

## 5. ティラワ地区港整備計画

### 5.1. ティラワ地区港の役割

4.1.1 ヤンゴン港の位置付けに述べたように、ヤンゴン港において必要とされる港湾施設を開発する場所はヤンゴン本港に見つけることが出来ない。したがって、必要な水面と用地の確保できるティラワ地区がヤンゴン港の活動を支えるために重要な役割を果たす場所である。

### 5.2. 貨物需要予測

ミャンマー国のコンテナ貨物は、ほぼ全量ヤンゴン港で取扱われているので、ミャンマー国のコンテナ貨物予測取扱量も全量、ヤンゴン港で取扱われるものとする。表 5.2-1 にヤンゴン港のコンテナ取扱量の予測結果を示す。なお、詳細な計算は、4.2.1 貨物量需要予測に示す。

表 5.2-1 ヤンゴン港及びティラワ SEZ に関連するコンテナ貨物量の予測値  
(TEUs/Year)

年		2015	2020	2025
ヤンゴン港	High Case	892,000	1,986,000	4,014,000
	Low Case	853,000	1,700,000	3,064,000

出典：調査団作成

### 5.3. 既存コンテナターミナルの容量

コンテナターミナルにおけるコンテナ取扱能力を左右する要因はガントリークレーンなどのバースにおける取扱能力と荷役のためにコンテナを蔵置するコンテナヤードの広さやハンドリング能力である。

岸壁における荷役機械の年間取扱能力（TEU/年）は、次の要因を基に算定することが出来る。

1. ガントリークレーンなどの基数
2. ガントリークレーンなどの時間当たりのコンテナ取扱個数(開発途上国においては 20~30 個/時間、2 基以上稼働する場合は 2 基目以降の効率は低下するので、それを考慮したガントリークレーンなどの平均効率を用いる)
3. ガントリークレーンの年間稼働日数
4. ガントリークレーンの一日当たりの実稼働時間
5. コンテナ船の年間の接岸率
6. 20ft コンテナと 40ft コンテナの率
7. Box Ratio

また、荷役するコンテナはコンテナヤードに蔵置されることになるので、コンテナターミナル

の年間取扱能力はヤードの蔵置容量に左右される。コンテナヤードの処理能力は下記の要因を基に算定することが出来る。

1. コンテナヤードのスロット数
2. コンテナの蔵置段数
3. コンテナ蔵置可能個数に対する荷役時利用可能率
4. 1日最大取扱量の週間平均取扱量の比
5. コンテナのヤード内蔵置日数
6. コンテナヤードの年間稼働日数

コンテナターミナルの取扱能力は上記で求めた値のうち、小さい方の値という事になる。

表 5-3.1 に示す施設にこれらの能力が最大に発揮される荷役機械が配置されると共に、荷役効率の向上が図られたとの条件のもと、各ターミナルが持つ最大取扱能力を推定した結果を表 5-3.1 に示す。また、各ターミナルが持っている岸壁やヤードの将来拡張計画を基に、将来の取扱能力を推定した結果も表 5-3.1 に示す。これらを反映して、取扱能力を算定するための係数を次のように設定した。

岸壁における荷役機械の年間取扱能力（TEU/年）算定のために用いた係数

1. クレーンの基数 = 2
2. 時間当たりのコンテナ取扱個数 = 25 個/時間
3. クレーンの平均効率 = 0.9
4. クレーンの年間稼働日数 = 365 日
5. クレーンの実稼働時間 = 21 時間
6. 接岸率 = 0.4
7. 20ft コンテナと 40ft コンテナの率 = 1.5
8. Box Ratio = 1.4

コンテナヤードの年間処理能力（TEU/年）算定のために用いた係数

1. スロット数 = 表 3-2.3 による
2. コンテナの蔵置段数 = 3.5
3. 荷役時利用可能率 = 0.75
4. 一日最大取扱量の週間平均取扱量の比 = 1.4
5. コンテナ蔵置日数 = 7 日
6. 年間稼働日数 = 365 日

既存のコンテナターミナル以外に、現在 MPA が雑貨バースとして使用している Sule Pagoda Terminal (全長 1,041m) の一部の 540m をコンテナと雑貨を扱うターミナルとして民営化する計画が進められている。Sule Pagoda Terminal の用地は 100m 余りと狭いため、コンテナヤードとして使える面積が狭く、このコンテナヤードで取扱可能なコンテナ量は年間約 5 万 TEU と推定される。Sule Pagoda Terminal の BOT 契約は現在手続き中であるが、供用できるのは 2015 年と予想される。

MIP と Ahlone Terminal の容量増大のための整備はヤンゴン港の容量不足が顕在化する 2016 年から始められると想定できる。施設の建設に 2 年を要する想定されるので、2018 年から 2020 年にかけて徐々に 14.7 万 TEU の容量増大が図られる。

MITT と MPA の BOT 契約によると、MITT ではガントリークレーンの設置基数に応じて最大で年間約 32 万 TEU まで優先的に取り扱えるとしている。従って、ヤンゴン港全体でコンテナ取扱能力に不足を来すと予想される 2016 年から MITT の取扱能力は順次増強され、2016 年には年間 8 万 TEU 増加し、その後 3 年で最大取扱能力（年間 81.5 万 TEU）まで能力拡大が図られるものと想定する。これらターミナルの能力を表 5.3-1 に示す。

表 5.3-1 各コンテナターミナルの現有及び将来取扱可能な能力 (TEUs/Year)

	Hteedan Terminal	Ahlone Terminal	MIP Terminal	Bo Aung Kyaw Terminal	Sule Pagoda Terminal	ヤンゴン本港小計	MITT Terminal	合計
現有施設の最大可能能力	149,000	191,000	131,000	57,000	—	528,000	203,000	731,000
将来取扱可能能力	149,000	280,000	189,000	57,000	50,000	725,000	815,000	1,540,000

(‘000TEUs/Year)

Calender year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Expected capacity ('000 TEUs/y)	731	731	731	781	898	1,063	1,277	1,491	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
Theedan Terminal	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Ahlone Terminal	191	191	191	191	191	191	221	250	280	280	280	280	280	280
MIP Terminal	131	131	131	131	131	131	150	170	189	189	189	189	189	189
Bo Aung Kyaw Terminal	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
MITT	203	203	203	203	320	485	650	815	815	815	815	815	815	815
Sule Pagoda Terminal	0	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

出典：調査団作成

## 5.4. 施設等整備計画

### 5.4.1. 港湾施設

#### (1) 施設計画

現在のヤンゴン本港のコンテナ取扱容量は、表 5.3-1 に示すように年間約 52.8 万 TEU 程度と推定されている。一方、コンテナ貨物量の増大に対応するため、いくつかのターミナルで岸壁の延長やヤードの整備工事が行われている。コンテナターミナルの取扱容量は 5.3 既存コンテナターミナルの容量に示すように、岸壁における荷役能力とヤードにおける取扱能力から定まるが、ヤンゴン本港では陸域の面積が狭いため、十分なヤードが確保できない状況である。従

って、ヤンゴン本港においては将来においても年間約 72.5 万 TEU までに容量を増大するのが限界である。一方、ティラワ地区港においては延長 1,000m の岸壁を持つ MITT の一部でコンテナの取扱いをしており、年間約 20.3 万 TEU の取扱能力を持つと推定されている。更に、ヤードの拡張並びに荷役機械の増設をすることによって年間約 81.5 万 TEU の取扱いが可能と推定される。従って、将来のヤンゴン本港と MITT の合計コンテナ取扱可能容量は年間 154 万 TEU 程度と推定出来る。

貨物需要予測によると、2014 年までは現有施設能力でコンテナ取扱いに必要な能力はほぼ確保出来るので、2015 年以降に取扱能力の不足が顕在化し始めると予測される。ただ、この容量不足に対して、民間企業がどう対応するかなどの計画については明らかにされていない。また、民間施設では、コンテナ以外の貨物も取り扱っており、コンテナ取扱能力の向上を図るためには雑貨取扱施設の整理、コンテナ取扱い専門のヤードや荷役機械の整備を図らなければならないなど、整備に時間を要すると考えられる。

4.2.1 貨物量需要に示す需要予測の方法を基に、各年の需要量を予測した結果を表 5.4-1 に示す。2015 年中にはコンテナターミナル背後に計画されている SEZ の操業開始が求められているので、SEZ から発生する年間 7.5 万 TEU のコンテナを含む年間 16 万 TEU (High Case) 容量のターミナルを稼働させる必要がある。なお、仮に 2016 年に MITT におけるガントリークレーンが一举に 6 基増設され、MITT の優先的取扱権が最大 (年間 32 万 TEU) になったとしても、ティラワ地区港には新たなターミナルの供用が必要である。

6.1 施設等緊急整備計画に示すように、コンテナターミナル 1 バースでおおよそ年間 20 万 TEU のコンテナが扱えるので、Phase I として最低でも 1 バース (Phase I-1) のターミナルを供用させる必要がある。2019 年には 1 バースのターミナル容量である年間 20 万 TEU を超す需要が予想されるので、2018 年には Phase II としてさらに 1 バースを完成させる必要がある。続いて、2020 年には Phase II の容量年間 40 万 TEU を超す需要があるので、2019 年には Phase III として、さらに 2 バース (容量年間 40 万 TEU) の整備をする必要がある。

ティラワ地区港におけるコンテナターミナルの整備は貨物需要予測のケースごとに High Case と同様に検討した結果を表 5.4-1 に示す。また、ティラワ地区港におけるターミナルのレイアウトを図 5.4-1 に示す。

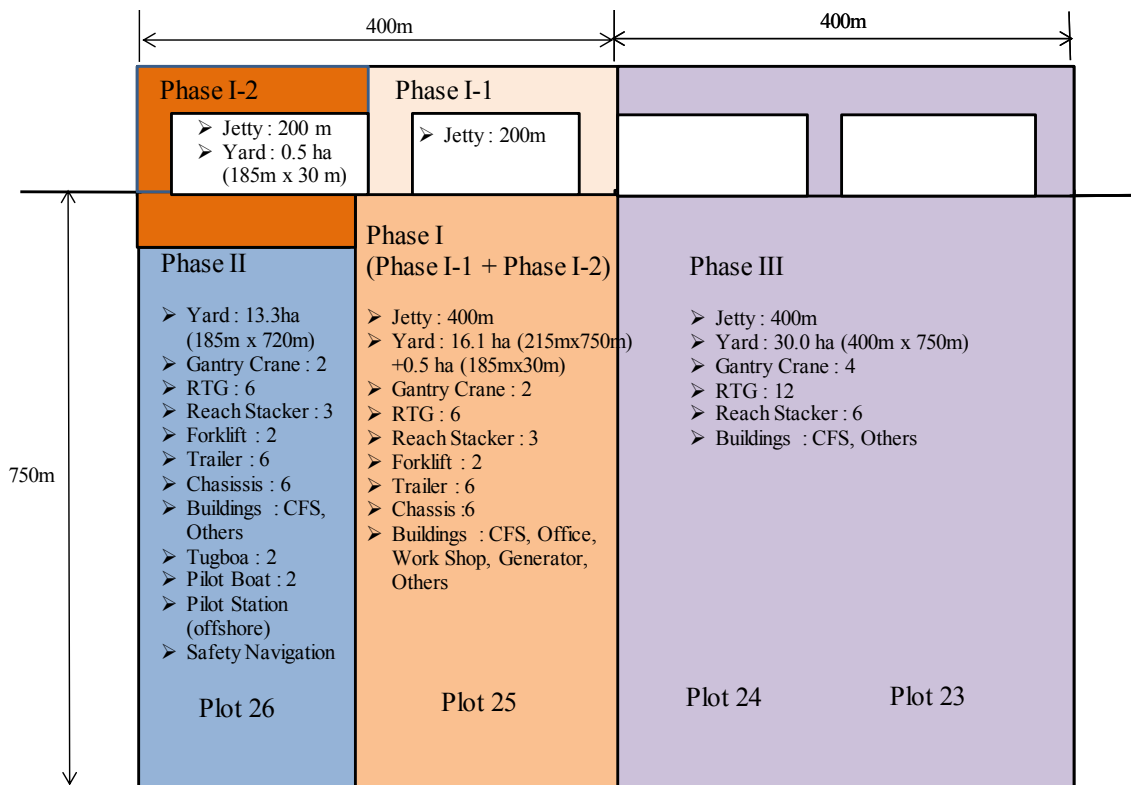
また、需要予測とティラワ地区港コンテナターミナルの整備 Phase 並びに容量の経年変化を図 5.4-2 に示す。図に示される通り、本プロジェクトの整備を実施したとしても、2015 年は急激な需要の伸びの中で容量がひっ迫し、予測される取扱貨物量の全量を扱うことが出来ず、容量の不足が顕在化し、港の容量不足がミャンマーの経済成長のボトルネックとなりうる可能性がある。



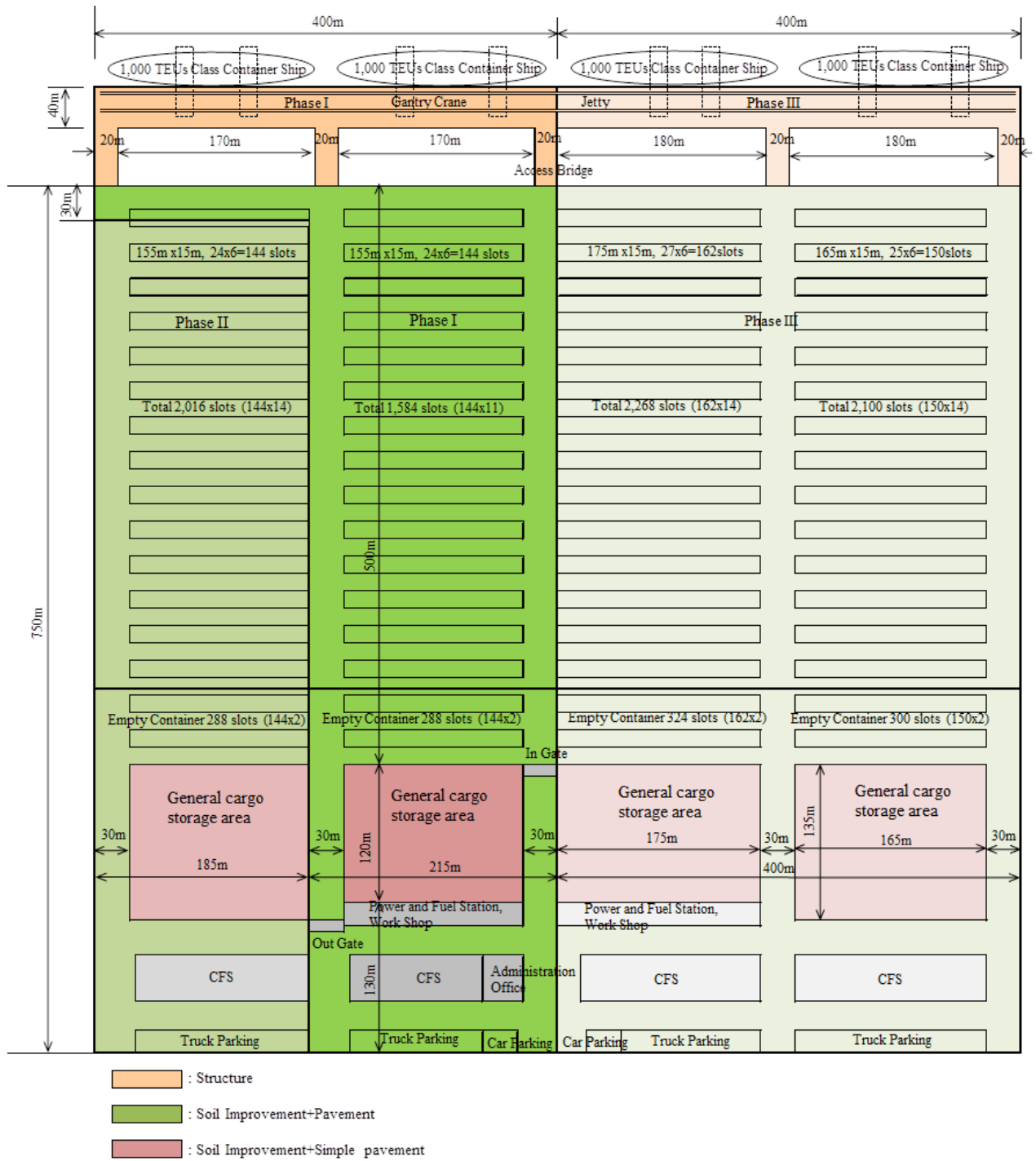
表 5.4-1 ティラワ地区港におけるコンテナターミナル整備計画

Calendar year		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Demand forecast ('000TEUs/y)	high case	509	615	744	892	1,058	1,248	1,464	1,709	1,986	2,299	2,653	3,052	3,502	4,014		
	middle case	509	615	736	873	1,023	1,194	1,385	1,599	1,843	2,104	2,400	2,731	3,098	3,507		
	low case	509	615	727	853	990	1,142	1,310	1,495	1,700	1,923	2,170	2,441	2,738	3,064		
Expected capacity ('000TEUs/y)		731	731	731	781	898	1,063	1,277	1,491	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540		
Required additional capacity ('000TEUs/y)	high case	0	0	13	111	160	185	187	218	446	759	1,113	1,512	1,962	2,474		
	middle case	0	0	0	92	125	131	108	108	303	564	860	1,191	1,558	1,967		
	low case	0	0	0	72	92	79	33	4	160	383	630	901	1,198	1,524		
Project implementation schedule	high case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															
	middle case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															
	low case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															

Note: [shaded box] : Construction and Procurement Period

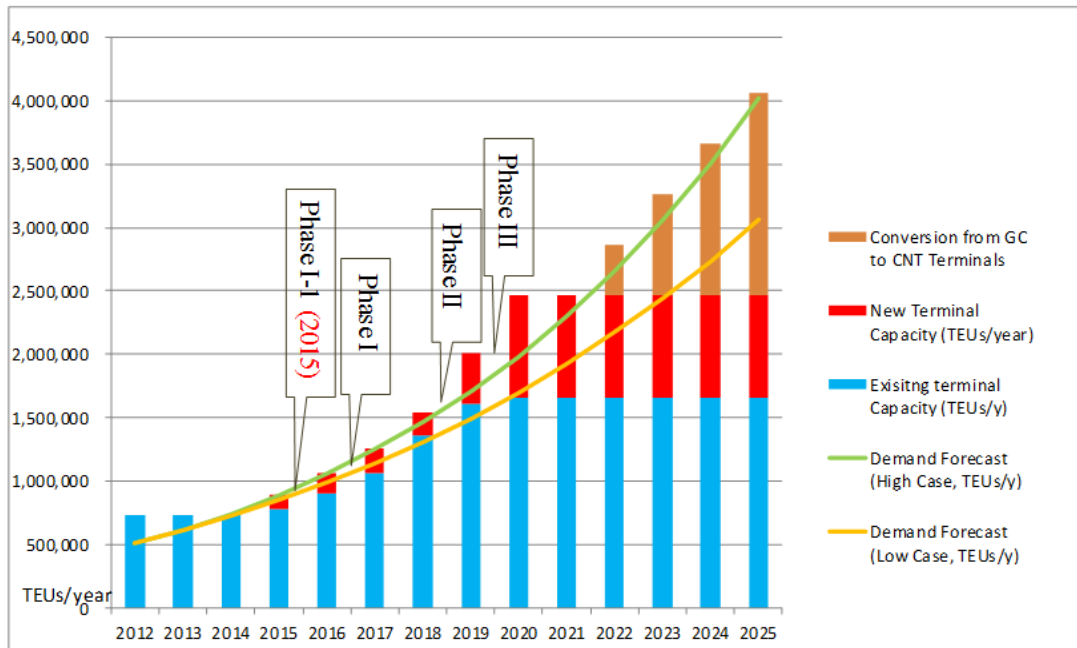


出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.4-1 ティラワ地区港のターミナルレイアウト



出典：調査団作成

図 5.4-2 需要予測とターミナル整備時期並びに容量

なお、各 Phase の完成目標年と施設容量を表 5.4-2 に示す。

表 5.4-2 各 Phase の完成目標年と施設容量

Phase	完成年	施設容量 (約 TEU/年)	
Phase I	I-1	2015	-
		2016	190,000
Phase II	2018	400,000	
Phase III	2019	800,000	

出典：調査団作成

なお、本プロジェクトの立地対象範囲は 1.3 調査対象地域に示す Plots 22~26 である。5.4 環境社会配慮に示すように、この地域は MPA の所有地であるにも拘らず Plots 22 および 23 にはそれぞれ 220 人と 42 人の住民が居住している他、全 plot の一部 (面積約 29 ha) が耕作に使用されている。用地は MPA の所有地であるものの、短期間に住民を移転させることは困難であるので、本プロジェクトの配置を Plots 23~26 とする。本プロジェクトのレイアウトを Google Map 上に描いたものを図 5.4-3 に示す。



出典：Google, 調査団作成

図 5.4-3 ティラワ地区港のターミナルレイアウト (Google Map)

High Case の貨物需要予測によると、2025 年にはヤンゴン港において年間約 400 万 TEU のコンテナ貨物量が発生すると予測されている (表 5.4-1 参照)。一方、ヤンゴン港におけるコンテナ取扱施設で最大限可能なコンテナは年間約 150 万 TEU と推定されている (表 5.4-1)。また、ティラワ地区港の延長 800m の新ターミナルでは年間約 80 万 TEU (約 20 万 TEU/バース x 4 バース) のコンテナを取扱う能力が確保される。したがって、2022 年以降にはヤンゴン港においてコンテナを取扱う施設が不足することになる (表 5.4-1 参照)。ティラワ地区港において MITT の 5 バース

を除いて雑貨を扱える、あるいは扱うことを予定しているターミナルは Plot 4、10、11、12、13、27 の 6 バース(表 3.2-1)である。2020 年以降の容量不足を補うためには、現在は雑貨や石油類、穀物類を扱うことを前提としているターミナルをコンテナ取扱ターミナルに転換や新しいターミナルを増設のうえ、岸壁の再配置を行う必要がある。コンテナターミナル 1 バースで約 20 万 TEU/年の取扱いができるので、表 5.4-3 の (1) に示すような工程で順次整備する。

Low Case の場合のヤンゴン港のコンテナ需要予測は約 300 万 TEU であり、2021 以降の各年の必要取扱容量と転換/増設必要バース数は表 5.4-3 の (2) に示すような工程となる。

表 5.4-3 ティラワ地区におけるコンテナターミナルへの転換/増設工程

(1) High Case の場合

年	2021	2022	2023	2024	2025
必要取扱容量 ('000TEU/年)	759	1,113	1,512	1,962	2,474
所要バース数	4	5	8	10	12
本事業整備バース数	4	4	4	4	4
転換/増設必要バース数	—	1	4	6	8
予定合計バース数	4	5	8	10	12

(2) Low Case の場合

年	2021	2022	2023	2024	2025
必要取扱容量 ('000TEU/年)	383	630	901	1,198	1,524
所要バース数	2	4	5	6	8
本事業整備バース数	4	4	4	4	4
転換/増設必要バース数	—	0	1	2	4
予定合計バース数	4	4	5	6	8

出典：調査団作成

なお、High Case の場合には 2025 年以降には所要バースは転換バースのみでは不十分となるので、4.1.4 ヤンゴン港整備の基本方針、(3) ヤンゴン港マスタープラン、表 4.2.12 で評価したようにティラワ地区港の北部地域に新たな港湾の展開を行う必要がある。

(2) 港湾施設設計

設計対象の港湾施設としては、岸壁、護岸、ヤードおよびヤードと岸壁を連絡する渡り橋である。

---

## 1) 設計基準と規格

### a) 設計規準

ミャンマーでは港湾施設の技術基準が整備されていないため、港湾施設の設計は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会に準拠した。その外、BS、PIANC、EURO-CORD、等も必要に応じて参考とする。

### b) 規格

工業規格は日本工業規格（JIS）に準拠する。

## 2) 岸壁設計

岸壁は、コンテナバースとして設計するが、多目的バースとして対応可能なよう設計する。

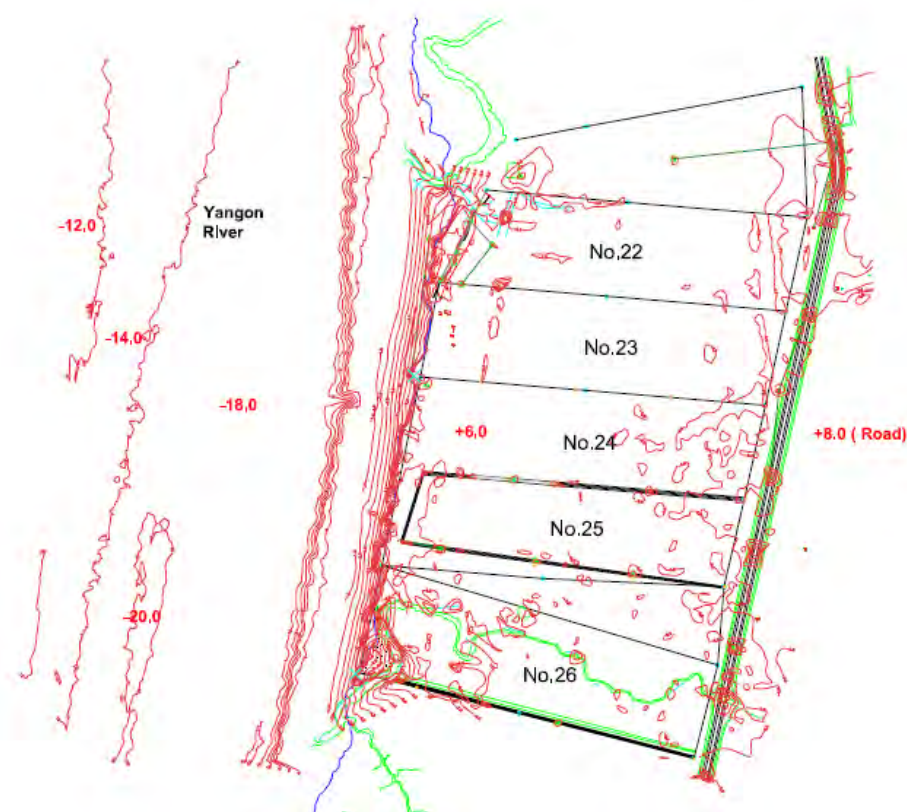
### a) 設計条件

#### i) 自然条件

##### ① 地形（地形測量結果）

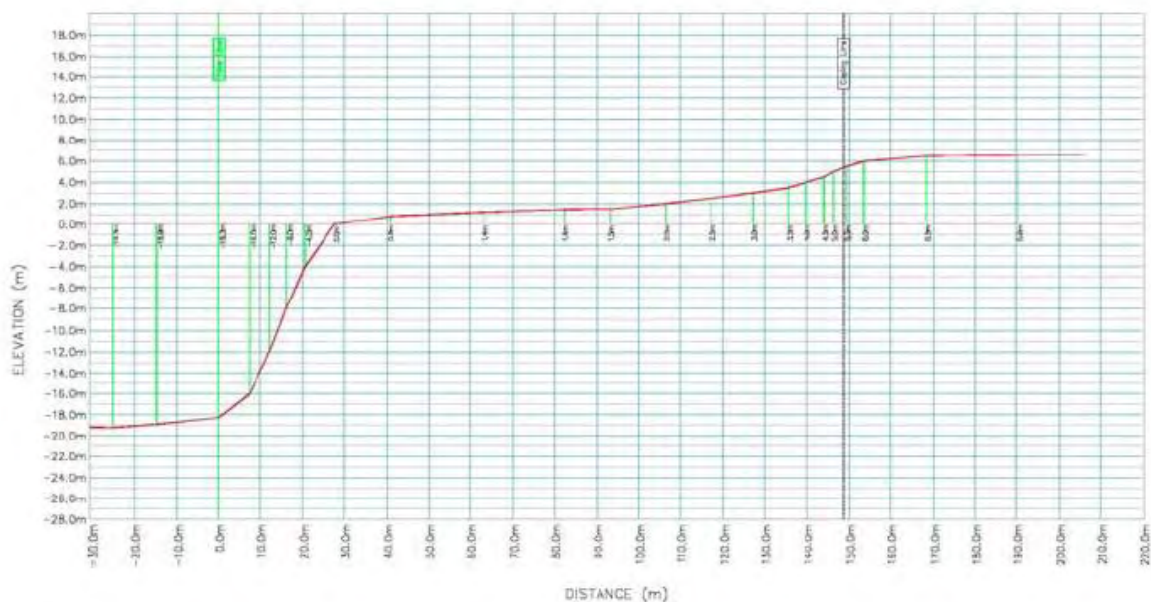
計画地域の測量結果を図 5.4-4 に示す。計画地の河川側の標準断面によれば、以下のようなことがいえる。計画地の標準的な河川断面は、河川護岸から約 120m の範囲は、1：20 程度の勾配で河川中央に向かって CDL+0.0m 程度まで低くなっている。CDL+00m の付近から河川中央に向かって 1：2 程度の勾配で約 CDL-18.0m まで深くなっている。河川中央部の最大水深は CDL-20m 程度である。代表的な河川横断図を図 5.4-5 に示す。





出典：調査団作成

図 5.4-4 地形測量図

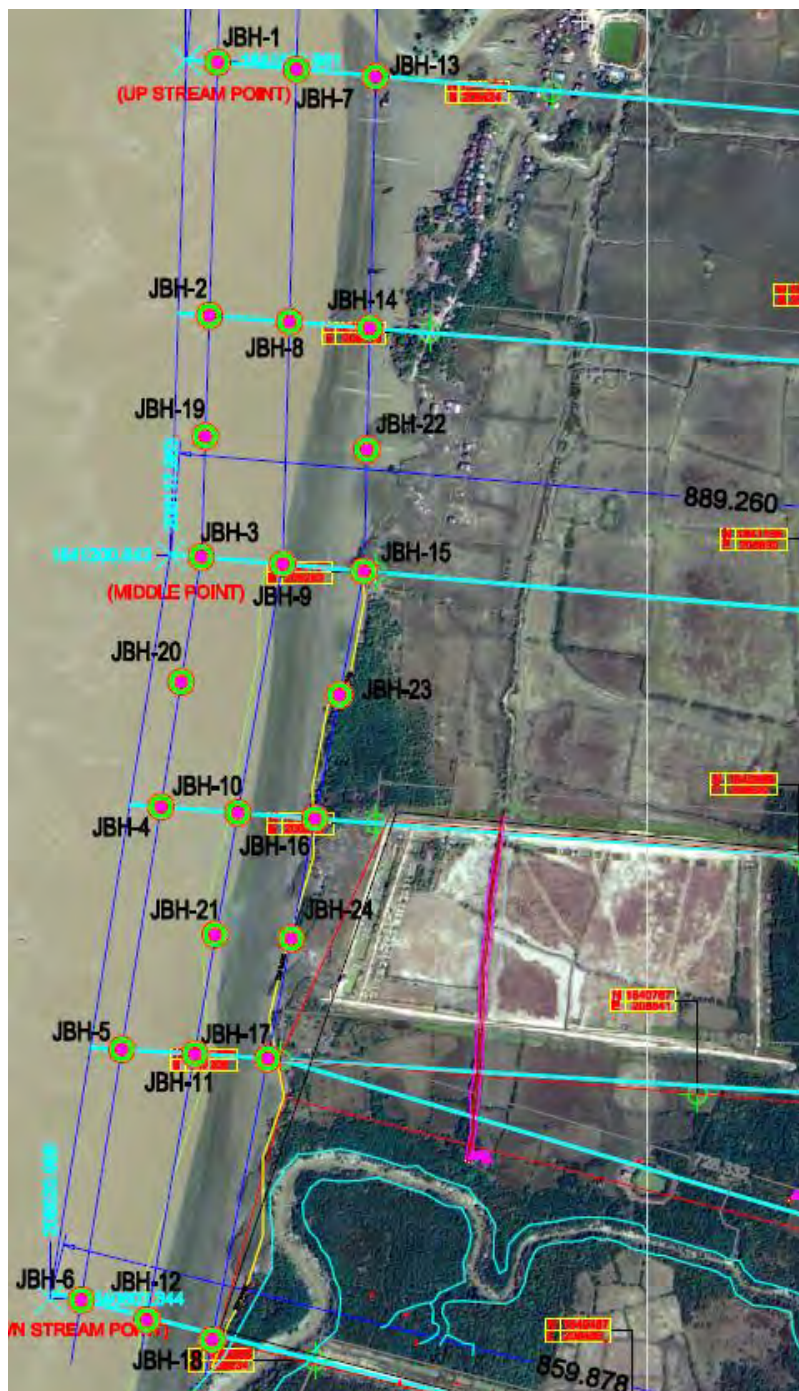


出典：調査団作成

図 5.4-5 河川標準横断面図

② 地質（調査位置、ボーリング柱状図、調査結果）

地質ボーリングの配置は、港湾施設縦横断方向の地質断面が把握できるよう計画した。計画地点の地質調査位置を図 5.4-6 に示す。



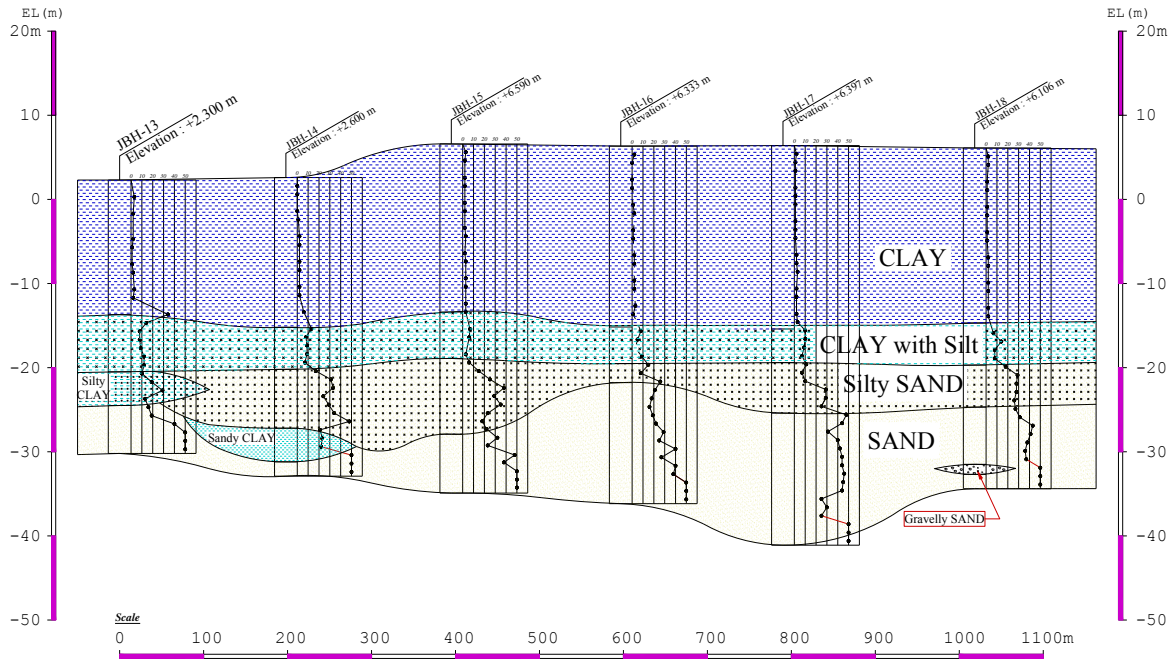
出典：調査団作成

図 5.4-6 栈橋側地質調査位置図

栈橋部の地質縦断面図を図 5.4-7 に地質断面図を図 5.4-8 に示す。



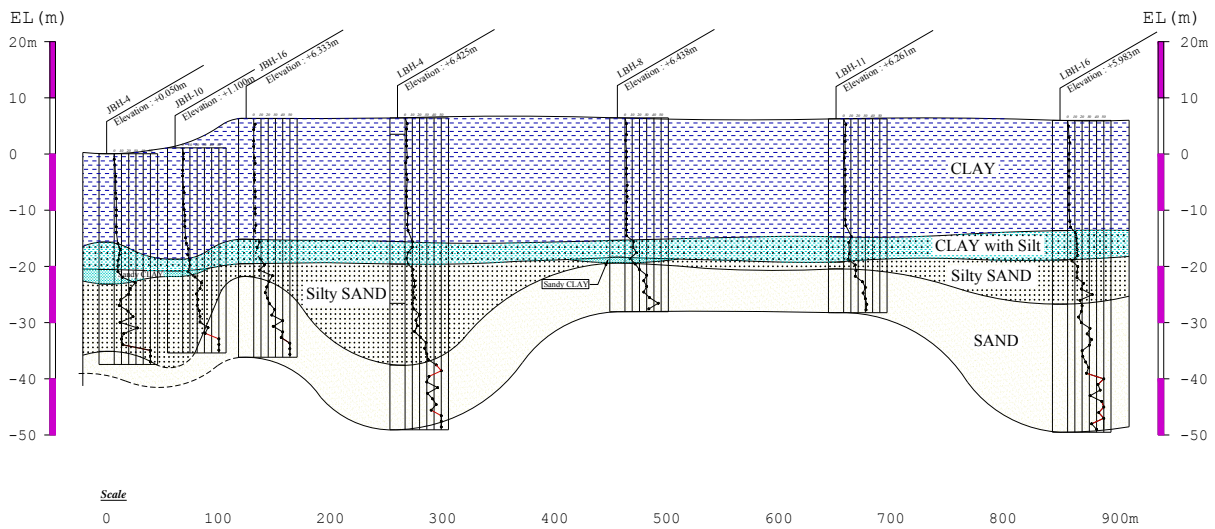
Soil Profile through JBH-13, JBH-14, JBH-15, JBH-16, JBH-17 & JBH-18



出典：調査団作成

図 5.4-7 栈橋部地質縦断面図

Soil Profile through JBH-4, JBH-10, JBH-16, LBH-4, LBH-8, LBH-11 & LBH-16



出典：調査団作成

図 5.4-8 栈橋部地質横断面図

- ・地質概要

栈橋部の地質概況は、以下のものである。

地表面から CDL-23m までの層は、非常に柔らかいシルトとなっている。さらに、CDL-23m から CDL-27m 位までの層は、シルト混じり砂が堆積している。CDL-27m 以下の層は、比較的締った砂層となっており、-35m 位で N 値が 50 以上になる。

各層の平均的な N 値は以下の様になっている。

- \*非常に柔らかい粘土層の N 値は 1~3 の値を示している。
- \*その次の層のシルト混じり砂層は、N 値 10~30 の値を示す。
- \*最下部の比較的締まった砂層は N 値 30 以上を示している。

・設計用地質条件

地質調査結果より、設計用の地盤構成を以下のように設定する。

表 5.4-4 設計用地盤構成

	層	N 値	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
地表 -23.0m	柔らかい粘土	2	17	7	$C=1.79xZ+25.81$ (Z=0 at 0.0)	-
-27.0m	シルト混じり 砂層	30	19	10	-	32
	締った砂層	40	20	10	-	34

出典：調査団作成

### ③海象

#### ・ 潮位

ティラワ地区の 1 年間(2009~2010 年)の潮位観測記録を基に調和解析によって算出された潮位を設計潮位とする。

表 5.4-5 ティラワ設計潮位

潮位	標高
HHWL	+7.10m
HWL	+6.24m
MWL	+3.28m
LWL	+0.33m
CDL	+0.00m

出典：調査団作成

#### ・ 潮流

流速は、現地での観測記録がないため、ヤンゴン港の設計流速を採用する。

流速                    最大流速    :    6kt = 約 3.1m/s  
 流向                    最大流速時の流向は、下流向きである。

・ 波浪

計画地点は、川幅が広く吹送波が発生する。有効吹送距離と継続最大風速より、SMB 法により吹送波を推算した結果が以下の表である。波浪推算での最大風速は 40m/s とし、波向きは吹送距離の方向とした。推算結果を表 5.4-6 に示す。

表 5.4-6 推算吹送波浪

波向	有効吹送距離 (Km)	波高 H1/3(m)	周期 T1/3(m)
S	2.50	1.5	3.2
SW	3.33	1.7	3.5
W	2.87	1.6	3.4
NW	3.32	1.7	3.5

出典：調査団作成

上記表から設計波浪は、以下のように設定された。

表 5.4-7 設計波浪

波高	H1/3=1.7m
周期	T1/3=3.5s
波向き	SW,NW

出典：調査団作成

④気象

・ 風

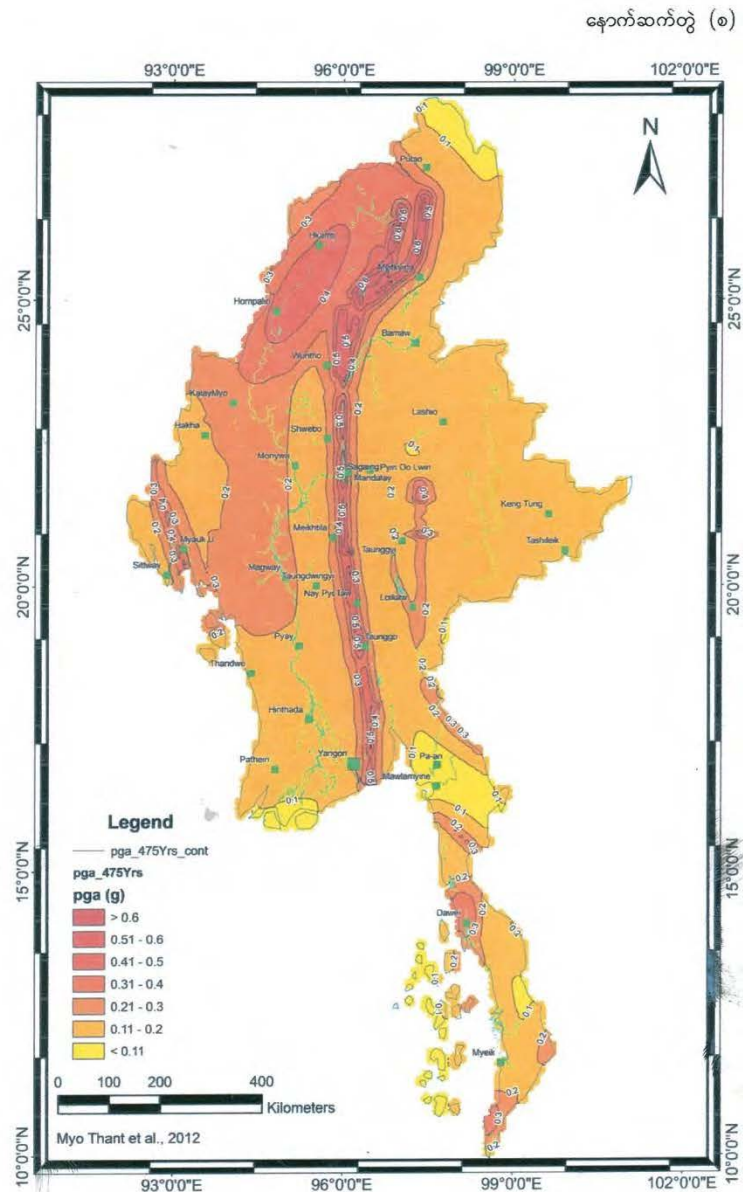
計画地点では、現地での風観測記録がなく、ヤンゴンでの風観測記録より設計風速を決定する。サイクロナルギス来襲時の風観測記録は以下のようである。

- 最大風速：59.2m/s
- 瞬間最大風速：72m/s

これより、設計最大風速を 60m/s、瞬間最大風速を 72m/s とする。

・ 地震

ミャンマーの地震ゾーニングマップより、ティラワでの地震係数を算定する。



Probabilistic Seismic Hazard Map of Myanmar for 10% probability of exceedance in 50 years (475 years recurrent interval), the seismic hazard is described in term of peak ground acceleration (PGA) in g (firm rock).

出典：Myanmar Earthquake Committee (MEC)

図 5.4-9 地震震度マップ

この地震ゾーニングマップによれば、ティラワ地区はエリア III に位置する。

地震エリア：III

地域震度：0.20

重要度係数：1.25

地盤係数：1.2

構造物による低減係数：0.5

これらの係数より構造物に対する設計水平震度 (Kh) を算定すると、Kh=0.15 となる。本設

計では、鉛直震度は考慮しない。従って、 $K_v=0.0$  とする。

## ii) 計画条件

### ①法線計画

Plot 22～26 の MPA 計画バース法線は、Plot 23 と 24 の境界で屈曲している。屈曲した岸壁法線は、連続したバースとしての利用に支障があるので、Plot 22～26 の岸壁法線を直線とする案の検討を行った。

法線の検討では、以下のような条件を考慮する必要がある。

- ①MPA は全 Plot に亘り水深を考慮した法線を設定し民間会社等に売却をしている。
- ②各自の所有する Plot 内の法線は変更可能だが、隣接 Plot の法線接続位置は大きく変更することはできない。
- ③計画対象地域の河川は湾曲しているため、本計画範囲で法線を直線にしても隣接プロット (22,27) の法線と本計画法線とは屈曲させざるを得ない。

これらの条件で、以下のような法線案を検討した。

1 案：MPA 法線の Plot 22 と 26 側の両端を結ぶ直線の法線にする案。

法線位置の水深が深く (-18m) なり、栈橋断面がさらに大きなものとなる。

2 案：Plot 22～23 の MPA 法線を 26 側に延長して直線の法線にする案。

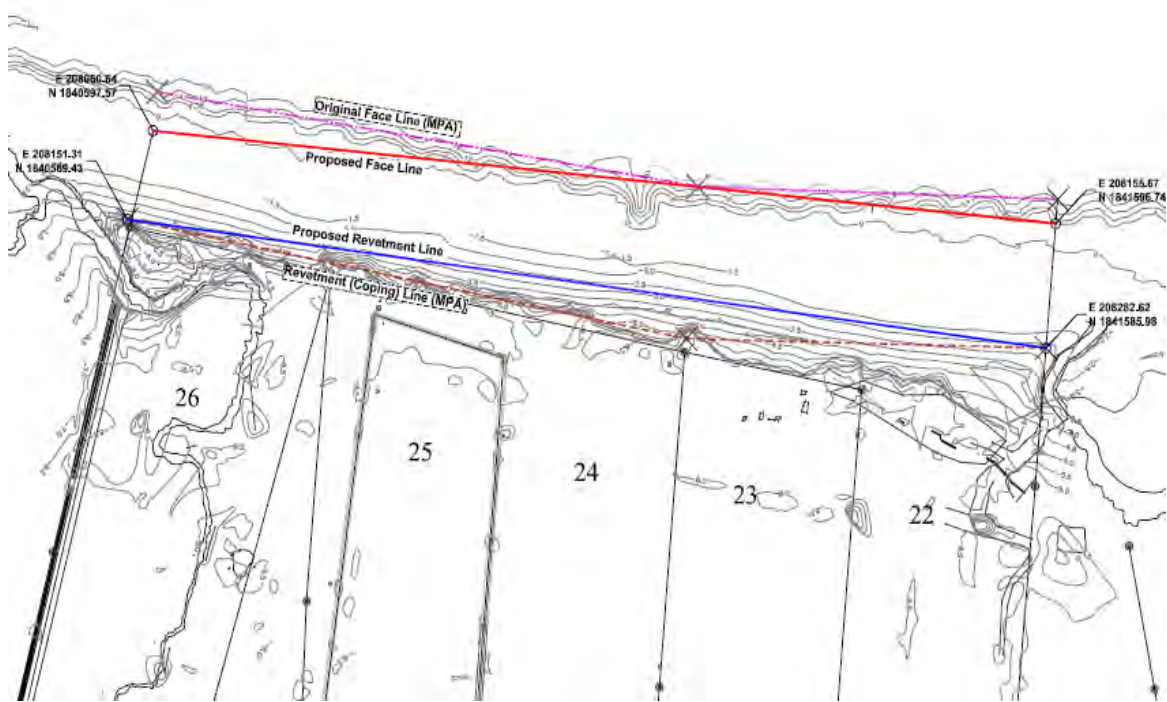
26 側の法線が大きく護岸側に近づき、護岸の前面が掘削されることにより円弧滑りの安定が保てない。

3 案：Plot 26 前面の法線位置を護岸に影響がない位置まで護岸側に寄せ、MPA 法線の屈折点を通る直線の法線にする案。

護岸に影響がなく、出来るだけ現状水深を生かし、浚渫量はあまり多くない。

本計画法線でも隣接法線との間にずれが生じるが、MPA からは許容範囲であるとの了解が得られている。

これらの検討より、3 案の Plot 26 の前面法線位置を護岸に影響がない位置まで護岸側に寄せ、MPA 法線の屈曲点を通る直線の法線にする案を提案した。バース計画法線を図 5.4-10 に示す。



出典：調査団作成

図 5.4-10 岸壁及び護岸法線

②整備バース数

全体計画整備対象バース数は、Plot 23 から 26 までの 4 バースである。

③ 対象船舶

対象船舶は、20,000DWT 級のコンテナ船を対象とする。設計では、ヤンゴン港への入港船舶実績を考慮して、喫水最大 9.0m、積載コンテナ数を 1,000TEU を対象船舶諸元にした。20,000DWT 級コンテナ船の諸元は表 5.4-8 に示す。

表 5.4-8 コンテナ船標準船型諸元

Container ship

Dead Weight Tonnage (DWT)	Length overall (m) (Loa)	Length between perpendiculars (m) (Lpp)	Molded breadth (m) (B)	Full load draft (m) (d)	Reference : Container carrying capacity (TEU)
20,000	177	165	27.1	9.0	1,000

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会を一部修正

④接岸力

船舶の標準的な接岸速度は、下表のように示されている。

表 5.4-9 平均接岸速度

Dead Weight Tonnage (DWT)	Berthing velocity (cm/s)			
	General cargo ships	Container ships	Pure car carriers	All ships
1,000class	8.1	—	—	8.1
5,000class	6.7	7.8	—	7.2
10,000class	5.0	7.2	4.6	5.3
15,000class	4.5	4.9	4.7	4.6
30,000class	3.9	4.1	4.4	4.1
50,000class	3.5	3.4	—	3.4
All ships	5.2	5.0	4.6	5.0

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会

対象船舶である 20,000DWT のコンテナ船では、静穏な港湾における接岸速度は、この表より 5cm/sec 程度と推定される。本設計では、流速の速い河川港での接岸であることを考慮して、安全側の 10cm/sec とした。

#### 接岸力の算定

接岸エネルギーは以下のように算定される。

接岸エネルギーの算定では、安全側として、満載喫水 9.9m の標準船型諸元で計算する。

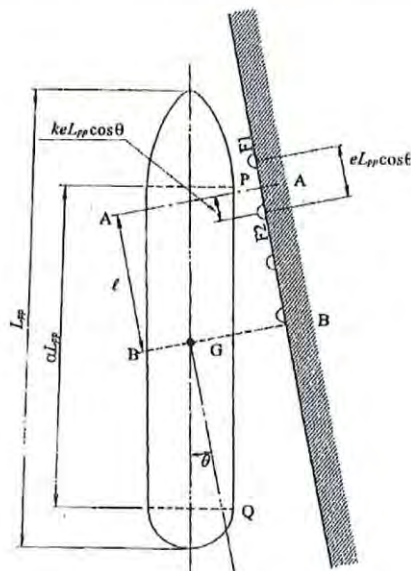


表 5.4-10 接岸エネルギー計算

Calculation of Berthing Energy

Key-in Data

Type of Vessel		Container Vessel	
Deadweight Ton	DWT	20,000	ton
Length (over all)	Loa	177.0	m
Length (between perpendiculars)	Lpp	165.0	m (Assumed)
Breadth	B	27.1	m
Depth	D	14.3	m
Draft (full)	d	9.9	m
Displacement	Ws	29094	ton (Assumed)
Berthing Angle	TH	10	degrec (Assumed)
Hydrodynamic coefficient	Cm	1.899	$Cm=1+(\text{pai}/2Cb)(d/B)$
Block coefficient	Cb	0.638	$Cb=Ws/(LppXBXdX1.03)$
Eccentricity coefficient	Ce	0.658	$Ce=1/(1+(l/r)^2)$
Radius of gyration	r	38.15	m $r=(0.19Cb+0.11)Lpp$
Distance alongside the water line from the center of gravity of vessel to the berthing point	l	27.50 min(11,12)	m $l1=(0.5a+e(1-k))LppX\text{cos}(TH)$ $l2=(0.5a-ek)LppX\text{cos}(TH)$
Fender Spacing	Lf	10.00	m (Assumed)
Coefficient of parallel side	a	0.40	
Coefficient of Fender interval	e	0.062	$e=Lf/(LppX\text{cos}TH)$
Coefficient of berthing point	k	0.50	
Block coefficient	Cb	0.638	$Cb=Ws/(LppXBXdX1.03)$
Softness coefficient	Cs	1.0	
Berth configuration coefficient	Cc	1.0	
Berthing Velocity	V	0.10	m/sec (Assumed)
Berthing Energy	E	181.8	kN-m $E=0.5XWsXV^2XCmXCeXCsXCc$
Safety factor	Sf	1.10	(Assumed)
Abnormal Berthing Energy	Ea	200.0	kN-m $Ea = E \times Sf$



出典：調査団作成



表 5.4-11 セル型 防舷材吸収エネルギーと反力

CSS1000H		F4	F3	F2	F1	F0
0	E/A(kN-m)	143	171	204	243	290
	R/F(kN)	313	374	446	533	636
1	E/A(kN-m)	147	176	210	251	299
	R/F(kN)	322	385	460	549	655
2	E/A(kN-m)	152	181	216	258	308
	R/F(kN)	332	396	473	565	675
3	E/A(kN-m)	156	187	223	266	317
	R/F(kN)	342	408	488	582	695
4	E/A(kN-m)	161	192	229	274	327
	R/F(kN)	352	421	502	600	716
5	E/A(kN-m)	166	198	236	282	359
	R/F(kN)	363	433	517	618	788
Bolt Size: X6pcs		M30	M30	M30	M30	M36

出典：メーカーカタログ

以上より、20,000DWTのコンテナ船の接岸エネルギーは約200kN-mと算定され、防舷材は、セル型1000Hを10m間隔で設置する。防衝版の長さは、潮位を考慮して6.0mのものを設置する。防舷材反力は、若干の余裕を考慮して750kN/基とした。

⑤係留力

係船施設は、対象船舶によって標準的に表5.4-12のように設定されている。

表 5.4-12 標準的係船柱

Gross tonnage of ship (t)	Tractive force acting on mooring post (kN)	Tractive force acting on bollard (kN)
Over 200 and not more than 500	150	150
Over 500 and not more than 1,000	250	250
Over 1,000 and not more than 2,000	350	250
Over 2,000 and not more than 3,000	350	350
Over 3,000 and not more than 5,000	500	350
Over 5,000 and not more than 10,000	700	500
Over 10,000 and not more than 20,000	1,000	700
Over 20,000 and not more than 50,000	1,500	1,000
Over 50,000 and not more than 100,000	2,000	1,000

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会

設計では、20,000DWT(約18,00GT)の船舶を対象として、700kNの係船曲柱を25mピッチで配置する。

⑥上載荷重

上載荷重は、短期のコンテナ蔵置や車両などを考慮して 20kN/m<sup>2</sup> を考慮する。地震時の上載荷重は、常時の 1/2 を考慮する。

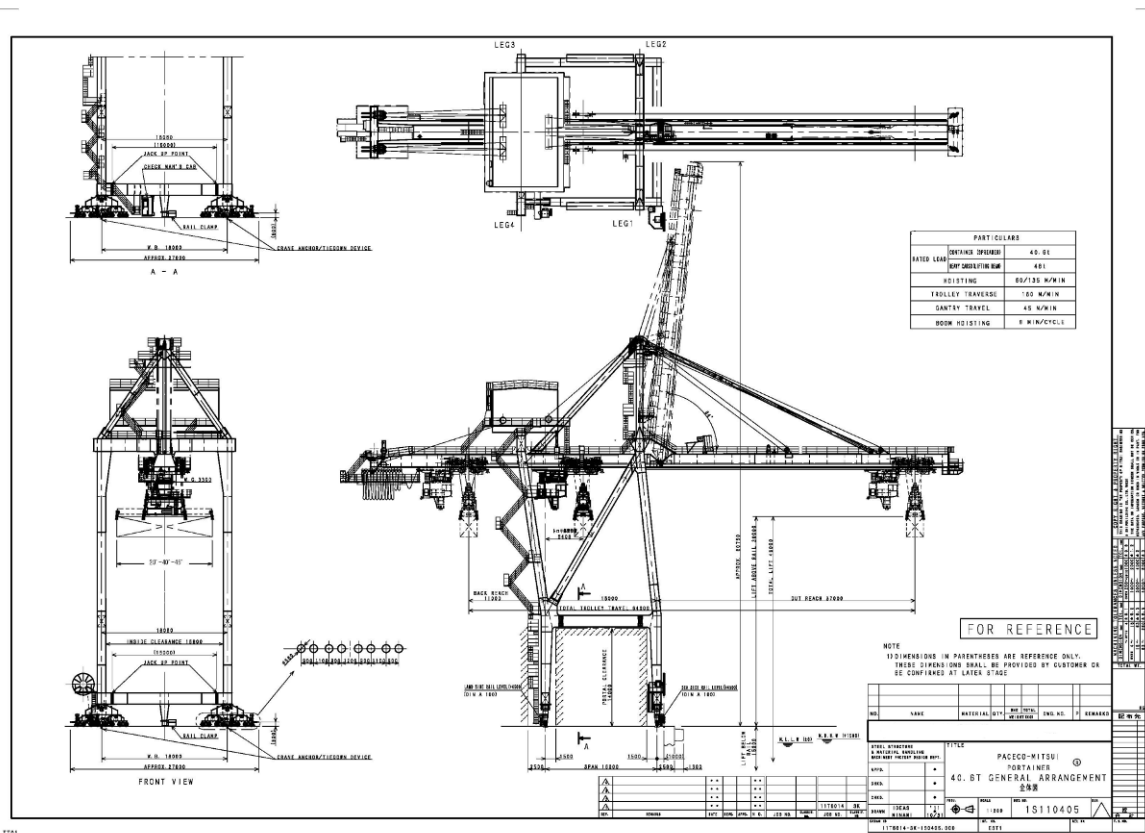
上載荷重

常時 : 20kN/m<sup>2</sup>

地震時 : 10kN/m<sup>2</sup>

⑦岸壁荷役機械

岸壁荷役機械は、20,000DWT コンテナ船 対応のガントリークレーンを想定した。クレーンのレールスパンは、20,000DWT コンテナ船 対応のガントリークレーンとして実績の多い 16m とした。図 5.4-11 にガントリークレーンの参考図を示す。



出典：メーカー参考図

図 5.4-11 ガントリークレーン参考図

20,000DWT コンテナ船 対応のガントリークレーンの設計輪荷重は、表 5.4-13 のように設定した。

表 5.4-13 ガントリークレーン設計輪荷重

Condition	Wheel Load(Max)
Operating	450kN/wheel
Stowed	600kN/wheel
Seismic	450kN/wheel
Crane Total Weight	7000kN

出典：調査団作成

b) 施設基本構造の検討

i) 岸壁基本諸元の検討

バース延長

バース延長は、設計対象の 20,000DWT コンテナ船の舶諸元より決定する。バース延長は、最大船長と係留索の必要長さを考慮して算定した。

$$177\text{m} + 2 ( 27.1\text{m} \times \sin 45^\circ ) = 204.1\text{m}$$

算定結果より連続バースであることを考慮し、1バースの延長を 200m とした。

バース計画水深

バース水深は、20,000DWT の船舶の実績最大喫水 9.0m より 10%の余裕水深を考慮した。

$$\text{バース計画水深} : 9.0\text{m} \times 1.1 = 9.9\text{m}$$

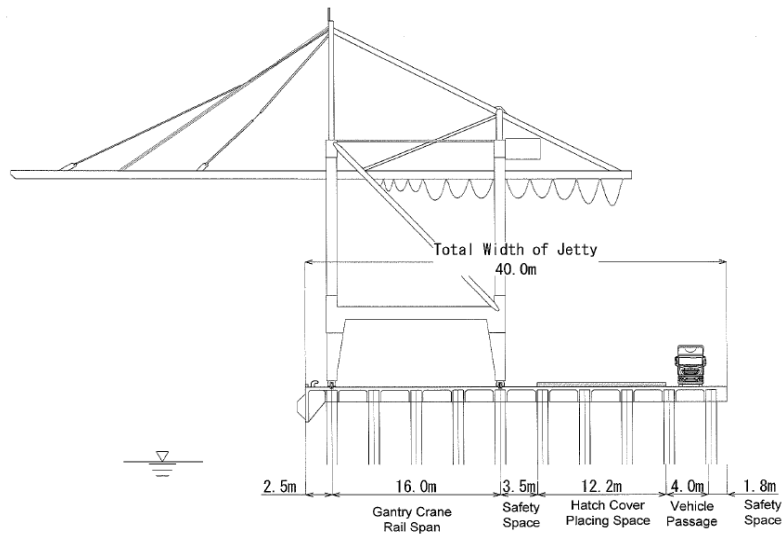
従って、バース計画水深は、10.0m とする。

バースエプロン幅

バースエプロン幅は、図 5.4-12 のような幅員構成を想定して決定した。

- 岸壁法線と海側レールとのクリアランス：2.5m
- ガントリークレーンのレール幅：16.0m
- ガントリークレーン陸側レールとハッチとのクリアランス：3.5m
- 最大ハッチ幅：12.2m x 棧橋背後通路幅：4.0m
- ハッチと岸壁背後クリアランス：1.8m

以上より、合計の必要波場は、40.0m とした。図 5.4-12 に幅員構成を示す。



出典：調査団作成

図 5.4-12 栈橋幅員構成

### バース天端高

バース天端高は、以下の表のように計画地点の潮位と潮位差より決定する。

表 5.4-14 標準岸壁天端高

	When the tidal range is 3.0 m or more	When the tidal range is less than 3.0 m
Mooring facilities for large vessel (with a water depth of 4.5 m or more)	+ 0.5 ~ 1.5 m	+ 1.0 ~ 2.0 m
Mooring facilities for small vessel (with a water depth of less than 4.5 m)	+ 0.3 ~ 1.0 m	+ 0.5 ~ 1.5 m

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会

ティラワの潮位差は、 $HWL\ CDL + 6.24m - LWL\ CDL + 0.33\ m = 5.91m$  である。上記表より、天端高は、 $CDL + 6.42m + 0.5m \sim 1.5m = CDL + 6.92m \sim CDL + 7.92m$  と算定される。経済性を考慮して、岸壁天端高は、 $CDL + 7.5m$  とした。埋立地天端高さ  $CDL + 8.0m$  との差は、渡橋で摺りつける。

### c) 岸壁構造の検討

#### i) 岸壁構造タイプの選定

岸壁の構造タイプは、現地状況との適応性によって選定される。現地状況は以下のようである。

- ・地盤の状況

岸壁計画地点の地盤は、川底から CDL-20m 位まで、N 値 3 以下の軟弱なシルト層である。従って、岸壁施設のタイプによっては、地盤改良が必要となる。

・河川の状況

計画地点の川岸は、河川の早い流れによって浸食されている。従って、造物によって流速や流向に変化を与えた場合、周辺への影響が大きいと予想される。構造タイプをこれら現地状況によって検討すると以下ようになる。

表 5.4-15 概略構造タイプ比較

	地盤状況	河川状況	総合評価
重力式	×	×	×
杭式	○	○	○
矢板式	△	×	×
セル式	△	×	×

○：適応、△対処可能、×：不適

出典：調査団作成

比較表より、本計画地点に推奨できる構造タイプは、杭式構造である。

ii) 比較構造断面

杭式の岸壁には、直杭式、組杭式の一般的な栈橋形式と、杭本数の減少や現場施工性の向上などを目的とした格点ストラット形式、ジャケット形式等を比較案として選定した。比較栈橋構造は、以下のような特徴を持つ。比較構造は、現地の設計条件により設計し比較断面とした。

①直杭式栈橋

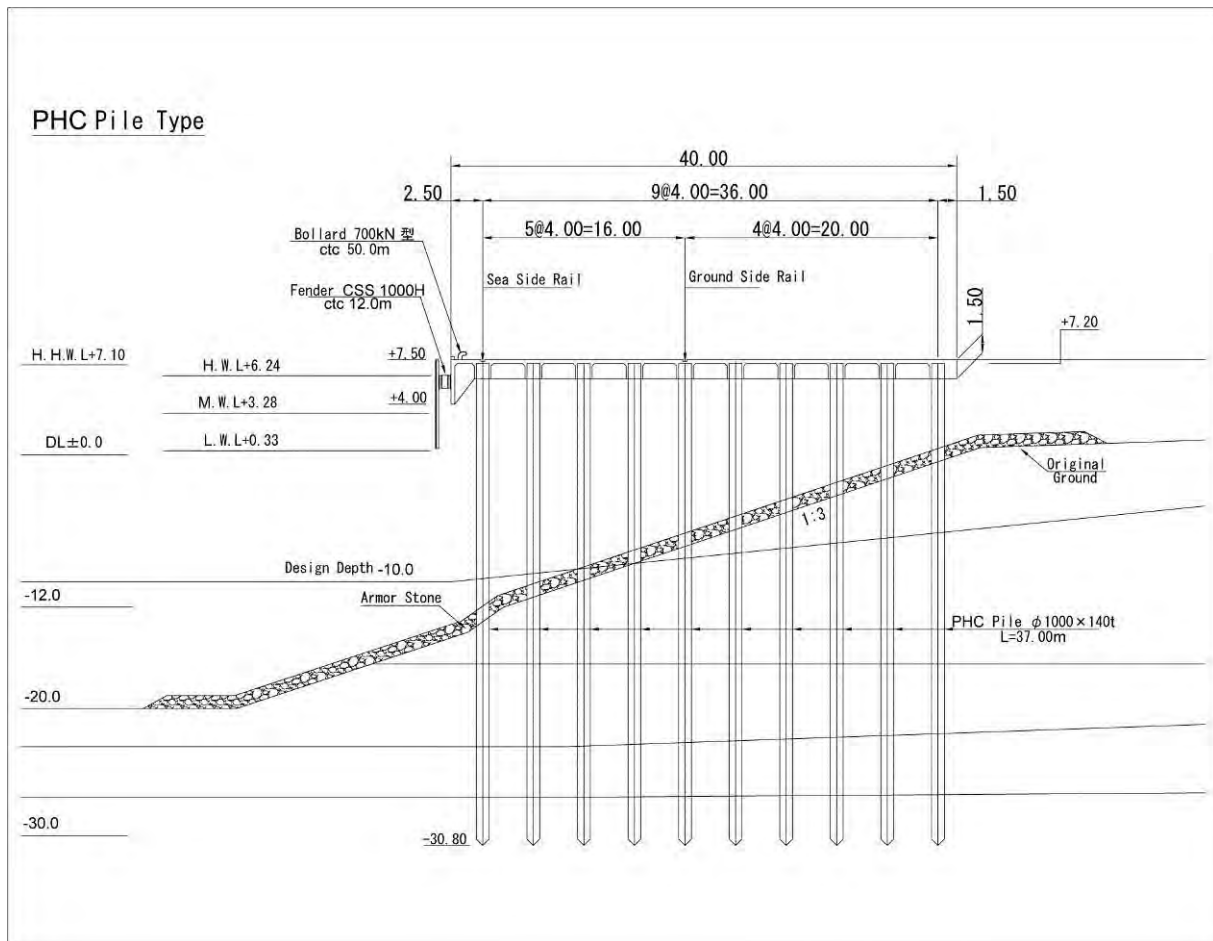
鉛直杭による一般的な栈橋タイプである。この形式の栈橋は、ヤンゴン港に多数存在している。

特徴

- 杭の種類は安価な PHC 杭の使用が可能である。
- 水平力に対する耐力が小さい。
- 杭の自由長が大きいと、杭数の増加や大断面の杭が必要となる。
- 杭の打設は容易である。
- 水平変位が大きい。

比較対象断面

ヤンゴン港での実績の多い PHC 杭を比較断面とした。上部工は現場打ちの RC 構造を想定した。設計された直杭式栈橋の標準断面図は図 5.4-13 の様である。



出典：調査団作成

図 5.4-13 直杭式栈橋案(PHC 杭)

## ②組杭式栈橋

組杭式栈橋は、水平力に対して斜杭で対応する形式である。ヤンゴン港にも同じ形式の栈橋がある。(PHC 杭)

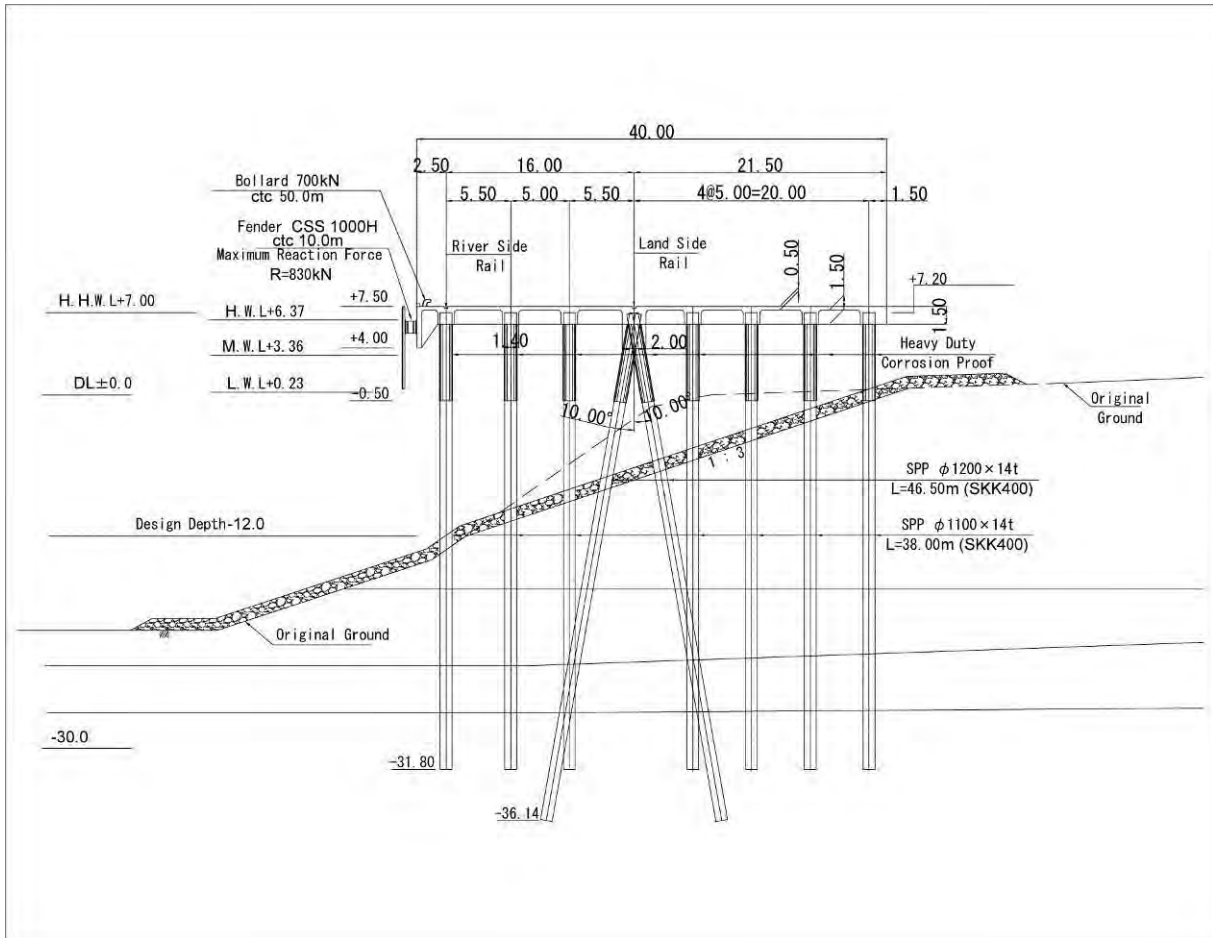
### 特徴

- 斜杭は、鋼管杭が多く用いられる。
- 水平力に対する耐久力は大きい。
- 杭本数が、直杭式に比べてあまり減らない。
- 斜杭は、打設に特別な施工機械が必要。
- 水平変位は少ない。

### 比較対象断面

岸壁前面の水深が大きいため、大きな杭断面となることが予想される。従って、比較断面としては鋼管杭の組杭形式を比較断面とした。上部工は現場打ちの RC 構想を想定した。設計さ

れた組杭式栈橋の標準断面図は図 5.4- 14 の様である。



出典：調査団作成

図 5.4-14 組杭式栈橋(鋼管杭)

### ③ストラット式栈橋

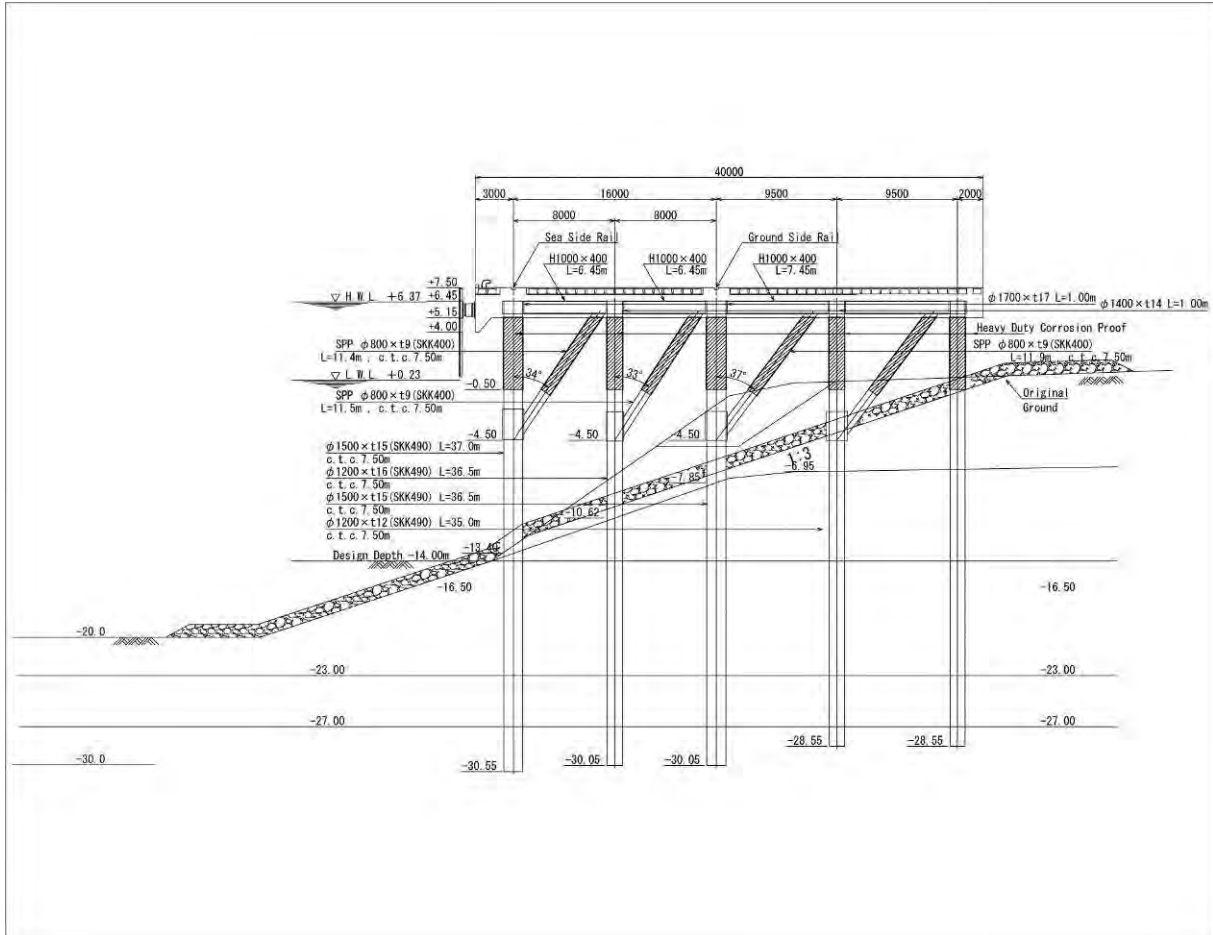
ストラット栈橋は、杭にストラットを取り付けて上部構造を補強した構造である。直杭形式より杭本数を減らすことが可能な構造である。ヤンゴン港での実績はない。

#### 特徴

- 杭打設の精度が要求される。
- ストラットで杭が結ばれ水平力に強い。
- ストラットと杭を現場で結合する作業が必要となる。
- 杭の種類は鋼管杭でないとストラットの結合が難しい。
- 杭とストラットを分割できるので、大きなクレーンは不要である。
- 水平変位は少ない

#### 比較対象断面

LWL 付近でストラットと杭を連結する断面とした。杭本数を減らすため、陸側の杭もストラットで連結した。上部工はプレキャスト RC 構造を想定した。設計されたストラット式栈橋の標準断面図は図 5.4-15 の様である。



