ケニア国
運輸インフラ省
産業省
エネルギー省

ケニア国
モンバサ経済特区開発事業準備調査

ファイナル・レポート
（先行公開版）

令和元年 6 月
（2019 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社
一般財団法人 国際臨海開発研究センター
株式会社コーエイリサーチ＆コンサルティング

アフ
JR(P)
19-017

為替レート

2019 年 3 月基準

	USD	JPY	KES
USD	1	110	100
KES	0.01	1.1	1

目　　次

第 1 章　　序章 1-1
1.1　調査の背景 1-1
1.2　調査の目的 1-1
1.3　調査対象地域 1-1
1.4　調査スコープ 1-1
1.5　相手国関係機関 1-2

第 2 章　　経済・産業の現状 2-1
2.1　国家経済の現状 2-1
2.1.1　GDP 成長率の推移 2-1
2.1.2　産業の構造と傾向 2-2
2.2　人口動態と労働人口 2-3
2.2.1　人口成長率および人口密度 2-3
2.2.2　雇用および労働力 2-4
2.3　経済活動の概観 2-5
2.3.1　農業、畜産、水産 2-5
2.3.2　製造業 2-6
2.3.3　鉱業 2-7
2.3.4　サービス産業 2-8
2.4　貿易 2-8
2.4.1　貿易構造 2-8
2.4.2　輸出、輸入 2-9
2.4.3　近隣諸国の経済状況 2-11
2.4.4　近隣諸国との貿易状況 2-12

第 3 章　　SEZ 法制度の枠組み 3-1
3.1　SEZ 開発の制度的枠組み概観 3-1
3.1.1　ケニアにおける経済開発政策と SEZ 3-1
3.1.2　ケニアにおける SEZ の概念と制度的枠組み 3-2
3.1.3　分析方法 3-2
3.2　SEZ 法制度概観 3-3
3.2.1　東アフリカ共同体（EAC）による SEZ 制度的枠組みの開発の進捗 3-3
3.2.2　ケニアにおける SEZ 法制度枠組みの構造 3-5
3.2.3　SEZ 法と SEZ 細則の概観 3-8
3.2.4　SEZ 制度の主な内容 3-10
3.3　SEZ 法整備の進捗 3-22
3.4　SEZ 関連機関の組織整備の状況 3-25
3.4.1　SEZ 実施体制全体 3-25
3.4.2　SEZ 庁設立の進捗 3-28
3.4.3　その他 SEZ 関連政府機関を含む SEZ 制度実施体制整備 3-37
3.5　SEZ 制度の課題と明確化 3-42
3.5.1　法整備に係る課題 3-42
3.5.2　SEZ 制度実施体制整備の課題 3-45
3.5.3　モンバサ SEZ の実施体制整備の課題 3-45
3.6　SEZ 制度実施に向けたロードマップ 3-45
3.6.1　SEZ 制度実施に向けたロードマップ 3-45
3.6.2　実施戦略 3-47

3.7 想定産業のレビュー 3-47
3.7.1 SEZ の想定産業 3-47
3.7.2 居住人口および就労人口 3-48

第 4 章 自然条件調査 4-1
4.1 自然条件調査の概要 4-1
4.2 流況、水位、濁度観測 4-3
4.2.1 調査内容の概要 4-3
4.2.2 調査機材 4-3
4.2.3 調査期間 4-4
4.2.4 調査位置 4-4
4.2.5 調査方法 4-5
4.2.6 調査結果 4-5
4.3 底質採取 4-8
4.4 航路モニタリング測量 4-9
4.4.1 調査機材 4-9
4.4.2 調査期間 4-9
4.4.3 調査位置 4-9
4.4.4 調査方法 4-10
4.4.5 調査結果 4-11
4.5 深浅測量 4-11
4.6 土質調査 4-12
4.6.1 ボーリング調査 4-14
4.6.2 室内試験 4-15
4.6.3 CBR 試験 4-15
4.6.4 結果の活用 4-16
4.7 地形測量 4-16
4.7.1 測量方法 4-17
4.7.2 測量結果 4-18

第 5 章 泊地・航路埋没検討 5-1
5.1 検討の方針 5-1
5.2 既存泊地での浚渫後の土砂堆積状況の把握 5-1
5.2.1 近隣浚渫エリア（コンテナバース前面）での堆積状況確認 5-1
5.2.2 海底での堆積土砂の確認 5-5
5.2.3 現況の埋没状況からの考察 5-6
5.3 潮位変動と土砂移動の関係 5-6
5.3.1 潮位変動と流れの関係 5-6
5.3.2 流れと浮遊砂との関係 5-6
5.3.3 本計測からの理解 5-6
5.4 新規浚渫エリアでの数値解析による埋没の検討 5-8
5.4.1 モデルの構築（検証計算） 5-8
5.4.2 将来予測検討 5-9
5.5 次の検討に向けての課題 5-12

第 6 章 モンバサ SEZ における需要予測 6-1
6.1 モンバサ SEZ における投資需要予測の概要 6-1
6.1.1 調査方法 6-1
6.2 ケニアにおける投資、貿易、産業の動向 6-1
6.2.1 国内外の投資動向 6-1

6.2.2　貿易の現状 6-5
6.2.3　経済政策による重点産業分野 6-9
6.3　投資需要調査の概要と結果 6-11
6.3.1　投資需要調査の概要 6-11
6.3.2　投資需要調査の結果 6-12
6.4　SEZ 内の産業用地需要と不動産開発の現状 6-15
6.4.1　ケニア国での産業用地需要と不動産開発状況の概要 6-15
6.4.2　インタビュー調査による産業用地需要および SEZ 開発の可能性 6-16
6.4.3　鉄鋼業 6-16
6.4.4　茶および関連企業 6-17
6.4.5　自動車産業 6-17
6.4.6　ロジスティクス　（倉庫業） 6-18
6.4.7　その他の有望業種 6-18
6.5　投資促進における課題 6-19
6.6　結論 6-20

第 7 章　モンバサ港の将来需要予測 7-1
7.1　需要予測の概要 7-1
7.2　モンバサ港における取扱貨物の現状 7-1
7.2.1　総取扱貨物量 7-1
7.2.2　主要品目 7-2
7.2.3　輸出入相手国 7-3
7.2.4　コンテナ貨物 7-3
7.2.5　トランジット貨物 7-4
7.3　モンバサ港の将来需要予測 7-4
7.3.1　輸出貨物の需要予測 7-4
7.3.2　輸入貨物の需要予測 7-8
7.3.3　コンテナ貨物量の需要予測 7-17
7.3.4　競合港の影響 7-18
7.3.5　需要予測の結果 7-20
7.4　モンバサ港 M/P における需要予測との比較 7-23

第 8 章　インフラストラクチャー開発計画 8-1
8.1　既存の SEZ 及び港湾開発計画 8-1
8.1.1　ケニア国長期開発計画（Vision 2030、第 2 期中期開発計画） 8-1
8.1.2　既存 SEZ 開発計画 8-1
8.1.3　港湾開発計画 8-2
8.2　土地利用計画 8-8
8.2.1　概要 8-8
8.2.2　土地利用計画 8-8
8.2.3　造成計画 8-10
8.3　港湾（ドンゴクンドゥ地区） 8-13
8.3.1　概要 8-13
8.3.2　開発計画及び基本設計の方針 8-15
8.3.3　DK1 で想定する取り扱い貨物量とヤードの面積 8-28
8.3.4　港湾施設設計条件 8-30
8.3.5　埋立 8-32
8.3.6　航路・泊地浚渫 8-44
8.3.7　岸壁、連絡橋、護岸,ヤード設計 8-51

8.3.8 セキュリティシステム 8-62
8.3.9 荷役機械計画 8-62
8.3.10 港湾管理運営 8-83
8.4 道路 8-86
8.4.1 概要 8-86
8.4.2 現状と関連プロジェクト 8-86
8.4.3 将来交通量推計 8-90
8.4.4 基本設計の方針 8-94
8.4.5 設計条件 8-95
8.4.6 基本設計 8-108
8.5 給水 8-120
8.5.1 概要 8-120
8.5.2 現況と関連プロジェクト 8-121
8.5.3 Tiwi 地域での井戸掘削調査 8-128
8.5.4 基本方針 8-158
8.6 汚水 8-166
8.6.1 概要 8-166
8.6.2 現況と関連プロジェクト 8-166
8.6.3 基本方針 8-167
8.7 雨水排水 8-169
8.7.1 概要 8-169
8.7.2 現況と関連プロジェクト 8-169
8.7.3 基本方針 8-170
8.7.4 排水計画の見直し 8-172
8.8 電力供給 8-175
8.8.1 概要 8-175
8.8.2 現状 8-175
8.8.3 基本設計方針 8-176
8.8.4 基本設計条件 8-177
8.8.5 基本設計の検討 8-182

第 9 章　事業計画及び積算 9-1
9.1 施工計画 9-1
9.1.1 港湾（ドンゴクンドゥ） 9-1
9.1.2 SEZ 内基幹道路 9-5
9.1.3 電力 9-6
9.2 プロジェクト事業計画 9-8
9.2.1 パッケージ分け 9-8
9.2.2 事業実施計画 9-8
9.2.3 コンサルタントの調達 9-9
9.2.4 コントラクターの調達 9-9

第 10 章　経済・財務分析 10-1
10.1 事業効果 10-1
10.1.1 定量的効果 10-1
10.1.2 定性的効果 10-1
10.2 経済・財務分析の概要 10-2
10.2.1 経済分析 10-2
10.2.2 財務分析 10-2

第 11 章　環境社会配慮 11-1
11.1 環境社会配慮に係る背景・基本方針 11-1
11.2 電力コンポーネント 11-3
11.2.1　事業の目的・概要 11-3
11.2.2　環境および社会の状況 11-10
11.2.3　ケニア国の環境社会配慮制度・組織 11-24
11.2.4　代替案の比較検討 11-35
11.2.5　スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR 11-40
11.2.6　環境社会配慮調査の結果 11-45
11.2.7　影響評価 11-57
11.2.8　緩和策及び緩和策実施のための費用（環境管理計画） 11-63
11.2.9　モニタリング計画 11-70
11.2.10　環境管理計画・モニタリング計画の実施体制 11-78
11.2.11　ステークホルダー協議 11-79
11.2.12　用地取得・住民移転の必要性 11-87
11.2.13　用地取得・住民移転にかかる法的枠組み 11-89
11.2.14　用地取得・住民移転の規模・範囲 11-110
11.2.15　補償・支援の具体策 11-126
11.2.16　苦情処理メカニズム 11-144
11.2.17　実施体制 11-147
11.2.18　実施スケジュール 11-151
11.2.19　費用と財源 11-153
11.2.20　実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム 11-153
11.2.21　住民協議 11-164
11.3 港湾・SEZ 内基幹道路コンポーネント 11-180
11.3.1　事業の目的・概要 11-180
11.3.2　環境および社会の状況 11-191
11.3.3　ケニア国の環境社会配慮制度・組織 11-209
11.3.4　代替案の比較検討 11-218
11.3.5　スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR 11-222
11.3.6　環境社会配慮調査の結果 11-230
11.3.7　影響評価 11-250
11.3.8　緩和策及び緩和策実施のための費用（環境管理計画） 11-258
11.3.9　モニタリング計画 11-270
11.3.10　環境管理計画・モニタリング計画の実施体制 11-284
11.3.11　ステークホルダー協議 11-285
11.3.12　用地取得・住民移転の必要性 11-289
11.3.13　用地取得・住民移転にかかる法的枠組み 11-289
11.3.14　用地取得・住民移転の規模・範囲 11-292
11.3.15　補償・支援の具体策 11-296
11.3.16　苦情処理メカニズム 11-305
11.3.17　実施体制 11-306
11.3.18　実施スケジュール 11-307
11.3.19　費用と財源 11-309
11.3.20　実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム 11-309
11.3.21　住民協議 11-320

第 12 章　結論と提言 12-1
12.1 SEZ 12-1

12.2 港湾セクター 12-1
12.3 道路セクター 12-1
12.4 電力セクター 12-2
12.5 給水セクター 12-2
12.6 経済財務分析 12-2
12.7 環境配慮 12-3
12.8 社会配慮 12-3
12.9 プロジェクトリスクと対応策 12-4

表番号

表 2.2.1　総人口および年平均人口成長率（センサス実施年）.....2-3
表 2.2.2　総人口および人口成長率（直近）.....2-3
表 2.2.3　2009 年の群別人口統計.....2-3
表 2.3.1　国内市場における農作物の生産額 (2016).....2-5
表 2.3.2　ケニアの漁業部門の概要.....2-6
表 2.3.3　各産業の生産量、原材料に占める輸入材料の比率、付加価値比率.....2-7
表 2.3.4　観光業の成長予測およびケニア経済への影響.....2-8
表 2.4.1　ケニア国の主な輸出品およびその輸出額（2016）.....2-9
表 2.4.2　ケニア国の主な輸入品およびその輸入額（2016）.....2-10
表 3.2.1　SEZ 関連法規則.....3-4
表 3.2.2　EAC 関税同盟議定書におけるフリーポートの定義.....3-5
表 3.2.3　SEZ 運営に係る法規制の例と関連政府機関.....3-6
表 3.2.4　SEZ 法の全体構成及び主な内容.....3-8
表 3.2.5　SEZ 細則の制定内容.....3-9
表 3.2.6　SEZ 細則の構成.....3-10
表 3.2.7　SEZ 法における SEZ の種類.....3-10
表 3.2.8　SEZ 法及び財政法における SEZ 企業への優遇.....3-13
表 3.2.9　SEZ 法及び SEZ 細則における SEZ 指定のための基準及び条件.....3-17
表 3.2.10　SEZ デベロッパー及びオペレーターの種類.....3-18
表 3.2.11　SEZ デベロッパー及びオペレーターの権利と義務.....3-20
表 3.2.12　SEZ エンタープライズの権利.....3-21
表 3.3.1　SEZ 開発、認可、操業に係る細則、規則策定進捗.....3-22
表 3.3.2　指定済みの SEZ.....3-25
表 3.4.1　組織体制整備の現状.....3-27
表 3.4.2　カテゴリー別の SEZ 庁の機能.....3-28
表 3.4.3　理事会メンバー.....3-30
表 3.4.4　SEZ 法に規定された理事会の権限.....3-31
表 3.4.5　2019/20 年度 SEZ 庁にかかる産業局予測.....3-32
表 3.4.6　産業局による SEZ 庁実施事業および成果目標.....3-32
表 3.4.7　今後整備される手続き、基準及び書式と SEZ 細則対応箇所.....3-34
表 3.4.8　作成が必要なその他書式.....3-34
表 3.4.9　その他各種政府機関及び地方政府との連携方法.....3-35
表 3.4.10　SEZ 細則における政府機関との連携に係る課題.....3-36
表 3.4.11　SEZ 細則における環境社会管理.....3-37
表 3.4.12　SEZ 細則における情報管理.....3-37
表 3.4.13　SEZ 細則における支払い及び財政管理.....3-37
表 3.4.14　SEZ 細則における OSC 提供機能.....3-38
表 3.4.15　関連機関との連携方法.....3-40
表 3.5.1　フィリピン及びミャンマーにおける SEZ 法規制がカバーする分野の例.....3-43
表 3.7.1　ポテンシャル産業のレビュー.....3-48

表 3.7.2　居住人口および就労人口 3-48
表 4.1.1　本案件で実施する自然条件調査 4-1
表 4.2.1　調査機材 4-4
表 4.2.2　各観測のサンプリング方法 4-5
表 4.4.1　調査機材 4-9
表 4.6.1　土質調査実施地点一覧表 4-13
表 4.6.2　CBR 試験の概要 4-15
表 4.7.1　地形測量位置 4-17
表 4.7.2　地形測量で用いた準拠楕円体 4-17
表 4.7.3　地形測量で用いた座標系 4-18
表 5.4.1　新規浚渫エリアにおける 5 年間の推定堆積厚および堆積量 5-12
表 6.1.1　方法論とワークフロー一覧 6-1
表 6.2.1　モンバサ港の取り扱い貨物 6-5
表 6.2.2　モンバサ港の主要輸出品目 6-6
表 6.2.3　モンバサ港の主要輸入品目 6-8
表 6.2.4　ケニア産業変革プログラムの方針とターゲットセクター 6-9
表 6.2.5　National Export and Promotion Strategy for Kenya 2017–2022 の重点分野 6-10
表 6.3.1　セクター毎のインタビュー件数 6-11
表 6.3.2　インタビュー調査の内容 6-12
表 6.3.3　各企業の認識と SEZ に対する関心 6-13
表 6.3.4　投資需要調査の結果 6-13
表 7.2.1　モンバサ港の輸出入貨物の主な品目 7-2
表 7.2.2　モンバサ港の輸出入相手国トップ 10 7-3
表 7.2.3　モンバサ港のコンテナ貨物の空コンテナ率（2016 年） 7-4
表 7.3.1　需要予測の結果（輸出－紅茶） 7-4
表 7.3.2　需要予測の結果（輸出－コーヒー） 7-5
表 7.3.3　需要予測の結果（輸出－ソーダ灰） 7-5
表 7.3.4　モンバサ港における輸出貨物の品目別貨物量 7-6
表 7.3.5　需要予測における主な輸出相手国の GDP 伸び率 7-7
表 7.3.6　需要予測の結果（輸出－その他一般貨物） 7-7
表 7.3.7　需要予測の結果（輸出－チタン関係） 7-7
表 7.3.8　需要予測の結果（輸出－鉄鉱石） 7-7
表 7.3.9　需要予測の結果（輸出－その他ドライバルク） 7-8
表 7.3.10　需要予測の結果（輸出－液体バルク） 7-8
表 7.3.11　需要予測におけるケニアの GDP 伸び率 7-8
表 7.3.12　需要予測の結果（輸入－鉄・鉄鋼） 7-9
表 7.3.13　需要予測の結果（輸入－鉄・鉄鋼） 7-9
表 7.3.14　ケニアにおける米の生産・消費量の推移 7-9
表 7.3.15　需要予測の結果（輸入－米） 7-10
表 7.3.16　需要予測の結果（輸入－紙及び紙製品） 7-10
表 7.3.17　需要予測の結果（輸入－化学製品・殺虫剤） 7-10
表 7.3.18　ケニアにおける砂糖の生産・消費量の推移 7-11

表 7.3.19　需要予測の結果（輸入－砂糖）.....7-11
表 7.3.20　需要予測の計算過程.....7-13
表 7.3.21　需要予測の結果（輸入－自動車・トラック）.....7-13
表 7.3.22　需要予測の結果（輸入－自動車・トラック）.....7-14
表 7.3.23　需要予測の結果（輸入－その他一般貨物）.....7-14
表 7.3.24　需要予測の結果（輸入－クリンカー）.....7-14
表 7.3.25　ケニアにおける小麦の生産・消費量の推移.....7-15
表 7.3.26　需要予測の結果（輸入－小麦）.....7-15
表 7.3.27　需要予測の結果（輸入－肥料）.....7-15
表 7.3.28　需要予測の結果（輸入－石炭）.....7-16
表 7.3.29　需要予測の結果（輸入－その他ドライバルク）.....7-16
表 7.3.30　需要予測の結果（輸入－POL）.....7-16
表 7.3.31　需要予測の結果（輸入－その他液体バルク）.....7-16
表 7.3.32　コンテナ需要予測（輸出）の手順.....7-18
表 7.3.33　コンテナ需要予測（輸入）の手順.....7-18
表 7.3.34　需要予測の結果（コンテナ）.....7-18
表 7.3.35　需要予測の結果（総括）輸出貨物（トンベース）.....7-21
表 7.3.36　需要予測の結果（総括）輸入貨物（トンベース）.....7-21
表 7.3.37　需要予測の結果（総括）輸入貨物（トンベース）.....7-21
表 7.4.1　モンバサ港 M/P の需要予測（ベースケース）との比較.....7-24
表 8.1.1　輸入貨物の将来予測.....8-2
表 8.1.2　輸出貨物の将来予測.....8-3
表 8.1.3　コンテナ貨物の将来予測.....8-3
表 8.1.4　船舶の種類別将来予測.....8-3
表 8.2.1　フェーズ 1 造成土量.....8-12
表 8.3.1　モンバサ港の年間貨物量の需要予測結果　（1,000 tons/ year）.....8-17
表 8.3.2　モンバサ港の標準的なバースあたりの貨物別の荷役能力　（1,000 tons/year/ berth）
.....8-17
表 8.3.3　モンバサ港の貨物別の所要バース数.....8-18
表 8.3.4　DK1 に移転する貨物の比較.....8-19
表 8.3.5　バース及びヤードの基本レイアウトの比較.....8-26
表 8.3.6　車両及びコンテナの荷役能力.....8-30
表 8.3.7　設計条件一覧表.....8-31
表 8.3.8　各 CASE の概算埋立工事費.....8-36
表 8.3.9　無処理地盤の圧密沈下計算結果.....8-39
表 8.3.10　圧密指数（Cc）.....8-41
表 8.3.11　設計対象船舶.....8-45
表 8.3.12　航路・泊地諸元の算定結果.....8-45
表 8.3.13　商業船舶の航路安全設計ガイドライン.....8-46
表 8.3.14　底面余堀厚.....8-47
表 8.3.15　法面余堀幅.....8-47
表 8.3.16　航路・泊地のための概略浚渫土量(余堀含む).....8-47

表 8.3.17　岸壁天端高算定表 8-51
表 8.3.18　船舶の牽引力 8-53
表 8.3.19　鋼材の腐食速度 8-54
表 8.3.20　岸壁構造比較表 8-57
表 8.3.21　DK1 ターミナルにおけるコンテナ荷役作業可能日数 8-62
表 8.3.22　DK1 ターミナルで想定する最大の寄港船舶諸元 8-63
表 8.3.23　導入する荷役機械とその所要台数 8-65
表 8.3.24　構内トラック所要台数 8-66
表 8.3.25　標準的な MHC のロードカーブの例 8-67
表 8.3.26　代表的な MHC の主要諸元　（パナマックス型船舶用） 8-74
表 8.3.27　45 Ton リーチスタッカーの主要諸元 8-75
表 8.3.28　コンテナヤードブロック諸元とヤード能力 8-75
表 8.3.29　DK1 ターミナルのコンテナヤード寸法 8-76
表 8.3.30　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能率 8-79
表 8.3.31　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役） 8-80
表 8.3.32　DK1 ターミナルコンテナ荷役機械の概算見積金額 8-82
表 8.3.33　「パブリック・サービス・ポート」の強みと弱み 8-83
表 8.3.34　「ツール・ポート」の強みと弱み 8-83
表 8.3.35　「ランドロード・ポート」の強みと弱み 8-83
表 8.3.36　港湾運営の比較検討 8-84
表 8.4.1　SEZ の推計交通量[PCU/day] 8-90
表 8.4.2　ゾーン区分 8-91
表 8.4.3　OD マトリックス（2025 年）[PCU/day] 8-91
表 8.4.4　OD マトリックス（2030 年）[PCU/day] 8-91
表 8.4.5　OD マトリックス（2035 年）[PCU/day] 8-92
表 8.4.6　OD マトリックス（2040 年）[PCU/day] 8-92
表 8.4.7　車線数と交通容量 8-94
表 8.4.8　ケニアの道路等級 8-95
表 8.4.9　ケニア国の地方道路の等級 8-96
表 8.4.10　道路拡幅の方針 8-98
表 8.4.11　中央分離帯および路肩の形状比較 8-99
表 8.4.12　側溝の設置位置の比較 8-100
表 8.4.13　SEZ 内基幹道路（本線）の設計基準 8-101
表 8.4.14　SEZ 内基幹道路（交差点部）の設計基準 8-103
表 8.4.15　SEZ 内基幹道路（ボックスカルバート）の設計基準 8-103
表 8.4.16　SEZ 内基幹道路（ランプ本線）の設計基準 8-105
表 8.4.17　SEZ 内基幹道路（ランプ交差点）の設計基準 8-107
表 8.4.18　変電所アクセス道路の設計基準 8-107
表 8.4.19　SEZ 内基幹道路及び変電所アクセス道路の幾何学情報 8-109
表 8.4.20　南側交差点の位置及び形状の比較検討 8-110
表 8.4.21　北側 T 字交差点の交差点解析（無信号一旦停止） 8-111
表 8.4.22　南側 T 字交差点の交差点解析（無信号一旦停止） 8-112

表 8.4.23　北側 T 字交差点の交差点解析（信号制御）（2040 年）..... 8-113
表 8.4.24　南側 T 字交差点の交差点解析（信号制御）（2040 年）..... 8-114
表 8.5.1　Tiwi 井戸群での給水量..... 8-122
表 8.5.2　ムワチェダム事業の関係融資の事業内容..... 8-124
表 8.5.3　フェーズ別水源開発計画..... 8-127
表 8.5.4　Tiwi 地域における帯水層区分..... 8-131
表 8.5.5　Tiwi 地域における既存井戸の位置と生産能力..... 8-132
表 8.5.6　Tiwi 地域における既存井戸の水質分析結果（2016 年）..... 8-132
表 8.5.7　VES により選定した掘削候補地..... 8-133
表 8.5.8　掘削許可に必要な文書..... 8-134
表 8.5.9　ボーリング調査のまとめ..... 8-134
表 8.5.10　揚水試験のまとめ..... 8-135
表 8.5.11　水質試験のまとめ..... 8-136
表 8.5.12　候補地の VES 解析結果..... 8-142
表 8.5.13　新たに選定した掘削候補地..... 8-143
表 8.5.14　ボーリング調査のまとめ（第二回調査）..... 8-144
表 8.5.15　揚水試験のまとめ（第二回調査）..... 8-144
表 8.5.16　掘削調査のまとめ..... 8-145
表 8.5.17　算定した透水係数とモデル設定値..... 8-149
表 8.5.18　掘削地点における観測水位と計算水位..... 8-151
表 8.5.19　初期モデルに設定された既存井戸の情報..... 8-153
表 8.5.20　初期モデルに設定された新規井戸の情報..... 8-155
表 8.5.21　新規井戸揚水による既存井戸水位の低下量..... 8-156
表 8.5.22　土地利用別の単位水使用量の見直し（案）..... 8-159
表 8.5.23　モンバサ SEZ　M/P の水需要量を見直し（案）..... 8-159
表 8.5.24　施設計画水量..... 8-160
表 8.5.25　フェーズ 1 （段階的計画）の水需要量..... 8-161
表 8.5.26　給水施設用地の比較検討..... 8-162
表 8.5.27　SEZ フェーズ-1　(第 2 ステージ)の給水施設の概要..... 8-163
表 8.7.1　排水計画の計画諸元..... 8-171
表 8.7.2　水路形状の比較..... 8-174
表 8.8.1　送電にかかる電圧..... 8-177
表 8.8.2　基準と方策..... 8-178
表 8.8.3　電気的最小離隔距離..... 8-178
表 8.8.4　モンバサ SEZ における電力需要予測..... 8-179
表 8.8.5　電力供給におけるフェーズ計画..... 8-182
表 8.8.6　電線の線種別比較表（Canary 相当）..... 8-185
表 8.8.7　送電線設備の仕様と数量..... 8-189
表 8.8.8　モンバサ SEZ 変電所の機器仕様と数量..... 8-190
表 8.8.9　33 kV 配電線の仕様および数量(フェーズ 1)..... 8-191
表 9.1.1　SEZ 内基幹道路に関する工事の構成..... 9-5
表 9.3.1　事業実施計画..... 9-8

表 9.3.2　要員投入量 9-8
表 10.1.1　事業の定量的効果 10-1
表 10.1.2　事業の定性的効果 10-1
表 11.2.1　工事に必要と想定される車両・重機 11-9
表 11.2.2　工事の暫定スケジュール 11-10
表 11.2.3　大気質の測定結果 11-12
表 11.2.4　騒音の測定結果（LAeq） 11-12
表 11.2.5　水質の測定結果 11-15
表 11.2.6　土壌調査の結果 11-16
表 11.2.7　Shimba Hills National Reserve に生息する貴重種 11-18
表 11.2.8　ギャップ分析の結果 11-26
表 11.2.9　本事業に関連する環境法規制 11-30
表 11.2.10　ケニア国の大気環境基準（SOx, NOx, PM10）および WHO ガイドライン値 11-31
表 11.2.11　ケニア国の環境騒音基準（LAeq）および WHO ガイドライン値 11-31
表 11.2.12　工事敷地境界騒音基準 11-31
表 11.2.13　国内生活用水基準 11-32
表 11.2.14　国内排水基準 11-33
表 11.2.15　本事業で必要な環境関連許認可 11-34
表 11.2.16　送電線最短ルートの代替案検討結果 11-36
表 11.2.17　送電線小学校回避ルートの代替案検討結果 11-38
表 11.2.18　カヤを通るルートおよび避けるルートの代替案検討結果 11-39
表 11.2.19　モンバサ SEZ 内の代替案検討結果 11-40
表 11.2.20　スコーピングの結果および環境社会配慮調査の TOR 11-41
表 11.2.21　油圧ハンマーを使用した場合の騒音距離減衰予測の結果 11-47
表 11.2.22　事業地周辺の保護区の概要 11-49
表 11.2.23　影響評価の結果 11-58
表 11.2.24　環境管理計画 11-64
表 11.2.25　環境モニタリング計画 11-71
表 11.2.26　環境モニタリングフォーム 11-75
表 11.2.27　第 1 回目住民協議会の概況 11-79
表 11.2.28　第 1 回目住民協議会での主な質問および回答 11-80
表 11.2.29　第 2 回目住民協議会の概況 11-83
表 11.2.30　第 2 回目住民協議会での主な質問および回答 11-83
表 11.2.31　第 3 回目住民協議会の概況 11-85
表 11.2.32　第 3 回目住民協議会での主な質問および回答 11-86
表 11.2.33　ケニア国の関連法規 11-91
表 11.2.34　非自発的住民移転にかかる JICA 基本方針 11-102
表 11.2.35　JICA ガイドラインとケニアの法律の比較（ギャップ分析） 11-103
表 11.2.36　カットオフデート 11-111
表 11.2.37　被影響世帯及び資産の概要 11-112
表 11.2.38　被影響世帯（合法、非合法）内訳 11-113
表 11.2.39　影響を受ける土地の種類 11-113

表 11.2.40　建物 11-114
表 11.2.41　樹木・作物 11-115
表 11.2.42　土地所有状況 11-117
表 11.2.43　プロジェクトエリアのコミュニティ 11-121
表 11.2.44　家計・生活調査の結果 11-122
表 11.2.45　社会的弱者の内訳 11-123
表 11.2.46　影響を受ける世帯の資産の内訳 11-124
表 11.2.47　地域別、移転形態及び土地の所有状況内訳 11-124
表 11.2.48　課題を有する土地と資産 11-125
表 11.2.49　生計回復対策 11-130
表 11.2.50　(A) エンタイトルメント・マトリックス　(土地) 11-133
表 11.2.50　(B) エンタイトルメント・マトリックス　(建物その他) 11-138
表 11.2.51　住民移転に関与する組織 11-150
表 11.2.52　実施スケジュール 11-152
表 11.2.53　住民移転実施に係る予算内訳 11-153
表 11.2.54　モニタリング計画 11-154
表 11.2.55　内部モニタリングフォーム 11-159
表 11.2.56　外部モニタリングフォーム 11-160
表 11.2.57　住民協議会 11-165
表 11.2.58　住民協議会での主な質問及び回答 11-168
表 11.2.59　PAP 協議会 11-172
表 11.2.60　主な質問及び回答 11-175
表 11.2.61　PAPCommittee メンバーとして選出された女性 11-177
表 11.2.62　住民協議会 11-177
表 11.2.63　主な質問及び回答 11-178
表 11.3.1　石、礫および砂の必要量 11-188
表 11.3.2　港湾の想定工事スケジュール 11-189
表 11.3.3　SEZ 内基幹道路の想定工事スケジュール 11-191
表 11.3.4　ベントス調査の分析結果 11-192
表 11.3.5　BMU に登録されている漁民および仲買人の人数 11-198
表 11.3.6　水質調査の結果 11-202
表 11.3.7　底質調査の結果 11-205
表 11.3.8　大気質調査のサンプリング方法 11-206
表 11.3.9　大気質調査の結果 11-207
表 11.3.10　騒音調査の結果 11-208
表 11.3.11　Mombasa County 内の廃棄物最終処分場の概要 11-209
表 11.3.12　ギャップ分析の結果 11-211
表 11.3.13　本事業に関連する環境法規制 11-215
表 11.3.14　ケニア国の環境騒音基準（LAeq）および WHO ガイドライン値 11-216
表 11.3.15　工事敷地境界騒音基準 11-216
表 11.3.16　日本国の道路交通振動基準 11-216
表 11.3.17　本事業で必要な環境関連許認可 11-217

表 11.3.18　港湾レイアウトの代替案検討結果 11-220
表 11.3.19　埋立土調達先の代替案検討結果 11-220
表 11.3.20　浚渫土砂処分方法の代替案検討結果 11-221
表 11.3.21　SEZ 内基幹道路ルートの代替案検討結果 11-222
表 11.3.22　スコーピングの結果および環境社会配慮調査の TOR 11-223
表 11.3.23　道路沿道の大気質予測の結果 11-231
表 11.3.24　油圧ハンマーを使用した場合の騒音距離減衰予測の結果 11-235
表 11.3.25　騒音影響の予測・評価シナリオ 11-236
表 11.3.26　SEZ 内基幹道路からの騒音距離減衰予測の結果（シナリオ 1） 11-236
表 11.3.27　SEZ 内基幹道路からの騒音距離減衰予測の結果（シナリオ 2） 11-236
表 11.3.28　SEZ 内基幹道路からの振動距離減衰予測の結果 11-237
表 11.3.29　漁業補償額の算定方法 11-243
表 11.3.30　影響評価の結果 11-251
表 11.3.31　環境管理計画（港湾） 11-259
表 11.3.32　環境管理計画（SEZ 内基幹道路） 11-265
表 11.3.33　環境モニタリング計画（港湾） 11-271
表 11.3.34　環境モニタリング計画（SEZ 内基幹道路） 11-274
表 11.3.35　環境モニタリングフォーム（港湾） 11-278
表 11.3.36　環境モニタリングフォーム（SEZ 内基幹道路） 11-281
表 11.3.37　ステークホルダー協議の実施状況 11-285
表 11.3.38　第 1 回目住民協議会の質疑応答 11-286
表 11.3.39　第 2 回目住民協議会の質疑応答 11-287
表 11.3.40　家計・生活調査の結果 11-293
表 11.3.41　調査結果集計表(1) 11-295
表 11.3.42　生計回復支援策 11-298
表 11.3.43　(A) エンタイトルメント・マトリックス　(土地) 11-300
表 11.3.43　(B) エンタイトルメント・マトリックス　（建物その他） 11-302
表 11.3.44　実施スケジュール（案） 11-308
表 11.3.45　住民移転実施に係る予算内訳 11-309
表 11.3.46　モニタリング計画（案） 11-310
表 11.3.47　内部モニタリングフォーム 11-315
表 11.3.48　外部モニタリングフォーム 11-316
表 11.3.49　主な質問及び回答 11-320
表 11.3.50　会場、日時、参加者数 11-321
表 11.3.51　主な質問及び回答 11-322

図番号

図 2.1.1　GDP とその成長率の推移 2-1
図 2.1.2　一人当たり GDP の推移 2-1
図 2.1.3　GDP における産業別シェア（2016 年） 2-2
図 2.1.4　2010 年と 2016 年の GDP と部門別シェアおよび比較 2-2
図 2.2.1　群別人口統計図 2-4
図 2.3.1　製造業付加価値額にしめる各サブセクターの割合（2016） 2-6
図 2.4.1　ケニアの輸出、輸入量の傾向 2-9
図 2.4.2　主な輸出相手国および輸出額の国別シェア（2016) 2-10
図 2.4.3　主な輸入相手国および輸入額の国別シェア（2016) 2-11
図 2.4.4　ケニアおよび周辺国の GDP の比較 2-11
図 2.4.5　EAC および COMESA 諸国とケニアの輸出、輸入額の比較 2-12
図 3.1.1　制度整備分析の流れ 3-3
図 3.2.1　SEZ 制度運営・管理に係る法制度の構造（イメージ） 3-6
図 3.2.2　SEZ 指定プロセス 3-16
図 3.2.3　SEZ ライセンス発行の流れ 3-18
図 3.2.4　SEZ デベロッパーのライセンス発行フロー 3-19
図 3.2.5　SEZ オペレーターのライセンス発行フロー 3-19
図 3.4.1　SEZ の実施体制 3-26
図 3.4.2　SEZ 制度実施のための組織体制整備の流れ 3-27
図 3.4.3　投資事業のライフサイクルと必要な行政手続き・サービス 3-39
図 3.6.1　SEZ 制度実施体制構築に係るロードマップ 3-46
図 4.1.1　調査全体における自然条件調査の位置づけ 4-3
図 4.2.1　計測機器設置位置 4-4
図 4.2.2　調査機材の海底設置方法のイメージ図 4-5
図 4.2.3　C2 での水位変化（1 月 27 日～3 月 9 日） 4-6
図 4.2.4　C2 での流速変化（1 月 27 日～3 月 9 日） 4-6
図 4.2.5　東西方向の流速成分 4-6
図 4.2.6　南北方向の流速成分 4-7
図 4.2.7　C1 での水位（2 日間） 4-7
図 4.2.8　C2 での水位変化（2 日間） 4-7
図 4.2.9　Location　C1 における流速変化（2 日間） 4-8
図 4.2.10　Location　C2 における流速変化（2 日間） 4-8
図 4.3.1　底質調査位置 4-8
図 4.4.1　航路モニタリング測量の調査位置（赤線部） 4-10
図 4.4.2　航路モニタリング測量に用いた機材 4-11
図 4.5.1　深浅測量の調査位置 4-11
図 4.6.1　土質調査実施位置 4-12
図 4.6.2　ボーリングサイトの概要 4-14
図 4.6.3　不攪乱試料 4-14
図 4.7.1　地形測量実施範囲（1） 4-16

図 4.7.2　地形測量実施範囲（2）.....4-17
図 4.7.3　地形測量で用いた機材.....4-18
図 4.7.4　平面図の例（港湾ヤード周辺）.....4-18
図 5.1.1　新規航路・泊地における埋没検討の流れ.....5-1
図 5.2.1　浚渫後の堆積状況調査の測線位置図.....5-2
図 5.2.2　浚渫後の堆積状況調査結果(航路横断方向).....5-3
図 5.2.3　浚渫後の堆積状況調査結果(航路縦断方向).....5-4
図 5.2.4　浚渫後の堆積状況調査結果(エリア別土砂体積量).....5-4
図 5.2.5　試算堆積土量(エリア毎、2012 年 4 月-2017 年 1 月).....5-5
図 5.2.6　海底の底質サンプリング調査の位置及び得られた底質の種類.....5-5
図 5.3.1　C1、C2 地点における潮位に伴う水位変動と流れとの関係.....5-7
図 5.4.1　C1、C2 地点における流れの計算値と実測値との比較.....5-8
図 5.4.2　既存浚渫エリアの北側および南側ライン上での 5 年間の堆積厚の比較.....5-8
図 5.4.3　5 年間における既存浚渫エリアにおける全堆積量の比較.....5-9
図 5.4.4　新規浚渫エリアの位置図.....5-9
図 5.4.5　モデルに用いた地形図.....5-9
図 5.4.6　計算された流れの空間分布の比較.....5-10
図 5.4.7　代表 3 地点での流速変動の比較.....5-10
図 5.4.8　計算された 5 年間の堆積厚の空間分布の比較.....5-11
図 5.4.9　既存浚渫エリアにおける 5 年間の堆積厚の比較.....5-11
図 5.4.10　既存浚渫エリアにおける 5 年間の全堆積量.....5-11
図 6.2.1　1995-2015 におけるケニアの FDI 流入（各年の米国ドル）.....6-2
図 6.2.2　ケニアの FDI 流入.....6-2
図 6.2.3　グリーンフィールドへの FDI の推移.....6-3
図 6.2.4　EAC 海外直接投資による純流入(BoP).....6-4
図 6.2.5　GDP の国内投資の割合.....6-4
図 6.3.1　SEZ への投資促進のための施策.....6-13
図 6.3.2　SEZ 内で必要な施設に関する需要.....6-14
図 6.3.3　DK1 で必要な施設に関する需要.....6-14
図 6.3.4　現在の操業の問題.....6-15
図 7.1.1　需要予測のフロー.....7-1
図 7.2.1　モンバサ港における取扱貨物量の推移.....7-2
図 7.2.2　モンバサ港の輸出入貨物の構成.....7-2
図 7.2.3　モンバサ港におけるコンテナ貨物量の推移.....7-3
図 7.3.1　モータリゼーション率の推計値（台/千人）.....7-12
図 7.3.2　自動車保有台数の推計値.....7-12
図 7.3.3　需要予測の手順（輸入－自動車・トラック）.....7-13
図 7.3.4　トランシップ率の設定.....7-17
図 7.3.5　モンバサ港と競合港.....7-19
図 7.3.6　LAPSSET 回廊.....7-20
図 7.3.7　北部回廊.....7-20
図 7.3.8　輸出貨物の実績値と予測値（トンベース）.....7-22

図 7.3.9　輸出貨物の実績値と予測値（トンベース） 7-22
図 7.3.10　コンテナ貨物の実績値と予測値（TEU ベース） 7-22
図 7.4.1　GDP 成長率の設定 7-24
図 8.1.1　Vision 2030 における SEZ の具体目標について 8-1
図 8.1.2　港湾利用計画（シナリオ 1） 8-5
図 8.1.3　第 2 コンテナターミナル（バース No.20 及び No.21）及び標準軌鉄道（2017 年 7 月 8 日） 8-7
図 8.2.1　土地利用計画及び造成計画の検討フロー 8-8
図 8.2.2　土地利用計画図（2019 年 1 月時点） 8-9
図 8.2.3　モンバサ SEZ　M/P 全体造成計画案及び土工量 8-11
図 8.3.1　モンバサ港及びドンゴクンドゥ地区の位置図 8-13
図 8.3.2　バースと取り扱い貨物の配置計画 8-13
図 8.3.3　港湾施設の基本設計に係る調査フロー 8-14
図 8.3.4　ドンゴクンドゥ地区のバースの順応的な開発イメージ　（DK1-DK3） 8-15
図 8.3.5　2035 年における所要及び計画バース数と貨物配置計画 8-18
図 8.3.6　モンバサ港における自動車の陸揚げから保管までの手順 8-20
図 8.3.7　海底地形測量結果の一例 8-21
図 8.3.8　地質調査のためのボーリング実施位置図 8-21
図 8.3.9　地質調査結果の一例 8-22
図 8.3.10　モンバサ港 M/P で提案された取り扱い貨物の配置計画 8-23
図 8.3.11　モンバサ港 M/P で提案された DK1 のバース及びヤード形状 8-24
図 8.3.12　モンバサ港 M/P で示されたヤード規模と計画地周辺の様子 8-25
図 8.3.13　DK2 への拡張の例　（ドライバルクを扱う場合） 8-26
図 8.3.14　推奨される港湾のレイアウト（推奨案-2 をベース） 8-27
図 8.3.15　ヤード開発予定エリアの状況写真（図 8.3.14 の撮影位置に対応） 8-28
図 8.3.16　アクセス橋を有するタンジュン・ペラック港のコンテナターミナルの事例 8-28
図 8.3.17　港湾施設平面図 8-30
図 8.3.18　DK1 の基本レイアウト 8-32
図 8.3.19　海砂採取場所選定調査の実施位置 8-33
図 8.3.20　山砂土取場の位置図 8-34
図 8.3.21　追加ボーリング調査位置図 8-37
図 8.3.22　ボーリング柱状図（S-BH1） 8-38
図 8.3.23　埋立部無処理地盤の圧密沈下計算モデル土層 8-39
図 8.3.24　log p-log Mv 曲線 8-40
図 8.3.25　e-logP 曲線 8-40
図 8.3.26　log p-log Cv 曲線 8-41
図 8.3.27　PVD 地盤改工法の検討モデル図 8-42
図 8.3.28　浚渫土砂の土捨て場位置図 8-44
図 8.3.29　航路浚渫における底面余堀厚及び法面余堀幅 8-46
図 8.3.30　航路・泊地平面図 8-48
図 8.3.31　航路・泊地浚渫工法の比較 8-50
図 8.3.32　自動車軌跡図 8-52

図 8.3.33　コンテナトレーラー軌跡図（最少回転半径）.....8-52
図 8.3.34　直杭式桟橋の断面図.....8-55
図 8.3.35　直杭式桟橋断面図.....8-55
図 8.3.36　ストラット式断面図.....8-56
図 8.3.37　ジャケット式断面図.....8-56
図 8.3.38　連絡橋設計区分図.....8-58
図 8.3.39　連絡橋 TYPE-1 断面図.....8-59
図 8.3.40　連絡橋 TYPE-2 断面図.....8-59
図 8.3.41　連絡橋 TYPE-3 断面図.....8-60
図 8.3.42　護岸断面図.....8-60
図 8.3.43　ヤードレイアウト図.....8-61
図 8.3.44　荷役機械計画のための基本レイアウト.....8-63
図 8.3.45　標準的な MHC のロードカーブの例.....8-66
図 8.3.46　DK1 におけるコンテナ車両の動線.....8-69
図 8.3.47　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役）.....8-70
図 8.3.48　DK1 における MHC の配置とトラック動線拡大図.....8-70
図 8.3.49　十分な作業域を有する岸壁での MHC による本船荷役（桟橋幅：50m）.....8-71
図 8.3.50　トラクター＋シャーシーの桟橋上での旋回状況（桟橋幅：50m）.....8-71
図 8.3.51　狭隘な岸壁での本船荷役状況（岸壁幅 35m）.....8-71
図 8.3.52　リーチスタッカーのブロック寸法と作業領域.....8-72
図 8.3.53　平均スタッキング高さ.....8-72
図 8.3.54　DK1 コンテナヤードモデル.....8-77
図 8.3.55　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役）.....8-81
図 8.4.1　道路設計の実施フロー.....8-86
図 8.4.2　道路位置図.....8-87
図 8.4.3　MBSR の線形.....8-88
図 8.4.4　MSBR の標準断面.....8-88
図 8.4.5　モンバサ南部バイパスと SEZ 内の 2 つの交差点.....8-89
図 8.4.6　南部バイパス STA.15+100 インターチェンジ詳細設計（原設計）.....8-89
図 8.4.7　インターセクションの間隔.....8-90
図 8.4.8　SEZ 開発順序とゾーン区分.....8-91
図 8.4.9　幹線道路の将来交通量.....8-93
図 8.4.10　交通量と車線数（2040 年）.....8-94
図 8.4.11　SEZ 内基幹道路と連結される主要施設.....8-96
図 8.4.12　交差点（標準断面）.....8-97
図 8.4.13　交差点の比較.....8-97
図 8.4.14　拡幅を考慮した交差点部分の標準断面.....8-98
図 8.4.15　標準断面図.....8-100
図 8.4.16　SEZ 内基幹道路（本線）の標準断面（上：盛土区間、下：切土区間）.....8-102
図 8.4.17　SEZ 内基幹道路（交差点部）の標準断面.....8-103
図 8.4.18　SEZ 内基幹道路（ボックスカルバート）の標準断面.....8-104
図 8.4.19　SEZ 内基幹道路（ランプ本線）の標準断面（上：盛土区間、下：切土区間）.....8-106

図 8.4.20　SEZ 内基幹道路（ランプ交差点）の標準断面 8-107
図 8.4.21　変電所アクセス道路の標準断面（左：盛土区間、右：切土区間） 8-108
図 8.4.22　平面線形 8-109
図 8.4.23　北側 T 字交差点交通量（2040 年） 8-111
図 8.4.24　南側 T 字交差点交通量（2040 年） 8-111
図 8.4.25　北側 T 字交差点信号現示案（2040 年） 8-113
図 8.4.26　南側 T 字交差点信号現示案（2040 年） 8-114
図 8.4.27　平坦な土地を利用した平面線形 8-115
図 8.4.28　SEZ 内幹線道路沿いの排水路との交差部分 8-116
図 8.4.29　横断水路及び迂回水路の設置個所（C1 部） 8-116
図 8.4.30　横断水路及び迂回水路の設置個所（C2 部） 8-117
図 8.4.31　モンバサ SEZ 内の交差点位置 8-118
図 8.4.32　SEZ 内変電所へのアクセス道路の平面線形 8-119
図 8.5.1　給水施設設計の検討フロー 8-120
図 8.5.2　モンバサの上水道施設の現状 8-121
図 8.5.3　Tiwi 井戸群の位置図 8-123
図 8.5.4　ムワチェダム事業の実施スケジュール　(世界銀行支援) 8-124
図 8.5.5　ムワチェダム事業の関係融資の割付 8-124
図 8.5.6　ムワチェダム事業の関係事業の暫定実施スケジュール 8-126
図 8.5.7　給水施設の水配分方針案(AFD による) 8-127
図 8.5.8　給水施設の配置計画図(AFD による) 8-128
図 8.5.9　Tiwi 地域周辺地形と調査井の位置図 8-129
図 8.5.10　Tiwi 地域周辺地質層図 8-130
図 8.5.11　Tiwi 周辺地域における地下水流動状況 8-131
図 8.5.12　4 箇所の調査井の配置図 8-133
図 8.5.13　SEZ-2～4 の柱状図と位置図 8-138
図 8.5.14　既存井戸の位置と揚水量 8-139
図 8.5.15　既存井戸の位置と塩化物イオン濃度 8-139
図 8.5.16　6 つの候補地と既存井戸の位置図 8-140
図 8.5.17　6 つの候補地における VES の結果（北から順に表示） 8-141
図 8.5.18　図候補地周辺における既存井戸の VES の結果（北から順に表示） 8-142
図 8.5.19　新規掘削予定の位置図（SEZ-5～8） 8-143
図 8.5.20　地下水シミュレーション実施フロー 8-146
図 8.5.21　モデル解析範囲 8-147
図 8.5.22　モデルメッシュの構造 8-148
図 8.5.23　3D モデルの構造 8-148
図 8.5.24　内挿法による透水係数の分布状況 8-149
図 8.5.25　水頭境界と涵養条件の設定方法 8-150
図 8.5.26　Tiwi 地域の既存調査における等雨量線と涵養率分布 8-150
図 8.5.27　対象地域における初期水位の分布 8-151
図 8.5.28　モデル初期塩分濃度の設定 8-152
図 8.5.29　既存井戸の配置 8-152

図 8.5.30　初期モデル計算による既存井戸水位の変動（60 年間）.....8-153
図 8.5.31　図既存井戸揚水による水位分布（60 年後）.....8-154
図 8.5.32　既存井戸塩分濃度の変動状況（40~60 年）.....8-155
図 8.5.33　塩分濃度分布断面図（60 年後）.....8-155
図 8.5.34　新規井戸および既存井戸の塩分濃度変動（3 年間）.....8-156
図 8.5.35　新規井戸揚水の追加による水位分布（63 年後）.....8-157
図 8.5.36　フェーズ 1　(第 2 ステージ)の給水施設の配置図.....8-164
図 8.5.37　フェーズ 1　(第 2 ステージ)における SEZ 内の配水管計画.....8-165
図 8.6.1　汚水施設計画の検討フロー.....8-166
図 8.6.2　既存汚水処理場の位置.....8-167
図 8.6.3　浄化槽のサンプル図面.....8-168
図 8.7.1　雨水排水の検討フロー.....8-169
図 8.7.2　現況流域（MSBR 建設後）.....8-170
図 8.7.3　U Shape Drain (H:V=1:1).....8-172
図 8.7.4　U Shape Drain (H:V=1:2).....8-172
図 8.7.5　将来流域（SEZ 開発完了時）.....8-173
図 8.8.1　ケニア電力セクターの構造.....8-175
図 8.8.2　モンバサ SEZ の周辺地域の既存電力ネットワーク.....8-176
図 8.8.3　電力送電線の架線の通路最小距離.....8-179
図 8.8.4　SEZ 内の土地利用.....8-181
図 8.8.5　マリアカニ変電所における 220 kV ベイの機器配置平面図案.....8-183
図 8.8.6　マリアカニ変電所における 220 kV ベイの単線結線図計画案.....8-184
図 8.8.7　220 kV2 回線、ラティス構造鉄塔事例.....8-186
図 8.8.8　マリアカニ変電所から SEZ 内変電所までの 220 kV 送電線経路.....8-187
図 8.8.9　SEZ 内における送電線ルート.....8-188
図 8.8.10　SEZ 内変電所の系統図.....8-190
図 8.8.11　SEZ 内変電所の配置計画図.....8-191
図 8.8.12　33 kV 配電計画及び配電.....8-192
図 8.8.13　33kV コンクリートポールの ROW.....8-193
図 9.1.1　仮設桟橋・仮設ヤード.....9-2
図 9.1.2　積算対象.....9-5
図 9.1.3　ボックスカルバートと付替え道路.....9-6
図 10.2.1　経済分析のフローチャート.....10-2
図 10.2.2　財務分析のフローチャート.....10-3
図 11.1.1　モンバサ SEZ 開発における円借款・無償資金協力対象事業.....11-1
図 11.1.2　環境社会配慮の検討対象施設.....11-2
図 11.2.1　送電線ルートのレイアウト.....11-4
図 11.2.2　ラティス鉄塔（懸垂型）のイメージ.....11-5
図 11.2.3　モンバサ SEZ 変電所の施設レイアウト.....11-6
図 11.2.4　モンバサ SEZ 変電所とアクセス道路のレイアウト（赤色：盛土面、黄色：切土面）.....11-7
図 11.2.5　配電線のルート（黄色線）.....11-8

図 11.2.6　大気質調査の測定位置 11-11
図 11.2.7　水質調査の測定位置 11-14
図 11.2.8　土壌調査の測定位置 11-16
図 11.2.9　事業地周辺の保護区の位置 11-17
図 11.2.10　事業地周辺の森林およびマングローブの分布域（赤線：送電線ルート） 11-19
図 11.2.11　送電線と交差する河川 11-20
図 11.2.12　モンバサ SEZ 内の流域図 11-21
図 11.2.13　事業サイトの行政区分 11-22
図 11.2.14　送電線用地内にある神聖木 11-24
図 11.2.15　EIA 手続きのフロー 11-25
図 11.2.16　送電線の最短ルートのオプション 11-36
図 11.2.17　Migunemi Primary School を避けるルートのオプション 11-37
図 11.2.18　カヤを通るルート（左）および避けるルート（右） 11-38
図 11.2.19　モンバサ SEZ マスタープランの設定ルート（紫線）および代替ルート（青線） 11-39
図 11.2.20　変電所・アクセス道路からの雨水流出先 11-45
図 11.2.21　杭打ち作業による騒音減衰範囲 11-48
図 11.2.22　コミュニティフォレストの範囲および DK6 と DK7 間のルート 11-51
図 11.2.23　Kiteje Secondary School と送電線 Wayleave の位置関係（白枠内が学校の敷地） .. 11-55
図 11.2.24　工事中の環境モニタリングの実施・報告体制 11-78
図 11.2.25　Wayleave（事業用地の使用権）イメージ図 11-88
図 11.2.26　Ng'ombeni の Kiteje での住民協議会（多数の女性が参加） 11-119
図 11.2.27　送電線の影響を受ける構造物 11-119
図 11.2.28　影響を受ける簡易な家畜フェンス 11-120
図 11.2.29　沿線に有る採石場 11-121
図 11.2.30　基本的補償方針のイメージ 11-128
図 11.2.31　苦情処理メカニズム 11-145
図 11.2.32　住民移転実施のための構造 11-148
図 11.2.33　KETRACO 住民移転ユニット（KRU） 11-149
図 11.2.34　2017 年 7 月 12 日 Mariakani 会場での住民による質問風景 11-166
図 11.2.35　2017 年 7 月 13 日 Mbunguni 会場での Assistant County Commissioner の講演 11-167
図 11.2.36　2017 年 7 月 13 日 Ng’ombeni 会場における多数の女性参加者 11-167
図 11.2.37　2017 年 7 月 18 日 Mwavumbo 会場における RAP 調査内容の説明 11-168
図 11.2.38　2018 年 4 月 23 日 Mariakani 会場で補償、移転について説明 11-173
図 11.2.39　2018 年 4 月 26 日 Mbunguni 会場における NLC 職員による土地の補償方針説明 11-173
図 11.2.40　2018 年 4 月 23 日 Mwavumbo 会場における Chief による説明 11-174
図 11.2.41　2018 年 4 月 26 日 Ng’ombeni 会場における補償方針説明 11-174
図 11.3.1　港湾・SEZ 内基幹道路道路のレイアウト 11-180
図 11.3.2　港湾の主要施設のレイアウトおよび仕様 11-181
図 11.3.3　ジャケット式桟橋の断面構造 11-182
図 11.3.4　ヤード護岸の断面構造 11-182
図 11.3.5　ヤードのレイアウト 11-183

図 11.3.6　連絡橋の断面構造 11-183
図 11.3.7　回頭水域開発のための浚渫範囲 11-184
図 11.3.8　SEZ 内基幹道路のレイアウト 11-185
図 11.3.9　SEZ 内基幹道路の代表的な断面構造 11-185
図 11.3.10　クローバー型インターチェンジのレイアウト（青丸：既存道路の接続口） 11-186
図 11.3.11　浚渫土の沖合土捨場 11-187
図 11.3.12　工事資材の輸送ルート 11-188
図 11.3.13　仮設工事施設のレイアウト 11-189
図 11.3.14　SEZ 内基幹道路の切土・盛土面 11-190
図 11.3.15　SEZ 内にある主なカヤの位置 11-193
図 11.3.16　SEZ 内基幹道路周辺の植生被度 11-194
図 11.3.17　事業地で確認された Vitellariopsis kirkii 11-195
図 11.3.18　モンバサ SEZ 内の流域図 11-196
図 11.3.19　モンバサ沿岸域の海洋保護区の位置、概要および本事業との距離 11-197
図 11.3.20　Port Reitz の主な水揚げ拠点 11-199
図 11.3.21　本事業周辺で確認された漁 11-199
図 11.3.22　SEZ 内基幹道路と地方道路の交差状況（水色線：地方道路） 11-200
図 11.3.23　Kaya Mikadi の様子 11-201
図 11.3.24　水質調査の位置 11-201
図 11.3.25　底質調査のサンプリング地点 11-205
図 11.3.26　大気質調査の位置 11-207
図 11.3.27　Mombasa County 内の廃棄物最終処分場の位置 11-209
図 11.3.28　EIA 手続きのフロー 11-210
図 11.3.29　モンバサ港 M/P の開発計画および本事業が立地する D1 エリア 11-219
図 11.3.30　SEZ 内基幹道路ルートのレイアウトオプション 11-222
図 11.3.31　SEZ 内基幹道路からの雨水流出経路 11-232
図 11.3.32　杭打ち作業による騒音減衰範囲 11-235
図 11.3.33　Mombasa county のマングローブ分布域 11-239
図 11.3.34　想定されるマングローブ伐採範囲（黄色線内） 11-239
図 11.3.35　港予定地東側にある水揚場（Mkunguni landing site） 11-245
図 11.3.36　Dongo Kundu および Hawaii landing site の位置 11-246
図 11.3.37　SEZ 内基幹道路と交差する地方道路（水色線） 11-247
図 11.3.38　Kaya Mikadi の位置 11-248
図 11.3.39　工事中の環境モニタリングの実施・報告体制 11-284
図 11.3.40　苦情処理メカニズム 11-305
図 11.3.41　住民移転実施のための構造 11-306
図 11.3.42　KeNHA 住民移転ユニット(KRU) 11-307

略語表

略語	正式名称	日本語
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AGOA	African Growth and Opportunity Act	アフリカ成長機会法
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
CFS	Container Freight Station	コンテナーフレートステーション
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa	東南部アフリカ市場共同体
CWSB	Coast Water Services Board	沿岸水サービス委員会
DK1	Dongo Kundu Berth No,1	ドンゴクンドゥバース No.1
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EACCMA	East African Community Custom Management Act	東アフリカ共同体税関管理法
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EOP	Executive Office of the President	大統領府
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
EPZA	Export Processing Zone Authority	輸出加工区庁
FDI	Foreign Direct Investment	海外直接投資
F/S	Feasibility Study	フィジビリティスタディ／実行可能性調査
FTZ	Free Trade Zone	自由貿易区
GBHL	Grain Bulk Handlers Ltd,	グレインバルクハンドラーズ（民間業者）
GDC	Geothermal Development Company	地熱開発会社
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
ICD	Inland Container Deposit	内陸コンテナデポ
ICT	Information Communication Technology	情報処理・情報通信技術
JICA	Japanese International Cooperation Agency	国際協力機構
KeNHA	Kenya Highway Authority	ケニア国立高速道路公社
KenGen	Kenya Power Generating Company	ケニア発電公社
KenInvest	Kenya Investment Authority	ケニア投資庁
KETRACO	Kenya Electricity Transmission Company	ケニア送電公社
KFS	Kenya Forest Service	ケニア森林局
KMA	Kenya Maritime Authority	ケニア海事庁
KNBS	Kenya National Bureau of Statistics	ケニア投資局
KPA	Kenya Port Authority	ケニア港湾庁
KPLC	Kenya Power and Lighting Company Ltd.	ケニア送配電会社
KSH	Kenya Shilling	ケニアシリング
KURA	Kenya Urban Road Authority	ケニア都市道路公社
LNG	Liquefied Natural Gas	液体天然ガス
MHC	Mobile Harbour Crane	多目的クレーン
MOI	Ministry of Industrialization and Enterprise Development	産業省
MOEF	Ministry of Environment and　Forestry	環境・森林省
MOE	Ministry of Energy	エネルギー省
MOL	Ministry of Lands	土地省

MOT	Ministry of Transport and Infrastructure Development	運輸・インフラ省
MOW	Ministry of Water and Sanitation	水・衛生省
MSBR	Mombasa Southern Bypass Road	モンバサ南部バイパス道路
NEMA	National Environment Management Authority	国家環境管理庁
NLC	National Land Commission	国家土地委員会
OP	Office of President	大統領府
PPP	Public Private Partnership	官民連携
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
REA	Rural Electricity Authority	地方電化省
RTG	Rubber Tired Gantry	タイヤ式門方トランスファクレーン
RTK	Real Time Kinematic	リアルタイムキネマティック測量
SCF	Standard Conversion Factor	標準変換係数
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SEZA	Special Economic Zone Authority	経済特区庁
SGR	Standard Gauge Railway	標準軌鉄道（ナイロビモンバサ鉄道）
SPV	Specical Purpose Vehicle	特別目的事業体
TEU	Twenty-Foot Equivalent Unit	20 フィートコンテナ換算
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger	トレーラーサクション浚渫船
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	国際連合貿易開発会議
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WACC	Weighted Average Cost of Capital	加重平均コスト
WRA	Water Resources Management Authority	水資源庁

モンバサSEZ周辺インフラ位置図

第1章　序章

1.1　調査の背景

ケニア国政府は、長期開発計画（Vision 2030）において、2030 年までに中所得国入りすることを目標としており、その実現のために実施すべき優先プロジェクト（Flagship Projects）の一つとして、国内に 3 か所（モンバサ、キスム、ラム）の経済特区（SEZ：Special Economic Zone）を整備することとしている。当該優先プロジェクトの実現に向け、JICA は、モンバサ経済特区開発事業マスタープラン（以下、モンバサ SEZM/P）、及びモンバサ・ドンゴクンドゥ港開発計画策定支援プロジェクト（以下、モンバサ港 M/P）をそれぞれ 2014 年、2015 年に実施した。モンバサ SEZM/P の中で、モンバサ SEZ 早期実現のために優先整備すべきインフラとして、電力供給施設、給水施設、下水施設、排水施設、主要道路、港湾施設をあげている。電力については SEZ 外にあるマリアカニ変電所からの電力供給、給水については短期にティウィ井戸郡から、中長期にムワチェダムからの給水を見込んでおり、これら施設と SEZ を繋ぐ外部インフラの検討も必要とされている。またモンバサ港 M/P の中では、将来の貨物需要に対応するため早期に港湾の整備が必要とされている。このような状況を受け、モンバサの SEZ 開発およびモンバサ港の将来貨物取扱量への対応のため、必要インフラを整備する事業スキーム及びスケジュールの検討が急務となっている。

また SEZ 法および SEZ 細則の一部が整備され、これに基づき SEZ の監督機関として SEZ 庁が設立、ケニア国内 3 か所（Tatu City、Eldored、Uasin Gishu）において SEZ 認定がなされるなど、国内における SEZ 整備にかかる環境が整備されつつある。

1.2　調査の目的

モンバサ港南岸に位置するドンゴクンドゥ地域において、ケニア初の経済特区を早期に具現化するために必要とされる周辺インフラのうち、円借款にて実施する部分の検討・提案、事業の妥当性の検討、事業に伴い発生する社会・環境への影響、事業スコープ・事業費、及び事業効果を確認することを目的とする。

また、円借款で実施する部分以外のインフラ等についても、事業内容の検討を行う。

1.3　調査対象地域

ケニア国モンバサ郡、キリフィ郡、クワレ郡

1.4　調査スコープ

本案件の調査対象となる施設は以下の通りである。

- 港湾施設　ドンゴクンドゥバース No.1（以下、DK1）
- 電力供給施設（SEZ 内部及び外部）
- 給水施設（SEZ 内部及び外部）
- SEZ 内基幹道路
- 排水施設（SEZ 内部）
- Free Trade Zone、自由貿易区（以下、FTZ）（SEZ 内部）

1.5　相手国関係機関

当調査団は以下のケニア側関係機関との協議、支援のもと本調査を実施する。

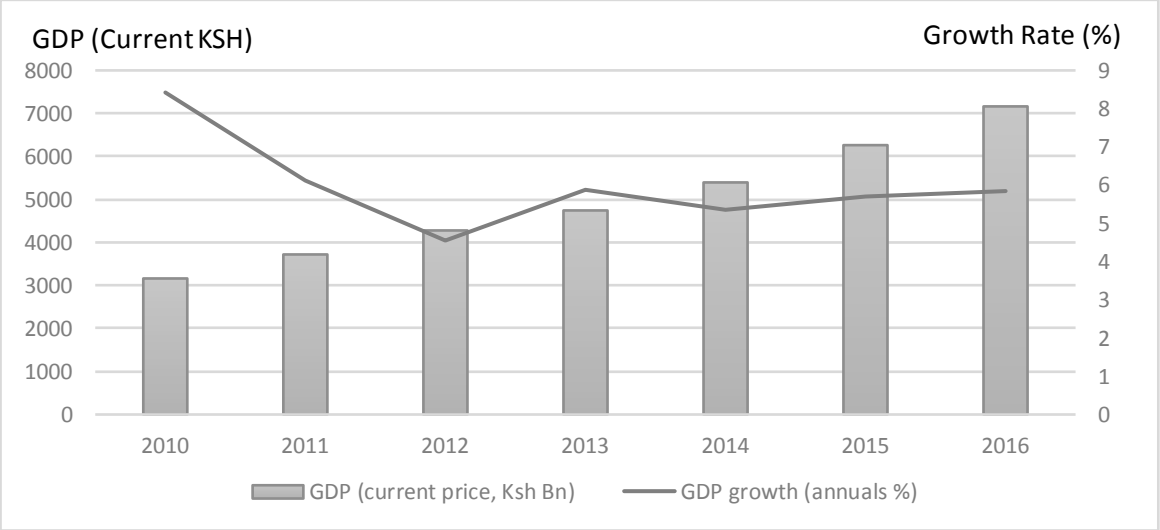
- 大統領府（Executive Office of the President）
- 運輸インフラ都市住宅省（Ministry of Transport, Infrastructure, Housing and Urban Development）
- 産業省（Ministry of Industrialization and Enterprise Development）
- 水・衛生省（Ministry of Water and Sanitation）
- エネルギー省（Ministry of Energy）
- 土地省（Ministry of Lands and Physical Planning）

第2章　経済・産業の現状

2.1　国家経済の現状

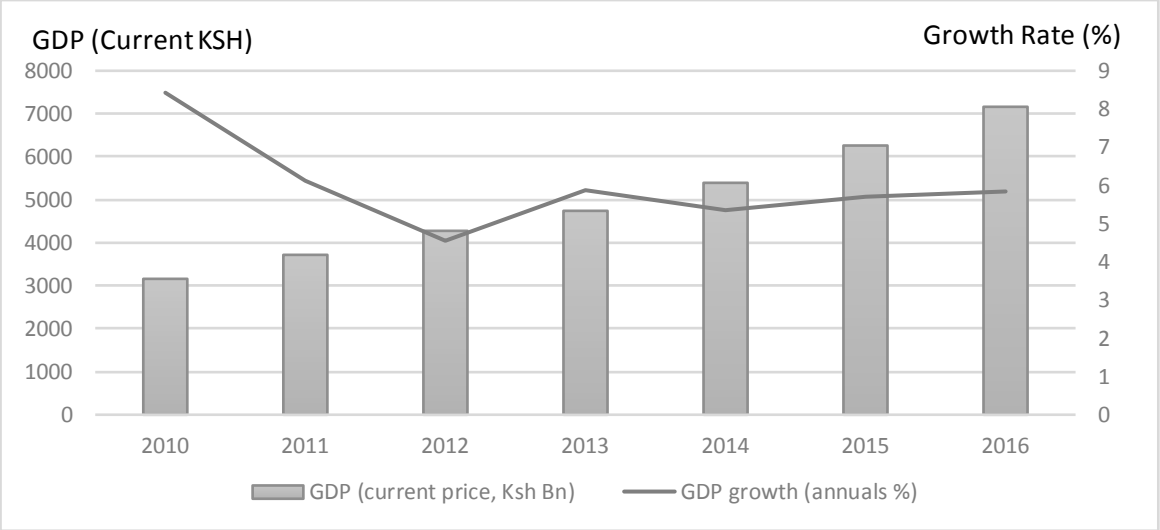
2.1.1　GDP 成長率の推移

ケニア経済は 2007 年の大統領選後の混乱による経済停滞の後、2012 年以降は 4.5～6%の経済成長率を維持してきた。2016 年の国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）は 7.16 兆ケニアシリング（KSH、約 705 億 USD[1]）に達した[2]。 一人当たり GDP は 2015 年に 140,000KSH（1,376.7USD）に達した[3]。ケニアは世銀の分類では低所得国（Lower-middle income country）に属している。



出典 KNBS, Statistical Abstract 2017

図2.1.1 GDP とその成長率の推移



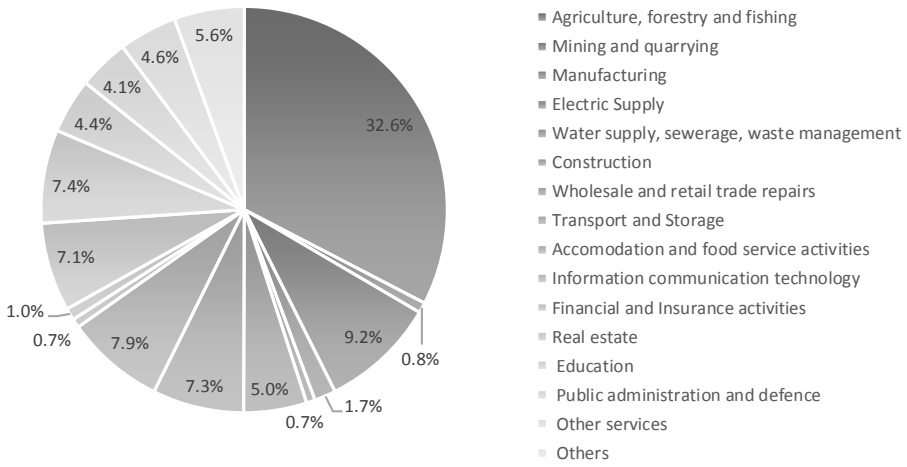
出典: KNBS, Statistical Abstract 2017

図2.1.2 一人当たり GDP の推移

[1] GDP は World Development Indicator 参照
[2] KNBS, Economic Survey 2017
[3] 一人当たり GDP は World Development Indicator を参照　（2016 年分は KNBS, Economic Survey 2017）

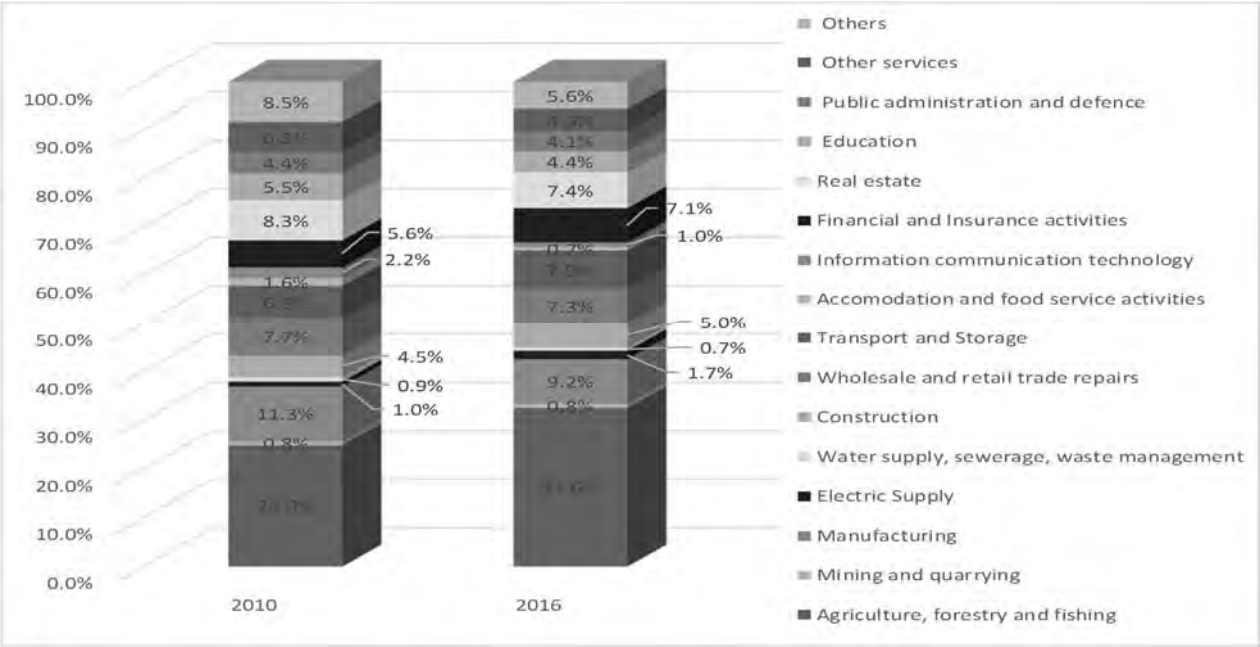
2.1.2　産業の構造と傾向

GDP 内訳ではサービス産業が全体で大きな割合を占め、農業が 32.6%である一方で、製造業は 9.2%を占めるに留まる。2010 年との比較では、製造業の比率が 11.3% から 9.2% に低減したが、金融・保険、運輸・倉庫業のシェアは伸張した（図 2.1.4）。



出典：KNBS, Statistical Abstract 2017

図2.1.3 GDP における産業別シェア（2016 年）



出典: KNBS, Statistical Abstract 2017

図2.1.4 2010 年と 2016 年の GDP と部門別シェアおよび比較

2.2　人口動態と労働人口

2.2.1　人口成長率および人口密度

人口センサスから計算される年平均人口成長率は下表のとおりである。人口成長率はいまだに3%以上の高い水準を維持しているが、成長率は年々低下している。

表 2.2.1　総人口および年平均人口成長率（センサス実施年）

Year	1962	1969	1979	1989	1999	2009
Total Population (1,000 persons)	8,636	10,943	15,327	21,448	28,687	38,610
Annual Average Growth Rate (%)	-	3.82	4.01	3.99	3.38	3.46

出典: National Population and Housing Census (2009), KNBS

2015年には人口は4,600 万人に達すると見られており、直近の人口成長率は下表のとおり、約2.6%と見積もられている。

表 2.2.2　総人口および人口成長率（直近）

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total Population (000 persons)	37,251	38,244	39,270	40,328	41,420	42,543	43,693	44,864	46,050
Annual Growth Rate (%)	2.62	2.63	2.65	2.66	2.67	2.68	2.67	2.64	2.61

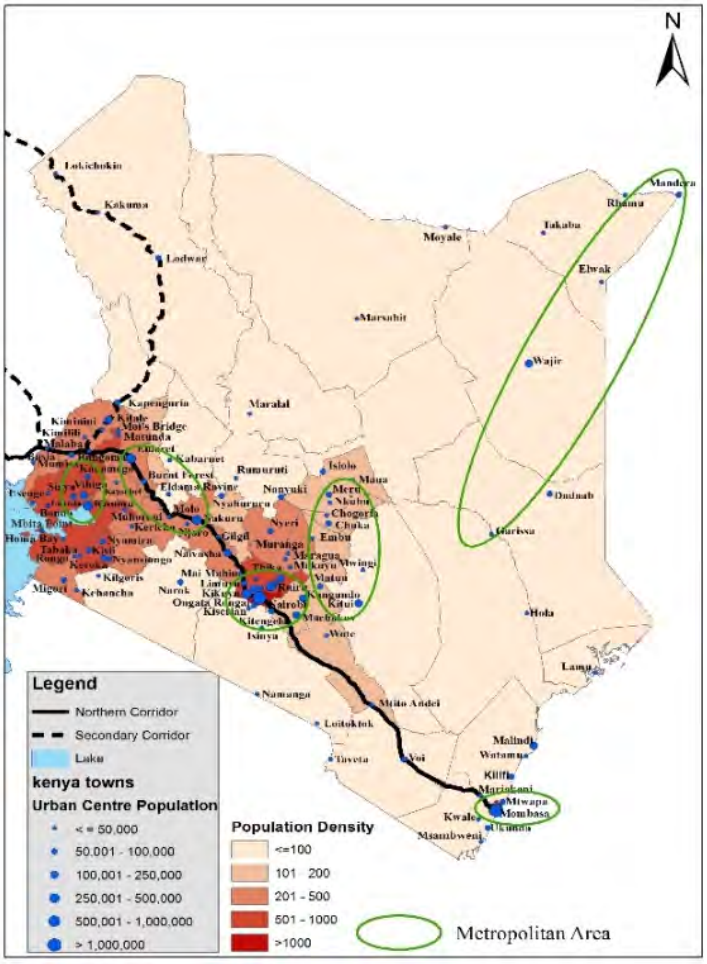
出典: World Development Indicator (WDI), World Bank

直近のセンサスの結果によると、ナイロビ市が全群の中で最大の人口を有している。モンバサ市の人口は中程度ではあるが、面積が大きくないため、人口密度は2番目に高い。

表 2.2.3　2009年の群別人口統計

Counties	Population (1,000 persons)	Percentage Share (%)	Land Area (km^2)	Density (Persons per km^2)
Nairobi City	3,134	8%	695	4,509
Kisumu City	968	3%	2,086	464
Mombasa City	939	2%	219	4,288
KENYA in total	37,725	100%	581,313	65

注釈: データは現在の群の区分に合わせて修正済み
出典: National Population and Housing Census (2009), KNBS



注釈: “Metropolitan Area”は Vision 2030 の中で指定されたものを示している。
出典: JICA Project on Logistics Development in Northern Economic Corridor

図2.2.1 群別人口統計図

直近 10 年間で、ケニアは緩やかな都市化が進行している。2004 年から 2013 年の間に、100 万人以上の都市への集積人口の割合は約 1%増加した。1999 年から 2009 年の過去 2 年間の人口調査では、モンバサの人口は 665,018 人から 939,370 人に増え、年平均成長率は 3.51%で、全国の人口増加率より 0.8%高い。

2.2.2　雇用および労働力

2017 年時点での全労働力人口は 19.3 百万人であり、人口の増加にあわせて、緩やかに増加傾向にある[4]。インフォーマルセクターの雇用の割合は高く、2016 年時点で全労働者の 83%を超える。賃金雇用に関しては、民間部門の 180 万人の賃金雇用のうち、16.2%が農業、林業および漁業に従事している。 第一次産業に続き、製造業、卸売業、小売業、教育業、建設業はそれぞれ 15.1%、13.2%、10.8%、8.5%の比較的大きなシェアで構成されている。公共部門の雇用に関しては、中央政府からの権限の委譲により、郡政府の雇用は 2014 年から 2015 年にかけて 11.0%増加した[5]。緩やかな都市化の進行により、モンバサおよびその周辺部の都市部では労働力人口が増加傾向にある。

[4] World Bank, WDI
[5] KNBS, Economic Survey 2017

2.3　経済活動の概観

2.3.1　農業、畜産、水産

市場で取引されている農産品、畜産製品においては、茶、サトウキビ、コーヒーなどの換金作物、肉牛、乳製品などの畜産品、切り花、野菜などの園芸作物が大きな割合を占めている[6]。水産業では生産量の 90%以上がビクトリア湖を中心とする内水面での生産であり、海洋漁業の割合は 6%弱に限られている[7]。

表 2.3.1　国内市場における農作物の生産額 (2016)

Crops and Products		Gross Marketed Production (KES million)
Cereals	Wheat	8,028.1
	Maize	7,891.2
	Rice	3,449.4
	Other Cereals	3,817.2
	Cereal total	**23,185.9**
Horticulture	Cut flowers	70,829.5
	Vegetables	23,366.8
	Fruits	7,317.3
	Horticultural total	**101,513.6**
Temporary industrial crops	Pyrethrum	37.9
	Sugarcane	23,917.2
	Cotton	66.4
	Tobacco	1,403.8
	Temporary industrial crops total	**25,425.3**
Other temporary crops	Pulses	52.3
	Potatoes	231.8
	Other temporary crops	265.7
	Other temporary crops total	**549.8**
Permanent crops	Coffee	16,192.3
	Sisal	4,176.8
	Tea	116,547.3
	Permanent crops total	**136,916.4**
Livestock & products	Cattle and calves for slaughter	84,701.2
	Sheep, goats and lambs for slaughter	5,364.4
	Pigs for slaughter	1,838.1
	Poultry and eggs	8,788.4
	Wool	0.2
	Hides and skins	1,286.5
	Dairy products	23,020.1
	Livestock and products total	**124,998.9**

出典: KNBS, Statistical Abstract 2017

[6] KNBS、Statistical Abstract 2017
[7] 同上。

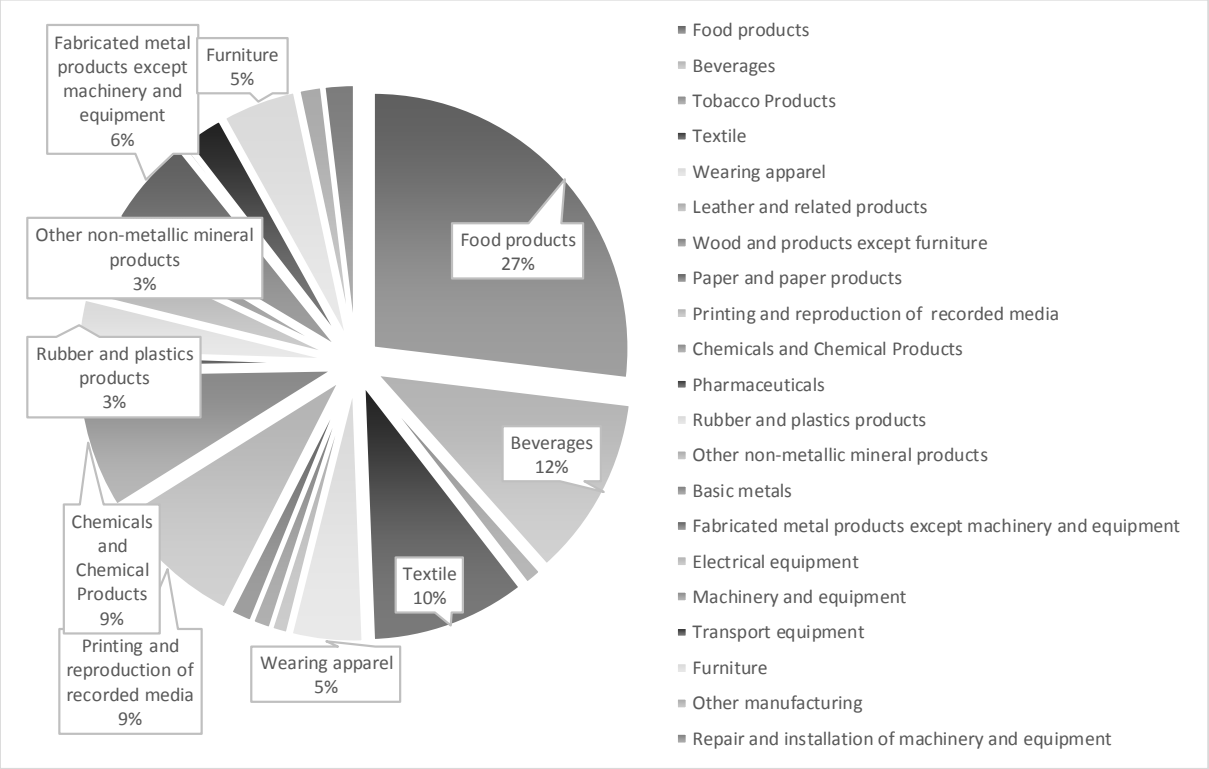
表 2.3.2　ケニアの漁業部門の概要

	Freshwater fish total	Marine fish, crustaceans and molluscs	Share of freshwater fish total (%)	Share of marine fish and crustaceans (%)
Quantity (t)				
2012	145,150	8,865	94.20%	5.80%
2013	154,253	9,136	94.41%	5.59%
2014	159,340	8,781	94.78%	5.22%
2015	136,396	9,929	93.21%	6.79%
2016	119,550	9,095	94.20%	5.80%
Value to Fishers (KES 1,000)				
2012	16,866,800	1,207,133	93.30%	6.70%
2013	19,984,330	1,298,173	93.90%	6.10%
2014	20,940,907	1,440,666	93.56%	6.44%
2015	18,983,000	1,876,516	91.00%	9.00%
2016	16,836,000	1,680,780	94.90%	5.10%

出典: JICA 調査団が KNBS, Statistical Abstract 2017 を元に作成

2.3.2　製造業

製造業における大きな割合を占めるサブセクターは食品加工業であり、飲料と合わせると 40%弱のシェアを占める。また、繊維、印刷業も比較的高い割合を示している。



出典：KNBS、Statistical Abstract 2017

図 2.3.1　製造業付加価値額にしめる各サブセクターの割合（2016）

また、2013 年に公表された工業生産センサスによると、原材料を輸入に頼る割合が大きく、鉱業やエネルギーを入れた全体の原材料輸入の割合は 47.6%で、ゴム・プラスチック製品、非鉄金属製品は 80%を越え、金属加工、鉄鋼、タバコでも 70%を越えている[8]。

表 2.3.3　各産業の生産量、原材料に占める輸入材料の比率、付加価値比率

	Gross Value Added (KES billion)	Percentage Share of Import in Raw Materials (%)	% Value Addition (Gross value added/gross output)
Manufacture of food products	64,348	19.8	21.43
Manufacture of beverages	24,419	54.1	40.39
Manufacture of tobacco products	4,261	70.4	34.82
Manufacture of textiles	9,807	43.8	31.80
Manufacture of wearing apparel	7,629		47.70
Manufacture of leather and related products	6,148	39.3	45.44
Manufacture of wood and products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials	4,122	6.5	20.91
Manufacture of paper and paper products	7,303	56.3	27.71
Printing and reproduction of recorded media	25,804	38.3	49.33
Manufacture of coke and refined petroleum products	19,976		25.86
Manufacture of chemicals and chemical products	15,657	54.2	30.34
Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	1,538	61.5	20.00
Manufacture of rubber and plastics products	11,195	83.9	23.09
Manufacture of other non-metallic mineral products	11,563	81.3	28.79
Manufacture of basic metals	1,4071	70.3	34.00
Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment	15,449		35.84
Manufacture of computer, electronic and optical product	313	51.8	30.93
Manufacture of electrical equipment	2,325	73.5	26.74
Manufacture of machinery and equipment	2,181		16.27
Manufacture of motor vehicles, trailers and semitrailers		42.3	34.74
Manufacture of other transport equipment	123		14.85
Manufacture of furniture	914	54.8	6.84
Other manufacturing	3,944	34.4	41.07
Total	428,247		

出典: JICA Master Plan for Development of Mombasa SEZ、KNBS (2013) Census of Industrial Production

2.3.3　鉱業

石灰石、ソーダ灰、ホタル石、チタン等を産出している。また、クワレ郡ではチタンの採掘・輸出が行われている。このほか、ニオブ、石炭等の埋蔵が確認されている[9]。ツルカナにおける原油生産が 2018 年に開始される見込みである。

[8] KNBS (2013) Census of Industrial Production
[9] JICA (forth coming), Final Report of the Project for Master Plan on Logistics in Northern Economic Corridor

2.3.4　サービス産業

ケニアにとって、観光業は外貨獲得の上で有望な分野であり、特にモンバサにとっては重要な産業である。観光業の経済的な影響は輸送、宿泊、食事、小売業や娯楽サービスなどの直接的な収入に限らず、それらの産業に従事する従業員の住居などの外部経済活動にも影響を与える。表 2.3.4 は 2024 年の GDP に対する産業の直接貢献額が年率 5%以上で増加するという予測も示されている。

表 2.3.4　観光業の成長予測およびケニア経済への影響

	2013		2024		Projected Annual Growth Rate (2013-2024)
	Actual	Share in Total (%)	Projection	Share in Total (%)	
Direct Contribution to GDP (KES billion)	183.4	4.8	314.1	4.7	5.2
Total contribution to GDP (KES billion)	426.8	12.1	791.4	11.8	5.2
Direct contribution to employment (‘000 jobs)	226	4.1	284	4.0	2.3
Total contribution to employment (‘000 jobs)	590	10.6	737	10.3	2.3
Visitor exports (KES billion)	161.3	17.3	272.1	12.2	5.2
Domestic spending (KES billion)	156.3	4.1	274.1	4.1	5.3
Leisure spending (KES billion)	207.8	3.1	350.1	2.9	5.2
Business spending	109.8	1.7	196.1	1.7	5.5
Capital Investment	55.8	7.6	96.2	7.4	5.4

注釈: Shares in total は関連する指標の国内分の合計との割合を示す。Visitor export は物およびサービスの全輸出量に対する割合を示す。Domestic spending,、Leisure spending、Business spending は全 GDP に対する割合を示す。Capital investment は国内投資総額との割合を示す。

出典: World Travel and Tourism Council (2016), Travel & Tourism: Economic Impact 2014 Kenya

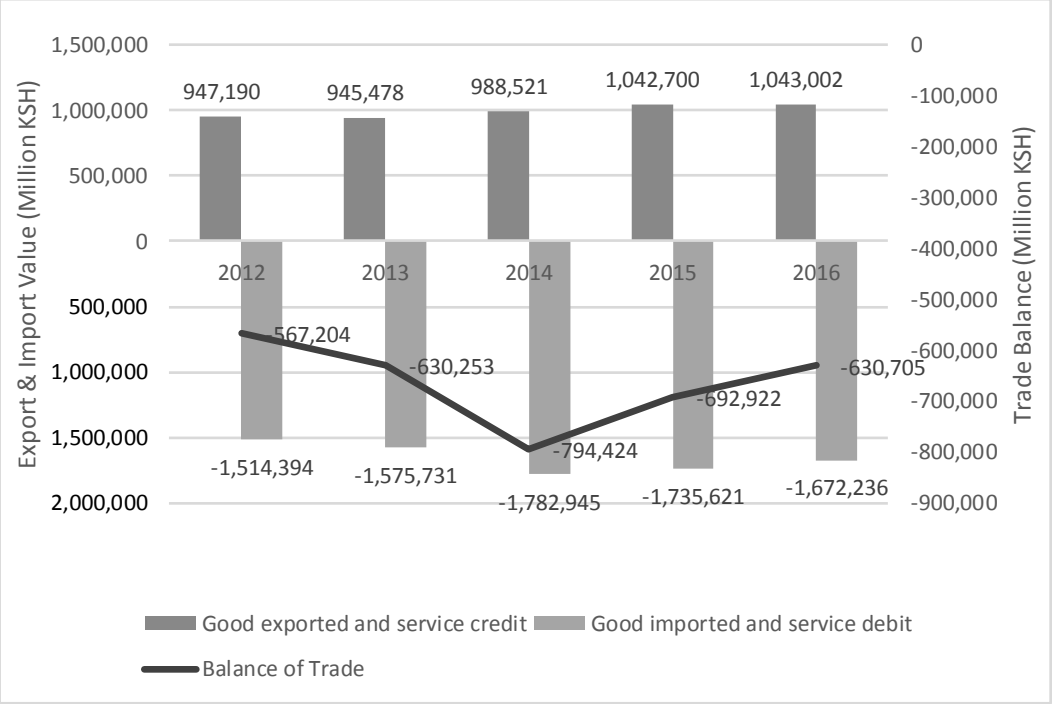
モンバサはケニアにおける観光業の中心であり、2016 年には、62 万人の観光客がモイ国際空港を訪れた[10]。しかし、宿泊施設等のインフラの未整備、治安に係る問題の影響により、観光客数は減少傾向にある。またエコツーリズム、文化、会議、クルーズ船等の未開発の需要が今後見込まれる。さらに新興国や国内など今までとは違った顧客層の開拓も必要である。一方、ビジネス環境や人材不足が課題となっている。

2.4　貿易

2.4.1　貿易構造

輸入と輸出の傾向を下表に示す。近年、輸出総額は着実に伸びているが、輸入の伸び率は輸出を上回っており貿易赤字が拡大している。

[10] KNBS, Statistical Abstract 2017



出典: KNBS, Economic Survey 2017

図2.4.1 ケニアの輸出、輸入量の傾向

2.4.2　輸出、輸入

(1) 輸出

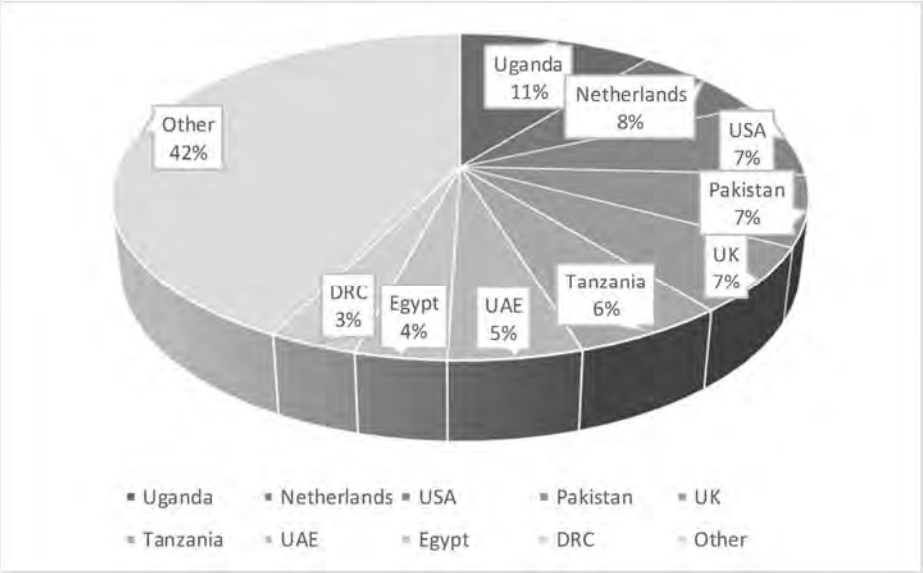
ケニアの主な輸出品を下表に示す。輸出品の多くは原材料に依存している。中でも茶の輸出量がもっとも大きく、工業製品などは近隣国に輸出されている。

表 2.4.1　ケニア国の主な輸出品およびその輸出額（2016）

Export	
Item	**Value (KSH million)**
Tea	124,497
Horticulture	110,338
Coffee	21,371
Tobacco and tobacco manufactures	14,574
Medical and pharmaceutical products	13,190
Iron and steel	13,183

出典: KNBS, Economic Survey 2017

輸出品の主な行き先を下図に示す。EAC およびウガンダ、タンザニア、コンゴ人民民主共和国などの周辺国が主な貿易相手国となる。輸出総額のうち 8%を占める生鮮食品に関しては、オランダが主要な貿易相手国である。英国は現在も茶や野菜、生花の輸出相手国である。米国には the African Growth and Opportunity Act (AGOA)によるインセンティブを利用して輸出加工区で生産された衣服を輸出している。



出典: KNBS, Economic Survey 2017

図2.4.2 主な輸出相手国および輸出額の国別シェア（2016)

(2) 輸入

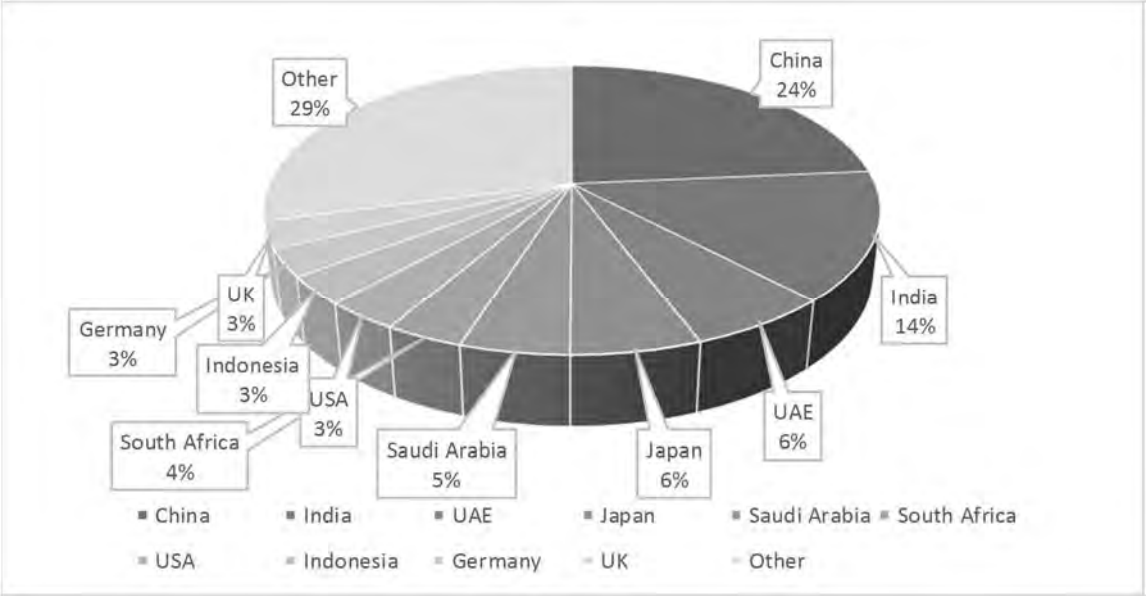
ケニアは石油を全面的に輸入に依存している。主な輸入品目は、バイク、電話などの工業製品や医薬品などである。パーム油や鉄鋼なども輸入に依存している。

表 2.4.2　ケニア国の主な輸入品およびその輸入額（2016）

Import	
Item	**Value (Ksh million)**
Industrial machinery	253,541
Petroleum products	183,842
Road motor vehicle	85,838
Iron and steel	75,400
Medical & pharmaceutical products	60,455
Plastics in primary & non-primary forms	59,319
Paper and paperboard	30,065
Wheat, unmilled	28,883
Telecommunication	28,694

出典: KNBS, Economic Survey 2017

輸入相手先に関して、上位 5 カ国で全体の 50%のシェアを占めている。上位 5 カ国は中国、インド、UAE、日本、サウジアラビアとなっている。

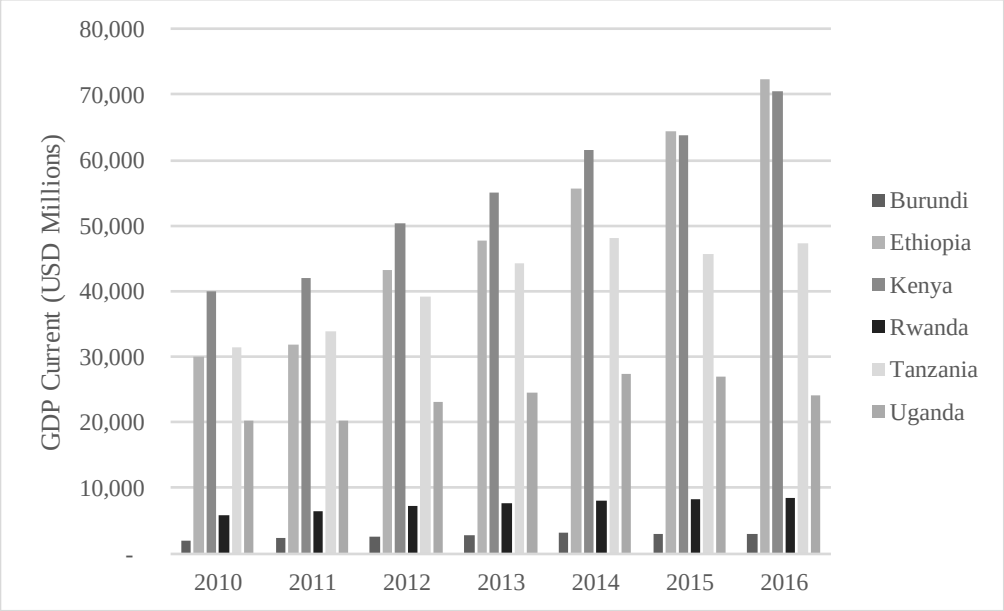


出典: KNBS, Economic Survey 2017

図2.4.3 主な輸入相手国および輸入額の国別シェア（2016)

2.4.3　近隣諸国の経済状況

東アフリカの周辺国の GDP 規模を下表に示す。これらの国々の中では、ケニアおよびエチオピアが最も GDP が大きい。

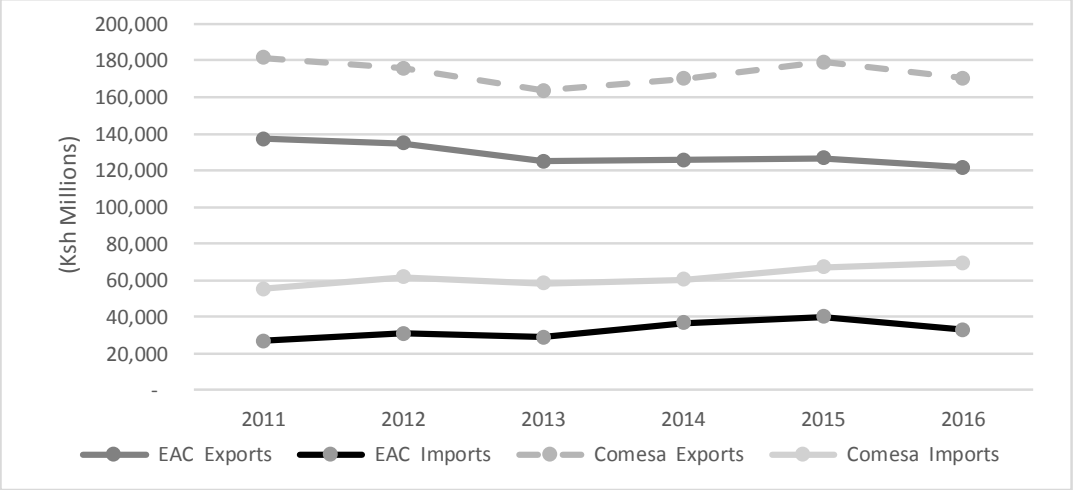


出典: World Bank, WDI

図2.4.4 ケニアおよび周辺国の GDP の比較

2.4.4　近隣諸国との貿易状況

地域経済の拡大に伴い、貿易規模は増加傾向にある。しかし、EAC および COMESA 諸国が現在も重要な貿易相手国であるものの、ケニアの輸出入の総額は、近年やや低下傾向にある。



出典: KNBS, Economic Survey 2017

図2.4.5 EAC および COMESA 諸国とケニアの輸出、輸入額の比較

第3章　SEZ 法制度の枠組み

3.1　SEZ 開発の制度的枠組み概観

3.1.1　ケニアにおける経済開発政策と SEZ

本節では、SEZ やケニア国の産業振興にかかる関連政策についてレビューを行い、SEZ の概念と制度上の枠組みを理解する上での前提情報を整理する。

(1) ケニア・ビジョン 2030

ケニア政府はケニアの産業化と中所得国化を目指し、ケニア・ビジョン 2030（Kenya Vision 2030）を策定した。モンバサ、キスム（Kisumu）、ラム（Lamu）における SEZ 開発はケニア・ビジョン 2030 実現のための中核的事業として提案された。

(2) ケニア産業構造転換プログラム

ケニア産業構造転換プログラム（Kenya's Industrial Transformation Programme: KITP）は 2015 年 4 月に発表され、2030 年までに製造業の GDP に占める割合を 15%に引き上げること、100 万人の新規雇用を創出すること、外国直接投資（FDI）を 5 倍に増加させること、世界銀行の Doing Business におけるランキングを 50 位以上に引き上げることを目標としている。

本プログラムは様々な産業の開発を目指しており、SEZ はその実現のための主要な手段と位置付けられている。これに加え、2 本目の柱である食糧基地の形成において、モンバサ SEZ 開発は隣接する港湾施設の開発と共に主要インフラとして記されている。

(3) ケニア投資政策（ドラフト）[1]

ケニア・ビジョン 2030 の目標達成に関連し、ケニア政府は投資政策の見直しを行っている。ケニア投資政策（Kenya Investment Policy: KIP）案では、その全体ビジョンを「力強い経済圏を備えた中核的投資先となることを目指す」とし、その目標として 1) 2020 年までに世界銀行の Doing Business におけるランキングで 50 位を超えること、2) 公共及び民間投資を対 GDP 比で少なくとも 32%、民間投資を 24%に増加させること、3) アフリカで操業する多国籍企業の 50%がそのベースをケニアに置くこと、4) FDI 及び国内投資の対 GDP 比を増加させることとしている。本政策では、投資促進のための法的枠組みの見直し、ケニアの投資促進方針に沿ったインセンティブ、他の重要政策と共存する円滑な投資を、投資促進策として重視している。

(4) 国家貿易政策

2017 年 5 月に発表された国家貿易政策（National Trade Policy）は、国内経済を転換し、競争力ある輸出主導型かつ効率的な経済とすることを目指している。本政策の指針として、1) 国家開発目標と両立するより開かれた競争力ある輸出主導政策の追求、2) 繁栄に向けた貿易と投資を行いやすい環境づくり、3) 貿易や投資を中心とした地域振興を挙げている。

本政策には、国際品目の貿易に対する主要な政策方針や対策が記載されている。主要な政策として、非関税障壁の排除と EAC 対外共通関税の構造の変更、サプライチェーンに係る能力強化、貿易金融、貿易促進を通じた生産物及び市場多様化への支援等がある。これらに加え、補完的な対策も列挙され

[1] 2017 年 6 月版ドラフトより。

ている。例えば、E コマースにおける企業間取引を促進がそのひとつであるが、これには質の高い ICT インフラ整備、関連産業の誘致が必要であり、そのための必要事業として SEZ 開発が挙げられている。具体的には、ハードインフラの整備、農業・製造業間の強力な産業連携、ビジネスサービスの整備などが必要とされている。

3.1.2　ケニアにおける SEZ の概念と制度的枠組み

SEZ 制度の基本的枠組みである SEZ 法 (Special Economic Zone Act, No.16 of 2015、以下「SEZ 法」) は、2015 年末に策定された。SEZ 法の第 4 条（Section 4）では、SEZ の定義を「産業化に係わる産業省長官が告示した地区」としており、次のような特定された地域と定義している。

- ビジネス育成に向けた政策、統合された土地利用、各セクターに適したオンサイト、及びオフサイトインフラ、ユーティリティが提供されている地域、もしくは官、民、または官民連携による、そのような開発の潜在性を有する地域
- 持ち込まれたり提供されたりするサービスについては、輸入関税、税務に関して関税地域外の扱いとする地域
- 本法で定める優遇が適用される地域

✧　ケニアにおける SEZ 制度の概念は、SEZ 法と共に、その特徴を次のように示している。

- 良好なビジネス環境、2) 対象地区の需要に適合する質の高いインフラ、3) 当該地区のみへの裨益、が提供される仕組み
- 税関管理地域（つまり関税地域外）
- 当該地区の潜在性に応じた多分野の受入れ

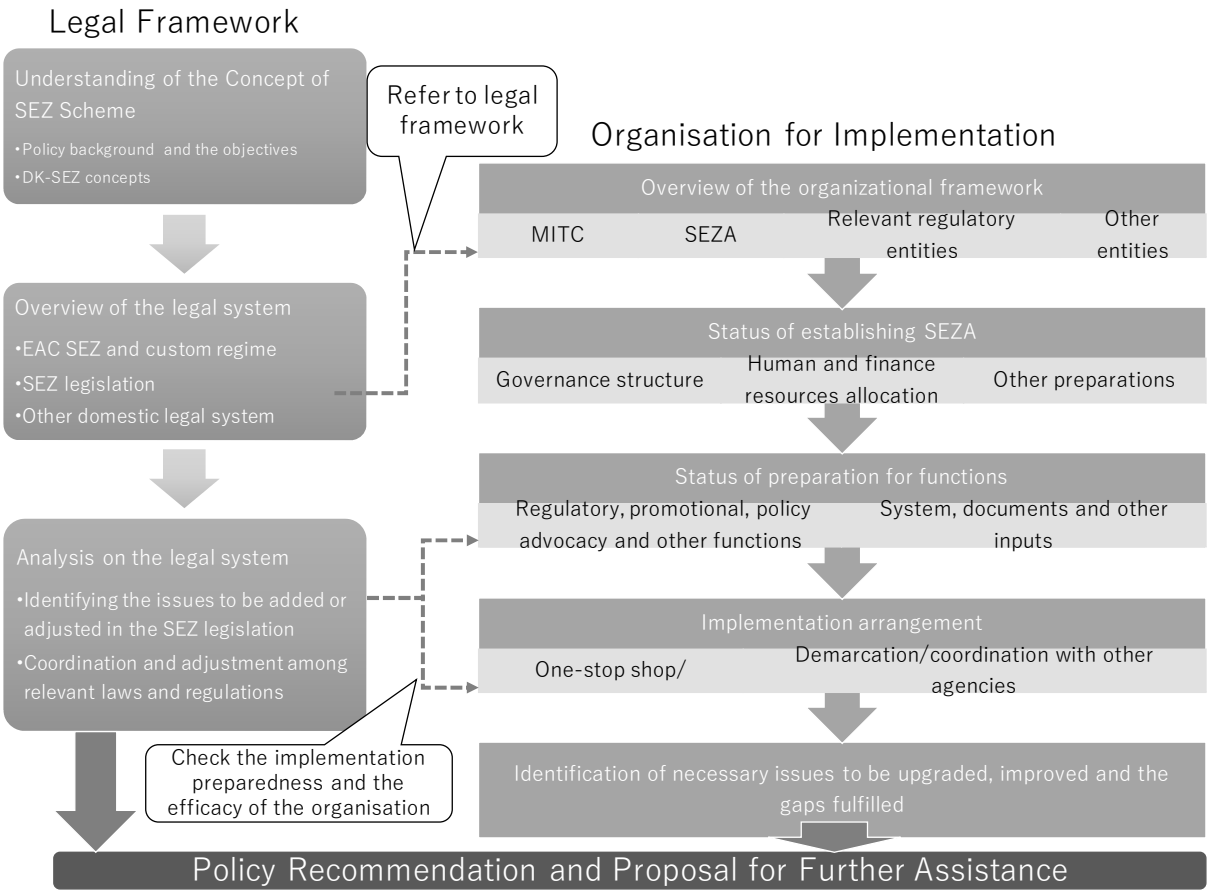
これらの概念を実現する SEZ 実施体制の制度設計及び組織体制の検討には以下の課題が含まれる。

- 良好なビジネス環境の実現を目指した行政サービスの提供及び規制
- ハードインフラの整備及び管理のための規制及び支援体制
- インセンティブを提供するための規制

SEZ 法は、SEZ 制度の規制官庁となる SEZ 庁の設置法にもなっている。また、同 SEZ 法で定められた手続きについて更に詳しく定めた SEZ 細則（Special Economic Zone Regulations）が 2016 年に制定された。SEZ 制度のもうひとつの重要な要素である関税の扱いについては、東アフリカ共同体関税同盟（EAC Customs Union）の関税規定に従い、税関管理に関する行政手続きは EAC 関税関連規定に基づき内国税務当局（ケニア歳入庁（Kenya Revenue Authority: KRA））が行っている。

3.1.3　分析方法

上述の状況を踏まえ、次のような順序で分析を行う。



出典：JICA 調査団

図 3.1.1　制度整備分析の流れ

本分析では、既存の法制度及び組織的枠組みが SEZ 概念の実現という目的に沿って効果的に機能しているのかどうかについてレビューを行う。それにあたり、まずこれらの枠組みでの運用及び実施体制を分析し、状況分析では設立中の組織と実施体制の現状を確認する。その後、サービス提供及び認可、法執行にかかる運用の取り決めを確認する。これらの分析を踏まえ、課題改善に向けた提言を行う。

3.2　SEZ 法制度概観

3.2.1　東アフリカ共同体（EAC）による SEZ 制度的枠組みの開発の進捗

(1) SEZ に係る EAC 政策と法制度の構造

ここではまず、EAC レベルにおける関税の扱いについてレビューを行う。

EAC 関税同盟は、2004 年にケニア、ウガンダ及びタンザニアで署名された EAC 関税同盟設立に係る議定書（The Protocol on the Establishment of the EAC Customs Union）に基づき形成されている。EAC 同盟諸国は、この議定書に基づき「東アフリカ共同体関税管理法（East African Customs Management Act: EACCMA）」を EAC における関税法として採択した。その後 EACCMA 実施のために、2010 年に EAC 関税管理規則が制定されている。SEZ 関連法規則の現状は下表の通りである。

表 3.2.1　SEZ 関連法規則

関連政策・制度	関連する条項	概要、留意点等
EAC SEZ 政策		調査団が入手している 2014 年時点のものをベースにレビューを実施。
EAC 関税同盟設立に係る議定書（The Protocol on the Establishment of the EAC Customs Union）	Part F. Export Promotion Scheme Article 25(3): Principles of Export Promotion Schemes Article 29: Export Processing Zones (EPC(Export Processing Zone)) Part G. SEZ Article 31: Freeports Article 32: Other Arrangements	EPZ から関税地域内への製品販売は年間総生産額の 20%までとする。 加盟国においては、EPZ、フリーポート、その他の特別な対応を取ることができる。
	Annexes to the Protocol on the Establishment of the EAC Customs Union. Annex VII on EPZ Regulations Annex VIII on Freeport Regulations	EPZ スキーム、フリーポート設置・運営については、加盟国間で統一のルールあり。実施に当たっては、透明性、説明責任、議定書との一貫性が必要。
東アフリカ共同体関税管理法（EACCMA 2004）	Part XIV, Sections 167-170: EPZ(Export Processing Zone Authority) and Freeport	EPZ、フリーポート内のモノに係る関税の扱いについてのルールは議定書に従う。
	EAC Customs Management Regulations 2010 Part XIV, Sections 169-178: EPZ Part XV, Sections 179-186: Freeport	EPZ とフリーポートにおけるモノの動きの制限に言及。

出典：SEZ Policy, Draft as of April 2014 に JICA 調査団にて追記

議定書では Part G が SEZ 制度に対応する項となるが、現状ではフリーポートについての言及があるのみである（Article 31）。一方、同盟国における国際貿易及び経済発展に資する SEZ 以外のタイプの地域についても言及がある（Article 32）。SEZ を取り巻く多様な側面については、フリーポート及び以下の項で言及する EPZ の他は、既存の法的枠組みには含まれていない。

SEZ の他には、議定書の Part F において、1) 関税払戻しスキーム（Article 26）、2) 関税及び租税戻し制度（Article 27）、3) 保税製造制度（Article 28）及び 4) EPZ 制度（Article 29）といった輸出促進制度とその指針について言及がある。

(2) EAC 政策の策定

EAC によって、SEZ 制度及び規制枠組みにかかる共通政策の整備が進んでいる。これは、既存の SEZ 制度及び法的枠組みにおける問題を踏まえて検討が始まったものであり、2014 年に作成されたドラフトでは次の課題が指摘されている。

- 既存の法的枠組みでは貿易と製造業のみがカバーされている（EAC レベルでの規制ではフリーポートと EPZ 制度のみ扱っている）
- SEZ 企業による EAC 市場へのアクセスを確保するためのインセンティブ調整の必要性2

2 EAC Special Economic Zone Policy (April 2014)より。

また SEZ 開発として、自由貿易区（Free Trade Zone: FTZ）、フリーポートゾーン（free port）、工業団地（industrial park）、ICT パーク（information communication technology park）、観光・レクリエーションゾーン（tourist and recreation centre）及び EPZ を含む 13 種類の種別が規定されている。2017 年 5 月にルワンダ・キガリで実施された第 2 回東アフリカ製造業ビジネスサミット（EAC Manufacturing Business Summit）では政策には言及せずに、繰り返し SEZ の重要性が述べられた[3]。その後行った産業省／SEZ 庁へのインタビューによると、議定書のための規則を最初に制定して制度の明確化を図ることで、EAC 関税同盟による SEZ 制度のためのより具体的なガイドラインが作成されることが検討されていた。

(3) EAC における SEZ 細則

先に述べたとおり、EAC レベルでの SEZ の規制枠組みは、フリーポート以外については詳細な言及がない。フリーポートについては、議定書の Annex III に、次のような制度の特徴を定義している。

表 3.2.2　EAC 関税同盟議定書におけるフリーポートの定義

	Description	Relevant Sections
Status of the Area	Outside of customs territory and not subject to the usual customs controls	Regulation 9
Activities	1. "~restricted only those activities that are required to preserve the goods, or to improve their packaging, preparation for shipment or marketable quality without changing the character of goods and shall exclude manufacturing or processing of goods". Warehousing and storage Labelling, packing and repacking Sorting grading, cleaning and mixing Breaking bulk Simple assembly Grouping of packages	Regulation 10
Geographical Location	2. "~may be established at seaport, river port, airports, and places with similar geographic and economic advantage."	Regulation 5

出典：EAC Annex Regulation をもとに JICA 調査団作成

本規定の中間段階では、フリーポートの地理的位置についてはその境界を示す一方で、業種は物流業とその周辺業であるラベリング、梱包、製品の主要な変換を伴わない再梱包及び製造としている。

上述のとおり、産業省／SEZ 庁によれば、議定書の SEZ 細則は、同盟諸国から各国レベルの法令をベースにした細則ドラフトが提出され、それが編集されて Annex として作成される。ドラフトは最終的に SCTIFI（Sectoral Council on Trade, Industry, Financial and Investment）の承認得ることになる。

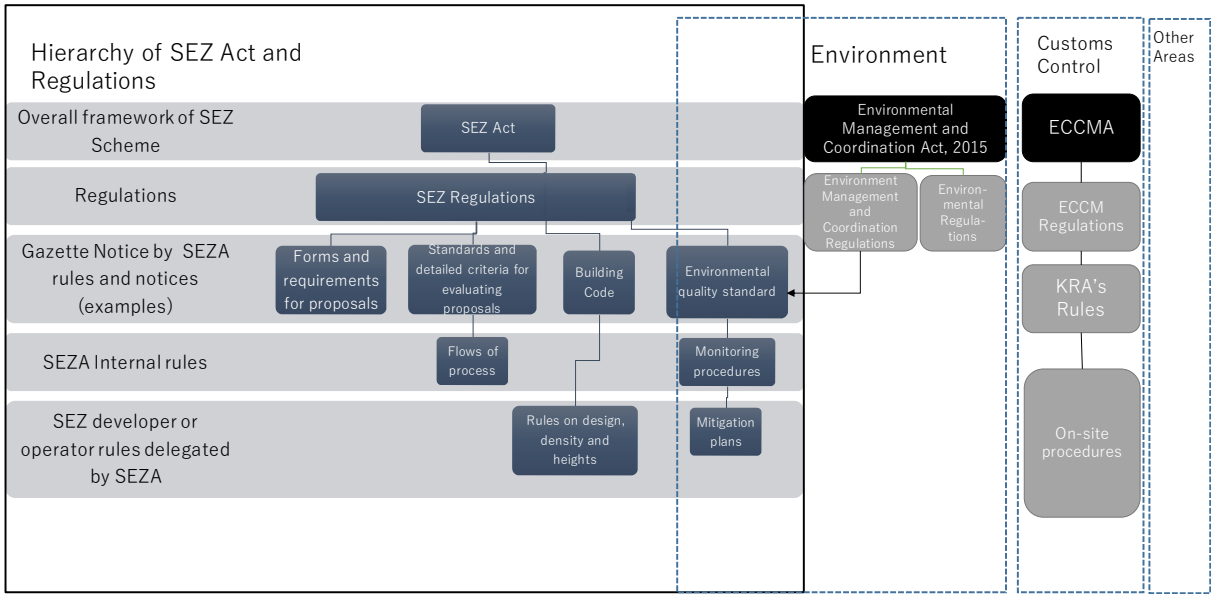
3.2.2　ケニアにおける SEZ 法制度枠組みの構造

SEZ 法は、SEZ の法的根拠となるものであり、制度運営の枠組みの骨子を表している。SEZ 制度の指定、ライセンス付与、管理には、SEZ 制度及び個別の SEZ を管理するための、多様な省庁や政府機関による広範な所掌分野をカバーする細則が必要である。必要な規制は政府機関の行政手続き及び内部規定に従って規定され官報レベルで公表されるべきものである。次の項で説明するように、SEZ 細則では、特にビル管理のように、個別のオペレーターがそれぞれの運用維持規則を整備することが認められている。

3 出典：EAC Press Release (http://www.eac.int/news-and-media/statements/20170525/kigali-resolutions-manufacturing)

下図は、SEZ 開発・運営管理に係る関連法も含む法制度の構造についてのイメージを表したものである。SEZ の開発や行政手続きにおける所掌や網羅する分野は本項の後半に記述している。

また下図は、例として環境管理と税関管理を示している。



出典：JICA 調査団

図 3.2.1　SEZ 制度運営・管理に係る法制度の構造（イメージ）

下表は SEZ 開発において順守、調整が必要な主要な法規を示したものである。これら法規の他に、SEZ 庁によるライセンス認可以外の会社法の下での会社登記、投資家保護、紛争解決、セクター別ライセンスが含まれる。

表 3.2.3　SEZ 運営に係る法規制の例と関連政府機関

課題	主要法規	内容	関連機関
National SEZ legislation	SEZ Act, No.16 of 2015	Overall national legislation on SEZ regulation, development and management	SEZA, MOI
	SEZ Regulations, 2016	First batch was promulgated. The contents include declaration of SEZ, licensing of SEZ developers, operators and enterprises, investment rules, and land use rules and building utility controls.	
Establishment and governance of SEZA	State Corporation Act	The law which provide rules for state corporation for its management.	State Corporation Advisory Committee
Fiscal Incentives	SEZ Act, relevant tax acts, legislated through Finance Acts	Fiscal incentives and the handling of customs, excises, and VAT are stipulated.	KRA
Customs management	Protocol on the Establishment of the East African Customs Union	Overall agreements on the customs union including rule regarding export promotion policy measures such as SEZ.	
	ANNEX IIIV of Protocol EAC	Regulations for establishment and customs management of freeports in SEZ.	
	East African Community Customs Management	EAC-level customs rules and regulations.	

課題	主要法規	内容	関連機関
	Act (EACCMA) and the Regulations		
PPP-type development and management	PPP Act	Framework for PPP-type project procurement rules	National Treasury (PPP Unit)
	PPP Regulations	Detailed rules for PPP-type project procurement	
Financial transaction	Central Bank of Kenya Act and Banking Act	Payment and receipt of funds by SEZ enterprises	Central Bank of Kenya
Land acquisition and registration	Constitutions 2010	Property rights: 65. Property rights and principles of land are defined. Non-citizens of Kenya are allowed only the leasehold up to 99 years (i.e., not allowed to possess land.) Expropriation and land acquisitions: National Land commission is established under the Constitution (65.) Planning	National Land Commission
	Land Act		Ministry of Lands, National Land Commission County Government
	Land Rating Act		
	Land Registration Act, 2012		
	Survey Act	Rules on the qualification the surveyors and handling of survey records.	Survey of Kenya
Building and construction	Physical Planning Act	Regulate land use and control development.	Ministry of Lands. National Land Commission County Government
	National Construction Authority Act	Construction-related project has to be registered and levied. Approval and regulate the qualification of contractors is also done by the National Construction Authority (NCA). It is necessary to coordinate and demarcate the mandates between the SEZ Regulations, 2016 and NCA Act and regulations.	National Construction Authority
	(Building Code: Local government by-law)	According to the SEZ Regulations, 2016, SEZA can develop own building code, but not really mention on the permit and enforcement. It also requires coordination of existing standards.	County Government
Environmental management	Environmental Management Act		NEMA
	Environmental Management Regulations	There are the regulations for the specific issues such as air quality, noise, water quality, and waste management established in the various years.	
	Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations	Covering EIA and environment audit.	
Payment of Tax	Income Tax Act	Obtaining personal identification number (PIN) to process corporate and personal income taxes.	KRA
	Other tax acts	VAT, Excise Act,	
Labour	Employment Act	Define the minimum rights of employees.	Ministry of EAC, Labour and Social Protection
	Occupational Safety and Health Act	Standards for safety, health and welfare of works are defined.	National Council of Occupational Safety and Health

課題	主要法規	内容	関連機関
	Industrial Training Act	It requires contribution to the Industrial Training Levy if a company employs more than 20 employees.	National Industrial Training Authority
Immigration	Kenya Citizen and Immigration Act	Rules on the immigration and permits for foreigners.	Department of Immigration Foreign Nationals Management Section
	Kenya Citizen and Immigration Regulations	Procedures and forms for immigration-related processes.	
Social security	National Social Security Fund Act	Rules on the mandatory registration and contribution for social security fund.	NSSF
	National Hospital Insurance Act	Rules on the mandatory registration and contribution for hospital insurance.	NHIF
Quality standards and metrology	Standards Act	Rules on the compulsory and voluntary standards.	Kenya Bureau of Standards
Plant and animal health	Plant Protection Act	Rules on importing plants, seeds etc.	Kenya Plant Health Inspectorate Service

出典：JICA 調査団

3.2.3　SEZ 法と SEZ 細則の概観

(1) SEZ 法

SEZ 法は、下表のとおり 7 章 40 条及び 2 つの別添から構成される。

表 3.2.4　SEZ 法の全体構成及び主な内容

章	章タイトル	主要記載事項
Part I – Preliminary		
Part II – The Special Economic Zones		
4	Declaration of the special economic zones	A designated geographical area where business enabling policies, integrated land uses and sector-appropriate on-site and offsite infrastructure and utilities shall be provided Outside of Kenya's customs area (customs controlled area)
5	Criteria for designating special economic zones	Project proposals are reviewed and approved as SEZs based on the nature of the project, geographical locations, land availability, proximity to resources, population centres and infrastructures, impact on the off-site infrastructure, environmental standards and requirement etc.
6~8	Customs Controlled Area arrangement	The goods and services are considered as imported from SEZ if removed from Kenya into SEZ, and exported from Kenya if brought in SEZ.
Part III – The Special Economic Zones Authority		
10~11	Establishment of the Authority	Outline of SEZA(power and functions)
12~16	Board of Directors	The organisation and power of the board of directors and CEO
17~20	Staff of the Authority	Rules on hiring, rules on operation are specified.
Part IV- Financial Provisions		
21	Establishment of the Fund	Establishment of fund for SEZ development.
22~25	Financial year	Budget planning, execution and financial management of SEZA
Part V –Regulatory Provisions		
26~27	Application and issue of license	License application, payment of fee, and time from the receipt of an application to approval of SEZ developers and operators are defined.

章	章タイトル	主要記載事項
28~29	Qualifications of a special economic zone entities	Qualifications and criteria of SEZ developers, operators, and enterprises are defined.
30	Register of licenses	Information management of SEZA
Part VI – Rights and Obligations of the Special Economic Zone Entities		
31~34	SEZ enterprises	Activities permitted within a special economic zone, facilities, rights of special economic zone enterprises
35	Benefits for SEZ entities	Fiscal incentives, work permits for foreign workers up to 20% of the total number of employees, other de-regulation
Part VII – Miscellaneous Provisions		
36	Power of the cabinet secretary	
37	Dispute resolution	
38	Exemption from stamp duty	
39	Regulations	
40	Transition	CS industry can approve infrastructure development and management projects as SEZ based on the certain conditions.
First Schedule Types of Special Economic Zones		
Second Schedule– Provisions as to the Conduct of Business and Affairs of the Board		

出典：SEZ Act, No.16 of 2015

(2) SEZ 法施行のための SEZ 細則

SEZ 細則は、SEZ 法実施のために必要な詳細規定を表すためのものである。SEZ 法において、必要な細則の整備を行う者として、産業省長官が任命されている。既存の SEZ 細則は 2016 年 8 月に公布されており、第 39 条(2)において、細則の内容が下表のとおり列挙されている。第 39 条(2)では、一般的な SEZ の指定基準が指定されている一方で､特定分野の SEZ に係る詳細はカバーされていない。また、立ち入りのための規則や条件及び料金については未公開である。

表 3.2.5　SEZ 細則の制定内容

Regulations and the Contents Listed in Section	Availability of Regulations
determine criteria for the designation and gazetting of all special economic zones;	*
determine the application process, criteria, conditions, terms and procedures for designation of special economic zones and licensing of special economic zone developers, operators and enterprises;	✓
determine the form of licences to be issued under this Act, and the procedures from amendment and revocation of the licences;	
determine the general conditions of entry of persons into a special economic zone;	
require information from special economic zone developers, operators and enterprises;	✓
determine the rules pertaining to the establishment, functioning, operations, and procedures for the special economic zone one-stop-shops;	✓
determine the rules for the special economic zone investment;	✓
determine the rules of special economic zone land use, development and building controls, as well as utility provisions and operations.	✓
determine the fees to be levied under this Act.	

