第Ⅵ章　資　　料

Appendix Ⅶ・1 地質および土質調査

1．調査概要

調査地域はMauritious 国の首都Port Louis からBeau Basin/Rosi Hill を結ぶ地域である。

調査は計画されたルート沿いの地表地質調査（Survey of Surface Geology），路床材調査（Survey of Subgrade Soil），架橋地点の基礎地盤調査（Foundation Survey at Bridge sites），骨材調査（Aggregate Survey）に大別される。

これら各調査の位置は，Fig. Ⅶ. 1. 1に示したとうりである。また，調査方法，調査数量は次に述べるとおりである。

1.1 地表地質調査

計画ルート沿いおよび，その周辺の地層（Strata）の層序（Sequemce），層相（Lithofacies），分布状態（distribution），構造（Structure）を把握するために地表踏査を実施した。

1.2 路床材調査

計画ルート沿いにおける土層の分布状態と，路床材の材質を把握するために，地表踏査，テストピット，試料採取および土質試験を実施した。

テストピットの位置は，地表踏査によって5ヶ所選定し，それぞれ1.0～1.5mの深さまで堀削した。また，各テストピットの深度1mにおいて，不攪乱試料および攪乱試試料を採取し，現場密度試験も実施した。採取した試料は，M. O. W の試験所において土質試験を実施した。

これら調査項目とその数量はTable Ⅶ. 1.1，土質試験項目とその数量はTable Ⅶ. 1.2に示したとおりである。

1.3 架橋地点の基礎地盤調査

架橋地点の地層の層序，層相，分布状態，強度，透水性等を把握するために地表踏査，機械ボーリング，テストピット，試料採取，土質試験，岩石試験を実施した。

機械ボーリングは，旧鉄道橋付近で１ヶ所，現道路橋（A_1）の下流約１００ｍで１ヶ所，合計２ヶ所で実施した。またボーリング孔を利用し，深度１ｍピッチで標準貫入試験も実施した。

テストピットは，旧鉄道橋がかかっている河床で１ヶ所実施し，攪乱試料を採取した。また，テストピットから採取した試料と，機械ボーリング時に採取したコアーを用い，M. O. W および Mauritius 大学の試験所において土質試験，岩石試験を実施した。

これらの調査，試験項目の数量はTable Ⅶ. 1.1 ～2に示したとおりである。

1.4 骨材調査

骨材の材質と賦存量を確認するために，現地踏査および岩石試験は，M. O. Wの試験所において実施し，その試験項目とその数量はTable Ⅶ. 1.2 に示したとおりである。

1.5 資料収集

気象，岩石，地質，土壌，地下水などに関する資料をM. O. W および C. W. Aから資料収集をおこなった。

主な資料は次のようなものである。

- 地質柱状図，地下水位，湧水条件
- 地質および岩石調査報告書
- 土壌分布図

2．地形，地質概要

2.1　地　形（Topography）

調査地域付近の地形は，鋸歯状の尾根を有する山地と，Curepipeを頂点とするなだらかな溶岩台地（Lava plateau）とこの溶岩台地を浸食作用（Erosion）で深く刻んだ河川に大別される。

調査地付近で最っとも高い山は，Port Louis の南東方向にあるPieter Both 山（標高８２３ｍ）である。この山の稜線は，北東－南西（ＮＥ－ＳＷ）方向に延びていて，全体的には，北西方向に順次低くなっている。また，この山の南東側は台地と断崖で接っし，非常にけわしい地形を示していて，浸食谷は発達していない。これに対して，北西側（Port Louis 側）は，浸食谷が発達し，南東側よりおだやかな地形となっている。調査地域内においては，Chebel の近くにPetit Malabar 山（標高２２７ｍ）がある。この山は，他の山と異なり，ゆるやかな斜面を有した円頂丘（Dome）状の形を示し，ちょうど溶岩台地上に浮き出ている様相を示している。

溶岩台地は，島内の中央を北北東－南南西（NNE－SSW）方向の線上に発達した25ヶの噴火口（Crater）を伴う楯状火山（Shield Volcanoes)から噴火した新期溶岩類（Younger Lavas）によって形成されている。この台地の地形は，Curepipe にある噴火口（標高６０５ｍ）を頂点とし北西～北北西（NW～ＮＮW）方向になだらかな斜面を示している。調査地域は，ほとんどこの台地上にある。G. R. N. WおよびSt, Louis Riverを除けば，平坦面を有したなだらかな地形となっていて，標高は２０～２１０ｍの範囲内にある。

調査地域内にはMauritius 国で最大のG. R. N. W とSt, Louis River がある。これらは北～北北西（N～ＮＮW）方向に流下しているが，上流では数多くの小河川が支流として発達している。G. R. N. WはU～V字型の谷地形を示し，台地とは断崖で接っしていて，その比高差は３０～１００ｍ程度である。さらにG. R. N. Wは下流で蛇行しており，高さの異なる３段の段丘地形がみられる。一方St, Louis Riverは，V字形の谷地形を示し，河川勾配も大きく，幼年期～青年期の河川といえよう。また，G. R. N. W とSt, Louis River の河口付近には三角洲地形もみられる。

2.2 地　質（General Geology）

調査地域付近の地質は，山地を構成している古期溶岩類（Older Lavas），台地を構成している新期溶岩類（Younger Lavas），段丘上にみられる段丘堆積物（River Terrace deposits），および新期堆積物（Superticial deposits）に大別される。

これらの地質層序（Geological Sequence）の概要は，Table Ⅶ. 1.3 に，また，地質図（Geological Map）はFig. Ⅶ. 1.2に示す。

〔古期溶岩類〕

調査地域の基盤をなしている最っとも古い地層で，第三紀の初期またはそれ以前（Eary Tertiary or older）に噴出したかんから石玄武岩（Oliven － Basalt）を主体としている。

この古期溶岩類は，主として現在の山地を構成し，調査地域付近では北西（NW）方向に約１０°前後傾斜している。

また，この溶岩類には，火山砕屑物（Pyroclastic Sediment）が挾在し，さらに粗面岩質安山岩（Trechiteandesite），粗面岩（Trechite），琴岩質粗面岩（Phonolitic Trachite）等の岩脉（Dykes）が，くさび状に貫入しているといわれている。

〔新期溶岩類〕

この溶岩類は，第三紀鮮新世（Pliocen）または，第四紀洪積世（Diluvium）の初期に，楯状火山（Shield Volcano）から噴出され，広大な溶岩台地を形成したといわれている。

楯状火山は２５ヶの噴火口を有しているといわれているが，この内Curupipe Pointの噴火口は，Mauritius 国においては最大の火山丘（Volcanic Cone）で，現在も良く保存されている唯一の噴火口である。

調査地付近の溶岩台地は，このCurepipe Point から噴出された溶岩流（Lava flow）で構成され，Plaines Willhemsでその厚さが最大となっている。この溶岩は流動性が高く，揮発性の多いマグマ（Magma）起源で多くの気孔を有した（Vesiculated）かんらん石玄武岩（Oliven-Basalt）および粗粒玄武岩（Dolerite）を主体としているが，G. R. N. W および St. Louis River 付近には，溶岩が水中に流入した時に出来る枕状溶岩（Pillow Lava）も分布している。また，台地上におい

ては，この溶岩の最上部が風化変質し，赤褐色系の土壌となって分布している。

〔段丘堆積物〕

段丘はG. R. N. Wの下流に発達し，高さの異なる3段の段丘が確認された。この段丘は，旧河川敷を表わすもので，礫を主体とし，砂，シルト，粘土によって構成されている。

〔新期堆積物〕

新期堆積物としては，河床堆積物（River deposits），崩積土（Detritus deposits），砂丘（Sand Hill）等がある。

河床堆積物は，G. R. N. WおよびSt. Louis River等の河床に分布し，礫を主体とし，砂，シルト，粘土によって構成されている。

崩積土は，山地の斜面に分布し，礫質（Psephitic）で，砂，シルト，粘土等によって構成され，概して，斜面上部程礫分が多く，下部程細粒分が多い。

砂丘は海岸に分布し，さんごの砂（Coral Sand）を主体としている。

23 地下水（Ground Water）

調査地域付近の地下水の資料として，Central water Authorityから「Hydrology Year Book 1974－1975」を収集した。この資料によれば，調査地域付近の既存ボーリング孔の地下水位は次のようになっている。

（既存ボーリング孔の位置は，Fig. Ⅶ.1.1，ボーリング柱状図はFig. Ⅶ.1.3に示した。）

ボーリング孔No	地下水位（GL－m）
No 33	55.7～56.3
No 143	――
No 148	21.6～22.05
No 160	18.6～20.4
No 209	17.1～17.4
No 221	13.4～16.0

以上のデーターから地下水位は，現地表下，13.4～56.3mの範囲内にあるが，地下水位は，現地形と同様に北西～北北西方向に順次低くなっていると思われる。

既存ボーリングNo.１６０地点は，現在でも 1,632 t/day の地下水をくみあげている。このボーリング孔で行った揚水試験（Pomping Test）結果では，透水量係数（Coefficient of Transmissibility）$T = 1.73 \times 10^{-3}$ cm²/sec が得られている。揚水試験の開始時の水位は，GL－２１ｍで試験時の最大水位降下は１５ｍであったとおよび，ボーリング孔の孔底がGL－４５ｍであることから透水係数（Coefficient of Permeability）$K = \alpha \times 10^{-6}$ cm/sec と非常に小さい値が得られる。

地下水は玄武岩質の溶岩中にあるが，水理的には，玄武岩質溶岩は，不透水性の地層であることから地下水の賦存形態としては裂と中の地下水である可能性が大きい。

3．調査結果と考察

3.1　計画路線の地質

計画路線沿いの地質はFig. Ⅵ.1.4（Geological Section　A－A', B－B'）にまとめた。

〔A－A'断面〕

A－A'断面においては，古期溶岩類を基盤とし，その上位に新期溶岩類がのっている。さらに新期溶岩類の上位には，新期溶岩類の風化変質した土壌がのっている。また，St. Louis RiverおよびGrand River N. Wにおいては，河床堆積物，Grand River N. Wの両岸には，段丘堆積物が堆積している。

古期溶岩類は，玄武岩を主体として，構成され暗灰～黒灰色を示し，非常に硬質である。また，気孔も観察される。この層は，Grand River N. WおよびSt. Louis River で良い露頭が観察されるほか，既存ボーリング資料でも上位の新期溶岩類とは明確に区分される。この層の最上部は，現地形にほぼ平行し，地表下５～２０ｍになっているものと推定され，St. Louis RiverおよびGrand River N. W付近が標高約２５ｍと最っとも低くなっている。

新期溶岩類は，玄武岩を主体とし，非常に硬質で気孔が多い。しかし，この層の上部は割目が発達していて，割目沿いに風化がかなり進んでいる。未風化部は暗灰～黒灰色を示しているが，風化部は褐色系になっているところが多い。また，St. Louis RiverおよびGrand River N. W付近には，枕状溶岩（Pillow Lava）が分布している。

この枕状溶岩は著しく風化変質し，岩としては非常に軟質化している。

台地の最上部に分布している土壌は，赤褐色～暗赤褐色を示すシルト質粘土で玄武岩の礫を混入している。礫は最大径５００㎜程度で，地形の高い所ほど礫径が大きく，混入量も多くなっている。また，この層は，乾燥収縮し，硬質となっている所が多く，割目も発達している。層厚は，１～２ｍ程度であろう。