出典：調査団作成

図 5.4-15 ストラット式栈橋

#### ④ ジャケット式栈橋

ジャケット栈橋は、杭の上部をトラス構造のジャケットで結合した構造。上部が剛な構造なので杭本数を減らすことが可能な構造。ヤンゴン港での実績はない。

##### 特徴

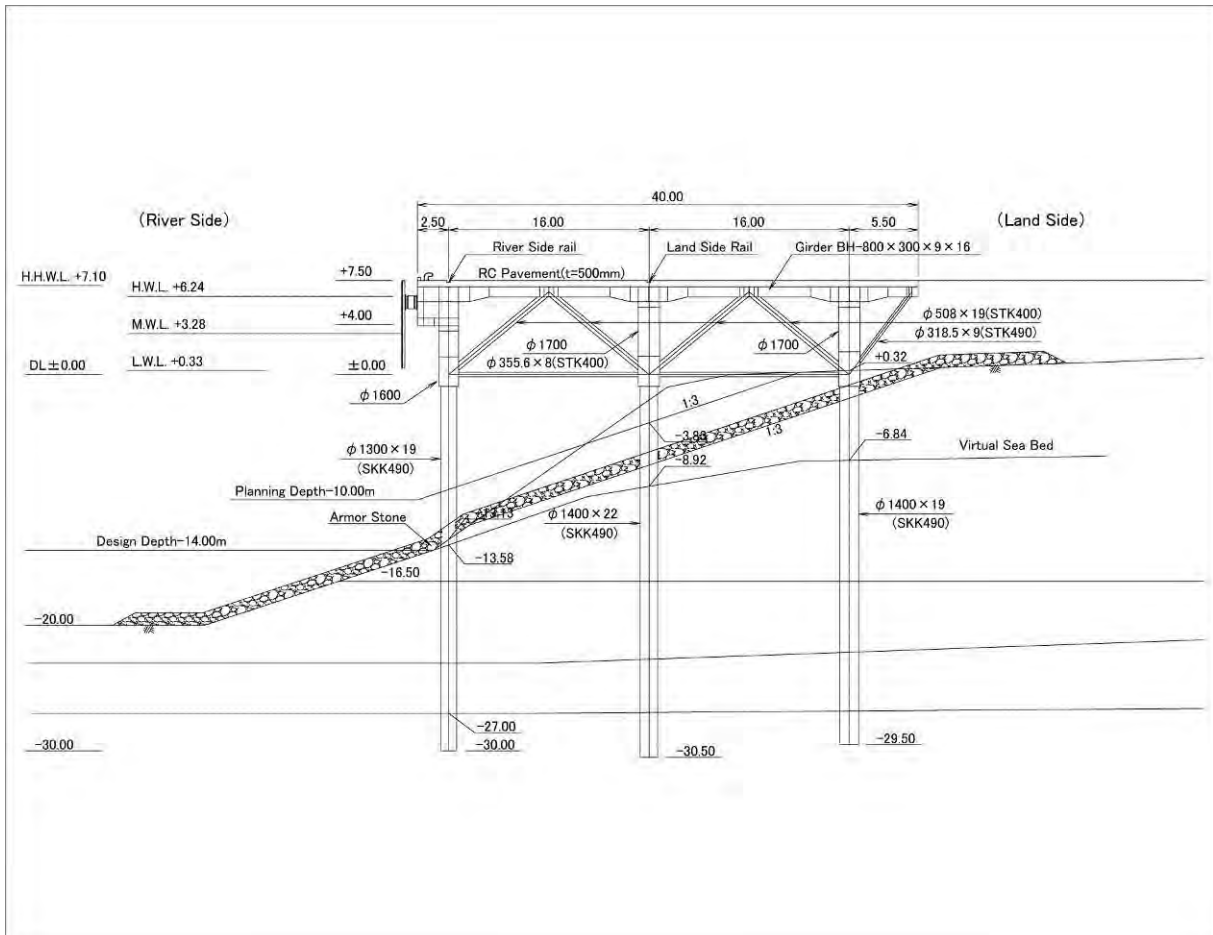
- 杭打設とジャケットの施工精度が必要。
- 上部構造が剛なので水平力に強い。
- 水平変位は少ない。
- 杭とジャケットは鋼管となる。
- 現場の据え付けに大きなクレーンが必要。



- 水上での施工期間が短く出来る。

### 比較対象断面

ジャケット構造は、杭本数の減少させた構造とした。ジャケット部は、現場のヤード製作も可能なものとした。上部工は、プレキャスト構造を想定した。設計されたジャケット式栈橋の標準断面図は図 5.4-16 の様である。



出典：調査団作成

図 5.4-16 ジャケット式栈橋

### iii) 構造案の比較選定

杭式構造案は、安定性、施工性、経済性について比較を行った。比較表を表 5.4-16 に示す。

特に、施工性において、現地河川の以下のような特徴から、緊急備計画においては、現地水上作業工期が出来るだけ短期に終了できることが、構造選定において非常に重要と判断した。

- 流速が速く、潮位によって流向が反転する。
- 潮位差が 6m 以上と非常に大きい。
- 河川水の濁りがひどく、水中作業が困難。

➤ 特に、雨季は、これらの状況が特に悪化する。

また、緊急整備計画では 2015 年末のオペレーションを開始するには、少なくとも 1 バース完成していることが必要であり、この結果、2015 年に供用が可能で本計画地に適している構造案は、ジャケット構造案が推奨構造タイプと判断された。

全体整備計画の残りの 2 バースにおいては、特に工期の制約がないため経済的な組杭式が有利と判断される。

構造案の比較表を表 5.4-16 に示す。

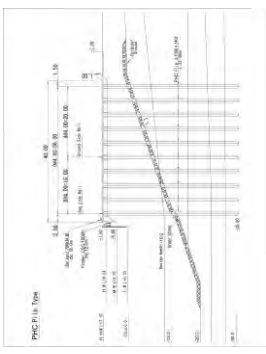
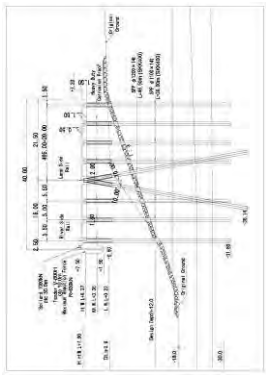
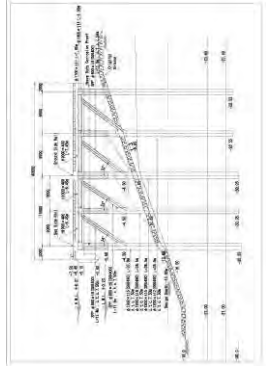
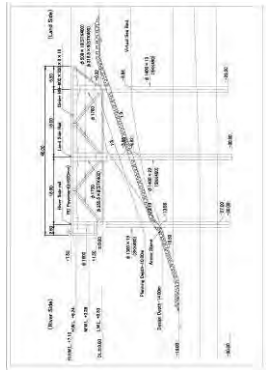
緊急整備計画と全体計画では工期の重要性が異なるため緊急整備計画部分とその他の部分は異なる構造断面にした方が全体的に経済性を満足させられる。

#### iv) 計画断面

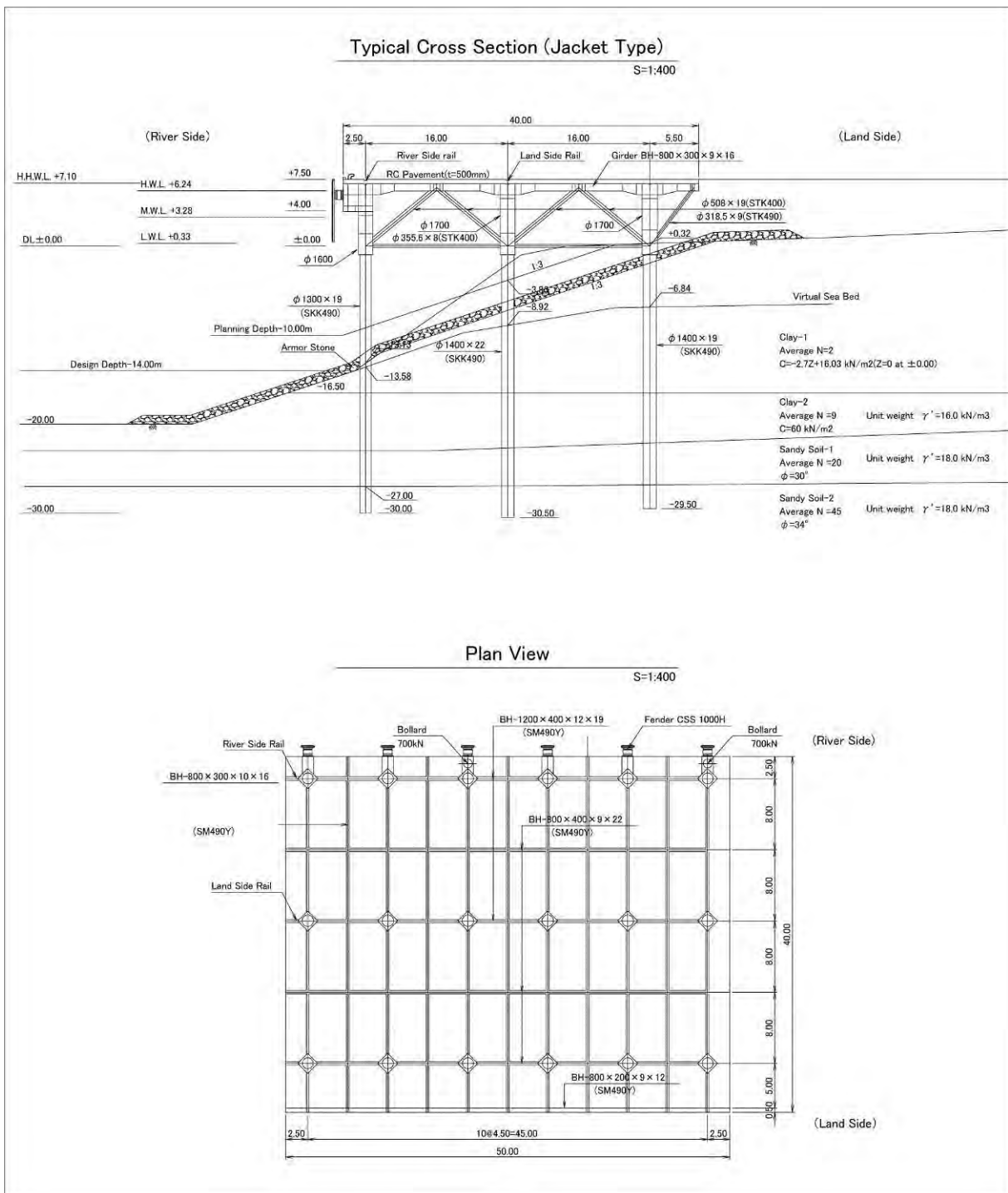
計画断面としては、さらに以下のような点を考慮した。現地盤が、計画水深 DL-10.0m より浅い部分は浚渫をおこなう。岸壁法線より岸側は、法線位置で CDL-11.0m（被覆石を考慮）の位置から、1:3 の勾配で浚渫する。河川流速が速いので、岸壁前面及び背面と法面部分を被覆石(層厚 1.0m)で保護する。推奨案のジャケット栈橋と組杭式栈橋の一般図を図 5.4-17 と図 5.4-18 に示す。

表 5.4-16 栈橋構造案比較表

栈橋構造案比較表

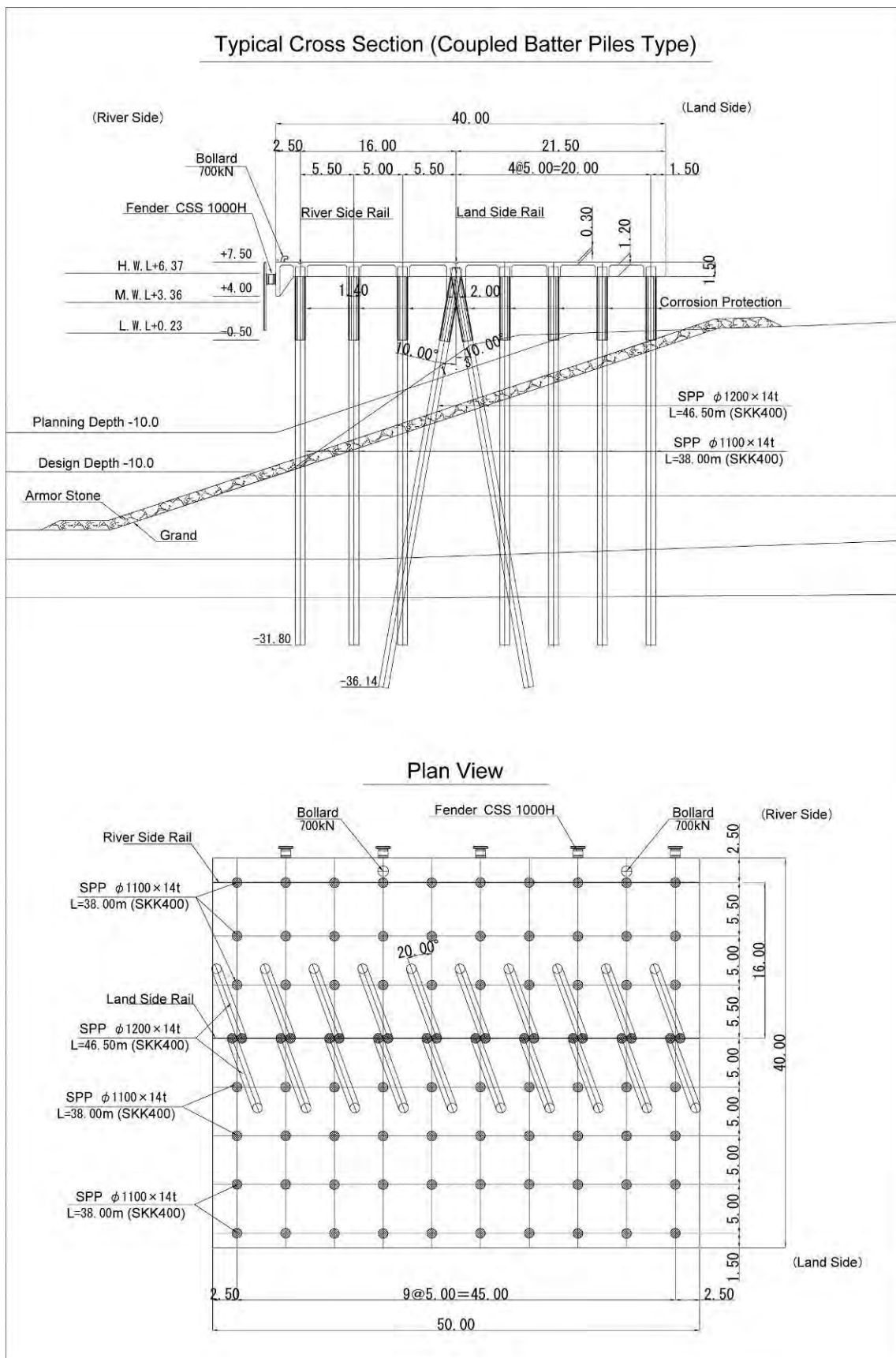
構造断面	直杭式栈橋	組杭式栈橋	ストラット式栈橋	ジャケツト式栈橋
構造断面				
構造安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの杭が必要。</li> <li>杭の材質は制約されない。</li> <li>水平変位が大きい。(＞10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>組杭で、杭本数が少なく出来る。</li> <li>斜杭は杭の材質に制約される。</li> <li>水平変位が小さい。(＜10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>梁が杭の低い位置に設置できるので、一般の栈橋構造より杭本数が減少出来る。</li> <li>水平変位が小さい。(＜10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>梁、ブレースでジャケツト構造が堅固で、杭本数をストラットよりさらに減少出来る。</li> <li>水平変位は小さい。(＜10cm)</li> </ul>
施工性 2015年一 部供用可能 性(17カ月 以下)	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭の打設は容易。</li> <li>杭本数が多く工期が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜杭の施工は難しい。</li> <li>杭本数は直杭式より減少するので、比較的工期が短い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ストラットの製作や施工は、高い精度が必要。</li> <li>施工期間は、減少しない。</li> <li>ストラット取り付けの水中作業が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャケツトは、高い製作精度が必要。</li> <li>ジャケツト設置に大型クレーンが必要。</li> <li>杭とジャケツトの高い施工精度が必要。</li> <li>工期が短い。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：21.0ヶ月/200m</li> <li>杭本数が多く経済性が悪い。</li> <li>工費：1.74</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：20.0ヶ月/200m</li> <li>杭本数の減少で直杭式より経済性が高い。</li> <li>工費：1.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：19.5ヶ月/200m</li> <li>杭本数は少ないが、ストラットの製作や取り付けに費用がかかり、経済性はあまり良くない。</li> <li>工費：1.16</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：16.5ヶ月/200m</li> <li>杭本数は少ないが、ジャケツトの製作、設置に費用がかかり、経済性はあまり良くない。</li> <li>工費：1.16</li> </ul>
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭が多く河川流への影響が大きい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭が多く河川流への影響が大きい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭が少なく河川流への影響が小さい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭が少なく河川流への影響が小さい</li> <li>工事期間が短く河川への影響が小さい</li> </ul>
総合評価と 2015年一 部供用可能 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭本数が多く経済性が悪い。</li> <li>水平変位が大きい。</li> <li>工期が長い(2015年完工は不可)</li> <li>本計画地には適さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>工期は比較的短い(2015年完工は困難)</li> <li>経済性は良い。</li> <li>本計画地には難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>ストラットの水中作業が困難。</li> <li>工期が余り短縮出来ない(2015年完工は不可)</li> <li>経済性は若干劣る。</li> <li>本計画地には適さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>工期が短い。(2015年完工は可能)</li> <li>経済性は若干劣る。</li> <li>本計画地に、適切な構造といえる。</li> </ul>
結果	不採用(工期が遅い・経済性が良い)	採用可(経済性が良い・工期がやや遅い)	不採用(経済性がやや悪い・施工性が難しい)	採用(工期が短い・経済性がやや悪い・施工性が大きい)

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.4-17 ジャケット式栈橋（緊急整備計画部）一般図



出典：調査団作成

図 5.4-18 組杭式棧橋（全体計画将来部）一般図

3) 護岸

a) 護岸設計条件

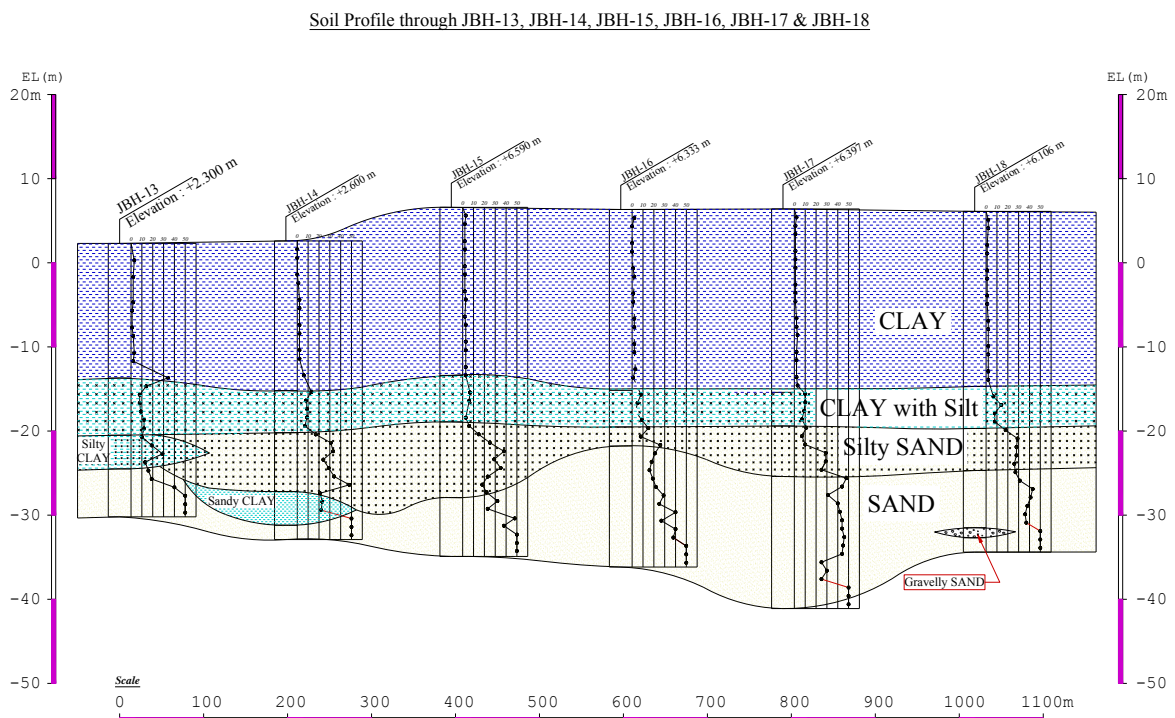
i) 自然条件

地形条件

護岸法線位置の現地盤高は、平均 CDL+6.0m である。

地質条件

護岸部の地質縦断面図を図 5.4-19 に示す。



出典：調査団作成

図 5.4-19 護岸部地質縦断面図

シルト混じり砂層が、上部は CDL-20m 位から、Plot 22.23 では CDL-35m 位まで、Plot 24.25.26 では CDL-25m 位まで、分布している。護岸設計ではシルト混じり砂層が支持層と判断される。従って、護岸の設計地盤構成としては、シルト混じり砂層の下部の標高を平均的な CDL-27m とした。設計地層断面は以下のように設定した。

表 5.4-17 設計用地盤構成

	層	N 値	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
地表 -23.0m	柔らかい粘土	2	17	7	C=1.79xZ+25.81 (Z=0 at 0.0)	-
-27.0m	シルト混じり 砂層	30	19	10	-	32
	締った砂層	40	20	10	-	34

出典：調査団作成

その他条件

その他の自然条件は、岸壁の自然条件と同様である。

ii) 計画条件

護岸法線

岸壁法線と同様に Plot 22~26 の護岸法線を直線とする。護岸法線を図 5.4-10 に示す。

上載荷重

護岸背後は、道路として計画されているので、道路部の上載荷重は 20kN/m<sup>2</sup> とする。

b) 護岸基本諸元の検討

i) 護岸天端高

許容越波量

護岸の許容越波量は、護岸構造によって以下のように設定されている。護岸背後は、舗装されているので、許容越波量は、0.2m<sup>3</sup>/m/s とする。

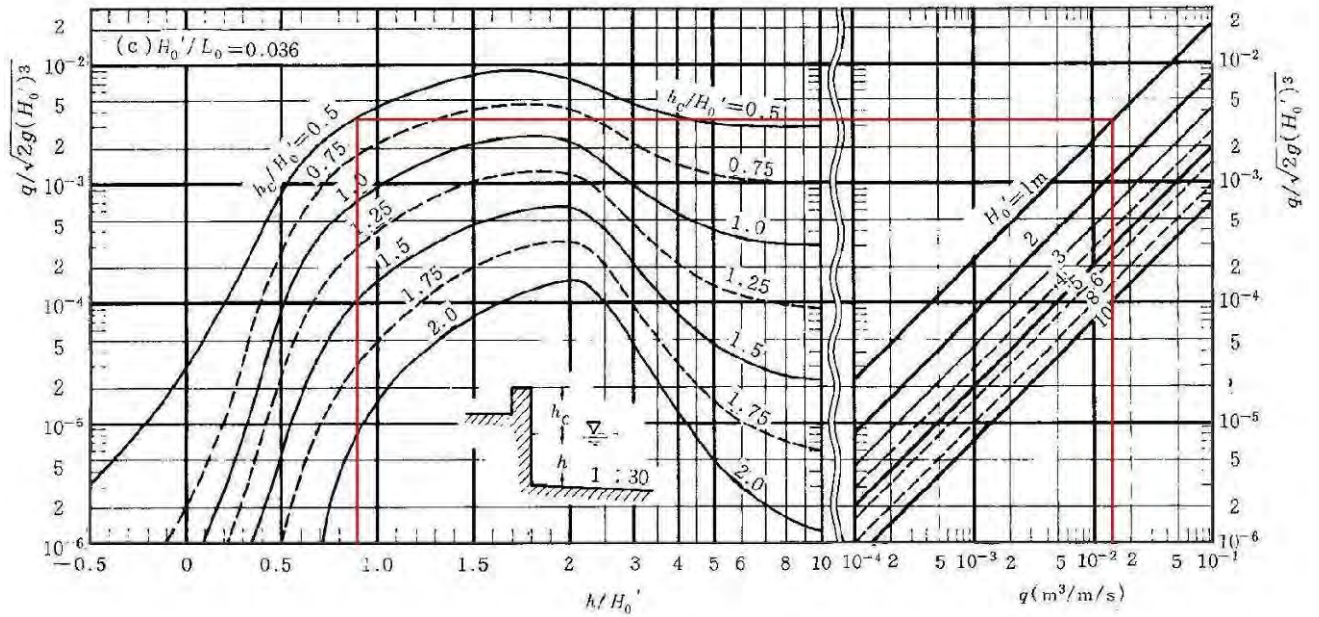
表 5.4-18 許容越波量

Type	Armor Layer	Wave Overtopping Rate (m <sup>3</sup> /m/s)
Seawall	Paved behind	0.2
	Not paved behind	0.05
Levee	Covered with concrete on 3 sides	0.05
	Crown paving/rear slope non constructed	0.02
	Crown not paved	0.005 or less

出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」2007

越波量の算定

護岸天端高さを、ヤード計画高と同じ CDL+8.0m とした場合の越波量は、護岸高さと護岸前面水深から、設計波浪 (1.7m) が侵入した場合の越波量を図 5.4-20 により算定した。



出典：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」2007

図 5.4-20 護岸越波量算定図

越波流量は、 $1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m/s}$  と算定され、許容越波量  $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m/s}$  以下である。

#### 護岸天端高

護岸天端高さは、越波量が許容越波量を超えないのでヤード高さと同じ CDL+8.0m とする。

#### c) 護岸構造タイプの比較

護岸構造タイプは、矢板式、重力式、もたれ擁壁式、の中から、自然条件、施工条件等によって計画地に適切なタイプを抽出する。比較表を 表 5.4-19 に示す。護岸は、埋め立て工事前に完成させる必要があるため、比較検討では、工期を重視した。この結果、本計画地には矢板式護岸案が適していると判断された。

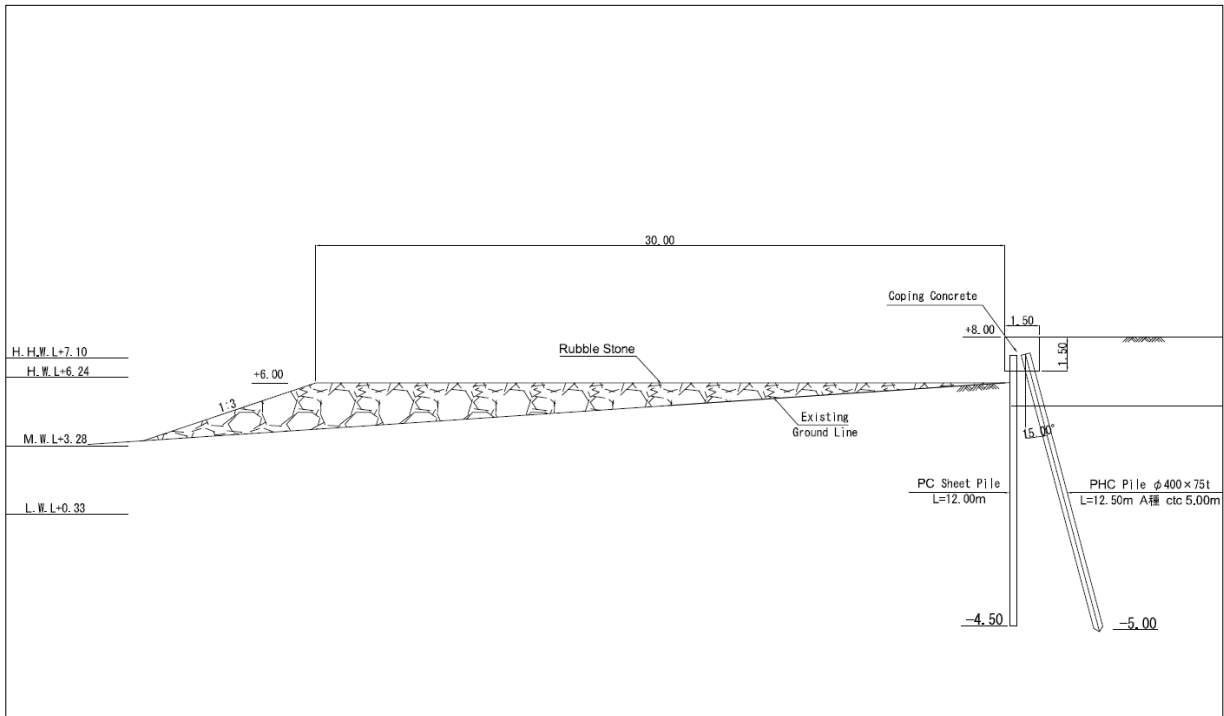
護岸の前面 30m 区間は、地盤改良施工時の安定のため CDL+6.0 の高さで捨て石を施工する。護岸の標準断面図を図 5.4-21 に示す。



表 5.4-19 護岸構造タイプ比較表

護岸構造タイプ比較表		もたれ式擁壁護岸		重力式護岸		矢板式護岸	
構造断面							
構造安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>裏込み完了まで不安定。</li> <li>P.C. 矢板で腐食はない。</li> <li>地盤改良が不必要。</li> <li>施工時の安定性が悪い。</li> <li>工期が短い。</li> <li>大きな施工ヤードが不要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定性は、施工時、完成時ともに良い。</li> <li>地盤改良が必要。</li> <li>沈下防止には深い位置までの地盤改良が必要。</li> <li>ブロック製作ヤードが必要。</li> <li>工種が少なく、施工は容易である。</li> <li>地盤改良には大規模な仮設が必要。</li> <li>工期が長い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原地盤の掘削と捨て石基礎が必要</li> <li>円弧滑り防止のため基礎を深くする必要がある。</li> <li>沈下の可能性がある。</li> <li>基礎の掘削に大規模な仮設が必要</li> <li>工期が長い</li> <li>ヤードは不要</li> </ul>	A	A	A	A
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：4.0ヶ月/400m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：9.6ヶ月/400m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：9.6ヶ月/400m</li> </ul>	C	C	C	C
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>矢板が比較的高いが、他工法に比べて経済</li> <li>工費：1.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤改良が必要で、大規模な仮設に費用がかかり、経済</li> <li>工費：1.35</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎の掘削に大規模な仮設が必要で経済性に劣る。</li> <li>工費：1.13</li> </ul>	C	C	C	C
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造安定性、施工性ともに良い</li> <li>経済性は良い。</li> <li>本計画地に適す構造である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤改良が大規模になり、施工性、経済性が悪い。</li> <li>本計画地に適した断面ではない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎の掘削が大規模になり、経済性が悪い。</li> <li>沈下の可能性が残る。</li> <li>本計画地に適した断面ではない。</li> </ul>	C	C	C	C
結果	採用(施工が速い・安定性は大きい)	不採用(施工が速い・経済性は悪い)	不採用(施工が遅い)	C	C	C	C

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.4-21 護岸標準断面図

4) 渡り橋

a) 設計条件

i) 自然条件

地形条件

渡橋の現地盤高は、CDL+6.0m～0.0m である。

その他条件

その他の自然条件は岸壁の自然条件と同様である。

ii) 利用条件

荷重

渡橋の荷重は、分布荷重として 20kN/m<sup>2</sup> を考慮する。

b) 渡橋基本諸元の検討

i) 設置数

緊急整備では、岸壁全延長 800m に対して渡橋を 6 か所計画する。

**ii) 幅員**

渡橋の幅員は、幅 20m とする。

**iii) 延長**

渡橋延長は、平均約 100m とする。

**c) 渡橋構造タイプの選定**

渡橋は、傾斜築堤式や重力式、二重矢板式等が想定されるが、河川流水への影響が少ない同様に河川流水への影響が少ない、杭形式の渡橋とする。

**d) 渡橋構造案の比較検討**

選定された構造案について、橋梁形式( PHC 杭、鋼管杭)と栈橋形式(鋼管杭)について、構造安定性、施工性、経済性について比較検討を行った。比較検討表を表 5.4-20 に示す。

渡橋の工事が、栈橋本体の工事に影響する可能性があるため、特に工期を重視して構造を選定した。

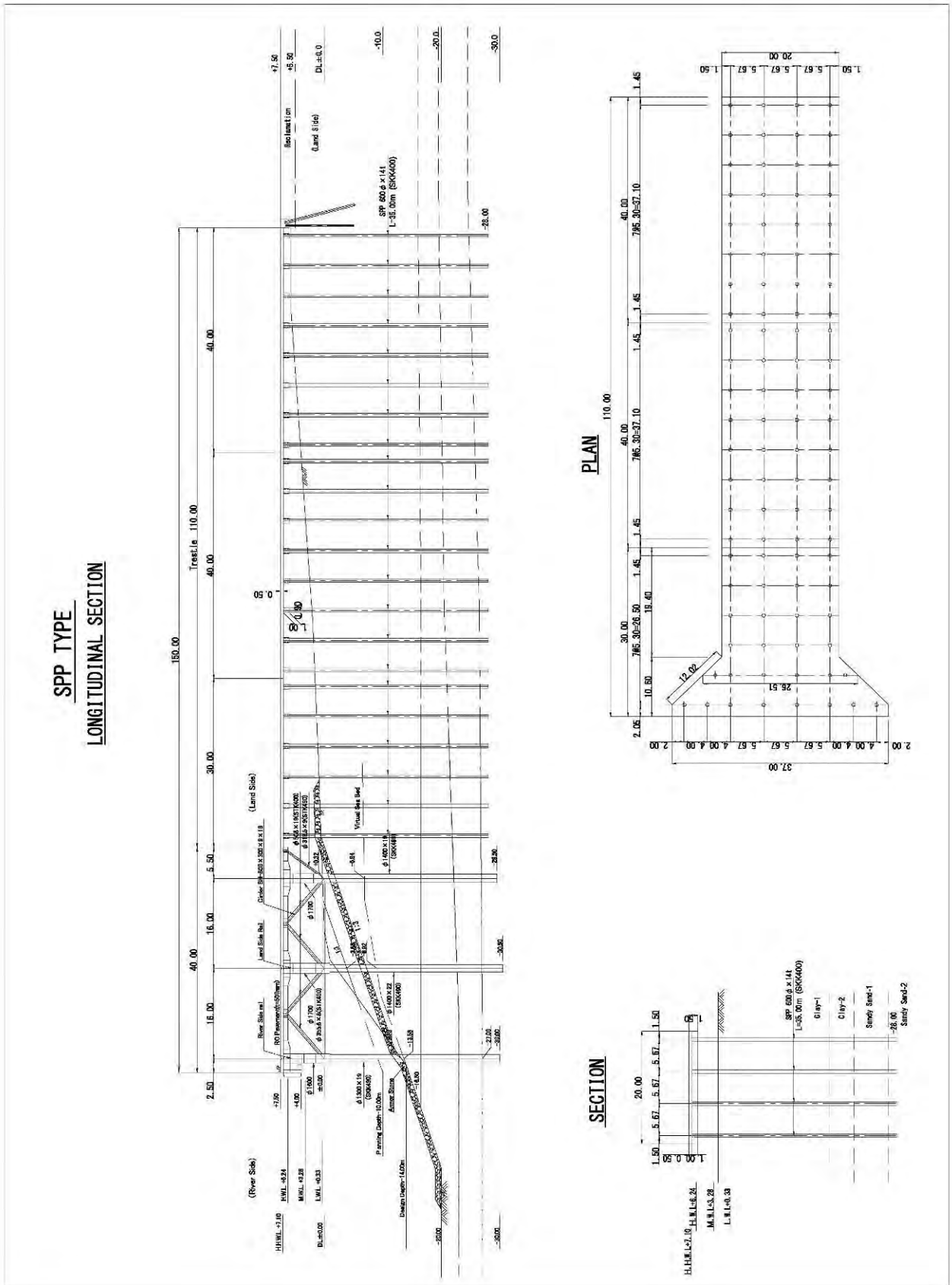
この結果、栈橋タイプ(鋼管杭)の渡橋を、選定した。選定断面を図 5.4-22 に示す。

表 5.4-20 渡橋構造比較表

渡橋構造比較表

	構造断面	栈橋タイプ渡橋 (PHC 杭)	栈橋タイプ渡橋 (鋼管杭)	橋梁タイプ渡橋 (鋼管杭)
構造安定性		<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 栈橋式なので、各方向に対して構造的に安定である。</li> <li>• 栈橋式のため梁の施工が複雑となる。</li> <li>• 工期が長い</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 栈橋式なので、各方向に対して構造的に安定である。</li> <li>• 栈橋式のため梁の施工が複雑となる。</li> <li>• 工期は短い。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 橋梁形式なので橋軸方向の動きには若干弱い、特に問題はない。</li> </ul>
施工性		<p>評価</p> <p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 栈橋式のため梁の施工が複雑となる。</li> <li>• 工期が長い</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 栈橋式のため梁の施工が複雑となる。</li> <li>• 工期は短い。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 橋梁の桁は PC 桁。</li> <li>• 現場で PC 桁の作成が必要。</li> <li>• 工期が長い</li> </ul>
経済性		<p>評価</p> <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PHC 杭なので、杭自体は安くなるが杭本数は多くなる。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 鋼管杭なので、杭自体は高くなるが杭本数は少なくなる。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 橋梁形式でスパンが飛ばせるので杭本数は栈橋形式より少なくなる。</li> <li>• 鋼管杭なので、杭自体は高くなる。</li> </ul>
総合評価		<p>評価</p> <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工期が長く、栈橋と同時施工は難しい。</li> <li>• 経済性もあまり良くない。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工期が長く、栈橋と同時施工は難しい。</li> <li>• 経済性は悪い。</li> </ul>	<p>評価</p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工期が短く、栈橋と同時施工が可能。</li> <li>• 経済性は良い。</li> </ul>
結果		不採用 (施工性遅)	採用 (施工性速・経済性低)	不採用 (施工性遅・経済性高)

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.4-22 渡橋標準断面図

## 5) ヤード設計

ヤードは、Plot 23 から 26 まで全体を対象とするが、配置等の詳細計画は未定である。

### a) ヤード設計条件

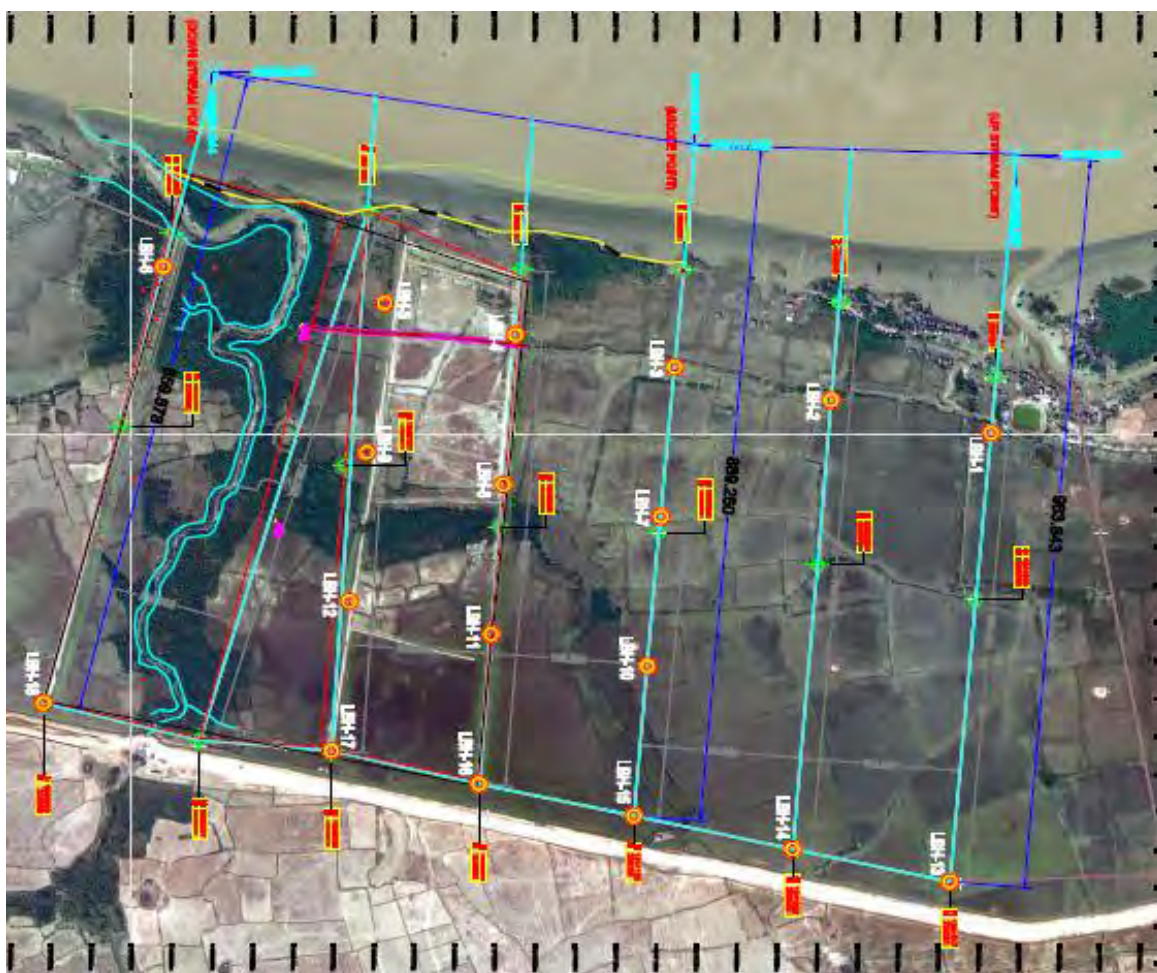
#### i) 自然条件

##### ①地形

計画地の陸上地形は、図 5.4-4 に示すように、標高+6.0m のほぼ平坦で、水田として利用されている。

##### ②地質

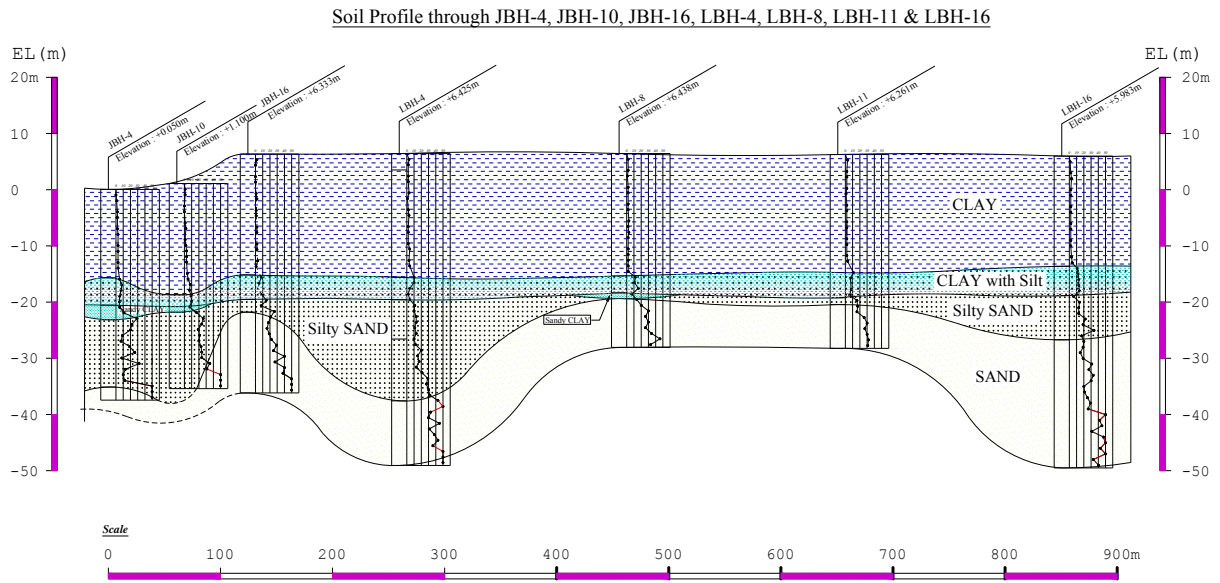
陸側の地質調査位置図を図 5.4-23 に示す。地質横断面図を図 5.3-24 に示す。



出典：調査団作成

図 5.4-23 地質調査位置図(陸上部)





出典：調査団作成

図 5.4-24 地質横断面図

ii) 計画条件

①配置計画

全体計画の想定ヤード平面配置を図 5.4-25 に示す。



出典：Google, 調査団作成

図 5.4-25 想定ヤード計画平面図

②計画天端高

ヤード天端高は、既設の道路天端高や周辺造成地の高さ CDL+8.0m を考慮して、CDL+8.0m と設定する。

③上載荷重

コンテナヤードの上載荷重は、コンテナ実入り 4 段蔵置を考慮する。

表 5.4-21 コンテナ積載重量

コンテナタイプ	総重量	底面積	単位面積重量	積み段数	積載重量割合	算定上載荷重
20ftタイプ	245kN	(6.06x2.44) 14.5m <sup>2</sup>	16.9kN	4	70%	47.3kN/m <sup>2</sup>
40ftタイプ	305kN	(12.2x2.44) 29.8m <sup>2</sup>	10.2kN	4	70%	28.6kN/m <sup>2</sup>

出典：調査団作成

上記表よりヤードの上載荷重を 50kN/m<sup>2</sup> と設定する。

④オペレーション方式

ヤードのコンテナオペレーション方式は、RTG 方式によるオペレーションを想定する。

⑤荷役機械

ヤードでの荷役機械は、RTG、シャーシートラック、トップリフター、リーチスタッカー、フォークリフトを想定する。ヤード荷役機械の RTG の参考図を以下に示す。

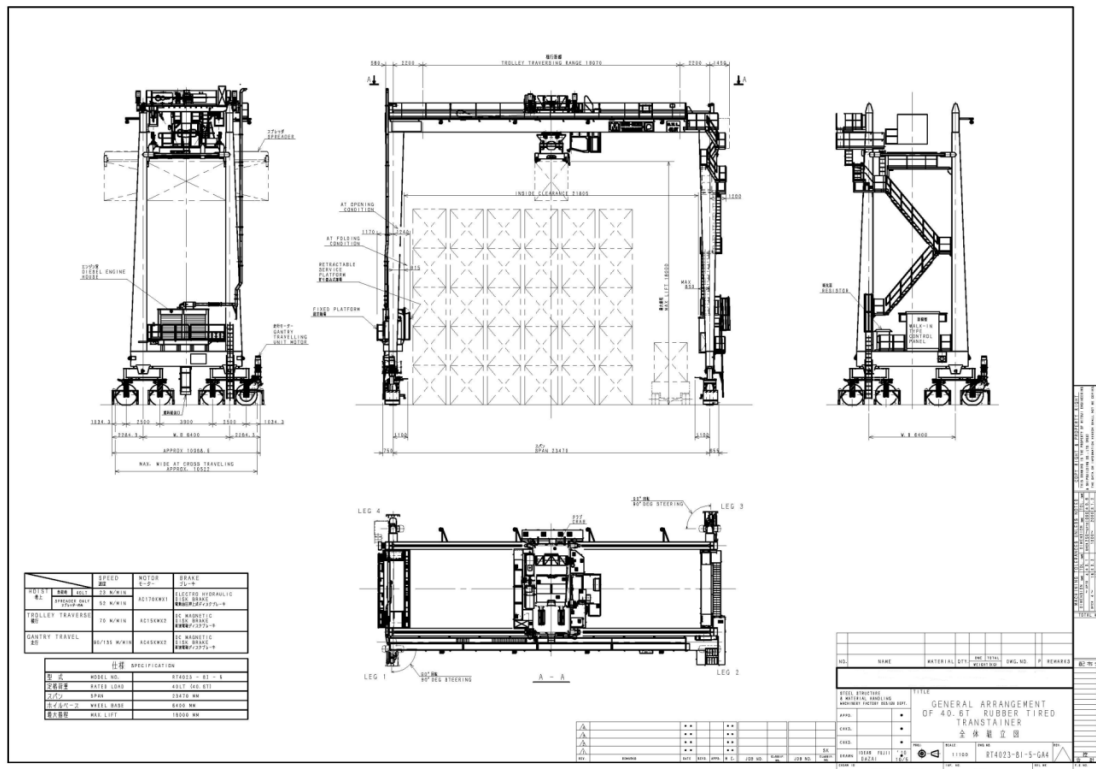


図 5.4-26 RTG 参考図 (メーカー参考図)



---

**b) 造成設計****i) 造成計画****①計画高**

ヤードの造成天端高さは、舗装厚さ約 0.5m を考慮して、CDL+7.5m とする。

**②造成土量**

地盤改良開始高さ CDL+7,0m に造成する土量は約 120 万 m<sup>3</sup> と算定される。

**③造成材料**

陸上土砂は、土取り場が遠く、運搬コストが高い。従って、造成材料は、安価で運搬が容易な川砂を使用する。

**④施工概要**

ヤード造成は、護岸とブロック周辺の築堤を先行させ、計画地内に川砂をポンプで送泥して撒き出す。余水は、沈殿池で土砂を沈殿させて、上水を河川に放流する。

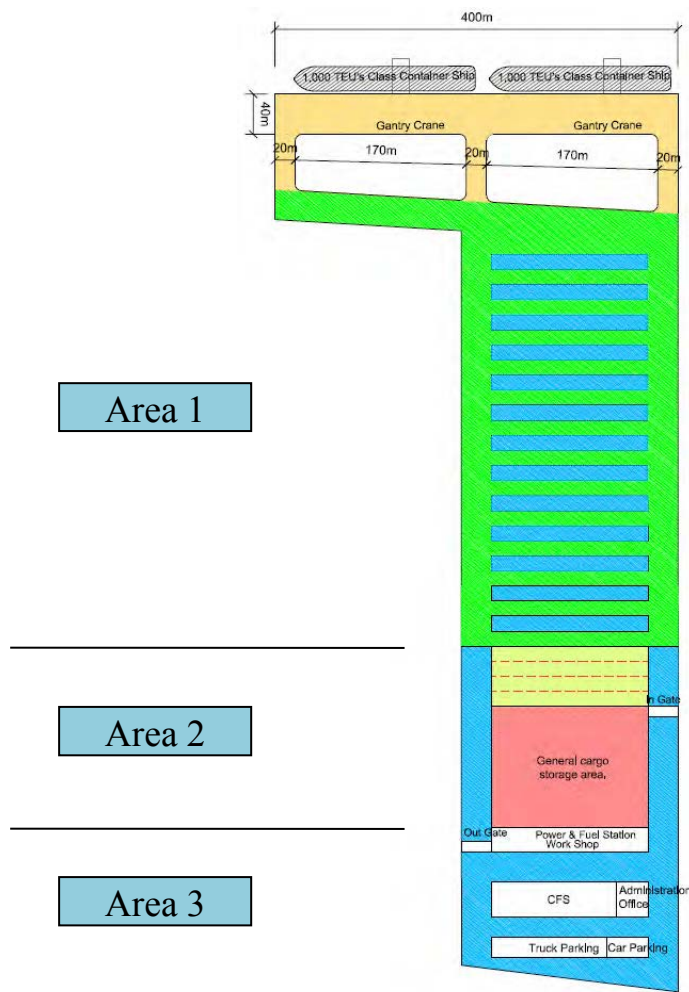
**⑤地盤改良設計**

地盤改良工法は、幾つかの地盤改良工法を比較した結果、施工速度と経済的な観点より、PVD工法とプレロードによる圧密沈下促進工法を採用する。

**\*検討エリア区分**

対象範囲は、大きくコンテナ置き場、建屋、およびその他の3つに分類される。これら3つの範囲の特徴は、以下のとおりである。

- コンテナ置き場：この範囲はコンテナを保管する範囲であり、盛土荷重と合わせてコンテナの荷重 (50kN/m<sup>2</sup>) により沈下が最も大きく発生する。またこの範囲はコンテナを保管するために、舗装工事を行う必要があるため、沈下対策を極力早く完了する必要がある。



出典：調査団作成

図 5.4-27 沈下検討エリア区分参考図

- 建 屋：この範囲は管理事務所などの建設が計画されており、開港時までに建屋を完成する必要があるため、沈下対策を極力早く完了する必要がある。
- そ の 他：一部道路の他は、緊急性を要しない範囲である。

以上より利用目的等に応じ、川側より Area-1 (コンテナ置場)、Area-2 (その他)、Area-3 (建屋) とした。

## ii) 検討条件

### ①地盤定数

対象範囲の地表面高さは、測量結果より概ね CDL+6m 程度であるため、CDL+6m とした。沈下対象層となる軟弱な粘性土層は、地盤表面から層厚 23m 程度で成層する粘土層(Clay) とした。その下に成層するシルト混ざり粘土層 (Clay with Silt)は、N 値が 10 回程度と硬質な粘

土層であるために地盤改良の必要はない。調査結果より層厚 23m とした。また、土質試験結果より土質定数は、以下のとおりに設定した。なお、沈下解析は、 $\Delta e$  法により行った。

表 5.4-22 沈下検討に用いた地盤定数一覧表

湿潤重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	飽和重量 $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	e - logP curve	圧密係数		二次圧密係数 $C_e$
			Cvo (cm <sup>2</sup> /d)	Cvn (cm <sup>2</sup> /d)	
17.0	17.0	下図参照	500	50	0.0059

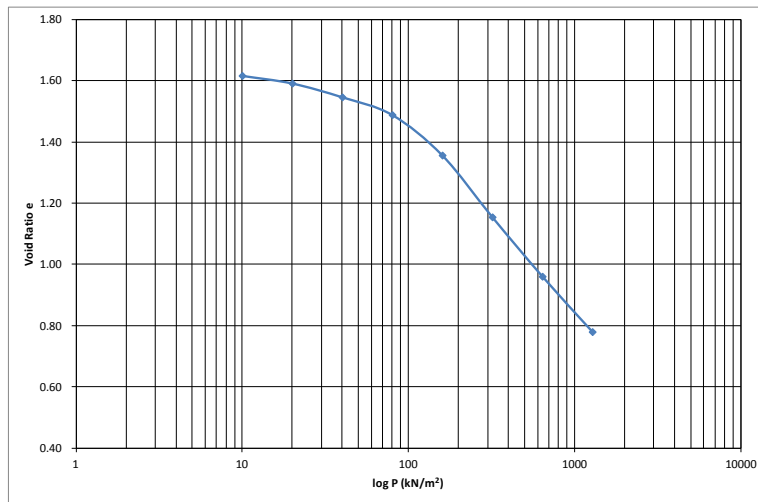


図 5.4-28 沈下検討で設定した e - log P 関係図

②盛土の定数

舗装天端 CDL+8.0m (盛土 CDL+7.5m) とし、その定数は、以下のとおり設定した。

表 5.4-23 沈下検討で設定した盛土の定数

湿潤重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	飽和重量 $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
18.0	20.0

③荷重条件

荷重条件は、以下のとおりとした。

- Area-1 : 50kN/m<sup>2</sup> (コンテナ荷重を想定)
- Area-2 : 10kN/m<sup>2</sup> (交通荷重程度を想定)
- Area-3 : 10kN/m<sup>2</sup> (CFS 内のコンテナ荷重を想定)

④許容残留沈下量

- 供用開始後 20 年間で残留沈下 20%以下 (2 次圧密含む)
- 供用開始 20 年後に許容残留沈下量 30cm 以下 (2 次圧密含む)

iii) 無対策時沈下検討結果

無対策時の沈下検討結果は、表 5.4-24 のとおりである。

表 5.4-24 無対策時沈下検討結果

Area	Area-1	Area-2	Area-3
圧密過程	1次	1次	1次
沈下量 (m)	1.318	0.718	0.571
残留沈下量 (m)	1.248	0.642	0.485

出典：調査団作成

以上より、1次圧密のみの検討結果の残留沈下量は、許容値を満足していないため、2次圧密を考慮すると満足しないことが明らかである。したがって、対策工が必要であると判断される。

iv) 対策時沈下検討結果

① PVD 工法

PVD 工法の検討では、沈下程度や施工・用途条件を考慮して打設間隔を設定した。「1) 検討エリア区分」で述べたように、Area-1 は舗装工事、Area-3 は建屋の建設を行う必要があるため、極力早く沈下を終息させる必要がある。そのため、この両エリアは同様の打設間隔とし、1.25m とした。Area-2 については一部の道路部の他は、開港時にすぐ利用する予定がないため、ある程度沈下が残留しても（許容残留沈下量以下の範囲内で）問題は発生しないと判断し、打設間隔を 2.0m とした。表 5.4-25 に PVD 工法対策時の沈下検討結果を示す。

表 5.4-25 PVD 工法対策時沈下検討結果

Area	Area-1		Area-2		Area-3	
	1次	1次+2次	1次	1次+2次	1次	1次+2次
圧密過程	1次	1次+2次	1次	1次+2次	1次	1次+2次
PVD 間隔 (m)	1.25		2.00		1.25	
沈下量 (m)	1.593	1.771	0.962	1.142	0.970	1.150
残留沈下量 (m)	0.135	0.290	0.136	0.294	0.019	0.179
盛土層厚 (m) (本体+沈下分+プレート)	5.6		3.8		3.2	
サンドマット (m)	1.0		1.0		1.0	
撤去盛土 (m)	3.64		1.98		1.26	

出典：調査団作成

② サンドドレーン (SD) 工法

サンドドレーン (SD) 工法の検討では、PVD 工法と同様に沈下程度や施工・用途条件を考慮して打設間隔を設定した。これより、Area-1 と Area-3 の打設間隔とし、2.0m とした。Area-2 は、打設間隔を 3.0m とした。表 5.4-26 に SD 工法対策時の沈下検討結果を示す。

表 5.4-26 SD 工法対策時沈下検討結果

Area	Area-1		Area-2		Area-3	
	1次	1次+2次	1次	1次+2次	1次	1次+2次
SD 間隔 (m)	2.0		3.0		2.0	
沈下量 (m)	1.589	1.754	0.897	1.041	0.941	1.082
残留沈下量 (m)	0.134	0.281	0.160	0.295	0.009	0.138
盛土層厚 (m) (本体+沈下分+プレート)	5.5		3.1		2.9	
サトマット (m)	1.0		1.0		1.0	
撤去盛土 (m)	3.55		1.36		0.97	

出典：調査団作成

③深層混合処理工法

深層混合処理工法は、盛土荷重や上載荷重をセメント改良杭で支え、沈下を抑止することを目的とした工法である。そのため本工法では沈下は発生しないことを前提としているため、ここでは沈下計算は実施していない。改良強度の算出の結果 (Fs2.0 見込む)、Area-1 : 200kN/m<sup>2</sup>、Area-2 : 100kN/m<sup>2</sup>、Area-3 : 100kN/m<sup>2</sup> である。

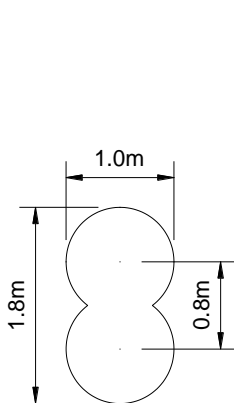


図 5.4-29 改良杭の形状

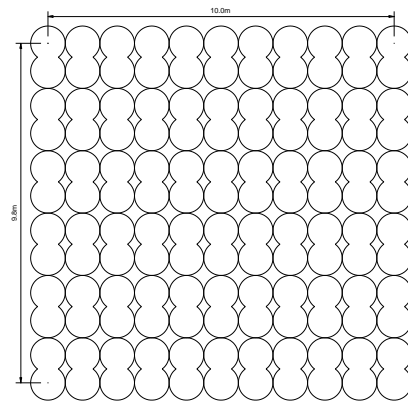


図 5.4-30 改良杭の配置パターン (一部範囲)

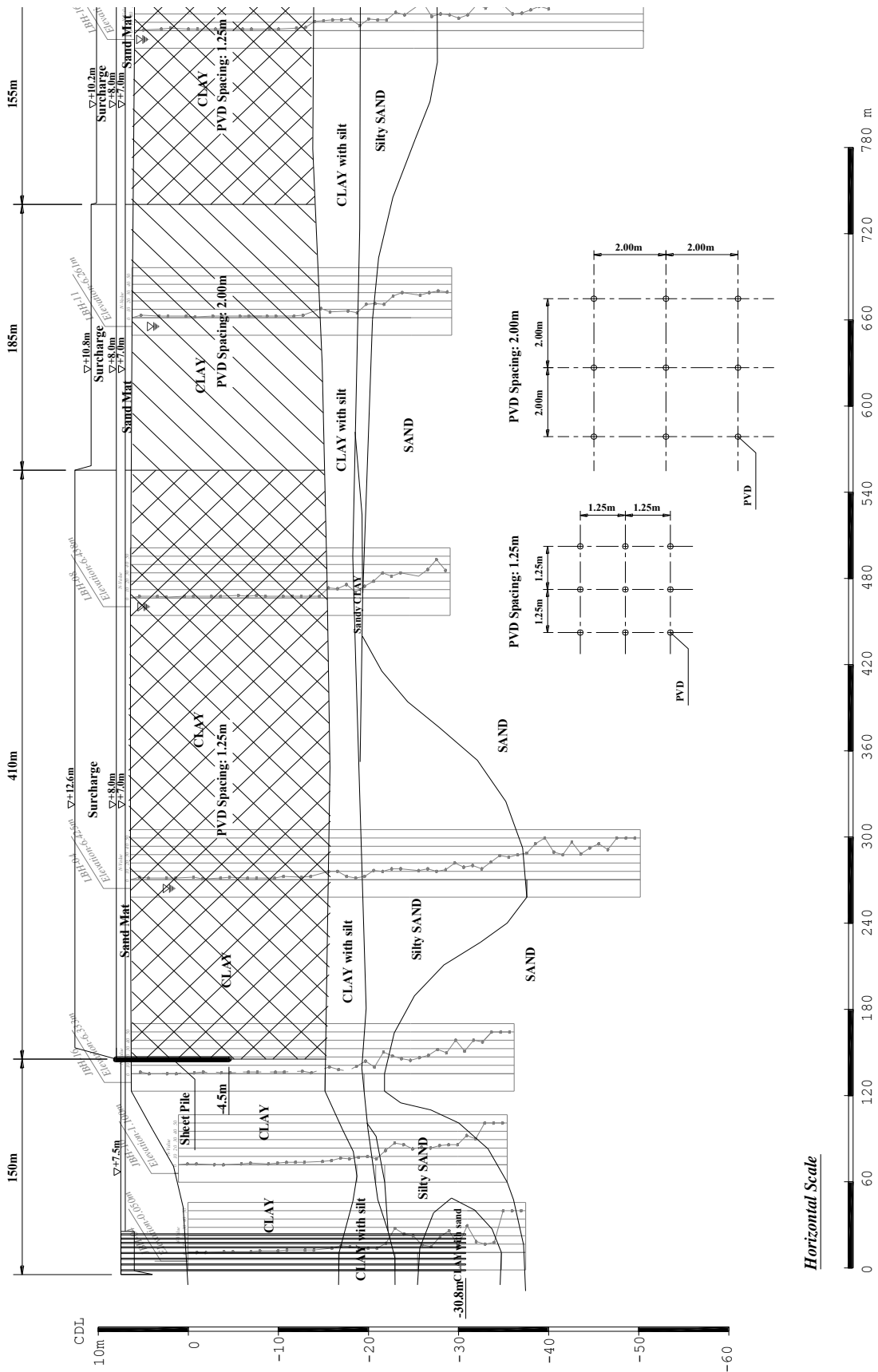
改良杭形式:2軸ラップ (20cmラップ)  
改良率:83%  
改良長:24m (空打ち1m含む)

v) 沈下対策工法の選定

沈下対策検討結果より、3工法それぞれに対して許容残留沈下量を満足する対策工法の仕様を決定した。これら3工法を比較した結果、施工性、経済性ともにPVD工法が有利であるため、軟弱地盤対策はPVD工法を推奨する(表5.4-27参照)。図5.4-31にPVD工法の標準断面図を示す。なお、PVDの打設深度は沈下対象層の粘土層(Clay)の下端までとする。

表 5.4-27 沈下対策工法比較表

対策工法	PVD 工法	サンドレーン (SD) 工法	深層混合処理工法 (DMM)
各工法の施工状況写真等	 PVD打設状況	 サンドレーン (SD) 工法	 深層混合処理工法 (DMM)
各工法の概要	この工法は、粘性土地盤の圧密促進させるパーチカルドレーン工法である。この工法では、プラスチックポットドレーンを排水材として粘性土地盤に挿入する。間隙水の排水距離を短くすることにより圧密が促進される。プレロード工法、サンドマット工法や緩速荷工法など他の工法と併用して用いられる。	この工法は、粘性土地盤の圧密促進させるパーチカルドレーン工法の一つである。この工法では、鉛直の砂杭をバイプロハンマーを用いることにより粘性土地盤に造成する。間隙水の排水距離を短くすることにより圧密が促進される。サンドマット工法や緩速荷工法など他の工法と併用して用いられる。	この工法は、粘性土地盤内にセメントと土を混合した柱を造成することにより圧密を抑制する工法の一つである。攪拌翼を備えた攪拌軸は、高品質の柱を確保するために1000mm以上の直径の2軸タイプである。そしてまた、施工機械は、適切な速度で攪拌翼を回転させることにより十分に強い柱を造成する。地盤内に改良体を作成することにより沈下を抑制する。
各工法の施工実績 (大規模港湾工事)	A 多くの施工実績あり	B 以前は多くの実績があったが、近年ではPVD工法に変わりつつある。	A 主として、全面的な地盤改良では用いられず、部分的な対策で適用される。
技術的長所および短所	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>他のパーチカルドレーン工法と比べて、比較的施工機械が小さい。</li> <li>この工法は、効率的で経済的である。</li> <li>圧入工法は、騒音と振動が抑えられる。</li> <li>ドレーン材の品質は、工場で生産されるため確保される。</li> <li>PVDの挿入速度は速い。(7,000~8,000m/日/台)</li> <li>挿入深度は、40m以上可能である。</li> <li>PVD工法は多くの施工実績により、理論的に信頼性が高い。</li> </ul> <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>圧密沈下を促進するためにプレロード盛土が必要である。また、要求される圧密沈下達成後には、プレロード盛土の撤去が必要である。</li> <li>必要とする圧密度にするために、必要高さが通常6ヶ月間程度の放置期間が必要である。</li> <li>排水層が必要である。</li> <li>1次圧密完了後に10cm~20cmの2次圧密が残留する。</li> <li>挿入可能なN値8未満であるが、それ以上の場合は地盤ではウォータージェットなどの補助工法が必要である。</li> </ul>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーン径が多いため、圧密遅れが小さい。</li> <li>大型のバイプロハンマーを用いるために、挿入速度は高い。</li> <li>大型機械を使用することにより大深度の施工が可能である。</li> </ul> <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工機械は、比較的大きい。</li> <li>施工速度は、それほど速くない。(1,000~1,500m/日/台)</li> <li>圧密沈下を促進するためにプレロード盛土が必要である。また、要求される圧密沈下達成後には、プレロード盛土の撤去が必要である。</li> <li>必要とする圧密度にするために、必要高さが通常6ヶ月間程度の放置期間が必要である。</li> <li>排水層が必要である。</li> <li>1次圧密完了後に10cm~20cmの2次圧密が残留する。</li> <li>振動や騒音が大きい。</li> <li>施工機械が大型のため、超軟弱地盤では別途対策が必要である。</li> </ul>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地盤変形を低減することができる。</li> <li>プレロードが必要ない。(土工が大きく低減できる。)</li> <li>放置期間は、DMM杭が固結する1ヶ月間のみである。</li> <li>DMM杭による改良後はほとんど残留沈下が発生しない。</li> <li>施工効率は、大型の施工機械により高くなる。</li> <li>地盤を固結させることによって盛土による沈下の発生は小さく、更に周辺地盤の変形も小さい。</li> </ul> <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DMM杭の施工速度は速い。(600~700m/日/台)</li> <li>室内配合試験を、実際の地盤改良工事に先立って実施されなければならない。</li> <li>改良杭の養生期間は、盛土施工前の1ヶ月間は必要である。</li> <li>改良杭造成の品質管理は、施工期間中重要であるため、チェックポイントなどにより品質確認を実施しなければならない。</li> </ul>
施工計画	A (PVD)間隔=1.25m, 2.0m, プレロード高さ=3.2m~5.6m 軽量の施工機械を用いて容易に挿入できる コントロールポイントは、以下のとおりである。 1) 機械の鉛直性を保たなければならない。 2) PVDを挿入した下層深度は容易に確認できる。 3) 圧密過程は、沈下観測により確認しなければならない。	B (SD) φ=0.4m, 間隔 d=2.0m, 3.0m, プレロード高さ=2.9m~5.5m 施工は容易であるが、SDとプレロードの砂を多く確保する必要がある。 コントロールポイントは、以下のとおりである。 1) 材料特性は、粒度試験や透水試験などの土質試験により確認する必要がある。 2) 砂杭の品質は、砂の体積と重量により確認できる。 3) 圧密過程は、沈下観測により確認しなければならない。	B (ラップタイプ)DMM杭φ=1.0m, 改良率Ap=83% 容易に杭は形成できるが、品質管理(杭に対して多数のコアポットリング)が必要である。 大量のセメントを確保しなければならない。DMM杭の打設機械は大型である。 コントロールポイントは、以下のとおりである。 1) 攪拌軸の鉛直性を保たなければならない。 2) セメント添加量は事前の室内配合試験によって決められる。 3) DMM杭の品質はチェックポイントリングによって確認される。
施工期間	A 他の工法に比べて短い。(About 110 days / 4 machines)	B PVD工法よりは長い。(About 300 days / 4 machines)	C 他行に比べて長い。(About 740 days / 4 machines)
経済性	A 経済的である (PVD+プレロード)	B PVD工法よりは高い。	C 他工法に比べて高い。
評価	A 推薦できる	B 推薦できない	C 推薦できない



出典：調査団作成

図 5.4-31 PVD 工法標準断面図



---

**c) 舗装設計**

ここでは、積算に必要な概略舗装断面を想定する。

**i) 舗装区分**

ヤードの舗装区分は、ヤードの利用計画によって決定される。今回の設計では、詳細な利用計画が未定なので、大きく3タイプの舗装区分とする。(図 5.4-32 参照)

**①コンテナ蔵置部**

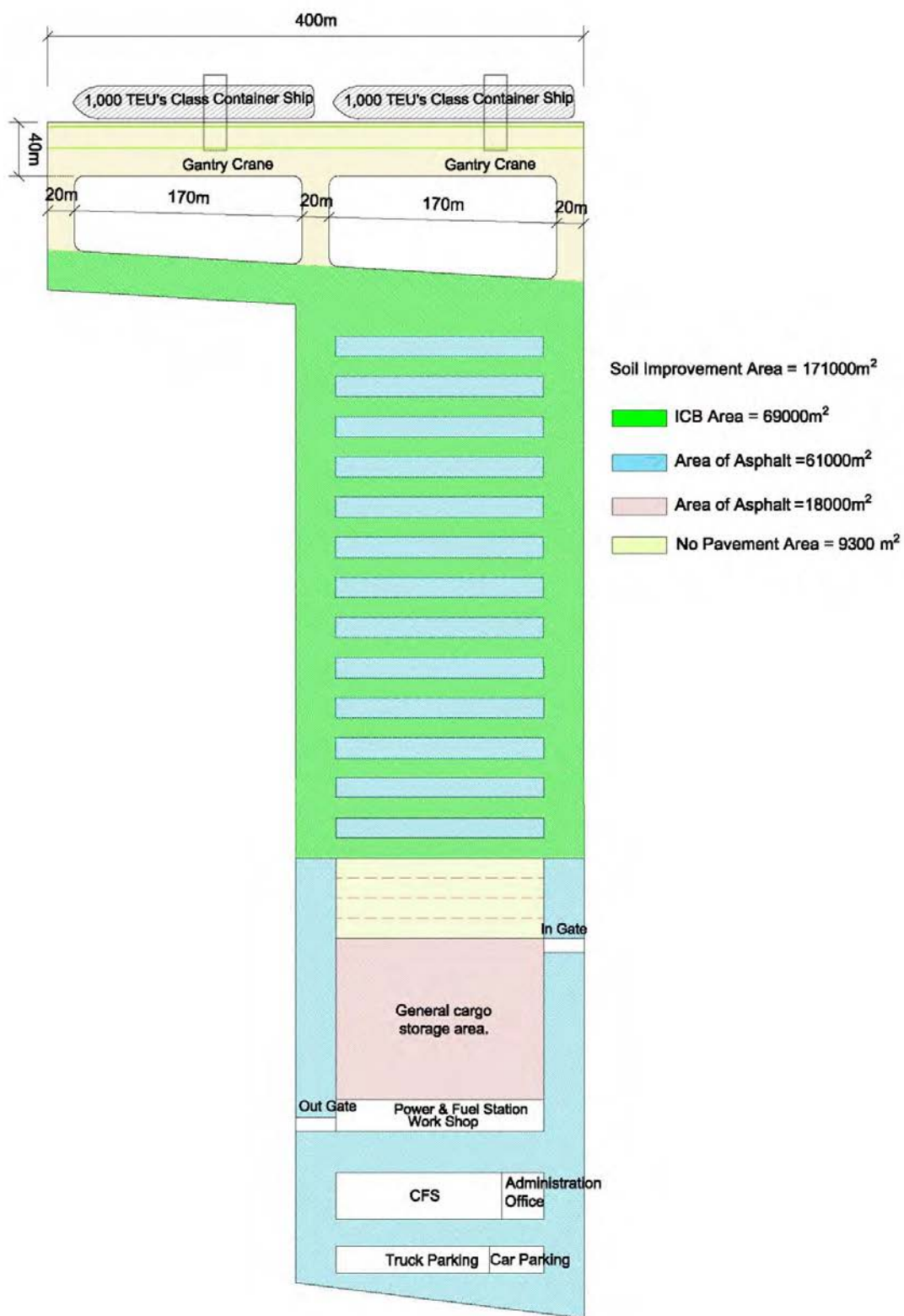
コンテナ蔵置部は、実入りのコンテナを蔵置する部分とする。コンテナのコーナー部にはコンクリート版を設置し、コンクリート版の部分以外は、簡易舗装とする。

**②道路・通路部**

道路・通路部は、コンテナ荷役機械（シャーシートラック、トップリフター、フォークリフト等）や車両が走行するエリアとする。このエリアは、沈下や破損等に対する維持管理が容易なインターロッキング・コンクリート・ブロック（ICB）による舗装とする。

**③未舗装部**

未舗装部は、空コンテナの蔵置や多目的利用で使用するエリアで、地盤改良は実施するが、舗装は行わない。



出典：調査団作成

図 5.4-32 舗装計画平面図

**ii) 舗装断面**

舗装断面は、以下のように想定する。

**①コンテナ蔵置部**

コンテナ蔵置部のコンクリート枕版と簡易舗装は、以下のように設定する。

**1) RC 枕版**

標準サイズ : 1.5m x 0.8m x 0.3m 鉄筋量 : 100kg/m<sup>3</sup>

**2) 簡易舗装**

下層路盤 (捨石)	:	150mm
上層路盤 (碎石)	:	200mm
アスファルト舗装	:	50mm

**②道路・通路部**

道路・通路部の舗装は、通行荷重より、以下のような舗装構成を想定した。

**ICB 舗装部**

下層路盤 (碎石)	:	150mm
上層路盤 (セメント安定処理)	:	200mm
ICB 舗装	:	80mm

**アスファルト舗装部**

下層路盤 (碎石)	:	150mm
上層路盤 (セメント安定処理)	:	200mm
アスファルト基層	:	50mm
アスファルト表層	:	50mm

**d) 排水設計**

積算に必要な概略排水計画を想定する。

**i) 排水計画**

ヤード内の排水は、集水の上、浄化処理をして、河川側に放流する。排水は、段階施工が計画されているため、プロットごとに独立させて計画する。

**e) ヤード内表面排水**

ヤード内の雨水表面排水は、造成及び舗装の勾配によって排水し、ヤード内の開水路、集水枡で暗渠へ排水する。

**f) 雨水排水**

暗渠をヤードの境界に計画する。表面排水を集め、ヤードの境界に設置された暗渠で排水す

る。暗渠の末端に水処理施設を設置し、河川側に排水する。排水の集水範囲はヤード内のみ対象とする。

## 5.4.2. 荷役機械

### (1) 配置計画

前述のように、2019/2020年までに、80万TEU/年が取り扱えるコンテナターミナルの整備が必要とされている。同ターミナルの整備は貨物需要に応じた段階的に行われる計画で、荷役作業に必要な機材も段階的に配置していくものとする。

荷役機械の配置計画は、取扱量に応じた経済的荷役システムを選定し、必要に応じシステムの改善、機械の追加等が実施されるが、当整備計画においては2015年のPhase I完成から計画容量（80万TEU/年、Phase III完了時）までの期間が短いこともあり、当初より計画容量時での荷役システムを勘案した機械配置計画とすることが要求される。従い、荷役方式としては、近代的コンテナターミナルにおいて一般的に使用されているRTG方式を考える。

- 1) 岸壁クレーン：STS(Ship to Shore) ガントリークレーンで、20,000 DWT コンテナ船対応となるが、将来的な船型も考慮して選定するものとする。前述の取扱能力算定結果より、1バース（200m）当たり2基配置する。
- 2) ヤード荷役方式：RTG および トラクター+シャーシー方式とする。尚、RTGに換えてRMG（Rail Mounted Gantry）方式を採用する案も考えられるが、ヤンゴン港で採用されているRTG方式で考える。
- 3) 空コン取扱い用機械：トラッククレーン、フォークリフト、トップリフター、リーチスタッカー等、種々の機械が使用されているが、当計画においては機動性・効率性の良いリーチスタッカーを考える。また、ヤンゴン港における既存コンテナターミナルにおいてもこの方式が多く採用されている。
- 4) CFS用機械：一般的に3.0～3.5トン級のフォークリフトが使用されていることより、3.5トンフォークリフトにて計画する。

上記の荷役機械の参考例を次図に示す。



ガントリークレーン



RTG



リーチスタッカー



トラクター&シャシー



フォークリフト (3.5 トン)

図 5.4-33 荷役機械

尚、6.2. 施設等緊急整備計画に詳述する必要台数算定方法に基づき、各 Phase における荷役機械必要台数をまとめると下表のようになる。

表 5.4-28 荷役機械配置計画

記述	単位	Phase			備考
		Phase I	Phase II	Phase III	
計画容量	TEU	200,000	200,000	400,000	計 800,000 TEU/年
岸壁延長	m	400	-	400	計 800 m
岸壁クレーン	基	2	2	4	計 8 基
RTG	基	6	6	12	3 基/岸壁クレーン 1 基
リーチスタッカー	台	3	3	6	空コン率：30%
トラクター&シャーシー	台	6	6	12	3 台/クレーン 1 基
フォークリフト	台	2	2	4	CFS 用

出典：調査団作成

## (2) 施設設計

各荷役機械の設計条件は以下のように考える。尚、詳細仕様については、「6.2.3. 荷役機械」にて記述する。

- 1) 岸壁クレーン: 将来的改良も考慮して、コンテナ 12 列積船型（パナマックス船：B=32.2m）にも対応できる諸元とする。また、設計吊上げ能力は最 40 トンとし、クレーンスパンは 16.0m とする。
- 2) RTG: 定格荷重 40 トン以上、ヤード計画より 6 列・5 段積み対応型とする。  
従い、スパン長 = 23.47m、最大揚程 = 18m 以上が必要となる。
- 3) リーチスタッカー: CFS（Container Freight Station）および空コンの取扱い用とする。  
このため、40 トンの荷重に対応でき、奥行き 3 列、5 段積み（最前列）が可能な仕様とする。  
従い、最大ブーム高 = 18m 以上が必要となる。また旋回半径はヤード内での作業を考慮し 8.3m 以下とする。
- 4) トラクター& シャーシー：定格積載荷重 40 トン以上のヤード使用に合致した仕様とする。  
このため、以下の諸元を上回らないように考慮する；
  - トラクター全長：6.8 m 以下
  - シャーシー全長：12.72 m 以下
- 5) フォークリフト：CFS での使用を考慮し、3.0～3.5 トン用とする。

