

## 第3部 マスタープラン

## 第13章 タコラディ港のマスタープラン

### 13.1 マスタープランの計画要件

マスタープランは、タコラディ港が直面する課題に対する解決策を提案する事が求められている。課題を含む港湾の現況については第6章で分析されている。

ガーナが中進国入りをするためには、ガーナにおける第2の港湾としてタコラディ港が果たすべき役割は大変重要である。以下のような役割が期待されている。

- ◆ マンガン、ボーキサイト、ココア、木材のようなガーナ西部地域において生産される製品の主要輸出港として機能する。
- ◆ 食料、消費物資等ガーナ西部地域で消費される物資の輸入港として機能する。
- ◆ マンガン、ボーキサイト、クリンカー、小麦等のバルク貨物の配分基地としてのポテンシャルを高める。
- ◆ 現業の輸入、製品の輸出に必要な施設を供給し工業開発を支援する。
- ◆ 肥料の輸入、作物の輸出に必要な施設を供給し農業を支援する。

タコラディ港とテマ港の適切な機能分担に基づき、将来のタコラディ港の取扱貨物量が推計された。その結果の概要を表13.1.1と表13.1.2に示す。

表 13.1.1 タコラディ港の将来貨物量

	(tons)			
<b>IMPORT</b>	1991	2000	2010	2020
Dry Bulk	413,040	891,815	1,258,530	1,823,978
Clinker	323,538	694,374	991,760	1,458,160
Liquid Bulk	92,284	157,012	224,787	366,154
Bagged Cargo	2,514	5,770	51,839	106,104
General Cargo	20,868	26,619	222,250	682,675
Containerized Cargo	20,610	62,102	509,022	2,366,337
<b>Total</b>	<b>549,316</b>	<b>1,143,318</b>	<b>2,266,428</b>	<b>5,345,248</b>

<b>Export</b>	1991	2000	2010	2020
Dry Bulk	644,310	1,461,732	2,000,000	2,500,000
Bauxite	324,313	503,823	1,000,000	1,500,000
Manganese	319,997	929,296	1,000,000	1,000,000
Liquid Bulk	0	6,551	8,386	12,413
Bagged Cargo	106,772	70,368	21,944	29,062
General Cargo	292,888	102,658	37,517	37,977
Containerized Cargo	46,182	271,889	789,981	1,273,734
<b>Total</b>	<b>1,090,152</b>	<b>1,913,198</b>	<b>2,857,828</b>	<b>3,853,186</b>
<b>Grand Total</b>	<b>1,639,468</b>	<b>3,056,516</b>	<b>5,124,256</b>	<b>9,198,434</b>

表 13.1.2 タコラディ港の将来コンテナ貨物量

(TEUs)

	1991	2000	2010	2020
Import	4,422	15,387	66,894	202,004
Export	4,690	24,418	68,098	203,871
Transit			1,204	1,867
<b>Total</b>	<b>9,112</b>	<b>39,805</b>	<b>136,196</b>	<b>407,742</b>

## 13.2 マスタープランの施設要件

### (1) 荷役効率

荷役効率の改善を前提に、新施設の規模の算定が行われた。現在の荷役効率は施設、設備の不足、荷役作業における港湾管理者と港湾利用者間の不明確な責任分担により低くなっているが、適切な施設が整備され適切な制度的枠組みが設立されるならば、荷役効率が改善される余地は大きい。マスタープランにおいて提案される荷役条件及び外国の荷役効率を勘案し荷役効率の目標値を設定する。使用される荷役効率を表 13.2.1 に示す。

表 13.2.1 タコラディ港の荷役効率(2000年及び2020年)

Type	Commodity	Unit	Productivity 2000	Productivity 2020	Equipment 2020
<b>IMPORT</b>					
DB	Clinker/Gypsum	t/hour/vessel	270	600	Grab, Belt conver
DB	Wheat	t/hour/vessel	90	150	Grab, hopper
LB	Petro products	t/hour/vessel	80	200	Pipeline
BC	Rice, Fertilizer	t/hour/vessel	40	80	Multi. Crane/ship gear
GC	Cars, Steel product	t/hour/vessel	70	100	Multi. Crane/ship gear
GC	Chemical	t/hour/vessel	58	90	Multi. Crane/ship gear
RO	RoRo cargo	t/hour/vessel	68	100	RoRo ramp
CO	Container	box/hour/vessel	9	30	Container crane
<b>EXPORT</b>					
DB	Bauxite	t/hour/vessel	190	600	Loader, belt conveyer
DB	Manganese	t/hour/vessel	210	600	Loader, belt conveyer
DB	Cocoa beans	t/hour/vessel	70	100	Belt conver
BC	Cocoa beans	t/hour/vessel	30	80	Multi. Crane/ship gear
GC	Sawn Timber	t/hour/vessel	30	80	Multi. Crane/ship gear
RO	RoRo cargo	t/hour/vessel	68	100	RoRo ramp
CO	Container	box/hour/vessel	9	30	Container crane

Note: Productivity of the year 2000 is calculated from vessel berthing data

### (2) 目標年次における船型

現在寄港している船舶の船型分布、港湾利用者の意向及び船型の世界的傾向を勘案し、目標年次における船型を設定する。その結果を表 13.2.2 に示す。

表 13.2.2 目標年次における船型

Vessel Type	2000		2020 ( Standard Size )		
	Max.DWT	DWT <sub>1/4</sub>	DWT	Length	Draft
	( tons )	( tons )	( tons )	( m )	( m )
Bulk carrier	51,694	43,685	40,000	200	11.8
Cellular container	31,057	25,375	30,000	218	11.1
RO-RO	31,311	27,601	28,000	210	11.0

Note: DWT<sub>1/4</sub> means DWT of one fourths largest vessel

### (3) マスタープランにおけるバース数

以上の検討に基づきマスタープランにおける新規バース数が決定された。結果を表 13.2.3 に示す。

表 13.2.3 マスタープランにおけるバース数

Berth	Commodity	Number	Depth	BOR*
Manganese Berth	Manganese	1	12m	0.38
Bauxite Berth	Bauxite	1	13m	0.33
Clinker Berth	Clinker	1	13m	0.31
Oil Berth	Petroleum products	1	10-11m	0.25
Container Berth	Container	2	12m	0.40
Multi-purpose Berth	Break bulk, wheat etc.	3	12m	0.49
Total		9		

Note: BOR is the estimated berth occupancy ratio for the cargo in 2020

## 13.3 施設配置計画の代替案

現地調査、将来貨物需要予測及びその他の調査結果に基づき 2 つの代替案が提案された。代替案の作成に当たっては 2 つの主要論点がある。すなわち、ダブルハンドリング、大水深バースの欠如のような現状の課題を如何に解決するかであり、建設コストを如何に抑えるかである。

### (1) 代替案 - 1 (既存港の再開発と北側展開)

副防波堤の沖側が 300m 幅で埋立てられ新バルクバースがそこに建設される。1 番バース~6 番バースが水深 12m に増深され、コンテナバース、多目的バースとして利用される。内港地区は埋立てられそこに新コンテナターミナルが建設される。

本代替案は建設手順により 2 つの副代替案に分けられる。

- ◆ 代替案 - 1-1 (図 13.3.1 参照): 既存港内の再開発と北側展開が同時平行的に行われる案。
- ◆ 代替案 - 1-2 (図 13.3.2 参照): 既存港内の再開発が優先される案。

## (2) 代替案 - 2 ( 図 13.3 参照 )

本案は、副防波堤の沖側の開発が優先される案であり、岩盤浚渫を最小にするため既存港内の再開発は最小限に抑えられた案である。1 番バース～6 番バースは 12m に増新され、接岸に必要な最小限の区域が浚渫される。副防波堤の沖側は埋立てられ、新たなコンテナターミナルと新バルクバースが建設される。

## (3) 代替案の比較

代替案を 7 つの項目で比較した結果の概要を表 13.3.1 に示す。代替案 - 1 がタコラディ港のマスタープランとして勧告された。

表 13.3.1 代替案の比較

	Alternative-1-1	Alternative-1-2	Alternative-2
Quality of berths	***	***	**
Calmness of water	***	***	***
Navigational safety	***	***	***
Future development	***	***	**
Disturbing existing port facility	***	***	**
Harmonization with environment	***	***	***
Cost Index	100	100	109