St. Louis River　およびGrand River N. Wの河床に分布している河床堆積物は，礫を主体とし，この礫間を砂，シルト，粘土がマトリックスしている。礫は玄武岩からなり，非常に硬質で，最大径は1.0～1.5ｍにおよぶものもみられる。この層の層厚は，４～５ｍ程度と推定される。

Grand River N.Wの両岸にみられる丘堆積物は，礫を主体とし，砂，シルト，粘土によって構成されている。礫の最大径は，80cm，層厚は4m程度と推定される。

〔B－B'断面〕

この断面は，A－A'断面に記してあるBとB'間の断面で，A－A'断面より現道（A₁）に近い，計画路線の地質断面である。

この断面もA－A'断面とほぼ同じ地質状況を示しているが，新期溶岩類の層厚が，A－A'断面より薄くなっている。すなわち，古期溶岩類が現地表下，浅い所に分布している。特に，Petit Malabar 山付近では，古期溶岩類の露頭がみられ，新期溶岩類は，欠除し，崩積土（Detritus deposits）が古期溶岩類を直接おおっている。

崩積土は，暗灰色～黒色を示す粘土で，礫の混入が多く，非常によく乾燥し，硬質となっていて，割目がよく発達している。この層は，古期溶岩類によって構成されているPetit Malabar 山から崩壊し，堆積したもので，層厚は1.5m以下と推定される。

計画路線の地質は，以上のとおりであるが，これらの土工に当っては，地質状況から判断して，古期溶岩類および新期溶岩類の掘削は，リッピングが主体をなし，一部発破も必要となろう。

土壌，崩積土については，ブルドーザーによる掘削が可能であると判断される。

一方，古期溶岩および新期溶岩類の切土法面は，0.5割程度，土壌の分布する切土区間の法面勾配は，1割程度にすることが望ましいと判断される。また，盛土法面勾配としては，1.5割～1.8割程度が望ましいと思われるが，10m以上となる高盛土の場合は，1.8割以上とすることが望ましい。

3.2 路床土（Subgrade Soil）

3.2.1 計画路線沿いの土質

計画路線沿いの地表踏査の結果，路床土として考えられるものは，次の4タイプに分けられる。その分布状態は，Fig. Ⅶ.1.5（Soil Map）に示した通りです。

(i) 強風化岩

(ii) 暗赤褐色～褐色を示すシルト質粘土

(iii) 赤褐色を示すシルト質粘土

(iv) 暗灰色～黒色を示す粘土

以上の４タイプの内強風化岩は，(ii)，(iii)，(iv)の粘土層の下部に分布していて，切土された場合に路床土として転用されることになる。この強風化岩は，路床土としては，材質および強度的に問題がないものと思われるので，土質タンプ(ii)，(iii)，(iv)の分布する代表地点において，テストピットを実施し，不撹乱試料，および撹乱試料を採取した。テストプットの結果は，Fig. Ⅶ. 1.6～7に示した。

テストピットから採取した試料No.と土質タイプの関係は，次のとおりである。

土質タイプ　(ii)－－－－－　試料No.T－1，T－2，T 4

(iii)－－－－－　〃No.T－5

(iv)－－－－－　〃No.T－3

土質タイプ(ii)は，調査地域内の台地上に最っとも広く分布していて，計画路線のほとんどは，この土の分布している地域を通っている。この層は，乾燥収縮し，非常に硬質となっていて，最大径３００㎜程度の礫を混入している。

土質タイプ(iii)は，Beau Bassin付近の台地に分布していて，計画路線はこの土層の分布地域をわずかに通っている。この土層は，土質タイプ(ii)の上流部に分布し，色彩が異なること，礫の混入量が多いことおよび，礫径が大きいことなどから土質タイプ(ii)と区別される。しかし，土質タイプ(ii)と(iii)は，ともに新期溶岩類が風化，変質し土壌化したもので，土壌起源は同じである。この層も，乾燥収縮し，非常に硬質となっていて，最大径５００㎜程度の礫を混入している。

土質タイプ(iv)は，Petit Malabar 山の斜面下部付近に分布し，計画路線の一部がこの地域を通っている。この層は，古期溶岩類が風化変質し土壌化したもので，台地上に分布している土質とは明確に区分出来る。この層も，乾燥収縮し非常に硬質となっていて，クラックもよく発達している。混入礫は，５０～３００㎜のものが多く最大径は，６００～７００㎜に達するものもみられる。

3.2.2　路床土の材質

計画路線沿いにおいて路床土として考えられるものの内，強風化岩は，材質的に問題はないと思われるので，その他の土について，土質試験を行った。土質試験結果は，Table Ⅶ. 1.4およびFig. Ⅶ. 1.8～10に示した。

土質区分(i)は，自然含水比（２９～３４％）が塑性限界（３４～３９％）より低い値を示し，最適含水比（３２.６～３６.４％）にほぼ近いことおよび，地山の乾燥密

度（1.28～1.29 g/cm³）が，最大乾燥密度（1.37～1.44 g/cm³）の90％密度以上を示していることが特徴である。これは，現地の土層が，乾燥収縮し，硬質になっていることを意味するもので，飽和度が69.5～77.8％と低い値を示していることでうらずけられる。

土質タイプ(ⅲ)は，土質タイプ(ⅱ)と同様に，自然含水比（25.7％）が塑性限界（32.6％）よりかなり低い値を示している。また自然含水比が最適含水比（31.2％）よりも5％低くなっている。これは，礫の混入量が多いことにも起因するが，地山は乾燥収縮し硬質になっていることを示すものである。しかし，地山密度は，1.37 g/cm³ と測定され，土質タイプ(ⅱ)に比較して，かなり小さい値である。これは，おそらく地山密度測定をモールド法で実施したため，礫の混入の多いとの土層から採取した試料に乱れがあったものと推察される。

土質タイプ(ⅳ)は，自然含水比（20％）が塑性限界（43.9％）および最適含水比（28.7％）よりかなり低い値を示していること，地山の乾燥密度（1.48 g/cm³）は最大乾燥密度（1.43 g/cm³）とほぼ同じ値を示していること，および膨張率（7.4％）が非常に大きいことが特徴である。

以上の土質タイプ(ⅱ)，(ⅲ)，(ⅳ)は，統一土質分類法によって分類すれば，いずれも「MH」に相当するが，材質的には，土質タイプ(ⅱ)と(ⅲ)は，非常に似かよった特性を示しているといえよう。

以上の試験結果および検討結果から，設計時には，次のような値を用いることが，望ましい。

（設計値）

比　重	(Specific gravity)	2.77
自然含水比	(Natural Water content)	30％
地山の湿潤密度	(Natural Wet density)	1.72 t/m³
施工含水比	(Construction Water Content)	30±5％
施工乾燥密度	(Construction Dry density)	1.27 t/m³
施工湿潤密度	(Construction Wet density)	1.65 t/m³
土量変化率C	(Convertion ratio to mass)	1.04

3.2.3　設計ＣＢＲ値（Design C. B. R Values）

アスファルト舗装設計に必要な設計ＣＢＲ値は，ＣＢＲ試験結果を検討し決定される。ＣＢＲ試験結果はTable Ⅶ. 1.5に示した。

土質タイプ(ii)の現状土のＣＢＲ値は，4～11.3％，変状土のＣＢＲ値は，1.9～9.4％を示しているがいずれも大きなバラツキがある。このバラツキは，おそらく試料の乱れが大きな原因になっているものと推察される。したがって，設計ＣＢＲ値を推定するにあたり，試料の乱れがあったと思われる試料の試験結果は，無視する。また，土質タイプ(ii)と(iii)は材質的にほぼ同じであると判断されることから，設計ＣＢＲ値は同じものとする。さらに，現状土と変状土の差も少ないものと判断されるので，同一設計ＣＢＲ値を採用する。

土質タイプ(iv)は，ＣＢＲ値が0.5～1.5％と非常に小さいこと，および膨張率が7.4～8.7％と非常に大きいことから判断して，路床材としては，不適当である。したがってこの土層の分布する地域においては，良質材を路床材として使用する必要がある。

以上の試験結果および，検討結果から，アスファルト舗装設計に際しては，次のような設計ＣＢＲ値を用いることが望ましい。

〔土質タイプ(ii)および(iii)を路床材とする場合〕

設計ＣＢＲ＝9.0％

〔強風化岩を路床材とする場合〕

設計ＣＢＲ＞10.0％

3.3　架橋地点の基礎地盤

架橋地点の基礎地盤調査として，旧鉄道橋および新道路橋予定地で調査を実施した。これら架橋地点の地質状況は，Fig. Ⅶ. 1.11，ボーリングの結果は，Fig. 1.12～13に示した。

3.3.1　旧鉄道橋の地盤状況

旧鉄道橋の地質は，古期溶岩（玄武岩）を基盤とし，その上位に新期溶岩（枕状溶岩）がのっている。さらに段丘面においては段丘堆積物，河床には河床堆積物が分布している。

玄武岩からなる古期溶岩は，暗灰～黒灰色を示し，非常に硬質で気孔を有している。また，ボーリング時には，ほぼ100％のコアー採取率であったが，最大コアー長は，23cmで，5～10cmの長さのものが多いことから，ヘヤークラックが発達しているものと思われる。しかし，クラックは密閉していて，狭在物もみられないことおよび標準貫入試験結果でも，N値＞50で，ほとんど貫入出来なくむしろ反発することより，構造物の基礎地盤としては大きな問題のない地層であると判断される。

枕状溶岩は，St. Louis Riverおよび Grand River N.W 付近に分布している。この層は，著しく風化されて赤褐色～褐色系を示し，岩としては非常に軟質である。

この層において標準貫入試験は実施されていないが，肉眼観察からN値＝30～50程度と推定される。

段丘堆積物は，Grand River, N.W の両岸にみられ，層厚は，ボーリングNo.1地点においては，4.3mと確認された。

この層は，礫，砂，シルト，粘土によって構成されているが，全体的には径5～10cmの円礫を主体としている。礫の最大径は80cm程度である。礫質は，ほとんど玄武岩で，非常に硬い。この層の上部1.65mは砂，シルト，粘土が主体となっているが，1.65m以深は，礫が主体となっているため，深度1.65mより，上部はN値＝10下部はN値＞30と推定される。尚，深度1m，2mで行ったN値は，50以上となっているが，これは，礫に当ったため過大値となっているものである。

河床堆積物は，大きい円～亜円礫を主体とし，この礫間を細礫，砂，シルト，粘土等が充填している。礫質は玄武岩で非常に硬質である。また，礫径は，最大15～2.0mに達するものもあり，この層は，非常によく締っていて，N値＞50と推定される。層厚は確認されていないが，現道路橋(A_1)の上流河床に，一部基盤の露頭がみられることから判断して，おそらく4～5m程度であろう。この層を構造物（ピアー）の基礎とする場合，支持力は充分あると思われるが，洗堀に留意する必要があろう。

3.3.2 新道路橋予定地の地盤状況

新道路橋予定地は，Grand River, N.W．および，St. Louis Riverの河口近くであるため，古期溶岩を基盤とし，この上位には河床堆積物が直接のっていて，

新期溶岩は欠除している。

古期溶岩は，玄武岩からなり，暗灰～黒灰色を示している。この層は非常に硬質で，多くの気孔を有している。ボーリング時には，棒状コアーとなって１００％採取され，コアーの最大長は２３cmであった。全体的にはコアー長５～１０cmの長さのものが多く一部開口して，土砂を狭在する割目も観察された。しかし，風化はほとんど進んでおらず，割目沿いに所々褐色を示すのみで，軟質化はしていない。標準貫入試験時には，ほとんど貫入されず反発する。以上の地盤状況から構造物の基礎地盤としては，支持力も十分であり，問題はないものと判断される。

