

ミャンマー国
ティラワSEZ管理委員会

ミャンマー国
ティラワ経済特別区関連インフラ
整備事業準備調査
(ファスト・トラック制度適用案件)

準備調査報告書

平成26年3月
(2014年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

産公
JR
14-030

ミャンマー国
ティラワSEZ管理委員会

ミャンマー国
ティラワ経済特別区関連インフラ
整備事業準備調査
(ファスト・トラック制度適用案件)

準備調査報告書

平成26年3月
(2014年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

本報告書で用いている為替レート

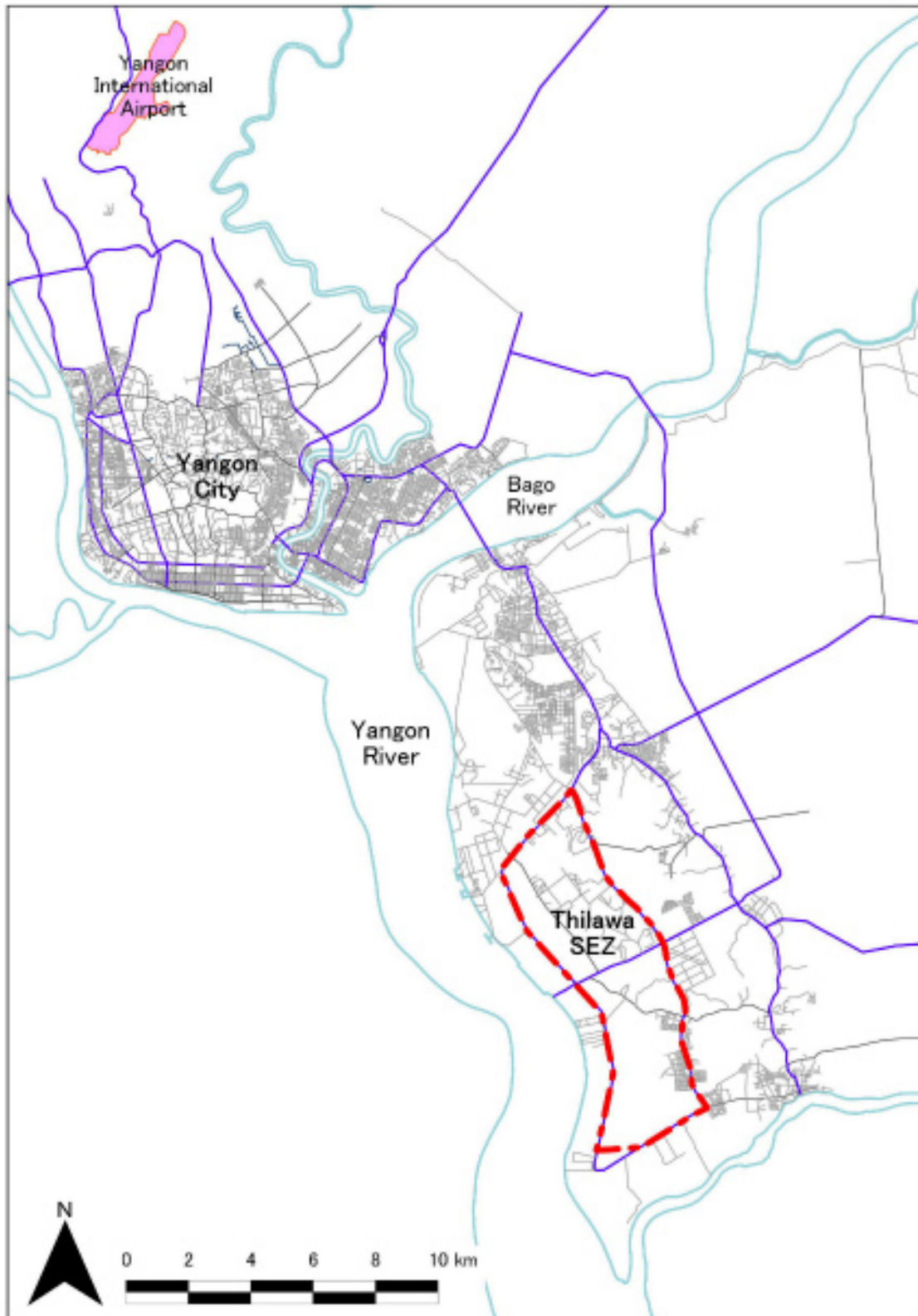
USD 1 = JPY 99.2

MMK1 = JPY 0.102

USD 1 = MMK 970.9

(2013年10月)

位置図



準備調査報告書 和文要約

1. 調査の背景、目的と対象地域

1.1 調査の背景

ミャンマー国（以下「ミ」国）政府は経済発展を実現する上で、海外直接投資（FDI）の誘致を重視しており、特にティラワ、ダウエイおよびチャオピューにおける経済特別区（Special Economic Zone : SEZ）の開発を同国の経済発展の起爆剤となるよう計画を進めている。これに対し、我が国経済産業省（METI）は、2012年3月より「ミャンマーにおけるスマートコミュニティ実施可能性検討調査（以下 METI-F/S）」を実施し、ティラワ SEZ 開発に係るグラウンド・デザインの策定ならびにプレフィージビリティ調査を実施するなど連携を強めている。以上を背景とし、本調査ではティラワ SEZ 関連インフラ整備事業に係る調査を実施する。

1.2 調査の目的

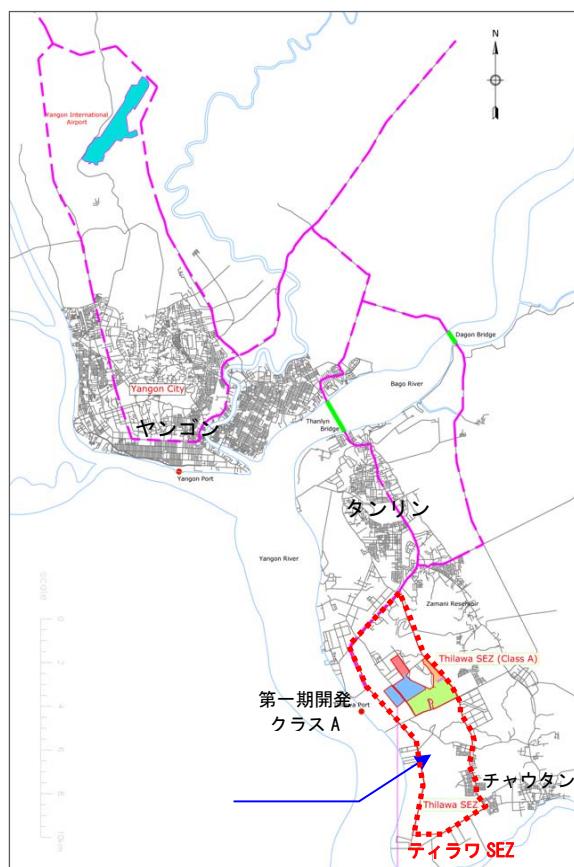
本調査ではティラワ SEZ の実現に必要な公的機関による関連インフラの抽出、優先事業の事業費、概略実施スケジュール、事業実施体制案、運営・維持管理体制案、環境社会配慮等の検討・提案を目的とする。

1.3 調査対象地域

図 1.3.1 に調査対象地であるティラワ SEZ および周辺地域を示す。対象地は、ヤンゴン市の南東 20km のタンリン、チャウタンに隣接する場所に位置し、ティラワ SEZ 約 2,400ha とその周辺地域を含む。なお、本調査では、本邦商社連合の F/S にて検討が行われている第一期開発（暫定面積 420ha）に必要な基礎インフラを対象としている。

1.4 ティラワ周辺の関連調査

- 1) インフラ・システム輸出促進調査等事業（ミャンマーにおけるスマート・コミュニティ実施可能性検討調査）(METI-F/S): ティラワ SEZ (2,400ha)基本計画策定
- 2) ミャンマー連邦共和国ティラワ特別経済区事業化調査 (Class A 開発実行可能性調査)
- 3) ティラワ港実行可能性調査: 3 段階拡張整備事業(800mx750m)



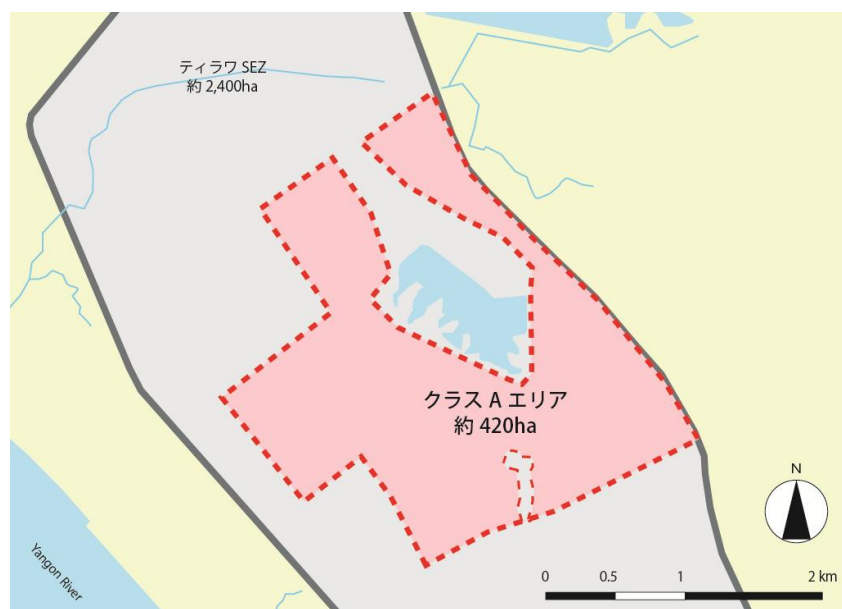
出典: JICA 調査団

図 1.3.1 ティラワ SEZ の位置図

1.5 第一期開発（クラス A）の概要

(1) 事業概要

図 1.5.1.に、本邦商社連合によって検討されている第一期開発（以下クラス A）の想定範囲を示す。幹線道路に面した好立地である点、既存地盤高が高く造成計画が比較的容易である点などを考慮し、約 420ha のクラス A エリアが先行開発地区として選定された。



出典: JICA 調査団

図 1.5.1 クラス A 想定位置図

(2) SEZ 開発によって新たに発生するインフラ需要

METI-FS ではクラス A（420ha）が稼働する場合、約 60,000 人の雇用が予定されると共に、新たに以下のインフラ需要がティラワ地域に対して付加されることを予測している。

Class A インフラ需要予測(クラス A の工場用地完売予定の 2037 年時点)

- a. 電力：180MVA/日
- b. 水道：42,000m³/日
- c. 下水：29,400m³/日
- d. 廃棄物：933 トン/日

2. ティラワ SEZ に関する METI 調査のレビュー

2.1 調査の概略

(1) 土地利用計画

ティラワ SEZ 全体の土地利用計画として METI-FS では以下の計画案が提案されている。

表2.1.1 ティラワSEZ全体の土地利用

土地利用	面積 (ha)
1. 製造業エリア	1,560 ha
2. 物流エリア	20 ha
3. IT ソフトウェア・研究開発エリア	100 ha
4. 商業エリア	40 ha
5. 国際卸売りエリア	10 ha
6. 居住エリア	220 ha
7. 健康・医療エリア	10 ha
8. 教育エリア	5 ha
9. 広場・レクリエーションエリア	200 ha
10. 行政エリア	5 ha
11. インフラ施設	230 ha
合計	2,400 ha

出典: METI-FS

(2) 開発フレームワーク（ティラワ SEZ 全体）

- ・ 労働者人口: 208,000 人
- ・ 居住者: 156,000 人
- ・ 水需要: 117,000 m³/日
- ・ 廃水発生量: 82,000 m³/日
- ・ 廃棄物量: 3,300 トン/日
- ・ 電気消費量: 800 MW

2.2 開発の枠組み

ティラワ SEZ の総面積は 2,400ha と極めて広大であり、インフラ整備も開発フェーズの需要に合わせ、段階的に整備していく必要がある。ティラワ SEZ 開発に関しては、開発後の需要に対し既存インフラの供給量が大幅に不足しているため、新規インフラ整備のために莫大な費用が必要となる。この費用を行政側だけの負担で賄うことは困難であると考えられるため、官民の連携が必要不可欠となる。

3. ティラワ関連インフラの現況と設計

3.1 自然条件の現況と造成計画

(1) 自然条件の現況

1) 地質調査

a. ティラワ SEZ 地区地質調査

ティラワ SEZ 地区の地質調査は 2012 年 10 月 8 日から 12 月 7 日にかけて行われた。地質調査結果は下記のとおりである。

表3.1.1 地質調査結果概要（ティラワSEZ）

	クラス A および以北	クラス A 以南
調査概要	地表から深さ 10m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 8~30 程度である。地表から 10m 以上深い層は、シルトまたは砂層である。	地表から深さ 15m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 4 以下である。この中には軟弱地盤を含んでおり沈下対策が必要となる可能性がある。地表から 15m 以上深い層は、シルトまたは砂層である。
判定	工場建設には特に基礎を必要としない。	施設の基礎もしくは地盤改良が必要。

出典: JICA 調査団

b. アクセス道路地質調査

アクセス道路の地質調査は 2012 年 10 月 8 日から 12 月 7 日にかけて行われた。地質調査結果は下記のとおりである。

表3.1.2 : 地質調査結果の概要(アクセス道路)

	アクセス道路北側~中央部	アクセス道路南側
調査概要	地表から平均深さ 7m までの土層は、概して粗い砂であり、N 値は 11~30 程度である。地表から 7m-15m 中間層は、中密度砂層である。地表から 15m 以上深い層になると、高密度砂層である	地表から深さ 17m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 13-23 である。地表から 16m 以上深い層は、シルト層である。
判定	地盤沈下を起こす原因となる軟弱層は存在しないことが判明した	

出典: JICA 調査団

2) 地形測量

平均地盤高は東西に伸びる河川がある北西エリアが最も低い。河川沿いの標高データは約 2.5~3.0m であり、河川との標高の差は 1m 未満となっている。一方、地盤高が最も高いのは、エリア中央北に位置する貯水池周辺であり、最も低い地点と比べて約 8.5m 高い。

全体として北から南、東から西にかけて微傾斜があることが読み取れる。しかし、上記にて述べた河川の高さはどの部分も約 2.0m と変化がなく、東西にかけての傾斜がほとんど無い。

エリア東側部分の標高は 5.5~10.5m であり、一帯の起伏が大きい。また、SEZ 中央の東西に伸びる道路にはほとんど起伏がなく、平坦な地形である。

3) 井戸開発調査

本調査はクラス A 周辺にて実施した 10 ヶ所の電気探査から、8 ヶ所の試験井(Test Well:TW)を選定し、その内、TW-6、TW-7A、TW-7、TW-10 を生産井 (Production Well:PW)として選定し、揚水量試験などを行った (PW1=TW-7A、PW-2=TW-10、PW-3=TW-7B、PW4=TW6)。

生産井は、以下の項目の通り使用および運用することを提案する。

- a. 井戸 PW-2/TW-10 と PW-3/TW-7B（クラス A 南側隣接地に所在）は、生活用水および工業用水としての使用が望ましい。
- b. 井戸 PW-1/TW-7A と PW-4/TW-6（クラス A 敷地内に所在）は、電導度と溶解性物質濃度が高いため工業用水としてのみ使用することが望ましい。
- c. 井戸の枯渇を避けるべく、ポンプは 6 時間稼働後に 2 時間休止を 1 セットとし、一日 3 セットの運転とする。
- d. 表 3.1.3 に示す通り、4 本の生産井による総揚水量は約 3,000m³/日、井戸 PW-2/TW-10 と PW-3/TW-7B のみの揚水量は約 1,360 m³/日とする。

表3.1.3：ポンプ運転計画と生産量

井戸	揚水量 (L/sec)	一日あたりのポンプ運転計画			生産量 (m ³ /日)
		稼働 (時間)	休止 (時間)	運転 (回)	
PW-1/TW-7A	20	6	2	3	1,296
PW-4/TW-6	6	6	2	3	389
小計					1,685
PW-2/TW-10	6	6	2	3	389
PW-3/TW-7B	15	6	2	3	972
小計					1,361
合計					3,046

出典: JICA 調査団

4) 洪水調査

2012 年 9 月 17 日から 20 日に行われた洪水に関するヒアリング調査の結果を要約する。

- a. 35%の回答者は洪水を経験しているが、65%は洪水の経験が無い。
- b. 洪水経験者の内、10%は毎年、2%は 6 年~10 年毎に、30 分以下の浸水継続時間を持つ洪水被害を受けると回答している。残り 88%は、当該地に居住してから一度だけ洪水被害を受けたとのことである。
- c. 一度のみの洪水経験者の内、46%は浸水継続時間を 1 日以内、26%は 1~3 日以内、そして 28%は 3 日以上と回答している。
- d. 既存水路および SEZ 場内の数か所では、毎年のように浸水が起きていることが確認された。

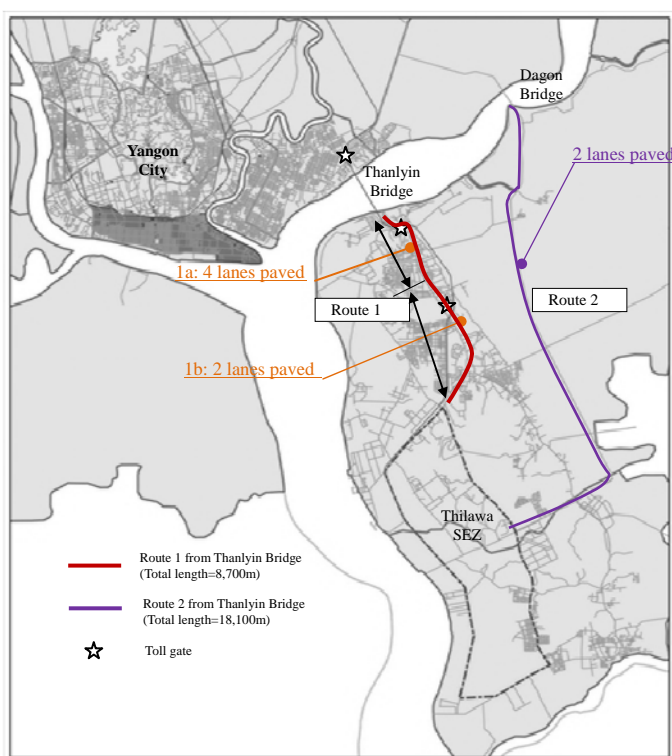
開発計画策定においてはこれら調査結果を考慮し、十分に安全と考え得る造成地盤高を設定すること、既存水路の整備、浸水リスクが高いエリアについては、堤防やポンプ場、ゲートの設置など開発区域を安定稼働させるための施策が求められる。

3.2 周辺道路の現況と道路計画

(1) 周辺道路現況

1) 道路ネットワーク

ヤンゴン市内とティラワ SEZ 間のアクセス道路はタンリン橋を通るルート 1 (全長 8,700m) とダゴン橋を通るルート 2 (全長 18,100m) の 2 通りの経路がある。このうちルート 1 は道路距離が短いこと、荷重制限のために重量車両は通行できないこと (タンリン橋:20t 制限、ルート 1:12t 制限) 等から、通勤用道路として利用されており、ルート 2 は主に重量車両が通行する物流用道路として利用されている。

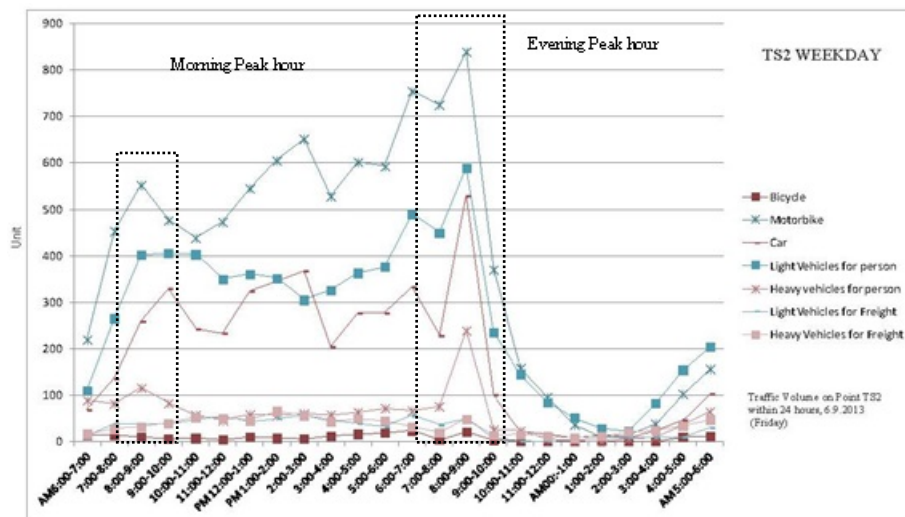


出典: JICA 調査団

図 3.2.1: ヤンゴン市内とティラワ SEZ 間のアクセス道路

交通ピーク時は「朝の 8 時～9 時」と「夕方の 20 時～21 時」の通勤時間帯となっており、いずれも双方向合わせると約 1,000 PCU/時以上の交通量がある (図 3.2.2)。

現状においても、タンリン地区よりティラワ方面への一定の通勤需要がある。一般乗用車、バス、トラック、二輪車が走行し、車両の追い越しが頻繁に見られ、現在の道路状況のまま交通量が増加すると危険性が増すことが想定される。



出典: JICA 調査団

図 3.2.2: ルート 1 上（タンリン中心地）における交通量調査結果

2) 既存付帯インフラ

a. 既存電力供給システム

ヤンゴン地域(ティラワとタンリンを含む)の電力提供は、ヤンゴン電力供給公社(YESB)によって管理されている。タンリン橋からティラワ SEZ を含む地域までの電力は、主に Thanlyin 変電所 (230/33kV-100MVA) および Ba Yar Gone 変電所から架空線で供給されている。

b. 街灯および信号機

既存の街灯はタンリン橋に近い個所にのみ左右計 30 個設置されている。

c. 既存通信システム

タンリンおよびチャウタンの通信施設は、ミャンマー郵便通信公社(MPT)のヤンゴン支店が管理している。Thanlyin 交換局から地中および架空の 2 方式で、同地域に通信サービスを提供している。地中の銅線は深さ 0.6m、既存の建物から約 1m 離して敷設されている。架空線は幹線の光ファイバーケーブルと銅線の 2 種類がある。

(2) 道路整備事業の必要性

タンリン橋からティラワ SEZ 間の交通量は、ティラワ SEZ 全体が完工する時点 (2040 年以降) で現在の約 2 倍に増加すると予想され、通勤時の混雑と交通弱者 (歩行者、自転車、自動二輪) の安全性が損なわれることが懸念される。ヤンゴン市内とは異なり、ティラワ地域では自転車および自動二輪の利用が禁止されていないため、調査期間内でも二輪利用者の急増が顕著であり、今後の交通量増加に伴う交通事故の増加が心配される。

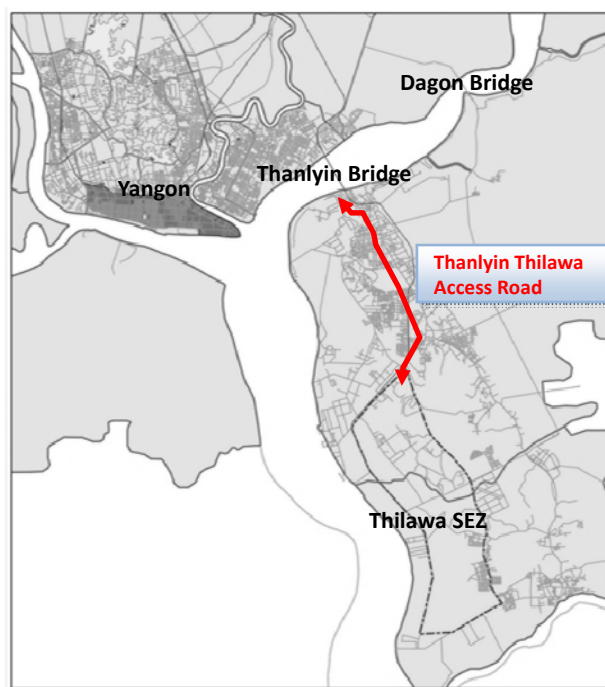
以上の背景を踏まえ、通勤車両の走行性だけでなく、交通弱者の安全性を確保し、渋滞（排気ガス）による環境の悪化を防ぐべく、タンリン橋からティラワ SEZ 間の道路拡張を公的事業として実施することを提案する。

(3) 設計基準と基本方針

道路計画に関する設計基準は「日本道路構造令」に準拠する。

本調査対象事業であるタンリンーティラワ・アクセス道路は、将来的にヤンゴン中心地とティラワ SEZ を繋ぐ幹線道路となるため、既存道路の沿道開発の状況及びティラワ SEZ 開発に伴う交通量の増加を踏まえた上で、適切な道路機能および幅員検討を行うことが求められる。

拡幅計画は既存の道路幅員を全て含む事で既存道路を有効活用し、かつ道路境界は MOC が保有する用地内とすることで、用地取得の必要がない事業とする。



出典: JICA 調査団

図 3.2.2: ティラワ SEZ へのアクセス

(4) 道路計画の概要

道路拡幅の計画概要は下表に示す通りである。

表3.2.1 : 道路拡幅の計画概要

延長	車線数	車道幅員	ユーティリティスペース	ROW	舗装
8,700m	片側 2 車線	16m (含む中央分離帯 1m)	片側 4m	24.0 m*	アスファルト

