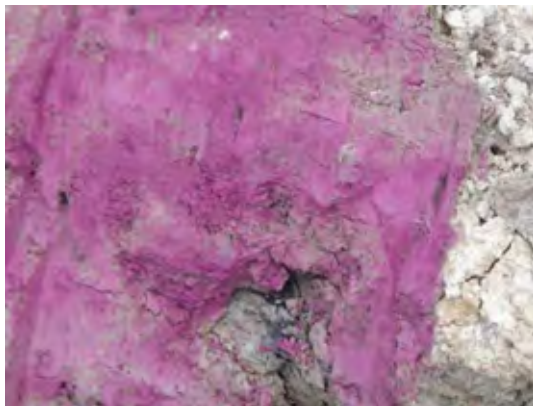
Case2-1(1 袋/m³, 地盤上混合)



Case1-2(2 袋/m³, 収容ビン内混合)



Case2-2(2 袋/m³, 地盤上混合)



Case1-3(3 袋/m³, 収容ビン内混合)



Case2-3(3 袋/m³, 地盤上混合)



- ・ 収容ビン内混合の方が高い均一性を示す。
- ・ 1.5袋/m³混合は1.0袋/m³混合に比べセメントの混合状況は良好である。

3-1-2-2 室内土質試験

(1) 試験概要

室内土質試験として、粘土の基本的な物性を把握するための物理試験と、セメント混合と強度の関係を把握するための一軸圧縮試験が計画された。その内容及び試験数量は下表の通りである。

試験項目	Case 0	Case 1-1	Case 1-2	Case 1-3	Case 2-1	Case 2-2	Case 2-3	計
含水量試験	1	1	1	1	1	1	1	7 試料
粒度試験	1			1			1	3 試料
土粒子の密度試験	1			1			1	3 試料
液性限界・塑性限界試験*	1	1	1	1	1	1	1	7 試料
一軸圧縮試験	—	2	2	2	2	2	2	12 試料

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

(セメント：1袋＝セメント：42.5 kg)

(2) 試験結果

試験項目	Case 0	Case 1-1	Case 1-2	Case 1-3	Case 2-1	Case 2-2	Case 2-3
含水量試験 (%)	106.01	105.01	111.05	106.43	94.66	107.01	100.97
粒度試験 最大粒径(mm)	1.18			1.18			1.18
礫 (%)	0.0			0.0			0.0
砂 (%)	2.3			1.4			1.0
シルト (%)	46.1			52.1			46.4
粘土 (%)	51.3			46.2			52.5
土粒子の密度試験	2.54			2.67			2.54
液性限界・塑性限界試験							
液性限界 LL (%)	107	113	85	83	90	91	89
塑性限界 PL (%)	25	23	25	21	24	26	27
塑性指数 PI (%)	82	90	60	62	66	65	62
統一土質分類	CH			CH			CH
一軸圧縮試験							
7日強度 (KPa)		1.2	1.3	1.2	1.4	0.95	0.6
28日強度 (KPa)		34.4	23.7	19.6	28.1	20.4	18.7

(3) 土質試験結果総括表

土質試験に供された粘土は、粘土分含有率 50%前後、粘土・シルト分含有率が 98%前後に達するもので、ペガスと呼ばれるピート状の有機質土と互層上で産することから、湖沼性の堆積物と推測される。含水比は水中掘削の影響もあって概ね 100%強と高く、統一土質分類は CH に分類される。塑性指数は当該粘土が示す塑性領域の幅と捉えることができるが、試験結果では 60%強～90%に達し、この幅が非常に広いことを示している。これは粘土の圧密が進行する上での排出すべき間隙水量が非常に多いとも言うことができる。即ち、何らかの形での土質改良を行わない限り、軟弱粘土の状態から脱することができないものであるとも言うことができよう。

一軸圧縮試験結果では、7日強度から28日強度への強度増加が顕著に現れている。しかしながら、セメント添加量と一軸圧縮強度の関係が全く不明である。Case1-1 について、セメント添加量の決定方法を試験室スタッフに指導した後、他のケースの試験をまかせたのであるが、セメント添加量を増加させることが全く理解されていなかったために、全ての試験がセメント添加量 1 袋 (42.4kg) /m³での試験となってしまったものと考えられる。各ケースについてのセメント添加量データを提示するよう試験室に求めたが、かなわなかった。

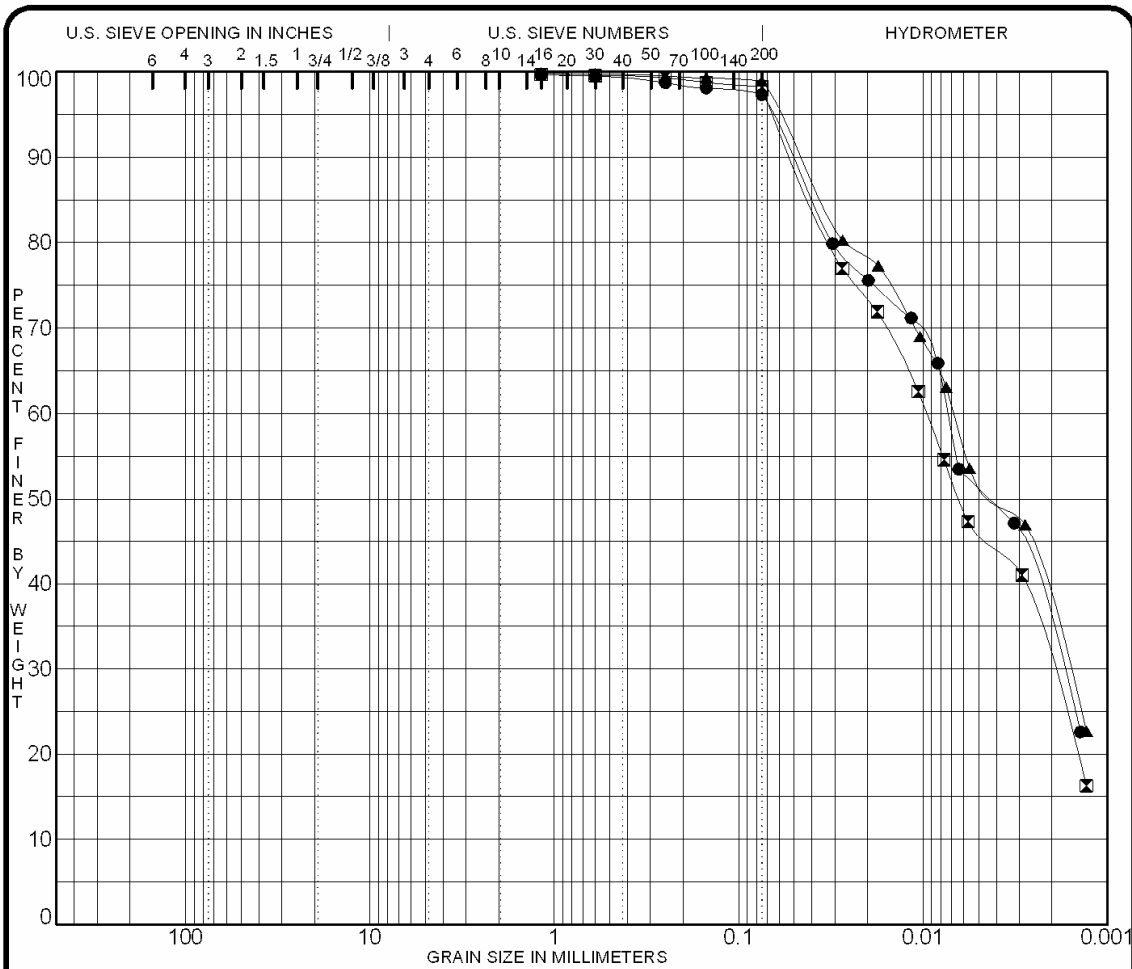
[含水量試験結果]

Case	Sample	Initial Moisture Content (%)
0	0	106
1	1.1	105
	1.2	111
	1.3	106
2	2.1	95
	2.2	107
	2.3	101

[土粒子の密度試験結果]

Sample	Specific Gravity
Case 0	2.54
Case 1-3	2.67
Case 2-3	2.54

[粒度試験結果]



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Specimen Identification	Classification	MC%	LL	PL	PI	Cc	Cu
● Case 0	FAT CLAY CH	106	107	25	82		
⊠ Case 1-3	FAT CLAY CH	106	83	21	63		
▲ Case 2-3	FAT CLAY CH	101	89	27	62		

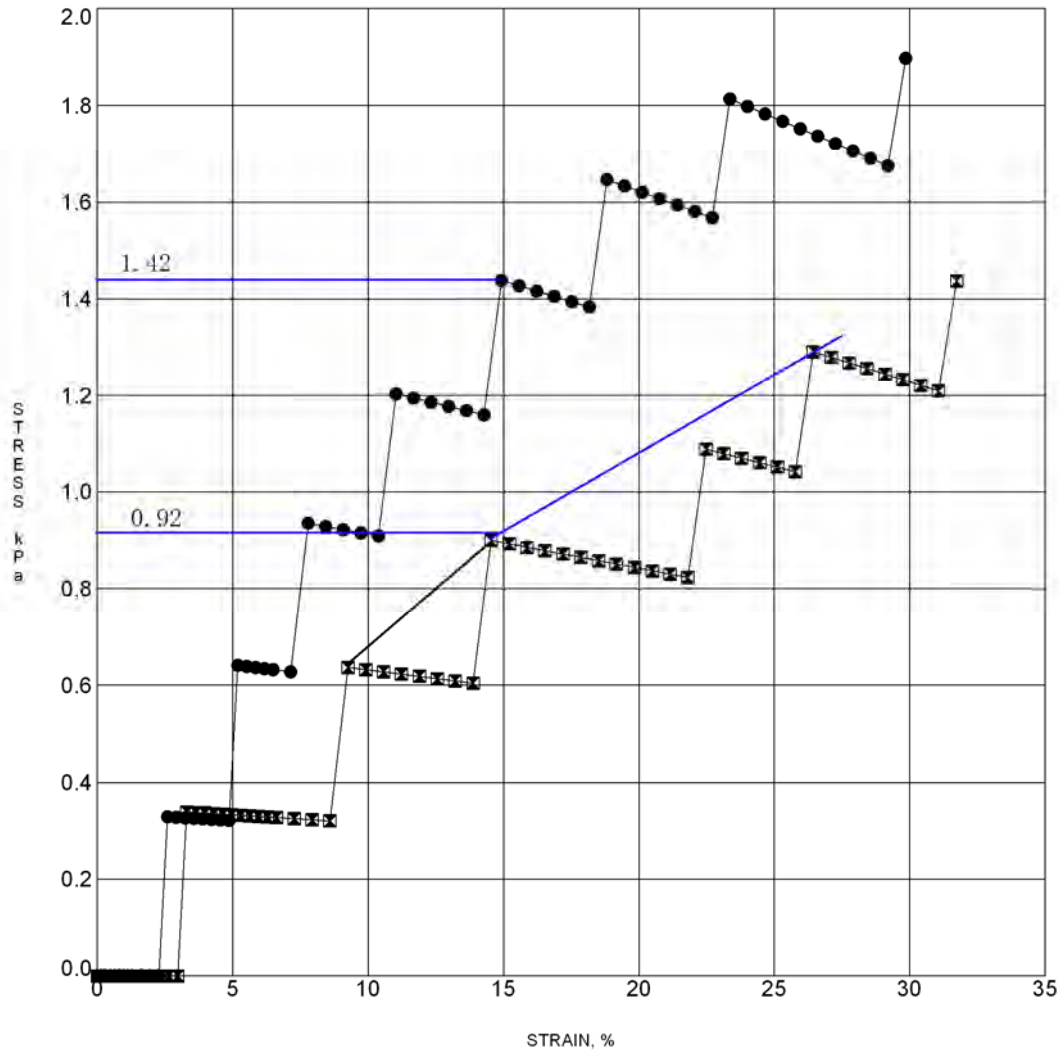
Specimen Identification	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
● Case 0	1.18	0.01	0.002		0.0	2.3	46.1	51.3
⊠ Case 1-3	1.18	0.01	0.002		0.0	1.4	52.1	46.2
▲ Case 2-3	1.18	0.01	0.002		0.0	1.0	46.4	52.5

PROJECT **East Demerara Water Conservancy - Flagstaff** JOB NO. **PR091002**
Mahiaca DATE **11/12/09**

GRADATION CURVES
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St.N/town, Kitty, Georgetown

一軸壓縮試驗・7日強度



$q_u = (0.92 + 1.42) / 2 = 1.2 \text{ kPa}$

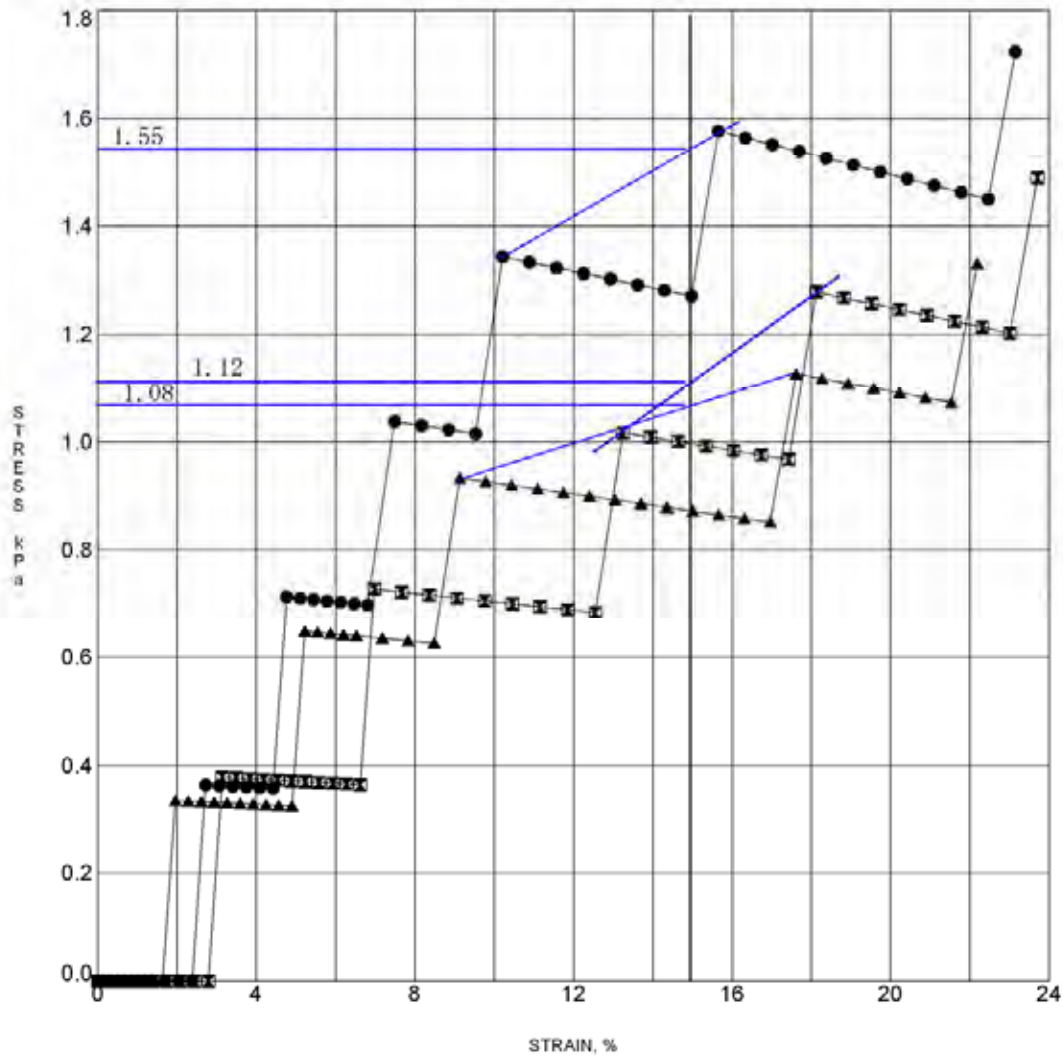
Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
● Case 1-1	1.00		7	83
⊠ Case 1-1	2.00		8	89

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 11/16/09

UNCONFINED COMPRESSION TEST
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown



$$q_u = (1.08 + 1.12 + 1.55) / 3 = 1.3 \text{ KPa}$$

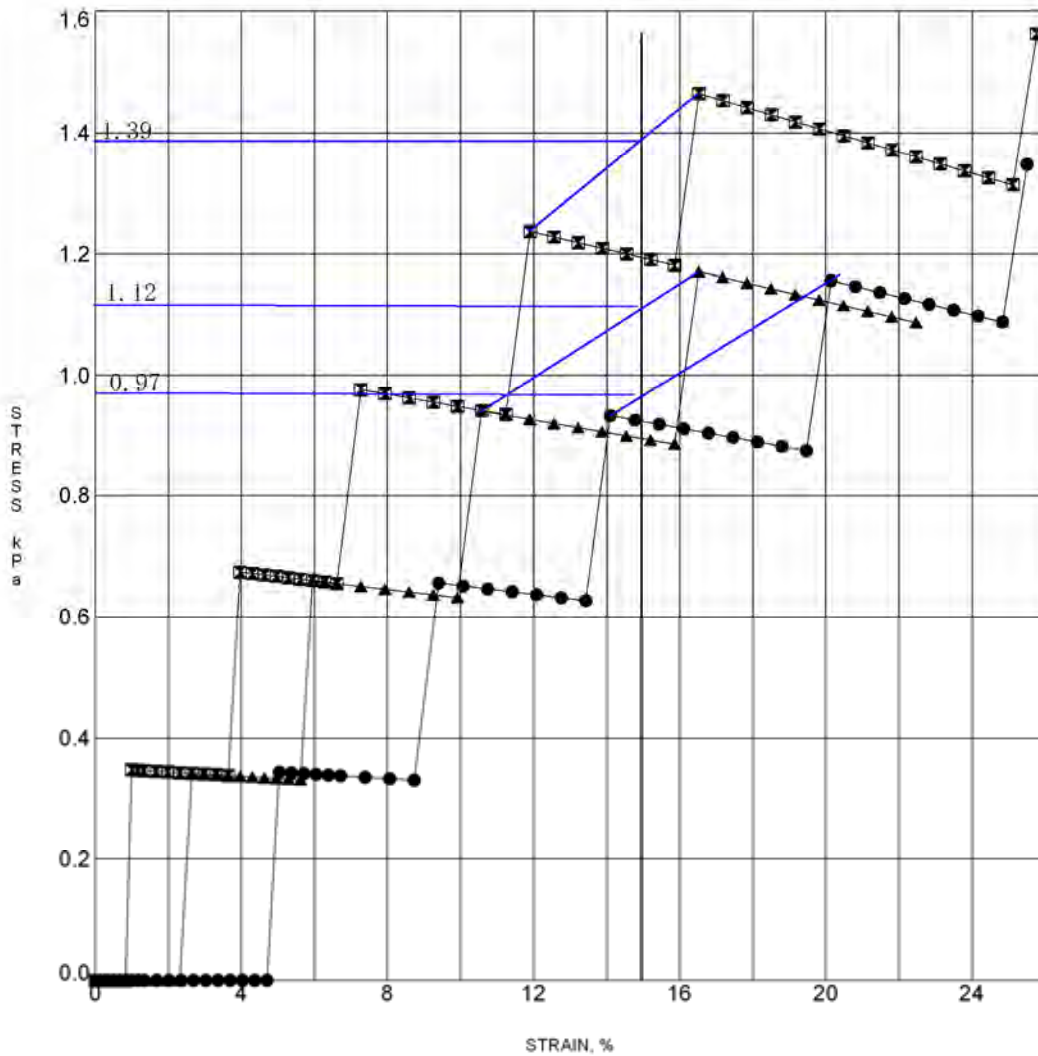
Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
●	Case 1-2 1.00		8	99
■	Case 1-2 2.00		8	99
▲	Case 1-2 3.00		7	100

PROJECT **East Demerara Water Conservancy - Flagstaff**
Mahiaca

JOB NO. **PR091002**
 DATE **11/16/09**

UNCONFINED COMPRESSION TEST
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St.N/town,Kitty,Georgetown



$qu = (0.97 + 1.12 + 1.39) / 3 = 1.2 \text{ KPa}$

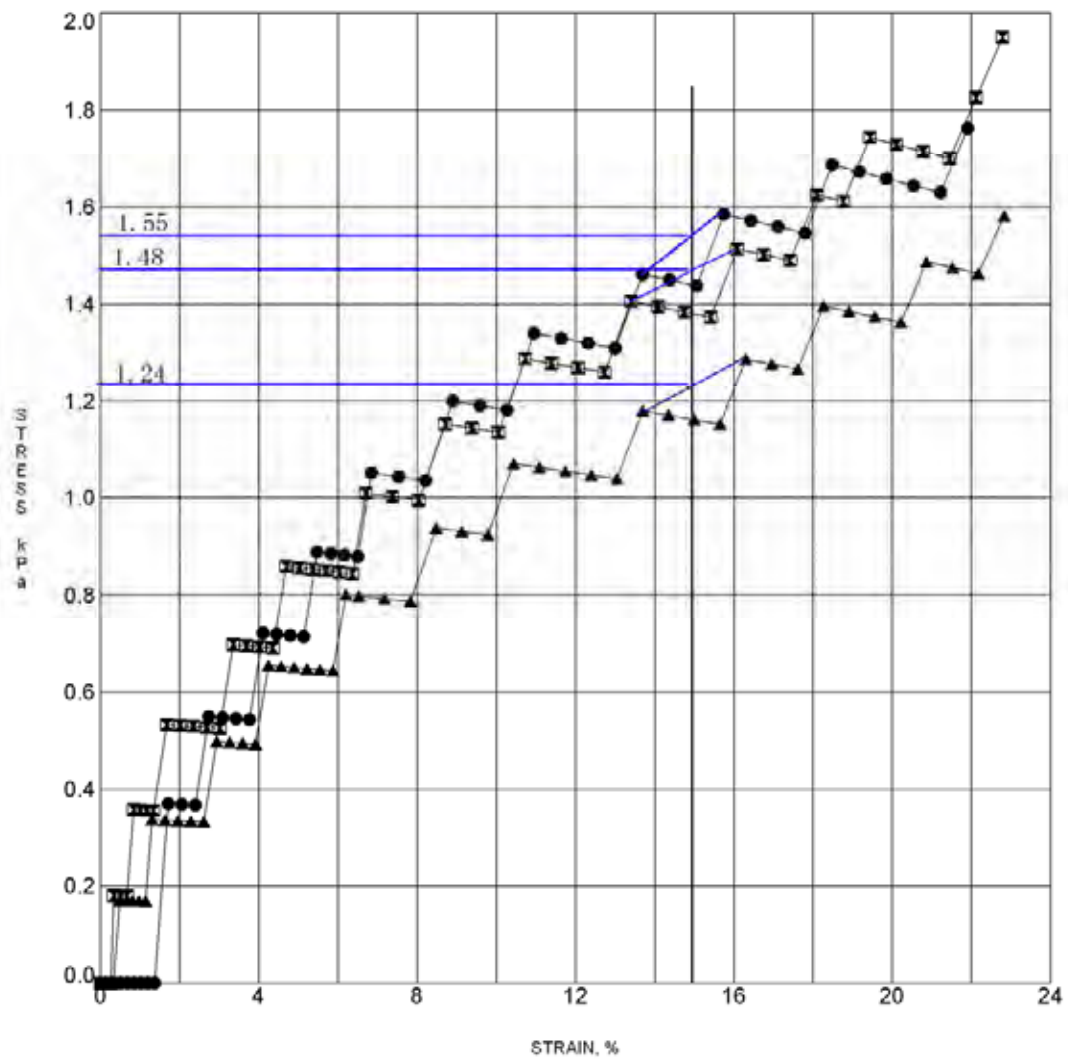
Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
●	Case 1-3 1.00	FAT CLAY CH	7	97
⊠	Case 1-3 2.00		7	95
▲	Case 1-3 3.00		7	97

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
DATE 11/16/09

UNCONFINED COMPRESSION TEST
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St./town, Kitty, Georgetown



$$q_u = (1.24 + 1.48 + 1.55) / 3 = 1.4 \text{ KPa}$$

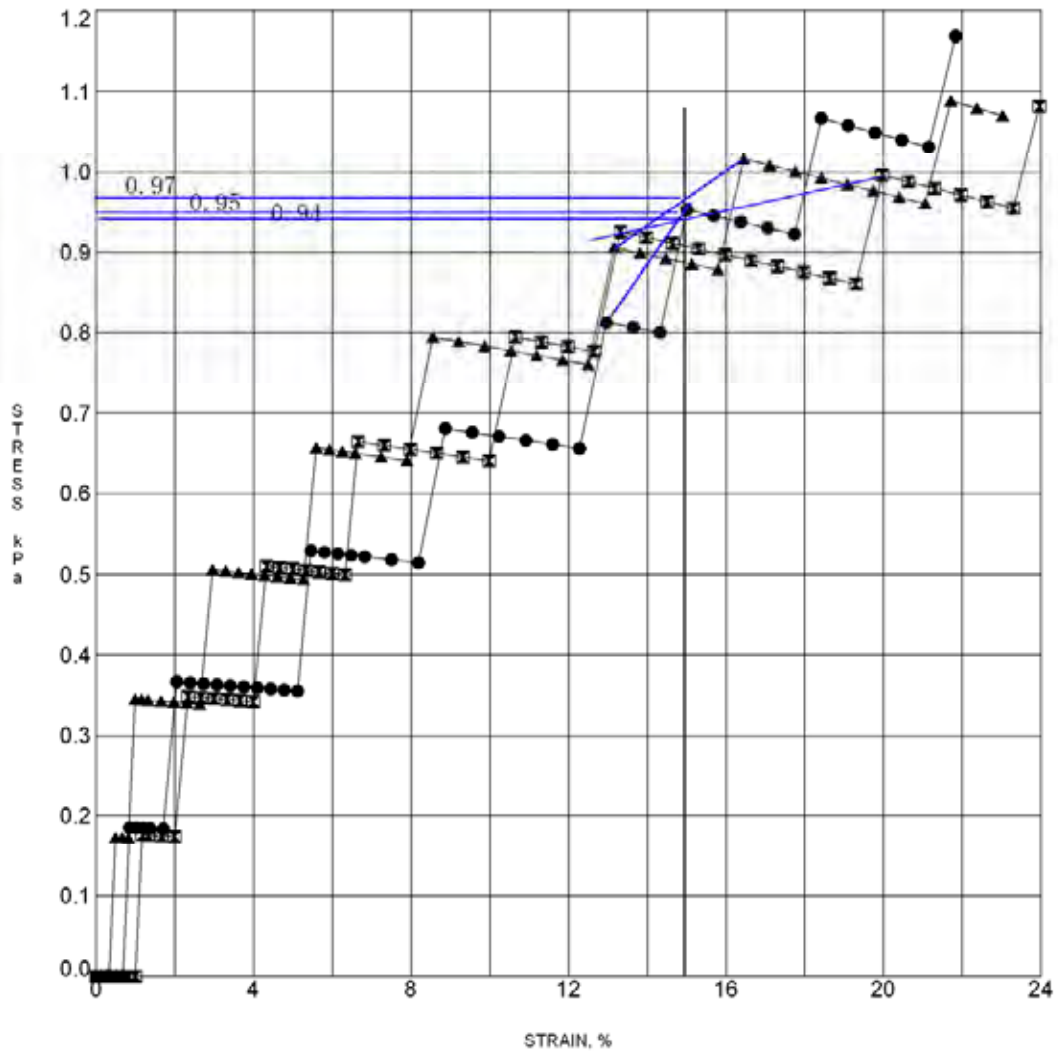
Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
● Case 2-1	1.00		9	88
■ Case 2-1	2.00		8	88
▲ Case 2-1	3.00		7	88

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 11/16/09

UNCONFINED COMPRESSION TEST
 GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St./town, Kitty, Georgetown



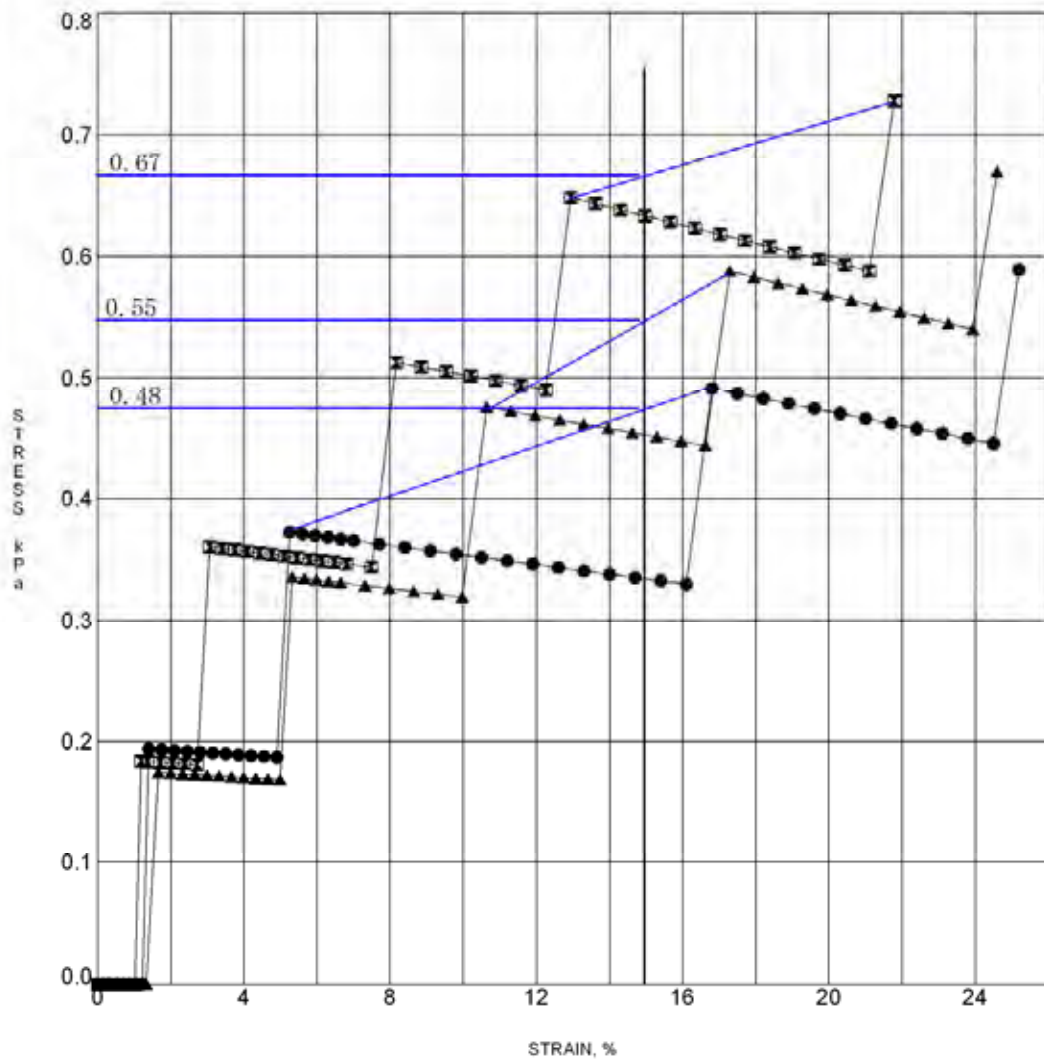
Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
●	Case 2-2 1.00		8	93
☒	Case 2-2 2.00		8	93
▲	Case 2-2 3.00		7	93

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 11/16/09

UNCONFINED COMPRESSION TEST
 GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St.N/town,Kitty,Georgetown



$$q_u = (0.48 + 0.55 + 0.67) / 3 = 0.6 \text{ kPa}$$

Boring No.	Depth	Classification	DD	MC%
● Case 2-3	1.00	FAT CLAY CH	8	87
⊠ Case 2-3	2.00		8	87
▲ Case 2-3	3.00		8	86

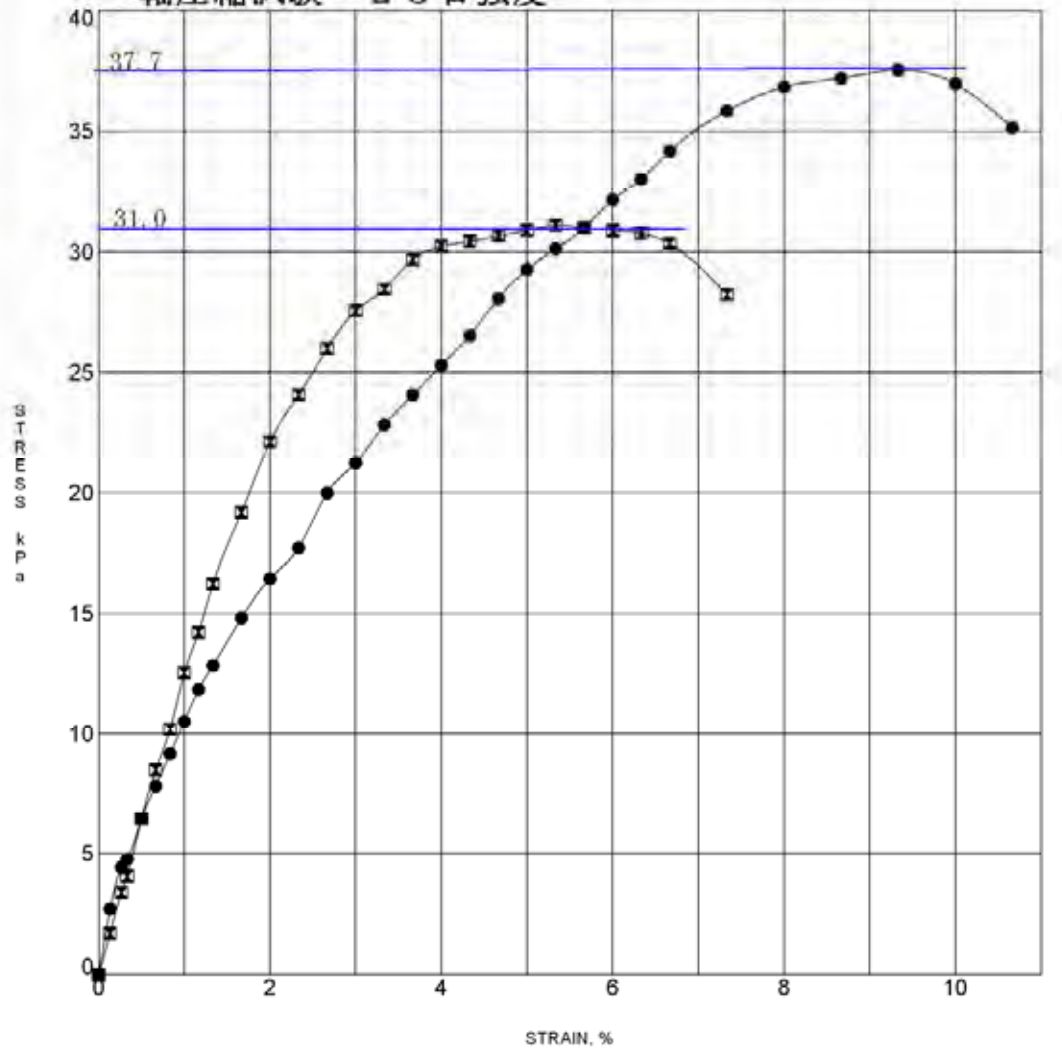
PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 11/16/09

UNCONFINED COMPRESSION TEST
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St.N/town,Kitty,Georgetown