Note \*\*\* Good \*\* Fair \* Poor

## 13.4 施設配置計画及びプロジェクトのプライオリティ

### (1) 施設配置計画

図 13.4.1 に詳細な港湾施設配置計画を示す。表 13.4.1 にマスタープランの主要施設のリストを示す。

### (2) プロジェクトのプライオリティ

マスタープランの主要 3 プロジェクトとして新コンテナバース、新バルクバース及び新多目的バース（既存岸壁の改良）が提案された。新コンテナバースは十分なコンテナヤードと最新の荷役機械を備えたタコラディ港での最初のコンテナ専用バースである。大水深バルクバースは荷役のダブルハンドリングを解消しバルク船が満載喫水で入港できるようにするためのものである。多目的岸壁は、狭隘なバースを十分な荷役スペースを有する近代的な大水深バースに転換するものである。

これらプロジェクトの全ては港の将来発展のために大変重要であるが、資源の制約から個々のプロジェクトを評価し優先度をつける事が重要である。検討の結果、最優先プロジェクトは新コンテナバースであり、次いでバルクバース、多目的バースと続き、最後が石油バースとなった。検討結果の概要を表 13.4.2 に示す。

表 13.4.1 タコラディ港マスタープランにおける主要施設一覧

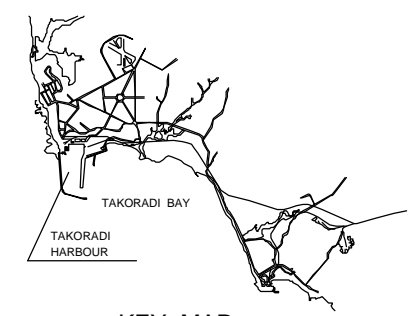
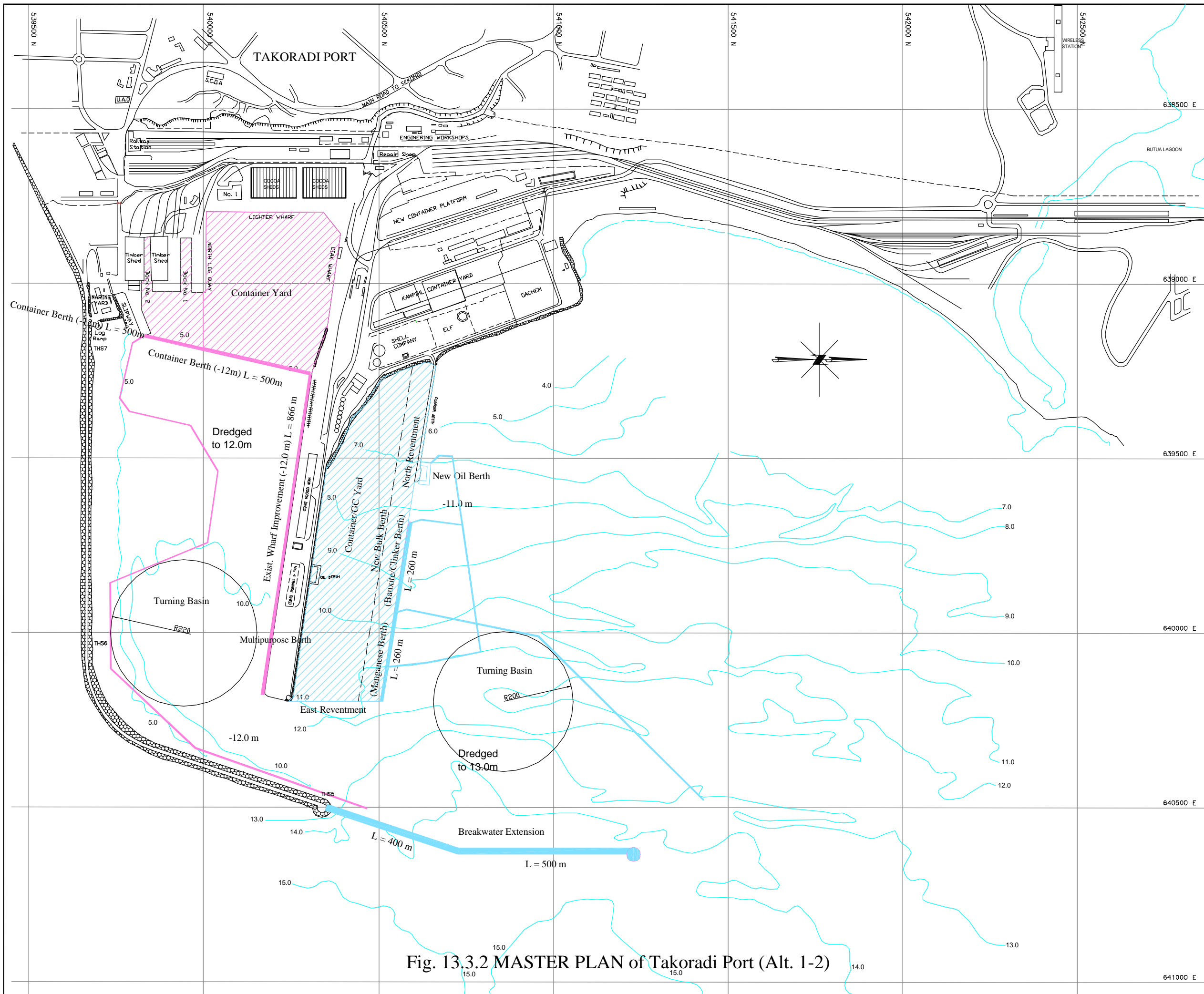
Facility	No.	Dimension / Capacity
Container Berths	2	Length 300m, depth 12m
Multipurpose Berths	3	Length 300m, depth 12m
Manganese Berth	1	Length 200m, depth 12m
Clinker Berth	1	Length 260m, depth 13m
Bauxite Berth	1	Length 260m, depth 13m
Berth for small craft	1	Length 150, depth 5m
Breakwater extension	1	900m
New entrance channel	1	One way, width 160m, depth 13m
Turning basin 1	1	Radius 220m, depth 12m
Turning basin 2	1	Radius 200m, depth 13m
Container yard	1	14.5 ha, 7.5ha
Shed	2	4,000m <sup>2</sup>
Revetment	1	480m, 270m, 160m
Access road improvement	1	1 set
Inner harbour road	1	1 set
Navigational aids	1	1 Light beacons, 1 Buoys, 2 Light pole
Tugboat	1	2,420Hp
Container crane	4	35 tons
Multipurpose crane	2	35 tons
Transfer crane	12	35 tons, 1 over 4
Top lifter	6	35 tons, 15 tons
Tractor head	24	For container cargo

表 13.4.2 プロジェクトの優先度

Project Name	Bulk Berth	Oil Berth	Container Berth	Multipurpose Berth
	***	**	***	**
Effectiveness (benefit/cost)	Elimination of double handling, provision of deep berths	Existing berth has sufficient depth in a mean while	Sufficient container handling space, provision of deep berths	Provision of deep berths
	***	**	***	**
Urgency (degree of existing problems, shrapness of cargo volume increase)	Serious, cargo increase is rapid	Cargo increase is moderate	Serious, cargo volume increase is rapid	Cargo increase is moderate
	*	**	***	**
Social needs	Limited companies	One company but consumer goods	Wide range of cargoes	Fairly wide range of cargoes
	*	*	***	**
Competition with other ports	Not critical	Not critical	Critical	
Priority	2	4	1	3

Note \*\*\* High \*\* Medium \* Low





- NOTES:
1. Geodetic information:  
 Ellipsoid: WGS84  
 DATUM: WGS84  
 Projection: UTM Zone 31
  2. Coastline digitized from British Admiralty Chart 3102
  3. Levels referenced to Chart Datum


