

カンボジア王国
シハヌークビル港湾公社

カンボジア王国
シハヌークビル港新コンテナターミナル
拡張事業準備調査
【有償勘定技術支援】
ファイナルレポート
要約版

2022年7月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

一般財団法人 国際臨海開発研究センター
日本工営 株式会社
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

東大

JR(P)

22-023

通貨換算率 Exchange Rate
USD 1.00 = JPY 114.00
(2022 年 1 月現在 / as of January 2022)

目次

第1章	調査の背景と目的	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-2
第2章	社会経済状況	2-1
2.1	人口	2-1
2.2	経済	2-1
2.3	貿易	2-1
2.3.1	貿易額の推移	2-1
2.3.2	輸出	2-2
2.3.3	輸入	2-2
2.4	産業	2-2
2.5	経済開発特区	2-2
2.5.1	カンボジア経済特区(SEZ)	2-2
2.5.2	プノンペン経済特区(PPSEZ)	2-3
2.5.3	シハヌークビル経済特区(SSEZ)	2-3
第3章	自然条件	3-1
3.1	地形	3-1
3.2	土質条件	3-1
3.3	潮位・潮流	3-1
3.3.1	潮位	3-1
3.3.2	潮流	3-2
3.4	気象・海象(波浪解析含む)	3-2
3.4.1	気温	3-2
3.4.2	降雨	3-2
3.4.3	気象観測所における風況	3-2
3.4.4	波浪	3-2
3.5	深浅測量	3-4
3.5.1	深浅測量・音波探査	3-4
3.5.2	音波探査	3-6
第4章	事業の必要性・妥当性の確認	4-1
4.1	港湾セクターの開発政策	4-1
4.2	国内諸港の状況と計画	4-1
4.3	SHV 港の現況と課題	4-1
4.3.1	港湾取扱貨物の現況	4-1
4.3.2	入出港船舶の状況	4-3
4.3.3	港湾施設の現況と課題	4-3
4.3.4	アクセスの現況と課題	4-7
4.4	物流・海運動向の分析	4-9
4.4.1	SHV 港とその近隣港に寄港するコンテナ航路の概観	4-9
4.4.2	内陸輸送コスト／輸送時間	4-12
4.4.3	コンテナの海上運賃	4-12
4.4.4	新型コロナウイルス感染拡大の海上運賃への影響	4-13
4.4.5	プノンペン工業地域(プノンペン SEZ を想定)発着荷量の、ゲートポート 5 港の配分シェア	4-13

4.4.6	SHV 港に基幹航路母船が寄港する可能性に関する考察	4-13
4.5	コンテナ貨物需要予測	4-16
4.5.1	需要予測の前提条件	4-17
4.5.2	マクロモデルによる予測	4-19
4.5.3	マイクロモデルによる予測	4-21
4.5.4	マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値の比較	4-22
4.5.5	貿易地域別コンテナ貨物量の予測	4-25
4.5.6	欧州・北米航路の就航時期	4-26
4.5.7	船舶寄港数の推計	4-27
4.6	SHV 港を取り巻くインフラ開発事業	4-27
4.6.1	SHV 港 SEZ	4-27
4.6.2	道路整備事業	4-27
4.7	事業の位置付け及び必要性	4-29
第 5 章	港湾開発計画	5-1
5.1	計画にあたっての基本方針	5-1
5.2	対象船型	5-2
5.3	短期港湾開発計画	5-3
5.3.1	ターミナル形状及び岸壁配置計画	5-3
5.3.2	防波堤計画	5-12
5.3.3	港内静穏度の検討(NCT2&3 岸壁前面及び漁港内)	5-15
5.3.4	航路及び泊地計画	5-16
5.3.5	アクセス道路計画	5-20
5.3.6	SEZ との連携	5-25
5.4	長期港湾開発計画	5-26
5.4.1	長期計画オプションの設定	5-26
5.4.2	長期計画における開発オプションの比較検討	5-27
5.4.3	港内静穏度の検討(長期計画 B-2 案 NCT 岸壁前面)	5-30
第 6 章	港湾施設概略設計	6-1
6.1	対象施設(事業の範囲)	6-1
6.2	設計の基本要件	6-2
6.2.1	設計基準	6-2
6.2.2	対象船舶	6-2
6.2.3	コンテナターミナルの計画容量	6-3
6.2.4	自然条件	6-3
6.2.5	設計潮位	6-3
6.2.6	設計波浪	6-3
6.3	許認可にかかる確認	6-3
6.4	コンテナ荷役計画(コンセプト及びヤードレイアウト)	6-4
6.4.1	コンテナ荷役計画コンセプト	6-4
6.4.2	主要荷役機械諸元・数量	6-5
6.4.3	ヤードレイアウト	6-6
6.5	港湾保安対策計画	6-8
6.5.1	現在の港湾保安の状況	6-8
6.5.2	NCT2、NCT3 に対する港湾保安対策計画	6-8
6.5.3	SOLAS 制限区域	6-9

6.6	コンテナターミナルの施設配置計画	6-9
6.7	岸壁の設計	6-12
6.7.1	岸壁設計用の自然条件	6-12
6.7.2	使用条件	6-12
6.7.3	岸壁設計の比較	6-13
6.7.4	複数の対象船舶に対する岸壁比較	6-13
6.8	コンテナヤードの設計	6-15
6.8.1	ヤード舗装	6-15
6.8.2	排水システムの設計	6-16
6.9	ターミナル造成計画	6-17
6.9.1	護岸	6-17
6.9.2	埋立	6-19
6.10	防波堤および防砂堤の設計	6-21
6.11	航路・泊地の浚渫計画	6-22
6.11.1	経緯	6-22
6.11.2	航路	6-22
6.11.3	泊地	6-24
6.11.4	浚渫土量	6-26
6.11.5	浚渫工法	6-26
6.11.6	航路・泊地の維持管理	6-27
6.12	将来交通需要に対応するアクセス道路の概略設計	6-29
6.12.1	設計に際しての基本条件	6-29
6.12.2	アクセス道路の概略設計	6-31
6.13	電力計画及び設備の概略設計	6-37
6.13.1	調査対象地域の電力事情	6-37
6.13.2	受変電設備	6-38
6.13.3	配電計画	6-38
6.13.4	照明設備	6-39
6.14	上水計画及び設備の概略設計	6-39
6.14.1	給水設備	6-39
6.14.2	給水計画	6-40
6.14.3	消火設備	6-40
6.14.4	排水設備	6-40
6.15	荷役機械及び保安機材の概略設計	6-41
6.15.1	岸壁コンテナクレーン(QGC)	6-41
6.15.2	ARTG(Automated RTG)	6-41
6.15.3	ヤード・トレーラー(Tractor-head 及び Chassis)	6-42
6.15.4	リーチスタッカー／空コンテナ用サイドハンドラー	6-42
6.15.5	保安機材の概略設計	6-42
6.16	航行援助関係施設(航路標識、タグボート等)	6-43
6.16.1	航路標識	6-43
6.16.2	航行支援船舶	6-44
6.17	その他施設の設計(建築関係ほか)	6-45
6.17.1	建物	6-45
第7章	事業実施計画	7-1

第 8 章	環境社会配慮	8-1
8.1	現地調査	8-1
8.2	環境影響評価	8-2
8.2.1	本事業の環境影響評価	8-2
8.2.2	累積的影響評価	8-6
8.3	環境管理計画・緩和策	8-6
8.4	モニタリング計画	8-10
8.5	ステークホルダー協議	8-12
8.6	用地取得・住民移転	8-12
8.7	ジェンダー主流化ニーズ	8-15
8.8	気候変動適応対策(適応策)の検討	8-16
第 9 章	事業スキーム及び運営・維持管理体制	9-1
9.1	PAS 組織の現状と課題	9-1
9.1.1	PAS 株式会社及び設置令	9-1
9.1.2	PAS の組織	9-1
9.2	PAS の財務の現状と課題	9-2
9.2.1	PAS の収入・支出	9-2
9.2.2	PAS の収益性	9-3
9.2.3	PAS の債務比率	9-3
9.3	コンテナターミナルの運営体制	9-3
9.3.1	NCT2 及び NCT3 の運営、維持管理体制	9-3
9.3.2	NCT1,2,3 の一体的な運用による効率性	9-5
9.4	施設等の維持管理計画及び体制	9-5
9.4.1	土木構造物	9-5
9.4.2	荷役機械	9-8
9.5	技術支援の必要性	9-9
第 10 章	事業評価	10-1
10.1	運用・効果指標の検討	10-1
10.1.1	定量的指標	10-1
10.1.2	定性的指標	10-1
10.2	経済分析	10-2
10.3	財務分析	10-3
10.3.1	プロジェクトの財務分析	10-3
10.3.2	新コンテナターミナルの運営と PAS 全体の財務経営	10-5
第 11 章	結論・提言	11-1
11.1	結論及び提言	11-1
11.2	事業実施にあたっての留意点	11-8

図表目次

表 2-1	カンボジアの人口の長期予測	2-1
表 3-1	SHV 港の潮位	3-2
表 3-2	波向別波高出現頻度表(SMB 計算による)	3-3
表 3-3	全球モデル波浪の特徴	3-4
表 4-1	SHV 港に寄港するコンテナサービス一覧(2020 年 8 月現在)	4-11
表 4-2	ゲートポート 5 港への荷量配分シェア	4-13
表 4-3	SHV 港・PNP 港のコンテナ重量(ton/TEU)	4-18
表 4-4	コンテナ取扱量計算式	4-19
表 4-5	SHV 港のコンテナ取扱量(TEU) 予測(マクロモデル: Base Case)	4-20
表 4-6	マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値(トンベース)の比較	4-23
表 4-7	SHV 港のコンテナ取扱量(TEU ベース) 予測(マイクロモデル)	4-23
表 4-8	マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値(TEU ベース)の比較	4-24
表 4-9	SHV 港における貿易地域別コンテナ貨物量(輸出入合計 TEU、上: 実入、下: 実入+空)	4-25
表 4-10	欧州・北米地域とのコンテナ流動量(輸出入合計実入 TEU)	4-26
表 5-1	航行距離の比較(Base ケース、Case-A、Case-B 及び Case-C)	5-2
表 5-2	計画対象コンテナ船の諸元	5-3
表 5-3	計画対象コンテナ船の船型と岸壁の諸元	5-4
表 5-4	コンテナターミナルの取扱容量計算の前提条件	5-4
表 5-5	対象船型に応じたターミナルの諸元	5-7
表 5-6	開発オプションの設定	5-8
表 5-7	開発オプションの比較	5-9
表 5-8	既存コンテナターミナルの年間取扱容量(TEU/年)	5-9
表 5-9	既存コンテナターミナルの容量に関して想定したタイムライン	5-10
表 5-10	NCT2 及び NCT3 の開発計画	5-11
表 5-11	ターミナルごとの荷役限界波高以下の発生率(新設防波堤無しの場合)	5-13
表 5-12	現在のコンテナ船対象の場合のターミナルごとの限界波高以下の発生率(%)	5-13
表 5-13	漁港における大型船の想定諸元	5-13
表 5-14	荷役限界波高	5-15
表 5-15	各施設における稼働率	5-16
表 5-16	航路幅算定計画条件	5-17
表 5-17	2035 年のコンテナ交通の分布(台/日)	5-22
表 5-18	2050 年のコンテナ交通の分布(台/日)	5-22
表 5-19	ネステッドロジックモデルに基づくルート選択確率	5-23
表 5-20	設計基準交通量	5-24
表 5-21	ターミナルレイアウトに係る開発オプション策定の視点とその利害得失	5-27
表 5-22	長期計画における開発オプションの比較	5-30
表 6-1	事業の範囲	6-1
表 6-2	航路・泊地対象船舶	6-3
表 6-3	対象許認可と関連省庁等の機関	6-3
表 6-4	自動化技術適用の比較表	6-5
表 6-5	自動化技術適用の比較表	6-5
表 6-6	主要荷役機器の諸元と数量	6-6

表 6-7	コンテナターミナルの施設概要	6-11
表 6-8	ガントリークレーン諸元	6-12
表 6-9	ガントリークレーン重量	6-12
表 6-10	対象船舶(最大)	6-13
表 6-11	岸壁諸元	6-13
表 6-12	岸壁構造比較	6-13
表 6-13	既存コンテナターミナル舗装状況	6-15
表 6-14	舗装タイプの比較	6-16
表 6-15	コンクリート舗装の厚さ	6-16
表 6-16	排水形式	6-17
表 6-17	NCT2, NCT3 及び長期計画水域での埋立のまとめ	6-20
表 6-18	埋立土量内訳	6-21
表 6-19	地盤改良(PVD)の概要	6-21
表 6-20	SHV 港の泊地・航路関連開発ステージ内容と建設年次	6-22
表 6-21	浚渫土量集計 (NCT2&NCT3 水深 CDL-14.5m)	6-26
表 6-22	浚渫土量、浚渫土量の埋立転用と陸土材料の収支	6-27
表 6-23	SHV 港の航路と泊地の年換算埋没量実績	6-28
表 6-24	沖合土捨て土量予測	6-28
表 6-25	アクセス道路対象路線一覧	6-29
表 6-26	整備が必要な車線数	6-31
表 6-27	拡幅形式比較検討案	6-33
表 6-28	新アクセス橋梁 路線比較案	6-33
表 6-29	新アクセス橋梁 路線比較案	6-34
表 6-30	新アクセス道路 整備方針比較案	6-36
表 6-31	照度基準	6-39
表 6-32	NCT2 及び NCT3 に必要な保安機材等	6-43
表 8-1	現地調査項目 TOR	8-1
表 8-2	環境社会配慮評価結果	8-2
表 8-3	環境管理計画及び緩和策	8-7
表 8-4	モニタリング計画	8-10
表 9-1	NCT1～NCT3 におけるポスト数及び要員数(案)	9-4
表 10-1	運用・効果指標の想定	10-1
表 10-2	EIRRの感度分析	10-3
表 10-3	施設の耐用年数	10-4
表 10-4	感度分析の結果(収入、プロジェクトコスト変動)	10-5
表 10-5	PAS の円借款調達条件	10-6
表 11-1	SHV 港のコンテナ取扱量予測(上:マクロモデル(Base Case)、下:ミクロモデル)	11-1
表 11-2	計画対象コンテナ船の諸元	11-3
図 1-1	SHV 港におけるコンテナ取扱量の推移	1-1
図 2-1	カンボジアの GDP(名目値)の推移	2-1
図 2-2	主なカンボジア SEZ の位置図	2-3
図 3-1	過去と現調査のポーリング位置	3-1
図 3-2	SMB による有義波の波高・波向出現度数	3-3
図 3-3	GPV データ収集ポイント	3-4

図 3-4	深浅測量結果(Area A 航路).....	3-5
図 3-5	深浅測量結果(Area B,C,D 泊地、ターミナル、防波堤).....	3-6
図 3-6	長期計画予定水域の深浅測量	3-7
図 3-7	岩層深度分布図	3-8
図 4-1	SHV 港における貨物取扱の推移	4-2
図 4-2	SHV 港及び PNP 港の 2020 年及び 2021 年のコンテナ取扱量	4-2
図 4-3	SHV 港月別コンテナ取扱状況	4-2
図 4-4	SHV 港における船舶入港隻数の推移.....	4-3
図 4-5	SHV 港の施設等配置図.....	4-4
図 4-6	SHV 港の主要ターミナル配置図.....	4-4
図 4-7	鉄道のコンテナ輸送モーダルシェアのトレンド	4-8
図 4-8	東西基幹航路におけるインドシナ地域の立地の概念図	4-9
図 4-9	東西基幹航路と LCB 港・SHV 港の位置関係.....	4-9
図 4-10	インドシナ主要 6 港の年間寄港 TEU キャパシティ(航路内訳)	4-11
図 4-11	プノンペンとゲートポート 5 港の位置関係と輸送モード.....	4-12
図 4-12	寄港シナリオ1	4-14
図 4-13	寄港シナリオ2	4-14
図 4-14	寄港シナリオ3	4-15
図 4-15	寄港シナリオ4	4-15
図 4-16	追加寄港に必要な最少実入りコンテナ数(シナリオ、船型別)	4-16
図 4-17	需要予測の流れ	4-17
図 4-18	実質 GDP 成長率(前年比)の実績と将来想定	4-18
図 4-19	SHV 港のコンテナ取扱分担率(SHV+PNP に対する)の実績と将来値の設定	4-19
図 4-20	SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測(マクロモデル)	4-21
図 4-21	品目別輸入コンテナ貨物の実績と予測	4-22
図 4-22	品目別輸出コンテナ貨物の実績と予測 (SHV 港+PNP 港).....	4-22
図 4-23	輸出入コンテナ貨物予測値(トンベース)の比較	4-23
図 4-24	SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測.....	4-24
図 4-25	輸出入コンテナ貨物量貿易地域別シェア(SHV 港)	4-25
図 4-26	輸出入コンテナ貨物量貿易地域別シェア(PNP 港)	4-25
図 4-27	船舶寄港数の予測	4-27
図 4-28	NCT 開発に関連する周辺主要道路整備計画図.....	4-28
図 4-29	SHV 港の周辺道路整備計画図	4-28
図 5-1	LCB 港、CMP/VUT 港を巡る北米・欧州航路の寄港パターン(現況)	5-1
図 5-2	SHV 港寄港パターンのケース(欧州往航復航及び東西振子航路)	5-2
図 5-3	岸壁全長の構成.....	5-4
図 5-4	3 つの開発オプションに係るレイアウト.....	5-8
図 5-5	コンテナ需要量とターミナル容量との関係(上:2015~2050 年、下:2015~2035 年)	5-11
図 5-6	NCT2 及び NCT3 の開発計画	5-12
図 5-7	防波堤開口部の航路.....	5-14
図 5-8	防波堤の一部撤去の配置図.....	5-15
図 5-9	SHV 静穏度解析フォローチャート	5-16
図 5-10	SHV 港の航路と操船ルート.....	5-17
図 5-11	LCB 港、CMP/VUT 港での入港時喫水と設計(満載)喫水との関係(方面別)	5-18
図 5-12	LCB 港、CMP/VUT 港寄港時の入港実喫水	5-19

図 5-13	回頭泊地の形状と配置	5-20
図 5-14	交通需要予測の作業手順.....	5-21
図 5-15	プノンペン-NCT 間のコンテナトラックの 4 つの代替ルート的位置図	5-22
図 5-16	2035 年の総交通量 (pcu/日).....	5-23
図 5-17	2050 年の総交通量 (pcu/日).....	5-23
図 5-18	2035 年 将来交通量推計結果 (pcu/day)	5-24
図 5-19	2050 年 将来交通量推計結果 (pcu/day)	5-25
図 5-20	SPSEZ との連携	5-26
図 5-21	開発オプションの基本線形	5-27
図 5-22	短期・長期計画水域の水深変化比較図	5-28
図 5-23	岩層深度分布と長期計画レイアウト比較	5-29
図 5-24	岸壁分割区分と防波堤位置図	5-31
図 5-25	長期計画案 (Plan B-2)	5-31
図 6-1	対象となる港湾の地域 (アクセス航路及び土捨場も含む)	6-2
図 6-2	NCT2,3 への適用を検討する自動化のレベルと概要	6-4
図 6-3	NCT1~NCT3 ターミナルの動線	6-6
図 6-4	NCT1~NCT3 小型車両の動線	6-7
図 6-5	NCT1~NCT3 ターミナルレイアウト図	6-7
図 6-6	SOLAS 制限区域図	6-9
図 6-7	コンテナターミナル施設配置全体平面図	6-10
図 6-8	10,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT2)	6-14
図 6-9	15,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT3A)	6-14
図 6-10	15,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT3B)	6-15
図 6-11	排水レイアウト (NCT2&3)	6-17
図 6-12	護岸法線配置図	6-18
図 6-13	護岸標準断面図	6-19
図 6-14	埋立地と地盤改良標準断面図	6-21
図 6-15	浚渫航路配置図	6-23
図 6-16	港口付近の岩層天端コンターマップ	6-24
図 6-17	航路土層断面図	6-24
図 6-18	泊地平面図	6-25
図 6-19	泊地土層断面図	6-26
図 6-20	沖合土捨て水域	6-29
図 6-21	設計対象路線	6-30
図 6-22	アクセス道路計画総括図	6-32
図 6-23	新アクセス橋梁 平面図	6-32
図 6-24	新アクセス道路 平面図	6-35
図 6-25	国道 4 号 平面図	6-37
図 6-26	電力設備 系統図	6-38
図 6-27	コンテナヤード内照度計算結果 (参考)	6-39
図 6-28	給水設備系統図	6-40
図 6-29	沖航路とコンテナ船の可航水域図	6-43
図 6-30	航路標識配置図	6-44
図 9-1	PAS の組織図	9-2
図 9-2	NCT2~NCT3 運営組織 (案)	9-4

図 9-3 防食工法の適用範囲の事例.....	9-6
図 9-4 港湾施設の延命化のイメージ	9-8
図 11-1 SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測	11-2
図 11-2 コンテナ需要量とターミナル容量との関係(上:2015~2050年、下:2015~2035年)	11-4
図 11-3 ストラット式標準断面	11-6

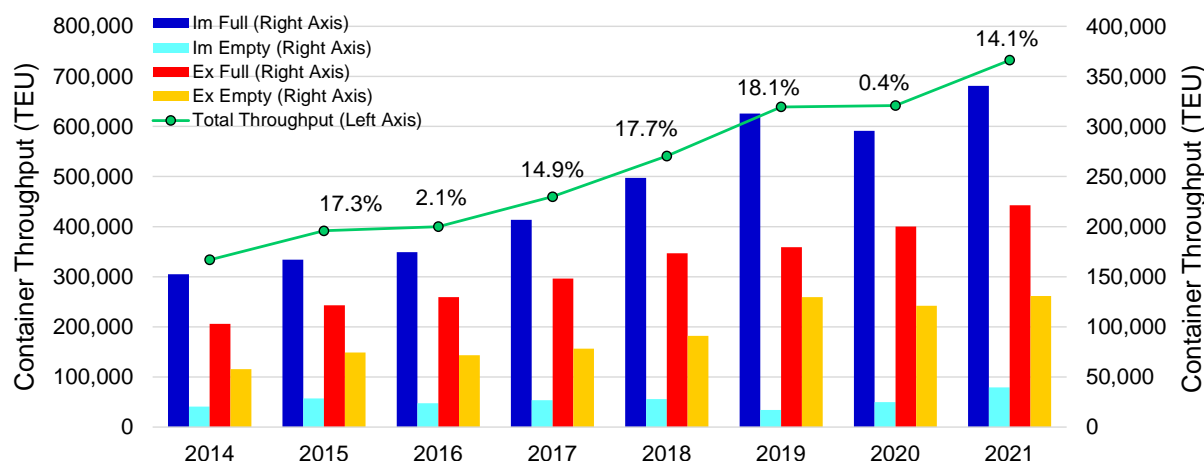
略語表

AGV	Automated Guided Vehicle	無人搬送車
A-RAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画
ARTG	Automated Rubber Tired Gantry Crane (RTG)	自動ゴムタイヤ式門型クレーン
ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BRP	Basic Resettlement Plan	住民移転基本計画
CCTV	Closed-circuit television	監視カメラ
CDC	The Council for Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CIY	Customs Inspection Yard	税関検査場
CMP	Cai Mep	ベトナム・カイレップ港
CRF	Cambodia Rice Federation	カンボジアコメ協会
CSEZB	Cambodian Special Economic Zone Board	カンボジア経済特別区委員会
CSX	Cambodia Securities Exchange	カンボジア証券取引所
CT	Container Terminal	コンテナターミナル
DFR	Draft Final Report	完了報告書(ドラフト)
DHC	Dual Hoist Crane	デュアルホイスト(2つの巻上装置を有する)クレーン
EBA	Everything but Arms (EU-specific preferential tariff system)	特惠関税制度
ECNA	East Coast of North America	北米西岸
EDC	Electricité du Cambodge	カンボジア電力公社
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ESMF	Environmental and Social Management Framework	
GDCE	General Department of Customs and Excise of Cambodia	カンボジア関税消費税総局
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GMAC	Garment Manufacturers Association in Cambodia	カンボジア衣料製造業協会
GPV Data	Grid Point Value Data	全球モデル波浪データ
ICB	Interlocking Concrete Block	インターロッキングブロック
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
IPO	Initial Public Offering	新規上場株
ITR	Interim Report	中間報告書
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	(独法)石油天然ガス・金属鉱物資源機構
JV	Joint Venture	共同企業体
LCB	Laem Chabang	タイ・レムチャバン港
MEF	Ministry of Economy and Finance	経済財政省
MOE	Ministry of Environment	環境省
MPT	Multi-Purpose Terminal	多目的ターミナル
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
NCAR	National Center for Atmospheric Research	アメリカ国立大気研究センター
NCEP	National Centers for Environmental Prediction	アメリカ国立気象局国立環境予測センター
NCT	New Container Terminal	新コンテナターミナル
NK	Nippon Koei Co., Ltd.	日本工営(株)
OCDI	The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan	(一財)国際臨海開発研究センター
OCG	Oriental Consultants Global Co., Ltd.	(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル
OD	Origin-Destination	発着地
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAS	Port Authority of Sihanoukville	シハヌークビル港湾公社
PBD	Plastic Board Drain	プラスチックボードドレーン
PIANC	The World Association for Waterborne Transport Infrastructure (Former "the Permanent International Association of Navigation Congresses")	国際航路協会
PNP	Phnom Penh	プノンペン
PPAP	Phnom Penh Autonomous Port	プノンペン港湾公社
PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ
PPSEZ	Phnom Penh SEZ	プノンペン経済特区
QGC	Quayside Gantry Crane	岸壁設置クレーン
RQD	Rock Quality Designation	岩石品質指定
RTG	Rubber Tired Gantry Crane	ゴムタイヤ式門型クレーン
SCFI	Shanghai Containerized Freight Index	上海発海上コンテナ運賃
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SHV	Sihanoukville	シハヌークビル
SP	Stated Preference	選好意識
SPSEZ	Sihanoukville Port SEZ	シハヌークビル港経済特区
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
SSEZ	Sihanoukville SEZ	シハヌークビル経済特区
TCR	Total Core Recovery	全コア採取率
TEU	Twenty-feet Equivalent Unit	TEU(20フィート換算単位)
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	国際連合貿易開発会議
VUT	Vung Tau	ベトナム・ブンタウ港
WAM	Third Generation WAve Models	第三世代波浪推算モデル
WB	World Bank	世界銀行
WCNA	West Coast of North America	北米東岸

第1章 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

1. SHV 港は、近年その港勢を拡大させており、特にコンテナ貨物の取扱量は、縫製品産業の伸長をはじめとするカンボジア王国(以下「カンボジア」)の堅調な経済成長に支えられ、2014～2021 年までの7年間の年平均伸率は11.9%となっており、2021年のコンテナ取扱量は73.3万TEUに達し、過去最高の取扱いを記録した。



出典: PAS 統計より JICA 調査団加工

図 1-1 SHV 港におけるコンテナ取扱量の推移

2. この結果、2018年のコンテナ取扱量は54万TEUに達し、SHV港の当初のコンテナ貨物取扱能力(約50万TEU)を超えた。翌年の2019年、4月から夏にかけての急激な輸入コンテナ増によって港内のヤード不足が顕在化するとともに、港内交通がスムーズに流れず、この結果岸壁占有率が8割を超え、また沖合での滞船が常に3~4隻あり、6月には1日以上待たされるコンテナ船が半数以上という異常事態に陥った。また、コンテナのヤード内蔵置平均日数も、輸入実入コンテナで8日間を超える月が11月頃まで続いた(別途実施されている技術協力での目標値は4日)。その後、ヤードの緊急拡張工事やコンテナ蔵置の効率化等によって状況は改善し、2019年の取扱量は約64万TEUを記録した。2020年は上半期における新型コロナウイルスの影響があり、対前年比0.4%とほぼ横ばいとなったが、2021年に入り再び取扱いが急増、年間取扱量は73万TEUに達した。なお、現時点の年間コンテナ取扱容量は、PASによる様々な対策によって約75万TEU程度に向上している。
3. また、最近では船長170mを超える船舶が同時接岸することも多く、この場合、岸壁上のクレーンが、レール延長不足により船上にある全てのコンテナベイに届かず、船舶の接岸向きを変えたり、前後に係船位置をずらすなどのバースシフトオペレーションを余儀なくされるケースが出てきている。こうしたオペレーションはバースの生産性を落とし、船舶のバース占有率(BOR)を高め、新たな航路サービスが入る余地をなくしている。
4. 現在、SHV港では、円借款「シハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業」により、新たなコンテナターミナル(以下「NCT」)の第1ターミナル(以下「NCT1」)を整備するべく準備が進められている。これにより、コンテナ貨物取扱能力が45万TEU/年程度向上することとされているが¹(現ターミナルとの合計容量約120万TEU/年)、供用開始予定は2025年12月とされており(2022年1月現在)、それまでの

¹ 計画は45万TEUとして設計されているが、5.3で後述するように本調査での分析方法に則ると約43万TEU程度となることが想定される。

間の現コンテナターミナルの逼迫が懸念される。このため、PAS では、コンテナクレーンレールの No.6 パースへの延長(多目的ターミナル(Multi-Purpose Terminal: 以下「MPT」)整備事業の追加工事)やクレーンの増設等短期的な対策を講じ、この間の需要増に対応しようとしている。

5. 他方、コンテナ貨物取扱量の将来需要については、最近の 10%を超える伸びが暫く続く場合、2025 年には 100 万 TEU を超え、1~2 年後、すなわち 2026 年もしくは 2027 年にはターミナルの容量 120 万 TEU に達するものと予想される。すなわち、NCT1 供与後数年で再び容量のひっ迫することが懸念される。このため、工事等に要する期間を考えると、需要量の増大に伴うコンテナ船の大型化の可能性も考慮に入れつつ、NCT1 に続く大水深コンテナターミナルの整備について早急に検討し、遅滞なく対応する必要があると考えられる。

1.2 調査の目的

6. 以上のような背景を踏まえ、NCT1 に続く、第 2 ターミナル(以下「NCT2」)及び第 3 ターミナル(以下「NCT3」)を連続パースとして整備する「シハヌークビル港新コンテナターミナル拡張事業」に関して、PAS 及びカンボジア政府から JICA に対する協力準備調査の実施を要請された。本調査は、本要請を踏まえ、当該事業の背景、目的及び内容を精査し、必要性を検討・確認した上で、事業概要、事業費、実施スケジュール、実施(調達・施工)方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国の円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的として実施するものである。

第2章 社会経済状況

2.1 人口

7. 国連経済社会局によると、カンボジアの総人口は 2020 年 16,719 千人である。2035 年には 19,686 千人(2020 年比 17.8%増)、2050 年 21,861 千人(同 30.8%増)となる見通しである。人口増加率も、直近の 5 年間の 1.49%から、2045 から 50 年の 5 年間には 0.56%と安定化する見通しである。

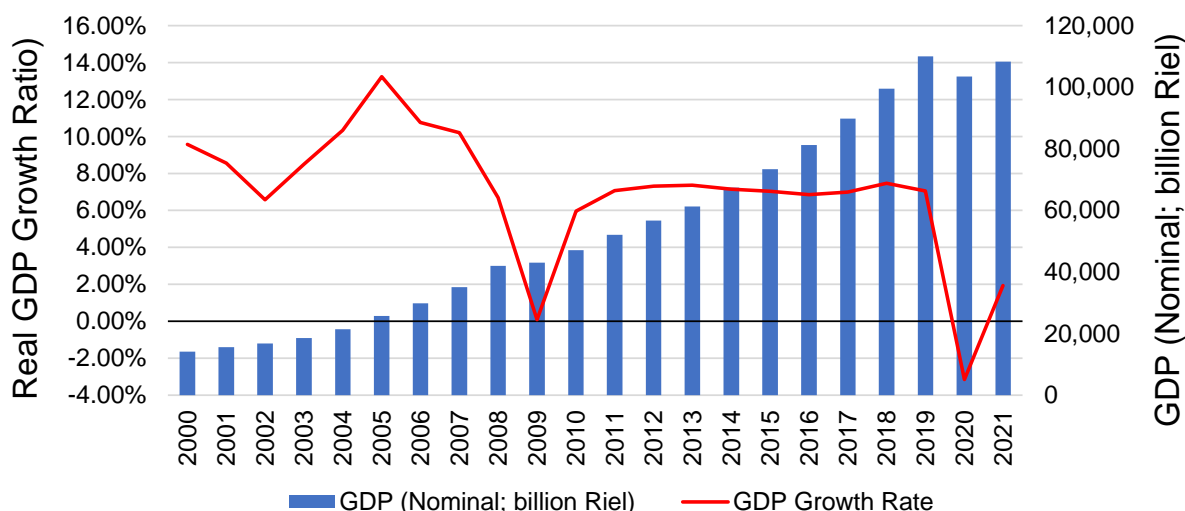
表 2-1 カンボジアの人口の長期予測

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population(thousands)	16,719	17,806	18,781	19,686	20,527	21,261	21,861

出典: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

2.2 経済

8. カンボジアの 2019 年の GDP(名目値)は 110,014,048 百万リエル(26,943 百万 US\$)。2008 年の世界金融危機の影響を受けて GDP(実質)成長率はそれまでの 10%前後の高成長から 2009 年にほぼゼロ%と減速した。その後は、年率(実質)7%前後の安定的な成長を維持してきたが、2020 年は COVID-19 の影響等によりマイナス成長となった。2021 年は再びプラス成長に転じたが、速報値で 2%に留まっている。為替(対米ドル)は安定して 4,000 リエル・US ドル前後で推移している。



出典: International Financial Statistics - At a Glance - IMF Data より JICA 調査団編集

図 2-1 カンボジアの GDP(名目値)の推移

2.3 貿易

2.3.1 貿易額の推移

9. カンボジアは、2004 年に WTO に、2009 年 ASEAN に加盟し、国際化を進めている。同国における輸入規制は少なく、関税率も低減するなど貿易の自由化が進展する中、貿易額が著しく増加している。2019 年の貿易額は輸出が 148.2 億ドル、輸入が 202.8 億ドルを記録。大幅な輸入超過となっている。2008 年のリーマンショックでの落ち込みはみられず、輸入で 2009 年、輸出で 2012 年に一時マイナス成

長となるが前後は一貫して高い成長を記録し、2007 年以降の平均伸び率は輸出で 12.7%、輸入で 15.6%と高い推移を示している。

2.3.2 輸出

10. カンボジアの 2019 年の輸出額は US\$147.0 億ドル。主要な輸出品(金額ベース、HS コード上二桁の類分類)で衣料品(US\$82.4 億ドル、56.0%)、靴製品(US\$12.6 億ドル、8.6%)、バッグ等革製品(US\$11.0 億ドル、7.5%)、電気機械(US\$5.7 億ドル、3.9%)、穀物(US\$4.2 億ドル、2.8%)と続く。

2.3.3 輸入

11. 2019 年の輸入額は US\$201.0 億ドル。主要な輸入品(金額ベース、HS コード上二桁の類分類)で、ニット製品及び鉤編み編物(US\$26.7 億ドル、13.3%)、鉄道用及び軌道用以外の車両並びにその部分品及び附属品(US\$23.6 億ドル、11.8%)、鉱物性燃料及び鉱物油並びにこれらの蒸留物、歴青物質並びに鉱物性ろう(US\$23.5 億ドル、11.7%)、原子炉、ボイラー及び機械類並びにこれらの部分品(US\$14.0 億ドル、7.0%)、電気機器及びその部分品並びに録音機、音声再生機並びにテレビジョンの映像及び音声の記録用又は再生用の機器並びにこれらの部分品及び附属品(US\$10.6 億ドル、5.3%)と続く。

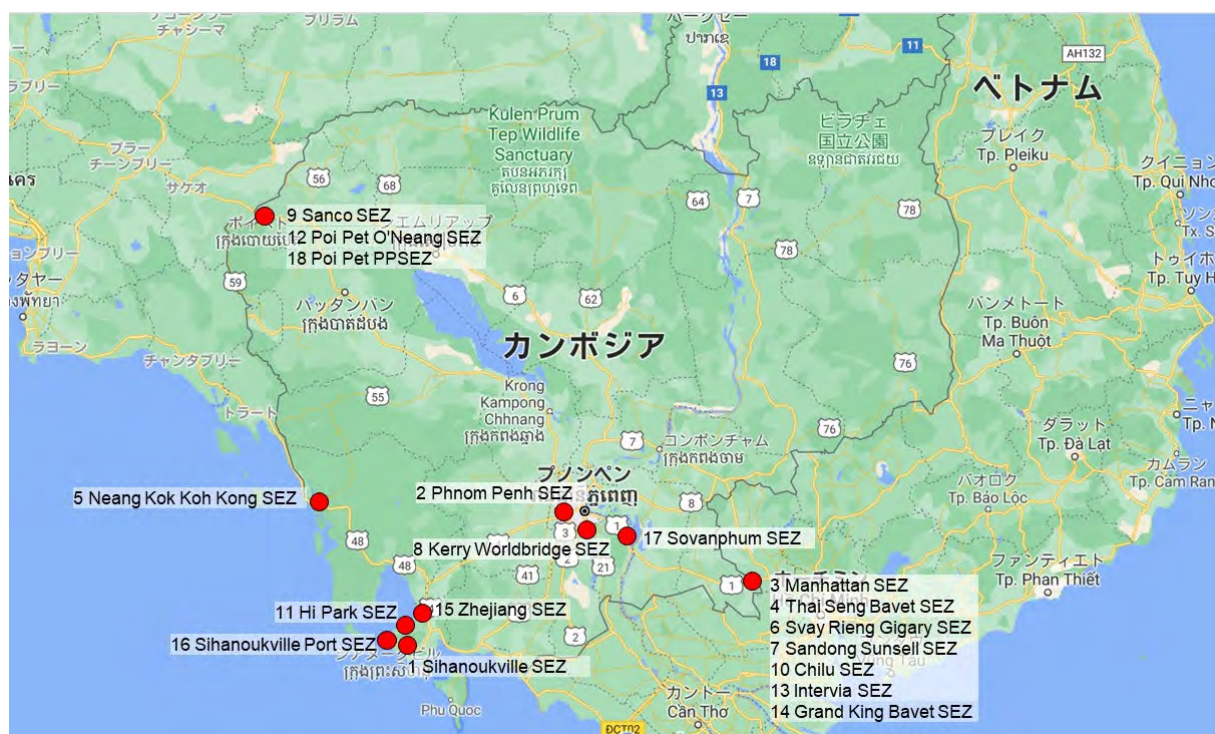
2.4 産業

12. カンボジアの産業別の GDP に占める割合は、2016 年で第一次産業(26.3%)、第二次産業(31.3%)、第三次産業サービス業(同 42.4%)となっている。第一次産業は農業が大半を占める。コメの生産が自給自足から輸出できるようになり、商品作物であるキャッサバなどの生産も増加している。林業については環境保護の観点から国際機関や NGO により原木の伐採に対する批判があることなどから、生産量は横ばいで推移している。
13. 第二次産業では製造業のうち、縫製品やカバン・靴の生産が増加しており、主要産業としての地位を築いている。天然ゴムは増加傾向にある。また国内での電気・ガス・水道の普及に伴う、同サービス業や建設業に需要も増えている。
14. 第三次産業は、世界遺産のアンコール遺跡群などの観光が主要産業になりつつあり、ホテル、レストランなど需要が高い。

2.5 経済開発特区

2.5.1 カンボジア経済特区(SEZ)

15. カンボジアでは、1994 年に外国人投資法に基づくカンボジア開発評議会(CDC)が設置され、2005 年に CDC 内にカンボジア経済特別区委員会(Cambodian Special Economic Zone Board:CSEZB)が設立、同年 12 月に経済特別区(経済特区)制度が導入された。同委員会の管理の下で、経済特区管理委員会(Special Economic Zone Administration:SEZ Administration)が各経済特区に設立され、投資プロジェクトの登録から日々の輸出入許可に至るまでワン・ストップ・サービスが提供されている。



出典: JICA 調査団

図 2-2 主なカンボジア SEZ の位置図

2.5.2 プノンペン経済特区 (PPSEZ)

16. 2006 年 10 月に設立された PPSEZ は、メコン地域の主な経済回廊の一つ南部経済回廊に位置し、プノンペン港及び SHV 港、またプノンペン空港へのアクセスが容易である。2021 年 4 月の情報では、104 の企業が入居しており、そのうち 44 社が日本企業である。

2.5.3 シハヌークビル経済特区 (SSEZ)

17. シハヌークビル経済特区 (SSEZ) は、カンボジアと中国の民間企業が共同で開発・建設した。全体計画面積は 11.13Km² で、企業誘致の第 1 段階は、主要な産業として、テキスタイルと衣類、荷物と皮革製品、木製品などに焦点を当てた。企業誘致の第 2 段階では、港湾に近接する利点を活用し、ハードウェア機械、建築資材、家庭用家具、自動車部品とタイヤ、新しい太陽光発電材料、ファインケミカルの導入に焦点を当てている。すべてのゾーンが完成すると、SSEZ は 300 の企業が入居し、80,000 から 100,000 人の産業労働者を雇用する計画となっている。

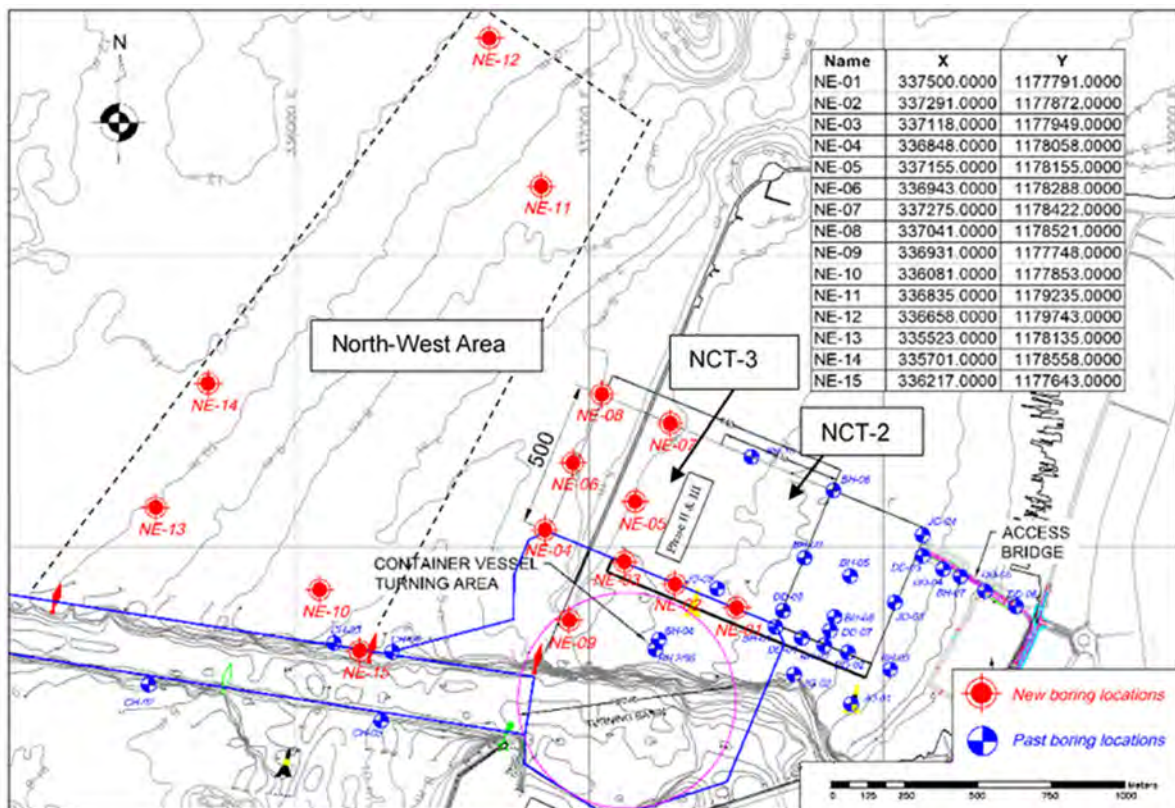
第3章 自然条件

3.1 地形

18. 地形測量はアクセス橋梁取付部の砂置場を対象に、道路計画の検討に必要な情報を把握することを目的として実施した。

3.2 土質条件

19. NE-1～NE-9 の 9 本のボーリング調査が、図 3-1 に示す NCT2 及び NCT3 の建設予定地周辺で実施され、また北西エリア(N-W エリア)では NE-10～NE-15 の 6 本のボーリングが実施された。それぞれのボーリングの位置は、NCT の将来計画、係船岸壁、護岸、コンテナヤード等の施設計画に基づいて決定された。



出典: JICA 調査団

図 3-1 過去と現調査のボーリング位置

3.3 潮位・潮流

3.3.1 潮位

20. SHV 港における潮位 (MSL、HWL、HHWL) は表 3-1 に示した通りであり、港の計画、工事等においてはこれらの潮位が用いられている。本調査では Construction Datum Level (CDL) を基準標高として使用し、CDL の 0m は英国版海図基準面 (Admiralty Chart Datum: ACD) より 0.47m 上にある。

表 3-1 SHV 港の潮位

Tide Level	CDL	ACD
LWL	+0.00 m	+0.47 m
Mean Sea Level (MSL)	+0.60 m	+1.07 m
High Water Level (HWL)	+1.43 m	+1.90 m
Highest High Water Level (HHWL)	+1.67 m	+2.14 m

Note: ACD means Admiralty Chart Datum

出典: JICA 調査団

3.3.2 潮流

21. 「シハヌークビル港整備計画調査(開発調査、1996-1997年)」の際に潮流調査が行われた。潮流調査は、SHV 港口から西方約 1 kmの航路予定水域で 1996 年 4 月 28 日から 5 月 13 日まで、その後 Koh Poah 島南側 300m の水域で 5 月 14 日から 5 月 29 日の間実施されている。潮流の主方向は、干満に伴う南北流で観測期間中の最大流速は下げ潮時(南南西～南西向き)1.6 knot(0.8m/s)であった。以後潮流観測は行われていないため、各種の検討においては、この潮流条件が適用されている。

3.4 気象・海象(波浪解析含む)

3.4.1 気温

22. シハヌークビルで記録された 2009 年から 2018 年までの 10 年間の月間気温は一年を通してあまり変動なく、それはおよそ 25℃から 30℃になっている。

3.4.2 降雨

23. 2009 年から 2018 年までの年間降水量は 2,000mm から 2,900mm と多く、平均年間降水量は約 2,600mm である。雨期は 5 月から 10 月までであり、2019 年 9 月 14 日には最大 249.8mm /日 が記録されている。年間降雨量の約 85%が雨期に発生している。

3.4.3 気象観測所における風況

24. SHV 港はカンボジア国南部のコンポン・ソム湾に面した港湾であり、北緯 10.61 度、東経 103.53 度に位置する。港湾の南側およそ 1.5km 地点の気象観測所(10° 37' 59.37" N、103° 30' 16.76" E)において観測高さ h=13m で風観測が行なわれている。これらによると、通常期の風速は凡そ 5 m/sec であるが、雨期の 6-9 月にかけては 15 m/sec の風が発生しているようである。また、一般傾向として、5 月～翌 1 月は北寄りの風、2 月～4 月は南寄りの風が卓越している。

3.4.4 波浪

3.4.4 (1) SMB 計算から得られた波浪

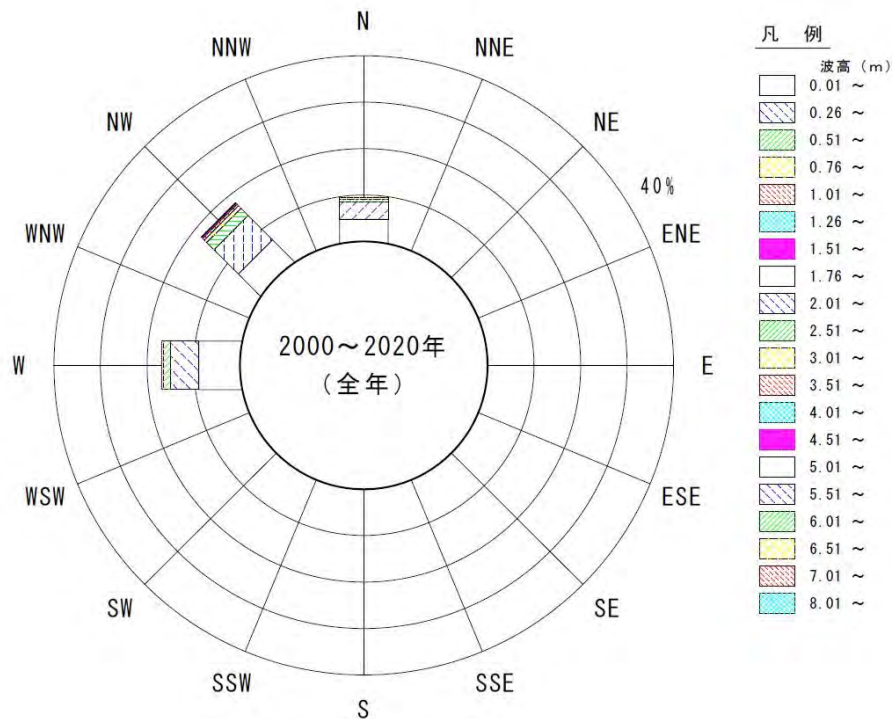
25. 気象観測所で観測された風観測記録を海上風へ変換し、SMB 法により波浪推算を実施した。波浪推算より得られた波浪データより、通年の波高・波向の頻度表を表 3-2、図 3-2 に示した。これらによると、卓越波向きは NW 方向であるが、波高値の最大は 2.51(m)で、その際の周期は 5.40 (s)、波向きは N 方向である。

表 3-2 波向別波高出現頻度表(SMB 計算による)

2000～2020年 (全年) 測得率 44.2% (欠測回数102695)

波高 (m) \ 波向	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	静穏	合計
0.01 ~												16276		11645		8744	143	36808
0.26 ~												11403		13686		6726		31815
0.51 ~												2462		4011		1307		7780
0.76 ~												750		1385		544		2679
1.01 ~												143		920		251		1314
1.26 ~												47		192		46		285
1.51 ~												23		288				311
1.76 ~														207		1		208
2.01 ~														187		1		188
2.51 ~																21		21
3.01 ~																		0
3.51 ~																		0
4.01 ~																		0
4.51 ~																		0
5.01 ~																		0
5.51 ~																		0
6.01 ~																		0
6.51 ~																		0
7.01 ~																		0
8.01 ~																		0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31104	0	32521	0	17641	143	184104

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 3-2 SMB による有義波の波高・波向出現度数

3.4.4 (2) 全球モデル波浪

26. 詳細な静穏度解析及び防波堤の建設要否の判断のために、前提となる波浪推算の精度を向上すべく、

全球モデル波浪データ(GPV データ「Grid Point Value」)を購入した。全球波浪推算データベースは、NCEP:National Centers for Environmental Prediction(アメリカ国立気象局国立環境予測センター)/NCAR:National Center for Atmospheric Research(アメリカ国立大気研究センター)の再解析海上風値を入力値とし、第三世代波浪推算モデル WAM (the WAve Modelling group)を用いて計算したものであり、毎正時協定世界時における有義波高、周期、波向が出力されている(表 3-3 参照)。

27. SHV 港の南に位置している最も近いポイントの GPV 波浪データを収取し、それより得られた通年の波高・波向の頻度表によると、波高値の最大は 3.51(m)で、その際の波向きは W 方向である。また、0.5 m 以下の波浪は SE 方向と SSE 方向に集中し、2.0m を超える波浪は SW 方向、WSW 方向、W 方向に集中していることがわかる。

表 3-3 全球モデル波浪の特徴

データベース範囲	北緯 75 度～南緯 75 度 東経 0 度～西経 0 度
格子間隔	経度緯度 0.5 度
時間間隔	1 時間
期間	1951 年～2020 年 12 月
入力データ	NCEP/NCAR Reanalysis NCEP/NCAR Final analysis
波浪計算モデル	改良 WAM モデル

