

モーリシャス国

ポートルイス市水供給計画調査  
(実施設計)

ファイナル・レポート (2)

主報告書

LOT-II: ダム及び付帯設備

平成4年3月

国際協力事業団

社調二
C R (3)
92-036

モーリシャス国

ポートルイス市水供給計画調査  
(実施設計)

ファイナル・レポート (2)

主報告書

LOT-II : ダム及び付帯設備

JICA LIBRARY



1097641 (3)

23709

平成4年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

23709

## 序 文

日本国政府は、モーリシャス国政府の要請に基づき、同国のポートルイス市水供給計画にかかる実施設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年5月から平成3年12月までの間、4回にわたり、日本工営株式会社の藤田師三氏を団長とし、同社及び株式会社日水コンから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モーリシャス国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年3月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介



伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳 谷 謙 介 殿

ポートルイス市水供給計画（実施計画）の Lot-Ⅱ に対する最終報告書(2) を提出致します。

Lot-Ⅱ 工事の主な内容は、(i) コファー・ダム、(ii) 主ダム、(iii) 洪水吐及び減勢工、(iv) 取水工及び取水設備、(v) リバー・アウトレット設備、(vi) 既存ミュニシパル・ダイクの修復等の主要建設作業よりなります。

報告書は10分冊より成り、要約、設計報告書（英文、和文主報告書及び英文付属報告書の3分冊）、入札書類（4分冊）、コスト見積書及び資料集に分冊されております。要約には実施設計の概要を、また設計報告書には Lot-Ⅱ に含まれる建設作業の詳細設計の結果を報告しています。入札書類は入札指示書、契約条件、契約書、各種保証書等のフォームをまとめた Vol. I、一般及び技術仕様書の Vol. II、入札フォーム、数量・価格内訳書フォームの Vol. III 及び入札用設計図面の Vol. IV の構成で作成しております。コスト見積書には Lot-Ⅱ に含まれる各作業項目についての単価分析及びコスト積算結果を掲載しており、また資料集として詳細設計計算書、数量計算書及び現地調査結果資料等を取りまとめております。

本件調査に御協力と御支援をいただいた貴事業団、作業監理委員会、外務省、厚生省、在マダガスカル日本大使館、並びにモーリシャス国政府関係各位に対し、心より感謝の意を表します。

また、本報告書がポートルイス市水供給の水資源開発に寄与するとともに、同国の社会・経済の発展及び福祉の向上に役立つことを願うものであります。

平成4年3月

モーリシャス国

ポートルイス市水供給計画（実施設計）

団 長 藤 田 師 三



## 目 次

	頁
第1章 序 論 .....	1-1
1.1 計画対象地域及び概要 .....	1-1
1.2 プロジェクトの背景 .....	1-1
1.3 プロジェクトの目的 .....	1-2
1.4 詳細設計 .....	1-2
1.5 プロジェクトのロット分割とロット－IIの内容 .....	1-3
1.6 組 織 .....	1-3
1.7 プロジェクトの諸元 .....	1-3
 第2章 計画地域の現況 .....	 2-1
2.1 社会・経済 .....	2-1
2.2 上水道施設の現況 .....	2-1
2.3 計画地域の概要 .....	2-2
2.4 気象・水文 .....	2-3
2.5 地 形 .....	2-6
2.6 地 質 .....	2-7
 第3章 ダ ム .....	 3-1
3.1 ダムサイト及びダム形式 .....	3-1
3.2 貯水容量及びダム標高 .....	3-2
3.3 ダムのゾーニング .....	3-2
3.4 ダム基礎掘削 .....	3-3
3.5 ダム堤体材料 .....	3-4
3.6 ダム安定解析 .....	3-10
3.6.1 解析手法 .....	3-10
3.6.2 設 計 値 .....	3-12
3.6.3 解析ケース .....	3-12
3.6.4 解析結果 .....	3-13
3.7 ダム基礎軟弱層の応力解析 .....	3-14
3.7.1 概 要 .....	3-14
3.7.2 解析結果 .....	3-15
3.8 ダム堤体の漏水解析 .....	3-16
3.8.1 概 要 .....	3-16
3.8.2 漏 水 解 析 .....	3-17
3.9 ダムサイト左岸側の浸透解析 .....	3-20



3.9.1	概 要	3-20
3.9.2	浸透解析	3-20
3.10	ダム基礎処理	3-22
3.11	計 測	3-24
3.11.1	概 要	3-24
3.11.2	施工管理のための計測	3-24
3.11.3	完成後の維持管理のための計測	3-24
3.11.4	測定計器の選定	3-24
3.11.5	各種測定計器	3-25
3.11.6	データ処理システム	3-27
第4章	洪 水 吐	4-1
4.1	概 要	4-1
4.2	水 理 設 計	4-2
4.3	構 造 解 析	4-4
4.3.1	安 定 解 析	4-4
4.3.2	鉄筋コンクリート応力度検討	4-16
4.4	橋 梁	4-16
4.4.1	概 要	4-16
4.4.2	設 計 条 件	4-17
4.4.3	設 計 計 算	4-18
第5章	取水設備、河川放水設備及び機械設備	5-1
5.1	概 要	5-1
5.2	水供給構造物の設計	5-2
5.2.1	形 状 寸 法	5-2
5.2.2	傾斜立坑の構造解析	5-2
5.3	機 械 設 備	5-4
5.3.1	概 要	5-4
5.3.2	水 供 給 設 備	5-5
5.3.3	河川放水設備	5-10
5.3.4	設 計 計 算	5-14
5.3.5	部 材 寸 法	5-54
5.4	仮排水路トンネル・プラグの設計	5-54
第6章	建設工事計画	6-1
6.1	工事準備作業	6-1
6.2	工 期	6-1
6.3	ロットーII工事の施工計画	6-2

付 表

表-2.4.1 月平均流量 (1/6)

表-2.4.1 月平均流量 (2/6)

表-2.4.1 月平均流量 (3/6)

表-2.4.1 月平均流量 (4/6)

表-2.4.1 月平均流量 (5/6)

表-2.4.1 月平均流量 (6/6)

表-2.6.1 ダムサイト岩盤の室内試験結果

表-3.5.1 コア材の土質試験結果

表-3.5.2 コア材の土質試験結果要約

表-3.5.3 コア材の透水性

表-3.5.4 フィルター材の土質特性

表-3.5.5 ロック材の土質特性

表-3.5.6 盛土材料の設計値

表-3.6.1 ダム安定解析結果 (現計画、ダム標高 196.0m)

表-3.6.2 ダム安定解析結果 (拡張計画、ダム標高 215.0m、左岸側)

表-3.6.3 ダム安定解析結果 (拡張計画、ダム標高 215.0m、右岸側)

表-3.6.4 ダム安定解析結果 (主コッファードム、ダム標高 155.5m)

表-4.3.1 洪水吐安定解析結果 (断面C-C、荷重ケースⅠ)

表-4.3.2 洪水吐安定解析結果 (断面C-C、荷重ケースⅡ)

表-4.3.3 洪水吐安定解析結果 (断面G-G、荷重ケースⅠ)

表-4.3.4 洪水吐安定解析結果 (断面G-G、荷重ケースⅡ)

表-4.3.5 洪水吐安定解析結果 (断面A-A、荷重ケースⅠ)

表-4.3.6 洪水吐安定解析結果 (断面A-A、荷重ケースⅡ)

表-4.3.7 洪水吐安定解析結果 (断面E-E、荷重ケースⅠ)

表-4.3.8 洪水吐安定解析結果 (断面E-E、荷重ケースⅡ)

表-4.3.9 洪水吐安定解析結果 (断面E-E、荷重ケースⅢ)

表-4.3.10 洪水吐安定解析結果 (断面I-I、荷重ケースⅠ)

表-4.3.11 洪水吐安定解析結果 (断面I-I、荷重ケースⅡ)

表-4.3.12 洪水吐安定解析結果 (断面I-I、荷重ケースⅢ)

表-4.3.13 越流堰安定解析結果 (常時)

表-4.3.14 越流堰安定解析結果 (地震時)

表-4.3.15 越流堰安定解析結果 (洪水後)

- 表-4.3.16 鉄筋コンクリート応力度検討 (洪水吐、断面C-C)
- 表-4.3.17 鉄筋コンクリート応力度検討  
(洪水吐、断面G-G、A-A)
- 表-4.3.18 鉄筋コンクリート応力度検討 (洪水吐、断面E-E)
- 表-4.3.19 鉄筋コンクリート応力度検討 (洪水吐、断面I-I(1))
- 表-4.3.20 鉄筋コンクリート応力度検討 (洪水吐、断面I-I(2))
- 
- 表-4.4.1 合成桁 (主桁) の曲げモーメント表
- 表-4.4.2 合成桁 (主桁) のせん断力表
- 表-4.4.3 支点反力表
- 表-4.4.4 合成桁の応力度検討 (主桁G-1、断面1)
- 表-4.4.5 合成桁の応力度検討 (主桁G-1、断面2)
- 表-4.4.6 合成桁の応力度検討 (主桁G-1、断面3)
- 表-4.4.7 合成桁の応力度検討 (主桁G-2、断面1)
- 表-4.4.8 合成桁の応力度検討 (主桁G-2、断面2)
- 表-4.4.9 合成桁の応力度検討 (主桁G-2、断面3)
- 表-4.4.10 合成桁の応力度検討 (主桁G-3、断面1)
- 表-4.4.11 合成桁の応力度検討 (主桁G-3、断面2)
- 表-4.4.12 合成桁の応力度検討 (主桁G-3、断面3)
- 
- 表-5.2.1(1) 撓み角法による傾斜立坑の構造解析
- 表-5.2.1(2) 撓み角法による傾斜立坑の構造解析
- 表-5.2.2 傾斜立坑の応力検討
- 表-5.2.3(1) 水供給鉄管径の経済比較
- 表-5.2.3(2) 水供給鉄管径の経済比較
- 
- 表-5.3.1 内圧による引張応力の検討
- 表-5.3.2 パイプ・シュルの座屈圧の検討
- 表-5.3.3(1) 取水口ゲート・リーフ部材寸法表
- 表-5.3.3(2) 取水口ゲート・ガイド・フレーム部材寸法表
- 表-5.3.3(3) 取水口ゲート・ホイスト部材寸法表
- 表-5.3.3(4) 取水口トラッシュ・ラック部材寸法表
- 表-5.3.3(5) 河川放水路流入口隔壁ゲート部材寸法表
- 表-5.3.3(6) 河川放水路流入口トラッシュ・ラック部材寸法表
- 表-5.3.3(7) 河川放水鉄管及びバルブ部材寸法表
- 表-5.3.3(8) 水供給設備部材寸法表

付 図

- 図-1.1 計画対象地域の位置図
  
- 図-2.4.1 GRNW流域内及び周辺の雨量観測所
- 図-2.4.2 雨量観測所の記録期間
- 図-2.4.3 流域内の流量・雨量観測所位置図
- 図-2.4.4 確率年最大風速
- 図-2.4.5 流量観測所の記録期間
- 図-2.4.6 確率洪水ハイドログラフ
  
- 図-2.6.1 調査地域の地質
- 図-2.6.2 ダムサイトの一般地質平面図
- 図-2.6.3 ダムサイトの一般地質断面図
  
- 図-3.2.1 水位-容量-面積曲線
- 図-3.2.2 ダム標高と洪水吐堤頂長による建設費比較
  
- 図-3.3.1 ダムサイト全体図
- 図-3.3.2 ダム平面図
- 図-3.3.3 ダム標準断面及び詳細図
- 図-3.3.4 ダム縦断図
- 図-3.3.5 主コッフェーダム平面、縦断及び標準断面図
  
- 図-3.4.1 ダム掘削平面図
  
- 図-3.5.1 プロジェクト概要図
- 図-3.5.2 土取場の土質試験試料採取位置図
- 図-3.5.3 コア材粒度曲線
- 図-3.5.4 適正盛土材料粒度曲線
- 図-3.5.5 大型直接せん断試験における応力-ヒズミ曲線
- 図-3.5.6 大型直接せん断試験における垂直応力-せん断応力曲線
  
- 図-3.6.1 最小安全率における円形スベリ面（現計画、ダム標高 196.0m、左岸側）
- 図-3.6.2 最小安全率における円形スベリ面（拡張計画、ダム標高 215.0m、左岸側）

- 図-3.6.3 最小安全率における円形スベリ面（拡張計画、ダム標高 215.0m、左岸側）
- 図-3.6.4 最小安全率における円形スベリ面（拡張計画、ダム標高 215.0m、右岸側）
- 図-3.6.5 最小安全率における円形スベリ面（主コフファーダム）
- 
- 図-3.7.1 ダムサイト地質断面図
- 図-3.7.2 解析モデル
- 図-3.7.3 応力解析結果（ケース（i））
- 図-3.7.4 応力解析結果（ケース（ii））
- 図-3.7.5 応力解析結果（ケース（A））
- 図-3.7.6 応力解析結果（ケース（B））
- 図-3.7.7 応力解析結果（ケース（C））
- 
- 図-3.8.1 浸透流解析断面図
- 図-3.8.2 浸透流解析モデル（断面No.Ⅰ）
- 図-3.8.3 浸透流解析モデル（断面No.Ⅱ）
- 図-3.8.4 浸透流解析モデル（断面No.Ⅲ）
- 図-3.8.5 浸透流解析モデル（断面No.Ⅳ）
- 図-3.8.6 浸透流解析モデル（断面No.Ⅴ）
- 図-3.8.7 浸透流解析結果（断面No.Ⅰ）
- 図-3.8.8 浸透流解析結果（断面No.Ⅱ）
- 図-3.8.9 浸透流解析結果（断面No.Ⅲ）
- 図-3.8.10 浸透流解析結果（断面No.Ⅳ）
- 図-3.8.11 浸透流解析結果（断面No.Ⅴ）
- 
- 図-3.9.1 ダムサイト全体図
- 図-3.9.2 ダム軸地質縦断図
- 図-3.9.3 ダムサイト左岸側地質断面図
- 図-3.9.4 浸透流解析モデル（左岸、断面A-A）
- 図-3.9.5 浸透流解析モデル（左岸、断面B-B）
- 図-3.9.6 浸透流解析モデル（左岸、断面C-C）
- 図-3.9.7 浸透流解析結果（左岸、断面A-A）
- 図-3.9.8 浸透流解析結果（左岸、断面B-B）
- 図-3.9.9 浸透流解析結果（左岸、断面C-C）
- 
- 図-3.10.1 コア基礎部のプラグ・コンクリート打設平面、縦断及び詳細図
- 図-3.10.2 ダム基礎処理図

図-3.11.1 測定計器設置図 (1)

図-3.11.2 測定計器設置図 (2)

図-4.1.1 洪水吐平面図

図-4.1.2 洪水吐縦断図

図-4.1.3 洪水吐掘削計画図 (1)

図-4.1.4 洪水吐掘削計画図 (2)

図-4.1.5 洪水吐、横越流部、詳細図 (1)

図-4.1.6 洪水吐、横越流部、詳細図 (2)

図-4.1.7 洪水吐、シュート部、詳細図 (1)

図-4.1.8 洪水吐、シュート部、詳細図 (2)

図-4.1.9 洪水吐、減勢池、詳細図 (1)

図-4.1.10 洪水吐、減勢池、詳細図 (2)

図-4.1.11 洪水吐、減勢池、詳細図 (3)

図-4.1.12 洪水吐、排水計画図 (1)

図-4.1.13 洪水吐、排水計画図 (2)

図-4.1.14 洪水吐、橋梁設計図

図-4.2.1 計画洪水流量曲線

図-4.2.2 洪水吐初期計画図

図-4.2.3 洪水吐最終計画図

図-4.2.4 ダム水位流量曲線

図-4.2.5 オーバーフロー水深-流量係数曲線

図-4.2.6 横越流部水位縦断図 ( $Q=1,890\text{m}^3/\text{s}$ )

図-4.2.7 シュート部及び減勢池水位縦断図 ( $Q=1,040\text{m}^3/\text{s}$ )

図-4.2.8 シュート部及び減勢池水位縦断図 ( $Q=1,890\text{m}^3/\text{s}$ )

図-4.2.9 シュート部水位縦断図 ( $Q=1,890\text{m}^3/\text{s}$ )

図-4.4.1 構造解析骨組図

図-4.4.2 荷重図 (合成前)

図-4.4.3 荷重図 (合成後)

図-4.4.4 解析結果 (主桁G-1)

図-4.4.5 解析結果 (主桁G-2)

図-4.4.6 解析結果 (主桁G-3)

図-4.4.7 合成桁の記号

- 図-5.1.1 取水口及び河川放水口全体平面及び縦断図
- 図-5.1.2 取水口傾斜平面図 (1)
- 図-5.1.3 取水口傾斜平面図 (2)
- 図-5.1.4 取水口縦横断面図 (1)
- 図-5.1.5 取水口縦横断面図 (2)
- 図-5.1.6 取水口縦横断面図 (3)
- 図-5.1.7 取水口縦横断面図 (4)
- 図-5.1.8 取水口縦横断面図 (5)
- 図-5.1.9 取水口縦横断面図 (6)
- 図-5.1.10 取水設備、取水口ゲート及びホイスト
- 図-5.1.11 取水設備、取水口トラッシュ・ラック
- 図-5.1.12 河川放水設備、河川放水路流入口隔壁ゲート
- 図-5.1.13 河川放水設備、河川放水路流入口トラッシュ・ラック
- 図-5.1.14 水供給及び河川放水設備、放流バルブ及び副バルブ
  
- 図-5.2.1 構造解析用骨組図及び荷重図
- 図-5.2.2 曲げモーメント及びせん断力図
- 図-5.2.3 隅角部の応力検討
- 図-5.2.4 隅角部配筋図
  
- 図-5.4.1 仮排水路プラグ詳細図
- 図-5.4.2 メイン・プラグのグラウト及びクーリング・システム詳細図
  
- 図-6.1 実施計画図
  
- 図-6.2 施工計画図 (ロットーII)

## 第1章 序 論

### 1.1 計画対象地域及び概要

モーリシャス国はインド洋上のマダガスカル島より東方約 900kmに位置する。同国はモーリシャス島、ロドリゲス島、アガレガ島、及びセント・ブランドン島等の諸島から成り、その全国土面積は2,040km<sup>2</sup>である。モーリシャス島は全国土面積の約91%に相当する1,860km<sup>2</sup>を占め、ロドリゲス島は5.1%の104km<sup>2</sup>である。モーリシャス島は5つの自治都市と98の地方村落からなり、首都ポートルイスは、この自治都市の1つで、モーリシャス島の北西部に位置している。

モーリシャス島の最も大きな川の1つであるグランド・リバー・ノース・ウエスト (GRNW)は中央高原に源を発し、北西方向に流下した後、ポートルイス市の南でインド洋に注いでいる。ポートルイス市水供給計画の水源としては、このGRNW水系の表流水の開発が予定されている。計画対象地域はGRNW全流域及びポートルイス市である。GRNW水系は113.21km<sup>2</sup>(ミュニシパル・ダイク取水堰に於いて)の流域面積を持ち、標高300m以上の中央高原と河川侵食によって形成された峡谷から成る。

GRNWの上流域は、モカ川、プロフォンデ川、カスカデ川、テレ・ルージュ川及びプレイン・ウィルアム川等の各支川からなる。ダム建設予定地点はプレイン・ウィルアム川とテレ・ルージュ川の合流点直上流のテレ・ルージュ川に計画されている。

計画ダムに貯留された水は、既設取水施設のミュニシパル・ダイクで取水され、ダム地点より約4km下流のバイ浄水場で処理された後、ポートルイス市に配水される。計画対象地域の概要図は、図-1.1に示されている。

### 1.2 プロジェクトの背景

モーリシャス国の全人口は約百万人で、その42%が首都のポートルイス市及びその周辺の衛星都市に集中している。このようにポートルイス市は、モーリシャス国の首都としてばかりでなく、商工業の中心として重要な役割をはたしている。

現在の都市用水及び工業用水はGRNW水系を水源としている。主な上水道施設はミュニシパル・ダイクと呼ばれる取水堰、導水管、バイ浄水場、配水管路システムからなる。

しかしながら、現在の下水道システムには次のような幾つかの問題点がある。



- (1) 配水システムが老朽化しており、漏水による損失が約45%に達している。
- (2) GRNW水系は季節的な流量変動があるが、既存システムには貯水機能がない。そのため毎年7月から11月の乾期には水不足が生じている。
- (3) 浄水能力も十分ではなく、高濁度水の処理ができない。そのため、洪水期にも給水をしばしば停止せざるを得ない。

このような状況下で、モーリシャス政府はポートルイス市への安定した水供給を確保するための調査を日本政府へ依頼した。この要請に基づき、日本政府は同国のポートルイス市水供給計画に関するフィージビリティ調査を行うこととし、同国の協力下に国際協力事業団(JICA)が調査を実施することとなった。

フィージビリティ調査は1988年3月から翌年7月迄の約17ヶ月間に渡りJICA調査団によって実施された。同調査結果によれば、ポートルイス市水供給計画は技術的、経済的に妥当であると判断され、できる限り速やかに同計画を実施することが望ましいと結論付けられた。