一方，河床堆積物は，礫，砂，シルト，粘土によって構成されているが，現河床と，現河床以外では地盤状況が異っている。

現河床においては，礫を主体としているが，砂もかなり多く混入している。礫径は最大１５～２０cm程度で，旧鉄道橋付近に比較すればかなり小さい。この層の厚さは確認されていないが，おそらく５m程度と推定される。また，この層において標準貫入試験は実施されていないが地層の状況から判断して，N値＝２０程度であろう。

現河床以外の低地（三角洲）においては，砂，シルト，粘土が主体で，礫の混入は少なく，礫径も２０～５０cmのものが多い。所々径２００～３００mmの巨礫を混入している。ボーリング結果では，層厚２.６０m，N値は礫の混入が少ない所で，N＝４，多い所でN値＝１２を示している。以上の地盤状況から判断して，この河床堆積物は重要構造物の基礎地盤としては支持力不足が考えられる土層である。

3.3.3　土質試験結果

旧鉄道橋がかかっているGrand River N.W の河床堆積物および左岸側アバット付近の盛土ヶ所から試料採取し，土質試験を実施した。試験結果は，Table Ⅶ. 1.4,Fig. 1.14 ～ 17 に示した。

河床堆積物は，礫を主体としており，試験結果では，礫分６２％となっている。しかしこの値は，実際の値を示すものではない。すなわち，実際には，礫の最大径は1.０～1.５mに達するものもあり，試料の採取が困難である。試験結果で得られた値は，あくまでも最大径9.５２mmとした場合の値である。実際の河床堆積物の礫分は９０％以上であると推察される。また，最大粒径9.５２mmとした場合の内部摩擦角は３７°，粘着力は0.１５kg，最大粒径5.0mmとした場合の内部摩擦角は，３０°，粘着

力は0.16㎏が得られた。これらの値も実際の河床堆積物の値を示すものでなく，あくまでも細礫以下の値である。実際の値は，大型セン断試験結果などをまたなければならないが，礫質は硬質であること，粒度分布が良いこと，およびよく締っていることより判断して，内部摩擦角は，40～45°以上は期待出来るであろう。

一方盛土の試験結果では，礫分43％，砂分28％，シルト粘土分29％となっている。統一土質分類法によれば，「SC」に分類される。また，直接セン断試験結果では，内部摩擦角33°48′，粘着力1.13㎏となっている。この盛土は，旧鉄道橋付近に分布している枕状溶岩の著しく風化したものであると判断される。

3.4　骨材の賦存状況および材質

島内にはいたる所で，Stonesと呼ばれる玄武岩の岩塊が山積されており，容易に入手出来るので，骨材の量は，充分であると思われる。現在島内において，Stonesと呼ばれている玄武岩の岩塊（Block）をクラッシングして，粗，細骨材を生産し，利用しているが，この岩塊は，玄武岩質の溶岩で気孔を有しているものが多い。この岩塊の材質を把握するため試験所において岩石試験を実施した。試験結果は，Table Ⅶ. 1.6に示した。

試験結果によれば，乾燥密度は2.225～2.225 g/cm³，比重は2.71～2.81，圧縮強度は，862～950㎏，と非常に大きい値を示している。また，含水比は，0.7～1.2％，有効間隙率は5.1～5.9％，吸水率は，1.1～2.2％と非常に小さい値を示している。

以上の結果から骨材としては，良質の部類に入ると思われる。しかし，玄武岩の岩塊は，気孔を有しており，この気孔が多い場合は，クラッシングされた砕石が片平になりやすいものと思われるので，留意する必要があろう。

Table VII.1.1 Field Work

Work Item	Number of Point	Total Depth (m)	Samples	Location of Work
Boring with Standard Penetration Test	2	11	All core	Bridge site
Test Pits	5	6.5	10	The area along the proposed routes
Test Pits	1	1.6	3	Bridge site
Geological Survey	-	-	-	Project area

Table VII.1.2 Number of Samples and Test Items for Laboratory Test

Test Item	Soil		Rock	Total
	Road	River		
Specific Gravity	5	3	3	11
Natural Water Content	5	3	3	11
Grain Size Analysis	5	3	0	8
Atterberg Limits	5	0	0	5
Compaction Test	5	0	0	5
C.B.R. Test	10	0	0	10
Unconfined Compaction Strength	0	0	3	3
Direct Shear Test	0	3	0	3
Natural Density	5	0	3	8

Table VII.1.3 Geological Sequence

Era	Period	Epoch	Formation	Lithofacies
Cenozoic	Quaternary	Alluvium	Detritus deposits	Gravel. Sand Silt. Clay
			Sand Hill	Sand.
			River deposits	Gravel. Sand Silt. Clay
		Diluvium	River Terrace deposits	Gravel. Sand Silt. Clay
	Tertiary	Pliocen	Younger Lavas (Younger Volcanic Series)	. Oliben-basalt . Dolerite . Pillow Lava
		Early Tertiary (or Older)	Older Lavas (Older Volcanic Series)	. Oliven-basalt . Pyroclastic . Dykes

Table VII.1.4 SUMMARY OF SOIL TEST

Test Items		Sample No.	Subgrade Soil					River Deposit	Embankment Material
			T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
Natural Water Content		(Wn %)	34.0	29.0	20.0	32.3	25.7	-	-
Specific Gravity		(Gs)	2.86	2.78	2.75	2.77	2.77	2.73	2.75
Natural Wet Density		(γt g/cm^3)	1.72	1.66	1.78	1.71	1.37	1.72-2.17*	1.72*
Natural Dry Density		(γd g/cm^3)	1.28	1.29	1.48	1.29	1.09	-	-
Natural Void Ratio		(e_o)	1.23	1.16	0.86	1.15	1.54	-	-
Degree of Natural Saturation		(Sr %)	79.1	69.5	64.0	77.8	46.2	-	-
Grain Size Analysis	2.0^{mm} < Ds		3	5	32	0	19	62	43
	2.0^{mm} - 0.074^{mm}		31	18	12	8	15	36	28
	0.074^{mm} > Ds		66	77	56	92	66	2	29
Atterberg Limits	Liquid Limit	(LL %)	61.0	62.0	91.1	71.0	57.5	-	-
	Plastic Limit	(PL %)	39.0	34.0	43.9	35.0	32.6	-	-
	Plastic Index	(PI %)	22.0	28.0	47.2	36.0	24.9	-	-
Compaction Test	Maximum Dry Density	(max.γd g/cm^3)	1.37	1.44	1.43	1.37	1.46	-	-
	Optimum Water Content	(Wopt %)	36.4	32.6	28.7	36.0	31.2	-	-
Direct Shear Test	Internal Friction Angle	(ϕ °)	-	-	-	-	-	30°- 37°	33°48'
	Cohesion	(C kg/cm^2)	-	-	-	-	-	0.15-0.16	1.13
CBR Test	California Bearing Ratio (CBR %)	Undisturbed	4.0	11.3	1.5	9.8	2.2	-	-
		Disturbed	9.4	1.9	0.9	4.4	2.2		
	Expansion Content (EC %)	Undisturbed	0.08	0.50	7.40	0.30	1.18	-	-
		Disturbed	0.46	0.30	8.70	0.16	1.16		
Classification			MH	MH	MH	MH	MH	SW	SC

* Wet Density of Before Test

Table VII.1.5 SUMMARY OF CBR TEST

Sample No.	Soil Type	Sample Condition	Natural Water Content (%)	Wet Density (g/cm^3)	Dry Density (g/cm^3)	Swelling Content (%)	CBR Value (%)
T-1	(ii)	Undisturbed	34.0	1.72	1.28	0.08	4.0
		Disturbed	34.0	1.78	1.33	0.46	9.4
T-2	(ii)	Undisturbed	29.0	1.66	1.29	0.50	11.3
		Disturbed	29.0	1.63	1.26	0.30	1.9
T-3	(iv)	Undisturbed	20.0	1.78	1.48	7.40	1.5
		Disturbed	20.0	1.68	1.40	8.70	0.9
T-4	(ii)	Undisturbed	32.3	1.71	1.29	0.30	9.8
		Disturbed	32.3	1.68	1.27	0.16	4.4
T-5	(iii)	Undisturbed	25.7	1.37	1.09	1.18	2.2
		Disturbed	25.7	1.62	1.29	1.16	2.2

Table VII.1.6 RESULT OF ROCK TEST

	Sample No. Depth (m)		
	B-No.1 1.20 - 1.40	B-No.1 4.30 - 4.50	B-No.2 4.50 - 4.70
Natural Weight (g): (a)	639.0	543.5	691.0
After Saturation Weight (g) : (b)	646.5	550.0	698.0
In Water Weight(g): (c)	399.0	345.5	440.0
After Dry Weight (g) : (d)	632.0	539.5	683.0
Natural Density $\frac{(a)}{(b)-(c)}$ (g/cm^3)	2.582	2.658	2.678
Dry Density $\frac{(d)}{(b)-(c)}$ (g/cm^3)	2.554	2.638	2.647
Saturated Density $\frac{(b)}{(b)-(c)}$ (g/cm^3)	2.612	2.689	2.705
Natural Water Content $\frac{(a)-(d)}{(d)} \times 100$ (%)	1.1	0.7	1.2
Degree of Saturation $\frac{(a)-(d)}{(b)-(d)} \times 100$ (%)	48.3	38.1	53.3
Effective Porosity $\frac{(b)-(d)}{(b)-(c)} \times 100$ (%)	5.9	5.1	5.8
Absorption $\frac{(b)-(d)}{(d)} \times 100$ (%)	1.1	1.9	2.2
Specific Gravity $\frac{(d)}{(d)-(c)}$	2.71	2.78	2.81
Compression Strength (kg/cm^2)	862.0	950.6	863.1