出典: 波浪推算データベースの再構築及び活用について、宇都ら、海洋開発論文集、2012 年 68 巻 2 号、p. 1_977-1_982



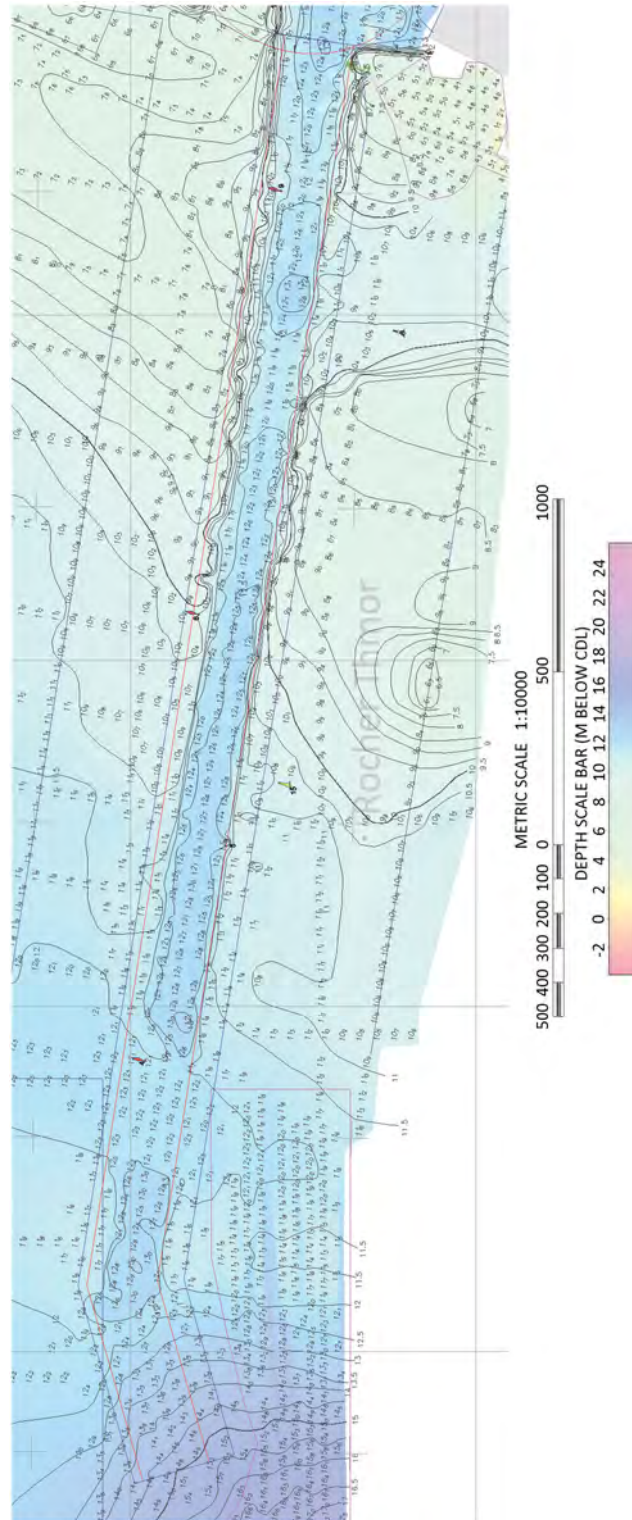
出典: Google Earth、JICA 調査団作成

図 3-3 GPV データ収集ポイント

3.5 深浅測量

3.5.1 深浅測量・音波探査

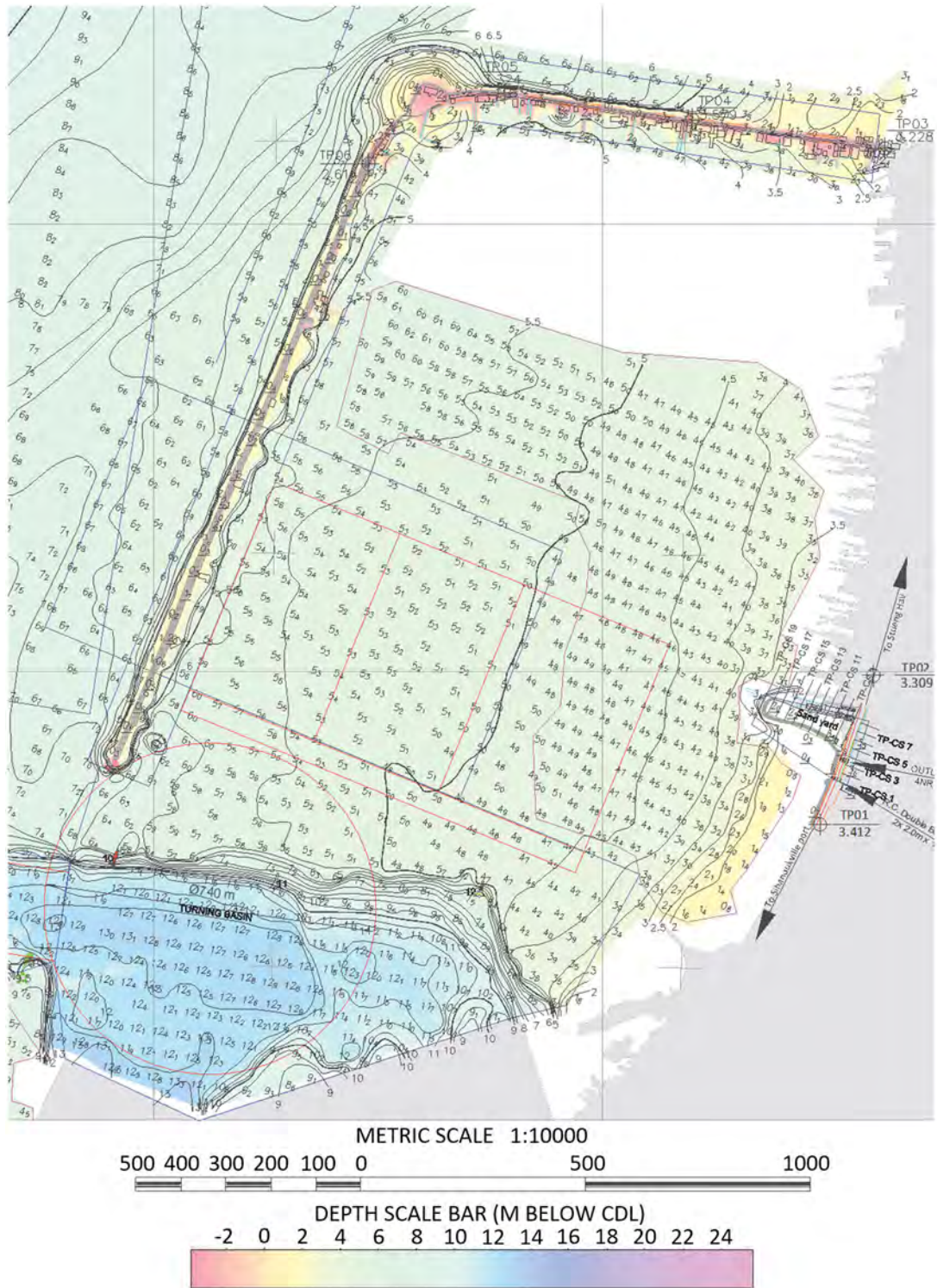
28. 航路、泊地、過去の調査や事業で含まれていない NCT2 及び NCT3 予定地、既存防波堤を含む既存防波堤沖合移設予定地に対し深浅測量を実施した。
29. 航路は 2017 年に「シハヌークビル港多目的ターミナル整備事業」で浚渫されており、約-12m の平均水深である。



出典: JICA 調査団

図 3-4 深浅測量結果(Area A 航路)

30. 泊地においては、MPT 前面で平均水深-12m、既存コンテナターミナル前面で平均水深-10mとなっている。NCT2、NCT3 予定地の岸壁及び埋立エリアの平均水深は-5~-6m である。既存防波堤は取付部から先端にかけて平均天端高は低くなっている。MSL が 0.6m であるため BT-CS18(1+700)から先端は天端高が MSL より低くなる。



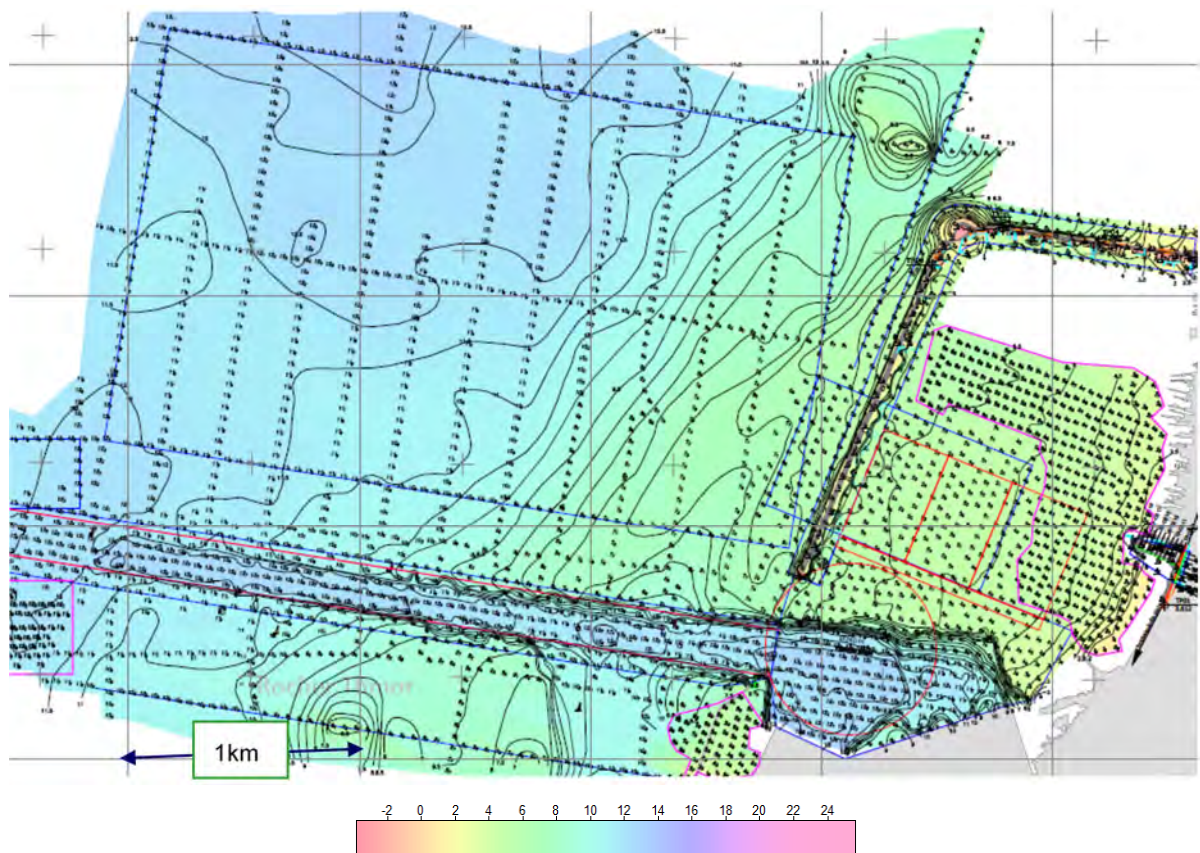
出典: JICA 調査団

図 3-5 深浅測量結果(Area B,C,D 泊地、ターミナル、防波堤)

3.5.2 音波探査

31. 長期計画対象エリア(既存防波堤以西の沖合)等における沖合水域の岩層の深さや平面分布を把握し泊地、航路、防波堤等の適地や規模の検討、さらには泊地及び航路の浚渫量の検討に必要な情報を入手することを目的とし、深浅測量・音波探査を下図の範囲で実施した。

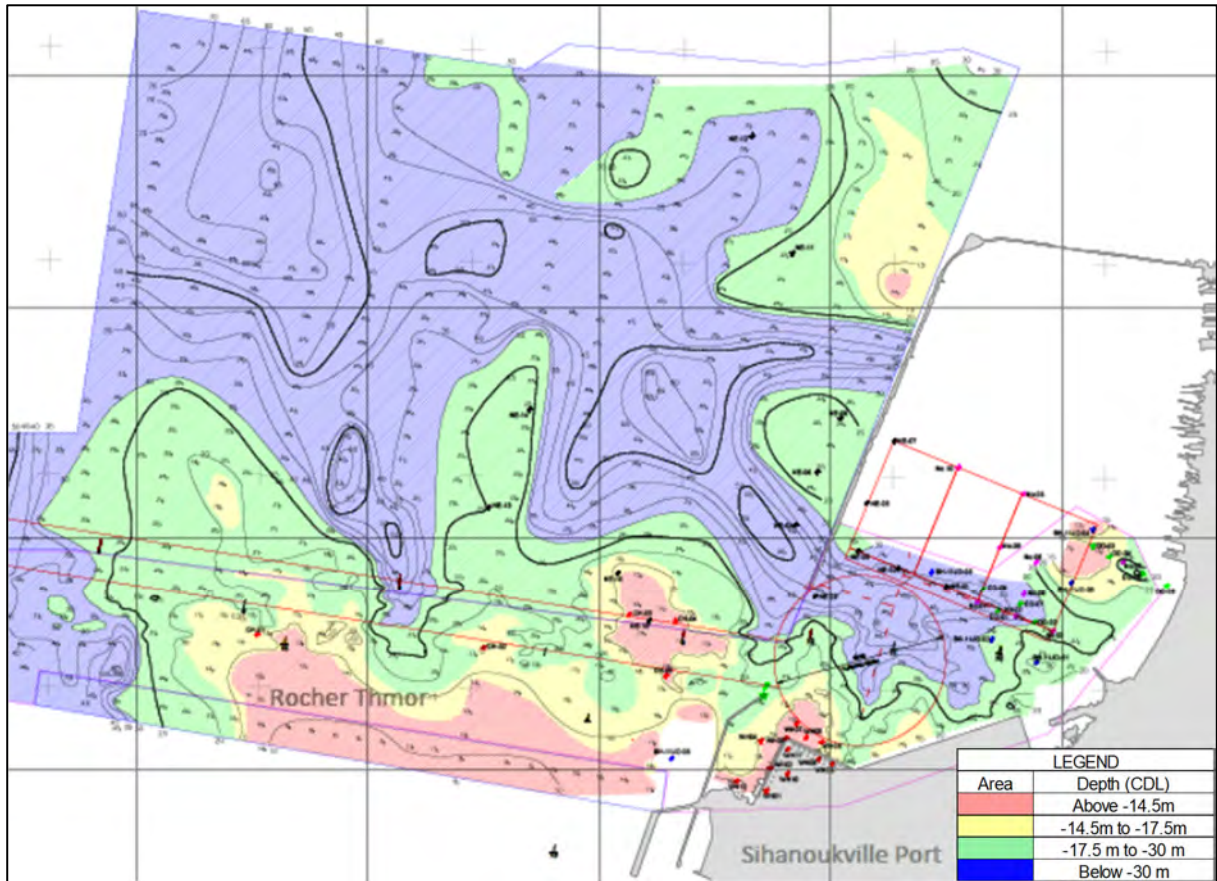
32. 長期計画予定水域は、下図のように防波堤外の CDL-6 m 水深から 0.4% 程度の緩海底勾配で沖側 1km 程度、-10 m 水深まで続き、さらに緩勾配になって、沖側 3km 付近で水深-11 m から-12 m となる。



出典: JICA 調査団

図 3-6 長期計画予定水域の深淺測量

33. 図 3-7 は、2012 年に実施した航路水域の音波探査(音探)結果とそれ以外の本件調査で実施した水域の音探調査結果を合体して長期計画対象水域全体の岩層深度分布を彩色等深線で示したものである。港口西側近傍 300m~800m の範囲で計画水深-14.5m よりも浅い岩層(赤色表示)があり、浚渫の対象となる。将来さらに増深する場合として-17.5m の岩層範囲をベージュ色で示した。また、栈橋などの主要構造物は、杭式構造が採用される可能性が高いと考えられるので、杭の想定必要根入れ深さ、-30 m よりも浅い水域を緑色で示した。岩層は、航路の南側で蛇島(Kaoh Poah)に向かって浅くなり航路の南側直近 500 m では Rocher Thmor 岩礁を海面上に見ることができる。



出典: JICA 調査団

図 3-7 岩層深度分布図

第4章 事業の必要性・妥当性の確認

4.1 港湾セクターの開発政策

34. 1993年の新憲法の下で様々な取り組みが進み、1998年にPAS、PPAPが設置され、国を代表するSHV港及びPNP港の開発、管理運営体制が整えられた。また、公共事業運輸省(MPWT)は、2013年に国家港湾政策の策定、2016年に港湾・航路等を専管的に所管する港湾航路海事総局を設置し、現在、港湾法の制定に向けて取り組んでいる。港湾法案では、港湾格付等港湾の体系化、港湾管理者、ハーバースター等港湾管理体制、計画・建設・運営の基準・許可、港湾料金、船舶の入出港、航路航行の安全、港湾保安、港湾環境などに関する規定が検討されている。
35. 他方、カンボジアの基本的な港湾政策は、港湾の開発及び運営への参画の自由を謳うオープン・シー政策である。この基本的考え方は、「均一な基盤における公平な競争」であるため、国の競争力確保の観点から必要と考えられる場合であっても、公営、民営にかかわらず特定の港湾に政策的重点を置くことはなされておらず、従って、SHV港とPNP港の役割分担についても明確に記述された政策文書は存在しない。また、当該政策に基づき、2000年代以降、多くの民間港湾が開発されてきている。これら民間港湾の開発計画は政府の承認を受けたものではあるが、これら民間港湾に対する適切な管理・指導行政は確立されていない。
36. こうした中、JICAと世界銀行による協力で「物流マスタープラン(Logistics Master Plan)」が策定され、2020年1月にMPWTによって策定された「Interim Master Plan on Intermodal Transport Connectivity and Logistics System」のベースとなった。その後、航空・複合交通が追加されて「複合交通連結性・物流マスタープラン(Intermodal Transport Connectivity and Logistics System Master Plan)」が取りまとめられた。今後、国家物流評議会で最終承認される予定である。

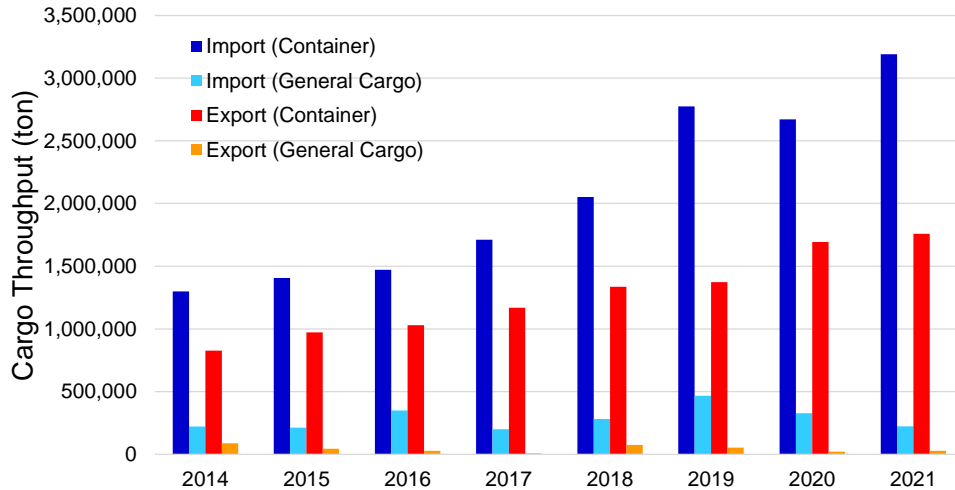
4.2 国内諸港の状況と計画

37. カンボジアにはシャム湾(コンボンソム湾)岸にSHV港、メコン水系の河岸にPNP港が立地。この二つの港は政令により設置されたシハヌークビル港湾公社(PAS)、プノンベン港湾公社(PPAP)が港湾管理者として国際貿易拠点の役割を果たしている。その他、タイ、ベトナムといった近隣国との間の雑貨を中心に取り扱う州政府が管理する港湾と、民間企業が管理する港湾施設がある。海岸部エリアのSEZには、大型港湾施設整備の計画を有するものもある。
38. カンボジアでは目下、港湾の基本的な枠組みを定める法律がなく、自治港湾のほか、州政府の管理する港湾、民間港湾などが混然一体として開発されている。

4.3 SHV港の現況と課題

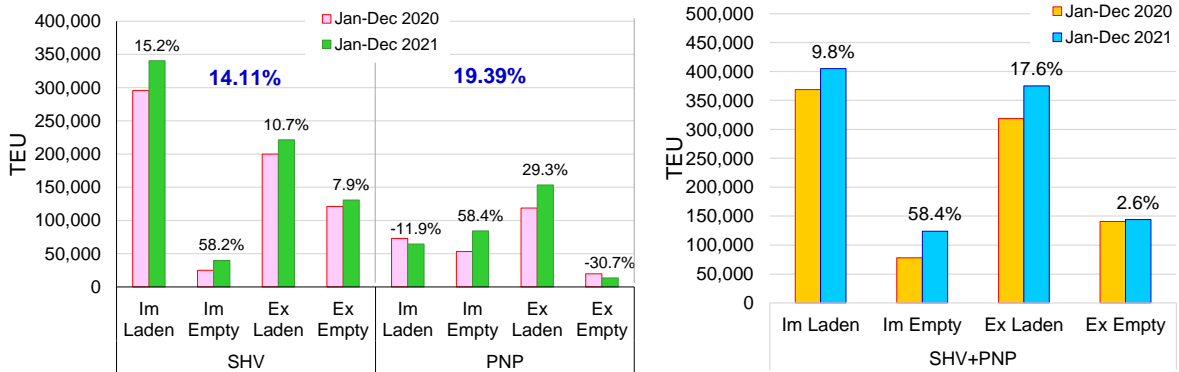
4.3.1 港湾取扱貨物の現況

39. SHV港は、近年その港勢を拡大させている。特にコンテナ貨物はSHV港の取扱の主流を占め、その取扱量は、縫製品産業の伸長をはじめとするカンボジアの堅調な経済成長に支えられ、過去5年間(2015~2019年)で年平均14%増加、2018~2019年は前年比18%前後と急増した(2018年:54万TEU、2019年:64万TEU)。2020年は新型コロナウイルスの影響により、2月に大きく落ち込んだが、その後は輸入輸出ともに回復し、結果的には2019年と同程度のコンテナ取扱量となった。2021年のコンテナ取扱量は732,000TEUを記録し、前年同期比14.1%の伸びとなっている。



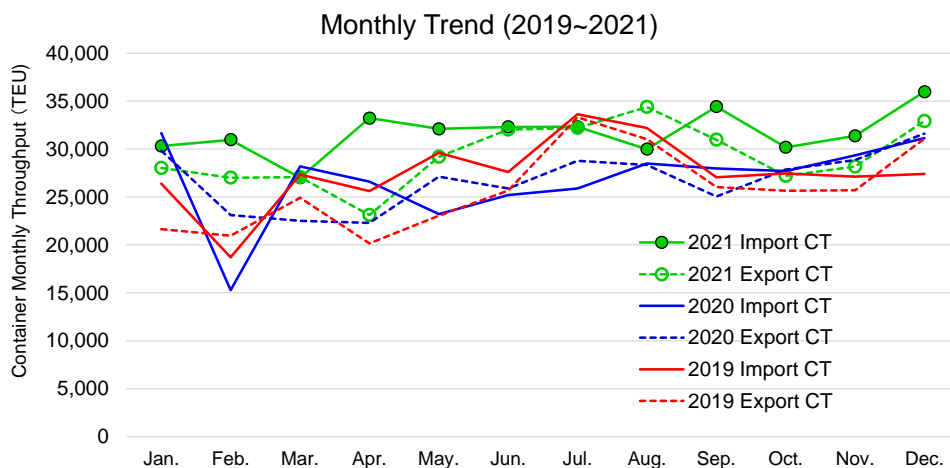
出典: PAS 統計

図 4-1 SHV 港における貨物取扱の推移



出典: PAS 及び PPAP 統計

図 4-2 SHV 港及び PNP 港の 2020 年及び 2021 年のコンテナ取扱量



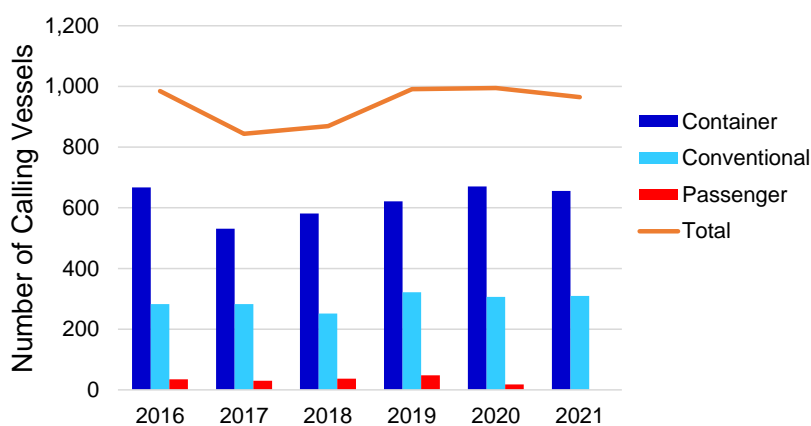
出典: PAS 統計

図 4-3 SHV 港月別コンテナ取扱状況

4.3.2 入出港船舶の状況

40. 最近 6 年間の SHV 港入港船舶の状況は以下の表に示すとおりである(タンカー船を除く)。一日当たりの入港船舶数は 3 隻弱(2.7 隻)であり、全体的には微増傾向にある。コンテナ船については 2021 年に入っても安定的な増加傾向を示しており、1 寄港当たりの TEU 数も 2021 年は過去最高となっており、船舶の大型化が進む傾向にあることがわかる。

Item		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021/2020
Total	Units	985	844	869	991	995	965	-3.0%
Container	Units	667	531	581	621	670	655	-2.2%
Conventional	Units	283	283	251	322	307	310	1.0%
Passenger	Units	35	30	37	48	18	0	
Calls/day (excluding Tanker)		2.7	2.3	2.4	2.7	2.7	2.6	
TEU/call (for Container Vessel)		600	866	932	1,029	958	1,118	



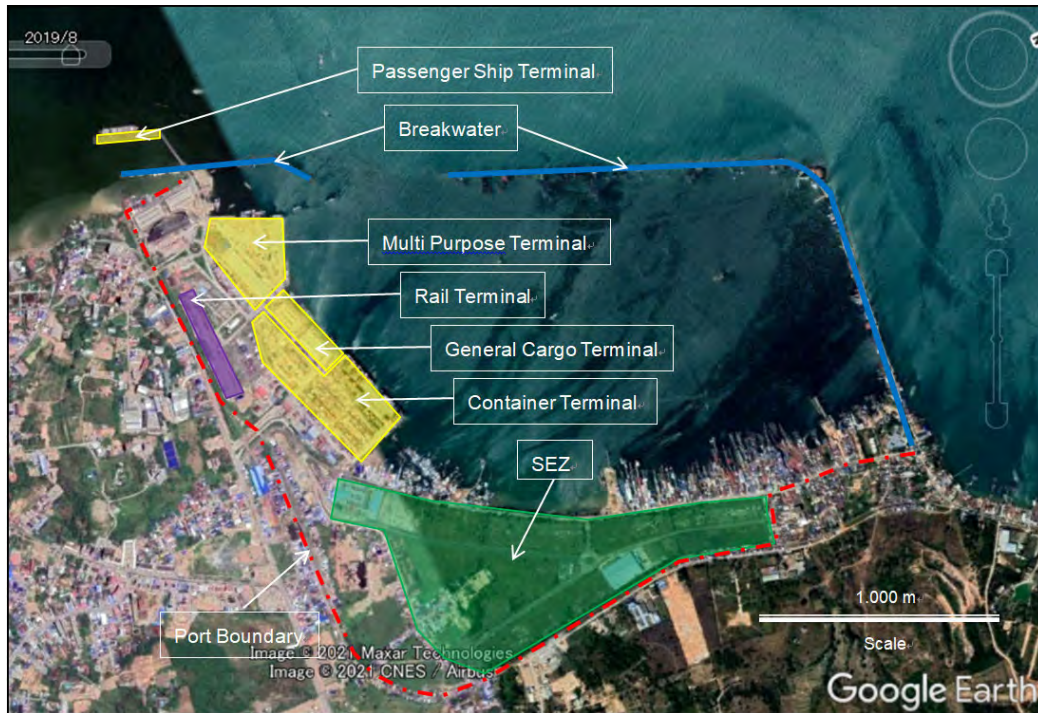
出典: PAS 統計

図 4-4 SHV 港における船舶入港隻数の推移

4.3.3 港湾施設の現況と課題

4.3.3 (1) 施設配置

41. SHV 港の施設配置図を図 4-5 に示す。港湾の陸域面積は約 170ha、防波堤内の水域面積は約 330ha で、主要な施設は防波堤、客船ターミナル、MPT、雑貨ターミナル、コンテナターミナル、SEZ 及び鉄道ターミナルである。



出典: JICA 調査団 (Google Earth)

図 4-5 SHV 港の施設等配置図

42. 主なバース、ヤード、上屋の配置を図 4-6 に示す。



出典: JICA 調査団

図 4-6 SHV 港の主要ターミナル配置図

4.3.3 (2) 施設の現況

43. コンテナターミナルや MPT は 2004 年以降、最近までに整備されたものであるため、施設そのものに構造の問題は無い。なお、旅客ターミナルの岸壁は 1960 年代に整備されたので、施設の劣化が進行している、特に防舷材の劣化が激しい。

44. 主要な港湾施設、航行援助関係施設・設備を以下に示す。

Berthing Facility

Name of Wharf/Terminal	Berth No.	Length (m)	Depth (m)	Max. Vessel Draft (m)
Old Jetty (Outer)	No.1	290m	-9 ~ 13m	-8.5m
	No.3			-9m
	No.2	290m	-6.5 ~ 8m	-7m
	No.4			
New Wharf	No.5	350m	-9m	-8.3m
	No.6			
Container Terminal	No.7	400m	-10.5m	-9.3m
	No.8			-8.8m
Multi Purpose Terminal	No.9	330m	-13.5m	-10.5m
	No.10			
Oil Supply Base Berth	No.11	200m	-7.5m	-6.5m
	No.12			

Storage Facility

Cargo	Facility	Size (ha)	Capacity	Remarks
Container	Yard-C	7.7	2,300 GS	RTG operation
	Yard-B	2.6	800 GS	RTG operation
	Yard-A	1.8	450 GS	RS Operation
	Yard-D	1.8	600 GS	RTG operation
	Yard-A'	1.6	450 GS	RS Operation
	Yard-T	3.5	80 GS	RS Operation
	Yard-F	1.5	400 GS	RS Operation
	Yard-S (for export empty containers)	4.0	1,100 GS	RS Operation
	Reefer Container (Yard-C)	-	54 Boxes	9 Sockets
	Container Freight Station (W/H No 4)	0.6	12 000 Ton	
General Cargo	Warehouses	3.6	72 000 Ton	5 units
	Yard-E	1.8		
	Yard-M (Multi-purpose Terminal)	2.8		

* RTG: Rubber Tired Gantry Crane,

* RS: Reach Stacker

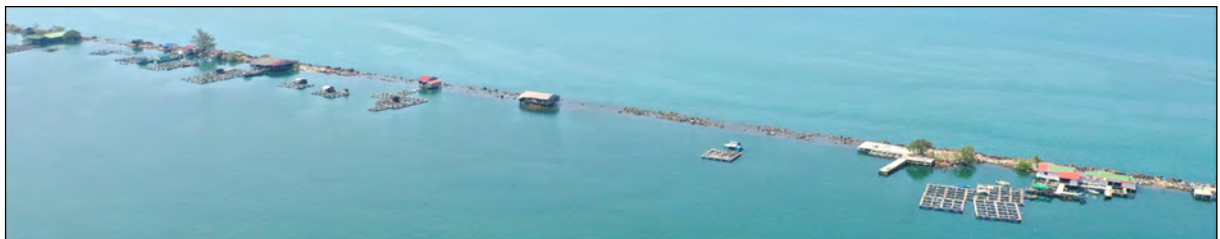
Navigational Facilities

Boat	HP	Units
Tugboat (TB Koh Takiev)	3,500	1
Tugboat	1,600	1
Tugboat	950	1
Tugboat	800	2
Tugboat	800	2
Pilot boat	390	1
Mooring boat	175	1
Patrol boat	210	1

Anchorage Areas

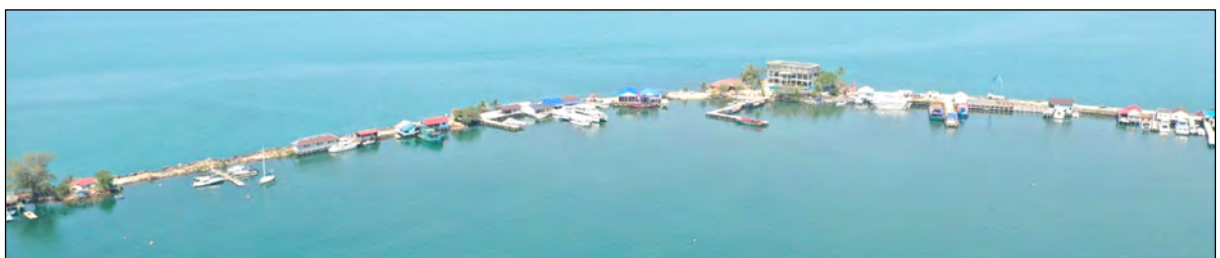
A - Southern anchorage area	10°36, 0N 103°28,5E
B - Northern anchorage area	10°39, 5N 103°29,0E
C - Anchorage area for tanker vessels	10°39, 5N 103°25, 7E

45. 防波堤の構造は捨石傾斜堤で、その整備時期は 1960 年代であるため沈下が進行し、一部の天端は水没している。また、防波堤の全延長にわたって養殖場や建築物が存在している。



出典: JICA 調査団

写真 4-1 既存防波堤(先端部付近)の状況



出典: JICA 調査団

写真 4-2 既存防波堤(屈曲部付近)の状況

4.3.3 (3) 課題

46. 近年のコンテナ取扱量の増加に伴い、バースウィンドウがほぼ満杯状態になっており、No.7 及び No.8 バースだけでは不足し、積卸量の少ないコンテナ船については一部 No.6 バースも利用している状況にあり、一刻も早いバースウィンドウの確保が必要である。
47. また、最近では船長 170m を超える船舶が同時接岸することも多く、この場合、岸壁上のクレーンが、レール延長不足により船上にある全てのコンテナベイに届かず、船舶の接岸向きを変えたり、前後に係船位置をずらすなどのバースシフトオペレーションを余儀なくされるケースが出てきている。また、コンテナクレーンが届かないコンテナについてモバイルハーバークレーンを使用して荷役するケースも出ている。こうしたオペレーションはバースの生産性を落とし、船舶のバース占有率(BOR)を高め、新たな航路サービスが入る余地をなくしている。
48. 他方、コンテナ蔵置ヤードについては、2019 年以来拡充が図られてきているが、今後の取扱量の伸びによっては不足する事態も容易に想定される。バースにできる限り近いところでヤード蔵置場所を効率的に確保できるよう、さらなる整備・改良が必要である。
49. 施設の構造上の課題は上記(2)に記述したとおりである。その他、今般の新コンテナターミナル拡張事業及びさらに長期に及ぶターミナルの拡張計画に伴って、港内に係留されている漁船等の出入口を新たに確保する必要があるため、防波堤の一部を撤去する必要がある。

4.3.4 アクセスの現況と課題

4.3.4 (1) 道路アクセス

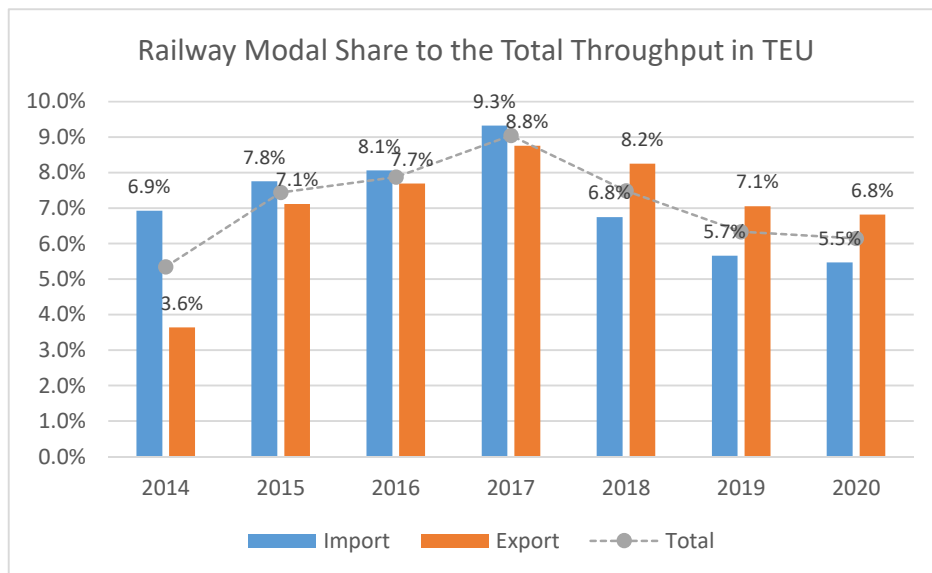
50. 現在の SHV 港はカンボジア国において PNP との物流を結ぶ大きな国際物流拠点となっており、国道 4 号線がこの 2 つの拠点間を結ぶ重要な物流ルートとなっている。さらに、国道 4 号線は、観光地でもある SHV 沿岸部に対する人流のアクセスを支える重要な幹線国道ともなっている。
51. 国道 4 号線の全延長は約 220km あり、PNP—SHV 間の地方都市、主要 SEZ、空港(PNP 空港及び SHV 空港)を結ぶ重要な幹線道路である。全区間 4 車線化は達成されておらず、殆どの区間が 2 車線(1 車線×2 方向)の状態であり、一部区間において改良整備が進められている。
52. 他方、国道 4 号線を利用した物流、人の流れは年々増加しており、交通許容量は限界に達している。上述したように、公共事業運輸省(MPWT)により、局所的な拡幅整備や舗装改良整備などは進められているが、全線に渡る車線数の拡幅などの抜本的な交通容量増加整備は進められていない。SHV 近郊においては、下述の PNP—SHV 高速道路の建設に伴った整備が進められており、特に高速道路の終点から SHV 港に至る約 5.5km の区間は 6 車線(3 車線×2 方向)に拡幅済みであり、残す約 3.2km の区間も 4 車線(2 車線×2 方向)として舗装修繕済みである。後者については、現時点で 6 車線(3 車線×2 方向)に拡幅する計画はないことが MPWT へのヒアリングにて確認されているが、同区間については沿道の住居等がセットバックされていることが確認されたため、今後必要に応じて 6 車線(3 車線×2 方向)に拡幅されていくものと考えられる。
53. 上述の交通需要の増加に対応して、PNP—SHV 高速道路の整備が進められており、両拠点都市間の交通需要の増加への対策として期待されている。
54. また、関連する道路整備として、高速道路 IC に接続する州道 146b 号線、州道 148 号線についても、MPWT による整備が進められている。当該道路整備の詳細について、新ターミナル建設に伴い発生する物流量に対して許容可能であるか検証し、必要に応じて交通許容が可能となるアクセス道路計画を立案する。



出典: Google Earth、作成: JICA 調査団

4.3.4 (2) 鉄道アクセス

55. SHV と PNP 間の鉄道コンテナ輸送に関しては、PNP-SHV 鉄道ラインにより 264km の距離が結ばれている。当該鉄道を利用した SHV 港と PNP 間のコンテナ列車サービスは 2014 年に開始され、現在でも毎日運行されている。2014 年から 2020 年までの鉄道のコンテナ輸送モーダルシェア(機関分担率)を 図 4-7 に示す。



出典: JICA 調査団

図 4-7 鉄道のコンテナ輸送モーダルシェアのトレンド

4.4 物流・海運動向の分析

4.4.1 SHV 港とその近隣港に寄港するコンテナ航路の概観

4.4.1 (1) 東西基幹航路との関係

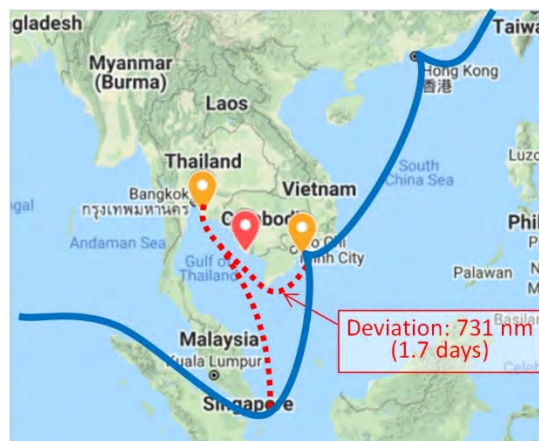
56. コンテナ海上輸送における東西基幹航路は、北米西岸からアジアを経て欧州、北米東岸に至る、世界で最も多くの荷量が動く航路である。図 4-8 に、この東西基幹航路上のインドシナ港湾の位置関係を地図で示す。インドシナ港湾は東西基幹航路のちょうど中央に位置し、シンガポールと同様、ここから東西に向けた配船のピボットとなり得る可能性を秘めている。(注:ピボットとは欧州や北米西岸といった Deep-Sea 航路の終点・起点の意味で使用)



出典: OCIDI

図 4-8 東西基幹航路におけるインドシナ地域の立地の概念図

57. しかしながら、インドシナ港湾のうち、タイのレムチャバン港(LCB 港)や SHV 港は、いずれも地理的に基幹航路から奥にセットバックしているというハンディを負っている。このセットバックに伴う基幹航路からのデビエーション距離は LCB 港の場合往復で 731 海里であり、18 ノットで航行した場合約 1.7 日を要する距離である。



出典: OCIDI

図 4-9 東西基幹航路と LCB 港・SHV 港の位置関係

58. 船社の視点で見た場合、このようなセットバック港湾を母船の寄港ローテーションの中間に持つて来ることは難しい。なぜなら次港へのトランジットタイムがデビエーションの分だけ長くなるからである。例えば、シンガポール→カイメツ(CMP)のローテーションのサービスにおいて、途中 LCB に追加寄港しシンガポール→LCB→CMP のローテーションに変更したとすると、CMP の到着は1.7 日遅れる。このことは積み荷の商品の在庫コストが 1.7 日分増加することを意味するので、貨物の所有者である荷主には受け入れ難いサービス改変となる。

59. 船社の配船計画において、かかる問題を解消しサービス水準を維持するためには、セットバック港湾を揚

げローテーションのラスト、及び積みローテーションのファーストに持って来ることが有効であると考えられる。しかも、揚げローテーションと積みローテーションをそれぞれ別の航路に帰属させ、積みと揚げを分離することにより、トランジットタイムはさらに短縮されることが考えられる。LCB 港の場合は、この考え方に立って「振子配船」が近年各アライアンスから相次いで設定されている。

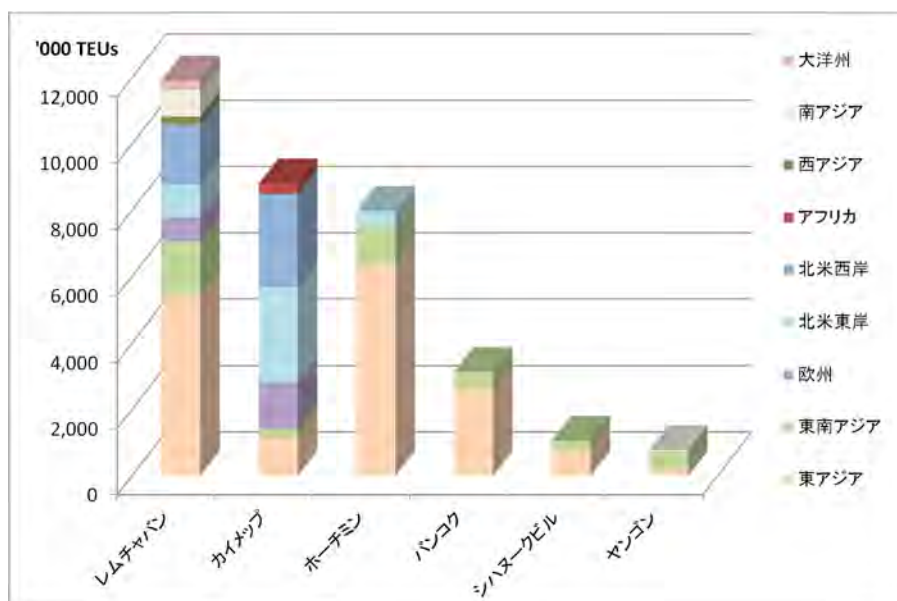
60. 実際に、LCB 港をピボット港とする欧州(または北米東岸)／アジア／北米西岸の振子配船 4 サービスが、以下のとおり各アライアンスによって運営されている。そのいずれでも、LCB 港は東航の揚げのラストとなり、かつ西航の積みのファーストとなるようローテーションが組まれている。

1. M Alliance: AE6 (Euro/Asia/USWC pendulum service) (max. size: 19,200 TEU)
Pusan-Ningbo-Shanghai-Yantian-TanjungPelepas-Sines-Antwerp-LeHavre-Felixstowe-Algeciras-Singapore-Laem Chabang-Nansha-Yantian-Ningbo-Shanghai-Long Beach-Oakland-Pusan
2. The Alliance: FP2 (Euro/Asia/USWC pendulum service) (max. size: 14,220 TEU)
Laem Chabang-VungTau-Singapore-Colombo-Rotterdam-Hamburg-Antwerp-Southampton-Jeddah-Singapore-Laem Chabang-Vung Tau-Hong Kong-Yantian-Long Beach-Oakland-Yokohama-Hong Kong-Laem Chabang
3. Ocean Alliance: PE1 (USEC/Asia/USWC pendulum service) (max. size: 14,414 TEU)
Yantian-Vung Tau-Singapore-Port Klang-Colombo-Halifax-New York/New Jersey-Norfolk-Savannah-Charleston-Port Klang-Singapore-Laem Chabang-Vung Tau-Yantian-Los Angeles-Oakland-Yantian
4. Cosco: AACI (S Asia/E Asia/USWC pendulum service) (max. size: 10,060 TEU)
Laem Chabang-Haiphong-Shanghai-Ningbo-Long Beach-Seattle-Lianyungang-Shanghai-Ningbo-Shekou-Nansha-Singapore

61. 東西航路は、船社が単独で航路を運営していた時代には、アジア／北米西岸、アジア／欧州、欧州／北米東岸と各航路を分離して運営していた。近年これら船社がアライアンスの下で組織化されるに伴い、同一航路に複数の母船ループを設定することが可能になった結果として、北米西岸からアジアを経て欧州、北米東岸までの全行程を一続きの振子配船として運営することが可能となったものである。

4.4.1 (2) インドシナ主要港に寄港するコンテナサービス

62. SHV 港を含むインドシナ地域の主要 6 港 (LCB、CMP、ホーチミン、バンコク、ヤンゴン、及び SHV) に寄港するコンテナサービスの年間寄港 TEU キャパシティ(各サービスの平均船型に年間寄港回数に乗じたもの)を図 4-10 に比較する。
63. 6 港のうち最も数値が大きくまた多様な航路が寄港しているのは LCB 港である。CMP 港の数値は 2 番目に大きい、主体となっているのは北米西岸、北米東岸と欧州航路であり、これら 3 航路の寄港キャパシティ合計は LCB 港の約 2 倍に及んでいる一方で、アジア域内航路の寄港キャパシティは LCB 港の 5 分の 1 未満と少なくなっている。これは CMP 港の立地が東西基幹航路の線上にあるため LCB よりも大型船を寄港させるのに有利なこと、アジア域内航路主体のホーチミン港とで役割分担ができてることによる。
64. バンコク、SHV、ヤンゴンの各港はいずれもホーチミン港と同じくアジア域内航路(近隣ハブ港とのフィーダーを含む)が主体となっている。



出典: MDS 社のデータ(2020 年 8 月)をもとに JICA 調査団が作成

図 4-10 インドシナ主要 6 港の年間寄港 TEU キャパシティ(航路内訳)

4.4.1 (3) SHV 港に寄港するコンテナサービス

65. SHV 港に寄港している各船社のコンテナサービスは下表のとおりである。現在は中国、日本、韓国、台湾等の方面向けの東アジア航路と、シンガポール港、タンジュンペラパス港との間をシャトルするフィーダーに限られ、欧州、北米などのいわゆる Deep sea 航路は寄港していない。Deep sea 航路へはシンガポール、タンジュンペラパス、CMP、香港等近隣のハブ港で母船に接続されている。

表 4-1 SHV 港に寄港するコンテナサービス一覧(2020 年 8 月現在)

運航船社/サービス名	スロット・チャーター	寄港地	年間寄港回数	投入隻数	投入船キャパシティ (TEU)	平均船型 (TEU)	最大船型 (TEU)	年間キャパシティ (TEU)
CNC LINE/GOLD STAR/TS LINES - CVC	ZIM	上海/寧波/南砂/蛇口/香港/タン/シハヌークビル/ホーチミン/蛇口/上海	52	3	5,300	1,767	1,800	91,867
COSCO - RBC2	CNC Line	寧波/上海/蛇口/シハヌークビル/パノク/レムチャバン/寧波	52	3	5,288	1,763	1,900	91,659
EVERGREEN - CVT	CNC Line /Interasia	香港/南砂/蛇口/ホーチミン/シハヌークビル/レムチャバン/香港/ハイフォン/欽州/湛江/香港	52	3	5,952	1,984	1,984	103,168
INTERASIA/WAN HAI /YANG MING - CVK	Evergreen	寧波/上海/廈門/タン/ホーチミン/シハヌークビル/ホーチミン/香港/寧波	52	3	4,973	1,658	1,805	86,199
QUANZHOU AN SHENG SHPP - CVK		南砂/パノク/アン/シハヌークビル/ホーチミン/欽州/楊浦/南砂	52	2	1,396	698	698	36,296
RCL - RSK	Heung-A/ONE	香港/基隆/台中/パノク/アン/香港/シハヌークビル/ソクラ/ハイフォン	52	3	1,884	628	628	32,656
SEALAND - IA18	Maersk	高雄/台中/塩田/香港/シハヌークビル/レムチャバン/ホーチミン/パノク/ス/マニラ/廈門/高雄/香港/ハイフォン/塩田/香港/セブ/高雄	52	5	5,538	1,108	1,118	57,595
SEALAND - IA88	Maersk	仁川/光陽/響新港/釜山/博多/門司/釜山/上海/寧波/ホーチミン/シハヌークビル/レムチャバン/ハイフォン/廈門/上海/仁川	52	5	8,700	1,740	1,740	90,480
SITC - VTX1	COSCO/Hasco	大阪/神戸/釜山/上海/香港/ホーチミン/シハヌークビル/パノク/レムチャバン/ホーチミン/寧波/上海/大阪	52	6	10,800	1,800	1,800	93,600
WAN HAI - CTK		香港/南砂/蛇口/シハヌークビル/レムチャバン/シハヌークビル/香港	52	2	2,878	1,439	1,510	74,828
東アジア航路計	サービス数	10	520	35	52,709	1,506	1,984	758,347
SAMUDERA - CES	Advance Cont	シンガポール/シハヌークビル/シンガポール	52	1	2,181	2,181	2,181	113,412
RCL - RCX	Gold Star	シンガポール/シハヌークビル/シンガポール	52	1	1,850	1,850	1,850	96,200
SEALAND - CAM FEEDER	Maersk	タンジュンペラパス/シンガポール/シハヌークビル/タンジュンペラパス	52	1	1,700	1,700	1,700	88,400
東南アジアフィーダー計	サービス数	3	156	3	5,731	1,910	2,181	298,012
合計	サービス数	13	676	38	58,440	1,538	2,181	1,056,359

4.4.2 内陸輸送コスト／輸送時間

66. 荷主が PNP の工業集積地からコンテナ貨物を輸出する場合、ゲートポートの選択肢は PNP 港、SHV 港、CMP 港、ホーチミン港、LCB 港の 5 つがある。その逆の輸入も同様である。輸送モードはトラック、鉄道、バージがある。これらの位置関係と利用し得る輸送モードを下図 4-11 に示す。輸送モードのうち、SHV 港への鉄道は現在空コンと一部重量の大きいコンテナの利用にとどまっている。また、メコン川のバージ輸送は前述のとおり船社が手配しているため、荷主手配による輸送ではない。



出典: JICA 調査団

図 4-11 プノンペンとゲートポート 5 港の位置関係と輸送モード

67. 現地再委託による調査を実施し、カンボジア国内各地点とゲートポート 5 港 (SHV 港、PNP 港、LCB 港、ホーチミン港、CMP 港) との間の陸送コストと輸送時間に関し情報を収集した。
68. 調査結果から、国境の町バベット、ポイペトを除けば、カンボジア国内のどの地点であっても、隣国 3 港湾 (LCB 港、ホーチミン港・CMP 港) より、PNP 港や SHV 港の国内港から／への陸送コストの方が安い、ということがわかった。

4.4.3 コンテナの海上運賃

69. 現地再委託調査により、ゲートポート 5 港 (SHV 港、PNP 港、LCB 港、ホーチミン港、CMP 港) を起点とする世界各方面の主要 9 港向けのコンテナ輸出運賃、及びその逆の輸入運賃を調べた。調査は世界的な新型コロナ感染拡大の影響で海上運賃が高騰した 2021 年 1 月に実施したため、運賃水準が例年に比べ高くなっているのに注意を要する。
70. 調査結果から、SHV 港、PNP 港発着の海上運賃が、隣国 3 港 (ホーチミン港・CMP 港、LCB 港) 発着の運賃よりも、輸入では高く、輸出では安くなっていることがわかった。これは新型コロナ感染拡大の影響で世界的に空コンテナが不足している状況下、コンテナが入超であるカンボジア港湾からのコンテナ供給が求められていることの表れと考えられる。新型コロナ以前の調査 (2011 年の「シハヌークビル港競争力強化調査プロジェクト」) においても同様の結果が出ている。これはカンボジアの港湾が、荷量 (需要) に対し寄港船腹量 (供給) が相対的に少ない、あるいはサービスのバリエーションが隣国 3 港よりも少なく、この構造が 2011 年から基本的に変わっていないことを示唆している。

4.4.4 新型コロナ感染拡大の海上運賃への影響

71. 世界的な新型コロナ感染拡大により稼働率の低下した各地の輸送インフラが、巣ごもり需要の急増や在庫補充に追い付かず、世界的に物流の混乱が生じており、これに伴ってコンテナ海上運賃の暴騰が全航路で発生している。空コンテナの払底も加わり、いつ収束するのか見通しが立っていない状況である。中国の上海航運交易所が発表している中国コンテナ運賃指数 (China Containerized Freight Index, CCFI) によれば、北米西岸の運賃は米国の感染第 1 波が小康状態に入り、工場が再開した 2020 年 6 月から高騰を始め、コロナ前の 2.5 倍近くで高止まりを続けた後、2021 年の 5 月からさらなる暴騰を始めた。現在はコロナ前の約 4 倍に達している。欧州は運賃上昇が始まったのが 2020 年 11 月と遅かったものの、その後の高騰が急激で、現在はコロナ前の約 5 倍に達している。

4.4.5 プノンペン工業地域(プノンペン SEZ を想定)発着荷量の、ゲートポート 5 港の配分シェア

72. 現地再委託調査により、PNP の工業地域の貨物についてゲートポート 5 港 (SHV 港、PNP 港、LCB 港、ホーチミン港、CMP 港) の荷量配分シェアを下表のとおり見積った。輸出では隣国 3 港 (ホーチミン港・CMP 港と LCB 港) のシェアが著しく少ないが、これは前項の内陸輸送コスト・輸送時間の調査結果 (カンボジア国内港の輸送コストが隣国 3 港よりも安い) を反映したものとなっている。実際に輸出では緊急時を除き隣国 3 港を利用することはほとんどない。輸入では PNP に比較的近いホーチミン港や CMP 港から陸送する場合が一定量あることを示している。

表 4-2 ゲートポート 5 港への荷量配分シェア

Inland route shares to/from gateway ports (exports/imports)

To/From Gateway Port →		PNH Port		SIH Port		HCM Port (Cat Lai)		HCM Port (Cai Mep)		Laem Chabang Port		Total	
		TEUs /year	Share (%)	TEUs /year	Share (%)	TEUs /year	Share (%)	TEUs /year	Share (%)	TEUs /year	Share (%)	TEUs /year	Share (%)
Phnom Penh Industrial Area (PP SEZ or PNH dry port)	Export	900	20%	3,313	72%	166	4%	166	4%	50	1%	4,595	100%
	Import	227	22%	588	58%	100	10%	100	10%	0	0%	1,015	100%