この調査結果を踏まえ、モーリシャス政府はポートルイス市水供給計画の詳細設計を行うことを決定し、技術的、財政的援助を日本政府に要請した。

ポートルイス市水供給計画の詳細設計は1990年3月からJICA調査団によって開始された。フィージビリティ調査のレビュー、追加現地踏査、基本設計等が行われ、その検討結果は同年10月に作成された概略設計書にまとめられている。この概略設計に基づいて、準備工事及び転流工事(LOT-I)の詳細設計が行われ、1991年3月にLOT-I詳細設計書にまとめられている。その後、LOT-II及びLOT-IIIの詳細設計が行われた。本設計書は、LOT-II工事の詳細設計をとりまとめたものである。また、LOT-III工事の詳細設計については、別途にとりまとめられている。

### 1.3 プロジェクトの目的

本計画の目的は、GRNW水系の水源を活用する事によって2010年迄の中期計画及び2030年迄の長期計画に対するそれぞれの水需要予測に基づき、ポートルイス市水供給システムを最も適正かつ経済的に改修する開発計画を策定する事である。

### 1.4 詳細設計

詳細設計に於ける実施作業項目は以下の通りである。

- (1) ダム及び関連施設、導水管路、浄水場等の構造物の詳細設計(含む設計図面)及

- び施工計画、事業費積算作業
- (2) プロジェクト実施計画作成作業
- (3) 各工事に対する入札書類の作成(含む共通、特記仕様書)
- (4) 作業を通じモーリシャス国カウンターパートへの技術移転

#### 1.5 プロジェクトのロット分割とロットーIIの内容

本プロジェクトを効率的に実施、促進するため、次の3つのロット(Lot)に分けて計画する。

- Lot-I : 準備工事及び転流工事
- Lot-II : ダム及び関連施設の建設工事、既存取水堰(ミュニシパル・ダイク)の改修工事
- Lot-III : 取水工(ミュニシパル・ダイク)、導水管路及び浄水施設の新設工事

また、ロットーIIに含まれる主な工事内容は以下の通りである。

- コファー・ダム(コファーダムは主ダムの一部となる)
- 主ダム
- 洪水吐及び減勢工
- 取水工、取水設備及び水供給設備(トンネル締切り作業を含む)
- リバー・アウトレット設備
- 既存ミュニシパル・ダイク(ダムサイトの下流部約2kmに位置する既存の取水堰)の修復

#### 1.6 組織

エネルギー内政通信省下の中央水道局(CWA)がこのプロジェクト実施の実行機関になると考えられている。従って各工事は、コンサルタントの助言の下に中央水道局によって管理・監督されることになる。

#### 1.7 プロジェクトの諸元

概略設計に基づくプロジェクトの諸元は以下の通りである。

(1) 貯水池

流域面積 : 54.9 km<sup>2</sup>  
年間流域降雨量 : 2,400 mm  
総貯水容量 : 6.7 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
有効貯水容量 : 6.3 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
計画洪水水位 : EL. 193.5 m  
計画満水位 : EL. 189.0 m  
計画低水位 : EL. 139.0 m  
貯水池面積 : 30 ha  
年平均流量 : 1.8 m<sup>3</sup>/sec  
計画洪水流量 : 1,890 m<sup>3</sup>/sec  
計画洪水確率年 : 10,000 年 (PMF)

(2) ダム

型式 : ロックフィル  
堤頂標高 : EL. 196 m  
堤高 (河床より) : 80 m  
堤頂長 : 230 m  
堤体体積 : 1,515 × 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>

(3) 洪水吐

型式 : 横越流式  
越流堰標高 : EL. 189 m  
越流堰長 : 90 m  
計画洪水量 : 1,890 × 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/sec

(4) 転流工

型式 : トンネル式仮排水路  
計画洪水流量 : 520 m<sup>3</sup>/sec  
計画洪水確率年 : 20 年  
計画流出流量 : 520 m<sup>3</sup>/sec (トンネル内)  
トンネル数 : 1 条  
トンネル内径 : 6.8 m  
トンネル長 : 499 m  
ゲート型式 : スルースゲート

(5) 取水口

型 式 : 選択取水式  
計 画 取 水 量 :  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$   
ゲ ー ト 数 : 3 門  
ゲ ー ト 寸 法 :  $2,100 \text{ mm} \times 2,100 \text{ mm}$   
ゲ ー ト 型 式 : ローラーゲート

(6) 導水管路

計 画 流 量 :  $660 \text{ lit}/\text{sec}$   
管 路 数 : 1 条  
管 路 内 径 :  $800 \text{ mm}$   
管 路 長 :  $2,100 \text{ m}$

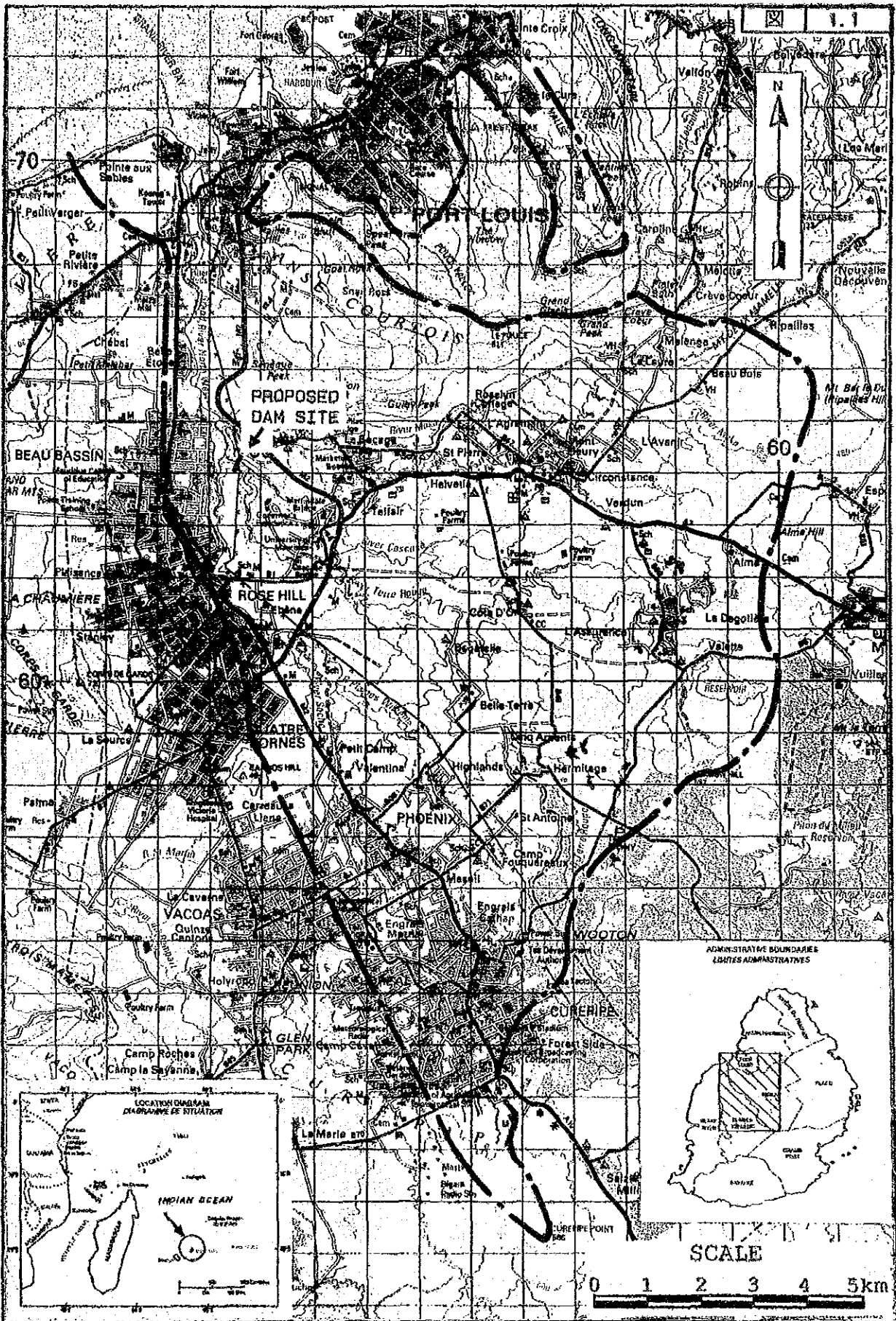
(7) 浄水施設

型 式 : 急速濾過式  
浄 水 容 量 :  $30,000 \text{ m}^3/\text{日}$  (第1段階)



付 図





計画対象地域の位置図





## 第2章 計画地域の現況

### 2.1 社会・経済

1983年の人口調査によれば、モーリシャス国の全人口は1,000,432人であった。その内、モーリシャス島の人口は966,863人で全人口の96.6%をも占め、ロドリゲス島は33,082人(3.3%)であった。同国の人口密度は、507人/km<sup>2</sup>以上で、モーリシャス島とロドリゲス島のそれは、それぞれ535人/km<sup>2</sup>及び339人/km<sup>2</sup>であった。

1972年から1983年の人口調査統計によれば、モーリシャス島の年間人口増加率は1.43%で、ロドリゲス島の増加率は2.67%であった。モーリシャス島では、島人口の41.7%に相当する403,251人の人々が5つの自治都市に住居し、残り的人々が地方の村落に住んでいる。過去の人口統計の傾向から、モーリシャス国の人口は1988年には約1.1百万人に達すると推定されている。

1983年の人口調査によれば、ポートルイス市の人口は133,702人であり、都市部人口の33.2%、モーリシャス島全体の13.8%に相当する。ポートルイス市の人口密度は3,131人/km<sup>2</sup>であり、これはモーリシャス島全体平均の6倍にも相当する高い人口密度である。ポートルイス市には29,187の世帯があり、一世帯当たりの平均家族数は4.58人である。1983年から1985年迄の人口増加率は0.97%/年であった。

1987年の国内総生産(GDP)は180億2千万ルピーであり、国民一人当たりのGDPは18,600ルピーであった。製造業は45億3千万ルピーの生産高を上げ、全体の25.1%を占め最大となっている。これに次ぐ、農業、畜産、林業、漁業の生産高は、24億9.5千万ルピーで全体の13.8%であった。

### 2.2 上水道施設の現況

ポートルイス市の上水道システムは、取水施設のミュニシパル・ダイク、パイ浄水施設、3条の幹線送水管、10ヶ所の配水池、2ヶ所のブースター・ポンプ場(プレイン・ロウズンとパイ)及び管径が150mmから800mmの配水管網からなっている。主な水供給源は、GRNW水系にあるミュニシパル・ダイクであるが、1980年に2ヶ所の水供給源が開発されている。1926年に初めてパイ浄水場の緩速濾過池が建設され、その後、1960年と1981年の2度に渡り濾過能力の増強が行われた。現在の濾過池面積は10,062m<sup>2</sup>であり、浄水池10ヶ所の全処理能力は61,000m<sup>3</sup>/日である。現在の給水区域は3,900haで全区域の91%に相当する。

上述の既存上水道システムには幾つかの問題点がある。主な問題点は、1、2筋に述べたように、1) 季節的な流量変動に対応する貯水システムがなく、乾期には水不足をきたす、2) 老朽施設のため漏水が著しい、及び3) 浄水施設の処理能力不足等である。

1965年から1983年迄のGRNW水系の流量記録によれば、月平均流量は7月から12月迄の6ヶ月間は少なく、1月及び2月はサイクロン(熱帯性低気圧)の来襲により雨量・流量とも多い。ポートルイス市の上水道システムは、主にGRNW水系を水源としており、毎年水不足に悩まされている。

過去の最大渇水年は1983年に記録されており、最近の渇水年は1987/1988年である。この時は、1987年8月から1988年の2月までの実に7ヶ月間もの間水不足が続いた。この水不足の為、ポートルイス市とその周辺地域の人々は困窮し、経済活動に大きな影響を与えた。1988年の1月と2月の配水は、1日のうちたった4時間しか行われず住民に多大な困窮を強い、経済に大きな打撃を加えた。

### 2.3 計画地域の概要

プロジェクト対象地域は、標高 300m以上の中央高地と、河川侵食により形成された峡谷からなるGRNW流域である。中央高地は西から北西方向に緩やかに傾斜しており、高山地域は高地の東方及び南東方向の山脈に位置している。高地の66%は砂糖黍畑として耕作されている。茶はGRNW流域南東部の比較的高い地域で栽培されている。これらの耕作地は、夏期に生じる激しい降雨による表土侵食に対しても、十分な植生機能を有している。森林地帯は流域の南部及び北東の高地に広がっており、流域の11%程度である。一方、流域の西側沿いにローズ・ヒル、クワトロ・ボネス、フェニックス、キューアパイプ等の都市がある。土地利用状況は以下の通りである。

地 域	土地利用	面 積	面積比率
		(km <sup>2</sup> )	(%)
高 地	砂糖黍畑	74.2	66
	茶 畑	3.8	3
	森 林 等	10.5	9
	都 市 部	22.6	20
峡 谷	森林・灌木等	2.1	2
	合 計	113.2	100

## 2.4 気象・水文

### (1) 降 雨

モーリシャス国の気候は、11月から4月迄の夏季と5月から10月までの冬季の2つの季節からなる。年間降雨量の70%以上が夏季に降り、最も乾燥しているのは10月で、その年間平均降雨量は3.5%でしかない。一方、最も雨の多い時期は一般に12月から3月までの4ヶ月間で、雨はサイクロンや熱帯性気候の前線の影響によってもたらされる。年平均降雨量は北部の1,400mmから南部の3,200mmに及んでいる。

計画地域内及びその周辺には、56ヶ所の雨量観測所が設置されており中央水道局、気象庁、砂糖黍農場等によって観測されており、観測資料は気象庁が収集し管理している。幾つかの観測所（アルマ、レデュト試験観測所、バコアス）では100年以上もの長きに渡り観測が続けられている。バコアス、ベレ・リベの観測所には自記雨量計が設置されているが、他の観測所は毎朝8時の定時観測所で日雨量観測を行っている。過去25年間の観測資料は気象庁に保管されていたが、それ以前の資料は所在不明であったりして保管状態は良くない。収集された降雨資料は1989年に作成されたフィージビリティ調査報告書の付属書-Aにまとめられている。

流域の確率地点雨量は次のようになる。

確率年 (年)	1日雨量 (mm)	2日雨量 (mm)	3日雨量 (mm)
2	272	398	470
5	387	551	632
10	463	661	751
20	536	765	864
50	630	901	1,021
100	701	1,003	1,140
200	771	1,114	1,260
1,000	935	1,381	1,551
10,000	1,168	1,799	1,999

又、流域平均確率雨量は次のように解析される。

確率年 (年)	第1日目雨量 (mm)	第2日目雨量 (mm)	第3日目雨量 (mm)
10	77	168	393
20	84	195	455
100	116	257	596
200	125	291	656
10,000	171	536	993

図-2.4.1にはGRNW流域内及び周辺の雨量観測所の位置が、又各観測所の観測期間は図-2.4.2に示されている。流域の等雨量線図は図-2.4.3に示されている。

## (2) 蒸発散

レデュト試験観測所、バコアス、ブレ・リベの気象観測所にはGRNW流域の蒸発散量が観測されており、その年平均蒸発散量は1,694mmに達する。最大及び最小蒸発散量はそれぞれ1月の5.9mm/日、6月の3.2mm/日と記録されている。貯水池等の広域水面での蒸発散量はクラス・A-パンによる観測結果の約70%程度であると推定される。

上記観測所の1961-1980年迄の20年間の観測結果とペンマン式による算定結果を以下に比較する。

(単位: mm)

観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
クラス・A-パン													
バコアス	171	178	176	155	161	133	123	107	107	122	141	164	1,739
レデュト	169	178	182	151	155	129	111	96	104	119	137	163	1,694
ブレ・リベ	132	142	127	113	115	105	103	89	87	89	101	123	1,326
ペンマン式													
キアバイブ	142	153	158	140	135	110	90	67	78	93	105	129	1,400

## (3) 風速

モーリシャスの強風は一般にサイクロンによってもたらされる。1876-1975年迄の熱帯低気圧(サイクロン)による30MPH (Miles per Hour)以上の強風記録は図-2.4.4に示され、確率処理されている。最大風速はモン・サートで82マイル/時が記録されており、これはガーバイズ・サイクロンによってもたらされた。図-2.4.4に示されているように、

この最大風速は 100年確率に相当する。

#### (4) 流 量

GRNW流域の流量は前に述べたように季節変動が大きい。ミュニシパル・ダイク取水堰 (113.2km<sup>2</sup>) に於けるGRNW流域の年平均総流出量は8,800万 m<sup>3</sup>と推定される。このうち約1/8程度が上水として利用されており、残りは未利用水として海へ流出している。これは流域内に貯水機能を持つ施設がなく、流出量は季節的に増減し一定でないためである。

図-2.4.3に示されているように、流域内には6ヶ所の流量観測所が設置され、その内5ヶ所が中央高地の支川の流量観測を行っている。残りの観測所No.W13はミュニシパル・ダイク取水堰の流量観測を行っている。各観測所の観測現況は以下の通りである。

観 測 所	設 置 河 川	記 録 機 器	観 測 地 点 状 況
W03	プレイン・ウィルム	A, D	コンクリート断面堰
W04	テレ・ルージュ	A, D	コンクリート断面堰
W05	カスカデ	A, D	コンクリート断面堰
W08	プロフォンデ	A, D	コンクリート断面堰
W10	モカ	A, D	自然河川断面
W13	GRNW	A	コンクリート断面堰

A : 自記流量計      D : 日量水標観測

プロフォンデ川(W08)、カスカデ川(W05)、テレ・ルージュ川(W04)、プレイン・ウィルム川(W03)及びミュニシパル・ダイク取水堰でのGRNW(W13)の各流量観測所はコンクリート堰(堤頂に鉄を埋め込んだ)で流量観測を行っており、流れは射流となっている。各流量観測所は中央水道局によってよく維持・管理されており、水理断面・観測資料等は1966年から年報として取りまとめられている。

流域全体の表流水観測はミュニシパル・ダイク取水堰(W13)で行われているが、表流水はミュニシパル導水管を通じパイ浄水場へ送水されている。毎年乾期には水位はしばしば堰の低水位以下となる。この流量観測所においては、取水堰からの導水管と流量計のフロート用パイプは、堰の低水位断面上の同じ高さに設置されている。さらに、取水堰での送水量は観測されていない。従って、W13での流量記録は特に乾期では有益ではない。

モカ川にあるW12と呼ばれる流量観測所もあるが、同観測所は1972年から観測されたにすぎない。したがって、この流量観測所の資料は本計画には利用できない。表-2.4.1に6ヶ所の月平均流量を示す。

## (5) 洪水

計画ダム地点での各確率洪水流量は、流域の確率降雨量に基づいて貯留関数法により算定された。それぞれの洪水ピーク流量は以下の表に、また、ハイドログラフは図-2.4.6に示されている。

確率洪水ピーク流量

確率年	ピーク流量 ( $m^3/sec$ )	比流量 ( $m^3/s/km^2$ )	クリガー係数
10	440	8	17
20	520	9	19
100	1,040	18	37
200	1,200	22	46
10,000 (PMF)	1,890	35	72

## (6) 堆砂量

流域の年平均生産土砂量は観測資料によれば $3,949m^3/年$  ( $72m^3/km^2/年$ )である。又、掃流土砂量は $140m^3/年$ と推定される。

ウォッシュロード(浮遊土砂)の補足率は年生産土砂量の約70%、 $2,764m^3/年$ 程度と推定される。従って、貯水池などに堆積する土砂量は $2,904m^3/年$ となる。

## 2.5 地形

主要河川であるプレイン・ウィリアム、テレ・ルージュ、カスカデ、モカ及びそれらの支流の流域からなるプロジェクト対象地域は、東方に上流域を広げ約 $130km^2$ の流域面積を持って広がっている。これらの河川は、下流域において北西に流れるグランド・リバー・ノース・ウエスト(G. R. N. W.)に合流しグランドリバー湾に注ぐ。又、これらの河川は上流域では顕著な蛇行を示し、全体としては東から西もしくは南東から北西方向へ平坦な平原を流下する。

G. R. N. W. に合流する直上流部では、各河川は傾斜の緩やかな平原部を深く侵食して急流や滝を伴った峡谷を形成している。G. R. N. W. は一般に河川幅50mから100mで、急峻で殆ど垂直な河岸を有する。

各河川が流下する緩傾斜の平原北方には、オリ(標高349m)、ラプス(標高811m)、グラン

ドピーク、ピーターボース等の山々からなる際だって標高の高いアンセクルトア山地がそびえる。平原の西はコルデガルド山(標高 720m)やその他の小さな丘陵が広がる。東および南側は高地に囲まれてはいるが、この地域では調査地域の流域境界は不明瞭である。調査地域の東側境界はグランド・リバー・サウス・イースト (GRSE) やラショ川とプロジェクト対象流域の境界と一致する。

計画されているダムサイトは、プレイン・ウィルム川とテレ・ルージュ川の合流点直上流部のテレ・ルージュ川下流域に位置している。計画ダムサイトの両岸は、高さ約130 mの深い峡谷である。