### 5.4.3. 作業船

#### (1) タグボート

##### 1) タグボート基本設計要件

##### a) 操船要件

ティラワ地区港の自然条件下において、入出港船舶のアプローチ操船、着岸、離岸、回頭操船への安全かつ効率的な操船支援が可能な性能を有するタグボートの設計を基本設計要件とする。

タグボートは必要時、アウトバーより入港船舶と船首ウインチのタグラインを結び、曳き作業及び船首フェンダーでの押し作業による操船支援を行う。

栈橋前面での入港船舶の回頭操船時、押し・曳きの支援作業により回頭半径は船長の 1-1.5 倍程度となり、船舶の安全かつ確実な着岸姿勢を確保する。

タグボートは栈橋の強度設計条件は 10cm/s としていることより、栈橋と船舶距離が近づくにつれ、その範囲において極力接岸速度を減じ円滑に着岸する。

風向や潮流を考慮しながら船舶の平行移動位置を船首フェンダーでの押し、又船首ウインチでのタグラインでの後進曳き作業で方向並びに接岸速度を調整しながら安全かつ確実に着岸可能な操船を行うこととする。

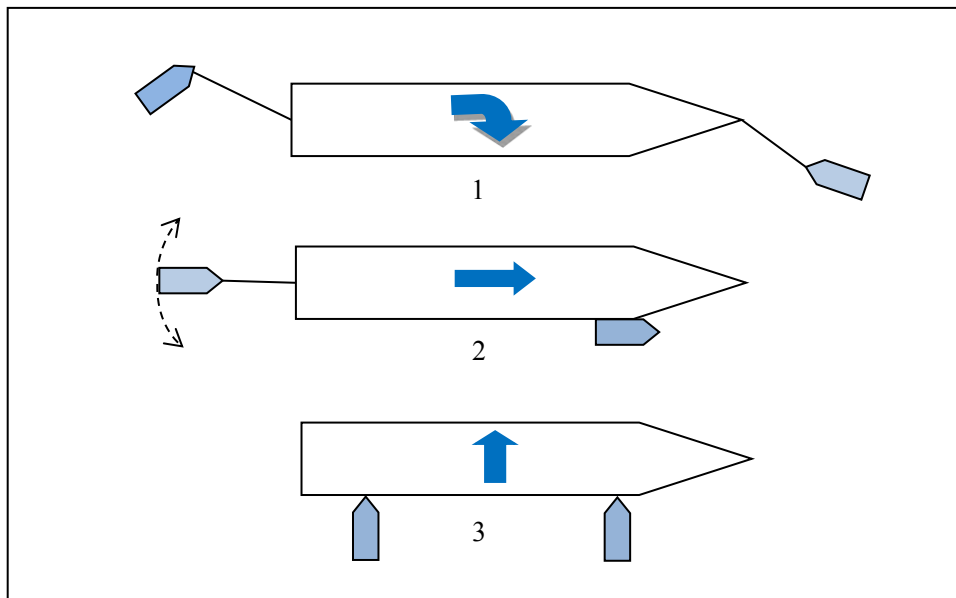


図 5.4-34 タグボート操船支援方法



## b) 適用規則

「ミ」国籍船に適用される海事規則は以下である。

- 「ミ」国法令（海事、海運、船員、港湾等）
- 船級協会規則

「ミ」国で船舶検査を掌握している主管庁は海事庁（Department of Marine Administration (MDA)）である。「ミ」国海事庁は製造中検査を船級に代行検査委託の実績があり、タグボートの製造中検査は国際船級協会により行う。

## c) 環境社会配慮

タグボートは小型船舶のため IMO（国際海事機関）による MARPOL（海洋汚染防止）条約の対象船舶ではないが、MARPOL 条約に準拠することとする。

## d) 入出港船舶への操船支援力の検討

ティラワ地区港に入港する最大寄港船舶は航路水深条件から最大喫水 9.0m と制限されるため下記船舶を対象として検討する。

表 5.4-29 対象寄港船舶要目

	寄航船舶	載貨状態	総トン数	全長(m)	幅(m)	深さ(m)	喫水(m)
1	コンテナ船 (19,000DWT)	満載	15,500	171.0	25.0	13.6	9.0
2	多目的船	満載	17,500	161.0	25.0	12.8	8.4
3	コンテナ/貨物船	半載	18,400	184.0	27.5	14.7	7.4
4	タンカー	半載	30,000	183.0	32.23	19.1	8.0

## i) 接岸操船に必要なタグボート支援力

岸壁の係留施設は 10cm/s の接岸速度を設計条件としており、操船に際してはその範囲において、更に、船体の強度や操船上の安全面から極力接岸速度を減じ接岸する必要がある。

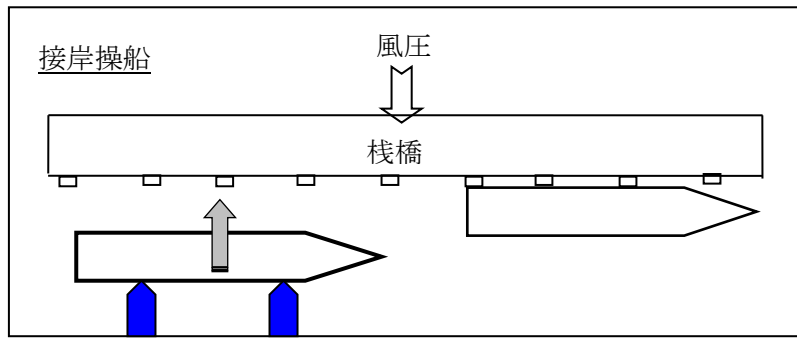


図 5.4-35 接岸操船支援

接岸操船に当たっては係留施設にほぼ平行の姿勢を保って接岸するが、この場合の本船横移動に必要なタグボート支援力 (Te) は

Te ≧ 本船横移動抵抗 + 風や流等の外力に対する効力となる。

$$Te \geq \frac{1}{2} \rho_w L d C_{w90} (U_0 + V_c)^2 + \frac{1}{2} \rho_a B_a C_{a90} V_a^2$$

Te タグボート支援力 (kN)

w, ρa 水及び空気密度

L 船の長さ

d 喫水

Ba 横受風面積

Cw90 船の横移動抵抗係数

Ca90 正横風圧抵抗係数

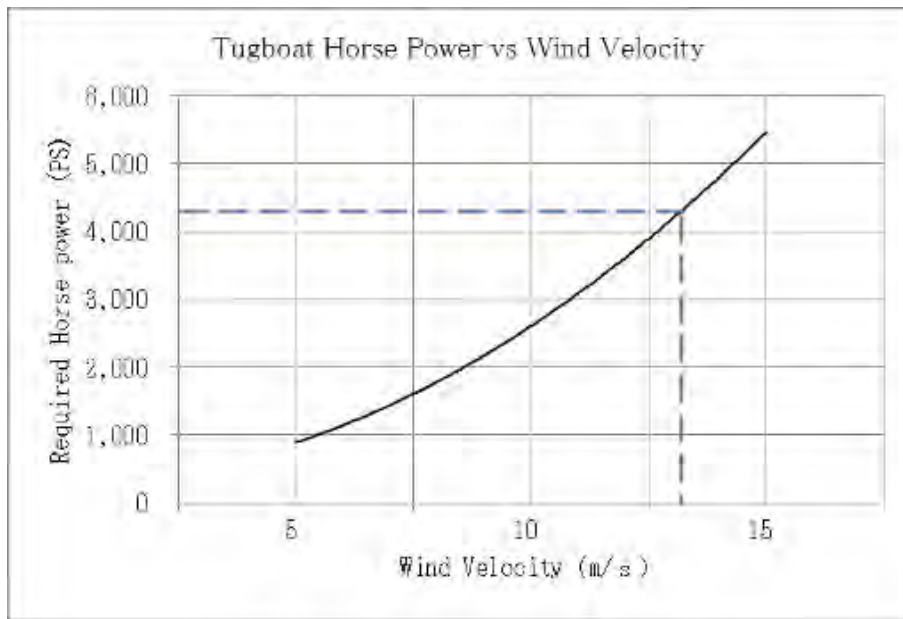
Uo 船の横移動速度

Vc 流速 (正横方向)

Va 風速 (正横方向)

上記対象船舶の接岸支援に必要なタグボート馬力は、風速 5m/s の場合 900 馬力、風速 10m/s の場合 2,500 馬力、風速 15m/s の場合 5,500 馬力となる。

ティラワ地区港周辺の最大風速は約 10m/s で突風率 1.3 と仮定し、風速 13m/s の場合約 4,200 馬力が必要となる。

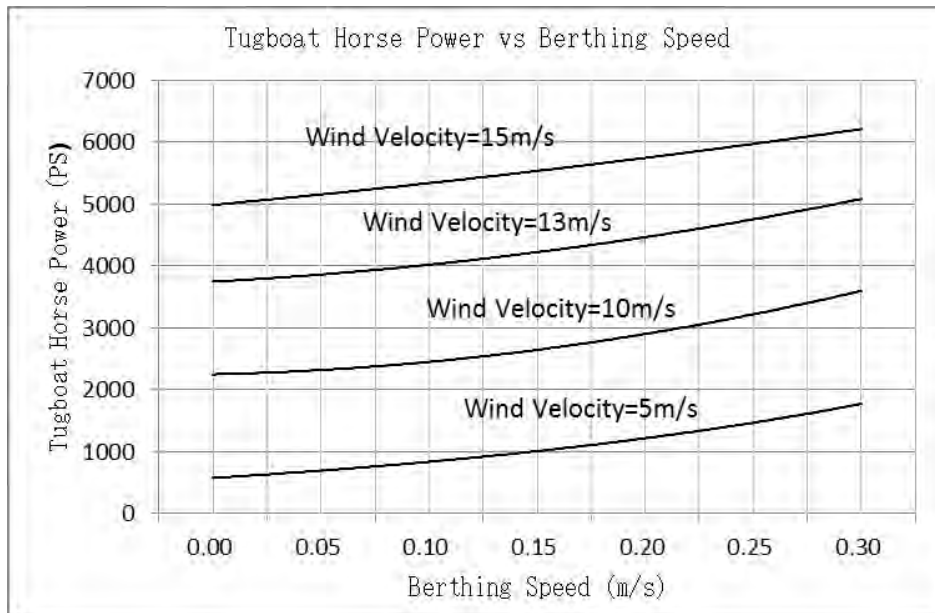


出典：調査団作成

図 5.4-36 風速下タグボート支援力

ii) 接岸速度制御に必要なタグボート支援力

接岸操船において、岸壁に近づくに従い極力接岸速度を減じる必要があり、風速 5m/s から 15m/s の風圧下での接岸速度 (0m/s - 0.10m/s) を制御するために必要なタグボート馬力を下図 5.3-37 に示す。

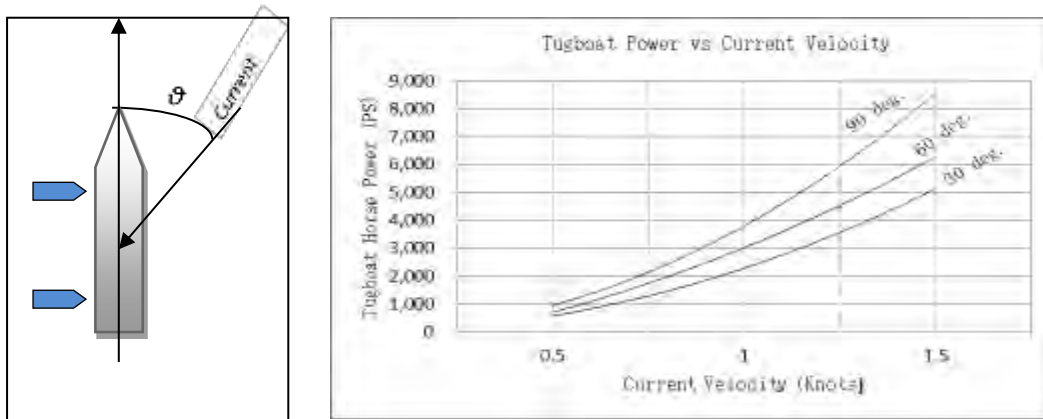


出典：調査団作成

図 5.4-37 接岸速度制御に必要なタグ支援力

iii) 潮流下でのタグボート保針支援力

潮流下での操船支援力は相対角度により異なるが、寄港船舶速度 1.5 ノット時、角度 60 度の潮流下での保針支援力は約 6,000 馬力が必要となる。



出典：調査団作成

図 5.4-38 潮流下でのタグボート保針支援力

iv) 低速航行時の風圧下における保針支援力

寄港船舶が船速 2 ノット以下での舵効きの悪い条件の中で、風速 10m/s 及び 15m/s の風力が寄航船舶の真横に作用した場合を想定し、寄港船舶の航路制御（航路保持）に必要な曳航（押航）支援力のシミュレーション検証を行う。

<シミュレーション条件>

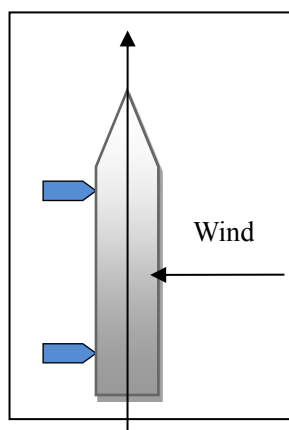
- 船種 : 18,400GRT コンテナ/貨物船
- 全長 : 185.0m
- 幅 : 27.6m
- 喫水 : 9.0m
- 風圧側面積 : 3,510m<sup>2</sup>

風条件は、本船正横から 10m/s と 15m/s

タグボートは本船中央を風圧と反対方向に押すものとする。

タグボート推力：風速 10m/s では 15t と 20t

：風速 15m/s では 35t と 40t



出典：調査団作成

図 5.4-39 風速下保針支援

寄港船舶は初速 2 ノットで 1,200m 航路航行し、舵効きを得るため

風速 10m/s では 1.5 ノット相当のプロペラ回転、

風速 15m/s では 2.6 ノット相当のプロペラ回転を与えた。

抽出指標：1,200m 地点での航路からの偏位量、残速、使用最大及び平均舵角量

表 5.4-30 風圧下保針支援力シミュレーション結果

風速	10m/s	10m/s	15m/s	15m/s
タグ推力	15t	20t	35t	40t
偏位量	170m	78m	163m	16m
残速	0.2 ノット	1.1 ノット	0.4 ノット	1.2 ノット
最大舵角	25 度	16 度	22 度	20 度
平均舵角	16 度	11 度	14 度	13 度
航跡				

出典：調査団作成

作業限界定常風速を 15m/s と設定し、風速 15m/s での航路偏差への対応支援必要タグボート推力は約 40 トン、必要主機関馬力は約 3,000 馬力となる。

#### e) 配置計画

タグボート支援力の検討結果、接岸支援に必要な支援馬力は平均最大風速 10m/s 下で約 2,900 馬力、突風風速 13m/s 下で約 4,200 馬力、潮流下保針に必要な馬力は約 5,000-6,000 馬力、風圧下航行保針に必要な馬力は約 3,200 馬力となる。

ティラワ地区港においては、3,000 馬力 2 隻のタグボートを配備することにより、タグボートによる接岸支援は定常風下 1 隻、突風下 2 隻により送信支援を行い、低速アプローチ航行時の潮流及び風圧下の操船保針支援は 1-2 隻により行うこととする。

上記結果より作業限界定常風速を 13m/s、接触速度を 0.10m/s と設定し、3,000 馬力タグボート 1 隻と 2 隻のケースで接触速度、限界風速の検討結果を下表に示す。

3,000 馬力タグボート 1 隻で、風速 10m/s の場合でも接触速度 0.10m/s での接触が可能である。

突風率を考慮した風速 13m/s の場合、3,000 馬力タグボート 1 隻では接触支援力が不足し、

3,000馬力タグボート2隻による支援が必要となる。

表 5.4-31 接岸速度 (0.10m/s) における最大風速

	寄航船舶	載貨状態	接岸速度	
			0.10m/s	
			3,000PS x1 隻	3,000PS X2 隻
1	コンテナ船 (19,000DWT)	満載	11.5	16.4
2	多目的船	満載	13.4	19.1
3	コンテナ/貨物船	半載	11.9	17.0
4	タンカー	半載	11.8	16.9

表 5.4-32 風速 (10m/s,13m/s) における最大接舷速度

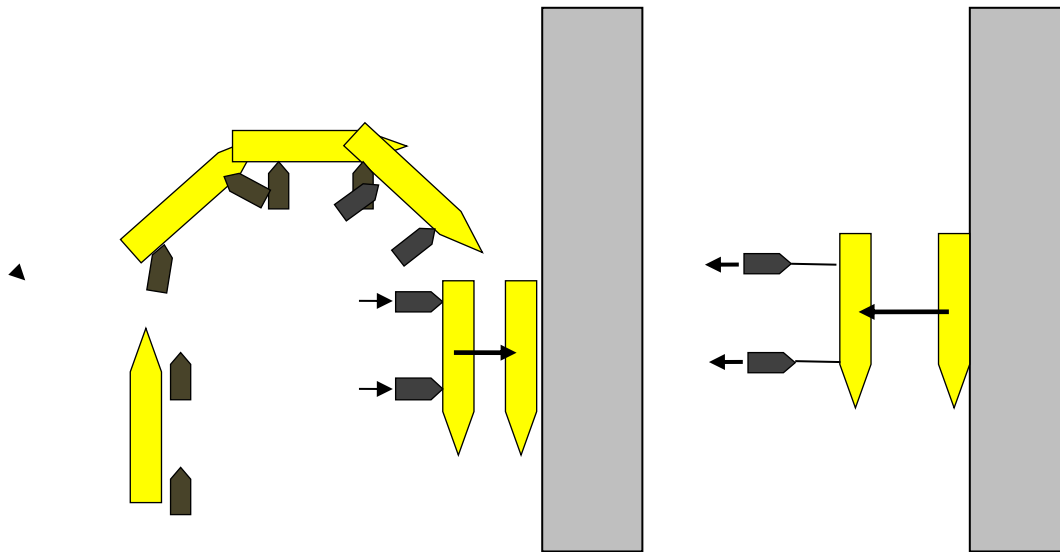
	寄航船舶	載貨状態	風速		
			10m/s	13m/s	
			3,000PS X1 隻	3,000PS X1 隻	3,000PS x2 隻
1	コンテナ船 (19,000DWT)	満載	0.26	N/A	0.43
2	多目的船	満載	0.36	0.16	0.56
3	コンテナ/貨物船	半載	0.30	N/A	0.50
4	タンカー	半載	0.29	N/A	0.47

f) タグボート基本性能

ティラワ地区港棧橋前は約 18m の深い水深で、潮流の影響を受けやすく難しい接岸操船を求められる。ティラワ地区港は左舷着岸を基本としているため下げ潮時の棧橋前での回頭、接岸操船で、船舶の正横や船尾後方から潮流を受けることよりタグボートは回頭、接岸支援を行う。離岸時はタグラインでの後進曳き作業を行う。



Berthing & Un-Berthing Operation at Yangon Port in Thilawa Area



出典：調査団作成

図 5.4-40 ティラワ地区港離着岸操船

**i) 船型**

タグボートは主として船舶の離着岸時の係留曳航作業に従事する鋼製一層甲板型とし、特に曳航力、復原力、操縦性能を考慮し、港湾及び沿海での操船に最適な性能を有する船型とする。

上甲板上に甲板室を配置し、甲板室上に操舵室及びマストを配置する。

タグ作業は主に船首にて行い、迅速かつ安全な押し/曳き作業ができる船型・配置とし、船首にラバーフェンダーを装備して本船を押航し、船首に装備したウインチを使用し、後進にて曳き作業を行う。

**ii) プロペラ性能**

タグボートは迅速かつ安全な接岸と曳航支援を主体とするため、操縦性能に優れたコルトノズル付 360 度回転式推進器を採用し、プロペラは最大の曳航力（ポラードプル）を得るよう設計する。

**iii) タンク容量**

「ミ」国沿海地域でのタグ作業、捜索・救難航行が可能な航続距離を確保できる燃料油及び清水タンク容量とする。

**iv) 曳航作業機装**

船首上甲板上中央に揚錨揚索機を装備し、ホーサードラム組み込み式型とし、チェーンジブシーとホーサードラムはクラッチを切り替えることにより各々独立操作ができるものとする。ホーサードラムは曳航作業用繊維索φ90 mm x 100m を巻き取れる大きさとし、ブレーキ力は曳航力の 50%増しとする。ホーサーウインチは操舵室より遠隔操作し、作業の安全性を確保する。

甲板室後部上甲板上に曳航フックを装備し、力量は曳航力の 50%増しとする。

**v) 乗組員**

「ミ」国における海事規則により、次の乗船人員とする。

船長	1 名
機関長	1 名
部員	10 名
合計	12 名

救命設備（救命筏及び救命胴衣）及び居住設備は常時定員 12 名用とする。

**vi) 無線設備**

GMDSS 無線通信設備、VHF 国際無線電話、船舶自動識別装置(AIS)、緊急位置指示ラジオビーコン(EPIRB)、双方向 VHF 無線電話及び捜索救助用レーダー・トランスポンダー(SART)を装備する。

**vii) 海洋汚染防止対策**

海洋汚染防止条約（MARPOL）の油排出基準に準拠し、油水分離器を設ける。

MARPOL IV 適合の汚物処理装置を設置し、汚水は処理後舷外へ排出あるいは陸上設備へ排出ができるようにする。主機関は MARPOL Annex VI に基づき証書を取得する。

**viii) 捜索・救難**

2kW 及び 1kW の探照灯を操舵室頂部及びマスト頂部に装備し、昼夜捜索・救難作業が可能なものとする。交通艇を搭載する。

**ix) 他船用消火装置**

海上での火災並びに陸上施設火災事故に対処する為、他船用消防装置をタグボートに装備する。

x) 流出油対策

油流出事故対応策として、ポータブルノズル方式のオイルディスペンザント装置を搭載する。

g) タグボート仕様

主要目

全長	約 31.0-34.0 m
幅 (型)	約 9.20 m
深さ (型)	約 3.90 m
計画満載喫水	約 2.80 m
航海速度	12.5 ノット
曳航力 (100%MCR)	40 トン
定員	12 名
主機関	1,500 馬力 x 750RPM x 2 機
推進器	360 度旋回式 Z 型推進器
船籍	「ミ」国ヤンゴン港
船級	日本海事協会
航行区域	沿海 (非国際航海)
適用規則	船級協会規則, 「ミ」国海事規則

(2) パイロットボート

1) パイロットボート配置計画

本艇はアウターバーのパイロットステーションに係留され、約 1.5 マイル離れたパイロット待合地点の寄港船舶にパイロットを送迎することを目的とし、パイロット業務に適する船速と外海での安全運航が可能な耐波性・凌波性、十分な復元性を有する船型とする。

寄港船舶への乗下船は、船首部上甲板及び上部構造物頂部よりのどちらでも行えるような構造とする。

パイロットステーションに配備するパイロットボートは 3 隻とし、内 1 隻は予備とする。パイロットボートは旅客 6 名及び 4 名用の寝台を配置し、パイロットステーションへの要員輸送

のクルーボート（Crew Boat）として使用できる設計とする。-

## 2) パイロットボート仕様

全長	約 20 m
幅（型）	約 5.9m
深さ（型）	約 2.7m
計画満載喫水	約 1.5m
航海速力	20 ノット
乗組員	2 名
旅客	6 名
寝台	4 名用
主機関	約 1,074 馬力 x 2 機
船籍	「ミ」国ヤンゴン港
船級	日本海事協会
航行区域	沿海（非国際航海）
適用規則	船級協会規則、「ミ」国海事規則

### 5.4.4. 航路維持と浚渫船

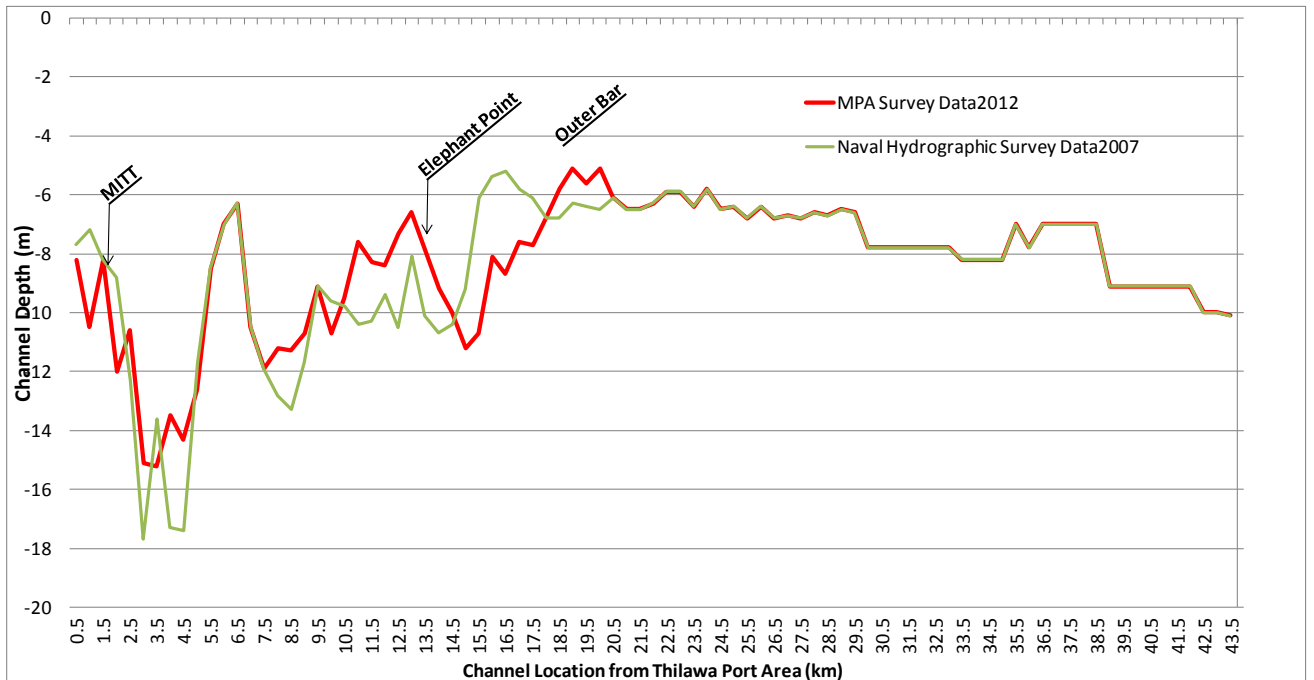
ヤンゴン港の将来計画やティラワ地区港の開発計画の検討を行うためには、航路増深・拡幅を実施する場合に必要な初期浚渫土量と、それらの航路を維持・管理するための維持浚渫土量を知ることが重要である。そのために、図 5.4-41 に示すように、ヤンゴン航路の中心線と 8 カ所にわたって横断方向の測線を設けて深浅測量を行った。



出典：調査団作成

図 5.4-41 ヤンゴン川航路の深淺測量実施箇所

図 5.4-42 は航路中心での航路水深を外海からティラワ地区港までを示したものである。この図によれば、アウターバーとよばれているエレファントポイントで最も浅い水深が CD.-6.0m を示しており、エレファントポイントから沖側の 10km にわたっては、水深 CD.-6.0m から CD.-7.0m の比較的浅い航路水深となっている。



出典：調査団作成

図 5.4-42 航路中心での縦断方向の航路水深

1) 河岸侵食・堆積

a) 河岸の現状

河岸侵食および堆積の状況を示すと考えられる河岸の植生の川側の境界の位置の比較を、2012年2月、2009年12月、2006年3月および2003年11月の空中写真(Google Earthによる)により行った。図5.3-43にティラワ地区港の河岸植生境界位置の比較結果を示す。図中の区間では、Plot 24とPlot 25の河岸において最大の河岸侵食が発生しており、約10年間に河岸は40m程度後退(≒4m/年)している。これらの河岸侵食はヤンゴン川はこの地点で流向が変化していることによるものと考えられる。一方上流の、20地区からMITTの区間では、明瞭な侵食・堆積傾向は認められず、これらの区間では河岸は比較的安定していると考えられる。図5.4-44および図5.4-45はPlot 24およびPlot 25の河岸現況例を示したものである。



出典：調査団作成

図 5.4-43 河岸植生の境界位置の経年変化





出典：調査団撮影

図 5.4-44 河岸植生の状況 (Plot 24)

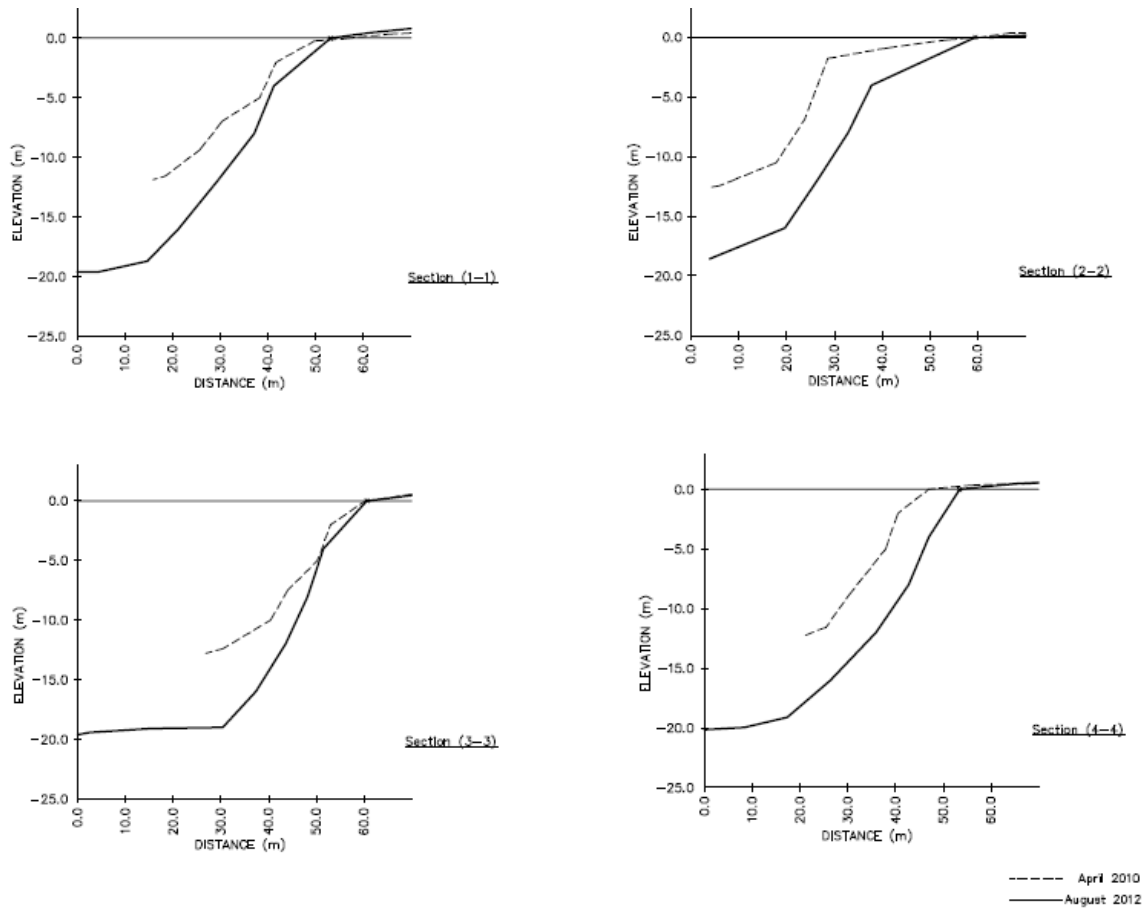


出典：調査団撮影

図 5.4-45 河岸植生の状況 (Plot 25)

計画対象地点では 2012 年 8 月に JICA 調査団が実施した深浅測量結果と、2010 年に MPA により実施された深浅測量結果が得られており、それらの深浅測量結果から横断面図の比較を行った。図 5.4-46 に本計画の対象 Plot である Plot 22 から Plot 26 までの区間の 4 つの横断面を比較した結果を示している。図 5.4-47 はその 4 横断面の位置図である。

これらの結果によれば、水深 CD.0.0m から CD.-9.0m の間で断面勾配がほぼ 1 : 1 となる急斜面が形成されている。この急勾配の斜面は、前述のようにヤンゴン川の流向が急激に変化していることにより、河岸が浸食傾向にあることから形成されたものと考えられる。2010 年と 2012 年の深浅測量結果の比較によれば、Plot 25 の横断面に約 20m の浸食傾向が見られることから、バース建設にあたっては、河岸侵食のさらなる進行を防止するための対策が必要であることを示している。



出典：調査団作成

図 5.4-46 河床横断面図



出典：調査団作成

図 5.4-47 河床横断面の比較を行った断面位置

## b) 岸壁施設が河岸侵食・堆積に及ぼす影響

栈橋形式の離岸型の構造物は川の流れを制御する水制工と位置づけることができ、上部構造物を支えるための支持杭が水中に多数存在することにより水勢を制御して結果的に河岸侵食防止のための防護工として機能すると考えられる。岸壁と河岸の間での流速が低減することにより、細流成分の堆積と植生の拡大が生じることが予想される。図 5.4-48 および図 5.4-49 は離隔型の岸壁構造が採用されて 1997 年に岸壁供用が開始されている MITT の岸壁背後の水域の状況を示したものであるが、細流成分の土砂堆積と植生の伸張が確認できる。



出典：調査団撮影

図 5.4-48 離隔型の岸壁が採用された MITT の現況 (1)



出典：調査団撮影

図 5.4-49 離隔型の岸壁が採用された MITT の現況 (2)

離隔型の岸壁構造の上流および下流への影響については上述の岸壁背後への影響と同様と考えられる。すなわち、岸壁の上流および下流では離隔型の構造物が存在することから河岸側での流速が低下する。そのため、河岸侵食を助長するような悪影響の発生は少なく、河岸安定に寄与する効果が期待されるものと考えられる。図 5.4-50 は MITT の岸壁施設の下流側の状況を示した写真であるが、河岸近傍で干潟化がすすみ植生が拡大している様子がうかがえる。また、図 5.4-51 は Google Earth による MITT の岸壁施設の下流側の 2003 年と 2012 年の航空写真



の比較であり、図 5.3-52 は同じく MITT の岸壁施設の上流側を比較したものがある。これらの図からも離隔型の岸壁構造物の建設によりその上流および下流側で植生が拡大している様子がわかる。



出典：調査団撮影

図 5.4-50 MITT の下流側の状況



出典: Google Earth

図 5.4-51 MITT の下流側の 2003 年と 2012 年の航空写真の比較



出典: Google Earth

図 5.4-52 MITT の上流側の 2003 年と 2012 年の航空写真の比較

### c) 河岸侵食に対する対策

一般的に河岸侵食に対する対策は2つに分類される。1つは人工的な護岸構造物を構築して直接的に河岸を防護する方法であり、もう1つは河川の流れを制御する水制工を用いる方法である。

護岸等の人工構造物を設ける方法は、河岸を直接的に防護するものであり、侵食に対する効果も短期間に実現することができる。一方、水制工などの河川流制御構造物による河岸防護は、河川流速を低減させてその結果として河岸侵食防止を期待するものである。そのため、通常は複数の連続した水制工を設ける必要があり、その効果の発現のためにはある一定の期間が必要とされる。このような水制工による河岸侵食防止の実施例は比較的古くから見られる。

すでに示したように、計画対象地点の Plot 22 では年間平均 4m 程度の河岸植生の後退が認められ、このような傾向は河床においても見られることが分かっている。これらの侵食傾向は構造物の構築とは無関係に生じると考えられる。

離隔型の岸壁施設を構築することでこのような河川流の影響による河岸侵食の影響を低減する効果が期待できることは、同種構造物が先行して建設・供用されている MITT の事例でも認められることから明らかであるが、河川流の流向が変化する地点でのその影響の程度は不明であり、岸壁施設構築にあたってはより深い地点も含めた河岸侵食防止のための対策が不可欠と考えられる。特に、斜面の侵食防止として捨石によるマウンド護岸保護工はそのための一つの対策となる。流速の速い箇所では杭周囲の洗掘も懸念されるが、捨石によるマウンド護岸保護工はその洗掘防止のための対策としても機能が期待できる。

## (2) 浚渫船

### a) 浚渫船計画

#### i) ティラワ地区港周辺埋没土の土質

ティラワ地区港周辺の埋没土の土質調査を実施し、調査位置は下記に示す図 5.4-53、分析結果は表 5.4-33 の通りである。土質はシルトと粘性土で、含水率は約 60%である。



出典：Google, 調査団作成

図 5.4-53 土質調査位置

表 5.4-33 土質調査分析結果

サンプル No.	サンプル位置	粘性土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	砂利 (%)	比重	含水率 (%)	分類
ST1	N16°40'59.2" E96°13'59.09"	37.0	61.0	2.0	0.0	2.69	56.42	シルト質 粘土ローム
ST2	N16°39'36.0" E96°15'08.0"	21.5	76.5	2.0	0.0	2.67	69.44	シルト質 ローム
ST3	N16°38'00.9" E96°15'28.08"	33.5	65.5	1.0	0.0	2.69	61.2	シルト質 粘土ローム
ST4	N16°36'54.04" E96°15'28.08"	36.5	61.5	2.0	0.0	2.67	61.73	シルト質 粘土ローム
ST5	N16°39'38.0" E96°14'21.0"	56.0	43.0	1.0	0.0	2.70	51.14	シルト質 粘土

出典：調査団作成

ii) 維持管理浚渫土量

表 3.4-6 で示したとおり、MPA は現在 4 隻の浚渫船を所有し、インナーバーとアウターバーにおいて合計で約 2,400,000m<sup>3</sup>/年の浚渫を行っている。

iii) ホッパー容量

現在の浚渫船の実績浚渫土量は 1 隻当たり平均 600,000m<sup>3</sup>/年である。

浚渫船（ホッパー容量 1,000m<sup>3</sup>）の年間稼働日数を 330 日、1 日 5 サイクルとした場合、ホッ

パーへの積み付け係数（シルト、砂）を約 0.3-0.35 と仮定すると、1 隻の浚渫量は約 495,000-578,000m<sup>3</sup>/年となり実績平均値に近い値となる。

アウターバーからティラワ地区港への航路維持浚渫土量は 400,000m<sup>3</sup>/年であり、エレファントポイントを中心とした航路維持管理の浚渫船のホッパー容量はモンキーポイントと同様 1 ライン、1.6 マイルの距離を 2-3 ノットで浚渫すれば、サクショポンプ 2 台を使用しそれぞれの容量を 3,000-3,300m<sup>3</sup> とした場合ホッパーを約 30 分で満載することができるため、既存船と同型のホッパー容量（1,000m<sup>3</sup>）で対応可能である。

#### iv) 配置計画

アウターバーでの航路維持浚渫土量 200,000-400,000m<sup>3</sup> であり、現在 MPA が所有している浚渫船（ホッパー容量 1,000m<sup>3</sup>）と同型での対応が可能である。

既存 4 隻の浚渫船はモンキーポイント及びエレファントポイントにおいて 2,400,000m<sup>3</sup>/年を、また、ティラワ地区港への航路は維持管理のために 400,000m<sup>3</sup> の浚渫を行っている。

これらの作業を円滑に行うためには 4 隻の浚渫船の修理とメンテナンスが必要不可欠である。また、既存 4 隻の内 2 隻の船齢が 23 年と非常に古く、近い将来新造浚渫船の導入が必要である。

#### v) 船型

浚渫船は航路の維持浚渫を目的とし、入出港船舶との衝突等の海難事故を回避して、自船の安全を確保しながら浚渫作業を行うことができる高い操縦性能が求められる。これらの機能と性能を満足させることと、浚渫土量、浚渫作業運航システム条件から既存の浚渫船型（Split Type Trailing Suction Hopper Dredger）と同型船が最適であり、また、同型の浚渫船を導入する効果として次の点が挙げられる。

- 主要機器、システムに習熟した乗組員が問題なく新造浚渫船の運航を開始できる。
- 習熟した乗組員が新たにリクルートした船員へ OJT で訓練することができる。
- 主要機器の予備品、船用部品を共有でき、維持管理上のコスト削減が期待できる。

#### vi) 浚渫船仕様

計画船は自航式、スプリットタイプの曳航吸引型ホッパー浚渫船である。

本船は細粒土、細砂及び粗砂からなる河底部及び沿海底部の浚渫を行うよう設計される。

船体部は鋼製で、2 機のディーゼル主機関により駆動される可変ピッチプロペラと 2 基の舵を装備する。

船首ポンプ室には専用のディーゼル機関により駆動される浚渫ポンプ 2 基を装備し、両舷に各 1 基のドラッグアームを装備する。



居住区と機関室は船尾部に配置され、容量 1,000m<sup>3</sup> のホッパー（泥倉）は船首部に配置される。

船籍	「ミ」国、ヤンゴン港
船級	日本海事協会 NS* (Hopper Dredger, Coastal Service), MNS*
全長 (Loa)	約 68m
垂線間長	約 65m
幅 (型)	約 14m
深さ (型)	約 5.15m
喫水 (型)	約 3.85m
載貨重量	約 1,650t
泥倉容量	約 1,000m <sup>3</sup>
速力	約 10 knots
乗組員	28 名
上級士官	6 名
下級士官	5 名
部員	7 名
浚渫ポンプ	約 3,300m <sup>3</sup> /hr x 16.5mTH x 2 基
主機関	約 1,500PS x 2 基
プロペラ	可変ピッチプロペラ x 2 基

#### 5.4.5. 航行安全計画

##### (1) 船舶の航行に関するポートオペレーションの現状と課題

###### 1) 最大船型

ヤンゴン港は河川港であることから、航路の水深が浅く、また、強い潮流があるために MPA はヤンゴン本港 (Inner Bar) とティラワ地区に入港する大型船に対し、表 5.4-34 に示す最大船型の基準を決めている。ティラワ地区はヤンゴン本港よりも河口に近く、アプローチ航路では最大の難所であるモンキーポイント航路を通航する必要がないことから、最大船型はヤンゴン本港よりも緩和されている。しかしながら、近年の船型の大型化は著しく、コンテナ船では 15m、大型タンカーでは 20m 以上の喫水、また LOA も 300m を越えた船が主流となっており、河川港ヤンゴン港は、このような大型船の受け入れは困難で、あくまでも中小型船用の港でしかありえない。

表 5.4-34 ヤンゴン港入港船の制限

地区	LOA (全長)	Draft (最大喫水)	DWT (載貨重量ト)
ヤンゴン本港	167m	乾期 8.5m 雨期 9.0m	15,000
ティラワ地区	200m	9.0m	20,000

出典：調査団作成

## 2) 航路・航路標識

ヤンゴン川河口からティラワ地区及びヤンゴン本港までの航路は Elephant Point 沖や Monkey Point 沖にはいくつかの航路ブイが設置され大型船の針路が分かるようになっているが、その他の航行水域には部分的にブイが設置されているだけであり航路は特定されていない。

図 5.4-54 の海図 (BA833) では白色部分の水深が深く大型船の通航路になっている。図に示されるように狭くしかも湾曲部が多いのが特徴である。また、河口にある Pilot Station からティラワまでの距離は 31 マイルと長く、通常 Pilot が乗船してから着岸まで 4 時間程度を要している。航路が浅いために、本船の喫水が 9m 近くの大型船の入出港は水深が確保される HighWater 時で、さらに上げ潮時に行われている。

航路の課題は、ブイやリーディングライトや灯台やレーダーなどのハード面の整備の遅れに加え電子海図 (ENC:Electric Navigational Chart) や AIS や SSB などを含む航行安全システム (VTMS) が導入されていないことであり、この危険な水域での事故を防止するには、一日も早い導入が求められる。導入にあたっては、ハードの導入に合わせて、ソフト面の強化も重要となる。

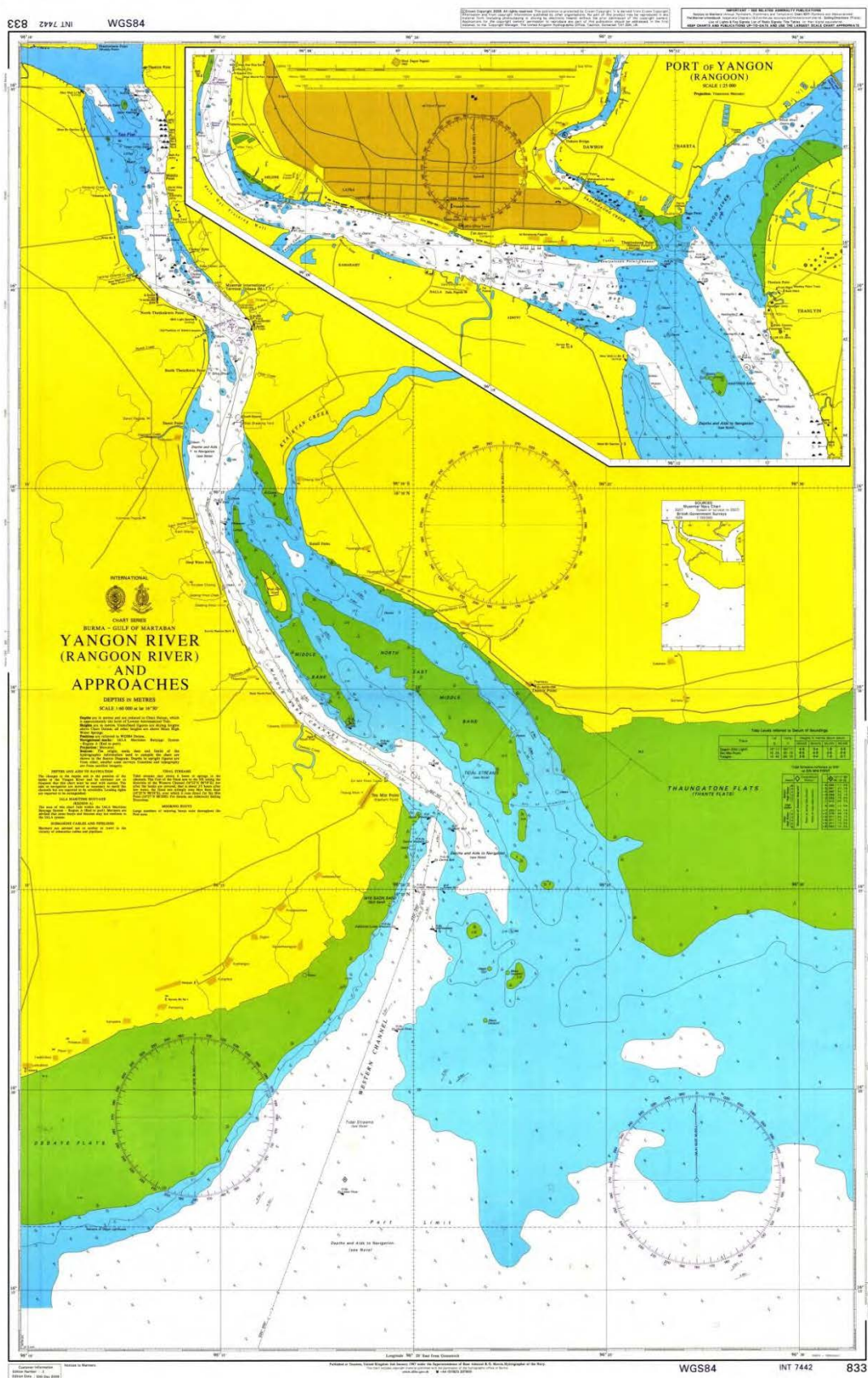


図 5.4-54 ヤンゴン川の海図 (BA833)

### 3) 航路浚渫

最浅部のモンキーポイント航路では MPA は毎週 Survey（深浅測量）し、現在 13.5 フィート を維持するよう表 3.4-6 の 4 隻の浚渫船を交互に使い毎日浚渫を実施している。航路浚渫の場所と維持水深の目標及び頻度などは表 5.4-35 のとおりである。またヤンゴン川から Outer Bar に続く航行水域では Elephant Point 沖の Western Channel は毎月 Survey している。

表 5.4-35 浚渫場所と頻度等

No.	Location	Target Depth(Feet)	Frequency	Dredger Type
1	Monkey Point Channel	13.5	Everyday (Dry Season: Day & Night)	Trailing Suction Hopper Dredger
2	Yangon Port (Foreshore area)	5 - 12	Occasionally	Grab & Hopper Barge
3	Thilawa Port (Front of berth)	>30	Occasionally	Grab & Hopper Barge
4	Middle Bank Channel	Nil		
5	Western Channel (Elephant Point)	Nil		
6	Outer Bar	Nil (>15)	Occasionally (1 ~ 2 year interval)	

出典：MPA

航路浚渫面での課題は、モンキーポイント航路の抜本的な沈泥対策を検討し実行することが必要である。またドイツで建造された 2 隻の浚渫船が 24 年目を迎え、代替時期に入っていることである。

### 4) 航路の自然条件

2009 年 3 月 JICA チームが MPA Marine Department からヒアリングした情報によると、本船の航行に影響するヤンゴン川航路の自然条件は次のとおりであった。

- 潮位： 平均潮位差 19.3 フィート (5.85m)  
最小潮位 8.4 フィート (2.55m)
- 流速： 4～6 ノット
- 波高： 最大でも 2.0m 以下

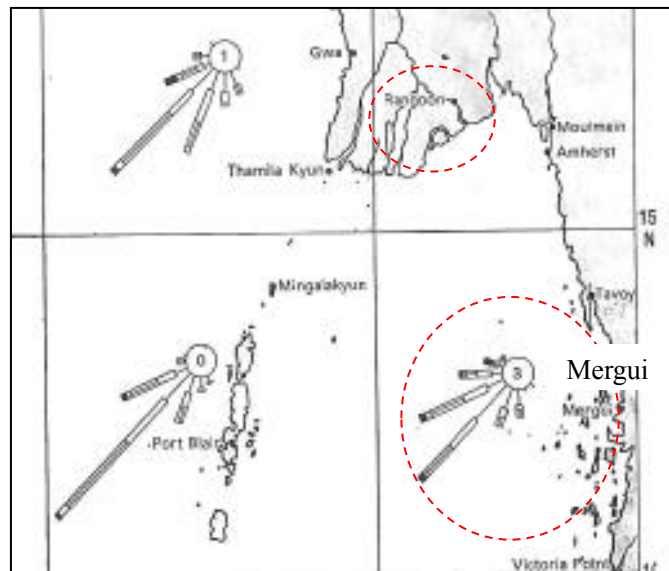
### 5) Outer Bar の風と波

Pilot が乗下船する Outer Bar は外洋なので風波は航路より大きいがこの付近の自然条件データは計測されていない。英国 Admiralty の航路誌「Bay of Bengal Pilot」によると、ヤンゴン沖を含むベンガル湾の南西モンスーン時（7 月）の風況図は表 5.4-36 のとおりである。

Pilot Station の南方 180 マイルの矢印（図 5.4-55、Mergui 西方）を見ると、南西の風が 37% で次いで西南西が 25% で出現している。また、同海域のビューフォースケールによる風速の出現頻度は以下のとおりである。

表 5.4-36 Mergui 西方海域の風況 (7月)

スケール	風速(m/sec)	波高(m)	出現頻度
1-3	0.3~6	0~1	35%
4	6~8	1~2	27%
5-6	8~13.8	3~4	28%
7	13.9~17.1	4~5.5	3%
8	17.2~20.7	5.5~7.5	7%



出典：図表共に英国 Admiralty 航路誌 (Bay of Bengal Pilot) より

図 5.4-55 ベンガル湾の風況 (7月)

## 6) Pilot 業務の現状

Pilot 業務は Marine Department の重要な業務であり、海難事故や強風、波浪などの原因でこのサービスが止まると船の入出港ができなくなり、ポートクローズの状態に陥る。Pilot 業務の現状は次のとおりである。

- Pilot 人数： 34 名 (2009 年は 24 名体制であった。)
- Pilot 業務： 総トン数 200 トン以上の船は強制水先

Pilot Station からティラワ地区までの所要時間は 3~4 時間で出港時は 4~5 時間要している。Outer Bar の Pilot Station には常時 Pilot Vessel が錨泊しており、入港船や出港船への Pilot サービスの拠点になっているが、Pilot Vessel が小型船型でしかも老朽化していることと、Pilot Vessel から Pilot を乗せて入港船や出港船に向かう Pilot boat が LOA 5m 程度の小舟であるために波高が 1.5m~2.0m が安全に乗下船できる限界である。表 5.4-36 のようにモンスーン時期には約 44% (27/2 + 28 + 3% = 44.5%) の出現頻度で波高が 1.5m 以上となることから、このような波高が高い時期にも Pilot 業務ができる対策を講じる必要がある。



対策案としては、第1に、現在の Pilot Vessel に代えて固定式の Pilot Station を Outer Bar に建設することであり、第2には、現在の小型 Pilot Boat に代えて大型 Pilot Boat を配備すること、或いはヘリコプターの活用も今後検討すべきである。



図 5.4-56 Outer Bar の Pilot Boat



図 5.4-57 Pilot Vessel

## (2) ヤンゴン川航路

### 1) 概況

ヤンゴン川航路の航行も離着岸操船も同じ Pilot が担当している。深喫水船は上げ潮の時のみ Pilot 業務を行っている。Outer Bar の Pilot Station から ヤンゴン港までの距離は 42 マイル (64km) であるがティラワ地区までは 31 マイルであり、10 マイル、時間では約 1 時間短縮される。ティラワ地区に入港する場合は、Pilot 乗船後、Western Channel と Middle Bank Channel の 2 か所の狭い航路を通らなければならない。

Western Channel は、左図の赤点線で示すように、航路幅が最狭部で 500m と狭く、潮流も 4 ~5 ノットと早く、しかも約 70 度の大角度変針地点もあり、漁船も多い。Pilot Station からティラワ地区までのヤンゴン川航路の中では最も危険な水域である。

Elephant Point 沖の Additional Lower Western ブイから Upper Western ブイまでの湾曲した航路は、河口側から見て、即ち、水源（河上）に向かって右に緑灯、左に赤灯の航路ブイがそれぞれ 4 個設置されている。ミャンマー国は、IALA 海上浮標式では「A 地域」に入っており、灯火の色は「B 地域」の日本とは反対である。2012 年 11 月 10 日に行った乗船調査では航路ブイは正しく点灯していることが確認されたが、ブイの老朽化は激しく、塗装も剥げており、昼間では、赤緑ブイの識別は分からない状態であった。

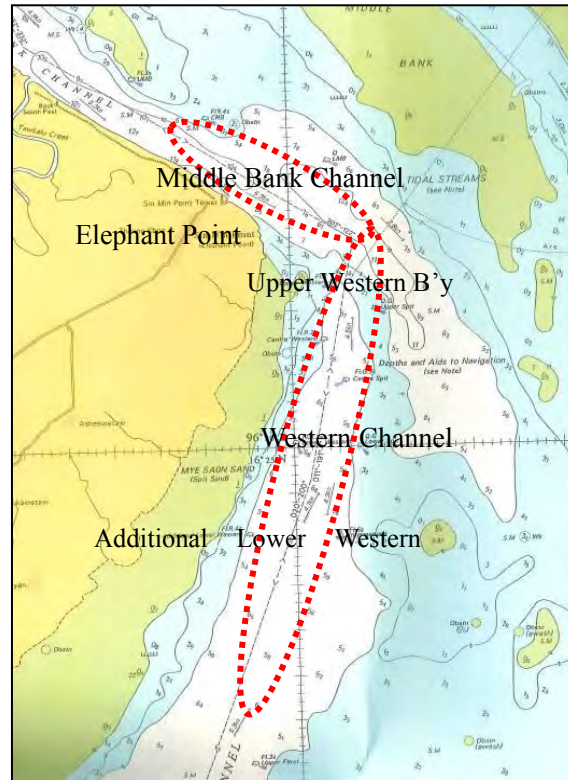


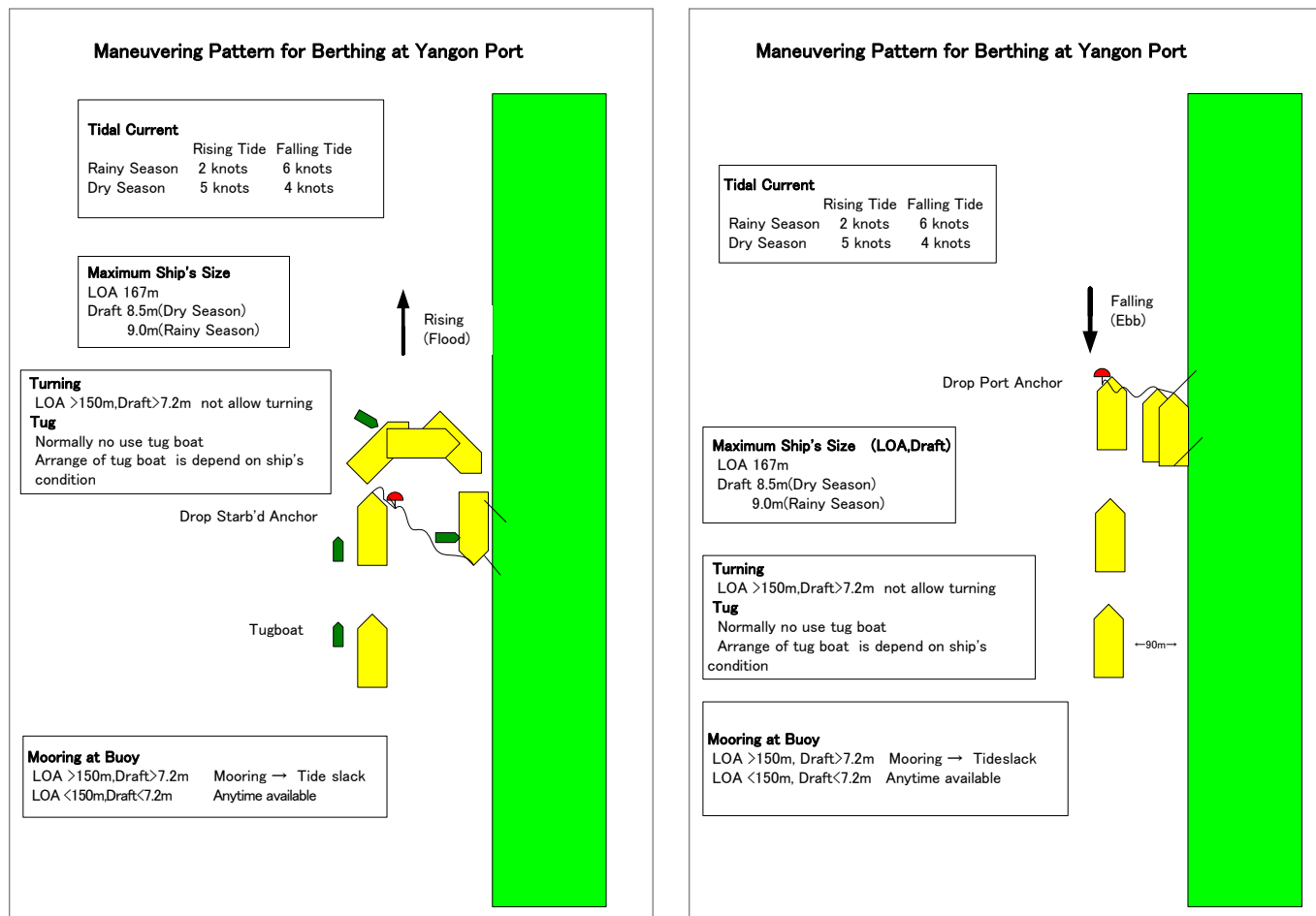
図 5.4-58 Western Channel (BA833)

航行安全面では、MPA は深浅測量により正確な水深情報を Pilot や本船に伝えることと、ブイや灯台などの航路標識を整備すること、さらには VTMS などの導入により、安全に夜間通航ができるようにすべきである。

## 2) 着離棧（岸）操船

ヤンゴン本港の着離棧（岸）基本的な操船パターンは図 5.3-59 に示すとおりである。本船の載貨重量トン数 (DWT)、全長 (LOA) および喫水 (Draft) に制限があることから LOA が 167m 以上の大きな船は入港しない。上げ潮時、下げ潮時に応じ、潮流の流れに対して本船の船首を向けて着棧する操船方法が取られている。潮流は図のように雨期・乾期の季節により変化するが、2~6 ノットと強く操船は難しい。





出典：調査団作成

図 5.4-59 ヤンゴン港の基本的な操船図（上げ潮時・下げ潮時）

(3) 入港船の実態調査

ヤンゴン港に寄港する本船の動静や喫水などのコンディションを把握する目的で記録やデータを収集・整理し、分析を行う実態調査を実施した。調査の内容や結果は以下のとおりである。

1) 調査目的

- 本船動静の把握（港外での待ち時間、Pilot 乗船からバース着までの所要時間、バース停泊時間）
- 航行時間の実態（Pilot 乗船後の航行→昼夜の判定、上げ潮時/下げ潮時）
- 本船の総トン数
- 喫水の状況（平均喫水、9m 以上の船があるかどうか）

2) 調査内容

- 区域をヤンゴン港全体、ヤンゴン本港、ティラワ地区と分割して調査した
- 寄港した本船の船名、総トン数、喫水、バース名

- 本船動静
  - 港外着時間、Pilot 乗船時間、バース着時間、バース発時間、ブイへのシフト時間
  - Pilot 乗船の入港・出港の時間帯が昼間なのか夜間なのか
  - 入出港時の潮流（上げ潮か下げ潮か）
- 調査期間 2012年8月1日 Pilot 乗船から9月4日 Pilot 乗船までの約1ヵ月間
- データ提供 MPA Shipping Agency Department

### 3) 調査結果

#### a) 取得データ数（隻数）

上記の期間（約1ヵ月間）で取得したデータ数（隻数）は、ヤンゴン本港129隻、ティラワ地区26隻、合計155隻であった。（内航船と近海航路の船は除く）これらのデータの内、時間や数値で異常なものは集計から外したので、調査項目別にサンプル数は変動している。

#### b) 本船動静の把握

本船の港外着から Pilot 乗船、着棧、離棧、港外での Pilot 下船までの時間を各船毎にトレースする、というのが当初の計画であったが、入港時の港外着時間や出港時の港外での Pilot 下船時間などのデータがないので、現在取得できる範囲内のデータのみ限定した。また、データには、記録ミスなどもあり、有効なデータのみを抽出し、整理・分析した。

#### c) 分析内容

- 地域はヤンゴン本港地区とティラワ地区の2地区に分けた（両地区の合計を全体とした）
- 沖待ちの有無（港外着から Pilot 乗船までの時間）
- Pilot 乗船から着棧までの時間
- 着棧から離棧までの時間（停泊時間）
- 港外着から離棧までの時間（在港時間）

#### d) 分析結果

##### i) 総括表

地域別の本船動静時間は表 5.4-37 のとおりであった。

表 5.4-37 ヤンゴン港の本船の動静 (2012年8月)

区 域	項 目	港外着-Pilot乗船 (A-D)		Pilot乗船-着棧 (B-A)		着棧-離棧 (C-B)		港外着-離棧 (C-D)	
		時間	日	時間	日	時間	日	時間	日
ヤンゴン本港	平均	53.3	2.2	7.2	0.3	97.1	4.0	147.3	6.1
	最大	609.8	25.4	72.9	3.0	694.0	28.9	841.3	35.1
	最小	0.0	0.0	0.8	0.0	15.4	0.6	5.1	0.2
	サンプル隻数	114		124		120		108	
ティラワ地区	平均	96.0	4.0	9.0	0.4	95.5	4.0	186.8	7.8
	最大	670.7	27.9	126.5	5.3	424.5	17.7	1095.9	45.7
	最小	0.0	0.0	0.4	0.0	15.5	0.6	27.5	1.1
	サンプル隻数	26		26		25		25	
全 体	平均	61.2	2.6	7.5	0.3	96.8	4.0	154.7	6.4
	最大	670.7	27.9	126.5	5.3	694.0	28.9	1095.9	45.7
	最小	0.0	0.0	0.4	0.0	15.4	0.6	5.1	0.2
	サンプル隻数	140		150		145		133	

注) A : Pilot 乗船時間、D : 港外着時間、B : 着棧時間、C : 離棧時間

出典 : (調査団作成)

ii) 頻度分析

表 5.4-37 よりそれぞれの局面における所要時間と隻数をグラフにした。ここでは港外着から Pilot 乗船までの沖待ち時間、着棧から離棧 (停泊時間) まで、そして港外着から離棧 (在港時間) までの時間と隻数の分布を以下の図表に示す。ヒストグラムの縦軸は隻数を、横軸は経過時間を示す。

➤ 沖待ちの有無 (港外着から Pilot 乗船までの時間)

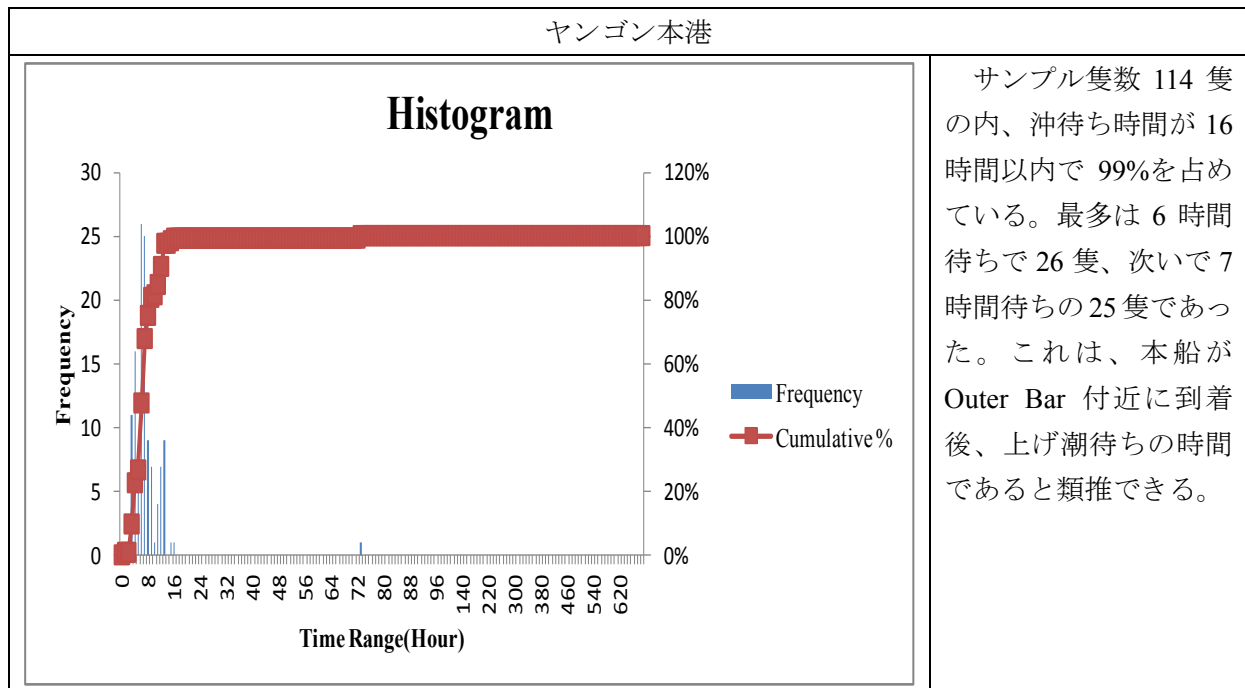


図 5.4-60 港外着から Pilot 乗船までの時間 (ヤンゴン本港)

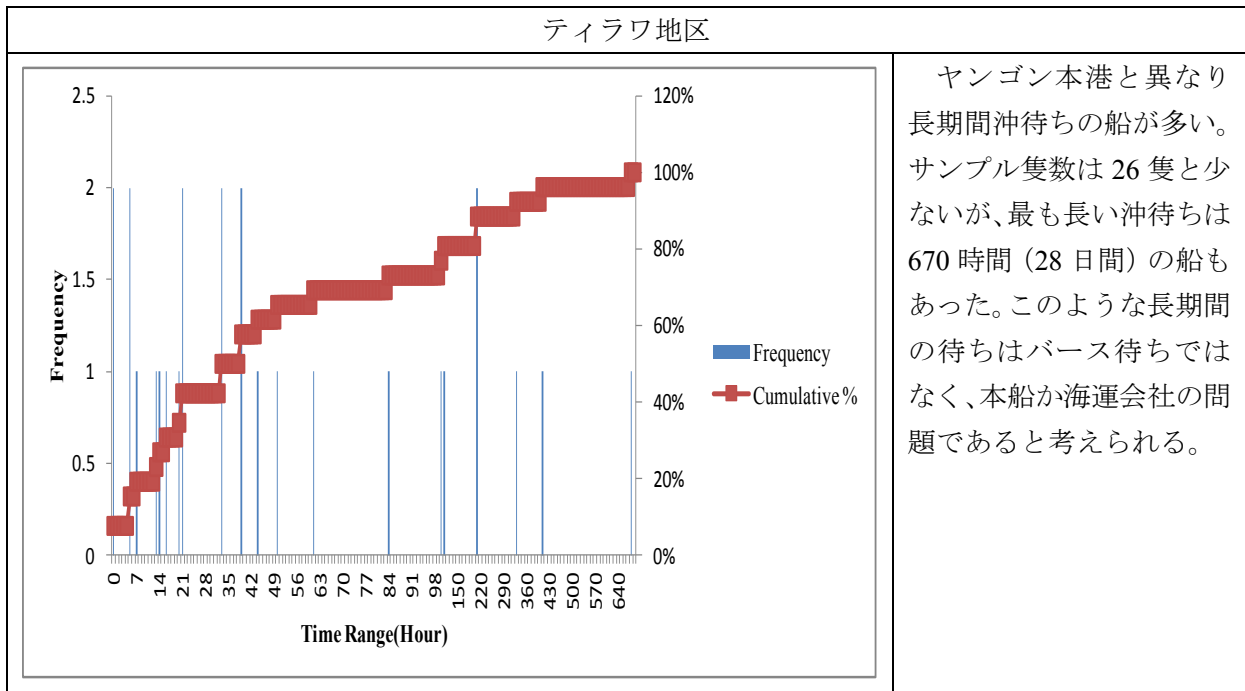


図 5.4-61 港外着から Pilot 乗船までの時間 (ティラワ地区)

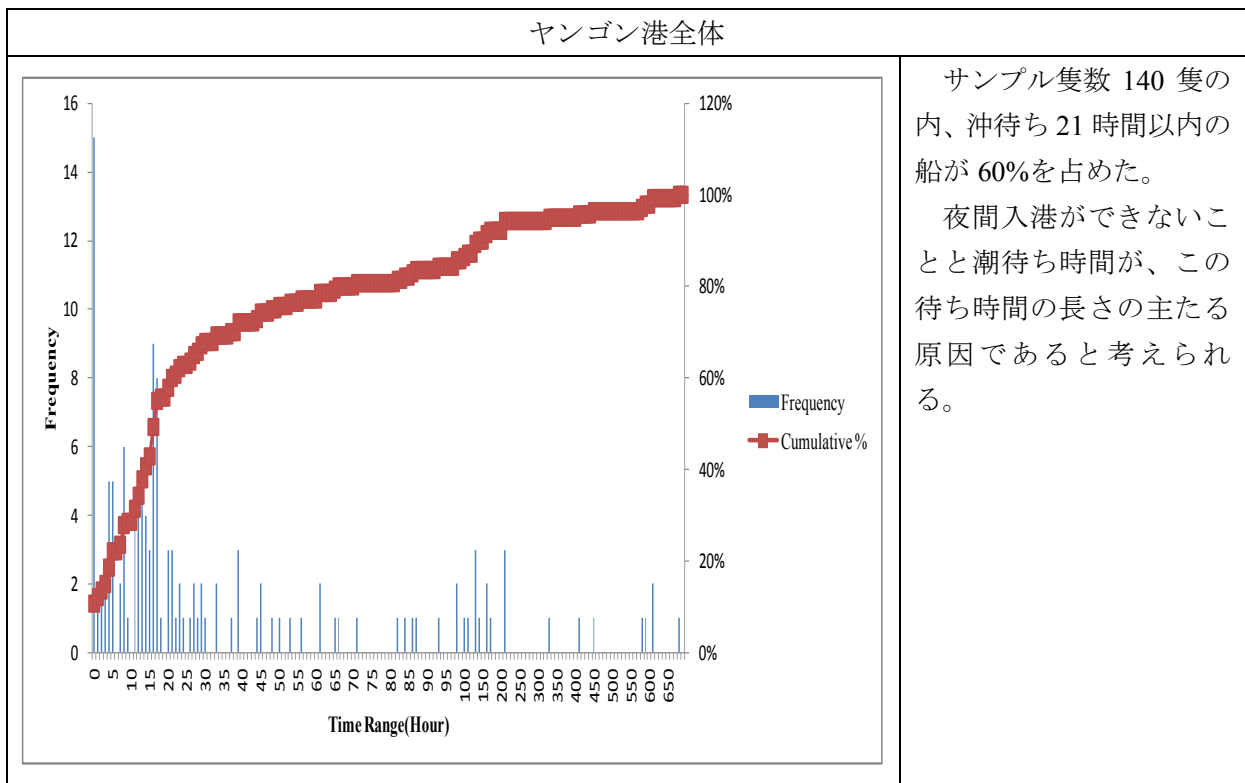


図 5.4-62 港外着から Pilot 乗船までの時間 (ヤンゴン港全体)

➤ 着棧—離棧 (停泊時間)

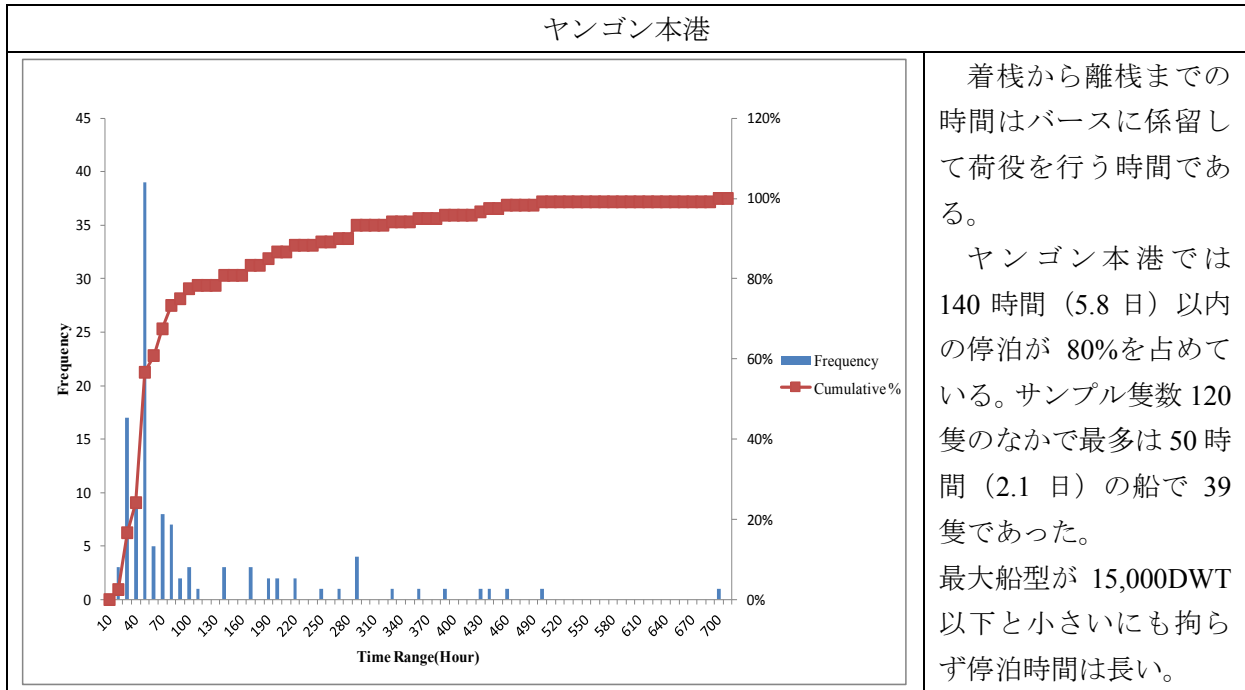


図 5.4-63 停泊時間 (ヤンゴン港)

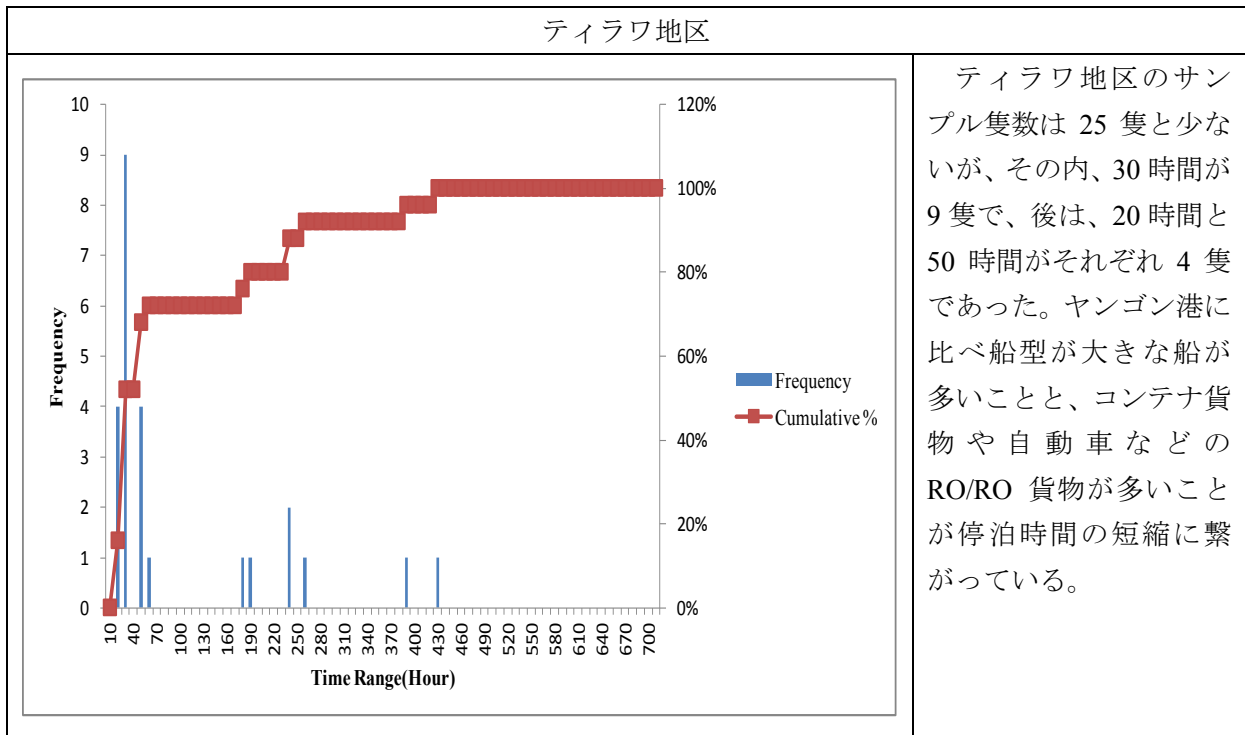


図 5.4-64 停泊時間 (ティラワ地区)