出典: JICA 調査団

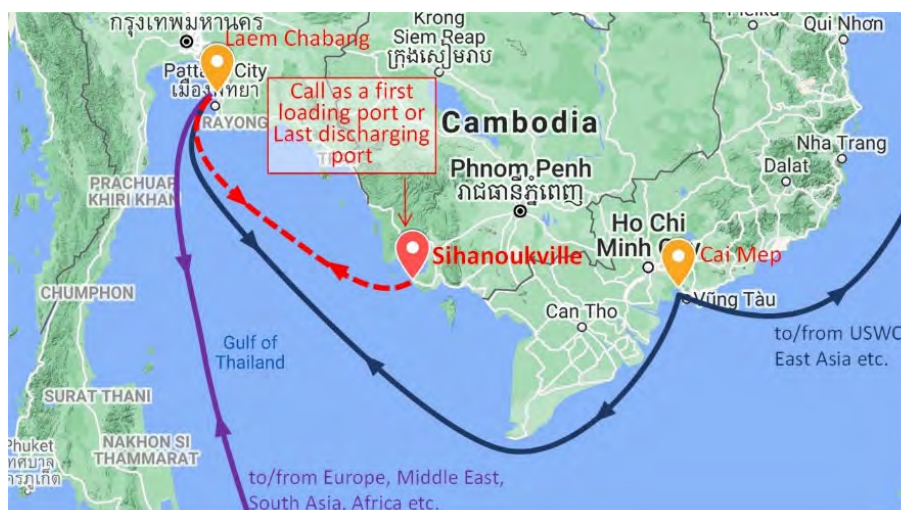
4.4.6 SHV 港に基幹航路母船が寄港する可能性に関する考察

4.4.6 (1) SHV 港に基幹航路母船が寄港するためのシナリオ

73. 上記の船社の配船性向を踏まえ、SHV 港に東西基幹航路の母船が寄港するためのシナリオを考察すると、以下の 4 つのシナリオが想定される。

4.4.6 (1) a 寄港シナリオ 1

74. 欧州／アジア／北米西岸の振子配船において、例えば、欧州復航で LCB に寄港した後で SHV 港に揚げのラストとして延航し、次に SHV 港が北米西岸の積みのファーストとなり、その後 LCB、ベトナム・CMP に寄港するようなローテーションである。

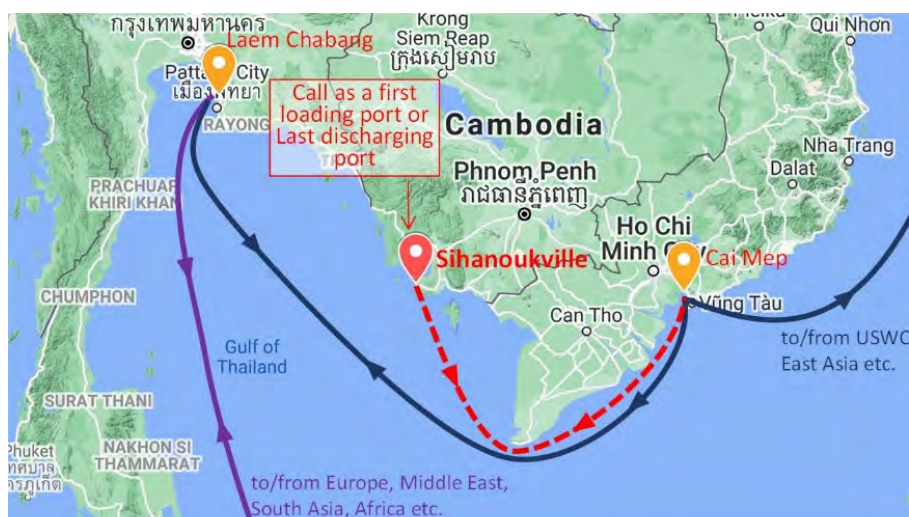


出典: JICA 調査団

図 4-12 寄港シナリオ1

4.4.6 (1) b 寄港シナリオ2

75. シナリオ 1 と同様、SHV を揚げのラスト、積みのファーストで寄港することを想定するが、LCB の代わりに CMP から延航する場合である。例えば、欧州復航で CMP に寄港した後で SHV 港に揚げのラストとして寄港し、その後 SHV 港がそのまま北米西岸の積のファーストとなるようなローテーションである。CMP は東西基幹航路からのセットバックが無いので、ローテーションの途中港として寄港することが多いことから、シナリオ 1 に比べ蓋然性は低いと考えられる。



出典: JICA 調査団

図 4-13 寄港シナリオ2

4.4.6 (1) c 寄港シナリオ3

76. 例えば、北米西岸航路において LCB が積みのファーストで、その後 SHV に寄港し、その後 CMP に向かうローテーションである。LCB で積んだ輸出荷主の北米西岸へのトランジットタイムが長くなり、運賃の引き下げ等による荷主誘致策が必要となることが想定される。船社の航路採算が悪くなることから、蓋然性はシナリオ 2 よりも低いと考えられる。

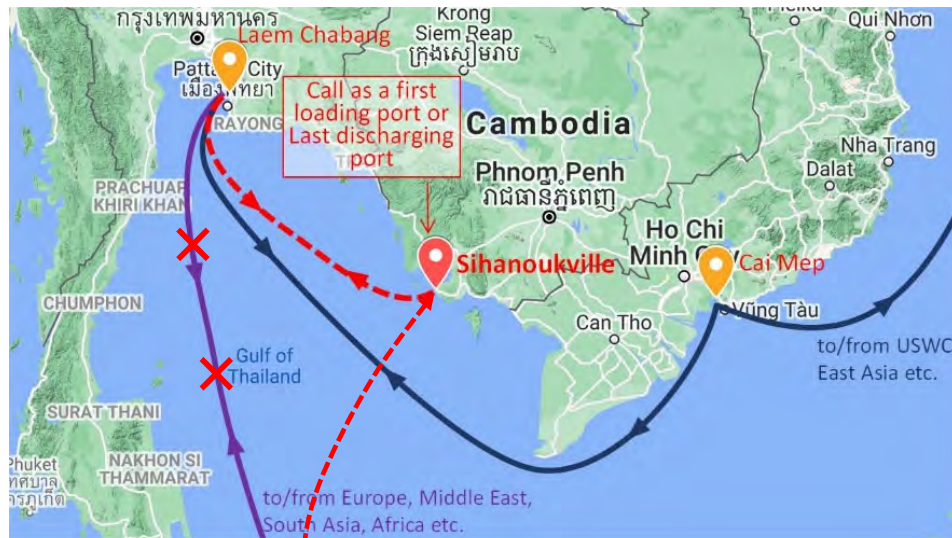


出典: JICA 調査団

図 4-14 寄港シナリオ3

4.4.6 (1) d 寄港シナリオ4

77. 寄港シナリオ 1 において、欧州復航でシンガポールに寄港した後、SHV 港に寄港、同港が北米西岸の積みのファーストとなり、その後 LCB、ベトナム・CMP に寄港するようなローテーションを想定する。



出典: JICA 調査団

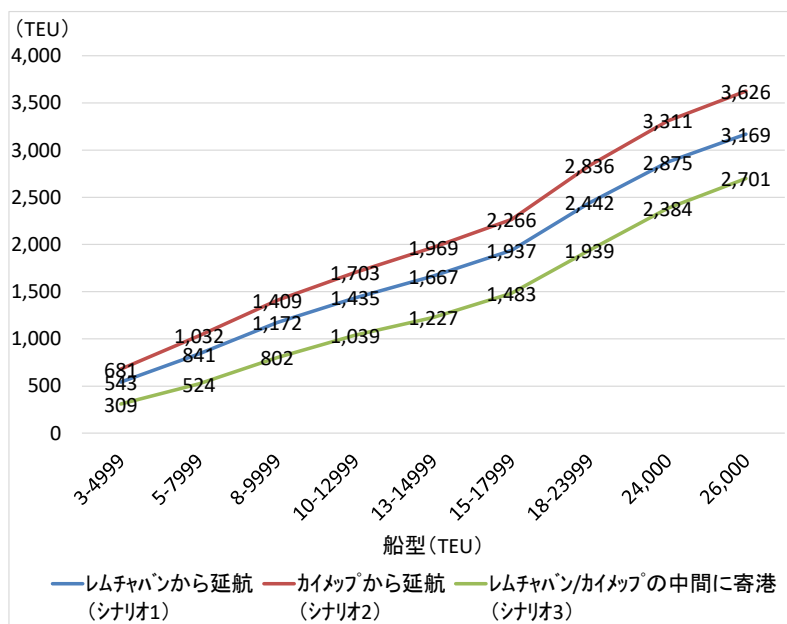
図 4-15 寄港シナリオ4

4.4.6 (2) SHV 港に基幹航路母船が寄港する可能性の評価

78. 一般的に船社は自社のサービスにおいて現行の寄港ローテーションに無い港への追加寄港を検討する際、その寄港に要する追加費用と、それによって得られる追加収益とを比較し、もし 1 寄港当たりの追加収益が 1 寄港当たりの追加費用を上回ると予想されれば、その港に寄港させることを決断する。追加費用とは、その港の港湾料金と、本船を本来の航海ルートから迂回させ当該港に停泊させるのに要する本船運航費からなり、追加収益とは、追加寄港により新たに獲得できる輸出入貨物の海上運賃である(実際に

は、海上運賃から空コンテナの回送コスト、集貨のための代理店歩金¹、総掛り店費²等を差引いた「ネット・プロフィット」である)。ただし当該港湾で発生するコンテナの荷役費については、船社は別途ターミナルハンドリングチャージの形で荷主に転嫁するので、この対象費用には含めない。

79. 追加寄港に必要な最少実入りコンテナ数は、1 寄港当たりの追加費用総額を TEU 当たりのネット・プロフィット料率³(ここでは航路にかかわらず USD 150/TEU と想定する)で除すことにより得られる。船型ごとの最少実入りコンテナ数を図 4-16 に示す。ここに示す TEU 値は輸入・輸出合計の実入りコンテナ数である。空コンは含まない。



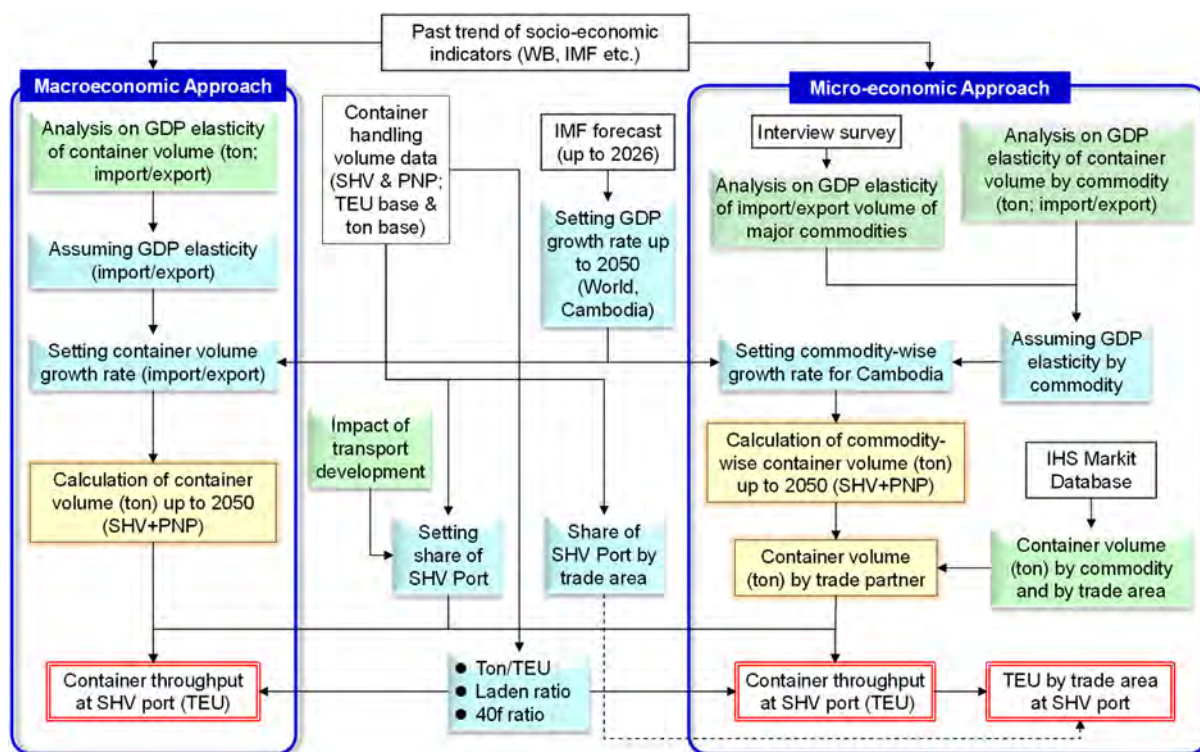
出典: JICA 調査団

図 4-16 追加寄港に必要な最少実入りコンテナ数(シナリオ、船型別)

4.5 コンテナ貨物需要予測

80. コンテナ貨物の需要予測は、まず需要予測の前提条件を整理し、マクロモデルとマイクロモデルを用いた分析を行い、結果を比較・検討した。需要予測の流れを以下に示す。

¹ 代理店歩金: CIF の輸出貨物や FOB の輸入貨物を集貨するために起用する集貨代理店に対し、船社の本社が支払う集貨手数料を指す。
² 船社の本社で発生する人件費、物件費などの一般管理費で、間接コストの一種。管理会計上、営業部門に一定の配布基準を設定して配布される。通常、営業各部門の損益は直接コストに加え総掛り店費も控除した後の損益で評価される。
³ ネット・プロフィット料率: ここでは海上運賃から個別のコンテナ貨物を獲得するためにかかる費用(空コンテナの回送コスト、集貨のための代理店歩金、総掛り店費等)を控除したものをネット・プロフィットと呼び、TEU 当たりのネット・プロフィット金額をネット・プロフィット料率と呼ぶ。船社の追加寄港の検討において、追加寄港費用と比較する対象の収入とはネット・プロフィットであり、追加寄港費用をネット・プロフィット料率で除すことにより追加寄港のために最低限必要な TEU 数を簡便に求めることができる。通常船社は航路ごとに別個のネット・プロフィット料率を設定する。また海運市況の動向によっても変化する。通常ネット・プロフィット算出のため海上運賃から控除する費用には、本船運航費・港費は含めない(追加寄港コストに含めるため)。また、港での荷役費も含めない(ターミナルハンドリングチャージと相殺するため)。



出典 JICA 調査団

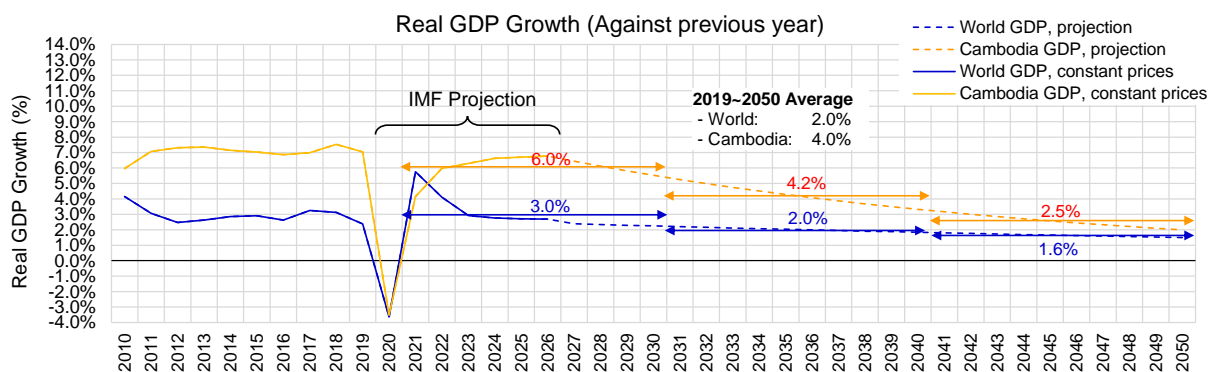
図 4-17 需要予測の流れ

81. マクロモデルによる予測では、3つの GDP 成長シナリオ (Base Case, Base Case \pm 0.5%) を設定し、カンボジア国及び世界の実質 GDP と SHV 港及び PNP 港でのコンテナ取扱量との相関、並びに SHV～PNP 間の高速度道路の開通や SHV への北米・欧州等基幹航路の開設による影響も鑑み、将来の貨物需要を予測した。
82. ミクロモデルによる予測では、品目別、貿易地域別に分析し、将来を予測した。また、合計値をマクロモデルによる推計結果と比較・評価した上で、マクロ予測値をコントロールトータルとした貿易地域別のコンテナ取扱量を推計した。

4.5.1 需要予測の前提条件

4.5.1 (1) 実質 GDP 成長率の将来予測

83. 過去の GDP や人口等の社会経済指標については世界銀行の指標 (世界銀行が提供するデータバンク World Development Indicators) を使用、将来の実質 GDP 成長率 (2021 年～2026 年) については国際通貨基金 (IMF) の予測を用いた。ちなみに、2020 年は、COVID-19 流行により、世界の実質 GDP 成長率は -3.642%、カンボジアは -3.532% となっている。また、IMF による 2019 年～2026 年の年平均伸率はカンボジアが 4.65%、世界が 2.44% である。
84. 2027 年以降の GDP について、カンボジアの GDP は長期的に漸減していくものとし、2050 年時点の GDP 成長率を 2% と置いた。この場合の 2019 年～2050 年の年平均伸率は 4.0% となる。他方、世界の GDP も長期的に漸減していくものとし、2019 年～2026 年の年平均伸率から 1% 程度減少し、1.5% 程度になるものと仮定した。この場合の 2019 年～2050 年の年平均伸率は 2.0% となる。



出典: IMF、JICA 調査団

図 4-18 実質 GDP 成長率(前年比)の実績と将来想定

4.5.1 (2) 輸出入における港別コンテナ重量

85. 過去の輸出入コンテナ取扱量(ton)は、SHV 港と PNP 港の合計を用いる。なお、SHV 港及び PNP 港ともに輸出入別トン数が把握できているのは 2011 年以降であり、2010 年以前については実空合計の TEU の伸率で 2003 年(両港ともに数字がある最も古い年)に遡って外挿した。

4.5.1 (3) コンテナの貨物積載率

86. 各港の輸出入コンテナに係るトン/TEU の推移は以下のとおりであり、各港の将来の数字はこれら過去 10 年間の平均を用いる。(SHV: 輸入 9 トン/TEU、輸出 8 トン/TEU)

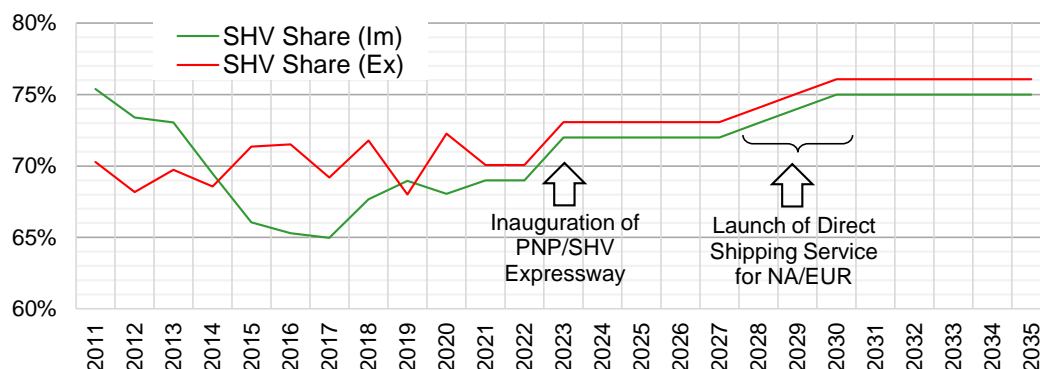
表 4-3 SHV 港・PNP 港のコンテナ重量(ton/TEU)

	Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ave.
Import (ton/TEU)	SHV	8.87	8.64	8.33	8.51	8.42	8.43	8.28	8.25	8.87	9.03	8.6
	PNP	12.16	12.80	13.68	14.51	15.79	15.93	16.23	16.23	16.41	15.59	14.9
Export (ton/TEU)	SHV	7.09	7.57	8.28	8.02	8.01	7.94	7.90	7.71	7.65	8.46	7.9
	PNP	5.92	5.88	6.54	6.44	6.67	6.22	6.52	5.78	5.18	4.97	6.0

4.5.1 (4) SHV 港のコンテナ取扱量割合の実績と将来予測

87. 2011 年以降の SHV 港の(SHV 港+PNP 港の合計に対する)分担率の推移を踏まえ、将来の SHV 港分担率については、PNP から SHV までの高速道路の整備(2022 年 9 月完成予定(2021 年 8 月時点情報))、及び SHV 港における欧州・北米航路の基幹航路の就航を勘案し、設定する。

88. 高速道路の開通は SHV 港の魅力を高めることになる。別途経済分析のために作成した輸送時間及び輸送コストに基づくロジックモデルによれば、高速道路の開通により SHV 分担率は 3%程度上昇するものと推定される。また、北米・欧州航路の就航によっても SHV 港の魅力が高まると考えられ、同モデルによればさらに 3~6%上昇するものと想定される。これらを基に、SHV 港の将来分担率を以下のように仮定する。すなわち、2022 年までは過去 10 年間の平均分担率とし、2023 年で 3%上昇するとともに、基幹航路の就航時期については、後述するように(4.5.6 参照)2020 年代後半が想定されること、2028~2029 年にかけて 3%上昇するものとした。



出典: JICA 調査団作成

図 4-19 SHV 港のコンテナ取扱分担率 (SHV+PNP に対する) の実績と将来値の設定

4.5.2 マクロモデルによる予測

4.5.2 (1) 予測の流れ

89. 過去のカンボジア国輸出入別コンテナ取扱量(トン)について、過去のトレンドをカンボジア及び世界の社会経済指標 (GDP、人口、GDP/c)との関係で分析し、その分析結果に基づき将来のトレンド(伸び率)を推定し、輸出入それぞれのトン数を推計する。別途、SHV 港及び PNP 港の将来分担率を推定し、その割合を乗じて各港の輸出入トン数を推計する。
90. 上記数字に、港別輸出入別 TEU あたりトン数、及び港別輸出入別空コン率を勘案し、将来の各港コンテナ取扱量 (TEU) を推計する。なお、輸出入の TEU 合計は各港でバランスするものとし、各港ともに実入コンテナ率は輸入・輸出とも 95%を上回らないものとして輸出入どちらかの空コン率を調整し、実空合計 TEU を推計する。

表 4-4 コンテナ取扱量計算式

Calculation Formula

	A	B	C	D	E	F	G	H	K
	GDP Growth Ratio	GDP Elasticity	Container Growth Ratio	Prior Year Handling Volume	Handling Volume	Unit Weight	Handling Volume	Laden Container Ratio	Total Handling Volume
Unit	%	-	%	ton	ton	ton/TEU	TEU	%	TEU
Import	-	-	1+AxB	-	CxD		E/F	SHV: 95% (Max) PNP: G/(K/2)	SHV: G(Import)/Hx2 PNP: G(Export)/Hx2
Export	-	-	1+AxB	-	CxD		E/F	SHV: G/(K/2) PNP: 95% (Max)	

出典: JICA 調査団作成

4.5.2 (2) マクロ手法による分析結果

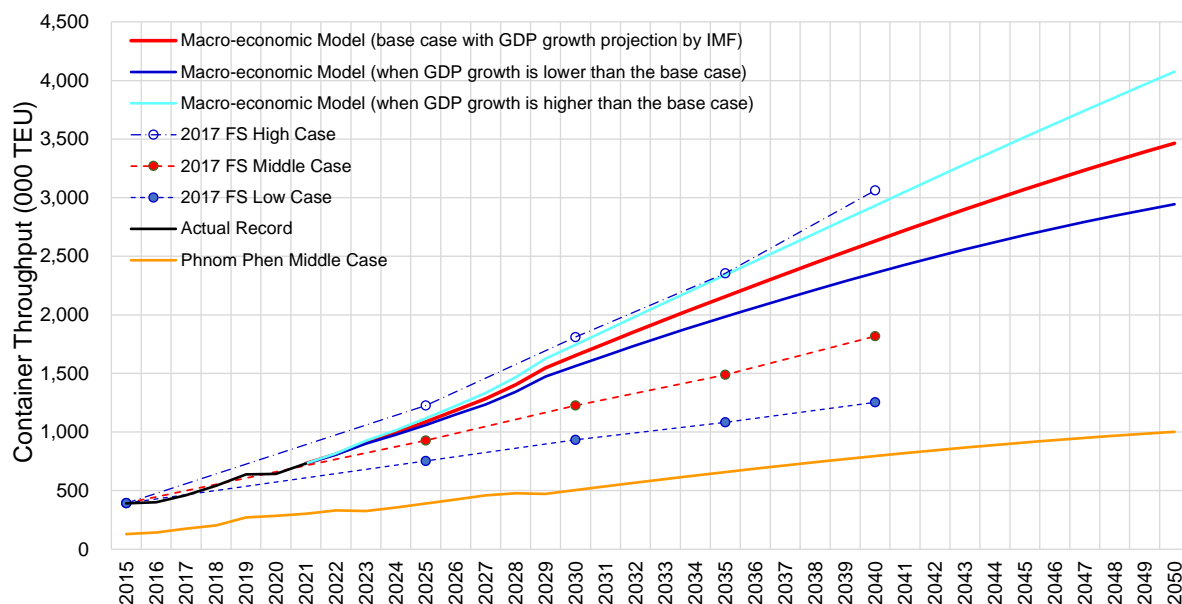
91. 図 4-18 で設定した GDP 経済成長率を成長の Base Case として、GDP の成長率が Base Case に対して+0.5%で推移した場合、-0.5%で推移した場合を、それぞれ成長の High Case 及び Low Case として設定し、推計した。結果は以下のとおり。

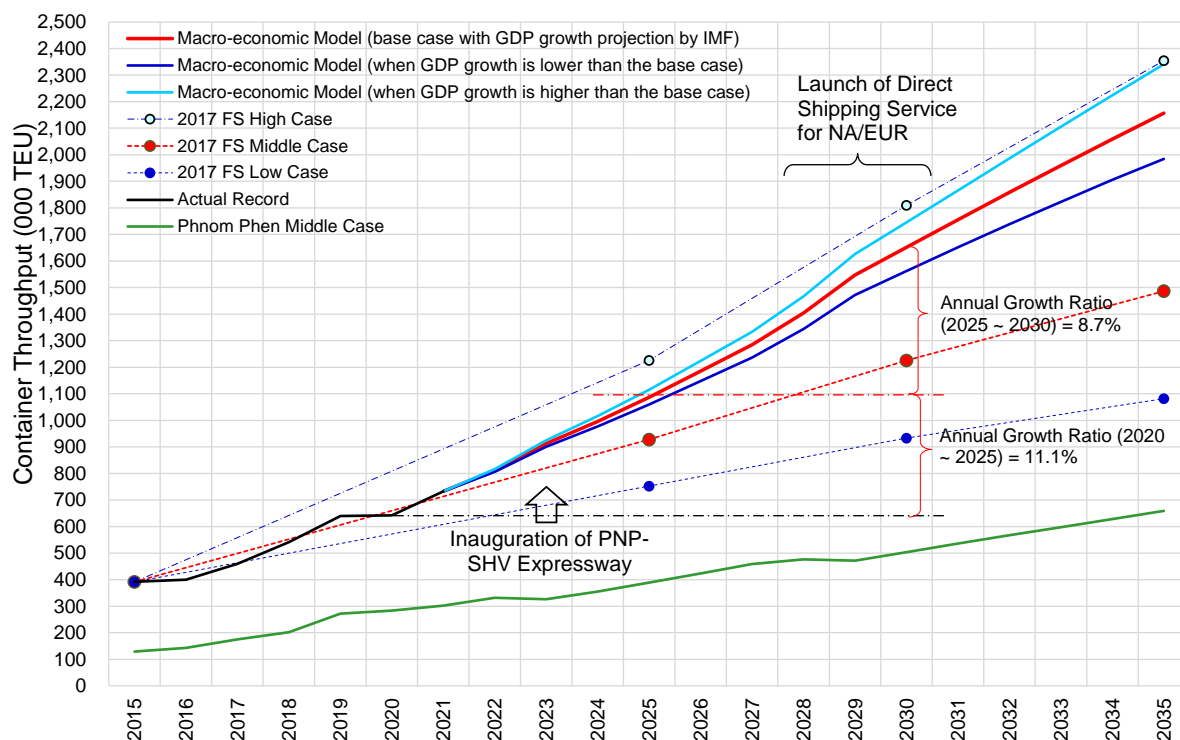
表 4-5 SHV 港のコンテナ取扱量(TEU) 予測(マクロモデル: Base Case)

Year	SHV(TEU)							PNP(TEU)						
	Import			Export			Total	Import			Export			Total
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total		Full	Empty	Total	Full	Empty	Total	
2015	167,125	28,729	195,854	121,463	74,502	195,965	391,819	45,751	13,005	58,756	58,756	11,731	70,487	129,243
2020	295,631	25,011	320,642	200,058	121,142	321,200	641,842	80,456	58,041	138,497	131,366	20,994	152,360	290,857
2025	516,342	27,176	543,518	375,161	168,356	543,518	1,087,036	121,028	73,298	194,325	184,609	9,716	194,325	388,651
2030	784,599	41,295	825,894	569,404	256,490	825,894	1,651,788	157,634	94,186	251,819	239,228	12,591	251,819	503,639
2035	1,024,064	53,898	1,077,962	744,281	333,681	1,077,962	2,155,924	205,744	123,414	329,159	312,701	16,458	329,159	658,317
2040	1,249,390	65,757	1,315,147	899,739	415,408	1,315,147	2,630,294	251,015	146,895	397,910	378,014	19,895	397,910	795,820
2045	1,458,785	76,778	1,535,563	1,028,789	506,773	1,535,563	3,071,125	293,084	161,898	454,982	432,233	22,749	454,982	909,965
2050	1,645,772	86,620	1,732,391	1,130,812	601,579	1,732,391	3,464,782	330,652	169,451	500,102	475,097	25,005	500,102	1,000,204

Year	SHV+PNP						Total (TEU)		
	Import			Export			Full	Empty	Total
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total			
2015	212,876	41,734	254,610	180,219	86,233	266,452	393,095	127,967	521,062
2020	376,087	83,052	459,139	331,424	142,136	473,560	707,511	225,188	932,699
2025	637,370	100,473	737,843	559,771	178,073	737,843	1,197,140	278,546	1,475,687
2030	942,233	135,480	1,077,713	808,633	269,081	1,077,713	1,750,865	404,561	2,155,426
2035	1,229,808	177,312	1,407,121	1,056,982	350,139	1,407,121	2,286,790	527,451	2,814,241
2040	1,500,404	212,653	1,713,057	1,277,753	435,304	1,713,057	2,778,158	647,956	3,426,114
2045	1,751,869	238,677	1,990,545	1,461,023	529,522	1,990,545	3,212,891	768,199	3,981,090
2050	1,976,423	256,070	2,232,493	1,605,909	626,584	2,232,493	3,582,332	882,654	4,464,986

出典: JICA 調査団





出典: JICA 調査団

図 4-20 SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測(マクロモデル)

4.5.3 ミクロモデルによる予測

92. ミクロ予測では、輸出入コンテナ主要品目の貿易量の推移を既存データや現地ヒアリングで入手したデータを基に分析し、経済指標との関係から将来の主要品目別取扱量 (ton ベース) を予測した。次にカンボジアの貿易先をいくつかの地域に分類し、主要品目別の地域シェアを分析し、SHV 港におけるコンテナ取扱量(実入)の地域シェアを推定した。

93. PAS 及び PPAP の港湾統計データでは、主要なコンテナ貨物品目は以下の通り分けられている。

【SHV 港】

- 輸入 ①生地類、②衣類、③一般貨物(機械類他)
- 輸出 ①米、②衣類、③一般貨物

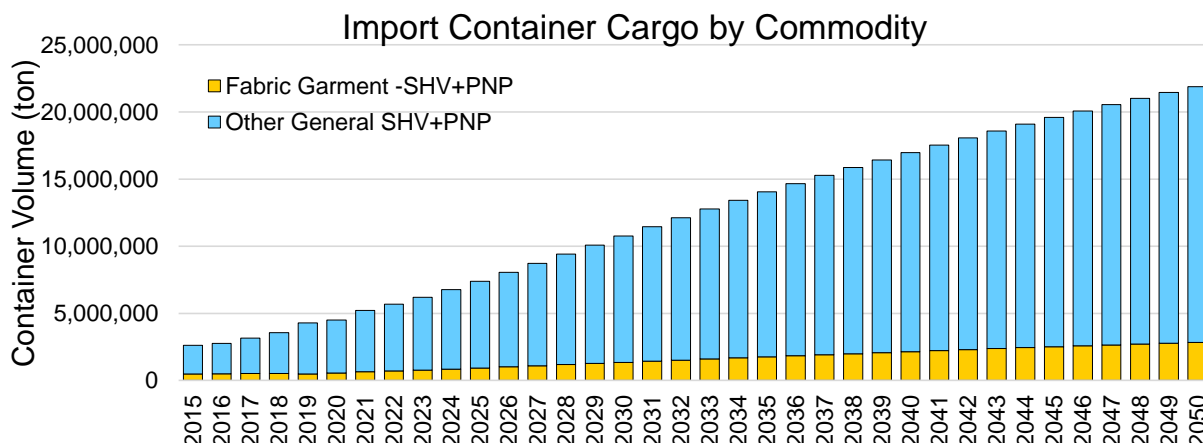
【PNP 港】

- 輸入 ①衣類、②一般貨物(建設資材、家庭用品、食料・飲料水他)
- 輸出 ①衣類、②米、③一般貨物

94. SHV 港と PNP 港では品目の取り方が異なるため、分析では以下の品目分類とした。

- 輸入…衣類・生地類、その他一般貨物(2分類)
- 輸出…衣類・縫製品等、精米、その他一般貨物(3分類)

95. 品目別輸入コンテナ貨物量(SHV 港+PNP 港)の予測結果を以下に示す。



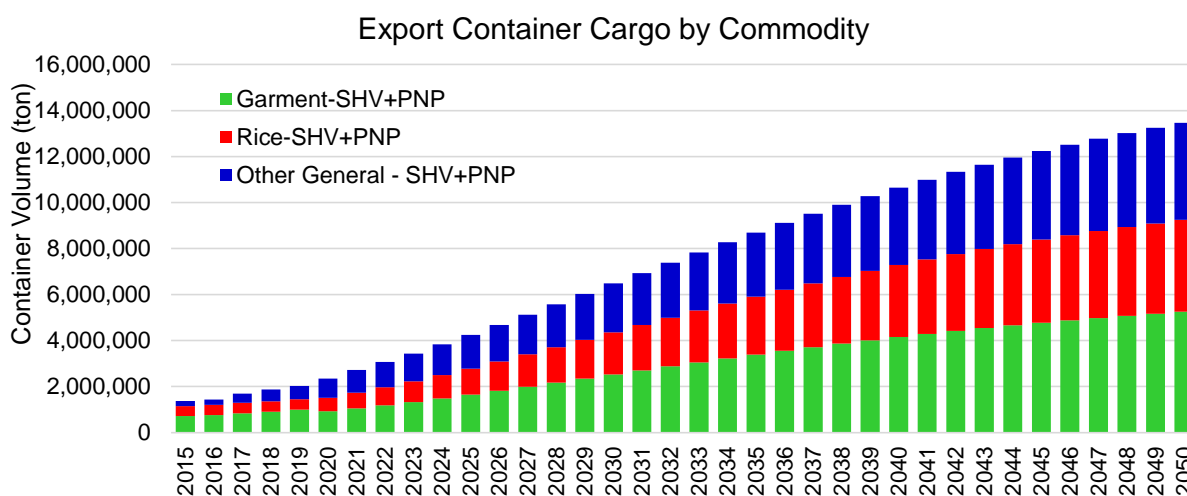
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Garment & Fabric	928	1,354	1,767	2,155	2,517	2,839
General Cargo	6,456	9,418	12,292	14,829	17,075	19,056
TOTAL	7,384	10,771	14,059	16,984	19,592	21,896

000 ton

出典: JICA 調査団作成

図 4-21 品目別輸入コンテナ貨物の実績と予測

96. 品目別輸出コンテナ貨物量 (SHV 港 + PNP 港計; トン) の予測結果を以下に示す。



出典: JICA 調査団作成

図 4-22 品目別輸出コンテナ貨物の実績と予測 (SHV 港 + PNP 港)

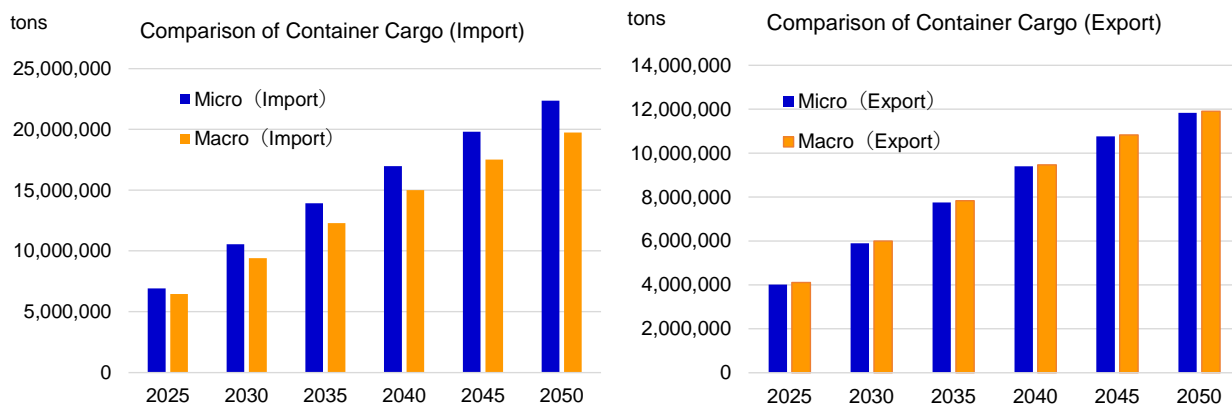
4.5.4 マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値の比較

97. カンボジア (SHV 港、PNP 港合計) の輸出入コンテナ取扱量 (トン) について、マクロモデルによる予測結果 (Base Case) とマイクロモデルによる予測結果を比較すると、マイクロモデルによる推定値の方が 1 割程度高めの数値となっている。一般に、マイクロモデルによる予測値は、条件に応じてマクロモデルによる予測値よりも大きく変動する傾向がある。このことから、後述する経済・財務分析に用いる需要予測値としては、マクロモデルの Base Case の予測値を採用する。なお、貿易相手地域別の予測値については、マクロモデルによる予測値をコントロールトータルとして、マイクロモデルによる貿易相手地域別の予測値を修正して用

いることとする。

表 4-6 マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値(トンベース)の比較

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Micro (Import)	6,915,947	10,560,203	13,913,974	16,975,480	19,820,530	22,361,126
Micro (Export)	4,005,235	5,896,995	7,752,243	9,398,778	10,759,823	11,829,828
Micro (Total)	11,627,229	17,251,083	22,751,113	27,629,934	31,829,928	35,362,105
Macro (Import)	6,454,274	9,415,190	12,288,767	14,992,677	17,505,414	19,749,258
Macro (Export)	4,111,358	5,993,730	7,834,540	9,470,935	10,829,362	11,903,286
Macro (Total)	10,565,632	15,408,920	20,123,307	24,463,612	28,334,776	31,652,544



出典: JICA 調査団

図 4-23 輸出入コンテナ貨物予測値(トンベース)の比較

98. ミクロモデルによる予測値(トン)について、マクロモデルによる予測と同様な考え方で TEU ベースの予測値を計算すると以下のとおりである。

表 4-7 SHV 港のコンテナ取扱量(TEU ベース)予測(マイクロモデル)

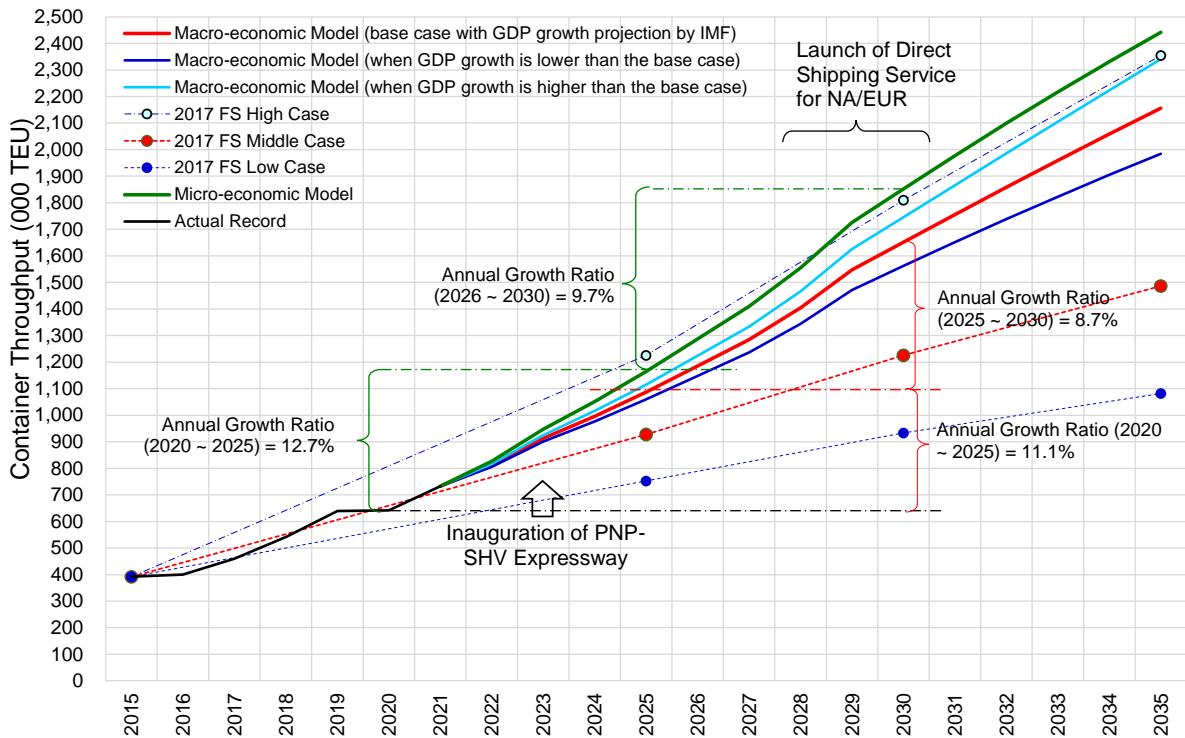
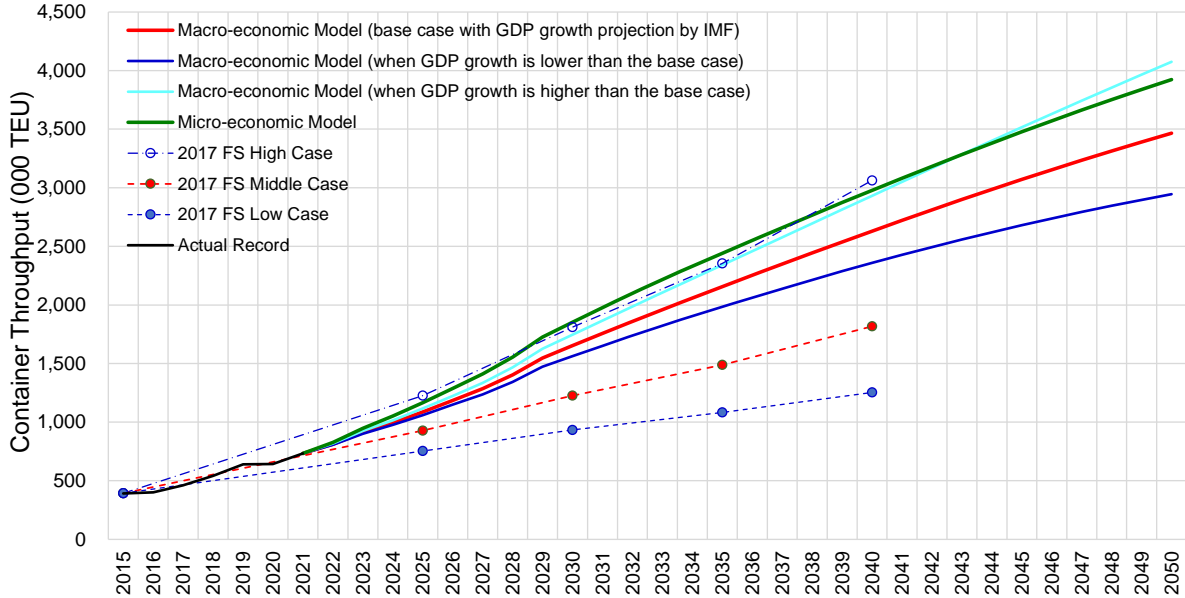
Year	SHV(TEU)							PNP(TEU)						
	Import			Export			Total	Import			Export			Total
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total		Full	Empty	Total	Full	Empty	Total	
2025	553,276	29,120	582,396	365,478	216,918	582,396	1,164,791	129,685	59,625	189,309	179,844	9,465	189,309	378,619
2030	880,017	46,317	926,334	560,214	366,119	926,334	1,852,667	176,804	70,951	247,755	235,367	12,388	247,755	495,510
2035	1,159,498	61,026	1,220,524	736,463	484,061	1,220,524	2,441,048	232,954	92,747	325,701	309,416	16,285	325,701	651,402
2040	1,414,623	74,454	1,489,077	892,884	596,193	1,489,077	2,978,154	284,212	110,667	394,878	375,134	19,744	394,878	789,756
2045	1,651,711	86,932	1,738,643	1,022,183	716,460	1,738,643	3,477,286	331,845	120,216	452,061	429,458	22,603	452,061	904,122
2050	1,863,427	98,075	1,961,502	1,123,834	837,669	1,961,502	3,923,005	374,381	122,635	497,016	472,165	24,851	497,016	994,032

Year	SHV+PNP						Total (TEU)		
	Import			Export			Full	Empty	Total
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total			
2025	682,961	88,744	771,705	545,322	226,383	771,705	1,228,282	315,128	1,543,410
2030	1,056,821	117,268	1,174,089	795,582	378,507	1,174,089	1,852,403	495,775	2,348,177
2035	1,392,452	153,773	1,546,225	1,045,879	500,346	1,546,225	2,438,331	654,119	3,092,450
2040	1,698,835	185,120	1,883,955	1,268,018	615,937	1,883,955	2,966,853	801,058	3,767,911
2045	1,983,556	207,148	2,190,704	1,451,641	739,063	2,190,704	3,435,197	946,211	4,381,408
2050	2,237,808	220,710	2,458,518	1,595,999	862,519	2,458,518	3,833,807	1,083,230	4,917,036

99. マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値(TEU)の比較、及び双方の予測値を同じグラフに重ね合わせたものを以下に示す。2030 年代半ばまではマイクロモデルによる予測値がマクロモデルの Base Case+0.5%のケースを上回るが、長期的にはマイクロモデルによる伸びは鈍化する傾向がある。

表 4-8 マクロモデル及びマイクロモデルによる予測値 (TEU ベース) の比較

	TEU					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Micro(Total)	1,164,791	1,852,667	2,441,048	2,978,154	3,477,286	3,923,005
Macro(Total)	1,087,036	1,651,788	2,155,924	2,630,294	3,071,125	3,464,782

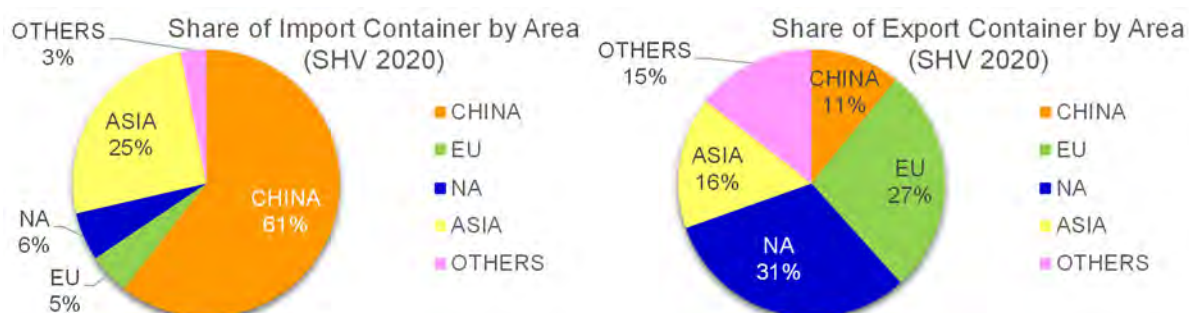


出典: JICA 調査団

図 4-24 SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測

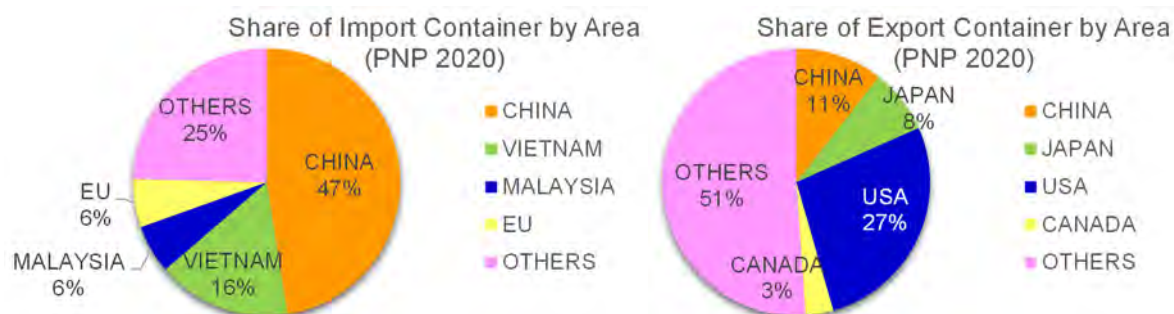
4.5.5 貿易地域別コンテナ貨物量の予測

100. ミクロ予測で品目別に分析したカンボジアのコンテナ取扱量(トン)について、輸出入品目毎の地域別シェア(地域は中国以外のアジア地域、中国、欧州、北米、その他地域の5地域)を想定し、マクロモデルによる予測値を用いて、地域別の輸出入コンテナ貨物量(TEU)を求める。さらに貿易地域毎のSHV港シェアを想定し、SHV港の地域別輸出入コンテナ取扱量(TEUベース)を推定する。
101. 輸出入品目毎の貿易地域別シェアについては、IHS Dataの実績(2011年～2020年)及び予測(2021年～2035年)を参考に設定するとともに、貿易地域毎のSHV港シェアについては、以下に示す2020年における各港(SHV港、PNP港)の地域別輸出入コンテナ貨物量により算出したシェアを用いた。



出典:SHV、PPAP

図 4-25 輸出入コンテナ貨物量貿易地域別シェア(SHV 港)



出典:SHV、PPAP

図 4-26 輸出入コンテナ貨物量貿易地域別シェア(PNP 港)

102. SHV 港における地域別コンテナ貨物量(輸出入合計 TEU)は以下のとおりである。

表 4-9 SHV 港における貿易地域別コンテナ貨物量(輸出入合計 TEU、上:実入、下:実入+空)

Year	Asia (Exc. China)	China	EUR	NA	Others	Total
2025	298,034	214,825	172,387	116,311	89,946	891,503
2030	454,745	323,800	264,422	178,400	132,636	1,354,004
2035	598,811	413,979	348,877	236,382	170,296	1,768,345
2040	729,004	504,472	423,270	285,660	206,722	2,149,129
2045	847,214	587,855	485,815	328,516	238,173	2,487,574
2050	950,393	661,708	536,005	364,279	264,200	2,776,584

Year	Asia (Exc. China)	China	EUR	NA	Others	Total
2025	342,022	233,658	241,265	153,557	116,534	1,087,036
2030	520,737	352,063	370,119	235,387	173,481	1,651,788
2035	683,747	450,444	487,073	310,840	223,820	2,155,924
2040	834,109	549,291	595,720	377,796	273,378	2,630,294
2045	973,863	641,223	696,274	440,419	319,346	3,071,125
2050	1,098,684	723,385	785,691	496,707	360,315	3,464,782

出典: JICA 調査団

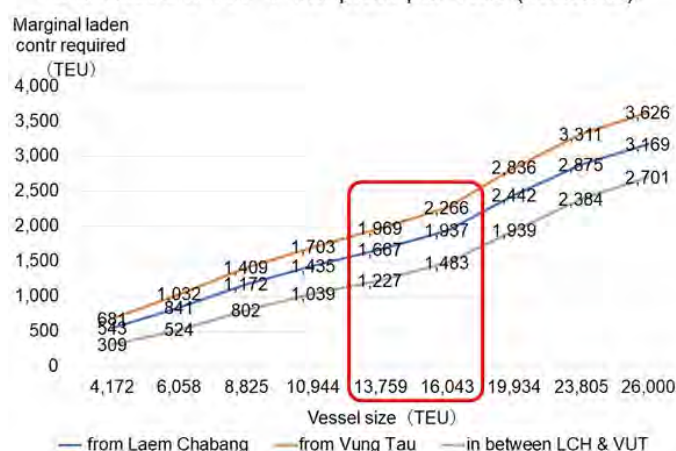
4.5.6 欧州・北米航路の就航時期

103. 前節の検討結果によれば、欧州・北米地域との間の実入コンテナ貨物量は、2030 年で欧州方面が約 27 万 TEU、北米方面が約 18 万 TEU と推定される(下表参照)。
104. 週 2 回のサービスを想定すると、1 寄港当たり欧州方面が約 2,000TEU、北米方面が 2,500TEU(いずれも実入)、週 3 回のサービスを想定した場合、それぞれ約 1,300 TEU 及び約 1,600 TEU(いずれも実入)となる。
105. 他方、4.4 で検討した積載コンテナの必要数(実入コンテナ TEU)の分析(図 4-16)に基づく、1 寄港当たり約 1,200TEU の実入コンテナの積み下ろしがあれば、14,000TEU クラスの寄港に対して十分なレベルにあることから、2020 年代後半に SHV 港への寄港が実現する可能性は十分にあると考えられる。

表 4-10 欧州・北米地域とのコンテナ流動量(輸出入合計実入 TEU)

Year	Laden (TEU)		# of weekly service			
			in case of 3 per week		in case of 2 per week	
	EUR	NA	EUR	NA	EUR	NA
2025	172,387	116,311	1,105	746	1,658	1,118
2030	264,422	178,400	1,695	1,144	2,543	1,715
2035	348,877	236,382	2,236	1,515	3,355	2,273
2040	423,270	285,660	2,713	1,831	4,070	2,747
2045	485,815	328,516	3,114	2,106	4,671	3,159
2050	536,005	364,279	3,436	2,335	5,154	3,503

Laden containers (import & export) required per call =
 Total cost amount ÷ net profit per TEU (150USD)



(図 4-16 再掲) 追加寄港に必要な最少実入りコンテナ数(シナリオ、船型別)

