

ミャンマー連邦共和国  
建設省橋梁局

ミャンマー国  
バゴ橋建設事業詳細設計調査

ファイナル・レポート

平成 29 年 12 月  
(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル  
首都高速道路株式会社  
株式会社長大  
大日本コンサルタント株式会社

基盤
CR(3)
17-135

ミャンマー連邦共和国  
建設省橋梁局

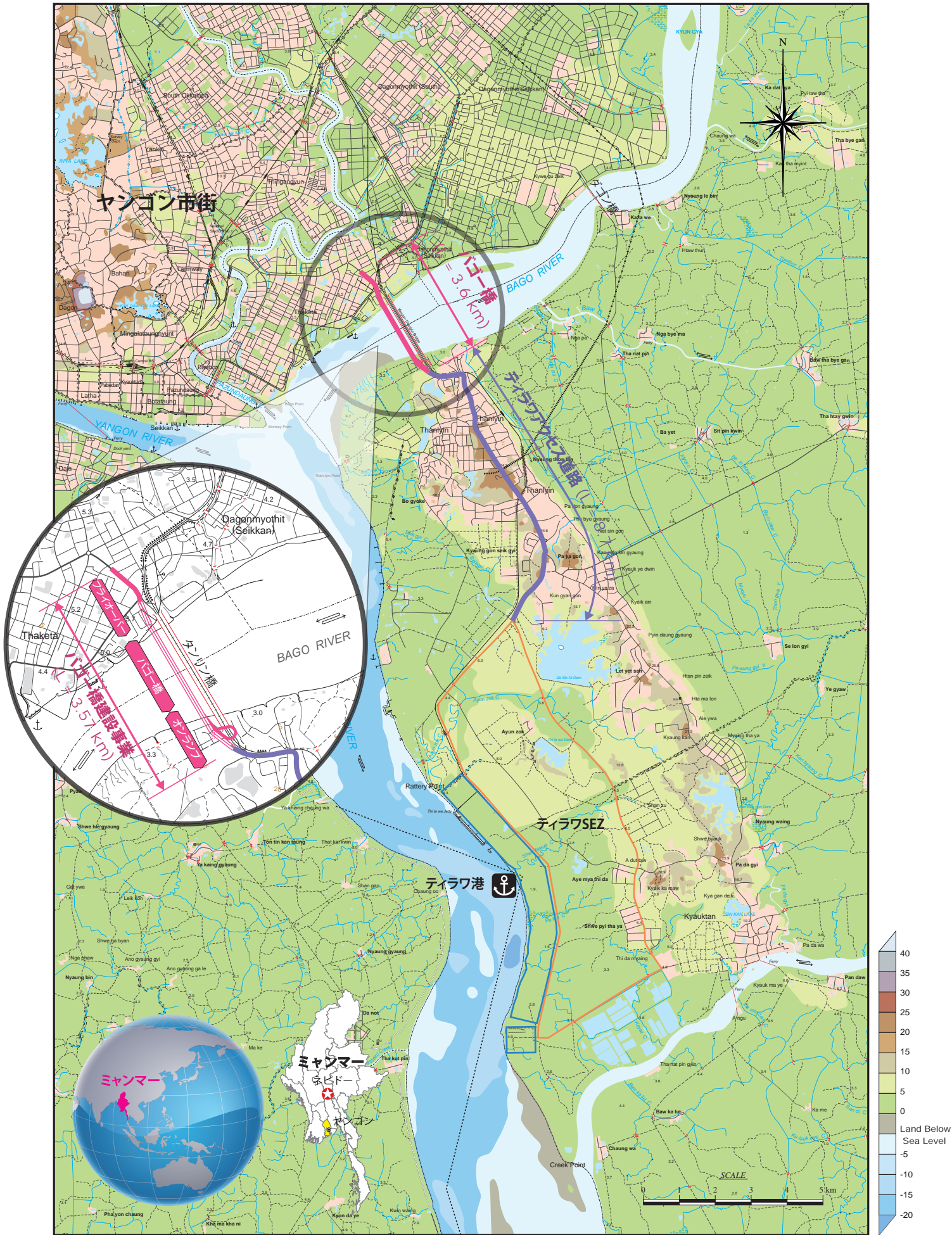
ミャンマー国  
バゴ橋建設事業詳細設計調査

ファイナル・レポート

平成 29 年 12 月  
(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル  
首都高速道路株式会社  
株式会社長大  
大日本コンサルタント株式会社



Copyright © 2010-2016 NIPPON KOEI CO., LTD. All right reserved.

調査対象位置図



バゴ橋完成イメージバース①



バゴ橋完成イメージバース②



斜張橋完成イメージバース①



斜張橋完成イメージバース②



タンリン地区完成イメージバース（オンランプ橋）



渡河橋区間完成イメージバース（鋼箱桁橋）



タケタ地区完成イメージバース①



タケタ地区完成イメージバース②（高架橋）

ミャンマー国  
バゴ橋建設事業詳細設計調査

ファイナル・レポート構成

ファイナル・レポート

<u>ファイナル・レポート</u>	<u>付属資料</u>
<b>VOLUME I</b>	<b>設計図面</b>
Part I	パッケージ 1
Part II	パッケージ 2
Part III	パッケージ 3
Part IV	MOC 施工分
<b>VOLUME II</b>	<b>設計計算書</b>
Part I	道路設計
Part II	鋼斜張橋
Part III	鋼箱桁橋
Part IV	PC 箱桁橋及びオンランプ橋
Part V	高架橋
Part VI	料金所施設
<b>VOLUME III</b>	<b>数量計算書</b>
Part I	道路設計
Part II	鋼斜張橋
Part III	鋼箱桁橋
Part IV	PC 箱桁橋及びオンランプ橋
Part V	高架橋
Part VI	料金所施設
<b>VOLUME IV</b>	<b>工事費積算書</b>
<b>VOLUME V</b>	<b>入札図書（案）</b>
	パッケージ 1
	パッケージ 2
	パッケージ 3
<b>VOLUME VI</b>	<b>風洞実験報告書</b>



ミャンマー国  
バゴ橋建設事業詳細設計調査

ファイナル・レポート  
(主報告書)

目次

調査対象位置図  
完成イメージバース  
目次  
略語集

第1章	業務の概要	1-1
1.1	業務の背景	1-1
1.2	業務の概要	1-3
1.2.1	業務の目的	1-3
1.2.2	プロジェクトの構成	1-3
1.3	「ミ」国関係官庁・機関	1-5
1.4	調査の範囲	1-5
1.5	周辺開発事業	1-5
1.6	本事業の協力準備調査	1-6
1.7	本業務実施にかかる JICA と MOC との合意事項	1-6
1.8	本設計調査のスコープ	1-7
1.9	設計調査スケジュール	1-11
第2章	自然条件調査	2-1
2.1	土質調査	2-1
2.1.1	調査概要と目的	2-1
2.1.2	地層区分	2-4
2.1.3	土質特性	2-22
2.2	路線測量	2-37
2.2.1	F/S における路線測量のレビュー	2-37
2.2.2	調査の目的および内容	2-37
2.2.3	調査方法	2-38

2.2.4	基準点測量 .....	2-40
2.2.5	路線測量 .....	2-44
2.2.6	基本設計のための事前 GPS 測量 .....	2-44
2.2.7	既存タンリン橋桁下高の測量 .....	2-45
2.2.8	地形測量 .....	2-46
2.2.9	深淺測量 .....	2-46
2.3	材料調査 .....	2-48
2.3.1	調査の範囲と目的 .....	2-48
2.3.2	調査結果 .....	2-50
2.3.3	結論 .....	2-99
2.4	水文調査 .....	2-100
2.4.1	準備調査における水文・水理調査のレビュー .....	2-100
2.4.2	詳細設計における水文・水理調査の概要 .....	2-101
2.4.3	水文データ収集調査 .....	2-101
2.4.4	河川横断測量と深淺測量 .....	2-102
2.4.5	気象条件 .....	2-103
2.4.6	道路および橋梁設計のための水文水理状況 .....	2-108
2.5	公共施設調査 .....	2-140
2.5.1	調査の目的および内容 .....	2-140
2.5.2	調査結果 .....	2-141
2.5.3	既存の公共施設配置 .....	2-145
2.5.4	公共施設移設の手順 .....	2-146
2.5.5	公共施設移設の概念図 .....	2-147
2.5.6	公共施設移設計画の準備 .....	2-151
第 3 章	道路設計 .....	3-1
3.1	平面・縦断設計 .....	3-1
3.1.1	設計基準 .....	3-1
3.1.2	標準断面図 .....	3-3
3.1.3	本線線形設計 .....	3-6
3.1.4	スターシティ域内からバギー橋への取付道路計画 .....	3-7
3.1.5	その他の道路計画 .....	3-8
3.2	舗装設計 .....	3-10

3.2.1	設計条件.....	3-10
3.2.2	土工区間の設計.....	3-11
3.2.3	橋梁区間.....	3-18
3.2.4	過積載車両の調査結果と将来の対策.....	3-20
3.3	軟弱地盤対策.....	3-22
3.3.1	設計条件.....	3-22
3.3.2	技術解析.....	3-48
3.3.3	対策工の比較.....	3-71
3.3.4	対策工法の選定.....	3-76
3.3.5	対策後地盤解析.....	3-77
3.3.6	盛土施工計画.....	3-85
3.4	道路構造物設計.....	3-92
3.4.1	道路構造物設置区間.....	3-92
3.4.2	設計条件.....	3-93
3.4.3	補強土壁の設計.....	3-95
3.5	フライオーバーとタンリンチンカット道路の拡幅.....	3-104
3.5.1	設計条件.....	3-104
3.5.2	高架橋区間の線形計画.....	3-110
3.5.3	交差点設計.....	3-113
3.5.4	土工.....	3-121
3.5.5	アプローチ道路（北部）の土工部の設計.....	3-121
3.5.6	擁壁詳細設計.....	3-130
3.5.7	路面排水.....	3-141
3.5.8	小構造物設計.....	3-142
3.5.9	パッケージ3におけるデマケーション変更.....	3-142
3.6	タンリン側交差点（STA.0+040）.....	3-148
3.6.1	交差点計画の背景と追加 F/S 計画及びティラワアクセス道路計画.....	3-148
3.6.2	新たに建設された交差点に対する対応策の提案.....	3-151
3.6.3	設計条件.....	3-155
3.6.4	交差点の線形.....	3-165
3.6.5	交差点滞留長.....	3-173
3.6.6	交差点設計.....	3-174
3.7	標識類の計画.....	3-180

3.7.1	標識類種別 .....	3-180
3.7.2	交通標識 .....	3-180
3.7.3	路面標示 .....	3-181
3.8	排水設計 .....	3-183
3.8.1	概要 .....	3-183
3.8.2	水文解析と排水設計手順 .....	3-183
3.8.3	降雨確率年と降雨強度 .....	3-184
3.8.4	排水系統図及び流末位置の決定 .....	3-185
3.8.5	集水面積及び流出量の推定 .....	3-186
3.8.6	排水構造物タイプと排水容量の算定 .....	3-195
3.8.7	新設の流末処理排水路 .....	3-199
第4章	橋梁設計 .....	4-1
4.1	設計条件 .....	4-1
4.1.1	設計基準 .....	4-1
4.1.2	使用材料 .....	4-9
4.1.3	設計荷重及び荷重組合せ .....	4-9
4.1.4	構造最適化のための比較設計項目 .....	4-9
4.1.5	河川内橋梁の支間割・航路高 .....	4-10
4.1.6	バギー橋の設計条件 .....	4-10
4.2	斜張橋 .....	4-84
	〔基本設計〕 .....	4-84
4.2.1	斜張橋構造形式の選定 .....	4-84
4.2.2	斜張橋の上部構造 .....	4-86
4.2.3	斜張橋の下部構造 .....	4-113
4.2.4	斜張橋の基礎 .....	4-118
4.2.5	橋梁付属物 .....	4-129
4.2.6	基本設計結果 .....	4-133
	〔詳細設計〕 .....	4-138
4.2.7	詳細設計概要 .....	4-138
4.2.8	線形計算 .....	4-144
4.2.9	上部工設計概要 .....	4-145
4.2.10	下部工設計概要 .....	4-233

4.2.11	付属物設計概要.....	4-316
4.2.12	動的全体構造解析.....	4-370
4.2.13	上部工架設ステップ解析.....	4-397
4.2.14	掛違い橋脚修正設計(P10,P13) [PC 箱桁→3 径間鋼箱桁への設計変更].....	4-415
4.2.15	風洞実験による耐風性検討の概要.....	4-429
4.2.16	数量総括表.....	4-447
4.3	鋼床版箱桁橋.....	4-455
4.3.1	上部工の基本設計.....	4-455
4.3.2	下部工の基本設計.....	4-470
4.3.3	上部工の詳細設計（7 径間鋼床版箱桁）.....	4-483
4.3.4	上部工の詳細設計（3 径間連続鋼床版箱桁）.....	4-510
4.3.5	下部工の詳細設計（7 径間鋼床版箱桁）.....	4-535
4.3.6	下部工の詳細設計（3 径間鋼床版箱桁）.....	4-565
4.3.7	橋梁付属物.....	4-588
4.4	PC 箱桁橋.....	4-598
4.4.1	概要.....	4-598
4.4.2	PC 箱桁橋の橋長の検討.....	4-598
4.4.3	支間長の検討.....	4-604
4.4.4	PC 箱桁橋の検討.....	4-607
4.4.5	PC 箱桁橋の下部工の検討.....	4-625
4.4.6	PC 箱桁橋の基礎の検討.....	4-636
4.4.7	下部工詳細設計結果.....	4-650
4.4.8	橋梁付属物.....	4-676
4.5	オンランプ橋.....	4-681
4.5.1	オンランプ橋の橋長の検討.....	4-681
4.5.2	オンランプ橋の支間割の検討.....	4-685
4.5.3	オンランプ橋の下部工の検討.....	4-692
4.5.4	オンランプ橋の基礎の検討.....	4-698
4.5.5	下部工詳細設計結果.....	4-708
4.5.6	橋梁付属物.....	4-716
4.6	フライオーバー区間.....	4-718
4.6.1	フライオーバー区間の設計.....	4-718
4.6.2	フライオーバー区間の基本設計.....	4-731

4.6.3	詳細設計における基本設計からの主要な変更点.....	4-736
4.6.4	フライオーバー区間の詳細設計 .....	4-741
<b>第5章</b>	<b>料金徴収施設 .....</b>	<b>5-1</b>
5.1	業務概要 .....	5-1
5.2	設計条件 .....	5-1
5.2.1	適用設計基準 .....	5-1
5.2.2	交通量に係る条件 .....	5-2
5.3	料金所設計 .....	5-3
5.3.1	料金所施設計画 .....	5-3
5.3.2	使用材料 .....	5-11
5.4	管理棟設計 .....	5-12
5.4.1	管理棟施設計画 .....	5-12
5.4.2	設備及び材料 .....	5-16
5.5	安全対策 .....	5-16
5.6	将来拡張計画（自動料金徴収施設） .....	5-17
5.6.1	自動料金收受システム（ETC） .....	5-17
5.6.2	配置検討 .....	5-22
5.6.3	考慮事項 .....	5-32
<b>第6章</b>	<b>配電・照明設備 .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	一般事項 .....	6-1
6.2	詳細設計業務の範囲 .....	6-1
6.3	詳細設計条件 .....	6-2
6.3.1	設計基準 .....	6-2
6.4	道路照明設備 .....	6-4
6.4.1	一般事項 .....	6-4
6.4.2	道路照明設備の選定 .....	6-4
6.4.3	平均路面光輝の計算 .....	6-5
6.4.4	配光曲線計算 .....	6-6
6.4.5	配線サイズの計算 .....	6-7
6.4.6	料金所広場照明設備 .....	6-9
6.4.7	交通信号システム .....	6-10
6.5	障害灯設備 .....	6-14

6.5.1	航空障害灯の設備	6-14
6.5.2	航路標識	6-14
6.6	橋梁夜景景観照明施設	6-16
6.7	避雷保護設備	6-16
6.8	主塔内電気設備	6-17
<b>第7章</b>	<b>施工計画</b>	<b>7-1</b>
7.1	河川橋区間の施工計画	7-1
7.1.1	プロジェクトの概要	7-1
7.1.2	仮設備工	7-8
7.1.3	道路工	7-17
7.1.4	鋼斜張橋	7-20
7.1.5	鋼箱桁	7-31
7.1.6	プレキャスト PC 箱桁橋	7-36
7.1.7	オンランプ橋	7-46
7.2	フライオーバー区間の施工計画	7-47
7.2.1	工事概要	7-47
7.2.2	工事内容	7-49
7.2.3	主要資材の調達計画	7-49
7.2.4	仮設備	7-51
7.2.5	建設工事区域	7-53
7.2.6	施工手順概要	7-53
7.2.7	道路工事	7-57
7.2.8	橋梁工事	7-59
7.2.9	交通迂回路計画	7-71
7.2.10	建設スケジュール	7-73
<b>第8章</b>	<b>工事安全対策</b>	<b>8-1</b>
8.1	工事安全対策の基本理念と目的	8-1
8.1.1	工事安全対策の基本理念	8-1
8.1.2	工事安全計画の目的	8-1
8.2	工事安全に対する政府管轄省庁	8-1
8.3	工事安全に関する「ミ国」の法令及び標準仕様書等	8-3
8.4	安全に関する許可及び承認の手順	8-4

8.5	工事安全計画の構成	8-6
8.6	総合安全計画書	8-6
8.6.1	現地事前調査（安全環境の把握）	8-6
8.6.2	総合安全管理計画の現場作業所の基本方針	8-7
8.6.3	総合安全管理計画の本社（支店）の基本方針	8-8
8.7	リスクアセスメントの策定（案）	8-8
8.7.1	目的	8-8
8.7.2	リスクアセスメントの運用	8-8
8.7.3	実施体制及び実施者	8-8
8.7.4	リスク低減措置の実行（案）	8-9
8.8	交通安全計画書	8-10
8.9	水上工事安全計画書	8-11
8.9.1	水上工事安全計画の構成要素	8-11
8.9.2	仮設航路の設定	8-12
8.9.3	警戒体制および警戒船の配置	8-13
8.10	公衆災害防止計画書	8-13
8.11	工事安全施工計画	8-14
8.12	工事安全計画書の留意事項	8-15
8.12.1	バギー橋梁工事	8-15
8.12.2	タケタ地区高架橋工事	8-15
8.12.3	アプローチ道路及び料金所工事	8-16
第9章	環境社会配慮	9-1
9.1	環境社会配慮調査の目的	9-1
9.2	環境配慮	9-1
9.2.1	IEE 報告書のレビューおよび MONREC による承認	9-1
9.2.2	環境調査	9-2
9.2.3	IEE 報告書から EIA 報告書への更新および編纂	9-12
9.3	社会配慮	9-26
9.3.1	A-RAP のレビュー	9-26
9.3.2	移転関連法令およびギャップ分析	9-26
9.3.3	A-RAP の更新および移転の手順	9-27
9.3.4	A-RAP の更新	9-28



第 10 章	HIV/AIDS 対策活動 .....	10-1
10.1	はじめに.....	10-1
10.2	ミャンマーにおける現状.....	10-1
10.2.1	HIV/AIDS 関連法令 .....	10-1
10.2.2	ミャンマーにおける取り組み .....	10-1
10.2.3	責任機関.....	10-2
10.2.4	ドナー機関の政策.....	10-3
10.2.5	ミャンマーの建設セクターにおける HIV/AIDS 対策活動の課題.....	10-3
10.3	事業実施エリアにおける状況.....	10-3
10.3.1	タンリンタウンシップにおける HIV/AIDS の状況.....	10-3
10.3.2	タケタタウンシップにおける HIV/AIDS の状況.....	10-4
10.4	実施計画.....	10-4
10.4.1	目的.....	10-4
10.4.2	本事業における HIV/AIDS 対策活動のコンポーネント.....	10-5
10.4.3	実施体制.....	10-6
10.4.4	実施スケジュール.....	10-8
10.4.5	実施費用.....	10-9
第 11 章	運営・維持管理.....	11-1
11.1	序論.....	11-1
11.2	運営維持管理計画.....	11-1
11.2.1	料金徴収計画.....	11-1
11.3	交通管理計画.....	11-2
11.4	維持管理計画.....	11-3
11.4.1	基本的な考え方.....	11-3
11.4.2	維持管理の留意点.....	11-5
11.4.3	点検.....	11-6
11.4.4	簡易モニタリング.....	11-11
11.4.5	レーザープロファイラ測定.....	11-17
11.4.6	補修・補強.....	11-18
11.4.7	維持管理の実施体制.....	11-18
11.5	運営維持管理の提案.....	11-20
第 12 章	事業費積算.....	12-1

12.1	積算条件・方法	12-1
12.1.1	準拠する積算基準・マニュアル	12-1
12.1.2	積算時点	12-1
12.1.3	通貨交換レート	12-1
12.1.4	直接工事費構成要素の単価根拠および歩掛の補正	12-2
12.1.5	積算に関わる工事計画・条件の策定	12-3
12.1.6	間接工事費	12-3
12.1.7	物価変動予測	12-4
12.1.8	予備費	12-5
12.1.9	コンサルタント費用	12-5
12.1.10	紛争裁定委員会費用（借款負担および現地国政府負担で折半）	12-6
12.1.11	税処置（現地国政府負担）	12-6
12.1.12	事業期間中利子（現地国政府負担）	12-6
12.2	総事業費	12-7
12.3	年度別資金計画	12-7
12.4	各パッケージ土木建設費	12-8
12.4.1	河川橋区間（パッケージ1および2）	12-8
12.4.2	フライオーバー区間（パッケージ3）	12-12
12.5	調達計画	12-13
<b>第13章</b>	<b>建設技術移転</b>	<b>13-1</b>
13.1	ミャンマー国における河川橋の施工	13-1
13.1.1	河川橋の施工実績	13-1
13.1.2	MOC 橋梁局における工事部隊の体制	13-3
13.2	建設技術移転についての提案	13-4
13.2.1	MOC 工事部隊のバゴ橋建設への参画	13-4
13.2.2	MOC 工事部隊のバゴ橋建設への参画に関する留意事項	13-7
<b>第14章</b>	<b>事業実施設計</b>	<b>14-1</b>
14.1	借款契約	14-1
14.2	実施体制	14-1
14.2.1	実施機関	14-1
14.2.2	プロジェクト管理部隊	14-3

14.2.3	JICA、MOC および YCDC の責任分担 .....	14-4
14.2.4	タンリンチンカット道路拡幅の責任分担 .....	14-5
14.3	実施工程.....	14-5
第 15 章	広報.....	15-1
15.1	一般.....	15-1
15.2	広報用動画.....	15-1
15.3	イメージパース.....	15-1
15.4	広報計画.....	15-2
15.4.1	ミャンマー向け広報.....	15-2
15.4.2	本邦向け広報.....	15-2

## ファイナル・レポート (付録)

### 付録リスト

#### 路線調査

付録-1	Description of Existing Control Point
付録-2	Primary Control Point Result
付録-3	GPS Loop Closure
付録-4	GPS Net Adjustment Result
付録-5	Secondary Control Point Result
付録-6	Leveling Route Map
付録-7	Leveling Quality Control
付録-8	Leveling Observation Data
付録-9	Map Symbol and its application manner
付録-10	Certificate Survey Instruments

#### 水文調査

付録-11	Hydrological Data Collection Result
付録-12	Drawings of River Section

#### 公共施設調査

付録-13	Underground Utility Survey Result
-------	-----------------------------------

#### 環境社会配慮

付録-14	Laboratory Analysis Results
付録-15	List of Flora and Fauna in the Project Area
付録-16	Provisional Environmental and Social Monitoring Forms
付録-17	Gap Analysis on Environmental Regulations and Check List for
付録-18	Addition Consultation Meeting Minutes and Materials

#### 広報

付録-19	Detailed Storyboard in Japanese
-------	---------------------------------

## 略語集

略語	英文	和文
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
A-RAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画書
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
B/D	Basic Design	基本設計
BD/R	Basic Design Report	基本設計報告書
COD	Cut-off Date	カットオフデート
D/D	Detailed Design	詳細設計
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナル・レポート
DMH	Department of Meteorology and Hydrology	気象水文局
DMS	Detailed Measurement Survey	センサス、社会経済調査、資産目録調査を含む詳細測定調査
DOB	Department of Bridge	橋梁局
DOH	Department of Highway	道路局
DOL	Department of Labor	労働局
DWIR	Directorate of Water Resources and Improvement of River Systems	運輸省河川局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
F/R	Final Report	ファイナル・レポート
F/S	Feasibility Study	協力準備調査
GAD	General Administration Department	タウンシップ管理局(
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
ITR	Interim Report	インテリム・レポート
IUCN	international Union for Conservation of Nature	絶滅危惧種の記録
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
JSHB	Japanese Specifications for Highway Bridge	道路橋示方書
L/A	Loan Agreement	円借款貸付契約
MJTD	Myanmar Japan Thilawa Development Limited	MJ ティラワ・デベロップメント社
MMK	Myanmar Kyat	ミャンマー・チャット

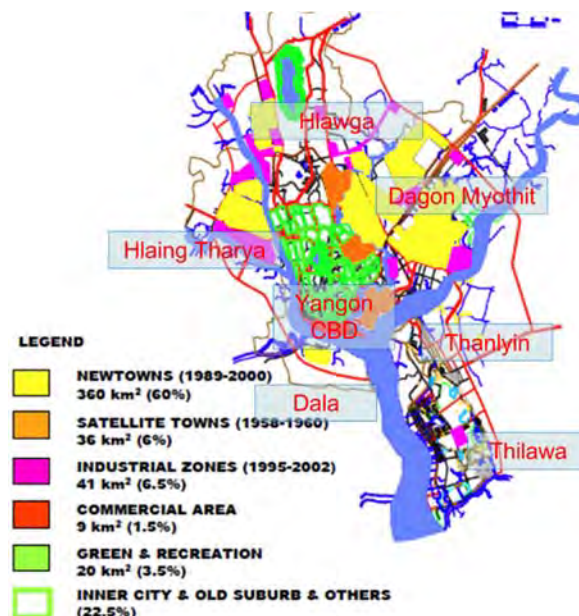
略語	英文	和文
MOC	Ministry of Construction	建設省
MONREC	Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation	天然資源環境保全省
MOTC	Ministry of Transport and Communications	運輸通信省
MPA	Myanma Port Authority	運輸省港湾局
MR	Myanmar Railways	ミャンマー国有鉄道
NAP	National Aid Program	国家エイズプログラム
NEXCO	NEXCO Nippon Expressway Company	東日本高速道路株式会社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
PAHs	Project Affected Households	被影響世帯
PAPs	Project Affected Persons	被影響住民
PC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理部隊
ROW	Right of Way	道路用地
PS	Police Station	警察署
RTAD	Road Transport Administration Department	道路輸送管理局
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区
SO <sub>2</sub>	Sulphur Dioxide	二酸化硫黄
SPSP	Steel Pipe Sheet Pile	鋼管矢板井筒基礎
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
SUDP	The Strategic Urban Development Plan of the Greater Yangon, JICA (2013)	ヤンゴン都市圏開発プログラム形成調査(2013年)
TRESC	Traffic Rules Enforcement Supervisory Committee	交通規則実行監督委員会
TS	Total Station	トータルステーション
USD	US Dollar	米国ドル
WB	The World Bank	世界銀行
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YESC	Yangon Electricity Supply Corporation	ヤンゴン配電公社
YRDC	Yangon Region Development Committee	ヤンゴン地域開発委員
YRG	Yangon Region Government	ヤンゴン地域政府
YUTRA	Project for Comprehensive Urban Transport Plan of the Greater Yangon	ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査(都市交通) 圏交通マスタープラン(2014年)
追加 F/S	Supplemental Feasibility Study	追加準備調査

## 第1章 業務の概要

### 1.1 業務の背景

ヤンゴン都市圏はヤンゴン市ならびに周辺都市を含めると 2014 年の統計で 7 百 3 十万人の人口を抱えておりミャンマー国（以下、「ミ」国）における経済の中心地である。そのさらに中心のヤンゴン市は急速な経済成長による経済活動の過度な集中により、交通需要がかつてないほど大きくなっており、現況の交通インフラでは経済成長を支えられなくなっている。

図 1.1.1 に示されるように、ヤンゴン中心街の経済活動の発展につれて衛星都市、商業・産業地区、緑地帯などが周辺に広がっています。なかでも Hlaing Tharya や Mindama、Dagon Myothit、Dala、Thanlyin、Thilawa などの周辺地域が副都心（サブセンター）と呼ばれるまでに発展しつつある。



出典: MOC 住宅局(DHSHD)

図 1.1.1 ヤンゴン都市圏におけるニュータウン、衛星都市および産業地域(2002 年)

国際協力機構（JICA）はこれまで「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成調査（SUDP）（2013 年）」ならびに「ヤンゴン都市開発プログラム形成準備調査（都市交通）圏交通マスタープラン（YUTRA）（2014 年）」を実施し、タンリン地区などの副都心が形成され、ヤンゴン市街と副都心ならびに副都心同士の連結性が重要であることを確認してきた。特に、今後ティラワ経済特別区（SEZ）を含むタンリン地区とヤンゴン中心部を結ぶ人的・物流交通の交通需要が急増することが予想されており、両調査ともに将来交通量に対し交通容量不足を指摘している。SUDP では将来都市圏開発に新橋建設が不可欠な要素だとし、将来交通網の中にバゴ橋建設を織り込んでいる。YUTRA では 2015 年中

には既設タンリン橋の交通量が交通容量を超え、バゴ橋の早期整備が望ましいことを結論づけている。

下図に示されるようにタンリン地区とヤンゴン中心部を隔てるバゴ川に架かる橋梁は現在 2 橋梁（タンリン橋、ダゴン橋）ある。しかし、下流のタンリン橋（片側 1 車線、鉄道併用橋）は、荷重制限のため、トラックは通行できず、上流のダゴン橋（片側 3 車線）では、ヤンゴン・ティラワ SEZ 間は約 20km 遠回りとなる。よってバゴ橋の建設はタンリン地区の発展ならびに、ティラワ SEZ 開発促進に大きく寄与し、ひいては「ミ」国の経済発展に寄与すると考えられる。



出典:JICA 調査団

図 1.1.2 ティラワ SEZ からの主要交通流



出典:JICA 調査団

図 1.1.3 タンリン橋の現況

JICA は YUTRA のパイロットプロジェクトとして「バゴ橋建設事業協力準備調査」(2013 年 8 月) (以下、F/S) を実施するとともに、その追加調査 (2016 年 6 月) (以下、追加 F/S) を実施して事業計画を策定した。これらの準備調査結果に基づき、「ミ」国政府は円借款による事業の実施を日本政府に要請し、LDC パートナー型借款供与による事業実施を前提に 2016 年 12 月 23 日に交換公文 (E/N) が交わされ、2017 年 3 月 1 日に円借款貸付契約 (L/A) が調印された。



## 1.2 業務の概要

### 1.2.1 業務の目的

「ミ」国政府の要請に基づき、JICA が支援する円借款事業「バゴ橋建設事業」に活用するための詳細設計および入札図書(案)の作成を行うことを目的とする。

### 1.2.2 プロジェクトの構成

- 1) プロジェクト名称：バゴ橋建設事業
- 2) L/A 調印：2017年3月1日（L/A 番号：MY-P16）
- 3) プロジェクト実施機関：  
「ミ」国建設省（以下、MOC）橋梁局（以下、DOB）
- 4) プロジェクト施設内容：