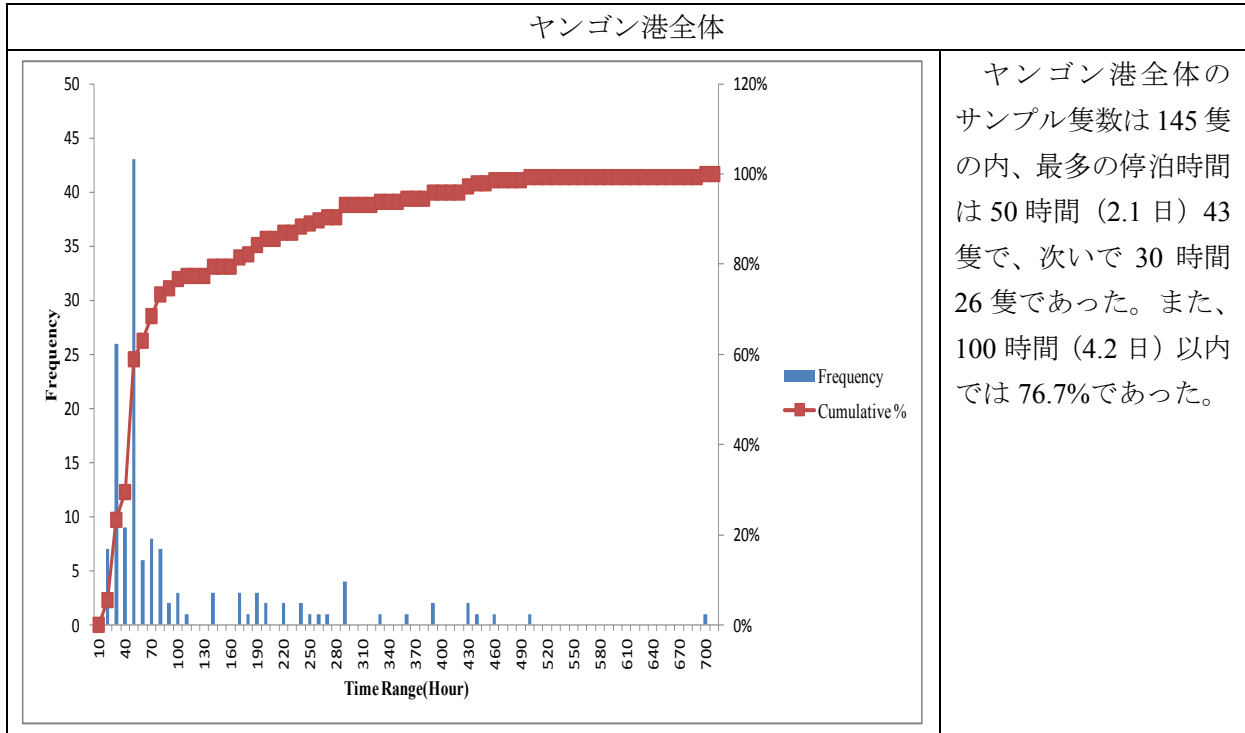


図 5.4-65 停泊時間（ヤンゴン港全体）

➤ 港外着—離棧（在港時間）

本調査では便宜的に本船が港外に到着した時点から、Pilot 乗船、着棧そして離棧までの合計時間を本船がヤンゴン港にいた時間、即ち、在港時間として集計、分析した。

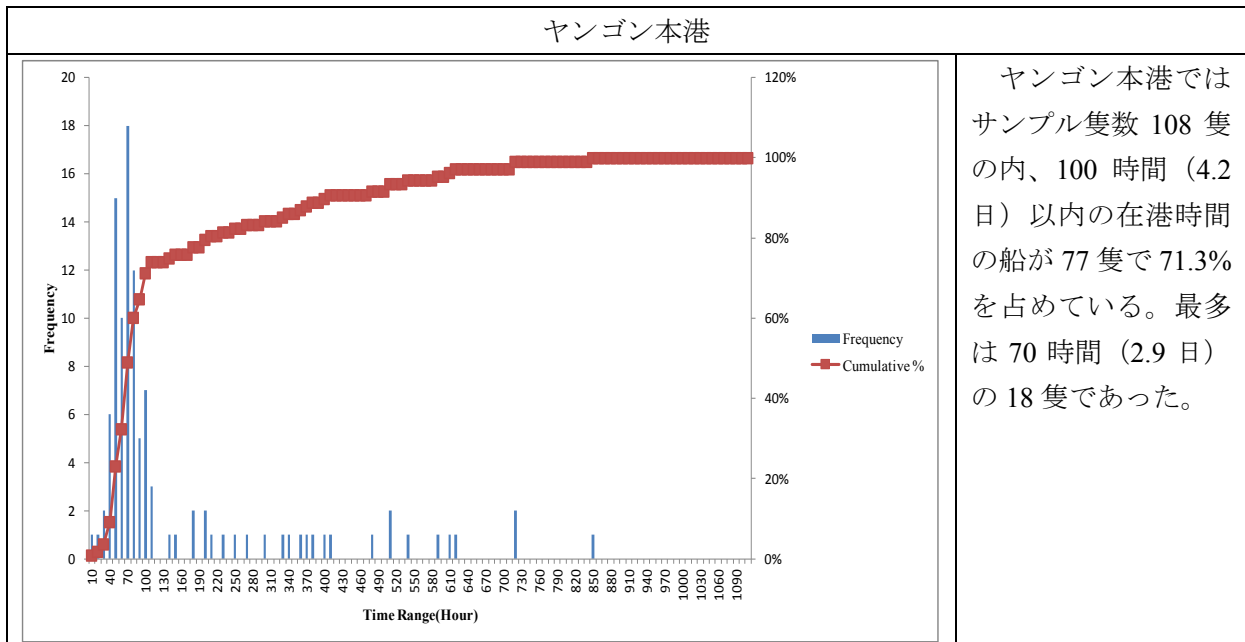
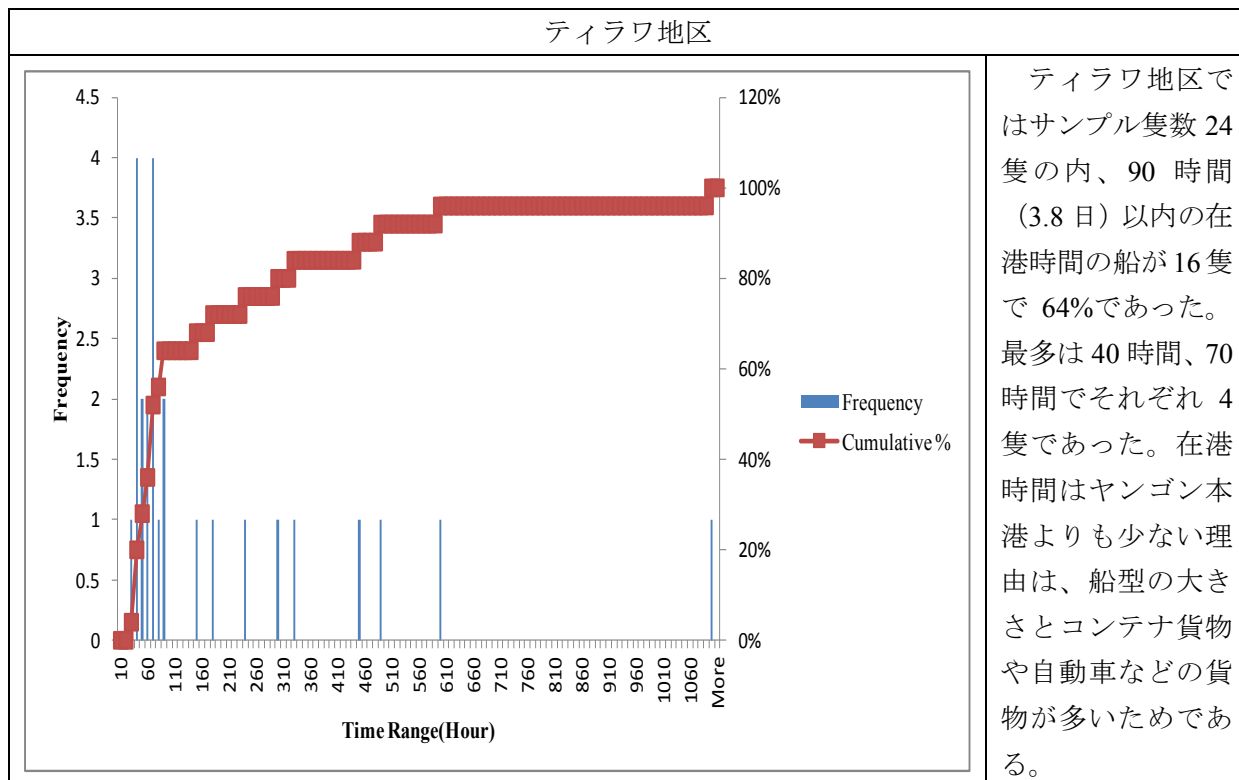
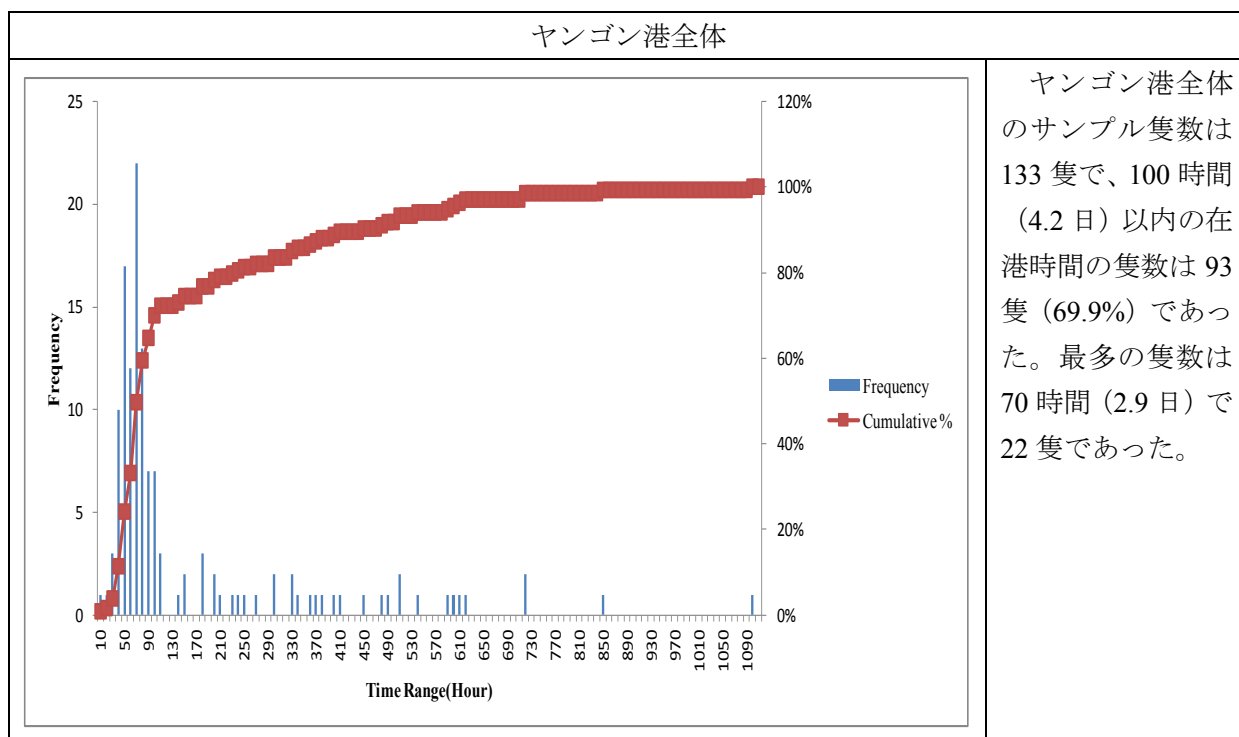


図 5.4-66 港外着から離棧までの時間（ヤンゴン本港）



ティラワ地区ではサンプル隻数 24 隻の内、90 時間（3.8 日）以内の在港時間の船が 16 隻で 64%であった。最多は 40 時間、70 時間でそれぞれ 4 隻であった。在港時間はヤンゴン本港よりも少ない理由は、船型の大きさとコンテナ貨物や自動車などの貨物が多いためである。

図 5.4-67 港外着から離棧までの時間（ティラワ地区）



ヤンゴン港全体のサンプル隻数は 133 隻で、100 時間（4.2 日）以内の在港時間の隻数は 93 隻（69.9%）であった。最多の隻数は 70 時間（2.9 日）で 22 隻であった。

図 5.4-68 港外着から離棧までの時間（ヤンゴン港全体）

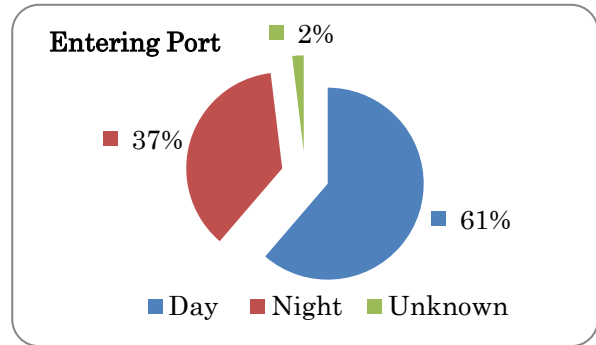


➤ 航行時間の実態

夜間入港の実態を確認する目的で入港と出港の時刻を調査した。日出・日没時は季節により毎日変化するが、ここでは、05:20 時から 18:00 時までを昼 (Daytime)、18 時から 05:20 時までの時間帯を夜 (Nighttime) として集計した。

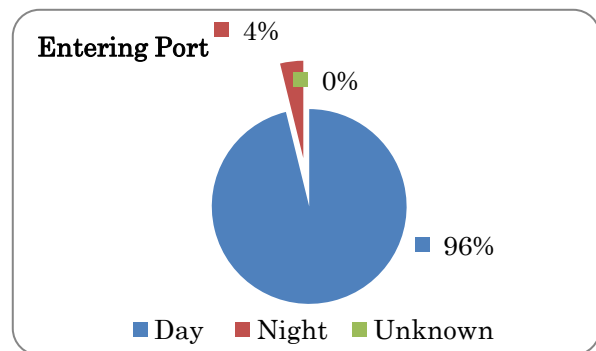
● 入港時間 (ヤンゴン港全体)

Day Time/Night Time	Nos.of Vessels
Day	95
Night	57
Unknown	3
Total	155



● 入港時間 (ティラワ地区)

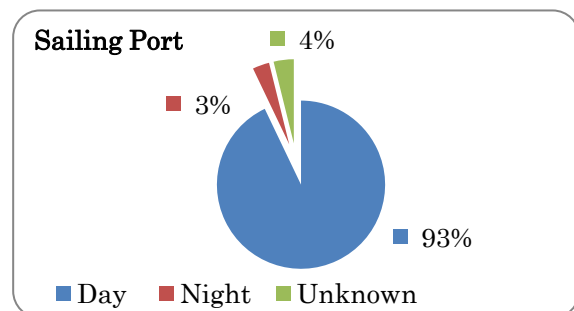
Day Time/Night Time	Nos.of Vessels
Day	25
Night	1
Unknown	
Total	26



ヤンゴン港全体ではサンプル隻数合計 155 隻の内、昼の入港が 95 隻 (61%)、夜間入港が 57 隻 (37%) であった。また、ティラワ地区のみを見ると寄港船 26 隻の内、25 隻 (96%) が昼で夜間入港は 1 隻のみであった。

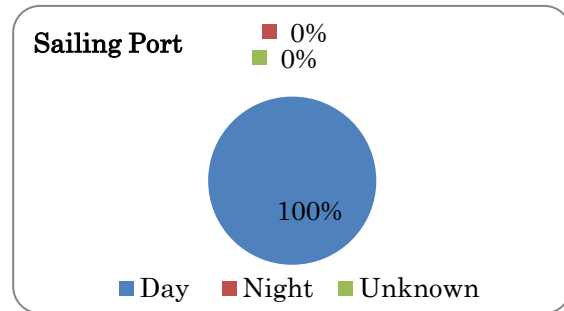
● 出港時間 (ヤンゴン港全体)

Day Time/Night Time	Nos.of Vessels
Day	144
Night	5
Unknown	6
Total	155



・出港時間（ティラワ地区）

Day Time/Night Time	Nos.of Vessels
Day	25
Night	0
Unknown	
Total	25



全体では、155 隻の内、昼の出港が 144 隻（93%）、夜間出港が僅か 5 隻（3%）であった。ティラワ地区ではサンプル隻数 25 隻が全て昼の出港であった。

➤ 寄港船の総トン数

寄港船の総トン数は表 5.4-38 のとおりであった。ティラワ地区に入る平均船型はヤンゴン本港の約 2.1 倍の大きさであった。

表 5.4-38 寄港船の総トン数

区 域	項 目	総トン数
ヤンゴン本港	平均	6,601
	最大	17,736
	最小	1,297
	サンプル隻数	123
ティラワ地区	平均	14,080
	最大	43,810
	最小	2,986
	サンプル隻数	26
全 体	平均	7,906
	最大	43,810
	最小	1,297
	サンプル隻数	149

➤ ティラワ入港船の喫水

ヤンゴン本港よりも平均船型が大きいティラワ港に入る船の喫水を表 5.4-39 に纏めた。入港時と出港時の平均喫水、最大、最小は次のとおりであった。入港時と出港時の最大喫水はそれぞれ 8.9m、8.8m であった。

表 5.4-39 ティラワ入港船の喫水

	入港時		出港時	
	船首喫水	船尾喫水	船首喫水	船尾喫水
平均喫水	5.8m	6.8m	4.9m	6.2m
最大喫水	8.4	8.9	7.5	8.8
最小喫水	3.8	4.8	2.4	4.3

出典：調査団作成

➤ 入港時、出港時の潮流

ティラワ入港船の航行時間の潮流が上げ潮時か下げ潮時かを確認したところ、表 5.4-40 に示すように、入港では 26 隻の内、23 隻が上げ潮時に Pilot が Outer Bar で乗船、ティラワ港からの出港では 25 隻のサンプル隻数の内、8 隻が上げ潮時、17 隻が下げ潮時に乗船している。

表 5.4-40 ティラワ入港船の喫水、Pilot 乗船時間、潮流

	SHIP'S NAME	Draft(m)		Pilot Onboard Date/Time	Flood /Ebb	HW/LW	Draft(m)		Sailing/Shifting Date/Time	Flood /Ebb	HW/LW
		Entering					Sailing				
		Fore	Aft				Fore	Aft			
1	GENIUS STAR X	4.5	6.3	2012/8/28 11:12	↑	HW13:05	4.0	5.9	2012/8/29 15:30	↓	LW22:47
2	CHAO ANOMA	6.0	6.5	2012/8/29 11:40	↑	HW13:05	2.4	4.4	2012/8/30 16:30	↓	LW23:39
3	ASIAN LEADER	5.3	6.0	2012/8/17 12:24	↑	HW15:15	5.2	5.9	2012/8/18 10:00	↓	LW12:18
4	DELPHNIUS	6.2	6.4	2012/8/19 14:20	↑	HW16:22	5.5	6.2	2012/8/21 12:00	↓	LW14:16
5	CHAO ANOMA	6.2	6.2	2012/8/19 11:35	↑	HW16:22	2.4	4.3	2012/8/20 14:00	↓	LW13:36
6	POSITIVE PIONEER	8.4	8.4	2012/8/25 5:30	↑	HW08:30	7.5	7.8	2012/8/27 13:30	↓	LW20:28
7	A HANDY	4.3	5.9	2012/8/5 12:00	↓	LW12:11	6.0	7.0	2012/8/13 11:00	↑	HW13:15
8	BANGLAR MOOKH		5.6	2012/8/11 17:18	↑	HW22:39			2012/8/29 10:30	↑	HW14:51
9	PAC STAR		8.8	2012/8/12 8:35	↑	HW11:00			2012/8/22 12:30	↓	LW14:55
10	ATTAR		6.1	2012/8/16 9:30	↑	HW14:43				↓	
11	CHOLLADA NAREE		6.0	2012/8/21 3:00	↑	HW05:22		5.5	2012/8/28 14:30	↓	LW21:45
12	BANGLAR MONI		5.4	2012/8/22 16:00	↑	HW18:19		8.8	2012/9/7 15:30	↑	HW20:08
13	IPANEMA		8.8	2012/8/30 15:00	↓	LW21:49		5.6	2012/9/9 14:30	↓	LW16:31
14	AN XIN JIANG		8.4	2012/8/27 14:30	↓	LW18:43		5.4	2012/9/7 8:30	↓	LW15:12
15	BRILLIAXIT	7.5	8.5	2012/8/3 11:54	↑	HW16:08	7.3	8.1	2012/8/4 11:00	↓	LW13:15
16	OCEAN WINNER	6.3	6.6	2012/8/4 12:15	↑	HW16:44	6.2	6.6	2012/8/5 14:30	↑	HW18:13
17	POSITIVE PASSION	7.9	7.9	2012/8/13 10:22	↑	HW12:28	6.4	7.1	2012/8/15 7:30	↓	LW10:01
18	ZEE TEE	6.6	7.0	2012/8/14 7:30	↑	HW13:27	2.4	4.4	2012/8/15 10:30	↑	HW15:03
19	ZAMBALES	5.5	6.1	2012/8/15 11:35	↑	HW14:08	4.4	5.8	2012/8/16 8:30	↓	LW10:54
20	ASIAN INNOVATOR	6.0	6.2	2012/8/16 12:45	↑	HW14:43	5.5	6.2	2012/8/17 9:00	↓	LW11:38
21	GENIUS STAR X	4.5	6.3	2012/8/28 11:25	↑	HW13:05	4.0	5.9	2012/8/29 15:30	↓	LW22:47
22	CHAO ANOMA	6.0	6.5	2012/8/29 11:40	↑	HW13:56	2.4	4.4	2012/8/30 16:30	↓	LW23:39
23	PAC AQUILA	5.2	7.2	2012/8/2 11:42	↑	HW15:29	5.8	7.5	2012/8/4 14:00	↑	HW17:37
24	GATI PRIDE	4.0	4.8	2012/8/2 13:12	↑	HW15:29	6.0	7.0	2012/8/4 11:00	↓	LW13:15
25	PAC AQUILA	7.1	8.4	2012/8/15 10:54	↑	HW14:08	5.0	7.0	2012/8/16 11:30	↑	HW15:40
26	GATI MAJESTIC	3.8	5.8	2012/8/15 8:24	↑	HW14:08	4.1	5.7	2012/8/16 11:30	↑	HW15:40
Average Draft		5.8	6.8		↑	HW 23	4.9	6.2		↑	HW 8
Max. Draft		8.4	8.9		↓	LW 3	7.5	8.8		↓	LW 17
Min. Draft		3.8	4.8				2.4	4.3			

4) ヤンゴン港の本船動静の特徴・課題

これまでの集計、分析よりヤンゴン本港とティラワ地区に寄港した本船の動静の特徴は次のとおりである。

a) 大型船の通航量

今回の調査は外航船のみで内航や近海航路の船は含まれていない。8月1日から9月4日まで35日間の外航船の通航量は155隻で、1日平均4.6隻であった。

データを提供した MPA Shipping Agency Dept. のヒアリングによると1日当たり5隻～10隻が入港し、出港しているとのことであった。

## b) 港外着から Pilot 乗船までの日数

一般的には、本船の港外着と同時に Pilot が乗船し、予定のバースに向かうが、集計によると、ヤンゴン港で平均 2.2 日、ティラワ地区で 4.0 日の沖待ち (Waiting) が発生しており、在港時間を長くする大きな要因となっている。Waiting には次の原因が考えられる。

- Pilot が荒天などの理由で本船に乗船できない
- バース待ち (予定バースの先船の出港が遅れている)
- 本船/代理店/港湾管理者間の連絡体制・連絡方法が不十分
- その他、船主、海運会社、本船の修理などの都合

## c) 本船の着岸から離岸までの平均停泊日

ヤンゴン本港、ティラワ地区の両地区ともに 4.0 日間と長い日数の停泊となっている。寄港船の船型が、ティラワ地区がヤンゴン本港の約 2 倍大きいということは、貨物量も比例して大量であり、平均停泊日が同じということは、ティラワ地区はコンテナ船や自動車船が多く、荷役効率がよいと考えられるが、両地区の平均停泊日 4 日と長い理由として、次のことが考えられる。

- 港湾管理運営システムの問題 (通関や港湾管理の書類や手続きシステム)
- コンテナ化の遅れ
- 本船荷役や岸壁側の沿岸荷役、そして岸壁や上屋での保管、搬出入などの作業効率の悪さ

## d) 港外着から離岸までの日数 (平均在港日数)

平均在港日数は 1 隻あたり、ヤンゴン本港で 6.1 日、ティラワ地区で 7.8 日、全体では 6.4 日と長い、発生頻度では、ヤンゴン本港では、71.3%が 4.2 日間、ティラワ地区では 64%が 3.8 日とやや短縮されるが、入港船の船型が小さいことや荷役の貨物量がそれほど多くないことなどを勘案すると、この在港日数は他国の主要港に比べると長すぎる。今回の調査より、平均在港日数が長い理由として次のことが考えられる。

- 長期間の Waiting (沖待ち)
- 夜間の入出港が少ないこと
- 一般貨物船が多く荷役効率が悪いこと
- コンテナ化が遅れている
- 本船/代理店/港湾管理者間の連絡体制・連絡方法が不十分

## e) 夜間の入出港

データ分析のとおり夜間の入出港が極めて少なく、特にティラワ地区では入港が 26 隻中 1 隻のみで、出港は 25 隻の中で 0 隻であった。これは、港湾の効率的な運営を大きく阻害する要因になっている。

#### (4) ヤンゴン港ポートオペレーションの改善案

今回の調査で寄港船の平均在港日数が 6.4 日と極めて長いことが判明した。このような長期の日数が今後も継続すると、船会社は採算性の観点からヤンゴン港への配船は困難な状態となる。前項のヤンゴン港の本船動静の特徴・課題に対し、ポートオペレーションの改善案として次の項目が挙げられる。

##### 1) 課題-1

Pilot Vessel そのものが小型の船型であり、しかも老朽化が激しいことと、搭載している Pilot Boat が LOA 5m と外洋である Outer Bar で Pilot サービスをするには余りにも小さすぎるため、波高が 1.5m 以上の荒天時には Pilot が本船に乗船できない状態に陥る。

**改善案** Outer Bar の Pilot Vessel の代わりに固定式の Pilot Station を建設する、併せて Pilot Boat も LOA が 16m 程度に大型化し更に高速化も図る。

##### 2) 課題-2

バース待ち（予定バースの先船の出港が遅れている、荷役能率の悪さ、コンテナ化の遅れ、

**改善案** 一般雑貨の荷役はコンテナ化を促進する。ヤンゴン本港、ティラワ地区を含めた総合的な港湾再開発計画の検討と実施が必要である。

##### 3) 課題-3

本船/代理店/港湾管理者間の連絡体制・連絡方法が不十分

**改善案** 荷役作業面では港湾管理システム、本船の入出港管理では VTMS の導入により新しい管理システムを確立する。

##### 4) 課題-4

夜間入出港が殆どなされていないこと

**改善案** 固定式の Pilot Station、Pilot Boat の大型化、灯台やブイなどの航路標識の整備、そして VTMS 導入等により改善できる。

#### 5.4.6. 航行安全施設

これまでに述べたティラワ地区港の現状の課題や対策案を踏まえ今後実行すべき航行安全計画を検討した。

ティラワ地区港の港湾管理者である MPA は同港への入港船に対する航行安全を確保する義務がある。MPA の管理の対象となる水域は Outer Bar の錨地及びパイロットステーションから同港に到るまでのアプローチ航路、同港沖合の錨地そして同港の港湾施設・設備である。

対象水域の現状の課題は3.3章で述べたとおりであるが、本調査により、航路水深が浅いこと、電子海図がないこと、航路標識の不足、Pilot Vessel や Pilot Boat の船型が小さいことや老朽化など多くの課題が抽出された。

また、本調査では約1ヵ月間に亘り、寄港船の Outer Bar 着からパイロット乗船、着棧、出港までの時間的な動静データを取得し分析したところ、同港では夜間の入出港が殆ど行われておらず港湾効率が極めて低いレベルとなっていることが明らかになった。

調査の結果を踏まえ、同港の夜間入出港の隻数を大幅に増やし、港湾効率を高めることを航行安全計画の目標とする。この目標を達成するための対策を表5.4-41に示す。

表 5.4-41 航行安全面での現状の課題と対策

項 目	課 題	対 策
航路標識、電子海図 (目標) ・航路標識の整備により夜間航行を可能とする	灯台、ブイなどの航路標識の不足や電子海図がないために、夜間航行を阻害している。また、海難も発生している。	航路標識の整備計画を策定、段階的に灯台、ブイ、Leading Lightなどの航路標識を整備する。電子海図は Navy が管掌しているので本調査の対象外とする。
Vessel Traffic Management System (VTMS) (目標) ・Outer Bar、ヤンゴン河航路の航行およびティラワ地区入港時の航行安全対策と港湾運営の効率化	ティラワ地区に入港する船舶は水深の浅い Outer Bar やヤンゴン河の航路を通航しなければならぬ。航路は灯台やブイなどの航路標識も乏しく、また、潮流も激しいことから航行安全に大きな課題がある。また、航行安全面の理由で夜間の入港は制限されており、港湾運営効率化の阻害要因となっている。	今後、急速に増加する船舶の航行安全と港湾の効率化のためには、レーダーや AIS 基地局、カメラ装置、VHF などの装置で構成される VTMS の導入が必要である。導入にあたっては、ソフト面の強化が必要である。
Pilot 業務の改善 (目標) ・安全性向上と効率性の改善 ・Outer Bar Pilot 基地 (Station) 建設および Pilot Boat の改善	現在は Pilot Vessel から小さな Pilot Boat に乗り本船に乗船 (下船) しているが、モンスーン時期など荒天のため Pilot Vessel の動揺し、Pilot の乗り移りが極めて危険な状態となっている。	・荒天に対抗できる固定式 Pilot 基地 (Station) に変更 ・Pilot Boat を外洋用に大型化、高速化、安全性の向上を検討し、実施する。ヘリコプターの導入も検討する。

(1) 航行援助施設

1) 航路標識

Outer Bar の錨地及びパイロットステーションより、ティラワ地区港への入港船の航行安全を確保するためには、灯台、ビーコン、ブイ、リーディングライトなどの航路標識の整備が必要である。航行ルートが広範囲に亘ることもあり、次の3箇所に分けて検討することとする。




a) パイロットステーション

新規に建設を計画されている固定式パイロットステーションに、設置が必要と考えられる航路標識としては、次の3つが挙げられる。

- a) 入出港船がパイロットステーションにアプローチするためのランドマーク
- b) パイロットボート用栈橋を明示する
- c) 沖合固定構造物（建設時を含む）としてのパイロットステーションを明示する

表 5.4-42 にこれらの航路標識仕様案について示す。

表 5.4-42 パイロットステーションの航路標識仕様案

	Type	Specification	Example
a	Lighthouse	Body : Aluminum Modular Panels Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System Range : more than 10NM Accessory : AtoN AIS	
b	Light Beacon	Body : Aluminum Pole Light Color : Yellow Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	
c	Light System operated in unison	Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System or AC Power with Backup System Flashing : Synchronized	

工期については、ヤンゴンのサイクロンや急潮流等を特徴とする設計の条件が確定してから、しっかりとした設計・検討～製造で約6ヵ月以内、a、b、cともに据付にクレーン等の重機を必要とせず比較的容易に設置出来るタイプであることから、設置に関しては、基礎工事から概ね約1ヵ月以内に完了することが見込まれる。

b) Western Channel

Elephant Point を約70度の角度で迂回し、可航幅は最狭部で約500m（BA海図833）と狭いため、Monkey Point Channel に次いで危険水域である。リーディングライトとブイが設置さ



れていたが、サイクロン・ナルギスによって破損し、ブイについては塗装の剥げなど老朽化が見られる。この Channel の航路標識整備として、次の3点が考えられる。

- a) Elephant Point のランドマーク
- b) 破損したリーディングライトの復旧
- c) ブイの老朽換装

表 5.4-43 にこれらの航路標識仕様案を示す。

表 5.4-43 Western Channel の航路標識仕様案

	Type	Specification	Example
a	Lighthouse	Body : Aluminum Modular Panels Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System Range : more than 10NM Accessory : AtoN AIS	
b	Leading Light	Body : Aluminum Alloy Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	
c	Lighted Buoy	Body : Swift Current type Light Color : Green or Red Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	

工期については、設計から製造で約6ヵ月以内、基礎工事から据付まで概ね約1ヵ月以内に完了することが見込まれる。



### c) ティラワ地区港

Western Channel 通過後、ティラワ地区港までの航行ルートには、2ヵ所の変針点と2ヵ所の狭い航路があり、リーディングライトも設置されていたが、2008年5月のサイクロン・ナルギスにより破損し現在に至っている。このリーディングライトの復旧とともに、ティラワ地区港付近では、表 5-4-44 の灯台、ビーコン、ブイの整備が必要である。

- a) ティラワ地区港のランドマーク

- b 破損したリーディングライトの復旧
- c ブイの新設及び老朽換装
- d ビーコンの新設

表 5.4-44 ティラワ地区港付近航路標識仕様案

	Type	Specification	Example
a	Lighthouse	Body : Aluminum Modular Panels Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System Range : more than 10NM Accessory : AtoN AIS	
b	Leading Light	Body : Aluminum Alloy Light Color : White Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	
c	Lighted Buoy	Body : Swift Current type Light Color : Green or Red Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	
d	Light Beacon	Body : Aluminum Pole Light Color : White, Red, Green or Yellow Light Source : LED Power Source : Solar System Flashing : Synchronized	

工期については、設計から製造で約6ヵ月以内、基礎工事から据付まで概ね約1ヵ月以内に完了することが見込まれる。

## 2) Vessel Traffic Management System (VTMS)

### a) VTMS 導入の目的

- Outer Bar からヤンゴン河航路を通りティラワ地区に入港するまで、或いはティラワ地区から出港し Outer Bar にいたるまでのアプローチ航路と関連水域の航行安全

## 対策

- 円滑で効率的な航路監視・港湾運営のツール
- 海難事故による海洋汚染のモニタリング (VTMS の 1 システムである海洋環境 GIS システムによる情報提供を含む)
- 海上交通輸送は増加するが、VTMS 導入により効率的な運航が可能となり、CO2 排出量の削減に繋がる
- 不審船の早期発見による海賊被害防止対策

### b) VTMS プロジェクトの実施概要

#### i) VTMS システムの構築と運用

ティラワ地区までのアプローチ航路を中心に Outer Bar Pilot Station までの水域をカバーするレーダサイトを設置し、船舶航行監視システム (Vessel Traffic Service :VTS) 及び船舶自動認識システム (Automatic Identification System:AIS) を構築し、同時に海洋環境 GIS システム (Oceanic Environment Geographic Information System: GIS) を装備したナビゲーションシステムをミャンマー海事局 (DMA) の PMU (Project Management Unit)が整備後、MPA が運用する。

#### ii) VTMS の構成と航行安全管理

VTMS は海岸線に航行船舶捕捉用のレーダサイト、航行船舶との通信を可能とする VHF 無線通信送受信所及び AIS で構成するものであり、航行船舶の安全支援、航路逸脱監視、危険情報の提供、錨地管理、入出港船舶状況管理などの支援を行う。

#### iii) 海洋環境 GIS による安全性、効率性の向上

狭い航路や輻輳海域には、海洋環境 GIS を導入することで、航行船舶に最適航路・航行情報を提供し、業務管理センターでは海洋環境 GIS 上での船舶誘導が可能となり、狭くて輻輳している海域や港湾での安全性と効率性を更に高めることが可能になる。

#### iv) プロジェクトの構成と工程

本プロジェクトでは、船舶の航行に係る安全性、信頼性、効率性を実現するためのソリューションとして次の構成及び工程で行う。

##### 1) レーダサイトの建設

VTMS 及び AIS の構築のために、ヤンゴン河を中心に合計 4 ヶ所のレーダサイトを設置し、無線送受信所を併設する。(図 5.4-69 の 3 ヶ所に加え、今回提案する Outer Bar の Pilot Station のレーダサイト) 尚、各サイトのレーダ探知距離は次のとおりである。

- Yangon Radar Site 10 マイルレンジ (10 海里圏をカバーする) (図 5.4-70)
- Thilawa Radar Site 10 マイルレンジ (10 海里圏をカバーする) (図 5.4-71)
- Elephant Radar Site 20 マイルレンジ (20 海里圏をカバーする) (図 5.4-72)
- Outer Bar Pilot Station 20 マイルレンジ (20 海里圏をカバーする)

## 2) VTMS 及び AIS ネットワークの構築

ティラワ地区に業務管理センターを設置し、VTMS 及び AIS から送られてくる船舶情報、航路情報、港湾情報を集約する。同時にミャンマー海事大学 (MMU) には、人材育成を目的とした VTMS シミュレータを設置する。

## 3) 海洋環境 GIS を装備したナビゲーションシステムの設置

MPA に海洋環境 GIS を装備したナビゲーションシステムを設置する。ナビゲーションシステムの目的は、ヤンゴン川航路とティラワ地区に入出港する船舶の航行安全と運航効率を高めることであり、安全や運航の支援を行うためには、船舶の状態、海気象情報及び海上交通流などの情報を総合的に収集して解析を行い、適切な助言を船舶にする必要がある。

このナビゲートシステムは、現在、海上や陸上など分野別に開発されているシステムを統合することにより、情報の分析や共有、船舶への提供などをより高度にするものである。本システムで関連する分野は次のとおりである。

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| ・ 船陸間高速大容量通信システム | ・ 最適航路選定システム   |
| ・ 船舶運航支援         | ・ 衝突座礁回避システム   |
| ・ 船舶推進性能         | ・ 離着岸支援システム    |
| ・ 気象海象予測システム     | ・ 海陸一貫物流情報システム |

ナビゲートシステムは、GIS データ管理システムを中核とした各システムにより構成される。

- ・ GIS データ管理システム
- ・ ストレージシステム
- ・ データ収集システム
- ・ データ解析システム
- ・ 監視表示システム
- ・ モバイルシステム

船舶や陸上レーダー局 (AIS 局) からの情報、気象海象情報や船体特性情報などのデータは、大容量ストレージ上の GIS データベースにて管理される。船陸間の伝送路は、衛星通信による海洋ブロードバンドシステムや無線 LAN、インターネットなど広範囲に対応できる。

各種データは、検索、編集、ダウンロード、アップロードが行え、解析処理や予測演算などに利用される。複数の大型モニタと中型モニタに各アプリケーション画面が表示できるとともに、海洋 GIS として画像やデータの重畳機能を持つ。



v) プロジェクト概要イメージ図

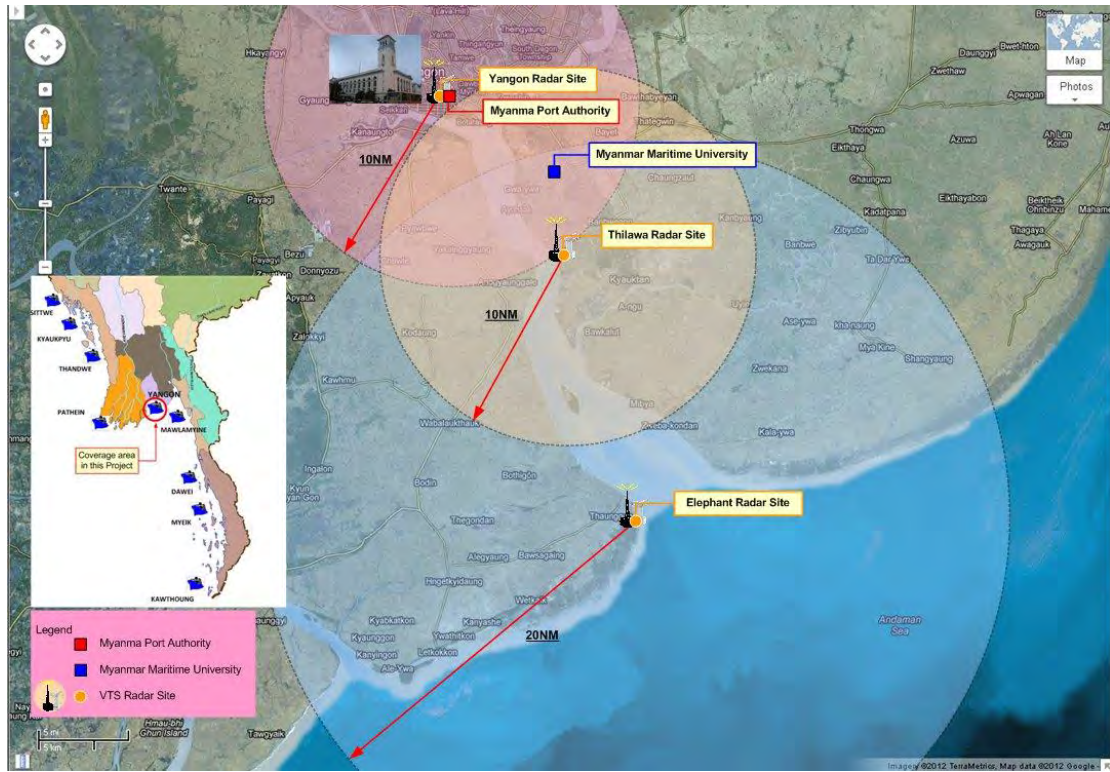


図 5.4-69 プロジェクト概要イメージ図 (1)



図 5.4-70 プロジェクト概要イメージ図 (2)



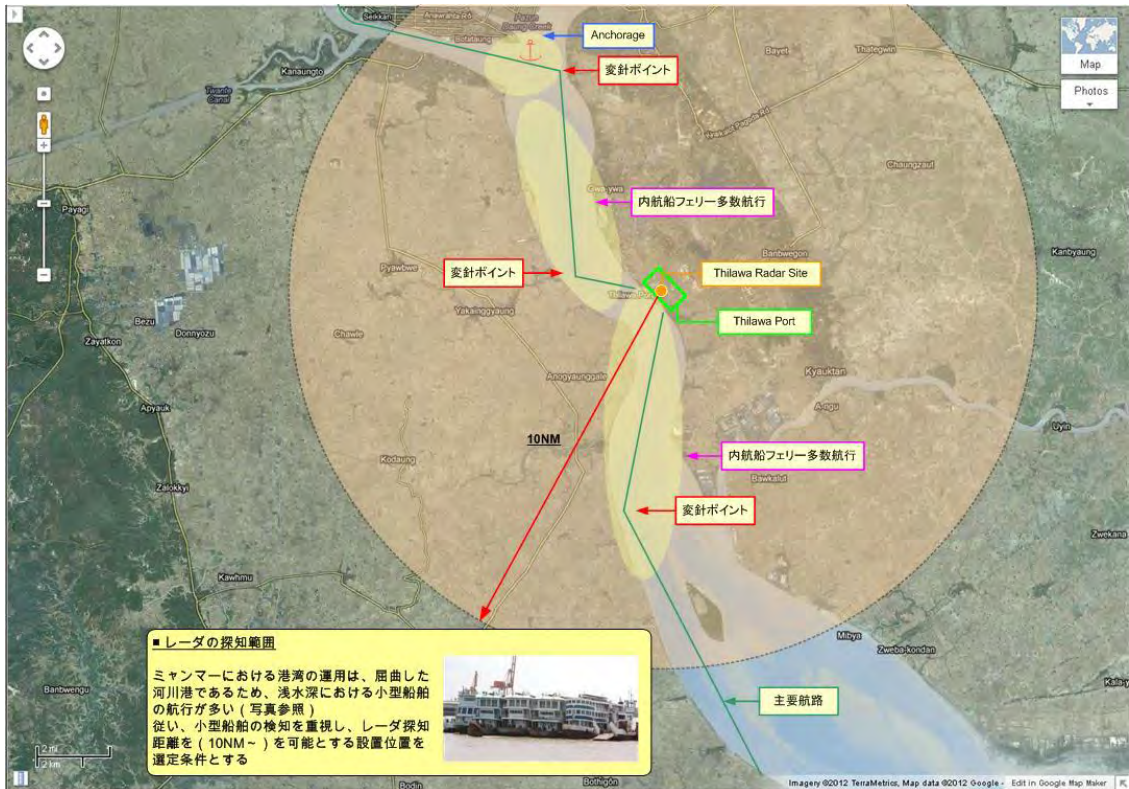


図 5.4-71 プロジェクト概要イメージ図 (3)

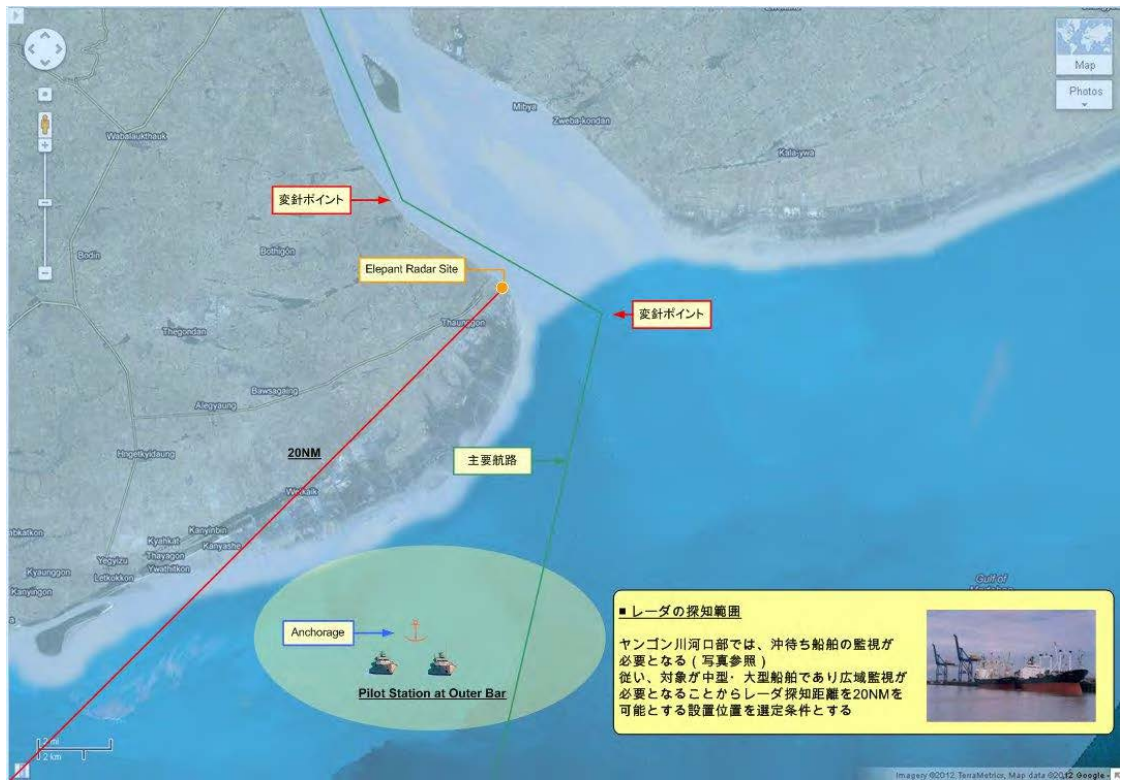


図 5.4-72 プロジェクト概要イメージ図 (4)



vi) システム構築例

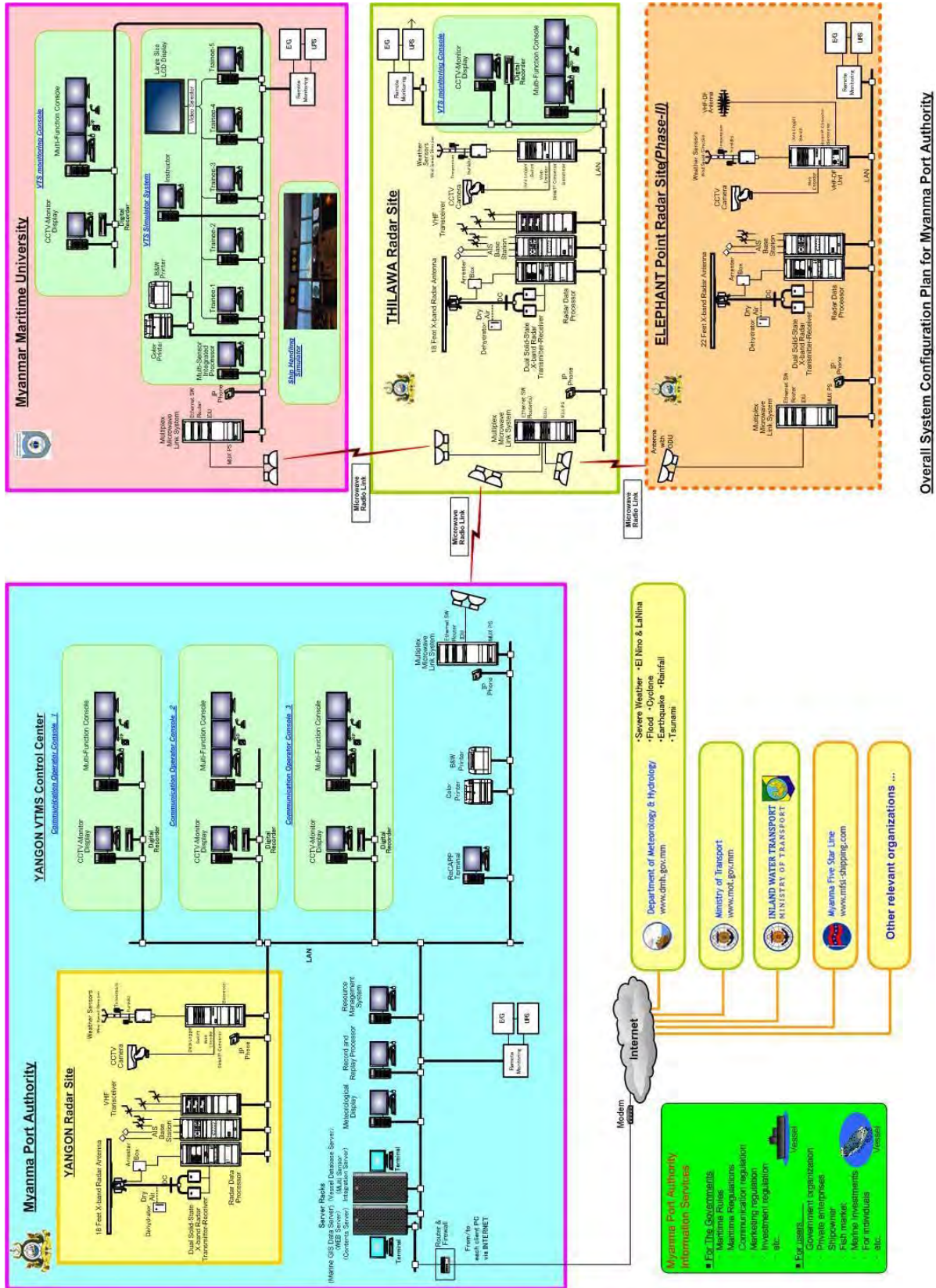


図 5.4-73 拠点別システム配置例



vii) システム内訳案

各拠点の施設と設備は次のとおりである。

- ティラワ港
  - VTMS コントロールセンター . . . 1 式
  - 海洋環境 GIS センター . . . 1 式
  - VHF 基地局 . . . 1 式
- Thilawa Radar Site
  - VTS レーダ、AIS 基地局、多重回線、局舎及びタワー . . . 1 式
- Elephant Radar Site
  - VTS レーダ、AIS 基地局、SSB 無線局、多重回線、局舎及びタワー、電源設備 . . . 1 式

オプション

- Outer Bar Pilot Station
  - VTS レーダ、AIS 基地局、SSB 無線局、多重回線、局舎及びタワー、電源設備 . . . . . 1 式
- ミャンマー港湾公社
  - VTMS モニタリングセンター . . . 1 式
  - AIS, VHF 基地局、多重回線、タワー、電源設備 . . . 1 式
- Yangon Radar Site
  - VTS レーダ、AIS 基地局、局舎及びタワー . . . 1 式
- ミャンマー海事大学
  - VTMS シュミレータ . . . 1 式

viii) ミャンマー側の実施機関・事業体制

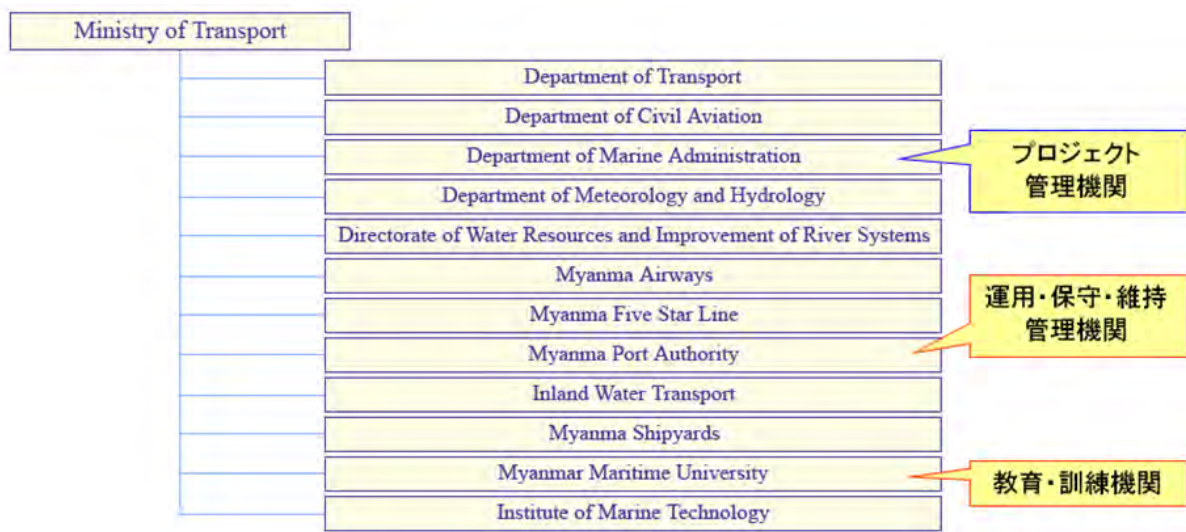


図 5.4-74 ミャンマー側の実施機関・事業体制

- プロジェクト管理機関：ミャンマー海事局（DMA）で実施
- 運用機関：整備後は、MPA にて運用、
- 保守・維持管理：教育訓練後 MPA にてメンテナンスを実施
- 教育訓練：MMU にて教育訓練・人材育成を実施

ix) 経済的効果等

船舶航行監視システム（VTS、船舶自動認識システム（AIS）及び海洋環境 GIS は、航行船舶の安全確保、港湾や狭い航路の輻輳解消に有効に機能することから、海上輸送における安全性の確保と海上運輸能力が強化され、ミャンマーへの投資環境整備及び輸出能力強化に貢献する。

ミャンマーで毎年のように繰り返される海難事故を軽減することにより、事故による経済損失を軽減する。

ミャンマーは海上輸送の依存度が高く、海上輸送における安全性が確保されることで、国内の農業・工業製品のリードタイムの短縮や輸送の多頻度化が期待され、同国国内の人と物の移動を活性化し、国内経済の更なる成長を助長する。

ミャンマーは、我が国と西アジアや東南アジアを結ぶ海上輸送の要衝に位置し、ミャンマー近海を航行する船舶の安全航行が確保されることにより、周辺 ASEAN 諸国への経済成長を促す波及効果大きい。

船舶のエネルギー効率の管理を行うことで、ミャンマーに寄港する船舶の CO2 排

出・削減管理を提供し、環境面においても大きな経済効果を生み出すことができる。

## x) 環境改善効果

地球温暖化や世界的な異常気象への対策として国連気象変動条約や京都議定書にて CO2 排出量の上限が規定されている。また、国際海運では、CO2 排出量は約 8.7 億トン と世界の CO2 排出量全体の約 2.7%を占めており、これはドイツ 1 国の排出量に相当する大きな量となっている。海運、すなわち船舶からの地球温暖化ガス（Green House Gases:GHG）排出は、燃料油起源の CO2 排出によるものであり、IMO（国際海事機構）では船舶からの CO2 排出量削減について規制を定め、2013 年 1 月から削減を義務化している。国際海運からの GHG ガス排出規制について、IMO にて審議した結果、条約改正案が採択された。条約改正の骨子として新造船の CO2 排出規制と省エネ運航計画の作成が義務付けられている。

このように船舶に対する CO2 排出規制への対応策の一つとして、船舶エネルギー効率を運航的手法や自己モニタリングにより管理することができる海洋環境 GIS を装備したナビゲーションシステムの導入が有効である。

また、船舶航行監視システム、AIS 及び海洋環境 GIS は、沿岸国が航行船舶の船名や目的地などの属性を把握することで、これらの航行船による不法投棄の防止やダーティバラスト水の排出抑制につながることから海洋汚染の防止が図られる。

従って、本プロジェクト整備による環境改善効果としては、

- 効率的・経済的運航支援（速力、早着、沖待ちなしなど陸上から運航指示を出してオペレーションの効率化を図る）
- 的確な配船スケジュールの管理
- 気象海象影響を考慮した運航計画への支援
- 省エネ航路の提供および省エネ操船情報の提供

## (2) パイロットステーション

### 1) 固定式パイロットステーションの建設理由と目的

Pilot 業務で最も危険な作業は、Pilot がパイロットステーションや本船からパイロットボートに乗り移る場合である。現在、Pilot Vessel が錨泊している Outer Bar は地形的にモンスーンによる風波が収斂するために、うねりが大きく Pilot Vessel の動揺は激しく Pilot の乗下船作業が困難になり業務の遂行ができなくなる。これはヤンゴン港への大型船の入出港が止まりヤンゴン港の港湾機能が麻痺することを意味する。このような事態を避け、安定した Pilot 業務を維持するためには、現在の Pilot Vessel 方式に代えて固定式のパイロットステーションを建設することが最良の方策であり、MPA もこの建設を強く望んでいる。

### a) パイロットステーションの役割

これまでの Pilot Vessel 方式によるパイロットステーションは単に入出港船へのパイロットサービスの提供のみが目的であったが、固定式パイロットステーションは、灯台（または Light Beacon）を備えたランドマーク（航路標識）でもあり、また、レーダーも装備し、出入港船の安全や情報交換施設としての役割を持つことを目指す。新しいパイロットステーションの役割は次のとおりとなる。

- パイロットサービスの提供

固定式パイロットステーションと大型パイロットボートの配備により、モンスーン時期の荒天時でもパイロットサービスが提供できることを目指す

- ランドマーク（航路標識）

固定式パイロットステーションには灯台または Light Beacon を備え、出入港船がパイロットステーションにアプローチする際の航路標識としての役割も持つ

- Vessel Traffic Service (VTS)

固定式パイロットステーションにはレーダーも装備し、入港船に対し次のような情報提供や情報交換を行う

- ・ 沖待ちの場合は入港船の錨泊する位置や錨地周辺の他船の状況
- ・ Pilot の乗船時間と乗船する位置
- ・ 入港船の予定バースの状況
- ・ 気象・海象情報
- ・ その他航行安全に関する情報

### i) パイロットステーションのオペレーションと必要な設備

新しいパイロットステーションのオペレーション概要と必要な設備については、今後 MPA と協議しながら決める必要があるが、現段階で調査チームが考えている概要は表 5.4-45 の通りである。

表 5.4-45 オペレーションと必要な設備

役 割	オペレーション	必要な設備
パイロット	当直：入港船のパイロットとして 8 名待機 非当直：出港船から戻ったパイロット 7 名（仮眠） 合計 15 名	待合室兼事務室、仮眠部屋（個室 10 室）、更衣室、通信設備、共同シャワー、トイレ 士官食堂
パイロットボート	当直（12 時間交替）：乗組員 2 名×3 隻=6 名 非当直：6 名+予備 2 名 合計 14 名（1 週間交代制）	パイロットボート 3 隻とその係留設備（係留設備には防波・消波用の設備と乗降設備が必要）ボートの燃料・部品・備品・消耗品と保管設備、修理用のボートダビット、乗組員 14 名と供食員 4 名の寝室
コントロールセンター	当直：3 名 3 直制 合計 9 名（1 週間交代制）	レーダー、VHF、AIS、SSB、その他の通信設備等があるコントロール室、寝室（9 名）、更衣室、トイレ、シャワー、食堂、上記設備機器の部品・消耗品
屋上	コントロールセンターの要員が管理	レーダースキャナー、灯台、通信アンテナ
食事	調理・供食：当直 4 名（1 週間交代制）	部員食堂、調理室、食料庫、食器
電気・水	自家発電、飲料水は定期的に補給 発電機の維持管理はボート要員、飲料水の管理は供食要員とする	発電機（ディーゼル、太陽光、風力などは今後の検討とする） 燃料タンク、水タンク

ii) パイロットステーションの概要

固定式パイロットステーションの概念図は図 5.4-75 のとおりであり、屋上には灯台設備、レーダースキャナ、通信用アンテナなどが設置され、3 階はコントロールセンター、2 階はパイロットの待機施設や仮眠部屋となり、1 階はパイロットボートの乗組員や調理要員のスペースとなる。海面にはパイロットボート 3 隻とその係留設備としての Jetty が必要で、さらに、モンスーンなどの荒天対策として防波、消波用の設備も取り付ける。また、パイロットボートに加え、ヘリコプターによる乗下船も考えられるので、ヘリポートをどこに置くかも考慮すべきである。

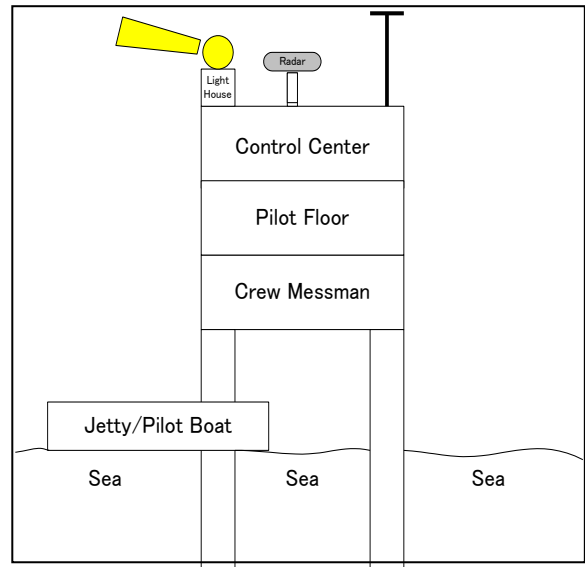


図 5.4-75 パイロットステーションの概念図

iii) バンコク港のパイロットステーション

タイ国港湾庁 (PAT) はタイ国主要港である、Bangkok Bar, Laemchabang, Mab Taput, Songkla, Puket の 5 か所にパイロットステーションを持っている。この中で洋上のパイロットステーションは Bangkok Bar のみで他の港は陸上の施設である。Bangkok Bar パイロットステーションはチャオプラヤ河の河口に位置し、岸線から約 18km 離れた鉄筋コンクリート製の洋上構造物である。1973 年 12 月に建設が始まり完成は 1978 年 7 月であった。構造物の高さは平均水面上

(MSL) 31.2m であるが、屋上にある灯台の高さは 38.38m でバンコク港入港船の航路標識にもなっている。2004 年から 2005 年にかけて防波堤とヘリポートの増設工事、通信設備の追加、居住区域の改造などが行われた。Bangkok Bar パイロットステーションは河口にあり、ヤンゴン港とよく似た地形でもあり、MPA は以前からこのような洋上構造のパイロットステーション建設を構想していた。



図 5.4-76 パイロットステーションの位置



図 5.4-77 Bangkok Bar パイロットステーション



図 5.4-78 パイロットボート



図 5.4-79 係留施設

## 2) パイロットステーションの設計

パイロットステーションの計画は、まだ構想の段階であり、具体的な位置さえも確定していないが、パイロットステーションの詳細設計をおこなうためには、以下のような計画と調査が必要となる。

1. 詳細な利用計画の策定
2. 最適な計画地点の設定

### 3. 現地調査

- ・ 地形調査（深浅測量、漂砂調査）
- ・ 地質調査（ボーリング調査、土質試験]
- ・ 海象調査（波浪調査、潮位調査、潮流調査）
- ・ 気象調査（気温、風、降雨、サイクロン）、

本調査では、現地の条件や利用計画をわかる範囲で想定し、パイロットステーションの大きな概略構造を推定し、概略建設費を算定した。

#### a) 概略設計

概略設計は、具体的な調査結果がないので条件を想定して実施した。

#### b) 自然条件

想定自然条件

計画位置水深	: DL-6.0m
潮位	: ティラワと同様
波浪	: 波高 2.0m 周期 12 秒
地盤	: 砂地盤 N値 10 以上

#### i) 利用条件

想定利用条件は、表 5.4-46 に示す条件とした。

#### ii) 想定所要面積





iv) 想定構造図

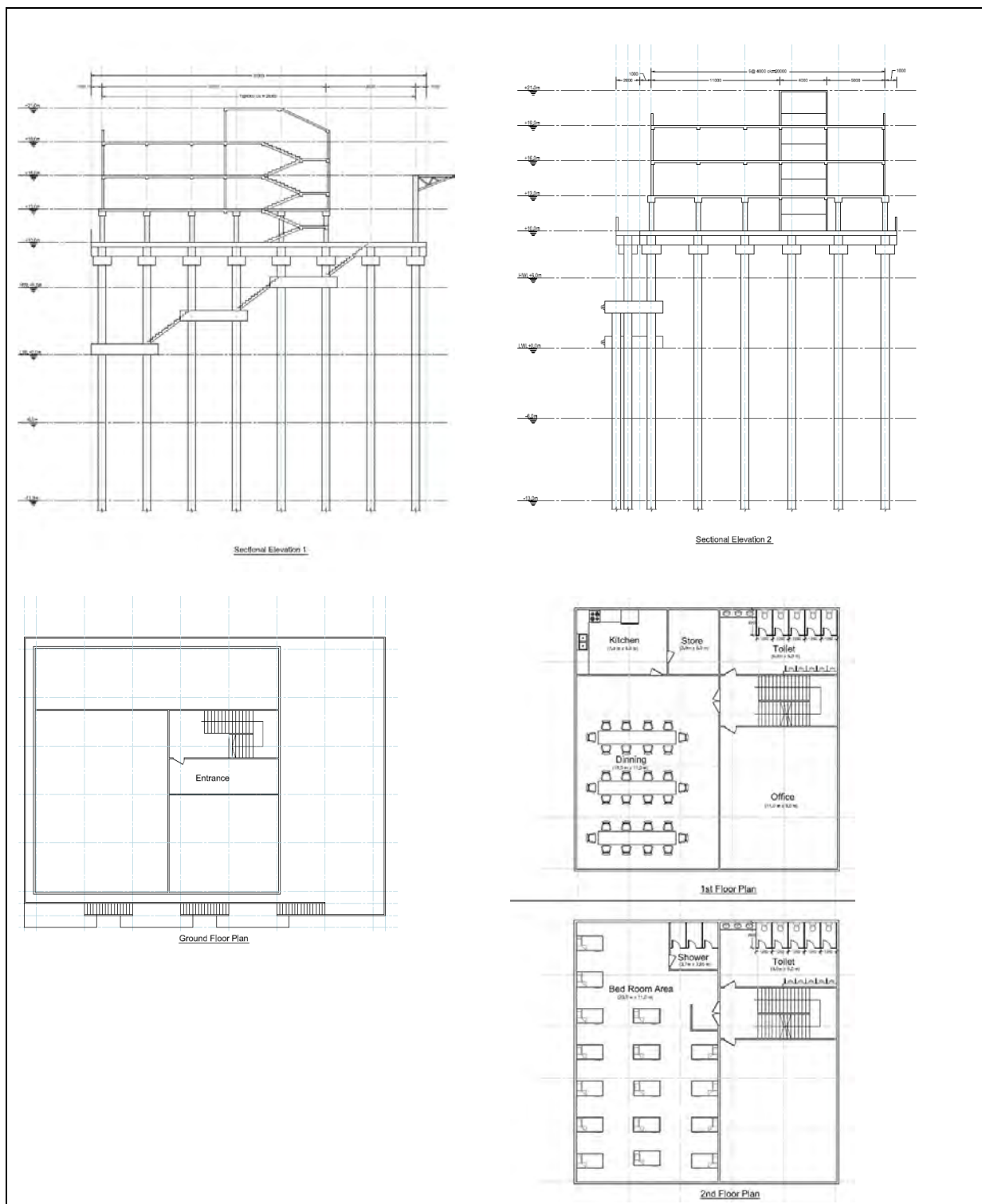


図 5.4-80 パイロットステーションの想定構造図

## 5.5. 環境社会配慮

### 5.5.1. ベースとなる環境及び社会の状況

#### (1) 自然環境

##### 1) 気象

事業対象地区ティラワ地区は、熱帯モンスーン気候帯に属しており、一般的に暑期（2月下旬～5月中旬）、雨期（5月下旬～10月中旬）、乾期（10月下旬～2月上旬）に分かれる。ティラワ地区の気象統計はないが、ヤンゴン（Kaba Aye）における2006～2008年の月間降水量、月平均気温、月平均湿度、月平均風速・風向をそれぞれ、表5.5-1～表5.5-4に示す。

表 5.5-1 ヤンゴン（Kaba Aye）における月間降水量（mm）

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	0	0	N/A	156	341	411	780	634	366	147	N/A	0
2007	0	0	0	N/A	837	559	700	446	774	260	16	0
2008	5	7	25	169	656	431	541	474	448	301	6	0

Note: “N/A” The amount of rainfall which cannot be measured.