4.5.7 船舶寄港数の推計

106. SHV 港での船舶寄港数については、方向別のコンテナ取扱量(TEU)(欧州(EUR)、北米(NA)、その他)に基づき、1 寄港ごとに積卸されるコンテナの数、船型分布を仮定し、以下のように推定される。

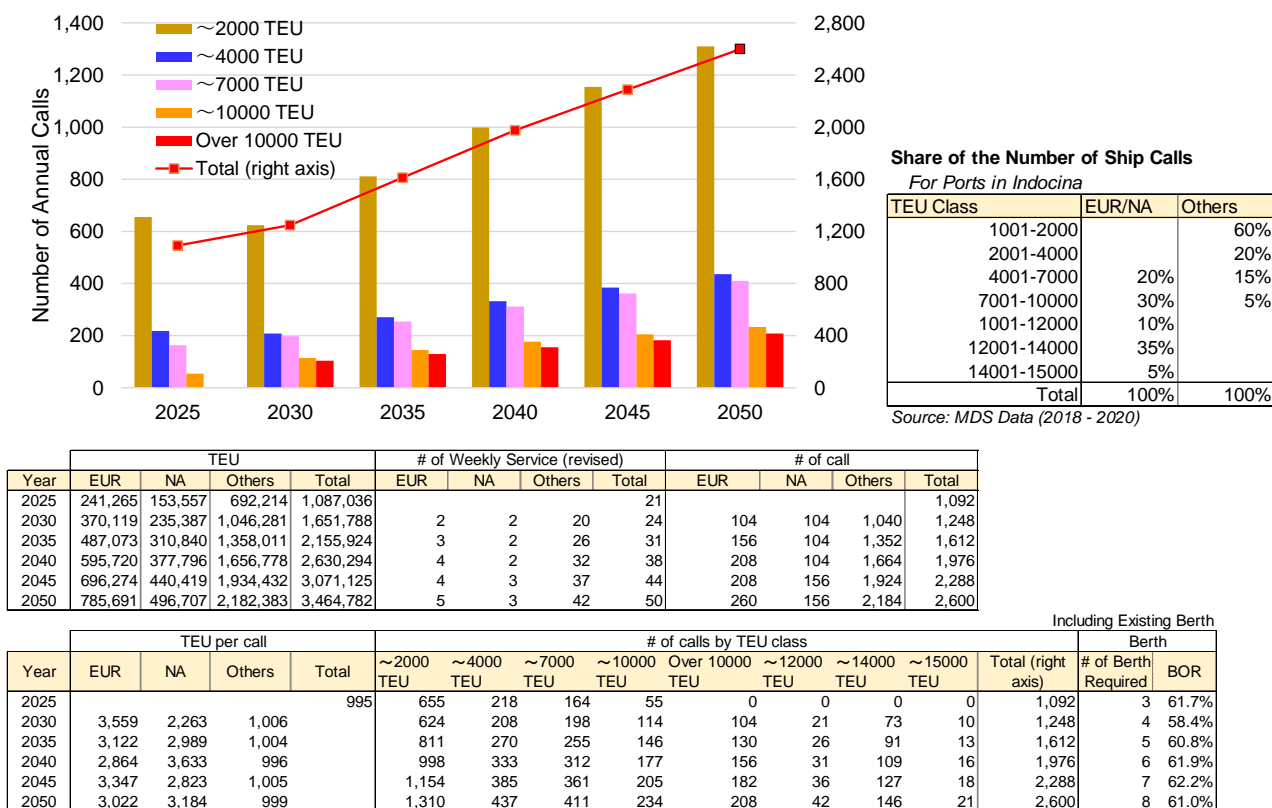


図 4-27 船舶寄港数の予測

出典: JICA 調査団

4.6 SHV 港を取り巻くインフラ開発事業

4.6.1 SHV 港 SEZ

107. SHV 港 SEZ(SPSEZ)は、日本の円借款事業で整備され、2012 年 5 月に開所された。総面積 70ha、販売面積 45ha(48 ロット)を有し、現在日系企業 3 社(OJITEX、ユニオン楽器、イオンモール)、現地企業 1 社(Cambrew)が入居しており、運営は PAS が行っている。なお、現在、自由港化に向けた検討が進められており、さらなる企業の立地が期待されている。

4.6.2 道路整備事業

108. 現在、既存の SHV 港との間の道路によるアクセスは、主に国道 4 号線を利用している。2017 年に実施された「シハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業準備調査」では、コンテナ貨物車の交通と地域住民の交通の円滑な流れを実現するために、国道 4 号線と NCT を結ぶアクセス道路(NCT アクセス道路)が、前述の「新コンテナターミナル整備事業」の一部として計画がなされている。

109. また、現在建設中の PNP-SHV 高速道路(2022 年 9 月完成予定)と、2022 年 8 月までに完成予定のストゥンハブ港近くの高速道路インターチェンジから SHV 港につながる道路区間(州道 146b 号線・州道 148 号線)の改修により、SHV 港関連貨物車両の新たな代替輸送ルートが確保される予定である。

110. 特に、プレアシハヌーク州と首都である PNP とを結ぶ道路ネットワークの強化を目的とした高速道路・幹線道路整備についても、MPWT のもとで計画・実施されており、SHV 港と主要な流通拠点であるプノンペンを結ぶ交通に大きな影響を及ぼす整備事業である。



出典: Google Earth、作成: JICA 調査団

図 4-28 NCT 開発に関連する周辺主要道路整備計画図

111. 図 4-29 に NCT 直近における道路配置図を示す。



出典: Google Earth、作成: JICA 調査団

図 4-29 SHV 港の周辺道路整備計画図

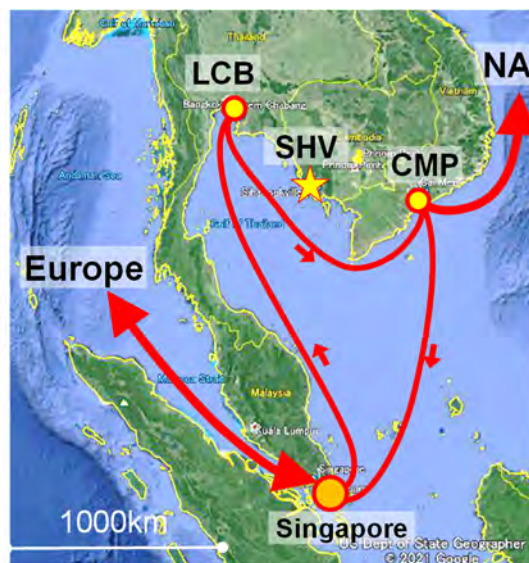
4.7 事業の位置付け及び必要性

112. これまでの分析・検討によれば、PAS から要請の挙げた NCT2 及び NCT3 の整備については、2035 年までのコンテナ需要量からみてその必要性、緊急性は明らかである。また、次章で検討するように、これらターミナルの対象船舶を、北米・欧州航路を含むより広域的な航路サービスの誘致という観点にたって計画することにより、シンガポール等での積替が減少するとともに、船舶の大型化への対応を進めることによって、カンボジアの貿易における物流コストを低減することが可能になると考えられる。こうしたことを踏まえれば、カンボジア経済全体への裨益という観点から、本事業を実施する意義は極めて大きいといえる。

第5章 港湾開発計画

5.1 計画にあたっての基本方針

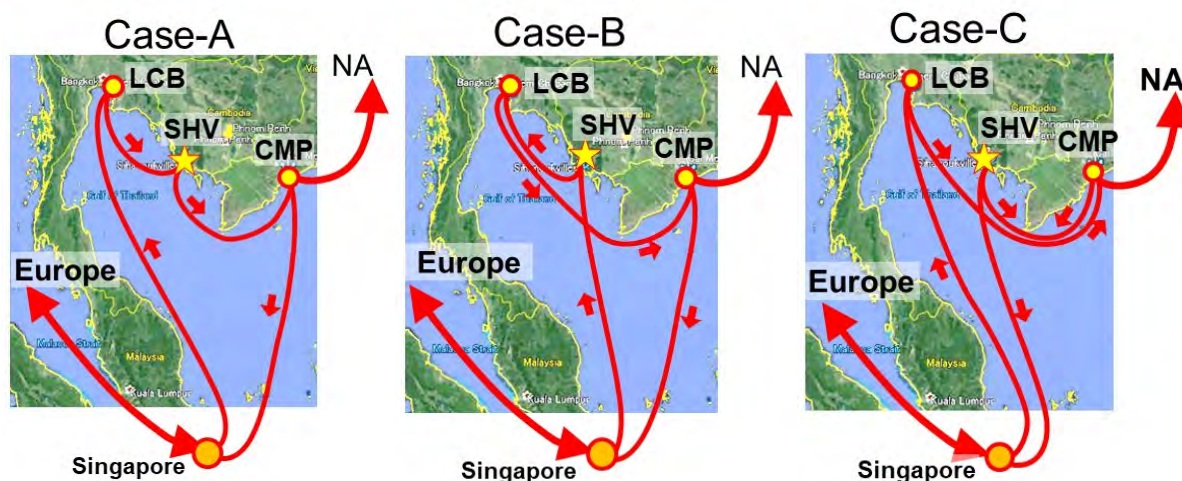
113. 北米・欧州地域は、カンボジアの主要かつ重要な貿易パートナーであるが、SHV 港には、これらの地域との間の直行輸送サービスは寄港していない。従って、北米・欧州地域との間を行き来する輸出入コンテナはシンガポールで積み替える必要があり、北米・欧州との直行輸送サービスがある近隣諸国と比較して、輸送時間及び物流コストの点で不利な立場にあるといえる。このため、NCT2、NCT3 は、これら北米・欧州との直行輸送サービスを寄港させる可能性を考慮に入れて計画することを基本方針とする。これにより、カンボジア発着貨物の物流コストが低減し、カンボジア経済が強化されることとなる。
114. 一方、SHV 港が独自に新しい直行便を仕立てることは、一寄港当たりの貨物量から見て短期的には難しいと考えられる。誘致のアプローチとしては、LCB 港、CMP 港／ブンタオ(VUT)港などに既に寄港している既存の北米・欧州地域直行輸送サービスを利用し、SHV 港に追加寄港させるというのが現実的であるとされる。
115. 北米・欧州航路に配船されている 10,000TEU 以上のクラスの船舶を対象に、LCB 港、CMP/VUT 港の寄港の前後の港湾を見ると、殆どの船舶が LCB から CMP/VUT に向かっているのに対し、逆方向に向かう船舶は殆どない。
116. これを基に、北米・欧州地域との間の直行輸送サービスについて、LCB 港、CMP/VUT 港に寄港する現在のパターンを図化すると以下ようになる。



出典:JICA 調査団作成

図 5-1 LCB 港、CMP/VUT 港を巡る北米・欧州航路の寄港パターン(現況)

117. 現在の寄港パターンを踏まえると、北米・欧州航路サービスを SHV 港へ寄港させる最も現実的な方法は、LCB 港や CMP 港など近隣の大規模港湾に寄港する航路を SHV 港に寄港させることであり、従って、SHV 港寄港パターンとして考えるケース以下のとおりと考えられる。
- ケース-A:LCB 港から CMP/VUT への向かう途中でシハヌークビルへ寄港
 - ケース-B:LCB 港寄港の前に SHV 港へ寄港
 - ケース-C: CMP/VUT 港寄港後にシハヌークビルへ寄港



出典: JICA 調査団作成

図 5-2 SHV 港寄港パターンケース(欧州往航復航及び東西振り子航路)

118. 現在の寄港パターン(Base ケース)に対して、Case-A、Case-B 及び Case-C の航行距離を以下に示す(図の赤い線)。Case-A、Case-B は Base ケースとほぼ同じであるが、Case-C の場合、Base ケースよりも 300NM 長くなり、他のケース(Case-A、B)と比較して実現性は劣ると考えられる。すなわち、Case-C は SHV を積みのラストに持って来るローテーションとなるため、レムチャバン及びカイメップで積んだ輸出荷主にとってトランジットタイムが長くなり、不利益をもたらすような配船となるからである。また、Case-A についても、レムチャバンで積んだ輸出荷主にとってトランジットタイムが長くなる。従って、SHV 港への寄港可能性の最も高いパターンは Case-B、次いで Case-A であり、Case-C のパターンは現実的ではないと考えられる。

表 5-1 航行距離の比較(Base ケース、Case-A、Case-B 及び Case-C)

	SP-LCB	LCB-CMP/VUT	CMP/VUT-SP	LCB-SHV	SHV-CMP/VUT	SP-SHV	Total
現在	800NM (1)	599NM (2)	620NM (3)	-	-	-	2,020NM
Case-A	800NM (1)	-	620NM (4)	256NM (2)	370NM (3)	-	2,046NM
Case-B	-	599NM (3)	620NM (4)	256NM (2)	-	621NM (1)	2,096NM
Case-C	800NM (1)	599NM (2)	-	-	370NM (3)	621NM (4)	2,390NM

* NM = Nautical Mile (1 NM = 1.852 km)

119. 以上の分析結果を踏まえ、Case-B 又は Case-A による基幹航路の SHV 港寄港パターンを念頭に、新たなコンテナターミナル整備にあたっての対象船型を設定し、ターミナル及び航路・泊地の諸元を検討する。

5.2 対象船型

120. 各年の MDS データベースによれば、LCB 港には約 80 の Weekly サービスがあり、そのうち 8%~10% は北米・欧州航路である。CMP/VUT 港には 20 以上の Weekly サービスがあり、その半分以上が北米・欧州航路である。

121. LCB 港及び CMP/VUT に寄港する北米・欧州航路のコンテナ船のサイズ分布をみると、近年、10,000TEU クラス以上のシェアが高まっていることがわかる。

122. 他方、MDS データ(2018 年~2020 年の 3 年間のデータ)に基づくと、LCB 港、CMP/VUT 港の合

計寄港数の 90%以上は、欧州航路では 15,000 TEU 以下の船舶、北米航路では 14,000TEU 以下の船舶によって輸送されていることがわかる。他方、インド太平洋地域をカバーするルートについては、10,000 TEU 以下の船舶が総寄港数の 90%以上を占めていることがわかる。

123. これらを踏まえ、Clarkson 船舶データベースにより、TEU 積載容量と DWT、船長 LOA、船幅 Beam、積載列数、満載喫水の分析を行った結果に基づき、対象船舶を以下のように設定する。すなわち、北米・欧州航路の船舶については 15,000TEU クラス、インド太平洋地域をカバーする航路の船舶については 10,000TEU クラスとする。(LOA 及び船幅は 14,000TEU クラスと 15,000TEU クラスで同じであり、15,000TEU クラスを対象船舶として考える。)

ターゲットとする船舶	インド太平洋地域をカバーする航路に就航する船舶	北米・欧州航路に就航する船舶	
TEU	10,000 TEU	(14,000 TEU)	15,000 TEU
DWT	120,000 DWT	(150,000 DWT)	160,000 DWT
LOA	LOA =350 m	(LOA=370m)	LOA=370m
Beam	Beam=49 m	Beam=51m	Beam=51m
Draft	Draft=15.0 m	Draft =15.5m)	Draft =16.0m

5.3 短期港湾開発計画

5.3.1 ターミナル形状及び岸壁配置計画

5.3.1 (1) 岸壁の延長と水深

5.3.1 (1) a 計画対象船舶の諸元

124. 岸壁の所要延長と水深は計画対象船舶の大きさによって異なる。前項の対象船舶の検討において、方面別に設定した船舶諸元は以下のとおりである。

表 5-2 計画対象コンテナ船の諸元

就航地域	船型 (TEU)	船型 (DWT)	LOA(m)	Beam(m)	Draft(m)
インド太平洋地域をカバーする航路	10,000	120,000	350	49	15.0
北米・欧州航路	15,000	160,000	370	51	16.0

出典: JICA 調査団 (Clarkson Database による)

5.3.1 (1) b 岸壁の所要延長

125. 岸壁の所要延長は船舶の全長 (LOA) に船首、船尾の係留索を取るための幅を確保した長さにする必要がある。係留索の岸壁法線との角度は一般的に 30°~45°であるが、計画対象岸壁は連続バースであること、最大船型の船舶の係留頻度は比較的少ないことなどを勘案し、図 5-3 に示す様に $LOA + 2 \times Beam / 2$ とする。

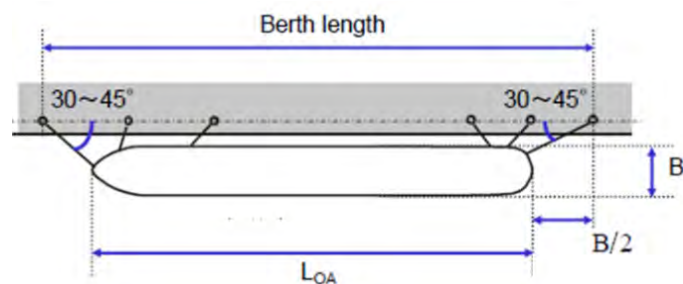


図 5-3 岸壁全長の構成

5.3.1 (1) c 岸壁の所要水深

126. 岸壁の所要水深は、船舶の動揺などによっても船体が海底面に接触しない様にするなどの安全の確保の観点などから、一般的に計画対象船舶の喫水に 10%の余裕水深を考慮して設定する。
127. 将来においてターミナルの運用をしながらの増深が必要になった場合、航路浚渫は船舶が航行していない時に実施することは可能であるが、岸壁前面においては浚渫が可能な時間が制限されるので、当初から最終計画水深としておくことが望ましい。また、将来において大喫水のコンテナ船を入港させる必要が生じた時に、潮位差(最大 1.4m)を活用すれば航路の航行は可能であるので、岸壁前面の水深を当初から最終計画水深にしておくことの有効性は高い。
128. 以上の検討に基づき、岸壁の諸元は以下に示すとおり設定する。

表 5-3 計画対象コンテナ船の船型と岸壁の諸元

船型 (TEU)	船型 (DWT)	岸壁延長 L (m)	岸壁水深 D (m)
10,000	120,000	400	16.5
15,000	160,000	430	17.5

出典: JICA 調査団

5.3.1 (2) コンテナターミナルの形状及び取扱容量

129. コンテナターミナルにおけるコンテナ取扱容量を左右する要因は、ガントリークレーンなどの岸壁における取扱能力と荷役のためにコンテナを蔵置するコンテナヤードの広さやハンドリング能力である。コンテナターミナルの取扱容量は上記で求めた値のうち、小さい方の値となる。
130. 取扱容量計算の前提条件は以下のとおり。

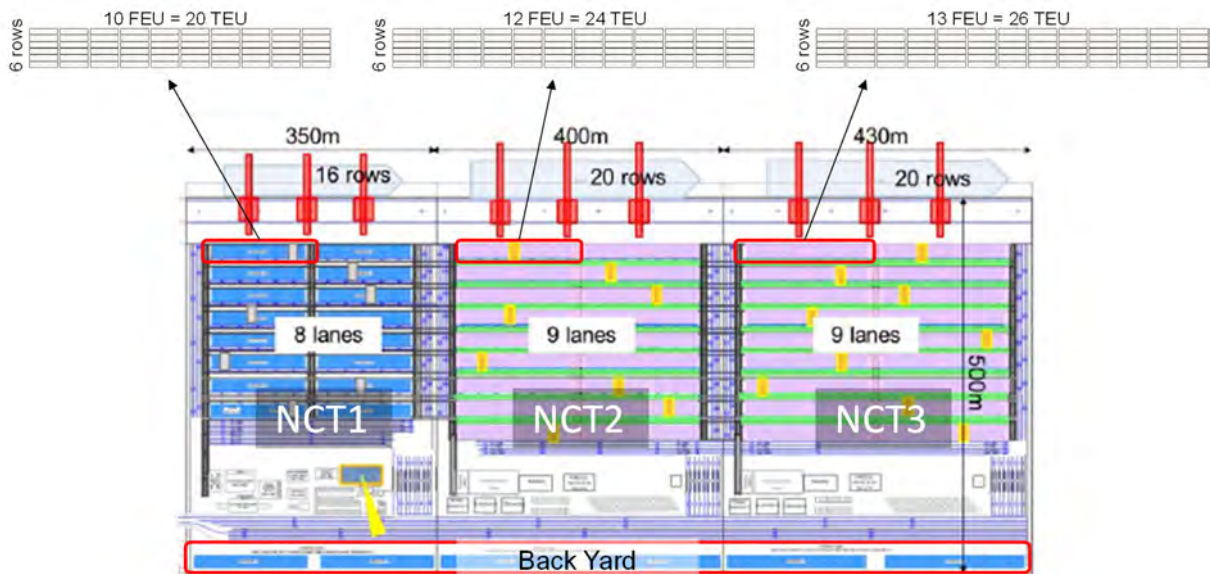
表 5-4 コンテナターミナルの取扱容量計算の前提条件

	NCT1	NCT2 / NCT3		既存CT
対象船舶	4,000TEU 60,000DWT	10,000TEU 120,000 DWT	15,000TEU 160,000 DWT	-
バース延長	L=350 m	L=400 m	L=430 m	L=400 m
ターミナル奥行	500 m	500 m	500 m	350 m
グランドスロット数 (TEU)	2,200 TEU (including backup area)	2,880 TEU (including backup area)	3,100 TEU (including backup area)	4,300 TEU (including SEZ yard (1,400) and Yard-B' (200))
岸壁クレーン(QGC)	3 units (16 rows)	3 units (20 rows)	3 units (20 rows)	6 units (12 rows)

5.3.1 (2) a コンテナヤードの年間取扱容量

131. コンテナヤードの年間取扱容量(TEU/年)を次の条件で算定する。バックヤードは輸出空コンテナ蔵置のためのヤードで、NCT1を計画した際の考え方を踏襲している。

- ①グラントスロット数
 =1,920(6列×20×16 bays)+240(バックヤード)=2,160TEU(NCT1)
 =2,592(6列×24×18 bays)+288(バックヤード)=2,880TEU(NCT2)
 =2,808(6列×26×18 bays)+312(バックヤード)=3,120TEU(NCT3)
- ②コンテナの平均蔵置段数=4.5(マーシャリングヤード:RTG)、3.5(バックヤード:RS)
- ③ヤード平均利用率=0.75
- ④一日最大取扱量の週間平均取扱量の比=1.4
- ⑤コンテナ蔵置日数=輸入コンテナ及び輸出実入コンテナ…4日、輸出空コンテナ…6日(計画)



132. コンテナヤードの年間取扱容量は次式によって算定する。

● コンテナヤードにおける年間取扱容量 = ① × ② × ③ / ④ × (365/⑤)

<Berth Length = 400m and 430m>

Ground Slot inside the Port: 2,592 2,808

	400m			430m		
	CY		Back Yard	CY		Back Yard
	Import & Export Full	Export Empty		Import & Export Full	Export Empty	
Ground Slot	2,137	455	288	2,314	494	312
Average Number of Layers for Stored Boxes	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	3.5
Average Yard Occupancy Ratio	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Peak Day Factor of a Week	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Average Container Storage Days (Dwell Time)	4.0	6.0	6.0	4.0	6.0	6.0
Annual Capacity	470,000	66,800	32,900	509,100	72,400	35,600
	470,000	99,700		509,100	108,000	
Total	569,700			617,100		

<Berth Length = 350m (NCT1) and 300m>

	NCT1 (350m)			300m (Reference)		
	CY		Back Yard	CY		Back Yard
	Import & Export Full	Export Empty		Import & Export Full	Export Empty	
Ground Slot	1,598	322	240	1,424	304	192
Reefer Plug	-	-	-	-	-	-
Average Number of Layers for Stored Boxes	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	3.5
Average Yard Occupancy Ratio	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Peak Day Factor of a Week	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Average Container Storage Days (Dwell Time)	4.0	6.0	6.0	4.0	6.0	6.0
Annual Capacity	351,600	47,200	27,400	313,300	44,500	21,900
	351,600	74,600		313,300	66,400	
Total	426,200			379,700		

5.3.1 (2) b 岸壁における荷役機械の年間取扱能力

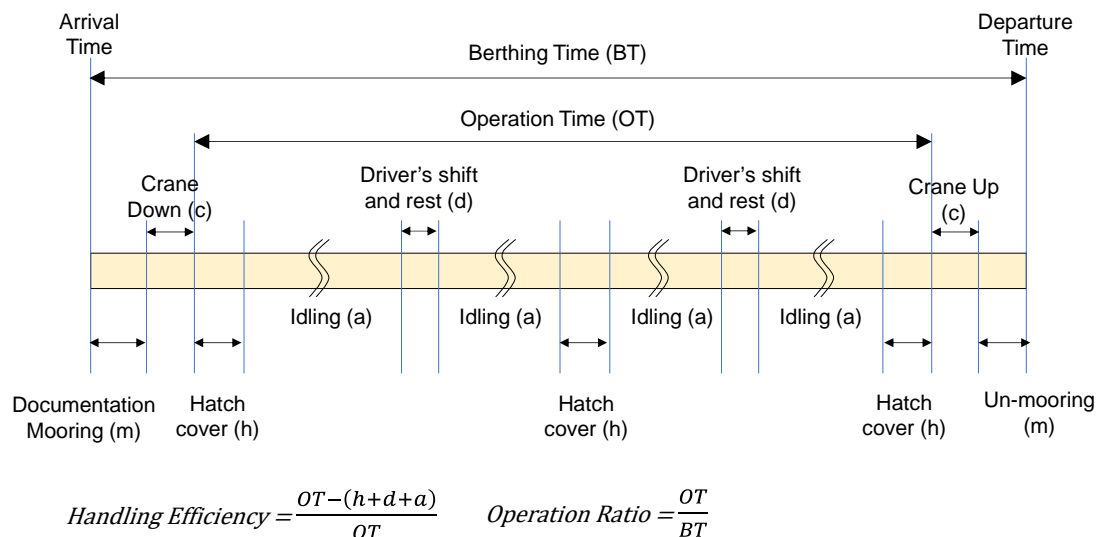
133. 岸壁における荷役機械の年間取扱能力 (TEU/年) を次の条件で算定する。

- ①クレーンの基数 = 3
- ②時間当たりのコンテナ取扱回数 (MAX) = 30 move/時間
- ③クレーンの平均効率 = 0.9 (アイドリング時間、ハッチカバーオペレーション等による効率低下)
(時間当たりのコンテナ取扱回数 (平均) = 27 move/時間 (= 30 x 0.9))
- ④クレーンの年間稼働日数 = 360 日
- ⑤クレーンの稼働率 = 0.9 (接岸時間に対するクレーン稼働時間の割合。24 時間に対して 21 時間強と仮定すると 0.9 となる。)
- ⑥岸壁占有率 (BOR) = 65%
- ⑦TEU/box 率 = 1.65

134. 岸壁における年間取扱能力は次式によって算定する。

- 岸壁における年間取扱能力 = ① x ② x ③ x ④ x 24 x ⑤ x ⑥ x ⑦

		NCT1	400m	430m
# of Berth		3	3	3
QGC Productivity (move/hr; net)	Pn	30	30	30
Handling efficiency	e	90%	90%	90%
QGC Productivity (move/hr; gross)	Pg=Pn*e	27.0	27.0	27.0
Operable Days	d	360	360	360
BOR (Berth Occupancy Ratio)	b	65%	65%	65%
Operation Ratio	r	90%	90%	90%
Annual QGC Productivity (box/year/QGC)	Cb=Pg*d*b*r	136,469	136,469	136,469
TEU/Box Ratio	t	1.65	1.65	1.65
Annual QGC Productivity (TEU/year/QGC)	Ct=Cb*t	225,174	225,174	225,174
# of QGC/berth	n	3	3	3
Annual Handling Capacity (TEU/year)	H=Ct*n	675,521	675,521	675,521



5.3.1 (2) c コンテナターミナルの取扱能力

135. 上記の検討により、コンテナヤードの取扱容量及び岸壁における取扱能力を比較し、クリティカルとなる（＝小さい方の）数字をコンテナターミナルとしての取扱容量とする。結果は以下に示すとおり、ヤードの容量で決まることとなる。

ターミナル	岸壁サイドの取扱能力	コンテナヤードの取扱容量	コンテナターミナルの取扱容量
NCT1	675,521	426,200	426,200
NCT2	675,521	569,700	569,700
NCT3	675,521	617,100	617,100

5.3.1 (3) ターミナル開発計画

5.3.1 (3) a 開発オプションの設定

136. 上記の検討に基づき、対象船型に応じたターミナルの諸元を以下のとおり設定する。

表 5-5 対象船型に応じたターミナルの諸元

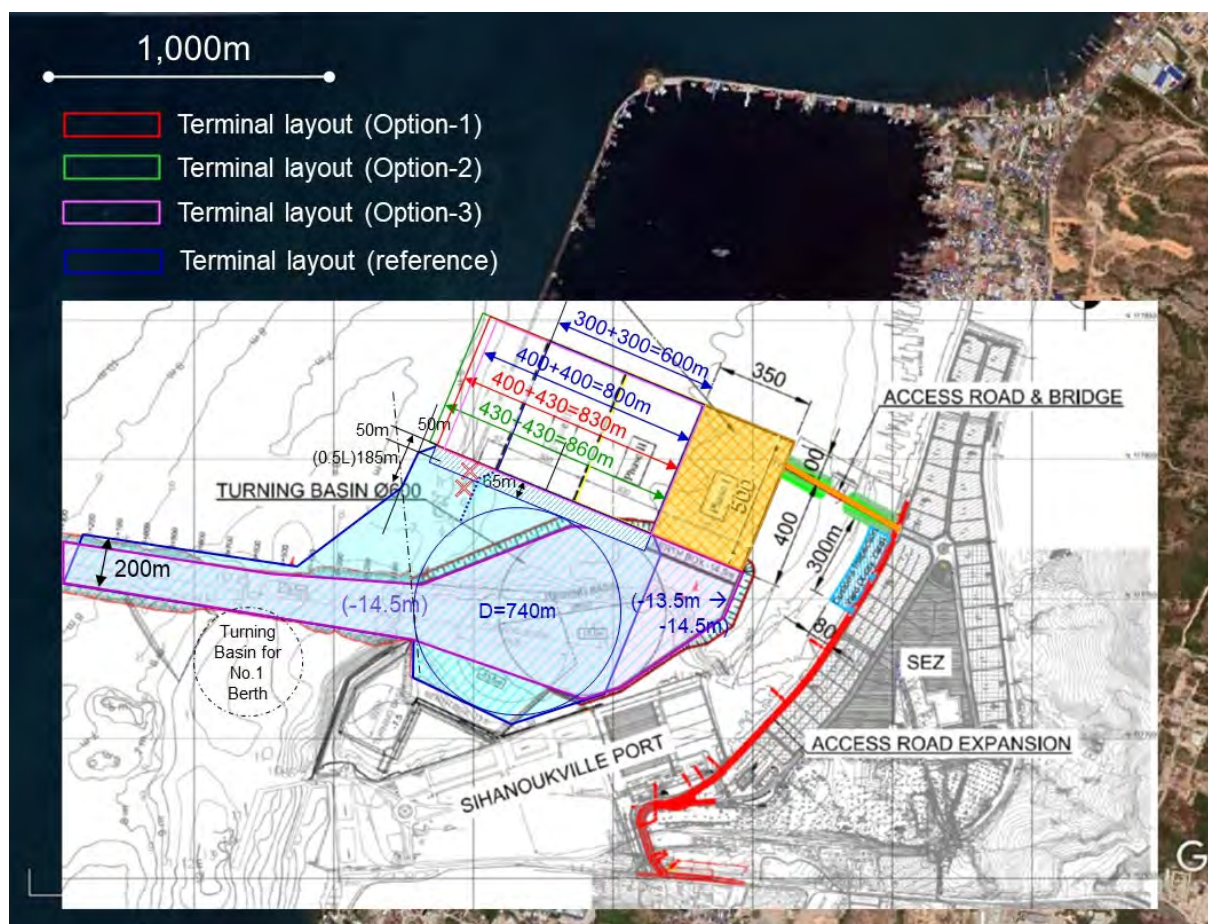
対象航路	インド太平洋地域の航路	北米・欧州航路
対象船舶(TEU / DWT)	10,000 TEU / 120,000 DWT	15,000 TEU / 160,000 DWT
バース延長	400 m	430 m
ターミナル奥行	500 m	500 m
岸壁前面水深	-16.5 m	-17.5 m
岸壁前面泊地幅	65 m	65 m
荷役機械(暫定)	QGC	20 row x 3 units
	RTG	10 units (1 over 5)
		20 row x 3 units
		10 units (1 over 5)

137. 各ターミナル(NCT2 及び NCT3)に対する上記対象船型の組み合わせとして、以下の3つの開発オプションを設定する。表中の既存コンテナターミナルの容量(約 0.8 百万 TEU)については後述する(5.3.1 (3) c)。

表 5-6 開発オプションの設定

項目	オプション1	オプション2	オプション3	(2017FS)	
コンセプト	2020年代後半にインド太平洋地域を広くカバーする航路の寄港を目指す(NCT2)。2030年代初頭に北米・欧州航路の寄港を目指す(NCT3)。	2020年代後半にインド太平洋地域だけでなく、北米・欧州航路の寄港も目指す(NCT2)。	インド太平洋地域を広くカバーする航路の寄港を目標とする。但し、NCT1～NCT3の連続バースとしての運用により、北米・欧州航路の寄港も一部可能とする。	(シンガポールフィーダを前提とした航路ネットワークを維持する。)	
対象船舶	NCT2 NCT3	10,000TEU 15,000TEU	15,000TEU 15,000TEU	10,000TEU 10,000TEU	(約3,500TEU) (約3,500TEU)
バース諸元	NCT2 NCT3	L=400m, D=16.5m L=430m, D=17.5m	L=430m, D=17.5m L=430m, D=17.5m	L=400m, D=16.5m L=400m, D=16.5m	L=300m, D=14.5m L=300m, D=14.5m
ターミナル総延長(NCT1含む)		830m (1,180m)	860m (1,210m)	800m (1,150m)	600m (950m)
年間取扱能力	NCT1~NCT3 既存CT	1.61 百万TEU 0.8 百万TEU	1.66 百万TEU 0.8 百万TEU	1.57 百万TEU 0.8 百万TEU	1.19 百万TEU 0.8 百万TEU
コンテナ需要(百万TEU)	1.7 百万TEU (2030), 2.2 百万TEU (2035), 2.6 百万TEU (2040)				

138. 以上 3 つのオプションを図化したものを以下に示す。



出典: JICA 調査団 (Google Earth)

図 5-4 3 つの開発オプションに係るレイアウト

5.3.1 (3) b 開発オプションの評価

139. 費用も含めた各オプションの比較結果を以下に示す。需要予測に基づくと、北米・欧州航路サービスは2030年頃には週に2～3便の就航が見込まれることから、少なくともNCT3は15,000 TEUクラスを対象として計画することが望ましいと考えられる。他方NCT2については、北米・欧州航路サービスの寄港を

主力とするには需要が不足している懸念もあり、できる限りコストを低減させる観点からインド太平洋地域をカバーする航路サービスを目指し、10,000TEU クラスを対象として計画することとする。なお、NCT1 及び NCT2 を連続バースとして運用する場合には、北米・欧州航路サービスに就航する大型船舶も係留は可能である。これらを踏まえ、オプション1をNCT2及びNCT3の開発計画として提案する。

表 5-7 開発オプションの比較

項目	オプション1	オプション2	オプション3	(2017FS)
コンセプト	2020年代後半にインド太平洋地域を広くカバーする航路の寄港を目指す(NCT2)。2030年代初頭に北米・欧州航路の寄港を目指す(NCT3)。	2020年代後半にインド太平洋地域だけでなく、北米・欧州航路の寄港も目指す(NCT2)。	インド太平洋地域を広くカバーする航路の寄港を目指すにとどめる。但し、NCT1～NCT3の連続バースとしての運用により、北米・欧州航路の寄港も一部可能とする。	(シンガポールフィードを前提とした航路ネットワークを維持する。)
延長(NCT1～NCT3)	830m (1,180m)	860m (1,210m)	800m (1,150m)	600m (950m)
ターミナル及び荷役機械整備費(オプション1を1.00とした場合の比率)	1.00	1.01	0.98	0.85
ターミナル容量(既存CTを含む)百万TEU	1.61 (+ 0.8)	1.66 (+ 0.8)	1.57 (+ 0.8)	1.19 (+ 0.8).
	2035 (2.2百万TEU)までの需要に対応可能			2035 までの需要に対応できない
コンテナ需要	1.7 百万TEU (2030) / 2.2百万TEU (2035) / 2.6百万TEU (2040)			
環境社会配慮	既存防波堤を撤去する必要あり(約700m)			防波堤の撤去の必要なし

5.3.1 (3) c 既存コンテナターミナルの容量

140. NCT2 及び NCT3 の整備時期を検討するためには、需要とターミナルの容量との関係を見極める必要がある。新たなコンテナターミナル(NCT1～NCT3)の容量については既に述べたとおりで、ここでは既存のコンテナターミナルの容量を検討する。結果は以下のとおりである。

表 5-8 既存コンテナターミナルの年間取扱容量(TEU/年)

Terminal		Quay Side Capacity	Yard Capacity	Terminal Capacity
Existing CT	Present	785,327	753,900	753,900
	Stage-1	854,825	753,900	753,900
	Stage-2	896,524	782,200	782,200
	Stage-3	1,063,319	782,200	782,200
	Stage-4	1,063,319	807,800	807,800
	Stage-5	1,063,319	773,100	773,100

- Present バースシフトオペレーションによりQGCの荷役効率が低下。
 Stage-1 バースシフトが解消(No7のクレーンレールを25m延長、No8の綱取りドルフィンを25m先に追加)。
 Stage-2 バースNo6へのクレーンレール延長完了(コンテナバース化)。バースNo6背後の上屋No5のコンテナヤード化(Yard-B')。
 Stage-3 Stage-2に加え、QGC1基追加(合計6基体制)。
 Stage-4 Stage-3についてコンテナの港内滞留時間を減らしヤードの容量が向上。
 Stage-5 Stage-3について滞留時間がさらに改善され(技プロの目標値)ヤードの容量がさらに向上、その結果SEZに置いている空コンヤードを解放。

出典: JICA 調査団

141. 上記既存コンテナターミナルの容量に関して想定したタイムラインは以下のとおり。なお、この他、既存ターミナルの容量を向上させるための緊急措置として、日本による無償資金協力でモバイルハーバークレーン

の導入がなされる予定であり(2023年)、さらなる容量の改善が期待できる。

表 5-9 既存コンテナターミナルの容量に関して想定したタイムライン

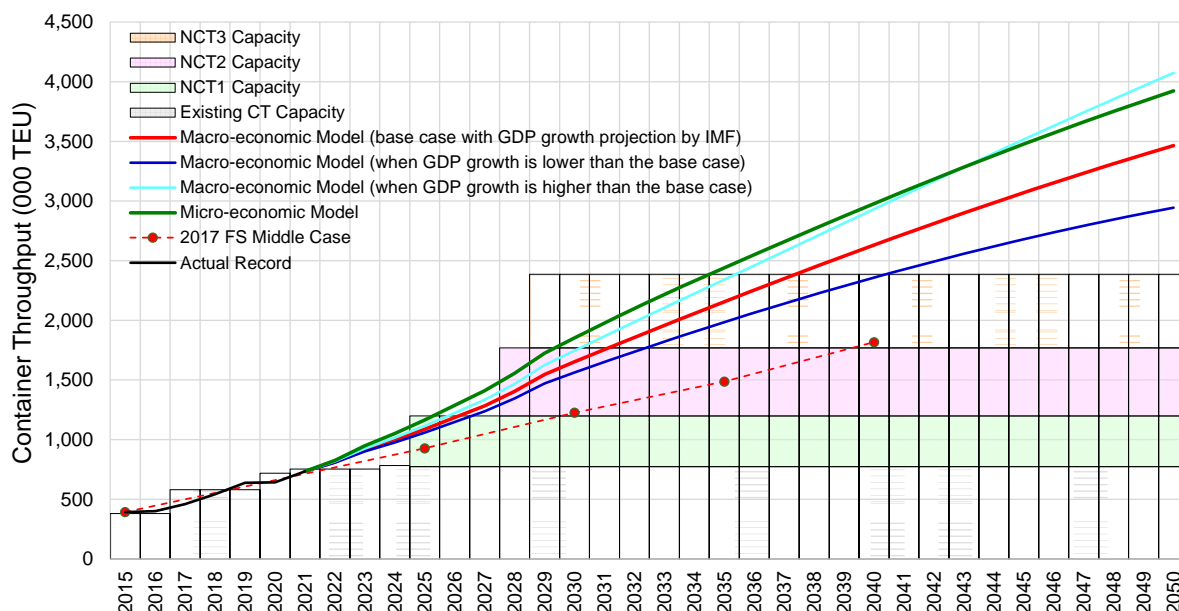
2017年	QGC2 基体制⇒4 機体制。
2020年	ヤードを拡張(ヤードD、SEZ内ヤード)。但しQGCは4基で容量に変化なし
2021年	QGCが5基体制、上記ヤードで決定される容量に向上。
2022年	Stage-1(PASによる25m×2の延長により、パースシフトが解消。但しヤード容量は変化なし。)
2024年	Stage-3(No6へのレール延長工事が完了、QGC1基を追加し3パース体制が整う。ターミナルの容量に変化はないが、パースウィンドウが格段に広がり航路の追加受入が可能となる。)
2025年	Stage-4(港内滞留時間が減り、ヤードキャパが向上。) (NCT1開業)
未定	Stage-5(既存CTの港内滞留時間がさらに改善し、SEZヤードを解放。)

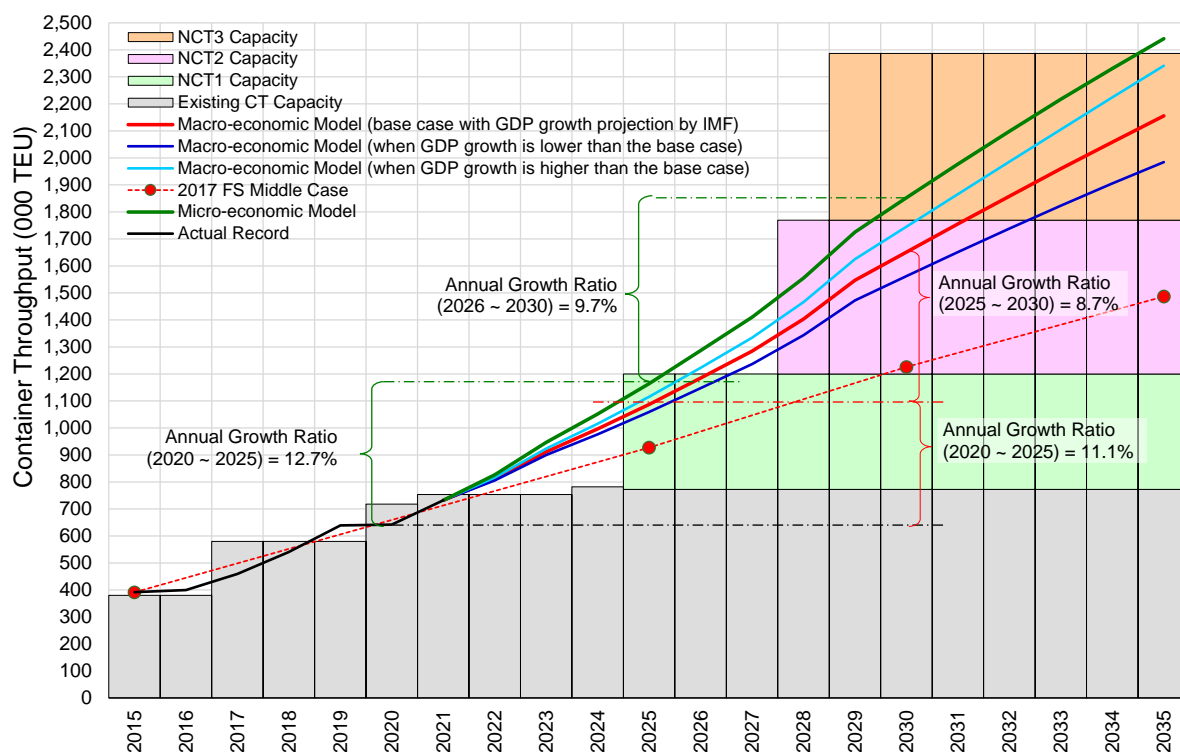
出典:JICA調査団

5.3.1 (3) d ターミナルの整備時期

142. コンテナ需要予測量とこれまで分析した各コンテナターミナルの容量を重ね合わせたものを以下に示す。これによれば、将来のコンテナ需要量に対応していくためには、NCT2はNCT1整備後早期に、NCT3は2029~2030年頃に開業する必要がある。

143. なお、NCT1 供用までの数年間は既存ターミナル容量がひっ迫する可能性があり、その容量を向上させるための対策が必要であることは言うまでもない。このため、現在進めている No.6 のコンテナパース化のほか、コンテナ蔵置ヤードの更なる拡充、QGC やモバイルハーバークレーン、RTG の追加、船社・荷主への要請やペナルティ措置を通じた蔵置コンテナ(特に輸出空コンテナ、輸入実入コンテナ)の港内滞留時間の縮小等、ヤード容量の向上に努める必要がある。また、NCT2 開業前にもターミナル容量のひっ迫が起こる可能性もあり、上記措置に加え、空コンのターミナルエリア外での蔵置ルールの設定、NCT1 における RTG 中央通行レーンのコンテナ蔵置ヤード化、背後のバックアップエリアの RTG ヤード化といった措置を通じ、ヤード容量の向上に努める必要がある。





出典: JICA 調査団

図 5-5 コンテナ需要量とターミナル容量との関係(上: 2015~2050 年、下: 2015~2035 年)

5.3.1 (3) e NCT2 及び NCT3 整備計画の提案

144. 以上の結果を踏まえ、NCT2 及び NCT3 の開発計画として以下を提案する。(航路及び泊地の形状については後述。)

表 5-10 NCT2 及び NCT3 の開発計画

	NCT1	NCT2	NCT3
対象船舶	4,000 TEU 60,000 DWT	10,000 TEU 120,000 DWT	15,000 TEU 160,000 DWT
ターゲットとする航路ネットワーク	インド太平洋地域の一部をカバーするネットワーク	インド太平洋地域全域をカバーするネットワーク	北米・欧州航路を含むネットワーク
バース延長	L=350 m	L=400 m	L=430 m
ベース水深(前面)	D=14.5 m	D=16.5 m	D=17.5 m
ターミナル奥行	500 m	500 m	500 m
グランドスロット数(TEU)	2,160 TEU (バックヤードを含む)	2,880 TEU (バックヤードを含む)	3,120 TEU (バックヤードを含む)
岸壁クレーン(QGC)	3 基 (16 列)	3 基 (20 列)	3 基 (20 列)
年間取扱能力(千TEU)	430	570	620



出典: JICA 調査団

図 5-6 NCT2 及び NCT3 の開発計画

5.3.2 防波堤計画

5.3.2 (1) コンテナターミナル関連

5.3.2 (1) a 既設防波堤の撤去等

145. NCT2、NCT3 の岸壁法線は既存防波堤から港外に伸びるため、岸壁前面に残る延長約 120m の防波堤は撤去する必要がある。また、ターミナルに重なる約 500m の防波堤は撤去せずそのまま埋め立てられる。なお、撤去した防波堤(捨石堤)の石材 NCT2、NCT3 築造工事の資材としての転用が可能である。

5.3.2 (1) b 新設防波堤

146. NCT2、NCT3 は既存の防波堤の一部を撤去した上で、港外に展開する必要がある。そのため、その岸壁は南方向及び西方向からの波の影響に晒される可能性がある。大型岸壁に求められる静穏度は NCT2 および NCT3 については荷役限界波高 ($H_{1/3}$) 70cm、既存のコンテナターミナル(Berth No. 7~8)では荷役限界波高 ($H_{1/3}$) 50cm を越えない波の出現頻度が 97.5%以上となることを目標とする。

147. 波向き別の波高出現頻度を基に、新設防波堤が無い場合のターミナルごとの荷役限界波高の発生確率を解析した結果を表 5-11 に示す。

表 5-11 ターミナルごとの荷役限界波高以下の発生率(新設防波堤無しの場合)

ターミナル名	荷役限界波高(H _{1/3}) (m)	荷役限界波高以下の発生率(%)
MPT (Multi- Purpose Terminal)	0.50	99.4
Existing CT	0.50	97.9
NCT1	0.70	99.4
NCT2	0.70	99.4
NCT3	0.70	98.9

出典: JICA 調査団

148. ターミナルの運用の初期段階において、NCT-1、NCT-2、NCT-3 に着積するコンテナ船が既存 CT と同じ場合を想定すると、稼働限界波高は 50 cm に設定する必要がある。その場合の NCT1、NCT2、NCT3 の稼働限界波高以下の期間は表 5-12 のとおりとなる。この場合においても、NCT3 を除いて目標発生率の 97.5% 以上を確保できる。ただし、NCT3 の発生率の目標値からの乖離は僅少であり、既存 CT に着岸するコンテナ船の NCT3 への着積頻度は大きくないことを考慮すると稼働上の大きな支障にはならないと判断できる。

表 5-12 現在のコンテナ船対象の場合のターミナルごとの限界波高以下の発生率 (%)

ターミナル	現在のコンテナ船を対象にした荷役限界波高 (H _{1/3})	荷役限界波高以下の発生率 (%)
NCT1	50cm	98.34
NCT2	50cm	98.17
NCT3	50cm	97.24

出典: JICA 調査団

149. 以上の検討の結果、既設ターミナルおよび NCT1～NCT3 の荷役限界静穏度を確保することを目的とした防波堤の建設は必要ない。
150. なお、「6.11.5 航路・泊地の維持管理」によると、過去に実施した深浅測量を基に、航路・泊地の埋没は主として港口部から約 1,500m 沖までの区間で南から北の方向に発生し、その年間の埋没量は約 28 万 m³ と推定している。一般に、航路・泊地の埋没対策としては、維持浚渫によって対応する方法と埋没が発生すると想定される個所に防砂堤を建設する方法がある。本港の場合は上記の約 1,500m が防砂堤計画の対象箇所となるが、港口部の南の客船バースは防波堤を建設する障害となり、防砂堤で完全に埋没を防ぐことは難しい。また、NCT3 のバースの西端など、局部的な埋没現象をシミュレーション計算などによって予測をすることは困難である。航路/泊地の維持浚渫について後述するが、埋没対策としての防砂堤の建設の必要性については、今後継続的・定期的な深浅測量(モニタリング)の実施と分析が必要である。

5.3.2 (2) 漁港関連

151. 漁港には大小の漁船や貨物船が存在する。中でも大型の漁船や貨物船、バージの諸元は表 5-13 のように想定される。

表 5-13 漁港における大型船の想定諸元

Gross Tonnage (ton)	Length Overall (m)	Breadth (m)	Draft (m)
20 - 30(漁船)	14.6 - 17.4	3.7 - 4.6	2.2 - 2.5
バージ	30	10	4.5

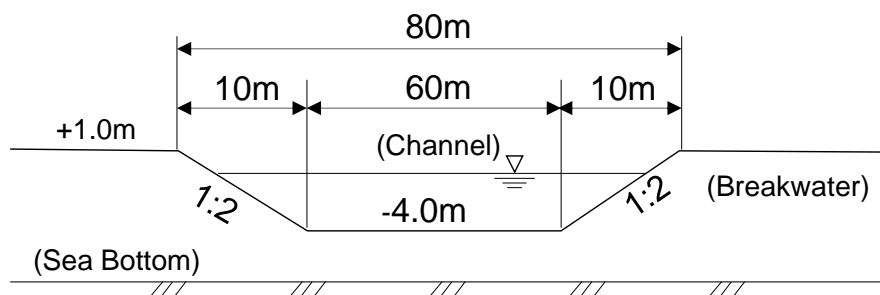
注) バージの諸元は目視等による推定である。

出典: JICA 調査団(シハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業準備調査)

152. 日本における漁港の基準によると、漁船等が往復で航行するために必要な航路幅(W)は船幅(B)の 5

～8 倍とされている。したがって、表 5-13 の諸元の漁船を対象にすると航路の必要幅は 18.5m から 36.8mとなる。また、バージは 6 隻のバージを横に 2 列、縦に 3 列つないで全長 90m、全幅 20m の状態でタグボートによって曳航されている。これを対象とした場合には航行の頻度も少ないので一方通行に必要な航路の必要幅として船幅の 3 倍の 60m 必要とする。なお、航路の水深は漁船の最大喫水に余裕を考慮して 4m 必要となる。

153. 現在の防波堤の天端高を+1.0m とすると、開口部における防波堤の撤去長さは 80m となる。



出典: JICA 調査団

図 5-7 防波堤開口部の航路

154. 防波堤の一部撤去の場所としては、防波堤の北側屈曲部付近あるいは防波堤の西側の NCT3 付近が考えられる。北側開口部から進入する波の内、港内静穏度が悪くなる波向きは北である。また、西側開口部においては西からの波が港内静穏度にとって厳しい波となる。港湾は年間の 97.5% 以上の期間にわたって目標の静穏度を確保することが求められるので、静穏度検討の対象とする波は累積の波高発生頻度が 97.5% 以上の波を対象とする。上記 2 つのケースについて静穏度検討波を対象にした港内波高分布の計算結果によると、2 つのケース共に、開口部からの進入波によって漁港内の静穏度が現在より低下することは無く、僅かながらの向上が期待される。
155. 防波堤上の施設の占有者に与える防波堤の一部撤去の影響を少なくするためには、占有者の数が少ない防波堤西側に開口部を設ける案が適切である。
156. 防波堤の一部撤去にかかる計画を下図に示す。この防波堤撤去計画に基づく港内静穏度について検討した結果を、次項「港内静穏度の検討」に記述するが、漁船などの小型船係留場所の限界波高 (H1/3) は 30cm であり、防波堤撤去によっても、逆にコンテナターミナルに遮蔽されることにより、目標静穏度を確保できている。



出典: JICA 調査団

図 5-8 防波堤の一部撤去の配置図

5.3.3 港内静穏度の検討(NCT2&3 岸壁前面及び漁港内)

5.3.3 (1) 所要静穏度

157. 日本の港湾技術基準によると、岸壁前面は年間を通じて 97.5%の期間、荷役を可能とする静穏度を確保しなければならないとしている。静穏度は対象船舶の荷役が可能な波高(荷役限界波高)以下の出現頻度によって評価される。

表 5-14 荷役限界波高

うねり性の波浪及び長周期波による影響が無い場合の荷役限界波高の参考値

船型	荷役限界波高 ($H_{1/3}$)
小型船	0.3m
中・大型船	0.5m
超大型船	0.7~1.5m

注) ここで、小型船とは主に船だまりを利用するおおむね 500GT 級未満の船舶、超大型船とは主に大型のドルフィンやシーパースを利用するおおむね 50,000GT 級以上の船舶、中・大型船とは小型船及び超大型船以外の船舶である。