ダムサイトの右岸は傾斜角50度、左岸は35度と急傾斜である。

## 2.6 地 質

### (1) 地質概要

プロジェクト対象地域は、高い山地部と傾斜のゆるやかな平坦地の対照的な地形より成り、山地は火山岩類より成る。プロジェクト対象地域の一般的な地質状況は図-2.6.1を参照されたい。

マクドゥーガルとシャマローンによって実施されたカリウム-アルゴン法による年代測定によれば、旧期火山岩類より成る主要な楯状火山は6.8から7.8百万年前の初期鮮新世に形成されたものであり、新期火山岩類の溶岩は約3.5百万年から20万年前に噴出したものとされる。

新期火山岩類は玄武岩溶岩と集塊岩よりなり、一般に北もしくは北西へ5度程度ゆるやかに傾斜している。旧期溶岩類は南から北もしくは南東から北西へ約10度で傾斜している。

旧期溶岩類の気孔は一般に沸石で充填されている。これらの溶岩は黒灰色で新鮮な部分はハンマーの打撃によって澄んだ音をたてる。新鮮な溶岩の一軸圧縮強度は、1,000 kg/cm<sup>2</sup>以上をしめす。挟在する凝灰岩や火山角礫岩は風化がすすんでいる。

新期の溶岩は気孔が発達している。溶岩層は層厚3 mから10 mの火山角礫岩を挟在する。グランド・リバー・ノース・ウエストの上流域には、硬質の溶岩層が主に分布する。河川の両岸には、火山角礫岩を挟在する層厚10 m以上の柱状節理が発達した玄武岩溶岩層が露頭する。G. R. N. W. の中流域の取水堰の近くには主に火山角礫岩が分布する。



## (2) ダムサイトの地質

テレ・ルージュ川のダム及び貯水池は、新期溶岩類からなる峡谷に位置している。ダムサイトの溶岩台地の標高は240mから250mにあり、その谷間を西方に流れるテレ・ルージュ川は、川幅約30m河床標高約120mである。また、その河岸は1:1から1:1.25の急斜面からなる。左岸の段丘は、その幅40mで標高140mから150mに位置する。

テレ・ルージュ川は、ダムサイトの約350m下流左岸側でプレイン・ウィリアム川の峡谷と交わる。ダムサイト上流側のテレ・ルージュ川左岸とプレイン・ウィリアム川右岸に挟まれた台地は、貯水池の計画満水位189m標高において、広い所で約400m、最も狭い所で約250mである。ダムを満水にした状態において、このテレ・ルージュ川峡谷左岸の狭い台地は、その水圧に耐えうる水密な障壁でなければならない。テレ・ルージュ川そしてプレイン・ウィリアム川峡谷の河床は、台地の軸方向に直角な断面において、ほぼ同じ高さである。

ダム・サイトの基盤岩は、地表近くに分布する異なる時代の数枚の玄武岩溶岩層から成り、その層厚は2～3mから10m以上までと多様である。一般に、玄武岩は、約1mm粒径の粗粒斜長石斑晶によって特徴づけられており、各層の上部及び下部境界付近ではしばしば多孔質性が見られる。また、各玄武岩層の最上面は、強風化により形成される風化岩及び固結土から成っている。この固結土は、ここでは硬質粘土と呼んでいる。時々、その硬質粘土の中に火山灰や旧表土が見られる。二つの溶岩層の接触部には土もしくは火山灰を混在している自破碎状溶岩類もまた観察され、ここでは角礫岩層と呼んでいる。

ダムサイト付近の各溶岩流は、概ね次のような層序を呈していると思われる。すなわち下部から、角礫岩層、多孔質玄武岩層、非多孔質塊状玄武岩層、風化多孔質玄武岩層、強風化玄武岩層そして硬質粘土層である。しかしながら、溶岩流はいつも正確に上記層序を構成しているとは限らない。

ダムサイトのコア・ボーリング結果からその層序相関性を見ると、全般的に各層とも連続して水平方向に広がっていることがわかる。しかし、レンズ状の薄い玄武岩層も介在し、水平方向に長い層序をなしていないところもある。

標高140m以深の下部層に層厚約20mの斑岩状玄武岩層があり、粒径2～3mmのやや大きめの斜長石斑晶が見られ、またその下層には細粒玄武岩流が現われている。この細粒玄武岩流は、非顕晶質組成を呈しており、肉眼で目視できる極細粒鉱物を含み非結晶体を成している。よって、ここではガラス質玄武岩と呼んでいる。また、ほたる石そしてオパール等で気孔が充填されていることで特徴づけられている。

明らかに地形学的に見て旧期火山統に属しているオーリー山の原石山候補地において上

記に似た非顕晶質玄武岩が見られ、従って、ダムサイトの河床下方に存在するガラス質玄武岩は、同じ旧期火山統であると言える。一方、ダム・アバットメントを組成している粗粒玄武岩は、新期火山統の後期溶岩類に区分される。

上記のようなダムサイト地質区分によれば、溶岩流は旧期と新期の二つに分けられる。

硬質粘土と玄武岩の混合した火砕流が、2～3本のコア・ボーリングにおいて河床標高付近で見られ、新期溶岩類の前期を示しているように思われる。新期及び旧期溶岩類の境界である不整合面は、火砕流と斑岩状玄武岩層との間に位置している。ダムサイトの概略層序を下表に示す。

玄武岩溶岩流の火山層序

区 分	地 層	層 厚 (m)
新期溶岩類	新期溶岩 4 (Y L 4)	40
	新期溶岩 3 (Y L 3)	20
	新期溶岩 2 (Y L 2)	20
	新期溶岩 1 (Y L 1)	40
	火 砕 流 (Y L 0)	0 - 10
不整合面		
旧期溶岩類	旧期溶岩 3 (O L 3) (斑状玄武岩)	5 - 20
	旧期溶岩 2 (O L 2) (ガラス質玄武岩 2)	20
	旧期溶岩 1 (O L 1) (ガラス質玄武岩 1)	7

溶岩流の層序からすれば、貯水池の地層はダムサイトの地層とよく似ており、貯水池の大部分は新期溶岩類に属している。すなわち、これはダムサイト河床標高付近が新期と旧期の不整合面であり、上流に延びている貯水池ではその河床標高が高くなっているためである。

地質平面図そして断面図を、それぞれ図-2.6.2と図-2.6.3に示す。

ダムサイトの多種にわたる岩石の室内試験結果を表-2.6.1に示す。

ダムサイトの詳細な現場地質調査は、(i)コア・ボーリング及び透水試験、(ii)グラウト試験、(iii)試掘横坑、(iv)試掘横坑内原位置岩試験等からなる。

上記の現場地質調査の結果は、本詳細設計書の付録に示す。



# 付 表



表-2.4.1 月平均流量 (1/6)

Station :W03

River :The Plaines Wilhems River

( Unit : m<sup>3</sup>/s )

Hydrological Year	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1972			0.28	0.34	0.36	0.34	0.37	0.37	0.33	0.29	0.29	0.37	
1973	0.79	0.40	0.44	0.37	1.48	0.38	0.37	0.37	0.38	0.39	0.41	0.34	0.51
1974	0.15	0.17	0.19	0.35	0.38	0.37	0.34	0.37	0.35	0.31	0.37	0.23	0.30
1975	0.16	0.21	0.23	0.27	0.48	0.35	0.57	0.32	0.23	0.34	0.34	0.27	0.31
1976	0.21	0.19	0.15	0.52	0.29	0.36	0.24	0.90	0.28	0.29	0.29	0.28	0.33
1977	0.19	0.19	0.22	0.28	0.30	0.32	0.28	0.28	0.26	0.14	0.14	0.14	0.23
1978	0.10	0.24	1.32	0.14	0.09	0.43	0.17	0.18	0.16	0.16	0.16	0.14	0.27
1979	0.08	0.12	0.31	0.20	0.68	0.22	0.19	0.21	0.21	0.26	0.12	0.14	0.23
1980	0.11	0.97	12.10	1.31	3.01	1.90	0.43	0.19	0.31	0.27	0.23	0.23	1.75
1981	0.18	0.12	0.14	0.18	0.21	0.47	0.23	0.24	0.25	0.22	0.25	0.21	0.23
1982	0.20	0.24	0.26	6.03	0.33	0.26	0.85	0.30	0.54	0.40	0.26	0.27	0.83
1983	0.28	0.62	0.41	0.23	0.21	0.21	0.20	0.18	0.22	0.14	0.09	0.07	0.24
1984	0.13	3.05	0.30	0.29	0.24	0.14	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.16	0.42
1985	0.12	0.22	0.72	5.97	0.25	0.47	0.24	0.25	0.25	0.23	0.22	0.25	0.76
1986	0.19	1.14	0.30	0.31	0.32	0.30	0.25	0.23	0.16	0.21	0.15	0.18	0.31
Average	0.21	0.56	1.22	1.17	0.59	0.44	0.32	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.48
Maximum	0.79	3.05	12.10	6.03	3.01	1.90	0.85	0.90	0.54	0.40	0.41	0.34	1.75
Minimum	0.08	0.12	0.14	0.14	0.09	0.14	0.13	0.14	0.15	0.14	0.09	0.07	0.23
Var.	0.17	0.76	3.03	1.99	0.75	0.41	0.18	0.18	0.10	0.08	0.09	0.07	0.40

Var. : Standard Deviation

表-2.4.1 月平均流量 (2/6)

Station : W04 River : The Terre Rouge River	( Unit : m <sup>3</sup> /s )												
Hydrological Year	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1966			0.67	0.39	0.67	0.15	0.09	0.49	0.18	0.17	0.07	0.09	
1967	0.07	0.61	0.95	0.28	0.99	0.67	0.23	0.66	0.68	0.63	0.13	0.14	0.50
1968	1.04	0.93	0.36	2.50	2.20	0.25	0.19	0.18	0.26	0.15	0.08	0.07	0.68
1969	0.07	0.08	0.07	0.48	0.30	0.98	0.23	0.39	0.55	0.44	0.09	0.07	0.31
1970	0.08	0.46	3.22	1.78	3.41	0.56	0.29	0.44	0.41	0.40	0.09	0.09	0.94
1971	0.07	0.07	0.32	0.46	0.26	0.94	0.44	0.14	0.76	0.17	0.10	0.17	0.33
1972	0.09	0.09	0.16	0.98	0.24	0.42	0.24	0.27	0.35	1.15	0.16	0.15	0.36
1973	0.68	0.28	0.88	0.42	1.39	0.30	0.21	0.30	0.49	0.61	0.32	0.09	0.50
1974	0.08	0.08	0.08	0.13	0.22	0.12	0.10	0.16	0.28	0.95	0.11	0.18	0.21
1975	0.14	0.21	0.19	0.67	0.47	0.31	1.09	0.44	0.12	0.09	0.31	0.12	0.35
1976	0.08	0.14	0.16	1.01	0.22	0.52	0.90	0.99	0.12	0.17	0.09	0.09	0.37
1977	0.09	0.10	0.34	0.60	0.38	0.42	0.20	0.16	0.11	0.10	0.09	0.07	0.22
1978	0.11	0.29	1.39	0.10	0.31	1.77	0.25	0.18	0.15	0.13	0.08	0.15	0.41
1979	0.11	0.15	0.50	0.46	1.03	0.43	0.14	0.13	0.09	0.59	0.07	0.11	0.32
1980	0.10	2.36	8.59	1.52	2.06	1.34	0.36	0.21	0.22	0.11	0.14	0.08	1.42
1981	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	1.39	0.21	0.16	0.10	0.12	0.10	0.12	0.22
1982	0.09	0.08	0.15	4.99	0.40	0.24	1.21	0.55	0.82	0.88	0.27	0.34	0.83
1983	0.28	0.68	0.59	0.25	0.16	0.15	0.20	0.13	0.19	0.11	0.09	0.07	0.24
1984	0.09	1.91	1.26	0.28	0.17	0.17	0.15	0.11	0.12	0.17	0.13	0.09	0.39
1985	0.08	0.22	1.33	4.36	0.83	0.66	0.18	0.21	0.29	0.12	0.11	0.13	0.71
1986	0.17	1.59	0.14	0.66	0.88	0.42	0.20	0.14	0.16	0.27	0.12	0.13	0.42
Average	0.18	0.52	1.03	1.07	0.79	0.58	0.34	0.31	0.31	0.36	0.13	0.12	0.48
Maximum	1.04	2.36	8.59	4.99	3.41	1.77	1.21	0.99	0.82	1.15	0.32	0.34	1.42
Minimum	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.12	0.09	0.11	0.09	0.09	0.07	0.07	0.21
Var.	0.24	0.65	1.83	1.31	0.83	0.45	0.31	0.22	0.22	0.31	0.07	0.06	0.29

Var. : Standard Deviation

表-2.4.1 月平均流量 (3/6)

Station : W05  
 River : The Cascade River  
 ( Unit : m<sup>3</sup>/s )

Hydrological Year	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1966			0.67	0.47	0.45	0.19	0.12	0.57	0.21	0.37	0.15	0.12	
1967	0.09	0.46	1.02	0.26	1.27	1.15	0.35	0.46	1.08	1.01	0.48	0.44	0.67
1968	0.92	1.09	0.31	3.47	2.65	0.38	0.26	0.29	0.59	0.46	0.22	0.20	0.90
1969	0.19	0.17	0.14	0.48	0.47	1.30	0.47	0.51	0.95	0.52	0.25	0.15	0.47
1970	0.15	0.65	3.24	1.78	4.22	0.63	0.35	0.97	0.30	0.47	0.16	0.16	1.09
1971	0.15	0.15	0.16	0.68	0.23	1.23	0.67	0.48	0.48	0.21	0.16	0.15	0.40
1972	0.21	0.15	0.18	1.31	0.45	1.01	0.42	0.83	0.77	1.52	0.35	0.31	0.63
1973	0.53	0.47	0.76	0.52	1.18	0.51	0.32	0.89	0.71	1.06	0.84	0.42	0.68
1974	0.32	0.21	0.24	0.52	0.55	0.35	0.26	0.49	0.61	1.19	0.43	0.28	0.45
1975	0.26	0.30	0.20	1.05	0.83	0.51	1.33	0.73	0.52	0.44	0.45	0.31	0.58
1976	0.20	0.16	0.13	0.98	0.47	1.24	1.48	1.27	0.52	0.58	0.35	0.33	0.64
1977	0.29	0.39	1.21	0.92	0.44	0.84	0.60	0.39	0.48	0.40	0.28	0.19	0.54
1978	0.17	0.35	1.61	0.36	0.71	2.33	0.74	0.57	0.70	0.52	0.39	0.24	0.72
1979	0.22	0.17	0.56	1.27	1.61	0.71	0.42	0.39	0.33	0.68	0.24	0.20	0.57
1980	0.17	3.08	8.15	1.56	3.38	2.14	0.93	0.64	0.49	0.31	0.29	0.29	1.79
1981	0.28	0.24	0.19	0.17	0.27	2.24	0.64	0.45	0.32	0.32	0.29	0.18	0.47
1982	0.21	0.30	0.52	6.14	0.93	0.54	2.02	0.96	1.12	1.33	0.80	0.84	1.31
1983	0.82	1.19	1.56	0.76	0.41	0.38	0.24	0.25	0.30	0.22	0.15	0.17	0.54
1984	0.17	2.13	2.09	0.72	0.36	0.53	0.45	0.32	0.32	0.37	0.28	0.21	0.66
1985	0.19	0.37	2.48	6.67	1.18	1.25	0.51	0.55	0.99	0.50	0.43	0.25	1.28
1986	0.31	2.06	0.57	0.97	1.06	0.97	0.52	0.36	0.22	0.43	0.21	0.20	0.66
Average	0.29	0.70	1.24	1.48	1.10	0.97	0.62	0.59	0.57	0.62	0.34	0.27	0.73
Maximum	0.92	3.08	8.15	6.67	4.22	2.33	2.02	1.27	1.12	1.52	0.84	0.84	1.79
Minimum	0.09	0.15	0.13	0.17	0.23	0.19	0.12	0.25	0.21	0.21	0.15	0.12	0.40
Var.	0.21	0.79	1.76	1.74	1.04	0.61	0.45	0.26	0.27	0.37	0.18	0.15	0.35

Var. : Standard Deviation



表-2.4.1 月平均流量 (4/6)

Station : W08

River : The Profonde River

( Unit : m<sup>3</sup>/s )

Hydrological Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1966	0.434	0.217	0.356	0.177	0.133	0.154	0.149	0.149	0.179	0.125	
1967	0.17	0.24	0.69	0.63	0.30	0.26	0.41	0.27	0.21	0.18	0.34
1968	0.50	0.18	0.62	0.16	0.12	0.13	0.15	0.15	0.15	0.11	0.28
1969	0.07	0.09	0.26	0.54	0.29	0.20	0.44	0.42	0.30	0.24	0.29
1970	0.10	0.55	1.68	0.30	0.28	0.32	0.37	0.35	0.28	0.24	0.56
1971	0.24	0.13	0.22	0.76	0.40	0.23	0.31	0.28	0.25	0.19	0.33
1972	0.18	0.11	0.14	0.49	0.40	0.29	0.25	0.73	0.25	0.25	0.31
1973	0.32	0.25	0.35	0.33	0.59	0.26	0.21	0.30	0.24	0.14	0.29
1974	0.13	0.12	0.08	0.29	0.35	0.12	0.16	0.29	0.14	0.11	0.18
1975	0.16	0.10	0.12	0.50	0.42	0.20	0.19	0.20	0.15	0.12	0.23
1976	0.16	0.10	0.15	0.42	0.20	0.38	0.23	0.22	0.19	0.18	0.26
1977	0.15	0.26	0.48	0.51	0.25	0.17	0.19	0.12	0.15	0.13	0.24
1978	0.11	0.17	0.62	0.15	0.25	0.20	0.24	0.18	0.14	0.14	0.27
1979	0.18	0.10	0.18	0.48	0.35	0.14	0.11	0.23	0.17	0.18	0.21
1980	0.19	1.37	4.08	0.58	1.75	0.28	0.21	0.16	0.12	0.12	0.85
1981	0.11	0.13	0.11	0.10	0.12	0.18	0.13	0.12	0.10	0.13	0.20
1982	0.16	0.19	0.22	2.58	0.46	0.42	0.35	0.39	0.35	0.31	0.52
1983	0.33	0.44	0.34	0.30	0.20	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.18
1984	0.12	1.29	0.57	0.37	0.20	0.12	0.09	0.12	0.09	0.09	0.28
1985	0.08	0.13	0.83	2.46	0.55	0.22	0.25	0.17	0.18	0.15	0.47
1986	0.15	0.84	0.24	0.50	0.50	0.14	0.17	0.24	0.16	0.17	0.30
Average	0.18	0.35	0.56	0.61	0.50	0.27	0.21	0.22	0.18	0.16	0.32
Maximum	0.50	1.37	4.08	2.58	1.75	0.57	0.42	0.44	0.73	0.35	0.85
Minimum	0.07	0.10	0.08	0.10	0.12	0.11	0.07	0.07	0.06	0.05	0.18
Var.	0.10	0.38	0.86	0.64	0.40	0.13	0.09	0.10	0.07	0.06	0.16

Var. : Standard Deviation

表-2.4.1 月平均流量 (5/6)

Station :W10  
River :The Moka River

( Unit : m<sup>3</sup>/s )

Hydrological Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1966	0.19	0.40	0.32	0.92	0.34	0.15	0.16	0.24	0.20	0.11	0.11
1967	0.08	0.79	0.28	1.26	1.09	0.39	0.32	0.81	0.55	0.41	0.27
1968	0.83	0.80	1.82	1.33	0.37	0.24	0.27	0.32	0.23	0.23	0.16
1969	0.11	0.20	0.39	1.00	1.20	0.64	0.34	0.64	0.48	0.25	0.14
1970	0.11	1.40	1.53	2.63	0.64	0.34	0.48	0.35	0.45	0.23	0.11
1971	0.12	0.08	0.88	0.42	1.36	0.78	0.36	0.51	0.39	0.24	0.18
1972	0.24	0.15	0.49	0.89	1.09	0.61	0.86	0.59	1.55	0.39	0.45
1973	0.52	0.51	1.07	1.07	0.50	0.58	0.63	0.63	0.65	0.46	0.23
1974	0.15	0.21	1.01	0.86	0.45	0.31	0.41	0.65	1.19	0.43	0.24
1975	0.15	0.36	0.72	0.86	0.51	0.97	0.54	0.40	0.32	0.38	0.19
1976	0.14	0.12	1.02	0.67	0.94	1.70	1.11	0.49	0.51	0.30	0.27
1977	0.18	0.34	0.82	0.33	0.73	0.60	0.39	0.47	0.37	0.21	0.17
1978	0.13	0.32	0.46	0.64	1.81	0.58	0.45	0.82	0.65	0.37	0.24
1979	0.17	0.18	1.23	0.86	0.56	0.55	0.42	0.29	0.73	0.30	0.18
1980	0.16	2.70	0.99	7.86	1.10	0.78	0.47	0.38	0.28	0.22	0.19
1981	0.16	0.13	0.17	0.38	2.07	0.58	0.28	0.23	0.24	0.24	0.18
1982	0.33	0.42	6.77	0.69	0.35	1.23	0.68	0.74	0.78	0.68	0.61
1983	0.71	0.86	1.01	0.35	0.22	0.18	0.17	0.20	0.18	0.14	0.14
1984	0.19	3.14	0.64	0.37	0.37	0.26	0.27	0.28	0.43	0.31	0.24
1985	0.19	0.44	6.09	0.82	0.70	0.34	0.56	0.62	0.51	0.45	0.31
1986	0.24	1.96	1.05	0.92	0.46	0.56	0.34	0.26	0.51	0.28	0.23
Average	0.24	0.73	1.36	1.18	0.80	0.59	0.45	0.47	0.53	0.32	0.23
Maximum	0.83	3.14	12.02	6.77	7.86	2.07	1.11	0.82	1.55	0.68	0.61
Minimum	0.08	0.08	0.13	0.17	0.33	0.22	0.16	0.20	0.18	0.14	0.11
Var.	0.20	0.84	2.48	1.69	1.57	0.49	0.22	0.19	0.32	0.12	0.11