注：「✓」は既存の細則でカバーされていることを示す。
出典：SEZ Act, No.16 of 2015, SEZ Regulations, 2016

SEZ 細則の内容は下表のとおりである。

表 3.2.6　SEZ 細則の構成

	項目
Part I	Citation and interpretation
Part II	Administration of special economic zones and institutions
Part III	Designation and gazetting of special economic zones
Part IV	Licensing of special economic zone developers
Part V	Licensing of special economic zone enterprises
Part VI	Information requirements from special economic zones end users
Part VII	One-Stop Shop
Part VIII	Investment rules for special economic zones
Part IX	Land use rules and building and utility controls
Part X	Authority fund, sanctions and fees
Part XI	Implementation of the regulations

出典：SEZ Regulations 2016

細則の立法手続きは次のように進められた。

(a) ケニア政府内での検討：細則のドラフトは関連省庁及びケニア政府の規制機関にて検討される。必要な修正及び関連する規制枠組みとの調整が必要とされる。
(b) パブリック・コンサルテーション：ドラフトは関連する民間セクターを含む外部ステークホルダーにて検討される。
(c) 法務省へドラフトを提出する。法務省確認の後、産業省長官へ返却される。
(d) 産業省長官は IFC との協議を経て国会委員会（財政・計画及び貿易）に申請書を提出する。
(e) 国会委員会（財政・計画及び貿易）の承認：委員会承認後、細則が公布される。

3.2.4　SEZ 制度の主な内容

(1) SEZ の定義、関税の取り扱い

SEZ の定義は本章序盤で説明したとおりである。SEZ の種類は第 4 条(6)に列挙されており、単一セクターによる SEZ か複数セクターによる SEZ であるか、第 2 条に記載されているゾーン別に定義されている。

表 3.2.7　SEZ 法における SEZ の種類

	SEZ の種別	定義
(a)	Free trade zone	SEZ customs controlled area where goods are off-loaded for transhipment, storage and may include bulk breaking, repacking, sorting, mixing, trading or other forms of handling excluding manufacturing and processing.
(b)	Industrial parks	A SEZ declared as such under section 4 with integrated infrastructure to facilitate needs of manufacturing and processing industries.
(c)	Freeport zone	Designated area placed at disposal of the SEZ or freeport authority where goods introduced into the designated area are generally regarded, in so far as import duties are concerned, as being outside the customs territory.
(d)	Information communication technology parks	A SEZ declared as such under section 4 to facilitate the information communication technology sector, its services and associated activities.
(e)	Science and technology parks	A SEZ declared as such under section 4 to facilitate the science and technology sector, its services and its associated activities

	SEZ の種別	定義
(f)	Agricultural zone	A SEZ declared as such under section 4[4] to facilitate the agricultural sector, its services and associated activities
(g)	Tourist and recreational zones	A SEZ declared as such under section 4 to facilitate tourism and recreation sector, its services and associated activities,
(h)	Business service parks	A SEZ declared as such under section 4 to facilitate the provision of services including but not limited to regional headquarters, business processing outsourcing centres, call centres, shared service centres, management consulting and advisory services and other associated services.
(i)	Livestock zones	A SEZ declared as such under section 4, in which the following activities are carried out: livestock marshalling and inspection; livestock feeding or fattening, abattoir and refrigeration; deboning; value addition; manufacture of veterinary products, and other related activities.
(j)	Convention and conference facilities	This category was added by the Finance Act, 2016 without definition.

出典：SEZ Act, No.16 of 2015

先に述べたように、EAC レベルでの詳細な関税規制はフリーポートに限定されており、この定義によれば、自由貿易区はフリーポートに分類される可能性がある。

なお EPZ は同リストには含まれていない。SEZ 細則では、EPZ デベロッパー、オペレーター及びエンタープライズは、SEZ 法及び SEZ 細則を順守する SEZ 企業としてのライセンスを申請し認可されれば、SEZ デベロッパー、オペレーター及びエンタープライズへの転換が認められる。EPZ から SEZ への転換にあたり、SEZ に転換した企業であるというステータスの確認と、より詳細な規則が必要である（SEZ 細則 17 条）。

SEZ 法第 2 条及び第 4 条(6)に明記されているとおり、SEZ は関税地域外であり、SEZ は税関管理地域となる[5]。したがって、仮に SEZ から製品が持ち出されて関税地域に持ち込まれた場合、その製品は「輸入された」と見做される。同様に、サービスが SEZ から関税地域に提供された場合はそのサービスが「輸入された」と見做される（第 6 条及び第 7 条）。SEZ 全域が税関管理地域に指定されているということに留意が必要である。

(2) 土地の開発と管理

土地の開発と管理について、SEZ 法には規定されていないが、SEZ 細則では以下のとおり義務づけられている。

- SEZ 庁は提案された全てのマスタープラン及び SEZ デベロッパーによるゾーニングを保証すること、
- SEZ 庁がマスタープランを作成した場合においては、SEZ 庁は SEZ 周辺の土地について、既存の土地利用計画と競合しないこと

が義務付けられている。

[4] SEZ 法の中での SEZ 指定に係る条項

[5] 税関管理地域は特定の企業が税関管理オペレーションを行うエリアであると定義される。関税地域は「ウガンダ、ケニア、タンザニアにおける地理的な地域及び EAC 同盟設立条約第 3 章におけるその他 EAC 同盟国のこと。但し SEZ は含まない。」（第 2 条）と定義される。

この他、SEZ 庁は地方政府と連携する義務があるとする一方で、(3)では「SEZ 庁によるマスタープラン及びゾーニング指示は、それ以前に同一の土地に対して競合していた土地利用に優先する」と規定されている（細則第 38 条）。

SEZ 庁は関連省庁や政府機関との間で、管理またはサービス提供に係るサービスレベル契約（Service Level Agreement 。以下「SLA」）を締結する（例えば、細則第 26 条(4)SEZ 企業のライセンス及び認可、細則 39 土地の登記）。

(3) 規制関連機関の定義

SEZ 法では、産業省長官が財務を所掌するため、規制機関を

1) 当面は産業化に係る事項を所掌する産業省長官（第 2 条）、
2) SEZ 庁、
3) その他関連組織、税関及びケニア歳入庁の長官、国家土地委員会

としており、そのうち SEZ 庁の理事会メンバーとなっているものもある。SEZ 開発全体の組織体制は 3.4 にて説明される。

SEZ 法は主な SEZ 企業を次のように定義している。

- SEZ デベロッパー：
  SEZ の計画・開発に携わる企業体で、SEZ 法の下で SEZ 運営の計画・実施を行う企業体及び行わない企業体両方を指す。
- SEZ オペレーター：
  SEZ の管理に携わり、SEZ 法で指定された企業体を指す。
- SEZ エンタープライズ：
  SEZ 法でライセンスを認可された企業体を指す。

さらに、SEZ 細則では SEZ 企業の集合体及び SEZ に参入し経済活動を行うと考えられるその他主体に対しても定義付けを行っている。

- SEZ エンドユーザー：
  (a) SEZ 駐在入国許可取得者、(b) SEZ 企業、(c) SEZ 投資家、(d) SEZ 労働者、(e) SEZ 訪問者を指す。

SEZ エンタープライズの権利義務によれば、サービス提供や生産、加工、SEZ 外への輸出または SEZ 内で販売を行う企業で SEZ オペレーターでないものは、SEZ エンタープライズとされている。これらは SEZ の「テナント」と見做される。

(4) ビジネス環境の改善とインセンティブ

i) SEZ 制度を通じたビジネス環境改善の特徴

SEZ 制度ではビジネス環境の改善が構想されている。ライセンスを取得した SEZ エンタープライズには、国有化や開発に対する財産権の保護、資本及び利益の本国送金の権利が認められている。関税地域での製品及びサービスの輸出販売権が確保されている一方で、その権利は EAC の関税法に依って行使することができる（第 34 条）。

ii) SEZ デベロッパー、オペレーター、エンタープライズに対する優遇

下表では、SEZ 法にて規定され財政法（2015 年及び 2017 年）における変更及び財政法（2016 年）[6]によるさらなる変更を反映したインセンティブを示している。

表 3.2.8　SEZ 法及び財政法における SEZ 企業への優遇

法令	節	内容	関連法
SEZ Act	35	(1) All licensed special economic zone enterprises, developers and operators shall be granted tax incentives as specified in respective tax laws.	Respective tax laws
		(2)Subject to subsection (1), the licensed special economic zone enterprises, developers and operators shall be granted the following exemptions from- ・Stamp duty ・Foreign Investments and Protection Act ・Statistics Act ・Payment of advertisement fees and business service permit fees (levied by the respective country governments' finance acts) ・General liquor licenses and hotel liquor license under Alcoholic Drinks Control Act, 2010 ・Stamp duty ・Foreign Investments and Protection Act ・Statistics Act ・Payment of advertisement fees and business service permit fees (levied by the respective country governments' finance acts) ・General liquor licenses and hotel liquor license under Alcoholic Drinks Control Act, 2010 ・Manufacturing license under the Tea Act ・License to trade in unwrought precious metals under the Trading in Unwrought Precious Metals Act ・Filming license under the Films and Stages Plays Act ・Rent or tenancy controls under the Landlord and Tenant (Shops, Hotels and Catering establishments) Act	Respective laws
		(3) The licensed Special Economic Zone Enterprises, Developers and Operators shall be entitled to work permits of up to twenty per cent of their full-time employees;	
Finance Act, 2015	5	<VAT Exemption> VAT exemption for the supply of taxable goods to special economic zone enterprises, developers and operators licensed under the Special Economic Zone Act	Third Schedule Head B Rate of Tax, Paragraph 2. Corporate Tax
		VAT exemption for Supply of taxable services to special economic zone enterprises, developers and operators licensed under the Special Economic Zone Act	Schedule A of Part II (Exempted Services) Paragraph Article 24

[6] 財政的インセンティブについては、財政法（2016 年）は第 35 条(1)の記述を「(…shall be granted exemption from) all taxes and duties payable under the Excise Duty Act, the Income Tax Act, east African Community Customs Management Act and the Value Added Tax Act, on all special economic zone transactions」から「~tax incentives as specified in respective tax laws」へ修正している。

法令	節	内容	関連法
	16 18	<Income Tax on dividends > Exemption of income tax on income accrued by dividends (inserting the words "special economic zone enterprises, developers and operators licensed under the Special Economic Zone Act" after venture capital company) <Income Tax rate reduction> For a special economic zone enterprise, developer and operator, ten percent for the first ten years from date of first operation and thereafter fifteen percent for another ten years	Finance Act 2015 Part III Income Tax Act Cap. 470 First Schedule (Exemption of Income Tax) Paragraph 46 (h) Third Schedule Head B Rate of Tax, Section 2. Corporate Tax After sub-paragraph 2, (h)
		In case of a special economic zone enterprise, developer and operator in respect of payments other than dividends made to non-residents at the rate of ten percent	Section 3 (non-resident tax rate), (n)
Finance Act, 2017	15	<Income Tax exemption for dividends for non-residents> Exemption of income tax on the dividends paid from special economic zone enterprise, developer and operator to any non-resident person	Finance Act 2017 Part IV Income Tax Act Cap. 470 First Schedule (Exemption of Income Tax) Paragraph 55
	17	<Investment deductions> 100% investment deduction for capital expenditure incurred on the construction of a building or on the purchase and installation of machinery by or for a special economic zone enterprise for use by the enterprise in carrying out the business activities for which it was licensed. Deduction is against the gains or profits of that enterprise in the year in which the building or machinery is first used.	Finance Act 2017 Part IV Income Tax Act Cap. 470 Second Schedule Part IV Investment Deduction Paragraph 24C and 24D
		150% investment deduction for capital expenditure incurred on the construction of a building or on the purchase and installation of machinery by or for a special economic zone enterprise located outside Nairobi and Mombasa Counties.	
	18	＜Withholding Tax rate reduction for non-residents> Non-resident tax for services, royalty, and interest payments paid to a special economic zone enterprise, operator and developer from non-resident persons is 5% (otherwise 10 to 25%).	Finance Act 2017 Part IV Income Tax Act Cap. 470 Third Schedule Head B inserting Item 3 (a)~(c)
	58	Exemption of export levies	Finance Act 2017 Part VI Miscellaneous Fees and Levies Act, 2016, First Schedule Part A
	59	Exemption of import declaration fee (IDF)	Finance Act 2017 Part VI Miscellaneous Fees and Levies Act, 2017, Second Schedule Part A

出典：SEZ Act, 2015 and Finance Act, 2015, 2016, and 2017 を元に JICA 調査団作成

これらのインセンティブに加え、財政法（2016 年）では 100 エーカーを超える工業団地の建設に利用される建設資材（国内で購入または輸入したもの）の付加価値税（VAT）を免除するとしている。財政法（2017 年）ではさらに、組立車輌について 5 年間の法人税減免を定めている[7]。

[7] 5 年間は 15%。現地調達の場合の工場渡し価格の 50%について 5 年間が追加されている。

i) EPZ 制度からの改善

ケニアには、SEZ に似た制度として 1990 年代に EPZ 制度が導入されており、これまでに 90 社以上が参加している[8]。ゾーン数は 2015 年の 56 か所から 2016 年の 65 か所へと急激に増えた。一方、EPZ 企業数の増加は緩やかで、2012 年の 82 社から、2016 年に 91 社に増えた程度である（つまり、1 年に 2～3 社程度）。

EPZ 制度の実現可能性に係る課題として次のことが挙げられている[9]。

- EAC 関税同盟議定書によって、EAC 市場を含む関税地域への輸出上限が 20%と規定されている。投資は Regional Market を対象としているため、EAC 市場の他に特定産業のための市場を確保することは困難である。また、EPZ 企業はグローバル市場の需要の変動に対応する必要があることも指摘されている[10]。
- 単一工場の EPZ は多数の小規模ゾーンに点在しており、この傾向はモンバサで特に顕著である。このような点在する傾向にあるゾーンに対しては、効率的な行政手続き管理サービスの提供が困難である。
- 一方、EPZ と SEZ の二つの制度の主な違いは次のように要約される。
- SEZ 制度では裾野の広い産業が拠点を構えられること（EPZ は加工、製造、梱包等付加価値を付けるための地域）11
- SEZ 制度では将来的な拡大の可能性がある（EPZ 企業は官報に掲載されて以降はその境界を越えて拡大することはできない）
- 公的な閾値がないにも関わらず、SEZ 法と SEZ 細則では引き続き、ゾーンは利便性の良いインフラが整備されなければならないとすると共に、一定数以上の産業を受け入れられるキャパシティを擁していなければならないということを、規定している。

(5) SEZ 開発に係る手続き

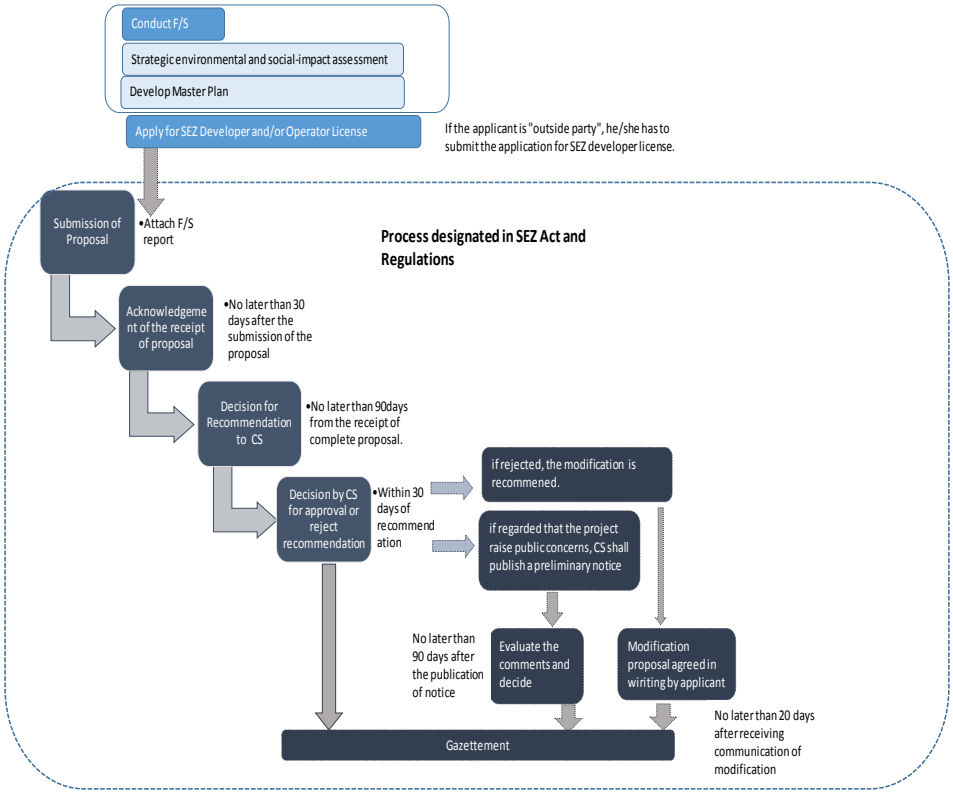
本項では、SEZ サイトを指定する手続き、デベロッパー、オペレーター、エンタープライズのライセンスについて説明する。

i) SEZ の指定

SEZ は SEZ 庁の推薦及び財務省長官との協議を伴う産業省長官の指定よって区分され官報で公表されなければならない。SEZ 法に定められた SEZ 指定に係る手続きは下記の通りである。

---

[8] Economic Survey (2017)によると、65 か所のゾーンが 91 企業の受入れ先として公表された（暫定値）。
[9] EPZ 企業へのインタビューによる。
[10] ケニヤッタ大統領は上限を 40%に引き上げることを宣言したが、実施は未定。
（出典：Business Daily, http://www.businessdailyafrica.com/news/EPZ-firms--local-sales-quota-raised-to-40pc/539546-3910518-gui6okz/index.html)）
[11] 拡大のための追加用地については SEZ 細則第 15 条に記載されている。



出典：SEZ 法、2016 年 SEZ 細則を元に調査団作成。

図 3.2.2　SEZ 指定プロセス

上図は SEZ 指定のための事前申請の過程を含んでいる。このプロセスについては以下の点に留意する必要がある。

SEZ 指定の申請後、「外部組織」はデベロッパーライセンスの申請が必要となる。「外部組織」は SEZ 庁以外の機関を指す[12]。デベロッパーの申請手続きは第 4.3.2 条に述べられている。

官民連携（Public Private Partnership。以下「PPP」）事業は PPP 法（2013 年）No. 15 及び PPP 細則（2014 年）に延べられている方針及び規定に従う。

SEZ 指定に係る提案は実行可能性検討調査（Feasibility Study）と共に提出する必要がある。PPP 細則(1)の 11 では、検討が必要な事項として以下が挙げられている。

(a)　市場需要分析
(b)　マスタープランの概要
(c)　経済効果評価
(d)　PPP 細則に沿った戦略的な環境社会評価
(e)　PPP 法第 5 条で規定する基準に基づく、政府機関による事業評価に必要なその他情報

PPP 細則で列挙される、PPP 法第 5 条で規定された基準及び条件は以下のとおり。

[12] SEZ 細則第 2 条にて「a party not within the Authority, but includes all other government, private-sector, foreign governmental and non-governmental entities」と定義されている。

表 3.2.9　SEZ 法及び SEZ 細則における SEZ 指定のための基準及び条件

SEZ 法における SEZ 指定にかかる条件 (Section 5)	SEZ 細則における SEZ 指定にかかる条件 (13)
(a) nature of the proposed project (b) intended size and perimeter of the proposed special economic zone (c) availability of land and unencumbered land titles (d) geographical location and topography (e) proximity to resources, population centres and infrastructure (f) infrastructure and other utility requirement from national and county governments including water, power, sewage, telecommunication, solid waste and waste water management (g) provision of medical, recreational, security fire safety, customs, and administrative facilities (h) impact on off-site infrastructure, utilities and services (i) approvals of land uses and zoning requirements to special economic zones (j) environmental standards and requirements (k) any other criteria as may be prescribed in the regulations	(a) land availability: land sufficiency and room for possible expansion (b) industrial economics and dynamics criteria presence of business activities (c) accessibility and connectivity criteria access to means of major transportation and to raw materials and labour (d) infrastructure criteria availability of water, waste water treatment, social infrastructure etc (e) socio-environmental criteria compliance with socio-environmental requirements under any relevant laws, abilities to relocate population in a socio-economically acceptable manner if population displacement is involved, relocation and agricultural, commercial and other industrial activities (f) topographical and construction constraints (g) development impact potential skill development, employment creation etc

出典：SEZ Act 2015 and SEZ Regulation 2016 を元に JICA 調査団作成

これによると、産業省長官は市場需要、政策目標、デベロッパー要望等に基づいて SEZ の種類を指定することができる（第 14 条(2)）。また先に述べたように、SEZ には様々な種類が想定されており、特定の種類の SEZ を指定するための基準等を表した仕様書は、SEZ 庁の官報で公表される（SEZ 細則第 14 条(3)）。

SEZ 細則は SEZ 法の基準に対応する詳細を規定しているが、細則が必ずしも明確な基準を表しているものではないことに留意する必要がある（例えば数値による閾値等）。細則では、詳細は産業省長官によって官報で公表されることが示されている。

3.4.2 で説明したように、SEZ 指定申請のための書式は整備されていない。産業省／SEZ 庁へのインタビューによると、既存 SEZ の申請者は SEZ 法での指定に従って申請に必要な事項を準備する。申請書は SEZ 法、SEZ 細則、産業省の理事会メンバーによる技術的知識に沿って精査される。

ii) SEZ デベロッパー及びオペレーターのライセンス

i.SEZ デベロッパー及びオペレーターの適格条件

SEZ デベロッパーとなるための条件は、SEZ 法第 28 条で以下のとおり規定されている。後に言及する権利義務として、本項では主としてデベロッパーについて説明し、オペレーターに関する個別の項は設けない。

(a) SEZ 事業を行う企業としてケニアで会社登記していること
(b) SEZ 開発または運営に係る十分な経験と資金力、技術、管理能力があること
(c) SEZ 細則（土地利用）に基づき SEZ 内に用地を取得またはリース契約により確保していること

本条項では、用地取得またはリース契約による土地確保は、SEZ デベロッパーライセンスの必要条件として示されている。一方で、前項で説明したように、取得済用地の SEZ 指定申請については、SEZ デベロッパーライセンス申請と同時に手続きが行われる。

SEZ のデベロッパーライセンス及びオペレーターライセンスはデベロッパー及びオペレーター相互の合意及び SEZ 開発制度の種類に応じた関係機関との合意の下に認可される[13]。SEZ 細則では下表のような SEZ デベロッパーとオペレーターの組み合わせを想定している。SEZ デベロッパー及びオペレーターは事業主または SEZ 庁によって指定され、事業主または SEZ 庁と合意書を締結する。

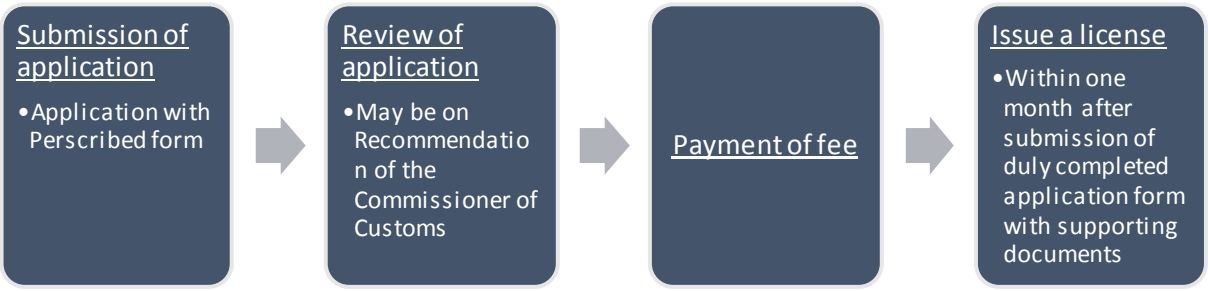
表 3.2.10　SEZ デベロッパー及びオペレーターの種類

事業種別	開発者	運営者
Public sector-led Developer-led PPP project	SEZ developer is to be selected by SEZA and conclude an agreement with SEZA SEZ developers develops the project with SEZ developer license	SEZ developer undertakes operation with SEZ operator license. A separate SEZ operator concludes an agreement with SEZ Developer If declined by SEZ Developer for selection of SEZ operator, SEZA selects and concludes an agreement.
Operator-led	SEZ operator selects and concludes an agreement with a SEZ developer.	-
Existing SEZ	-	SEZA select SEZ operator and concludes an agreement.

出典：SEZ Regulation 2016 を基に JICA 調査団が作成

ii.SEZ ライセンスの発行手続き

SEZ の開発、運営、SEZ 内での活動、施設維持のためには SEZ 庁が発行する SEZ ライセンスが必要である（SEZ 法第 26 条）。ライセンス付与について、SEZ 法における一般的な流れを次の図に表す。



出典：SEZ 法を基に調査団作成。

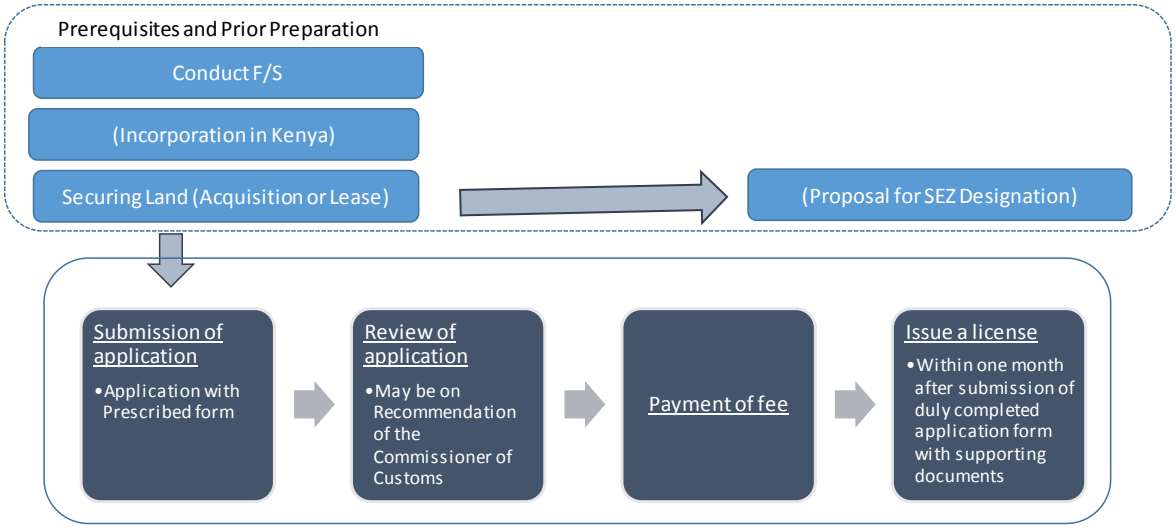
図 3.2.3　SEZ ライセンス発行の流れ

SEZ 法では、SEZ デベロッパーが要件を満たしたライセンスの申請から 1 ヶ月以内にライセンス付与の可否を決定するものとしている。ライセンスは所定の書式に実施される特定の活動、有効期間、その他の情報を記載する必要がある。また今後、評価手続き及び申請書評価の基準は SEZ 庁が整備し公表することが予定されている。SEZ 法ではそれらを「申請者が提案した SEZ 事業の特定技術及び財務計画、財務的実行可能性、環境社会インパクト（specific engineering and financial plans, financial

[13] SEZ 細則第 21 条

viability, and environmental and social impact of the applicant's proposed special economic zone project）」として列挙している（第 27 条(3)）。

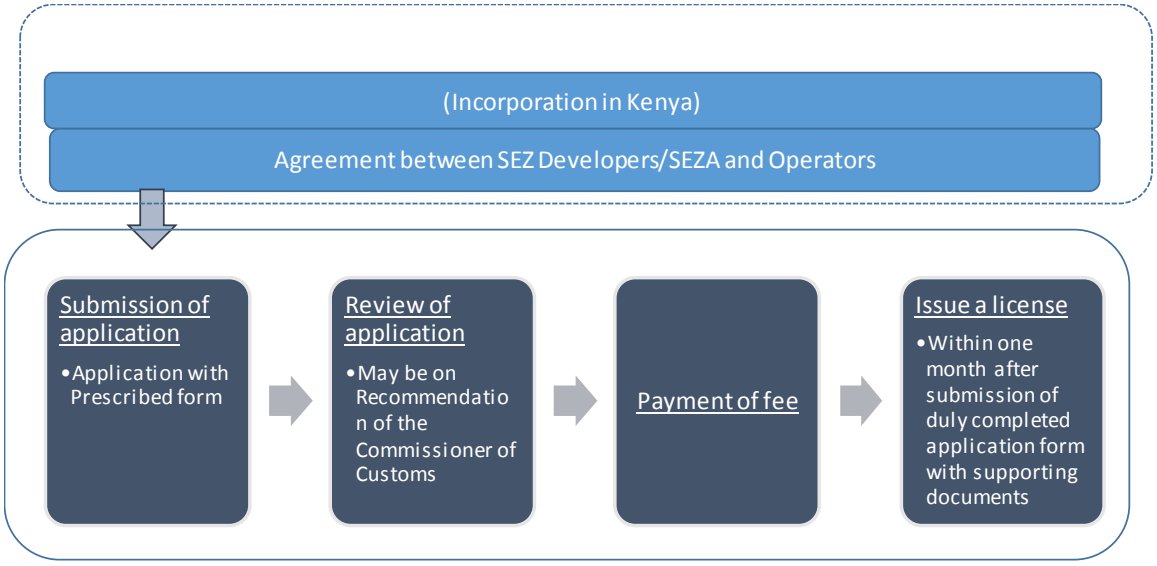
下図は SEZ デベロッパーライセンス取得までの主なステップを表している。後に述べるが、デベロッパーとオペレーターのライセンス取得には 1) デベロッパー及び／またはオペレーターと開発制度の種類に応じた関係機関との合意と 2) ライセンス料の支払いが必要とされる。これらのほかに、前項で述べた必要条件が含まれる。また、PPP 事業の場合には PPP 法に基づく公共調達の手続きが含まれる。土地の編入と取得は申請者の状況による。



出典：SEZ 法を基に調査団作成。

図 3.2.4　SEZ デベロッパーのライセンス発行フロー

下図は SEZ オペレーターのライセンス発行フローである。まず始めに、オペレーターがデベロッパーまたは SEZ 庁とサービス提供に関しての合意を結ぶ。その後、特定のゾーンを開発したデベロッパーは当該ゾーンのオペレーターにもなることが可能となる。



出典：SEZ 法を基に調査団作成。

図 3.2.5　SEZ オペレーターのライセンス発行フロー

申請書を精査するための手続きや基準、ライセンス料は SEZ 庁の官報で公表されることになっている（SEZ 細則第 20 条、第 21 条）。

iii.ライセンスの有効期間

有効期限は、1) SEZ の土地リース契約または営業権の期限が終了しない限り、2) SEZ デベロッパーまたはオペレーターの合意期限が終了しない限り、3) SEZ 庁によってライセンスが無効とされない限り、無限である（SEZ 細則第 21 条(3)）。

iv.SEZ デベロッパー及びオペレーターの権利と義務

SEZ 法には SEZ デベロッパーの権利と義務について次のように記されている。第 33 条(1)が SEZ デベロッパーに関する条項とされているものの、実際にはオペレーターの権利と義務についても含まれている。また、本内容についてのオペレーターに特化した条項はない。

表 3.2.11　SEZ デベロッパー及びオペレーターの権利と義務

33.	(1)	A Special Economic Zone Developer shall have the right to- (a) act or appoint a Special Economic Zone Operator to undertake management and administration of the Special Economic Zone on its behalf subject to Subsections (2), (3) and (4) of this Section, Section 28(b) and such other licensing requirements as may be prescribed; (b) lease, sub-lease or sell land or buildings to licensed Special Economic Zone Operators and Enterprises, and charge rent or fees for other services that may be provided; (c) acquire, dispose or transfer Special Economic Zone lands or other assets; (d) develop, operate and service special economic zones lands and other assets in conformity with applicable law and its license (e) provide utilities and other services in the Special Economic Zone, in accordance with its license, and to charge fees for such services; (f) provide utilities and other services outside the Special Economic Zone in conformity with applicable law; (g) enjoy the benefits that may accrue under the provisions of this Act; (h) enter into contracts with private third parties for the development, operation, and servicing of Special Economic Zone lands and other assets, including on-site and off-site infrastructure; (i) enter and freely participate in international financial markets, without any legal impediments or restrictions, to obtain funds, credits, guarantees, and other financial resources; and (j) advertise and promote the Special Economic Zone for which it holds a license to potential investors and service providers.
	(2)	A Special Economic Zone Developer shall, in such manner as may be prescribed- (a) perform such physical development works or make such improvements to the Special Economic Zone site and its facilities as may be required according plans approved by the Authority; (b) provide adequate enclosures to segregate the zone area from the customs territory for the protection of revenue together with suitable provisions for the movement of persons, conveyances, vessels and goods entering or leaving the zone; (c) provide or cause to be provided, adequate security on the site, as maybe determined by the Authority in its license; (d) adopt and enforce such rules and Regulations within the Special Economic Zone that promotes safe and efficient business operations; (e) maintain adequate and proper accounts, and other records in relation to its activities, employment statistics, business and report on zone activities, performance and development to the Authority on a periodic basis or as required by the Authority; and (f) register all leases with the Authority.

出典：SEZ Act, 2015

iii) SEZ 管理規則

SEZ 細則では SEZ デベロッパーとオペレーターが権利義務を行使する際の規則を規定している。特に 23 条(1)及び(2)では、ワンストップショップ（One Stop Shop: OSS）を SEZ 庁と調整して設立す

る際の SEZ デベロッパーとオペレーターの義務と、SEZ 管理のための内部規定を整備するための権限について規定している。

(6) SEZ エンタープライズのライセンス

i) SEZ エンタープライズの適格条件

SEZ 法でライセンスを付与された企業（SEZ エンタープライズ）は次のとおり。

① 100%外国資本も可能だが、ケニア法人であること
② SEZ で実施することが許可されている活動に従事すること
③ 環境、国家の安全・治安、公共衛生に負の影響を及ぼさないこと
④ 法に則って操業すること

ii) SEZ ライセンスの発効手続き

SEZ 細則では、ライセンス申請の承認プロセスを示しており（SEZ 細則第 28 条）、ネガティブリストや健康、環境、治安、消費者の権利、文化及び財政の安定等、懸案分野であるかどうかを踏まえた提案書のスクリーニングを含んでいる。

ケニアでの同様の事業経験のない新規投資家については、その産業に応じた様々なライセンス及び認可が必要と考えられる。SEZ 制度の管理では、OSS の設立や電子登記を通じて SEZ 企業が事業実施しやすい体制の整備を目指している。そのような制度は完全な運用が開始されるまでに一定期間を必要とする一方、事業全体のスタートアップに必要な期間を予想するには、ライセンス及び認可、地方政府を含む関係政府機関との調整に係る正確な最新情報が必要である。

iii) SEZ エンタープライズの権利義務

SEZ 法（2015 年）には、SEZ エンタープライズの権利が下表のとおり規定されている。

表 3.2.12　SEZ エンタープライズの権利

34.	A licensed Special Economic Zone enterprise shall enjoy:- (a) the full protection of its property rights against all risks of nationalization or expropriation; (b) the right to fully repatriate all capital and profits, without any foreign exchange impediments; (c) the right of protection of industrial and intellectual property rights, in particular patents, copyrights, business names, industrial designs, technical processes and trademarks; (d) the right to admit into the Special Economic Zone for which it is licensed, to export and sell in the customs territory all classes or kinds of goods and services in accordance with the Customs laws of the East African Community; (e) the right to transact and carry on business with a non-Special Economic Zones enterprise; (f) right to transact and carry on business with non-special economic zones enterprise (g) the right to contract with any other enterprises, to buy, sell, lease, sublet or otherwise exercise, manage, or transfer land or buildings within a Special Economic Zone, subject to the said enterprise's own property rights; (h) the right to contract with any other enterprise, to buy sell, lease, sublet, or otherwise exercise, manage, or transfer land or buildings within a Special Economic Zone subject to the provisions of the East African Community Customs Management Act and applicable regulations in respect of the activities of such enterprise within the special economic zone; (i) the right to determine the prices of any of its goods or services sold inside or outside the Special Economic Zone for which it is licensed; (j) the benefits in the national context of an open, free competitive investment environment, including the right to freely engage within the Special Economic Zone for which it is licensed in any business, trade, manufacturing or service activity not prohibited by this Act; and (k) all other rights and benefits granted to licensed Special Economic Zone Enterprises under this Act.

出典：SEZ Act, 2015

ここでは、良好なビジネス環境の確保によって財産権を保護することを目的としている。また、資本及び利益の自由な本国送金も認めている。

SEZ 法には、SEZ エンタープライズの義務について特別規定する条項はないが、SEZ 細則において、健康または安全にかかる技術的な要求事項、公衆衛生維持のための必要政策、国家安全保障または国内治安、労働者、安全、消費者の保護及び環境保護が規定されている（SEZ 細則第 27 条）。

3.3　SEZ 法整備の進捗

SEZ 認定、及び SEZ デベロッパー、オペレーター、エンタープライズライセンス付与、SEZ 開発、入居、操業に向けた関連ルールについて、SEZ 細則で SEZ 庁による運用規則を策定することが定められているが、今後調整が必要と考えられる事項を以下に整理する。このほか、特定業種に関する許認可等についても留意する必要がある。また、実施にあたって必要となる、表 3.2.3 に記載された様々な法令や機関との調整についても示している。

表 3.3.1　SEZ 開発、認可、操業に係る細則、規則策定進捗

規制・基準	該当する SEZ 法、細則及び該当条文	SEZ 法、細則で指定された他の法令	策定、変更が必要な法令、規則	調整が必要な法令、規則
SEZ 認定				
プロポーザル（F/S）の必要項目	SEZ 細則（以下、R2016 注）			
SEZ 設置位置に関する規定	R2016		産業省長官による規則（Gazette notice by CS）	開発計画、公共サービス、環境関連の法令との整合性を調整する必要あり。郡政府の計画・規則との関係整理必要。
SEZ タイプ分けの基準、基準サービス内容、インフラ	R2016 14. (1) (2) (3) (5)		SEZ 庁の規則(Gazette notice by SEZA）)	開発計画、公共サービス、環境関連の法令との整合性を調整する必要あり。
PPP 案件のプロポーザル	R2016 11, (2)	PPP 法(PPP Act, No.15 of 2013)		
SEZ デベロッパー、オペレーターライセンス				
申請審査手順、基準	R2016 20		SEZ 庁の規則	
ライセンス内容の一時停止、取り消し、再付与の手順	R2016 21.(4)		SEZ 庁の規則	
オペレーター契約先選定基準、手順	R2016 19.(5)		SEZ 庁の規則	
SEZ エンタープライズライセンス				
SEZ 投資が禁止される産業（ネガティブ・リスト）	R2016　28.			
SEZ 入居者、SEZ エンタープライズの登録に係る必要情報	R2016　26. (1)		SEZ 庁の規則	

規制・基準	該当する SEZ 法、細則及び該当条文	SEZ 法、細則で指定された他の法令	策定、変更が必要な法令、規則	調整が必要な法令、規則
公衆衛生、治安・安全、消費者保護、金融関連（金融、保険セクター）、環境保全、文化、金融の安定等に係る規則、基準	R2016 27.	関連する国際基準		各分野の関連法令 各法の認証・検査等に係る実施方法について調整必要
マスタープランと土地利用計画作成				
土地利用計画、ゾーニングの審査手順	R2016　38.(4)		SEZ 庁の規則	M/P 作成時には当該郡政府の土地利用計画担当者等との調整必要
不動産登記情報と地図に入れる必要項目	R2016　39. (2), (3)		SEZ 庁の規則	土地情報の記録、管理において、他省との協力で実施を想定（サービスレベル契約（SLA）を土地省と締結）
建築物、ユーティリティの規制				
建築基準、建築許可、建物占有許可、開発行為開始許可の基準と審査手順	R2016　40.		SEZ 庁の規則	国レベルと郡レベルの既存法令、基準等との調整要
環境管理				
環境許可（Environment Permit）	R2016　41.	環境管理調整法（Environmental Management and Co-ordination Act）、環境規則（関連各分野の規則）その他、2016 年細則 44(4) では、ISO 等他の基準について言及。	NEMA との協議により SEZ 庁独自の基準の策定	NEMA と SEZ 庁双方が認可検査、監査実施の可能性（SEZ 細則 で規定）
環境許可を要しない活動分野リスト	R2016　42.		SEZ 庁の規則	
環境社会配慮に関する管理システム	R2016　44.(5)		SEZ 庁の規則	
EIA 必要要件	R2016　45. (4)	環境規則（EIA）	SEZ 庁の規則	NEMA との調整が必要。
公衆衛生、動植物検疫				
公衆衛生の保全	R2016 49.　(4)			
検査、認可手続き	R2016　49. (2)		SEZ 庁による手続きの通達	手続きは関連機関の協力を得て作成する必要あり。SLA による実施等を想定。

規制・基準	該当する SEZ 法、細則及び該当条文	SEZ 法、細則で指定された他の法令	策定、変更が必要な法令、規則	調整が必要な法令、規則
動物、植物検疫			SEZ 庁による手続きの通達	手続きは関連機関の協力を得て作成する必要あり。SLA による実施等を想定。
税制、税務				
税制、税務	当該税法			郡レベルの税務の扱いについても調整を要する。
税制優遇	SEZ 法、その他当該税法			KRA と税務申告・徴税の際の優遇対象者が行う具体的な手続きを確認し必要法令・規則の用・不要を特定する必要あり。
関税管理・通関				
関税	SEZ 法	EAC 関税同盟プロトコール、規則、EACCMA、EAC 関税規則、SEZ 法	EACCMA、EAC 関税規則	EACCMA、EAC 関税管理規則等での運用に係る規則策定必要。 港湾、SEZ における通関処理に関する規則。
外国人出入国管理、就労許可				
外国人出入国管理			新規細則必要か確認必要。	ケニア市民権・移民法（Kenya Citizenship and Immigration Act）との調整。就労許可等の処理と規則のモニタリングについて詳細調整要。
労務管理				
労務管理（安全・衛生、労働基準、賃金等）			新規細則必要か。	細則にて労務関連報告の受領、検査を OSS において行う旨記載あり。 業務安全衛生法（Occupational Safety and Health Act）、雇用法（Employment Act）、 産業訓練法（Industrial Training Act）等との調整。施行に関する実施規則等の調整要
住民登録、SEZ 内の入構に関する管理方法				
住民登録に関する必要情報と登録手順	R2016　26.(1)		新規細則が必要か。	郡政府等との調整要

注：「R2016」に続く数字、カッコ内数字は該当条項番号。
出典：JICA 調査団

「策定、変更が必要な法令、規則」にある法令のうち、「SEZ 庁による手続きの通達」については既に SEZ 法または SEZ 細則によって通達されている。

2019 年 5 月時点では下表の 3 件が SEZ 指定を受けている。

表 3.3.2　指定済みの SEZ

場所	指定日付	面積*
エルドレット及びウアシンギシュ*	2017 年 4 月 13 日	899 エーカー (約 363 ha)
キアンブ（Tatu City）	2017 年 5 月 18 日	2,426.7 エーカー (約 980 ha)
マチャコス（キテンゲラ）	2017 年 6 月 30 日	100 エーカー (約 40 ha)

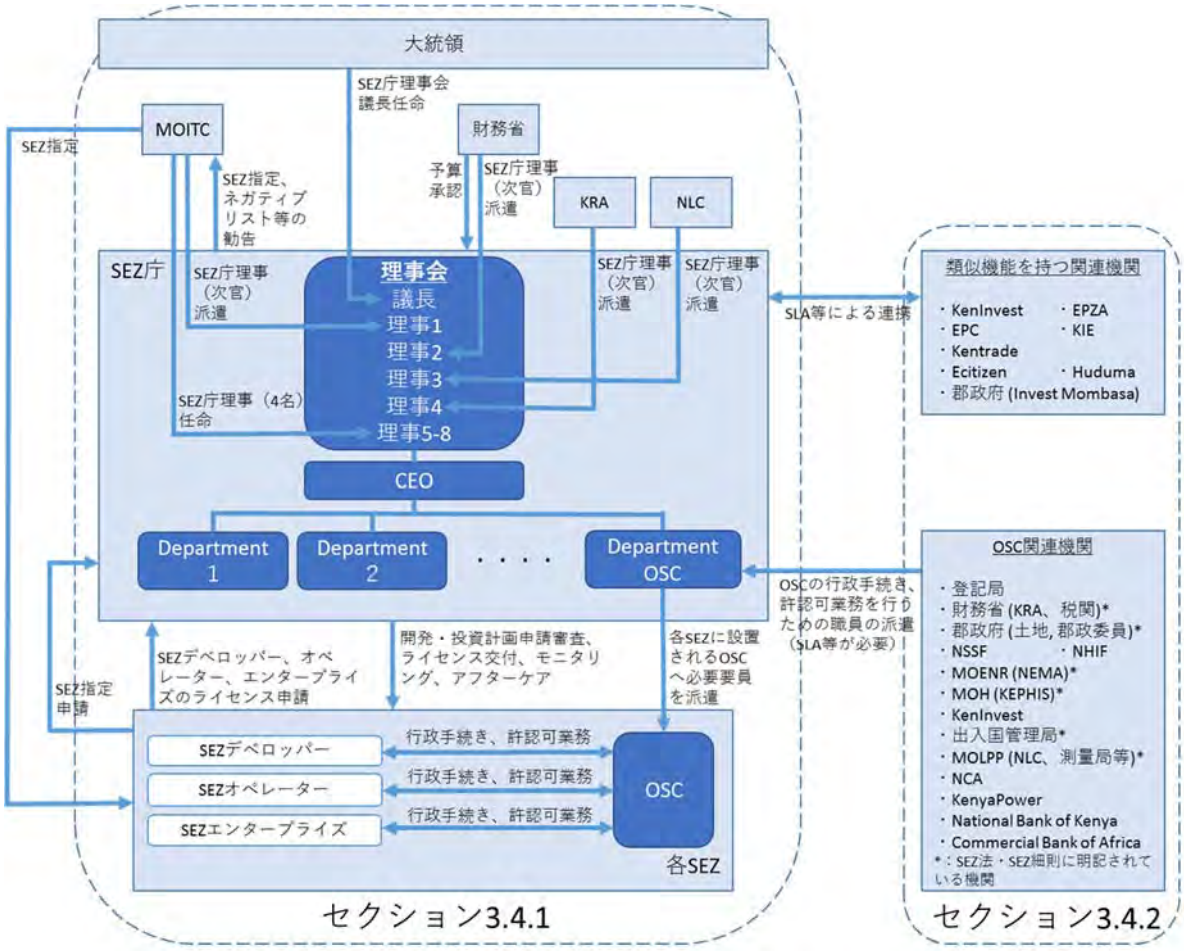
注: *エルドレット案件の面積は同一の公報で公表された 3 サイト合計。カッコ内面積は 1 エーカー当たり 0.404ha として換算。
出典: The Kenya Gazette, Gazette Notice No. 3810 and No. No. 4892

しかし、SEZ 制度運営の際には、法令面及び SEZ 庁のライセンス付与、執行、サービス提供等の能力強化を含む組織体制の面においてギャップを埋める必要がある。産業省／SEZ 庁へのインタビューによれば、上記のうち、デベロッパーライセンスを申請・取得したのはエルドレットのケースのみである。

3.4　SEZ 関連機関の組織整備の状況

3.4.1　SEZ 実施体制全体

SEZ 法ならびに 2016 年 SEZ 細則を基に想定される SEZ 制度実施体制は、下図の通りである。



出典：SEZ 法、SEZ 細則を基に JICA 調査団作成。

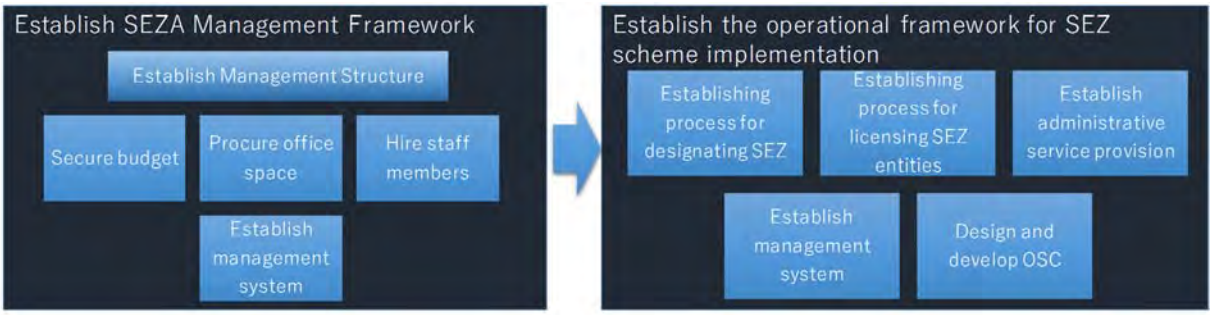
図 3.4.1　SEZ の実施体制

SEZ 庁及びその監督省庁である産業省が中心的な役割を担うことになるが、図 3.4.1 が示すように、同制度を取り巻く各種政府機関との調整と連携も必要不可欠となる。以下の項では、まず SEZ 制度実施に係る運営管理体制の準備状況を確認する。規制官庁及び SEZ 制度を主導する官庁としての SEZ 庁の組織体制を確認する。また、各種政府機関との全体的な実施体制についても確認する。

実施体制図に表すように、SEZ 庁がその所掌業務の他に、各種政府機関との調整を行い、SEZ 制度を管理する。SEZ 法によって SEZ 庁が産業省の下に設立され、SEZ 庁の機能として「SEZ 法にて設立された SEZ 体制の全ての側面において、規制、実施、モニタリング、監督を行うもの」[14]と定めている。また、SEZ 細則では、SEZ 庁には「SEZ 法順守のために運営、調査、執行、措置を行う権限」[15]が与えられているとしている。

SEZ 庁の運営までの各段階は下図に表される。SEZ 庁はまず適切にリソースを配置・配分して自らを管理するための枠組みを確立する。その管理枠組みに基づき、運営に必要な能力を確立していく。

[14] SEZ 法第 11 条(o)段落より
[15] SEZ 細則第 5 条(1)より



出典：JICA 調査団

図 3.4.2　SEZ 制度実施のための組織体制整備の流れ

下表は SEZ 制度実施運営に向けた組織整備について、上図に示した重要ステップごとにその進捗を表したものである[16]。

表 3.4.1　組織体制整備の現状

項目	現状
SEZ 庁運営体制整備	
SEZ 庁経営体制整備	
理事長と理事の任命	官報により初代理事長は任命済み。その後 2018 年 5 月に後任理事長が任命されている。その他 4 人の理事も任命された旨 2016 年 10 月に官報で公示された。
最高経営責任者（CEO）の任命	CEO は任命されていないが、2019 年 5 月時点で産業省の産業局長代理が SEZ 庁の CEO 代行として任命されている。
理事会の設立	就任式は 2017 年 3 月に開催された。
組織図、各部署の職掌、各ポジションの起案と職務明細書の承認	組織図は公開されていない。 2019/20 年度予算に基づき職員雇用が進められる見込み。
予算の確保	
予算	SEZ 庁 CEO 代行によると、2017/18 年予算では、6.5 億 KSh の開発予算が配分されているものの、オーバーヘッドを賄う経常予算の配分額がゼロとのことであった。 2018/19 年予算は 9 億 Ksh である。
事務所の確保と執務環境整備	
事務所の確保と執務環境の整備	2019 年 5 月時点で執務環境の整備は開始されていない。 しかしながら予算確保はなされており、2019/20 年度予算においても事務所費は計上されている。今後執務スペースが確保される見込み。
人事制度整備と採用・人材育成	
業績評価システムと給与体制の確立	給与体系については、報酬委員会（Salaries and Remuneration Commission）に公社（State Corporation）向け給与スケールのカテゴリー指定を受ける必要がある。既にカテゴリーについては申請済みで、指定の通知待ち。
職員の採用	2019 年 5 月時点で、給与体制が確立されていないため、採用活動はまだ開始されていないが、職員雇用にかかる費用は年度予算に計上されている。
SEZ 制度に向けた	

[16] 2019 年 3 月に調査団が確認した現状に基づく。

項目	現状
SEZ 庁機能確立	
SEZ 指定に関する審査体制の確立	
指定に係る手続きが決められ、標準業務手順書、内規、申請手続きに必要となる各種様式等、運営に必要な書類を作成	許認可申請のための行政手続き決定に関し、運用に向けた規則等がないまま 3 件の SEZ が指定された。 SEZ 庁 CEO 代行によると、規則が必要な項目についてリストが作成されているとのことだが、確認ができていない。
SEZ ライセンス審査・付与体制の確立	
SEZ デベロッパー、オペレーター、エンタープライズへのライセンス付与に係る手続きが決められ、標準業務手順書、内規、申請手続きに必要となる各種様式等、運営に必要な書類を作成	許認可申請のための行政手続き決定に関し、運用に向けた規則等がないまま 1 件の SEZ デベロッパーにライセンス付与。 SEZ 庁 CEO 代行によると、標準業務手順書案の作成に着手しているとのことだが、現物の JICA 調査団との共有はなし。
SEZ 制度管理・運営、規制・サービス提供体制の整備	
環境社会配慮、各種情報、経理・財務、オンラインシステムに関する管理方法の確立	SEZ 庁の業務管理システムの構築に向けた準備状況は確認できなかった。ケニア投資庁（Kenya Investment Authority: KenInvest）とは OSC に関する協力について協議を行っている旨 SEZ 庁 CEO 代行より説明があった。
SEZ のエンドユーザーへのサービス提供及びユーザーに求められる各種行政手続きに関連する全ての公的機関の洗い出し	実施中。主な機関として、出入国局、NEMA、KRA、郡政府等が挙げられる。KenInvest との連携の可能性について SEZ 庁 CEO 代行より説明があった。
関連機関と締結すべきサービス提供合意書あるいは覚書の締結	現状については確認できていない。

出典：JICA 調査団

各項目の詳細は以下項に述べる。

3.4.2　SEZ 庁設立の進捗

(1) SEZ 庁の機能

SEZ 法第 10 条に基づき SEZ 庁が設立され、その機能は第 11 条に規定されている。SEZ 庁の機能はアドバイザー、レギュレーター、プロモーター、インプリメンター（一般及びワンストップセンター（One Stop Center: OSC））、スーパーバイザー、コラボレーター等、その役割で分類される。

表 3.4.2　カテゴリー別の SEZ 庁の機能

カテゴリー	SEZ 庁の役割
Advisor	(a) make recommendations to the Cabinet Secretary on all aspects of designation, approval, establishment, operation and regulations of special economic zones; (l) recommend to the Cabinet Secretary a negative list of activities that are prohibited in the special economic zones including an additional set of restricted activities under the regulations made thereunder; (m) recommend to the Cabinet Secretary to suspend or cancel the licenses of a special economic zone enterprise or a special economic zone developer which is in the violation of this Act, the East African Community Customs Management Act or the Value Added Tax Act;
Regulator	(d) determine investment criteria including investment threshold;

カテゴリー	SEZ 庁の役割
	(e) undertake or approve the development, operation or maintenance, as well as finance, appropriate infrastructure up to the perimeter of, or within, select special economic zones, as and when deemed necessary; (f) review applications and grant licenses to special economic zone developers, operators and enterprises; (n) regulate the access of non-licensed service providers from the customs territory as may be required in order to service individual enterprises; (o) regulate, implement, monitor and supervise all aspects of the special economic zones regime set forth in this Act;
Promoter	(g) promote and market special economic zones to potential special economic zone developers, operators, or other investors;
Implementer (General)	(b) implement the policies and programs of the Government with regard to special economic zones; (c) identify, map and, where necessary, procure or avail to developers and operators the areas of land to be, or which have been, designated as special economic zones; (i) exclusively perform under time-bound conditions as may be prescribed, all administrative business regulations and services functions in relation to the designated special economic zones;
Implementer (OSC specific)	(h) administer a “one-stop” centre through which special economic zone enterprises can channel all their applications for permits, approvals, licenses and facilities not handled directly by the Authority, coordinating with such other Government or private entities as may be necessary through agreements with the entities or procedures defined in implementing regulations or such other prescribed procedures;
Supervisor	(j) maintain current data on the performance of the programme in each individual special economic zone and enterprise; (p) maintain a register of enterprises and residents domiciled in the special economic zones;
Collaborator	(k) establish and enhance inter-agency collaboration among relevant State agencies to ensure compliance with all applicable laws, procedures and other applicable requirements;
Others	(q) any other functions as may be directed by the Board.

出典：SEZ Act

アドバイザーまたは政策策定者として、SEZ 庁は産業省との協議及び承認を基に SEZ 制度の方針を策定する。また、レギュレーターとしての SEZ 庁は、SEZ 制度運営に必要な様々な規制を整備・執行する。SEZ 設立後は、各種政府機関と連携して、設立された SEZ の実施及び監督を行う。

(2) SEZ 庁管理枠組みの確立

i) 管理体制の確立

SEZ 法第 12 条では「SEZ 庁は理事会によって運営される」と規定されているように、SEZ 庁は理事会を設置せずに機能することはできない。理事会設置の最初のステップはメンバーの指名である。

i.理事会の議長と Director の指名

理事会は表 3.4.3[17]に表すメンバーから構成される。

[17] SEZ 法第 12 条より

表 3.4.3　理事会メンバー

12.	(1)	The Authority shall be administered by a Board of Directors which shall consist of -
	(a)	a Chairperson to be appointed by the President;
	(b)	the Principal Secretary of the Ministry for the time being responsible for matters relating to industrialization and trade or his designated alternate;
	(c)	the Principal Secretary to the treasury or his designated alternate;
	(d)	the Chairperson of the National Land Commission or his designated alternate;
	(e)	the Commissioner General of the Kenya Revenue Authority or his designated alternate;
	(f)	four other directors appointed by the Cabinet Secretary, from the private sector or any other public institution being persons who have distinguished service, relevant experience, and expertise;
	(g)	the Chief Executive Officer who shall be an *ex-officio* member.

出典：SEZ Act

理事会メンバーのうち、議長は大統領によって指名され、4 人の Director は産業省長官によって指名される。

大統領によって指名された初代議長は 2016 年 10 月 28 日に発行された官報 No.8725 THE KENYA GAZETTE Vol. CXVIII V.132 にて、2016 年 10 月 21 日から発効した。産業省長官は、4 人の Director を任期 3 年で指名し、これは 2016 年 12 月 23 日に発行された官報 No.10685 THE KENYA GAZETTE Vol. CXVIII V.164 にて、2016 年 10 月 21 日から発効した。2017 年 7 月の産業省／SEZ 庁へのインタビューによれば、議長は辞任し、既に後任議長が特定されている。

ii.Chief Executive Officer (CEO)の指名

SEZ 法では、CEO は 1) 理事会の事務局となること、2) 理事会の指示に従い、理事会のスタッフや日々の業務管理を行うとされている[18]。つまり、CEO は SEZ 庁が運営されるためのカギであり、理事会で厳正に指名されるべき役職である。また、CEO は職権上理事会のメンバーでもある。2017 年 4 月 27 日に開催された第 4 回 Joint Committee において、調査団は SEZ 庁の Acting CEO が指名されたという情報を受けた。

iii.理事会の設置

SEZ 法第 12 条では「SEZ 庁は理事会によって運営され」、第 14 条では「理事会は SEZ 庁が適切な成果を出し機能するための全ての権限を有する」と規定されている。具体的には、理事会は SEZ 庁が表 3.4.4 に示す機能[19]を果たすために必要な権限を有している。

[18] SEZ 法第 16 条第 3 段落より
[19] SEZ 法第 14 条より

表 3.4.4　SEZ 法に規定された理事会の権限

14.	(1)	The Board shall have all powers necessary for the proper performance of the functions of the Authority under this Act.
	(2)	Without prejudice to the generality of the foregoing, the Board shall have power to- (a) control, supervise and administer the assets of the Authority in such manner as best promotes the purpose for which the Authority is established; (b) determine the provisions to be made for capital and recurrent expenditure and for the reserves of the Authority (c) receive any grants, gifts, donations or endowments and make legitimate disbursements therefrom (d) open such banking accounts for the funds of the Authority as maybe necessary (e) invest any of the funds of the Authority not immediately required for its purposes in the manner provided in section 25 (f) perform all such other acts or undertake any activity as may be incidental or conducive to the attainment or fulfilment of any of the functions of the Authority under this Act.

出典：SEZ Act

議長、4 人の Director と CEO を除く理事会メンバーは SEZ 法に明記されている。SEZ 庁の理事会は、2016 年 10 月、議長及び 4 人の Director が大統領及び産業・貿易・協同組合担当長官によって指名され、正式に設置された。

理事会は、「そのような機能及び責任を果たすのが適切と見做された際に」[20]委員会の設置を行う。委員会の議長は理事会の Director によって指名され、理事会は委員会の討議に出席する人物を選出する[21]。委員会における全ての決定は理事会によって承認される[22]。

iv.ビジョン、ミッション、戦略、活動計画の策定

IFC が、2017 年 3 月 22 日～24 日にかけて理事会の導入説明及び SEZ 制度と運営理解のための理事会研修を開催し、SEZ 庁の戦略と活動計画について議論された。

v.組織図、各局の機能、所掌業務案の作成と承認

組織体制、各局の機能及び所掌業務は、人事管理が専門の理事会メンバーによる技術的助言を得つつ、人事副委員会においてドラフト中とのことであった。SEZ 庁は公社であり、組織体制は Public Service Commission (PSC)の承認を得る必要がある。所掌業務については、SEZ 庁のいくつかの局では、PSC の通例である一般的な書き振りとは異なる特定の業務を行う技術職員が必要となる。したがって、理事会は SEZ 庁において特定の所掌業務が必要となる理由の正当性を求められ、SEZ 庁のいくつかのポジションにはそれら業務が必要となることについて PSC を納得させなければならない。PSC による承認が下りた後、理事会による承認が為され、正式に SEZ 庁が設立されることになる。

ii) 予算確保

i.収入と支出予測

SEZ 法第 23 条では、少なくとも会計年度の 3 ヶ月前、つまり 3 月末に、理事会が SEZ 庁の収入と支出の予測を立てるとされている。

2019/2020 年度に産業省が SEZ に係る経常経費[23]を以下のとおり予測した。

[20] SEZ 法別添 2 第 3 条 1 段落
[21] SEZ 法別添 2 第 3 条 2 及び 3 段落
[22] SEZ 法別添 2 第 3 条 4 段落
[23] 表の記載は「SEZ」であり、「SEZ 庁」ではない。調査団では表の SEZ が SEZ 庁を指すものであるかどうかは確認できなかった。

表 3.4.5　2019/20 年度 SEZ 庁にかかる産業局予測

Analysis of Semi-Autonomous Government Agencies (SAGA) by Economic Classification (Ksh Millions)							
Economic Classification	Baseline	Requirement			Allocation		
	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2019/20	2020/21	2021/22
Current Expenditure	**9.27**	**300**	**350**	**350**	**25.27**	**25.27**	**25.27**
Compensation of Employees	0	25	30	35	0	0	0
Use of Goods and Services	9.27	275	320	315	25.27	25.27	25.27
Grants and Other Transfers	0	0	0	0	0	0	0
Other Recurrent	0	0	0	0	0	0	0
Capital Expenditure	**0**	**1000**	**3500**	**3500**	**0**	**200**	**200**
Acquisition of NonFinancial Assets	0	0	0	0	0	0	0
Capital Grants to Government Agencies	0	0	0	0	0	0	0
Other Development	0	1000	3500	3500	0	200	200
Summary of the Expenditures and Revenue Generated							
Gross	**9.27**	**1300**	**3850**	**3850**	**25.27**	**225.27**	**225.27**
AIA - Internally Generated Revenue	0	0	0	0	0	0	0
Government Grants - Current	9.27	300	350	350	25.27	25.27	25.27
Capital	0	1000	3500	3500	0	200	200
Other Resources	0	0	0	0	0	0	0
Net Exchequer	9.27	1300	3850	3850	25.27	225.27	225.27

出典：Report for General Economic and Commercial Affairs (GECA) Sector, Nov 2018

表 3.4.6　産業局による SEZ 庁実施事業および成果目標

Programme 1: Promotion of Industrial Development and Investment Outcome: Increased Contribution of the Manufacturing Sector to the GDP, Employment, FDI and Export									
Programme	Delivery Unit	Key Outputs	Key Performance Indicators	Targets 2017/18	Actual Achievement 2017/18	Target Baseline 2018/19	Target 2019/20	Target 2020/21	Target 2021/22
SP 1.1 Promotion of Industrial Development	SEZA	Resettlement of squatters for Dongo Kundu land	No of squatters resettled for Dongo Kundu	N/A	N/A	0	500	1000	N/A
		Establishment of the Special Economic	No. of staff recruited or seconded	N/A	N/A	2	10	N/A	N/A

		Zones Authority	Office Unit leased	N/A	N/A	N/A	1	N/A	N/A
			No of operation procedures developed	N/A	N/A	0	1	1	N/A

出典：Report for General Economic and Commercial Affairs (GECA) Sector, Nov 2018

理事会の時間的制約のため、2017/18 会計年度の収入及び支出予測については産業省が SEZ 庁設立のための初期費用を 2017/18 会計年度の予算として計上した。2017 年 3 月に行われた財務省次官による 2017/18 会計年度の予算発表では、「SEZ 庁が本格稼働すれば、政府は、製造業の多様化、雇用創出及び投資拡大というビジョン 2030 の目標の一環として、モンバサやラム（Lamu）、キスム（Kisumu）を含む主要な都市に SEZ を展開していく」として支持が表明された。

また SEZ 庁／SEZ の開発予算として 2017/18 予算において 650 百万 Ksh が配賦された一方で、経常経費は全く配布されなかったかもしれないとのことであった。複数の事業が同時並行で実施される一方で制度設計を促進するためには、経費予算の配賦は不可欠である。

ii.予算承認と配賦

予算確認の後、理事会承認が下りる。一方で、財政的なギャップをどうやって埋めるかについても確認されるべきである。2017/18 会計年度内の補足予算または外部支援が必要である。

iii) 事務所スペースの調達

予算配賦の確認と同時に事務所スペースの検討を開始する必要がある。事務所スペースがまだ確保されていないため、その後に必要な活動がまだ実施されていない。2018/19 年度予算において事務所スペースのための予算確保がなされているが、2019 年 5 月時点で SEZ 庁はオフィスを確保していない。

iv) スタッフの雇用

i.給与体系と評価システムの確立

給与体系については、全ての公社は Salary and Remuneration Commission (SRC)の規定を順守することになっており、SEZ 庁も例外ではない。産業省／SEZ 庁は SRC 指定の給与体系における SEZ 庁の分類依頼を申請しているが、SRC からの通知はまだ発行されていない。

ii.スタッフの雇用と研修

予算が配賦され、給与体系が決定し、組織体制が確立するまでは、スタッフの雇用は開始できない。

v) 管理システムの確立

SEZ 庁の運営を開始するには、行政手続きにおける管理システムの構築が必要である。データ作成や特定の行政手続きにかかる管理システムについては本項の後半で説明するが、事業申請やライセンス付与、支払いや SEZ 庁の内部管理といった様々な課題を管理するためには情報管理システムの確立が重要である。

(3) SEZ 制度実施体制の整備

i) SEZ 指定及びライセンス付与手続きの確立

SEZ 細則では、SEZ 庁は「SEZ エンドユーザーのためのシンプルで柔軟かつ透明な登記のため、適切な手続きを確立する」（SEZ の Z（ゾーン）は調査団が追記した。）こととしている。また、申請手続き、基準、条件、SEZ 指定及び SEZ デベロッパー、オペレーター、エンタープライズライセン

ス取得のための規定と手続きについて規定している。これらの手続きを機能させるため、SEZ 庁は詳細な申請手続き、基準及び基本的な運用手続きを定める必要がある。以下では、例として、一般公開が求められる申請手続き、基準及び SEZ 細則に記載された書式を挙げた。

表 3.4.7　今後整備される手続き、基準及び書式と SEZ 細則対応箇所

必要な手続きおよび条件	関連法	必要書式
SEZ Declaration		
・ Criteria to classify types of SEZ ・ Procedures and criteria for rejecting land use master plans and zonings	14. (1) (2) (5) 38.(4)	
Licensing SEZ developer and operator		
・ Procedures and criteria for the review of applications for licenses ・ Procedures for suspension, revocation and reinstatement of the licenses ・ Selection criteria and procedures for the operator agreement	20. 21. (4) 19. (5)	Application for SEZ developer Application for SEZ operator
Licensing enterprise		
・ Necessary information for resignation of residents and licensing SEZ enterprises ・ Standards to be observed for such issues as public health, public security, safety, consumer protection, general financial matters (for financial and insurance sectors), environmental protection, cultural and financial stability.	26. (1) 27.(1)	Application of SEZ enterprises
Registration requirement and performance monitoring	29.	
Land use rules and building and utility controls		
・ Required information to develop maps and registry of property ・ Building code, construction permits, certificate of occupancy, procedures and criteria for approval of construction works	39. (3) 40.	Registry of SEZ maps, surveys, deeds and leases
Environmental management		
・ A list of activities that do not require special economic zone environmental permits ・ Environmental quality standards, procedures and standards for environmental management ・ Requirement for environmental and social management system ・ EIA requirement	42 43. 44. (5) 45. (4)	Application for the conduct of restricted activity
Public health, human, animal and plant protection		
・ Procedures for inspection	49. (2)	

出典：SEZ Regulation 2016

表 3.4.8　作成が必要なその他書式

・ License of SEZ developer and operator (19) ・ Agreement with SEZ developer and operator (19) ・ License for SEZ enterprise (26) ・ License for SEZ end user (29) ・ SEZ resident registration (32) ・ Related licenses or certifications for SEZ end users (32) ・ Zoning order (38) ・ Development and construction permits (Section 40) ・ Certificates of occupancy (Section 40) ・ A special economic zone environmental permit (Section 42)

注：( ) は SEZ 細則の該当書式の番号を示す。
出典：SEZ Regulation 2016

産業省／SEZ 庁へのインタビューによると、これまでに SEZ 法及び SEZ 細則に基づく申請を提出した 3 つの SEZ があるが、指定書式は整備・公開されていないため、指定書式では提出されていない。うち 1 つは SEZ デベロッパーのライセンスが付与されているため、書式は実際のところ整備されており、物理的にはライセンスが付与されたということを意味している。SEZ 細則の条項によれば、SEZ 庁の技術副委員会が詳細な申請手続きや内部規定、運用手続きを作成することになっている。しかし、産業省／SEZ 庁によると、ドラフト作成は開始されたものの、実際の書類・ドラフトはまだ共有されていないとのことであった。

ii) サービス提供及び行政手続きのための調整

SEZ エンドユーザーの整備と運用には、様々な各種政府機関や地方政府が管理する様々な規制や行政手続きが関係することから、それらとの明確な区分や調整が必要となる。SEZ 庁は、まずこれらの各種政府機関や地方政府と協議しそれぞれの役割、実施体制、重複を避けて各機関による所掌業務を遂行するための規定について合意することが肝要である。このような協議は、関係組織間にシナジー効果をもたらす可能性もある。

SEZ 法では、関係機関間の連携が必要な点として、OSS の設立及び運営と、全ての関連法規の順守を示している（SEZ 法第 11 条）。

また、SEZ 細則では他機関との協力について様々な条項で述べている。

表 3.4.9　その他各種政府機関及び地方政府との連携方法

連携にかかる方針	法則
For implementation of the SEZ Act, enter into the Service Level Agreement (SLAs) for cooperation for such tasks: ・ Processing permits, licenses, registration and other approvals ・ Payment fees and fines collections ・ Monitoring, inspection and enforcement in the coordinated manner ・ Training for staff members of OSS ・ SEZA's regulation on the staff member deployed to SEZ ・ Regular meetings and information sharing.	53.
SEZA may take measures in case of no form of SLAs addressing the necessities or non- or limited fulfilment of SLAs	
Share necessary information among SEZA and relevant government entities	5. (6)
Condition of delegation of authority ・ Effectiveness enhancing, cost-efficient, no increase of burden on the regulated entities, no conflict of interest, no contradiction to public interest	9. (2)
・ Deployment of staff members (for various issues)	Various parts
SEZ developer and operator licensing process: ・ Required recognition of other government entities on the right of SEZ end users ・ Provision of access to the areas and infrastructure both by the other government entities and SEZA ・ Possible Service Level Agreement (SLAs) for coordination of infrastructure and utility delivery	24.
SEZ enterprise licencing process: ・ SLAs to coordinate information sharing, consolidation of application procedures, and support regulatory functions of other government entities for their activities in SEZ	26.(4)
OSS	
SEZA shall request staff deployment for performing the required roles	31. (2)
OSS perform inspections and other enforcement activities or coordinate enforcement activities with the relevant government entities;	32.

連携にかかる方針	法則
Announcement of all fees and charges on SEZ end users by SEZA and possible one-stop payment arrangement	52.

出典：SEZ Regulation 2016

iii) サービスレベル契約（SLA）または MOU の作成及び締結

SEZ 細則には、全ての政府関係機関が SEZ 庁との SLA に参加し、SEZ 庁による SEZ 制度の実施に協力することが規定されている[24]。細則では、SEZ 庁がいくつかの特定の機能については、条件が満たされ次第、SLA によって当該分野を所掌する他の各種政府機関に移譲できるとしている[25]。

3.3 で説明したように、規制や公共サービス提供の機能については他の各種政府機関との調整が必要となる分野がある。一方で、分野の優先付けを行うことによって、SEZ 庁は優先課題について担当機関との協議を始めることができる。SEZ 細則には、特定の機関との連携や SLA の可能性について以下のように言及されている。規制の中には、職員の派遣可能性についても言及されているものもある。

表 3.4.10　SEZ 細則における政府機関との連携に係る課題

課題	法令で言及されている政府機関	関連法
Land use rules ・ Master plans and zoning orders ・ Maps, surveys deeds and lease registry ・ Regulation of construction activities	・ County government (land use and planning Department) ・ Ministry responsible for matters relating to lands	38. 39. 40
Environmental regulations ・ Environmental permit, waiver, monitoring, inspection, audit and enforcement	・ NEMA	41.
Public health ・ Human, animal and plant protection procedures, inspection and control	・ Government entities responsible for public health, entities in charge of animal and plant protection	50.
Coordination, information sharing, and deployment of staff members for technical matters	Ministries responsible for environment, water and natural resources	50.
Collection of fees, charges and levies ・ Information dissemination of fees and charges ・ Payment processing	All the regulatory and administrative bodies for such procedures as company registration, environmental impact assessment (EIA), visa, social security, insurance etc..	52.

出典：SEZ Regulation 2016

iv) SEZ 企業とライセンス管理システムの確立

SEZ 庁が運営されるためには、複数の行政手続きの分野での管理システムの立ち上げが重要である。SEZ 細則では、例えば環境社会管理、情報管理、財政管理システム等特定の管理システムについて、運営開始前に確立することを次のように規定している。

[24] SEZ 細則第 53 条(1)、(2)
[25] 移譲の条件については SEZ 細則第 9 条(2)に記されている。

表 3.4.11　SEZ 細則における環境社会管理

管理対象	関連法
Social and environmental management system ・ Setting the standards ・ Gazettement of necessary rules on standards, guidelines for baseline and impact assessment, information dissemination ・ Data management ・ Approval, and issuance of environmental permit, monitoring, inspection and enforcement ・ Action plans and implementation procedures for mitigation of negative impact	43. 44. 45. 46 47

出典：SEZ Regulation 2016

表 3.4.12　SEZ 細則における情報管理

管理対象	関連法
SEZ enterprise licensing: Coordination of information sharing for licensing SEZ enterprises with the relevant national government entities.	26.
Maps, surveys, deeds and lease data: ・ SEZA to establish the registry within one year of its operationalization. ・ Gazettement of required information from SEZ end users ・ Data should be accessible to public	39.
Information sharing on environment, water and natural resources:	50.

出典：SEZ Regulation 2016

表 3.4.13　SEZ 細則における支払い及び財政管理

Areas of Management	Regulations
Licensing fee collection	21., 29
Fee collection for regulatory and administrative procedures, one-stop payment, fee collection	33, 52

出典：SEZ Regulation 2016

また、SEZ 庁は SEZ 法やその細則によって、登記手続きやその他の行政手続きを円滑に行うための電子システムの設計を行うこととされており[26]、オンラインシステムの整備が求められている。同システムの整備については、近年、他の政府系機関が実施している電子政府（例えば財務省のビジネスライセンスポータルやモンバサ地方政府のモンバサ投資ポータル等）の流れに沿ったものとすることが、政府機関の中でシナジー効果を出すために重要である。

v) OSC の設計・整備

SEZ 細則を踏まえ、OSC の設計が必要となる。その機能は細則第 32 条（詳細は 3.4.3 にて説明する）にて規定されている。ケニア投資庁（KenInvest）の OSS を利用したサービス提供にかかる連携可能性について、ケニア投資庁との初期協議が行われた。

3.4.3　その他 SEZ 関連政府機関を含む SEZ 制度実施体制整備

(1) ワンストップセンター（OSC）によるサービス提供

i) OSC の枠組み

3.4.2(2)で言及したように、地方政府を含む様々な政府機関の調整と協力の下に、相当量の準備が必要とされている。実施の際、SEZ 庁には、それらの調整・協力関係をどのように構築するか、十分

[26] SEZ 細則第 25 条(1)

検討することが求められる。SEZ 庁は、SEZ エンドユーザーが必要とする規定や行政手続きの包括的なリストに基づいて、登記、認可、ライセンス付与、モニタリングと執行等の設計を始める。

SEZ 細則第 32 条には OSC が提供すべきサービスが列挙されている。それらサービスを提供できる主な機関を以下に挙げた。

表 3.4.14　SEZ 細則における OSC 提供機能

項目	OSCs にて提供される機能	主要機関
(a)	Process special economic zone resident registration and business licensing documents and related reporting information required of special economic zone end users, and issue related licenses or certifications	・ State Law Office and Department of Justice (Registrar General Division)[27] ・ Kenya Revenue Authority (KRA) ・ National Social Security Fund (NSSF) ・ National Hospital Insurance Fund (NHIF) ・ County government ・ KenInvest (if applicable) * entities in immigration, construction, and environment are included in (b), (c), (d) below. * Need to identify competent agencies for sector specific licenses and permits if OSCs are willing to provide some of these.
(b)	Process and issue work visas and permits for expatriates operating within the special economic zones	・ Ministry of Interior and Coordination of National Government (Directorate of Immigration and Registration of Persons)
(c)	Process and issue development and construction permits and certificates of occupancy	・ Ministry of Lands ・ National Construction Authority ・ Ministry of EAC, Labour and Social Protection (Directorate of Occupational Safety and Health Services) ・ County government
(d)	Process and issue environmental permits in accordance with the Regulations and the requirements of the Authority	・ National Environmental Management Agency
(e)	Evaluate proposals to designate areas as special economic zones	-
(f)	Evaluate registration applications for special economic zone developers and operators	-
(g)	Facilitate tax and customs administration requirements for special economic zone end users on behalf of KRA	・ KRA
(h)	Facilitate labour reporting obligations	・ Ministry of EAC, Labour and Social Protection
(i)	Perform inspections and other enforcement activities or coordinate enforcement activities with the relevant government entities	・ Possible competent agencies are: Ministry of EAC, Labour and Social Protection (Directorate of Occupational Safety and Health Services), and NEMA etc.
(j)	Provide prompt answers to all questions regarding all government requirements or services	--
(k)	Receive payments, applications and requests on behalf of the Authority or other relevant government entities	・ Possible competent agencies are: KRA, banks etc.
(l)	Respond to complaints by special economic zone end users in relation to special economic zones	-

[27] 旧名称は Office of Attorney General and Department of Justice。2016 年の Executive Order No 1 に基づき変更された。

項目	OSCs にて提供される機能	主要機関
(m)	Assistance with start-up, operation, and closing of economic activities within the special economic zones	-
(n)	Technical assistance programmes for new and young entrepreneurs	・ Any relevant entities including technical training and education institutions
(o)	Business training, general assistance, and counselling	・ Any relevant entities for business development services
(p)	Feasibility studies and markets research	・ Any relevant entities
(q)	Financial advisory services and grant assistance	・ Possible competent agencies are: Industrial Development Bank and other BDS providers
(r)	Information on production, marketing, operating plans, finance, export opportunities, recruitment, and training	・ Possible competent agencies are: Kenya Industrial Research and Development Institute, private business schools etc.
(s)	Financial support for domestic small businesses	・ Possible competent agencies are: Kenya Industrial Estates, Micro and Small Enterprises Authority, and other financial institutions

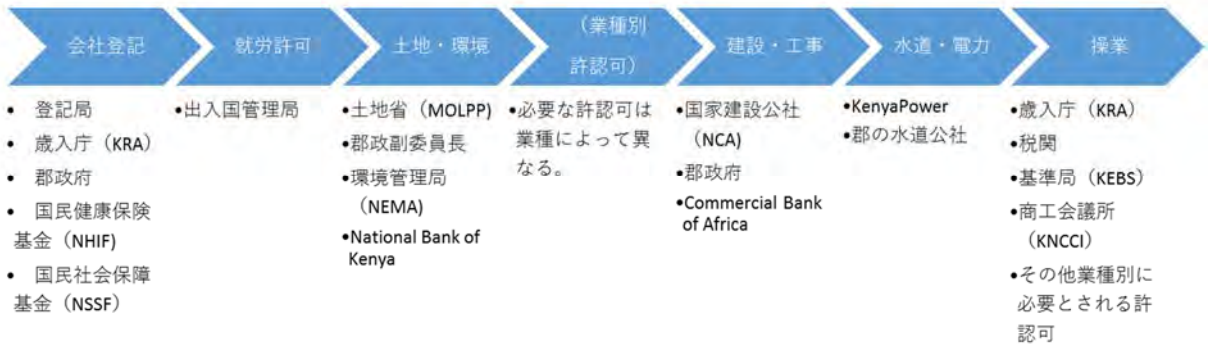
出典：Regulation 32 of SEZ Regulation 2016 を元に JICA 調査団作成。
注："-"は対応する機関がないことを示す。

上に挙げた機能には、1) ライセンス、認可、登記、その他必要な法的手続き及び行政手続きのための窓口機能、2) 情報提供、研修、事業開発及び融資等のサービス機能、3) 法的及び行政的観点からの、それらのモニタリング、検査、執行または調整といった機能が含まれている。

SEZ 細則には二種類の OSC が想定されている。ひとつは各 SEZ 向け、もう一つは SEZ 庁本部における中央調整機能としての OSC である（SEZ 細則第 31 条(1)）。OSC がその役割を果たすためには、全体的な合意と課題別の調整についてははそれぞれの各種政府機関によって合意されるべきであるが、SEZ 庁及びその他の各種政府機関が果たす役割及び効率的な運営方法については、選択していく必要がある。

ii) OSC に含まれる機能

SEZ 細則に挙げられた機能の他に OSC を通して提供できるその他のサービスとして、e-Regulation[28] によれば、例えば事業立上げ基本フローや関連組織に関し、以下のように表されている。



出典：eRegulations

図 3.4.3　投資事業のライフサイクルと必要な行政手続き・サービス

[28] KenInvest が UNCTAD の支援を受けて、投資家が必要となる行政手続きの詳細（申請場所、必要書類、所要日数、費用等）を eRegulations（https://kenya.eregulations.org/?l=en）としてオンライン上にまとめている。

リストに掲載されていない分野については、OSC の追加サービスエリアとなると考えられる。例えば、会社登記、ユーティリティの整備、特定分野のライセンス及び認可等がそれにあたる。

(2) OSC 導入におけるその他 SEZ 関連政府機関との連携

SEZ 庁が OSC を導入するにあたり、関連機関との連携方法について 3 つのタイプが検討できる。それぞれの方法、メリット・デメリット、参考事例は下記の通りである。

表 3.4.15　関連機関との連携方法

方法	メリット	デメリット	参考事例
関連機関から OSC への派遣	合意書が締結できれば比較的早期に開始できる。	・派遣職員の質を均質にするのが難しい。 ・指示系統が不明瞭になり、管理が難しい	KenInvest による OSC（コラム 1 参照）
関連機関から SEZ 庁への出向	SEZ 庁で人件費の負担をする必要がない。	・関連機関のトップレベル間で調整が必要。	Huduma Kenya Service Delivery Programme（コラム 2 参照）
SEZ 庁へ業務の一部を委譲	SEZ 庁での管理が容易	・管轄省庁からの抵抗が大きい。 ・SEZ 庁職員への研修が必要。	インドネシアの投資調整庁による統合ワンストップサービス（PTSP）（コラム 3 参照）

出典：一部各機関へのヒアリングを基に JICA 調査団

コラム 1

2013 年以降、KenInvest はナイロビ本部において OSC 設立の準備を行っていた。14 の政府機関に対してその職員を **OSC に派遣**するよう依頼を行っており、うち 6 つの政府機関[29]と正式合意（MOU 及び SLA）を得ている。なお異なる組織から派遣された職員と共に、OSC は適切に管理されている。

出典：KenInvest へのヒアリングより

[29] NSSF、NEMA、KRA、Company Registry、Immigration、Kenya Power。

コラム 2

2013 年、全ての公共サービスに対してワンストップセンターを設けるため、Huduma Kenya Service Delivery Programme が開始された。主な 5 つの活動とプログラムの機能について以下に述べる。

i) Huduma centre: 26 の異なる省庁による 66 の行政手続き（出生から死亡まで）が提供されている。ヒアリングを行った 2017 年時点で、41 地方に 45 のセンターがあり、残りの 6 地方に 6 つのセンターを建設中。

ii) Huduma payment gateway and Huduma payment card: プログラムでは、市民が公共サービスを受けるために必要な全ての情報（ID、運転免許証番号、国民保険番号等）が登録された Huduma card を発行している。カードには銀行口座情報も含まれているため政府への支払いが可能。

iii) Huduma contact centre: 公共サービスの提供に係る全ての問い合わせに対応するセンター。Huduma card を持った市民は Huduma centre に依頼したサービスの進捗を確認できる。

iv) Huduma mobile platform: 携帯電話で公共サービスを受けられるプラットフォーム。

v) Huduma on-web: PC で公共サービスを受けられるプラットフォーム。

本プログラムでは、公共サービス提供の変換にかかるビジョンや方針策定のためのサービスデリバリーサミットが設置されており、議長を務める大統領と全ての関連省庁の長官から構成される。同サミットの下で、関連省庁長官がメンバーである技術委員会が、関連情報システム及び情報通信技術インフラの調達と開発を含む、本プログラム実施にかかる調整のために組織されている。技術委員会の指示により、Huduma Kenya 事務局は日々の業務にあたっている。地方政府を含む全ての関連省庁が**一時的に Huduma Kenya 事務局に職員を派遣**している。Huduma Kenya 事務局に派遣された職員の給与は派遣元が負担している。

出典：Huduma Secretariat へのヒアリングより

コラム 3

インドネシアでは、Regulation of Chairman of Investment Coordinating Board No. 12/2009 に基づき、投資調整庁（Investment Coordinating Board (Badan Koordinasi Penanaman Modal: BKPM) ）の下で、統合的ワンストップサービス（Pelayanan Terpadu Satu Pintu: PTSP）が設立された。PTSP の目的は「ライセンスあり／なしに関わらず、それぞれの**政府機関から権限移譲を受ける**ことによって、1 か所でライセンス申請から必要書類の発行までのサービスを提供する」ことである。2013 年に Regulation of Chairman of Investment Coordinating Board No. 5/2013 として更新された同規定に基づき、2015 年に PTSP の正式な運営が開始された。JETRO インドネシア事務所によると、運用開始初期に 147 手続きのうち 118 の手続きが投資調整庁に移譲された[30]。

出典：Project Office for JICA Investment Promotion Policy Advisor (http://www.pma-japan.or.id/) and JETRO trade PR papers dated February 10 2015

また、上述のライセンスや認可はケニアではオンラインで申請できるため、SEZ 庁は SEZ 庁の管理システム（申請システム等）をどのように組み込むのか、協議する必要がある。例えば、会社登記、税金登録、労働許可等は全国からオンラインで申請できる。さらに、モンバサを含むいくつかの地方では単一事業許可もオンラインで申請可能である。

許認可・規制の執行等、OSC による行政手続きに関連する機関との連携に比して優先度は低くなるが、SEZ 庁と類似の機能を持つ機関との投資促進、政策提言等の点で連携を強化することで効果的

[30] 本情報は公開情報を元にしたもので、実際の実施体制は不明である。

な業務運営を進めることも必要である。産業省／SEZ 庁職員によれば、同省庁と KenInvest の間には OSC の運営に関して非公式ながらやり取りがあるとのことである。

これまで SEZ 庁が KenInves 等の組織とどのように連携するかについては協議されておらず、産業省／SEZ 庁に対する説明されてもいない。一方で、KenInvest は彼らと各組織との合意形成は時間をかけて常に丁寧に進めているとのことである。組織間連携の成功には、強いリーダーシップと効果的な調整が不可欠である。

3.5　SEZ 制度の課題と明確化

既に 3 件の地区が SEZ として指定されている一方で、重要な規定や内規等の整備は完了していない。SEZ 制度の完全かつ効果的な運用のためには、まず主要な課題について産業省／SEZ 庁のリーダーシップの下、必要な関係者間でレビューすべきである。既に指定された SEZ のひとつでは、投資家の受入れが開始されており、住宅地としての都市機能も始まっている。法的枠組みや行政サービスや執行のための仕組みは早急に明らかにすべき課題である。以下では、モンバサ SEZ 開発及び全体的な SEZ 制度管理を促進するための制度整備等、主要課題について説明する。

3.5.1　法整備に係る課題

(1) SEZ 制度管理の基本的枠組みとしての規定

i) SEZ 制度の実施に係る法的枠組みの全体構造

主に SEZ 庁が管轄する SEZ 指定、SEZ ライセンス付与については、SEZ 法、SEZ 細則が定められ、SEZ 庁規則等更に必要な運用規則を示している。下記に述べる EAC レベルでの関税扱いに係る方針、産業省長官の決定が必要なネガティブリスト等の策定に係る方針など、潜在投資家が将来にわたる予見可能性を見いだす基本的なルールの提示が急がれる。また、SEZ 細則で明示された SEZ 庁規則等の策定も必要である。一方、下記に述べる通り、SEZ 内での事業運営に関連する規定は 2019 年 5 月時点の法・細則では十分に対応できていない。この点を含め、諸機関管轄の法令との整合性を整理し、今後どのような法的文書を策定する必要があるか、策定する場合のプロセスと作成主体を明確にする必要がある。

SEZ 細則については、SEZ 指定と開発に係る事項を対象とする細則が策定されている。各 SEZ の運営における重要な規制・行政手続き分野である労務、入管等を含む細則の策定については、産業省/SEZ 庁へのヒアリングでは、規制官庁としてのルール策定の責任については認識を示したものの、策定を計画している対象分野や策定時期の見込みについては特段の言及がなかった。一方既に指定された SEZ の開発・入居に伴い、ルール明確化、調整を投資家サイドから求められることが想定される。既に 2016 年 SEZ 規則で規定されるように、SEZ での操業と関連する様々な規則、SEZ 内での経済活動実施に向けて各種許認可･規制の必要性が指摘されるが、行政手続きに係るサービス提供、許認可後の規制の執行（モニタリング、検査等）について、関係法令、管轄各機関との調整、サービス提供や執行についての実施主体、体制の確定進捗状況が十分に確認できていない。

関税管理に係る詳細な方針、特に保税扱い等に関する EAC の最終方針についても確認を要する。SEZ 制度に係る関税の扱いについて詳細な規定がないことから、具体的な関税、通関に係る規則については、KRA との十分な協議とすり合わせが必要と考えられる。

また、現状のケニア SEZ 法では、SEZ 全域が関税管理地域となっていて、EAC 関税地域外の扱いとなる。こうした扱いは EPZ 製品における関税の扱いと同様である[31]。ケニアにおける外国及び内国投資需要と照らして、関税管理地域の扱いに変更がない場合、SEZ 制度の効果的な活用方法について考慮した上で、より魅力的な措置を検討する必要がある。

SEZ 法や SEZ 細則において、SEZ 制度の実施にかかる基本的な法的枠組みは確立されているものの、まだカバーされていない分野が残されている。また、残された分野での法規制の要否や他の法的手段の採用が検討されているのかどうかは不明である。不十分な法的枠組みは投資家にとっては大きな不確実性となり、SEZ への投資を魅力的であると捉えなくなる。

下表は、アジアの SEZ 制度における規定を例に挙げて簡単に比較したものである。当該国の統治システム、法制度、SEZ の制度構造を十分に考慮せずに各国の法律や規則を単純に比較することはすべきではないが、これらの二つの事例は国レベルでの法令の下で公表された規則／規制であり、今後の制度設計に対する識見を得られるものと思われる。

表 3.5.1　フィリピン及びミャンマーにおける SEZ 法規制がカバーする分野の例

SEZ 法規定がカバーする分野	フィリピン	ミャンマー
General provisions with detailed definitions of terms	✔	✔
Establishment of regulatory/implementation institutions for SEZ scheme		✔
One-stop service arrangement and implementation framework		✔
Basic rights and guarantees (protection of investors' property rights, remittance etc)	✔	
Application and registration of SEZ enterprises, developers and operators	✔	✔
Land acquisition, rights of foreigners for leasing	✔	
Criteria for SEZ designation	✔	✔
Documentary requirement for application	✔	✔
Required permits other than licenses and the procedures of issuance	✔	✔
Tax and duty treatment and the procedures applied for the import/export of SEZ entities as well as services	✔	✔
Quarantine procedures		✔
Movement of goods to enter into /exit from SEZs	✔	✔
Defence, security and firefighting forces	✔	
Incentives and conditions and obligations of access to incentives	✔	✔
Immigration and work permits for foreigners	✔	✔
Labour management and dispute settlement	✔	✔
Environmental protection	✔	✔

出典：　Rules and Regulations to Implement Republic Act No.7916 (Special Economic Zone Act of 1995) and SEZ Rules of Myanmar SEZ を元に JICA 調査団作成。

[31] EPZ 製品は東アフリカ関税同盟結成に係る議定書により EAC 市場へのアクセスが年間総生産額の 20%に制限されている。SEZ についてはこうした制限も含めた詳細なルールが定められていない。他方、2017 年にケニヤッタ大統領は EPZ からの縫製製品の制限を 40%に引き上げるとの報道があった（Daily Business http://www.businessdailyafrica.com/news/EPZ-firms--local-sales-quota-raised-to-40pc/539546-3910518-gui6okz/index.html）。しかし、この決定に関する公式な EAC 事務局の見解は確認されていない。他方、EAC 貿易・産業・金融・投資セクター理事会（SCTIIFI）ではケニア政府の要請に基づき、EPZ 内で製造された縫製品について、20%制限と CET 関税 0%適用について 1 年間の延長を決定した（出典：EAC・労働・社会保障省 2017 年 7 月 3 日通知）。

これらは(i)一般的な法律や規制及びその立法機関の記述、(ii)認可や特定の運用にかかる監督を行う規制機関から成る。また、各項目では規則の運用のためのガイドラインや細則を整備する責任機関を定めている。

対して、ケニアにおける既存の SEZ 制度は法的枠組みの全体において明確でない部分がいくつかのレベルに残っている。ひとつは EAC の関税関連法である。もうひとつは産業省長官によって決定される事項である。例えば、指定 SEZ の種類にかかるネガティブリストと詳細な基準が産業省長官によって公開されていないことが挙げられる。

3.3 に示した現状のサマリーでは、多くの規則や規制分野が、SEZ 庁の官報の書式でまず整備されねばならないこととされている。既に規則が整備されている分野であっても、SEZ 細則で参照した規則は適切に実施されていない。ガイダンスや規制や行政手続きにかかる必要事項が整備されていない現状は、SEZ の投資家にとって非常に不確実性の高い状況となっている。

したがって、規制、規則、その他指示による補完等を含む全体の法的枠組みは、その義務がある産業省／SEZ 庁によって最初に明確化すべきものである。

関連法を順守し、産業省／SEZ 庁はこれらの法令及び行政手続きの整備について予定を立て、期間を決めて策定していくことが期待される。

ii) 行政手続きの基盤としての法整備

法整備の過程では、様々な政府機関の役割が明確化され、各機関の責任と提供するサービスの合理化が図られる。SEZ 細則の見直しでは、いくつかの規定が非常に重要な課題を網羅していたことが判明した。例えば環境管理や土地規制については、規制機関による認可や執行の仕組みがこれらの細則を基盤としていることが同定されている。

(2) 税関管理に係る EAC の SEZ 政策と規定

2017 年 7 月に公表された SEZ 方針、税関管理を含む規則や規定に関する EAC レベルの協議は産業省／SEZ 庁によって更新されたものである。EAC 関税同盟議定書別添である SEZ 規則の整備によって明確化されるかもしれないが、SEZ の税関管理にかかる重要課題は確認する必要事項がある。

もうひとつの課題は EAC レベルの他にケニア国内の決定が必要とされている。SEZ が税関管理地域に分類されるかどうかは EAC レベルの関税関連法に準拠すると考えられるが、ケニア政府による制度設計が実際の取り決めに大きく影響する。ケニア SEZ 法の下では、輸入品目への関税は、「税関管理地域」とされる SEZ 内では免除される。国内の関税地域及び EAC の単一関税地域への輸出によって輸入税が喚起される。

EAC による対外共通関税は、原材料や半完成品に対して免税もしくは減免となっている。したがって、SEZ 内で生産、加工され、ケニアを含む EAC 諸国へ輸出される製品またはサービスは、EAC 外からの輸入品と同様の関税となるため、SEZ 制度を魅力的と思う投資家は限られている。工業団地や IT 及びビジネスサービス団地の一部で行われるこれらの活動はそれぞれが対象とする市場に応じて影響を受ける。

EAC レベルでの決定に関してさらに重要な課題は税関管理手続きである。SEZ への輸入または SEZ から輸出される品目の扱いに関して、EAC 関税管理法（EACCMA）には部分的な規定しかない。モンバサ SEZ マスタープランの調査の間、保税手続きの規制が課題として挙げられた。ECCMA（2004 年）第 60 条では、次のとおり、保税品は 29 日以内に移転させる必要があるとしている。

(1)　SEZ 法によって国内消費または販売のために倉庫に入った商品は倉庫に入った日もしくは販売日から 14 日以内に倉庫から移転させなければならない。

(2)　輸出するために倉庫に入った商品は倉庫または保税倉庫から移転させ、30 日以内に輸出しなければならない。

SEZ 制度の税関管理の詳細は EAC レベルでの公表が必要であり、今後検討される EAC レベルでの SEZ 制度にかかる協議状況をモニタリングし更新情報を確認していく必要がある。

3.5.2　SEZ 制度実施体制整備の課題

(1) SEZ 庁設立の進捗

理事会の全てのメンバーと Acting CEO が指名されて一度は SEZ 庁の基本的な経営体制が確立されたが、議長が辞職し後任に交代となった。これまでに管理部門の組織化を進めており、また予算計画が財務省に提出された。これらの作業は産業省チームと技術委員会が支援している。

しかし、その作業は SEZ 庁の要員を確保し適切な管理体制を通じてより一層促進されるべきである。当初作業は産業省の SEZ 立上げユニットが支援するが、規制手段の整備や運用ベースの確立等主な組織整備については SEZ 庁によって率いられるべきである。2018/19 会計年度予算にて 9 億 Ksh が配分されている。当該予算と 2019/20 会計年度予算が、人員雇用などの財源として必要である。

(2) 実施体制の確立

SEZ が機能し、SEZ の規制、管理、運営が効果的に為されるようにするため、SEZ 制度の実施体制を確立すべきである。また、そのような仕組みには、責任機関による明確な規定と役割分担、調整、必要資源の配賦が必要である。

実施の際は、詳細な組織体制と手続きを整備し様々な機関の合意を得る。そのような仕組みを準備する中で、OSC の主な機能と運営方法、他の政府関係機関及び SEZ 庁の OSC の役割に対する SEZ 庁の資源と能力の限界を厳しく見直す必要がある。さらに、関係機関間での責任と役割を定義する対策は続けて選択される。SLA は SEZ 細則で述べられているひとつの対策だが、必要な手続きの種類についてまず合意する必要がある。

行政手続きの種類の優先付けを行うことで、実施体制の確立が促進される。

3.5.3　モンバサ SEZ の実施体制整備の課題

行政手続き、現地に根差す執行の仕組み、現場で提供されるサービスの種類は SEZ で受け入れる産業の種類や経済活動によって異なる。モンバサ SEZ の設計概念はケニア政府の概念と投資需要に適合するよう精査・調整される必要があり、ケニア政府の主な機関との活発なコミュニケーションと協議が必要である。

3.6　SEZ 制度実施に向けたロードマップ

3.6.1　SEZ 制度実施に向けたロードマップ

SEZ 制度の確立と運用体制の構築に向けた工程を次ページ図の通り整理した。同表では、次項で説明する主要項目について検討している。制度構築に当たって前提条件となるのは、理事会メンバーと SEZ 庁の主要人物の指名、予算配賦である。当初予算の配賦は産業省によって為されるが、SEZ 庁による運用体制の構築を促進するため、SEZ 庁の予算計画及び人事管理における行政能力を強化すべきである。

ロードマップを作成するに当たっての留意事項は、重要な法令・規則の策定作業はまだ完了していないことである。しかし、EPZ 庁やその他外部の開発パートナーの協力を得て、準備が進捗すると考えられる。その場合は、特に運用体制の構築にかかる期間が短縮化されるべきである。

Actions	担当省庁	現状	実施期間 (Year 1 / Year 2 / Year 3)
EAC関連政策・法令			
組織基盤整備			
経営体制の確立			
会長と理事の任命	MOITC	△	
CEOの任命	SEZA Board	△	
理事会の設立	MOITC/SEZA	□	
ミッション、ビジョン、組織戦略、行動計画策定	SEZA Board	△	
組織図、各部署の職掌、各ポジションの起案と職務記述書の承認	SEZA Board, CEO	△	
予算			
予算計上、確保、執行	SEZA CEO/MOITC	△	
操業スペースの確保・整備			
人材			
給与体制の確立	SEZA/MOTIC	△	
職員の採用	SEZA	-	
職員研修の実施	SEZA	-	
業務評価体系の確立	SEZA		
管理体制			
一般業務管理システム整備	SEZA	-	
経理・財務管理システム整備	SEZA	-	
事業実施体制整備			
SEZ指定、SEZユーザーへのライセンス交付体制の確立			
SEZ指定、SEZエンドユーザーに係る許認可申請手続きの決定	SEZA＊	△	
標準業務手順書、内規、申請手続きに必要となる各種様式等の作成	SEZA＊	△	
申請手続き処理		△	
SEZ認定	SEZA/MOITC	○	
SEZデベロッパーライセンス付与	SEZA	□	
SEZオペレーターライセンス付与	SEZA	-	
SEZ利用者許可等手続き	SEZA	-	
ワンストップセンター（OSC）の設立	SEZA＊		
OSCで取り扱われる各種申請、許認可手続きの決定（税務、労務、環境社会配慮等）	SEZA/MDA	-	
OSCが提供するサービスの決定（通関、安全対策、紛争解決等）	SEZA/MDA	-	
上記、各種申請、許認可手続き及びサービスを提供している機関の洗い出し	SEZA/MDA	-	
OSCを運営するための関係機関との連携方法の構築	SEZA/MDA	-	
標準業務手順書、内規、各種申請手続きに必要となる様式等の作成	SEZA	-	
OSC運営の開始	SEZA	-	
モニタリング業務	SEZA		
案件をモニタリングするために必要となる指標の設定	SEZA	-	
モニタリング業務をするために必要となる標準業務手順書、内規、各種手続きに必要となる様式等の作成	SEZA	-	
案件のモニタリング業務の開始	SEZA	-	
SEZへの投資誘致活動			
投資誘致活動を行っている機関の洗い出し	SEZA	-	
SEZへの投資誘致を行うにあたっての関係機関との連携方法の確立	SEZA	-	

○: 完了した業務。公的資料により確認済み
□: MOITC/SEZAから完了と聞いている業務
△: 取り組み中の業務
-: 開始されていない業務、または情報なし。
＊ : SEZAが中心となって他の省庁と実施する、または調整を行う。

出典:JICA 調査団

図 3.6.1　SEZ 制度実施体制構築に係るロードマップ

3.6.2　実施戦略

実施促進のため、以下に挙げた戦略の採用を提案する。

(1) 準備作業のための SEZ 庁と産業省の機能強化

最初に、制度設計全体を率いるための組織を設立し運営することが必要である。これに向け SEZ 庁の技術委員会が技術的な事項を支援し助言を行っている。方針策定にかかる強力なリーダーシップについては理事会が発揮することが期待されるが、実施監理は SEZ 庁の管理者が行うべきことである。

適切な出口戦略は必要とされるが、産業省は法令・立法にかかる基本的な能力と、SEZ 指定及びライセンス付与、他の規則及び行政手続きを運用する仕組みを立ち上げるための、他の各種政府機関との調整も必要としている。

(2) 主要機関を含む規定の策定

必要な法規制の種類は (1)議会レベルで立法するもの、(2)SEZ 庁または他の担当政府機関が作成し官報で公表するもの、(3)運用規則・手続きがある。(1)の法規制では産業省が主要な役割を果たす。(2)は SEZ 庁の技術的能力と決断が求められる。

作業規定や運用、SLA 等の取り決めにかかる基本合意を得るため、関連法及び行政手続きにかかるワーキンググループを形成する必要がある。限られた人員で時間的制約の中で進めるため優先度を考慮して作業を進める必要がある。

(3) SEZ 庁の主要な規制機能の確立

数か所の SEZ が指定されている現状において、主要な法規制は可及的速やかに整備する必要がある。数か所の SEZ においては開発事業に時間を要するところ、既にテナントが入っている SEZ もある。SEZ 企業のライセンス付与と SEZ エンドユーザーの行政手続きは SEZ 庁の重要な機能であり、最優先事項として整備する必要がある。

予算と人員の問題は SEZ 庁が完全に機能するための前提ではあるが、全てを網羅していない段階でも開始できる作業がある。SEZ 関連組織とその連携方法の特定は、それら組織との SLA や MOU の締結に時間を要することから特に重要と考えられる。

3.7　想定産業のレビュー

3.7.1　SEZ の想定産業

SEZ の想定産業として、SEZ M/P でポテンシャル産業として挙げられた 11 産業をベースに、本調査において実施する 1)民間企業に対する需要調査（第 6 章を参照）、2)各産業の一般的な水需要、を考慮して想定産業のレビューを行った。

表 3.7.1　ポテンシャル産業のレビュー

産業	SEZ M/P におけるポテンシャル産業	需要調査	必要な給水量
農作物加工	○	○	×
水産加工	×	×	×
繊維・衣服	○	○	△
革・革製品	×	×	○
化学製品	○	×	×
薬品	×	×	×
石油加工品	○	×	×
電力	×	×	×
ゴム・プラスチック	○	×	△
紙・紙製品	△	◎	×
印刷	△	◎	○
建設資材	○	×	×
鉄・鉄製品	○	×	○
金属加工	×	×	×
建築機材	×	×	×
電子機器	×	×	×
輸送機器	×	○	○
花卉・生鮮産品	×	×	×
インフラ開発サービス	×	×	×
物流サービス	△	○	○
ICT	×	×	○
MICE	○	○	○

注釈:　ポテンシャル産業: ○: 優位,△: やや優位,×: 優位でない
需要調査: ◎: 強い関心あり,○: 関心あり,×: 関心が低い
必要な給水量: ○: 少ない、△: やや少ない、×: 多い
出典: JICA 調査団

以上より、以下に示す 9 産業種をモンバサ SEZ における想定産業として考えている。

(a) 高いポテンシャルを有する産業:
印刷、鉄・鉄製品、金属加工、輸送機器、物流サービス、MICE
(b) ポテンシャルを有する産業（当該産業の中で水需要が低いテナントが対象）:
農作物加工、水産加工、ゴム・プラスチック

3.7.2　居住人口および就労人口

モンバサ SEZ の全体開発により 30,156 人の雇用と 4,680 人分の住宅地供給を想定している。フェーズごとの居住人口および就労人口は以下に示すとおり。

表 3.7.2　居住人口および就労人口

	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	開発後
就労人口	1,935	10,899	25,969	30,156
居住人口	524	2,792	3,730	4,680

出典: JICA 調査団

第4章　自然条件調査

4.1　自然条件調査の概要

本案件で実施する本案件で行う自然条件調査は以下の 5 種類である。

- 流況、水位、濁度観測
- 底質採取
- 航路モニタリング測量
- 土質調査
- 地形測量

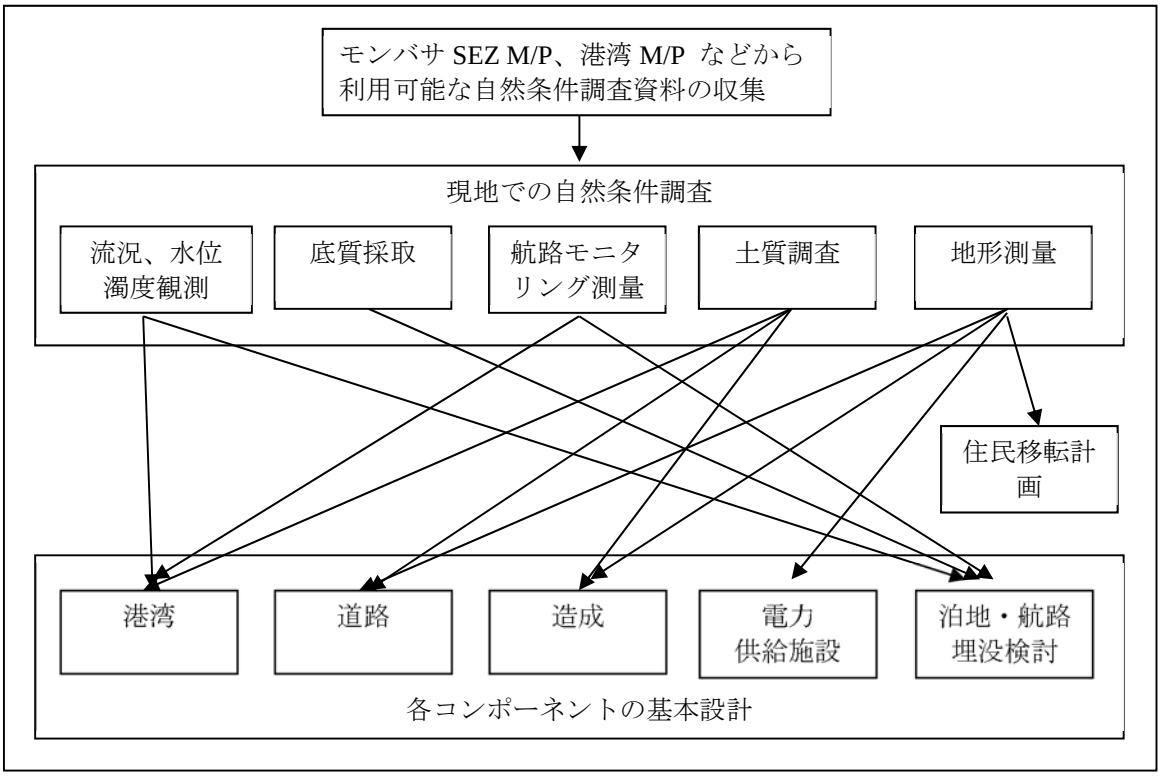
対象コンポーネントごとの自然条件調査の概要を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1　本案件で実施する自然条件調査

対象	種類	調査の内容	調査期間	記載箇所
港湾	流況、水位、濁度観測	調査目的：港湾予定地の流況、水位、濁度の把握 流況シミュレーションに使用するデータの収集 調査内容：流速、流向、水位、濁度（1 ヶ月間） 調査方法：電磁流速計、水位計、濁度計を調査海域に設置する。調査期間は満潮時を含むように設定する。 調査場所：流速、流向　2 箇所 （既存港湾前面、DK1 バース前面） 濁度　1 箇所（DK1 バース前面） 水位　1 箇所（KPA 本部付近）	2017 年 1 月 27 日～3 月 8 日、 3 月 14 日～3 月 16 日	4.2 章 (5 章　泊地・航路埋没検討参照)
	底質採取	調査目的：ポートライツ周辺の底質堆積状況を確認する 調査内容：目視による堆積物の種類、状態の確認 調査方法：ダイバーが直接底質を採取する 調査場所：既存港湾前面　12 箇所 DK1 バース前面　9 箇所	2017 年 1 月 28 日～1 月 31 日	4.3 章 （5 章 泊地・航路埋没検討参照）
	航路モニタリング測量	調査目的：ポートライツ周辺の底質堆積状況の確認 調査内容：既存航路の水深測量(長さ 1.0 km、9 側線) 調査方法：音響探査機を設置した船を用いて調査側線上を航行する 調査場所：新コンテナターミナル前面海域	2017 年 1 月 29 日	4.4 章 （5 章 泊地・航路埋没検討参照）
	土質調査	調査目的：港湾ヤード予定地の土質データの収集、圧密、地盤改良工法の検討の材料として 調査内容：土の種類、粒径、土層の深度（基礎地盤の深度）、単位体積重量、圧密特性など 調査方法：ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験 調査場所：DK1 バース、ヤード予定地	2017 年 5 月 11 日～8 月 3 日	4.5 章 ※ボーリング結果等は付属資料 3 参照
SEZ 内基幹道路	土質調査	調査目的：SEZ 内基幹道路の盛土及び路盤設計のため 調査内容：土の種類、粒径、土層の深度（基礎地盤の深度）、単位体積重量、圧密特性など	2017 年 5 月 11 日～8 月 3 日	4.5 章 ※ボーリング結果等は付属

対象	種類	調査の内容	調査期間	記載箇所
		調査方法：ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験、CBR 試験 調査場所：ドンゴクンドゥ地区 SEZ 内基幹道路予定地		資料 3 参照
	地形測量	調査目的：SEZ 内基幹道路の基本設計の材料として 調査内容：平面図、縦断図、断面図（20m 間隔）の作成 調査方法：道路中心から両側 150m に対して、RTK 測量を実施する 調査場所：ドンゴクンドゥ地区 SEZ 内基幹道路予定地	2017 年 5 月 18 日～9 月 28 日	4.6 章 ※地形図等は付属資料 4 参照
電力供給施設	地形測量	調査目的：電力供給施設の基本設計資料として 調査内容：平面図、縦断図、断面図（100m 間隔）の作成 調査方法：送電線の両側 30m に対して、RTK 測量を実施する 調査場所：マリアカニ変電所～SEZ 内変電所（54km）	2017 年 5 月 18 日～9 月 28 日	4.6 章 ※地形図等は付属資料 4 参照
	深浅測量	調査目的：電力供給施設の基本設計資料として 調査内容：縦断測量、断面測量（100m 間隔）、平面測量 調査方法：音響探査機を設置した船を用いて調査領域を航行する 調査場所：ラバイ変電所～SEZ 入り口間で入り江を横断する箇所(約 3km)	2017 年 2 月 1 日	※図面等は付属資料 2 参照
	土質調査	調査目的：送電線鉄塔位置での基礎地盤の深度確認のため 調査内容：土の種類、粒径、土層の深度（基礎地盤の深度）、単位体積重量、圧密特性など 調査方法：ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験 調査場所：ラバイ変電所～SEZ 入り口間で入り江を横断する箇所の両岸 1 箇所ずつ	2017 年 1 月 30 日～3 月 21 日	4.5 章 ※ボーリング結果等は付属資料 3 参照
SEZ 用地	土質調査	調査目的：造成後の土砂を港湾部の埋立材として転用可能か判定する 調査内容：土の種類、粒径、土層の深度（基礎地盤の深度）、単位体積重量など 調査方法：ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験 調査場所：SEZ 用地内、3 箇所	2017 年 1 月 30 日～3 月 21 日 2017 年 5 月 11 日～8 月 3 日	4.5 章 ※ボーリング結果等は付属資料 3 参照
	地形測量	調査目的：FTZ、SEZ 内変電所の基本設計の材料として 調査内容：平面図の作成（21ha） 調査方法：RTK 測量及びトータルステーションによる測量 調査場所：ドンゴクンドゥ地区内	2017 年 5 月 18 日～9 月 28 日	4.6 章 ※地形図等は付属資料 4 参照

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.1.1　調査全体における自然条件調査の位置づけ

4.2　流況、水位、濁度観測

4.2.1　調査内容の概要

港湾予定地の流況、水位、濁度の特性を把握や流況シミュレーションに使用するデータの収集を目的として流況、水位、濁度の観測を行った。

流況と水位の観測は、二つの関係性を把握するために同時に実施した。調査は外洋から 6km 陸側に入り込んだ湾内（ポートライツ）で行った。この海域は雨季を除いて流入河川が干上がっているもしくはごく少ない水量となるため、流況の変化は主に潮位変化により引き起こされるものと考えられる。また観測は水深の違いや既存岸壁と開発予定の DK1 の前面であることなどを考慮し 2 カ所で行われた。本調査では観測中に後述の Location C1 に設置した機材が紛失したため、その期間の Location C1 における流況、濁度のデータは回収できなかった。ただしその後、紛失したデータを補うために、短期間ではあるが Location C1 にて流況の観測を追加で実施した。

Location C1 で紛失した観測機器は、固定用の単管ごと紛失しており（固定方法は後述）、単管そのものに強い力が加わったものと考えられる。水深は 8 m ほどで、流速は穏やかで大型船舶の航行も考えられない場所を選定して観測を実施しており、それらの理由は考えがたい。調査後に現場海域では夜間に遠方からやってきた住民が漁を行うことがあるとの情報があり、その際に魚網に引っかかって抜けた可能性がある。もしそのような原因であれば、観測機器の 24 時間監視や観測機器の周囲に漁業禁止の囲いをつけておくなどの対応が考えられる。

4.2.2　調査機材

本調査に使用された機材を表 4.2.1 に示す。

表4.2.1 調査機材

名称	用途	写真	個数
INFINITY-EM	電磁流速計		2
U20L02	水位計		1
INFINITY-CLW	濁度計		1

出典：JICA 調査団

4.2.3　調査期間

各調査期間は以下の通りである。

- 2017 年 1 月 27 日～3 月 8 日：Location C1（紛失）、Location C2、水位観測
- 2017 年 3 月 14 日～3 月 16 日：Location C1（2 回目）、水位観測

4.2.4　調査位置

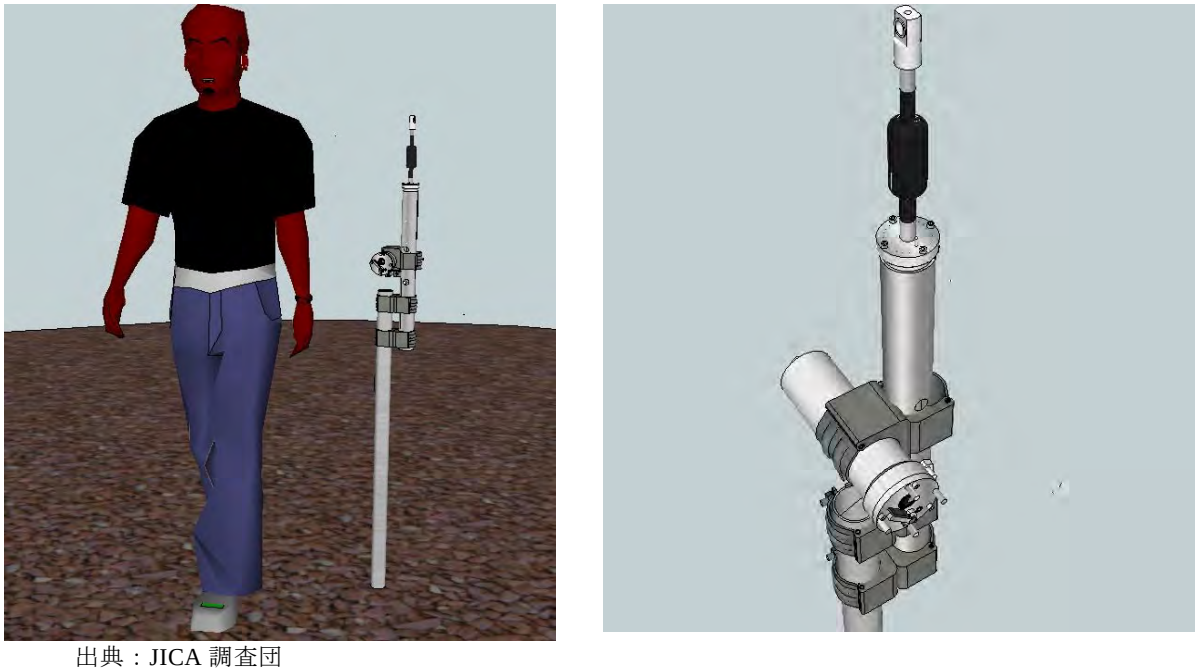
流況、水位、濁度の調査位置を図 4.2.1 に示す。Location C1（水深-8.5m）には流速計と濁度計、Location C2（水深-16.0m）には流速計を設置した。

出典：JICA 調査団

図4.2.1 計測機器設置位置

4.2.5　調査方法

調査機材の設置方法のイメージ図を図 4.2.2 に示す。調査機器は各地点の海底に鋼管を打ち込み、その鋼管につなぎ合わせて固定した。水位計は緑色で示された地点にある桟橋の柱（水深：3m 程度）に括りつけて設置した。その後 1 ヶ月の観測の後、調査機器を回収した。各観測のデータサンプリングの方法を表 4.2.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図4.2.2 調査機材の海底設置方法のイメージ図

表4.2.2 各観測のサンプリング方法

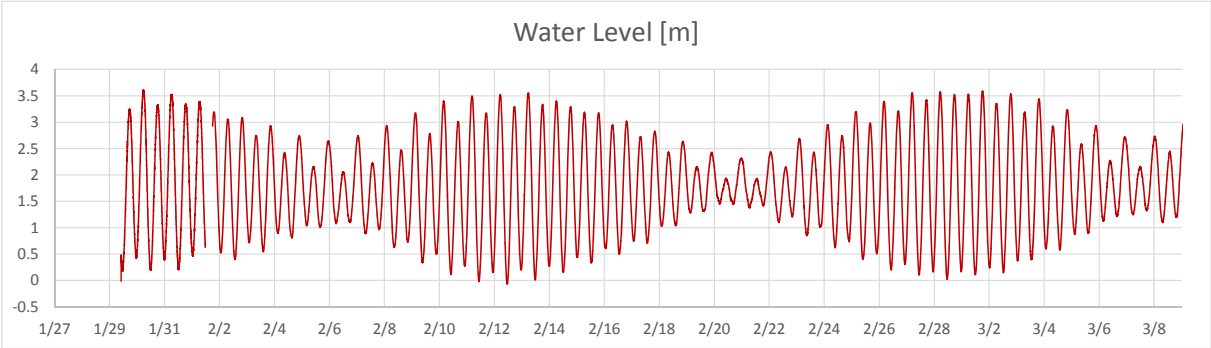
調査位置	機材	名称	サンプリング方法
Location C-1	電磁流速計	INFINITY-EM	2 分/時間 観測間隔：1.0 秒
	濁度計	INFINITY-CLW	
Location C-2	電磁流速計	INFINITY-EM	2 分/時間 観測間隔：1.0 秒
Front of KPA Building	水位計	HOBO	5 分おき

出典：JICA 調査団

4.2.6　調査結果

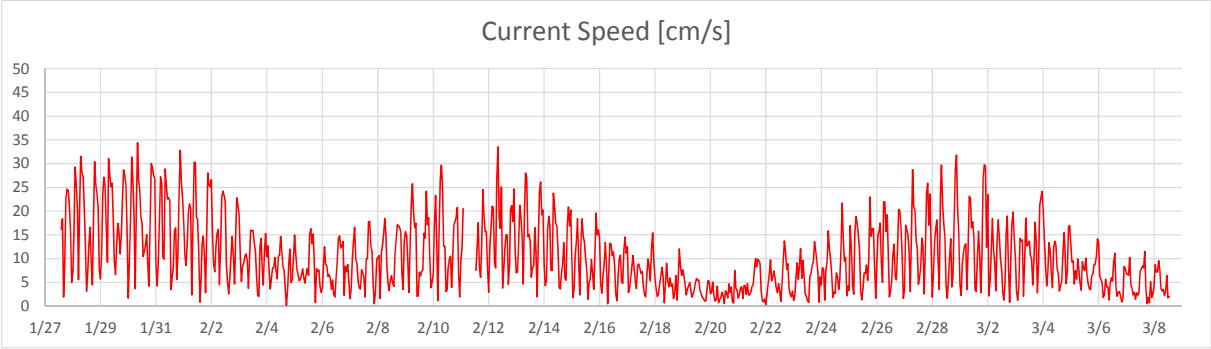
水位と流況の調査結果について、1 月 27 日から 3 月 9 日までの約 1 ヶ月間の Location C2 での観測結果をそれぞれ図 4.2.3、4.2.4 に示す。また東西方向の流速成分、南北方向の流速成分をそれぞれ図 4.2.5、4.2.6 に示す。図 4.2.3、4.2.4 より水位と流速の変化は関連性があることが見て取れる。また流速の向きは東西方向の方が南北方向よりも大きいことも分かる。これは湾の形状が東西方向に長く延びていることから、東西方向の流速が発生しやすいためと考えられる。

また 2 月 1 日付近の水位、および 2 月 11 日付近の流速の欠測は、観測機器にゴミのようなものが覆いかぶさり、正常に観測できなかったものと考えられる。



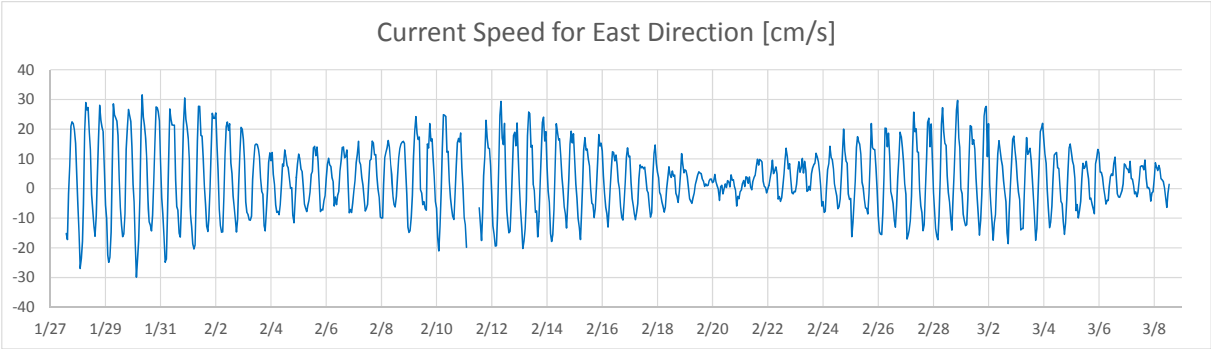
出典：JICA 調査団

図4.2.3 C2 での水位変化（1 月 27 日～3 月 9 日）



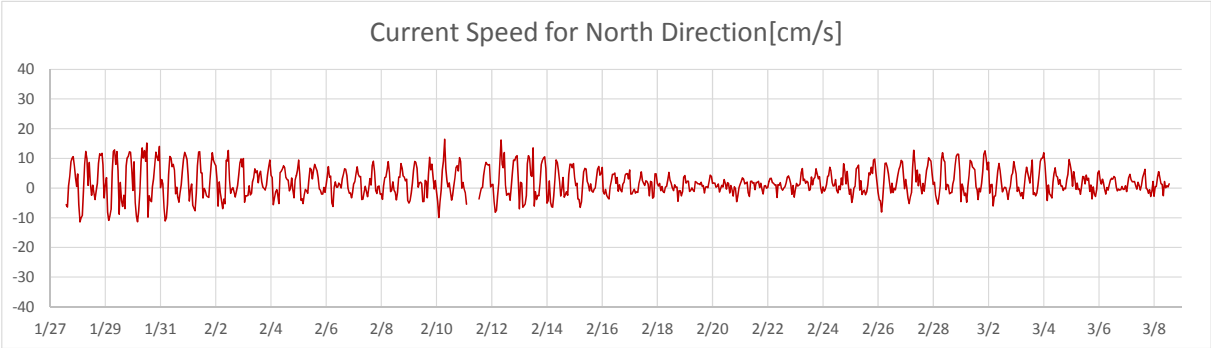
出典：JICA 調査団

図4.2.4 C2 での流速変化（1 月 27 日～3 月 9 日）



出典：JICA 調査団

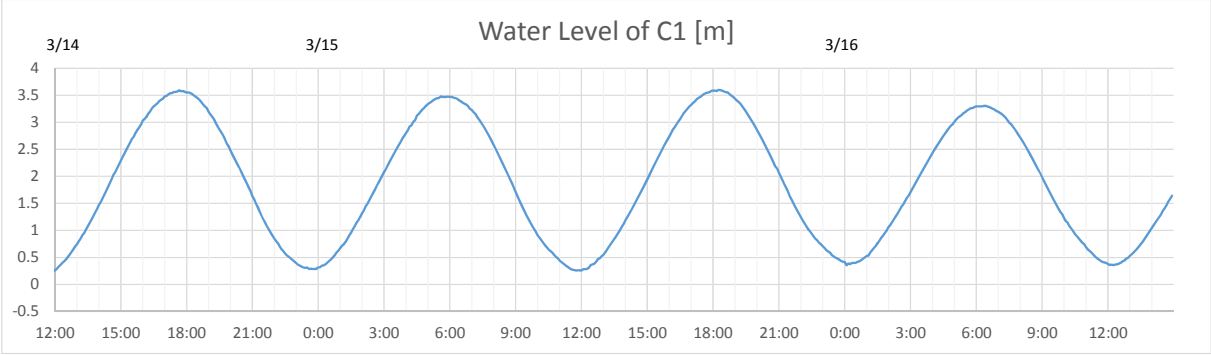
図4.2.5 東西方向の流速成分



出典：JICA 調査団

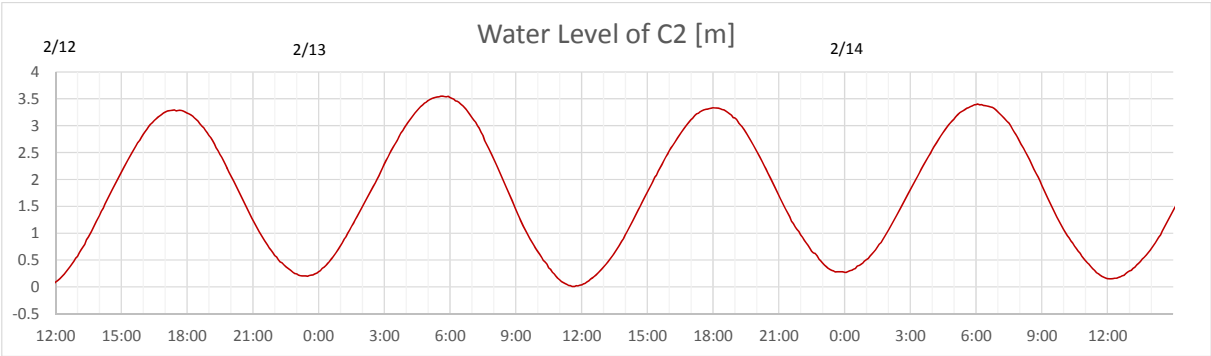
図4.2.6 南北方向の流速成分

次に、3 月 14 日から 3 月 16 日までの 2 日間の Location C1 での観測結果をそれぞれ図 4.2.7、4.2.9 に示す。また比較のため、水位変化が同様の傾向を示している 2 月 12 日から 2 月 14 日までの 2 日間の Location C2 での観測結果を図 4.2.8、4.2.10 に示す。同様の水位変化が発生している状況であっても、C1 と C2 を比較すると、2 ヶ所は異なる流況を示している。特に C1 は C2 の 2 倍の流速を示しており、特に引き潮時に大きな流速が発生していることがわかる。