表 1.2.1 にプロジェクトの施設概要を示す。

表 1.2.1 バゴ橋建設事業の施設概要

No.	項目	第一工区	第二工区	第三工区
1	起点	STA 0+000, ティラワアクセス道路との境界	STA 1+312.0, 橋脚 P13 (P13 は第一工区)	STA 2+676.0, (橋台 AF1:第三工区)
2	終点	STA 1+312.0, 橋脚 P 13 (P13 は第一工区)	STA 2+676.0, 橋台 AF1 (高架橋南側橋台: 第三工区)	STA 3+644.3, タンリンチンカット道路に接続したケタランドアバウトへ
3	延長	1,312.0 m	1,364.0m (1,424.0m)	968.3m
4	道路設計基準及び等級 1)	ASEAN Highway Standard 及び、構造細目については下記の道路構造令における道路等級に準拠した。		
		第 2 種第 1 級相当	第 2 種第 1 級相当	第 4 種第 1 級相当
5	設計速度	60 km/hr: 本線 30 km/hr: オンランプ	60 km/hr: 本線 30 km/hr: 連結側道	60 km/hr: 高架橋 40 km/hr: 平面道路
6	車線数	4 車線: 本線 1 車線: オンランプ	4 車線: 本線 2×2 車線: 連結側道	2 車線: 高架橋 2×2 車線: 平面道路
7	道路構造幅	19.0 - 20.7 m: アプローチ道路 20.7 m: PC 箱桁橋 22.9 m: 斜張橋 6.25 m: オンランプ	20.7 m: 鋼箱桁橋 20.7 m: PC 箱桁橋 53.2 m: 料金徴収所	12.75 m: 高架橋・高架橋へのアプローチ道路 11.5 m: 平面道路
8	幅員構成 内訳	0.6+1.5+2@3.5+0.5+3.7+0.5+2@3.5+1.5+0.6: 斜張橋 - 車線 : 4@3.5m =14.0m - 路肩 : 2@1.5m =3.0m - 中央帯 (側帯含む) : 4.7m - 地覆・壁高欄 : 2@0.6m =1.2m	0.6+1.5+2@3.5+0.5+1.5+0.5+2@3.5+1.5+0.6: 鋼箱桁橋 - 4@3.5m = 14.0m - 2@1.5m = 3.0m 2.5m - 2@0.6m = 1.2m	0.5+1.5+3.5+1.75+3.5+1.5+0.5: 高架橋 - 2@3.5m = 7.0m - 2@1.5m = 3.0m 1.75m - 2@0.5m = 1.0m
9	交差点、ランプ、および料金徴収施設	交差点: 1 か所、オンランプ: 1 か所 交差点: STA 0+030 - 4 方向信号制御 オンランプ: STA 0+607 - 幅員構成 : 0.75+3.25+1.25=5.25m (道路構造令における C 規格相当) - PC コンボ橋 : 4@28.8=115.2m	料金徴収施設: 1 か所、連結側道: 上下線 1 か所ずつ 料金徴収施設: STA 2+500 - 10 車線、9 プース - 管理棟施設 連結側道 (オン/オフランプ) - 車道幅員 3.5m、右側路肩 1.5m	交差点: 2 か所 シュキンタール交差点 - 5 方向信号制御 ヤダナー交差点 - 4 方向信号制御
	切回し		タンリン橋アプローチ道路の切回し - 2 車線 (2×3.5m)	
10	橋梁延長 径間数 上部工 橋脚 基礎	955 m - 11 径間 (A1~P13) - PC 箱桁橋: 5@50=250m - 鋼箱桁橋: 2@76.5+104=257m - 鋼斜張橋: 112+224+112=448m - RC 張出式橋脚、RC 壁式橋脚 - 場所打ち杭 (D=2.0m, 1.5m) - 鋼管矢板井筒基礎 (D=1.2m)	1,076 m - 13 径間 (P13~A2) - 鋼箱桁橋: 6@112+104=776m - PC 箱桁橋: 6@50=300m - RC 張出式橋脚、RC 壁式橋脚 - 場所打ち杭 (D=2.0m, 1.5m) - 鋼管矢板井筒基礎 (D=1.2m)	602 m - 16 径間 (AF1 to AF2) - PC コンボ橋 :2@30=60m, 6@30=180m, 2@30=60m - 鋼箱桁橋:55+70+55=180m - 鋼板桁橋: 35+52+35=122m - RC 張出式橋脚 - 場所打ち杭 (D=1.5m)
11	舗装	橋梁 PC 箱桁橋、PC コンボ橋 (オンランプ) - 基層 40mm + 表層 40mm 鋼斜張橋、鋼箱桁橋 - 改質アスファルト層 40mm+40mm	アプローチ道路 - 下層路盤 250mm + 上層路盤 200mm - 基層 50mm + 表層 50mm 料金徴収施設 - 下層路盤 250mm + 上層路盤 100mm - コンクリート舗装 250mm	
12	付帯工	支承、伸縮装置、排水、照明、ライトアップ、道路・航路標識、航空灯、路面マーキング、簡易モニタリング、添架棚、他		

1)道路構造令

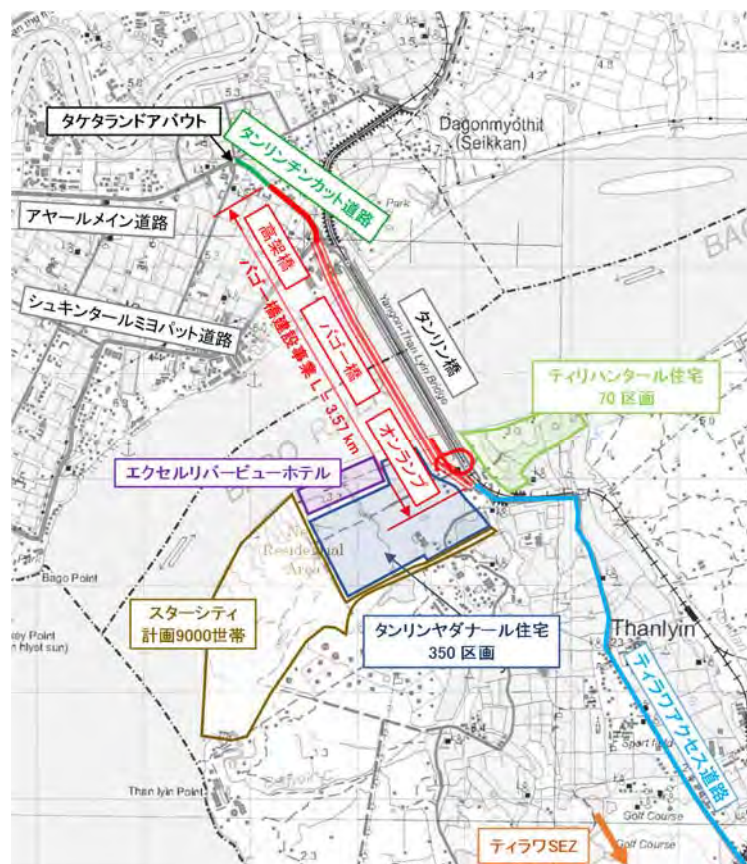
出典: JICA 調査団

### 1.3 「ミ」国関係官庁・機関

「ミ」国政府の主要カウンターパートは、MOC 橋梁局 (DOB) であるが、課題に応じて MOC 道路局 (以下、DOH)、ヤンゴン市開発委員会 (以下、YCDC)、ヤンゴン地域開発委員会 (以下、YRDC)、ミャンマー国有鉄道 (以下、MR)、運輸省港湾局 (以下、MPA)、運輸省河川局 (以下、DWIR)、天然資源環境保全省 (以下、MONREC) 等と協議した。

### 1.4 調査の範囲

調査はヤンゴン市タンリン地区 Kyaik Khuk Pagoda 道路 (ティラワアクセス道路) 北端からタケタ地区タンリンチンカット道路を含み、タケタランドアバウトまでの区間をその範囲とする。



出典: JICA 調査団

図 1.4.1 調査範囲と周辺開発事業

### 1.5 周辺開発事業

事業の周辺において現在開発が進められている主な事業を下記に示す。

- 1) ティラワ SEZ: ヤンゴン中心市街地から約 23km に位置する経済特区に、工業団地・商業施設等を総合的に開発するプロジェクトである。全 2,400ha のうち、400ha が 2015 年 9 月に開業した。
- 2) ティラワアクセス道路: ボトルネックとなりうるヤンゴンとティラワ SEZ 間のアクセス道路 (カヤイク・コーク・パゴダ道路の拡幅を含む延長約 9km) を改善・整備する。総事業費は約 52 億円、

借款額約 46 億円、2017 年 12 月 1 日着工した。

3) タンリンチンカット道路拡幅：タケタ地区の高架橋建設予定地はタンリンチンカット道路沿いであり現状 4 車線であるが、MOC ではこれを「ミ」国資金で 6 車線に拡幅する予定である。

4) タンリン側の住宅開発プロジェクト：バゴ橋のタンリン側（ティラワ側）アプローチ道路周辺では図 1.4.1 に示す住宅開発プロジェクトが実施されている。

### 1.6 本事業の協力準備調査

YUTRA における検討の結果、バゴ川に架ける橋梁及び取り付け道路の建設が優先整備事業の一つとして選定され、2013 年 6 月から 2014 年 8 月に JICA による F/S が実施された。しかし、社会経済面の変化に伴う本事業への影響を調査するとともに、橋梁端部の交差点の交通容量に対する課題対策等のため追加 F/S が 2016 年 2 月から 11 月に実施された。表 1.5.1 に既存調査の主な概要を示す。

表 1.6.1 協力準備調査報告書の概要

F/S の主な概要(抜粋を添付資料①に掲載)	追加 F/S の主な概要 (抜粋を添付資料②に掲載)
<b>1. 事業スコープ</b> バゴ川を渡河する河川橋梁と両岸アプローチ道路が事業スコープに含められた。	両岸アプローチ道路接続部の交通容量不足が判明し、タケタ側高架橋及びタンリン側オンランプ整備が含められた。
<b>2. ルート選定</b> 河口付近 2 ルートと既設橋近傍ルートと比較し、事業費および社会配慮面で実現性の高い既設橋近傍が選定された。さらに、既設橋近傍の 3 ルートを比較し、鉄道との交差がなく、環境社会配慮の観点からも負の影響が最も少ない既設橋近傍下流側が選定された。	タケタ側高架橋は河川橋からヤンゴン側に左折するルートと直進ルートと比較し、渋滞緩和効果がより高い直進ルートが選定された。タンリン側オンランプはアプローチ道路部にて本線合流するルートとアプローチ橋部に合流するルートと比較し、渋滞緩和効果がより高い橋梁部に合流するルートが選定された。
<b>3. 設計</b> 上部工 : 本橋：鋼斜張橋と鋼床版箱桁 アプローチ：PC プレキャスト箱桁 下部・基礎工：河川：RC 橋脚+鋼管矢板井筒基礎 陸上：RC 橋脚+場所打ち杭	高架橋 : 上部工：鋼桁と PC-T 桁 下部・基礎工：RC 橋脚+場所打ち杭 オンランプ橋：PC-T 桁+RC 橋脚+場所打ち杭
<b>4. 環境社会配慮</b> 4 家屋 20 名が移転の対象となる。 環境評価は IEE レベルの内容。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移転対象が 37 家屋 152 名に増加。</li> <li>・河川橋と高架橋で分割する場合は IEE レベルの内容。</li> </ul>
<b>5. 概算事業費の算出</b> 概算事業費：約 290 百万 USD。	上記スコープを事業費に加算した結果、事業費 323 百万 USD (内建設費 225 百万 USD)

出典：JICA 調査団

### 1.7 本業務実施にかかる JICA と MOC との合意事項

2016 年 5 月 26 日に JICA と MOC との間で、上記 F/S ならびに追加 F/S の成果に基づきバゴ橋建設事業を円借款にて実施することおよび事業スコープ、借款額が合意され、Minutes of Discussion (以降 MD) に両者により署名された。事業スコープについては、特に、河川橋について鋼斜張橋、連続鋼床板鋼箱桁橋、連続プレキャスト PC 箱桁橋が規定された。また、詳細設計業務を JICA により無償で実施することも合わせて合意された。

2016 年 6 月 24 日に JICA と MOC との間で、JICA により実施される詳細設計業務のスコープにつ

いて合意され、Minutes of Meeting（以降 MOM）に両者により署名された。MOM では自然条件調査、基本設計、詳細設計ならびに設計技術移転の範囲について具体的に示された。特に、基本設計については、「Develop the basic design based on the design concept said above and bridge type in the Preparatory Survey and Supplemental Survey. Propose basic structures, detailed structures for main parts, accessories and dimensions of cross-section based on the calculation. Identify materials and their quantities」と記述されており、F/S および追加 F/S における橋種に基づき実施されることが合意された。

## 1.8 本設計調査の範囲

本設計調査の範囲を以降に示す。

### ステージ 1 : 準備段階

#### 【1】 関連資料・情報の収集・分析

貴機構が事前に収集した資料を含む既存の関連資料・情報を整理、分析、検討し、現地調査での作業内容、重点項目を把握した。

#### 【2】 調査の基本方針、方法、工程、手順等の検討

本調査実施の目的、枠組みについて再確認し、調査の基本方針、方法、項目と内容、工程、手順などを検討した。

#### 【3】 インセプション・レポート (IC/R) の作成

上記検討を踏まえ、調査方針、調査計画、技術移転プログラムの概略方針やスケジュール、便宜供与依頼事項等を記載した IC/R を作成した。橋梁設計の技術移転に関する詳細なプログラムに関しては、詳細設計終了時に作成する技術移転 IC/R に記載した。

#### 【4】 IC/R の説明・協議

IC/R を「ミ」国政府関係者に説明し、内容を協議・確認した。なお、本協議には貴機構にも参加いただき、三者合意事項としての議事録を作成した。

#### 【5】 資料収集・分析・F/S 等既存調査のレビュー

F/S 及び追加 F/S の事前レビューに加え、さらに必要なデータ・資料・関連プロジェクトの最新情報等を現地にて収集・分析し、現地踏査結果を踏まえ、設計対象範囲及び設計条件について MOC へ確認した。

### ステージ 2 : 基本設計段階

#### 【6】 自然条件調査

事業実施対象地域での自然条件、公共施設状況、環境・社会状況等を明らかにするために、本件実施に必要とされる資料を収集するとともに、土質ボーリング、地形測量、深淺測量、河川・水文調査、材料調査、公共施設調査、環境・社会調査を現地再委託にて実施した。

表 1.8.1 自然条件調査

調査名	調査スケジュール	再委託先	調査団主担当 ポジション名
【6-1】土質調査	2016年9月下旬～ 2017年1月中旬	Fukken Co., Ltd.	土質調査
【6-2】路線測量	2016年9月下旬～ 12月中旬	Saramar Fuji Construction Co., Ltd.	地形測量
【6-3】材料調査	2016年9月下旬～ 12月中旬	Fukken Co., Ltd.	材料調査
【6-4】水文調査	2016年9月下旬～ 12月中旬	Asia Air Survey Myanmar Co., Ltd.	水文解析
【6-5】関連公共施設調査	2016年9月下旬～ 12月中旬	Asia Air Survey Myanmar Co., Ltd.	公共設備
【19】環境調査	2016年10月上旬 ～ 2017年10月下旬	Environ Myanmar Co., Ltd.	環境配慮
【20】社会調査	2016年12月～ 2017年7月下旬	E Guard Environmental Services Co., Ltd.	社会配慮

出典：JICA 調査団

## 【7】 基本設計

### 【7-1】 計画条件、設計基準および設計条件の設定

適用する設計基準や計画・設計条件については、「ミ」国における法制度や設計基準、ガイドライン、自然環境条件や現地建設事情等に基づき、F/S で提案した下記の適用基準・設計条件を確認し、実施機関の合意を得た。

### 【7-2】 基本設計

構造物の基本形状、主要部の細部構造、付属物の形式および各断面寸法を計算により定め、使用材料の種別を明確にするとともに数量を算定した。

### 【7-3】 概略施工計画および施工スケジュールの作成

工事ごと及び全体の概略施工計画を作成した。

### 【7-4】 調達計画の作成

工区間の工事干渉を最小限にとどめるパッケージ境界の位置を検討した。また、事業費縮減策の一つとして全工区一括受注の場合に想定されるパッケージディスカウント価格の提示を許容する入札形態の導入を検討し、入札図書にて明示できるように留意した。

### 【7-5】 概略事業費の更新

基本設計における数量を参照し概略事業費および維持管理費を更新した。

## 【8】 基本設計報告書（BD/R）の作成・説明および協議

本事業の概要、現地踏査結果、既存 F/S 及び追加 F/S 調査のレビュー結果、自然条件調査・環境社会調査結果、適用基準・設計条件、基本設計検討結果、詳細設計における検討課題、概略施工計画及び

施工スケジュール、概略事業費について、基本設計報告書（BD/R）として取りまとめ、内容を貴機構、「ミ」国実施機関に説明し合意を得た。

ステージ3：詳細設計段階

#### 【9】 詳細設計

##### 【9-1】 道路設計

基本設計段階において合意された道路線形・交差点形状について、自然条件調査の結果を踏まえた詳細設計を行った。

##### 【9-2】 河川橋設計

基本設計段階で合意された構造形式について、自然条件調査の結果を反映し詳細設計を行った。また、斜張橋については風洞試験を再委託にて実施し、想定される風速における振動特性を把握し対策法を検討した。

##### 【9-3】 高架橋設計

基本設計段階において合意された高架橋の構造形式について、自然条件調査結果を反映し、構造計算を行い数量を確定し、図面に反映させた。

##### 【9-4】 軟弱地盤対策

「【6-1】 土質調査」の結果から軟弱地盤層の範囲を確認し、対策が必要な箇所を特定するとともに、軟弱地盤対策工法について妥当性を確認し、詳細設計を行った。

##### 【9-5】 料金徴収施設設計

基本設計段階において合意された料金徴収施設の施設規模・構造について詳細設計を行った。車軸計についても検討し図面に反映した。

##### 【9-6】 配電・照明施設設計

照明への電気の供給方式、配電方式、電圧、周波数、電圧／周波数変動率などの設計条件を決定し、配電・照明施設設計を実施した。

##### 【9-7】 施工計画

基本設計段階の「【7-3】 概略施工計画及び施工スケジュールの作成」にて提案された施工計画について、自然条件調査の結果を基に施工スペース、資機材等の調達先などを勘案し詳細な施工計画を作成した。

##### 【9-8】 工事の安全対策に係る検討と対策

施工中の安全対策について検討し、とりまとめた。

##### 【9-9】 資機材調達計画の策定

LDC パートナー型円借款対象案件であることを踏まえ、本邦施工業者による入札を念頭に置きつつ、資機材の調達計画を策定し、事業費積算に反映した。

#### 【9-10】 事業費積算

「協力準備調査設計・積算マニュアル（試行版）」（2009年3月）および「補完編（土木分野）」（2009年3月）に準拠し、詳細設計により算出された各工種の数量や設計図面、現地で収集した資機材単価、労務単価等の情報、上述の【9-9】で調査した資機材調達計画などの情報を活用して積算した。

#### 【10】 設計内容の照査

各設計担当者による照査（国交省書式＋赤黄青チェック）に加え、第三者（設計に関わらない者）である照査技術者の客観的な視点による照査と2段階にて実施した。

#### 【11】 運営維持管理の提案

「ミ」国で運用されている道路/橋梁の運営維持管理に関する基準等の情報収集や技術者のレベルを把握するとともに、現地で適応できるよう留意した運営管理方法を検討・提案した。

#### 【12】 入札図書（案）の作成

##### 【12-1】 技術仕様書・BOQの作成

工種毎または構造物毎の数量計算書に基づいて支払い項目と数量を集計して BOQ を作成するとともに、各種設計・施工基準に則して必要な要件を示した仕様および検測方法ならびに支払い項目ごとの支払い方法を記述した。また、安全、衛生、環境保全、共通仮設物、書類、測量などに係るコントクターの一般的な責務について具体的に記述した。

##### 【12-2】 入札図書（案）の作成

円借款における入札調達条件を考慮し、「ミ」国の調達法制、貴機構の標準調達書類（2012年10月版）に準じて調達パッケージごとに入札書類を作成した。

##### 【12-3】 入札図書（案）の説明・協議

入札図書（案）は貴機構ならびに「ミ」国実施機関に説明・協議をした。

#### 【13】 HIV/AIDS 防止プログラムの作成

「ミ」国の衛生担当部局等と協力し、建設工事中の HIV/AIDS 防止のためのプログラムを作成し、施主・建設業者の対策義務内容を入札図書に明記した。

#### 【14】 DF/R の作成

基本・詳細設計の調査結果と成果についてドラフトファイナル・レポートとして取りまとめた。

#### 【15】 事業概要の本邦企業への説明

より多くの本邦企業が関心を示すことを促すため、本邦企業への事業概要、サイトの状況、自然条件、



現地調達事情、MOC 建設部隊の参画、パッケージ分け、実施工程など事業実施に重要なポイントの成果を説明した。

#### 【16】 DF/R の説明・協議

DF/R の内容を貴機構・「ミ」国実施機関に説明・協議し、合意を得た。

#### 【17】 広報

設計結果を反映したイメージパースを作成するとともに、7 分程度の本事業の紹介動画を作成した。

#### 【18】 ファイナル・レポート (F/R) の作成および提出

ドラフトファイナル・レポートに関する機機構・「ミ」国側からのコメントに対応するとともに、コメントを踏まえてファイナル・レポートを作成・完成させた。

### ステージ 4 : 環境社会配慮

#### 【19】 環境配慮に関する支援

作成済 IEE 報告書を【6】で実施した環境調査に基づくとともに「ミ」国の EIA Procedure および JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月) の基準を満たすように更新した。

#### 【20】 社会配慮に関する支援

作成済み A-RAP 報告書を JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月) の基準を満たすように更新する。また、補償費用を算定し、補償委員会における移転補償を支援した。

### ステージ 5 : 技術移転

#### 【21】 建設実施に係る技術移転方法の検討

本体工事実施段階における橋梁建設実施技術の移転を検討し、MOC の本体工事への参画方法を検討するとともに、入札図書 (案) に反映した。

#### 【22】 設計に係る技術移転

MOC 職員合計 12 名を対象として、2017 年 10 月 16 日より 5 か月間、橋梁設計に係る技術移転を実施する。

## 1.9 設計調査スケジュール

本設計調査はおよそ設計技術移転の期間を含め約 17 か月間である。2016 年 9 月中旬に準備作業が開始され、ファイナル・レポートは 2017 年 12 月上旬に提出予定である。また、設計技術移転は 2017 年 10 月 16 日に開始された。表 1.9.1 に本業務の作業工程を記載する。赤のバーチャートで示したのは設計変更に伴う作業期間を表している。

表 1.9.1 作業工程

作業項目	期間	2016年												2017年												2018年		
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3								
ステージ1: 準備作業																												
【1】 関連資料・情報の収集・分析																												
【2】 調査の基本方針、方法、工程、手順等の検討																												
【3】 インセプション・レポート(IC/R)の作成																												
【4】 IC/Rの説明・協議																												
【5】 現地踏査及び現地における収集資料に基づくF/S等既存調査のレビュー																												
ステージ2: 基本設計段階																												
【6】 自然条件調査																												
【6-1】 土質調査																												
【6-2】 路線測量																												
【6-3】 材料調査																												
【6-4】 水文調査																												
【6-5】 関連公共施設調査																												
【7】 基本設計																												
【7-1】 計画条件、設計基準および設計条件の設定																												
【7-2】 基本設計																												
【7-3】 概略施工計画及び施工スケジュールの作成																												
【7-4】 調達計画の作成																												
【7-5】 概略事業費の更新																												
【8】 基本設計報告書(BD/R)の作成・説明および協議																												
ステージ3: 詳細設計段階																												
【9】 詳細設計																												
【9-1】 道路設計																												
【9-2】 バゴ橋設計																												
【9-3】 高架橋設計																												
【9-4】 軟弱地盤対策																												
【9-5】 料金徴収施設設計																												
【9-6】 配電・照明施設設計																												
【9-7】 施工計画																												
【9-8】 工事の安全対策に係る検討と対策																												
【9-9】 資機材調達計画の策定																												
【9-10】 事業費積算																												
【10】 設計内容の照査																												
【11】 運営維持管理の提案																												
【12】 入札図書(案)の作成																												
【12-1】 技術仕様書・BOQの作成																												
【12-2】 入札図書(案)の作成																												
【12-3】 入札図書(案)の説明・協議																												
【13】 HIV/AIDS防止プログラムの作成																												
【14】 ドラフトファイナルレポート(DF/R)の作成																												
【15】 事業概要の本邦企業への説明																												
【16】 DF/Rの説明・協議																												
【17】 広報																												
【18】 ファイナルレポート(F/R)の作成・提出																												
ステージ4: 環境社会配慮																												
【19】 環境配慮に関する支援																												
【20】 社会配慮に関する支援																												
ステージ5: 技術移転																												
【21】 建設実施に係る技術移転方法の検討																												
【22】 橋梁設計に係る技術移転																												
貴機構との協議		☆	☆	☆						☆																		
技術検討委員会		○	○	○	○				○	○																		
建設工事																												
報告書等 ①業務計画書 ②IC/R ③BD/R ④DF/R		①	②			③				⑥				⑦		⑬												
⑦照査報告書 ⑬F/R ⑭広報用動画										⑭																		
入札図書: ④入札図書案(ドラフト、高架橋区間) ⑤入札図書案										④					⑤													
環境社会配慮: ⑧環境社会配慮報告書 ⑨住民移転計画報告書														⑧														
技術移転: ⑩技術移転IC/R ⑪技術移転IT/R ⑫技術移転完了報告														⑨						⑩	⑪	⑫						

凡例: 現地調査 ■■■ 国内作業 ■■■■ 設計変更 ■■■■

## 第2章 自然条件調査

### 2.1 土質調査

#### 2.1.1 調査概要と目的

##### 2.1.1.1 調査目的

土質調査は、道路や橋梁建設の詳細設計に必要な地質・地盤情報を得るために行った。

この調査の主な目的は次のとおりである。

- (1) 詳細設計のための建設現場の地質条件、地質構成とその特性を明らかにする。
- (2) プロジェクトサイトにおける地層の地盤工学的特性を決定する。

##### 2.1.1.2 調査概要

本調査は、6 作業項目に区分される。

- (1) 搬入および撤去、
- (2) 河川部と陸上部のボーリング、
- (3) 標準貫入試験(SPT)、
- (4) プレシオメーターテスト、
- (5) 室内試験、そして、
- (6) 報告書作成。

室内土質試験の内容は次のとおりである。

- 自然含水比試験、
- 土粒子の比重試験、
- 粒度試験
- アッターベルグ限界、
- 一軸圧縮試験、そして、
- 圧密試験。

現場調査作業および室内土質試験は、ASTM 規格（米国材料試験協会）に従って実施し、単位は SI 単位を適用している。

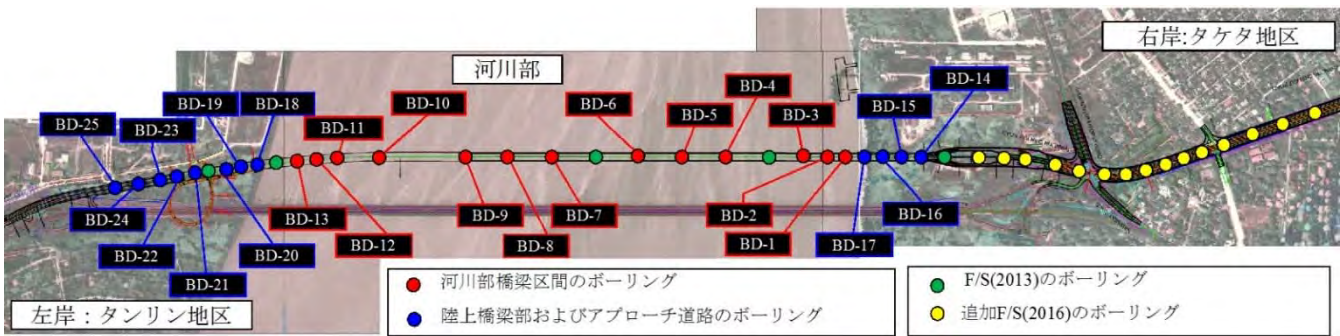
各ボーリング孔の掘止め基準は、支持層として安定した地質条件として確認できる層に基づいた（N値は50以上であり、その厚さは連続的に5m以上あること）。

ボーリング調査から得られた地下水位に関する情報については、橋梁、アプローチ道路および高架橋の建設計画に反映されている。

2.1.1.3 調査位置

土質調査は、本事業のバゴー川左岸のタリンリン側から右岸のタケタ側にかけて行なわれた。今回の調査では、2013年のF/S調査だけでなく、2016年9月に実施したタケタ側の追加F/S調査の結果を活用した。

調査位置は図 2.1.1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 2.1.1 ボーリング調査

次表 2.1.1 には、調査数量を示す。

表 2.1.1 調査数量

調査内容		単位	数量	
			計 画	実 施
(1)ボーリング調査		式	1	1
河床区間橋梁部 (1.58km)	1箇所/脚	本	13	13
		m	780	737
左岸アプローチ部 (0.40km)	1箇所/50~100m間隔	本	3	3
		m	180	174
左岸橋梁部(0.25km)	1箇所/脚もしくはアバット	本	5	5
		m	300	309
右岸橋梁部 (0.14km)	1箇所/脚もしくはアバット	本	4	4
		m	200	203
計		本	25	25
		m	1460	1423

(2) 標準貫入試験	深度 1m 毎	回	1460	1365
(3) 孔内載荷試験		回	18	18
(4) 不攪乱試料採取		試料	50	61
(5) 室内試験		式	1	1
物理試験	土粒子の比重、粒度、自然含水比	試料	125	643
	アッターベルグ限界	試料	125	315
力学試験（一軸圧縮試験）		試料	50	59
圧密試験		試料	50	47

出典：JICA 調査団

#### 2.1.1.4 土質調査の方針

土質調査は、設計技術者の意見を聞き、全体の調査数量を考慮しながら、以下の方針に基づき行った。

- 標準貫入試験は不攪乱資料採取箇所を除いて 1m 毎に行う。
- 土質の物理的性質を把握するために、各層ごとに 1 箇所以上の物理試験を行う。また、液状化層の液状化解析を検討するため、20m よりも浅いところで 1m 毎に物理試験を行う。
- 不攪乱試料採取は軟弱な粘性土層（N 値 4 以下相当）を対象に採取する。深度方向では 5m 毎程度に行い、全体の地層の物性が分かるようにする。
- F/S 時の調査においてタンリン地区では深部に比較的 N 値が低い粘性土が分布する。本層についても不攪乱試料採取し、試験を実施する。
- 孔内載荷試験は、浅層の 10m 付近までの軟弱層を対象として行う。試験は、左岸、右岸、河床部の代表箇所で行う。調査は、地層毎に、代表的な箇所で行う。調査数量は、最低限の数量とする。実施場所は、斜張橋を含む河川部で 3 孔、左岸部 2 孔、右岸部 1 孔とする。
- 変形係数（E）は、F/S 計画時の変形係数  $E=700N$  で推定は可能と考えられる。しかし、「ミ」国の適用基準と現地状況の確認が必要である。したがって、E 値については N 値から推定するだけでなく、代表的な地点で孔内載荷試験を行い、N 値との関係性を把握する。
- 支持層は  $N=50$  以上を 5m 以上確認する。
- 支持層は、斜張橋計画部分のタンリン側の主塔部分において、設計上根入れ長さが 5m 以上となる可能性があるため、代表的な箇所（BD-10）で支持層を 10m 程度確認する。

## 2.1.2 地層区分

### 2.1.2.1 地形

プロジェクト地域であるバゴー川橋は、バゴー川の氾濫原堆積地に位置し、平坦な地形が一般的に支配的である。かつて、タケタ側は侵食域にあり、タンリン側は堆積域となっている。

調査地域では、バゴー川は老年期の蛇行の段階を示している。河川の堆積過程は、河川の侵食作用よりも支配的である。河川の横断形状は U 字型を示す。両岸は、緩やかな傾斜をしており、中央河床部の断面形状は比較的急である。

### 2.1.2.2 地質状況

1983年にフリードリヒ・ベンダー (Friedrich Bender) によって出版された「ビルマの地質 (Geology of Burma)」の地質図を参考にすると、プロジェクトサイトと周辺地域は、特に背弧盆にあたり、内部ビルマの第三紀堆積盆の南西端に位置する。

この堆積盆において、堆積物は中新世、漸新世、始新世および少量の暁新世の時代のものである。プロジェクトサイトの被覆土層は、第四紀沖積層の堆積物 (Q2) である。図 2.1.2 に地質図、表 2.1.2 に地質層序を示す。

土質調査のボーリング結果より、調査地域は、粘土、シルト質粘土、粘土質砂の沖積層の堆積物で構成されている。地質図によると、調査地域の層序は、以下の 3 つの地層に分けられる。

地層名	記号	時代
沖積層	Q2	第四紀
イラワジ(Irrawaddy)層	Tm·Tp	中新世－鮮新世
上部ペグー(Pegu)層群	Tm	中新世

一般的に、ヤンゴン地域は沖積層で覆われている。イラワジ(Irrawaddy)層は、バゴーヨーマ (Bago Yoma) に沿った基盤からなり、シュエダゴン・パゴダ (Shwedagon Pagoda) の北にあるアルザニゴン (Arzanigone) 砂岩、アルザニゴン砂岩の東にあるダニンゴン (Danyingone) 粘土で構成されている。ペグー (Pegu) 層群は、ヤンゴン地域の北部に分布するベサペット (Besapet) 互層、タッドガン (Thadugan) 砂岩、ローガ (Hlawga) 頁岩で構成されている。

