

# ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事

## JICA Loan Agreement No. KE-P25

宮本浩司

ケニア第2の都市モンバサ市にあるモンバサ港は、インド洋に面する入り江を利用したケニア唯一の国際貿易港であるが、東アフリカの経済発展に伴い、コンテナの取扱い量は、年々、急激に増加しており、港湾整備が急務とされている。本工事は、現在のモンバサ港西側にコンテナターミナルを新設し、コンテナ取扱い能力の増強、運営の効率化を図ることを目的としている。なお、本工事は日本国の政府開発援助（ODA）にて実施されるものであり、本邦技術活用条件（STEP：Special Terms for Economic Partnership）の適用工事となっている。本稿では主に海上工事施工について紹介する。

キーワード：クレーン付台船、ドラグサクシオン浚渫船、パイルキーパー、長尺鋼管杭

### 1. はじめに

本工事は、円借款を活用した ODA 工事として、約 600 万 m<sup>3</sup> の砂を用いて約 45 ha 埋立を行い、そのうち約 28 ha のコンテナヤードを造成する物である（表-1、図-1、2）。また、杭棧橋式の No.20 バース（水深-11 m、延長 210 m）、No.21 バージ（水深-15 m、延長 350 m）、ブロック積み重力式岸壁（水深-4.5 m、延長 283 m）、及び周辺取付道路、建築、設備等諸施設を整備する物である。

本工事は、高度な港湾建設施工技術が要求されており、本邦技術活用条件の適用事業として下記の技術を用いて実施されている。

- ・ 鋼管杭の腐食を防ぐため、飛沫帯部分に重防蝕処理を適用し、鋼管杭の長期耐久性を確保する。
- ・ 軟弱地盤の地盤改良に PVD 工法（Pre-fabricated Vertical Drain）を採用し、強固な地盤への改良とコンテナターミナルの早期供用開始を図る。

#### (1) 施主

ケニア港湾公社（KENYA PORTS AUTHORITY）

#### (2) 資金供与機関

(独)国際協力機構（JICA）

#### (3) コンサルタント

(株)日本港湾コンサルタント

表-1 工事概要

主要工種	単位	数量	備考
1 埋立工	m <sup>3</sup>	3,724,000	海底盤～+5.5 m
2 砂置換工			
床掘工	m <sup>3</sup>	46,000	
砂置換工	m <sup>3</sup>	1,094,000	
3 護岸・擁壁工			
捨石・被覆石工	m <sup>3</sup>	265,000	
上部コンクリート工（無筋）	m <sup>3</sup>	2,310	
4 No. 20 バース築造工			
鋼管杭工（φ800）	本	140	計画水深-11 m、L=210 m
上部工（鉄筋）	m <sup>3</sup>	3,970	W=1,366 t/ 平均杭長 41.0 m
5 No. 21 バース築造工			
鋼管杭工（φ900）	本	504	計画水深-15 m、L=350 m
上部工（鉄筋）	m <sup>3</sup>	12,760	W=6,685 t/ 平均杭長 48.3 m
6 Small バース築造工			
鋼管杭工（φ700）	本	20	計画水深-4.5 m、L=283 m
上部工（鉄筋）	m <sup>3</sup>	470	W=68 t/ 平均杭長 22.3 m
コンクリートブロック工	個	595	
上部コンクリート工（無筋）	m <sup>3</sup>	2,120	
7 地盤改良工			
載荷盛土工	m <sup>3</sup>	1,126,000	+5.5 m～+8.2 m、+9.4 m
PVD 工	m	5,862,000	着底管理
8 コンテナヤード工			
インターロッキング舗装工	m <sup>2</sup>	204,700	
コンクリート舗装工	m <sup>2</sup>	8,870	RTGLane
コンクリート版工	m <sup>2</sup>	39,450	Stacking Plate 3,750 個
簡易碎石舗装工	m <sup>2</sup>	25,500	
9 道路工			
アクセス道路	m	1,770	アスファルト舗装
アクセス道路	m	400	コンクリート舗装
コネクション道路	m	740	アスファルト舗装
トランク道路	m	445	アスファルト舗装
10 建築工事	式	1	18 棟
11 設備工事	式	1	

(4) 施工者  
東洋建設(株)