**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**  
**GHANA PORTS AND HARBOURS AUTHORITY (GPHA)**

PROJECT  
 THE DEVELOPMENT STUDY OF GHANA SEA PORTS  
 IN THE REPUBLIC OF GHANA

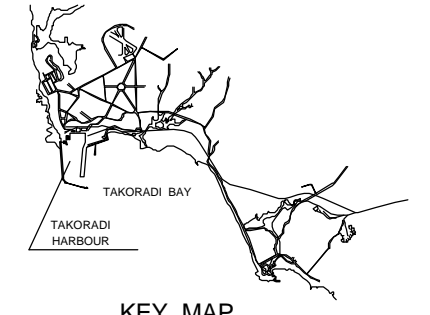
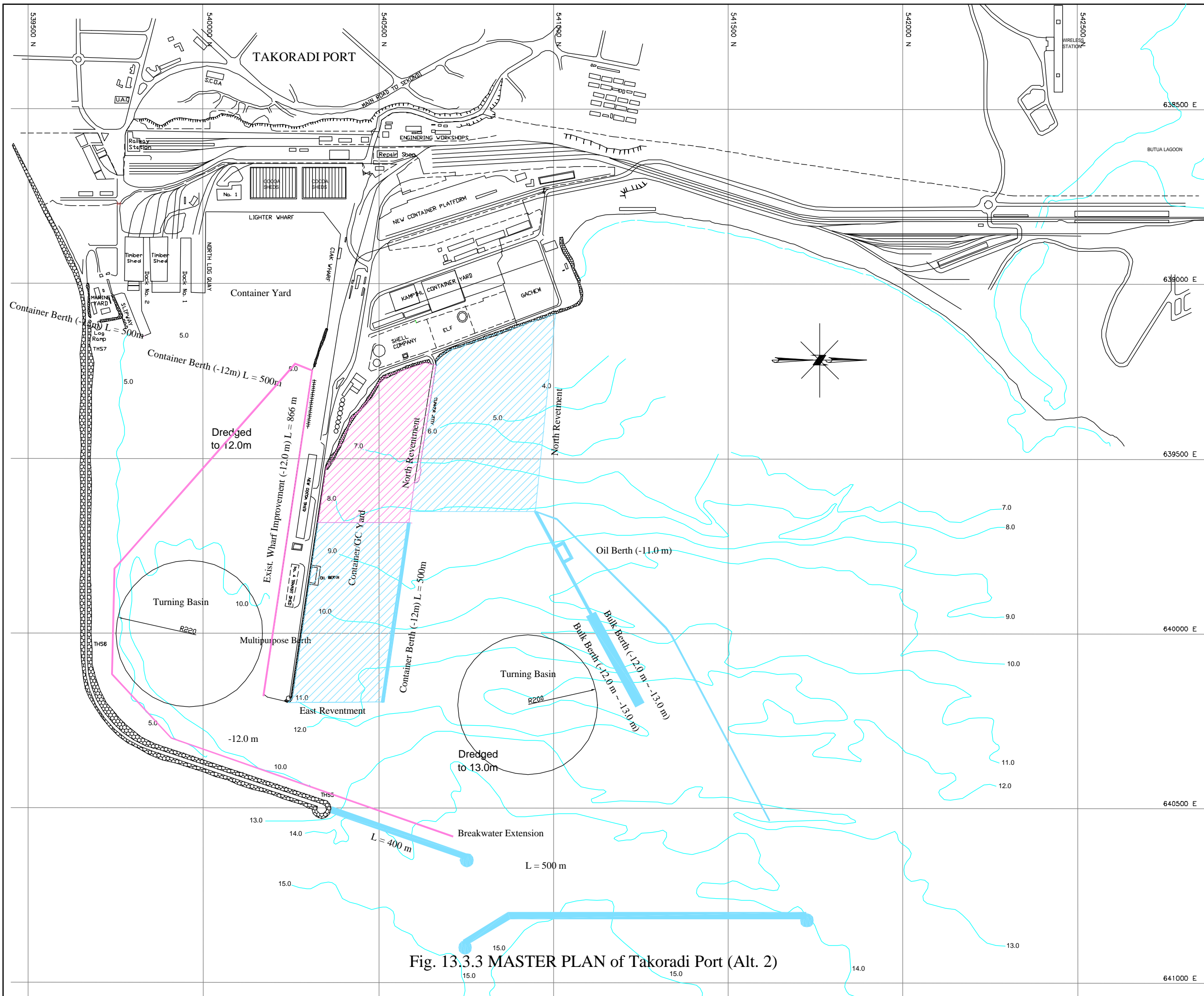
Drawing Title  
**TAKORADI PORT  
 MASTER PLAN**

SCALE	DATE	Drawing No.	Rev. No.
1:			

THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT  
 INSTITUTE OF JAPAN (OCDI)  
 NIPPON KOEI CO.,LTD.

**Fig. 13.3.2 MASTER PLAN of Takoradi Port (Alt. 1-2)**





- NOTES:
1. Geodetic information:  
Ellipsoid: WGS84  
DATUM: WGS84  
Projection: UTM Zone 31
  2. Coastline digitized from British Admiralty Chart 3102
  3. Levels referenced to Chart Datum


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
GHANA PORTS AND HARBOURS AUTHORITY (GPHA)

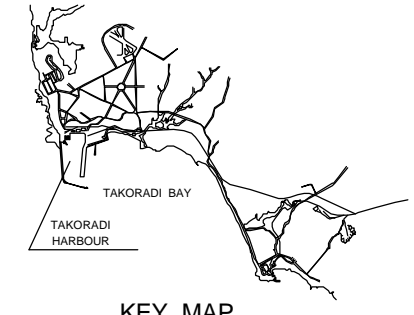
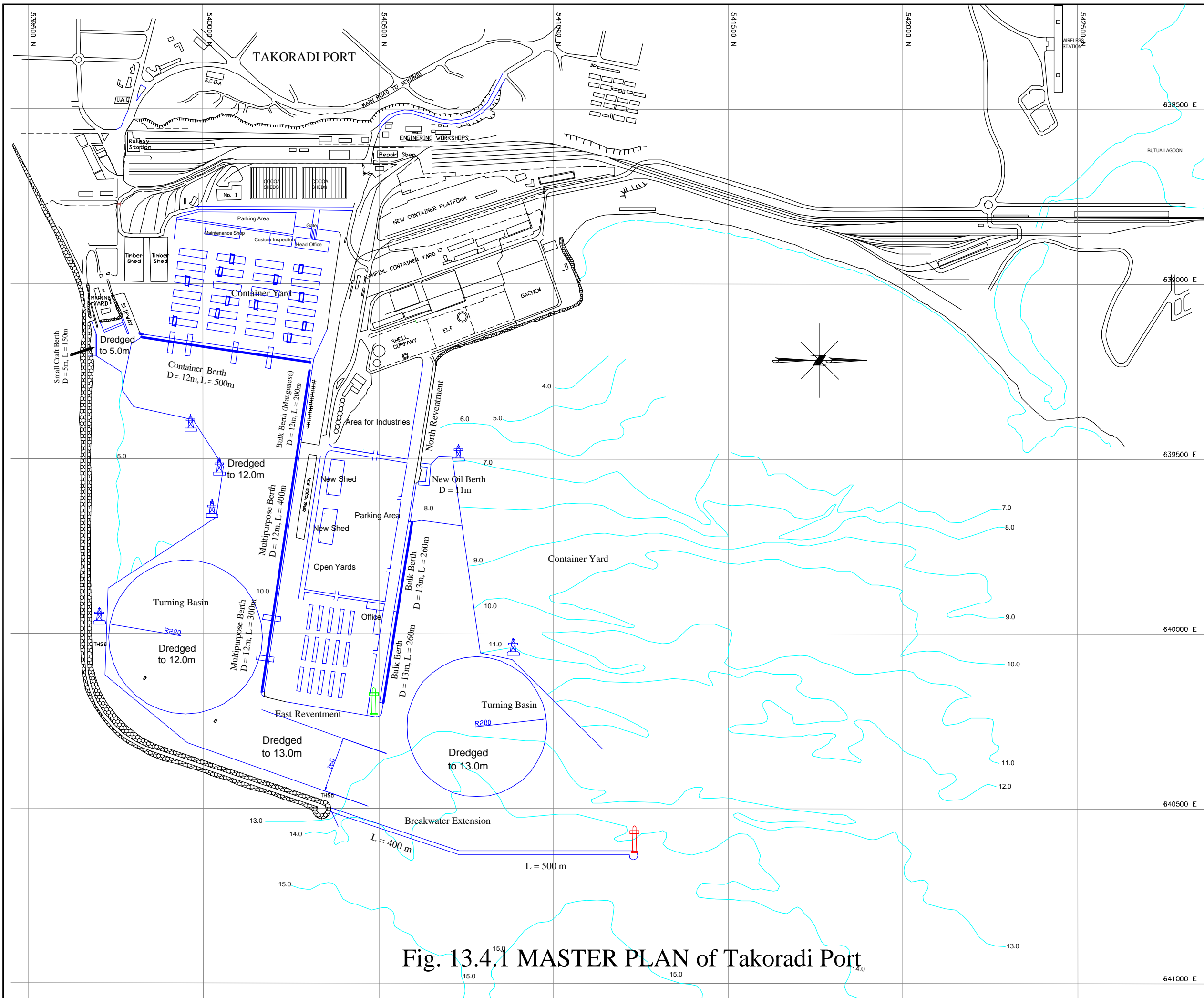
PROJECT  
THE DEVELOPMENT STUDY OF GHANA SEA PORTS  
IN THE REPUBLIC OF GHANA