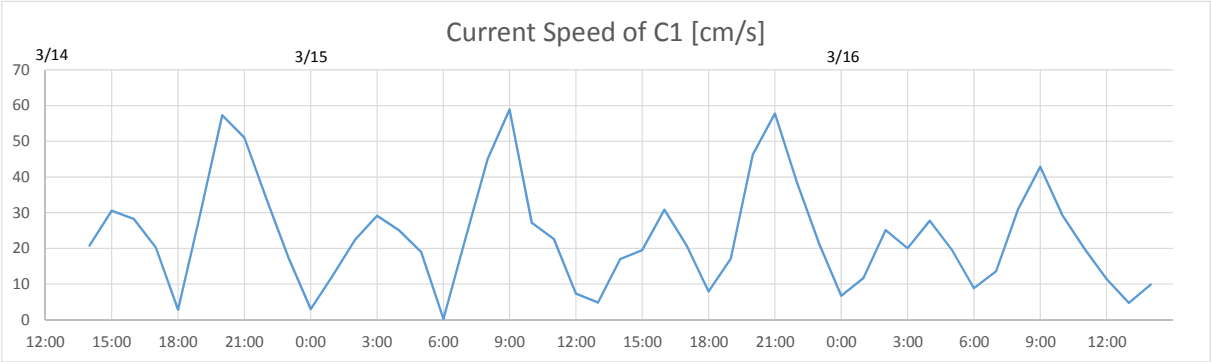
出典：JICA 調査団

図4.2.7 C1 での水位（2 日間）



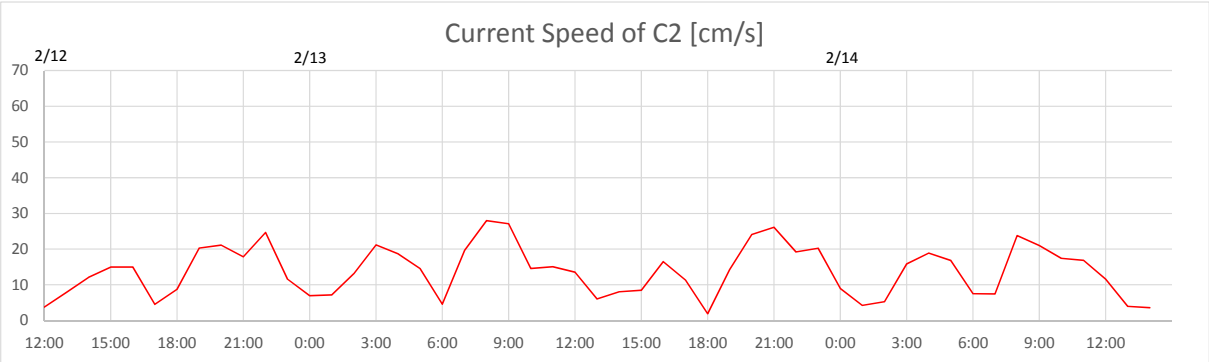
出典：JICA 調査団

図4.2.8　C2 での水位変化（2 日間）



出典：JICA 調査団

図4.2.9 Location C1 における流速変化（2 日間）

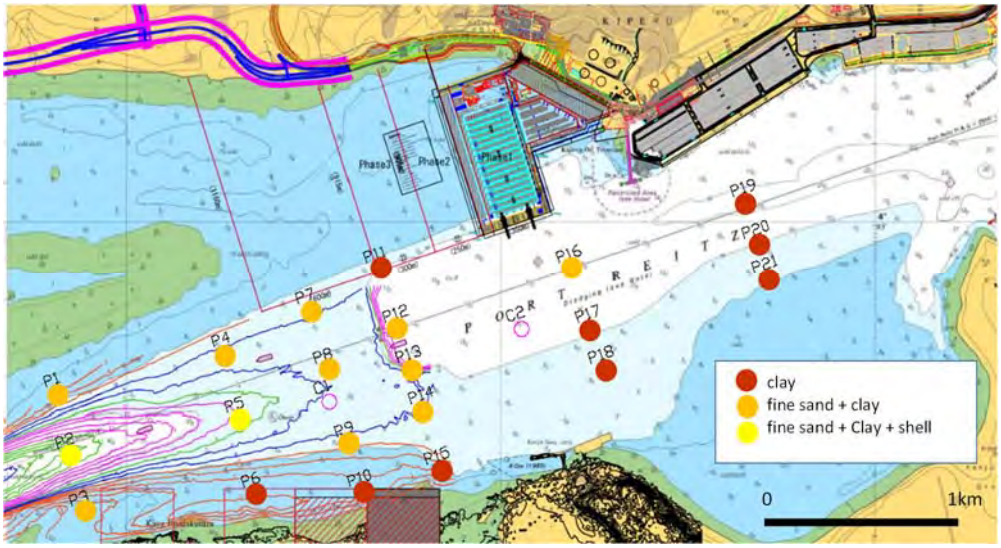


出典：JICA 調査団

図4.2.10 Location C2 における流速変化（2 日間）

4.3　底質採取

泊地・航路埋没検討に関連して、ポートライツ周辺の底質堆積状況を確認するために底質採取 21 カ所で行った。結果、考察は 5 章　泊地・航路埋没検討に記載する。



出典：JICA 調査団

図4.3.1 底質調査位置

4.4　航路モニタリング測量

既存航路における土砂堆積状況を把握することを目的として、航路モニタリング測量を実施した。航路モニタリング測量では調査船に音響探深機を設置し、水深の測定と GPS による座標情報の取得を同時に行いながら調査海域を航行することで水深データを作成した。水深は、探深機から海底に向けて超音波を発生させて、海底にぶつかり跳ね返ってきた超音波を計測することで測定した。今回の調査では側線に沿って水深データを取得し、航路の断面図を作成し、既往のデータとの比較から航路の埋没状況を観測した。結果、考察は 5 章　泊地・航路埋没検討に記載する。

4.4.1　調査機材

航路モニタリング測量に用いた調査機材を表 4.4.1 に示す。

表4.4.1 調査機材

名称	用途	写真	個数.
PDR1300	測深器		1
Trimble SPS356	GPS 測器		1

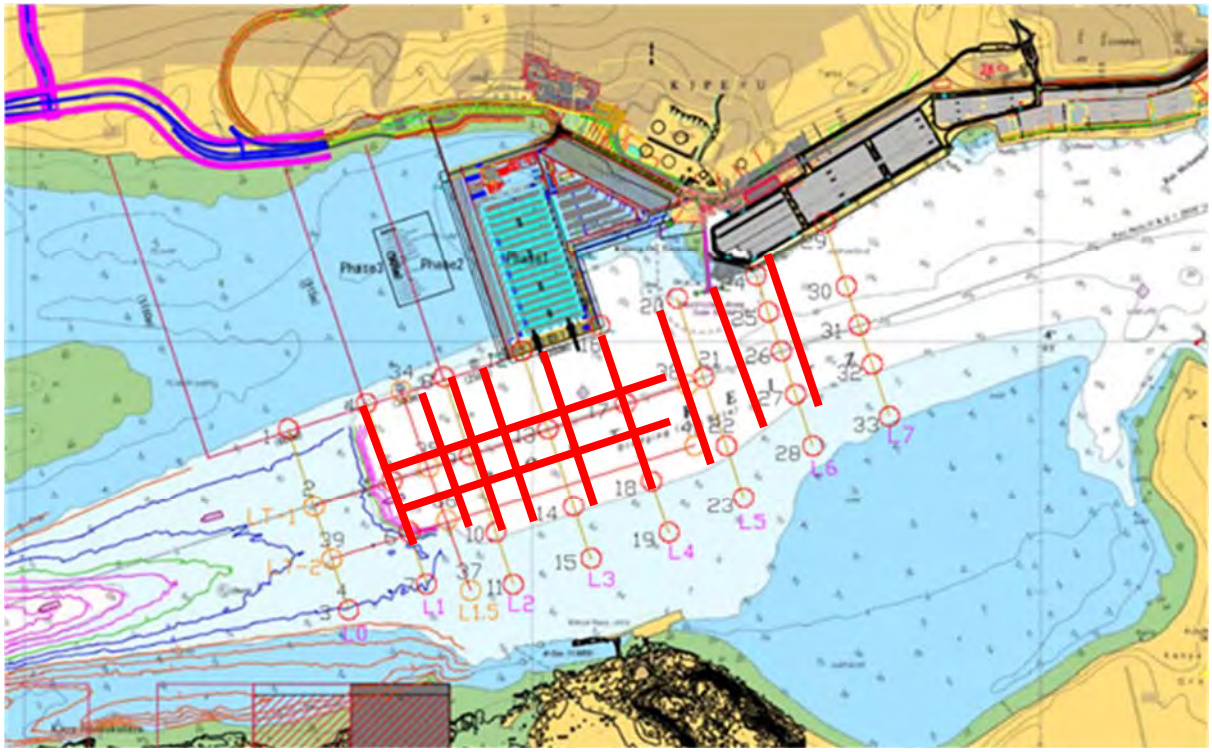
出典：JICA 調査団

4.4.2　調査期間

調査は 2017 年 1 月 29 日、30 日に実施した。

4.4.3　調査位置

調査位置は図 4.4.1 に示す。調査は赤線で示された 11 本の線（縦 9 本、横 2 本）に沿って行われた。



出典：JICA 調査団

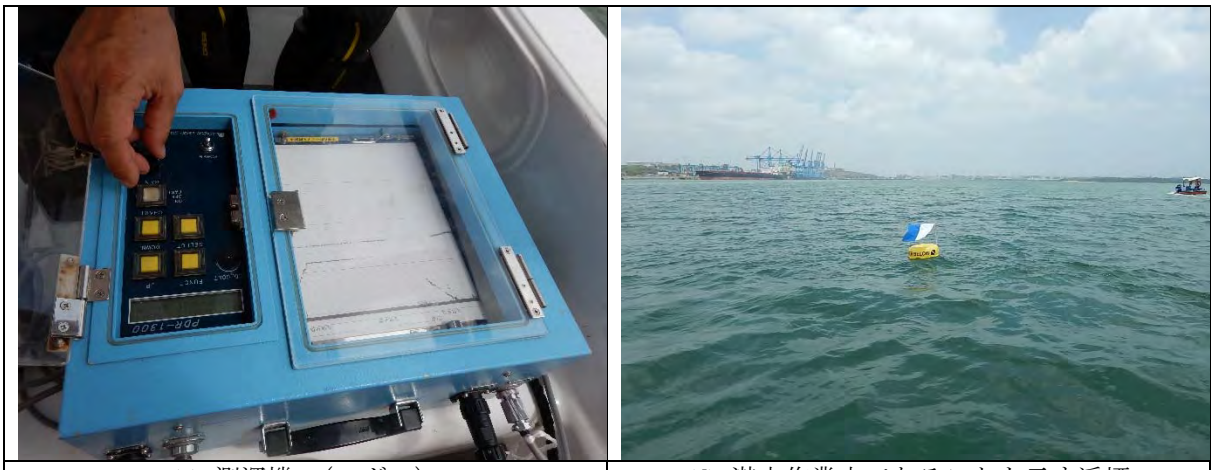
図4.4.1 航路モニタリング測量の調査位置（赤線部）

4.4.4　調査方法

調査中の様子を図 4.4.2 に示す。観測結果は当日の潮位変化及び大気圧で結果の補正を行った。

(a) 観測中の送受波機

(b) GPS 機器



(c) 測深機　（ロガー）　(d) 潜水作業中であることを示す浮標

出典：JICA 調査団

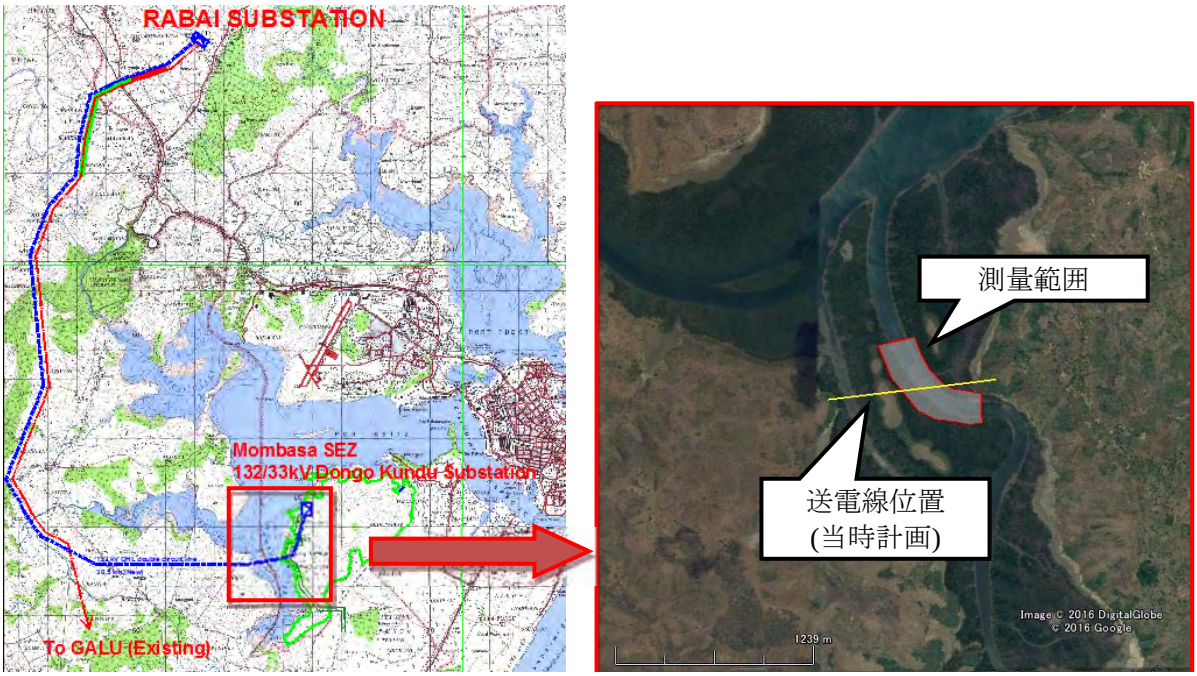
図4.4.2 航路モニタリング測量に用いた機材

4.4.5　調査結果

調査結果及び考察は 5 章　泊地・航路埋没検討に記載する。

4.5　深浅測量

送電線の基本設計を使用するために、ボンボクリークで深浅測量を実施した。使用機材は海底モニタリング測量に使用した機材と同じものを使用した。作業は 2017 年 1 月 31 日に実施された。調査地域は図 4.5.1 に示す。ただし、この調査の実施後に送電線ルートが変更されたため、現段階の送電線の設計にはこの調査結果は用いられていない。



出典：JICA 調査団

図4.5.1 深浅測量の調査位置

4.6　土質調査

土質調査は調査期間中のスコープ変更のため 2 回に分けて行われた。1 回目は 2017 年 1 月 30 日～3 月 21 日にかけて、2 回目は 2017 年 5 月 11 日～8 月 3 日行われた。各調査地点の位置、概要を図 4.6.1、表 4.6.1 に示す。本土質調査ではボーリング調査、標準貫入試験を 12 地点、CBR 試験を 3 地点実施した。

出典：JICA 調査団

図4.6.1 土質調査実施位置

表4.6.1 土質調査実施地点一覧表

No.	名称	調査内容	対象コンポーネント	掘削深度	調査時期
1	BH1	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 用地（FTZ）	20m	1 回目 2017 年 1 月 30 日 ～3 月 21 日
2	BH2	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 用地	27.5m	
3	BH3	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 用地（SEZ 内変電所）	20m	
4	BH4	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 内基幹道路	30m	
5	BH5	ボーリング調査 標準貫入試験	電力供給施設（使用せず）	30m	
6	BH6	ボーリング調査 標準貫入試験	電力供給施設（使用せず）	30.5m	
7	RBH-1	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 内基幹道路	20m	2 回目 2017 年 5 月 11 日 ～8 月 3 日
8	RBH-2	ボーリング調査 標準貫入試験	SEZ 内基幹道路	20m	
9	RBH-3	ボーリング調査 標準貫入試験 CBR 試験	SEZ 内基幹道路	20m	
10	SBH-1	ボーリング調査 標準貫入試験	港湾	20m	
11	SBH-2	ボーリング調査 標準貫入試験	港湾	40.5m	
12	SBH-3	ボーリング調査 標準貫入試験	港湾	50m	
13	CBR-1	CBR 試験	SEZ 内基幹道路	2m（標高 54m、道路計画高 52m）	
14	CBR-2	CBR 試験	SEZ 内基幹道路	2m（標高 54m、道路計画高 52m）	

出典：JICA 調査団

土質調査の目的は以下のとおりである。

- SEZ 用地内の造成時に発生する切土の埋立材として転用可否の検討のため
- SEZ 用地の造成高の検討のため
- 港湾ヤード予定地圧密、地盤改良工法の検討のため
- 道路の盛土及び路盤設計のため

4.6.1　ボーリング調査

(1) 調査方法

ボーリングサイトの様子を図 4.6.2 に示す。また、ボーリング調査により得られた各調査地点での柱状図を付属資料 3 に示す。

現地での試料の採取にはロータリー式二重管サンプラーを用いた。試料の採取の手順は、まず自立する試料を採取できる地層では不撹乱試料（Undisturbed Sample）を、砂地盤など自立する試料の採取が難しい地層では撹乱試料（Bag Sample）を深度約 1m ごとに採取し、同時に標準貫入試験も実施した。各地点のボーリング調査は、支持層を確認の後、掘削深度が 20m に達した場合に掘削を終了した。ただし支持層が確認できない場合は掘削を継続し、支持層が確認できる深度まで調査を行った。

出典：JICA 調査団

図4.6.2 ボーリングサイトの概要

出典：JICA 調査団

図4.6.3 不撹乱試料

(2) 各地の地盤堆積状況

i) 港湾ヤード部（SBH1,2,3）

港湾ヤード部では、3 地点においてボーリング調査が行われた。これらの地点では一様に支持層の位置が深く、一部では深さ 50m に達した。また地表から 5～10m 程度は極めて軟弱な粘土層が存在しており、地盤改良、圧密に注意を要する。土層は主に粘土系の土が堆積しているが、砂や有機物を多く含む層も入り組んでいる。

ii) SEZ 用地（BH1,2,3）

各調査地点の周辺の様子を記述する。BH1,3 は急峻な丘の頂上部であり、表層はブラックコットンソイルと思われる土砂が堆積していた。BH2 はなだらかな丘の中腹にあり、表層は赤茶色の砂が堆積していた。

調査の結果、BH1,3 のある地点では地表から 3～4m の位置に頁岩が存在していることを確認した。これらの地点を切土する際は頁岩の深度に注意する必要がある。BH2 のある地点では、地表から 10～15m 程度まで密度の高い砂及びシルトが堆積していた。

iii) SEZ 内基幹道路部（RBH1,2,3、BH4）

SEZ 内基幹道路部では港湾側に丘を掘削する部分があり、中間地点に沢を含む低湿地が存在する。丘を掘削する部分に相当する RBH3 では SEZ 用地の BH1,3 と同様に地表から 5m 程度の部分で頁岩が存在しており、それが道路計画高まで続いていた。

低湿地の部分では地表から 10～15m ほど粘土層が堆積しているが、これらの層の N 値は 20 以上あり、特別に軟弱な地層は認められない。

4.6.2　室内試験

各試料は現場採取後に試験室に持ち込まれ、室内試験を行った。試験項目を以下に示す。

- 粒度試験
- 比重試験
- 含水比試験
- 単位体積重量の測定
- 一軸圧縮試験
- コンシステンシー試験
- 圧密試験
- 締固め試験
- 岩石スレーキング試験
- 吸水量試験
- 自由膨潤率試験
- 一次元膨潤圧試験

4.6.3　CBR 試験

CBR 試験では路盤設計のため 2 ヶ所、盛土材料の検討のために 1 カ所、の計 3 カ所にて試料を採取が行われた。表 4.6.2 に各調査地点の概要、目的を示す。CBR1,2 では不撹乱試料を採取して、試料を試験室に持ち込み室内 CBR 試験を行った。CBR3 では RBH3 で採取した頁岩の試料を利用して CBR 試験を行った。

表4.6.2 CBR 試験の概要

名称	実施目的
CBR1	SEZ 内基幹道路の路盤設計のため
CBR2	SEZ 内基幹道路の路盤設計のため
CBR3	切土を利用した盛土の検討のため

出典：JICA 調査団

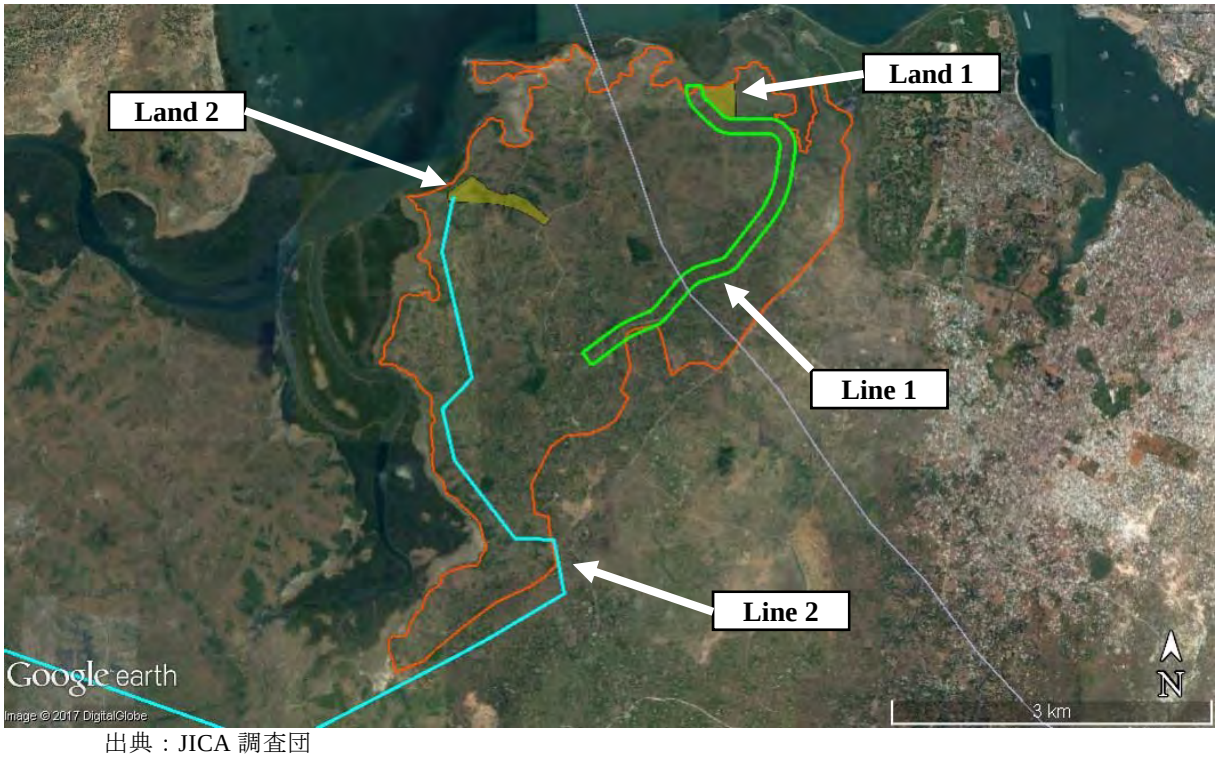
4.6.4　結果の活用

土質調査の結果から、以下のようなことが確認できた。

- SEZ 用地内の造成時に発生する切土の埋立材として転用可否
  →SEZ 用地内ではブラックコットンソイルが堆積している、地表から浅い層に頁岩が存在しているなどの理由で、切土を埋立材として転用できる可能性は低い。
- SEZ 用地の造成高の検討
  →FTZ 予定地、港湾ヤード後背部では地表近くに頁岩の層が存在しており、造成には注意を要する。
- 港湾ヤード予定地圧密、地盤改良工法の検討
  →ヤード予定地では極めて軟弱な層が 5～10m 続くことから、施工時には圧密の期間が長期にわたる可能性がある。

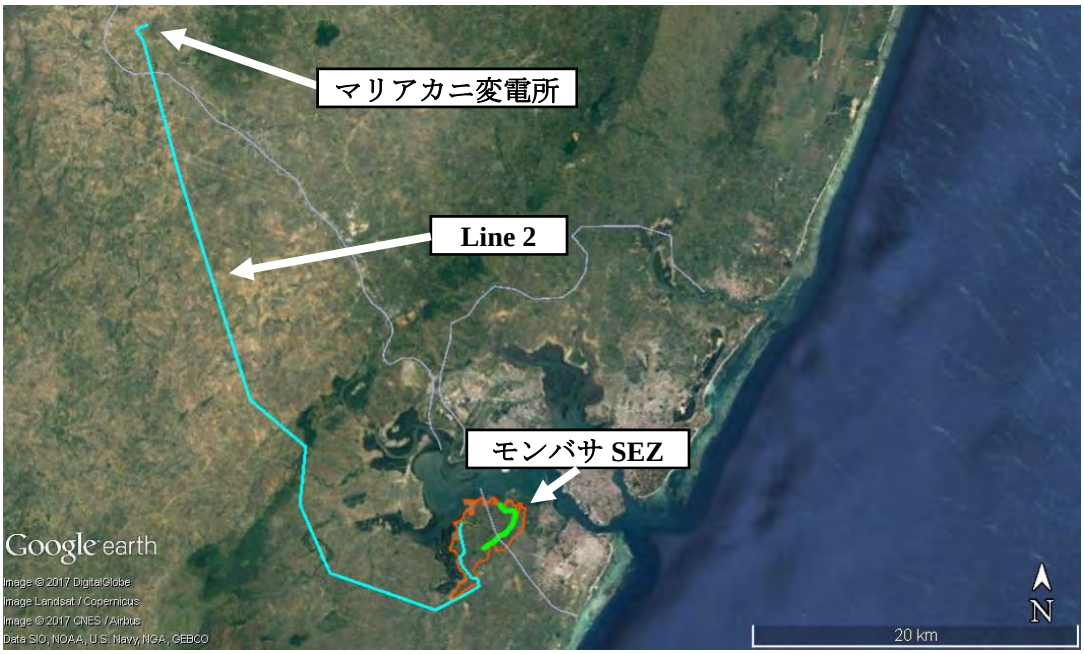
4.7　地形測量

地形測量は 2017 年 5 月 18 日から 9 月 28 日にかけて、全 4 地点にて行われた。図 4.7.1、4.7.2 に各地点の地図を、表 4.7.1 に各調査地点の概要、目的を示す。



出典：JICA 調査団

図4.7.1 地形測量実施範囲（1）



出典：JICA 調査団

図4.7.2 地形測量実施範囲（2）

表4.7.1 地形測量位置

名称	位置	広さ（長さ）	目的
Line 1	ドンゴクンドゥ地区、MBSR から港湾ヤードまで	4.4 km	SEZ 内基幹道路の基本設計
Line 2	マリアカニ変電所から SEZ 内変電所まで	54 km	送電線の基本設計
Land 1	ドンゴクンドゥ地区、FTZ 予定地	10 ha	FTZ の造成の検討
Land 2	ドンゴクンドゥ地区、SEZ 内変電所予定地	11 ha	SEZ 内変電所の基本設計

出典：JICA 調査団

4.7.1　測量方法

標高の基準はモンバサ港 M/P、及び対岸の新コンテナターミナルにあわせるため、モンバサ港内に設置されている CDL 基準のベンチマークを採用した。

調査に用いた機材はトータルステーションを 2 台及び RTK 測量の機材を用いた。図 4.7.3 に調査機材の写真を示す。これらの機材を用いて、調査範囲にて位置情報を収集し、地形図作成ソフトを用いて図面として出力を行った。準拠楕円体及び座標系は以下のものを採用した。

表4.7.2 地形測量で用いた準拠楕円体

準拠楕円体	
Spheroid	WGS 84
Datum	WGS 84
Semi major axis (a)	6 378 137.000 m
Semi minor axis (b)	6 356 752.314 m
Inverse flattening (1/f)	298.257223563
Eccentricity2 (e2)	0.081819190842622

出典：JICA 調査団

表4.7.3 地形測量で用いた座標系

座標系	
Projection	Universal Transverse Mercator (UTM)
Zone	37 South
Longitude of Central Meridian	39° E
Latitude of Origin Projection	0° N
False Easting	500 000 m
False Northing	10000000 m
Scale Factor	0.9996
Units	International Meters
Convergence	World Standard
Unit of Measure	International Meters

出典：JICA 調査団

(a) RTK 測量機材

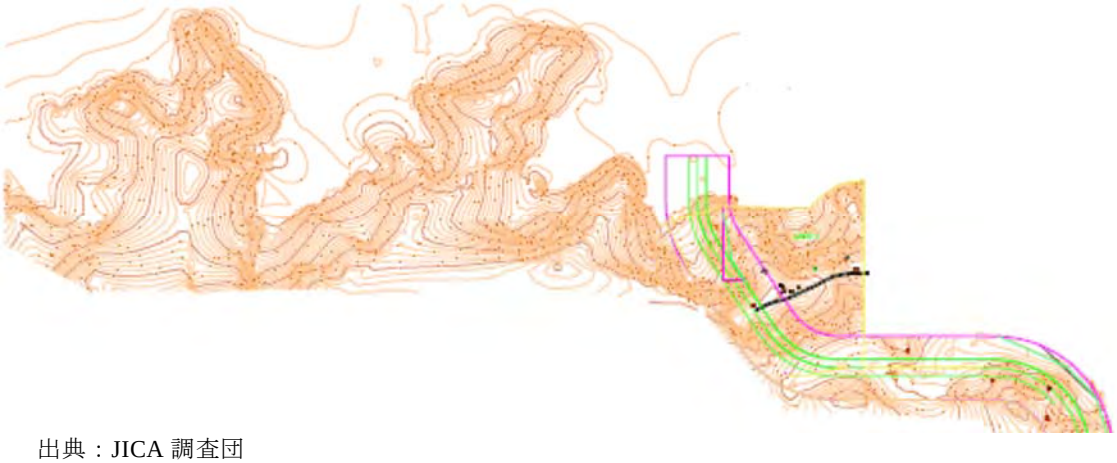
(b) トータルステーション

出典：JICA 調査団

図4.7.3 地形測量で用いた機材

4.7.2 測量結果

平面図の例を図 4.7.4 に示す。こちらの図はモンバサ港 M/P にて行われた地形測量の結果と Land 1、Line 1 の結果が合致するように作成した。標高線は 1m ごとに記述している。また地形図には調査地域にある家、現道などの情報も記載している。その他の測量結果は付属資料 4 に示す。



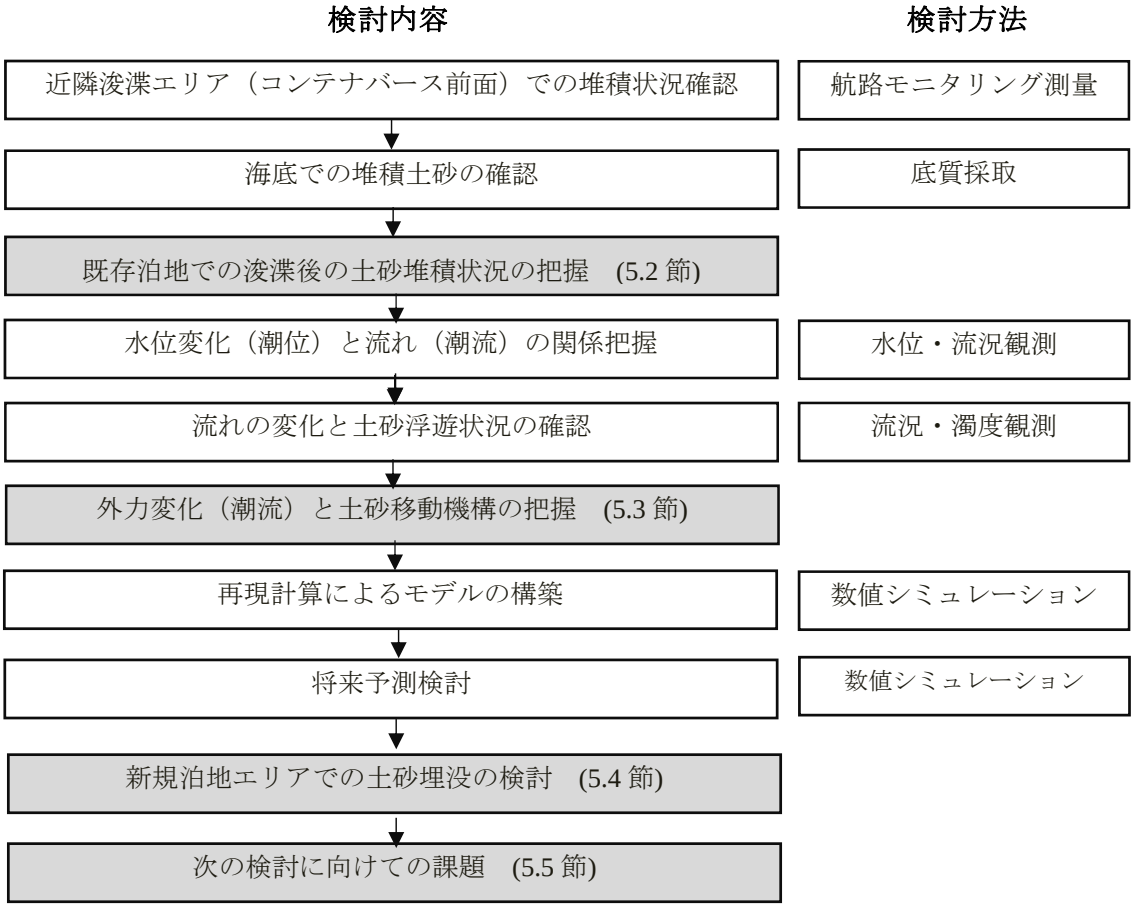
出典：JICA 調査団

図4.7.4 平面図の例（港湾ヤード周辺）

第5章　泊地・航路埋没検討

5.1　検討の方針

検討の流れを図 5.1.1 に示す。まず既存泊地における浚渫後の土砂堆積状況を把握し、次に対象エリアでの地形・外力の違いを踏まえ、浚渫後の航路・泊地埋没の可能性について数値モデルにより検討する。



出典：JICA 調査団

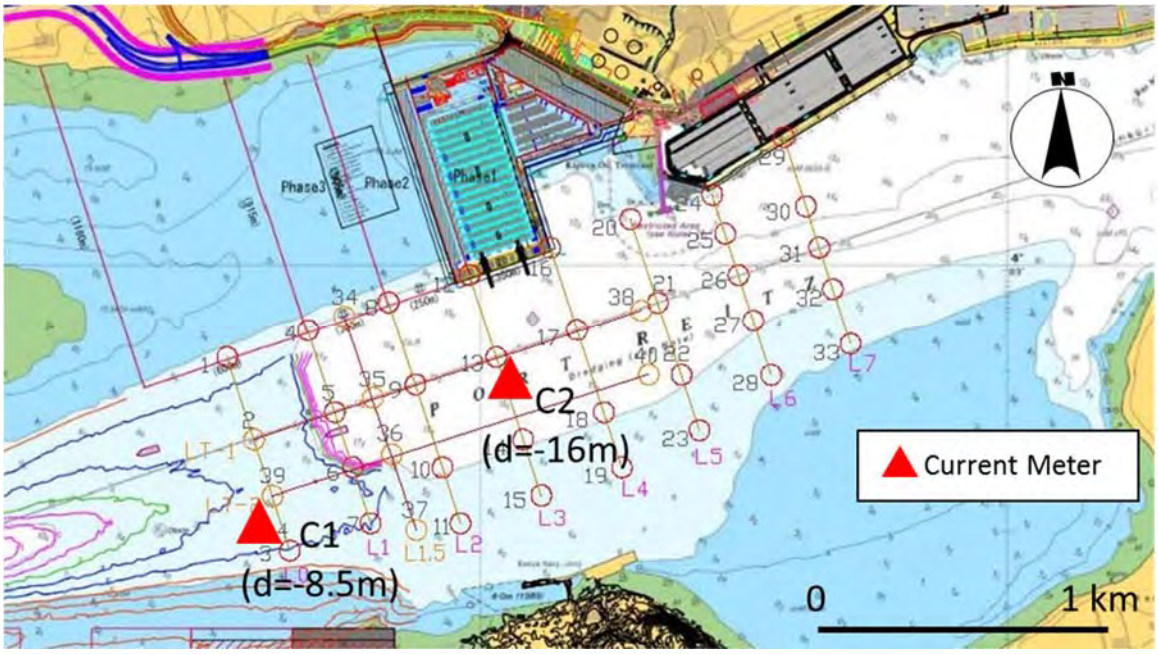
図 5.1.1　新規航路・泊地における埋没検討の流れ

5.2　既存泊地での浚渫後の土砂堆積状況の把握

5.2.1　近隣浚渫エリア（コンテナバース前面）での堆積状況確認

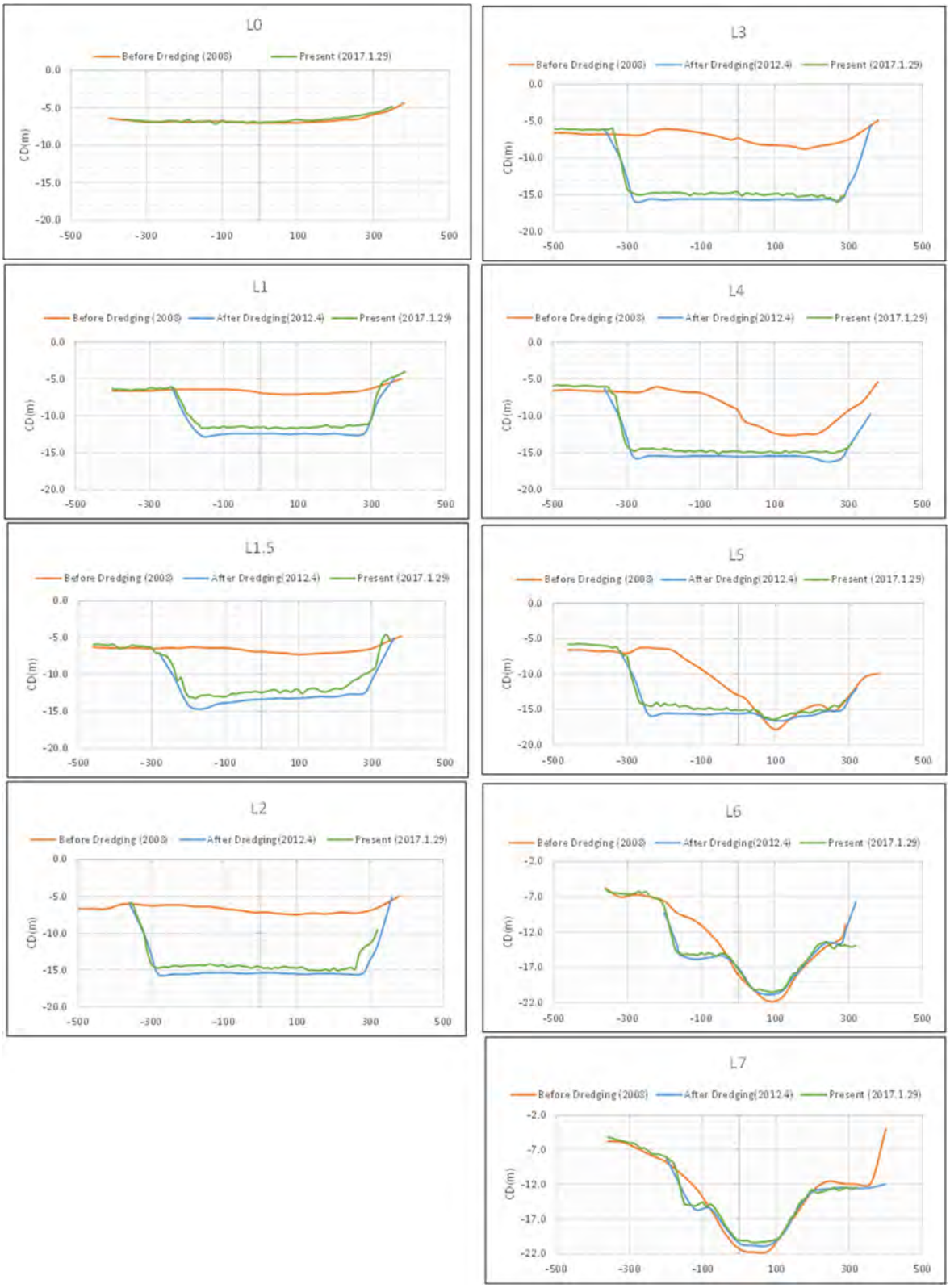
浚渫後の堆積状況を調べるための測線位置を示したものが図 5.2.1、航路横断方向の各測線の結果を示したものが図 5.2.2、縦断方向の結果を示したものが図 5.2.3 である。ここで x 軸の＋は北側（既存港側）、－が南側（新規港側）を示し、0 は航路中央法線位置を示す。また、横断図上の航路中心から北側 200m 間及び南側 200m 間での平均的な水深変化を、航路法線に沿って港奥の L0 地点から港口側の距離で示したものが図 5.2.4 である。これより、浚渫エリアにおける 2012 年 4 月から今回（2017 年 1 月）までの約 5 年間における水深変化（堆積高）は、0.5～1.3m 程度と全体的にはそれほど顕著なものではない。場所的には、港奥付近で 1m 程度、港口付近では 50～70cm 程度と、港奥ほど堆積量は増える。また航路北側よりも南側の方が堆積量は大きくなる。これらの結果より計算され

る、2012 年 4 月から今回の 2017 年 1 月までの堆積量を、エリア毎に示したものが図 5.2.5 である。これより、浚渫エリアの全堆積量は約 75 万 m^3（5 年間平均で約 15 万 m^3/年）である。港奥側で堆積量は大きく、港口側に行くに従って少なくなっていく。



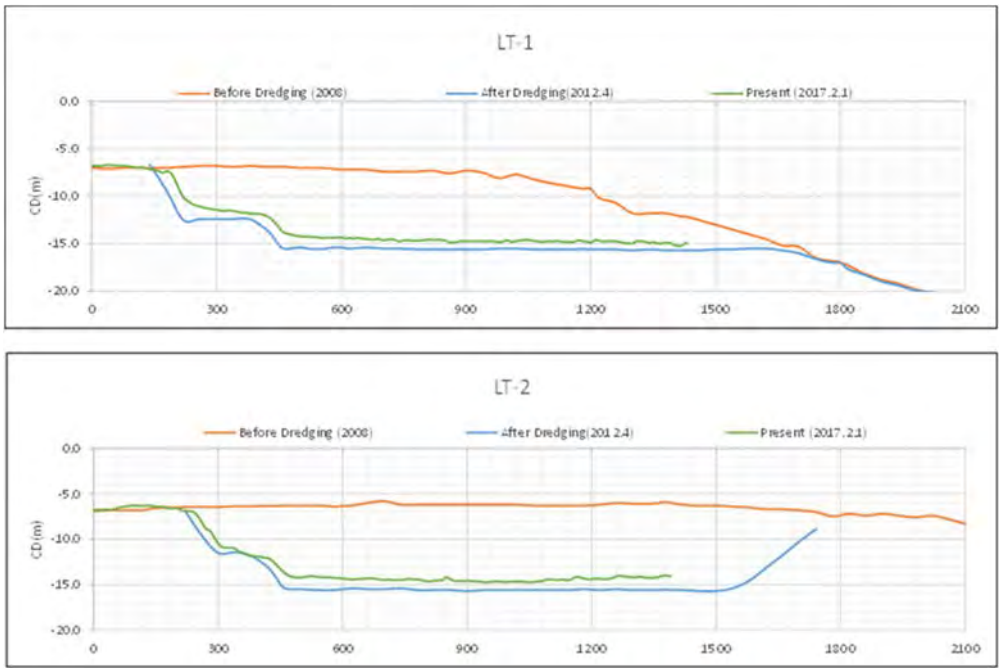
出典：JICA 調査団

図 5.2.1　浚渫後の堆積状況調査の測線位置図



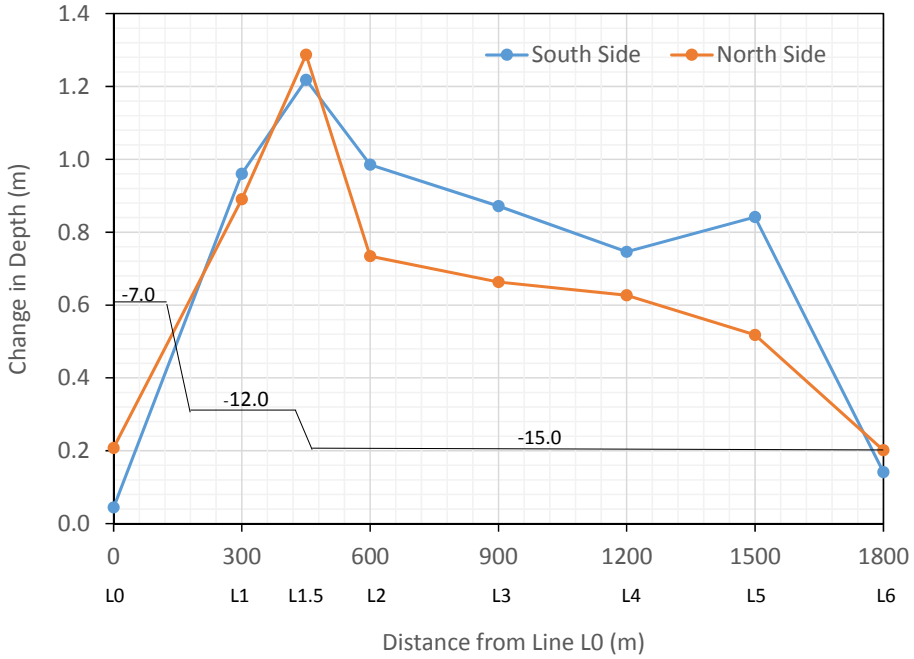
出典：JICA 調査団

図 5.2.2　浚渫後の堆積状況調査結果(航路横断方向)



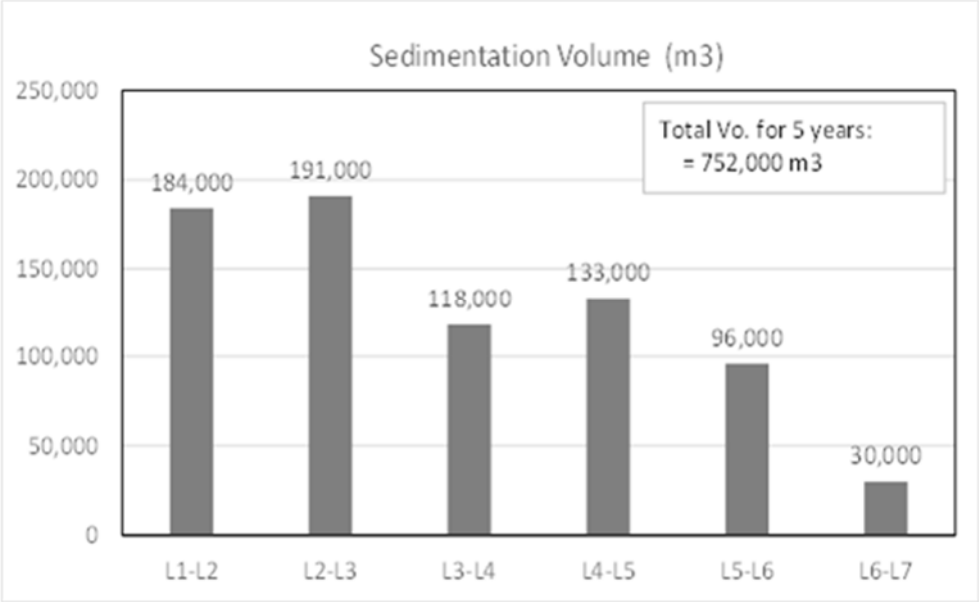
出典：JICA 調査団

図 5.2.3　浚渫後の堆積状況調査結果(航路縦断方向)



出典：JICA 調査団

図 5.2.4　浚渫後の堆積状況調査結果(エリア別土砂体積量)

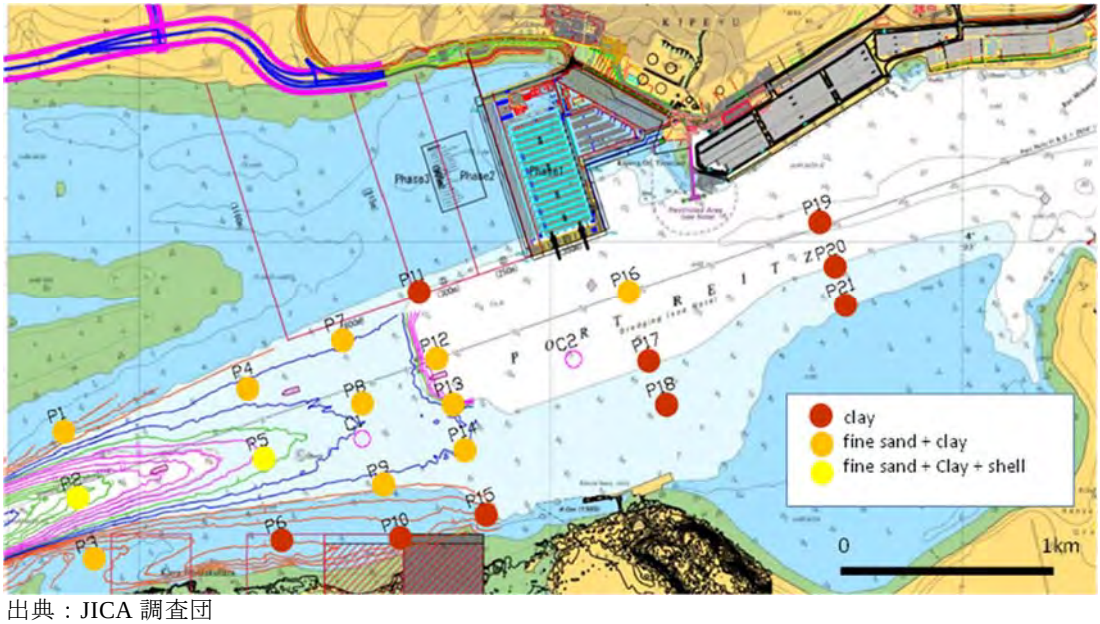


出典：JICA 調査団

図 5.2.5　試算堆積土量(エリア毎、2012 年 4 月-2017 年 1 月)

5.2.2　海底での堆積土砂の確認

図 5.2.6 は海底の底質サンプリング調査の位置及び得られた底質の種類を示す。底質は、シルト及び細砂が主である。特に港口側に近い P17～P21、及び港湾計画地点付近の P6、P10、P15 では、粘土成分となっている。



出典：JICA 調査団

図 5.2.6　海底の底質サンプリング調査の位置及び得られた底質の種類

5.2.3　現況の埋没状況からの考察

- 既存円借款バース前面での航路・泊地浚渫後の埋戻りは、5 年間で 0.5～1.3m（平均 0.8m 程度）とそれほど顕著ではない。ここでは元々の原地盤高-7m から-15m に掘り下げている。一方、今回の計画地点は原地盤高が-2m～-4m 程度の浅いエリアを-15m（または-12m）まで掘り下げること、またこのあたりの底質はほとんどシルトであることから、既存円款バースでの浚渫後の埋戻りよりも顕著となると予想される。
- 現時点でその数値を予測することは困難であるが、L1.5 測線あたりで見られる 1.2m/5 年を下限値とし、それ以上の埋戻りが生じる可能性がある。
- 埋戻りを低減させる方策の 1 つとして、法勾配の緩勾配化が考えられる。本計画地点の底質が粘土・シルトが主であることから、法勾配としては航路設計ガイドラインを参考に、少なくとも 1:6 程度に緩くすることが推奨される。

5.3　潮位変動と土砂移動の関係

5.3.1　潮位変動と流れの関係

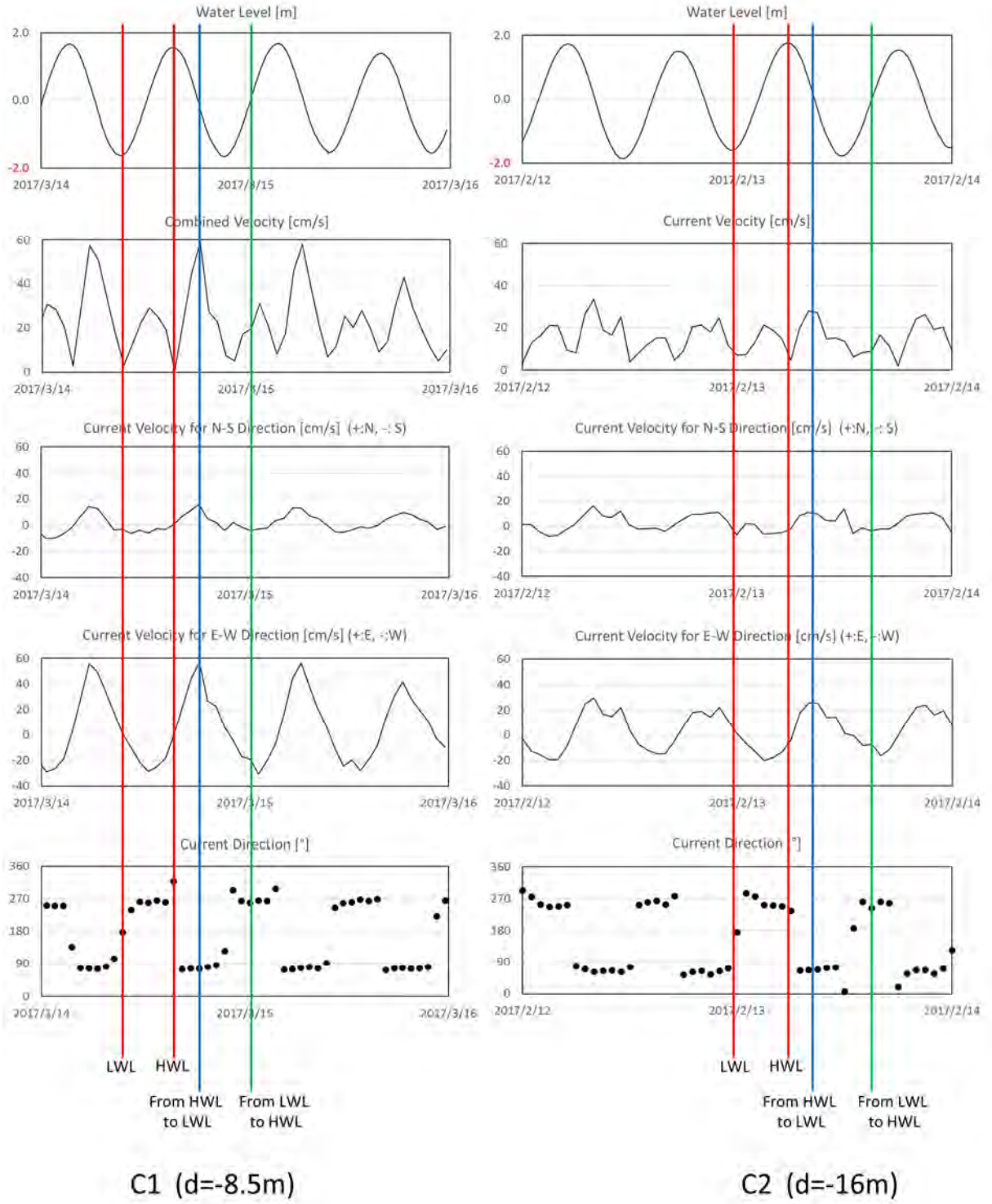
図 5.2.1 に示す-8.5m 水深（C1）および-16m 水深（C2）位置に、海底設置型流速計を設置するとともに、モンバサ港の既設桟橋に水位計を設置し、水位と流速の同時観測を行った。当初 1 ヶ月間での 2 地点での同時観測を行う予定であったが、C1 地点の流速計が何らかの理由で紛失したため、C2 での流速観測後に同流速計を C1 地点に移設し、大潮時の観測を実施した。図 5.3.1 は、ほぼ同じ潮位変化時における 2 地点の水位と流速・流向の関係を示したものである。流速および流向変化とも、潮位に伴う水位変動とよく対応しており、満潮時および干潮時には流速が 0 になるとともに流向が反転し、また満潮から干潮に向かう時に最大流速が生じている。また C1 地点の流速は C2 地点の流速のほぼ倍の大きさとなっている。

5.3.2　流れと浮遊砂との関係

C1 地点には流速計と合わせて濁度計も設置し、流れと濁度の時間的変化を調べる予定であったが、前述のように、流速計とともに紛失したため、両者の関係は得られなかった。

5.3.3　本計測からの理解

これまで生じてきた既設浚渫エリアでの土砂堆積は、起因力として潮位変化とムアチェ川からの土砂流入の 2 つの可能性がある。本計測を実施した乾季においては、ムアチェ川からの河川流がほぼゼロであったため、河川流の影響については今後更に検討する必要がある。



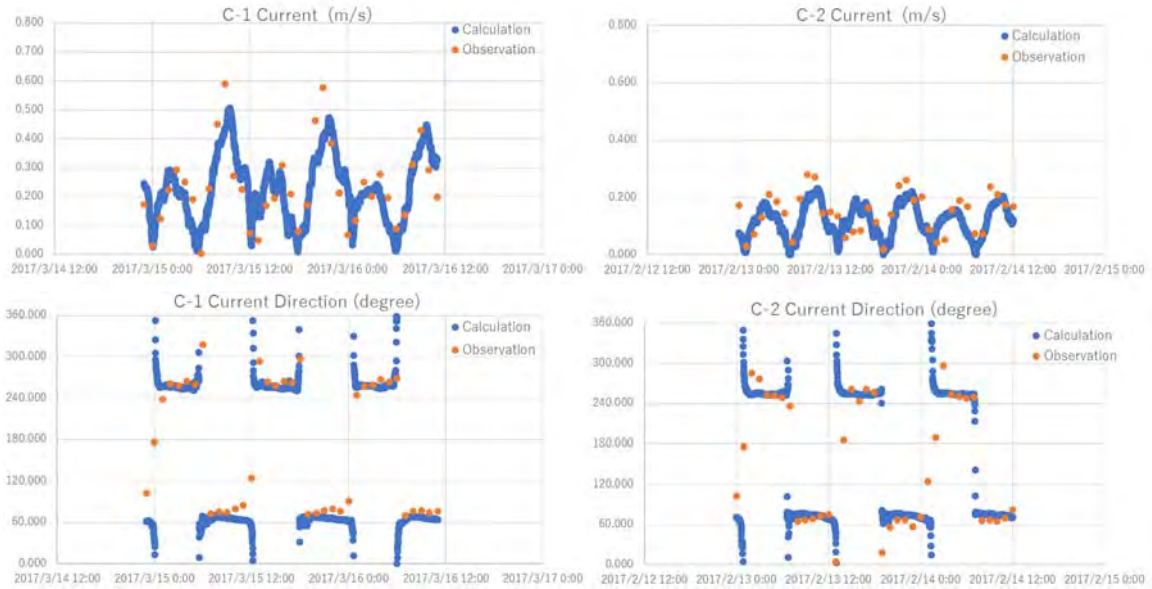
出典：JICA 調査団

図 5.3.1　C1、C2 地点における潮位に伴う水位変動と流れとの関係

5.4　新規浚渫エリアでの数値解析による埋没の検討

5.4.1　モデルの構築（検証計算）

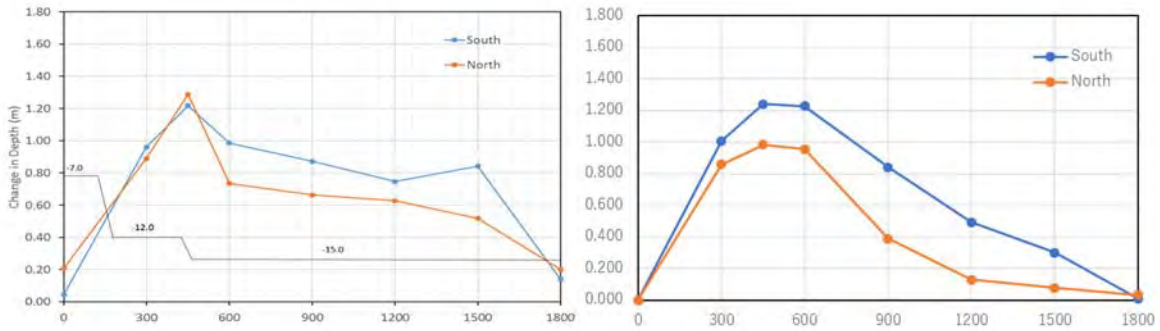
浮遊土砂の巻上げ・沈降過程を取り扱うことのできる MIKE21 を用いて新規浚渫エリアに対する検討を行った。このモデルは与えられた水位変動より平面二次元での流れの計算を行い、その結果を入力条件として、土砂の移流・拡散現象を計算するものである。図 5.4.1 は、得られた流れの計算結果と実測結果を C1、C2 の 2 地点で比較したものである。なお計算においては、上げ潮時および下げ潮時の流速の非対称性を便宜的に考慮するため、東向きの一定風速の風を与えている。特に C1 地点の流速の最大値が両者の一致はあまりよくないものの、ほぼ良好な一致を示している。図 5.4.2 は、既存浚渫エリアの法線北側および南側ラインにおける平均的な堆積厚について、実測結果と計算値を比較したものである。両者に多少の差異が見られるものの、ほぼ同様の傾向を示している。図 5.4.3 に示すように、計算から得られる全堆積量を実測結果より得られた 5 年間における全堆積量に合わすように係数を調整し、モデルを構築した。



(1) C1 地点　(-8.5m)　　(2) C2 地点　(-16m)

出典：JICA 調査団

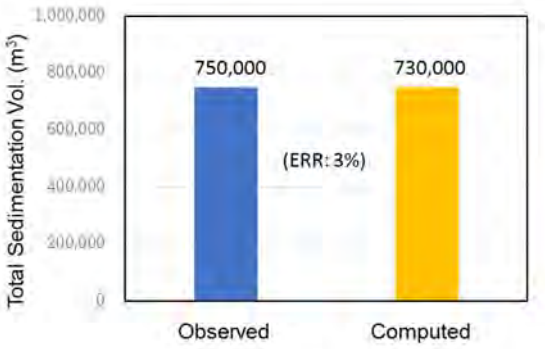
図 5.4.1　C1、C2 地点における流れの計算値と実測値との比較



(1)　実測結果　　(2) 計算結果

出典：JICA 調査団

図 5.4.2　既存浚渫エリアの北側および南側ライン上での 5 年間の堆積厚の比較



出典：JICA 調査団

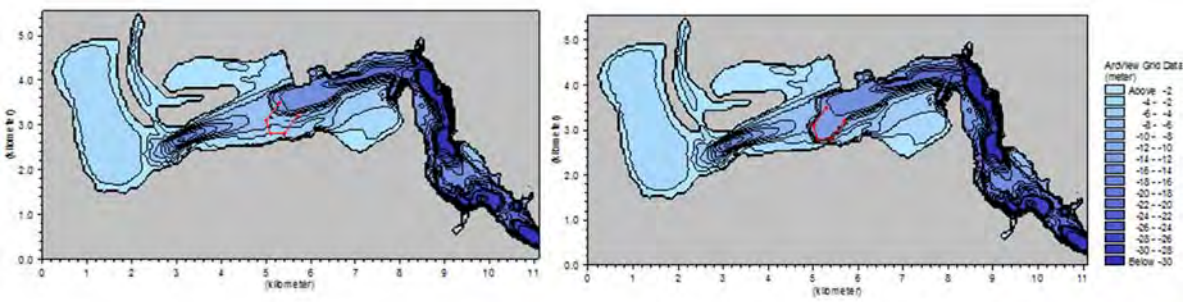
図 5.4.3　5 年間における既存浚渫エリアにおける全堆積量の比較

5.4.2　将来予測検討

構築したモデルを用いて、新規浚渫を行った場合と行わない場合とでの比較を行った。計画浚渫深は-13m であり、浚渫位置は図 5.4.4.に示すドンゴクンドゥ港の新規航路および泊地エリアである。計算に用いた地形図を図 5.4.5 に示す。

出典：JICA 調査団

図 5.4.4　新規浚渫エリアの位置図

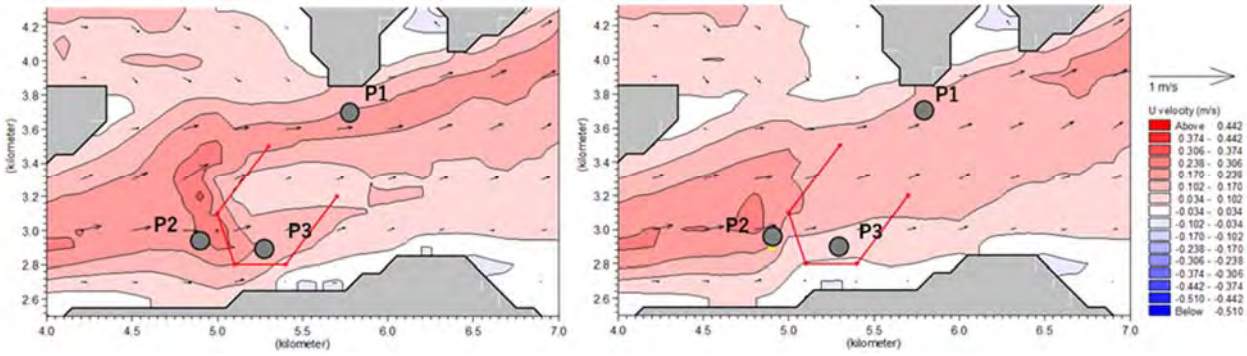


(1) Case-1 (新規浚渫なし)　　(2) Case-2 (新規浚渫あり)

出典：JICA 調査団

図 5.4.5　モデルに用いた地形図

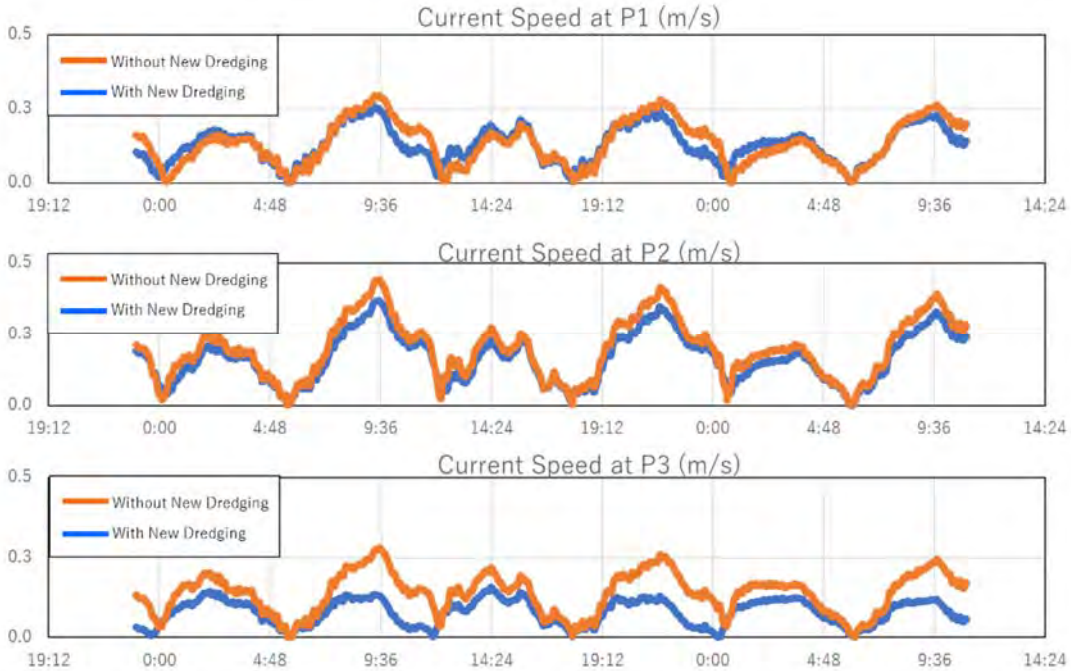
将来予測検討における流れの計算は、検証計算時と同様、大潮時の水位変動を与えて得られる潮位変動を考慮し、河川流は考慮していない。図 5.4.6 は計算された流れの空間分布を示す。新規浚渫により、既存浚渫エリア北側で流速が低下していることが分かる。本エリア内に 3 地点の代表点を設け、新規浚渫ありなしの違いを比較したものが図 5.4.7 である。新規浚渫により、P1 地点（既存浚渫エリア北側）での流速の減少、および P2（新規浚渫エリア上手側）、P3 地点（新規浚渫エリア内）での流速の減少が見られる。P1 地点の流速の減少は、新規浚渫に伴う流れの空間変化に伴うものと推測され、P3 地点での流速の減少は、水深が深くなったことによる影響と考えられる。この流速の減少については図 5.3.1 で示した水深の異なる C1、C2 地点での流れのパターンと同様である。



(1) Case-1 (新規浚渫なし)　　(2) Case-2 (新規浚渫あり)

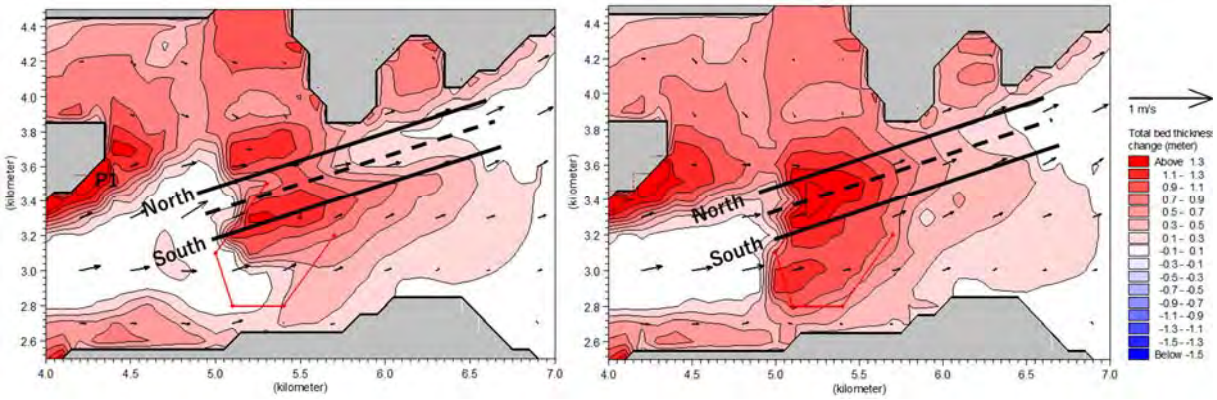
出典：JICA 調査団

図 5.4.6　計算された流れの空間分布の比較



出典：JICA 調査団

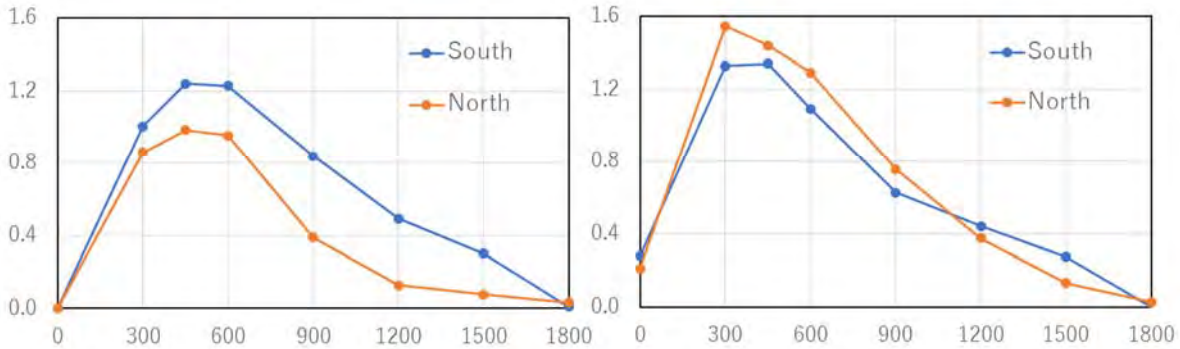
図 5.4.7　代表 3 地点での流速変動の比較



(1) Case-1 (新規浚渫なし)　　(2) Case-2 (新規浚渫あり)

出典：JICA 調査団

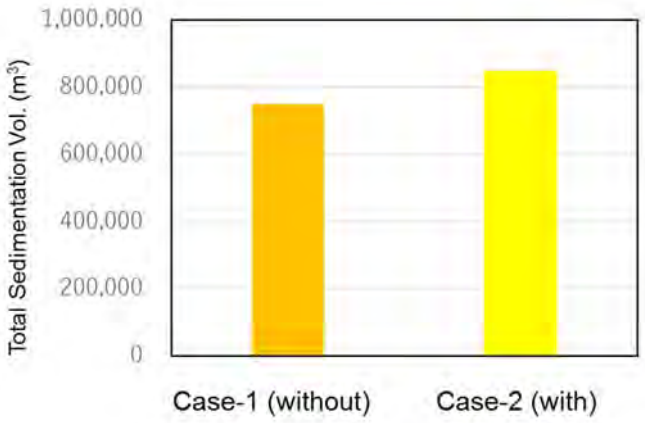
図 5.4.8　計算された 5 年間の堆積厚の空間分布の比較



(1) Case-1 (新規浚渫なし)　　(2) Case-2 (新規浚渫あり)

出典：JICA 調査団

図 5.4.9　既存浚渫エリアにおける 5 年間の堆積厚の比較



出典：JICA 調査団

図 5.4.10　既存浚渫エリアにおける 5 年間の全堆積量

計算された5年間の堆積厚の空間分布を図5.4.8に示すとともに、図中に示す既存浚渫エリアの北側および南側エリアの2つのラインにおける堆積厚を比較したものが図5.4.9、既設浚渫エリアにおける全堆積量を示したものが図5.4.10である。これより、新規浚渫により、特に北側エリアでの堆積量が増していること、これにより、既存浚渫エリアにおける全堆積量（85万m^3）は約13%程度、新規浚渫を行わない場合（75万m^3）よりも増加している

表5.4.1 新規浚渫エリアにおける5年間の推定堆積厚および堆積量

Setimentation for 5 years		New Dredging Area (Predcition)	(Ref.) Existing Dredging Area (Ovservation)
Thickness (m)	Avarage	1.2	0.7
	Maximum	**1.7**	1.3
Total Volume (m^3)	Avarage	470,000	-
	Maximum	**680,000**	
	Actual	?	750,000

出典：JICA調査団

最後に、新規浚渫エリア（図5.4.4の赤線部）における堆積厚および堆積量をまとめたものが表5.4.1である。それぞれ平均値および最大値を示している。また参考のため、既存浚渫エリアでの実測結果も合わせて示す。これより5年間における堆積厚は平均で1.2m、最大で1.7mとなっている。また全堆積量は平均で47万m^3(年平均9万4千m^3)、最大で68万m^3(年平均17万m^3)となっている。浮遊土砂の埋没予測（シルテーション）については、推定結果と実際が数倍から1オーダー程度も異なる不確実性を有するケースがあることが、これまでの経験から示されている。これより、限られた情報のみから検討した本結果については、参考程度に留めておく必要がある。ただし、新規浚渫エリアにおける堆積量は、少なくとも既存浚渫エリアにおける堆積量よりも増す可能性が高いといえる。

5.5　次の検討に向けての課題

次のステップとして精度を高めた検討を行う上で、次に示す更なる情報および取り扱いが必要と考えられる。

- 本検討では、上流側（DK1のモンバサ湾奥側）での地形（水深）データがなかったため、湾奥河口部（水深0m）の位置及び下流側（水深が判明しているエリア）から、傾斜が一様であると仮定して、上流側の地形を推定した。精度良い平面的な流れと地形変化を検討する上で、計算領域をカバーする地形データの取得が必要である。
- 土砂堆積機構に重要となる上流側（ムワチェ川）からの土砂流入量に関して不明瞭である。限られたデータから土砂流入量を推定することは非常に困難ではあるが、更なる検討が必要である。
- 本検討で用いたモデルは平面二次元モデルである。流速値が実測と計算結果と合わない1つの要因として、実際の現地での流れは、平面方向とともに鉛直方向にも分布を有している。これより、鉛直方向分布も考慮できる三次元または準三次元モデルを用いて検討することが望ましい。

- 今回、C1 地点に設置した流速計と濁度計が紛失したため、この両者の関係については不明瞭のままである。浮遊土砂の堆積機構の把握のためには、この関係について再度調べることが望まれる。
- 上記に示す追加の情報および取り扱いを行ったとしても、実際の当該エリアにおける堆積に関する実測データがない限り、引き続き推定の困難さが残る。これを改善する１つの方策として、実施工前にテストピットを構築しそれをモニタリングすることにより、推定値との検証を行いながら精度を高めていくことを行っている事例もある。このような実施の必要性および可能性ついて、今後の実施計画および実施工程で検討していくことが推奨される。

第6章　モンバサ SEZ における需要予測

6.1　モンバサ SEZ における投資需要予測の概要

本章では、モンバサのドンゴクンドゥ（以下、DK と記す。）地域での潜在的な需要をインタビュー調査にてレビューし、技術面および財政面から分析を加えると共に、モンバサ SEZ の投資需要予測について概説する。

なお、投資需要は以下の観点から分析を行った。

- どの産業および会社が、SEZ への入居に興味を持っているか
- 開発業者が SEZ の管理、運営に興味を持っているか

SEZ への潜在的需要を確かめるため、Kenya Vision 2030 にて特定されている重要セクターを対象に調査を実施した。なお、類似調査が 2014 年に実施されたものの、調査から複数年が経過したため、新たに情報収集が必要と判断し、再度、情報の収集を行っている。また 2014 年の調査ではケニアの会社と対外投資の投資需要を完全に補うことはできなかったため、この点についても補足的に調査を行った。

6.1.1　調査方法

本調査では、オープンソースと調査団実施のインタビュー調査によりデータを収集し、それらを基に分析を行った。以下に調査方法を示す。

表 6.1.1　方法論とワークフロー一覧

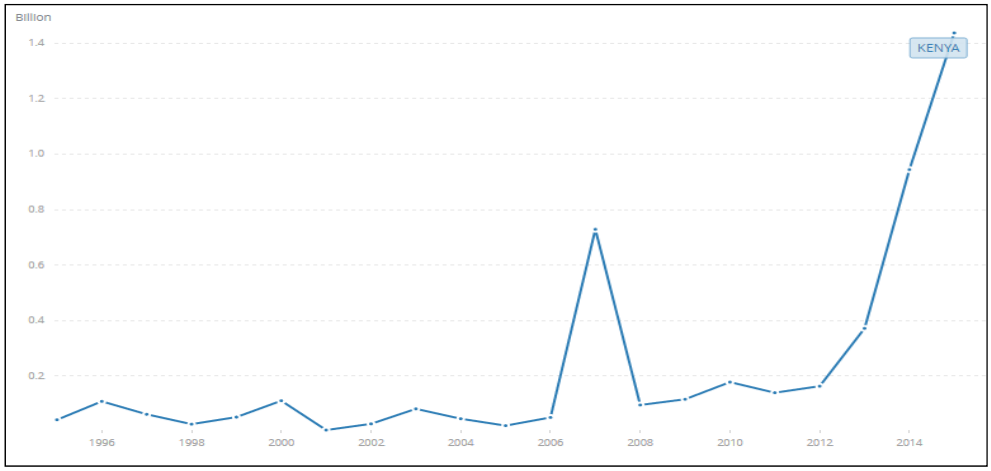
	目的および業務	方法	アウトプット
SEZ 企業需要調査	1) SEZ の施設設置に投資するために需要がある潜在的セクターを特定する	文献レビュー (policies and the Mombasa SEZ M/P).	調査を受ける産業セクターのリスト
	2) 産業の状態と投資の需要を特定する 3) DK-SEZ で見つける必要な状況	構築されたインタビュー調査	おそらくモンバサに位置している新しい投資に、興味を持っている可能性がある産業セクター
SEZ 開発者と土地需要調査	1) 多目的産業のサイト開発のために、不動産セクターの需要の確認 2) ケニアの産業地帯のために、不動産需要を確認	開発者への構築されたインタビュー調査	投資需要の状況に関する分析

出典：JICA 調査団

6.2　ケニアにおける投資、貿易、産業の動向

6.2.1　国内外の投資動向

現在ケニアでは、海外直接投資（以下、FDI とする。）の強い流入が起きている。世界銀行と国連貿易開発会議（UNCAD）によると、ケニア経済への FDI の流入は、2014 年に 14 億 3500 万米ドルに達しており、これは 3 年間でケニアへの年間 FDI 流入が 10 億米ドル以上増加していることを示している。図 6.2.1.に示すとおり、2014 年にケニアにおける FDI の流入は、2007 年の 7 億 3000 万米ドル以来の更新となった。



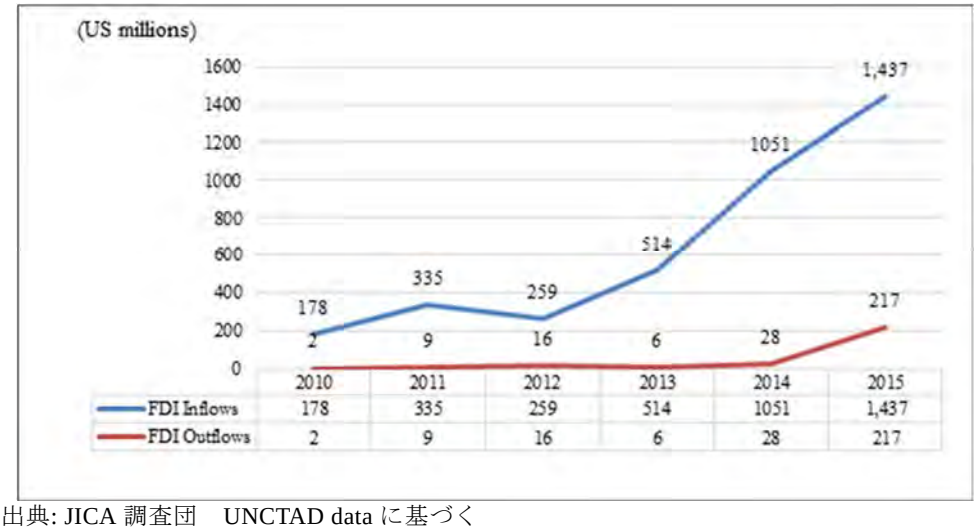
出典: World Bank

図 6.2.1　1995-2015 におけるケニアの FDI 流入（各年の米国ドル）

KNBS、ケニア中央銀行及び Kenlnvest による外国投資調査（Foreign Investment Survey 2015）によると、主要な FDI 流入が見られたセクターは以下に示すとおり。

- 小売業
- 自動車産業（特に部品および修理）
- 金融および保険
- 製造業

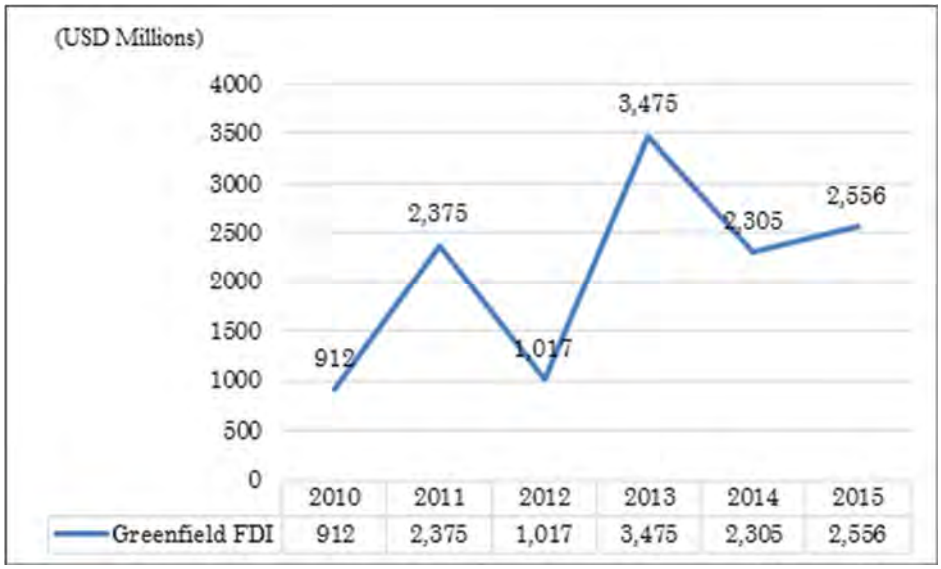
これら 4 つの産業だけで、2013 年に FDI 流入の 50%以上に及んでいる。国際連合貿易開発会議(UNCTAD：United Nations Conference on Trade and Development)が発行する 2016 年世界投資報告書によると、ケニアにおける新規投資が 2012 年の 259 百万 USD から 2015 年には 1,437 百万 USD に達するなど継続した成長が指摘されている。



出典: JICA 調査団　UNCTAD data に基づく

図 6.2.2　ケニアの FDI 流入

また別のUNCTAD調査によると、近年グリーンフィールドに対する投資が継続的に増大していることも指摘されている。図6.2.3は、ケニアにおけるグリーンフィールドへの新規投資を示している。これによると、2010年以降グリーンフィールドに対するFDI上下動があるものの相対的には増加家高にあり、2013年に顕著な上昇を記録している。ただし下記のFDIの総額は、公表されているグリーンフィールドへの投資を計上しており、実際の投資額とは必ずしも一致していない。しかしながら、これらの投資額の増加は、ケニア経済の発展の可能性や国際社会の興味の高まりを示唆している。



出典: JICA調査団　UNCTAD dataに基づく

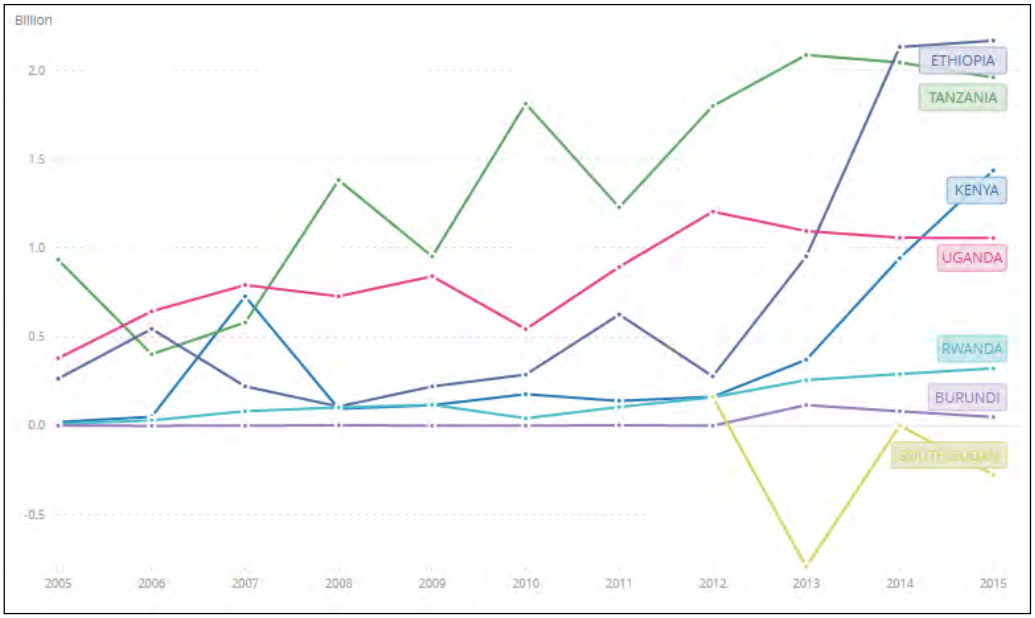
図6.2.3　グリーンフィールドへのFDIの推移

近年のFDIとグリーンフィールドの流入の改善は、ビジネスと投資環境の改善に向けたケニアの継続的な努力によるものである。ケニアのビジネス環境は、ここ数年のケニア政府の取り組みが奏功したものであり、世銀グループのビジネス環境調査（Doing Business）によると、2015年版の136位から2018年版では80位に大きく順位を上げている。これらは様々な改革によって実現されており、特に起業にかかる障壁の撤廃にかかる改革により、グリーンフィールドに対する投資がより簡単に行えるようになったことが大きいと考えられる。

これに加え、更なる資本流入とビジネス・ハブとしての魅力を向上に向け、ケニアでは100%の外資系会社がケニア国内の証券取引所に加入することを許可している。またUNCTADは、SEZ法によって、税制上の誘導措置と更なる外国人用労働許可証を外国の従業員に対して提供が実現し、更なる投資の増加が見込まれると強調している。

この他、東アフリカ地域においても、総じてFDI流入額の著しい増加が記録されており、ケニアのほか、エチオピア、タンザニアでFDI流入額が増加している。また、East Africa Community（EAC）においてFDI流入額が低下しているが、これは劣悪な統治と内戦の影響を受けたブルンジと南スーダンが影響したものと考察される。この他、ルワンダが、人口が少ないにも拘わらず顕著なFDIの増加を体験したことも注目すべき事項である。

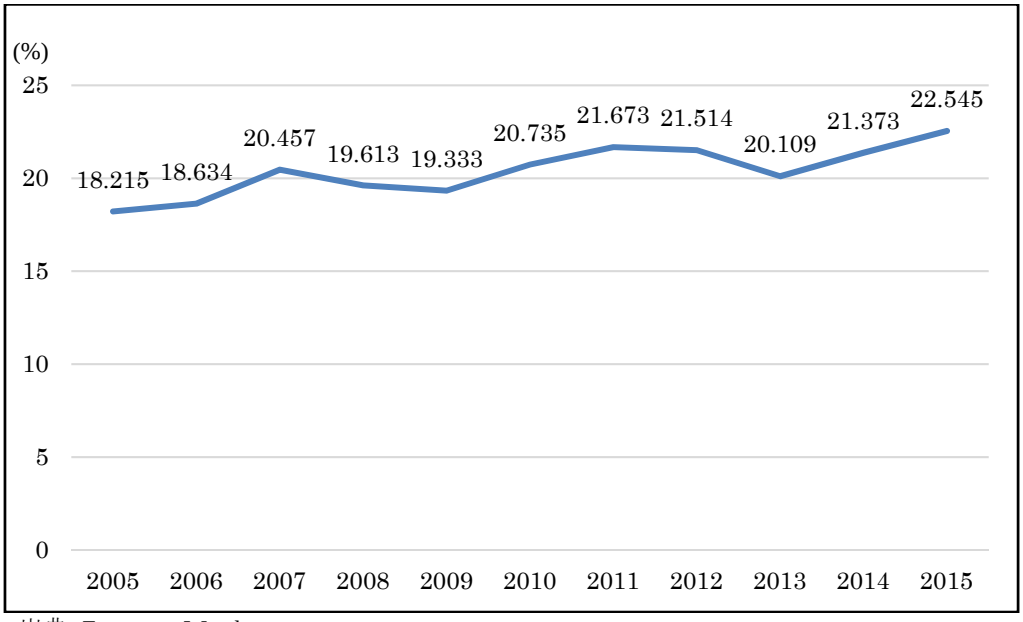
下記の図6.2.4はEACのFDI流入を示したものである。



出典: 世界銀行

図 6.2.4　EAC 海外直接投資による純流入(BoP)

一方、国内投資は FDI と比較すると増加傾向は劣るものの、過去 10 年間ゆるやかな成長を経ている。図 6.2.5.に示すとおり、国内投資の GDP の割合は 18.5%から 22.5%に増加している。さらに、ケニア経済は、近年年間 5%以上の成長率を示しており、国内投資の総額が増大している点も留意すべき点である。このような国内投資及び FDI 双方の成長傾向は、周辺国の動向を考えると、少なくとも今後数年は続くと考えられる。



出典: Economy Watch

図 6.2.5　GDP の国内投資の割合

6.2.2　貿易の現状

KPA が公表した資料によると、2011 年から 2016 年までの 6 年間において、取扱貨物量は輸出入ともに安定して増加している。しかしながら、輸出量と比較して輸入量が多く、2016 年には輸出が 3,659 千トンであるのに対し、輸入が 23,116 千トンと大幅な輸入超過が見受けられた。この輸入超過の原因として、第一にケニアで天然資源開発と農業のために、工業製品などの付加価値商品の輸入が挙げられる。これに加え、ケニアは石油等の資源の輸入も大きな要因である。

また、ケニア政府の掲げる国家開発戦略にも記されているとおり、貿易赤字の拡大は、貿易上の大きな課題となっている。これに加え、ケニアの輸出相手国は陸上輸送による近隣国であるため、不安定な輸出状況、輸出相手国の少なさ、輸出製品の少なさも課題として挙げられる。また 2016 年のデータによると、ケニアの輸出製品はトップ 5 の製品で 52.17%を占めており、製品の多様化も課題となっている[1]。

表 6.2.1　モンバサ港の取り扱い貨物

('000' DWT)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Imports						
Containerised Cargo	5 226	5 954	5 974	6 524	6 955	7 146
Conventional Cargo	1 298	1 302	1 726	1 830	2 143	1 846
Dry Bulk	3 807	4 811	4 913	5 231	6 350	6 447
Liquid Bulk	6 607	6 665	6 537	7 192	7 232	7 677
Total	16 938	18 732	19 150	20 777	22 680	23 116
Of which are transit goods	5 166	6 201	6 196	6 691	7 167	7 217
Exports						
Containerised Cargo	2 337	2 626	2 690	2 791	2 803	2 880
Conventional Cargo	171	153	128	108	113	122
Dry Bulk	122	106	65	422	578	606
Liquid Bulk	158	160	100	45	40	51
Total	2 788	3 045	2 983	3 366	3 534	3 659
Of which are transit goods	430	425	513	508	500	531
Total Imports & Exports	19 726	21 777	22 133	24 143	26 214	26 775
Transshipment	227	143	174	732	518	589
Total Throughput	19 953	21 920	22 307	24 875	26 732	27 364
Container Traffic (in TEU)	770 804	903 463	894,000	1 012 002	1 076 118	1 091 371
Total Vessel Calls (No.)	1 684	1 763	1 768	1 832	1 694	1607

出典: KPA Annual Report 2015 & 2016

[1] National Export Development and Promotion Strategy for Kenya 2017 -2022

(1) 輸出の傾向

i) 現況

ケニアの2016年の輸出額予測値は、金額ベースで、2015年の5,780億ケニアシリング（55.9億ドル）を多少下回る5,810億ケニアシリング（56.2億ドル）となる見込みである[2]。これら全体の5～6割弱を茶、園芸作物、服飾・縫製品、コーヒーが占めており、最大の輸出先はアフリカ地域で、2016年において全体の40.6%であった。そのうち半分以上は東アフリカ共同体（EAC）へ輸出されており、以下に近隣国との貿易比率が大きいかがわかる。なおアフリカ地域の次の最大輸出先はヨーロッパで全体の24.5%であった。このうち園芸作物を除く品目がモンバサ港から海路で輸出される。

国内最大の港であるモンバサ港は、特に農業、バルク貨物および鉱物の輸出において、国の最大の取扱量を誇る。表6.2.2は、ケニアからモンバサ港を通って輸出される主要品目を示す。輸出量の大多数は、農業およびその周辺産業で、茶とコーヒー合わせて79万トンの輸出量を示している。しかしながら、ここ数年のサハラ以南のアフリカ地域に生じたエルニーニョ現象に起因する干ばつにより、双方ともに過去3年間の輸出量が低下した。一方、鉱物資源とエネルギー部門では、チタンがドライバルク貨物輸出における最大の輸出品目で、2016年の取扱量は59万トンであった。また2014年以降、取扱量が22万トン増加し、2016年のモンバサ港から最大の輸出品目となった。

ii) 今後の傾向

短期

今後の輸出傾向として、短期的には、ヨーロッパ市場へのケニアからの農業輸出は需要の増加傾向にある。一方、サハラ以南のアフリカ地域における干ばつの影響により、モンバサ港を通した農作物の輸出は停滞もしくは減少する可能性がある。中でも、干ばつの影響を受け続ける品目として、茶、コーヒー、カシューナッツ、トウモロコシ、豆、タバコ、綿および果物の輸出停滞が懸念される。

長期

長期的には、干ばつ終息後に、ケニアの農業と園芸の輸出拡大が期待される。世界市場における需要の拡大も踏まえ、農産品輸出の拡大が見込まれる。服飾・縫製品については、米国によるアフリカ成長機会法に基づく免税の制度に大きく依存しているため、当面の輸出量の維持は期待できるが、将来性については不透明な部分も大きい。

表6.2.2　モンバサ港の主要輸出品目

(‘000’ DWT)

Commodities	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Tea	433	450	541	554	528	548
Soda Ash	444	372	423	336	223	269
Coffee	230	210	264	256	262	271
Maize	4			2		
Fish & Crustacean	17	23	16	20	18	15
Tobacco & Cigarettes	37	33	28	27	24	24
Beans, Peas, Pulses	13	27	34	19	25	39
Iron & Steel	9	5	6	12	4	5
Cloths	19	21	23	30	29	30
Oil Seed	16	15	28	39	39	26
Cotton	7	4	4	2	3	5
Hides & Skins	20	26	22	28	24	31

[2] KNBS/CBK/KenInvest, Foreign Investment Survey 2015

('000' DWT)

Commodities	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sisal				2	1	3
Cement (in bags)				1		
Cashew Nuts	1	1	1			
Rice	11	10	7	20	25	17
Tinned Fruits, Vegetables & Juices	90	71	93	99	109	116
Titanium (in bags)				7	15	14
Others	624	604	578	543	504	638
Total General Cargo	1 975	1 872	2 068	1 998	1 833	2 051
Titanium (in bulk)				363	544	589
Soda Ash (in bulk)	15					
Cement (in bulk)						
Flour spar	107	106	65	59	34	17
Other Dry Bulk						
Total Dry Bulk	122	106	65	422	578	606
Bunk Oils	95	98	62	19	23	36
Bunkers	63	62	38	26	17	15
Total Liquid Bulk	158	160	100	45	40	51
Grand Total	2 255	2 138	2 233	2 465	2 451	2 708

出典: KPA Annual Report 2015 & 2016

(2) 輸入の傾向

i) 現況

KNBS's Economic Survey 2017 によると、ケニアの輸入額は 2016 年では 1.43 兆ケニアシリング(138.5 億 US ドル)であった。これは 2015 年の 1.58 兆ケニアシリング(152.6 億 US ドル)より 9.2%減少した数値である。

また KPA によって公表されている最新の値では、2016 年の輸入貨物量のうち 23,736 千トンは、モンバサ港を通ってケニアに輸入されており、ケニア最大の輸入品は、クリンカー、鉄鋼、食品と付加価値商品（特に車両と機械）であった。クリンカーはセメントの原料であり、ケニア国内の主要製品の原材料でもある。鉄鋼は他の製品と体積比較した際に、自然とより大きな重量となる。従って、ここでは食品の輸入に焦点をあてる必要がある。特に、小麦(1,896 千トン)、米(572 千トン)および砂糖(356 千トン)である。着目すべき点として、第 1 に、ケニアは市場へ供給する十分な食料がない事、第 2 に、ウガンダ等の内陸国もケニア同様にモンバサ港を通して食物を輸入する必要がある事が挙げられる。更に、近年の干ばつにより、地域全体として食糧生産が減少し、輸入食品の一般的な増加につながっている。

ii) 今後の傾向

短期

短期的には大きな変化は見られないと考えられる。進行中の干ばつの影響を受ける地域の食物不足に対処するため、食物を輸入し続ける必要があり、鉄やクリンカーのような必要な生産物資も輸入し続ける必要がある。さらにまた、ケニアが資本財や機械を生産する能力がないため、資本財と機械も輸入し続ける必要がある。

長期

長期的にケニアはクリンカーの自給率を増やしていくことが予想される。これにより、クリンカーの輸入量は減少することとなる。これに加えて、現在の干ばつが終息すると、農産品の輸入量が減少していくと考えられる。

表 6.2.3　モンバサ港の主要輸入品目

('000' DWT)

Commodities	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Iron & Steel	833	854	1 192	1 367	1 773	1 594
Rice	298	340	465	651	610	572
Sugar	140	102	207	231	316	356
Chemicals and Insecticides	213	200	254	390	429	366
Plastic	265	218	398	662	798	683
M/Vehicles & Lorries	293	332	366	463	465	313
Paper & Paper Products	265	196	300	503	509	451
Cereal Flour	91	41	41	49	66	48
Fertilizer	110	52	80	102	99	120
Clothing	71	40	132	253	264	216
Ceramic	246	125	260	415	481	454
Edible Vegetables	26	30	29	57	65	31
Vehicle Tyres & Spares	30	11	52	103	112	84
Tallow & Oil (in cases & drums)	16	15	33	84	89	88
Malt	9	1	9	2	4	1
Maize (in bags)	50	32	16	37	31	27
Wheat (in bags)	13	7	8	9	2	2
Machinery	8	6	10	12	14	6
Other Cereals (in bag)	8	22	2	19	7	11
Others	4 337	5 433	4 792	3 704	4 141	4 189
Total General Cargo	7 322	8 057	8 646	9 113	10 275	9 612
Wheat (in bulk)	1 443	1 559	1 401	1 908	1 838	1 896
Clinker	1 368	2 268	2 228	2 065	2 920	3 084
Fertiliser (in bulk)	380	336	603	360	529	560
Coal	346	291	296	436	509	455
Other Cereals (in bulk)	58	104	156	184	162	104
Maize (in bulk)	107	33				
Others	105	220	229	278	392	348
Total Dry Bulk	3 807	4 811	4 913	5 231	6 350	6 447
P.O.L	5 783	5 898	5 637	6 286	6 473	7 636
Other Liquid Bulk	824	767	900	906	759	41
Total Liquid Bulk	6 607	6 665	6 537	7 192	7 232	7 636
Grand Total	17 736	19 533	20 096	21 536	23 857	23 736

出典: KPA Annual Report 2015 & 2016

6.2.3　経済政策による重点産業分野

(1) ケニア産業変革プログラム（Kenya Industrial Transformation Programme）

更なる経済成長と発展を目的として、ケニア政府は 2015 年にケニア産業変革プログラム（Kenya Industrial Transformation Programme）を開始した。ケニア産業変革プログラムは、ケニアの中所得国への移行を実現し、サハラ以南のアフリカで産業と経済の中心地になることを目的とする。これを達成するために、以下に記す 5 点の戦略について述べている。

① ケニアが比較的優位性がある農業、織物、皮革、建設サービスと材料、油とガス、鉱業と ICT セクターを基にフラッグシッププロジェクトの実現
② ケニア国内の中小企業の発展
③ 交通基盤、技術力、および良好なビジネス環境を軸に、工業団地整備を通じて産業開発を速める効果的な環境整備
④ 産業開発基金の設立
⑤ 新しく構成された省庁間ユニットを通じた成果の実現

これらの 5 点の戦略と SEZ（SEZ 自体は③に該当）と関連が深い点として、ケニア産業変革プログラムでは下記の 4 つの政策の柱が示されている。

表 6.2.4　ケニア産業変革プログラムの方針とターゲットセクター

	政策の柱 1	政策の柱 2	政策の柱 3	政策の柱 4
政策の柱	輸出産業育成	フードハブの形成.	インフラ整備と資源産業における現地調達率の向上	非工業部門の雇用創出産業育成
ターゲットセクター	茶、コーヒー、園芸作物、農産加工、繊維・服飾、皮革	農産加工、水産加工	建設、資源産業（セメント、鉄鋼、石油・ガス）	情報通信（ICT）、観光、卸売り・小売

出典: MOITC(2015)、Kenya’s Industrial Transformation Programme

上表が示すとおり、ケニア産業変革プログラムの戦略および Kenya Vision 2030 では、共通して以下の産業振興について言及している。

- 輸出産業の育成（ケニアの伝統的な輸出産業として、茶、コーヒー、園芸作物、皮革など）
- 食品加工産業（農産加工、水産加工）
- インフラ整備および資源産業（インフラ関連製造業、セメント、鉄鋼、石油、ガス）
- 非工業部門（ICT、観光など）

中でも留意すべき点は、Kenya Vision 2030 において「モンバサにおけるフードハブ」について言及されている点である。これに対し産業省は、具体的な業種（農産加工なのか、水産加工なのかなど）について明確なビジョンは示していないものの、政府が掲げる雇用創出および食糧安全確保を目的とした食品加工業の SEZ への展開が期待されている。

この上で、想定産業に対するインタビュー調査の結果を踏まえると、モンバサ SEZ におけるターゲット産業として、第一に、茶、繊維などの輸出型食品加工業が現実的かつ政府方針にも沿った産業種であると考えられる。

(2) National Export and Promotion Strategy

National Export and Promotion Strategy for Kenya 2017–2022 において、ケニア政府は以下の産業を重点分野として提案している。

表 6.2.5　National Export and Promotion Strategy for Kenya 2017–2022 の重点分野

主要セクター	サブセクター
Livestock and Livestock Products	Beef, Mutton, Goat Poultry meat Dairy Products Hides and Skins
Agriculture	Tea Coffee Sugar Pyrethrum Horticulture Pulses
Fisheries	Marine Aquatic fish Inland Fish
Manufacturing	Textile and Apparels Leather and leather products General Manufactured Goods Handicrafts
Handicrafts	Decor, gift items Lifestyle accessories
Service Sectors	Tourism Transport, Communication, Logistics and Maritime Services Professional Services Banking and Financial Services Information Technology Sports and Performing Arts
Emerging Sectors	Mining and Minerals Oil and Gas Power
Cross Cutting Issues	Export Financing Export Guarantee Schemes

出典: The National Export Development and Promotion Strategy for Kenya 2017-2022

産業省はこれらの重点分野に関して、発展のための条件として以下の項目を掲げている。

- 労働力の十分な集約
- 国際的な需要および市場の発展
- ケニア 2030 と中期計画（MTPs）で概説されるケニアの政策的立場、ポジション
- 豊富な要素(特に原材料と人的資源、人材育成)
- 同分野におけるケニアの比較優位性と競争優位性

6.3　投資需要調査の概要と結果

6.3.1　投資需要調査の概要

(1) 調査対象の産業分野、企業の選定経緯

6.2.3 章で述べた経済政策やモンバサ港の輸出入品目を考慮し、調査対象とする産業分野を特定した。ただし、本調査はモンバサ SEZ の潜在的需要に焦点を当てたものであり、ケニア経済の全体的な調査ではないため、6.2.3 章で述べられている重点分野とは必ずしも一致しない。SEZ に適した産業として、農作物の保管や仕分け、包装、輸出入に関連する企業に限定される。さらに、ケニアの茶産業の重要性と SEZ への潜在的需要を考慮し、茶倉庫と包装に関する産業を需要調査の対象とした。また今回の投資需要調査は潜在的な需要を調査することに主眼があるため、調査初期は上述のように、6.2.3 章等を元に調査対象企業を選定するものの、調査の途中、順次その分野に関連する企業へと対象を広げて調査を行った。対象とした産業分野は、主に入居企業として想定した農産加工、縫製、自動車製造・流通(中古車販売も含む)、包装材製造、化学、製薬（卸売り/小売も含む）、その他製造業一般、物流、海上輸送、船舶・海洋開発に付随するサービス、石油・ガス、不動産開発・管理、観光等である。

なお本調査では、モンバサとナイロビで営業しているケニア国内の企業を主な対象としており、対象企業は国内市場をターゲットとする輸入会社や、輸出志向の会社も含んでいる。輸出志向の会社の多くは EPZ 内で操業をしている企業を基に選定した。また、SEZ の開発、運営・管理を行う主体についても開発需要分析を行うために、本調査では、不動産開発、不動産仲介業者、建設業を含めている。

全体で 159 社を選定し、これらのうち 123 社が JICA 調査団によるインタビュー調査を受諾した。

表 6.3.1　セクター毎のインタビュー件数

セクター	コンタクト企業	インタビュー企業	拒否
Agro-processing	21	16	5
Manufacturing	26	17	9
Cotton	1	1	0
Tea	4	4	0
Property Development/Construction	17	14	3
Maritime Service	1	1	0
Apparel	11	7	4
Logistics	15	13	2
Realtors	6	5	1
Packaging	10	5	5
Cereal Storage	1	1	
Automobiles	11	10	1
Tourism	8	8	
Oil & Gas Storage	2	1	1
Chemicals	6	5	1
ICT	9	6	3
Pharmaceuticals	10	9	1
Total	**159**	**123**	**36**

出典: JICA 調査団

(2) インタビュー調査の内容

インタビュー調査は、下表に示す調査項目に従って行った。

表 6.3.2　インタビュー調査の内容

質問表	
Section	Aim
Part1	Measuring the respondents' optimism in their economic sector and establishing the current demand for their products/services as well as establishing the sector's perceived strengths and weaknesses.
Part 2	Establishing the respondents' knowledge of the Mombasa SEZ and demand for the SEZ's proposed incentives.
Part 3	Gaining a detailed understanding of the respondent and their potential interest in the SEZ. Including, but not limited to: • Infrastructure and facility demands • Role as a developer or tenant • Desired SEZ neighbours • Spatial demands

出典: JICA 調査団

質問内容は、①各産業の動向、市場動向、強みと弱み、成長の見込みなど、②SEZ 制度、及びモンバサ SEZ に関する知識の確認、優遇に対する評価、③SEZ 開発、運営管理、入居等への興味、入居需要、必要な施設・面積・その他条件等である。

6.3.2　投資需要調査の結果

(1) 各協会へのインタビュー

関連する分野の企業へのヒアリングにあたり、いくつかの分野で操業している同業者の協会に対しインタビュー調査を実施した。この過程で、茶、包装、農工業と輸送セクターを操業している貿易組合に調査を行い、茶と輸送業協会からは、それぞれの分野で企業とほぼ同じ見解が得られた。

輸送業協会は、貨物トラック運転手から小さな個人トラック運転手まで様々な輸送トラックの運転手を代表する協会である。同協会は、会員らが SEZ の発展から利益を得ることができるとの印象を持っている事はわかった。また、一部のオペレーターは SEZ 内に事業所等を移転することに興味を持っている事も判明した。モンバサ郡内の他地域では土地面積が不足しているために、いくつかの運送業者が既に Dongo Kundu の近くの地域へ移転してきている。また、その他協会からは、港湾などに自動化した車両計量システムを導入する事により、渋滞解消などの面から有益であるとのコメントを受けた。

Kenya Agribusiness and Agro-industry Alliance（KAAA）は、モンバサ SEZ に対して肯定的であり、、特に茶、コーヒー、牛肉、水産業を SEZ 内での営業の可能性があるとの意見があった。最後に、ホテル業協会は、その分野の将来についてやや楽観的であったが、モンバサ SEZ 地域が空港へのアクセスが容易な点に着目しており、SEZ 内での営業に関して興味を持っていた。

いくつかの運送会社へのインタビューのなかで、荷降ろしのために DK1 バースと既存のモンバサ港の 2 箇所への立ち寄りが必要であることが懸念されており、SEZ と DK1 バースに関して、否定的な意見もあった。これはモンバサ港の接岸時のタグボートの手数料の増加につながり、この増加分は

SEZ 内の顧客に転嫁されることになる。これら企業からはすべての貨物を DK1 で荷降ろししてから SEZ 向けではない貨物を道路と鉄道で輸送できるシステムがあるべきだとの提案を受けた。

(2) 調査結果の概要

本調査の結果、調査対象企業がモンバサ SEZ の計画に対する認識が不足していることが判明した。モンバサとナイロビにおける対象企業のいくつかは、SEZ の開発計画を認識しておらず、下表における 53 社だけがモンバサ SEZ の開発事業を認識していた。しかし、インタビュー調査を通し彼らがモンバサ SEZ 事業の存在を知ると、その後 90 社が興味を持つに至ったことから事業のポテンシャルが高いことが伺える。

表 6.3.3　各企業の認識と SEZ に対する関心

Awareness and Interest in SEZ	No. Of Affirmative Respondents (out of 123)
Aware of what an SEZ is	86
Aware of planned Dongo Kundu SEZ	53
Planning on relocating or expanding	99
Interested in DK SEZ	90

出典: JICA 調査団

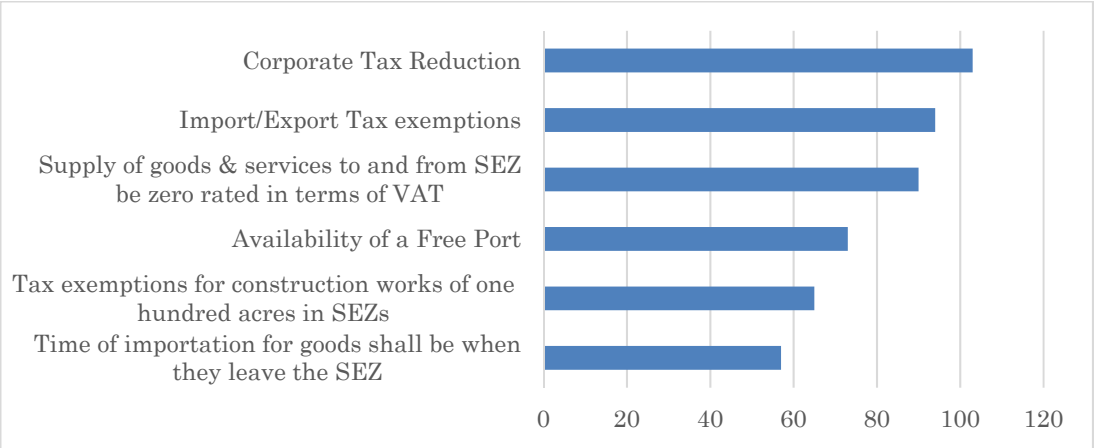
下表に示すとおり、調査対象企業の多くは、予め建設された施設を購入するよりは、更地に自身で必要施設を建設することを望んでいる。

表 6.3.4　投資需要調査の結果

Interest in Sharing Park with Same Sector (out of 123)	
Yes	51
No	20
Do Not Care - N/A	51

出典: JICA 調査団

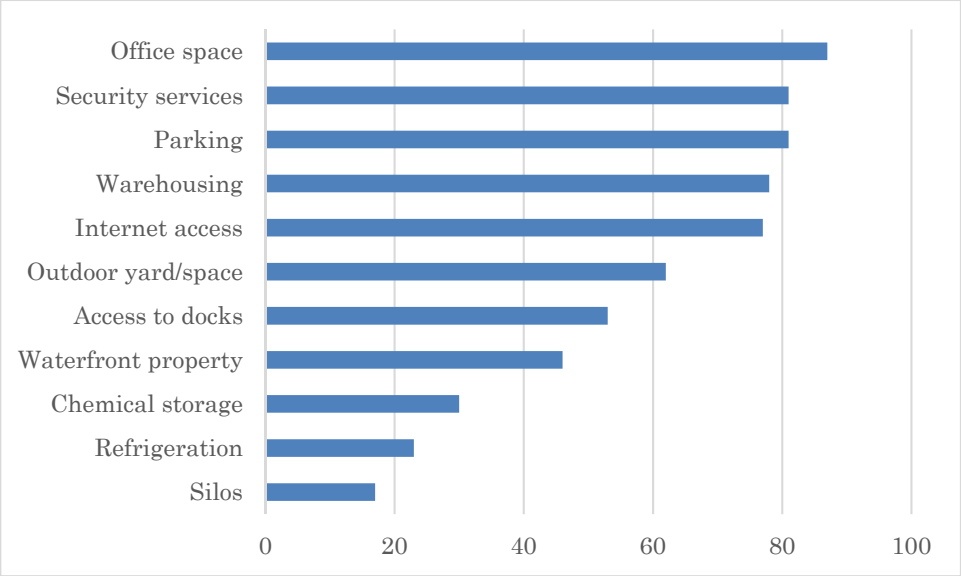
ケニア政府の調査によると、税制の優遇などの SEZ への投資を促すための施策として下記の 6 点が選定されている。それぞれの施策に対する各企業の関心は下表に示すとおり。



出典: JICA 調査団

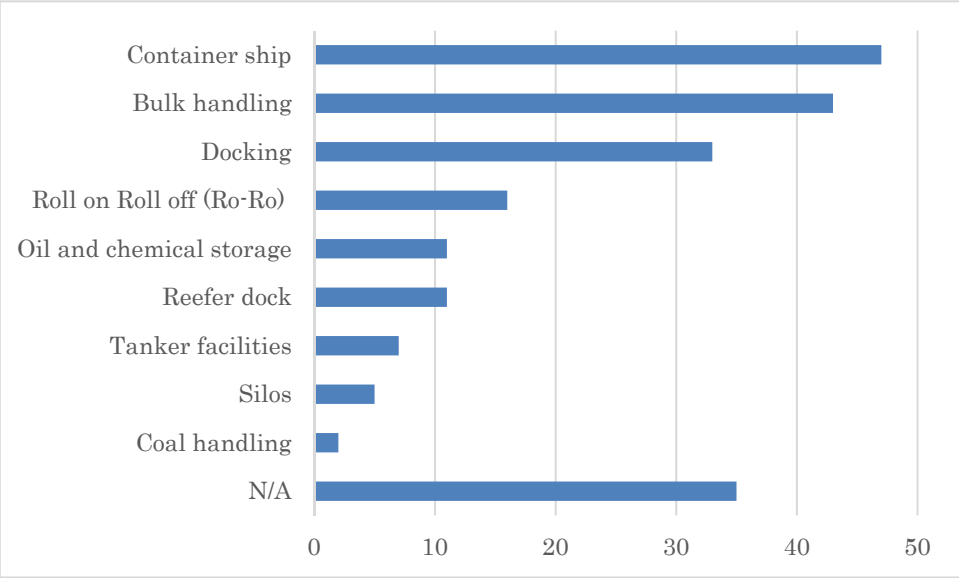
図 6.3.1　SEZ への投資促進のための施策

図 6.3.2 および 6.3.3 は、SEZ 内と DK1 で必要な施設に関する回答を示す。しかし、多くの企業は下記の設備を自社が独占的に使用できることを望んでおり、そのような設備は各自のテナント内で用意する必要がある。



出典: JICA 調査団

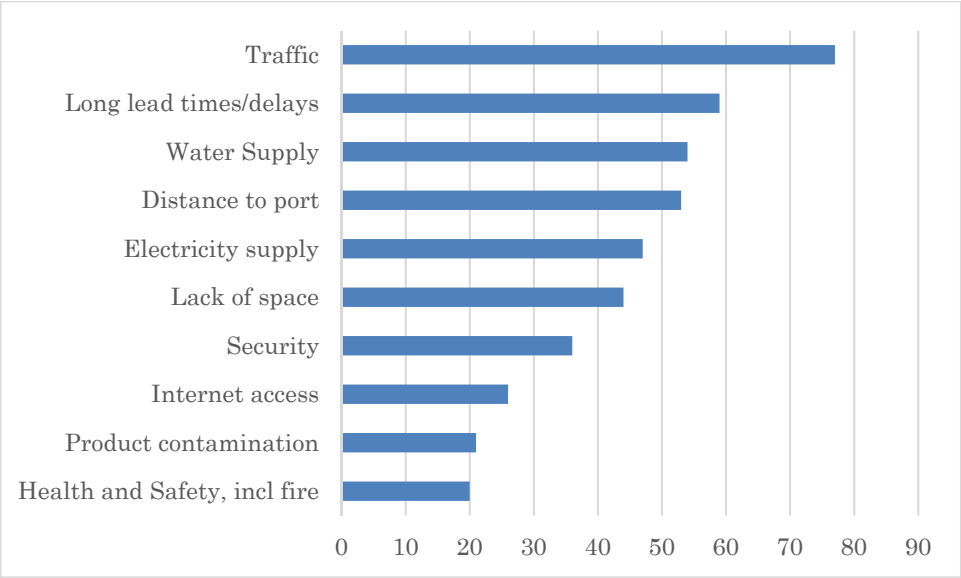
図 6.3.2　SEZ 内で必要な施設に関する需要



出典: JICA 調査団

図 6.3.3　DK1 で必要な施設に関する需要

各企業が着目している問題点を下図に示す。最大の課題は、商品を輸出入するときの交通渋滞とリードタイムの遅延であり、この他に電気と水道の供給も不安要素として挙げていた。



出典: JICA 調査団

図 6.3.4　現在の操業の問題

(3) 分野別の自由記述欄

インタビュー調査において、自由記述欄への記載内容は付属資料 5 に記載する。

6.4　SEZ 内の産業用地需要と不動産開発の現状

インタビューによると、ケニア中で産業用地の需要が拡大しており、特にモンバサでは強い需要があるとの結果が得られた。モンバサ周辺でも特に、モンバサ港周辺、モイ国際空港に近接のモンバサ島内、リコニ、チャンガムゥエのような地域で需要が高く、一方、モンバサ郡に隣接するキリフィ方面は、需要は低下していることが把握された。

しかしながら SGR の開通により、ナイロビ、ナイバシャ等内陸地域との産業用地の供給に係る競争がより厳しくなると考えられる。内陸部では新規指定された SEZ だけでなく、EPZ が 2016 年に設置され、産業用地の開発が進められてきた。また、ナイロビ周辺では民間・公的資本による大規模産業用地の開発や都市開発が計画、実施されている。

このような背景を受け、インタビューでは、不動産業者や開発業者らは SEZ 開発に慎重な姿勢を示しており、いくつかの企業は SEZ 開発事業に興味があるが、土地収用過程における土地価格の値上がりについて大きな懸念を示した。また、SEZ 制度、プロジェクトのアウトラインが不明瞭である状況から明確な感触を示すことが難しい点も指摘された。

6.4.1　ケニア国での産業用地需要と不動産開発状況の概要

各地の産業用地需要に対応して、工業団地や SEZ の設立の動きが活発化している。2015 年に SEZ 法が施行されて以降、ケニア政府は、エルドレット、アチリバー、ナイバシャ、キスム、モンバサ、ナイロビ、ラムの 7 ヶ所に SEZ 指定地域を設けた。さらにボイとキトゥイでも SEZ 指定が計画されている。これらの SEZ 指定地域は、既に EPZ や工業団地があり、ケニアの産業集積地となっている。これらの SEZ のうちいくつかの場所では既に開発が進んでいる（第 3 章参照）。その他の工業団地開発の状況について以下に示す。

- ケニアと韓国はアチリバーにおいて790,000 m²の工業団地開発に関して覚書を交わしている。これらの工業団地はPortland Industrial Complexと呼ばれ、さらに韓国は同地で技術開発センターの開発にも投資を行うことが計画されている。
- ナイロビ近郊にて、Infinity Industrial Park (Infinity Park)と呼ばれる施設の開発が公表されている。事業費は125億ケニアシリング（1.215億USD）で、800から1,000程度の中小規模のテナントが計画している。
- KNBS Economic Survey 2017によると、2015年時点で56箇所のEPZが存在しており、翌2016年には65箇所に増加する見込みとある。しかしながら調査団が確認したところ、2016年に新設されたEPZの数は5箇所（9.8 ha）であった。5箇所のうち1箇所は沿岸地域のキリフィ群にあるものの、それ以外のEPZは沿岸地域以外の様々な場所に設置されている。ただし2017年にはタイタタベータ群のボイ（モンバサ港から156 kmの距離にある）において、EPZの開発計画が存在することが公表された。

6.4.2　インタビュー調査による産業用地需要およびSEZ開発の可能性

ケニアにおける商業用、産業用の不動産開発事業は、未だ初期段階にある。多くの業者は、自分自身が所有する土地のうち余剰分を他社に貸し出している程度である。不動産業者や開発業者は、SEZ開発事業に興味があるが、土地収用過程における土地価格の値上がりや政府の金利上限政策を懸念している。しかしながら、インタビューに応じた不動産業者は、SEZによるビジネスチャンスを感じており、SEZへの入居を検討する企業からの関心や、ホテル、倉庫、オフィススペースの開発に興味を抱いている。ただし、現状ではSEZ制度、プロジェクトのアウトライン、土地価格が不明瞭である状況から明確な感触を示すことが難しい点も指摘された。
インタビュー調査の結果、鉄鋼業、茶の保管・貿易、自動車産業に関して、SEZでの事業、投資の可能性が確認された。これらの3つの分野は下記に示す基準をもとに選定された。

- SEZへの入居について、おおむね肯定的な回答をした
- 各分野ともに、事業には広大な土地が必要であり想定されるSEZ入居企業の規模感に合致する
- モンバサ周辺地域のハブとなる施設を持つ意欲がある
- それらの分野に関連する企業や業界の関心をSEZに惹きつけることができる

6.4.3　鉄鋼業

ケニアにおける鉄鋼業は拡大を続けている。インタビュー調査を受けたある企業は、新しい施設を整備する場所を探しており、SEZは理想的な土地であると回答した。新規に整備される精錬所と鉄鋼の加工工場は少なくとも200エーカー以上の土地が必要であり、これはSEZ整備を行う上でキーテナント確保にも繋がるため、運営計画を検討する上で大きなアドバンテージとなる。またこのような製鉄所が整備されると、下記のような関連する下請け業が同様にSEZへの入居に興味を持つ可能性がある。

- 輸送業者
- 鉄製品を使用した加工業者
- 製造業、建設資材関連

なお大規模な製鉄所を運営するためには、大量の水と電力が必要となる。そのため施設を整備する過程で、鉄鋼会社は自らのニーズを満たすために、SEZ 内での発電所の開発を行うことが多い。これは製造業や農産物加工業のテナントにとって、電力供給に関する懸念を払拭し、SEZ への企業移転をさらに奨励すると考えられる。
もしバルクを取り扱う設備が DK1 で整備された場合、鉱物資源分野の会社に対して SEZ と DK1 への興味をひきつけることができる。さらに、トラック輸送や出荷などのサービス業の企業の入居が促進されれば、他の分野の小規模企業にとっても、SEZ に参入するための更なるインセンティブとなる。

6.4.4　茶および関連企業

ケニアにおける茶関連産業、特に茶葉の保管や流通、包装を行う企業は、効率的でかつ製品汚染の問題を避けることができるような拠点となる施設の整備に関心を向けている。そのような拠点施設はその他の茶関連の複数の企業を呼び込み、モンバサの茶関連産業の拠点として SEZ が注目を浴びることになるため、誘致を奨励すべき産業のひとつと考えられる。さらに、上記のような拠点施設には 20 エーカー以上の敷地を必要とするため、主要テナントとなり得ることも重要である。
茶関連産業拠点の整備によって、次のような周辺産業も SEZ での操業に関心を持つと考えられる。

- 包装専門業者
- 輸送・通関代理店
- 卸売販売業者
- 輸出業者
- 倉庫業者
- 茶葉競売人
- 茶葉仲買人

冒頭で述べたように、包装業者は SEZ に入居する茶関連産業に追随して SEZ に入居し、その後 SEZ の優遇措置を利用することで茶関連以外の事業も行う可能性がある。仮にこれが現実となった場合、大手包装会社と茶関連産業拠点が SEZ に存在することで、包装会社の近くでの操業と、製品汚染の問題がない環境を求める農産物加工分野の企業に対して SEZ に入居する動機付けともなる。そのため特に果物加工産業等にも SEZ 入居の優位性をアピールできるものである。
これら茶産業と包装業というが SEZ に入居することにより、SEZ での事業を目指すより小規模なサービス業者（消費者及び法人向け金融、小売業、宅地開発業者等）も SEZ 入居に関心を持つ可能性があり、長期的に裾野を拡げ産業集積を高めていくことができる点もこの産業を誘致する優位性のひとつである。

6.4.5　自動車産業

自動車産業はケニア経済の主要な産業であり、国内で最も規模の大きな輸入者である。自動車産業には新車と中古車、車両用部品が含まれる。自動車を全て部品として輸入し、国内で組み立て・販売するノックダウン生産（Knock-down kits）または半組み立て販売（Semi-knock down kits）という成長産業もある。自動車産業の多くは、自動車産業は今後益々の成長が期待され、将来性を感じるとの回答であったた。中でもモンバサで操業している企業は、SEZ がもたらす可能性に非常に高い関心を持っているようである。特に、ドンゴクンドゥのスペースは、オペレーション及び保管（駐車）スペー

スへの需要が高い自動車産業にとって魅力的である。さらに、外国から中古車を輸入してケニア及びEAC 市場で販売する中古車業者も、SEZ の域外に出た時点で輸入したとする、SEZ 法に規定された優遇措置に魅力を感じている。これは、先行販売されていない車を中古車業者が輸入できるということであり、最も費用対効果が高くスケールメリットを享受できるものである。

自動車産業は関連産業が多く、また下請け業や下々請け業などが集積して立地する傾向にある裾野の広い産業のため、核となる自動車関連業者に加え、関連企業の工業団地への入居が発生する可能性がある。また、中古車輸入業者は部品供給業者の近くでの事業を希望しており、部品供給業者は新車輸入者と組立工場の近くで事業を行うことにメリットを感じるなど、集積立地のメリットを相互共有できることも重要な視点である。

主に輸入品が独占する自動車産業においては、事業スペースの拡大に加えて港の存在もメリットとなる。現地で組み立てられる自動車はそのほとんどが輸入によるノックダウン生産での組み立てである。調査回答者の多くは、国内需要の伸びが見込まれることから自動車産業は今後益々拡大が期待されており、よって自動車産業関連企業は事業拡大や新規事業への投資の機会に注目しているとのことである。

しかし実際には、自動車産業における SEZ の需要はほぼ中古車輸入業者が占めている。自動車組み立て会社はほとんどが既に高価な設備を整備しており、今後数年間はその操業能力を超過することはない。実際、組み立て工場を経営している何社かの回答者は、長期的には新車需要の伸びが期待されているが、現時点での需要は、工場の組立能力と比べると不十分であると指摘している。また、これらの企業によると、組立工場の中には新車需要が不足しているため操業を停止している工場もあるとのことであった。このような状況において、組み立て工場の新規整備には法外な費用がかかる一方で、国内需要に対する現在の能力は十分であるため、短期的には、組み立て工場の新規整備は実施不可能である。

6.4.6　ロジスティクス　（倉庫業）

複数の回答者が、事業の実施には物流サービスが必要であり、工業団地への物流業者の入居を希望する旨を回答している。調査対象の物流業者も SEZ での操業に関心を寄せているが、多くは、それぞれの主要顧客が SEZ に入居する場合は、その後に従うとのことであった。

しかし本調査では、SEZ の潜在的主要セクターである物流業のサブセクションである倉庫施設およびサービスを特定していなかった。そのため、全体の三分の二にあたる 78 の回答者が、倉庫施設の必要性を指摘する結果となっている。ここで追加的に倉庫の種別などに対する調査を行ったところ、対象となった個人及び企業はケニア及びモンバサには B ランクの倉庫スペースは多くあるが、A ランクの倉庫不足が顕著であることに対する懸念を示した。「A ランクの倉庫」とは、当該産業のオペレーション、在庫管理、保管、セキュリティ及び倉庫の品質管理において最高基準を満たしていると認定された倉庫のことである。本調査を通して収集した情報によると、ナイロビには相当量の A ランク倉庫の建築計画があるが、モンバサでは A ランク倉庫の建築計画はほとんどないようである。したがって、ナイロビにあるような他の産業拠点との競争力を確保するため、SEZ には A ランクの倉庫の整備が必要であると考える。また、物流専門業者が管理する A ランク倉庫があれば、そのようなサービスを必要とするテナントを SEZ に引き付けられる可能性がある。

6.4.7　その他の有望業種

上に述べた 3 つの産業の以外にも、SEZ に対する広範な需要が存在している。

現在 EPZ で操業している事業者は、SEZ でも同様の免税措置を受けられ、EAC 及び国内への販売が認められるという条件付で、SEZ への入居に関心を持っている。

農産物加工会社は、水や電力が安定供給されるならば SEZ に関心があると表明している。モンバサの他の工業地域では、水や電力の供給が不安定であり、事業運営に支障をきたしている。

茶関連産業拠点と同様に、コーヒー倉庫及び輸出産業の拠点としての潜在性もある。また、近年ケニアにおける綿工業復活に向けた努力が積み重ねられており、もし SEZ 内での紡績工場が設立されれば、輸出を目指す綿生産者を引き付けるだけでなく、繊維産業やアパレルメーカーの SEZ 入居への動機づけともなる。これら 3 つの産業が共に一つの産業地域に入居すると、アパレルメーカーは生地がアジアから輸送されるのを待つことなく、SEZ 内での生産を行うことができるためグローバルトレンドにより敏感に反応できるなど、価値の高い環境が生まれる。