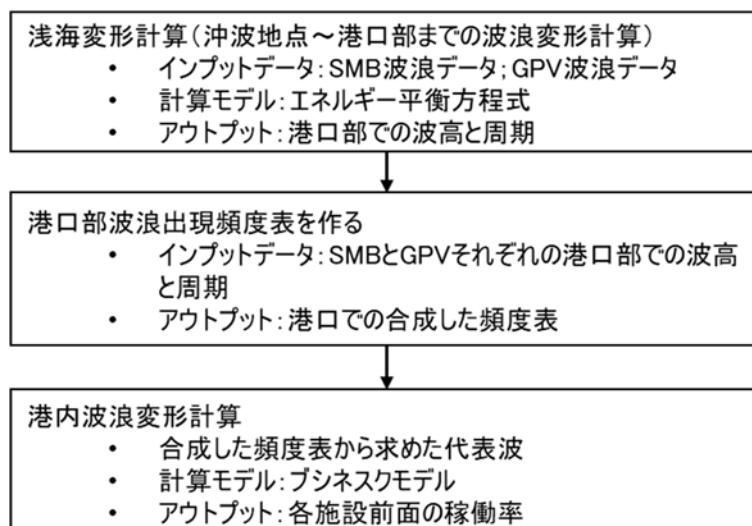
出典: 港湾の施設の技術上の基準・同解説(港湾協会,2018)

158. 漁港に係留する漁船や小型船の荷役限界波高は表 5-14 荷役限界波高の小型船を対象にした 30cm とする。

159. NCT2、NCT3 で対象とする 160,000DWT (15,000TEU 積み) を対象とした荷役限界波高の計算値は示されていないが、160,000DWT コンテナ船は 50,000DWT コンテナ船に比べ波による動揺が小さくなることを考慮して、荷役限界波高は便宜的に、超大型船(タンカー、鉱石運搬船対象)の荷役限界波高の最低値である 0.7m と設定する。

5.3.3 (2) 静穏度解析

160. SMB 波浪データと GPV 波浪データを用いて、図 5-9 の手順で静穏度解析を行った。



出典: JICA 調査団

図 5-9 SHV 静穏度解析フォローチャート

161. 施設前面の稼働率を求めた結果を表 5-15 に示した。同表から分かるようにすべての施設において、稼働率が 97%以上となった。

表 5-15 各施設における稼働率

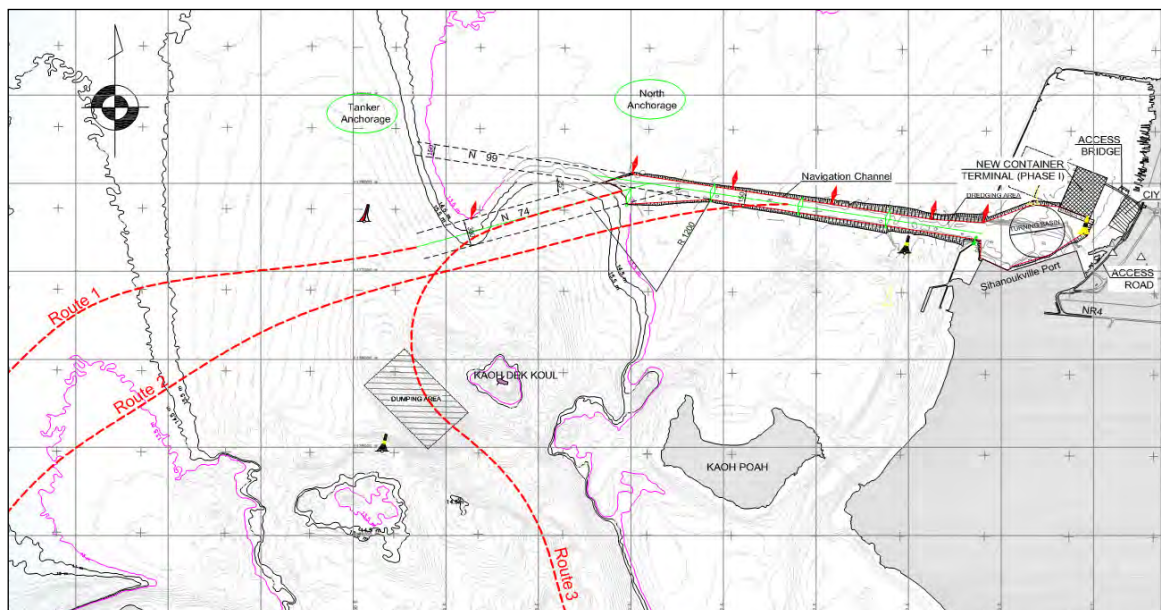
計算シナリオ		施設	限界波高(m)	稼働率(%)
1	「NCT-1,2,3」が完成, 防波堤なし	(1) MPT	0.5	99.4
		(2) 既存 CT	0.5	97.9
		(3) NCT1	0.7	99.4
		(4) NCT2	0.7	99.4
		(5) NCT3	0.7	98.9

出典: JICA 調査団

5.3.4 航路及び泊地計画

5.3.4 (1) 航路

162. SHV 港の航路線形と操船ルートを図 5-10 に示す。既存航路の延長は約 4.5 km、幅は 150m、水深は 12.0m である。また、現在計画中の NCT1 では、航路幅 150m で航路水深を-13.5m に増深し、ターミナル前面に水深 13.5m、直径 600m の回頭泊地を整備する予定である。



出典: JICA 調査団

図 5-10 SHV 港の航路と操船ルート

163. 本港の航路延長は約 4.5 kmと短いため、単航路として 5kt 程度で航行しても通過時間は 30 分程度である。仮に、当該船が進入する前に他船によって航路が往復する船舶で占有されていると仮定した最悪のケースでも、当該船は 1 時間程度の待ち時間の後に本港に入港できるので、1 日当たりの入出港船舶数から見て、港湾のオペレーション上の支障はない。したがって、本港の航路は単航路とする。

5.3.4 (1) a 航路幅

164. 航路の幅は航行する船舶の船幅、航行速度、風や流れによる航行船舶の斜行の程度、浚渫航路の側面の勾配、ブイ等の配置などによって異なり、「港湾施設の技術上の基準」(エクセル形式の航路幅算定法)や「PIANC(国際航路協会)」(航路幅算定表)にその算定方法が示されている。

165. 表 5-16 に示す主要な計画条件を基に「港湾基準」と「PIANC」基準を適用した。

表 5-16 航路幅算定計画条件

計画条件	設定値
船型	15,000TEU、160,000DWT
船長	370m
船幅	52m
喫水	入港時 13.0m(満載時 16m)
船速	5 knots
風速	12m/s
流速	1 knot
浚渫斜面勾配	1:15
ブイ間隔	500m

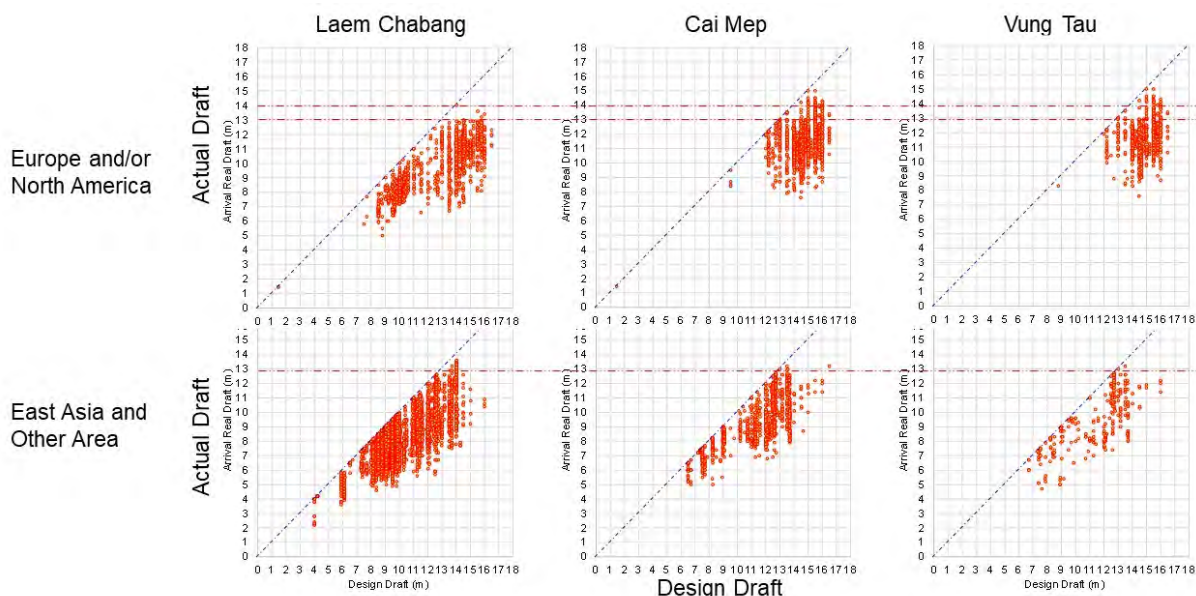
出典: JICA 調査団

166. 「港湾基準」によって算定された航路幅は 193.8m、「PIANC 基準」によって算定された航路幅は 192.4m であるので、航路幅は 200m とする。

5.3.4 (1) b 航路水深

167. LCB 港や CMP 港に寄港するコンテナ船の実際の入出港喫水は、各港における取扱量の違いによって異なる。このため、AIS データベース(2019 年 1 月～2020 年 10 月)によって、入港船舶の設計喫水(満載喫水)と入出港喫水を分析した。

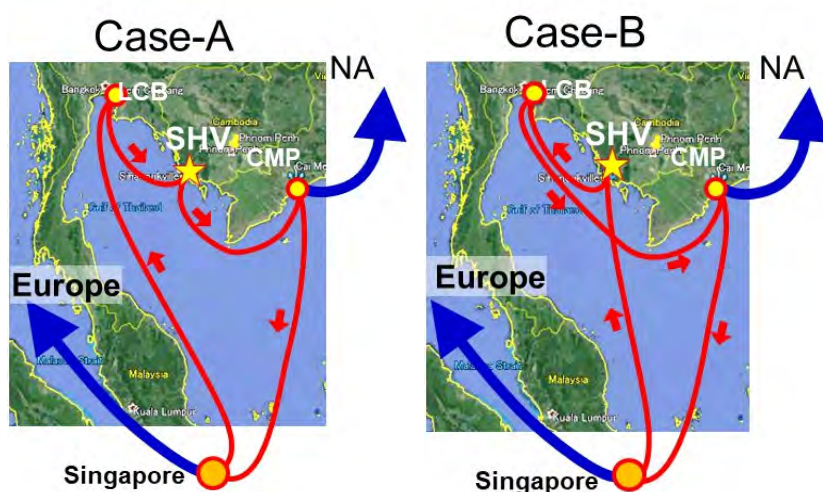
168. 各港の実際の入港時喫水を見ると、13m 以上の喫水で LCB 港に入るケースは殆どないが、CMP 港や VUT 港では、14.5m 程度まで喫水が入った状態で入港する場合があることがわかる。



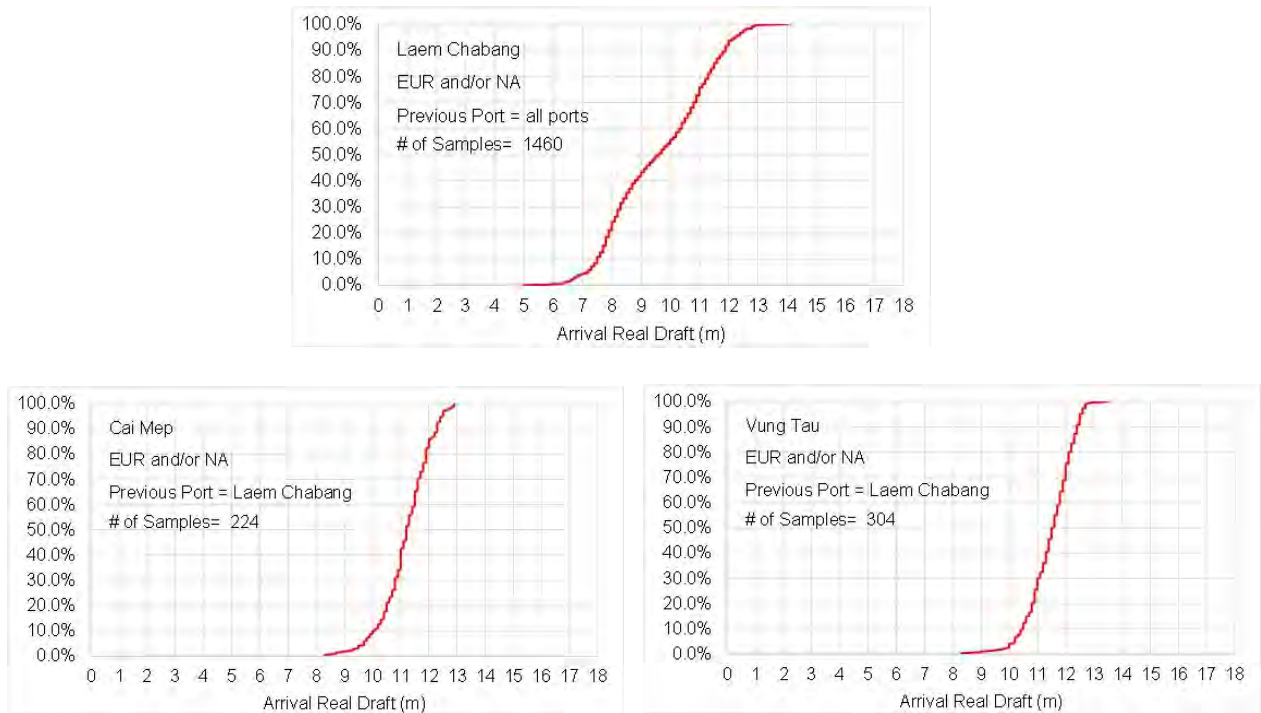
出典: AIS データより調査団加工

図 5-11 LCB 港、CMP/VUT 港での入港時喫水と設計(満載)喫水との関係(方面別)

169. 「5.1 計画にあたっての基本方針」で述べたように、航路・泊地の水深は、Case-A 又は Case-B による基幹航路の SHV 港寄港パターンを念頭に検討する。



170. 以下の図は、LCB 港入港時、及び LCB 港出港後 CMP/VUT 港入港時において、それぞれ実喫水の累加曲線を AIS データより描いたものである。これによれば、喫水-13m 以下の船舶でほぼ全体をカバーしていることがわかる。



出典: JICA 調査団 (AIS データベースより作成)

図 5-12 LCB 港、CMP/VUT 港寄港時の入港実喫水

171. これら現在の LCB 港及び CMP/VUT 港の入港時実喫水を踏まえると、喫水-13m の船舶を対象として当面の航路水深を考えるのが妥当と考えられる。
172. 航路の水深は船舶航行時の船舶の動揺(ローリング、ピッチング、ヒービング)に伴うアンダーキールクリアランスを考慮して設定する必要がある。このようなことを考慮した上で、港内あるいはうねりの影響のない航路にあっては入港時喫水の 1.1 倍の水深に設定するのが一般的である。従って、喫水-13m の船舶に対しては 14.5m の航路水深が必要となる。また、SHV 港の航路の所要水深決定の要因である大型コンテナ船が入港する可能性と頻度はコンテナ取扱需要量に依存するので、需要量の少ない当初においては浚渫の初期費用を削減することも考慮して-14.5m とする。

5.3.4 (2) 泊地

5.3.4 (2) a 回頭泊地

173. 回頭泊地の直径は船舶の船長と回頭の方法によって異なり、日本の港湾技術基準では、自力による回頭の場合には、対象船舶の全長の 3 倍、曳船を利用した回頭の場合には、対象船舶の全長の 2 倍とされている。
174. また、PIANC の基準によると、回頭はタグボートで支援されていることが多く、回頭泊地の直径は周囲の環境条件によって異なるが、対象船舶の船長の 2 倍以上必要であるとしている。
175. これらにより、回頭泊地の直径を船長の 2 倍とした場合、15,000TEU 船(LOA:370m、最大喫水:16m、入港時喫水:14m)を対象とした回頭には直径 740m の回頭泊地が必要である。
176. 以上の検討を基に、SHV 港の航路と回頭泊地の形状と配置は図 5-13 のように設定する。



出典: JICA 調査団

図 5-13 回頭泊地の形状と配置

177. 回頭泊地の水深については、航路の水深に準じるのが一般的であるので、150,000TEU コンテナ船を計画対象船舶とする回頭泊地にあつては、その水深を 14.5m とする。

5.3.4 (2) b 岸壁前面泊地

178. 本計画においては、当面は大型コンテナ船も満載喫水では入港しないとして航路や泊地の計画をしている。しかし、将来において、取扱コンテナ数が増大するにしたがって大型コンテナ船が満載で入港することも考慮する必要があるので、岸壁構造や前面水深は最大の計画対象船舶の諸元を対象に NCT2 は -16.5m、NCT3 は -17.5m とする。

179. 岸壁前面泊地の幅は船幅に加えて、係留中の船舶が岸壁に平行に移動する場合に備えた余裕幅を考慮する。その余裕幅を船幅の 1/4 とした。

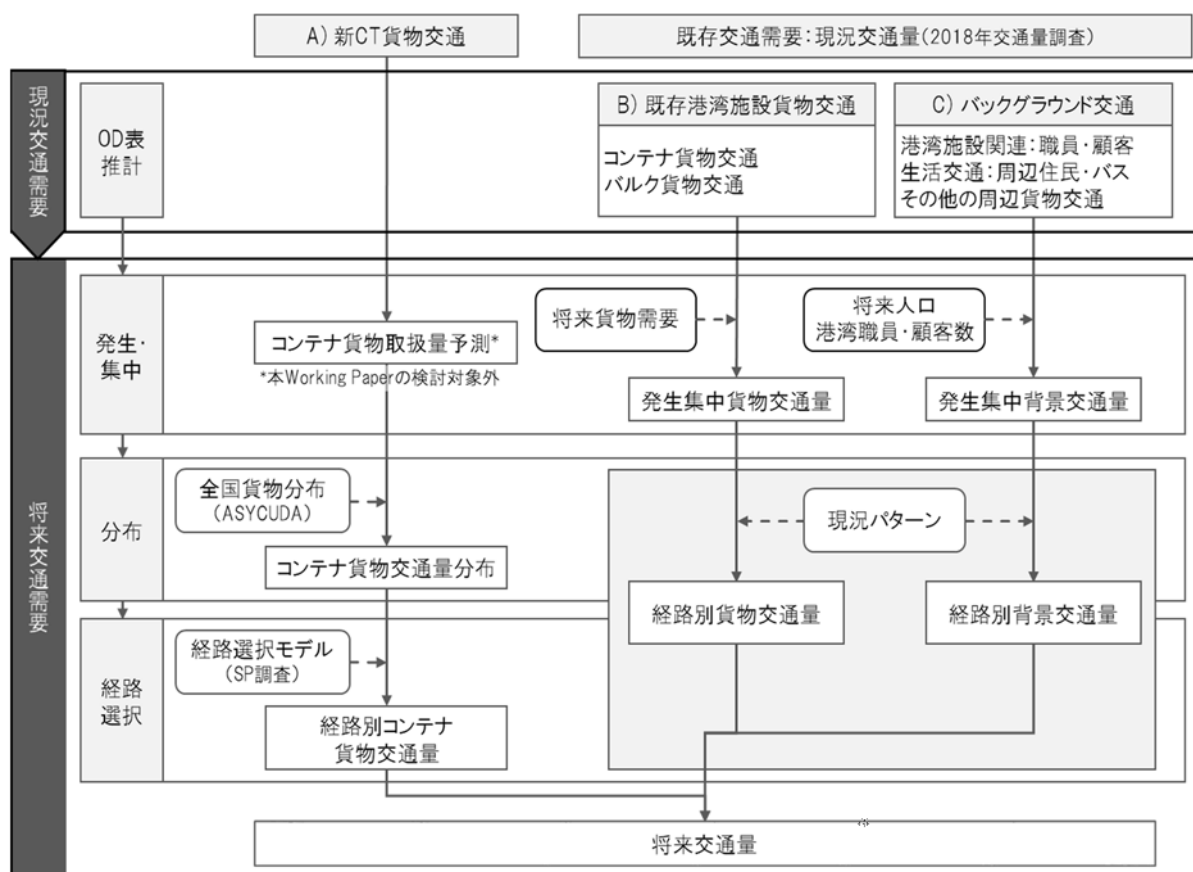
5.3.5 アクセス道路計画

5.3.5 (1) 交通需要予測

5.3.5 (1) a 交通需要予測の概要

180. アクセス道路と港周辺の道路区間の交通需要は、A) NCT の貨物輸送、B) 既存港湾施設の貨物輸送、C) バックグラウンド交通の 3 つに分類されると仮定する。まず、2018 年に実施した現況交通量調査から、B) 既存港湾施設の貨物交通量と C) バックグラウンド交通量で構成される現況交通量を推計した。この推定された現況の交通量は、将来の交通需要予測のベースとして利用され、そのプロセスはトリッ

の発生と集中、トリップの分布とルート選択の3つで構成される。



出典: JICA 調査団

図 5-14 交通需要予測の作業手順

5.3.5 (1) b NCT における将来交通量

i) 発生と集中

181. 貨物需要予測(マクロモデル: Base Case)によると、2035年と2050年のSHV港の処理能力はそれぞれ216万TEU/年と346万TEU/年と推定される。他方、既存コンテナターミナルが、NCT1開業以降の2026年から77万TEU/yearの能力で稼働すると仮定すると、新規のNCT1、NCT2、NCT3の貨物需要は、2035年に138万TEU/年、2050年に269万TEU/年と推定される。

ii) 分布

182. コンテナ量を車両交通量(トレーラー)に変換するために、コンテナサイズ(20ft、40ft、45ft)のシェアと、トレーラー1台にコンテナ2個の割合を適用した。また、輸出コンテナの輸送では、トレーラーが港に入ってコンテナを降ろし、空で帰ってくる。輸入コンテナの輸送では、空のトレーラーが港に入ってコンテナを積み込み、港を出ることを仮定している。表5-17及び表5-18に2035年と2050年における車両交通量に変換した推定分布を示す。

表 5-17 2035 年のコンテナ交通の分布 (台/日)

			Preah Sihanouk			Phnom Penh and all other provinces	Kampot and Takeo	Total
			SHV Port NCT	SPSEZ	Preah Sihanouk			
			1	2	3	4	5	
Preah Sihanouk	SHV Port NCT	1		4	644	2,228	111	2,987
	SPSEZ	2	4					4
	Preah Sihanouk	3	644					644
Phnom Penh and all other provinces		4	2,228					2,228
Kampot and Takeo		5	111					111
Total			2,987	4	644	2,228	111	5,973

出典: JICA 調査団

表 5-18 2050 年のコンテナ交通の分布 (台/日)

			Preah Sihanouk			Phnom Penh and all other provinces	Kampot and Takeo	Total
			SHV Port NCT	SPSEZ	Preah Sihanouk			
			1	2	3	4	5	
Preah Sihanouk	SHV Port NCT	1		8	1,253	4,337	216	5,814
	SPSEZ	2	8					8
	Preah Sihanouk	3	1,253					1,253
Phnom Penh and all other provinces		4	4,337					4,337
Kampot and Takeo		5	216					216
Total			5,814	8	1,253	4,337	216	11,627

出典: JICA 調査団

iii) ルート選択

183. コンテナ交通の分布のうち、OD ペア[1.SHV Port NCT] - [4.Phnom Penh and all other province]については図 5-15 に示す 4 つの異なるルートの選択確率を離散選択モデルによって推定した。その他の 4 つのゾーンペアでは、最短ルートに基づいて、特定のルートに割り当てた。

184. 推定されたルート選択確率を表 5-19 に示す。



出典: JICA 調査団

図 5-15 プノンペン-NCT 間のコンテナトラックの 4 つの代替ルートの位置図

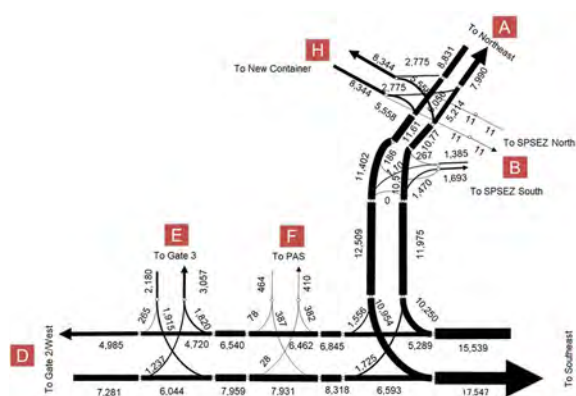
表 5-19 ネスティッドロジットモデルに基づくルート選択確率

各ルートの選択確率	
A (高速道路 + NCT アクセス道路)	17.0%
B (高速道路+ 国道 4 号線)	9.3%
C (国道 4 号線 + NCT アクセス道路)	27.6%
D (国道 4 号線 + 国道 4 号線)	46.1%
NCT へのアクセス道路の選択確率	
北側	44.6%
南側	55.4%

出典: JICA 調査団

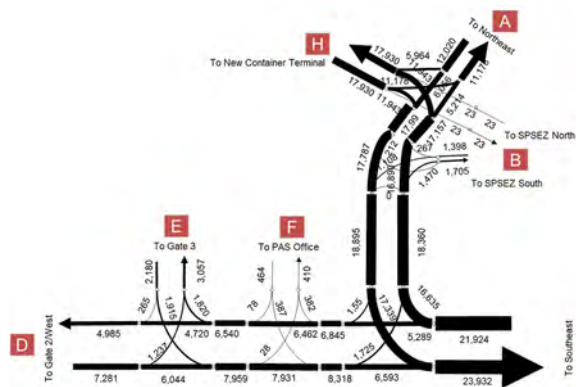
5.3.5 (1) c 交通需要予測の結果

185. 図 5-16 及び図 5-17 に 2035 年と 2050 年の方向別交通量に示す。



出典: JICA 調査団

図 5-16 2035 年の総交通量 (pcu/日)



出典: JICA 調査団

図 5-17 2050 年の総交通量 (pcu/日)

5.3.5 (2) アクセス道路計画

5.3.5 (2) a アクセス道路計画の基本方針

186. 将来の貨物車両交通量の増加(貨物需要予測から生成)と州道 148 号線及び州道 146b 号線を通る貨物輸送の新しい代替ルートの開通、及び高速道路の開通などを考慮した上で、NCT の効果を最大化するアクセス道路計画の基本方針について以下に示す。

- ターミナルに出入りする車両にとって安全で満足のいく道路環境整備の立案
- 地域住民の交通移動への悪影響を最小限に抑えるための道路整備の立案

187. アクセス道路の整備計画は、以下に示す必要性についても十分に考慮した上で立案する。

- NCT 計画地周辺の交通導線（新旧ターミナル間の接続性も含む）を考慮し、円滑な交通に寄与した適切なアクセス道路の拡幅計画或いは新規道路計画の立案
- NCTとSEZ 内との交通導線を最適化
- NCT1～3 が整備済みとなる予定の 2035 年及びその後の拡張計画も踏まえた計画ターゲット年の 2050 年に対して、周辺道路計画などを踏まえて必要に応じたアクセス道路計画を立案する

5.3.5 (2) b 将来交通量に対する車線数検討の基本条件

188. 対象となる各路線の設計基準交通量及びサービス水準について、以下の表 5-20 に示すように採用した。

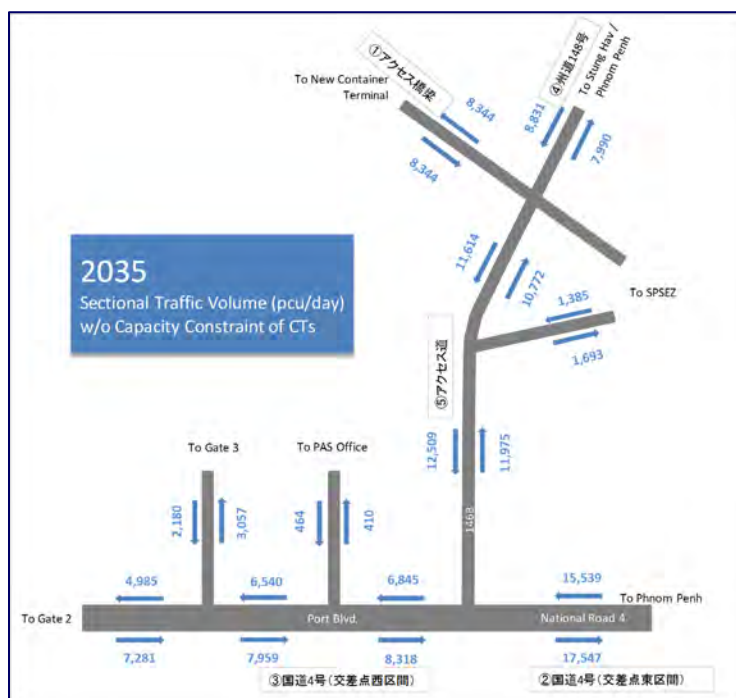
表 5-20 設計基準交通量

該当道路	設計基準交通量 (pcu/day)	サービス水準
国道 4 号線	900	B
州道 148 号線	1101	C
NCT アクセス道路、NCT アクセス橋梁	1401	C

出典: JICA 調査団

5.3.5 (2) c 2035 年におけるアクセス道路将来必要車線数と現況(及び整備予定)車線数との対比

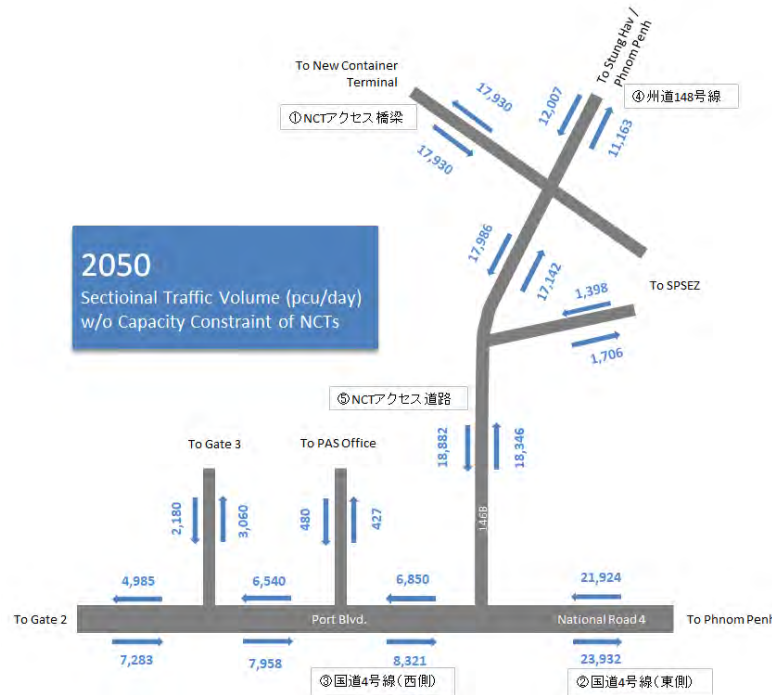
189. 前述の将来交通量推計の結果に基づき、NCT 周辺の道路網について、現況及び現在進められている道路整備完了後の車線数と交通量により必要な車線数との対比を行う。以下の図 5-18 に示されるのが 2035 年における将来交通量となる。



出典: JICA 調査団

図 5-18 2035 年 将来交通量推計結果(pcu/day)

190. 上記の交通量を条件として、2035年での各主要断面による車線数との対比を行った結果、NCT1-3開業後の2035年においては、現在整備されている各アクセス道路の車線数により交通処理が可能であると言える。但し、国道4号線については、車線数計算値が1.95となっており、この段階で許容量がほぼ許容量一杯である事が分かる。
191. 次に、将来フル整備計画のターゲット年である2050年における交通量推計結果について、以下の図5-19に示す。



出典: JICA 調査団

図 5-19 2050年 将来交通量推計結果(pcu/day)

192. 上記の交通量を条件として、2050年での各主要断面による車線数との対比を行った結果、2050年において周辺のアクセス道路を円滑に許容するためには、NCT アクセス橋梁・国道4号線・州道148号線の3路線に対して、片方向1車線(往復2車線)分の車線数拡張整備が必要であると言える。

5.3.6 SEZとの連携

193. SHV港直背後に立地するSPSEZとの連携は、NCT1からNCT3に至る新たなコンテナターミナルの運営にとって重要なファクターである。SPSEZは現在自由港化に向けた検討が進められているが、物理的には港湾の保税地域外に立地しているため、NCT及び既存コンテナターミナルとは公道(148号線)を介して相互通行・連携を図るほかない。将来的に、アクセス橋梁と既存コンテナターミナルとの間の不法住民の移転が実現すれば、これら3者を物理的にも制度的にも一体的に運用することが可能となる。



出典:JICA 調査団

図 5-20 SPSEZ との連携

194. SPSEZ との具体的な連携としては、まずは、SPSEZ 立地企業関連の輸出入貨物(コンテナ)の NCT との間で、当然ながら保税輸送を前提としたスムーズな動線を確認することである。このため、アクセス橋梁から直接 SPSEZ に入入りするルートの確保が望まれる。但し公道を介するので、特定の時間帯にゲートを開けて対応するなど、現在既存 CT と SEZ との間で実施されていると同様な措置が必要になる。またそのような形での臨時ゲートを CT 側及び SPSEZ 側に設けておく必要がある。また、SPSEZ に設置される CFS 関連貨物についても同様な措置が必要である。
195. もう一つ NCT との連携の可能性がある貨物は、NCT もしくは既存 CT に到着した貨物を保管、再び NCT から輸出するような貨物、いわゆるトランシップ貨物である。現在そのような貨物はなく、また近い将来においてもそうした貨物を見込むのは難しいが、PAS はそうした貨物取り扱いの長期的可能性にも言及しており、そのような貨物の動線確保も視野に入れておく必要がある。

5.4 長期港湾開発計画

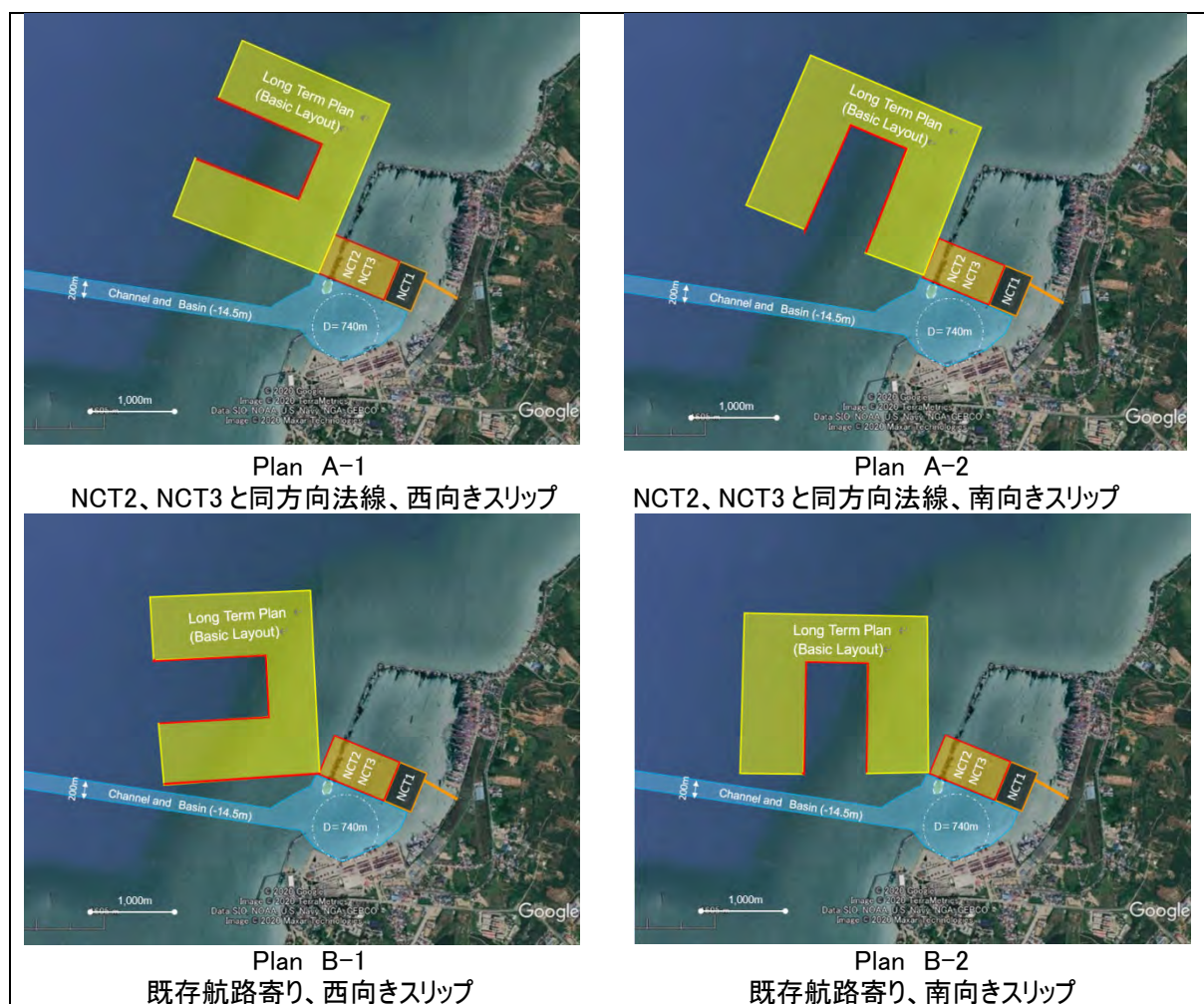
5.4.1 長期計画オプションの設定

196. 今般の検討対象である NCT2、NCT3 の計画を策定するに当たっては、長期にわたる港湾開発のコンテキストの中で、例えば次のような点などで計画上に支障が生じないように事前に確認しておく必要がある。
- ① 航路の線形(方向、航路幅、航路水深)
 - ② 航路・泊地浚渫(土量、難易度)
 - ③ 静穏度確保のために防波堤を必要とする場合の位置と長さ
 - ④ ターミナルレイアウト
 - ⑤ 漁港からの漁船の出入り
197. ターミナルレイアウトに係る開発オプション策定の視点とその利害得失を表 5-21 に示す。また、それに基づく開発オプションの基本線形を図 5-21 に示す。

表 5-21 ターミナルレイアウトに係る開発オプション策定の視点とその利害得失

策定の視点		利点	欠点
ターミナル全体の方向	NCT2、NCT3と同方向 (A-1、A-2)	・将来計画ターミナル用の回頭水域が確保しやすい。	・既存の航路へのアクセスが比較的遠くなる。
	現在航路法線の方向 (B-1、B-2)	・NCT2、NCT3 建設に伴う既存防波堤の一部撤去を補う遮蔽効果が期待できる。 ・既設航路へのアクセスが短くなる。	・将来計画ターミナル用の回頭水域の確保が難しい。
スリップの方向	沖向き (A-1、B-1)	・特別の利点はない。	・西方向からの波による静穏度の確保に懸念がある。
	海岸線平行方向 (A-2、B-2)	・既存航路を有効に利用できる。	・特別の欠点は無い。

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5-21 開発オプションの基本線形

5.4.2 長期計画における開発オプションの比較検討

5.4.2 (1) 開発オプション比較における技術上の留意点(主に浚渫の観点から)

5.4.2 (1) a 長期計画予定水域の水深変化

198. 長期計画予定水域での潮流、波浪などによる、海底面の堆積・シルテーションの状況を把握するために

2021年の深浅測量図と2013年7月～2016年12月に実施された「電子海図策定支援プロジェクト」(開発計画調査型技術協力)で作成された海図を比較した結果、その水深の差は0.2m程度である。この結果より、この水域内の海底地形は、堆積と洗堀の収支が安定しており、人為的な構造物によってこのつり合いが崩れない限り、大きな海底変化は、生じないと考えられる。

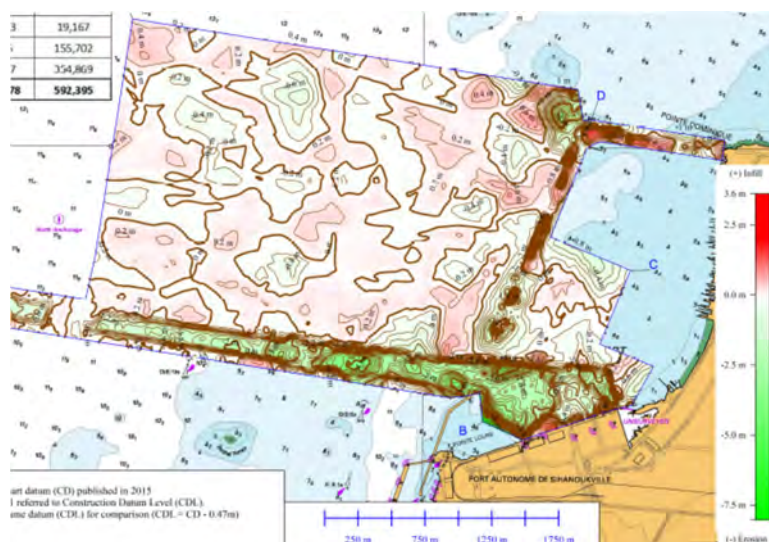


図 5-22 短期・長期計画水域の水深変化比較図

出典: JICA 海図(2015)、JICA 調査団作成

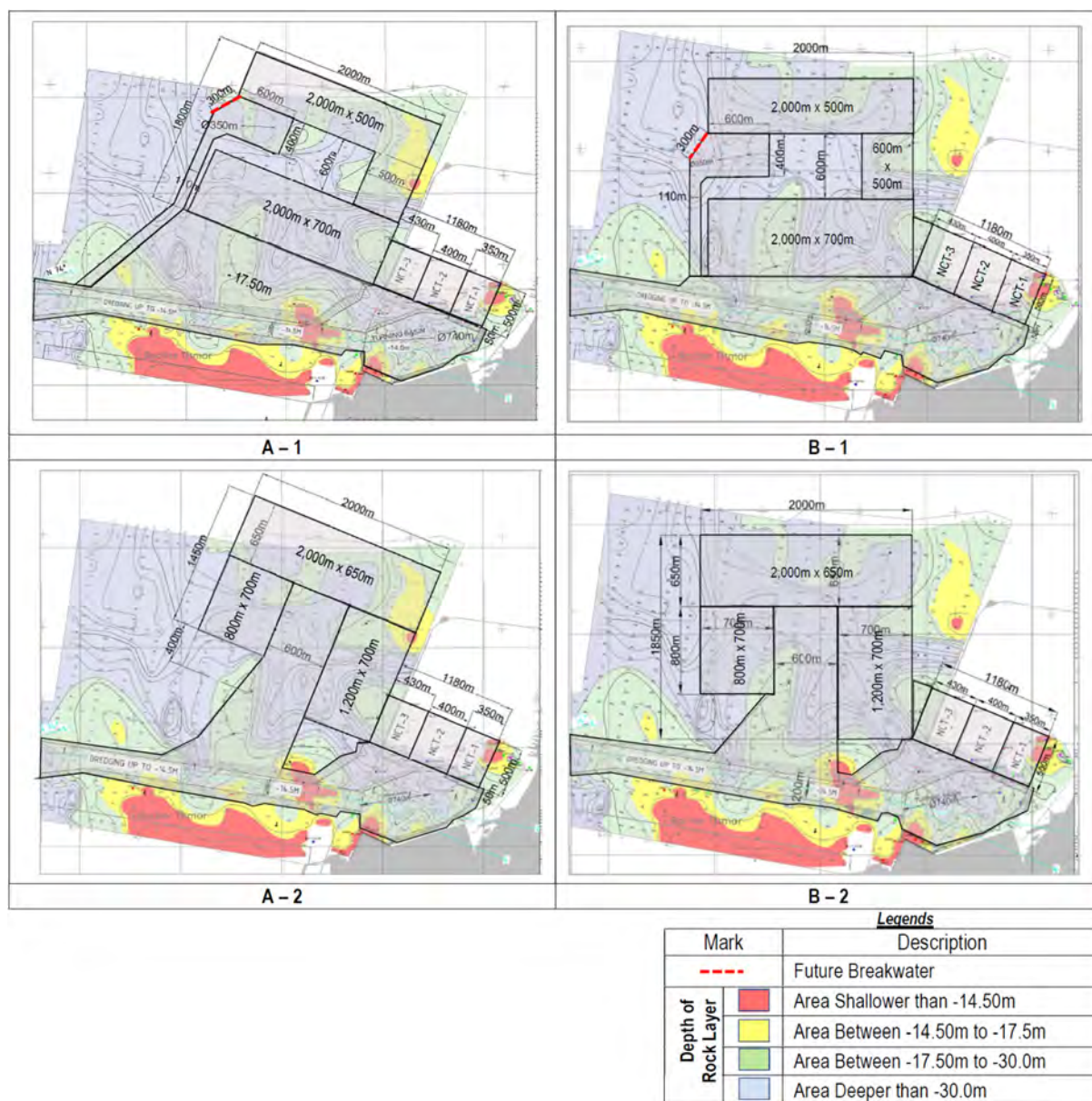
5.4.2 (1) b 長期計画におけるターミナル配置と計画地水深・岩層深度の関係

199. 上述のように、計画水域の水深が大きいこと、岸層が浅い部分があることなどから、建設コスト面で効率的な計画とするために、対象水域の水深、岸層深度と岸壁、埋立地、浚渫などの配置を決める上で以下の点に留意する必要がある。

- 岩層を極力回避しつつ、浚渫・埋立土量を釣り合わせること。
- 土捨て土量が増えると現在計画している Koh Dek Koul 島の南西の土捨て水域の土捨て場の容量では不足となり、さらに土捨て水域を拡大する必要がある。それでも不足する場合は、沖に土捨て場を移動する必要が生じ、土捨て距離に応じて浚渫工事単価が上がる。
- 岩層深度が浅い場合、岸壁構造としての栈橋杭の根入れに制約が生ずるため杭形式ではなく重力式など他の構造形式も対象となる可能性がある。ただし大水深での重力式構造も困難が予想されるので、慎重にターミナルレイアウトを検討・決定する必要がある。
- 大水深護岸を岸壁建造のために効果的に活用する。
- 港内にくらべて軟弱層厚が増えるため、圧密沈下量が3～4m程度と大きくなる。

5.4.2 (1) c 長期計画レイアウト比較案と土層分布

200. 各長期計画レイアウト比較案を土層分布図に重ねわせて図 5-23 に示した。各比較案の浚渫土は、現状の沖土捨て水域の容量が不足するため、全て、埋立材料として転用し、地盤改良を実施することを想定した。



出典: JICA 調査団

図 5-23 岩層深度分布と長期計画レイアウト比較

5.4.2 (2) 長期計画における開発オプションの比較

201. 長期計画における開発オプションについて概略の比較検討を行った。結果は以下に示すとおりであり、Plan B-2 が相対的に高い評価となった。

表 5-22 長期計画における開発オプションの比較

検討項目		Plan A-1	Plan A-2	Plan B-1	Plan B-2
NCT2、NCT3の静穏度確保		一静穏度向上に寄与しない	一静穏度向上に寄与しない	○西側からの波に対する遮蔽効果が期待できる	○西側からの波に対する遮蔽効果が期待できる
長期計画コンテナバースの静穏度確保		△西側に防波堤が必要となる可能性がある	△西側に防波堤が必要となる可能性がある	○特に問題は無い	△西側に防波堤が必要となる可能性がある
船舶の操船		○回頭水域が確保でき、操船上の問題の問題は無い	○回頭水域が確保でき、操船上の問題の問題は無い	×回頭水域が港奥の1ヶ所となり操船の障害となる恐れがある	○・回頭水域が確保でき、操船上の問題の問題は無い
漁船等の航行		△既設防波堤との水域が狭く、航行の支障となる恐れがある	△既設防波堤との水域が狭く、航行の支障となる恐れがある	○既設防波堤との水域が十分で、航行に問題ない	○既設防波堤との水域が十分で、航行に問題ない
雑貨ターミナル岸壁の整備		△航路、泊地の薄層浚渫(50cm)が必要。スリップ奥部に配置する場合には浚渫(0.5~4m)が必要	○コンテナターミナルの航路、泊地を有効活用できる	△航路、泊地の薄層浚渫(50cm)が必要。スリップ奥部に配置する場合には浚渫(0.5~4m)が必要	○コンテナターミナルの航路、泊地を有効活用できる
超長期拡張の可能性		○北側に展開可能であるが、浅部の浚渫が必要となる	○北側に展開可能であるが、浅部の浚渫が必要となる	◎北側に展開が可能である	◎北側に展開が可能である
建設費 (Plan A-1 =1.00)	ターミナル	1.00	0.92	1.08	0.97
	航路・泊地	1.00	0.76	0.72	0.75
	アクセス道路	1.00	1.00	1.14	1.14
	総建設費	1.00	0.89	0.98	0.95
総合評価		△	○	△	◎

注) 建設費には荷役機械の調達費は含まれない。また、各 Plan の比較を目的に、NCT1 事業の D/D 業務の単価(2020年8月時点)を準用しており、あくまでも参考値としての扱いに留意が必要である。

出典: JICA 調査団

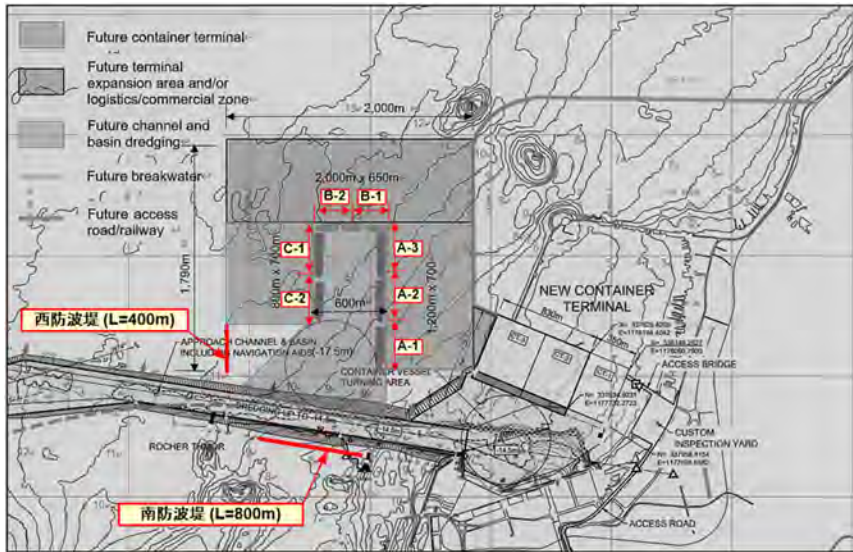
5.4.3 港内静穏度の検討(長期計画 B-2 案 NCT 岸壁前面)

5.4.3 (1) 所要静穏度

202. 長期計画 B-2 案の静穏度解析にあたっては、対象船舶 160,000DWT の岸壁と 50,000DWT の岸壁を想定し、5.3.3 (1)と同様に、各岸壁において年間 97.5%以上荷役可能な静穏度を確保するために必要な荷役限界波高をそれぞれ 0.7m と 0.5m とした。

5.4.3 (2) 静穏度解析

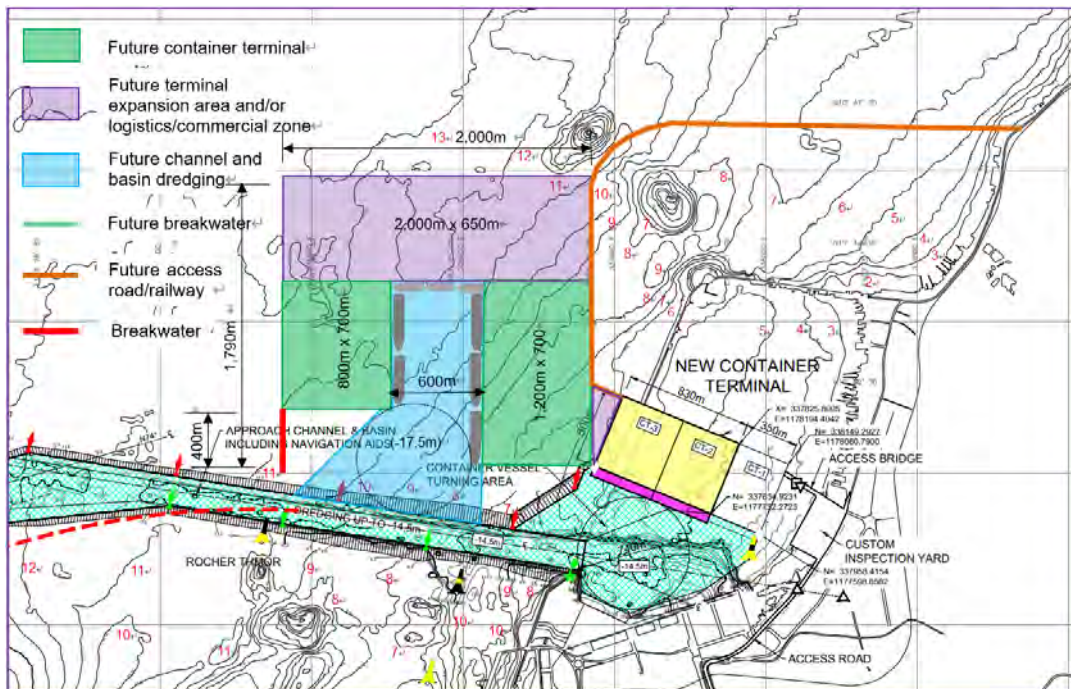
203. 代表波浪の波向 7 ケース(SSW~NNW)に対し、ケース 1 を防波堤なし、ケース 2 を西防波堤(L=400m)あり、ケース 3 を南防波堤(L=800m)あり、ケース 4 を西防波堤及び南防波堤ありの 4 港形ケースで港内波高計算を行い、図 5-24 に示した通り、各岸壁をバース長毎に分割し、各岸壁前面での稼働率を算定した。



出典: JICA 調査団

図 5-24 岸壁分割区分と防波堤位置図

204. 岸壁前面の稼働率を求めた結果、Case 1(防波堤無し)と Case 3(南防波堤あり)の 2 ケースにおいて、A-1 地点の稼働率が 97.5% を下回る結果となった。この結果より、当地では西寄りの来襲波浪が卓越していることから、西方向からの入射波に対する波浪制御が必要であることが明らかとなった。従って、長期計画 B-2 案のすべての岸壁において所定稼働率を満足するためには、西側に防波堤が必要となる可能性がある。
205. 長期計画の最終レイアウト案を図 5-25 に示す。ただし、長期計画を確定する前には、防波堤の必要性についてさらに詳細に検討する必要がある。



出典: JICA 調査団

図 5-25 長期計画案(Plan B-2)

第6章 港湾施設概略設計

6.1 対象施設(事業の範囲)

206. 前章において、NCT2 の最大対象船舶は 10,000TEU(120,000 DWT)、NCT3 の最大対象船舶は 15,000 TEU(160,000 DWT)とした。これに対応するターミナル施設、航路・泊地等、本事業の範囲として以下の施設を対象として検討を進める。