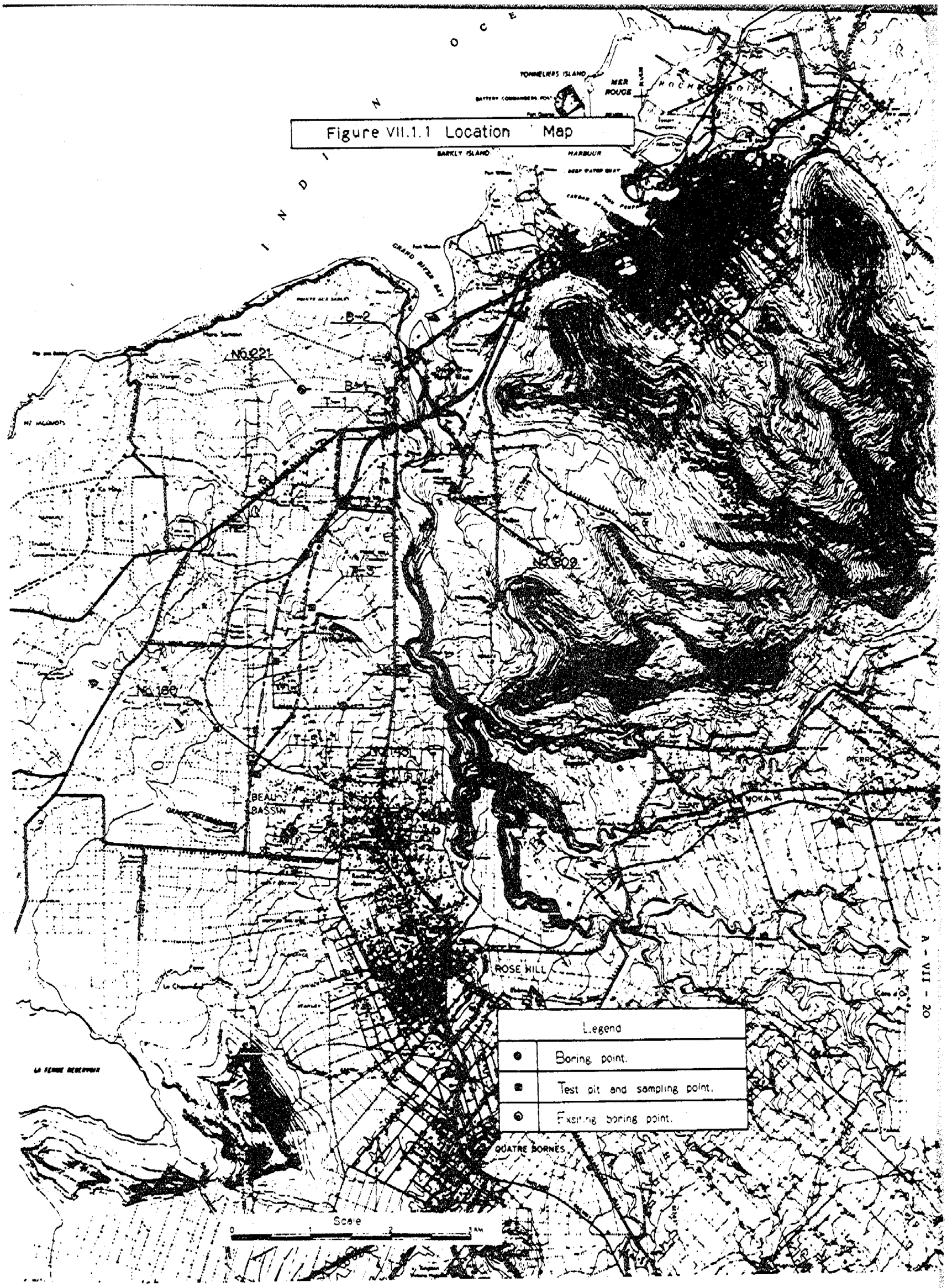


Figure VII.1.1 Location Map
TONNELIERS ISLAND
MER ROUGE
BARKLY ISLAND
HARBOUR
GRAND RIVER BAY
B-2
B-1
T-1
No.221
No.809
No.180
T-5
BEAU BASSIN
ST PIERRE
ROSE HILL
QUATRE BORNES
Legend
Boring point.
Test pit and sampling point.
Existing boring point.
Scale
0
1
2
KM

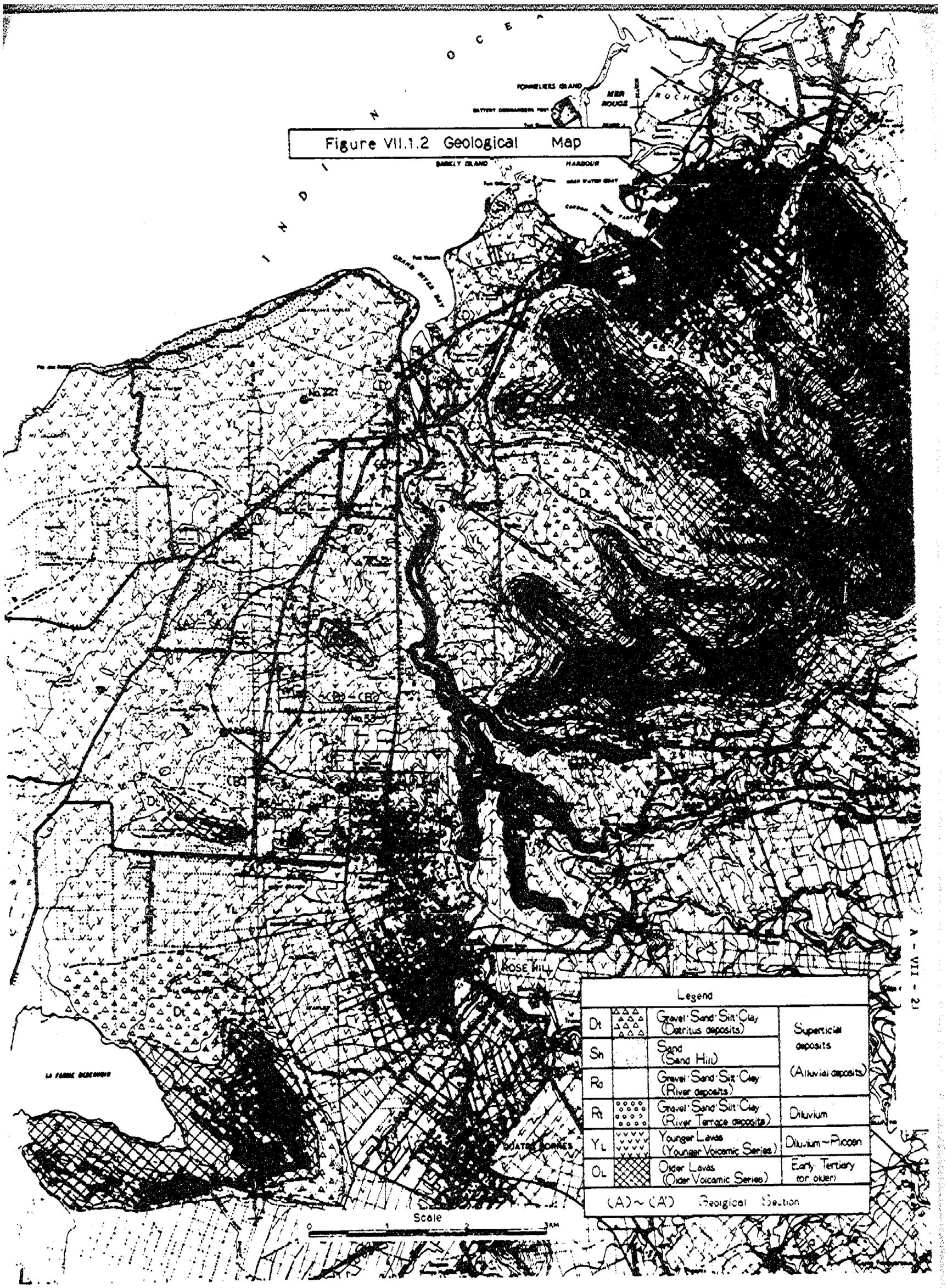
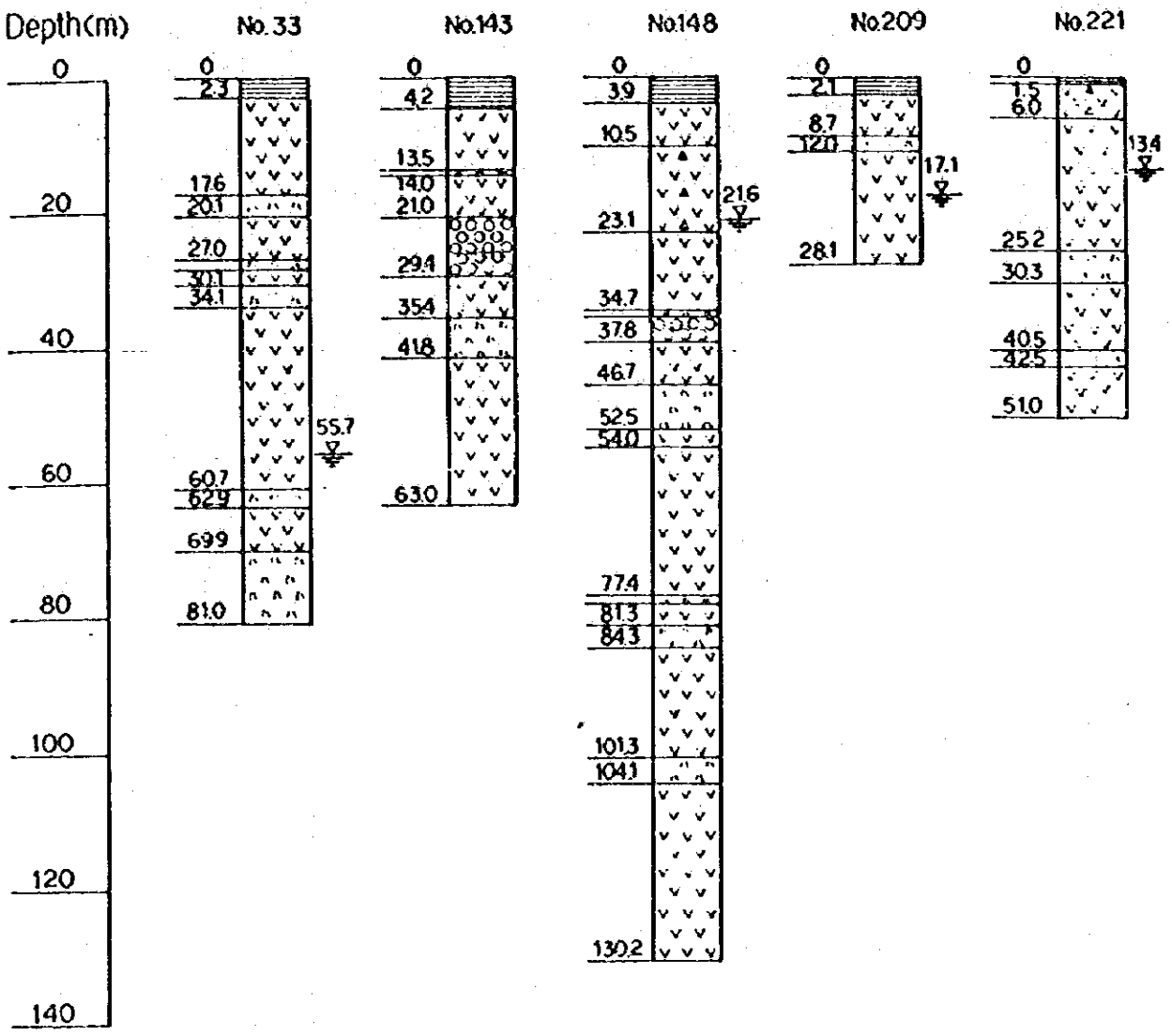


Figure VII.1.2 Geological Map
INDIAN OCEAN
FOUNDERERS ISLAND
MER ROUGE
BARKLY ISLAND
HARBOUR
GRAND RIVER BAY
ROSE HILL
Legend
Dt
Gravel·Sand·Silt·Clay (Detritus deposits)
Sh
Sand (Sand Hill)
Rd
Gravel·Sand·Silt·Clay (River deposits)
Superficial deposits
(Alluvial deposits)
Rt
Gravel·Sand·Silt·Clay (River Terrace deposits)
Diluvium
YL
Younger Lavas (Younger Volcanic Series)
Diluvium~Pleocen
OL
Older Lavas (Older Volcanic Series)
Early Tertiary (or older)
(A)~(A') Geological Section
Scale
0 1 2 3KM