#### (1) 沖積層

この表層部の土層は、新期の時代に河川堆積物として堆積し、プロジェクトエリアを覆っている。本層は、色調が褐色から灰色で、主な構成土層は、粘性土と粘土片を伴うシルト質砂層である。これらの土層は洪水作用の影響によって形成される。この地層は、含水比が中～高を示す。

#### (2) イラワジ (Irrawaddy) 層

この地層は、イラワジ (Irrawaddy) 層群の黄色がかかった細粒の砂から成る。分布域は、ダニンゴン (Danyingone)、アルザニゴン (Arzarnigone)、ツインテ (Twin Te) 南部とペグー (バゴ

一) 川を通過するヤンゴン・タンリン地区の左岸で認められる。

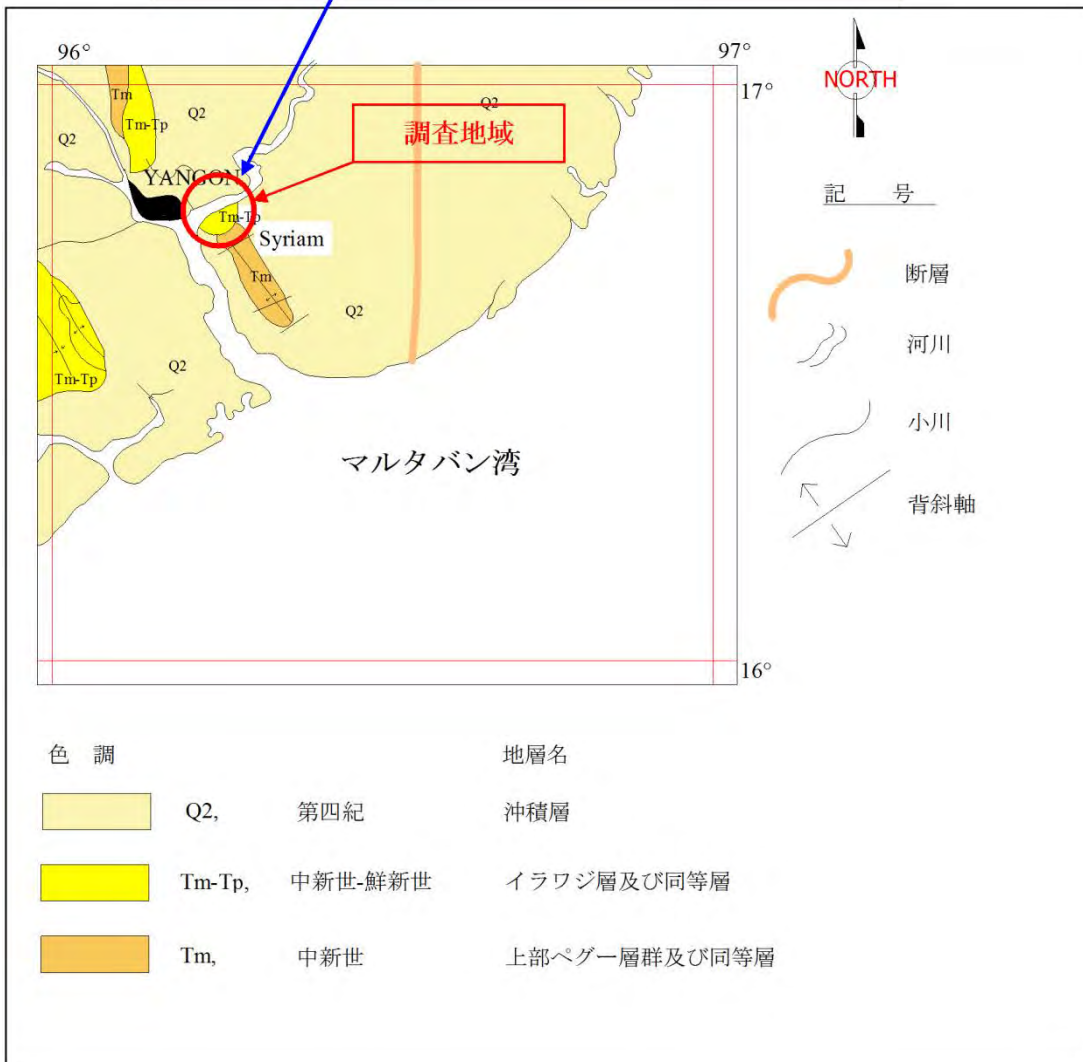
(3) 上部ペグー (Pegu) 層群

この地層は、主に砂からなり頁岩を挟む。分布域は、ダニンゴン (Danyingone) 地域とタンリン地域の背斜軸の尾根部にそって分布する。それらのほとんどは、赤褐色の酸化ラテライト質土壌で構成されている。

表 2.1.2 調査地域の地質層序

時代	記号	地層名	解説
第四紀	Q2	沖積層	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 表層部の土層は、近年の時代に河川堆積物として堆積し、プロジェクトエリアを覆っている。</li> <li>- 本層は、色調が褐色から灰色で、主な構成土層は、粘性土と粘土片を伴うシルト質砂層である。これらの土層は洪水作用の影響によって形成される。</li> <li>- 含水比は中～高を示す。</li> </ul>
中新世- 鮮新世	Tm-Tp	イラワジ層 及び 同等層	<ul style="list-style-type: none"> <li>- この地層は、イラワジ(Irrawaddy)層群の黄色がかかった細粒の砂から成る。</li> <li>- 分布域は、ダニンゴン(Danyingone)、アルザニゴン(Arzarnigone)、ツインテ(Twin Te)南部とペグー(バゴ)川を通過するヤンゴン-タンリン地区の左岸で認められる。</li> </ul>
中新世	Tm	上部ペグー 層群及び 同等層	<ul style="list-style-type: none"> <li>- この地層は、主に砂からなり頁岩を挟む。</li> <li>- 分布域は、ダニンゴン(Danyingone)地域とタンリン地域の背斜軸の尾根部にそって分布する。それらのほとんどは、赤褐色の酸化ラテライト質土壌で構成される。</li> </ul>

出典: JICA 調査団



出典:ビルマの地質,1983 Dr. Friedrich Bender, JICA 調査団

図 2.1.2 調査地域の地質



### 2.1.2.3 地層区分

地質調査は 2016 年 10 月 8 日に開始され、2017 年 1 月 20 日に終了した。

#### (1) 設計区間と調査区分

このプロジェクトの設計区間は、タンリン地区を 起点として、バゴ川を通過して、タケタ地区のフライオーバー区間を終点とする、およそ 3.7km である。地形的にはバゴ川を境にして、タンリン地区に相当する左岸部とタケタ地区の右岸部に区分される。

タケタ地区については、フライオーバー区間について土質調査が終了している。このため、バゴ川の右岸部については、アプローチ橋区間（右岸部：タケタ側）とフライオーバー区間とに区分した。

設計区間と地質調査区間の関係は、ボーリング調査位置を参考として、以下のように取りまとめられる。

- ① 左岸部、タンリン地区（BD-25～13BH-2）。
- ② 河川区間（13BH-2～BD-17）。
- ③ 右岸部、タケタ地区（BD-17～13BH-5）。
- ④ フライオーバー区間(13BH-5～16BH-1), 追加 F/S 地質調査報告書（2016 年 9 月）。

今回の調査では、25 本のボーリングを行った。F/S 段階の調査では 5 本のボーリングが行われ、追加 F/S 段階の調査では 14 本のボーリングが行われている。

ボーリングポイントと座標は表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 ボーリング位置と座標

ボーリング番号 No.	座 標		掘削深度 (m)	地盤高 (m)		備考	
	E	N		F/S・追加F/S	D/D <sup>1)</sup>		
BD-1	204,573.197	1,859,026.672	49	-4.40		水上	
BD-2	204,600.791	1,858,985.918	49	-5.45			
BD-3	204,623.803	1,858,937.665	46	-6.22			
BD-4	204,732.060	1,852,751.630	51	-6.87			
BD-5	204,790.571	1,858,656.661	53	-6.90			
BD-6	204,845.093	1,858,556.617	59	-4.41			
BD-7	204,958.214	1,858,360.117	51	-6.35			
BD-8	205,013.754	1,858,268.627	61	-6.56			
BD-9	205,073.242	1,858,170.312	62	-6.97			
BD-10	205,181.555	1,857,979.926	72	-5.47			
BD-11	205,237.522	1,857,879.348	65	-3.35			
BD-12	205,261.919	1,857,832.226	63	-4.41			
BD-13	205,289.363	1,857,790.671	56	-4.42			
BD-14	204,473.747	1,859,195.701	48	4.13	陸上		
BD-15	204,501.604	1,859,154.812	51	4.24			
BD-16	204,526.627	1,859,111.524	57	4.35			
BD-17	204,551.650	1,859,068.236	47	0.35			
BD-18	205,350.820	1,857,705.598	59	0.60			
BD-19	205,381.139	1,857,664.590	60	3.52			
BD-20	205,411.868	1,857,625.150	62	3.41			
BD-21	205,475.433	1,857,547.954	66	3.34			
BD-22	205,507.335	1,857,509.453	62	3.38			
BD-23	205,541.753	1,857,475.540	59	3.98			
BD-24	205,570.999	1,857,432.621	57	3.85			
BD-25	205,605.365	1,857,393.002	58	4.15			
既存ボーリング 番号 No.	座 標		掘削深度 (m)	地盤高 (m)		備考	
	E	N		F/S・追加F/S	D/D <sup>1)</sup>		
F/S 調査	13BH-01	205,414.384	1,857,587.742	62	4.51	4.23	陸上
	13BH-02	205,312.000	1,857,753.000	54	-4.35	-4.63	水上
	13BH-03	204,870.318	1,858,476.432	58	-4.48	-4.76	
	13BH-04	204,651.368	1,858,845.879	45	-5.90	-6.18	陸上
	13BH-05	204,429.640	1,859,229.371	50	4.96	4.68	
追加 F/S 調査	16BH-01	203,871.632	1,860,013.429	50	5.02	4.74	フライ オーバー (陸上)
	16BH-02	203,939.419	1,859,955.273	50	5.05	4.77	
	16BH-03	203,988.555	1,859,910.930	50	5.21	4.93	
	16BH-04	204,044.248	1,859,862.131	50	5.26	4.98	
	16BH-05	204,091.678	1,859,823.064	51	5.00	4.72	
	16BH-06	204,138.122	1,859,780.059	50	5.18	4.90	
	16BH-07	204,182.001	1,859,742.035	50	5.27	4.99	
	16BH-08	204,231.206	1,859,695.127	50	5.76	5.48	
	16BH-09	204,264.719	1,859,651.489	50	5.66	5.38	
	16BH-10	204,261.084	1,859,612.551	50	4.97	4.69	
	16BH-11	204,288.053	1,859,558.128	50	5.20	4.92	
	16BH-12	204,312.961	1,859,485.491	50	4.37	4.09	
	16BH-13	204,341.023	1,859,405.546	42	4.01	3.73	
	16BH-14	204,384.785	1,859,326.929	43	4.52	4.24	

1) 地盤高はF/S調査および追加F/S調査から28cm減じた値。

ボーリングの地盤高は、F/S 時の土質調査の標高の基準となる水準点はヤンゴン市タケタ地区の BM-89004 (平均海水面高 6.49955m)が基準として利用されている。追加 F/S 時の基準点は F/S 時の基準点を利用している。

今回調査 (D/D) 時の基準点は、ヤンゴン市タケタ地区の水準点が「ミ」国の測量局から証明書が発行されないとのことで、タンリン地区の水準点 BM-76097 (23.89504m above MSL)が用いられた。両地区の水準点の比較では、タケタ地区の水準点は 28.0cm 低い可能性があることが指摘された。

表 2.1.3 では、標高について D/D 時の変更となる場合の標高も併記した。今回の地質断面図の作成では、既存ボーリングについては、既存資料との整合を図るため、既存標高を利用した。このため、設計時には、F/S 及び追加 F/S の際に行われたボーリング結果は、すべて 28.0cm 減じた値を考慮する必要がある。

(2) 調査区間毎の土質構成

調査結果より、本地区の設計区間では、フライオーバー区間を含めて 20 の異なる地層が認められた。区間毎では、表 2.1.4 に示すように、タンリン地区で 11 土層、河床部で 14 土層、タケタ地区で 7 土層、フライオーバー区間で 10 土層が確認されている。

表 2.1.4 調査地域の土層分布

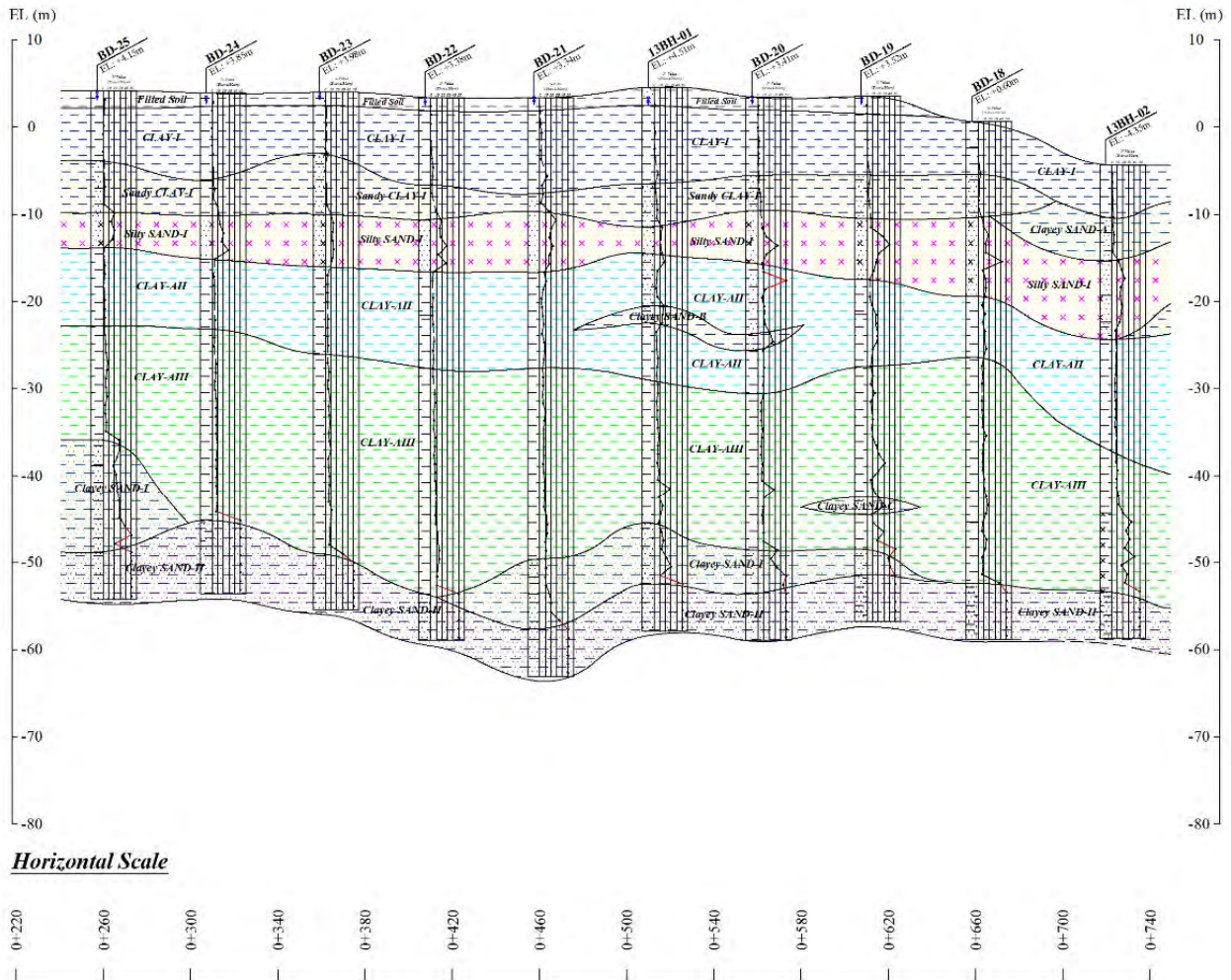
地層	区間 (各区間の土質名)				
	タンリン地区	河川部	タケタ地区	フライオーバー	設計全区間
	BD-25~(13)BH-2	(13)BH-2~BD-17	BD-17~(13)BH-5	(13)BH-5~(16)BH-1	BD-25~(16)BH-1
沖積層		Silty SAND-River Sediments			1.Silty SAND-River Sediments
	Filled Soil		Filled Soil	Filled Soil	2. Filled Soil
	CLAY-I	CLAY-I	CLAY-I	CLAY-I	3. CLAY-I
	Sandy CLAY-I				4.Sandy CLAY-I
	Clayey SAND-A	Clayey SAND-A			5.Clayey SAND-A
	Silty SAND-I	Silty SAND-I	Silty SAND-I	Silty SAND-I	6. Silty SAND-I
			Sandy SILT	Sandy SILT	7. Sandy SILT
		Sandy CLAY-II			8.Sandy CLAY-II
	CLAY-AII	CLAY-AII			9.CLAY-AII
	Clayey SAND-B	Clayey SAND-B			10.Clayey SAND-B
		Silty SAND-A			11.Silty SAND-A
	CLAY-AIII	CLAY-AIII			12.CLAY-AIII
	Clayey SAND-C	Clayey SAND-C			13.Clayey SAND-C
		Silty SAND-II	Silty SAND-II	Silty SAND-II	14. Silty SAND-II
				CLAY-II	15. CLAY-II
イラワジ層	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I	16. Clayey SAND-I
		CLAY-AIV			17. CLAY-AIV
				CLAY-III	18. CLAY-III
	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II	19. Clayey SAND-II
			CLAY-IV	20. CLAY-IV	
土質構成数	11	14	7	10	20

出典: JICA 調査団

調査地区には、バゴ-川沿いに河川堆積物が分布する。土質構成は、この河堆積物の下位に分布する沖積層において、大きな変化が認められる。

タンリン地区左岸部からバゴ-川河床右岸部にかけては粘性土が卓越し、河床右岸部からタケタ右岸部にかけては砂質土が卓越するのが特徴である。沖積層の粘性土と砂質土の堆積関係は、現段階では、大きくは指交関係にあるものと考えられる。

調査地域の各区間の土質断面図は、図 2.1.3 から図 2.1.6 に示す。



出典: JICA 調査団

図 2.1.3 左岸部の土質断面(タンリン地区)

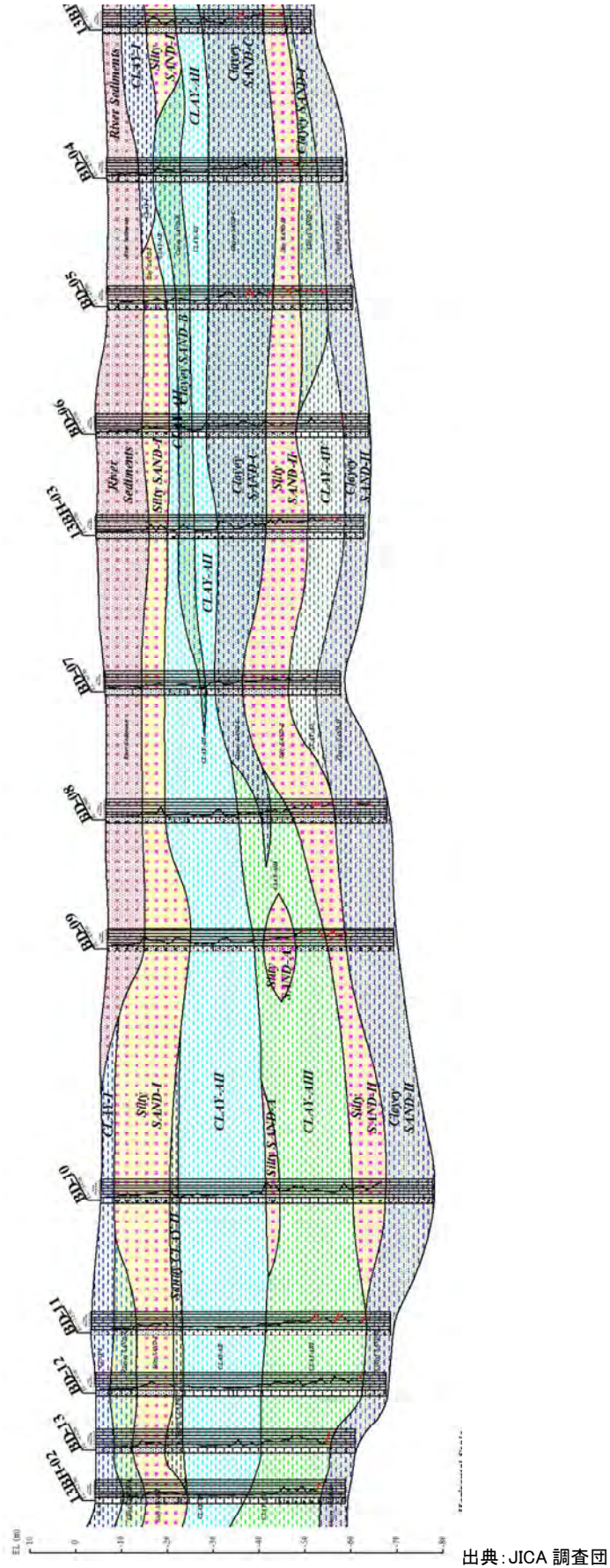
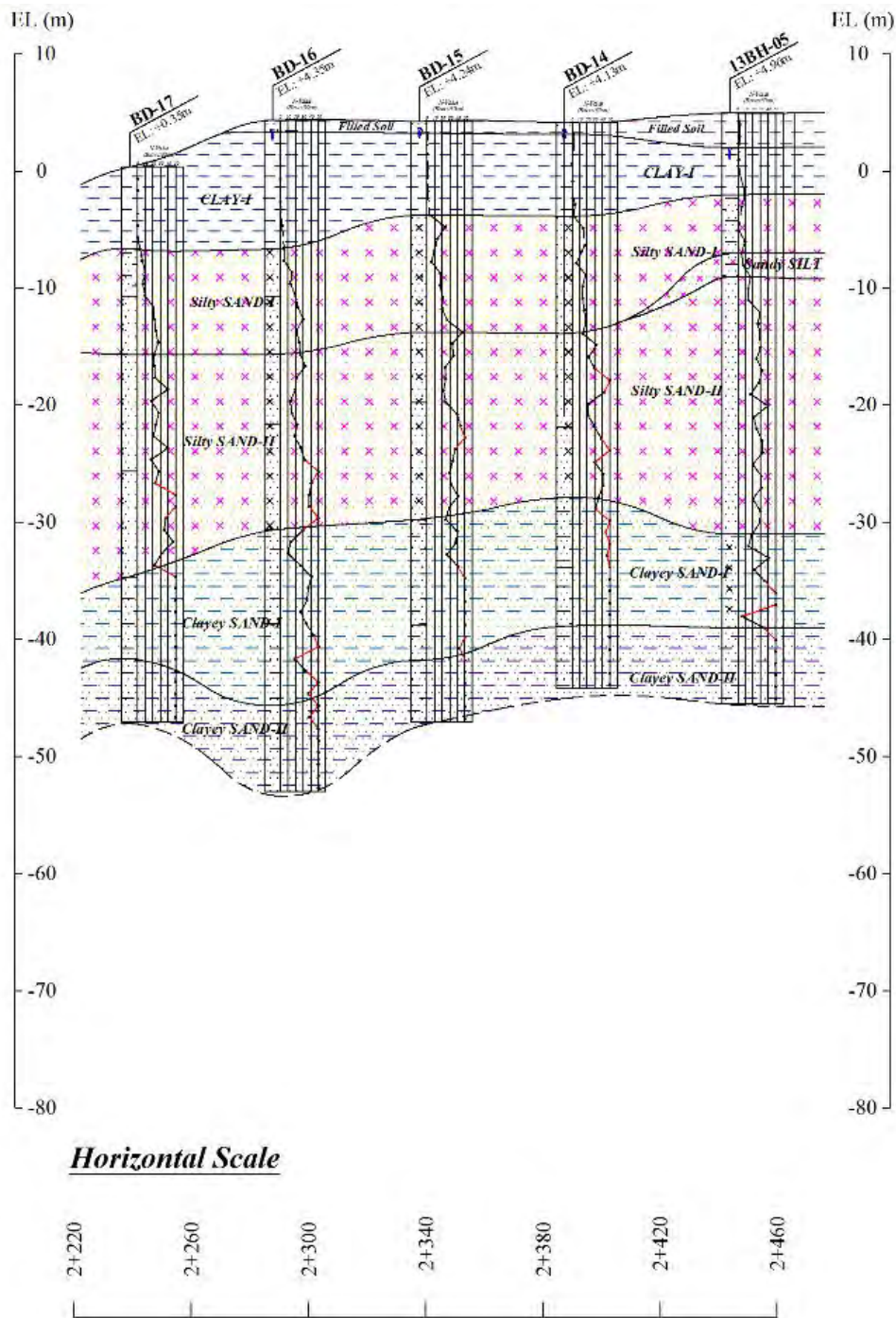


図 2.1.4 河川部の土質断面



出典: JICA 調査団

図 2.1.5 右岸部の土質断面(タケタ地区)



以下には各区間の地層構成について説明する。

① タンリン地区、左岸部 (BD-25~13BH-2)

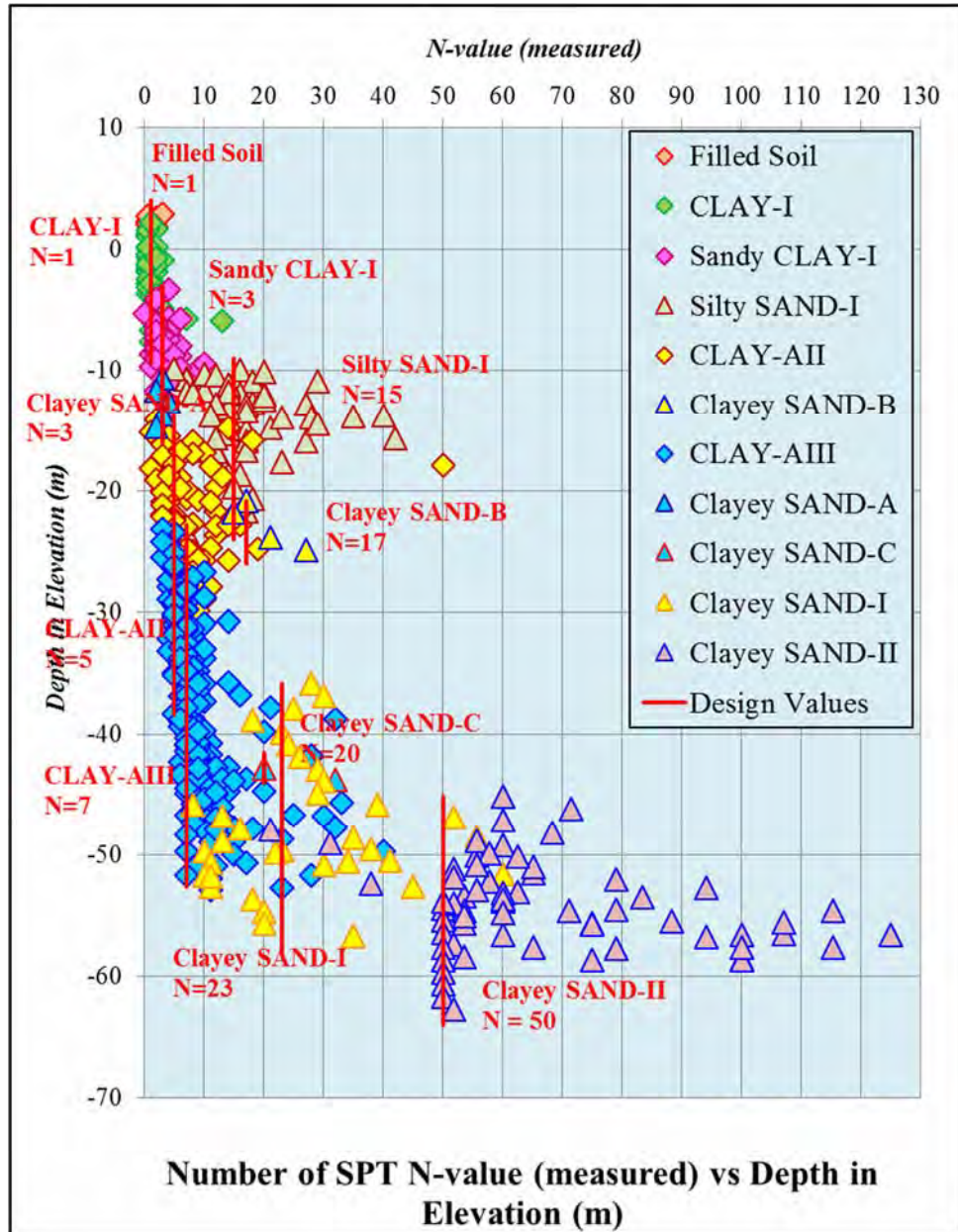
この調査地区では、11層の異なる層が認められる。表 2.1.5 に土質層序を示す。

表 2.1.5 調査地の土質層序(タンリン地区)

地層	土質記号(地層名)	N 値 (代表 値)	記 事
沖積層	1. Filled Soil (盛土)	0 ~ 3 (1)	厚さは約 1.0m~2.0m。色調は褐色である。可塑性は低いから中程度であり、含水比は湿っている。コンシステンシーは非常に柔らかいから柔らかい。
	2. CLAY-I(粘土-I)	0~4 (1)	色調は灰色である。含水比は湿ったから濡れており、可塑性は低いから高い。コンシステンシーは非常に柔らかいから柔らかい。
	3. Sandy CLAY-I (砂質粘土-I)	2~10 (3)	厚さは約 2.0m と 7.0m。色調は灰色である。含水比は湿っている。可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは柔らかいから硬い。
	4. Clayey SAND-A (粘土質砂-A)	2~15 (3)	厚さは約 4.0m から 6.0m。色調は褐灰色で、含水比は湿っているから濡れている。可塑性は低い。砂の粒径は細粒から中粒である。
	5. Silty SAND-I (シルト質砂-I)	5~29 (15)	厚さは約 3.0m から 9.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粒径は細粒から中粒である。相対密度は緩いから中位を示す。
	6. CLAY-AII (粘土-AII)	2~19 (5)	厚さは約 7.0m から 13.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは柔らかいから非常に硬い。
	7. Clayey SAND-B (粘土質砂-B)	15~27 (17)	厚さは約 2.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粘土の可塑性は低く、砂の粒形は細粒である。相対密度は中位の密度を示す。
	8. CLAY-AIII (粘土-AIII)	3~33 (7)	厚さは約 14.0m~26.0m。色調は灰色で、含水比は湿ってから濡れている。可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは、柔らかいから固結している。
	9. Clayey SAND-C (粘土質砂-C)	20~32 (20)	厚さは約 2.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粘土の可塑性は低~中程度である。砂の粒径は細粒から中粒である。
イラワジ層	10. Clayey SAND-I (粘土質砂-I)	10~≧ 50 (23)	厚さは約 3.0m から 12.0m。色調は緑灰色~黄褐色で、含水比は湿っている。砂の粒径は細粒から中粒である。
	11. Clayey SAND-II (粘土質砂-II)	≧50 (50)	この層の厚さは 9.0m 以上。色は黄褐色で含水比は湿っている。粒径は細粒~中粒である。