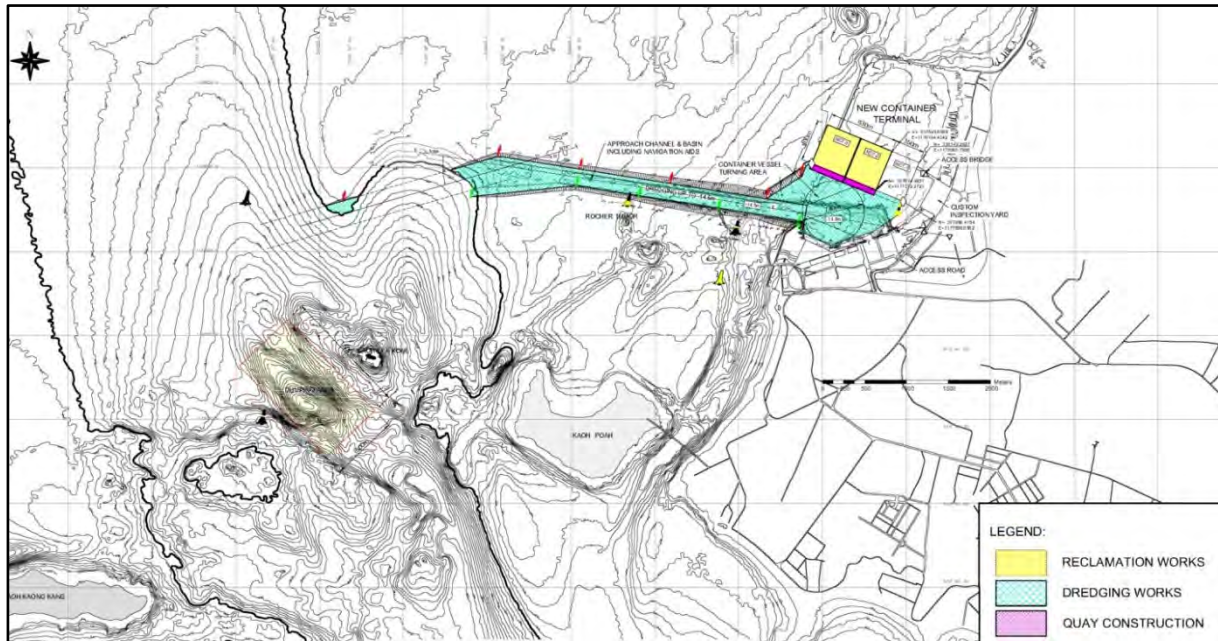
表 6-1 事業の範囲

工種	NCT1(参考)	NCT2	NCT3
岸壁	延長 350m 幅 35m 水深 14.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ	延長 400m 幅 35m 水深 16.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ	延長 430m 幅 35m 水深 17.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ
浚渫	4.5 百万 m3	3.6 百万 m3	1.1 百万 m3
防波堤	無し	無し	既存防波堤撤去・移設:200m 撤去(NCT3 建設 120m+漁港 開口部 80m)、500m 移設(NCT3 建設 500m)
護岸	1350 m (500+350+500)	900 m (500+400)	930 m (500+430)
埋立	25.4ha (税関検査ヤード含む)	18.6 ha	20.0 ha
コンテナヤード	・コンテナ蔵置:1,920TEU スロット /5 段積み (32,326 m2)、うちリー ファーコンテナ:48TEU スロット/4 段積み (1,035 m2) ・バックヤード(空コンテナ): 240TEU スロット/4 段積み (4282m2) ・RTG レーン(8 レーン)及びトラッ クレーン(114,238m2)	・コンテナ蔵置:2,592TEU スロット /5 段積み、うちリーファーコンテナ: 60 TEU スロット/4 段積み ・バックヤード(空コンテナ):288 TEU スロット/4 段積み ・RTG レーン:9 レーン	・コンテナ蔵置:2,808 TEU スロッ ト/5 段積み、うちリーファーコンテナ :72 TEU スロット/4 段積み ・バックヤード(空コンテナ):324 TEU スロット/4 段積み ・RTG レーン:9 レーン
ターミナル施設 (建物)	管理棟: 20x30 m2 x 5 階建て M&E ワークショップ:24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など	管理棟: 20x20 m2 x 5 階建て(NCT1 内に建設) M&E ワークショップ: 24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など	M&E ワークショップ:24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など
ターミナル施設 (ユーティリティ)	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等
荷役機械	QGC:3 基 RTG:9 基 ヤード・トレーラー:16 台 リーチスタッカー:2 台	QGC:3 基 RTG(ARTG):10 基 ヤード・トレーラー:17 台 リーチスタッカー:2 台	QGC:3 基 RTG(ARTG):10 基 ヤード・トレーラー:18 台 リーチスタッカー:2 台
システム	ターミナルオペレーションシステム(TOS)	TOS の改良	TOS の改良
船舶	—	タグボート(4,000HP):2 隻 パイロットボード:1 隻	—
アクセス道路及び アクセス橋	アクセス橋:2 x 2 レーン アクセス道路	—	—

工種	NCT1(参考)	NCT2	NCT3
税関検査ヤード	200m×400m 港湾ゲート(ターミナルゲート及び 保税ゲート兼用):7レーン×出入 2方向(32×96 m ²)、ゲートレーン 数は交通量に応じて可変 X線検査装置は税関によって設 置予定	なし	なし

出典: JICA 調査団

207. 図 6-1 に対象となる港湾の地域(アクセス航路及び NCT2 及び NCT3 のための土捨場も含む)を示す。



出典: JICA 調査団

図 6-1 対象となる港湾の地域(アクセス航路及び土捨場も含む)

6.2 設計の基本要件

6.2.1 設計基準

208. 設計に使用される基準は以下のとおり。

- 港湾の施設の技術上の基準及び解説(OCDI 2002、2009、2020)
- 日本工業規格(JIS)
- 英国規格(BS)
- 国際航路協会(PIANC 2002)
- Port Designer's Handbook
- Pile Design and Construction Practice 6th Edition
- その他

6.2.2 対象船舶

209. 5.2 の検討より、航路・泊地検討に用いる対象船舶は表 6-2 の通りである。

表 6-2 航路・泊地対象船舶

Project	NCT1	NCT2	NCT3
重量トン (DWT)	60,000 DWT	120,000 DWT	160,000 DWT
積載数(TEU)	4,000 TEU	10,000 TEU	15,000 TEU
全長 (LOA)	285 m	350 m	370 m
船幅 (B)	40 m	49 m	51 m
満載喫水 (df)	13.8 m	15.0 m	16.0 m

6.2.3 コンテナターミナルの計画容量

210. CT の計画容量は以下の通り。

- NCT2 570,000 TEU/年
- NCT3 617,000 TEU/年

6.2.4 自然条件

211. 気温、降雨、風、潮位、潮汐、波浪、地震及び土質の自然条件について、NCT1 の詳細設計調査報告書等の既存資料をレビューし、また3章で示した通り、波浪解析、土質調査、深淺測量等の結果を用いて設定した設計用の自然条件を各節に示す。

6.2.5 設計潮位

212. 設計に用いた潮位条件は以下の通り。

- LWL ±0.00 m (CDL)
- HWL +1.43 m

6.2.6 設計波浪

213. 設計波は 50 年確率として、波浪計算結果より、以下の通り設定した。

	NCT3 西側護岸	NCT3 北側護岸
To (s)	4.94	4.94
H1/3 (m)	1.63	1.5

6.3 許認可にかかる確認

214. 本件は、港湾区域内にあるため、設計及び施工に関する承認は PAS のみである。環境については環境省の管轄である(第8章を参照)。現時点で想定される許認可とその関連省庁機関は表 6-3 の通り。

表 6-3 対象許認可と関連省庁等の機関

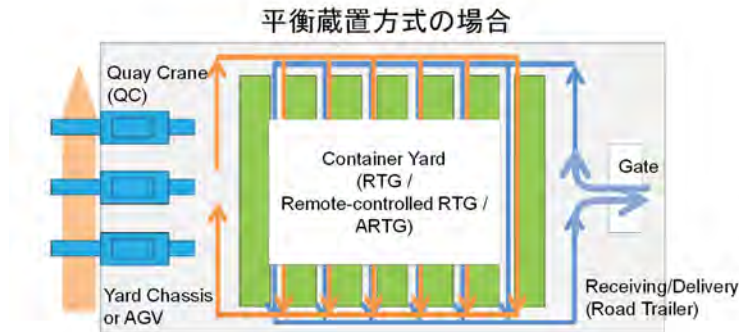
許認可	関連省庁等の機関
NCT2 及び NCT3 開発に係る環境許可(浚渫、埋立、土捨場などの環境影響も含む)	MOE(環境省)
海域における工事許可	PAS
埋立土砂採取に係る許可	MPWT
導灯(航路標識)移設に伴う用地確保(SEZ 用地内)と周辺樹木・建屋の高さ制限	PAS、州政府、MPWT
道路工事に係る許可	MPWT、PAS

出典: JICA 調査団

6.4 コンテナ荷役計画(コンセプト及びヤードレイアウト)

6.4.1 コンテナ荷役計画コンセプト

215. NCT2、NCT3 は、隣接する NCT1 と一体的な運営を可能とすることを前提とし、NCT1 と同じく蔵置エリアを岸壁と平行に配置した RTG 方式を採用する。また、コンテナの出入りチェックを行うゲートは、NCT1,2,3 を一体的に管理する集中管理ゲート式とすることを前提に、出入口の場所、動線、蔵置エリア、荷役方式等を検討する。さらには、従来のマニュアル方式による荷役に加えて、日本国内でも実装が進められている荷役機械の遠隔操作化や自動化技術適用の可能性についても調査する。以下に適用を検討する自動化のレベルとその概要を示す。



自動化のレベル	岸壁／エプロン		コンテナヤード(CY)		Gate
	岸壁クレーン	エプロン⇄CY	ヤードクレーン	CY⇄ゲート	
マニュアル	有人QC	Yard Chassis	有人RTG	Road Trailer	
Level-1 (遠隔操作ヤード)	有人QC	Yard Chassis	Automated RTG (遠隔操作 ^{*1})	Road Trailer	
Level-2 (完全自動化ヤード)	有人QC (Dual Hoist Crane: DHC ^{*2})	AGV	ARTG	Road Trailer	

*1) 運転手は乗車せず、トレーラーとのコンテナの積卸時のみコントロールルームから遠隔操作を行う。

*2) 船舶側の荷役は有人で行うが、クレーン上の受け渡し台とエプロンとの間のコンテナの受け渡しはセカンドホイストクレーンで自動で行う。

出典: JICA 調査団

図 6-2 NCT2,3 への適用を検討する自動化のレベルと概要

216. NCT2,3 への適用を検討する自動化技術は、上図の通り Level-1 と Level-2 に分類できる。Level-1 は RTG のみを自動化(一部作業を遠隔操作化)するもので、現在日本国内で実装が進められている内容に類似している。Level-2 は RTG の自動化に加え、構内を走行するトレーラーを自動化するもので、トレーラーに代わって AGV と呼ぶ自動搬送台車を用いるのが主であるが、最近ではトレーラー自体の自動運転に向けたトライアルがいくつかの海外港湾において開始されている。本業務では、従来通りのマニュアルによる方式(オプション1)、Level-1 として RTG を自動化(一部遠隔操作化)する方式(オプション2)、Level-2として RTG の自動化に加えて AGV(または自動運転トレーラー)を導入する方式(オプション3)の3ケースについて比較検討を行う。

表 6-4 自動化技術適用の比較表

オプション	岸壁	エプロン	コンテナヤード(CY)	CY – Gate
オプション1 (マニュアル方式)	有人QC	Yard Chassis	RTG	Road-trailer
オプション2 (ARTG方式)	有人QC	Yard Chassis	ARTG	Road-trailer
オプション3 (AGV方式)	有人QC	AGV or Auto Trailer	ARTG	Road-trailer

出典: JICA 調査団

217. オプション1, 2, 3の比較検討結果を次表に示す。

表 6-5 自動化技術適用の比較表

(ターミナル当たり)		Option-1 (マニュアル)	Option-2 (ARTG)	Option-3 (AGV)
経済的要因	初期費用 (Option-1 = 1.00)	1.00	1.13	1.70
	人件費(15年間) (Option-1 = 1.00)	1.00	0.65	0.36
	ドライバーの人数 (total)	285	186	105
	QGC	36 (6 units)	36 (6 units)	36 (6 units)
	RTG/ARTG	120 (20 units)	21 (20 units)	27(26 units)
	Yard-trailer	105 (35 units)	105 (35 units)	12 (4 units)
	AGV/Auto-trailer	-	-	6 (54 units)
	Reach Stacker	24 (4 units)	24 (4 units)	24 (4 units)
維持管理費用(15年間) (Option-1 = 1.00)	1.00	1.13	1.71	
計・ライフサイクルコスト(15年間) (Option-1 = 1.00)	1.00	1.00	1.36	
その他の要因	労働環境の向上	-	○	○
	ヒューマンエラーや安全性の向上	-	○	○
	新規労働者のトレーニングにおける負担軽減	-	○	○

* 初期費用はTOS及びその他ソフトウェアを含む
 * ドライバーの給与想定 = 18,000 USD/year
 * 維持管理費用は初期費用の5%と想定
 * 燃料費は含まず

出典: JICA 調査団

218. 上表は、NCT2 と 3 を一体的に運用した際の経済性を比較したものである。イニシャルコストに加え、荷役機械を操作する運転者のコスト、一定期間におけるメンテナンスコストを加味して比較した結果、マニュアルを採用した場合と ARTG を導入した場合では、経済性はほぼ同じ結果となった。一方で、AGV を導入する場合は、これらに比べトータルコストが約4割増加する結果となった。なお、ARTGを導入する場合は、マニュアル方式に比べて運転者の労働環境の改善やヒューマンエラーの減少による安全性の向上、オペレーター教育の容易さなど定性的なメリットが生まれることも分かった。そこで、今回は PAS とも協議を重ね、オプション1 (現行通りのマニュアル) 採用の可能性も残しつつ、オプション2 (ARTG) の採用を前提に検討を進めることとした。なお、オプション1とオプション2では、導入する RTG に違いはあるが、レイアウトや荷役機器の基数等は同じである。

6.4.2 主要荷役機械諸元・数量

219. オプション2を採用する場合の NCT2 及び NCT3 の主要荷役機器諸元と数量、検討の詳細を以下に示す。

表 6-6 主要荷役機器の諸元と数量

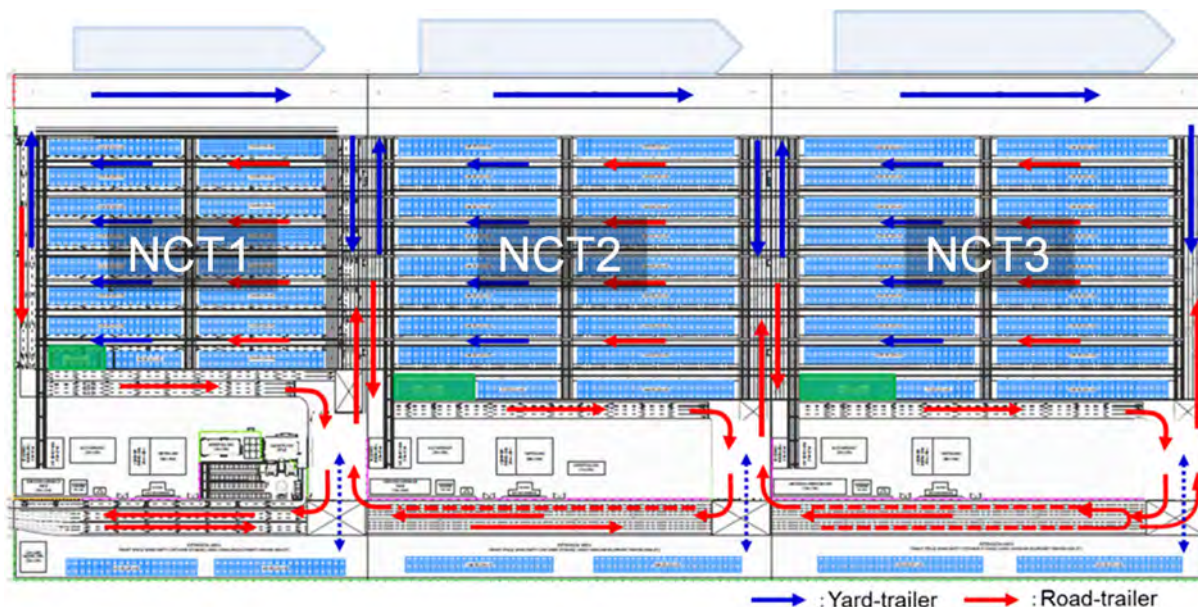
主要荷役機器		NCT1(参考)	NCT2	NCT3
コンテナクレーン(QGC)	Units	3	3	3
ARTG(ハイブリッド)	Units	(RTG) 9	10	10
ヤード・トレーラー	Units	16	17	18
リーチスタッカー	Units	2	2	2

出典: JICA 調査団

6.4.3 ヤードレイアウト

6.4.3 (1) 動線計画

220. NCT1 のみが供用している段階では、トレーラーはポートゲート通過後に橋を渡って左折でターミナルに入場し、退場の際はターミナルから右折してポートゲートへと向かう計画であるが、NCT2,3 供用後はこのままでは動線の交錯箇所が多数発生する。このため、ターミナルへ入場したい車両は一度 NCT3 側最奥部まで直進したのち U ターンし、右折にてターミナルに入場する計画とした。なお、背後の空バンプールと行き来するヤード・トレーラーも原則は同様の動線であるが、急を要する際は交通誘導者を立てるなどして空バンプールとターミナルとを最短距離で行き来することも想定している。

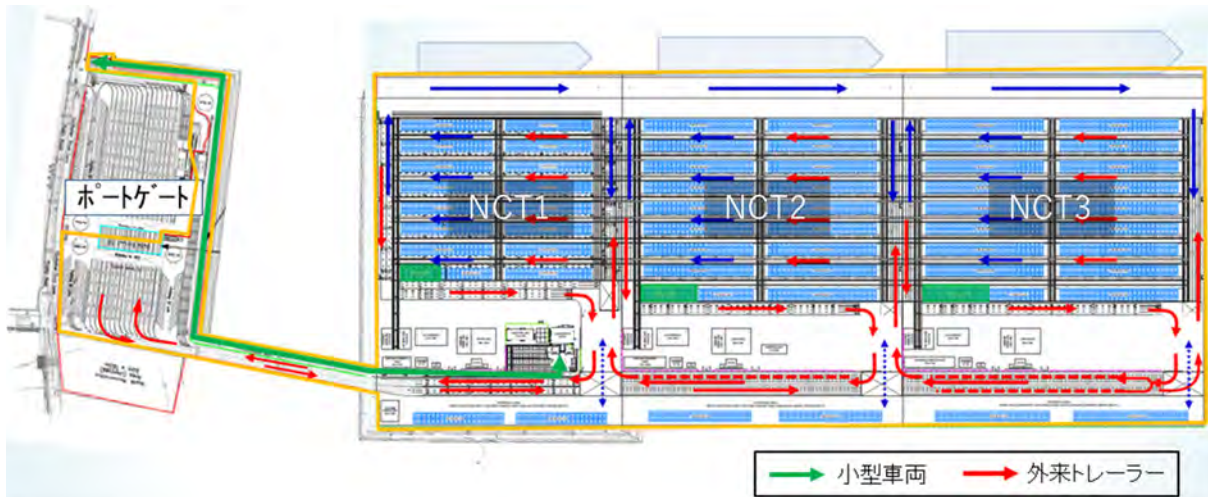


出典: JICA 調査団

図 6-3 NCT1～NCT3 ターミナルの動線

221. また、ターミナルオペレーションに関わる PAS 関係者や、コンテナ搬出入に関わる書類の受け渡しをするフォワーダー等のアクセスは、SOLAS のチェックを受けた後 NCT1 管理棟まで下図緑色の動線を行き来する計画とする。書類の受け渡しをするカウンターは、NCT1、2、3 共通で NCT1 管理棟 G 階に集約する。また、NCT1、2、3 ターミナル内のメンテナンスショップやワーカーショップ、岸壁等各エリアへの移動は、NCT1 管理棟脇を通り関係者のみが入退場する。これにより NCT2、3 への小型車両の動線は必要無く、外来トレーラーとの動線の交錯は生じず、安全性が確保される。

222. ターミナルから背後道路を跨いで反対側にある空コンテナ置き場との動線は、上図の青色破線矢印で示すとおり、各ターミナルの出入り口から最短距離で構内トレーラーが行き来する計画としている。背後道路上にゼブラゾーンを設けることや、必要に応じて交通誘導員を配置する等により安全を確保する。

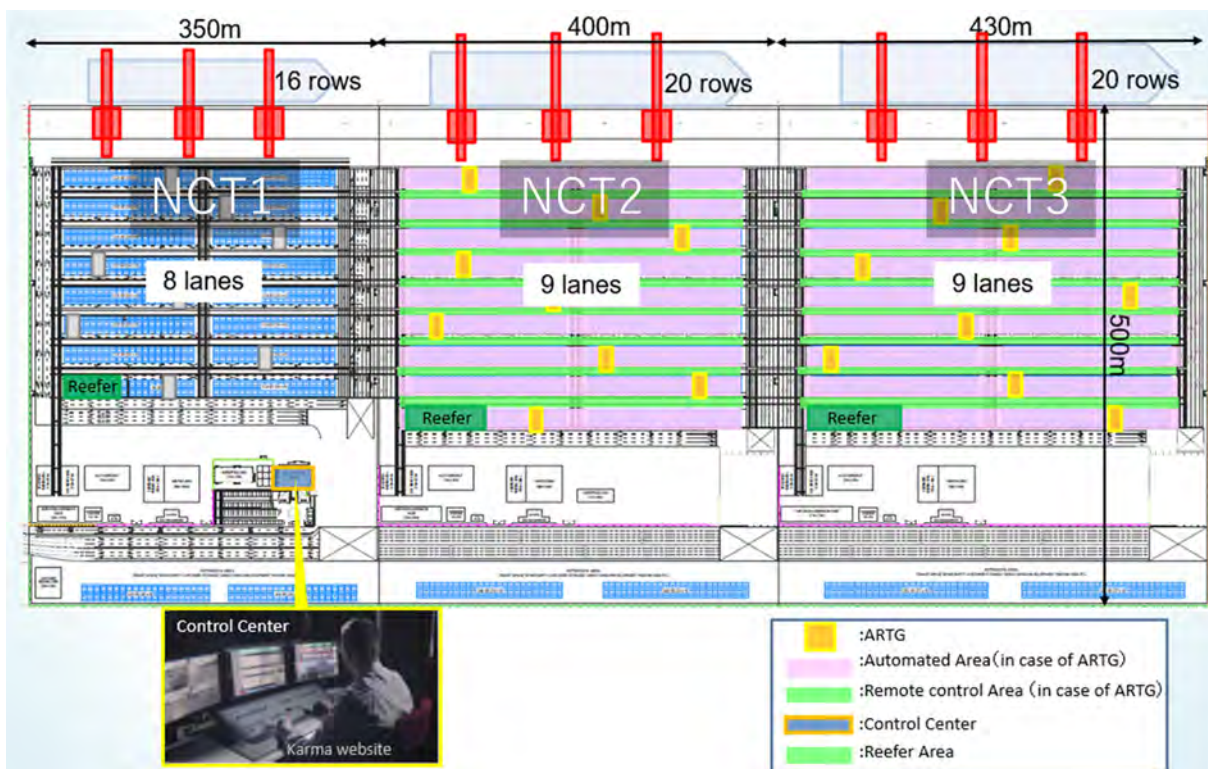


出典: JICA 調査団

図 6-4 NCT1~NCT3 小型車両の動線

6.4.3 (2) 蔵置エリアの規模と配置

223. レイアウトは、求められる蔵置能力と NCT1~3 までの一体的かつ効率的なオペレーションを考慮し、以下に示す通りとした。RTG の蔵置レーン数は NCT1 の 8 レーンに対し、陸側に 1 レーンを追加した 9 レーンとしている。これは NCT2 や NCT3 へとヤードが拡張した場合に、管理棟やメンテナンスショップなど NCT1 の施設を兼用し、コンテナヤードのスペースを確保できると判断したためである。



出典: JICA 調査団

図 6-5 NCT1~NCT3 ターミナルレイアウト図

224. バックヤードには、機械やコンテナのメンテナンス用施設、荷役機器の燃料補給用施設、各ターミナルへの

電力供給及び上水供給施設等を配置する。コントロールセンターは、NCT1,2,3 を一体的に運営することを想定して NCT1 管理棟の 3 階に集約する計画としているが、NCT1 設計時に管理棟脇の増築スペースを確保していることから、将来増員等によりスペースが必要になった際には、管理棟を増設することも可能である。

- 225. 今回採用予定の ARTG は、このコントロールセンター内に設ける遠隔操作卓から遠隔操作する。NCT1 管理棟から NCT2、NCT3 にある照明鉄塔までの間は光ケーブルを敷設し、照明鉄塔上に中継器を設置しそこからは無線で各 RTG と通信する計画である。
- 226. また、輸出用空コンテナは蔵置日数が長い傾向があることから、輸出用空コンテナはできるだけアクセス道路背後のエリア(バンプール)に蔵置する計画とし、一層効率化する計画としている。
- 227. リーファーコンテナについては、NCT2、3 それぞれの年間取扱能力に対するリーファーコンテナの割合(実績約 2.8%)からリーファーコンテナの年間取扱量を NCT2:約 1.6 万 TEU、NCT3:約 1.7 万 TEU と想定し、それをベースに実入りリーファーコンテナの数を試算したうえで必要なリーファープラグの口数およびグラウンドスロットを算定した。その結果、積段数を 4 段とした場合、NCT2、NCT3 のプラグ口数とグラウンドスロットは、それぞれ 120 口、60 グラウンドスロット、144 口・72 グラウンドスロットとなった。

6.5 港湾保安対策計画

6.5.1 現在の港湾保安の状況

- 228. 「シハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業準備調査」(以下、NCT1 準備調査という)において、同国は 1974 年の海上における人命の安全のための国際条約議定書(SOLAS74)の締約国であるが、2007 年に首相が運輸大臣に ISPS コードの遵守を指示したものの、ISPS コードの要件を完全に遵守していないとされていた。従い、現在稼働中のシハヌークビル港における現在の状況を確認した。

6.5.2 NCT2、NCT3 に対する港湾保安対策計画

6.5.2 (1) 制度面の対策

- 229. 制度面は、PAS の Port Facility Security Plan が MPWT によって評価・承認され、IMO の GISIS に登録されるなど、PAS の保安体制は整備されてきている。しかし、カンボジア国内の保安体制は、保安に関する国内法がまだ十分に確立していないと考えられるため、日本、シンガポールなどで港湾保安研修を実施している団体の支援を受けるなどして、適宜保安体制のチェックや対策の適正化を図る必要がある。

6.5.2 (2) 施設面の対策

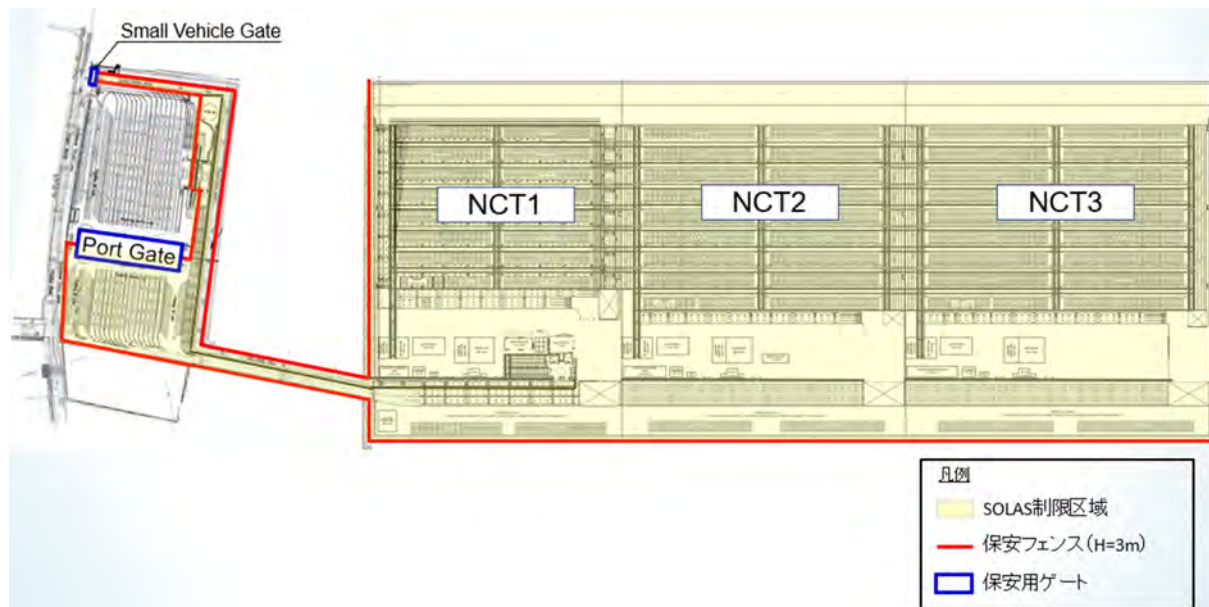
- 230. 防護フェンス、照明塔、防犯カメラおよび Public Address スピーカー等の設備については、現状も保有・活用しているため、特段の問題はない。また、本プロジェクトに先行する NCT1 において配備計画が進んでいるため、原則として同様の種類、大きさ、照度および視認範囲等を持った保安機材等を配備する。

6.5.2 (3) 運用面の対策

- 231. コンテナトレーラーについては、NCT1 で整備されるゲートを集中管理ゲートとして、これより内側を SOLAS 区域とする。コンテナ貨物以外の一般車両の出入口は、別途設けられるゲート(NCT1 で整備)の1か所とし、出入りチェックなどの保安業務を効率的・効果的に実施することとする。この結果、コンテナトレーラーと一般車両が構内で錯綜することはなくなる。但し、PAS の現在の SOLAS 運用状況を見る限り、コンテナヤード内へのバイクの乗り入れが数多くみられるなど、職員への保安に対する意識が十分でないと考えられるため、バイク等が NCT1 管理棟区域からターミナル内に侵入しないよう厳しく管理する体制を整えるとともに、職員に対する保安訓練・意識の向上を継続的に実施する必要がある。

6.5.3 SOLAS 制限区域

232. 先の NCT1 の検討において、新たに陸域に設置するゲートから埋立地へと続くアクセス路、NCT1 までを一体的な SOLAS エリアとして設定するとなったことを受け、NCT2、3 もその SOLAS エリアを拡張させ一体的に保安管理することを前提とする。想定する保安エリアを下図に示す。



出典: JICA 調査団

図 6-6 SOLAS 制限区域図

233. NCT1,2,3 に出入りする全てのトレーラーは、集中管理ゲート(Port Gate)にて出入りチェックを行う。このため、NCT1,2,3 の各ヤードの出入口での SOLAS チェックは原則不要である。また、一般車両等については、一般車両用アクセス路の入口部に設けられた守衛所 (Small Vehicle Gate)にてチェックを行う。

6.6 コンテナターミナルの施設配置計画

234. NCT2 及び NCT3 のコンテナターミナル施設およびその配置は、NCT1 のターミナル運営の実施主体となる PAS が引き続き NCT2 及び NCT3 のターミナル運営を行うことを前提に、先行する NCT1 との連続性や共有性、更に、NCT2 や NCT3 に将来の追加導入も含む荷役機械や関連機器の仕様や基(台)数などを考慮の上決定した。図 6-7 に NCT1 を含む NCT2 及び NCT3 のコンテナターミナル施設全体平面図、表 6-7 に各コンテナターミナル施設概要を示す。

235. 図 6-7 及び表 6-7 に示す通り、マーシャリングエリアには、NCT1 と同様、コンテナスリーパーや RTG 走行版を設けた RTG による蔵置方式とし、蔵置レーンを 1 レーン追加、更に、場内トイレ、ヤード照明塔、リーファー電源ソケット(リーファー点検台も含む)を設けた。バックヤードエリアには、管理棟や駐車場は設けず、ターミナルオペレーションに必要となるワークショップ、RTG 駐機場、荷役機械駐機場、荷役作業員詰所(NCT2 のみ)、受変電設備室及び発電機室、受水槽及びポンプ室、給油所、給油所事務所を設けることにした。その他のエリアには、基本的に NCT1 と同じ施設を配置するものとした。



出典 JICA 調査団

図 6-7 コンテナターミナル施設配置全体平面図

表 6-7 コンテナターミナルの施設概要

区分	NCT1(参考)	NCT2	NCT3	
ターミナル施設配置図				
	基本諸元	幅 350m x 奥行 500m -14.5m岸壁 x 35m(棧橋式)、E7 D28m幅(コクリート舗装)、保安フェンス	幅 400m x 奥行 500m -16.5m岸壁 x 35m(棧橋式)、E7 D28m幅(コクリート舗装)、保安フェンス	幅 430m x 奥行 500m -17.5m岸壁 x 35m(棧橋式)、E7 D28m幅(コクリート舗装)、保安フェンス
	エプロンエリア	場内トイレ	場内トイレ	場内トイレ
	建築施設	CCTVカメラ、給水装置、給電設備、岸壁構設灯	CCTVカメラ、給水装置、給電設備、岸壁構設灯	CCTVカメラ、給水装置、給電設備、岸壁構設灯
	ユティリティ	8 コクテナ設置レーン、コクテナリハー/RTG走行版、場内道路(コクリート舗装)、保安フェンス(西側は部分施工時のみ)	9 コクテナ設置レーン、コクテナリハー/RTG走行版、場内道路(コクリート舗装)、保安フェンス(西側は部分施工時のみ)	9 コクテナ設置レーン、コクテナリハー/RTG走行版、場内道路(コクリート舗装)、保安フェンス
	マージヤリングエリア	場内トイレ	場内トイレ	場内トイレ
	建築施設	30mヤード照明塔 x 6基、CCTVカメラ、リーファー電源/クワ、リーファー点検台、消火栓、境界照明灯	30mヤード照明塔 x 6基(内3基は照明のみ)、CCTVカメラ、リーファー電源/クワ、リーファー点検台、消火栓	30mヤード照明塔 x 6基(内3基は照明のみ)、CCTVカメラ、リーファー電源/クワ、リーファー点検台、消火栓、境界照明灯
	ユティリティ	ハンクヤード(コクリート舗装)、RTG駐機場、荷役機械駐機場、保安フェンス(西側は部分施工時のみ)	ハンクヤード(コクリート舗装)、RTG駐機場、荷役機械駐機場、保安フェンス(西側は部分施工時のみ)	ハンクヤード(コクリート舗装)、RTG駐機場、荷役機械駐機場、保安フェンス
	土木施設	管理棟(駐車場含む)、荷役作業員詰所、M&E ワークショップ、受変電設備及び発電機室、受水槽及びピット室、給油所、給油所事務所	荷役作業員詰所、M&E ワークショップ、受変電設備及び発電機室、受水槽及びピット室、給油所、給油所事務所	M&E ワークショップ、受変電設備及び発電機室、給油所、給油所事務所
	建築施設	受変電設備/発電機、受水槽/給水ホップ、CCTVカメラ、消火栓、境界照明灯	受変電設備/発電機、受水槽/給水ホップ、CCTVカメラ、消火栓、境界照明灯	受変電設備/発電機、受水槽/給水ホップ、CCTVカメラ、消火栓、境界照明灯
土木施設	6車線NCT17アクセス道路(コクリート舗装)、2車線一般車道道路(コクリート舗装)、保安フェンス	8車線NCT17アクセス道路(コクリート舗装)、保安フェンス	8車線NCT17アクセス道路(コクリート舗装)、保安フェンス	
アクセスエリア	道路照明灯、CCTVカメラ、消火栓	道路照明灯、CCTVカメラ、消火栓	道路照明灯、CCTVカメラ、消火栓	
ユティリティ	空コクテナ設置ヤード、コクテナ洗浄場、保安フェンス	空コクテナ設置ヤード、保安フェンス	空コクテナ設置ヤード、保安フェンス	
土木施設	境界照明灯、消火栓	境界照明灯、消火栓	境界照明灯、消火栓	
ユティリティ				

出典: JICA 調査団

6.7 岸壁の設計

6.7.1 岸壁設計用の自然条件

236. 気温、降雨、風、潮位、潮汐、波浪、地震及び土質の自然条件について、本編報告書に示すように設定した。

6.7.2 使用条件

237. 対象船舶、荷役機械等の岸壁構造物にかかる荷重の使用条件を以下にまとめる。

6.7.2 (1) 荷重条件

6.7.2 (1) a 載過重

- 常時(接岸時、係留時、荷役時):20kN/m²
- 異常時(地震時、防風時):10 kN/m²

6.7.2 (1) b 荷役機械

238. 棧橋上の荷役機械は、ガントリークレーンとリーチスタッカーのみとする。モバイルハーバークレーンは考慮しない。NCT2 及び NCT3 の対象船舶とガントリークレーンの諸元は下表の通りであり、リーチスタッカーはNCT1～3で共通とする。

表 6-8 ガントリークレーン諸元

	NCT3	NCT2	NCT1(参照)
船舶サイズ(TEU)	15,000	10,000	4,700
船舶サイズ(DWT)	160,000	120,000	60,000
QC 重量(トン)	1230	1230	1082
QC レーン幅 (m)	30	30	30
QC アウトリーチ (列数)	20	20	16

出典: JICA 調査団

表 6-9 ガントリークレーン重量

条件	車輪位置	垂直荷重(kN/輪)	水平荷重(kN/輪)
作業時(40.6T 負荷、風速 20m/s)	海側	749	48
	陸側	509	36
暴風時(無負荷、風速 35m/s)	海側	521	42
	陸側	676	42
地震発生時(水平震度 0.05G)	海側	776	20
	陸側	615	20
接岸時(ブームアップ、風速 20m/s)	海側	387	33
	陸側	554	41

出典: JICA 調査団

6.7.2 (2) 対象船舶

239. 対象最大船舶の諸元は以下の通りである。最小船舶は 8,000DWT とする。

表 6-10 対象船舶(最大)

諸元	NCT2	NCT3
TEU	10,000	15,000
DWT	120,000	160,000
全長 (m)	350	370
垂線間長(m)	340	360
喫水 (m)	15.0	16.0
設計水深 (m)	16.5	17.5
船幅 (m)	49	52

出典: JICA 調査団

6.7.3 岸壁設計の比較

240. 設定された岸壁諸元は以下のとおりである。

表 6-11 岸壁諸元

諸元	NCT2	NCT3
パースの延長(m)	400 メートル	430 メートル
パース設計水深(CDL)	16.5 メートル	17.5 メートル
天端高(CDL)	+3.3 m (NCT1と同じ)	
岸壁幅(m)	35 m (NCT1と同じ)	

出典: JICA 調査団

241. 軟弱な土質条件から、ケーソンや矢板など重力式よりも杭栈橋式が適している。直杭型、斜杭式と NCT1 に適用されたストラット式の 3 種類構造形式を比較検討した。

242. 比較の結果、NCT1 と同様のストラット式が NCT2 及び NCT3 に適している。

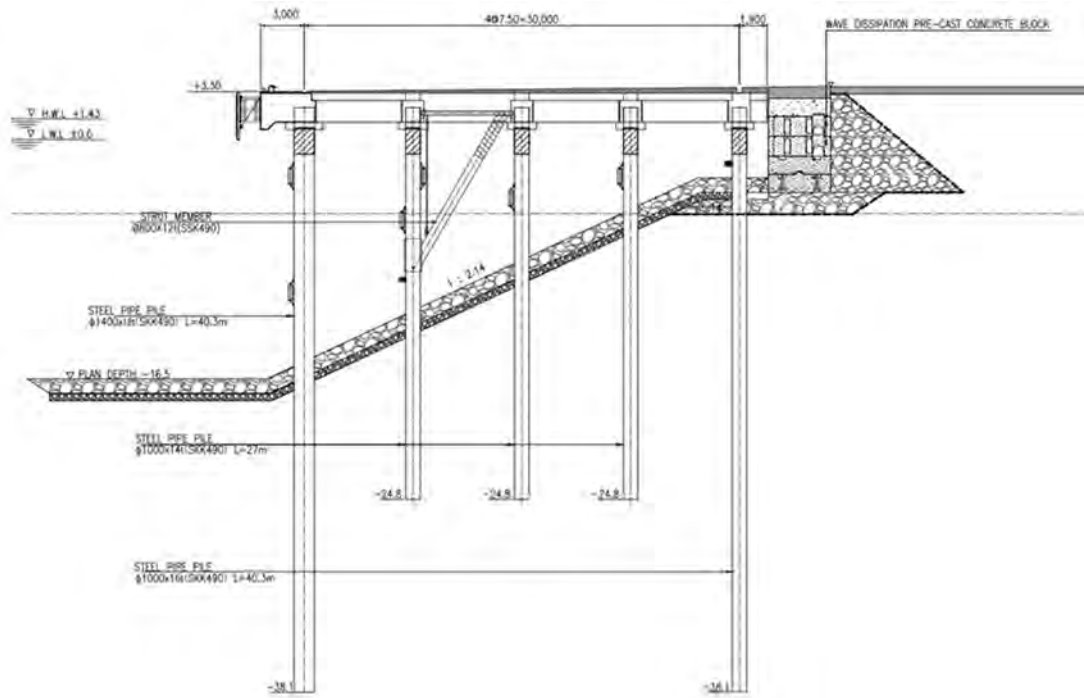
表 6-12 岸壁構造比較

構造形式	直杭式	斜杭式	ストラット式
特徴	水平及び垂直荷重の両方が、直杭によって支えられる。そのため杭の直径と厚さは他の構造形式よりも大きくなる。	水平荷重は、主に斜杭によって支えられる。	この構造は直杭式とあまり変わらないが、トラス部材によって水平力が分担され、杭径や厚さを小さくすることができる。
50m ブロックあたりの杭本数	直杭 70 本	直杭 40 本 + 斜杭 20 本	直杭 50 本
メリット	施工が容易	水平変位が小さい	水平変位が小さい NCT1 との接続が良好
デメリット	水平変位が大きい	斜杭打設可能な杭打船が必要	高い杭打設精度が求められる。
環境への影響	騒音、振動、商船等への影響は 3 種類すべてで同程度	同左	同左
建設期間	1.0	1.1	1.0
杭の建設費	1.0	1.1	1.0
評価	あまり適さない	あまり適さない	最も適する

出典: JICA 調査団

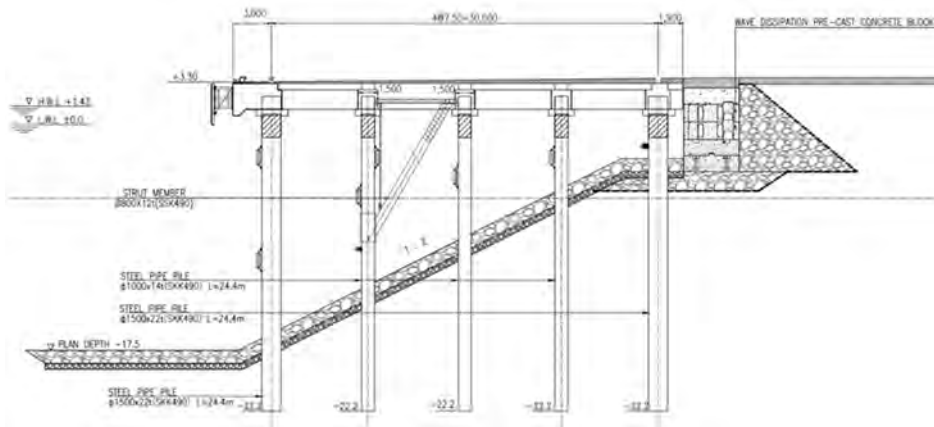
6.7.4 複数の対象船舶に対する岸壁比較

243. 15,000 TEU、12,000 TEU、10,000 TEU の 3 種類の対象船舶に適する岸壁構造に対するコスト比較を行った。比較検討後、最終的に決定された岸壁構造形式に対して、各種設計条件を再確認・更新を行い、再度 STAAD Pro で 3 次元計算を行った。最終断面を以下に示す。



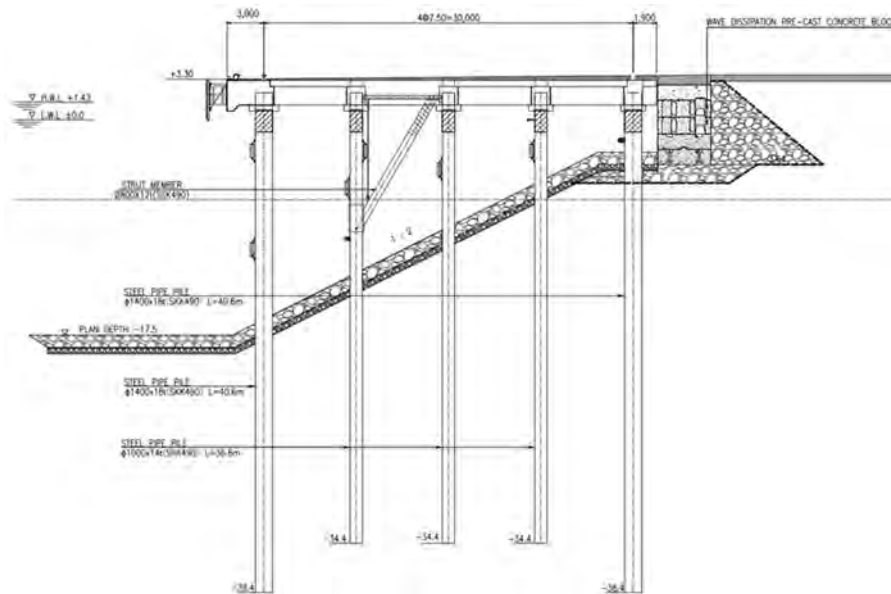
出典: JICA 調査団

図 6-8 10,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT2)



出典: JICA 調査団

図 6-9 15,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT3A)



出典: JICA 調査団

図 6-10 15,000TEU 船舶用岸壁標準断面 (NCT3B)

6.8 コンテナヤードの設計

6.8.1 ヤード舗装

6.8.1 (1) 使用条件

244. NCT2 及び NCT3 における各エリアの荷重条件の概要を下表に示す。SHV 港既存コンテナターミナルでは、実入りコンテナは基本的に RTG によって荷役されるが、リーチスタッカーによって荷役されこともある。また、運営者である PAS は、リーチスタッカーによっても荷役できることを望んでいる。従って、コンテナヤードはリーチスタッカーの車輪荷重に対する耐久力を持つこととする。一方、既存の一般貨物ターミナルでは、ガントリークレーンが無いため、モバイルハーバークレーンでコンテナの荷役を行っているが、NCT では、ガントリークレーン、RTG、リーチスタッカーが配備されるため、モバイルハーバークレーンを使用しないこととする。

表 6-13 既存コンテナターミナル舗装状況

エリア	コンテナ荷重	コンテナトラック	リーチスタッカー	RTG	モバイルハーバークレーン
ドライコンテナエリア	5 段積	対応必要	対応必要	不要	不要
リーファーコンテナエリア	3 段積	対応必要	不要	不要	不要
空コンテナエリア	4 段積	対応必要	対応必要	不要	不要
道路エリア	不要	対応必要	対応必要	不要	不要
トラックレーン	不要	対応必要	対応必要	不要	不要
RTG レーン	不要	対応必要	対応必要	対応必要	不要
建築エリア	不要	対応必要	不要	不要	不要

出典: JICA 調査団

6.8.1 (2) 舗装タイプの比較

245. 代表的な3種類である ICB 舗装、アスファルト舗装、コンクリート舗装について下表に示す。NCT2 及び NCT3 には、コンクリート舗装が最も適している。

表 6-14 舗装タイプの比較

舗装種別	ICB	アスファルト	コンクリート
初期工事費	低い	高い	普通
維持管理費	低い(容易)	高い	普通
耐久性	普通	普通	高い
建設期間	普通	速い	遅い
NCT1 への連続性	普通	低い	高い
特徴	ICB 舗装のコストは最も安く修繕も容易であるが、高頻繁のメンテナンスが必要である。地盤沈下が大い所では有効性が高い。また雨水が浸透しやすく、水たまりができにくい。	アスファルト舗装は早期施工可能であるが、初期費用が高い。またリーチスタッカーによる舗装の損傷も激しいため、早期修復は可能であるが、維持管理頻度・費用も高い。	コンクリート舗装の初期費用は安くはないが、耐久性と NCT1 への連続性が最も高い。ただし修繕する際には時間がかかる。供用後の残留沈下によるひび割れのリスクも高い。
評価	適用可能	適さない	最適

出典: JICA 調査団

6.8.1 (3) コンクリート舗装の設計

246. 荷重条件が NCT1 と同じであるため、コンクリート舗装の厚さは NCT1 詳細設計を参考とする。それぞれの場所で、荷重条件が異なるため、7種類のタイプが設定されている。

表 6-15 コンクリート舗装の厚さ

単位:mm

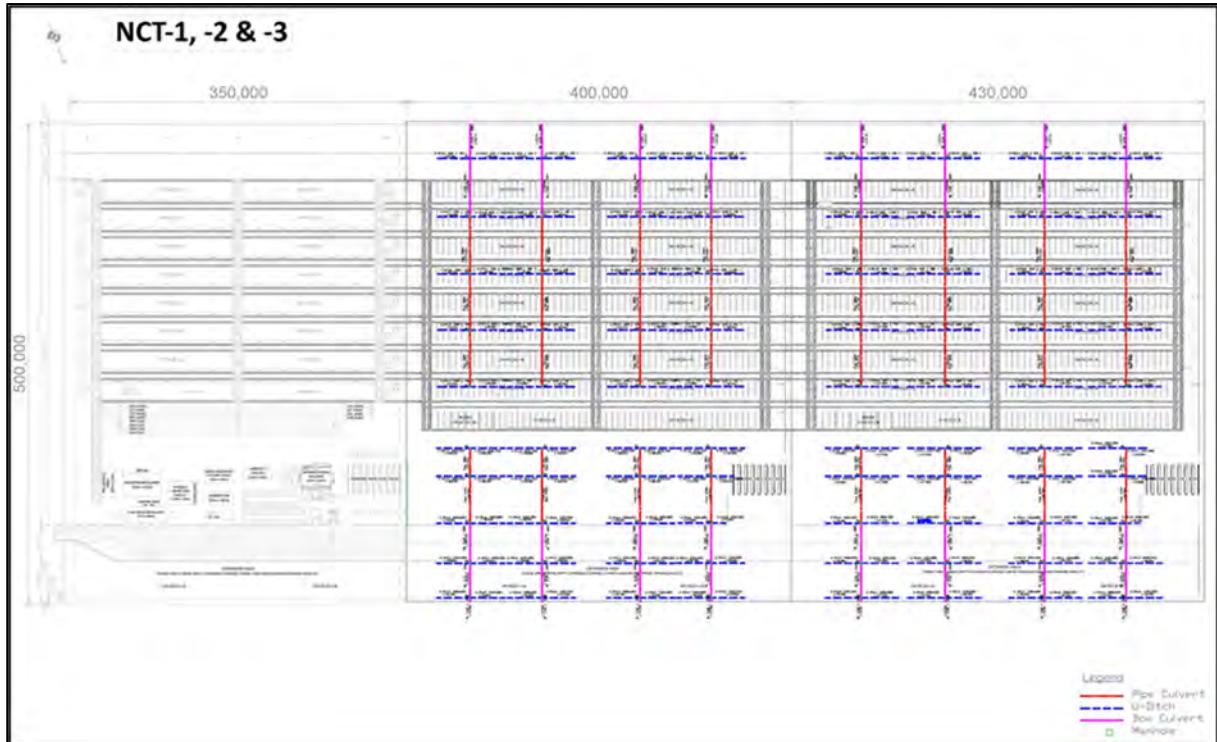
	表層	路盤	路床	合計	エリア
タイプ A	300	200	300	800	アクセスロード
タイプ-1	300	200	200	700	RTG レーンとコンテナスタッキングプレート
タイプ-2	250	200	200	650	トラックレーンとコンテナスタッキングプレート間
タイプ-3	200	200	200	600	建物と空のコンテナ領域
タイプ-4	150	200	200	550	乗用車駐車場
タイプ-5	250	250	250	750	RTGC レーン
タイプ-6	350	250	250	850	コンテナスタッキングプレート

出典: JICA 調査団

6.8.2 排水システムの設計

6.8.2 (1) 排水のコンセプトレイアウト

247. NCT2 及び NCT3 は NCT1 の西側に配置される。NCT3 整備後、NCT3 の西側にターミナルが配置されることが計画されているため、NCT では側面に排水することはできず、排水方向はバース側と空のコンテナヤード側のみとなっている。NCT1 ではコンテナヤードと建築エリアの境界に分水嶺があり、NCT2 及び NCT3 でも同様に分水嶺を配置する。降雨強度は NCT1 と同じ最大 200mm/h とする。



出典: JICA 調査団

図 6-11 排水レイアウト (NCT2&3)

6.8.2 (2) 排水のコンセプトデザイン

248. SHV 港では、U 字溝、カルバート、パイプなど、いくつかの排水形式がある。本プロジェクトでは、以下の排水形式を計画する。

表 6-16 排水形式

形式	特性	本プロジェクトで利用箇所
蓋つき U 字溝	雨水を集めるために適する。トラックは、U 字溝の上を通過することができる。	ヤード・道路・建物周辺等に利用される。
蓋無し U 字溝	雨水を集めるために適する。トラックは、U 字溝の上を通過することができない。	人や車両が立ち入らないところに利用される。本案件では使用予定は無い。
L 型側溝	雨水を集めるために適する。トラックは、L 型側溝の上を通過することができる。	主に道路の側溝に使われる。
現場打ちコンクリートボックスカルバート	大口徑で耐荷重が大きい。	ターミナルヤード下の主要排水溝
プレキャストコンクリート管(ヒュームパイプ)	大口徑もあるが、ボックスカルバートよりは耐荷重が小さい。	建物エリアの下の排水管
PVC パイプ	耐荷重は小さいが安く、工事も容易。	建物からヤード排水までの接続