出典: Department of Meteorology & Hydrology, Ministry of Transport

表 5.5-2 ヤンゴン（Kaba Aye）における月平均気温（℃）

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	23.8	26.1	28.5	28.8	26.7	26.0	25.1	26.4	27.5	29.3	29.0	26.0
2007	25.9	27.3	29.2	31.9	28.1	27.7	26.6	26.7	26.1	27.0	27.2	25.0
2008	25.5	26.1	29.2	29.9	27.1	26.6	26.0	25.8	26.1	27.0	26.4	24.5

出典: Department of Meteorology & Hydrology, Ministry of Transport

表 5.5-3 ヤンゴン（Kaba Aye）における月平均湿度（%）

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	84	75	77	75	84	91	95	93	92	84	78	75
2007	74	67	70	69	89	91	92	91	94	87	81	92
2008	78	68	71	78	87	89	90	97	92	85	76	72

出典: Department of Meteorology & Hydrology, Ministry of Transport

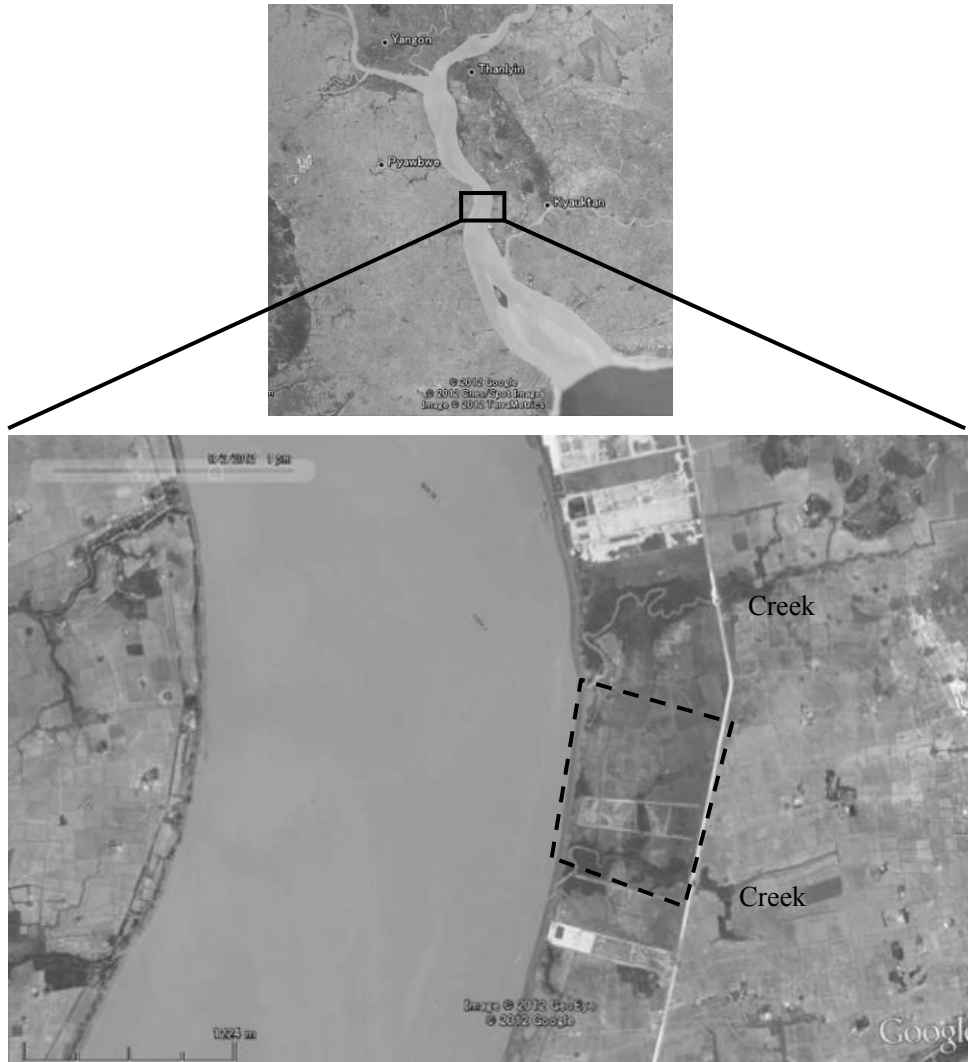
表 5.5-4 ヤンゴン（Kaba Aye）における月平均風速（m/s）・風向

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	0.49	0.49	0.63	0.63	0.76	0.67	0.67	0.76	0.67	0.58	0.67	0.67
	NE	W	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	NW	N
2007	0.49	0.58	0.67	0.98	0.94	0.85	0.76	0.76	0.63	0.58	0.63	0.58
	NW	W	NW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	W	NW	NW
2008	0.54	0.54	0.72	0.72	1.56	1.03	1.07	0.85	0.76	0.58	0.72	0.67
	NE	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	E	NE

出典: Department of Meteorology & Hydrology, Ministry of Transport

## 2) 地形

事業対象地区は、ヤンゴン市内から約 16km 南のヤンゴン川左岸の蛇行部にあり、侵食を受けやすい場所に位置している。また事業対象地区の北側及び南側にクリークが流れている。



出典：Google

図 5.5-1 対象地域と周辺地形

## 3) 生態系と保護区

「ミ」国には手つかずの自然が残されているところが多く、国内の 48%が森林でおおわれている。これまでに確認されている生物種は、哺乳類約 250 種、鳥類 1,000 種以上、爬虫類 370 種以上、植物 7,000 種以上であり、そのうち、45 種類の鳥類、21 種類の爬虫類、38 種類の植物が世界的な絶滅危惧種に指定されている。「ミ」国内に、生物多様性の保護を目的に、43 の保護区（指定済:35、提案中:8）が設定あるいは予定されているが、本事業対象地区及びその周辺は保護区に設定されていない。（Myanmar protected areas, BANCA, 2009）

(2) 社会環境

1) 人口

本事業対象地区ティラワ地区はヤンゴン市郊外のチャウタンタウンシップ（Kyauktan Township）内に位置する。またチャウタンタウンシップとヤンゴン市を結ぶアクセスルートにタンリントウンシップ（Thanlyin Township）がある。この2つのタウンシップの行政は、ヤンゴン市（Yangon City）とヤンゴン市開発委員会（YCDC）の行政外であり、直接ヤンゴン州（Yangon Region Government）の元に置かれている。タンリン及びチャウタンタウンシップの位置を図 5.5-2 に示す。



出典：Myanmar Information Management Unit (MIMU)

図 5.5-2 タンリン/チャウタンタウンシップ位置図

ヤンゴン市内全 39 のタウンシップの内、中心部の 33 のタウンシップが YCDC の管轄地域であり、人口 514 万人（2011 年）、市域 794km<sup>2</sup>（人口密度 6,470 人/km<sup>2</sup>）を有している。それに対し、その郊外に位置するタンリン及びチャウタンタウンシップの人口統計は表 5.5-5 のとおりである。

表 5.5-5 タンリン/チャウタンタウンシップの人口統計

タウンシップ名	人口 (千人)	市域 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
タンリン	181	350.5	520
チャウタン	108	832.8	130

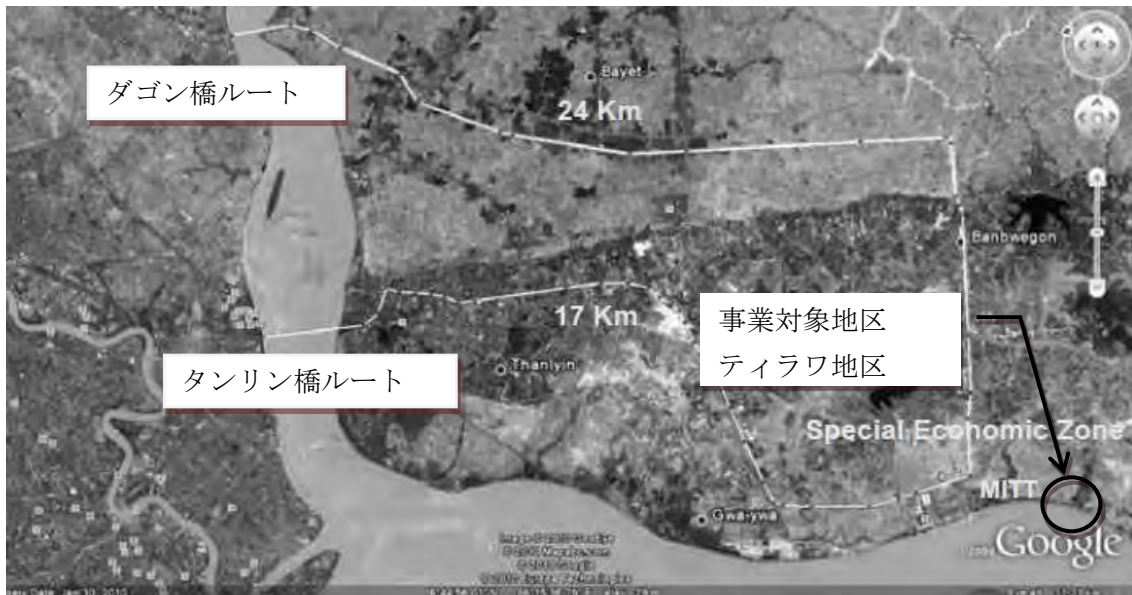
出典：Myanmar Information Management Unit (MIMU) April 2009

チャウタンタウンシップの中心街は人口密度約 2,500 人/km<sup>2</sup> と人口密集地帯であるが、本事業

業対象地区から 5km 以上離れており、かつ本事業の物流の要衝ではない。タンリントウンシップ内には、本事業対象地区からヤンゴン市へ物流の要衝としてダゴン橋ルートとタンリン橋ルートの 2 つがある (図 5.5-3 参照)。ダゴン橋ルートには人口密集地域は無いが、タンリン橋ルート (Thanlyin- Kyauktan Road 沿道) は、タンリントウンシップの中心街を通過しており、人口密度が約 5,000 人/km<sup>2</sup> と人口密集地帯となっている。

## 2) 道路交通

ティラワ地区からヤンゴン市内へのアクセスルートは、図 5.5-3 に示すとおり 2 ルートがある。タンリン橋は重量制限があり 36 トンを超える車両は通行できないことから、荷物を積んだトラックはダゴン橋のルートを通り、一般車両や空のトラックはタンリン橋のルートを中心に使用している。



出典：Google, MITT

図 5.5-3 タンリン/チャウタンタウンシップからヤンゴン市へのルート

ダゴン橋とタンリン橋の 1 日間の交通量 (両側) について、それぞれの料金所にヒアリング調査を行った。ダゴン橋の交通量は 400~600 台/日であり、そのうち大型車の占める割合は 80%程度 (320~480 台/日) とのことであった。タンリン橋の交通量は 12,000 台/日で、大型車の占める割合は不明とのことであった。

現在ティラワ地区において稼働している MITT の取り扱い貨物量は約 300 万トン/年であり、そのほとんどの荷物は陸送されている。トラック 1 台あたりの積載貨物量を 20 トンとすると、1 日あたり 411 台と試算される。

## 3) 雇用と産業

「ミ」国全体の 2010 年度の GDP は一人当たり USD702、タンリン及びチャウタンタウンシ

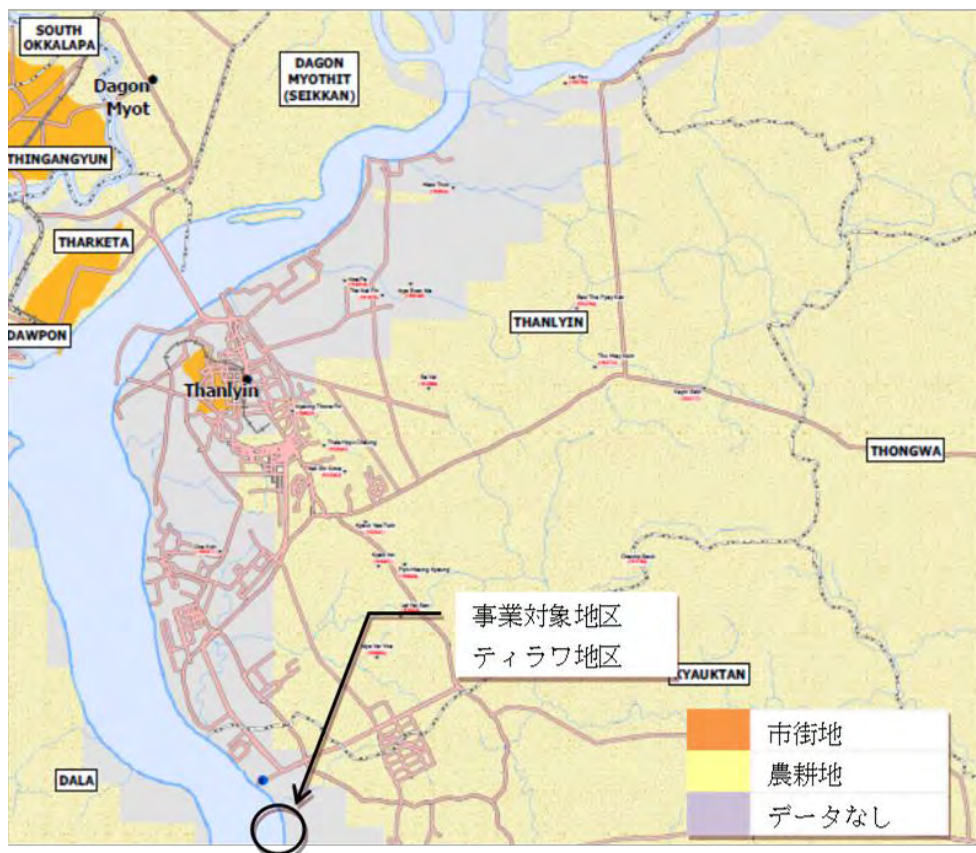


ップでそれぞれ約 USD1,450 及び USD1,150 であり、本事業対象地区の GDP は「ミ」国内平均よりもそれぞれ 106%、64%高い。

タンリン及びチャウタンタウンシップの産業別 GDP は、タンリントウンシップでは、生産部門 70%、サービス部門 5%、商業部門 25%と生産部門、特に綿織産業が中心となり、チャウタンタウンシップでは、生産部門 67%、サービス部門 5%、商業部門 28%と生産部門、特に農業、綿織産業、漁業が中心となっている。彼らの職業の中心は、農業、漁業、或いは官公庁職員であり、一部畜産、短期労働者、中小企業経営を行っている。<sup>1</sup>

#### 4) 土地利用

タンリン及びチャウタンタウンシップにおける土地利用の統計資料は、内務省 (Ministry of Home Affairs) の統計に基づいてミャンマー情報管理ユニット (Myanmar Information Management Unit) により作成/公開されている。この資料によると、タンリントウンシップには 17 の市街区域 (Urban Ward) と 28 の村落区域 (Village Tract) があり、チャウタンタウンシップには 13 の市街区域と 44 の村落区域がある。またそれぞれのタウンシップ内は、図 5.5-4 及び図 5.5-5 に示すとおり、農耕地が殆どを占め、一部市街地となっている。本事業対象地区については、データなし (No data) 地域に分類されている。



出典：Myanmar Information Management Unit (MIMU)

図 5.5-4 タンリントウンシップ土地利用状況

<sup>1</sup> Department of Human Settlement and Housing Development, Ministry of Construction





出典：Myanmar Information Management Unit (MIMU)

図 5.5-5 チャウタンタウンシップ土地利用状況

## 5) 公共サービス

### a) 電気

本事業対象地区も含めたヤンゴン市内の配電は、第二電力省（Ministry of Electric Power II, MOEP-2）内のヤンゴン配電公社（Yangon City Electricity Supply Board, YESB）が担当している。タンリン及びチャウタンタウンシップにおける配電状況は、供給力不足のため各家庭でそれぞれ45%と25%に留まっており、配電されない村落区域では、それぞれ発電機を所有し各家庭に給電している。<sup>2</sup>

### b) 上下水

ヤンゴン市の上下水は、YCDCの上下水道局（Engineering Department – Water and Sanitation）により管理運営されているが、タンリン及びチャウタンタウンシップについては、各タウンシップが管理運営している。この地区の既存水源としては、貯水池或いは井戸である。貯水池は、ティラワ貯水池、Bantbwekone 貯水池、Zarmani 貯水池の3つがあり、日消費水量はそれぞれ5,000m<sup>3</sup>/day、6,400m<sup>3</sup>/day、17,045m<sup>3</sup>/day（合計28,445m<sup>3</sup>/day）である。給水普及率に関しては、タンリン及びチャウタンタウンシップそれぞれ数10%程度に留まっている。<sup>3</sup>

下水に関して、汚水用の下水管及び雨水用下水管は市街区域の一部を除いて設置されておらず、また排水収集システムも整備されていないため、下水道普及率は10%以下である。一部の住居や工事現場に簡易な汚水処理タンクの設備を有しているが、その他ほとんどは直接排水を

<sup>2</sup> Department of Human Settlement and Housing Development, Ministry of Construction

<sup>3</sup> ミャンマー国ヤンゴン都市圏都市開発セクター情報収集・確認調査 調査団資料

行っている。

### c) 廃棄物

ヤンゴン市の廃棄物管理は、ヤンゴン市汚染管理清掃規則（Pollution Control and Cleansing Rules:2001）の下に行われている。監督部署はヤンゴン市汚染管理/清掃局（Pollution Control and Cleansing Department, PCCD）で、規則に基づき廃棄物の収集/運搬、処理/処分、料金体系、罰則規定等の具体的な活動内容が定められている。しかしタンリン及びチャウタンタウンシップについては、そのヤンゴン市の廃棄物処理管理外であり、それぞれのタウンシップで廃棄物処理管理を行っている。「ミ」国及びヤンゴン州における廃棄物処理の具体的な法律は整備されておらず、また廃棄物処理場もそれぞれのタウンシップに無いため、地区内に直接投棄されているのが現状である。ただし医療や産業廃棄物については、PCCD への依頼で個別回収は可能である。<sup>2</sup>

### 6) 医療

WHO の統計によると、2011 年度の「ミ」国全体の医療施設として 987 の病院があり、それらはすべて公立である。ベッド数は、「ミ」国全体で 54,503 ベッド、つまり人口 1,000 人当たり 0.87 ベッドあり、これは WHO の推奨する、人口 1,000 人当たり 5 ベッドより大きく下回っている。

タンリン及びチャウタンタウンシップにおける医療施設は、タンリントンタウンシップに 100 ベッドの病院 1 か所、診療所 16 か所、個人病院 1 か所、またチャウタンタウンシップに 50 ベッドの病院が 2 か所、診療所 43 か所ある。それぞれの Township で人口 1,000 人当たり、0.55 ベッド及び 0.92 ベッドと「ミ」国内他地域と同様、医療施設は不十分で、ヤンゴン市の他のタウンシップに依存している。<sup>4</sup>

また感染症の罹患率については、「ミ」国内の 2010 年の統計によると、ウィルス疾患 4.4%、マラリア 4.1%となっている。また死亡率の上位は、感染症であり、1 位 HIV7.0%、4 位マラリア 4.2%、6 位結核 3.7%となっている。これらの値は、タンリン及びチャウタンタウンシップにおいても同様の結果と想定される。

### 7) 教育

「ミ」国の教育制度は、基礎教育は 5 歳からで、小学校 5 年、中学校 4 年、高校 2 年であり、高等教育（大学）は、2~7 年制で就学分野により学位取得年数が異なる。「ミ」国には、36 の総合大学と 112 の単科大学があり、すべて国立である。

タンリン及びチャウタンタウンシップでは、それぞれ 47 小学校、5 中学校、11 高校及び 111 小学校、10 中学校、6 高校がある。また 3 つの大学（Myanmar Maritime University, the University of East Yangon, 及び Technological University）があり、特にミャンマー海事大学（Myanmar

<sup>4</sup> Department of Human Settlement and Housing Development, Ministry of Construction

Maritime University) はミャンマー国内でも優秀な大学の一つである。

就学率については、タンリントウンシップで小学校、中学校、高校とほぼ 100%であるのに対し、チャウタタウンシップでそれぞれ 62%、30%、8%と低くなっている。識字率については、「ミ」国平均 89.9%（15 歳以上、2006 年 9 月統計）であり、この 2 つのタウンシップについても、統計資料は無いが同様と考えられる。<sup>4</sup>

## 5.5.2. 環境社会配慮制度・組織の確認

### (1) 環境社会配慮(環境影響評価(EIA)、情報公開、住民移転、用地取得等)に関連する法令や基準等

#### 1) 「ミ」国における環境関連法制度の概要

「ミ」国では 2008 年に憲法(Constitution of the Republic of the Union of Myanmar 2008)が新たに制定された。環境社会配慮に関して、その第 1 章 45 条では、「政府は自然環境を保護し、保全するものとする。」とし、第 8 章 390 条では、「すべての国民は政府が環境保全を行う際に支援する義務を負うものとする。」と規定している。また、第 4 章 96 条では、国会は環境保全や再生に関する法律の制定を担う権利を有するものとし、第 4 章 196 条では、その法律の下で各州や自治体は環境保護を規定する権利を有するとしている。

その他環境社会配慮に関わる法令/基準について、2011 年 9 月に環境保全林業省 (Ministry of Environment Conservation and Forestry) が新設され、2012 年 3 月に環境保全法 (The Pyidaungsu Hluttaw Law No. 9/2012) が制定された。環境保全法は、14 章から構成されており、その中で「ミ」国政府は環境保護委員会を設け (第 3 章 4 条)、その元で「ミ」国の環境基本方針や他の環境方針を定めるものとしている (第 3 章 6 条)。環境基本方針を実践する各省庁も委員会で定められた環境基本方針に基づき、国或いは地域における環境計画、基準、モニタリングプログラム、EIA/SIA の承認手続き等を策定、実施する役割が定められている (第 4 章 7 条)。

2012 年 10 月時点で「ミ」国の環境基本方針が環境保全法の元、新たに設定されるか未確認であるが、1994 年に国家環境委員会 (National Commission of Environmental Affairs, NCEA 現在は活動停止) により作成された環境基本方針が官報 (Gazette Notification No. 26/94 dated 5 December 1994) で以下のとおり公表されている。

"The wealth of a nation is its people, its cultural heritage, its environment and its natural resources. The objective of Myanmar's environment policy is aimed at achieving harmony and balance between these through the integration of environmental considerations into the development process to enhance the quality of life of all its citizens. Every nation has the sovereign right to utilize its natural resources in accordance with its environmental policies; but great care must be taken not to exceed its jurisdiction or infringe upon the interests of other nations. It is the responsibility of the State and every citizen to preserve its natural resources in the interests of present and future generations. Environmental protection should always be the primary objective in seeking development ".

また、この環境基本方針を具体的に実施するために1997年6月にミャンマーアジェンダ21及び2009年8月にNSDS(National Sustainable Development Strategy)がNCEAにより策定された。NSDSでは、「15年以内にすべての国民にとって健康で安心できる、幸せな暮らし」を達成することを目標とし、そのための3つのゴール(①天然資源の持続可能な管理、②持続可能な経済発展、③持続可能な社会的発展)を目指している。このNSDSは、国家計画経済開発省(Ministry of National Planning and Economic Development)により正式に承認されている。

今後、環境保全法及びNSDSに基づいた具体的な法律/規定/環境基準/ガイドライン等がNCEAに代わって、新設された環境保全林業省により整備され、本事業のような大型事業に適応されると予想されるが、そのスケジュールは現時点で未定である。

その他、既存の環境関連法

鉱業法 1994 Myanmar Mines Law (The State Law and Order Restoration Council Law No.8/94.1994)

水資源・河川保全法 2006 Conservation of Water Resources and Rivers Law (The State Peace and Development Council Law No. 8/2006)

森林法 1992 Myanmar Forest Law (The State Law and Order Restoration Council Law No.8/92.1992)

野生生物、野生植物の保護及び自然区保護法 1994 Protection of Wildlife, Wild Plants and Conservation of Natural Areas Law (The State Law and Order Restoration Council Law No.583/94.1994)

淡水漁業法 1991 Freshwater Fisheries Law (The State Law and Order Restoration Council Law No.1/91)

海洋漁業法 1990 Marine Fisheries Law (The State Law and Order Restoration Council Law No. 9/94)

水大気汚染防止計画 1995 (Ministry of Industry Standing Order No.3)

外国投資法 2012 Foreign Investment Law

## 2) 「ミ」国の環境基準

環境保全法において、環境基準が規定されることとなっているものの、現時点では未策定である。ただし各省庁で必要に応じて指針値が規定されており、工業省では水大気汚染防止計画を定め、その中で排水基準の例を掲載している。また、ミンガラドン工業団地では独自の排水基準を定めて排水管理を行っている。

## 3) ヤンゴン州 (ヤンゴン市チャウタンタウンシップ、ティラワ地区)

ティラワ地区の行政母体であるヤンゴン州特有の環境に関する政令、条例、規則等は2012

年 10 月時点で存在しない。Yangon Concept Plan 2040 に対する環境についての検討がなされているが、担当する部署が汚染管理・清掃局であり、環境全般というよりは廃棄物処理に係る検討が主体となっている。そのため、EIA/SIA 等の環境社会配慮に関しては、今後環境保全林業省により整備される法律や規定に準拠する必要がある。

#### 4) 関係機関

2012 年 10 月現在、ミャンマー国内では約 40 の環境関連の国際的 NGO が存在し、それぞれ独自の活動を行っている。また以下の国内 NGO も環境社会配慮の政府への助言、いくつかの事業の EIA 実施等を行っている。

<国内 NGO>

FREDA (Forest Resource Environment Development and Conservation Association)

BANCA (Biodiversity and Nature Conservation Association)

国連機関、例えば UNDP (United Nation Development Programme) や UNEP (United Nation Environment Programme) も NSDS の策定、政府の法律/規定/環境基準/ガイドライン等の整備の補佐等、国内 NGO と共に積極的な活動を行っている。

### (2) 環境社会配慮(環境影響評価(EIA)、情報公開、住民移転、用地取得等)の許認可制度

#### 1) EIA/SIA(Social Impact Assessment)の承認手続きのフロー

2013 年 12 月現在、「ミ」国では EIA/SIA に関する法律やガイドラインは無いが、環境保全林業省及び計画経済開発省 (Ministry of National Planning and Economic Development) にて、EIA/SIA の承認手続きを含めた事業の申請/承認手続きのガイドラインを策定中である。策定中のガイドラインは、アジア開発銀行 (Asian Development Bank, ADB) のガイドラインに沿って検討されている。

#### 2) 用地取得及び住民移転制度

用地取得及び住民移転に関しても、2013 年 12 月現在「ミ」国における明確な制度/ガイドラインは存在しない。国家計画経済開発省及び環境保全林業省へのヒアリングによると、内務省 (Ministry of Home Affairs) の総務部 (General Administration Department) 或いは地方政府 (本事業の場合ヤンゴン市) が管轄してきたが、今後 EIA 制度の整備と同時に環境保全林業省が管轄する制度へ変更するとの事である。しかし、内務省や地方政府等による手続きとの整合性や環境保全林業省内のレビュー能力等の問題があり、制定される時期も未定である。

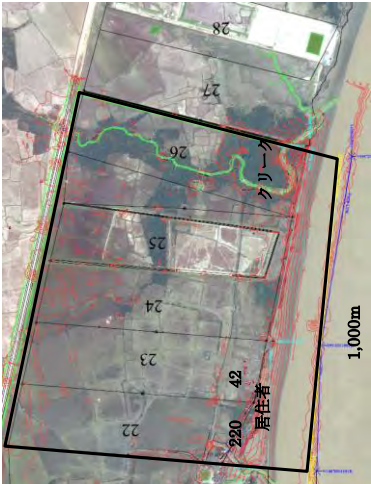
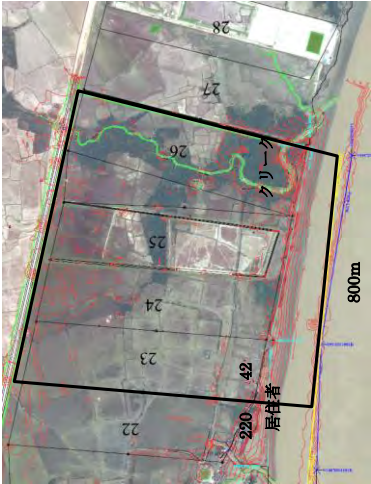
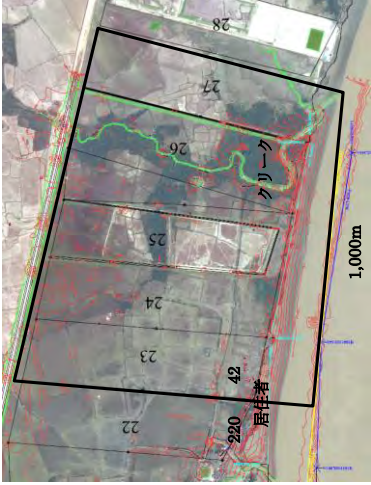
---

### 5.5.3. 代替案の検討

#### (1) ターミナルロケーション（港湾配置）の考え方

ヤンゴン港ティラワ地区は Plot 1 から Plot 37 に区画され、本事業対象地区は Plot 22 から Plot 26 の合計 5 区画である。そこで将来の需要予測、商業的側面、技術的側面のみならず社会環境及び自然環境の両方を含む環境社会配慮の観点から、ターミナルロケーションの代替案の比較検討を行った。その比較表を表 5.5-6 に示す。調査団として、3つの代案（代案 1：Plot 22~26 の 1,000m、代案 2：Plot 23~26 の 800m、代案 3：Plot 23~27 の 1,000m）を検討したが、上記の総合的観点から代案 2 を提案する。

表 5.5-6 ターミナルロケーションの代案比較

	代案1 (Plot 22-26 の 1,000m)	代案2 (Plot 23-26 の 800m)	代案3 (Plot 23-27 の 1,000m)
平面図			
MMM 合意事項	✓ JICA と MPA 間の MMM の記載事項に一致する。	✓ MMM の記載事項の変更が可能な可能性がある。	✓ MMM の記載事項の変更が必要である。
社会環境への影響	✓ Plot 22 に 220 名、Plot 23 に 42 名の居住者が存在し、JICA 環境社会配慮第ガイドライン (2010 年 4 月) の住民移転の対応に準拠するのに時間がかかる。	✓ Plot 23 の 42 名の居住者への移転は必要であるが、Plot 22 の 220 名の居住者の移転は回避できる。	✓ Plot 23 の 42 名の居住者への移転は必要であるが、Plot 22 の 220 名の居住者の移転は回避できる。
自然環境への影響	✓ 75.4 エーカーの現在使用されている農地の対応を JICA ガイドラインに従い検討する必要がある。 ✓ Plot 26 におけるクリークへの自然環境配慮を考慮する必要がある。	✓ 57.9 エーカーの現在使用されている農地の対応を JICA ガイドラインに従い検討する必要がある。 ✓ 代案 1 と同様	✓ 77.9 エーカーの現在使用されている農地の対応を JICA ガイドラインに従い検討する必要がある。 ✓ 代案 1 と同様
技術的側面	✓ 自然条件調査は、すべて完了している。	✓ 自然条件調査は、すべて完了している。	✓ Plot 27 の追加の自然条件調査が必要である。 ✓ Plot 27 へパース法線を直線で延長した場合、浚渫の数量が多くなる。また Plot 28 のパース法線の計画や使用にも影響を与える。
将来需要に対する柔軟性	✓ 将来の需要増加に対する柔軟性は高い。	✓ パース長が代案 1 及び 2 と比較して短いため、将来の需要増加に対する柔軟性は劣る。	✓ 代案 1 と同様
商業上の問題	✓ 商業上の問題は無い。	✓ 商業上の問題は無い。	✓ Plot 28 のみ残る。1 プロットのみ売却は難しい。
Total Evaluation	C	A	B



(2) 緊急整備区域

ティラワ地区港のターミナルロケーションを Plot 23~26 に設定したが、2015 年の将来需要に対応すると同時に環境社会配慮も考慮し、緊急整備区域（Phase I）を設定する。緊急整備区域の配置は 6.3 章に示す。

(3) ゼロオプション（事業を実施しない場合）

事業を実施しない場合は、環境に対する負の影響は最小と考えられる。本事業の背後には 2,400ha の SEZ が計画されており、SEZ の第一期がオープンする 2015 年には、ヤンゴン港におけるコンテナ取扱量は 90 万 TEU 程度まで急増することが予想されている。この時期までにティラワ地区港の施設の拡張がなければ、経済発展を妨げる可能性がある。地域や国の経済を発展させるためには、環境、社会経済的条件を考慮しながら、ティラワ地区の持続可能な開発が必要不可欠である。

5.5.4. スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

(1) ティラワ地区港整備計画におけるスコーピング

スコーピングとは、環境社会配慮上、重要と考えられる評価項目を抽出し、その調査方法を決定することである。スコーピング結果を表 5.5-7 に示し、A~C に評価された項目の TOR を表 5.5-8 に示す。スコーピングに基づいた調査結果、環境影響評価、緩和策、モニタリング計画を次章に示す。

表 5.5-7 環境社会配慮におけるスコーピング結果

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
汚染対策	1	大気汚染	C	C	<工事中> 建設機材の稼働等に伴い、一時的な大気質への負の影響が想定される。 <供用後> 貨物輸送車両の交通量の増加にともなう排出ガスや粉じんの増加により、大気質への負の影響の可能性が有る。
	2	水質汚濁	B-	B-	<工事中> 水上工事及び陸上工事に伴い、濁りの発生や汚水の流出が想定される。 <供用後> 船舶や港湾施設からの排水により、港湾沿岸の水質汚濁が想定される。
	3	廃棄物	B-	C	<工事中> 航路・泊地浚渫の浚渫土砂処分及び建設残土や廃材等の建設廃棄物処分の必要性が想定される。 <供用後> 航路・泊地の維持浚渫が必要な場合の浚渫土砂の処分及び港湾施設や船舶からの廃棄物の処分の必要性が想定される。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
	4	土壌汚染	C	D	<p>&lt;工事中&gt; 盛土用の土砂に有害物質が含まれる場合には、土壌汚染が引き起こされる可能性が考えられる。</p> <p>&lt;供用後&gt; 土壌汚染を引き起こすような港湾施設の建設等は想定されない。</p>
	5	騒音/振動	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt; 建設機材・車両の稼働等による騒音が想定される。</p> <p>&lt;供用後&gt; 荷役機械の運転等の港湾活動、通行車両による騒音が周辺環境に影響する可能性がある。</p>
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業(大量の地下水の利用)等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業及び施設の建設等は想定されない。
	8	底質	C	C	<p>&lt;工事中&gt; 事業対象地区の底質に有害物質が含まれる場合、海底の浚渫及び水上工事に伴う有害物質の拡散が想定される。</p> <p>&lt;供用後&gt; 水質汚濁に伴う底質の有機汚濁や港湾活動による底質汚染の可能性がある。</p>
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	B-	C	<p>&lt;工事中&gt; 事業対象地区に貴重な生態系が存在する場合、それらの消失が考えられる。</p> <p>&lt;供用後&gt; 港湾施設や船舶からの排水による水質汚濁に伴う生態系への影響の可能性はある。</p>
	11	水象	C	C	<p>&lt;工事中&gt; &lt;河川の流れ&gt;河川の流れを大きく変化させるような作業は想定されない。 &lt;陸上排水&gt;クリークの埋立てによる陸上排水機能の影響が考えられる</p> <p>&lt;供用後&gt; &lt;河川の流れ&gt;棧橋の構造により程度は異なるが、棧橋内側の流速の低下が想定される。</p>
	12	地形/地質	D	C	<p>&lt;工事中&gt; 地形や地質の顕著な変化を引き起こすような作業は想定されない。</p> <p>&lt;供用後&gt; 棧橋内側の流速の低下により、河岸浸食に対する正の影響が想定される。</p>
社会環境	13	住民移転/用地取得	B-	D	<p>&lt;工事前&gt; 事業対象地区は国有地であり、居住者はおらず住民移転は発生しないと想定しているが、非正規居住者の存在の可能性は否定できない。</p> <p>衛星写真での事前調査によると、Plot 23に数十世帯規模の居住者(漁民)が存在すると想定され、住民移転が発生する可能性がある。</p>

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
	14	貧困層	C	B+	<p>&lt;工事前&gt; 非正規移住者がいる場合はその中に貧困層が含まれる可能性がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; 港湾施設の運営により、共用道路、電気、水道、電話、インターネット等のインフラの整備が付随して行われる。貧困層がいたとしても彼らにとって社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等、正の影響が見込まれる。</p>
	15	少数民族/先住民族	D	D	事業区域周辺に少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+/-	B+	<p>&lt;工事中&gt; 港湾建設による新たな雇用の創出が見込まれる。一方で、河床の浚渫や工事排水等による水質汚濁が発生し、沿岸漁業や周辺農業への負の影響を与える可能性がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; 港湾労働やそれに付随する新たな雇用の創出が見込まれ、港湾関連活動による経済波及効果で、周辺地域の生活水準向上に寄与する。</p>
	17	土地利用や地域資源利用	C	C	<p>&lt;工事中&gt; 水田から港湾用地として転換されることによる地域資源への影響を確認する必要がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; 港湾施設や船舶からの排水による水質汚濁が発生し、漁業資源への負の影響を与える可能性がある。</p>
	18	水利用	D	C	<p>&lt;工事中&gt; 大量の水を利用する工事は行われなため、水利用への影響は想定されない。</p> <p>&lt;供用後&gt; 本事業は大量の水を利用するものではないが、水利用の現況や必要水量の確認を行う。</p>
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	C	<p>&lt;工事中&gt; 工事用車両の増加により、渋滞が発生する可能性がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; 港湾関係車両の増加により、渋滞が発生する可能性がある。</p>
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業による社会関係資本や地域の意思決定機能は港湾建設後も継続され、影響は生じない。
	21	被害と便益の偏在	D	D	港湾建設は周辺の集落に被害（漁業への影響）と便益（インフラ整備と新たな雇用）を共にもたすため、偏在は生じないと考えられる。
	22	地域内の利害対立	D	D	事業により地域内の利害が対立する要因は認められない。
	23	文化遺産	D	D	事業区域及びその周辺の文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	事業区域及びその周辺に、配慮が必要な特別の景観は存在しない。
	25	ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
	26	子どもの権利	D	D	子どもに対する特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-	C	<工事中> 一時的な工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性がある。 <供用後> 港湾労働者の流入により、感染症が広がる可能性がある。
	28	労働環境(労働安全を含む)	C	C	<工事中> 「ミ」国の法律に準じた建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 <供用後> 「ミ」国の法律に準じた港湾労働者の労働環境に配慮する必要がある。
その他	29	事故	C	C	<工事中> 工事中の事故及び車両による交通事故のリスクが増加する可能性がある。 <供用後> 水域交通・道路交通量の増加に伴い、交通事故のリスクが増加する可能性がある。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	<工事中> 工事は事業区域周辺に限られ、一時的であることから、越境や気候変動への影響は限定的である。 <供用後> 水域交通と道路交通の増加により新港周辺の温室効果ガスは増加の可能性があるが、越境の影響や気候変動にかかる影響は無い。

A: 重大な負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C: 影響の程度は明らかでない。(調査が必要。調査の過程で影響の程度が明らかになる可能性がある。)

D: 影響は想定されない。

出典：調査団作成

表 5.5-8 環境社会配慮調査の TOR

環境項目	調査項目	調査手法
代替案の検討	① 港湾配置とレイアウトの検討 ② ティラワ地区港整備計画の緊急整備範囲の検討 ③ 構造の検討 ④ 工法の検討	①～④ 環境社会配慮の影響、将来需要、技術的側面及び全体コストの本調査結果と下記協議内容に基づき総合的に判断する。 -C/Pとの協議 -ステアリングコミッティー -ステークホルダー協議
大気汚染	① 現況の交通量の把握 ② 工事中の影響 ③ 供用後の影響	① 既存資料調査及びヒアリング ② 現地踏査及びヒアリング ③ 交通需要予測及びヒアリング結果を踏まえた影響予測/評価
水質汚濁	① 現況の河川水質の把握 ② 工事中、供用後の影響	① 現地調査 ② 現地調査結果を踏まえた影響予測/評価
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法 ② 一般、産業廃棄物の処理方法	① 関連機関へのヒアリング、類似事例調査 ② 関連機関へのヒアリング
土壌汚染	① 盛土用土砂の底質の把握	① 現地調査
騒音/振動	② 現況の交通量の把握 ③ 工事中の影響	② 既存資料調査及びヒアリング ③ 現地踏査及びヒアリング

環境項目	調査項目	調査手法
	④ 供用後の影響	④ 交通需要予測及びヒアリング結果を踏まえた影響予測/評価
底質	① 現況の河川底質の把握 ② 工事中、供用後の影響	① 現地調査 ② 現地調査結果を踏まえた影響予測/評価
生態系	① 現況の生態系の把握 ② 工事中、供用後の影響	① 現地調査 ② 現地調査結果を踏まえた影響予測/評価
水象	① 現況の水象の把握 ② 供用後の影響	① 現地踏査、類似事例調査 ② 現地踏査、類似事例調査
地形/地質	① 現況の地形、地質の把握 ② 供用後の影響	① 現地踏査、類似事例調査 ② 現地踏査、類似事例調査
住民移転/用地取得	① 事業対象地における居住者の有無及び有の場合、その規模の確認  ② EIA及び住民移転計画（RAP）に関するミャンマー国の法令、規定、方針及び他の事例の確認  ③ 住民移転が発生する場合、住民移転計画の有無、ミャンマー国政府による対応とその内容及びJICA環境社会配慮ガイドラインとの乖離の把握  ④ 住民移転計画が無或いは乖離している場合、移転計画(RAP要約版)の作成要請とその支援	① 対象地域の衛星写真及び現地踏査による対象地域周辺の居住者の有無、土地利用状況、生計手段(住居、ライフライン、職業、財産、収入)等の確認 ② インターネットによる情報収集、文献調査、JICA及びCPへのヒアリング、及び各関係省庁と環境関連NPO/NGOへのヒアリング ③ 各関係省庁へのヒアリングによる住民移転計画の有無の確認及び有の場合のJICA環境社会配慮ガイドラインとの整合性の確認 現地踏査による住民へのヒアリング ④ ミャンマー国の法令、規定、方針、及びJICA環境社会配慮ガイドライン、世銀Operational Policy 4.12等に基づく住民移転計画(RAP要約版)の作成要請とその支援
貧困層	① 事業対象地周辺及び土捨場の生計手段（住居、ライフライン、職業、財産、収入）等の確認	① 既存資料調査及び関連機関へのヒアリング ② 現地踏査による住民のヒアリング
雇用や生計手段等の地域経済	① 事業対象地周辺及び土捨場の生計手段（農業/漁業実態）等の確認	① 既存資料調査及び関連機関へのヒアリング ② 現地踏査による住民のヒアリング
土地利用や地域資源利用	① 事業対象地域沿岸の水質及び水産資源調査	① 再委託による現地水質/水産資源調査 ② 既存資料調査及び関連機関へのヒアリング、現地踏査による住民のヒアリング
水利用	① 現況の水利用及び供用後の水利用量の把握	① 既存資料調査及び関連機関へのヒアリング
既存の社会インフラや社会サービス	① 事業対象地周辺の交通量調査	① 既存資料調査、関連機関へのヒアリング、現地踏査
HIV/AIDS 等の感染症	① ヤンゴン地区及び事業対象地近隣のHIV/AIDS、その他感染症の罹患率	① 既存資料調査及び関連機関へのヒアリング
労働環境（労働安全を含む）	① 労働環境/労働安全に関する「ミ」国の法令や規定等 ② 他プロジェクトの事例	① 文献調査、JICA及びCPへのヒアリング、及び各関係省庁と環境関連NPO/NGOへのヒアリング ② 他プロジェクトへのヒアリング
事故	① 事業地周辺及び幹線道路の交通量 ② 交通/海上事故統計	① 幹線道路の料金所でのヒアリング ② 関係省庁及び警察へのヒアリング、文献調査

出典：調査団作成

5.5.5. 環境社会配慮調査結果

スコーピングにおいて A～C に評価された項目に対して、TOR に基づき環境社会配慮調査を実施した。結果を下表に示す。

表 5.5-9 環境社会配慮調査結果

影響項目	調査結果
大気汚染	<p><b>&lt;ヒアリング調査&gt;</b>                      ティラワ地区では、15年~20年前から港湾開発が開始され、現在ではBayPauk集落から北側約500m離れた地点(Plot17,18)で油貯蔵施設の建設工事が行われている。そのため、以下のタイムスケールに分けて質問を設定し、また建設工事と港湾運営に影響する場所を以下のとおり設定して、その周辺でヒアリングを行った。                      (ヒアリング調査の詳細は、7.4.4「ヒアリング調査」参照)                      ●タイムスケール：1.ティラワ建設工事開始後、2.油貯蔵施設建設作業開始後                      ●ヒアリング場所：1.BayPauk集落、2.タンリン橋ルート、3.ダゴン橋ルート                      ●回答：                      1.Bay Pauk集落：回答者13人中13人がティラワ建設工事開始後及び油貯蔵施設建設開始後共に「大気質に変化なし」と回答した。                      2. タンリン橋ルート：回答者10人中10人がティラワ建設工事開始後及び油貯蔵施設建設開始後共に「大気質に変化なし」と回答した。                      3. ダゴン橋ルート：回答者10人中10人がティラワ建設工事開始後及び油貯蔵施設建設開始後共に「大気質に変化なし」と回答した。</p> <p><b>&lt;交通量と大気染物質予測&gt;</b>                      ダゴン橋及びタンリン橋料金所でのヒアリングによると、現状の1日あたりの交通量は以下の通りである。                      ●ダゴン橋ルート：大型車400台、小型車100台                      ●タンリン橋ルート：大型車400台、小型車11,600台</p> <p>ティラワ地区港及び物流基地に係る運営効率化事業準備調査（以下、PPP調査）において大気、騒音振動、交通量の調査が実施された。現地交通量調査の結果（1日あたり）は以下に示すとおりである。                      ANT-1（ダゴン橋ルートを代表）大型車 217台、小型車255台                      ANT-2（タンリン橋ルートを代表）大型車366台、小型車1,052台                      ANT-3（プロジェクトサイト付近の現状）大型車120台、小型車313台</p> <p>小型車について本調査のヒアリング結果と違いがあるが、大気質への影響が顕著である大型車についてはおおむね一致しているためPPP調査の交通量調査結果を現況として用いる。</p> <p>1.工事中の予測                      ヤードの造成に必要な盛土及び工事資材等の多くは船舶にて運搬する予定である。工事材料や資材を、陸路で運搬すると仮定した場合、緊急整備計画（2016年完工予定）では約10万m<sup>3</sup>、全体計画（2019年完工予定）では30万m<sup>3</sup>と想定すると、10tダンプトラック（6m<sup>3</sup>積）がそれぞれ約1.7万台、約5万台必要となる。工期をそれぞれ2.5年、4年と想定すると、1日あたり約19台、34台の増加となる。</p> <p>2.供用後の予測                      本調査の需要予測から、緊急整備計画（Phase1, 2016年完工予定）における取扱いコンテナ量は19万TEUであり、2017年ではそのうち13.5万TEUがSEZで扱われ、残りの5.5万TEUがヤンゴン市街地へ向かう。全体計画（Phase3, 2019年完工予定）における取扱いコンテナ量は80万TEUであり、2020年ではそのうち22.6万TEUがSEZで扱われ、残りの57.4万TEUがヤンゴン市街地へ向かう。</p> <p>交通量調査結果とこれらの貨物取扱量から港付近での交通量を下表のとおり想定した。供用後</p>

の交通量は、トラック1台あたりの積載貨物量を2TEUとすると1年365日として、1日あたりPhase Iでは260台増加、Phase IIIでは1,096台増加すると試算される。なお、ヤンゴン市街地方面への交通量はそれぞれ75台増加、786台増加と試算される。小型車は年率10%で増加していくと仮定した。

時期	交通量 (台/日)					
	大型車			小型車		
現在	調査結果 (ANT-3)	120 (全日)	97 (昼)	調査結果 (ANT-3)	313 (全日)	274 (昼)
			23 (夜)			39(夜)
将来(Phase I)	19万 TEU の輸送増	380 (全日)	307 (昼)	年率 10%増	378 (全日)	331 (昼)
			73 (夜)			47 (夜)
将来(Phase III)	80万 TEU の輸送増	1,216 (全日)	983 (昼)		554 (全日)	484 (昼)
			233 (夜)			69 (夜)

出典：JICA調査団（現況交通量はPPP調査結果）

この交通量から「道路環境影響評価の技術手法」にあるブルーム式を用い、観測風配図から常時の平均風速を3knot（約1.5m/s）程度と考え、各大気質汚染物質の排出濃度を試算すると下表の通りとなった。Phase I(2016年完工予定)、Phase 3(2019年完工予定)供用時とも現状とほとんど変化がなく、特に道路から離れているBay Pauk地区での変化はいずれの項目も1%未満とわずかである。

Unit: mg/m<sup>3</sup>

		NO <sub>2</sub>	PM10	CO	SO <sub>2</sub>
Standard	Japan	<0.08-0.11	<0.10	<11.6	<0.11
	Thailand	-	<0.12	-	<0.32
Location	Condition				
Road Edge	Baseline (*1)	0.019	0.03	0.708	0.186
	Predicted (Phase1)	0.0201	0.0300	0.7090	0.1862
	Predicted (Phase3)	0.0223	0.0302	0.7107	0.1866
Bay Pauk 600m away from the road edge	Baseline (*2)	0.019	0.06	0.626	0.008
	Predicted (Phase1)	0.0190	0.0600	0.6260	0.0080
	Predicted (Phase3)	0.0191	0.0600	0.6261	0.0080

(\*1) 24 hour average figures of survey at ANT-3 (Road edge)

(\*2) 24 hour average figures of survey at AN-4(Near project site) except for NO<sub>2</sub> (at ANT-3)

出典：JICA調査団（PPP調査結果）

水質汚濁

<濁り>

調査団が行った水質調査結果では、懸濁物質（SS）濃度は表層で260～325mg/L、底層で288～330mg/Lと高濃度の値を示した。表層よりも底層の方が高濃度の傾向を示しており、速い流速による底泥の巻き上げが、高濁度の主要因である。

濁度についても、表層で240～270NTU、底層で245～316NTUと高い濁度を示し、表層よりも底層の方が高濁度とSSと同様の傾向が見られた。

<有機汚濁>

調査団が行った水質調査結果（下げ潮時）のうち、生物化学的酸素要求量（BOD）の値は下表に示す通りであった。BODは128～288mg/Lと高い値を示し、有機汚濁が進んでいる。

港湾活動により水質の悪化が生じている場合には、現在稼働しているMITT（Plot5～9）前面の測点S2でBOD濃度が高くなるのが想定される。しかし、結果はばらついており、測点S2で特に高くなる傾向は見られなかった。また、油分も検出されず、大腸菌群数は、>16～21MPN/100mLの範囲であり、IFCの排水基準値の400MPN/100mLを下回った。



測点	BOD(mg/L)				
	S1 上流	S2 MITT 前面	S3 事業対象地前面	S4 下流	S5 土捨場
	表層	288	160	192	128
底層	192	288	160	240	288

出典：調査団  
(水質調査の詳細は、7.4.1「水質調査」参照)

**<ヒアリング調査>**  
MITTへの排水処理についてのヒアリングによると、水質汚濁防止のため下水の自家処理を行っているとの事であった。

**廃棄物**

**<ヒアリング調査>**  
1. 油貯蔵施設現場  
現在Plot 17~18で実施されている油貯蔵施設の建設現場でヒアリング調査を行い、以下の回答を得た。  
●建設廃棄物：可燃物は、木材や燃料用として再利用。  
不燃物（ブロック、コンクリート類）は、埋戻し材等の再利用を行っている。  
●その他のごみ：処理・回収を行っていない。  
2. チャウタタウンシップ  
チャウタタウンシップのAdministration Officeでヒアリングを行い、以下の回答を得た。  
●チャウタタウンシップ管轄内の廃棄物の収集・処理の基準は特でない。  
●ヤンゴン港ティラワ地区の港湾建設現場はタウンシップにおける管理の対象外であり、現状は把握していない。

**<PPP調査団ヒアリング結果>**  
MITTへのヒアリングによると、港湾活動による廃棄物の大部分はゴミで、自治体が運営するごみ処理車にその都度週回収を依頼するとのことであった。船舶からのゴミ回収も船側からの依頼があれば回収車を取り次ぐとのことである。  
MITTがゴミ収集を依頼しているタンリン自治体にヒアリングしたところ、7台の回収車でゴミを収集しており、タンリン橋から東に約1.5kmの川沿いにある約5エーカーの陸上処分場に投棄している。特に手続きは不要で、依頼があればゴミを有料で回収するとのことである。

**<浚渫土砂>**  
本事業区域前面の水深は-18.0mと深いため、本港湾の機能維持のための維持浚渫は行われず予定である。また、港湾工事における浚渫量はPhase1部分では160,000m<sup>3</sup>、Phase3部分では27,000m<sup>3</sup>程度の予定である。

**土壌汚染**

盛土用土砂として想定されている河川土砂及び埋立予定地において、土壌調査を実施した。「ミ」国には土壌汚染に係る環境基準が設定されていないために、調査結果は日本の土壌汚染対策法及び農用地の土壌の汚染防止等に関する法律における含有量基準との比較を行った。盛土用土砂として想定されている河川土砂及び埋立予定地において、日本の土壌汚染対策法及び農用地の土壌の汚染防止等に関する法律における含有量基準を超過するレベルの有害物質は確認されなかった。

**表 土壌及び底質調査結果**

項目	基準値 <sup>1)</sup>	基準値 <sup>2)</sup>	事業予定地（陸上）				ティラワ沖			ヤンゴン川河口			
			L1	L2	L3	L4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
ヒ素	mg/kg	150	15	ND <sup>3)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
カドミウム	mg/kg	150	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
クロム	mg/kg	250 <sup>3)</sup>	-	98.7	80.6	105.3	107.3	83	36	38	70.5	75.3	80
銅	mg/kg	-	125	21.95	22.45	23.8	22.15	7.05	6.4	5.5	6.9	8.325	9.55
鉛	mg/kg	150	-	14.1	15.15	15.6	11.95	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シアン	mg/kg	50	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

	<p>1) 土壌汚染対策法                  2) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律                  3) 土壌汚染対策法では、六価クロムとして基準値が定められている                  4) ND:不検出                  出典：JICA調査団</p>																																																																	
騒音/振動	<p><b>&lt;ヒアリング調査&gt;</b>                  大気質と同時に騒音/振動に関してヒアリングを行い、以下の回答を得た。                  (ヒアリング調査の詳細は、7.4.4「ヒアリング調査」参照)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●タイムスケール：1.ティラワ建設工事開始後、2.油貯蔵施設建設作業開始後</li> <li>●ヒアリング場所：1.BayPauk集落、2.タンリン橋ルート、3.ダゴン橋ルート</li> <li>●回答：</li> </ul> <p>1.Bay Pauk集落：回答者13人中13人がティラワ建設工事開始後及び油貯蔵施設建設開始後共に「騒音/振動に変化なし」と回答した。                  2. タンリン橋ルート：回答者10人中10人がティラワ建設工事開始後に「騒音/振動に変化なし」と回答した。                  3. ダゴン橋ルート：回答者10人中4人がティラワ建設工事開始後に「騒音/振動に変化なし」と回答し、6人がティラワ建設工事開始後に「騒音/振動は悪化した」と回答した。</p> <p>ティラワ地区港の運用に伴う騒音/振動の悪化はBay Pauk集落及びタンリン橋ルート（Thilawa周辺）では確認されなかった。タンリン橋ルートでは、主に貨物を積載していないトラック交通の多い。また貨物を積載したトラックが通行するダゴン橋ルート（Banbwegon地区）では騒音が大きくなったとの回答が60%を占めた。</p> <p><b>&lt;交通量と騒音振動の予測&gt;</b></p> <p>1.工事中の騒音予測                  工事に供される1日あたりの大型車両の台数は緊急整備計画時;19台、全体計画時;34台である（大気汚染参照）。上記ヒアリング調査でも工事中の機材や車両交通における騒音/振動への影響は確認されなかった。</p> <p>2.供用後の予測                  PPP調査結果に基づき交通騒音と振動を試算すると下表の通りとなり、Phase I (2016年完工予定)、Phase III(2019年完工予定) 供用時と交通量に応じ増加していくが、道路から離れているBay Paukでは騒音、振動の現状、将来とも基準値を下回る。ここでは、道路際の現況騒音としてANT3の騒音測定結果を用い、それに想定した増加交通量による騒音を加えて、道路際の予測とBay Paukにおける騒音を計算した。振動は想定した交通量に基づき計算した。</p> <div style="text-align: right;">Unit: dB</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">Vibration</th> <th colspan="2">Noise</th> </tr> <tr> <th colspan="2">(*1)</th> <th colspan="2">(*2)</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>daytime</th> <th>night</th> <th>daytime</th> <th>night</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Standard</td> <td>Japan</td> <td>&lt;70</td> <td>&lt;65</td> <td>&lt;60</td> <td>&lt;50</td> </tr> <tr> <td>Thailand</td> <td></td> <td></td> <td>&lt;70</td> <td>&lt;70</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>Condition</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Surveyed Noise at ANT3</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Road Edge</td> <td>Present</td> <td>42</td> <td>24</td> <td>71</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Predicted (Phase1)</td> <td>50</td> <td>38</td> <td>71</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>Predicted (Phase3)</td> <td>56</td> <td>48</td> <td>72</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Bay Pauk 600m away from the road edge</td> <td>Present</td> <td>36</td> <td>24</td> <td>53</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Predicted (Phase1)</td> <td>40</td> <td>34</td> <td>54</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Predicted (Phase3)</td> <td>44</td> <td>39</td> <td>54</td> <td>43</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*1) predicted max. vibration level in 80% range                  (*2) predicted equivalent noise level                  出典：JICA調査団（PPP調査結果）</p>			Vibration		Noise		(*1)		(*2)				daytime	night	daytime	night	Standard	Japan	<70	<65	<60	<50	Thailand			<70	<70	Location	Condition				Surveyed Noise at ANT3	Road Edge	Present	42	24	71	55	Predicted (Phase1)	50	38	71	57	Predicted (Phase3)	56	48	72	60	Bay Pauk 600m away from the road edge	Present	36	24	53	39	Predicted (Phase1)	40	34	54	40	Predicted (Phase3)	44	39	54	43
				Vibration		Noise																																																												
		(*1)		(*2)																																																														
		daytime	night	daytime	night																																																													
Standard	Japan	<70	<65	<60	<50																																																													
	Thailand			<70	<70																																																													
Location	Condition				Surveyed Noise at ANT3																																																													
Road Edge	Present	42	24	71	55																																																													
	Predicted (Phase1)	50	38	71	57																																																													
	Predicted (Phase3)	56	48	72	60																																																													
Bay Pauk 600m away from the road edge	Present	36	24	53	39																																																													
	Predicted (Phase1)	40	34	54	40																																																													
	Predicted (Phase3)	44	39	54	43																																																													

<p>底質</p>	<p>水質汚濁と同様にS1～S5地点の河床の表層で底質調査を行った。評価は、「ミ」国及び周辺国において底質の環境基準が無いため、温暖な気候に属し、系統だったガイドラインが存在しているオーストラリアの浚渫土砂廃棄（海洋投棄）におけるスクリーニングレベルを採用した。このスクリーニングレベルを超過すれば、生物に影響を及ぼす可能性があると考えられる。なお、オーストラリアにおけるスクリーニングレベルは、北海周辺9諸国の基準（Level1）に比べ、おおむね中程度の値となっている。</p> <p><b>&lt;物理性状&gt;</b>          粒度組成は、S1～S4ではシルト分が60%以上と大きな割合を占めており、S5では粘土分が56%を占めた。比重は、2.67～2.70の範囲であり、含水比は51.14～69.44%の範囲であった。</p> <p><b>&lt;重金属&gt;</b>          銅及びニッケルがスクリーニングレベルを超過した。銅はS3～S5、ニッケルはS1～S5で超過した。</p> <p><b>&lt;有機汚染物質&gt;</b>          DDTが、S2～S5においてスクリーニングレベルを超過した。</p> <p>（底質調査の詳細は、7.4.2「底質調査」参照）</p> <p>調査団が行った底質調査結果では、重金属では銅及びニッケル、有機物ではDDTの値がスクリーニングレベルを超過していたが、周辺泥や土捨て場も同じレベルであった。港湾活動により底質の悪化が生じている場合には、現在稼働しているMITT前面のS2で底質の値が高くなるのが想定される。しかし、S2で特に高くなる傾向は見られなかった。</p>
<p>生態系</p>	<p><b>&lt;全般&gt;</b>          調査団が行った生態系調査結果では、IUCNレッドリストにおいて絶滅危惧種に指定されている種は確認されなかった。事業対象地区周辺は主に水田または水田跡地であり、河岸には干潮時に干潟が形成される。自然の植生が残されているのはクリーク周辺と河岸の一部のみである。生態系の影響評価において、重要と思われるマングローブの分布及びPlot 26内にあるクリークについて以下に述べる。（生態系調査の詳細は、7.4.3「生態系調査」参照）</p> <p><b>&lt;マングローブの分布面積&gt;</b>          事業対象地区であるPlot23～26（25と26の間の区間を含む）の面積は63.4haであり、そのうち植生が残る面積は14.2ha、マングローブの生育面積は1.2haであった。なお、マングローブは、事業対象地区周辺のヤンゴン川沿いやHmawun川沿いに一般的に生育している。</p> <p><b>&lt;クリークの状況&gt;</b>          Plot26内のクリークは、本事業対象地区（Plot23～26）の東側を南北に走る幹線道路からヤンゴン川まで約1km、幹線道路から東側の農地エリアに約1km流れている。総延長は約2km程度である。クリーク幅は、河口部では8～10m程度でクリーク中央部を横断する幹線道路付近では、約2～5m程度である。本調査の時期は雨季で満潮時であったが、クリーク幅は降水量とヤンゴン川の潮位差により異なるため、乾期で干潮時は、その半分以下と想定される。クリークの水源地は、干満差によるヤンゴン川からの流入が主であるが、農地エリアの陸側からの農業水や雨水の排水機能も果たしている。</p> <p><b>&lt;クリークの生態系調査結果&gt;</b>          生態系調査は、2012年8月11～15日にかけて、植物をライントランセクト法により、魚類を上流/中流/下流の3地点での投網（1地点3投）により行った。本調査により確認されたのは、以下の通りである。</p> <p>1.植物：クリーク沿いにはマングローブやその他の低木が混在して生育している。16科21種が確認されたが、IUCNレッドリストにおいて絶滅危惧種に指定されている種は確認されなかった。マングローブについては、Tomlinson(1986)の定義による主要マングローブ3種、副次的マングローブ1種、付随的マングローブ5種発見された。（マングローブの被度については確認中）。</p> <p>2.魚類：魚類では3科3種、エビ類は1科1種が確認されたが、IUCNレッドリストにおいて絶滅危</p>

	<p>惧種に指定されている種は確認されなかった。 10cm程度の小魚（ナマズ類）や小型のエビ類が、投網1投あたり0~1匹程度で、魚類の生息数は少ない。</p>												
<p>水象</p>	<p><b>&lt;浸食状況&gt;</b> 本事業区域では、速い流速（大潮時4~6knot）と河川の蛇行部に位置していることから、河岸浸食が進んでいる。Googleの航空写真によると、河川が蛇行しているPlot 25, 26の前面で2003年から2012年の10年間に約40m（4m/年）の河岸浸食がされている。また、調査団による地形測量によると、河岸からの法勾配は約1:1と非常に急勾配で、水深の深い部分では、Plot 25の前面で2010年から2012年の間に最大約10m（5m/年）の浸食がみられる。 （調査の詳細は、5.3.4「航路維持と浚渫船」参照）</p> <p><b>&lt;類似事例調査&gt;</b> MITTエリアにおいて、2003年と2010年で河岸浸食と植生範囲の比較をおこなったが、杭式栈橋構造が河岸浸食を緩和し、植生の再生に寄与することが確認された。これは、杭式栈橋の建設により、河岸部において河川の流速を抑えることが主な要因である。（調査の詳細は、5.3.4「航路維持と浚渫船」参照）</p> <p><b>&lt;陸上排水&gt;</b> 事業対象地区周辺及びSEZ開発地域内には、本クリークを含め6本のクリークが存在する。SEZ開発時には、これらのクリークはSEZの排水路として使用される予定である。 また、アクセス道路の西側にも排水路が存在している。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真 Plot26のクリーク</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 アクセス道路西側の水路</p> </div> </div>												
<p>地形/地質</p>	<p>「水象」と同じ調査結果。</p>												
<p>住民移転/用地取得</p>	<p><b>&lt;現状&gt;</b> 本事業対象地区（Plot23~26）の北側河川域に、Bay Pauk（BP）と呼ばれる集落があり、156世帯、536人が居住している。集落はPlot23より北側にも分布しており、本事業対象であるPlot23に11世帯42人が居住している。</p> <p>Bay Pauk居住者の生計手段は、大部分は零細漁業であるが、2世帯が農業を営んでおり、その農地は、Plot21と26エリア内に合計1.5+0.6=2.1ha（約21,000m<sup>2</sup>）である。Bay Pauk 集落全体のデータは下表（Bay Pauk集落 基本データ）の通りである。（MPAにより追加調査中）</p> <p>農地に関してはBay Pauk居住者以外に、Plot23~26にインド系ミャンマー人8人（すべて本事業対象地区内の居住者ではない）が稲作を行っており、Bay Pauk居住者所有の農地と彼らの農地の合計は本事業対象エリア内に23.2haである。（MPAにより追加調査中）</p> <p style="text-align: center;"><b>表 Bay Pauk集落 基本データ</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">集落名/Name of Place</td> <td>Bay Pauk</td> </tr> <tr> <td>世帯/Household</td> <td>156</td> </tr> <tr> <td>人口/Population</td> <td>536</td> </tr> <tr> <td>設立年/Established Year</td> <td>1994</td> </tr> <tr> <td>生計手段/Livelihood</td> <td>Fishery Farmer(2)</td> </tr> <tr> <td>収入/Income</td> <td>3,000 to 10,000 kyats/day</td> </tr> </table>	集落名/Name of Place	Bay Pauk	世帯/Household	156	人口/Population	536	設立年/Established Year	1994	生計手段/Livelihood	Fishery Farmer(2)	収入/Income	3,000 to 10,000 kyats/day
集落名/Name of Place	Bay Pauk												
世帯/Household	156												
人口/Population	536												
設立年/Established Year	1994												
生計手段/Livelihood	Fishery Farmer(2)												
収入/Income	3,000 to 10,000 kyats/day												

教育/Education	小学生：30名、中学生：20名、高校生：15名、大学生：0名（非就学者50名、就学率57%）
電気/Power Supply	発電機/Generator (6AM~9PM) 購入/Buying, 200 kyats/ day for Light
水/Water Supply	ため池/Pond 購入/Buying, 200 kyats/ 20 lit

MPA、Bay Paukの集落の長/居住者（BP）及び移転に関する直接の窓口であるKyauktan TownshipのAdministration Office（KT）へ行ったヒアリング結果を纏めると以下の通りである。

**< Bay Pauk居住者の移転の経緯 >**

1. Bay Paukの住民は元々Old Thilawa Villageと呼ばれる現在のMITTエリア（Plot5~9）辺りに住んでいたが、約15~20年前にその開発のため、Shwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteと呼ばれる内陸側の土地に移転させられた。（MPA、BP、KT）
2. 移転された後、BPの住民たちのほとんどは漁民であったため、Shwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteに与えられた土地を20,000~30,000Kyatで売却し、河川側である現在のBay Paukに移住した。Bay Paukエリアへの移住は、政府側（KT）と合意している。（BP）
3. 現在のBay Paukには当時のOld Thilawa Villageからの移民だけでなく、他のところからの移民も含まれている。（KT）

**< 補償について >**

1. Old Thilawa Villageから移転する際の補償については合意されている。（MPA、BP、KT）
2. 補償は、農地について、1エーカー付、20,000Kyat、住居について、Old Thilawa Villageと同様の土地をShwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteに与えた。（KT）
3. 移転の合意事項の一つである、Shwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteでの電気と井戸の供給がされなかった。またいくつかの住民は土地の供給を受けていない。（BP）

**< 本事業による移転について >**

1. Bay Paukの居住者は、ティラワ港の開発事業の噂を聞いて、2012年2月、大統領宛てレターにて、現在までの移転状況および次回移転時の要求を行っている。レター内容は以下の通り。（BP）
  - 1) 前回（15年程前）の移転の経緯  
昔から住んでいる、Thilawa Villageから移転した。最初内陸のShwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteを与えられたが、政府側との協議の結果、現在のBay Paukに移り住んだ。
  - 2) 政府側（KT）は電気/水をShwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteに供給すると約束したが、最終的に移転したBay PaukにもShwe Pyi Thar Yar Kwat Thiteにもされていない。
  - 3) 住居に関して土地のみの供給で新しい家を自分たちで建てた。そのため新たにThilawaが開発されると聞かすが、次回は新しい集落へ経済的な支援（と移転先）を考慮して欲しい。また新しい場所では前回の移転後に偏見を受けてきたので改善して欲しい。

本事業開始時の移転に関して、その必要性は認識している。ただ、移転先は内陸側の土地でなく河川側の土地が欲しい。（BP）

2. 移転に関して、現在直接担当している部署は、Kyautan TownshipのAdministration Officeである。上記レターの実状を調査し、2012年4月上層機関であるYangon Region Governmentにレポートを提出した。その後、上層機関での対応状況は2012年9月時点で不明である。（KT）
3. 15~20年前の前回の移転について、内陸部の新たな土地提供の補償も含めてすでに合意されている。また本事業地はMPA所有の土地であるため、事業開始前の今回の移転に関しては全く問題無いと認識している。（MPA）

**< 本事業対象地であるPlot23について >**

本事業対象であるPlot23に11世帯42人が居住している。Plot23の住民の生計手段はすべて漁民である。家畜飼育は見られなかった。

生計の主体である漁業実態は、以下の通り。

漁場：ヤンゴン川、本事業対象地域前面の河川地域

	<p>漁法：刺網、投網                  漁獲量：30,000Viss/Month (1 Viss=約1.633kg)                  漁業対象種：なまず、ニベ、ヒルサ、スズキ（シーバス）等                  現地踏査でのヒアリングによると、Plot21~23エリアに居住するBay Pauk Villageの集落の最低収入は、3,000Kyats/day (3.45USD/day) であり、労働日数を20day/monthとして、年収は約830USDとなる。Plot22,23でも同様の収入と想定される。                  また、家屋は各棟30m2程度の木造の高床式住居であり、農地は、Plot23に6haである。</p> <p><b>&lt;緊急整備計画対象地区Plot25~26(Phase1)について&gt;</b>                  緊急整備計画対象地区Plot25~26内に居住者はいない。                  用地の一部を7名の農民が利用している（MPA調査結果）。</p> <p>Bay Paukの住民ではないインド系ミャンマー人（Plot25~26で農業を行っているうちの1人）へのヒアリング内容は以下の通りである。                  1.インド系ミャンマー人は、1994~98年頃にここで農業を始めた。（他の2人は古くから農業を行っているとの事。）                  2.15年程前に住民移転に関しての補償（1エーカー、20,000Kyat）は受けた。しかし、(No.25~No.26 エリアにて) 事業が開始されなかったため、現在も農業を継続している。                  3. ティラワ港の開発事業については全く知らない。</p> <p>（添付：住民移転計画（案）参照）</p>
<p>貧困層</p>	<p><b>&lt;Bay Pauk集落&gt;</b>                  上記「住民移転/用地取得」でも述べた通り、Plot21~23エリアに居住するBay Pauk集落の最低収入は、3,000Kyats/day (3.45USD/day) であり、労働日数を20day/monthとして、年収は720,000kyat（約830USD）となる。</p> <p>貧困層の指標の一つである電気/水等のインフラへのアクセスについては、電気は私用Generatorから、一日6AM~9PMまで供給されており、使用料金はテレビ用で300Kyats/day、ライト用で200Kyats/day支払っている。生活水は集落中央に位置する雨水をためた池を利用している。雨季後2~3か月まで使用可能だが、その他の期間（1年の内3か月程度）、或いは一年を通じての飲料水はサプライヤーから200Kyats/20リットルで購入している。                  また教育レベルについては、小学生：30名、中学生：20名、高校生：15名、大学生：0名が学校に通い就学率は57%で、他地域の住民の教育レベルと比較しても多少低い程度である。</p> <p><b>&lt;農地使用者&gt;</b>                  Plot25~26を農地として利用しているインド系ミャンマー人の年収を推定したところ、1,675,123~4,973,022kyatであった。</p> <p>UNDP(2011)によるミャンマーの2010年の貧困線は年間の支出額として1人当376,151 kyatであり、当該被影響住民は貧困層には該当しないと考えられる。</p> <p>（添付：住民移転計画（案）参照）</p>
<p>雇用や生計手段等の地域経済</p>	<p><b>&lt;Bay Pauk居住者&gt;</b>                  現地踏査でのヒアリングによると、事業対象地区周辺居住者（Plot21~23のBay Pauk）536人の生計手段は、主に漁業である。その他、自給自足及び追加収入のための農業/家畜飼育を行っている。</p> <p><b>&lt;農地使用者&gt;</b>                  インド系ミャンマー人8人が、Plot23~26エリアに農地を持つ。彼らは、幹線道路の内陸側にも農地を所有しており、そこで稲作を行っている。                  （添付：住民移転計画（案）参照）</p> <p><b>&lt;漁業活動&gt;</b>                  Aouk Taw地区及びChaung Wa地区の漁業者にヒアリング調査を行った。主な漁法は刺し網であり、主な漁場はAouk Taw地区ではAouk Taw地区を中心とした区域、Chaung Wa地区ではHmaw</p>



Wunn Chaungクリークの河口部及びヤンゴン川のChaung Wa付近からOutar-Barの付近である（下図参照）。



図 Aouk Taw地区及びChaung Wa地区の漁業実施エリア

本事業予定地周辺で、2013/12/21~2014/1/4にかけて漁業実態調査を実施した。プロジェクト用地付近では、Bay Pauk地区を始め、Thatkaikwin地区、Nyaunggyaung地区、Thakutpin地区の漁業者が漁業を実施していた。漁法は船を用いた刺し網であり、主な魚種は、ニベ、ヒルサ、ナマズ類である。プロジェクト用地前面水域をA~D区域に区分すると、漁業は全域で広く行われており、区域ごとの日平均漁船数は20, 45, 11, 24隻であった。漁業は事業予定地から400m以上離れた水域で行われており、事業予定地前面の河岸での漁業（地引網、定置網等）は確認されなかった。

以上のことから、ヤンゴン川では、漁船による漁業が全域で行われており、本事業予定地周辺に限定されるような漁業は実施されていないと言える。

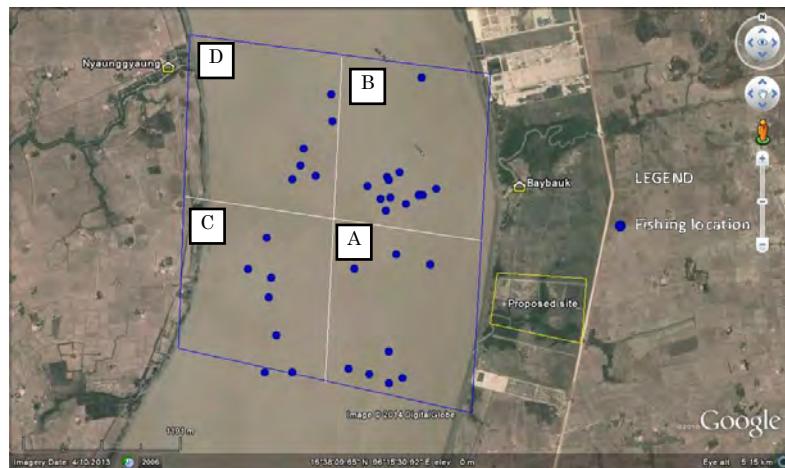


図 事業予定地周辺の漁業実施状況

<p>土地利用や地域資源利用</p>	<p>土地利用は、BayPaukの集落で主に住居エリア、生活用水のため池、船着き場等であり、そのエリアは約4haである。また農地は、Plot23~26エリア全体で23.2haである。</p> <p>地域資源利用は、雨水を利用した稲作農業及びヤンゴン川の水産資源（漁業）が主である。</p>
<p>水利用</p>	<p>ティラワ周辺にはティラワ貯水池、Banwewon貯水池、Zamani貯水池の3つの貯水池があり、灌漑用と生活用水供給等を目的としている。貯水量はそれぞれ1,360,000m<sup>3</sup>、1,890,000m<sup>3</sup>、6,630,000m<sup>3</sup>、日消費水量はそれぞれ5,000m<sup>3</sup>/day、6,400m<sup>3</sup>/day、17,045m<sup>3</sup>/day（合計28,445m<sup>3</sup>/day）である。（Ministry of Development Affairs）</p> <p>本事業による使用予定水量はPhase1で500m<sup>3</sup>/日、Phase3で1,200m<sup>3</sup>/日と予想されている。</p>



<p>既存の社会インフラや社会サービス</p>	<p><b>&lt;交通量&gt;</b>                  PPP調査結果によると、タンリン橋及びダゴン橋ルートの大規模車の交通量はそれぞれ現在366台/日、217台/日である。将来の1日あたり交通量のうち、緊急整備計画時（2016年完工予定）には工事中19台増、供用後75台増（ヤンゴン市街地方面）となり、全体計画時（2019年完工予定）には工事中34台増、供用後786台増（ヤンゴン市街地方面）となる。（大気質を参照）                  荷物を積載したトラックはダゴン橋ルート、空荷のトラックはタンリン橋ルートを通るため、各ルートにおける大規模車の1日あたりの増加量はその半分となり、緊急整備計画時には工事中10台増、供用後38台増、全体計画時には工事中17台増、供用後393台増となる。</p>																												
<p>HIV/AIDS等の感染症</p>	<p><b>&lt;HIV/AIDS&gt;</b>                  「ミ」国のHIV感染者数は1990年代に急増したが、2004年をピークに現在減少の方向にある<sup>1</sup>。しかし、2011年時点での推計感染者数は約216,000人（うち36%が女性）、同年のAIDS関連の病気による死亡者数は18,000人、新規感染者数は8,000人であり<sup>1</sup>、保健省の統計によれば、HIVは2011年の疾病別死亡者数の第1位となっている<sup>2</sup>。                  1: Global AIDS Response Progress Report Myanmar, National AIDS Programme, 2012.                  2: Health in Myanmar 2013, Ministry of Health.</p> <p>National Blood Center(NBC)の供血者からのデータに基づいた資料によると、ヤンゴン管区におけるHIV/AIDS感染比率は2010年度0.25%、2011年度0.15%であり、2005年度の0.55%に比較すると減少傾向にある。                  本事業対象地区であるティラワ地区の統計は無いが、ヤンゴン地区の比率を用いると、全工事作業員5000人と想定した場合に12~13人がHIV感染者であることが想定される。</p> <p><b>&lt;マラリア&gt;</b>                  ヤンゴン管区2011年度のマラリア症例数（外来）は3,631、マラリア症例数（入院）は453、マラリアによる死亡者数は15である。流行しているのは、Taikkyi, Hlegu, Hmowbiの3タウンシップ。（JICAヤンゴン事務所提供資料）</p> <p><b>&lt;デング熱-DHF(Dengue hemorrhagic fever:デング出血熱)&gt;</b>                  YCDC内ではなく、ヤンゴン管区全域の統計は以下の通り。（JICAヤンゴン事務所提供資料）</p> <table border="1" data-bbox="547 1153 1222 1413"> <thead> <tr> <th>場所</th> <th>年</th> <th>症例数</th> <th>死亡者数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">ヤンゴン管区全域</td> <td>2007</td> <td>4,786</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>2008</td> <td>3,604</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>2009</td> <td>3,333</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>3,162</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>576</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>基本的にデング熱の中で出血傾向を起こしたものをDHFと言い、「ミ」国では、厳密に区別せずにおしなべてDHFとしている。</p> <p><b>&lt;結核&gt;</b>                  2011年度のヤンゴン管区全域の統計は以下の通り。（JICAヤンゴン事務所提供資料）</p> <table border="1" data-bbox="438 1574 1331 1720"> <thead> <tr> <th>結核患者数 (絶対数)</th> <th>結核患者数 (10万人あたり)</th> <th>塗抹陽性結核患者数 (絶対数)</th> <th>塗抹陽性結核患者数 (10万人あたり)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22,547</td> <td>373</td> <td>7,672</td> <td>127</td> </tr> </tbody> </table> <p>「結核患者数」および結核の重要な指標である「塗抹結核患者数」の実数と人口10万人あたり患者数を本データで記載。（「結核患者数」は、「塗抹結核患者数」、「再治療結核患者数」・・・等の患者数を合計したもの。）</p> <p>「ミ」国は、22の高結核負担国、27の高多剤耐性結核負担国、41の高TB/HIV負担国の1国である。                  有病率調査の結果から、都市部は地方よりも有病率が高い。（330.7/人口10万人対 vs 216.1/人口10万人対）</p>	場所	年	症例数	死亡者数	ヤンゴン管区全域	2007	4,786	54	2008	3,604	31	2009	3,333	38	2010	3,162	21	2011	576	4	結核患者数 (絶対数)	結核患者数 (10万人あたり)	塗抹陽性結核患者数 (絶対数)	塗抹陽性結核患者数 (10万人あたり)	22,547	373	7,672	127
場所	年	症例数	死亡者数																										
ヤンゴン管区全域	2007	4,786	54																										
	2008	3,604	31																										
	2009	3,333	38																										
	2010	3,162	21																										
	2011	576	4																										
結核患者数 (絶対数)	結核患者数 (10万人あたり)	塗抹陽性結核患者数 (絶対数)	塗抹陽性結核患者数 (10万人あたり)																										
22,547	373	7,672	127																										

労働環境（労働安全を含む）	<p>工事中/共用時の労働環境については、現時点で「ミ」国の労働関連の法律は以下の通りであるが、労働環境及び労働安全に関する法律は無い。2012年10月現在、Minimum Wages Lawはドラフト作成中であり、Labour Standard Law or Labour Lawは名称も含め検討中との事である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Labour Organization Law (2011)</li> <li>- Settlement of Labour Dispute Law (2012)</li> <li>- Social Security Law (2012)</li> </ul>
事故	<p>タンリン橋及びダゴン橋ルートにおける大型車交通量は、緊急整備計画時（2016年完工予定）には工事中10台/日増、供用後38台/日増となり、全体計画時（2019年完工予定）には工事中17台/日増、供用後393台/日増となると予測される（“既存の社会インフラや社会サービス”参照）。そのため、交通事故が発生する可能性も増加すると想定される。</p>