Var. : Standard Deviation

表-2.4.1 月平均流量 (6/6)

Station :W12

River :The Moka River

( Unit : m<sup>3</sup>/s )

Hydrological Year	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul	Aug.	Sep.	Oct.	Annual Average
1966	0.57	0.34	1.54	0.40	0.60	0.59	0.18	0.24	0.23	0.20	0.19	0.13	0.43
1967	0.10	2.98	1.62	0.54	0.40	1.08	0.52	0.31	0.50	0.43	0.38	0.44	0.77
1968	0.41	1.20	0.39	2.01	1.61	0.44	0.24	0.30	0.25	0.31	0.23	0.16	0.63
1969	0.11	0.16	0.11	0.38	0.42	0.84	0.96	0.38	0.59	0.57	0.31	0.17	0.42
1970	0.09	0.61	1.43	1.57	2.91	1.32	0.32	0.36	0.34	0.34	0.27	0.16	0.81
1971	0.08	0.08	0.36	1.05	0.37	0.47	0.54	0.49	0.30	0.32	0.27	0.15	0.37
1972	0.19	0.19	0.31	1.12	0.66	0.61	0.40	0.77	0.52	1.13	0.49	0.32	0.56
1973	0.39	0.47	0.81	0.71	1.29	0.31	0.35	0.49	0.51	0.60	0.40	0.17	0.54
1974	0.07	0.13	0.37	0.97	0.98	0.52	0.25	0.45	0.44	0.60	0.42	0.15	0.45
1975	0.06	0.27	0.30	1.61	1.00	0.59	0.53	0.44	0.48	0.34	0.37	0.19	0.52
1976	0.21	0.15	0.20	1.08	0.59	0.48	0.88	0.75	0.48	0.46	0.30	0.19	0.48
1977	0.26	0.34	0.79	1.63	0.41	0.57	0.47	0.36	0.39	0.29	0.18	0.16	0.49
1978	0.07	0.22	0.55	0.44	0.50	1.04	0.61	0.32	0.35	0.33	0.28	0.20	0.41
1979	0.14	0.17	0.38	0.90	0.55	0.44	0.57	0.38	0.23	0.31	0.31	0.16	0.38
1980	0.14	0.71	2.40	1.74	2.41	1.61	0.49	0.26	0.13	0.24	0.15	0.16	0.87
Average	0.19	0.53	0.77	1.08	0.98	0.73	0.49	0.42	0.38	0.43	0.30	0.19	0.54
Maximum	0.57	2.98	2.40	2.01	2.91	1.61	0.96	0.77	0.59	1.13	0.49	0.44	0.87
Minimum	0.06	0.08	0.11	0.38	0.37	0.31	0.18	0.24	0.13	0.20	0.15	0.13	0.37
Var.	0.15	0.71	0.65	0.51	0.75	0.36	0.21	0.15	0.13	0.22	0.09	0.08	0.15

Var. : Standard Deviation

表-2.6.1 ダムサイト岩盤の室内試験結果

Sample No.	Type of Rocks	Length (mm) L	Diameter (mm) D	Unit Wt of intact sample (g/cm <sup>3</sup> )	Moisture Content (%)	Specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Water Absorption (%)	Measured Compressive Strength (MN/m <sup>2</sup> )	Corrected Compressive Strength (MN/m <sup>2</sup> )	Remarks
1.	Old lava (Doleritic)	103.3	51.6	2.563	1.9	2.570	2.3	36.3	36.3	Dam Foundations
2.	Old lava (Fely)	104.4	51.8	2.893	1.5	2.862	2.1	137.3	137.4	
3.	Young lava (Massive)	102.0	51.7	2.807	0.4	2.813	1.1	118.8	118.6	
4.	Young lava (Massive)	103.8	51.0	2.738	1.3	2.708	1.7	98.6	98.8	
5.	Young lava (Vesicular)	101.7	51.4	2.320	2.8	2.371	6.4	26.4	26.4	
6.	Young lava (Vesicular)	101.0	49.5	2.202	1.1	2.275	4.1	28.5	28.6	
7.	Young lava (Vesicular)	101.8	51.5	2.319	0.8	2.563	3.6	26.5	26.5	
8.	Flow Breccia	91.8	51.4	1.400	20.0	2.698	- *	2.46	2.43	
9.	Old Residual Soil	95.0	50.5	2.000	34.9	2.754	- *	0.55	0.55	
10.	Weathered Basalt (leached)	91.2	51.5	1.306	11.0	2.698	- *	1.92	1.89	
11.	Weathered Basalt (Moderate)	75.0	50.8	1.471	14.9	2.703	- *	2.42	2.32	

Note: \* The water absorption value cannot be determined for samples Nos. 8 to 11 because the materials were of highly weathered nature and the specific gravities were conducted as for soil materials.

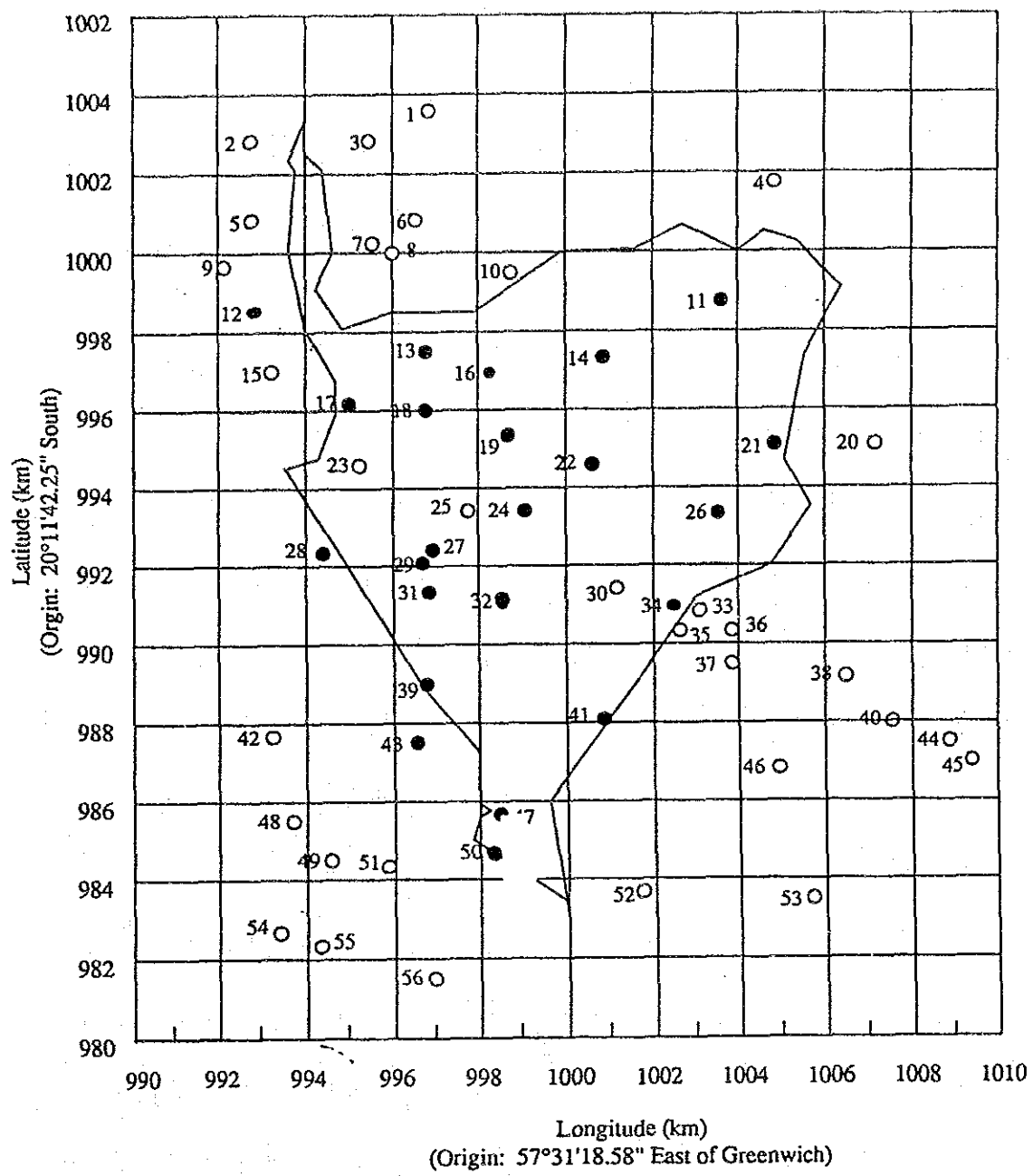
Corrected compressive strengths have been calculated using formula (ASTM D2938),  $C_c = C_m / (0.88 + 0.24 (d/h))$  where,

$C_m$  = measured compressive strength  
 $C_c$  = corrected c.s. of an equivalent  $L/D = 2$  specimen  
 $d$  = test core diameter  
 $h$  = test core height



付 図





No.	Station	No.	Station	No.	Station	Legend
1	Line Barracks	21	Alma	39	Vacoas	○ Rainfall Station
2	Pte. aux Sables	22	Core d'Or	40	Dubreuil Factory	● (Selected)
4	Industries	23	Ebene	41	Wooion	— Boundary of GRNW Basin
5	Richelieu	24	Bagatelle (H)	42	Hollywood	
6	Les Guibies	25	Carnoene	43	Reunion	
7	Pailles	26	Valetta	44	Dubreuil (3E,3N,3W)	
9	Les Rosieres	27	Mauriffods (Trianon)	45	La Pipe	
10	Montagne (MDA)	28	Quare Bornes	46	Chartreuse	
11	Beau Bois (MDA)	29	Trianon	47	Curepipe Garden	
12	Chebel	30	Hermitage	48	Moon	
13	Bagatelle	31	Phoenix	49	Henrietta	
14	Mon Desert Alma	32	Highlands	50	Curepipe experi. St.	
15	Barkly	33	Belle Rive (1N)	51	La Marie	
16	Minissy (MDA)	34	Belle Rive (SIRI)	52	XVI Mile	
17	Bega	35	Belle Rive (2N)	53	Bananes	
18	Reduit Experi. St.	36	Belle Rive (1E)	54	Tamarin (Res.)	
19	Minissy (H)	37	Belle Rive (2E)	55	Bonnefin	
20	Bonne Veine	38	Piton du Milieu	56	Good End	

GRNW流域内及び周辺の雨量観測所

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



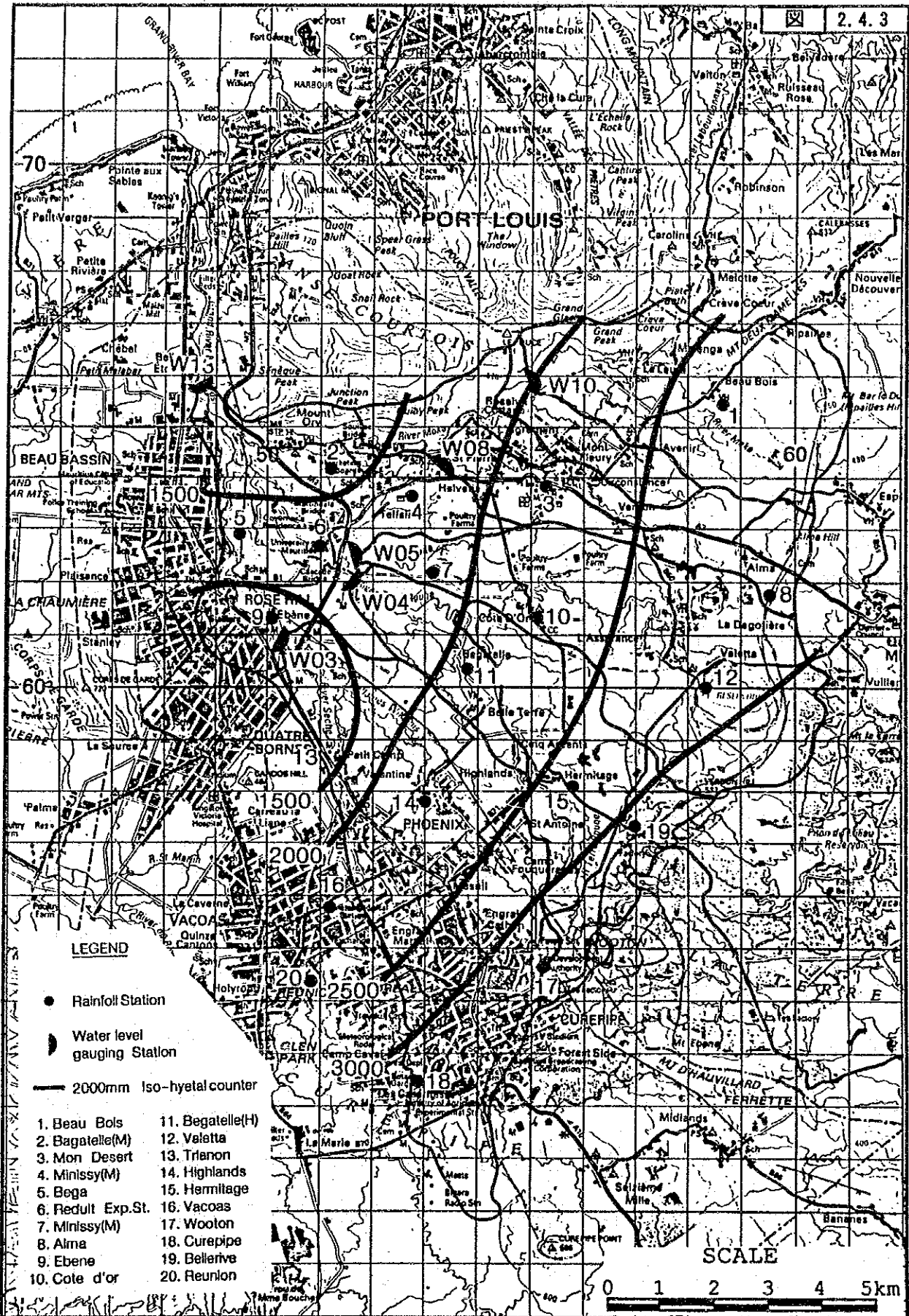
No. (1) Ident	(2) Ident	Name of Station	Lat. (km)	Long. (km)	1950	1960	1970	1980	1988
1	BB112	Line Barracks	97	295	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
2	DD101	Pte. aux Sables	102	272	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
4	BB313	Industries	107	341	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
5	DD203	Richelieu	113	272	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
6	BB214	Les Guibies	114	293	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
7	BB215	Pailles	116	288	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
9	DD204	Les Rosieres	118	268	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
10	119305	Montagne (MDA)	119	305	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
11	FF301	W18.MDA (**)	124	335	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
12	DD306	V6.MED (**)	125	270	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
13	DD308	W4.MDA (**)	131	292	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
14	FF302	W12.MDA (**)	133	316	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
15	134274	Barkly	134	274	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
16	FF304	W6.MDA (**)	143	306	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
17	DD312	W1.H (**)	137	285	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
18	DD314	- (**)	139	293	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
19	FF303	W7.H (**)	135	302	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
20	EE301	E15.MDA	143	353	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
21	FF405	W19.MDA (**)	144	340	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
22	FF306	W11.H (**)	147	315	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
23	147285	Ebene	147	285	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
24	FF307	W9.H (**)	151	308	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
25	1532301	Camoune	152	301	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
26	FF408	W17.MDA (**)	152	334	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
27	FF310	(**) Haurifoods (Trianon)	159	295	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
28	155288	(**) Quatre Bornes	155	288	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
29	DD317	W3.MDA (**)	150	291	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
30	FF411	W14.H	161	318	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
31	FF312	(**) Phoenix	164	295	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
32	FF313	W8.H (**)	164	305	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
33	FF414	E18.CHA	166	333	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
34	FF415	W15.SIR (**)	168	326	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
35	EE403	W16.CHA	170	330	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
36	EE404	E17.CHA	170	335	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
37	EE406	E16.CHA	174	335	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
38	EE307	-	175	346	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
39	FF316	.MET (**)	176	294	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
40	EE310	E14.DUB	188	348	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
41	FF418	- (**)	182	316	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
42	FF320	T6.MED	186	275	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
43	FF319	T10.MED (**)	184	293	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
44	EE308	E13.CHA	184	361	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
45	EE311	E12.CHA	188	368	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
46	EE309	Chartreuse	188	341	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
47	194304	(**) Curepipe Gardens	194	304	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
48	FF321	T7.MED	192	276	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
49	FF422	T8.MED	199	281	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
50	FF423	(**) Curepipe experi. St.	200	303	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
51	FF424	T9.MED	201	290	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
52	EE412	G4.CHA	205	323	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
53	220333	G3.RB	220	333	.....	██████████	██████████	██████████	██████████
54	FF425	S9.CEB	211	275	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
55	FF426	S7.MED	214	283	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
56	FF427	T11.CHA	216	294	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████

Ref: (1) Identifier by Meteorological Service  
 (2) Identifier by Hydrological section,CHA  
 (\*\*) Selected stations for daily data analysis ( 1965-1987 )  
 ████ Period in which monthly data are available  
 ■■ Period in which daily data are available

雨量観測所の記録期間

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
 PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**LEGEND**

- Rainfall Station
  - ◐ Water level gauging Station
  - 2000mm Iso-hyetal counter
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. Beau Bois     | 11. Begatelle(H) |
| 2. Bagatelle(M)  | 12. Valatta      |
| 3. Mon Desert    | 13. Trianon      |
| 4. Minissy(M)    | 14. Highlands    |
| 5. Bega          | 15. Hermitage    |
| 6. Redut Exp.St. | 16. Vacoas       |
| 7. Minissy(M)    | 17. Wooton       |
| 8. Alma          | 18. Curepipe     |
| 9. Ebene         | 19. Bellevue     |
| 10. Cote d'or    | 20. Reunion      |

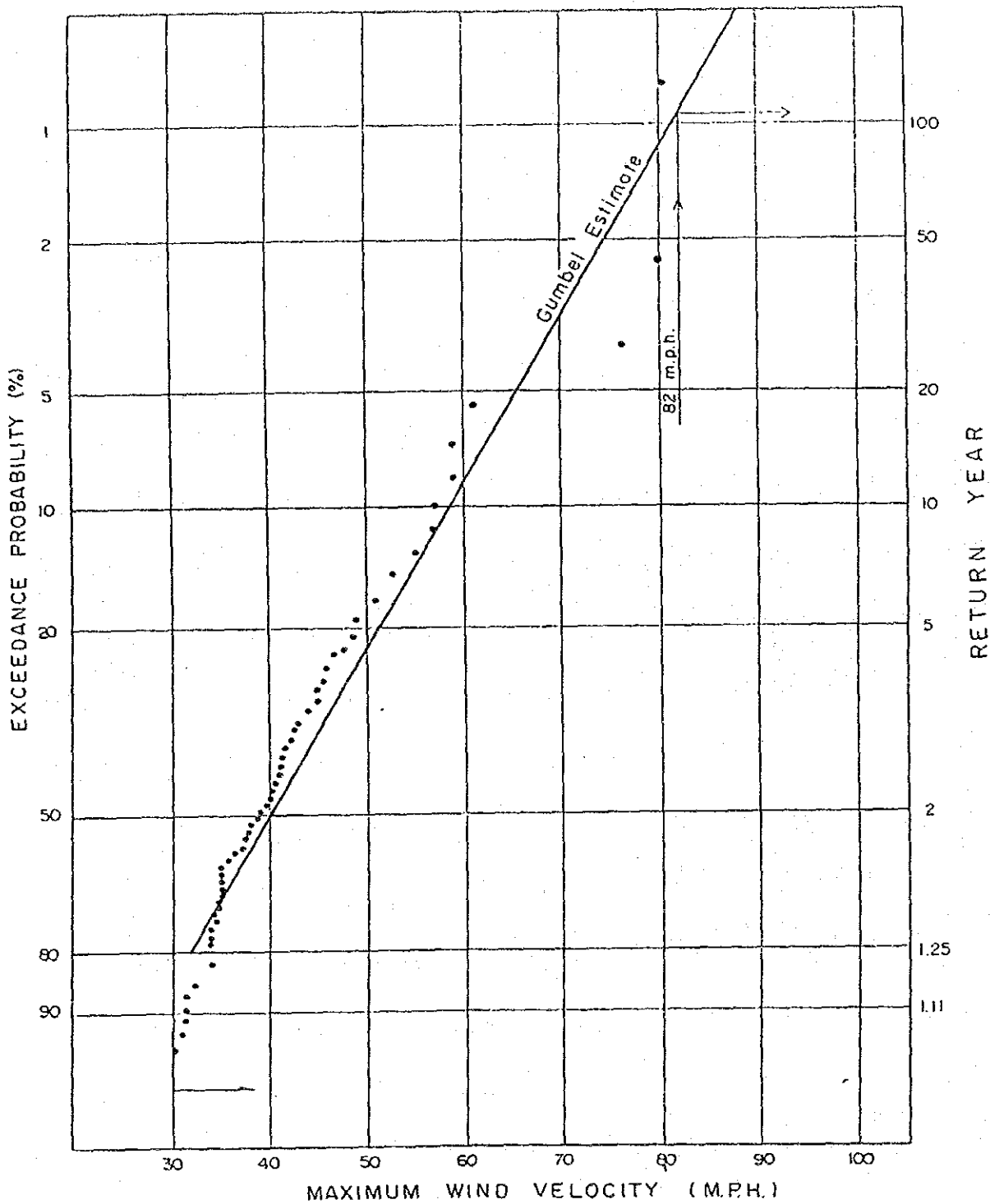
**SCALE**



流域内の流量・雨量観測所位置図

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Annual highest wind speed of 30 MPH and above over a whole hour