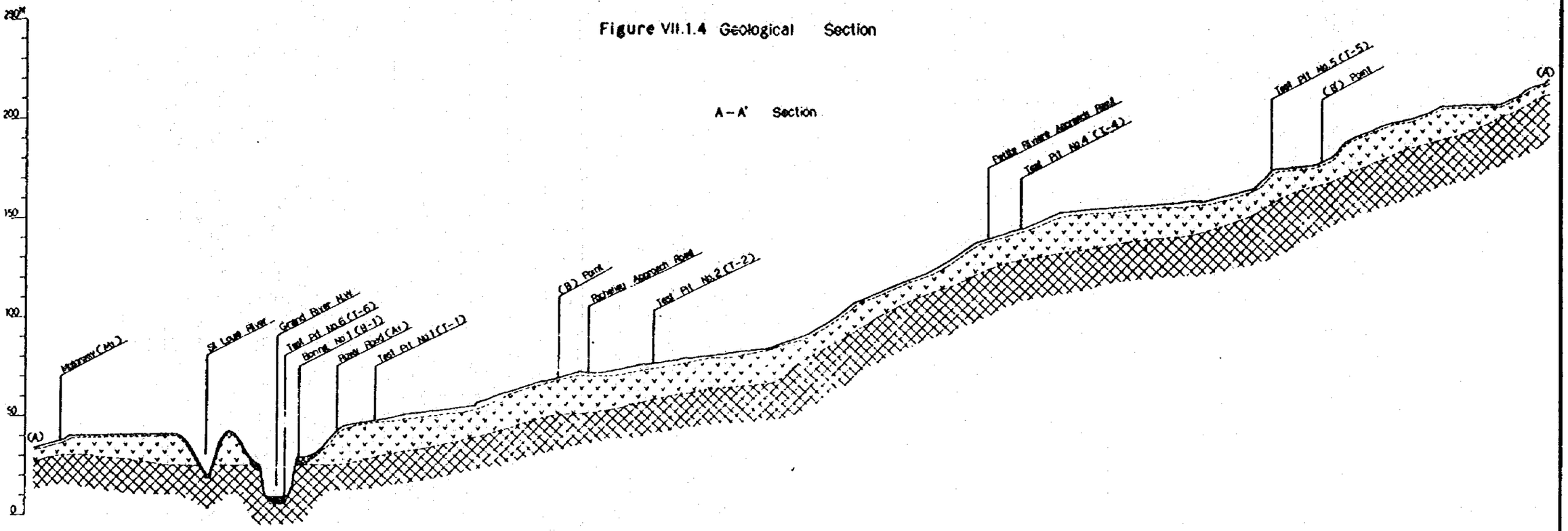
Figure VII.1.3 Columnar Section

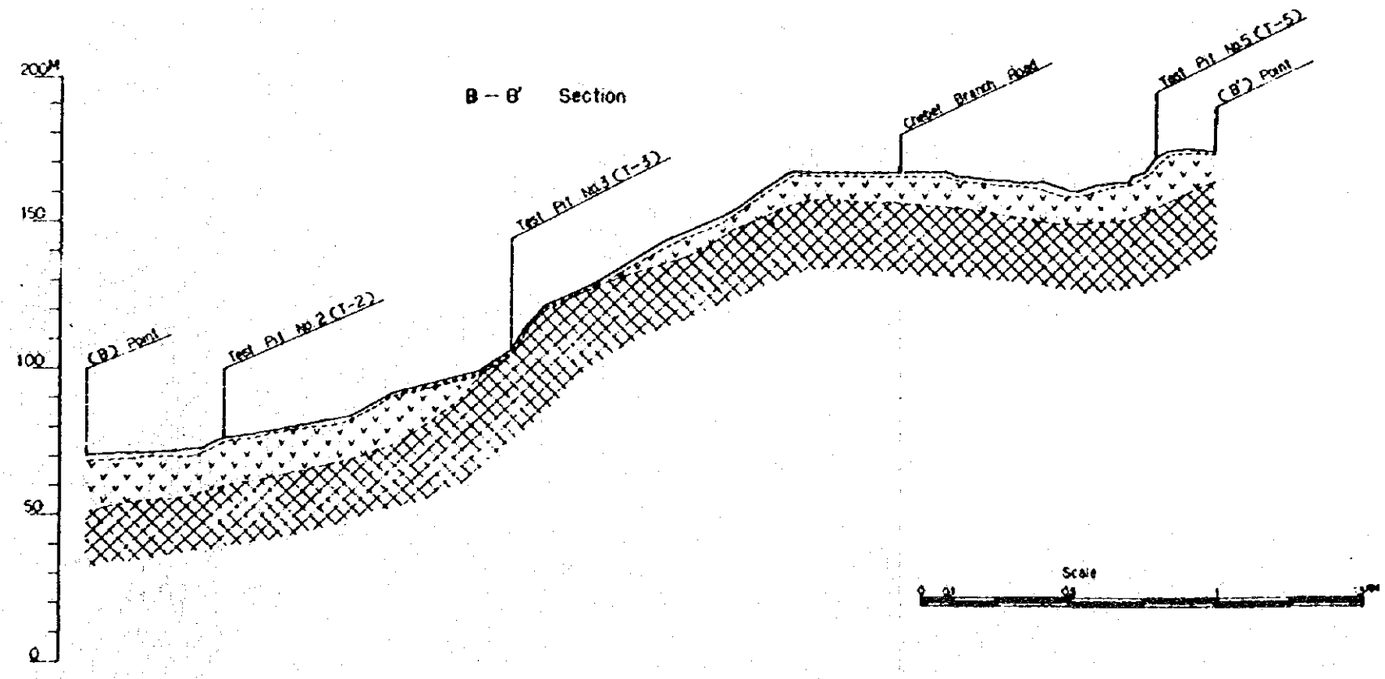


Legend

- Soil
- Sand & Gravel
- Tuff
- Agglomerate
- Lava
- Depth of Water Table from Ground Surface.

Figure VII.1.4 Geological Section





Legend	
	Soil (Weathered younger lavas)
	Detritus deposits
	River deposits
	River terrace deposits
	Younger lavas
	Older lavas

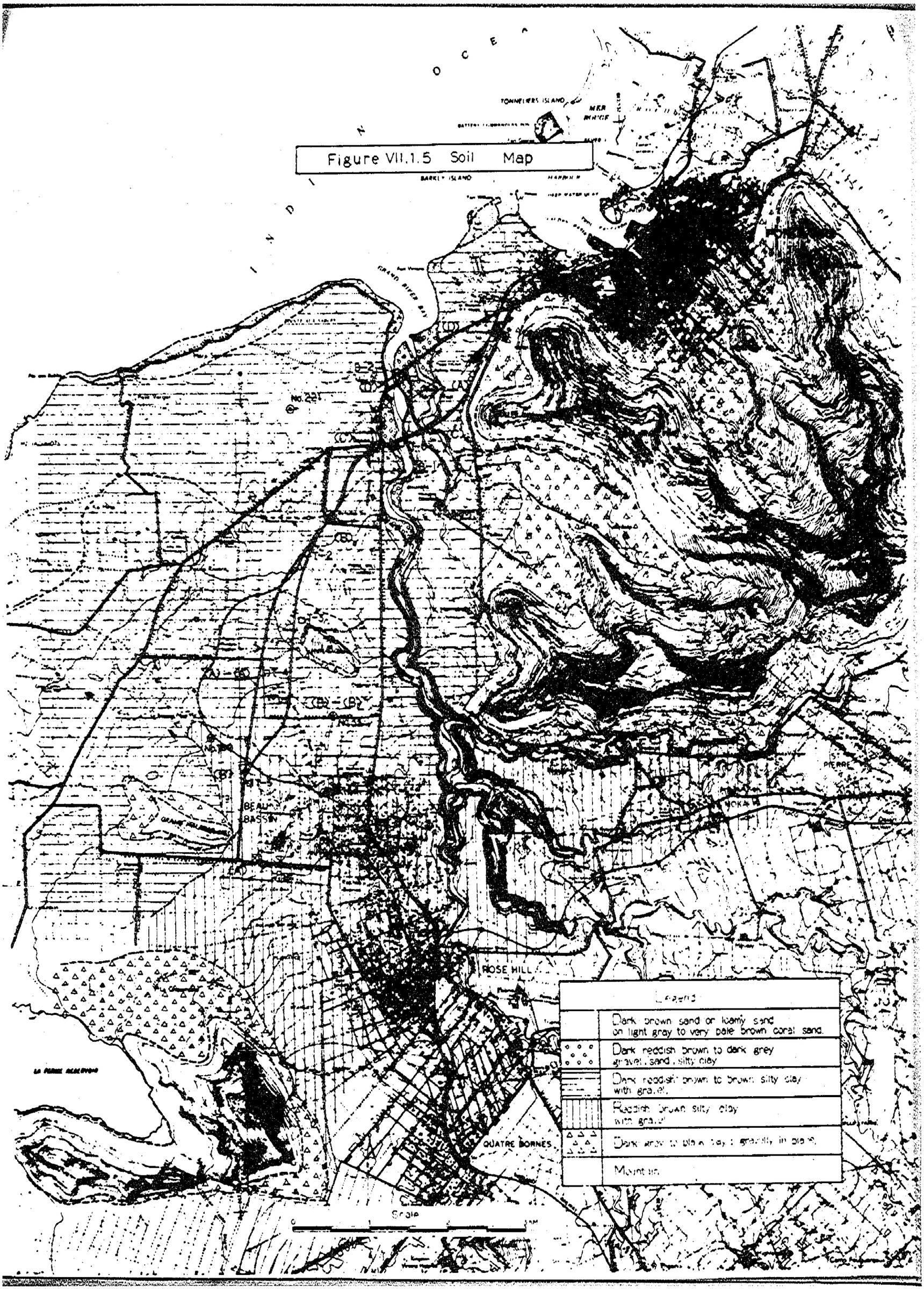


Figure VII.1.5 Soil Map
TONNELIERS ISLAND
BARKLY ISLAND
GRAND RIVER BAY
No. 221
BEAU BASSIN
ST PIERRE
ROSE HILL
QUATRE BORNES
Legend
Dark brown sand or loamy sand on light gray to very pale brown coral sand.
Dark reddish brown to dark grey gravel, sand, silty clay
Dark reddish brown to brown silty clay with gravel.
Reddish brown silty clay with gravel
Dark gray to black clay : gravelly in place.
Mountain
Scale

Fig. VII.1.6 SOIL PROFILES

T - 1

Depth	Profile	Appearance	Condition
0m			
		Dark reddish brown soil with organic matter and gravel(ø20-50mm)	Dry and very hard
0.50			
		Dark reddish brown soil with small gravel(ø2-5mm) a little	Dry and hard
1.50			
		Black brown weathered lava	Hard rock

T - 2

Depth	Profile	Appearance	Condition
0m			
		Dark reddish brown soil and gravel(ø100-300mm) mixed with organic matter (bank)	Dry and hard
0.40			
		Black brown soil with organic matter and gravel(ø50-100mm)	Dry and very hard
0.60			
		Dark reddish brown soil with small gravel(ø2-5mm) a little	Dry and very hard
1.50			

T - 3

Depth	Profile	Appearance	Condition
0m			
		Black soil with organic matter and gravel(ø100-300mm) rich	Dry and very hard
0.30			
		Black soil with organic matter and gravel(ø50-200mm) (small crack rich)	Dry and very hard
0.85			
		Highly weathered balck basalt	Soft rock
1.00			

Fig. VII.1.7 SOIL PROFILES

T - 4

Depth	Profile	Appearance	Condition
0m			
		Reddish brown soil with organic matter and gravel (ø50-100mm)	Dry and hard
0.40			
		Reddish brown soil with gravel (ø10-50mm) a little	Dry and very hard
1.30			