一軸壓縮試験・28日強度



$q_u = (31.0 + 37.7) / 2 = 34.4$ kPa

Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 1-1		7	87
■	Case 1-1		7	89

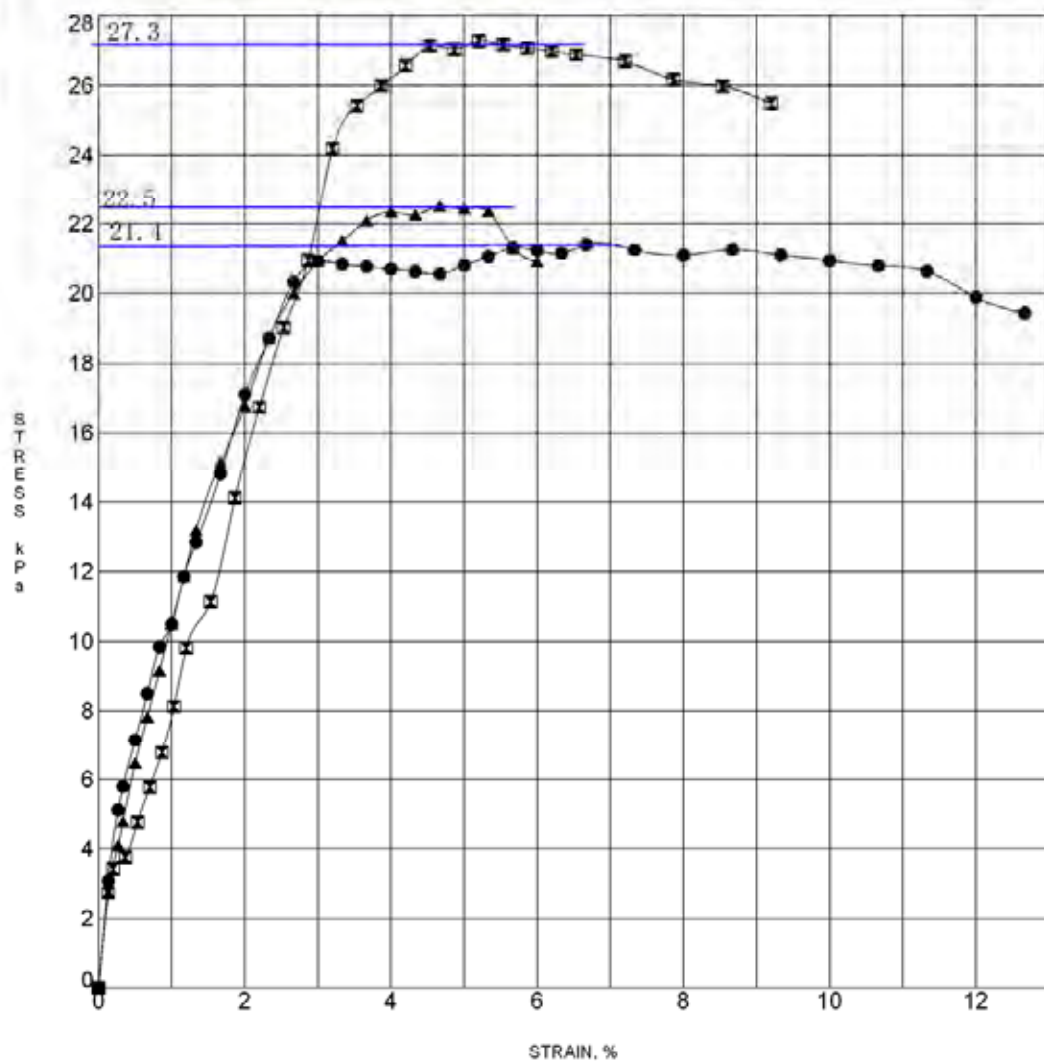
PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST

GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown



$$q_u = (21.4 + 22.5 + 27.3) / 3 = 23.7 \text{ KPa}$$

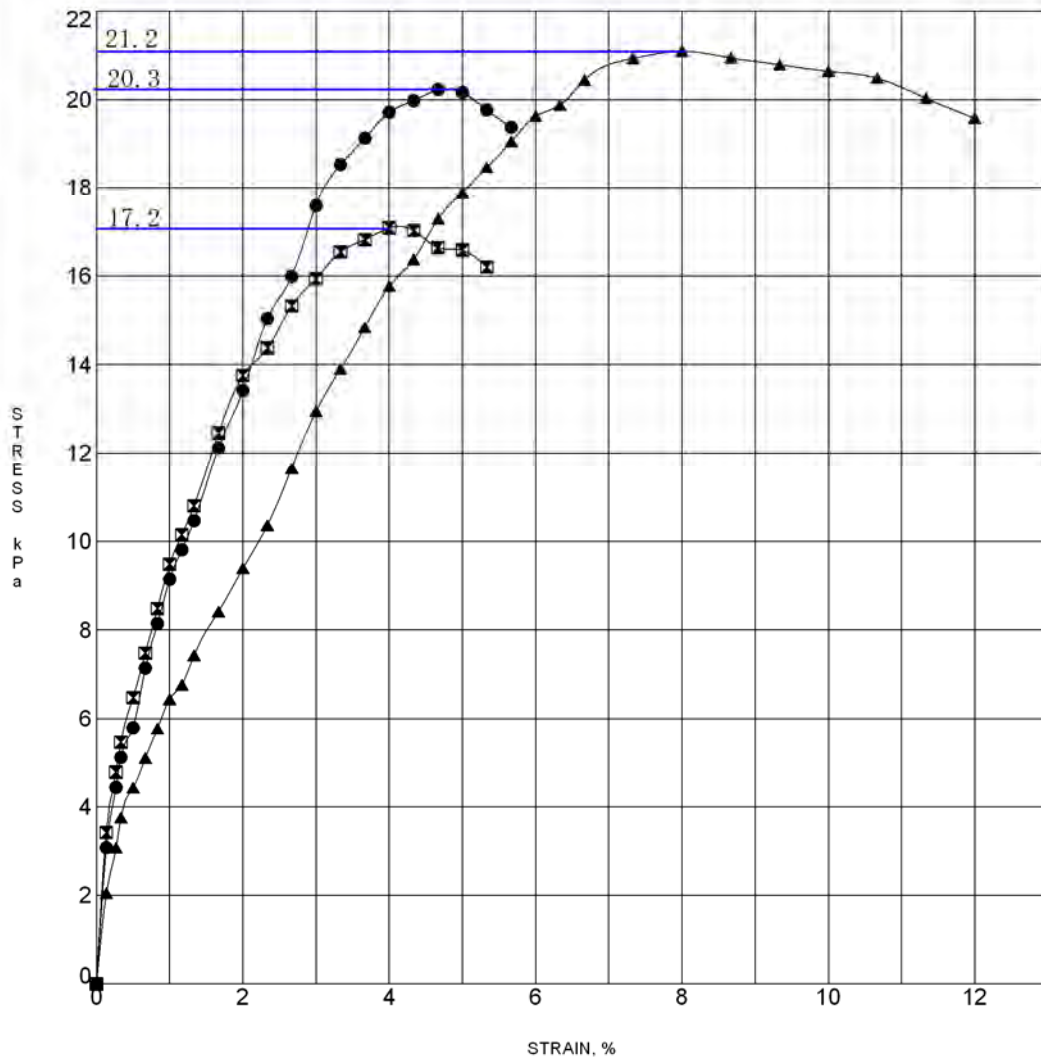
Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 1-2		7	100
☒	Case 1-2		7	101
▲	Case 1-2		7	99

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
 GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown



$q_u = (17.2 + 20.3 + 21.2) / 3 = 19.6 \text{ KPa}$

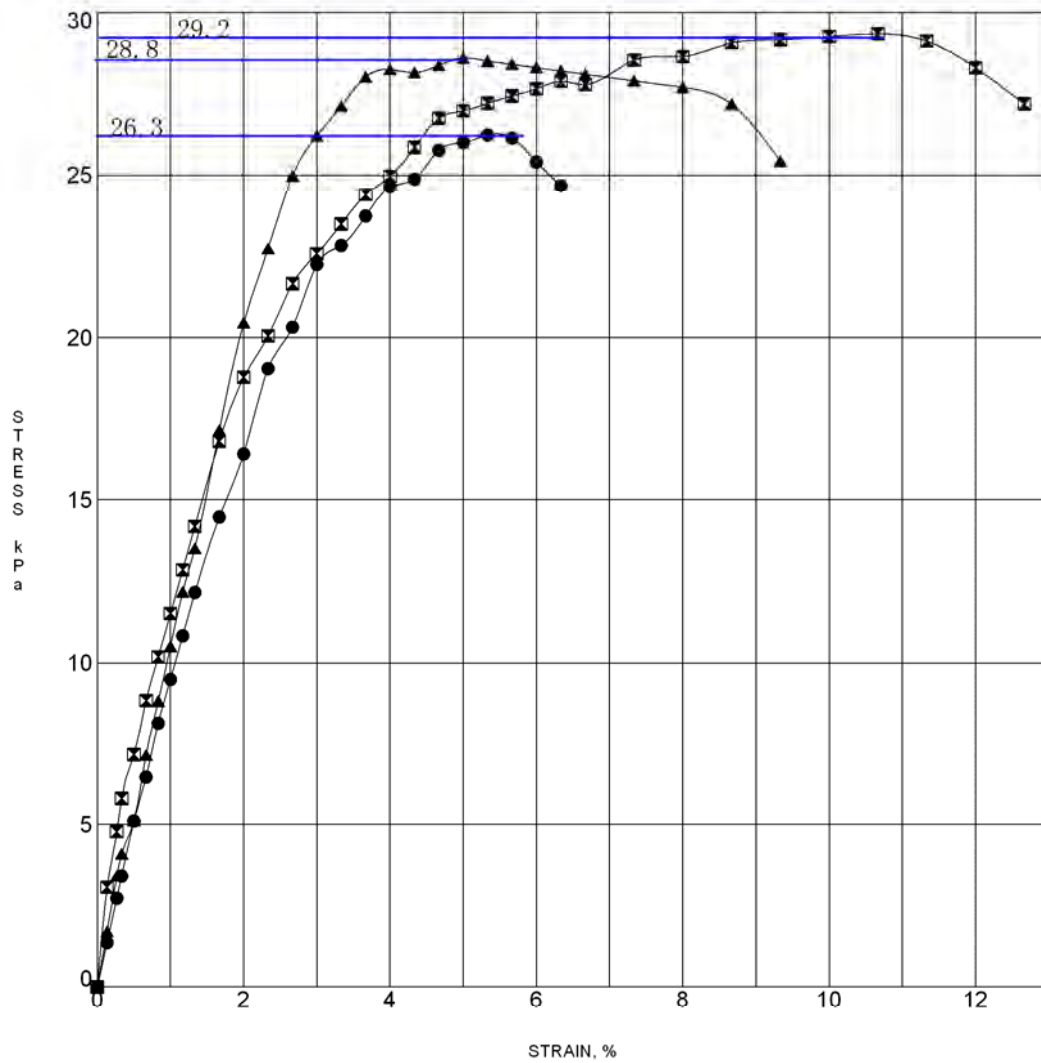
Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 1-3		7	94
⊠	Case 1-3		7	96
▲	Case 1-3		7	97

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown



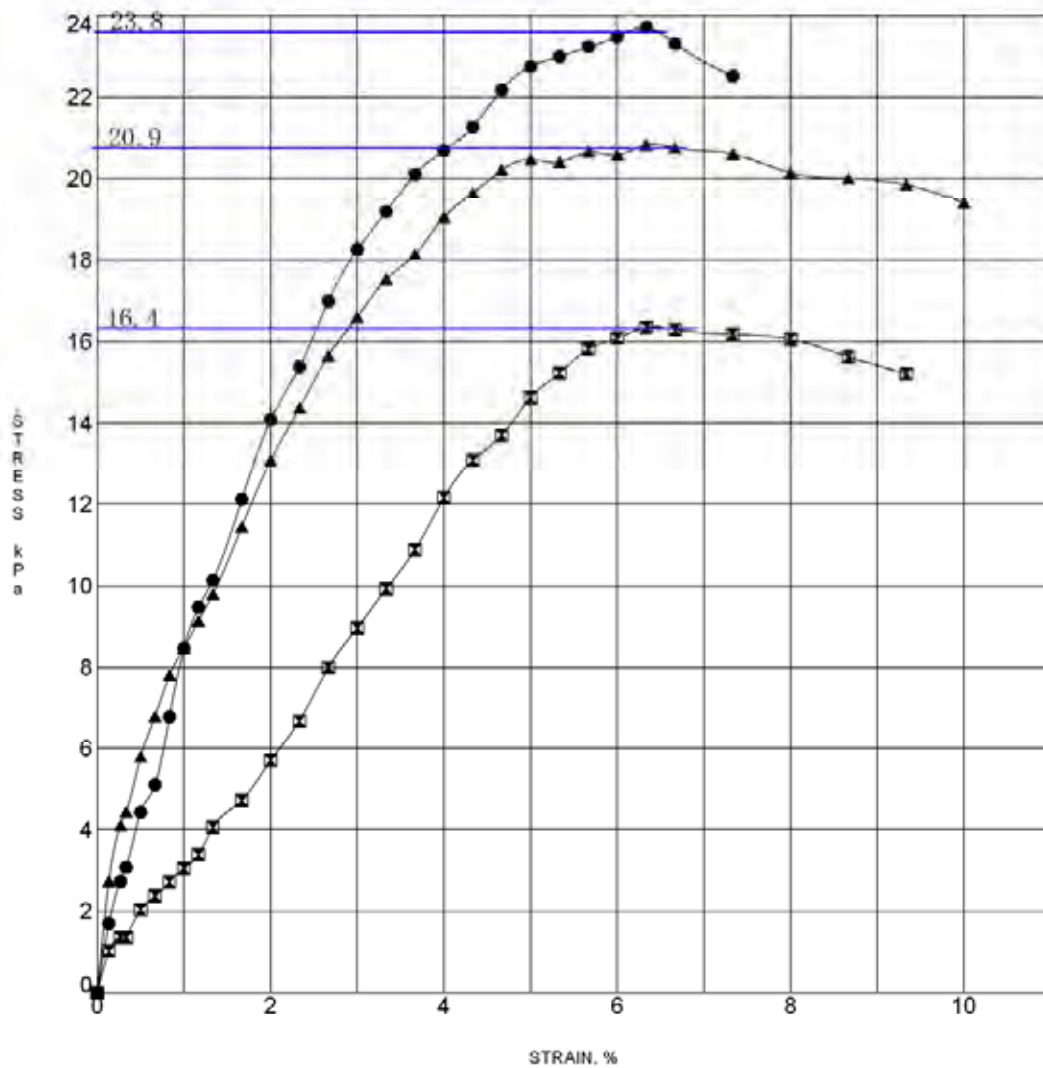
$q_u = (26.3 + 28.8 + 29.2) / 3 = 28.1 \text{ KPa}$

Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 2-1		8	85
☒	Case 2-1		8	85
▲	Case 2-1		8	86

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff JOB NO. PR091002
Mahiaca DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
 GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown



$$q_u = (16.4 + 20.9 + 23.8) / 3 = 20.4 \text{ KPa}$$

Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 2-2		7	89
■	Case 2-2		7	90
▲	Case 2-2		7	89

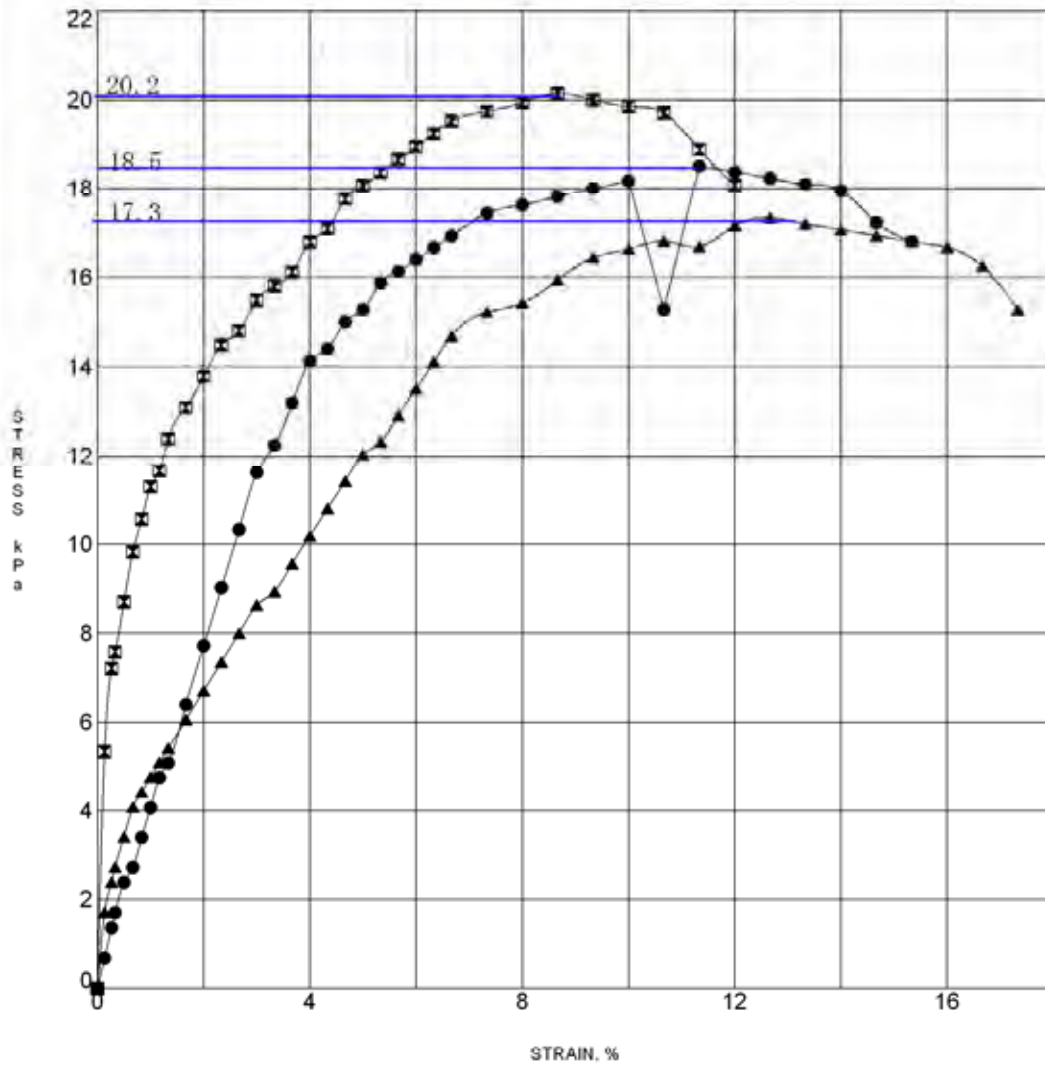
PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST

GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town. Kitty. Georgetown



$$q_u = (17.3 + 18.5 + 20.2) / 3 = 18.7 \text{ KPa}$$

Boring No.	Sample No.	Classification	DD	MC%
●	Case 2-3		7	97
☒	Case 2-3		8	98
▲	Case 2-3		7	97

PROJECT East Demerara Water Conservancy - Flagstaff
Mahiaca

JOB NO. PR091002
 DATE 12/4/09

UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
 GROUND STRUCTURES ENGINEERING CONSULTANTS INC.

212 D'Andrade St. N/town, Kitty, Georgetown

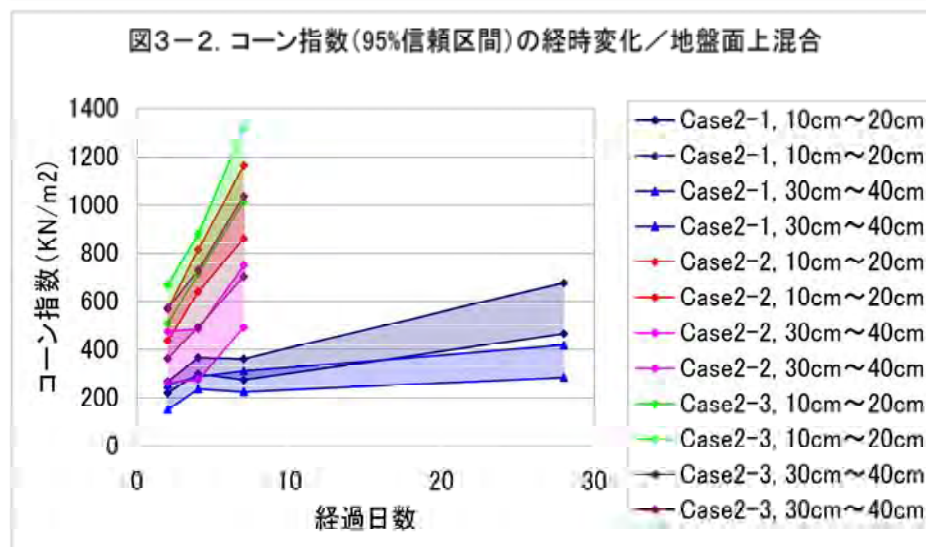
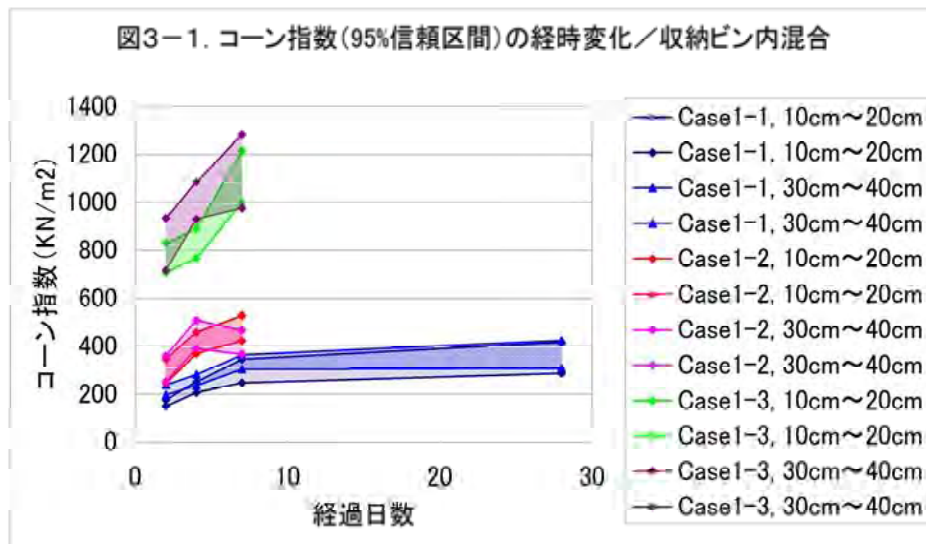
3-1-2-3 調査・試験結果の解析

(1) 土質改良工法の工法検討

1) 現位置試験結果の解析・検討

(a) コーン貫入試験結果

目標値をコーン指数 400KN/m² (湿地ブルドーザー) ~500KN/m² (乾地ブルドーザー) とすれば、図3-1より、セメント量1袋/m³ではバラツキを考慮すれば若干不十分である。セメント量2袋/m³ではバラツキが見られるが図3-1, 図3-2ともに目標値に対し余裕があること、図3-3のセメント量1.5袋/m³でも問題のない結果となっていることより、現地試験でのコーン指数測定結果からは、セメント量1.5袋/m³が適当であると考えられる。なお、収納ビン内混合 (Case1-2) よりも地盤面上混合 (Case2-2) の方が大きなコーン指数を示している様なケースは、後者の場合には撒きだし~セメント混合の過程で試験用土を2度に渡り取り扱ったこと等による用土ロスの影響が出て、セメントの混合割合が大きくなった影響等によるものと推測される。



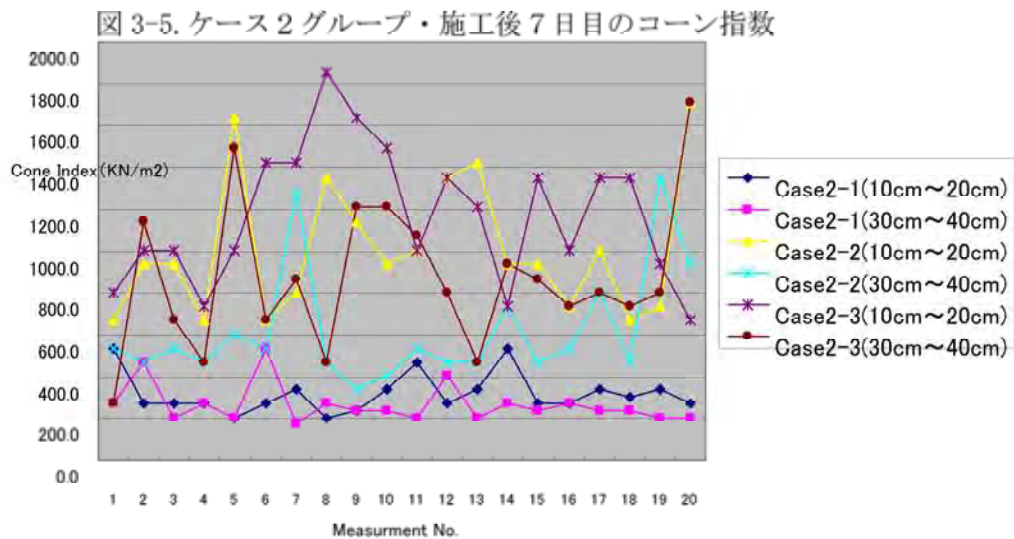
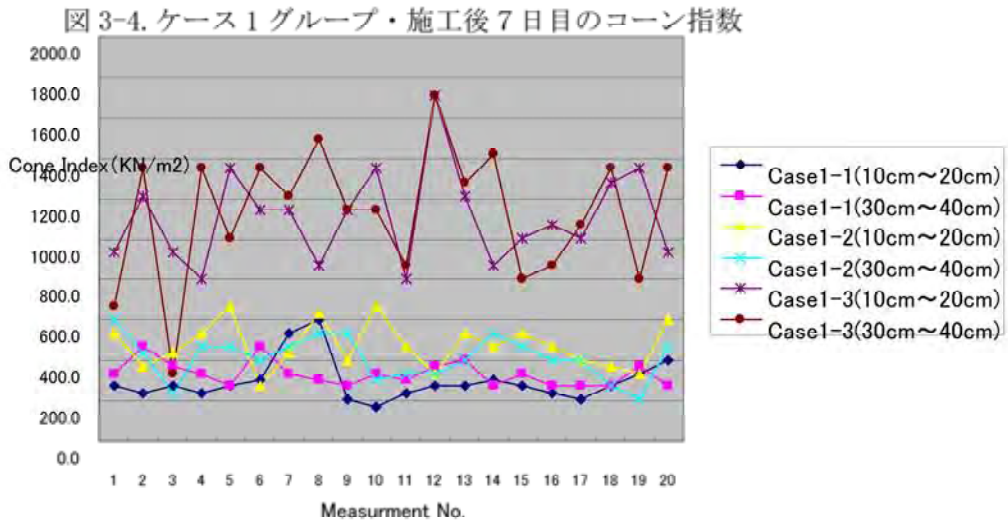
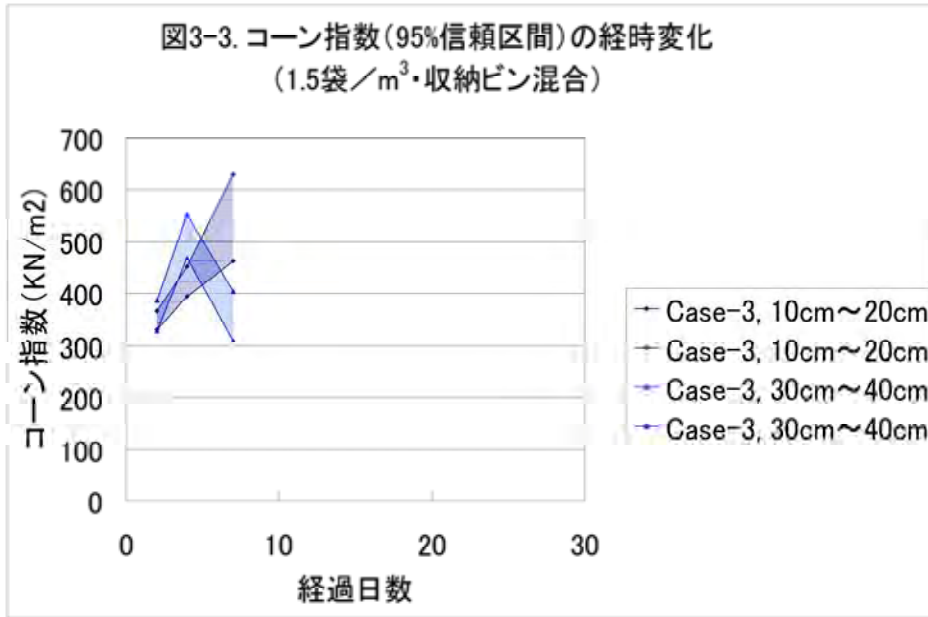


図3-6. ケース1-1: コーン指数の経時変化

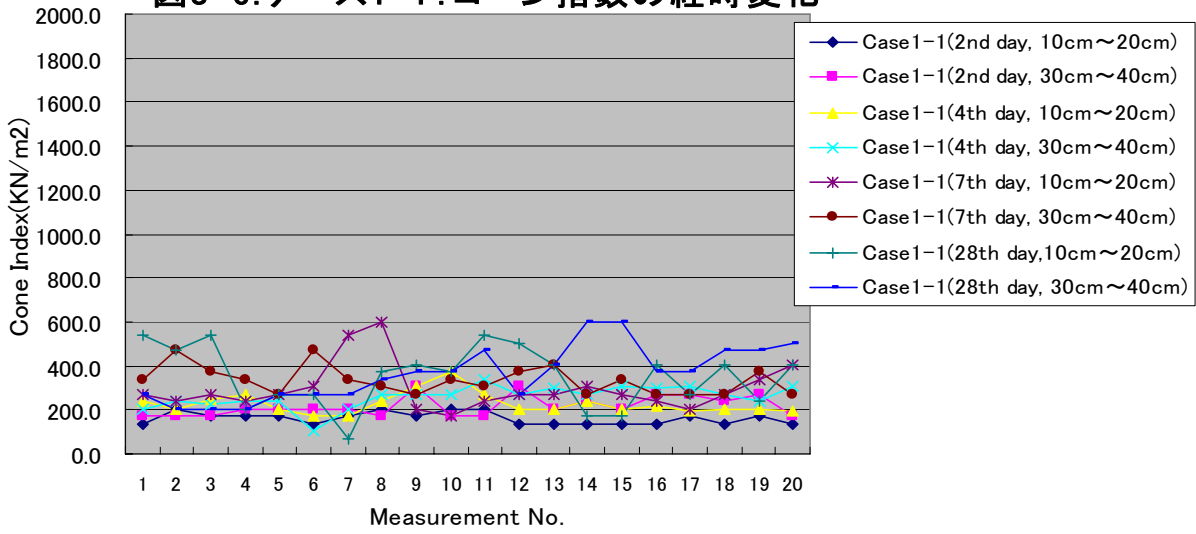


図3-7. ケース1-2: コーン指数の経時変化

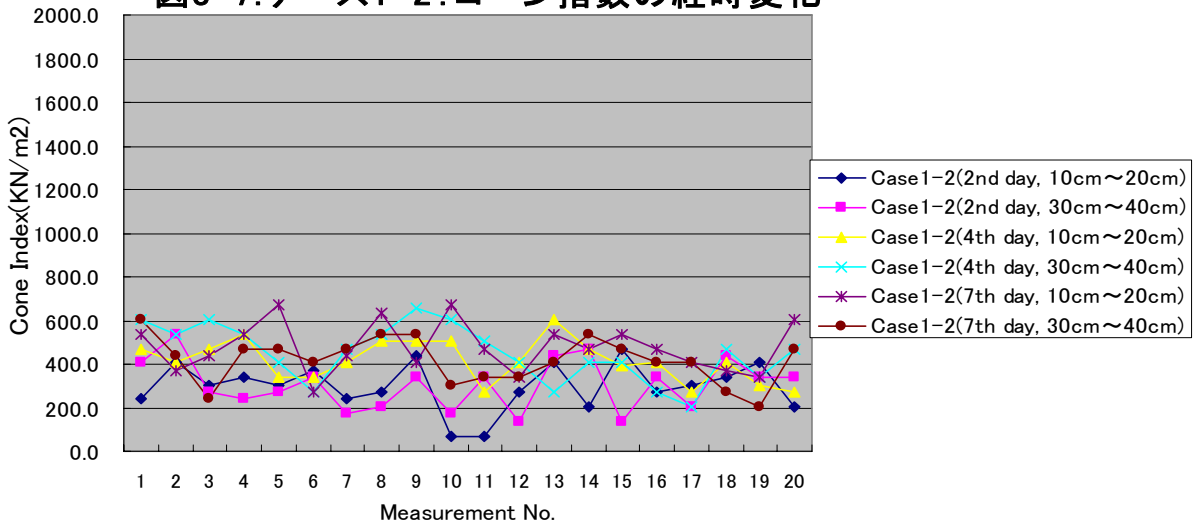


図3-8. ケース1-3: コーン指数の経時変化

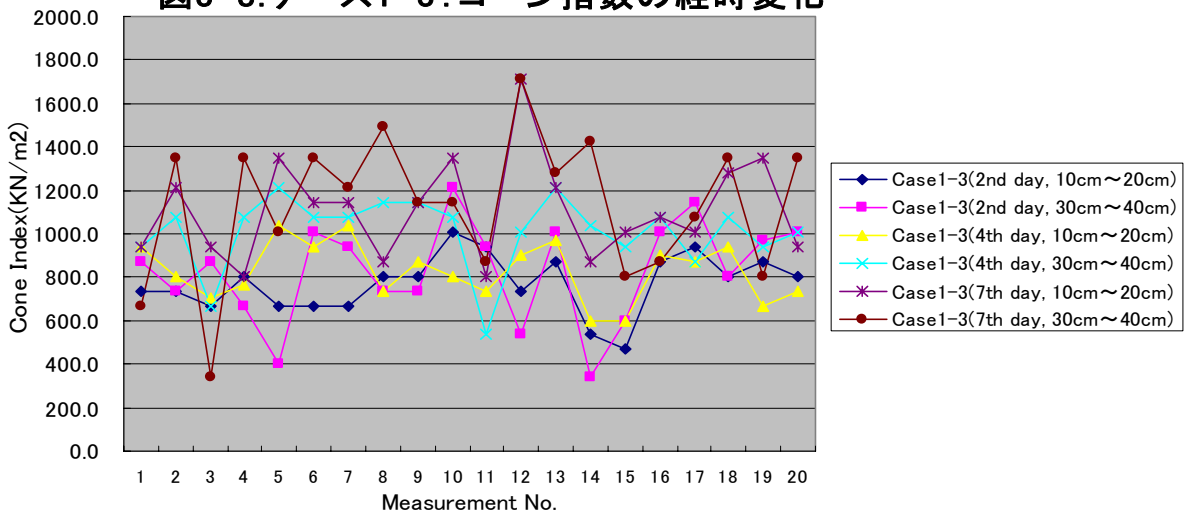


図 3-9. ケース 2-1: コーン指数の経時変化

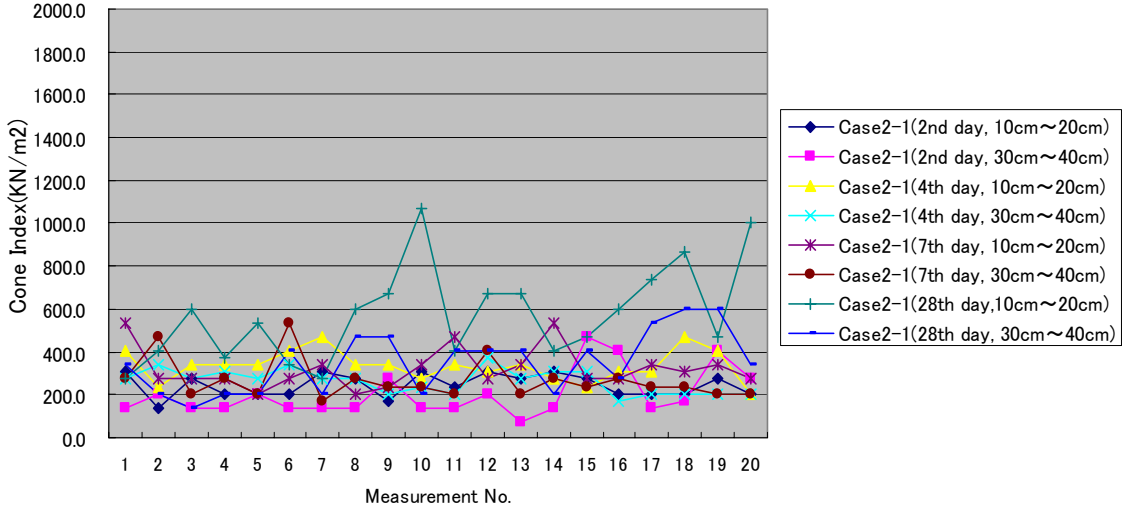


図 3-10. ケース 2-2: コーン指数の経時変化

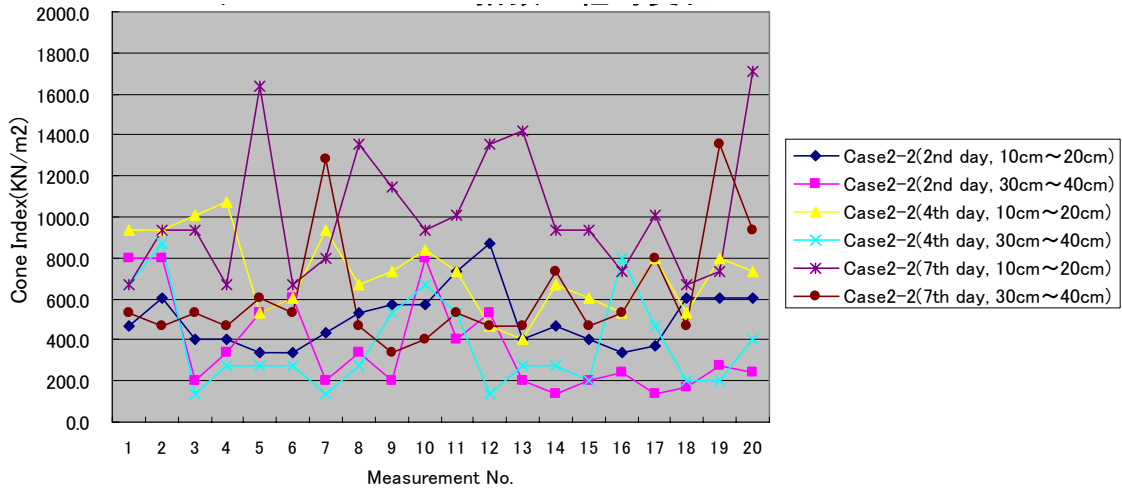


図 3-11. ケース 2-3: コーン指数の経時変化

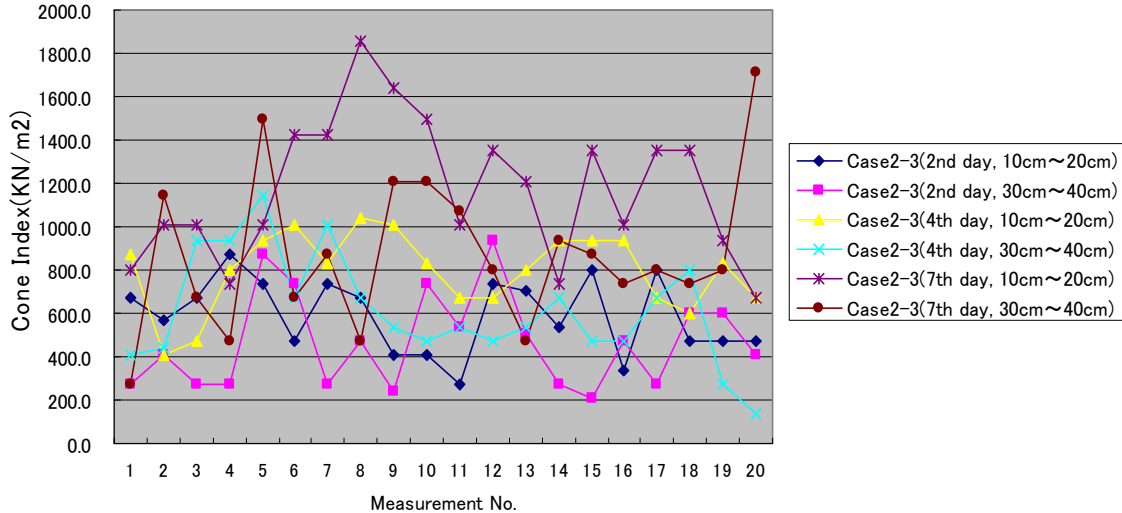


図3-12. ケース-3: コーン指数の経時変化

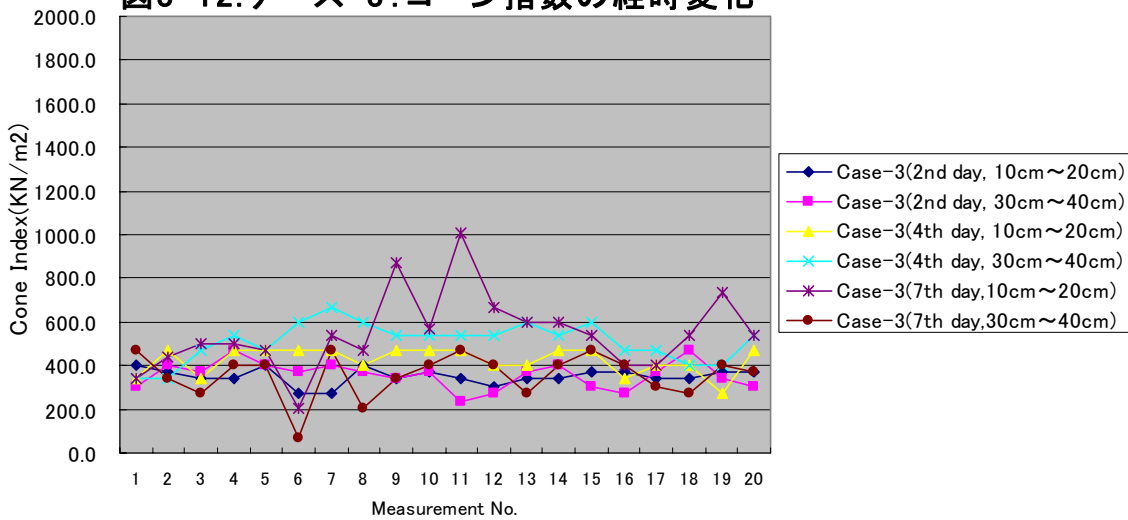


図3-13. ケース3と他ケースの対比(施工後7日目)