確率年最大風速

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
 PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Station Name	River Name	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
W03	Plaines Wilhems	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W04	Terre Rouge	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W05	Cascade	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W08	Profonde	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W10	Moka	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

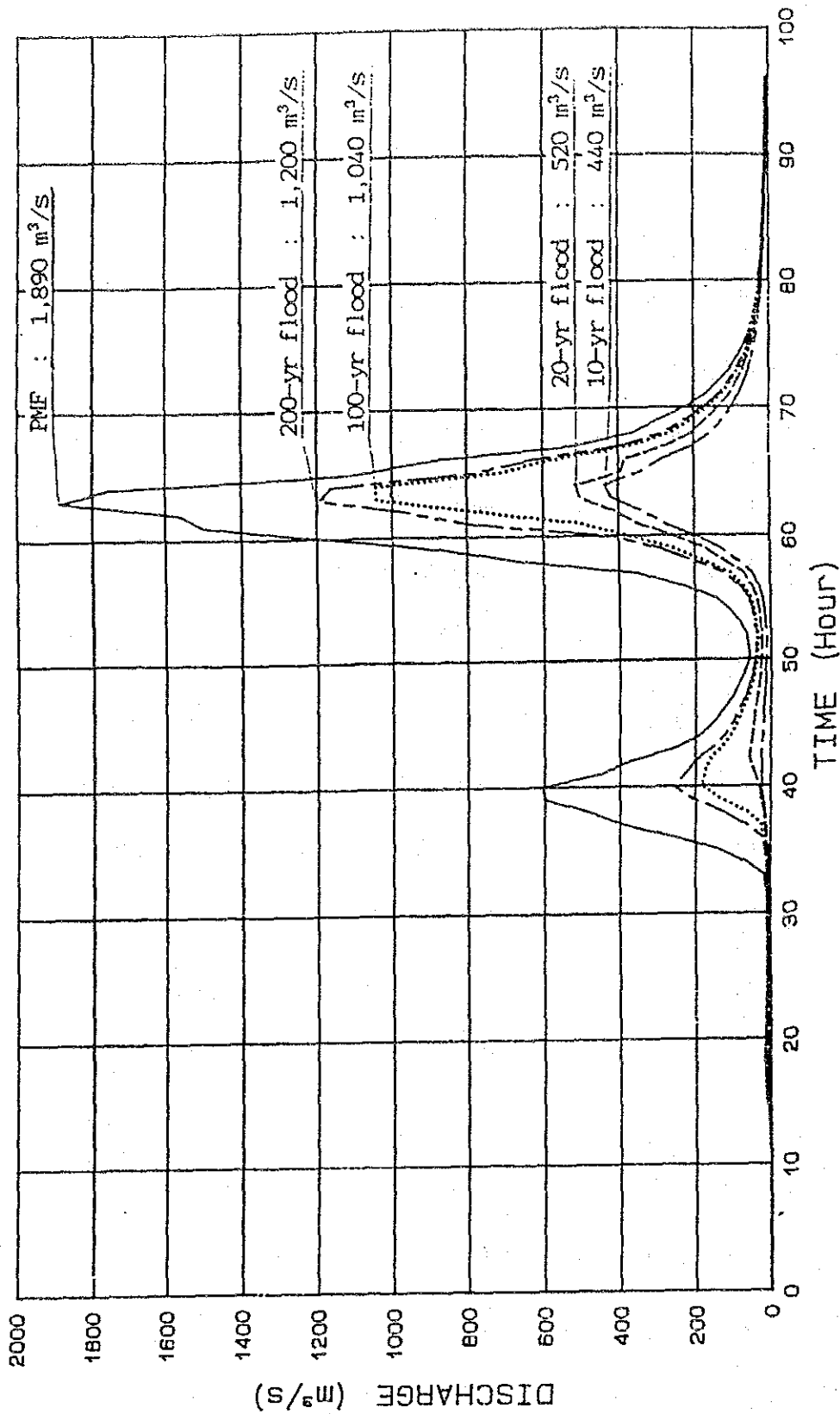
Station Name	River Name	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
W03	Plaines Wilhems	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W04	Terre Rouge	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W05	Cascade	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W08	Profonde	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
W10	Moka	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Station Name	River Name	1983	1984	1985	1986
W03	Plaines Wilhems	.....	.....	.....	.....
W04	Terre Rouge	.....	.....	.....	.....
W05	Cascade	.....	.....	.....	.....
W08	Profonde	.....	.....	.....	.....
W10	Moka	.....	.....	.....	.....

流量観測所の記録期間

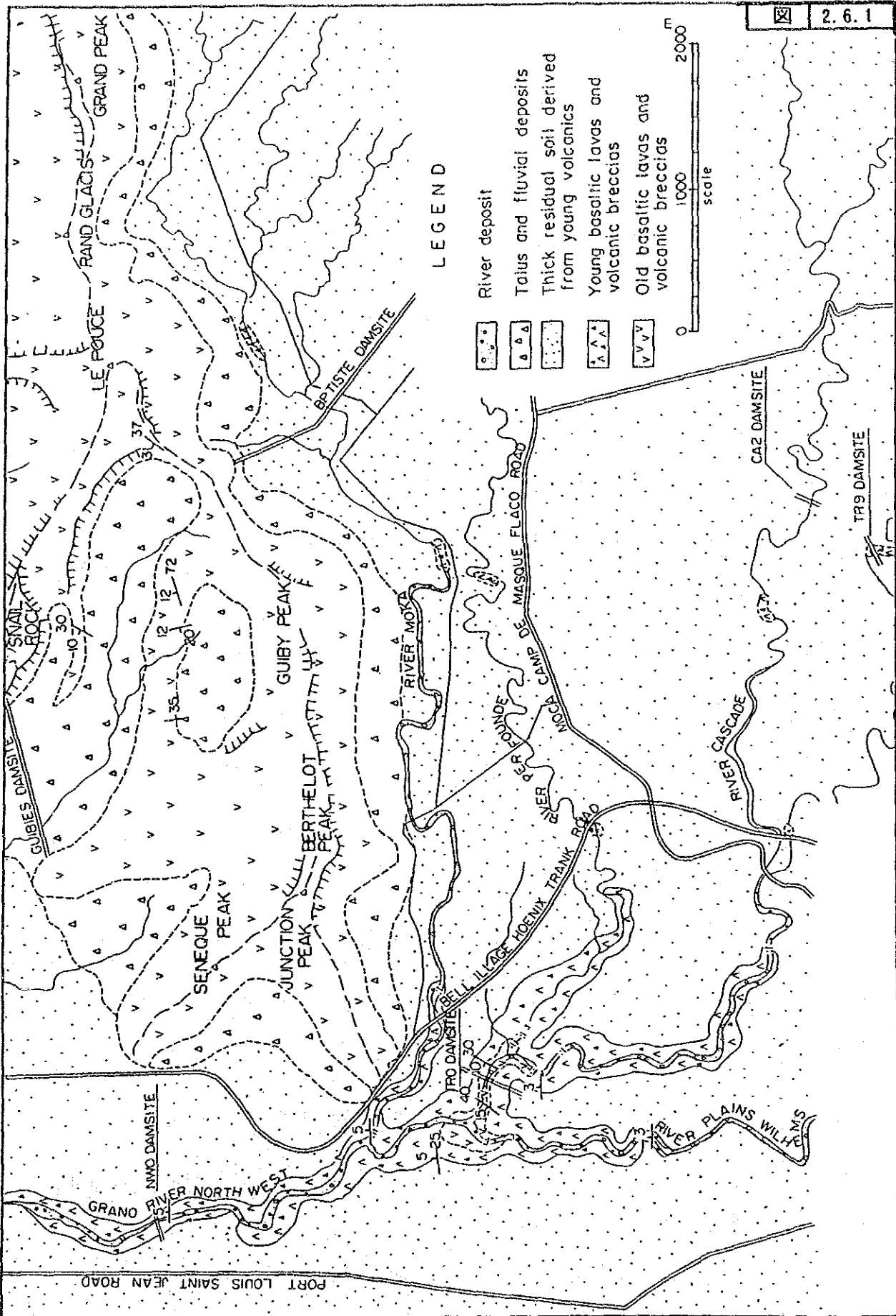
GOVERNMENT OF MAURITIUS  
PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



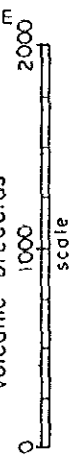
確率洪水ハイドログラフ

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
 PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



LEGEND

- River deposit
- Talus and fluvial deposits
- Thick residual soil derived from young volcanics
- Young basaltic lavas and volcanic breccias
- Old basaltic lavas and volcanic breccias



調査地域の地質

GOVERNMENT OF MAURITIUS  
PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

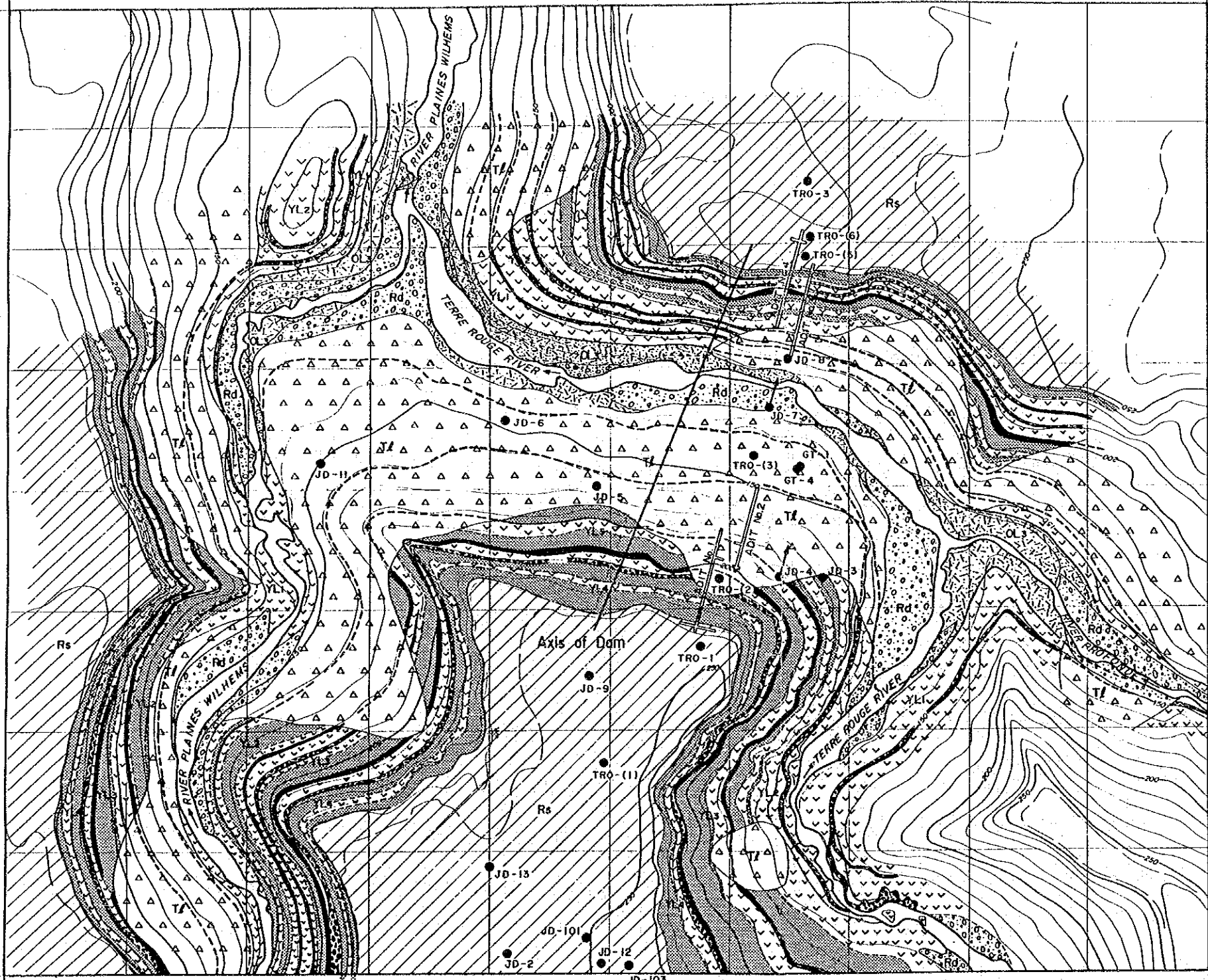
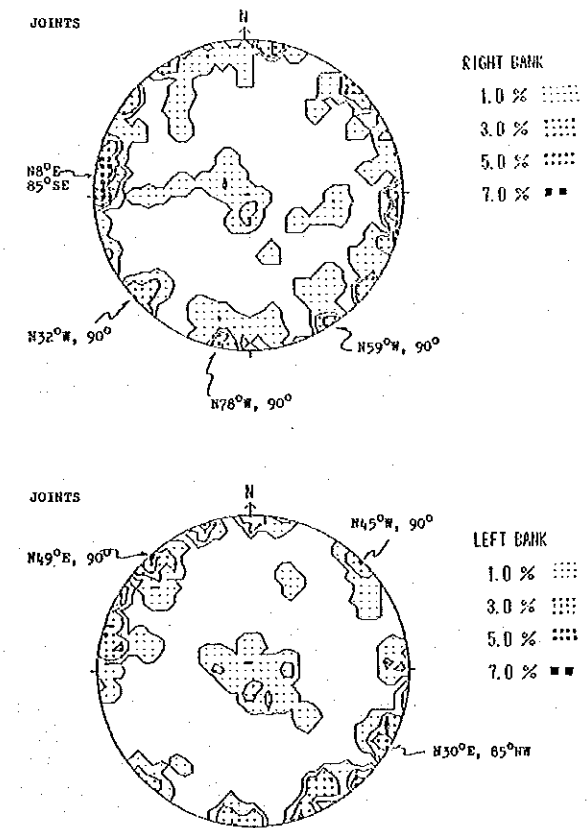


LEGEND

Stratigraphy		Rock Facies	
Alluvial	River Deposits (Rd)		Gravels and Sand
	Talus Deposits (Tt)		Soil with Gravels
	Residual Soil (Rs)		Lateritic Soil
Young Lava	Young Lava 4 (YL4)		Weathered basalt
	Young Lava 3 (YL3)		Basalt
	Young Lava 2 (YL2)		Flow breccia
	Young Lava 1 (YL1)		Hard Clay
Old Lava	Porphyritic Basalt (OL3)		Partially weathered porphyritic basalt

JD-2 Borehole  
 ADIT No.1 Test Adit

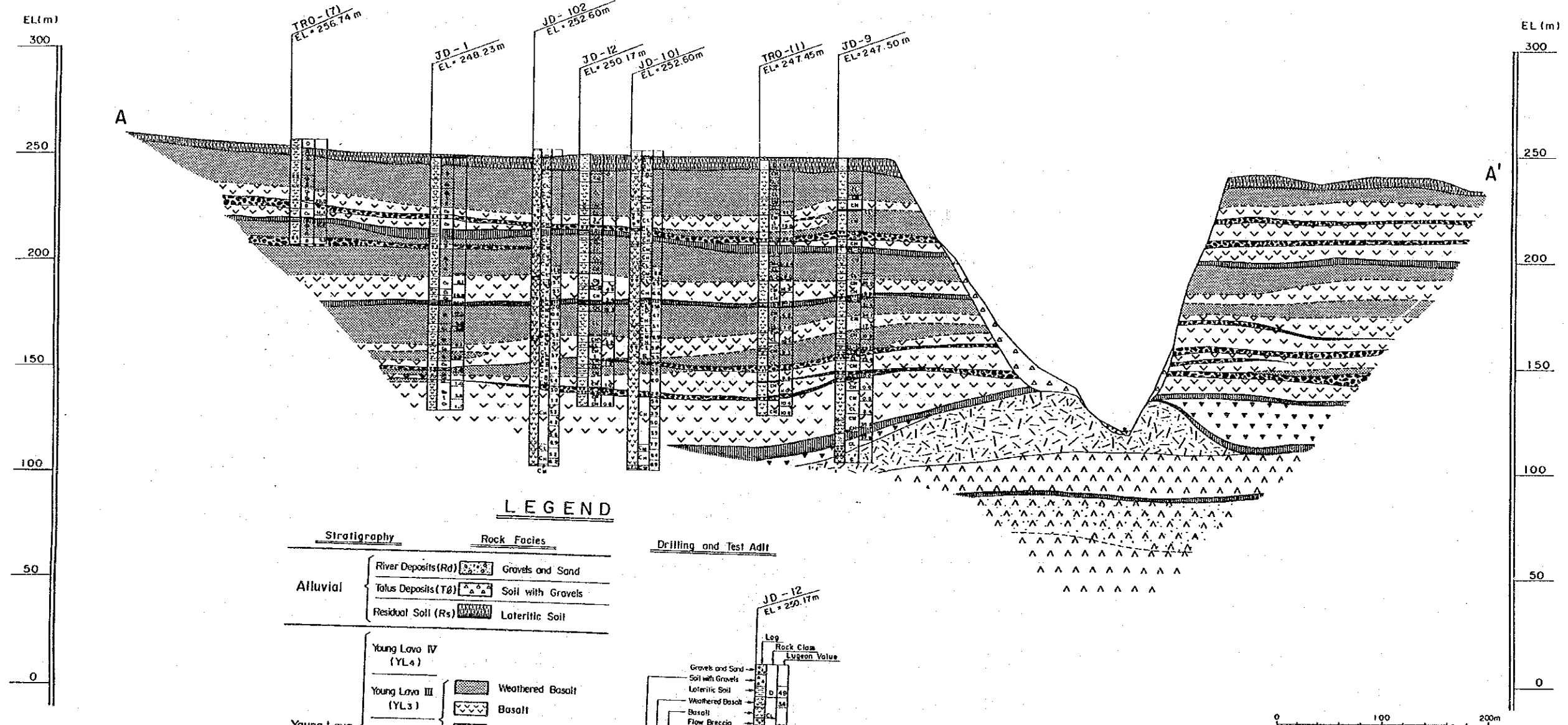
Orientation Distribution of Joints



ダムサイトの一般地質平面図

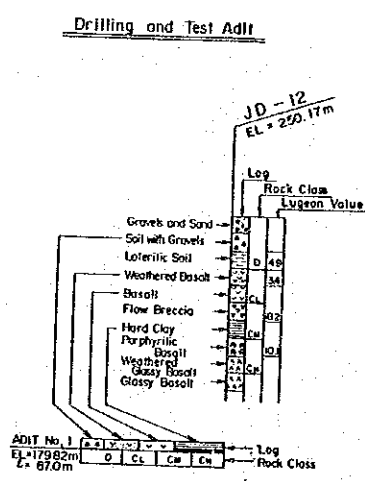
GOVERNMENT OF MAURITIUS  
 PORT LOUIS WATER SUPPLY PROJECT  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





LEGEND

Stratigraphy		Rock Facies	
Alluvial	River Deposits (Rd)	Gravels and Sand	
	Talus Deposits (Tt)	Soil with Gravels	
	Residual Soil (Rs)	Lateritic Soil	
Young Lava	Young Lava IV (YL4)	Weathered Basalt	
	Young Lava III (YL3)	Basalt	
	Young Lava II (YL2)	Flow Breccia	
	Young Lava I (YL1)	Hard Clay	
	Pyroclastic Flow (YL0)	Pyroclastic Flow	
Old Lava	Porphyritic Basalt (OL3)	Porphyritic Basalt	
	Glassy Basalt II (OL2)	Weathered Glassy Basalt	
	Glassy Basalt I (OL1)	Glassy Basalt	