T - 5

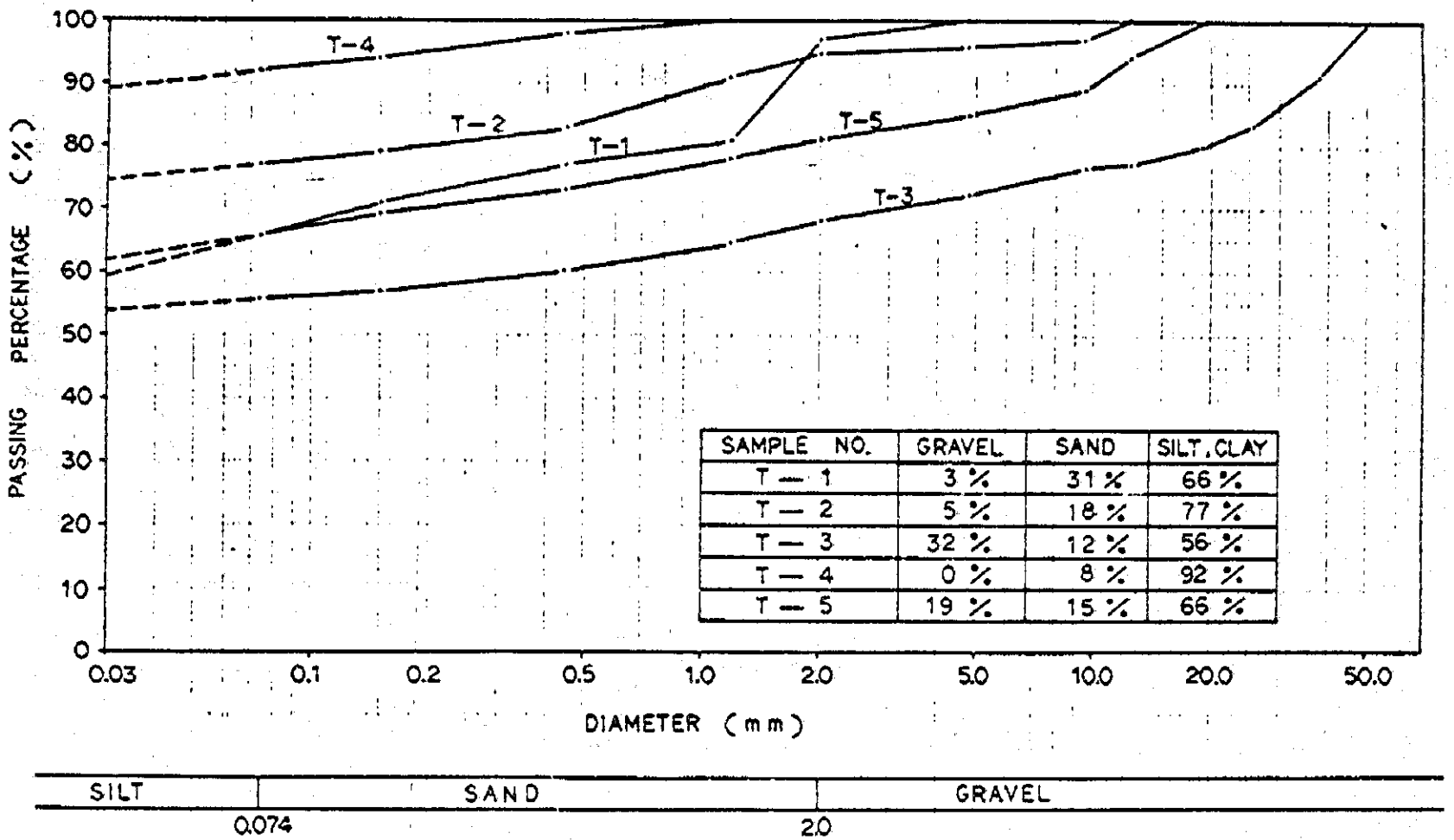
0m			
		Reddish brown soil with organic matter and gravel (ø100-500mm)	Dry and hard
0.40			
		Reddish brown soil with gravel (ø100-500mm) rich	Dry and very hard
1.20			

T - 6

0m			
0.15		Dark brown sand with organic matter rich	Dry and loose
		Dark brown sand and gravel (gravel max. size 500mm) with organic matter	Dry and very dense
0.90			
		Dark gray gravel and sand (gravel max. size 700mm) gravel>sand>silt	Very dense Large permeability
1.20	▽		
1.60			

Figure VII.1.8 GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

(Subgrade Soil)



SAMPLE NO.	GRAVEL	SAND	SILT, CLAY
T — 1	3 %	31 %	66 %
T — 2	5 %	18 %	77 %
T — 3	32 %	12 %	56 %
T — 4	0 %	8 %	92 %
T — 5	19 %	15 %	66 %

Figure VII.1.9 PLASTICITY CHART

(Subgrade Soil)

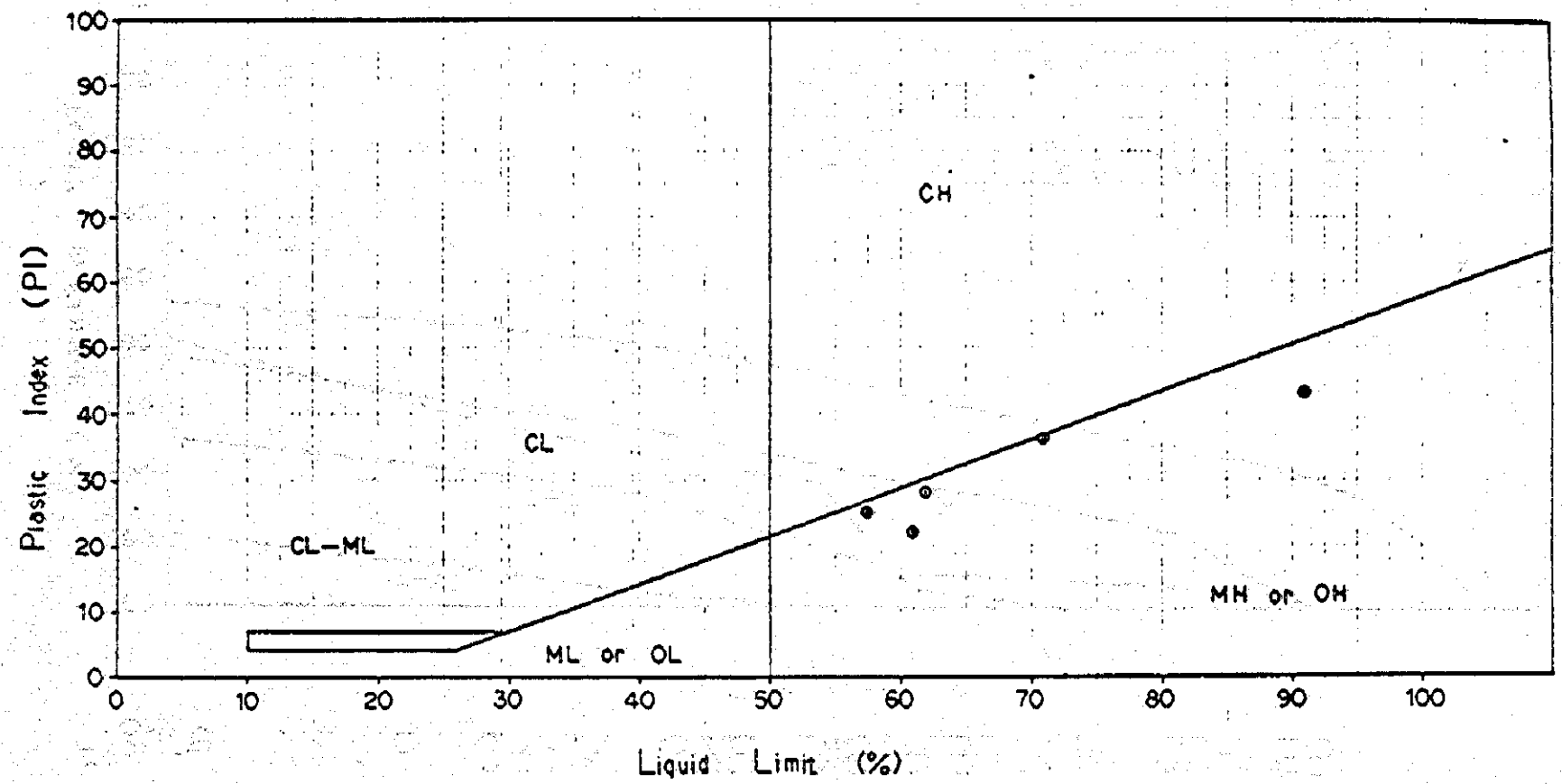
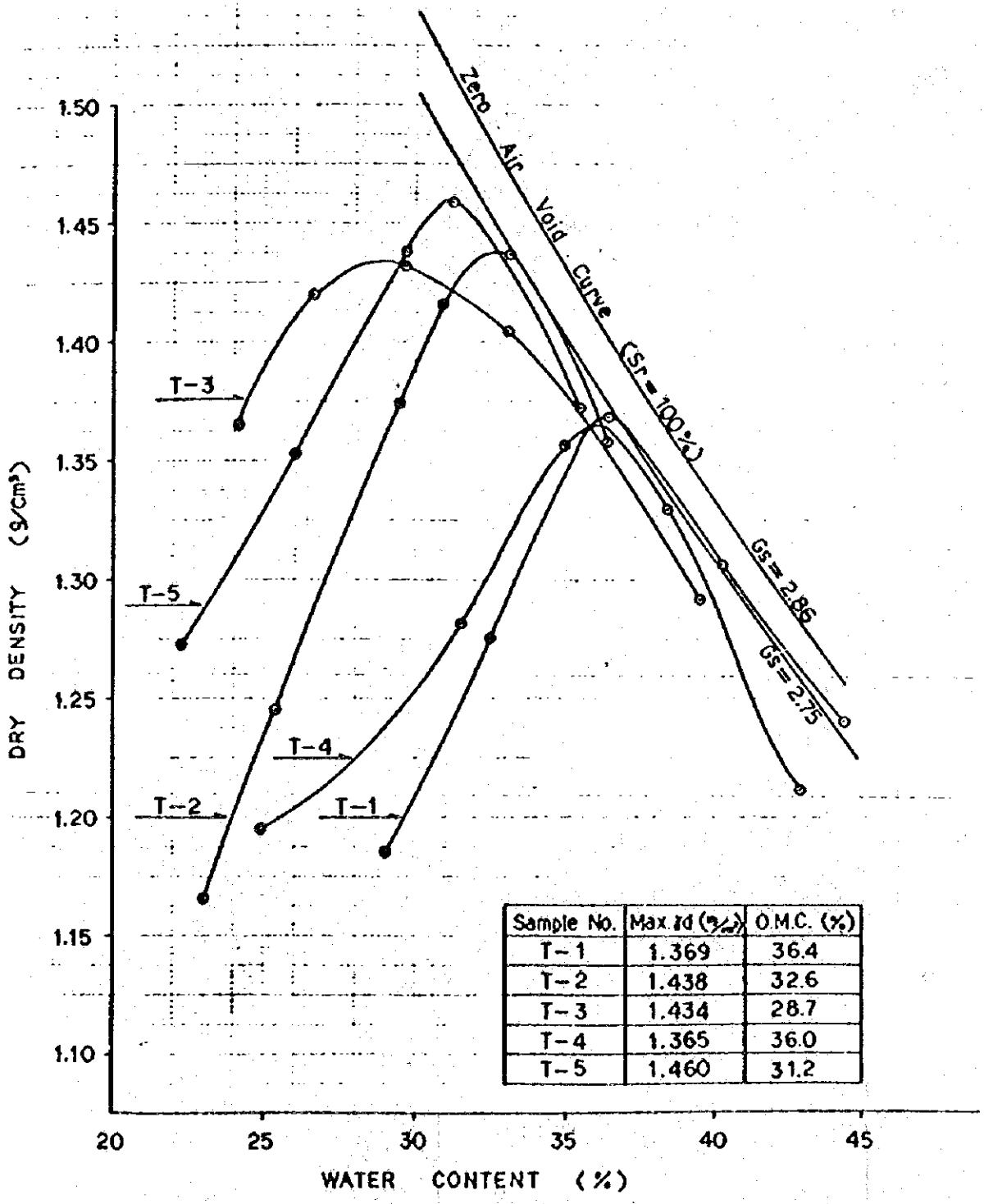