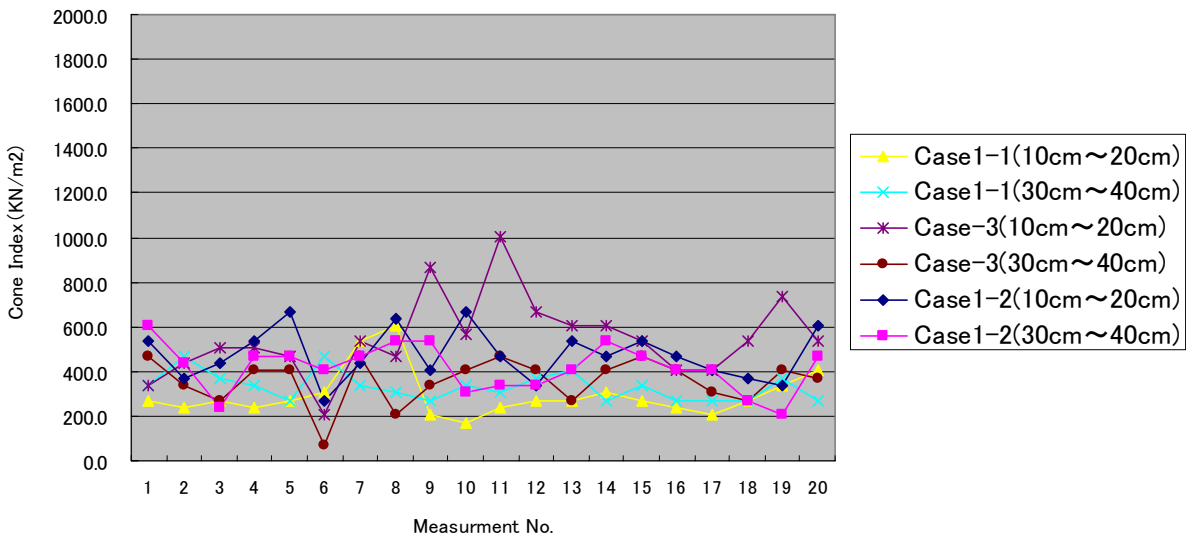
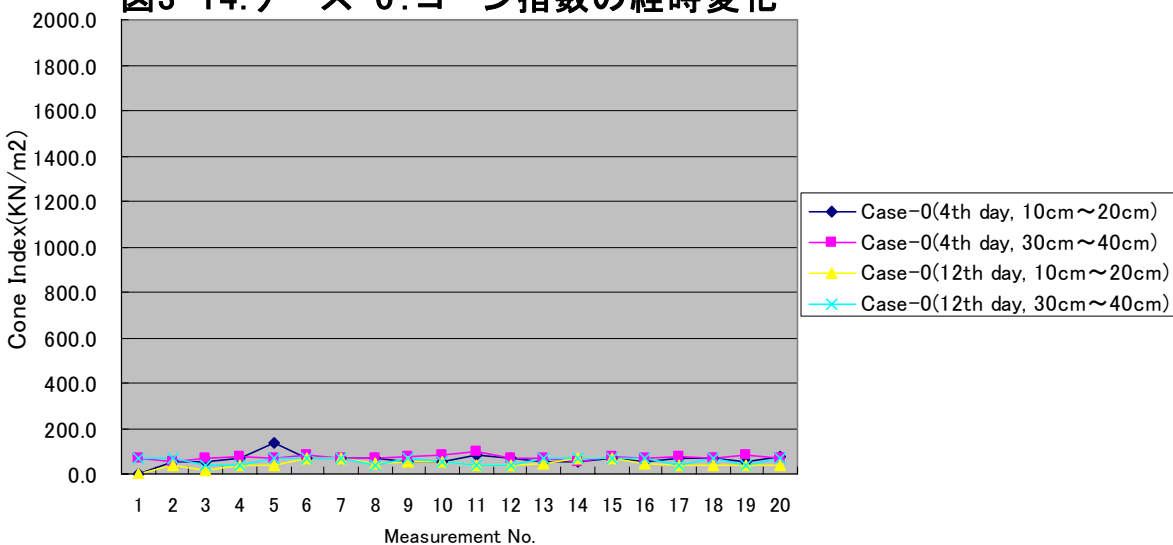


図3-14. ケース-0: コーン指数の経時変化



コーン貫入試験・測定結果

Case1-1(施工後2日目)										Case1-2(施工後2日目)										Case1-3(施工後2日目)									
10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm				
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)			
20	88.6252	137.4	25	110.3918	171.2	35	153.6355	238.2	404.0	60	260.6092	404.0	110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6		110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6				
30	132.0577	204.7	25	110.3918	171.2	60	260.6092	404.0	536.0	80	345.7132	536.0	110	473.8657	734.7	110	473.8657	734.7		110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6				
25	110.3918	171.2	25	110.3918	171.2	45	196.5745	304.8	271.5	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	130	560.2337	868.6		100	431.006	668.2	100	431.006	668.2				
25	110.3918	171.2	30	132.0577	204.7	50	217.9585	337.9	238.2	35	153.6355	238.2	120	516.9292	801.4	100	431.006	668.2		120	516.9292	801.4	100	431.006	668.2				
25	110.3918	171.2	30	132.0577	204.7	45	196.5745	304.8	271.5	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	60	260.6092	404.0		100	431.006	668.2	60	260.6092	404.0				
20	88.6252	137.4	30	132.0577	204.7	55	239.3	371.0	337.9	50	217.9585	337.9	100	431.006	668.2	150	647.6785	1004.2		100	431.006	668.2	150	647.6785	1004.2				
25	110.3918	171.2	30	132.0577	204.7	35	153.6355	238.2	271.5	25	110.3918	171.2	100	431.006	668.2	140	603.8092	936.1		140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1				
30	132.0577	204.7	25	110.3918	171.2	40	175.1372	271.5	204.7	30	132.0577	204.7	120	516.9292	801.4	110	473.8657	734.7		120	516.9292	801.4	110	473.8657	734.7				
25	110.3918	171.2	45	196.5745	304.8	65	281.896	437.0	337.9	50	217.9585	337.9	120	516.9292	801.4	110	473.8657	734.7		120	516.9292	801.4	110	473.8657	734.7				
30	132.0577	204.7	25	110.3918	171.2	10	44.7377	69.4	171.2	25	110.3918	171.2	150	647.6785	1004.2	180	781.1692	1211.1		150	647.6785	1004.2	180	781.1692	1211.1				
30	132.0577	204.7	25	110.3918	171.2	40	175.1372	271.5	204.7	50	217.9585	337.9	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1		140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1				
20	88.6252	137.4	45	196.5745	304.8	40	175.1372	271.5	204.7	20	88.6252	137.4	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0		80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0				
20	88.6252	137.4	30	132.0577	204.7	60	260.6092	404.0	437.0	65	281.896	437.0	130	560.2337	868.6	150	647.6785	1004.2		130	560.2337	868.6	150	647.6785	1004.2				
20	88.6252	137.4	35	153.6355	238.2	30	132.0577	204.7	271.5	70	303.1697	470.0	80	345.7132	536.0	50	217.9585	337.9		80	345.7132	536.0	50	217.9585	337.9				
20	88.6252	137.4	30	132.0577	204.7	70	303.1697	470.0	137.4	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	90	388.3057	602.0		70	303.1697	470.0	90	388.3057	602.0				
20	88.6252	137.4	40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	204.7	50	217.9585	337.9	130	560.2337	868.6	170	736.3537	1141.6		130	560.2337	868.6	170	736.3537	1141.6				
25	110.3918	171.2	40	175.1372	271.5	45	196.5745	304.8	271.5	45	196.5745	304.8	140	603.8092	936.1	170	736.3537	1141.6		140	603.8092	936.1	170	736.3537	1141.6				
20	88.6252	137.4	35	153.6355	238.2	50	217.9585	337.9	271.5	65	281.896	437.0	120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4		120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4				
25	110.3918	171.2	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	437.0	50	217.9585	337.9	130	560.2337	868.6	145	625.706	970.1		130	560.2337	868.6	145	625.706	970.1				
20	88.6252	137.4	25	110.3918	171.2	30	132.0577	204.7	271.5	30	132.0577	204.7	50	217.9585	337.9	120	516.9292	801.4		120	516.9292	801.4	150	647.6785	1004.2				
平均		162.7			216.4			236.0	306.0	平均		206.0			296.0			768.6		平均		768.6			825.1				
標準偏差		29.8			45.2			105.5	111.9	標準偏差		105.5			129.2			129.2		標準偏差		129.2			226.3				
95%信頼区間		150.3			194.7			245.3	252.2	95%信頼区間		245.3			346.6			706.6		95%信頼区間		706.6			716.4				
		175.1			238.0			346.6	359.7			346.6						830.7				830.7			933.8				

Case1-1(施工後4日目)										Case1-2(施工後4日目)										Case1-3(施工後4日目)									
10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm				
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	gc(KN/m ²)			
35	153.6355	238.2	30	132.0577	204.7	70	303.1697	470.0	602.0	90	388.3057	602.0	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1		140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1				
30	132.0577	204.7	35	153.6355	238.2	60	260.6092	404.0	536.0	80	345.7132	536.0	120	516.9292	801.4	105	452.413	701.4		105	452.413	701.4	100	431.006	668.2				
36	157.9415	244.9	33	145.0142	224.8	70	303.1697	470.0	602.0	90	388.3057	602.0	115	495.3695	768.0	115	495.3695	768.0		115	495.3695	768.0	160	691.8572	1072.6				
40	175.1372	271.5	35	153.6355	238.2	80	345.7132	536.0	536.0	80	345.7132	536.0	155	669.7285	1038.3	155	669.7285	1038.3		155	669.7285	1038.3	180	781.1692	1211.1				
30	132.0577	204.7	35	153.6355	238.2	50	217.9585	337.9	271.5	50	217.9585	337.9	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1		140	603.8092	936.1	160	691.8572	1072.6				
25	110.3918	171.2	15	66.74498	103.5	50	217.9585	337.9	271.5	40	175.1372	271.5	155	669.7285	1038.3	155	669.7285	1038.3		155	669.7285	1038.3	170	736.3537	1141.6				
25	110.3918	171.2	30	132.0577	204.7	60	260.6092	404.0	470.0	70	303.1697	470.0	110	473.8657	734.7	110	473.8657	734.7		110	473.8657	734.7	160	691.8572	1072.6				
35	153.6355	238.2	40	175.1372	271.5	75	324.4393	503.0	536.0	80	345.7132	536.0	130	560.2337	868.6	130	560.2337	868.6		130	560.2337	868.6	170	736.3537	1141.6				
45	196.5745	304.8	40	175.1372	271.5	75	324.4393	503.0	536.0	98	422.4547	655.0	120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4		120	516.9292	801.4	160	691.8572	1072.6				
55	239.3	371.0	40	175.1372	271.5	75	324.4393	503.0	536.0	90	388.3057	602.0	135	581.986	902.3	135	581.986	902.3		135	581.986	902.3	150	647.6785	1004.2				
40	175.1372	271.5	50	217.9585	337.9	40	175.1372	271.5	271.5	75	324.4393	503.0	145	625.706	970.1	145	625.706	970.1		145	625.706	970.1	180	781.1692	1211.1				
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	404.0	60	260.6092	404.0	150	647.6785	1004.2	150	647.6785	1004.2		150	647.6785	1004.2	180	781.1692	1211.1				
30	132.0577	204.7	44	192.2916	298.1	70	303.1697	470.0	404.0	60	260.6092	404.0	155	669.7285	1038.3	155	669.7285	1038.3		155	669.7285	1038.3	180	781.1692	1211.1				
35	153.6355	238.2	40	175.1372	271.5	45	196.5745	304.8	304.8	58	252.0887	390.8	90	388.3057	602.0	90	388.3057	602.0		90	388.3057	602.0	140	603.8092	936.1				
32	140.6987	218.1	44	192.2916	298.1	60	260.6092	404.0	271.5	40	175.1372	271.5	135	581.986	902.3	135	581.986	902.3		135	581.986	902.3	160	691.8572	1072.6				
28	123.4026	191.3	45	196.5745	304.8	40	175.1372	271.5	271.5	40	175.1372	271.5	30	132.0577	204.7	30	132.0577	204.7		30	132.0577	204.7	130	560.2337	868.6				
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	404.0	60	260.6092	404.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0		70	303.1697	470.0	160	691.8572	1072.6				
30	132.0577	204.7	35	153.6355	238.2	45	196.5745	304.8	304.8	45	196.5745	304.8	50	217.9585	337.9	50	217.9585	337.9		50	217.9585	337.9	140	603.8092	936.1				
28	123.4026	191.3	45	196.5745	304.8	40	175.1372	271.5	271.5	40	175.1372	271.5	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0		70	303.1697	470.0	150	647.6785	1004.2				
平均		227.7			258.4			413.2	447.8	平均		413.2			447.8			827.3		平均		827.3			1007.1				
標準偏差		46.8			49.7																								

Case 1-1 (施工後7日目)				Case 1-2 (施工後7日目)				Case 1-3 (施工後7日目)			
10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm	
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)
40	175.1372	271.5	50	217.9585	337.9	80	345.7132	536.0	90	388.3057	602.0
35	153.6355	238.2	70	303.1697	470.0	55	239.3	371.0	65	281.896	437.0
40	175.1372	271.5	55	239.3	371.0	65	281.896	437.0	35	153.6355	238.2
35	153.6355	238.2	50	217.9585	337.9	80	345.7132	536.0	70	303.1697	470.0
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	70	303.1697	470.0
45	196.5745	304.8	70	303.1697	470.0	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0
80	345.7132	536.0	50	217.9585	337.9	65	281.896	437.0	70	303.1697	470.0
90	388.3057	602.0	45	196.5745	304.8	95	409.639	635.1	80	345.7132	536.0
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	80	345.7132	536.0
25	110.3918	171.2	50	217.9585	337.9	100	431.006	668.2	45	196.5745	304.8
35	153.6355	238.2	45	196.5745	304.8	70	303.1697	470.0	50	217.9585	337.9
40	175.1372	271.5	55	239.3	371.0	50	217.9585	337.9	50	217.9585	337.9
40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	80	345.7132	536.0	60	260.6092	404.0
45	196.5745	304.8	40	175.1372	271.5	70	303.1697	470.0	80	345.7132	536.0
40	175.1372	271.5	50	217.9585	337.9	80	345.7132	536.0	70	303.1697	470.0
35	153.6355	238.2	40	175.1372	271.5	70	303.1697	470.0	50	217.9585	337.9
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	55	239.3	371.0	40	175.1372	271.5
50	217.9585	337.9	55	239.3	371.0	50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7
60	260.6092	404.0	40	175.1372	271.5	90	388.3057	602.0	70	303.1697	470.0
平均		296.2			332.8	平均		475.0			415.4
標準偏差		103.6			61.3	標準偏差		110.7			103.7
95%信頼区間		246.4			303.4	95%信頼区間		421.8			365.6
		345.9			362.3			528.1			465.2

Case 1-1 (施工後28日目)					
10cm~20cm		30cm~40cm			
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)		
80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5
70	303.1697	470.0	30	132.0577	204.7
80	345.7132	536.0	30	132.0577	204.7
30	132.0577	204.7	30	132.0577	204.7
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5
10	44.7377	69.4	40	175.1372	271.5
55	239.3	371.0	50	217.9585	337.9
60	260.6092	404.0	55	239.3	371.0
55	239.3	371.0	55	239.3	371.0
80	345.7132	536.0	70	303.1697	470.0
75	324.4393	503.0	40	175.1372	271.5
60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0
25	110.3918	171.2	90	388.3057	602.0
25	110.3918	171.2	90	388.3057	602.0
60	260.6092	404.0	55	239.3	371.0
40	175.1372	271.5	55	239.3	371.0
35	153.6355	238.2	70	303.1697	470.0
60	260.6092	404.0	75	324.4393	503.0
平均		350.6			365.8
標準偏差		132.6			119.9
95%信頼区間		286.9			308.2
		414.3			423.3

Case2-1 (施工後2日目)										Case2-2 (施工後2日目)										Case2-3 (施工後2日目)										
10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm					
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	
45	196.5745	304.8	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	120	516.9292	801.4	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	
20	88.6252	137.4	30	132.0577	204.7	90	388.3057	602.0	120	516.9292	801.4	85	366.9995	569.0	60	260.6092	404.0	85	366.9995	569.0	60	260.6092	404.0	85	366.9995	569.0	60	260.6092	404.0	
40	175.1372	271.5	20	88.6252	137.4	60	260.6092	404.0	30	132.0577	204.7	60	260.6092	404.0	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	
30	132.0577	204.7	20	88.6252	137.4	60	260.6092	404.0	50	217.9585	337.9	60	260.6092	404.0	130	560.2337	868.6	130	560.2337	868.6	40	175.1372	271.5	130	560.2337	868.6	40	175.1372	271.5	
30	132.0577	204.7	30	132.0577	204.7	50	217.9585	337.9	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0	110	473.8657	734.7	110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6	110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6	
45	196.5745	304.8	20	88.6252	137.4	65	281.896	437.0	30	132.0577	204.7	65	281.896	437.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	110	473.8657	734.7	110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6	
40	175.1372	271.5	20	88.6252	137.4	80	345.7132	536.0	50	217.9585	337.9	80	345.7132	536.0	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	
25	110.3918	171.2	40	175.1372	271.5	85	366.9995	569.0	30	132.0577	204.7	85	366.9995	569.0	60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0	35	153.6355	238.2	35	153.6355	238.2	60	260.6092	404.0	
45	196.5745	304.8	20	88.6252	137.4	85	366.9995	569.0	120	516.9292	801.4	85	366.9995	569.0	60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0	110	473.8657	734.7	110	473.8657	734.7	130	560.2337	868.6	
35	153.6355	238.2	20	88.6252	137.4	110	473.8657	734.7	60	260.6092	404.0	110	473.8657	734.7	60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0	100	431.006	668.2	
45	196.5745	304.8	30	132.0577	204.7	130	560.2337	868.6	80	345.7132	536.0	130	560.2337	868.6	80	345.7132	536.0	110	473.8657	734.7	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1	100	431.006	668.2	
40	175.1372	271.5	10	44.7377	69.4	60	260.6092	404.0	30	132.0577	204.7	60	260.6092	404.0	105	452.413	701.4	105	452.413	701.4	75	324.4393	503.0	75	324.4393	503.0	60	260.6092	404.0	
45	196.5745	304.8	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	
40	175.1372	271.5	70	303.1697	470.0	60	260.6092	404.0	35	153.6355	238.2	60	260.6092	404.0	35	153.6355	238.2	50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7	30	132.0577	204.7	70	303.1697	470.0	
30	132.0577	204.7	60	260.6092	404.0	55	239.3	371.0	20	88.6252	137.4	55	239.3	371.0	20	88.6252	137.4	120	516.9292	801.4	40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	90	388.3057	602.0	
30	132.0577	204.7	25	110.3918	171.2	90	388.3057	602.0	25	110.3918	171.2	90	388.3057	602.0	25	110.3918	171.2	70	303.1697	470.0	90	388.3057	602.0	90	388.3057	602.0	60	260.6092	404.0	
40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	90	388.3057	602.0	90	388.3057	602.0	90	388.3057	602.0	90	388.3057	602.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	60	260.6092	404.0	
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	90	388.3057	602.0	35	153.6355	238.2	90	388.3057	602.0	35	153.6355	238.2	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	60	260.6092	404.0	
平均		243.1			202.5	平均		503.2				平均		368.8				平均		589.2				平均		466.9				
標準偏差		49.9			105.7	標準偏差		138.1				標準偏差		223.5				標準偏差		166.7				標準偏差		215.1				
95%信頼区間		219.1			151.7	95%信頼区間		436.9				95%信頼区間		261.5				95%信頼区間		509.2				95%信頼区間		363.6				
		267.0			253.3			569.5						476.1						669.2						669.2				

Case2-1 (施工後4日目)										Case2-2 (施工後4日目)										Case2-3 (施工後4日目)									
10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm					10cm~20cm					30cm~40cm				
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)
60	260.6092	404.0	40	175.1372	271.5	140	603.8092	936.1	100	431.006	668.2	140	603.8092	936.1	100	431.006	668.2	130	560.2337	868.6	130	560.2337	868.6	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2
35	153.6355	238.2	50	217.9585	337.9	140	603.8092	936.1	130	560.2337	868.6	140	603.8092	936.1	130	560.2337	868.6	60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0	65	281.896	437.0	65	281.896	437.0
50	217.9585	337.9	40	175.1372	271.5	150	647.6785	1004.2	20	88.6252	137.4	150	647.6785	1004.2	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1
50	217.9585	337.9	45	196.5745	304.8	160	691.8572	1072.6	40	175.1372	271.5	160	691.8572	1072.6	40	175.1372	271.5	120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1
50	217.9585	337.9	40	175.1372	271.5	80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5	80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1	170	736.3537	1141.6	170	736.3537	1141.6
60	260.6092	404.0	50	217.9585	337.9	90	388.3057	602.0	60	260.6092	404.0	90	388.3057	602.0	60	260.6092	404.0	150	647.6785	1004.2	150	647.6785	1004.2	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2
70	303.1697	470.0	40	175.1372	271.5	140	603.8092	936.1	20	88.6252	137.4	140	603.8092	936.1	20	88.6252	137.4	125	538.5493	835.0	125	538.5493	835.0	150	647.6785	1004.2	150	647.6785	1004.2
50	217.9585	337.9	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	155	669.7285	1038.3	155	669.7285	1038.3	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2
50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7	110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0	110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0	150	647.6785	1004.2	150	647.6785	1004.2	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0
40	175.1372	271.5	35	153.6355	238.2	125	538.5493	835.0	100	431.006	668.2	125	538.5493	835.0	100	431.006	668.2	125	538.5493	835.0	125	538.5493	835.0	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0
50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7	110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0	110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0
45	196.5745	304.8	55	239.3	371.0	70	303.1697	470.0	20	88.6252	137.4	70	303.1697	470.0	20	88.6252	137.4	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0
50	217.9585	337.9	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	40	175.1372	271.5	120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4	80	345.7132	536.0	80	345.7132	536.0
40	175.1372	271.5	45	196.5745	304.8	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	40	175.1372	271.5	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2
35	153.6355	238.2	45	196.5745	304.8	90	388.3057	602.0	30	132.0577	204.7	90	388.3057	602.0	30	132.0577	204.7	140	603.8092	936.1	140	603.8092	936.1	70	303.1697	470.0	70	303.1697	470.0
45	196.5745	304.8	25	110.3918	171.2	80	345.7132	536.0	30	132.0577	204.7	80	345.7132	536.0	30	132.0577	204.7	100	431.006	668.2	100	431.006	668.2	120	516.9292	801.4	120	516.9292	801.4
70	303.1697	470.0	30	132.0577	204.7	80	345.7132	536.0	30	132.0577	204.7	80	345.7132																

Case2-1(施工後7日目)				Case2-2(施工後7日目)				Case2-3(施工後7日目)			
10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm	
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)
80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5	40	345.7132	536.0	120	516.9292	801.4
40	175.1372	271.5	70	303.1697	470.0	140	603.8092	936.1	150	647.6785	1004.2
40	175.1372	271.5	30	132.0577	204.7	140	603.8092	936.1	80	345.7132	536.0
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	100	431.006	668.2	70	303.1697	470.0
30	132.0577	204.7	30	132.0577	204.7	240	1055.921	1637.1	90	388.3057	602.0
40	175.1372	271.5	80	345.7132	536.0	100	431.006	668.2	80	345.7132	536.0
50	217.9585	337.9	25	110.3918	171.2	120	516.9292	801.4	190	826.2977	1281.1
30	132.0577	204.7	40	175.1372	271.5	200	871.726	1351.5	70	303.1697	470.0
35	153.6355	238.2	35	153.6355	238.2	170	736.3537	1141.6	50	217.9585	337.9
50	217.9585	337.9	35	153.6355	238.2	140	603.8092	936.1	60	260.6092	404.0
70	303.1697	470.0	30	132.0577	204.7	150	647.6785	1004.2	80	345.7132	536.0
40	175.1372	271.5	60	260.6092	404.0	200	871.726	1351.5	70	303.1697	470.0
50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7	210	917.4337	1422.4	70	303.1697	470.0
80	345.7132	536.0	40	175.1372	271.5	140	603.8092	936.1	110	473.8657	734.7
40	175.1372	271.5	35	153.6355	238.2	140	603.8092	936.1	70	303.1697	470.0
40	175.1372	271.5	40	175.1372	271.5	110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0
50	217.9585	337.9	35	153.6355	238.2	150	647.6785	1004.2	120	516.9292	801.4
45	196.5745	304.8	35	153.6355	238.2	100	431.006	668.2	70	303.1697	470.0
50	217.9585	337.9	30	132.0577	204.7	110	473.8657	734.7	200	871.726	1351.5
40	175.1372	271.5	30	132.0577	204.7	250	1102.399	1709.1	140	603.8092	936.1
平均		317.8			267.9	平均		1012.3			621.0
標準偏差		92.1			91.9	標準偏差		315.6			268.1
95%信頼区間		273.6			223.8	95%信頼区間		860.7			492.2
		362.0			312.1			1163.8			749.7

Case2-1(施工後28日目)					
10cm~20cm		30cm~40cm			
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)		
40	175.1372	271.5	50	217.9585	337.9
60	260.6092	404.0	30	132.0577	204.7
90	388.3057	602.0	20	88.6252	137.4
55	239.3	371.0	30	132.0577	204.7
80	345.7132	536.0	30	132.0577	204.7
50	217.9585	337.9	60	260.6092	404.0
40	175.1372	271.5	30	132.0577	204.7
90	388.3057	602.0	70	303.1697	470.0
100	431.006	668.2	70	303.1697	470.0
160	691.8572	1072.6	30	132.0577	204.7
60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0
100	431.006	668.2	60	260.6092	404.0
100	431.006	668.2	30	132.0577	204.7
60	260.6092	404.0	60	260.6092	404.0
70	303.1697	470.0	60	260.6092	404.0
90	388.3057	602.0	40	175.1372	271.5
110	473.8657	734.7	80	345.7132	536.0
130	560.2337	868.6	90	388.3057	602.0
70	303.1697	470.0	90	388.3057	602.0
150	647.6785	1004.2	50	217.9585	337.9
平均		571.5			350.7
標準偏差		219.6			138.4
95%信頼区間		466.1			284.2
		677.0			417.1

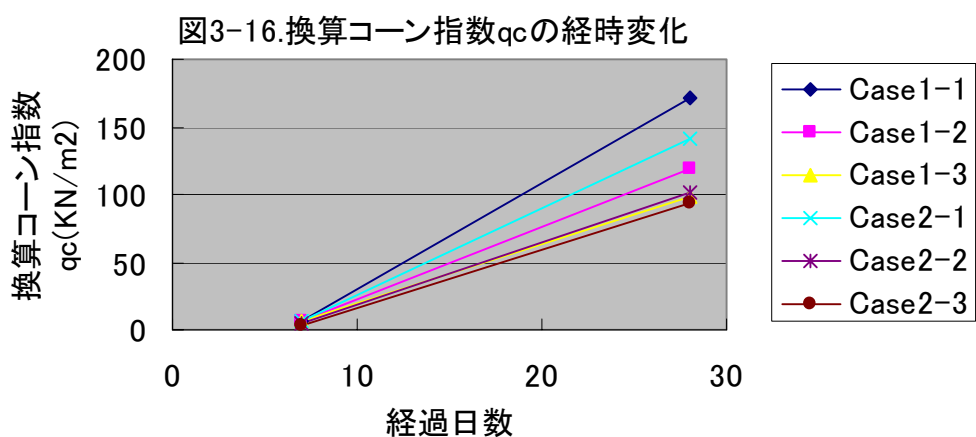
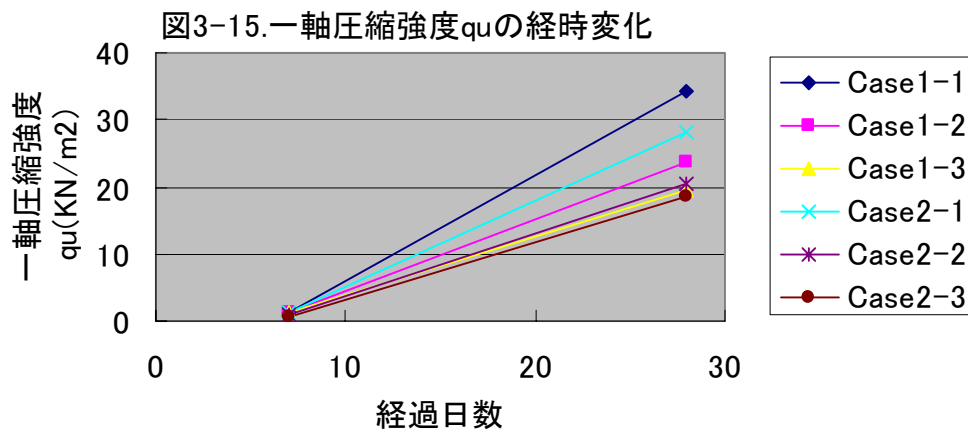
Case-0 (施工後4日目)				Case-3 (施工後2日目)			
10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm	
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)
0	0.286	0.4	69.4	60	260.6092	404.0	304.8
8	35.89612	55.7	69.4	55	239.3	371.0	404.0
8	35.89612	55.7	69.4	50	217.9585	337.9	371.0
10	44.7377	69.4	69.4	50	217.9585	337.9	470.0
20	88.6252	137.4	69.4	60	260.6092	404.0	404.0
10	44.7377	69.4	83.0	40	175.1372	271.5	371.0
10	44.7377	69.4	69.4	40	175.1372	271.5	404.0
10	44.7377	69.4	69.4	60	260.6092	404.0	371.0
8	35.89612	55.7	76.2	50	217.9585	337.9	337.9
8	35.89612	55.7	83.0	55	239.3	371.0	371.0
12	53.55674	83.0	96.7	50	217.9585	337.9	238.2
10	44.7377	69.4	69.4	45	196.5745	304.8	271.5
8	35.89612	55.7	69.4	50	217.9585	337.9	371.0
8	35.89612	55.7	55.7	50	217.9585	337.9	404.0
10	44.7377	69.4	76.2	55	239.3	371.0	304.8
8	35.89612	55.7	69.4	55	239.3	371.0	271.5
10	44.7377	69.4	76.2	50	217.9585	337.9	371.0
10	44.7377	69.4	69.4	50	217.9585	337.9	470.0
8	35.89612	55.7	83.0	55	239.3	371.0	337.9
11	49.14998	76.2	69.4	55	239.3	371.0	304.8
平均		64.9	72.8	平均		349.5	357.7
標準偏差		23.1	9.0	標準偏差		36.7	60.5
95%信頼区間		53.7	68.4	95%信頼区間		331.8	328.6
		76.0	77.1			367.1	386.7