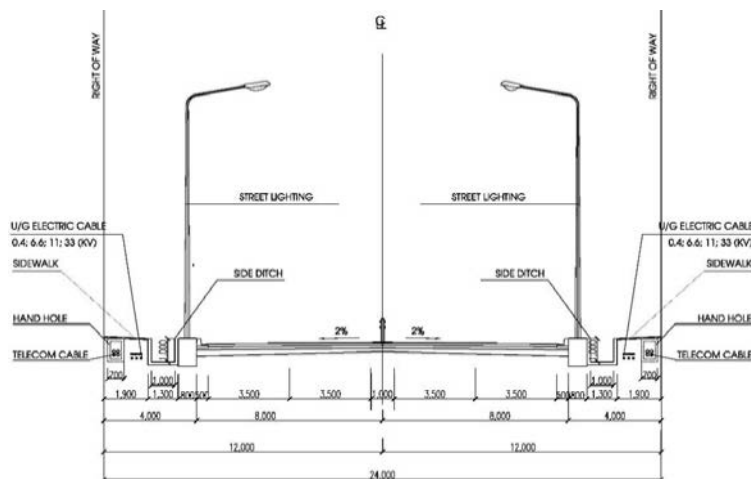
出典: JICA 調査団

注記: ROW = Right of Way

*注: 既存の構造物を避けるために、一部の ROW を 22m とする。

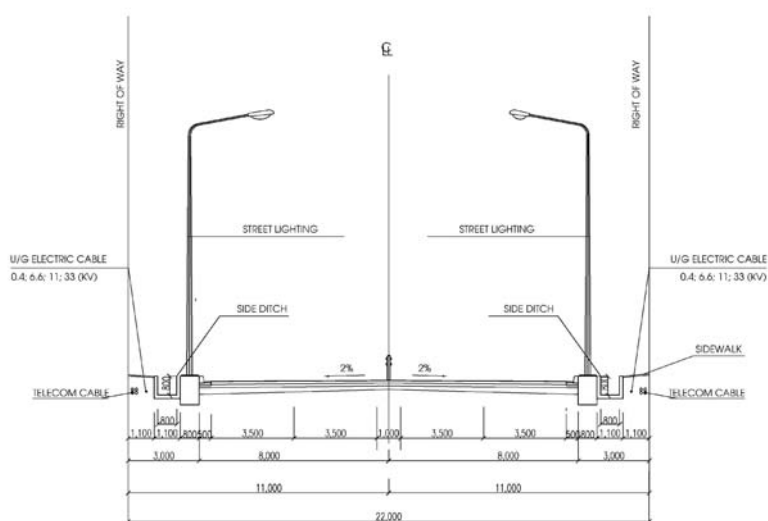
標準計画道路断面を下記条件基に計画した。

- a. 必要なインフラスペースを確保するため、車道脇にインフラ（雨水排水路、街灯および信号機、電線および通信ケーブル）を敷設可能なユーティリティ・スペースを設ける。
- b. 交通需要調査の結果を考慮し、通勤者のための歩道確保や旅客輸送用の車両が混雑なく通行できるよう車線数・道路幅員を設定する。



出典: JICA 調査団

図 3.2.3 : 標準道路断面図(24m)



出典: JICA 調査団

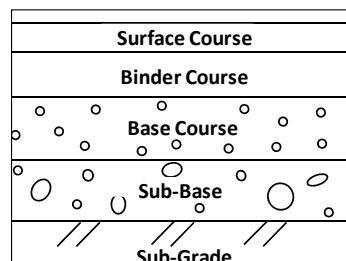
図 3.2.4 : 標準道路断面図(22m)

アクセス道路における地質調査結果を踏まえ、以下の通り、舗装構成を提案する。

表3.2.2 : 舗装構成の提案内容

	舗装構成 (cm)	換算係数	疲労破壊輪数等値換算圧 TA 値
表層	5	1.00	5
基層	7	1.00	7
上層基盤	20	0.35	7
下層基盤	30	0.25	7.5
		合計	26.5 > 25.4 cm

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 3.2.5 舗装構成

3.3 電力供給の現況と計画

(1) 電力供給の現況

1) ミャンマーの電力需給バランス

ミャンマーの電力ピーク負荷は、約 1,850MW と MEPE は見込んでいる。一方、実際の発電出力は 2012 年の雨季である 9 月 24 日に、ピーク時で 1,622MW を記録したことから、結果としてミャンマー全国の電力不足は 2012 年の雨季にて約 230MW と推測される。

乾季の水力発電の出力は、雨季よりも極端に低下する。ミャンマー北部や中部に集中する水力発電の水資源の運用手法にもよるが、乾季の電力不足は 400MW 程度まで拡大すると MEPE は予想している。230MW～400MW のピーク時電力不足は、ミャンマーの不安定で低品質な電力供給の原因となっている。

2) ミャンマーの発電設備

2012 年 3 月現在、ミャンマーの発電設備容量は 3,421MW である。これらの発電設備は老朽化、水力発電の水資源減少及びガス供給不足などの影響を受け、実際に発電が可能となる容量は発電設備容量の 46%程度と見込まれる。

3) 近郊の送配電設備

ティラワ SEZ 近郊には表 3.3.1.に示す送電線が存在する。

表3.3.1: Thanlyin変電所に接続している既設送電線

線路名	回線	電圧	送電距離	導体	1回線あたりの容量
Thanlyin～Thaketa	1 (2)*	230kV	約 10 km	ACSR765MCM (400mm ²) x2	500 MVA
Thanlyin～Kamarnut	1	230kV	約 98 km	ACSR765MCM (400mm ²) x2	500 MVA

注*: Thanlyin - Thaketa 間は 2 回線が架線済みであるが、現在は 1 回線にて利用されている
出典：JICA 調査団

上記送電線に関連する変電所（Thanlyin 変電所、Thaketa 変電所、Kamarnut 変電所）の概要について表 3.2.2 に示す。

表3.3.2: ティラワSEZ近辺の変電所

変電所	230kV 送電線ベイ数	変圧器電圧	230kV 変圧器容量
Thanlyin S/S	2	230/33/11 kV.	100 MVA (100 MVA x 1 unit)
Thakeata S/S	2	230/33/11 kV.	300 MVA (100 MVA x 3 units)
Kamarnut S/S	5	230/33/11 kV.	100 MVA (100 MVA x 1 unit)

出典：JICA 調査団

4) 燃料供給の現状

a. 天然ガス供給

2011-2012年には、供給量のほぼ80%に当る日量10億立方フィート(1,000 MMSCFD)を超える天然ガスがタイに輸出され、日量2億7千万立方フィート(270 MMSCFD)が国内向けに供給されている。

国内向け天然ガスのうち、1億5,700万立方フィート(157 MMSCFD、約58%)は発電向けに供給されている。

b. ディーゼル軽油（ガスタービン発電の代替燃料）

国内で使用されるディーゼル軽油のほとんどは、外国からの輸入されている。ディーゼル軽油は、ミャンマー国内で広く使われているディーゼル発電機の燃料として消費されており、天然ガスの供給が不足する場合にはガスタービン発電所の燃料としても使用することができる。

(2) 電力供給設備整備事業の必要性

近年、ヤンゴンの都市開発が促進され、経済成長に伴うエアコンおよびパソコン利用率の拡大により、電力需要が急増している。一方、電力供給設備の整備が需要増加に追いついておらず、逼迫した給電状況が続いている。

このような状況下で、ティラワ SEZ 開発により増加する電力需要に対する供給は困難になることが予想され、現時点でも不安定なティラワ地域の給電環境が更に悪くなる可能性が高い。更に、同 SEZ 内の雇用により地域居住者が増え、同地域の生活インフラ需要も高まり、居住環境の悪化が懸念される。

以上の背景を踏まえ、利便性だけでなく夜間の安全面でも重要な電力を、公的事業として実施することを提案する。

(3) 設計基準と基本方針

電力計画に関する設計基準を以下に記載する。

a. 下記の基準および規則に準じる。

- ・ Basic Master Plan for Thilawa August 2012, Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan
- ・ International Electro-technical Commission (IEC)
- ・ Environmental Conservation Law July 2012, the Republic of the Union of Myanmar
- ・ Ministry of Electric Power (MOEP) regulation
- ・ Yangon City Electric Supply Board (YESB) technical standards
- ・ Japanese Industrial Standards (JIS)
- ・ Other local electrical rules and regulations

b. 停電を発生させない安定的な電力供給方法を考慮する。

c. 景観、環境に配慮し、洪水などの災害を考慮する。

d. SEZ の需要予測に基づき、変電所や発電所について段階的な設備計画を策定する。

e. 将来的には、安定した電力供給を実現するために、MEPE の管轄する送電網へ接続する

よう考慮する。

(4) 電力開発計画の概要

METI-FS によれば、ティラワ SEZ (2,400ha) の全てのテナントが操業した場合の負荷は最大 800 MVA と予測されている。SEZ を含めた地域全体の需要予測に合わせた、電力供給施設の開発シナリオを以下のとおり提案する。このうち、ステージ1 とステージ2 はティラワ地域への電力供給施設整備計画として最優先して開発を進める。

ステージ-1 :Thanlyin 変電所から 33 kV2 回線配電線にて 20MW を供給

- ・ 33kV 配電線（2回線）
- ・ Thanlyin 変電所の改修（33kV ティラワ向け配電線用ベイの拡張）
- ・ Thilawa 変電所内の 33kV 開閉器のみ先行して建設

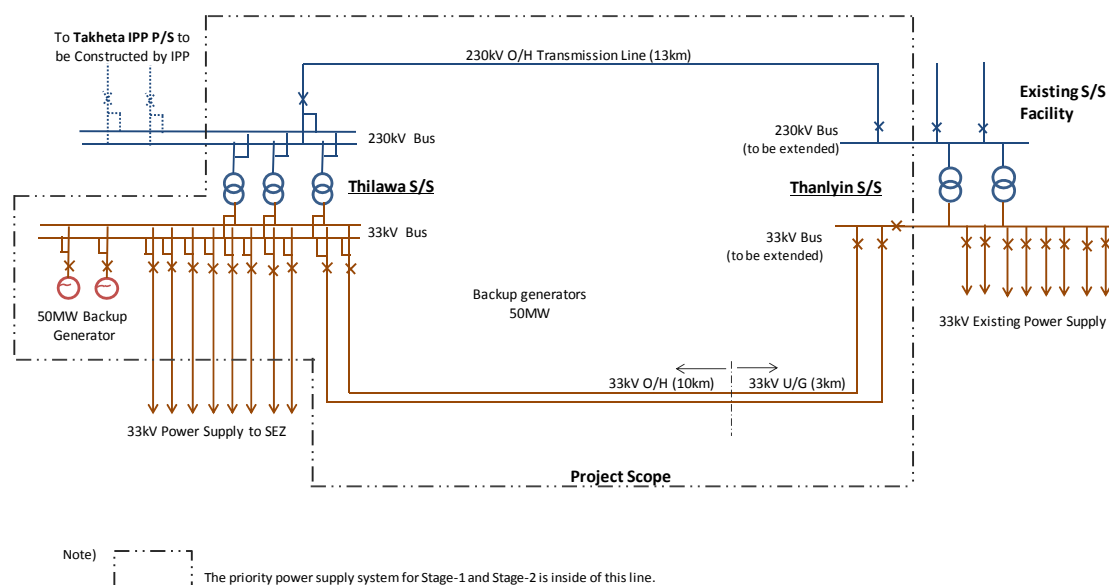
ステージ-2：二元燃料発電機による 50MW の供給

- ・ 50MW 二元燃料発電機
- ・ 230kV 送電線（Thilawa 変電所~Thanlyin 変電所）
- ・ 230/33kVThilawa 変電所の建設
- ・ Thanlyin 変電所改修（230kV 送電線つなぎ込み）

ステージ-3：タケタ IPP 発電所から 168MW を供給

ステージ-4：電力系統から 218 MW 以上の電力を供給

優先すべき電力供給設備整備計画の範囲（ステージ-1 とステージ-2）を図 3.3.1 に示す。



出典:JICA 調査団

図 3.3.1: 優先電力計画の概要 (ステージ1、ステージ2)

3.4 環境社会配慮

本調査では、優先事業として位置づけられる(1)電力供給施設改善事業および(2)タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業を対象に環境社会配慮の検討を行った。

(1) 電力供給施設改善事業推進のための環境社会配慮上の課題および対応

2013年7月現在、ミャンマー国においては環境影響評価に関する法令は存在しないためEIA手続きを行う必要がない。一方で、環境保全林業省により環境影響評価政令（EIA Procedure）が草案中であり、環境管理計画（Environmental Management Plan: EMP）の承認を受ける必要がある可能性があることから、事業実施主体であるMEPEは、送電線ルートや発電・変電施設の諸元等の事業計画が概ね決定した段階で、必要性を改めて確認することが望ましい。

環境社会配慮の影響項目のうち事業特性上重要となる以下の項目は、送電線ルートや発電・変電施設の諸元等の詳細が決定した段階で、更なる検討を行うことが望ましい。

- 大気環境（大気質、騒音）および水環境（温排水）の影響評価、緩和策、モニタリングの具体化

(2) 道路拡幅事業に係るステークホルダー協議の概要

本調査では、住居の移転を回避すべく拡幅規模および区間の設定を行ったことから、プロジェクトの実施による非自発的住民移転は発生しない。しかしながら、道路拡幅予定地に存在する複数の店舗および露天商の移動および移設が必要となることから、ステークホルダー協議を実施した。協議概要は以下の通り。

- a. プロジェクト概要の説明（事業概要、環境調査結果、緩和策、モニタリング計画等）
- b. MOCによる支援（移動および移設に際するサポート）の説明
- c. 被影響住人および村の代表者からの意見徴収

タウンシップおよび村のリーダーからは、事業に関する好意的な意見が述べられた。また、事業実施時には、建設省公共事業局と協力することが述べられた。

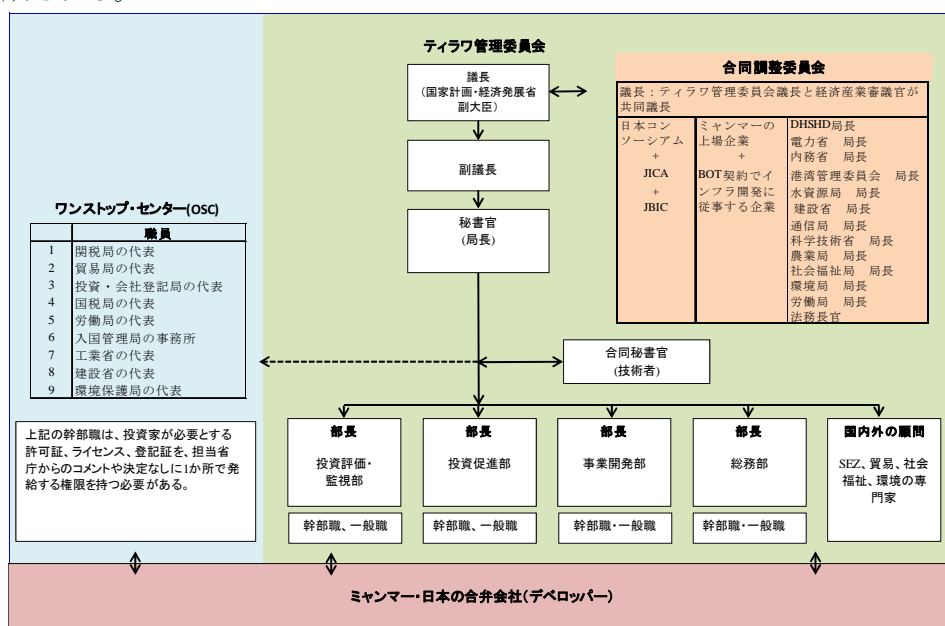
4. 事業実施促進策

4.1 事業実施の前提

- a. ティラワ SEZ は日本政府とミャンマー政府が合意した覚書に基づき、日本およびミャンマーの投資家が出資して設立する合併会社「ティラワ開発会社（仮）」によって、SEZ 内のインフラおよび施設の整備事業が実施されることを想定している。
- b. SEZ 外部の関連インフラの整備については、ミャンマー国政府による公共事業として実施されることを想定している。
- c. ティラワ SEZ の商業運転は 2015 年に開始されるものとする。

4.2 ティラワ SEZ 開発のための組織構築

ティラワ SEZ 開発プロジェクトの連結協議会は、ティラワ管理委員会、合同調整委員会、ミャンマー・日本合併会社（デベロッパー）、ワンストップ・サービス・センター（OSC）から構成される。



出典：ティラワ SEZ 管理委員会

図 4.2.1: ティラワ SEZ 開発プロジェクトの組織構成

4.3 制度面の施策

(1) 投資促進の政策および法制度

工業政策：ミャンマーの工業政策は、大統領府大臣が議長を務める工業開発委員会（IDC）によって草案作成が進められているが、現在のところ完成には至っておらず未公表である。

外国投資法改正：改正外国投資法は 2012 年 11 月 2 日に公布された。

SEZ 法改正：SEZ 法改正案は作成されているが、公布には至っていない。実践的なものにするため、改正案が投資家の視点からも吟味されている。本法改正はティラワ SEZ 開発推進の基本条件となる。

(2) 事業実施を促進する制度面の施策

投資促進活動：ミャンマーのビジネス環境や投資機会を日本の投資家に紹介するため、とジェトロ、日本アセアンセンター、中小企業振興機構など日本政府関連機関が協力してセミナー開催や視察ミッション派遣することが望ましい。

ワン・ストップ・サービス・センター（OSC）：許可証・ライセンスの発給や法人登記を透明、円滑かつ効果的に行うため OSC を SEZ 内に設立することが求められる。

労働人材育成策：ティラワ SEZ 進出製造業が実践的な研修プログラム開発に参加するとともに、卒業生を優先雇用する公的職業訓練校を SEZ 内に設立することが望ましい。

4.4 優先インフラ整備事業の事業実施体制

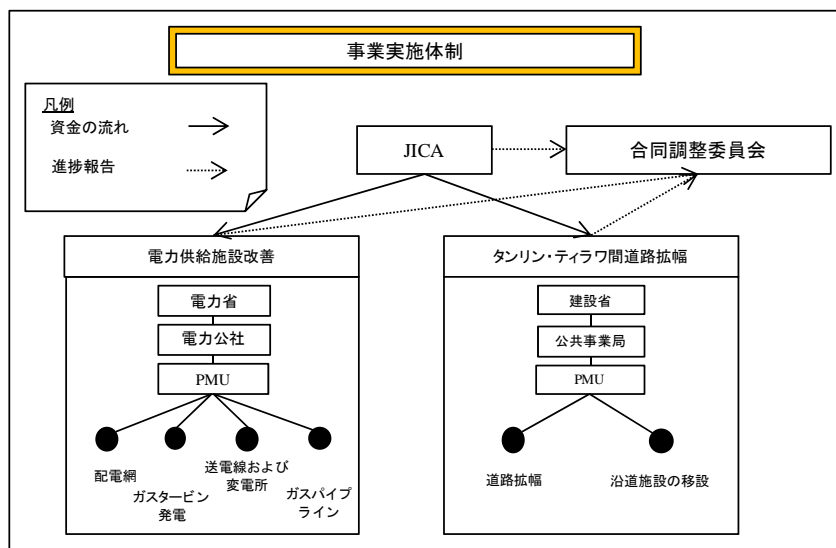
(1) 事業内容

次の関連インフラ事業が公共事業として整備されることが予定されている。

1. 電力供給施設改善事業
2. タンリン・ティラワ間道路拡幅事業

(2) 事業実施体制の提案

優先事業 2 案件（電力供給および道路拡幅）は、図 4.4.1 に示すようにセクター別を実施される。事業実施の進捗は、JICA 及び各セクターの実施機関によって合同調整委員会に報告されることが求められる。



出典：JICA 調査団

図 4.4.1: 事業実施体制案

(3) プロジェクト・マネジメント・ユニット（PMU）設立の提案

実施機関を補佐するため、計画、事業実施準備の管理業務、入札および建設の管理、財務・資産管理および支出、庶務・情報提供・調整、事業実施のモニタリング・評価・報告、引き継ぎ・譲渡・事業の決算などの機能・職務を遂行する PMU を設立することを提案する。

4.5 優先インフラ整備事業の組織案

(1) 電力供給施設改善事業

実施機関：電力省(MOEP)

事業の目的：本事業はティラワ地域への電力安定供給を目的とし、既存の電力供給施設の改善を図るものであり、タンリン・ティラワ間の 33kV 配電線、ガスタービン発電所、送電線・Thilawa 変電所、ガスパイプラインの設置を含む。

事業実施組織案：本事業実施のために、電力省傘下のヤンゴン市配電公社（YESB）に PMU を設置することが期待される。

運営維持管理組織案：運営維持管理のため、発電所（職員数 63 名）とティラワ変電所（職員数 23 名）の組織を設立することを提案する。ガスパイプラインは、完成後ミャンマー石油ガス公社（MOGE）が、運営維持管理を行う。

(2) タンリン・ティラワ間道路拡幅事業

実施機関：建設省 (MOC)

事業の目的：本事業は、タンリン橋とティラワ SEZ 間の道路拡幅を行い、それに伴って道路沿いの施設を移設するものである。

事業実施組織案：本事業実施のためには、建設省に PMU が設置されるものと期待され、10 名により構成される PMU を提案する。

運営維持管理組織案：建設終了後、運営維持管理は建設省により引き続き行われるものとする。一方、道路拡幅に伴い移設された施設は、元の管理機関が運営維持管理を行う。

ミャンマー国ティラワ経済特別区関連インフラ整備事業準備調査

（ファスト・トラック制度適用案件）

準備調査報告書

位置図

要約

目次

第1章	調査の背景、目的と対象地域	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
1.4	周辺関連計画	1-2
1.5	クラス A の概要	1-2
1.6	ヤンゴン市中心部の定義	1-3
第2章	ティラワ SEZ 開発の背景	2-1
2.1	ティラワ SEZ 開発の背景	2-1
2.2	ティラワ SEZ 開発の目的	2-1
2.3	ティラワ SEZ 開発のコンテキスト	2-1
2.4	ティラワ SEZ 開発の進捗状況	2-1
第3章	ティラワ SEZ に関する METI 調査のレビュー	3-1
3.1	調査の概略	3-1
3.1.1	土地利用計画	3-1
3.1.2	開発の枠組み	3-1
3.2	調査のレビュー	3-2
第4章	ティラワ関連インフラの現況	4-1
4.1	自然条件	4-1
4.1.1	地質調査	4-1
4.1.2	地形測量調査	4-5
4.1.3	井戸開発調査	4-7
4.1.4	洪水履歴調査	4-10
4.2	周辺道路の現況	4-13
4.2.1	道路ネットワーク	4-13
4.2.2	道路利用実態	4-13
4.2.3	料金体系	4-16
4.2.4	交通量実態	4-17

4.2.5	既存付帯インフラ調査	4-19
4.3	雨水排水及び洪水防御システムの現況	4-25
4.3.1	雨水排水システムに係る行政組織	4-25
4.3.2	雨水排水と洪水の現況	4-25
4.3.3	降雨強度	4-27
4.4	上水道の現況	4-28
4.4.1	上水道セクターに係る行政組織	4-28
4.4.2	水源と上水道の現況	4-29
4.4.3	現況水源の水質と許容最大水質	4-33
4.4.4	飲料水水質基準	4-34
4.4.5	ティラワ SEZ 将来計画での水源候補	4-34
4.5	下水道システムの現況	4-37
4.5.1	下水道セクターに係る行政組織	4-37
4.5.2	下水道現況	4-37
4.5.3	工場廃水及び都市廃水排出基準	4-38
4.5.4	工場での前処理義務化	4-39
4.6	廃棄物管理の現況	4-41
4.6.1	ヤンゴン都市圏における廃棄物管理	4-41
4.6.2	ベンチマーキングサーベイ	4-44
4.6.3	ヤンゴン都市圏における廃棄物発生と関連施設	4-47
4.7	電力供給の現状	4-50
4.7.1	ミャンマーの電力供給組織	4-50
4.7.2	ミャンマーの電力供給と電力需要	4-51
4.7.3	発電電力	4-50
4.7.4	送電、配電システム	4-53
4.7.5	開発計画	4-56
4.7.6	電力料金	4-56
4.7.7	ヤンゴン地域の燃料供給状況	4-56
4.8	通信システムの現状	4-59
4.8.1	通信システム概観	4-59
4.8.2	ティラワ地域の通信事情	4-59
4.8.3	ティラワ SEZ における通信施設の課題	4-60
4.9	環境社会配慮	4-61
4.9.1	環境社会配慮制度・組織	4-61
4.9.2	土地収用・住民移転に関する制度・組織	4-63
4.10	事業実施組織	4-66
4.10.1	ティラワ SEZ 管理委員会 (Thilawa SEZ Management Committee : TSMC)	4-66
4.10.2	ティラワ SEZ 支援委員会 (Thilawa SEZ Supporting Committee : TSSC)	4-66