出典: JICA 調査団





出典: JICA 調査団

図 2.1.7 タンリン地区の N 値分布

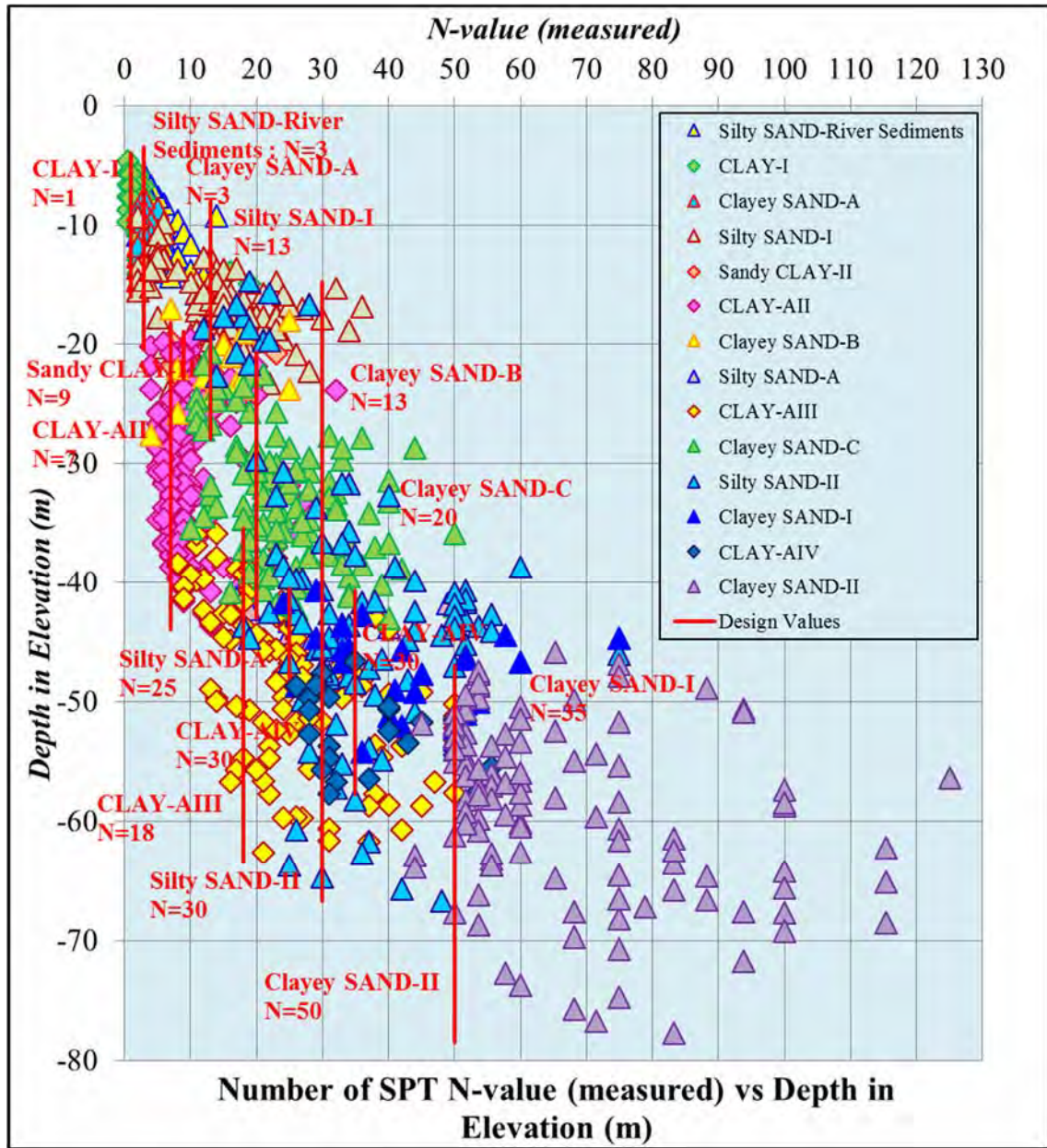
② 河川区間 (13BH-2～BD-17)

この調査地区では、14層の異なる層が認められる。表 2.1.6 に土質層序を示す。

表 2.1.6 調査地の土質層序(河床部)

地層	土質記号(地層名)	N 値 (代表 値)	記 事
沖積層	1. Silty SAND- River Sediments シルト質砂-河床堆積物	2~10 (3)	厚さは約 2.0m から 11.0m。色調は褐灰色で、含水比は湿っているから濡れている。砂の粒径は細粒から中粒である。
	2. CLAY-I (粘土-I)	0~4 (1)	厚さは約 1.0m~5.5m。色調は灰色で、含水比は湿っている。可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは非常に柔らかいから柔らかい。
	3. Clayey SAND-A (粘土質砂-A)	2~5 (3)	厚さは約 4.0m から 6.0m。色調は褐灰色で、含水比は湿ってから濡れている。粒径は細粒から中粒である。相対密度は非常に緩いから緩い。
	4. Silty SAND-I (シルト質砂-I)	3~38 (13)	厚さは約 4.0m から 12.0m。色調は灰色で、水分は湿っている。砂の粒度は細粒から中粒である。相対密度は非常に緩いから中位である。
	5. Sandy CLAY-II (砂質粘土-II)	7~14 (9)	厚さは約 2.0m~4.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粘土の可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは中位を示す。
	6. CLAY-AII (粘土-AII)	4~19 (7)	厚さは約 2.0m から 19.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粘土の可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは柔らかいから非常に硬い。
	7. Clayey SAND-B (粘土質砂-B)	7~19 (13)	厚さは約 1.0m から 6.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粒径は細粒から中粒である。相対密度は緩いから中位である。
	8. Silty SAND-A (シルト質砂-A)	17~36 (25)	厚さは約 3.0m~7.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粒径は細粒から中粒である。相対密度は中位から密である。
	9. CLAY-AIII (粘土-AIII)	11~35 (18)	厚さは約 5.0m から 23.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。可塑性は中~高である。コンシステンシーは硬いから固結した状況にある。
	10. Clayey SAND-C (粘土質砂-C)	10~40 (20)	厚さは 2.0m~19.0m。色調は灰色で、水分は湿っている。粒度は細粒から中粒である。相対密度は中位から密である。
	11. Silty SAND-II (シルト質砂-II)	17~43 (30)	厚さは約 3.0m から 16.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粒度は細粒から中粒である。相対密度は中位から密である。
イラワジ層	12. Clayey SAND-I (粘土質砂-I)	24~50 (35)	厚さは約 1.0m~8.0m。色調は灰色から赤褐色~黄褐色である。含水比は湿っている。粒度は細粒から中粒である。
	13. CLAY-AIV (粘土-AIV)	26~ $\geq$ 50 (30)	厚さは約 6.0m から 10.5m。色調は灰色で、含水比は湿っている。可塑性は低~中程度である。コンシステンシーは非常に硬いから固結する。細粒の砂を含む。
	14. Clayey SAND-II (粘土質砂-II)	44~ $\geq$ 50 (50)	厚さは 12.0m 以上。色調は黄褐色である。粒度は細粒から中粒である。相対密度は密なから非常に密な状況にある。

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.1.8 河川部の N 値分布

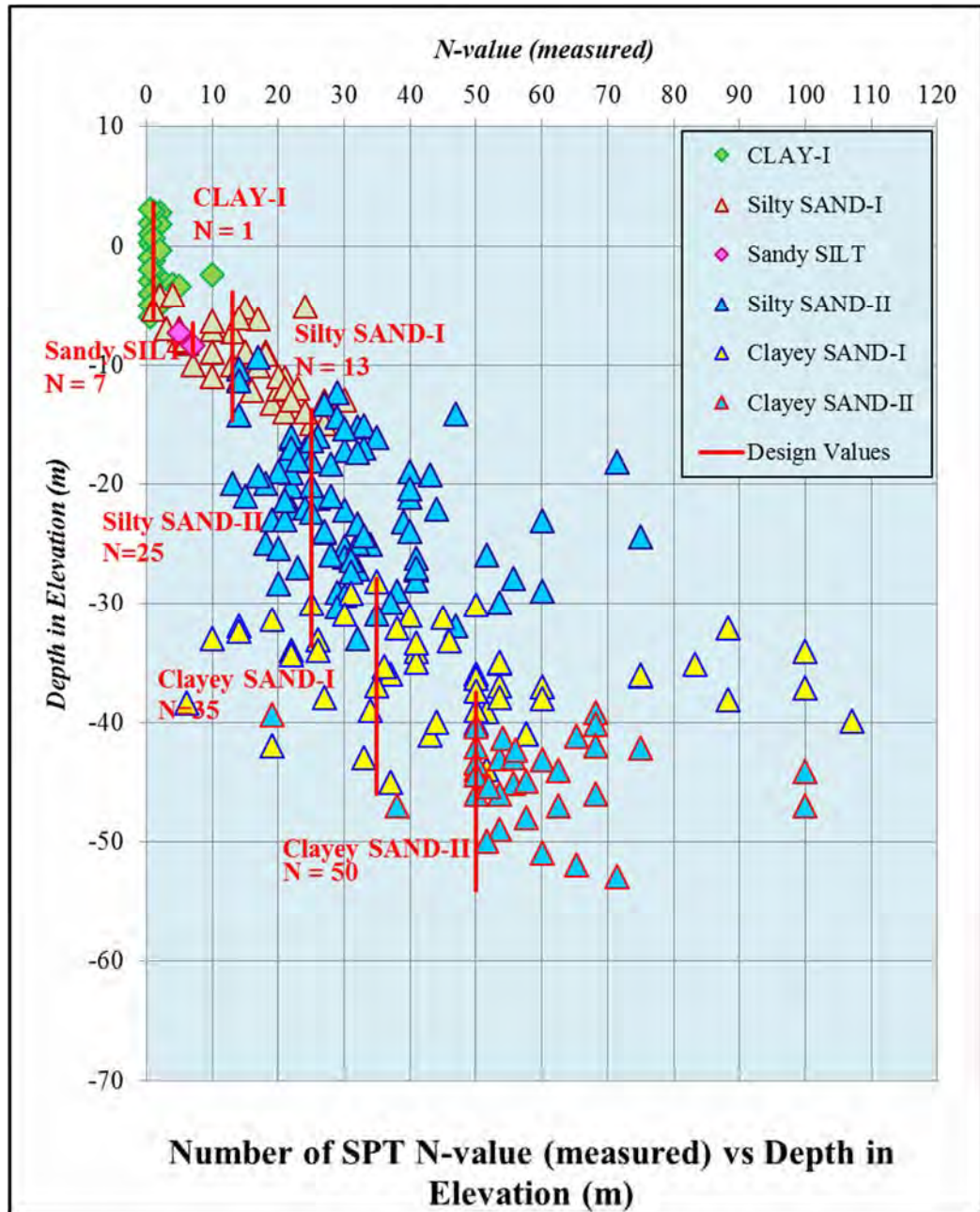
③ 右岸部、タケタ地区 (BD-17~13BH-5)

この調査地区では、7層の異なる層が認められる。表 2.1.7 に土質層序を示す。

表 2.1.7 調査地の土質層序(タケタ地区)

地層	土質記号(地層名)	N 値 (代表値)	記 事
沖積層	1. Filled Soil (盛土)	3 (3)	厚さは約 3.0m。色調は褐色で、含水比は低から湿っている。可塑性は低～中程度である。コンシステンシーは柔らかい。
	2. CLAY-I (粘土-I)	0～5 (1)	厚さは約 6.0m～10.0m。色調は灰色である。含水比は湿ったから濡れた状況にあり、低～高の可塑性を示す。コンシステンシーは非常に柔らかいから中位の状況にある。
	3. Silty SAND-I (シルト質砂-I)	4～30 (13)	厚さは約 3.0m から 9.0m。色調は灰色であり、含水比は湿ってから濡れた状況にある。粒径は細粒である。相対密度は緩いから中位の状況にある。
	4. Sandy SILT (砂質シルト)	5～7 (7)	厚さは約 3.0m。含水比は湿ったから濡れた状況にあり、可塑性は低いから中程度を示す。コンシステンシーは中位の状況にある。
	5. Silty SAND-II (シルト質砂-II)	13～47 (25)	厚さは約 14.0m から 19.0m。色調は灰色で、含水比は湿った状況にある。粒径は細粒から中粒である。相対密度は中位から密な状況にある。
イラワジ層	6. Clayey SAND-I (粘土質砂-I)	14～50 (35)	厚さは約 7.0m から 15.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。粒径は細粒から中粒である。相対密度は中程度から密である。
	7. Clayey SAND-II (粘土質砂-II)	≥ 50 (50)	厚さは 8.0m 以上。色調は黄褐色～赤褐色であり、含水比は湿った状況にある。相対密度は密から非常に密な状況にある。

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.1.9 タケタ地区の N 値分布

④ フライオーバー区間(13BH-5~16BH-1), 追加 F/S 地質調査報告書 (2016 年 9 月)

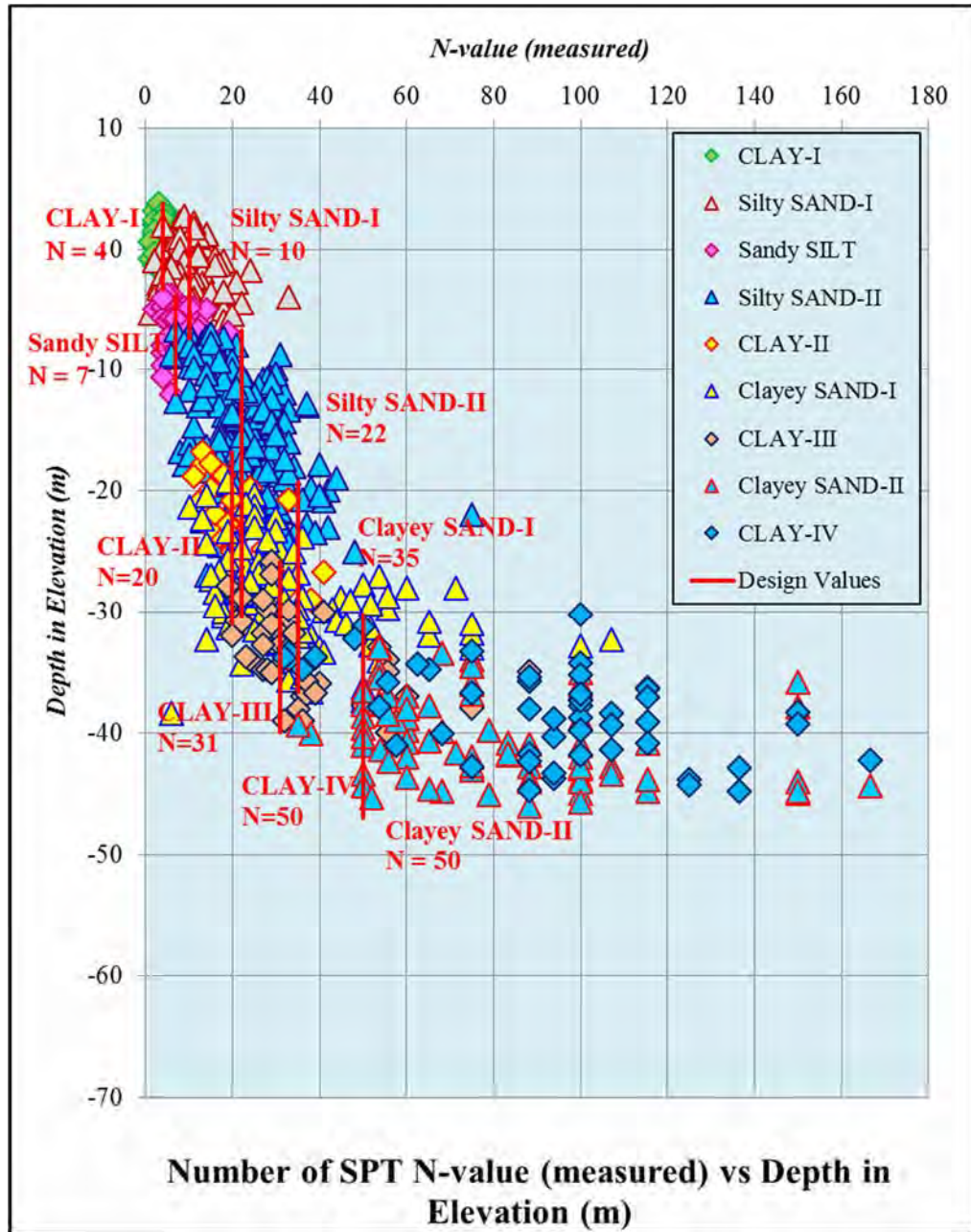
本区間は 2016 年 9 月の追加 F/S で土質調査が行われている。全部で 14 本のボーリングが行われた。

この地区では、合計 10 の異なる層が確認されています。土質は、その物理的性質および相対密度に従って分類されている。土質層序は、表 2.1.8 に示す。

表 2.1.8 調査地の土質層序(フライオーバー)

地層	土質記号(地層名)	N 値 (代表値)	記 事
沖積層	1. Filled Soil (盛土)	3~7 (4)	盛土はほとんど粘土、砂質粘土であり、いくつかのボーリング孔でシルト質砂として観察される。厚さは約 1.0m~2.0m である。
	2. CLAY-I (粘土-I)	2~8 (4)	厚さは約 1.0m から 6.0m。色調は灰色である。可塑性は中程度から中程度であり、含水比は湿っている。コンシステンシーは柔らかいから中位の状況を示す。
	3. Silty SAND-I (シルト質砂-I)	2~33 (10)	厚さは約 3.0m~8.0m。色調は灰色である。粒径は細粒であり、含水比は湿っており、ある深度では濡れた状況にある。相対密度は非常に緩いから密を示す。
	4. Sandy SILT (砂質シルト)	2~19 (7)	厚さは約 2.0m から 5.0m。色調は灰色で、含水比は湿っている。シルトは低い可塑性である。コンシステンシーは柔らかくから非常に硬い。
	5. Silty SAND-II (シルト質砂-II)	6~48 (22)	厚さは約 9.0m から 21.0m。色調は灰色で、含水比は湿った状況にある。砂の粒径は細粒から中粒である。相対密度は緩いから密な状況を示す。
	6. CLAY-II (粘土-II)	11~41 (20)	厚さは約 1.0m から 11.0m。色調は灰色で、水分は湿っている。さらに、この層には細かい砂が含まれている。コンシステンシーは硬いから固結した状況にある。
イラワジ層	7. Clayey SAND-I (粘土質砂-I)	10~≥50 (35)	厚さは約 2.0m~16.0m。色は黄褐色で、ある深度では灰色で、含水比は湿った状況にある。相対密度は緩いから非常に密である。
	8. CLAY-III (粘土-III)	19~≥50 (31)	厚さは約 7.0m から 9.0m。色調は灰色で、含水比は湿った状況にある。可塑性は、低いから中程度を示す。コンシステンシーは非常に硬いから固結した状況にある。
	9. Clayey SAND-II (粘土質砂-II)	34~≥50 (50)	厚さは 10.0m 以上。色調は灰色で、含水比は湿った状況にある。砂の粒度は細粒から中粒である。相対密度は密から非常に密な状況にある。
	10. CLAY-IV (粘土-IV)	32~≥50 (50)	厚さは 14.0m 以上。可塑性は、低いから中程度である。薄い細粒の砂を挟む。コンシステンシーは固結した状況にある。

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.1.10 フライオーバー区間の N 値分布

### 2.1.3 土質特性

#### (1) 設計地盤定数の設定方針

地盤定数は、現位置試験や室内試験で求めたりする方法がある。地盤定数のいくつかは、不均質な堆積環境や適切でない調査手法により求まらない場合もある。しかしながら、地盤定数は、現地や室内試験結果から得られた力学特性や物理特性試験から導き出されてきている。地盤の安定性を評価するにはせん断強度が非常に重要である。

以下にはプロジェクトでの地盤設計定数を求めるための基本方針を示す。

ただし、最終的には、橋梁、土工の各設計技術者は、各分野で適切な土質定数について判断し、設計に適用することとする。

- 土質定数は原則として原位置試験や土質試験の結果を利用する。
- 経験的な手法として、単位体積重量等については、NEXCOの土工指針（2016.08）の土質定数を参考（表 2.1.9）とする。
- N値から内部摩擦角を求める場合は、道路橋示方書（平成24年度版）や土工指針（平成24年度版）に示される有効上載圧を利用する。内部摩擦角は、調査段階では、 $1^\circ$  単位で示し、小数点以下を切り下げる方針とする。
- N値から粘着力（ $C_u$ ）を求める場合は、Terzaghi and Peckの関係式（地盤工学会：地質調査の方法と解説 p 308、2013.3）から求まる  $q_u=12.3N\sim 13.1N\div 12.5N$  (kN/m<sup>2</sup>) を利用する。したがって、 $C=1/2q_u=6.25N$  (kN/m<sup>2</sup>) とするが、土工指針（平成24年度版、p 64）の  $C=6\sim 10N$  (kN/m<sup>2</sup>) も参考とし、安全側を採用し  $C=6N$  (kN/m<sup>2</sup>) とする。粘着力は、調査段階では、1 kN 単位で示し、小数点以下を切り下げる方針とする。
- 変形係数については、孔内載荷試験相当の値として吉中（地盤工学会：地質調査の方法と解説 p 309、2013.3）の  $E_p=700N$  (kN/m<sup>2</sup>) とする。変形係数については、100kN 単位の表示とし、100 以下の数字を切り下げる方針とする。
- 孔内載荷試験の値は、今回の原位置での孔内載荷試験結果を参考に補正すべき場合は補正する。
- N値の評価は、N値が50以上の場合には換算N値を採用する。地層毎の土質定数の設定では、平均N値50以上については、土質地盤の不均質性も考慮し、N値=50を上限の目安とする。



表 2.1.9 土質定数(NEXCO による)

種類	状態		単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	土質記号注2) JGS{ }基準 ASTM ( ) 基準	
盛土	礫および礫まじり砂	締固めたもの	20	40	0	{G} (GW),(GP)	
	砂	締め固めたもの	粒径幅の広い物	20	35	0	{S} (SW)(SP)
			分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締固めたもの		19	25	30以下	{SF} (SM)(SC)
	粘性土	締固めたもの		18	15	50以下	{M},{C} (ML),(CL),(MH),(CH)
関東ローム	締固めたもの		14	20	10以下	{V}	
自然 地盤	礫	密実なものまたは粒径幅のひろいもの		20	40	0	{G} (GW),(GP)
		密実でないもの分級されたもの		18	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの		21	40	0	{G} (GW),(GP)
		密実でないもの		19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅のひろいもの		20	35	0	{S} (SM),(SC)
		密実でないもの分級されたもの		18	30	0	
	砂質土	密実なもの		19	30	30以下	{SF} (ML),(CL)
		密実でないもの		17	25	0	
	粘性土	固いもの(指で強く押し多少へこむ)注1)		18	25	50以下	{M},{C} (SM),(SC)
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)注1)		17	20	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入)注1)		16	15	15以下	
	粘土およびシルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ)注1)		17	20	50以下	{M},{C} (CH),(MH),(ML)
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)注1)		16	15	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入)注1)		14	10	15以下	
関東ローム	---		14	5 ( $\phi_u$ )	30以下	{V}	

注1: N値の目安は次のとおりである。

固いもの (N=8~15)、やや軟らかいもの (N=4~8)、軟らかいもの (N=2~4)

注2: JGSとASTMの記号は、およその目安である。ASTMの記号は、NEXCOの表に追記。

JGS: 日本地盤工学会

ASTM: ASTMインターナショナル(旧称: 米国材料試験協会)

NEXCO: (東日本、中日本、西日本) 高速道路株式会社, 設計要領第1集, 土工P1-52 (2016.8)

出典: JICA 調査団

(2) 設計地盤定数

調査区間の区分けは、当初の方針通り、左岸部（タンリン地区）、河川部、右岸部（タケタ地区）の3区間とする。フライオーバー区間(13BH-5~16BH-1)については、追加 F/S 調査の調査資料を利用する。

設計のための土質定数については、区間毎に取りまとめる。

このプロジェクトでは、プレシオメーターテストを行っている。プレシオメーター試験と標準貫入試験（SPT）による N 値との相関を表 2.1.10 に示す。

表 2.1.10 N 値とプレシオメーターによる変形係数の関係

サイド	孔番	土質名	試験深度 (m)	N 値	初期圧力	降伏圧	極限圧	変形係数	Em / N		
					Po (kN/m <sup>2</sup> )	Py (kN/m <sup>2</sup> )	Pf (kN/m <sup>2</sup> )	Em (kN/m <sup>2</sup> )	孔別	区間	全区間
河川	BD-	Silty	3	5	123.16	259.	356	1955.	391.0	397	672
	BD-	Silty	6	3	103.28	140.	261.	882.7	294.2		
	BD-	Silty	10	2	154.8	290.	363.	901.6	450.8		
	BD-	Silty	3	4	73.84	197.	344.	1566.	391.6		
	BD-	Silty	6	3	127.75	238.	336.	1017.	339.2		
	BD-	Silty	10	18	179.19	752.	378.	6190.	343.9		
	BD-	Silty	3	1	85.28	146.	206.	695.4	695.4		
	BD-	Silty	6	5	152.35	350.	473.	2103.	420.6		
右岸 タケタ 地区	BD-	CLAY	3	2	123.48	222.	369.	967.9	483.9	714	
	BD-	CLAY	6	1	127.78	226.	298.	944.8	944.8	501	
	BD-	Silty	10	15	265.87	689.	1013	7518.	501.2		
左岸 タン リン 地区	BD-	CLAY	3	0(0.	85.26	146.	219.	734.6	1,469.	1,099	
	BD-	CLAY	6	1	114.53	212.	273.	993.0	993.0		
	BD-	CLAY	10	2	154.81	416.	588.	3372.	1,686.		
	BD-	CLAY	3	2	85.39	196.	319.	1225.	612.7		
	BD-	CLAY	6	0(0.	101.82	162.	198.	604.8	1,209.		
BD-	CLAY	10	2	130.17	216.	325.	1244.	622.0	9		

出典：JICA 調査団

備考；

- 計算では、SPT の N 値は、BD-14 の 3.0m、BD-23 の 6.0m で 0 を 0.5 としている。
- 試験結果によれば、N 値とプレシオメーター試験との関係は、全体として吉中の Em = 672N ≒ 700N を満足する。
- 粘土は両岸で Em = 700N 以上を確認している。
  - o 右岸； Em = 714N ≒ 710N
  - o 左岸； Em = 1099N ≒ 1100N

- Sandy Soil は、 $E_m = 397 \sim 501 \approx 400 \sim 500N$
- 河床部  
地盤定数のパラメーターの設定では、Silty SAND-River Sediments 層に  $E_m = 397N \approx 400N$  を使用する。同様に、Clayey SAND-A 層と Silty SAND-I 層は、このプロジェクトで  $E_m = 400N$  を使用する。他の土質については  $E_m = 700N$  を使用する。
- 右岸部  
地盤定数のパラメーターの設定では、このプロジェクトにおいて、Silty SAND-I 層には  $E_m = 501N \approx 500N$  を使用する。他の土質には、安全側の値として  $E_m = 700N$  を使用する。
- 左岸部  
地盤定数のパラメーターの設定では、CLAY-I 層について  $E_m = 1099N \approx 1100N$  である。しかし、その範囲は  $612N \sim 1686N$  の範囲で大きく異なる。したがって、安全側として  $E_m = 700N$  を使用する。
- 他に、変形係数としては、粘土層において一軸圧縮試験結果を使用した。

以下には、土質調査によって提案された設計用土質定数を示す。

① 左岸側、タンリン地区 (BD-25~13BH-2)

表 2.1.11 にタンリン地区の土質定数の提案値を示す。

表 2.1.11 タンリン地区・左岸部の土質定数の提案値

No.	土質名	代表 N 値	単位体積重量			内部摩擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	粘着力 c ( $\text{kN/m}^2$ )	変形係数 $E_{50}$ ( $\text{kN/m}^2$ )
			$\gamma_t$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )			
1	Filled Soil	1 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	6 <sup>3)</sup>	700 <sup>3)</sup>
2	CLAY-I	1 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	15 <sup>1)</sup>	900 <sup>1)</sup>
3	Sandy CLAY-I	3 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	15 <sup>1)</sup>	2000 <sup>1)</sup>
4	Silty SAND-I	15 <sup>1)</sup>	16.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	33 <sup>3)</sup>	-	6000 <sup>3)</sup>
5	Clayey SAND-A	3 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	28 <sup>3)</sup>	-	1200 <sup>3)</sup>
6	CLAY-AII	5 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	30 <sup>1)</sup>	3200 <sup>1)</sup>
7	Clayey SAND-B	17 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	33 <sup>3)</sup>	-	11900 <sup>3)</sup>
8	CLAY-AIII	7 <sup>1)</sup>	17.6 <sup>1)</sup>	17.6	7.6	-	42 <sup>3)</sup>	4900 <sup>1)</sup>
9	Clayey SAND-C	20 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	32 <sup>3)</sup>	-	14000 <sup>3)</sup>
10	Clayey SAND-I	23 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	31 <sup>3)</sup>	-	16100 <sup>3)</sup>
11	Clayey SAND-II	50 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	35 <sup>3)</sup>	-	35000 <sup>3)</sup>

1) 現場試験または土質試験結果により設定した。

2) NEXCO に示された参考値により設定した。

3) 標準貫入試験による N 値からの公式により設定した。

4) 公式により設定した。

出典: JICA 調査団

② 河川区間 (13BH-2～BD-17)

表 2.1.12 に河川部の土質定数の提案値を示す。

表 2.1.12 河床部の土質定数の提案値

No.	土質名	代表 N 値	単位体積重量			内部摩擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	粘着力 $c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	変形係数 $E_{50}$ ( $\text{kN/m}^2$ )
			$\gamma_t$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )			
1	Silty SAND-River Sediments	3 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	29 <sup>3)</sup>	-	1200 <sup>1)</sup>
2	CLAY-I	1 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	10 <sup>1)</sup>	900 <sup>1)</sup>
3	Clayey SAND-A	3 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	18.5	8.5	28 <sup>3)</sup>	-	1200 <sup>3)</sup>
4	Silty SAND-I	13 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	33 <sup>3)</sup>	-	5200 <sup>3)</sup>
5	Sandy CLAY-II	9 <sup>1)</sup>	17.5	17.5	7.5	-	54 <sup>3)</sup>	6300 <sup>3)</sup>
			Same values as CLAY-AII					
6	CLAY-AII	7 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	42 <sup>3)</sup>	4900 <sup>3)</sup>
7	Clayey SAND-B	13 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	32 <sup>3)</sup>	-	9100 <sup>3)</sup>
8	Silty SAND-A	25 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	33 <sup>3)</sup>	-	17500 <sup>3)</sup>
9	CLAY-AIII	18 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	108 <sup>3)</sup>	12600 <sup>3)</sup>
10	Clayey SAND-C	20 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	33 <sup>3)</sup>	-	14000 <sup>3)</sup>
11	Silty SAND-II	30 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	34 <sup>3)</sup>	-	21000 <sup>3)</sup>
12	Clayey SAND-I	35 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	34 <sup>3)</sup>	-	24500 <sup>3)</sup>
13	CLAY-AIV	30 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	180 <sup>3)</sup>	21000 <sup>3)</sup>
14	Clayey SAND-II	50 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	35 <sup>3)</sup>	-	35000 <sup>3)</sup>

- 1) 現場試験または土質試験結果により設定した。
- 2) NEXCO に示された参考値により設定した。
- 3) 標準貫入試験による N 値からの公式により設定した。
- 4) 公式により設定した。

出典: JICA 調査団

③ 右岸部、タケタ地区 (BD-17~13BH-5)

表 2.1.13 にタケタ地区の土質定数の提案値を示す。

表 2.1.13 タケタ地区・右岸部の土質定数の提案値

No.	土質名	代表 N 値	単位体積重量			内部摩擦角	粘着力	変形係数
			$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	Filled Soil	3 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	-	18 <sup>3)</sup>	2100 <sup>3)</sup>
2	CLAY-I	1 <sup>1)</sup>	17.5 <sup>1)</sup>	17.5	7.5	-	15 <sup>1)</sup>	900 <sup>1)</sup>
3	Silty SAND-I	13 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	32 <sup>3)</sup>	-	6500 <sup>3)</sup>
4	Sandy SILT	7 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	17.0	7.0	-	42 <sup>3)</sup>	4900 <sup>3)</sup>
5	Silty SAND-II	25 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	34 <sup>3)</sup>	-	17500 <sup>3)</sup>
6	Clayey SAND-I	35 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	34 <sup>3)</sup>	-	24500 <sup>3)</sup>
7	Clayey SAND-II	50 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	35 <sup>3)</sup>	-	35000 <sup>3)</sup>

- 1) 現場試験または土質試験結果により設定した。
- 2) NEXCO に示された参考値により設定した。
- 3) 標準貫入試験による N 値からの公式により設定した。
- 4) 公式により設定した。

出典: JICA 調査団

④ フライオーバー区間(13BH-5～16BH-1), 追加 F/S 地質調査報告書 (2016 年 9 月)

表 2.1.14 にフライオーバー区間の土質定数の提案値を示す。同区間において実際の設計に用いた土質定数は、追加 F/S における地質調査結果を精査するとともに、本調査（詳細設計）における他区間の地質調査結果を参考にして、別途土質定数を設定した。