Drawing Title  
**TAKORADI PORT  
MASTER PLAN**

SCALE	DATE	Drawing No.	Rev. No.
1:			

THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT  
INSTITUTE OF JAPAN (OCDI)  
NIPPON KOEI CO.,LTD.

Fig. 13.3.3 MASTER PLAN of Takoradi Port (Alt. 2)



- NOTES:
1. Geodetic information:  
Ellipsoid: WGS84  
DATUM: WGS84  
Projection: UTM Zone 31
  2. Coastline digitized from British Admiralty Chart 3102
  3. Levels referenced to Chart Datum


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
GHANA PORTS AND HARBOURS AUTHORITY (GPHA)

PROJECT  
THE DEVELOPMENT STUDY OF GHANA SEA PORTS  
IN THE REPUBLIC OF GHANA

Drawing Title  
**TAKORADI PORT  
MASTER PLAN**

SCALE	DATE	Drawing No.	Rev. No.
1:			

THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT  
INSTITUTE OF JAPAN (OCDI)  
NIPPON KOEI CO.,LTD.

**Fig. 13.4.1 MASTER PLAN of Takoradi Port**

## 13.5 効率良く信頼性の高い港湾運営の提案

### 13.5.1 港湾の管理運営の一般原理

#### (1) 効率的なサービス

効率的なサービスには高効率の荷役、連続的でスムーズな運営、迅速な通関手続きが不可欠である。

#### (2) 信頼性と有用性の高い港湾施設

港湾施設や荷役機械は、利用者が施設と機械を最大限に使うことができるよう十分に保守点検しておく必要がある。

#### (3) 適度な料金設定

料金は競争力があると同時に、建設コストや維持管理コストをカバーできるものでなくてはならない。さらに料金構造は港湾利用者が港湾を効率的に利用することを助長するものでなくてはならない。

### 13.5.2 効率的な港湾運営システムの提案

#### (1) コンテナ貨物

コンテナ貨物や他の一般貨物、バッグ詰め貨物などが同じ場所で荷役されており、混雑と荷役効率の低下を引き起こしている。タコラディ港の運営効率を上げるためには、バース毎に扱う貨物を分ける必要がある。

##### (a) タコラディ港のコンテナバース

- ・十分なコンテナヤードを持つ新コンテナターミナル（岸壁延長 500m、2 バース、水深 12m）が港内奥部に建設される。これはタコラディ港で初めての、十分なヤード面積と洗練された荷役機械を備えた専用コンテナターミナルである。
- ・5～6 番バースはコンテナ船及び Ro-Ro 船のための多目的バース（延長 300m、水深 12m）として再開発される。
- ・コンテナ貨物は新コンテナターミナルと多目的バース両方で扱われる。

##### (b) タコラディ港におけるコンテナ荷役の基本方針

- ・コンテナ貨物の 85%は新コンテナターミナルで取り扱い、残りの 15%は新多目的バースで取り扱う。
- ・新多目的バースの背後のコンテナヤードが完成するまでは、多目的バースのコンテナ貨物は New Container Platform (NCP) や 2001 年 8 月にオープンした KAMPIHL Container Yard に速やかに移動させるべきである。新多目的バースの利用者には、これらのコンテナヤードの優先使用権を与えるべきである。

- ・新多目的バース背後のコンテナヤードが完成した後は、NCP や KAMPIHL Container Yard はバックアップヤードや空コンテナ置き場として活用されることが望ましい。

表 13.5.1 コンテナ貨物の推定必要蔵置能力

Port of Takoradi	2000	2010	2020	unit	Size of 20ft Container	
Volume of Container Cargo	39,966	136,196	407,742	TEU	Length(l)	6.058 m
Volume of Container Cargo	31,469	107,241	321,057	Box	Width(w)	2.438 m
Productivity	9	24	30	box/hour/vessel	Height(h)	2.438 m
Working day	365	365	365	day	Bottom Area(=l x w)	15 m <sup>2</sup>
Cargo throughput in a day	109	373	1,117	TEU/day		
Average Dwell Time(Target)	12	6	4	day	Area for 1slot	
Peak Ratio	1.3	1.3	1.3		(+ 50cm space on each side)	
	2000	2010	2020		length + 50cm x 2(ls)	7.058 m
Minimum Volume for Container storage	1,700	2,909	5,808	TEU	width + 50cm x 2(ws)	3.438 m
					Bottom Area(=ls x ws)	25 m <sup>2</sup>
Minimum Area for Container Storage	2 tiers	21,255	36,368	72,605		
	3 tiers	14,170	24,245	48,404		
	4 tiers	10,628	18,184	36,303		

(c) 港内奥部の新コンテナターミナル

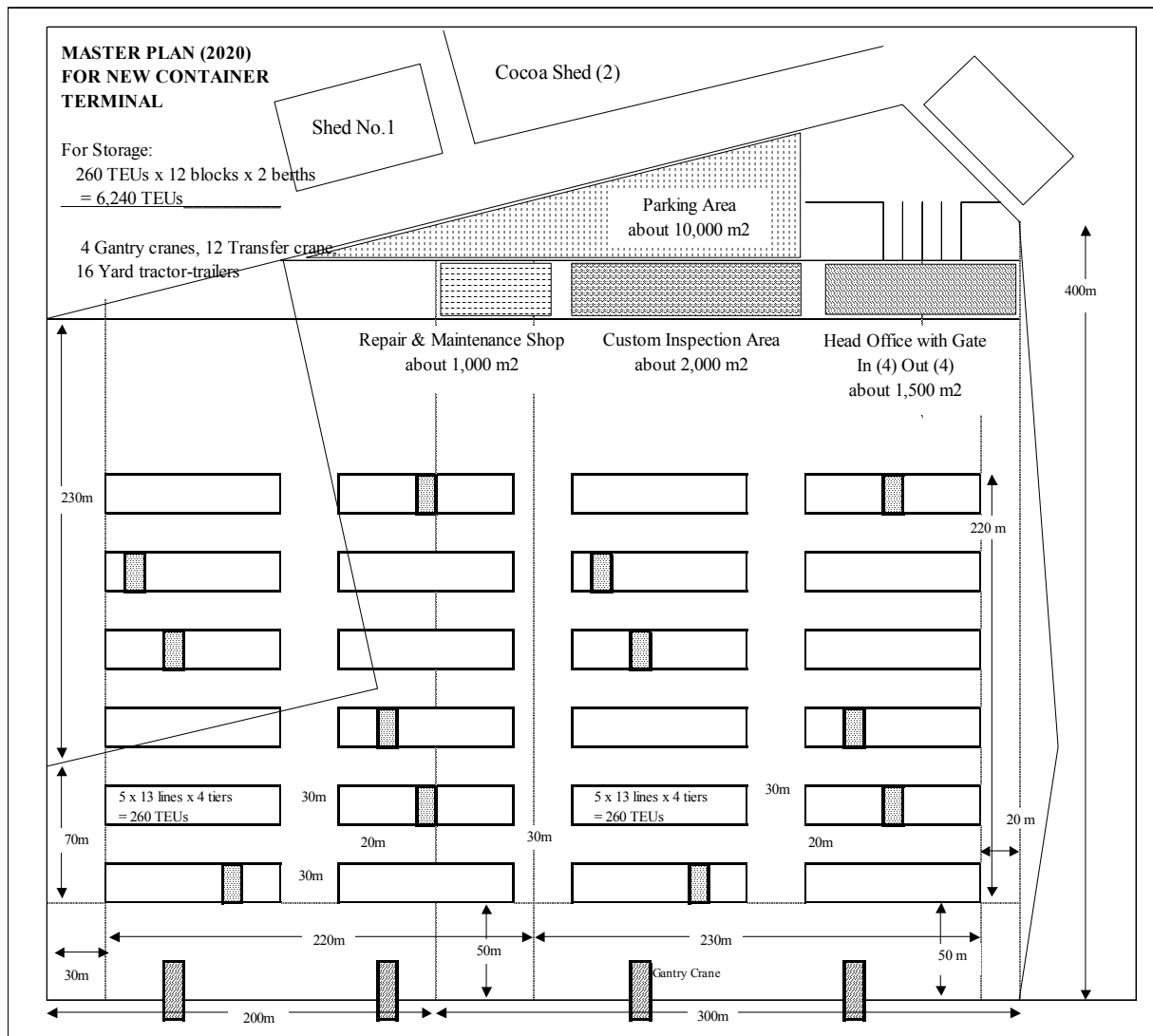
- ・マスタープランでは、新コンテナターミナル（延長 500m、2 バース、水深 12m）の港内奥部への建設が提案されている。最も効率的なコンテナ貨物取り扱いが可能なトランスファークレーン方式の導入が望ましい。
- ・1 バースにつき 2 基、合計 4 基のガントリークレーンの導入を提案する。
- ・必要なトランスファークレーンは 12 基と算出される。
- ・マーシャリングヤードと岸壁の間は、ヤードトラクター・トレーラーでコンテナが運搬される。
- ・必要とされるヤードトラクター・トレーラーは 16 台と算出される。