Case-0 (施工後12日目)				Case-3 (施工後4日目)				Case-3 (施工後7日目)							
10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm		10cm~20cm		30cm~40cm	
Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)	Dial Gauge	Load(N)	qc(KN/m ²)	qc(KN/m ²)
0	0.286	0.4	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	50	217.9585	337.9	337.9	70	303.1697	470.0	470.0
5	22.58948	35.0	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	50	217.9585	337.9	337.9
2	9.22696	14.3	35.0	5	22.58948	35.0	35.0	50	217.9585	337.9	337.9	70	303.1697	470.0	470.0
5	22.58948	35.0	35.0	5	22.58948	35.0	35.0	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
5	22.58948	35.0	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	70	303.1697	470.0	470.0
10	44.7377	69.4	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	90	388.3057	602.0	602.0
10	44.7377	69.4	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	100	431.006	668.2	668.2
7	31.46659	48.8	35.0	5	22.58948	35.0	35.0	60	260.6092	404.0	404.0	90	388.3057	602.0	602.0
8	35.89612	55.7	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
8	35.89612	55.7	55.7	8	35.89612	55.7	55.7	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
5	22.58948	35.0	35.0	5	22.58948	35.0	35.0	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
5	22.58948	35.0	69.4	5	22.58948	35.0	35.0	60	260.6092	404.0	404.0	80	345.7132	536.0	536.0
7	31.46659	48.8	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	60	260.6092	404.0	404.0	90	388.3057	602.0	602.0
10	44.7377	69.4	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
10	44.7377	69.4	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	90	388.3057	602.0	602.0
7	31.46659	48.8	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	50	217.9585	337.9	337.9	70	303.1697	470.0	470.0
5	22.58948	35.0	69.4	5	22.58948	35.0	35.0	60	260.6092	404.0	404.0	60	260.6092	404.0	404.0
5	22.58948	35.0	35.0	5	22.58948	35.0	35.0	40	175.1372	271.5	271.5	60	260.6092	404.0	404.0
5	22.58948	35.0	69.4	5	22.58948	35.0	35.0	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
5	22.58948	35.0	69.4	10	44.7377	69.4	69.4	70	303.1697	470.0	470.0	80	345.7132	536.0	536.0
平均		43.3	56.7	平均		64.4	64.4	平均		452.4	452.4	平均		509.6	509.6
標準偏差		17.9	16.1	標準偏差		48.9	48.9	標準偏差		395.2	395.2	標準偏差		87.1	87.1
95%信頼区間		34.7	48.9	95%信頼区間		51.8	51.8	95%信頼区間		331.8	331.8	95%信頼区間		463.2	463.2
		51.8	64.4			64.4	64.4			367.1	367.1			629.4	629.4

2) 室内土質試験結果の解析・検討

試験結果では7日から28日への時間経過に伴う強度増加が顕著に現れているが、現位置試験での発現強度に比較して全般に小さくなっている。この事の原因としては、粘土が鋭敏性の高いものであったこと、これをセメント混合の過程で、ヘラで入念に混合したことにより強度低下が生じたこと、等が考えられる。また、全試験結果がセメント混合割合1袋/m³となっているものと推定され、セメント混合割合の増加と強度の関係が把握された試験とはなっていない。この中でケースが1, 2, 3となる程28日強度が小さくなっているのは、供試体が正しく28日目で試験されていない(試験室から情報が出てこないが、試験室への試料搬入日から見ると、ケースが2, 3となる程、経過日数が少なくなっているものと考えられる)事によるものである。

残念ながら、室内試験結果からは適切なセメント混合割合について検討することができる情報は得られなかった。



<試験結果>

- ・含水比は概ね 100%～110%前後の状態にあり、今回の現位置試験時とほぼ等しい。
- ・NO. 14～No. 15 (Nabaulis 付近) は有機質土 (ペガス) の割合が高くなり、含水比が高めとなる傾向にある。
- ・東側堤前面採取試料の Sample22, 23 は白色粘土であるが、含水比は 50%以下となっており特異である。

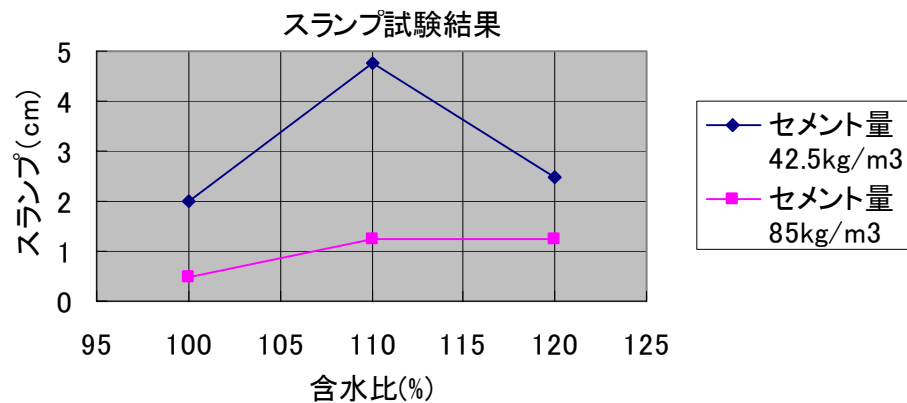
試料名	含水比 (%)
Sample 1	110.5413
Sample 2	113.1846
Sample 3	103.4913
Sample 4	102.4216
Sample 5	104.6836
Sample 6	103.9801
Sample 7	118.3316
Sample 8	87.55281
Sample 9	114.9884
Sample 10	135.6264
Sample 11	107.5825
Sample 12	101.6408
Sample 13	93.03101
Sample 14	122.3664
Sample 15	141.6389
Sample 16	102.1924
Sample 17	96.77419
Sample 18	101.5243
Sample 19	92.12106
Sample 20	100
Sample 21	82.46052
Sample 22	37.67904
Sample 23	49.97973
Sample 24	124.8271
Sample 25	109.7097

2) スランプ試験結果

本スランプ試験は、Case-3の現位置試験において斜面上に施工された盛土の表面を整形する際に、高い粘性のために改良土がバックホーのバケットに付着し意のままに施工する事が困難であったことを受け、施工性を改良する観点から粘土の水分量を多くすることが有効かどうかを判断することを目的として計画されたものである。次頁の試験計画書を作成し試験室に試験を依頼した結果、以下が得られた。自然含水比の報告が得られていないので、以下のグラフは自然含水比を100%として表示している。

自然含水比状態でのスランプが2以下と小さいことから、現位置試験時の用土は非常に流動性の小さいものになっていたことが伺える。施工性が良く過度な流動性も防げる状態としてスランプ5～6程度を目標とすれば、セメント混合割合を63.8kg/m³と設定していることも踏まえると、施工含水比は自然含水比状態よりも10%～15%程度高い状態に設定してもよいものと考えられる。

いずれにしても、水分量の調節を含めた最終的な粘土とセメントの混合方法、盛土斜面の整形方法は、施工時の検討課題となる。



	Case	Cement Volume	Slump
Natural Moisture Content	Case A-1;1	42.5kg/m ³	2.00 cm
	Case B-1;1	85kg/m ³	0.50 cm
Natural Moisture Content + 10%	Case A-2;1	42.5kg/m ³	4.75 cm
	Case B-2;1	85kg/m ³	0.00 cm
Natural Moisture Content + 20%	Case A-3;1	42.5kg/m ³	0.00 cm
	Case B-3;1	85kg/m ³	0.00 cm

SECOND SERIES OF TESTS

Natural Moisture Content + 10%			
	Case B-2;1	85kg/m ³	1.25 cm
Natural Moisture Content + 20%	Case A-3;1	42.5kg/m ³	2.50 cm
	Case B-3;1	85kg/m ³	1.25 cm

スランプ試験／試験状況



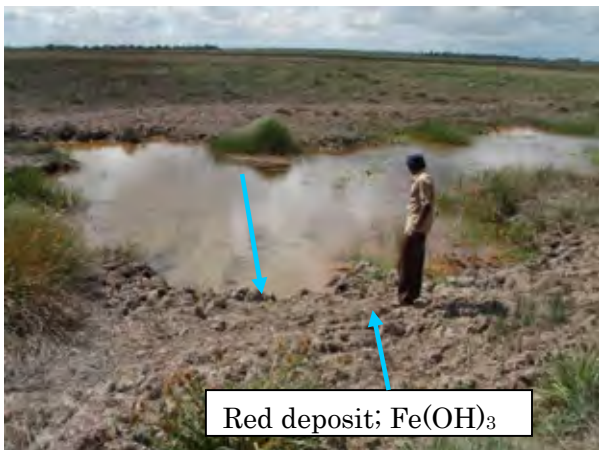
3-1-2-5 環境影響調査

第1回調査(10/27)

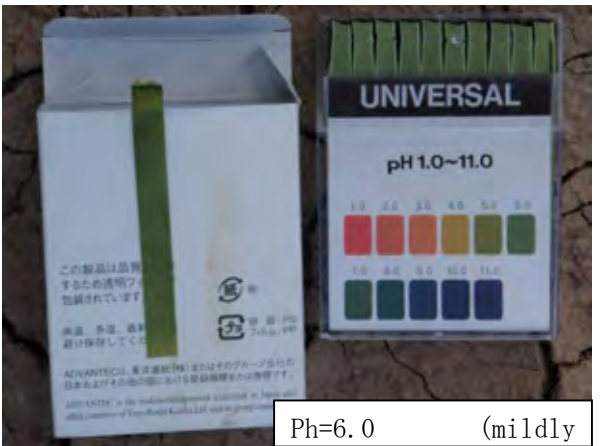
No.1 Point (浸透水の水溜まり・東側堤背面)



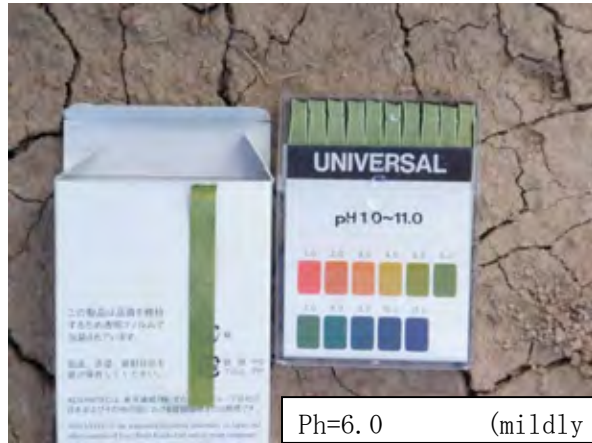
No.2 Point (浸透水の水溜まり・東側堤面)



No.3 Point (東側堤前面水路)



No.4 Point (東側堤背面遊水池・堰堤沿い水路)

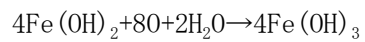
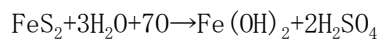


Ph=6.0 (mildly)

強酸性の原因推定



上の写真中の赤色の沈殿物が水酸化第3鉄 (赤さび, $\text{Fe}(\text{OH})_3$) であるとする、強酸性の原因は、地盤を構成する土層中に含まれた硫化鉄(FeS_2) が水と空気に反応して水酸化第2鉄に変化する際に共成する硫酸(H_2SO_4)の、硫酸イオン SO_4^{2-} によるものと推測される。



第2回調査 (10/30)

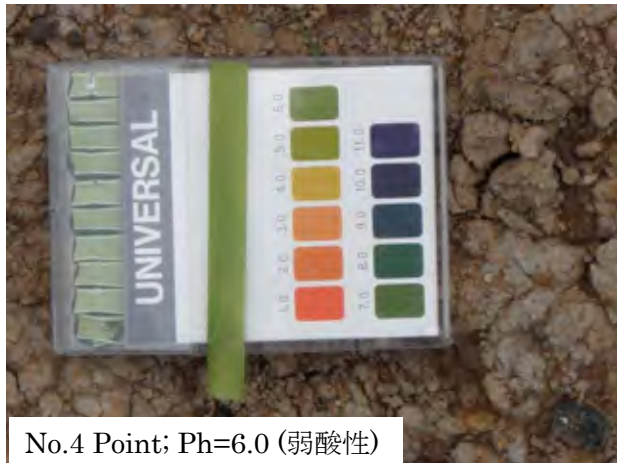
No.1 Point; Ph=3.5 (強酸性)



No.2 Point; Ph=3.5 (強酸性)



No.3 Point; Ph=6.0 弱酸性)



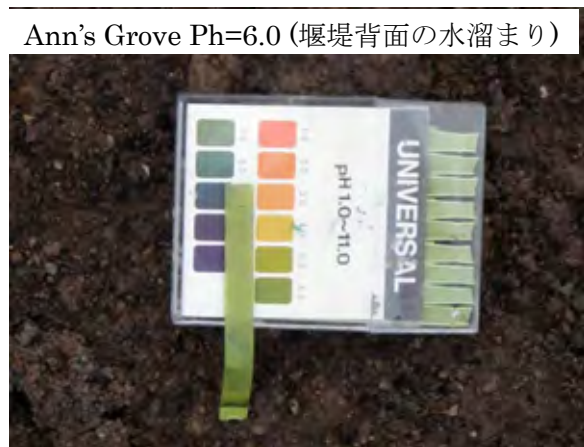
No.4 Point; Ph=6.0 (弱酸性)

第3回調査

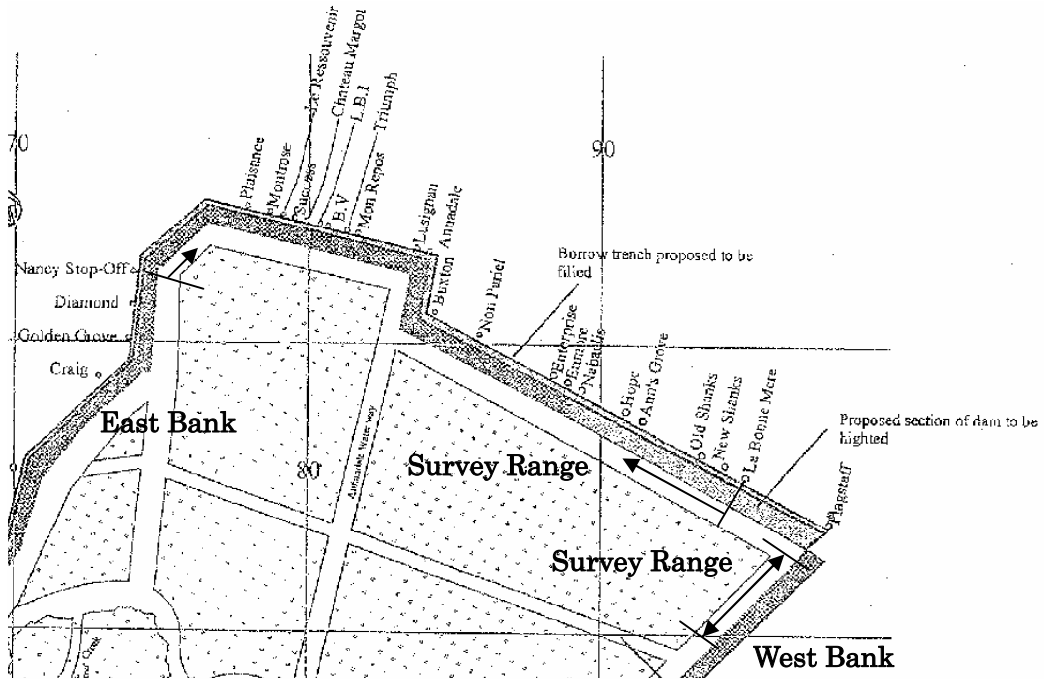
No.2 Point; Ph=4.0 (前日に強雨)



Ann's Grove Ph=6.0 (堰堤背面の水溜まり)



第4回調査 (11/6)



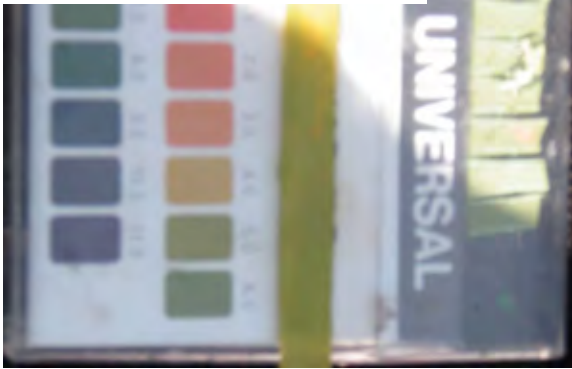
La Bonne Mere, 前面水路; Ph=5.0



La Bonne Mere, 後背水溜り; Ph=3.0



Old Shanks, 前面水路; Ph=4.5



Old Shanks, 後背水溜り; Ph=4.5



Hope, 前面水路; Ph=4.5



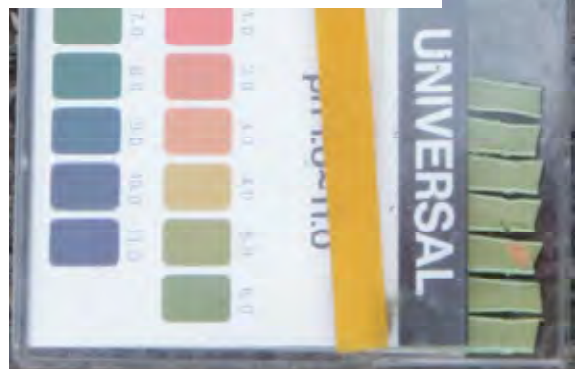
Nabarlis, 前面水路; Ph=4.5



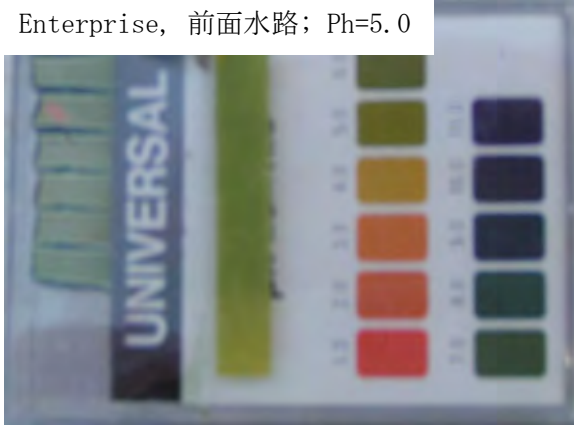
Enmore, 前面水路; Ph=5.0



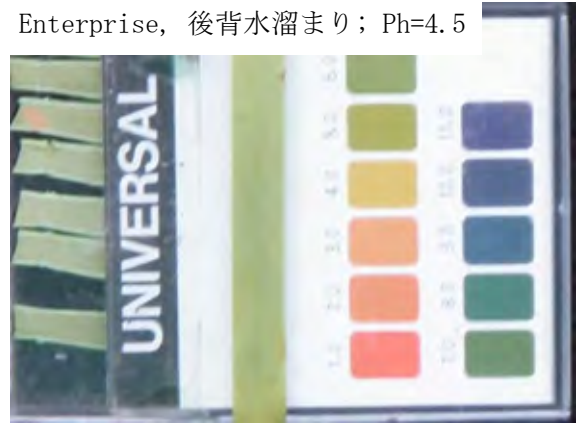
Enmore, 後背水溜まり; Ph=3.5



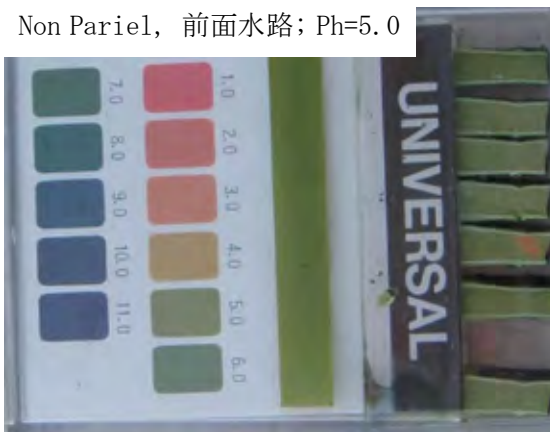
Enterprise, 前面水路; Ph=5.0



Enterprise, 後背水溜まり; Ph=4.5



Non Pariel, 前面水路; Ph=5.0



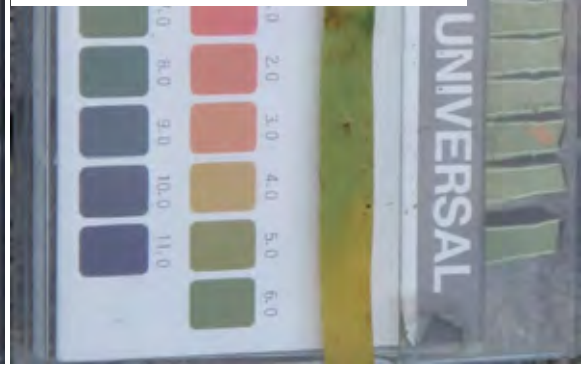
Boxton, 前面水路; Ph=5.0



Annadale, 前面水路; Ph=4.5



Annadale, 後背水溜まり; Ph=4.5



Nancy, 前面水路; Ph=4.5



1.5km along west bank, 前面水路; Ph=4.5



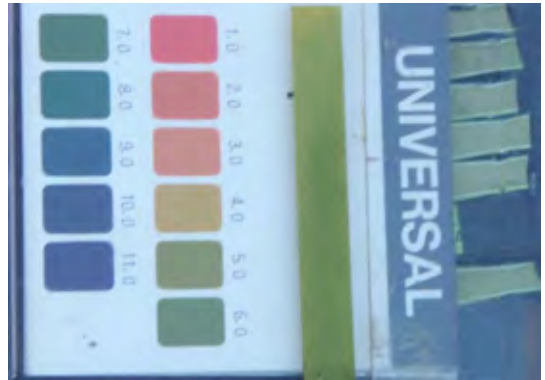
1.5km along west bank, 背面水路; Ph=4.5



3.0km along west bank, 前面水路; Ph=5.0



3.0km along west bank, 背面水路; Ph=5.0



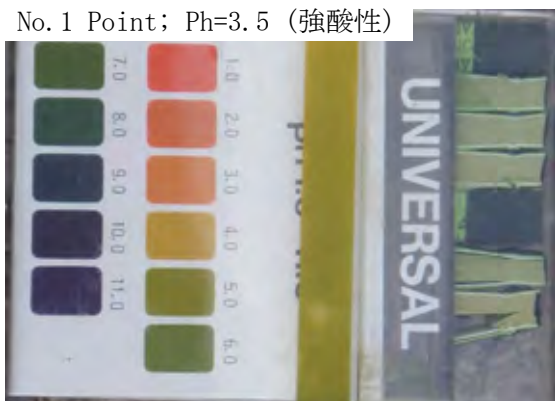
4.5km along west bank, 前面水路; Ph=5.0

湿地帯、接近不可

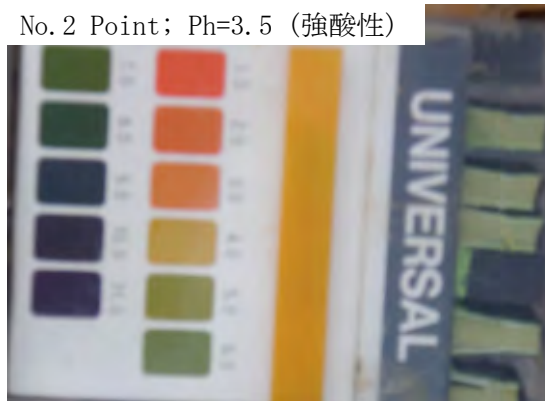


第5回調査 (11/7)

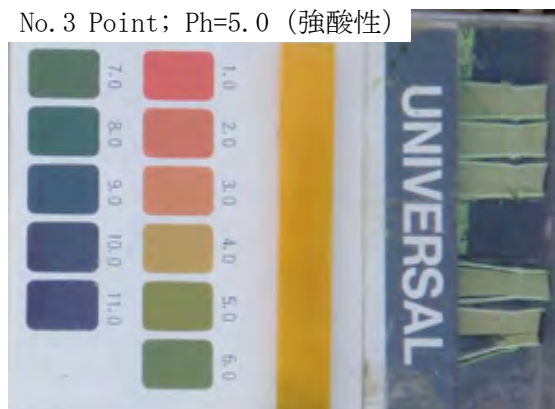
No. 1 Point; Ph=3.5 (強酸性)



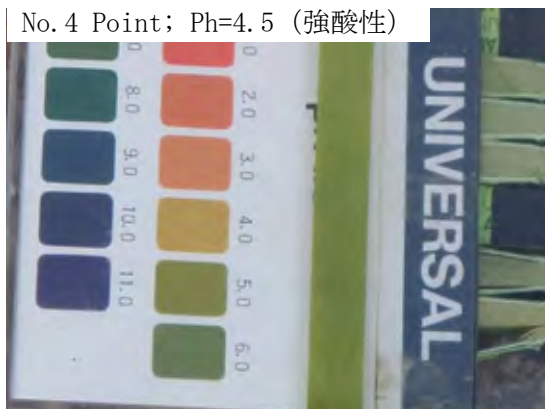
No. 2 Point; Ph=3.5 (強酸性)



No. 3 Point; Ph=5.0 (強酸性)



No. 4 Point; Ph=4.5 (強酸性)



環境影響調査の総括

- ・ 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。
- ・ 従って、セメント混合土表面から排出されるによるアルカリ性排水は、このような酸性環境を中和することになるので、有害な影響を与えることはないものと考えられる。

3-1-3 帰国後整理作業

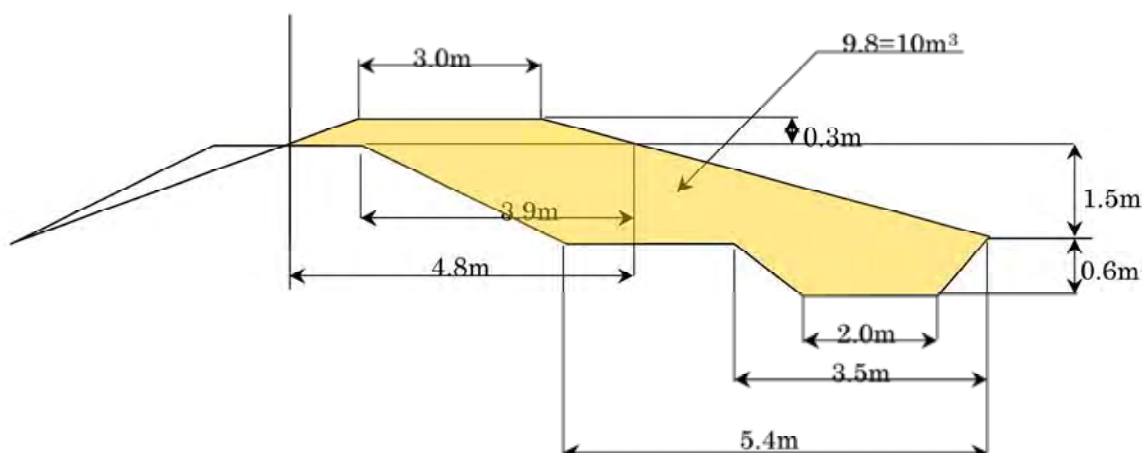
(1) 堤防の事業量

1) 改修工事延長

「ガ」国は、2007年、日本国に対し「貯水池」の最弱部20km区間に対する改修工事に関する援助要請を行った。これに応え、日本国による準備調査等が進められてきているわけであるが、「ガ」国側はこれらと並行して2007年以来独自に改修工事を進めてきている。その総延長は現時点で4~5kmに達するが、前回の準備調査時にこの既施工分と要請工事量20kmの関係を話題にしたときには、優先度上20kmの中に入れていないが、改修工事を必要とする箇所は無数にあるので、要請工事量20kmには変化がないものとして扱って欲しい、というのが答えであった。よって、堤防事業量対象としての区間延長は20kmとして考えるものとする。

2) 改修断面形状

「貯水池」堤体全体に対する50mピッチの横断測量が、NDIAの手により既に行われている。改修対象区間に相当する断面の一部を次頁に示すが、既存堤体天端部の形状は一定でない。最終的には詳細検討の結果により決定されなければならないが、ここでは余裕を見込み、新規盛土の上流端（貯水池側端）を現堤体天端中心軸に一致させるとして、下図のモデル断面で考えるものとする。このモデル断面では、測量断面で表現されていない下流法尻部の排水溝についても考慮している。このモデル断面によれば、単位長さ当たりの盛土量は 10m^3 となる。



(2) 概算金額

一般無償；

築堤工事費： $10\text{m}^3/\text{m} \times 20\text{km} \times \text{GS}700/\text{m}^3 = \text{GS}140\text{M} = \$\text{US}0.7\text{M}$

セメント： $\text{GS}1,320/\text{pack} \times 1.5\text{pack}/\text{m}^3 \times 10\text{m}^3/\text{m} \times 20\text{km} = \text{GS}396\text{M} = \$\text{US}1.98\text{M}$

小計： $\$US0.7\text{M} + \$US1.98\text{M} \times 1.15 = \$US2.98\text{M}$

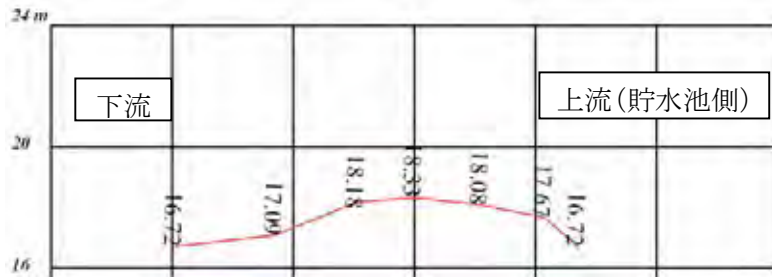
環境プロ、コミ開発無償；

築堤工事費：

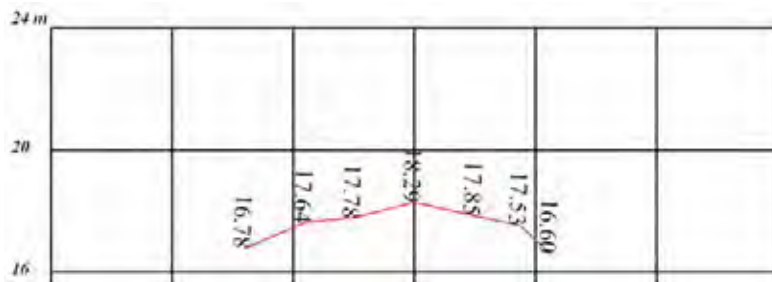
セメント： $\text{GS}1,320/\text{pack} \times 1.5\text{pack}/\text{m}^3 \times 10\text{m}^3/\text{m} \times 20\text{km} = \text{GS}396\text{M} = \$\text{US}1.98\text{M}$

小計： $\$US1.98\text{M} \times 1.15 = \$US2.28\text{M}$

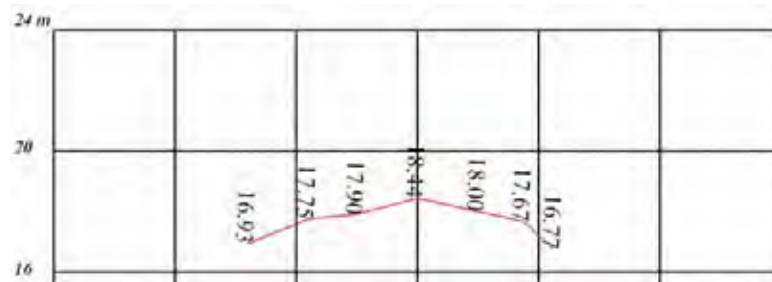
NDIA による堤体横断測量成果



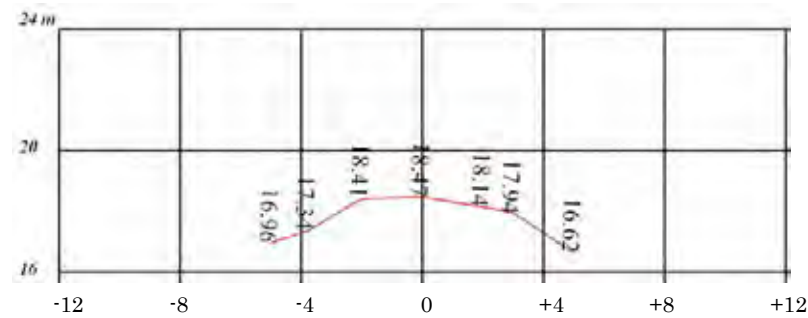
CHAINAGE 6+350



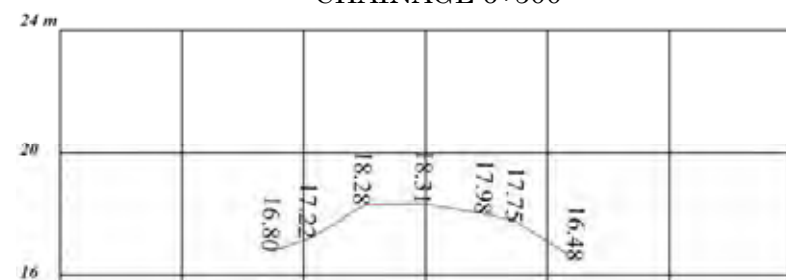
CHAINAGE 6+400



CHAINAGE 6+450



CHAINAGE 6+500



CHAINAGE 6+550

3-1-4 次回協力準備調査に関する調査方針・留意事項の提案

(1) 設計・検討対象

「貯水池」改修プロジェクトにおいて工事の対象となるものは、主要工事である堤体改修と次表の付帯施設工事である。

Name	Rehabilitation to what	Note
Ann' s Grove	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	;Revetment
	• Others	;
Hope	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	;Revetment
	• Others	;
Annandale	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	;Revetment
	• Others	;
Nancy	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	;
	• Others	;Revetment along the intake channel
Maduni Sluice	• Gate (Door)	;
	• Concrete structure	
	• Hoisting system	;
	• Embankment slope	
	• Others	

(2) 調査方針・留意事項の提案

1) 堤体

(a) 標準断面の決定および改修断面に対する安全性の検証

改修工事を行う以上は、改修標準断面を決定することが必要となる。今回提案している改修工法は、堤体の天端標高不足部、天端幅不足部を、セメント改良による土質改良を行った用土による盛土を行うことにより構造的に改善すると共に、合わせて堤体全体の恒久性を高めることを目的としたものである。軟弱地盤上の盛土である現堤体のスベリ破壊に対する安全性が、基盤である軟弱地盤のせん断強度に大きく支配されるという意味では、今回の堤体改修は、堤体全体のスベリ破壊に対する安全性の改善を目的としたものではない。

しかしながら、多少なりとも新たに現堤体上に盛土を行うことは基盤に対しては荷重増となるので、改修後の堤体のスベリ破壊に対する安全性の検証は必要である。その検討は、調査ボーリング、土質試験結果に基づく安定解析、現況断面のスベリ破壊に対する安全率を例えば $SF = 1.05$ に仮定した逆解析による方法等を適用し、総合的に行うことになる。

(b) 矢板施工部に対する改修工法の検討

改修工事対象区間中に矢板による補強が行われている箇所が数カ所存在する。改修に当たり、これらの部分への対処方法の検討が必要である。平面測量、横断測量をもとにした詳細改修計画、安定性の検証等がその作業内容となる。

(c) 斜面保護工の検討

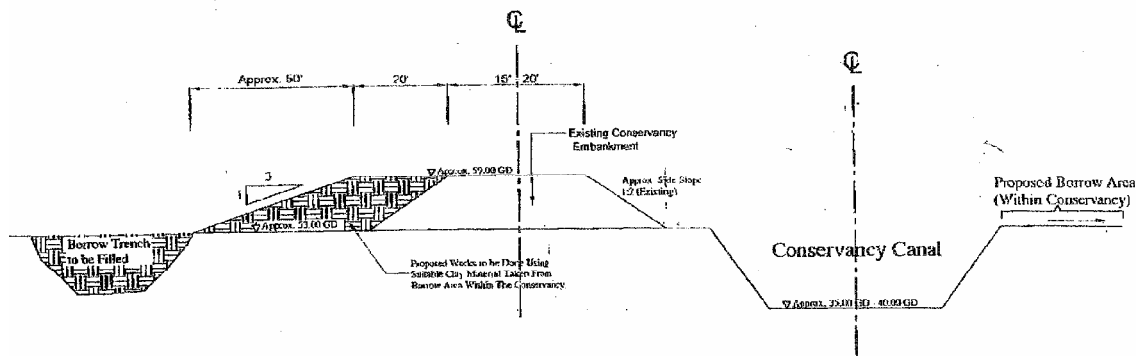
セメント混合による土質改良土では、盛土面のクラック発生および景観上の盛土面の緑化に関し、次のような矛盾を抱えている。

- ・ セメント混合割合が高い程、クラックが入りにくくなるが経済的に割高となる。
- ・ セメント混合割合が低ければ自然的な植生の繁茂が期待できるが、改良効果が十分な程の混合割合ではアルカリ性が高くなるため自然的な植生繁茂が期待できない。

従って、クラック対策と斜面緑化を兼ねた斜面保護工を施工することが望ましく、これに対する設計検討作業が必要となる。

(d) 工事数量の把握

NDIA で考えられている堤体改修標準断面は下図のとおりであり、下流側の排水溝を埋め立てる計画となっている。



TYPICAL CROSS SECTION OF DAM

一方、貯水池堤体の全延長に渡り 50m ピッチで横断測量が実施されているが、この断面中には下流側排水溝が示されていない。排水溝については、盛土の安定性確保上、埋め立てる必要があるのかどうかの検討が必要である。縦断上での改修対象範囲では Enterprise 付近以降、東側となるほど下流側に豊かな植生が繁茂している。これを破壊してまで排水溝の埋め立てに回る必要があるのかどうかの確認が必要である。