6.5　投資促進における課題

インタビュー調査を経て確認された課題を以下に整理する。

(1) ケニア国の政治状況

SEZ の開発が、2017 年の大統領選挙による政治の不安定化により遅延したことで、政情不安が懸念されている。ケニア国の政治の腐敗や冗長な官僚機構は、長らくケニアへの投資をする上での懸念であり、SEZ プロジェクトに関してもこれらの懸念が潜在的に存在している。

(2) 移転にかかる財政面の懸念

多くの場合は資金不足のために、各企業は工場などを新規に開発することが困難となっている。加えて、現在 SEZ に興味がある多くの会社は、財政援助なしで新しい設備を開発する余裕がないことも課題である。

(3) インフラ開発による比較優位性の維持

SEZ に興味を持っている会社は、SEZ の内外のインフラ不足を懸念している。モンバサ SEZ はケニアの他の工業団地との競争にも直面する。特に、ナイロビとナイバシャからモンバサ港へつながる standard gauge railway（SGR）の開発は、ナイロビモンバサ間のより土地代が安い地域へのアクセスを容易とし、広大な土地を必要とする企業は、モンバサよりもそれらの地域に移転することを選択する可能性がある。したがって、内陸部の SEZ に対してモンバサ SEZ の比較優位性を保つためには、港湾の機能や SEZ からのアクセスが鍵となる。

(4) 住民の移転

SEZ 開発プロセスの中で、現在 Dongo Kundu 地域に住んでいるコミュニティの移転に時間を要する懸念がある。

(5) EPZ 企業の処置

EPZ 入居企業は、EPZ ライセンスから SEZ ライセンスへの移行に関する制度が明確にならない限り、SEZ に移転するのを避ける傾向にある。これに加えて、より小規模のメーカーは、SEZ への入居に興味を持ってはいるが、何らかの融資または財政援助がなければ具体的な行動を起こすことが難しい。

(6) SEZ 計画やスキームに対する認識

インタビュー調査の結果、調査を受けた 123 の会社のうち 53 の会社のみが SEZ 事業を認識しており、モンバサ SEZ 事業認知度が低いことが確認できた。産業省ならびに SEZA は、制度のアウトラインを確立した上で、広報活動を充実させることで、より大きな需要を喚起する余地が多分にある。

6.6　結論

ケニア国内にはモンバサ SEZ への需要が明確に確認できた。調査を受けた 123 の会社のうち、90 が SEZ に対する関心を表したことがそれを示している。これらの需要は、ケニアの経済とそれぞれの産業の将来に対する成長展望に基づくと同時に、既存のモンバサの工業地区の土地の狭さや交通渋滞への既存の産業環境への不満によってもたらされている。特にインタビュー調査の回答者は、SEZ への移転により、広い工業用地を手にすることで、それらの土地を活用していくことに関して興味を示している。

しかし、多くの企業は SEZ のデベロッパーになることに対しては消極的であった。その代わり、もし彼らが移転する場合、アンカーテナントまたはすでに整備された施設に入居することを想定している事がわかった。これに加えて、これらの企業の多くは、付加価値産業とサービス産業であり、SEZ のメインとなる企業やその企業の関連企業が入居した後に SEZ への入居することを想定しているようであった。

従って、上記のようなアプローチで SEZ への企業の入居が行われるとした場合、他の関連企業やサービス産業の需要を喚起する理想的なメイン企業となりうる 3 つの主要な分野は以下のとおりである。

① 茶の保管、およびその販売に従事する分野、
② 鉄鋼業、
③ 自動車産業

これら 3 つの分野は広大の土地が必要であり、またそれらのメイン企業より小さい関連企業の SEZ への移転を促進する事になる。SEZ に期待されている主な機能は、電気と水道供給、道路インフラ、およびインターネット環境である。SEZ も、企業の移転が直面する経済的課題など、その発展に対する多くの課題に直面している。しかし注目すべき懸念は、SEZ 計画とそこへ移転する利点について、各企業の認識が不足しているという点である。SEZ に関心を示した企業の数が、開発計画を認識していた数よりも多いという事実は、初めて認識したばかりの企業の中でも、SEZ に対する強い需要があることを示している。

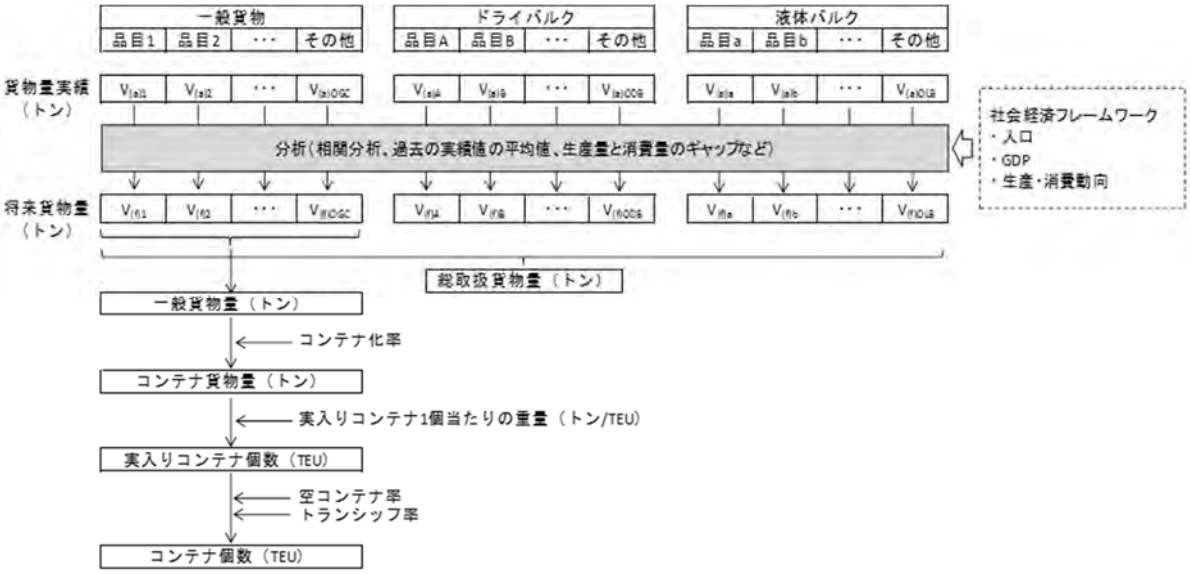
第7章　モンバサ港の将来需要予測

7.1　需要予測の概要

本章では、モンバサ SEZ に整備する港湾施設の施設規模と経済・財務分析の基礎データとするために、モンバサ港における 2035 年までの貨物量の推計を行う。

KPA Annual Review and Bulletin of Statistics では、輸入貨物・輸出貨物ともに、一般貨物（コンテナと在来貨物を合わせたもの）、ドライバルク、及び液体バルクの 3 つに分類され、それらがさらに各品目に分けられている。ここでは、各品目について、相関分析、過去の実績値の平均値、生産量と消費量のギャップなど、品目に応じて分析手法を選び、将来の貨物需要を推計し、これらを合計することにより、モンバサ港の総取扱貨物量（トンベース）を求める。

コンテナ貨物量（TEU ベース）については、1) 将来の一般貨物量（トンベース）の合計値にコンテナ化率を乗じることによりコンテナ貨物量（トンベース）を算出、2) これを実入りコンテナ 1 個当たりの重量で除することにより、実入りコンテナ個数（TEU ベース）を算出、3) これに、空コンテナ、トランシップコンテナの個数を加算することにより、モンバサ港のコンテナ個数（TEU ベース）を計算、という手順で推計する。（図 7.1.1 参照）



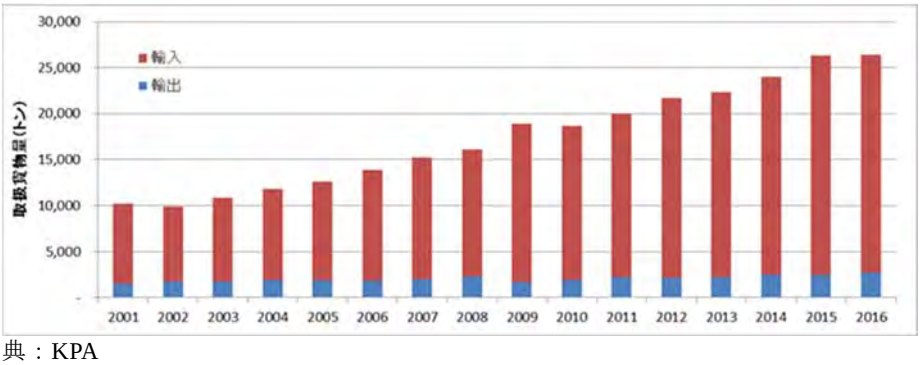
出典：JICA 調査団

図 7.1.1　需要予測のフロー

7.2　モンバサ港における取扱貨物の現状

7.2.1　総取扱貨物量

モンバサ港の取扱貨物量は順調に増加しており、2001 年から 2016 年までの年平均増加率は、輸入貨物が 6.9%、輸出貨物が 3.9%、合計で 6.5%である。輸入貨物量と輸出貨物量のシェアはそれぞれ 89.8%と 10.2%であり、輸入が輸出を大きく上回っている（図 7.2.1 参照）。

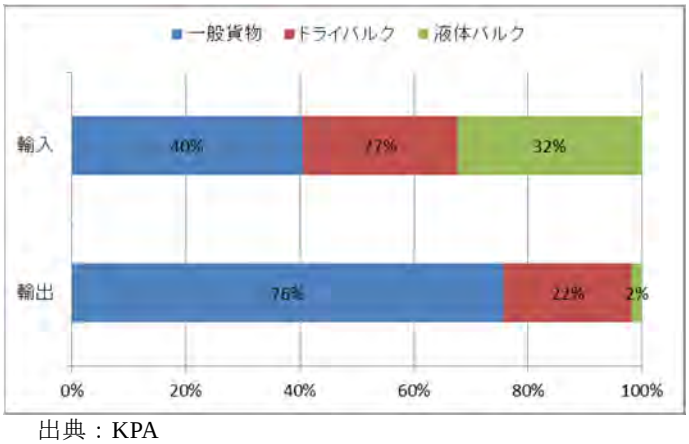


出典：KPA

図 7.2.1　モンバサ港における取扱貨物量の推移

7.2.2　主要品目

モンバサ港の輸入貨物の半分以上がバルク貨物（ドライバルク、液体バルク）であるが、輸出貨物の大部分は一般貨物が占めている。輸出貨物の場合、特定の品目が大部分を占めており、2016 年のデータによると、イルメナイトとルチル（KPA Annual Review and Bulletin of Statistics ではチタンとして分類されている）、紅茶、コーヒー、ソーダ灰の 4 品目で全体の 62%を占めている（表 7.2.1 参照）。



出典：KPA

図 7.2.2　モンバサ港の輸出入貨物の構成

表 7.2.1　モンバサ港の輸出入貨物の主な品目

	輸入	輸出
一般貨物	鉄・鉄鋼、プラスチック、米、紙及び紙製品、化学製品・殺虫剤、砂糖、自動車・トラック等	紅茶、コーヒー、ソーダ灰等
ドライバルク	クリンカー、小麦、肥料、石炭　等	チタン関連等
液体バルク	POL 等	石油、船舶燃料等

出典：KPA

7.2.3　輸出入相手国

モンバサ港の主な輸出入相手国は表 7.2.2 の通りである。輸出入ともに中国が 1 位となっており、インド・パキスタンなど南アジアや中東諸国との結びつきも強い。日本が輸入相手国として第 6 位に入っている。また、輸出相手国には欧米諸国が多く含まれている。

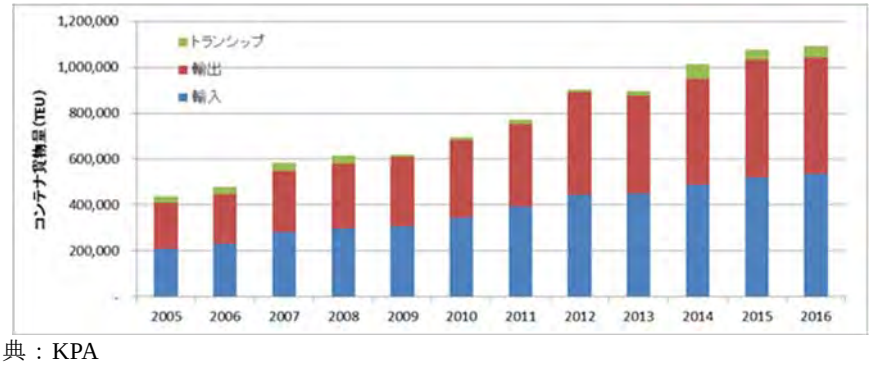
表 7.2.2　モンバサ港の輸出入相手国トップ 10

輸入		輸出	
国	割合	国	割合
中国	17.7%	中国	21.2%
UAE	16.8%	インド	11.1%
インド	14.7%	パキスタン	8.6%
サウジアラビア	9.2%	UAE	4.1%
南アフリカ	4.8%	エジプト	4.0%
日本	4.7%	アメリカ	3.8%
ロシア	3.4%	イギリス	3.7%
オマーン	3.1%	ドイツ	3.2%
インドネシア	2.6%	タイ	3.1%
パキスタン	2.4%	イタリア	2.7%

出典：KPA

7.2.4　コンテナ貨物

モンバサ港のコンテナ貨物量は急速に増加しており、2001 年から 2016 年までの年平均増加率は 8.7%である。トランシップコンテナが全体のコンテナ貨物量の 4.4%（2016 年）を占めている（図 7.2.3 参照）。輸出コンテナ貨物が輸入コンテナ貨物に比べて極めて少ないことから、輸出コンテナの 74.6%（2016 年）は空コンテナである（表 7.2.3 参照）。



出典：KPA

図 7.2.3　モンバサ港におけるコンテナ貨物量の推移

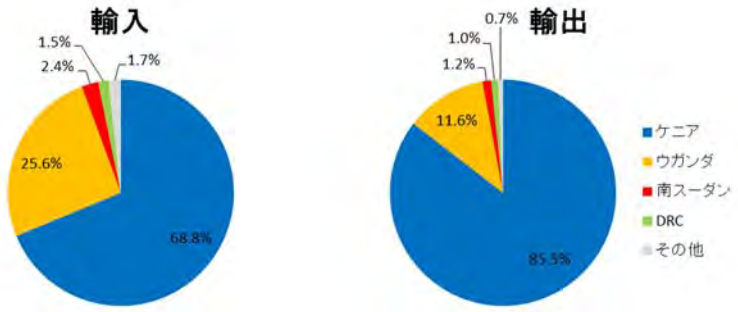
表 7.2.3　モンバサ港のコンテナ貨物の空コンテナ率（2016 年）

	輸入	輸出
実入りコンテナ	527,816	128,913
空コンテナ	8,167	378,444
合計	535,983	507,357
空コンテナ率	1.5%	74.6%

出典：KPA

7.2.5　トランジット貨物

モンバサ港の輸入貨物の 68.8%、輸出貨物の 85.5%がケニア発着貨物であり、残りは周辺国へのトランジット貨物である。輸出入ともに、トランジット貨物の約 8 割がウガンダ向けであり、残りを、南スーダン、コンゴ民主共和国、その他の国々（ルワンダ、タンザニア、ブルンジ、ソマリア等）が占めている（図 7.2.4 参照）。



出典：KPA

図 7.2.4　モンバサ港のトランジット貨物

7.3　モンバサ港の将来需要予測

7.3.1　輸出貨物の需要予測

モンバサ港における輸出貨物の品目別貨物量の推移は表 7.3.4 の通りである。各品目の将来需要について、以下の手順により予測した。

(1) 紅茶

紅茶の輸出量は 2001 年～2016 年にかけて順調に増加しており、年平均増加率は 2.8%である。国連食糧農業機関（FAO）の報告書“World tea production and trade - Current and future development”によると、アフリカの紅茶の輸出量は 2013 年～2023 年にかけて年平均 2.2%で増加すると予想されている。そこで、モンバサ港の 2017 年～2035 年の紅茶輸出量の予測にあたっては、年平均増加率 2.2%を適用する。推計結果は表 7.3.1 の通りである。

表 7.3.1　需要予測の結果（輸出－紅茶）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
548	598	667	743	829

出典：JICA 調査団

(2) コーヒー

コーヒーの輸出量は、天候や社会経済動向の影響により変動しており、2001 年～2016 年における輸出量の年平均増加率は 1.4%の微増である。モンバサ港のコーヒー輸出量の 2 割を占めると言われているケニアについては、ナイロビ近郊の大規模なコーヒー・プランテーションが、不動産開発のために失われているという傾向があるが、国及び郡政府が、新たな農園の開発や放棄された農園の復旧などの計画を始めている。一方、残る 8 割を占めるウガンダのコーヒー産業については、今後の生産量の大きな変化を示唆する情報はない。このような状況から、2016 年から 2035 年までのモンバサ港のコーヒーの輸出量は、過去と同様の年平均増加率 1.4%とする。推計結果は表 7.3.2 の通りである。

表 7.3.2　需要予測の結果（輸出－コーヒー）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
271	286	307	329	353

出典：JICA 調査団

(3) ソーダ灰

ソーダ灰の輸出量は大きく変動しており、2015 年以降は 300 千トンを下回る量にとどまっている。国内で唯一ソーダ灰の生産・輸出を行っている Tata Chemical Magadi 社は、高い電力コストを理由に 2014 年 5 月にプラントの操業停止を提案したが、その後も操業は続けており、2014-15 年は 372 千トン、2015-16 年は 311 千トンのソーダ灰を生産している。今のところ、モンバサ港のソーダ灰の輸出量の増加は見込めないことから、2016 年から 2035 年までの輸出量として、過去 3 年間（2014 年～2016 年）の平均値を用いる。推計結果は表 7.3.3 の通りである。

表 7.3.3　需要予測の結果（輸出－ソーダ灰）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
269	276	276	276	276

出典：JICA 調査団

表 7.3.4　モンバサ港における輸出貨物の品目別貨物量

輸出

単位：千トン

種別	品目	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
一般貨物	紅茶	362	370	376	406	405	402	464	421	371	468	433	450	541	554	528	548
	コーヒー	220	221	188	180	170	195	235	272	234	199	230	210	264	256	262	271
	ソーダ灰	106	141	148	185	217	200	309	549	121	391	444	372	423	336	223	269
	その他	351	365	398	471	544	572	568	702	717	719	868	840	840	851	820	963
	小計	**1,039**	**1,097**	**1,110**	**1,242**	**1,336**	**1,369**	**1,576**	**1,944**	**1,443**	**1,777**	**1,975**	**1,872**	**2,068**	**1,997**	**1,833**	**2,051**
ドライバルク	チタン関連	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	363	544	589
	その他	226	464	380	382	285	314	205	200	62	70	122	106	65	59	34	17
	小計	**226**	**464**	**380**	**382**	**285**	**314**	**205**	**200**	**62**	**70**	**122**	**106**	**65**	**422**	**578**	**606**
液体バルク	液体バルク	253	208	265	246	174	132	167	190	167	95	158	160	100	45	40	51
	小計	**253**	**208**	**265**	**246**	**174**	**132**	**167**	**190**	**167**	**95**	**158**	**160**	**100**	**45**	**40**	**51**
合計		**1,518**	**1,769**	**1,755**	**1,870**	**1,795**	**1,815**	**1,948**	**2,334**	**1,672**	**1,942**	**2,255**	**2,138**	**2,233**	**2,464**	**2,451**	**2,708**

輸入

単位：千トン

種別	品目	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
一般貨物	鉄・鉄鋼	285	360	219	515	435	493	621	595	780	826	833	854	1,192	1,367	1,773	1,594
	プラスチック	133	126	183	218	199	266	308	313	402	454	265	218	398	662	798	683
	米	164	191	296	297	311	311	328	275	387	285	298	340	465	651	610	572
	紙及び紙製品	58	97	118	168	143	209	244	208	296	336	265	196	300	503	509	451
	化学製品・殺虫剤	170	145	173	169	199	267	299	237	218	244	213	200	254	390	429	366
	砂糖	258	143	237	207	246	289	372	320	281	279	140	102	207	231	316	356
	自動車・トラック	81	101	74	86	164	202	287	334	296	283	293	332	366	463	465	313
	その他	2,111	1,893	1,946	2,131	2,100	2,226	2,615	3,143	3,512	3,806	5,015	5,815	5,464	4,846	5,375	5,277
	小計	**3,260**	**3,056**	**3,246**	**3,791**	**3,797**	**4,263**	**5,074**	**5,425**	**6,172**	**6,513**	**7,322**	**8,057**	**8,646**	**9,113**	**10,275**	**9,612**
ドライバルク	クリンカー	35	103	139	164	430	520	1,080	1,013	1,135	1,428	1,368	2,268	2,228	2,065	2,920	3,084
	小麦	673	519	585	543	911	948	858	737	1,074	1,287	1,443	1,559	1,401	1,908	1,838	1,896
	肥料	132	181	343	363	385	337	280	236	388	366	380	336	603	360	529	560
	石炭	161	183	82	177	137	167	176	174	162	236	346	291	296	436	509	455
	その他	167	149	255	341	264	372	328	732	1882	510	270	357	385	462	554	452
	小計	**1,168**	**1,135**	**1,404**	**1,588**	**2,127**	**2,344**	**2,722**	**2,892**	**4,641**	**3,827**	**3,807**	**4,811**	**4,913**	**5,231**	**6,350**	**6,447**
液体バルク	POL	3,826	3,486	3,957	4,045	4,320	4,734	4,798	4,889	5,671	5,553	5,783	5,898	5,637	6,286	6,473	7,636
	その他	466	440	534	551	598	669	676	552	760	833	824	767	900	906	759	41
	小計	**4,292**	**3,926**	**4,491**	**4,596**	**4,918**	**5,403**	**5,474**	**5,441**	**6,431**	**6,386**	**6,607**	**6,665**	**6,537**	**7,192**	**7,232**	**7,677**
合計		**8,720**	**8,117**	**9,141**	**9,975**	**10,842**	**12,010**	**13,270**	**13,758**	**17,244**	**16,726**	**17,736**	**19,533**	**20,096**	**21,536**	**23,857**	**23,736**

出典: KPA Annual Review and Bulletin of Statistics に基づき JICA 調査団作成

(4) その他一般貨物

“その他一般貨物”としては、缶詰（果物、野菜、ジュース）、豆類、皮革、衣類、油糧種子、たばこなどが含まれ、2001 年～2016 年にかけて若干の増減を繰り返しながら順調に増加しており、年平均増加率は 7.0%である。“その他一般貨物”については、モンバサ港の主な輸出相手国（トップ 10 のうち、GDP に関するデータが不足しているパキスタン、エジプト、南スーダンを除く 7 か国）の GDP との相関分析に基づいて、2017 年～2035 年の需要推計を行った。主な輸出相手国の GDP 伸び率は、IMF の World Economic Outlook Database, October 2016 を参考に、表 7.3.5 の通り設定した。推計結果は表 7.3.6 の通りである。

表 7.3.5　需要予測における主な輸出相手国の GDP 伸び率

2016	2017	2018～2021	2022～2025	2026～2030	2031～2035
2.0%	5.4%	6.2-6.5%	6.0%	5.0%	4.0%

注釈：2016 年～2021 年は IMF の World Economic Outlook Database, October 2016 による予測。2022 年以降は JICA 調査団が設定。
出典：JICA 調査団

表 7.3.6　需要予測の結果（輸出－その他一般貨物）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
963	1,072	1,266	1,426	1,555

出典：JICA 調査団

(5) チタン関係

Base Titanium 社がクワレ郡においてイルメナイト、ルチル、ジルコンの採掘を 2013 年から開始しており、2014 年以降、KPA の統計に貨物量が計上されている。同社は、ルチルの一部とジルコンをコンテナ貨物として、また、残るルチルとイルメナイトの全てをバルク貨物としてモンバサ港から輸出している。年間の生産量はすでに限界に達しており、生産能力の増強の予定もないと言われている。そこで、2017 年～2035 年の需要は 2016 年と同じ数値とする。推計結果は表 7.3.7 の通りである。

表 7.3.7　需要予測の結果（輸出－チタン関係）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
589	589	589	589	589

出典：JICA 調査団

(6) 鉄鉱石

Sanghani 社は、タイタタベータ郡 Wundanyi における鉄鉱石の採掘は 2008 年に始め、中国・インド向けにモンバサ港から月間 15,000～20,000 トン（コンテナ貨物）を出荷していた。2013 年頃から採掘を中止していたが、2017 年から操業を再開し、モンバサ港からバルク貨物として輸出を再開する見込みである。鉄鉱石の輸出再開後は、月間 30,000 トンの出荷を見込んでいる。そこで、2017 年～2035 年の需要は、2018 年から 360,000 トン（30,000 トン/月×12 か月）で一定とする。推計結果は表 7.3.8 の通りである。

表 7.3.8　需要予測の結果（輸出－鉄鉱石）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
0	360	360	360	360

出典：JICA 調査団

(7) その他ドライバルク

2012 年以降、“その他ドライバルク”に含まれるのは、Kenya Fluorspar 社がエルゲーヨ＝マラクウェト郡で採掘しているホタル石のみである。同社は、2012 年以降、需要と価格の下落により稼働停止を繰り返しており、輸出量は年々減少している。今後の需要は不透明であるが、2017 年～2035 年の需要として、過去 5 年間（2012 年～2016 年）の平均値を用いる。推計結果は表 7.3.9 の通りである。

表 7.3.9　需要予測の結果（輸出－その他ドライバルク）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
17	56	56	56	56

出典：JICA 調査団

(8) 液体バルク

液体バルクの輸出は、①輸入した石油を、ザンジバル（タンザニア）などの島や、治安情勢により直接石油船が寄港できなかったソマリアの港湾に石油を再輸出、及び、②モンバサ港に寄港した船舶への給油、である。①については、ソマリアの治安改善により石油船が直接ソマリアに寄港するようになったので、モンバサ港からの輸出は減少している。②についても減少を続けている。このような状況から、液体バルクの輸出は今後の増加が見込めず、2017 年～2035 年の需要は、2016 年と同じ数値とする。推計結果は表 7.3.10 の通りである。

なお、トゥルカナ油田で生産される原油が、2017 年 6 月からモンバサ港から輸出される予定であるが、ラム港が整備され、同油田とラム港を結ぶパイプラインが稼働すると、トゥルカナ油田からの原油はラム港から輸出される見込みであるため、本調査の需要予測には含まない。

表 7.3.10　需要予測の結果（輸出－液体バルク）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
51	51	51	51	51

出典：JICA 調査団

7.3.2　輸入貨物の需要予測

モンバサ港における輸入貨物の品目別貨物量の推移は表 7.3.4 の通りである。各品目の将来需要について、以下の手順により予測した。

(1) 鉄・鉄鋼

鉄・鉄鋼の輸入は年々増加しており、2001 年～2016 年の輸入量の年平均増加率は 12.2%である。鉄・鉄鋼の輸入については、ケニアの GDP との相関分析に基づいて、2017 年～2035 年の需要推計を行った。ケニアの GDP 伸び率は、IMF の World Economic Outlook Database, October 2016 を参考に、表 8.3.11 の通り設定した。推計結果は表 7.3.12 の通りである。

表 7.3.11　需要予測におけるケニアの GDP 伸び率

2016	2017	2018～2021	2022～2025	2026～2030	2031～2035
6.0%	6.1%	6.5%	6.0%	5.0%	4.0%

注：2016 年～2021 年は IMF の World Economic Outlook Database, October 2016 による予測。2022 年以降は JICA 調査団が設定。
出典：JICA 調査団

表 7.3.12　需要予測の結果（輸入－鉄・鉄鋼）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
1,594	2,404	3,618	4,928	6,238

出典：JICA 調査団

(2) プラスチック

モンバサ港におけるプラスチックの輸入は、2001 年以降順調に増加してきたが、2011 年以降増減を繰り返している。2011 年～2012 年の急激な輸入減少は、2011 年 1 月のビニール袋の使用禁止令が影響している可能性がある。その後、輸入は上昇に転じたが、ケニアでは、2017 年 2 月に、商業用・家庭用ビニール袋の製造・使用・輸入を禁止する命令が再度発表され、2017 年 9 月から発効した。したがって、プラスチックの輸入は再度減少する可能性がある。この需要予測では、2017 年～2035 年の需要は、2012 年～2016 年の 5 年間の平均値を用いる。推計結果は表 7.3.13 の通りである。

表 7.3.13　需要予測の結果（輸入－鉄・鉄鋼）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
683	552	552	552	552

出典：JICA 調査団

(3) 米

モンバサ港における米の輸入量は、2011 年までは年間 300 千トンレベルで推移していたが、2012 年以降急増し、2014 年には 651 千トンに達している。Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries の Economic Review of Agriculture 2015 によると、ケニアの 2010 年～2014 年にかけての米の消費量は増加傾向にある一方で、同時期の生産量は増減を繰り返している（表 7.3.14 参照）。2014 年の消費量を World Population Prospects: The 2015 Revision によるケニアの人口 44,864 千人（2014 年）で除すると、一人あたりの消費量は 12.57 ㎏となる。そこで、OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の一人当たりの米の消費量の年平均伸び率 0.70%を適用して、2016 年～2035 年のケニアの一人当たりの米の消費量を推計し、それに将来の人口を乗じることにより国内の米の年間消費量を求める。一方、2016 年～2035 年のケニアの米の生産量は、過去 5 年間（2010 年～2014 年）の生産量の平均値 119,489 トンに、OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の米の生産量の年平均伸び率 3.26%を適用して推計する。そこで、毎年のケニアにおける米の消費量と生産量の差をモンバサ港における米の輸入量の将来予測値とする。推計結果は表 7.3.15 の通りである。

表 7.3.14　ケニアにおける米の生産・消費量の推移

	2010	2011	2012	2013	2014
消費量（トン）	410,000	520,000	540,000	509,000	564,000
生産量（トン）	110,494	111,229	138,204	125,256	112,263
不足量（トン）	299,506	408,771	401,796	383,744	451,737
モンバサ港における輸入量（千トン）	285	298	340	465	651

出典：消費量、生産量は Economic Review of Agriculture 2015, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries、
輸入量は KPA Annual Review and Bulletin of Statistics

表 7.3.15 需要予測の結果（輸入－米）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
572	539	626	720	822

出典：JICA 調査団

(4) 紙及び紙製品

モンバサ港における紙及び紙製品の輸入は、2010 年まで増加傾向にあったが、2011 年と 2012 年に減少し、その後再び上昇に転じたが、2014 年以降は頭打ちである。この需要予測では、2017 年～2035 年の需要は、2012 年～2016 年の 5 年間の平均値を用いる。推計結果は表 7.3.16 の通りである。

表 7.3.16 需要予測の結果（輸入－紙及び紙製品）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
451	392	392	392	392

出典：JICA 調査団

(5) 化学製品・殺虫剤

モンバサ港における化学製品・殺虫剤の輸入は、2007 年まで増加傾向であったが、2008 年から減少を続け、2013 年から 2015 年にかけて再び増加している。この需要予測では、2017 年～2035 年の需要は、2012 年～2016 年の 5 年間の平均値を用いる推計結果は表 7.3.17 の通りである。

表 7.3.17 需要予測の結果（輸入－化学製品・殺虫剤）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
366	328	328	328	328

出典：JICA 調査団

(6) 砂糖

モンバサ港における砂糖の輸入量は、2001 年以降、100 千トン～400 千トンの間で増減を繰り返している。Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries の Economic Review of Agriculture 2015 によると、ケニアの 2010 年～2014 年にかけての砂糖消費量は増加傾向にある一方で、同時期の生産量は増減を繰り返している（表 7.3.18 参照）。2014 年の消費量を、World Population Prospects: The 2015 Revision によるケニアの人口 44,864 千人（2014 年）で除すると、一人あたりの消費量は 18.28 ㎏となる。そこで、OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の一人当たりの砂糖の消費量の年平均伸び率 1.27%を適用して、2016 年～2035 年のケニアの一人当たりの砂糖の消費量を推計し、それに将来の人口を乗じることにより国内の砂糖の年間消費量を求める。一方、2016 年～2035 年のケニアの砂糖の生産量は、2014 年の 592,668 トンに、OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の砂糖の生産量の年平均伸び率 4.14%を適用して推計する。そこで、毎年のケニアにおける砂糖の消費量と生産量の差をモンバサ港における砂糖の輸入量の将来予測値とする。推計結果は表 7.3.19 の通りである。

表 7.3.18 ケニアにおける砂糖の生産・消費量の推移

	2010	2011	2012	2013	2014
消費量（トン）	772,731	783,700	794,844	800,000	820,000
生産量（トン）	523,652	487,022	493,937	600,179	592,668
不足量（トン）	249,079	296,678	300,907	199,821	227,332
モンバサ港における輸入量（千トン）	279	140	102	207	231

出典：消費量、生産量は Economic Review of Agriculture 2015, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries、
輸入量は KPA Annual Review and Bulletin of Statistics

表 7.3.19 需要予測の結果（輸入－砂糖）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
356	273	305	329	340

出典：JICA 調査団

(7) 自動車・トラック

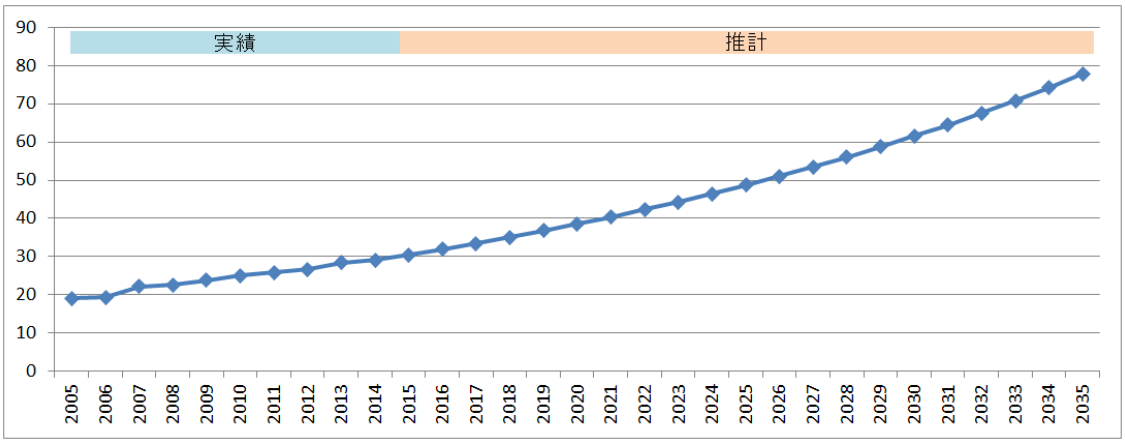
ケニアのモータリゼーションとともに、海外からの中古車の輸入が増加し続けている。モンバサ港の輸入車両台数は、2001 年から 2015 年まである程度の増減を繰り返しながら増え続け、同期間の年平均増加率は 13.3%である。輸入自動車の多くは中古車である。2016 年は、増税や景気の減速感などから自動車の購入が控えられたと思われ、モンバサ港における輸入台数は 313 千台と、2015 年の 465 千台から 32.7%も減少している。しかし、ケニアにおける自動車需要は根強いものがあり、2016 年の減少は一時的で、2017 年以降は再び増加傾向に移るものと予想されている。

KPA のデータによると、2013 年のモンバサ港における自動車輸入台数のうち、ケニア向けは 62.7%であり、ウガンダ向けが 29.0%、その他が 8.3%である。

モンバサ港の輸入自動車の需要は、以下の手順により推計する。

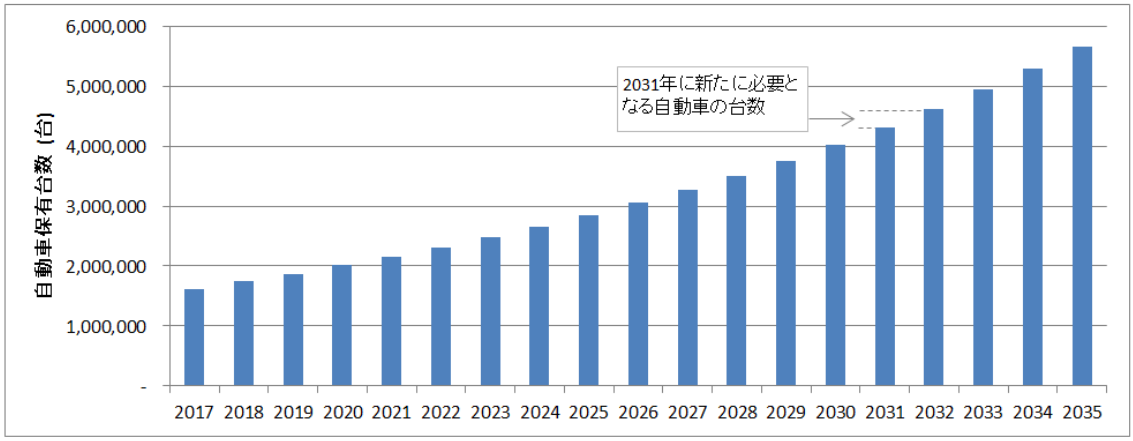
ケニアのモータリゼーション率は、International Organization of Motor Vehicle Manufacturers（OICA）の自動車保有台数のデータを UN World Population Prospects: The 2015 Revision の人口で除すると、2014 年で 29.1（台/1,000 人）であり、2005 年から 2014 年までに年平均 4.8%で上昇している。ケニアのモータリゼーション率が引き続き年平均 4.8%で増加すると想定し（図 7.3.1 参照）、これに UN World Population Prospects の人口推計値を乗じて、ケニアにおける自動車保有台数を推計する。

ｉ）で推計した自動車保有台数の毎年の増分を、その年にケニアで新たに必要となる自動車の台数（ケニアで生産される自動車、及び、海外から輸入される新車・中古自動車）と考える（図 7.3.2 参照）。



出典：JICA 調査団

図 7.3.1 モータリゼーション率の推計値（台/千人）



出典：JICA 調査団

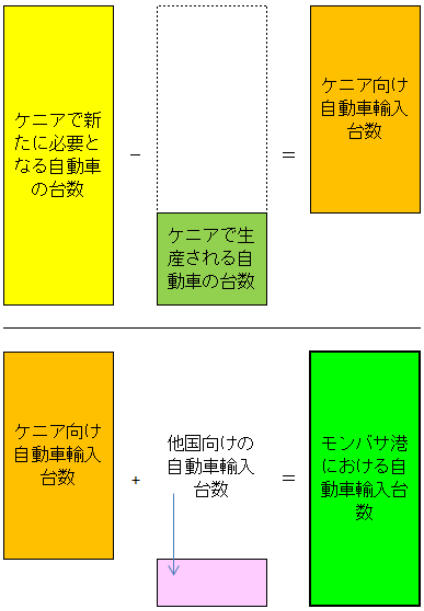
図 7.3.2 自動車保有台数の推計値

ケニアで生産される自動車の台数は、Kenya National Bureau of Statistic の Statistical Abstract 2016 によると 2015 年で 10,181 台（暫定値）であり、生産台数は 2011 年から 2015 年にかけて、年平均 14.1%で増加している。したがって、2016 年以降のケニアにおける自動車生産台数は、引き続き年平均 14.1%で増加するとして推計する。

ⅱ）で推計した毎年新たに必要となる自動車の台数から、ⅲ）で推計したケニアにおける自動車生産台数を減じることにより、その年に必要なケニア向けの自動車輸入台数を計算する。

モンバサ港では、ウガンダなど背後圏の国々が輸入する自動車も扱っており、2011 年から 2013 年の KPA のデータによると、その台数は約 50,000 台で一定している。そこで、背後圏の国々がモンバサ港を経由して輸入する自動車の台数は今後も同レベルと考えて、ⅳ）で推計したケニア向けの自動車輸入台数に背後圏の国々向けの輸入自動車台数 50,000 台を加えることにより、モンバサ港における自動車輸入台数を計算する。

以上の計算の経過を図 7.3.3 及び表 7.3.20 に示す。推計結果（台数ベース）は表 7.3.21 の通りである。



出典：JICA 調査団

図 7.3.3 需要予測の手順（輸入－自動車・トラック）

表 7.3.20　需要予測の計算過程

		2014	2020	2025	2030	2035
モータリゼーション率	台/千人	29.1	38.5	48.7	61.5	77.8
人口	千人	44,864	52,187	58,610	65,412	72,600
自動車保有台数	台		2,010,876	2,853,571	4,026,047	5,648,883
新たに必要な自動車台数	台		147,376	204,763	284,081	392,003
国内自動車生産台数	台	9,514	19,689	38,076	73,633	142,398
ケニア向け自動車輸入台数	台		127,687	166,688	210,448	249,605
他国向け自動車輸入台数	台		50,000	50,000	50,000	50,000
モンバサ港自動車輸入台数	台		177,687	216,688	260,448	299,605

出典：JICA 調査団

表 7.3.21　需要予測の結果（輸入－自動車・トラック）

単位：千トン

2015（実績）	2016（実績）	2020	2025	2030	2035
97,746	143,833	177,687	216,688	260,448	299,605

出典：JICA 調査団

モンバサ港の自動車輸入量（トンベース）を、自動車輸入台数に、KPA Annual Review and Bulletin of Statistics による 2016 年の自動車一台当たりの平均重量 3.2（トン/台）を乗じることにより計算する。推計結果（トンベース）は表 7.3.22 の通りである。

表 7.3.22　需要予測の結果（輸入－自動車・トラック）

単位：千トン

2015（実績）	2016（実績）	2020	2025	2030	2035
313	465	569	693	833	959

出典：JICA 調査団

(8) その他一般貨物

その他一般貨物としては、肥料、穀物などで、2001 年～2016 年にかけて若干の増減を繰り返しながら増加しており、年平均増加率は 6.3%である。その他一般貨物については、ケニアの GDP との相関分析に基づいて、2017 年～2035 年の需要推計を行った。推計結果は表 7.3.23 の通りである。

表 7.3.23　需要予測の結果（輸入－その他一般貨物）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
5,277	8,530	12,269	16,302	20,338

出典：JICA 調査団

(9) クリンカー

ケニアでは主要セメント会社がクリンカーを生産しているが、不足分を輸入しており、クリンカーの輸入量は 2001 年以降急増し、特に 2006 年から 2016 年にかけては年平均 19.5%の割合で増加している。2017 年～2035 年のクリンカーの輸入量については、ケニアの GDP との相関分析に基づいて推計した。推計結果は表 7.3.24 の通りである。

表 7.3.24　需要予測の結果（輸入－クリンカー）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
3,084	4,821	7,518	10,428	13,340

出典：JICA 調査団

(10) 小麦

ケニアでは、国民の生活水準の向上にともなう食品の嗜好変化により小麦の消費が急増し、国内生産による供給不足を補うための輸入が、2001 年～2016 年にかけて年平均 7.1%の割合で増加している。Wheat Atlas のデータによると、ケニアの 2006 年～2015 年にかけての小麦の消費量は増加傾向にある一方で、同時期の生産量は増減を繰り返している（2010 年以降のデータは表 8.3.25 参照）。2015 年の消費量を、World Population Prospects: The 2015 Revision によるケニアの人口 46,050 千人（2015 年）で除すると、一人あたりの消費量は 42.56 kgであり、一人あたりの消費量は過去 3 年(2013 年～2015 年)は年平均 1%前後で上昇している。OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の一人当たりの小麦の消費量の年平均伸び率は 0.48%であるが、前述の最近の伸び率 1%を使って 2016 年～2035 年のケニアの一人当たりの小麦の消費量を推計し、それに

将来の人口を乗じることにより国内の小麦の年間消費量を求める。一方、2016 年～2035 年のケニアの小麦の生産量は、過去 5 年間（2011 年～2015 年）の平均 413.2 千トンに、OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 のサブサハラアフリカにおける 2016 年～2025 年の小麦の生産量の年平均伸び率 3.2%を適用して推計する。表 7.3.25 からも分かる通り、モンバサ港の小麦輸入量はケニアの小麦の生産・消費の差（不足分）を上回っており（2006 年～2015 年は平均で小麦輸入量は生産・消費の差の 1.17 倍）、モンバサ港では背後圏の国向けの輸入小麦も扱っていること想定される。そこで、毎年のケニアにおける小麦の消費量と生産量の差（不足分）に 1.17 を乗じた値を、2017 年～2035 年のモンバサ港における小麦輸入量の将来予測値とする。推計結果は表 7.3.26 の通りである。

表 7.3.25　ケニアにおける小麦の生産・消費量の推移

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
消費量（千トン）	1,458	1,590	1,760	1,814	1,885	1,960
生産量（千トン）	256	268	442	486	450	420
不足量（千トン）	1,202	1,322	1,318	1,328	1,435	1,540
モンバサ港における輸入量（千トン）	1,287	1,443	1,559	1,401	1,908	1,838

出典：消費量、生産量は Wheat Atlas、輸入量は KPA Annual Review and Bulletin of Statistics

表 7.3.26　需要予測の結果（輸入－小麦）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
1,896	2,165	2,562	3,006	3,504

出典：JICA 調査団

(11) 肥料

ケニアでは肥料は生産しておらず、国内需要は全て輸入に頼っている。モンバサ港の肥料の輸入は増減しながら増加しており、2001 年から 2016 年の年平均増加率は 10.1%である。International Fertilizer Development Center（IFDC）の Kenya Fertilizer Assessment（2012 年 6 月）によると、ケニアの農業の成長目標に到達するには肥料の使用量を年間約 500 千トンから 900 千トンに増加させる必要があるとしている。そこで、2017 年から年平均増加率 10%で肥料輸入量を増加させ、900 千トンを超えた年から以降は一定の輸入量とする。推計結果は表 7.3.27 の通りである。

表 7.3.27 需要予測の結果（輸入－肥料）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
560	820	902	902	902

出典：JICA 調査団

(12) 石炭

ケニアでは石炭を算出しておらず、国内需要の全てを輸入に頼っている。モンバサ港の石炭の輸入は増減しながら増加しており、2001 年から 2016 年の年平均増加率は 7.2%である。石炭については、ケニアの GDP との相関分析に基づいて、2017 年～2035 年の需要推計を行った。推計結果は表 7.3.28 の通りである。

表 7.3.28　需要予測の結果（輸入－石炭）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
455	669	985	1,327	1,669

出典：JICA 調査団

(13) その他ドライバルク

モンバサ港における“その他ドライバルク”の輸入量は、急増した 2008 年～2009 年を除くとほぼ一定レベルである。そこで、2017 年～2035 年の需要は、過去 5 年間（2012 年～2016 年）の平均値である 442 千トンとする。推計結果は表 7.3.29 の通りである。

表 7.3.29　需要予測の結果（輸入－その他ドライバルク）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
452	442	442	442	442

出典：JICA 調査団

(14) POL

モンバサ港の POL 輸入は着実に増加しており、2001 年から 2016 年の年平均増加率は 4.7%である。モンバサ港の POL 輸入の約 20%はウガンダ向けであると考えられているが、ウガンダでは 2020 年完成に向けて石油精製所を整備する予定であることから、2021 年以降は、ウガンダ向け POL はモンバサ港では取り扱われないと思われる。そこで、2001 年～2016 年の POL の輸入量のうち 80%をケニア向けと考え、この輸入量とケニアとの GDP との相関分析に基づいて、2017 年～2035 年のケニア向け POL の需要推計を行った。なお、2020 年まではウガンダ向け石油はモンバサ港で取り扱われると考え、2017 年～2020 年のモンバサ港の POL 輸入量は、同年のケニア向け POL の 4 分の 1 にあたる量をウガンダ向けとして加算して推計した。推計結果は表 7.3.30 の通りである。

表 7.3.30　需要予測の結果（輸入－POL）

単位：千トン

2016	2020	2025	2030	2035
7,636	8,173	7,654	8,574	9,313

出典：JICA 調査団

(15) その他液体バルク

モンバサ港における“その他液体バルク”は、増減を繰り返しながら 2013 年まで増加傾向にあったが、その後頭打ちになり、2016 年には前年の 759 千トンから 41 千トンに急激に減少している。この需要予測では、2017 年～2035 年の需要は、急激に減少する 2016 年の前の 5 年間（2011 年～2015 年）の平均値を用いる。推計結果は表 7.3.31 の通りである。

表 7.3.31　需要予測の結果（輸入－その他液体バルク）

単位：千トン

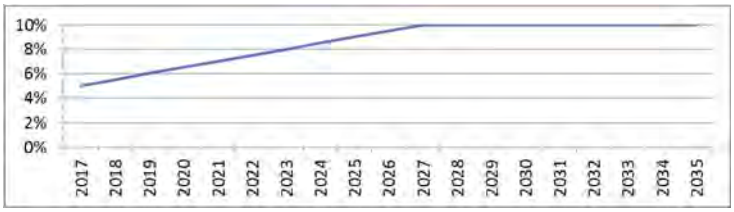
2016	2020	2025	2030	2035
41	831	831	831	831

出典：JICA 調査団

7.3.3　コンテナ貨物量の需要予測

7.3.1 及び 7.3.2 で推計した一般貨物量（トンベース）をもとに、以下の手順により、コンテナ貨物量（TEU ベース）の計算を行う。

1) 一般貨物量（トン）にコンテナ化率を乗じてコンテナ貨物量（トン）を算定する。コンテナ化率は、モンバサ港の貨物データを分析した結果、輸出貨物については 95%、輸入貨物については 70%を用いる。
2) コンテナ貨物量（トン）を、実入りコンテナ 1TEU 当たりの平均重量（トン/TEU）で除することにより、実入りコンテナ個数（TEU ベース）を算出する。実入りコンテナ 1TEU 当たりの平均重量は、輸出貨物については実績値などを参照しながら 15 トン/TEU 、輸入貨物については KPA がこれまで統計に用いてきた 13.5 トン/TEU とする。
3) 空コンテナ数については、輸出入コンテナのうち量が多い輸入コンテナについて、2016 年の空コンテナ率を参照して 1.5%と設定し、空コンテナ数を求めた。輸出コンテナの空コンテナ数は、輸出コンテナ数（実入りコンテナ＋空コンテナ）が輸入コンテナ数（実入りコンテナ＋空コンテナ）と同数になるように計算した。
4) トランシップコンテナ数については、モンバサ港のキャパシティー増強と荷役効率性の向上、トランシップサービスのプロモーションとともに順調に増えると想定し、2016 年のトランシップ率（全体コンテナ貨物量に対するトランシップコンテナ貨物量の割合）が 4.4%であったことから、2017 年はトランシップ率を 5%とし、10 年後の 2027 年まで毎年 0.5%ずつ上昇して 10%に達すると設定した（図 7.3.4 参照）。なお、海外諸港のトランシップ率を参照しながら、シンガポール港やコロンボ港のようにトランシップを中心とした港湾ではないモンバサ港のトランシップ率は、10%程度にとどまると想定し、上限を 10%とした。



出典：JICA 調査団

図 7.3.4 トランシップ率の設定

以上の手順を表 7.3.32 と表 7.3.33 に、また、コンテナ貨物量の推計結果（TEU ベース）を表 7.3.34 に示す。

表 7.3.32　コンテナ需要予測（輸出）の手順

項目	単位	2020	2025	2030	2035
一般貨物	千トン	2,233	2,515	2,775	3,013
コンテナ化率		95%	95%	95%	95%
コンテナ貨物量	千TEU	2,121	2,389	2,636	2,862
実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量	トン/TEU	15.0	15.0	15.0	15.0
実入りコンテナ個数	TEU	141,404	159,299	175,725	190,815
空コンテナ率		80.2%	83.9%	86.3%	87.9%
空コンテナ個数	TEU	573,786	829,429	1,107,819	1,386,776
コンテナ貨物量（実入りコンテナ＋空コンテ	TEU	715,190	988,728	1,283,544	1,577,590

出典：JICA 調査団

表 7.3.33　コンテナ需要予測（輸入）の手順

項目	単位	2020	2025	2030	2035
一般貨物	千トン	13,586	18,782	24,383	29,969
コンテナ化率		70%	70%	70%	70%
コンテナ貨物量	千TEU	9,510	13,148	17,068	20,978
実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量	トン/TEU	13.5	13.5	13.5	13.5
実入りコンテナ個数	TEU	704,462	973,897	1,264,291	1,553,927
空コンテナ率		1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
空コンテナ個数	TEU	10,728	14,831	19,253	23,664
コンテナ貨物量（実入りコンテナ＋空コンテ	TEU	715,190	988,728	1,283,544	1,577,590

出典：JICA 調査団

表 7.3.34　需要予測の結果（コンテナ）

	単位	2016	2020	2025	2030	2035
輸出	千TEU	507	715	989	1,284	1,578
実入りコンテナ		129	141	159	176	191
空コンテナ		379	574	829	1,108	1,387
輸入	千TEU	536	715	989	1,284	1,578
実入りコンテナ		528	704	974	1,264	1,554
空コンテナ		8	11	15	19	24
トランシップメント	千TEU	48	99	196	285	351
合計	千TEU	1,091	1,530	2,173	2,852	3,506

出典：JICA 調査団

7.3.4　競合港の影響

モンバサ港の競合港としては、ケニア北部のラム（Lamu）港とタンザニア北部のバガモヨ（Bagamoyo）港が考えられる（図 7.3.5 参照）。これらいずれも新港開発プロジェクトである。前者は建設中であり、後者についてはまだプロジェクトは始まっていない。

(1) ラム港

ラム港の開発は、東アフリカのケニア・エチオピア・南スーダン間の円滑に結ぶことを目指した交通・物流インフラを整備する“ラム港-南スーダン-エチオピア-交通（LAPSSET）回廊プロジェクト”の一環である（図 7.3.6 参照）。LAPSSET 回廊プロジェクトは、ラム港の整備に加えて、域内標準軌鉄道、域内基幹道路、原油・石油パイプライン、国際空港、リゾート・シティ、石油精製所、多目的水力ダム、光ファイバーケーブル及び通信網で構成されている。

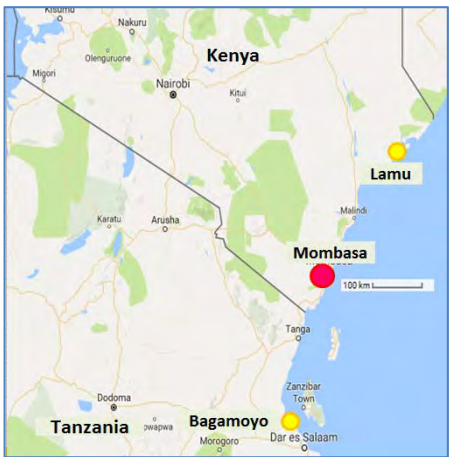
ラム港は、32 バースの岸壁整備が計画されており、そのうち 3 バース（延長は合計 1,200m、水深 18m）の建設が進められている。このうち 1 バース目はラム石炭火力発電所の石炭を取扱い、2 バース目と 3 バース目は多目的ターミナルであり、2019 年末に完成予定である。ケニア政府は、これら 3 バースのオペレーションを民間セクターとのコンセッション契約により実施する計画である。残りの 29 バースの整備は、需要の動向を見ながら、建設・オペレーションを合わせて民間セクターとのコンセッション契約により実施する計画である。

本調査におけるモンバサ港の 2035 年までの需要予測においては、以下の理由から、ラム港の開発による影響は考慮しないこととする。

1) モンバサ港の取扱貨物のほとんどがケニア発着貨物（輸出貨物の 85.5%、輸入貨物の 68.8%）であり、これらは主にナイロビやモンバサなどケニア南部を生産・消費地としている。これらの貨物は、ラム港が供用開始されても、距離・時間・航路サービスの充実度などから、引き続きモンバサ港を利用する可能性が高い。

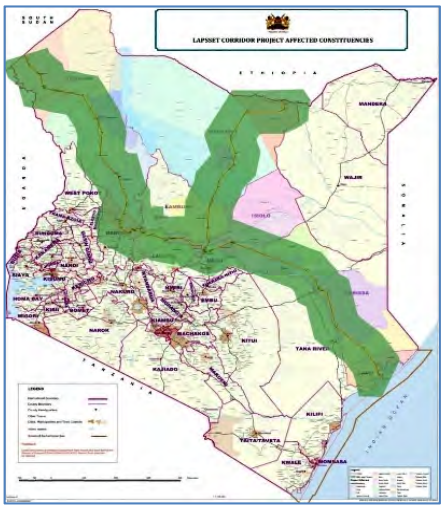
2) 7.2(5)で述べた通り、モンバサ港のトランジット貨物の約 8 割がウガンダ発着貨物であり、残りは南スーダン、DRC など向けである。モンバサ港は、ウガンダ、南スーダン、DRC、ルワンダ、ブルンジと北部回廊（Northern Corridor）で結ばれており（図 7.3.7 参照））、現在モンバサ港を使用しているこれらの国々のトランジット貨物は、ラム港供用開始されても、距離・時間・航路サービスの充実度などから、引き続きモンバサ港を利用する可能性が高い。

3) ラム港は水深 18m のターミナルを有することになっており、大型船への対応という点ではモンバサ港より優位にあるが、主要港湾として機能するまでには、最初の 3 バース以降の多数の岸壁整備や、道路や鉄道など背後圏と結ぶインフラ整備が必要であり、長期間を要すると思われる。



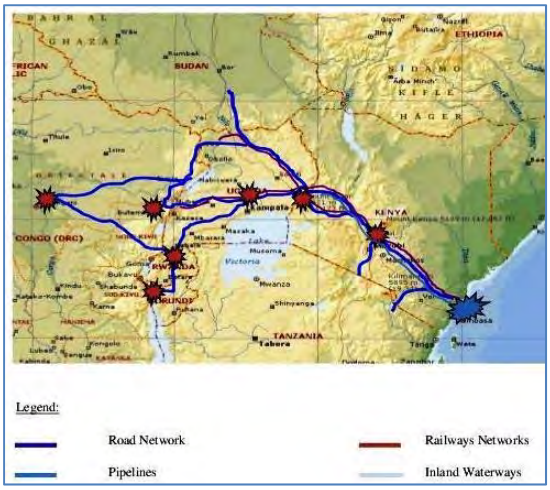
出典：Google Map をもとに JICA 調査団作成

図 7.3.5 モンバサ港と競合港



出典：Source: LAPSSET Corridor Development Authority

図 7.3.6 LAPSSET 回廊



出典：Northern Corridor Transit and Transport Co-ordination Authority (NCTTCA)

図 7.3.7 北部回廊

(2) バガモヨ港

バガモヨ港については、年間 2,000 万 TEU の取扱容量の新港開発のために事業費 110 億ドルの大規模プロジェクトが計画されていたが、2016 年に入ってタンザニア政府が計画を中止したとの報道があった。したがって、本調査におけるモンバサ港の需要予測においては、バガモヨ港の開発による影響は考慮しない。

7.3.5　需要予測の結果

以上の需要予測の結果をまとめると、表 7.3.35～表 7.3.37 の通りである。また、2001 年～2016 年までの実績値も含めた 2035 年までの予測結果を図 7.3.8（輸出貨物 トンベース）、図 7.3.9（輸入貨物 トンベース）、及び図 7.3.10（コンテナ貨物 TEU ベース）に示す。

輸出貨物は、2016 年の 2,708 千トンから 2035 年には 4,069 千トンに年平均 2.2%で増加する。鉄鉱石の輸出が再開されるのに加え、主力であるコーヒー、紅茶はゆるやかな伸びを示し、ソーダ灰、チ

タン関連は現状維持が予想されている。一方、輸入貨物は、ケニアの経済成長にともなって、鉄・鉄鋼、自動車、クリンカー、石炭などが大幅に増加すると期待されるため、2016 年の 23,736 千トンから 2035 年には 59,970 千トンに増加し、全体で年平均増加率が 5.0%となっている。このように、輸出貨物に比べて輸入貨物の伸びが大きいため、輸出入貨物量の格差はさらに広がっている。

コンテナ貨物量は、輸入の実入りコンテナが大幅に増加することが期待されるため、全体では、2016 年の 1,091,371TEU から 2035 年には 3,505,756TEU に増加し、年平均増加率は 6.3%である。トランシップコンテナは 2016 年の 48,031TEU から 2035 年には 350,756TEU に増加すると推計される。

表 7.3.35　需要予測の結果（総括）輸出貨物（トンベース）

(1,000 トン)

	2016	2020	2025	2030	2035	年平均増加率 (2016-2035)
一般貨物	2,051	2,233	2,515	2,775	3,013	2.0%
ドライバルク	606	1,005	1,005	1,005	1,005	2.7%
液体バルク	51	51	51	51	51	0.0%
計	**2,708**	**3,289**	**3,571**	**3,831**	**4,069**	**2.2%**

出典：JICA 調査団

表 7.3.36　需要予測の結果（総括）輸入貨物（トンベース）

(1,000トン)

	2016	2020	2025	2030	2035	年平均増加率 (2016-2035)
一般貨物	9,612	13,586	18,782	24,383	29,969	6.2%
ドライバルク	6,447	8,916	12,409	16,105	19,857	6.1%
液体バルク	7,677	9,004	8,485	9,405	10,144	1.5%
計	**23,736**	**31,507**	**39,677**	**49,893**	**59,970**	**5.0%**

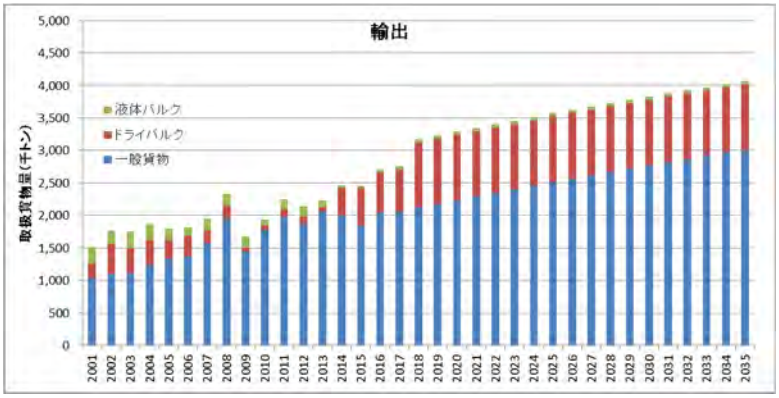
出典：JICA 調査団

表 7.3.37　需要予測の結果（総括）輸入貨物（トンベース）

(TEU)

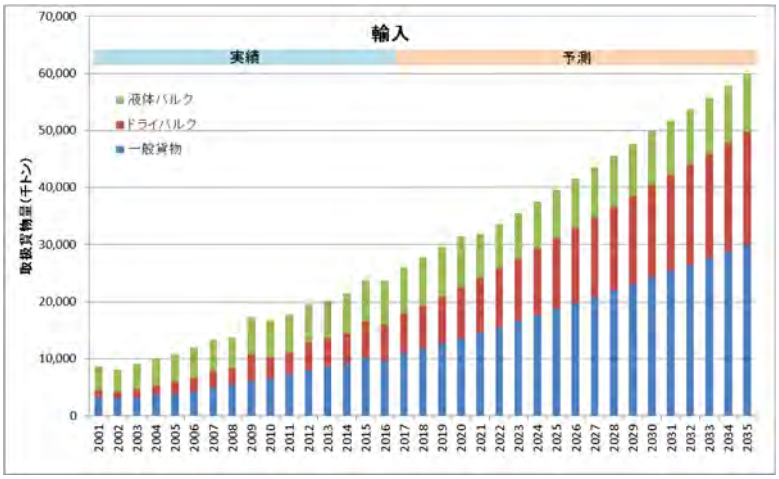
	2016	2020	2025	2030	2035	年平均増加率 (2016-2035)
輸出	507,357	715,190	988,728	1,283,544	1,577,590	6.2%
輸入	535,983	715,190	988,728	1,283,544	1,577,590	5.8%
トランシップ	48,031	99,438	195,573	285,232	350,576	11.0%
計	**1,091,371**	**1,529,818**	**2,173,029**	**2,852,321**	**3,505,756**	**6.3%**

出典：JICA 調査団



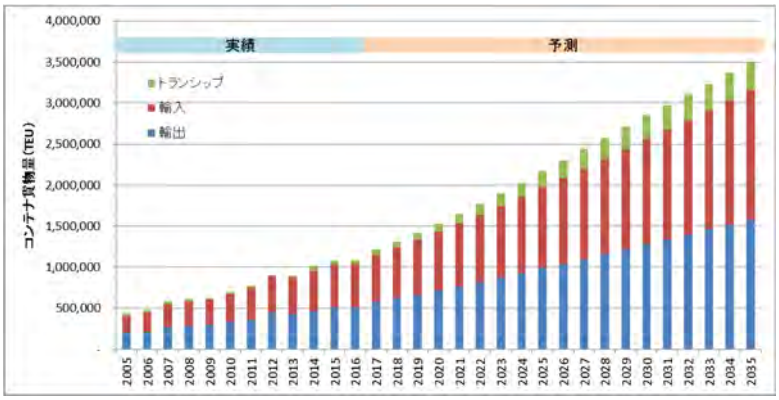
出典：JICA 調査団

図 7.3.8 輸出貨物の実績値と予測値（トンベース）



出典：JICA 調査団

図 7.3.9 輸出貨物の実績値と予測値（トンベース）



出典：JICA 調査団

図 7.3.10 コンテナ貨物の実績値と予測値（TEU ベース）

7.4　モンバサ港 M/P における需要予測との比較

本調査における 2035 年の需要予測を、2015 年 10 月に完了した“ドンゴクンドゥを含むモンバサ港 M/P”（以下“港 M/P”）における需要予測と比べると、表 7.4.1 の通りである。

(1) 輸出貨物

2035 年の輸出貨物については、本調査が 4,069 千トンであるのに対し、港 M/P では 5,312 千トンと 30%程度大きくなっている。特に差が大きいのがソーダ灰とその他一般貨物である。本調査では、ソーダ灰産業の現状を踏まえると輸出量の増加が見込めないことから、過去 3 年間（2014 年～2016 年）の平均値としているのに対し、港 M/P では、輸出相手国の GDP の成長に応じて輸出量が増加すると予測している。また、その他一般貨物については、どちらも輸出相手国の GDP との相関分析を用いて予測しているが、本調査では対数近似を用いたのに対し、港 M/P では線形近似を用いたため大きめの予測になっている。なお、本調査の需要予測に含まれている鉄鉱石の輸出は、港 M/P の予測には含まれていない。

(2) 輸入貨物

2035 年の輸入貨物については、本調査が 59,970 千トンであるのに対し、港 M/P では 67,577 千トンと 13%程度大きくなっている。一般貨物については、個々の品目については手法の違いから推計値も異なっているが、合計すると、近い値になっている。ドライバルクで一番差が大きいのが小麦で、本調査では、一人あたりの小麦の消費量は過去の増加率を参照しながら年平均 1%で増加するとしているのに対し、港 M/P では、一人あたりの小麦消費量の増加をケニアの GDP との相関により算出したことより、本調査の需要予測に大きくなっている。液体バルクで一番差が大きいのが POL で、どちらもケニアの GDP との相関分析を用いて予測しているが、本調査では対数近似を用いたのに対し、港 M/P では線形近似を用いたため、大きめの予測になっている。なお、ケニアの GDP の成長率については、図 7.4.1 に示す通り、本調査の方が上回っている。

(3) コンテナ貨物

2035 年のコンテナ貨物については、本調査と港 M/P では、コンテナ化率、1TEU 当たりのコンテナ重量、空コンテナ率、トランシップコンテナ率の設定で違いはあるが、トータルのコンテナ貨物量としては、本調査では 2035 年に 3,506 千 TEU としているところ、港 M/P では 3,789 千 TEU と、8%程度の差となっている。

表 7.4.1　モンバサ港 M/P の需要予測（ベースケース）との比較

輸出　(千トン)

種別	品目	本調査 需要 2035年	本調査 方法	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 需要 2035年	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 方法
一般貨物	紅茶	829	FAOレポートを参考に年平均増加率2.2%で増加	912	主な輸出相手国のGDPとの相関分析
	コーヒー	353	過去と同様に年平均増加率1.4%で増加	493	主な輸出相手国のGDPと輸出量の弾性値を用いる
	ソーダ灰	276	過去3年間の平均値を維持	870	主な輸出相手国のGDPと輸出量の弾性値を用いる
	その他	1,555	主な輸出相手国のGDPとの相関分析（対数近似）	2,392	主な輸出相手国のGDPとの相関分析（直線近似）
	小計	**3,013**		**4,666**	
ドライバルク	チタン関連	589	2016年の実績値を維持	450	過去5年間の平均値を維持
	鉄鉱石	360	ヒアリングによる生産量の見込み		
	その他	56	過去5年間の平均値を維持	84	過去5年間の平均値を維持
	小計	**1,005**		**534**	
液体バルク	液体バルク	51	2016年の実績値を維持	112	過去5年間の平均値を維持
	小計	**51**		**112**	
計		**4,069**		**5,312**	

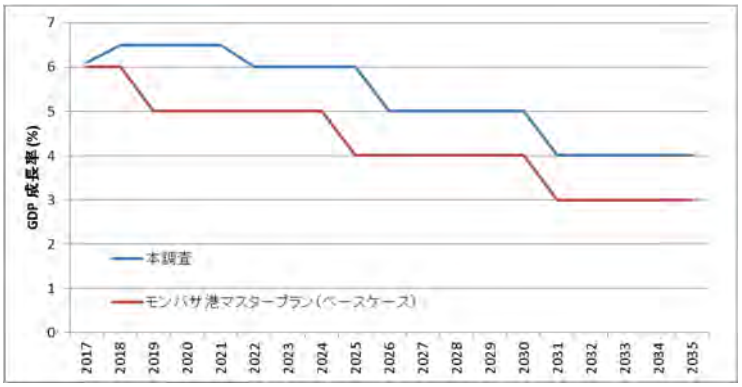
輸入　(千トン)

種別	品目	本調査 需要 2035年	本調査 方法	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 需要 2035年	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 方法
一般貨物	鉄・鉄鋼	6,238	ケニアのGDPとの相関分析	4,397	ケニアのGDPとの相関分析
	プラスチック	552	過去5年間の平均値を維持	399	過去5年間の平均値を維持
	米	822	消費量と生産量の差により推計	-	消費量と生産量の差により推計
	紙及び紙製品	392	過去5年間の平均値を維持	1,346	ケニアのGDPとの相関分析
	化学製品・殺虫剤	328	過去5年間の平均値を維持	260	過去5年間の平均値を維持
	砂糖	340	消費量と生産量の差により推計	973	消費量と生産量の差により推計
	自動車・トラック	959	新規自動車需要と国内生産量の差により推計	1,580	ケニアのGDPとの相関分析
	その他	20,338	ケニアのGDPとの相関分析	19,452	ケニアのGDPとの相関分析
	小計	**29,968**		**28,407**	
ドライバルク	クリンカー	13,340	ケニアのGDPとの相関分析	10,169	ケニアのGDPとの相関分析
	小麦	3,504	消費量と生産量の差により推計	8,063	消費量と生産量の差により推計
	肥料	902	年間900千トンに達するまで年平均増加率10%で増加	829	"Kenya Fertilizer Assessment" による消費量を輸入量とする
	石炭	1,669	ケニアのGDPとの相関分析	1,192	ケニアのGDPとの相関分析
	その他	442	過去5年間の平均値を維持	1,632	ケニアのGDPと輸入量の弾性値を用いる
	小計	**19,857**		**21,885**	
液体バルク	POL	9,313	ケニアのGDPとの相関分析（対数近似）	14,882	ケニアのGDPとの相関分析（線形近似）
	その他	831	過去5年間の平均値を維持	2,403	ケニアのGDPとの相関分析
	小計	**10,144**		**17,285**	
計		**59,970**		**67,577**	
合計		**64,039**		**72,889**	

コンテナ　(千TEU)

種別	品目	本調査 需要 2035年	本調査 方法	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 需要 2035年	モンバサ港マスタープラン（ベースケース） 方法
輸出	実入り (1,000 TEU)	191	コンテナ化率：95% 実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量：15 ton/TEU	326	コンテナ化率：95% 実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量：20 ton/TEU
	空コンテナ (1,000 TEU)	1,387	空コンテナ率：88%	1,517	空コンテナ率：82%
	計 (1,000 TEU)	1,578		1,842	
輸入	実入り (1,000 TEU)	1,554	コンテナ化率：70% 実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量：13.5 ton/TEU	1,780	コンテナ化率：91% 実入りコンテナ1TEU当たりの平均重量：13.5 ton/TEU
	空コンテナ (1,000 TEU)	24	空コンテナ率：1.5%	62	空コンテナ率：3.4%
	計 (1,000 TEU)	1,578		1,842	
トランシップ	計 (1,000 TEU)	351	トランシップ率：10%	105	トランシップ率：2.8%
計		3,506		3,789	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 7.4.1 GDP 成長率の設定

第8章　インフラストラクチャー開発計画

8.1　既存の SEZ 及び港湾開発計画

8.1.1　ケニア国長期開発計画（Vision 2030、第 2 期中期開発計画）

ケニア国政府が制定した長期開発計画「Vision 2030」には、5 年ごとの中期開発計画が存在している。開発計画を制定した計画・国家開発省は第 1 期中期開発計画（2008～2012 年）のレビューを行い、第 2 期中期開発計画（2013～2017 年）を 2010 年に制定した。その中に SEZ 設立に関する記述が存在する。

SEZ の設立はケニア国長期開発計画「Vision 2030」においてフラッグシッププロジェクトのひとつとされており、その具体的な目標は以下の通りである。

- ケニア国内外からの投資促進
- 国内、海外市場に対する製品・サービスの生産拡大、多様化
- 付加価値の創出
- 現地中小企業による企業促進
- 技術開発の高度化
- 国内資源の有効活用による工業化の促進

出典：JICA 調査団

図 8.1.1　Vision 2030 における SEZ の具体目標について

8.1.2　既存 SEZ 開発計画

2014 年から 2015 年にかけてケニア政府からの要請に基づき国際協力機構（JICA）支援の下「モンバサ SEZM/P プロジェクト」が実施された。この既存計画（モンバサ SEZM/P）では、土地利用計画に加え、電力、上下水道、排水、道路等の SEZ 開発に必要なインフラ、また港湾施設の開発計画が示されている。またモンバサ SEZM/P は、2016 年 2 月にケニア政府によって承認されており、本調査ではこの既存計画に基づき、基本設計など事業化に向けた必要な検討を行うことが求められている。

8.1.3　港湾開発計画

モンバサ地域の主要な港湾開発計画とその進捗を記述する。

(1) モンバサ港 M/P

8.1.3 (2)「モンバサ港開発計画」で述べるように、本邦 ODA によりモンバサ港第 2 コンテナターミナルの建設が進められている。コンテナ貨物を含め、今後もモンバサ港の取扱貨物が伸びることが予想されている。将来のビジョンと開発コンセプトを含めたモンバサ港 M/P が 2015 年に策定された。以下にその概要を示す。

i)　需要予測

輸入貨物、輸出貨物、コンテナを含むトランジット貨物の需要予測を表 8.1.1～8.1.3 に示す。これらの表は、比較として 2013 年の SAPROF レビューでの需要予測の結果も合わせて示す。

表 8.1.1　輸入貨物の将来予測

(x1,000 tons)

	2014	SAPROF Review 2013				Updated Demand Forecast/Year 2014 Base				
		2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030	2035
Iron & Steel	1,367	1,259	1,935	2,684	3,461	1,357	2,067	2,853	3,668	4,397
Rice	651	326	313	210	141	331	316	262	145	0
Sugar	231	427	551	681	819	435	558	688	826	973
Chemicals & Insecticides	390	222	222	222	222	260	260	260	260	260
Plastic	662	330	330	330	330	399	399	399	399	399
M/Vehicle & Lorries	463	529	840	1,184	1,541	487	742	1,025	1,318	1,580
Paper & Paper Products	503	565	905	1,281	1,671	431	645	881	1,127	1,346
Cereal Flour	49	121	121	121	121	75	75	75	75	75
Fertilizer	102	73	73	73	73	81	81	81	81	81
Maize in Bags	37	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Wheat in Bags	9	7	7	7	7	9	9	9	9	9
Others	4,649	6,624	10,339	14,454	18,721	6,075	9,152	12,560	16,095	19,256
Total General Cargo	**9,113**	**10,514**	**15,667**	**21,278**	**27,138**	**9,971**	**14,335**	**19,124**	**24,034**	**28,407**
Wheat in Bulk	1,908	2,336	3,380	4,537	5,737	1,981	3,088	4,497	6,203	8,063
Clinker	2,065	3,019	5,184	7,583	10,071	2,690	4,436	6,370	8,375	10,169
Fertilizer in Bulk	360	341	341	341	341	579	579	579	829	829
Coal	436	326	361	396	431	396	582	788	1,001	1,192
Other Cereals in Bulk	184	110	110	110	110	106	106	106	106	106
Maize in Bulk	0	414	414	414	414	485	492	471	466	564
Others	278	362	504	646	788	306	459	629	805	962
Total Dry Bulk	**5,231**	**6,908**	**10,294**	**14,027**	**17,892**	**6,543**	**9,742**	**13,440**	**17,785**	**21,885**
P.O.L.	6,286	7,425	10,048	12,953	15,966	6,757	8,654	10,755	12,933	14,882
Other Liquid Bulk	906	1,043	1,438	1,876	2,330	995	1,324	1,688	2,065	2,403
Total Liquid Bulk	**7,192**	**8,468**	**11,486**	**14,829**	**18,296**	**7,752**	**9,978**	**12,443**	**14,998**	**17,285**
Grand Total	**21,536**	**25,890**	**37,447**	**50,134**	**63,326**	**24,266**	**34,055**	**45,007**	**56,817**	**67,577**

出典：モンバサ港 M/P

表 8.1.2　輸出貨物の将来予測

(x1,000 tons)

	2014	SAPROF Review 2013				Updated Demand Forecast/Year 2014 Base				
		2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030	2035
Tea	554	469	513	558	603	522	605	698	811	912
Soda Ash	336	530	746	962	1,178	355	465	588	737	870
Coffee	256	260	293	326	359	265	313	368	434	493
Others	851	1,183	1,800	2,477	3,178	965	1,269	1,608	2,022	2,391
Total General Cargo	**1,997**	**2,442**	**3,352**	**4,323**	**5,318**	**2,107**	**2,652**	**3,262**	**4,004**	**4,666**
Titanium	363	0	0	0	0	450	450	450	450	450
Soda Ash in Bulk	0	29	29	29	29					
Cement in Bulk	0	2	2	2	2					
Flourspar	59	70	70	70	70					
Other Dry Bulk	0	11	11	11	11	84	84	84	84	84
Total Dry Bulk	**422**	**112**	**112**	**112**	**112**	**534**	**534**	**534**	**534**	**534**
Bulk Oil	19	92	92	92	92					
Bunkers	26	62	62	62	62					
Total Liquid Bulk	**45**	**154**	**154**	**154**	**154**	**112**	**112**	**112**	**112**	**112**
Grand Total	**2,464**	**2,708**	**3,618**	**4,589**	**5,584**	**2,753**	**3,298**	**3,908**	**4,650**	**5,312**

出典：モンバサ港 M/P

表 8.1.3　コンテナ貨物の将来予測

(x1,000 TEU)

	2014	SAPROF Review 2013				Updated Demand Forecast/Year 2014 Base				
		2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030	2035
Import										
Full	482	580	894	1,250	1,628	551	826	1,140	1,473	1,780
Empty	7	18	28	39	51	17	27	38	50	62
Subtotal	**489**	**598**	**921**	**1,289**	**1,678**	**568**	**853**	**1,178**	**1,523**	**1,842**
Export										
Full	131	160	222	290	362	145	183	226	279	326
Empty	332	438	700	998	1,317	424	670	952	1,244	1,517
Subtotal	**463**	**598**	**921**	**1,289**	**1,678**	**568**	**853**	**1,178**	**1,523**	**1,842**
Transshipment										
Full	53	11	22	36	54	11	22	36	54	66
Empty	8	7	13	21	31	7	13	21	31	38
Subtotal	**61**	**18**	**35**	**57**	**85**	**18**	**35**	**57**	**85**	**105**
Total	**1,012**	**1,214**	**1,878**	**2,634**	**3,442**	**1,154**	**1,741**	**2,412**	**3,131**	**3,789**

¥

出典：モンバサ港 M/P

ii)　寄港する船舶の将来予測

モンバサ港に寄港する船の種類別の将来予測を表 8.1.4 に示す。

表 8.1.4　船舶の種類別将来予測

Vessel type	DWT (Max)	Load (TEU/ton)	LOA (m)	Beam (m)	Draft (m)
Container	60,000	4,300-5,400	275/285	37.2/40.0	12.7/13.8
General cargo	18,000	18,000	156	22.4	9.8
Car carrier	30,000	8,000 units	228	32.3	11.3
Bulk carrier	70,000	70,000	233	32.3	13.0
Tanker	100,000	100,000	250	42.7	14.8

出典：モンバサ港 M/P

船種ごとの将来予測のポイントは以下の通りである。

コンテナ船：モンバサ港に寄港するコンテナ船は世界の動向に伴い、大型化するものと予想される。モンバサ港開発計画フェーズ1によって新コンテナターミナルが完成し、60,000 DWT（ポストパナマックス型）の船舶が寄港できるようになった。

自動車運搬船：ドンゴクンドゥ地区にて自由港（岸壁長さ250m以上、水深12.5m以上）が実現すれば、積載車両数8,000台以上の大型運搬船が寄港できるようになる。

バルク運搬船：ドンゴクンドゥ地区にて自由港（岸壁長さ250m以上、水深15.0m以上）が実現すれば、70,000DWTのバルクキャリア（パナマックス型）が寄港できるようになる。

タンカー、一般貨物船：現在寄港している船はすでに十分な大きさを有しているため、将来寄港する船の大きさは変わらないと予想される。

iii) 将来の港湾開発計画

モンバサ港はこの10年で取扱貨物量が順調に増加を続けているものの、運営面、施設面でさまざまな問題が散見される。貨物需要の増加に伴い、貨物取扱能力は限界に達しつつあり、待ち時間の増加や荷役取扱の能率低下が発生している。モンバサ港はケニアや他の内陸国のゲートウェイ港湾としての機能や工業地帯として開発可能な内陸地など、様々な利点がありこれらの利点を考慮して港湾開発をする必要がある。

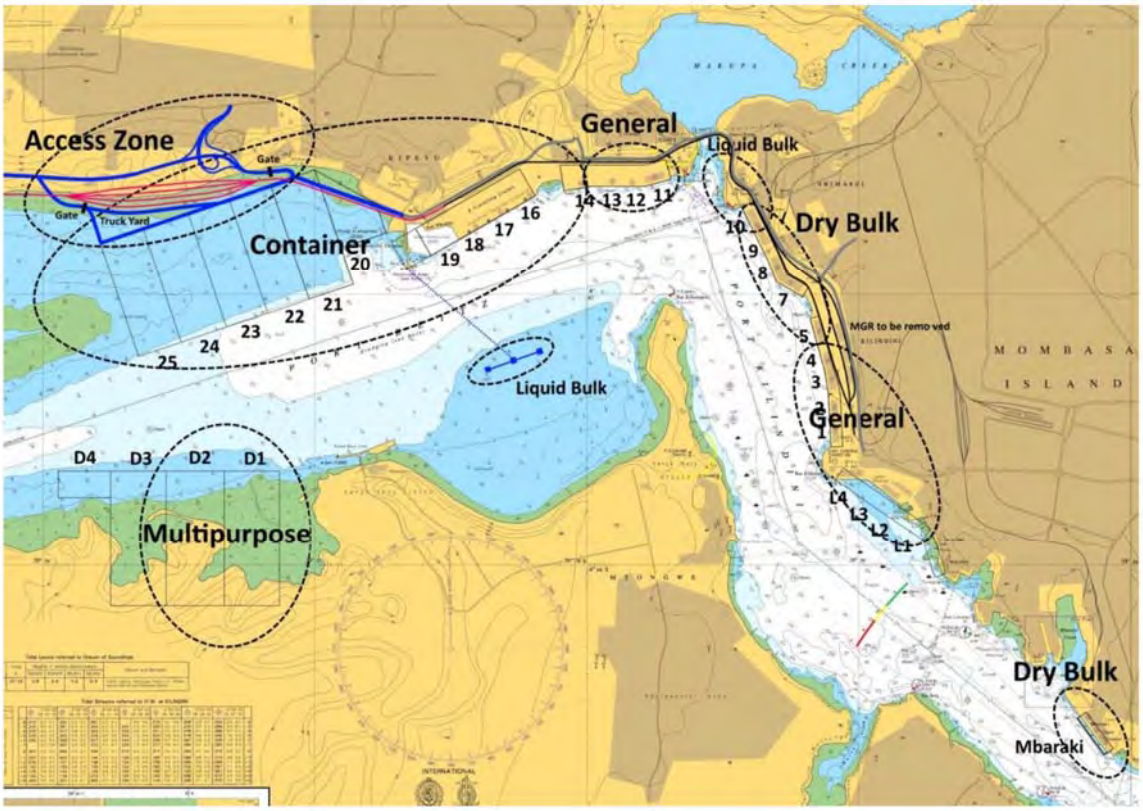
モンバサ港M/Pでは以下の点に着目し、施設計画を実施した。

- 既存施設を活用した効果的な開発方法の検討
- 貨物取扱能力の最大化
- モンバサ港開発計画、ドンゴクンドゥ自由港開発を含むすべての港湾開発を適切なタイミングでの実施
- 旅客ターミナルを含むキリンディニ港の更新
- より効率的な荷役機械の配置、導入

またモンバサ港の港湾利用計画として2つのシナリオを想定した。そのうちシナリオ1を、以下の点から推薦した。現在の利用計画はシナリオ1に沿って進められている。

- 投資額が最小に抑えられる
- ドンゴクンドゥ自由港では中古車、小麦、コンテナなど需要が伸びている品目を扱うことができる
- クリンカーや石炭等のバルク貨物は既存の港湾に集約することで効率化が可能である
- 既存のモンバサ港の荷役効率は日本の深海港1/3から1/4程度であるため、新たに建設されるドンゴクンドゥ地区の深海港では既存の港湾の3倍程度、荷役効率が向上する。
- ただし船待ち時間は現在の水準と変わらない。

当M/Pで試案した港湾利用計画（シナリオ1）を図8.1.2に示す。



出典：モンバサ港 M/P

図 8.1.2　港湾利用計画（シナリオ 1）

(2) モンバサ港開発計画

i)　第 2 コンテナターミナル整備

- モンバサ港開発事業（フェーズ１）

バース No.20（岸壁長さ 210m、計画水深 12m）及びバース No.21（岸壁長さ 350m、計画水深 15m）の建設。計画荷役能力は年間 47 万 TEU。2016 年 2 月完工。

- モンバサ港開発事業フェーズ２

バース No.22（岸壁長さ 250m、計画水深 15m）の建設。追加の荷役能力は年間 47 万 TEU。現在、施工中であり、2021 年末完工予定。

- モンバサ港開発事業フェーズ３

バース No.23（岸壁長さ 300m、計画水深 15m）の建設。資金ソース等未定。

ii)　バース No.19 の建設

延長 240m、水深-13.5m の新規バースが 2013 年 4 月に完成し、コンテナヤードとして 5 エーカーが整備された。これによりバース No.16 から No.19 までの総延長が 840m になった。

iii)　キペブ石油ターミナルの移設

キペブ石油ターミナル（KOT）は原油を扱うターミナルとして 1963 年に建設された。バース No.19 と第 2 コンテナターミナルの間に位置するため、沖合への移転が決まっている。

iv) バースウインドウシステム

KPA はバース No.16 から 21 についてはバースウインドウシステムを 2016 年から採用している。これによって特定の船会社による指定されたバースの利用が可能となり、船舶の待ち時間の短縮等の改善が見られている。

(3) 標準軌鉄道開発

標準軌鉄道開発事業は、ケニア国長期開発計画「Vision 2030」におけるフラッグシッププロジェクトである。モンバサーナイロビ間における貨客輸送を目的として、ケニア鉄道公社が実施している。標準軌鉄道は、モンバサ港の Port Reitz 地区を出発し、古いメーターゲージ鉄道とほぼ並行に走行する。旅客列車は Miritini 地区のモンバサターミナルとジョモ・ケニヤッタ国際空港に近いナイロビターミナルの間を走行している。標準軌鉄道はケニア、ウガンダ、ルワンダ及び南スーダンを結び、ケニア及び近隣諸国にとって、国境輸送が容易になり輸送コストが低減される効果がある。建設工事は 2013 年 10 月に開始し、2017 年 5 月に完工した。モンバサとナイロビ間の標準軌鉄道の全長は 609km である。モンバサーナイロビ間の概算工事費は約 3,270 億ケニアシリング（38 億ドル）であり、工事費の 90%を中国輸出入銀行（China Exim Bank）が融資、残りの 10%はケニア政府が負担している。

標準軌鉄道のフェーズ 2 はナイロビからナイバシャまで延伸するもので、最終的にはウガンダ国境まで延伸する計画となっている。ウガンダでも標準軌鉄道の整備により大量鉄道輸送が可能となる。

標準軌鉄道は年間 22 百万トンの貨物輸送を可能とし、2035 年までにモンバサ港取扱貨物量の 40%の輸送を可能とする設計となっている。また、標準軌鉄道の初期段階は、ディーゼル機関車による輸送となっているが、将来的には電化を予定している。貨物列車の輸送容量は 216TEU で、平均時速 80km/h である。標準的な貨物列車はダブルスタック・フラットワゴン 54 車輛から成り、列車総延長は 880m になる。

標準軌鉄道はモンバサ港内のバース No.1 まで延伸されており、それによってバースの背後スペースが狭くなっている。KPA は港湾取扱貨物量を増加させるため、バース No.11 から No.14 を増深し岸壁構造を強化する計画がある。モンバサ港とナイロビ及び近隣諸国間におけるコンテナ輸送のため、第 2 コンテナターミナルの背後にマーシャリングヤードが配置され、線路に据え付けられたガントリークレーンでコンテナ荷役が行われる。今後増大するコンテナ需要に対応するため、第 2 コンテナターミナルは更に西側（湾奥）への拡張が計画されている。

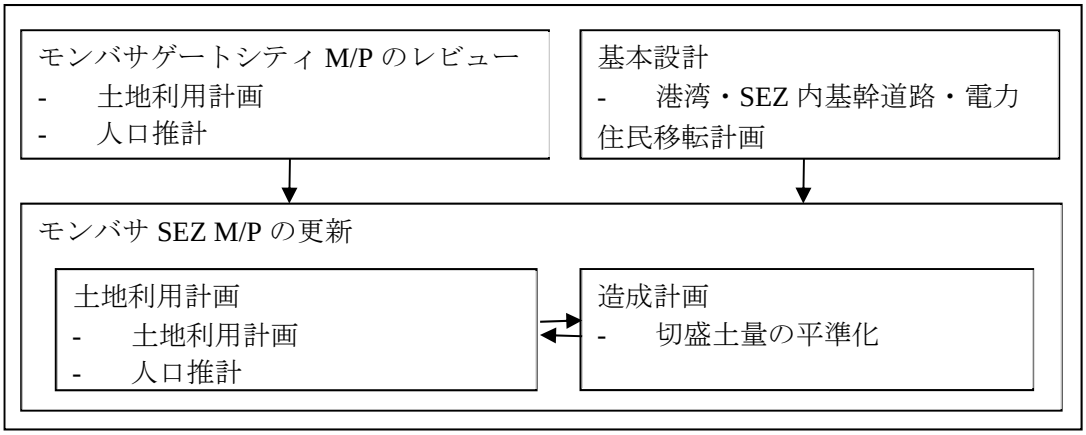
出典：JICA 調査団

図 8.1.3　第 2 コンテナターミナル（バース No.20 及び No.21）及び標準軌鉄道（2017 年 7 月 8 日）

8.2　土地利用計画

8.2.1　概要

本調査で実施する各施設の基本設計及び住民移転計画に基づき 2015 年のモンバサ SEZ M/P の土地利用計画及び造成計画を更新することを目的とし、図 8.2.1 に示す手順で検討を行う。



出典：JICA 調査団

図 8.2.1　土地利用計画及び造成計画の検討フロー

8.2.2　土地利用計画

(1) モンバサゲートシティ M/P のレビュー

モンバサ SEZ M/P が完成した後に調査が実施されているモンバサゲートシティ M/P に基づき土地利用や人口推計を見直す。モンバサゲートシティ M/P においては、SEZ の将来土地利用は工業・物流と位置付けられており、モンバサ SEZ M/P との大きな齟齬はない。また、人口については、モンバサゲートシティ M/P の完成を待って更新する。

(2) 土地利用計画の変更点

i) 変更理由

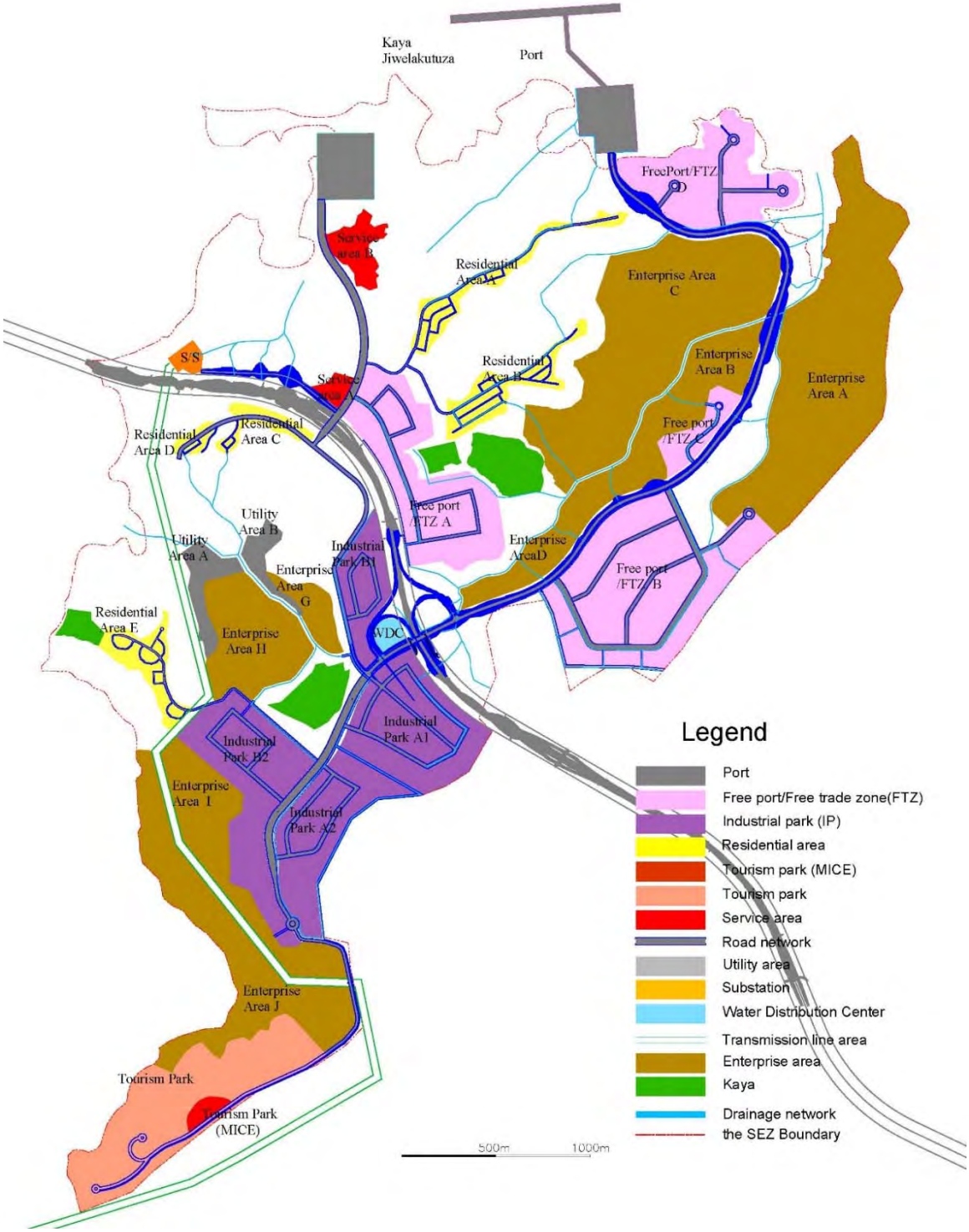
- MSBR 詳細設計に伴う線形変更
- LNG 発電所プロジェクトの廃止
- 港湾基本設計に伴うバース・ヤード形状の変更
- SEZ 内基幹道路基本設計に伴う線形及び南部バイパスとのインターチェンジ形状の変更
- 送電線基本設計に伴う送電ルート及び ROW の変更
- 変電所基本設計に伴う変電所建設地の変更
- 送水管整備計画変更に伴う送水ルートの変更

ii) 主な変更箇所

- 南部バイパス線形位置及び周辺土地利用を調整
- Power Plant を Reserve land に変更
- 港湾形状を変更

- 南部バイパスと SEZ 内基幹道路のインターチェンジ周辺土地利用を変更
- 送電ルート周辺の土地利用を変更
- WDC の南部バイパス・SEZ 内基幹道路をインターチェンジランプ内へ移動

2019 年 1 月時点の土地利用計画図を図 8.2.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.2.2　土地利用計画図（2019 年 1 月時点）

8.2.3　造成計画

急峻な地形のため、事業費縮減ためには効率的な造成計画が必要である。モンバサ SEZ M/P では切土量と盛土量を同程度となるよう計画高を設定していたが、フェーズ 1 開発計画を踏まえた土量バランスの更新と本調査で実施している材料試験結果を踏まえた造成計画の見直しを行う。

(1) 造成計画の変更点

i) 港湾

SEZ M/P では港湾バース 1 のみで 300 万 m^3 以上の切盛土工を想定していたが、本調査で実施した地質調査を踏まえ、埋立土砂を SEZ 場外から調達する方針へと転換した。そのため、港湾埋立への場内発生土の流用が行えない場合の SEZ 開発全体及びフェーズ 1 の土量バランスを検討する必要がある。

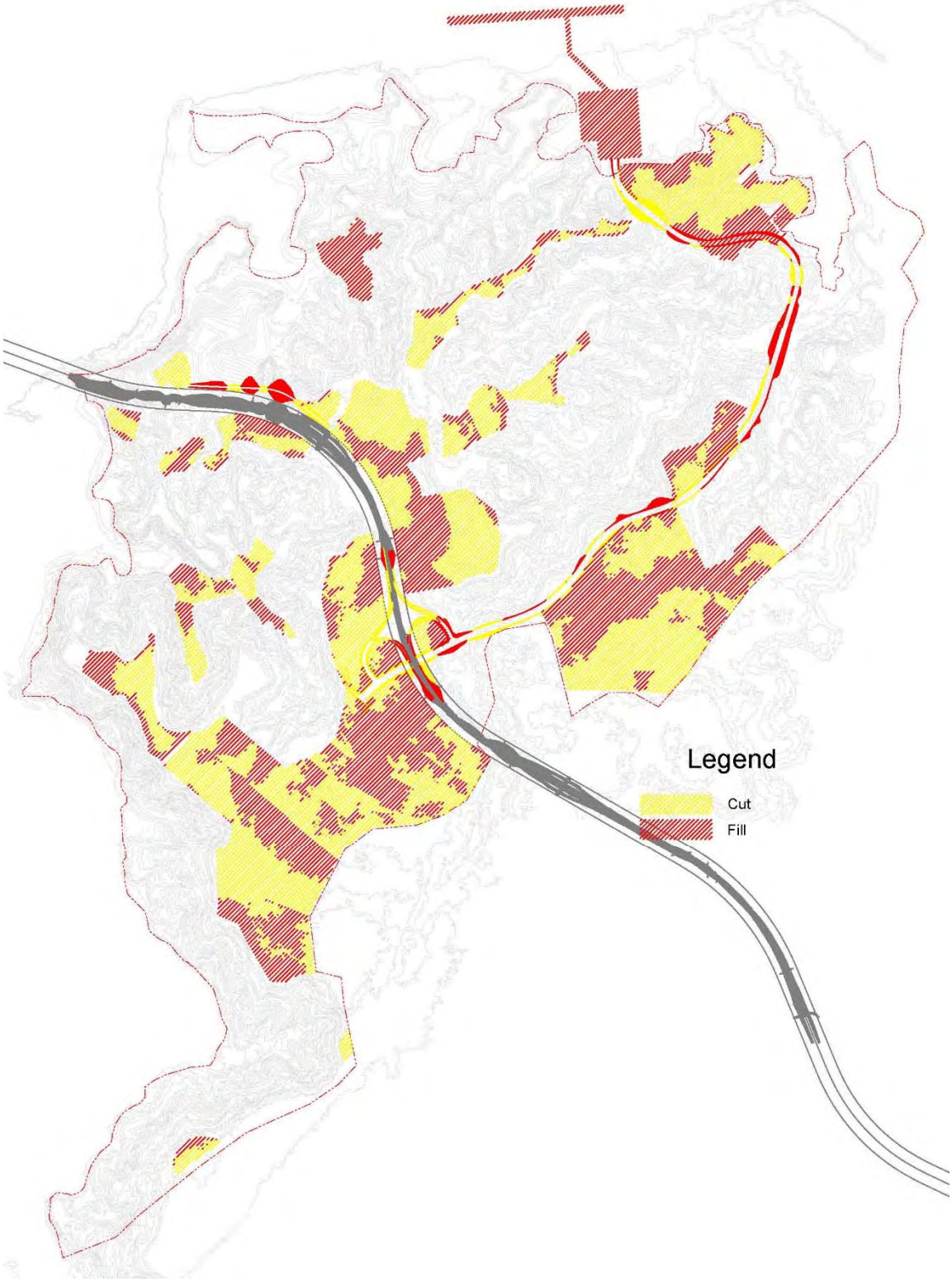
ii) SEZ 内基幹道路

基本設計により 20m を超える切土、10m を超える盛土が必要とされている。また南部バイパスとのインターチェンジ形状変更に伴いランプ内の土工が新たに必要となった。これら SEZ 内基幹道路基本設計成果に基づき沿道ゾーンの造成計画を更新する必要がある。

iii) 変電所

Power Plant の廃止及び変電所の造成位置変更、変電所及び変電所アクセス道路の基本設計を踏まえ、SEZ 開発全体及びフェーズ 1 の土量バランスを検討する必要がある。

これら変更点を踏まえた造成計画を図 8.2.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.2.3　モンバサ SEZ M/P 全体造成計画案及び土工量

(2) 土量バランス

SEZ M/P では SEZ 場内からの掘削残土を港湾埋立に流用することで、また SEZ 全体開発を特定の機関が管理することで土量バランスを小さくする提案を行っていたが、埋立に場内発生土が使えなくなったことから相当程度の場内発生土の処分が必要になることが想定される。

表 8.2.1 に本調査にて SEZ M/P をベースとした土量バランスを示す。フェーズ 1 開発においては、Industrial Park A1 及び FTZ B の造成高を上げ、FTZ D1 の掘削土砂を有効活用することが有効と考えられる。SEZ 全体においても同様に、切土量の多い FTZ D2 や開発面積の大きい Industrial Park A2, B1, B2 等の造成高を上げることが残土量圧縮のための有効な方策と考えられる。

表 8.2.1　フェーズ 1 造成土量

Name		Cut (m^3)	Fill (m^3)	Balance (m^3)	Remarks
Phase 1	FTZ D1	696,000	278,000	418,000	
	S/S	177,200	196,900	-19,700	S/S Access Road 含む
	FTZ B	672,000	728,000	-56,000	
	Industrial Park A1	146,000	590,000	-444,000	
	Port Access Road	535,200	442,100	93,100	WDC/Ramp 含む
	Subtotal (phase 1)	2,226,400	2,235,000	-8,600	
Phase 2 & 3	FTZ A	1,028,000	1,052,000	-24,000	
	FTZ C	58,000	62,000	-4,000	
	FTZ D2	1,205,000	313,000	892,000	
	Industrial Park A2	326,000	284,000	42,000	
	Industrial Park B1	142,000	132,000	10,000	
	Industrial Park B2	327,000	284,000	43,000	
	Residential A	84,000	72,000	12,000	
	Residential B	63,000	60,000	3,000	
	Residential C	42,000	89,000	-47,000	
	Residential D	12,000	30,000	-18,000	
	Residential E	96,000	75,000	21,000	
	Tourism Park	16,000	14,000	2,000	
	Service area A	44,000	3,000	41,000	
	Service area B	0	399,000	-399,000	
	Utility Area A	169,000	168,000	1,000	
	Total (phase 1, 2 & 3)	5,838,400	5,272,000	566,400	

出典：JICA 調査団

8.3　港湾（ドンゴクンドゥ地区）

8.3.1　概要

モンバサ港はモンバサ市に位置し、ケニアだけではなく、ウガンダやルワンダといった内陸国を支える東アフリカ最大の貿易港である。近年の貨物取扱量の増加に伴い、モンバサ港の港湾施設の拡張は喫緊の課題となっている。このような状況を受けて、JICA は「モンバサ港開発計画」（2009 年に KPA によって改訂）を修正し、ドンゴクンドゥ地区を含むモンバサ港の包括的な開発計画を作成するため 2015 年にモンバサ港 M/P を策定した。図 8.3.1 にモンバサ港及びドンゴクンドゥ地区の位置図を、図 8.3.2 にモンバサ港 M/P で提案されたバースと取り扱い貨物の配置図を示す。同 M/P では、ドンゴクンドゥのバースは、2 種類以上の貨物が取り扱い可能な多目的（Multipurpose）バースとして提案されている。

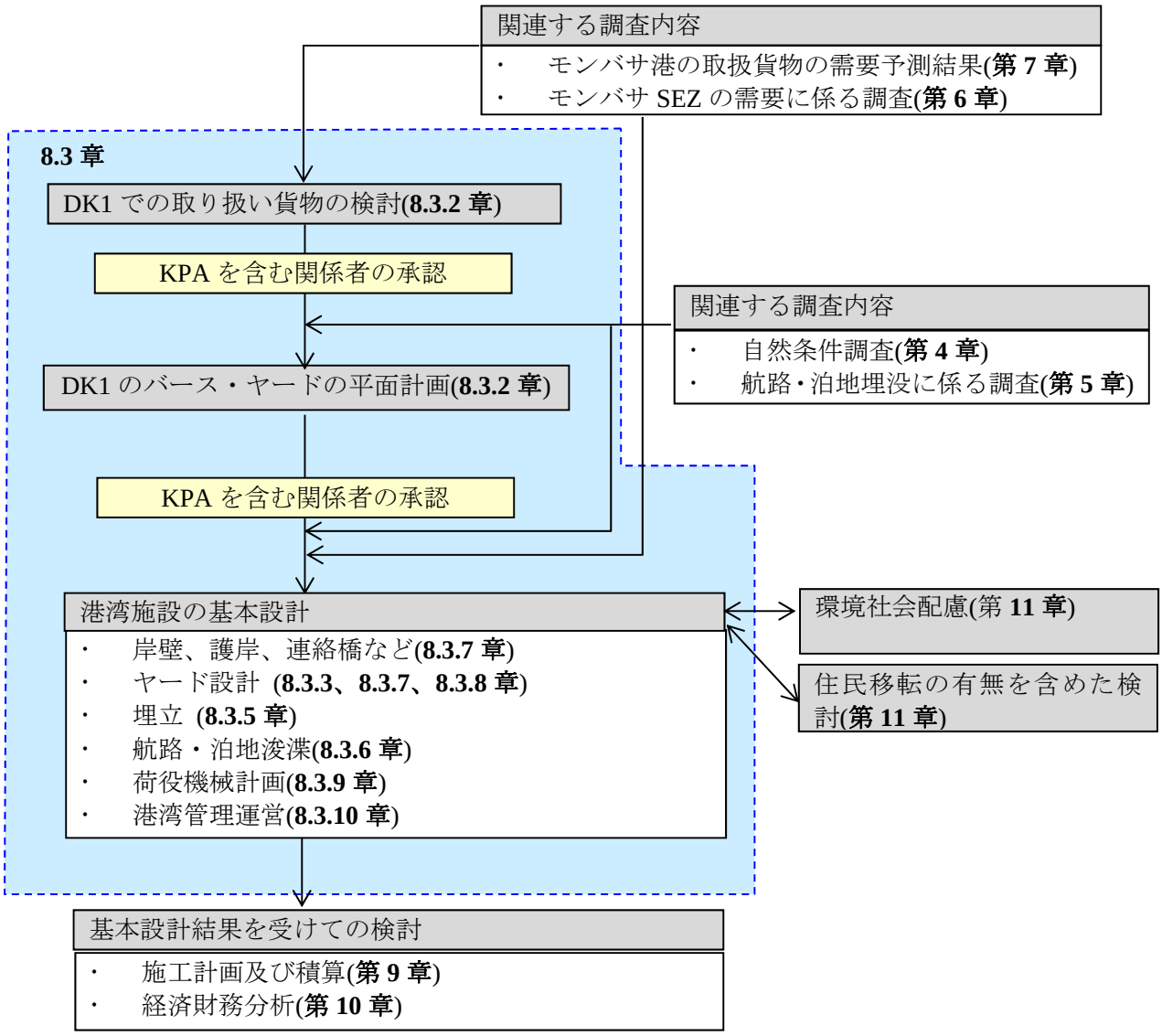
出典：Google Earth を基に JICA 調査団が作成

図 8.3.1　モンバサ港及びドンゴクンドゥ地区の位置図

出典：モンバサ港 M/P　（JICA, 2015）

図 8.3.2　バースと取り扱い貨物の配置計画

本調査では、以上のようなモンバサ港 M/P の検討内容をベースとして、新たに本調査で得られた成果を考慮したうえで、ドンゴクンドゥのバース No.1（以下、DK1 と表記する）の基本計画・設計をおこなうものである。港湾施設に係る基本設計の作業フロー及びその関連章を図 8.3.3 に示す。



出典: JICA 調査団

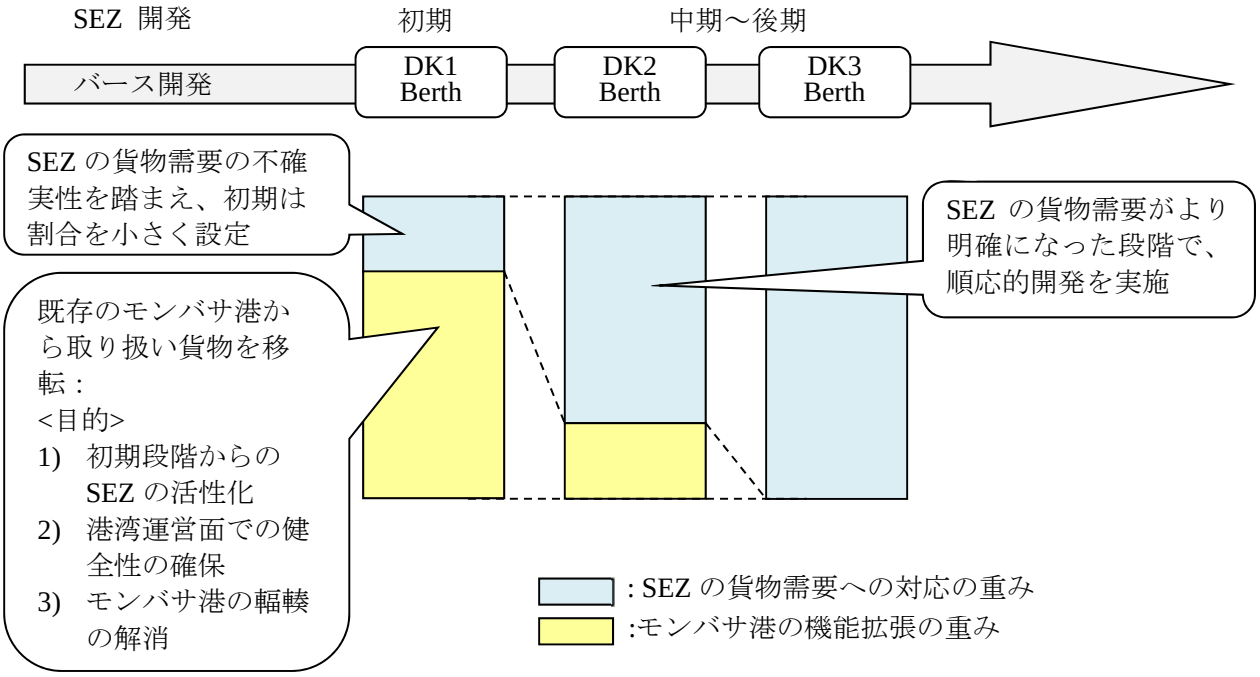
図 8.3.3　港湾施設の基本設計に係る調査フロー

8.3.2　開発計画及び基本設計の方針

(1) ドンゴクンドゥ地区の港湾の開発方針

ドンゴクンドゥ地区のバースは、基本的に背後の SEZ に出入りする貨物を取り扱うことを目的として整備されるべきである。よって、本来は SEZ に入居する（確度の高い）企業に必要とされる取り扱い貨物の種類、取扱量を根拠として計画する必要がある。しかし、計画段階である 2017 年時点でこれらの具体値を想定することは難しい。また、特に SEZ 開発の初期段階においては需要予測における不確実性が大きく実態に乖離が起きやすいことを踏まえると、これが健全な港湾運営へのリスクにもつながることが懸念される。

このような背景を踏まえ、本業務では図 8.3.4 に示すようなドンゴクンドゥ地区の港湾の開発方針を設定した。SEZ の貨物需要における不確実性が高い開発の初期段階においては DK1 は主にモンバサ港から移転する主要貨物を中心に取り扱うことにする。このことは、SEZ での需要貨物量が予想を下回った場合の港湾運営上のリスクの低減と、初期段階の SEZ をより活性化させる狙いがある。また、モンバサ港からの取り扱い貨物の移転により、モンバサ港側の輻輳を緩和する効果も図る。一方、SEZ の開発の中期段階においては、入居企業や貨物の種類、取扱量についてより確実な需要量を把握することが可能になると考えられる。これを受けて、SEZ の需要貨物に基づいた段階的なバース開発（例えば DK2 及び DK3）を実施していく方針とする。



出典: JICA 調査団

図 8.3.4　ドンゴクンドゥ地区のバースの順応的な開発イメージ　（DK1-DK3）

(2) 既存港から DK1 に移転する貨物の検討

i) モンバサ港の需要予測に基づく貨物の候補

本セクションでは、既存のモンバサ港から DK1 バースに移転する貨物を選定するために、本調査のモンバサ港の需要予測結果に基づいて、モンバサ港における貨物別の必要なバース数を評価した。

まず、第 7 章で検討されたモンバサ港の年間の貨物需要量の推計結果を表 8.3.1 に示す。なお、推計結果には多くの商品細目を含むが、検討の簡便化のためモンバサ港 M/P の検討時と同様に、同表に示すような貨物の種別でグループ分けを行った。次に、既存のモンバサ港における標準的なバースあたりの各貨物に対する荷役能力（1,000 ton/year/ berth）を表 8.3.2 に示す。これらの荷役能力は、基本的にモンバサ港 M/P の調査結果より引用した（一部実態を考慮して修正）。また、将来の荷役能力についても、モンバサ港 M/P の検討同様に将来の改善が見込まれる貨物については 10～20%程度の向上を考慮しており、一方で現在の輻輳状況からあまり改善が見込まれない、もしくは十分な荷役能力を発揮していると判断されるものについては現状維持としている。最終的に、貨物需要量（1,000 tons/ year、表 8.3.1）を荷役能力（1,000 tons/ year/ berth、表 8.3.2）で除して、表 8.3.3 に示す貨物別の必要バース数を算出した。同表より、現時点（2016 年）ではモンバサ港における所要のバース数は 15.76 バースと算出された(なお、実際の利用を考慮して貨物種類別に所要バース数を整数値で合計した場合は 18 バースとなる)。これは、現状で有する 18 バースとほぼ同値であることからバースはほぼ飽和状態であると考えられる（バース No.20 及び No.21 は 2016 年後半での供用開始のため 2016 年における評価からは除外している）。

図 8.3.5 に 2035 年時点における、モンバサ港の貨物別の所要のバース数と計画バース数の比較を示す。なお、ここでの計画バース数は、モンバサ港全体のバース配置計画を検討した正式かつ最新の文献である、モンバサ港 M/P で示された値を引用している（注）。図 8.3.5 中の表より、2035 年において特にコンテナ（Container）を除く一般貨物（General）において、所要バース数（13.80 バース）と計画バース数（9 バース）に大きな開きが生じていることが分かる。一方、その他のドライバルク（dry bulk）、液体バルク（liquid bulk）及びコンテナ（Container）については所要と計画バース数に大きな違いは生じていない。以上の結果より、モンバサ港のバースにおいては、コンテナを除く一般貨物用のバースが将来的に不足していく可能性が高いと結論付けることができる。したがって、一般貨物（General）に分類される自動車（Motor vehicle）、鉄鋼（iron & steel）及びその他一般貨物（other general、非コンテナ貨物）が DK1 に移転される貨物の候補となる。

（注）*KPA によると、モンバサ港の一般貨物用のバース No.11-No.14 において、コンテナターミナルへの施設改良計画があり、KPA 職員によると現在 EU からの資金調達に向けて動いているとのことである。しかし、当該計画については次の 2 点を踏まえ、本計画での検討には特に含めないものとした。1）当該計画では、モンバサ港 M/P のような No.11-No.14 以外のバースに対する包括的な検討が実施されていない（少なくとも正式な計画書は入手できていない）こと、2）上記の結論（一般貨物バース数が不足する傾向）には影響するものではないこと。*

表 8.3.1　モンバサ港の年間貨物量の需要予測結果　（1,000 tons/ year）

Commodity		2016	2020	2025	2030	2035
General	Motor Vehicle	313	569	693	833	959
	Steel	1,594	2,404	3,618	4,928	6,238
	Other general	1,079	1,215	1,449	1,692	1,944
	Container	8,677	11,631	15,537	19,704	23,840
	Sub total(General)	11,663	15,819	21,298	27,157	32,981
Dry Bulk	Bulk Wheat	1,896	2,165	2,562	3,006	3,504
	Bulk Clinker	3,084	4,821	7,518	10,428	13,340
	Bulk Fertilizer	560	820	902	902	902
	Bulk Coal	455	669	985	1,327	1,669
	Other Bulk	452	442	442	442	442
	Sub total (Bulk)	6,447	8,916	12,409	16,105	19,857
Liquid Bulk	Other Liquid Bulk	41	831	831	831	831
	Sub Total (OLB)	41	831	831	831	831
Grand total		18,151	25,566	34,538	44,094	53,669

*コンテナ貨物量(t)については、一般貨物の貨物量(t)にコンテナ化率を考慮し算出(7 章参照)

*KPA の新石油ターミナルに係る貨物量は本検討から除外している

出典: JICA 調査団

表 8.3.2　モンバサ港の標準的なバースあたりの貨物別の荷役能力　（1,000 tons/year/ berth）

Commodity		2016	2020	2025	2030	2035
General	Motor Vehicle	740	740	740	740	740
	Steel	1,100	1,210	1,210	1,320	1,320
	Other general	210	230	230	250	250
	Container 1	1,566	1,566	1,566	1,566	1,566
	Container 2	3,915	3,915	3,915	3,915	3,915
Dry Bulk	Bulk Wheat	2,070	2,280	2,280	2,480	2,480
	Bulk Clinker	2,620	2,880	2,880	3,140	3,140
	Bulk Fertilizer	690	760	760	830	830
	Bulk Coal	1,700	1,870	1,870	2,040	2,040
	Other Bulk	1,310	1,440	1,440	1,570	1,570
Liquid Bulk	Other Liquid Bulk	2,480	2,980	2,980	3,470	3,470

*Container 1 及び 2 はそれぞれ既存のコンテナバース及び新コンテナバース（No.20、No.21）を示す。

出典: JICA 調査団

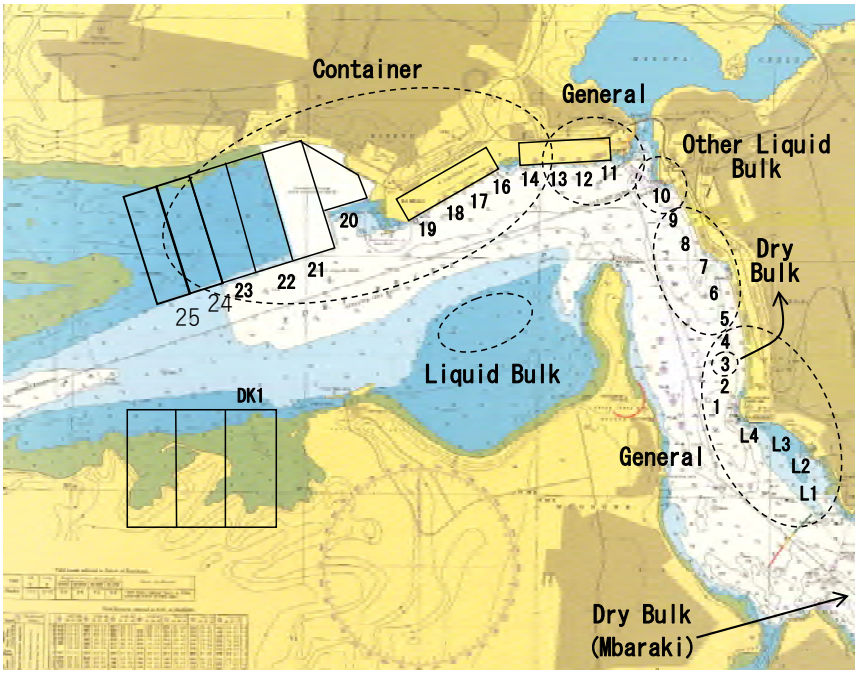
表 8.3.3　モンバサ港の貨物別の所要バース数

Commodity		2016	2020	2025	2030	2035
General	Motor Vehicle	0.42	0.77	0.94	1.13	1.30
	Steel	1.45	1.99	2.99	3.73	4.73
	Other general	5.14	5.28	6.30	6.77	7.78
	Sub total(General)	7.01	8.04	10.23	11.63	13.80
Container	Container 1	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	Container 2	0.22	0.97	1.97	3.03	4.09
	Sub total(Container)	5.22	5.97	6.97	8.03	9.09
Dry Bulk	Bulk Wheat	0.92	0.95	1.12	1.21	1.41
	Bulk Clinker	1.18	1.67	2.61	3.32	4.25
	Bulk Fertilizer	0.81	1.08	1.19	1.09	1.09
	Bulk Coal	0.27	0.36	0.53	0.65	0.82
	Other Bulk	0.35	0.31	0.31	0.28	0.28
	Sub total (Bulk)	3.52	4.37	5.75	6.55	7.85
Liquid Bulk	Other Liquid Bulk	0.02	0.28	0.28	0.24	0.24
	Sub Total (OLB)	0.02	0.28	0.28	0.24	0.24
Grand total		**15.76**	**18.65**	**23.23**	**26.45**	**30.97**

*所要バース数は、モンバサ港における平均的なバース規模を元に算出しているため、必ずしも特定のバースの所要数と一致するものではない。

出典: JICA 調査団

Berth No.	General	Dry Bulk	OLB	Container
Mbaraki		✔		
1,2	✔			
3		✔		
4	✔			
5		✔		
7		✔		
8		✔		
9		✔		
10			✔	
11	✔			
12	✔			
13	✔			
14				✔
16				✔
17				✔
18				✔
19				✔
20,21				✔
22				✔
23				✔
24				✔
25				✔
Lighter area 1	✔			
Lighter area 2	✔			
Lighter area 3	✔			
Lighter area 4	✔			
Planned No. of Berths	9	6	1	10
Required No. of Berths	13.80	7.85	0.24	9.09



*Berth 1、2 と 20、21 は実際の運用形態を考慮し、一つのバースとして考える。

*現在使用されていない L1 から L4 までは今後一般貨物の取扱いのために使用する計画としている（モンバサ港 M/P より）。

出典: JICA 調査団

図 8.3.5　2035 年における所要及び計画バース数と貨物配置計画

ii) 移転する貨物の選定

以上で検討したモンバサ港から DK1 バースに移転する貨物の候補について、3 つの視点から比較検討した結果を表 8.3.4 に示す。各項目における評価の詳細については本表以降に示す。

表 8.3.4　DK1 に移転する貨物の比較

選定基準	一般貨物（コンテナを除く）		
	自動車	鉄鋼	その他一般
a) モンバサ港での荷役能力向上の可能性	低い	普通	高い
b) モンバサ港の混雑の原因	高い	普通	普通
c) SEZ における貨物の需要	高い	高い	高い
評価結果	推奨される	普通	普通

出典: JICA 調査団

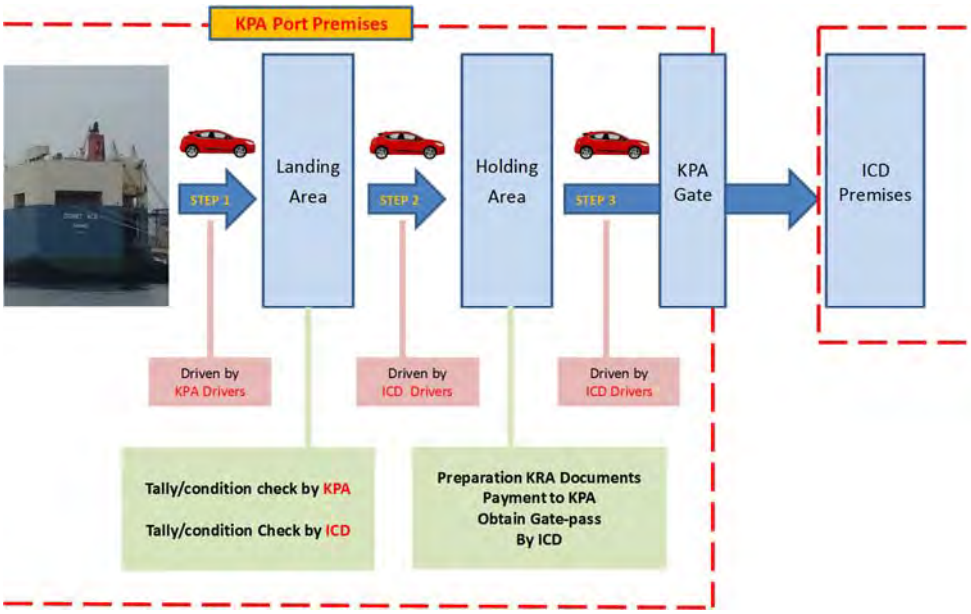
a)　モンバサ港での荷役能力向上の可能性

例えば、本項目の可能性が高いと判断された場合、それは既存のモンバサ港側で将来的に荷役能力を向上できる可能性が高いということと同義なので、DK1 に移転する必要性は高くないという評価になる。

その他一般貨物（Other general cargo）とは非コンテナ貨物であり、2016 年におけるモンバサ港のコンテナ化率は KPA の統計より約 70%であり、コンテナターミナルを多く持つ他の国際港湾に比べるとそれほど高い値とは言えない。仮に、現状の非コンテナ貨物が将来の需要増加やコンテナターミナルの増加に伴いコンテナ化が進んだ場合、その荷役能力は大幅に向上しこれら貨物に対する所要のバース数も大幅に減少することになる（表 8.3.2 に示すように、コンテナ貨物の荷役能力は非コンテナ貨物であるその他一般貨物（other general）のおよそ 3-4 倍である）。

一方、自動車（Motor vehicle）の荷役能力はモンバサ港の現バースで取り扱いを続ける限り、あまり向上は見込めないものと考えられる。図 8.3.6 にモンバサ港における自動車の陸揚げ後から保管までの手順の概要を示す。自動車船の着岸後、船内の自動車はまず KPA 指定の運転手によってバース No.1 及び 2 の背後スペースに移動される。ここで車両の状態を確認したのち、ICD（Inland Container/Cargo Depo）の指定の運転手によって、各種書類手続きのため自動車は港内の別の待機スペース（holding area）に移動される。これは、バース No.1 及び 2 の背後に本手続きをおこなうための十分なスペースが無いためである。この移動がモンバサ港内において深刻な輻輳が発生する原因の一つになっている。加えて、輻輳を少しでも緩和するためモンバサ港で荷降ろしされた自動車は 18 時間以内に港外へ運び出すことが KPA によって義務付けられており、ほぼ 100%が ICD（Inland Container/Cargo Depo）によって港外の ICD の専用ヤード（保税地区）まで運ばれ保管されている。以上より、自動車については港内におけるヤード不足により、現状以上の荷役能力の向上は難しいと判断される。

鉄鋼については、その他一般貨物のような荷役能力の大幅な向上の可能性があるわけではないため、「普通」程度と評価する。



出典: JICA 調査団

図 8.3.6　モンバサ港における自動車の陸揚げから保管までの手順

b)　モンバサ港の混雑の原因

前述 a)および図 8.3.6 に示した通り、現況のモンバサ港において自動車の荷役はヤード不足とそれに伴う書類手続きのための移動等のため、モンバサ港全体の輻輳の大きな原因の一つなっている。そのため、本項目における自動車の評価は「高い」と判断される。一方、コンテナおよび鉄鋼については、ヤードはほぼ飽和状態にあるものの、自動車の荷役のような陸揚げ後の港内移動は無いことから、港内の輻輳に与える影響度は自動車ほど高くはないと考え、「普通」と評価する。

c)　SEZ における貨物の需要

第 6 章のモンバサ SEZ の需要に係る調査結果では、鉄（鋼）や茶（その他一般貨物に該当）などが SEZ の有力産業に位置付けられているとともに、SEZ の自動車（特に中古車）産業のハブとしてのポテンシャルの高さも示されている。また、既存の ICD には SEZ 進出に興味を示している企業も存在する。以上を踏まえ、いずれの貨物においても SEZ における需要は高いと判断される。

以上の比較検討により、表 8.3.4 に示したように、自動車が DK1 に移転する貨物として最も望ましいと結論付けられる。

(3) DK1 のバースとヤードの平面計画

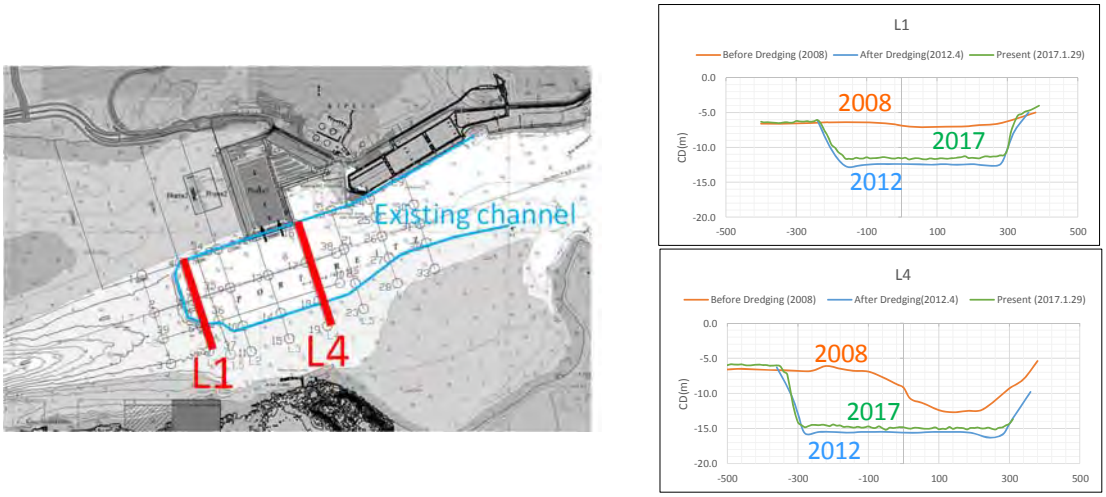
DK1 のバース及びヤードの平面計画の検討方針と検討手順について以降に示す。これらの方針はモンバサ港 M/P をベースとし、本業務での各種調査結果をもとに作成したものである。

i) 自然条件調査結果の考慮

a)　海底地形測量

モンバサ港の既存の航路において、航路埋没の発生状況の有無とその堆積量を確認するため、海底地形調査をおこなった（詳細は第 4 章参照）。図 8.3.7 に代表断面における地形変化を示す。本結果