出典：調査団作成

### 5.5.6. 環境影響評価

スコーピングにおいてA～Cに評価された項目に対して、調査結果に基づき環境影響評価を実施した。結果を下表に示す。

表 5.5-10 調査結果に基づく環境影響評価

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
汚染対策	1	大気汚染	C	C	B-	D	<p>&lt;工事中&gt; Bay Pauk 居住者へのヒアリングによると、現在行っている工事の建設機材の稼働等に伴う影響はほとんど確認されなかった。また、工事材料、資材等の多くは船舶による運搬が想定され、全体計画における工事車両の増加量は1日あたり34台程度である。これらのことから、本事業による影響は軽微と考えられる。但し、植生の除去（Site Clearance）、地盤改良終了後の盛土撤去時等、車両による多量の土砂等の運搬が実施される場合には、粉じん対策を実施する必要がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; 調査団が行ったヒアリングによると、現在のティラワ地区港運用による貨物輸送車両の交通量増加に伴う大気質の悪化は確認されなかった。貨物輸送車両の増加により試算した大気質の変化は、Bay Pauk 地区においては1%未満であり、本事業による影響は軽微であると考えられる。</p>
	2	水質汚濁	B-	B-	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt; 河岸の浚渫時（27,000m<sup>3</sup>）、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時に濁りが発生することが予測される。また、盛土載荷時に流出する余水からも濁り及び汚濁物質の発生が予測される。ヤンゴン川は速い流速により常時濁っており、影響は限定的と考えられるものの、工事による濁りを抑制するための配慮は必要と考えられる。（特に、シルト分の堆積及び底質に含まれる汚濁物質の拡散防止の観点から）コンクリート洗浄水等が河川に流入するリスクがある。杭打機等の作業機材から油が流出し、河川に流入する</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							<p>リスクがある。                      工事には最大250人程度の作業員が従事すると予測されるため、適切なし尿処理が必要となる。</p> <p>&lt;供用後&gt;                      BOD濃度について、現在稼働しているMITT前面で特に高い値を示さなかった。全地点で油分も検出されなかった。これらのことから、MITTと同規模の本事業についても影響は小さいものと考えられる。                      しかし、MITTでは汚水の自家処理を行っており、本事業でも建屋、ヤードからの排水や油性排水等の対策を行う必要がある。なお、「ミ」国はマルポール条約付属書I/IIを批准しており船舶からの油及び有害液体物質の排出が規制されている。                      なお、盛土からの余水は工事中に十分排水されることから供用後の余水による影響は小さいと考えられる。</p>
	3	廃棄物	B-	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;                      伐採材、浚渫土砂、盛土後の撤去土砂、コンクリート塊等の建設廃棄物、工事用機材からの排油などの廃棄物の発生が予測される。廃棄物処理に関する規制等は、事業対象地区には現状無く、廃棄物の適切な処理が必要である。（浚渫土砂の投棄に関しては、「底質」参照）</p> <p>&lt;供用後&gt;                      本港湾の機能維持のための維持浚渫は行われない。港湾設備や船舶から発生する廃棄物の適切な処理が必要である。</p>
	4	土壌汚染	C	D	D	N/A	<p>&lt;工事中&gt;                      盛土用土砂として想定されている河川土砂には、土壌汚染防止法における含有基準を超過するレベルの有害物質は確認されなかったため、土壌汚染のリスクは低いと考えられる。</p>
	5	騒音/振動	B-	B-	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;                      Bay Pauk 居住者へのヒアリングによると、現在行っている工事の建設機材の稼働等に伴う影響はほとんど確認されなかった。また、全体計画における工事車両の増加量は1日あたり34台程度である。これらのことから、本事業による影響は軽微である。ただし、現状でも道路沿いの騒音は70dB程度あり、ヤンゴン市街地へ向かうルート沿いには居住地も存在するため、影響を極力低減する努力が必要である。</p> <p>&lt;供用後&gt;                      調査団が行ったヒアリングによると、現在のティラワ地区港運用による荷役機械の稼働による影響はほとんどなかった。                      また将来交通量における騒音/振動の予測結果からも、Bay Pauk 地区における予測値は基準値を下回っており、影響は軽微であると考えられる。しかしながら、ヤンゴン市街地へ向かう交通量は786台/日程度（タンリン橋ルート、ダゴン橋ルートではそれぞれ393台/日程度）増加すると試算され、沿道には居住地も存在することから、騒音による影響を極力低減すること</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							が必要と考えられる。
	6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	N/A
	7	悪臭	D	D	N/A	N/A	N/A
	8	底質	C	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;</p> <p>本事業による浚渫で発生した土砂は、周辺の土捨て場に投棄されることが想定される。調査団が行った底質調査によると、重金属では銅及びニッケル、有機汚染物質では DDT がオーストラリアにおける浚渫土砂投棄（海洋投棄）のスクリーニングレベルを超過していたが、以下の理由により、投棄によるリスクは小さいと考えられる。</p> <p>ロンドン条約では、内水への投棄は各国の裁量によることが規定されている。「ミ」国はロンドン条約を批准しておらず、浚渫土砂の河川投棄の規制もないため、河川投棄が頻繁に行われている。また、オーストラリアのガイドライン（海洋投棄）では、スクリーニングレベルを超過しても、バックグラウンドを下回るレベルであれば、投棄可能としている。浚渫予定土砂に含まれる重金属、有機汚染物質濃度は、周辺土砂や土捨て場と同程度であり、浚渫量も 27,000m<sup>3</sup> と小さい。</p> <p>ただし、浚渫時及び投棄時には汚染されたシルト分の堆積や底泥の拡散を抑制する配慮は必要である。</p> <p>&lt;供用後&gt;</p> <p>MITT 前面で他の地点に比べて底質が高くなる傾向は見られなかったことから、港湾活動による底質への影響は小さいと考えられる。</p> <p>しかしながら、底質汚濁を抑制するための水質汚濁対策が必要となる（2.水質汚濁参照）</p>
自然 環境	9	保護区	D	D	N/A	N/A	N/A
	10	生態系	B-	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;</p> <p>調査団が行った生態系調査では、事業対象地区においてIUCNレッドリストで絶滅危惧種に指定されている種は確認されなかった。バースは栈橋構造であり、生物生息場の消失面積は限定的である。本事業区域の多くは空き地及び水田であり、騒音・振動の影響を受ける哺乳類はほとんど生息していない。また、周辺地域も多くが水田であり、鳥類の逃避も容易である。以上ことから、本事業が生態系に与える影響は小さいと考えられる。</p> <p>また、クレークの埋立てによる生態系への影響も以下の理由から、小さいと考えられる。</p> <p>1. 事業予定地面積（63.4ha）のうち、植生が見られる面積は14.2ha、マングローブの生育面積は1.2haとわずかである。</p> <p>2. マングローブは、事業対象地区周辺のヤンゴン川沿いやHmawun川沿いに一般的に生育している。</p> <p>3. 絶滅危惧種の生息生育は確認されず、魚類の生息数も少なく、生物の重要な生息地としての役割は小さい</p>

分類	N o.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							<p>と考えられる。</p> <p>4.事業地域周辺には本クリークの他に5本のクリークが存在することから、小型生物の生息も可能と考えられる。</p> <p>ただし、浚渫土砂による盛土やクリークの埋立・付け替え時には、埋立てに用いる土砂の余水からの濁り、汚濁物質の流出等への対策が必要となる。(2.水質汚濁参照)</p> <p>&lt;供用後&gt; 生物の生息生育地としての影響は&lt;工事中&gt;と同様の理由により小さいと考えられる。 水質汚濁による生態系劣化を抑制するために、水質汚濁対策が必要となる (2.水質汚濁参照)。</p>
	11	水象	C	C	B-	B+	<p>&lt;工事中&gt; &lt;陸上排水&gt;Plot26に流れるクリークは現在、背後地からの農業排水や雨水排水の排水路として機能している。将来的にも SEZ の排水路として予定されているため、現状の排水機能を維持する必要がある。また、幹線道路西側に流れる水路についても、確保する必要がある。</p> <p>&lt;供用後&gt; &lt;河川の流れ&gt; 棧橋構造の施設を建設することにより、それよりも内側では流速が低下し、河岸浸食が緩和されると考えられる。</p>
	12	地形/地質	D	C	N/A	B+	<p>&lt;供用後&gt; 棧橋構造の施設を建設することにより、それよりも内側では流速が低下し、河岸浸食が緩和されると考えられる。</p>
社会環境	13	住民移転/用地取得	B-	D	B-	N/A	<p>&lt;工事前&gt; &lt;Plot 23の住民移転&gt; Plot23には42人（11軒）が居住しており、これらに対する用地取得/住民移転計画の作成が必要</p> <p>&lt;用地取得&gt; Plot23～26の一部は農地として利用されており、これに対する用地取得/住民移転計画の作成が必要</p>
	14	貧困層	C	B+	D	D	調査結果に基づき、本事業地に貧困層は存在しない。
	15	少数民族/先住民族	D	D	N/A	N/A	N/A
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+/-	B+	<p>&lt;工事中&gt; &lt;雇用の創生&gt; 建設工事による新たな雇用が創出される。</p> <p>&lt;漁業活動への影響&gt; 工事中は、棧橋法線から100m程度のエリアにおいて関係者以外の立ち入りが規制されると想定されるが、漁業はヤンゴン川全域で行われており、漁業活動への影響は限定的である。</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							<p>ヤードの盛土時には、1日あたり数十隻程度の採砂船が周辺を航行することが想定されるため、作業船が漁業活動を妨げないように留意する必要がある。</p> <p>ヤンゴン川は常時濁っており、ナマズ目や、<i>Polynemus paradiseus</i>など、濁りに耐性を持つ魚種が多い。このことから、工事の濁りによる漁業への影響も限定的と考えられるが、濁りの影響を監視することが望まれる。</p> <p>&lt;農業活動への影響&gt; Plot23~26の一部は農地として利用されており、これに対する用地取得/住民移転計画の作成が必要</p> <p>&lt;供用後&gt; &lt;雇用の創生&gt; 港湾労働への新たな雇用により、地域経済へプラスの影響が見込まれる。</p> <p>&lt;漁業活動への影響&gt; 漁業は事業予定地周辺を含むヤンゴン川で広域的に実施されており、本事業用地前面は特別な漁場とはなっていない。漁船による刺し網は河岸から400m以上離れた水域で行われており、事業予定地前面の河岸での漁業（地引網、定置網等）は確認されなかった。供用後に予想される船舶の着岸回数は1日当たり約2~3隻程度である。また、大型船は日常的に、設置された漁網上を航行している。2012年9月にBay Pauk住民に対して調査団が行ったヒアリングでは、ティラワ地区港の建設及び供用において漁業への影響は無いことを確認している。以上のことから、本事業の供用による漁業活動への影響は限定的と考えられる。</p>
	17	土地利用や地域資源利用	C	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt; 水田が港湾用地として変換されるものの、開発面積は60ha程度であり、地域の農業資源への影響は限定的である。盛土からの余水等、工事における排水が周辺の農地に影響を及ぼさないよう配慮が必要である。</p> <p>パスは栈橋構造であり、漁業資源への影響も限定的と考えられる。ただし、水質汚濁による漁業資源への影響を抑制するために、水質汚濁の防止対策が必要となる。（2.水質汚濁、10.生態系参照）</p> <p>&lt;供用後&gt; 農業資源に影響を及ぼすような活動は想定されない。MITTと同規模の本事業についても水質汚濁の影響は小さく、漁業資源への影響も限定的と考えられるが、水質汚濁の防止対策が必要となる。（2.水質汚濁参照）</p>
	18	水利用	D	C	N/A	C	<p>&lt;供用後&gt; 本事業の使用予定水量は1,200m<sup>3</sup>/日と想定される。本事業地への具体的な水供給方法は、現在MPAで検討中であり、周辺への水利用に影響を及ぼさないよう、MOC、MOI等の関係機関と協議して供給方法を決定する必要がある。</p>
	19	既存の社会インフラや	C	C	D	D	<p>&lt;工事中&gt; タンリン橋、ダゴン橋ルートにおいて予測される工事</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
		社会サービス					車両の交通量は1日あたり17台程度のため、既存の社会インフラに与える影響は限定的である。  <供用後> タンリン橋、ダゴン橋ルートにおける供用後の貨物輸送車両の予想交通量は、1日あたり393台程度であり、既存のインフラに与える影響は限定的である。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	N/A
	21	被害と便益の偏在	D	D	N/A	N/A	N/A
	22	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	N/A
	23	文化遺産	D	D	N/A	N/A	N/A
	24	景観	D	D	N/A	N/A	N/A
	25	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	N/A
	26	子どもの権利	D	D	N/A	N/A	N/A
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-	C	B-	B-	<工事中/供用後> ヤンゴン地域のHIV、デング熱等の感染比率は減少傾向にあるが、他国と比べて依然と高い。工事作業員、港湾労働者の流入に伴いHIV等の感染症が拡大する可能性が考えられる。
	28	労働環境(労働安全を含む)	C	C	B-	B-	<工事中/供用後> 現時点でミャンマー国の労働環境及び労働安全に関する法律は無いため、プロジェクト単位で工事中及び供用後の労働環境に対する計画を構築する必要がある。
その他	29	事故	C	C	B-	B-	<工事中/供用後> 工事中及び供用後に水域交通及び道路交通の増加に伴う交通事故の増加への対策が必要である。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	N/A	N/A	N/A

A+/-: 重大な負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 影響の程度は明らかでない。(調査が必要。調査の過程で影響の程度が明らかになる可能性がある。)

D: 影響は想定されない。

出典: 調査団作成

### 5.5.7. 緩和策

環境影響評価においてA～Cに評価された項目に対して、工事中及び供用後に実施されるべき緩和策を下表に示す。



表 5.5-11 緩和策

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
工事中					
1	大気汚染	地盤改良終了後の盛土撤去時等、車両による多量の土砂等の運搬が実施される場合には、タイヤ洗浄、散水等の粉じん対策を実施する。	施工業者	MPA	工事費に含む
2	水質汚濁	①河岸の浚渫時、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時には濁りのモニタリングを実施する。浚渫土砂の河川投棄時には底開式バージ船を使用するなど、濁り対策を行う。その他、大きな濁りが発生した場合にはシルトプロテクターの設置、作業量の抑制などの対策を実施する。 ②盛土材からの余水管理、モニタリングを実施する。 ③コンクリート洗浄水等の河川への直接流出を防止する。 ④作業機材のメンテナンスを実施するとともに、油流出時の予防対策を実施する（オイルフェンス、中和剤、吸着材の準備）。 ⑤仮設トイレや浄化槽の設置とその管理を行う。	施工業者	MPA	①工事費に含む ②詳細設計時に決定 ③工事費に含む ④工事費に含む ⑤工事費に含む
3	廃棄物	①浚渫土砂を除く全ての廃棄物に関して河川及び投棄場以外への投棄を禁止する。廃棄物は、再利用に努めるとともに、施工業者により適切に回収、処分することを義務付ける。 ②浚渫土砂の河川投棄時には底開式バージ船を使用するなど、汚濁物質の拡散防止対策を行う。	施工業者	MPA	①②工事費に含む
5	騒音/振動	①工事車両の適切なメンテナンスを実施する。 ②適切な輸送ルートを選定、住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止、周辺住民、道路利用者への配慮を行う。	施工業者	MPA	工事費に含む
8	底質	①濁り防止対策（水質汚濁参照）を実施することにより、底泥の拡散を抑制する。 ②投棄場における底質モニタリングを行う。	施工業者	MPA	①0(水質に含む) ②詳細設計時に決定
10	生態系	①ヤードには緑地帯を設置する。 ②水質汚濁対策を行うことにより、生態系の劣化を防止する。	①MPA ②施工業者	MPA	工事費に含む
11	水象	①既存クレークは付け替え等を行い、既存の通水断面を確保する。 ②幹線道路西側の水路の流れを妨げないようにカルバートを設置	施工業者	MPA	工事費に含む

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
		する。			
13	住民移転 / 用地取得	<p>本事業実施前に用地取得/住民移転計画を作成する。</p> <p>なお、現時点での緩和策としては以下のことが考えられる。</p> <p>①Plot23内居住者 居住者は、事業開始前に退去すべきであるが、急な生活環境の変化を考慮し、以下の緩和策とする。現在使用の住居を最も移転の影響が少ない同じBay Pauk内に移転する。具体的には、Plot23からPlot22エリアへ住居（11棟分）を一時的に移動させる。 補償内容は、住居移転、インフラ設備の設置が考えられる。その他、必要に応じて生活再建策を講じる。</p> <p>②Plot23~26の農地 彼らの農地は、幹線道路を挟んだ東側（陸側）にもあり、収入も他の住民に比べて十分に（数1,000USD）あると考えられるが、生活水準を悪化させないことが原則となるため、生活再建策を講じる。また、土地上の投資に対する再取得価格での補償が必要となる。</p>	MPA	MPA	詳細設計時に決定
16	雇用や生計手段等の地域経済	<p>①濁り防止対策（水質汚濁参照）を実施する。</p> <p>②土砂運搬時等に、作業船が漁業活動を妨げないよう配慮する（漁船優先対策等）。</p> <p>③農地利用者に対して生計回復手段の実施とそのモニタリングを行う。</p>	①②施工業者  ③MPA	①②MPA  ③MPA	①②工事費に含む  ③詳細設計時に決定
17	土地利用や地域資源利用	<p>①盛土からの余水等、工事における排水が周辺の農地に影響を及ぼさないよう、排水路等を設置する</p> <p>②濁り防止対策を実施する（水質汚濁参照）</p>	施工業者	MPA	工事費に含む
27	HIV/AIDS 等の感染症	工事作業員に対し、HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動を行う。	施工業者	MPA	工事費に含む
28	労働環境（労働安全を含む）	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。（例：安全訓練、定期パトロール、安全会議の実施等）	施工業者	MPA	工事費に含む
29	事故	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。（例：フェンス、サインボードによる工事現場への関係者以外の立ち入り防止、警備員、警戒船の配置等）	施工業者	MPA	工事費に含む

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
<b>供用後</b>					
2	水質汚濁	①事務所からの汚水、生活排水は、浄化槽等により適切に処理した後に排水する。 ②コンテナ洗浄場、メンテナンスエリア等、油性排水が発生する可能性のある場所についてはオイルセパレータ等を設置する。 ③浄化槽の汚泥、オイルセパレータの排油は定期的に回収し、適切に処分する。 ④排水及び港周辺での水質モニタリングを実施する	① ② MPA ③ ④ 港湾運用者	① ② ③ ④ MPA	運営費に含む
3	廃棄物	①船舶及び事務所等から発生する全ての廃棄物に関して河川及び所定の廃棄場以外への投棄を禁止する。 ②廃棄物は、再利用に努めるとともに、港湾運用者により適切に処分する。	①MPA ②港湾運用者	MPA	②運営費に含む
5	騒音/振動	①貨物車両の適切なメンテナンスを実施する。 ②住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止、周辺住民、道路利用者への配慮を行う。	港湾運用者/ 運送業者	MPA	運営費に含む
8	底質	水質汚濁対策を行うことにより、底質汚濁を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
10	生態系	水質汚濁対策を行うことにより、生態系の劣化を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
17	土地利用や地域資源利用	水質汚濁対策を行うことにより、漁業資源へ影響を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
18	水利用	周辺への水利用に影響を及ぼさないよう、MOC、MOI等の関係機関と協議して供給方法を決定する。	MPA	MPA	—
27	HIV/AIDS等の感染症	港湾労働者に対し、HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動を行う。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
28	労働環境（労働安全を含む）	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
29	事故	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む

出典：調査団作成

### 5.5.8. モニタリング計画

工事前、工事中及び供用後に実施されるべきモニタリング計画を下表に示す。

表 5.5-12 モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度 (供用時は継続期間も明記)	実施機関
<b>【工事前】</b>				
住民移転/用地取得	住民移転、生計回復手段の実施状況	—	1～4回/年	MPA
雇用や生計手段等の地域経済	住民移転、生計回復手段の実施状況	—	1～4回/年	MPA
<b>【工事中】</b>				
大気汚染	実施された粉じん対策の内容	工事現場	1回/月	施工業者
水質汚濁	①河岸の浚渫時、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時 a. 濁り調査（水温、濁度[SS]、pH、塩分） b. 浚渫土砂の河川投棄時の濁り対策状況 c. その他濁り対策状況	a. 作業場所の上流及び下流  b,c. 作業場所	a. 作業時1回/週  b,c. 1回/月	施工業者
	②a. 盛土からの排水の濁り調査（水温、濁度[SS]、pH、塩分、油分[目視]） b. 工事排水対策の実施状況（排水路の設置等）	a,b. 排水口及びヤンゴン川の上流及び下流	a. 作業時1回/週 b. 1回/月	施工業者
	③コンクリート洗浄水等の処理状況	工事現場	1回/月	施工業者
	④作業機材のメンテナンス状況、油流出時の予防対策状況	工事現場	1回/月	施工業者
	⑤仮設トイレや浄化槽の処理と管理の状況	工事現場	1回/月	施工業者
廃棄物	①廃棄物の種類、発生量及び処分方法の記録	工事現場	1回/月	施工業者
	②浚渫土砂の河川投棄時の濁り対策状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
騒音/振動	①工事車両のメンテナンス状況	—	1回/月	施工業者
	②輸送ルートの設定状況、貨物車両の周辺住民、道路利用者への配慮状況（住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止など）	—	1回/月	施工業者
底質	①濁り防止対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
	②浚渫土砂投棄前、投棄後の底質調査（比重、粒度分布、含水率、全有機炭素、ヒ素、カドミウム、クロム、鉛、銅、ニッケル、亜鉛、DDT）	投棄場所	浚渫土砂投棄前、投棄中、投棄後の3回	施工業者
生態系	①緑地帯の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	②水質汚濁対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
水象	既存クリーク及び水路の通水断面の確保の状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA

環境項目	項目	地点	頻度 (供用時は継続期間も明記)	実施機関
住民移転/用地取得	生計回復手段の実施状況	—	1～4回/年	MPA
雇用や生計手段等の地域経済	①濁り防止対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
	②漁業活動への配慮状況	—	1回/月	MPA
	③生計回復手段の実施状況	—	1～4回/年	MPA
土地利用や地域資源利用	①工事排水対策の実施状況	工事現場	1回/月	MPA
	②濁り防止対策の実施状況（水質汚濁と同様）	工事現場	1回/月	MPA
HIV/AIDS等の感染症	HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動の実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
労働環境（労働安全を含む）	安全計画の作成及び実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
事故	安全計画の作成及び実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
<b>【供用時】</b>				
水質汚濁	①浄化槽等の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	②オイルセパレータ等の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	③浄化槽やオイルセパレータ等のメンテナンス状況	設置場所	1回/年（3年間）	港湾運営者
	④水質調査（水温、SS、pH、塩分、油分、BOD、COD、大腸菌）	排水口（2点程度）、港前面（2点程度、上層・下層）	4回/年（3年間）	港湾運営者
廃棄物	産業廃棄物の種類、発生量、処分方法の記録	港湾施設	4回/年（3年間）	港湾運営者
騒音/振動	①貨物車両のメンテナンス状況	—	1回/年（3年間）	港湾運営者
	②貨物車両の周辺住民、道路利用者への配慮状況（住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止など）	—	1回/年（3年間）	港湾運営者
底質	水質汚濁対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
生態系	水質汚濁対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
土地利用や地域資源利用	水質汚濁対策の実施状況（水質汚濁と同様）	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
水利用	水の供給方法及び水使用量	—	1回/年（3年間）	港湾運営者
HIV/AIDS等の感染症	HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動の実施状況	—	1回/年（3年間）	港湾運営者
労働環境（労働安全を含む）	安全計画の作成及び実施状況	荷役現場	1回/年（3年間）	港湾運営者
事故	安全計画の作成及び実施状況	荷役現場	1回/年（3年間）	港湾運営者

出典：調査団作成

---

## 5.6. 港湾管理運営制度と官民連携

ティラワ地区においては多数の港湾開発プロジェクトが進行中であり、新たな港湾開発に利用可能な Plot は 8 Plots のみとなっている（表 5.6-1）。したがって、本調査が対象とする 5 Plots の開発スキームは、ミャンマー国にとって貴重な水際線であることを念頭に検討される必要がある。アジアにおける港湾開発で適用された PPP（パブリック・プライベート・パートナーシップ）についての分析を通じて、ティラワ地区港における望ましい港湾管理運営制度を明らかにしていく。

表 5.6-1 ティラワ地区の現況

Plot No.	Owner's Name	Situation	Main Cargo
1	Myat Myatta Mon Company Limited {PLOT 1,2(A)} Apex Gas & Oil Public Co., Ltd. {PLOT 1,2(B)} Shwe Taung Company Ltd. {PLOT 1,2(C)}	Under Construction	Fuel
2			
3	PUMA Energy Group Pte., Ltd	Document Processing	Bitumen and Petroleum Product
4	MYANMAR INTEGRATED PORT LIMITED (MIPL)	Operation	General Cargo
5	MYANMAR INTERNATIONAL TERMINALS THILAWA LIMITED (MITT)	Operation	Container/ General Cargo
6			
7			
8			
9			
10	MPA-SMD PORT LIMITED (MSPL)	Pending of Construction	General Cargo
11			
12	Union of Myanmar Economic Holding Limited (UMEHL) {PLOT 14}	Construction hasn't started	General Cargo
13		Under Construction	Fuel
14			
15	Elite Petrochemical Co., {PLOT 15,16 (A/B)} Max Myanmar Co., Ltd {PLOT 15,16 C}	Under Construction	Fuel
16			
17	Green Asia Co., Ltd {PLOT 17,18 (A)} Denko Petrochemical Co., Ltd {PLOT 17,18 (B)} Thuriya Energy Depot Management Co., Ltd {PLOT 17,18 (C)}	Under Construction	Fuel
18			
19			
20	Union Solidarity and Development Association (USDA)	Construction hasn't started	Fuel
21			
22	Wilmar International Ltd. {PLOT 20/21}	Feasibility Study	Agricultural Products
23			
24			
25			
26			
27	MPA (ODA Loan) (5 PLOT) {PLOT 22/23/24/25/26}	Under Preparation	Container/ General Cargo
27	MPA (PLOT 27)	Remaining	
28	Myanmar Agribusiness Public Corporation Ltd.	Document Processing	General Terminal
29	Myanma Agricultural & General Development Public Co., Ltd. {PLOT29}	Document Processing	General Terminal
30	Diamond Star Co., Ltd. {PLOT 30}	Document Processing	General Terminal
31	MPA Plot 2/3 {PLOT 31}	Remaining	
31	IGE Service Co., Ltd. {PLOT 31/32 (B)} Kaung Myanmar Aung Shipping Co., Ltd. {Plot 31/32 (C)}	Under Construction	Fuel
32			
33	Padauk Shwe Wah Petrochemical Co., Ltd. {PLOT 33}	Under Construction	Fuel
34	Myanma Economic Coporation (MEC)	Operation	Ship Breaking Yard
35			
36			
37			

出典: MPA



### 5.6.1. PPPスキームの港湾管理運営システムへの適用とその進展

PPPスキームは、先進国、開発途上国の双方において港湾セクターに広く適用されている。その背景は次のように整理できる。

インフラ整備に投資できる公共資金の不足

公共部門における非効率な管理運営

急速なインフラ整備・改良及びフレキシブルな管理運営に対する要請

近隣港湾との競争

港湾の整備及び管理運営において、PPPスキームは従来の方式に比して多くの利点を有している。一般国民は、PPPスキームの活用により、官民の資金を活用した急速なインフラ整備及び民間の企業家精神による効率的な管理運営のメリットを受けることができる。政府は、公的資金の節減及び場合によりコンセッション期間終了後のインフラ資産の移転というメリットを期待できる。民間セクターは、ターミナル運営のビジネスチャンスを得ることができるのみならず、公的関与によりビジネスリスクを軽減できるというメリットを期待できる。

### 5.6.2. 港湾セクターにおける PPP

#### (1) 港湾管理運営スキームのカテゴリー

世界の港湾において採用されている港湾管理運営スキームは、パブリックサービスポート、ツールポート、ランドロードポート、プライベートサービスポートの4つのカテゴリーに大別できる。

##### 1) パブリックサービスポート

パブリックサービスポートにおいては、マスタープラン作成、インフラ整備（岸壁、用地造成、浚渫、防波堤）スーパーストラクチャー調達（機器、倉庫等）、土地所有、港湾管理、ターミナル運営を含む広範な分野の責任を公共セクターが負っており、民間セクターの関与はない。日本の港湾においては民間セクターが荷役を行っており、純粋なパブリックサービスポートはない。

##### 2) ツールポート

ツールポートにおいては、民間セクターがターミナル運営の責任を負っており、マスタープラン作成、インフラ整備、スーパーストラクチャー調達、土地所有、港湾管理等その他の分野については公共セクターが責任を負っている。地方自治体が管理する日本の港湾においては、ツールポートのスキームが採用されている。

### 3) ランドロードポート

ランドロードポートは、世界の民営化港湾において広く採用されているスキームである。このスキームでは、公的セクターはマスタープラン作成、土地所有、港湾管理に責任を負うとともに、パターン A においてはインフラ建設も行う。民間セクターは、スーパーストラクチャー調達、ターミナル運営に責任を負うとともに、パターン B においてはインフラ建設も行う。日本の主要コンテナ港湾のコンテナターミナルにおいてはパターン A が採用されている。パターン B は、APMT による東ポートサイドの Suez Canal Container Terminal (SCCT) のフェーズ 2 のように、メガオペレーターが開発するコンテナターミナルにおいて採用事例が増えてきている。

### 4) プライベートサービスポート

プライベートサービスポートは、パブリックサービスポートの反対の概念で、公的セクターは港湾の整備、管理に関与せず、民間セクターがマスタープラン作成、インフラ整備、スーパーストラクチャー調達、土地所有、港湾管理、ターミナル運営を行う。日本の主要港湾においては公的セクターがマスタープラン作成に責任を負うため、純粋なプライベートサービスポートはない。

## (2) 民間参加の形態

港湾分野における民間参加には様々な方法がある。ツールポートの中には、政府と民間企業がマネジメント契約を結び、公共セクターが民間オペレーターに対してマネジメントフィーを支払っている例がある。一方、政府が民間企業に対してターミナルオペレーションの免許を与えているツールポートもある。ランドロードポート（パターン A 及び B）においては、コンセッション契約を結び民間企業が固定のリースフィーおよび収入により変化する変動フィーを政府に支払う方式が適用可能である。この場合、典型的なコンセッション期間は 30 年である。パターン B においては、コンセッション期間の終了後、民間が整備した施設は公共に移管されることが期待できる（BOT 方式）。

## (3) アジアの事例

### 1) インドネシア

インドネシアは 2008 年 4 月に新海運法を制定した。従来、港湾の整備・管理・運営の幅広い機能を持っていた公企業（インドネシア港湾公社 I から IV）は、ターミナルオペレーターの 1 つとして位置づけられ、これによりインドネシアの主要港はパブリックサービスポートからインドネシア運輸省がランドロードの地位を占めるランドロードポートに転換されることとなった。なお、ジャカルタのタンジュンプリオク港の Koja Container Terminal は、1994 年に公企業であるインドネシア港湾公社 II と民間企業の間で締結された協定に基づく JV による運営が行われている。同ターミナルの建設、管理の期間は 1998 年の供用開始から 20 年間とされている。また、民間企業の株式持ち分は後日ハッチンソングループに売却され、現在はインドネシア港湾公社 II とハッチンソングループの持ち分比率は 52.12%対 47.88%となっており、この

比率で利益配分が行われている。

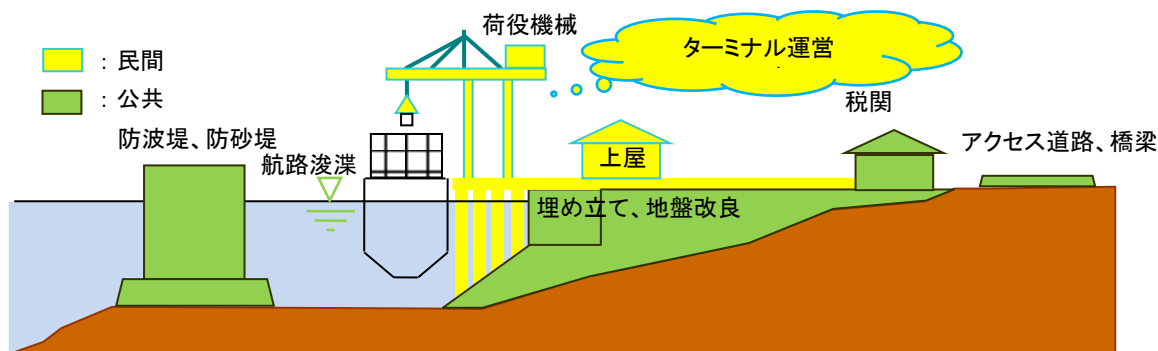
## 2) ベトナム

ベトナムにおいても、パブリックサービスポートからランドロードポートへの転換が進行中であり、北部のラクフェンや南部のカイメップ・チーバイといった主要な港湾においてコンセション手続きが進められている。この2港においては、どちらも日本の円借款を利用しているが、異なる PPP スキームによりプロジェクトが進められている（表 5.6-2, 3、図 5.6-1, 2）。大きな違いは、栈橋建設や荷役機械の調達を公共、民間のどちらのセクターが負うかという点である。この点は、財務分析を通じてプロジェクトが公共、民間の双方にとって利益のあるものとする過程で決定されるものである。このようなベトナムの事例は、ミャンマーで採用される PPP 方式の検討に当たってよい参考となる。

表 5.6-2 ベトナムのラクフェン港における PPP スキーム

プロジェクトコンポーネント	施設規模	プロジェクトのコスト及びスケジュール	投資・PPP スキーム	オペレーター
コンテナターミナル	2 バース（延長 750 m、水深 14 m）	1,600 億円（円借款 210 億円） 2013 年建設開始、 2016 年完成	公共（埋め立て、浚渫） 民間（栈橋、荷役機械） 50 年のコンセション契約（栈橋、荷役機械は、期間後も民間投資家の資産）	ハイフォン・インターナショナル・コンテナターミナル（日本企業とビナライズにより設立された JV）
防波堤	3,230 m		公共	
防砂堤	7,600 m		公共	
アクセス道路	16 km（5 km の橋梁を含む）		公共	

出典：国土交通省



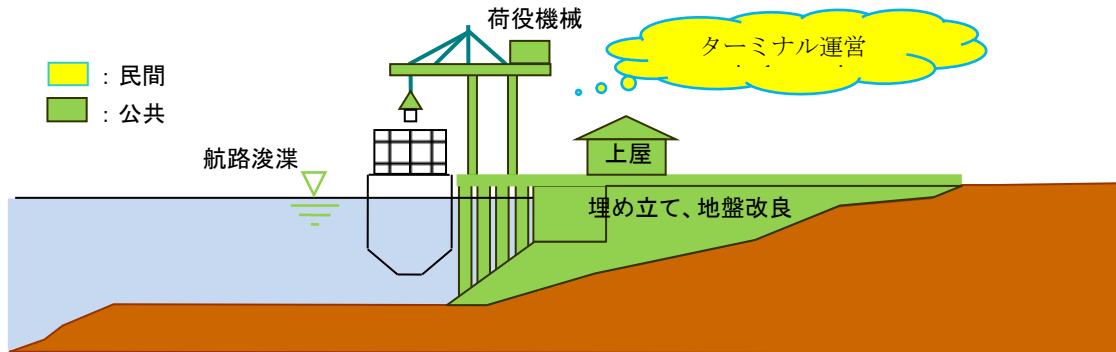
出典：国土交通省

図 5.6-1 ベトナムのラクフェン港における PPP スキーム

表 5.6-3 ベトナムのカイメップ・チーバイ港における PPP スキーム

プロジェクトコンポーネント	施設規模	プロジェクトのコスト及びスケジュール	投資・PPP スキーム	オペレーター
コンテナターミナル	2 バース (延長 600 m、水深 15 m)	360 億円 (円借款) 2008 年建設開始、2013 年完成	公共 (埋め立て、 栈橋、荷役機械) PPP スキームは 現在検討中	民間 (今後決定)
多目的ターミナル	2 バース (延長 600 m、水深 12 m)			
アクセス航路	航路水深 14 m			

出典：国土交通省



出典：国土交通省

図 5.6-2 ベトナムのカイメップコンテナターミナルにおける PPP スキーム

### 5.6.3. ティラワ地区港における港湾管理システム

#### (1) 検討すべき PPP スキーム

前述したように、ミャンマーの港湾においては様々な民営化スキームが採用されている。1つはティラワ地区の MITT において採用された BOT 方式であり、もう1つは本港の Bo Aung Gyaw Terminal で採用された売却方式である。さらに、本港の Sule Pagoda Terminal の改良プロジェクトでは、MPA と民間企業の JV によるターミナル運営が予定されているほか、ティラワ地区においても、民間企業に売却済みの Plot がある。ミャンマーの将来の経済発展を支えるうえで、ミャンマー政府としてティラワ地区における十分な貨物取扱能力を確保しておくことが不可欠である。Plot が民間企業に売却された場合、政府は水際線を輸送以外の用途に転換することを防ぐことができなくなる懸念がある。一方、政府と民間セクターは BOT スキームや JV 方式においてウイン・ウインの関係を構築することが可能である (表 5.6-4)。この観点から、ミャンマー政府は調査対象プロットの土地所有権を保持していくことが望ましい。

表 5.6-4 ミャンマーにおける港湾民営化スキーム

ターミナル	民営化スキーム	利点		欠点	
		政府にとって	民間セクターにとって	政府にとって	民間セクターにとって
MITT, AWPT, MIP	BOT (契約期間はそれぞれ異なる)	土地所有権の保持、リースフィー収入、企業家精神による効率的オペレーション	貨物量に応じた段階投資		
Bo Aung Gyaw	売却	売却収入、政府資金は不要、公的セクターの労働者減、企業家精神による効率的オペレーション	ターミナル運営を完全にコントロールできる、政府からの干渉を受けない	土地所有権とターミナル運営コントロールの喪失、将来のターミナル収入はゼロ	ターミナル購入のため、一時に大きな出費
Sule Pagoda Terminal No. 1, 2, 3, 4 (予定)	JV (MPA と民間企業)	土地所有権の保持、リースフィー収入、ターミナル運営収入、企業家精神による効率的オペレーション	政府機関と JV を結成することにより、法令変更などの政治リスクを軽減できる		

出典: ターミナルオペレーターからのヒアリング等に基づき調査団作成

ミャンマーの既存の BOT ターミナルにおいては政府資金の投入はされていないが、政府がインフラストラクチャーやスーパーストラクチャーの整備費用を負担すれば民間のビジネスリスクを軽減することができる。この観点において開発途上国の政府を支援するため、日本政府は前節で例示したような港湾開発案件に対して円借款を供与してきている。これらの事例において、開発途上国政府は譲許性の高い条件の円借款を活用してインフラストラクチャーやスーパーストラクチャーの整備費用を負担している。このスキームは、大規模な開発費用を要するとともに民間セクターにとって中程度のビジネスリスクを伴うプロジェクトに適している。本スキームでは、プロジェクトコンポーネントの官民分担の度合いによりさまざまなバリエーションがあり、表 5.6-5 に示した基本ケース以外にも種々の切り分け方が考えられる。また、ケース 1、2 は、コンセッション契約期間の終了後の民間投資資産の所有権のあり方により、さらに二つのサブケースに分類される。最適な PPP スキームは、これらのケースの財務分析を通じて明らかにする必要がある。なお、2013 年 2 月現在、日本側とミャンマー側の協議の結果、ケース 4 による役割分担に基づき円借款を供与する方向で検討が進んでいる。

表 5.6-5 コンテナターミナルの PPP スキームに関するバリエーション

ケース	公共負担のコンポーネント	民間負担のコンポーネント	ODA ローン	事例	ケース1に比して優れている点
ケース 1	なし	埋め立て、地盤改良、棧橋、荷役機械、舗装	なし	MITT, AWPT, MIP Sule Pagoda (予定)	
ケース 2	埋め立て、地盤改良	棧橋、荷役機械、舗装	円借款	ラクフェン (ベトナム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低金利資金の導入によるターミナル料金の低減</li> <li>● 民間セクターのビジネスリスクの軽減</li> </ul>
ケース 3	埋め立て、地盤改良、棧橋、岸壁クレーン、RTG、舗装、建物	ヤード荷役機械	円借款	カイメップ (ベトナム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低金利資金の導入によるターミナル料金の低減</li> <li>● 民間セクターのビジネスリスクの軽減</li> </ul>
ケース 4	埋め立て、地盤改良、棧橋、岸壁クレーン、RTG、ヤード荷役機械、舗装、建物		円借款		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建設工事、機器設置のタイミングの調整が容易</li> </ul>

出典：調査団作成

## (2) Sule Pagoda Terminal 改良プロジェクトにおけるオペレーター選定事例

本ターミナルの整備、運営を PPP により進めるにあたって参考となるのは、現在 MPA と民間企業の JV を念頭に入札手続きが進行中のヤンゴン港の Sule Pagoda Terminal の改良プロジェクト（図 5.6-3 参照）である。なお、港湾管理者と民間企業の JV によるターミナル運営は、インドネシアのタンジュンプリオク港 Koja Container Terminal の例がある方式である（5.6.2 (3) 参照）。Sule Pagoda Terminal 改良プロジェクトにおけるコンセショネアの選定手続きは以下の通り。2013 年 1 月現在下記 f) の手続きに入っており、順位第 1 位の者が必要書類を提出できなかったため、第 2 位の者との交渉が行われている。なお、MITT の場合にはこのような手続きにはよっていない。BOT 契約締結の 1996 年当時にはミャンマーへの外国投資が稀であったため、外国投資家（ハチソングループ）からミャンマー政府への提案を受けて、契約が結ばれている。

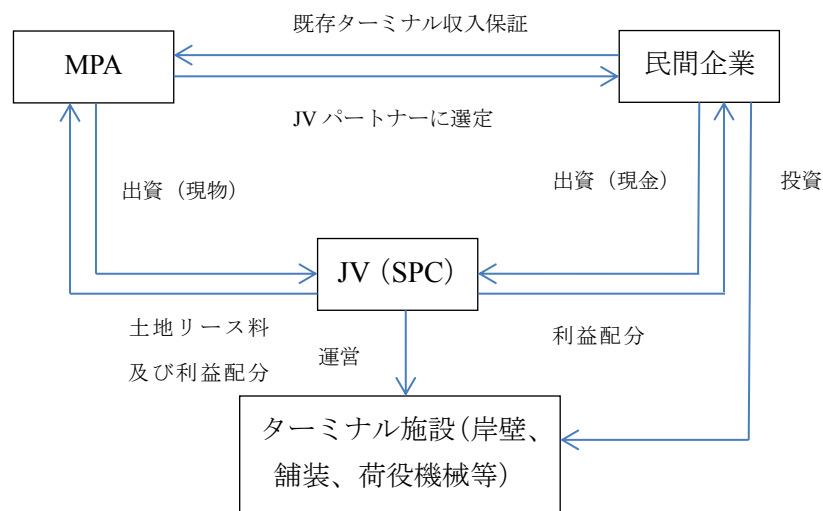
- a) 開札の 2 か月前に新聞に入札公告
- b) 国内投資家、外国投資家とも参加可能
- c) 応札者、メディア立会いの下開札
- d) 入札評価委員会で予め応札者に通知した基準に従い審査して上位 3 社を決定（委員長：

運輸省副大臣、委員：造船所総裁、MPA 総裁、民間航空局総裁、MPA ジェネラルマネージャー、MPA 部長、MPA 次席土木技術者)

- e) 審査結果を運輸省の管理委員会 (Management Committee) に提出
- f) 審査結果の上位者から順番に契約交渉 (会社概要、財務諸表、建築設計などの提出を求める)。合意に達したのち、司法長官が契約内容を確認し、ミャンマー投資委員会が承認する。

応札者の評価基準として、以下の項目が採用されている。

- a) 書類及び入札保証の不備がないこと
- b) JV 出資比率 (MPA の比率が高いほど評価が高い)
- c) 民間企業の投資額 (多いほど評価が高い)
- d) 土地貸付料 (多いほど評価が高い)



出典：調査団作成

図 5.6-3 Sule Pagoda Terminal 改良プロジェクトの官民連携

### (3) ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携及びオペレーターを選定

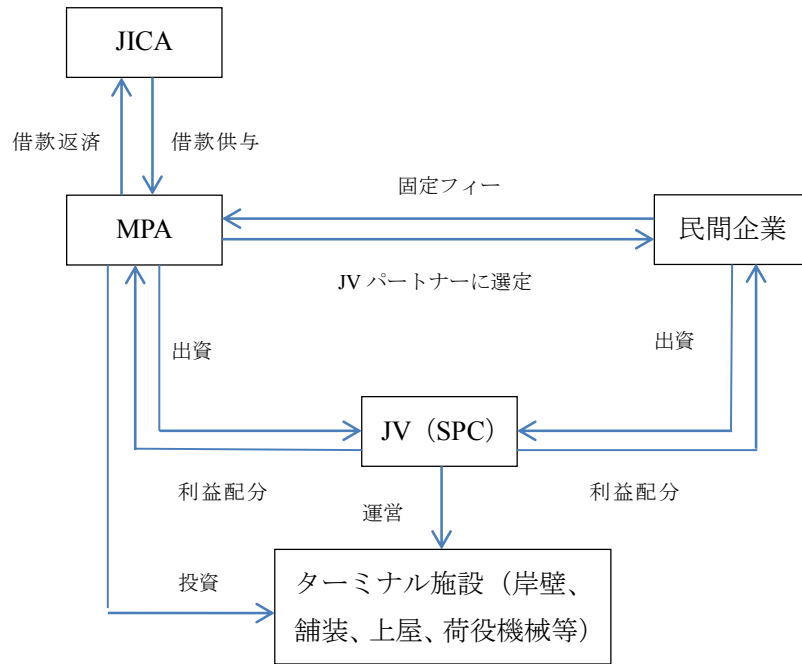
Sule Pagoda Terminal の改良プロジェクト及びティラワ地区港緊急整備計画はどちらも MPA と民間企業の JV による運営が想定される。前者では民間企業が岸壁、舗装、荷役機械を整備 (表 5.6-5 のケース 1) し、MPA は定額の土地貸付料及び現在のターミナル収入が保証される方式であるため、MPA の負うリスクは小さいのに対し、ケース 4 を想定するティラワ地区港緊急整備計画では、MPA が円借款の元利支払いを確実にできるような担保する必要がある。また、Sule Pagoda Terminal は現在供用中の施設であり MPA が収入を得ているが、ティラワ地区港緊急整備計画は新港開発であり MPA は収入を得ていないという違いがある。したがって、ティ



---

ラワ地区港緊急整備計画の官民連携において留意すべき事項は次のようなものがある。

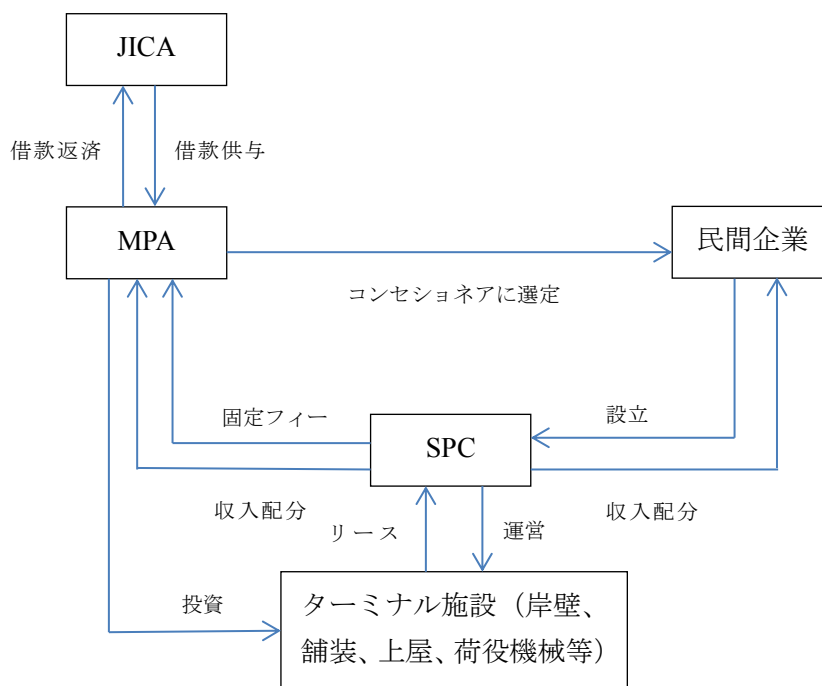
- a) JV の契約期間は、円借款の償還年数（10 年据え置き、40 年償還）と合致するよう 40 年に設定する。
- b) コンセションフィーを（固定フィー）＋（変動フィー）により構成し、固定フィーは財務計算から得られる円借款の元利支払いを賄える金額により設定して、オペレーター選定にあたっての与件とする。なお、建設期間中及び一般的に需要が少ない供用開始直後は低く抑える配慮が必要である。変動フィーは JV の経営努力にインセンティブを与えるため、出資割合に基づくプロフィットシェアとする（図 5.6-4）。固定フィーの支払いは、Sule Pagoda Terminal の事例同様 SPC からの支払いとしてある。
- c) オペレーター（JV パートナー）の評価基準として次のような項目を採用する。
  - 財務的健全性
  - ターミナル運営の経験
  - ターミナル運営計画の妥当性
    - 1) 需要見積もり
    - 2) 収支見積もり
    - 3) 集荷計画
    - 4) 陸送計画
    - 5) 要員計画
    - 6) ターミナルオペレーションシステム
  - 変動フィーの見積もり額



出典：調査団作成

図 5.6-4 ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携パターン (JV 方式案)

なお、JV 方式ではなく民間企業に直接施設及び機器をリースし、ターミナル運営のコンセッションを与える方法も考えられる。この場合もコンセッション期間は、円借款の償還年数（10年据え置き、40年償還）と合致するよう40年に設定する。コンセッションフィーを（固定フィー）+（変動フィー）により構成し、固定フィーは財務計算から得られる円借款の元利支払いを賄える金額により設定して、オペレーター選定にあたっての与件とする。なお、建設期間中及び一般的に需要が少ない供用開始直後は低く抑える配慮が必要である。変動フィーについては、リース方式の場合ターミナル運営コストのチェックをMPAが行うことが困難となるため、MPAにとっては利益配分ではなく収入配分とすることが望ましいが、民間企業にとって需要下振れの場合のリスクは大きくなる。



出典：調査団作成

図 5.6-5 ティラワ地区港緊急整備計画における官民連携パターン（リース方式案）

#### 5.6.4. ティラワ地区港湾開発への官民連携の検討

##### (1) 初期リスクの軽減

開発途上国における港湾ターミナルの開発、運営には様々なリスクがあり、外国投資を奨励するためには、プロジェクトの初期におけるリスクの軽減が非常に重要である。ティラワ地区港湾開発に関する経済社会条件に鑑み、調査団は主なリスクを明らかにし、その軽減策を提案する（表 5.6-6）。

表 5.6-6 ティラワ地区の PPP ターミナルにおける民間セクターのリスク軽減策

リスク	軽減策	備考
ターミナル運営の初期における貨物量不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 初期における固定フィーの割引による契約当事者間でのリスク分担</li> <li>✓ SEZ の着実な開発とそれによる貨物の発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 貨物量が一定水準に達するまではどんなオペレーターも利益を上げることはできない</li> <li>✓ SEZ 開発とのコーディネーションが必要</li> </ul>
MITT のコンセション契約における競争制限条項の発動	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ティラワ地区における貨物需要の緊密なモニタリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 競争制限条項の発動条件は MITT ターミナルに設置されるガントリークレーンの基数により変動する</li> </ul>
他のターミナルとの競争に起因する貨物取扱料金の値引き	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 高質な物流サービスの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ オペレーターは、自社トラックにより背後圏への内陸輸送を提供している MITT との競争にさらされる</li> </ul>

近隣地区における競合ターミナルの開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ コンセション契約において新コンテナターミナル開発に関する第一先買権を規定</li> <li>✓ コンセション契約において競争制限条項を規定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 近隣地区における過剰なターミナル整備は PPP ターミナルの財務的健全性に悪影響を与える</li> <li>✓ MITT のコンセション契約における競争制限条項との整合性が必要</li> </ul>
民営化ターミナルに対する不公平な取扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 全てのターミナルに対する MPA の公平な取扱い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 外国船社に対してはドル建て料金が適用されているのに対し、ミャンマーの海運会社には Kyat 建ての料金が適用されている</li> </ul>
政府による港湾インフラ開発の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政府が分担するコンポーネントに対する確実な資金源の確保</li> <li>✓ コンセショネアがこうむる損失の補償</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 円借款は確実な資金源となりうる</li> </ul>
不十分な維持浚渫に起因する所要水深不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ MPA による着実な維持浚渫の公約</li> </ul>	
政府による関連インフラ（道路、鉄道、電力、水、SEZ）整備の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政府による関連インフラ整備の公約</li> </ul>	
経済発展の減速	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SEZ の着実な開発と貨物の発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SEZ 開発とのコーディネーションが必要</li> </ul>
政治リスク (例) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 法令変更</li> <li>✓ 外国為替の制限</li> <li>✓ 海外送金の禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ コンセション契約において適切なリスク分担スキームを規定</li> <li>✓ コンセション契約において不可抗力やそれに伴う契約変更を規定</li> <li>✓ 政府機関との JV の設立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2012 年 11 月、新外国投資法が成立</li> </ul>

出典：調査団作成

## (2) PPP 事業主体の設立

ミャンマーにおいて港湾関連の PPP 事業を開始するにあたって、外国投資家は現地に登記された会社を設立しなければならない。ミャンマーにおいて会社を設立するには以下の 2 つの方法がある<sup>5</sup>。

### (3) 外国投資法に基づく設立<sup>67</sup>

外国投資家は外国投資法に基づき会社を設立することができる。この場合、外国投資家はミャンマー投資委員会（MIC）に投資許可を求めるとともに、国家計画経済開発省から事業許可を得る必要がある。外国資本の出資比率は新法では 99%まで可能である。100%外資による会社の設立は 1988 年制定の旧外国投資法では制限なく認められていたが、新外国投資法では MIC が認める分野でのみ可能とされた。また、新法では旧法にはなかった規定として「民族の伝統文化、習慣に影響を与える事業」や「資源、環境、生態系に影響を与える事業」などの外資参

<sup>5</sup> Myanmar Business Guidebook (2011-2012), JCCY/JETRO Yangon Office

<sup>6</sup> JETRO ウェブサイト 世界のビジネスニュース 2012 年 11 月 8 日ヤンゴン事務所

<sup>7</sup> ダイヤモンドオンライン ミャンマーその投資ブームは本物か 2012 年 11 月 8 日杉田浩一

入規制業種が定められた。外国投資法に基づき設立された会社は、法人所得税免除の優遇措置を受けることができ、その期間は、旧法における事業開始後3年間から新法では5年間に拡充された。旧法では事実上不可能であった Kyat をドルに換算しての外国送金も新法下では可能となった。

一方、旧法下では具体的規定がなかったミャンマー人雇用義務が課せられたことは、外国投資の奨励上はマイナスとなる可能性がある。具体的には、会社設立後2年以内、4年以内、6年以内に、ミャンマー人労働者をそれぞれ25%、50%、75%以上とすることが求められる。また、非熟練労働者の雇用はミャンマー人に限定される。

#### (4) 会社法に基づく設立

外国投資家は、会社法に基づき MIC の許可なしに会社を設立できる。この場合、法人所得税免除などの優遇措置を受けることはできない。会社法では、事業分野ごとに最低資本金を定めている。

### 5.7. 港湾保安対策

#### 5.7.1. 設計方針

##### (1) 基本方針

ターミナルの保安を確保するために、制限区域の場周をフェンスで囲い、ゲートにて出入り管理を行うものとする。制限区域内外の監視においては、保安要員による人的監視及びカメラを使用しての機械的監視を行う。さらに情報伝達や電源のバックアップ等のシステムも考慮して機材整備計画を立てる。

機材の性能については、各機材が設置場所に応じて要求される役割を十分果たせるような仕様を考慮する。

##### (2) 基本計画

設計の基本方針に対応する保安機材は以下の通りである。

表 5.7-1 設計方針と保安機材

	強制用件	対応保安機材
1	港湾施設への出入りの制限	フェンス、ゲート
2	港湾施設への出入りの監視	CCTV カメラ監視システム
3	港湾施設の監視	CCTV カメラ監視システム
4	制限区域への不審者(車)の侵入監視	CCTV カメラ監視システム
5	場内緊急通信の確保	場内放送設備
6	停電時の監視機能の確保、データ保持	無停電電源装置 (UPS)、非常用電源装置
7	コンテナ貨物の検査	X 線検査装置

出典：調査団作成

テロ対策を中心的課題として港湾保安計画に示される保安を確保するために必要な機材として、上記要件を踏まえた整備機材としての絞り込みを行い、以下に述べる機材の選定を行った。

#### 1) フェンス、ゲート

フェンスによって制限区域を囲い、当該施設の保安を確保する上で立ち入る必要性のある者と無い者の入場を管理する区域を明確にする。入場の必要のあるものは、出入り口として示されたゲートから入退場を行う。

フェンス及びゲートには外向きの忍び返し及び有刺鉄線を設置し、不審者の侵入への心理的抑圧効果及び侵入遅延効果対策とする。

#### 2) CCTV カメラ監視システム

CCTV はターミナルの場周に中距離視程の旋回型のカメラを設置する。また、コンテナゲート及び人、車両用のゲートにはそれぞれ近距離視程の固定式 CCTV を設置する。

ヤード内はコンテナが積まれることによって多くの死角が出来るため全てを監視することが出来ず、制限区域の場周をフェンスに沿って CCTV で監視することによってフェンスからの侵入者や不審者を監視し、制限区域内の保安を確保することを監視方針とする。旋回型 CCTV の場合カメラの旋回やズームアップにより、必要な映像の入手が可能である。一方固定式 CCTV は車両及び運転手の入退場時の監視を行う。なお、場内の監視は、警備員の巡回による。

場周に設置する旋回式 CCTV は制限区域境界フェンスの内側に設置する。固定式 CCTV はそれぞれのコンテナゲート及びコンテナ以外の車両や人が入場するゲートを監視できる場所に設置する。

モニタ監視制御設備は信号伝送変換器によって電送された複数台の CCTV カメラの映像・制御信号をデジタル化し、モニタディスプレイに関し映像を選択表示する。また、一定期間の CCTV カメラの画像を録画できる映像記録装置を設置する。

### 3) 照明設備

制限区域の場周及びゲート部に設置する。照度は、監視カメラの被写体照度が確保でき、かつ監視員が異常の有無を確認できる明るさとする。場周を明るくすることによる侵入者への心理的抑圧効果も期待できる。

### 4) 放送設備

制限区域内の人々及び停泊中の船舶に、音声によって一斉に緊急放送が出来るように設置する。スピーカーは、場内照明灯や保安照明のポールに取り付けることも可能である。

### 5) 無停電電源装置 (UPS)

突然の停電時においても機械監視を継続できるようにするために UPS を設置し、CCTV やモニタ、映像記録装置などに電源を供給する。

### 6) 非常用電源装置 (発電機)

停電時において、UPS の供給限界前に CCTV やモニタ、映像記録装置などに電源を供給する。停電発生時に自動的に起動し、復電信号で自動的に停止する機能を備えた自動起動盤を装備する。

### 7) X線検査装置

「ミ」国においては直接テロに晒される可能性は低いと思われるが、「ミ」国を經由して危険国への大量破壊兵器等の物品の不正輸出や、欧米諸国等をねらったテロが発生する可能性は否定できない。従って、コンテナ用 X線検査装置を導入し、税関における保安を向上させることにより保安体制が強化され、同国がテロの温床となる可能性が低減し、国内の治安が維持されることが期待される。

## (3) 必要性能と標準仕様

### 1) フェンス、ゲート

フェンスは境界を識別するとともに入場の不用な人物の侵入を阻む役割がある。侵入を阻む要件としては、その構造や周囲の環境による心理的抑圧効果が考えられる。また、侵入に対する遅延効果は、フェンスの構造によって対処する。

必要性能：

- 一定の高さを持つこと。
- 忍び返し及び有刺鉄線の設置
- フェンスの網目サイズを一定以下にすること。



- 侵入を手助けする電柱や樹木などをフェンス近傍に設置しないこと。(クリアゾーンの確保)

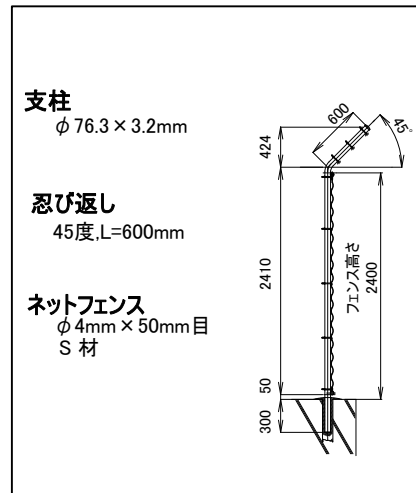
標準仕様：

フェンスの仕様は、日本の仕様及び、米国沿岸警備隊太平洋部隊を参考として以下とする。

- フェンスの高さは2,400mm、忍び返しの長さ450mmとする。
- 忍び返し部分に有刺鉄線を3条設置する。
- フェンスの網目は容易に足をかけられないように53mm以下とする。
- フェンスの鉄線の径3.2mm以上（被覆線の場合は、被覆の厚みを除く）とする。

ゲートの仕様はフェンスに準じる。

なお、格子式のフェンスを採用する場合は、幅を50mm以下、横梁を内側に設置することにより足がかからないようにする。



出典：(社)日本港湾協会

図 5.7-1 フェンス

## 2) CCTV カメラ監視システム

CCTV カメラを制限区域場周とゲートに設置することによって、侵入に対する心理的抑圧効果をもたらすとともに侵入に対する工作、侵入行為を発見する。

必要性能：

- 制限区域境界のすべての場所を監視できること。
- 自動巡回監視機能が備わっていること。
- 保安照明との組み合わせで、夜間黒色の衣服をまとった不審者の具体的行為

を特定できること。

- 不審者の行為を十分追跡できる回転速度であること。(回転式カメラ)
- 落雷、雨滴対策がされていること。
- カメラの映像を一定期間録画できること。

標準仕様：

- 岸壁部、境界部、ヤード内が監視可能なように回転範囲は 360 度とする。
- プリセット機能を有し、回転速度は水平 180° /秒以上、垂直 60 ° /秒以上を目安とする。手動操作時の回転速度は、走っている人間が追跡出来る速度とする。
- 夜間の水平照度 3 lux において最大距離で黒衣の人物の動作が確認できるカメラ、レンズとする。
- カラーカメラとする。
- モニタは 20 インチ以上とする。風雨、湿度、温度変化を考慮し、ワイパー、デフロスタ等の視界確保のための装置がついているか、取付けられる構造とする。
- 耐雷対策をとり、被雷に十分な配慮をする。
- 映像記録装置は、全てのカメラを主たる仕向地への輸送期間+1 週間以上記録できる容量とする。
- 場周に設置する回転式 CCTV は、制限区域境界フェンスの内側 1.0~1.5m とする。

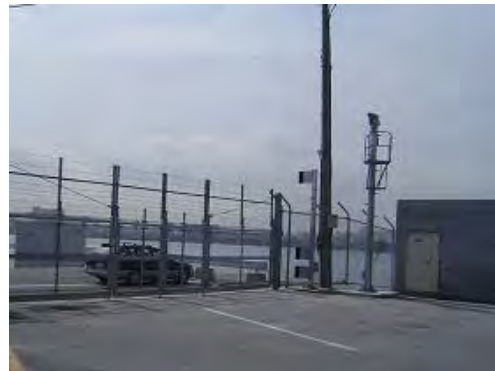


図 5.7-2 回転式カメラ

### 3) 照明設備

制限区域場周を照らすことによって、侵入者に対する心理的抑止効果と、監視カメラや人的

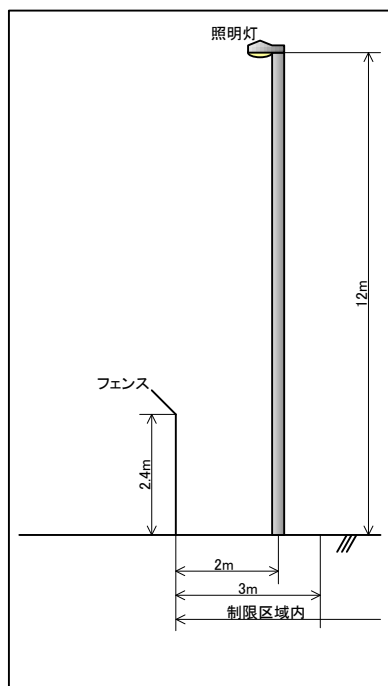
警備（巡回）の照度を確保する。従って、保安照明は制限区域内のフェンス沿いに、外向きに設置する。

必要性能：

- 監視カメラ及び巡回警備員が不審者を視認できる照度であること。
- 監視カメラの画角内に光源が入らない高さであること。
- 停電時にも監視カメラの映像を確保できる照度を確保できるように非常電源を持つこと。
- ゲートにおいては身分証明書等が確認できる照度を確保すること。

標準仕様：

- 水平照度 3 lux を保てる配置とする。
- 照明の高さは 10m～12m を標準とする。
- 停電時は発電機から電源が供給されるようにする。
- ゲートの照度は、30 lux～50 lux を確保する。



出典：(社)日本港湾協会

図 5.7-3 照明灯

#### 4) 放送設備

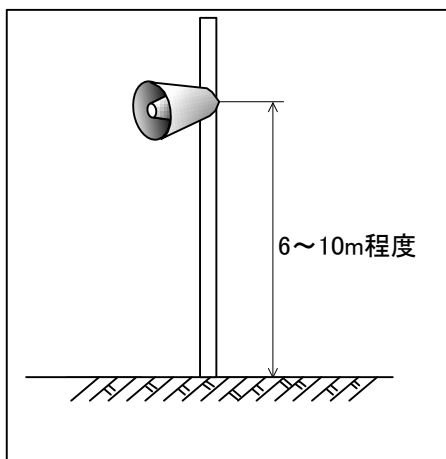
制限区域内において緊急放送が行えるように放送設備（スピーカー）を設置する。

必要性能：

- 制限区域内の全ての場所において一斉放送が聞こえること。
- 係留中の船舶のブリッジにおいて一斉放送が聞こえること。

標準仕様：

- 制限区域内は 75db を確保できるようにスピーカーを配置する。（日本の消防用設置基準による）
- 係留船舶のブリッジでは 85db を確保できるようにする。
- スピーカーは場内照明、保安照明、監視カメラ等の支柱に設置することを基本とする。



出典：(社)日本港湾協会

図 5.7-4 放送設備仕様

## 5) 無停電電源設備 (UPS)

突然の停電時にも CCTV 監視システムが働くように UPS を備える。

必要性能：

- システムの発電機への切り替え、いざというときの連絡、待避等が十分行える時間の間給電できる性能であること。

標準仕様：

- 定格出力は 10KVA とし、電力供給時間は 10 分以上とする。

### a) 非常用電源装置 (発電機)

UPS は停電発生時のみに電力を供給できる装置であり、長時間には対応できない。そこで UPS と発電機を組み合わせることで給電維持を行う。発電機は長時間電源供給のバックアップが出来る。

るものの、起動には時間がかかるので、その間 UPS が無遮断で給電を維持する。

必要性能：

- UPS が発電機の負荷になるために、それを含めて十分な容量のものを整備すること。

標準仕様：

- 現場に設置する UPS、保安照明、監視システム等の負荷を考慮し出力 25KVA 以上とする。
- 停電の発生原因の究明、対処、避難等の時間を考え、2 時間以上連続運転が可能な燃料タンクの容量を有する。
- 自動切換器の停電電信号で自動始動し、復電信号で自動停止する。

## 6) X 線検査装置

X 線検査装置を用いてコンテナ貨物を非破壊検査（透視検査）する事によって貨物の安全性を担保する。また、これにより時間あたりに検査できる貨物量が増加し、保税倉庫に蔵置する期間が短縮される。

必要性能

- 330mm 以上ある物質を突き抜ける、透過能力があること

標準仕様

- X 線エネルギー 4~6 MeV とする。

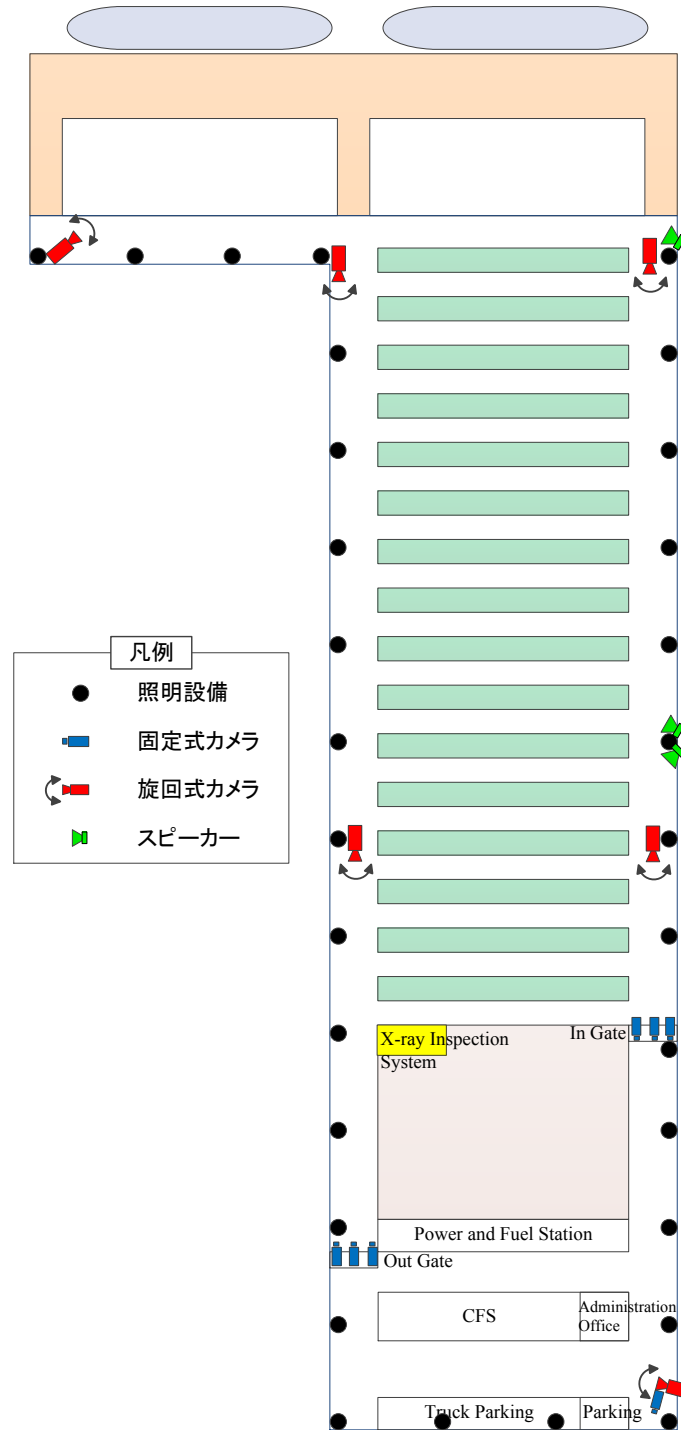


図 5.7-5 大型及び移動式中型 X 線検査装置

5.7.2. 機材配置計画

(1) 配置計画

ティラワ地区整備計画における保安機材の配置計画（案）を以下に示す。



出典：調査団作成

図 5.7-6 保安機材配置計画（案）

## 1) CCTV カメラ

CCTV カメラを制限区域場周部に設置し、フェンスや岸壁からの不正侵入を監視する。基本的な設置の考え方を表 5.7-2 に示す。この配置方針に沿ってフェンス沿いに死角が出来ないようにカメラを配置する。岸壁上にカメラを設置すると、舳い網等の邪魔になる可能性があるため、岸壁監視は図 5.7-6 左上のカメラにて監視する。コンテナゲート及び一般車両・人の入場ゲートには固定カメラを設置する。

カメラの設置位置はフェンスから 1.5~2m 離すものとする。モニタ室より遠隔操作によってカメラが作動する範囲で任意の場所が監視でき、侵入者を早期に発見し、警告を発し、侵入の抑止または撤退効果を得る。また、映像は仕向地への輸送期間+1 週間程度を考え、2 週間程度記録できる様にする。

表 5.7-2 監視カメラの配置の考え方

監視場所	目的	設置条件
岸壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>岸壁からの不正侵入の監視</li> <li>不審者の具体的行為を特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エプロンの見通しが利き、本船への不正アクセスを監視できること</li> <li>保守性、振動及びカメラへの妨害工作、盗難等を考慮し、場所及び高さを決定する</li> <li>岸壁際に設置する場合は、荷役や舳いの邪魔にならないところに設置する</li> </ul>
境界	<ul style="list-style-type: none"> <li>境界からの侵入、フェンス等への工作を監視</li> <li>不審者の具体的行為を特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>制限区域内を監視</li> <li>境界全体を監視</li> <li>保守性、振動及びカメラへの妨害工作、盗難等を考慮し、高さを決定する</li> </ul>
ゲート	<ul style="list-style-type: none"> <li>人、車両物の出入記録</li> <li>不審者の具体的行為を特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドライバーの顔及び車両番号が見える位置に設置する</li> <li>基本的に、ゲートハウスまたは門柱に設置する</li> </ul>

出典：調査団作成

## 2) CCTV カメラ用モニタ

1 台のモニタに多数のカメラを割り当てるとそれぞれの画像が小さくなり見にくくなる。従って、日本国内の一般的な仕様と同様に 1 台のモニタで 4 台のカメラ画像を見るようにする。またそれとは別にズームアップ用のモニタ 1 台を用意する。

## 3) 照明設備

制限区域の内外の監視のために十分な照度 (3 lux 程度) が確保出来る様に設置する。目視及び CCTV カメラによる監視を可能とする照度を確保する事によって侵入抑止の心理的効果も得られる。



#### 4) 放送設備

非常時に制限区域内の要員や係留中の船舶へ回避や避難等の連絡、指示等を行ったり、不正侵入者に警告を発したりする為にスピーカシステムを設置する。スピーカーは場内照明や保安照明、監視カメラなどに取り付ける。

#### 5) 監視室

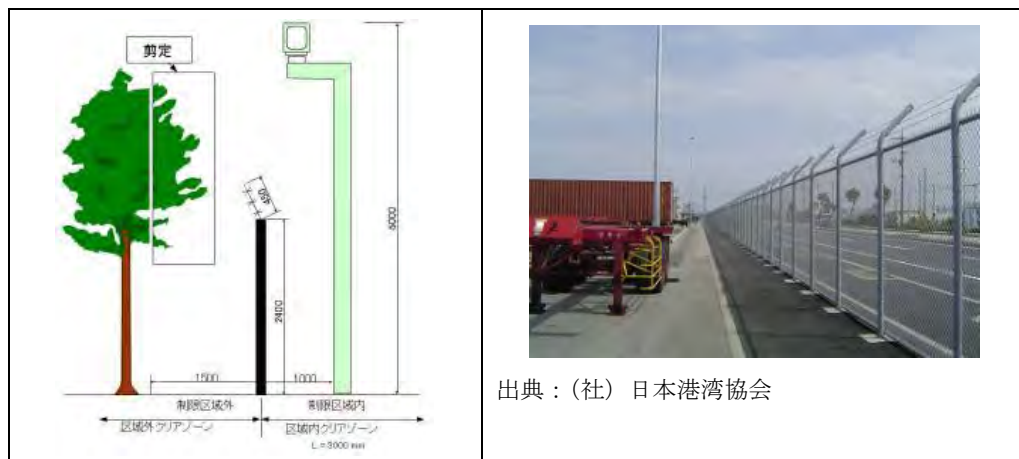
CCTV カメラ用モニタを設置し、24 時間常時監視できるようにする。また、映像記録装置により、カメラ画像を録画する。緊急事態発生時に場内へ一斉放送による注意喚起が出来る様にマイクを設置する。保安担当者や外部へ連絡するための固定電話や情報収集のためのテレビを設置する事が望ましい。なお、監視室はCFS に隣接する事務所内に設置する。

表 5.7-3 機材配置計画

機材	仕様	単位	数量	備考
CCTV カメラ (屋外用旋回式)	視程 350m	台	6	
CCTV カメラ (屋外用固定式)	視程 50m	台	7	
CCTV カメラ用モニタ	20 インチ以上	台	5	
映像記録装置		台	1	
照明設備		台	31	
放送設備		台	3	
コンテナ用 X 線検査装置		台	1	
無停電電源装置 (UPS)	10KVA	台	1	
非常用電源装置 (発電機)	25KVA	台	1	

#### 6) クリアゾーン

不正な侵入の早期発見のためにフェンスの前後一定幅をクリアゾーンとしてスペースを空ける。カメラによる境界監視の遮蔽・視角の排除及び外周巡回監視時の見通しを確保するとともに、侵入の際にフェンス際にあるものを利用されることを防ぐ。



出典：(社) 日本港湾協会

図 5.7-7 クリアゾーン

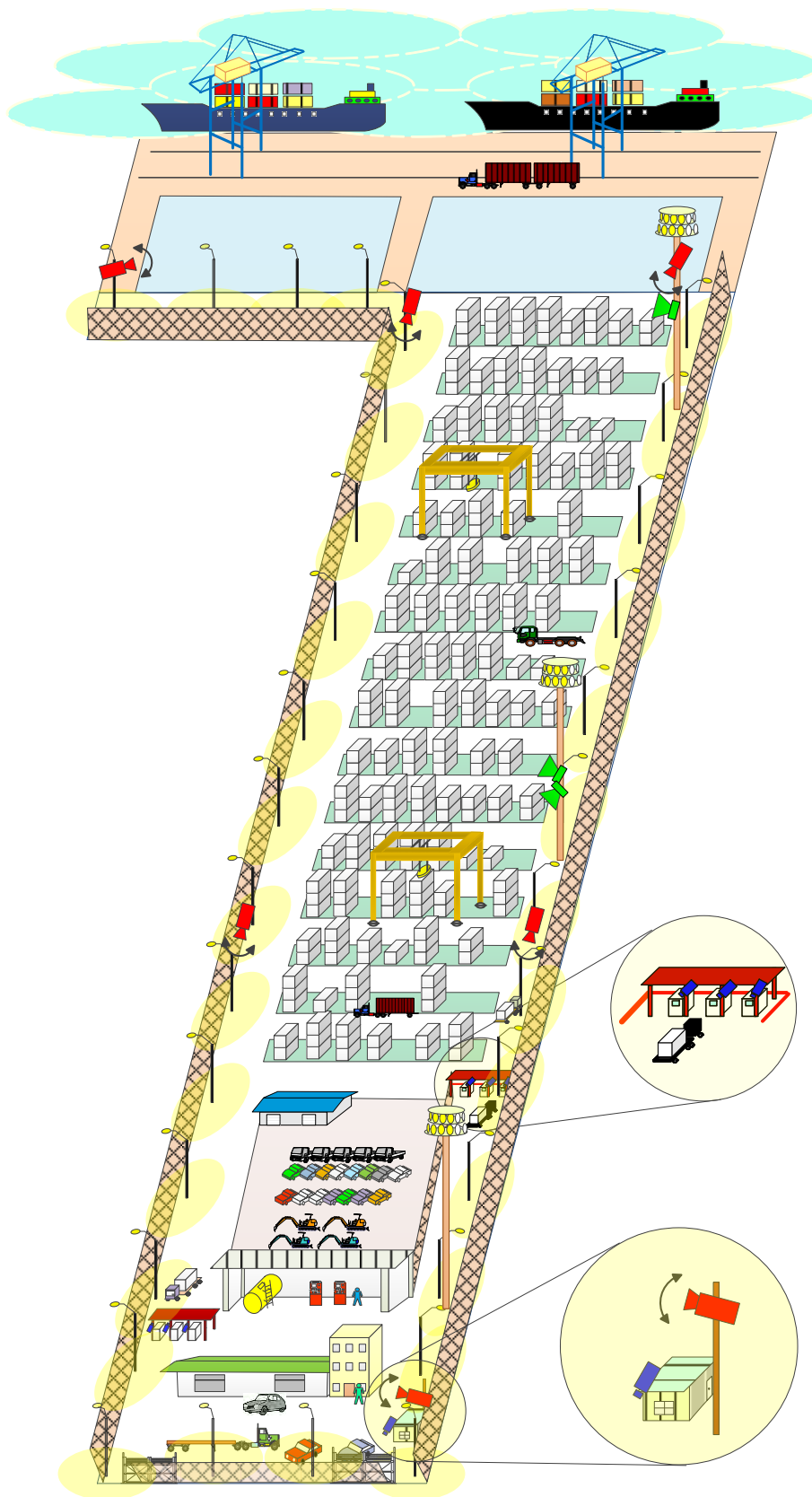


図 5.7-8 保安機材配置イメージ (案)