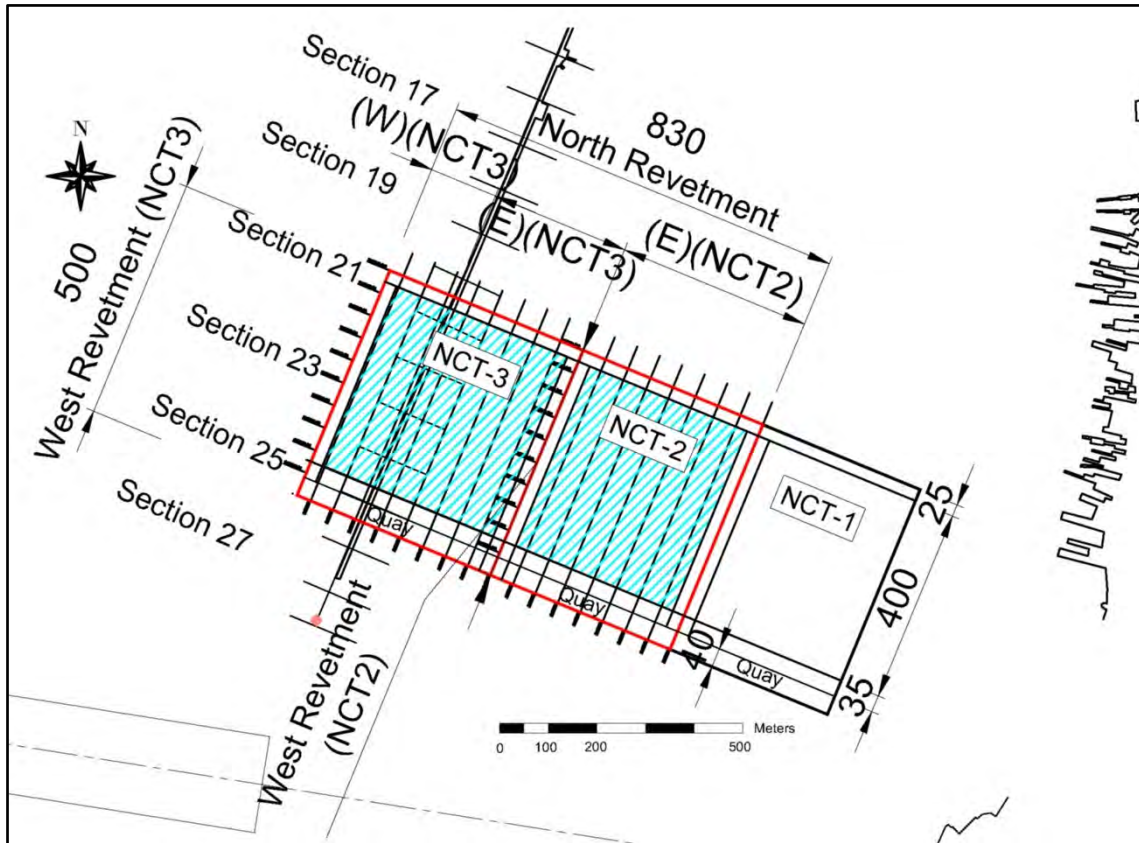
出典: JICA 調査団

6.9 ターミナル造成計画

6.9.1 護岸

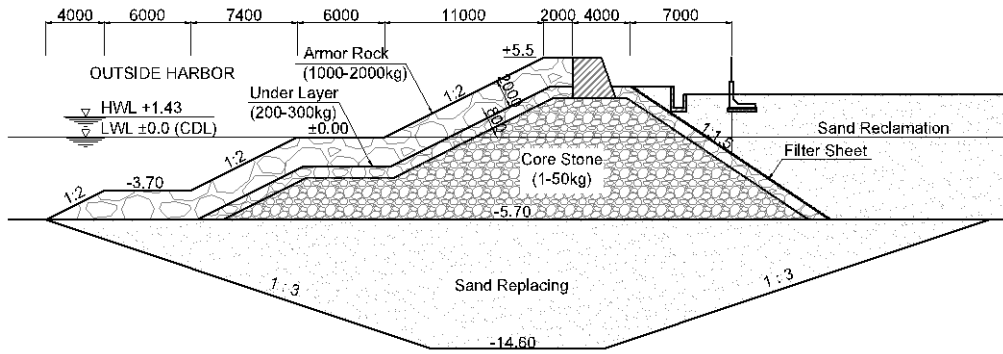
249. 埋立地とその周辺の護岸配置を下図に示した。各護岸は、以下の標準断面図に示したように沖積層上

層の軟弱土を排除して砂層で置換し不等沈下を抑える地盤改良を行い、捨石式傾斜堤とした。

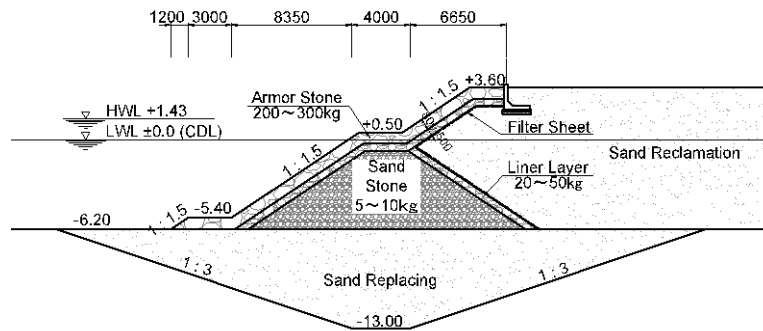


出典 JICA 調査団

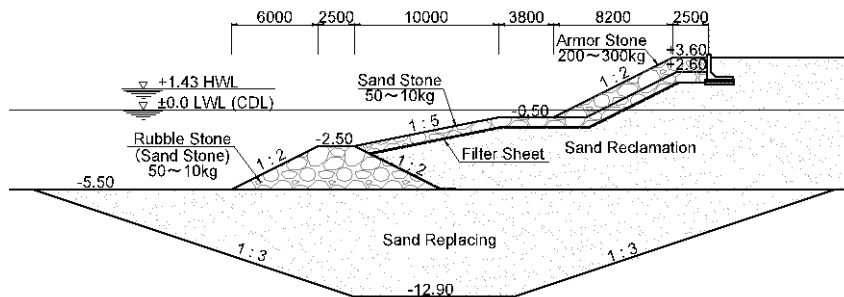
図 6-12 護岸法線配置図



NCT3 西護岸および NCT3 北護岸(西)



NCT2 および NCT3 北護岸(東)



NCT2 西護岸

出典: JICA 調査団

図 6-13 護岸標準断面図

6.9.2 埋立

6.9.2 (1) 圧密沈下及び地盤改良工法の検討

250. NCT2、NCT3 及び長期計画水域の埋立に関して、検討結果の要点を表 6-17 に示す。

表 6-17 NCT2, NCT3 及び長期計画水域での埋立のまとめ

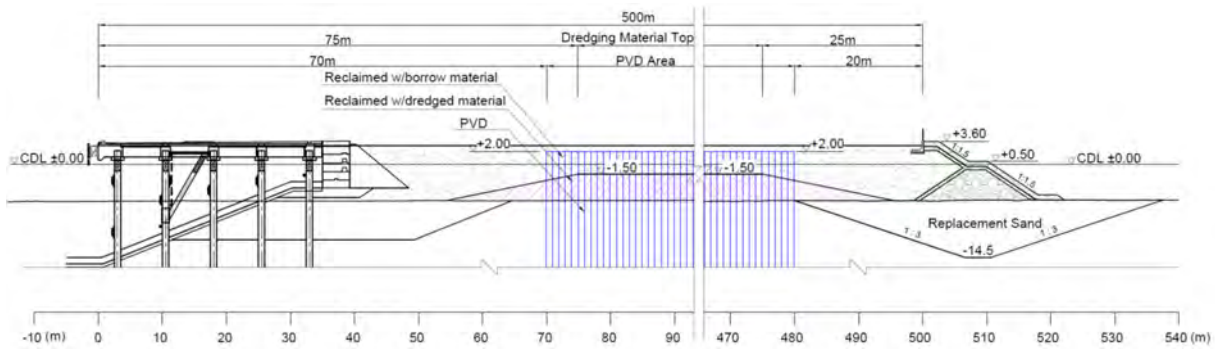
区域		NCT2	NCT3	長期計画水域	
<1a>層の土質特性	Wn(%)	46	43	69	
	Sand(%)	52	50	30	
	Ip	11	13	20	
	e0	1.36	1.22	1.93	
	Cc	0.37	0.47	0.75	
	Cv (cm ² /day)	by test	0.006	0.004	0.004
		by Ip	0.29		0.0144
by sand content		0.013		0.0086	
埋立諸元	埋立天端高(CDL,m)	+3.7			
	浚渫転用土天端(CDL,m)	-1.5			
	既存海底面水深(CDL,m)	-5.1	-6.1	-9.8	
	区域(m)	400 x 500	430 x 500	-	
	圧密沈下 (m)	陸土のみ	1	1.6	1.8
浚渫土転用		1.4	2.0	3.6	
地盤改良(PBD)	1mピッチ (正方形)	打設天端	+2.0m		
		平均打ち止め深度	-16.2m	-20.7m	-

出典: JICA 調査団

- <1a>層は軟弱でゆるい砂質粘土あるいはシルト質砂で、海底面から数mの厚さで分布している。この層の自然含水比は、NCT2 と NCT3 では 40%であるが、長期計画水域でのそれは 70%である。砂分含有率や塑性指数 (Ip) も同様の傾向である。
- 埋立荷重による沈下量は、NCT2 で 1m、NCT3 で 1.6m、そして長期計画水域で 1.8m である。(<1a>層を主体とする) 浚渫土を埋立材として利用した場合、沈下量はそれらの区域で、それぞれ 1.4m、2m、及び 3.6m となる。長期計画水域で沈下量が他に比べて増大する理由は、水深が深いので浚渫土層の厚さが大きくなることによる。
- (圧密沈下促進のための) PBD 工法がなければ、圧密時間を支配する圧密係数の選択については議論の余地があるが、90%の圧密度に達するためには、浚渫土を利用しない場合でも 3 年～8 年が必要である。したがって、PBD の導入は必然となろう。
- 圧密沈下を促進するための対策工法として PBD 工法が普及している。ただし、沈下速度を支配する圧密係数 (Cv) の誤差のために、正確な圧密時間をデザインすることは困難である。それゆえ、工事期間を過小評価しない圧密試験からえられた Cv (0.006m²/day) を仮定することは妥当であろう。その結果、1.0m の正方形配置で打設すれば、5 ヶ月で U=90% に達すると推定される。本設計の目的を考えれば、1.0m の正方形配置が妥当であろう。
- 現在の防波堤の過去の沈下量は、1m と推定される。

6.9.2 (2) NCT2 及び NCT3 の埋立計画

251. 埋立地は以下の断面図に示すようにコア部分に浚渫土を転用する。浚渫土は底開台船が進入できる深さ-1.5 m 以下の範囲に投入する。また浚渫土を用いる平面範囲を PBD (Plastic Board Drain) である PVD (Pre-fabricated Vertical Drain) 地盤改良を実施する。これによる圧密沈下量、残留沈下量の予測値 (1.4 m～2 m) 分の余盛を路床面レベル上に見込み、土量に加算した。



出典: JICA 調査団

図 6-14 埋立地と地盤改良標準断面図

252. 浚渫土と陸土の埋立材料別、CT2, 3 工区別の埋立土量内訳と PVD による地盤改良の概要を、以下の表 6-18、表 6-19 に示した。

表 6-18 埋立土量内訳

(×1,000m³)

工区	浚渫土	盛土(川砂)	沈下(川砂)	計
NCT2	596	833	217	1,646
NCT3	730	878	336	1,945
Total	1,326	1,711	554	3,590

出典: JICA 調査団

表 6-19 地盤改良(PVD)の概要

工区	打設間隔	打設長	
	(m)	打設深度	打設長(m/箇所)
NCT2	@1.0	+2m to -12.5m	14.5
NCT3	@1.0	+2m to -15 m	17

出典: JICA 調査団

6.10 防波堤および防砂堤の設計

253. 5.3.3(2)の静穏度解析結果より、防波堤は不要との結論に至った。

254. 航路・泊地埋没は、6.11.6 章に述べる通りである。航路埋没対策として航路両側に防砂堤を設けることも考えられるが、航路法線方向の 1m 辺りの埋没量を 100~300m³/m/year と想定すると、防砂堤の建設費を初期投資として支出するよりも、供用開始後の定期的な維持浚渫で水深を維持する方が現実的であると考えられる。

255. このため、竣工・供用開始後も定期的に深浅測量を実施し、航路・泊地の水深変化をモニターし、適時に維持浚渫を実施することが求められる。維持浚渫土量に応じてベトナムなどの TSHD(Trailing Suction Hopper Dredger)による浚渫を数年毎に実施するか、または、海象条件の穏やかな時期に国内の SD(Suction Dredger)や CSD(Cutter Suction Dredger)によって短期間歇的に維持浚渫作業を実施することが考えられる。

256. なお、供用開始後の深浅測量によって、埋没速度が大きいことが判明した場合は、防砂堤の設置が必要となる可能性も有している。

6.11 航路・泊地の浚渫計画

6.11.1 経緯

257. 1960年代末に始まったSHV港の泊地や航路の浚渫工事は、以下のような1から4に至る開発段階を経て今日に至っている。(備考欄の年代は浚渫が完了した年)

表 6-20 SHV港の泊地・航路関連開発ステージ内容と建設年次

No	施設名称	バース		回頭水域		航路		備考
		幅	水深	直径	水深	幅	水深	
		m	m (CDL)	m	m(CDL)	m	m (CDL)	
1	Old Jetty (Berths 1-4)		10					1959建設
2	Existing New Quay (Berths 5, 6)		-10	385	-7.8	150	-7.8	1970建設
3	Existing CC Quay (Berths 7, 8)	45	-11.5	360	-10.5	125	-10.5	2005建設
4	Multi-Purpose Quay (Berths 9, 10)	60	-13.5	400	-12	150	-12	2017建設
5	NCT-1	50	-14.5	600	-13.5	150	-13.5	DD完了
6	NCT-2	65	-16	740	-14.5	200	-14.5	
7	NCT-3	65	-17.5	740	-14.5	200	-14.5	

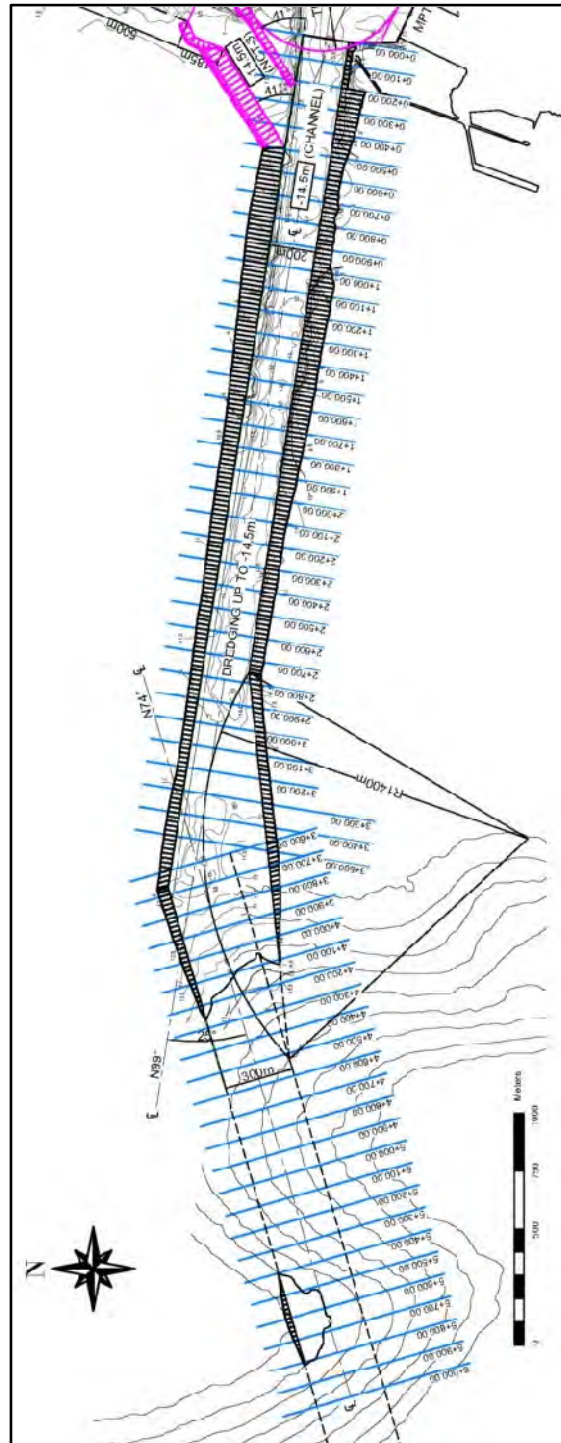
出典: JICA 調査団

6.11.2 航路

6.11.2 (1) 航路の線形、諸元

258. 浚渫航路は、図 6-15 に示すように、港口(図の右端)を Sta. 0 km として、図の左端 Sta. 5.6 km に位置する浅水域を回避するために途中の Sta 3.7 km 地点で屈曲させている。屈曲角度は、30 度以下の 25 度に抑えた。港口から-14.5m 水域までの航路延長は約 4.2 km である。屈曲点より沖側の可航幅は 300m、屈曲点より港口までの航路幅(浚渫法尻幅)は、既存航路幅 150m の北側に 50m 拡幅して 200m とした。これにより、航路中心線は北側に 25m 移動する。屈曲部は、船の旋回半径を垂線間長 355m の約 4 倍=1,400m として、図のような屈曲部内側に隅切りを設けて安全に回頭できる平面形状とした。

259. 航路水深は、CDL-14.5 m、航路両側の法面勾配は、後述のシルテーションによる航路埋没の影響を抑えるために、1:15 の緩勾配とした。法面勾配を 1:10 よりも緩勾配にすることにより、5.3.4 (1) a に記載した PIANC 基準による航路幅検討表に示された航路幅を船幅分だけ縮小することができるので、これによって、必要航路幅も抑えることができる。

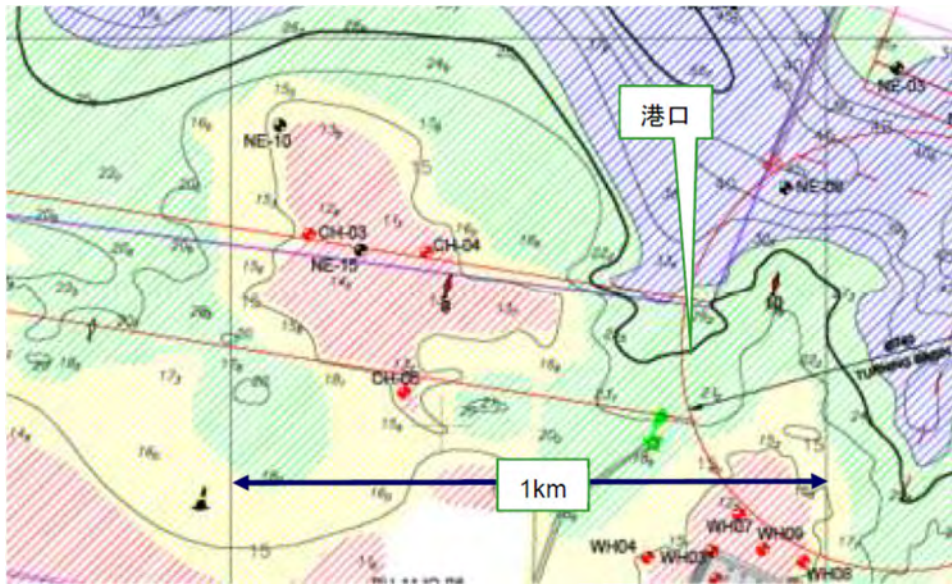


出典 JICA 調査団

図 6-15 浚渫航路配置図

6.11.2 (2) 航路断面と土質

260. 次図は、港口付近の岩層の深さ分布を示したコンターマップ(等深線図)である。この内赤色の部分は、岩層が-14.5m よりも浅い範囲を示している。港口から西へ 300m~800m の航路上とその北側、及び、図の右下泊地内の MPT 岸壁前面にも岩層が見られる。



出典: JICA 調査団

図 6-16 港口付近の岩層天端コンターマップ

261. 上述の港口付近の岩層が浅い部分(港口から 600m)の航路断面とそれより沖側の岩が深い区域(港口から 2000 m)の航路断面図を次図に示した。岩層の天端深さを赤色線で示している。図中の赤色の範囲が浚渫対象となる岩層である。沖側では、岩層が深いため、浚渫対象にはならない。

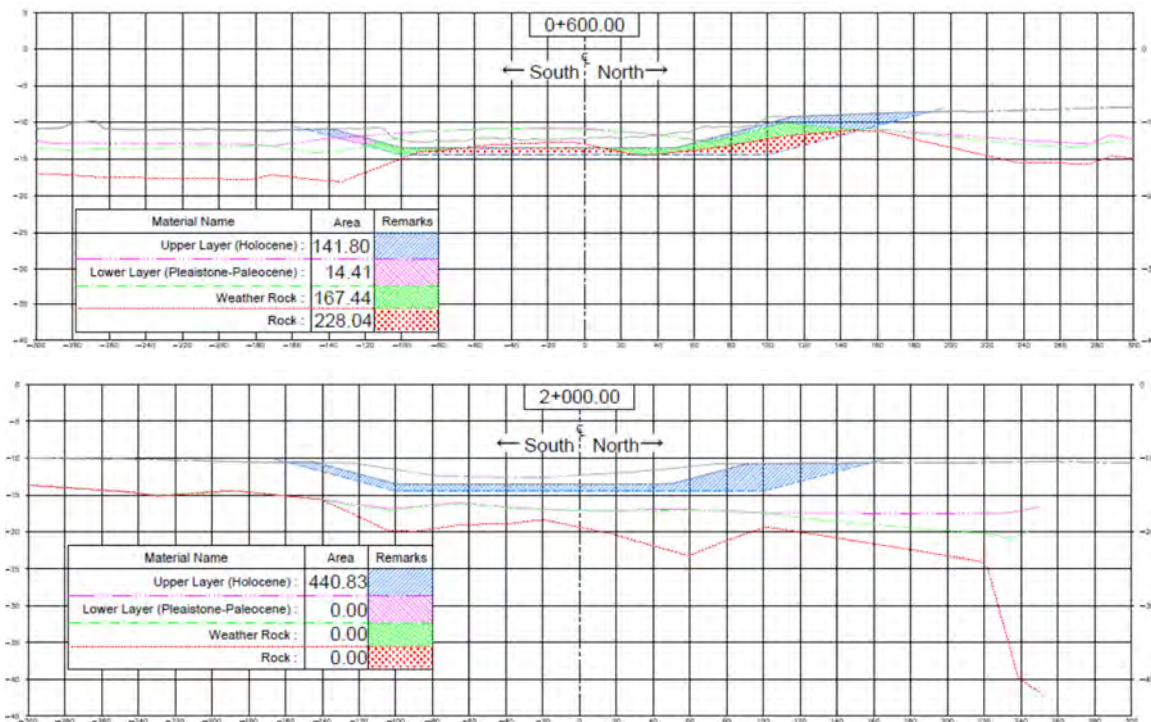


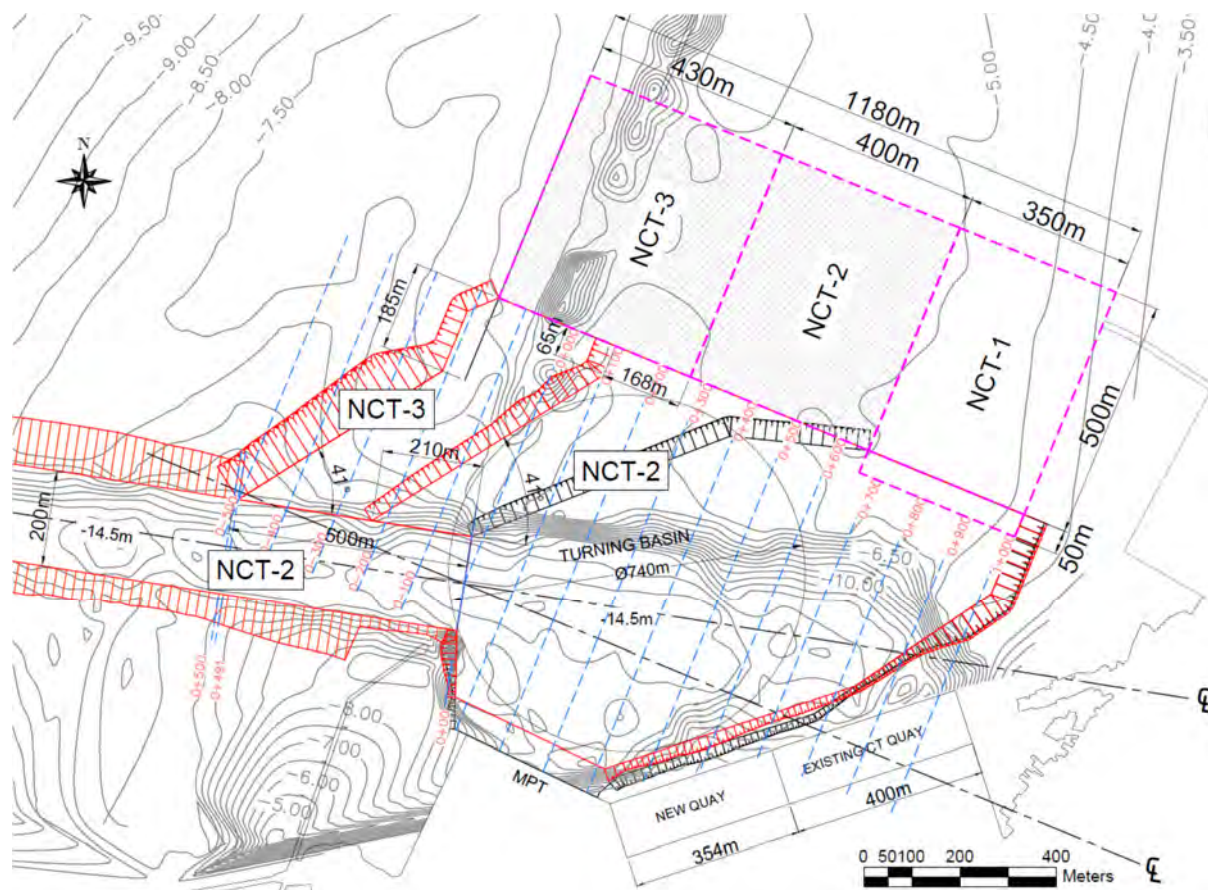
図 6-17 航路土層断面図

6.11.3 泊地

6.11.3 (1) 泊地の諸元

262. 泊地浚渫区域は図 6-18 の朱線で囲まれた範囲(浚渫法尻)である。また、同図内に NCT2 と NCT3 の浚渫区域を重ねて示した。浚渫区域は、直径 740m の回頭円、CT 前面のバース幅とバース前面の

操船スペースを見込んだものである。浚渫区域断面位置は港口側を Sta.0m として泊地奥(図の右側)に向かって距離をとっている。泊地の浚渫法面勾配は、1:5 とした。港口から沖側に突出した航路沿いの部分の法面勾配は航路と同じ、1:15としている。図中泊地内の黒色で示した法面は、NCT1で実施予定の水深-13.5m、回頭円直径 600m を含む水域の浚渫範囲を示している。本件の浚渫土量は、この NCT1 浚渫面と周辺既存海底面以下の部分を対象に計画した。

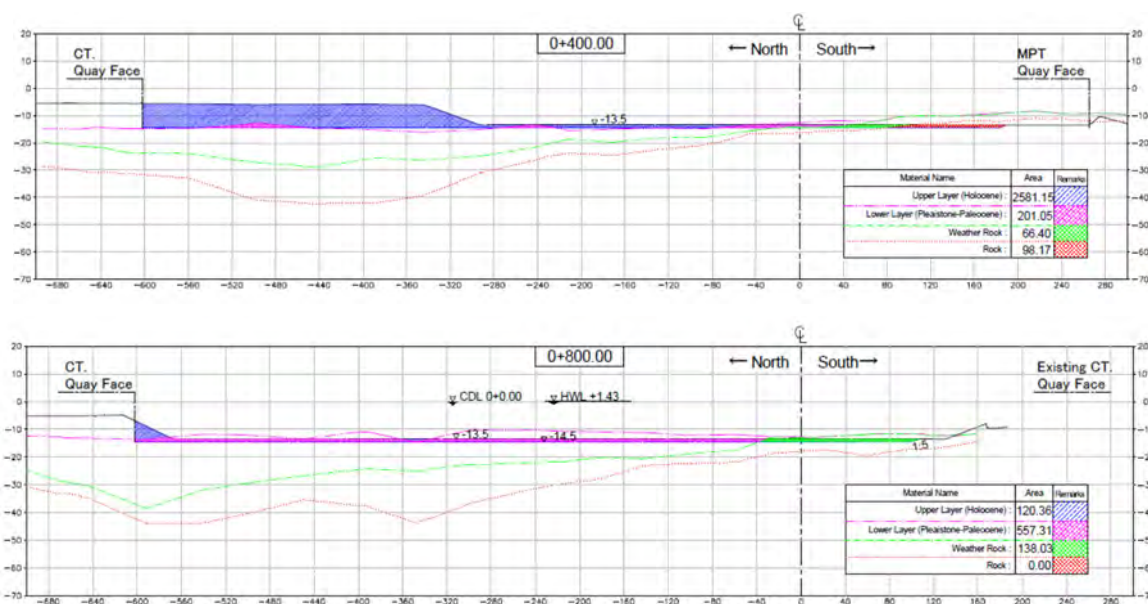


出典 JICA 調査団

図 6-18 泊地平面図

6.11.3 (2) 泊地断面と土質

- 263. 港口側から 400 m 位置では MPT 岸壁前面に岩層がある。また CT 岸壁側に未掘削の 10m 程度の厚い掘削層がある。
- 264. 800 m 位置では、岩層は、無いものの、既存 CT 岸壁寄りに風化岩層が存在する。(大部分が NCT1 プロジェクトで浚渫されるので、本件対象は、-13.5 m から -14.5 m の 1m の薄い土層の浚渫作業となる。



出典:JICA 調査団

図 6-19 泊地土層断面図

6.11.4 浚渫土量

265. 航路と泊地の浚渫対象水深までの土層は、浚渫工事の難易度の観点で表 6-21 のように表層の沖積層から最下層の岩層まで 4 種類に分類できる。各層の浚渫土量を同表に示した。なお、この土量は、前章に示した航路・泊地の平面形状と断面形状を基にし、NCT1 の浚渫工事(計画水深-13.5m)が実施されたものとして、-13.5m 以下の-14.5m 水深までの浚渫土量を NCT2 と NCT3 の泊地工区に分けて集計したものである。

表 6-21 浚渫土量集計 (NCT2&NCT3 水深 CDL-14.5m)

土層	浚渫土量 (1,000 m ³)				
	航路	泊地			計
		小計	NCT2	NCT3	
Upper Layer (Holocene) :	1,733	1,851	1,037	814	3,585
Lower Layer (Pleistocene-Paleocene) :	48	755	459	296	803
Weathered Rock :	99	86	73	13	185
Rock :	69	17	14	3	86
小計	1,950	2,709	1,583	1,126	4,658

出典:JICA 調査団

6.11.5 浚渫工法

266. SHV 港のこれまでの浚渫工事では、主に大型のグラブ浚渫船で浚渫した土砂を底開式台船で沖土捨場に投棄していた。NCT2、3 事業の浚渫工法を比較検討した結果、NCT1 と同様にグラブ浚渫方式が、適していると考えられる。
267. 浚渫土は、底開台船で港口から約 7km 西南西に位置する土捨場に運ばれて投棄される。浚渫土の一部は NCT2、NCT3 の埋立材料に転用される。浚渫土量 4.67 百万 m³ と埋立土量 3.59 百万 m³ の収支は、以下のように計画した。

表 6-22 浚渫土量、浚渫土量の埋立転用と陸土材料の収支

土層		浚渫土量 (1,000 m ³)					埋立材料(土量 1,000 m ³)			
		航路	泊地			計	土層	NCT2	NCT3	計
小計	NCT2		NCT3							
浚渫水深 (-13.5m to -1 4.5m)	Upper Layer (沖 積層):	1,733	1,851	1,037	814	3,585	Upper Layer (沖 積層):	50	419	469
	Lower Layer (洪 積層):	48	755	459	296	803	Lower Layer (洪 積層):	459	296	755
	風化岩	99	86	73	13	185	風化岩	73	13	86
	岩	69	17	14	3	86	岩	14	3	17
小計		1,950	2,709	1,583	1,126	4,658	小計	596	730	1,326
							陸土(川砂)	833	878	1,711
							沈下(川砂)	217	336	554
							計	1,646	1,945	3,590

出典: JICA 調査団

268. 上表のように、航路浚渫土は沖捨てとし、泊地浚渫土は NCT2、NCT3 各々の浚渫土量の枠内で、海底面に近い軟弱土として沖積層の上半分を沖捨て、残り半数(沖積層の下層)も NCT2、NCT3 埋立土量の枠内で埋立土転用、また泊地の洪積層以下の土層も埋立土に転用とした。また、埋立地内の CDL-1.5m よりも上の埋立層は陸土(川砂)で埋立て、圧密による沈下分も陸土による余盛を見込んだ。

6.11.6 航路・泊地の維持管理

269. 航路は、南北方向に流れる潮流の影響により、泊地よりもシルテーションによる埋没の影響を受けやすい。これまで、実施されてきた、深淺測量の結果を比較して埋没の影響を検討した。

<年間の埋没量>

270. 2011 年以降何度か実施された航路と泊地の深淺測量結果を基にして航路と泊地の実績年換算埋没量を表 6-23 にまとめた。

271. 表 6-23 の埋没量は、①航路、②MPT 前面の泊地、と③既存 CT 前面の泊地、の 3 区域に分けて年代ごとの深淺測量(水深)の差から、埋没土量を求めたものである。

272. 2011 年の測量は MPT の DD 調査時に実施されたもので、2011 年から 2019 年の期間の既存 CT 前面水域の検討に用いた。

273. 2017 年に実施された MPT の浚渫工事完了時の測量で、2019 年は NCT1 の DD 時の測量、2021 年は本件の測量でその差を航路と泊地の埋没土量計算に用いた。

274. 2011 年から 2019 年の 8.5 年分の土量を比較のために 2017 年～2021 年の 3.7 年分に換算して 55,000m³ を求めた。

275. その他の航路と泊地の区域は 2019 年と 2021 年の 2 回の測量の結果を基に算出した。最初の 2019 年までの 2 年間の埋没土量が 2021 年に比べて大きいことは、前章で述べた通りである。2019 年までの埋没は、浚渫直後の海底面の凹凸が著しい期間の埋没量で、その後海底面が安定して長期的な年平均埋没量に落ち着くものと想定した。2019 年～2021 年までの期間では航路の沖側区域では洗堀されているところも見られる。

276. 短期的(想定)土量は、2017～2019 の 828,000m³/2.2 年に既存 CT 泊地の 128,000m³/8.5 年を加えて 397,000m³/年とした。

表 6-23 SHV 港の航路と泊地の年換算埋没量実績

期間区分	埋没年数	航路	実績埋没土量 (1,000 m ³)			2017~2021 (3.7年)換算土量 (1,000m ³)	平均年換算埋没土量 (1,000 m ³ /年)	短期的(想定)埋没土量 (1,000 m ³ /年)
			小計	MPT ¹⁾	既存CT ²⁾			
2011-2019	8.5		128		128	55	15	
2017-2019	2.2	661	167	167	828			397
2019-2021	1.5	90	38	38	128	957	261	
						合計年換算埋没量	275	

注)

深淺測量	測量実施時期
MPT・DD調査	2011
MPT・竣工測量	2017.07
NCT1 DD調査	2019.08
NCT2&NCT3FS調査	2021.02

¹⁾ MPT前面泊地 (MPT:多目的ターミナル)
²⁾ 既存CT前面泊地

出典:JICA 調査団

277. 2017年から2021年の約4年間の航路・泊地の合計平均埋没量は、約28万m³/年であった。そのうち、短期間の埋没量は、約40万m³/年と推定される。

278. 今後のステージ毎の浚渫・沖捨て土量、想定維持浚渫土量に対する沖合土捨て場の容量を以下のように試算した(表 6-24)。

表 6-24 沖合土捨て土量予測

ターミナル	項目	土量(百万m ³)
NCT1	NCT 1 浚渫土量	4.3
	余掘り土量 (10%)	0.4
	埋立転用	-0.4
	小計	4.3
	体積変化率 (10%)	0.4
	維持浚渫土量(4年)	1.1
	計	5.8
NCT2,3	NCT 2,3 浚渫土量	4.7
	余掘り土量 (10%)	0.5
	埋立転用	-1.5
	小計	3.6
	体積変化率 (10%)	0.4
	維持浚渫土量(30年)	8.1
	計	12.1
NCT 1~ 3	合計	17.9

279. 表 6-24 に示した土捨て量を收容するためには、以下の図 6-20 に示すように Koh Dek Koul 島の南西約 1km の大水深水域に 800mX1,500m の投棄水域が必要である。また、NCT2、NCT3 の供用開始後の維持浚渫土投棄のために、図 6-20 の投棄水域の北西側の水域を確保しておく必要がある。

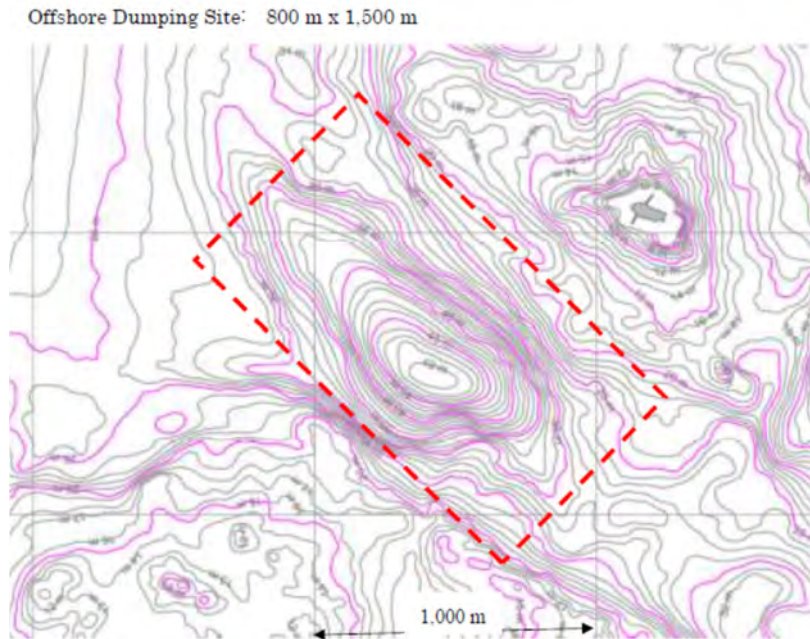


図 6-20 沖合土捨て水域

6.12 将来交通需要に対応するアクセス道路の概略設計

6.12.1 設計に際しての基本条件

280. NCT1 事業により整備される NCT アクセス道路及び NCT アクセス橋梁により、NCT2-3 整備完了時の交通量を処理可能である為に、本事業において新たな橋梁を含む必要は無い。(5.3.5 (2)アクセス道路計画参照)
281. 本節においては、NCT2 及び NCT3 の整備完了後の 2050 年の将来交通量推計結果を基とした必要な車線数を満足する為に、概略道路拡幅整備について検討する。各路線における整備方針について以下に示す。
282. 検討に際しては、NCT へのアクセス道路として主要な路線と想定される以下の路線、及び同港へとアクセス可能な新規道路を対象とする。

表 6-25 アクセス道路対象路線一覧

	路線名	諸元	道路種別	整備主管
1	NCT アクセス橋梁	延長 0.5km 車線数:2 車線×2 方向	港湾道路	PAS
2	州道 148 号線	延長:20km 車道幅:12m 車線数:1 車線×2 方向	一般道路	MPWT/DPWT
3	国道 4 号線	延長:3.2km 車道幅:20m 車線数:2 車線×2 方向 終点部 IC より SHV 港へ向かう 5.5km 区間は 2021 年に 3 車線×2 方向(25m)に拡幅済	幹線道路	MPWT

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図 6-21 設計対象路線

6.12.1 (1) 設計方針

6.12.1 (1) a 新アクセス橋梁

283. 現在の NCT アクセス橋梁は、NCT と陸地を結ぶ唯一の交通導線として整備が計画されている。

284. 車線拡幅整備を実施するに当たり、以下の 2 方針による比較案を検討する。

- 比較 1 案: 現況橋梁の拡幅
- 比較 2 案: 現況の橋梁との別系統として、1 車線 × 2 方向の 2 車線橋梁の整備

285. なお、比較に際しては、複数の留意点に着目し、最適案を提案する。

6.12.1 (1) b 州道 148 号

286. 当該道路は、カンボジアと中国による合弁会社により、MPWT のもとで整備が進められている。

287. 但し、現段階で整備されている車線数は全線往復 2 車線の舗装整備である為に、本検討においてそれ以上の車線数拡幅が必要な場合には、必要車線数に準じた整備が必要となる。

288. 当該路線沿線においては、一部区間が住宅密集エリアを通過する為に、拡幅に際しては住民移転などの影響が生じることが予想される。従い、車線拡幅整備を実施するに当たり、以下の 2 方針による比較案を検討する

- 比較 1 案: 現況道路幅員に対する拡幅整備
- 比較 2 案: 拡幅が困難であると考えられる区間に対して、1 車線 × 2 方向の 2 車線道路のバイパス整備

289. なお、比較に際しては、複数の留意点に着目し、最適案を提案する。

6.12.1 (1) c 国道 4 号線

290. 当該道路は、既に PNP-SHV 高速道路最終 IC との接続部より港に向かう 5.5km が 6 車線にて整備が完了していることより、残り港までの 3.2km 区間を整備する事により、十分な交通許容量を確保する事が可能である。また、道路整備に際しての道路用地の確保は既に完了している為に、支障物件などの沿道環境への影響は生じないと考えられる。

291. MPWT に対するヒアリングを実施したが、現在の 6 車線区間を更に延伸し整備する予定は無いとの回答を受けているために、現段階において道路管理者として必要な道路整備としての拡幅事業の実施は考えられない。

6.12.1 (2) 設計条件

292. 設計において順守する各種ガイドラインを以下に示す。

- Road Design Standard (カンボジア国 MPWT)
- 道路構造令 (日本)
- AASHTO (米国)

293. 以下の表 6-26 に整備が必要な車線数を整理する。

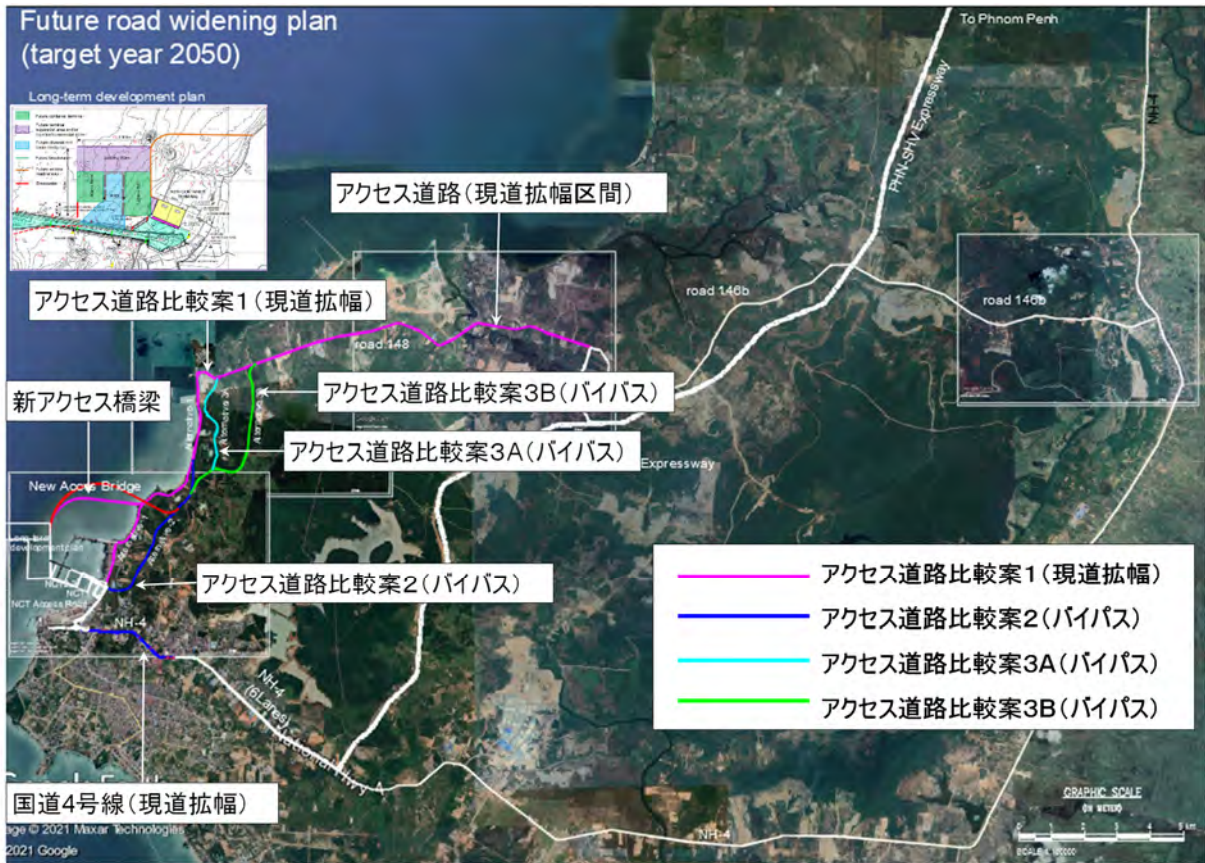
表 6-26 整備が必要な車線数

	路線名	延長	現況車線数	2050年整備車線数
1	NCT アクセス橋梁	L=0.6km	2車線×2方向=4車線	3車線×2方向=6車線
2	州道 148号線	L=33km	1車線×2方向=2車線	2車線×2方向=4車線
3	国道 4号線	L=3.2km	2車線×2方向=4車線	3車線×2方向=6車線

出典: JICA 調査団

6.12.2 アクセス道路の概略設計

294. 関連するアクセス道路について、以下の図 6-22 に示す。



出典:JICA 調査団

図 6-22 アクセス道路計画総括図

6.12.2 (1) 新アクセス橋梁(長期計画)

6.12.2 (1) a 平面計画



出典:JICA 調査団

図 6-23 新アクセス橋梁 平面図

6.12.2 (1) b 拡幅形式検討

295. 新アクセス橋梁の整備について既存のNCTアクセス橋梁の拡幅及び新設橋梁整備との比較により検討を行う。検討結果については以下の表 6-27 の比較表に示す。

表 6-27 拡幅形式比較検討案

比較案	現橋拡幅	新設橋梁
概要	現況の NCT アクセス橋梁に対して、橋梁構造を拡幅し必要な車線数を確保する案。	必要な拡幅車線数を、現況とは別に新設橋梁を整備し、合計により必要車線数を確保する案。
経済性	橋長を同一に計画を実施すれば、上部工、下部工ともに、同額程度になることが想定されるが、現況拡幅工事における特殊な補助工法が必要な可能性がある為に、現況拡幅案の方が不経済である。	Good
交通処理	現橋拡幅工事实施中の交通制限は必須であると考えられる為に、工事中の処理能力は新設橋梁案に比べて劣る。	Good
環境への影響	既に整備完了済みの拡幅である為に、現況拡幅案の方が、新設橋梁案に比べて環境への影響は少ない。	Good

出典:JICA 調査団

6.12.2 (1) c 路線比較

296. NCT に対して、新アクセス橋梁により陸地現況/計画道路との接続路線の比較検討を行う。以下の表 6-28 に比較案を示し、各案に対する路線比較概要を記す。

表 6-28 新アクセス橋梁 路線比較案

比較案	路線比較案 1	路線比較案 2
ルート概要	NCT に対して、州道 148 号線への接続を行わずに別線バイパス路線へと接続を行う。	NCT に対して、州道 148 号線へと接続を行う。
経済性	州道 148 号線立体交差橋梁が必要な為に、比較案 1 が工事費は高くなる。	Good
交通処理	比較案 1 により、州道 148 号線に対して接続を行わないために、一般交通との分離が可能となり、現況交通などとの交通の分散を図る事が出来、渋滞緩和に寄与する。 また NCT1-3 への接続を複数箇所分散する事が出来る為に、交通分散による渋滞緩和が見込める。	Good

出典:JICA 調査団

6.12.2 (1) d 新アクセス橋梁海上部形式比較

297. 新アクセス橋梁は、ほとんどの区間が海上部となっている。海上部への計画に対しては橋梁形式・コースウェイ形式(盛土)が比較される。各案に対しての形式比較概要について、以下の表 6-29 に記す。

表 6-29 新アクセス橋梁 路線比較案

比較案	形式比較案 1	形式比較案 2
形式概要	対象となる海上部区間に対して、連続橋梁形式とする。	コースウェイを基本として、必要な箇所を船舶が通過可能な橋梁形式とする。
経済性	橋梁形式延長が長くなる比較案 1 が工事費は高くなる。	Good
環境への影響	全線を橋梁形式とする比較案 1 においては、海域への影響は少なく、比較案 2 とした場合には、締め切ってしまった空間への環境影響が生じる。	Good

出典:JICA 調査団

6.12.2 (1) e 最適整備方針の提案

298. 各検討を取りまとめ、最適な整備方針を以下に示す。

車線拡幅形式	新設橋梁整備
路線選定	交通処理能力向上を重視しバイパス路線に対する接続(比較案 1)
海上部形式	経済性に留意し、コースウェイ+橋梁案(比較案 2)

出典:JICA 調査団

6.12.2 (1) f 整備に向けた提言

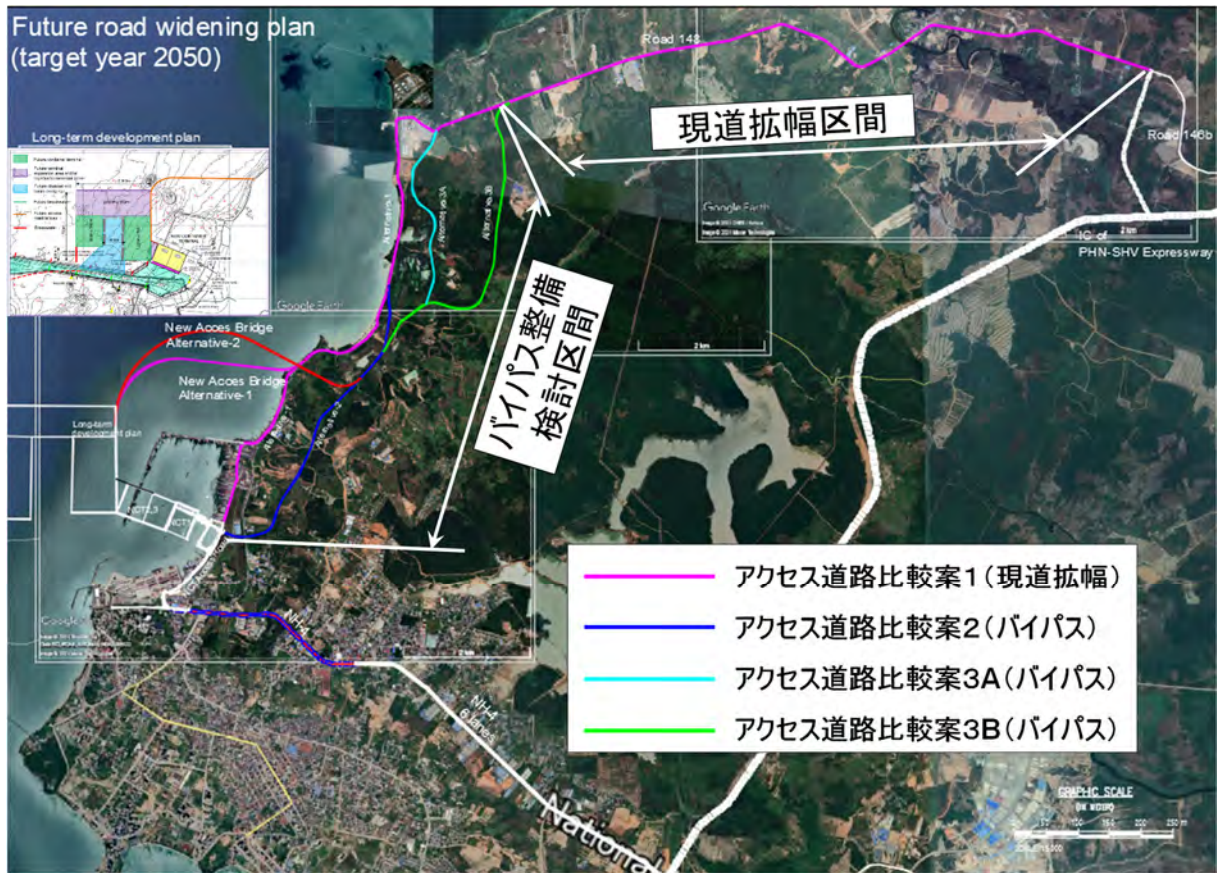
299. 整備形式の決定に際しては、コースウェイとした際の内海エリアの利用・環境への影響・経済性などを沿道住民・PAS・DPWT の各カウンターパートによる協議により最適な方針を確立することが必要であると考えられる。

300. NCT より直接州道 148 号線へと接続するか、或いは州道 148 号線を立体交差として、別線として整備を行うバイパス道路へと接続するかの比較検討については、新アクセス道路整備検討と総合的に検討を進めて決定していく必要があると考えられる。

6.12.2 (2) 新アクセス道路(州道 148 号)

6.12.2 (2) a 平面計画

301. 新アクセス道路の整備計画策定に際しては、現況道路(州道 148 号線)における沿道状況などを考慮した上で事業の実現性・容易性などから、図 6-24 に示すように全区間 21km を、【バイパス整備検討区間】・【現道拡幅区間】と分割し整備提案を行う。



出典:JICA 調査団

図 6-24 新アクセス道路 平面図

6.12.2 (2) b 新アクセス道路の整備検討(バイパス整備検討区間)

302. 上図に示すバイパス整備区間に対しては、現況往復 2 車線道路にて整備がなされている州道 148 号線を将来交通量推計に基づき必要となる 4 車線(2 車線×2 方向)に対応すべく、【現況道路の拡幅整備】或いは【バイパス新規路線整備】の比較により最適な整備方針を立案する必要がある。以下の表 6-30 において、各整備方針について比較概要を記す。

表 6-30 新アクセス道路 整備方針比較案

比較案	現道拡幅	バイパス整備
整備概要	州道 148 号線(1 車線×2 方向)の現況道路を将来的に必要な 4 車線×2 方向へと拡幅整備を行う。	州道 148 号線(1 車線×2 方向)とは別線として、必要な交通量を確保する事が可能な区間において、バイパス路線(1 車線×2 方向)を新規整備する。
工事費	現道拡幅整備は、現況道路舗装など可能な限りで利用可能である為に、新規バイパス整備に比較して、経済的である。	
	Good	
沿道への影響	現在の州道 148 号線は、一部区間が住宅地を通過しており、拡幅に必要な ROW は確保されていないために、整備に際しては住民移転等の影響は大きい。 他方で、バイパス整備においては、住民移転などの影響を生じないルート計画は可能である。	
	Good	
交通流動への影響	現在の州道 148 号線に対しては、NCT に対する交通量と伴に周辺住民などの交通量も多く利用されている。本整備において増加される交通量の多くは NCT に対する交通量であり、現況道路の拡幅に対してバイパス整備においては、交通量の分担を明確にする事が出来る為に、州道 148 号線に対する渋滞緩和に寄与すると考えられる。	
	Good	