から、2012 年から 2017 年の 5 年間で約 1 m の航路における堆砂が発生していることが分かる。年換算では約 20 cm/年であることからそれほど顕著な堆砂傾向にはないと考えられる。ただし、本傾向はおよそ 10 m 以下の航路掘削箇所における堆積傾向であることに留意が必要である。

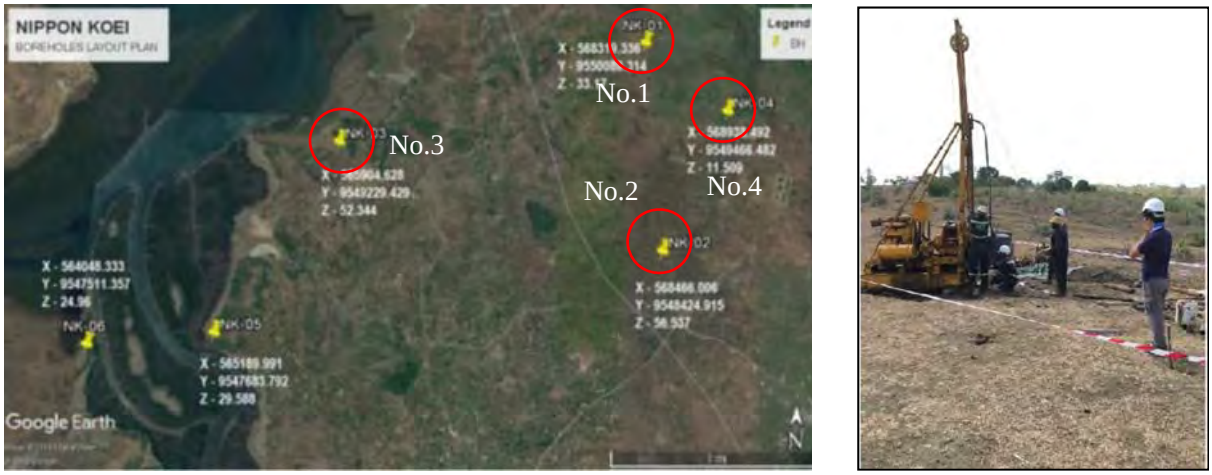


出典: JICA 調査団

図 8.3.7　海底地形測量結果の一例

b)　地質調査

SEZ の造成予定地において、その切土が港湾の埋め立て土としての使用に適しているかどうかを確認するために、対象エリアで地質調査をおこなった（詳細は第 4 章参照）。図 8.3.8 の赤丸は SEZ エリア内での計 4 点のボーリング調査位置を示す。

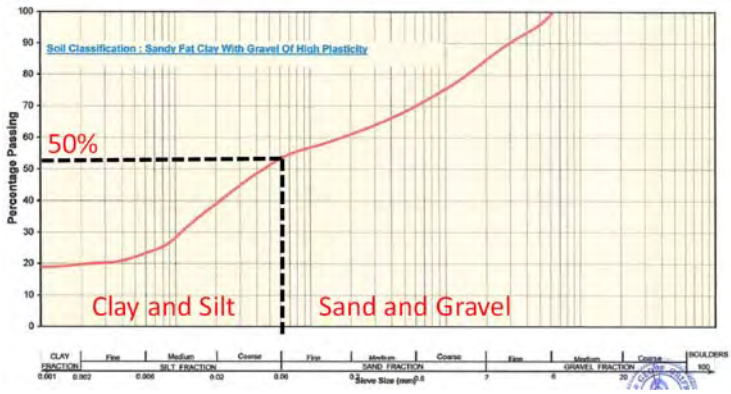


（SEZ エリア内でのボーリング調査位置（赤丸））　（調査の様子）

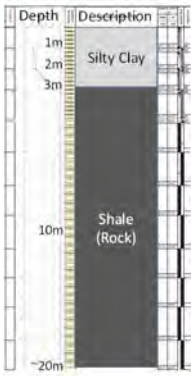
出典: JICA 調査団

図 8.3.8　地質調査のためのボーリング実施位置図

図 8.3.9 は、DK1 の最も近傍に位置するボーリング箇所 No.1 における、粒度分析結果である。本結果から、粘土やシルトなどの細粒分の占める通過質量割合が約 50%と高く、シルト質粘土（silty cray）に分類されることから、一般に埋立材料には適していない土質と判断される。また、同柱状図より比較的浅い深度から泥岩（shale rock）が確認されており、シルト質粘土同様に特別な改良無しでは埋立材料としては適性が低いと判断される。第 4 章に示されるその他の地点における土質調査結果も概ね同様の傾向を見せていることから、少なくとも本調査結果からは SEZ の切土は埋立材料としての適性は低いと判断される。



（粒径加積曲線）



（柱状図）

出典: JICA 調査団

図 8.3.9　地質調査結果の一例

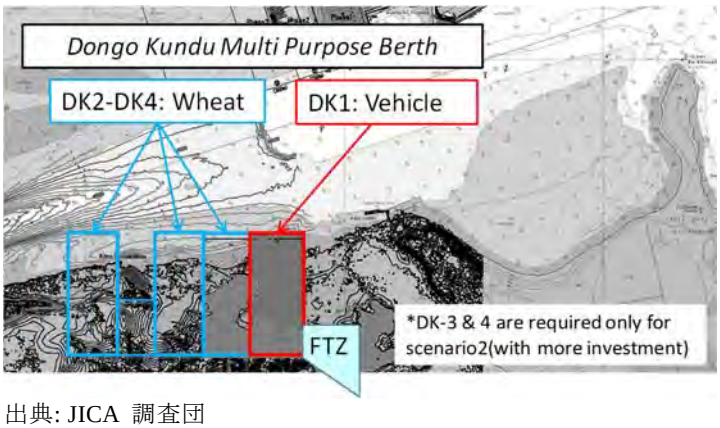
ii) DK1 で取り扱う貨物の検討

a)　モンバサ港 M/P における検討結果のレビュー

モンバサ港 M/P では、同需要予測結果よりドンゴクンドゥ地区におけるバースを多目的バースと位置付け、主な取扱い貨物としては自動車及びドライバルク（主に穀物）が挙げられていた。また、同 M/P ではドンゴクンドゥ地区の開発についてその投資規模（バース数）の大小で 2 つのシナリオにケース分けを行っていたが、現実性の観点から投資規模の小さいシナリオ 1 が推奨されている。バースごとの貨物の配置計画は図 8.3.10 に示すとおりであり、いずれのシナリオにおいても DK1 での取り扱い貨物は自動車が推奨されていた。

<シナリオ別のバースでの取り扱い貨物（モンバサ港 M/P）>

- シナリオ 1（投資規模小、推奨案）　　: DK1→自動車、DK2→ドライバルク（穀物が主）
- シナリオ 2（投資規模大）　　: DK1→自動車、DK2～4→ドライバルク（穀物が主）



出典: JICA 調査団

図 8.3.10　モンバサ港 M/P で提案された取り扱い貨物の配置計画

b)　本業務における再検討

前述のとおり、本業務での開発方針や需要予測結果を踏まえた結果、DK1 で取り扱う貨物（モンバサ港側から移転する貨物）として自動車が推奨された。これはモンバサ港 M/P と同様の結果である。ただし同時に DK1 には、初期段階の SEZ から一定量発生するコンテナ貨物を取り扱う機能も持たせる必要がある。そのため、DK1 は自動車及びコンテナの多目的バースとして整備する方針とする。DK1 では自動車を取り扱うため、岸壁に固定するコンテナ専用の荷役機械（ガントリークレーンなど）は自動車の陸揚げ作業に支障をきたすため設置しない方針とする。そのため、DK1 バースでのコンテナは、モバイルハーバークレーン（MHC）もしくは本船の荷役装置を用いた荷役方法となる。

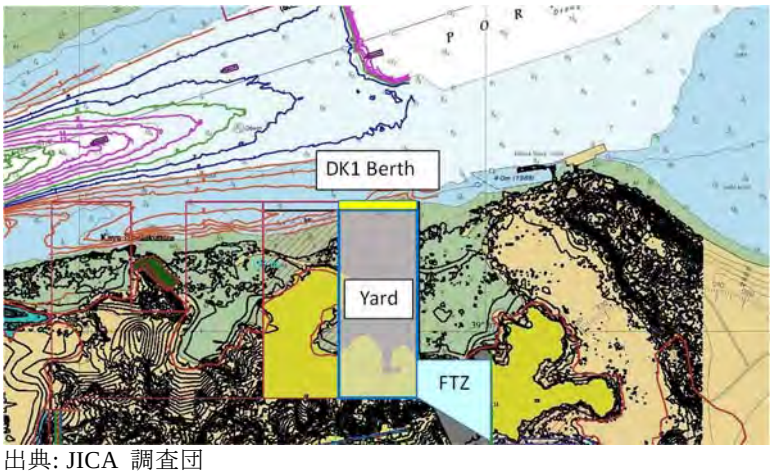
c)　DK1 での取り扱い貨物

以上の検討から、DK1 で取り扱う貨物は以下の 2 種類を提案する。

- 第 1 優先貨物：自動車
- 第 2 優先貨物：コンテナ（MHC もしくは本船の荷役装置を用いた荷役形態）

iii) DK1 のバース及びヤードの基本レイアウト

モンバサ港 M/P における DK1 のバース及びヤードのレイアウト案を図 8.3.11 に示す。本業務では、前述の自然条件調査結果及び取扱い貨物の種類等を考慮して本レイアウトをベースに再検討をおこなった。



出典: JICA 調査団

図 8.3.11　モンバサ港 M/P で提案された DK1 のバース及びヤード形状

a)　バースの法線位置に係る計画方針

モンバサ港 M/P では、DK1 のバースの法線位置は地盤高 C.D.L.+0m 程度の浅場に計画されていた。しかし、このような浅場にバースの法線位置を設置することは、泊地及び航路の浚渫量の増大を招くため、必ずしも経済的とはならない。加えて、浅場での泊地・航路掘削はその分掘削深度が大きくなるため、将来の航路埋没の可能性や浚渫の維持管理費の増大が懸念される。本業務で実施した航路埋没に係る調査結果では、現航路では顕著な堆積は生じていないことが確認されたが、これは航路の掘削深が 10 m 以下程度の場合である。一方 DK1 で法線位置の現地盤高からの掘削深はこれより深くなることから、少なくとも埋没の可能性は高まることが想定される。以上を踏まえ、バースの法線位置に係る計画方針を以下のように整理する。

<バースの法線位置の計画方針>

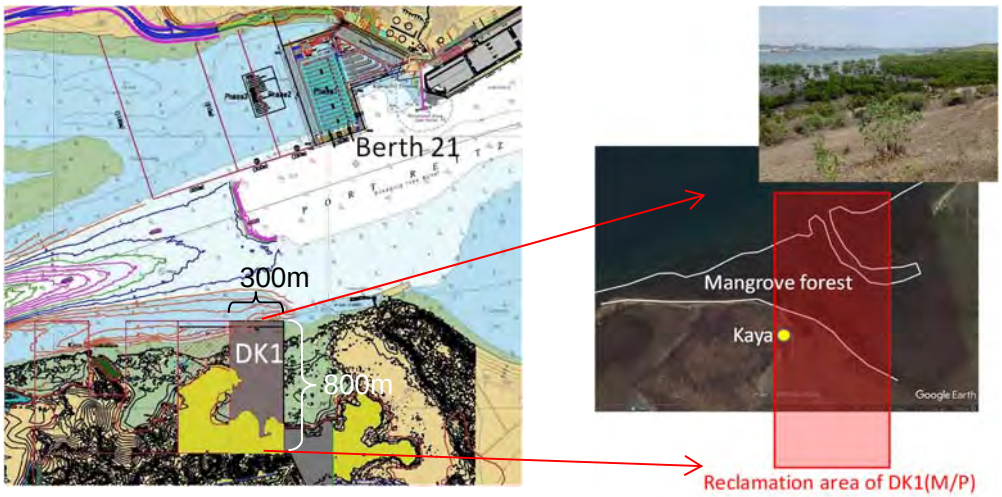
- 将来の泊地・航路埋没への影響を考慮し、バースの法線位置は少なくともモンバサ港 M/P の提案位置より浅場とはしない。
- そのうえで、経済的に妥当でかつモンバサ港の主要航路の妨げとならない範囲で法線位置を若干前出しする

b)　ヤード規模の計画方針

図 8.3.12(a)に、モンバサ港 M/P で提示されたヤード規模を示す。バース延長は 300 m で、ヤードの距離は約 800 m である。このヤード規模は、年間の取扱可能量が約 400,000 TEU/year のコンテナターミナルであるバース No.21 とほぼ同規模である。しかし、前述のように DK1 が自動車を主要に取り扱うことを前提で考えれば、その取扱量に合わせてヤード面積を縮小できる可能性がある。更に、本業務での地質調査結果より、SEZ の造成予定からの切土はヤードの埋め立て材料としての適性は低いと判断された。その他の材料調達箇所としては、海砂や陸域の採石場が考えられるが、SEZ からの調達に比べ少なくとも材料費、輸送費が嵩むことが明らかであることから、経済的には不利になる。また、社会面・環境面では、DK1 の開発エリア一帯にはマングローブ林が存在することと、モンバサ港 M/P で示されたヤードの開発エリア内には Kaya（カヤ）と呼ばれる宗教上の神聖な樹木が存在する（図 8.3.12(b)参照）。以上を踏まえ、ヤード規模の計画方針を以下のように整理する。

<ヤード規模の計画方針>

・　所要の貨物に対する荷役能力を確保したうえで、埋立材料の削減による事業費の削減及び社会環境への影響を極力抑えるため、ヤードの開発面積を最小化する。



(a) モンバサ港 M/P で示されたヤード規模　(b) 計画地周辺に広がるマングローブ林とカヤの位置

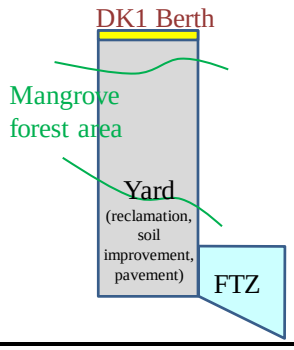
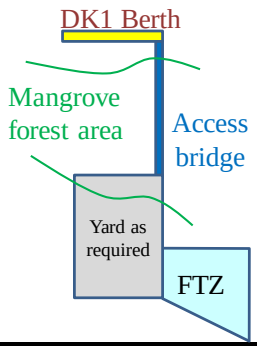
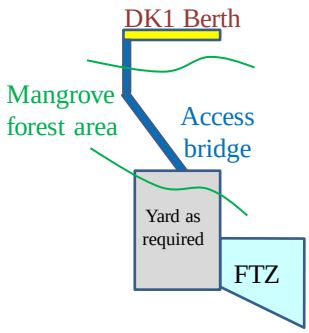
出典: JICA 調査団

図 8.3.12　モンバサ港 M/P で示されたヤード規模と計画地周辺の様子

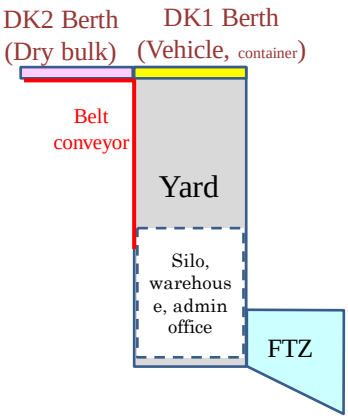
iv) バース及びヤードの基本レイアウトの比較

以上で整理されたバース及びヤードの計画方針をもとに、基本的なレイアウトの比較検討を行った結果を表 8.3.5 に示す。なお、同表に示す図はあくまで比較のための概念的なポンチ絵であり、正確な形状を表しているものではないことに留意のこと。

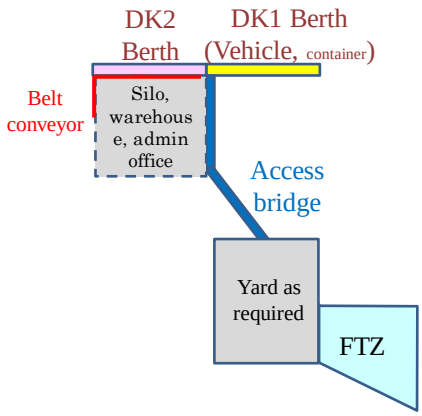
表 8.3.5　バース及びヤードの基本レイアウトの比較

比較項目	原案（モンバサ港 M/P より）	代替案-1	代替案-2
概略図			
事業費	高い （埋立面積が多く、 地盤改良、埋立材量が増）	原案より安い （埋立面積が少ない）	原案より安い （代替案-1 と同様）
社会面・環境面への影響	大きい （埋立によるマングローブ林への影響大）	原案より少ない （埋立面積が小さく環境影響は最小限）	原案より少ない （代替案-1 と同様）
DK2 への拡張性	高い （十分なヤードスペースが確保できる、 図 8.3.13 参照）	低い （連続的なアクセスが確保しづらい）	高い （連絡橋を介して接続可能 図 8.3.13 参照）
懸念事項	利用形態によってはヤード部分の多くが使われない可能性がある	SEZ の入居企業の不確実性により最小のヤード面積が決めづらい	（代替案-1 と同様）
評価結果	△	○	◎

出典: JICA 調査団



（原案の場合）



（代替案-2 の場合）

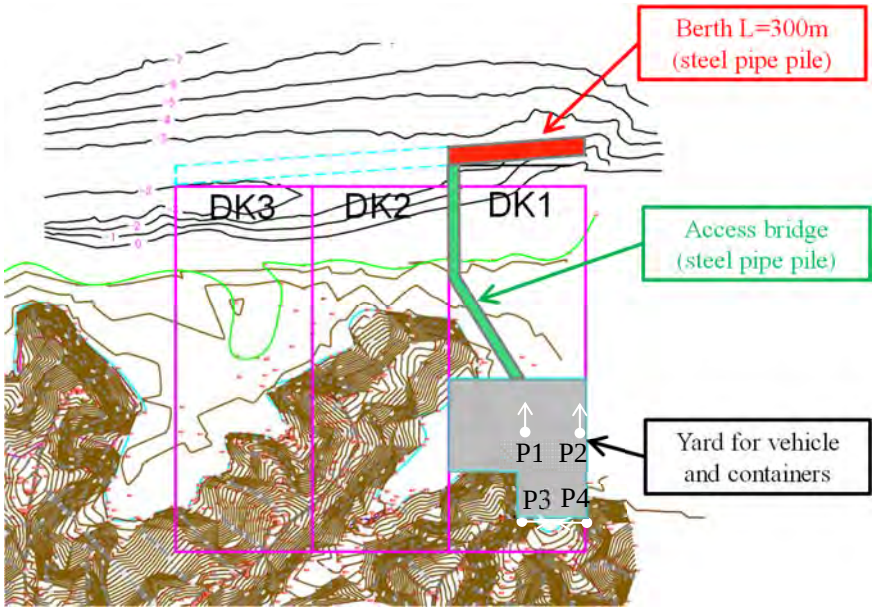
*これらポンチ絵はバルク専用のサイロを港湾区域に設置することを前提として示したものである
出典: JICA 調査団

図 8.3.13　DK2 への拡張の例　（ドライバルクを扱う場合）

v) 推奨される港湾のレイアウト

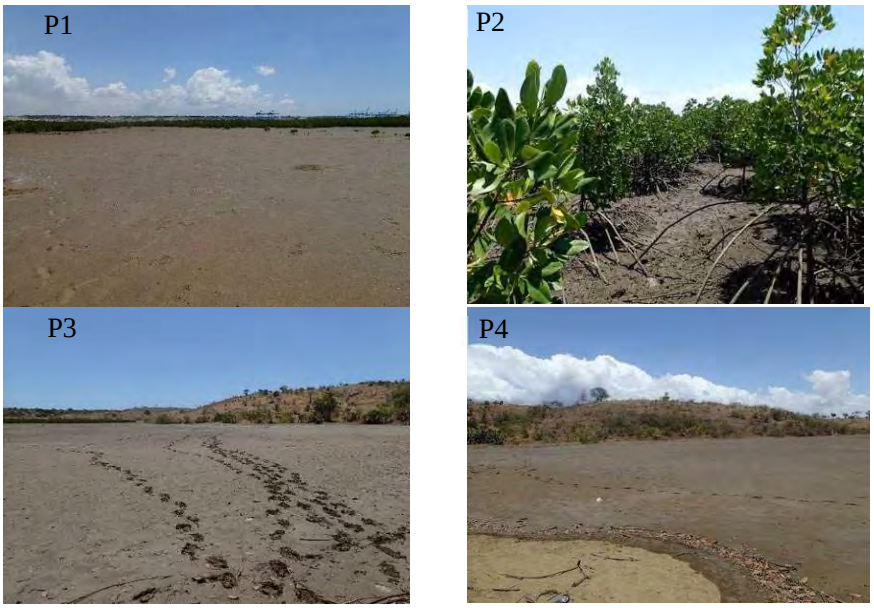
前頁の表 8.3.5 の検討結果を踏まえ、推奨される代替案-2 に基づく港湾の平面形状を図 8.3.14 に示す。また、図 8.3.15 は図 8.3.14 に示す位置から撮影した現地の写真を示す。また参考として、類似の平面形状を持つ、インドネシアのスラバヤにおけるタンジュン・ペラック港のコンテナバースの事例を示す。タンジュン・ペラック港の事例では、維持浚渫費の削減のために連絡橋形式を採用している。

図 8.3.4 で既に示したように、DK2・DK3 の追加バースについては、SEZ の貨物需要がより明確となった時期に計画することが望まれるが、これらバースで取り扱う貨物の一例として、DK2 ではドライバルク及び DK3 ではコンテナターミナルとしての開発が挙げられる。ドライバルク（穀物）については、ケニア国政府が構想を持っているとされる SEZ の穀物ハブ化の計画が具体化された場合には有力な貨物として考えられる。また、SEZ 開発の中期から後期にかけモンバサ SEZ M/P に示されている、フェーズ 3 における貨物需要量 400,000 TEU/year の実現性が高まった場合は、モンバサ港のバース No.21 のような規模のコンテナ専用のターミナルの整備が必要となってくる。この場合、背後に平坦な土地が広がる DK3 が開発に適していると考えられる。DK3 がコンテナターミナルとして整備された場合は DK1 で取り扱うコンテナ貨物を DK3 に集約し、DK1 の余剰スペースは自動車専用の追加ヤードもしくは他の一般貨物用の取り扱いヤードとして利用することが可能性として考えられる。



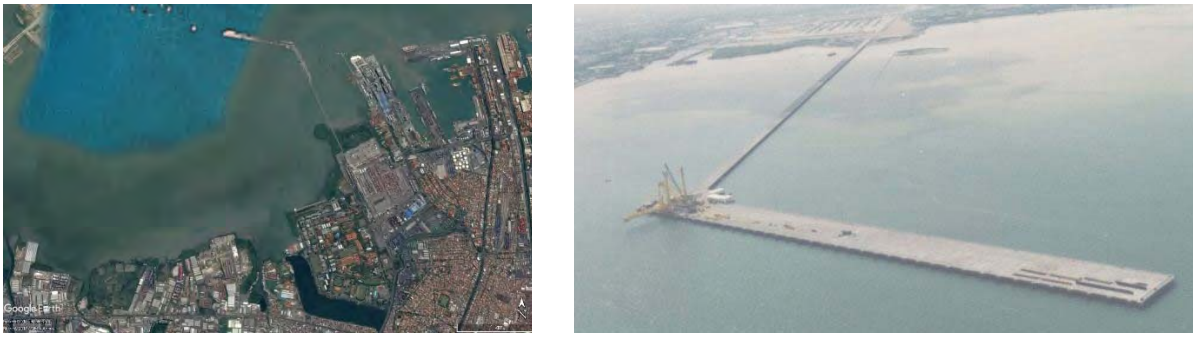
出典: JICA 調査団

図 8.3.14　推奨される港湾のレイアウト（推奨案-2 をベース）



出典: JICA 調査団

図 8.3.15　ヤード開発予定エリアの状況写真（図 8.3.14 の撮影位置に対応）



出典: JICA 調査団

図 8.3.16　アクセス橋を有するタンジュン・ペラック港のコンテナターミナルの事例

8.3.3　DK1 で想定する取り扱い貨物量とヤードの面積

本セクション及び 8.3.8 において、DK1 で想定する貨物の取扱量とそれに基づいたヤードの必要面積を算出した。なお、想定する船舶設計諸元は後述の表 8.3.7 に詳述するとおり、モンバサ港 M/P で示された最大船型および将来の船型予測等を比較のうえ設定した。

(1) 自動車

需要貨物量は、本業務のモンバサ港における貨物量の需要予測結果に基づき、表 8.6.3 の(b)項に示すように設定した。現在のモンバサ港における ICD による自動車の荷役能力はその実態よりおよそ 40 台/時間であり、1 日換算ではおよそ 1,000 台/日となる。ICD に対するヒアリングによると、将来的には国際港湾で標準的な 80-90 台/時間（あるいは 1,920 台/日-2,160 台/日）まで荷役能力を向上する計画であるが、実態としてはモンバサ港内の輻輳のため困難であるとの意見があった。

DK1 での自動車は、現状と同様に陸揚げ後は SEZ に進出する ICD、もしくは新たに SEZ に入居する自動車の転売業者等により運搬される形態を想定した。その場合、自動車は背後の ICD の専用ヤ

ード、もしくは同じくフェーズ 1 で開発予定の DK1 に隣接する Free Trade Zone（FTZ）に保管可能と考えられるため、DK1 のヤードは荷降ろし後の一時的な仮置き場としての利用形態を想定した。したがって DK1 のヤード内における自動車の蔵置期間はモンバサ港の現状の規定（18 時間）とほぼ同様の 24 時間（1 日）とし、その期間内に荷役能力から想定される最大側の取り扱い台数約 2,000 台を保管できるよう考慮した。これは、DK1 への移転により自動車の荷役機能が一か所に集約され、また現モンバサ港で発生しているような輻輳（既出の図 8.3.6 参照）が解消されることで、現状の 2 倍程度の 2,000 台/日の荷役能力の向上が可能と想定したものである。

アクセス用のスペースや道路を含む自動車一台当たりの所要面積は、専門業者へのヒアリングによると 25 m^2/台とのことであった。また、西欧で最大規模の自動車の輸出入港であるドイツのブレーマーハーフェン港の実際の利用面積を空中写真から簡易計測したところ、おおよそ 20 m^2/台となった。以上より、本検討ではヤードエリア内での荷役能力の向上を考慮し、一台あたりの所要面積として 25 m^2/台を採用した。以上より、DK1 における自動車の荷捌き用ヤードの所要面積は以下のように算定した。

自動車専用のヤード面積 ＝ a) × b) × c) = 2000 台/日 × 25 m^2 × 1 日 = **50,000 m^2 （5 ha）**

(a) 最大側の荷役能力（2,000 台/日）
(b) アクセス用のスペースや道路を含んだ車両 1 台あたりの必要面積（25 m^2/台）
(c) ヤード内での自動車の蔵置日数（既存のモンバサ港と同様に 1 日程度と設定）

(2) コンテナ

DK1 バースは多目的バースであり自動車が主要貨物と計画するため、コンテナの取扱可能量は自動車の取扱量に影響を受ける。そこで、コンテナの想定取扱量は表 8.3.6 のように算出した。まず、自動車の荷捌きに必要な日数は同表の項目(e)のように算出した。これを、港湾の年間の運営日数（363 日）から差し引いたものが、コンテナに対する荷捌き日数となる（項目(f)に該当）。項目(g)のコンテナ荷役能力については、モンバサ港 M/P からガントリークレーンを有しないコンテナバースにおける荷役能力の平均的な値を用いた。最終的に、年間のコンテナの取扱量が項目(h)のように算出された。年間のコンテナの取り扱い可能量は、自動車の取扱量が増加するにつれて減少することになる、例えば 2025 年時点では約 60,000 TEU/year、2030 年時点では約 40,000 TEU/ton と推定される。モンバサ SEZ M/P によると 2030 年（検討時点の Phase3 に該当）の SEZ 全体の貨物需要量はマクロ的予測であるが 400,000 TEU/year とされており、これは DK1 の取り扱い可能量よりはるかに大きい値である。なお、本値はモンバサ港のコンテナ専用ターミナルであるバース No.21 の年間取扱量とほぼ同水準となる。すでに 8.3.2 章で記載の通り、需要量がそのような傾向で増加することが見込まれる場合は、DK2 あるいは DK3 をコンテナ専用ターミナルとして順応的に開発していく必要がある。

なお、本表で用いた荷役能力（400TEU/day）はモンバサ港の実態に基づく値であるが、実際に見込まれる荷役能力は荷役機械の種類、台数によって決定される。コンテナヤードの面積を含むこれらの詳細な検討は、8.3.8「荷役機械計画」を参照のこと。

表 8.3.6　車両及びコンテナの荷役能力

Year		2020	2025	2030	2035	Description
Motor Vehicles	(a) Daily Productivity (units/day)	1,500	1,500	1,500	1,500	Average of low and high (1,000 - 2,000 units/day)
	(b) Target Annual Porductivity (units/year)	177,687	216,688	260,448	299,605	Value from the demand forecast result
	(c) Berth Occupancy Ratio(B.O.R)	80%	80%	80%	80%	Survey from the Port M/P
	(d) Work ratio	0.85	0.85	0.85	0.85	Survey from the Port M/P
	(e) Work days (day) [(b)/(a)/(c)/(d)]	175	213	256	294	
Containers	(f) Work days left for containers [363 days-(e)]	188	150	107	69	
	(g) Productivity (TEU/day)	400	400	400	400	Survey from the Port M/P; berths with no fixed container handling machine
	(h) Productivity (TEU/year) [(f)x(g)]	75,200	60,000	42,800	27,600	

注釈:2020 年の荷役能力は参考値である。

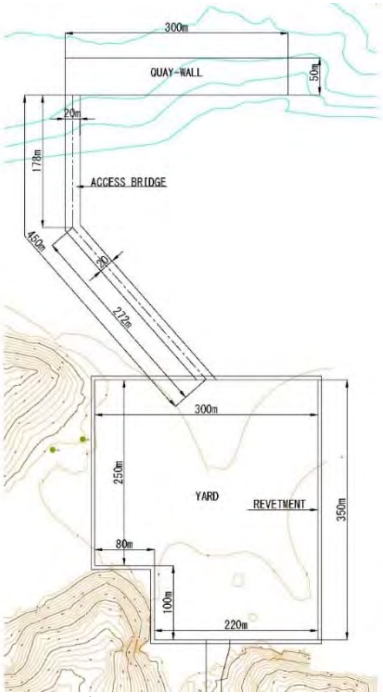
出典: JICA 調査団

8.3.4　港湾施設設計条件

設計対象の港湾施設は、ヤード(埋立、地盤改良)、航路・泊地岸壁、岸壁、連絡橋、ヤードの外周護岸である。図 8.3.17 に港湾施設の平面図を示す。

本項では以下の事項について記述する。

- 港湾施設の基本的な設計条件の取りまとめを行う。
- 各港湾施設の設計条件は、各施設の設計の項で設定を行う。



出典: JICA 調査団

図 8.3.17　港湾施設平面図

表 8.3.7 に設計条件の一覧を示す。

表 8.3.7　設計条件一覧表

項目	設計値	備　考
1.潮位		
最高高潮位　H.H.W.L	CDL+4.10m	KPA 潮位表より
平均満潮位　H.W.L	CDL+3.80m	観測データより
平均潮位　M.W.L	CDL+1.88m	KPA 潮位表より
平均干潮位　L.W.L	CDL+0.10m	観測データより
最低潮位　L.L.W.L	CDL-0.10m	KPA 潮位表より
基準潮位　CDL	CDL±0.00m	KPA 潮位表より
2.風速	V=22.5m/s	KPA 潮位表より
3.潮流	V=0.8m/s	モンバサ港 M/P 報告書
4.波浪		
有義波高	H=0.5m	SMB 法により推算
周期	T=2.0sec	SMB 法により推算
5.地震震度	水平震度 Kh=0.0125	公共事業省資料
6.土質	モンバサ港 M/P、今回実施調査より設定	
7.対象船舶		
(1)コンテナ船		モンバサ港 M/P より、モンバサ港に入港している最大船型(ただし、ガントリークレーンを有するコンテナ専用ターミナルを除く。バース No.11-14 が対象)
総トン数	35,878GT	
船長	212m	
幅	32m	
満載吃水	11.6m	
(2)自動車搬送船		モンバサ港 M/P より、モンバサ港に入港している最大船型および将来船型の予測を比較し、より規模の大きい前者で決定。
総トン数	72,408GT	
船長	232m	
幅	32m	
満載吃水	11.7m	
8.船舶接岸速度	V=0.10m/s	港湾基準より
9.荷重条件		
(1)上載荷重	常時 20kN/㎡、異常時 10kN/㎡	港湾基準、取扱貨物より
(2)材料の単位体積重量	港湾基準に示されている値	
(3)他の材料	日本工業規格（JIS）による	
10.設計基準		
	港湾の施設の技術上の基準・同解説（2009）	
	BS,PIANC,EURO-CODE	必要に応じて使用

出典 ：JICA 調査団

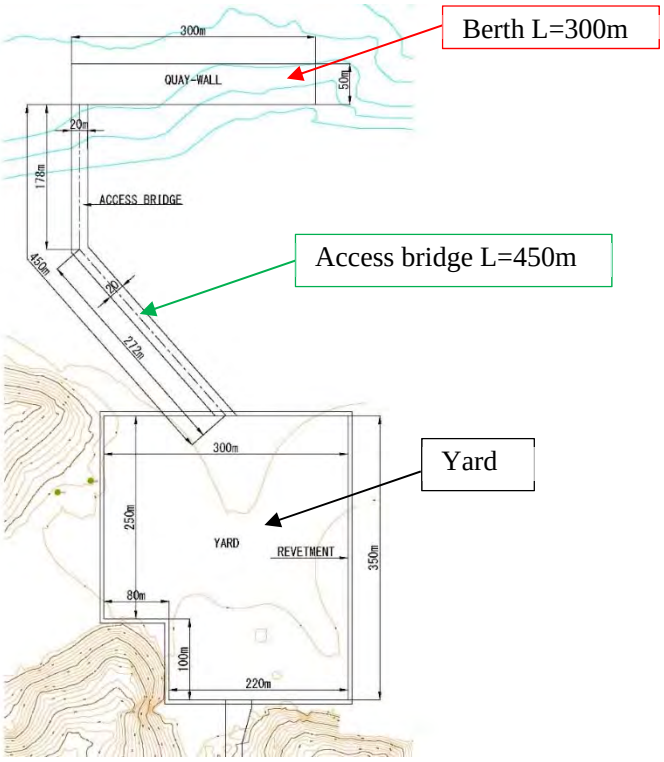
8.3.5　埋立

(1) 埋立に関する現地諸条件

i) DK1 岸壁の法線及びヤード配置について

DK1 岸壁の法線及びヤード配置については、下記の条件を考慮した DK1 岸壁の基本レイアウトを図 8.3.18 に示す。

- 利用主目的を主に自動車専用とし、ガントリークレーンを使用しない規模のコンテナ貨物を対象とする。
- 岸壁法線については、将来の航路・泊地埋没の影響を極力少なくするため、モンバサ港 M/P の法線位置の現地盤水深より深い位置とする。
- ヤード配置については、埋立量をできるだけ少なくし、また環境に対する影響を最小とするためヤード範囲を必要最小限とし、岸壁からヤードまではアクセスブリッジ（橋梁タイプ）とする。



出典：JICA 調査団

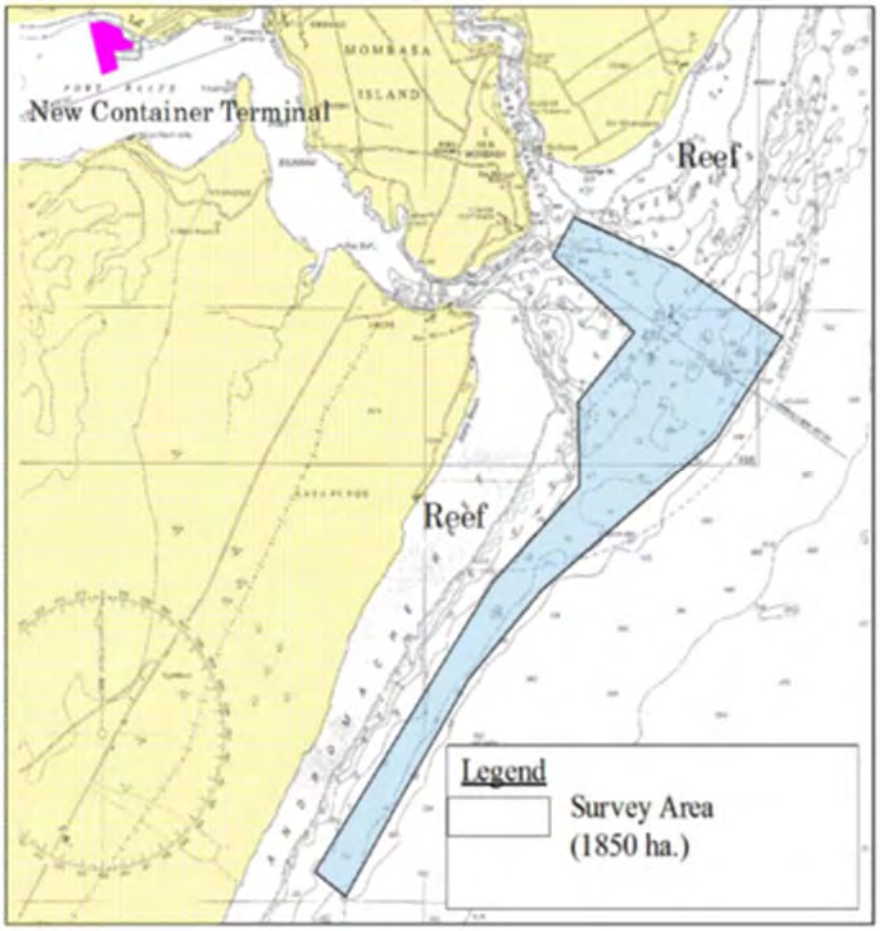
図 8.3.18　DK1 の基本レイアウト

ii) 現地埋立材の土取り場について

モンバサ SEZ M/P では、浚渫土砂及び SEZ 造成に伴う丘陵地の切土した土砂が岸壁（DK1）背後の埋立材として使用可能であれば、埋立材料として利用するとしていた。しかしながら、本調査において実施された SEZ 計画範囲内の土質調査結果によれば、粘土成分を多く含みまた比較的浅い深度に岩盤が存在することが確認され、埋立材料としてそのまま利用するには適性が低いと判断されている。このことは、ヤード埋立材料は他の土取場より運搬する必要がある。

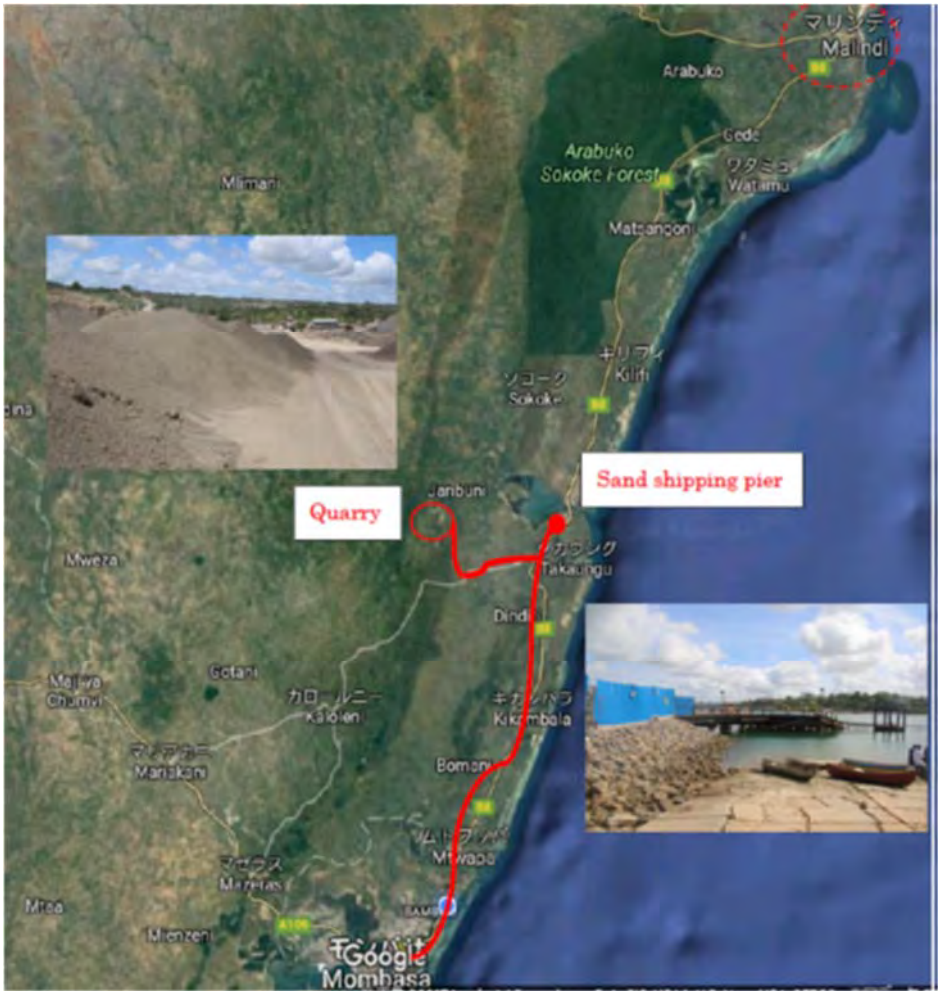
今回陸上の土取場候補地として有望なモンバサ港から北約 80 km に位置するキリフィの土取場（図 8.3.19）の現場踏査を実施し、陸砂は本プロジェクトのヤード部埋立材として利用可能な事を確認した。海砂の土取場については、モンバサ港円借コンテナターミナル Phase1（バース No.20, 21）工事では海砂が埋立材料として使用されている。Phase1 工事においては、事前に下図（図 8.3.20）に示す範囲で海砂採取場所選定調査が実施され、最終的にはモンバサ港口から約 5 km 程度沖側（最大水深 30 m 程度）数ヶ所の場所の海砂を埋立材料として利用している。また近々工事が開始される Phase2（バース No.22）工事においても海砂を用いた埋立が予定されている。しかし海砂の砂取りによる漁業補償の問題が発生し現在いまだ未解決との情報がある。本計画の実施時においては事前に砂採取場所選定調査を行い、十分な埋立土量が確保できる採取場所を特定する必要がある。また、環境保全の問題もあるため土捨て場と同様に KMA（ケニア海事庁）の認可が必要と考えられる。

もう一つの選択肢としては、SEZ 造成に伴う丘陵地の切土の表層シルトは粘性土分を含み埋立材としては適していないため、比較的浅い深度より発生する岩盤（Sh 層）掘削時の岩砕、岩ズリ等の粒度調整を行った現地発生材を埋立材として用いて埋立する工法が考えられる。



出典：モンバサ港新コンテナターミナル Phase1

図 8.3.19　海砂採取場所選定調査の実施位置



出典：Google Earth をもとに JICA 調査団が作成

図 8.3.20　山砂土取場の位置図

(2) 埋立工法の選定

埋立に関する現地諸条件で記述したように、浚渫土砂及び SEZ 造成に伴う丘陵地の切土した土砂は、粘土成分を多く含むため、埋立材料としてそのまま利用するには適性が低いと判断されている。

このため、ヤード部の埋立材料は他の土取場より運搬する必要がある。ここでは以下の 3 工法について検討する。

Case-1: 海砂（海域土取場）を用いた埋立工法
Case-2: 山砂（陸域土取場）を用いた埋立工法
Case-3: SEZ 造成に伴う岩盤（Sh 層）の切土により発生する岩砕、岩ズリ等の粒度調整現地発生材を用いた埋立工法

各工法の施工概要は以下のとおりである。

i) Case-1:海砂（海域土取場）を用いた埋立工法

浚渫船（ここでは自行式ドラグサクション浚渫船を想定）により土取り場から海砂を採取（船内泥槍）、埋立現場まで運搬し排砂管又は直接埋立方式（レインボウ方式）により埋立を行う。

想定される土取場はモンバサ港口から 10 km 以内を想定し、埋立現場からモンバサ港口までの航路延長が約 18 km 程度であるため総土取片道航行距離は以下のとおりとなる。

・　L＝18.0 km ＋ 10.0 km ≒ 28.0 km　→30 km と設定する。
・　最大砂採取深度　→-30 m 程度と設定する。

ii) Case-2:山砂（陸域土取場）を用いた埋立工法

ドンゴクンドゥ埋立地より約 80 km 離れた陸上の土取場より山砂を運搬する。

キリフィ採石場から約 24 km 離れたキリフィ湾内に、中国企業によって石材積出用の積出桟橋が建設されており、ラム港プロジェクトの石材等の積出港として利用されている（図.8.3.20 参照）。現地でのヒアリングでは、この施設はラム港プロジェクトの完了後は地元郡に移譲されるとの事で、ドンゴクンドゥ DK1 バースのヤード埋立工事の埋立材の積出には利用可能との事であった。これより、埋立材はキリフィ採石場よりダンプトラックにて積出桟橋まで運搬し、土運船によりモンバサ港内を海上運搬し、DK1 ヤード埋立地に近接して新設される仮設桟橋を用いて埋立を行う。

iii) Case-3: SEZ 造成に伴う岩盤（Sh 層）の切土により発生する岩砕、岩ズリ等による埋立工法

埋立現場より約 3～5 km 程度離れた SEZ 造成地よりダンプトラックにて切土により発生する岩砕、岩ズリ等の粒度調整現地発生土を運搬する。埋立現場には搬入道路が無いため、現場近くに仮設桟橋を設置し土運船にて埋立現場まで運搬し埋立を行う。

iv) 上記 3 埋立工法の比較

3 工法による概算埋立工事費を表 8.3.8 に示す。

・　概算埋立体積　V ≒ 638,400 ㎥ （サンドマット砂、載荷盛土砂を含む）

表 8.3.8　各 CASE の概算埋立工事費

埋立体積 1.0 ㎥あたりの費用

CASE	埋立工法	概算事業費用
CASE-1	海砂を用いた埋立工法	3,000KES
CASE-2	山砂を用いた埋立工法	3,500KES
CASE-3	SEZ 造成に伴う岩盤（Sh 層）の切土により発生する岩砕、岩ズリ等による埋立工法	700KES

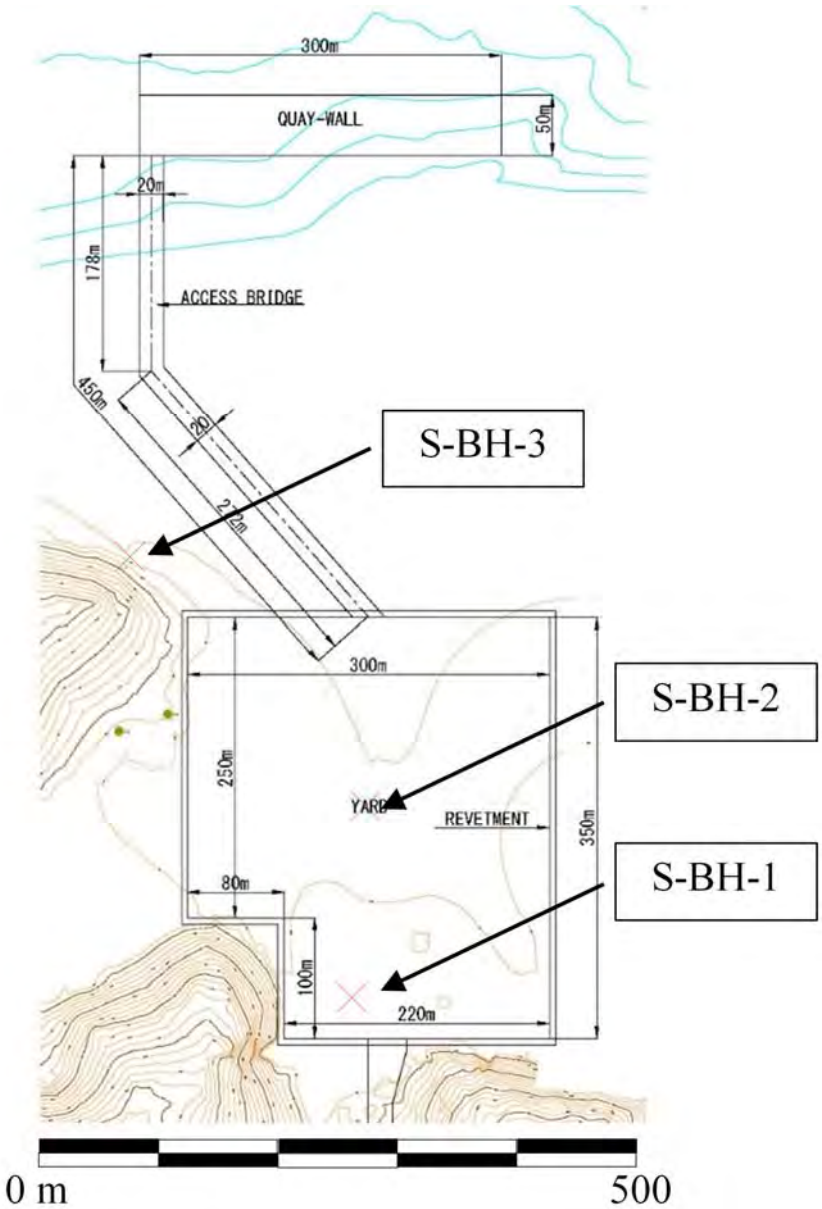
出典：　JICA 調査団

今回 DK1 ヤード計画位置にて追加ボーリング調査が 2 箇所追加された。陸側 Bor.S-BH-1 地点では N=0 の軟弱粘土地盤が層厚 6.0 m 程度確認されており、次章の地盤改良の検討結果に示すように圧密沈下が 110cm 程度生じるため地盤改良（バーチカルドレーン工法：PVD 工法）が必要となる。PVD 工法には良質なサンドマットが少なくとも 1.0～1.5 m は必要となる。ヤード地内の平均地盤高は+2.5 m 程度であり、埋立地盤計画高+5.5 m～+6.0 m とすれば必要埋立厚は 3.0 m～3.5 m 程度であり、埋立材の半分はサンドマットとする必要がある。またサンドマット下層に岩砕等を埋め立てた場合 PVD ドレーン打設が困難となる場合も想定される。このため CASE-3 の岩砕、岩ズリはサンドマット及びその下層の埋立材としては適さない。ただし PVD 打設後の載荷盛土材料として利用する事は可能である。CASE-1 海砂での施工が経済的とはなるが、海砂の採取は前述のように漁業補償の対象となっており、その保証額もまだ決定されておらず環境問題を含め不確定な要素が多い。このため CASE-2 の山砂による埋立が現時点においては最有力と判断される。

(3) 埋立地内の地盤改良の検討

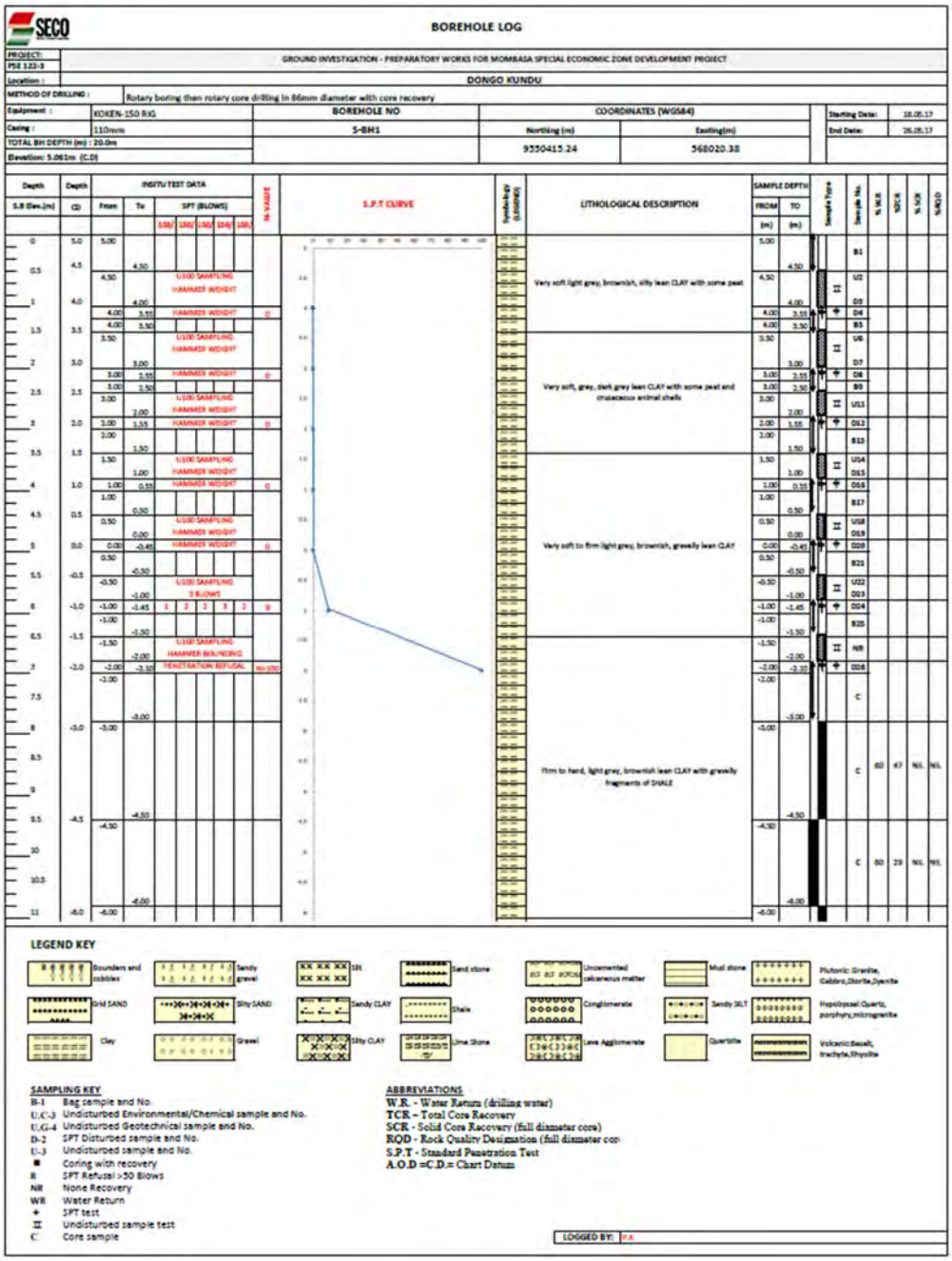
DK1 バース・ヤード計画位置で追加ボーリング調査位置（図 8.3.21）に示す 2 本の追加ボーリング（S-BH-1、S-BH-2）が実施された。N=0 の軟弱地盤層が確認されている S-BH-1 の圧密試験結果を基に無処理地盤での圧密沈下検討及びその結果に基づく地盤改良の検討を実施した。

ヤード内でのボーリング結果（S-BH-1、S-BH-2）は N 値等かなり異なった性状を示しており、ヤード内の地層は複雑に変化している可能性が想定される。また圧密試験値の Cv 値も極端に低い値が計測されている。圧密降伏応力と土被重量の関係からは、表層の軟弱粘性土層で過圧密粘性土の兆候を示しているが S-BH-1 では N 値=0 であり強度増加が確認されていない。圧密特性値は以下に検討する地盤改良の設計に大きく影響を与え改良諸元に相違を生じる事となる。これらの状況より、詳細設計時にはヤード内での追加土質調査(ボーリング及び室内試験)を実施し上記圧密特性を再検証する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 8.3.21　追加ボーリング調査位置図



出典：JICA 調査団

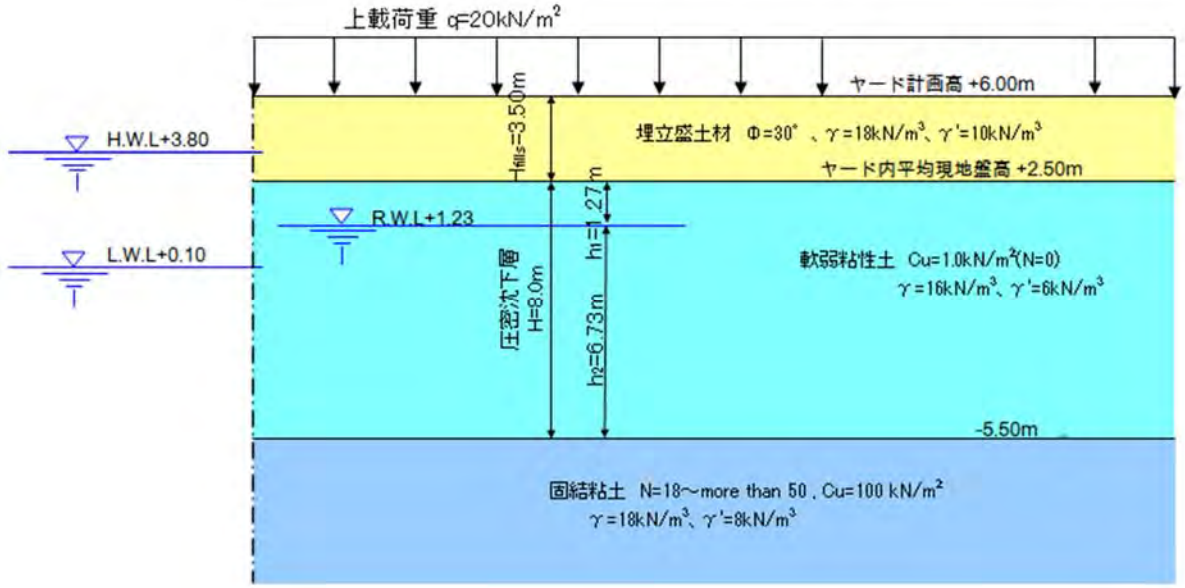
図 8.3.22　ボーリング柱状図（S-BH1）

i) 埋立部無処理地盤の圧密沈下計算

計画ヤード埋立部での追加ボーリング調査結果（Bor.S-BH-1、S-BH-2）を基にヤード埋立部の沈下モデル土層を設定し無処理地盤として圧密計算を行った。Bor.S-BH-1 では N=0 の軟弱粘性土層厚 6.0 m が確認さ、その下層は N>50 の頁岩層となっている。一方 Bor.S-BH-2 では N=0 は表層 1.0 m のみで、10.0 m 深度までは N=4～9 の軟弱粘性土層でその下層は N=18～50 の固結粘土層が 20.0 m 深度まで、その下層に N>50 の頁岩層が続いている。このことより、ヤード埋立部の成層状況はかなり複雑

な土層となっていることが想定される。ここでは N=0 の軟弱地盤が確認された S-BH-1 層を基にヤード埋立部の平均的なモデルとして軟弱地盤層厚を h＝8.0 m と設定して圧密沈下計算を行った。

圧密沈下計算の計算モデル土層を図 8.3.23 に示す。また Bor.S-BH-1 の圧密特性値を次頁以降（図 8.3.24、図 8.3.25、図 8.3.26、表 8.3.10）に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.3.23　埋立部無処理地盤の圧密沈下計算モデル土層

上記の条件で、一般的な圧密沈下計算手法の Mv 法、e-log P 法、Cc 法の 3 手法による圧密計算結果を以下に示す。

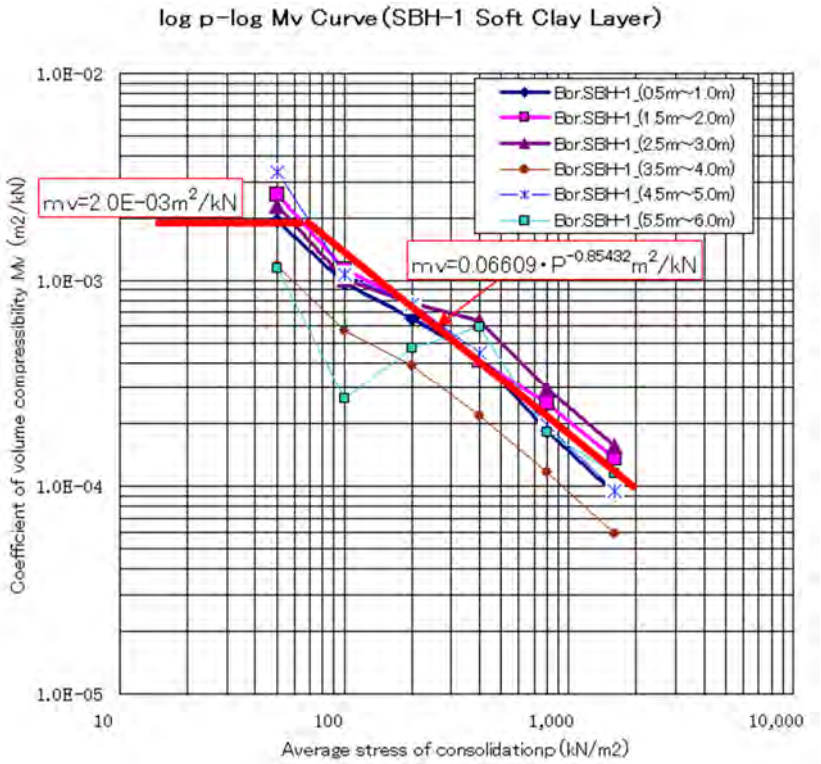
表 8.3.9　無処理地盤の圧密沈下計算結果

方法	最終沈下量（cm）	90%圧密時間　（年）
Mv 法	110.6	27,136 日　（74.3 年）
e-logP 法	78.0	
Cc 法	107.9	

出典：JICA 調査団

港湾基準においては Mv 法が主に採用されているため地盤改良設計においては Mv 法による計算結果を使用するものとする。圧密時間に影響を与える圧密係数 Cv 値について、試験結果にはバラツキが大きいものの、対岸のコンテナターミナル Phase1 での設計 Cv 値（Cv=30cm^2/day）も参考とし Cv=20cm^2/day と設定した。圧密試験データが不足しているため詳細設計時は追加の土質調査(ボーリングおよび室内試験の追加)が必要と判断される。

地表面への片面排水の影響により圧密沈下は 90%圧密に要する時間が約 74.3 年と長期間継続する。約 1.1 m の圧密沈下が長期間にわたり継続するため、無処理地盤では工事完成後のヤード舗装や排水施設及び構造物に対し不等沈下等による悪影響が発生する事となるため、圧密沈下を抑制する地盤改良工法が必要と判断される。



出典：JICA 調査団

図 8.3.24　log p-log Mv 曲線

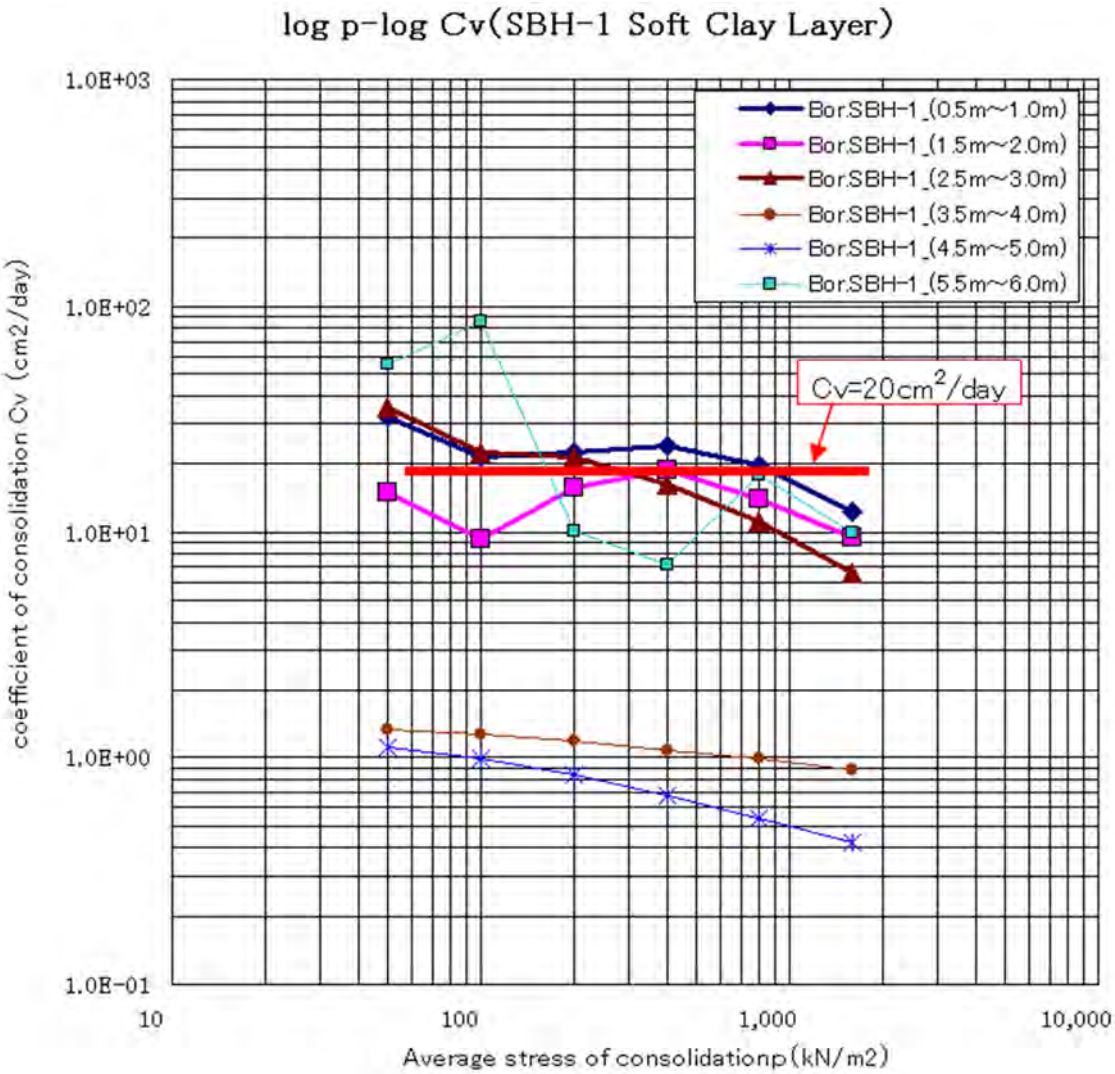
出典：JICA 調査団

図 8.3.25　e-logP 曲線

表 8.3.10　圧密指数（Cc）

Bor.No SBH-1 Depth	Consolidation Yield Stress		Consolidation Index
	Pc(Kpa)	Pc(kN/m2)	Cc
0.5m ～1.0m	90	90	0.532
1.5m ～2.0m	80	80	0.259
2.5m ～3.0m	150	150	0.864
3.5m ～4.0m	70	70	0.316
4.5m ～5.0m	80	80	0.545
5.5m ～6.0m	160	160	0.681
Consolidation Index Average			0.533

Source: JICA Team



出典：JICA 調査団

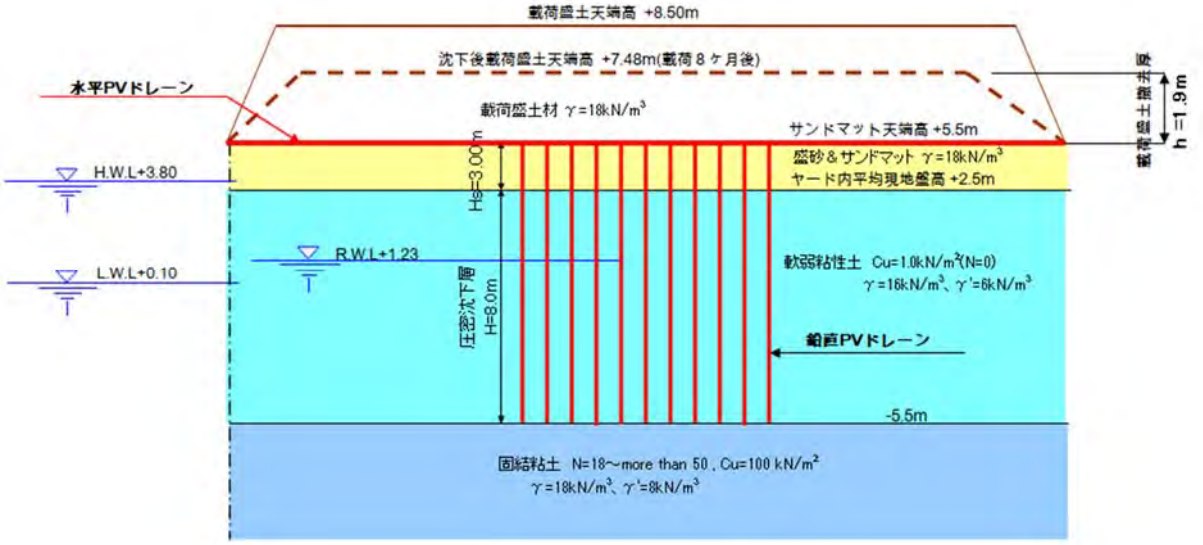
図 8.3.26　log p-log Cv 曲線

ii) 地盤改良工法の選定

ヤード埋立部の Bor.S-BH-1 の圧密試験結果を基にした無処理地盤での沈下検討結果では、沈下量Ｓ＝110.6 cm、90%圧密時間 t=74.3 年が算定された。地盤改良を行わない場合は施設完成後長期間にわたり沈下が進行するため、ヤード施設完成後のヤード舗装や排水施設及び構造物に対し不等沈下等による悪影響が発生する事となるため、施設完成後の残留沈下を抑制する地盤改良工法が必要と判断される。沈下対策の地盤改良工法としては、バーチカルドレーン（PVD）工法、サンドコンパクション（SCP）工法及び深層混合処理（CDM）工法等が一般的であるが、ヤード等の広い範囲を沈下対策として改良する工法としては、PVD 工法が最も経済的（一般的なコスト費率は PVD に対し SCP は 2 倍、CDM は 3 倍程度）で実績も多い。モンバサ港円借コンテナターミナル Phase1（バース 20,21）工事でもヤード部の沈下対策工法として PVD 工法が採用されておりモンバサ港でも実績を有する。本工事においても沈下対策を主目的とした地盤改良工法として PVD 工法を採用する。

PVD 地盤改良の施工手順及び設計手順は以下のとおりとする。

① サンドマット材として現地盤～+5.50 m まで良質の砂（透水係数の大きい砂）で埋立
② PVD 打設（PVD の打設間隔は放置期間 8 ヶ月で圧密度 80%以上となる間隔を決定する）
③ 載荷盛土の載荷（盛土高さは圧密度 80%の沈下後の盛土高より 1.5 m 以上が撤去できる高さを設定）
④ 8 ヶ月間放置（圧密を進行させ圧密度 80%とする期間）
⑤ 施設完成後の設計上載荷重（q=20 kN/m^2）が作用しても沈下が生じないよう過圧密地盤とするため、載荷盛土を h=1.5 m 以上撤去し仕上げ埋立地盤高を+5.50 m とする。
⑥ 過圧密荷重＝1.50 m×18.0kN/m^3×80%（圧密度）=21.6 kN/m^2
⑦ 仕上げ埋立地盤高+5.50m（舗装厚 0.50 m を考慮）
⑧ 舗装施工（ヤード計画高さ+6.00 m;ヤード部外周護岸天端高+5.5 m とし排水勾配を考慮した y ヤード中央部の値を沈下検討モデルのヤード完成高とした）
⑨ ヤード完成



出典：JICA 調査団

図 8.3.27　PVD 地盤改工法の検討モデル図

iii) PVD 地盤改良工の設計

a)　PVD 地盤改良の設計条件

- PVD ドレーンの打設地盤高　：+5.50m
- ドレーン配置　：正方形配置
- ドレーンピッチ　：0.80m ピッチを仮定
- 地盤改良層厚　：h=8.00m
- 粘性土の水平方向圧密係数　：Ch=20cm^2/day　（ Ch=Cv とする）
- 粘性土地盤の透水係数　：Kc=1.00E-7 cm/sec
- ドレーンの透水係数　：Kw=1.00E-2 cm/sec
- Well-resistance の影響　：考慮する
- 載荷盛土の放置期間　：8 ヶ月間（圧密度 U=80%以上）
- ヤード部の設計上載荷重　：q=20kN/m^2
- 載荷盛土による圧密度　：U=80%時点で載荷盛土を h=1.5m 厚以上を撤去し過圧密地盤とし、ヤード完成後の載荷荷重による沈下が生じないようにする。
- 過圧密荷重　：α=1.50m×18kN/m^3×80%=21.6kN/m^2
- 許容残留沈下量　：δa=10cm

b)　PVD 地盤改良の検討結果

- PVD ドレーン径　：dw=0.05m
- ドレーン配置　：正方形配置
- ドレーン打設間隔　：d=0.80m
- 等価有効円直径　：de=1.13×d=0.90m
- ドレーン改良層厚　：H=8.0m
- サンドマット高さ　：+5.50m（サンドマット厚 h=1.0m～2.0m）
- 載荷盛土天端高　：+8.5m
- 載荷盛土厚　：h=3.00m
- 載荷盛土による無処理地盤の沈下量　：δc=125.4cm
- 載荷放置期間 8 ヶ月後の圧密度及び沈下量　：U=81.4%、δ=102.1cm
- 載荷放置期間 8 ヶ月後の載荷盛土天端高　：+8.5m → +7.48m
- 載荷盛土撤去厚　：h=1.9m　（ 7.48 - 5.50 ≒ 1.9m ）
- 盛土撤去後の過圧密荷重　：α=1.9m×18kN/m^3×81.4%=27.8kN/m^2
- 盛土撤去後の天端高　：+5.50m
- ヤード完成後の残量沈下量　：δ=8.0cm　<　δa=10cm

検討結果より、ドレーン打設間隔 d=0.80 m（正方形配置）、サンドマット天端高+5.50 m、載荷盛土天端高+8.50 m、8 月放置後（圧密度 U=81.4%）の盛土天端高+7.48 m、載荷盛土撤去厚 h=1.9 m、盛土撤去後の完成天端高+5.50 m、盛土撤去後の粘性土の過圧密荷重α=27.8 kN/m^2、ヤード完成後の

残留沈下量δ=8.0 m となり、所要の設計条件を満足するので、上記の地盤改良（PVD）諸元を採用する。

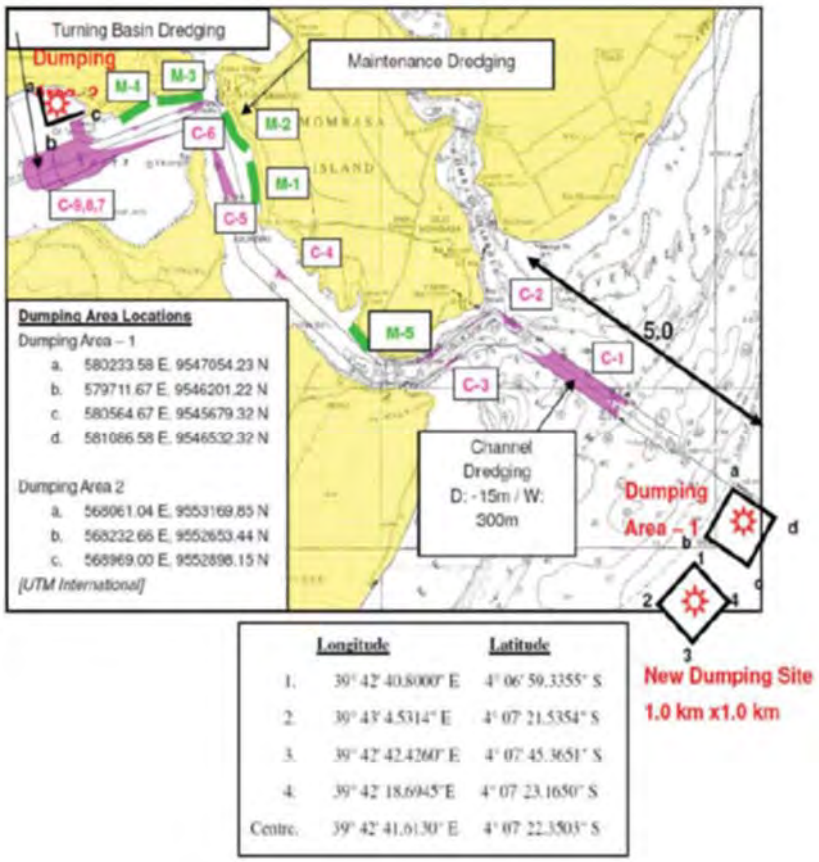
バーチカルドレーンによってサンドマットに排水された水の排水を促進するため、サンドマット上に水平ドレーン材を配置しバーチカルドレーン材頭部と連結し効果的な排水促進を行うものとする。

8.3.6　航路・泊地浚渫

(1) 浚渫に関する現地諸条件

モンバサ SEZ M/P では、浚渫土砂がバース（DK1）背後の埋立材として使用可能であれば、埋立材料として利用するとしていた。しかしながら、本調査において実施された 21 カ所（既設航路部及び今回計画の浚渫予定域）での底質調査結果によれば、粘土成分を多量に含むブラックコットンソイル（高膨張性、高収縮性）と想定される土質が確認され、埋立材料としては適していないと判断されている。

このことは、浚渫された土砂は認可された土捨て場に投棄する必要が生じる。今回の浚渫箇所周辺のモンバサ港内では認可された土捨て場が無いため、2011～2012 年に実施されたモンバサ航路の維持浚渫工事や円借コンテナターミナル Phase1（バース No.20, 21）工事で使用された、下図に示すモンバサ港口から 5 km 程度沖側の土捨て場への沖捨てが、最も可能性がある土捨て場として有望である。ただし、環境保全の問題があるため KMA（ケニア海事庁）の認可が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 8.3.28　浚渫土砂の土捨て場位置図

想定される沖捨土捨て場までの航行距離は浚渫箇所からモンバサ港口までの航路延長が約 18km 程度であるため総土捨て片道航行距離は以下のとおりとなる。

・　L =　18.0 km ＋　5.0 km　≒ 23 km → 25 km と設定する。

(2) 航路・泊地諸元の決定

i) 設計対象船舶

港湾設計条件より設計対象船舶は以下のとおりとする。ただし、本港を対岸のコンテナターミナルと共に運用する場合は、より大きな船舶の寄港が必要になる可能性があることに留意が必要である。

表 8.3.11　設計対象船舶

設計対象船舶	総トン数 (GT)	船　長 (Loa)	船 幅 (E)	満載吃水 (d)
自動車搬送船	72,408 GT	232 m	32 m	11.7 m
コンテナ船	35,878 GT	212 m	32 m	11.6 m

出典：JICA 調査団

ii) 航路・泊地諸元の決定

『港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻）』（2007.07）　第 4 編第 3 章水域施設を参照し航路・泊地諸元を決定する。

設計対象船舶は自動車搬送船（PCC）が航路・泊地諸元が大きくなるため PCC により決定する。

以下に算定結果を示す。

表 8.3.12　航路・泊地諸元の算定結果

航路水深（D=1.1・d）	13.0 m	＞　D=1.1・d = 1.1×11.7 = 12.87 m
航路幅（W=1.5・Loa）	350 m	＞　W=1.5・Loa = 1.5×232.0 = 348.0 m
航路法線屈曲部半径　（4・Loa）	950 m	＞　4・Loa = 4×232.0 = 928 m
船まわし泊地直径（ 2・Loa ）	500 m	＞　2・Loa = 2×232.0 = 464.0 m

出典：JICA 調査団

iii) 航路浚渫法勾配について

岸壁前面の回頭泊地は現地盤水深-3.0 m を-13.0 m まで掘り下げる事となり、航路埋没の可能性が高くなる。航路埋没対策の方法の一つとして法勾配の緩勾配化が有効である。既存航路の法勾配は 1:4 が採用されているが、本計画航路の勾配は航路埋没対策を配慮して、1 : 6 を採用する（表 8.3.13 参照）。

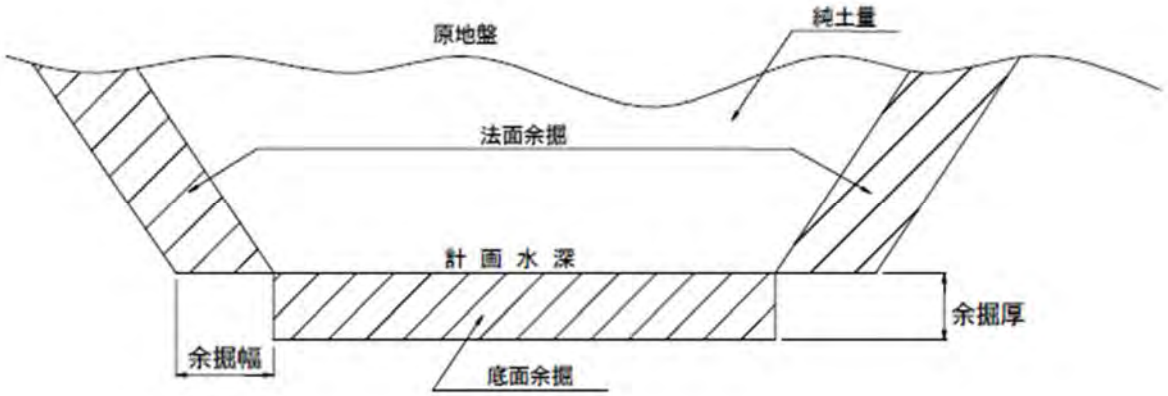
表 8.3.13　商業船舶の航路安全設計ガイドライン

Table 12: Recommended Side Slopes	
SOIL MATERIAL	**SIDE SLOPE** Horizontal:Vertical
All Materials, minimum required side slopes	1:1
Preferred side slopes	
• Firm Rock	1:1
• Fissured rock, more or less disintegrated rock, tough hardpan	1:1
• Cemented gravel, stiff clay soils, ordinary hardpan	1:1
• Firm, gravely, clay soil	1:1
• Average loam, gravely loam	3:2
• Firm clay	3:2
• Loose sandy loam	2:1
• Very sandy soil	3:1
• Sand and gravel, without or with little fines	3:1 - 4:1
• Sand and gravel with fines	4:1 - 5:1
• Muck and peat soil	4:1
• Mud and soft silt	6:1 - 8:1

出典：「GUIDELINES FOR THE SAFE DESIGN OF COMMERCIAL SHIPPING CHANNELS」(CANADA)

iv) 航路浚渫の底面余堀、斜面余堀について

航路浚渫の底面余堀厚及び法面余堀幅は下記に準拠する。



出典:「土木工事標準積算基準書」_国土交通省

図 8.3.29　航路浚渫における底面余堀厚及び法面余堀幅

表 8.3.14　底面余堀厚

土　質	船　　種	施工水深別の余掘厚			摘要
		−5.5m未満	−5.5m～−9.0m未満	−9.0m以上	
普通土砂	ポンプ浚渫船	0.6m	0.7m	1.0m	
	グラブ浚渫船	0.5m		0.6m	
	バックホウ浚渫船	0.5m			
岩　盤	グラブ浚渫船	0.5m			
	バックホウ浚渫船				

注）1. 施工水深とは平均水面（M. S. L）を基準とする浚渫底面の水深である。
2. 上表は、標準的な余掘厚であるから、特に波浪、潮流の激しい海域での浚渫、浮泥土層の浚渫、潮位測定・深浅測量等の困難な海域等での浚渫については、底面余掘を別途に定めることができる。
3. 余掘厚が上表によりがたい場合は、試験掘またはボーリング等によって余掘厚を定めるものとする。
4. 既設岸壁前面の受動崩壊幅以内の浚渫の余掘厚については、別途定めるものとする。

出典:「土木工事標準積算基準書」_国土交通省

表 8.3.15　法面余堀幅

土　質	船　　種	余掘幅	摘要
普通土砂	ポンプ浚渫船	6.5m	
	グラブ浚渫船	4.0m	
	バックホウ浚渫船	2.0m	
岩　盤	グラブ浚渫船	2.0m	
	バックホウ浚渫船	1.0m	

注）1. 上表は、標準的な余掘幅であるから特に波浪、潮流の激しい海域での浚渫、浮泥土層の浚渫、潮位測定・深浅測量等の困難な海域での浚渫については、法面余掘幅を別途に定めることができる。
2. 余掘幅が上表によりがたい場合は、試験掘または、ボーリング等によって余掘幅を定めるものとする。

出典:「土木工事標準積算基準書」_国土交通省

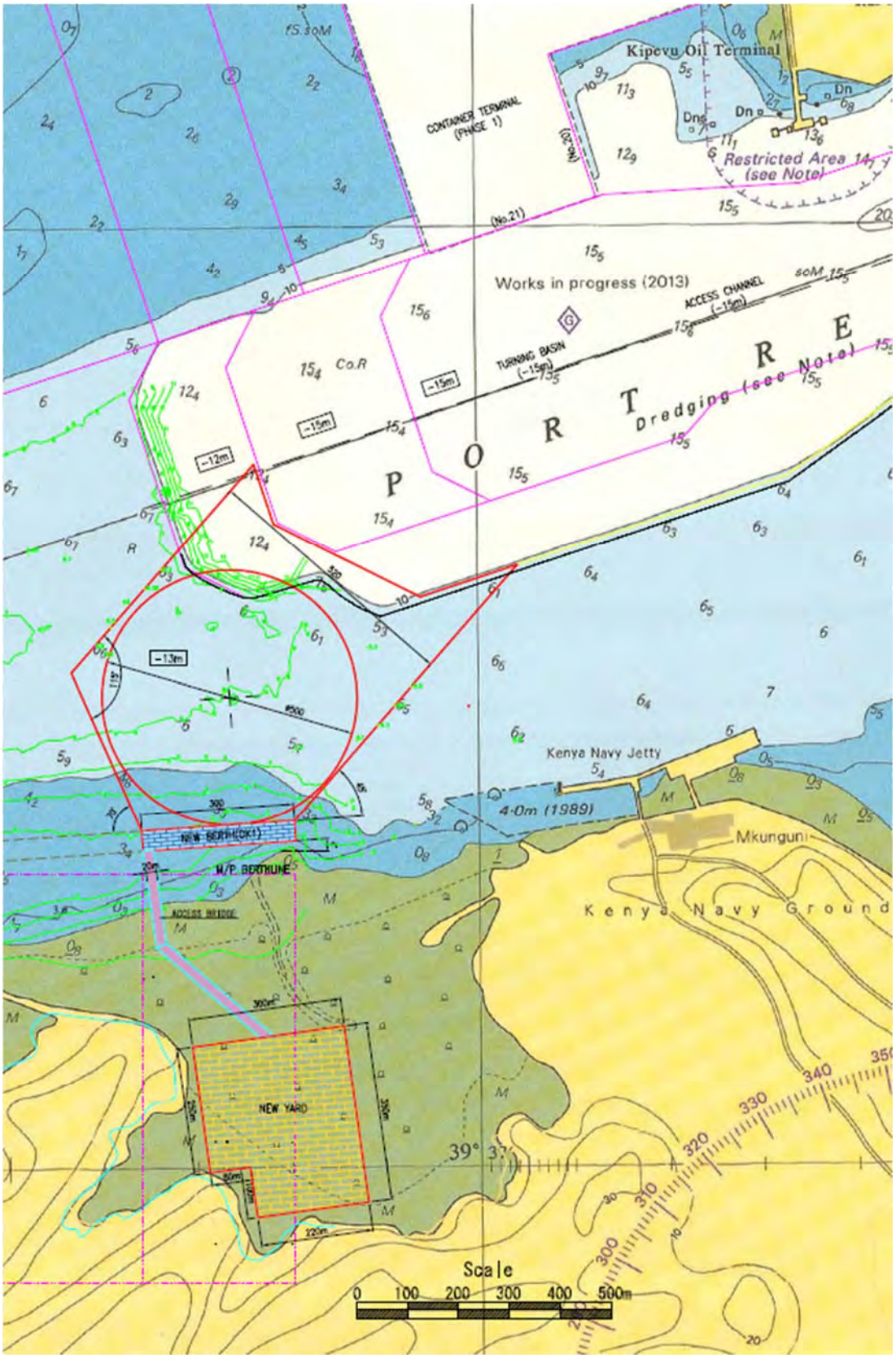
次頁（図 8.3.30）に航路・泊地平面図を示す。

航路・泊地浚渫の概略数量は下表のとおりである。表中の浚渫船の選定については、次項((3)浚渫工法の選定)を参考のこと。

表 8.3.16　航路・泊地のための概略浚渫土量(余堀含む)

グラブ浚渫船による浚渫土量	700,000 m^3
トレーラーサクション船(TSHD)による浚渫土量	2,050,000 m^3
浚渫土量合計	2,750,000 m^3

参考；航路・泊地浚渫面積 A=314,000 m^2
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.3.30　航路・泊地平面図

(3) 浚渫工法の選定

浚渫に関する現地諸条件より、浚渫工事に用いる主要船舶は下記の条件を考慮して選定する。

・　浚渫土砂の土捨て片道航行距離　：L＝25 km
・　浚渫概算土量　：V＝ 2,750,000 m^3

浚渫・埋立工事に使用される主要船舶は以下の船舶が一般的である。

a) ポンプ船（非航式、自航式）
b) クラブ船（非航式、自航式）
c) ドラグサクション船（自航式）
d) バケット船（非航式）
e) バックホウ船（非航式）

本計画場所においては、浚渫土砂の土捨は既設航路を利用しながら行うため、効率的な作業を行うためには自航式船舶が選定される。ここでは上記 1.～3.の自航式主要船舶を比較して浚渫工法を選定する。

次頁（図 8.3.31） に浚渫工法比較一覧表を示す。浚渫工法比較結果より、土捨て場がモンバサ港口から約 5 km 沖合の場所であること、土捨土砂の運搬には既設航路を頻繁に使用する必要がある事また、過去のモンバサ港での大量の浚渫工事の施工実績を考慮しドラグサクション船（トレーラサクション船）を本計画の採用浚渫工法として選定する。但し、想定される 5,000 m^3～8,000 m^3 クラスのドラグサクション船の所要吃水は-8.0 m となるため一部-8.0 m 以浅の浚渫箇所については岸壁、アクセス道路（橋梁タイプ）の床堀で使用される自航式クラブ船にて浚渫するものとする。

浚渫工法比較表

種　別	ポンプ船(自航式)	クラブ船(自航式)	ドラグサクション船(自航式)
作業概念図			
工法の特徴	・大量の土砂浚渫や埋立に適した浚渫船である。 ・先端にカッターヘッドを装備したガーを海底に下し、カッターヘッドを回転させて切削した土砂を、船内に装備したポンプにて海水とともに給水管を通じて吸い上げる。吸い上げた土砂は、土運船又は排砂管を通して埋立地又は土捨処分場に配送する。 ・自航式ポンプ船は8,000馬力以上のものが多い。 ・大型の自航式ポンプ船は数が少ない。	・クラブバケットで海底土砂をつかみ揚げ、泥艙または舷側の土運船に積載し土捨て、埋立を行う。 ・作業中の船体固定方法は「アンカー式」、「スパット式」がある。 ・中小規模の土砂浚渫に適しており、浚渫深度の制限、土質の制限もすくなく、特に浅い海域での浚渫も可能であるため、適用範囲の広い浚渫船である。 ・クラブによる土砂掘削面は、ポンプ船による掘削面と比較すると、平坦性が劣る。	・大規模航路浚渫や土砂採取などに使用される事が多く、船体内に泥艙を持つ自航式のサクションポンプ船である。 ・浚渫方法はドラグアームの先端を海底に着底させ、低速(2～4ノット)で航行しながら、砂質土の場合はドラグアーム先端のドラグヘッドよりジェット水流により海底土砂を撹拌し、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、土捨・埋立を行う、いわば万能浚渫船である。 ・満載でも航行速度が10ノット以上と速いので、浚渫区域と土捨場や埋立地の距離が離れている場合、経済的であり、広い浚渫航域と工事数量が多い工事にも適している。 ・大型船は満載吃水が10m以上と大きく、水深が浅い海域での作業の場合は別途床堀する必要がある。 ・10,000m³以上の泥艙を保有した大型船が多い。
船団構成	土運船他	土運船他	不要
船団回航	容易	やや困難	非常に容易
取扱土砂量	大量	少量	大量
浚渫・埋立速度	速い	遅い	速い
モンバサ港での使用実績	小規模浚渫工事のみ	小規模浚渫工事のみ	既設航路維持浚渫工事及び円借コンテナバース Phaze1(2021)にて大量浚渫工事の実績あり
総合評価	○	△	◎

出典：JICA 調査団

図 8.3.31　航路・泊地浚渫工法の比較

8.3.7　岸壁、連絡橋、護岸,ヤード設計

岸壁、ヤードと岸壁を接続する連絡橋、ヤードの外周護岸の基本的な断面の設計を行う。また、ヤードは位置及び規模の基本的な検討を行う。

(1) 岸壁設計

i) 構造諸元

a)　天端高

潮位差と岸壁規模の関係より天端高の設定を行う。

表 8.3.17　岸壁天端高算定表

	潮位差　3.0m 以上	潮位差　3.0m 未満
大型岸壁　（水深 4.5m 以上）	+0.5 ～ 1.5m	+1.0 ～ 2.0m

出典:港湾の施設の技術上の基準・同解説（2009）

・　潮位差　（HWL+3.80 m）－（LWL+0.10 m）＝3.70 m＞3.0 m
・　岸壁天端高＝（HWL+3.80 m）+（0.5m～1.5 m）＝+4.30 m～+5.30 m
・　岸壁天端高は+5.50 m とする

b)　計画水深

岸壁の計画水深は次式より決定した。

・　岸壁計画水深（D）＝満載吃水（d）+　余裕水深（余裕水深は満載吃水の 10%）

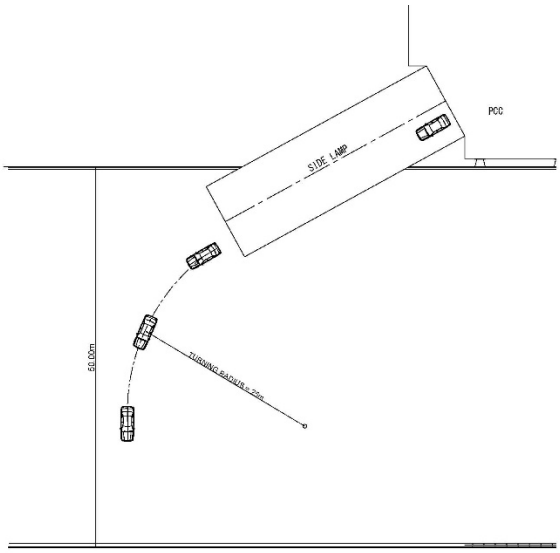
自動車搬送船の場合、満載吃水は 11.7 m より、D=11.7+0.1×11.7＝12.87 m≒13.0 m
よって、岸壁の計画水深は-13.0 m とする。

c)　岸壁の延長

岸壁の延長は対象船舶の最大船長（自動車搬送船、船長 232 m）に、岸壁係留時の船首索・船尾索の延長（岸壁に対して 30 度の方向を設定）を考慮して、L=300 m と設定した。

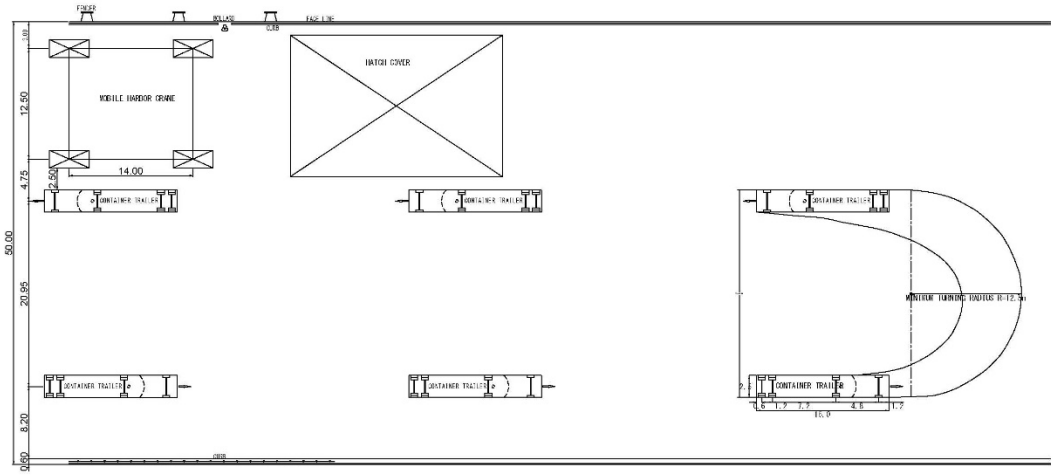
d)　岸壁の幅

幅は岸壁利用車両の軌跡より決定する。図 8.3.32 に自動車の軌跡図、図 8.3.33 にコンテトレーラーの軌跡図を示す。これらを考慮して、岸壁幅は 50 m を計画する。岸壁の所要幅に係る検証は 8.3.8「荷役機械計画」を参照のこと。



出典：JICA 調査団

図 8.3.32　自動車軌跡図



出典：JICA 調査団

図 8.3.33　コンテナトレーラー軌跡図（最少回転半径）

ii) 設計条件

a)　土質条件

岸壁の土質条件はモンバサ港 M/P で行われている土質調査結果より決定した。

b)　荷重条件

1)　船舶牽引力

船舶牽引力は表 8.3.18 より船舶の総トン数より決定した。

・　コンテナ船　35,878 GT→　1,000 kN 曲柱
・　自動車搬送船　72,408 GT→　1,000 kN 曲柱

表 8.3.18　船舶の牽引力

船舶の総トン数 (t)	直柱に作用する牽引力 (kN)	曲柱に作用する牽引力 (kN)
20,000 を超え 50,000 以下	1,500	1,000
50,000 を越え 100,000 以下	2,000	1,000

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（2009）

2) 船舶接岸力（防舷材反力）

船舶接岸力は船型の大きい自動車搬送船で検討を行った。

- セル型防舷材（受衝板付き）　H-1150
- 吸収エネルギー　E=361.6 kNm
- 防舷材反力　R=927.78 kN

c) 材料条件

1) 鋼材

- 鋼管杭

鋼管杭の降伏応力は下記の通り。

SKK400　fy＝235 N/mm^2

SKK490　fy＝315 N/mm^2

fy：軸方向引張降伏応力（総断面積）

- 構造用鋼材

SS400：　fa=245 N/mm^2 ≦ t=16 mm

fa=235 N/mm^2　t=16 to t=40 mm

SM490：fa=325 N/mm^2 ≦ t=16 mm

fa=315 N/mm^2　t=16 to t=40 mm

fa：軸方向引張降伏応力

t：板厚

- 他の鋼材

日本工業規格（JIS）に準じる。

d)　鋼材腐食

鋼材の腐食速度を表 8.3.19 に示す。

表 8.3.19　鋼材の腐食速度

腐食環境		腐食速度（mm/year）
海側	HWL 以上	0.3
	HWL～LWL-1m まで	0.2
	LWL-1m から海底面	0.15
	海底泥層中	0.03
陸側	陸上大気中	0.1
	土中（残留水位以上）	0.03
	土中（残留水位以下）	0.02

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（2009）

e)　防食方法

・　LWL-1.0 m 以上 ： 重防食または防食塗装
・　LWL-1.0 m 以下: 電気防食

f)　電気防食

電気防食の効率は 90%とする。

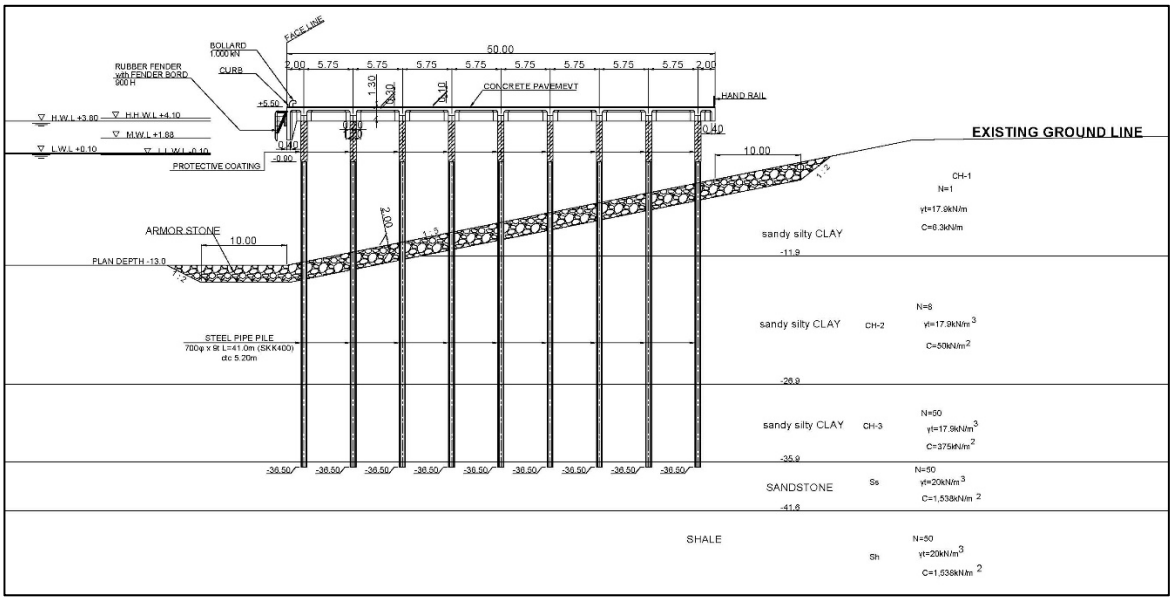
耐用年数は 50 年とする。

iii) 比較設計

岸壁の比較設計は下記の 4 タイプの構造について行う。周辺は軟弱地盤であることから重力式構造物ではなく杭式構造を基本とする。各構造の経済性、施工性について比較を行い、最適構造様式を決定する。

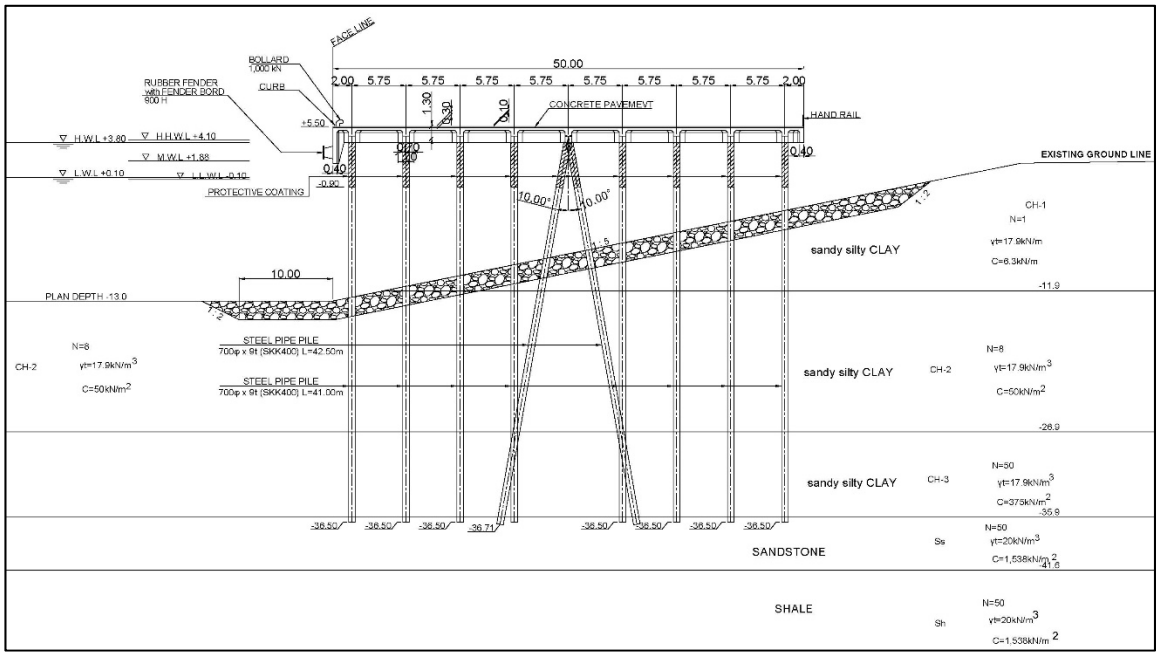
・　直杭式桟橋
・　組杭式桟橋
・　ストラット式
・　ジャケット式

各比較構造様式の断面図を図 8.3.34 ～ 8.3.37 に示す。



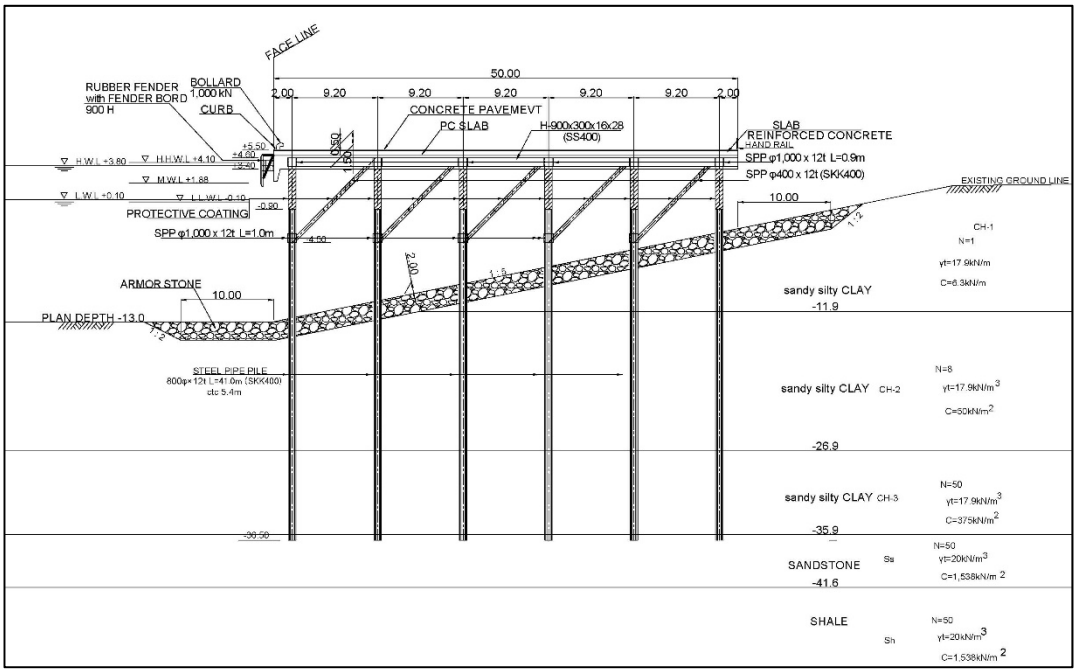
出典：JICA 調査団

図 8.3.34　直杭式桟橋の断面図



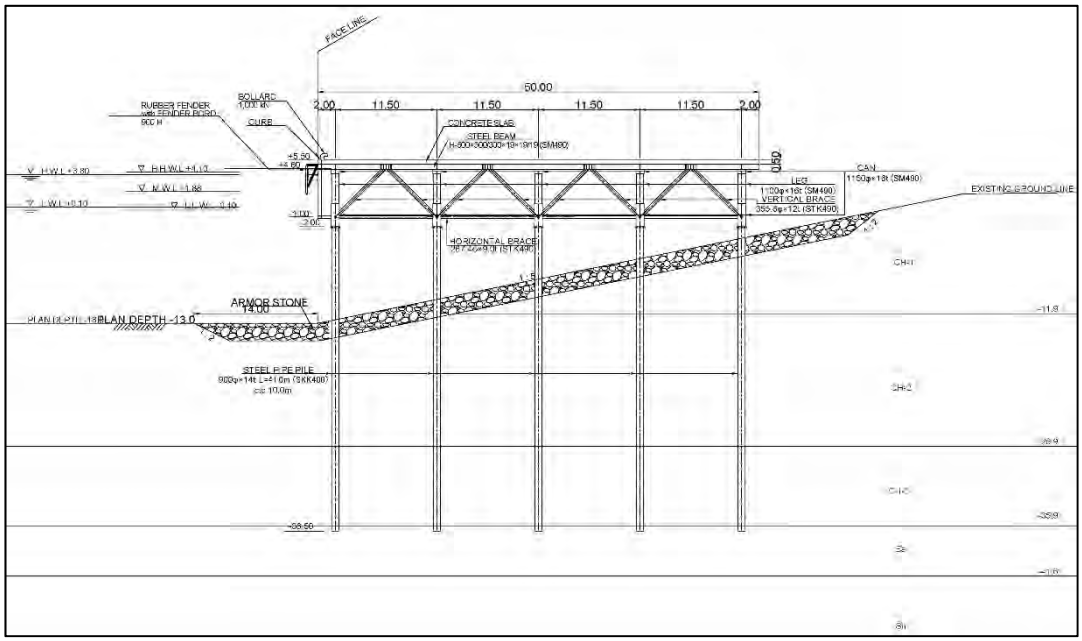
出典：JICA 調査団

図 8.3.35　直杭式桟橋断面図



出典：JICA 調査団

図 8.3.36　ストラット式断面図



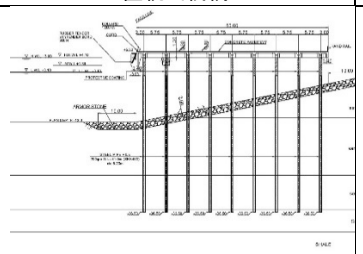
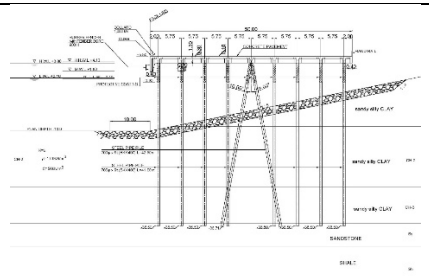
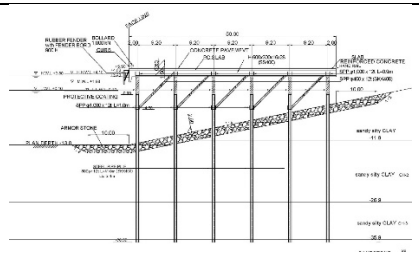
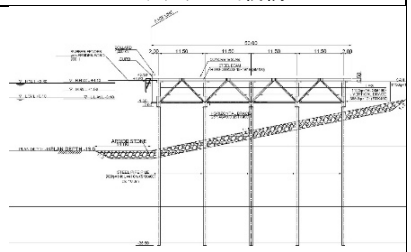
出典：JICA 調査団

図 8.3.37　ジャケット式断面図

iv) 岸壁の構造の選定

表 8.3.20 に岸壁の構造比較表を示す。同表に示す比較検討の結果、ジャケット桟橋が推奨される。

表 8.3.20　岸壁構造比較表

		直杭式桟橋	組杭式桟橋	ストラット式桟橋	ジャケット式桟橋
構造断面図/ 構造的特徴					
		・一般的な直杭式構造である。 ・他の杭式構造に比べて多くの杭が必要（540 本/300m）。 ・杭の防食対策が必要。	・斜杭の設置により水平方向の抵抗力を増強。 ・直杭式構造に比べて若干杭本数を少なくできる（500 本/300m）。 ・杭の防食対策が必要。	・ストラット部材により水平方向の抵抗力を増強。 ・左記に比べて杭本数を減少できる。（360 本/300m）。 ・鋼材の防食対策が必要。	・ジャケット構造（梁、ブレースのトラス構造）により水平方向の抵抗力を増強。 ・杭本数を大幅に減少できる（150 本/300m）。 ・鋼材防食対策が必要。
施工性		・上部工は現場施工の為仮設構造物が必要。 ・他の杭式構造に比べて杭本数が最も多く、工期は長い。	・上部工は現場施工の為仮設構造物が必要。 ・他の杭式構造に比べて杭本数が多く、工期は長い。	・ストラットの製作や施工は、高い精度が必要。 ・ストラット取り付けの水中作業が必要。 ・杭の打設に高い精度が必要。 ・左記に比べ工期は若干短い。	・ジャケット製作ヤードが必要。 ・ジャケットの製作について高い精度が必要 ・杭の施工に高い打設精度が必要。 ・水中作業を必要としない。 ・杭本数が少ないので工期は短い。
		工期：27 ヶ月/300m	工期：26 ヶ月/300m	工期：25 ヶ月/300m	工期：19 ヶ月/300m
経済性	1. 工事費	・杭本数は最も多いが、工事費全体では組杭式に次いで経済的となる。	・杭本数は直杭式に比べて若干少なく、また上部工が単純構造であるため工事費は最も安くなる。	・杭本数はジャケット式に次いで少ないが、ストラットの製作、設置に費用がかかり、工事費はジャケット式の次に高い。	・杭本数は最も少ないが、ジャケットの製作、設置に費用がかかり、工事費は最も高い。
		工費比率：1.04　（約+2.4 億円）	工費比率：1.00　（基準）	工費比率：1.11（約+6.6 億円）	工費比率：1.13　（約＋7.8 億円）
	2. 早期開業に伴う便益*	無し （組杭式（基準）より工期が長い）	無し　（基準）	約 2.2 億円 （約 1 か月間の工期短縮）	約 15.2 億円 （約 7 か月間の工期短縮）
環境影響		・杭本数が最も多いため、周辺の流況や地形変化に与える影響も比較的大きいと想定される。 評価：中	・杭本数が多いため、周辺の流況や地形変化に与える影響も比較的大きいと想定される。 評価：中	・杭本数がジャケット式に次いで少ないため、周辺の流況や地形変化に与える影響も小さいことが想定される。 評価：小	・杭本数が最も少なく、周辺の流況や地形変化に与える影響も小さいことが想定される。 評価：最小
総合評価		推奨しない ・施工難易度は高くない ・工事費は安価だが、施工期間は最も長くなる。 ・環境影響は中程度	推奨しない（第二候補） ・施工難易度は高くない ・工事費は最も安価だが、施工期間は長くなる。 ・環境影響は中程度	推奨しない ・水中施工が必要となる、施工難易度は高い ・工事費が高くなるものの、早期開業によるメリットはそれほど大きくない ・環境影響は小さい	**推奨する** ・施工難易度はやや高いが、施工可能な水準 ・工事費は高くなるが、早期開業によるメリット（便益）が大きい ・環境影響は小さい

*10 章経済財務分析より、財務分析における第一年次の年間便益額をその期間（月数）に応じて案分
出典：JICA 調査団

(2) 連絡橋設計

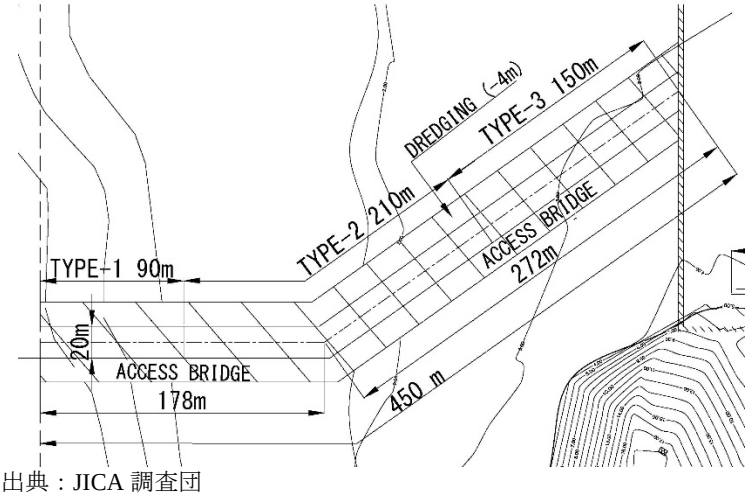
i) 設計条件

a)　設計水深

現況地盤の高さは約+3.5 m である。杭打ち船の作業性を考慮して-4.0 m まで浚渫を行う。設計水深は-4.0m とする。

b)　土質条件

連絡橋は土層の縦断方向の土層変化を考慮して設計土層を 3 タイプに分けた。土質条件はモンバサ港 M/P 報告書と本調査で実施した土質調査結果より設定した。



出典：JICA 調査団

図 8.3.38　連絡橋設計区分図

c)　荷重条件

走行車両の重量を考慮して下記の値とする。

・　常時　　q＝20 kN/m^2
・　異常時　　q＝10 kN/m^2

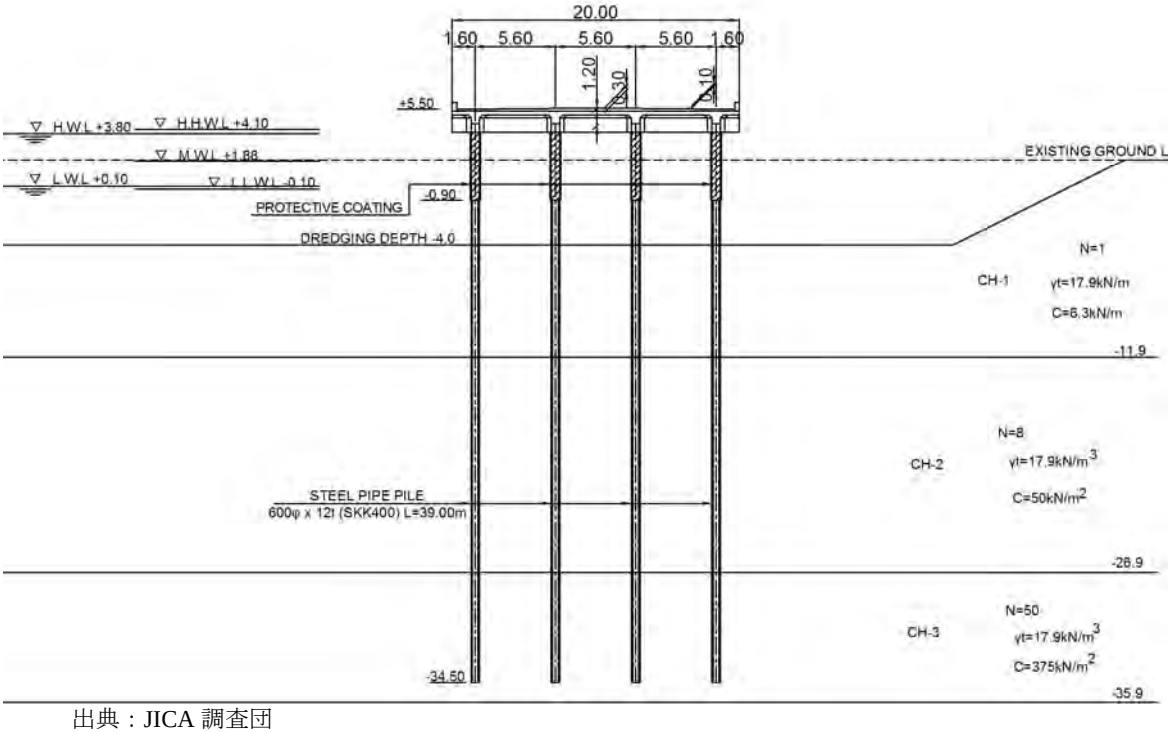
d)　材料条件及び鋼材腐食

岸壁設計と同一条件である。

ii) 連絡橋の構造

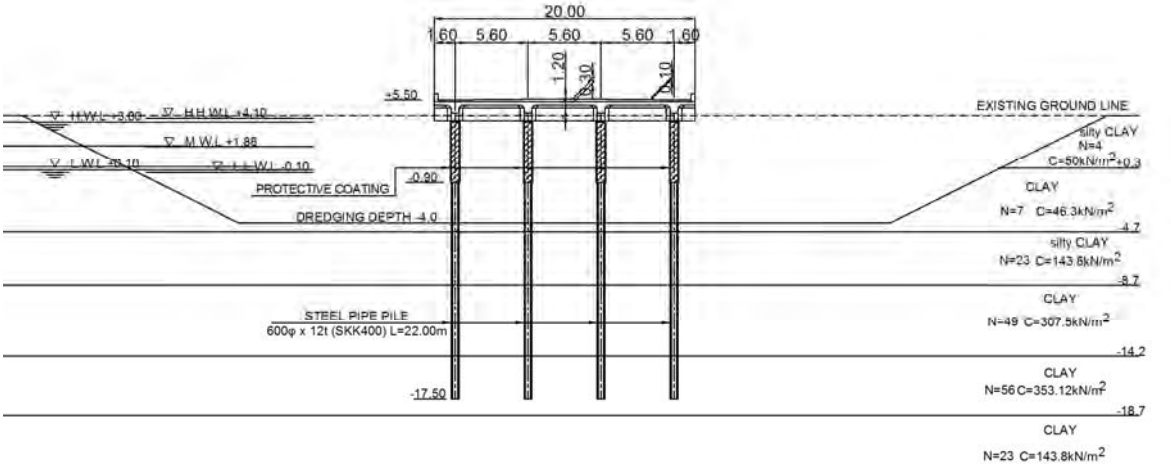
緩い粘性土が 10 m から 20 m 堆積し、その下に支持層（N>50）がある土層である。重力式は粘性土を置き換えなければ支持力が確保できない。床堀置換を必要としない桟橋構造とする。

図 8.3.39 ～ 8.3.41 に連絡橋の各タイプの断面図を示す。



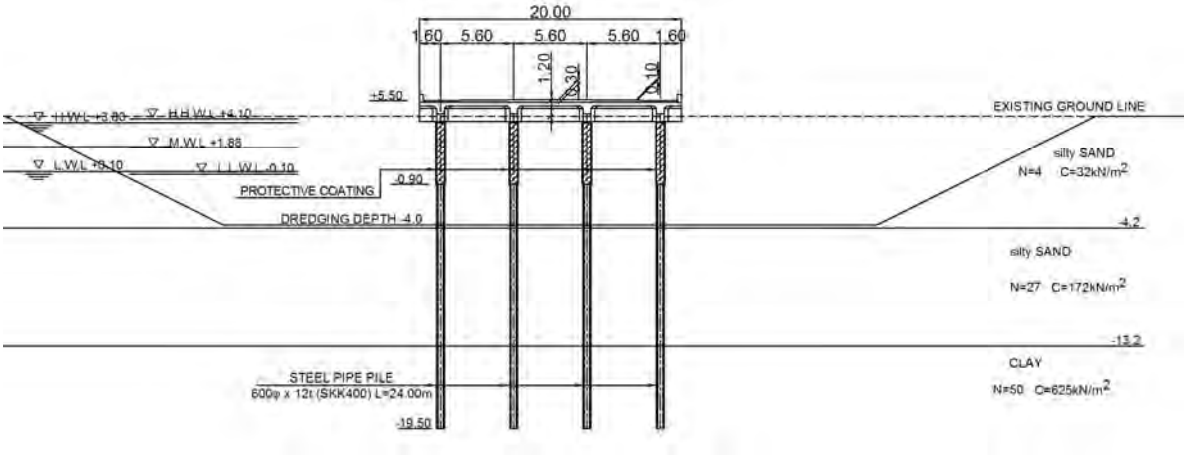
出典：JICA 調査団

図 8.3.39　連絡橋 TYPE-1　断面図



出典：JICA 調査団

図 8.3.40　連絡橋 TYPE-2　断面図



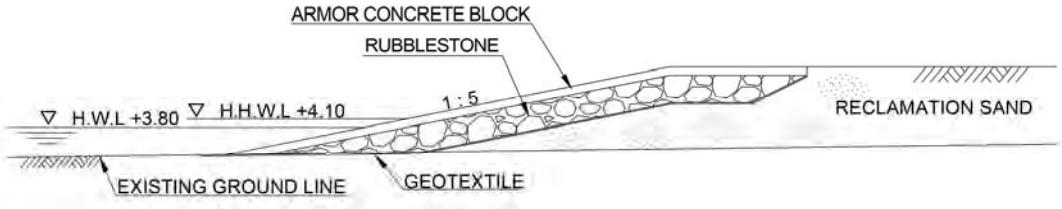
出典：JICA 調査団

図 8.3.41　連絡橋 TYPE-3　断面図

(3) 護岸設計

護岸は埋立地の地盤改良の載荷盛土を撤去した後に建設する。現況地盤高は、+3.0 m～+4.5 m で殆ど波浪の影響はない。護岸の構造は埋立土砂の前面に被覆石を設けた構造とする。

図 8.3.42 に護岸の断面図を示す。



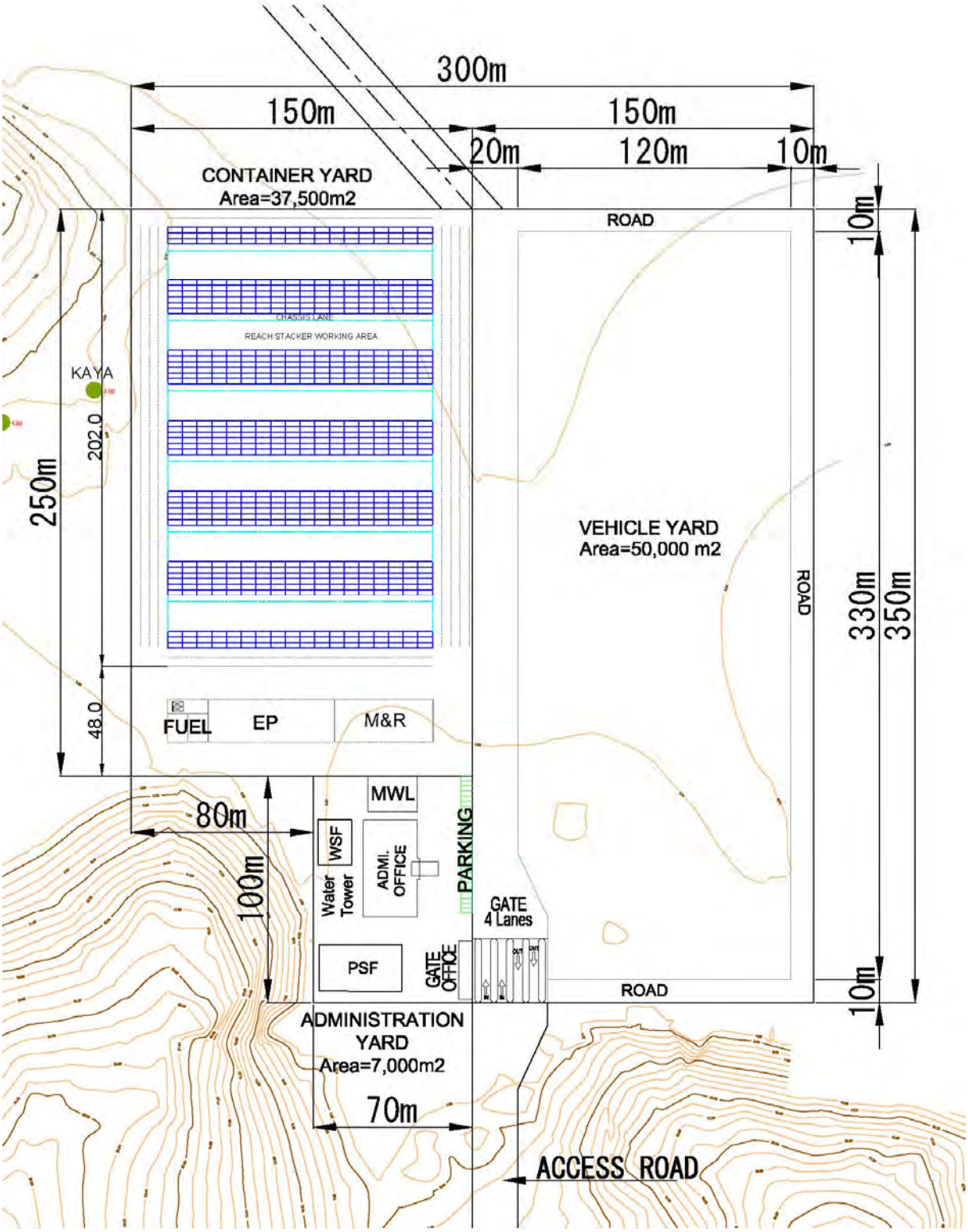
出典：JICA 調査団

図 8.3.42　護岸断面図

(4) ヤード

ヤード諸元の設定に関しては、8.3.2、8.3.3 及び 8.3.8 を参照。

図 8.3.43 にヤードのレイアウト図を示す。



出典：JICA 調査団

図 8.3.43　ヤードレイアウト図

8.3.8　セキュリティシステム

ドンゴクンドゥの対岸にある円借款事業にて整備済みの第 2 コンテナターミナル（バース 20、バース 21）に加え、現在建設工事中のバース 22 と背後のコンテナヤードについてもセキュリティシステムを導入する予定になっている。ドンゴクンドゥ側の新多目的ターミナルについても、同様のセキュリティシステムを導入する計画とし、具体的には以下の機器、システムを含む計画とする。

- アクセスコントロール（金属探知機、X 線含む）
- インターコムシステム
- 侵入探知システム（陸側、海側）
- ビデオ管理システム
- ナンバープレート感知システム
- 顔認証システム
- CCTV システム

8.3.9　荷役機械計画

(1) 計画の前提条件

i) 取扱貨物と貨物量

DK1 における主要取扱貨物と貨物量については、需要予測に基づいて港湾計画の段階で検討され、輸入自動車及び SEZ に係るコンテナ貨物であるとされている。輸入自動車については、モンバサ港で取り扱う自動車貨物の太宗を DK1 で取り扱うものとし､バースの稼働日数は年間 175 日（2020 年）から 294 日（2035 年）に順次増加するものとしている。コンテナ荷役については、年間稼働可能日数（363 日）から自動車荷役に要する日数を引いた残りを当てるものとし、188 日~69 日に順次減少するものとしている。

荷役機械（コンテナ荷役機械）の計画の前提としての貨物量と稼働日数を表 8.3.21 に記載する。

表 8.3.21　DK1 ターミナルにおけるコンテナ荷役作業可能日数

Year		2020	2025	2030	2035	Description
Motor Vehicles	(a) Daily Productivity (units/day)	1,500	1,500	1,500	1,500	Average of low and high (1,000-2,000 units/day)
	(b) Target Annual Productivity (units/year)	177,877	216,995	260,904	299,812	Value from the demand forecast result
	(c) Berth Occupancy Ratio (B.O.R.)	80%	80%	80%	80%	Survey from the Port M/P
	(d) Work ratio	0.85	0.85	0.85	0.85	Survey from the Port M/P
	(e) Work Days (day) [(b)/(a)/(c)/(d)]	175	213	256	294	
Containers	(f) Work days left for containers [363days-(e)]	188	150	107	69	
	(g) Productivity (TEU/day)	400	400	400	400	
	(g) Productivity (TEU/year) [(f) x (g)]	75,200	60,000	42,800	27,600	

出典：JICA 調査団

ii) 寄港船舶

港湾施設計画(既出の表 8.3.7 参照)において使用している寄港船舶の主要諸元（GWT、LOA、容量、船幅等）を表 8.3.22 に記載する。この表からも分かるように DK1 へ寄港する最大コンテナ船型はパナマックス型である。