ダムサイトの一般地質断面図



## 第3章 ダム

### 3.1 ダムサイト及びダム形式

計画ダムサイトは、グランド・リバー湾の河口から約6 km上流に位置している。計画ダムサイトの直下流、テレ・ルージュ川とプレイン・ウィルアム川の合流点より、グランド・リバー・ノース・ウエストが始まっている。ダムサイトは、テレ・ルージュ川とプロフォンデ川の合流点とグランド・リバー・ノース・ウエストの始点との間の、直線河道部に位置している。計画されているダムは、標高120mの河床から標高約250mの急勾配河岸の頂上までの、高低差約130mの深い峡谷を盛土するものである。

最も適切なダム形式については、既にフィージビリティ調査と基本設計のレビューを通して検討された。下記にその比較検討されたダム形式を示す。

- 重力式コンクリートダム
- アースフィルダム
- ロックフィルダム(中央コア型及び傾斜コア型)
- 表面遮水壁型ダム
- その他

以上を比較検討した結果、技術的及び経済的見地から最も適切なダム形式として、ロックフィルダム(中央コア型)が採用された。

また、以上の比較検討は、基本設計報告書に詳細に述べられている。下記にその検討の概要を示す。

- (i) 重力式コンクリートダムは、弱い基礎地盤のため建設工事費が高くなる。
- (ii) アースフィルダムは、ダムサイト付近より大量の均質である盛土材料を確保することが大変難しく、建設工事費が割高となる。
- (iii) 表面遮水壁型ダムにおいては、必然的に起こるダムの沈下に伴う上流側遮水壁への影響が、技術的な問題として取り上げられる。つまり、遮水壁は線で(断面では点で)支持されており、特に、計画ダムサイトのようにかなり風化されている基礎地盤を持つ場合、遮水壁を支持する基礎も力学的に均質でなくなり、かなり高い確率で遮水壁は不等沈下をおこし、ダムとしての致命的な損傷を引き起こす。また、建設工事費は、一般的な心壁のロックフィルダムに比べて割高になる。

(iv) ロックフィルダムにおいて、中央コア型と傾斜コア型とを比較検討したところ、最終的に中央コア型が以下の理由で採用された。

- ダムの沈下に対する心壁の挙動は、中央コア型のダム形式の方が著しく小さく、よりいっそう構造的に安定している。
- 中央コア型のダムにおいては、傾斜コア型のダムに比べ、ダム法面勾配を多少急にできるため、より経済的である。
- 傾斜コア型のダムは、工事工程において融通性があるという利点はあるものの、最終的に中央コア型のダムが、上記の二大利点によって採用された。

### 3.2 貯水容量及びダム標高

貯水池の水位-容量-面積曲線は、図-3.2.1に示されている。

水需要量より決定された有効貯水容量は6.3MCMであり、そのL.W.L.はEL.139.0mそしてH.W.L.はEL.189.0mである。尚、以上の水位は100年確立の堆砂と貯水池表面からの蒸発量を考慮して無効貯水容量を計算し決められている。

ダム標高は、計画洪水位に必要な余裕高を考慮して決定され、その計画洪水位は洪水吐堤頂長に応じて変化する。つまり、最も経済的なダム標高は、洪水吐堤頂長との関係によって決定されるべきである。ダム標高と洪水吐堤頂長との関係は、いくつかの洪水吐堤頂長を仮定し、洪水追跡計算を通して得られる。尚、洪水追跡計算には、可能最大洪水時の最大洪水流量 $1,890\text{m}^3/\text{s}$ を適用する。

ダム及び洪水吐の建設工事費と洪水吐堤頂長との関係は、図-3.2.2に示されている。それによると、最も経済的な組合せは洪水吐堤頂長90mとなる(洪水吐モデルテストの結果として、洪水吐堤頂長は最終的に92mに調整されている)。故に、計画洪水位はEL.193.5mとなる。

以下のようにしてダム標高をEL.196.0mとする。必要余裕高1.0mそして波浪による余裕高0.7m、つまり合計余裕高1.7mはダムの規準による最小余裕高2.0mより小さく、余裕高を2.0mとする。これは計画洪水位より高いコア頂部までとなる。ダム標高のEL.196.0mは、コア頂部より0.5m上がった所とする。

### 3.3 ダムのゾーニング

ダムは、中央コアを持つゾーニングされたロックフィルダムである。コア基礎から堤頂

までの高さは84m、堤頂長は 230mである。ダム標高EL.196mは、将来それを交通用道路として使用できるように10m幅にする。また、ダム安定解析によって、ダム上流側法面勾配は1:2.3そして下流側法面勾配は1:1.8とする。

ダムは、図-3.3.3に示されるようにメインダムとコファーダムからなっている。コファーダムは、ダムの上流側に位置し、遮水のための中央コア・ゾーン、フィルター・ゾーン及びロック・ゾーンの3ゾーンから構成される。また、メインダムもコファーダムと同じく3ゾーンから構成され、コファーダム直下流に盛土される。

ダムの総盛土量は約1.4百万 $m^3$ あり、図-3.3.3に見られるように5ゾーンから構成される盛土材料からなる。

- (i) 中央コア・ゾーン : 0.24 百万 $m^3$
- (ii) 細粒フィルター・ゾーン : 0.069 百万 $m^3$
- (iii) 粗粒フィルター・ゾーン : 0.063 百万 $m^3$
- (iv) 透水ロック・ゾーン : 0.99 百万 $m^3$
- (v) 表面リップラップ・ゾーン : 0.017 百万 $m^3$

中央コアの厚さは、基準により水深の30%以上を確保しなければならない。また、フィルターの厚さも基準によれば、最小厚は2.4~3.0mと規定しているが、望ましい厚さは3.6~4.2mとしている。利用可能なコア材料がMHソイルに属する細粒分の多い材料であることと、上記の基準を考慮して、細粒フィルター・ゾーンと粗粒フィルター・ゾーンから成る2つのフィルターを設置し、それぞれの厚さを3.0mとする。

### 3.4 ダム基礎掘削

図-3.4.1にダム基礎の掘削平面図を、図-3.3.4にダム軸上のダム縦断図を示す。ダム掘削平面図は以下の事を考慮して計画されている。

- (i) 中央コア・ゾーンとフィルター・ゾーンは、十分な水密性を確保し、不等沈下を避けるために堅固な基礎地盤に定着されなければならない。従って、表層及び強風化した部分は、堅固な基礎地盤が出るまで掘削されなければならない。
- (ii) ロック・ゾーンの基礎地盤は、草や木の根等の有機物を含むべきでなく、そのため全ての有機物を取り除くため表土を2~3mの厚さで掘削する。
- (iii) ロック・ゾーン基礎地盤には左岸側上流部及び右岸側下流部に崖錐堆積物が存在するが、これはすべて除去する必要はない。安定解析の結果影響を与えるもののみ除去

するものとする。

(iv) ダムサイトの地質は、堅固な玄武岩溶岩と強風化部分との互層となっており、ほぼ水平な層を形成している。特に、中央コア・ゾーン及びフィルター・ゾーンの基礎地盤上の強風化部分の表層は排除しなければならない。また、強風化部分による不等沈下及び中央コアへの損傷を避けるために基礎斜面の強風化部分が表われている部分は何らかの処置が必要である。

(v) 中央コアと基礎との接触を確実なものにするため、コア基礎地盤の掘削法面勾配は1:0.7より急な勾配にしてはならない。右岸ダム取付部付近の中央コアの掘削で非常に急な斜面となっているのは上記による。

### 3.5 ダム堤体材料

#### (1) 中央コア材料

中央コア材料の土取り場は、図-3.5.1に示されているようにダムサイト上流の右岸側に位置している。この土取り場は、フィージビリティ・スタディの段階でいくつかの土取り場候補地を上げそれらの調査を通して選ばれた。

詳細設計では、試掘、サンプリング及び室内試験を含んだ土取り場を選択するための追加調査を実施した。

室内試験では、(1)比重、(2)自然含水比、(3)粒径分析、(4)液性限界、(5)塑性限界、(6)溶解塩分析、(7)突固め試験、(8)透水試験、(9)三軸せん断試験、(10)圧密試験を行なった。

室内試験結果は、表-3.5.1～3.5.3に要約されている。

室内試験結果に基づくと、中央コア材料の設計値は以下のようになる。

#### 中央コア材料の設計値

— 比 重	.....	2.88
— 自然含水比	.....	40 %
— 乾燥密度	.....	1.23 t/m <sup>3</sup>
— 湿润密度	.....	1.72 t/m <sup>3</sup>
— 飽和密度	.....	1.8 t/m <sup>3</sup>
— 水中密度	.....	0.8 t/m <sup>3</sup>
— 透水係数	.....	1 × 10 <sup>-5</sup> cm/sec
— 粘着力 C	.....	0 t/m <sup>2</sup>
— 内部摩擦角 φ	.....	30°

上記設計値は、以下のようにして求められる。

比重 (Gs) :

比重は、表-3.5.1に示されている室内試験結果の平均値とする。

自然含水比 (Wn) :

自然含水比もまた、表-3.5.1に示されている室内試験結果の平均値とする。

乾燥密度 ( $\gamma_d$ ) :

乾燥密度は表-3.5.1に示されている室内試験結果の最大乾燥密度の平均値の95%とする。

湿潤密度 ( $\gamma_t$ ) :

湿潤密度は、次式によって計算される。

$$\gamma_t = \gamma_d(1 + Wn/100)$$

飽和密度 ( $\gamma_{sat}$ ) :

飽和密度は、次式によって計算される。

$$\gamma_{sat} = \gamma_d(1 + \gamma_w / \gamma_d - 1 / Gs)$$

$$\gamma_w = 1.0 \text{ t/m}^3$$

水中密度 ( $\gamma_{sub}$ ) :

水中密度は、次式によって計算される。

$$\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$\gamma_w = 1.0 \text{ t/m}^3$$

透水係数 (K) :

表-3.5.1に示されている試験結果によると、その透水係数は $1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ より小さい。故に、中央コアの透水係数の設計値としては安全側に考え $1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ を採用する。

強度定数 ( $C'$ 、 $\phi'$ ) :

粘着力及び内部摩擦角は、表-3.5.1に示されている試験結果より多少小さめにそれらの設計値を決める。

中央コア材料の粒度曲線は、図-3.5.3に示されている。コア材料は細粒分を多く含んでいる。溶解塩分析の結果、100~250parts/millionの範囲で、その平均は175parts/millionとなる。分散性土は、その溶解塩分析値が2,000~2,500parts/millionであることから、中央コア材料は分散性土でないことがわかる。

さらに、試験結果によれば、コア材料は以下の条件下で盛土されなければならない。細粒分の割合が90%以上を占めているコア材料は、雨季期間中はそのトラフィカビリティーが非常に悪い。この理由によって、盛土工事は乾季に限られる。コア材料の自然含水比は最適含水比に近いいため、乾季でも現場で簡単に現場含水比を調整できる。

品質管理においては、一般的にコア材料は、最大乾燥密度  $\gamma_{dmax}$  の95%以上で締固められる。十分な締固め効果を上げるために必要とされる含水比の範囲あるいは最大乾燥密度の95%以上の乾燥密度が、現場では最適含水比からその+3%までの範囲にある。これは、もしかすると過剰締固めになるかもしれない。盛土材料が最適含水比より湿気側3%以上で締固められると十分なトラフィカビリティーを確保することは不可能となる。また、最適含水比より乾気側2~3%で締固められると、今回プロジェクトで使用される様な細粒分を多く含む土質材料での盛土では、堅くもろい締固め状態になる。故に、最適含水比より2~3%高い状態での締固めがクラックの発生もなく最適な締固め効果をあげる。

## (2) フィルター及びロック材料

フィルター材は、図-3.5.1に示されているロック材料と同じ原石山から取ることが計画されている。フィルター材の室内試験結果は表-3.5.4に示されている。材料の比重は、絶乾状態での平均で2.891、表乾状態での平均で2.913である。吸水率は0.65~0.93%の範囲であり、その平均で0.75%となる。硫酸塩ナトリウムを使った安定性試験による重量損失率は、平均で2.3%である。また、ロスアンゼルス試験機を使った削磨による重量損失率は、平均で16.5%である。以上の材料特性より、フィルター材として十分である。

以前にも述べたように、利用可能な中央コア材料は細粒分を多く含んだMHソイルに属し、パイピングの原因となる水みちが出来易い。コア材料の水みちやパイピングを防止するために、フィルターの設計には特別な処置がされなければならない。細粒フィルターと粗粒フィルターから成る二重フィルターを設ける。コア材料及びロック材料の粒径を考慮した、細粒フィルター及び粗粒フィルターの最適粒度組成は以下のようになる。

細粒フィルター

粒径 (mm)	百分率 (%)
0.075	0
0.2	15
1.2	50
1.7	60
3.5	85
5.0	100



粗粒フィルター

粒径 (mm)	百分率 (%)
0.075	0
3.4	15
5.0	20
24.5	50
36.0	60
70.0	85
100.0	100

各フィルター材の適正粒度曲線は、図-3.5.4に中央コア及びロック材料のそれらと共に示されている。

上記の適正質量百分率の決定については、フィルター設計における以下のような基準による。

- (a) フィルター材は、非粘性土で粒径0.075 mm以下の質量百分率が5%以下であること。
- (b) フィルターとして自然界の最細粒径土に対しても安全側に働くように、細粒フィルター材料の15%粒径が0.5 mm又はそれ以下であること。
- (c)  $D_{15} / d_{15} > 5$   
 ここで、 $D_{15}$  : フィルター材の質量百分率が15%に相当する粒径  
 $d_{15}$  : フィルターによって保護された材料の質量百分率が15%に相当する粒径
- (d)  $D_{15} / d_{85} < 5$   
 ここで、 $D_{15}$  : フィルター材の質量百分率が15%に相当する粒径  
 $d_{85}$  : フィルターによって保護された材料の質量百分率が85%に相当する粒径
- (e) 細粒及び粗粒フィルター材の適正粒度曲線は平行であり、それぞれもまたコア材の適正粒度曲線と平行であることが望ましい。ロック材の適正粒度曲線もまた、粗粒フィルター材料の適正粒度曲線と平行であることが望ましい。
- (f) 粒度曲線の上限及び下限もまた、それぞれの適正粒度曲線に平行であることが望ましい。

図-3.5.4のDaからDhは、上記の基準に従って以下のように決められる。

- Da

Daは上記基準(a)に従って0.075mm、Daの質量百分率は5%である。

- Db

Dbは上記基準(b)に従って0.5mm、Dbの質量百分率は15%である。

- Dc、De、Df

DcからDfは上記基準(c)と(d)に従って、それぞれDc=1.0mm、De=17.5mm、Df=17.0mmとなる。しかしながら、DcとDeは細粒フィルター材及びロック材の範囲に影響され、DcとDeは約2mmと8mmと決められる。そしてDcからDfの質量百分率は15%である。

- Dg

Dgは上記基準(f)とDhによって決まる。Dgは約70mmと思われ、その質量百分率は15%である。

- Dh

Dhは現場でのロック・ゾーン敷均し厚さによって決まる。一般に、ロック・ゾーンのローリング厚さは1m以下とされ、Dhは1.0mにすべきであり、その質量百分率は100%とする。

フィルター及びロック材料の設計値は、表-3.5.6に示されている。設計値の決定には、以下のことに基づいている。また、フィルター及びロック材料の室内試験結果は、表-3.5.4及び表-3.5.5に示されている。フィルター材料の室内試験は、新鮮硬岩にて行なわれた。また一方、ロック材料は、風化部分を含んだ原石山よりボーリングマシンにてコアを採取して試験されたが、コアは多少ドリリング作業でみだされている。フィルター材料の試験結果より比較的に高い品質の材料であることがわかる。設計値は、上記の2種の試験結果を基に以下のように決める。

#### 比重 (G<sub>s</sub>) :

フィルター及びロック材料の比重の設計値は、風化岩の試験結果を除いた表-3.5.4及び表-3.5.5の室内試験結果の平均とする。

#### 水吸収率 (W) :

フィルター及びロック材料の水吸収率は、表-3.5.5の風化岩の試験結果を除いた室内試験結果の平均である2.0%とする。表-3.5.4の試験結果は、安全側の設計をするため考慮しないものとする。

#### 乾燥密度 (γ<sub>d</sub>) :

乾燥密度については、過去の例に基づいて次のように決める。

日本のダムの実績による乾燥密度は、1.6~2.3 t/m<sup>3</sup>である。今までの殆どの乾燥密度は約2.1 t/m<sup>3</sup>に密集していて1.9 t/m<sup>3</sup>以上である。ゆえに、ロック材料の乾燥密度の設計値は、2.1 t/m<sup>3</sup>とする。

細粒フィルター材料の乾燥密度の設計値は、フィルター材料の粒度組成がロック材料のそれより粒度がよくないことを考慮して $1.9\text{t/m}^3$ とする。粗粒フィルター材料の乾燥密度は、細粒フィルター材料とロック材料の平均値である $2.0\text{t/m}^3$ を採用する。

#### 湿潤密度 ( $\gamma_t$ ) :

湿潤密度は、次式によって計算される。

$$\gamma_t = \gamma_d(1 + W/100)$$

以上より、それぞれの湿潤密度は、細粒フィルター材料で $1.94\text{t/m}^3$ 、粗粒フィルター材料で $2.04\text{t/m}^3$ 、ロック材料で $2.14\text{t/m}^3$ となる。

#### 水中密度 ( $\gamma_{sub}$ ) :

水中密度は、次式によって計算される。

$$\gamma_{sub} = \gamma_d(1 + \gamma_w / \gamma_d - 1 / G_s) - \gamma_w$$

$$\gamma_w = 1.0\text{t/m}^3$$

以上より、それぞれの水中密度は、細粒フィルター材料で $1.23\text{t/m}^3$ 、粗粒フィルター材料で $1.30\text{t/m}^3$ 、ロック材料で $1.37\text{t/m}^3$ となる。

#### 透水係数 (K) :

透水係数の設計値は、透水係数が粒度によって決められているクリーガーの値に基づいている。しかしながら、クリーガーによって仮定されている均等係数は、本プロジェクトのフィルター材料及びロック材料のそれより小さく、故に実際はクリーガーの透水係数より小さくなる。以上より、各々の透水係数は、細粒フィルター材料で $1 \times 10^{-3}\text{cm/sec}$ 、粗粒フィルター材料で $1 \times 10^{-2}\text{cm/sec}$ 、ロック材料で $1 \times 10^{-1}\text{cm/sec}$ とする。

#### 強度定数 ( $C'$ 、 $\phi'$ ) :

粘着力( $C'$ )及び内部摩擦角( $\phi'$ )の設計値は、圧密排水状態で行われた大型直接剪断試験の結果に基づく。図-3.5.5及び図-3.5.6に示されているように、ロック材料の試験結果は、粘着力で $0.14\text{kg/cm}^2$ そして内部摩擦角で $42$ 度である。この試験結果に基づいて、それぞれの設計値は、安全側に考えて粘着力で $0\text{kg/cm}^2$ そして内部摩擦角 $40$ 度とする。

フィルター材料の乾燥密度はロック材料のそれより小さく、故にフィルター材料の強度定数もロック材のそれより小さくなる。故に、細粒フィルター材料の粘着力は $0\text{kg/cm}^2$ そして内部摩擦角は $36$ 度、また粗粒フィルター材料の粘着力は $0\text{kg/cm}^2$ そして内部摩擦角は $38$ 度とする。

### 3.6 ダム安定解析

#### 3.6.1 解析手法

ダム法面の安定は、いくつかの円弧状のすべり面を仮定し、このすべり面と斜面とに挟まれる部分が滑動を起こそうとするときの安全率を求め、斜面が安定を保つか否かを検討する円形すべり面法で解析する。

安全率は、次式によって求められる。

$$F_s = \frac{\Sigma \{C \times L + (N - U - N_e) \times \tan \phi\}}{\Sigma (T + T_e)}$$

ここに、

$F_s$  : 安全率

$N$  : 各スライスのすべり面上に働く、荷重の垂直分力

$T$  : 各スライスのすべり面上に働く、荷重の接線分力

$U$  : 各スライスのすべり面上に働く、間隙水圧

$N_e$  : 各スライスのすべり面上に働く、地震時慣性力の垂直分力

$T_e$  : 各スライスのすべり面上に働く、地震時慣性力の接線分力

$\phi$  : 各スライスのすべり面における材料の内部摩擦角

$C$  : 各スライスのすべり面における材料の粘着力

$L$  : 各スライスのすべり面における円弧長

$\Sigma$  : 全スライスの合計

常時における安全率は、上記の式に  $N_e = 0$  及び  $T_e = 0$  を代入することで求められる。  
荷重の垂直分力 ( $N$ ) 及び荷重の接線分力 ( $T$ ) は、次式で求められる。

$$N = W \cos \theta + P_n = W \cos \theta + P \sin \theta$$

$$T = W \sin \theta + P_t = W \sin \theta + P \cos \theta$$

ここに、

$\theta$  : スライス面の接線と水平線との角度

$W$  : スライスの鉛直力

$$W = (D_{1wet} \cdot h_1 + D_{1sat} \cdot h_2 + D_{2sat} \cdot h_3) \Delta X$$

または、

$$W = (D_{2wet} \cdot h_4 + D_{2sat} \cdot h_5) \Delta X$$

ここで、

$\Delta X$  : スライス幅

$D_{iwet}$  : 材料(i)の湿潤密度

$D_{isat}$  : 材料(i)の飽和密度

$h_i$  : 材料(i)のスライス高さ

$P$  : スライスの両側における水圧差

$$P = D_w(h_2 + h_3 - \Delta X / 2 \times \tan \theta) \times \Delta X \times \tan \theta \\ = (h_2 + h_3) \times \Delta X / 2 \times \tan \theta \quad (D_w = 1.0 \text{ t/m}^3)$$