工事数量は測量断面図をもとに土工図を作成することにより行うこととなるが、下流側排水溝を埋め立てることになった場合には、測量横断図の下流側への延長・追加が必要となる。

(e) 施工計画および仮設備の設計

今回の試験施工では、セメント混合に際し袋単位で購入してセメントを一袋ずつ破ったが、その作業のために長時間を要すること、作業員の健康に及ぼす悪影響の懸念があり、この過程を改善する必要がある。このセメントの購入方法の問題を始めとして、施工帳場（ポンツーン・超ロングアーム掘削機セット）へのセメントの運搬方法等、その方法論としての施工計画を検討し、それに要する船舶等の仮設備を設計することが必要となる。一ポンツーン上へのセメント置き場確保の問題を端緒として、ポンツーン諸元自体の見直し、ポンツーン・超ロングアーム掘削機セットの推進装置の検討（超ロングアーム掘削機は水路底を掘削する際の反力で移動しているが、水中の堤体基部あるいは斜面を頓着無く掘削しているのが現状である）まで踏み込む場合もあり得よう。一この意味では、次回の設計チームの中に、造船エンジニアを含める事が望ましい。

(2) 付帯設備

付帯設備の設計に関しては、NDIA 技術者がその全てを行うという NDIA 局長の話もあり、設計チームの取り組みはその設計内容のチェック作業となる。ただし、Hope 取水口については全面改修となるので、平面測量、横断測量にもとづく平面計画からの取り組みが必要である。また、現況では各取水口のコンクリート構造物がクックもなく良好な状態を示す中で、なぜ Hope 取水口だけが壊滅的なものとなっているのかについて、基礎地盤条件等を慎重に見極める必要がある。この意味で調査ボーリング等も必要となろう。

(3) 調査方針・留意事項の提案総括

検討項目		検討内容	測量・調査・試験
堤体	標準断面の決定および改修断面に対する安全性の検証	土層のせん断強度評価 安定解析	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体横断測量；50m×3断面（水路、排水溝含む） ・調査ボーリング；20m×3孔 ・標準貫入試験；20回×3孔 ・不攪乱試料採取； 採取孔掘削 15m×3孔 不攪乱試料採取 2 試料／孔×3孔 ・土質試験； 物理試験 1式×6試料 三軸圧縮 UU 試験×6試料 圧密試験×6試料

	矢板施工部に対する 改修工法の検討	平面計画 安定解析	<ul style="list-style-type: none"> 平面測量；70m×50m×3箇所 断面測量；50m×3断面×3箇所 調査ボーリング；20m×3孔 標準貫入試験；20回×3孔
	斜面保護工の検討	事例調査、市場調査	
	工事数量の把握	土工横断図作成・数量計算	(場合により横断測定の追加)
	施工計画および仮設 備の設計	盛土施工計画 機材供与計画 仮設備の設計 荷役設備 セメント運搬船 ポンツーン諸元見直し 〃 推進装置の検討	
付帯 施設	護岸工等	設計チェック	
	Hope 取水口	平面計画 設計チェック	<ul style="list-style-type: none"> 平面測量；75m×75m 横断測量；75m×7断面 調査ボーリング；20m×1孔 標準貫入試験；20回

(4) 参考見積もり：調査ボーリングおよび土質試験

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Quantity	UNIT PRICE \$ US	TOTAL \$ US
1	Mobilization/Demobilization	L.S	1	1500.00	1500.00
2	Drilling (NQ Size Hole, less than 100 m deep)	m	20	85.00	1700.00
3	Setup & Moves	hour	1	135.00	135.00
4	Standard Penetration Test (ASTM D-1586)	each	20	45.00	900.00
5	3" dia. Thin Wall Tubes Samples (ASTM D-1587)	each	3	75.00	225.00
6	Moisture Content test, ASTM D-2216)	each	20	10.00	200.00
7	Grain Size Distribution (ASTM D-422)	each	5	65.00	325.00
8	Specific Gravity ASTM D-2216	each	4	90.00	360.00
9	Atterberg Limits (ASTM D-4318)	each	4	65.00	260.00
10	One-Dimensional Consolidation Test (ASTM D-2435)	each	2	300.00	600.00
11	Unconsolidated Undrained Triaxial Test (ASTM D-2850)	each	3	210.00	630.00
12	Analyses & Reporting	L.S	1	3500.00	3500.00
TOTAL					10335.00

第4章 環境社会配慮調査

4-1 環境関連情報

4-1-1 環境関連法制度

「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が設立された。2000年には、認可、水質、有害廃棄物管理、大気の質、騒音管理に関する環境保護規定2000（Environmental Protection Regulations 2000）がそれぞれ定められた。

環境保護法は、環境の管理・保全・保護・改善、汚染の防止・防御、経済開発による環境への影響評価、自然資源の持続的利用、あるいはそれらに関連して生じる事態に対し備えるものである。同法は次の10部71条から成る。すなわち第1部：準備、第2部：環境庁の設立と機能、第3部：管理運営、第4部：環境影響評価、第5部：汚染防止と管理、第6部：財政保障、第7部：調査・起訴・民事訴訟手続き、第8部：環境訴訟法廷の設置と司法権、第9部：環境信託基金と財務、第10部：その他で構成されている。

4-1-2 環境関連国際条約への加盟状況

「ガ」国は、気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書、生物多様性条約、オゾン層保護ウィーン条約とモントリオール議定書、有害廃棄物に係るバーセル条約、野生生物の国際取引に係るワシントン条約に加盟している。

日本と「ガ」の両国政府は、2007年6月に環境・気候変動分野における協力の一層の強化に関する共同声明を発表した。この声明で両国政府は、次の分野での問題解決に重点的に取り組むことを確認している。（出所：http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/guyana/visit/0706_ks.html）

- (1) 温室効果ガスの排出規制、特に、再生可能エネルギーの開発及び森林保全などの緩和策
- (2) 水と衛生、排水、灌漑、海面上昇対策を含む防災などの適応策
- (3) 生物多様性の保全

4-1-3 環境関連機関

環境保護庁（EPA: Environmental Protection Agency）の役割は、効率的な環境の管理と保護及び「ガ」国の自然資源の持続可能な利用を推進し、支援し、調整することである。環境保護法の第2部4.(1)に明確に述べられているEPAの機能は、大きく3点に分類できるが、それはすなわち環境保護における規制、調整、住民参加の推進である。

EPAの2006年における組織は、図4-1-3-1のとおりで、EPA役員会議長とEPA専務は、大統領に直属している。大統領は環境に責任を負う大臣でもある。EPAには、管理部、自然資源管理部（NRMD）、環境管理部（EMD）、教育・情報・研修部（EITD）の4部があり、定員はそれぞれ24人、9人、13人、6人で職員の合計は52人で、男女比は2：3である。専門的役職としては、情報技術専門家（1名）、行政補助員（1名）、会計事務員（2名）、環境技官（9人）、フィールドテクニシャン（1名）が充足されている。

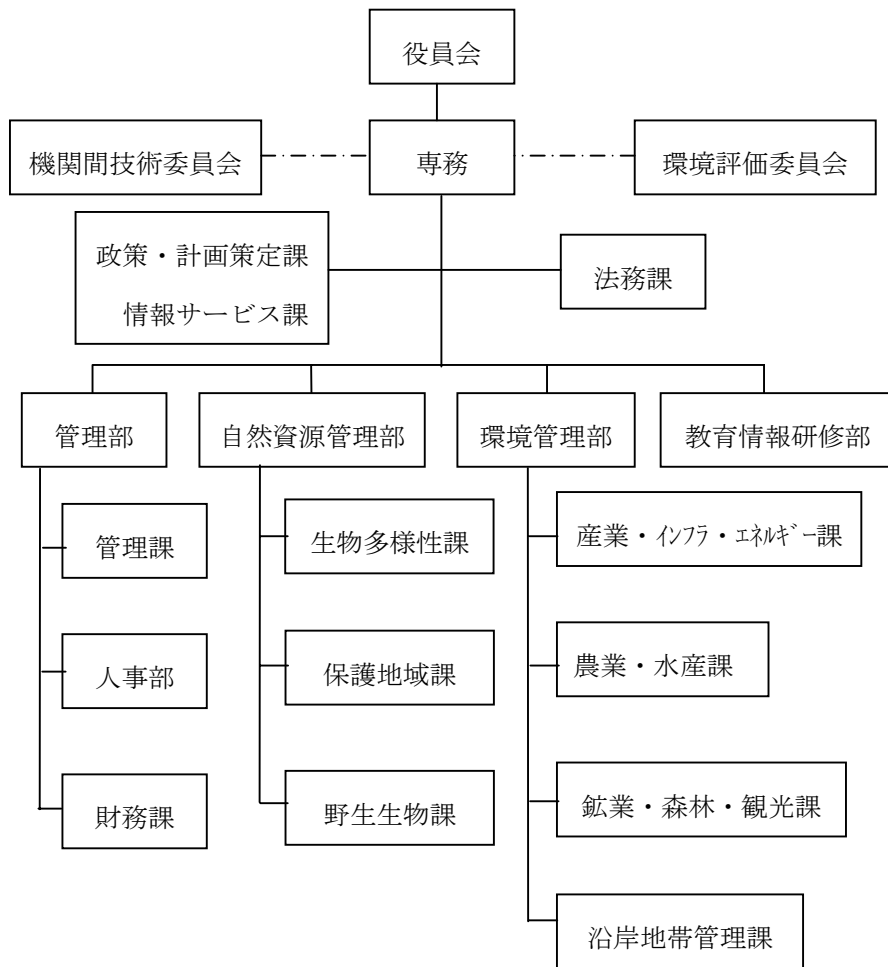


図 4-1-3-1 EPA 組織図 出所：“Annual Report 2006”，EPA を和訳

4-1-4 環境影響評価、環境基準

環境影響評価（EIA）に関する事項は環境保護法第 4 部に定められており、環境保護庁（EPA）の環境管理部（EMD）が担当部である。

環境へ相当の影響が生じるかもしれない事業を始めようとするものは、EPA に対して環境許可（Environmental Permit）を申請しなければならない。申請者は、申請書、申請料、および事業の位置、設計、規模、起りうる環境への影響、事業期間、事業内容などの情報を含む事業概要を提出しなければならない。事業により相当な影響が出るかどうか不明の場合、事業者は上記の事業概要を EPA に提出しなければならない。EPA はその事業が環境に影響するかどうかを関係機関と協力して 14 日以内に審査し、EIA が必要か免除されるかの決定し、その理由とともに新聞紙上で公表する。EIA が免除された場合、事業の影響を受けるものは 60 日間（2006 年の環境ガイダンスでは 30 日とされている）以内であれば誰でも、環境評価審議会（EAB）に対して異議を申し立てることができる。EAB は EPA の決定を支持するか破棄するかをしかるべき時間内に公表する。

EIA が必要とされた場合、EPA は事業者には EIA 担当能力を持つコンサルタントリストを提供する。EIA は独立したコンサルタントチームにより実施される。事業者は自ら選んだコンサルタントま

たは提供されたリストから選定したコンサルタントを、14日以内にEPAに提示し承認を求める。EPAは事業者が選定したコンサルタントチームを審査し、承認するかどうかを通知する。EPAは事業を新聞紙上で公示し、事業内容のコピーを公開する。これを受けて市民は28日の期間内に、EIAで考慮されることを望む課題、懸念について文書で提出することができる。EPAとEIAコンサルタントは、EABに支援されて、28日の期間中に市民から提出の書面と住民との協議で表明された懸念を考慮に入れ、スコーピングを実施しEIAの業務仕様書（TOR）を作成する。EIA調査によりEIA報告書と必要であれば環境管理計画（EMP）が作成される。事業者はEIAをEPAに提出し、EPAはEIA提出を公表する。EPAと関係機関はEIAを審査する。住民は60日間の間にEPA/EABに意見を提出できる。必要な場合、EIAは改訂されたり補遺を追加される。EPAは、EABの提言や住民の見解を含むEIA審査報告書を考慮し、事業者との協議を経て、環境許可を公認、発行するかどうかを決定する。環境許可が承認認可されなかった場合、事業者は14日以内に環境上訴法廷（EAT: Environmental Appeals Tribunal）に対し不服を申し立てることができる。EPAは環境許可可否の決定をその根拠とともに公表する。

2006年には229件の申請を受け付けた。その内訳は、新規事業100件、既存事業の許可更新が12件、環境認可の内容変更許可の申請が2件、騒音許可申請が115件であった。これは2005年の111件のほぼ倍に当たるが、騒音許可申請が増えたためである。2002分野別では製材所（20件）や材木置場（19件）など森林分野からの新規申請が最も多い。2006年の環境認可は199件であったが、この中には2005年以前の申請に対しての認可も含まれている。EIAやEMPが必要とされた事業は少なく、2006年ではわずかにEIA2件、EMP9件であった。2006年の分野別申請数と近年の各年の環境許可状況を表4-1-4-1と4-1-4-2に示す。

表 4-1-4-1 2006年の分野別環境認可状況 (単位：件数)

分野	申請受理	環境認可発行	EIAが必要	EMPが必要
農業・水産	13	6	0	2
工業・インフラ・エネルギー	34	52	0	4
鉱業・林業・観光	67	26	2	3
騒音申請	115	115	-	-
合計	229	199	2	9

出所：“Annual Report 2006” EPAを和訳 注：認可手続きは同一年に完了するとは限らない。

表 4-1-4-2 年別環境認可状況 (単位：件数)

環境許可手続	2002	2003	2004	2005	2006
申請受理	58	85	83	111	229
EIAが必要	3	7	3	7	2
許可発行	41	60	86	49	199

出所：“Annual Report 2006” EPAを編集和訳 注：認可手続きは同一年に完了するとは限らない。

水質基準について、環境保護（水質）規定 2000（Environmental Protection（Water Quality）Regulations 2000）は以下のように記述している。その 4. (1)において、工業、商業、農業、その他の機関、下水・汚水に係る施設の建設、設立、運営、変更、拡張において、廃水を排出する者は、当規定発効後 1 年以内に EPA に環境認可の申請をしなければならないとしている。

同規定第 2 表において、EPA が今後廃水の水質許容基準値を定めることが想定される 19 項目を示している。すなわち、アンモニア態窒素、硝酸基、塩酸基、コバルト、色、中性洗剤、フッ素（F として）、モリブデン、磷酸態磷、PCB、セレン、銀、ベリリウム、バナジウム、放射性物質、硝酸態窒素、温度、殺菌剤・防かび剤・除草剤・殺虫剤・殺鼠剤・燻蒸剤または他の生物を殺すものあるいは炭化水素塩化物、それ自体でまたは他の廃棄物やゴミと組合わさって汚染が生じるか生じそうな、ガス、煙、臭気や物質を発生させる可能性がある物質である。

廃水の分析方法は、同規定第 3 表のアメリカ公衆衛生協会、アメリカ水道協会、合衆国水汚染管理連盟が共同発表している「水と下水の標準試験方法」（Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater）、または英国環境省の「原水、飲料水、廃水の分析」（Analysis of Raw, Potable and Wastewaters）の最新版に記載されている方法、あるいは EPA が適切と認める方法を採用しなければならない。

4-2 環境社会配慮調査のスコoping調査

4-2-1 第 4 県の概要

(1) 社会

2002 年の人口住宅センサスによると、首都ジョージタウンを含む第 4 県（Region No. 4）の人口は 31 万 320 人で、全国の人口 75 万 1223 人の 41%を占め、全 10 県のうち最大である。「ガ」の人口は、1980 年に約 76.0 万人となったが、1991 年に 72.4 万人に減少し、2002 年に 75.1 万人まで回復した。

「ガ」全国と第 4 県の民族構成は下図のとおりで、アフリカ系、インド系、混血で大部分を占めるが、第 4 県の先住民は 1%未満と少ない。

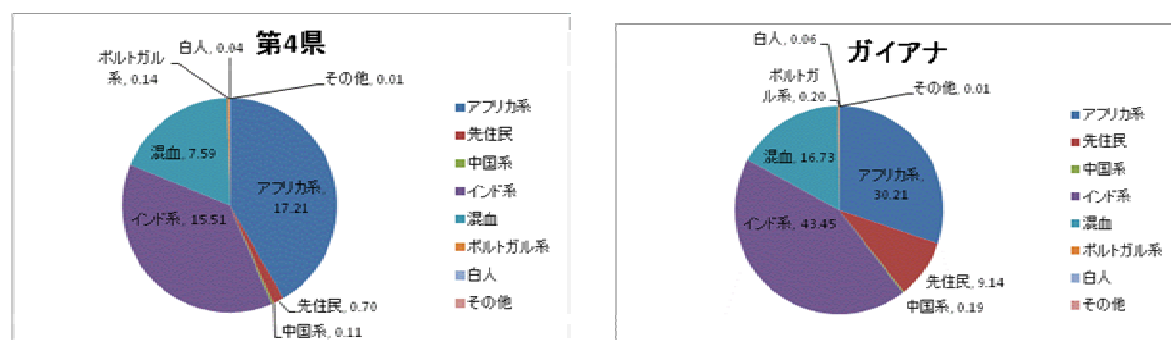


図 4-2-1-1 民族的背景 出所：Population and Housing Census, National Census Report

次表のとおり年齢別就学率は、第4県では「ガ」全体より高く14歳までは95%以上で男女間に顕著な差は無いが、15歳以上になると女性の方が大きくなるが50%に達しない。非識字率は女性の方が大きく、第4県では男性4.8%、女性5.0%であり、全国では男性8.0%、女性8.4%である。

表 4-2-1-1 年齢別就学率 出所：Population and Housing Census, National Census Report

年齢	5～9歳	10～14歳	15～19歳	20～24歳
第4県	98.2	95.1	48.0	13.5
男性	98.2	94.6	46.1	11.6
女性	98.2	95.6	49.9	15.2
「ガ」	96.9	93.3	41.9	9.0
男性	96.8	92.8	40.8	7.7
女性	97.0	93.8	43.1	10.3

(2) 経済

15歳以上の主要な活動状況は、次図で示すように男女間で大きな差がある。第4県の就業者/仕事有りは男性70%、女性36%、就職活動/求職中は男性8.2%、女性5.9%に対し、家事は男性4.1%、女性41.4%である。

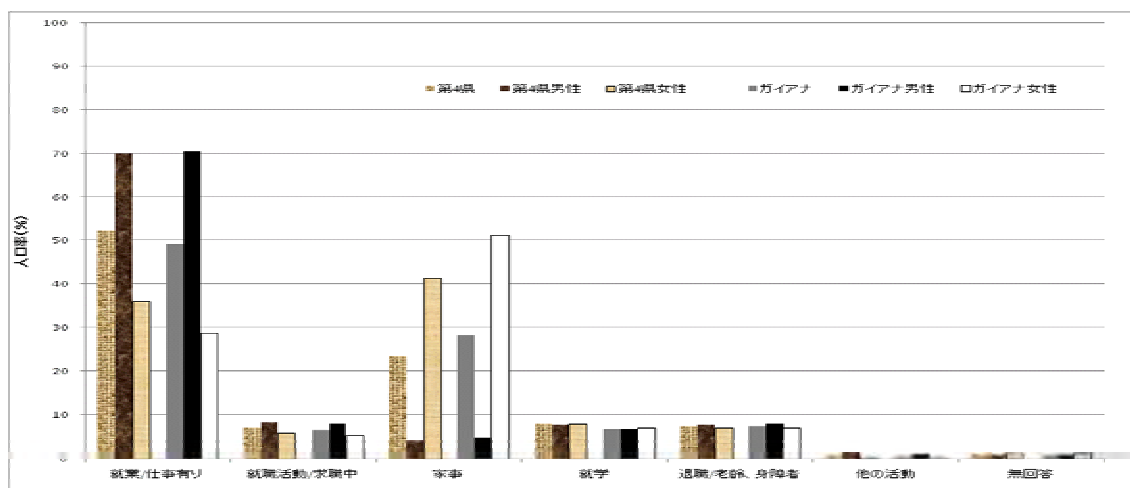


図 4-2-1-2 15歳以上人口の主要な活動状況

出所：Population and Housing Census, National Census Report

2002年センサスによる第4県の失業率は、男性10.4%、女性14.1%、両者で11.8%、全国ではそれぞれ10.1%、15.1%、11.7%と報告されている。年齢別ではとくに24歳以下の若年層の失業率が高い傾向がある。

就業分野別では右表に示すように、第4県の農林水産業従事者は9.4%と全国の22.1%に比べ割合が小さく、特に女性が少ない。第4県では85%、全国でも81%の女性が、サービス業等に就いている。

第4県の雇用形態は、被雇用（政府）23%、被雇用（民間）55%、自営18%、雇業者3.2%等である。全国ではそれぞれ25%、49%、21%、3.0%である。男女間では被雇用（政府）は女性が多く、雇業者は男性が多い。

表 4-2-1-2 分野別就業率 (%)

分野	農林水産業	鉱工業建設業	サービス業その他
第4県	9.4	25.0	65.6
男性	13.2	31.9	54.9
女性	2.7	12.6	84.7
「ガ」	22.1	24.4	53.4
男性	28.3	29.7	42.0
女性	7.3	11.9	80.7

2002年の一戸当たり平均人数は第4県(全国)で4.0(4.1)人で1991年の4.6人から減少した。

出所：Population and Housing Census, National Census Report

(3) 行政

第4県の県民主評議会（RDC: Regional Democratic Council）は、中央政府から任命された議長と各政党から任命された35人の評議員で構成されており、県における農業開発、排水灌漑、公共事業、インフラ整備、教育等を管理している。財源は国家予算から中央政府によりまかなわれており、2009年の事業予算として22億ガイアナドルが計上されている。第4県には15の地区民主評議会（NDC: Neighborhood Democratic Council）とその他の地区がある。2009年7月、地方政府改革のためのいくつかの法案が準備されている。

本案件、すなわち東デメララ貯水池の修復事業の実施に当たっては、農業省や内閣が承認することになるので、第4県のRDCの承認は必要ないとのことであった。

(4) インフラ

衛生設備に関して、第4県の約7万8千戸のうち、12%は下水管に接続した水洗便所、47%は浄化槽に接続した水洗便所で40%は簡易便所である。他県には下水管に接続した水洗便所は無く、全国で見ると5%が下水管に接続した水洗便所、36%は浄化槽に接続した水洗便所で57%は簡易便所である。飲料水源別割合を右表に示す。共同水栓を含む管路による給水は第4県で62%、全国で64%である。ボトルの水、水売り/民間給水の計は第4県で22%、全国で11%と少なからず利用されている。雨水集水すなわちウォーター・ハーベスティングによる飲料水確保は第4県で11%、全国で15%である。

生活用水や工業用水の多くは地下水に依存している。予想される海面上昇により、塩水侵入の恐れがある。GWIは全国で約80カ所の深井戸を持っている。帯水層は150~300mの深さにあり自噴はしないが若干被圧している。かつて塩分が問題になったことはなく、水質はよく大部分は処理されに給水されている（浄水場は全国で19カ所）。一カ所当たり平均揚水量は、1日約120万m³、平均毎秒約40リットルで地下水は豊富である。

表 4-2-1-3 飲料水水源 (%)

飲料水水源	第4県	ガイアナ
住居まで管路	26.1	25.7
庭か区画まで管路	30.7	33.8
共同水栓	5.0	4.6
管井戸/ポンプ付きボーリング孔	0.6	1.0
保護された開口井戸	0.3	0.8
保護された湧泉	0.4	0.4
ボトルの水	15.3	7.9
雨水集水	11.4	14.6
保護されていない開口井戸	0.1	0.8
保護されていない湧泉	0.0	0.6
池/河川/溪流・小川	1.0	4.6
水売り/民間給水業者	6.6	3.0
その他	2.5	2.3

出所：Population and Housing Census, National Census Report

(5) 農業

(a) サトウキビ

サトウキビの生産の大部分と製糖は、ガイアナ砂糖公社 (GUYSUCO: Guyana Sugar Corporation Inc.) が担っている。サトウキビの収穫期は年2回であるが、各サトウキビは5年間栽培され毎年一回収穫されたあと更新される。

「ガ」統計局 (Bureau of Statistics) の2009年第一四半期の統計公報 (Statistical Bulletin) に基づき算定した、「ガ」の砂糖に係る2004年～2008年の年平均値は次のとおりである。サトウキビ収穫面積は45,700 ha、収穫量は312万トン (このうち一般農民によるのは8.3%)、収量は69 t/haである。砂糖の生産量は26.5万トン (サトウキビ重量の約1/12)、砂糖収量5.8 t/ha、GDPに対する割合は11.3% (ただし2007年は9.2%、2008年は7.0%) である。製糖量の91%が輸出され、輸出額は259億ガイアナドル、国内売上額は16億円である。この平均輸出額は、2009年度予算案 (Budget 2009) の歳入の29%に相当する。

第4県の東デメララ貯水池を用水源とするサトウキビ畑の面積は、GUYSUCOからの聞き取りにより13,153 haと推定されるので、全国の年平均収穫面積45,700 haの29%に相当する。

(b) 米：「ガ」稲作開発公社 (GRDB: Guyana Rice Development Board) の2007年年次報告書によると、「ガ」における2003年～2007年の5年間の平均の稲作収穫面積は11.2万ha、籾米収穫量は48.0万トン、収量は4.3 t/ha、米輸出量は22.0万トン、輸出金額は5,530万ドルであった。1968年～2007年の期間の最大値は、収穫面積は1999年の14.7万ha、籾米生産量は1997年の56.8万トンであった。

「ガ」では一般に米は二期作で栽培されている。第4県の水田はGolden GroveとCane Grove

地区の約 3,000 ha に広がり、東デメララ貯水池から灌漑水を得ている。用水路と排水路は分離されており、横断暗渠による立体交差が見られる。播種前には湛水前後に耕起が行われ、直播による播種が採用されている。第 4 県の 2007 年の収穫面積は、秋作が 2,749 ha、春作が 2,910 ha、計 5,659 ha、籾米生産量は 25,799 トン（全国の 5.6%）、平均収量は 4.6 t/ha であった。

(c) 非伝統的作物と畜産

農業省の作物・家畜部 (CLD: Crops and Livestock Department) が、砂糖と米以外の非伝統的作物 (Non-traditional crops) 栽培と畜産の支援を担当している。第 4 県で 2008 年に生産量が比較的高かった作物を LCD のデータから拾い上げてみる。油糧作物のココヤシの実 (399,000 個)、キャッサバ (苦い、342t)、キャッサバ (甘い、955t)、野菜では Bora (ササゲの一種と推量、1,476t)、辛い胡椒 (277t)、果物ではオレンジ (330t)、バナナ (415t)、マンゴー (409t)、パッションフルーツ (367t) などがある。LCD による第 4 県の家畜数は、右図のとおりである。

表 4-2-1-4 第 4 県の家畜数

馬	700
牛	27,000
羊	17,000
山羊	10,000
豚	28,850
鶏	8,823,500

2008 年の全国を対象とした技術指導・普及のための農地訪問は 9,628 回、パイロット農場訪問は 2,050 回で、目標に近い値であった。

4-2-2 事業の概要

(1) 事業名

ガイアナ国 環境・防災問題改善支援プログラム 東デメララ貯水池管理施設修復

The Improvement of Environment/Disaster Risk Management Programme

The Rehabilitation of the East Demerara Water Conservancy in Region No.4

(2) 協カスキーム

無償資金協カプロジェクト

(3) 環境カテゴリー及びその理由 (後述の 4-3 より)

カテゴリー B: 既存施設の修復工事であるため環境と社会への悪影響はほとんどないと考えられるが、堤防修復工事において、セメントを底泥に混入して盛土材を補強する工法を導入するため、若干ではあるがセメントが混入した排水が流出する可能性があるためである。

(4) 事業の目的と内容

気候変動の影響によると見られる平均海面上昇傾向と雨量強度増加にみられる降水パターンの変化、および居住地の拡大など低平地の資産増加などにより、従来の計画降雨では洪水被害が増加することが明らかとなっていた。2005 年 1 月の豪雨で「貯水池」では、堤防の大規模決壊の危険が迫ったが、マハイカ川下流域に放水し、同地域を中心に大規模な洪水被害が発生したものの、大規模決壊は免れた。

UNDP などの調査により、「貯水池」の東北部堤防の強度が脆弱で一部は高さが不足していること、「貯水池」排水施設老朽化により排水能力が不足していること、護岸工を含む取水施設が破損し取水制御が困難であると共に堤防の弱点となっていること、「貯水池」内の通水能力が限られて

いるため東側水位の低下しにくいこと（洪水時デメララ川への排水時に「貯水池」東西の水位差が1m以上になることがある）などが認識された。

2005年以降一部の緊急工事は実施されたものの、また沿海低平地の排水ポンプ場の改修はある程度進んだものの、「貯水池」の問題はまだほとんど解決されていない。

本事業は「貯水池」堤防の最弱部を強化し、排水施設の排水能力を回復し、取水施設の改修で灌漑と飲料水供給を安定化させるとともに堤防の弱点を強化することを目的としている。

事業内容は、堤体修復工事進展に必要な機材供与（湿地型ロングアームバックホー8機、台船2機）、取水・排水施設修復（5カ所）、放水路の補修（クニア放水路の排水樋門、橋梁）、堤体修復（最大で20km程度）から成り、工期は2年、事業費は10.7億円と見積もっている。

4-2-3 マトリックス評価

(1) 主要なインパクト

事業実施による環境社会面への影響は次表のとおりである。事業が建設機械供与と比較的小規模な既存施設の改修工事で構成されており、環境と社会への影響は比較的小さい。

表 4-2-3-1 スコーピングのためのチェックリスト

No.	影響項目	評定	説明
社会環境			
1	非自発的住民移転	D	既存施設の修復であり、住民の移転は無い。
2	雇用、生計等の地域経済	D	建設機械のオペレータの増員等雇用については正の影響有り。事業後洪水氾濫の脅威が軽減し下流の土地の価値が上昇する。
3	土地利用と地域資源の利用	B	洪水被害リスクが軽減するので、より積極的な土地利用が可能となる。クニア放水路の排水樋門近辺には、材木・合板を作る Barama 社 (Samling グループ) の土地があるが NDIA に譲渡する合意ができているとのこと。
4	社会基盤と地域の意思決定機構等の社会制度	D	社会インフラへの洪水被害リスクは軽減する。社会組織への負の影響は予測されない。
5	既存の社会インフラや社会サービス	B	クニア工事で車輛がデメララ川右岸幹線道路を通行するため交通量が増える。仮設道路利用で交通渋滞が起きる可能性がある。
6	貧困層、先住民族、少数民族	D	マハイカ川本流上流の St. Cuthberts Amerindian village は先住民の村であるが、東デメララ貯水池の流域外であり負の影響は考えられない。
7	利益や被害の不公平な配分	D	利水の安定化でより公平な水配分が期待できる。2005年洪水でジョージタウンなどを護るため犠牲にされたマハイカ川下流沿岸でリスクが減る。
8	文化遺産	D	「貯水池」周辺で文化遺産に指定されているものは確認できない。ジョージタウンの観光スポットが洪水被害を受けるリスクが減る。
9	地域における利害の対立	D	氾濫リスクの軽減、早魃被害リスクの軽減により被害負担をめぐる対立が緩和される。
10	水利用や水利権と入会権	D	「ガ」砂糖公社や水田地帯の水利組合は、より安定した水利用が期待できる。ジョージタウン市民は上水道水を安定的に確保できる。

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。
12	危険 HIV/AIDS等の感染症	C	堤防決壊などの危険度は低下する。労働者など工事関係者が集まるので、新型インフルエンザなど感染症が広がる可能性がある。
自然環境			
13	地形と地理的特色	D	特段の負の影響は予測されない。
14	土壌浸食	D	洪水時の溢水リスクが減るため、土壌浸食リスクも低下する。
15	地下水	D	負の影響は予測されない。
16	水文条件	D	負の影響は予測されない。
17	沿岸地帯 (マングローブ、珊瑚礁、干潟等)	D	マハイカ川下流にマングローブが見られるとのことであるが、負の影響は予測できない。
18	植物、動物、生物多様性	D	環境保護局によると、調査が不十分で「貯水池」とその周辺に指定された保護すべき動植物はいないとのことである。一般住民が立入禁止の「貯水池」にはワニが生息しているとのことである。負の影響は予測されない。
19	気象	D	気象変動から海面上昇や降雨パターンの変化などの影響を受けているが、事業による気象への影響は予測できない。
20	景観	D	施設の景観は良くなる。
21	地球温暖化	D	地球温暖化から海面上昇や降雨パターンの変化などの影響を受けているが、事業による温暖化への影響は予測できない。
汚 染			
22	大気汚染	D	建設機械による排気ガスは発生するが、軽微であり影響を与えるほどではない。
23	水質汚濁	B	堤体修復工法として底泥にセメントを混入して盛土を強化する工法を導入するため、高アルカリ水の溶出と6価クロムまたは改良対象材に含まれる重金属の再溶出の影響がまれにはあるが有り得る。
24	土壌汚染	B	堤体修復工法として底泥にセメントを混入して盛土を強化する工法を導入するため、高アルカリ水の溶出と6価クロムまたは改良対象材に含まれる重金属の再溶出の影響がまれにはあるが有り得る。
25	廃棄物	D	工事期間中に若干の廃棄物が発生するが、工事規模が比較的小さく環境に影響を与えるほどではない。
26	騒音と振動	D	建設機械による騒音と振動が発生するが、工事地点周辺に被害を受けるような人家が無く影響は無視できる。
27	地盤沈下	D	堤防盛土の沈下は設計に折り込まれる余盛で対応される。周辺での地盤沈下は予測されない。
28	悪臭	D	不快臭の発生源は予測されない。工事現場周辺に住宅地は無く影響は予測されない。
29	底の沈殿物	D	工事中の「貯水池」内水路底への雑多なものの沈殿は皆無ではないが、分解されるものや微細なもので有意な影響は予測されない。
30	事故	B	クニア放水路関連施設修復工事用車輛による交通量増加のため、交通事故の発生確率が増加する。

評定： A： 重大な影響がある。 B： 多少の影響がある。 C： 影響の度合いが不明。 D： 影響はない。 IEE/EIA は不要。

(2) 緩和策とモニタリング

上記(1)で評定 A はなかったため、B (「多少の影響がある。」) と判定された 5 項目について、影響の緩和策を検討した結果、次表のとおり提案する。また、モニタリングの体制と方法の詳細は今後の調査で提案することになるが、概略の方針について検討する。

表 4-2-3-2 想定される影響緩和策

起り得る影響	評定	緩和策
土地利用と地域資源の利用	B	設計時：計画施設用地と資材置場等仮設工事用地の早期詳細図面準備と交渉、合意。 施工時：用地境界の明示。
既存の社会インフラや社会サービス	B	設計時：工事中の仮設道路案を作成し道路管理者、地元関係者と意見交換、協議。 施工時：道路分岐部の警告表示。夜間の灯火設備。路面舗装状態の定期的モニタリング
水質汚濁	B	設計時：セメント溶出水対策の策定。水質モニタリングを含む環境管理計画作成。 施工時：堤体下流部法尻押え盛土、溶出水流遮断土盛線の配置検討。モニタリング。 施工後：水質モニタリング。
土壌汚染	B	設計時：水質汚濁対策と並行で土壌水分の水質モニタリングを含む環境管理計画作成。 施工時：水質汚濁対策と共通。水質対策と並行して土壌水分の水質モニタリング。 施工後：土壌水分の水質モニタリング。
事故	B	設計時：幹線道路と工事道路の接点における工事用車両、重機の円滑な合分流方法検討。 施工時：運転者の技量向上研修。長時間労働の禁止。積荷落下防止対策の徹底等。

評定 B： 多少の影響がある。

4-3 環境社会配慮調査必要性の有無

本事業実施に当たって、NDIA は 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、NDC 等の地元関係者の承諾書、設計書、申請料などとともに EPA に提出しなければならない。EPA は申請書を審査して現地調査を実施し、スクリーニングを行い EIA の要否を決定する。

本事業は機材供与と修復工事から構成されていること、及び各工事は大規模ではないことから、事業による重大な悪影響は想定されないため、また本調査での EPA との協議結果と過去に EPA が

EIA を必要と決定した件数の実績も考慮すれば、本事業では EIA は必要とされない可能性が高いと想定される。

一方、前記 3-2-3 のスコーピングチェックにおいて、5 項目が B「多少の影響がある」とされたので、環境カテゴリは当初のとおり B が妥当である。

基本設計調査または第 2 次協力準備調査では、絞り込まれた環境項目に対してより詳細な環境社会配慮調査を行い、モニタリングを含む環境管理計画を検討し、必要な場合は現地ステークホルダーと協議し、NDIA の環境認可取得手続きを支援するために環境社会配慮調査が必要と判断される。