Figure VII. 1.10 SUMMARY OF COMPACTION TEST

(Subgrade Soil)



Sample No.	Max. γd (g/cm³)	O.M.C. (%)
T-1	1.369	36.4
T-2	1.438	32.6
T-3	1.434	28.7
T-4	1.365	36.0
T-5	1.460	31.2

Figure VII.1.11 Geological Section

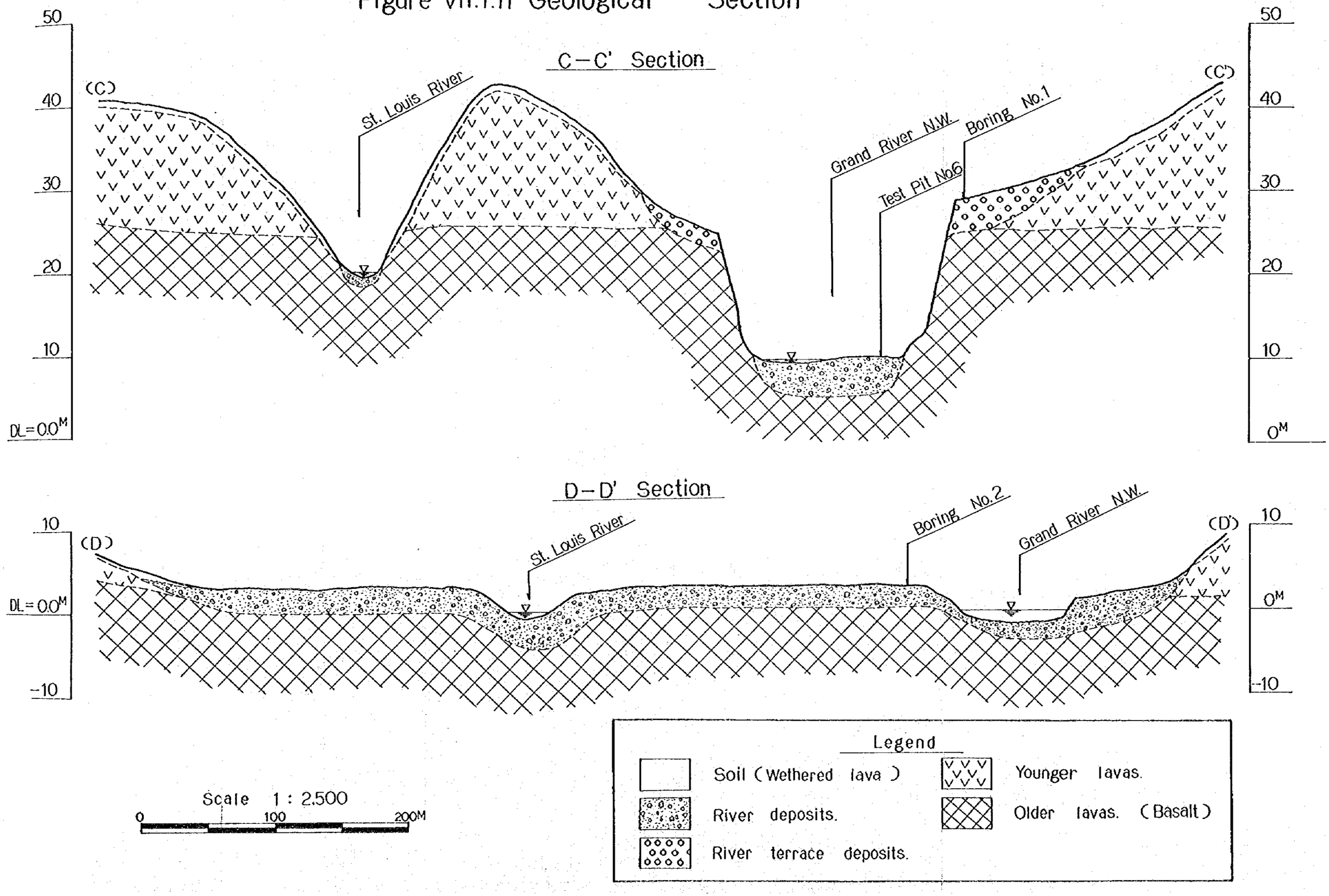


Fig. VII.1.12 COLUMNAR SECTION

Boring No.: 1

Location: Right Bank of 100 - 150 m down stream from the existing roadway bridge on A_1

Term of Boring: Started 6th December, 1977
Finished 9th December, 1977

Diameter of Bore Hole: 55 mm

Ground Height: 1.98 m

Underground Water Level: Unconfirmed

Depth (m)	Thickness of Strata	Legend	Geological Name	Discription	Standard Penetration Test Depth	N - Value 10 20 30 40 50
1.00	1.00		Reddish Brown Silty Clay	. Dry . With organic matter and gravel (max. size = 100 mm)	1.00	N>50
1.30	0.30		Black Gray Gravel	. ø300 mm Gravel (Basalt)		
1.65	0.35		Dark Gray Silty Clay	. Soft . With Gravel (ø = 10mm)		
2.25	0.60		Dark Gray Gravel	. Very hard . With sand and clay . Gravel max. size=150mm	2.00	N>50
2.65	0.40		Dark Brown Gravel Sand Silt mixed	Gravel > Sand > Silt		
3.20	0.55		Dark Brown Sand and Gravel	. Gravel max. size = 100mm . Gravel > Sand	3.00	N=20/20=30/30
4.00	0.80		Black Gray Gravel (Basalt)	. Very hard . max. Core length=200mm	3.20 4.00	
4.30	0.30		Dark Gray Sand and Gravel	. max. size = 50mm . Gravel > Sand		N=15
6.00	1.70		Black Gray Basalt	. Very hard . max. Core length=230mm . Vesiculated (Base Rock)	4.30 5.00 6.00	N>50 N>50

Fig. VII.1.13 COLUMNAR SECTION

Boring No.: 2

Location: Left bank of disused railway bridge of the G.R.N.W.

Term of Boring: Started 12th December, 1977
Finished 14th December, 1977

Diameter of Bore Hole: 55 mm

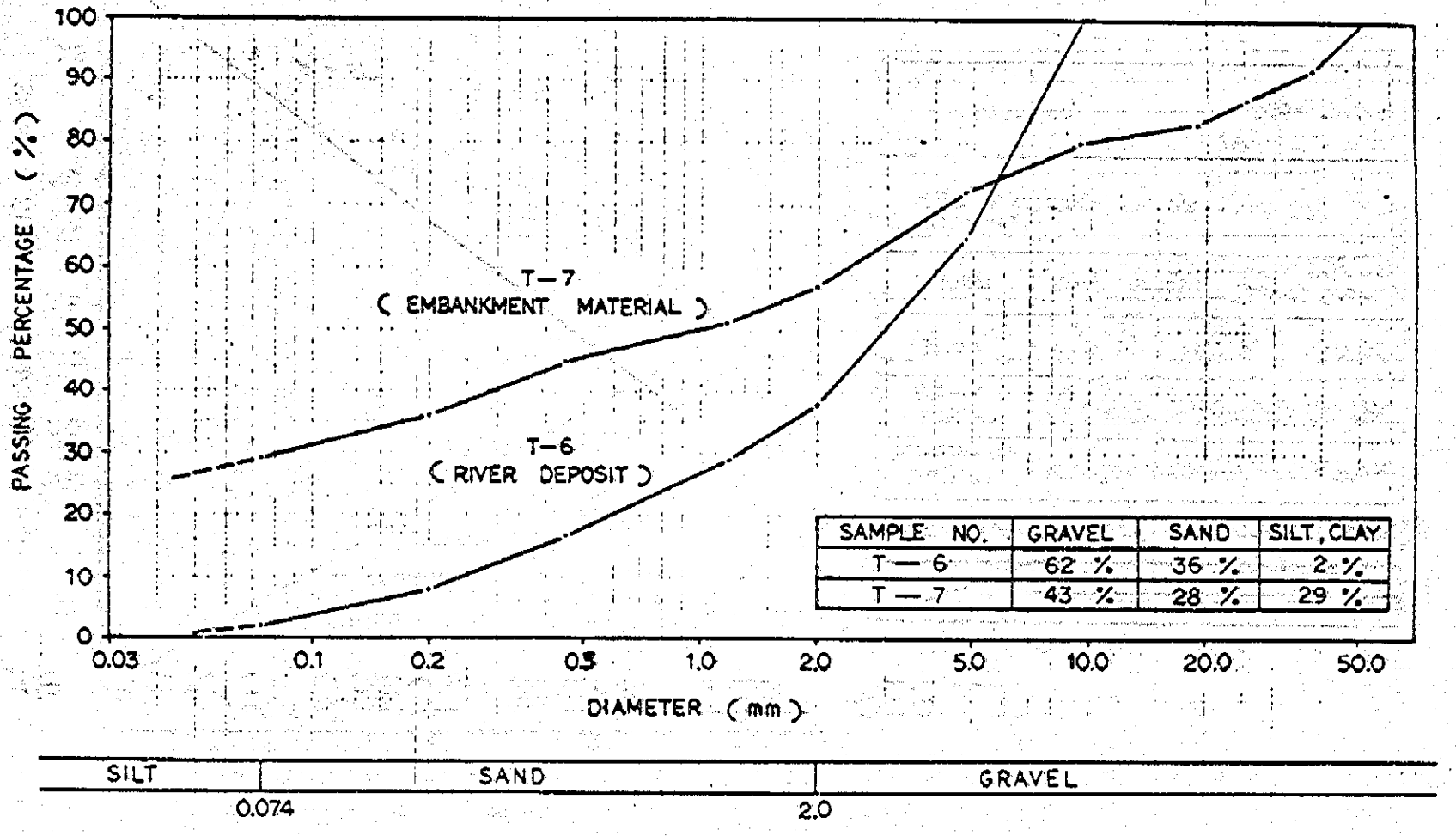
Ground Height: 29.43 m

Underground Water Level: GH - 1.40 m

Depth (m)	Thickness of Strata	Legend	Geological Name	Discription	Standard Penetration Test Depth	N - Value 10 20 30 40 50
0.55	0.55		Dark Brown Sand Clay	. Watery and cohesive . with Gravel (ø 20mm)		
1.00	0.45		Brown Sand and Gravel	. Gravel max. size=150mm Gravel > Sand	1.00	
2.00	1.00		Reddish Brown Sandy Clay and Gravel	. Soft and viscosity . Gravel max. size=20mm	1.30 2.00	N=4
2.30	0.30		Dark Brown Sand and Gravel	. Gravel max. size=20mm		N=12
2.60	0.30		Gravel	. max. size=150mm . Very hard, with sand	2.30	
5.00	2.40		Black Gray Basalt	. Very hard . max. Core length=230mm . Vesiculated (Base Rock)	3.00 4.00 5.00	N>50 N>50 N>50