新コンテナターミナルには、

ガントリークレーン	4 基
トランスファークレーン	12 基
ヤードトラクター・トレーラー	16 基
コンテナターミナルレイアウト	図 13.5.4

が導入される。

図 13.5.4 新コンテナターミナルのレイアウト (2020 年)



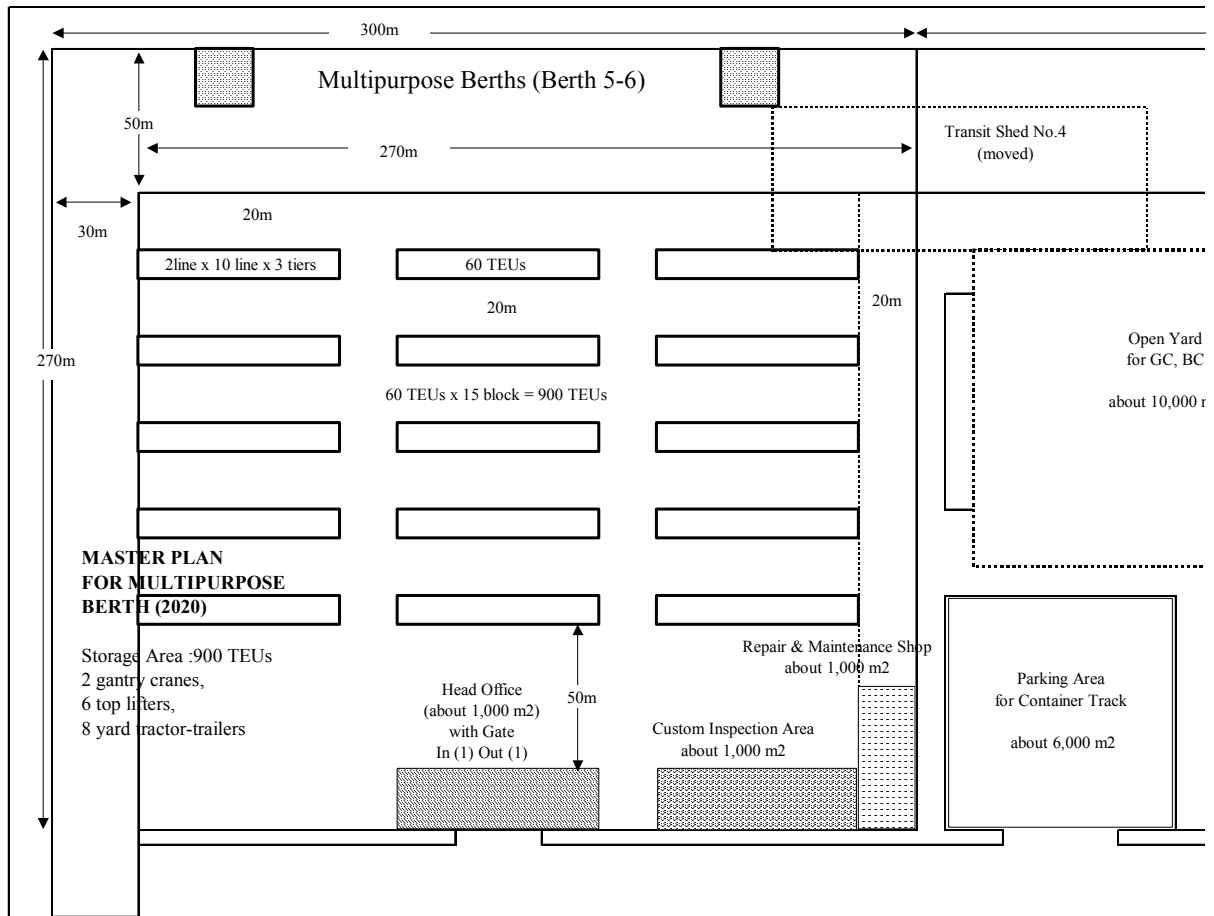
(d) 新多目的バース (5~6 番バース)

- ・ バースレイアウトの変更が容易なトップリフター方式が、多目的バースに最も適していると考えられる。
- ・ バース背後には新しいコンテナヤードの設置が望ましい。
- ・ ガントリークレーン1基につきトップリフター3基(輸出、輸入、コンテナ再配置兼バックアップに各1基)の導入が望ましい。ガントリークレーン2基に対し、トップリフター6基の導入を提案する。
- ・ バースとヤード間はヤードトラクター・トレーラーでコンテナは運搬される。ヤードトラクター・トレーラーの必要数は8台と算出される。

新多目的バースには、

ガントリークレーン	2基
トップリフター	6基
ヤードトラクター・トレーラー	8台
ヤードレイアウト	図 13.5.7 が導入される。

図 13.5.7 新多目的バースのレイアウト



(e) KAMPIHL Container Yard と New Container Platform (NCP)

- ・ KAMPIHL Container Yard は利用船社別にヤードが割り振られており、NCP よりも効率的に利用されている。NCP ではあらゆる種類のコンテナ（実入りコンテナ、空コンテナ、ケミカルコンテナ、ドライコンテナなど）が同じ場所に無造作に置かれている。NCP においても、コンテナの種類及び利用船社毎の区分けシステムの早期導入が望ましい。

(f) 港湾運営の効率をさらに向上させる追加措置

(i) コンピューターシステムの導入

コンテナオペレーションのための新コンピューターシステムの導入を、新コンテナターミナル及び多目的バースに導入すべきである。ガントリークレーンやトランスファークレーンによる効率的なオペレーションには、迅速なコントロールが不可欠であり、それにはコンピューターシステムなしには実現できない。

具体的には以下のシステムの導入が考えられる。

- ・ 船舶オペレーション（荷積み/荷揚げオペレーションコントロール）システム
- ・ ガントリークレーン配置コントロールシステム
- ・ トランスファークレーン配置コントロールシステム

- ・ヤードプランニングシステム
- ・コンテナインベントリー（輸出輸入別、コンテナの種類、サイズ別）コントロールシステム
- ・コンテナ搬出/受取コントロールシステム（ゲートオペレーション）