4-4 基本設計調査または第 2 次協力準備調査の実施に係る留意点、課題

(1) セメント混入方法に係る溶出水

本事業には堤防最弱部の補強工事が含まれており、底泥にセメントを混入するセメント改良土による堤体補強工法が採用されるので、以下の点に留意する必要がある。

(a) 6 価クロム

日本では様々なセメント改良土の中に 5%程度の割合で 6 価クロムの溶出が土壤環境基準を超える資料が在ることが明らかになったとされている（「セメント系固化処理土に関する検討、最終報告書(案)」2003 年、セメント系固化処理土検討委員会）。6 価クロム溶出問題について日本の国土交通省はいくつかの通達や前記報告書をウェブサイトで公表している（<http://www.mlit.go.jp/tec/kankyoku/kuromu.html>）。施工前溶出試験方法等、この問題に関し使用できる基準等が「ガ」にまだ無い場合は、国土交通省の通達等を参照することが可能である。

次期概略設計調査においてはセメント改良土の強度試験と並行して、6 価クロムの溶出試験を行う必要がある。そのため、「ガ」（あるいは近隣国）において信頼できる精度で 6 価クロム濃度を測定できる研究所や機関のリストを早期に作成し、サンプルが採れ次第すぐに分析を依頼する体制を整えなければならない。

(b) アルカリ

GWI から提供された EDWC の水質結果は酸性を示しているので、セメント改良土からの溶出水のアルカリ性は大きな問題ではないと想定されるが、現地でサンプリングした試料の分析で確認するものとする。6 価クロムの分析と並行して pH を測定するのが適切であると考えられる。

(2) 工事用車両投入に伴う交通量増加による影響

本事業に含まれるクニア水路の橋梁修復は、ジョージタウンと国際空港を結ぶデメララ川右岸沿いの幹線道路に架かるもので、工事中の仮設道路路線設定には細心の注意が求められる。この橋梁工事とクニア水路のデメララ川への排水門の両工事実施に伴う工事関連車両による交通量の増加による交通渋滞の増加や事故の増加などの悪影響を最小限に留めることが求められる。

(3) 土地利用

NDIA によると、クニア水路の排水門修復には材木・合板製作会社である Barama 社の土地が必要とされ、同社は土地提供に合意しており、合意書も既に在るとのことであるので、次期調査の早期に課題が解決されていることを確認することが望ましい。

第5章 結論・スコーピングの結果

5-1 協力内容スコーピング

(1) 想定事業案

堤体の補修については、現行の施工方法を採用することとし、水路底から掘削した青灰色粘土にセメントを混入したものを盛土材料とする方法を採用した。このため、「ガ」国が機材供与として要請している機材内容にほぼ沿う結果となった。ただし、事業実施段階では、セメントの混入・固化試験、盛土の施工計画を十分検討し、事業期間内で最大の事業量が確保できる施工サイクルと構成を決定する必要がある。

また、取水施設や放流施設の補修については、使用可能な部分を再利用することで最低限の内容としている。表 5-1-1 に想定される事業案と先方からの要請案との対照表を示す。

表 5-1-1 想定される事業案と先方からの要請案との対照表

協力内容	先方からの要請案 (2008 年度・要請額)	想定される事業案 (概算額)
ロングアーム・トラックタイプ 掘削機, (湿地型)	6 機 (\$US0.25M×6=\$US1.50M)	8 機 (\$US0.28M×8=\$US2.24M)
トラックタイプ・ブルドーザー	2 機 (\$US0.40M×2=\$US0.80M)	
台船	2 機 (\$US0.25M×2=\$US0.50M)	2 機 (\$US0.25M×2=\$US0.50M)
大西洋への放水路建設	水路等建設工事 (\$US3.20M)	
クニア放流口の改修工事		架橋建設 1 基 (\$US1.00M) 防潮樋門 1 基 (\$US0.60M)
マドゥニ放流口、ホープ取水口、 アンズ・グローブ取水口、アナ ンデール取水口およびナンシー 取水口の修復	計 5 箇所 (\$US0.50M)	計 5 箇所 (\$US1.10M)
エンジニアリング・サービス	エンジニアリング・サービス の提供 (\$US0.20M)	
堤体最弱部の改修工事		規模は今後検討 (\$US1.5M)
総計	(\$US6.70M)	(\$US6.94M)

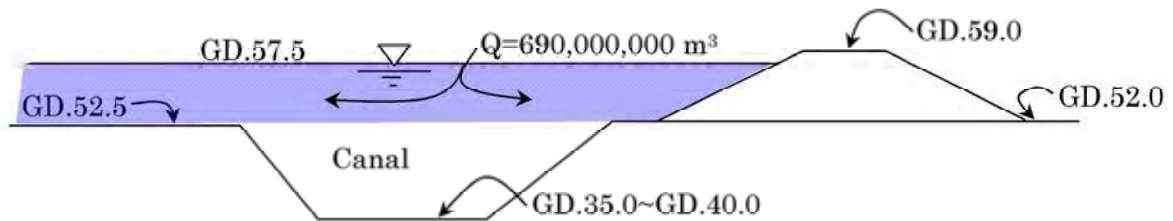
(2) 事業効果の評価

北側堤体東部が決壊した場合の被害を想定して、以下に事業効果进行评估する。

(a) 上水道

貯水池の堤体が決壊した場合の被害想定額を事業効果とする。堤体の決壊により喪失する貯水量を除く残量でまかなえる場合は、被害がないものとした。このため、堤体の標準断面よ

り Lama 川, Maduni 川の河川水が canal 沿いに取水口まで流下することが予想され、取水量 (8,500,000 m³/年=0.27 m³/sec=270 liter/sec) については、特に支障は生じない。



(b) 灌漑

上水道と同様に貯水池の堤体が決壊した場合の被害想定額を事業効果とする。

「貯水池」下流に広がる農地面積は、約 160 km²である。この 75%がサトウキビ、25%が水田となっており、用水としての必要水量は、サトウキビ 1 に対し水田 3 (利水者からの聞き取り) とされている。これに基づき年間のかんがい必要水量を概算すると、水田；160 km²×0.25×0.5m(単位用水量)×2(2期作)=40,000,000 m³、サトウキビ；160 km²×0.75×0.5m(単位用水量)×1/3×2(2期作)=40,000,000 m³、合計；80,000,000 m³となる。

堤体が決壊した場合でも、貯水池内には利用可能な水量が残る。数万分の 1 の緩い地形勾配と Lama 川, Maduni 川各支流からの流下水と、1 m 程度の水位を保持するものと見られる。乾季においても、貯水池内の最低部であるの堤防沿いの水路に 460 km²×1.0m×0.30=138,000,000m³の水量が確保される。したがって、揚水が必要となるなど取水に障害は出るものの灌漑に必要な水量の確保は可能であり、灌漑用水が不足することはないと思われる。

(c) 防災

貯水池が決壊した場合の冠水による被害額によるものとする。堤防が決壊した場合、貯水池面積とほぼ等しい Mahaica 川流域からジョージタウンに至る一帯に 38,400,000m³の水が押し寄せ、海拔ゼロメートル地帯で長期の冠水状態が発生する。これに伴い、農作物の全滅、人命の損失、家畜の溺死被害、道路の冠水による経済活動の停滞及び観光客の減少等による被害が発生するが、2005 年の洪水被害(「ガ」国 GDP の 59%に相当する 460 億円の被害額と推定された)でも堤防の決壊がなかったため、これをさらに上回るものになるものと見られる。

5-2 協力内容

5-2-1 機材供与

(1) 対象工事

北部堤東部の堤体最弱部の改修工事を対象とする。(本体事業終了後は貯水池内水路(滞筋)整備に活用する。)

(2) 採用工法

用土採取・盛り立て；超ロングアーム掘削機～ポンツーン方式により、貯水池水路底から軟質粘土を掘削し、盛り立て面に撒き出す。

土質改良；緊急時の補修用機械の走行、収縮クラックの抑制を目的として、セメントパウダーを混合することによる土質改良を行う。

盛土整形；上下流側から超ロングアーム掘削機により盛土斜面の整形を行う。

(3) 供与機材

超ロングアーム掘削機（湿地型）；8機

台船；2機

元要請からの変更点は以下のとおりである。

- ・超ロングアーム掘削機→超ロングアーム掘削機（湿地型）
軟弱地盤で作業が可能な湿地走行型とする。
- ・超ロングアーム掘削機6機→超ロングアーム掘削機8機，ブルドーザー2機→なし
堤体の転圧のためのブルドーザーを要請されたが、施工法としてバックホーによる撒き出し整形が妥当と考えられるので、ブルドーザーは不採用とし、これに替わるバックホー2機を追加した。

5-2-2 クニア放流口の改修

大西洋への放水路に関しては、「ガ」国側の設計作業が了していない、用地取得が未解決、事業費が100億円程度と見込まれる等の理由からコンポーネントから外した。代わりに「貯水池」の水をデメララ川に放流するためのクニア放流口を改修することが適当と判断した。

クニア放流口改修工事の中身は、国道が放水路を横断するための橋梁の建設、放水路末端の防潮樋門の建設である。

5-2-3 貯水池取水口・放流口の改修工事

EDWCの全19箇所の取水口、放流口の内、要請された5箇所は機能不全程度の高いものである。それぞれの施設の重要度、堤体の安全性との関わりから、協力対象として取り上げるのが妥当と判断した。その具体的内容は下表の通りである。

Name	Rehabilitation to what	Note
Ann' s Grove	・ Gate	；
	・ Spindle	；
	・ Concrete structure	；
	・ Embankment slope	；Revetment
	・ Others	；
Hope	・ Gate	；
	・ Spindle	；
	・ Concrete structure	；
	・ Embankment slope	；Revetment
	・ Others	；

Annandale	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	; Revetment
	• Others	;
Nancy	• Gate	;
	• Spindle	;
	• Concrete structure	;
	• Embankment slope	;
	• Others	; Revetment along the intake channel
Maduni Sluice	• Gate (Door)	;
	• Concrete structure	
	• Hoisting system	;
	• Embankment slope	
	• Others	

(太字は改修対象を示す)

5-2-4 設計・施工管理

本事業での堤体改修により、恒久的に安定した堤体の築造を行うためには、施工時の堤体安定性の確認、セメント混合時の品質管理が不可欠であると判断し、協力対象として取り上げるものとする。

5-2-5 協力案比較検討表

(1) 採用案

課題項目		事業対象	老朽化施設改修-1	老朽化施設改修-2
事業概要	事業対象	機材供与+堤体の修復 堤体の改修及び断面整形 ：緊急時のダム天端上での重機作業を考慮し、上流斜面を現ダム軸を基点として斜面法先を結ぶ形で、1:3.0~1:4.0に整形する。ダム天端幅は同様観点から3mとする。下流斜面は、基礎地盤のパイピング防止を十分な浸透路長を与えることにより防止する観点から、1:3.0とする。盛土材料は、超ロングアーム掘削機によりcanal底から採取した粘土を、セメント系固化工質改良を添加し、材質改良を図ったものとする。これをバックホーにより盛りつけ整形する。	Cuhma Relief Sluiceの改修	Hope他2か所の灌漑取水施設、1か所の上水取水施設の改修、Maduni放流ゲートの改修
投入	事業対象	機材1供与 超ロングアーム掘削機:8機(\$US0.28M×8=\$US2.24M) 台船:2台(\$US0.25M×2=\$US0.50M) 資材支援 盛土材の材質改良用セメント:\$US1.5M	架橋建設:1基(\$US1.00M) 排水門:1基(\$US0.60M)	計5箇所の老朽施設の改修 (\$US1.10M)
事業の目的	事業の目的	越流、パイピング、法面の滑り破堤の危険性を軽減する。、下流域が大きな洪水被害を被ることを防止する。	放流施設改修により、洪水時の放流能力を確保する。	灌漑取水施設の更新 放流施設としての機能維持
事業の成果	事業の成果	下流域をEDWCの破堤による壊滅的な洪水被害から守ることができる。	放流能力の向上により、洪水時の貯水位上昇を抑制することができ、ひいては、堤体天端越流の危険性を減じることができ	農業生産性の維持・安定・向上 安全管理施設としての機能維持
外部要因	外部要因			
評価	妥当性	今回の採用工法は、2007年以来、NDIAが実施してきた工法を踏襲したものであるが、最も現場条件に合致したものであると判断した。堤体の要改修箇所は広範囲に及んでおり、今回の対象範囲終了後もNDIAはその改修に取り組むことになるが、今回の供与機材が引き続き使用されることになる。また課題である貯水池内水路の掘削も、本供与機材により進められることになる。	貯水池の防災能力改善上でのひとつである放流能力の改善に着手できるという意味で、妥当である。	取水施設の損壊部が堤体としての最弱部となっている。その改修は、堤体の安全性向上にも資する。
	有効性	今回の供与機材により、下流制条件に左右されることなくcanal底から築堤材料を求め、堤体改修工事を進めることができる。その意味で、今後の改修工事、維持管理に幅広くかつ時間的にも長期に渡り使用でき、高い有効性も持つものと評価される。	2005年、2006年洪水時に機能していなかった機能を回復することにより、東側のLama, Maduni水門を開ける事態を回避できる可能性が高まる。Mahaica側の洪水回避上の有効性が高い。	損壊状態を修復することにより、貯留水の無駄な放流を防止できる。放流施設としての機能維持は、貯水池安全管理上、必要である。
	効率性	盛土材料である粘土を求めるとのPeggase除去作業が不要であるという意味で、効率性がよい。また、canal内からの掘削により、多少なりとも貯水池内の利用可能水量増(調節可能水量増)が期待できる。	既存施設の改修であり、費用対効果面からの効率性が高い。	
	インパクト	沿岸地で採用したセメントパウダー混入による地盤改良技術が、軟弱地盤から成る沿水地域にインフラストラクチャーが集中している万国において、地盤改良工法の普及に先鞭を付けるものとなることが期待される。そのようになつた場合のインパクトは大きい。	技術面からのインパクトは期待できないが、施設が国道に近接しており、その管理状況は万国・国民が日常的に目にするところとなる。公共施設を協力して維持管理し、守っていく事の重要性を目的の当たりに認識できることは、自立発展性の面からも有意義である。	相対的な水使用、水管理状態を脱却する契機となりえる。
	自立発展性	万国内には、東テメララ貯水池に類似した貯水池が多数あり、当貯水池で採用した工法をこれらの貯水池の維持管理に応用されていくものと考えられる。この意味で大きな自立発展性が期待される。		気象変動に伴う異常気象が予想される中で、水管理の重要さを認識することにより自立発展性を高めるきっかけとなり得る。

(2) 非採用案

課題項目	事業対象	エンジニアリングサービス	自然越流堤部の導入	貯水池のハットパー機能改善-1	貯水池のハットパー機能改善-2
事業概要	技術面の助言、指導		貯水池の東堤、北堤、西堤のそれぞれに、幅100mの欠溝部(DGS7.5)を一箇所設置する。厚1mに渡り基礎を硬質粘土で整形し、その上に15cm厚のコンクリートを敷設する。	最弱部の嵩上げ改修 堤体の嵩上げにより、貯水池のハットパー機能を高めることにより、堤体越流の危険性が生じることが防げ、堤体最弱部の改修に当たり、将来の全周に渡る嵩上げを見越し、これを行う。	堤体最弱部改修＋ 貯水池内の満水面以下地盤を掘削し浚渫する。
投入	US\$0.2M		\$0.6M(US)	\$2.3M(US)	
事業の目的	法面の滑りに対する堤体安定解析、土質試験		越流による堤体の決壊を防止する。 貯水池内の水の移動性が低い事に対応し、貯水池からの排水箇所を分散させる。	貯水池の貯留能力を高めることにより、大雨時に下流域に洪水が流下することを軽減する。	貯水容量増加による洪水調節機能強化。
事業の成果	堤体の設計基準が作成され、技術が移転される。		堤体越流の脅威をなくすることができ。	2006年洪水の様な大洪水の発生が防止できる。	洪水被害を軽減する。
外部要因				大西洋への放水路建設とのからみがある。	
評価	妥当性		全体に係わる安全弁としての洪水吐の必要性は高いが、既に洪水であふれかえっている貯水池東側、北側への排水は、地元感情を考慮すればできない。	水位低下に伴い、堤体のスベリ破壊が過去に発生したことから、万が一は嵩上げを行うことに不安を持っている。このような状況下で、嵩上げを行う事は妥当でない。	×
	有効性		全流域面積中に占める湖水面積が大きい当貯水池の場合、洪水吐規模により貯留効果を調節できるが、最適規模を決めるには詳細なモデル解析を必要とする。	貯水池の防災機能を高める上で有効であるが、本事業単独での成果は出ない。	膨大な貯水量に影響を与えるほどの貯水容量増を掘削により得ようとするのは、非現実的である。 ×
	効率性	無償本工事での一貫として扱う。	計画排水量を大きくすれば、下流の排水路の整備が必要になる。	嵩上げは約60kmの全周に渡って行う事になる。膨大な工事量となるので、効率的には低い。	△
	インパクト		放流ゲート操作が結果的に不適切となり、危険な状態を招く事態が回避できる。	洪水の危険性におびやかされる状況から脱することができるとい意味で、インパクトは大きい。	○
	自立発展性		乾期前にはできるだけ多く貯水しようとしている現状で、クレスト高をかさ上げする可能性がある。	盛土工事の経験、あるいはこれに伴い導入された土工機構が、以降の自力によるインフラストラクチャー整備に繋がる。	○

課題項目	事業対象	放水路建設一3	放水路建設一1	放水路建設一2	排水ポンプ
事業概要	<p>堤体最弱部の改修十 貯水池内上流池式部に導流堤を建設し東側上流域の 洪水を西側放流施設方向に導くと共に、貯水池内への 流入口を狭めることにより上流域からの洪水を一時 的に上流池敷内に貯留する。</p>	貯水池からデメララ川に至る新設放水路を1～2本建 設する。 Land of Canaan排水門に併設する。			
投入	\$0.5M(US)	\$3.2M (US)	\$1.0M(US)	\$2.0M(US)	
事業の目的	貯水容量増加による洪水調節機能強化。	非常時の貯水池からの放流機能強化	非常時の貯水池からの放流機能強化	非常時の貯水池からの放流機能強化	
事業の成果	洪水被害を軽減する。	2006年洪水の様な大洪水の発生が防止できる。	貯水池の水位上昇を抑えることで、破堤の危険度を 軽減する。	貯水池の水位上昇を抑えることで、破堤の危険度を 軽減する。	
外部要因	大西洋への放水路建設とのからみがある。	大西洋への放水路建設とのからみがある。	大西洋への放水路建設とのからみがある。	大西洋への放水路建設とのからみがある。	
評価	妥当性	貯水池内の厳密な地盤標高情報もない状況下 で、貯水池内の現況流況を大きく変えるかも知れ ない流域変更～貯水池分割案は、賭け的要素が 大きすぎる。	× 現在、調査・設計段階であり、実施が急がれて いる本事業の対象とすることができない。	△ 貯水池東側と西側との水位差を解消するための 貯水池内流下促進策を採らない中で西側へ の排水路増設は妥当性に欠ける。	△ 施設の放流能力低下原因として、放流工への 導流水路の流下能力不足を指摘する説もある 中で、その設置効果に100%の確信が持てな い。
	有効性	「業」のような面があり、効き過ぎればマイナス面 が大きくなる。効かなければ無意味となる。適正規 模決定が現状では困難である。	○ 貯水池への洪水流入が堤体越流の問題を引き 起こしている事態に対し、放流能力増強はこれ に直接的に応える対応策であり有効である。	△ 満潮時に自然流下ができなくなることがある が、その時間は短いこと。貯水池東部への 水位低下効果は限定的。	△
	効率性	適正なものであれば、貯水池内の堤防で両側 水位がほぼバランスするので安全性面での負担 は小さく、効率性が高い。	○ 大規模な排水機場および防潮槽門の建設が必 要になる等の面でさらに工事費が上昇するもの と見られ、投資額が莫大となる。	△ 貯水池外側の既存排水路あるいは用水路を活 用すれば効率性は高いが、反面、規模、能力が 限定される。	△
	インパクト	洪水の危険性におびやかされる状況から脱する ことができるという意味で、インパクトは大きい。	○ 洪水の危険性におびやかされる状況から脱する ことができるという意味で、インパクトは大きい。	△ 現況施設と同様のものの施設が増設されるだ けであり、インパクトは小さい。	○ デメララ川の水位に関係なく排水でき、貯水池 の危機管理能力が向上する。この面でのイン パクトは大きい。
	自立発展性		○ 当排水路の調査・設計を、技術支援を受けなが ら各国のコンサルタントが進めることは、日本国 における愛知用水事業がはたしたように、その 後の大きな遺産となる。	× 特に自立発展性に影響を与える要因はない。	○ 貯水池の運用管理上の選択肢が広くなり、こ の検討に自ら取り組むことになると言う意味 で、自立発展性を高める。

5-3 基本設計調査に際し留意すべき事項等

基本設計調査 (B/D) または第 2 次協力準備調査 (B/D 等) で留意すべき事項等は以下のとおりである。

(1) 堤防改修 (セメント改良土工法を導入)

堤体補強工法として「ガ」国にとっては新規に導入されるもので、本調査の協議中に先方がこの工法を説明した公表された文書を求めたのに応じ、調査団が論文を提示した経緯がある。先方技術者がこの工法を完璧に理解することが重要で、技術移転には細心の注意が求められる。

今回調査において、堤防の改修ではセメントを混入して堤防の保護を行うことを検討し、堤体の後ろ側 (貯水しない方) に盛土をする「後ろ刃金方式」を採用した。2 年間の事業期間で効率的に実施するためには、最適な作業機械の組合せと仮設計画が不可欠である。また、作業効率の向上を図るためには、土質材料の固化程度を最適にするセメントの混入試験を B/D 等で実施する必要がある。これらを総合的に検討した上で、供与する機材の構成とセメント量、実施可能量を詳細に決定することになる。

環境評価関連ではセメント溶出による 6 価クロム濃度・pH を測定し、必要であれば対策を講じることになる。

(2) 重機の供与

「貯水池」堤体修復で使用されているバックホーは、コベルコ建機社系とキャタピラ社系のものが確認されている。機種を選定に置いては、履帯が広い湿地型が望ましく、台船に搭載することを前提に検討しなければならない。台船上での作業安全性 (転倒防止) を考慮したバックホーの重量 (バケット容量の選定)、湿地タイプの幅広の履帯 (クローラ)、セメント攪拌用施設の浮水排水の工夫 (セメント量の節約のため)、湿地移動用の丸太仮設足場等、日本とは異なる現場条件を綿密に整理した上で施工の細部にわたって検討をすることが重要である。またオペレーターにとっての習熟度や将来のパーツの調達や修理の容易さを考慮すべきである。バックホーは「ガ」国では生産されていないので、現地市場状況を確認し、現地市場での調達か生産国からの直接輸入かを選定する必要がある。

台船は現地で組み立て製作されているようであるが、不良個所があるとバックホーを搭載したままの転覆・沈没などの事故を誘発する恐れがあるので、製作図面検査は完璧に行われることが必要である。

(3) 施工計画

上記 (1)、(2) に基づき堤防改修施工計画を作成することになり、最弱部の全区間を本事業の対象とすることができるか、一部を対象とするかが判明する。もし、全区間が難しい場合は、最弱部を例えば上中下の 3 つの級に分けてその下位の級のみを本事業の対象とし、残りの級は NDIA の監理で継続するという方法も考えられる。

現在、堤防補修工事は雨期には困難になるため乾期を中心に年間約 7 ヶ月実施されている。また、計画されている堤防後ろ側の盛土は、ほとんど転圧・整形がなされていない。施工計画策定にあたっては、重機の足場確保を含む仮設工事計画の精度を上げることが重要である。

(4) クニア水路橋梁と排水門

改修にともなう設計排水量の見直しのため、クニア水路全延長の概略水理縦断図を作成し、水理計算により代替案比較検討も含めた分析を行うことが望ましい。NDIA の設計図には標高があまり記入されていないので、地形測量による各標高の確認が必要になると考えられる。

道路橋については、現在の片側 1 車線の国道が、将来拡幅される可能性があるかどうかを確認し、拡幅の可能性があれば橋梁幅を拡幅されたもので設計する方がよい場合があり得るので、その点を検討して橋梁幅を変更するかどうかを決定する。

排水門の扉体と巻上装置に関しては、下記(5)のマドゥニ排水門のケースと同様である。

(5) 取水口・排水門改修

可能な限り、消失している地目別受益面積、計画取水量、計画取水水位、堤防横断暗渠寸法など計画設計諸元を復元し、設計図を作成するべきである。とくに貯水側の工事の仮設矢板による水留など仮設工事の設計が重要である。

マドゥニ排水門の扉体は、木製の板を重ねた構造で巻上機装置は手動である。鋼製の扉体になると耐用年数は長くなる利点があるが重くなるため巻上に動力が必要となる可能性が大きい。電動の場合、洪水時に停電になるとゲート操作に支障が出て重大な結果が生じる可能性がある。先方の意見も考慮して慎重に比較する必要がある。本調査中に停電を経験したことから、当面は木製扉体で手動巻上の方が勝るという考えを調査団はもっている。

(6) 先方との連携

他ドナーのこれまでの検討では、堤防の改修等の緊急性は訴えるものの、具体的な手法と対策は今後の検討とした。今回の調査で提案した具体的な対策は一步前進するものであり、当該地域だけでなく「ガ」国の他の類似地域でも適用が期待できるものと考えられる。そのためにも、本事業を実施する際には、準備段階から「ガ」国と技術的な面も含め十分な連携を図っていくことが重要である。

添付資料

1 M/M

MINUTES OF MEETING
ON PREPARATORY SURVEY TEAM FOR THE IMPROVEMENT OF ENVIRONMENT /
DISASTER RISK MANAGEMENT PROGRAMME
(THE REHABILITATION OF THE EAST DEMERARA WATER CONSERVANCY
IN REGION NO. 4) IN THE REPUBLIC OF GUYANA

In response to a request from the Government of the Republic of Guyana (hereinafter referred to as "Guyana"), Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") decided to conduct a Preparatory Survey for "the Improvement of Environment / Disaster Risk Management Programme (the Rehabilitation on the East Demerara Water Conservancy in Region No. 4).

JICA has sent the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") to Guyana, which is headed by Mr. Yoshiyuki Goya, Executive Technical Adviser to the Director General, Rural Development Department, JICA, and has stayed from July 5 to July 30, 2009.

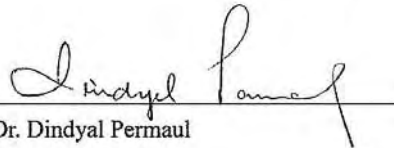
The Team held discussions with the officials of the Government of Guyana and conducted a field survey.

As a result of the discussions and field survey, both parties agreed with the items described in the Attachment. Those items will be developed according to the formal procedures of both parties, as the Programme is subject to the decisions and approval of the both Governments.

Georgetown, July 29, 2009

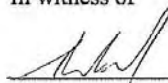


Mr. Yoshiyuki Goya
Team Leader
Preparatory Survey Team
JICA



Dr. Dindyal Permaul
Permanent Secretary
Ministry of Agriculture

In witness of



Mr. Safraaz Shadoo
Foreign Trade Officer
Ministry of Foreign Trade and
International Cooperation

ATTACHMENT

1. Title of the Proposed Project

The Rehabilitation of the East Demerara Water Conservancy in Region No. 4

2. Objective of the Project

Due to the change in weather pattern and the recent floods in Guyana, the structural integrity of the embankment needs to be enhanced to improve the capacity to discharge excess water from the catchment area of the conservancy without incurring down stream effects which often lead to flooding in the upper areas of Mahaica and Mahaicony and Avery (see Annex I)

3. Project Site

The Project site is the East Demerara Water Conservancy (hereinafter referred to as "EDWC") in Region No. 4. A map which indicates the location of the project site is attached as Annex II. A map which indicates facilities of the EDWC is attached as Annex III.

4. Responsible and Implementing Agency

The responsible Agency is the Ministry of Agriculture of the Government of Guyana. The implementing Agency is the National Drainage and Irrigation Authority (hereinafter referred to as "NDIA").

5. Functions of the EDWC

Both parties confirmed that the EDWC has functioned as flood control in times of heavy rain-fall, which has prevented high-impact flooding in the drainage basin of the EDWC and as a reservoir for irrigation, potable and navigation water supply.

6. Japan's grant aid scheme

The Government of Guyana understands the Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team as described in Annex IV. To implement the Project smoothly, the Government of Guyana will take the necessary measures as described in Annex IV, which notifies conditions for the Japan's Grant Aid to be implemented.



7. Schedule of the Survey

If the Government of Japan finds the project feasible after this Preparatory Survey, JICA will conduct the Preparatory Survey II for designing components of cooperation around November, 2009.

8. Political Relevancy of the Rehabilitation of the EDWC

Both parties agreed that the rehabilitation of the EDWC would enhance the integrity of the infrastructure, and be consistent with the counter-flood measures/policies of the Government of Guyana.

9. Findings and the Prioritization of the EDWC's Problems to be Addressed

During the preparatory survey, both parties shared the common perception that there were problems with the facilities of the EDWC, which should be addressed to reduce the impact of flooding.

Further, the both parties agreed that addressing the problems of the EDWC entails prioritization of the problems, taking the national counter-flood measures/policies, dealing with the problems derived from the findings of the preparatory survey and carrying out a feasibility study of the prospective cooperation. These problems are prioritized as follows:

(1) Aging Embankment

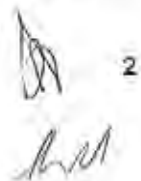
The preparatory survey found out that the most vulnerable part of the Embankment of the EDWC could breach anytime because of aging, slippages, settlement and overtopping. Embankment breaches would cause flooding that might affect approximately 60% of Guyana's population. In terms of usual construction works, the construction technique and method must be improved to rehabilitate the embankment and make durable enough to withstand heavy and frequent rain in the region and to respond to the effect of climate change.

(2) Shortage of Capacity of Relief Sluices

The survey's findings show relative shortage of existing capacity of relief sluices from the EDWC in relation to the recent high intensity rainfall. These relief sluices are also very old.

(3) Insufficient Flow Capacity of Waterways in the EDWC

Due to insufficient capacity of waterways located inside of the EDWC, water levels along the east and northeast embankments are kept much higher during large scale floods, even though three relief sluices discharge flood water to the Demerara River. Water level difference between east side (Flagstaff to Lama) and west side (Land of Canaan) expanded to approximately half a meter during the flood in 2005, 2006 and 2009. Embankments exposed to higher water level have been damaged and are in need of urgent rehabilitation. Furthermore, constructing waterways in the EDWC could decrease difference of this water level and enhance smooth drainage to the

 2

Demerara River.

(4) Insufficient Construction Machines for the Current Rehabilitation Activities

According to the survey, insufficiency of construction machines for the current rehabilitation activities impedes the efficient and immediate implementation of the rehabilitation works.

(5) Aging irrigation and potable water intake structures

The survey's findings show that damaged intake revetment (sheet piling) structures cause deterioration of the surrounding embankment which becomes vulnerable to the rising water level during flooding.

10. Components of the Expected Cooperation

Taking the request from the Government of Guyana and the findings of the survey into consideration, both parties have confirmed that the components of expected cooperation are the following and summarized in Annex VI.

(1) The Rehabilitation of the Most Vulnerable Embankment

Among the whole embankment of the EDWC, it is noted that there is an urgent need to rehabilitate the most vulnerable part of the conservancy, length of which is approximately twenty kilometers long, where the water overflowed during the flood in 2005. The strengthening of the embankment will utilize the technologies that are appropriate to satisfy design specifications. The rehabilitation work volume will be focused on from the most vulnerable embankment of the EDWC.

(2) Rehabilitation of relief sluices to Demerara River

Since it is important to discharge water from the EDWC to Demerara River as soon as possible during floods, the rehabilitation of drainage canals and the sluice gates would be effective to improve discharge capacity of the EDWC. In particular, the Government of Guyana has already made basic design of Cunia drainage plan which includes rehabilitation of drainage canal and sluice gate connected to Demerara River. Thus it would be effective to support the rehabilitation of Cunia drainage relief.

(3) The Rehabilitation of Intake Structures

It is considered effective to rehabilitate Ann's Grove, Hope, Annandale, Nancy intake structures and Maduni relief sluice, which are old and seriously damaged. This makes water management in the EDWC difficult. In addition, if intake structures were to collapse uncontrolled release of water into agricultural and residential areas will occur.

(4) The Utilization of the Procured Construction Machines

In order to enhance the integrated functions of the EDWC, constructing waterways in the

conservancy with the procured construction machines, releasing water stored in the EDWC to relief canals effectively, maintaining and rehabilitating the embankment continuously to sustain functions of the embankment including the most vulnerable parts are essential.

11. Other Relevant Issues

(1) Embankment Rehabilitation Method

The Government of Guyana recognized the need for embankment rehabilitation with appropriate improved measures and that it would take these measures to continue rehabilitation works after completion of the Project.

(2) The Rehabilitation of Cunia Relief Sluice Requested

Both parties confirmed that the Government of Guyana would conduct the rehabilitation of Cunia relief sluice during the implementation term of the Project. Since it is important to relieve more water from the EDWC to Demerara River, the Government of Guyana proposed that the Land of Canaan Sluice be rehabilitated.

(With regard to the rehabilitation of Cunia relief sluice, the basic design which was recently conducted by the Government of Guyana assumed that the amount of water released through the sluice during flood was the same as when it had been built in the 1970's. To set immediate and effective response to the recent high intensity of precipitation caused by climate change, it is recommended that the Government of Guyana reconsider developing the design of Cunia relief sluice.)

(3) Construction of Waterway in the EDWC

Both parties confirmed that the Government of Guyana would accelerate constructing waterway in the EDWC for earlier completion of the construction immediately after completion of the Project, with the construction machines procured during the Project.

(4) Use of Construction Machines

Both parties confirmed that the Government of Guyana would continue outsourcing the labor for the rehabilitation of embankment and sluices, while the Government of Guyana would possess the construction machines for the works.

(5) Eligible Source of Prime Contractors

Eligible Source of Prime Contractors for the Project depends on the grant aid scheme which is applied for the Project.

(6) Major Undertakings

With regard to the Japan's grant aid scheme and major undertakings of both governments (Annex III and IV), the Government of Guyana will take the necessary measures which are applicable to the

4

Project.

ANNEX

- I Country Map of Guyana
- II Project Site Map
- III Map of the EDWC
- IV Grant Aid Scheme
- V Major Undertakings to be taken by Each Government (Grant Aid)
- VI Component of Expected Cooperation and the Site



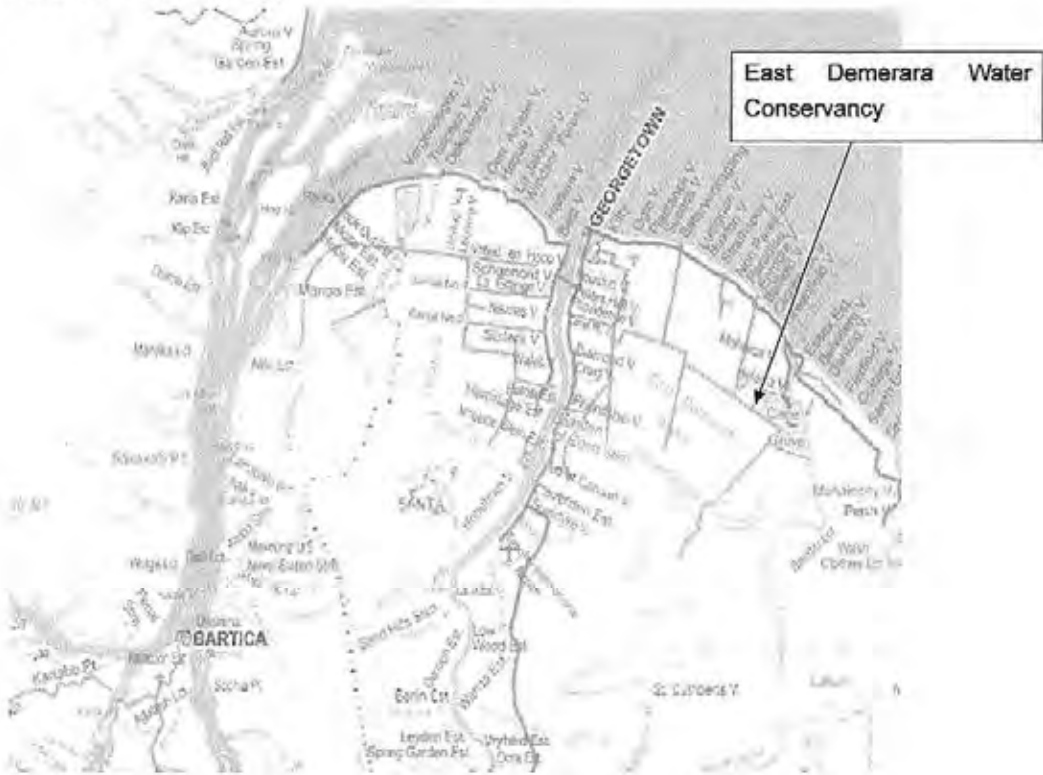
ANNEX I: Country Map of Guyana



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ANNEX II: Project Site Map



ANNEX IV: Grant Aid Scheme

JAPAN'S GRANT AID SCHEME

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as part of this realignment, JICA was reborn on October 1, 2008. After the reborn of JICA, following the decision of the Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ"), Grant Aid for General Project is extended by JICA.