(5) 工期  
平成 24 年 3 月～平成 28 年 2 月

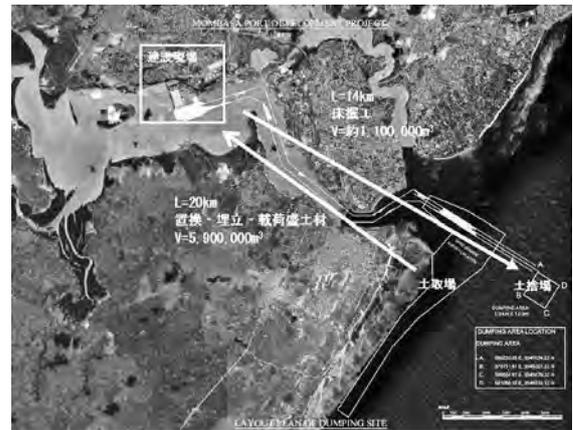
(6) 工事内容

- a) 2013 年のコンテナ取扱量は、894,000 TEUs である。
- b) TEU (Twenty-foot Equivalent Unit, 20 フィートコンテナ換算) は、貨物取扱数などを示す指数。
- c) ドラグサクシオン浚渫船とは、欧米ではトレーリングサクシオンホッパー浚渫船と呼ばれている自航式の浚渫船です。推進装置により 2～4 kt の速力で航行しながら、浚渫ポンプ吸入管の先端に取付けたドラグヘッドを海底に接地させ牽引し、海底土砂を水と共に吸い上げ船内の泥艙に積載し処分場まで運搬し、投棄するか浚渫ポンプにより陸揚げする船舶。

2. 浚渫埋立工

(1) 概要

置換工	約 110 万 m <sup>3</sup>
埋立数量	約 370 万 m <sup>3</sup>
載荷盛土材	約 110 万 m <sup>3</sup>
運搬距離	約 20 km (図—3 参照)



図—3 土捨て場、土取場位置図

(2) 掘削土捨て工

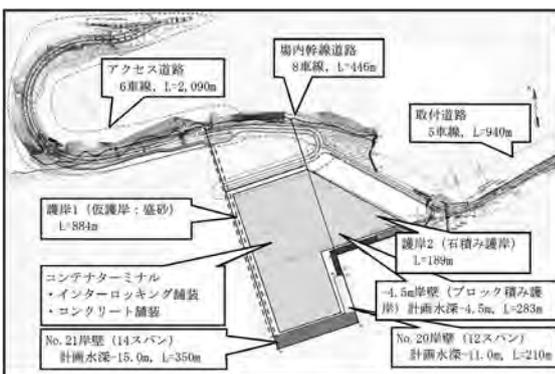
護岸の一部に床掘工があり、掘削した土砂の指定土捨て場所 (図—3 参照) は外海 (インド洋) にあって波浪条件の厳しい海域となっている。高波にも対応でき、また稼働率をあげるためドラグサクシオン浚渫船を使用して施工を行った。



写真—1 ドラグサクシオン浚渫船掘削状況



図—1 ケニア モンバサ港位置図



図—2 新コンテナターミナル 全体レイアウト

(3) 埋立工

短期間で土量約 590 万 m<sup>3</sup> を採取・運搬する必要があるため、大型のドラグサクシオン浚渫船 (写真—1) を使用して外海の指定土取場から海砂を採取、建設現場まで運搬し埋立を行った。最新鋭の大型船を採用し

た結果、効率よく連続運転することができた。埋立砂投入方法として、以下に示す方法を施工条件に応じ、適宜、採用した。

- ・浚渫船の船体中央部を開閉しての直投方式
- ・排砂管を使用しての埋立
- ・散布船を使用したトレミー方式、レインボー方式（写真—2）



写真—2 埋立砂散布状況

#### (4) 地盤改良工事

埋立区域は、PVD工法、載荷盛土による地盤改良が採用されており、所定の圧密を確保した後、載荷盛土を撤去し、コンテナターミナルの舗装工を行った。

PVDはプラスチック製の鉛直ドレーン材を1.2m間隔で軟弱層下端深度まで打設を行った（写真—3）。PVD打設後、載荷盛土を実施するために、埋立地盤上に陸上重機にて、+9.4mまで巻出し転圧を行った。また、圧密放置期間中は沈下量、間隙水圧、地下水位等の計測を実施した。



写真—3 PVD打設状況

### 3. 杭打設兼クレーン付台船による施工

#### (1) 長尺鋼管杭打設

現場は軟弱地盤であるため支持杭方式による設計となっているが、支持層がかなり傾斜しているため支持層に到達し、根入れを確保するまで打設する間に鋼管杭の先端がずれることが懸念された。

そのため、2012年に新造した杭打船兼クレーン付台船「TOYO SIMBA」（作業船2013年 新年号 No.310号掲載）と油圧式パイルキーパーを使用することにより、鋼管杭の先端のずれもなく、また約50mの長尺杭でも精度よく打設することができた（写真—4）。