4.10.3	人間居住・住宅建設局（Department of Human Settlement and Housing Development : DHSHD）	4-67
4.10.4	ヤンゴン市開発委員会（Yangon City Development Committee : YCDC）	4-70
4.10.5	インフラ開発関連省庁および組織	4-71
4.11	既存インフラの課題	4-72
第5章 ティラワ SEZ に関するインフラ設計		5-1
5.1	SEZ 開発によって新たに発生するティラワ地域のインフラ需要	5-1
5.2	ティラワ地域のインフラ需要対応方針	5-1
5.3	優先整備事業の必要性	5-2
5.3.1	電力	5-2
5.3.2	道路	5-3
5.4	電力計画	5-3
5.4.1	基本方針	5-3
5.4.2	設計基準	5-3
5.4.3	電力需要予測	5-4
5.4.4	電力計画概要	5-5
5.4.5	優先すべき電力供給施設整備計画	5-7
5.4.6	優先計画のための燃料供給	5-17
5.5	道路計画	5-21
5.5.1	道路計画コンセプト	5-21
5.5.2	道路設計基準	5-21
5.5.3	将来交通量の需要予測	5-21
5.5.4	道路計画	5-25
5.5.5	道路概略設計	5-26
第6章 環境社会配慮		6-1
6.1	電力供給施設改善事業	6-1
6.1.1	実施対象事業の位置関係	6-1
6.1.2	対象地周辺環境の現況	6-1
6.1.3	代替案の比較検討	6-3
6.1.4	影響項目（スコーピング結果）	6-8
6.1.5	環境社会配慮の TOR	6-15
6.1.6	環境社会配慮調査結果及び評価結果（IEE）	6-16
6.1.7	緩和策及び緩和策実施のための費用	6-20
6.1.8	モニタリング計画及びモニタリングフォーム案	6-21
6.1.9	ステークホルダー協議	6-22
6.1.10	電力供給施設改善事業推進のための環境社会配慮上の課題及び対応	6-22
6.2	タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業	6-23
6.2.1	実施対象事業の位置関係	6-23
6.2.2	対象地周辺環境の現況	6-23

6.2.3	代替案の比較検討.....	6-24
6.2.4	影響項目（スコーピング結果）.....	6-27
6.2.5	環境社会配慮の TOR.....	6-29
6.2.6	ベースライン調査.....	6-29
6.2.7	環境社会配慮調査結果（IEE）.....	6-35
6.2.8	緩和策及び緩和策実施のための費用.....	6-37
6.2.9	モニタリング計画及びモニタリングフォーム案.....	6-38
6.2.10	緩和策及びモニタリングの実施体制.....	6-39
6.2.11	ステークホルダー協議.....	6-40
第7章	事業実施促進策.....	7-1
7.1	事業実施の前提.....	7-1
7.2	ティラワ SEZ 開発のための組織構築.....	7-2
7.3	制度面の施策.....	7-4
7.4	周辺優先インフラ開発の提案.....	7-5
7.5	優先インフラ整備事業の組織案.....	7-6

図リスト

図 1.3.1 : 調査対象地.....	1-1
図 1.5.1 : クラス A ロット計画案.....	1-2
図 1.5.2 : 電気・水の需要予想グラフ.....	1-3
図 1.6.1 : CBD 位置図.....	1-3
図 3.1.1 : 土地利用計画.....	3-1
図 4.1.1 : 地質調査地点(ティラワ SEZ).....	4-2
図 4.1.2 : 地質調査地点(アクセス道路).....	4-4
図 4.1.3 : 地形測量調査地点.....	4-6
図 4.1.4 : 電気探査地点および生産井位置図.....	4-8
図 4.1.5 : 井戸 PW3/TW-7B の柱状図と完成図.....	4-9
図 4.1.6 : 洪水履歴調査.....	4-12
図 4.2.1 : ティラワ SEZ への道路ネットワーク現況.....	4-13
図 4.2.2 : 路肩と車道の高低差.....	4-14
図 4.2.3 : 道路脇の側溝.....	4-14
図 4.2.4 : タンリン橋写真.....	4-14
図 4.2.5 : 追い越し運転.....	4-15
図 4.2.6 : 同時に走行する様々な車両.....	4-15
図 4.2.7 : ルート 2 の路面状況.....	4-15
図 4.2.8 : ティラワ SEZ から東へと延びる車道.....	4-15
図 4.2.9 : ダゴン橋写真.....	4-16
図 4.2.10 : 交通量調査位置.....	4-18
図 4.2.11 : Thanlyin 中心 (TS2) の交通量調査データ.....	4-19
図 4.2.12 : 既存架空電力配線及び変圧器の例.....	4-20
図 4.2.13 : 既存の街灯及び信号機.....	4-21
図 4.2.14 : 既存配電線、該当及び信号機 (位置図).....	4-22
図 4.2.15 : 既存の通信システム.....	4-23
図 4.2.16 : 既存の通信システム (位置図).....	4-24
図 4.3.1 : 開発業務庁組織図.....	4-25
図 4.3.2 : ティラワ SEZ 地区の既存排水システム.....	4-26
図 4.3.3 : 既存河およびエレファント地点位置.....	4-26
図 4.4.1 : タンリン・タウンシップ開発委員会組織図.....	4-28
図 4.4.2 : チャウタン・タウンシップ開発委員会組織図.....	4-29
図 4.4.3 : 既存公共施設と既存水源の位置.....	4-29
図 4.4.4 : タンリン既存井戸の位置.....	4-31
図 4.4.5 : 水源候補地.....	4-35
図 4.4.6 : Langunbyn 貯水池.....	4-37
図 4.4.7 : Khayan ゲート.....	4-37

図 4.5.1 : ヤンゴン市下水処理施設位置図	4-38
図 4.6.1 : 処分ごみの種別割合	4-42
図 4.6.2 : Namson 廃棄物処理コンプレックスにおける有害廃棄物処理フロー	4-46
図 4.6.3 : 廃棄物の物理組成割合	4-47
図 4.6.4 : ヤンゴン市の廃棄物収集量	4-48
図 4.6.5 : 既存の最終処分場位置（タンリン・チャウタン含む）	4-49
図 4.7.1 : 日負荷曲線（2012年3月12日）	4-51
図 4.7.2 : 発電所の位置図	4-52
図 4.7.3 : 送電線ルート図（既設及び将来計画、2012年9月現在）	4-54
図 4.7.4 : Thanlyin 変電所への 230kV 送電線	4-55
図 4.7.5 : 輸出及び国内消費天然ガス供給量	4-56
図 4.7.6 : 用途別天然ガス国内消費	4-57
図 4.7.7 : ヤンゴン地域のガスパイプライン網	4-57
図 4.8.1 : ティラワ SEZ 近郊にある現在の通信アクセス	4-60
図 4.10.1 : 人間居住・住宅建設局の組織	4-68
図 4.10.2 : 工業団地位置図	4-69
図 4.10.3 : YCDC の組織図	4-70
図 5.4.1 : 230kV 送電システムの拡張計画	5-7
図 5.4.2 : 33kV 配電線と 230kV 送電線の（Thilawa 変電所用の）ルート	5-8
図 5.4.3 : Thanlyin 変電所単線結線図	5-9
図 5.4.4 : Thanlyin 変電所機器配置図	5-10
図 5.4.5 : ガスタービン発電機の配置（例）	5-12
図 5.4.6 : Thilawa 変電所単線結線図	5-14
図 5.4.7 : Thilawa 変電所機器配置図	5-15
図 5.4.8 : 単線結線図（Thanlyin 変電所改修）	5-16
図 5.4.9 : 優先電力計画の概要（ステージ1、ステージ2）	5-17
図 5.4.10 : ティラワへのガス供給パイプラインルート案	5-19
図 5.4.11 : タケタ・オイルターミナルの位置	5-20
図 5.5.1 : 交通発生源と輸送ルート	5-22
図 5.5.2 : タンリンーティラワ・アクセス道路の位置図	5-25
図 5.5.3 : 主な道路線形変更箇所	5-27
図 5.5.4 : 既存の寺院及び計画道路線形と幅員	5-27
図 5.5.5 : 既存のパゴダ及び計画道路線形と幅員	5-28
図 5.5.6 : 標準道路断面図(24m)	5-28
図 5.5.7 : 標準道路断面図(22m)	5-29
図 5.5.8 : 舗装構造	5-29
図 5.5.9 : 街灯設置個所の標準道路平面図	5-31
図 5.5.10 : 既存橋梁及びボックスカルバートの位置および現状	5-32
図 5.5.11 : 既存のボックスカルバート及び橋梁	5-33

図 5.5.12 : BR-2 橋の拡幅計画（12m 拡幅）	5-33
図 6.1.1 : 電力施設位置図（ガスタービン発電所、変電所、230kV 送電線、33kV 配電線）	6-1
図 6.1.2 : 電力施設位置図（ガスパイプライン）	6-2
図 6.1.3 : ガスタービン発電所及び変電所の周辺衛星写真	6-2
図 6.1.4 : 対象地北側写真	6-3
図 6.1.5 : 対象地南側写真	6-3
図 6.1.6 : ガスパイプラインを取り付け予定のダゴン橋	6-7
図 6.2.1 : 道路拡幅箇所位置図	6-23
図 6.2.2 : RoadA 北側写真	6-24
図 6.2.3 : RoadA 南側写真	6-24
図 6.2.4 : 道路拡幅事業候補ルート	6-24
図 6.2.5 : ベースライン調査地点	6-31
図 6.2.6 : 道路用地上の露店商の現状	6-35
図 7.1.1 : ティラワ SEZ のタイムフレーム	7-1
図 7.2.1 : ティラワ SEZ 連絡協議会	7-2
図 7.4.1 : 事業実施体制の提案	7-5
図 7.5.1 : 電力供給施設改善事業 PMU 組織案図	7-7
図 7.5.2 : YESB の組織図	7-8
図 7.5.3 : ガスタービン発電所の運営維持管理組織図案	7-9
図 7.5.4 : Thilawa 変電所の運営維持管理組織図案	7-9
図 7.5.5 : タンリン・ティラワ間道路拡幅事業 PMU 組織図案	7-10
図 7.5.6 : タンリン・ティラワ間道路拡幅事業維持管理組織図案	7-10

表リスト

表 1.4.1 : ティラワ SEZ 関連の調査.....	1-2
表 1.5.1 : クラス A 販売計画と電気・水道需要予測	1-3
表 1.6.1 : ティラワ SEZ とヤンゴン市主要地点の位置関係	1-4
表 2.4.1: ティラワ SEZ の道路.....	2-1
表 3.1.1 : METI 調査による土地利用計画	3-1
表 3.1.2 : METI 調査による人口予測	3-1
表 3.1.3 : METI 調査によるインフラ需要予測	3-2
表 4.1.1 : 地質調査内容(ティラワ SEZ).....	4-1
表 4.1.2 : 調査地点の選定理由(ティラワ SEZ).....	4-1
表 4.1.3 : 土質調査結果の概要(ティラワ SEZ).....	4-3
表 4.1.4 : 地質調査内容(アクセス道路)	4-3
表 4.1.5 : 調査地点の選定理由(アクセス道路)	4-4
表 4.1.6 : 土質調査結果の概要(アクセス道路)	4-5
表 4.1.7 : 地形測量調査内容	4-5
表 4.1.8 : 井戸開発調査概要	4-7
表 4.1.9 : 生産井概要.....	4-8
表 4.1.10 : 生産井水質分析結果.....	4-9
表 4.1.11 : ポンプ運転計画と生産量	4-10
表 4.1.12 : 居住期間.....	4-11
表 4.1.13 : 洪水の経験.....	4-11
表 4.1.14 : 過去に 1 度の洪水経験がある住民の浸水した時間	4-11
表 4.2.1 : 路面の現状 (図 4.2.1 参照)	4-14
表 4.2.2 : タンリン橋使用料.....	4-16
表 4.2.3 : Kyaik Khauk Pagoda 道路の使用料.....	4-17
表 4.2.4 : ダゴン橋及び道路の通行料.....	4-17
表 4.2.5 : ルート 1 交通量調査結果.....	4-18
表 4.2.6 : ルート 2 の交通量調査結果.....	4-19
表 4.2.7 : 既存配電線.....	4-20
表 4.2.8 : 既存変圧器.....	4-20
表 4.2.9 : 既存の地中線.....	4-23
表 4.2.10 : 既存の架空線.....	4-23
表 4.3.1 : Yangon 河潮位データ	4-27
表 4.3.2 : Myanmar International Terminals Thilawa (MITT) 調査による深浅データ	4-27
表 4.3.3 : 降雨強度式の結果	4-27
表 4.3.4 : ヤンゴン降雨強度	4-28
表 4.4.1 : 既存貯水池.....	4-30
表 4.4.2 : タンリンの既存井戸.....	4-31

表 4.4.3 : タンリン水道料金表.....	4-32
表 4.4.4 : YCDC 水道料金表.....	4-32
表 4.4.5 : 河川水質と許容最大水質基準.....	4-33
表 4.4.6 : 貯水池・湖水質と許容最大水質基準.....	4-33
表 4.4.7 : 井戸と許容最大水質基準.....	4-34
表 4.4.8 : 飲料水の水質基準.....	4-34
表 4.5.1 : 工場廃水排出基準.....	4-38
表 4.5.2 : 都市廃水排出基準.....	4-39
表 4.6.1 : YCDC 条例における廃棄物の定義.....	4-41
表 4.6.2 : PCCD による有害破棄物処理・処分記録.....	4-43
表 4.6.3 : 工業団地における産業廃棄物処理状況.....	4-43
表 4.6.4 : YCDC による廃棄物収集料金.....	4-44
表 4.6.5 : タンリン・タウンシップによる廃棄物収集料金.....	4-44
表 4.6.6 : チャウタン・タウンシップによる廃棄物収集料金.....	4-44
表 4.6.7 : Namson 廃棄物処理コンプレックスにおける有害廃棄物処理方法.....	4-46
表 4.6.8 : Namson 廃棄物処理コンプレックスの焼却施設概要.....	4-46
表 4.6.9 : ハノイ URENCO による有害廃棄物処理料金.....	4-47
表 4.6.10 : ヤンゴン市における廃棄物排出原単位.....	4-47
表 4.6.11 : PCCD の廃棄物収集量（2011 年）.....	4-48
表 4.6.12 : YCDC 内の既存最終処分場.....	4-49
表 4.7.1 : 2012 年統合前 MOEP 組織.....	4-50
表 4.7.2 : 統合後 MOEP の組織.....	4-50
表 4.7.3 : ミャンマー国での発電設備、発電量、発電稼働率の概要.....	4-52
表 4.7.4 : Thanlyin 変電所に接続している既設送電線.....	4-53
表 4.7.5 : ティラワ SEZ 近辺の変電所.....	4-55
表 4.7.6 : 電気料金(2012 年 1 月改定).....	4-56
表 4.7.7 : オフショアガスの性状.....	4-58
表 4.7.8 : ディーゼル軽油の製品規格.....	4-59
表 4.8.1 : ティラワ SEZ と通信接続可能な既存伝送路の仕様.....	4-60
表 4.9.1 : JICA 環境社会配慮ガイドラインと「ミ」国における EIA 制度との相違点	4-63
表 4.9.2 : JICA 環境社会配慮ガイドラインと「ミ」国における用地取得・住民移転 関連法令との相違点.....	4-65
表 4.10.1 : ティラワ SEZ 支援委員会構成員の任命状況（2012 年 9 月現在）.....	4-67
表 4.10.2 : ヤンゴン地域の工業団地の状況（2012 年 8 月下旬現在）.....	4-69
表 4.10.3 : ティラワ SEZ におけるインフラ関連省庁及び組織.....	4-71
表 4.11.1 : 既存インフラの課題.....	4-72
表 5.1.1 : ティラワ地域の各種インフラ需要.....	5-1
表 5.4.1 : 気候条件.....	5-4

表 5.4.2：電氣的な安全離隔距離.....	5-4
表 5.4.3：電力需要（ティラワ SEZ クラス A）.....	5-4
表 5.4.4：タンリン及びチャウタンのタウンシップ人口予測.....	5-5
表 5.4.5：推奨するガスタービン発電機の概略仕様.....	5-11
表 5.4.6：ガスタービン発電機の天然ガス供給条件.....	5-18
表 5.4.7：発電機へのディーゼル軽油供給条件.....	5-19
表 5.5.1：道路の分類.....	5-21
表 5.5.2：第4種道路の区分.....	5-21
表 5.5.3：設計基準交通量.....	5-21
表 5.5.4：SEZ 外からの通勤者数.....	5-23
表 5.5.5：SEZ 外からの通勤交通量.....	5-23
表 5.5.6：道路の種別.....	5-26
表 5.5.7：道路拡幅の計画概要.....	5-26
表 5.5.8：予測交通量.....	5-30
表 5.5.9：提案する舗装構成.....	5-30
表 5.5.10：街灯の仕様.....	5-30
表 5.5.11：新設置街路灯の位置.....	5-31
表 5.5.12：ボックスカルバートのサイズ.....	5-33
表 5.5.13：電力ケーブル工事の概要.....	5-34
表 5.5.14：変圧器.....	5-34
表 5.5.15：通信ケーブル工事の概要.....	5-35
表 6.1.1：電力施設（ガスタービン発電所及び変電所）の代替案候補.....	6-3
表 6.1.2：電力供給施設改善事業（ガスタービン発電）の代替案比較.....	6-4
表 6.1.3：電力供給施設改善事業（230kV 送電線）の代替案比較.....	6-5
表 6.1.4：ガスパイプライン事業の代替案比較.....	6-7
表 6.1.5：影響項目の特定にあたっての対象実施事業コンポーネントの再区分.....	6-8
表 6.1.6：電力供給施設改善事業（ガスタービン発電）のスコーピング結果.....	6-8
表 6.1.7：電力供給施設改善事業（パイプラインによる発電用ガスの供給）のスコ ーピング結果.....	6-10
表 6.1.8：電力供給施設改善事業（変電施設）のスコーピング結果.....	6-12
表 6.1.9：電力供給施設改善事業（送配電線）のスコーピング結果.....	6-14
表 6.1.10：電力供給施設改善事業の TOR 表.....	6-15
表 6.1.11：電力供給施設改善事業（ガスタービン発電）の IEE 結果.....	6-16
表 6.1.12：電力供給施設改善事業（パイプラインによる発電用ガスの供給）の IEE 結果.....	6-17
表 6.1.13：電力供給施設改善事業（変電施設）の IEE 結果.....	6-18
表 6.1.14：電力供給施設改善事業（送配電線）の IEE 結果.....	6-19
表 6.1.15：電力供給施設改善事業に関する緩和策及び緩和策実施のための費用（工 事前・工事中）.....	6-20

表 6.1.16：電力供給施設改善事業に関する緩和策及び緩和策実施のための費用（供用時）	6-21
表 6.1.17：電力供給施設改善事業のモニタリング計画	6-21
表 6.2.1：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業の代替案比較	6-25
表 6.2.2：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業のスコーピング結果	6-27
表 6.2.3：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業の環境社会配慮に係る TOR 表	6-29
表 6.2.4：ベースライン調査概要	6-30
表 6.2.5：大気環境調査結果	6-31
表 6.2.6：水質調査結果	6-32
表 6.2.7：土壌環境調査結果	6-33
表 6.2.8：騒音調査（LAeq）結果	6-33
表 6.2.9：街路樹状況調査結果	6-34
表 6.2.10：拡幅道路内もしくは拡幅道路境界上に確認された施設の概要	6-35
表 6.2.11：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業の IEE 結果	6-35
表 6.2.12：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業に関する緩和策及び緩和策実施のための費用（工事前・工事中）	6-37
表 6.2.13：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業に関する緩和策及び緩和策実施のための費用（供用時）	6-38
表 6.2.14：タンリン・ティラワ SEZ 間道路拡幅事業のモニタリング計画	6-38
表 6.2.15：緩和策及びモニタリングの実施体制	6-39
表 6.2.16：ステークホルダー協議の概要	6-40
表 6.2.17：全体協議の参加組織及び参加者数	6-41
表 7.2.1：合同調整委員会メンバー	7-3
表 7.2.2：ワン・ストップ・サービス・センターの職員	7-3
表 7.4.1：PMU の機能及び職務	7-6
表 7.5.1：既存 Thanlyin 変電所の職員配置	7-8

略語集

AMSL	Above Mean Sea Level	MOC	Ministry of Construction
BOD	Biochemical Oxygen Demand	MOECF	Ministry of Environment Conservation and Forestry
CDMA	Code Division Multiple Access	MOEP	Ministry of Electric Power
DAWF	Daily Average Water flow	MOGE	Myanma Oil and Gas Enterprise
DHSHD	Department of Human Settlement and Housing Development	MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment
DMH	Department of Meteorology & Hydrology	MITT	Myanmar International Terminals Thilawa
DMWF	Daily Maximum Water flow	MPA	Myanmar Port Authority
EPD	Energy Planning Department	MPPE	Myanmar Petroleum Products Enterprise
FDI	Foreign Direct Investment	MPT	Myanmar Posts and Telecommunications
FTTB	Fiber-to-the-Building	MPTA	Myanmar Petroleum Trade Association
FTTC	Fiber-to-the-Curb/Cabinet	NGN	Next Generation Network
FTTH	Fiber-to-the-Home	PCCD	The Pollution and Cleaning Department
GOM	Government of Myanmar	PTD	Post and Telecommunications Department
GSM	Global System for Mobile Communication	RBD	The Road and Bridge Department
GTG	Gas Turbine Generator	SEZ	Special Economic Zone
HMWF	Hourly Maximum Water flow	SLRD	Settlement and Land Records Department
IEC	International Electro-technical Commission	SPT	Standard Penetration Test
ID	Irrigation Department	S/S	Substation
ITMC	International Transmission Maintenance Center	TDMA	Time Division Multiple Access
JICA	Japan Cooperation International Agency	TES	Thanlyin Earth Station
JIS	Japanese Industrial Standard	TKDC	Thanlyin - Kyauktan Development Company
JPY	Japanese Yen	TKIZ	Thanlyin - Kyauktan Industrial Zone
KTDC	Kyauktan Township Development Committee	TSMC	Thilawa SEZ Management Committee
MCIT	Ministry of Communications, Information Technology	TSSC	Thilawa SEZ Supporting Committee
MCPT	Ministry of Communications, Posts and telegraphs	TTDC	Thanlyin Township Development Committee
MDA	Ministry of Development Affairs	UMFCCI	Union of Myanmar Federation of Chambers of Commerce and Industry
MEPE	Myanmar Electric Power Enterprise	USD	US Dollar
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (of Japan)	WWTP	Waste-Water Treatment Plant
MITT	Myanmar International Terminals Thilawa	YCDC	Yangon City Development Committee
MMK	Myanmar Kyat	YESB	Yangon City Electricity Supply Board
MOAI	Ministry of Agriculture and Irrigation		

第1章 調査の背景、目的と対象地域

1.1 調査の背景

ミャンマー国（以下「ミ」国）政府は経済発展を実現する上で、海外直接投資（FDI）の誘致を重視しており、特にティラワ、ダウエイおよびチャオピューにおける経済特別区（Special Economic Zone：SEZ）の開発を同国の経済発展の起爆剤となるよう計画を進めている。これに対し、我が国経済産業省（METI）は、2012年3月より「ミャンマーにおけるスマートコミュニティ実施可能性検討調査（以下 METI-F/S）」を実施し、ティラワ SEZ 開発に係るグラウンド・デザインの策定ならびにプレフィージビリティ調査を実施するなど連携を強めている。以上を背景とし、本調査ではティラワ SEZ 関連インフラ整備事業に係る調査を実施する。

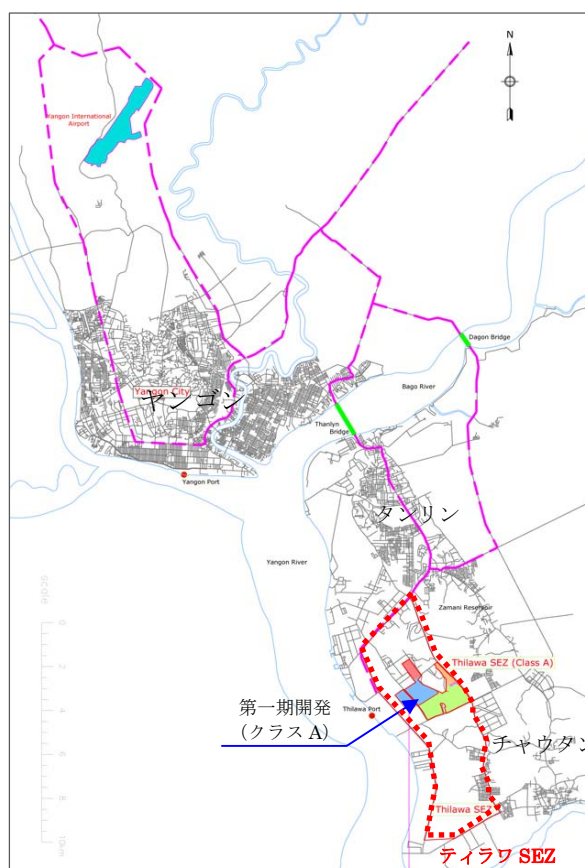
1.2 調査の目的

本調査ではティラワ SEZ の実現に必要な公的機関による関連インフラの抽出、優先事業の事業費、概略実施スケジュール、事業実施体制案、運営・維持管理体制案、環境社会配慮等の検討・提案を目的とする。