表 2.1.14 フライオーバー区間の土質定数の提案値

No.	土質名	代表 N 値	単位体積重量			内部摩擦角 φ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 E <sub>50</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
			γ <sub>t</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ' (kN/m <sup>3</sup> )			
1	Filled Soil	4 <sup>5)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	25 <sup>5)</sup>	1000 <sup>5)</sup>
2	CLAY-I	4 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>1)</sup>	18.0	8.0	-	25 <sup>1)</sup>	1000 <sup>1)</sup>
3	Silty SAND-I	10 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>1)</sup>	19.0	9.0	32 <sup>3)</sup>	-	5000 <sup>3)</sup>
4	Sandy SILT	7 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	17.0	7.0	-	42 <sup>3)</sup>	4900 <sup>3)</sup>
5	Silty SAND-II	22 <sup>1)</sup>	17.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	33 <sup>3)</sup>	-	15400 <sup>3)</sup>
6	CLAY-II	20 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	120 <sup>3)</sup>	14000 <sup>3)</sup>
7	Clayey SAND-I	35 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	33 <sup>3)</sup>	-	24500 <sup>3)</sup>
8	CLAY-III	31 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	186 <sup>3)</sup>	21700 <sup>3)</sup>
9	Clayey SAND-II	50 <sup>1)</sup>	19.0 <sup>2)</sup>	20.0	10.0	37 <sup>3)</sup>	-	35000 <sup>3)</sup>
10	CLAY-IV	50 <sup>1)</sup>	18.0 <sup>2)</sup>	18.0	8.0	-	300 <sup>3)</sup>	35000 <sup>3)</sup>

- 1) 現場試験または土質試験結果により設定した。
- 2) NEXCO に示された参考値により設定した。
- 3) 標準貫入試験による N 値からの公式により設定した。
- 4) 公式により設定した。
- 5) CLAY-Iを参考に設定した。

出典: JICA 調査団

### (3) 土質調査結果のまとめ

#### 1) 地盤状況と支持層

調査結果より、本地区の設計区間では、フライオーバー区間を含めて 20 の異なる地層が認められた。区間毎では、表 2.1.15 に示すように、タンリン地区で 11 土層、河床部で 14 土層、タケタ地区で 7 土層、フライオーバー区間で 10 土層が確認されている。

調査地区には、バゴ川沿いに河川堆積物が分布する。土質構成は、この河川堆積物の下位に分布する沖積層において、大きな変化が認められる。

タンリン地区左岸部からバゴ川河床右岸部にかけては粘性土が卓越し、河床右岸部からタケタ右岸部にかけては砂質土が卓越するのが特徴である。沖積層の粘性土と砂質土の堆積関係は、現段階では、大きくは指交関係にあるものと考えられる。

提案された橋梁は重量のある動的な荷重と大スパンで設計されているため、橋脚基礎は一般的に現場の土質条件に応じて杭基礎として設計されている。

調査結果によると、N 値が 50 以上の土層は、概ね調査地域の Clayey SAND-II 層とフライオーバー一部の CLAY-IV 層が相当する。

本プロジェクトの設計用の支持層としては、「道路橋示方書」(下部構造編Ⅳ, 日本道路協会, 2012, pp. 278-279) による以下の値を提案する。図 2.1.11~図 2.1.13 に支持層線を含む土質断面図を示す。

#### 〈支持層〉

- 砂層 : N 値 30 以上 (Clayey SAND-II)
- 粘性土層 : N 値 20 以上 (CLAY-AIV、CLAY-III、CLAY-IV)

また、河床右岸部からタケタ地区にかけて分布する Clayey SAND-I については、砂質土で、N 値 30 以上が連続して確認されたことから、暫定的に支持層として評価した。

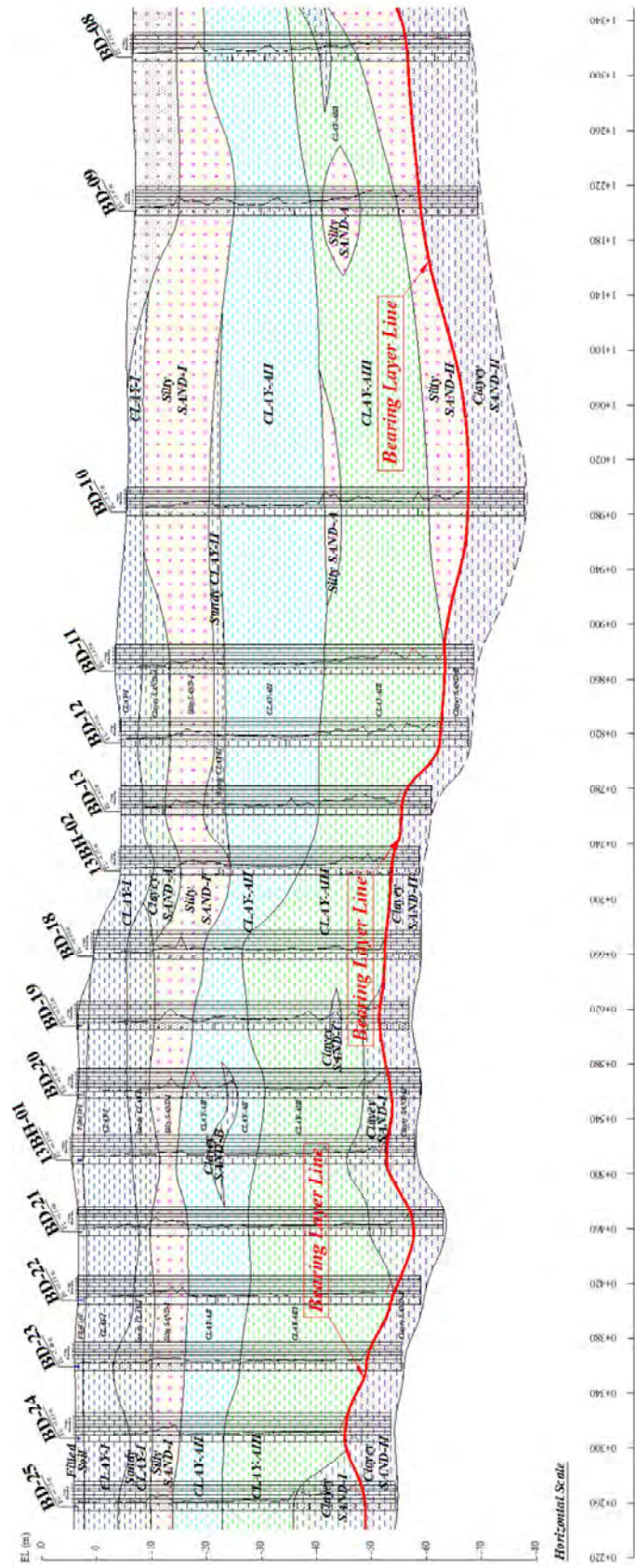
耐震設計上の基盤面としては、粘性土層で N 値が 25 以上、砂質土層で N 値が 50 以上必要とされることから、概ね図 2.1.11~図 2.1.13 に示される支持層線と一致する。(「道路示方書」Ⅴ耐震設計編、日本道路協会、2012、p.33)



表 2.1.15 調査各区間に分布する土層

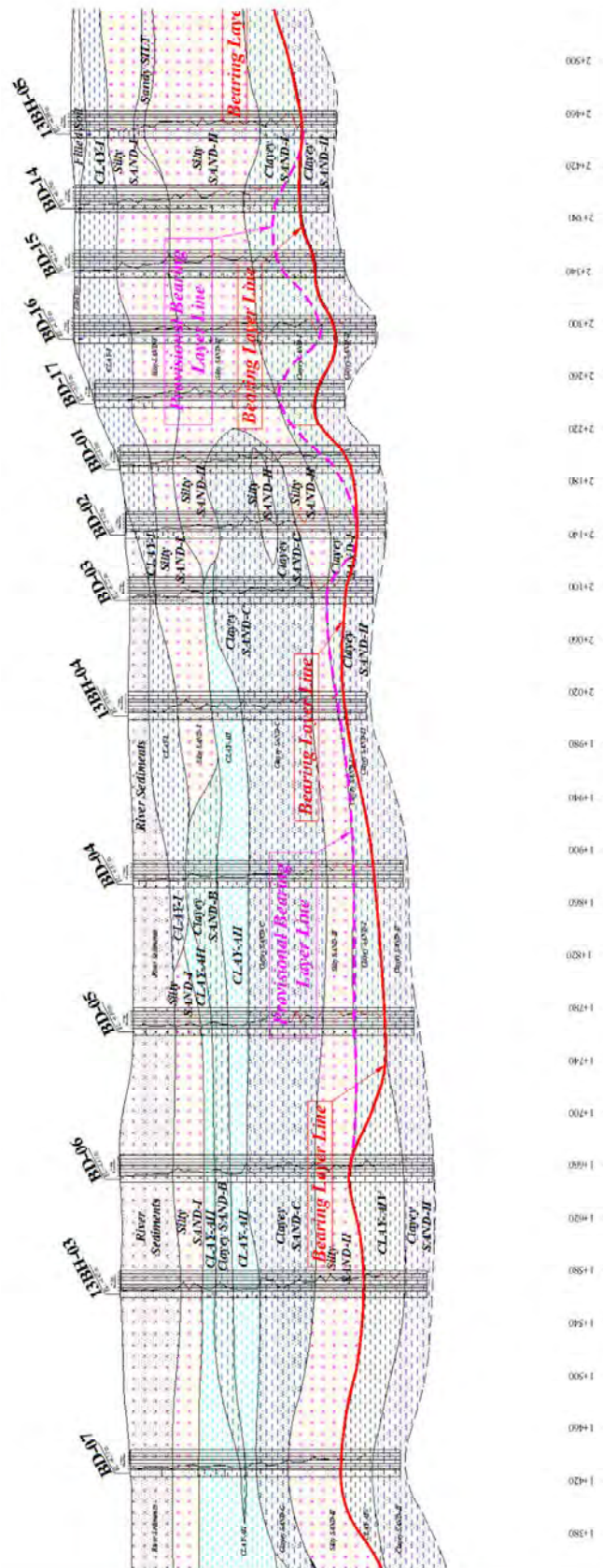
地層	区間（各区間の土質名）			
	タンリン地区	河川部	タケタ地区	フライオーバー
	BD-25～(13)BH-2	(13)BH-2～BD-17	BD-17～(13)BH-5	(13)BH-5～(16)BH-1
沖積層		Silty SAND- River Sediments		
	Filled Soil		Filled Soil	Filled Soil
	CLAY-I	CLAY-I	CLAY-I	CLAY-I
	Sandy CLAY-I			
	Clayey SAND-A	Clayey SAND-A		
	Silty SAND-I	Silty SAND-I	Silty SAND-I	Silty SAND-I
			Sandy SILT	Sandy SILT
		Sandy CLAY-II		
	CLAY-AII	CLAY-AII		
	Clayey SAND-B	Clayey SAND-B		
		Silty SAND-A		
	CLAY-AIII	CLAY-AIII		
	Clayey SAND-C	Clayey SAND-C		
		Silty SAND-II	Silty SAND-II	Silty SAND-II
イラワジ層				CLAY-II
	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I	Clayey SAND-I
		CLAY-AIV		
				CLAY-III
	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II	Clayey SAND-II
			CLAY-IV	

出典：JICA 調査団



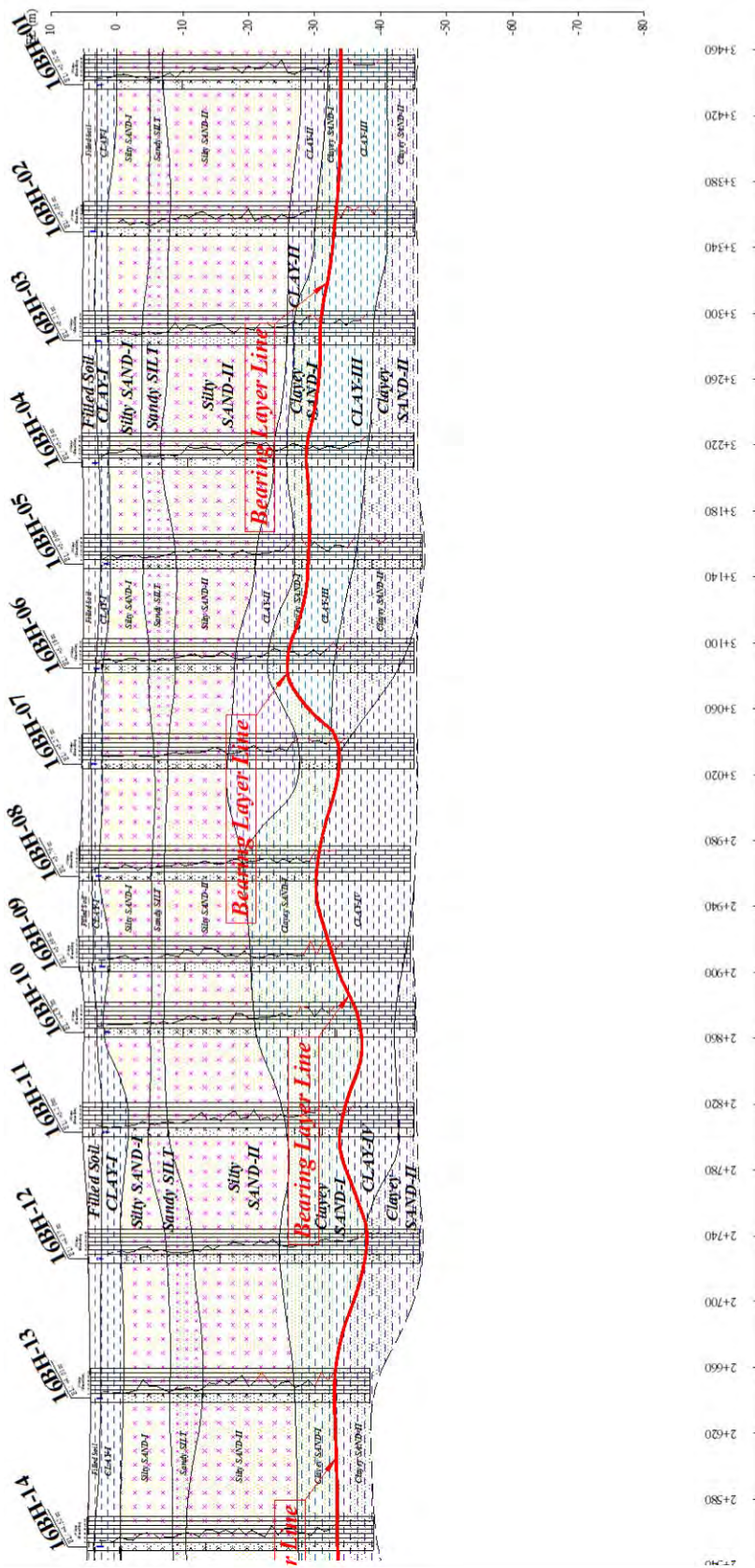
出典: JICA 調査団

図 2.1.11 土質断面と支持層 (1/3)



出典: JICA 調査団

図 2.1.12 土質断面と支持層 (2/3)



出典: JICA 調査団

図 2.1.13 土質断面と支持層 (3/3)

## 2) 設計施工上の留意事項

設計・施工上の留意事項としては、軟弱地盤に伴う沈下や液状化、基礎掘削に伴う土留めの問題がある。軟弱地盤は、一般に粘性土ではN値4以下で、砂質土ではN値10～15以下が相当する。

(道路土工 - 軟弱地盤対策工指針、日本道路協会、2012、P.6)

プロジェクトエリアでは、粘性土として、表層部に分布する Filled Soil, CLAY-I および Sandy CLAY が軟弱地盤の対象となり、表層部の土工に伴うトラフィカビリティの確保や盛土に伴う圧密沈下や安定の検討が必要である。また、砂質土としては、Silty SAND-River Sediments、Clayey SAND-A および Silty SAND-I が対象となり、地震時の液状化の被害を含めた、安定の検討が必要となる。

プロジェクトエリアの陸上で確認された地下水は、表 2.1.16 に示すように表層地盤から GL - 1m 前後に確認される。このため、基礎掘削等に伴う土留め対策など、地下水を考慮した検討を行う必要がある。

表 2.1.16 調査地の各ボーリング孔の地下水標高

孔番	孔口標高 EL - (m)	地下水位		測定日	備考
		GL - (m)	EL - (m)		
BD-14	+4.13	-1.10	+3.03	19.11.2016	右岸 (タケタ地区)
BD-15	+4.24	-1.00	+3.24	12.11.2016	
BD-16	+4.35	-1.30	+3.05	12.11.2016	
BD-19	+3.52	-0.50	+3.02	05.12.2016	左岸 (タンリン地区)
BD-20	+3.41	-0.35	+3.06	28.11.2016	
BD-21	+3.34	-0.30	+3.04	17.11.2016	
BD-22	+3.38	-0.42	+2.96	28.11.2016	
BD-23	+3.98	-0.42	+3.56	05.12.2016	
BD24	+3.85	-0.70	+3.15	25.11.2016	
BD-25	+4.15	-0.60	+3.55	12.11.2016	

ボーリング工の地下水位は測定時の掘削水のため正確でない可能性がある。

出典: JICA 調査団

「ミ」国は世界的な地質学的視点から、アルパイン地震帯と呼ばれる巨大地震地域の一つに位置している。したがって、「ミ」国の領土では、昔から壊滅的な地震が多発している。これらの不安定な活動のため、「ミ」国ではいつでも地震が発生することが予想されている。

今回実施した「道路橋示方書 - 2012年日本道路協会耐震設計編」による液状化の可能性の分析

によれば、この地点では地震による液状化の可能性が高いことが判明した。

また、液状化の解析結果 (FL) に基づいて液状化の危険度判定 (PL) を行った。表 2.1.17 にボーリング孔毎の PL 値を示す。PL 値と液状化危険度の関係については、表 2.1.18 に示す。PL 値はもともと日本で開発されたもので、地盤の基礎破壊を引き起こす液状化の可能性を評価している (岩崎他: "地震時地盤液状化の程度の予測について", 土と基礎、1980、Vo28、No.4)。

表 2.1.17 によると、このサイトの液状化の可能性は、陸上部で高く、河川部で極めて高い結果となる。このため、設計にあたり、適切な液状化対策が必要である。

表 2.1.17 ボーリング各孔の PL 値

タンリン地区		河川部		タケタ地区	
BH-No.	PL 値	BH-No.	PL 値	BH-No.	PL 値
BD-18	17.314	BD-01	29.320	BD-14	5.346
BD-19	10.614	BD-02	22.378	BD-15	8.214
BD-20	13.354	BD-03	31.136	BD-16	3.172
BD-21	4.304	BD-04	33.406	BD-17	32.522
BD-22	5.659	BD-05	26.388		
BD-23	13.175	BD-06	43.329		
BD-24	9.234	BD-07	30.413		
BD-25	10.544	BD-08	35.258		
		BD-09	35.298		
		BD-10	34.783		
		BD-11	50.819		
		BD-12	36.995		
		BD-13	32.748		

出典: JICA 調査団

表 2.1.18 PL 値と液状化危険度との関係

PL 値	液状化危険度判定
$15 < P_L$	液状化危険度は極めて高い
$5 < P_L \leq 15$	液状化危険度は高い
$0 < P_L \leq 5$	液状化危険度は低い
$P_L = 0$	液状化危険度はかなり低い。

(岩崎他、1980)

## 2.2 路線測量

### 2.2.1 F/S における路線測量のレビュー

ミャンマーでは、ここ最近の近代化（都市化）に伴い高層ビル建設などが多くみられる。それに伴い地下水のくみ上げなどによる地盤沈下も予想されている。特にヤンゴン市街地における近代化は著しい。

しかし、ミャンマーでは地下水のくみ上げによる地盤沈下には関心が無い。

ミャンマーの水準網はその殆どが 1970 年代（近代化前）に構築されており、その後の改測はされていないことから地盤沈下の影響を受けている水準点も多いと思われる。

ヤンゴン近在の水準点成果は上記の状況からなのか、測量成果に対する証明書が出るものと、出ないものがある。

F/S の時に使った水準点は BM89002 であったが、この点については測量局からの証明書は出ていない。

以上の状況を鑑み、本詳細設計調査では測量局からの証明書が発行されているタンリン側の南約 10 km、Kayaik-Hkawk Pagoda の入り口にある BM76097 を使うこととした。

また、基準点は特に異常などの報告がないことから、通常通り近在のものでも信頼性が高いと思われる基準点を使用した。

### 2.2.2 調査の目的および内容

路線測量調査は、F/S の結果を踏まえ、地質調査、材料調査、地下埋設物調査、河川測量、および詳細設計に使用することを目的に、2016 年 10 月中旬から 12 月中旬にかけて実施した。

路線測量調査における調査項目及び作業量は表 2.2.1 に示すとおりである。

表 2.2.1 路線測量作業項目及び作業数量

作業項目	数量	
	計画	実績
<b>1. 基準点測量</b>		
1-1 一次基準点測量 (GPS)	5 点	10 点
1-2 二次基準点測量 (TS)	20 点	20 点
1-3 一次水準網測量 (四等水準測量)	28.71 km	43.60 km
1-4 一次水準網測量 (工程水準)	3.71 km	3.71 km
<b>2. 道路及びフライオーバー区間の路線測量 (タンリン地区のオンランプ 391m を含む L=2.17)</b>		
陸上部		
2-1 中心線測量 (主要点間隔 20m)	1.20 km	1.20 km
2-2 縦断測量	1.20 km	1.20 km
2-3 横断測量 (中心線から両側 50m) (L=1.20km)	90	117
オンランプ		

2-4 中心線測量 (主要点間隔 20m)	0.64 km	0.64 km
2-5 縦断測量	0.64 km	0.64 km
2-6 横断測量 (中心線から両側 50m) (L=0.64km)	41	41
追加作業(Star City)		
2-7 中心線測量 (主要点間隔 20m)	0.60 km	0.60 km
2-8 縦断測量	0.60 km	0.60 km
2-9 横断測量 (中心線から両側 50m) (L=0.60km)	32	32
2-10 平面測量(中心線から両側 50m) (L=1.78km)	17.8ha	42.4 ha
<b>3.橋梁区間の路線測量 (L = 1.928 km)</b>		
3-1 縦断測量	1.93 km	1.93 km
3-2 横断測量 (中心線から両側 50m)	96	38
3-3 平面測量(中心線から両側 50m)	19.3 ha	12.1 ha

出典: JICA 調査団

また、F/S での調査項目及び数量は以下の通りであった。

表 2.2.2 F/S 作業項目及び作業数量

作業項目	単位	数量
1. 基準点測量		
1-1 一次基準点測量 (GPS)	点	5
1-2 二次基準点測量 (TS)	点	20
2. 道路及びフライオーバー区間の路線測量		
2-1 中心線測量 (主要点間隔 20m)	Km	2.17
2-2 縦断測量	Km	2.17
2-3 横断測量 (中心線から両側 50m)	断面	90
2-4 平面測量(中心線から両側 50m)	Ha	17.8
3. 橋梁区間の路線測量		
3-1 中心線測量 (主要点間隔 20m)	Km	1.93
3-2 縦断測量	Km	1.93
3-3 横断測量 (中心線から両側 50m)	断面	96
3-4 平面測量(中心線から両側 50m)	Ha	19.3

出典: JICA 調査団

### 2.2.3 調査方法

調査地区に基準点を設置する前に、使用する既設基準点の選定を行い下図に示す基準点 (GPS 点、水準点) を採用した。





出典: JICA 調査団

図 2.2.1 基準点位置図

基準点測量は現在ミャンマーで一般的に採用されている以下の座標系で行った。

表 2.2.3 座標系

Ellipsoid	WGS84 (World Geodetic System 1984)
Projection	Universal Transverse Mercator (UTM) Projection
UTM Zone	Zone number 47N
Central of Meridian origin	99 degree east of Meridian international
Latitude of origin	Equator
Scale factor at origin	0.9996
False Easting	(0, 500,000) at equator
Vertical Datum	BM height adopted by Myanmar Survey Department
Unit of measurement	meter
EPSG	3247 (WGS84 UTM coordinates.47)

出典: JICA 調査団

また、1次基準点測量、2次基準点測量、1次水準測量及び2次水準測量の許容精度は、以下の通りとした。

- 1次基準点測量            3級基準点或いはそれ以上

基線ベクトルの残差 20 mm

水平位置の閉合差  $100\text{mm}+40\text{mm}\sqrt{N}$

N : 既知点までの最小辺数

水平位置の標準偏差 100mm

- 2次基準点測量

4級基準点

水平位置の閉合差  $150\text{mm}+100\text{mm}\sqrt{N\Sigma S}$

N : 辺数                     $\Sigma S$  : 路線長 (km)

- 1次水準点測量

$20\sqrt{S}$  mm

S : 路線長 (km)

- 2次水準測量

$30\sqrt{S}$  mm

S : 路線長 (km)

基準点は下記を使用した。(付録-1)

- 基準点 : GPS08 及び SD2
- 水準点 : BM7609

基準点測量は下記の手法で行った。

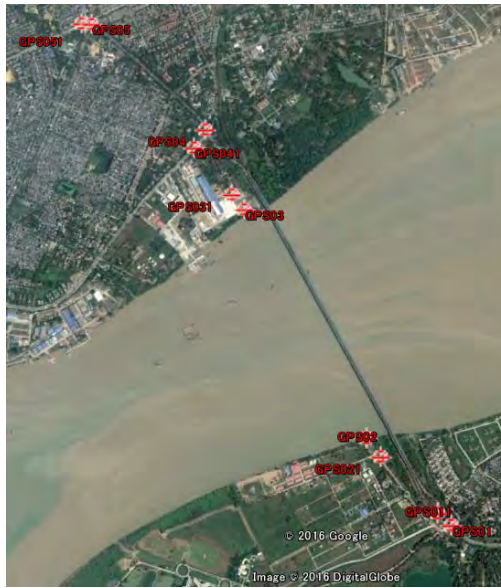
- 1次基準点は 10 点配置し、水平位置は GPS により観測した。また、標高は直接水準測量で行った。
- 2次基準点は 20 点配置し、水平位置はトータルステーション(TS)で、標高は直接水準により実測した。

## 2.2.4 基準点測量

1次基準点は、調査対象地域に均等になるように 5 点を配置し、それぞれに補点を設置し、合計 10 点とした。

2次基準点は 1次基準点を与点とし、全域に 20 点を配置した。

1次基準点、2次基準点の配置及び座標成果は以下の通りである。



出典：JICA 調査団

図 2.2.2 1次基準点配置図

表 2.2.4 1次基準点

STATION	GEODETTIC WGS84								UTM ZONE47N		ELEVATION Above MSL		
	Latitude				Longitude				Northing (DD.dddd)	Easting (DD.dddd)		EAST	NORTH
GPS01	16	46	45.42484	N	96	14	26.13589	E	16.77928468	96.24059330	205842.773	1857184.685	5.698
GPS011	16	46	47.66305	N	96	14	23.31533	E	16.77990640	96.23980981	205760.156	1857254.692	5.543
GPS02	16	47	1.73310	N	96	14	8.31563	E	16.78381475	96.23564323	205321.737	1857693.657	4.426
GPS021	16	46	58.21310	N	96	14	11.36158	E	16.78283697	96.23648933	205410.480	1857584.129	4.262
GPS03	16	47	46.71045	N	96	13	41.13763	E	16.79630846	96.22809379	204535.795	1859088.346	4.115
GPS031	16	47	49.67794	N	96	13	38.33112	E	16.79713276	96.22731420	204453.920	1859180.786	3.874
GPS04	16	48	2.98474	N	96	13	32.09699	E	16.80082909	96.22558250	204274.946	1859592.673	5.344
GPS041	16	47	59.15196	N	96	13	29.82522	E	16.79976443	96.22495145	204205.987	1859475.724	5.066
GPS05	16	48	24.60363	N	96	13	6.34695	E	16.80683434	96.21842971	203521.369	1860268.348	4.914
GPS051	16	48	24.67682	N	96	13	4.21657	E	16.80685467	96.21783794	203458.284	1860271.486	5.105

付録-2を参照のこと

出典：JICA 調査団

- GPS 測量の観測結果は、39 通りの環閉合で点検し、良好な結果であった。(付録-3)
- 網平均計算の標準偏差は 0.051m であった。(付録-4)



出典: JICA 調査団

図 2.2.3 2次基準点配置図

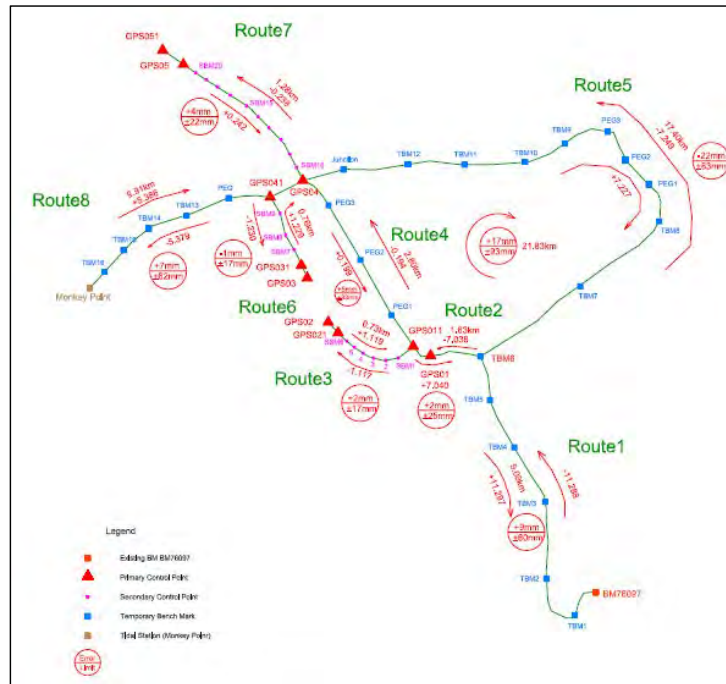
表 2.2.5 2次基準点

STATION	GEODETTIC WGS84									UTM ZONE47N		ELEVATION Above MSL	
	Latitude(DMS)				Longitude(DMS)				Latitude (DD.dddd)	Longitude (DD.dddd)	EAST		NORTH
SBM-1	16	46	47.35511	N	96	14	21.61608	E	16.77982086	96.23933780	205,709.674	1,857,245.921	4.664
SBM-2	16	46	48.95431	N	96	14	19.52700	E	16.78026509	96.23875750	205,648.458	1,857,295.972	3.968
SBM-3	16	46	51.59371	N	96	14	17.43543	E	16.78099825	96.23817651	205,587.614	1,857,378.019	4.452
SBM-4	16	46	52.98042	N	96	14	16.21884	E	16.78138345	96.23783857	205,552.160	1,857,421.174	4.242
SBM-5	16	46	54.48020	N	96	14	14.65647	E	16.78180006	96.23740458	205,506.509	1,857,467.950	4.582
SBM-6	16	46	56.49353	N	96	14	13.03845	E	16.78235931	96.23695513	205,459.429	1,857,530.545	4.476
SBM-7	16	47	51.54021	N	96	13	37.30862	E	16.79765006	96.22703017	204,424.427	1,859,238.491	4.324
SBM-8	16	47	56.30692	N	96	13	34.02803	E	16.79897414	96.22611890	204,329.282	1,859,386.470	4.361
SBM-9	16	48	0.86229	N	96	13	31.42905	E	16.80023953	96.22539696	204,254.242	1,859,527.666	4.472
SBM-10	16	48	5.23242	N	96	13	31.54232	E	16.80145345	96.22542842	204,259.481	1,859,662.039	5.476
SBM-11	16	48	6.54561	N	96	13	29.36277	E	16.80181823	96.22482299	204,195.472	1,859,703.336	4.441
SBM-12	16	48	8.63688	N	96	13	27.94890	E	16.80239913	96.22443025	204,154.484	1,859,768.248	4.809
SBM-13	16	48	10.48150	N	96	13	25.67421	E	16.80291153	96.22379839	204,087.886	1,859,825.931	4.820
SBM-14	16	48	11.75617	N	96	13	23.00795	E	16.80326560	96.22305776	204,009.411	1,859,866.246	4.668
SBM-15	16	48	15.26321	N	96	13	19.84692	E	16.80423978	96.22217970	203,917.301	1,859,975.432	4.711
SBM-16	16	48	17.01076	N	96	13	17.70500	E	16.80472521	96.22158472	203,854.596	1,860,030.075	4.662
SBM-17	16	48	18.44514	N	96	13	15.36211	E	16.80512365	96.22093392	203,785.802	1,860,075.169	5.150
SBM-18	16	48	20.50820	N	96	13	12.17703	E	16.80569672	96.22004918	203,692.328	1,860,139.951	4.536
SBM-19	16	48	21.98804	N	96	13	11.68714	E	16.80610779	96.21991309	203,678.453	1,860,185.673	4.496
SBM-20	16	48	22.87761	N	96	13	8.85857	E	16.80635489	96.21912738	203,595.035	1,860,214.212	4.526