(2) 保守点検

制限区域内のフェンス、保安照明設備、監視装置、通信設備、情報ボックス、受変電・非常用電源設備を対象とし、以下の表に概要を示す。

表 5.7-4 保守点検項目

保安設備名称	点検品目	日常点検	定期点検
フェンス・ゲート	フェンス・ゲート	巡回時に目視にて確認	定期点検 1 回/月実施 目視確認、実際に揺らしてみたり取り付け金具等の緩みが無いか確認、必要に応じて補修・補強・取り替え
保安照明設備	照明灯	夜間不点灯の有無を巡回時に確認	定期点検 1 回/年実施（全点検査） ・灯具の取り付け部や灯具外観の不良の有無を確認 ・清掃、調整、動作確認 ・給電線やスイッチボックスを確認する
監視装置	カメラ モニタ	映像の鮮明さが確保できているか確認 雲台(カメラを載せる回転部の台)の動作範囲の確認	メーカー定期点検保守 1 回/年 ・清掃、消耗品の交換、測定、調整、動作確認
通信設備	放送設備 無線機、電話	日常の使用において動作を確認	メーカー定期点検保守 1 回/年 ・清掃、消耗品の交換、測定、調整、動作確認
情報ボックス	通信機器 サーバー 端末 その他	日常の使用において動作を確認	メーカー定期点検保守 1 回/年 ・清掃、消耗品の交換、測定、調整、動作確認
受変電・非常用電源	分電盤	1 回/月 動作確認、外観(損傷、発錆、変色、変形)確認、 接触部の異常確認、異音異臭発生の有無などを点検	1 回/年実施（全点検査） 機構部のグリスアップ・給油裏面配線などの損傷、変色、断線、端子の緩みなどを点検

出典：調査団作成

5.7.3. 港湾保安実施計画

(1) 出入り管理

本ターミナルにおける出入り管理は以下の通りとする。

- 本ターミナルに出入りしようとする全ての者に対し、保安レベルに応じて警備員による出

入管理を行う。

- 出入管理を受けることを拒む者、非協力的な者、出入管理に合格できない者は本施設への出入を許可しない。
- 本施設内に滞在する間は、すべての人に対し ID カード、ビジターカードを提示させる。ビジターカードを所有する者は、退場時にカードを返却し、退場時間を記入する。
- 車両には車両通行許可証を提携させる
- 出入管理は、以下の確認行為により構成する。
- 身分確認、目的確認、予約確認、荷物検査、車両検査

## (2) 制限区域内の監視

制限区域内の、警備員による監視は以下の通りとする。なお、巡回員は毎回コースを変えて、不定期の時間にパトロールを実施する。

表 5.7-5 警備項目

監視員	監視場所	監視方法	監視項目
モニタ監視員	モニタ室	監視員がモニタを常時監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・境界監視：フェンス全周内外における不審者、不審物の有無</li> <li>・出入口：出入口付近における不審者、不審物の有無</li> <li>・ヤード内：一時立ち入り者の不審な行動の有無</li> <li>・前面水域：不審船、不審物の有無</li> <li>・蔵置貨物：不審な接近の有無</li> </ul>
立哨	ゲート	立哨位置からの目視による監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フェンスの破損、破壊の有無</li> <li>・フェンス周辺部における不審者、不審物、不審車両の有無</li> <li>・ヤード内：一時立ち入り者の不審な行動の有無</li> </ul>
巡回	制限区域内を巡回	目視による監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フェンスの破損、破壊の有無</li> <li>・フェンス周辺部の不審者、不審物、不審車両の有無</li> <li>・ヤード内：一時立ち入り者の不審な行動の有無</li> <li>・前面水域：不審船、不審物の有無</li> <li>・蔵置貨物：不審な接近の有無、整然と置かれているか</li> </ul>

出典：調査団作成

### (3) 貨物管理

本ターミナルにおいて、貨物の管理手順を規定する事により、以下の事項を達成する

- 危害行為に供する不正な物品が制限区域内へ持ち込まれることの防止
- 船積みまでの間、施設内で一時的に蔵置している貨物等への不正な物品等の侵入の防止
- 船舶に積み込む貨物等の最終管理

-

貨物は以下の4種類に分類し、それぞれの手順書を各保安レベルに応じて具体的に決める。

- コンテナ
- コンテナ以外の貨物
- 船用品
- 手荷物

### (4) 教育訓練

ISPS コードにおいては、基本訓練は少なくとも3ヶ月に1回、総合訓練は毎年1回かつ18ヶ月を越えない間隔で行うものとなっている。従って、以下の内容等の訓練を実施する。

#### 1) 基本訓練

訓練の内容として以下のものが考えられる

- 保安レベルが上がったときの保安措置移行手順の確認
- 埠頭保安管理者・警備員間の通信方法の確認
- 国際航海船舶及びDMAとの通信方法の確認
- 警察、消防等関係機関への通報方法の確認
- 埠頭施設内の人々の避難誘導方法の確認
- 脅迫電話を受けた際の対応方法の確認等

これらの手順を2人1組等で復唱等により確認したり、講習会形式や質問形式による知識の確認などを行う

#### 2) 総合訓練

訓練対象者及び合同参加予定者は以下の通りである。

対象者

- 本ターミナルの保安担当者（警備員）
- 合同参加予定者

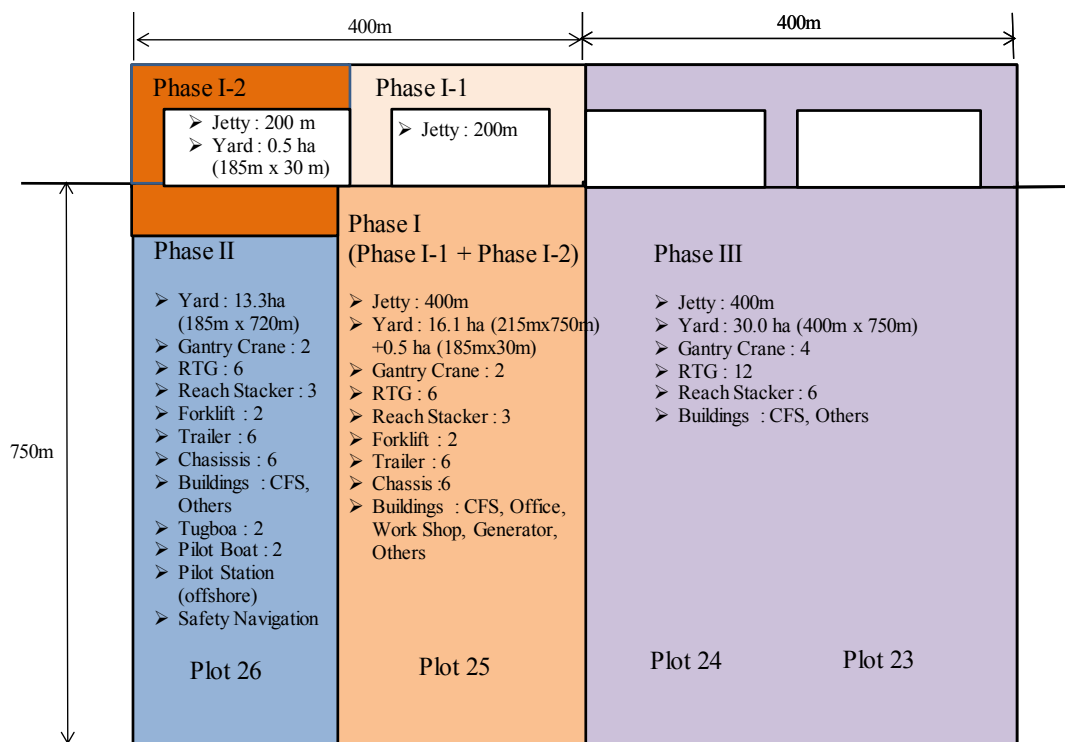
- 隣接あるいは近傍の保安担当者
- 国際航海船舶の船長、船舶保安管理者
- 警察官、消防官、CIQ 職員
- DMA、MPA 職員

訓練の内容としては以下のものが考えられる。

- 保安レベルが上がったときの保安措置移行演習
- 埠頭保安管理者・警備員間の通信演習
- 国際航海船舶及び DMA との通信演習（船舶については、1) 船舶の利用が決定したときから着岸時までの間の通信連絡の演習と、2) 船舶が着岸後停泊中に行う通信連絡の演習の 2 パターン）
- 警察、消防等関係機関への通報演習
- 埠頭施設内の人々の避難誘導演習
- 不審者、不審物を発見した際の対応に関する演習

### 5.8. 事業費積算

Phase I から III までの Phase 毎のスコープを下図に示す。



出典：調査団作成

図 5.8-1 各フェーズのスコープ

Phase 毎の事業費積算を下表にまとめる。

表 5.8-1 フェーズ毎の概略事業費

Phase I		Phase II		Phase III	
項目	金額 (百万円)	項目	金額 (百万円)	項目	金額 (百万円)
<b>A. 土木・建築</b>	<b>14,325</b>	<b>A. 土木・建築</b>	<b>4,542</b>	<b>A. 土木・建築</b>	<b>18,150</b>
i. 棧橋 (緊急)	9,227	i. 棧橋 (緊急)	0	i. 棧橋 (緊急)	8,390
ii. 埋め立て・地盤改良	2,498	ii. 埋め立て・地盤改良	2,063	ii. 埋め立て・地盤改良	4,654
iii. 舗装・排水	699	iii. 舗装・排水	577	iii. 舗装・排水	1,302
iv. 建築	513	iv. 建築	513	iv. 建築	1,026
v. 施設	1,389	v. 施設	1,389	v. 施設	2,779
<b>B. 荷役機械</b>	<b>3,186</b>	<b>B. 荷役機械</b>	<b>3,186</b>	<b>B. 荷役機械</b>	<b>6,372</b>
i. 岸壁クレーン (2基)	1,675	i. 岸壁クレーン (2基)	1,675	i. 岸壁クレーン (2基)	3,351
ii. RTG(6), リーチスタッカー(3), シャーシトレーラー(6), フォーク リフト(2)	1,511	ii. RTG(6), リーチスタッカー(3), シャーシトレーラー(6), フォーク リフト(2)	1,511	ii. RTG(12), リーチスタッカー(6), シャーシトレーラー(12), フォーク リフト(4)	3,021
<b>C. 作業船</b>	<b>0</b>	<b>C. 作業船</b>	<b>2,349</b>	<b>C. 作業船</b>	<b>0</b>
	0	i. タグボート(2)	1,511		0
	0	ii. パイロットボート(3)	837		0
<b>D. 航行安全施設</b>	<b>0</b>	<b>D. 航行安全施設</b>	<b>5,393</b>	<b>D. 航行安全施設</b>	<b>0</b>
	0	i. 航行安全施設 (VTS等)	4,188		0
	0	ii. パイロットステーション	1,206		0
<b>合計</b>	<b>17,511</b>	<b>sum</b>	<b>15,470</b>	<b>sum</b>	<b>24,522</b>

出典：調査団作成

積算は以下の条件および仮定にておこなった。

- ・ 全ての Phase は JICA ローンにてファイナンスされる。
- ・ 費用には、JICA ローン部分（ベース、コンサルタント費用、予備費、建中金利）、MPA 資金調達分（準備費、事業管理費、税金）を含んでいる。
- ・ Phase I の設計コンサルタント費用は含んでいない。
- ・ 見積もりは 2013 年 1 月時点での市場価格を用いて計算された。使われた財務指標は 6.4 章を参照。

## 5.9. 施工計画

① 造成工事：現況のターミナル用地は湿地帯で一部灌木に覆われている。雨季には排水が十分でないためしばしば冠水する。写真は 2012 年 8 月（雨季）に撮影されたものである。



Plot 25 の土手



東端のアクセス道路からプロジェクトエリア

出典：調査団作成

図 5.9-1 プロジェクトエリア現況（2012 年 8 月）



埋め立てを開始する前に、人力にて灌木伐採をおこなう。ボーリング試験の結果分かる土質特性によっては地盤改良が必要になるエリアも出てくる。地盤改良エリアでは、地盤改良の打設機がアクセスできるように約 1m 厚の砂（サンドマット）を敷設する。サンドマットは陸上からのアクセス道路、建設ヤードとしても使用される。自航式浚渫船にてアウトバー(Outer Bar)周辺から砂を浚渫・運搬し、浚渫船から直接送砂管で場内に砂を排送してサンドマットを形成する。しかし、時間的制約がないならば、現在ミャンマーで一般的におこなわれているように、50m<sup>3</sup> 程度のホッパーを備えた砂船にて浚渫および埋め立てをおこなう。土取り場はプロジェクトサイト正面のヤンゴン河の中州が一番近い土取り場の 1 つである。サンドマットの施工と並行して護岸工事を行う。護岸工事は陸上から施工し、載荷盛土（プレロード）を開始するまでに完了させる。

② **地盤改良工事:** 地盤改良は PVD 工法にておこなう。プラスチックのドレーン材を 30m 近く（エリアの土質による）軟弱層に打設するために自走式クローラータイプの打設機を投入する。PVD の打設後、水抜きのための水平ドレーン材を敷いたあと、載荷盛土をサンドマットと同様に自航浚渫船にて水吹きする。載荷盛土は圧密沈下量が所定の値に達した後、陸上機械（ダンプトラック、バックホー等）を用いて撤去する。

③ **栈橋下部工:** 栈橋の鋼管杭打設は水上より杭打船にておこなう。川の流れが速く水上での継杭は困難なため、予め所定の長さに継杭をしてから打設を開始する。杭打船は径 1.2m、長さ 40m の杭を打設できる能力のあるハンマー、リーダーのあるものを選択する必要がある。渡橋（トレススル）の杭打設は水上及び陸上の両面から行う。杭打船のアクセスできない水深の浅いところには渡橋の横に仮橋を建設してクローラ式の杭打機にて打設をおこなう。

④ **栈橋上部工:** Phase I は緊急性を要し、17 ヶ月の中間工期で 2015 年 12 月に港の一部 (200m) 開港を目指す。そのため、中間工期で完成させる栈橋工はクリティカルパス上にある。従って、栈橋構造は急速施工方法が可能なジャケット式を選定する。杭打設後、栈橋の上部工のジャケット据え付けを起重機船にておこなう。ジャケットは工場で作製後、台船の載せにて現場に回航してくる。コンクリートは現場内に生コンプラントを設置して陸上側から栈橋へコンクリートを供給する。


⑤ **舗装工事および建屋・設備工事:** 載荷盛土の撤去後に順次ターミナルの舗装・排水工事を開始する。

## 5.10. 事業整備工程

各 Phase の開始は実際の貨物量の増加の程度による。表 5.10-1 にコンテナ貨物の増加のシナリオと Phase の実施時期を示す。

表 5.10-1 コンテナ貨物予想と各フェーズの実施時期

Calendar year		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Demand forecast ('000TEUs/y)	high case	509	615	744	892	1,058	1,248	1,464	1,709	1,986	2,299	2,653	3,052	3,502	4,014		
	middle case	509	615	736	873	1,023	1,194	1,385	1,599	1,843	2,104	2,400	2,731	3,098	3,507		
	low case	509	615	727	853	990	1,142	1,310	1,495	1,700	1,923	2,170	2,441	2,738	3,064		
Expected capacity ('000TEUs/y)		731	731	731	781	898	1,063	1,277	1,491	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540		
Required additional capacity ('000TEUs/y)	high case	0	0	13	111	160	185	187	218	446	759	1,113	1,512	1,962	2,474		
	middle case	0	0	0	92	125	131	108	108	303	564	860	1,191	1,558	1,967		
	low case	0	0	0	72	92	79	33	4	160	383	630	901	1,198	1,524		
Project implementation schedule	high case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															
	middle case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															
	low case	Phase I	-1														
		Phase II															
		Phase III															

Note:  : Construction and Procurement Period

出典：調査団作成

## 5.11. 経済財務分析

### 5.11.1. 経済分析

#### (1) 経済分析の目的と手法

本プロジェクトに関わる費用と便益を吟味するとともに、その便益がミャンマーにおける他の投資機会から得られると思われる便益を超えるか否かについて評価することを目的として、経済分析を実施する。

経済分析においては、開発計画すなわち「With」ケースを「Without」ケースと比較する。「With」ケースと「Without」ケースとの間の費用及び便益の差を市場価格によって計算した後に、経済価格へ変換する。

本調査においては、プロジェクトのフィージビリティを確認するために経済的内部収益率 (EIRR) 手法を用いる。また感度分析も実施する。

#### (2) 比較ケースの詳細

「With」ケースにおいては、ティラワ地区港整備計画に基づき、図 5.4-1 のような 4 バースの新コンテナターミナルが建設され、そこで表 5.4-2 に示されるように年間最大 80.0 万 TEU の国際コンテナを取り扱うものとする。

一方、「Without」ケースにおいては、ヤンゴン港では新規の港湾施設整備が行われないと想定するため、現有のコンテナターミナルの取扱容量（将来計画を含む）を超えると、国際コンテナはオーバーフローを起こす。中国やタイと陸路で結ばれているミャンマーは、国境貿易でかなりの生活必需品などが輸入されているが、陸路による国境越えの製品輸出を前提にして新規産業が立地するケースは稀であると考えられるため、代替施設は存在しないとして、この分量だけ（輸出）貿易額が減少すると考える。「With」ケースと「Without」ケースの港湾取扱量を表 5.11-1 に示す。

なお、本調査では、貨物の需要予測において「High」「Low」の2種類のケースを想定しており、第II期、第III期の整備スケジュールも「High」「Middle」「Low」の3ケース想定している。貨物取扱量はLowケースの場合の分析が、より条件が厳しく、また、整備スケジュールについては、Highケースにあわせて整備した場合に最も条件が厳しい。もっとも厳しいケースにおいて一定の便益が得られるならば、その他のケースではさらなる便益が見込まれることから、本経済分析においては需要をLowケース、建設スケジュールをHighケースの場合について経済分析を行う。

本プロジェクトは緊急に整備したとしても、一番早くて開業は2015年の12月である。需要予測によると、2015年にはヤンゴン港の既存ターミナルの取扱全容量を需要が超えてしまい、その量はLowケースで72,000TEUと予測されている。ターミナルが2015年の12月にしか開業しないということは、需要予測が年度単位で出されているとすると、日本もミャンマーも会計年度は4月~翌年3月であることを踏まえ、2015年度の1/3しか本プロジェクトの新規ターミナルで扱えないものとする。

需要予測は2025年まで行っている。Lowケースの場合においても、2023年（第一期開業後9年目、全面開業後5年目）以降は、予測する需要量がターミナルの取扱全容量をさらに越えてしまうため、全て容量満杯で稼働すると予測している。

表 5.11-1 「With」と「Without」ケースの推計貨物量

年	開業後年次	国際コンテナの取扱量推計値		取扱量合計 (With)	総需要
		既存ターミナル小計 (Without)	新ターミナル(ティラワ地区)		
2012		509,000	-	509,000	509,000
2013		615,000	-	615,000	615,000
2014		727,000	-	727,000	727,000
2015	1	781,000	24,000	805,000	853,000
2016	2	898,000	92,000	990,000	990,000
2017	3	1,063,000	79,000	1,142,000	1,142,000
2018	4	1,277,000	33,000	1,310,000	1,310,000
2019	5	1,491,000	4,000	1,495,000	1,495,000
2020	6	1,540,000	160,000	1,700,000	1,700,000
2021	7	1,540,000	383,000	1,923,000	1,923,000
2022	8	1,540,000	630,000	2,170,000	2,170,000
2023	9	1,540,000	800,000	2,340,000	2,441,000
2024	10	1,540,000	800,000	2,340,000	2,738,000
2025	11	1,540,000	800,000	2,340,000	3,064,000
2026	12	1,540,000	800,000	2,340,000	
2027	13	1,540,000	800,000	2,340,000	
2028	14	1,540,000	800,000	2,340,000	
2029	15	1,540,000	800,000	2,340,000	
2030	16	1,540,000	800,000	2,340,000	
2031	17	1,540,000	800,000	2,340,000	
2032	18	1,540,000	800,000	2,340,000	
2033	19	1,540,000	800,000	2,340,000	
2034	20	1,540,000	800,000	2,340,000	
2035	21	1,540,000	800,000	2,340,000	
2036	22	1,540,000	800,000	2,340,000	
2037	23	1,540,000	800,000	2,340,000	
2038	24	1,540,000	800,000	2,340,000	
2039	25	1,540,000	800,000	2,340,000	
2040	26	1,540,000	800,000	2,340,000	
2041	27	1,540,000	800,000	2,340,000	
2042	28	1,540,000	800,000	2,340,000	
2043	29	1,540,000	800,000	2,340,000	
2044	30	1,540,000	800,000	2,340,000	

出典：調査団作成

**(3) プロジェクトの便益**

ティラワ地区に新規コンテナターミナルを建設することによってもたらされる経済便益として以下の項目を抽出した。

- － 輸出コンテナ貨物の付加価値

新規ターミナルで取扱われる最大 80.0 万 TEU のコンテナ貨物のうち、輸出コンテナ貨物の付加価値額をプロジェクト便益として計上する。輸出貨物のみならず、輸入貨物もミャンマーにおける付加価値の創出に寄与するが、この EIRR 分析においては輸出コンテナ貨物の付加価値のみをプロジェクトの便益として計上する。コンテナの量は輸出入でバランスが取れているものと仮定し、輸出コンテナの数は、全体の半分とする。(最大 40 万 TEU)

輸出コンテナ貨物の価値については、経済制裁下のミャンマーの貿易データを適用することはそぐわず、またティラワ SEZ 関連のフィージビリティ調査はまだ進行中であり、よりどころとなるデータを得ることが現時点では難しいことから、本稿では、先行開発国である他の東南アジア諸国のデータを適用するものとする。

インドネシア税関統計と日本政府が実施した外貿コンテナ輸送実態調査の2つの情報源を活用し、インドネシアからの輸出コンテナ貨物の価値が TEU 当たり US\$30,000 というデータを参考に、ミャンマーの経済発展段階を加味して、本プロジェクトでは半額の TEU 当たり US\$15,000 を適用する。売上げに対する営業利益の割合は業種や個別企業によって差異があるものの、サンプル調査の平均値 7%を用いた。また、この便益に対し、本プロジェクト以外の投資プロジェクトの寄与分を推定し、引き去る必要がある。背後の SEZ への総投資額がまだ不明なことから、現時点では暫定的に 50%を他のプロジェクトの寄与分とし、引き去ることとする。

#### (4) プロジェクトの費用

以下の項目を、このプロジェクトを実施する場合の費用として計上する

- － 港湾施設の建設費
- － 荷役機械、作業用車両、タグボートの購入費用
- － 港湾施設の維持・補修費用
- － 荷役機械、作業用車両、タグボートの維持・補修・更新費用
- － ターミナルの管理・運営費用

建設コストは棧橋、地盤改良、ヤード舗装、ターミナル内の建築物、荷役機械、セキュリティやユーティリティ及び間接コストから構成される。なお、タグボートは本プロジェクトのために使われることから含めたが、航行安全施設であるパイロットボートについては、整備目的がヤンゴン川航行の安全性の向上のためであり、本プロジェクトの経済分析の対象にそぐわないことから含まない。

また、本プロジェクトは、3 回に分けて 4 バースを整備する計画であるが、前述のとおり、需要は Low ケースで、整備は High ケースにてキャッシュフローを求めた場合が一番厳しい条件となるため、表 5.3-1・5.11-1 (同一) の High ケースの通り、第 II 期は 2017,18 の 2 か年で建設し 2018 年末に開業、第 III 期は 2016-2019 の 4 か年で建設し 2019 年末に開業という工程で分析を行う。

コンテナターミナルの管理・運営に関わる人件費を現在のミャンマーにおける標準的な賃金データを参考に推計した。ターミナルの運営に関わる電気・光熱費は機材の購入に関わる費用の1%を計上した。

年間の維持・補修費用としては、栈橋の防食、舗装の補修等を想定して、栈橋と舗装等の港湾施設の初期投資額の0.2%を計上した。荷役機械の年間の維持・補修費用としては周辺国のコンテナターミナルへのヒアリングデータをもとに、燃料費込みで5.0US\$/TEUと推定した。タグボートの運用・維持・補修については1寄港あたりでかかる港湾料金(外国船用)(6時間470US\$が2回(接岸・離岸))をTEU当たりで換算して計上した。(1寄港当たり合計900TEU取扱う(積みおろす。))ターミナル前面の水深は18mと深いため、維持浚渫は想定していない。

荷役機械は耐用年数が経過後に更新されるものとした。耐用年数は機種ごとに異なり、例えばガントリークレーンは20年、リーチスタッカーやフォークリフトなど、ヤード内車両は15年としている。

これらの建設コストは最初市場価格により積算され、それからVAT等の転移項目を除去した経済価格に転換し、経済分析に用いる。ミャンマーにおいては政府発表の公式レートと実際のレートのかい離が非常に大きく、公式レートはほとんど用いられていないため、市場価格によって求められた建設コストも、実際のレートがほぼ反映されていると考えられ、公式と実際のレート差であるシャドウ・プライシングの補正は行わない。

なお、本稿のEIRRの計算においては、Phase II、IIIの事業費は総額を概算したものをを用いており、経済価格への転換、や、コンサルタント費用の見積もり、スケジュールへの貼りつけについても大まかなものとなっている。これらはそれぞれのPhaseが事業化される際に再び詳細を精査されるべきである。

## (5) EIRR とプロジェクト評価

EIRR は、プロジェクト期間全体を通じての費用と便益が同値となる割引率である。上記の前提条件をもとに別表のようにキャッシュフローを求め、表 5.11-2 に示すとおり、本プロジェクトの新規コンテナターミナルのEIRRは14.8%と推定される。

条件が変更した場合においてもプロジェクトを実施する経済的な妥当性を有するかどうかを検証するために、感度分析を実施した。コストが10%増加し、かつ便益が10%減少する条件を設定しても、EIRRは12.3%と算定された。

プロジェクトのEIRRは当該国の資本の機会費用と比較され、前者が後者よりも高い値の場合には、経済的にフィジブルなプロジェクトと評価される。「ミ」国の資本の機会費用は発表されていないため、世界銀行のプロジェクト採択基準の12%を準用すると、ティラワ地区のコンテナターミナル開発プロジェクトのEIRRは、上記の最悪のシナリオにおいても、資本の機会費用よりも高い。

従って、計画されているプロジェクトは経済的な実施妥当性を有する。

表 5.11-2 ティラワ地区港整備計画プロジェクトの EIRR

Unit: '000 USD/Yr

Year	Cost				Revenue		Total	Cost+10% Revenue- 10% Total	
	Const- ruction	Mainte- nance	Terminal Operation	Tug	Container (TEU)	Value			
2013	1,229	0	0	0	0	0	-1,229	-1,352	
2014	64,755	57	0	0	0	0	-64,812	-71,294	
2015	1	78,594	329	108	25	24,000	6,300	-72,757	-81,292
2016	2	123,205	851	433	96	92,000	24,150	-100,435	-115,309
2017	3	207,401	1,077	650	83	79,000	20,738	-188,472	-211,467
2018	4	245,493	1,249	650	34	33,000	8,663	-238,763	-264,372
2019	5	114,706	1,464	1,300	4	4,000	1,050	-116,423	-128,276
2020	6	0	2,392	2,599	167	160,000	42,000	36,842	32,126
2021	7	0	3,507	2,599	400	383,000	100,538	94,031	83,327
2022	8	0	4,742	2,599	658	630,000	165,375	157,376	140,038
2023	9	0	5,592	2,599	836	800,000	210,000	200,973	179,071
2024	10	0	5,592	2,599	836	800,000	210,000	200,973	179,071
2025	11	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2026	12	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2027	13	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2028	14	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2029	15	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2030	16	0	10,956	2,599	836	800,000	210,000	195,609	173,170
2031	17	0	15,395	2,599	836	800,000	210,000	191,171	168,288
2032	18	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2033	19	0	14,441	2,599	836	800,000	210,000	192,124	169,337
2034	20	0	41,115	2,599	836	800,000	210,000	165,451	139,996
2035	21	0	32,082	2,599	836	800,000	210,000	174,483	149,932
2036	22	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2037	23	0	15,421	2,599	836	800,000	210,000	191,144	168,259
2038	24	0	35,454	2,599	836	800,000	210,000	171,112	146,223
2039	25	0	25,440	2,599	836	800,000	210,000	181,125	157,237
2040	26	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2041	27	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2042	28	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2043	29	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
2044	30	0	5,408	2,599	836	800,000	210,000	201,157	179,273
Total		835,383	282,053	68,118	19,850	19,005,000	4,988,813	3,783,409	3,185,823

EIRR	14.8%	12.3%
------	-------	-------

出典：調査団作成

## 5.11.2. 財務分析

### (1) 財務分析の目的

財務分析では、料金収入から、維持管理費用及び税金を差し引いた純益を財務的便益とし、事業費を比較して、財務内部収益率(FIRR)を算定し、評価を行う。本稿では、表 5.6-5 に示す

4種類のPPPスキームについて官民双方の財務分析を行う。経済分析と同様、最初の支出が発生する年から、オペレーション開始後30年間までとする。

## (2) プロジェクトの収入

料金収入は、船舶単位で計算される港湾料金（入港料）、灯台料金、岸壁使用料、係船作業料、それから、コンテナ単位で計算される荷役料（取扱料金）、コンテナ保管料、であり、現在同様、MPAが設定するヤンゴン港共通のタリフで徴収するものとする。なお、コンテナ取扱量は、経済分析の時と同様、既存ターミナルの容量を越えた需要のみを、本ターミナルの容量である最大80.0万TEUまで取り扱うものとし、1,000TEU積みのコンテナ船(20,000DWT/18,000総トン)が900TEUを寄港1回あたり積み下ろしするものと仮定して船舶の隻数を求め、料金収入を推算する。なお、コンテナのLCL・FCL・空の比率は、現状のデータとヒアリングに基づき0.8:2とし、SEZに近接する本ターミナルの特性を考慮して、FCL・空の半数は持込と仮定して、料金収入を推算した。

## (3) プロジェクトの支出

支出については、経済分析で用いた建設費、維持・補修費、ターミナル管理・運営費をベースとするが、経済分析の時には含めなかったパイロットボートの整備費も含める。水先案内（パイロット）とタグ（接岸支援）については、現状のタリフの料金ではパイロットボート、タグボートの運航費（燃料代）がまかなえず、採算が取れていない。MPAも赤字続きである。したがって、水先とタグの運航については、収入・支出とも、本財務分析の対象外とする。また予備費や価格上昇費なども含めた。

本案件については、官側が支出する建設費に円借款の利用が想定されているため、その場合は直接輸入する資材に関する税金は考慮していない。

なお、本稿のFIRRの計算においては、EIRRと同様、フェーズII、IIIの事業費は総額を概算したものをを用いており、コンサルタント費用の見積もり、スケジュールへの貼りつけについても大まかなものとなっている。これらはそれぞれのフェーズが事業化される際に再び詳細を精査されるべきである。

## (4) FIRRと財務的フィージビリティ

上記の条件で、財務的内部収益率(FIRR)を求める。まずは、全て官側が整備する表5.6-5のケース4について求めると、表5.11-3に示すとおり9.7%と推定される。収益10%減、コスト10%増の条件で感度分析を行うと、FIRRは7.6%と推定される。



表 5.11-3 ティラワ地区港整備計画プロジェクトの FIRR (ケース 4)

Unit: '000 USD/Yr

Year	Cost			Revenue				Total	Cost+10% Revenue-10% Total	
	Const- ruction	Main- tenance	Terminal Opera- tion	Container (TEU)	Container Handling	Port Entry charges	Revenue Total			
2013		1,246	0	0	0	0	0	-1,246	-1,370	
2014		67,148	0	0	0	0	0	-67,148	-73,862	
2015	1	83,997	280	139	24,000	3,924	233	4,157	-80,259	-89,116
2016	2	128,383	815	555	92,000	15,042	893	15,935	-113,819	-128,387
2017	3	207,401	1,049	833	79,000	12,917	767	13,683	-195,599	-217,896
2018	4	245,493	1,221	833	33,000	5,396	320	5,716	-241,831	-267,157
2019	5	114,706	1,436	1,666	4,000	654	39	693	-117,115	-128,965
2020	6	0	2,364	3,332	160,000	26,160	1,553	27,713	22,017	18,676
2021	7	0	3,479	3,332	383,000	62,621	3,717	66,338	59,527	52,212
2022	8	0	4,714	3,332	630,000	103,005	6,115	109,120	101,073	89,357
2023	9	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2024	10	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2025	11	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2026	12	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2027	13	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2028	14	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2029	15	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2030	16	0	11,112	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	124,120	108,819
2031	17	0	15,551	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	119,682	103,937
2032	18	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2033	19	0	14,597	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	120,636	104,986
2034	20	0	41,271	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	93,962	75,645
2035	21	0	32,238	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	102,994	85,581
2036	22	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2037	23	0	15,577	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	119,655	103,908
2038	24	0	35,610	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	99,623	81,872
2039	25	0	25,597	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	109,636	92,887
2040	26	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2041	27	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2042	28	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2043	29	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
2044	30	0	5,564	3,332	800,000	130,800	7,764	138,564	129,668	114,922
Total		848,373	284,812	87,321	19,005,000	3,107,318	184,454	3,291,772	2,071,266	1,620,038

FIRR	9.7%	7.6%
------	------	------

出典：調査団作成

ミャンマー中央銀行の設定する公定歩合は本年 1 月より 12%から 10%に下げられたものの、市中金利はそれよりも高いことから、公的資金をある程度用いて初めて財務的な実施妥当性があると言える。

表 5.6-5 に示す他の 3 ケースについては、いずれも金利がより高い民間からの資金調達を含んでおり、実施妥当性は上記ケースより低くなる。本稿の時点で、ミャンマー政府はすでに

Phase I について、日本の円借款を用いてケース 4 で整備すると決定し、ターミナルの運営を民間または官民共同のターミナルオペレータに委託するとしていることから、他の 3 ケースについての FIRR は本稿で求めるのではなく、予定されている Phase I の PPP（官民パートナーシップ）調査など、今後の調査の中で吟味され計算されることとなる。

## 6. ティラワ地区港緊急整備計画

### 6.1. 施設等緊急整備計画

#### 6.1.1. 港湾施設計画

##### (1) 施設計画

需要予測の High case の場合、5.4.1 (1) 施設計画 に示すように、ティラワ地区港において 2020 年までには延長 800m のコンテナターミナルを整備する必要がある。中でも、2015 年に供用開始することが計画されているティラワ SEZ に関連するコンテナを取扱いためにはコンテナターミナルを緊急的に整備しなければならない。緊急的に整備を必要とするコンテナターミナルの施設計画は次のように定めることが出来る。

コンテナターミナルの取扱容量は岸壁におけるクレーンの取扱能力とヤードの容量によって決まる。取扱能力を決定する係数を次のように想定すると、船長 180m の船が着棧できる全長 200m の岸壁 1 バース当たりの取扱容量は年間約 20.3 万 TEU と算定できる。

1. クレーンの基数 = 2
2. 時間当たりのコンテナ取扱個数 = 25 個/時間
3. クレーンの平均効率 = 0.9
4. クレーンの年間稼働日数 = 365 日
5. クレーンの実稼働時間 = 21 時間
6. 接岸率 = 0.4
7. 20ft コンテナと 40ft コンテナの率 = 1.5
8. Box Ratio = 1.4

一方、下記の係数を用いて、2016 年に想定される年間 16 万 TEU のコンテナを扱うために必要となるヤードの容量を求めると 5,700TEU となる。また、その必要 Slot 数は約 1,600 となる。

1. コンテナの蔵置段数 = 3.5
2. 荷役時利用可能率 = 0.75
3. 1 日最大取扱量の週間平均取扱量の比 = 1.4
4. コンテナ蔵置日数 = 7 日
5. 年間稼働日数 = 365 日

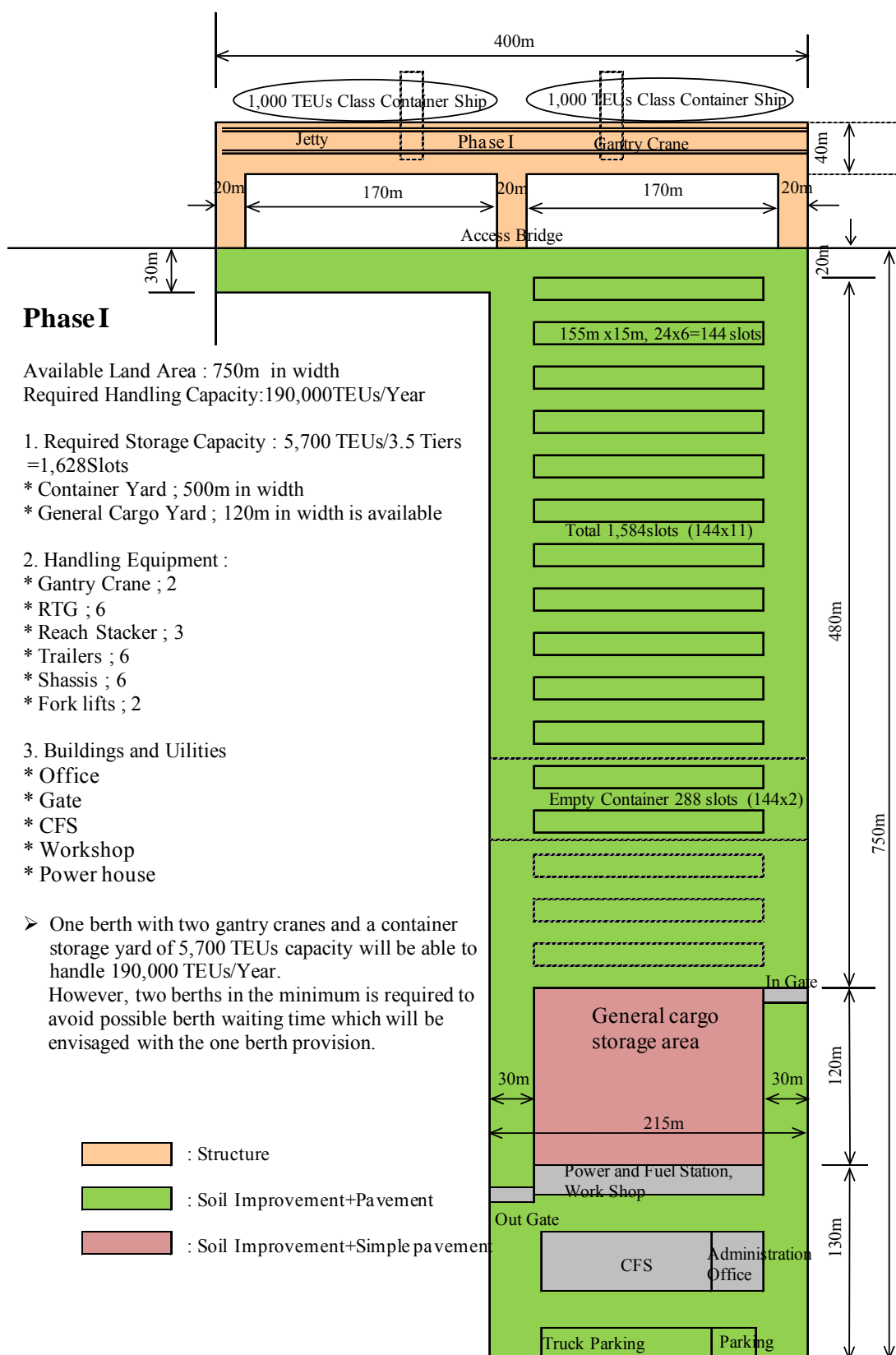
以上の検討の結果、2015 年において SEZ に関連するコンテナは 5,700TEU の蔵置能力を備える岸壁 1 バース (延長 200m) で取り扱える。コンテナ船 1 隻当たりの取扱コンテナ数を 800TEU とすると、2 基のガントリークレーンで 16 時間の取扱時間を要する。この時間以外に、離着岸、潮待ちなどの合計平均時間として 14 時間を要するとすると、1 隻当たりの接岸時間は 30 時間

---

になると推定できる。一方、16万TEU/年のコンテナを取扱うためには、週3隻のコンテナ船が入港することになる。これらの条件を基に着積待ち船舶数を計算すると、岸壁が1バースの時は0.62隻、岸壁2バースの時は0.04隻となる。この様に、1バースの施設の場合には滞船が発生することが多くなるため、最低でも2バースが必要とされる。なお、航路の水深等の制約から、ティラワ地区港へ入港できる最大船型は全長200m、喫水9mに制限されている。コンテナ船の場合は1,000TEU積みクラスに相当する。

ティラワ地区港ターミナルではSEZ関連コンテナを中心に扱うことになるが、SEZに関連する建設資材等の雑貨の扱いを行うため、多目的ターミナルとして機能も持たせることが必要である。そのため、将来コンテナヤードにも転用できる場所に簡易舗装を行うことが必要である。

これらを考慮した緊急計画のターミナル配置レイアウトを図6.1-1に示す。



出典：調査団作成

図 6.1-1 ティラワ地区港ターミナルの緊急計画配置レイアウト

緊急整備計画（Phase I）においては岸壁 2 バース(延長 400m)と 1 ブロック幅のヤード整備が必要であるが、次のような検討の結果、Plot 25 と Plot 26 を整備区域とする。

- 緊急に整備するとの要請に対応するため、住居移転を伴う Plot 22 と、環境問題が含まれる Plot 26 以外の Plot を対象とする。
- その後に整備されることになる Phase III (延長 400m)が一体的に使用できるよう、施工場所が Phase I の施設で分断されないようにする。

以上の検討を基に、施設の配置計画を図 6.1-2 のようにする。



出典：Google Map（調査団作成）

図 6.1-2 ティラワ地区港ターミナルの緊急計画配置レイアウト（Google Map）

## 6.1.2. 港湾施設設計

設計対象の港湾施設としては、緊急整備計画の岸壁、護岸、ヤードおよびヤードと岸壁を連絡する渡り橋である。従って、港湾施設設計については、全体計画と同様であり、特に緊急整備計画に必要な要点のみを記載する。

### (1) 設計基準と規格

#### 1) 設計規準

ミャンマーでは港湾施設の技術基準が整備されていないため、港湾施設の設計は、全体計画と同様に「港湾の施設の技術上の基準・同解説」日本港湾協会に準拠した。その外、BS、PIANC、EURO-CORD、等も必要に応じて参考とする。

#### 2) 規格

工業規格は日本工業規格（JIS）に準拠する。

### (2) 岸壁設計

岸壁は、コンテナバースとして設計するが、多目的バースとして対応可能なよう設計する。

#### 1) 設計条件

設計条件は、計画条件を除いて、特に記述のない部分については、全体計画の条件と同様である。

#### a) 自然条件

##### i) \*地形（地形測量結果）

地形は全体計画と同様である。

##### ii) \*地質（調査位置、ボーリング柱状図、調査結果）

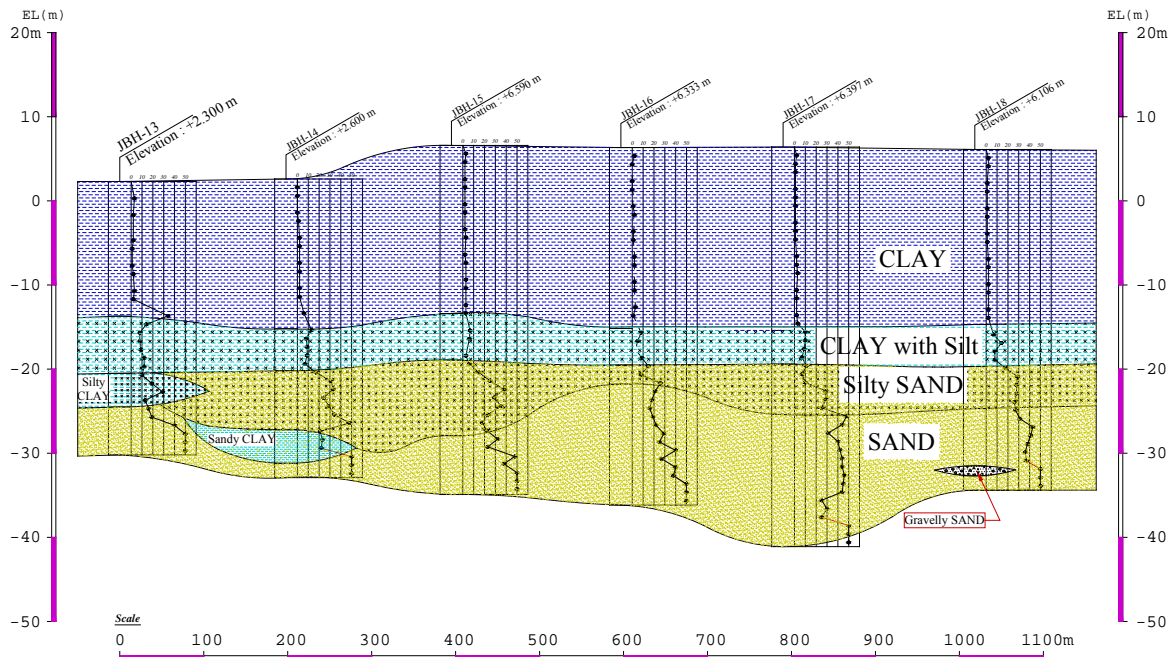
地質ボーリングは、港湾施設縦横断方向の地質断面が把握できるよう計画された。

栈橋部全体の地質縦断図を図 6.1-3 に地質断面図を図 6.1-4 に示す。

緊急整備計画箇所はボーリング NoJBH4 ～6 である。



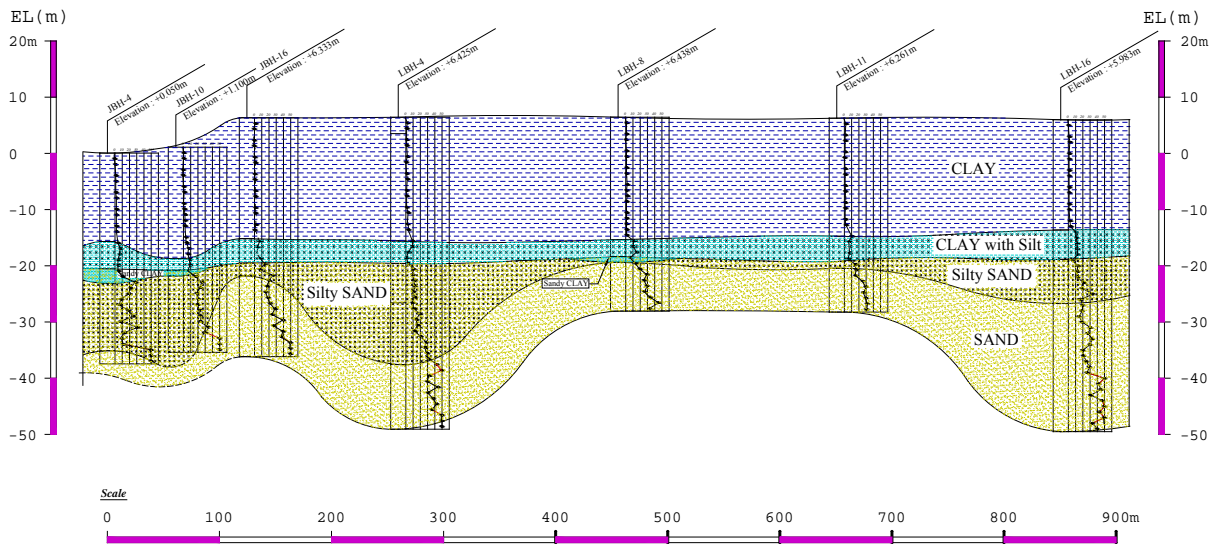
Soil Profile through JBH-13, JBH-14, JBH-15, JBH-16, JBH-17 & JBH-18



出典：調査団作成

図 6.1-3 栈橋部地質縦断面図

Soil Profile through JBH-4, JBH-10, JBH-16, LBH-4, LBH-8, LBH-11 & LBH-16



出典：調査団作成

図 6.1-4 栈橋部地質横断面図

・地質概要

栈橋部の地質状況は、以下のようなものである。

地表面から CDL-23m までの層は、非常に柔らかいシルトとなっている。さらに、CDL-23m から CDL-27m 位までの層は、緩いシルト混じり砂が堆積している。CDL-27m 以下の層は、比較的締った砂層となっており、-35m 位で N 値が 50 以上になる。

各層の平均的な N 値は以下の様になっている。

- \*非常に柔らかい粘土層の N 値は 1~3 の値を示している。
- \*その次の層のシルト混じり砂層は、N 値 10~30 の値を示す。
- \*最下部の比較的締まった砂層は N 値 30 以上を示している。

・設計用地質条件

地質調査結果より、設計用の地盤構成を以下のように設定する。

表 6.1-1 設計用地盤構成

	層	N 値	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
地表 -23.0m	柔らかい粘土	2	17	7	C=1.79xZ+25.81 (Z=0 at 0.0)	-
-27.0m	シルト混じり 砂層	30	19	10	-	32
	締った砂層	40	20	10	-	34

出典：調査団作成

b) 地形地質以外の自然条件

地形・地質以外の緊急整備計画対象栈橋の設計条件は以下の表の様である。

表 6.1-2 その他自然条件

条件	項目	細目	備考
海象	潮位	H.H.W.L	+7.10m
		H.W.L	+6.24m
		M.W.L	+3.28m
		L.W.L	+0.33m
		C.D.L	+0.00m
	潮流	流速	3.1m/s
		流向	
波浪	波高	H1/3=1.7m	
	周期	T1/3=3.5s	
	波向	SW/NW	
気象	風	風速(最大)風速	59.2m/s
		(瞬間最大風速)	72.0m/s
地震		水平震度	Kh=0.15
		直震度	Kv=0.0

2) 計画条件

a) 法線計画

法線計画は、全体計画で設定したバース及び岸壁法線の、Plit 25 と 26 の前面部分とする。

b) 法線計画以外の計画条件

表 6.1-3 その他計画条件

条件	項目	細目	備考
配置	整備バース数		2 バース
船舶	対象船舶	DWT	20,000DWT
		Lap	177.0m
		Lpp	165.0m
		B	27.1m
		d	9.0m
		TEU	1,000TEU
防舷材	接岸速度		V=0.1m/s
	接岸エネルギー		約 200kN
		セル型・防衝版 6m	H-1,000mm
	配置		10m ピッチ
係船柱	牽引力	曲柱	1500kN
		配置	25m ピッチ
荷重	上載荷重	栈橋	W=20kN/m <sup>2</sup>
		コンテナヤード	W=50kN/m <sup>2</sup>
荷役機械	クレーン荷重	総重量	7000kN
		輪荷重(稼働時)	Pv=450kN/wheel
		輪荷重(暴風時)	Pv=600kN/wheel
		輪荷重(地震時)	Pv=450kN/wheel

### 3) 施設基本構造

#### a) 岸壁基本諸元

栈橋の基本諸元は以下の表の様である。

表 6.1-4 栈橋基本諸元

項目	値	備考
栈橋延長	200m x 2 バース= 400m	
栈橋幅員	20.0m	
計画水深	CDL-10.0m	
栈橋天端高	CDL+7.5m	

#### 4) 岸壁構造の検討

##### a) 岸壁構造タイプの選定

岸壁の構造タイプは、全体計画と同様杭式の断面とする。

##### b) 比較構造断面

杭式の岸壁には、全体計画と同様に、直杭式、組杭式、格点ストラット形式、ジャケット形式を比較案として選定した。

各断面の特徴と図面は全体計画で記述した。

##### c) 構造案の比較選定

構造案は、安定性、施工性、経済性について比較を行った。比較選定においては、全体計画と同様の比較条件の他、2015 年末に 1 バース完成してオペレーションを開始していることを最重要条件とした。

この結果、2015 年に供用が可能で本計画地に適している構造案は、ジャケット構造案が緊急整備計画での推奨構造タイプと判断された。構造案の比較表を表 6.1-5 に示す。

### 5) 計画断面

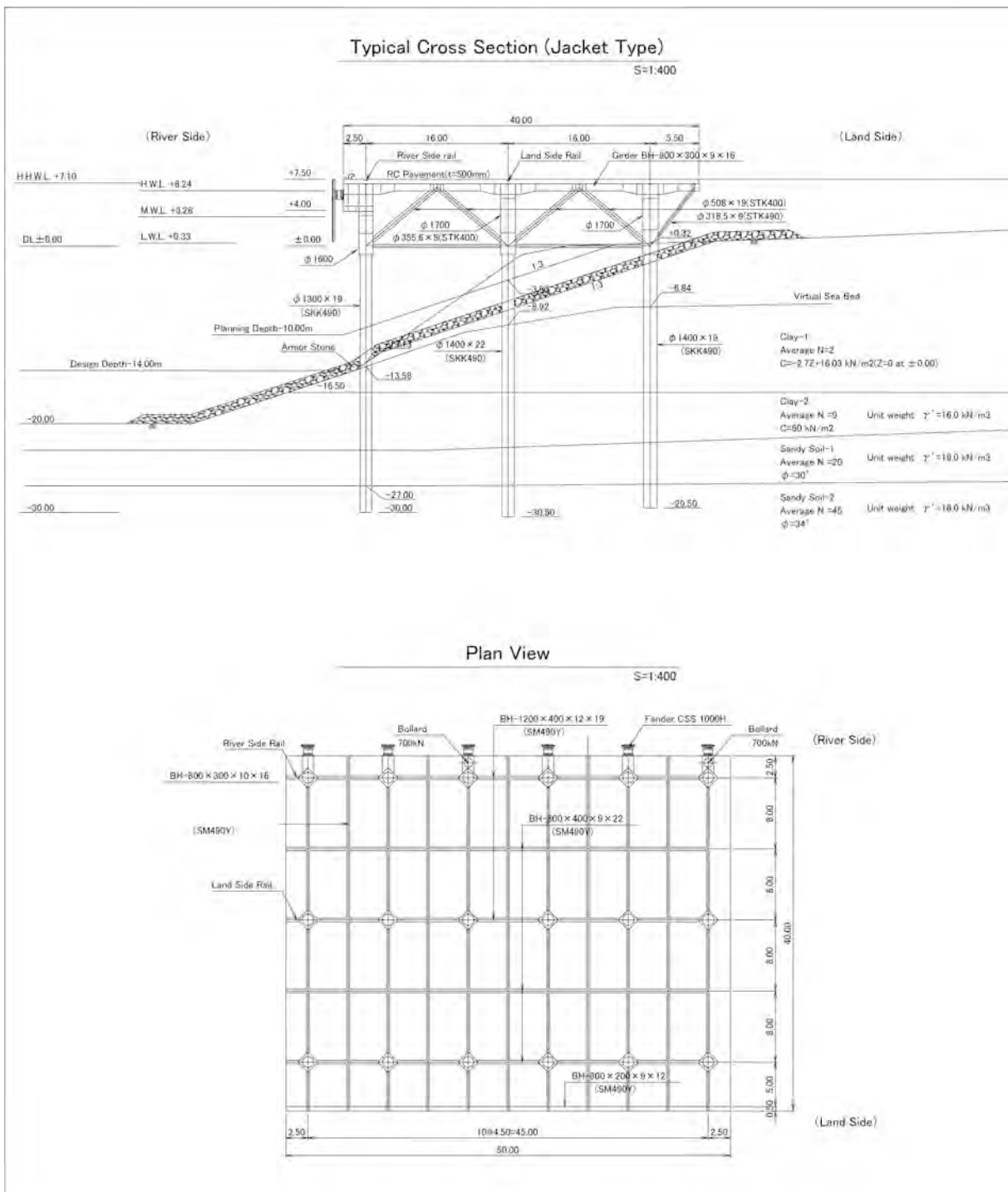
計画断面には、全体計画と同様の法面保護等を考慮する。推奨案のジャケット栈橋の一般図を図 6.1-5 に示す。

表 6.1-5 棧橋構造案比較表

棧橋構造案比較表

構造断面	直杭式棧橋		組杭式棧橋		ストラット式棧橋		ジャケット式棧橋	
	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価
構造安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの杭が必要。</li> <li>杭の材質は制約されない。</li> <li>水平変位が大きい。(＞10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>組杭で、杭本数が少なく出来る。</li> <li>斜杭は杭の材質に制約される。</li> <li>水平変位が小さい。(＜10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>梁が杭の低い位置に設置できるので、一般の棧橋構造より杭本数が減少出来る。</li> <li>水平変位は小さい。(＜10cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>梁、ブレースでジャケット構造が堅固で、杭本数をストラットよりさらに減少出来る。</li> <li>水平変位は小さい。(＜10cm)</li> </ul>				
施工性 2015年一部供用可能性 (17カ月以下)	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭の打設は容易。</li> <li>杭本数が多く工期が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜杭の施工は難しい。</li> <li>杭本数は直杭式より減少するので、比較的工期が短い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ストラットの製作や施工は、高い精度が必要。</li> <li>施工期間は、減少しない。</li> <li>ストラット取り付けの水中作業が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャケットは、高い製作精度が必要。</li> <li>ジャケット設置に大型クレーンが必要。</li> <li>杭とジャケットの高い施工精度が必要。</li> <li>工期が短い。</li> </ul>				
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：21.0ヶ月/200m</li> <li>杭本数が多く経済性が悪い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：20.0ヶ月/200m</li> <li>杭本数の減少で直杭式より経済性が高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：19.5ヶ月/200m</li> <li>杭本数は少ないが、ストラットの製作や取り付けに費用がかかり、経済性はあまり良くない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工期：16.5ヶ月/200m</li> <li>杭本数は少ないが、ジャケットの製作、設置に費用がかかり、経済性はあまり良くない。</li> </ul>				
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>工費：1.74</li> <li>杭が多く河川流への影響が大きい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工費：1.00</li> <li>杭が多く河川流への影響が大きい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工費：1.16</li> <li>杭が少なく河川流への影響が小さい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工費：1.16</li> <li>杭が少なく河川流への影響が小さい</li> <li>工事期間が長く河川への影響が大きい</li> </ul>				
総合評価と 2015年一部供用可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭本数が多く経済性が悪い。</li> <li>水平変位が大きい。</li> <li>工期が長い(2015年完工は不可)</li> <li>本計画地には適さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>工期は比較的短い(2015年完工は困難)</li> <li>経済性は良い。</li> <li>本計画地には難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>ストラットの水中作業が困難。</li> <li>工期が余り短縮出来ない(2015年完工は不可)</li> <li>経済性は若干劣る。</li> <li>本計画地には適さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平変位が小さい。</li> <li>工期が短い。(2015年完工は可能)</li> <li>経済性は若干劣る。</li> <li>本計画地に、適切な構造といえる。</li> </ul>				
結果	不採用(工期が遅い・経済性が良い)	採用可(経済性が良い・工期がやや遅い)	採用(経済性が良い・施工性が難しい)	採用(工期が短い・経済性がやや悪い・施工性が大きい)				

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 6.1-5 ジャケット式栈橋一般図

(3) 護岸

緊急整備対象の護岸の検討は全体計画と同様である。ここではその検討結果を記載する。

## 1) 護岸設計条件

### a) 自然条件

緊急整備対象区域の護岸法線の平均現地盤高はCDL+6.0mである。その他の自然条件は、栈橋のと同じである。

### b) 計画条件

緊急整備計画対象範囲は、Plot 26 と 25 である。

表 6.1-6 護岸計画諸元

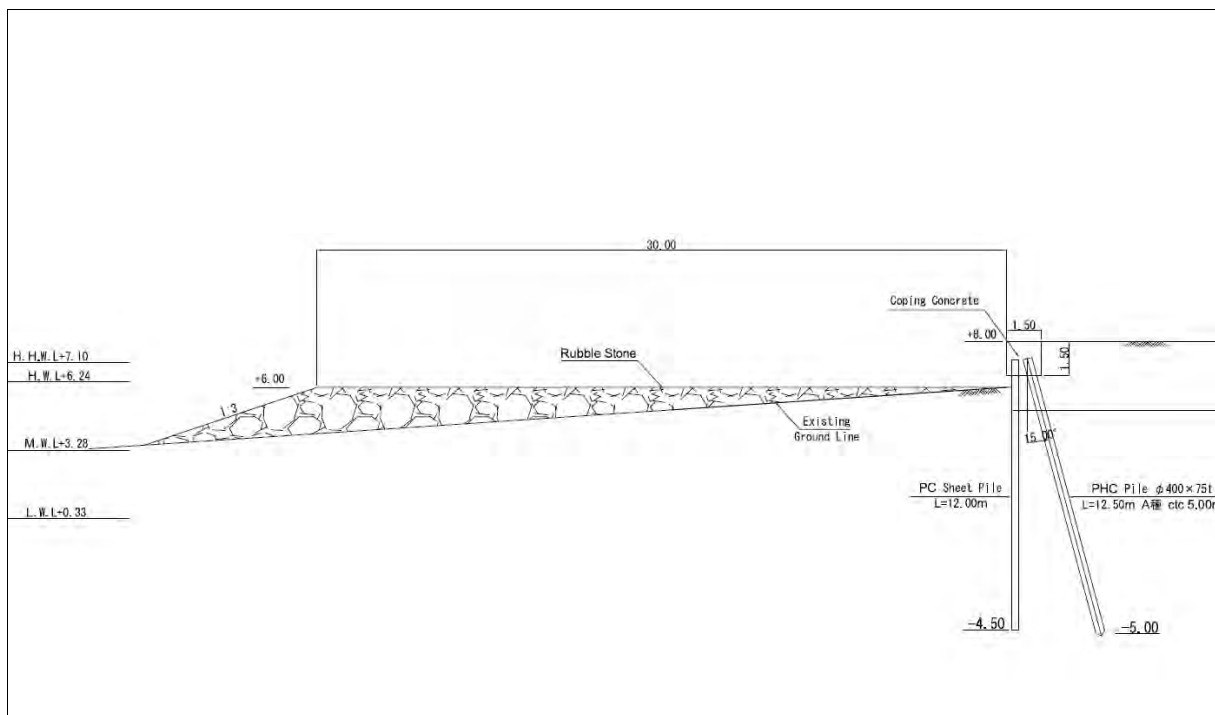
項目		備考
護岸延長	200m	
護岸天端高	CDL+8.0m	

## 2) 護岸構造タイプの比較

全体計画において、矢板式、重力式、もたれ擁壁式の3タイプが比較され、計画地に適した構造様式として、矢板式タイプが選定された。

従って、緊急整備計画でもこの構造とする。

護岸の標準断面図を図 6.1-6 に示す。



出典：調査団作成

図 6.1-6 護岸標準断面図

(4) 渡り橋

緊急整備計画の渡り橋の検討は、全体計画と同様で、その検討結果を記載する。

1) 設計条件

a) 自然条件

渡り橋の自然全条件は、栈橋の自然条件と同じである。

b) 計画条件

渡り橋の計画条件は、以下の様である。

表 6.1-7 渡り橋計画条件

項目		備考
渡り橋基数	3 基	
渡り橋延長	平均延長約 83.0m	
渡り橋幅員	20.0m	
渡り橋天端高	CDL+7.5m～+8.0m	



**c) 利用条件**

**i) 荷重**

渡り橋の荷重は、分布荷重として  $20\text{kN/m}^2$  を考慮する。

**2) 渡り橋構造タイプの選定**

渡り橋は、全体計画と同様に杭形式の渡り橋とする。

**3) 渡り橋構造案の比較検討**

全体計画では、栈橋タイプ(鋼管杭)が選定されており、緊急整備計画も同様な形式とする。選定断面を図 6.1-7 に示す。



---

**(5) ヤード設計****1) ヤード設計条件****a) 自然条件**

自然条件は、5章の自然条件と同じである。緊急整備計画対象地域は、このうちの Plot 26 と 25 である。

**b) 計画条件****①配置計画**

緊急整備計画の想定ヤード平面配置を図 6.1-8 に示す。

**②計画天端高**

ヤード天端高は、既設の道路天端高や周辺造成地の高さ CDL+8.0m を考慮して、CDL+8.0m と設定する。

**③上載荷重**

コンテナヤードの上載荷重は、コンテナ実入り 4 段蔵置を考慮してヤードの上載荷重を 50kN/m<sup>2</sup> と設定する。

**④オペレーション方式**

ヤードのコンテナオペレーション方式は、RTG 方式によるオペレーションを想定する。

**⑤荷役機械**

ヤードでの荷役機械は、RTG、シャーシートラック、トップリフター、リーチスタッカー、フォークリフトを想定する。

**2) 造成設計****a) 造成計画****i) 計画高**

ヤードの造成天端高さは、舗装厚さ約 0.5m を考慮して、CDL+7.5m とする。

**ii) 造成土量**

地盤改良開始高さCDL+7,0mに造成する土量は約 23 万m<sup>3</sup> と算定される。

**iii) 造成材料**

陸上土砂は、土取り場が遠く、運搬コストが高い。従って、造成材料は、安価で運搬が容易

な川砂を使用する。

**iv) 施工概要**

ヤード造成は、護岸とブロック周辺の築堤を先行させ、計画地内に川砂をポンプで送泥して撒き出す。余水は、沈殿池で土砂を沈殿させて、上水を河川に放流する。

**3) 地盤改良設計**

軟弱地盤の沈下対策として、PVDによる地盤改良を行うものとする。

検討の詳細は5章港湾整備計画を参照。

**4) 舗装設計**

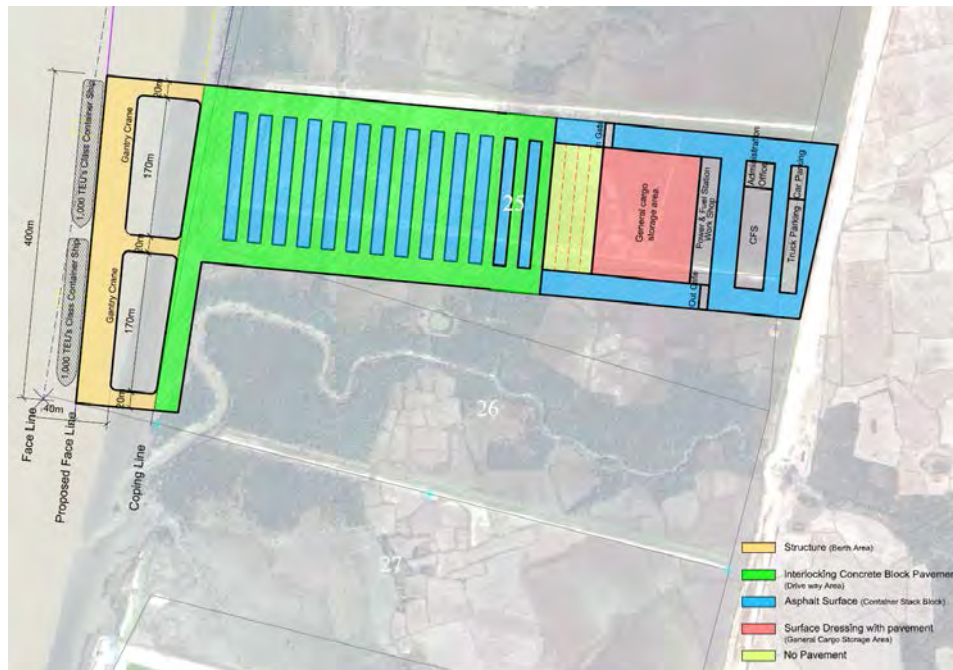
**a) ヤード舗装区分**

ヤードの舗装区分は、ヤードの利用計画によって決定される。今回の設計では、全体計画と同様に以下の3タイプの舗装区分とする。

- ①コンテナ蔵置部    ②道路・通路部    ③未舗装部

**b) 舗装平面計画**

緊急整備計画でのヤードの舗装平面は、図 6.1-8 に示す。



出典：調査団作成

図 6.1-8 舗装区分平面図

c) 舗装断面

舗装断面は、全体計画と同様とする。

5) 排水設計

a) 排水計画

ヤード内の排水は、集水の上、浄化処理をして、河川側に放流する。

b) ヤード内表面排水

ヤード内の雨水表面排水は、造成及び舗装の勾配によって排水し、ヤード内の開水路、集水桝で暗渠へ排水する。

c) 雨水排水

暗渠をヤードの境界に計画する。表面排水を集め、ヤードの境界に設置された暗渠で排水する。暗渠の末端に水処理施設を設置し、河川側に排水する。

6.1.3. 荷役機械

(1) 施設設計

1) 荷役機械計画条件

荷役機械計画にあたっては、以下の条件に基づき策定するものとする。

- 岸壁条件：ディタッチド・ピアタイプ、延長 400m、設計水深 -10m
- 対象船舶：コンテナ船 最大 20,000DWT、(LOA=177 m, 1000TEU 積み)
- 荷役方式：岸壁クレーン (STS ガントリークレーン)

ヤード荷役方式 (RTG、トラクター+シャシー運搬方式)

空コンおよび CFS 用荷役 (リーチスタッカー、フォークリフト)

- 計画コンテナ取扱量：200,000 TEU/年
- 20 フィート:40 フィート比率：50：50 (TEU/ Box 換算係数=1.5)
- 空コン率：ヤンゴン港の実績より平均 30%と仮定する

## 2) STS ガントリークレーン

### a) 設計仕様

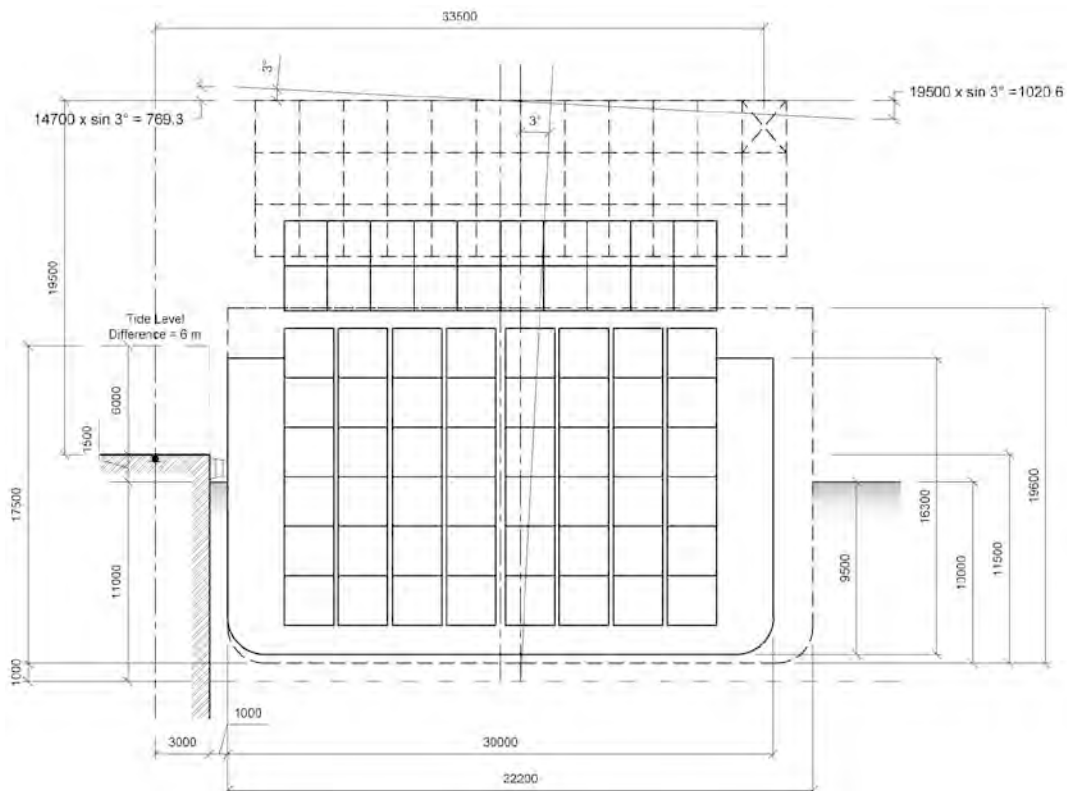
STS ガントリークレーンは、将来の船舶大型化の可能性を配慮し、また船幅も大きく変わらないことより、パナマックス船（コンテナ 12 列積み）対応型の仕様にて計画する；

- 対象船舶幅：12 列=32.2 m（注：20,000 DWT の場合、 B=約 30m）
- 設計吊上げ能力：40 トン
- クレーンレール・スパン：16.0 m
- アウトリーチ：35 m
- 揚程：42 m（レール上；24 m、レール下；18 m）
- 理論荷役能力：40 Box/時間

平均荷役能力：有効稼働率 = 0.8、作業効率 = 0.8 程度と考え、

$$40 \times 0.8 \times 0.8 = 25.6 \text{ Box/時間/基 とする}$$

パナマックス船および 20,000DWT 級コンテナ船の場合の STS 必用諸元を図 6.1-9 に示す。



出典：調査団作成

図 6.1-9 STS アウトリーチ及び揚程計画

**b) 必要台数の検討**

- 年間取扱い Box 数 :  $200,000 \text{ TEU} / 1.5 = 133,333 \text{ Box/年}$
- 週間取扱い Box 数 :  $133,333 / 52 \text{ 週} = 2,564 \text{ Box/週}$
- 1 船当たりの平均荷役数 :  $900 \text{ TEU/船} = 600 \text{ Box/週}$
- STS 必要台数 :

実稼働 18 時間と仮定すると、必要台数は以下のようになる ;

$600 \text{ Box} / 18 \text{ 時間} / 25.6 \text{ Box} = 1.30 \text{ 基}$  従い、2 基配置する。

**3) RTG (Rubber Tired Gantry)**

- 設計仕様 : 6 列、5 段積み対応型とし、以下の仕様とする ;
  - 定格荷重 : 40 トン
  - スパン : 23.47 m、ホイールベース : 6.40 m
  - 最大揚程 : 18.00 m
  - 理論荷役能力 : STS と同様 40 Box/時間とする。
- 必要台数の算定

作業効率は、対船荷役用 (STS-CY 作業) と対陸荷役用 (CY-Gate 作業) で異なるため、作業別に検討する。

作業効率を考慮した荷役効率は以下のように考える ;

- 対船荷役用 (STS-CY) : コンテナ蔵置レーン間の移動、待ち時間等を考慮して、平均荷役能力 20 Box/時間とする。
- 対陸荷役用 (CY-Gate) : ランダムに来るコンテナ車両対応となるため、移動および待ち時間等のロスが大きくなるため、平均荷役能力 10~15 Box/時間とする。

上記の作業能力に基づき、必要台数を算定すると以下のようになる ;

ただし、空コン率 (30%) から RTG が取扱う量は、 $600 \text{ Box/船} \times 0.7 = 420 \text{ Box/船}$ とする。

- STS-CY 作業用:  $400 \text{ Box} / 16 \text{ 時間} / 20 \text{ Box} = 1.25 \text{ 基}$ 、従い 2 基必要。(基本的に、STS 1 基に対し RTG 1 台は必要であるため、2 基は最少数となる)
- CY-Gate 作業用:  $133,333 \text{ Box/年}$  を週 6 日 12 時間作業で対応するものとする ;  $133,333 \times 0.7 / (52 \text{ 週} \times 6 \text{ 日} \times 12 \text{ 時間} \times 10 \sim 15 \text{ Box}) = 2.49 \sim 1.66 \text{ 基}$  (3 基)

以上より、計 5 基に加え予備 1 基（維持・補修による休止を考慮）、合計 6 基配置する。（一般的に STS 1 基あたり、RTG2~3 基が配置されている）

#### 4) リーチスタッカー

- 空コン用および CFS での作業用に 40-42 ton（定格荷重）のリーチスタッカーを配備する。
- 空コン取扱量は  $133,333 \text{ Box/年} \times 0.3 = 40,000 \text{ Box/年}$ （日平均 130Box 以下）程度で量が少ないため、STS-CY 作業および CY-Gate 作業用に各 1 台配置すれば十分と考えられる。
- CFS 作業用には、1 台を配備する。

以上より、計 3 台のリーチスタッカーを配備するものとする。

#### 5) その他の荷役機械

その他の荷役機械として以下のものを配備する；

- コンテナ運搬用車両（トラクター+シャーシ）：STS 1 基あたり 3 台必要となるため、計 6 セットを配備する。（10 サイクル/時間として、作業能力は 10 Box/時間；STS 1 基の平均作業能力  $25.6 \text{ Box}/10=2.56 \text{ 台/STS}$  必要）
- CFS 作業用フォークリフト：作業性の良い 3.5 トンフォークリフトを最少台数である 2 台配備する。

尚、参考として、計画と同等な荷役能力の STS ガントリー・クレーンおよび RTG の一般仕様図を、図 6.1-10 および図 6.1-11 に示す。



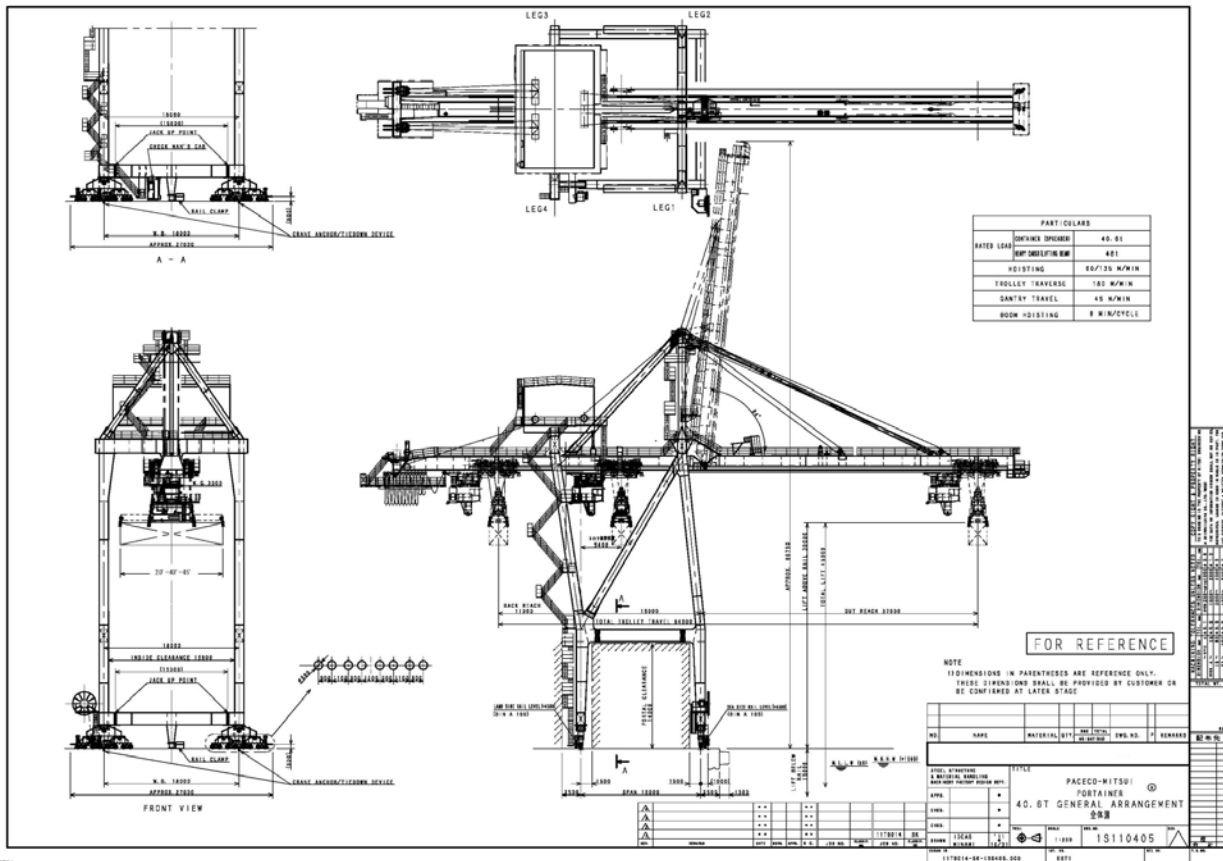


図 6.1-10 STS ガントリー・クレーン一般仕様図 (メーカー参考図)