#### (ii) コンテナ貨物の通関検査

現在の通関検査は「目的地検査法」に基づくもので、全ての輸入コンテナは開封検査の対象となる。コンテナヤードでの長期滞留のない効率的な荷役作業には、検査対象コンテナが少なくともコンテナ貨物全体の10%未満であることが望ましい。

#### (2) バルク貨物（マンガン、ポーキサイト、クリンカー）

バルク貨物の荷役効率の改善はタコラディ港の重要な課題の一つである。マスタープランでも、マンガンバースの改良とポーキサイト、クリンカー用の新バルクバースをクリンカージェティ（突堤）に建設し、バルク貨物の荷役効率の改善と、ダブルハンドリングの解消を提案している。

このプランでは、ポーキサイト及びクリンカー用ベルトコンベヤを現在の場所から延伸する必要があるが、この工事は鉱山企業によって行われる。

#### (3) Ro-Ro 貨物、一般貨物、その他

Ro-Ro 貨物（製材や紙リール、車）はバースでの荷積み荷揚げをできるだけ迅速に行う必要があり、コンテナヤードや上屋との貨物移動を迅速に行い、マーシャリングヤードを空けて作業領域を確保することが重要である。コンテナ貨物として輸出される製材のコンテナ詰めが6番バースの背後で行われており、渋滞を引き起こす原因の一つとなっている。このようなバン詰め作業は製材用上屋や積み替え貨物用上屋で実施すべきである。

ほかに、タコラディ港では小麦が穀物バルク貨物として輸入されている。小麦は本船ギヤとグラブバケット、ホッパーを使ってトラックに荷積みされ、背後のサイロに入る。貨物滞留を避けるため、穀物バルク貨物の輸入小麦は、現状同様2-4番バースで集中的に扱うことが望ましい。

#### (4) 労働時間の3交代制とトレーニングシステムの導入

現在、港湾労働は2交代制が導入されている。効率的な港湾荷役を実現するには、労働時間の3交代制（ $8 \times 3 = 24$ 時間）の導入により24時間の連続した荷役作業が実施される必要がある。

荷役機械や荷役作業を管理するコンピューターシステムのような新しい設備を活用するためには、労働者に対する定期的なトレーニングを実施することが必要である。事故を避ける能力や労働者の技術レベル向上のためにもトレーニングシステムは必要である。

#### (5) 港湾 EDI システムの導入

第15章1.4を参照。

## 13.6 概略設計

### (1) 設計条件

#### 1) 港湾施設の基準と規則

ガーナ国では港湾施設設計のための設計基準及び規則が整備されていないため、一般的に“ British Standards (B.S) ”が使用されている。そのため、本調査では次の基準を参考とした。

- “ 港湾施設設計基準（日本）”
- “ British Standard Code of Practice for Maritime Structures (B.S 6349 Part 1 to Part 7) ”

#### 2) 自然条件

表 13.6.1 自然条件

Item	Design Conditions			
Oceanographic condition - Tide - Deep water waves	HWL: CD+1.50m, LWL: CD 0.00m			
	Wave direction	SW	S	SE
	Wave Height(Ho)	5.0m	5.4m	4.8m
	Wave Period (To)	9-11 sec.	9-11 sec.	9-11 sec.
- Current	Design max. velocity : 1.0 m/sec.			
Subsoil condition - Southern part of exist. Port basin area - Other areas	Rock type	Unit weight	Compressive strength	
	Sandstone	24.5 KN/m <sup>3</sup>	80 Mpa	
	Sandstone/silt stone	24.5 KN/m <sup>3</sup>	10~50 Mpa	
Seismic Force	Seismic coefficient : 0.15			

#### 2) 対象船舶

表 13.6.2 タコラディ港の対象船舶

Vessel Type	DWT	Length Overall (L.O.A) m	Breadth (B) m	Max. Draft (Df) m
Bulk Carrier	40,000	200	29.9	11.8
General Cargo Ship	30,000	185	27.5	11.0
Container Ship	30,000	220	30.2	11.1
Ro/Ro Ship	28,000	210	-	11.0
Oil Tanker	20,000	158	25.8	9.6

#### 4) 外力

	Normal Condition	Seismic Condition
Crane Load	400 KN/wheel	400 KN/wheel
Surcharge	20 KN/m <sup>2</sup>	10 KN/m <sup>2</sup>



## (2) 主要施設の構造設計

### 1) 防波堤

既存の主要防波堤は新規バルク用バースの静穏度確保のため、約 900m 延長が必要とされている。この既存防波堤の構造は捨石式傾斜堤である。比較設計では延長部分の最適構造は捨石式防波堤とコンクリートケーソン式で検討の結果、以下の理由で捨石式防波堤を提案する。

- 経済的であること。
- 十分な保有量のある石切場の石材の利用が可能であること。
- 施工方法が比較的簡単であること。

### 2) 新規バース

マスタープランで計画された新規バースの諸元は以下の通りである。

Usage	Length	Water Depth	Design Vessel Size
New Bulk Berths	520 m	-13.0 m	40,000 DWT
New Container Berth	500 m	-12.0 m	30,000/28,000 DWT
Small Craft Berth	150m	-5.0m	250 GT

新規バースの最適構造形式の選定のため、実施した比較設計では以下に示す構造形式を提案することとする。

- 新規バルク用バース/ 新規コンテナバース : コンクリートケーソン式
- 小型船用バース : コンクリートブロック式

### 3) 主要岸壁改良

マスタープランでは、主要既存岸壁の改良に岸壁全面水深-12.0m を提案する。(バース No.1 からバース No.6 の合計延長は約 900m)

提案された幾つかの改良案では、最も安定性と信頼性の観点より、コンクリートブロック式を提案する。

### 4) その他の施設

(a) 護岸 : 捨石式護岸を現地での石材調達が容易であることから、経済性を考慮し全護岸施設共通とした。

(b) ヤード舗装 : タコラディ港の岸壁エプロンを含むヤード舗装には比較的維持管理が簡単であるコンクリートブロック式を予定する。図 13.6.1 に主要施設の断面図を示す。