従って、荷役機械（コンテナ荷役機械）計画の前提としての船型も同型の船舶とし、オンデッキ 13 列のコンテナ荷役が可能ものとする。

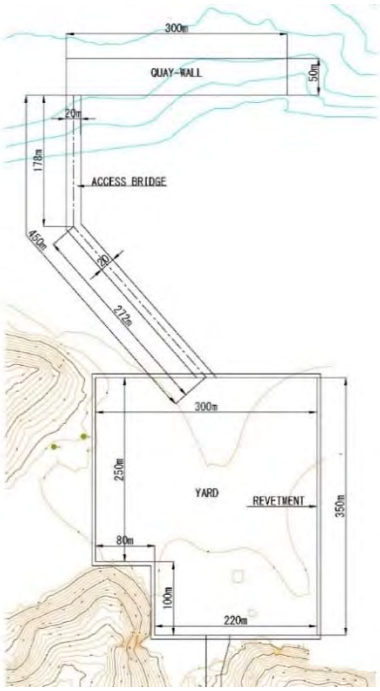
表 8.3.22　DK1 ターミナルで想定する最大の寄港船舶諸元

	Container Ship	Remarks
Gross tonnage (GT)	35,878 GT	
Capacity (TEU)	3,500~4,200 TEU	Panamax-type Vessel
Length overall (LOA)	212 m	
Molded breadth (B)	32 m	
Full load draft (d)	11.6 m	

出典：JICA 調査団

iii) 基本レイアウト

DK1 の基本レイアウトは港湾計画段階において決定され､岸壁は長さ 300 m の Jetty 方式を採用し、桟橋とヤード間は長さ約 450 m の連絡橋によって接続されている。荷役機械計画は、このレイアウト（基本レイアウト）を前提に行う（図 8.3.44 参照）。



出典：JICA 調査団

図 8.3.44　荷役機械計画のための基本レイアウト

(2) DK1 ターミナル運用の基本方針

DK1 ターミナルは、前述のように自動車専用船 Ro/Ro ターミナルとしての運用を第 1 優先とし、余力を SEZ の貨物を対象としたコンテナターミナルとして運用される。

将来コンテナ貨物が増加した場合、若しくは自動車取扱量が増加して DK1 のコンテナ貨物がオーバーフローした場合は、DK-2/DK-3 にコンテナ専用ターミナルを整備し、DK1 を自動車専用ターミナルとすることも考えられる。

従って、DK1 におけるコンテナ貨物の取扱は一時的なものとなる可能性を踏まえ、投資の経済性及び自動車船荷役への干渉の回避等を考慮し、DK1 ターミナルにおいて本格的なコンテナ荷役機械（QGC 及び RTG）の導入は行わない。

(3) 荷役機械計画の基本方針

i) 本船荷役

本船荷役はシップギア船及びフルコンテナ船荷役に対応する荷役機械を設置する。両者の比率はそれぞれ約 50%程度とする。

フルコンテナ船の本船荷役方式は MHC（Mobile Harbor Crane）方式とする。DK1 のコンテナ取扱量の規模を考慮し、経済的なシングルリフト方式を採用する。

シップギア船の荷役の場合（特に揚げ荷役）安全上の理由及び荷役効率の理由から、シップギアの荷役とヤードトラクター運搬荷役を一旦切り離して行う必要がしばしば発生する（De-coupling operation）。また、DK1 は桟橋方式を採用し、岸壁とヤード間の移動距離が長いことから、一旦岸壁に仮置きしたコンテナをシャーシーに搭載する作業もしばしば発生するため岸壁エプロンエリヤに Buffer 機能を保有させる必要が生ずる。この二つの理由から、一旦岸壁に仮置きしたコンテナをシャーシーに搭載するための荷役機械が必要であり、この荷役の為にリーチスタッカー若しくはトップリフターを導入する。

ii) ヤード荷役

ヤード荷役方式はヤード用地の有効活用（他の貨種の荷役にも対応可能とする）及びフレキシビリティを確保するため、リーチスタッカー方式を採用する。

空コンテナ専用の荷役機械は設置せず上記リーチスタッカーと共用する。

iii) 岸壁とヤード間の水平移動

岸壁とヤード間の水平移動はトラクター/シャーシーによって行う。

岸壁とヤード間の移動距離が長いことを考慮し、効率的な荷役を実現するため十分な量のトラクター＋シャーシーを確保する。

(4) 所要荷役機械とその台数

DK1 における所要荷役機械とその台数を表 8.3.23 に記載する。

表 8.3.23　導入する荷役機械とその所要台数

機械種類	用途	型式仕様	基数
1　MHC	本船荷役	1-1 パナマックス型船舶に対応可能 （On-deck 13列対応） 1-2 ｼﾝｸﾞﾙﾘﾌﾄ方式方式（定格荷重40.5Ton（13列目）） 1-3 Gottwald HMK 6507 Class若しくはIHI JWC 2100 Class	2
2　Reach Stacker	ヤード荷役	2-1 5段積3列対応 2-2 定格荷重 16/31/45Ton（手前1/2/3列目）	4
3　Reach Stacker /Top Lifter	本船荷役(Buck up)	3-1 同上仕様の機器を想定する。 3-2 リーチスタッカー（ TFC-45 Class）若しくはトップリフター（FD-430 Class）	2
4　Tractor ＆ Chassis	岸壁とヤード間のコンテナ運搬	4-1 40/20 feetコンテナ用	12

出典：JICA 調査団

i) MHC の基数と基本仕様

コンテナ荷役においてはクレーン故障による作業中断は本船荷役に多大な影響を与える。このため岸壁クレーンは通常 2 基体制を基本とする。本計画においても、MHC は 2 基体制を採用する。

MHC の容量はコンテナ船オンデッキ 13 列（パナマックス船型）対応とし IMO 規格のコンテナの最大重量を荷役できる機器を採用する（図 8.3.45 及び表 8.3.24 参照）。

MHC は標準的なコンテナ荷役能率、最大 25 Box/hour（船舶間のばらつきを考慮した平均荷役能率 20 Box/hour）が達成可能な性能を有する機器を導入する。

ii) リーチスタッカーの基数と主仕様

ヤード荷役用のリーチスタッカーは本船荷役対応 2 基と、陸側荷役対応 2 基、合計 4 基導入する。

岸壁荷役用のリーチスタッカーは 2 ギャングのシップギア荷役を行うことが出来るように 2 基導入する。

リーチスタッカーは定格荷重 45/31/16 Ton（1/2/3 列目）、最大 4 段積（3 列目）が可能な性能を有する機器を導入する。

iii) トラクター/シャーシーの台数

トラクター/シャーシーのサイクルタイムは、岸壁とヤード間の移動距離を考慮すると、13.2～15.2 分程度であると想定される（表 8.3.24 参照）。

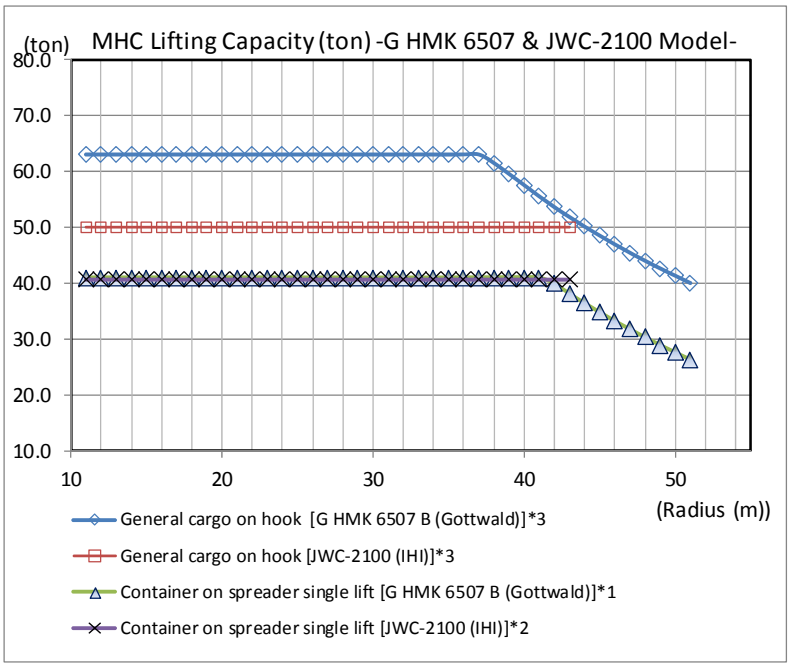
トラクター/シャーシーの所要台数は、MHC の最大荷役能率 25 Box/hour×2 基に対応するためには 11.0～12.7 台、また船舶間のばらつきを考慮した平均能率 20 Box/hour×2 基に対応するため 8.8～10.1 台必要とされる。

本計画においては最大荷役能率 25 Box/hour-crane に対応可能なように導入台数は 12 台とする（表 8.3.24 参照）。

表 8.3.24　構内トラック所要台数

Facility				Jetty	Connection bridge	Yard	Total
Truck travelling time	Travel distance	(m)	(a)	150	500	200	850
	Round trip [(a)x2]	(m)	(b)	300	1000	400	1700
	Travel speed	(km/h)	(c)	10	20	10	
	[(c)x 1000/3600]	(m/sec)	(d)	2.78	5.56	2.78	
	Traveling time [(b)/(d)]	(sec/cycle)	(e)	108	180	144	432
Truck handling time		(sec/cycle)	(f)	180 ～ 240		180 ～ 240	360 ～ 480
Truck cycle time [(e)+(f)]		(sec/cycle)	(g)				792 ～ 912
[(g)/60]		(min/cycle)	(h)				**13.2 ～ 15.2**
MHC handling productivity (for 2 MHC)		(box/hour)	(i)	40	～	50	40 ～ 50
Required quantity of trucks [(i)x(h)/60]		(sets)	(j)	8.8 ～ 10.1		11.0 ～ 12.7	**8.8 ～ 12.7**

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.3.45　標準的な MHC のロードカーブの例

表 8.3.25　標準的な MHC のロードカーブの例

	General cargo on hook		Container on spreader single lift	
Radius (m)	General cargo on hook [G HMK 6507 B (Gottwald)]*3 (Ton)	General cargo on hook [JWC-2100 (IHI)]*3 (Ton)	Container on spreader single lift [G HMK 6507 B (Gottwald)]*1 (Ton)	Container on spreader single lift [JWC-2100 (IHI)]*2 (Ton)
	(75%)		(75%)	
11	63.0	50.0	41.0	40.6
12	63.0	50.0	41.0	40.6
13	63.0	50.0	41.0	40.6
14	63.0	50.0	41.0	40.6
15	63.0	50.0	41.0	40.6
16	63.0	50.0	41.0	40.6
17	63.0	50.0	41.0	40.6
18	63.0	50.0	41.0	40.6
19	63.0	50.0	41.0	40.6
20	63.0	50.0	41.0	40.6
21	63.0	50.0	41.0	40.6
22	63.0	50.0	41.0	40.6
23	63.0	50.0	41.0	40.6
24	63.0	50.0	41.0	40.6
25	63.0	50.0	41.0	40.6
26	63.0	50.0	41.0	40.6
27	63.0	50.0	41.0	40.6
28	63.0	50.0	41.0	40.6
29	63.0	50.0	41.0	40.6
30	63.0	50.0	41.0	40.6
31	63.0	50.0	41.0	40.6
32	63.0	50.0	41.0	40.6
33	63.0	50.0	41.0	40.6
34	63.0	50.0	41.0	40.6
35	63.0	50.0	41.0	40.6
36	63.0	50.0	41.0	40.6
37	63.0	50.0	41.0	40.6
38	61.5	50.0	41.0	40.6
39	59.5	50.0	41.0	40.6
40	57.5	50.0	41.0	40.6
41	55.5	50.0	41.0	40.6
42	53.6	50.0	39.9	40.6
43	51.8	50.0	38.1	40.6
44	50.1		36.4	
45	48.5		34.8	
46	46.9		33.2	
47	45.4		31.7	
48	44.0		30.3	
49	42.6		28.9	
50	41.3		27.6	
51	40.0		26.3	

Note: *1 Deadweight of spreader: VATCII-ETW for 20'-40' = 13.7 ton
*2 Deadweight of spreader: BROMMA EH5U = 9.0 ton
*3 Deadweight of hook swivel gear SMAG SW125 = 3.2 ton

出典：JICA 調査団

(5) DK1 において想定されるコンテナ荷役のオペレーションモデル

荷役機械計画を策定するにあたって想定されるコンテナの荷役オペレーションモデルを以下に述べる。

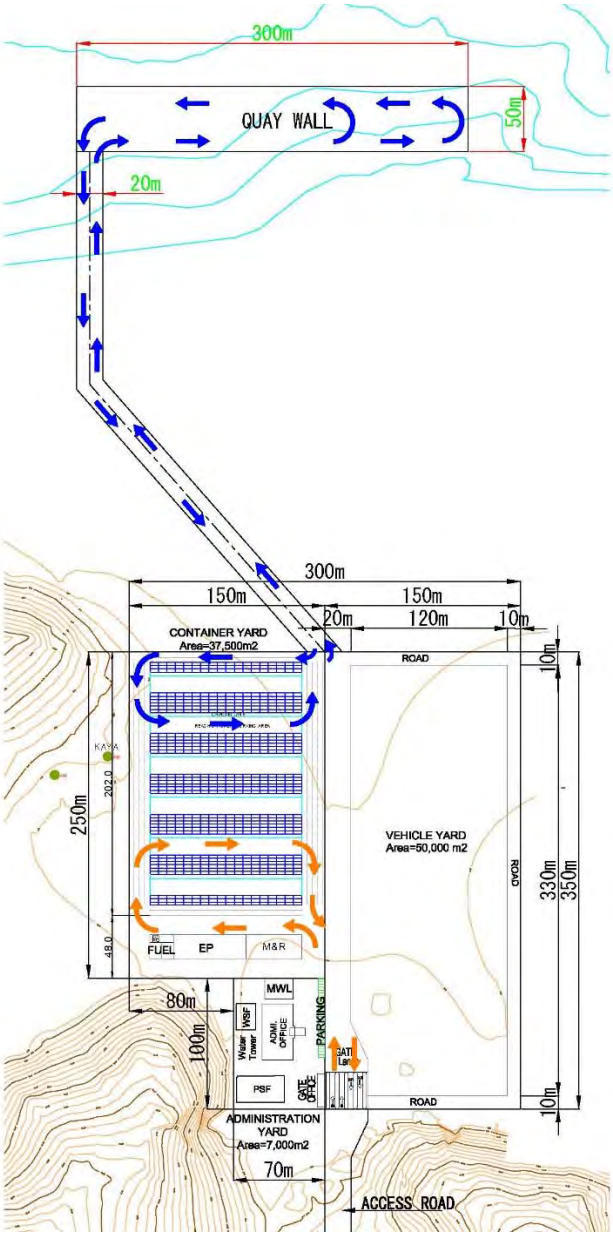
i) トラックの動線

港湾計画段階で作成された基本レイアウトに基づいて、想定される DK1 のトラクター/シャーシー（以降トラックと略称する）の動線の概要を図 8.3.46 に記載する。

(a) 本船の接岸位置が桟橋の北側（外側）であることから、コンテナ船舶は左舷付けとし内部トラックの動線は反時計まわりが適当であると考えられる。ただし、本船接岸の舷側は港湾計画段階で左右どちらにでも決定できることが前提である。

(b) 今回の計画ではヤード荷役はリーチスタッカー方式を採用しているが、トラックは原則ヤードブロック内に進入しそこでコンテナの積み卸しを行う方式がヤード管理上最も効率的であると考えられる。従って、内部トラックの動線は図 8.3.46 の様になると考えられる。

(c) 外部トラックは安全上ヤードブロック作業エリア内で内部トラックと進行方向を一致させる必要が有り、外部トラックの動線は時計回りに計画するのが適当であると考えられる（図 8.3.46 参照）。



出典：JICA 調査団

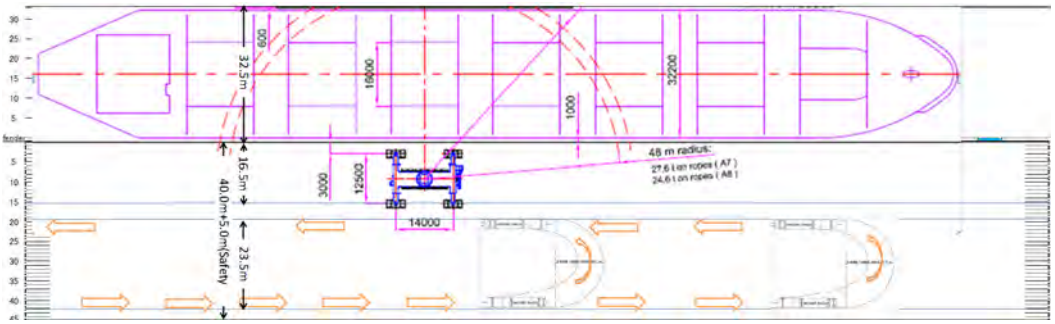
図 8.3.46　DK1 におけるコンテナ車両の動線

ii) MHC による岸壁荷役

DK1 岸壁（桟橋）におけるコンテナ荷役中の MHC の配置及び桟橋上のトラック動線を図 8.3.47-48 に示す。また参考までに桟橋方式の岸壁で MHC を採用した場合の本船荷役の状況を図 8.3.47-48 に記載する。

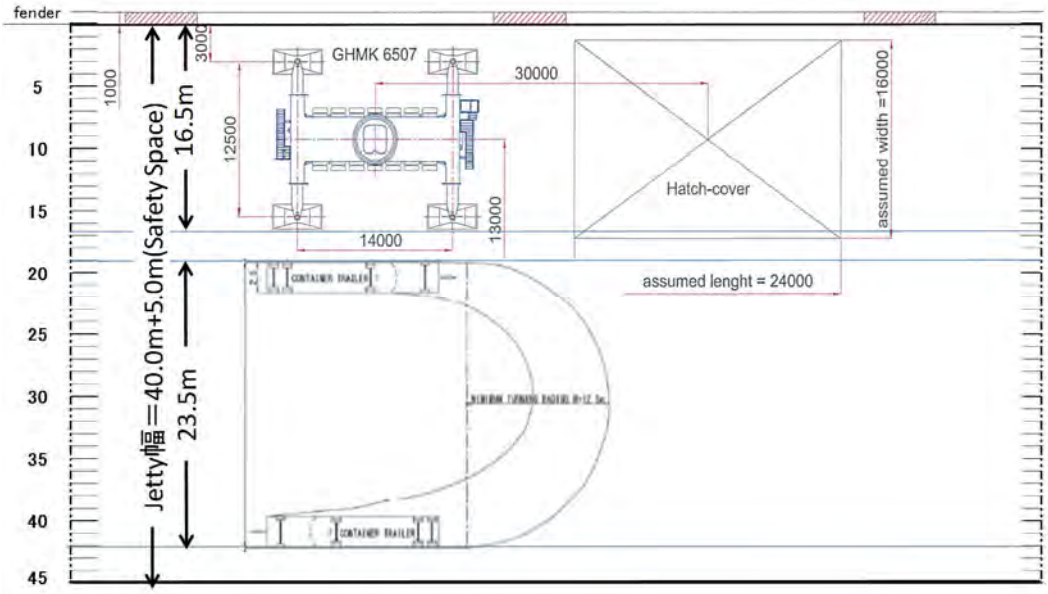
(a) パナマックス船対応の標準的な MHC を使用する場合、岸壁法線から MHC の海側アウトリガーの中心まで 3.0m 程度のスペースを確保する必要があり、これを考慮すると、MHC 本体の専有スペースは岸壁から約 16.5 m が必要となる（図 8.3.47-48 参照）。この場合、MHC を 1 船当たり 2 基投入した場合、MHC 間の空きスペースはハッチカバーの仮置場若しくはコンテナの仮置き場として使用される。

(b) 内部トラックの回転直径は 23.5 m 程度必要であることから、作業上の安全代約 5.0 m とあわせて、<u>桟橋幅は最低 40 m（好ましくは 45 m～50 m）を確保</u>する必要がある。本計画では、桟橋幅は 50 m と計画されていることから、安全代も含め十分な幅が確保されていると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 8.3.47　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役）



出典：JICA 調査団

図 8.3.48　DK1 における MHC の配置とトラック動線拡大図

出典：JICA 調査団

図 8.3.49　十分な作業域を有する岸壁での MHC による本船荷役（桟橋幅：50m）

出典：JICA 調査団

図 8.3.50　トラクター＋シャーシーの桟橋上での旋回状況（桟橋幅：50m）

出典：JICA 調査団

図 8.3.51　狭隘な岸壁での本船荷役状況（岸壁幅 35m）

iii) リーチスタッカーによるヤード荷役とヤードブロックの寸法

ヤード荷役に使用するリーチスタッカーは、通常片側3列（手前から1/2/3列）のスタッキングを可能とし2列目にIMOコンテナの最大荷重30.5 Tonの荷役が可能な機種を選定している。機種にもよるが今回の計画では手前から45/31/16 Tonの定格荷重の能力を採用する図8.3.52参照）。

スタッキングブロックはヤード面積の有効利用の観点から、通常両側から荷役作業が可能なように、6列（幅15 m＝コンテナ幅2.5 m×6列）で1ブロックを構成するように計画される。リーチスタッカーの作業スペースはスタッカーの全長12 mに1 m安全代を考慮して幅13 m、さらにトラックレーン3 mを加えて最低16 mは必要となる。

従ってヤードブロックモジュールは、スタッキングブロック（幅15 m）とリーチスタッカー作業スペース（幅16 m）、合計31 mを1ピッチとして構成される（図8.3.52参照）。

出典：JICA調査団

図 8.3.52　リーチスタッカーのブロック寸法と作業領域

スタッキングブロックの高さは、リーチスタッカーの能力とコンテナスタッキングブロックの安定性から決まり、通常最大4段（第3列）、さらに手前に3段（第2列）、2段（第1列）のスタッキングが可能である。この場合ブロックの平均積高さは3段となる。実際の作業においては、荷役の効率性を考慮し、これより各列とも1段低く積んだ形（最大3段（第3列））で運営しているターミナルが多い。この場合には平均積高さは2段となる（図8.3.53参照）。

今回のコンテナヤード計画では平均積高さは2.0段～2.5段を基本案として検討するが、最終的には所用ヤード能力（コンテナヤード能力及び自動車対応ヤードも含めた全体のヤード能力）を考慮し最適な案を選択して行くことが必要である。

出典：JICA調査団

図 8.3.53　平均スタッキング高さ

(6) 土木施設設計において配慮すべき事項

荷役機械計画の結果を反映して DK1 の土木施設設計にあたって配慮すべき事項を以下に記載する。その第 1 は岸壁施設（桟橋）の幅と地耐力であり、第 2 にコンテナヤードの所要面積、第 3 に岸壁施設とヤードとの連絡橋の幅と地耐力である。

i) 所要岸壁幅及び岸壁荷重条件

円滑なコンテナ荷役を実現するという観点から指摘すべき岸壁幅としては、前項オペレーションモデル ii) (b)に記載した通り最低 40 m（望むらくは 45 m～50 m）が必要である（図 8.3.47-48 参照）。

荷役機械計画の観点から指摘すべき岸壁の荷重条件は、1）MHC による荷役中のアウトリガーに係る荷重、2）リーチスタッカー荷役中の輪荷重、3）コンテナ仮置き時の荷重の 3 点である。

a)　MHC による荷役中のアウトリガーに係る荷重

表 8.3.26 にパナマックス船対応の標準的な MHC の全体諸元（クレーン諸元、移動時の軸重諸元、荷役時の荷重条件）を記載している。クレーンメーカーによって異なるが、このタイプの MHC の自重は 420 Ton～535 Ton 程度であり、コンテナ荷役中のアウトリガーにかかるコーナー荷重は 240 Ton～250 Ton と変化している。何れにしてもこのタイプの MHC を導入した場合、最低 250 Ton のコーナー荷重に耐える岸壁地耐力が荷役全域にわたって必要である。

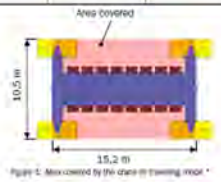
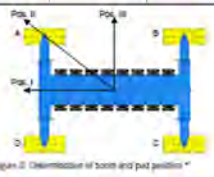
b)　リーチスタッカー荷役中の輪荷重

表 8.3.27 に今回計画している定格荷重 45 Ton クラスのリーチスタッカーの全体諸元を記載している。このクラスのリーチスタッカーの自重は約 72 Ton であり、最大 45 Ton の貨物を荷役した場合、前輪にかかる軸重は 102 Ton 程度であると考えられる。これは MHC の半分以下であり、岸壁構造全体に対する影響は MHC に比して小さい。

c)　コンテナ仮置き時の荷重

桟橋方式の岸壁を採用した場合、特にシップギアによる荷役時は、本船荷役とヤード荷役の能率差が発生した場合、岸壁が一時的なバッファ機能を担うことが必要であり、また安全上の理由から荷役中のコンテナがしばしば岸壁に仮置きされることが有る。このため最低 2 段、多い場合には 3 段の実入りコンテナの仮置きも想定される。一時仮置きコンテナの最大仮置き段数を 3 段とすると、最大荷重は 91.5 Ton、最大荷重圧力は 6.1 Ton/ m^2（30.5 Ton×3 段÷20’コンテナ投影面積 15.0 m^2）程度になる。

表 8.3.26　代表的な MHC の主要諸元　（パナマックス型船舶用）

		Panamax Vessel Model			Panamax Vessel Model		
Vessel Beam Size		32.5 m			32.5 m		
Number of rows for on-deck container		13 Row			13 Row		
Example of MHC Model (Gottwald)		G HMK 6507 B (Gottwald)			JWC-2100 (IHI)		
Main Crane Data							
1	Total crane weight	420 Ton			535		
2	Maximum load	65Ton			50 Ton		
3	Maximum load on operation	485Ton			585 Ton		
4	Number of axles	7			8		
5	Length of chassis without stabilizer pads	18.5 m			n.a.		
6	Width of chassis without stabilizer pads	9.0 m			n.a.		
7	Propping base (length, width)	14.0 m x 12.5 m			n.a.		
8	Stabilizer pad size (standard)	2.0 m x 4.5 m =9.0 ㎡			2.8 m x 2.8 m =7.8 ㎡		
9	Stabilizer pads per corner	1			2		
Crane in Travelling Mode							
1	Uniformly distributed load during travelling						
	(1) Area covered	(15.2m x 10.5m) =160.4㎡*1			n.a.		
	(2) Uniformly distributed load	420Ton/160.4㎡ =2.62Ton/㎡			n.a.		
2	Pressure under wheel						
	(1) Axle load	420Ton/7axles =60 Ton			n.a.		
	(2) Wheels per axle	4			4		
	(3) Load per wheel	15.0 Ton			18.5		
	(4) Supporting Area per wheel	1,690 c㎡			2,140 c㎡		
	(5) Pressure under wheel	**8.88 kg/c㎡**			**8.64 kg/c㎡**		
Crane in Operation							
1	**Maximum Propping Forces [at Heavy Load - 75%]**						
	Boom Position (See Fig 9.2.7-1)	I	II	III	I	II	III
	(1) Load (Ton)	64.3	64.3	64.3	n.a.	50	n.a.
	(2) Radius (m)	30	30	30	n.a.	42.5	n.a.
	(3) Stabilizer pad loading (Ton)	202.4	**239.1**	211.2	n.a.	**250**	n.a.
	(4) Pad(s) on which load is exerted	A,D*2	A*2	A,B*2	n.a.	A*2	n.a.
	(5) Stabilizer pad area (㎡)	9.00	9.00	9.00	n.a.	15.60	n.a.
	(6) Ground Pressure (kg/c㎡)	2.25	**2.66**	2.35	n.a.	**1.60**	n.a.
Note		*1 			*2 		

出典：JICA 調査団

表 8.3.27　45 Ton リーチスタッカーの主要諸元

Model			TFC 45 Rh*	SMV 45-31 TC5*	
Max Stacking Height	8'6"	Tier	5/5/4	5/5/4	1st /2nd/3rd row
	9'6"	Tier	5/4/3	5/4/3	
Maximum Lifting Capacity		Ton	45/ 31/ 16	45/ 31/ 16	1st /2nd/3rd row
Total Weight (with Spreader)		Ton	72	71.8	
Axle Road	Unladen	Ton	36/ 36	37.5/ 34.3	front/ rear
	Laden 45 ton	Ton	87/ 30	102.2/14.6	
	Laden 30 ton	Ton	69/ 33	95.5/ 7.3	
Wheel and Tires	Number of wheels		4/ 2	4/ 2	front/ rear
	Tire size		18.00-25"	18.00-25"	
	Rim size		13.00-25"	13.00-25"	
Main Dimensions	Overall length	mm	11,950	11,500	with spreader
	Wheel base	mm	6,000	6,400	
	Rear overhang	mm	1,300		
	Width	mm	4,190/ 3,350		front/ rear
Distance front tire to load center of;	1st row	mm	2,500	2,800	
	2nd row	mm	3,860	4,650	
	3rd row	mm	6,400	7,150	
Note: *1: Konecranes					

出典：JICA 調査団

ii) ヤードレイアウトと所要ヤード面積

コンテナヤードスタッキングブロックのベイプロフィル（列数、スタッキング高さ）については、前項オペレーションモデル ii) (b)に記載した通りであり、本計画では平均積高さ 2.0～2.5 段を前提にヤードレイアウトを計画する。

a)　ヤードブロック

表 8.3.28 に平均積高さ 2.0 段のケースと 2.5 段のケースについて、基本レイアウトにおけるコンテナヤードの東西方向の敷地長さ（150 m）を想定して算出したブロック容量を記載している。この表からも明らかなように、敷地長さ（150 m）とした場合 1 ブロックの Bay 数は 18 TEU を確保することが出来、ブロック容量は平均積高さ 2.0 段の場合は 216 TEU/Block、2.5 段の場合は 270 TEU /Block となる。

表 8.3.28　コンテナヤードブロック諸元とヤード能力

ブロック諸元					ブロック数	平均滞貨日数			
最大積段数	平均積段数	ブロック内列数	ブロック内ベイ数	ブロック容量		7日	6日	5日	4日
						ヤード年間回転率			
（段）	（段）	（列）	（TEU/Block）	（TEU/Block）		52.1	60.8	73.0	91.2
						ヤード年間取扱能力（TEU/年）			
4	2.5	6	18	270	5	70,000	82,000	99,000	123,000
					6	84,000	98,000	118,000	148,000
3	2.0	6	18	216	5	56,000	66,000	79,000	98,000
					6	68,000	79,000	95,000	118,000

出典：JICA 調査団

b)　ヤード能力

上記ヤードブロックに基づいて所要ブロック数及びヤード能力を算出した結果を表 8.3.28 に記載する。

1) ヤード能力算出に当たっては、本船荷役能力と整合させる必要が有り、所要ヤード能力としては年貨物量取扱量 70,000 TEU を目安としている（(7) i）　(b)”本船荷役能力の推定 2"参照）。
2) ヤード能力算出要件として、コンテナのヤード滞貨日数（Dwelling Time）が重要な要素である。開発途上国においては長いターミナルでは 2 週間に及ぶことも有るが、モンバサ港の場合 6 日～7 日の滞貨日数は達成できるものと考えられることから、この値を前提としてヤード能力を算定する。
3) この表からも明らかなように、年間 70,000 TEU のヤード能力を確保するためには、平均積高さ 2.5 段でのオペレーションを想定すると 5 ヤードブロック導入して平均滞貨日数 7 日で運営することになり、平均積高さ 2.0 段でのオペレーションを想定すると 5 ヤードブロックを導入した場合は平均滞貨日数 5.5 日でヤードを運営する必要が有り、6 ヤードブロックを導入した場合は平均滞貨日数 6.5 日で運営する必要が有る。
4) 定常的なオペレーションにおいて平均積高さ 2.5 段の達成は、かなりリスクが有ることを勘案すると、DK1 ターミナルのコンテナヤード計画では 6 ブロックの建設を計画することが適当であると考えられる。

c)　ヤードレイアウトと所要ヤード面積

上記の検討結果（トラック動線、ヤードブロック諸元、ヤード能力）に基づいて作成した DK1 ターミナル（リーチスタッカーヤード）のレイアウトモデルを図 8.3.54 に、また、このレイアウト図に基づいた DK1 ターミナルのコンテナヤード寸法を表 8.3.29 に記載する。

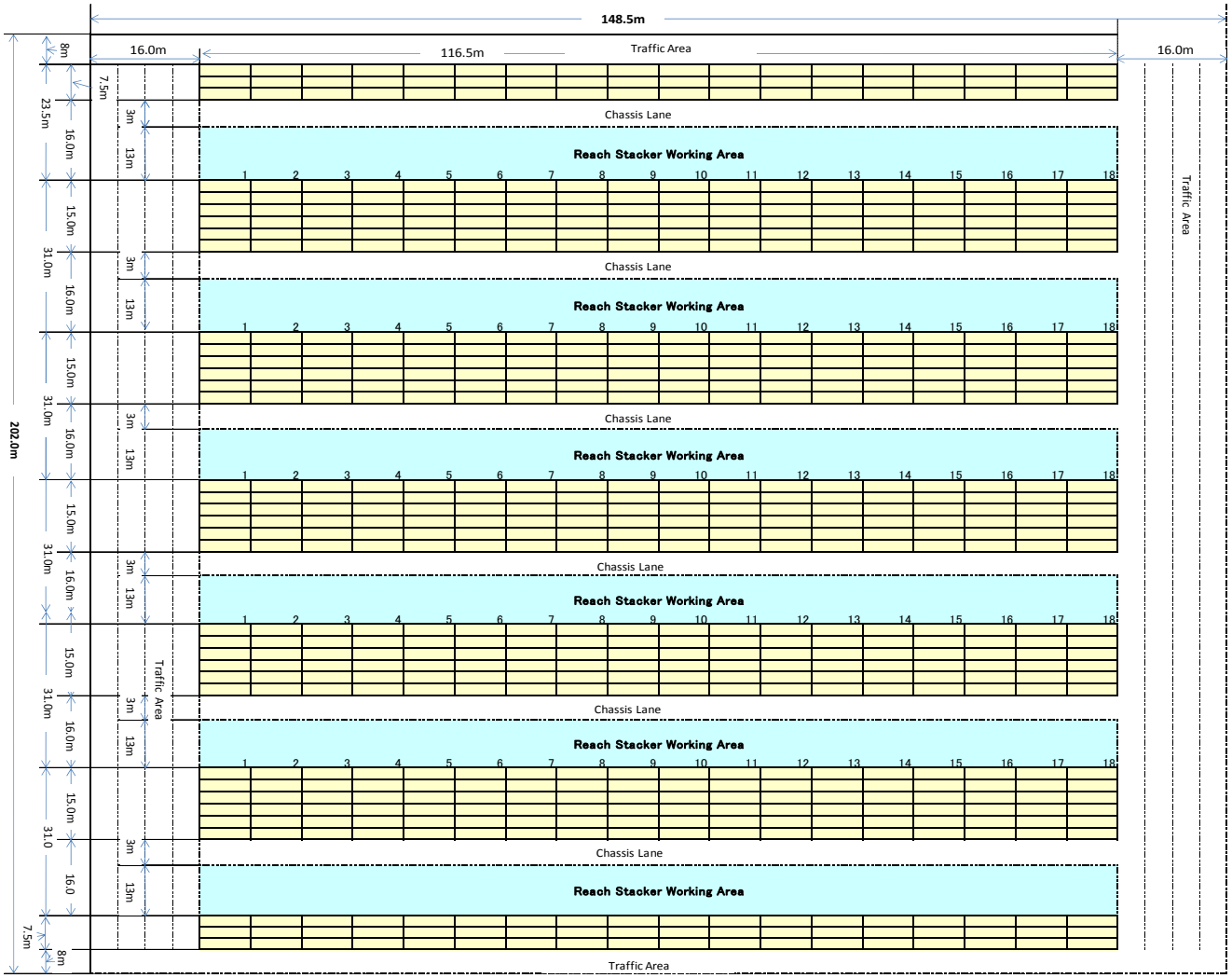
原案の基本レイアウトに対して南北方向に 1 モジュール（31 m）分、即ち南北方向に約最低 30m の拡張が必要である。

今後詳細設計にあたっては、ゲートの位置、連絡橋の取付け位置及び角度、ヤードブロック内のトラック旋回半径、メンテナンスショップ等のターミナル施設の位置等レイアウト案の精査が必要である。

表 8.3.29　DK1 ターミナルのコンテナヤード寸法

ブロック数	スタッキングエリヤ寸法		原案寸法		原案からの変更	
	南北方向	東西方向	南北方向	東西方向	南北方向	東西方向
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
5	171	148.5	172	150	-1	-1.5
6	202				30	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.3.54　DK1 コンテナヤードモデル

iii) 岸壁施設とヤードとの連絡橋の幅と MHC 移動時の荷重

DK1 におけるコンテナ取扱貨物量の将来変動（基本的には減少傾向）を考慮すると、この桟橋に導入する MHC は他の用途に転用される可能性が高い。この場合連絡橋を通過して他の場所に移されることになる。従って、連絡橋の幅及び耐荷重強度は MHC 移動時の荷重条件を考慮して設計する必要がある。

a)　MHC 移動時の機械の幅

パナマックス船対応 MHC の標準的な機種の移動時の機幅は 10.5 m～11.1 m であり、基本レイアウトの連絡橋幅 20 m あれば十分通過することが可能である（表 8.3.24 参照）。

b)　移動時の荷重条件

同様の機種の自重は 420 Ton（7 軸/各軸タイヤ 4 輪）～535 Ton（8 軸/各軸タイヤ 4 輪）であり、移動時はこの重量が各軸及びタイヤに分散してかかる。詳細な荷重分布は表 8.3.27 に記載されている。従って、連絡橋はこれらの荷重条件に耐えるものでなければならない。

(7) コンテナ荷役能力の評価

i) 本船荷役能力の評価

DK1 ターミナルは輸入自動車用ターミナルとして使用され、余力をコンテナターミナルとして使用されることで計画されている。この方針を受けて、DK1 においてコンテナ荷役に使用出来る日数が港湾計画によって検討され、2020 年から 2035 年にかけて 189 日（年間総荷役可能日数の 52%）～69 日（19%）と算出されている。従って、DK1 におけるコンテナ荷役能力はこの稼働可能日数を前提として推定されることとなる（表 8.3.21 参照）。

a)　コンテナ荷役能率の推定

DK1 ターミナルのコンテナ荷役能率の推定は、Net Productivity（荷役中時間中の能率クレーンの能率）が基本になり、これに作業中の各種中断（設備故障、悪天候、書類不備、荷揃い不良、シフト交代時の作業中断等）による作業効率の低下（Operational efficiency:80%)及びバース時間に対する Gro 荷役時間の比率（Work hour ratio:89%（モンバサ港 M/P 調査結果を引用））を勘案すると、対バース時間当たりの荷役能率（Vessel productivity）は Net Productivity の 70%程度になるものと推定される（表 8.3.30 参照）。

また MHC 荷役の Net Productivity は標準的にはクレーン 1 基当たり平均 20 Box/hour（最大 25 Box/hour）、またシップギアによる荷役の Net Productivity は 1 ギャングあたり平均 10 Box/hour 程度であり、DK1 においてもこの程度の荷役能率は十分実現出来るものと考えられる。

以上の結果から、MHC（2 基体制時）の Vessel Productivity は 28.5 Box/ berth-hour、シップギア（2 ギャング体制時）の Vessel Productivity は 14.2 Box/ berth-hour 程度であると推定される（表 8.3.30 参照）。従って 1 日当たりの生産性は MHC で 957 TEU/berth-day （7,368Ton/ berth-day）、シップギアの生産性は 478 TEU/berth-day （3,684 Ton/ berth-day）であると推定される。この推定の根拠となる TEU 換算係数（1.4）及び 1 TEU 当たりの平均貨物量（7.7Ton/TEU）はモンバサ港の荷役実績及びモンバサ港 M/P 調査での調査結果を引用している。

また、MHC により荷役されるコンテナの量（Full Container Vessel）とシップギアにより荷役されるコンテナの量（Geared Vessel）の比率を 50%/50%と考えると両者の平均荷役能率は 638 TEU/ berth-day （4,912 Ton/ berth -day） と推定される（表 8.3.30 参照）。

表 8.3.30　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能率

Crane	Item	Data	Description
Mobile Harbor Cranes (MHC)	(a1) Net Productivity (Units /Net operation hour)	40.0	2 mobile harbor cranes
	(b1) Operational efficiency [(Net operation hour) /(Gross work hour)]	80%	
	(c1) Work hour ratio [(Gross work hour) / (Berth hour)]	89%	Survey from the Port M/P(*)
	(d1) Working ratio [(b1)*(c1)]	71%	Survey from the Port M/P(**)
	(e1) Vessel Productivity (units/ berth hour) [(a1)*(d1)]	28.5	
	(f1) TEU coefficient [1+40' container ratio(%)]	1.40	Survey from the Port M/P(***)
	(g1) Daily Productivity (TEU/Berth day) [(a1)*(d1)*(f1)*24]	957	
	(h1) Daily Productivity (Ton/day) [(g1)*(Unit weight)]	7,368	Unit weight=7.7 Ton/TEU(****); Survey from the Port M/P
Ship Gears (SG)	(a2) Net Productivity (Units /Net operation hour)	20.0	2 mobile harbor cranes
	(b2) Operational efficiency [(Net operation hour) /(Gross work hour)]	80%	
	(c2) Work hour ratio [(Gross work hour) / (Berth hour)]	89%	Survey from the Port M/P(*)
	(d2) Working ratio [(b2)*(c2)]	71%	Survey from the Port M/P(**)
	(e2) Vessel Productivity (units/ berth hour) [(a2)*(d2)]	14.2	
	(f2) TEU coefficient [1+40' container ratio(%)]	1.40	Survey from the Port M/P(***)
	(g2) Daily Productivity (TEU/ berth day) [(a2)*(d2)*(f2)*24]	478	
	(h1) Daily Productivity (Ton/ berth day) [(g1)*(Unit weight)	3,684	Unit weight=7.7 Ton/TEU(****); Survey from the Port M/P
Average	(i) Average Daily Productivity (TEU/ berth day)	638	1/(i) = {1/(g1)+1/(g2)}/2
	(j) Average Daily Productivity (Ton/ berth day)	4,912	1/(j) = {1/(h1)+1/(h2)}/2

出典：JICA 調査団

b)　本船荷役能力の推定

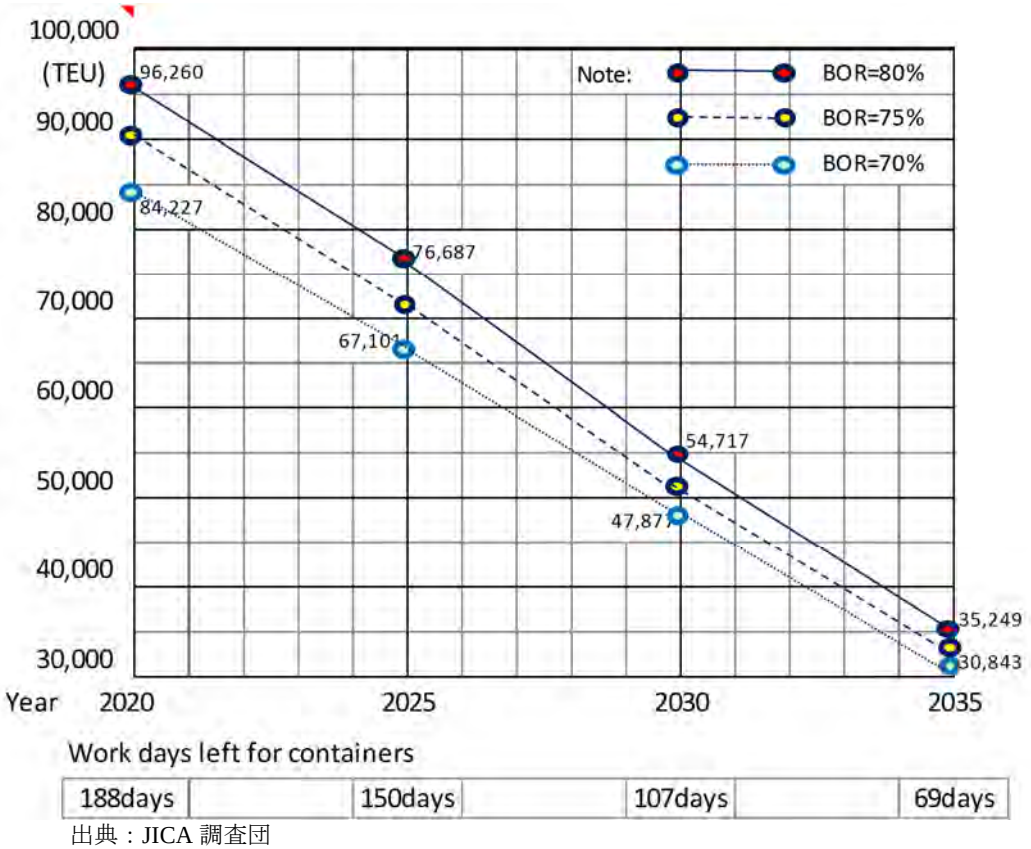
上記荷役能率を用いて推定した 2020 年から 2035 年にかけての DK1 ターミナルのコンテナ本船荷役能力を表 8.3.31 及び図 8.3.55 に記載する。本船荷役能力はバース占有率（BOR）によって異なるため、本計画では BOR を 70%から 80%まで変化させて荷役能力への影響も勘案して推定している。通常のコンテナ港湾計画では BOR は 70%~75%程度が標準的であり、この BOR を前提にすると 2025 年時点で約 67,000 TEU~72,000 TEU のコンテナ荷役能力になるものと推定される。

表 8.3.31　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役）

Year			2020	2025	2030	2035
Motor Vehicles	(a) Daily Productivity (units/day)*1		1,500	1,500	1,500	1,500
	(b) Target Annual Productivity (units/year)*2		177,877	216,995	260,904	299,812
	(c) Berth Occupancy Ratio (B.O.R.)*3		80%	80%	80%	80%
	(d) Work ratio*3		0.85	0.85	0.85	0.85
	(e) Work Days (day) [(b)/(a)/(c)/(d)]		175	213	256	294
Containers	(f) Work days left for containers [363days-(e)]		188	150	107	69
	[(f)/ 363]		52%	41%	30%	19%
	Case 1	(g1) Berth Occupancy ratio (B.O.R.)	**70%**	**70%**	**70%**	**70%**
		(h1) Available berth days for container [(f)*(g1)]	132	105	75	48
		(i1) Average Daily Productivity (TEU/berth day)	638	638	638	638
		(j1) Container Handling Capacity (TEU/ year)	**83,954**	**67,101**	**47,877**	**30,843**
	Case 2	(g1) Berth Occupancy ratio (B.O.R.)	**75%**	**75%**	**75%**	**75%**
		(h1) Available berth days for container [(f)*(g1)]	141	113	80	52
		(i1) Average Daily Productivity (TEU/berth day)	638	638	638	638
		(j1) Container Handling Capacity (TEU/ year)	**89,951**	**71,894**	**51,297**	**33,046**
	Case 3	(g1) Berth Occupancy ratio (B.O.R.)	**80%**	**80%**	**80%**	**80%**
		(h1) Available berth days for container [(f)*(g1)]	150	120	86	55
		(i1) Average Daily Productivity (TEU/berth day)	638	638	638	638
		(j1) Container Handling Capacity (TEU/ year)	**95,948**	**76,687**	**54,717**	**35,249**

Note:
*1: Average of low and high (1,000-2,000 units/day)
*2: Value from the demand forecast result
*3: Survey from the Port M/P

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.3.55　DK1 ターミナルのコンテナ荷役能力（本船荷役）

ii) コンテナヤード能力の評価

DK1 ターミナルにおけるコンテナヤード能力については、前項(5) iii)「リーチスタッカーによるヤード荷役とヤードブロックの寸法」に記述されているので参考にされたい。

結論を要約すると、2025 年における本船荷役能力 70,000 TEU/年（67,000 TEU~72,000 TEU の中央値）と整合するためには、リーチスタッカー方式によるヤードブロックは 6 ブロック（平均スタッキング高さ 2 段）が必要であり、このヤードは平均 Dwelling Time 6~7 日で運用しなければならない。

(8) 荷役機械見積価格

DK1 ターミナルにおけるコンテナ荷役機械の概算見積金額を表 8.3.32 に記載する。概算見積にあたっては、モンバサ港に納入実績のある欧州の機械メーカーの見積額と日本の機械メーカーの見積額とを併記している。

総額は 18.3 億円（欧州メーカーの見積金額）と 25.6 億円（日本のメーカーが出荷可能な MHC 及び岸壁トップリフターは日本メーカーの見積金額を優先）になる。現行の為替レートにおいては両者の見積金額にはかなりの差が生じている（100:150）。

MHC もリーチスタッカーも既に汎用機械であり、専業メーカーとして企業体質をスリム化し世界各国に販路を広げている欧州のメーカーに比べて、年間出荷量の少ない日本のメーカーの見積金額が高くなるのはやむを得ないと考えられる。また、納入地域がアフリカであるため、輸送費に関しても欧州メーカーの方が有利な条件になっているものと考えられる。

表 8.3.32　DK1 ターミナルコンテナ荷役機械の概算見積金額

機械種類	用途	型式仕様		基数	見積単価（万円/基）		見積総額(万円)	
					欧州メーカー見積	日本＋欧州メーカー見積	欧州メーカー見積	日本＋欧州メーカー見積
1　MHC	本船荷役	1-1 1-2 1-3	ﾊﾟﾅﾏｯｸｽ型船舶に対応可能 （On-deck 13列対応） ｼﾝｸﾞﾙﾘﾌﾄ方式（定格荷重40.5Ton（13列目）） Gottwald HMK 6507 Class/IHI JWC 2100 Class	2	65,650	100,000 （内輸送費：15,000万円）	131,300	200,000 （内輸送費：30,000万円）
2　Reach Stacker	ヤード荷役	2-1 2-2 2-3	5段積3列対応 定格荷重 16/31/45Ton（手前1/2/3列目） 交換部品、現地指導料を含む。	4	5,540	-	22,160	同左
3　Reach Stacker /Top Lifter	本船荷役(Buck up)	3-1 3-2 3-3	同上仕様の機器を想定する。 欧州ﾒｰｶｰはﾘｰﾁｽﾀｯｶｰ TFC-45 Class 日本ﾒｰｶｰはﾄｯﾌﾟﾘﾌﾀｰ FD-430 Class	2	5,460	7,800	10,920	15,600
4　Tractor　& Chassis	岸壁とﾔｰﾄﾞとのｺﾝﾃﾅ運搬	4-1	40/20 feetｺﾝﾃﾅ用	12	1,560	-	18,720	同左
合計							183,100	256,480

出典：JICA 調査団

8.3.10 港湾管理運営

現在のモンバサ港の管理運営形態は一般に「パブリック・サービス・ポート」と呼称される形態である。この形態は従来一般的に採用されてきた形態で、殆んど全ての港湾施設及び機能（港湾サービスを含む）を港湾当局が直接保有運営する形態である。

表 8.3.33　「パブリック・サービス・ポート」の強みと弱み

強み	弱み
単一の機関（政府）が港湾施設開発と管理運営を一元的に行う	民間の活用がなされない 競争原理が働かない 利用者・市場志向が薄い 改善への意思が弱い

出典：JICA 調査団

上記「パブリック・サービス・ポート」が進化した形として「ツール・ポート」と呼称される形態がある。この形態では全ての港湾施設を港湾当局が直接保有し運営するが、実際の港湾作業は民間を起用して実施する形態である。民間活用が労働力の提供に限られる為、効率的運営の面においては効果が薄い。

表 8.3.34　「ツール・ポート」の強みと弱み

強み	弱み
単一の機関（政府）が港湾施設開発と運営を一元的に行うので効率的な港湾投資が可能	民間の活用は労働力の提供に限られる 設備投資志向が薄い 改善への意思が弱い

出典：JICA 調査団

今日、世界の港湾管理運営形態で最も一般的なのは「ランドロード・ポート」（地主型港湾）と呼称される形態である。この形態では、港湾当局は港湾施設インフラを整備・保有し、実際の港湾の運営は民間が行う形態である。

表 8.3.35　「ランドロード・ポート」の強みと弱み

強み	弱み
民間業者が港湾運営機能を一元的に行う 民間業者（ターミナル・オペレーター）は政府機関（港湾管理者）の指揮下に置かれる 長期契約により民間の意欲が高まる 効率的運営が期待できる	貨物量増加に見合った港湾拡張計画が適切になされない恐れがある

出典：JICA 調査団

港湾運営に民間業者を起用することの利点は次の通りである。

- 港湾運営の生産性が向上し効率化が図れる
- 利用者へのサービスが向上する
- 利益追求の結果としての生産性の向上

現在の KPA の管理運営形態とランドロード･ポート型運営（民営化）の典型的形態二種（Management Contract 及び Concession Contract）との比較は、次の通りである。

表 8.3.36　港湾運営の比較検討

	ケース I	ケース II	ケース III
	パブリック・サービス・ポート（現行運営形態）	ランドロード（民営化）（Management Contract）	ランドロード（民営化）（Concession Contract）
施設所有者	KPA	KPA	KPA
運営実施者	KPA	民間オペレーター	民間オペレーター
運営管理責任者	KPA	KPA	民間オペレーター
港湾運営収入帰属	KPA	KPA/民間オペレーター	民間オペレーター
運営の自由	n/a	オペレーターの裁量権は制限される	オペレーターは自らの裁量で運営を行える
利点	港湾全体での柔軟な運営管理が可能	民間 Operator の技能を利用できる	施設のポテンシャルを最大限引き出せる
欠点	生産性が低い	・運営方針に関して施設所有者とオペレーターとの間で利害相反が生ずる可能性がある。 ・オペレーターのモチベーションが低い。	追加投資の適切なタイミングの判断を誤る可能性がある。

出典：JICA 調査団

ドンゴクンドゥ DK1 バースの管理運営に関して、上記各ケースを比較検討すれば次の通りである。

i) ケース I（KPA 直接運営）

KPA が DK1 の運営を全て行うケース。現在のモンバサ港で行われている管理運営方式をそのまま DK1 にも延長した形となる。

ii) ケース II（民営化：Management Contract）

KPA は民間オペレーターに DK1 の運営を委託する。岸壁施設・荷役機器共に KPA が整備する。民間オペレーターによる投資は限定的なものとなる。貨物取扱収入は KPA の収入となり、その中からオペレーターに対して一定の運営手数料が支払われる。あるいは KPA とオペレーター間で収入の取り分割合を定めてそれに基づき支払われる。

この形式は、KPA にとっては引き続き施設運営に関与できる利点があるが、反面オペレーターにとっては運営裁量権が制限され、投入コストに比して収益性が低くなる懸念より、民間オペレーターの関心が低くなる場合が多い。

iii) ケース III（民営化：Concession Contract）

KPA は民間オペレーターに DK1 の運営権を委譲する。岸壁施設は KPA が整備する。オペレーターは自ら投資して荷役機器を整備し、運営を行う。オペレーターは独自の営業戦略を立てて収益最大化を図る。KPA は運営権委譲の対価としてオペレーターからコンセッション・フィーを受け取る。コンセッション・フィーは、岸壁施設整備投資額の回収に相当する固定部分と、オペレーターによる運営収入に連動する変動部分の二部構成となるものが一般的である。さらに、オペレーターに運営効率を保証させる仕組みも併せ導入される。この形式は、KPA にとっては、運営権を全面的に委譲する代わりに投資額を回収するに足りる収入が保証され、さらに施設運営実績に連動して追加収入が得られる利点がある。オペレーターは独自の裁量で自由に施設を運営することにより運営収益を最大化させる可能性を追求することが出来る。

iv) 推奨案

ドンゴクンドゥ DK1 バースは、供用開始当初は、SEZ 関連貨物に依存することが困難と予想されるので、KPA 直接運営として、モンバサ港全体での貨物取扱い計画の中に組み入れて、KPA の在来バースの一つとして貨物を割り振って運営する方式が妥当と思われる。

基本的に、KPA は港湾管理者としてモンバサ港全体を管理する義務と責任を有する。

しかしながら、DK1 はその設置位置より SEZ と密接かつ不可分の性格を持つものである。DK1 は SEZ 地域に隣接した SEZ の玄関口として、将来に亘り SEZ 関連貨物が重要な位置を占めるようになってくるのは明らかである。

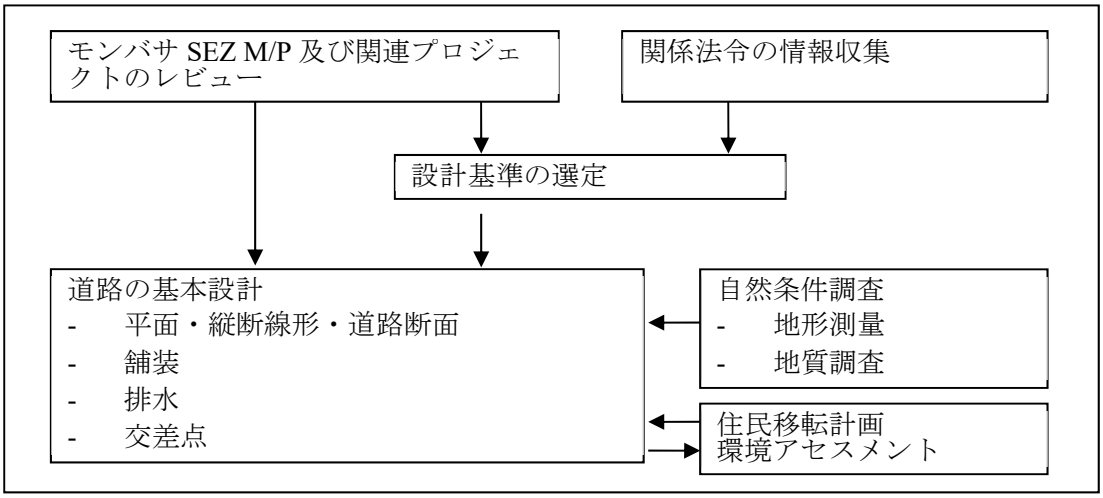
従って、将来的にモンバサ港の各港湾施設が民営に転換されるにせよ、KPA 直営のままとなるにせよ、SEZ 運営団体と KPA との間で DK1 の具体的効率的使用に関して意見交換・調整の機能を持つ機関が設立されるべきである。

又、その機関は、各利害関係者の DK1 に関する要望が前広に反映される様に、出来うる限り早急の機会に設立されるべきである。

8.4　道路

8.4.1　概要

SEZ 内基幹道路及び変電所アクセス道路の基本設計を行う。SEZ 内基幹道路は、「モンバサ港周辺道路開発事業」で建設されるモンバサ南部バイパス（以下、MSBR）から、ドンゴクンドゥ地域の港湾をつなぐ唯一の道路であり、電気や上水の供給ラインでもある。変電所アクセス道路は SEZ 変電所へのアクセス道路である。基本設計は図 8.4.1 に示す手順で行う。



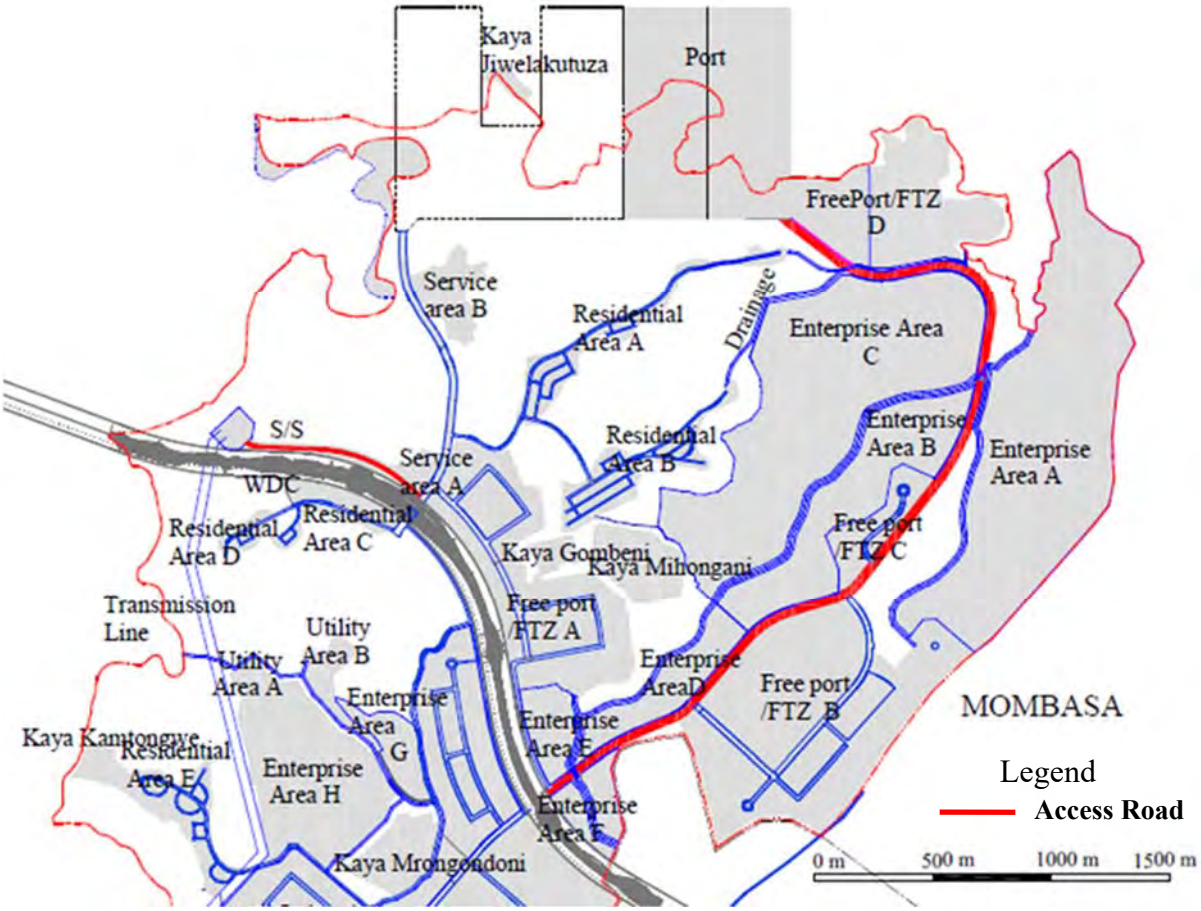
出典：JICA 調査団

図 8.4.1　道路設計の実施フロー

8.4.2　現状と関連プロジェクト

(1) 現状

SEZ 基幹道路はモンバサ SEZ 北東部と MSBR を連結する道路であり、延長は 4.6km である（図 8.4.2 参照）。周辺は起伏の激しい地形であるため道路の建設費は高くなる傾向にある。但し、現状の地形、地質状況を勘案し、道路建設のフィージビリティに加え、安全性、運転性も考慮しながら計画・設計する。

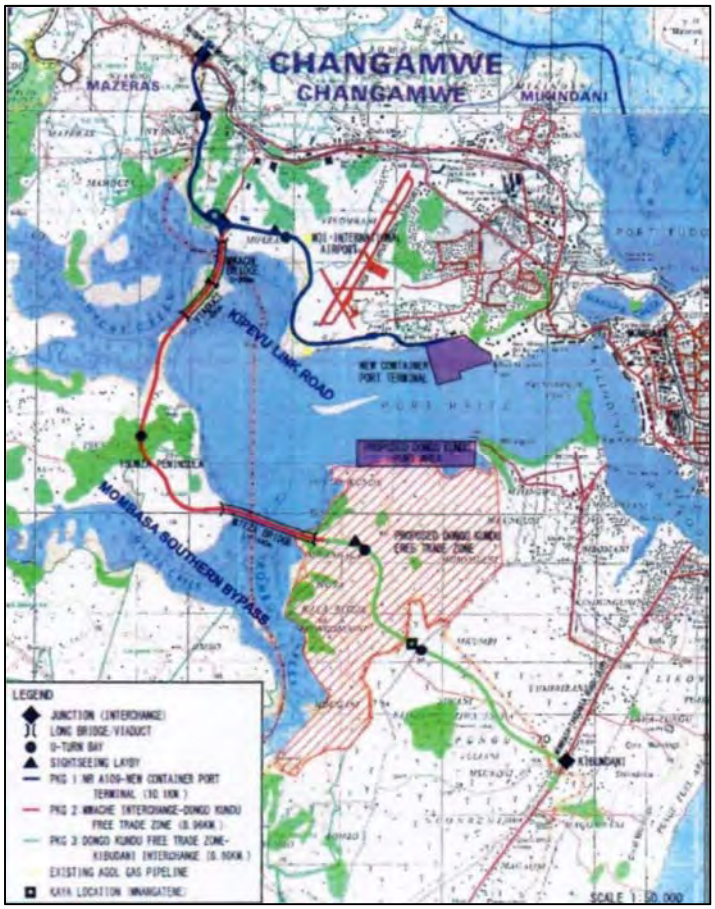


Source: JICA Design Team

図 8.4.2　道路位置図

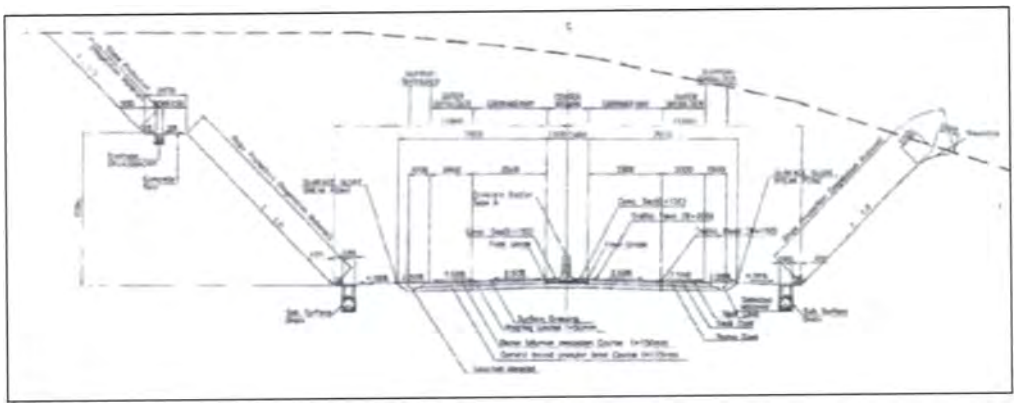
(2) 南バイパス建設プロジェクト

関連プロジェクトとしては MSBR が挙げられる。MSBR はケニア高速道路公社（以下、KeNHA）が建設・管理するモンバサ市中心部と SEZ を繋ぐ幹線道路である。SEZ 内を通る MSBR パッケージ 3 は 2018 年末からの施工となっており、SEZ 内に 2 つの交差点が計画されている（図 8.4.2）。



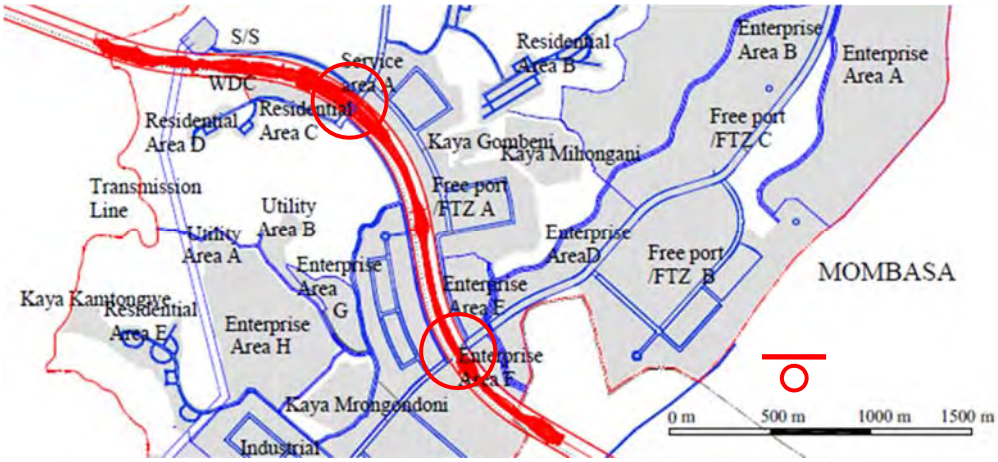
出典:：Mombasa Port Area Road Development Project, JICA Loan No. KE-P29, Engineering Report Final, 2014, JICA, KeNHA and Japan ODA

図 8.4.3　MBSR の線形



出典：Mombasa Port Area Development Project, JICA Loan No. KE-P29, Engineering Report Final, 2014, JICA, KeNHA and Japan ODA

図 8.4.4　MSBR の標準断面



出典：JICA 調査団

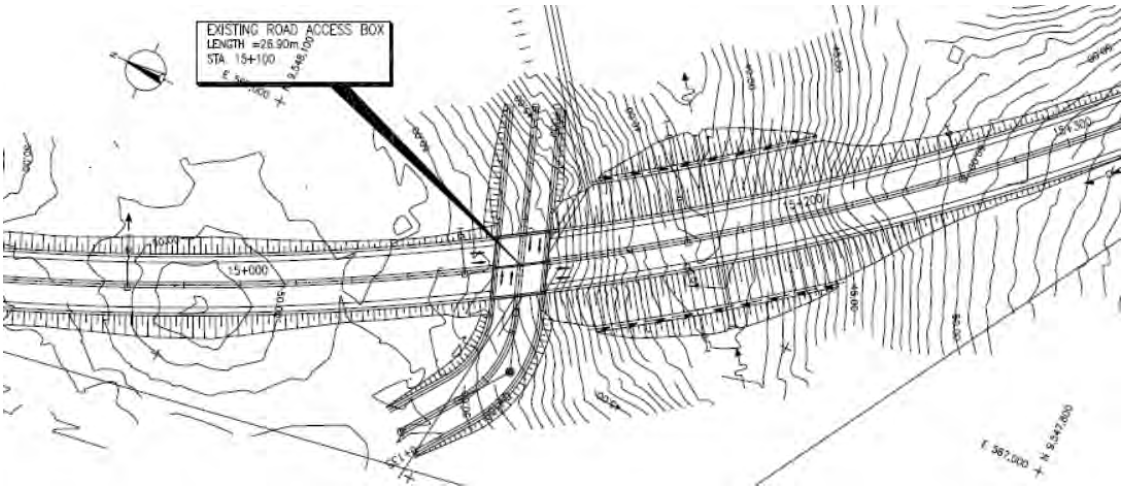
図 8.4.5　モンバサ南部バイパスと SEZ 内の 2 つの交差点

i) 南部バイパス STA.13+700 インターチェンジの設計基準のギャップ

南部バイパス事業にて整備予定の南部バイパス STA.13+700 のダイヤモンド型高架インターチェンジの設計基準（縦断勾配や断面構成）が、SEZ M/P で提案されている水準を満たしていない。南部バイパス事業での整備が難しい場合、将来バース 3 が供用される段階で当該インターチェンジの改良が必要である。

ii) 南部バイパス STA.15+100 インターチェンジ形状のギャップ

SEZ M/P では 4 車線のダイヤモンド型高架インターチェンジが提案されているが、南部バイパス詳細設計ではランプのない 2 車線アンダーパスが計画されている（図 8.4.6）。当インターチェンジはフェーズ 1 の供用開始に不可欠であり、拡幅及びランプ建設が必要である。



出典: Mombasa Port Area Road Development Project, JICA Loan No. KE-P29, Engineering Report Final, 2014, JICA, KeNHA and Japan ODA

図 8.4.6　南部バイパス STA.15+100 インターチェンジ詳細設計（原設計）

iii) 南部バイパス STA.15+100 の配置変更

フェーズ 1 供用のためには南部バイパス STA. 15+100 付近にインターチェンジが必要であるが、一方、隣接ランプ（STA. 16+000）と近接しており、交通安全上必要な離隔が確保されていない。ケニア基準では 220m 以上の離隔が望ましいとされておりインターチェンジ設置位置の再検討を行った。

出典：JICA 調査団

図 8.4.7　インターセクションの間隔

8.4.3　将来交通量推計

(1) 交通需要予測

SEZ 開発順序に基づく 5 年毎の交通量推計値を表 8.4.1 に示す。2040 年の総発生集中交通量は 51,414 PCU/day となる。

表 8.4.1　SEZ の推計交通量[PCU/day]

Land Use	2025	2030	2035	2040
Port	2,835	9,403	14,609	17,485
FTZ	3062	7959	10562	13784
Enterprise area	0	2936	7753	8437
Industrial Park	1,018	4,364	7,510	8,111
Residential	500	1,430	1,910	2,250
Tourism Park	0	320	790	790
Service area	0	170	420	420
WDC	5	10	10	10
S/S	20	20	20	20
Utility Area A	0	50	110	110
Total	7,440	26,662	43,692	51,414

出典：JICA 調査団

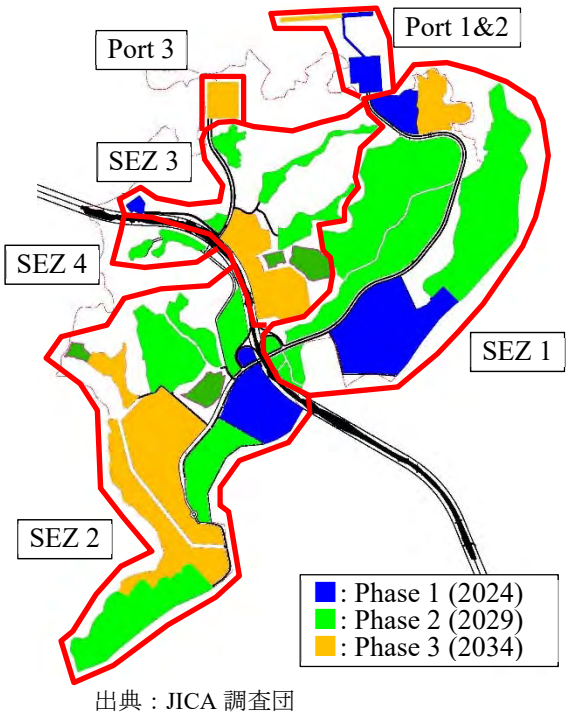
(2) 交通量配分

表 8.4.2、図 8.4.8 に示すゾーン区分に基づき交通量配分を実施する。

表 8.4.2　ゾーン区分

Zone	Land Use
Port 1 & 2	Port1, Port 2
Port 3	Port3
SEZ 1	FTZ B to D2, Enterprise A to F
SEZ 2	Enterprise area G to J, Industrial Park A1 to B2, Residential E, Tourism Park, MICE, WDC, Utility Area
SEZ 3	Residential A & B, Service area, S/S
SEZ 4	Residential C & D

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.8　SEZ 開発順序とゾーン区分

交通量配分結果を図 8.4.9 に示す。SEZ 内基幹道路の将来交通量は 2040 年時点で 20,843PCU/day と推計される。

表 8.4.3　OD マトリックス（2025 年）[PCU/day]

From/To	North	South	Port1&2	Port3	SEZ1	SEZ2	SEZ3	SEZ4
North	0	0	757	0	311	138	3	0
South	0	0	289	0	234	184	7	0
Port1&2	278	137	0	0	884	80	38	0
Port3	0	0	0	0	0	0	0	0
SEZ1	785	382	261	0	0	0	104	0
SEZ2	143	187	72	0	0	0	108	0
SEZ3	3	7	38	0	104	108	0	0
SEZ4	0	0	0	0	0	0	0	0

出典:：JICA 調査団

表 8.4.4　OD マトリックス（2030 年）[PCU/day]

From/To	North	South	Port1&2	Port3	SEZ1	SEZ2	SEZ3	SEZ4
North	0	0	2,098	0	1,495	720	29	0
South	0	0	776	0	1,188	1,068	67	0
Port1&2	1,406	558	0	0	2,274	412	46	6
Port3	0	0	0	0	0	0	0	0
SEZ1	2,157	1,393	1,405	0	0	0	289	39
SEZ2	749	1,081	371	0	0	0	295	40

SEZ3	29	67	46	0	289	295	0	0
SEZ4	0	0	6	0	39	40	0	0

出典：JICA 調査団

表 8.4.5　OD マトリックス（2035 年）[PCU/day]

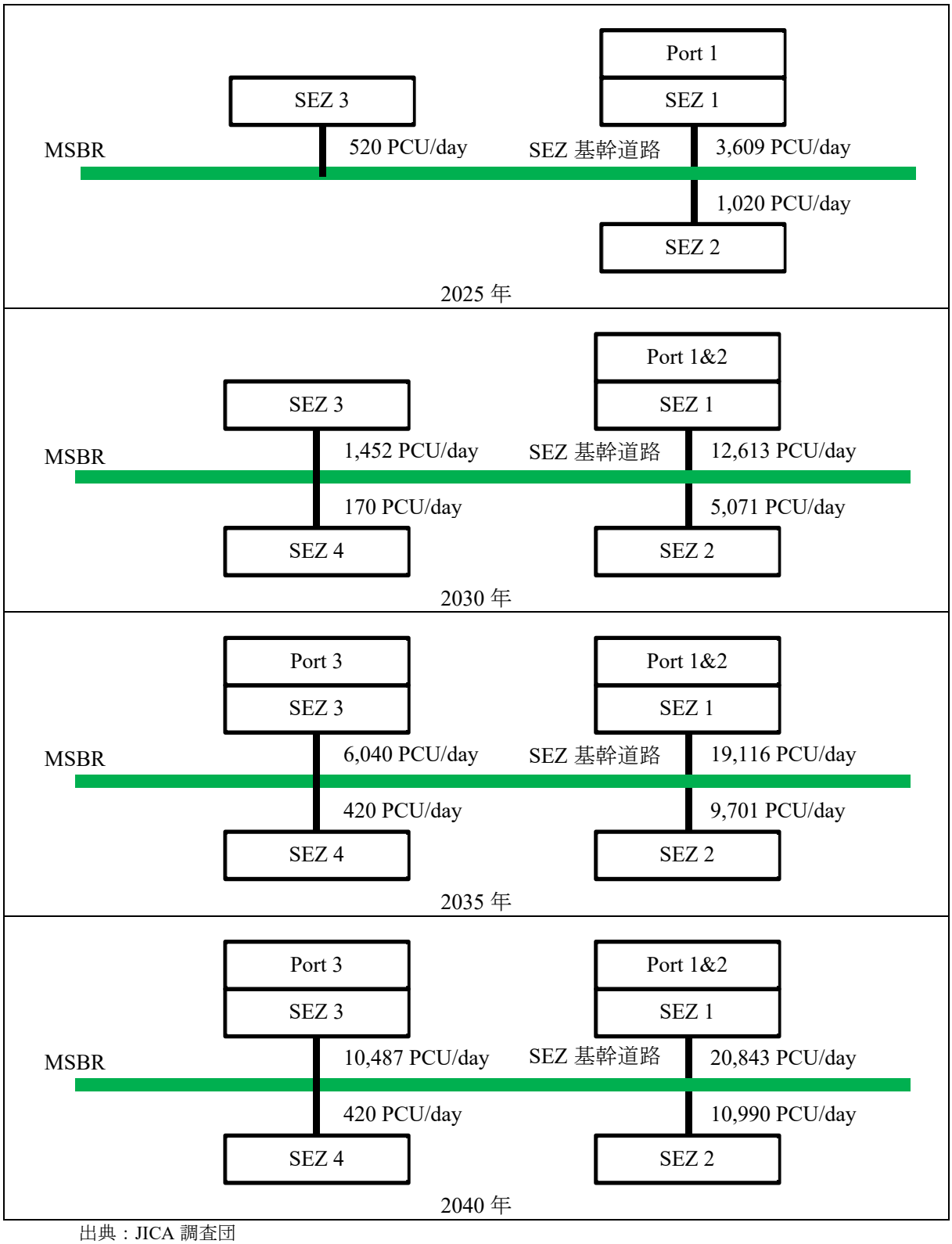
from/to	North	South	Port1&2	Port3	SEZ1	SEZ2	SEZ3	SEZ4
North	0	0	2,558	1,123	2,017	1,328	260	0
South	0	0	930	416	1,924	2,125	312	0
Port1&2	1,747	673	0	0	2,400	595	321	9
Port3	30	70	0	0	989	347	117	4
SEZ1	3,435	2,368	1,526	0	0	49	270	90
SEZ2	1,633	2,225	536	2	49	110	305	100
SEZ3	441	369	187	13	270	305	41	7
SEZ4	0	0	9	4	90	100	7	0

出典：JICA 調査団

表 8.4.6　OD マトリックス（2040 年）[PCU/day]

From/To	North	South	Port1&2	Port3	SEZ1	SEZ2	SEZ3	SEZ4
North	0	0	2,557	2,216	1,946	1,411	513	0
South	0	0	928	760	1,889	2,320	533	0
Port1&2	1,746	672	0	0	2,126	568	626	8
Port3	30	70	0	0	1,781	655	457	4
SEZ1	3,873	2,494	1,374	0	0	110	243	81
SEZ2	1,946	2,493	512	5	110	277	327	102
SEZ3	1,049	703	367	12	243	327	91	15
SEZ4	0	0	8	4	81	102	15	0

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.9　幹線道路の将来交通量

車線数

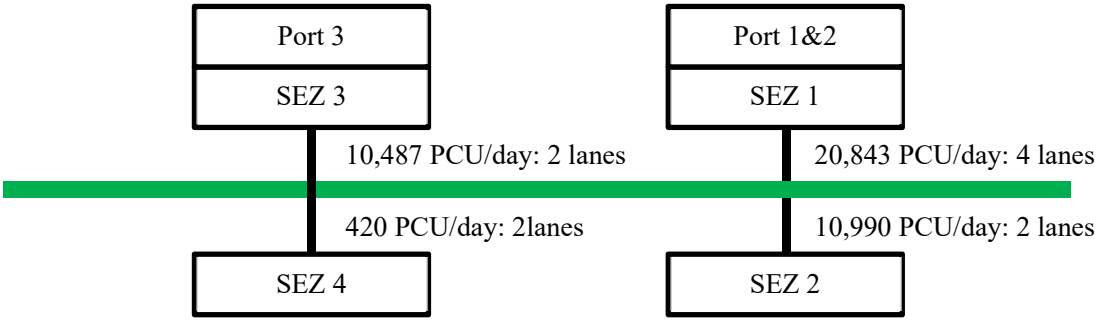
交通容量と交通量予測を基に車線数を決定する。表 8.4.7 は交通容量を示す。

表 8.4.7　車線数と交通容量

車線数	中央分離帯	交通容量 (PCU/day/both way)	速度 (km/h)
6	有り	105,000	40
4	有り	70,000	40
2	有り	15,000	30
	無し	13,000	30

出典：モンバサ SEZ M/P

図 8.4.9 と表 8.4.7 に基づき、SEZ 内道路の必要車線数を計算した結果を図 8.4.10 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.4.10　交通量と車線数（2040 年）

8.4.4　基本設計の方針

(1) 道路線形

モンバサ SEZ 内基幹道路の予定地は丘陵地である事を考慮し、道路線形を決める必要がある。スムーズで安全な走行を可能とするため法面保護が必要であり、自然条件、地形、地質状況、建設費を総合的に勘案し道路設計を行う。

(2) 横断面

道路設計指針に基づき道路の横断面を設計する。また、交通量、排水、電気等の必要な設備を考慮し、道路管理者（KeNHA）の意向に沿った設計とする。

(3) 舗装

道路設計指針に基づき、トラック、自家用車、バス等の交通量を考慮し設計する。

(4) 排水

ケニアのガイドラインに基づき基本的には排水は明渠とする。道路の建設により集水範囲には影響しないものとする。また、排水施設の建設費削減についても考慮する。

(5) 交差点

MSBR の STA.14+990 地点の交差点の交通量を考慮する。

(6) その他施設

交通制御、マーキング、中央分離帯も考慮する。

8.4.5　設計条件

(1) 関連法規

設計基準の採用にあたり、ケニア道路省が発行している Design Manual for Roads and Bridges -2nd Draft- (2009 年)を活用する。

(2) 道路等級

i) SEZ 内基幹道路

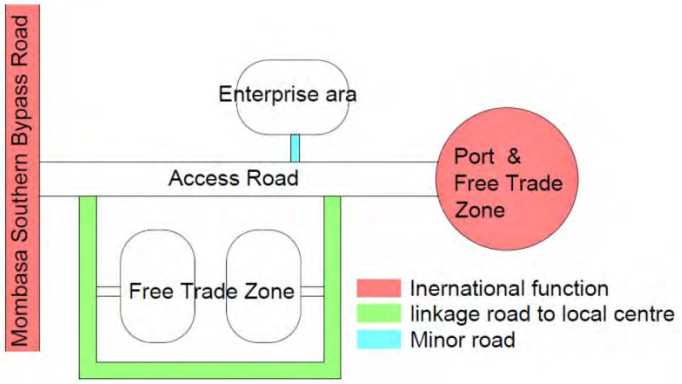
"Design Manual for Roads and Bridges -2nd Draft-(2009) Part I Geometric Design"によってケニア国の主要道路は７つに等級分けされる（表 8.4.8）。

表 8.4.8 ケニアの道路等級

クラス	名称	道路の特徴
クラス A	Major Arterial or International Roads	Roads forming strategic routes and corridors, connecting international boundaries and international terminals such as international ports.
クラス B	Minor Arterial or National Trunk Roads	Roads forming important national routes, linking province headquarters or other important centres to the capital, to each other or to Class A roads.
クラス C	Major Collectors or Inter-District Roads	Roads linking district headquarters and other major designated towns to the higher-level network or to each other.
クラス D	Minor Collectors or Divisional Roads	Roads forming routes of moderate length, linking divisional headquarters and other minor towns to the District towns or higher-level network.
クラス E	Major Local or Minor Feeder Roads	Roads linking one or more markets, location centres or sub-location centres to divisional centres or the higher-level network.
クラス F	Minor Local or Minor Feeder Roads	Roads will usually provide a connection to a sub-location centre, a more important market or the higher-level network.
クラス G	Local Access or Farm to Market Roads	Roads providing direct access between farming areas and the nearest market or the higher-level road network.

出典：Design Manual for Roads and Bridges -2nd Draft-(2009) Part I Geometric Design

SEZ 内基幹道路の目的は新設される港湾と MSBR を連結する事により、SEZ 内基幹道路周辺の FTZ 等へのアクセスを可能にする事にある（図 8.4.11）。



出典：JICA 調査団

図 8.4.11 SEZ 内基幹道路と連結される主要施設

表 8.4.9 ケニア国の地方道路の等級

Design Class	Capacity [ADT x 1,000/day]	Maximum Design speed (Km/h)				Functional Classification
		Flat	Rolling	Mountainous	Town	
DR1	> 2.5	110	90	70	50	Major Arterial 'A'
DR2	1.5 to 2.5	110	90	70	50	Minor Arterial 'B'
DR3	0.5 to 1.5	110	85	60	50	Major Collector 'C'
DR4	0.15 to 0.5	80	65	50	40	Minor Collector 'D'
DR5	0.05 to 0.15	80	65	50	40	Major Local 'E'
DR6	<0.05	50	40	30	30	Minor Local 'F'

出典：Ministry of Road, Kenya

SEZ 内基幹道路の事業主体である KeNHA との協議を踏まえ、道路等級は DR3 市街地を採用する。

ii) 変電所アクセス道路

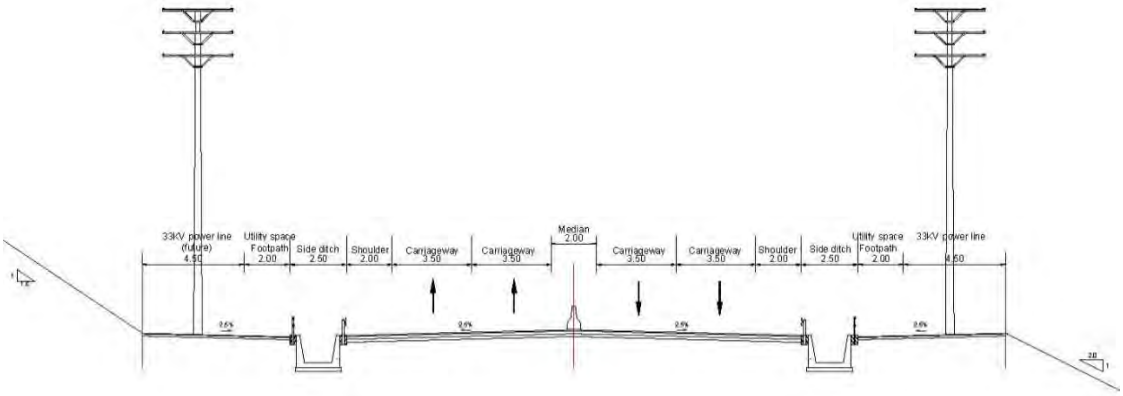
変電所アクセス道路は急峻な地形から沿道に土地利用が計画されておらず、利用者は変電所のオペレーターに限定される。そのため、1 日の交通量は 100 台に満たない。そのため、DR6 山岳道路を採用する。

(3) 断面

ケニア国基準に準拠し SEZ 開発計画に基づき断面を決定する。

i) 概要

標準断面はケニア国基準に準拠し図 8.4.12 のとおりである。

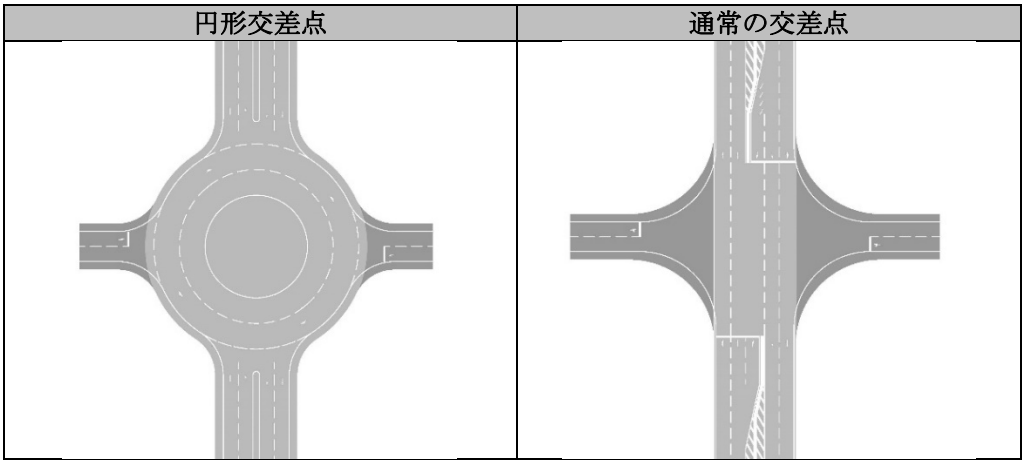


出典：JICA 調査団

図 8.4.12　交差点（標準断面）

ii) 交差点の種類

周辺の FTZ 開発等を考慮した場合、SEZ 内幹線道路に将来的には 10 か所の交差点が想定される。交差点の設置により SEZ 内基幹道路から各ゾーンへのアクセスが可能となる。仮に、ケニアでは一般的な円形交差点とした場合、交差点の場所を決める必要がある。一方、SEZ 内幹線道路に交差点無しで工事した場合、建設費が新たにかかる事になる。但し、現実的には、道路周辺のゾーン開発についての詳細は未確定であるため、交差点の場所は現時点では確定していない。



出典：JICA 調査団

図 8.4.13 交差点の比較

iii) 拡幅の検討

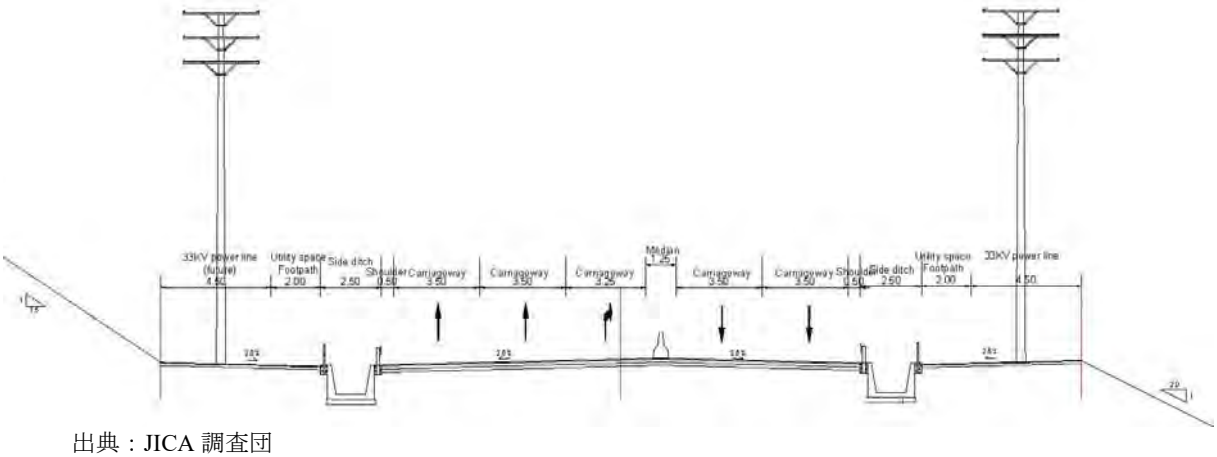
右折車線を設けるため道路の拡幅が必要になった場合、2 つの選択肢がある。それぞれ、1)本円借款事業が完了した後に交差点の場所を拡幅する。2) 円借款事業の中で十分な道路幅員を確保する（図 8.4.13 参照)。

表 8.4.10　道路拡幅の方針

	オプション 1	オプション 2
特徴	SEZ 内基幹道路の建設が完了後、交差点の部分を拡幅する案	SEZ 内基幹道路の幅員を十分に確保し将来の経済ロスを最小化する案
利点	SEZ 内基幹道路の建設費が縮小される。	SEZ 開発の観点では、将来大規模な交差点改良を必要としない。
欠点	円借款事業で建設された施設を部分的に撤去し、道路を拡幅する必要がある。ケニア政府又はディベロッパーによる工事費負担が必要になり SEZ 開発の採算性に影響する可能性がある。	交差点の位置に関係なく十分な道路幅が確保されるが、非効率な建設となる。

出典：JICA 調査団

SEZ 開発の全体計画を考慮すると、オプション 1 は望ましくない。オプション 2 を選択した場合、本事業の初期段階の工事費を可能な限り抑える必要がある。従って、中央分離帯と側帯については最小限の幅とする必要がある（図 8.4.14）。



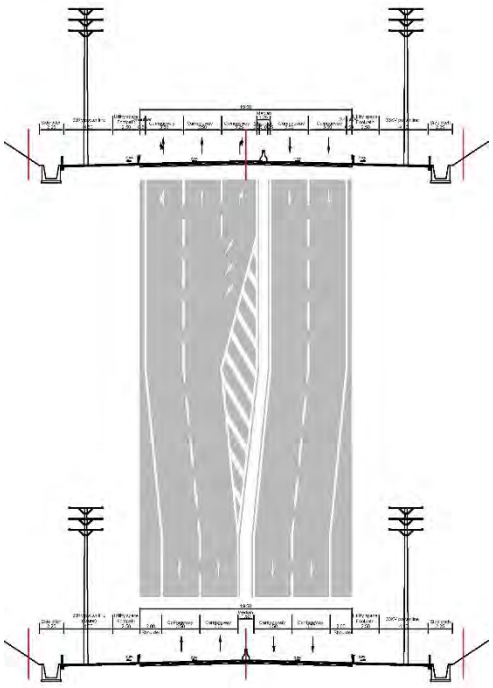
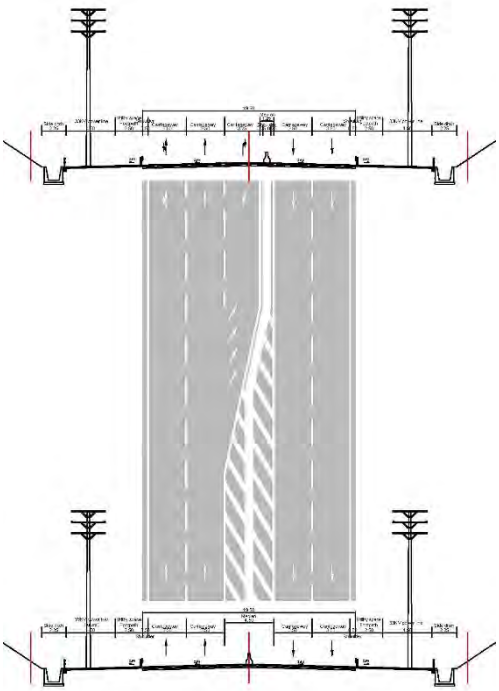
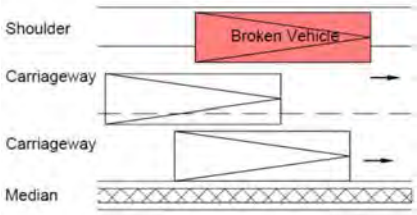
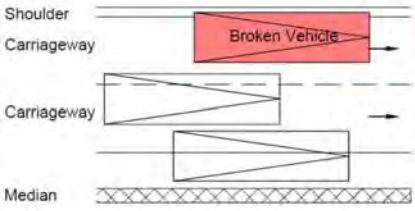
出典：JICA 調査団

図 8.4.14　拡幅を考慮した交差点部分の標準断面

iv) 中央分離帯と路肩

SEZ 内基幹道路にはおよそ 10 か所の交差点が設けられる予定である。交差点周辺では、本線シフト、右折レーンの追加およびテーパが必要となる。安全性の確保および整備コストの削減を目的として、表 8.4.11 に示すように中央分離帯を広く、路肩を狭くした平面形状を提案する。

表 8.4.11　中央分離帯および路肩の形状比較

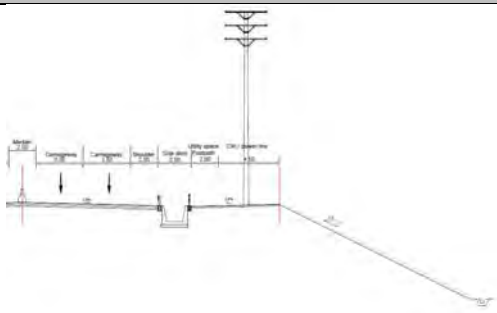
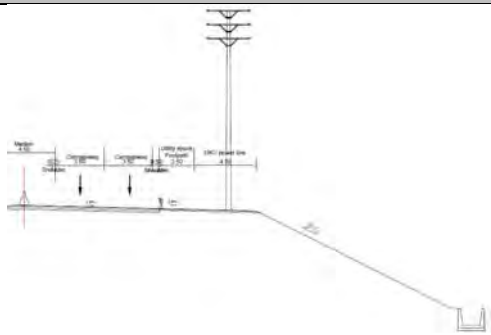
	標準形	提案
概要	車道部 中央分離帯: 1.5m, 路肩(片側): 2.0m, 合計 5.5m 交差点部 中央分離帯: 1.25m, 路肩(片側): 0.5m 合計 2.25m	車道部 中央分離帯: 4.5m, 路肩(片側): 0.5m, 合計 5.5m 交差点部 中央分離帯: 1.25m, 路肩(片側): 0.5m 合計 2.25m
概要図		
安全性	通行する全ての車両が交差点付近でシフトする必要があるため、安全性に劣る	シフトが必要なのは右折車両のみなので、安全性に優れる
追加で必要となる工事	中央分離帯および路面標示の変更が必要となり、その必要距離は右記に比べて長くなる(車線変更にかかる安全帯の傾斜部がより長くなる)。	中央分離帯および路面標示の変更が必要となるが、その必要距離は左記に比べて短くなる。
緊急車両の通行または事故車両がある場合の通過	シフト幅が小さいため通行・通過が安全かつ容易 	高速での安全な通行・通過が難しいため、渋滞等を引き起こす可能性がある。 

出典: JICA 調査団

v) 側溝

側溝は一般に、車道と自転車道・歩道の間もしくは道路断面の外部に設けられる。経済性を考慮し、側溝は表 8.4.12 に示すように盛土の法面下部に設置することを提案する。

表 8.4.12　側溝の設置位置の比較

	標準形	提案
概要図		
経済性	盛土量が右記に比べ多くなるため経済性に劣る	盛土量が左記に比べ小さいため経済性に優れる
排水性	雨水が車道および自転車道・歩道から直接側溝に流入するため排水性に優れる	雨水が自転車道・歩道および盛土の法面部に流入するため排水性に劣る。ただし、法面保護工を施工するため、法面の安定性には影響しない。

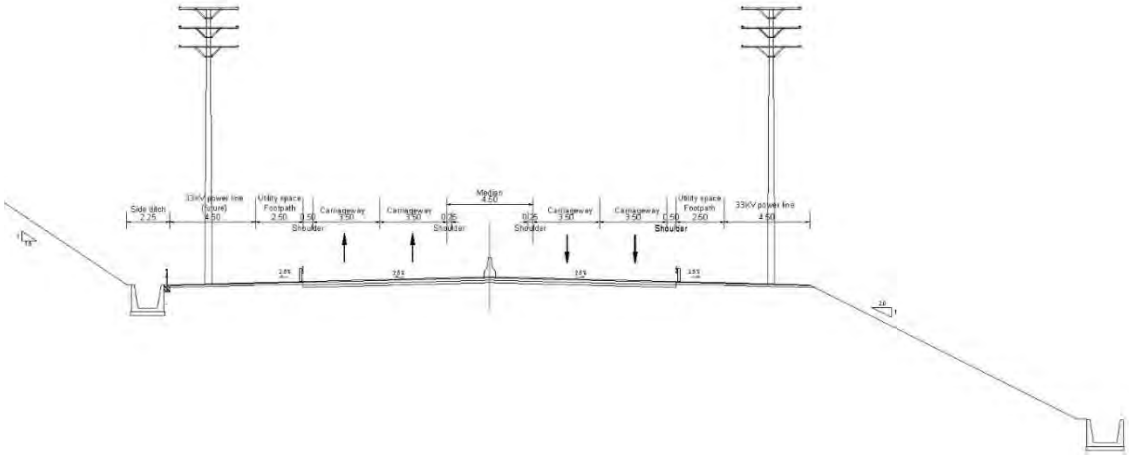
出典: JICA 調査団

vi) 道路用地

クラス B の道路用地の幅は 40m から 60m の範囲で規定されており、将来計画として拡張や付帯施設の設置を見込む場合は一般に広い幅を採用することが多い。SEZ 内基幹道路の車線数は将来の交通需要量によって決定しており、道路周辺の土地開発も SEZ としての開発に制限されること、さらに経済性も勘案し、道路用地幅は 40m と設定した。

vii) 標準断面

以上の検討を踏まえ、図 8.4.15 に示す標準断面を提案した。



出典: JICA 調査団

図 8.4.15　標準断面図

(4) 設計基準

i) SEZ 内基幹道路

本線

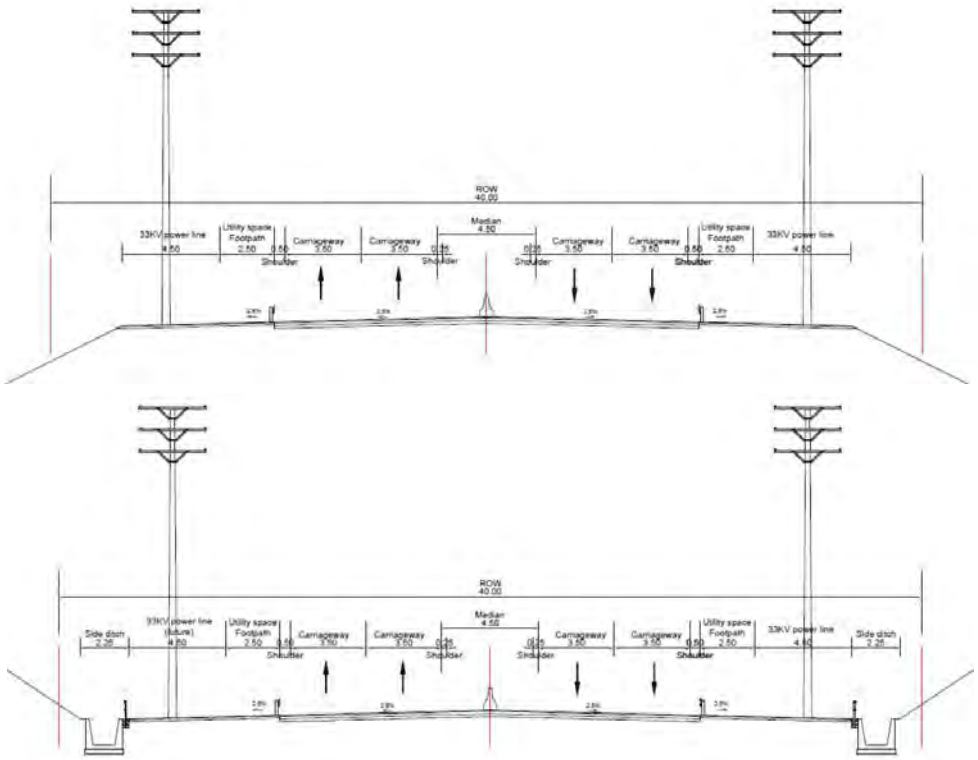
SEZ 内基幹道路本線の設計基準及び標準断面をそれぞれ表 8.4.13、図 8.4.16 に示す。

表 8.4.13　SEZ 内基幹道路（本線）の設計基準

項目		基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
道路等級		- -	DR3 Town 3 種 2 級	
設計速度		60-110km/h 40-60km/h	60km/h	ケニア・日本基準より
アクセスコントロール		Full or Partial -	Full	SEZ 内基幹道路への乗入は認めない。乗入はゾーン内幹線道路から行い、ゾーン内幹線道路と SEZ 内基幹道路の交差点数は最小とする。
標準断面				
車道	車線数	- -	4 車線	交通量推計より
	幅員	3.4m 3.5m	3.5m	日本基準より (3.25m + 曲線部拡幅: 0.25m)
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
中央分離帯	幅員	1.5m≦ 1.0m≦	4.5m	交差点部の右折専用帯設置のため （ブロック 1.25m+片側 1.625m ゼブラ）
路肩	路肩	2.0m 0.5m≦	0.5m	日本基準より （ただし、右側中央分離帯との間のゼブラ幅員と合算すると 2.125m）
	右側路肩	- 0.25m≦	0.25m	日本基準より
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
歩道	幅員	2.0m≦ 2.0m≦	2.5m	ガードレールによる歩車分離 （有効幅員 2.0m）
	横断勾配	2.5%≦ 1.5-2.5%	2.5%	ケニア・日本基準より
側溝	幅員	- -	2.25m	排水計算より最大幅
ライフライン等	幅員	- -	(2.5+4.5m)	2.5m: 歩道下の上水・通信管 4.5m: 33kV 配電線
法面	盛土	- -	V:H=1:2	土質試験より
	切土	- -	V:H=1:1.5	
建築限界		5.5m 4.5m	5.5m	ケニア基準より
ROW		40-60m -	40m	ケニア基準より

項目		基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
平面線形				
曲線半径		135m≦ 150m≦	150m≦	日本基準より
曲線長		- 100m≦	100m≦	日本基準より
クロソイドパラメータ		R/2≦A≦R 50m≦L	50m≦L	日本基準より
視距		85m≦ 75m≦	85m≦	日本基準より
縦断線形				
縦断勾配		0.5-8.0% 0.3-7.0%	0.5-4.0%	4.0%の連続適用区間長は670m未満とする。ケニア基準より
縦断曲線	凸部	- 1400m≦	1400m≦	日本基準より
	凹部	570m≦ 1000m≦	1000m≦	日本基準より
	曲線長	- 50m≦	50m≦	日本基準より

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.16　SEZ 内基幹道路（本線）の標準断面（上：盛土区間、下：切土区間）

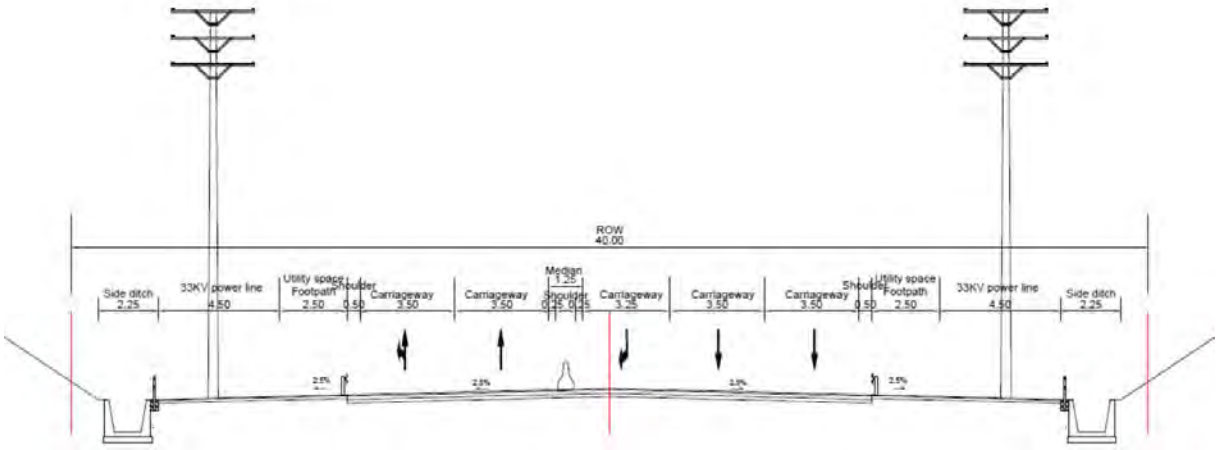
交差点部

SEZ 内基幹道路交差点部の設計基準及び標準断面をそれぞれ表 8.4.14、図 8.4.17 に示す。右折専用帯を付加する。

表 8.4.14　SEZ 内基幹道路（交差点部）の設計基準

項目		本線区間の基準	採用値	備考
標準断面				
車道	車線数	4 車線	5 車線	右折専用帯を付加
	右折専用帯幅員	-	3.25m	日本基準より
中央分離帯	幅員	4.5m	1.25m	最小幅員 （施設幅 0.75m＋片側 0.25m 路肩）
平面線形				
曲線半径	交差点区間	150m≦	600m≦	ケニア基準より
交差点視距		85m≦	105m≦	日本基準より
縦断線形				
勾配		0.5-4.0%	0.5-2.5%	日本基準より

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.17　SEZ 内基幹道路（交差点部）の標準断面

南部バイパスアンダーパスボックスカルバート

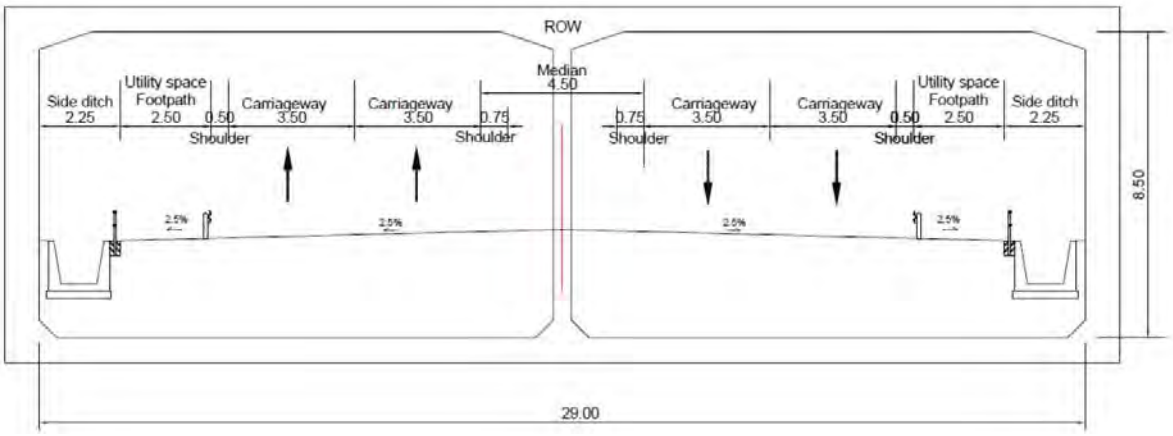
南部バイパスとの立体交差箇所に設置されるボックスカルバートの設計基準及び標準断面をそれぞれ表 8.4.15、図 8.4.18 に示す。ボックスカルバートの大きさは、高さ 8.5m、幅 29.0m、延長 45m である。

表 8.4.15　SEZ 内基幹道路（ボックスカルバート）の設計基準

項目	基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
道路等級	- -	DR3 Town 3 種 2 級	
設計速度	60-110km/h 40-60km/h	60km/h	ケニア・日本基準より

項目		基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
標準断面				
車道	車線数	- -	4 車線	交通量推計より
	幅員	3.4m 3.5m	3.5m	日本基準より (3.25m + 曲線部拡幅: 0.25m)
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
中央分離帯	幅員	1.5m≦ 1.0m≦	4.5m	交差点部の右折専用帯設置のため （ブロック 1.25m+片側 1.625m ゼブラ）
路肩	路肩	2.0m 0.5m≦	0.5m	日本基準より
	右側路肩	- 0.75m≦	0.75m	日本基準より
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
歩道	幅員	2.0m≦ 2.0m≦	2.5m	ガードレールによる歩車分離 （有効幅員 2.0m）
	横断勾配	2.5%≦ 1.5-2.5%	2.5%	ケニア・日本基準より
側溝	幅員	- -	2.25m	排水計算より最大幅
ライフライン等	幅員	- -	(2.5m)	歩道下の上水・通信管
建築限界		5.5m 4.5m	5.5m	ケニア基準より
縦断線形				
縦断勾配		0.5-8.0% 0.3-7.0%	1.5%	基本設計より

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.18　SEZ 内基幹道路（ボックスカルバート）の標準断面

ランプ

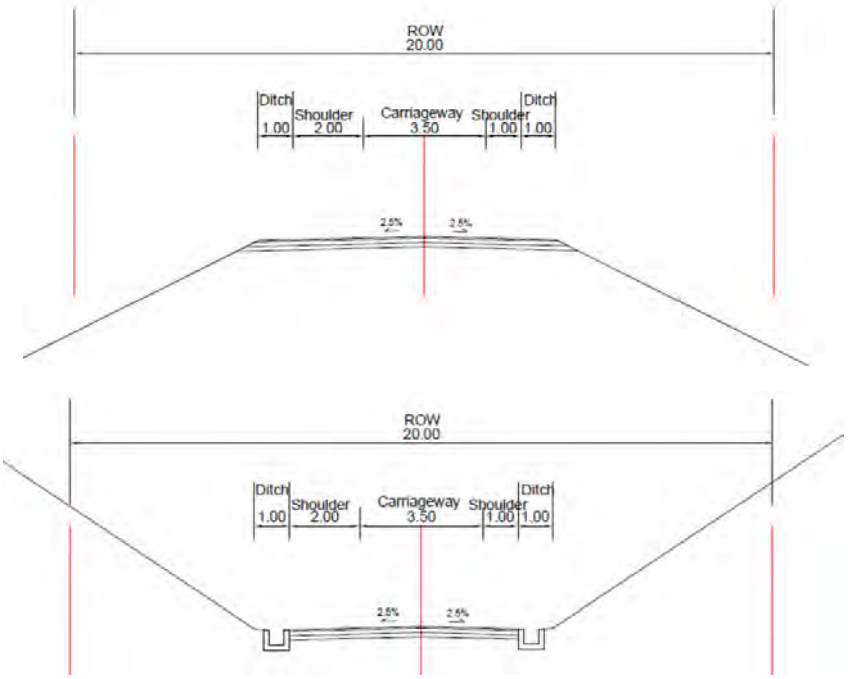
ランプの設計基準は、南部バイパス詳細設計及び日本基準より採用する。設計基準及び標準断面をランプ本線は表 8.4.16、図 8.4.19 に、ランプ交差点付近を表 8.4.17、図 8.4.20 に示す。

表 8.4.16　SEZ 内基幹道路（ランプ本線）の設計基準

項目		上：南部バイパス採用値 下：日本基準	採用値	備考
道路等級			DR3 市街地	
設計速度		50km 35 - 50km/h	50km/h	南部バイパス詳細設計より
標準断面				
車道	車線数	1 車線（一方通行） -	1 車線（一方通行）	南部バイパス詳細設計及び交通量推計より
	幅員	3.5m 3.5m	3.5m	南部バイパス詳細設計より（曲線部拡幅幅を含む）
	横断勾配	2.5% 1.5-2.0%,2.5-4.0%	2.5%	南部バイパス詳細設計より
路肩	左方幅員	2.0m 1.5m≦	2.0m	南部バイパス詳細設計より
	右方幅員	1.0m 0.75m≦	1.0m	南部バイパス詳細設計より
	横断勾配	2.5% 1.5-2.0%,2.5-4.0%	2.5%	南部バイパス詳細設計より
側溝	幅員	1.0m -	1.0m	南部バイパス詳細設計及び排水計算より
法面	盛土	V:H=1:2 -	V:H=1:2	南部バイパス詳細設計及び土質試験より
	切土	V:H=1:1.5 -	V:H=1:1.5	
ROW		- -	20m	交差点視距確保の観点より設定
平面線形				
曲線半径	ランプ本線	90m≦ 100m≦	100m≦	日本基準より
	ノーズ付近	90m≦ 170m≦	170m≦	日本基準より
曲線長		- 80m≦	80m≦	日本基準より
クロソイドパラメータ		R/2≦A≦R 40m≦L	40m≦L	日本基準より
交差点視距		60m≦ 55m≦	60m≦	日本基準より
加速車線	タイプ	平行式 平行式もしくはテーパ式	平行式	南部バイパス詳細設計より
	テーパ長	55m 50m	60m	南部バイパス詳細設計より
	延長	160m 160m	160m	南部バイパス詳細設計より

項目		上：南部バイパス採用値 下：日本基準	採用値	備考
減速車線	タイプ	テーパ式 テーパ式	テーパ式	南部バイパス詳細設計より
	流出角	1:15-1:20 1:15-1:20	1:15-1:20	南部バイパス詳細設計より
	延長	80m 80m	80m	南部バイパス詳細設計より
縦断線形				
縦断勾配		0.5-9.0% 0.3-8.0%	0.5-4.0%	SEZ 内基幹道路（本線）より
縦断曲線	凸部	900m≦ 800m≦	900m≦	南部バイパス詳細設計より
	凹部	1100m≦ 700m≦	1100m≦	南部バイパス詳細設計より
	曲線長	60m 40m≦	60m≦	南部バイパス詳細設計より

出典：JICA 調査団



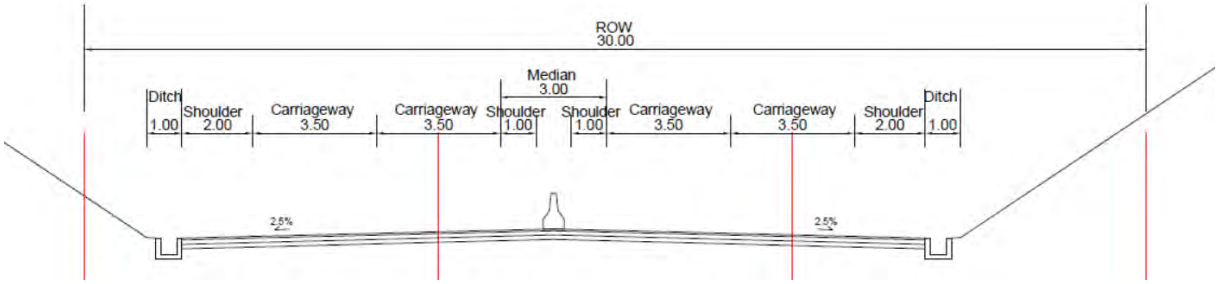
出典：JICA 調査団

図 8.4.19　SEZ 内基幹道路（ランプ本線）の標準断面（上：盛土区間、下：切土区間）

表 8.4.17　SEZ 内基幹道路（ランプ交差点）の設計基準

項目	本線区間の基準	採用値	備考
標準断面			
車線数	1 車線	2 車線	右折専用帯を付加
平面線形			
曲線半径	100m≦	500m≦	ケニア基準より
交差点視距	60m≦	80m≦	ケニア基準より
縦断線形			
勾配	0.5-4.0%	0.5-2.5%	日本基準より

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.20　SEZ 内基幹道路（ランプ交差点）の標準断面

変電所アクセス道路

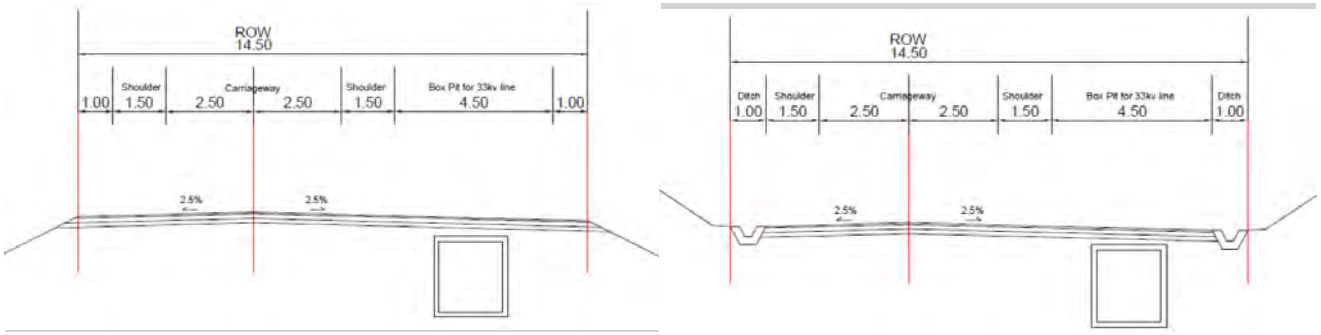
変電所アクセス道路の設計基準及び標準断面をそれぞれ表 8.4.18、図 8.4.21 に示す。

表 8.4.18　変電所アクセス道路の設計基準

項目		基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
道路等級		- -	DR6 Mountainous 3 種 5 級	
設計速度		30-50km/h 20-40km/h	40km/h	ケニア・日本基準より
標準断面				
車道	車線数	- -	2 車線	ケニア基準より
	幅員	5.0m 4.0m	5.0m（片側 2.5m）	ケニア基準より
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
路肩	路肩	1.5m 0.5m≦	1.5m	ケニア基準より
	横断勾配	2.5-4.0% 1.5-2.0%	2.5%	ケニア基準より
側溝	幅員	- -	1.0m	排水計算より

項目		基準 (上：ケニア 下：日本)	採用値	備考
ライフライン等	幅員	- -	4.5m	33kV 配電線共同溝
法面	盛土	- -	V:H=1:2	土質試験より
	切土	- -	V:H=1:1.5	
ROW		20m -	30m	標準断面総幅員より
平面線形				
曲線半径		55m≦ 60m≦	60m≦	日本基準より
曲線長		- 70m≦	70m≦	日本基準より
視距		50m≦ 55m≦	55m≦	日本基準より
縦断線形				
縦断勾配		0.5-10.0% 0.3-10.0%	0.5-10.0%	ケニア基準より
縦断曲線	凸部	- 450m≦	450m≦	日本基準より
	凹部	390m≦ 450m≦	450m≦	日本基準より
	曲線長	- 35m≦	35m≦	日本基準より

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.21　変電所アクセス道路の標準断面（左：盛土区間、右：切土区間）

8.4.6　基本設計

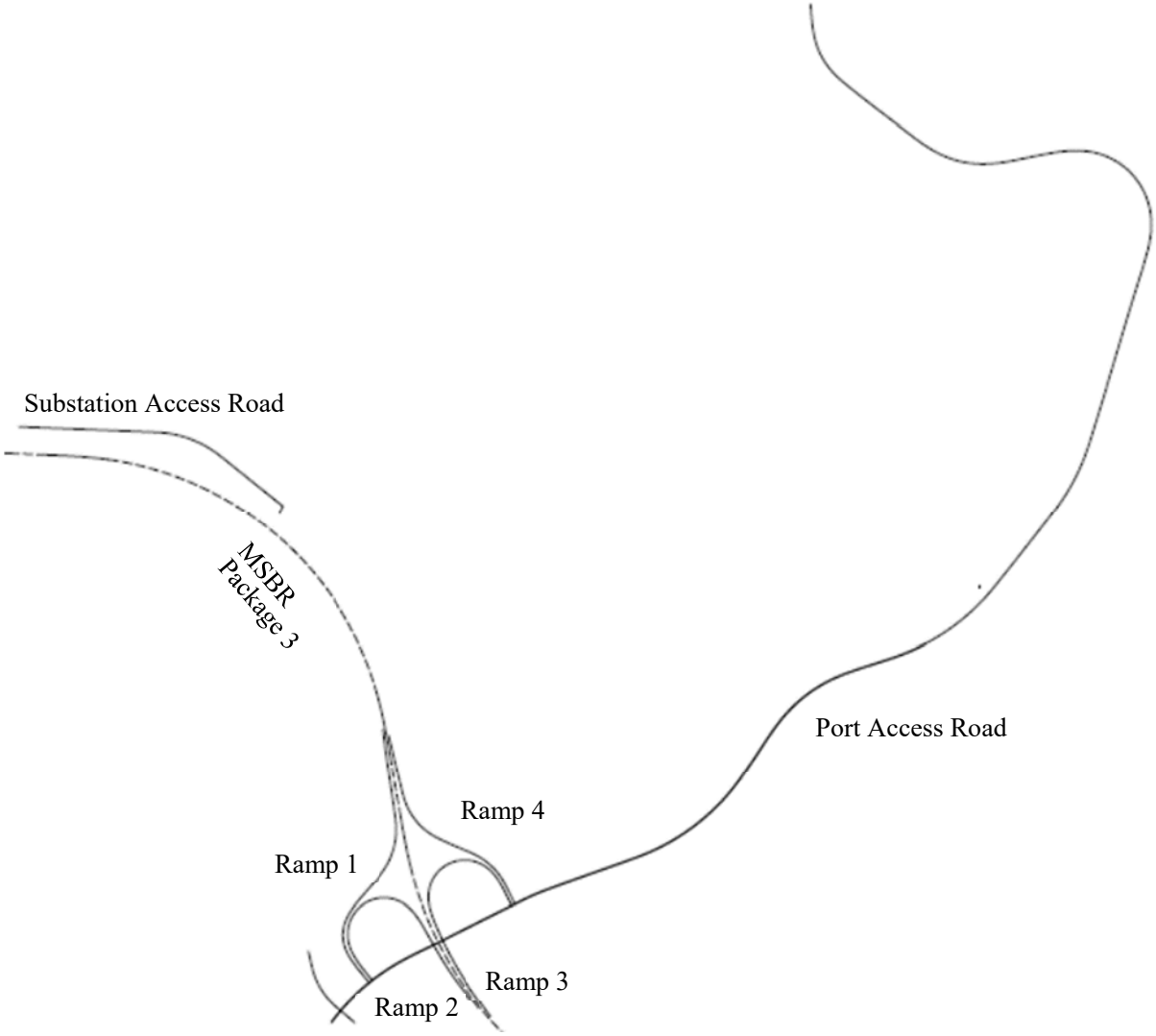
(1) 幾何学設計

表 8.4.19 と図 8.4.22 に基本設計対象路線の幾何学情報を示す。

表 8.4.19　SEZ 内基幹道路及び変電所アクセス道路の幾何学情報

名称	STA.		備考
	始点	終点	
Port Access Road	0+000.000	4+616.795	4 車線、両側通行
Ramp 1	0+000.000	0+767.359	1 車線、片側通行
Ramp 2	0+000.000	0+714.568	1 車線、片側通行
Ramp 3	0+000.000	0+722.862	1 車線、片側通行
Ramp 4	0+000.000	0+618.351	1 車線、片側通行
Substation Access Road	0+000.000	0+789.450	2 車線、両側通行

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.4.22　平面線形

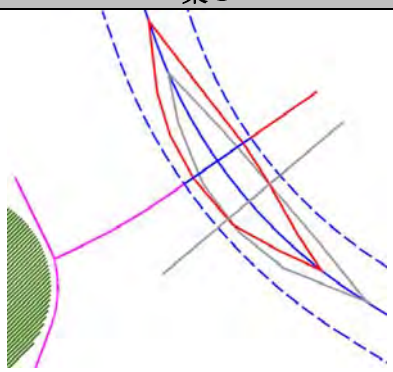
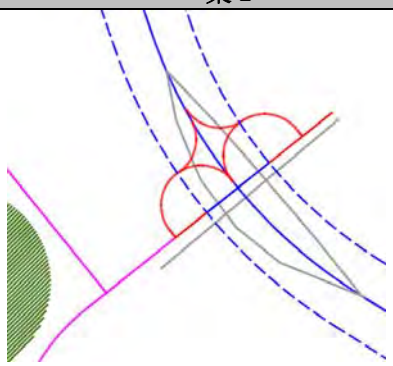
(2) SEZ 内基幹道路及びランプ

i) インターチェンジ

a)　位置及びインターチェンジタイプ

前述の通り、隣接するインターチェンジとの離隔を取るため、インターチェンジ形状を含む位置の再検討が必要である。表 8.4.20 に示す比較検討を行い、南部バイパス STA.14+990 の位置に不完全クローバー型インターチェンジを設置することとする。

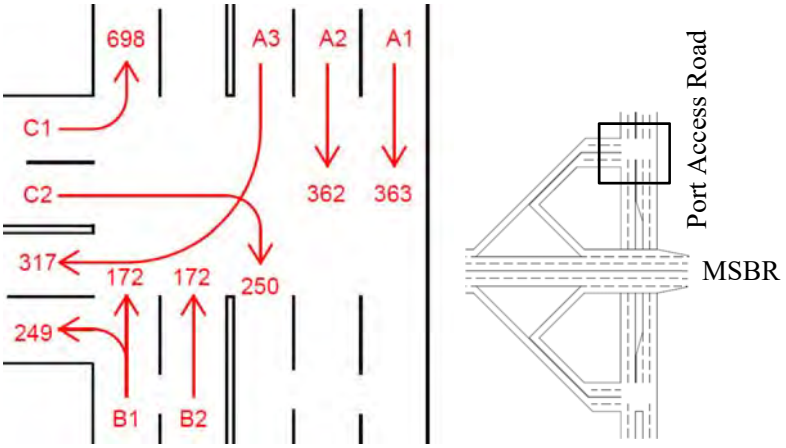
表 8.4.20　南側交差点の位置及び形状の比較検討

		案 1	案 2
ダイアグラム --南部バイパス ROW —SEZ M/P での提案 [南部バイパス事業] —南部バイパス及びボックスカルバート [SEZ 事業] —新しい提案 —SEZ 内幹線道路 ● Kaya			
説明		SEZ M/P の提案と同じダイヤモンド型を STA.14+880	不完全クローバー型を STA. 14+990
交通	交差点容量	不十分	十分
	走行快適性	劣る	優る
土地利用	工業団地面積	多い	少ない
コスト	南部バイパス	高い	低い
	SEZ	低い	高い
評価		可	優