地震時慣性力の垂直分力及び接線分力は、次式で求められる。

$$N_e = W \times K \times \sin \theta$$

$$T_e = W \times K \times \cos \theta$$

ここに、

$K$  : 地震水平震度

以上に付け加えて、非粘性土の表層スベリの安全性も検討する必要がある。

非粘性土の表層スベリの安全率は、次式によって求められる。これらの式は、半無限に広がった斜面で、半無限の半径を持つ円形スベリ面を仮定して、円形スベリの方程式より導かれる。

(a) 水中に存在する斜面 (上流部法面)

$$F_s = \frac{m - K \times R}{1 + K \times R \times m} \times \tan \phi$$

(b) 水面より上部にある斜面 (下流部法面)

$$F_s = \frac{m - K}{1 + K \times m} \times \tan \phi$$

ここに、

$F_s$  : 安全率

$m$  : 法面勾配 (1 : m)

$K$  : 地震水平震度

$\phi$  : 内部摩擦角

$R$  :  $D_{sat} / D_{sub}$

$D_{sat}$  : 材料の飽和密度

$D_{sub}$  : 材料の水中密度 ( $D_{sat} - 1.0$ )

### 3.6.2 設計値

ダム安定解析の設計値は、建設材料の現場調査結果をもとに決める。「3.5 ダム堤体材料」で設計値の決定について述べている。以下に、設計値を示す。

堤体材料の設計値

項 目	コア材	フィルター材		ロック材
		細 粒	粗 粒	
比 重 (絶乾状態)	2.88	2.87	2.87	2.87
自然含水比 (%)	40.00			
水吸水率		2.00	2.00	2.00
乾燥密度 (t/m <sup>3</sup> )	1.23	1.90	2.00	2.10
湿潤密度 (t/m <sup>3</sup> )	1.72	1.94	2.04	2.14
飽和密度 (t/m <sup>3</sup> )	1.80	2.23	2.30	2.37
水中密度 (t/m <sup>3</sup> )	0.80	1.23	1.30	1.37
透水係数 (cm/sec)	1×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1×10 <sup>-1</sup>
強度定数				
粘着力 (C') (t/m <sup>2</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00
内部摩擦角 (φ') (度)	30.00	36.00	38.00	40.00

ロック・ゾーンには掘削されていない崖錐堆積物が存在し、ダム設計における安定解析にこれを考慮しなければならない。崖錐堆積物の設計値は、安全側に考えて細粒フィルター材の設計値と同じとする。また、粗粒フィルター材の設計値については、設計計算上安全側を考慮して細粒フィルター材と同じ設計値とする。

地震係数については、解析にKh=0.05を考慮する。これは、地震が起こらない地域でも最低Kh=0.05を考慮しなければならないという基準に従うものとする。

ダムの安全率は、基準に従って1.2以上を守らなければならない。

### 3.6.3 解析ケース

#### (1) 現計画及び拡張計画

現プロジェクトでは、拡張にダムの嵩上げをする場合を想定して設計する。

ダムの安定及びダム法面は、現計画及び拡張計画を考慮して検討する。また、主コフエーダムの安全性もまた、再確認されなければならない。

故に、ダム安定は以下の3ケースについて検討する。

- (a) 現計画 (ダム標高EL.196.0m)
- (b) 拡張計画 (ダム標高EL.215.0m)
- (c) 主コフエーダム (ダム標高EL.155.5m)

## (2) 荷重状態

ダムは、その安全性を確実にするために、多種多様の荷重状態で検討されなければならない。基準に従って、ダム安定計算は以下の荷重状態で検討する。

- (a) 貯水池常時高水位+地震時荷重 ( $K_h=0.05$ )
- (b) 水位急低下+地震時荷重 ( $K_h=0.05$ )
- (c) ダム完成直後+地震時荷重 ( $K_h=0.025$ )
- (d) 計画洪水水位 (地震時荷重考慮せず)

## (3) 解析断面

崖錐堆積物は、上流側左岸ロック・ゾーン基礎及び下流側右岸ロック・ゾーン基礎に存在しており、そこは非常に円形スベリ破壊が起こりやすい。

故に、以下の解析断面が考えられる。

- (a) 上流側ダム法面勾配の検討のために、崖錐堆積物を含んだ左岸側ダム解析断面
- (b) 下流側ダム法面勾配の検討のために、崖錐堆積物を含んだ右岸側ダム解析断面

### 3.6.4 解析結果

コンピューター計算によって、各ケースにおいていろいろな破壊スベリ面を仮定し、安全率を求め、各ケースの最小安全率を示す。その結果を、表-3.6.1から表3.6.4に要約する。最小安全率が計算された所で破壊スベリ面が発生する恐れがあり、図-3.6.1から図-3.6.5に示されている。

以上の結果で、上流側ダム法面勾配を1:2.3及び下流側ダム法面勾配を1:1.8に設定すれば、安全率は1.2以上となり、法面安定は確保される。

上記のダムの法面勾配で、表層スベリの安定性においてもまた、以下のように安定している。

#### 水中に存在する斜面（上流部法面）

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{m - K \cdot R}{1 + K \cdot R \cdot m} \times \tan \phi \\ &= \frac{2.3 - 0.05 \times \frac{2.37}{1.37}}{1 + 0.05 \times \frac{2.37}{1.37} \times 2.3} \times \tan 40^\circ \\ &= \frac{2.213}{1.199} \times 0.839 = 1.548 > 1.2 \end{aligned}$$

#### 水面より上部にある斜面（下流部法面）

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{m - K}{1 + K \cdot m} \times \tan \phi \\ &= \frac{2.3 - 0.05}{1 + 0.05 \times 2.3} \times \tan 40^\circ \\ &= 1.693 > 1.2 \end{aligned}$$

### 3.7 ダム基礎軟弱層の応力解析

#### 3.7.1 概 要

ダムサイトの両側取付部の地質は、堅固な玄武岩層と強風化を受けた軟弱層の水平な互層となっている。

図-3.7.1に、堅固な玄武岩層、強風化を受けた軟弱層及び除去されなければならない崖錐堆積物の地質状態を示す。このような基礎上にコア材の重量が載荷された場合に、不等沈下を起こし、コア材にクラック等のトラブルが発生する可能性がある。

上記の軟弱層による影響を把握するためと効果的な対策を検討するために、有限要素法による変形、応力解析を実施する。

応力解析は、図-3.7.2に示されるモデルで検討される。解析に使用される弾性係数は、岩盤強度試験を基に仮定し、下記のような値とする。



弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	
堅固玄武岩	55,000
軟弱層	2,000
コア材料	500

コア材料の単位体積重量は、コア材料の飽和密度である1.8 t/m<sup>3</sup>とする。また拡張計画を考慮して、ダム基礎の上に載荷されるコア材料の高さは約80mとする。

堅固な玄武岩及び強風化を受けた軟弱層の単位体積重量は、解析結果にあまり大きな影響を与えないとして軽視されている。

### 3.7.2 解析結果

軟弱層による影響を把握するために、変形及び応力解析を以下の2ケースについて実施する。

ケース (i): ダム基礎が堅固な玄武岩のみで構成される場合

ケース (ii): ダム基礎が堅固な玄武岩と強風化を受けた軟弱層の互層で構成される場合 (図-3.7.2 参照)

ケース (i) 及び ケース (ii) の応力解析結果を、図-3.7.3 及び 図-3.7.4 に示す。

変形は、下記のように計算される。

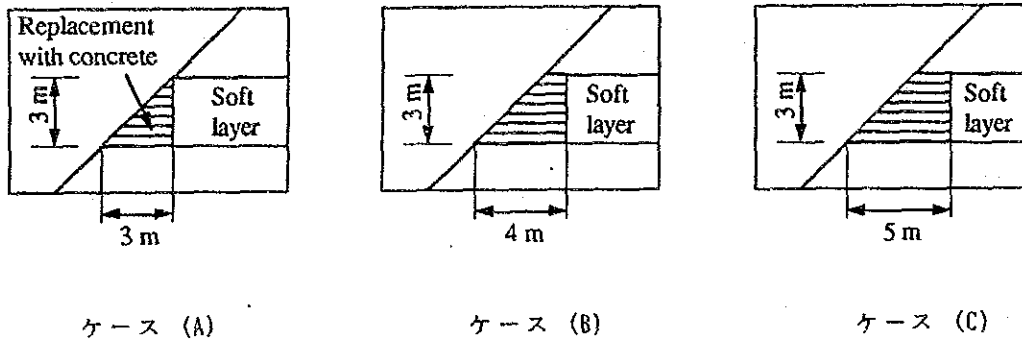
点番号	変位 (m)	
	ケース (i)	ケース (ii)
34	$-2.188 \times 10^{-4}$	$-2.09 \times 10^{-4}$
40	$-4.873 \times 10^{-4}$	$-5.50 \times 10^{-3}$
46	$-7.466 \times 10^{-4}$	$-1.03 \times 10^{-2}$
52	$-9.746 \times 10^{-4}$	$-1.06 \times 10^{-2}$
58	$-1.166 \times 10^{-3}$	$-7.05 \times 10^{-3}$
64	$-1.321 \times 10^{-3}$	$-4.21 \times 10^{-3}$

上記の結果より、強風化を受けた軟弱層で著しい変形がみられる。

ダム基礎全体が堅固な玄武岩のみで構成されているケースについての応力解析結果図-3.7.3によると、ダム基礎及び中央コアにも引張りが生じていない。しかしながら、ダム

基礎が軟弱層を挟んだケースについての応力度解析結果によると、軟弱層の変形にともなう、軟弱層の上側の堅固玄武岩層が片持梁作用を受け引張り応力が発生している。これは、上部玄武岩層の破壊とコア材料のクラック発生の可能性を示唆するものであり、対策が必要である。

上記に対する対策として、軟弱層をコンクリートで置換することを考え、置換する規模の検討を有限要素法によって、以下の3ケースについて行う。



上記の3ケースにおける応力解析結果は、図-3.7.5、図-3.7.6そして図-3.7.7に示されている。

これらによると、ケース(A)そしてケース(B)においては、軟弱層の上側の堅固玄武岩層に、未だ引張り応力が生じているが、ケース(C)ではそれが生じなくなっている。

以上の解析結果より、軟弱層をその層厚の約1.7倍の深さ(軟弱層の底部表面よりの深さ)までコンクリートで置換すれば上部玄武岩層の引張り応力は消え、安全が確保される。

上記の検討結果を考慮して、ダム基礎処理設計では、中央コア・ゾーンの軟弱層をその層厚の2倍の深さまでリーソ・コンクリートで置換する。

### 3.8 ダム堤体の漏水解析

#### 3.8.1 概要

ダムサイトの地形は、右岸側ダム取付部では約50~60度の急勾配な河岸をなし、また左岸側ダム取付部では約35度の比較的緩い勾配をなす河岸で形成されている。河床では堅固な玄武岩が露出しており、兩岸のダム取付部は表土及び崖錐堆積物で覆われている。

中央コアは、表土、崖錐堆積物及び強風化した部分を取り除いたうえに、強風化した軟弱層をコンクリートで置換した上に盛土される。

中央コアの基礎を通しての過大な漏水及びパイピングを避けるため、カーテン・グラウチングをコアの下部、ダム基礎内に2列配置の孔間隔2 mで実施する。

上記のダム基礎処理によって、ダム基礎からの過大な漏水及びパイピングは避けられる。しかしながら、ダム基礎を通しての漏水は、ダムの安全性を確保する上で最も重要な要素の一つであるため、ダム堤体及びその基礎を通しての漏水及び浸透解析を行う。

### 3.8.2 漏水解析

漏水解析は、有限要素法による浸透流解析を行なう。各要素の透水係数は、以下のよう  
に仮定する。

解析用透水係数

項 目	透水係数 (cm/sec)
—中央コア	
水 平	$1 \times 10^{-5}$
垂 直	$1 \times 10^{-6}$
—グラウト・カーテン	$5 \times 10^{-5}$
—基礎（コア下部）	$1 \times 10^{-4}$
—基礎（グラウト・カーテンより深い部分）	$1 \times 10^{-5}$

上記の解析用透水係数は、地盤調査そして材料調査に基づくものである。しかしながら、グラウト・カーテンの透水係数についてはやや安全側に設定する。つまり、グラウト・カーテンによってコア下部基礎の透水係数は $1 \times 10^{-4}$  cm/secから $5 \times 10^{-5}$  cm/secに小さくなると仮定している。

解析は、2次元的な解析であり、図-3.8.1に示されるようにダムの5断面について行う。

解析モデルは、図-3.8.2～図-3.8.6に5断面示されている。また、浸透流の解析結果は、図-3.8.7～図-3.8.11に示されている。

#### (1) パイピングの検討

パイピングは、浸透力によって土粒子が流失し、地盤内にパイプ状の孔や水みちができ

る現象をいい、ダム堤体の破壊につながる。

パイピングの可能性は、ジャスティンの方法によって試験する。ジャスティンの方法は、土質の粒径による浸透流速の上限をあたえるものである。この上限値はパイピングをひき起こす限界流速と呼ばれるもので、浸透流速がこの限界流速を越えると土粒子が動きはじめる。

限界流速は、次式によって計算される。

$$V_c = \left\{ \frac{2}{3} (G_s - 1) \cdot d \cdot g \right\}^{0.5}$$

ここに、

$V_c$  : 限界流速 (cm/sec)

$G_s$  : 土粒子真比重 (= 2.6)

$d$  : 粒径 ( $d_{10} = 0.0001\text{mm} = 0.00001\text{cm}$ )

$g$  : 重力加速度 ( $980\text{cm/sec}^2$ )

故に、限界流速は以下のように計算される。

$$\begin{aligned} V_c &= \left\{ \frac{2}{3} (G_s - 1) \cdot d \cdot g \right\}^{0.5} \\ &= \left\{ \frac{2}{3} (2.6 - 1) \times 0.00001 \times 980 \right\}^{0.5} \\ &= 1.02 \times 10^{-1} \text{ (cm/sec)} \end{aligned}$$

一方、有限要素法による浸透流解析の結果、それぞれの検討断面での最大浸透流速 ( $V_a$  cm/sec) は以下のように計算される。

最大浸透流速

断面番号 (ステーション番号)	要素No.	最大浸透流速 $V_a$ (cm/sec)
I (4)	52	$0.13 \times 10^{-3}$
II (8)	48	$0.15 \times 10^{-3}$
III (12)	41	$0.24 \times 10^{-3}$
IV (16)	49	$0.23 \times 10^{-3}$
V (20)	56	$0.22 \times 10^{-3}$

基準によれば、パイピングの安全率は以下を規定している。

$$F = V_c / V_a \geq 100 \quad (F : \text{安全率})$$

安全率は、以下のように計算される。

断面番号 (ステーション番号)	要素番号	$V_c$ (cm/sec)	$V_a$ (cm/sec)	$F = V_c / V_a$
I (4)	52	$1.02 \times 10^{-1}$	$0.13 \times 10^{-3}$	785
II (8)	48	$1.02 \times 10^{-1}$	$0.15 \times 10^{-3}$	680
III (12)	41	$1.02 \times 10^{-1}$	$0.24 \times 10^{-3}$	425
IV (16)	49	$1.02 \times 10^{-1}$	$0.23 \times 10^{-3}$	443
V (20)	56	$1.02 \times 10^{-1}$	$0.22 \times 10^{-3}$	464

上記の安全率より、どの検討断面においても十分 100以上の安全率が確保されており、パイピングについては問題ない。

## (2) 浸透流量の検討

浸透流量は、図-3.8.1に示されている5断面について行った浸透流解析に基づく。

ダム堤体及びその基礎を通しての浸透流量の合計は、 $86.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sec}$  として以下のように計算される。

### 浸 透 流 量

断面番号 (ステーション番号)	幅 (m)	単位浸透流量 (l/sec/m)		合計浸透流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	
		コア	基礎	コア	基礎
I (4)	30	$1.4 \times 10^{-2}$	$0.8 \times 10^{-2}$	$4.2 \times 10^{-4}$	$2.4 \times 10^{-4}$
II (8)	50	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$11.0 \times 10^{-4}$	$5.5 \times 10^{-4}$
III (12)	30	$4.2 \times 10^{-2}$	$0.8 \times 10^{-2}$	$12.6 \times 10^{-4}$	$2.4 \times 10^{-4}$
IV (16)	50	$3.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$19.5 \times 10^{-4}$	$6.5 \times 10^{-4}$
V (20)	45	$3.4 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$15.3 \times 10^{-4}$	$6.8 \times 10^{-4}$
合計	200			$62.6 \times 10^{-4}$	$23.6 \times 10^{-4}$

以上の結果より、ダム堤体及びダム基礎からの浸透流量は $86.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sec}$  となり、河の年平均流入量約  $1.8 \text{ m}^3/\text{sec}$  の約 0.5% にあたる。これは、基準で定められている全漏水量は河の年平均流入量の 1% 以下であることを十分満足している。

また基準によれば、1日の浸透流量も規定しており、それは貯水池の全貯水容量の 0.05% 以下でなければならない。

1日当たりの浸透流量 .....	745m <sup>3</sup> /day
貯水池の全貯水容量 .....	6.7×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

よって、

$$\frac{\text{1日当たりの浸透流量}}{\text{貯水池の全貯水容量}} \times 100 \dots\dots\dots 0.01\% < 0.05\%$$

### 3.9 ダムサイト左岸側の浸透解析

#### 3.9.1 概 要

図-3.9.1にダムサイトとその周辺的一般平面を示す。これによると、ダムサイトの左岸側は、ダムが建設計画されているテレ・ルージュ川とテレ・ルージュ川の南を流れているプレイン・ウィリアム川との間の比較的薄い台地に位置する。

この薄い台地の地質調査によれば、この地域の透水係数は約 $1 \times 10^{-4}$ cm/secであり、また溶岩トンネルのような大きな空間は存在しないように思われる。しかしながら、この調査で地下水位の低い個所がみつかり、これは、水平方向に限られた幅を持つある局部的な範囲において比較的高い透水係数の存在を意味し、対策としては台地に沿ってリム・グラウチングを実施する必要がある。

故に、台地に沿ってリム・グラウチングを行う設計をする。このリム・グラウチングは、必要性のない部分は省略し、必要性のある部分については密にグラウチングを行うことができるスプリット・スペイシング法とする。

以上のリム・グラウチングは、比較的高い透水係数を持つ部分を十分改良することが考えられるが、貯水後左岸側の漏水については検査が必要となる。

#### 3.9.2 浸透解析

ダム軸に沿い、左岸側を含んだ地質断面は、図-3.9.2に示されている。地下水位の低い個所は、図-3.9.2に示されているボーリングNoJD-12の近くで見つかり、つまり、比較的透水係数の高い部分は、テレ・ルージュ川からプレイン・ウィリアム川の方向に走っており、ボーリングNoJD-12の近くのEL.130mからEL.140m付近と考えられる。

しかしながら、解析では、これらの高い透水係数の部分は全てリム・グラウチングされるという仮定で行われる。

二次元浸透流解析は、図-3.9.1に示すように断面A-A、B-BそしてC-Cの3断面について行う。これらの断面の地質図は、図-3.9.3に示されている。

浸透流解析モデルは、図-3.9.4から図-3.9.6に示されており、その各要素の透水係数値は以下のように仮定される。

解析用透水係数

項 目	透水係数 (cm/sec)
-既存左岸層	$1 \times 10^{-4}$
-リム・グラウト・カーテン	$7 \times 10^{-5}$
-古い溶岩層 (リム・グラウト・カーテン下部)	$1 \times 10^{-5}$

上記の解析用透水係数において、リム・グラウト・カーテンのそれは安全側に $7 \times 10^{-5}$  cm/secに設定する。しかしながら、実際はリム・グラウティングの効果はそれ以上のものである。

浸透流解析結果は、次のとおりである。

断 面	浸透流量 (m <sup>3</sup> /日/m)
A-A	0.24
B-B	0.35
C-C	0.64

上の結果に見られるように、動水勾配の上昇に従って浸透も増えている。故に、断面A-Aより上流部では極わずかな浸透しかないと仮定すると、浸透流量の合計は、およそ以下ようになる。

$$V = 450\text{m} \times (0.24 + 0.35 + 0.64) / 3 = 185\text{m}^3/\text{日}$$

この1日当たりの浸透流量は、貯水池の全貯水容量の0.003%に値する。

ダムサイトからの1日当たりの浸透流量は、ダム堤体及びダム基礎から745m<sup>3</sup>/日と左岸側から185m<sup>3</sup>/日で、合計930m<sup>3</sup>/日となる。これは、全貯水容量の0.014%で、基準の0.05%を十分満足している。