付録-5を参照のこと

出典: JICA 調査団

水準測量は BM76097 を与点として行った。



付録-6を参照のこと

出典: JICA 調査団

図 2.2.4 2 水準測量ルート図

表 2.2.6 水準測量精度管理

NO	From	TO	Dist (Km)	Forward (m)	Backward (m)	Diff mm	Limit mm (mm)	Mean	Remarks
1	BM76097	TBM6	9.09	-11.288	11.297	9	± 60	-11.293	BM76097-TBM1-TBM2-TBM3-TBM4-TBM5-TBM6
2	TBM6	GPS011	1.63	-7.038	7.040	2	± 25	-7.039	TBM6-GPS01-GPS011
3	GPS011	GPS02	0.73	-1.117	1.119	2	± 17	-1.118	GPS011-SBM1-SBM2-SBM3-SBM4-SBM5-SBM6-GPS021-GPS02
4	GPS011	GPS04	2.80	-0.194	0.199	5	± 33	-0.197	GPS011-PEG1-PEG2-PEG3-GPS04
5	TBM6	GPS04	17.40	-7.249	7.227	-22	± 83	-7.238	TBM6-TBM7-TBM8-PEG1-PEG2-PEG3-TBM9-TBM10-TBM11-TBM12-Junction-GPS04
6	GPS04	GPS03	0.76	-1.230	1.229	-1	± 17	-1.230	GPS04-GPS041-TBM9-TBM8-TBM7-GPS031-GPS03
7	GPS04	GPS051	1.28	-0.238	0.242	4	± 22	-0.240	GPS04-SBM10-SBM11-SBM12-SBM13-SBM14-SBM15-SBM16-SBM17-SBM18-SBM19-SBM20-GPS05-GPS051
8	Monkey	GPS041	9.91	5.386	-5.379	7	± 62	5.383	Monkey Point-TBM16-TBM15-TBM14-TBM13-GPS041

付録-7を参照のこと

出典: JICA 調査団

水準測量の観測手簿は付録-8 に添付した。

### 2.2.5 路線測量

路線測量（4.37km）は以下のように分類できる。

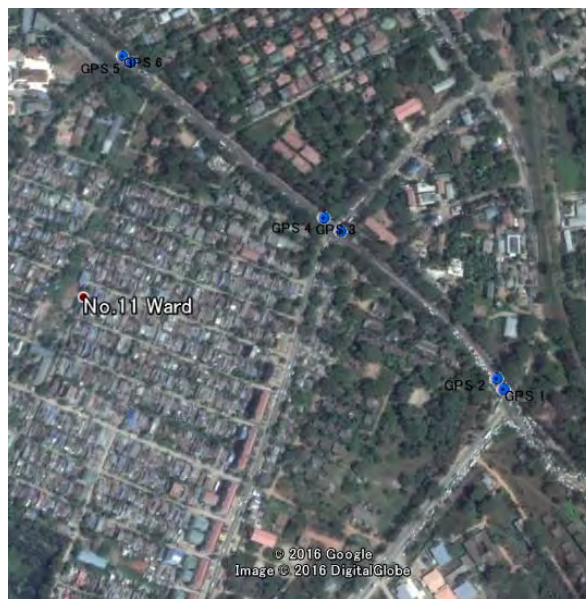
- 本線：陸上部（1.20km、河川部（1.93km）
- 進入路：0.64km
- Star City への進入路：0.60km

全ての中心点は TS で現地に再現し、後続作業である横断測量、縦断測量を行った。

計画道路中心線の打ち出しは TS を使い行った。設置した中心点の標高は直接水準に依った。しかし、タンリン側の雑木の多いところ等、一部分は TS を使用した。

### 2.2.6 基本設計のための事前 GPS 測量

Flyover 区間の基本設計のために、F/S 時に調査されていなかった現況の道路中心点を GPS で測量した。



出典：JICA 調査団

図 2.2.5 2 既存道路中心線の GPS 測量

現況の道路中心線の GPS 測量には GCP1009 及び BM89004 を既知点として使用した。

この調査では F/S の時とは別の水準点を使った。

しかし、BM89004 の標高が 40 年前と同じ水準網形成時と同じ標高であるのか、今回の BM76097 を使い標高を点検した。

下表のとおり、今回の測量では約 28cm 低くなっていることが判明した。原因としては、冒頭に述べたこと（地盤沈下等）が考えられる。

今回の高さの基準は、測量局から証明書が出ている BM76097 とし、F/S の際の高さを見直した。

表 2.2.7 標高の確認

STA	Nov. 2016	FS 2013	Geo-Sara	Remarks
GPS 1	5.026	5.312	-0.286	Thaketa side -0.281
GPS 2	5.023	5.306	-0.283	
GPS 3	5.137	5.421	-0.284	
GPS 4	5.115	5.402	-0.287	
GPS 5	4.838	5.116	-0.278	
GPS 6	4.855	5.134	-0.279	
CP1	4.039	4.311	-0.272	
CP2	4.499	4.774	-0.275	
CP4	4.244	4.528	-0.284	
		Average	-0.281	

出典：JICA 調査団

### 2.2.7 既存タンリン橋桁下高の測量

バゴ橋の道路縦断線形においてコントロール条件となるタンリン橋の航路目標版の桁下高 6 点を測定しクリアランスを確認した。測量は 2 回行い、標高の確認を行った。



出典：JICA 調査団

図 2.2.6 既存タンリン橋桁下高の測量箇所

表 2.28 既存タンリン橋桁下高

NO	FIRST			SECOND			Difference
	EAST	NORTH	ELEVATION	EAST	NORTH	ELEVATION	
1	205372.930	1857890.014	13.232	205368.877	1857897.094	13.225	0.007
2	205316.840	1857987.121	13.150	205316.873	1857987.106	13.198	-0.048
3	205260.784	1858084.086	13.174	205260.871	1858084.133	13.254	-0.080
4	205203.776	1858182.774	13.174	205203.862	1858182.793	13.259	-0.085
5	205147.730	1858279.760	13.152	205147.840	1858279.818	13.254	-0.102
6	205091.693	1858376.789	13.164	205091.760	1858376.830	13.209	-0.045
7	204708.346	1859040.738	11.338				
8	204749.172	1858970.059					

出典：JICA 調査団

図は既存のタンリン橋の縦断図（略図）である。現在、特に大型貨物船は、主要航路が左岸側になっている。これは橋のほぼ中央から右岸に向かって低くなっているためである。



出典：JICA 調査団

図 2.27 既存タンリン橋縦断図（略図）

### 2.2.8 地形測量

F/S 時に作成された地形図の CAD データでは、レイヤー名にイニシャルが多く使われており、読解に困難なものが多かった。

今回の調査では F/S 時に作成された地形図のレイヤー名を出来るだけ分かりやすくし、不足するレイヤーは追加した。

また、地図記号も CAD データとして準備し、F/S の地形図で不足するものは追加した。（付録-9）

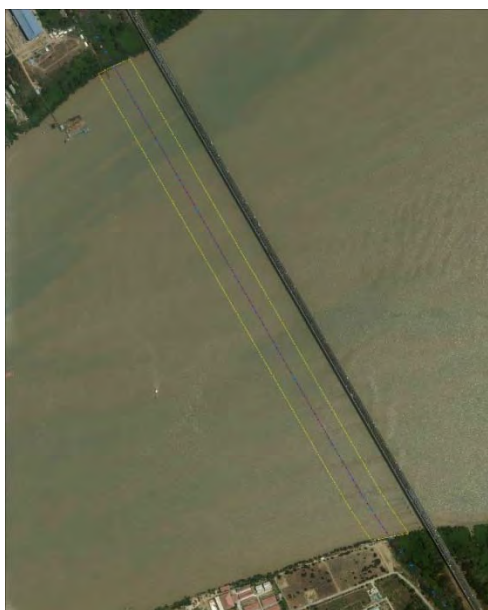
### 2.2.9 深淺測量

本線のうち河川部分（1.93km）は深淺測量を実施した。

河川部分は Echo Sounding system の手法で 11 月中旬から 12 月中旬にかけて行われた。

また、陸上部は RTK（Real Time Kinematic）の手法で行った。





出典: JICA 調査団

図 2.2.8 深浅測量位置図

表 2.2.9 測量調査数量

作業項目	数量
1. 道路区間の路線測量 (L = 1.928 km)	
1-1 縦断測量	1.93 km
1-2 横断測量 (中心線から両側 50m)	96 断面
1-3 平面測量 (中心線から両側 50m)	19.3ha

出典: JICA 調査団

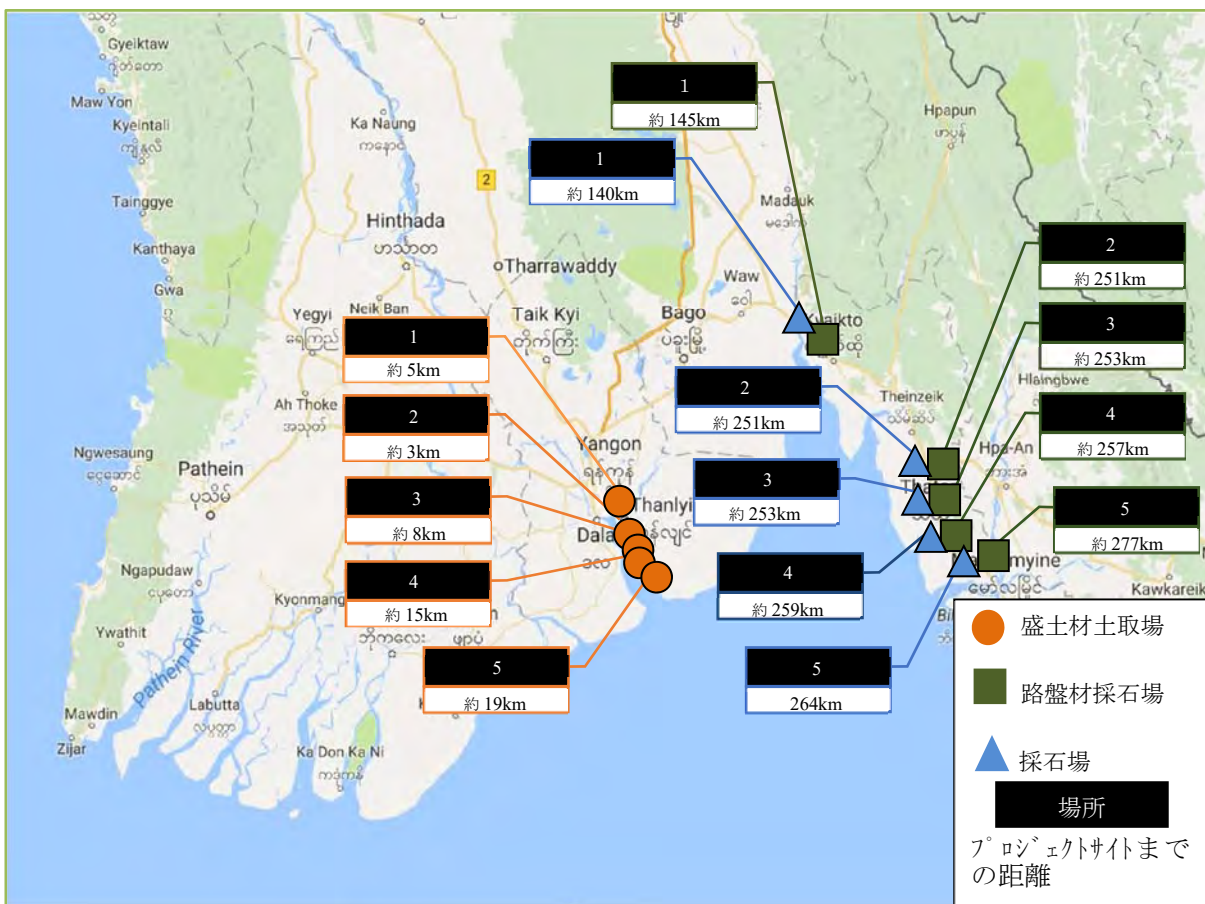
2.3 材料調査

2.3.1 調査の範囲と目的

材料調査では、土砂、碎石等の採取場を、建設に必要な価格、品質・供給能力、並びに材料供給地点から現場への運搬経路・運搬方法等の運搬能力の観点から調査するとともに、資機材（鉄筋・鋼材・セメント・アスファルト・建設機材等）の供給者についても同様に調査する。材料調査の詳細については下表に示す。

2.3.1.1 材料調査位置

材料調査位置を図 2.3.1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 2.3.1 材料調査位置

## 2.3.1.2 試験項目と適用基準

材料調査における試験項目と適用基準を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 材料調査の室内試験項目と適用基準

試験項目	単位	数量	適用基準
<b>路床材料試験</b>			
1) 含水比	試料	12	ASTM D 2216
2) 比重	試料	12	ASTM D 854
3) 塑性限界	試料	12	ASTM D 4318
4) 液性限界	試料	12	ASTM D 4318
5) ふるい分析	試料	12	ASTM D 422
6) 比重浮ひょう試験	試料	12	ASTM D 422
7) 設計 CBR 試験	試料	12	ASTM D 1883
<b>盛土材料試験</b>			
1) 含水比	試料	15	ASTM D 2216
2) 比重	試料	15	ASTM D 854
3) 塑性限界	試料	15	ASTM D 4318
4) 液性限界	試料	15	ASTM D 4318
5) ふるい分析	試料	15	ASTM D 422
6) 比重浮ひょう試験	試料	15	ASTM D 422
7) 締固め試験	試料	15	ASTM D 698
8) 設計 CBR 試験	試料	15	ASTM D 1883
<b>路盤材料試験</b>			
1) 含水比	試料	15	ASTM D 2216
2) 比重	試料	15	ASTM D 854
3) 塑性限界	試料	15	ASTM D 4318
4) 液性限界	試料	15	ASTM D 4318
5) ふるい分析	試料	15	ASTM D 422
6) 比重浮ひょう試験	試料	15	ASTM D 422
7) 締固め試験	試料	15	ASTM D 1557
8) 修正 CBR 試験	試料	15	ASTM D 1883
<b>骨材試験</b>			
1) 粒度試験	試料	15	ASTM C 136
2) 比重	試料	15	ASTM C 127
3) 吸水率	試料	15	ASTM C 127
4) すりへり	試料	15	ASTM C 535

出典: JICA 調査団

2.3.2 調査結果

2.3.2.1 路床材料試験

(1) 試掘箇所的位置

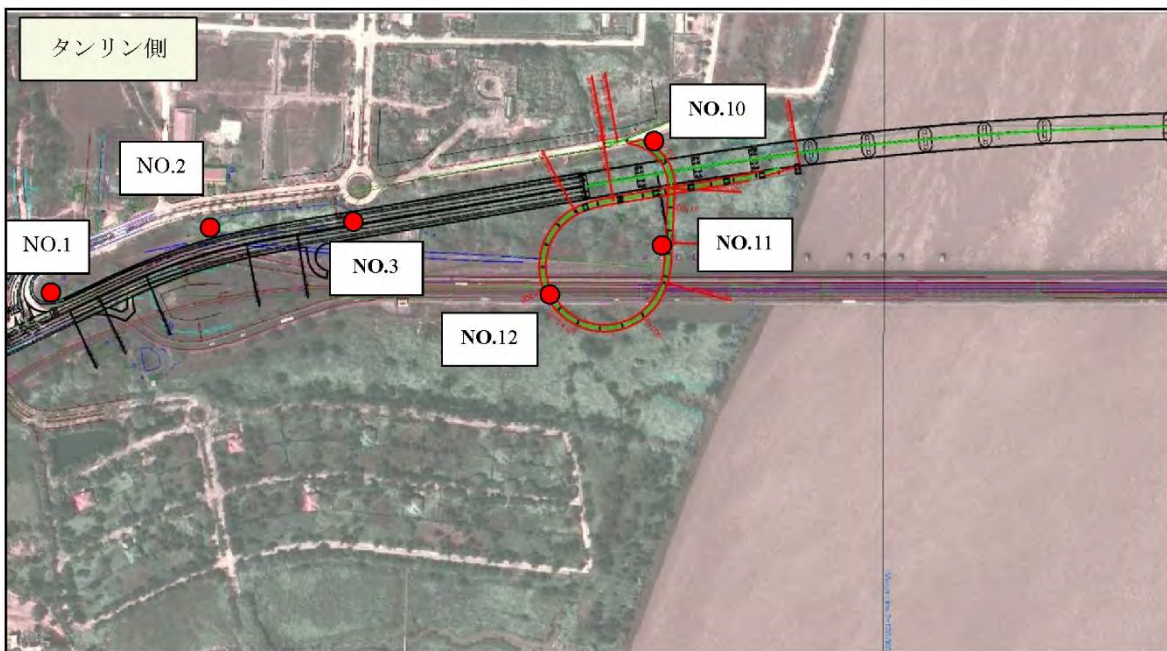
試掘箇所的位置を表 2.3.2 と図 2.3.2 から図 2.3.3 に示す。

試掘箇所は土工区間を対象として約 100 から 200m の間隔で選定した。

表 2.3.2 試掘箇所的位置

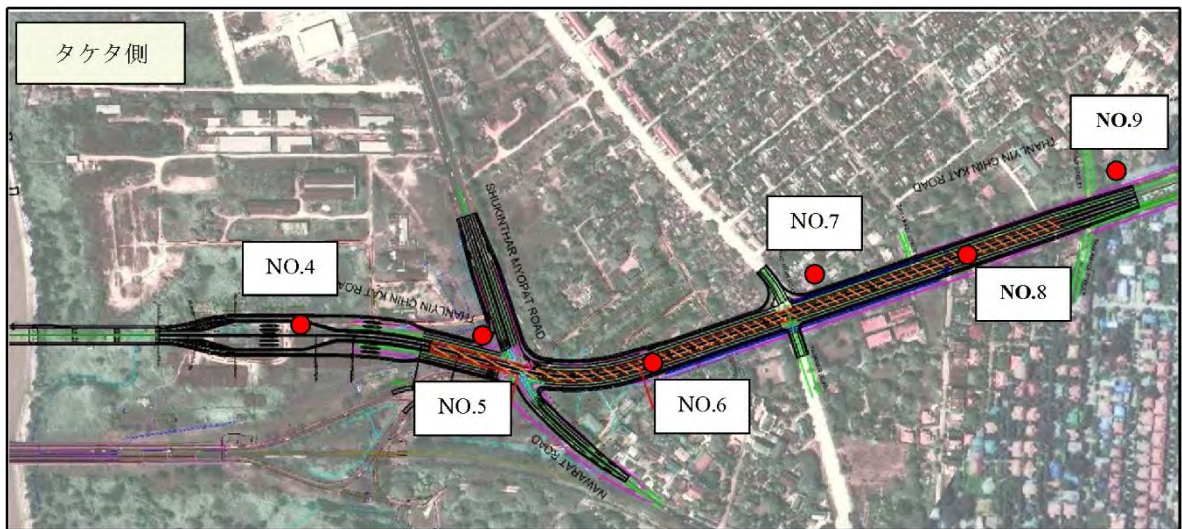
試掘箇所	距離(km)	E(m)	N(m)	備考
No.1	0+000	205795.000	1857204.000	本線
No.2	0+138	205675.000	1857298.000	本線
No.3	0+218	205639.000	1857373.000	本線
No.4	2+545	204406.000	1859339.000	本線
No.5	2+797	204278.000	1859557.000	本線
No.6	2+978	204207.000	1859723.000	本線
No.7	3+237	204000.000	1859880.000	本線
No.8	3+368	203915.000	1859982.000	本線
No.9	3+589	203734.000	1860111.000	本線
No.10	0+79	205455.000	1857634.000	ランプ
No.11	1+79	205548.000	1857659.000	ランプ
No.12	2+81	205574.000	1857574.000	ランプ

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.3.2 試掘箇所的位置(1)



出典：JICA 調査団

図 2.3.3 試掘箇所位置(2)

(2) サンプリングの方法と室内試験

本区間における路床材料調査は、指定された区間内の 12 箇所に対し現地調査を実施して実施設計に必要な CBR 調査地点を選定し、掘削・試料観察を行い、路床土 CBR 試験及び物理試験に必要な試料の採取を行った。

調査地点における掘削調査深度は現地盤面より 1.0m 下位までとし、人力による掘削を行い、構成土層を確認後、各土層の試料を採取し、埋め戻しを行った。

基本的には、シャベルを用いてサンプリング作業を行った。しかし、路床の No.1 ポイントは道路上にコンクリート舗装があったため、コンクリート舗装を取り除いた後にサンプリング作業を行った。コンクリート舗装の除去は、コアリングカッターの直径 160mm を使用して行った。

写真 2.3.1 に使用したコアカッターを示す。



写真 2.3.1 コアカッター

## コアカッターの仕様

- 定格入力：1,500 W
- 電圧：AC 110-120 V / AC 220-240 V 50/60 Hz
- 速度：1
- 無負荷時のスピンドル回転数：850 rpm
- 定格負荷のスピンドル回転数：610 rpm
- 推奨コアビット径：60-160 mm
- スピンドルスレッド：UNC 1-1/4" / A-ロッド
- 重量：R1511 motor: 5.9 kg / TS-132(L800): 7.1 kg / TS-132(AB52)(L1000): 9.4 kg
- 高さ：803 mm / 1003 mm / 600 + 200 mm (Case)
- 基本サイズ：146 x 205 mm
- 使用可能なストローク：548 mm / 748 mm (L1003 mm) / 548 mm (Case)

コンクリート舗装を除去した後、オーガーとダブルスコップを用いてサンプリングを行った。

コンクリート舗装は、サンプリング作業の完了後にセメントで修復した。

写真 2.3.2 に使用したオーガーと写真 2.3.3 にダブルスコップを示す。











写真 2.3.2 オーガー



写真 2.3.3 ダブルスコップ

表 2.3.3 にサンプリング状況写真を示す。

表 2.3.3 サンプルング状況写真

No.1	No.2
	
No.3	No.4
	
No.5	No.6
	
No.7	No.8
	



出典：JICA 調査団

室内土質試験を表 2.3.4 に示す。

表 2.3.4 室内土質試験

試験項目	単位	数量	適用基準
1) 含水比 -土に含まれる水分と土の比を求める。	試料	12	ASTM D 2216
2) 比重 -土を構成する土粒子部分の単位体積当りの平均質量を求める。	試料	12	ASTM D 854
3) 塑性限界 -塑性状と半固体状の境界を求める。	試料	12	ASTM D 4318
4) 液性限界 -液状と塑性状の境界を求める。	試料	12	ASTM D 4318
5) ふるい分析 -土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。	試料	12	ASTM D 422
6) 比重浮ひょう試験 -土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。	試料	12	ASTM D 422
7) 設計 CBR 試験 -路床や路盤の強度を評価する。	試料	12	ASTM D 1883

出典：JICA 調査団



### (3) 調査結果

室内試験結果を表 2.3.5 から表 2.3.8 に示す。

室内試験結果によると、中から低程度の塑性粘土層が Thaketa 地区で良好に観察される。また、設計 CBR の平均値は 8 である。

タンリン地区では、砂の割合が Thaketa 地区より多い。また、設計 CBR 値も Thaketa 地区より低い。しかし、いくつかの場所は 8 以上である。

表 2.3.5 土質試験結果の概要(1)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>								
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project								
Material Test for Roadbed			Location : Near Existing Bago River Bridge (Thanlyin Bridge), Thanlyin Township, Yangon Region					
Sample No.			No-1	No-2	No-3	No-10	No-11	
Depth (m)			~	~	~	~	~	
Moisture Content		w	%	23.54	24.25	23.26	62.57	33.69
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-
Atterbergs Limit	Liquid Limit	WL	%	35.75	28.45	33.50	65.08	44.20
	Plastic Limit	WP	%	17.58	15.24	17.94	30.27	24.10
	Plasticity Index	IP		18.17	13.21	15.56	34.81	20.10
Grain	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	15.15	14.64	22.17	-	-
Size	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	38.15	45.49	41.53	0.72	20.80
Analysis	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	31.70	29.87	26.80	61.78	47.00
	Clay, (< 0.005 mm)		%	15.00	10.00	9.50	37.50	32.20
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.624	2.645	2.647	2.657	2.659
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	-	-
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Sensitivity Ratio			-	-	-	-	-
Design CBR			%	9	4	13	3	4
Unconsolidated Undrained Triaxial	Cohesion	C <sub>UU</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi_{UU}$	Degree	-	-	-	-	-
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test (Measurement)	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	-	-
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	-	-
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	-	-
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	-	-
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol		SC	SC	SC	CH	CL
		Group Name		Clayey sand with gravel	Clayey sand	Clayey sand with gravel	Fat clay	Lean clay with sand
<b>NOTE</b>								
Data used for reference are shown by red color.								

出典: JICA 調査団

表 2.3.6 土質試験結果の概要(2)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>						
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Roadbed		Location : Near Existing Bago River Bridge (Thanlyin Bridge), Thanlyin Township, Yangon Region				
Sample No.		No-12				
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content		w	%	24.63		
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-		
Atterberg's Limit		WL	%	-		
		WP	%	-		
		IP		-		
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	28.41		
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	37.61		
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	24.48		
	Clay, (< 0.005 mm)		%	9.50		
Specific Gravity of Soil		Gs (20°C)		2.649		
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-		
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-		
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-		
	Sensitivity Ratio			-		
	Design CBR		%	20		
Unconsolidated Undrained Triaxial	Cohesion	C <sub>UU</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-		
	Phi Angle	$\phi_{UU}$	Degree	-		
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-		
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-		
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-		
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-		
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-		
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-		
	Compression Index	C <sub>e</sub>		-		
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol		SM (or) SC		
		Group Name		Silty sand with gravel (or) Clayey sand with gravel		
<b>NOTE</b>						
Data used for reference are shown by red color.						

出典 : JICA 調査団

表 2.3.7 土質試験結果の概要(3)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>								
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project								
Material Test for Roadbed		Location : Near Existing Bago River Bridge (Thanlyin Bridge), Thaketa Township, Yangon Region						
Sample No.		No-4 (1st)	No-4 (2nd)	No-4 (3rd)	No-5	No-6		
Depth (m)		0.50	0.60	0.80				
		~	~	~	~	~		
		0.60	0.80	1.00				
Moisture Content		w	%	13.15	21.56	25.23	27.67	13.09
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	-	22.18	33.90	43.75	30.20
	Plastic Limit	WP	%	-	13.39	17.80	22.68	16.75
	Plasticity Index	IP		-	8.79	16.10	21.07	13.45
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	1.44	1.10	-	0.81	7.72
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	87.84	49.00	13.76	9.18	43.63
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	6.52	39.90	71.24	71.81	42.16
	Clay, (< 0.005) mm		%	4.20	10.00	15.00	18.20	6.50
Specific Gravity of Soil		G <sub>s</sub> (20°C)		2.657	2.678	2.677	2.643	2.652
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-
	E <sub>50</sub>			kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-
-					-	-	-	-
Sensitivity Ratio				-	-	-	-	-
Design CBR			%		8	8	8	7
Unconsolidated Undrained Triaxial	Cohesion	C <sub>UU</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi_{UU}$	Degree	-	-	-	-	-
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	-	-
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	-	-
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	-	-
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	-	-
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol	SP-SM (or) SP-SC	SC	CL	CL	SC	
		Group Name	Poorly graded sand with silt (or) Poorly graded sand with clay (or silty clay)	Clayey sand	Lean clay	Lean clay	Clayey sand	
<b>NOTE</b>								
Data used for reference are shown by red color.								

出典: JICA 調査団

表 2.3.8 土質試験結果の概要(4)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Material Test for Roadbed			Location : Near Existing Bago River Bridge (Thanlyin Bridge), Thaketa Township, Yangon Region				
Sample No.			No-7	No-8	No-9		
Depth (m)			~	~	~	~	~
Moisture Content	w	%	20.06	12.59	16.99		
Bulk Density	$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-		
			-	-	-		
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	29.27	30.79	34.55	
	Plastic Limit	WP	%	19.24	18.45	19.29	
	Plasticity Index	IP		10.03	12.34	15.26	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	2.00	3.47	-	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	18.18	18.38	7.55	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	69.62	68.96	80.65	
	Clay, (< 0.005 mm)		%	10.20	9.20	11.80	
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.642	2.642	2.672	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
				-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	
				-	-	-	
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
				-	-	-	
	Sensitivity Ratio			-	-	-	
Design CBR			%	3	13	9	
Unconsolidated Undrained Triaxial	Cohesion	C <sub>UU</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi_{UU}$	Degree	-	-	-	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol		CL	CL	CL	
		Group Name		Lean clay with sand	Lean clay with sand	Lean clay	
<b>NOTE</b>							
Data used for reference are shown by red color.							