出典：JICA 調査団

b)　平面交差部の交差点解析

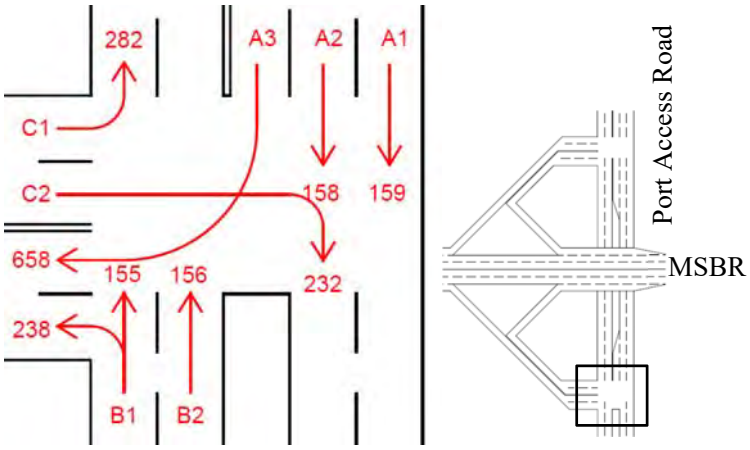
不完全クローバー型インターチェンジは 2 箇所の平面交差点を有する。図 8.4.23、24 に交通量配分結果に基づく 2040 年ピーク時間交差点交通量及び表 8.4.21 に交差点解析の結果を示す。なお南側交差点は 2035 年（フェーズ 3）以降に無信号交差点では処理できなくなるため信号設置が必要である。



[PCU/h]

出典：JICA 調査団

図 8.4.23　北側 T 字交差点交通量（2040 年）



[PCU/h]

出典：JICA 調査団

図 8.4.24　南側 T 字交差点交通量（2040 年）

日本の基準を用いて無信号一旦停止の場合の交差点の交通容量について試算した結果は表 8.4.21 と表 8.4.22 のとおりである。

表 8.4.21　北側 T 字交差点の交差点解析（無信号一旦停止）

	A1&A2	A3	B1	B2	C1	C2
説明	直進	右折	直進左折	直進	左折	右折
臨界間隔[秒]	-	5.5	-	3.0	6.0	8.0
2025	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	128	52	48	30	121	25
交差交通量 [vehicle/h]	-	30	-	-	22	51
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	1,104	2,000	2,000	1,034	692

余裕交通量 [PCU/h]	3,872	1,052	1,952	1,970	913	667
遅れ	None	None	None	None	None	None
滞留長 [m]	-	7	-	-	-	4
2030	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	435	195	224	117	397	105
交差交通量 [vehicle/h]	-	120	-	-	100	239
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	989	2,000	2,000	930	447
余裕交通量 [PCU/h]	3,565	794	1,776	1,883	533	342
遅れ	None	None	None	None	Very little	Very little
滞留長 [m]	-	27	-	-	-	17
2035	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	652	304	395	172	612	208
交差交通量 [vehicle/h]	-	190	-	-	176	433
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	907	2,000	2,000	838	275
余裕交通量 [PCU/h]	3,348	603	1,605	1,828	226	67
遅れ	None	Very little	None	None	Little	Much
滞留長 [m]	-	47	-	-	-	33
2040	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	725	317	421	172	698	250
交差交通量 [vehicle/h]	-	192	-	-	186	461
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	905	2,000	2,000	828	258
余裕交通量 [PCU/h]	3,275	588	1,579	1,828	130	8
遅れ	None	Very little	None	None	Delayed	Very much
滞留長 [m]	-	50	-	-	-	39

遅れ: 評価の高い順に None, Very little, Little, Delayed, Much, Very much, Jammed
出典：JICA 調査団

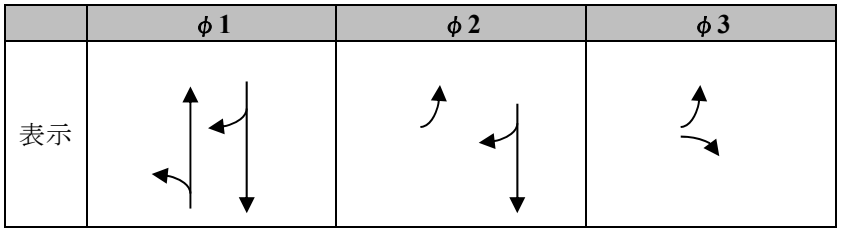
表 8.4.22　南側 T 字交差点の交差点解析（無信号一旦停止）

	A1&A2	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
説明	直進	右折	直進左折	直進	左折	右折
臨界間隔[秒]	-	5.5	-	3.0	-	8.0
2025	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	33	121	38	13	52	18
交差交通量 [vehicle/h]	-	16	-	-	16	75
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	1,123	2,000	2,000	1,042	683
余裕交通量 [PCU/h]	3,967	1,002	1,962	1,987	990	620
遅れ	None	None	None	None	None	None
滞留長 [m]	-	24	-	5	-	4
2030	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	147	394	181	73	196	107
交差交通量 [vehicle/h]	-	91	-	-	80	293
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	1,025	2,000	2,000	956	473
余裕交通量 [PCU/h]	3,853	631	1,819	1,927	760	221
遅れ	None	None	None	None	None	Little

滞留長 [m]	-	79	-	22	-	21
2035	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	272	587	344	141	285	213
交差交通量 [vehicle/h]	-	183	-	-	153	490
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	915	2,000	2,000	865	339
余裕交通量 [PCU/h]	3,728	328	1,656	1,859	580	-67
遅れ	None	Very little	None	None	Very little	Jammed
滞留長 [m]	-	117	-	41	-	43
2040	**A1&A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
交通量 [PCU/h]	317	658	393	156	282	232
交差交通量 [vehicle/h]	-	205	-	-	172	541
車線交通容量 [PCU/h]	4,000	891	2,000	2,000	843	311
余裕交通量 [PCU/h]	3,683	233	1,607	1,844	561	-133
遅れ	None	Little	None	None	Very little	Jammed
滞留長 [m]	-	132	-	48	-	46

遅れ: 評価の高い順に None, Very little, Little, Delayed, Much, Very much, Jammed
出典：JICA 調査団

表 8.4.21 によると、北側 T 字交差点については 2040 年まで信号は不要となる。しかしながら、南側 T 字交差点 C2 の余裕交通量は 2035 年以降は不足する結果となる。また、SEZ 開発のフェーズ 3 の時期には、信号の設置が必要になると想定される。日本の基準によると、2040 年の信号現示案と交通容量については図 8.4.25 と表 8.4.23 のとおりになる。



出典：JICA 調査団

図 8.4.25　北側 T 字交差点信号現示案（2040 年）

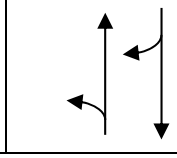
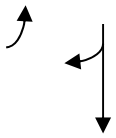
表 8.4.23　北側 T 字交差点の交差点解析（信号制御）（2040 年）

		A1&A2	A3	B1	B2	C1	C2
瀬悦明		直進	右折	Straight & Left out	直進	左折	右折
交通量[PCU/h]		272	587	344	141	285	213
大型車混入率[%]		41.3	69.8	30.0	26.6	34.8	17.4
飽和交通流率基本値 [PCU/h]		4000	1800	2000	2000	1800	1800
補正地	車線福音	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	縦断勾配	0.95	0.95	0.99	0.99	1.00	1.00
	大型車混入	0.77	0.66	0.85	0.80	0.80	0.89
飽和交通流率 [PCU/h]		1,463	1,253	1,677	1,431	1,446	1,787
交差点の飽和	φ1	0.092		0.223	0.084		
	φ2		0.511			0.197	

	φ3						0.133
	Total	0.866					
現示サイクル長[second]		130					
損失時間[second]		5					
有効青時間	φ1 [second]	30	30	30	30		
	φ2 [second]	67	67			67	
	φ3 [second]					18	18
可能交通容量[PCU/h]		2,200	592	356	385	946	222
評価		OK	OK	OK	OK	OK	OK
滞留長		-	86	-	-	-	41

出典：JICA 調査団

表 8.4.23 に示されるように、2035 年以降の南側 T 字交差点の交通量が容量を超える可能性がある。SEZ 開発のフェーズ 3 の時期には信号の設置が必要となると想定される。日本の基準によると、2040 年の信号現示案と交通容量については図 8.4.26 と表 8.4.24 のとおりになる。

	φ1	φ2	φ3
表示			

出典：JICA 調査団

図 8.4.26　南側 T 字交差点信号現示案（2040 年）

表 8.4.24　南側 T 字交差点の交差点解析（信号制御）（2040 年）

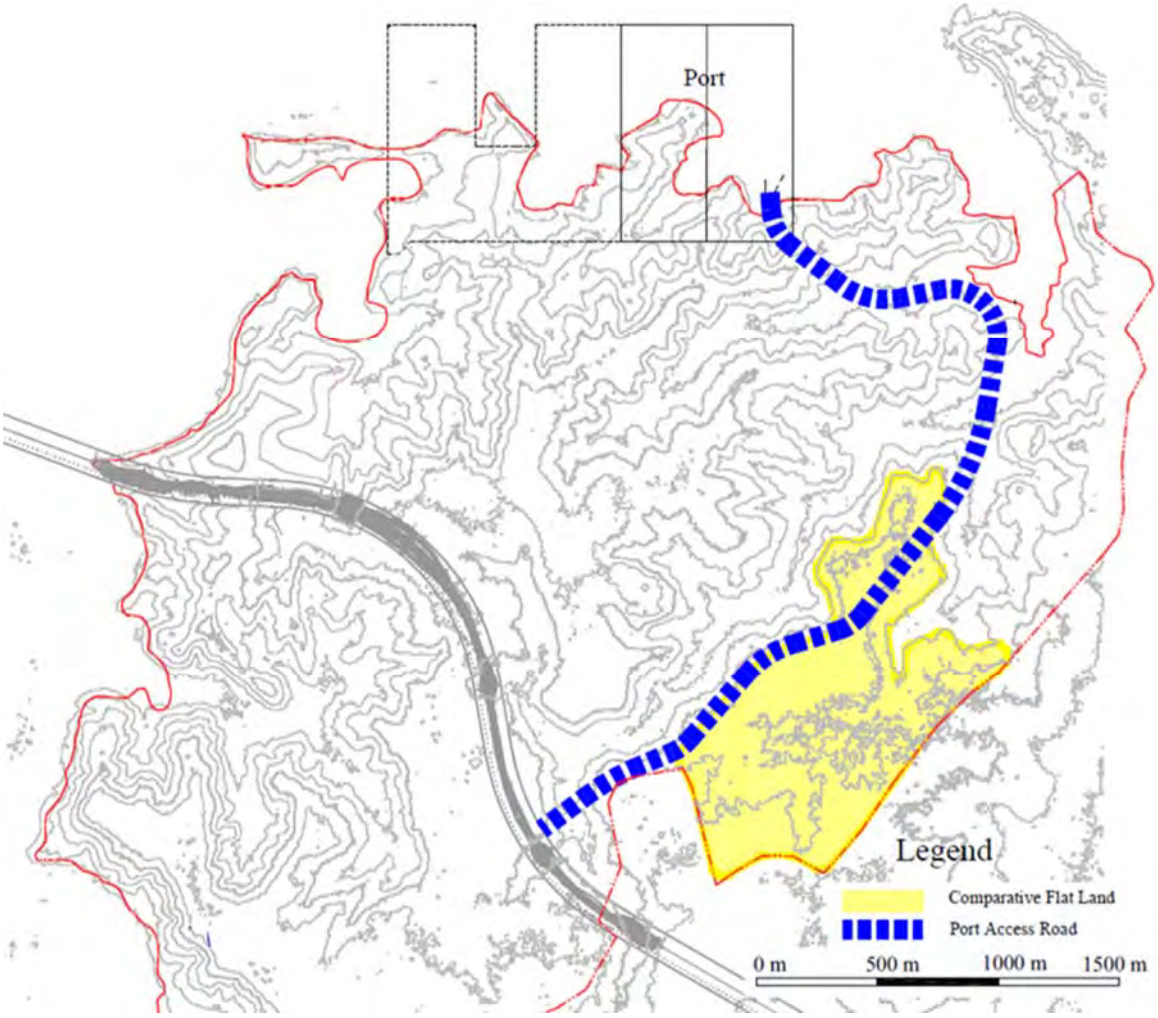
		A1	A2	B1	B2	C1	C2
瀬悦明		直進	右折	直進	左折	左折	右折
交通量[PCU/h]		317	658	311	238	282	232
大型車混入率[%]		42.7	73.7	25.9	35.0	34.9	17.1
飽和交通流率基本値 [PCU/h]		2000	2000	2000	1800	1800	2000
補正地	車線福音	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	縦断勾配	0.95	0.95	0.99	0.99	1.00	1.00
	大型車混入	0.77	0.66	0.85	0.80	0.80	0.89
飽和交通流率 [PCU/h]		1,463	1,253	1,677	1,431	1,446	1,787
現示サイクル長[second]		60					
損失時間[second]		5					
有効青時間	φ1 [second]	12	12	12	12	12	
	φ2 [second]	24	24		24	24	
	φ3 [second]				9	9	9
可能交通容量[PCU/h]		878	697	335	1,073	1,085	268
評価		OK	OK	OK	OK	OK	OK
滞留長		-	86	-	-	-	41

出典：JICA 調査団

ii) 平面線形

a)　沿道地の有効利用

急峻な地形のため、限られた開発適地を最大限活かせるような平面線形の検討を行った（図 8.4.27）。

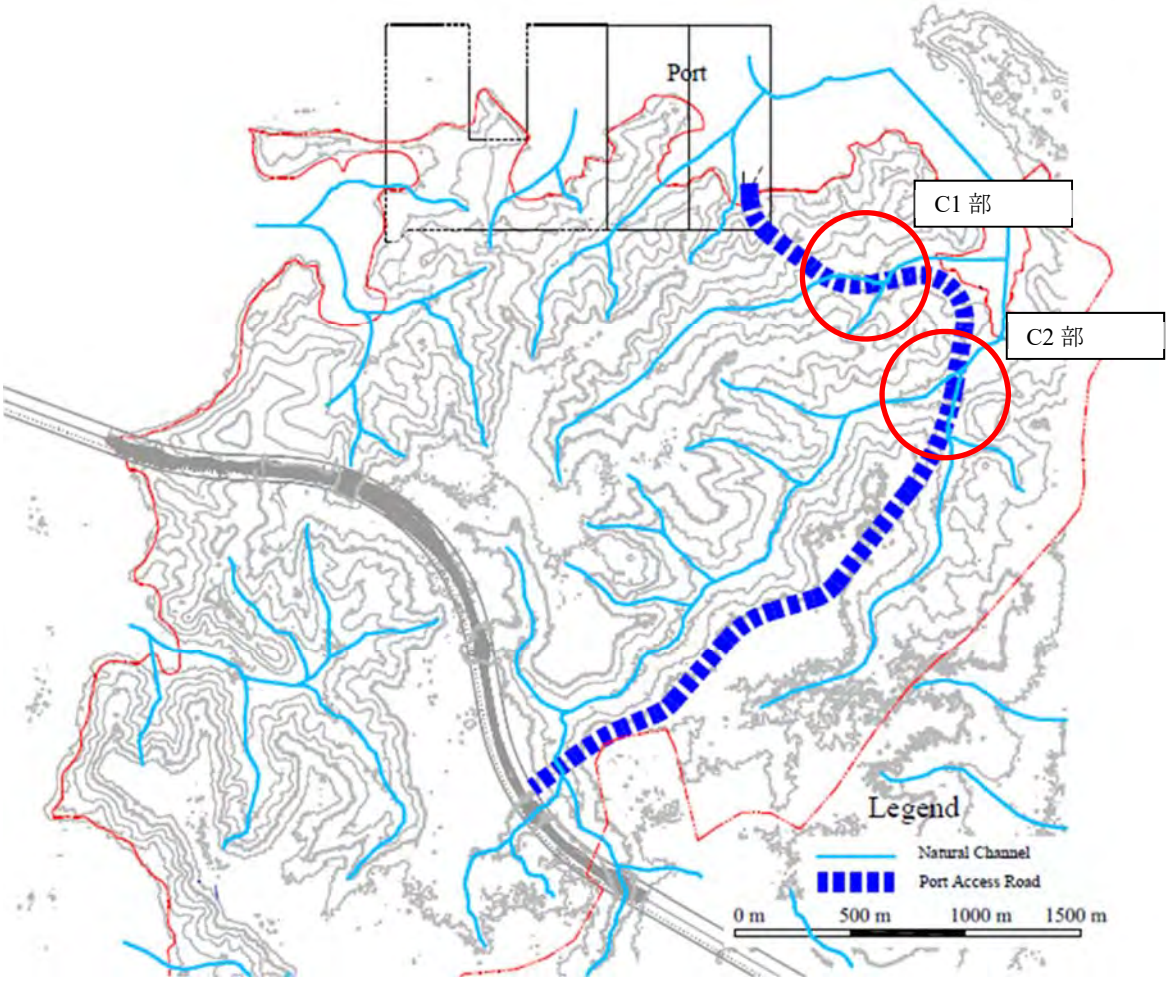


出典：JICA 調査団

図 8.4.27　平坦な土地を利用した平面線形

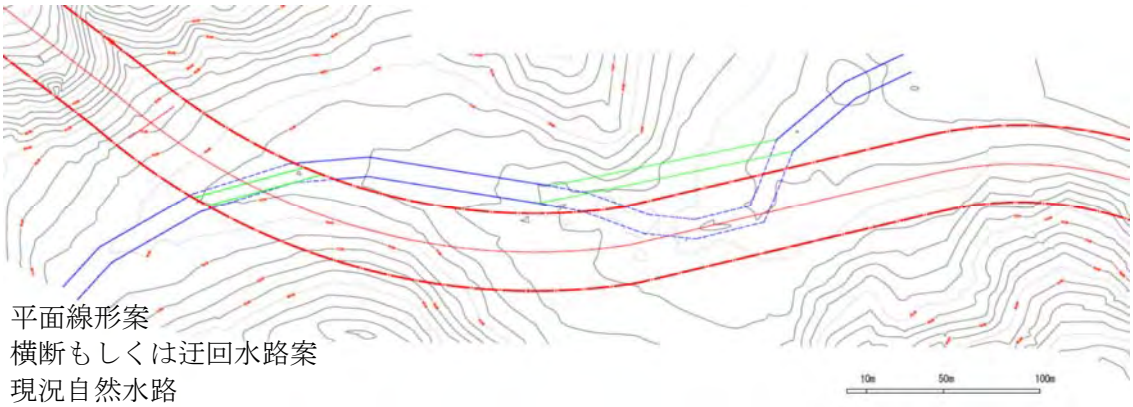
b)　横断水路の建設費及び環境影響の低減

計画予定地と交差する自然の幹線水路は、道路整備に合わせボックスカルバートによる断水路もしくは迂回水路の整備が必要となる。整備費用と流路改変による環境影響をなるべく低減できる平面線形の検討を行った。



出典：JICA 調査団

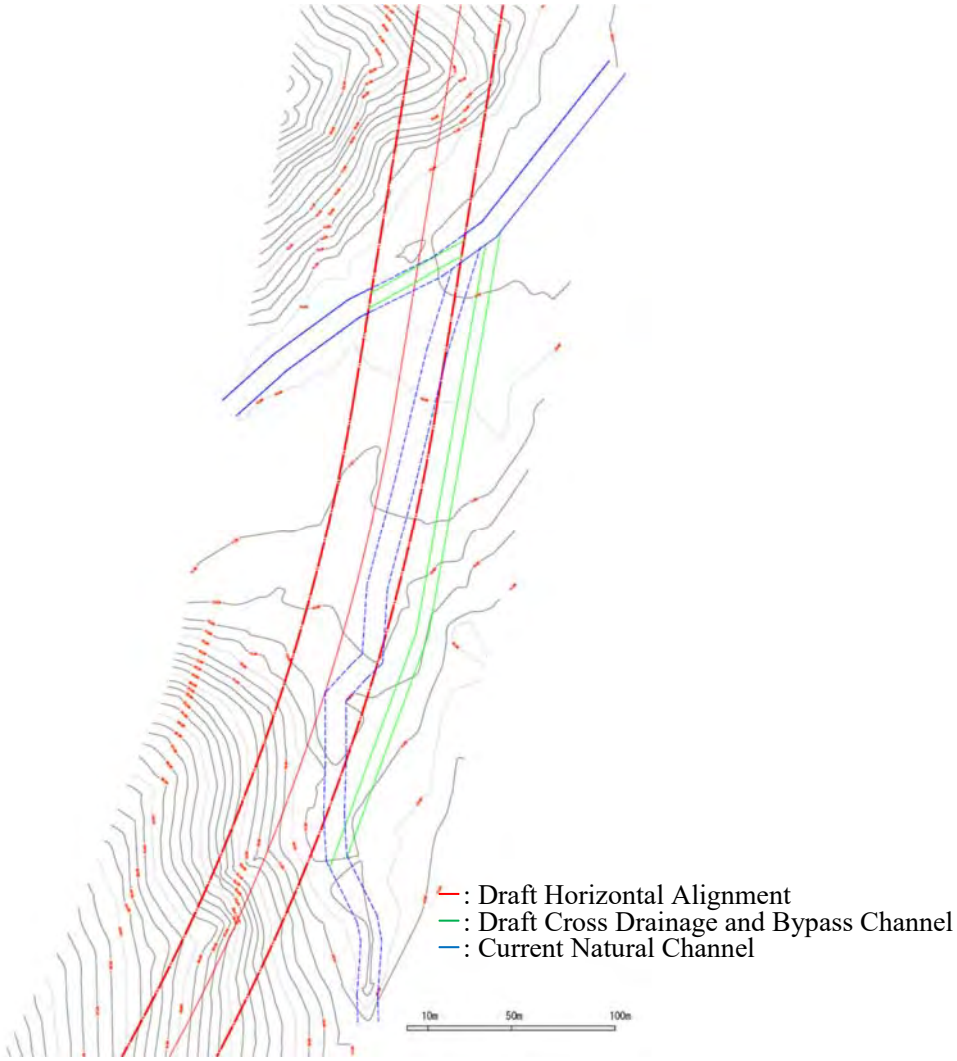
図 8.4.28　SEZ 内幹線道路沿いの排水路との交差部分



—: 平面線形案
—: 横断もしくは迂回水路案
—: 現況自然水路

出典：JICA 調査団

図 8.4.29　横断水路及び迂回水路の設置個所（C1 部）



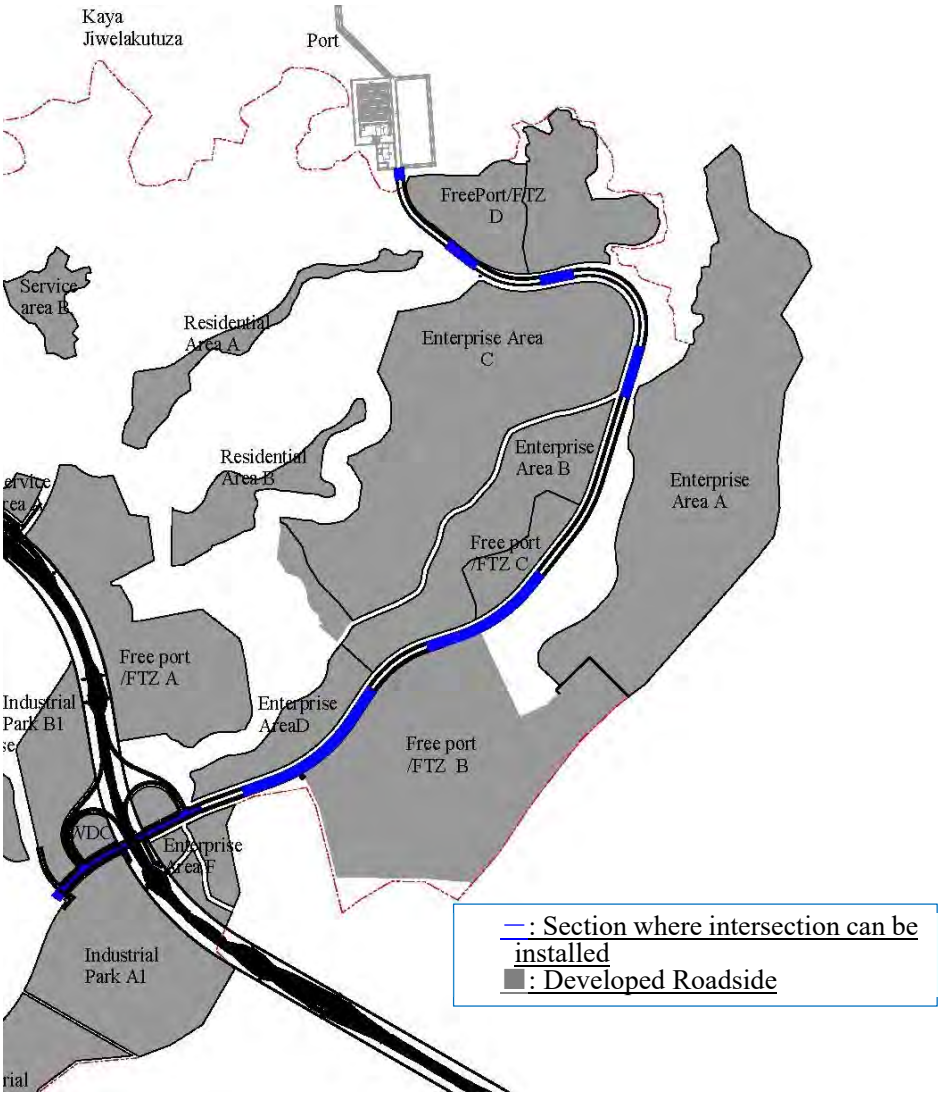
出典：JICA 調査団

図 8.4.30　横断水路及び迂回水路の設置個所（C2 部）

iii) 縦断線形

a)　車両走行の安全性に留意した縦断勾配及び縦断曲線の採用

主に貨物車両が通行する SEZ 内基幹道路では、縦断勾配はなるべく小さい値が望ましい。そのため、現況地形に合わせた道路縦断勾配の採用を基本としながら、最大でも 4%までを許容する。他方、交差点付近の最大勾配は 2.5%を採用しているが、SEZ 内基幹道路建設時には沿道土地利用が明確になっておらず、交差点の具体的位置を定めることができない。そのため、建設された SEZ 内基幹道路の縦断線形から出入口の設置可否を踏まえて、沿道地の開発計画を作成することが必要である。



出典：JICA 調査団

図 8.4.31　モンバサ SEZ 内の交差点位置

iv) 道路排水

道路側溝の内径が大きくならないよう自然水路付近に凹部を設け、道路排水の適時放流を行う。

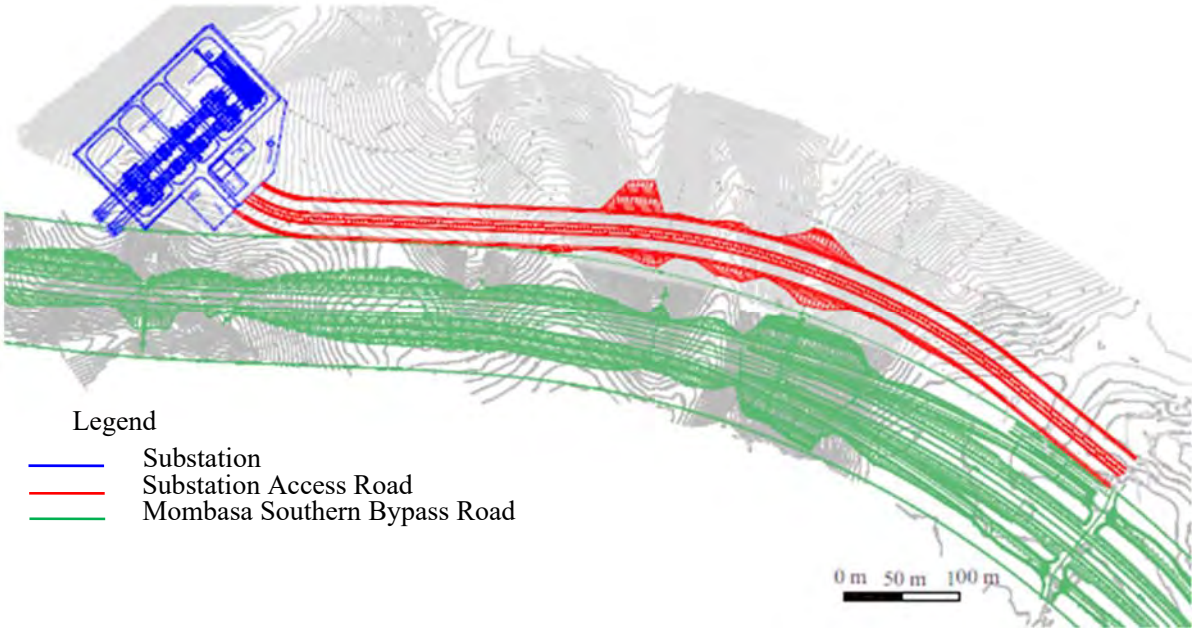
(3) 変電所アクセス道路

i) 周辺住民及び環境への影響の最小化

変電所計画地周辺は特に急峻な地形を有しており、変電所アクセス道路建設にあたって長大法面が必要となる一方、南側には MSBR 道路区域に隣接し、周辺住民及び環境への影響が大きい。

道路法面を最小化できるよう平面及び縦断線形の検討を行う。

また、MSBR 事業で既存道路のオーバーパスをもう 1 箇所追加する可能性があり、その場合、変電所アクセス道路と別に迂回路を検討する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 8.4.32　SEZ 内変電所へのアクセス道路の平面線形

ii) 車両走行性及び安全性に配慮した縦断勾配採用

予測交通量が少なく交通事故の危険性は少ないが、現実的な建設費の範囲でなるべく小さい縦断勾配を採用する。

8.5　給水

モンバサ SEZ での水需要量と利用可能な水源をレビューして、その水供給計画とモンバサ郡・クワレ郡における他ドナーによる給水関連の開発事業との調整を図り、フェーズ 1（初期段階）の給水のために既存の Tiwi 井戸群において新しい井戸掘削を提案する。

8.5.1　概要

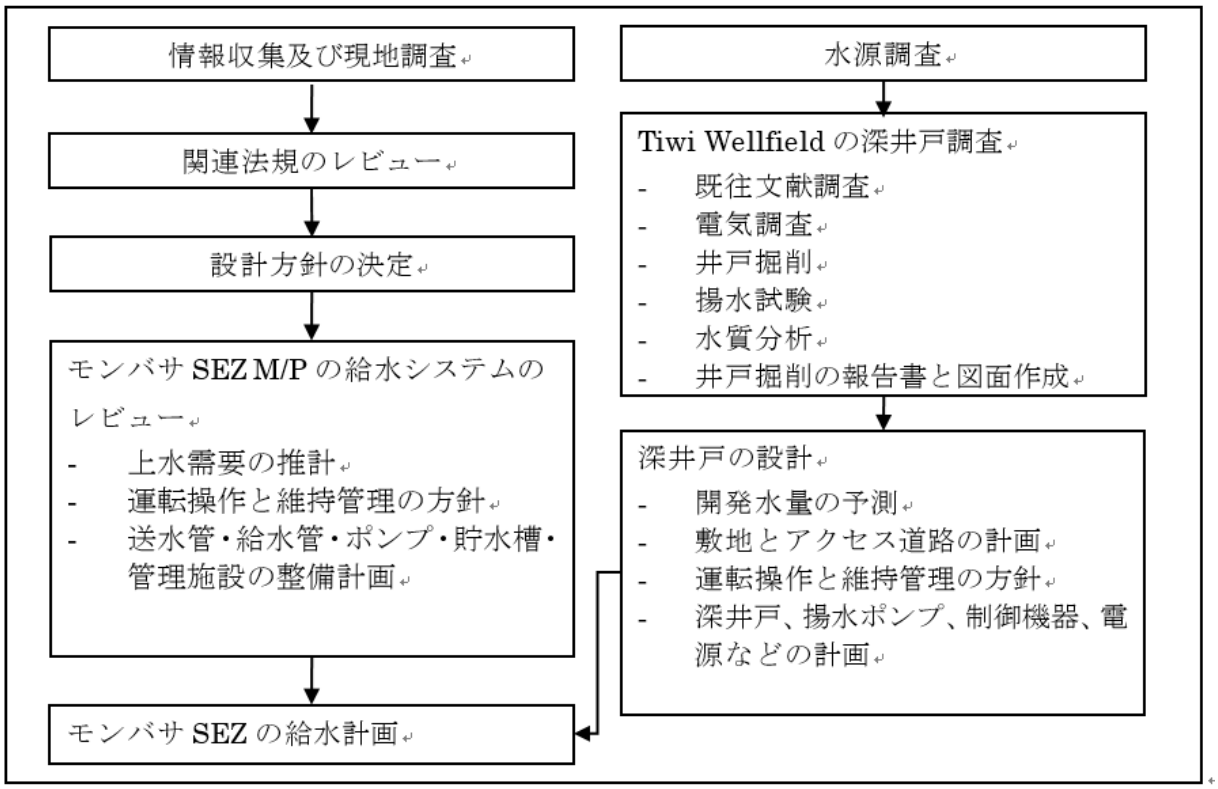
(1) 調査の目的

本調査では、モンバサ SEZ のフェーズ 1 における給水施設の開発のための概略設計、概算費用、実施スケジュールなどを検討する。水源の現状を把握するため、既存の水源開発や給水計画の文献や情報等を収集調査して確認する必要がある。主な目的は次のとおりである。

- ケニアの水質に関する基準を関連法規と関係機関への調査を通じて理解する。
- 井戸調査の結果に基づいて、さく井と SEZ までの送水施設を概略設計する。
- フェーズ 1 の水需要量に応じた給水設備の最適能力を検討する。
- SEZ 内の配水管、増圧ポンプ、貯水槽等の概略設計を行う。
- 既存の SEZ M/P を見直し、以上の設計条件を満たすために更新する。

(2) 給水施設設計の方法

給水施設設計の検討フローを図 8.5.1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 8.5.1　給水施設設計の検討フロー

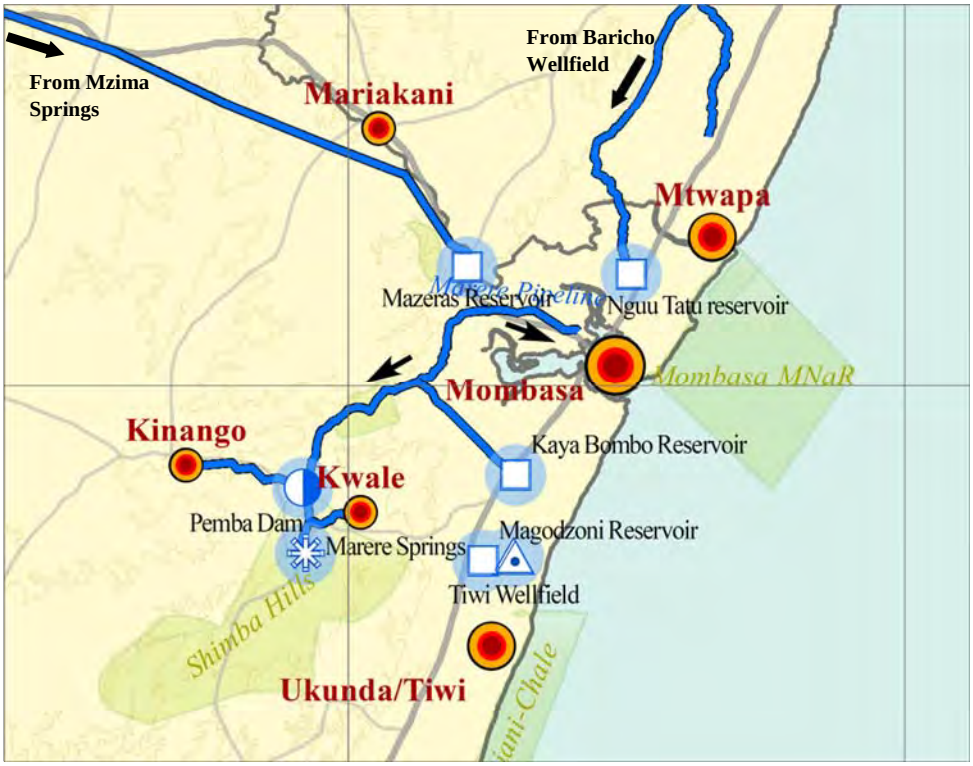
8.5.2　現況と関連プロジェクト

(1) 給水施設の現状

モンバサ郡への給水は Mzima 湧水、Baricho 井戸群、Marere 湧水、Tiwi 井戸群等の他の郡にある水源に大きく依存している。モンバサ SEZ の付近にある Likoni 地区には、Marere 湧水と Tiwi 井戸群からの送水を受けている Kayabombo 貯水槽から給水されているが、その給水量は十分でない。考慮すべき主要な問題を以下に示す。

- 不十分な水源量
- 低水準で老朽化した給水施設
- 井戸水の塩水化
- 地下水汚染
- 高い無収水率

現状のモンバサ郡の上水道施設の配置図を図 8.5.2 に示す。



出典: JICA 調査団 (The Water Supply M/P for Mombasa by CWSB /Feb, 2012 を更新)

図 8.5.2　モンバサの上水道施設の現状

モンバサ SEZ(フェーズ１)の水源を確保するため、以下のように地下水開発に関する調査を実施する。

- 既往の水文・水理地質データの収集・分析、現地踏査を実施する
- 電気探査を実施して掘削地点を選定し、井戸掘削計画を策定する
- 井戸掘削、水質分析（地下水/水環境基準項目）、揚水試験（予備揚水試験、段階揚水試験、連続揚水試験、回復試験）を実施する

- 井戸台帳を作成し、地下水モニタリングを業務実施期間内で実施する
- 既存資料及び現地測定データに基づき、地下水流動解析を実施し、持続可能な揚水量を算定するとともに、必要に応じ追加の井戸掘削計画を策定する

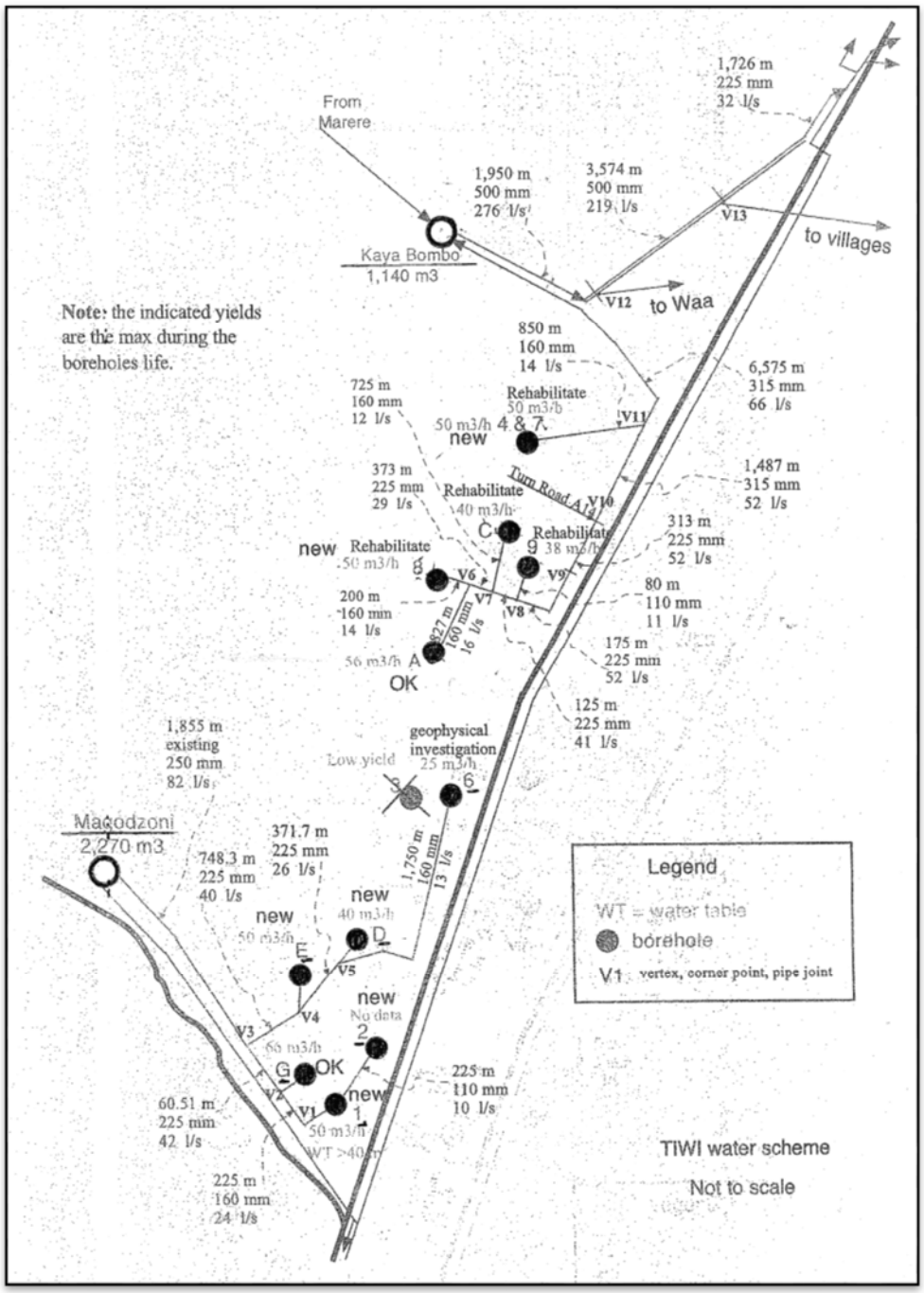
Tiwi 井戸群の既存給水量を表 8.5.1 に、その位置図を図 8.5.3 に示す。このデータを踏まえ、調査時の重要課題を以下に示す。

- 塩濃度(既設井戸 No.6.1 において塩水化が進行中のためその状況を確認する)
- 水資源管理省(WRMA)による地下水調査の実施許可と結果報告
- さく井の関連事業(AFD による Tiwi 井戸群のリハビリ事業等)との調整
- 土地所有権
- 土砂搬出

表 8.5.1 Tiwi 井戸群での給水量

位置	井戸名称	給水量(m^3/時間)	備考
1	6.2	12	Magodzoni に供給
	6.1	25	Magodzoni に供給、塩水化が進行中
2	D3	50	Magodzoni に供給
3	E	34	Magodzoni に供給
4	G1	60	Magodzoni に供給
	G2	-	ポンプ故障のため非稼働
5	1	50	Magodzoni に供給
6	2	54	Magodzoni に供給
7	A	50	Kombani に供給
8	8.1	29	Kayabombo に供給
	8.2	20	Matuga に供給
	8.3	8	Kayabombo に供給
9	C	52	Kayabombo に供給
10	4	37	Kayabombo に供給
	7	37	Kayabombo に供給
11	9	6	Kayabombo に供給

出典：JICA 調査団(CWSB, 2017 年 3 月 14 日)



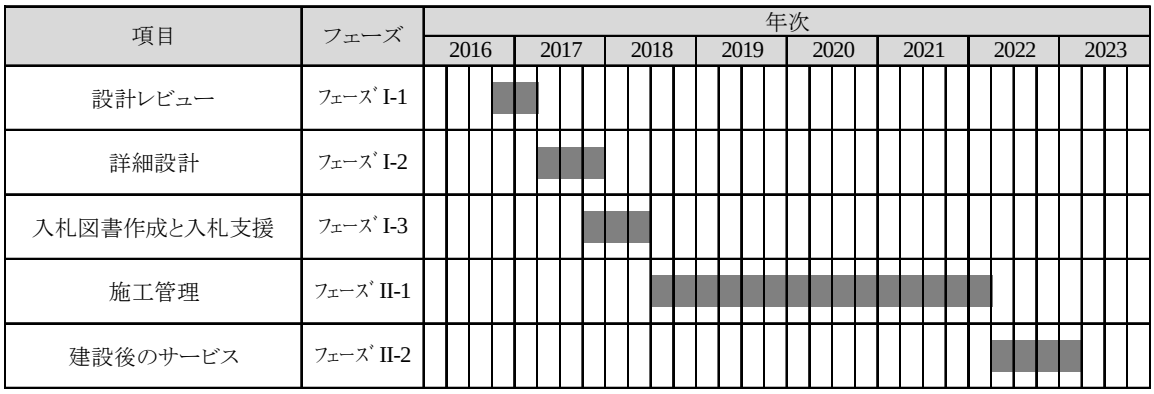
出典: CWSB（追加調査により更新）

図 8.5.3　Tiwi 井戸群の位置図

(2) 関連する給水プロジェクト

i) ムワチェ多目的ダム事業 (世界銀行支援)

ムワチェ多目的ダムは約 186,000m^3/日をモンバサ郡とクワレ郡へ給水する計画である。当初に予定されていたプロジェクトの実施スケジュールを図 8.5.4 に示す。

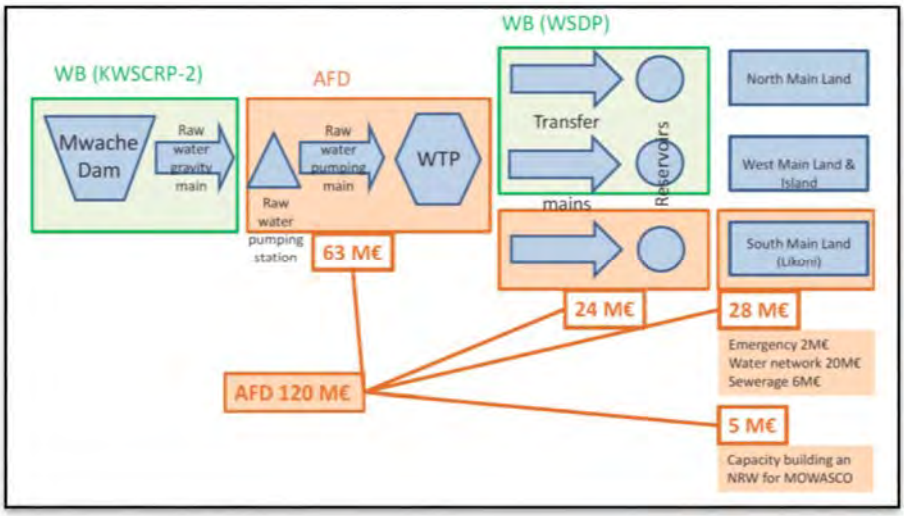


出典: コルサルティング業務のインセプションレポート(世界銀行, 2017 年 1 月)

図 8.5.4　ムワチェダム事業の実施スケジュール (世界銀行支援)

ii) ケニア沿岸部給水の送水施設事業（AFD 支援）

追加の情報調査に基いて、AFD のムワチェ事業のミッションレポートに記載されているムワチェ事業全体の背景として、関係する各融資機関の割付概要と事業内容を図 8.5.5 と表 8.5.2 に示す。



出典: AFD (ムワチェ事業 CKE1103 ミッションレポート - 2018 年 11 月)

図 8.5.5　ムワチェダム事業の関係融資の割付

表 8.5.2 ムワチェダム事業の関係融資の事業内容

融資機関	事業内容	資金
WB (KWSCRP-2)	• ムワチェダム（進行中）、クワレ郡開発支援（パイロット灌漑事業）、取水口、導水管	200M$
AFD	• 原水ポンプ場、送水管、ムワチェ浄水場（63M€） • ムワチェ浄水場から南区域への送水本管（ドンゴ・クンドゥ配水池を含む）（24M€） • 配水管網（20M€）、下水道施設の改善（6M€）の間接的投資、ムワチェ事業が完成するまでの間のリコニ地区への水供給事業(2M€) • MOWASCO の能力強化、無収水対策、機材調達（5M€）	120M€
WB (WSDP)	• 水衛生開発事業として 2 つの送水本管と配水池（100M$） • 沿岸郡の水道と下水道網への間接的投資（200M$）	300M$

出典: AFD (ムワチェ事業 CKE1103 ミッションレポート - 2018 年 11 月)

AFD のムワチェ事業のミッションレポートによると、主要な事業の進捗状況と実施スケジュールは下記のようになっている。関係する各事業の暫定実施スケジュールを図 8.5.6 に示す。

a）ムワチェダム

- 入札業者の評価は完了しており、世界銀行により落札業者の審査中
- 契約承諾書は住民移転計画が承認されてから発行されるが、土地補償に関わる議論が進行中
- 実施スケジュールは 2019 年 4 月に工事が開始された場合では、工事完成は 2023 年 3 月末
- ダム貯水池への湛水は 2023 年 1 月から開始

b）浄水施設

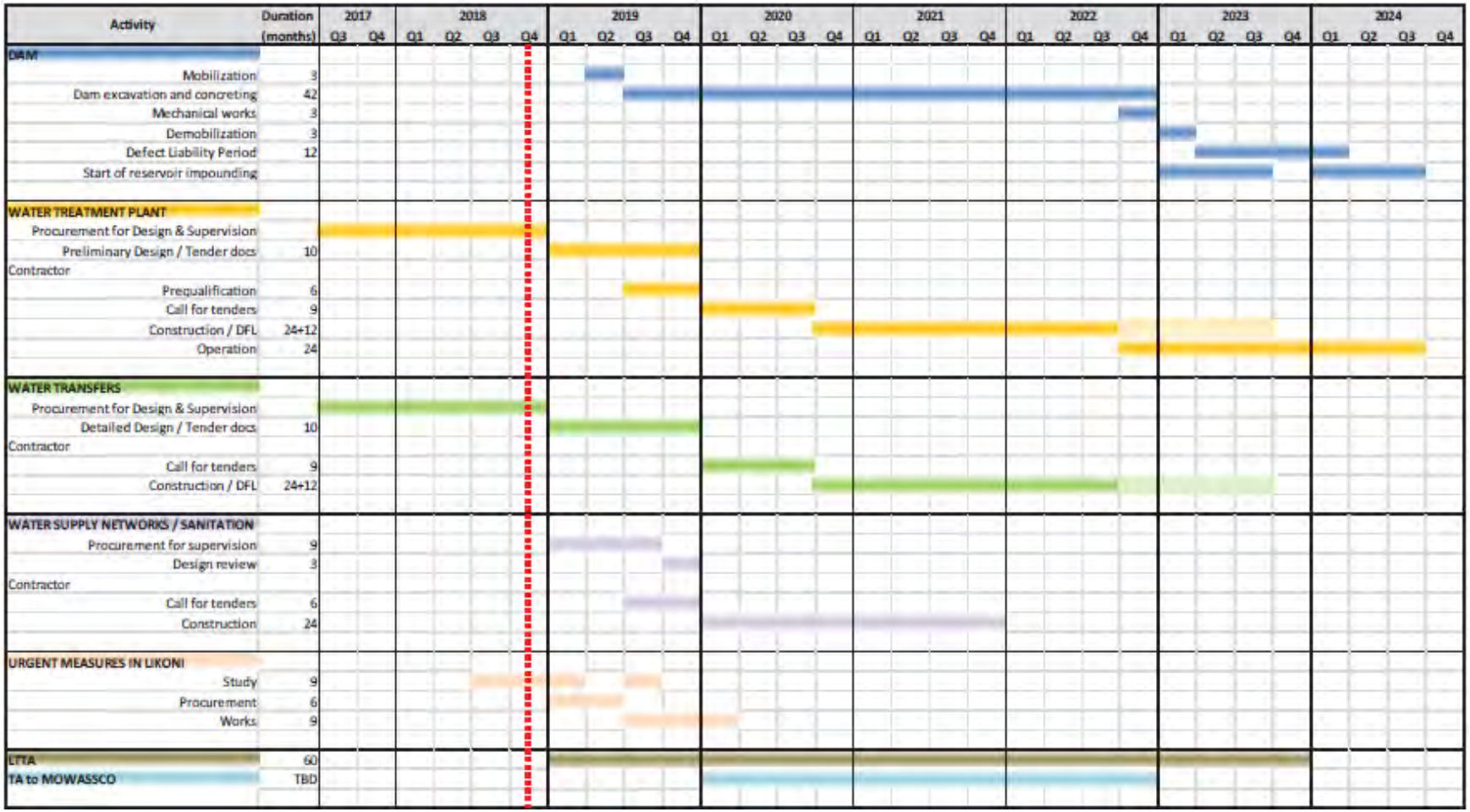
- 工事対象は、原水ポンプ場、2.6km の導水管、10,000m^3 の浄水池を備えた 186,000m^3/日の浄水施設（Design Build Operate 方式）
- 設計コンサルタントの選定は、受領した 5 つの技術提案を CWSB によって評価中
- 最終入札書類（予備設計と入札図書）は 10 か月間を予定、業者選定は 2020 年 9 月末
- 建設工事は 24 か月で工事完了は 2022 年 9 月末、その後試運転を開始

c）送水本管

- 仮選定された 2 社の設計コンサルタントと契約交渉中
- 送水本管の南部バイパス道路の橋梁部への添架については詳細に再検討（Kaya Bombo 配水池への代替ルートとの比較検討）
- その調整に関しては JICA やケニア高速道路公社など関係機関との協議が必要
- 実施スケジュールは浄水施設と同様であり、工事完了は 2022 年 9 月末

d）リコニ地区の緊急対策

- 2018 年 6 月にコンサルタント契約を締結（水文地質学的調査、実現可能性調査、詳細設計、緊急対策の入札図書、CWSB と MOWASSCO に対する事業影響評価のための財務モデル）
- 目標追加水量は 5,000m^3/日
- コンサルタントは 2018 年 9 月に最終インセプションレポートを提出、10 月にフィージビリティ・スタディのドラフトを提出
- その成果は特定結論の欠如、評価根拠の不足などのため CWSB と AFD は再調査を要求
- 追加調査を行い、ティウイ井戸群の一部のリハビリ対策に限定せずに設備投資と運用コストを総合的に比較検討して提案（太陽光発電式やコンテナ式の淡水化なども含む）
- ティウイ井戸群のリハビリ対策の概略設計とマレレ泉の送水管の詳細設計、入札図書の作成
- 工事期間は 2019 年 7 月から 2020 年 6 月末



出典: AFD (ムワチェ事業 CKE1103 ミッションレポート - 2018 年 11 月)

図 8.5.6　ムワチェダム事業の関係事業の暫定実施スケジュール

iii) 水資源開発と送水施設の提案

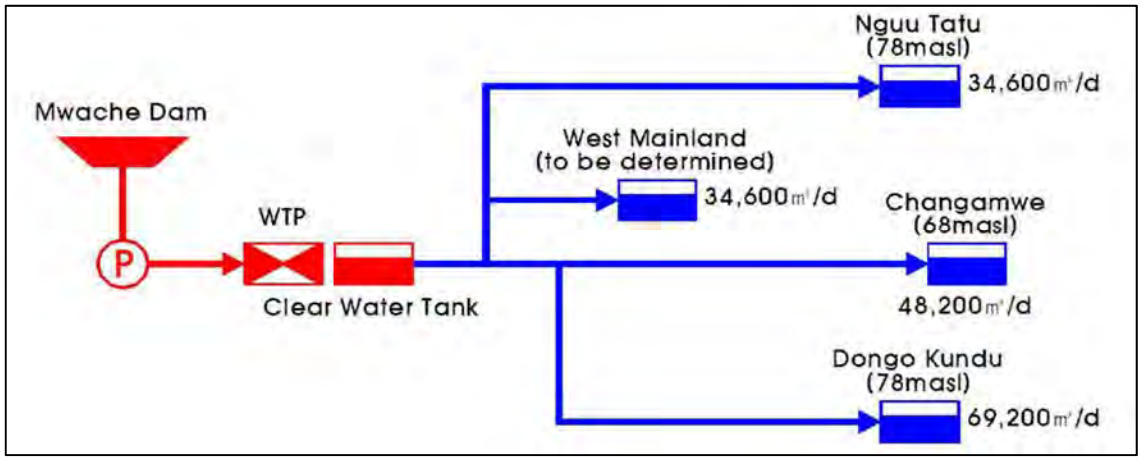
モンバサと沿岸州他都市の給水マスタープラン（2013 年 11 月作成）によると、4 段階で開発フェーズが計画されている。表 8.5.3 にそのフェーズ別水源開発計画を示す。しかし、フェーズ I のプロジェクトの実施は予定より遅れているが、2022 年末までにムワチェダムが完成されることが期待されている。

表 8.5.3 フェーズ別水源開発計画

フェーズ		現在	フェーズ I	フェーズ II	フェーズ III	
目標年次		2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
人口予測		3,521,284	4,130,325	4,839,196	5,669,727	6,642,798
水需要量(m^3/日)		230,561	284,655	374,521	442,465	511,359
現況能力 (m^3/日)	Tiwi 井戸群	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
	Marere 湧水	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Mzima 湧水	35,000	35,000	35,000	-	-
	Baricho 井戸群	83,000	83,000	83,000	68,000	68000
	他の地域水源	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	現況の合計	155,000	155,000	155,000	105,000	105,000
整備後の能力 (m^3/日)	Baricho 拡張	20,000	20,000	20,000	17,000	17,000
	ムワチェダム	-	186,000	186,000	186,000	186,000
	Baricho2 拡張	-	-	70,000	90,000	90,000
	Mzima 2	-	-	-	105,000	105,000
	Msambweni 井戸群	-	-	-	-	20,000
	利用可能な合計	175,000	361,000	431,000	503,000	523,000
余剰/不足 (m^3/日)		-55,561	76,345	56,479	60,535	11,641

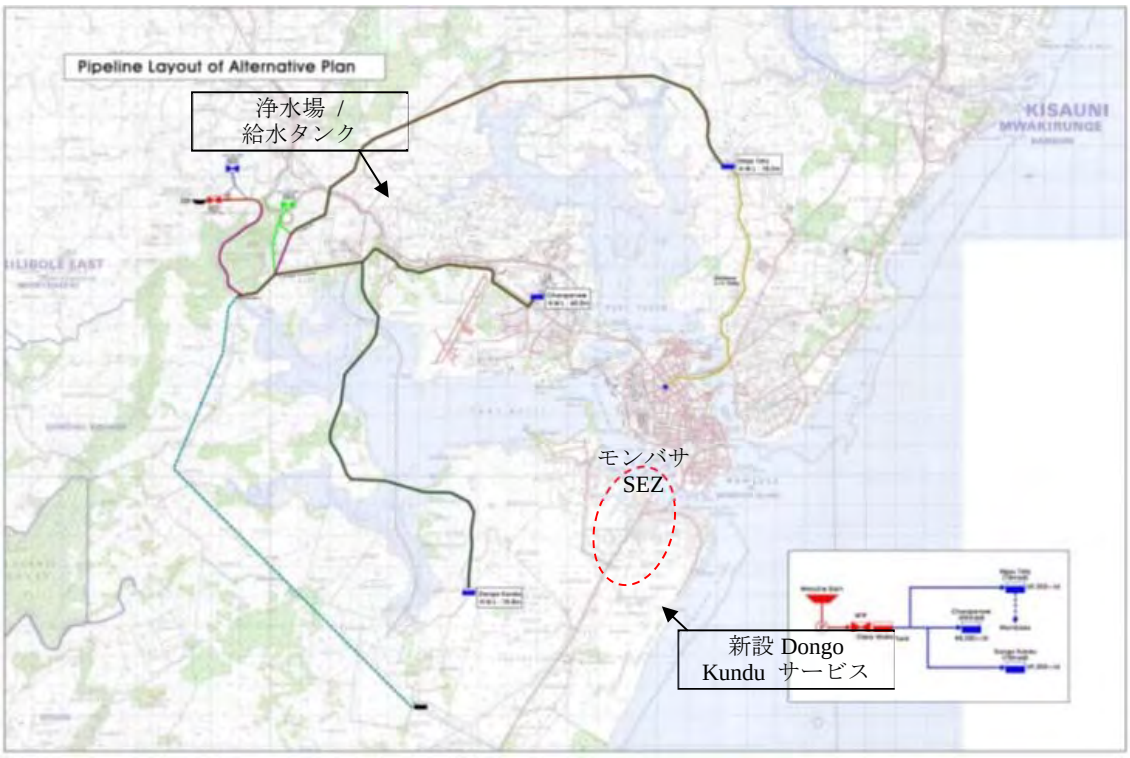
出典: ケニア沿岸州の水供給施設に関するフィージビリティ・スタディ(AFD, 2016 年 1 月)

ムワチェダムの浄水施設からは 3 路線の送水管ルートがあり、そのうち 1 路線は南部バイパス道路に沿ってモンバサ SEZ を通過する。この路線の先にある Dongo Kundu 配水池（供給量 69,200m^3/日、槽容量 23,000m^3）はモンバサ SEZ の近くに計画されている。各配水池への水配分量案を図 8.5.7 と図 8.5.8 に示す。



出典：ケニア沿岸州の水供給施設に関するフィージビリティ・スタディ(AFD, 2016 年 1 月)

図 8.5.7　給水施設の水配分方針案(AFD による)



出典：ケニア沿岸州の水供給施設に関するフィージビリティ・スタディ(AFD, 2016 年 1 月)

図 8.5.8　給水施設の配置計画図(AFD による)

iv) モンバサ海水淡水化事業

モンバサ郡では海水淡水化事業（フィージビリティ・スタディ、設計、建設及び運営）に係わる入札が実施されたがその結果はまだ公開されていない。そのプロジェクトの概要を以下の通りである。

- 現在 70%もあるモンバサ郡での水需要量のギャップを埋めること
- モンバサ郡における住民の水需要量 18,000m^3/日を満たすこと

8.5.3　Tiwi 地域での井戸掘削調査

(1) Tiwi 井戸群の背景と目的

i) 背景

ムワチェダムからの給水が可能になるまでの間、代替水源の確保が必要である。既存の報告書や関連機関との協議に基づき、Tiwi 井戸群を SEZ の初期段階の水源として選定した。

ii) 目的

本調査の目的は、既存の Tiwi 井戸群の給水システムに影響を与えずに、モンバサ SEZ の初期段階において十分な水源を供給するための井戸掘削調査、ならびに今後の地下水開発計画の策定である。今回

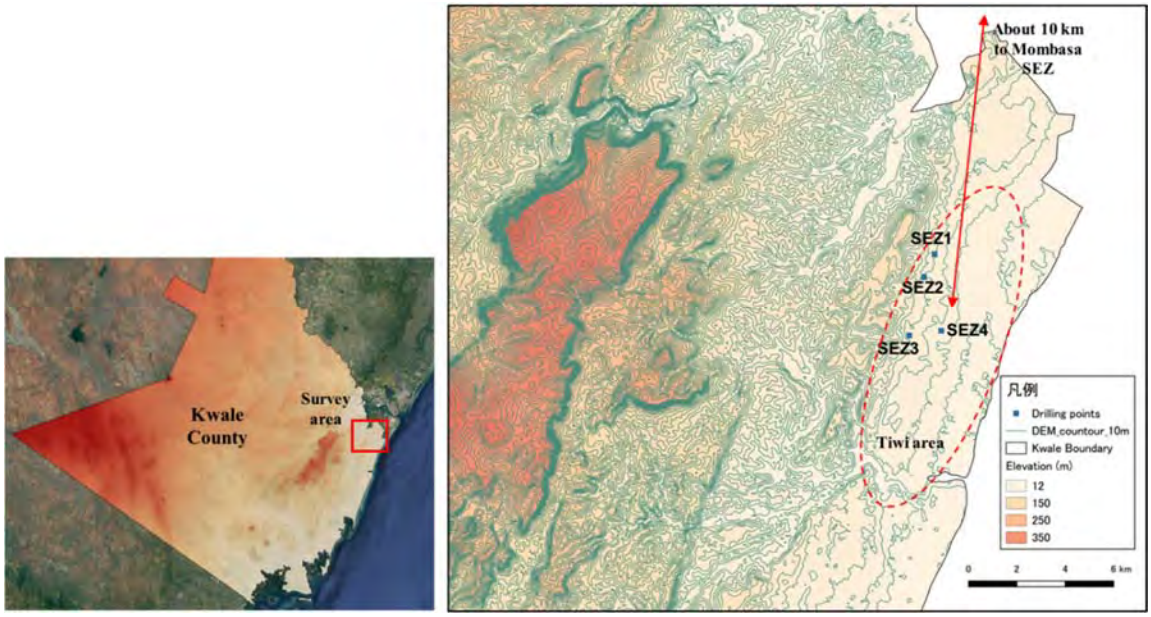
の調査では、1）掘削・揚水試験、2）水質試験、3）各井戸の地下水位モニタリング、4）地下水流動解析に基づく持続可能な地下水開発能力の検討を実施する。

(2) Tiwi 地域に関する基礎情報

i) 地形・地質構造・水理地質

本調査で対象となる地下水開発地域は、モンバサ SEZ から約 30km 南に位置するクワレ郡の Tiwi 地域に位置する。この地域に存在する帯水層は既往調査から豊富な地下水が蓄えられていることが明らかになっている。Tiwi 地域の範囲、周辺の地形状況および井戸の掘削位置を図 8.5.9 に示す。

Tiwi 地域における地質層序は、Joint Venture SINCAT-ATKINS によって 1996 年に報告されている。当地域の総面積は約 147km^2 であり、南はムワチェ川から北は Matuga と Ngombeni の間に、東は更新世の珊瑚石灰岩の分布箇所から西は Likoni-Ukunda 道路から約 2,000m 西方の範囲に位置する（Adams, 1986）。Tiwi 地域の帯水層は、主に沖積の粗粒～細粒で構成した新鮮な海岸石灰岩層に存在すると想定される（Mumma et al., 2011 年）。この Tiwi 帯水層は半被圧、または被圧帯水層であり、地下水面は地表から 25～40m の深さに存在する。個々の井戸は豊富な水量を持つ一方、細粒砂が井戸水に混在することがある。透水量係数は 120～600m^2/日の範囲であり、貯留係数は 9.3×10^{-3}～8.0×10^{-2} である（TAHAL Group 2012）。



出典：JICA 調査団

図 8.5.9　Tiwi 地域周辺地形と調査井の位置図

ERA	PERIOD (age)	ROCKS & SEDIMENTS DEPOSITED	LITHOLOGY	ENVIRONMENT	CLIMATE	EVENTS
CENOZOIC	Recent (0.1 mily.)	Alluvial & Coastal Beach Sands, Coastal Sand Dunes	Superficial unconsolidated sands.	Coastal and near-coastal	Present day	Gradual rise in sea level
	Pieistocene (0.2 mily.)	Coral Reef and Lagoonal Kilindini Sands	Coral limestone Unconsolidated and cemented sands & clays.	Marine, coastal and near-coastal	Pluvial and Interpluvial	Fluctuating sea level
	Pliocene (7 mily.)	Magarini Sands: Upper Lower Marafa Formation	Fine grained, red wind blown sands. Coarse quartz sands, gravels & silty clays. Sandstone/ sands/ shales	Continental Fluviatile and deltaic	Arid ↑ Wet	Extensive erosion of Mesozoic deposits Faulting
	Miocene Oligocene Eocene (58 mily.)	Baratamu Formation	Marls/ limestone/ clays & sands	Shallow water littoral	Warm	Deposition, extensive continental erosion
MESOZOIC	Cretaceous (135mily.)	Mtomku Formation: Upper Middle	Shales & limestones Shale, limestone & sandstone			Faulting?
	Jurassic (195 mily.)	Mtomku Formation: Lower Kambe Limestone Mazeras Formation: Upper Middle	Shales, siltstones & sandstones Limestones, shales & siltstones Sandstones/ Arkoses Sandstone	Marine Continental	Warm	Marine invasion of coastal plain, subsequent limestone deposition
	Triassic (225 mily.)	Mariakani Sandstone: Upper Middle Lower Maji ya Chumvi: Upper	Sandstone Sandstone Sandstone Sandstones, shales, siltstones	Deltatic and lacustrine Deltatic	Generally semi-arid	Continental subsidence to form basin of deposition
PALAEOZIC	Permian (286 mily.)	Maji ya Chumvi: Lower Taru Grits: Upper Lower	Black, shaly siltstones Arkoses/Sandstones siltstone, shales Arkoses/ Conglomerates.	Lacustrine Continental	Generally semi-arid	Downwarping of continental margin

出典：Joint Venture SINCAT-ATKINS (1996)

図 8.5.10　Tiwi 地域周辺地質層図

ii) 帯水層区分と地下水流動

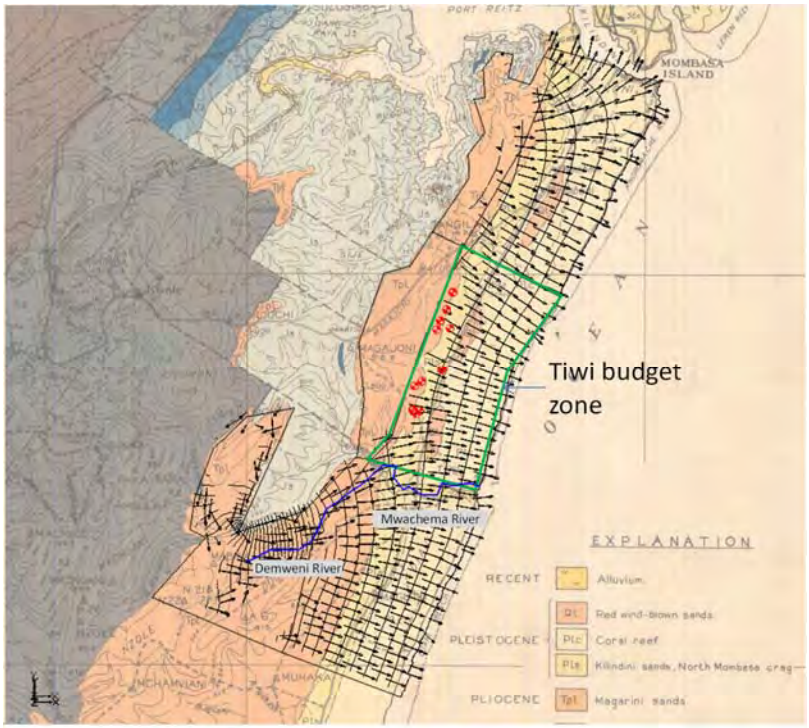
Tiwi 地域における帯水層区分に関する既存資料と、本調査で実施された電気探査の結果から、調査地域における帯水層は地表から 20～40 m（浅層）と 60～75 m（深層）の 2 層の存在が見出された。これに基づいた当地域の帯水層区分を下表に示す。

表 8.5.4 Tiwi 地域における帯水層区分

Layer	Depth (-G.L.m)	Hydrogeologic condition
1	0~40	Permeable (Unconfined layer)
2	40~60	Impermeable
3	60~75	Permeable (confined layer)
4	75~80	Impermeable (Bottom layer of 3D model)

出典：JICA 調査団

Tiwi 地域において一斉水位測定は実施されていないものの、現地の地形、ならびに既存の調査結果を基に Water Supply Master Plan for Mombasa and other Towns Within Coast Province Final Water Resource Report により作成された地下水モデルから、当地域の地下水は下図に示すように西方の内陸から東方の海岸に向けて流動していると推定される。



出典：Water Supply Master Plan for Mombasa and other Towns Within Coast Province Final Water Resource Report

図 8.5.11　Tiwi 周辺地域における地下水流動状況

iii) 既存井戸情報

既存の調査結果から推定される、Tiwi 地域の既存井戸群の生産能力は 13,000 m^3/日程度であり、地下水の開発ポテンシャルは 20,000 m^3/日程度である（TAHAL Group 2012）。既存井戸の位置情報と給水能力、および 2016 年実施された水質分析の結果を次表に示す。同表に示すように、井戸の電気伝導率はケニアの飲用水質基準 2500μS/cm 以下である。なお、一部電気伝導率の高い井戸が見られるが、1000μS/cm 以上の井戸を考察してみると、既存井戸における井戸深度との相関性は見られず、本地域の既存深井戸（80m 深）への塩水浸入は確認されていない。

表 8.5.5 Tiwi 地域における既存井戸の位置と生産能力

Name	X*	Y*	Depth (m)	Production after refurbishment (m^3/day)
Tiwi_BH1	563621	9532610	75.0	865
Tiwi_BH2	563781	9532720	85.0	1,154
Tiwi_BH4	565329	9538360	75.0	1,232
Tiwi_BH6_6.1	564800	9534660	61.4	541
Tiwi_BH7	565339	9538330	75.0	929
Tiwi_BH8	564745	9537000	75.0	391
Tiwi_BH8.2	564752	9537020	80.5	744
Tiwi_BH9	565199	9536650	80.0	216
Tiwi_BHA	564573	9536600	75.0	1,087
Tiwi_BHC	565035	9537530	64.9	1,058
Tiwi_BHD	563872	9534110	75.0	996
Tiwi_BHE	563536	9533890	75.0	1,020
Tiwi_BHG1	563447	9532780	66.5	1,262
Tiwi_BHG2	563478	9532780	75.0	1,368
Tiwi BH6.3	564850	9534660	80.0	264
Total production (m^3/d)				**13,127**

*座標系は UTM 37S
出典：JICA 調査団

表 8.5.6　Tiwi 地域における既存井戸の水質分析結果（2016 年）

Sample Source	pH	Colour	E.C	TDS	Turbidity	Chloride	T.Alkalinity	T.Hardness	Ca^{2+}	Mg^{2+}
		Hazen	μs/cm	mg/l	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Tiwi BH 1	7.3	2.5	1249	624.5	<5	194	294	208	81.81	1.46
Tiwi BH 2	7.6	2.5	1260	630.0	<5	151	310	182	36.45	22.45
Tiwi BH 4 & 7	6.99	2.5	796	298.0	5	121	388	190	75.33	0.98
Tiwi BH 6	7.2	2.5	1172	586.0	0	208	254	374	ND	24.40
Tiwi BH 6.1	7.4	2.5	2060	1030.0	<5	155	276	378	150.66	1.46
Tiwi BH 6.2	7.5	2.5	849	224.5	<5	73	326	126	39.69	6.83
Tiwi BH 8.1	7.2	2.5	854	227.0	<5	119	264	218	29.16	35.63
Tiwi BH 8.2	7.2	2.5	607	303.5	<5	57	224	230	32.40	36.60
Tiwi BH A	7.3	2.5	566	283.0	<5	38	250	158	42.12	13.18
Tiwi BH C	7.4	2.5	641	220.5	<5	38	290	170	27.54	24.89
Tiwi BH D3	7.4	2.5	700	350.0	<5	54	310	170	20.25	29.28
Tiwi BH E	7.2	2.5	643	321.5	<5	67	176	154	32.40	18.06
Tiwi BH G1	7.5	2.5	1246	623.0	<5	194	260	220	40.50	29.28

*井戸名は補修により変更された地点がある。
出典：CWSB 提供資料をもとに JICA 調査団作成

(3) 掘削調査（第一回）

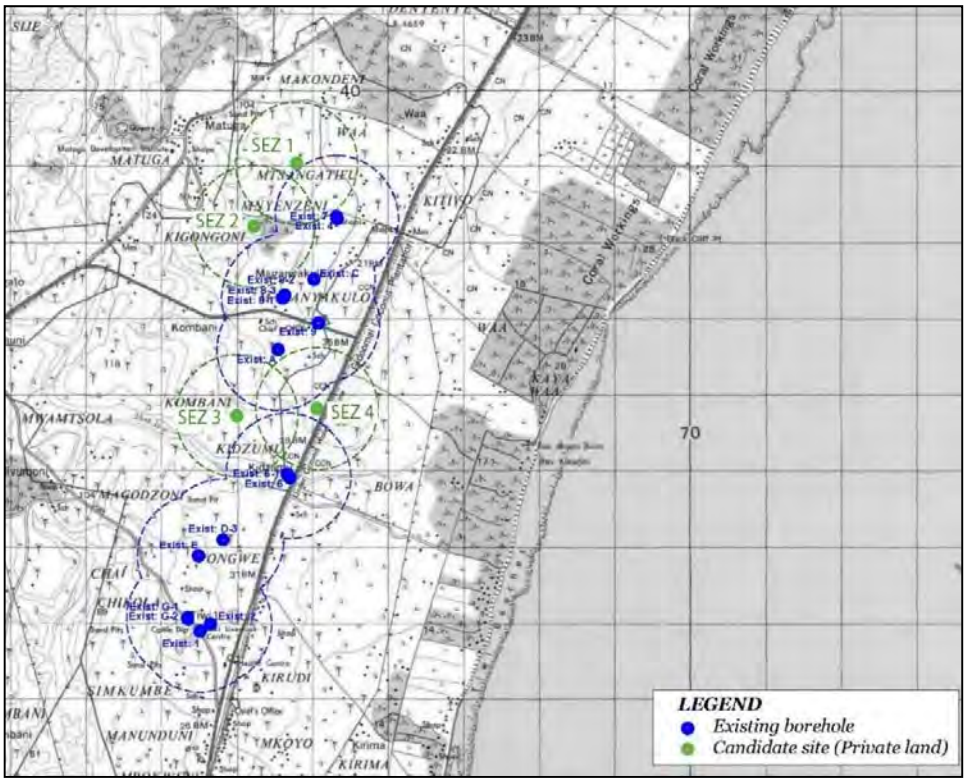
i) 掘削位置の選定

既存井戸の位置を考慮しながら新たに 4 つの掘削孔候補地を選定するため、垂直電気探査（Vertical Electric Survey (VES)）を実施した。各候補地域においてそれぞれ 2~3 地点の探査を実施し、近隣の既存井の地点で実施した電気探査の結果をリファレンスとし、もっとも有望な地点を選定した。また、探査の結果、帯水層は GL-20~40m、および GL-60~75m 付近にあると想定され、調査井戸の掘削深度は 75~80m が妥当であると判断された。

表 8.5.7 VES により選定した掘削候補地

サイト ID	所有者	井戸の位置		計画掘削深度（GL-m）	敷地範囲
		経度(°)	緯度(°)		
SEZ 1	Private	-4.172	39.585	75	20 m × 15 m
SEZ 2	Private	-4.182	39.580	80	20 m × 20 m
SEZ 3	private	-4.203	39.576	80	20 m × 20 m
SEZ 4	クワレ郡	-4.203	39.588	80	20 m × 20 m

出典：JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 8.5.12　4 箇所の調査井の配置図

ケニアでは新しく掘削する井戸開発には水資源管理局（WRMA）の許可を得る必要がある。WRMA の許可を得るには掘削許可申請とあわせて下記に示す関連文書を取得・提出した 。

表 8.5.8 掘削許可に必要な文書

文書名	内容	備考
掘削許可申請	• 指定様式に従う	• 申請者が作成
土地利用許可	• 選定された掘削候補地を利用できるため、関係者から必要な書類を取得する。	• 私有地（SEZ1～3）：土地所有者と合意書 (agreement) を締結する。 • 公有地（SEZ4）：クワレ郡から同意書 (consent lette) を取得する。
ESIA 認定書	• ESIA を実施し、掘削により環境社会に与えられる影響を評価した結果について、関連機関から承認を得る。	• NEMA に提出
同意書	• 地下水開発に係わる機関から同意書(consent lette)を取得する。	1) クワレ 水道・インフラ部署 2) モンバサ 給水・衛生部署 3) Coast water services board

出典: JICA 調査団

ii) 掘削調査

選定された 4 箇所においてボーリング調査を行った。工程・数量・仕様は以下のとおりである。

表 8.5.9　ボーリング調査のまとめ

項目	SEZ-1	SEZ-2	SEZ-3	SEZ-4
緯度 (°)	-4.172	-4.182	-4.203	-4.203
経度 (°)	39.585	39.580	39.576	39.588
坑口標高	51m	50m	47m	40m
掘削期間	2017/10/15～11/5	2017/10/13～10/14	2017/10/2～10/12	2017/10/23～10/28
掘削深度	68 m	80 m	80 m	78 m
スクリーン深度	GL-44 m～GL-62 m	GL-32 m～GL-50 m, GL-62 m～GL-74 m	GL-32 m～GL-44 m, GL-56 m～GL-74 m	GL-36 m～GL-48 m, GL-54 m～GL-72 m
スクリーン長	18 m	30 m	30 m	30 m
ケーシング径	8 inch* (steel)	8 inch* (steel)	8 inch* (steel)	8 inch* (steel)

*掘削は 14 インチで実施し、ケーシングは当初 10 インチの uPVC 管を想定したが、未固結層の杭内崩壊が著しく挿入が困難であったため、小口径のスチール管に変更した。

出典: JICA 調査団

iii) 揚水試験

各井戸のケーシング挿入後、揚水試験により帯水層の能力検証を行った。

揚水試験の手順は以下の通りである。

- 予備揚水試験：坑内の洗浄、ならびに段階揚水試験の揚水量の決定
- 段階揚水試験：5 段階の揚水量で各 2 時間実施。

- 揚水能力と連続揚水試験の揚水量を決定。
- 連続揚水試験：24 時間を目安とし、適正揚水量で水位の安定を確認。
- 水位回復試験：24 時間以上とし、水位の回復と安定を確認。

揚水試験の結果を下表にまとめる。

表 8.5.10 揚水試験のまとめ

	SEZ-1	SEZ-2	SEZ-3	SEZ-4
実施期間	2017/11/9～11/10	2017/10/20～10/21	2017/11/16～11/17	2017/11/11～11/12
段階揚水試験	*	20,25, 30,40, 45 m^3/hr	20, 25, 36, 45, 55 m^3/hr	*
連続揚水試験	2.40 m^3/hr	36.0 m^3/hr	55.0 m^3/hr	5.50 m^3/hr
ポンプ深度	62.0 m	74.0 m	74.0 m	74.0 m
静水位	47.60 m	48.50 m	43.80 m	34.88 m
水位低下量	7.96 m	11.02 m	21.23 m	34.27 m
動水位	55.56 m	59.52 m	65.30 m	69.15 m
適正揚水量**	1.6 m^3/hr	25.2 m^3/hr	38.5 m^3/hr	3.8 m^3/hr

*揚水量が少量であったため未実施
**可能揚水量の 70%の安全率で算出
出典: JICA 調査団

iv) 水質試験

水質試験の結果は下表のとおりである。なお、同表には第二回調査で実施した SEZ-8、ならびに SEZ-5 の水質結果もあわせて示している。

表 8.5.11 水質試験のまとめ

PARAMETERS	UNIT	1st phase					2nd phase		kenyan standard (drinking)*
		SEZ 1	SEZ 2	SEZ 3	SEZ 4	Lab	SEZ 5 (Lab 5)	SEZ 8 (Lab 6)	
pH	pH scale	6.94	7.27	6.66	7.23	1	6.69	7.00	6.5-8.5
Colour	mgPt/l	23.0	5.0	6.0	14.0	1	< 5	ND	50
Turbidity	NTU	8.49	ND	0.25	2.69	1		0.8	25
Total Alkalinity	mg/L	50.0	408.0	176.0	212.0	1	98.0	409.3	500
Conductivity (25℃)	µS/cm	353	999	977	727	1	776	5960	2500
Calcium	mg/L	17.8	74.4	50.4	62.4	1	11.4	40	250
Iron	mg/L	0.51	0.12	0.21	0.29	1	0.04	ND	0.3
Magnesium	mg/L	0.4	17.5	7.8	17.5	1	17.4	36.4	100
Total hardness	mg/L	46.0	258.0	158.0	228.0	1	100.0	250	500
Chlorides	mg/L	64.0	132	216.0	39.0	1	118.9	1575	250
Fluorides	mg/L	ND	0.87	0.20	0.49	1	< 1.0	0.1	1.5
Nitrates	mg/L	0.2	1.8	0.2	0.2	1		1.0	45
Nitrites	mg/L	0.004	0.001	0.003	0.016	1			-
Sulphate	mg/L	15.0	19.0	47.0	40.0	1	29.3	140	400
Free Carbon Dioxide	mg/L	202.0	14.0	26.0	274.0	1			-
Total dissolved solids	mg/L	219	619	606	451	1	388	3190	1500
Total suspension solids	mg/L	7.0	2.0	15.0	ND	1	ND	ND	-
Manganese	mg/L	0.027	0.05	0.08	0.006	1	0.07	0.2	0.1
Ammonia	mg/L	ND	ND	ND	0.25	1		0.1	0.5
Sodium	mg/L	56.8	168	403	106	2	73.28	1324	200
Potassium	mg/L	8	8	12	6	2	1.07		-
Arsenic	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	3			0.05
Copper	mg/L	0.05	0	0	0.11	2	< 0.01	ND	0.1
Zinc	mg/L	0.13	0.04	0.05	0.13	2		0.1	5
Lead	mg/L	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	3	< 0.01		0.05
Total Coliforms Count	cfu/mL	-	Nil	-	Nil	2	10	30	10
		-	10	-	14	4			
Faecal Coliforms count	MPN/100 ml	-	Nil	-	Nil	2	-	-	Nil
		-	Nil	-	Nil	4			
Escherichia coil	cfu/mL	-	-	-	-	-	ND	ND	Nil

ND-Not Detected　　* KS 05-459: Part 1:1996

Extremely High
Higher than standard value
Need to note
unmeasured

Lab 1: Kenya Water Institute (P.O.Box 60013, Nairobi)
Lab 2: Government Chemist's Department (P.O. Box 81119, Mombasa)
Lab 3: SGS Kenya Limited Laboratory Services (P.O. Box 90264, Mombasa)
Lab 4: Coast Water Service Board (P.O. Box 90417, Mombasa)
Lab 5: Pulucon, Blue Water Wells (P.O. Box 5263-01002, Thika)
Lab 6: Aqualytic Laboratories Ltd. (P.O. Box 4600-00506, Nairobi)

出典: JICA 調査団

水質試験の結果は、全体として有害物質による汚染は確認されないが、SEZ-1 の色度、濁度、鉄イオン濃度が高いこと、および SEZ-3 の塩化物イオン、ナトリウムイオン濃度が比較的高いことが確認された。SEZ-8 の塩化物イオン、ナトリウムイオン濃度は飲用基準を大きく上回り、塩水化の兆候が確認された。なお SEZ-2,4,5,8 において大腸菌群数（Total coliforms count）が検出されている。当項目について

はケニアでは基準が設けられているが日本の水道水質基準は大腸菌群数は糞便性汚染の指標性が低いために「大腸菌」に切り替えられている。糞便性汚染を示す Faecal coliforms count あるいは Escherichia Coli は検出されていないため水質に問題はないといえるが、ケニアの飲用基準に従うのであれば消毒や煮沸等の処置が望ましい。

(4) 掘削調査（第二回）

i) 追加井戸調査の概要

これまでの4本の試験井戸の掘削により、SEZの水源として2本井戸からおよそ1200m^3/dayの揚水可能水源を確保した。しかし、SEZへの目標給水量は2,000m^3/day以上であり、少なくとも残り800 m^3/dayの水源確保が必要である。このため、追加井戸調査として、Tiwi地域において新たに4本の井戸掘削を計画した。井戸掘削地点の選定は、以下の調査手順で実施した。

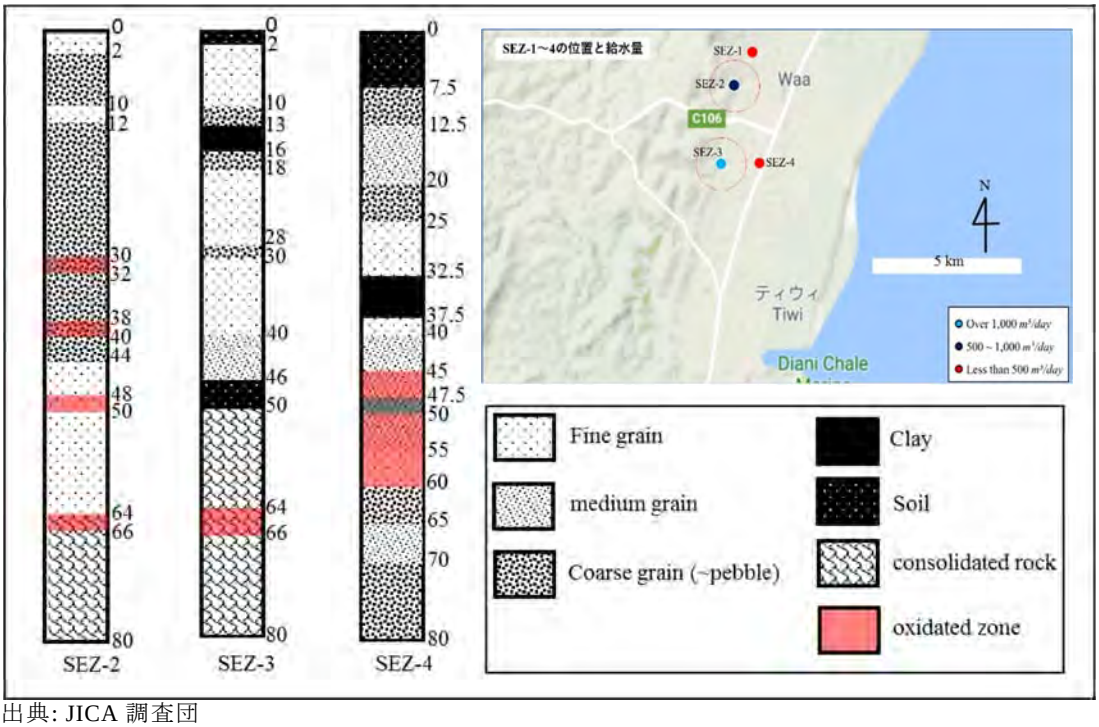
- 前回調査結果のレビュー
- 地質構造・地形判読の野外調査
- 6箇所の候補地選定とVES実施
- 4箇所の掘削候補地点の選定

1) 第一回調査結果のレビュー

前回の井戸掘削の成功および失敗の要因を理解するため、既存資料等から以下のフィードバックを行った。

- 前回掘削した地点の地質構造の把握
- 既存井戸の揚水量と塩化の把握

前回の井戸掘削時に採取したサンプルの観察を行い、柱状図を作成、地質構造の把握を試みた（SEZ-1はサンプルを採取していないため実施していない）。柱状図を下図に示す。

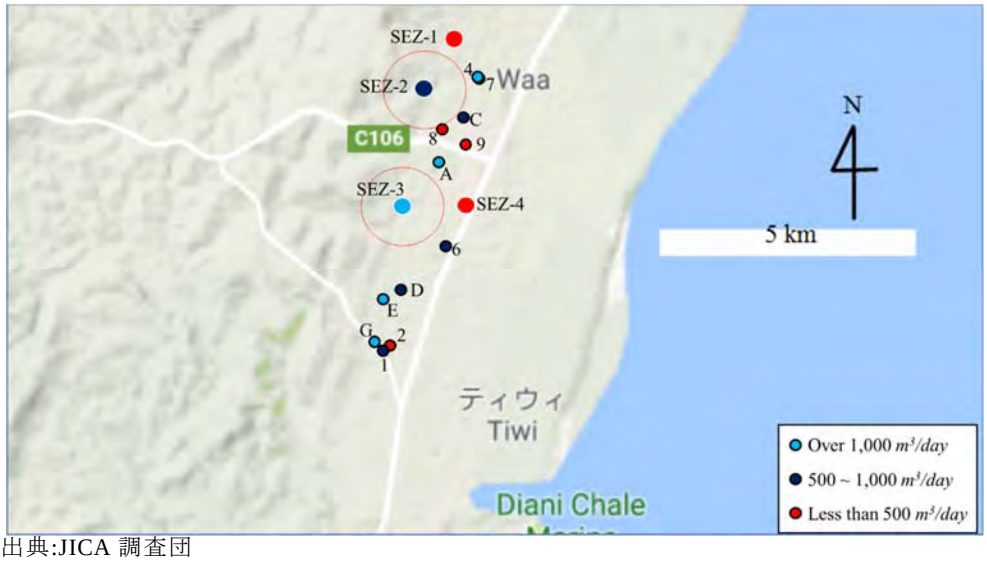


出典: JICA 調査団

図 8.5.13　SEZ-2～4 の柱状図と位置図

SEZ-2および3は粗粒の砂層が堆積しており、陸水の影響を大きく受けていることを示している。下位の基盤岩は第三紀の頁岩であり、それより上位の第四紀層の未固結堆積物に帯水層が存在すると考えられる（Carruthers, 1985）。一方、SEZ-4は炭酸塩鉱物（サンゴの破片）が多く含まれており、含泥率が高かった。このことは海水準変動に伴う海水面の変動によって礁湖、もしくは陸水の影響を受けた潟湖の環境化で堆積した堆積物であることを示している。このような充填率の高く透水性の良くない堆積構造では高いポテンシャルの帯水層は期待できず、事実SEZ-4の揚水能力は低い結果となっている。以上のことから、SEZ-4と同類の低地での井戸掘削は除外する必要性を見出した。

次にTiwi地域の既存井戸とSEZ-1～4の揚水量を地図にプロットし、揚水ポテンシャルの平面分布を確認した。

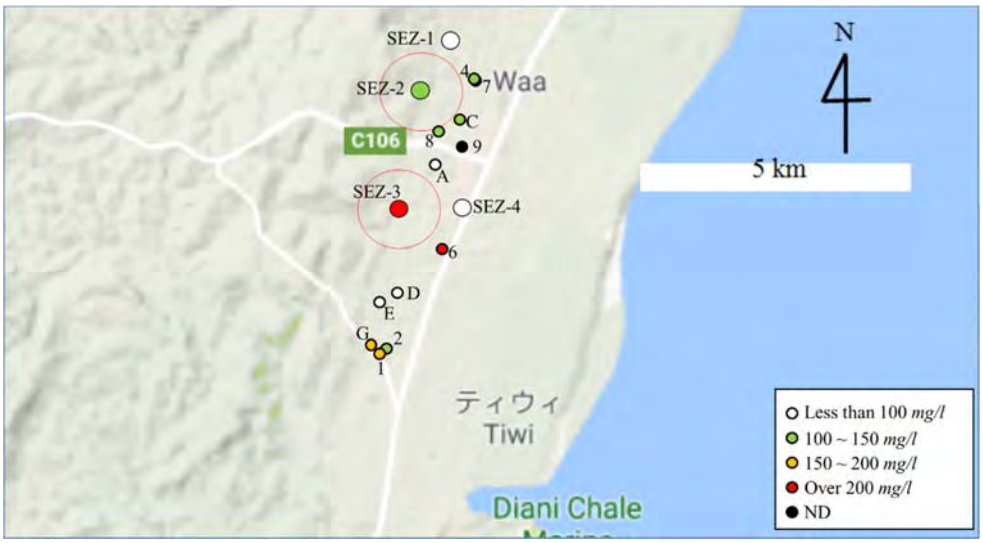


出典:JICA 調査団

図 8.5.14　既存井戸の位置と揚水量

堆積段丘地や古河川地形の周辺部は揚水量の高い井戸が分布し、標高の低い平坦な地形に位置する井戸は揚水能力が低い傾向が見られた。

次に、既存の報告書を基に、各既存井戸の塩化物イオン濃度の分布状況を調べた。



出典:JICA 調査団

図 8.5.15　既存井戸の位置と塩化物イオン濃度

塩化物イオン濃度の分布状況の調査により、SEZ-3とBH-6に濃度の高まりを確認したことより、これらの周辺部は調査候補地から除外する必要性を見出した。

2) 地質構造・地形判読の現地調査

SEZ-3から南に約500 mに位置する河川に出現する高さ約15mの露頭にて観察を行ったところ、淘汰の悪い砂礫層が確認された。これより下部の堆積構造は未確認であるが、このような砂礫層は充填率が低く透水性が高いため帯水層の存在が期待できる。よって、河川沿いおよび古河川沿いは良好な調査候補地と考えられる。

Tiwi地域には砂採り場が多数存在し、人工的に形成された窪地には、雨季の降水が溜まり、蓮が繁殖する池となる。本野外調査は乾季の1月に実施したが、この時期に池が存在するということは、水はけの悪い堆積物（藻類・植物起源の泥層等）が地表から地下に堆積していることが想定され、それが地表からの地下水涵養を妨げている可能性がある。

南北に走る幹線道路から東側にかけて、サンゴ骨格であるアラゴナイトから続成作用を受けたカルサイト炭酸塩岩の露頭を多数確認した。この露頭観察の結果、この炭酸塩岩層は上述の砂礫層と比べ強固で透水性が低いことが予想される。そのため、珊瑚起源の炭酸塩岩層は候補地から外した。

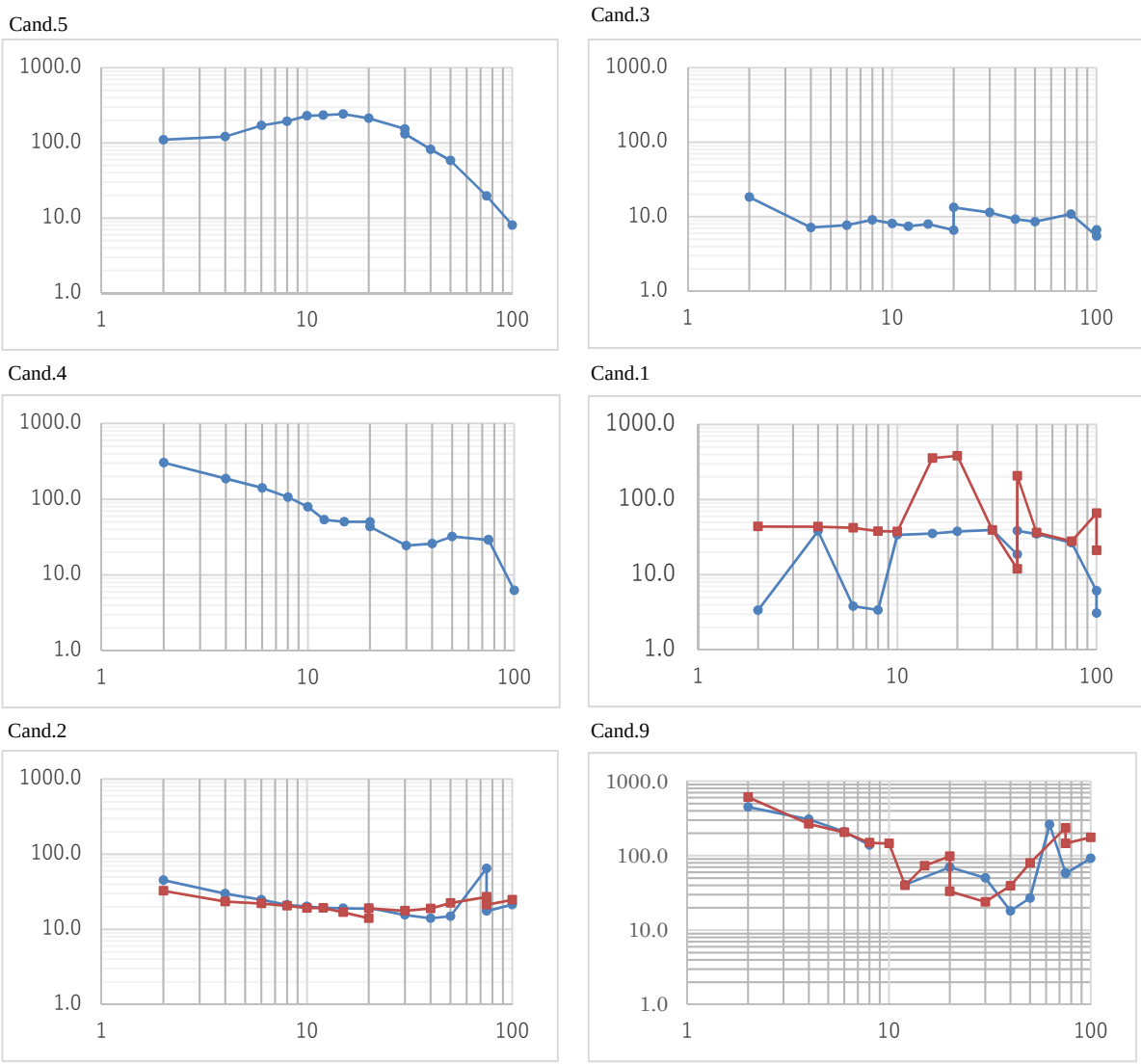
また、この南北に走る幹線道路は、場所によって約±5mの高低差を確認した。この高低差は砂丘の丘陵地と考えられ、低い箇所は陸水路と想定され、高い箇所には砂浜の砂層が堆積しており、その下には炭酸塩岩層の存在が推定される。

3) 6 箇所の候補地選定と VES 実施

以上の調査結果を踏まえ、6つの候補地を選定し垂直電気探査（VES）を実施した。また、候補地周辺の揚水量の多い既存井戸においてもVESを実施した。6つの候補地点（Cand.1,2,3,4,5,9）と既存井戸の位置図と計測データ（加工前）を以降に示す。

出典:JICA 調査団

図 8.5.16　6 つの候補地と既存井戸の位置図

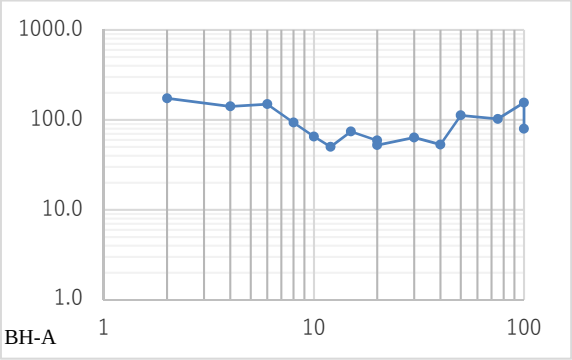


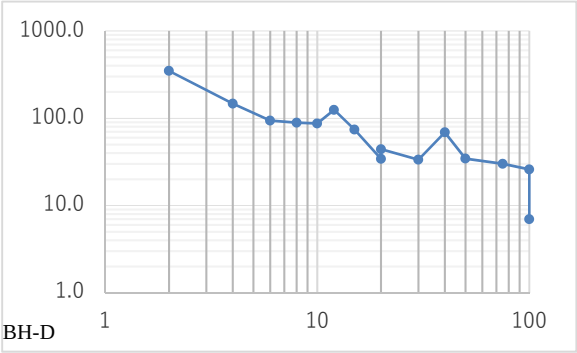
（図の縦軸は比抵抗値（Ω-m）、横軸は深度（m））

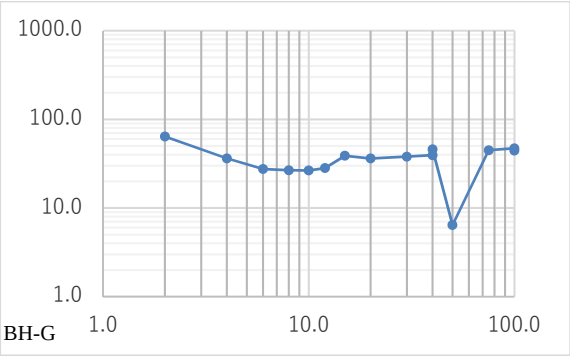
出典: JICA 調査団

図 8.5.17　6 つの候補地における VES の結果（北から順に表示）

Candidate 1、2、および9では、南北方向と東西方向の2方向のVESの測定を実施した（青：南北、オレンジ：東西）。一方、Candidate 3、4、および5は、表層地形の関係上、1方向で測定を実施した。これらの結果を解析するにあたり、候補地周辺の既存井戸で水量の多い井戸を選びVESを実施し、このデータをレファレンスとして解析を行った。







（図の縦軸は比抵抗値（Ω-m）、横軸は深度（m））

出典:JICA 調査団

図 8.5.18　図候補地周辺における既存井戸の VES の結果（北から順に表示）

各候補地点でのVESの解析結果と、既存井戸との類似性を下表にまとめる。

表 8.5.12 候補地の VES 解析結果

候補地	VES 結果の解析	既存井戸の結果との類似性
Cand.5	弧を描くプロット＝珊瑚層	N/A
Cand.3	<10 の比抵抗値＝泥層等の浸透性の低い地層、帯水層の期待薄い	N/A
Cand.4	深さ 30～50m にかけて理想的な比抵抗値	A
Cand.1	<10 は泥層が堆積、30～80m にかけて帯水層に期待	G
Cand.2	深さ 30～70m に帯水層を期待	G
Cand.8	深さ 10m 前後と 20～50 に水の存在を示唆	N/A

出典:JICA 調査団

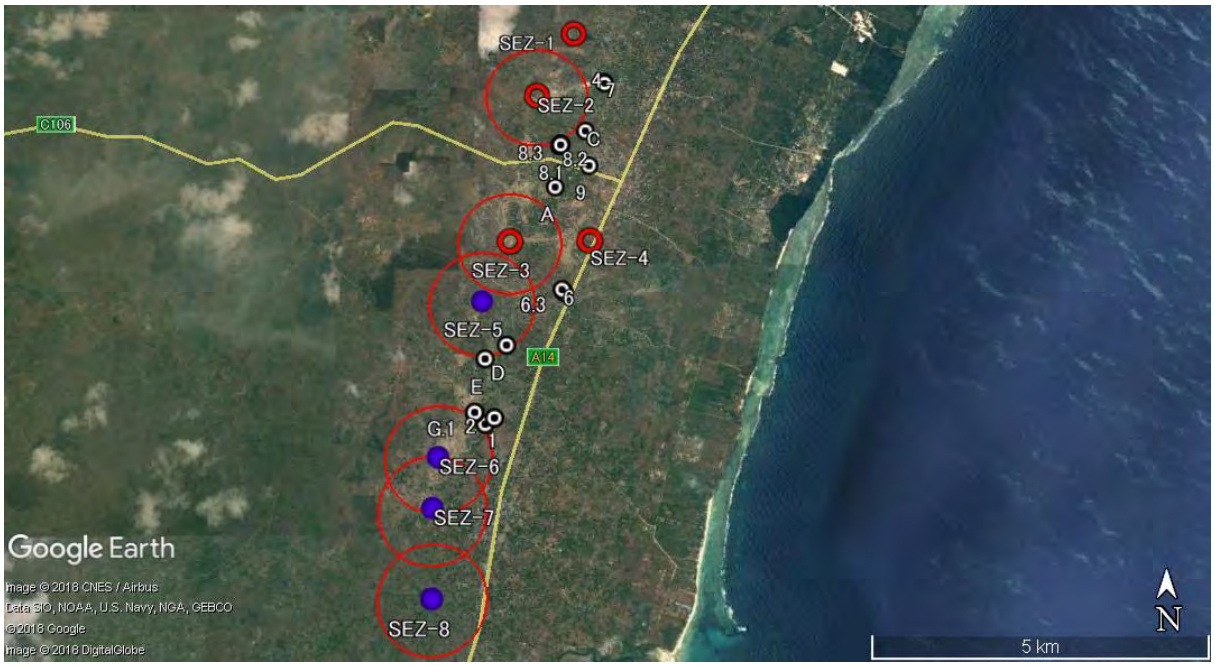
4) 4箇所の掘削候補地点の選定

6 つの候補地の VES の解析から、Candidate 4、1、2 および 9 を掘削候補地として選定した。順番に SEZ- 5、6、7 および 8 のサイト ID となる。

表 8.5.13 新たに選定した掘削候補地

サイトID	所有者	井戸の位置		計画掘削深度（GL-m）	敷地範囲
		経度(°)	緯度(°)		
SEZ 5	Private	-4.211	39.573	90	20 m × 20 m
SEZ 6	Private	-4.233	39.567	90	20 m × 20 m
SEZ 7	Private	-4.240	39.567	90	20 m × 20 m
SEZ 8	Private	-4.252	39.569	90	20 m × 20 m

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図 8.5.19 新規掘削予定の位置図（SEZ-5～8）

i) 第二回掘削調査

選定された 4 箇所においてボーリング調査を行った。工程・数量・仕様は下表のとおりである。

第二回掘削調査の対象地点のうち、当初、SEZ-8のみがすべての試験を完了したが、他の3地点は予定深度まで掘削したものの、ケーシング挿入時に坑内崩壊が起こり井戸仕上げを完了させることができなかった。この3地点のうち、SEZ-6については、掘削再委託業者の施工上のミスにより失敗井となったと判断され、契約に基づき再掘削を行った。ただし、再掘削の地点は、塩水化の兆候がみられた南部（SEZ-8）からもっとも遠方にあるSEZ-5の地点とした。

なお、坑内崩壊は対象地の地層条件に起因し、業者が所有する資機材とオペレーション技術で克服することは困難であると判断された。そのため、崩壊リスクを低減させるために、ビット径を14インチから12インチに変更した。また、ケーシング径を10インチから6インチに変更することで、ケーシングと坑壁の隙間を大きくとることにした。SEZ-5（2回目）とSEZ-8については予定深度90mまで掘削したものの、ケーシング挿入時に坑内の地層崩壊により土砂が堆積し、それぞれケーシングの挿入深度は63mと72.5mとなった。

表 8.5.14 ボーリング調査のまとめ（第二回調査）

項目	SEZ-5（1 回目）	SEZ-5（2 回目）	SEZ-6	SEZ-7	SEZ-8
緯度 (°)	-4.211	-4.211	-4.233	-4.240	-4.252
経度 (°)	39.573	39.573	39.567	39.567	39.569
坑口標高	42m	42m	27m	35m	27m
掘削期間	2018/9/18～9/24	2019/1/16～1/22	2018/9/10～9/16	2018/9/4～9/15	2017/10/23～10/28
掘削深度	90 m	90m	90 m	90 m	90 m
ビット径	12 inch	12 inch	14 inch	14 inch	12 inch
スクリーン深度	-	GL-30-33m, 36-42m, 45-51m, 57-60m	-	-	GL-12.5-15.5m, 18.5-21.5m, 24.5-30.5m, 36.5-39.5m, 42.5-48.5m, 51.5-54.5m, 60.5-63.5m
スクリーン長	-	18m	-	-	27 m
ケーシング径	-	6 inch* (uPVC)	-	-	8 inch* (uPVC)
井戸底深度	-	GL-63m	-	-	GL-72.5

*掘削は 14 インチで実施し、ケーシングは当初 10 インチの uPVC 管を想定したが、未固結層の杭内崩壊が著しく挿入が困難であったため小口径に変更した。
出典: JICA 調査団
SEZ-5～SEZ-8 の柱状図を巻末に収録する。

ii) 揚水試験

ケーシング挿入が成功した SEZ-5 と SEA-8 において、揚水試験により帯水層の能力検証を行った。揚水試験の手順は第一回と同様である。なお、可能揚水量の測定値は現地で調達可能な揚水ポンプの能力に依存しており、下記のいずれも限界揚水量には達しておらず、可能揚水量は十分に安全側を見ていると考えてよい。

表 8.5.15 揚水試験のまとめ（第二回調査）

	SEZ-5	SEZ-8
実施期間	2019/2/13～2/15	2018/10/17～10/19
段階揚水試験	42,44,46,48,50m^3.hr	52,54,56,58,60 m^3/hr
連続揚水試験	50.0 m^3/hr	60.0 m^3/hr
ポンプ深度	58.0 m	58.0 m
静水位	45.01 m	22.22 m
水位低下量	2.32 m	6.36 m
動水位	47.33 m	28.56 m
適正揚水量*	35.0 m^3/hr	42.0 m^3/hr

*可能揚水量の 70%の安全率で算出
出典: JICA 調査団

iii) 水質試験（第二回調査）

水質試験の結果は表 8.5.11 に示すとおりである。

iv) 調査結果のまとめ

第一回、および第二回掘削調査結果を下表にまとめる。成功井戸はSEZ-2,3および5の3本の井戸であり、適正揚水量の合計は98.7m^3/hrとなった。一日18時間の稼動を想定した場合、日揚水量は1,777m^3/dayとなる。

表 8.5.16 掘削調査のまとめ

項目	SEZ-1	SEZ-2	SEZ-3	SEZ-4
掘削調査	68m まで掘削(14”)	80m まで掘削(14”)	80m まで掘削(14”)	78m まで掘削(14”)
ケーシング挿入	8inch (steel)	8inch (steel)	8inch (steel)	8inch (steel)
揚水試験（適正揚水量*)	1.6 m^3/hr	25.2 m^3/hr	38.5 m^3/hr	3.8 m^3/hr
水質試験	飲用基準適合	飲用基準適合	ナトリウムイオン濃度が若干高いが利用可能（403mg/L、基準は200mg/L）	飲用基準適合
給水井戸の評価	水量が少ないため使用しない	成功井	成功井	水量が少ないため使用しない（コミュニティに供与済）
項目	**SEZ-5（二回目）**	**SEZ-6**	**SEZ-7**	**SEZ-8**
掘削調査	90mまで掘削(12”)	予定深度 90m まで掘進も坑内トラブルにより失敗(14”)	予定深度 90m まで掘削完了(14”)	90m まで掘削(12”)
ケーシング挿入	6 inch (uPVC), 63m まで挿入	63m 付近まで挿入したが坑内トラブル発生により失敗井	崩壊性の地層により挿入困難（10” uPVC）＞45m で中断	8inch(uPVC), 72.5m まで挿入
揚水試験（適正揚水量*)	35 m^3/hr	未実施	未実施	42 m^3/hr
水質試験	飲用基準適合	未実施	未実施	飲用基準を大きく上回る塩分を含む（塩化物イオン：1,575mg/L: 基準は250mg/L）
給水井戸の評価	成功井	施工不良により失敗井戸となったため、SEZ-5 地点において再掘削実施	ケーシング挿入ができず失敗井	水質基準を満たさないため使用しない方針

*可能揚水量の 70%の安全率で算出
出典：JICA 調査団

v) 数値モデルによる地下水開発評価

目的

Tiwi 地域は地下水資源が豊富に存在している一方、帯水層が沿岸域に分布していることから、過剰揚水による地下水の塩水化が懸念される。更に、既存井戸が当地域に散在しているため、適正揚水量を超えた揚水を行うと、井戸間の干渉が発生し、既存井戸の水位の低下や、水質が悪化するリスクも想定される。

本調査は、新規井戸における井戸塩水化および井戸干渉が発生しないための適切な揚水量を導出することを目的とし、数値解析モデルを用い、地下水シミュレーションを実施する。

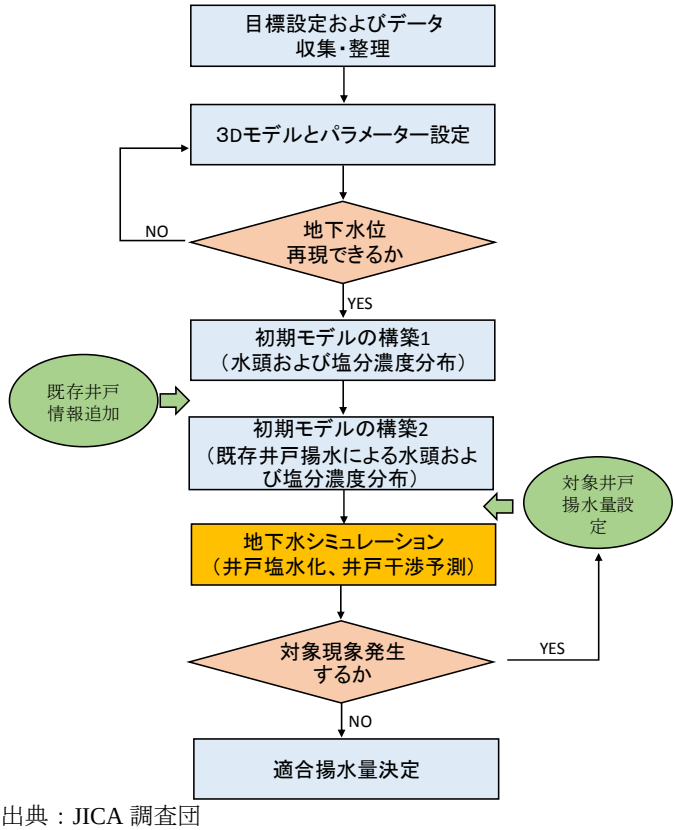
実施方針と手順

本調査における地下水流動の数値解析は、有限要素法を用い、3 次元地下水モデルを構築したのち、地下水流動と物質輸送を考慮した非定常地下水流動解析を行う。地下水流動および物質輸送モデリングソフトは DHI 社「FEFLOW7.0」を用いる。

本調査ではこれまでに 6 本の井戸（SEZ1～5 および SEZ8）の掘削が完了し、各井戸にて揚水試験を実施しており、地層透水性および静動水位などに関するデータが得られる。そのデータを用いて数値モデルキャリブレーションを行う。

なお、上記 6 地点における揚水試験により、SEZ-1 および SEZ-4 における揚水量が少なく、これらの井戸は本事業の給水井戸としては利用されないこととなる。SEZ8 における揚水量が十分確保できるが、水質分析から塩分濃度が高くなってると判明し、給水井戸としても利用されない。そのため、数値モデルにおいては、SEZ-2、SEZ-3 および SEZ-5 の 3 本を検証対象井戸とした。

数値解析は下図に示す手順のとおり実施した。



出典：JICA 調査団

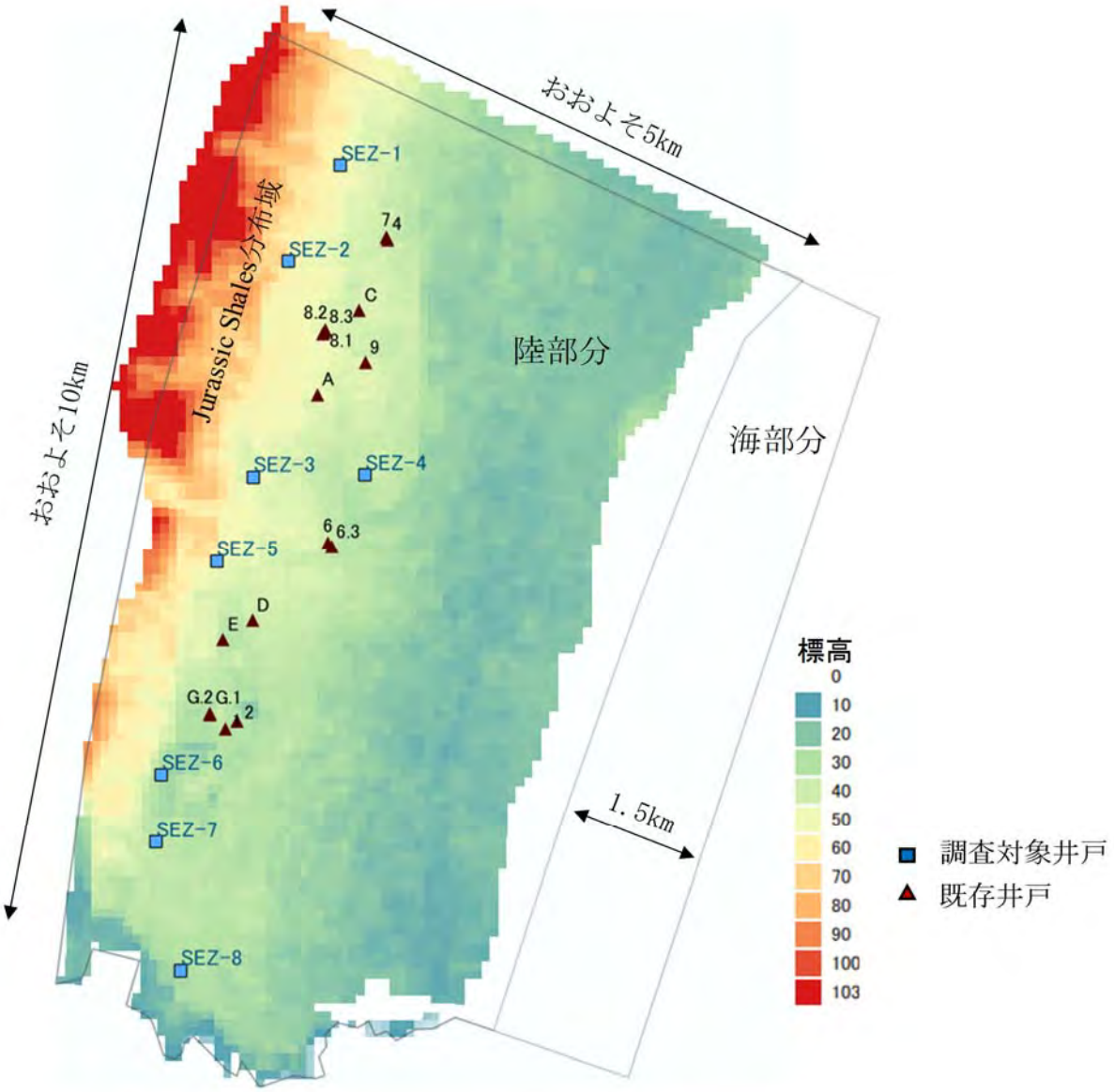
図 8.5.20　地下水シミュレーション実施フロー

vi) 3D モデルとパラメーター設定

・　モデル概要

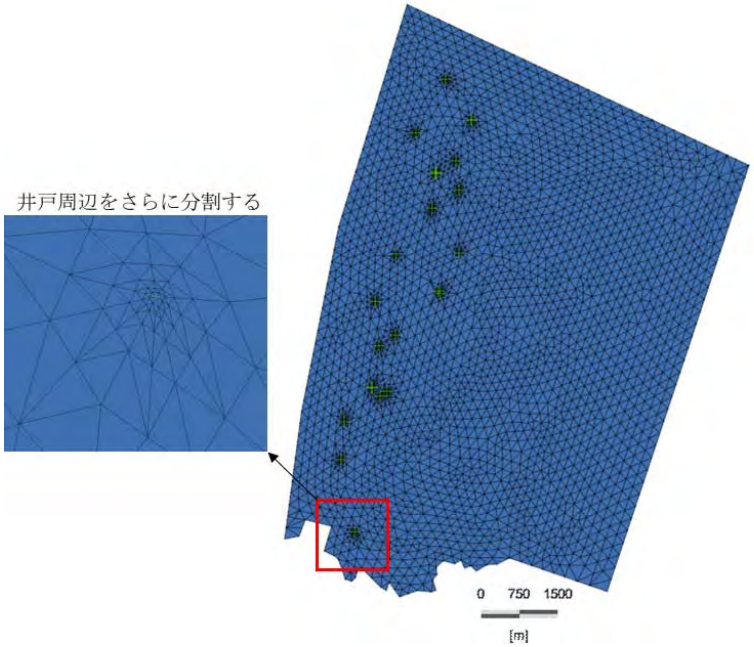
数値モデルの解析範囲は図 8.5.21 に示すように約 10×5km としている。当解析は、海から内陸側への塩水侵入をシミュレーションするため、解析範囲の沿岸部境界を海側へ 1.5km 程度拡張し、拡張された部分に海の塩分濃度を与える。モデルの西側は Jurassic Shales が存在し、標高が高くなる地形であるため、山の尾根を境界とする。また、南側に河川が存在するため、河川沿いに境界を設定した。

上記設定範囲を対象とし、FEFLOW の meshing ツールにより不規則のメッシュを作成した。メッシュノード間の距離はおおよそ 150m であるが、地下水位の変動をより詳細に再現するために揚水井戸周辺のメッシュをさらに細かく分割する。FEFLOW により作成されたメッシュを図 8.5.22 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.5.21　モデル解析範囲

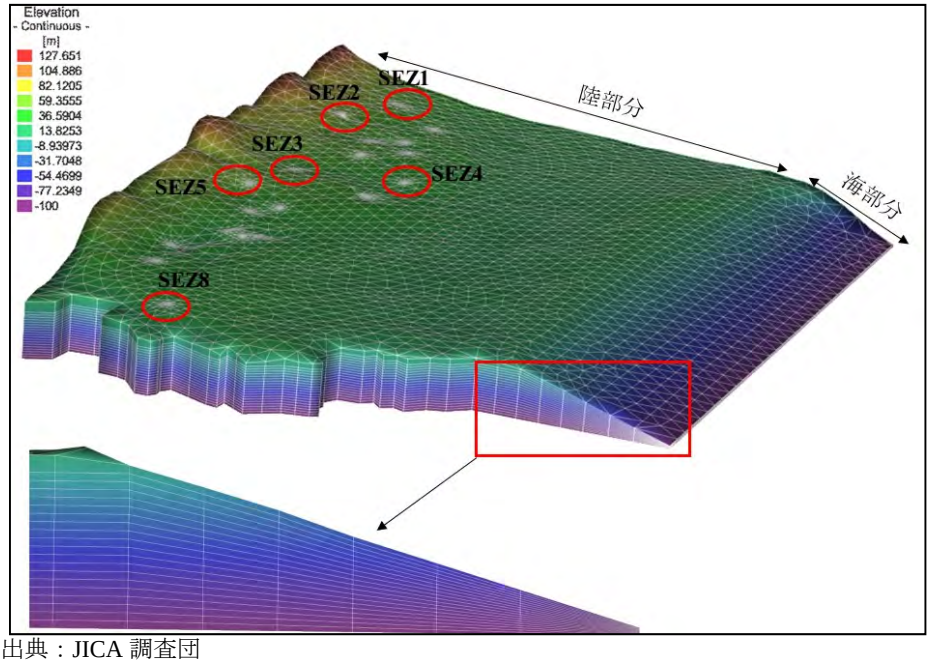


出典：JICA 調査団

図 8.5.22　モデルメッシュの構造

・　モデル 3D 構造

メッシュ設定完成後に、モデルを 2D から 3D に拡張する。3D モデルでは、表層を 0m、底層を-100m、層厚を 5m と設定し、20 層を持つ 3D モデルを構築した。その後、表層の標高値に対象地域の実際の値を与え、海洋部分の層厚を海底地形にあわせて修正する。当解析に用いる 3D モデルの構造を図 8.5.23 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.5.23　3D モデルの構造

・　地層および物性値の設定

掘削時に採取した地質サンプルおよび既存資料から、調査地域における地層は 100m 深度までは透水性がよい地層より構成されていると推定できるため、モデル全体の地層を帯水層とする。

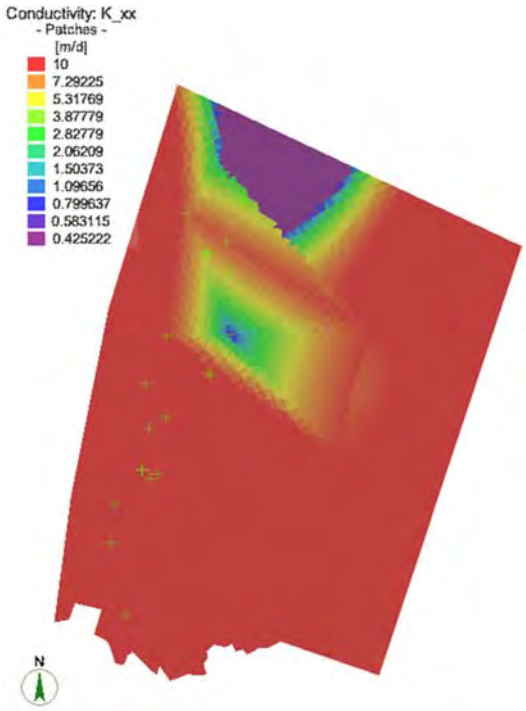
初期モデル構築 1 の段階で、帯水層の透水係数は、揚水試験による算定値と Akima 線性内挿法を用いて算定する。掘削地点の透水係数は揚水試験により表 8.5.17 に示すように算定されている。SEZ-3 および SEZ-8 は高透水性を示しているが、モデル範囲に対して掘削地点数が少ないため、これらの局地的な高数値を使用すると、モデル全体への影響が大きくなるため、両地点における透水係数は算定値を使用せず、既存資料に記載されている Tiwi 帯水層の平均的な透水係数（10m/day）を与えることとした。

表 8.5.17 算定した透水係数とモデル設定値

掘削地点	算定透水係数(m/day)	モデル設定値(m/day)
SEZ-1	1.60	1.60
SEZ-2	8.66	8.66
SEZ-3	31.61	10
SEZ-4	0.43	0.43
SEZ-5	142.87	10

出典：JICA 調査団

内挿法により計算された水平方向の透水係数の分布を図 8.5.24 に示す。暫定値として垂直方向の透水係数は水平方向の 1/10 としている。

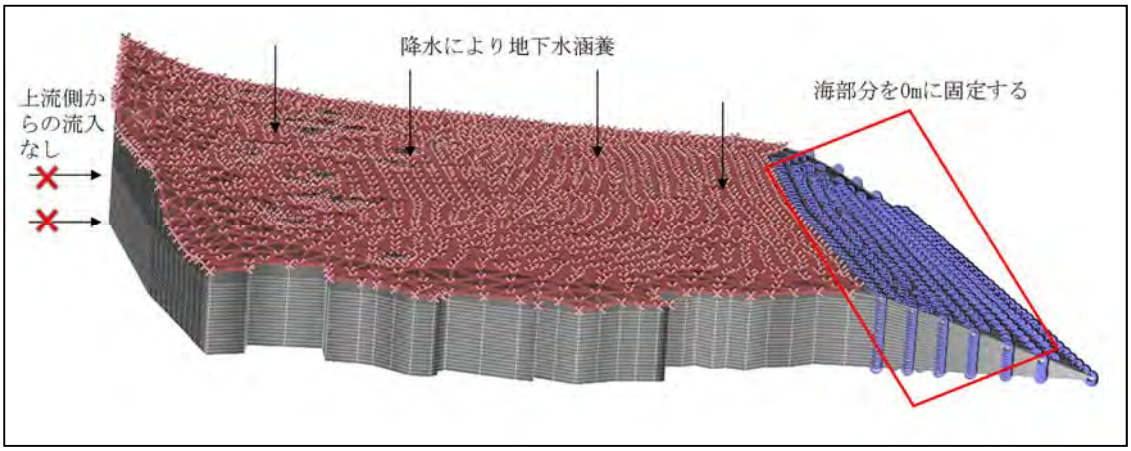


出典：JICA 調査団

図 8.5.24　内挿法による透水係数の分布状況

・　水頭境界と涵養条件

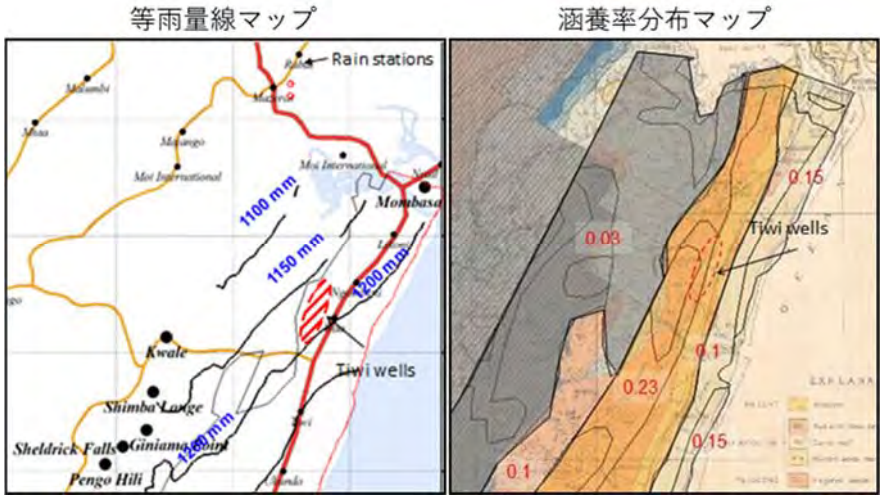
3D モデル構築の段階においては、水頭境界および涵養条件を図 8.5.25 に示すとおりに設定している。



出典：JICA 調査団

図 8.5.25　水頭境界と涵養条件の設定方法

解析地域の地下水涵養量は、既存資料においては、おおよそ 980mm/a (降水量)×0.03(涵養率) =29.4mm/a と計算されている（図 8.5.26）。