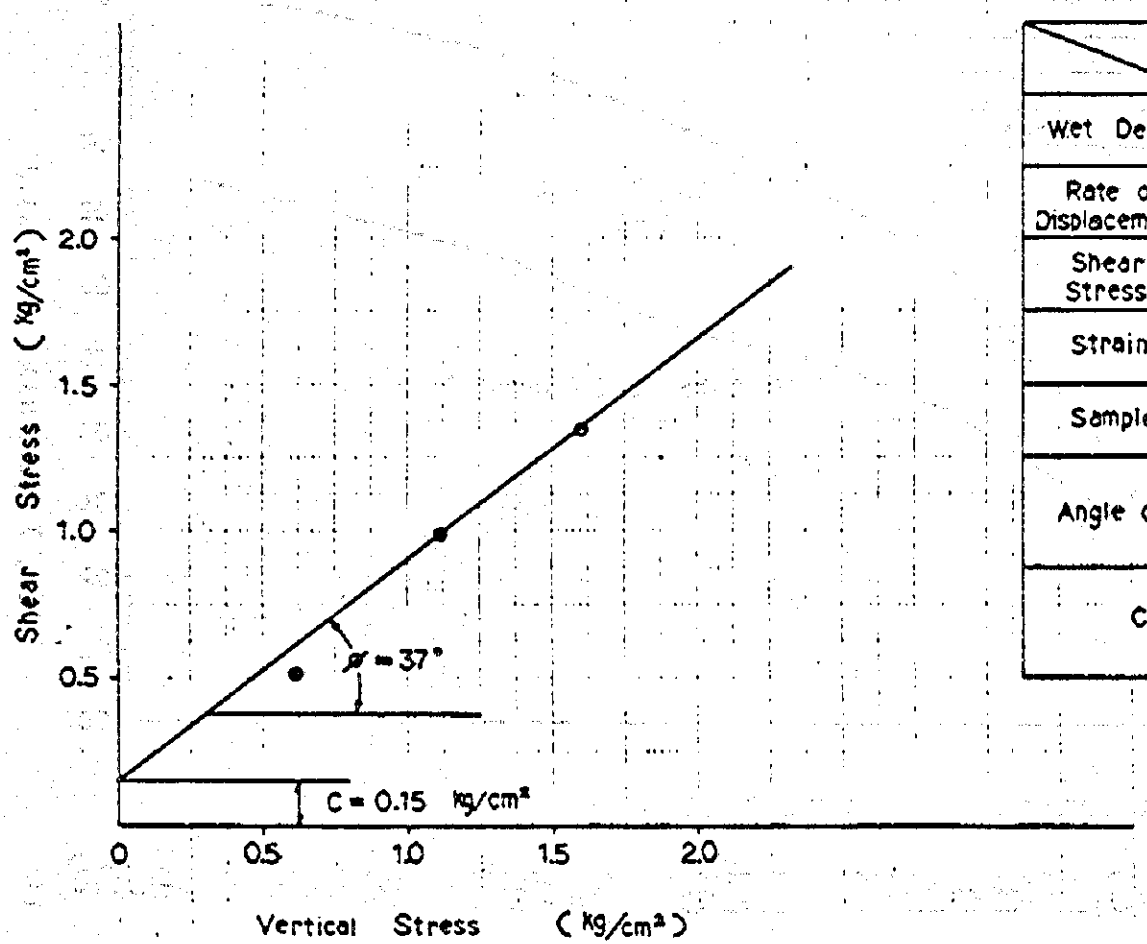
Figure VII.1.14 GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

(River deposit & Embankment material)



SAMPLE NO.	GRAVEL	SAND	SILT, CLAY
T — 6	62 %	36 %	2 %
T — 7	43 %	28 %	29 %

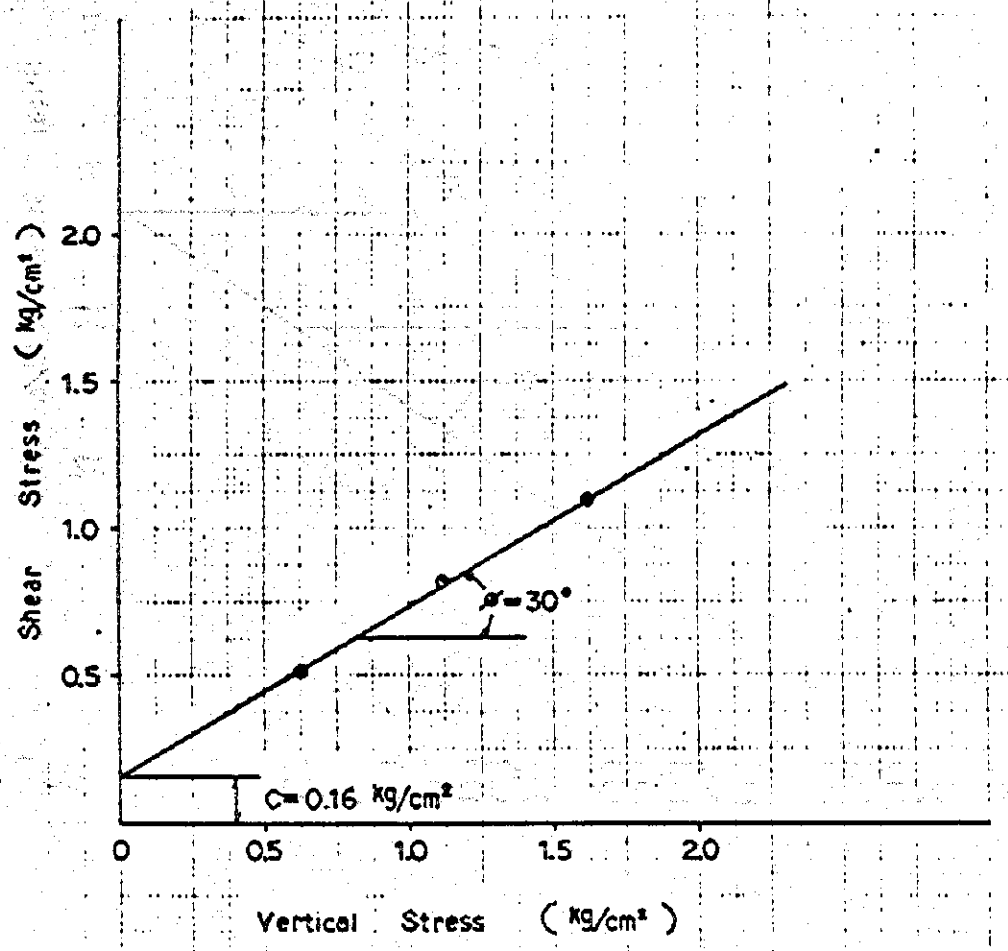
Figure VII.1.15 DIRECT SHEAR TEST RESULT



Sample No. 1

	Vertical Stress (kg/cm²)		
	0.62	1.12	1.61
Wet Density	1.72 g/cm³	1.72 g/cm³	1.72 g/cm³
Rate of Displacement	1.0 mm/min	1.0 mm/min	1.0 mm/min
Shear Stress	0.510 kg/cm²	0.980 kg/cm²	1.346 kg/cm²
Strain	11.0 %	15.0 %	15.0 %
Sample	River deposit (Sand & Gravel) Max. 9.52 mm		
Angle of internal friction	37°		
Cohesion	0.15 kg/cm²		

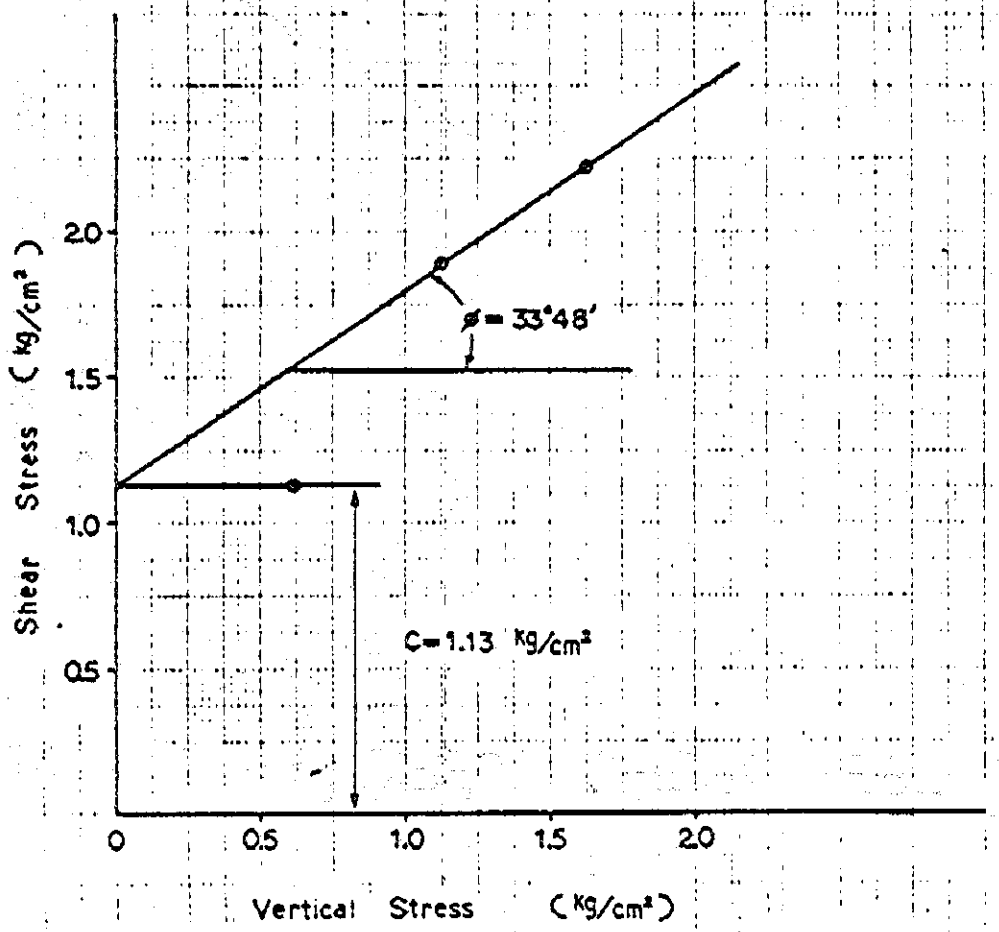
Figure VII.1.16 DIRECT SHEAR TEST RESULT



Sample No. 2

	Vertical Stress kg/cm²		
	0.62	1.12	1.62
Wet Density	2.17 g/cm³	2.17 g/cm³	2.17 g/cm³
Rate of Displacement	1.0 mm/min	1.0 mm/min	1.0 mm/min
Shear Stress	0.510 kg/cm²	0.882 kg/cm²	1.090 kg/cm²
Strain	15.0 %	15.0 %	15.0 %
Sample	River deposit (Sand & Gravel) Max. 5.0 mm		
Angle of internal friction	30°		
Cohesion	0.16 kg/cm²		

Figure VII.1.17 DIRECT SHEAR TEST RESULT



Sample No. 3

	Vertical Stress (kg/cm²)		
	0.62	1.12	1.61
Wet Density	1.72 g/cm³	1.72 g/cm³	1.72 g/cm³
Rate of Displacement	1.0 mm/min	1.0 mm/min	1.0 mm/min
Shear Stress	1.137 kg/cm²	1.884 kg/cm²	2.224 kg/cm²
Strain	15.0 %	15.0 %	15.0 %
Sample	Embankment Material		
Angle of internal friction		33°48'	
Cohesion		1.13 kg/cm²	