1.3 調査対象地域

図 1.3.1 に調査対象地であるティラワ SEZ および周辺地域を示す。対象地は、ヤンゴン市の南東 20km のタンリン、チャウタンに隣接する場所に位置し、ティラワ SEZ 約 2,400ha とその周辺地域を含む。なお、本調査では、本邦商社連合の F/S にて検討が行われている第一期開発（暫定面積 420ha）に必要な基礎インフラを対象としている。

2013年11月時点において、ティラワ SEZ の外周には既に環状道路が建設されており、同地域の西側を流れる Yangon 河に面している箇所には既に港が建設・運営され、年間取扱容量 36,000TEU のバースが存在する。



出典：JICA 調査団

図 1.3.1：調査対象地

1.4 周辺関連計画

ティラワ SEZ 開発に関連して、下記の 4 調査が実施されている。

表1.4.1：ティラワSEZ関連の調査

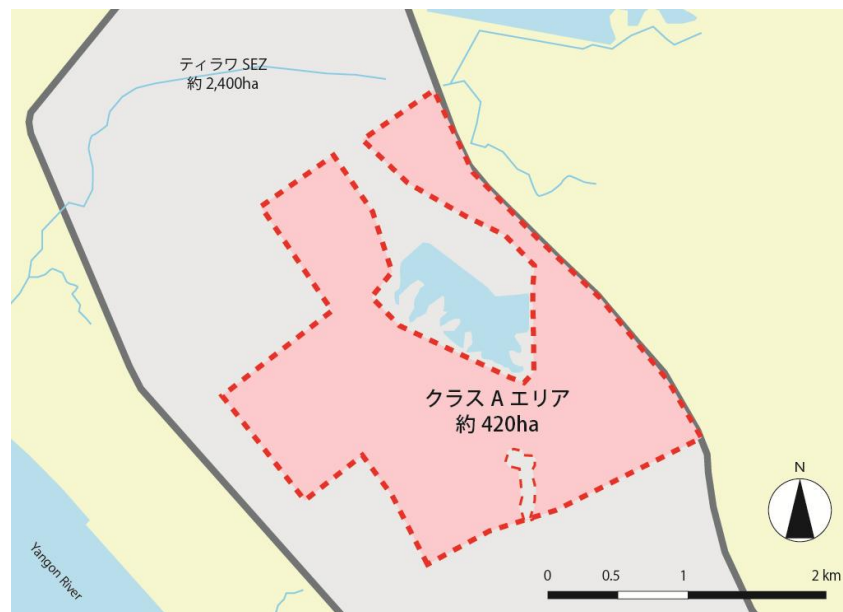
No.	調査名	対象地域	概要
1	インフラ・システム輸出促進調査等事業（ミャンマーにおけるスマート・コミュニティ実施可能性検討調査）（METI-F/S）	2,400ha	ティラワ SEZ 全域の概略基本計画
2	ミャンマー連邦共和国ティラワ特別経済区事業化調査（Class A 開発実行可能性調査）	420ha	日本連合とミャンマー連合との共同事業体
3	ティラワ経済特別区関連インフラ整備事業準備調査	2,400ha および周辺地域	第一期開発（クラス A）開発のために必要とされるインフラ整備計画の策定
4	ティラワ港実行可能性調査	ティラワ港	対象範囲 800mx750m（3 段階整備計画）

出典：JICA 調査団

注：網掛けの調査が本調査となる。

1.5 第一期開発（クラス A）の概要

図 1.5.1.に、本邦商社連合によって検討されている第一期開発（以下クラス A）の想定範囲を示す。幹線道路に面した好立地である点、既存地盤高が高く造成計画が比較的容易である点などを考慮し、この場所を先行開発地区として選定している。



出典：JICA 調査団

図 1.5.1：クラス A 想定位置図

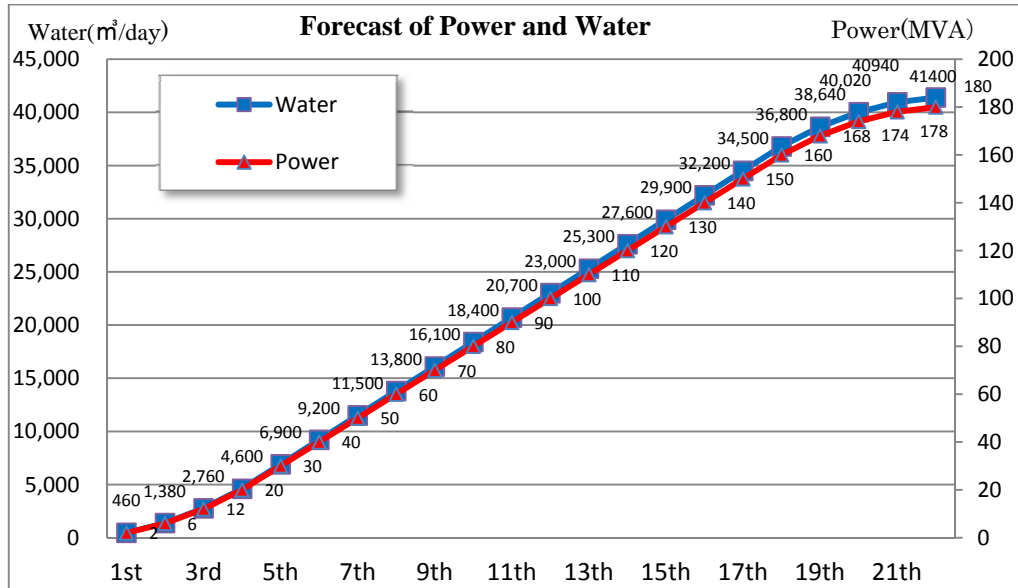
本邦商社連合は、過去のアジア諸国における工業団地販売実績から判断して、1 年間に販売されるロット面積は 20ha 程度と推察している。この販売計画に基づき、クラス A 開発実行可能性調査では、クラス A に必要な水道・電気の需要量を下表の通り予想している。

表1.5.1：クラスA販売計画と電気・水道需要予測

年	1st	2nd	3rd	4th	5th	10th	15th	20th	22th
販売面積 (ha)	20	40	60	80	100	200	300	360	360
稼働工場面積(ha)	4	12	24	40	60	160	260	348	360
水需要 (m ³ /day)	460	1,380	2,760	4,600	6,900	18,400	29,900	40,940	41,400
電力需要 (MVA/day)	2	6	12	20	30	80	130	174	180
水道需要原単位 (m ³ /day/ha)	23.0	34.5	46.0	57.5	69.0	92.0	99.7	111.2	115.0
電気需要原単位 (m ³ /day/ha)	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5

出典：ティラワ SEZ 内クラス A 開発実行可能性調査

備考：水道需要の原単位 (110m³/ha/day)、電気需要の原単位 (0.5MVA/ha)



出典: JICA 調査団

図 1.5.2：電気・水の需要予想グラフ

1.6 ヤンゴン市中心部の定義



出典：JICA 調査団

図 1.6.1：CBD 位置図

ヤンゴン市は古くからシュエダゴンパゴダ（市内最大の寺院）周辺の寺町や Yangon 河沿いの旧市街地を中心に発展してきた。現在でも中心地はこれら地域であり、旧市街地は住宅に加え商業業務施設が密集した CBD (Central Business District、図 1.6.1 参照) と呼ばれており、この地域には都市の中心としての機能（行政、金融、商業等）が備わっている。本報告書では、この CBD をヤンゴン市中心と定義する。ヤンゴン市中心から主要地点までの距離を表 1.6.1 に示す。

表1.6.1：ティラワSEZとヤンゴン市主要地点の位置関係

No.	主要地点	ティラワ SEZ までの距離	
		タンリン橋経由	ダゴン橋経由
1	ヤンゴン市中心地	19 km	36 km
2	ヤンゴン国際空港	30 km	47 km

出典: JICA 調査団

第2章 ティラワ SEZ 開発の背景

2.1 ティラワ SEZ 開発の背景

地域経済の拠点として 1,230ha の面積を持つタンリン・チャウタン経済特区（TKIZ）を開発するために、タンリン・チャウタン開発会社（TKDC）が 1996 年に設立された。しかし、法制度の未整備や事業を運営する上で十分な参画者が集まらなかったことにより計画は中断され、現在に至っている。

その後、TKIZ は外国企業によってティラワ経済特別区（SEZ）開発として引き継がれ、SEZ 開発のための事業実施可能性調査が行われてきた。しかし、政治をめぐる社会情勢やミャンマー国内経済の状況等を理由に、SEZ 開発の実施は滞っている。

2.2 ティラワ SEZ 開発の目的

ティラワ SEZ 開発の目的は、「ミャンマーの未来へのトリガー（きっかけ）」として、同国の経済発展を促し、人々の生活の水準を向上させることである。ティラワ SEZ における外貨の獲得と雇用創出がヤンゴン都市圏、ひいてはミャンマー全体の経済活性化につながることを期待している。

2.3 ティラワ SEZ 開発のコンテキスト

ティラワ SEZ 開発のコンテキストを以下に示す。

1. 様々な経済活動（製造業、流通、商業、サービスなど）を実施、促進し、持続的で実質的な経済発展を促す。
2. 海外直接投資（FDI）の誘致を通じて、財政面の改善のみならず、経済の基礎を確立させるための知見を蓄積する。
3. 十分なインフラと国際標準のビジネス環境を作り出すことで、海外の多くの投資家を招致し、ミャンマーのブランドを国際的なものへと引き上げる。

2.4 ティラワ SEZ 開発の進捗状況

2013 年 11 月時点におけるティラワ SEZ 開発の状況としては、ティラワ SEZ 支援委員会（Thilawa SEZ Supporting Committee）の事務所の設置と複数の道路が整備されるのみ。ティラワ SEZ 開発に関連する既存道路の状況を下記表 2.4.1 に示す。

表2.4.1:ティラワSEZの道路

道路	内容
外周道路	2 方向、片側 1 車線のコンクリート舗装
中心道路	2 方向、片側 2 車線のコンクリート舗装、中央分離帯と道路両側に排水設備がある。

出典: JICA 調査団

第3章 ティラワ SEZ に関する METI 調査のレビュー

3.1 調査の概略

3.1.1 土地利用計画

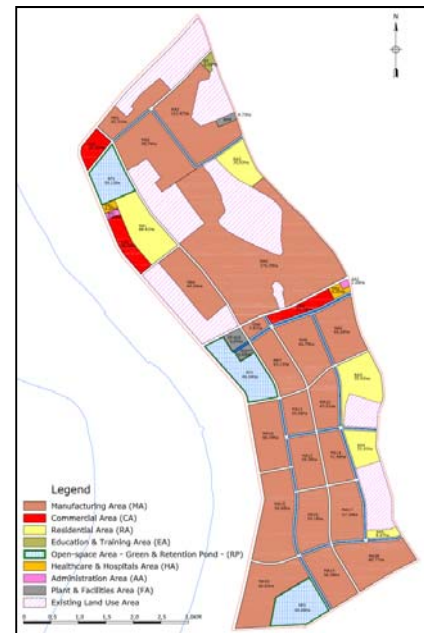
本邦経済産業省（METI）による調査では、ティラワ SEZ をミャンマー国における経済発展のトリガーとすべく、単一の機能（土地利用）に特化せず、工業団地を含めた複数の機能を取込んだ開発が計画されている。土地利用計画については、投資環境を高めるための機能を付加した計画案が提案されている。

図 3.1.1 に同エリアの土地利用計画を、表 3.1.1 に各項目の計画面積比率を示す。

表3.1.1：METI調査による土地利用計画

土地利用	面積 (ha)	比率
1. 製造業エリア	1,560	65.0 %
2. 物流エリア	20	0.8 %
3. IT ソフトウェア・研究開発 エリア	100	4.2 %
4. 商業エリア	40	1.6 %
5. 国際卸売りエリア	10	0.4 %
6. 居住エリア	220	9.2 %
7. 健康・医療エリア	10	0.4 %
8. 教育エリア	5	0.2 %
9. 広場・レクリエーションエリア	200	8.4 %
10. 行政エリア	5	0.2 %
11. インフラ施設	230	9.6 %
合計	2,400	100.0 %

出典: METI-FS



出典: METI-FS

図3.1.1：土地利用計画

3.1.2 開発の枠組み

METI 調査では土地利用計画に基づき、開発によって期待される居住者数および労働者数が予測されている（表 3.1.2）。これに加え、同調査によって検討された必要なインフラ需要予測を以下に示す（表 3.1.3）。

表3.1.2：METI調査による人口予測

土地利用	全体 (人)
1. 労働者	
a) 製造業	208,000
b) 商業	7,000
2. 居住者	156,000

出典: METI-FS

表3.1.3：METI調査によるインフラ需要予測

インフラ	全体
1. 水供給	117,000 m ³ /d
2. 下水処理	82,000 m ³ /d
3. 廃棄物処理	3,300 ton/d
4. 電力	800 MVA

出典: METI-FS

3.2 調査のレビュー

ティラワ SEZ の総面積は 2,400ha と極めて広大であり、一度に開発するには多額の投資が必要となる。そのため、現実的には段階的な開発が求められ、インフラ整備も開発フェーズの需要に合わせ、段階的に整備していく必要がある。

インフラ需要はティラワ SEZ 内での実質的な経済活動(工場の生産活動や労働者の域内居住)が開始されてから発生する。民間事業者がインフラ整備を行う場合には、初期費用や事業リスクを軽減するために、需要発生後に整備を行う。そのため、需要発生時期と供給整備時期に差が生じるのが一般的である。なお、需要発生前に民間事業者がインフラ整備を行うためには、行政側が何らかの事業保証を行うなど、民間事業者が被るリスクの軽減を図ることが通例である。

ティラワ SEZ 開発に関しては、開発後の需要に対し既存インフラの供給量が大幅に不足しているため、新規インフラ整備のために莫大な費用が必要となる。この多額の資金をどこから工面するかが、ティラワ SEZ 開発を円滑に実施するための重要課題であり、行政側だけの費用負担で賄うことは困難であると考えられるため、官民の連携が必要不可欠となる。

第4章 ティラワ関連インフラの現況

4.1 自然条件

4.1.1 地質調査

(1) ティラワ SEZ 地区地質調査

1) 調査期間と内容

ティラワ SEZ 地区の地質調査は 2012 年の 10 月 8 日から同年 12 月 7 日までの 2 ヶ月間で実施された。調査内容は、以下に示す通りである。

表4.1.1：地質調査内容(ティラワSEZ)

調査項目	調査内容
1. 現地調査 コアボーリング 標準貫入試験 (SPT) 現場透水試験	3 地点で、各試錐にて深度 30m まで掘削 各試錐にて掘削深度 2m 毎に実施 各試錐にて一ヶ所実施
2. 室内試験	土粒子密度試験、含水比試験、粒度試験、湿潤密度試験、透水試験、 圧密試験、CBR 試験

出典: JICA 調査団

2) 調査地点

図 4.1.1 に示す 6 地点において調査を実施した。これらの調査地点の選定理由を下表に示す。

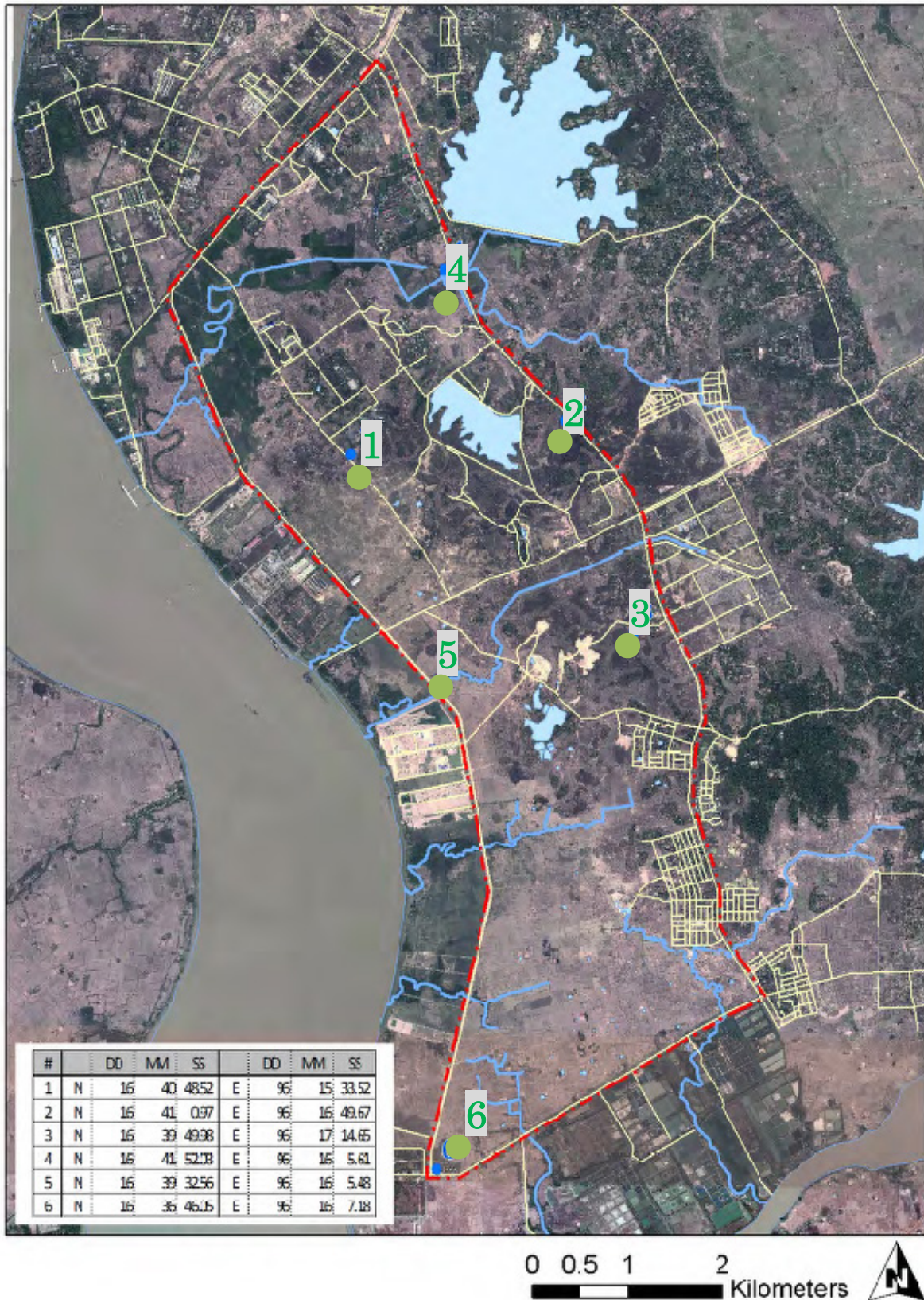
表4.1.2：調査地点の選定理由(ティラワSEZ)

地点	目的	特記
1	クラス A 開発候補地	SEZ 中央道路の北側
2	クラス A 開発候補地	SEZ 中央道路の北側
3	クラス A 開発候補地	SEZ 中央道路の南側
4	既存橋梁拡張・改修計画	SEZ 中央道路の北側
5	雨水排水機場計画予定地	SEZ 中央道路の南側
6	下水処理場建設予定地	SEZ 中央道路の南側

出典: JICA 調査団

Thilawa SEZ -Points of Boring Survey-

121005



出典: JICA 調査団

図 4.1.1 : 地質調査地点(ティラワ SEZ)

3) 地質調査結果

上記に述べた地質調査の結果、ティラワ SEZ 周辺の地盤状況は概して以下の 2 種類に分類される事が判明した。

- a. クラス A および以北
- b. クラス A 以南

地盤調査の結果と考察を下表の通り示す。

表4.1.3：地質調査結果の概要(ティラワSEZ)

調査地点	クラス A および以北	クラス A 以南
ボーリング番号	No.1,2,3,4	No.5, 6
特徴	地表から深さ 10m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 8~30 程度である。地表から 10m 以上深い層は、シルトまたは砂層である。	地表から深さ 15m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 4 以下である。この中には軟弱地盤を含んでおり沈下対策が必要となる可能性がある。地表から 15m 以上深い層は、シルトまたは砂層である。
考察	通常の標準工場を建設する程度であれば、基礎杭を適用せず直接基礎で設計可能と想定される。	構造物を設計する際には、杭基礎が必要となる可能性が高い。

出典: JICA 調査団

上記結果から、ティラワ SEZ において地盤強度は北から南に向かって弱くなる傾向があると推定される。

(2) アクセス道路地質調査

1) 調査期間と内容

地質調査は 2013 年の 8 月 22 日から同年 9 月 27 日までの 1 ヶ月間で実施された。調査内容は以下に示す通りである。

表4.1.4：地質調査内容(アクセス道路)

調査項目	調査概要
1. 現地調査 コアボーリング 標準貫入試験 (SPT) 現場透水試験 Dynamic Cone Penetration Test (DCPT)	4 地点で、各試錐にて深度 30m まで掘削 各試錐にて掘削深度 2m 毎に実施 各試錐にて一ヶ所実施 9 地点 (約 1 km 1 点)
2. 室内試験	土粒子密度試験、含水比試験、粒度試験、湿潤密度試験、透水試験、圧密試験、CBR 試験

出典: JICA 調査団

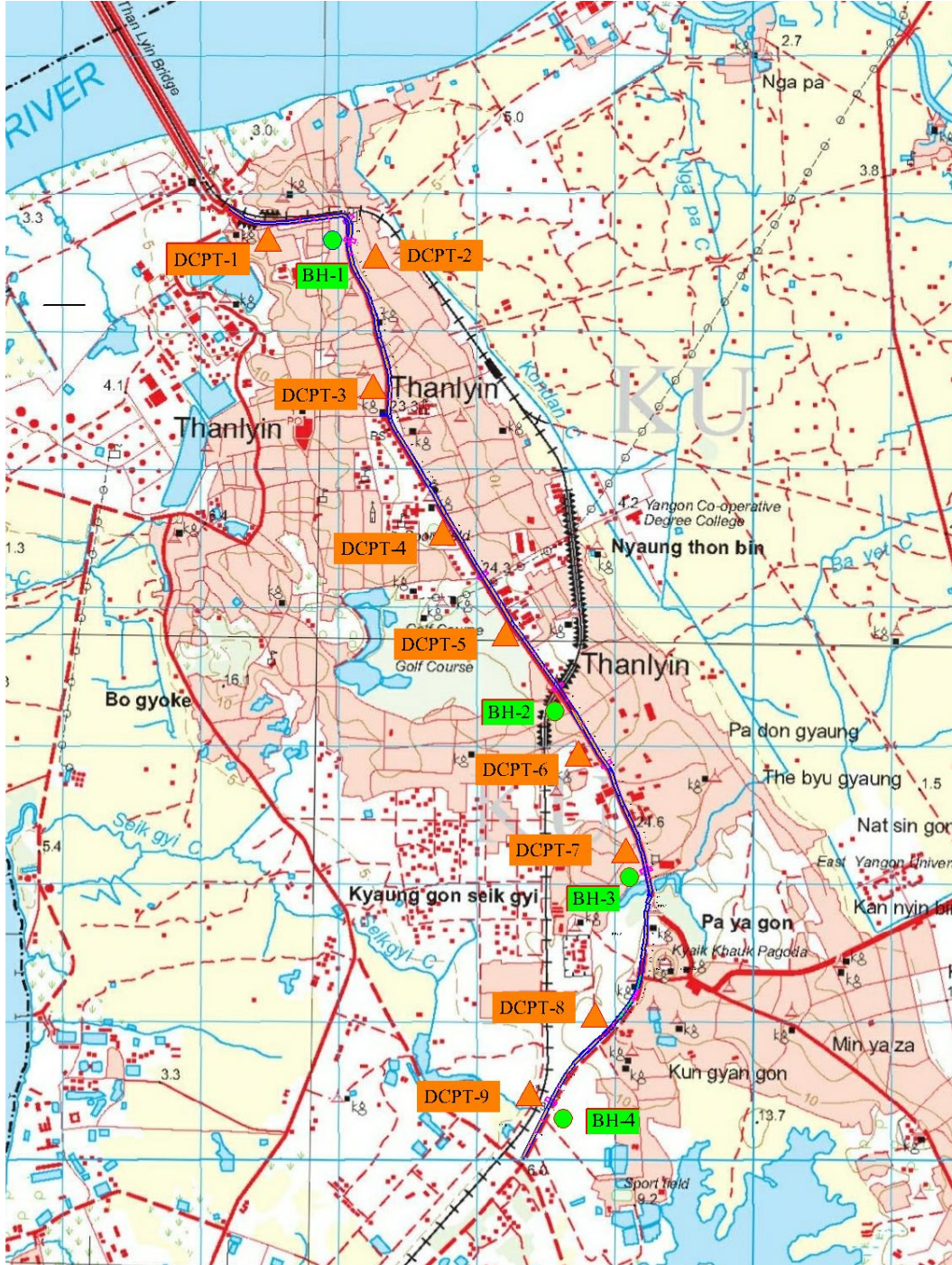
2) 調査地点

図 4.1.2 に示す 4 地点において調査を実施した。これらの調査地点の選定理由を下表に示す。

表4.1.5 : 調査地点の選定理由(アクセス道路)

地点	目的	特記
BH-1	ボックスカルバート BC-1 の再建	アクセス道路の西側
BH-2	ボックスカルバート BC-4 の再建	アクセス道路の東側
BH-3	ボックスカルバート BC-5 の再建	アクセス道路の西側
BH-4	橋 BR-2 の拡幅	アクセス道路の東側

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.1.2 : 地質調査地点(アクセス道路)