出典：　TAHAL Group 2012

図 8.5.26　Tiwi 地域の既存調査における等雨量線と涵養率分布

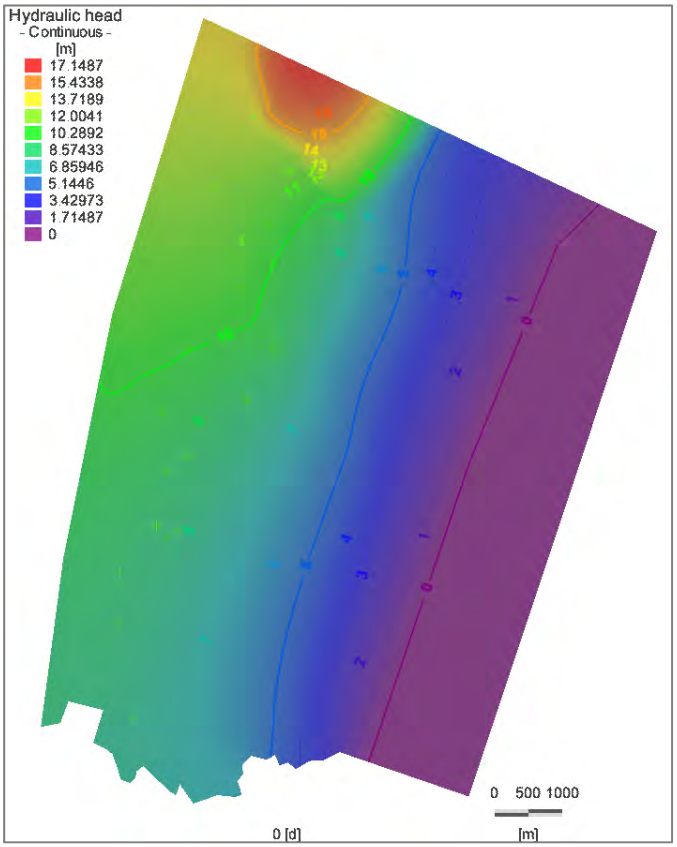
3D モデル構築の段階では、この涵養量をベースとし、井戸観測水位を表 8.5.18 に示すように、揚水試験が実施された SEZ2（北側）と SEZ8（南側）において概ね再現できるため、18.25mm/a（0.0005m/day））と調整した。また、初期地下水位の分布は図 8.5.27 に示す。

涵養量の決定後、初期モデル構築 1 と 2 に進んだ。

表 8.5.18 掘削地点における観測水位と計算水位

掘削地点	地表標高 (m)	観測静水位 (G.L.-m)	観測静水位 (m)	計算水位 (m)
SEZ2	63.0508	48.50	14.5508	11.9138
SEZ8	29.2021	22.81	6.3921	6.69566

出典：JICA 調査団



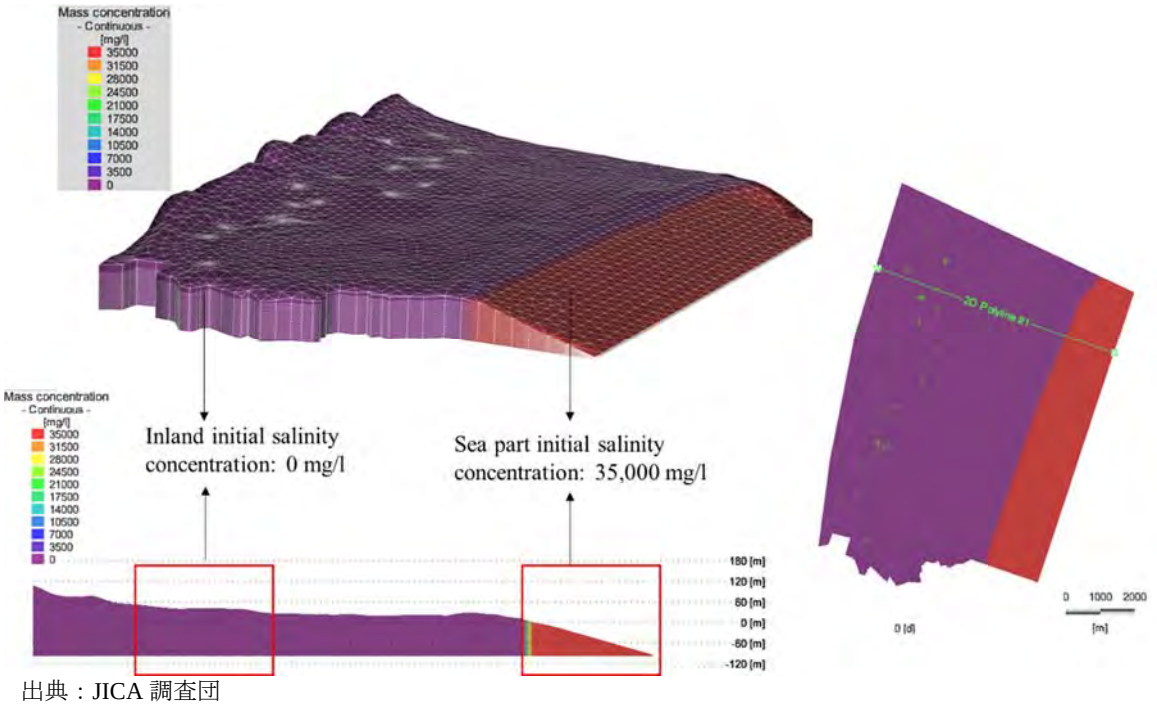
出典：JICA 調査団

図 8.5.27　対象地域における初期水位の分布

vii) 初期モデルの構築 1 および 2

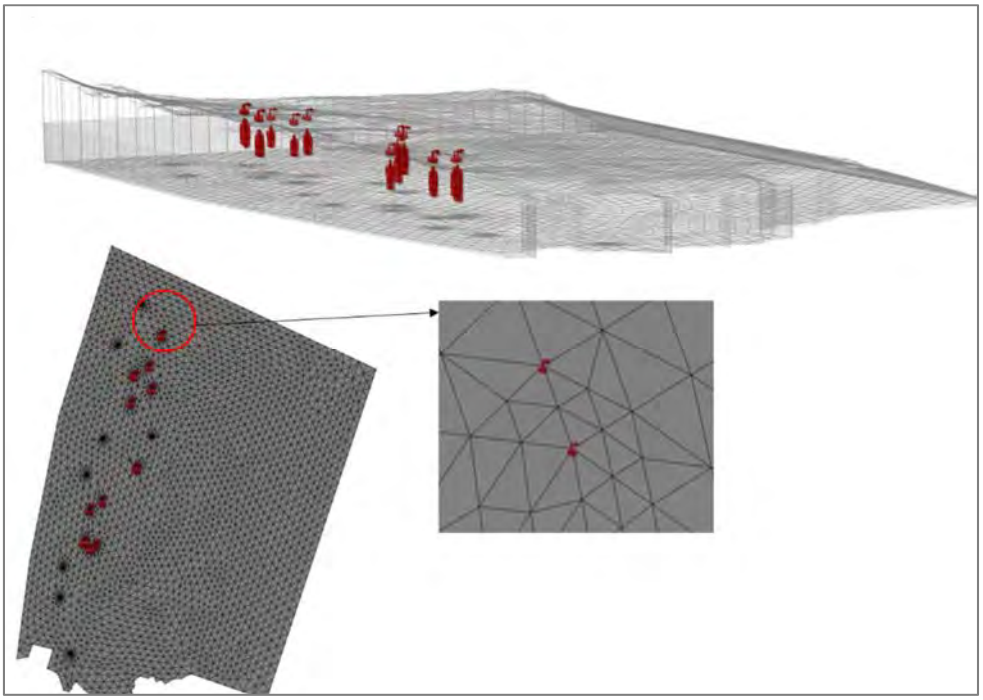
モデルに必要なパラメーターを設定した後に、初期モデルを構築するため、モデルに初期塩分濃度の分配および既存井戸の配置を行う。図 8.5.28 に示すように、海部分の塩分濃度を 35,000mg/L, 内陸部分の塩分濃度を 0 mg/L と設定した。井戸周辺のメッシュは、細分化さているため、図 8.5.29 に示すように、細かく分割されているメッシュに既存井戸を配置した。

また、既存井戸の揚水量や深度は、表 8.5.19 に示すとおり設定されたが、この揚水量は、過去のリハビリテーション後の想定揚水量であるため、初期モデルによりシミュレーションされた地下水の分布は、実際の分布状況と異なると想定される。



出典：JICA 調査団

図 8.5.28　モデル初期塩分濃度の設定



出典：JICA 調査団

図 8.5.29　既存井戸の配置

表 8.5.19 初期モデルに設定された既存井戸の情報

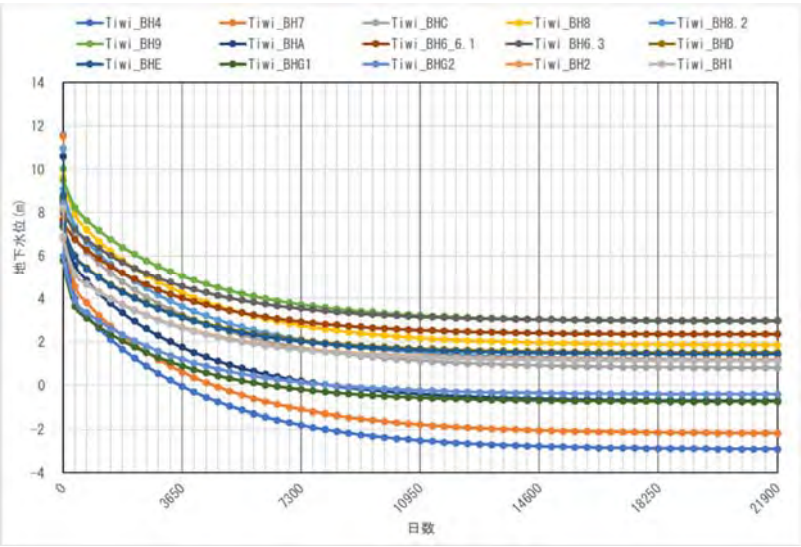
Name	X*	Y*	Depth (m)	Model depth (m)	Production after refurbishment (m^3/day)
Tiwi_BH1	563621	9532610	75	75	865
Tiwi_BH2	563781	9532720	85	85	1,154
Tiwi_BH4	565329	9538360	75	75	1,232
Tiwi_BH6_6.1	564800	9534660	61.4	60	541
Tiwi_BH7	565339	9538330	75	75	929
Tiwi_BH8	564745	9537000	75	80	391
Tiwi_BH8.2	564752	9537020	80.5	80	744
Tiwi_BH9	565199	9536650	80	80	216
Tiwi_BHA	564573	9536600	75	75	1,087
Tiwi_BHC	565035	9537530	64.9	65	1,058
Tiwi_BHD	563872	9534110	75	75	996
Tiwi_BHE	563536	9533890	75	75	1,020
Tiwi_BHG1	563447	9532780	66.5	65	1,262
Tiwi_BHG2	563478	9532780	75	75	1,368
Tiwi BH6.3	564850	9534660	80	80	264

出典：JICA 調査団

上記の設定により、初期モデルの構築が完了した。初期モデルを既存井戸における水位が安定するまで計算し、その後に検討対象となる新規井戸を設定したうえ、再度モデル計算を行うことにより、井戸の塩水化および井戸干渉などの現象が発生するか検討する。

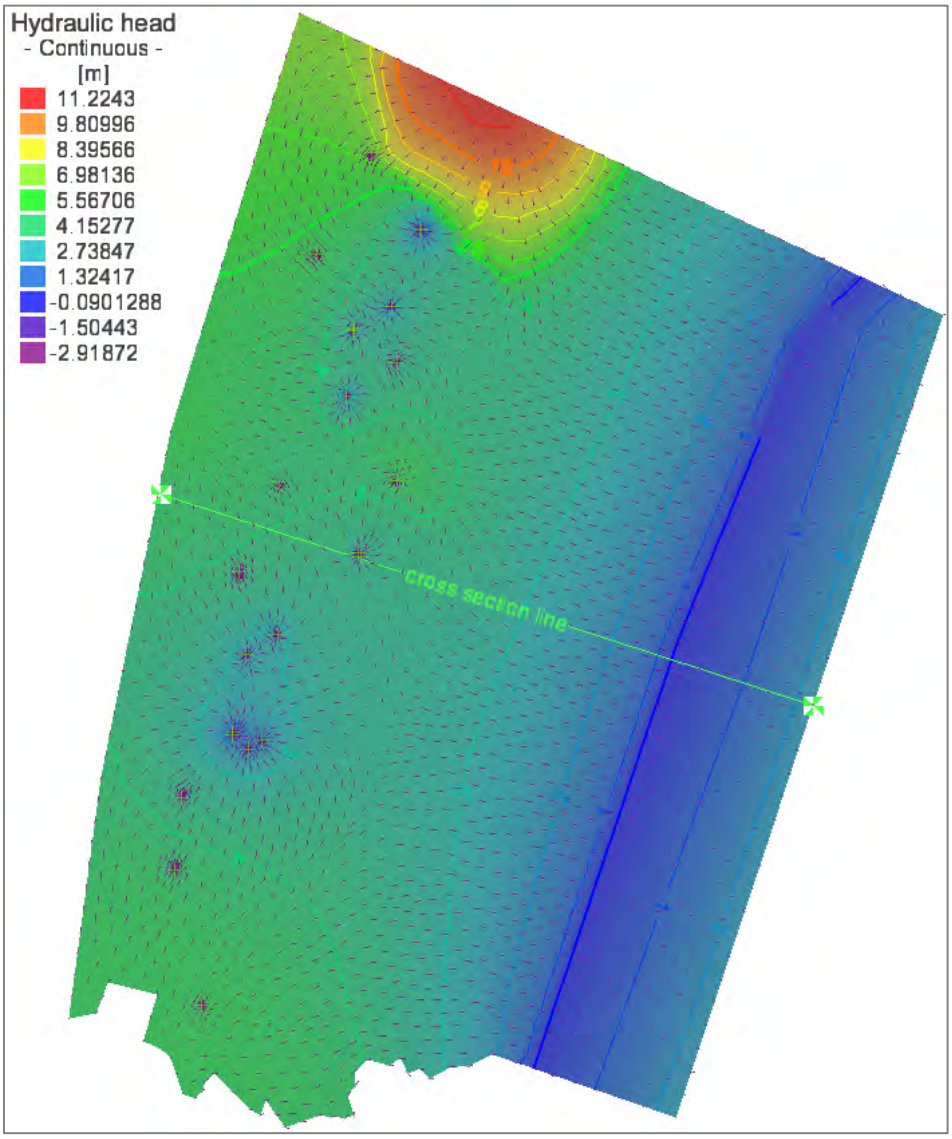
viii) 初期モデルの計算結果および検討

図 8.5.30 に既存井戸における 60 年間の水位変動状況を示す。同図に示すように、既存井戸水位は初期状態から低下し続け、約 40 年後に安定状態に到達すると見られる。そのため、60 年間の計算により、既存井戸揚水条件が追加されたモデルは新しい均衡状態にあると考えられる。60 年目の水位分布状況を図 8.5.31 に示す。



出典：JICA 調査団

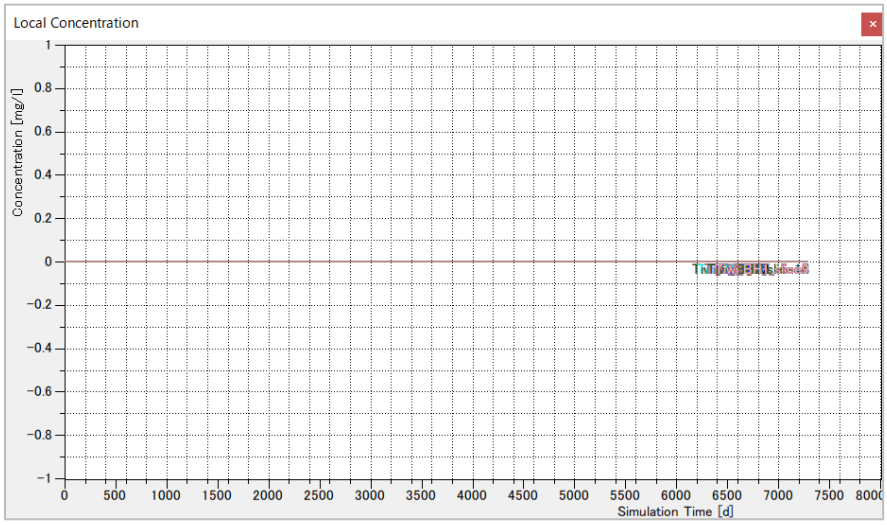
図 8.5.30 初期モデル計算による既存井戸水位の変動（60 年間）



出典：JICA 調査団

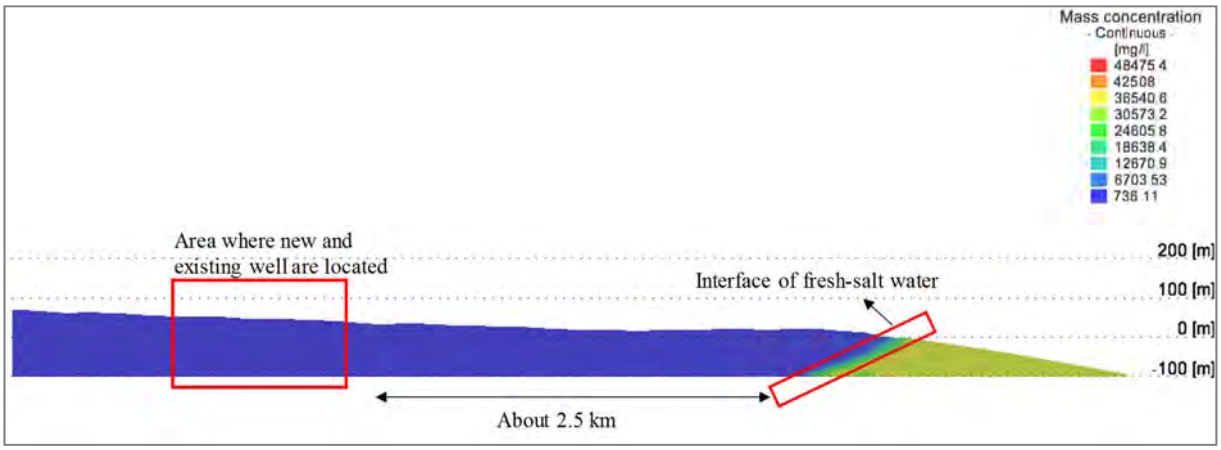
図 8.5.31　図既存井戸揚水による水位分布（60 年後）

また、60 年間の計算により得られた既存井戸の塩分濃度変動状況および塩分濃度分布断面図（断面線は図 8.5.31 参照）を図 8.5.32 と図 8.5.33 に示す。同図から、既存井戸において、60 年間の揚水の間、塩分濃度は変化しておらず、海からの塩水侵入が発生していないことが分かった。



出典：JICA 調査団

図 8.5.32　既存井戸塩分濃度の変動状況（40~60 年）



出典：JICA 調査団

図 8.5.33　塩分濃度分布断面図（60 年後）

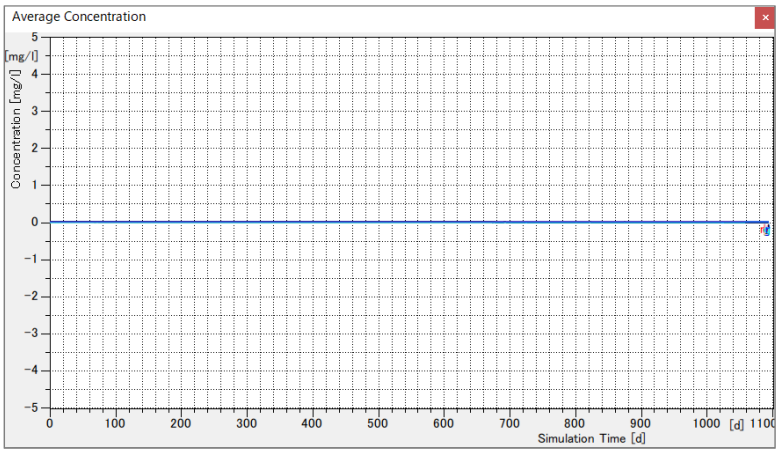
ix) 新規井戸による塩水侵入および井戸干渉の計算結果および検討

60 年間で計算されたモデルに追加する新規井戸の情報を表 8.5.20 に示す。新規井戸が追加された後に、モデルを更に 3 年間実行し、3 年間に既存井戸における塩分濃度の変動結果を図 8.5.34 に示す。同図から、新規井戸の設置により、新規井戸および既存井戸において、塩水侵入による塩分濃度の増加が発生していないと判断できる。

表 8.5.20 初期モデルに設定された新規井戸の情報

検証対象	ケーシング径 (inch)	Depth (m)	計画揚水量（m^3/day)
SEZ2	8	80	460
SEZ3	8	80	700
SEZ5	6	90	630

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.5.34　新規井戸および既存井戸の塩分濃度変動（3 年間）

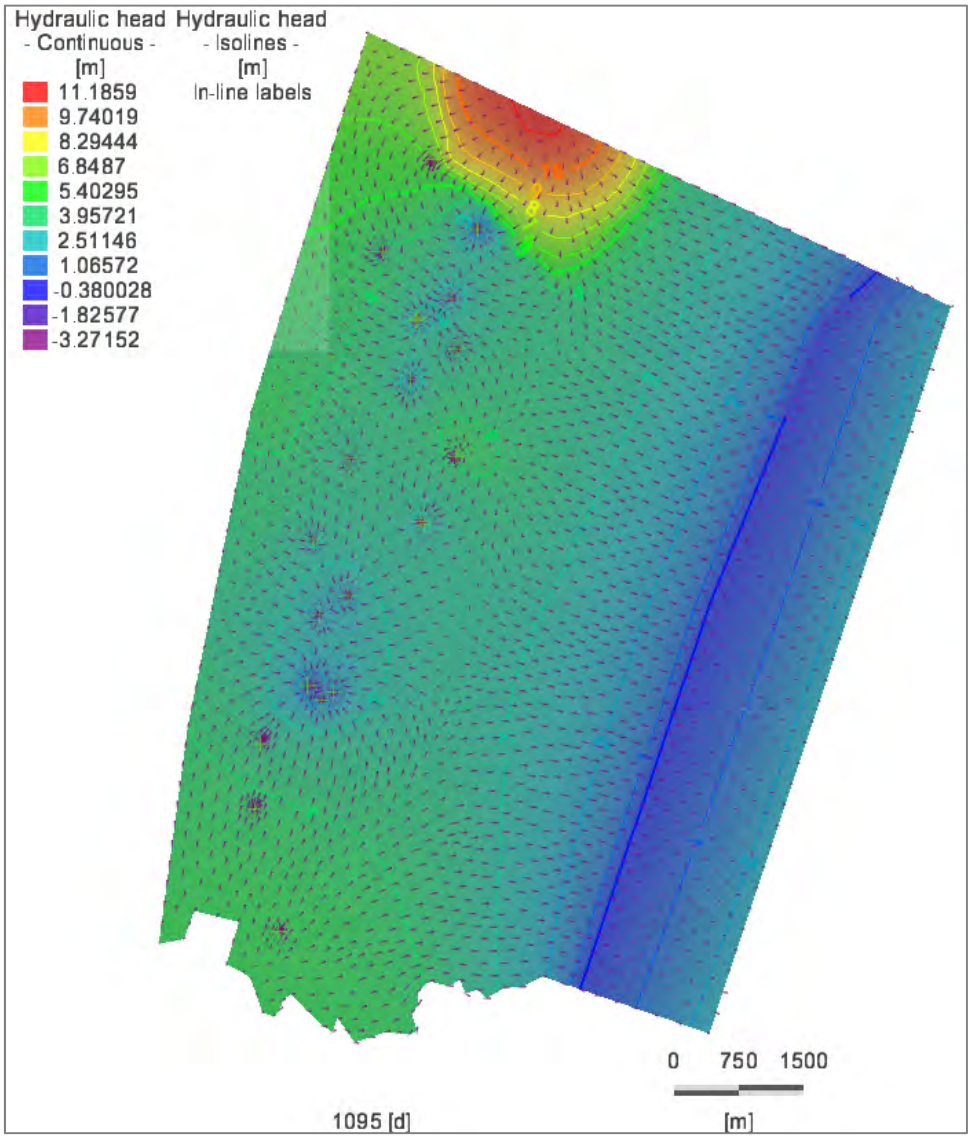
新規井戸の設置 3 年後の、既存井戸における水位の低下量を表 8.5.21 に示す。同表に示すように、新規井戸の揚水の影響で、既存井戸において 0.2~05m 程度低下したが、初期水位から 60 年後の均衡状態までの水位低下量と比べれば、大きな影響と見なされない。新規井戸設置 3 年後の水位分布図を下図に示す。

表 8.5.21 新規井戸揚水による既存井戸水位の低下量

Unit: m

Location	Intial (1)	60 year (2)	63 years (3)	Decreased due to new well (3)-(2)	Total decrease (2)-(1)
Tiwi_BH1	6.93	1.12	0.92	-0.20	-5.81
Tiwi_BH2	6.83	1.17	0.97	-0.21	-5.66
Tiwi_BH4	7.34	-2.92	-3.27	-0.35	-10.26
Tiwi_BH6_6.1	7.64	2.35	1.96	-0.39	-5.29
Tiwi BH6.3	8.00	2.98	2.62	-0.37	-5.02
Tiwi_BH7	7.76	-2.18	-2.52	-0.34	-9.94
Tiwi_BH8	9.65	1.85	1.45	-0.40	-7.80
Tiwi_BH8.2	9.11	1.19	0.77	-0.42	-7.92
Tiwi_BH9	9.49	2.96	2.65	-0.30	-6.53
Tiwi_BHA	7.36	-0.70	-1.18	-0.48	-8.06
Tiwi_BHC	8.71	0.80	0.44	-0.36	-7.91
Tiwi_BHD	7.35	1.50	1.11	-0.39	-5.85
Tiwi_BHE	7.47	1.43	1.07	-0.36	-6.03
Tiwi_BHG1	5.81	-0.75	-0.99	-0.24	-6.56
Tiwi_BHG2	5.99	-0.42	-0.64	-0.23	-6.40

出典：調査団



出典：JICA 調査団

図 8.5.35　新規井戸揚水の追加による水位分布（63 年後）

本調査で入手した情報をもとに実施した塩分濃度および水位変動のシミュレーション結果から、調査対象井戸に設定されている揚水量は 3 年間の利用に対して、妥当であると考えられる。

8.5.4　基本方針

(1) モンバサ SEZ の水需要量の見直し

モンバサ SEZ M/P では、ケニアや日本の標準値などに基づいた単位水使用量から水需要量が計算された。しかし、モンバサ地域の水資源は限られているため、以下のような理由により水需要量を更新する。

i) 開発区域の変更（案）

8.2 項に示されている土地利用計画が更新されて、フェーズ 1 地区の開発面積は既存の SEZ M/P の 389ha から 368ha に縮小された。

ii) SEZ に期待される産業の変化

水資源の制約から、以下のような期待される産業として水使用量の少ない業種が選ばれている。

a）水使用量の少ない最優先産業（案）

- 印刷業
- 金属製品業
- 輸送機器業
- 物流業（倉庫業を含む）
- 観光業

b）中程度の水消費量を有するその他の優先産業（案）

以下のカテゴリーの産業も SEZ に大きな可能性を持っているが、そのテナントの水使用量が少ない場合には期待される産業として採用される可能性がある。

- 農作物加工業
- 衣類業
- ゴム製品業
- プラスチック製品業

しかし、これらの期待される産業は、MoI によるインタビュー調査や SEZ 開発政策に基づく事業計画を通じて更新される。

iii) 単位消費量の変更

上記で選定した業種に基づいて工業団地の水使用量の原単位は「40m^3/日/ha」に更新するその他用水の項目として無収水量（NRW）の割合を 10%と推定し、漏水量はそれに含まれている。土地利用別の単位水使用量を表 8.5.22 に示す。

表 8.5.22 土地利用別の単位水使用量の見直し（案）

土地利用区分		単位水使用量		適用
		SEZ M/P で採用	この調査で採用	
1	Port	計 480 m^3/日		SEZ M/P で想定した値を用いる
2	Free port/Free trade zone A/B/C	20 m^3/日/ha		
3	Free port/Free trade zone D	1.5 m^3/日/ha		
4	Industrial park	**100 m^3/日/ha**	**40 m^3/日/ha**	水使用量の少ない産業を想定
5	MICE area	25 m^3/日/人		
6	Tourism parks	25 m^3/日/人		
7	Service area	0.6 m^3/日/人		
8	Transmission line	-		
9	Enterprise area (A/B/C)	20 m^3/日/ha		
10	Enterprise area (D~J)	20 m^3/日/ha		
11	Residential area E	250 m^3/日/人		高級住宅用
12	Residential area A/B/C/D	150 m^3/日/人		中級住宅用
13	Mombasa southern bypass road	-		
14	Internal arterial road/1	-		
15	Utility (SS, DC, utility area)	0.6 m^3/日/ha		
16	Main drainage network area	-		
-	その他(無収水量:上記の水需要量の 10%)	-	**水需要量の 10%**	漏水量を含む

出典: JICA 調査団

以上に基づきモンバサ SEZ M/P の将来の水需要量を見直して表 8.5.23 に示す。SEZ M/P での 1 日平均水需要量は 24,700m^3/日であったが、その水需要量を約 15,600 m^3/日に更新する。

表 8.5.23 モンバサ SEZ M/P の水需要量を見直し（案）

土地利用区分		開発区域 (ha)				労働者数/人口数				水需要量 (m^3/day)			
		ﾌｪｰｽﾞ 1	ﾌｪｰｽﾞ 2	ﾌｪｰｽﾞ3	合計	ﾌｪｰｽﾞ 1	ﾌｪｰｽﾞ 2	ﾌｪｰｽﾞ3	合計	ﾌｪｰｽﾞ 1	ﾌｪｰｽﾞ 2	ﾌｪｰｽﾞ3	合計
1	Port	15.0	15.0	15.0	45.0	500	500	500	1,500	160	160	160	480
2	Free port/Free trade zone A/B/C	67.1	7.6	39.5	114.2	3,355	380	1,975	5,710	1,342	152	790	2,284
3	Free port/Free trade zone D	13.3	0.0	19.2	32.5	50	0	50	100	20	0	29	49
4	Industrial park	35.2	63.4	13.9	112.5	3,520	6,340	1,390	11,250	1,408	2,536	556	4,500
5	MICE area	0.0	2.2	0.0	2.2	0	660	0	660	0	67	0	67
6	Tourism parks	0.0	49.0	0.0	49.0	0	980	0	980	0	720	1,632	2,352
7	Service area	0.0	8.8	0.0	8.8	0	880	0	880	0	22	0	22
8	Transmission line	15.4	0.0	0.0	15.4	-	-	-	0	-	-	-	0
9	Enterprise area (A/B/C) *	0.0	128.1	0.0	128.1	0	6,401	0	6,401	0	2,562	0	2,562
10	Enterprise area (D~J) *	0.0	23.9	23.8	47.7	0	1,686	1,193	2,879	0	478	476	954
11	Residential area E	0.0	0.0	9.9	9.9	0	0	1,188	1,188	0	0	297	297
12	Residential area A/B/C/D	0.0	29.1	0.0	29.1	0	3,492	0	3,492	0	524	0	524
13	Mombasa southern bypass road	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0
14	Port access road 1/2	18.7	0.0	5.6	24.3	-	-	-	0	-	-	-	0
15	Utility (SS, WDC, utility area)	3.0	12.5	0.0	15.5	40	100	0	140	2	8	0	10
16	Main drainage network area	26.1	0.0	0.0	26.1	-	-	-	0	-	-	-	0
-	Other (Non-Revenue Water) 10%	-	-	-	0.0	-	-	-	-	294	723	394	1,411
	合計	**193.8**	**339.6**	**126.9**	**660.3**	**7,465**	**21,419**	**6,296**	**35,180**	**3,226**	**7,952**	**4,334**	**15,512**

注) Enterprise 区域は急な斜面になっている。需要予測では造成斜面を除外した区域を利用可能面積とした。
出典: JICA 調査団

iv) 施設計画水量

本計画では、様々な給水施設の設計を考慮して 3 種類の施設計画水量を設定する。

- １日平均給水量：一般的に給水計画の基礎データとして、財政計画や貯留施設の設計に適用
- １日最大給水量：一般的に水道の供給能力を示すもので、取水や浄水施設などの設計に適用
- 時間最大給水量：一般的に配水管などの配水施設の設計に適用

施設計画水量は表 8.5.24 のとおりである。

表 8.5.24 施設計画水量

施設計画水量の区分	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	合計	変動率
１日平均給水量	3,226	7,952	4,334	15,512	1.00
１日最大給水量	4,033	9,940	5,418	19,391	1.25
時間最大給水量	8,066	19,880	10,836	38,782	2.00

出典: JICA 調査団

ムワチェダムからの給水が接続されるまでの間、フェーズ 1 の初期段階の給水量を確保するために他の水源が必要である。代替の Tiwi 井戸群の水源について 8.5.4（2）項で検討されており、その適正揚水量（可能揚水量の 70%相当分、1 日 24 時間稼働の場合）は下記の通り約 2,300m^3/日である。

- 井戸 SEZ-2：25.2m^3/時間（604.8m^3/日）
- 井戸 SEZ-3：38.5m^3/時間（924.0m^3/日）
- 井戸 SEZ-5：35.0m^3/時間（840.0m^3/日）

フェーズ 1 をさらに 3 段階のステージに分け、それぞれの開発年次を第 1 ステージ（2023 年）、第 2 ステージ（2026 年）、第 3 ステージ（2030 年）とする。Tiwi 井戸群では地下水資源の能力が限られているため、フェーズ 1 の水需要量（約 4,100m^3/日）ではなく、その一部にあたる第 2 ステージの段階までに必要とする水需要量で計画する。その結果、第 2 ステージの水需要量は約 2,000m^3/日と想定する。フェーズ 1 の段階的計画における水需要量の算出表を表 8.5.25 に示す。

表 8.5.25 フェーズ１（段階的計画）の水需要量

土地利用区分		ﾌｪｰｽﾞ1の段階的計画 (ha)				ﾌｪｰｽﾞ1の水需要量 (m^3/day)			
		ｽﾃｰｼﾞ 1 (2023)	ｽﾃｰｼﾞ 2 (2026)	ｽﾃｰｼﾞ 3 (2030)	合計	ｽﾃｰｼﾞ 1 (2023)	ｽﾃｰｼﾞ 2 (2026)	ｽﾃｰｼﾞ 3 (2030)	合計
1	Port	15.0	0.0	0.0	15.0	160	0	0	160
2	Free port/Free trade zone A/B/C	19.0	44.0	4.1	67.1	380	880	82	1,342
3	Free port/Free trade zone D	13.3	0.0	0.0	13.3	20	0	0	20
4	Industrial park	0.0	0.0	35.2	35.2	0	0	1,408	1,408
5	MICE area	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
6	Tourism parks	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
7	Service area	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
8	Transmission line	15.4	0.0	0.0	15.4	-	-	-	0
9	Enterprise area (A/B/C) *	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
10	Enterprise area (D~J) *	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
11	Residential area E	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
12	Residential area A/B/C/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
13	Mombasa southern bypass road	-	-	-	0.0	-	-	-	-
14	Port access road 1/2	18.7	0.0	0.0	18.7	-	-	-	0
15	Utility (SS, WDC, utility area)	3.0	0.0	0.0	3.0	2	0	0	2
16	Main drainage network area	26.1	0.0	0.0	26.1	-	-	-	0
-	Other (Non-Revenue Water) 10%	-	-	-	0.0	57	88	149	294
Total		**110.5**	**44.0**	**39.3**	**193.8**	**619**	**968**	**1,639**	**3,226**
注) 1日最大給水量 = 1日平均給水量 x1.25				変動率	1.25	774	1,210	2,049	4,033
				丸め		774	1,984	4,033	-
				累計		**800**	**2,000**	**4,100**	-

出典: JICA 調査団

モンバサ SEZ の土地利用計画の見直しに伴い、給水施設（WDC）の候補地を比較検討した。WDC の場所を選択するための基本的な条件は次のとおりである。

- 第 1：基本的にはその区域内の最も高い地盤を選択する
- 第 2：土地利用計画と受入地点（電力/水）の考慮する
- 第 3：配水管の経済性と保守管理性を考慮する

WDC の候補地の選定理由として、

v) ケース-1：SEZ M/P レビュー

モンバサ SEZ M/P での WDC の位置選択する方針としては、その土地は最高地点（GL + 46m）ではなく第 2 条件を考慮した場所であり、ユーティリティ施設（電力プラント/変電所、WDC）を受入地点横の 1 箇所に集約して設置し、維持管理に関わる動線の合理化を図った。

vi) ケース-2：第 1 案（PR1）

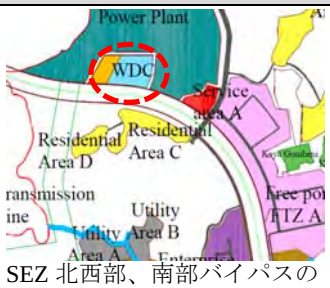
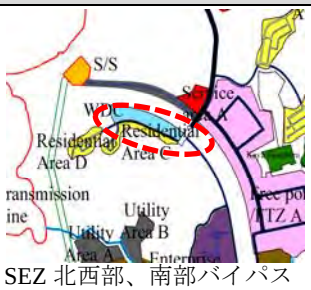
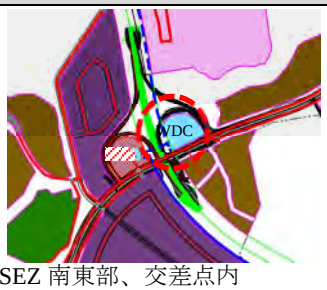
Case-2 の提案位置は給水効率を考慮して高い土地（GL + 61m）で変電所の南側にある。一方で、その土地は狭い斜面であるために造成整備がしづらい。また、SEZ フェーズ 1 時には開発される道路がないため、WDC への新しいアクセス道路を建設する必要がある。

vii) ケース-3：第 2 案（PR2）

Case-3 の提案位置は、Case-2 より少し低い土地（GL + 56m）である。平たいスペースは道路のジャンクション内で十分に確保することができる。また、Tiwi 井戸群からの送水管の長さは SEZ フェーズ 1 の段階で他の案よりも短く、第 2 および第 3 の選定条件を満足する。

本調査では最終的に Case-3 で提案された位置が選択された。その WDC 候補地の比較検討を表 8.5.26 に示す。

表 8.5.26 給水施設用地の比較検討

Case		Case-1: SEZ M/P Review	Case-2: 第 1 案(PR1)	Case-3: 第 2 案(PR2)
給水施設の位置図		 SEZ 北西部、南部バイパスの北側	 SEZ 北西部、南部バイパスの南側	 SEZ 南東部、交差点内
給水施設の概要		WDC 用地造成高：GL+46m 高架水槽の施設高：35m	WDC 用地造成高：GL+61m 高架水槽の施設高：20m	WDC 用地造成高：GL+56m 高架水槽の施設高：25m
給水施設の配置条件		・測量を実施していないため用地造成の詳細検討をしてないが、急な傾斜地であり実施する場合には山留工などが必要で配置が困難である ・同様に進入道路はのり面造成を必要とする専用の進入道路を確保しなければならない。	・土地利用計画に考慮して用地は 2 段の高さで造成される(WDC への進入道路の造成法面は住居地域の範囲まで影響する) ・確保できる用地が細長いため、整備効率が悪い ・WDC への進入道路については既設道路が利用できないため、仮設の道路を確保する必要がある。	・用地面積は十分に確保できる ・SEZ 内基幹道路との高低差(7.25m)があるので場内にスロープを付けた進入道路(100m 程度)が必要 ・フェーズ 1 の段階で給水施設への進入道路も配置できる ・フェーズ 1(第 2 ｽﾃｰｼﾞ)の段階で Tiwi 井戸群からの送水管延長は短くできる
コスト	Phase1（初期） ①井戸開発・送水管 ②WDC ③配水管	**¥753,193,855** ①¥349,396,700（L=25,370m） ②¥147,744,003（V=2,850m^3） ③¥256,053,152（L=7,010m）	**¥716,767,962** ①¥343,519,221（L=24,950m） ②¥146,101,503（V=2,850m^3） ③¥227,147,238（L=7,335m）	**¥576,685,893** ①¥308,533,971（L=22,450m） ②¥146,649,003（V=2,850m^3） ③¥121,502,919（L=6,915m）
	Phase2,3（将来）	**¥547,635,208** ①¥0 ②¥198,339,211（V=2,850m^3 x2） ③¥349,295,997（L=22,295m）	**¥548,572,271** ①¥0 ②¥196,696,711（V=2,850m^3 x2） ③¥ 351,875,560（L=22,640m）	**¥571,667,918** ①¥0 ②¥207,080,903（V=2,850m^3 x2） ③¥364,587,015（L=22,510m）
	合計（Phase1,2,3）	**¥1,300,829,063** ①¥349,396,700 ②¥346,083,214 ③¥605,349,149	**¥1,265,340,233** ①¥343,519,221 ②¥342,798,214 ③¥579,022,798	**¥1,148,353,811** ①¥308,533,971 ②¥353,729,906 ③¥486,089,934
交通アクセス性		変電所アクセス道路からのアプローチ。変電所アクセス道路の事業主体である Ketraco からは、変電所アクセス道路を専用道路としたい旨要望があったものの、実際には給水施設関係者の出入りも発生するため調整が必要。	既存道路からのアプローチ。既存道路の拡幅･改良が必要だが、特に問題はない。	SEZ 内基幹道路からのアプローチ。ランプ出入口に近接するため、乗入口設置位置や給水タンク等構造物建設位置に制限あり。ただし、交通量は 10PCU/日のため、大きな影響を与えない。

Case	Case-1: SEZ M/P Review	Case-2: 第 1 案(PR1)	Case-3: 第 2 案(PR2)
EIA・RAP への影響（Phase1・初期）	タンクから SEZ 内基幹道路までの配水管用地は不要 アプローチ道路は変電所アクセス道路と共有するため、特に影響なし。	タンクから SEZ 内基幹道路までの配水管用地の確保が必要 W：5m×L:50m＝25m^2 既存道路の付け替え（約 140m）が必要。	SEZ 内基幹道路の事業範囲内に収まっているため、Phase1 時の用地取得の追加は不要。港湾事業によるランプ整備までの間、南部バイパスからのアプローチができないが、交通量は極めて少なく、既存道路への影響も小さい

注：為替レート　1 円/ KSh = 1.095,　1 ドル/ KSh = 102.091（2017 年）
出典：JICA 調査団

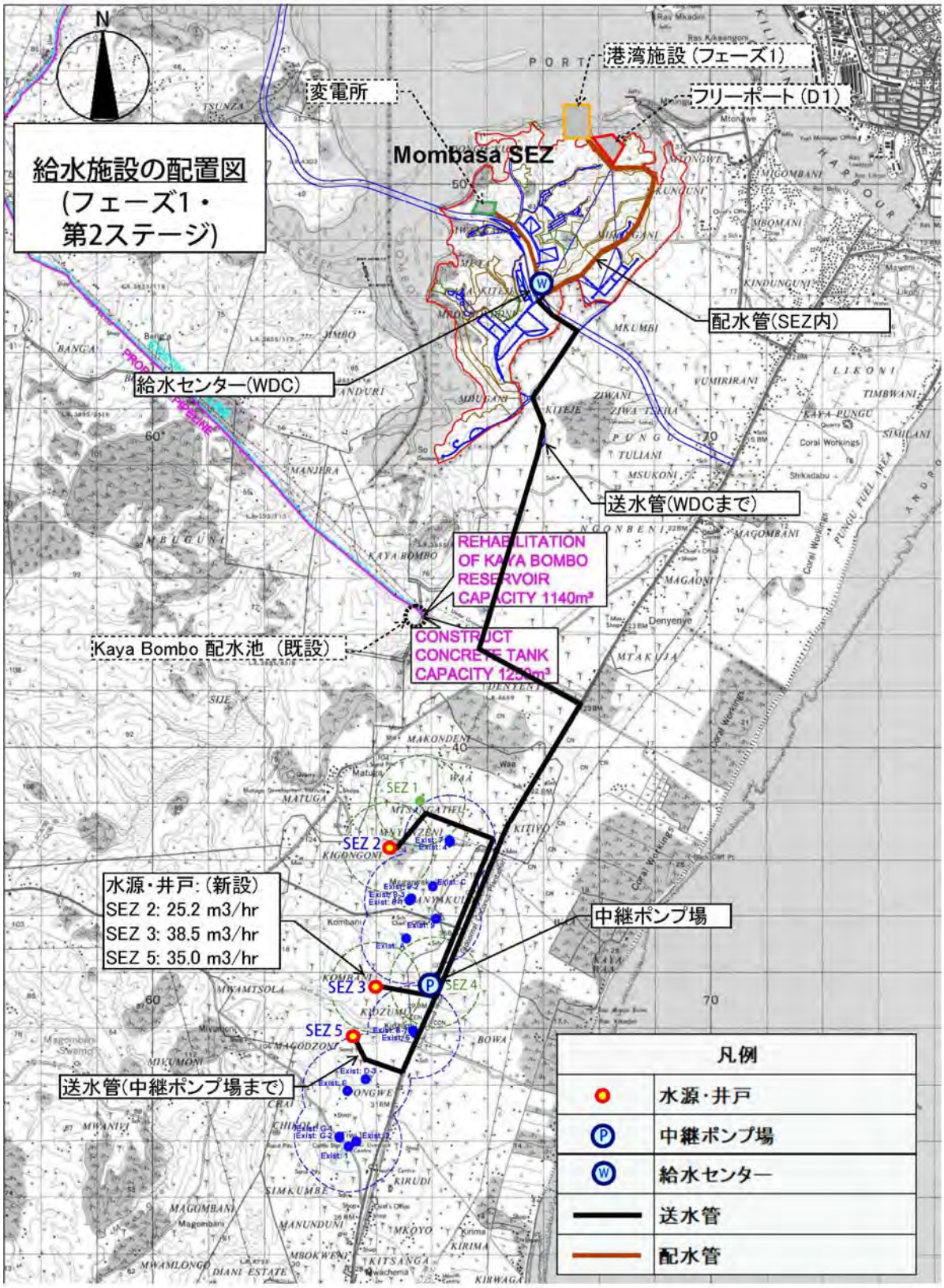
(2) SEZ フェーズ-1 (第 2 ステージ)の給水施設の計画

SEZ フェーズ 1 (第 2 ステージ：計画給水量 2,000m^3/日)のための開発する井戸施設と給水施設の概要を表 8.5.27 に示す。また、その給水施設等の配置案を図 8.5.36 に示す。

表 8.5.27 SEZ フェーズ-1 (第 2 ステージ)の給水施設の概要

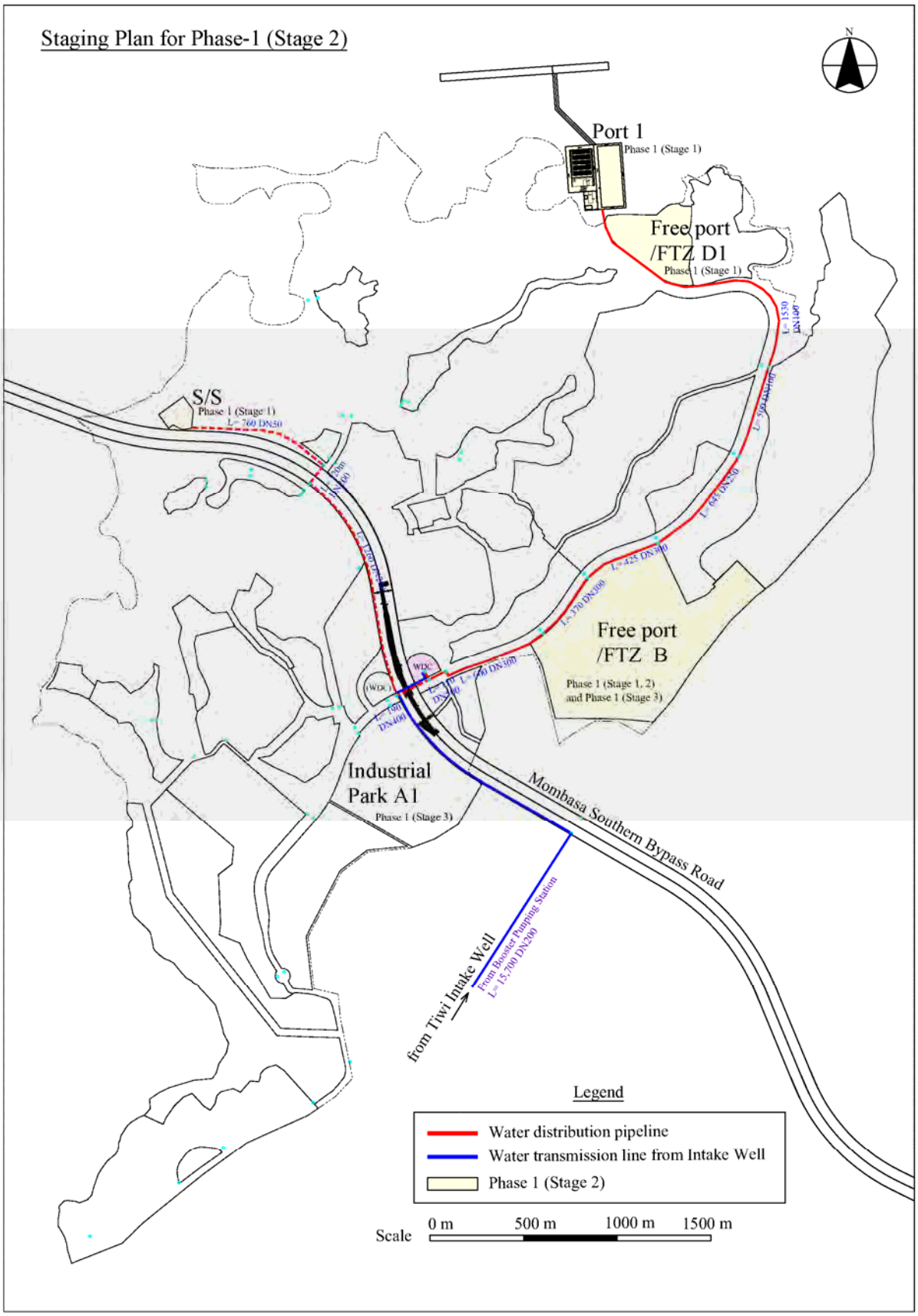
No.	施設内容	数量	摘要
A	井戸施設 （井戸ポンプ：適正揚水量 SEZ 2: 25.2 m^3/hr, SEZ 3: 38.5 m^3/hr, SEZ 5: 35.0 m^3/hr、門型クレーン、管理棟、配管・弁類等）	3 箇所	
B	送水管 （井戸から中継ポンプ場まで、送水用配管・弁類等）	約 9.8 km	
C	中継ポンプ場 （地下水槽 50m^3、増圧ポンプ、門型クレーン、管理棟、自家発電設備、配管・弁類等）	1 箇所	
D	送水管 （中継ポンプ場から給水センターまで、送水用配管・弁類等）	約 15.7 km	
E	給水センター （配水槽 1,000m^3、高架水槽 10m^3、管理棟、ポンプ設備、配管・弁類等）	1 箇所	
F	配水管 （SEZ 内の配水管、第 2 ステージの対象施設まで、配水用配管・弁類等）	約 6.5 km (SS まで含む)	4.2km 2.3km
G	その他施設 （その他の配管・弁類等、配水メーター、水キオスクなど）	一式	調整事項

出典: JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 8.5.36　フェーズ 1 (第 2 ステージ)の給水施設の配置図



出典：JICA 調査団

図 8.5.37　フェーズ 1 (第 2 ステージ)における SEZ 内の配水管計画

8.6　汚水

8.6.1　概要

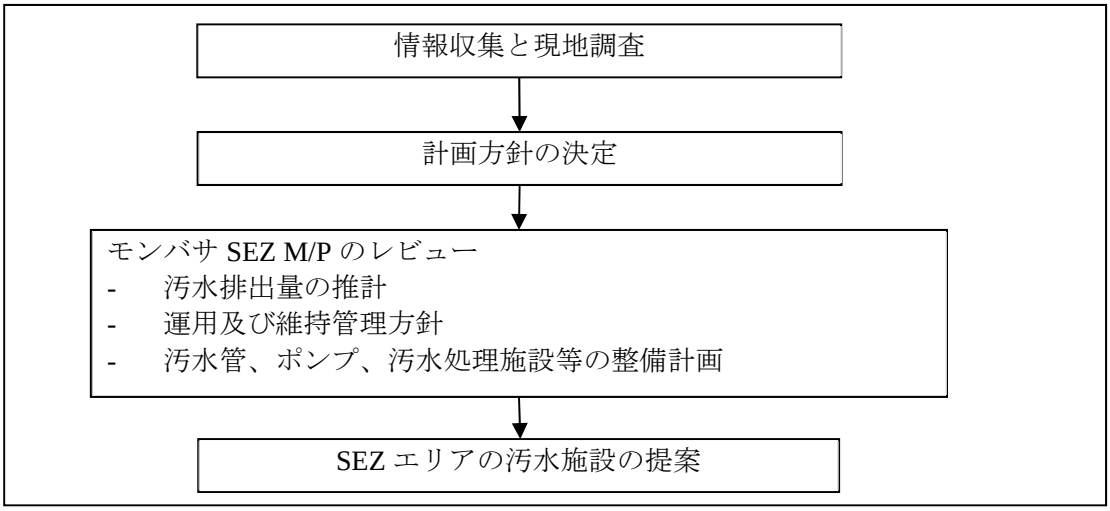
(1) 調査の目的

モンバサ SEZ M/P の計画を最新の状況に合わせて更新することを本調査の目的とする。汚水計画の事業計画作成にあたっては、川、インド洋、地下水の水質及び近隣住民の生活環境の保全が重要である。

i) 関係法令の情報収集及び関係機関へのヒアリングによる放流水に関するケニア基準の整理
ii) エリアで採用した処理方法毎の汚水処理施設の最適な能力評価
iii) モンバサ SEZ M/P のレビューと現状に合わせた更新

(2) 汚水施設計画の方法

主な検討フローを図 8.6.1 に示す。



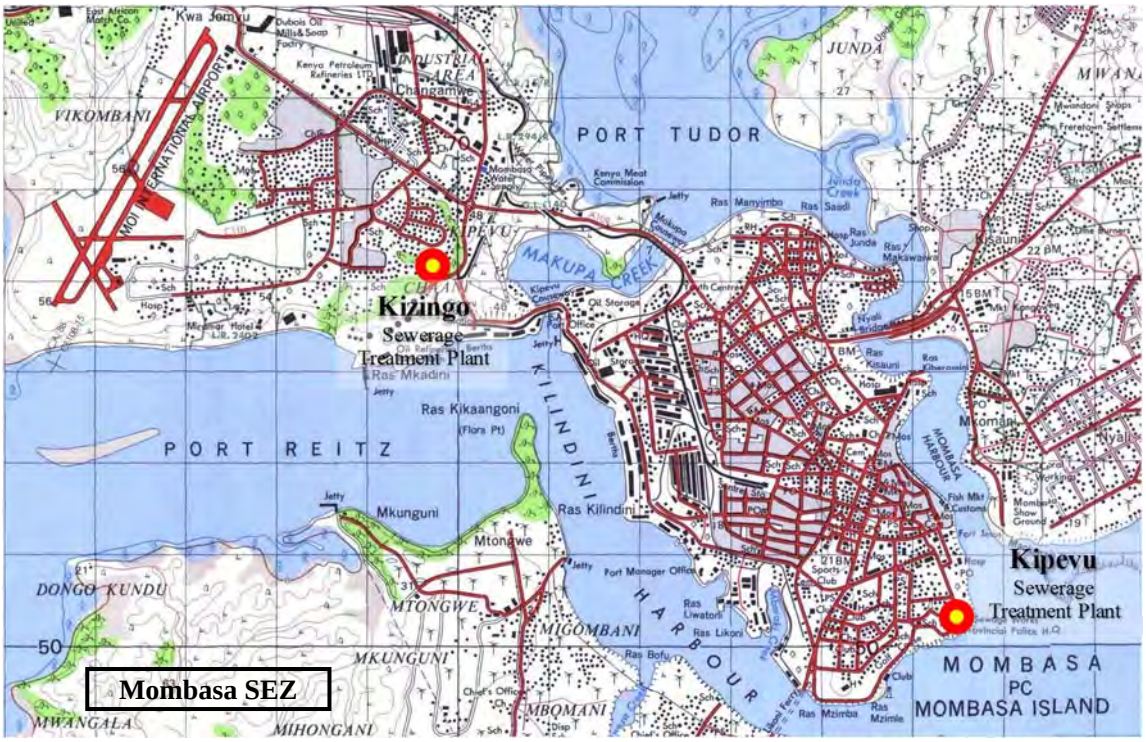
出典：JICA 調査団

図 8.6.1　汚水施設計画の検討フロー

8.6.2　現況と関連プロジェクト

モンバサ郡の汚水管ネットワークは、モンバサ島と本土西部の一部に限定されており、本土北部及び南部には汚水システムが整備されていない。モンバサ郡には Kizingo と Kipevu に 2 つの汚水処理場がある（図 8.6.2）が、能力に対して完全な機能を発揮できていない。

i) Kizingo 汚水処理場：地下型の汚水処理場で設計処理能力は 10,000m^3/日だが、整備から 20 年以上が経過し、設備の欠損から現在では機能していない。
ii) Kipevu 汚水処理場：設計処理能力は 17,100m^3/日だが、資金不足から汚水管網が整備されておらず 1 日に 6,000～7,000m^3 しか受け取っていない。さらに工場から排出される未処理の高濃度汚染水が流入することで処理能力も低下している。



出典: JICA 調査団

図 8.6.2　既存汚水処理場の位置

SEZ に関連した関連プロジェクトは現在のところ確認されておらず、CWSB が実施した汚水計画 M/P にも SEZ は含まれていない。

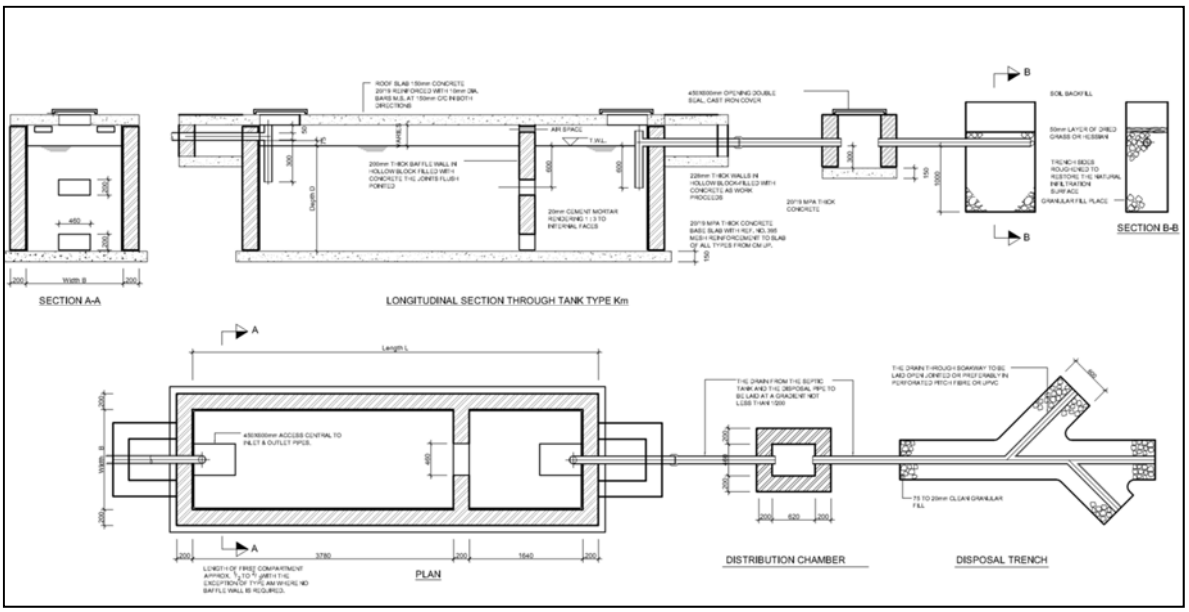
8.6.3　基本方針

汚水計画の基本コンセプトはモンバサ SEZ M/P の主要コンセプトを踏襲することとする。

i) 各ゾーンの開発者：各敷地から排出する汚水水質はケニア基準を満たすものでなければならない。そのため、工業団地の開発者は汚水処理施設を備えた独立した汚水システムを整備するか、もしくは各企業・工場に汚水処理施設を作らせることもできる。工業団地以外の開発者は浄化槽やその他の処理施設を作り、ケニア基準を満たす必要がある。各ゾーンの排出地点では関係機関による水質管理のためのハンドホールもしくはピットを設置する。

ii) 企業　　：ゾーン開発者の設定した汚水排出基準に従わなければならない。

iii) テナント及び住民：各ゾーンの浄化槽及び汚水システムに関するルールに従わなければならない。浄化槽のサンプル図面を図 8.6.3.に示す。



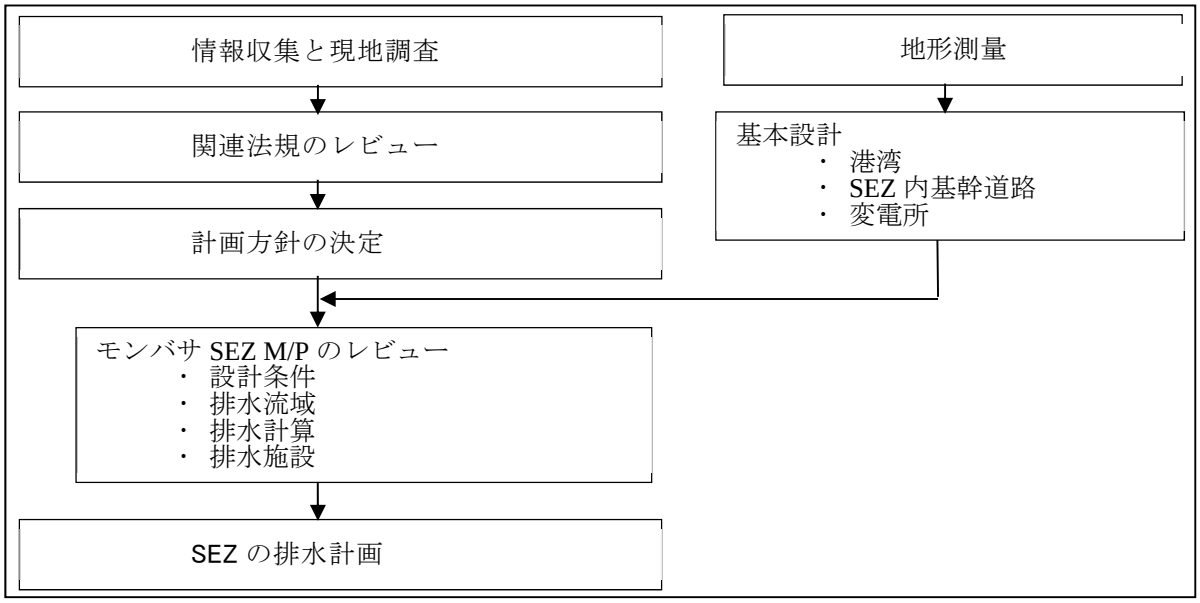
出典: CWSB

図 8.6.3　浄化槽のサンプル図面

8.7　雨水排水

8.7.1　概要

日本の ODA 事業に関する基本設計を受けたモンバサ SEZ M/P 雨水排水計画の更新を行うことを本調査の目的とする。見直しは、フェーズ 1 のみならず、関連する排水エリアも対象とし、合理的かつ経済的な雨水排水施設とすべく検討する。図 8.7.1 に検討フローを示す。



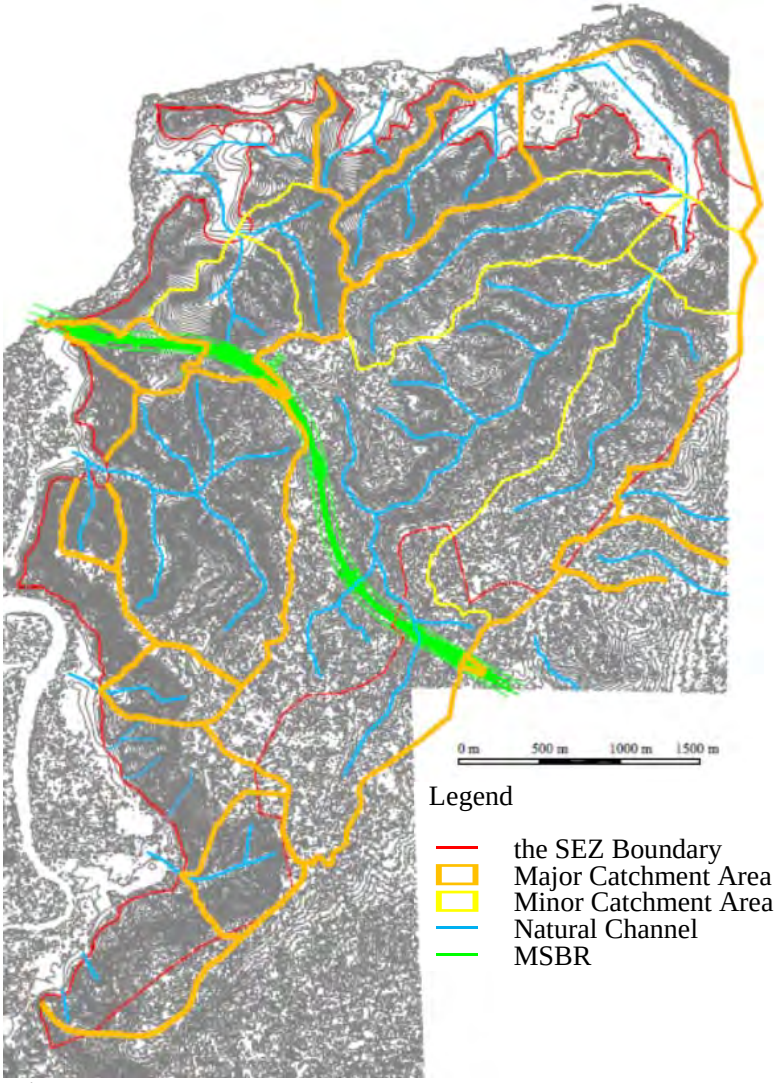
出典：JICA 調査団

図 8.7.1　雨水排水の検討フロー

8.7.2　現況と関連プロジェクト

モンバサは雨季と乾季を有する熱帯性気候である。平均年降雨量は 640 mm である。SEZ のエリアには多くの丘と谷があるが、河川及び雨水排水施設はない。自然緑地と畑地が多くを占め、雨水の多くは地面に浸透し残りは地表へ流出する。日照時には流水は見られないが、降雨時には雨水は谷間や自然水路へ流下する。

MSBR パッケージ 3 の建設が 2018 年初旬より実施される。MSBR 建設に伴い現況流域が変更される。変更後の流域を図 8.7.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.7.2　現況流域（MSBR 建設後）

8.7.3　基本方針

(1) 設計条件

モンバサ SEZ の雨水排水計画は安全性と経済性の観点から重要である。雨水排水システムの計画諸元を表 8.7.1 に示す。

表 8.7.1　排水計画の計画諸元

項目	パラメーター	参考資料
降雨強度式	$I = a / (t + b)^n$ I : 降雨強度式 (mm/hour) t : 降雨継続時間 (hours) a : 係数（5 年確率降雨時 61.2） b : 係数（東アフリカ 0.33） n : 係数（ケニア沿岸部 0.8）	Mombasa Stormwater Masterplan
確率降雨	支線水路：5 年確率 幹線水路：25 年確率 ボックスカルバート：50 年確率 橋梁：100 年確率	
流達時間	$t_c=t_i+t_t$ t_c : 流達時間 t_i : 流入時間 t_t : 流下時間	
流入時間	t_i=5 分 (急峻な都市部)	
流下時間	t_t=L/V L: 排水路延長 (m) V: 流速 (m/s)	
流出量	合理式 Q=0.28*CIA C: 流出係数 I: 降雨強度(mm/hour) A: 面積 (km^2)	
流出係数	0.70: Port, FTZ, Enterprise Area, Industrial Park, WDC, Substaion, Utility Area, Service Area 0.50: Residential Area 0.40: Tourism Park, Transmission Line 0.30: Reserve Area	Design Manual for Roads and Bridges 2nd Draft Part 2 Drainage Design
合理式	マニング式 Q=AV $V=(1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2}$ Q: 流量 (m^3/s) A: 水路断面積 (m^2) V: 流速 (m/s) R: 径深 n: 粗度係数 I: 水路勾配 (-)	
流速	最小速度: 0.8 m/s (流路洗浄のため) 最大速度 3.0 m/s (安全性及び流路保護のため)	
有効水深	開渠の有効水深は 8 割とする	日本下水道施設設計ガイドライン
粗度係数	開渠 (モルタル、レンガ): n=0.015 カルバート・パイプ (コンクリート): n=0.012	Design Manual for Roads and Bridges 2nd Draft Part 2 Drainage Design

出典：JICA 調査団

SEZ M/P では都市部道路設計ガイドライン第二草案（2001 年）を参照し排水計画が作成されていたが、SEZ エリア開発の上位計画であるモンバサ GC M/P 最終報告書案では、モンバサの排水対策は、モンバサ洪水 M/P に基づくこととされている。そのため、本調査で扱う設計諸元は最新調査かつ上位計画に位置付けのあるモンバサ洪水 M/P を基本とする。以下に主な変更点を記す。

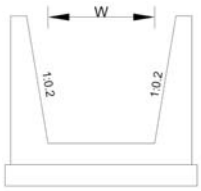
i) 降雨強度は、モンバサ洪水 M/P では 60 分間降雨で 48.7 mm（5 年確率）となり、前回 M/P 提案の降雨強度より大きい計算結果が得られたため、モンバサ洪水 M/P を採用した。

ii) 流入時間は SEZ 都市機能の重要性を鑑み、GC M/P で採用されている「一般都市部(15 分)」より厳しい「急峻都市部(5 分)」を採用した。

iii) 流出係数は SEZ 都市機能の重要性を鑑み、規定値の厳しい道路設計基準を採用した。

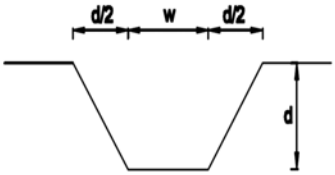
(2) 排水施設

SEZ M/P では建設及び管理コストの削減を目的として、幹線開渠については 1:2 勾配の台形水路による整備を基本としていたが、FTZ 等の土地利用が計画されているエリアにおいては U 型側溝もしくは 1:0.5 勾配の台形水路の採用を検討する(図 8.7.3、図 8.7.4)。



出典：JICA 調査団

図 8.7.3　U Shape Drain (H:V=1:1)



出典：　Design Manual for Roads and Bridges
2nd Draft Part 2 Drainage Design

図 8.7.4　U Shape Drain (H:V=1:2)

8.7.4　排水計画の見直し

(1) 見直しのポイント

i) フェーズ 1 を踏まえた全体計画の ss 見直し

SEZ M/P では industrial park A1 及び B1 の造成により排水流域を変更する計画であったが、フェーズ 1 の事業対象予定地は industrial park A1 のみであるため、流域の変更が難しい。また前述の MSBR 建設に伴う現況流域の変更も考慮する必要がある。そのため、フェーズ 1 の対象事業を踏まえた全体の排水計画の見直しが必要である。

ii) 港湾基本設計成果に基づく見直し

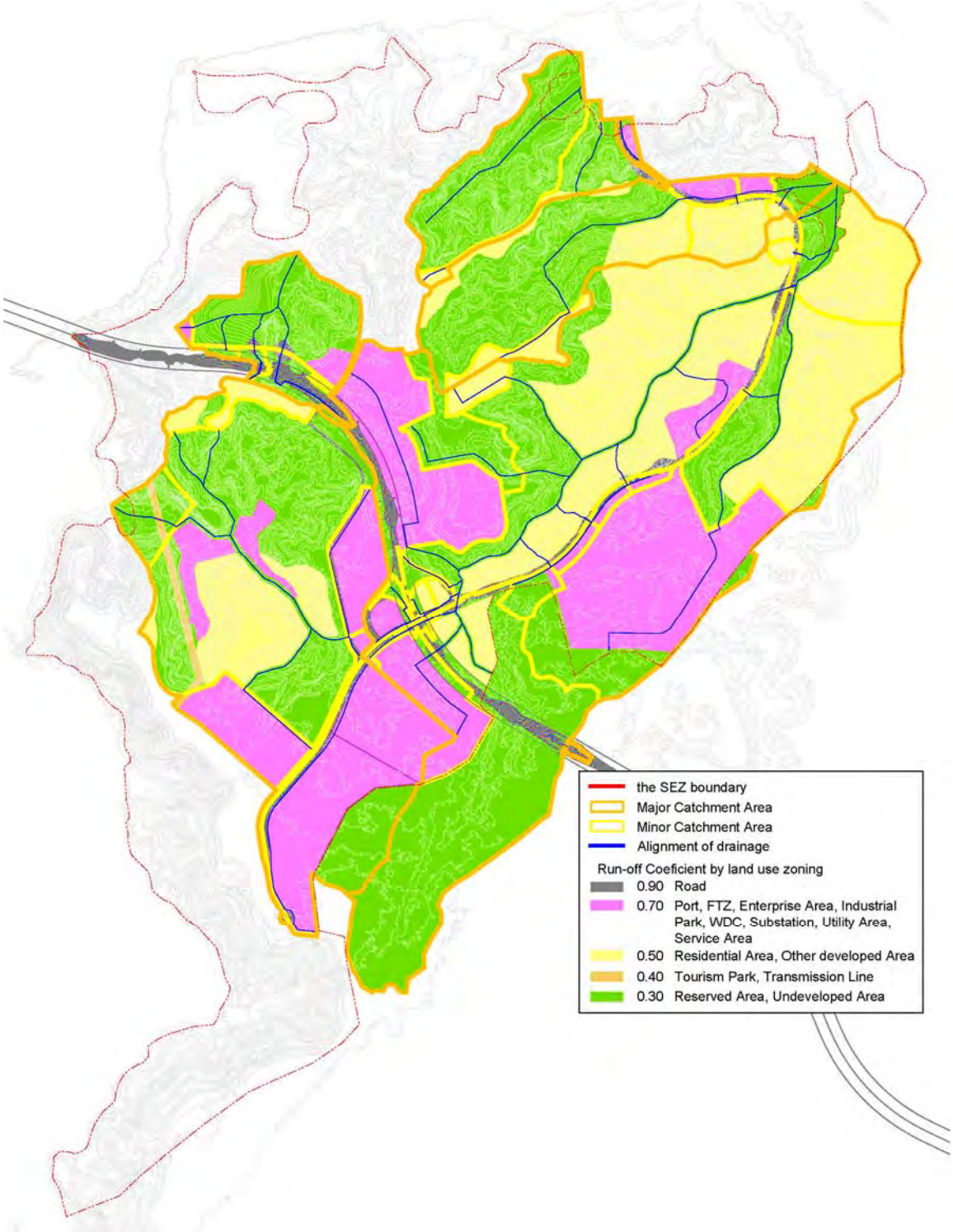
港湾基本設計ではヤードの縮小及び位置変更を計画している。これに伴い面的に流れていた当該流域の排水が特定のポイントに集中することになる。浸食防止のための排水施設が必要となる。

iii) SEZ 内基幹道路基本設計成果に基づく見直し

フェーズ 1 での整備が予定されている SEZ 内基幹道路は複数の幹線排水路と交差している。道路整備時に SEZ 全体の開発計画を踏まえた規模の横断管を整備する必要があり、SEZ 内基幹道路基本設計及び排水計画全体の見直しの相互的検討が必要である。

(2) 排水計画

更新した排水計画を図に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.7.5　将来流域（SEZ 開発完了時）

(3) 水路形状の比較検討

SEZ M/P では幹線水路の形状は、建設・管理コストの面から勾配 1:2 の緩傾斜 V 型水路とされている。一方、FTZ に隣接する部分等、沿道地の有効活用もしくは造成の削減が効果的な部分ではより用地面積の小さい U 型水路の採用可能性を検討する。表 8.7.2 に流下能力の基礎となる各形状の有効断面積を示す。

表 8.7.2　水路形状の比較

規格	イメージ図	有効断面積
V 14500/6500 x 2000		15.52 m^2
U 11000/9000 x 2000		15.68 m^2

出典：JICA 調査団

8.8　電力供給

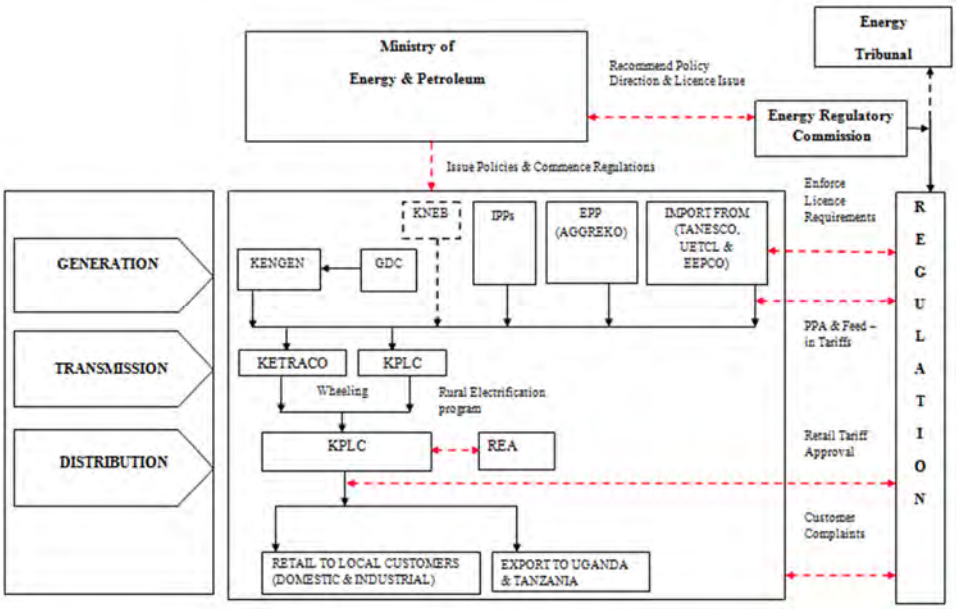
8.8.1　概要

(1)　現状

ケニアにおける電力セクターは、エネルギー省（MOEP：Ministry of Energy and Petroleum）の下、ケニア電力公社（KenGen: Kenya Electricity Generating Company）、ケニア配電会社（KPLC:Kenya Power）、ケニア送電公社（KETRACO: Kenya Electricity Transmission Company）、地熱開発会社（GDC: Geothermal Development Company）、独立系発電事業者（IPPS: independent power producers）、および地方電化庁（REA: Rural Electricity Authority）によって管理・運営されている。

- エネルギー・石油省（MoEP）は、国家エネルギー政策および地方電化計画を確立し、電力セクターの成長に向けた方向性を設定し、このセクターに長期的なビジョンを与える責任がある。
- ケニア送電会社（KETRACO）は、132 kV 以上の電力システムの開発、所有、運用を担当している。
- ケニア電力は、2011 年にケニア配電会社（KPLC）から改名された。ケニアのオフグリッド発電所での発電、電力の購入、送電、配電および小売販売を担当する。
- ケニア電力は 132kV 以下の配電を行なっている。

ケニアにおける電力セクターの組織構造を図 8.8.1 に示す。



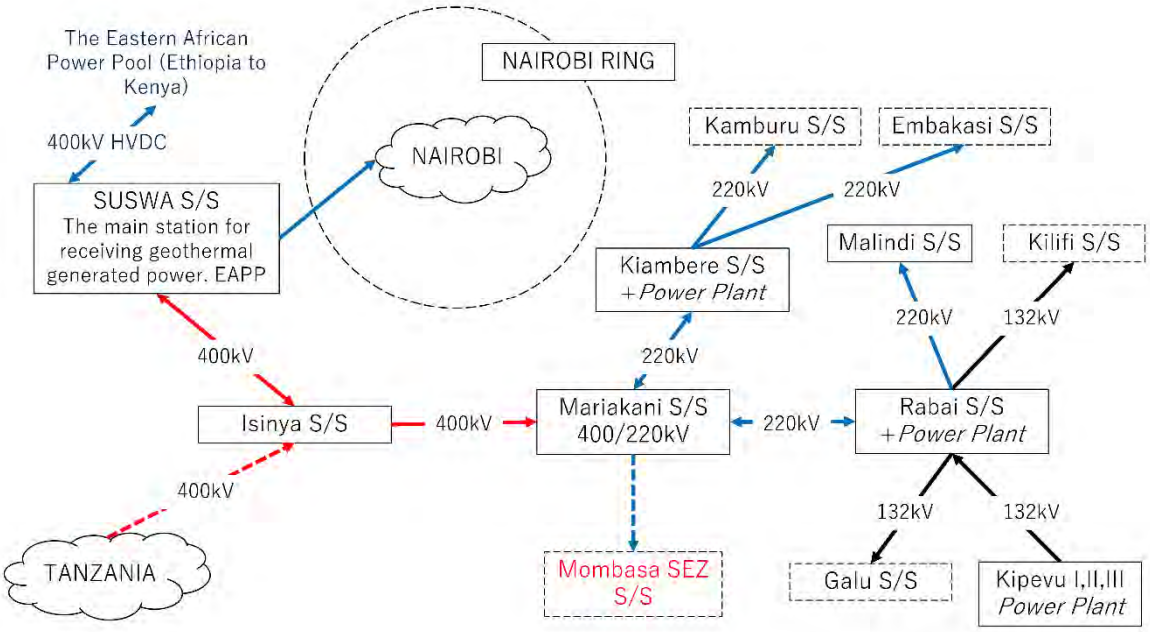
出典: Kenya Electricity Transmission Co., Ltd. (KETRACO)

図 8.8.1　ケニア電力セクターの構造

8.8.2　現状

当該周辺地域への電力は、ラバイ変電所からの 132kV 送電線によって供給されており、これは 220/132 / 33kV ラバイ発電所、キペブ I、II、III 発電所によって供給されている。

モンバサ SEZ 地域には 132kV も 220kV の送電線は存在しない。沿岸州の負荷は順調に増加するため、既存の 132kV ネットワークでは負荷需要を満たすことができない。モンバサ SEZ 周辺地域の既存グリッドネットワークを図 8.8.2 に示す。



出典: JICA 調査団

図 8.8.2　モンバサ SEZ の周辺地域の既存電力ネットワーク

8.8.3　基本設計方針

モンバサ経済特別区は各種産業の集積地となり、最先端の施設からなる十分な電力供給ができることが要求される。電源システムの信頼性は、各コンポーネントに依存するだけでなく、システム全体にも依存している。一般的に信頼性を保証するためには、モンバサ SEZ 用の 132kV 送電線の独占使用が可能な解決策であり、電力を供給する発電所が稼働し続けることを条件とする。220kV システムの信頼性は、その単純な構成により 132kV システムの信頼性よりも高くなる。

もし障害が発生しても安全サイドに事態をコントロールし、フェール・セーフの制御により、最悪の事態に陥ることを回避しシステム全体に電力供給に導くように電力制御を行う。このため電力系統の送電容量を増加し信頼性を高めるためには、送電線に 220kV 送電線を採用することを推奨する。この構成は MoEP によって公式に推奨されている。

モンバサ経済特別区における電力供給システムの設計概念は以下の通りである。

- 電源設備は、テナントに十分な電力を供給できるように初期段階で建設する。
- 増設時の電源システムは信頼性が高く柔軟性があるものとする。
- 建設費をできるだけ削減する。

(1) 設計にかかる基準

すべての送配電施設にかかる基本設計、仕様、導入試験は、以下に示す基準に基づき設計する。

- 国際電気標準会議(IEC: International Electro-Technical Commission)技術基準
- ケニア配電公社(Kenya Power)技術基準
- ケニア送電公社(KETRACO) 技術基準
- Kenya National Transmission Grid Code (KNTGC)
- 日本工業規格 (JIS)
- その他ケニア国における関連技術基準及び制度

(2) 電力供給にかかる電圧

送電システムおよび配電システムにかかる電圧は IEC 基準に準拠して設定する。うち送電システムにかかる電圧を以下に示す。

表 8.8.1　送電にかかる電圧

送電システム電圧(kV -RMs)	最大電圧 (kV -RMs)
220	245

出典：JICA 調査団

配電および変電所における電圧を以下に示す。

- 33 kV ± 10%, three-phase, and 50Hz
- 415/240 V, TN – CS system

(3) 周波数および力率

- システム頻度: 50 Hz ± 2%
- 力率: ≥ 0.9

(4) 故障レベル

ケニアの電力系統における最小設計短絡容量を以下に示す。

- 31.5 kA/3s for 220 kV 25 kA/1s for 33 kV

8.8.4　基本設計条件

(1) 設計条件

電力システムの基本設計における設計条件は以下に示す。

- 海抜標高　：1000m 以下
- 耐震係数　：0.15
- 最大温　：40°C
- 最低温度　：-1°C
- 設計温度　：25°C

・導体の最高動作温度　：80°C
・海抜での圧力　：1.013 bar（1 気圧）
・設計相対湿度（RH）　：78%
・基本風圧（140km /h ゾーン）　：950N / m^2
・沿面距離　：31 mm / kV
・基本風速　：39m /s（3s 突風）
・汚染度　：レベル 4

(2) 緊急時の基準

モンバサ SEZ の電力供給施設は、すべての送電および主要配電コンポーネントに対して N-1 の冗長性を維持する必要がある。N-1 基準では、いずれかのコンポーネントに障害が発生した場合にすべての負荷を復元できることが要求される。電力供給信頼性の指標の 1 つは N-1 条件で評価される。電源供給計画では、信頼性を保証するために N-1 個の条件が適用される。SEZ 用電源の開発では、設計に次の基準が適用される。

表 8.8.2　基準と方策

基準	方策
220 kV 送電線の供給信頼度	少なくとも 2 回線からなる 220 kV 送電線とすること。送電線容量は、1 回線ですべての需要を供給可能な容量とする。これにより、送電線路の 1 回線が損傷しても電力供給を継続可能とする。
安全性、信頼性、容易なメンテナンスを実現するため	変圧器の 1 台が故障しても供給を確保するために予備の変圧器を設置する。
将来の拡充を可能にする	SEZ の内を 2 回線配電系統とする

出典：JICA 調査団

(3) 電気的最小離隔距離

機器の電気的な最小離隔距離は、下記の IEC 規格ないし国内規格に基づいて設計する。

表 8.8.3　電気的最小離隔距離

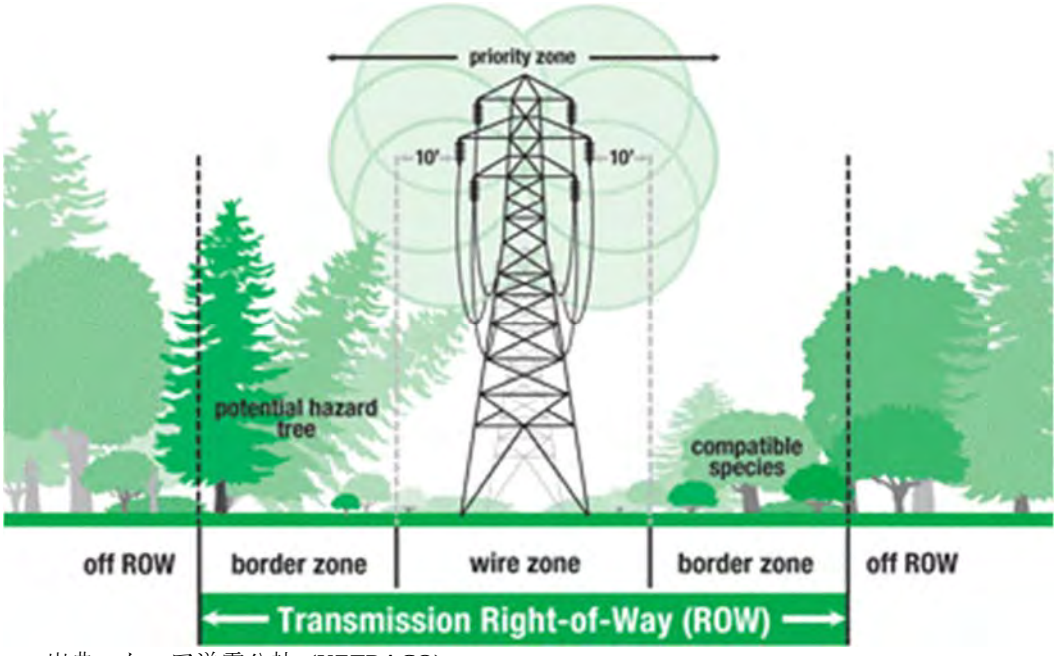
No.	公称系統電圧	220 kV	33 kV
1	大地からの最小離隔距離 (mm)	2,100	400
2	金属もしくは大地からの最小離隔距離(mm)	2,100	400
3	対地と絶縁体の大地電位ではない最も近い地点との間の最小安全離隔（mm）	2,500	2,500
4	対地からの最小離隔距離 (mm)	7,000	3,700
5	電圧 1kV 当たりの最小表面漏れ距離（相間定格電圧に於ける) mm/ kV」	31	31
6	相間電圧(mm) の最小安全離隔	2,700	500

出典：JICA 調査団

なおこれら条件は、IEC 基準に準拠しており、ケニア基準を満たしている旨、MoEP に確認済みである。

(4) 架線送電線路の最小通路離隔距離

架空送電線路の ROW（Right of Way）は、送電線路の中心の 2 つの経路に設定された土地として定義される。ROW は、「送電回廊」または「通行権」とも呼ばれ、保安は送電線建設における重要な要素の一つである。送電線回廊（ROW）は送電線の電圧階級で変化する。220 kV 送電線の ROW は約 40m 近くにする必要がある。これは 220 kV 送電線の中心から左右に 20m を意味する。この ROW には土地の下水管、排水管、送電線、またはパイプラインに設置され、既存の建物に支障をきたす可能性がある。



出典：ケニア送電公社. (KETRACO)

図 8.8.3　電力送電線の架線の通路最小距離

(5) 電力需要予測

既存の SEZ M/P から土地利用計画などの変更を受け、電力需要の見直しを行った。結果、SEZ 全体に対し開発面積 618.7 ha、フェーズ 1 地区に対し 150.3 ha が見込まれている。詳細は表 8.8.4 に示す。これらの計算により、モンバサ SEZ に対する需要を決定することができた。

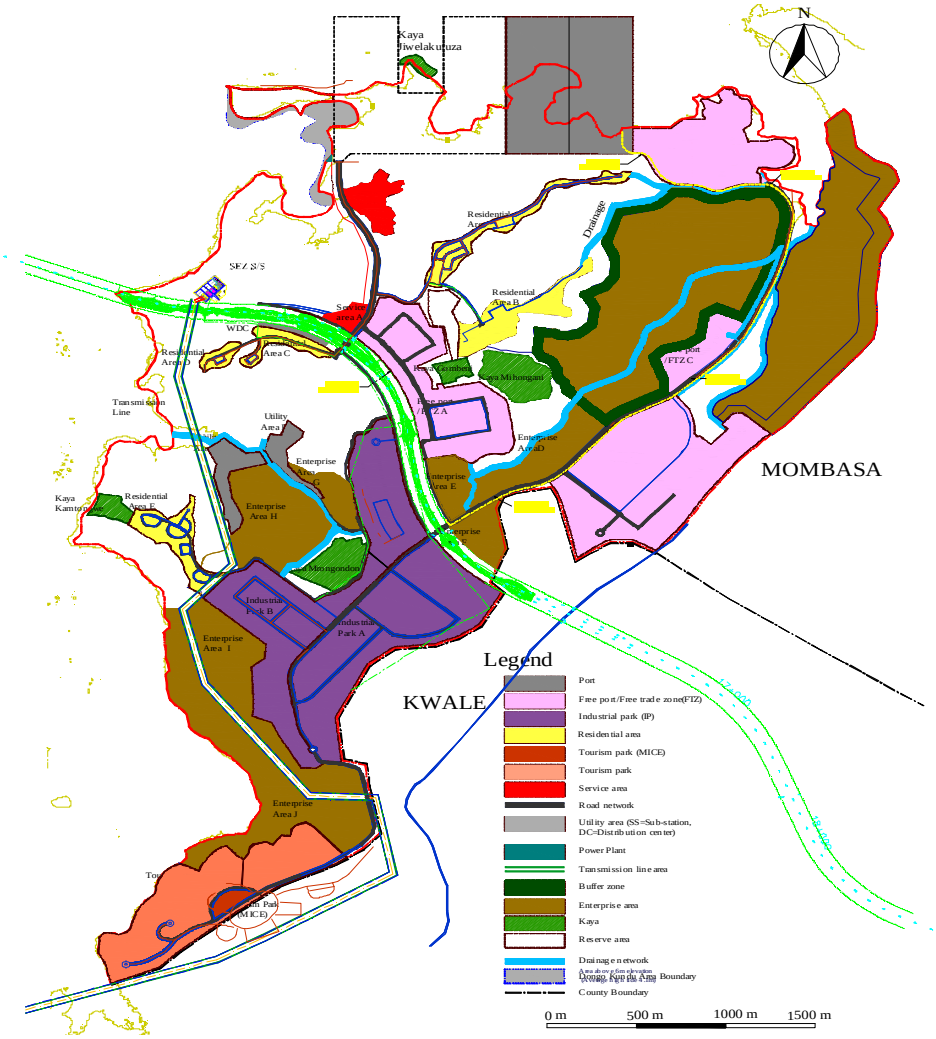
表 8.8.4　モンバサ SEZ における電力需要予測

土地利用	開発面積 (ha)			原単位	電力需要 (kVA)		
	フェーズ 1	その他	計	kVA/ha	フェーズ 1	その他	計
	(P1)	(F)	(T)	(U)	(P1*U)	(F*U)	(T*U)
No.1							
Port1	15.0		15.0	173	2,595		2,595
Port2		15.0	15.0	173		2,595	2,595
FTZ B	67.1		67.1	140	9,394		9,394

FTZ C		7.6	7.6	140		1,064	1,064
FTZ D1	13.3		13.3	114	1,516		1,516
FTZ D2		19.2	19.2	114		2,189	2,189
Enterprise area C		38.1	38.1	140		5,327	5,327
Port Access road	18.7		18.7	30	561		561
小計	**114.1**	**79.9**	**194.0**	**1,024**	**14,066**	**11,175**	**25,241**
No.2							
Industrial Park　A1	35.2		35.2	400	14,080		14,080
Industrial Park　A2		27.4	27.4	400		10,960	10,960
WDC 1	1.0		1.0	30	30		30
WDC 2		1.0	1.0	30		30	30
S/S		2.0	2.0	30		60	60
小計	**36.2**	**30.4**	**66.6**	**890**	**14,110**	**11,050**	**25,160**
No.3							
Port3		15.0	15.0	173		2,595	2,595
FTZ A		39.5	39.5	140		5,530	5,530
Enterprise area A		70.6	70.6	140		9,878	9,878
Enterprise area B		19.4	19.4	140		2,715	2,715
Enterprise area D		6.9	6.9	140		966	966
Residential A		10.4	10.4	105		1,092	1,092
Residential B		11.4	11.4	105		1,197	1,197
Service area A		1.9	1.9	100		190	190
Service area B		6.9	6.9	100		690	690
Port Access road2		5.6	5.6	30		168	168
小計	**0.0**	**187.6**	**187.6**	**1,173**	**0**	**25,021**	**25,021**
No.4							
Enterprise area G		3.8	3.8	140		529	529
Industrial Park　B1		36.0	36.0	400		14,400	14,400
Industrial Park　B2		13.9	13.9	400		5,560	5,560
Residential C		4.9	4.9	105		515	515
Residential D		2.4	2.4	105		252	252
小計	**0.0**	**61.0**	**61.0**	**1,150**	**0**	**21,256**	**21,256**
No.5							
Enterprise area H		13.2	13.2	140		1,841	1,841
Enterprise area I		5.6	5.6	140		787	787
Enterprise area J		18.2	18.2	140		2,554	2,554
Residential E		9.9	9.9	105		1,040	1,040

Tourism Park		49.0	49.0	14		686	686
MICE		2.2	2.2	140		308	308
Utility Area A		7.1	7.1	30		213	213
Utility Area B		4.4	4.4	30		132	132
小計	**0.0**	**109.6**	**109.6**	**739**	**0**	**7,560**	**7,560**
合計	**150.3**	**468.4**	**618.7**	**4,976**	**28,176**	**76,061**	**104,238**
合計(MVA)					**28**	**76**	**104**

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 8.8.4　SEZ 内の土地利用

上記の電力需要を満たすために、フェーズ 1 に対し 75 MVA の変圧器 2 台（N-1 確保）、SEZ 全域に対し 75 MVA の変圧器 3 台で N-1 を確保した設備を計画する。なお、各変圧器は定期的にメンテナンスを行うものとする。

8.8.5　基本設計の検討

(1) 電力供給システムの概要

モンバサ SEZ への電力供給システムにおけるフェーズ計画は下表に示すとおり。フェーズ 1 で必要な 28 MVA に始まり、SEZ 全体の電力需要として 104 MVA を見込んでいる。

表 8.8.5　電力供給におけるフェーズ計画

No.	Supplying Amount (Total)	Development Scenario
Phase-1	28 MVA	フェーズ 1 開発にあわせ、75MVA の変圧器を設置する。なお、N-1 基準確保のため、2 台の設置が必要である。
Future	76 MVA (Total of 104 MVA)	電力需要に従い、追加でもう 1 台変圧器の設置が必要

出典: JICA 調査団

(2) マリアカニ変電所および 220 kV の送電線

i) マリアカニ変電所における 2 ベイの追加

400/220 kV マリアカニ変電所は、モンバサーナイロビ送電線プロジェクトの一環として既に契約がなされている。

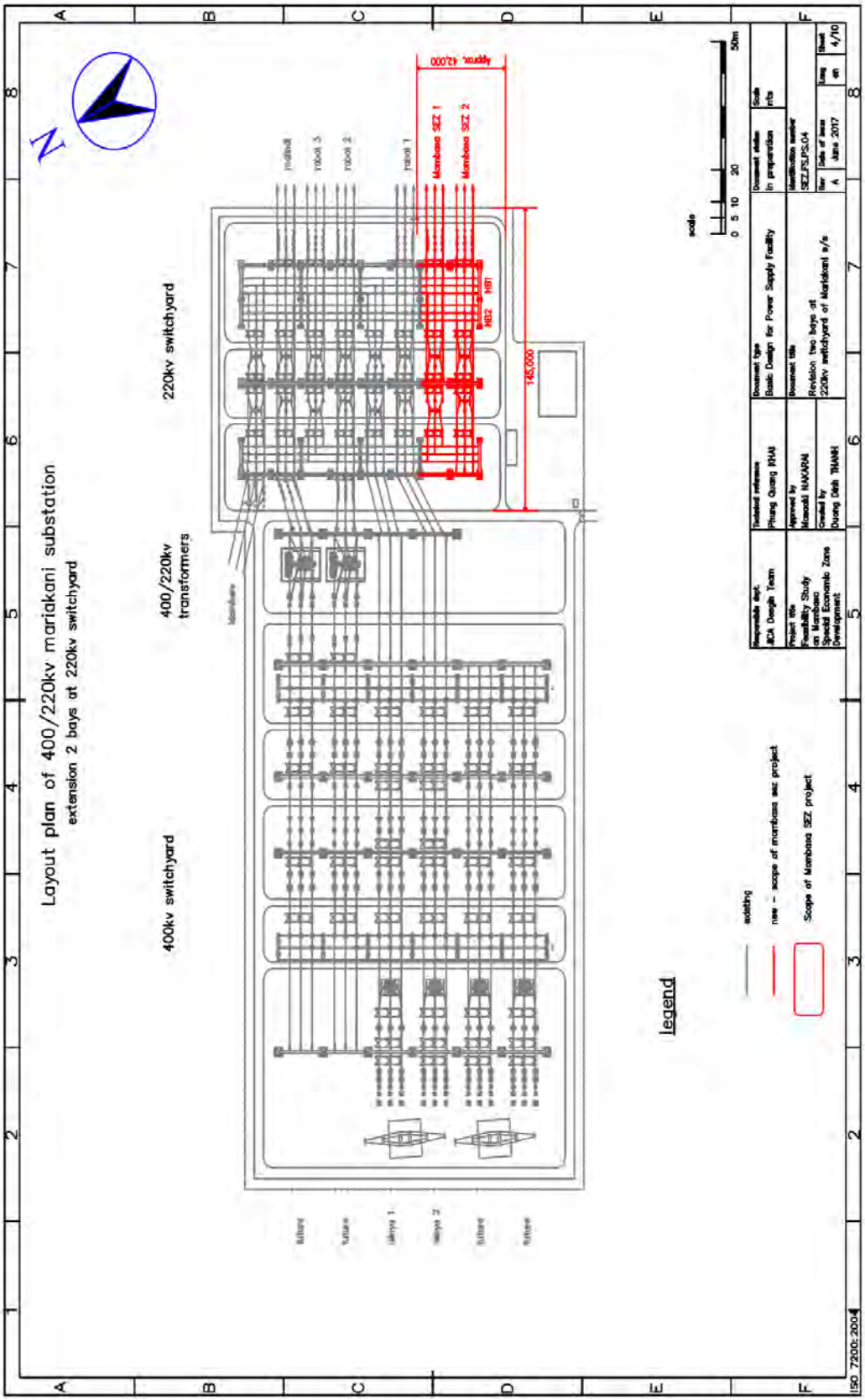
マリアカニ変電所の機器配置平面図を図 8.8.5 と単線結線図を図 8.8.6 にそれぞれ示す。

220 kV 母線はアップグレードの準備が整い、2 つの出力フィーダーの 220 kV スイッチベイが 220 kV スイッチヤードに追加される。モンバサ SEZ プロジェクトでのマリアカニ変電所の設計条件と作業範囲を以下に示す。

1) 電力供給は KETRACO によって 200 MVA 以上を確保する。
2) 接地法式は中性点直接接地方式とする。
3) 220 kV 屋外機器およびその付属設備の設置
4) 制御および保護システム
5) SCADA、メータリングシステム
6) SEZ 変電所から光ファイバ複合架空地線（OPGW）を介した国内ネットワーク電気通信

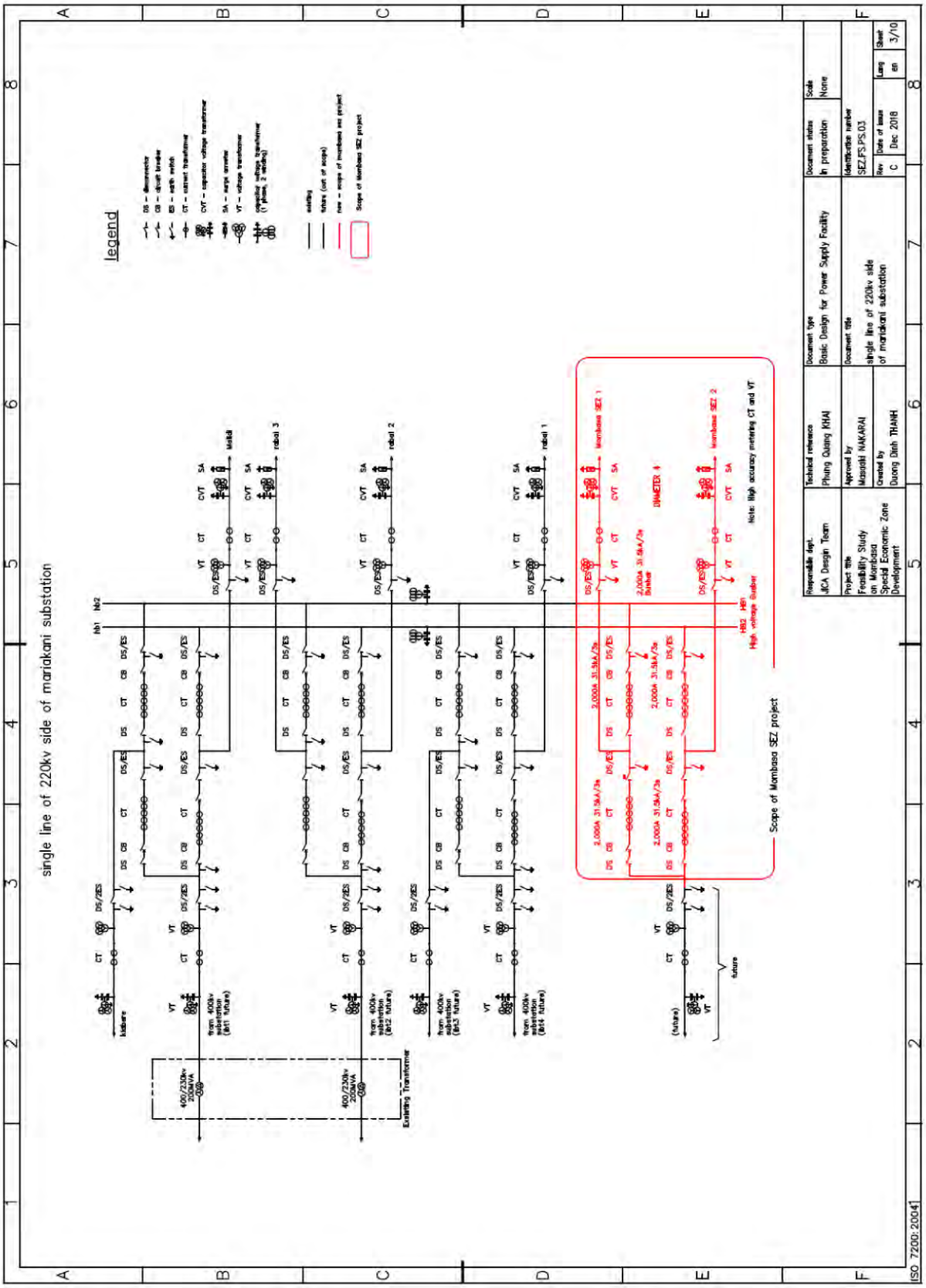
マリアカニ変電所内にある KETRACO 制御室内には KETRACO 制御盤と共に下記のモンバサ SEZ プロジェクトの付属設備が設置される。付属設備の据付面積は約 120 m^2 であり、計画段階で設置スペースを KETRACO によって確保される。

- 220 kV 保護制御盤
- コミュニケーションと SCADA システム装置
- DC48 V バッテリーシステムと配電盤
- DC110 V バッテリーシステムと配電盤
- 変電所用インバータ盤



出典: Kenya Electricity Transmission Co., Ltd. (KETRACO)

図 8.8.5　マリアカニ変電所における 220 kV ベイの機器配置平面図案



出典: JICA 調査団

図 8.8.6　マリアカニ変電所における 220 kV ベイの単線結線図計画案

ii) マリアカニ変電所から SEZ 内変電所までの送電線

1)　経路

マリアカニ変電所からモンバサ SEZ 変電所の電力供給は 200 MVA を確保することを KETRACO と確認した。また、送電線は送電電圧 220 kV、2 回線（中性線直接接地方式）でマリアカニ変電所からモンバサ SEZ 変電所に送電する。送電線経路は「図 8.8.8 マリアカニ変電所から SEZ 内変電所までの 220 kV 送電線経路」で計画する。

2)　鉄塔

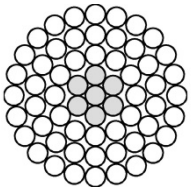
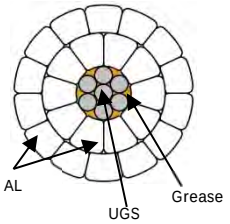
鉄塔は強度的に有利であるラティス構造で設計される。鉄塔の構造は「図 8.8.7 220 kV、2 回線、ラティス構造鉄塔事例」で計画されている。

3)　送電線

送電線は、ACSR CANARY（断面積が 515 mm^2）単導体と、避雷のための 2 条の架空地線（内 1 条は OPGW 線）を鉄塔上部に配置する。送電線は亘長約 53 km あり、220kV の送電線用地幅（ROW : Right of Way）は 40 m とする。なお送電線は従来の ACSR（鋼芯アルミニウムより線）と送電損失が少ない LL-ACSR（低ロス鋼芯アルミニウム撚り線）について検討する。下表「表 8.8.6 電線の線種別比較表」に ACSR CANARY と 低損失電線の代表例 LL-ACSR について比較する。ACSR と LL-ACSR を比較すると以下が主な特長がある。

a)電流容量については、CANARY の運用温度 80℃に相当する電流値に対し、LL-ACSR では、74℃であり、LL- ACSR の方が容量が大きい。
b)電気抵抗は LL- ACSR が ACSR より約 20%少ないため送電損失を約 20%低減できる。
c)LL- ACSR と ACSR では、外径は同じ、電線重量は、LL-ACSR がやや大きい。

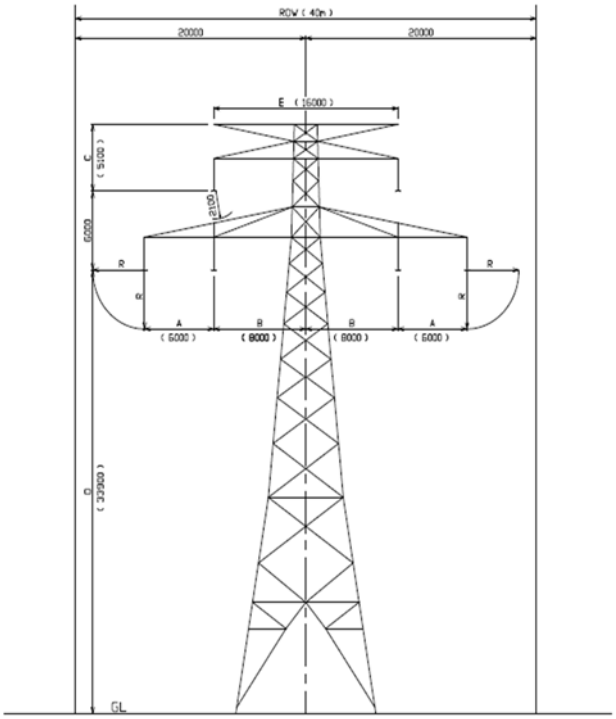
表 8.8.6　電線の線種別比較表（Canary 相当）

線種	従来型 ACSR	LL-ACSR の代表例
断面図		
電線サイズ[mm^2]	515	620
より線構成[本/mm]	AL 24/3.28, AL 18/3.28 AL 12/3.28,ST 7/3.28	AL 14/5.49, AL 10/5.52 ST 7/3.0　（UGS）
外径[mm]	29.5	29.5
断面積[mm^2]	AL 456.3、ST 59.15 合計 515.5	AL 570.7、ST 49.48 合計 620.2
質量[kg/km]	1,726	1,966
引張強度[kN]	141	168
直流電気抵抗 [20℃、Ω/km]	0.0632	0.0504

電流容量[A] (電線温度)	753 (80℃)	753　(74.4 ℃)
概算見積費用	100%	200%

出典：メーカ資料

従って、約 20%の送電損失低減を図ることができ、地球温暖化防止に効果を発揮することから、低ロス鋼芯アルミニウム撚り線 LL-ACSR を採用するものとする。
なお、LL- ACSR は初期費用が ACSR に比べ大きくなるが、送電損失の低減により約 20 年程度で増分に相当する損失削減が達成出来る見込みである。



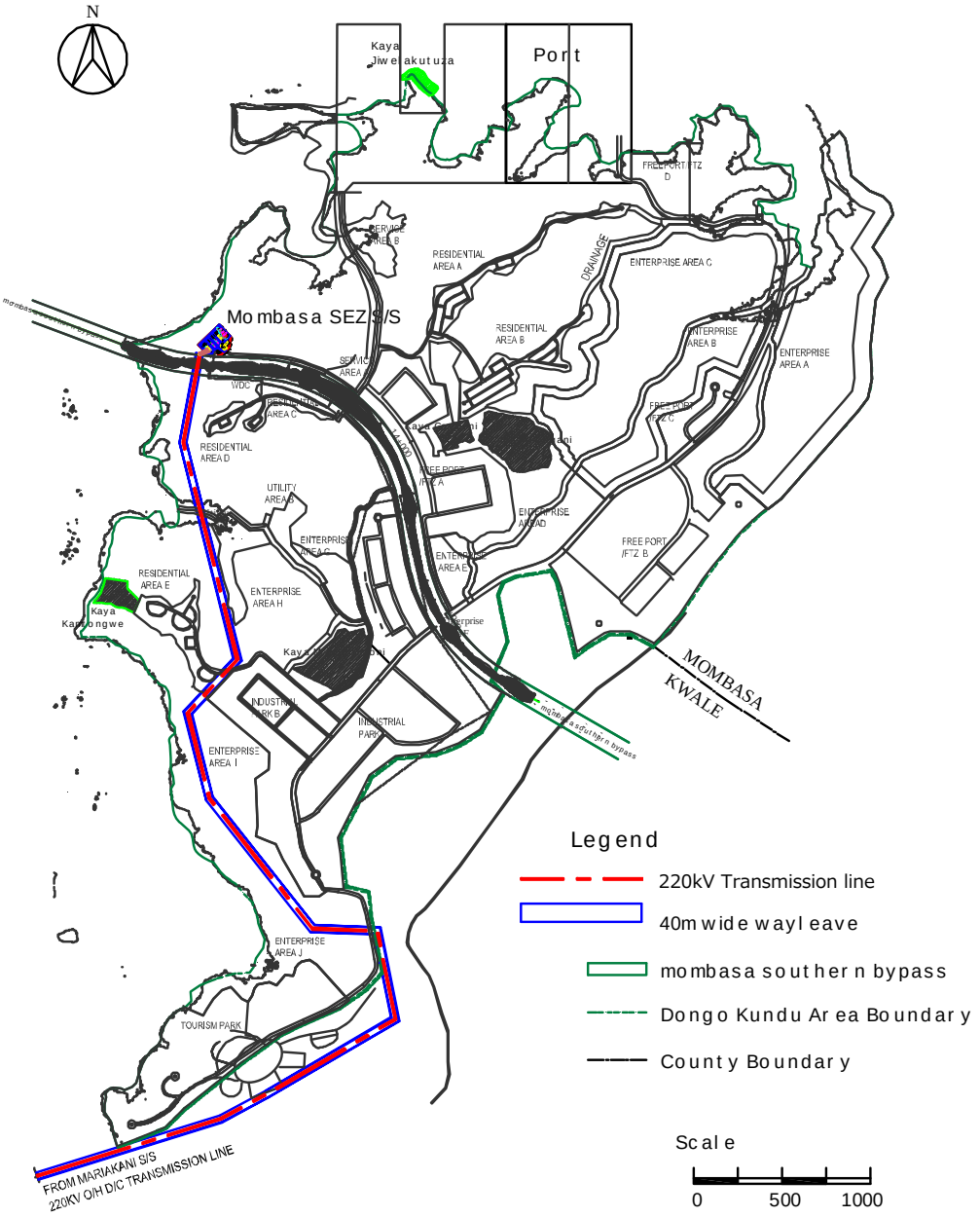
出典: JICA 調査団

図 8.8.7　220 kV2 回線、ラティス構造鉄塔事例

出典: JICA 調査団

図 8.8.8　マリアカニ変電所から SEZ 内変電所までの 220 kV 送電線経路

上の図 8.8.8 は、キャンセルされた 400kV Mariakani - Dongo Kundu プロジェクトのために KETRACO が実施した 400kV 送電線の既存の研究に基づいた選択されたルート地域を示す。なお、SEZ の送電線ルートはカヤを避けるため、既存 SEZ M/P がルート変更を行った。SEZ 内の送電線ルートは以下に示す。



出典: JICA 調査団

図 8.8.9　SEZ 内における送電線ルート

表 8.8.7　送電線設備の仕様と数量

設置設備	仕様	数量
220 kV 引出口、マリアカニ変電所の開閉設備	245 kV -2,000A-31.5kA/3s	2 回線
220 kV 送電線	220 kV 架空送電線, 2 回線, 単導体、Canary ACSR (または相当の LL-ACSR)、OPGW, 等辺山形鋼鉄塔	亘長約: 53 km
雑材他		1 式

出典: JICA 調査団

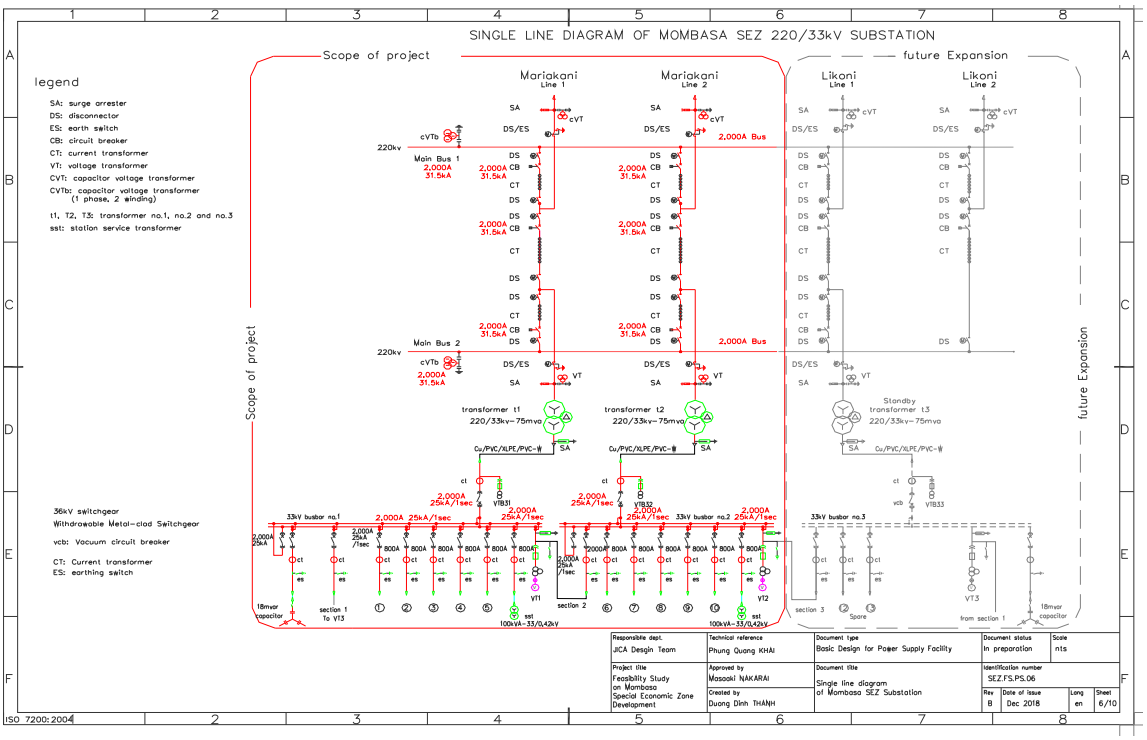
建設機械、設備資材、工具の納入のための建設中のアクセスは、南ルートの大部分は既存の道路を通り、北へ向かう道路はモンバサ - ナイロビ本線（A109）を通ることになる。これらの道路ルートは特に環境には問題はない。

iii) モンバサ SEZ 変電所の提案

モンバサ SEZ 地域の需要をカバーするために、2 台の 75 MVA 変圧器からなる。モンバサ SEZ S/S をモンバサバイパスに隣接して設置する必要がある。KETRACO の規格により、トランスの巻線に Y-Y タイプが採用される。その他の留意点を以下に示す。

a）変圧器はモンバサ SEZ 開発の電力需要に合わせて個別に運転する。
b)トランスの並列運転はトランスの同時スイッチング時は実施しない。
c)33 kV 配電系統は 2 系統で分離している。母線は安全を確保するため 2 重母線とする。
d) メンテナンスやフィーダー線事故の際に開閉装置が投入される。
e) 電力は別回線からブスタイを通して供給される。

モンバサ SEZ S/S 用電気機器の構成は遮断器を適用したものであり、単線結線図を図 8.8.10 に示す。



出典: JICA 調査団

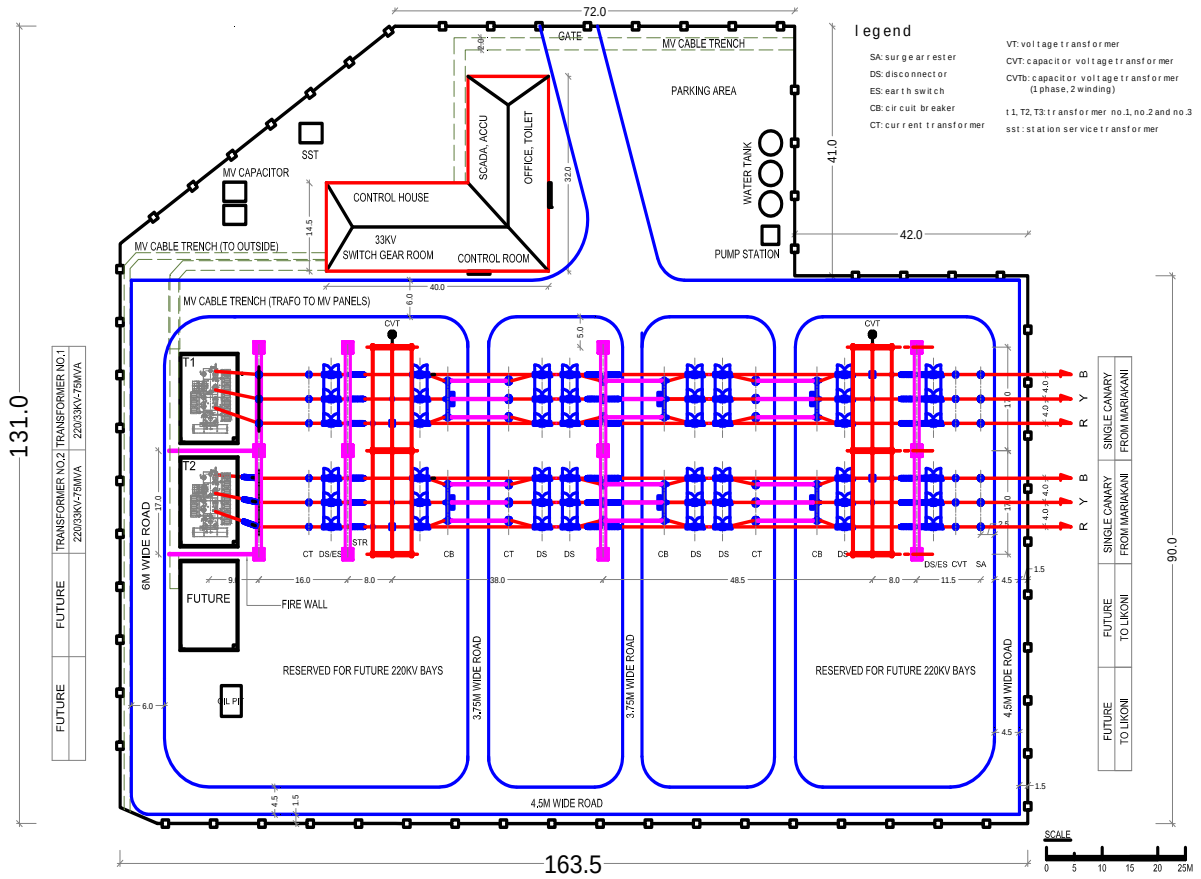
図 8.8.10　SEZ 内変電所の系統図

表 8.8.8　モンバサ SEZ 変電所の機器仕様と数量

設置設備	仕様	数量
電力変圧器	220/33 kV – 75MVA	2 台
220 kV スイッチヤード： 1 系統：3 回路遮断器、8 台：断路器、1 台：サージアレスタ.	245 kV -2000A-31.5kA/3s 3 相、屋外仕様	2 系統
33 kV 配電盤： 2：入力盤、 10：出力盤,、2 ブスタイ盤、2 補助変圧器、2 VT 盤、2：コンデンサ盤(18 MVAr)	33 kV, 3 相、GIS -ガス絶縁スイッチギア、 屋内仕様、入力、母線遮断器： 2000A、 フィーダー 800A.	1 式
制御室、土木工事、制御盤、保護リレーシステム、SCADA, 通信、防火システム、補助システム、他		1 式
雑材他		1 式

出典: JICA 調査団

変電所のレイアウトプラン検討に基づき、MoE、KETRACO、Kenya Power との協議の結果、将来的に周辺地区への送電を可能とするようベイ 2 機の拡張スペースを確保した上で、以下のとおり配置計画図を計画した。なお敷地面積は約 18,800 m^2 (最長部分 160 m×130 m)を想定している。



出典: JICA 調査団

図 8.8.11　SEZ 内変電所の配置計画図

(3) 33 kV 配電線

配電系統は SEZ 変電所からフェーズ 1 地区へ 2 フィーダーの配電系統を構成される。配電系統はモンバサ南部バイパスおよび SEZ 内基幹道路沿道を通る。一方のフィーダーは港湾 FTZ D1、FTZ B に配電し、もう一方は工業団地 A1 に電力を供給する。SEZ 内基幹道路はプロジェクトの範囲に含まれる。

表 8.8.9　33 kV 配電線の仕様および数量(フェーズ 1)

設置設備	仕様	数量
33 kV GIS キャビネットから第 1 支柱までの電線	銅線、XLPE　ケーブル	約 2 km
ケーブル付属品		1 式
配電線	33 kV 架空線、2 回線配電線、 単導体 LL-ACSR Wolf 相当,コンクリート柱	約 7 km
雑材		1 式

出典: JICA 調査団

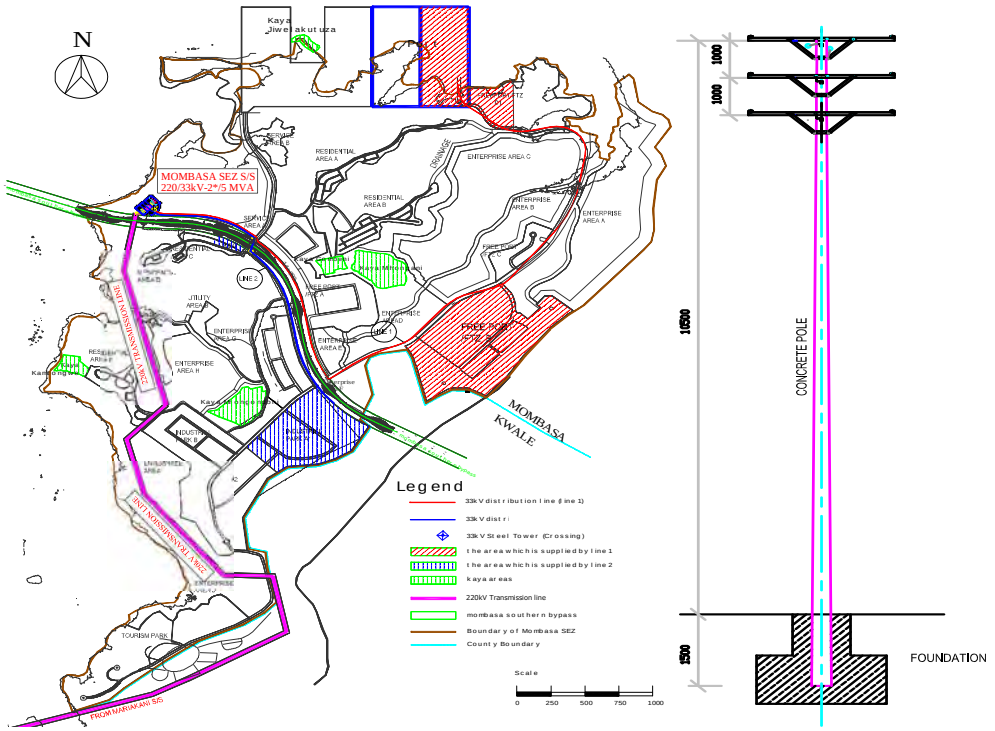
制御建屋にある中電圧配電盤から道路沿いのサービスエリアまで、絶縁された銅導体 XLPE を使用して地下ケーブルを敷設する。最初の支持物から、他のインフラストラクチャー沿いに 33kV 2 回線、2 系統の配電線が、隣接する配電エリアに配線される。

- 港、FTZ D1、FTZ B、
- 工業団地 A1

架空配電線に取り付けられる電線は、コード名が「Wolf」で ACSR 150 mm^2 の仕様に相当する LL-ACSR 電線を使用する。33 kV 配電線用のコンクリート柱の設計は、Kenya Power の規格に従って設計する。なお 33 kV コンクリートポールの設置はケニアパワー（KPLC）と Way leave(通過権)を考慮して以下で行なう。また、LL-ACSR の電線重量についても考慮する。

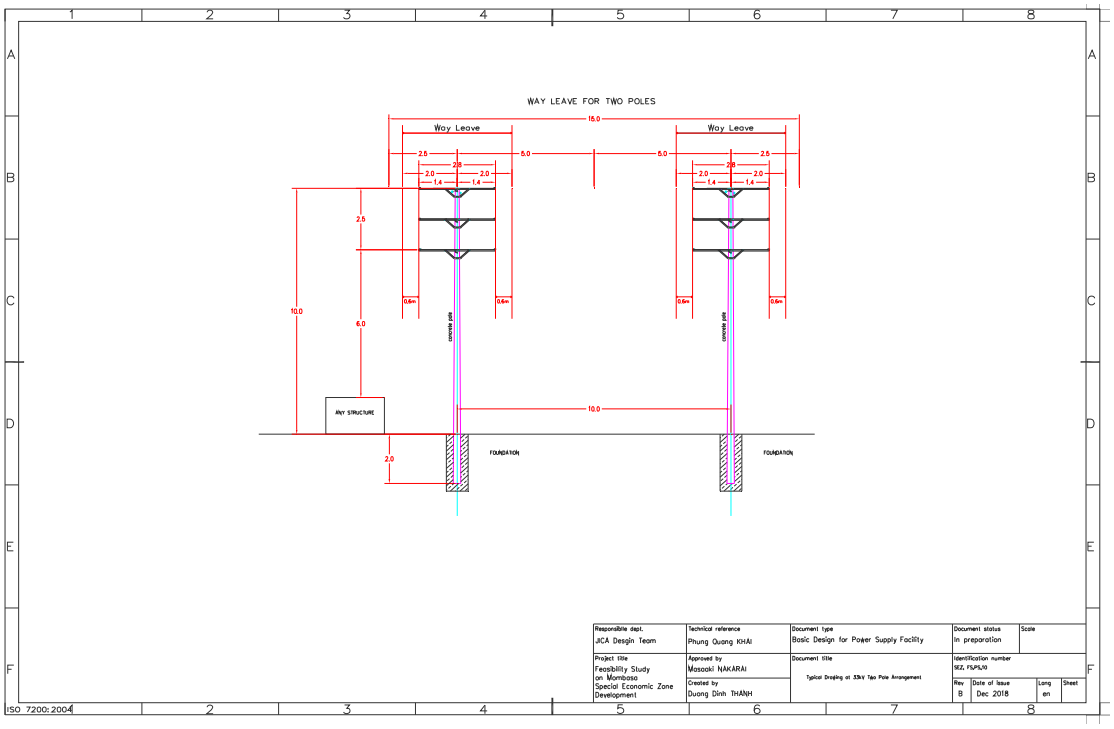
1) コンクリートポールが 1 本の場合：4 m
2) コンクリートポールが 2 本の場合：10 m
3) 道路からの離隔距離　　：約 3 m

なおコンクリート柱は都市内では建物そして郊外では森林等の環境変化がある。このため導体の離隔距離は確保する必要がある。図 8.8.12 及び図 8.8.13 に 33kV 配電計画とコンクリートポール ROW(通過権)のデザインを示す。



出典: JICA 調査団

図 8.8.12　33 kV 配電計画及び配電



出典: JICA 調査団

図 8.8.13　33kV コンクリートポールの ROW