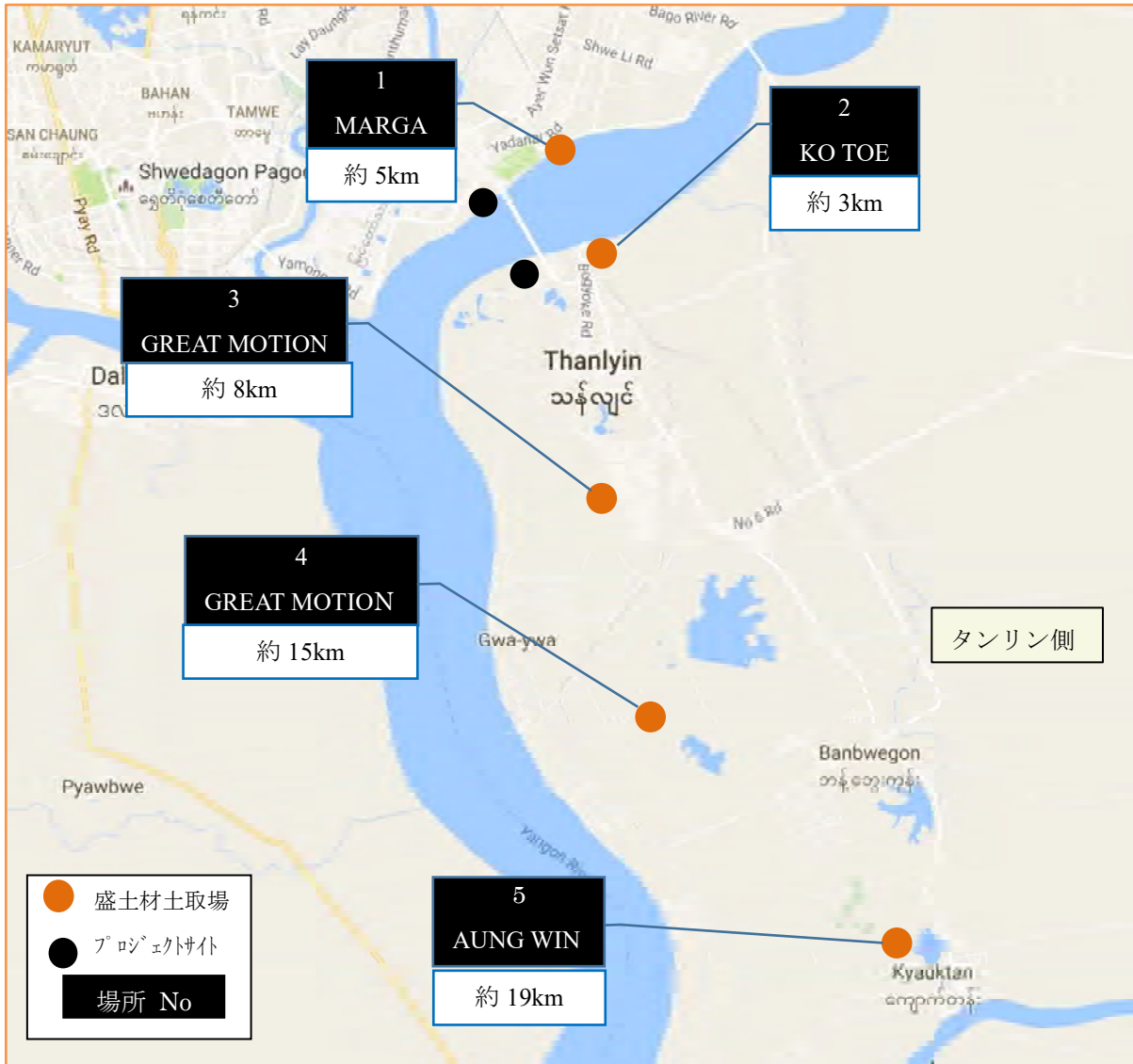
出典: JICA 調査団

2.3.2.2 盛土材料調査

(1) 調査の位置

調査の位置を図 2.3.4 に示す。

材料採取箇所は、プロジェクトサイトの近くで価格、品質、供給エリアによって選択した。



出典: JICA 調査団

図 2.3.4 盛土材料調査の調査位置

選定した候補地を表 2.3.9 から表 2.3.13 に示す。

表 2.3.9 盛土材料調査の候補地(1)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
1	Dagon Seikkan, Yangon	Marga, near corner of Seikkan Thar road and Mya Nandar Road, beside ship yard, Tel; 0949207344  座 標 E206765. 580 ; N1860458. 260	1.4ha	
土の種類				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土の種類: 少量のシルトを含む砂、黄色灰色</li> <li>- 採取状態: 安易</li> </ul>				
プロジェクトサイトまでの運搬ルート				
				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトサイトまでの距離: 約 5km</li> <li>- 交通状況: 良好</li> </ul>				
運搬ルートの写真				
写真 1	写真 2	写真 3		
				

表 2.3.10 盛土材料調査の候補地(2)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
2	Thida Jetty Compound, Thanlyin	Ko Toe, Thida Jetty Compound, Thanlyin Township, Yangon; 095091761, 09420018126, 09420301818  座 標 E206246.650 ; N1857874.810	2.2ha	

土の種類

- 土の種類: 少量のシルトを含む砂、黄色灰色
- 採取状態: 容易

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 3km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真





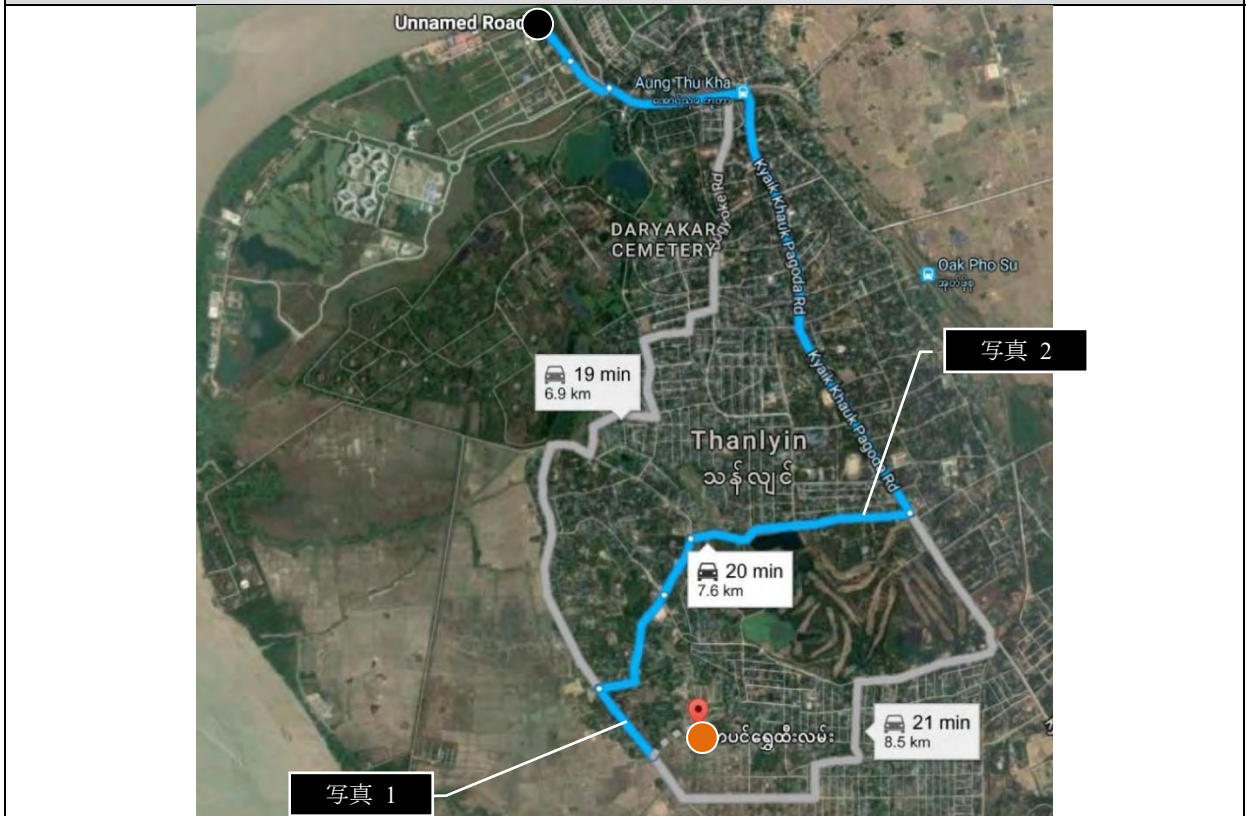
表 2.3.11 盛土材料調査の候補地(3)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
3	Thanlyin, Yangon	Great Motion Co.,Ltd. No.17,D,Masoeyeik Street,(5)Quarter , Mayangone, YANGON  座 標 E206384. 600 ; N1853185. 660	0.4ha	

土の種類

- 土の種類:ラテライト土、赤と黄色
- 採取状態: 容易

プロジェクトサイトまでの運搬ルート(タンリン側)



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 8km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真(タンリン側)



写真 1	写真 2
	

表 2.3.12 盛土材料調査の候補地(4)

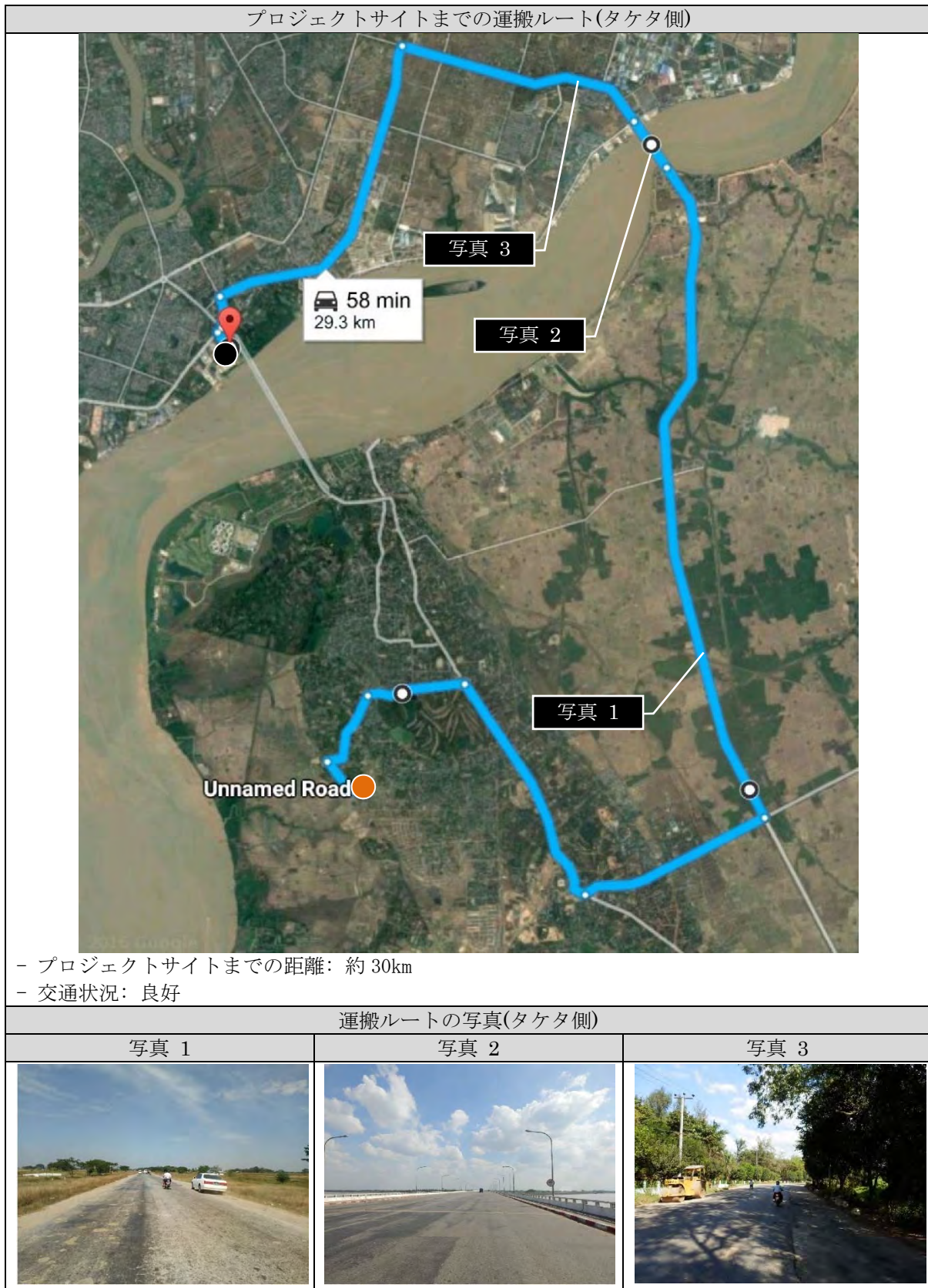


表 2.3.13 盛土材料調査の候補地(5)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
5	Kyauktan, Yangon	Aung Win, Kyauktan, Township, Yangon. Tel; 09799444909 座 標 E213646. 040 ; N1842158. 930	7.4ha	
土の種類				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土の種類:ラテライト土、赤茶色</li> <li>- 採取状態: 容易</li> </ul>				
プロジェクトサイトまでの運搬ルート(タンリン側)				
				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトサイトまでの距離: 約 19km</li> <li>- 交通状況: 良好</li> </ul>				
運搬ルートの写真(タンリン側)				
写真 1		写真 2		
				

(2) サンプリングの方法と室内試験







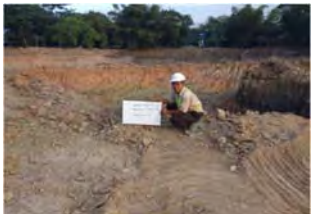



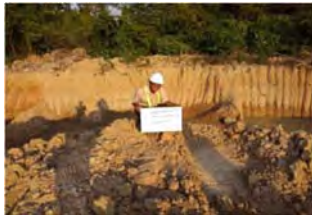




盛土材料の土質試験および配合試験のために採取した土量は、約 40kg~50kg であり、現場で採取した後、密閉して試験場に運び、自然含水率が変化しないようにした。また、できるだけ地表の土を採取した。

土のサンプリングは、オーガーとダブルスコップを使用して行った。

5 土取場×3 テストサンプル=15 テストサンプル

表 2.3.14 にサンプリング状況写真を示す。

表 2.3.14 サンプリング状況写真

場所	土のサンプリング		
	No.1	No.2	No.3
1 MARGA, THILAWA AREA			
2 KO TOE, THANLYIN AREA			
3 GREAT MOTION, THANLYIN AREA			
4 GREAT MOTION, THILAWA AREA			
5 AUNG WIN, KYAUKTAN AREA			

出典：JICA 調査団

室内土質試験を表 2.3.15 に示す。

表 2.3.15 室内土質試験

試験項目	単位	数量	適用基準
1) 含水比	試料	15	ASTM D 2216
-土に含まれる水分と土の比を求める。			
2) 比重	試料	15	ASTM D 854
-土を構成する土粒子部分の単位体積当りの平均質量を求める。			
3) 塑性限界	試料	15	ASTM D 4318
-塑性状と半固体状の境界を求める。			
4) 液性限界	試料	15	ASTM D 4318
-液状と塑性状の境界を求める。			
5) ふるい分析	試料	15	ASTM D 422
-土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。			
6) 比重浮ひょう試験	試料	15	ASTM D 422
-土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。			
7) 締固め試験	試料	15	ASTM D 698
-盛土管理で必要となる基準密度を求める。			
8) 設計 CBR 試験	試料	15	ASTM D 1883
-路床や路盤の強度を評価する。			

出典: JICA 調査団

### (3) 調査結果

室内試験結果を表 2.3.16 から表 2.3.20 に示す。

室内試験結果によると、Aung Win, Kyauk Tan の場所のサンプルは、他の場所以上に最大乾燥密度が大きい。土壌タイプは粘土砂である。2 番目に最大乾燥密度が大きいのは、great motion thanlyin である。この場所の土壌タイプは粘土である。

Ko Toe の最大乾燥密度、Thanlyin の位置は Marge、Thilawa Sand の場所よりも大きい。さらに、設計 CBR はその場所よりも大きい。

表 2.3.16 土質試験結果の概要 (MARGA, THILAWA AREA)

**SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS**

Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Filling		Location 1 MARGA, Seikkan Thar street, Dagon Seikkan Township, Yangon Region				
Sample No.		Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content	w %	2.43	1.67	0.95		
Bulk Density	$\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	-	-	-		
		-	-	-		
Atterberg's Limit	Liquid Limit WL %	NA	NA	NA		
	Plastic Limit WP %	NA	NA	NA		
	Plasticity Index IP	NA	NA	NA		
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm %	2.93	3.68	2.84		
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm %	95.04	93.36	94.70		
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm %	2.03	2.97	2.46		
	Clay, (< 0.005 mm) %					
Specific Gravity of Soil G <sub>s</sub> (20°C)		2.661	2.681	2.654		
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength q <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Failure Strain $\epsilon_f$ %	-	-	-		
	E <sub>50</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Sensitivity Ratio	-	-	-		
Compaction Test	Maximun Dry Density $\rho_{d_{max}}$ t/m <sup>3</sup>	1.627	1.647	1.639		
	Optimun Moisture Content W <sub>opt</sub> %	14.80	14.80	16.00		
Design CBR %		11	15	14		
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement of Pore )	Cohesion C' kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle $\phi'$ Degree	-	-	-		
	Cohesion C kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle $\phi$ Degree	-	-	-		
Consolidation	Initial Void Ratio e <sub>0</sub>	-	-	-		
	Conso. Yield Stress P <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Compression Index C <sub>c</sub>	-	-	-		
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )	Group Symbol	SP	SP	SP		
	Group Name	Poorly graded sand	Poorly graded sand	Poorly graded sand		
<b>NOTE</b> Data used for reference are shown by red color.						

出典: JICA 調査団

表 2.3.17 土質試験結果の概要 (KO TOE, THANLYIN AREA)

**SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS**

Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Filling		Location 2 KO TOE, Thida Jetty Compound, Thanlyin Township, Yangon Region				
Sample No.		Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content		w %	1.89	2.95	1.90	
Bulk Density		$\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
			-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL %	NA	NA	NA	
	Plastic Limit	WP %	NA	NA	NA	
	Plasticity Index	IP	NA	NA	NA	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm	%	7.33	3.68	9.24	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm	%	91.79	95.65	90.24	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm	%	0.88	0.67	0.53	
	Clay, (< 0.005 mm)	%				
Specific Gravity of Soil		G <sub>s</sub> (20°C)	2.637	2.648	2.647	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
			-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$ %	-	-	-	
			-	-	-	
	E <sub>50</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio		-	-	-	
Compaction Test	Maximum Dry Density	$\rho_{d_{max}}$ t/m <sup>3</sup>	1.786	1.736	1.732	
	Optimum Moisture Content	W <sub>opt</sub> %	13.20	14.40	15.60	
Design CBR		%	20	17	12	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement of Pore	Cohesion	C' kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$ Degree	-	-	-	
	Cohesion	C kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$ Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>	-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>	-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol	SP	SP	SP	
		Group Name	Poorly graded sand	Poorly graded sand	Poorly graded sand	
<b>NOTE</b>						
Data used for reference are shown by red color.						

出典: JICA 調査団

表 2.3.18 土質試験結果の概要 (GREAT MOTION, THANLYIN AREA)

**SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS**

Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Filling		Location 3 GREAT MOTION, Thanlyin Borrow Pit, Thanlyin Township, Yangon Region				
Sample No.		Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content	w %	11.93	11.86	12.78		
Bulk Density	$\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	-	-	-		
		-	-	-		
Atterberg's Limit	Liquid Limit WL %	60.95	67.60	63.20		
	Plastic Limit WP %	23.14	22.78	23.08		
	Plasticity Index IP	37.81	44.82	40.12		
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm %	1.34	0.43	-		
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm %	11.53	5.82	4.99		
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm %	47.33	53.45	57.61		
	Clay, (< 0.005 mm) %	39.80	40.30	37.40		
Specific Gravity of Soil	G <sub>s</sub> (20°C)	2.712	2.716	2.710		
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength q <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Failure Strain $\epsilon_f$ %	-	-	-		
	E <sub>50</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Sensitivity Ratio	-	-	-		
Compaction Test	Maximum Dry Density $\rho_{d_{max}}$ t/m <sup>3</sup>	1.743	1.737	1.730		
	Optimum Moisture Content W <sub>opt</sub> %	17.20	18.20	18.20		
Design CBR	%	2	1	1		
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test (Measurement of Pore)	Cohesion C' kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle $\phi'$ Degree	-	-	-		
	Cohesion C kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle $\phi$ Degree	-	-	-		
Consolidation	Initial Void Ratio e <sub>0</sub>	-	-	-		
	Conso. Yield Stress P <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Compression Index C <sub>c</sub>	-	-	-		
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )	Group Symbol	CH	CH	CH		
	Group Name	Fat clay	Fat clay	Fat clay		

**NOTE**

Data used for reference are shown by red color.

出典: JICA 調査団



表 2.3.19 土質試験結果の概要 (GREAT MOTION, THILAWA AREA)

**SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS**

Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Filling		Location 4 GREAT MOTION, Thilawa Borrow Pit, Thanlyin Township, Yangon Region				
Sample No.		Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content	w %	10.91	11.90	11.33		
Bulk Density	$\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	-	-	-		
		-	-	-		
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL %	47.05	49.05	46.65	
	Plastic Limit	WP %	25.73	26.23	25.24	
	Plasticity Index	IP	21.32	22.82	21.41	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm %		12.67	10.61	8.04	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm %		25.50	26.05	22.65	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm %		37.83	41.23	41.91	
	Clay, (< 0.005 mm) %		24.00	22.10	27.40	
Specific Gravity of Soil		G <sub>s</sub> (20°C)	2.659	2.668	2.658	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength		q <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
	Failure Strain		$\epsilon_f$ %	-	-	-
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
	Sensitivity Ratio			-	-	-
Compaction Test	Maximum Dry Density		$\rho_{dmax}$ t/m <sup>3</sup>	1.674	1.674	1.672
	Optimum Moisture Content		W <sub>opt</sub> %	20.40	20.40	20.60
Design CBR		%	4	5	4	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test (Measurement of Pore)	Cohesion		C' kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
	Phi Angle		$\phi'$ Degree	-	-	-
	Cohesion		C kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
	Phi Angle		$\phi$ Degree	-	-	-
Consolidation	Initial Void Ratio		e <sub>0</sub>	-	-	-
	Conso. Yield Stress		P <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
	Compression Index		C <sub>c</sub>	-	-	-
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol	CL	CL	CL	
		Group Name	Sandy lean clay	Sandy Lean clay	Sandy lean clay	
<b>NOTE</b> Data used for reference are shown by red color.						

出典: JICA 調査団

表 2.3.20 土質試験結果の概要 (AUNG WIN, KYAUKTAN AREA)

**SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS**

Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project						
Material Test for Filling		Location 5 AUNG WIN, Kyauktan Township, Yangon Region				
Sample No.		Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)		~	~	~	~	~
Moisture Content		w %	14.15	10.87	15.43	
Bulk Density		$\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL %	30.78	20.91	39.35	
	Plastic Limit	WP %	17.94	10.81	21.91	
	Plasticity Index	IP	12.84	10.10	17.44	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm	%	11.78	18.98	15.01	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm	%	42.80	43.73	41.42	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm	%	20.62	19.59	18.97	
	Clay, (< 0.005 mm)	%	24.80	17.70	24.60	
Specific Gravity of Soil		G <sub>s</sub> (20°C)	2.641	2.624	2.635	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$ %	-	-	-	
	E <sub>50</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio		-	-	-	
Compaction Test	Maximum Dry Density	$\rho_{d,max}$ t/m <sup>3</sup>	1.844	1.865	1.843	
	Optimum Moisture Content	W <sub>opt</sub> %	15.70	14.60	15.00	
Design CBR		%	34	5	4	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement of Pore	Cohesion	C' kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$ Degree	-	-	-	
	Cohesion	C kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$ Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>	-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub> kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>	-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )	Group Symbol		SC	SC	SC	
	Group Name		Clayey sand	Clayey sand with gravel	Clayey sand with gravel	
<b>NOTE</b> Data used for reference are shown by red color.						

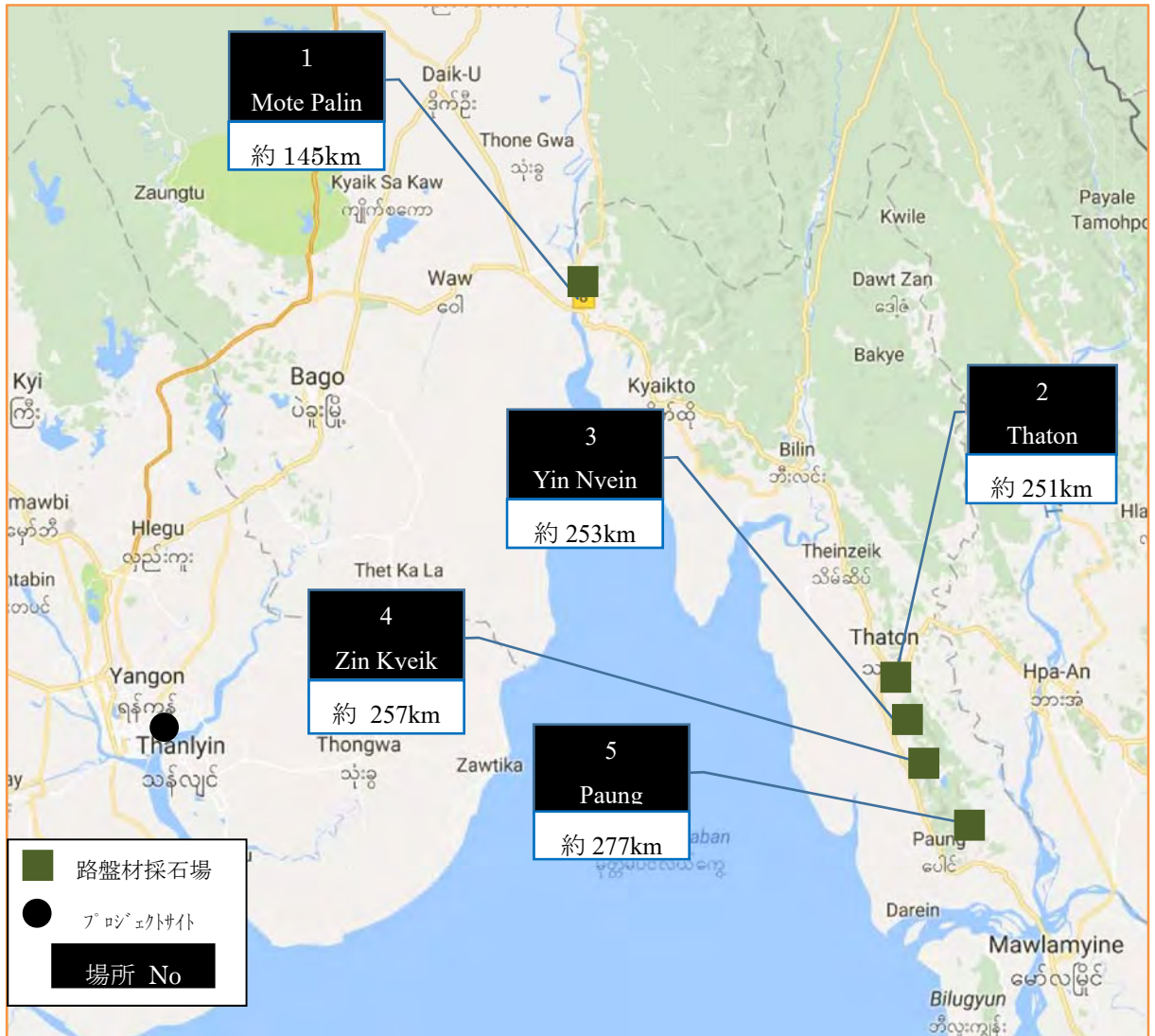
出典: JICA 調査団

2.3.2.3 路盤材料試験

(1) 調査の位置

調査の位置を図 2.3.5 に示す。

材料採取箇所は、プロジェクトサイトの近くで価格、品質、供給エリアによって選択した。



出典: JICA 調査団

図 2.3.5 路盤材料試験の調査位置

選定した候補地を表 2.3.21 から表 2.3.25 に示す。

表 2.3.21 路盤材料試験の候補地(1)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
1	Mote Palin Township	Mote Palin Correctional Department 座 標 E 279932.000 ; N 1928180.000	11.0ha	写真なし

土の種類

- 土の種類: 少量の砂を含む粘土、赤茶色
- 採取状態: 容易

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 145km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真

写真 1



写真 2



表 2.3.22 路盤材料試験の候補地(2)




場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
2	Thaton Townshipp	Than Lwin Oo  座 標 E327348.000 ; N1860711.000 (Rock Production)	3.4ha	
土の種類				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土の種類: 少量の砂を含む粘土、赤茶色と黄色灰色</li> <li>- 採取状態: 容易</li> </ul>				
プロジェクトサイトまでの運搬ルート				
 <p>- プロジェクトサイトまでの距離: 約 251km</p> <p>- 交通状況: 良好</p>				
運搬ルートの写真				
写真 1		写真 2		
				

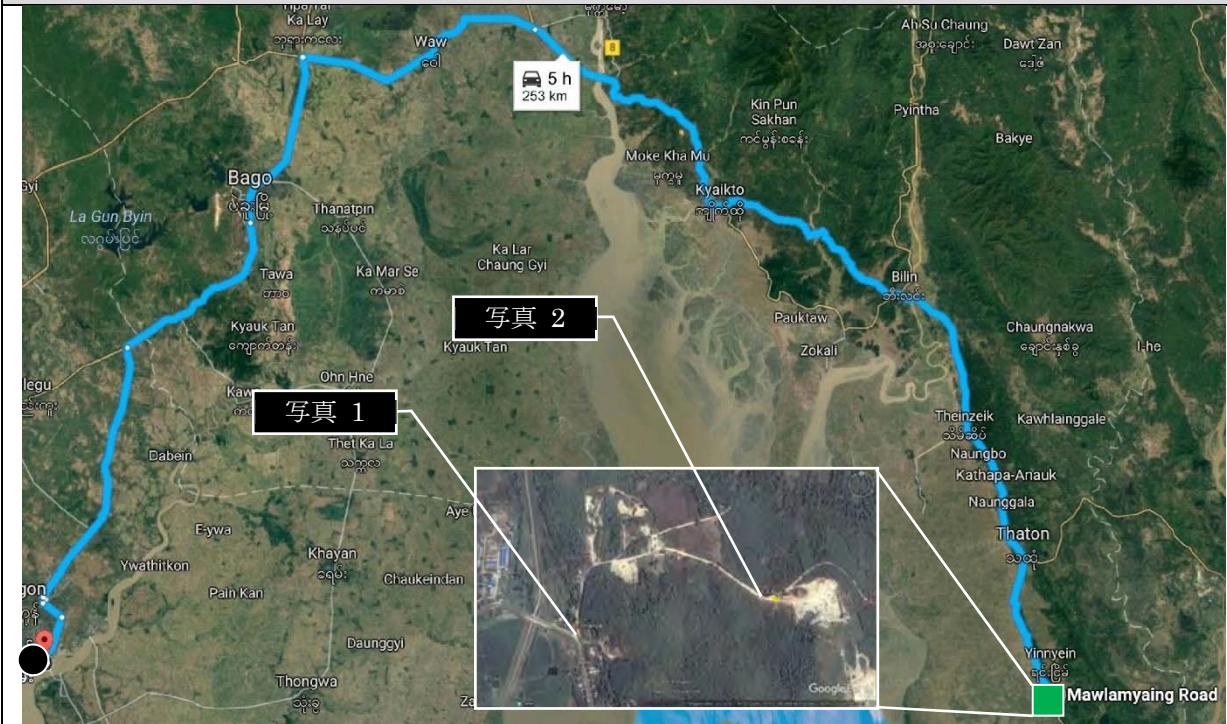
表 2.3.23 路盤材料試験の候補地(3)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
3	Yin Nyein Village	Inn Byaung Correctional Department  座 標 E330380.000 ; N1853893.000	3.2ha	

土の種類

- 土の種類: 少量の砂を含む粘土、赤茶色
- 採取状態: 容易

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 253km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真


写真 1



写真 2



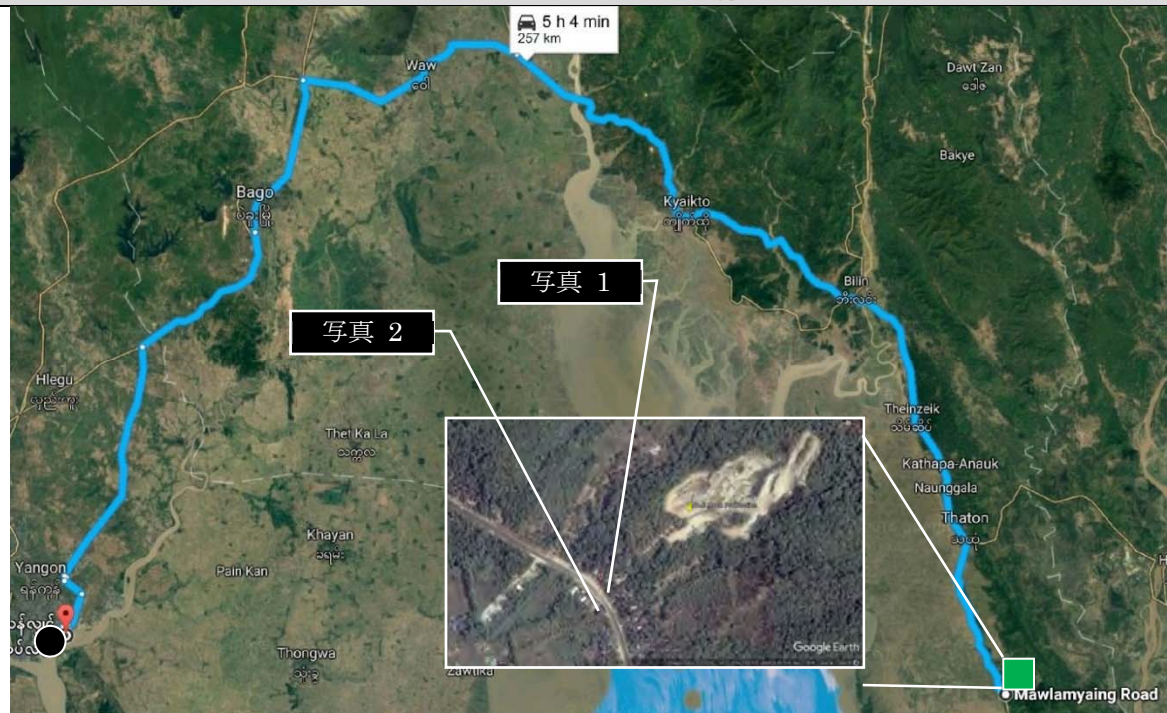
表 2.3.24 路盤材料試験の候補地(4)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
4	Zin Kyeik Township	No.5 Rock Production  座 標 E331465.000 ; N 1850075.000	2.2ha	

土の種類

- 土の種類: 少量の砂を含む粘土、赤茶色
- 採取状態: 容易

プロジェクトサイトまでの運搬ルート







- プロジェクトサイトまでの距離: 約 257km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真

写真 1	写真 2
	

表 2.3.25 路盤材料試験の候補地(5)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
5	Paung Township	Rock Production of Myanmar Railway  座 標 E340482.000 ; N1836825.000	12.4ha	
土の種類				
- 土の種類: 少量の砂を含む粘土、明るい灰色と茶色がかった灰色 - 採取状態: 容易				
プロジェクトサイトまでの運搬ルート				
 <p>- プロジェクトサイトまでの距離: 約 277km - 交通状況: 良好</p>				
運搬ルートの写真				
写真 1		写真 2		
				













(2) サンプリングの方法と室内試験

- ・山の斜面の真ん中近くの 3 つの場所を無作為に選定した。
- ・採取した試料の均質性を考慮し、風、雨、重力の影響を受けて材料の粒径や不純物が偏りやすい部分を避けた。
- ・採取場所の表面から 30cm 下を採取した。
- ・採取場所当たり約 6～7kg でサンプルを採取し、土壌袋に入れた。

表 2.3.26 にサンプリング状況写真を示す。

表 2.3.26 サンプリング状況写真

場所	土のサンプリング		
	No.1	No.2	No.3
1 Mote Palin Area	写真なし	写真なし	写真なし
2 Thaton Area	写真なし	写真なし	
3 Yinnyein Area			
4 Zinkyek Area			
5 Poung Area			

出典：JICA 調査団

室内土質試験を表 2.3.27 に示す。

表 2.3.27 室内土質試験

試験項目	単位	数量	適用基準
1) 含水比	試料	15	ASTM D 2216
-土に含まれる水分と土の比を求める。			
2) 比重	試料	15	ASTM D 854
-土を構成する土粒子部分の単位体積当りの平均質量を求める。			
3) 塑性限界	試料	15	ASTM D 4318
-塑性状と半固体状の境界を求める。			
4) 液性限界	試料	15	ASTM D 4318
-液状と塑性状の境界を求める。			
5) ふるい分析	試料	15	ASTM D 422
-土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。			
6) 比重浮ひょう試験	試料	15	ASTM D 422
-土の粒径毎にフルイ分けし、重量百分率を求める。			
7) 締固め試験	試料	15	ASTM D 698
-盛土管理で必要となる基準密度を求める。			
8) 修正 CBR 試験	試料	15	ASTM D 1883
-路床や路盤の強度を評価する。			

出典: JICA 調査団

### (3) 調査結果

室内試験結果を表 2.3.28 から表 2.3.32 に示す。

室内試験結果によると、全ての土は砂質土である。Paung と Zin Kyeik 地区の最大乾燥密度は 2t/m<sup>3</sup> 以上である。修正 CBR の結果は平均で 50 以上である。Paung と Zin Kyeik 地区の最大乾燥密度は、平均 1.9t/m<sup>3</sup> である。平均修正 CBR 値も平均で 40 である。

表 2.3.28 土質試験結果の概要 (MOTE PALIN AREA)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Material Test for Subgrade			Location 1 Moke Palin Correctional Department, Moke Palin Area, Mon State				
Sample No.			Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)			~	~	~	~	~
Moisture Content		w	%	19.46	32.89	28.47	
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	41.56	41.44	38.38	
	Plastic Limit	WP	%	32.40	34.12	31.65	
	Plasticity Index	IP		9.16	7.32	6.73	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	9.96	8.81	8.93	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	53.22	53.51	55.05	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	30.82	30.07	28.92	
	Clay, (< 0.005 mm)		%	6.00	7.60	7.10	
Specific Gravity of Soil		Gs (20°C)		2.636	2.670	2.672	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	$q_u$	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio			-	-	-	
Compaction Test	Maximum Dry Density	$\rho_{d_{max}}$	t/m <sup>3</sup>	1.744	1.730	1.767	
	Optimum Moisture Content	$W_{opt}$	%	17.70	18.50	16.60	
Modified CBR ( $\rho_{d_{max}} - 95\%$ )			(%)	26.50	31.40	36.80	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	$e_0$		-	-	-	
	Conso. Yield Stress	$P_y$	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	$C_c$		-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol		SM	SM	SM	
		Group Name		Silty sand	Silty sand	Silty sand	
<b>NOTE</b>							
Data used for reference are shown by red color.							