最大浸透流速は、解析結果より断面C-Cの要素No.108で2.04cm/日となる。これは、 $0.24 \times 10^{-4}$  cm/secとなり、ダムの最大浸透流速よりかなり小さくパイピングの安全率もダムの場合に比べかなり大きく問題ない。

### 3.10 ダム基礎処理

玉石混り表土そして岩盤の表面にあるゆるい岩は、中央コア・ゾーン及びフィルター・ゾーンの基礎部から取り除かれなければならない。

岩盤は、80m高さのロック・フィルダムを支持するのに十分強いものでなければならず、強風化した軟弱層においても同様である。問題はむしろ、堅固な玄武岩層と強風化した軟弱層の異なる強度をもつ互層構造にあると思われる。これは、基礎の不等沈下による岩盤もしくは堤体へ有害な引張りを発生させる原因となる。これについては、岩盤強度試験の結果を利用した有限要素法にて検討した。基礎の不等沈下においては、強風化した軟弱層厚の2倍の深さまでコンクリートで置換することによって防ぐことができる。図-3.10.1に上記のコンクリートの置換による基礎処理方法が示されている。

ダム基礎及びダムの取付部からの浸透水は、一般的なセメント・グラウチングによって止水できる。このカーテン・グラウチングは、グラウト・テスト結果に基づいて、孔間隔2mを2列配置する。また、その深さは河床で約30m、両アバット部で30~60mとする。

ブランケット・グラウチングもまた、中央コア・ゾーン及びフィルター・ゾーン基礎に、その表面付近の水密性をより確実にするために実施する。ブランケット・グラウチングは、グラウト・カーテンの上下流側にそれぞれ4列配置して合計8列とする。そのうち、グラウト・カーテンに近い2列は孔間隔2mで深さ10mとし、残りの6列は孔間隔3mで深さ5mとする。コンソリデーション・グラウチングは、洪水吐の部分に実施し、孔間隔2mを2列配置しその深さは5mとする。

溶岩トンネルは、ルジオン・テストを含んだコアボーリング、グラウチング・テスト、試掘横坑そして岩盤の露頭部を観察すること等を含んだ2年間に渡る現場地質調査を通して、その存在は認められていない。

地下水位の低い箇所がボーリングNaJD-12とその周辺のボーリング孔から見られ、これは局部的な水みちを示しているが、大きな空間を持つ溶岩トンネルのようなものではない。それは、ボーリング坑内の遅い水位低下及びルジオン値が余り高くないことでわかる。また、約20cmぐらいの2~3個の小さな空洞が、ボーリングNaJD-102の計画貯水面付近の高さにある。しかしながら、それより25m以内には同じ空洞は見られず、局部的なものと判断される。左岸取付部のボーリングNaJD-12付近に地下水の低い箇所が見つけれ、透水係数の高い部分であることが判明している。この部分においては、リム・カーテン・グラウチングを洪水吐の端から約400mの区間において実施する。このグラウト・カーテンの延長部は、貯水池の水深が30m以上の全ての部分、つまり1/10以上の動水勾配を持つ全ての部分で実施する。また、このリム・グラウチングは、貯水池高水位より1m高い標高



190 mよりグラウチング・トンネルで実施する。それは、孔間隔3 mで深さ60mとする。実際の施工においては、スプリット・スペーシング法（中間挿法）によって行い、必要性のない部分は省略し必要性のある部分については密にグラウチングを行うことになる。

左岸翼部におけるリム・グラウチングの範囲(400m)、深さおよび孔間隔は下記を考慮して決定した。

リム・グラウト・カーテンの延長（水平方向の範囲）は、ダム上流でこれと平行に流れるテレ・ルージュ川の河床が標高160m以下の区間とし、この区間での漏水を遮断するよう設計した。貯水池の最高水位は標高189mなので、リム・グラウト・カーテンの外側には遮水工なしで深さ30mの貯水池から幅300mの台地の下を通過する漏水がある筈である。リム・カーテンの外側100m以内でのこの種の漏水は、透水係数 $1 \times 10^{-4}$  cm/sec、深さ方向の透水範囲30mとすれば、毎秒僅か0.3ℓで十分小さい。動水勾配は1/10（30m/300m）と想定している。従って、リム・グラウト・カーテンの範囲は充分である。

リム・グラウト孔の深さ60mと40mは、次の条件を満足させるように決めたものである。

- (1) 最も近い距離にある河床標高以下に達すること。
- (2) 地下水位よりも深いこと。地下水位とは実際に観測された水位および観測から推定される水位であり、ボーリング孔J-12周辺の水位の低い部分も考慮する。

グラウト孔の間隔はダム/洪水吐の近くでは2 m、リム・カーテンの大部分では3 mとしたが、これは経験的に決めたものである。台地を通過する透水路長(300m)は堤体直下(約60m)よりも大きく、導水勾配は逆に小さい。リムにおける透水性に対する要求はダム基礎ほど厳格ではない。リム・グラウチングの目標は特別に大きく連続性のある透水路がある場合これを閉塞することにある。3 m間隔のグラウト孔配置は妥当にして充分と考えられる。

施工の場では、グラウチングはスプリット・スペーシング（中間挿）法によって行われるであろう。即ち、最初広い間隔（例えば6 m間隔）でグラウト孔をボーリングし、注入し、そのグラウト・テーク（注入可能量）にもとづいて更に3 m間隔の位置に別の孔を掘る必要があるかどうかを検討するのである。この方法によってグラウト工の量はかなり水密性の地盤では節約され、必要な箇所では追加される。このことを考慮すれば、設計数量は充分であり、妥当な余裕を含むであろう。

カーテン・グラウチング、ブランケット・グラウチング、コンソリデーション・グラウチングそしてリム・グラウチングによる基礎処理は、図-3.10.2に示されている。

### 3.11 計 測

#### 3.11.1 概 要

ダム盛土そしてその基礎の挙動を監視するために、そして設計における構造計算値及び実験値と実測値との対比を行うために、ダム本体内部及びその基礎に測定計器を設置する。

ダムの測定は以下の事項を目標として行う。

- 1) 施工管理のための測定
- 2) ダム完成後の維持管理のための測定
- 3) 研究的な目的のための測定

#### 3.11.2 施工管理のための計測

施工管理のための計測は、ダムの建設期間中に工事が安全に行われているかどうかを、ダムの測定を行うことによって施工管理することを主目的とする。そのために、以下の測定を実施する。

- 1) ダム本体と基礎の間隙水圧の測定
- 2) 中央コアの土圧の測定

#### 3.11.3 完成後の維持管理のための計測

完成後の維持管理のための計測は、貯水池湛水後によるダムの安全を管理することを主目的とする。ダムの安全管理は、ダム盛土及び基礎の挙動を監視することで行われる。そのために、以下の測定を実施する。

- 1) 中央コアの鉛直変位の測定
- 2) 斜面の変位の測定
- 3) 中央コアの間隙水圧の測定
- 4) 中央コアの土圧の測定
- 5) 基礎の間隙水圧の測定
- 6) ダム堤体及びダム基礎からの浸透及び漏水量の測定

#### 3.11.4 測定計器の選定

上記の測定を行うための測定計器の形式及び数量を下記に示す。

計 器	数 量	略 語
1) 間隙水圧計		
- 基礎	30 個	P F
- 堤体	33 個	P P
- グラウト・トンネル下部	16 個	P N
2) 土圧計	4 個	E P
3) 層別沈下計	2 セット	M V
4) 表面変位測量点		
- 引照点	10 個所	S R
- 計測点	22 個所	S S
5) 漏水測定装置	1 セット	L E
6) 水位計及び量水標	1 セット	W L
7) データ処理システム	1 システム	-

※ 浸透流量の測定のため、インスペクション・トンネルの入口に三角せきを設ける。  
しかし、ここには自記水位計は設置しない。

全ての測定計器の位置図を図-3.11.1及び図-3.11.2に示す。

### 3.11.5 各種測定計器

#### (1) 間隙水圧計

間隙水圧計は、土圧計と共に応力状態及び漏水測定装置と共に漏水状態を把握するために、ダム堤体そして基礎に設置される。

間隙水圧計は、ひずみゲージ式を採用する。この測定システムは、電気変換器、ポラウス・プラグそして接続ケーブル等の付属部品から構成されている。

接続ケーブルは、測定間隙水圧をデータ処理するダム・コントロール室まで送るために、洪水吐橋梁の右側橋台付近のインスペクション・ギャラリー内及び左岸側グラウト・トンネル側壁に設置されているリレー・ターミナル・ボックスに接続される。

#### (2) 水 圧 計

ダム盛土の応力状態の解析及び監視をするために水圧計を設置する。水圧計はひずみゲージ式とし、その測定システムは電気変換器、ポラウス・プラグそして接続ケーブル等の付属部品から構成されている。

接続ケーブルは、測定土圧をダム・コントロール室まで送るために、洪水吐橋梁の右側橋台付近に設置してあるリレー・ターミナル・ボックスに接続される。

### (3) 層別沈下計

ダム盛土の内部鉛直変位を監視するために、層別沈下計を設置する。設置位置は2断面とし、No.1(Sta. No.16)及びNo.2(Sta. No.10)とする。

クロスアーム式層別沈下計は、パイプ、沈下板、検出器そしてテープ・メジャー等から構成される。

測定されたダム堤頂の沈下値は、データ処理のためコンピューターに入力されるが、オン・ラインではなくオフ・ライン・システムで行う。

### (4) 表面変位測量点

ダム堤体の表面変位を監視するために表面変位測量点を設置する。

測量点は、引照点(SR)及び計測点(SS)から成り、SRは堤外地の既存地盤に設置し、またSSはダム堤体の堤頂及び斜面に設置する。また、1連の計測点に対して1組の引照点を設ける。

測量点の数量を以下に示す。

	引照点	測量点	合計
堤 頂	2	6	8
斜 面	8	16	24
合 計	10	22	32

鉛直変位は定期的な水準測量によって、またトラバース方向の水平変位はトランシット及びターゲット・デバイスによって測定する。

### (5) 漏水測定装置

コア盛土部及びダム基礎からの漏水状態を解析そして監視するために漏水測定装置を設置する。

漏水測定装置は、主ダムの下流側にある土捨場EL. 125.00mの下流端に設置する。整流孔は、測定水路の3重スクリーンの前に設けられ、そのスクリーンの大きさは、1.0m×1.0mでバーの中心間隔は75mmとする。測定水路の末端部付近に、切欠き角度90°、高さ750

mmとして幅800mmの三角せきを設ける。漏水は、整流孔そしてスクリーンを通して流れ、三角せきで測定され、下流側に排水される。漏水測定室に漏水を引き込むために、その両側にコンクリート翼壁を設ける。

インスペクション・ギャラリーのサンプ・ピット内にたまっている水はポンプで吸い上げられ、インスペクション・トンネルから排水される。トンネルの入口には、浸透流量を測定するための三角せきを設ける。

#### (6) 水位計及び水位標

電気変換式水位測定装置は、ローンチング・スロープの傾斜コンクリート・スラブに埋設される。この装置は、デジタル式水位測定センサーからなる水位検出器、マグネット・フロートそしてその他の付属品から構成されている。

以下にその仕様を示す。

- 測定範囲 : FWL. 193.50m ~ LWL. 139.00m
- 測定精度 : +/- 1.0 cm内

鋼製水位標は、ローンチング・スロープの傾斜コンクリートに、水位計に平行して設置される。

#### 3.11.6 データ処理システム

計測システムの全体ブロック図を図-3.11.2に示す。また、各測点におけるデータは、以下のシステムによってコンピューターに送られる。

- 間隙水圧 (オン・ライン)
- 土 圧 (オン・ライン)
- 漏 水 (オン・ライン)
- 貯水池水位 (オン・ライン)
- 層別沈下 (オフ・ライン)
- 斜面変位 (オフ・ライン)

層別沈下そして斜面変位を除くデータについては、リレー・ターミナル・ボックス及びスキャナー、A.C.スタビライザーあるいはコンバーター等から成るデータ・アクイジッション・コントローラーを通してコンピューターに送られる。

また、層別沈下そして斜面変位のデータは、手作業によってコンピューターに入力される。処理されたデータは、コンピューターのモニターに表示され、必要に応じてプリンターもしくはプロッターに出力される。



# 付 表





表-3.5.1 コア材の土質試験結果

ITEM	EM1-1	EM1-2	EM2-1	EM2-2	EM3-1	EM3-2	EM4-1	EM4-2
Specific gravity	2.862	2.875	2.885	2.879	2.882	2.900	2.884	2.891
Gradation								
Gravel (%)	0	34	0	0	0	0	0	0
Sand (%)	5	13	4	4	1	2	5	7
Silt (%)	49	29	45	50	42	43	37	59
Clay (%)	46	24	51	46	57	55	58	34
Liquid limit (%)	70.2	63.7	68.0	62.8	75.6	69.0	72.2	68.0
Plastic limit (%)	45.7	46.3	45.8	40.7	59.7	48.2	48.2	46.6
Plasticity index	24.5	17.4	22.2	22.1	15.9	20.8	24.0	21.4
Unified soil classification	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH
Soluble salt (part/million)		150	250			100	200	
Natural moisture content (%)	42.8	45.0	41.6	37.0	41.8	36.0	38.2	37.0
Optimum moisture content (%)		40.5	40.6			40.6	42.0	
Maximum dry density (t/m <sup>3</sup> )		1.297	1.306			1.31	1.278	
Coefficient of permeability								
dry side		5.9E-06	7.6E-07			3.3E-06	4.8E-07	
wet side		3.7E-08	7.6E-08			6.0E-07	1.0E-07	
Triaxial shear (effective stress)								
Cohesion (kgf/cm <sup>2</sup> )		0.07	0.00			0.04	0.08	
Internal friction angle (degrees)		34	33			33	33	

表 - 3. 5. 2 コア材の土質試験結果要約

Item		Range	Average
Specific gravity	Gs	2.862 - 2.900	2.882
	Gravel (%)	0 - 34	4
Gradation	Sand (%)	1 - 13	5
	Silt (%)	29 - 59	44
	Clay (%)	24 - 58	47
Consistency	LL (%)	62.8 - 75.6	68.7
	PL (%)	40.7 - 59.7	47.7
	PI	15.9 - 24.5	21.0
Unified soil classification		MH	MH
Natural moisture content	wn (%)	36.0 - 45.0	39.9
Soluble salt determination	(parts/million)	100 - 250	175

表 - 3. 5. 3 コア材の透水性

Sample		Dry density (tf/m <sup>3</sup> )	Moisture content (%)	Coefficient of permeability (cm/sec)
EM1-2	(Dry side)	1.215	34.5	$5.9 \times 10^{-6}$
	(Wet side)	1.215	44.1	$3.7 \times 10^{-8}$
EM2-1	(Dry side)	1.241	36.0	$7.6 \times 10^{-7}$
	(Wet side)	1.241	47.5	$7.6 \times 10^{-8}$
EM3-2	(Dry side)	1.244	34.2	$3.3 \times 10^{-6}$
	(Wet side)	1.244	46.5	$6.0 \times 10^{-7}$
EM4-1	(Dry side)	1.214	37.9	$4.8 \times 10^{-7}$
	(Wet side)	1.214	47.6	$1.0 \times 10^{-7}$

表 - 3. 5. 4 フィルター材の土質特性

Item		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
Specific gravity	(Oven dry)	2.871	2.894	2.892	2.892	2.903	2.893
	(Saturated surface dry)	2.898	2.913	2.912	2.915	2.922	2.915
Water absorption	(%)	0.93	0.65	0.70	0.81	0.65	0.77
Gradation	Gravel	(%) 100	100	100	100	100	100
	Sand	(%) 0	0	0	0	0	0
	Silt	(%) 0	0	0	0	0	0
	Clay	(%) 0	0	0	0	0	0
Soundness	(%)	1.9	2.3	3.1	1.6	2.9	1.7
Abrasion	(%)	16.9	16.4	16.7	16.5	15.9	16.4

表 - 3. 5. 5 ロック材の土質特性

Item	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6
Type of rock*	F	O	O	F	F	O
Hole	JQ-1	JQ-1	JQ-1	JQ-2	JQ-2	JQ-2
Depth (GL- m)	9.8	12.7	14.6	7.6	9.1	13.7
Unit weight (tf/m <sup>3</sup> )	2.321	2.760	2.846	2.381	2.578	2.912
Natural moisture content (%)	7.4	1.2	1.0	4.8	5.6	0.7
Specific gravity	2.241	2.709	2.860	2.289	2.478	2.932
Water absorption (%)	10.3	1.8	1.8	10.6	6.8	2.4
Compressive strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	168	980	1408	216	517	855

\* Type of rocks  
 F : Flow Breccia  
 O : Old Lava (Felty)

表 - 3. 5. 6 盛土材料の設計値

Item	Earth	Filter		
		Fine	Coarse	Rock
Specific gravity	2.88			
(Oven dry condition)		2.87	2.87	2.87
Natural moisture content (%)	40.0			
Water absorption (%)		2.0	2.0	2.0
Dry density (tf/m <sup>3</sup> )	1.23	1.90	2.00	2.10
Wet density (tf/m <sup>3</sup> )	1.72	1.94	2.04	2.14
Saturated density (tf/m <sup>3</sup> )	1.80			
Submerged density (tf/m <sup>3</sup> )	0.80	1.23	1.30	1.37
Coefficient of permeability (cm/sec)	1×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1×10 <sup>-1</sup>
Strength parameter (effective stress analysis)				
Cohesion c' (tf/m <sup>2</sup> )	0.0	0.0	0.0	0.0
Internal friction angle φ' (degree)	30.0	36.0	38.0	40.0

表-3.6.1 ダム安定解析結果 (現計画、ダム標高 196.0m)

MF-01: Case Name  
 SFN : Safety Factor in Normal Condition  
 SFE : Safety Factor in Seismic Condition

Case	Water Level	Seismic Coefficient	Upstream 1:2.3	Downstream 1:1.8
Reservoir Full	189.00	0.05	MO-01 SFN = 1.926 SFE = 1.568	MO-01 SFN = 1.533 SFE = 1.367
Rapid Drawdown (1)	155.50	0.05	MO-02 SFN = 1.979 SFE = 1.722	MO-02 SFN = 1.533 SFE = 1.367
Rapid Drawdown (2)	164.00	0.05	MO-03 SFN = 1.883 SFE = 1.594	MO-03 SFN = 1.533 SFE = 1.367
After Completion	—	0.025	MO-04 SFN = 1.979 SFE = 1.849	MO-04 SFN = 1.533 SFE = 1.446
Design Flood	193.50	—	MO-05 SFN = 1.979 SFE = —	MO-05 SFN = 1.533 SFE = —

表 - 3. 6. 2 ダム安定解析結果 (拡張計画、ダム標高 215.0m、左岸側)

MF-01: Case Name  
 SFN : Safety Factor in Normal Condition  
 SFE : Safety Factor in Seismic Condition

Case	Water Level	Seismic Coefficient	Upstream		Downstream
			1:2.3	1:2.5	1:1.8
Reservoir Full	209.00	0.05	MF-01	MF-02	MF-01
			SFN = 1.711 SFE = 1.387	SFN = 1.881 SFE = 1.509	SFN = 1.533 SFE = 1.366
Rapid Drawdown (1)	155.50	0.05	MF-03	MF-04	MF-03
			SFN = 1.506 SFE = 1.294	SFN = 1.620 SFE = 1.386	SFN = 1.533 SFE = 1.366
Rapid Drawdown (2)	174.00	0.05	MF-05	MF-06	MF-05
			SFN = 1.523 SFE = 1.289	SFN = 1.620 SFE = 1.378	SFN = 1.533 SFE = 1.366
After Completion	—	0.025	MF-07	MF-08	MF-07
			SFN = 1.543 SFE = 1.435	SFN = 1.597 SFE = 1.469	SFN = 1.533 SFE = 1.446
Design Flood	212.50	—	MF-09	MF-10	MF-09
			SFN = 1.831 SFE = —	SFN = 1.982 SFE = —	SFN = 1.533 SFE = —

表-3.6.3 ダム安定解析結果（拡張計画、ダム標高 215.0m、右岸側）

MF-01: Case Name  
 SFN : Safety Factor in Normal Condition  
 SFE : Safety Factor in Seismic Condition

Case	Water Level	Seismic Coefficient	Upstream 1:2.3	Downstream 1:1.8
Reservoir Full	209.00	0.05	—	MFR-01 SFN = 1.464 SFE = 1.276

表-3.6.4 ダム安定解析結果 (主コフファーダム、ダム標高 155.5m)

MF-01: Case Name  
 SFN : Safety Factor in Normal Condition  
 SFE : Safety Factor in Seismic Condition

Case	Water Level	Seismic Coefficient	Upstream 1:2.3	Downstream 1:1.8
Rapid Drawdown	138.00	0.05	C-01 SFN = 1.843 SFE = 1.546	C-01 SFN = 1.604 SFE = 1.426
After Completion	—	0.025	C-02 SFN = 1.998 SFE = 1.866	C-02 SFN = 1.604 SFE = 1.511
Design Flood	154.50	—	C-03 SFN = 1.997 SFE = —	C-03 SFN = 1.604 SFE = —