Grant Aid is non-reimbursable fund to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

1. Grant Aid Procedures

Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
 - the Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
 - Appraisal by The GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
 - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country (E/N)
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
 - Implementation of the Project on the basis of the G/A

2. Preparatory Survey

 1

(1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by JICA and the GOJ. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of a basic design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA uses (a) registered consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project

undertake such necessary measures as Annex.

(6) "Proper Use"

The Government of recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.



undertake such necessary measures as Annex.

(6) "Proper Use"

The Government of recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.



Annex V

Major Undertakings to be taken by Each Government (Grant Aid)

NO	Items	To be covered by the Grant	To be covered by Recipient side
1	To secure land		•
2	To clear, level and reclaim the site when needed		•
3	To construct gates and fences in and around the site		•
4	To construct the parking lot	•	
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site		•
6	To construct the building	•	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1)Electricity		
	a.The distributing line to the site		•
	b.The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c.The main circuit breaker and transformer	•	
	2)Water Supply		
	a.The city water distribution main to the site		•
	b.The supply system within the site (receiving and/or elevated	•	
	3)Drainage		
	a.The city drainage main (for storm, sewer and others) to the		•
	b.The drainage system (for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others) within the site	•	
	4)Gas Supply		
	a.The city gas main to the site		•
	b.The gas supply system within the site	•	
	5)Telephone System		
	a.The telephone trunk line to the main distribution frame / panel (MDF) of the building		•
	b.The MDF and the extension after the frame / panel	•	

	5) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		•
	2) Payment commission		•
9	To ensure prompt unloading and customs clearance at the port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine(Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	•	
	2) Tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
10	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work		•
11	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract		•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid		•

2

13	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment		•
----	---	--	---

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)




Annex VI Component of Expected Cooperation and the Site

Item	Initial Project Proposal		Expected Cooperation		Note
	Unit	Quantity	Unit	Quantity	
Supply of super long reach track type excavators, wide track	No	6	No	6	<ul style="list-style-type: none"> - "Wide track" type excavators are recommended taking the rehabilitation site circumstances into consideration. - The Site: the Most vulnerable Section of Northeast Embankment
Supply of track type dozers (4 way operated blade) wide track	No	2			<ul style="list-style-type: none"> - It is recommended that "wide track" type excavators be procured instead of dozers for the work of mixing suitable material and cement. - The Site: the Most vulnerable Section of Northeast Embankment
Supply of super long reach track type excavators, wide track			No	2	

1

Handwritten initials/signature

Item	Initial Project Proposal		Expected Cooperation		Note
	Unit	Quantity	Unit	Quantity	
Supply of pontoons with a mud bin to mount excavators to work within conservancy waterways	No	2	No	2	
Construction of outlets to the Atlantic Ocean	Earth works	1	/	/	The design of this outlet is not finished as to why the Team decided to conduct the Rehabilitation of Cunlia Relief Sluice instead of Construction of Outlets to the Atlantic Ocean for the components of the Project.
	Drainage structure	1			
Rehabilitation of Cunlia Relief Sluice			Bridge construction	1	
			Relief Sluice construction	1	
			Sum	5	
Rehabilitation of Maduni Sluice, Hope, Anns Grove, Annandale and Nancy Intake structures	No	5	No	5	
Provision of engineering services	Sum	1			Pending
The Rehabilitation Works on the Most Vulnerable Embankment			To be determined	To be determined	- The Site will be focused on from the Most vulnerable Section of Northeast Embankment.

Handwritten signature

2 詳細協議議事録

最初に簡単に自己紹介と調査の目的の説明を行い、必要な情報・データの提供を依頼し、意見交換を行った(調査団側は特に記さない場合はコンサル団員(防災計画と土木))。また、7月8日以降、ほとんどの協議にカウンターパートのNDIAからLiaison EngineerとしてMr. Surendra Singhが調査団を案内・同行している。

(1) 協議議事録：調査開始の挨拶等

場所：Sleepin ホテル、ロビー

日時：2009年7月5日 9:30～10:00

相手側：中居正臣 JICA 専門家、カリブ共同体 (CARICOM) 事務局

主な内容

1. 調査開始の挨拶
2. 大使館経由収集済みデータの項目確認
3. 中居専門家の予定と調査団日程の再確認
4. 中居専門家より C/P 機関、国家排水灌漑庁 (NDIA) についての情報と助言を受けた。
5. 中居専門家よりジョージタウンの生活に関し情報と助言を受けた。

(2) 協議議事録：調査開始の挨拶、諸機関との面談約束取付依頼等

場所：国家排水灌漑庁 (NDIA) 会議室

日時：2009年7月7日 8:30～10:30

相手側 (NDIA) : CEO, Mr. Lionel Wordsworth (~9:30)、

Corporate Secretary, Mr. Omadatt Chandan

主な内容

1. 前日 (7月6日) の電話での約束にしたがい、CEO に面会・挨拶し、協議を行った。
2. 調査の目的、調査団の構成と日程を簡単に説明した (協議資料参照)。
3. 他機関との面談の約束取付を依頼した。Mr. Chandan がその担当者に指名された。
4. 翌日 (7月8日) の現場踏査の手配を依頼した。
5. これまでの収集情報に感謝し、追加の情報収集への協力を依頼した (協議資料)。
6. CEO が「貯水池」について説明した。
 - (1) 流域面積は 225 平方マイル (=580 km²)、その 60～70%が貯水池つまり自流域。
 - (2) 堤防は 150 年以上前に人力で作られ、基礎が弱い。堤体は不安定で構造的に弱い。
 - (3) 20～30 日降雨が続くと、「貯水池」の水位上昇が深刻な状況になる。
 - (4) 過剰な水は、西側の 3 排水門でデメララ川に放流される。
 - (5) 東側のラマ (Lama) の水門を開けると下流で氾濫が起こる。
 - (6) 洪水期の排水時には「貯水池」水位は東側で高く、西側で低い。

- (7) 1997年頃であったか、エル・ニーニョのときに水不足が生じた。
 - (8) Crown dam (第二堤防か) の役割は、農地と湿地/放牧地を分離することである。
 - (9) 前に質問状で依頼された情報は、すべて回答書に記載してある。
7. CEO から全面的に調査を支援する旨の発言があった。

(3) 協議議事録：「貯水池」踏査と聞き取り等

場所：NDIA 会議室及び「貯水池」

日時：2009年7月8日 9:00～16:00

相手側 (NDIA) : Liaison Engineer, Mr. Surendra Singh、

Individual Contractor, Mr. Changur Bhudu (Mr. Horse)

主な内容

1. Mr. Surendra Singh が同行することとなった。
2. 大西洋への Hope 放水路を含む新規放水路調査が、地元コンサルの CEMCO と SRKN Engineering の JV で行われており、英国の Mott McDonald からメンバーに加わっているとのこと (Surendra 氏談)。
3. Mr. Bhudu からの踏査中の聞き取り
 - (1) 当日朝の「貯水池」Flagstaff 水位は、ジョージタウン基準 GD で 56.8' (フィート)。
 - (2) 「貯水池」水位が GD52' ~53' に下がると、堤防沿い「貯水池」内水路 (borrow canal) 側の提体法面 (斜面) が滑り崩壊を起こし始める。
 - (3) Flagstaff 付近の borrow 水路水深は、およそ 15' ~30' (4.5~9.0m) である。「貯水池」の湿地 (内部水路以外) は、浮草で覆われており歩行も可能である。Flagstaff 付近の水深は、8' ~9' である。堤防の北方に見える家屋の 2 階の床が現在の水位と同程度で。地表までは約 9' である (地表は約 GD48'、海拔約 -0.9m)。堤防天端高は GD59' ~60' 程度 (海拔約 2.4~2.7m)。
 - (4) Kofi 排水門、下流側水位は GD51.1'、「貯水池」側水位は GD57.1'、水位差 6' (1.8m)。
 - (5) Land of Canaan 排水門、「貯水池」側水位は GD57.25'。前日の降雨は 23.8mm。
 - (6) Cunia 排水門、量水標の高さが合っていない。
 - (7) 蘭英時代の排水計画雨量強度は、1.5"/24hr (38mm/24hr) であった。その後排水基準は 2"/24hr (51mm/24hr) に変えられた。しかし近年 12 月、1 月に大雨が降るようになった。以前の基準では対応できなくなっている。
 - (8) Lama クリーク付近の湿地水深は 8' ~9'。
 - (9) Maduni 排水門、下流側 GD53.45'、「貯水池」側 GD56.8'。
 - (10) Lama 排水門、下流側 GD53.1'、「貯水池」側 GD56.8'。新規ゲート建設中。
 - (11) 台船に乗ったバックホーが浚渫土を泥置き函に入れ、その泥を堤防上に置いている。このオペレータ達は、舟で寝起きしているとのこと。
4. 踏査による知見

- (1) ジョージタウン～Flagstaff の所要時間は、45 分とのことであったが約 1 時間であった。ジョージタウン～Mahaica までは、大西洋岸沿いのアスファルト舗装道路が利用できる。Mahaica～Flagstaff の約 7km は、概ね砂利舗装で車両通行可能であるが一部で路面状態が良くない区間がある。
- (2) Mahaica～Flagstaff 間は、水田地帯で用水路水位と排水路水位には明らかな水位差が認められた。用水路は「貯水池」を水源としており、用排は分離されている。二期作で、苗の移植ではなく種子を直播している。水路沿いの小さい畑に一部ささが栽培されている。
- (3) 堤防の余裕高（フリーボード）が小さい区間、一部は 2'（60cm）未満の区間がある。
- (4) 堤防頂部付近が薄くなって痩せている区間がある。
- (5) 取水工の両側で、堤防の修復跡や損傷しているケースが多く見受けられ、取水工付近が堤防の弱点になっていると言える。
- (6) 「貯水池」の建設に中心的な役割を果たした William Russell の碑文が Lama に在り、同碑文によると彼はこの植民地（ガイアナ）に 41 年間在住したあと 1888 年に 61 歳で亡くなっている。

(4) 協議議事録：CDC（市民防衛委員会）の役割等の聞き取り

場所：CDC、Director General の部屋

日時：2009 年 7 月 9 日 10:40～11:20

相手側（CDC）：Director General, Col. Mr. Chabilall Ramsarup,
Deputy Director General, Mr. Francis Abraham

主な内容

1. CDC は NDIA 役員会（Board）のメンバーである。同役員会は洪水緊急時には対策を内閣に提言する。内閣はそれを参考にして緊急措置を決定する。例えば 2005 年洪水時のラマ、マドゥニ排水門の開門の判断がある。
2. 軍の支援を受けて、18 人で構成している。大統領府に直属している。ほとんどのスタッフは他機関から派遣されている。
3. 災害管理、災害時の調整を担当している。現在、米国陸軍やカリブ災害緊急対策機関（CDERA）の支援の下、ガイアナ大学で災害管理研修コースを実施している。洪水解析は土地測量部門が行い、NDIA は解析や防災計画策定を担当している。

(5) 協議議事録：「貯水池」クラウンダム踏査中の聞き取り、簡易土質調査等

場所：「貯水池」北堤、Crown Dam

日時：2009 年 7 月 9 日 13:00～16:00

相手側（NDIA）：Liaison Engineer, Mr. Surendra Singh、他

主な内容

1. アナンデール取水工から東に延びる北側のクラウンダム（第二堤）が老朽化していたので、2009 年 4 月から改修工事が行われた。
2. クラウンダムの目的は、(i) 本堤溢水時、破堤時の安全のため、(ii) 畑地と湿地（放牧地と

- して利用) を分けるため、などの複数の説明があった ((ii)は別の聞き取り時情報)。
3. 灌漑用水路横断暗渠工が8カ所設置された。堤防帳部幅約4m。堤防の計画天端標高はGD60' という説明であったが、60'には達していないと見られる。この堤防は東側で完全に閉じているようには見えない。説明も曖昧である。
 4. コーンペネトロメータによる簡単な地耐力測定を行った。結果は2-4-1(1)の通りである。

(6) 協議議事録 : GWI (ガイアナ水道公社) 聞き取り

場所 : GWI

日時 : 2009年7月10日 8:40~9:40

相手側 (GWI) : Director (Acting), Capital Investment & Planning, Mr. Altaf Gafoor

主な内容

1. 「貯水池」からの取水は1カ所 (ナンシー) で、年間850万m³ある。首都ジョージタウンの需要の40%をEDWCから供給している。将来の需要は現在とそれほど変わらないと考えている。
2. 職員数は約500人である。
3. 主な問題は導水路の植生や堆砂に対する清掃である。水不足は発生しない。
4. 全国で約80カ所の深井戸、19カ所の処理施設、4カ所の表流水取水施設がある。全国の取水量合計は1.20億m³/年で、そのうち地下水は0.96億m³/年である。
5. 地下水は通常無処理で、塩分混入は生じていない。井戸深さは150~300mで被圧しているが自噴するほどではない。
6. 計画需要量は、135リットル/人/日に漏水分45リットル/人/日を加えた180リットル/人/日である。
7. フィルター修復等3つのプロジェクトがある。
8. 取水ゲートの管理・操作はNDIAが決めて行っている。ゲートは閉める時もある。
9. EDWCの水質データ提供を依頼した。(記録によると弱酸性を示す。)

(7) 協議議事録 : ガイアナ土地測量委員会 (GLSC) 訪問

場所 : GLSC

日時 : 2009年7月10日 10:00~11:00

相手側 (GLSC) : Senior Land Surveyor, Mr. Lindon McGregor 他

主な内容

1. 作業用に5万分の1地形図を選定、購入した。
2. EDWCの堤防標高データが存在することを確認し、入手のために必要な手続きの情報を得た(公文書と料金、後ほどNDIAに依頼)。

(8) 協議議事録 : 農業省作物・畜産課 (Crops and Livestock Support Services) 聞き取り

場所 : MOA、作物・畜産課

日時 : 2009年7月10日 13:10~14:00

相手側 (作物・畜産課) : Chief Crops and Livestock Officer, Mr. Brian Sears

主な内容

1. 作物・畜産課は、農業では砂糖、米以外の非伝統的作物すなわち野菜、果樹等 (Non-traditional crops) を対象とする。主な作物は Bora (ササゲのような豆類)、スイカ、果物などである。Department の職員は 151 人で普及業務等に携わっている。
2. 砂糖はガイアナ砂糖公社 (Guyana Sugar Corporation : GUYSUCO) が、米はガイアナ稲作開発公社 (Guyana Rice Development Board : GRDB) が、農業省の傘下で半独立機関としてそれぞれの作物を担当している。
3. 灌漑方法には点滴灌漑やポンプとスプリンクラーのシステムなどがある。
4. 水利組合は一般に、稲作農民、サトウキビ栽培農民、現金作物栽培農民など作物毎に組織されている。
5. 作物や畜産の生産量データの提供を依頼し、後に入手した。

(9) 協議議事録 : EDWC の事務所長 (Secretary) 聞取り

場所 : NDIA

日時 : 2009 年 7 月 10 日 14:00~15:00

相手側 (EDWC) : Secretary of EDWC, Mr. Samuel La Fleur

主な内容

1. EDWC 水管理に関し、「EDWC 水位管理マニュアル案、2005」の提供があった。
2. EDWC の常時満水位 FSL=GD57.50'、計画低水位 DLWL=GD53.50'、最低水位は GD51' 程度である。最低水位近くになるとマハイカ川から水を補給するが、ある程度の塩分は許容できる。2005 年以降低水位の問題は発生していない。
3. EDWC は灌漑・上水に加え、サトウキビを舟で工場に運ぶ水運用水補給の目的も持っている。

(10) 協議議事録 : EDWC の南西方向近隣丘陵および排水施設踏査

場所 : EDWC の南西方向近隣丘陵および排水施設

日時 : 2009 年 7 月 13 日 11:00~17:00

相手側 : 丘陵東部に畑を持つ農民、Mr. Duorka Balgobin、他

主な内容

1. 丘陵は海拔標高が 20m 前後で、砂質～シルト質から成り頂面は比較的平坦で砂質土の土取場が点在する。本来東流していたラマ・クリークの支流すなわちクルクルル、バダリマ、ホオルベア、ラルニの各クリークが丘陵から北へ流れている。
2. 溪流沿いでは時々洪水で氾濫湛水が発生するが 1 日程度で水が引く。生活用水は管井戸からポンプで汲み上げている。
3. 小麦、ジャガイモ、トウモロコシ、カボチャ、キュウリ、ササゲ (Bora)、ナス、“cherry”、胡椒等が栽培されている。北米 (米、加) への輸出用胡椒を栽培している農家が在る。胡椒の収穫は年 3 回、生産量 300 ポンド/エーカー/回、胡椒売渡価格=G\$200/ポンド、
4. この丘陵における問題は、交通輸送費がかかること、道路状態が良くないこと、小学校への通学が不便であることなどである。汚水は浄化槽で処理しており、看護婦が 2 人居るヘルスセンターがある。

(11)協議議事録：環境保護庁（EPA）環境管理部訪問

場所：EPA 環境管理部（Environmental Management Division:EMD）

日時：2009年7月14日 10:00～11:00

相手側（EPA）：Director, EMD, Ms. Geeta Singh

主な内容

1. 環境認可手続きの簡単な説明とガイドライン等参考図書の提供を受ける。環境認可申請に基づき現地調査が行われる。EIAが必要な場合、コンサルタントが調査を行う。
2. リハビリプロジェクトの場合、通常環境面で大きな問題はないし認可も円滑にされている。
3. 一部の情報は公文書で申請すれば後日提供できる（Mr. Suredra Singhを通じて申請）。

(12)協議議事録：環境保護庁（EPA）自然資源管理部訪問

場所：EPA 環境管理部（Natural Resources Management Division: NRMD）

日時：2009年7月10日 11:20～12:00

相手側（EPA）：Director, NRMD, Ms. Sharifah Razack 他2名

主な内容

1. EDWCには保護対象指定生物はいない（専用の情報が無い）。
2. EDWCは環境保護地域に指定されていない。
3. 関連規則、予算等は公文書で申し込んでほしい（とくに請求せず）。
4. 環境関連調査を実施するのであれば歓迎する。

(13)協議議事録：EDWCに関する意見交換

場所：CARICOM 会議室

日時：2009年7月14日 14:00～16:00

相手側：Sr. Lecturer (temp), University of Guyana, Dr. Maurice Veacock

CEO, Thomas Construction Inc., Mr. Winston Thomas

中居正臣 JICA 専門家、CARICOM

主な内容

Lecturer Veacock の説明と意見

1. 現在調査が行われている EDWC から大西洋への Hope 放水路は、潮位の影響を受ける。Hope 放水路案には賛成できない（Dr. V）。
2. EDWC は堆砂が進行していて容量が減っているが、量は不明。既存構造物の設計図書・図面等の多くは散逸して利用できない。そのため設計諸元が不明な構造物が多く存在する（Dr. V）。
3. Land of Canaan 放水路は設計排水量が $57\text{m}^3/\text{s}$ （2000cusecs）で、実際の排水量は堆砂の影響などで設計値の 40%、 $23\text{m}^3/\text{s}$ （800cusecs）である。排水門の堰頂（クレスト）高は GD52' である。作成されたのは 1969 年と古いが、既存の H-V カーブが在る（Dr. V）。
4. 一般的工事でベントナイトを使用することがある。

[注：上記講師の意見は、概ね定性的な説明に基づき、定量的な裏付けが不足している為、理解困難である。現時点でその意見を受け入れる他、同意することは適切ではない。]

(14)協議議事録：NDIA との質疑応答、意見交換等

場所：NDIA 会議室

日時：2009年7月14日 17:30～20:00

相手側 (NDIA)：CEO, Mr. Lionel Wordsworth

主な内容

1. 計画堤防諸元は 2005 年豪雨に基づき、天端標高 $BTL = GD59.00'$ 、 $DHWL = GD58.50'$ 、 $FSL = GD57.50'$ と決定された。したがって余裕高 (フリーボード) は、 $0.50'$ = 約 0.15m である。日本の基準から見ると小さい値である。沈下が落ち着くであろう 20 年後に計画高が確保されるよう $1' \sim 2'$ の余裕を見込み、施工時の天端高は $GD60' \sim 61'$ とする。この場合に荷重超過が生じるかどうかを確認するための堤体安定計算を、要請書に記載した技術支援で行ってほしいとのことであった。
2. EDWC の堤防は脆弱性の大きい順に①Flagstaff～Nonpriel (北堤東側)、②Nonpriel～Cunia (北堤西側と西堤)、③Flagstaff～Lama (東堤) の 3 つに分けられる [ただし③の Flagstaff 近くでは①同様に脆弱な部分が含まれている]。
3. 堤体の計画標準断面は NDIA による図 2-3-4-2 (p. 2-21) に示すとおりである。この断面に修復するための工法は 2006 年後期から 2007 年にかけて採用されたもので、現在も続けられている。ただし堤体の下流側の整形は未だほとんど行われていない。
4. 盛土材として適した粘土層は元の地表から 7.5m (25') 以深に存在する。台船に乗せたロングアームバックホー (28t 級) が、水路に近いところで貯水池内の粘土を掘削し台船の収納槽に排土し、収納槽が一杯になればバックホーが台船を堤体の近くに移動させ掘削土を堤防上に借置きし若干の整形を施す [この作業が現在行われている]。堤体の貯水池側法面が 1:1.0～1.5 程度と急すぎて斜面崩壊の一因となっているので、1:2.5 になるよう切土する。堤体の中心は下流側に移り、下流側の盛土、撒き出し、転圧、整形は数回に分けて 16t～18t 級のブルドーザーで行う計画である [後ほど調査団はこの作業を湿地型バックホーで行うことを提案し合意した]。その際過去の土取場跡の溝を埋戻すことになる。下流側の堤体法面勾配は 1:2～1:3 で計画されている。法尻から離して浸出水用排水溝を設置する。工事対象区間が長く完工までに時間がかかる。
5. 大西洋への放水路計画では、Nabacilis/Golden Grove 案、Hope Dutch Four 案、Shanks 案の 3 案が比較検討された。Nabacilis 案路線上には住宅地、インフラが在り、Shanks 案には住宅地、農地が在るのに対し、Hope 案は住宅地が最少で、農地が多く、距離も短いことから Hope 案が最適案として選定された。
6. 2005 年洪水で Flagstaff～Nonpriel 区間の 10% で越流が生じた。
7. 大雨が予測される場合、事前に予備放流を行い貯水池水位を下げているが、それほどの効果がない。水位の上昇が比較的早いのは、低水位での貯水容量が小さいすなわち断面が小さくなるからだと思われるとのことである。
8. EDWC の堤体修復・維持管理は、オペレーター、サービス、草刈り人などから成る管理契約で委託している。重機類は NDIA 所有のものを使用するので、相当割安で工事が実施でき、限られた予算での施工範囲が広げられるとのことである [通常の請負契約に比べ 1/4 の予算で工

事ができるとのことであるが、計算の前提が不明である]。

9. 他ドナーの支援としては、IDB ローンは5千万 US ドル、WB は少額、ASSP は5千万 US ドルであるが他地区を含む[数値はかなり大雑把で必ずしも他からの聞き取り情報と合致しない]。
10. 予算面では、NDIA の開発予算は全国を対象にわずか500万 US ドル、10億ガイアナドル（約5億円）である。

(15) 協議議事録：NDIA からの聞き取り

場所：NDIA、同技官室

日時：2009年7月15日 9:00～9:30

相手側 (NDIA)：Civil Engineer, Mr. Ryan Ra Ramsingh

主な内容

1. 毎週水曜日は Public Day で朝から多くの農民が来訪し、CEO も休みなく対応している。
2. 主な農民の訴えには以下の事項がある。なお、NDIA は水利組合に維持管理用の補助金を出している。
 - －圃場へのアクセスが悪いので橋を架けてほしい。道を修理してほしい。
 - －水路の掃除がされていないので水の疎通が悪い。水路が維持管理されていない。
 - －水路が無いので分配される水が不足する。水路を作してほしい。

(16) 協議議事録：HYDROMET へのデータ提供依頼

場所：HYDROMET

日時：2009年7月15日 11:00～14:00 (防災計画担当者&C/P)

相手側 (HYDROMET)：Specialist Hydrologist, Mr. Zainool Rahaman

主な内容

1. 1960～70年代の表流水年報や気候データ年報などのコピーから、関連データを拾い出し、そのコピー作成を依頼した。また、補足資料の提供を依頼した。

(17) 協議議事録：コンサルタント、CEMCO からの聞き取り

場所：CEMCO Inc. (Caribbean Engineering and Management Consultants Inc.)

日時：2009年7月16日 9:20～10:00

相手側 (CEMCO)：Managing Director, Mr. Ramon B. Latchmansingh

主な内容

1. ”Design of the East Demerara Conservancy Northern Relief: Hope/Doch Four” (F/S を含む) に従事している。その中の”Hydrological and Hydraulic Modelling Studies” の担当者として英国のコンサル、MacDonald から水文専門家を雇用している。同 Study の一部コピーを入手した。1951年のH-A曲線が含まれている。
2. 地籍測量、地形測量、土壌試験、ボーリング等を外注も含めて実施できる。
3. アンケート用紙と電子ファイルを渡して回答を依頼。

(18)協議議事録：コンサルタント、E & Aからの聞き取り

場所：E & A Consultants Inc.

日時：2009年7月16日 10:30～11:00

相手側（E & A）：Executive Director, Mr. Ananda E. T. Dharry

主な内容

1. 専務はEDWC堤体安定化対策として小段を提案した。滑りに対しては円弧滑り法でチェックできる。パガス（ピート）の深さはいろいろであるが、選別せずにバックホーで掘削している。科学的なモニタリングがなされていない。小さな滴からパイピングにより大きな穴になる。
2. ボーリング調査、地形測量、モデリングなどを行う。
3. アンケート用紙と電子ファイルを渡して回答を依頼。

(19)協議議事録：NDIAとの意見交換

場所：NDIA、会議室

日時：2009年7月16日 13:00～14:30

相手側（NDIA）：CEO, Mr. Lionel Wordsworth

主な内容

1. EDWC付帯施設の諸元など収集すべき情報の再確認と提供依頼。
2. EDWCの水位が低下してLamaとMaduniでポンプによるマハイカ川と支流の水の汲み上げを行うときに、マハイカ川下流に塩水が侵入して、マハイカ川から灌漑用水を取水している沿岸の水田に塩水の害が及ぶ現象が生じる。
3. 緊急修理工事はDFID、CIDA、UN、USAIDなどドナーの援助で遂行された。

(20)協議議事録：EDWC踏査と聞き取り

場所：EDWC、Flagstaff事務所

日時：2009年7月17日 9:00～15:00

相手側（EDWC）：堤防維持管理スタッフ

主な内容

1. EDWCの維持管理は、堤体部と施設部の2グループに分かれて担当実施されている。

[1] 堤体部点検

堤体部グループは、Flagstaffを拠点にして約38人で構成されている。NDIAとの個人契約により監督（Mr. Bhudu、綽名はMr. Horse）がこのグループを統括している。業務は堤防の点検、重機の運転、堤体の除草から構成される。堤防の点検班は17人で、点検業務は1日24時間週7日休みなしに行われている。モーターボートによる見回りが日中と夜間各2回、計1日4回行われている。点検コースはFlagstaff→Nancy→Land of Canaan→Lama→Flagstaff、およびこの逆回りで貯水池を一回りする。チーフの下に8人ずつの2隊が24時間交代で勤務する。モーターボート2台に3人ずつが乗り2人は事務所で待機する。増水時には堤防上を歩いて点検することも行っている。

[2] 重機運転

オペレータとアシスタント・オペレータ各5人、計10人で重機の運転を行っている。運転担当

時、彼らは水上で寝泊まりする。

[3] 堤体除草

10人が担当している。

[4] 施設部点検

EDWC 管理所の所長を筆頭に計 22 人が配置され、Lama、Maduni、Land of Canaan、Kofi、Cunia の 5 地点で水位制御施設を管理している。1 日 1 回の通常点検に加え、所長が週 1 回点検を実施している。

[5] 北堤沿い 3 ヶ所で貯水池水深調査（水位 GD57.50'）

New Shanks:水深 2.4m、底標高 GD49.5'、浮草層厚 0.5~0.6m

Hope:水深 1.5~1.8m、底標高 GD51.5' ~52.5'、浮草層厚 0.6m、浮草層の下は抵抗があり植物（遺体）を多く含む層と推定される。浮草の上は概ね注意すれば歩ける。

Plaisance:水深 1.5m、底標高 GD52.5'、浮草層厚 0.5~0.6m

[6] 取水工の点検調査： 結果は表 2-4-3-1 (p.2-48) のとおりである。

(21)協議議事録：コントラクター、Khmeraj Nauth Contracting Services からの聞取り

場所：EDWC からの帰路、海岸近くの道路工事現場

日時：2009 年 7 月 17 日 15:30~16:00

相手側：Owner, Mr. Khmeraj Nauth

主な内容

1. 土工材価格 砂利：G\$ 7,200/ton デメララ川河口波止場渡し
白砂：G\$ 15,000/14.5yd³ 現場渡し
褐色土：G\$ 5,000（土取場料金）+15,000=20,000/14.5yd³ 現場渡し

(22)協議議事録：コンサルタント、GSECI からの聞取り

場所：Ground Structures Engineering Consultants Inc.

日時：2009 年 7 月 18 日 11:00~12:00

相手側：Principal, Mr. Charles P. Ceres

主な内容

1. 土質試験器具を保有し試験を行えることを確認した。
2. JICA 事業に参加した実績がある。

(23)協議議事録：Region 4 県民主会議からの聞取り

場所：第 4 県県民主会議 (Regional Democratic Council, Region 4)

日時：2009 年 7 月 20 日 11:40~12:20 (防災計画担当者&C/P)

相手側 (第 4 県 RDC)：Regional Executive Officer, Mr. Shafdar Alli

主な内容

1. EDWC 修復プロジェクト実施に当たって、第 4 県 RDC の承認は必要ない。
2. RDC の議長は中央政府から指名される。
3. 議員は 35 人で、内訳は PNCR 16 人、PPPC 15 人、AFC 3 人、JFAP 1 人で政党別国会議員の数

に比例する。

4. 第4県には、15の集落民主会議とその他の地域、規制されない地域がある。

(24)協議議事録：コントラクター、BK International からの聞き取り

場所：BK International Inc.

日時：2009年7月20日 16:00～17:00

相手側 (BKI)：Managing Director, Mr. Brian Tiwarie

主な内容

1. 会社概要、重機カタログ等を入手。
2. アンケート用紙と電子ファイルを渡して回答を依頼。

(25)協議議事録：農業大臣との会見

場所：農業省会議室

日時：2009年7月22日 15:30～16:00 調査団は全員、中居専門家

相手側 (MOA)：Minister, Honorable Robert Persaud

CEO, Mr. Lionel Wordsworth

主な内容

1. 大臣はクニア放水路の排水門修復支援を強調した。
2. 今後のスケジュールはどうかとの質問があった。
3. M/Mの署名者はCEOと対外貿易・国際協力省が示唆された。

(26)協議議事録：対外貿易・国際協力省を訪問

場所：農業省会議室

日時：2009年7月23日 10:00～11:00 調査団は全員、中居専門家

相手側 (MOFTIC)：Permanent Secretary, Mr. John Isaacs

Foreign Trade Officer, Mr. Safraaz Shadood

主な内容

1. M/M署名者は対外貿易事務官を示唆。

(27)協議議事録：NDIA との M/M 協議へ向けての意見交換

場所：NDIA、会議室

日時：2009年7月24日 16:30～18:00 調査団は全員、中居専門家

相手側 (NDIA)：CEO, Mr. Lionel Wordsworth

Liaison Engineer, Mr. Surendra Singh

主な内容

1. EDWCの目的は、①洪水制御、②灌漑／水運、③飲料水給水である。
2. 気候変動、なかでも地球温暖化の影響に対抗して、追加の放水施設が必要である。
3. 洪水の管理ができないと農地、住宅地への氾濫や灌漑施設への悪影響が顕在化する。
4. 次週からのM/M協議におけるNDIA/MOA側の代表者と署名者について意見が交換された。

(28) 協議議事録 : NDIA/MOA との M/M 協議

場所 : NDIA、会議室

日時 : 2009 年 7 月 27 日 9:00~10:30 調査団は全員 (開始時)、中居専門家

相手側 (MOA/NDIA) : Permanent Secretary, MOA, Mr. Dindyal Permaul

Chairman of NDIA Board, Walter Willis

Sr. Civil Engineer, ASDU, MOA, Mr. Fredrick Flatts

Senior Engineer Engineering Section, NDIA, Mr. Dave Hicks

Liaison Engineer, Mr. Surendra Singh

主な内容

1. M/M 協議の MOA/NDIA 側代表および署名者は、農業省次官となった。
2. M/M 協議内容は、農業大臣に報告されその了解を得た後、署名の運びとなる。
3. 調査団の M/M 案に基づき、協議がなされた。
4. 堤体修復にセメント改良土工法を導入する提案に関し、粘土とセメントを混ぜるのが難しいという意見が次官から表明された。当地域の粘土はモンモリロナイトで膨張性であり慎重な対応が必要との意見が出され、カリブ諸国での実績の有無を問われた。調査団は、日本でも現場試験で確認後に工事に入ることになっているので、土壌水分問題も含め、次回調査団が対応すると説明した。
5. 次官は、彼らにとっては新しいセメント改良土工法に関する公表された技術的・科学的な論文等の提供を求めた。同方法を受け入れるが、それを学び、技術を共有するためである。また、同工法は特許を伴うものかとの質問があった。[論文は後ほど提供され、M/M 協議は翌 28 日にも続行され、29 日に署名がなされた。]

(29) 協議議事録 : 農業省 ASDU 聞取り

場所 : Agricultural Sector Development Unit (ASDU)、MOA

日時 : 2009 年 7 月 28 日 14:10~15:40

相手側 (MOA) : Sr. Civil Engineer, ASDU, Mr. Fredrick Flatts

主な内容

1. 農業分野開発課 (ASDU) は資金援助を受けたプロジェクトの実施に責任を負っている。例えば次のプロジェクトである (M=百万)。
 - Agricultural Support Services Program (ASSP)、US\$20M、IDB、2007-2011
 - Agricultural Export Diversification Program (ADP)、US\$20.9M、IDB、2008-13
 - Rural Enterprise Agricultural Development Project (READ)、US\$6.9M、IFAD、2009 年から 6 年
 - Conservancy Adaptation Project (CAP)、US\$5.2M、WB、2008-2010
 - Development of Rice Macomaco Area、ブラジル国境付近
 - Provision of Seeds and Agricultural Tools、FAO
 - Bio energy 関連
2. CAP の内容

－Lama 排水門 2カ所 G\$49M

－コンサルタント業務 US\$2M

貯水池のモデル化

LIDAR（光検出と測距）プロジェクト

自動水位記録計

－研修

－台船の製造

－バックホー1機購入

3. 主なドナー：IICA, EU, FAO, OXFAM, Red Cross, OAS, USAID, CIDA, ECLAC

(30)協議議事録：ガイアナ稲作開発公社（GRDB）聞取り

場所：GRDB

日時：2009年7月29日 9:30～10:00

相手側（GRDB）：Extension Manager, Mr. Kuldip Ragnauth

主な内容

1. スタッフは190人、本部は40人、普及、品質管理、研究を行う。種を端民に販売する。予算はG\$420M/年、主な歳入源は輸出手数料。問題は利益が出ないことで組織再編が必要。
2. 2期作：秋作＝5, 6月～9, 10月、春作＝11, 12月～3, 4月、湛水深＝10～15cm、いくらかの農民は中干しをする。

(31)協議議事録：Cane Grove 水利組合訪問

場所：Cane Grove WUA 事務所

日時：2009年7月29日 15:00～16:00

相手側（CG-WUA）：Accountant, Mr. Deyanand Deosaeen

主な内容

1. 面積は2,920ha、そのうち水田は2,180ha、農家は500戸。別に放牧地が570ha、牛は927頭。農家は100%土地を持つが、一部に借地がある。Cooperative はかつてはあったが現在は無いとのこと。
2. 維持管理は、第4県がPrimary Canalを、NDIAが二次水路を担当する。
3. 米は2期作、湛水深10cm、連続灌漑、ほとんど重力灌漑で一部ポンプ灌漑がある。精米所が4カ所在る。
4. 水不足はないが、湛水の問題がありマハイカ川へポンプ排水をしている。