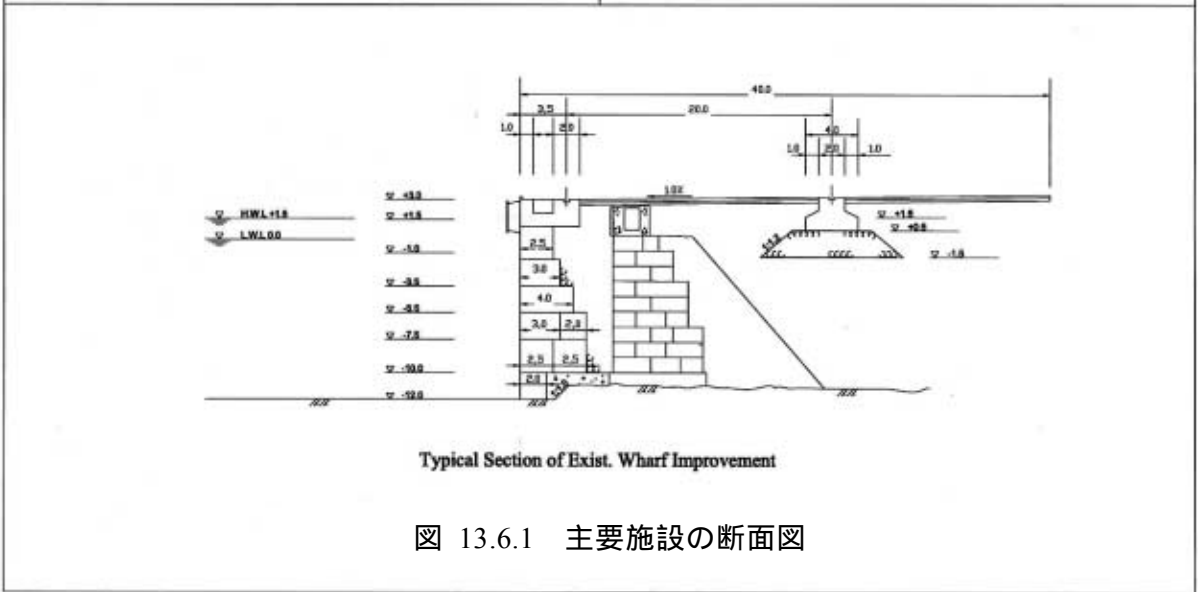
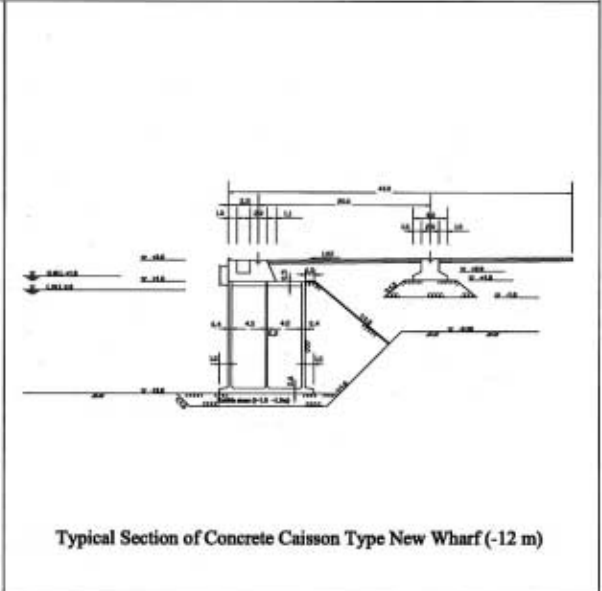
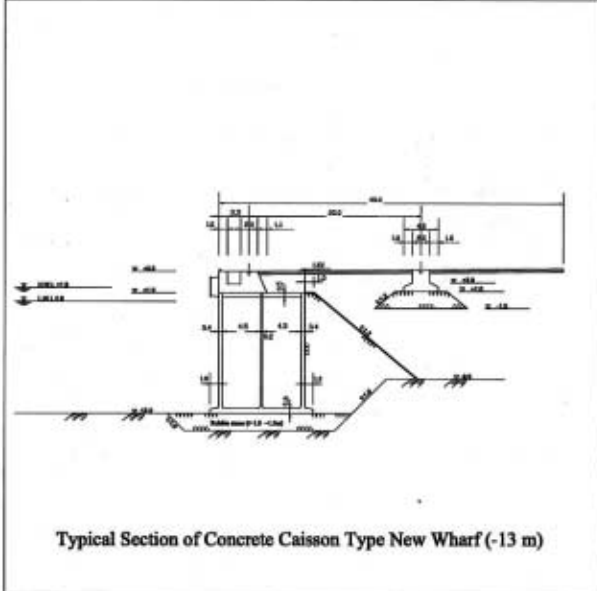
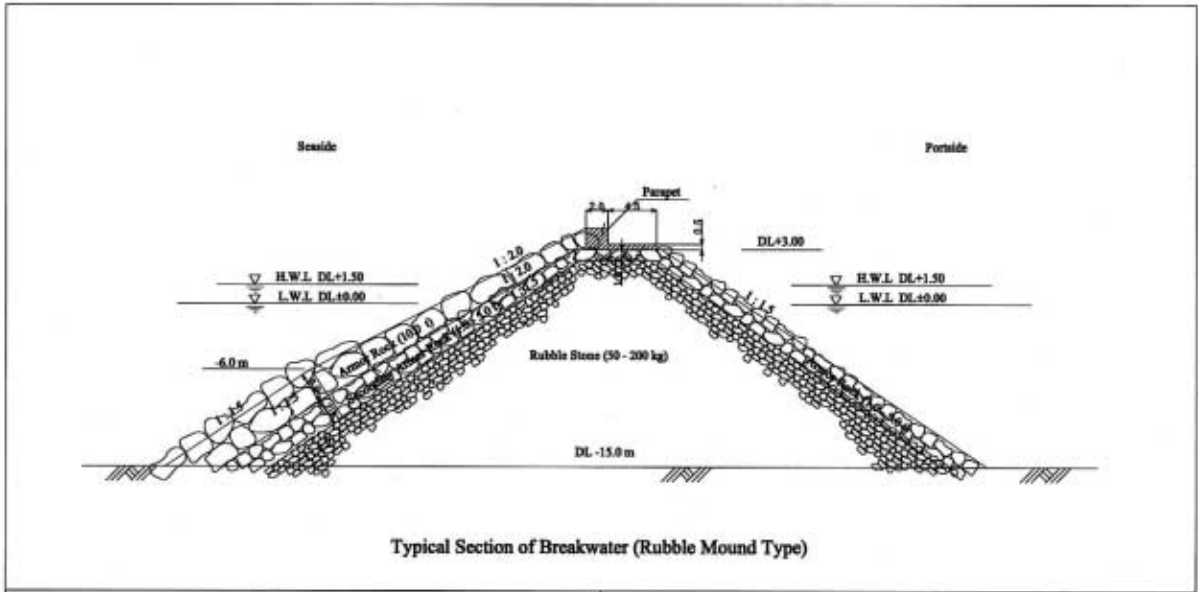


図 13.6.1 主要施設の断面図

### 13.7 実施計画と概略積算

#### (1) 実施計画

マスタープランにおける建設項目は表 13.7.1 に示す通りであり、実施スケジュールは図 13.7.1 に示す通り 5 年間で計画する。

表 13.7.1 マスタープランの建設項目

Facilities	Description	Quantity
1. Dredging and Reclamation		
1) Dredging	Rock and Soil	1,980,000 m <sup>3</sup>
2) Reclamation		4,500,000 m <sup>3</sup>
2. Breakwater (-14.0 ~15.0 m)	Rubble Mound	L = 900 m
3. Wharf and Berth		
1) New Bulk Berth (-13.0 m)	Concrete Caisson	L = 520 m
2) New Container/Ro-Ro Berth (-12.0 m)	Concrete Caisson	L = 500 m
3) Exist. Wharf Improvement (-12.0 m)	Concrete Block	L = 900 m
4) New Oil Berth (-11.0 m)	Dolphins	1 berth
5) Small Craft Berth (-5.0 m)	Concrete Block	L = 150 m
4. Revetment		
1) North Revetment	Rubble Mound	L = 480 m
2) East Revetment	Rubble Mound	L = 270 m
5. Paving/Miscellaneous Works	Yard, Road, Drainage	1 set
6. Buildings and Utilities	Gate, Maintenance shop, Electrical/Mechanical Works	1 set

Note: Procurement of Equipment is excluded

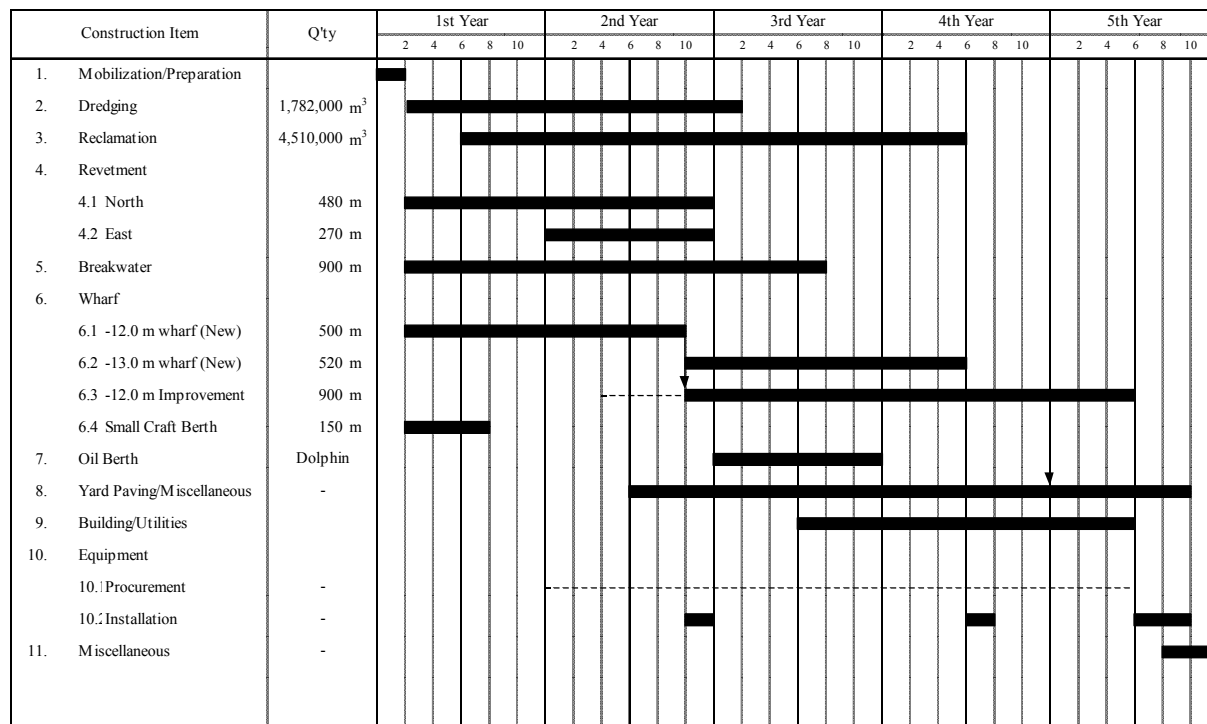


図 13.7.1 タコラディ港の実施計画 (マスタープラン)