3) 地質調査（アクセス道路）結果

- ・ ボーリング調査結果

調査の結果と考察を下表の通り示す。

表4.1.6：地質調査結果の概要(アクセス道路)

ボーリング番号	No.1,2,3	No.4
特徴	地表から平均深さ 7m までの土層は、概して粗い砂であり、N 値は 11~30 程度である。地表から 7m-15m 中間層は、中密度砂層である。地表から 15m 以上深い層になると、高密度砂層である	地表から深さ 17m までの土層は、概して粘土層であり、N 値は 13-23 である。地表から 16m 以上深い層は、シルト層である。
考察	地盤沈下を起こす原因となる軟弱層は存在しないことが判明した。	

出典: JICA 調査団

- ・ DCPT 調査結果

区間 CBR は最小値 2.2 から最大値 6.9 が測定され、全 9 ヶ所の平均は 4.6 である。

4.1.2 地形測量調査

(1) 調査期間と内容

地形測量調査は 2012 年 10 月 8 日から同年 12 月 7 日までの 2 ヶ月間で実施した。

地形図は 1:2,500 の縮尺で作成され、オルソ化された衛星画像をその背面に使用している。また、等高線は 0.5m 間隔で示されている。調査内容は以下に示す通りである。

表4.1.7：地形測量調査内容

項目	数量
1. 基準点調査	
1) 基準点	5 地点
2) 補助基準点設置	35 地点
3) GPS 測量	40 地点
4) 水準測量	85km
2. 多角法による高度測定	
1) 正射写真等高線図 (ブロック A)	15km ² (1,500ha)
2) 正射写真等高線図 (ブロック B)	15km ² (1,500ha)

出典: JICA 調査団

(2) 調査地点

調査地点を図 4.1.3 に示す。

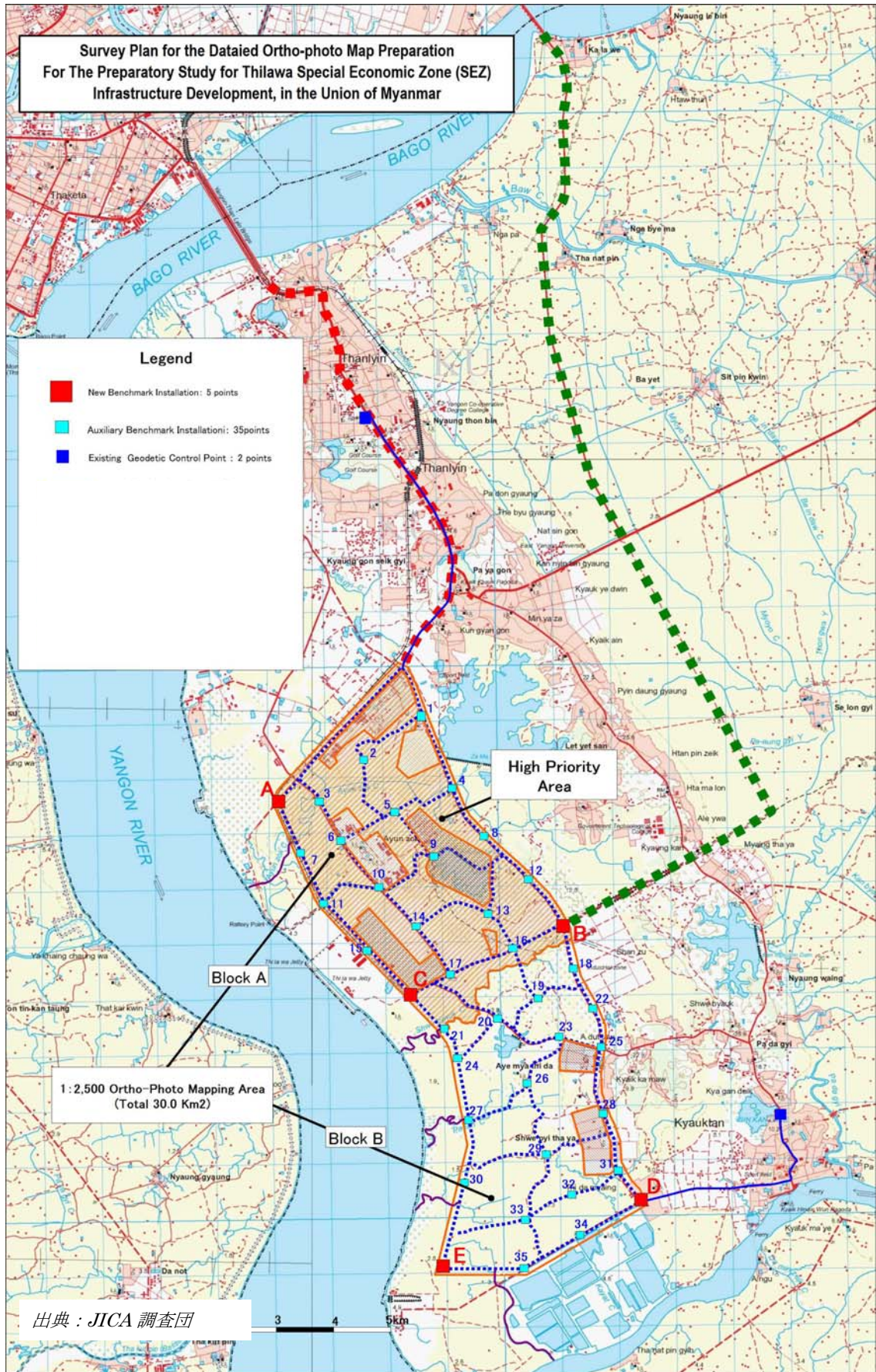


図 4.1.3 : 地形測量調査地点

(3) 調査結果

1) 地盤高と勾配

平均地盤高は東西に伸びる河川がある北西エリアが最も低い。河川沿いの標高データは約 2.5～3.0m であり、河川との標高の差は 1m 未満となっている。一方、地盤高が最も高いのは、エリア中央北に位置する貯水池周辺であり、最も低い地点と比べて約 8.5m 高い。

全体として北から南、東から西にかけて微傾斜があることが読み取れる。しかし、上記にて述べた河川の高さはどの部分も約 2.0m と変化がなく、東西にかけての傾斜がほとんど無い。

2) 起伏

エリア東側部分の標高は 5.5～10.5m であり、一帯の起伏が大きい。また、SEZ 中央の東西に伸びる道路にはほとんど起伏がなく、平坦な地形である。

4.1.3 井戸開発調査

2012 年 10 月 1 日～2013 年 2 月 15 日にかけて、井戸開発調査を行った。

(1) 調査概要

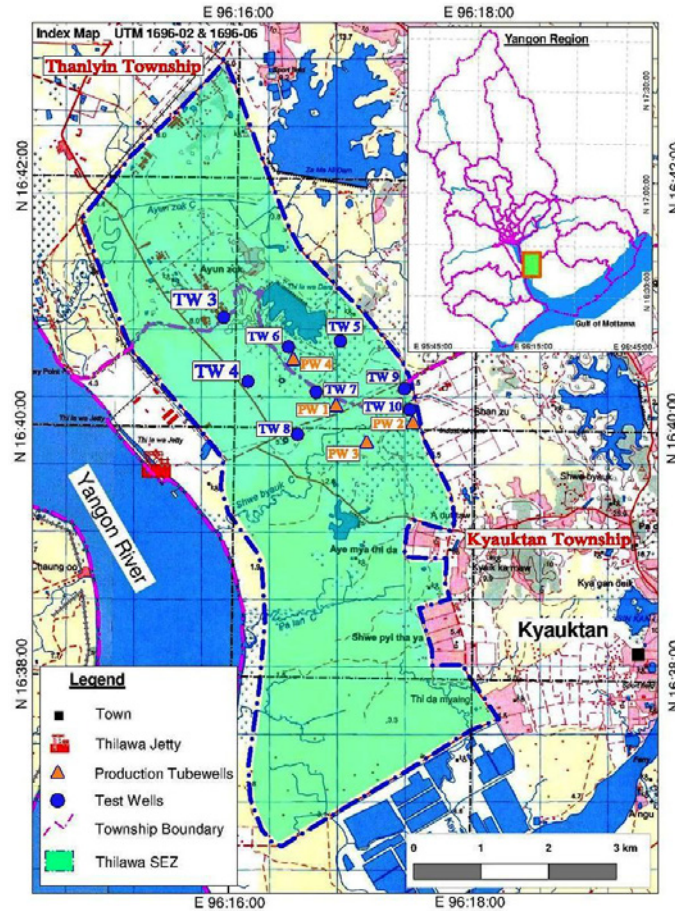
本調査は、ティラワ SEZ 内の 10 地点を対象に行った。調査概要は下表に示す通り。

表4.1.8：井戸開発調査概要

業務内容	工程	結果
1. 現地踏査	2012 年 9 月 27 日	10 ケ所の電気探査地点の選定と承認
2. ティラワ SEZ 支援委員会キックオフ会議		
3. 電気探査	2012 年 10 月 1 日から 19 日	8 ケ所の試験井の選定
4. 試験井(Test Well:TW)掘削工事と簡易水質試験	2012 年 10 月 20 日から 11 月 2 日	4 ケ所の生産井の選定 (TW-6, 7A, 7B と 10)
5. 生産井(Production Well:PW)開発工事 ・ 掘削工事と井戸仕上げ工事 ・ 5 段階揚水試験 ・ 連続揚水試験 ・ 回復試験	2012 年 11 月 17 日から 12 月 17 日	ケーシングプログラム、スクリーンの選定・設置と計画揚水量の決定(PW1, 2, 3, 4)
6. 水質分析	2013 年 2 月 7 日完了	
7. 井戸開発調査報告書	2013 年 2 月 15 日提出	

出典: JICA 調査団

電気探査地点位置および生産井位置を下図に示す。



出典: JICA 調査団

図 4.1.4 : 電気探査地点および生産井位置図

(2) 井戸開発工事結果

4カ所の生産井の概要は表 4.1.9 に示す通りである。PW-4/TW-6 の揚水位が 38m と最も深く、その他については 20m 前後に位置している。PW-1/TW-7A、PW-3/TW-7B の算定揚水量は 20L/sec、15L/sec と他に比べ大きく、揚水位置も浅いことから活用しやすい井戸であると判断される。

表 4.1.9 : 生産井概要

項目		PW-1/TW-7A		PW-2/TW-10		PW-3/TW-7B		PW-4/TW-6	
算定揚水量 (L/sec)		20		6		15		6	
井戸の深さ (m)		68		70		68		86	
ケーシング	位置(m)	0-33	55-61	0-36	52-58	0-27	0-52		
	径(inch)	10	8	10	10	10	10		
スロット スクリーン	位置(m)	33-49	50-55	61-66	36-52	58-59	27-33	34-66	52-85
	径(inch)	10	8	8	8	8	10	8	10
スロット幅(mm)		1		1		1		1	
揚水位 (m)		20		24		18		38	
ポンプ設置位置 (m)		27.5		33.5		25.9		48.7	

出典: JICA 調査団

図 4.1.5 に井戸 PW-3/TW-7B の井戸柱状図・完成図を示す。

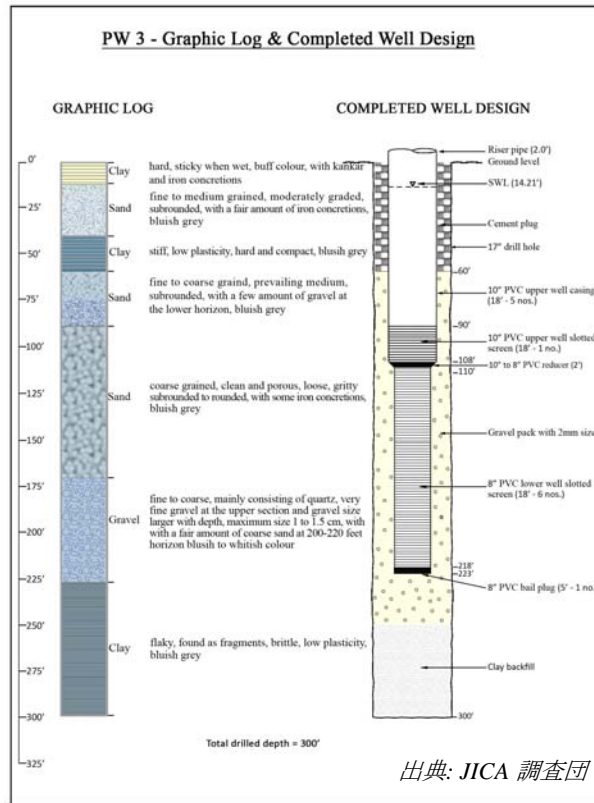


図 4.1.5 : 井戸 PW-3/TW-7B の柱状図と完成図

(3) ミャンマー飲料水基準と生産井水質分析結果の比較

表 4.1.10 が示す通り、4 生産井の水質はミャンマーの飲料水基準に概ね適合する。濁度、マンガン、大腸菌群は基準を上回るものの、塩素殺菌を含めた簡易処理のみで、井戸水は飲料水として利用ができるものと判断される。

表4.1.10 : 生産井水質分析結果

項目	単位	PW-1	PW-2	PW-3	PW-4	ミャンマー基準		WHO ガイド ライン
		(TW-7A)	(TW-10)	(TW-7B)	(TW6)	現状	2011年 ドラフト	
1	pH 値	8.80	8.21	8.06	8.72	6.5~9.2	6.5~8.5	8 以下が 望ましい
2	濁度	2.70	27.60	-	-	20.00	5.00	5.00
3	色度	7.50	17.50	-	-	5~50	15.00	15.00
4	アルミニウム (Al)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.20	0.20	0.20
5	ヒ素 (As)	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.05	0.05	0.01
6	カルシウム (Ca)	18.80	14.00	16.40	34.40	75~200	100.00	-
7	塩化物イオン (Cl)	132.07	8.25	41.27	412.73	200~600	250.00	250.00
8	銅 (Cu)	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	1.00	2.00	1.00
9	シアン (CN2)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.07	0.07
10	硬度	90.00	65.00	70.00	95.00	500.00	500.00	-
11	鉄 (Fe)	0.10	0.40	ND	ND	0.5~1.5	1.00	0.30
12	マンガン (Mn)	0.90	0.70	0.25	0.60	0.30	0.30(0.1)	0.10
13	鉛 (Pb)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.01	0.01

項目	単位	PW-1	PW-2	PW-3	PW-4	ミャンマー基準		WHO ガイド ライン	
		(TW-7A)	(TW-10)	(TW-7B)	(TW6)	現状	2011年 ドラフト		
14	マグネシウム (Mg)	mg/L	20.90	43.00	95.00	13.85	30~150	500.00	-
15	硝酸塩 (NO ₃)	mg/L	<0.10	<0.10	0.52	0.49	10(as N)	50.00	-
16	硫酸塩	mg/L	25.51	20.58	ND	15.00	400.00	250.00	250.00
17	溶解性物質	mg/L	702.00	139.00	274.00	996.00	1000.00	1000.00	1000.00
18	亜鉛 (Zn)	mg/L	2.00	2.50	<1.00	<1.00	5~15	3.00	3.00
19	大腸菌群	個 /100mL	>16.00	5.10	>16.00	16.00	0.00	0.00	0.00
20	大腸菌	個 /100mL	NI	NI	NI	NI	0.00	0.00	0.00

ND=検出されないこと

NI =遊離されず

出典: JICA 調査団

(4) 井戸開発調査結果

生産井は、以下の項目の通り使用および運用することを提案する。

- 井戸 PW-2/TW-10 と PW-3/TW-7B は生活用水および工業用水としての使用が望ましい。
- 井戸 PW-1/TW-7A と PW-4/TW-6 は電導度と溶解性物質濃度が高いため工業用水としてのみ使用することが望ましい。
- 井戸の枯渇を避けるべく、ポンプは6時間稼動後に2時間休止を1セットとし、一日3セットの運転とする。
- 表 4.1.11 に示す通り、4本の生産井による総揚水量は約 3,000m³/日、井戸 PW-2/TW-10 と PW-3/TW-7B のみの揚水量は約 1,360 m³/日とする。

表4.1.11：ポンプ運転計画と生産量

井戸	揚水量 (L/sec)	一日あたりのポンプ運転計画			生産量 (m ³ /日)
		稼動 (時間)	休止 (時間)	運転 (回)	
PW-1/TW-7A	20	6	2	3	1,296
PW-4/TW-6	6	6	2	3	389
小計					1,685
PW-2/TW-10	6	6	2	3	389
PW-3/TW-7B	15	6	2	3	972
小計					1,361
合計					3,046

出典: JICA 調査団

4.1.4 洪水履歴調査

2012年9月17日から9月20日にかけて、ティラワ SEZ および外周沿道家屋を対象に洪水履歴に関する住民へのヒアリング調査を行った。

(1) 洪水履歴調査の概要

洪水履歴調査は、対象地域における住宅の衛生状態および洪水による被害状況を把握することを目的に、対象地域に居住する住民を対象にインタビュー形式で行った。回答者は、合計 140 名 (140 家屋) で、18 歳以上の成人を対象にヒアリングを行っている。各回答者の居住期間を以下に示す。

表4.1.12：居住期間

居住期間	回答者数(人)	割合 (%)
1年以内	18	13
1-5年	24	17
6-10年	21	15
11-20年	25	18
21-30年	19	14
31-40年	16	11
41-50年	9	6
50年以上	8	6
合計	140	100

出典: JICA 調査団

(2) 調査結果

洪水被害に関する回答結果を、表 4.1.13、図 4.1.6 に示す。ティラワ SEZ の北西部および南東部、中央西側の調査地点において、過去に 1 回洪水被害を経験したとの回答があった。また、毎年洪水が発生していると回答した住民は Route G 沿いに集中している。

表4.1.13：洪水の経験

過去 10 年間に洪水を経験したか？	回答者数(人)	割合 (%)
はい	49	35
(1) 毎年	5	10
(2) 数年に 1 回 (6 年～10 年おき)	1	2
(3) 1 回	43	88
いいえ	91	65
合計	140	100

出典: JICA 調査団

表 4.1.14 は洪水発生時の浸水時間に関する回答である。毎年洪水を経験していると回答した住民はその浸水時間を 30 分以内と回答しており、過去に 1 度と回答した住民の 46%が浸水時間は 1 日以内であったと回答している。また、同様に 26%が 1~3 日以内、28%が 3 日以上の上の浸水を経験している。

表4.1.14：過去に1度の洪水経験がある住民の浸水した時間

浸水時間	回答者数(人)	割合 (%)
30 分～1 時間	6	14
1 時間以上	1	2
半日～1 日	13	30
1～3 日	11	26
3 ～5 日	7	16
6 日以上	5	12
合計	43	100

出典: JICA 調査団

現地でのヒアリング調査では定量的なデータは得られなかったが、既存水路 A（Creek A）および Route E 以南の SEZ 場内では、毎年のように浸水が起きていることが確認された。

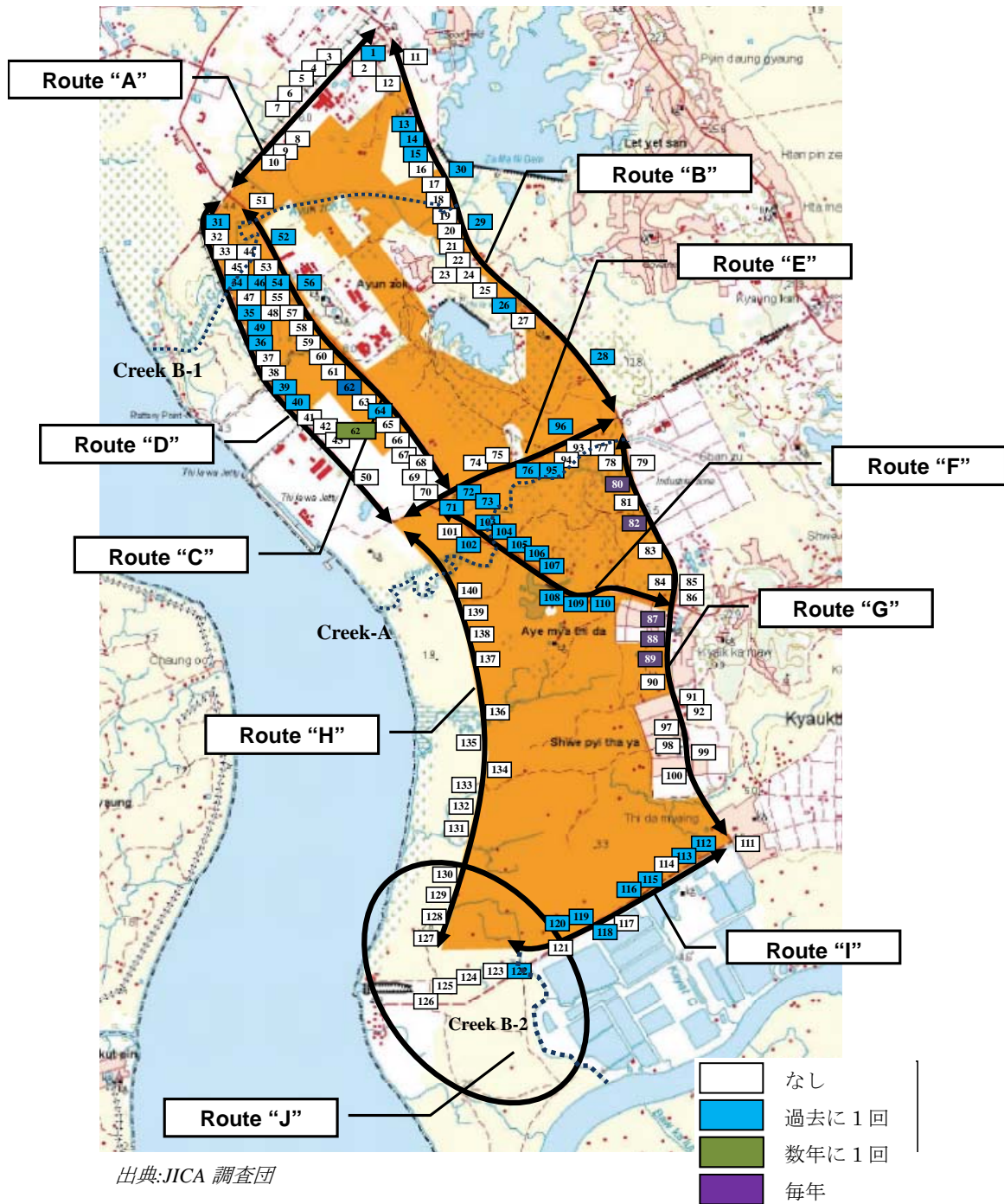


図 4.1.6 : 洪水履歴調査

(3) 洪水対策について

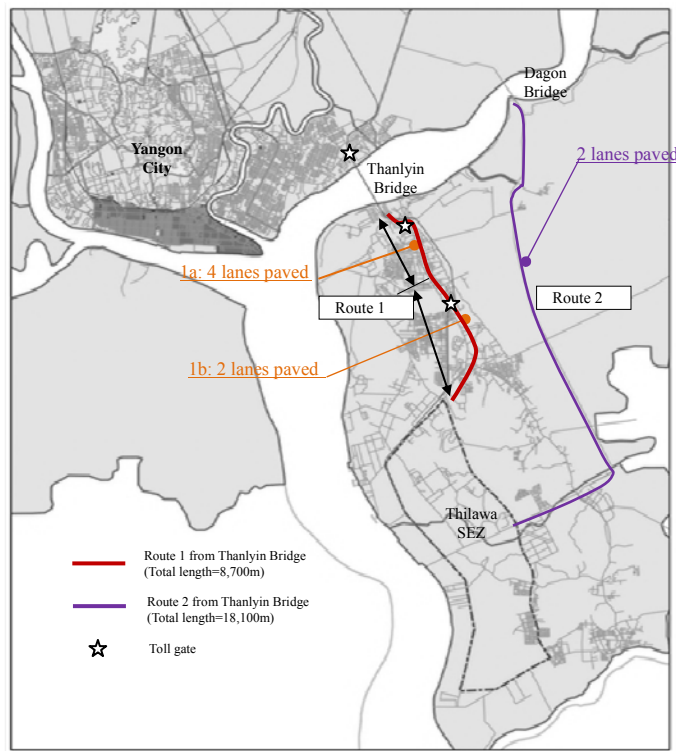
開発計画策定においてはこれら調査結果を考慮し、十分に安全と考え得る造成地盤高を設定すること、既存水路の整備、浸水リスクが高いエリアについては、堤防やポンプ場、ゲートの設置など開発区域を安定稼働させるための施策が求められる。

4.2 周辺道路の現況

4.2.1 道路ネットワーク

ヤンゴン市からタンリン、ティラワにかけて広がる現状の道路網は、図 4.2.1 に示す通りである。ティラワ SEZ の外周路はコンクリート舗装であるが、タンリン橋からティラワ SEZ までの幹線道路はアスファルト舗装である。

ミャンマーでは、コンクリートが安価であることや、品質の高いアスファルト工場が不足していることなどを背景に、コンクリート舗装が主流となっている。その他、幹線道路から集落内部への引込み動線の多くは未舗装である。



出典: JICA 調査団

図 4.2.1 : ティラワ SEZ への道路ネットワーク現況

4.2.2 道路利用実態

(1) ルート 1 (タンリン橋～ティラワ SEZ)