注：7月27日のUNDP訪問、GUYSUCO訪問、7月28日のIDB訪問についての記録は、中居専門家による「中南米部石川課長及び吉田ジュニア専門員のガイアナ出張時の訪問先及び協議内容」からの抜粋次の通り。

[中居専門家作成資料] (一部抜粋)

中南米部石川課長及び吉田ジュニア専門員のガイアナ出張時の訪問先及び協議内容

< 2009年7月22日(水) >

9:00~10:00 ガイアナ水道公社 (GWI) Mr. Altaf Gafoor, Executive Director への表敬訪問

1. 先方より、一般無償コリバートン給水計画の施工・管理コンサルタントである東京設計の柳田氏、岩重氏及び施工業者の徳倉建設がガイアナですでに活動準備中である旨報告があった。
2. JICA側で人選中の専門家派遣については、先方よりアセットマネジメントと地下水資源管理での業務を期待しているとのコメントがあった。JICAからは、国内人的資源の不足により、派遣が遅れている旨説明を行いJICA側で鋭意対応していくと再度確認し、先方の了解を得た。また、採択からすでに二年が経過しているが、今だ、当初要請時の「資産管理」のTRを特に変更する必要はなく現時点でも同分野への専門家派遣が必要と先方より確認。GWIでは無収水率が5割程度と高く、日本はこの分野で実績があり海外への協力実績も多いので、無収水対策にTRの力点をおくのはどうか、と打診したところ、資産管理は無収水対策を包摂する上位の概念であり、まず資産管理から取り組みたいと先方回答。
3. 地下水資源については、近年減少傾向にあり、この管理を専門とする専門家派遣の要請があった(H20年度統一要望調査。不採択)が、小職より地下水資源管理については、SV派遣の要請がGWIから出ており、現在派遣に向けて調整中である旨説明を行った。
4. ガイアナ国内の水道水は、約80%を地下水、約20%を河川や貯水池から供給している。ただし地下水資源以外を利用しているのは、ジョージタウン市や一部地域のみで、ジョージタウン市の供給量の40%が貯水池からの水資源となっている。高速濾過処理施設を使用している。
5. 飲料水用水資源の貯水池からの取水口はナンシー1箇所からであるが、GWIのEDWCからの取水量は、EDWCの利水量全体の1%未満である。
6. GWIはNDIAに水利権を毎年支払っているが金額は「象徴的意味合い程度」で小さい。
7. 飲料水用水路は、誰でもアクセス可能であるが、法律で水路でのいかなる活動も禁止されている。また頻度は不明であったが、パトロールも実施しているとのこと。
8. 飲料水用水路は、一般排水路より水面レベルが高く、他水路からの汚染を防いでいる。

14:30~15:30 Mr. Robert Persaud, Minister of Agriculture; Mr. Lionel Wordsworth, Chief Executive Director, National Drainage and Irrigation Authority; Mr. Safraaz Shadoo, Foreign Trade Officer, Ministry of Foreign Trade and International Cooperation

1. JICA側は表敬訪問を予定していたが、先方はプレスリリースを準備しており、翌日の日刊紙に日本の調査団が東デメララ貯水池整備案件で、活動中である旨の報道がなされた。
2. 大臣からは、本要請に至った経緯が説明され、ガイアナがクールアースパートナーシップに署名したことから本協力が実現した旨のコメントがあった。
3. 予算は約6.7億円規模である。
4. 今後の日程について確認があり、JICAからBD調査団を10月、本実施を2010年3月まで

の確定し、来年6月ぐらいに工事開始を計画している旨説明があった。

5. 先方よりフィージビリティ調査を実施中の Hope canal ではなく、Cunia Canal の整備を優先してほしいとの要望があり、JICA 側はその方向で検討することとした。
6. 気候変動適応策として、世界銀行と世界環境基金（GEF）の協力で、水文データなどの科学的なデータ収集に関する調査を実施中である。
7. 本調査団の現地調査へ十分に協力し、本案件実施がスムーズに行われることを期待するとコメントがあった。

協議日程終了後、ジョージタウン市内の生活環境、治安状況などを視察した。

< 2009年7月23日（木） >

10:00～10:45 Mr. John Isaacs, Permanent Secretary and Mr. Safraaz Shadoo, Foreign Service Officer, the Ministry of Foreign Trade and International Cooperation への表敬訪問

1. 本調査の日程と目的の説明を行い、ガイアナ側の協力を求めた。

11:00～11:30 Colonel Chabilall Ramsarup, Director General; Mr. Francis Abraham, Deputy Director General への表敬訪問

1. CDC は NDIA の理事会メンバーとなっている。
2. 現在 JICA の案件では、カリブ防災管理プロジェクトフェーズ2のパイロットプロジェクトサイトとなっており、マハイカ川流域で地域コミュニティ防災管理を実施予定となっている。
3. JICA からクニア水門及びマドゥニ水門の改修の予定を説明したところ、先方より、広域プロジェクトではマハイカ川、マイコニー川及びタイメリー（空港周辺）に、量水計を設置し、早期洪水予報システムを構築する予定となっている旨説明があった。
4. 引き続き JICA への協力を要請し、了解を得ることができた。

< 2009年7月27日（月） >

14:00～15:00 Ms. Patsy Ross, Programme Analyst への表敬訪問

1. 倉内コンサルタントが洪水関連の資料をいくつか収集することができた。
2. Ms. Ross によると、2005年の大洪水時は、第4-5地区のほぼすべてが水没し、人口の約7割が被害を受けた。当地域はジョージタウン市の商業地区のみならず、米、サトウキビ、他作物、家畜など第一次産業へ甚大な被害をもたらした。
3. 洪水はほぼ一ヶ月続き、通常生活を取り戻すまでには相当時間を要しており、GDPの59%に相当する被害を与えたということは、信用できるデータではないかということであった。
4. 2005年の洪水時には、DFID, CIDA, USAID, EU, IDB, WB が様々な洪水影響調査や復興事業を実施した。
5. 現在 UNDP では、Potable water（特に Watershed）と Natural Resource Management（特に Biodiversity）に力をいれて、ガイアナで案件を実施中である。

16:00~17:00 Guyana Sugar Cooperation (Guysuco)訪問

Mr. Rishi M. Sookram, Regional Director- Demerara 及び他 3 名の地域部長への表敬訪問

1. JICA より、現在「貯水池」修復案件の調査団を派遣中で、貯水池からの水資源管理について聞き取りしたい旨説明を行った。
2. 以下 Guysuco からの説明の詳細。
3. 貯水池か流域では、Diamond から LBI (LBI Estate)、Mon Repos から Haslington (Enmore Estate) と大きく二つの地域に分けて管理を行っている。
4. 灌漑用水は自然流下またはポンプ揚水で耕作地に配水している。
5. 水利用の大きな目的は、灌漑用水、収穫時の船積み運搬用、工場用水の 3 つである。
6. 耕作地は LBI と Diamond 側で、耕作地 5478.3ha、休耕地 1263.2ha、民間使用で 560.5ha である。Enmore 側では、耕作地 4701.0ha、休耕地 750ha、民間使用で 400ha となっている。したがって東デメララ貯水池を水源とするサトウキビ耕作地全体は、13153ha (耕作地のみ、10839.8 10983? ha) となる。
7. LBI の取水口からの水はそのまま工場用水としても利用される。
8. 3 名の Guysuco 職員が、NDIA の理事会メンバーとなっている。民間使用の耕作地で、Huston, Plesance では、直接貯水池の取水口から水を引いてきているが、他の地域は Guysuco が使用しているよう水路から水を無料で引いている。
9. 1998 年に少雨 (旱魃) があつた。年間約 900mm で、収穫時の船積み時に、用水路の水量が少なく、運搬船の底を擦ってしまう状態であつた。
10. サトウキビの収穫時期は年 2 回で乾期に当たる。サトウキビ栽培は、5 年サイクルで行われ、各畑では年 1 回収穫される。1998 年の渇水期には、5 回の収穫後の植え替えで、地面が硬すぎて植え付けが通常の半分ぐらいとなってしまった。ただしこれは全体の約 10% ぐらいである。通常再植え替えは全体の 20% で、残りは茎の下部と根を地面に残した状態で刈り取っており、80% の面積では再植え付けの必要はない。従つて 98 年の旱魃による収穫減は 2 割程度と推定される。
11. サトウキビの単位収穫量は年間 1 ヘクタール当たり 60-65 トンである。最大で 75 トンとなる。
12. Enmore 灌漑システムでは、平均的な地盤標高は GD50.5' , 用水路水位は GD52' である。灌漑用水として利用される。根域の深さが約 3' であるので、湿害を避けるため排水路水位は GD47.5' 以下に設定しなければならない。これはサトウキビの根は約 3 フィートまで成長することから、これより下に排水路の最大水面を取るよう工夫している。Diamond 灌漑システムの各標高は、これらの値より高くなる。
13. ガイアナ全体の年間砂糖生産量は 25 万トンである。

< 2009 年 7 月 28 日 (火) >

10:00~11:00 Mr. Roy Parahoo, Procurement Specialist; Mr. Javier Benaiges, Water and Sanitation Division; Ms. Sybille Nuenninghoff, Natural Resource Specialist, IDB 訪問

1. 現在 Bio-Fuel プロジェクトを実施している。本案件は日本信託基金案件である。
2. 水道公社 (GWI) への協力では、ポンプの供与、上水道設備の中心に援助している。

3. 担当者のコメントとして、優秀な人材は海外に流出してしまい、現在 GWI は若い人材のみで、経験不足の状態である。したがって、どの分野の協力も有効であることから、日本が資産運用管理の専門家を出すことは非常に効果的な援助であるとの説明があった。
4. 現在 GWI への協力を行っているドナーは、JICA と IDB だけである。
5. GWI を通じた水資源分野へは、IDB と連携して協力を行うことも可能かもしれない。先方も JICA 連携に興味を示していた。石川より 09 年 3 月に J I C A = I D B で MOU を締結しこれに基づき協調融資を中心とした連携を推進中（09 年 7 月 27-28 日の IDB との協議につき先方承知済み）である。「ガ」については、有償の対象国ではないが一般無償対象国で、有償に比し事業規模が小さくなる点留意必要、分野としては給水、橋梁、病院建設等が連携し易い旨説明し、先方了解。
6. 世銀と GEF は予算規模 3-4 億円で、飛行機を使い、ライダー（LIDAR: Light Detection and Raging, 光検出と測距）で貯水池内の水の動きを調査する案件を実施中である。本件は気候変動適応策案件として考えられる。
7. 下水道に関して、ジョージタウン市での下水管への接続（普及率）は約 30% で、全ては未処理状態で排水されている。
8. IDB の「ガ」への重点協力分野は、ア）インフラ、イ）競争力強化、ウ）成長のための社会投資の 3 分野であり、水分野と保健分野（特に栄養学）はりに位置づけられる。
9. 貯水池に関連する案件として、Rehabilitation of Irrigation system project（実施中）と Design and Implementation of an Integrated Disaster Risk Management Plan（GY-T1050） project（本店で審査中）がある。
10. 前者は主に用水路の整備を行うもので、日本の案件とデマケができています。
11. 後者は各ドナーを協調して、包括的に開発していく必要がある。無償資金協力で、予算は約一億円、約 2 年間の協力である。

3 B/D の TOR 案

(1) 調査工程

国内事前準備	約 0.5 ヶ月
現地調査	約 2.0 ヶ月
国内解析	約 1.0 ヶ月
基本設計案現地説明・協議	約 0.5 ヶ月
基本設計最終版作成	約 0.5 ヶ月

表 6-3-1 基本設計調査工程案

期間(月)		1	2	3	4	5	計 (月)	
工程	国内	[Gantt chart bars]						
	現地	[Gantt chart bars]						4.5
担当								
1	総括/治水	[Gantt chart bars]						2.0
2	土質/堤体	[Gantt chart bars]						3.0
3	施設計画/設計	[Gantt chart bars]						4.0
4	機材/積算	[Gantt chart bars]						2.0
5	環境社会配慮	[Gantt chart bars]						1.5
報告書作成		[Gantt chart bars]						
先方との協議		[Gantt chart bars]						12.5

(2) 団員構成

総括/治水計画 [JICA]

土質改良/堤体設計 [試験場/研究所]

業務主任/施設計画/設計 (地形測量/水理設計/ゲート/構造設計/仮設設計)

機材調達/積算 (施工計画)

環境社会配慮/利水 (水質/土壌/上水/灌漑/水収支)

(3) 調査項目

(a) 国内事前準備

ア. 既存資料の分析

イ. インセプション・レポートの作成

(b) 現地調査

ア. インセプション・レポートの説明・協議

イ. 協力準備調査結果の確認と更新

- 事業内容の確認、変更の有無の確認

- 上位計画の確認、他ドナーの動向の確認

- 事業実施体制の確認、先方分担事項の確認

- スキームとしての妥当性の確認

ウ. セメント改良土土質試験とその分析、最適な混入割合と方法の決定

エ. 堤体補強手順の決定 (必要なら級別)、堤体安定計算、(必要なら) Cr⁶ 溶出対策

オ. 地形測量の監理、仮設設計、既存設計図の見直し、基礎の確認、設計標高の決定

カ. 水理設計、扉体の材質や巻上装置の選択、必要なら動力装置、既存設計の構造点検

キ. 重機の組合せ選定、サイクルタイムと施工速度の計算、施工計画の策定

ク. 市場調査、価格調査、機材調達方法の決定、入札図書の作成、事業費の積算

ケ. 「貯水池」水収支の試行、上水、灌漑など利水受益者、農業への正負の影響の評価

コ. 6価クロム濃度や pH の試料採取と分析手配、セメント溶出のモニタリング計画策定

サ. クニア排水門の土地譲渡合意書の確認、交通対策の点検、NDIA の環境認可取得支援

- シ. 必要があれば現地ステークホルダーとの協議
- ス. 現地再委託調査の結果の点検と受領
- セ. 現地調査結果、想定される基本設計案についての説明と協議

(c) 国内解析

- ア. 収集資料の整理
- イ. 報告書（和文、英文）の作成
- ウ. 帰国報告会での調査結果報告

(d) 基本設計案現地説明・協議

- ア. 基本設計案の先方への説明と協議
- イ. 追加現地調査（必要があれば）

(e) 基本設計最終版作成

- ア. 現地説明・協議結果の報告
- イ. 基本設計案に係る協議結果に基づく基本設計の加筆・修正・更新

(4) 現地再委託調査

調査内容の指示、結果の解析等は調査団員が行う。利用可能な既存のデータがある場合は、必要な補足調査のみとする。

(a) 地形測量

ア. 堤体最弱部の縦横断測量（約 20 k m）：縦断：50～100m間隔。横断：平均 400m程度の間隔。大きな変化点を縦断に示す。横断幅；貯水池側は堤防並行水路幅+10m、下流側は掘削跡凹地+5 m

イ. クニア放水路付帯施設改修部平面測量（約 10ha（500m x 200m）：橋梁、デメララ川側排水門、仮設道路、仮設水路、資材・重機置場等を含む範囲用地境界図示、仮設計画、改修工事のため

ウ. クニア放水路補足縦横断測量：NDIA 設計図面を補足、縦断計画、水理設計に使用。

エ. 取水工平面測量（4カ所、計約 4ha（100m x 100m x 4））：仮設計画、改修工事に用いる。

オ. マドゥニ排水門平面測量（約 1ha）：仮設計画、改修工事に用いる。

カ. 「貯水池」補足深淺測量（浮草層の厚さを含む）：貯水池適応プロジェクト（CAP、世銀/GEF）で成果が出ていればそれをを用いる。データが利用できない場合は、堤防前面（貯水池内）水路、ラマクリーク、南北水路の計 10 地点、各 3 点（水路 1、両側各 1 または片側 2）、計 30 点程度が望ましい。貯水池水収支に必要な H-A、H-V 曲線の精度を上げるために求められる。

キ. 量水量目盛調整のための水準測量（延長 100km+選定された基準点～量水標）：フラッグスタッフ、ラマ排水門、マドゥニ排水門、ランドオブケイナーン排水門、クニア排水門（2カ所、堤防上とデメララ川付近）、南北水路北端等に量水標が設置されている。排水門には通常上下流に各 1 点、計 2 点量水標が在る。堤体の沈下の影響などにより標高に狂いが生じている量水標（例えばクニア排水門貯水地内のもの）があるので、全ての量水標の標高目盛の誤差を計測するのがのぞましい。最初に近くの基準点網を確認し、使用する基準点を決定する。

(b) 土質試験（結果の分析は調査団専門家）

ア. 室内試験（一軸圧縮試験など）：最適なセメント改良土を得るため底泥とセメントの配合と

土の強度の関係を求める。

イ. 原位置試験: 選定されたセメント改良土の強度等を確認するため、ボーリング、標準貫入試験、サウンディング、透水試験を行う。

(c) 水質分析、土壌分析

ア. 「貯水池」の水と堤防下流側の水質分析: 堤体前後での水質 (pH、6価クロム濃度) の変化の有無や差を調べる。

イ. 堤防下流側の土壌分析: 土壌の6価クロム濃度の対応を確認する。もし、汚染の可能性がある場合は堤防法尻の覆土等対策を決めるため、対策案と濃度の関係を求める。

4 面会者リスト

No	title	Name	Position	Agency
1	Dr.	Tadaomi Nakai 中居正臣	Project Identification Expert, CARICOM Secretariat-JICA	JICA
2	Mr.	Lionel Wordsworth	CEO	NDIA, MoA
3	Mr.	Omadatt Chandan	Corporate Secretary	NDIA
4	Mr.	Surendra Singh	Liaison Engineer	NDIA
5	Mr.	Changur Bhudu	Supervisor Conservancy	Consultant
6	Col.	Chabilall Ramsarup	Director General	CDC
7	Mr.	Francis Abraham	Deputy Director General	CDC
8	Mr.	Altaf Gafoor	Director (Acting), Capital Investment & Planning	GWI
9	Mr.	Lindon McGregor	Senior Land Surveyor	Lands and Surveys Commission
10	Lic.	Yonezaki Norio 米崎紀夫	Director 次長、中米・カリブ地域支援事務所	JICA Mexico Office
11	Mr.	Brian Sears	Chief Crops and Livestock Officer, Crops and Livestock Support Services	MoA
12	Mr.	Samuel La Fleur	Secretary, EDWC	NDIA
13	Mr.	Rohan Persaud	Sworn Land Surveyor	NDIA
14	Mr.	Dwarka Ranekarran	Sworn Land Surveyor	NDIA
15	Mr.	Dave Hicks	Senior Engineer, Engineering Section	NDIA
16	Ms.	Geeta Singh	Director, Environmental Management Division	EPA
17	Ms.	Sharifah Razack	Director, Natural Resources Management Division	EPA
18		Oumardatt Ramcharran	Environmental Officer II	EPA
19		Dominique Saheed	Senior Environmental Officer	EPA

20	Mr.	Maurice Veacock	Sr. Lecturer (temp)	University of Guyana
21	Mr.	Winston Thomas	CEO	Thomas Construction Inc.
22	Mr.	Zainool Rahaman	Specialist Hydrologist	Hydrometeorological Services, MoA
23	Mr.	Ramon B. Latchmansingh	Managing Director	CEMCO Inc.
24	Mr.	Ananda E. T. Dharry	Executive Director	E & A Consultants Inc.
25	Mr.	Khmeraj Nauth	Owner	Khmeraj Nauth Contracting Services
26	Mr.	Rasheed Khan	Company member	- ditto -
27	Mr.	Charles P. Ceres	Principal	Ground Structures Engineering Consultants Inc.
28	Mr.	Shafdar Alli	Regional Executive Officer	Regional Democratic Council, Region 4
29	Mr.	Brian Tiwarie	Managing Director	BK International Inc.
30	Mr.	Raj Singu		BK International Inc.
31	Mr.	Fasal Wahab	Snr Engineer	NDIA
32	Mr.	Timothy Inniss	Snr Engineer	NDIA
33	Hor.	Robert Persaud	Minister	Ministry of Agriculture
34	Mr.	Safraaz Shadood	Foreign Trade Officer	Ministry of Foreign Trade and International Cooperation
35	Mr.	Walter Willis	Chairman	NDIA Board
36	Mr.	John Isaacs	Parmanent Secretary	Ministry of Foreign Trade and International Cooperation
37	Mr.	Kiran Nauth	Managing Director	H. Nauth & Sons
38	Dr.	Dindyal Permaul	Permanent Secretary	MoA
39	Ms.	Pasty Ross	Programme Analyst	UNDP
40	Mr.	Rishi M. Sookram	Regional Director-Demerara	GUYSUCO

41	Mr.	Yudhuthir Persand	Group Agric Engineer	GUYSUCO
42	Mr.	Clarence Burneti	Agriculture Manager-LBI	GUYSUCO
43	Mr.	Roy. N. Hariprashad	Agri. Manager	GUYSUCO
44	Ms.	Sybille Nueninghoff	Natural Resources Specialist	IDB
45	Mr.	Javier Grau Benaiges	Water and Sanitation Division	IDB
46	Mr.	Roy Parahoo	Procurement Specialist	IDB
47	Mr.	Fredrick Flatts	Sr. Civil Engineer, ASDU	MoA
48	Mr.	Mandanlall Ramraj	ASDU	MOA
49	Mr.	Elvis Jordon	Deputy General Manager, Human Resources Office	NDIA
50	Mr.	Kuldip Ragnauth	Extension Manager	GRDB
51	Mr.	Deyanand Deosaeen	Accountant	Cane Glove WUA
52	Mr.	Ruinarine Rameo Paul	Crop Planter	Cane Glove WUA
53	Mr.	Eloy Hauked	Farmer	Cane Glove WUA
54	Mr.	Bheemsecin Ramchareudot		Cane Glove WUA
55	Mr.	M. Putziar		Cane Glove WUA
56	Mr.	Tatsuaki Iwata 岩田 達明	Ambassador of Japan 特命全権大使	Embassy of Japan、Trinidad and Tobago
57	Ms.	Mariko Chiba 千葉 麻里子	Second Secretary 二等書記官	- ditto -
58	Mr.	Tetsuya Sato 佐藤 哲也	Second Secretary 二等書記官	- ditto -
(JICA 調査団、防災計画担当者面会分)				

5 収集資料リスト

1. 農業省：NDIA 本調査前に提出された質問票に対する回答より		
(1) EDWC 法	(7) NDIA 組織図	(13) EDWC 図および灌漑システム〈取水工位置〉
(2) EDWC 組織図	(8) NDIA スタッフリスト	(14) 排水ポンプ位置
(3) EDWC2009 年予算	(9) 水・下水法 (30:01)	(15) 2009 年の EDWC 修復計画
(4) EDWC 職員リスト	(10) GWI 組織図	(16) NDIA/農業セクター開発部 (ASDU) 組織図
(5) 排水灌漑法 (2004 年)	(11) GWI2009 年予算	(17) NDIA および EDWC が保有する建設機械リスト
(6) NDIA2009 年予算	(12) EDWC 水文データ	
2. 農業省：NDIA より本調査中に収集した資料		
(1) 本調査中に収集した資料	(4) EDWC 最弱部堤体修復計画標準断面図	(7) コフィー排水施設 B/Q
(2) EDWC 水位管理マニュアル案、2005	(5) クニア放水路道路横断部橋梁図 (横断暗渠図)	(8) 掘削機および台船調達 B/Q
(3) ガイアナ 2009 年潮位表・灯台表	(6) クラウンダム用水路横断工 (暗渠)	
3. 農業省：作物・畜産部		
(1) 米、サトウキビ以外の作物の県別生産量 (2003～2008)	(2) 畜産データ	
4. 農業省：水門気象部		
(1) 水位、流量、降雨、気象データ		
5. 土地測量委員会		
(1) 5 万分の 1 地形図 (4 枚)	(2) EDWC 基準点データ	
6. 環境保護庁		

(1) 環境許可取手順説明図	(3) プロジェクト開発、実施、運営のための環境ガイドライン
(2) 環境認可申請書フォーム	(4) 環境保護庁 2006 年年報
7. コンサルタント	
(1) 会社概要	(2) ホープ放水路調査にかかわる水文情報
	(3) JICA 無償案件レポート
8. コントラクター	
(1) 会社概要	(2) 積算資料

6 先方政府から提出があった防災関連の計画書類等

2008 年度実施排水・灌漑事業及び 2009 年度実施予定の排水・灌漑事業

2009 - DETAILS OF REVISED CAPITAL ESTIMATES

Agency Number: 21
 Agency Title: Ministry of Agriculture
 Project Code: 1301600
 Project Title: National Drainage and Irrigation Authority
 Programme Code & Title: 1301600 National Drainage and Irrigation Authority

NO	ACTIVITIES	LOCATION	REGION	ESTIMATED COST (\$'00)
	2008 Roll over Projects:			
1	Construct sluice	De William	3	80,273,210
2	Construct water control structure	Parika back dam	3	13,573,171
3	Construct drainage structure	Retrieve, Mahaicony	5	106,103,273
4	Construct drainage structures at 1 st canal	Moleson Creek	6	1,677,522
5	Construct drainage structures at 2 nd canal	Moleson Creek	6	5,232,185
6	Construct drainage structures at 3 rd canal	Moleson Creek	6	8,642,550
7	Construct drainage structures at 4 th canal	Moleson Creek	6	3,724,350
8	Construct scour protection	La Union	2	50,203,550
9	Rehabilitate sluice and outfall channels	Cozier	2	13,937,150
10	Construct irrigation structures	Garden of Eden	4	14,326,588
11	Purchase of 2 mobile pumps		4	11,940,000
12	Clean and excavate canal	A-Line	3	7,657,800
13	Repairs to sluice and clean creek channel	Kuru Kururu/ Soesdyke	4	4,879,664
14	Rehabilitate pump basin and structures	Buxton	4	7,675,540
15	Consultancy services for D&I works	ASSP Project areas	3,4,6	13,863,750
16	Repairs to drainage sluice	Strathavon	4	1,092,065
17	Supply and installation of intercommunication telephone system		4	1,120,149
18	Supervision services for the construction of sluice	De-William	3	3,030,000
19	Rehabilitate sluice	Maida	6	6,630,160
	New Projects 2009:			
20	Excavation of outfall channels		3,4,6	10,000,000
21	Rehabilitate sluice	Lonsdale	6	30,000,000
22	Rehabilitate sluice	Boerasire creek and La Jalousie	3	10,000,000
23	Rehabilitate sluice	Cane Grove	4	1,000,000
24	Construct drainage structure at Cottage, Bellamy	Mahaicony	5	50,000,000
25	Construct drainage structure	Wakenaam	3	11,000,000
26	Construct drainage structure	Leguan	3	25,000,000
27	Construct irrigation structure	Parika/Naamryck	3	5,000,000
28	Supply and installation of new pump	Kitty	4	64,000,000
	ESTIMATED TOTAL COST C/F:			561,582,677

	ESTIMATED TOTAL COST B/F:			561,582,677
	New Projects 2009 (cont'd):			
29	Repairs to electrical pumps and rehabilitation of pump station	Liliendall	4	76,200,000
30	Rehabilitate and install pumps	Greenfield	4	60,000,000
31	Construction of one pontoon			51,200,000
32	Management/supervision of earth works in ASSP Project areas	Canals Polder, Cane Grove, Black Bush Polder	3,4,6	35,000,000
33	Monitoring, security and remedial works	EDW Conservancy	4	30,000,000
34	Rehabilitate drainage structure	Alness	6	30,000,000
35	Construct revetment, embankment and structures	Moleson Creek	6	37,100,000
36	Construct drains and culverts	Blueberry Hill	10	10,000,000
37	Rehabilitate drains and structures	Pomeroon	2	6,000,000
38	Purchase of 1 super reach long boom hydraulic excavator			24,400,000
39	Rehabilitate drainage structures in Regions		1-6,10	22,517,323
40	Purchase of furniture and office equipment			2,000,000
41	Rehabilitate crown dam and structures	E/C Demerara	4	20,000,000
42	Rehabilitate northern sluice	Kofi	4	7,000,000
43	Construct drainage structure	No. 19 Village	6	12,000,000
	ESTIMATED TOTAL COST			985,000,000

7 概算事業費

7-1 機材供与

超ロングアーム掘削機（湿地タイプ履帯装着） $\$US0.28M \times 8 = \$US2.24M$

掘削機用台船（土収納用タンク付き） $\$US0.25M \times 2 = \$US0.5M$

小計 $\$US2.74M$

*要請単価は、World Bank「Conservancy Adaptation Project」により行われた機材供与（2009年5月）の実績を踏まえたものと判断し、そのまま採用した。ただし、超ロングアーム掘削機については、湿地型としたことによる金額増として $\$US0.03M$ を評価した。

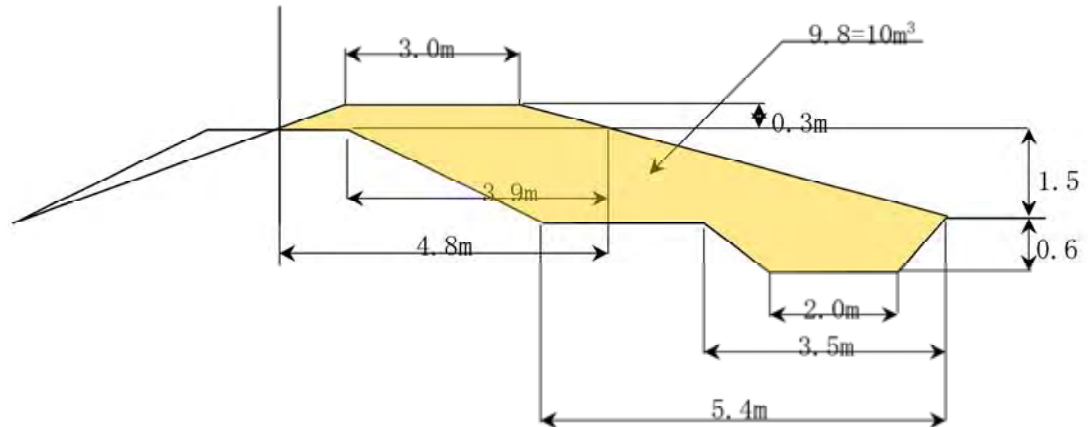
7-2 堤体最弱部改修工事

築堤工事 $10m^3/m \times 20km \times {}^{GS}700/m^3 = {}^{GS}140M = \$US0.7M$

セメント ${}^{GS}1,320pack/m^3 \times 10m^3/m \times 20km = {}^{GS}264M = \$US1.32M$

小計（諸経費込み） $\$US0.7M + \$US1.32M \times 1.15 = \$US2.2M$

- m当たり築堤土量は、下図により $10m^3$ と想定した。
- 盛土単価 ${}^{GS}700/m^3$ は、現況工法での聞取り単価 ${}^{GS}550/m^3$ に、セメント混合手間を上乗せした。
- セメント混合量は、我国における仮設道路の路盤改良時の一般的目安である $50kg/m^3$ を目安に、ガイアナ国でのセメント一袋当たり重量が 94.5 ポンド (42.9kg) であることを踏まえ、一袋 (1 pack) / m^3 とした。
- セメント単価は、3社見積り中の最下位とした。
- 小計では、セメント購入費に対する諸経費を見込み、 $\times 1.15$ とした。



7-3 クニア水門の補修

橋梁	$GS200M = \$US 1.0M$
防潮樋門	$GS120M = \$US 0.6M$
国道付け替え仮設	$GS40M = \$US 0.2M$
小計 (諸経費込み)	$\$US 1.8M$

- ・橋梁の $GS200M$ は、NDIA により既に実施されている積算結果を用いた。
- ・防潮樋門については、ゲートを鋼製・電動とすると、
 $6m \times 2.5m$ (ゲート寸法) $\times 2,500,000Y/m^2 = 37,500,000Y$
 配電、非常用電源としての自家発電設備を考慮し、 $45,000,000Y$
 コンクリート工事は輸入となった場合の経費を考慮し、 $60,000,000Y$ とした。現場状況を考慮し、基礎工は不要と判断している。また、国道から近いこと、ドライワークが可能と考え、樋門工事に係わる仮設は考慮していない。
- ・ゲートを鋼製・手動とした場合は、 $37,500,000 \times 0.7 = 26,200,000Y$
 輸入による増、コンクリート工事を考慮すれば、 $35,000,000Y$ 程度となる。
- ・ゲートを木製・手動とすると、Koffy 放流工改修工事例より、ゲート改修費 $2,500,000Y$ 、コンクリート工事、スピンドル等の金物を各 $3,000,000Y$ とすると $8,500,000Y$ 、護岸工を $5,000,000Y$ としても総額で $15,000,000Y$ 程度となる。
- ・橋梁工事に伴い、国道の付け替えが必要になる。首都と空港を結ぶ重要路線であることを考慮し、 $\$US 0.2M$ を見込む。

7-4 貯水池取水工、放流工の改修

Anns Grove	$GS45M = \$US 0.23M$
Hope	$GS45M = \$US 0.23M$
Annandale	$GS25M = \$US 0.13M$
Nancy	$GS8M = \$US 0.04M$
小計 (諸経費込み)	$= \$US 0.63M$

Maduni relief sluice $GS8M = \$US 0.04M$

- Ann' s Grove 及び Hope の改修費 ^{GS}45M は、EDWC 内の同様取水工である Enmore 取水工改修積算額；^{GS}45, 654, 000 を用いた。
- Annandale については、Enmore 改修積算額でのゲート改修費 ^{GS}12, 831, 000、護岸工改修費 ^{GS}12, 108, 200 より、^{GS}25M を計上した。
- Nancy については、Enmore の護岸工積算例 ^{GS}12, 108, 200、Koffy 放流工の護岸工積算例 ^{GS}3, 365, 000 を参考に、施工延長も考慮し ^{GS}8, 000, 000 と評価した。
- Maduni relief sluice については、Koffy 放流工の護岸工積算例 ^{GS}3, 365, 000、同ゲート積算例 ^{GS}4, 808, 400 より、^{GS}8M と評価した。

7-5 設計・施工管理

施工管理は、コンサルタント技術者 1 人が年間を通して 2 年間滞在するとして、30, 000, 000¥／年 × 2 年 = 60, 000, 000¥ (= ^{US}0. 60M) を見込む。

表 6-7-1 概算事業費総括表

項目	一般プロ無償	環境プロ無償
機材供与		
• 超ロングアームバックホー (湿地タイプ履帯装着)	\$ ^S 2. 2M	\$ ^S 2. 2M
• バックホー用台船 (土収納用タンク付き)	\$ ^S 0. 5M	\$ ^S 0. 5M
A:小計	<u>\$^S2. 74M</u>	<u>\$^S2. 74M</u>
地元業者実施工事 (諸経費込み)		
• 築堤工事 (i)	\$ ^S 0. 7M	\$ ^S 0. 7M
• セメント (ii)	\$ ^S 1. 32M	\$ ^S 1. 32M
<u>a=(i)+(ii) × 1. 15</u>	<u>\$^S2. 2M</u>	<u>\$^S2. 2M</u>
Cunia Relief Sluice		
• Bridge (i)	\$ ^S 1. 0M	\$ ^S 1. 0M
• Relief Sluice (ii)	\$ ^S 0. 6M	\$ ^S 0. 6M
<u>b=(i)+(ii)</u>	<u>\$^S1. 6M</u>	<u>\$^S1. 6M</u>
Maduni Relief Sluice	<u>c</u>	<u>\$^S0. 04M</u>
取水口		
• Anns Grove (i)	\$ ^S 0. 23M	\$ ^S 0. 23M
• Hope (ii)	\$ ^S 0. 23M	\$ ^S 0. 23M
• Annandale (iii)	\$ ^S 0. 13M	\$ ^S 0. 13M
• Nancy (iv)	\$ ^S 0. 04M	\$ ^S 0. 04M

	$d=(i)+(ii)+(iii)+(iv)$	$\$50.63M$	$\$50.63M$
地元業者実施工事計	$B=a+b+c+d$	$\$54.47M$	$\$54.47M$
日本業者元請け額 現場経費	$C=B \times 1.15 + A = \$7.9M$		$C=B+A = \$7.2M$ コンサルタント業務管理費
		$D = \$2.0M$	$\$50.60M$
層事業費	$C+D$	$\$9.9M$	$\$57.8M$
メリット			
デメリット			

	一般プロ無償	環境プロ無償
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 日本の施工水準で実施するため、質の高い工事が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 工期を3年程度まで確保できる。築堤工事をパイロットプロジェクトとして位置付けることも可能である。 一般プロ無償よりも総事業費が安価となる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 事業規模が小さく、日本の施工業者が応札するか疑問である。 工期(20km改修)が2年間で間に合わない可能性がある。 総事業費が高くなる。 	