写真—4 鋼管杭打設状況

#### (a) 使用船舶

杭打船兼クレーン付台船 TOYO SIMBA

L × B × D × d 60.0 × 24.0 × 3.65 × 1.5 (m)

総トン数 (GRT) 1,429 トン

搭載クレーン Kobelco CKE4000C

最大400 t吊、ブーム長76 m

#### (b) 使用機械

油圧バイプロ 240 kW 級, 150 kW 級

油圧ハンマー 14 t 級, 10 t 級

#### (c) 杭の種類 計664本 (直杭)

φ 700 L = 22.5 ~ 23.5 m 20本

φ 800 L = 29.0 ~ 48.5 m 140本

φ 900 L = 47.5 ~ 51.0 m 504本

船体誘導では、パイルキーパーの中心をまず所定の位置に誘導し、スパッドで船体を固定する。その後、杭を吊り込み、パイルキーパーに杭をセットし、油圧シリンダーにてキーパーごと杭を誘導する。パイルキーパーは、前後左右に約1,750 mmの誘導が可能であり、誘導作業時間を大幅に短縮した（図—4参照）。

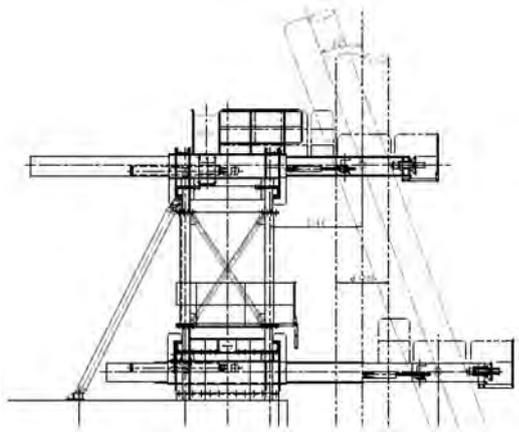


図-4 パイルキーパー構造図

### (2) ブロック据付工（重力式小規模岸壁）

4.5m 岸壁（直立堤）は、プレキャストコンクリートブロックを積み重ねる工法を採用しており、据付の施工工程を作業船の能力から決定し、順次、仮設ヤードで製作したブロックを平台船に積み込み、クレーン付台船にて据付を行った（写真-5）。据付時の確認には、潜水士による目視確認もあわせて行い精度を確保した。

- ・ブロック製作個数 869 個
- ・ブロック重量 18.0-97.9 t
- ・ブロックタイプ 36 タイプ



写真-5 ブロック据付状況

### (3) 船舶誘導システム

グラブ浚渫船を含め船舶の誘導には、リアルタイムキネマティック GPS システムを採用することにより、短時間で正確な船舶誘導が可能となり省力化と工期を短縮することができた。

## 4. 作業船回航

### (1) 作業船回航

アフリカ東海岸には海上工事を施工する会社が数社あるが、本工事に必要とする規模や仕様の作業船を保有していないため、大型半潜水台船を備船しシンガポールから必要な作業船を回航した。

大型半潜水台船による作業船の回航計画に関しては、まずモンバサ港内には潜行に適切な場所が数カ所しかないこと、航路幅が狭く他の船舶の航行に影響を及ぼすおそれがあること、また潮の干満が約 4m もあるため作業船を引き出せるタイミングが限られていること等を考慮し検討を行った。ケニア港湾公社をはじめ関係機関と綿密な打合せを行い、また関係機関の協力を得ることにより短時間で安全に台船より作業船を引き出すことができた。

(a) 半潜水台船 DWT 50,000 t 級（写真-6）

(b) 搭載船舶

- ・杭打船兼クレーン付台船 TOYO SIMBA
- ・グラブ浚渫船（非自航）
- ・引船兼押船
- ・揚錨船
- ・平台船



写真-6 半潜水台船入港状況



写真-7 海上作業終了時の現場状況



写真—8 コンテナターミナル完成写真

## 5. おわりに

ケニアにおいては、機械工、溶接工等の技能工、重機オペレーター等が不足しており、長期にわたる海上船舶、陸上重機の保守管理に、大変苦労したが、根気よく指導してきた甲斐があって、着実に人材が育って

おり、人材の育成、技術移転においてケニア政府、日本大使館、JICA 等からも高い評価を頂いた。

施工中は様々な不安やリスクが想定されたが、2016年2月29日に無事工期内竣工を迎えることができた(写真—7, 8)。

### 謝 辞

本工事での機械保守管理では、多くの機械メーカー、会社からの支援があり円滑に進めることが出来たこと、誌面をお借りして御礼を申し上げます。

JICMA



【筆者紹介】

宮本 浩司 (みやもと ひろし)

東洋建設(株)

国際支店 機械課