出典: JICA 調査団

表 2.3.29 土質試験結果の概要 (THATON AREA)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Material Test for Subgrade			Location 2 Than Lwin Oo Rock Production, Thaton Area, Mon State				
Sample No.			Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)			~	~	~	~	~
Moisture Content		w	%	12.06	14.27	7.84	
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	35.30	33.72	34.64	
	Plastic Limit	WP	%	30.62	29.31	28.36	
	Plasticity Index	IP		4.68	4.41	6.28	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	5.78	7.57	7.17	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	64.42	62.77	66.11	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	22.30	22.66	19.93	
	Clay, (< 0.005 mm)		%	7.50	7.00	6.80	
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.579	2.596	2.609	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio			-	-	-	
	Compaction Test	Maximum Dry Density	$\rho_{d_{max}}$	t/m <sup>3</sup>	1.957	1.909	1.934
	Optimum Moisture Content	W <sub>opt</sub>	%	11.50	13.00	11.70	
Modified CBR ( $\rho_{d_{max}} - 95\%$ )			(%)	42.70	61.10	22.50	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )	Group Symbol			SM	SM	SM	
	Group Name			Silty sand	Silty sand	Silty sand	
<b>NOTE</b>	Data used for reference are shown by red color.						

出典: JICA 調査団

表 2.3.30 土質試験結果の概要 (YINNYEIN AREA)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Material Test for Subgrade			Location 3 Inn Byaung Correctional Department, Yin Nyein Area, Mon State				
Sample No.			Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)			~	~	~	~	~
Moisture Content		w	%	12.26	13.60	15.51	
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	33.25	32.78	38.76	
	Plastic Limit	WP	%	21.26	21.15	24.71	
	Plasticity Index	IP		11.99	11.63	14.05	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	5.68	6.12	5.52	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	44.76	44.59	37.38	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	42.57	43.59	51.20	
	Clay, (< 0.005 mm)		%	7.00	5.70	5.90	
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.612	2.604	2.608	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio			-	-	-	
Compaction Test	Maximum Dry Density	$\rho_{d_{max}}$	t/m <sup>3</sup>	1.959	1.788	1.858	
	Optimum Moisture Content	W <sub>opt</sub>	%	12.80	12.00	12.70	
Modified CBR ( $\rho_{d_{max}} - 95\%$ )			(%)	59.60	27.40	28.00	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )			Group Symbol	SC	SC	CL	
			Group Name	Clayey sand	Clayey sand	Sandy lean clay	
<b>NOTE</b>							
Data used for reference are shown by red color.							

出典: JICA 調査団

表 2.3.31 土質試験結果の概要 (ZINKYEIK AREA)

<b>SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS</b>								
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project								
Material Test for Subgrade			Location 4 No.5 Rock Production, Zin Kyeik Area, Mon State					
Sample No.			Location - 1	Location - 2	Location - 3			
Depth (m)			~	~	~	~	~	
Moisture Content		w	%	13.38	13.10	12.40		
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-		
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	29.40	29.60	29.10		
	Plastic Limit	WP	%	18.83	19.43	19.69		
	Plasticity Index	IP		10.57	10.17	9.41		
Grain Size	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	4.17	4.74	6.11		
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	57.25	58.64	56.24		
Analysis	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	29.08	26.01	27.95		
	Clay, (< 0.005 mm)		%	9.50	10.60	9.70		
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.603	2.618	2.624		
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-		
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Sensitivity Ratio			-	-	-		
Compaction Test	Maximum Dry Density	rd <sub>max</sub>	t/m <sup>3</sup>	2.034	2.045	2.062		
	Optimum Moisture Content	W <sub>opt</sub>	%	9.75	9.60	10.65		
Modified CBR (pd <sub>max</sub> - 95 %)			(%)	68.10	61.40	32.80		
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-		
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-		
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-		
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-		
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-		
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )		Group Symbol		SC	SC	SC		
		Group Name		Clayey sand	Clayey sand	Clayey sand		
<b>NOTE</b>								
Data used for reference are shown by red color.								

出典: JICA 調査団

表 2.3.32 土質試験結果の概要 (POUNG AREA)

SUMMARY OF SOIL TEST RESULTS							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Material Test for Subgrade			Location 5 Rock Production of Myanmar Railway, Paung Area, Mon State				
Sample No.			Location - 1	Location - 2	Location - 3		
Depth (m)			~	~	~	~	~
Moisture Content		w	%	5.24	6.96	6.84	
Bulk Density		$\rho_t$	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	
Atterberg's Limit	Liquid Limit	WL	%	21.92	23.34	26.27	
	Plastic Limit	WP	%	17.41	18.04	20.50	
	Plasticity Index	IP		4.51	5.30	5.77	
Grain Size Analysis	Gravel, (76.20 ~ 4.75) mm		%	24.45	23.51	13.49	
	Sand, (4.75 ~ 0.075) mm		%	66.82	65.32	75.05	
	Silt, (0.075 ~ 0.005) mm		%	5.23	7.17	7.16	
	Clay, (< 0.005 mm)		%	3.50	4.00	4.30	
Specific Gravity of Soil			G <sub>s</sub> (20°C)	2.619	2.612	2.626	
Unconfined Compression	Unconfined Compressive Strength	q <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Failure Strain	$\epsilon_f$	%	-	-	-	
	E <sub>50</sub>		kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Sensitivity Ratio			-	-	-	
Compaction Test	Maximun Dry Density	$\rho_{d_{max}}$	t/m <sup>3</sup>	2.042	2.162	2.045	
	Optimun Moisture Content	W <sub>opt</sub>	%	8.20	7.15	8.30	
Modified CBR ( $\rho_{d_{max}} - 95\%$ )			(%)	74.00	15.60	99.50	
Consolidated Undrained Triaxial Compression Test ( Measurement	Cohesion	C'	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi'$	Degree	-	-	-	
	Cohesion	C	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Phi Angle	$\phi$	Degree	-	-	-	
Consolidation	Initial Void Ratio	e <sub>0</sub>		-	-	-	
	Conso. Yield Stress	P <sub>y</sub>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	
	Compression Index	C <sub>c</sub>		-	-	-	
Soil Classification ( ASTM D 2487 - 06 )			Group Symbol	SP - SC	SP - SC	SP - SC	
			Group Name	Poorly graded sand with clay and gravel (or silty clay and gravel)	Poorly graded sand with clay and gravel (or silty clay and gravel)	Poorly graded sand with clay (or silty clay)	
<b>NOTE</b>							
Data used for reference are shown by red color.							

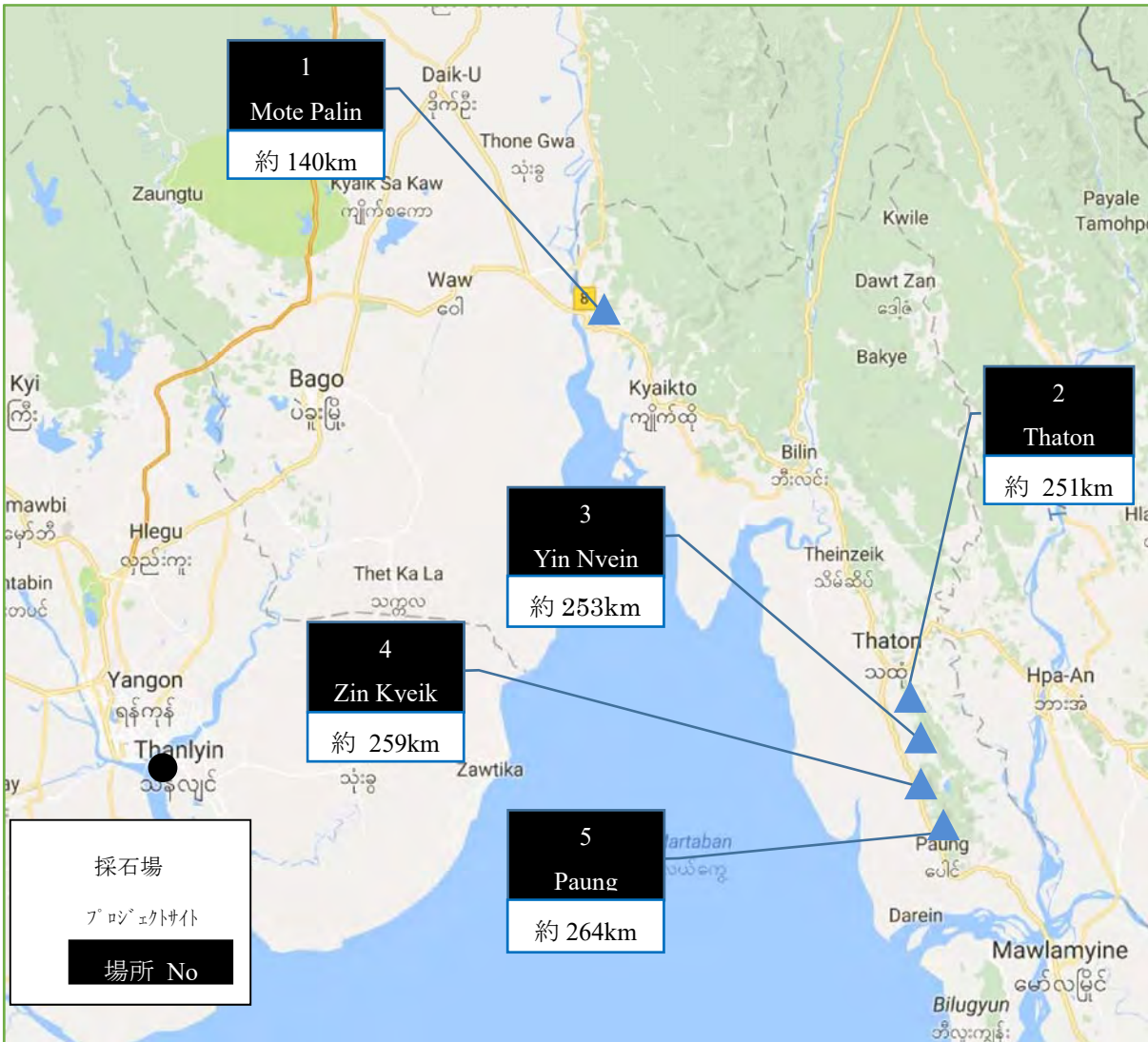
出典: JICA 調査団

2.3.2.4 骨材試験

(1) 調査の位置

調査の位置を図 2.3.6 に示す。

材料採取箇所は、プロジェクトサイトの近くで価格、品質、供給エリアによって選択した。




出典: JICA 調査団

図 2.3.6 骨材試験の調査位置

選定した候補地を表 2.3.33 から表 2.3.37 に示す。



表 2.3.33 骨材試験の候補地(1)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
1	Mote Palin Township	Royal Yoma Co., Ltd.  座 標 E276440.000 ; N1930167.000	2.0ha	

プロジェクトサイトまでの運搬ルート




- プロジェクトサイトまでの距離：約 150km
- 交通状況：良好

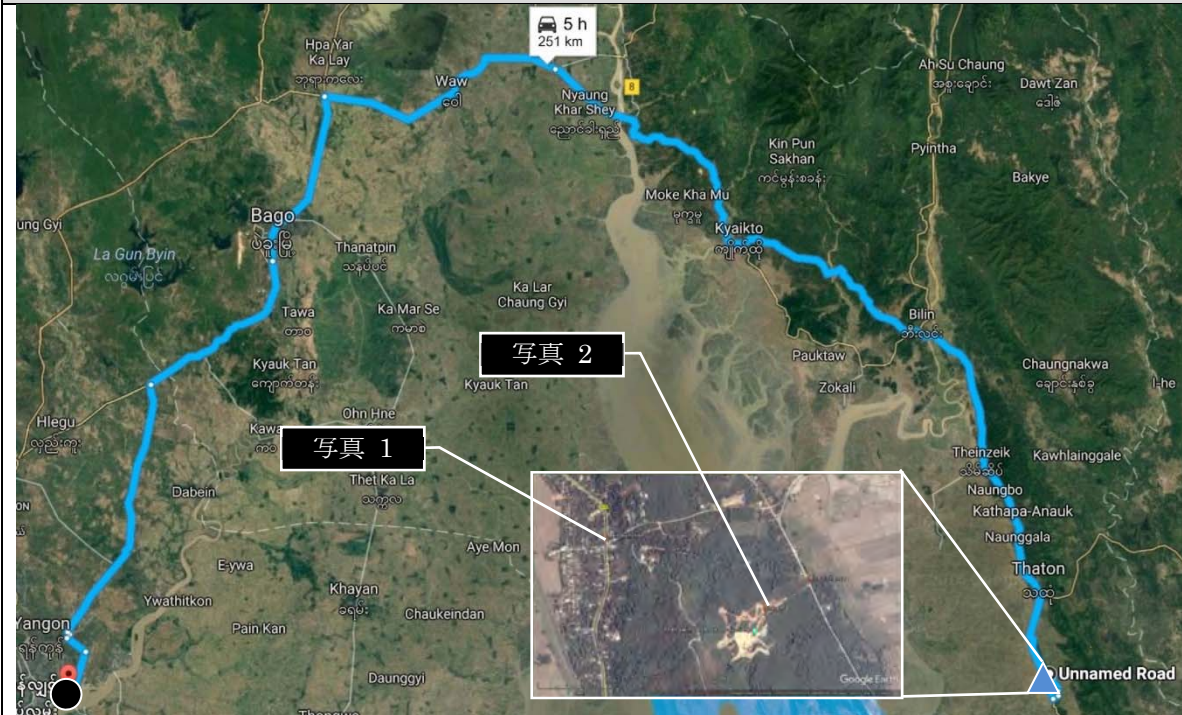
運搬ルートの写真

写真 1	写真 2
	

表 2.3.34 骨材試験の候補地(2)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
2	Thaton Township	Than Lwin Oo (Rock Production)  座 標 E327348.000 ; N 1860711.000	3.4ha	

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 251km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真

写真 1

写真 2

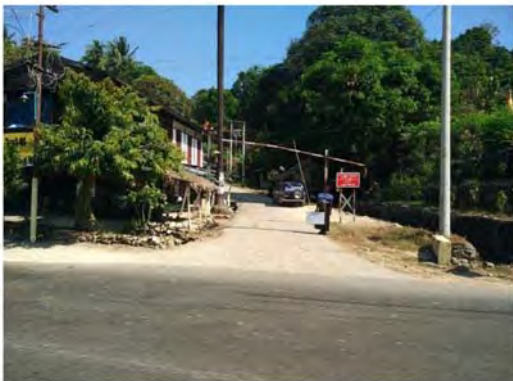


表 2.3.35 骨材試験の候補地(3)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
3	Yin Nyein Village	Inn Byaung Correctional Department  座 標 E 330380.000 ; N 1853893.000	3.2ha	写真なし

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 253km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真

写真 1



写真 2



表 2.3.36 骨材試験の候補地(4)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
4	Zin Kyeik Township	Zin Kyeik Correctional Department  座 標 E 331994.000 ; N 1848096.000	4.0ha	写真なし

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離: 約 259km
- 交通状況: 良好

運搬ルートの写真


写真 1



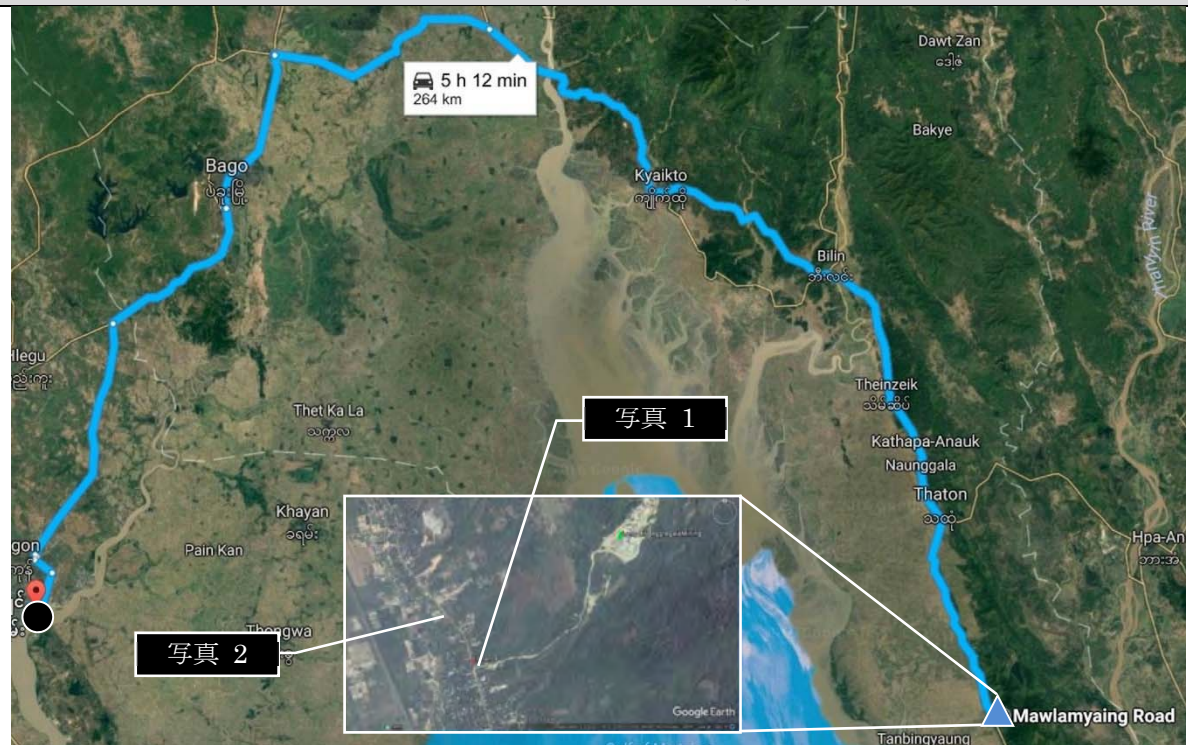
写真 2



表 2.3.37 骨材試験の候補地(5)

場所	ストックヤードの住所	会社/供給者/座標	概略面積	場所の写真
5	Paung Township	Long Life Aggregate Mining Co., Ltd.  座 標 E 334430.000 ; N 1844368.000	29.4ha	

プロジェクトサイトまでの運搬ルート



- プロジェクトサイトまでの距離：約 264km
- 交通状況：良好

運搬ルートの写真



写真 1	写真 2
	

(2) サンプリングの方法と室内試験

- ・山の斜面の真ん中近くの3つの場所を無作為に選定した。
- ・採取した試料の均質性を考慮し、風、雨、重力の影響を受けて材料の粒径や不純物が偏りやすい部分を避けた。
- ・採取場所の表面から30cm下を採取した。
- ・採取場所当たり約6~7kgでサンプルを採取し、土壌袋に入れた。

表 2.3.38 にサンプリング状況写真を示す。

表 2.3.38 サンプリング状況写真

場所	土のサンプリング		
	No.1	No.2	No.3
1 Mote Palin Area			
2 Thaton Area			
3 Yinnyei n Area	写真なし	写真なし	写真なし
4 Zinkyei k Area	写真なし	写真なし	写真なし
5 Poung Area			

出典：JICA 調査団

室内土質試験を表 2.3.39 に示す。

表 2.3.39 室内土質試験

試験項目	単位	数量	適用基準
1) 粒度試験	試料	15	ASTM C 136
-コンクリートに用いる骨材の粒度を求める。			
2) 比重	試料	15	ASTM C 127
-骨材の一般的性質を判断し、またコンクリートの配合設計における骨材の絶対容量を求める。			
3) 吸水率	試料	15	ASTM C 127
-骨材の空隙とコンクリートの配合計算における使用水量を求める。			
4) すりへり	試料	15	ASTM C 535
-骨材のすりへり抵抗性を求める。			

出典: JICA 調査団

### (3) 調査結果

室内試験結果を表 2.3.40 から表 2.3.44 に示す。

室内試験結果によると、Moke Paline エリア、Paung Area、Zin Kyeik エリアの主要なサイズは 25mm～38mm である。一方、Yinnyein エリアと Thaton の主なものは 12.5mm から 25mm である。そのため、Yinnyein エリアと Thaton エリアの骨材は比較的小さい。Moke Paline エリア、Paung エリアと Zin Kyeik エリアの磨耗率は 20%未満である。また、Yinnyein エリアと Thaton エリアのいずれかが 35%未満である。JIS 規格では、道路骨材のグレード 1 が 35%以下であるため、すべての骨材が道路骨材に適している。

表 2.3.40 骨材試験結果の概要(MOTE PALIN AREA)

<b>SUMMARY OF AGGREGATE TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Location 1 Moke Palin Area, Moke Palin Township, Mon State							
Sample No.		Moke Palin No.1	Moke Palin No.2	Moke Palin No.3			
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (ASTM C 136)	Retain Percent on 125 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 100 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 90 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 75 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 63 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 50 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 38 mm Sieve	(%)	2.76	0.46	2.23		
	Retain Percent on 25 mm Sieve	(%)	76.83	45.19	71.39		
	Retain Percent on 19 mm Sieve	(%)	17.87	41.14	23.48		
	Retain Percent on 12.5 mm Sieve	(%)	2.24	12.53	2.53		
	Retain Percent on 9.5 mm Sieve	(%)	0.07	0.33	0.20		
	Retain Percent on 6.3 mm Sieve	(%)	0.03	0.10	0.03		
	Retain Percent on 4.75 mm Sieve	(%)	0.01	0.01	0.02		
Percent under 4.75 mm Sieve	(%)	0.19	0.23	0.12			
Sp Gr (ASTM C 127-88)	G, Bulk sp gr		2.654	2.661	2.662		
	G, Bulk sp gr (SSD)		2.664	2.671	2.673		
	G, Apparent sp gr		2.681	2.688	2.691		
	Absorption	(%)	0.37	0.38	0.401		
Los Angeles Abrasion Test (ASTM C 535)	(%)	18.75	19.12	18.76			

出典: JICA 調査団



表 2.3.41 骨材試験結果の概要(THATON AREA)

<b>SUMMARY OF AGGREGATE TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Location 2 Thaton Area, Thaton Township, Mon State							
Sample No.			Thaton No.1	Thaton No.2	Thaton No.3		
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (ASTM C 136)	Retain Percent on 125 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 100 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 90 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 75 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 63 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 50 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 38 mm Sieve	(%)	-	-	0.68		
	Retain Percent on 25 mm Sieve	(%)	4.98	2.72	8.32		
	Retain Percent on 19 mm Sieve	(%)	26.88	27.47	32.70		
	Retain Percent on 12.5 mm Sieve	(%)	49.76	47.50	42.11		
	Retain Percent on 9.5 mm Sieve	(%)	10.20	10.17	9.20		
	Retain Percent on 6.3 mm Sieve	(%)	5.61	6.82	4.03		
	Retain Percent on 4.75 mm Sieve	(%)	0.83	1.56	0.83		
	Percent under 4.75 mm Sieve	(%)	1.74	3.76	2.14		
Sp Gr (ASTM C 127-88)	G, Bulk sp gr		2.589	2.580	2.582		
	G, Bulk sp gr (SSD)		2.610	2.605	2.606		
	G, Apparent sp gr		2.645	2.646	2.646		
	Absorption	(%)	0.82	0.96	0.94		
Los Angeles Abrasion Test (ASTM C 131)		(%)	30.60	32.06	32.52		

出典: JICA 調査団

表 2.3.42 骨材試験結果の概要(YINNYEIN AREA)

<b>SUMMARY OF AGGREGATE TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Location 3 Yin Nyein Area, Paung Township, Mon State							
Sample No.		Yin Nyein No.1	Yin Nyein No.2	Yin Nyein No.3			
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (ASTM C 136)	Retain Percent on 125 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 100 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 90 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 75 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 63 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 50 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 38 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 25 mm Sieve	(%)	1.08	0.67	0.97		
	Retain Percent on 19 mm Sieve	(%)	43.72	35.34	49.41		
	Retain Percent on 12.5 mm Sieve	(%)	49.88	58.88	48.03		
	Retain Percent on 9.5 mm Sieve	(%)	3.17	3.06	0.96		
	Retain Percent on 6.3 mm Sieve	(%)	0.94	0.90	0.21		
	Retain Percent on 4.75 mm Sieve	(%)	0.20	0.16	0.05		
Percent under 4.75 mm Sieve	(%)	1.01	1.01	0.38			
Sp Gr (ASTM C 127-88)	G, Bulk sp gr		2.613	2.612	2.614		
	G, Bulk sp gr (SSD)		2.625	2.624	2.625		
	G, Apparent sp gr		2.644	2.644	2.644		
	Absorption	(%)	0.45	0.45	0.43		
Los Angeles Abrasion Test (ASTM C 131)	(%)	21.86	22.55	23.40			

出典：JICA 調査団

表 2.3.43 骨材試験結果の概要(ZINKYEIK AREA)

<b>SUMMARY OF AGGREGATE TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Location 4 Zin Kyeik Area, Paung Township, Mon State							
Sample No.			Zin Kyaik No.1	Zin Kyaik No.2	Zin Kyaik No.3		
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (ASTM C 136)	Retain Percent on 125 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 100 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 90 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 75 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 63 mm Sieve	(%)	2.56	-	3.27		
	Retain Percent on 50 mm Sieve	(%)	15.28	9.37	17.74		
	Retain Percent on 38 mm Sieve	(%)	34.39	29.63	37.77		
	Retain Percent on 25 mm Sieve	(%)	38.01	51.03	31.59		
	Retain Percent on 19 mm Sieve	(%)	8.31	8.26	7.31		
	Retain Percent on 12.5 mm Sieve	(%)	1.12	1.30	1.82		
	Retain Percent on 9.5 mm Sieve	(%)	0.05	0.04	0.12		
	Retain Percent on 6.3 mm Sieve	(%)	0.07	0.04	0.12		
	Retain Percent on 4.75 mm Sieve	(%)	0.02	0.02	0.04		
	Percent under 4.75 mm Sieve	(%)	0.20	0.30	0.22		
Sp Gr (ASTM C 127-88)	G, Bulk sp gr		2.632	2.624	2.630		
	G, Bulk sp gr (SSD)		2.641	2.632	2.639		
	G, Apparent sp gr		2.656	2.646	2.654		
	Absorption	(%)	0.34	0.32	0.34		
Los Angeles Abrasion Test (ASTM C 535)		(%)	17.42	12.90	19.37		

出典: JICA 調査団

表 2.3.44 骨材試験結果の概要(POUNG AREA)

<b>SUMMARY OF AGGREGATE TEST RESULTS</b>							
Project Name : Material Test for Bago River Bridge Construction Project							
Location 5 Paung Area, Paung Township, Mon State							
Sample No.		Paung No.1	Paung No.2	Paung No.3			
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (ASTM C 136)	Retain Percent on 125 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 100 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 90 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 75 mm Sieve	(%)	-	-	-		
	Retain Percent on 63 mm Sieve	(%)	2.63	-	-		
	Retain Percent on 50 mm Sieve	(%)	7.50	13.26	4.60		
	Retain Percent on 38 mm Sieve	(%)	37.56	38.04	37.46		
	Retain Percent on 25 mm Sieve	(%)	45.31	41.80	50.13		
	Retain Percent on 19 mm Sieve	(%)	5.73	5.37	6.58		
	Retain Percent on 12.5 mm Sieve	(%)	0.98	1.13	0.92		
	Retain Percent on 9.5 mm Sieve	(%)	0.05	0.10	0.10		
	Retain Percent on 6.3 mm Sieve	(%)	0.04	0.08	0.05		
	Retain Percent on 4.75 mm Sieve	(%)	0.01	0.03	0.01		
	Percent under 4.75 mm Sieve	(%)	0.18	0.18	0.15		
Sp Gr (ASTM C 127-88)	G, Bulk sp gr		2.620	2.620	2.621		
	G, Bulk sp gr (SSD)		2.630	2.629	2.630		
	G, Apparent sp gr		2.646	2.645	2.645		
	Absorption	(%)	0.38	0.36	0.35		
Los Angeles Abrasion Test (ASTM C 535)		(%)	13.78	15.44	15.14		

出典：JICA 調査団

### 2.3.3 結論

#### 2.3.3.1 路床材料試験

室内試験結果によると、中から低程度の塑性粘土層が Thaketa 地区で良好に観察される。また、設計 CBR の平均値は 8 である。

タンリン地区では、砂の割合が Thaketa 地区より多い。また、設計 CBR 値も Thaketa 地区より低い。しかし、いくつかの場所は 8 以上である。

#### 2.3.3.2 盛土材料試験

室内試験結果によると、Aung Win, Kyauk Tan の場所のサンプルは、他の場所以上に最大乾燥密度が大きい。土壌タイプは粘土砂である。2 番目に最大乾燥密度が大きいのは、great motion thanlyin である。この場所の土壌タイプは粘土である。

Ko Toe の最大乾燥密度、タンリンの位置は Marge、Thilawa Sand の場所よりも大きい。さらに、設計 CBR はその場所よりも大きい。

#### 2.3.3.3 路盤材料試験

室内試験結果によると、全ての土は砂質土である。Paung と Zin Kyeik 地区の最大乾燥密度は 2t/m<sup>3</sup> 以上である。修正 CBR の結果は平均で 50 以上である。Paung と Zin Kyeik 地区の最大乾燥密度は、平均 1.9t/m<sup>3</sup> である。平均修正 CBR 値も平均で 40 である。

#### 2.3.3.4 骨材試験

室内試験結果によると、Moke Paline エリア、Paung Area、Zin Kyeik エリアの主要なサイズは 25mm～38mm である。一方、Yinnyein エリアと Thaton の主なものは 12.5mm から 25mm である。そのため、Yinnyein エリアと Thaton エリアの骨材は比較的小さい。Moke Paline エリア、Paung エリアと Zin Kyeik エリアの磨耗率は 20%未満である。また、Yinnyein エリアと Thaton エリアのいずれかが 35%未満である。JIS 規格では、道路骨材のグレード 1 が 35%以下であるため、すべての骨材が道路骨材に適している。