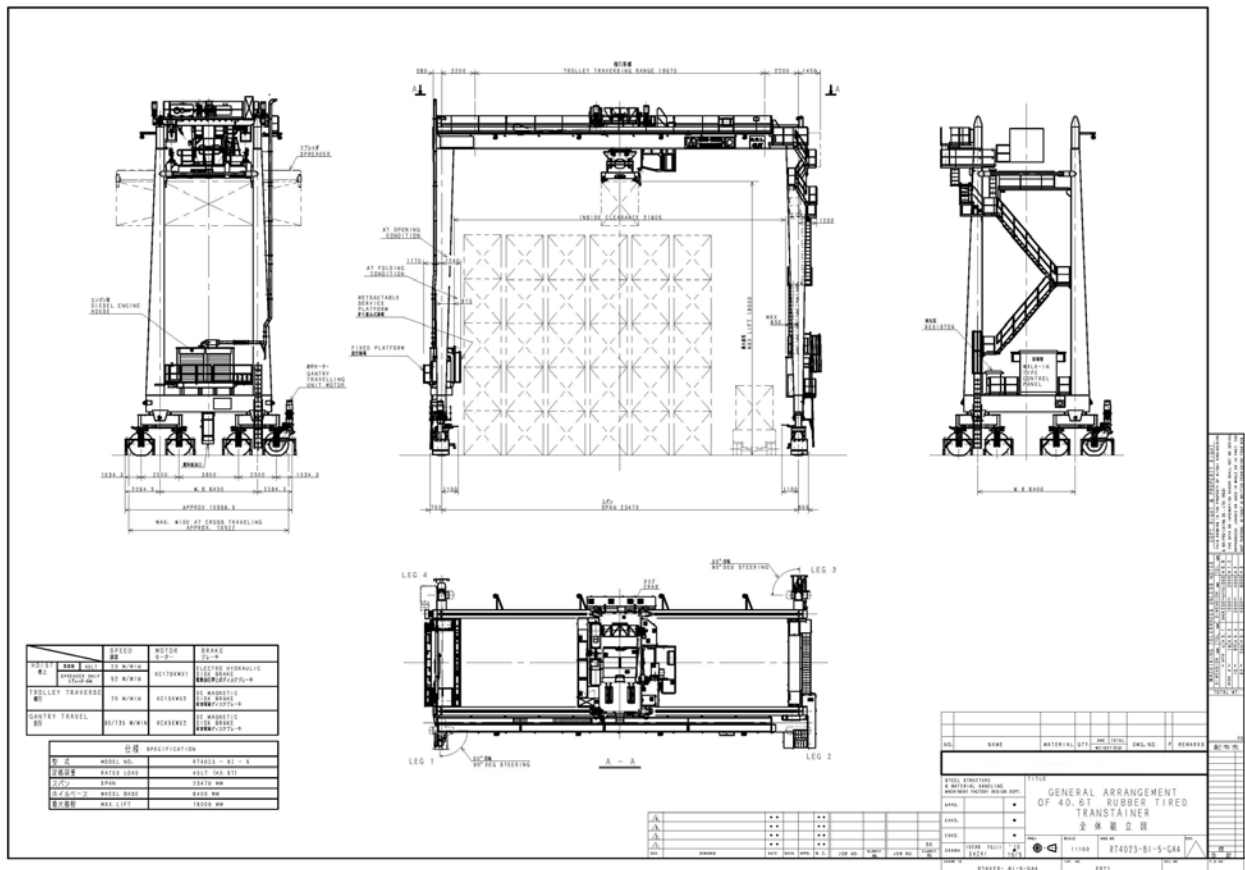


図 6.1-11 RTG 一般仕様図 (メーカー参考図)

## 6.2. 環境社会配慮

「ベースとなる環境及び社会の状況」から「環境社会配慮調査結果」の項目については、5.5 章と同様であるため、ここでは「緊急整備計画配置の考え方」及び「環境影響評価」以降の項目について示す。

### 6.2.1. 緊急整備計画配置の考え方

全体のターミナルロケーションを Plot 23 から Plot 26 に設定したが、2015 年の将来需要に対応するため、緊急整備区域 (Phase1) を設定する。Plot 23 は居住者があり、Plot 26 にはクリークが流れている。自然環境、社会環境に対する影響が小さく、かつ将来の事業拡大にも対応できるよう、緊急整備区域 (Phase1) は、図 6.2-1 に示すとおり Plot 25 及び Plot 26 の前面のみに設定した。この配置により、ODA ローンの対象となる緊急整備計画段階では住民移転は発生せず、クリークも維持される。



出典：調査団作成

図 6.2-1 緊急整備区域の配置

### 6.2.2. 環境影響評価

スコーピングにおいてA～Cに評価された項目に対して、調査結果に基づき環境影響評価を実施した。結果を下表に示す。

表 6.2-1 調査結果に基づく環境影響評価

分類	No.	影響項目	スコアリング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
汚染 対策	1	大気汚染	C	C	B-	D	<p>&lt;工事中&gt;                      Bay Pauk 居住者へのヒアリングによると、現在行っている工事の建設機材の稼働等に伴う影響はほとんど認められなかった。工事材料、資材等の多くは船舶による運搬が想定され、工事による交通増加量も19台/日と小さいため、本事業による影響も小さいものと考えられる。                      但し、植生の除去 (Site Clearance)、地盤改良終了後の盛土撤去(800,000m<sup>3</sup>)時等、車両による多量の土砂等の運搬が実施される場合には、粉じん対策を実施する必要がある。</p> <p>&lt;供用後&gt;                      調査団が行ったヒアリングによると、現在のティラワ地区港運用による貨物輸送車両の交通量増加に伴う大気質の悪化は確認されなかった。                      貨物輸送車両の増加により試算した大気質の変化は、Bay Pauk 地区においては1%未満であった。                      本ターミナルでの取扱貨物はほとんどがコンテナであり、バルク貨物はわずかである。バルク貨物で想定される取扱貨物は、機械や建設資材であり石炭やウッドチップ等、粉じんの発生する貨物の取り扱いは想定されていない。そのため、本事業による大気汚染への影響は限定的と考えられる。</p>
	2	水質汚濁	B-	B-	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;                      河岸の浚渫時(160,000m<sup>3</sup>)、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時(1,000,000 m<sup>3</sup>)に濁りが発生することが予測される。また、盛土載荷時に流出する余水からも濁り及び汚濁物質の発生が予測される。ヤンゴン川は速い流速により常時濁っており、影響は限定的と考えられるものの、工事による濁りを抑制するための配慮は必要と考えられる。(特に、シルト分の堆積及び底質に含まれる汚染物質の拡散防止の観点から)コンクリート洗浄水等が河川に流入するリスクがある。                      杭打機等の作業機材から油が流出し、河川に流入するリスクがある。                      工事には最大250人程度の作業員が従事すると予測されるため、適切なし尿処理が必要となる。</p> <p>&lt;供用後&gt;                      BOD濃度について、現在稼働しているMITT前面で特に高い値を示さなかった。全地点で油分も検出されなかった。これらのことから、MITTと同規模の本事業についても影響は小さいものと考えられる。                      しかし、MITTでは汚水の自家処理を行っており、本事業でも建屋、ヤードからの排水や油性排水等の対策を行う必要がある。なお、「ミ」国はマルポール条約付属書I/IIを批准しており船舶からの油及び有害液体物質の排出が規制されている。                      なお、盛土からの余水は工事中に十分排水されることから供用後の余水による影響は小さいと考えられる。</p>
	3	廃棄物	B-	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt;</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							<p>伐採材、浚渫土砂、盛土後の撤去土砂、コンクリート塊等の建設廃棄物、工所用機材からの排油などの廃棄物の発生が予測される。廃棄物処理に関する規制等は、事業対象地区には現状無く、廃棄物の適切な処理が必要である。(浚渫土砂の投棄に関しては、「底質」参照)</p> <p>&lt;供用後&gt; 本港湾の機能維持のための維持浚渫は行われない。港湾設備や船舶から発生する廃棄物の適切な処理が必要である。</p>
	4	土壌汚染	D	D	D	N/A	<p>&lt;工事中&gt; 盛土用土砂として想定されている河川土砂には、土壌汚染防止法における含有基準を超過するレベルの有害物質は確認されなかったため、土壌汚染のリスクは低いと考えられる。</p>
	5	騒音/振動	B-	B-	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt; Bay Pauk 居住者へのヒアリングによると、現在行っている工事の建設機材の稼働等に伴う影響はほとんどなく、工事による交通増加量も 19 台/日と小さいため、本事業による影響は軽微である。ただし、現状でも道路沿いの騒音は 70dB 程度あり、ヤンゴン市街地へ向かうルート沿いには居住地も存在するため、影響を極力低減する努力が必要である。</p> <p>&lt;供用後&gt; 調査団が行ったヒアリングによると、現在のティラワ地区港運用による荷役機械の稼働による影響はほとんど確認されなかった。 また将来交通量における騒音/振動の予測結果からも、Bay Pauk 地区における予測値は基準値を下回っており、影響は軽微であると考えられる。しかしながら、ヤンゴン市街地へ向かう交通量は 75 台/日程度(タンリン橋ルート、ダゴン橋ルートではそれぞれ 38 台/日程度)増加すると試算され、沿道には居住地も存在することから、騒音による影響を極力低減することが必要と考えられる。</p>
	6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	N/A
	7	悪臭	D	D	N/A	N/A	N/A
	8	底質	C	C	B-	B-	<p>&lt;工事中&gt; 本事業による浚渫で発生した土砂は、周辺の土捨て場に投棄されることが想定される。調査団が行った底質調査によると、重金属では銅及びニッケル、有機汚染物質では DDT がオーストラリアにおける浚渫土砂投棄(海洋投棄)のスクリーニングレベルを超過していたが、以下の理由により、投棄によるリスクは小さいと考えられる。</p> <p>ロンドン条約では、内水への投棄は各国の裁量によること規定されている。「ミ」国はロンドン条約を批准しておらず、浚渫土砂の河川投棄の規制もないため、河川投棄が頻繁に行われている。また、オーストラリアのガイドライン(海洋投棄)では、スクリーニ</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							<p>ングレベルを超過しても、バックグラウンドを下回るレベルであれば、投棄可能としている。浚渫予定土砂に含まれる重金属、有機汚染物質濃度は、周辺土砂や土捨て場と同程度であった。</p> <p>ただし、浚渫時及び投棄時には汚染されたシルト分の堆積や底泥の拡散を抑制する配慮は必要である。</p> <p><b>&lt;供用後&gt;</b> MITT 前面で他の地点に比べて底質が高くなる傾向は見られなかったことから、港湾活動による底質への影響は小さいと考えられる。 しかしながら、底質汚濁を抑制するための水質汚濁対策が必要となる (2.水質汚濁参照)</p>
自然 環境	9	保護区	D	D	N/A	N/A	N/A
	10	生態系	B-	C	B-	B-	<p><b>&lt;工事中&gt;</b> 調査団が行った生態系調査では、事業対象地区においてIUCNレッドリストで絶滅危惧種に指定されている種は確認されなかった。バースは栈橋構造であり、生物生息場の消失面積は限定的である。緊急整備計画ではPlot26に存在するクリークは、一部改修されるものの維持される。本事業区域の多くは空き地及び水田であり、騒音・振動の影響を受ける哺乳類はほとんど生息していない。また、周辺地域も多くが水田であり、鳥類の逃避も容易である。以上のことから、本事業が生態系に与える影響は小さいと考えられる。</p> <p>ただし、水質汚濁による生態系劣化を抑制するために、水質汚濁の防止対策が必要となる。(2.水質汚濁参照)</p> <p><b>&lt;供用後&gt;</b> 生物の生息生育地としての影響は&lt;工事中&gt;と同様の理由により小さいと考えられる。 水質汚濁による生態系劣化を抑制するために、水質汚濁対策が必要となる (2.水質汚濁参照)。</p>
	11	水象	C	C	B-	B+	<p><b>&lt;工事中&gt;</b> &lt;陸上排水&gt;Plot26に流れるクリークの河口付近の一部が改修されるため、現状の排水機能を維持する必要がある。また、幹線道路西側に流れる水路についても、確保する必要がある。</p> <p><b>&lt;供用後&gt;</b> &lt;河川の流れ&gt;栈橋構造の施設を建設することにより、それよりも内側では流速が低下し、河岸浸食が緩和されると考えられる。</p>
	12	地形/地質	D	C	N/A	B+	<p><b>&lt;供用後&gt;</b> 栈橋構造の施設を建設することにより、それよりも内側では流速が低下し、河岸浸食が緩和されると考えられる。</p>
社会 環境	13	住民移転 /用地取得	B-	D	B-	N/A	<p><b>&lt;工事前&gt;</b> &lt;住民移転&gt; 緊急整備計画区域には居住者はいないため、住民移転</p>

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							は発生しない。 <用地取得> 緊急整備計画区域の一部は、農地として利用されている。これらの農地は不法に利用されているものである。しかしながら、農地の減少により収入が減少する可能性があることから、雇用機会の供給や研修等の生計回復手段が必要となる。 (添付：住民移転計画(案)参照)
	14	貧困層	C	B+	D	D	調査結果に基づき、本事業地に貧困層は存在しない。
	15	少数民族/ 先住民族	D	D	N/A	N/A	N/A
	16	雇用や生計 手段等の地 域経済	B+	B+	B+/-	B+	<工事中> <雇用の創生> 建設工事による新たな雇用が創出される。 <漁業活動への影響> 工事中は、棧橋法線から100m程度のエリアにおいて関係者以外の立ち入りが規制されると想定されるが、漁業はヤンゴン川全域で行われており、漁業活動への影響は限定的である。 ヤードの盛土時には、1日あたり50隻程度の採砂船が周辺を航行することが想定されるため、作業船が漁業活動を妨げないように留意する必要がある。 ヤンゴン川は常時濁っており、ナマズ目や、 <i>Polynemus paradiseus</i> など、濁りに耐性を持つ魚種が多い。このことから、工事の濁りによる漁業への影響も限定的と考えられるが、濁りの影響を監視することが望まれる。 <農業活動への影響> 農地利用者に対する生計回復手段が必要(添付：住民移転計画(案)参照) <供用後> <雇用の創生> 港湾労働への新たな雇用により、地域経済へプラスの影響が見込まれる。 <漁業活動への影響> 漁業は事業予定地周辺を含むヤンゴン川で広域的に実施されており、本事業用地前面は特別な漁場とはなっていない。漁船による刺し網は河岸から400m以上離れた水域で行われており、事業予定地前面の河岸での漁業(地引網、定置網等)は確認されなかった。供用後に予想される船舶の着岸回数は1日当たり1週間当たり4隻程度である。また、大型船は日常的に、設置された漁網上を航行している。2012年9月にBay Pauk住民に対して調査団が行ったヒアリングでは、ティラワ地区港の建設及び供用において漁業への影響は無いことを確認している。以上のことから、本事業の供用による漁業活動への影響は限定的と考えられる。
	17	土地利用や 地域資源利用	C	C	B-	B-	<工事中> 水田が港湾用地として変換されるものの、開発面積は15ha程度であり地域の農業資源への影響は限定的で

分類	N o.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
							ある。盛土からの余水等、工事における排水が周辺の農地に影響を及ぼさないよう配慮が必要である。パースは栈橋構造であり、漁業資源への影響も限定的と考えられる。ただし、水質汚濁による漁業資源への影響を抑制するために、水質汚濁の防止対策が必要となる。(2.水質汚濁、10.生態系参照) <b>&lt;供用後&gt;</b> 農業資源に影響を及ぼすような活動は想定されない。MITTと同規模の本事業についても水質汚濁の影響は小さく、漁業資源への影響も限定的と考えられるが、水質汚濁の防止対策が必要となる。(2.水質汚濁参照)
	18	水利用	D	C	N/A	C	<b>&lt;供用後&gt;</b> 本事業の使用予定水量は500m3/日であり、3貯水池の貯水量と比較して少量であることから、既存の水利用への影響は限定的と考えられる。しかしながら、本事業地への具体的な水供給方法は、現在MPAで検討中であり、周辺への水利用に影響を及ぼさないよう、MOC、MOI等の関係機関と協議して供給方法を決定する必要がある。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	C	D	D	<b>&lt;工事中&gt;</b> タンリン橋、ダゴン橋ルートにおいて予測される工事車両の交通量は1日あたり10台程度のため、既存の社会インフラに与える影響は限定的である。 <b>&lt;供用後&gt;</b> タンリン橋、ダゴン橋ルートにおける供用後の貨物輸送車両の予測交通量は、1日あたり38台程度であり、既存のインフラに与える影響は限定的である。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	N/A
	21	被害と便益の偏在	D	D	N/A	N/A	N/A
	22	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	N/A
	23	文化遺産	D	D	N/A	N/A	N/A
	24	景観	D	D	N/A	N/A	N/A
	25	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	N/A
	26	子どもの権利	D	D	N/A	N/A	N/A
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-	C	B-	B-	<b>&lt;工事中/供用後&gt;</b> ヤンゴン地域のHIV、デング熱等の感染比率は減少傾向にあるが、他国と比べて依然と高い。工事作業員、港湾労働者の流入に伴いHIV等の感染症が拡大する可能性が考えられる。
	28	労働環境(労働安全を含む)	C	C	B-	B-	<b>&lt;工事中/供用後&gt;</b> 現時点でミャンマー国の労働環境及び労働安全に関する法律は無いため、プロジェクト単位で工事中及び供用後の労働環境に対する計画を構築する必要がある。



分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
その他	29	事故	C	C	B-	B-	<工事中/供用後> 工事中及び供用後に水域交通及び道路交通の増加に伴う交通事故の増加への対策が必要である。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	N/A	N/A	N/A

A+/-: 重大な負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 影響の程度は明らかでない。(調査が必要。調査の過程で影響の程度が明らかになる可能性がある。)

D: 影響は想定されない。

出典：調査団作成

### 6.2.3. 緩和策

環境影響評価においてA～Cに評価された項目に対して、工事中及び供用後に実施されるべき緩和策を下表に示す。

表 6.2-2 緩和策

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
<b>工事中</b>					
1	大気汚染	地盤改良終了後の盛土撤去時等、車両による多量の土砂等の運搬が実施される場合には、タイヤ洗浄、散水等の粉じん対策を実施する。	施工業者	MPA	工事費に含む
2	水質汚濁	①河岸の浚渫時、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時には濁りのモニタリングを実施する。 浚渫土砂の河川投棄時には底開式バージ船を使用するなど、濁り対策を行う。その他、大きな濁りが発生した場合にはシルトプロテクターの設置、作業量の抑制などの対策を実施する。 ②盛土材からの余水管理、モニタリングを実施する。 ③コンクリート洗浄水等の河川への直接流出を防止する。 ④作業機材のメンテナンスを実施するとともに、油流出時の予防対策を実施する（オイルフェンス、中和剤、吸着材の準備）。 ⑤仮設トイレや浄化槽の設置とその管理を行う。	施工業者	MPA	①工事費に含む ②30,000USD (モニタリング) ③工事費に含む ④工事費に含む ⑤工事費に含む
3	廃棄物	①浚渫土砂を除く全ての廃棄物に関して河川及び投棄場以外への投棄を禁止する。廃棄物は、再利用に努めるとともに、施工業者により適切に回収、処分することを義務づける。	施工業者	MPA	①②工事費に含む

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
		務付ける。 ②浚渫土砂の河川投棄時には底開式バージ船を使用するなど、汚濁物質の拡散防止対策を行う。			
5	騒音/振動	①工事車両の適切なメンテナンスを実施する。 ②適切な輸送ルートを選定、住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止、周辺住民、道路利用者への配慮を行う。	施工業者	MPA	工事費に含む
8	底質	①濁り防止対策（水質汚濁参照）を実施することにより、底泥の拡散を抑制する。 ②投棄場における底質モニタリングを行う。	施工業者	MPA	①0(水質に含む) ②15,000USD (モニタリング)
10	生態系	①ヤードには緑地帯を設置する。 ②水質汚濁対策を行うことにより、生態系の劣化を防止する。	①MPA ②施工業者	MPA	工事費に含む
11	水象	①既存クリークにはバイパス等を設置し、既存の通水断面を確保する。 ②道路西側の水路の流れを妨げないようにカルバート等を設置する。	施工業者	MPA	工事費に含む
13	住民移転/用地取得	農地利用者に対して生計回復手段の実施とそのモニタリングを行う。 (添付：住民移転計画(案)参照)	MPA (添付：住民移転計画(案)参照)	MPA (添付：住民移転計画(案)参照)	15,000USD
16	雇用や生計手段等の地域経済	①濁り防止対策（水質汚濁参照）を実施する。 ②土砂運搬時等に、作業船が漁業活動を妨げないように配慮する（漁船優先対策等）。 ③農地利用者に対して生計回復手段の実施とそのモニタリングを行う。 (添付：住民移転計画(案)参照)	①②施工業者  ③MPA (添付：住民移転計画(案)参照)	①②MPA  ③MPA (添付：住民移転計画(案)参照)	①②工事費に含む  ③0(住民移転/用地取得に含む)
17	土地利用や地域資源利用	①盛土からの余水等、工事における排水が周辺の農地に影響を及ぼさないよう、排水路等を設置する ②濁り防止対策を実施する（水質汚濁参照）	施工業者	MPA	工事費に含む
27	HIV/AIDS等の感染症	工事作業員に対し、HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動を行う。	施工業者	MPA	工事費に含む
28	労働環境（労働安全を含む）	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。（例：安全訓練、定期パトロール、安全会議の実施等）	施工業者	MPA	工事費に含む
29	事故	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。（例：フェンス、サイン	施工業者	MPA	工事費に含む

No.	影響	緩和策	実施機関	責任機関	コスト (USD)
		ボードによる工事現場への関係者以外の立ち入り防止、警備員、警戒船の配置等)			
供用後					
2	水質汚濁	①事務所からの汚水、生活排水は、浄化槽等により適切に処理した後に排水する。 ②コンテナ洗浄場、メンテナンスエリア等、油性排水が発生する可能性のある場所についてはオイルセパレータ等を設置する。 ③浄化槽の汚泥、オイルセパレータの排油は定期的に回収し、適切に処分する。 ④排水及び港周辺での水質モニタリングを実施する	① ② MPA ③ ④ 港湾運用者	① ② ③ ④ MPA	①~③運営費に含む ④ 20,000USD(モニタリング)
3	廃棄物	①船舶及び事務所等から発生する全ての廃棄物に関して河川及び所定の廃棄場以外への投棄を禁止する。 ②廃棄物は、再利用に努めるとともに、港湾運用者により適切に処分する。	①MPA ②港湾運用者	MPA	②運営費に含む
5	騒音/振動	①貨物車両の適切なメンテナンスを実施する。 ②住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止、周辺住民、道路利用者への配慮を行う。	港湾運用者/ 運送業者	MPA	運営費に含む
8	底質	水質汚濁対策を行うことにより、底質汚濁を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
10	生態系	水質汚濁対策を行うことにより、生態系の劣化を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
17	土地利用や地域資源利用	水質汚濁対策を行うことにより、漁業資源へ影響を防止する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
18	水利用	周辺への水利用に影響を及ぼさないよう、MOC、MOI等の関係機関と協議して供給方法を決定する。	MPA	MPA	—
27	HIV/AIDS等の感染症	港湾労働者に対し、HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動を行う。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
28	労働環境（労働安全を含む）	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む
29	事故	安全対策や、作業員への教育方法を記載した安全計画を作成し、遵守する。	港湾運用者	MPA	運営費に含む

出典：調査団作成

### 6.2.4. モニタリング計画

工事前、工事中及び供用後に実施されるべきモニタリング計画を下表に示す。

表 6.2-3 モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度 (供用時は継続期間も明記)	実施機関
<b>【工事前】</b>				
住民移転/用地取得	生計回復手段の実施状況 (添付：住民移転計画(案)参照)	—	1～4回/年	MPA
雇用や生計手段等の地域経済	生計回復手段の実施状況 (添付：住民移転計画(案)参照)	—	1～4回/年	MPA
<b>【工事中】</b>				
大気汚染	実施された粉じん対策の内容	工事現場	1回/月	施工業者
水質汚濁	①河岸の浚渫時、浚渫土砂の河川投棄時、盛土用土砂の採取時 a. 濁り調査(水温、濁度[SS]、pH、塩分) b. 浚渫土砂の河川投棄時の濁り対策状況 c. その他濁り対策状況	a. 作業場所の上流及び下流  b,c. 作業場所	a. 作業時1回/週  b,c. 1回/月	施工業者
	②a. 盛土からの排水の濁り調査(水温、濁度[SS]、pH、塩分、油分[目視]) b. 工事排水対策の実施状況(排水路の設置等)	a,b. 排水口及びヤンゴン川の上流及び下流	a. 作業時1回/週 b. 1回/月	施工業者
	③コンクリート洗浄水等の処理状況	工事現場	1回/月	施工業者
	④作業機材のメンテナンス状況、油流出時の予防対策状況	工事現場	1回/月	施工業者
	⑤仮設トイレや浄化槽の処理と管理の状況	工事現場	1回/月	施工業者
廃棄物	①廃棄物の種類、発生量及び処分方法の記録	工事現場	1回/月	施工業者
	②浚渫土砂の河川投棄時の濁り対策状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
騒音/振動	①工事車両のメンテナンス状況	—	1回/月	施工業者
	②輸送ルートの設定状況、貨物車両の周辺住民、道路利用者への配慮状況(住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止など)	—	1回/月	施工業者
底質	①濁り防止対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	施工業者
	②浚渫土砂投棄前、投棄後の底質調査(比重、粒度分布、含水率、全有機炭素、ヒ素、カドミウム、クロム、鉛、銅、ニッケル、亜鉛、DDT)	投棄場所	浚渫土砂投棄前、投棄中、投棄後の3回	施工業者
生態系	①緑地帯の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	②水質汚濁対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様

環境項目	項目	地点	頻度 (供用時は継続期間も明記)	実施機関
水象	既存クリーク及び水路の通水断面の確保の状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
住民移転/用地取得	生計回復手段の実施状況 (添付：住民移転計画(案)参照)	—	1～4回/年	MPA
雇用や生計手段等の地域経済	①濁り防止対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様
	②漁業活動への配慮状況	—	1回/月	MPA
	③生計回復手段の実施状況 (添付：住民移転計画(案)参照)	—	1～4回/年	MPA
土地利用や地域資源利用	①工事排水対策の実施状況	工事現場	1回/月	MPA
	②濁り防止対策の実施状況(水質汚濁と同様)	工事現場	1回/月	MPA
HIV/AIDS等の感染症	HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動の実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
労働環境(労働安全を含む)	安全計画の作成及び実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
事故	安全計画の作成及び実施状況	工事現場	1回/月	施工業者
<b>【供用時】</b>				
水質汚濁	①浄化槽等の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	②オイルセパレータ等の設置状況	設置場所	工事仕様書に記載	MPA
	③浄化槽やオイルセパレータ等のメンテナンス状況	設置場所	1回/年(3年間)	港湾運営者
	④水質調査(水温、SS、pH、塩分、油分、BOD、COD、大腸菌)	排水口(2点程度)、港前面(2点程度、上層・下層)	4回/年(3年間)	港湾運営者
廃棄物	産業廃棄物の種類、発生量、処分方法の記録	港湾施設	4回/年(3年間)	港湾運営者
騒音/振動	①貨物車両のメンテナンス状況	—	1回/年(3年間)	港湾運営者
	②貨物車両の周辺住民、道路利用者への配慮状況(住居地域通過時の速度遵守や無駄な空ぶかしの禁止など)	—	1回/年(3年間)	港湾運営者
底質	水質汚濁対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
生態系	水質汚濁対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
土地利用や地域資源利用	水質汚濁対策の実施状況(水質汚濁と同様)	水質汚濁と同様	水質汚濁と同様	港湾運営者
水利用	水の供給方法及び水使用量	—	1回/年(3年間)	港湾運営者
HIV/AIDS等の感染症	HIV/AIDS等の感染症に関する普及啓発活動の実施状況	—	1回/年(3年間)	港湾運営者
労働環境(労働安全を含む)	安全計画の作成及び実施状況	荷役現場	1回/年(3年間)	港湾運営者

環境項目	項目	地点	頻度 (供用時は継続期間も明記)	実施機関
事故	安全計画の作成及び実施状況	荷役現場	1回/年(3年間)	港湾運営者

出典：調査団作成

### 6.2.5. ステークホルダー協議の開催支援

Plot25を農地として利用している被影響住民3名に対して、2013年2月15日に調査団支援のもとMPAが住民協議を実施した。議事録は添付「住民移転計画(案)」に掲載している。

その後、MPAによりティラワ地区港の被影響住民全体を対象とした住民協議が以下の日程で行われた。なお、住民移転計画(追加支援策)に係る住民協議は現在も継続中である。

表 6.2-4 MPAによる住民協議

日時	出席者	主な内容
2013年7月1日	被影響住民 約200名 MPA、ヤンゴン地域政府、メディア	事業概要の説明、住民側からの意見聴取
2013年7月8日	被影響住民代表 8名 MPA、メディア	住民代表者との意見交換
2013年8月30日	被影響住民代表 約20名 MPA	MPAが実施した測量結果の説明、被影響住民リストの確認

出典：調査団作成

## 6.3. 住民移転計画

「付録」参照

## 6.4. 事業費積算と調達パッケージ

### 6.4.1. 積算総括表

円借款対象となるティラワ地区港緊急整備計画の積算アウトラインを表 6.4-1 にまとめた。また、税金と物価上昇に関して、補足説明を表の後に記した。

表 6.4-1 積算総括表

ティラワ地区港緊急整備計画	
基本的設計内容	1. 基本設計 1) 土木 栈橋：全長400m、幅40m 渡橋：全長約70m幅20m、3カ所 土地造成(埋立・地盤改良)：17ha 舗装・排水：14ha

		<p>2) 荷役機械 岸壁クレーン: 2 基</p> <p>2. 基本設計図 (レポート添付図面) 平面配置計画図 栈橋平面図、断面図</p>
施工・工程・調達計画		<p>1) 施工計画 土木関連の工事は、栈橋工、埋立工、地盤改良工、舗装工、排水工からなる。</p> <p>2) 工程計画 事業実施工程表を参照。本プロジェクトは緊急性を要し、17カ月の中間工期で 2015 年 12 月に港の一部 (200m) 開港を目指す。そのため、中間工期で完成させる栈橋工はクリティカルパス上にある。従って、栈橋構造は急速施工方法が可能な型式とする。</p> <p>3) 調達計画 (i) 土木 主要な土木建設材料 (鋼管杭、地盤改良材、鉄筋等、セメント) は近隣諸国からの輸入になる。また、杭打船、埋め立てに使用する浚渫船等の大型作業機械もシンガポール近辺から持ってくることで計画する。</p> <p>(ii) 荷役機械 性能・品質および納期に対する信頼性を考えて、基本的に日本からの調達で考える。</p>
積算概要	基本方針	<p>1) 積算基本方針 本プロジェクトは円借款による国際競争入札を想定しているため、国際コントラクター、邦人コンサルタントを想定して積算をおこなった。</p> <p>2) 調達方法 入札方法: 国際競争入札 支払条件: BQ 精算</p> <p>3) 積算費目対象 以下の事業費費目を別立てで積算している。  土木と建築、荷役機械、およびコンサルタント施工監理費</p> <p>4) 税金の処置 商業税 (5%) は適用されるとする。また本プロジェクトは円借款を想定しているため、請負業者が資機材・計器を輸入する際の関税は考慮していない。</p> <p>5) 使用通貨単位: 米ドル (内貨)、円 (外貨) (1 US\$ = 83.64 円、1US\$ = 858Kyats)</p> <p>6) 積算時点: 2013 年 1 月</p>
	積算内容	<p>1) 直接工事費</p> <p>(i) 土木 土木は、可能なものに対し現地および近隣国の材料費・機械費・人件費を調査し工事単価を積み上げた。一部の単価は、複合工事単価方式 (近隣諸国の工事単価を使用) を併用した。</p> <p>(ii) 荷役機械 日本のメーカーによる製作・日本からの輸送費・保険費用にて算定する。また、以下の費用も考慮する; ・スペアパーツ (1 年分程度) 費用 ・工場及び搬入現場での実施研修費用</p>

		2) 詳細設計・施工監理費 円借款のため邦人コンサルタントを前提にして経費を積み上げた。
		3) 予備費 物価上昇予備費：6.1%/年（内貨）、2.1%/年（外貨） 物理的予備費：6%（工事および調達）、5%（コンサルタントサービス）
主要施設の単価		栈橋・渡橋：73 億円 埋立・地盤改良：23 億円 舗装・排水工：6.7 億円 岸壁クレーン（1 基）：7 億円
総事業費		171 億円（ローン部分）

出典：調査団作成

## (1) 税金等

2012 年 4 月に税制度が改定されたが今後も改定が続くと思われる。現時点でのプロジェクトに  
関係する税率を以下の表にまとめた。

表 6.4-2 主要税金

	税金	税率
1	商業税 (Commercial Tax)	一律 5%。物品・サービスに掛かる付加価値税(VAT)と同様の税金。
2	企業所得税 (Corporation Income Tax)	ミャンマー投資委員会(Myanmar Investment Commission)から 認定されたミャンマーおよび外国企業の支店は 25%の税率。
3	個人所得税 (Personal Income Tax)	会社員の年収で 1,440,000Kyats を超える分に対し累進課税で 1%から 20%の税率。
4	関税 (Customs Duty)	関税(Customs Tariff of Myanmar)も 2012 年始めに改定版が出版 された。建設材料の税率は 1 - 3% に低く抑えられている。たと えば、セメント(3%)、鉄筋(1%)、鋼管(1.5%)など。船舶完成品の 関税も 1.5%(タグボート)、1.0%(浚渫船)と低率である。

出典：調査団作成

本プロジェクトは円借款を想定しているため、請負業者が資機材・計器を輸入する際の関税  
を控除している。商業税およびその他の税金に関しては、請負業者はミャンマーの税制に従っ  
て支払うものとする。

## (2) 物価変動

過去の消費者物価指数上昇率は 22.5% (2008)、8.2% (2009)、8.2% (2010)、および 4.2% (2011)  
であり、最近の上昇率は比較的低くなっている。ヤンゴン市場での建設資材の価格の変化を表  
6.4-3 にまとめる。



表 6.4-3 建設労務資材価格 (Kyat)

No.	品目	2010年11月	2012年8月	上昇率
1	単純労働者 (1日報酬)	3,500	4,000	1.4
2	川砂 (100 ft <sup>3</sup> )	4,500	7,500	1.7
3	生コン (1m <sup>3</sup> , 25N/mm <sup>2</sup> )	77,000	72,000	0.9
4	セメント (1袋, タイ製 Diamond)	4,900	5,000	1.0
5	鉄筋 (1 ton, D12, 中国製)	560,000	580,000	1.0
6	ディーゼル油 (1ガロン)	3,000	3,500	1.2

出典：調査団作成

建設労務資材価格は2年前に比べてそれほど急上昇していない。特に輸入材のセメント、鉄筋の値段はほとんど変化していない。これはKyatの対ドル切り上げによりKyat換算での輸入価格が下がったのも一因と考えられる。労賃、川砂等の内貨部分の価格は消費者物価と同様に上昇している。

一方、輸入資機材はタイ、マレーシア、インドネシア、日本等から持ってくると想定するが、これらの国の物価上昇率は比較的安く安定している。

JICA ミャンマー共通事項標準 (2012年1月版)によると物価上昇率を以下のように想定している。

- ・ 外貨部分 2.1% p.a.
- ・ 内貨部分 6.1% p.a.

調査団もこのレートを用いて予備費の見積もりを行う。

## 6.4.2. 概略事業費

### (1) 概略事業費概要表

円借款事業の積算集計を表 6.4-4 にまとめた。

表 6.4-4 概略事業費概要表

MPA by yen loan						
Item	項目	種別	金額合計 (百万円)	外貨 (百万円)	内貨 (百万円)	備考
1	建設・調達費		<b>16,110</b>	<b>12,619</b>	<b>3,491</b>	項目1合計
	(1)	土木・建築	11,629	8,707	2,923	造成、棧橋、舗装、排水工
	(2)	荷役機械	2,740	2,740	0	岸壁クレーン、RTG、Trailer, Chassis, Forklift, Reach Stacker
		小計	14,370	11,447	2,923	
	(5)	物価上昇予備費	829	458	371	外貨: 2.1% /year 内貨: 6.1% /year
	(6)	物理的予備費	912	714	198	6%
2	設計・施工監理費		<b>1,031</b>	<b>602</b>	<b>429</b>	項目2合計
	(1)	設計費	0	0	0	
	(2)	施工監理費	921	555	366	
		小計	921	555	366	
	(3)	物価上昇予備費	61	19	42	外貨: 2.1% /year 内貨: 6.1% /year
	(4)	物理的予備費	49	29	20	5%
3	事業管理費		170	0	170	1%
4	準備費					
	(1)	補償費	0	0	0	
	(2)	EIA費	0	0	0	
5	税金		196	0	196	商業税5%、関税は無税と想定
6	金利等					
	(1)	金利	4	4	0	0.01%/年
	(2)	コミットメントチャージ	0	0	0	0%/年
7	合計	事業費	<b>17,511</b>	<b>13,225</b>	<b>4,286</b>	
		円借款部分	<b>17,145</b>	<b>13,225</b>	<b>3,920</b>	1+2+6

出典：調査団作成

(2) 調達費項目別内訳表

円借款事業の2パッケージおよびコンサルタント費用を工種ごとに数量、単価、金額、外貨、内貨を表 6.4-5 にまとめた。

表 6.4-5 調達費工種別内訳（円借款事業部分）

項目	単位	数量	金額 (1,000 円)	外貨分 (1,000 円)	内貨分 (1,000 円)
<b>1. 一般項目</b>			<b>14,023</b>	0	14,023
灌木撤去	m2	166,800	5,659	0	5,659
環境対策	LS	1	8,364	0	8,364
<b>2. 棧橋・渡橋</b>			<b>7,476,480</b>	<b>5,911,624</b>	<b>1,564,857</b>
棧橋	LS	1	6,422,062	5,141,009	1,281,053
渡橋	bridge	3	1,054,419	770,615	283,804
<b>3. 埋立・地盤改良</b>			<b>2,027,654</b>	<b>1,470,432</b>	<b>557,222</b>
護岸	m	400	446,297	325,757	120,540
サンドマット	m3	230,006	243,971	195,177	48,794
PVD打設	m	2,359,063	141,544	113,235	28,309
載荷盛土	m3	729,998	1,045,330	836,264	209,066
盛土撤去	m3	446,087	150,512	0	150,512
<b>4. 舗装・排水</b>			<b>567,122</b>	<b>205,426</b>	<b>361,696</b>
ICBブロック舗装	m2	58,494	280,088	140,044	140,044
アスファルト簡易舗装	m2	78,294	176,810	35,362	141,448
コンテナ敷きブロック	pc	864	26,584	13,292	13,292
排水工事	LS	1	83,640	16,728	66,912
<b>5. 建築</b>			<b>416,318</b>	<b>208,159</b>	<b>208,159</b>
ゲート	Unit	8	20,074	10,037	10,037
事務所	m2	3,000	125,460	62,730	62,730
CFS	m2	4,000	234,192	117,096	117,096
整備工場	m2	400	23,419	11,710	11,710
非常電源棟	m2	225	13,173	6,587	6,587
<b>6. 施設</b>			<b>1,127,882</b>	<b>911,235</b>	<b>216,647</b>
フェンス	LS	1	8,364	0	8,364
ランドスケープ	LS	1	16,728	0	16,728
排水工事	LS	1	83,640	16,728	66,912
非常発電装置	LS	1	25,092	22,583	2,509
配電、照明	LS	1	25,092	22,583	2,509
上水設備(4km先の貯水池から)	LS	1	108,732	97,859	10,873
排水処理施設	LS	1	25,092	20,074	5,018
消火設備	LS	1	16,728	13,382	3,346
コミュニケーション	LS	1	16,728	13,382	3,346
トラックスケール	LS	1	16,728	13,382	3,346
燃料スタンド	LS	1	16,728	8,364	8,364
コンテナ洗浄設備	LS	1	8,364	4,182	4,182
X線スキャン	LS	1	708,230	637,407	70,823
CCTV	LS	1	51,636	41,309	10,327
<b>土木と建築合計(1 から6)</b>			<b>11,629,479</b>	<b>8,706,876</b>	<b>2,922,603</b>
<b>7. 荷役機械</b>					
岸壁クレーン	Unit	2	1,441,000	1,441,000	0
RTG	Unit	6	893,000	893,000	0
トレーラー	Unit	6	100,000	100,000	0
シャーシ	Unit	6	36,000	36,000	0
リーチスタッカー	Unit	3	256,000	256,000	0
フォークリフト	Unit	2	14,300	14,300	0
<b>荷役機械合計</b>			<b>2,740,300</b>	<b>2,740,300</b>	<b>0</b>
<b>10. コンサルタントサービス</b>				0	0
設計	LS	0	0	0	0
施工監理	LS	1	920,762	554,736	366,025
<b>コンサルタントサービス合計</b>			<b>920,762</b>	<b>554,736</b>	<b>366,025</b>
<b>合計</b>			<b>15,290,541</b>	<b>12,001,912</b>	<b>3,288,628</b>

出典：調査団作成

次に、主要工種の工事単価を表 6.4-6 に示す。

表 6.4-6 主要工種工事単価

	項目	内訳	備考
1	栈橋上部工 ジャケット製作・取付	4.0 億円/50m	工場製作費、運搬費、起重機船機械等含む
2	鋼管杭打設工	48 万円/本	杭径 1,200mm, 長さ 40m 杭打船団モビ、機械費、運転費含む
3	コンクリート工	8,500 円/m <sup>3</sup>	生コン、運搬、打設費用込み
4	川砂埋立、整地	990 円/m <sup>3</sup>	土取り場まで 20km を仮定。
5	PDV 打設	60 円/m	材料、機械費、運転費全て込み
6	盛土撤去工	314 円/m <sup>3</sup>	ダンプによる運搬。移動距離 500m。
7	インターロッキングコンクリートブロック(ICB)舗装	4,485 円/m <sup>2</sup>	路盤・路床形成、材料、製作、施工含む

出典：調査団作成

### 6.4.3. 支出計画

JICA 計算支援システム (MS エクセル) の計算方法に基づき、初期入力値を表 6.4-7 のように設定して、会計年度毎の支出予想を計算した。

表 6.4-7 コスト計算支援システム初期入力値

	入力項目	入力項目 (サブ)	入力値 (仮)
1	通貨	通貨名	Ks (Kyat)
		Ks/US\$	858
		円/US\$	83.64
2	物価上昇予備費	外貨 (円)	2.1% /年
		内貨 (US\$)	26.1% /年
3	物理的予備費	建設・調達	6%
		コンサルタント	5%
4	積算基準日		2013 年 1 月
5	スケジュール	開始	2013 年
		終了	2016 年
6	コンサルタント月報酬額	Pro-(A) 外貨 (円)	270,000
		Pro-(B) 内貨 (US\$)	2,700
		事務職員(US\$)	2,000
7	税金	VAT	5%
		輸入税	0%
8	事業監理費		1% (MPA ファイナンス)
9	建中金利	建設・調達	0.01%
		コンサルタント	0.01%
10	コミットメントチャージ		0%
11	金利、コミットメントチャージの支払い方法		ローンから支払う
12	会計年度		4 月-3 月

出典：調査団作成

MPA (事業実施機関) による円借款事業の年間支出計画を表 6.4-8 にまとめた。

表 6.4-8 年間支出計画 (コスト支援システム出力表)

Item	Total			2012			2013			2014			2015			2016			
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	
	Base Year for Cost Estimation: Jan, 2013 Exchange Rates: US\$ = Yen 83.64 Price Escalation: FC: 2.1% LC: 6.1% Physical Contingency 6% Physical Contingency for Consultant 5%																		
<b>A. ELIGIBLE PORTION</b>																			
1.) Procurement/ Construction	12,619	42	16,110	0	0	0	0	0	0	4,310	12	5,296	5,362	17	6,757	2,947	13	4,057	
Civil	8,707	35	11,629	0	0	0	0	0	0	2,612	10	3,469	3,483	14	4,652	2,612	10	3,489	
Cargo Handling Equipment	2,740	0	2,740	0	0	0	0	0	0	1,370	0	1,370	1,370	0	1,370	0	0	0	
Working Boat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Safety Navigation Equipment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Base cost for JICA financing	11,447	35	14,370	0	0	0	0	0	0	3,982	10	4,853	4,853	14	6,022	2,612	10	3,489	
Price escalation	466	4	829	0	0	0	0	0	0	84	1	137	206	2	353	168	2	336	
Physical contingency	714	2	912	0	0	0	0	0	0	244	1	300	304	1	382	167	1	230	
I.) Consulting services	602	5	1,031	0	0	0	71	0	99	223	2	351	163	2	307	146	2	274	
Base cost	555	4	921	0	0	0	68	0	94	208	1	323	149	1	270	130	1	233	
Price escalation	19	1	61	0	0	0	0	0	0	4	0	11	6	0	22	8	0	28	
Physical contingency	29	0	49	0	0	0	3	0	5	11	0	17	8	0	15	7	0	13	
Total (I + II)	13,222	47	17,141	0	0	0	71	0	99	4,533	13	5,647	5,525	18	7,064	3,093	15	4,331	
<b>B. NON ELIGIBLE PORTION</b>																			
a.) Procurement/ Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Base cost for JICA financing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Price escalation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Physical contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
b.) Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Base cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Price escalation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Physical contingency	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
c.) Administration cost	0	2	171	0	0	1	0	0	1	56	0	56	0	1	71	0	1	43	
d.) VAT	0	2	196	0	0	1	0	0	1	56	0	56	0	1	77	0	1	62	
e.) Import Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (a+b+c+d+e)	0	4	367	0	0	2	0	0	2	112	0	112	0	2	148	0	1	105	
<b>TOTAL (A+B)</b>	13,222	51	17,509	0	0	102	71	0	102	4,533	15	5,759	5,525	20	7,211	3,093	16	4,437	
<b>C. Interest during Construction</b>																			
Interest during Construction(Const.)	4	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	2	2	
Interest during Construction (Consult.)	3	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	0	0	0	
<b>D. Commitment Charge</b>																			
Commitment Charge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>GRAND TOTAL (A+B+C+D)</b>	13,225	51	17,512	0	0	102	71	0	102	4,533	15	5,760	5,526	20	7,213	3,094	16	4,438	
<b>E. JICA finance portion incl. DC (A + C + D)</b>																			
JICA finance portion incl. DC (A + C + D)	13,225	47	17,145	0	0	99	71	0	99	4,533	13	5,648	5,526	18	7,065	3,094	15	4,333	

出典：調査団作成

6.5. 施工計画（土木）

土木工事で使用する主要資機材を表 6.5-1 に示す。施工計画および積算はこれに基づき作成した。

表 6.5-1 主要資機材調達リスト

分類		品目	用途	備考
施工機械	1	セップ式起重機船 (3,600 トン)	栈橋ジャケットの据え付け、栈橋杭打設。	シンガポールから回航
	2	杭打船 (リーダー40m、ハンマー14 トン)	渡橋、栈橋杭打設	シンガポールから回航
	3	起重機船 (150 トン吊)	栈橋、トレススル上部工	シンガポールから回航
	4	自航式浚渫船 (2,000m <sup>3</sup> 容積)	サンドマット、積荷盛土の敷設。	シンガポールから回航。最盛期 2 隻モビ。機械費 1 日あたり 10,500US\$。
	5	ダンプトラック (10 トン積載)	積荷盛土の残土の撤去	ミャンマーにてリース。リース代 1 日あたり 288US\$。
	6	PDV 打設機	地盤改良のドレーン材打設	ベトナムから 4 台モビ。モビ・デモビ、機械費、運転費、材料費を含めて 0.77US\$/m。
材料	7	セメント	コンクリート用	Siam Cement の Diamond ブランド。ヤンゴンの販売価格 5,000Kyats/50kg 袋。多量に使うため工事業者が自身で輸入。
	8	砂	コンクリート用	ヤンゴン川の小型浚渫船の川縁揚土の価格 7,500Kyat/100ft <sup>3</sup> 。
	9	鋼管杭	栈橋、トレススル杭	インドネシアジャカルタでの工場引き渡し価格 1,206 US\$/トン。
	10	鉄筋	コンクリート材料	インドネシア価格 1,300 US\$/トン。
労務	11	単純労働		1 日当たり 5,000Kyats の賃金。
運搬	12	バラ荷の海上輸送	鋼管杭	インドネシアから 69.7 US\$/FT。
	13	コンテナ海上輸送	VTS 等日本調達資機材	日本から 1,791 US\$/TEU

出典：調査団作成

① 造成工事：現況のターミナル用地は湿地帯で一部灌木に覆われている。人力にて灌木伐採をおこなった後、地盤改良の打設機がアクセスできるように約 1m 厚の砂（サンドマット）を敷設する。サンドマットは陸上からのアクセス道路、建設ヤードとしても使用される。自航式浚渫船にてアウターバー(Outer Bar)周辺から砂を浚渫・運搬してきて、浚渫船から直接送砂管で場内に砂を排送してサンドマットを形成する。サンドマットの施工と並行して護岸工事を行う。護岸工事は陸上から施工し、載荷盛土（プレロード）を開始するまでに完了させる。



② 地盤改良工事：地盤改良は PVD 工法にておこなう。プラスチックのドレーン材を 30m 近く軟弱層に打設するために自走式クローラータイプの打設機を 4 台程度投入する（写真）。PVD の打設後、水抜きのための水平ドレーン材を敷いたあと、載荷盛土をサンドマットと同様に自航浚渫船にて水吹きする。載荷盛土は圧密沈下量が所定の値に達した後、陸上機械（ダンプトラック、バックホー等）を用いて撤去する。撤去砂は隣接する Phase II の場所にストックしておき、埋立材として使用する。

③ 栈橋下部工：栈橋の鋼管杭打設は水上より杭打船にておこなう。川の流れが速く水上での継杭は困難なため、予め所定の長さの継杭をしてから打設を開始する。杭打船は径 1.2m、長さ 40m の杭を打設できる能力のあるハンマー、リーダーのあるものを選択する必要がある。渡橋（トレススル）の杭打設は水上及び陸上の両面から行う。杭打船のアクセスできない水深の浅



るのは MPA が実施機関となり円借款を用いて建設もしくは調達を行うことを意味する。

表 6.7-1 調達パッケージオプション

No.	パッケージ内容	ベースケース		OPTION-A		OPTION-B		OPTION-C	
		MPA	民間	MPA	民間	MPA	民間	MPA	民間
1	土木（栈橋、造成、舗装）	100%	-	100%	-	100%	-	-	100%
2	建屋・施設	100%	100%	100%	-	-	100%	-	100%
3	荷役機械	100%		岸壁クレーン	RTG、リーチスタッカー、トレーラー、シャシー	-	100%	-	100%
4	コンサルタント	100%	-	100%	-	100%	-	-	100%

出典：調査団作成

ベースケースは本調査団が前提にしているケースである。どのオプションを選択するかは、本調査の経済・財務分析の結果に基づき、JICA の PPP スタディーにてミャンマー政府側と協議され決定されることになる。

## 6.8. 経済財務分析

5.11 でティラワ港整備計画に対して実施した経済財務分析を、同様にティラワ港緊急整備計画に対しても実施する。

### 6.8.1. 経済分析

#### (1) 経済分析の目的と手法

本プロジェクトに関わる費用と便益を吟味するとともに、その便益がミャンマーにおける他の投資機会から得られると思われる便益を超えるか否かについて評価することを目的として、経済分析を実施する。

経済分析においては、開発計画すなわち「With」ケースを「Without」ケースと比較する。「With」ケースと「Without」ケースとの間の費用及び便益の差を市場価格によって計算した後に、経済価格へ変換する。

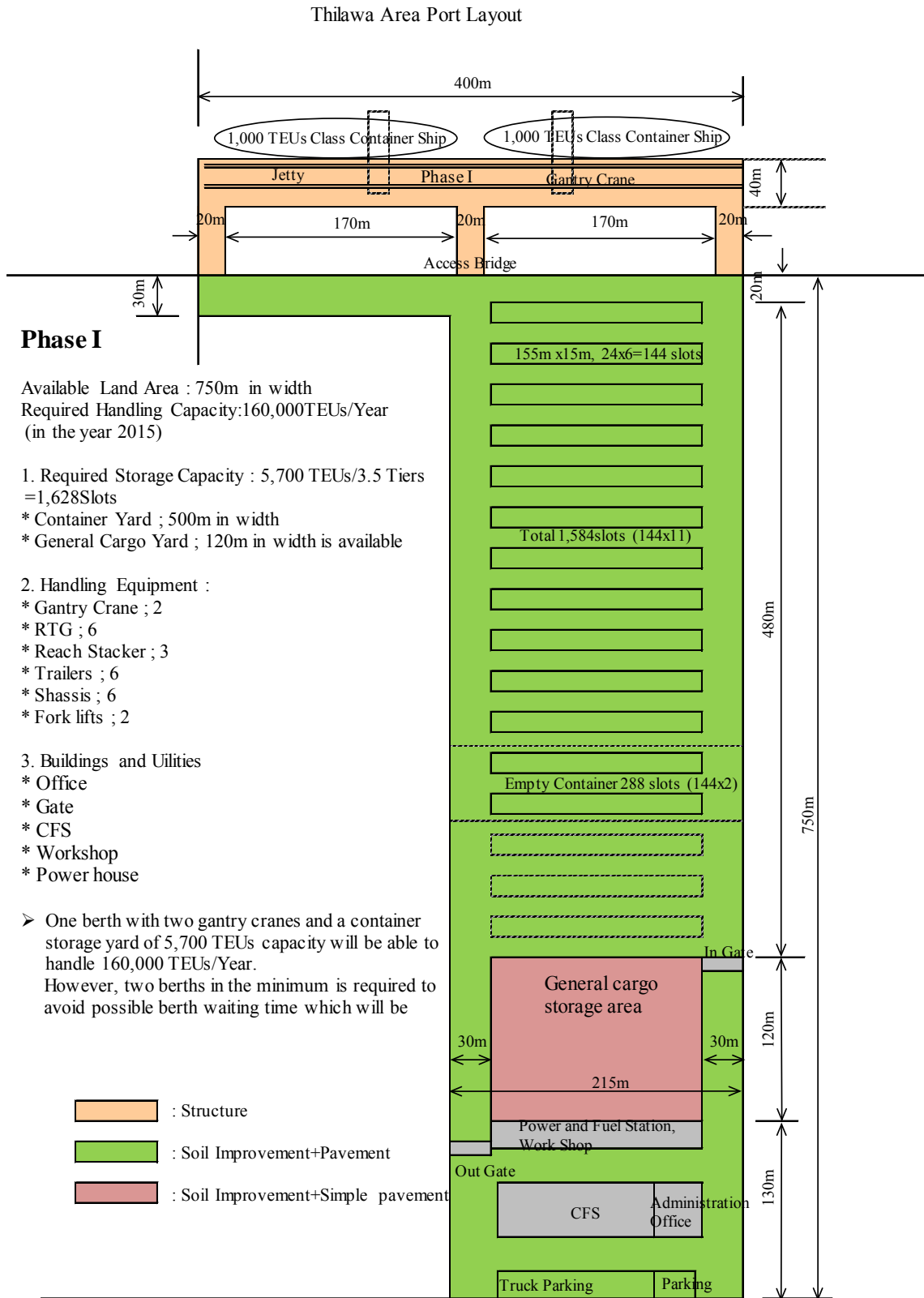
本調査においては、プロジェクトのフィージビリティを確認するために経済的内部収益率 (EIRR) 手法を用いる。また感度分析も実施する。

#### (2) 比較ケースの詳細

「With」ケースにおいては、ティラワ地区港緊急整備計画に基づき、次の図 6.8-1 のような新コンテナターミナルの第一期が建設され、そこで年間最大 16.0 万 TEU の国際コンテナを取り扱うものとする。(表 5.4-2 の注釈にある通り、需要が Hi ケースの時には暫定的に 19.0 万 TEU を扱う年もあるが、II 期、III 期が開業した暁には、また 16.0 万 TEU の取扱能力に戻る。したがって、本分析のように、需要が Low ケースの場合には、本緊急整備計画で整備する施設で取



り扱うコンテナ貨物量は年間最大 16.0 万 TEU にとどまる。)



出典：調査団作成

図 6.8-1 ティラワ地区港緊急整備計画

一方、「Without」ケースにおいては、ヤンゴン港では新規の港湾施設整備が行われないと想定するため、現有のコンテナターミナルの取扱容量（将来計画を含む）を超えると、国際コンテナはオーバーフローを起こす。中国やタイと陸路で結ばれているミャンマーは、国境貿易でかなりの生活必需品などが輸入されているが、陸路による国境越えの製品輸出を前提にして新規産業が立地するケースは稀であると考えられるため、代替施設は存在しないとして、この分量だけ（輸出）貿易額が減少すると考える。「With」ケースと「Without」ケースの港湾取扱量を表 6.8-1 に示す。なお、本調査では、貨物の需要予測において「High」「Low」の2種類のケースを想定している。Low ケースにおいて一定の便益が得られるならば、High ケースではさらなる便益が見込まれることから、本経済分析においては、Low ケースの場合について経済分析を行う。

表 6.8-1 「With」と「Without」ケースの推計貨物量  
(単位：TEU)

年	開業後年次	国際コンテナの取扱量 推計値		取扱量 合計 (With)	総需要
		既存ターミ ナル小計 (Without)	新ターミナ ル(ティラワ 地区)		
2012		509,000	-	509,000	509,000
2013		615,000	-	615,000	615,000
2014		727,000	-	727,000	727,000
2015	1	781,000	24,000	805,000	853,000
2016	2	898,000	92,000	990,000	990,000
2017	3	1,063,000	79,000	1,142,000	1,142,000
2018	4	1,277,000	33,000	1,310,000	1,310,000
2019	5	1,491,000	4,000	1,495,000	1,495,000
2020	6	1,540,000	160,000	1,700,000	1,700,000
2021	7	1,540,000	160,000	1,700,000	1,923,000
2022	8	1,540,000	160,000	1,700,000	2,170,000
2023	9	1,540,000	160,000	1,700,000	2,441,000
2024	10	1,540,000	160,000	1,700,000	2,738,000
2025	11	1,540,000	160,000	1,700,000	3,064,000
2026	12	1,540,000	160,000	1,700,000	
2027	13	1,540,000	160,000	1,700,000	
2028	14	1,540,000	160,000	1,700,000	
2029	15	1,540,000	160,000	1,700,000	
2030	16	1,540,000	160,000	1,700,000	
2031	17	1,540,000	160,000	1,700,000	
2032	18	1,540,000	160,000	1,700,000	
2033	19	1,540,000	160,000	1,700,000	
2034	20	1,540,000	160,000	1,700,000	
2035	21	1,540,000	160,000	1,700,000	
2036	22	1,540,000	160,000	1,700,000	
2037	23	1,540,000	160,000	1,700,000	
2038	24	1,540,000	160,000	1,700,000	
2039	25	1,540,000	160,000	1,700,000	
2040	26	1,540,000	160,000	1,700,000	
2041	27	1,540,000	160,000	1,700,000	
2042	28	1,540,000	160,000	1,700,000	
2043	29	1,540,000	160,000	1,700,000	
2044	30	1,540,000	160,000	1,700,000	

出典：調査団作成

本プロジェクトは緊急に整備したとしても、最も早くて開業は2015年の12月である。需要予測によると、2015年にはヤンゴン港の既存ターミナルの取扱全容量を需要が超えてしまい、その量はLowケースで72,000TEUと予測されている。ターミナルが2015年の12月にしか開業しないということは、需要予測が年度単位で出されているとすると、日本もミャンマーも会計年度は4月~翌年3月であることを踏まえ、2015年度の1/3しか本プロジェクトの新規ターミナルで扱えないものとする。(24,000TEU)

なお、需要予測は2025年まで行っている。2021年(開業後7年目)以降は、予測する需要量がターミナルの取扱全容量をさらに越えてしまうため、全て容量満杯で稼働すると予測している。

### (3) プロジェクトの便益

ティラワ地区に新規コンテナターミナルを建設することによってもたらされる経済便益として以下の項目を抽出した。

#### ー 輸出コンテナ貨物の付加価値

新規ターミナルで取扱われる最大16.0万TEUのコンテナ貨物のうち、輸出コンテナ貨物の付加価値額をプロジェクト便益として計上する。輸出貨物のみならず、輸入貨物もミャンマーにおける付加価値の創出に寄与するが、このEIRR分析においては輸出コンテナ貨物の付加価値のみをプロジェクトの便益として計上する。コンテナの量は輸出入でバランスが取れているものと仮定し、輸出コンテナの数は、全体の半分とする。(最大8.0万TEU)

輸出コンテナ貨物の価値については、経済制裁下のミャンマーの貿易データを適用することはすぐわず、またティラワSEZ関連のフィービリティ調査はまだ進行中であり、よりどころとなるデータを得ることが現時点では難しいことから、本稿では、先行開発国である他の東南アジア諸国のデータを適用するものとする。

インドネシア税関統計と日本政府が実施した外貿コンテナ輸送実態調査の二つの情報源を活用し、インドネシアからの輸出コンテナ貨物の価値がTEU当たりUS\$30,000というデータを参考に、ミャンマーの経済発展段階を加味して、本プロジェクトでは半額のTEU当たりUS\$15,000を適用する。売上げに対する営業利益の割合は業種や個別企業によって差異があるものの、サンプル調査の平均値7%を用いた。また、この便益に対し、本プロジェクト以外の投資プロジェクトの寄与分を推定し、引き去る必要がある。背後のSEZへの総投資額がまだ不明なことから、現時点では暫定的に50%を他のプロジェクトの寄与分とし、引き去ることとする。

### (4) プロジェクトの費用

以下の項目を、このプロジェクトを実施する場合の費用として計上する

#### ー 港湾施設の建設費

- － 荷役機械、作業用車両の購入費用
- － 港湾施設の維持・補修費用
- － 荷役機械、作業用車両の維持・補修・更新費用
- － ターミナルの管理・運営費用

建設コストは栈橋、地盤改良、ヤード舗装、ターミナル内の建築物、荷役機械、セキュリティやユーティリティ及び間接コストから構成される。なお、タグボートは本プロジェクトのために使われることから含めたが、航行安全施設であるパイロットボートについては、整備目的がヤンゴン川航行の安全性の向上のためであり、本プロジェクトの経済分析の対象にそぐわないことから含まない。

コンテナターミナルの管理・運営に関わる人件費を現在のミャンマーにおける標準的な賃金データを参考に推計した。ターミナルの運営に関わる電気・光熱費は機材の購入に関わる費用の1%を計上した。

年間の維持・補修費用としては、栈橋の防食、舗装の補修等を想定して、栈橋と舗装等の港湾施設の初期投資額の0.2%を計上した。荷役機械の年間の維持・補修費用としては周辺国のコンテナターミナルへのヒアリングデータをもとに、燃料費込みで5.0US\$/TEUと推定した。タグボートの運用・維持・補修については1寄港あたりでかかる港湾料金(外国船用)をTEU当たりで換算して計上した。ターミナル前面の水深は18mと深いため、維持浚渫は想定していない。

荷役機械は耐用年数が経過後に更新されるものとした。耐用年数は機種ごとに異なり、例えばガントリークレーンは20年、リーチスタッカーやフォークリフトなど、ヤード内車両は15年としている。

これらの建設コストは最初市場価格により積算され、それからVAT等の転移項目を除去した経済価格に転換し、経済分析に用いる。ミャンマーにおいては政府発表の公式レートと実際のレートのかい離が非常に大きく、公式レートはほとんど用いられていないため、市場価格によって求められた建設コストも、実際のレートがほぼ反映されていると考えられ、公式と実際のレート差であるシャドウ・プライシングの補正は行わない。

##### (5) EIRR とプロジェクト評価

EIRR は、プロジェクト期間全体を通じての費用と便益が同値となる割引率である。上記の前提条件をもとに別表のようにキャッシュフローを求め、表 6.8-2 に示すとおり、本プロジェクトの新規コンテナターミナルのEIRRは14.6%と推定される。

条件が変更した場合においてもプロジェクトを実施する経済的な妥当性を有するかどうかを検証するために、感度分析を実施した。コストが10%増加し、かつ便益が10%減少する条件を設定しても、EIRRは12.0%と算定された。

プロジェクトの EIRR は当該国の資本の機会費用と比較され、前者が後者よりも高い値の場合には、経済的にフィージブルなプロジェクトと評価される。「ミ」国の資本の機会費用は発表されていないため、世界銀行のプロジェクト採択基準の 12%を準用すると、ティラワ地区のコンテナターミナル開発プロジェクトの EIRR は、上記の最悪のシナリオにおいても、資本の機会費用よりも低くはない。

従って、計画されているプロジェクトは経済的な実施妥当性を有する。

表 6.8-2 ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの EIRR

Year	Cost				Revenue		Total	Cost+10% Revenue-10% Total	
	Const- ruction	Mainte- nance	Terminal Operation	Tug	Container (TEU)	Value			
2013		1,229	0	0	0	0	-1,229	-1,352	
2014		64,755	57	0	0	0	-64,812	-71,294	
2015	1	78,594	329	108	25	24,000	6,300	-72,757	-81,292
2016	2	46,591	826	433	96	92,000	24,150	-23,797	-31,007
2017	3	0	836	650	83	79,000	20,738	19,169	16,938
2018	4	0	606	650	34	33,000	8,663	7,372	6,377
2019	5	0	461	650	4	4,000	1,050	-65	-282
2020	6	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2021	7	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2022	8	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2023	9	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2024	10	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2025	11	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2026	12	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2027	13	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2028	14	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2029	15	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2030	16	0	6,789	650	167	160,000	42,000	34,394	29,433
2031	17	0	11,228	650	167	160,000	42,000	29,955	24,551
2032	18	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2033	19	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2034	20	0	9,856	650	167	160,000	42,000	31,328	26,060
2035	21	0	9,856	650	167	160,000	42,000	31,328	26,060
2036	22	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2037	23	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2038	24	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2039	25	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2040	26	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2041	27	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2042	28	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2043	29	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
2044	30	0	1,241	650	167	160,000	42,000	39,942	35,536
Total		191,170	66,909	18,735	4,420	4,232,000	1,110,900	829,666	695,314

EIRR	14.6%	12.0%
------	-------	-------

出典：調査団作成

## 6.8.2. 財務分析

### (1) 財務分析の目的

財務分析では、料金収入から、維持管理費用及び税金を差し引いた純益を財務的便益とし、事業費を比較して、財務内部収益率（FIRR）を算定し、評価を行う。なお、本緊急整備計画では、整備費をすべて円借款で官側がまかなうことが既に決定しているため、本稿では、1つの公的機関がすべてを実施した場合を想定した財務分析を行う。経済分析と同様、最初の支出が発生する年から、オペレーション開始後30年間までとする。なお、MPAは赤字なので、法人税はかからないものとして分析する。

### (2) プロジェクトの収入

料金収入は、船舶単位で計算される港湾料金（入港料）、灯台料金、岸壁使用料、係船作業料、それから、コンテナ単位で計算される荷役料（取扱料金）、コンテナ保管料、であり、現在同様、MPAが設定するヤンゴン港共通のタリフで徴収するものとする。なお、コンテナ取扱量は、経済分析の時と同様、既存ターミナルの容量を越えた需要のみを、本ターミナルの容量である最大16.0万TEUまで取り扱うものとし、1,000TEU積みのコンテナ船(20,000DWT/18,000総トン)が900TEUを寄港1回あたり積み下ろしするものと仮定して船舶の隻数を求め、料金収入を推算する。なお、コンテナのLCL・FCL・空の比率は、現状のデータとヒアリングに基づき当初1:7:2としていたものを、LCLはほとんどない、という状況と、LCLの方が収入単価が高いことから、安全に見て0:8:2とした。それから、SEZに近接する本ターミナルの特性を考慮して、FCL・空の半数は持込と仮定して、料金収入を推算した。

### (3) プロジェクトの支出

支出については、経済分析で用いた建設費、維持・補修費、ターミナル管理・運営費をベースとするが、経済分析の時には含めなかったパイロットボートの整備費も含める。水先案内（パイロット）とタグ（接岸支援）については、現状のタリフの料金ではパイロットボート、タグボートの運航費（燃料代）がまかなえず、採算が取れていない。MPAも赤字続きである。したがって、水先とタグの運航については、収入・支出とも、本財務分析の対象外とする。また予備費や価格上昇費なども含めた。

本案件については、建設費のほぼすべての部分に円借款の利用が想定されているため、直接輸入する資材に関する税金は考慮していない。また、MPAは赤字のため、法人税も計上していない。

### (4) FIRRと財務的フィージビリティ

上記の条件で、財務的內部収益率(FIRR)を求めると、表6.8-3に示すとおり8.6%と推定される。収益10%減、コスト10%増の条件で感度分析を行うと、FIRRは6.4%と推定される。

ミャンマー中央銀行の設定する公定歩合は2013年1月より12%から10%に下げられたもの

の、市中金利はそれよりも高いことから、公的資金をある程度用いて初めて財務的な実施妥当性があると言える。

表 6.8-3 ティラワ地区港緊急整備計画プロジェクトの FIRR

Unit: '000 USD/Yr

Year	Cost			Revenue				Total	Cost+10% Revenue-10%
	Const- ruction	Main- tenance	Terminal Opera- tion	Container (TEU)	Container Handling	Port Entry charges	Revenue Total		
Unit			832,9493		0.16	8,735			
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	1,246	0	0	0	0	0	0	-1,246	-1,370
2014	67,148	0	0	0	0	0	0	-67,148	-73,862
2015	1 83,997	280	139	24,000	3,840	233	4,073	-80,343	-89,191
2016	2 51,769	790	555	92,000	14,720	893	15,613	-37,502	-44,375
2017	3 0	808	833	79,000	12,640	767	13,407	11,765	10,261
2018	4 0	578	833	33,000	5,280	320	5,600	4,189	3,488
2019	5 0	433	833	4,000	640	39	679	-588	-782
2020	6 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2021	7 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2022	8 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2023	9 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2024	10 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2025	11 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2026	12 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2027	13 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2028	14 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2029	15 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2030	16 0	6,761	833	160,000	25,600	1,553	27,153	19,559	16,084
2031	17 0	11,200	833	160,000	25,600	1,553	27,153	15,120	11,202
2032	18 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2033	19 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2034	20 0	9,828	833	160,000	25,600	1,553	27,153	16,492	12,711
2035	21 0	9,828	833	160,000	25,600	1,553	27,153	16,492	12,711
2036	22 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2037	23 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2038	24 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2039	25 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2040	26 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2041	27 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2042	28 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2043	29 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
2044	30 0	1,213	833	160,000	25,600	1,553	27,153	25,107	22,187
Total	204,159	65,989	24,017	4,232,000	677,120	41,074	718,194	424,029	322,793

FIRR	8.6%	6.4%
------	------	------

出典：調査団作成



## 6.9. 総合評価

### 6.9.1. 事業対象地域

ティラワ地区港開発計画の対象区域として、ティラワ地区で開発中の 37 Plot (1 Plot の延長 200m、幅 750m) の内、Plot 22~26 (延長 1,000m) が準備されている。これらの用地は MPA が所有しているとは言え、現在 262 名の居住者が Plot 22 と 23 の一部を不法に占拠している。また、Plot 22~26 の一部約 30ha は水田として不法に使用されている。特に、Plot 22 には 220 人の居住者が居り、住民移転に困難が予想されるので、現時点では開発対象区域から除外した。Plot 26 には排水の機能を持つクリークが流れているが、保護すべき希少生物は見受けられない。

これらの環境社会配慮から、事業対象区域を Plot23~26 (延長 800m) とした。

### 6.9.2. 事業計画

ミャンマーの社会経済の発展に伴って、港湾取扱貨物量は増大する。現在、年間約 40 万 TEU の取扱いに過ぎないコンテナの取扱量も増大することが予想され、高い経済成長率を想定した場合、2015、2020 年及び 2025 年にはそれぞれ、89.2 万 TEU、198.6 万 TEU および 401.4 万 TEU になると予想されている。これらの内、ティラワ地区港の背後地域で開発が計画されている SEZ (2,400ha) に関連したコンテナ量は、2025 年において年間 39.2 万 TEU に達すると推定されている。一方、現在、ヤンゴン本港ならびにティラワ地区港にはコンテナ取扱施設が整備されている。これらの全体の取扱能力は現在は年間 73.1 万 TEU であるが、更なる施設の整備によっても、本港地区の港湾用地の狭隘の状況から見て、既存の施設では年間 154 万 TEU までのコンテナを扱うのが限界である。

これら、コンテナ取扱需給の予測から、2015~2016 年には延長 200m の岸壁と 16.8ha のヤードを持つ 1 バースのターミナルの整備 (Phase I) が必要となる。また、2018 年には更に延長 200m の岸壁並びに 13.3ha のヤードを持つターミナルの整備 (Phase II)、2019 年には延長 400m、ヤード面積 30ha を持つターミナルの整備 (Phase III) が必要となる。

### 6.9.3. 施設構造・工法

ティラワ地区のコンテナターミナルは SEZ の供用開始と合わせて、2015 年中に供用を開始することが求められている。Phase I の内、2015 年末には Phase I-1 の施設 (岸壁延長 200m、ヤード面積 16.3ha) が緊急に整備される必要がある。Phase I-1 の施工を開始する前には詳細設計や入札書類の準備期間が必要である。これらの準備が現在実施中の JICA 調査の中で行われたとしても、13 カ月の期間が必要となる。2013 年 4 月から Phase I-1 整備事業に着手したとしても、少なくとも、施設供用開始をしなければならない 2015 年 12 月までの期間は 17 ヶ月しかない。この期間内で供用を開始できる施設を施工する為には、急速施工を可能とする工法を選択しなければならない。その工法としてはジャケット工法が最適である。

ターミナル計画地域は、表層から深さおよそ 23m まで粘土層のある軟弱な地盤である。この地盤上にコンテナを扱うヤードを整備するためには地盤改良が必要である。地盤改良工法の中で、

PVD は経済的にも施工性にも優れたものであるため、PVD 工法を採用するのは最適である。

#### 6.9.4. 航行安全

ヤンゴン港に至る航路にはアウターバーとインナーバーがある。この付近の水深は 6m 程度しか確保されていないので、ヤンゴン港に入出港船舶は潮位を利用しなければならない。また、河川の流速は最大 6 ノットで非常に速い。このような条件の航路であるため、ティラワ地区港に入港できる船舶は全長 (LOA) 200m、喫水 9m に制限されている。また、入出港する船舶にはパイロットが乗船する必要がある。このような条件の航路を船舶が安全に航行するために必要な航行援助施設は整備されていない。船舶の安全航行を確保するため、パイロットステーションの設置、パイロットボートやタグボートの増強、航行援助の為に電子機器の整備が非常に重要である。整備時期については財源の確保の如何による。

#### 6.9.5. 事業パッケージ

本事業の大きな工種は、土木施設 (岸壁、ヤード、排水等付帯施設)、建築、荷役機械、作業船、航行安全施設である。これらの事業の実施を MPA が実施するのか、民間ターミナル運営会社が実施するのか、その両者が分担して行うのか等いくつかのパッケージが想定される。パッケージの決定に当たっては、超低金利の ODA 資金借款の活用や基幹的港湾施設の保有についての国家的見地からの評価を行うことが必要である。

#### 6.9.6. 環境社会配慮

Thilawa 地区の全 37 Plot の用地は、MPA が 1995 年に Department of Housing から取得したものである。その後、一部の地区には不法の住民が居住したり、耕作を行っている。緊急整備計画 (Phase I) の事業地域である Plot 25 の一部は 3 名の農民によって不法に使用している。事業計画を実行するに当たって、MPA は被影響農民 (Project Affected People (PAP)) とその用地からの退去についての協議を行った。この協議に基づき、MPA は Resettlement Action Plan (RAP) を策定し、その実行を図るとしている。用地取得に係わる過去の手続きの妥当性や退去に伴う苦情処理機構 (Grievance Redress Mechanism) の構築等を含む RAP の内容は本事業 (Phase I) を実施するに当たって適切なものであると評価できる。

自然環境影響についても、策定した環境影響緩和策を実行することによって、自然環境に与える影響に適切に対応できると評価できる。

#### 6.9.7. 経済財務分析

経済分析では、プロジェクトがある場合 (with case) と無い場合 (without case) の費用および便益の差の経済価格を基に経済的内部収益率 (EIRR) を算定して評価している。ここでは、「輸出コンテナの付加価値」をプロジェクトの経済便益としている。また、プロジェクト費用は施設の建設費および維持補修費、荷役機械・作業船の購入費および維持補修・更新費、ターミナルの管理運営費としている。プロジェクト期間 30 年の EIRR は 14.65% となり、世界銀行がプロジェク

---

ト採択の基準としている 12%より高いので、本プロジェクトは国民経済的に見て採択されるべきものである。

財務分析も同様に、プロジェクトがある場合（with case）と無い場合（without case）の費用および収益の差を基に、1つの公的機関がすべてを整備すると仮定して、財務的内部収益率（FIRR）を算定して評価している。ここでは、MPA が設定するヤンゴン港共通のタリフをもとに算定した料金収入をプロジェクトの収益としている。また、プロジェクト費用は施設の建設費および維持補修費、荷役機械・作業船の購入費および維持補修・更新費、航行支援船の購入費および維持補修費、ターミナルの管理運営費としている。プロジェクト期間 30 年の FIRR は 8.6%となり、ミャンマー中央銀行の公定歩合 10%より低いものの、円借款などの公的資金をある程度用いれば、財務的な実施妥当性を有する。