1) 道路舗装の状態

タンリン橋からティラワ SEZ を結ぶルート 1 は、アスファルト舗装の道路である。道路幅員は、2 車線の区間と 4 車線の区間があり、一定ではない。本道路は、建設省 (MOC) が保有しており、維持管理は民間企業である MAX に委託している。

MOC が保有している道路用地は、現道路の中心から両端に 75ft (計 150ft=45.72m) ある。

表4.2.1：路面の現状（図4.2.1参照）

No.	路面状況	道路延長
(1a)	片側2車線	3.0km
(1b)	片側1車線	5.7km
	合計	8.7km

出典: JICA 調査団

図 4.2.2 の通り、補修のために何層にもアスファルト舗装を施したために、路肩の地盤高と道路高との間に、最大で 40cm 程度の高低差が生じている箇所が確認された。

また、図 4.2.3 で見られるように、住宅や路面店などが集中するエリアでは、道路脇に素掘りの側溝が設けられている箇所も確認された。



出典: JICA 調査団

図 4.2.2：路肩と車道の高低差



出典: JICA 調査団

図 4.2.3：道路脇の側溝

2) ヤンゴン市内を結ぶタンリン橋の状態

タンリン橋は 1993 年に建設され、全長 1,800m、片側 1 車線（計 2 車線）で、鉄道と併用して使われている。同橋梁は、トラス（鉄骨）橋であり、建設後 20 年足らずではあるが、腐食がひどく全体的に錆びついている状態である。また、道路舗装面についても穴があいている等、路面全体が波を打っており、走行性が非常に悪い。建設当時 36t であった重量制限は、2009 年に 20t に引き下げられたため、現在コンテナ車等の重量車両の通行ができない状況である。



出典: JICA 調査団

図 4.2.4：タンリン橋写真

3) 道路使用における課題

現時点では、ヤンゴン市内のような慢性的な交通渋滞はルート 1 において発生していないが、通勤時間帯「朝 8 時～9 時」および「夕方 20 時～21 時」に、バス停などの特定箇所で一時的な渋滞が発生しつつある。ヤンゴン市内とは異なり、当該地域では二輪車の走行が禁止されていないため、一般乗用車、バスやトラックなどの大型車両と二輪車と同じ車線を運行している。走行速度が異なる車両の追い越しが頻繁に見られ、現在の道路状況のまま交通量が増加すると危険性が増すことが懸念される。将来的に見込まれる交通需要に基づき、車道幅と十分な幅員を確保するなど、安全性を考慮した道路計画が望まれる。



出典: JICA 調査団

図 4.2.5 : 追い越し運転



出典: JICA 調査団

図 4.2.6 : 同時に走行する様々な車両

(2) ルート 2（ダゴン橋～ティラワ SEZ）

1) 道路舗装と側道の状態

ダゴン橋からティラワ SEZ を結ぶルート 2 は、片側 1 車線(7m)のアスファルト舗装道路である。本道路は、建設省（MOC）が保有しており、維持管理はルート 1 同様、民間企業である MAX にダゴン橋を含めた 13.2miles（21.2km）部分を委託している。

MOC が保有している道路用地は、現道路の中心線から両端に 100ft（計 200ft=60.96m）確保されている。本道路は、農地に建設された道路であるため、舗装された部分は盛土により地盤高がかさ上げされているが、舗装面以外の多くの部分は現地盤高のままとなっている。また、ティラワ SEZ から東へと延びる車道は、片側 2 車線で中央分離帯が整備されている。中央分離帯には照明が設置されている。



出典: JICA 調査団

図 4.2.7 : ルート 2 の路面状況



出典: JICA 調査団

図 4.2.8 : ティラワ SEZ から東へと延びる車道

2) ダゴン橋の状態

ダゴン橋は2007年に建設され、全長836m、片側3車線（計6車線）のPC橋である。設計荷重は60tであり、現在ティラワ港からの重量車両は全てこの橋を渡ってヤンゴン市内に物資を運んでいる。橋梁全体の状況は非常に良く、走行性もタンリン橋より良いが、前後の道路の地盤沈下により、アプローチ道路と橋の間に段差が生じている。



出典: JICA 調査団

図 4.2.9 : ダゴン橋写真

3) 道路使用における課題

タンリン橋（ルート1）の荷重制限により、大型トラックなどの重量車両がBago河を越える際はルート2を利用せざるをえない。しかしながら、市街地を通過しないこのルートは、利用者が極めて少なく、時間帯によっては混雑するルート1よりも短時間で運行できる。そのため、大型トラックなどの重量車両が過剰なスピードで走行する傾向があり、安全面で問題がある。

4.2.3 料金体系

(1) ルート1（タンリン橋～ティラワSEZ）

図4.2.1に示した通り、ヤンゴンからティラワSEZまでのアクセス道路（Kyaik Khauk Pagoda道路）には、3箇所の料金所が設置されており、MAX社によって以下の料金が徴収されている。徴収実態としては車両重量の確認を行わずに徴収をするなど曖昧である。

表4.2.2 : タンリン橋通行料

車両種別	通行料 (MMK)
オートバイ	50
2t以下の車両	100
通学バス	100
小型バス	100
大型バス	200
2t～5tの車両	300
5t～10tの車両	700
10t～29tの車両	1,000

出典: MAX

備考: 2012年10月1日時点

表4.2.3：ルート1（Kyaik Khauk Pagoda道路）の通行料

車両重量	通行料 (MMK)
5 t 以上	500
3 t 以上	300
1 t 以上	200
1 t 以下	100

出典: MAX

備考: 12t 以上は通行禁止 (2013 年 3 月時点)

(2) ルート2（ダゴン橋～ティラワ SEZ）

ルート2を通行するに際し、料金所はダゴン橋のティラワ側の1箇所のみである。料金には、橋梁通行料に加え、道路通行料、市の通行税が加算されている。ヤンゴンからティラワ方面へ通行する際の以下の料金表と、実際に徴収されている料金が異なっている等、運営面で曖昧さが見受けられる。

表4.2.4：ダゴン橋および道路の通行料

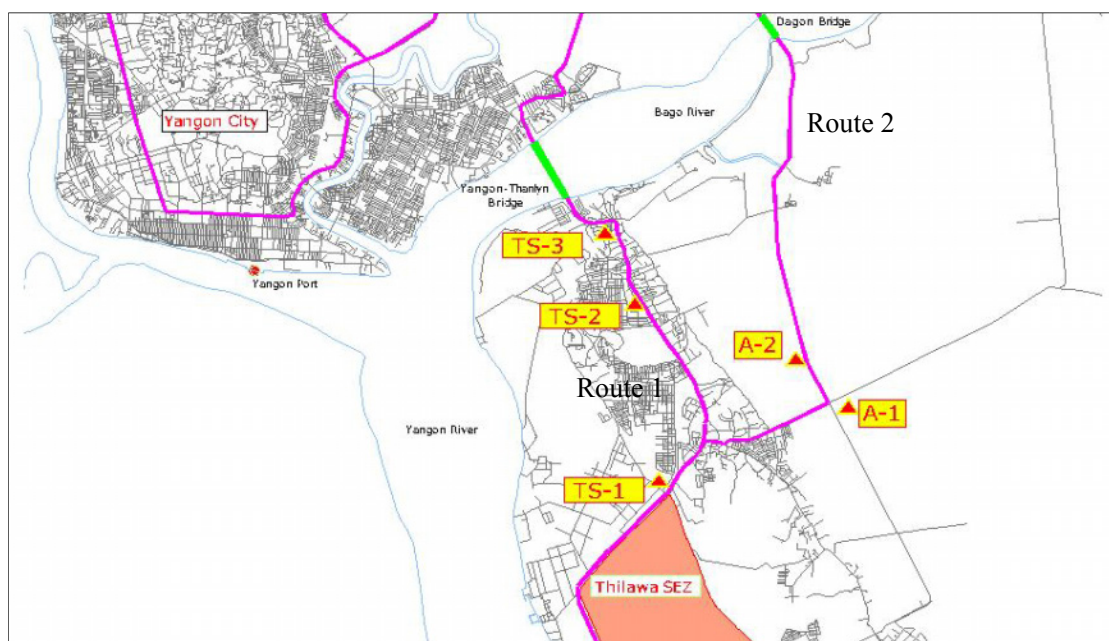
No.	車両種別	通行料 (MMK)
1	橋梁通行料	
	- オートバイ	50
	- 3輪バイク	100
	- 普通乗用車、バス	300
	- 4t以下の小型トラック	600
	- 10t以下の中型トラック	1500
2	道路通行料	
	- オートバイ	50
	- 4t以下の車両	100
	- 10t以下の車両およびバス	150
	- 12t以下の中型トラック	200
	- 16t以下の大型トラック	300
3	通行税	100

出典: MAX

4.2.4 交通量実態

(1) 交通量調査地点

現況交通量および交通構成を把握するために、ルート1に3箇所、ルート2に2箇所で行った。



出典: JICA 調査団

図 4.2.10 : 交通量調査位置

(2) ルート 1 (タンリン橋～ティラワ SEZ)

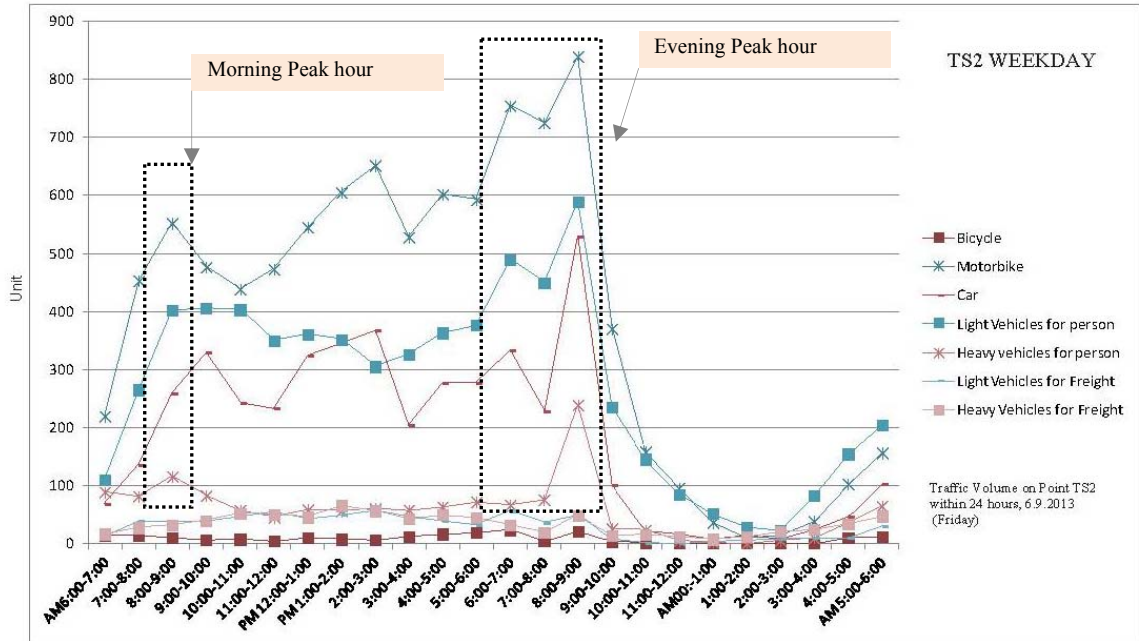
ルート 1 の 3 箇所で交通量調査を行った。調査の車両分類は「日本バス協会」および「道路運送車両の保安基準」に準じ、表 4.2.5 に示す 7 車種に対し、平日および週末に調査を行った。この調査結果からティラワ SEZ に近い TS1 地点の交通量は極端に少ないため、タンリン市街地に位置する TS2 および TS3 の両地点の平均交通量を用いる。TS2 および TS3 の両地点では、平日および週末に共に 20,000 PCU/日以上の交通量がある。

表 4.2.5 : ルート 1 交通量調査結果

場所	期日	自転車	自動二輪車	普通自動車	旅客用・小型バス	旅客用・大型バス	貨物用中小型トラック	貨物用大型トラック		
TS1	8.9.2013(Sun)	153	5,080	402	414	197	109	404		
	9.9.2013 (Mon)	256	4,570	1,404	880	506	153	554		
TS2	6.9.2013 (Fri)	193	9,435	4,483	6,553	1,380	702	798		
	7.9.2013 (Sat)	237	9,105	3,892	5,998	1,165	764	743		
TS3	1.9.2013(Sun)	245	2,193	4,942	9,686	2,144	764	647		
	2.9.2013 (Mon)	283	2,254	5,267	9,750	2,529	961	1,343		
TS2 & TS3 平均	週末	241	5,649	4,417	7,842	1,655	764	695		
	平日	238	5,845	4,875	8,152	1,955	832	1,071		
	PCU 係数	0.2	0.5	1	1	2	1	2		合計
	週末(PCU)	48	2,825	4,417	7,842	3,309	764	1,390		20,595
	平日(PCU)	48	2,922	4,875	8,152	3,909	832	2,141	22,878	
	車両割合 (PCU)	0.2%	12.8%	21.3%	35.6%	17.1%	3.6%	9.4%		

出典: JICA 調査団

また、交通ピーク時は「朝の 8 時～9 時」と「夕方の 20 時～21 時」の通勤時間帯となっており、いずれも双方向に合わせると約 1,000 PCU/時以上の交通量がある。



出典: JICA 調査団

図 4.2.11 : タンリン中心 (TS2) の交通量調査データ

(3) ルート 2 (ダゴン橋～ティラワ SEZ)

ルート 2 の交通量は表 4.2.6 に示す通りである。平日の平均交通量が 2,000PCU/日であり、極めて低頻度の利用実態が確認された。

表4.2.6 : ルート2の交通量調査結果

場所	期日	自転車	自動二輪車	普通自動車	旅客用・小型バス	旅客用・大型バス	貨物用中小型トラック	貨物用大型トラック	
A1	2013年9月13日(金)	77	721	213	180	119	54	257	
	2013年9月14日(土)	58	969	233	302	92	139	289	
A2	2013年9月15日(日)	81	1,153	278	384	231	109	338	
	2013年9月16日(月)	75	1,248	195	293	104	97	246	
A1-A2 平均	週末	70	1,061	256	343	162	124	314	
	平日	76	985	204	237	112	76	252	
	PCU 係数	0.2	0.5	1	1	2	1	2	合計
	週末 (PCU)	14	531	256	343	323	124	627	2,217
	平日 (PCU)	15	492	204	237	223	76	503	1,749

出典: JICA 調査団

4.2.5 既存付帯インフラ調査

(1) 既存電力供給システム

ヤンゴン電力供給公社(YESB) は、ヤンゴン地域 (ティラワとタンリンを含む) の電力提供を管理している。タンリン橋以南からティラワ SEZ を含む地域の電力は、主に Thanlyin 変電所 (230/33kV-100MVA) および Ba Yar Gone 変電所から架空電線で供給されている。



出典:JICA 調査団

図 4.2.12 : 既存架空電力配線および変圧器の例

既存の電柱はコンクリート製で、高さは 8m-20m 程度と目測された。電柱から道路センターラインまでの距離は約 5m である。確認された既存配電線を以下にまとめた。

表4.2.7 : 既存配電線

No.	配電線種類	フィーダー数	総延長(km)
1	33kV 架空線	9	23.4
2	11kV 架空線	1	3.8
3	6.6kV 架空線	6	19.3
4	0.4kV 架空線	9	8.1

出典:JICA 調査団

既存の変圧器は屋外の空気絶縁型で、歩道に設置されている。変圧器の用地サイズは幅 3.5m 縦 3.5m であり、クリアランス高は 10m 程度である。確認された既存の変圧器は以下の通りである。

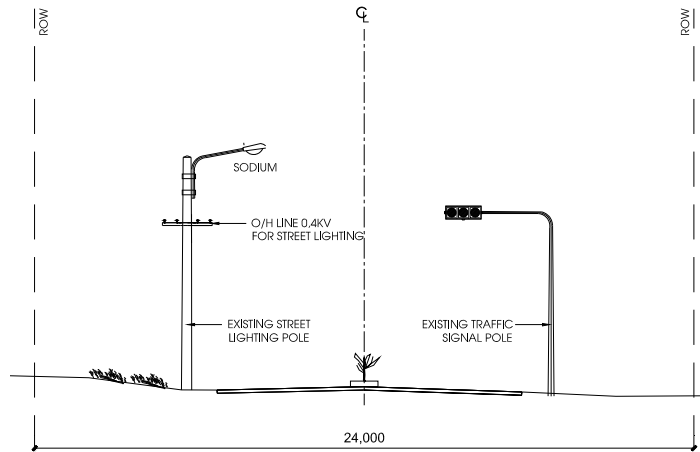
表4.2.8 : 既存変圧器

No.	変圧器名前	数量	電圧	容量
1	Thaut Taw Kwin (1+2)	2	6.6/0.4 kV	2 x 315 kVA
2	Nann Thar Kone	1	6.6/0.4 kV	1 x 500 kVA
3	Ah Mu Htan	1	6.6/0.4 kV	1 x 500 kVA
4	Yone Taw Kwat	1	6.6/0.4 kV	1 x 500 kVA
5	Forestry Park	1	6.6/0.4 kV	1 x 315 kVA
6	Miyarmiee	1	6.6/0.4 kV	1 x 315 kVA
7	Aung Chan Thar (3)	1	6.6/0.4 kV	1 x 500 kVA
8	GSM	1	6.6/0.4 kV	1 x 50 kVA
9	Pyi Khaing Pyo	1	6.6/0.4 kV	1 x 50 kVA

出典:JICA 調査団

(2) 街灯および信号機

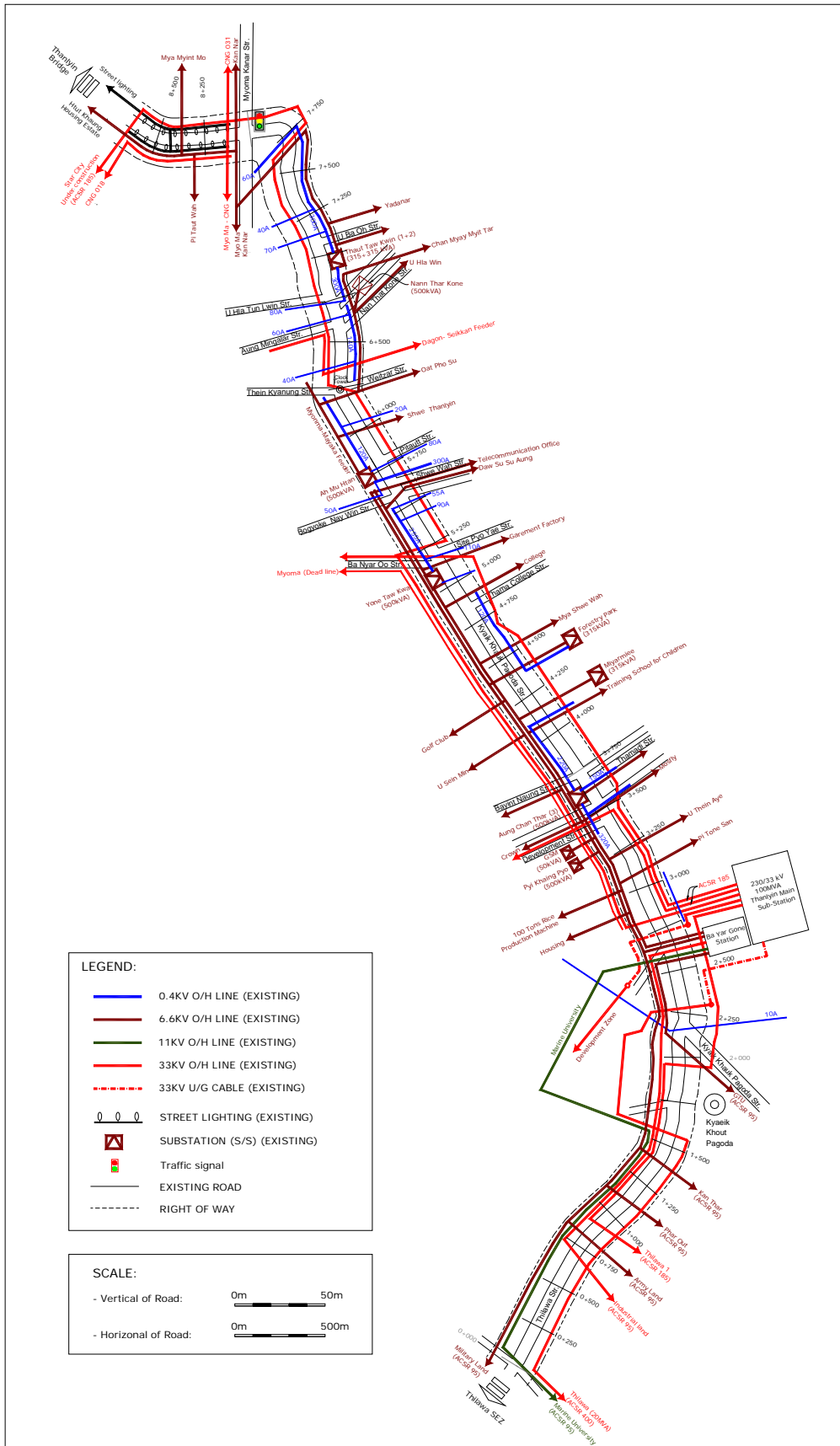
既存の街灯はタンリン橋に最も近い個所に左右計 30 個設置されているに留まっている。街灯は下図に示す通り、高さ 10m のコンクリートポールに電線と一緒にソディウム電球が設置されているタイプである。交通信号機は Kyaik Khauk Myoma Kanar 通りと Pagoda 通りの交差点にタイマー式が一機設置されているのみである。



出典: JICA 調査団

図 4.2.13 : 既存の街灯および信号機

詳細な既存配電線、街灯および信号機の設置個所を以下に示す。

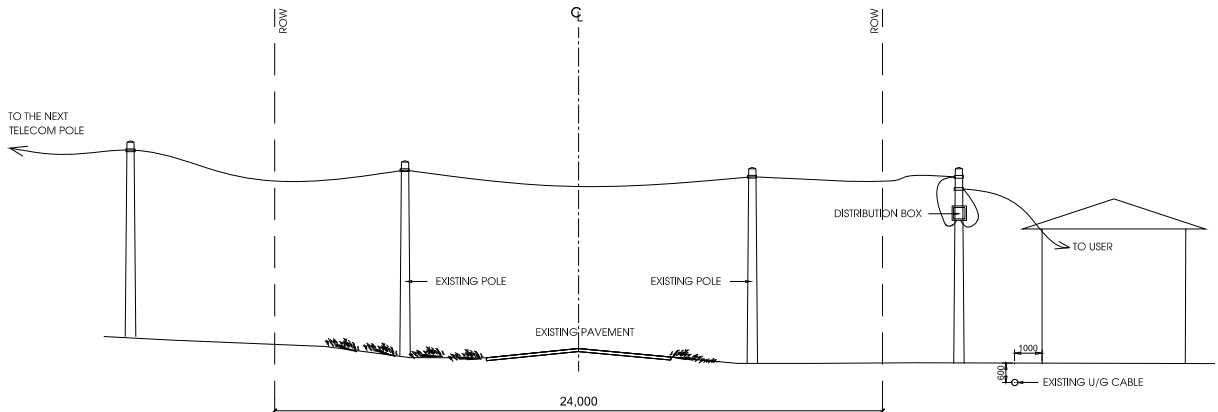


出典: JICA 調査団

図 4.2.14 : 既存配電線、街灯および信号機 (位置図)

(3) 既存通信システム

タンリンおよびチャウタンの通信施設はミャンマー郵便通信公社(MPT)のヤンゴン支店が管理している。Thanlyin 交換局から地中および架空の2方式で、同地域に通信サービスを提供している。地中の銅線は深さ 0.6m、既存の建物から約 1m 距離に敷設されている。架空線は幹線の光ファイバーケーブルと銅線の2種類がある。その概要を以下にまとめた。