(2) マスタープランの積算

マスタープランにおけるタコラディ港の総事業費は表 13.7.2 に示す通り、約 250 百万ドルである。

表 13.7.2 タコラディ港の事業費 (マスタープラン)

Item	Description			Construction Cost (USD)
	Type/Material	Unit	Quantity	
1. Civil & Building Works				
1.1 Dredging and Reclamation				
▪ Dredging work	Rock/Soil	m <sup>3</sup>	1,980,000	49,509,000
▪ Reclamation work		m <sup>3</sup>	4,500,000	25,979,000
1.2 Breakwater				
▪ Breakwater extension(-14.0m)	Rubble mound	m	900	26,550,000
1.3 Wharf & Berth				
▪ -12m New Container/Berth	R.C. Caisson	m	500	15,800,000
▪ -13m New Bulk Berth	R.C. Caisson	m	520	17,784,000
▪ Exist. Berth Improvement (-12m)	Concrete block	m	900	19,800,000
▪ New Oil Berth	Dolphin	L.S	1	6,000,000
▪ Small Craft Berth	Concrete block	m	150	1,500,000
1.4 Revetment				
▪ North revetment	Rubble mound	m	480	4,800,000
▪ East revetment	Rubble mound	m	270	4,860,000
1.5 Paving & Miscellaneous works		L.S	1	12,500,000
1.6 Buildings & Utilities Works		L.S	1	5,200,000
<b>Sub-total</b>				<b>190,282,000</b>
2. Equipment				
2.1 Cargo Handling Equipment		L.S	1	31,000,000
2.2 Other Equipment		L.S	1	2,300,000
<b>Sub-total</b>				<b>33,300,000</b>
<b>Total</b>				<b>223,582,000</b>
3. Physical Contingency	8% of 1,4% of 2	L.S	1	16,554,560
4. Engineering Cost	5% of Item 1	L.S	1	9,514,100
<b>Grand Total</b>				<b>249,650,660</b>

## 13.8 初期環境評価

タコラディ港のマスタープランに基づき、その IEE を実施して、EIA に供すべき環境項目を 14 項目抽出し、下記の表に示した。同表のうち、B あるいは C ランクと評価された環境要因が EIA において検討対象となる。

表 13.8.1 スコーピング結果 (タコラディ港)

Environmental factors		Rating	Justification
Pollution	Air quality	B	Increase in numbers of calling ships and vehicle traffic.
	Water quality	B	Dredging, landfilling, breakwater, increase in port activity
	Bottom sediment quality	B	Dredging, landfilling, stagnation of water in the port
	Noise/vibration	B	Increase in vehicle traffic, port activity
	Odor	B	Smell from commodities
	Land subsidence	D	Stable substrate (bed rock)
Biophysical environment	Topography, geology, soils	D	No important topography and geology
	Erosion	B	Active littoral drift at present
	Groundwater	D	No influence to the groundwater
	Lake/River flow	D	No lakes or rivers in the surrounding vicinity
	Coast/sea area	D	No important coastline
	Flora/fauna	B	Impacts on the aquatic ecosystem
	Landscape	D	No scenic value due to the existing port structure
Social environment	Economic activities	B	Increase in revenue of local community and employment opportunity
	Resettlement	C	Possible minor relocation of residential area and factories located near the port
	Infrastructure	C	Upgrade of infrastructure is expected accompanied with port expansion
	Cultural assets	D	No significant cultural assets in and around the port area
	Fisheries	B	Minor extinction of fishing ground for local fisherman
	Land use	C	Minor change expected
	Natural disaster	D	No influence to the occurrence of natural disaster
	Waste	B	Increase in calling ships and port activity
Public health and safety	B	Possible traffic accidents	

- A Significant potential impact
- B Potential impact of less significance
- C Undecided (Possible impact in the future)
- D No potential impact

## 13.9 経済分析

### 13.9.1 分析手法

経済分析は次の手法に拠っている。先ずタコラディ港のマスタープラン（施設配置計画）が提案され W/O ケースと比較検討された。次に W/. ケース（プロジェクトへ投資された場合）と W/O. ケース（プロジェクトへ投資されなかった場合）の差異に起因するすべての便益と費用が市場価格で算定された。本調査では費用 便益分析に基づく内部収益率 (EIRR) による評価手法を採用した。

### 13.9.2 プロジェクトの費用

プロジェクトの費用として挙げられる費用は建設費、維持費、施設更新費用である。

#### (1) 建設費

建設費は土木施設費と機械費に分けられる。主な機械費は荷役機械の購入である。

#### (2) 維持費

港湾施設及び荷役機械の維持費は初期投資額の定率（港湾施設 1%, 荷役機械 4%）として推定された。但し、浚渫、埋立費用については年間維持費を見込まないものとした。

#### (3) 施設更新費用

経済的耐用年数の後、荷役機械の施設更新費が計上されねばならない。荷役機械の経済的耐用年数及び費用は次のように計画された。

表 13.9.2.1 経済耐用年数と荷役機械費用

Equipment	Durable Periods	Costs('000US\$)
Gantry Crane, Transfer Crane, Tug Boat	20 Years	33,300

タコラディ港マスタープランの費用は次表のように要約される。

表 13.9.2.2 タコラディ港マスタープランの費用

Items	Costs('000US\$)
Civil Works	190,282
Equipment	33,300
Total	223,582
Maintenance Costs for Structure	1,072
Maintenance Costs for Equipment	1,332
Total (per year)	2,404

### 13.9.3 プロジェクトの便益

本調査においては、効果が計量可能な便益として次の項目を採用した。

- 1) 船舶在港時間の短縮（バース待ち時間、荷役時間）
- 2) 輸送費の減少（1隻当り輸送量の増大による輸送費）
- 3) 陸上輸送費の減少
- 4) 港湾荷役における外貨獲得

プロジェクトの便益は次表のように要約される。

表 13.9.3.1 タコラディ港マスタープランの便益  
(Unit: thousand US\$)

Items	Benefits
Ships' Staying	12,903
Water Transportation	10,133
Land Transportation	36,509
Earnings of Foreign Currency	232
Total	59,777

### 13.9.4 プロジェクトの経済評価

タコラディ港マスタープランの EIRR は 17.8% となる。感度分析の結果は表 13.9.4.1 に示される。

EIRR がその国における資本の機会費用以上であれば、プロジェクトは国民経済的観点から妥当であると言える。通常、資本の機会費用はその国の開発度合によって 8-10% と見られる。本プロジェクトでは EIRR が 8%以上あれば経済的に妥当であるとした。この調査において容易に計量化出来る 4つの項目のみを計算しても EIRR は 19.1%であり、感度分析の最低のケースでも 12.6%である。従って、本プロジェクトは国民経済的観点から妥当である。

表 13.9.4.1 タコラディ港マスタープランの感度分析結果

	EIRR 17.8%	Increase in Investment Cost		
		0%	10%	20%
Decrease Benefits	0%	17.8%	16.5%	15.4%
	10%	16.4%	15.1%	14.0%
	20%	14.9%	13.7%	12.6%