出典:JICA 調査団

図 4.2.15 : 既存の通信システム

表4.2.9 : 既存の地中線

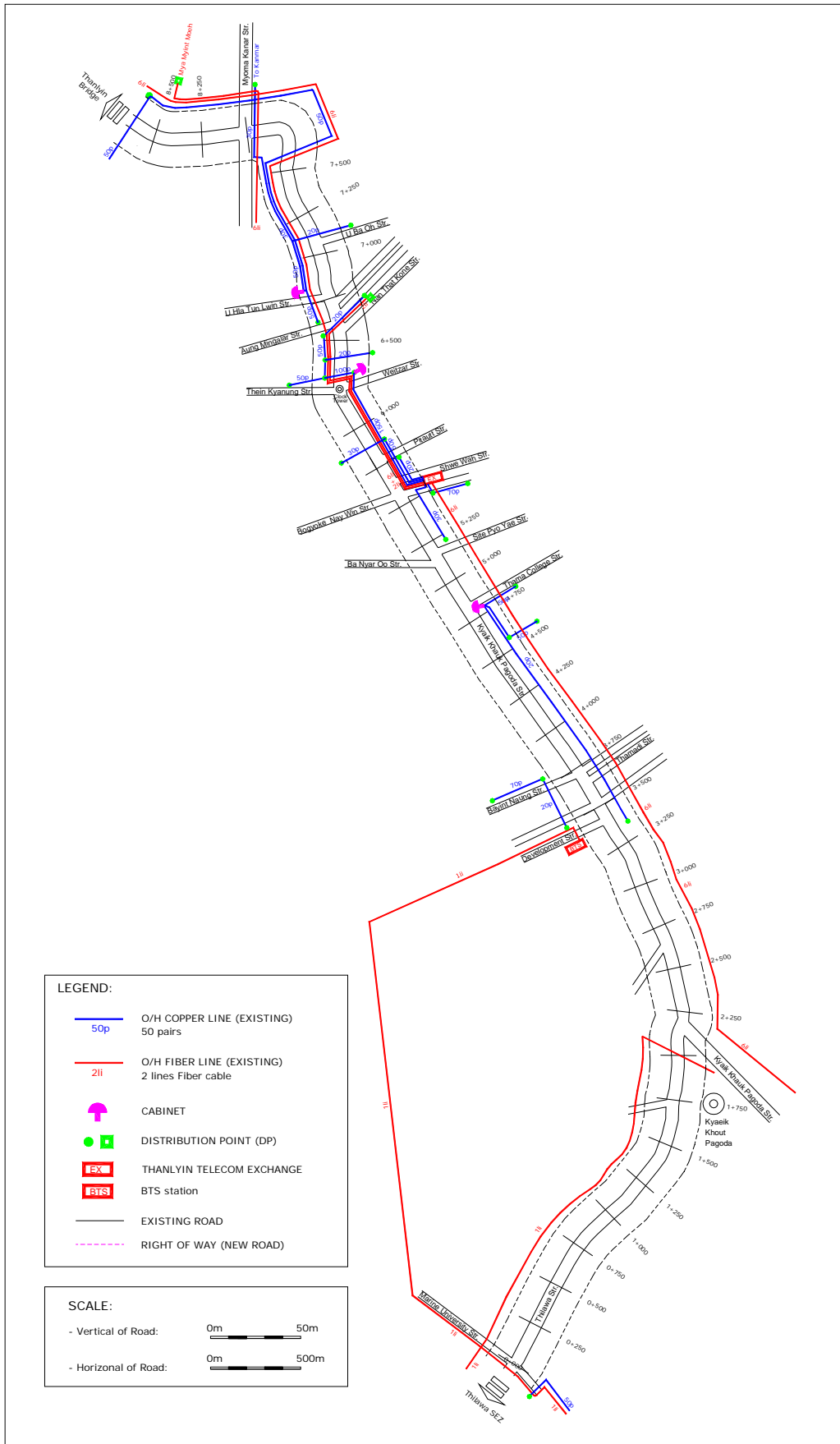
No.	地下通信ケーブル数量	フィーダー数	延長(km)
1	銅ケーブル 300*2*0.4 mm ²	3	4.5
2	銅ケーブル 200*2*0.4 mm ²	9	19.5
3	銅ケーブル 150*2*0.4 mm ²	1	1.0
4	銅ケーブル 100*2*0.4 mm ²	5	0.8

出典:JICA 調査団

表4.2.10 : 既存の架空線

No.	架空通信ケーブル	フィーダー数	延長(km)
1	銅ケーブル 200*2*0.4 mm ²	1	0.2
2	銅ケーブル 150*2*0.4 mm ²	1	0.8
3	銅ケーブル 100*2*0.4 mm ²	1	0.2
4	銅ケーブル 50*2*0.4 mm ²	7	4.4
5	銅ケーブル 30*2*0.4 mm ²	3	1.5
6	銅ケーブル 20*2*0.4 mm ²	4	2.1
7	ファイバーケーブル 6 lines	2	4.8
8	ファイバーケーブル 2 lines	1	1.4
9	ファイバーケーブル 1 line	1	2.3

出典:JICA 調査団



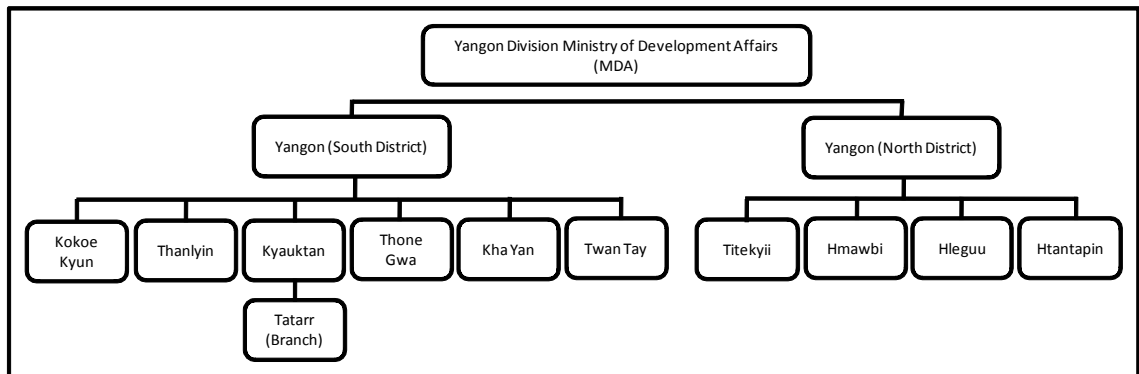
出典: JICA 調査団

図 4.2.16 : 既存の通信システム (位置図)

4.3 雨水排水および洪水防御システムの現況

4.3.1 雨水排水システムに係る行政組織

ティラワ地域は、タンリンとチャウタンにまたがって位置しており、両タウンシップ開発委員会が雨水排水システム、給水、廃棄物処理を含めた公共サービスを担当している。両タウンシップ開発委員会は開発業務庁（MDA）のヤンゴン南地区の傘下で、その組織図を下図に示す。



出典:MDA

図 4.3.1：開発業務庁組織図

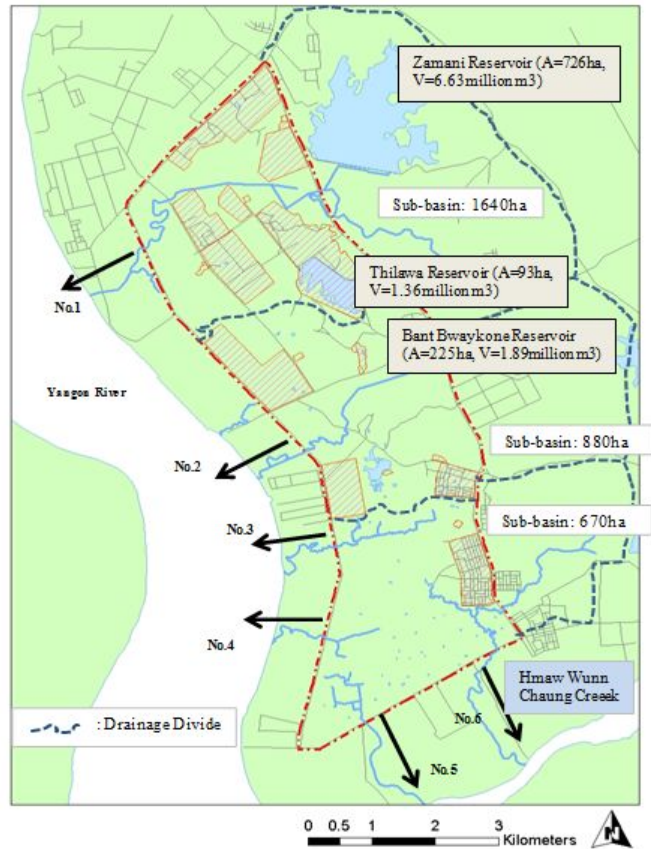
4.3.2 雨水排水と洪水の現況

ティラワ地域には気象・水文観測所が無く、気象・水文局傘下の Kaba-Aye 観測所がティラワ地域に最も近い観測所である。気象・水文局は 40 年以上の降雨データを有するが、降雨継続時間は観測されていない。1992 年から 2011 年までの過去 20 年間の日最大降雨量は、2007 年 9 月 22 日に記録された 242mm である。

ティラワ SEZ の雨水排出先は、Yangon 河と Hmaw Wunn Chaung 川である。ティラワ SEZ は西を Yangon 河、北を Bago 河、南部を Hmaw Wunn Chaung 川に囲まれた位置にある。Hmaw Wunn Chaung 川はチャウタン・タウンシップの南部で Yangon 河に合流する支流である。

図 4.3.2 の通り、ティラワ SEZ および以東地区を含むティラワ地域の雨水は、道路沿いに建設された開水路や暗渠、あるいは灌漑用水路によって集水され、既存小河川を経由して Yangon 河に排水される。下水道システムが確立されていないため、雨水と汚水は合流管渠で集水される。

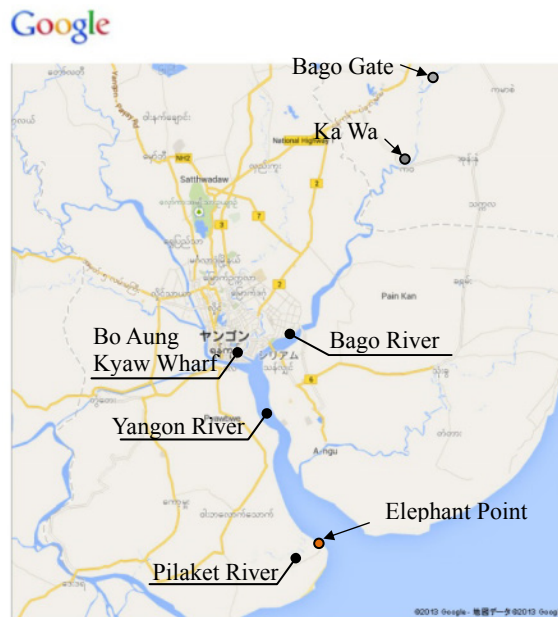
ティラワ地域では Thilawa、Zamani および Bant Bwaykone の三つの貯水池が雨水調整機能を有している。強降雨と高潮が同時に起きた場合、既存小河川は雨水排水路として必要とされる流下能力が無いため、浸水を引き起こすことになる。一方、Yangon 河は雨水を海洋へ排出する十分な流下能力を有している。ミャンマー港湾局（MPA）の深淺測量データから試算すると、Yangon 河の許容流量は 226,000m³/秒以上である。



出典: JICA 調査団

図 4.3.2 : ティラワ SEZ 地区の既存排水システム

MPA が、エレファント地点 (図 4.3.3) において測定した Yangon 河の潮位を表 4.3.1 に示す。エレファント地点は、ヤンゴン港から Yangon 河の河口に約 32km 南下した所に位置する。尚、潮位表示はミャンマー基準海拔表示 (AMSL) に変換している。



出典: JICA 調査団

図 4.3.3 : 既存河およびエレファント地点位置

表4.3.1：Yangon河潮位データ

項目	深淺調査データ(m)
既往最高水位 (1930年9月)	+4.390
Bo Aung Kyaw Wharf の平均水位	+0.856
Pilaket 川の平均水位	+0.591
Yangon 潮位計ゼロの標高	-2.265
既往最低水位(1888年2月)	-2.265
満潮継続時間	1.2時間

出典: MPA

気象・水文局が有する水位観測所（Yangon 河の河口から上流 50km の Bago 河ゲート）での 2011 年度の最高潮位は海拔 6.63m、最低潮位は 0.14m である。

表4.3.2：Myanmar International Terminals Thilawa (MITT) 調査による深淺データ

項目	MITT 計画高 (m)
既往最高水位	+4.24
最高潮位	+3.04
棧橋の標高	+4.54
MITT 地盤高	+5.04
放水口底高	+0.87

出典: MITT

Yangon 河の洪水水位や降雨超過確率が調査されていないため、上記表 4.3.1 と 4.3.2 の水文データをティラワ SEZ の雨水排水および洪水対策計画に用いる。Yangon 河と Bago 河が合流する地点での堤防高は海拔 3.83m 以上である。この堤防に守られているため、ティラワ地域では Yangon 河氾濫による大規模な洪水は報告されていない。ティラワ SEZ における浸水被害に関する聞き取り調査結果によると、小規模な洪水は標高 4.5m 以下の低地において毎年発生している。この小規模洪水被害は既存排水施設不整備と Yangon 河の高潮に起因しているものと思われる。

4.3.3 降雨強度

ミャンマーでは正式な降雨強度式が形成されていない。YCDC と日本側との非公式な共同調査（The Study on Drainage System of Mingalar Taung Nyunt Area）で、以下の降雨強度式が提案されている。

$$I = \frac{K}{t^n}$$

ここで、 I : 降雨強度 (mm/hour)
t : 継続時間 (minutes)
n, K : タルボット定数

上記降雨強度式（YCDC 降雨強度式）の計算結果を表 4.3.3 にまとめる。

表4.3.3：降雨強度式の結果

確率年	K	n	I
5	1,115	0.7	63

確率年	K	n	I
10	1,249	0.7	71
20	1,382	0.7	79
50	1,785	0.7	102
100	1,918	0.7	109

出典: The Study on Drainage System of Mingalar Taung Nyunt Area

YCDC 降雨強度式はミャンマー政府にて正式に認証されていないので、以下にこの式の妥当性を検討する。

直近 20 年間(1992-2011)日最大降雨データでの試験的検討

表 4.3.4 に示す通り、ガンベル公式で各洪水確率に対応する降雨強度を試験的に算定している。YCDC 降雨強度式は ガンベル公式での検証値よりも大きい値を示すため、安全側の設定である事が確認できる。

表4.3.4：ヤンゴン降雨強度

確率年	2 years	5 years	10 years	20 years	50 years	100 years
I (mm/hour)	42	56	65	74	85	94

出典: JICA 調査団

YCDC 降雨強度式の妥当性

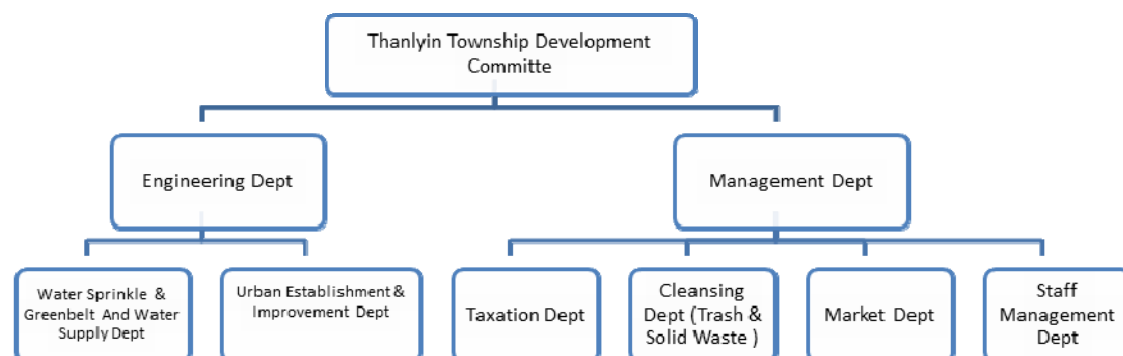
ティラワ SEZ への企業誘致および経済活動を保障するに際し、近年のタイ国洪水問題により各企業が洪水リスクに非常に慎重になっていることから、安全側の設定となっている YCDC 降雨強度式の適応は妥当と考えられる。

本調査では、道路および造成計画の排水計算に上記降雨強度式を用いる。

4.4 上水道の現況

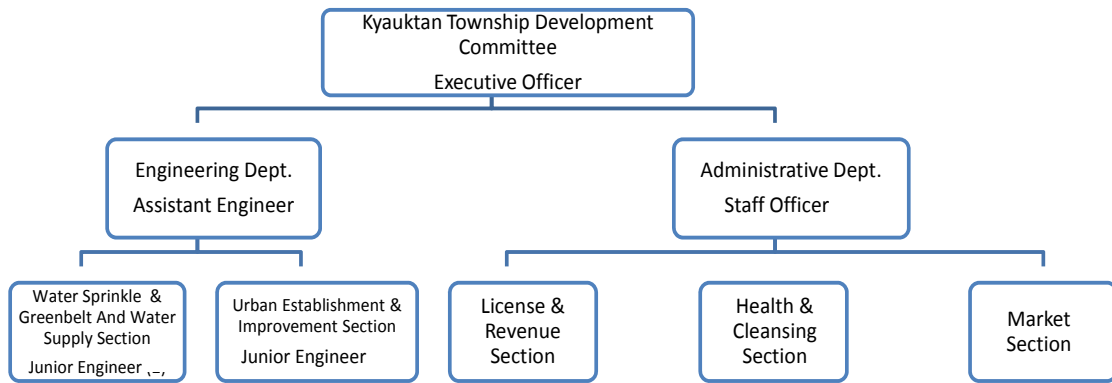
4.4.1 上水道セクターに係る行政組織

ヤンゴン地域のうち、ヤンゴン市については YCDC の技術局上下水道部が日々の都市上水道と衛生設備の管理を行っている。一方、ティラワ地域では、タンリンとチャウタンの両タウンシップ開発委員会が上水道と衛生設備の管理を行っている。タンリンとチャウタンの両タウンシップ開発委員会の組織図を以下に示す。



出典: TTDC

図 4.4.1：タンリン・タウンシップ開発委員会組織図



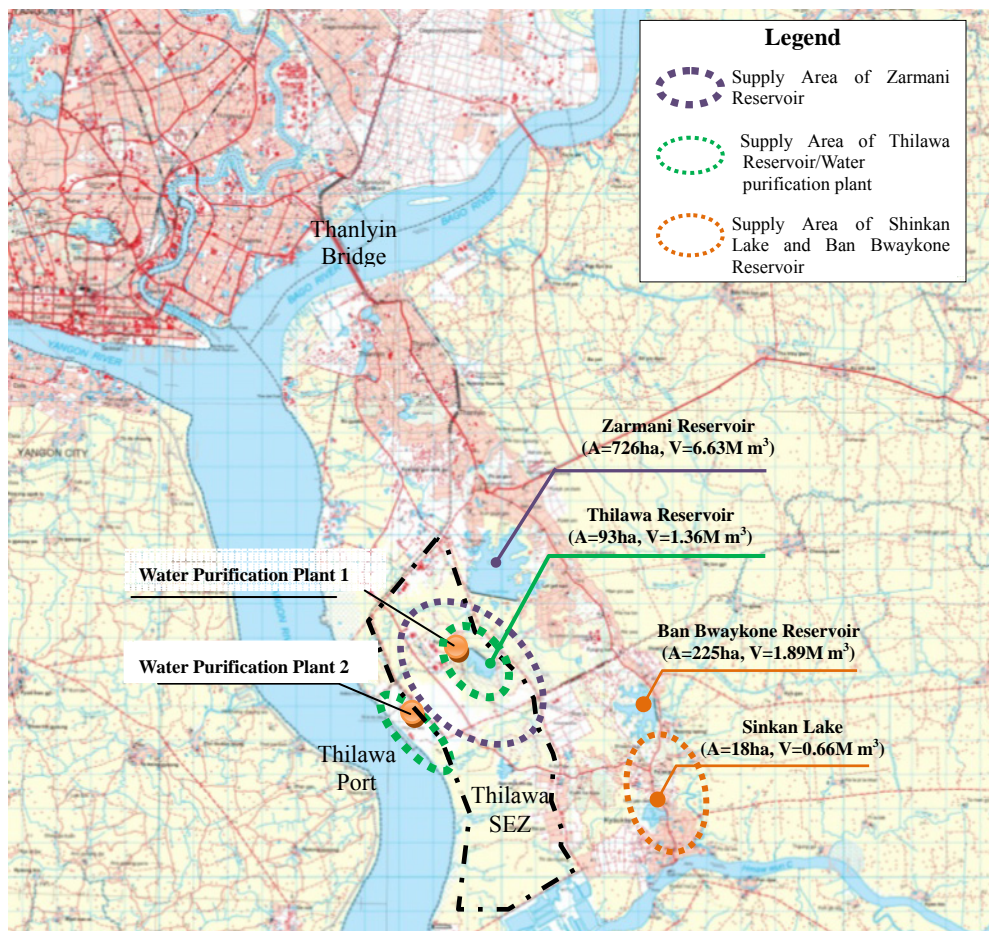
出典: KTDC

図 4.4.2 : チャウタン・タウンシップ開発委員会組織図

4.4.2 水源と上水道の現況

貯水池（表流水源）

ティラワ地域の主な表流水源は、図 4.4.3 に示す通り Thilawa、Zamani および Ban Bwaykone の三つの貯水池である。ミャンマー国では表流水の水利権は原則農業灌漑省（MOAI）に属している。Zamani 貯水池は灌漑用水のみに利用されており、Thilawa および Bant Bwaykone 貯水池は上水としても利用されているが、乾季には灌漑用水を優先して給水することになっている。



出典：JICA 調査団

図 4.4.3 : 既存公共施設と既存水源の位置

三つの貯水池の概要を下表に記す。

表4.4.1 : 既存貯水池

No.	内容	Bant Bwaykone	Zamani	Thilawa
1	位置	Kyauktan	Thanlyin	Thanlyin
2	水源である河川名	Par Da	Myayaryoe	N.A.
3	集水面積 (m ²)	2,245,974	7,255,912	930,764
4	年平均降雨 (cm)	254	254	254
5	年平均貯水量 (m ³)	4,859,851	11,261,532	N.A.
6	形態	アースダム	アースダム	アースダム
7	貯水池高 (m)	7.32	5.79	6.71
8	堤防高 (m)	9.75	8.84	10.97
9	貯水池延長 (m)	N.A.	2,316.48	1,341.12
10	貯水量 (m ³)	1,890,000	6,630,000	1,360,000
11	無効水量 (m ³)	190,000	410,000	10,000
12	日消費水量 (m ³ /d)	6,400	17,045	5,000
13	完成年	June 1994	June 1995	1986
14	建設費 (百万 MMK)	19.86	44.8	4.47
15	責任機関	農業灌漑省 (MOAI)	農業灌漑省 (MOAI)	工業省(MOI) & 建設省(MOC)

出典: MDA

Thilawa 貯水池は、MOC および MOI が水利権を MOAI から移管して、浄水場を運営している。MOC が管理する浄水場 (Thilawa Water Supply Industry) は、五つの事業所 (Andawar, Myitta Mon, Myanmar International Terminals Thilawa (MITT), Myanmar International Port Authority (MIPA)、TCBM) へ給水している。MOI の管理する浄水場は、五つの工場 (Shwe Sahar Company, Kyaw Thau Company (Paper Packing Product Factory), TRISTAR Iron Sheet Factory, Myanmar Garment Factory No.18 および No.19) に給水している。

なお、Thilawa Water Supply Industry が供給している MITT の給水施設は以下の通りである。

- 給水面積: 750m x 1,000m
- 現在の水消費量: 平均 150m³/日
- 計画水消費量: 1,221m³/日 (全敷地が開発された場合)
- 1,000m³ 容量の地下タンク: 1 ユニット
- 200m³ 容量、高さ 40m の RCC 給水塔: 1 ユニット
- ポンプ室: 1 ユニット

MITT へのインタビュー結果では、16 年の運営期間内で特段の問題がなかったとのことである。但し、一度乾季に断水があったとのことである。

ティラワ SEZ に隣接している既存のタンリン・チャウタン工業団地 (図 4.4.4 参照) は Bant Bwaykone 貯水池を水源とした下記の水道施設を有している。

- 2,000m³ 容量の地下タンク: 1 ユニット
- 300m³ 容量、高さ 20m の RCC 高架タンク: 1 ユニット
- ポンプ室: 1 ユニット
- 遠心力ポンプ: 3 ユニット (電力 30 kW、容量 1.8 m³/分、水頭 61 m)
- 配水管路: 口径 12 管路 10", 8", 6" および 4" の PVC 管
- 水道料金 MMK 300/m³

チャウタン・タウンシップは Sinkan 湖および Bant Bwaykone 貯水池を水源とした 1,000 m³/日の浄水場を保有し、中心市街地へ給水している。給水人口は 34,718 人である。原水補給の料金は MMK 0.5/m³ とのことである。タンリン・チャウタン工業団地へも給水している。

地下水源

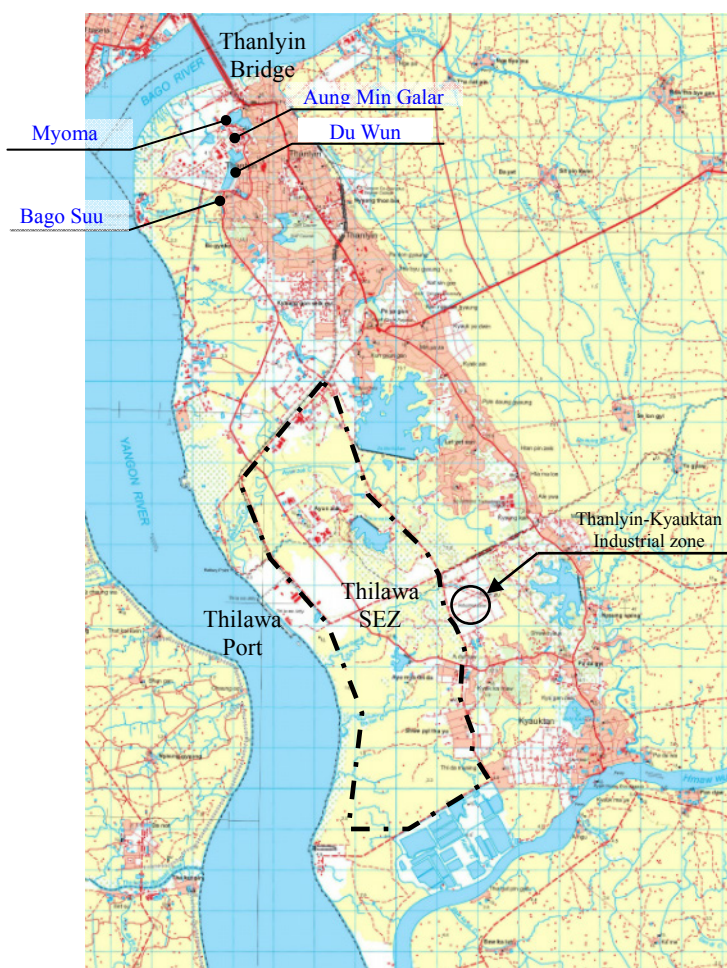
地下水の水利権はそれぞれのタウンシップが有している。

タンリン・タウンシップは現在以下 4 本の深井戸を保有し、中心市街地へ給水している。

表4.4.2：タンリンの既存井戸

No.	井戸	径 (インチ)	揚水量 (m ³ /日)	深さ (m)
1	Duu Wun Street	6	55	85
2	Myo Ma	10	109	90
3	Aung Mingalar	4	55	104
4	Bago Suu	4	55	116

出典: TTDC



出典: JICA 調査団

図 4.4.4：タンリン既存井戸の位置

水道料金

タンリン・タウンシップの一般家庭水道料金は固定で月額 MMK 1,000/世帯であり、その他用途は下表の通りである。

表4.4.3：タンリン水道料金表

	顧客分類	メーター水道料金	固定料金
1	政府機関使用		
(a)	事務所、官庁、公営住宅	MMK 1.14 /gallon	
(b)	プラント、工場	MMK 1.14 /gallon	
2	一般使用		
(a)	生活用水		
	- コンパウンド、住宅	-	MMK 1,000
	- 一般家庭、アパート	-	MMK 1,000
(b)	商業用水		
	- 工場	MMK 1.14 /gallon	MMK 20.16

出典：TTDC

チャウタン・タウンシップの一般家庭水道料金も同様に固定であり、月額 MMK 2,500/世帯である。なお、タンリンの様に用途別による料金は設定されておらず、全て一口 MMK 2,500 で契約されている。

Thilawa Water Supply Industry は USD 0.8/m³ の料金を企業から徴収している。

近隣のヤンゴン市 (YCDC) の水道料金を表 4.4.4 に示す。

表4.4.4：YCDC水道料金表

	顧客分類	メーター水道料金	メーターがない場合	固定料金
1	政府機関使用			
(a)	事務所、官庁、公営住宅	MMK 0.25/gallon	推定使用量に基づき徴収	
(b)	プラント、工場	MMK 0.35/gallon	推定使用量に基づき徴収	
2	一般使用			
(a)	生活用水			
	- コンパウンド、住宅	MMK 0.25/gallon	月固定料金	MMK 1,875
	- 一般家庭、アパート	MMK 0.25/gallon	月固定料金、もしくは過去3ヶ月の請求書をもとに徴収	MMK 1,125
(b)	商業用水			
	- 工場	MMK 0.35/gallon	月固定料金、もしくは過去3ヶ月の請求書をもとに徴収(1平方フィート当たりの使用量を算定)	MMK 20.16
	- 内貨で投資された事業所	MMK 0.35/gallon		

外貨で投資された事業所の水道料金 (USD)

	事業所	メーター水道料金	固定料金
1	ホテル、宿泊施設	USD 4/thousand gallon	USD 0.5/宿泊客/日
2	プラント、工場、商業施設、大型ビルディング	USD 4/thousand gallon	
3	コンパウンド、ビルディング、住宅	USD 2/thousand gallon	USD 25/月

出典：YCDC

4.4.3 現況水源の水質と許容最大水質

Yangon 河、Bago 河および Hmaw Wunn Chaung 川の水質および水源の許容最大水質を以下に示す。

表4.4.5：河川水質と許容最大水質基準

項目	単位	Yangon 河* ¹ 日付: 06/04/05	Bago 河* ² 日付: 14/10/05	Hmaw Wunn Chaung 川* ³ 日付: 31/05/05	許容 最大水質* ⁴
外観		濁り	サビ、濁り	サビ、濁り	
色度	Unit	450.0	1,300.0	500.0	50.0
濁度	NTU	990.0	176.0	2,750.0	25.0
pH		8.0	7.8	7.9	6.5 to 9.2
蒸発残留物	mg/L	12,742.0	334.0	3,0784.0	1,500.0
硬度(CaCO ₃)	mg/L	1,195.0	68.0	3,240.0	500.0
総アルカリ度	mg/L	90.0	20.0	83.0	-
カルシウム(Ca)	mg/L	105.6	15.2	392.0	200.0
マグネシウム(Mg)	mg/L	260.6	8.7	632.8	150.0
塩化物イオン(Cl)	mg/L	3,245.0	14.2	5,369.0	600.0
硫酸塩(SO ₄)	mg/L	79.6	38.4	38.4	400.0
鉄	mg/L	25.6	8.8	41.6	1.0
ヒ素(As)	mg/L	-	-	-	0.05

出典: DHSHD

(注記) *1: ティラワ港付近, *2: Ka Wa 付近(図4.3.3), *3: チャウタンから1マイル上流, *4: Ministry of Health

Yangon 河および Hmaw Wunn Chaung 川に関しては塩害が酷く、水源としての活用は望ましくない。一方、Bago 河に関しては濁度と濁りの数値が高いものの、上記調査結果に基づけば水道水源としての活用は可能である。Bago 河を水源とした際の懸念事項としては、同河川の下流になる Yangon 河および Hmaw Wunn Chaung 川が塩害に晒されているため、将来 Bago 河も塩害に侵される可能性があることである。

ティラワ地区に位置する三つの貯水池および1つの湖の水質および水源の許容最大水質を下表に示す。全て上水の水源として十分満たす水質である。

表4.4.6：貯水池・湖水質と許容最大水質基準

項目	単位	Bant Bwaykone 日付: 30/07/04	Zarmani 日付: 30/07/04	Thilawa 日付: 30/08/04	Sinkan Lake 日付: 11/02/10	許容 最大水質
外観		若干の濁り	サビ	サビ	—	—
色度	Unit	54.0	30.0	14.0	25.0	50.0
濁度	NTU	8.8	2.2	2.2	10.0	25.0
pH		7.0	6.5	8.7	7.3	6.5 to 9.2
蒸発残留物	mg/L	252.0	90.0	104.0	308.0	1,500.0
硬度(CaCO ₃)	mg/L	16.0	14.0	27.0	56.0	500.0
総アルカリ度	mg/L	14.0	13.0	20.0	-	-
カルシウム(Ca)	mg/L	2.4	2.4	6.4	8.0	200.0
マグネシウム(Mg)	mg/L	2.8	2.2	3.1	10.1	150.0
塩化物イオン(Cl)	mg/L	130.4	58.4	44.0	18.5	600.0
硫酸塩(SO ₄)	mg/L	11.5	5.8	18.2	15.4	400.0
鉄	mg/L	1.4	1.6	1.0	1.0	1.0
ヒ素(As)	mg/L	-	-	-	0.002	0.05

出典: DHSHD

タンリン・タウンシップが保有している四つの井戸の水質と許容最大水質を以下に示す。

表4.4.7：井戸と許容最大水質基準

項目	単位	Duu Wun 日付： 17/07/2007	Myoma 日付： 17/07/2007	Bago Suu 日付： 17/07/2007	Aung Mingalar 日付： 17/07/2007	許容 最大 水質
PH	mg/L	6.95	6.93	6.82	6.93	6.5 to 8.5
硬度(CaCO ₃)	mg/L	90	75	0	10	500
蒸発残留物(TDS)	mg/L	228	198	60	80	1,000
濁度	NTU	20	80	5	40	5.0
電気伝導度	μs/cm	384	344	105	147	1,500.0
Fluoride (F)	mg/L	0.5	0.55	0.3	0.35	-
Nitrate (NO ₃)	mg/L	0.063	0.051	0.032	0.043	-
鉄(Fe)	mg/L	2.53	2.21	0	2.08	1.0
ヒ素(As)	mg/L	0	0	0	0	0.05

出典: TTDC

現在水道水源として活用されているため、鉄分が多いものの、特に水質に問題は無い。

4.4.4 飲料水水質基準

以下に示す通り、WHO 基準をもとにミャンマーの飲料水水質基準が決められている。

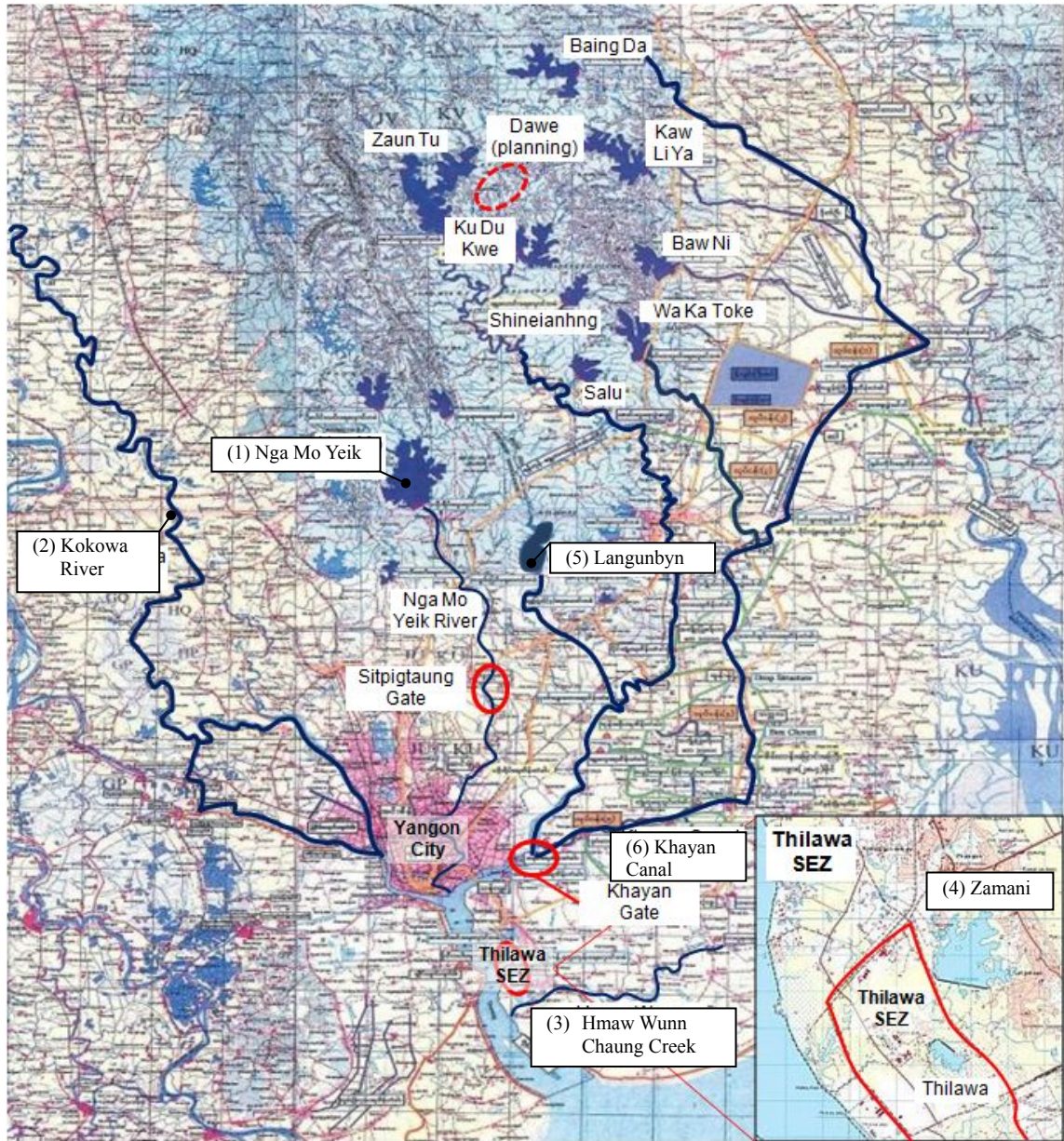
表4.4.8：飲料水の水質基準

番号	項目	単位	ミャンマー基準		WHO ガイドライン 第4版
			現法	改定案 (2011年素案)	
1	pH 値		6.5~9.2	6.5~8.5	8 以下が望ましい
2	濁度	NTU	20.00	5.00	5.00
3	色度	Unit	5~50	15.00	15.00
4	アルミニウム (A l)	mg/L	0.20	0.20	0.20
5	ヒ素 (A s)	mg/L	0.05	0.05	0.01
6	カルシウム (C a)	mg/L	75~200	100.00	-
7	塩化物イオン (C l)	mg/L	200~600	250.00	250.00
8	銅 (C u)	mg/L	1.00	2.00	1.00
9	シアン (C N 2)	mg/L	0.05	0.07	0.07
10	硬度	mg/L	500.00	500.00	-
11	鉄 (F e)	mg/L	0.5~1.5	1.00	0.30
12	マンガン (M n)	mg/L	0.30	0.3(0.1)	0.10
13	鉛 (P b)	mg/L	0.05	0.01	0.01
14	マグネシウム (M g)	mg/L	30~150	500.00	-
15	硝酸塩 (N O 3)	mg/L	10(as N)	50.00	-
16	硫酸塩	mg/L	400.00	250.00	250.00
17	溶解性物質	mg/L	1,000.00	1,000.00	1,000.00
18	亜鉛 (Z n)	mg/L	5~15	3.00	3.00
19	大腸菌群	個/100mL	0.00	0.00	0.00
20	大腸菌	個/100mL	0.00	0.00	0.00

出典: YCDC

4.4.5 ティラワ SEZ 将来計画での水源候補

関係機関との協議で挙げられた水源候補とその概要を以下にまとめた。



出典: ID/YCDC

図 4.4.5 : 水源候補地

(1) Nga Mo Yeik 貯水池

Sitpigtaung 取水ゲートはヤンゴン市の北東部で流下する Nga Mo Yeik 川に位置する。YCDC が Sitpigtaung 取水ゲートを建設中で、2016 年に運用開始予定である。計画給水量は、204,600 m³/日である。YCDC はヤンゴン市の慢性的な水不足を解決するために、全量をヤンゴン市に送水する予定である。

(2) Kokowa 河

Kokowa 河は Yangon 河の支流でヤンゴン州の西部に位置する。Kokowa 河の水質は塩害による影響がないものと期待されている。取水可能量は YCDC Water Supply M/P によると 405,000 m³/日と見積もられている。Kokowa 河給水事業は 2025 年までに実施される予定である。この事業が完成すれば YCDC によるタンリンとチャウタンを含むティラワ地域への給水が可能と判断される。

(3) Hmaw Wunn Chaung 川地域の表流水と地下水開発

農業灌漑省の情報では、Hmaw Wunn Chaung 川地域での表流水と地下水の賦存量はティラワ SEZ の需要を満たす水量が期待できるとのことだが、塩害が問題になっているため、水質面が懸念されるとのことである。更なる Hmaw Wunn Chaung 川地域での水源調査が必要とされる。

(4) Zamani 貯水池とティラワ地域内の地下水開発

ティラワ SEZ クラス A の短期的な水需要を満たすため、農業灌漑省（MOAI）によって Zamani 貯水池からの 3,000 m³/日の取水が許可された。浄水場はクラス A のデベロッパーによって建設される予定である。現在、ティラワ地域内の地下水開発については JICA 調査団による 4 本の生産井開発現地委託調査が実施中である。総計 3,000 m³/日の揚水が期待されているが、継続的な揚水による帯水層への影響について調査する必要がある。

(5) Langunbyn 貯水池

ティラワ SEZ クラス A の水需要を満たすため、Langunbyn 貯水池の余剰水量 52,500m³/日をティラワ地域への給水に充てることが MOAI によって許可された。クラス A の水需要量 42,000 m³/日を満たすことになる。Langunbyn 貯水池からの送水路、浄水場および送水管路は YCDC によって整備される予定である。Langunbyn 貯水池からの給水事業がティラワ SEZ 短中期開発計画（クラス A）の安全で安定的な水需要を満たす最適な事業と判断される。

(6) Khayan 川灌漑水路

Khayan 川ゲートはティラワ SEZ から東へ 25 km 離れたタンリン・タウンシップの Chaung Wa 村に位置する。Khayan ゲートは生活用水、灌漑用水の確保と海水遡上、洪水の防御を目的として 2006 年に建設された。Khayan 川の水源は Khayan ゲートから 100km Bago 河上流に位置する Wa Ka Toke 貯水池（容量 40 百万 m³）であり、Khayan 川ゲート管理者によると水質は塩害に侵されていない。Khayan 川ゲートの概要は以下の通りである。

a. 位置	: Chaung Wa Village, Thanlyin Township
b. 河川名	: Khayan River
c. 集水域	: 367.62 km ²
d. RC スルースゲート	: Width 1.8m x Height 4.9m x Number 40
e. 給水域	: 121.4 km ²
f. 事業実施期間	: 2003 to 2006
g. 建設コスト	: MMK 1,659 million



出典：JICA 調査団

図 4.4.6：Langunbyn 貯水池



出典：JICA 調査団

図 4.4.7：Khayan ゲート

Irrigation Master Plan for the East of Bago River Region and Yangon Region (2004, MOAI)によると、MOAI は 第一期(2016 年完工予定)で 3 貯水池 (Baing Da、Kaw Li Ya、Baw Ni) と連結して 145 百万 m^3 の容量で灌漑用水を確保する計画である。さらに、第二期 (開始・完工年度未定) で 4 貯水池 (Zaun Tu, Ku Du Kwe, Shineianhng, Salu) を追加して総量 405 百万 m^3 を Khayan 川に送水する予定である。

総論

現時点で水源として活用準備が整っており、かつ適切な水質を有し、水利権の調整がなされている Zamani 貯水池を短期水源とし、Langunbyn 貯水池を中期水源とするのが最も現実的である。長期的な水源の確保には、ヤンゴン首都圏全域の水資源管理計画と経済性の検討を念頭においた、更なる調査が必要である。

4.5 下水道システムの現況

4.5.1 下水道セクターに係る行政組織

ヤンゴン地域のうち、ヤンゴン市については YCDC の技術局上下水道部が日々の都市下水道と衛生設備の管理を行っている。一方、YCDC 管轄外であるタンリンとチャウタンの両タウンシップ開発委員会では、下水道に係る責任機関が組織されていない。タンリン・タウンシップの清掃局が住民の要請に従い、各浄化槽やピットラトリンの清掃を行っている。

4.5.2 下水道現況

ミャンマーにおいては、汚水と雨水を分ける分流式下水道システムが導入されていない。ヤンゴン市内には下水処理場が一カ所あるが、適切な維持管理・運用がなされていなかったため、現在ほとんど機能していない。多くの生活雑廃水や商業廃水は、個別の浄化槽やピットラトリンで処理されているが、同様に適切な維持管理がなされていないため、未処理下水が側溝や排水渠に直接に排出されることも多い。



出典：YCDC

図 4.5.1：ヤンゴン市下水処理場位置図

4.5.3 工場廃水および都市廃水排出基準

工業省が表 4.5.1 に示す工場廃水排出基準を決めている。工場はプロセス廃水の排出に係る許可を得るために工業省が定める排出基準に従う。

表4.5.1：工場廃水排出基準

No	項目	許容値	単位	注記
1.	BOD (20°C5日間)	max 20-60	ppm	排出先の地勢次第
2.	浮遊物質	max 30	ppm	
3.	溶解性物質	max 2,000	ppm	
4.	過マンガン酸塩 (pH 5から9)	max 60	ppm	
5.	硫化物(as HS)	max 1	ppm	
6.	シアン(as HCN)	max 0.2	ppm	
7.	油分	max 5	ppm	
8.	タール	none	-	
9.	ホルムアルデヒド	max 1	ppm	
10.	フェノール類・クレゾール	max 1	ppm	
11.	遊離塩素	max 1	ppm	
12.	亜鉛	max 5	ppm	
13.	クロム	max 0.5	ppm	
14.	ヒ素	max 0.25	ppm	
15.	銅	max 1.0	ppm	
16.	水銀	max 0.005	ppm	
17.	カドミウム	max 0.03	ppm	
18.	バリウム	max 1.0	ppm	
19.	セレン	max 0.02	ppm	
20.	鉛	max 0.2	ppm	
21.	ニッケル	max 0.2	ppm	
22.	殺虫剤	None	-	
23.	放射性物質	None	-	
24.	温度	max 40	°C	
25.	色・臭気	-		受け入れ水域において観測できないこと

出典:工業省

また、農業灌漑省が表 4.5.2 に示す都市廃水排出基準を定めている。

表4.5.2：都市廃水排出基準

項目	単位	許容限界
pH		9-6
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	250
油分	mg/L	10
浮遊物質	mg/L	50
金属類		
重金属類	mg/L	10
ヒ素	mg/L	0.1
カドミウム	mg/L	0.1
クロム		
6価クロム	mg/L	0.1
総クロム	mg/L	0.5
銅	mg/L	0.5
鉄	mg/L	3.5
鉛	mg/L	0.1
水銀	mg/L	0.01
ニッケル	mg/L	0.5
セレン	mg/L	0.1
銀	mg/L	0.5
亜鉛	mg/L	2
シアン		
シアンイオン	mg/L	0.1
総シアン	mg/L	1
アンモニア	mg/L	10
フッ素	mg/L	20
残留塩素	mg/L	0.2
フェノール類	mg/L	0.5
リン	mg/L	2
硫化物	mg/L	1
大腸菌群	MPN/100ml	<400
温度上昇		<3°C

出典：灌漑局

4.5.4 工場での前処理義務化

ミンガラドン工業団地では各テナントと借地契約を結ぶ際に“Additional Condition for Lease”にて、テナントが工場廃水を事前に処理する旨、契約書で規定している。下記に示す添付資料の通り排出基準も定められている。

Reference-1 "Additional Condition for Lease of Mingaladon Industrial Park"

Chapter II V Utilities Codes

D. Waste Water

- a) Sewerage of the Waste Water shall be by concrete pipes or PVC pipes.
 b) The quality of the Waste Water discharged from the Land shall be properly monitored by both the Lessee and the Lessor by means of routine sampling.
 c) Connection to the sewer line:
 i) The Lessee shall submit an application, in writing, together with drawings, to the Lessor;
 ii) The quantity and quality of the Waste Water to be discharged and proposed connection date shall be mentioned in such application.
 d) Other provisions:
 i) Any Lessee producing Waste Water that has not fulfilled the Waste Water quality standards required by the MIP, as specified in the Attachment 9 contained in the Conditions, and utilizing the Waste Water Treatment Plant of the MIP, shall be obliged to construct a Primary Waste Water Treatment Plant at its own cost in the Land in order that the Waste Water discharged by the Lessee fulfills the quality standards of the MIP.
 ii) The construction of the Primary Waste Water Treatment Plant by the Lessee must follow the system specified in Attachment 2.
 iii) Any violation of the Waste Water quality, as determined by the MIP and/or the Government, shall result in the temporary closure of the Lessee's Industrial Water Supply and Waste Water outlet. Such closure shall be carried out after the Lessee's failure to meet the quality standards, notwithstanding having been sent three (3) warning letter by the Lessor. All consequences and /or losses resulting from such closure shall be the full responsibility of the Lessee.
 iv) The temporary closure of the Lessee's Industrial Water supply and Waste Water outlet shall be lifted only after the Lessee has taken all necessary measures to comply with all the Waste Water quality standards mentioned above.

*Mingaladon Industrial Park
Additional Condition
ATTACHMENT 9*

WASTE WATER QUALITY CRITERIA

PARAMETER	UNIT	MAXIMUM ALLOWABLE LIMIT
PHYSICAL		
Temperature	°C	35
Dissolved Solids	mg/l	1,000
Suspended Solids	mg/l	200
CHEMICAL		
pH	units	6-9
Iron (Fe)	mg/l	5
Manganese (Mn)	mg/l	0.5
Zinc (Zn)	mg/l	5
Copper (Cu)	mg/l	0.5
Chromium Hexav. (Cr ⁶⁺)	mg/l	0.1
Cadmium (Cd)	mg/l	0.01
Total Mercury (Hg)	mg/l	0.005
Boron (B)	mg/l	1
Nickel (Ni)	mg/l	0.1
Phosphate (PO ₄ -P)	mg/l	1
PCB	mg/l	0.003
Lead (Pb)	mg/l	0.1
Arsenic (As)	mg/l	0.05
Selenium (Se)	mg/l	0.01
Cyanide (CN)	mg/l	0.02
Sulphur (S)	mg/l	0.01
Fluorine (F)	mg/l	1.5
Chlorine (Cl ₂)	mg/l	1
Chloride (Cl)	mg/l	600
Sulphate (SO ₄)	mg/l	400
Free Ammonia (NH ₃ -N)	mg/l	0.5
Nitrate (NO ₃ -N)	mg/l	10
Nitrite (NO ₂ -N)	mg/l	1
Oxygen Demand		
Biology (BOD)	mg/l	240
Chemical (COD)	mg/l	500
Blue Active Compound Methylene (Mixed Active Methyl Blue)	mg/l	0.5
Phenol	mg/l	0.002
Vegetable Oil & Fats	mg/l	30
Mineral Oil (Hydrocarbon)	mg/l	10
MBAS (Detergent)	mg/l	0.5
Radioactivity*		

Note:
 1. Radioactivity* concentration follows the valid regulations.
 2. No substances constituting an obstacle to the biological treatment process shall be included.