出典:JICA 調査団

6.12.2 (2) c 新アクセス道路(バイパス区間)の整備にあたっての留意事項

303. 新アクセス道路の整備に当たって、住宅地などを通過しない区間に対しては、拡幅に必要な ROW を確保した上で、必要な車線数を確保する拡幅道路整備を行う事が望ましいと考えられる。

6.12.2 (2) d 整備に向けた提言

304. 州道 148 号線については、2022 年に MPWT による 1 車線×2 方向の舗装整備が完了する事より、完了後の整備状況・沿道に対しての影響など最新状況を調査し、拡幅による影響などを再度確認する必要がある。

305. バイパス整備路線の検討に際しては、州道 148 号線より山側に向かい、鉄道との交差も不可避であるために、鉄道への影響などに対してもカウンターパートとの協議により共通認識を確認した上で最適な方針を確立する必要がある。

306. また、丘陵地における自然条件調査を実施する事より、影響評価を実施する必要があると考えられる。

307. 現道に対して拡幅が必要となるために、用地買収・住民移転などの環境社会配慮への共通認識に基づいて、沿道住民・PAS・DPWT の各カウンターパートによる協議により最適な方針を確立することが必要であると考えられる。

6.12.2 (3) 国道 4 号

6.12.2 (3) a 平面計画



出典:JICA 調査団

図 6-25 国道 4 号 平面図

6.12.2 (3) b 整備に向けた提言

308. 当該区間においては、既に道路拡幅に必要な ROW が確保されている為に、整備は比較的容易に進める事が可能であると考えられる。
309. 基本的な整備方針としては、現況道路の拡幅整備となるが、約 8% 区間を有する区間がある為に、登坂車線の設置・縦断計画の検討など、必要となる設計条件及び必要な機能条件に基づいた検討が必要であると考えられる。

6.13 電力計画及び設備の概略設計

6.13.1 調査対象地域の電力事情

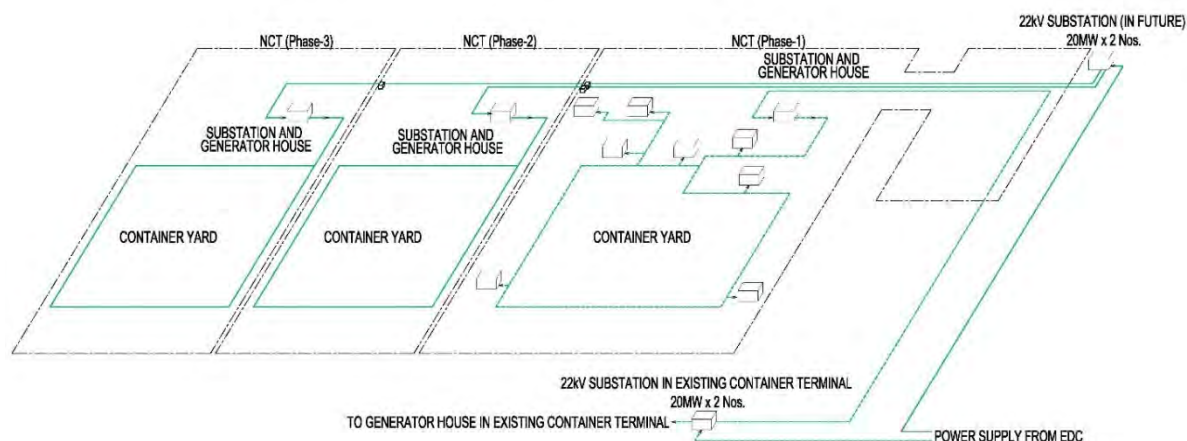
310. 調査対象地域(シハヌークビル市)の電力供給は、カンボジア電力公社(EDC: Electricite du Cambodge)が管轄している。シハヌークビル市内では、ここ数年ホテル・カジノの建設ラッシュが続いており市内の電力需要は逼迫していることを踏まえ PAS と EDC との協議に基づき、SHV 港内の既存コンテナターミナルの発電機棟に隣接した用地に 22kV 変電所(22kV 20MW-2 引込、以後「PAS 変電所」)を建設中である。PAS によれば、2021 年 12 月時点において、既にこの変電所の上屋は完成し、制御盤や変圧器などの関連機器も現地調達済で据付を開始しており、2022 年 3 月末に電力受電を開始したとのことである。
311. この PAS 変電所の 1 次側の送電線は、シハヌークビル市内用の変電所の送電線とは異なるグリッドから直接接続される予定となっており、より安定した電源供給が可能となる。

6.13.2 受変電設備

312. 既に実施段階の NCT1 は、この PAS 変電所から 22kV の高圧で NCT1 の計画地に引込み、NCT1 内に建設予定の受変電室にて 6.6kV の中圧に降圧し、ガントリークレーン等へ電力供給する計画になっている。また、建屋、ヤード照明、リーファーコンテナ電源等は、この 6.6kV の中圧から 400/230V の低圧に降圧した電力を供給する計画になっている。
313. PAS 変電所は、PAS による既存港湾施設、SEZ 及び NCT1 の電力需要予測に基づき計画されている。既存港湾施設、SEZ 及び NCT1 には、合計で約 29MW 供給する計画となっていることから、11MW がこの変電所の予備容量となり、将来拡張等に対する余力を有している。
314. 本調査の対象となる NCT2 と NCT3 の電力需要は、対象となる荷役機械、建築、ヤード照明、リーファーアウトレットなどを考慮し、NCT2 で約 12MW、NCT3 で約 14MW の合計約 26MW となる。そのため、PAS 変電所の予備容量 11MW では不足することから、SEZ もしくは NCT1 などの港湾区域内の遊休用地に新たな PAS 変電所 (22kV、20MW-2 引込) の設置が必要となる。

6.13.3 配電計画

315. 図 6-26 に NCT2 及び NCT3 の電力設備系統図を示す。
316. 図に示した通り、NCT2 への電力供給は、SHV 港湾区域内の遊休用地に新たに設ける PAS 変電所より、22kV の高圧で直接送電する。その後、NCT2 に計画する受変電室において、NCT1 と同様に、6.6kV の中圧に降圧し、ガントリークレーン等へ電力供給する計画になっている。また、建築、ヤード照明、リーファーコンテナ電源等は、この 6.6kV の中圧から 400/230V の低圧に降圧した電力供給を行う計画とする。また、NCT3 の電力供給は、NCT2 の受変電室から分岐する方法を検討したものの、NCT2 の受変電設備やその設備の 1 次電力側に問題が生じた場合、NCT3 へは電力の供給が受出来なくなり停電となる。従って、NCT2 と同様に、新たに設ける PAS 変電所より、22kV の高圧で直接送電し、ガントリークレーン等の荷役機械、建築、ヤード照明、リーファーコンテナ電源等に電力供給を行う計画とする。
317. SHV 港湾区域内の遊休用地に新たに設ける PAS 変電所からの給電が停止した場合のバックアップとして、自家発電機を設けて対応する。主な発電機系統の供給先は、ガントリークレーン、冷凍コンテナ、主要施設とする。



出典 JICA 調査団

図 6-26 電力設備 系統図

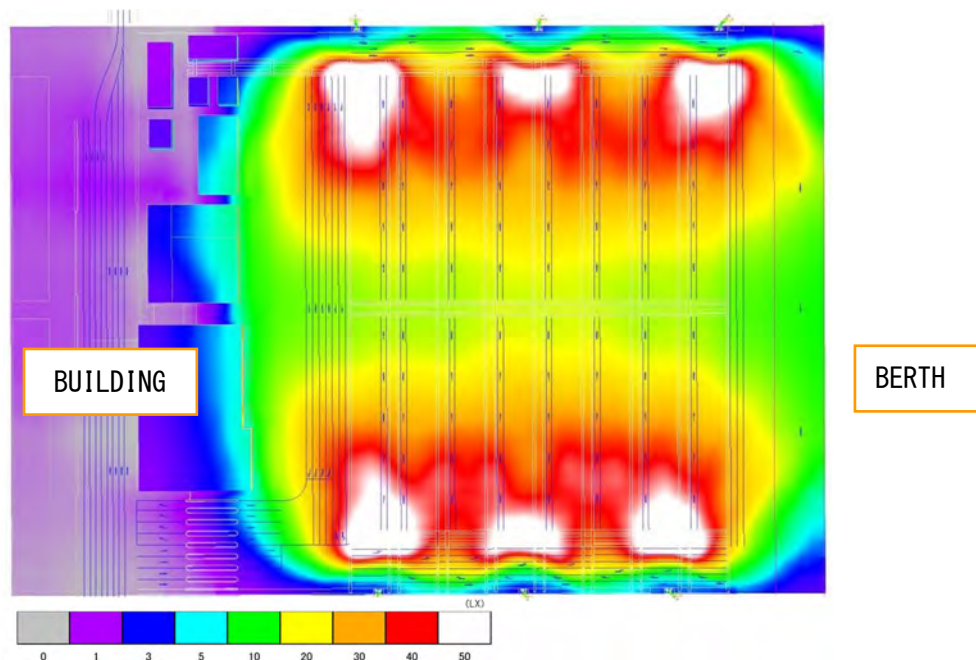
6.13.4 照明設備

318. コンテナヤード内は、RTG やヤードトラクタトレーラー等が走行するので、ヤード内の照明はこれらの荷役機械の走行に支障をきたさないよう、NCT1 と同様にコンテナヤードの両サイドに照明塔を設置する計画とした。また、照明塔の日当たり平均点灯時間は既存 CT 実績ベースで 12 時間とし、照明器具は長寿命かつ消費電力が小さい LED 照明を使用するものとした。コンテナヤード内の照度基準は表 6-31 を目標設定する。ヤード照明の照度計算結果は、図 6-27 に示した通りで、ヤードエリアは平均照度として所用照度が確保されていることが分かる。他方、エプロンエリアについては、平均で 30Lx 程度の照度は確保されており、更に、ガントリークレーンや着岸船舶の照明による照度を考慮すれば、作業上支障のない照度を確保はすることは十分可能である。

表 6-31 照度基準

エリア	平均照度
コンテナヤード	30Lx
エプロン(パース)	75Lx

出典：JIS 照度基準：JIS Z9110:2010



出典 JICA 調査団

図 6-27 コンテナヤード内照度計算結果(参考)

6.14 上水計画及び設備の概略設計

6.14.1 給水設備

319. NCT1 の上水は、SEZ 脇を通る既存海岸道路沿いに布設されているシハヌークビル水道公社の水道本管から引き込み、コンテナヤード内に設置する受水槽及び給水配管網を経由して、各建築施設及びコンテナヤード内の給水施設に供給する計画になっている。

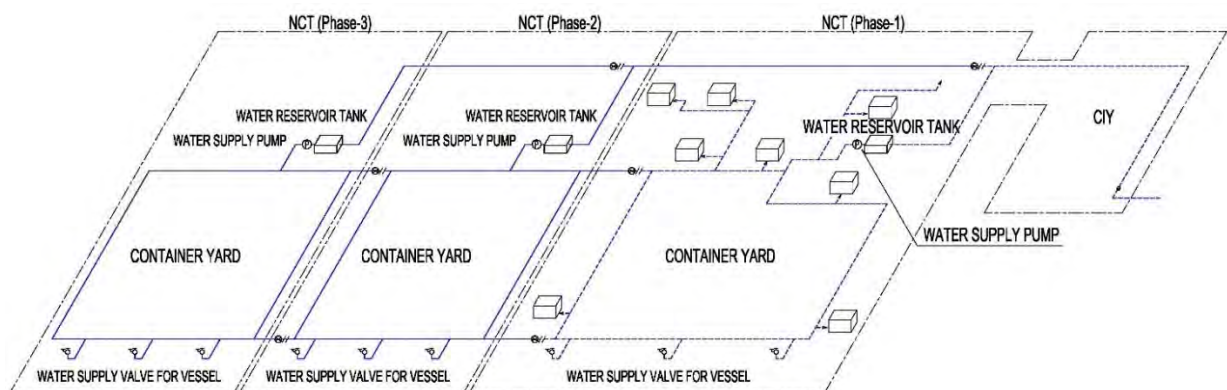
320. NCT 全体(NCT1、NCT2 及び NCT3)の 1 日の想定使用水量の検討結果について、PAS 及びシハヌークビル水道公社との協議を経て、同公社より、所要水量の供給は可能であるとの確認を得ている。(MPT の施工時には水道本管の水圧を調査し、1.0MPa 以上の水圧を有していることを施工時に請負

業者が確認済。)

321. NCT2 及び NCT3 への上水供給は、NCT1 の水道本管からの引き込み給水管から NCT2 と NCT3 への給水システムへの供給が可能であることから、NCT1 への給水システムを経由し、各ターミナルへの給水施設に供給する計画とする。

6.14.2 給水計画

322. 図 6-28 に NCT2 及び NCT3 の給水設備系統図を示す。
323. 図に示した通り、NCT2 及び NCT3 への上水供給は、NCT1 で引き込んだ給水管からの分岐配管により、各ターミナル内に設ける受水槽及び給水配管網を経由して、各建築施設及びコンテナヤード内の給水施設に供給する計画とする。なお、NCT2 及び NCT3 の給水システムを、NCT1 と同様にする理由は、NCT1 の給水ポンプが故障して供給できない状況になった場合、一時的でありつつも他の給水システムから供給が可能なこと、更に、将来的に各ターミナルの運営者が異なっても対応できるように考慮したためである。



出典 JICA 調査団

図 6-28 給水設備系統図

6.14.3 消火設備

324. NCT1 では、コンテナヤード内には警戒半径 100m を基準として屋外消火栓を設置すること、また、各ヤード内建築施設には、屋内消火栓 (hose reel) を警戒半径 25m で設置することが計画されている。
325. NCT2 及び NCT3 についても、NCT1 と同様に、同種の建築施設 (一部将来的に建設される可能性がある建築施設も含む) やヤード規模と配置になることから、NCT1 と同じ消火システムを計画する。
326. 地中に埋設される給水管は、NCT1 と同様に地盤沈下に対しての可撓性、塩分に対しての耐食性等を考慮し高密度ポリエチレン管 (High Density Polyethylene pipe) を採用する事とする。ただし、給水管とのクロスコネクションを避けるために、識別表示等の対策は考慮しておく。

6.14.4 排水設備

327. NCT2 及び NCT3 で計画する建築施設の便所から排出される汚水や洗面器等から排出される雑排水は、カンボジア国環境省が規定している処理水質基準に準拠すると、直接海域へ排出が出来ないことから、この要求基準値を満足できる処理能力も有する合併式浄化槽を設置し、雨水排水管を経由して海域に放出を行う計画とする。なお、建屋内の調理室やメンテナンスショップなどから排出される油・グリース等については、グリーストラップにて油脂分を分離した後、雑排水として同浄化槽にて処理を行い、海域への放出を行うものとする。

328. 現時点で想定する汚水及び雑排水設備の基準は下記とする。

- 浄化槽への排水量は、1日使用給水量と同等とする。
- 地中を埋設する排水管は、口径 150mm 以上とし勾配は 1.0%以上とする。
- 排水用マンホールの間隔は、最大で口径の 120 倍以内とする。
- 排水管の管材は、腐食の問題やコスト及び施工性を考慮してポリ塩化ビニル管とする。
- 浄化槽にて処理された処理水は、カンボジアの環境省(表:公共エリアに放流する排水基準参照)で定められた水質基準を順守する

6.15 荷役機械及び保安機材の概略設計

329. 荷役機械については、「6.4 コンテナ荷役計画(コンセプト及びヤードレイアウト)」での検討結果を基に、オプション 2(ARTG 方式)をベースとして、そこで使用される主な荷役機械について概略設計を行う。

オプション	岸壁	エプロン	コンテナヤード(CY)	CY - Gate
オプション1 (マニュアル方式)	有人QC	Yard Chassis	RTG	Road-trailer
オプション2 (ARTG方式)	有人QC	Yard Chassis	ARTG	Road-trailer
オプション3 (AGV方式)	有人QC	AGV or Auto Trailer	ARTG	Road-trailer

6.15.1 岸壁コンテナクレーン(QGC)

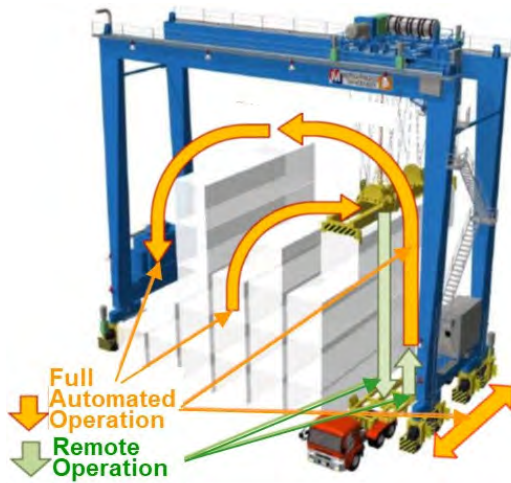
330. QGC は、将来の大型コンテナ船に対応できるように On-deck 20 列コンテナ船対応の大型コンテナクレーンを採用する。コンテナ取扱量と荷揚げ能力の向上を考慮し、20ft コンテナを同時に 2 個荷揚げできるツインリフト・テレスコピックスプレッドを採用する。また、巻上、横行速度を大きくしている。ハッチカバーを陸側レールの後方に設置するために十分なバックリーチとしている。

6.15.2 ARTG (Automated RTG)

331. コンテナ蔵置ヤードに使用される ARTG は、通常の蔵置ヤードで採用されるマニュアルタイプの RTG と基本仕様、性能は同じであるが、オペレーション・センターに設置される遠隔操作盤から遠隔・自動で運転される。

332. 仕様としては、蔵置ヤードでの荷役効率を考慮し、積み付け段数 1 over 5 の Hybrid 仕様の RTG を採用する。また、ドライバーの疲労軽減と走行運転を容易にするために、GPS または磁気テープ採用の RTG 自動直線誘導方式を採用する。

333. ARTG が遠隔操作機から手動介入で操作される範囲は、ARTG のスパン内のシャーシ・レーンにヤード・トレーラーが到着している場合に、ヤード・トレーラー上でコンテナリフト・オフ、リフト・オンされるコンテナの下面が、トレーラー上約 1m 前後の巻上/巻下ゾーンにおおける巻上(または巻下)と地切り/着床を含むロック・アンロックの運転とする。有人 RTG にある運転室は、自動運転時の調整、メンテナンス時の運転に備え、ARTG にも設置する。



6.15.3 ヤード・トレーラー (Tractor-head 及び Chassis)

334. ヤード・トレーラーは、20ft コンテナ(Rated Load:30LT)が 2 個、20ft/40ft/45ft コンテナが 1 個積載できる仕様とする。なお、台車部は、オンデッキのコンテナの Auto-Corn が取り外されていない状態でのコンテナを積載できる構造とする。

6.15.4 リーチスタッカー／空コンテナ用サイドハンドラー

335. コンテナターミナルの Gate 後方の空コン置場に使用される荷役機械として、Reach Stacker、または Empty Container Handler (Side-Handler) が採用される。

336. 空コン荷役機械としては、多くのコンテナターミナルで Empty Container Handler (Side-Handler) が一般に使用されている。Reach Stacker は、一般に実コン荷役に使用されている。

6.15.5 保安機材の概略設計

6.15.5 (1) 必要機材の種類及び配置図

337. SOLAS 警備に必要な主な設備は、エリアを囲う保安フェンス及び 360 度全方向映写可能な監視カメラで、保安用の照明はヤードオペレーション用の灯具にて代用する。

338. 保安監視は、一般車両用アクセス路の入口部に設けられた守衛所にて行うほか、NCT1 内に建設予定の管理棟でも行う。監視カメラの遠隔操作は管理棟にて行うこととしており、NCT2、3を拡張の際には既に NCT1 に導入されたシステムを拡張し一体的に運用することが効率的である。

339. また消防に関しては、NCT1、2、3 一体運営を前提としておりそれぞれのターミナルに消防車を配置する必要はないが、状況に応じてそれも可能となるよう配慮した配置計画とする。

6.15.5 (2) 必要機材等

340. 6.5.3 で示したように、NCT2 及び NCT3 の SOLAS による制限区域は、NCT1 を陸側外部から遮断する形で延長されるため、NCT1 のコンテナターミナルの制限エリアを拡張する形で整備する計画である。従い、必要機材は NCT1 で計画される機材を勘案して決定する。主要な保安機材及び内容は以下のとおりである。

表 6-32 NCT2 及び NCT3 に必要な保安機材等

主要な保安機材等	内容
CCTVカメラ	高解像度、高画素数、光学30xズーム以上、動作検知機能、一定期間記録の保存機能等
遠隔モニター	
フェンス	CT2, CT3の整備に合わせて拡張
照明	オペレーション用照明を代用
出入り管理	制限区域入り口で行うため不要
扉（出入口）	CT2の出入口は制限区域内のため不要
標識	制限区域入り口で行うため不要

出典: JICA 調査団

6.16 航行援助関係施設(航路標識、タグボート等)

6.16.1 航路標識

341. SHV 港に入出港するコンテナ船舶は、現状では、運航最大喫水が 10m 以下で、レムチャバン、シンガポール、などの目的地に応じて下図の Route 1~3 のいずれの航路でも自由に航行している。しかし、同図中左下の Kaoh Kaong Kong 島の北側には、-13m 程度の浅海域が広がっているため、NCT2、3 の対象船舶は、その喫水によっては、Route 1、2 ではなく、Route 3 を通って、入出港する必要がある。Route 3 航路は同図中央の小島 Koh Dek Koul 島の西側の水域で回頭するが、本船の旋回半径は、1,500m 程度となるので安全に航行できると考えられる。Pilot Station 水域とタグボート並走水域を図中に示した。

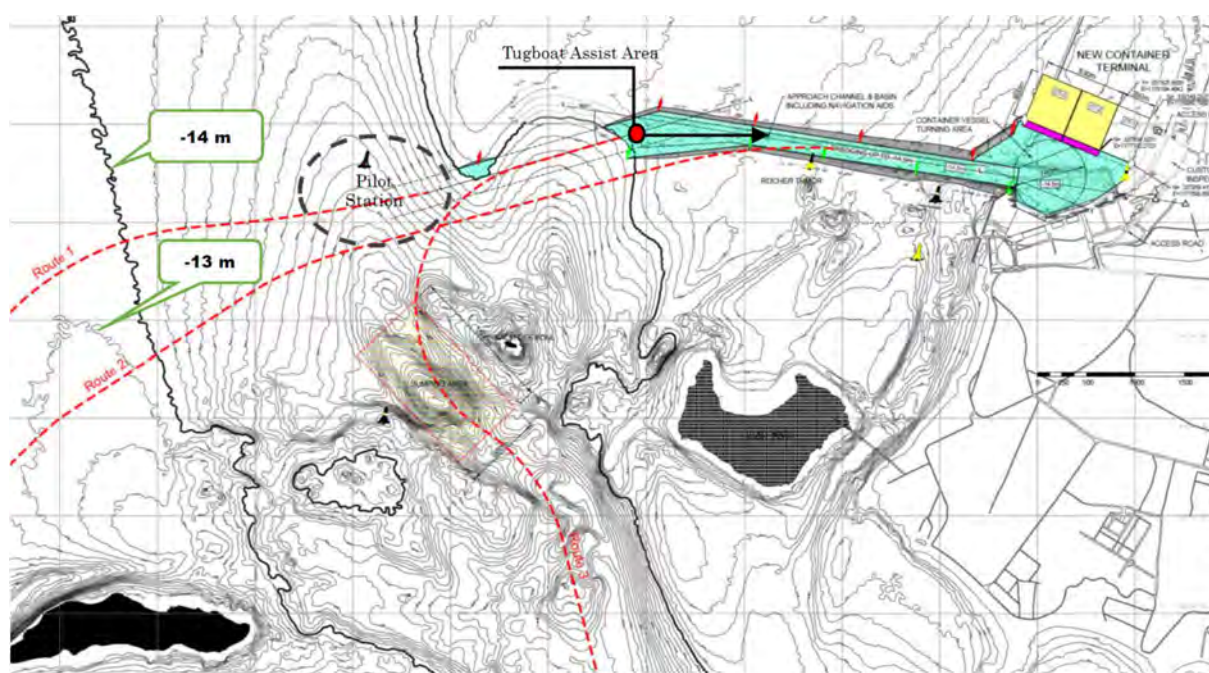
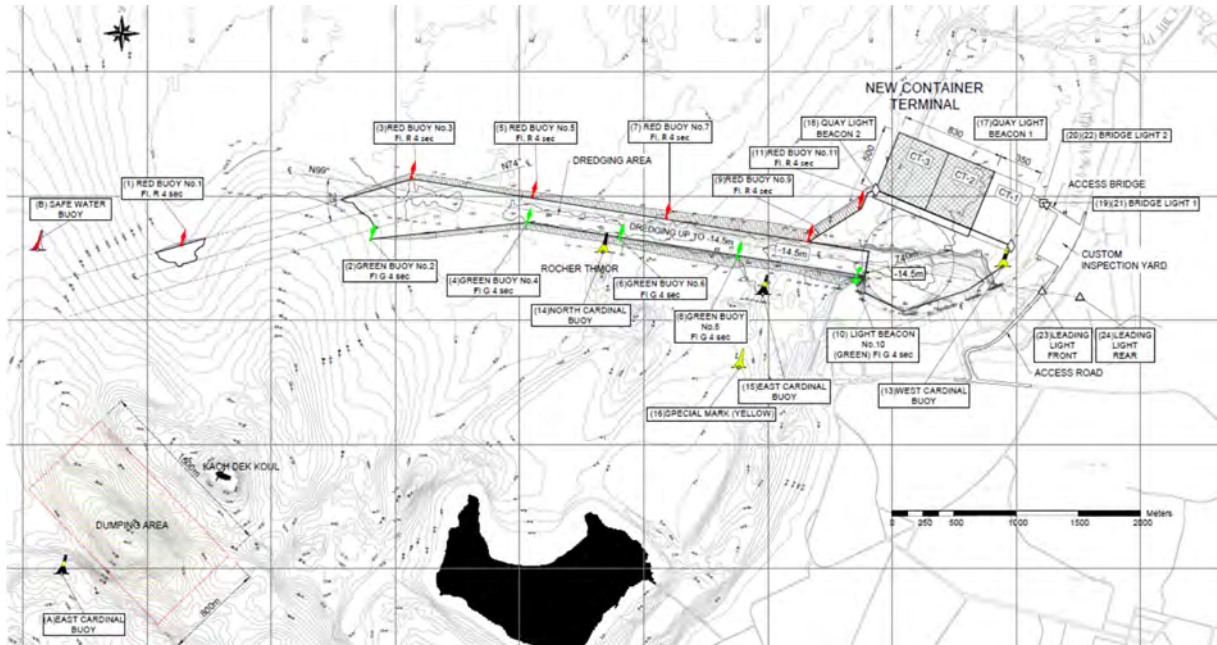


図 6-29 沖航路とコンテナ船の可航水域図

342. SHV 港の航路標識は、図 6-30 に示すとおり、航路と泊地を対象に 26 基の灯浮標と灯台、導灯 (Leading Light) で構成されている。この内、17 基は、既存で、9 基は NCT1 で設置される計画である。本件では、これらをそのまま、または位置を移動させて利用することとした。

343. 位置移動対象となるのは以下の標識である。

- 既存航路(幅 150m)の北側に 50m 拡幅して 200m とするので既存航路北側の灯浮標は北側に 25m 移設する。
- 航路増深に伴い航路入り口(沖側)が水深-14.5m 地点になるため、入り口灯浮標を移設。
- 泊地の形状が変わることによる灯浮標の移設
- 岸壁が延長されるため、NCT1 岸壁海側隅角部の岸壁灯標(灯台)を NCT3 に移設。
- 航路中心線が北側に 25m 移動するため、導灯(2 基/セット)を移設。



出典 JICA 調査団

図 6-30 航路標識配置図

6.16.2 航行支援船舶

344. 本港の港口西側水域では、潮時に応じて南北方向の潮流が発生し最大 1.5 ノットに達することがある。船舶は、この潮流を横切る形で入出港するため、最低でも 3~4 ノットの速度を保って入出港することを余儀なくされる。入港する際には、港口防波堤を過ぎて泊地内に入った直後に減速して、船回し水域内で停止しなければならない。また、出港時には、岸壁を離れて助走を開始し、港口に達するまでに上記の 3~4 ノットの速度に達する必要がある。これらの操船を安全に行うため、特に入港時のタグボートの補助が必要である。

345. 同港には 5 隻のタグボートが稼働しているが、2017 年に ODA で新造された 3,500HP のタグボート TB Takiev 以外は、いずれも馬力不足、または船齢が古いため、十分ではない。また、パイロットを本船に送迎するためのパイロットボートも 1 隻しかなく、馬力・船齢とも不十分であり荒天時や複数の本船が同時に入出港する場合には、本船側がパイロットの乗船を待って、船待ちとなることが発生している。これらの状況を改善して本件による船舶の大型化に対応するために、以下の港湾補助船舶を追加することが望ましい。

- タグボート 4,000HP 2 隻
- パイロットボート 1 隻

6.17 その他施設の設計(建築関係ほか)

6.17.1 建物

346. NCT2 及び NCT3 は、NCT1 や既存ターミナルであるコンテナターミナル・一般貨物ターミナル・MPT 等と共に、PASによる直営下での運営が想定されている。そのため、これら一体での運営を前提とした建築施設の配置を基本とするが、詳細設計時に、更なる効率的な運営方法について再確認する。
347. NCT1 では、管理棟(20x30 m² x 5 階建て)、Maintenance Shop(24x45 m²)、Workers Building(13x36 m²)が計画されている。ターミナルゲートは、NCT1 のヤードからアクセスブリッジを渡った CIY(カスタムインスペクションヤード)に配置される予定である。
348. NCT2 及び NCT3 では、パース及びヤードの拡張に伴い、職員の追加が必要となる。ビル内でターミナルオペレーションに携わる職員、ビル内で会計等を担う職員、Maintenance Shop で整備を行う職員、ヤード内で業務を行うワーカー等が必要であるため、Maintenance Shop は、NCT2 及び NCT3 それぞれに1つずつ配置する。Workers Building は、NCT2 及び NCT3 それぞれに1つずつ、または NCT2 にまとめて配置することも可能である。また岸壁周辺の労務者休憩所や屋外トイレなど小規模建築物も、NCT2とNCT3の両方に必要である。各建築物の配置は、6.6章参照のこと。
349. 追加で必要となるターミナルオペレーション職員のためのスペースは、NCT1 の管理棟で、手狭ではあるものの必要量を満たしている。とはいえ、より効率的な運営を目指し、追加スペースを求める場合、ビルの建設予定地としては、①NCT1 と②NCT2 の2つが有る。①では NCT1 の管理棟横に増設して、②では、Workers Building を3階建にして、スペースを確保する。NCT1 に集約することが、最も良いと考えられるが、詳細設計時に、PAS とターミナル運営方針や職員数を再確認して、最も効果的な案を採択することが望ましい。

6.17.1 (1) NCT1 横の増設予定地に増築案

350. NCT1 で計画されている管理棟の東側の 20m x 20m のスペースに5階建ての建屋を増築する。2つの建築物の接続部分は風圧力等の水平力によるそれぞれの建物の異なる動きの可能性を考慮してエクспанション・ジョイントを設置する。増築により東西方向に長い建物となり、その中央部分には幅 7m 程度の通路が存在することになり、大きな空間を提供する。
351. NCT1 で計画されている管理棟は東側にトイレが存在するため増築部のトイレは最東部に配置することで利用者の利便性を図る計画とする。また、中央歩廊を挟んでトイレの向かい側にエレベーターを配置し、それを囲むように階段を計画する。階段に面する外壁には縦長の嵌め殺し窓を設置することで明るい階段を提供できるようになる。

6.17.1 (2) NCT2 の3階建ワーカー用休憩案

352. NCT1 における Workers Building 同様の建物に利用形態を考慮して、3階にターミナルオペレータ用のスペースを計画する。建屋エントランスは1ヶ所とし、エントランスからホールを横切った奥にエレベーター1基を設け、利用者の利便性を図る。給排水をできるだけ簡便にするため、トイレは各階同一箇所に設ける。レストランを計画するため、雑排水処理のためのグリーストラップは不可欠である。
353. ただし、NCT2 の Workers Building は、工期完了直前に完成するため、A-RTG のオペレーションルームの資機材の設置および設置後の訓練に要する期間が確保できず、工期延伸せざるを得ないデメリットが有る。

第7章 事業実施計画

354. 事業費の積算、施工計画・方法、調達計画等については、本編に記載されている。

第8章 環境社会配慮

355. 本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月公布)に掲げる港湾セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないと判断されたため、カテゴリBに分類された。一方でMOEとの協議に基づき、カンボジアの環境法令上のEIA手続きが必要と判断されたため、調査団では同国法に基づいたEIA手続きの実施についてPASを支援した。

8.1 現地調査

356. 現地調査のTORについては、後述した2021年9月に実施したMOEとの協議を踏まえて調査項目や分析項目、地点数等を2021年11月に下表に示す通りに最終化した。

表 8-1 現地調査項目 TOR

No.	Field Survey Item	Location	Methodology / Duration	Survey Items/Parameters
1	Air Quality Measurement	2 sites 1 site for Tomnuk Rolork Community 1 site for the Port area	Dry season, during 24 consecutive hours for 2 locations (1 weekday). Dry season, during 24 consecutive hours. Sampling method is based on Cambodian standard method or international method.	Dust, TSP, PM ₁₀ , NO _x , SO ₂ , CO, Ozone, Lead
2	Noise and Vibration Level Measurement	2 sites (Ditto)	Daytime measurement for 2 locations (1 weekday). Sampling method is based on Cambodian standard method or international method.	- Equivalent noise level (L _{max} , L _{min} , L _{Aeq} (dB)) - Equivalent vibration level (dB)
3	Water Quality (Sea water)	4 sites (3 layers)	Field survey and sampling (Labo analysis) for 1 season 3 layers for 1 layers (surface, middle, deep) Analysis method is based on Cambodian standard method or international method.	pH, Salinity, Temperature, DO, COD, SS, Turbidity, T-N, T-P, Oil&Grease, T-coli, TDS, TSS, BOD ₅ , Detergents, SO ₄ , Pb, As, Cd, Fe, Hg
4	Water Quality (River flow)	1 site Inflow discharge point to the harbor	Field survey, sampling, and laboratory analysis for 1 season 1 same day for water quality survey (sea water) Analysis method is based on Cambodian standard method or international method.	pH, Temperature, TSS, BOD ₅ , COD, Cr, Oil & Grease, NH ₃ -N, Detergent, T-N, T-P, Total Coliform
5	Water Quality (Ground water)	1 site Near the SHV port	Field survey, sampling, and laboratory analysis for 2 seasons (Dry season, Rainy season) : same day for water quality survey (sea water) Analysis method is based on Cambodian standard method or international method.	pH, TDS, CaCO ₃ , DO, COD, SS, Turbidity, T-N, T-P, Cl, F, NO ₃ , SO ₄ , Fe, Hg, Cr, Mn, Al, Cd, Total-coliform, E-coli
5	Sea Sediment	4 sites 2 sites inner the port, and 2 sites outer the port	Field survey, sampling, and laboratory analysis Analysis method is based on Cambodian standard method or international method.	pH, Heavy metals (AS, Cd, Cr+6, Cro total, Cu, CN, PB, Hg total, Zn) T-N T-P, PCB
6	Traffic Survey	1 site	Traffic Volume Speed	7 days
7	Ecosystems (Flora and Fauna)	Terrestrial and marine area (located	Field survey within 1 season (to be decided by comments from national expert),	Record the rare species (e.g., IUCN Red List), location, breeding colony, pond,

No.	Field Survey Item	Location	Methodology / Duration	Survey Items/Parameters
		in/around the port development candidate sites)	Existing data survey and, Interview to experts of Flora/Fauna.	sensitive habitat area, photography
8	Fishing/aqua culture conditions	Fishing village in Sihanoukville City Coastal area People on the existing breakwater	Interview of local fishermen and chief of fishermen's society	Existing fishing conditions Number of fishing boats Fishing area Location of Aquacultures Existing aquaculture conditions (Volume, type of aquaculture, official permission) Required items by EIA

出典: JICA 調査団

8.2 環境影響評価

8.2.1 本事業の環境影響評価

357. 本事業による環境影響評価結果について、緩和策による対策も含めて下表に示す。

表 8-2 環境社会配慮評価結果

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
汚染対策						
1	大気汚染	✓	✓	B-	B-	工事中 ：建設機械や資材輸送車両から発生する排気ガスや工事用車両の走行から発生する粉じんの影響が予想されるが、散水や工事用ルートの配慮などの緩和措置により影響は最小化される。 供用中 ：コンテナ船/コンテナトラックの交通量の増加による排気ガスや粉塵が、大気汚染を引き起こすことが想定されるが既開発地域であり、影響は限定的であると予想される。
2	水質汚濁	✓	✓	B-	B-	工事中 ：アクセス水路には浚渫とそれに伴う浚渫土砂の海洋投棄処分が必要であり、それに伴い海水の水質に影響を及ぼす可能性がある。適切な海洋投棄場所の確保など、汚染を減らすために必要な適切な対策が必要である。 供用中 ：NCT2,3では合併式浄化槽を設置し、排水は環境基準を満たすように処理され雨水排水管を經由して港湾内の海域に放流される。なお、NCT2,3の汚水処理施設は、PASが事業主体として建設、運用を担当する。この建設費用は事業費に含まれている。供用はNCT2,3コンテナターミナル施設運用と同時とする。また、主な有害廃棄物・油分廃棄物のうち、基本的に整備工場から発生する油分廃棄物は、民間企業（株式会社シントリー等）にて適切に回収される。
3	騒音/振動	✓		B-	B-	工事中 ：集落は海上である建設予定地（コンテナターミナル）から十分離れており、その影響は大きくないものと判断される。また、建設資材の輸送は、主に海上輸送である。一部の資機材は車両による陸上輸送が行われるが、その影響は限定的であると考えられる。 供用中 ：既存施設は集落及び家屋から十分に距離があるため、施設稼働による騒音・振動の影響はない

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
						と評価される。供用後もコンテナトラックの数量が増加することが想定され、集落の道路周辺の交通、騒音、振動、渋滞などの影響が発生する可能性があるため、工事前ルートの選定や道路沿いのベンダーなどを十分考慮し、影響を軽減する。
4	底質	✓	✓	B-	B-	<p>工事中：浚渫土砂は多くが埋め立てに利用されるが、残土についてはカンボジア国の法令に沿って、既に環境省の認可済の海洋投棄場所(Dek Koul 島付近)で投棄処分が行われる。NCT1 及び本事業に必要な容量は合計で 11.2 百 m² であり、同投棄場所では地形から判断して確保可能と計算されている。なお、浚渫対象である航路上の底質は基準値を満たしており、投棄に関する問題はないと判断される。なお、埋立地エリアの基礎工の浚渫の際に海洋投棄が必要となった場合は、有害金属の分析を行い、環境基準値超過の有無を確認し、異常値が発生した場合は MOE と協議して適切な処分方法を検討する。</p> <p>供用中：現時点では港湾内の底質の分析結果から航路上の底質の有害金属は基準値以下であり、海洋投棄は可能であると判断される。供用後には定期的に底質の分析を行い、異常値が発生した場合は MOE と協議して適切な処分方法を検討する。</p> <p>また、NCT2 及び NCT3 の供用後 30 年以降については必要に応じて同投棄場所の中で同島北西部の水域を拡張を検討する必要がある。</p>
5	廃棄物	✓	✓	B-	B-	<p>工事中：工事現場や作業員の宿舎から建設残土、廃材、油分およびそれ以外の廃棄物が発生するが、適切に建設廃棄物の処理を行うことで影響は限定的と評価される。浚渫土の処分は「水質」「底質」に示す。</p> <p>供用中：船舶からの廃棄物は国際法、港湾規則、カンボジア国の法令に基づいて適切に処分されるため、影響は軽微である。</p>
自然環境						
6	地形/地質		✓	N/A	B-	本事業では地形・地質への影響は想定されないが、埋立地を造成するため軽微な影響があると判断された。
7	水文/水象		✓	N/A	B-	<p>工事中：本事業では河川や湖沼等を改変する事はなく、地下水利用も想定されないため、直接的な水文・水象への影響は想定されない。</p> <p>供用中：既存防波堤の開口部を一部封鎖するため、周辺海域の水象への影響が想定されるが、別途開口部を設置するなどの緩和措置で軽減される。</p>
8	生態系/植物相・動物相/生物多様性	✓	✓	B-	B-	<p>工事中・供用中：本事業実施区域は海域であり既開発地域であることから重要な生態系や絶滅危惧種の生息地は位置しておらず、生態系への大きな負の影響は考えにくく、影響は軽微と予測される。</p> <p>また、事業実施区域周辺に位置する海洋投棄場所周辺については水質シミュレーションにより、濁度の拡散は限定的であると示されており、周辺海域生態系への影響も軽微であると予想される。先行する NCT1 事業でも同じ処分箇所を使用することから、投棄場所周辺の海域環境は投棄時には濁度の拡散状況をモニタリングする必要がある。</p>

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
9	保護区			N/A	N/A	本事業は保護区内には位置しておらず、保護区への影響は想定されない。
10	沿岸域	✓	✓	D	D	工事中 ：既存施設は海域から距離があるため、工事期間中の直接的な影響は予測されない。 供用中 ：直接的な影響は想定されない。
社会環境						
11	非自発的住民移転	✓		B-	N/A	工事中 ：本事業では非自発的住民移転は想定されない。既存防波堤上の不法な養殖業者が設置している養殖施設や小屋などの21施設については撤去または移設を行う必要があり、補償費や移設箇所などの最終化はDD以降にカ国の責任で実施される。移転対象者は補償費等のサポートは得られるが、土地については保証されない。 供用中 ：供用中の影響は想定されない。
12	貧困層	✓	✓	B-	B-	工事中 ：建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、一時的に地域経済へ正の影響が想定される。また、今回移設対象となる業者は貧困層を含まないが、小型ボートの漁民の中に貧困層が含まれる可能性があるため、ボートの出航時間や安全確認などを実施する必要がある。 供用中 ：利用貨物船舶の増加により漁民の安全性等が影響を受ける可能性があるため、上記に示す対策を供用中も実施する。
13	少数民族・先住民族			N/A	N/A	少数民族の居住範囲は含まれておらず、本事業による影響は想定されない。
14	雇用や生計手段等の地域経済	✓	✓	B-	A+/B-	工事中 ：既存堤防上の一部の養殖業者については、移転を求められるため、生計手段を失うが、補償または移設支援により保証される。建設活動によって生じる商業/雇用機会の増加により、一時的に地域経済へ正の影響が評価される。 供用中 ：長期的には、港湾施設が拡張されることが地域経済の成長に影響し、商業/雇用機会の増加などが期待される。一方、地元作業員の一時的な雇用機会が終了することにより、建設工事終了後に負の影響が生じる恐れがある。
15	土地利用や地域資源利用	✓		B-	B-	工事中 ：一部の既存防波堤の養殖業者の設備移設・撤去が行われる。また、残りの施設についても浚渫・埋立工事や、供用時の港湾内の水質悪化により、養殖への影響が発生する可能性があるため、定期的な水質モニタリングを行う。一方で安全性の面からも防波堤上の施設については今後の使用について協議が必要である。 供用中 ：港外での養殖・漁業のための小型ボートの交通がコンテナ船によって阻害される可能性があるが、既存防波堤の新規開口部が設置される予定であり、安全なルート確認や出航時間の制限などで影響が軽減される。
16	水利用、水利権及び共同体の権利	✓		D	D	工事中 ：工事用水については、外部からの確保を想定するため、地域住民の水利用・水利権への影響は軽微である。 供用中 ：既存港湾施設への建設であり、水利用への影響は想定されない。
17	社会インフラや社会サービス	✓	✓	B-	B-	工事中 ：事業実施区域は居住地域から十分距離がある立地であり、工事による社会インフラ及びサービス

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
	ービス					スへの影響は想定されない。工事用ルートなどには十分に配慮が必要である。 供用中 ：コンテナトラックの増加が渋滞など沿線上に影響を与える可能性がある。
18	被害と便益の偏在	✓		B-	N/A	漁業者の被害を最小限に抑え、利益の偏在を回避するためのARAPに適切な補償や支援を明記する。
19	地域内の利害対立	✓	✓	B-	B-	建設・操業の両段階において、港湾関係者と漁業者の間で利益や損害の誤配分が生じる可能性がある。漁業者の被害を最小限に抑え、利益の偏在を回避するためのARAPに適切な補償や支援を明記する。
20	子どもの権利	✓		B-	N/A	工事中 ：既存施設周辺に学校は位置しておらず、海運中心となるため通学路等への影響は軽微である。また、工事での児童労働が発生しないよう、仕様書に雇用適性年齢を記載し違反した場合は通知義務や罰則を設けるなど保全措置を実施することで影響が軽減される。 供用中 ：本事業ではこどもの権利への影響は想定されない。
21	公衆衛生 (HIV/AIDS等の感染症)	✓	✓	B-	B-	工事中 ：工事関係者が流入することによる公衆衛生への影響が想定されるが、さらに作業員と地域住民との間に性感染症(STD/STI)及びHIV/AIDS、COVID-19に関するリスクの増加が懸念される。住民や作業員の権利を侵害しないよう、計画中のプロジェクトの環境管理責任者が、警備員に対して安全プログラムやCOVID-19対策の講義を行うことで影響を最小化する。 供用中 ：労働条件に関するカンボジアの法律及び条例を遵守することで影響を最小化する。
22	労働安全衛生	✓	✓	B-	B-	工事中 ：建設機械の稼働及び工事用車両の走行に起因する事故発生リスクの増加が想定されるが、労働法にそって安全対策が実施される予定であり、影響は限定的と評価される。また、建設作業員にはヘルメットや安全帯の着用が義務付けられ、建設エリアには警告板等の安全設備が設置される予定である。 有害廃棄物については、廃棄物処理業者と契約する必要がある。有害廃棄物の処理に関するマニュアルや安全ガイドラインを作成する。 供用中 ：労働条件に関するカンボジアの法律及び条例を遵守することで影響を最小化する。
その他						
23	事故	✓	✓	B-	B-	工事中 ：工事用車両等やボートによる事故発生は懸念されるため、工事用ルートの選定やスピード制限など必要な環境保全措置を行うものとする。また、工事資材の搬入などは海運を主体とするが、工事に伴う車両も増加することも想定されるため、事故が発生した場合の緊急車両ルート等を確保する 供用中 ：供用時：貨物輸送のコンテナ船及びコンテナトラックの数量が増加するため、事故の可能性が高まる。既存港湾を利用している漁民の小型ボートとコンテナ船の衝突事故が懸念されるが、小型ボートの出航時間の制限や、コンテナ船入港時のアラート、港湾地域内のサインボード設置などの保全対策

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用中	工事前 工事中	供用中	
						により、影響を最小化する。
24	越境の影響 及び気候変動		✓	B-	B-	工事中 ：建設機械の稼働及び工事用車両の走行等によるGHGの発生は微量であり、気候変動への大きな影響は予想されない。 供用中 ：貨物輸送のコンテナ船及びコンテナトラックの数量が増加するため、GHGの増加が見込まれる。

出典：JICA 調査団

8.2.2 累積的影響評価

358. 本業実施区域周辺では、多目的ターミナル整備事業の工事が既に完了、NCT1 の工事が 2023 年より開始予定である。
359. 現在想定しているスケジュールでは、先行する NCT1 と NCT2 の工事期間は、2025 年 3-11 月の 9 ヶ月重複している。実質 5 か月間の工事期間の重複はあるものの、NCT1 では環境負荷の高い工事は終了していることから、工事中に累積的影響は大きくないと予想される。一方で NCT1 の工事に半年以上の遅延が発生した場合は、想定される NCT2 の工程通りの実施は困難となり、事業全体の実施スケジュールの再考及び影響評価の再検討が必要となる。
360. シハヌークビル港多目的ターミナル整備事業、シハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業と本事業は、既存のシハヌークビル港湾施設の能力を継続的に拡大する。本事業及びこれらの周辺事業の実施により、同港の将来的な寄港船舶数やコンテナ運搬車両などの利用台数が増加し、各ターミナルの稼働率が上がることで、供用後の累積的影響は増加すると考えられる。累積的影響が想定される影響項目としては、大気質、騒音、水質、廃棄物、海運及び陸運、安全が挙げられる。
361. これらのプロジェクトは事業主が同じであるため、i) プロジェクトオーナーは、各プロジェクトにおいて、大気質、水質、安全等に焦点を当てた適切な環境管理計画で影響を把握する、ii) 影響を受けるステークホルダーから要求があれば、これらの環境影響について関連するステークホルダーと協議する、など事業実施後に累積的な影響が把握され、適宜緩和策が実施されるように環境管理計画・継続的なモニタリングを実施することが提案される。

8.3 環境管理計画・緩和策

362. 上記で予想された環境影響を最小化することを目的として、本事業で提案される環境管理計画・緩和策を下表に示す。

表 8-3 環境管理計画及び緩和策

Environmental Composition/Parameters	Mitigation Measures	Responsible Unit (RU) / Implementation Unit (IU)
1. IMPACTS DURING DESIGN/CONSTRUCTION PHASE#		
1.1 Impacts during Design Phase		
1)) Structures on and along the breakwater)	➢ The IRC-WG and the PRSC-WG under the guidance of the GDR will provide compensation or assistance to the affected fish cage owners in advance before starting the Project construction.	RU:MEF (GDR)、 IU:IRC-WG、PRSC-WG
2) Safety and Health	➢ The Project owner will consult with MOE and the Preah Sihanouk Province and, if necessary, request the contractor with a preliminary mine clearance survey.	RU: PAS (Project owner) / IU:Construction Contractor
1.2 Impacts during Construction Phase		
1) Topography	➢ The Project owner will require the construction contractor must have engineer/s to monitor such works and to make sure that the works are carried out according to acceptable technical standards.	RU: PAS (Project owner) / IU:Construction Contractor
2) Surface Water Quality	➢ The Project owner will require the construction contractor to monitor sea water quality regularly at the locations as in the design phase by taking samples to MoE's laboratory. In case of any parameter increase in the abnormal conditions and abnormal situation (ex. Outbreak of red tides, Mass mortality in aquaculture and etc) identifying the factors, some mitigations will be implemented. ➢ The Project owner will require the construction contractor to educate the workers and staffs not to throw away wastes into the sea and to provide sanitary latrine in the worker camps. The construction contractor has to make sure that human wastes and construction ones will be packed and kept at the proper locations. ➢ The construction contractor will have to cooperate with local waste collecting company to transport and dispose of wastes at the dumping site. The local waste contractor must be required to have the official licence and sufficient remaining capacity at their disposal site. ➢ The Project owner will require the construction contractor to clean tools and equipment at the prepared location with sedimentation tank. ➢ The Project owner will require the construction contractor to properly prepare fuel storage location, ensuring that no any spillage occurs. ➢ The Project owner will require the construction contractor to check sanitary latrine, avoiding any discharge to the sea. ➢ The Project owner will require the construction contractor to select high quality dredging tools with minimal sedimentation dispersion. ➢ The Project owner will require the construction contractor to set silt fence around construction area to avoid spread turbidity dredging and reclamation works. ➢ The Project owner will require the construction contractor to minimize dredging time so as to minimize turbidity.	RU: PAS (Project owner) / IU:Construction Contractor
3) Sediment	➢ The Project owner will require the construction contractor to monitor the sediment inside the port and sea route. ➢ If the concentration of toxic metal substances in the sediment exceeds the environmental standard, the contractor should report the matter to PAS and consult with MOE appropriate disposal methods.	RU: PAS (Project owner) / IU:Construction Contractor
4) Air Quality	➢ The Project owner will require the construction contractor to take proper care of vehicles and machineries and to use high quality fuels. The construction contractor will completely avoid overload transportation and congestion of vehicles, causing air pollution. ➢ The Project owner will require the construction contractor to cover materials during transportation and sprinkle water to construction site to reduce dust.	RU: PAS (Project owner) / IU:Construction Contractor

Environmental Composition/Parameters	Mitigation Measures	Responsible Unit (RU)/ Implementation Unit (IU)
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to spray water regularly along the road to be expanded to reduce dust from the mobilization of vehicles and machineries. ➢ The Project owner will require the construction contractor to monitor dust air pollution and complaint from local residents. If there is any complaint, the construction contractor have to reconsider the applied technical aspects and find the ways to solve those issues. ➢ The Project owner will require the construction contractor to prepare and to strictly implement traffic management plan at the construction sites. 	
5) Noise and Vibration Levels	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to use vehicles and machineries with low noise and vibration and to take proper care of vehicles and machineries before the Project construction. ➢ The Project owner will require the construction contractor to have a clear timetable for working hours: morning from 07.00 until 11.00 am and afternoon from 13.00 to 17.00 pm. ➢ The Project owner will require the construction contractor to advise all drivers to drive at a low speed without exceeding 60 dB (A) for residential areas and not exceeding 45 dB (A) in some places: schools, hospitals, pagodas and nearby places of residence. No driving will be allowed at night time. 	RU: PAS (Project owner) / IU: Construction Contractor
6) Waste/Biodiversity	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to dredge channel and turning basin as in the plan and to regularly monitor water quality (as described in the mitigation measures for water pollution) and to observe turbidity every hour for consecutive 6 hours during dredging of channel and turning basin and transportation of dredged wastes to the dumping sites. If abnormal conditions are identified, the construction contractor should stop dumping operations and the impact on the surrounding area checked. ➢ If the contractor identifies abnormal values in this monitoring during offshore disposal work, it will stop the disposal operation and continue monitoring. The Project owner will require the construction contractor to educate workers, not allowing to dispose wastes to the sea and to cooperate with local waste collector for waste disposal at the dumping sites as defined by Provincial Department of Environment and local authorities. ➢ Contractors will contract waste disposal contractors who have duly obtained the license. ➢ The Project owner will require the construction contractor to conduct a routine monitoring for the transportation of wastes to the dumping sites. 	RU: PAS (Project owner) / IU: Construction Contractor
7) Local Economic Activity	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to prioritize local residents as the workers and/or staffs during the construction phase. 	RU: PAS (Project owner) / IU: Construction Contractor
8) Traffic Condition	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to inform local authorities about the construction period. ➢ The Project owner will require the construction contractor to install traffic signs at the construction sites in particular traffic lights at night time to avoid accidents. ➢ The Project owner will require the contractor to ensure emergency vehicle routes etc. in the event of an accident. The Project owner will require the construction contractor to implement traffic management plan around the construction sites and Samdech HUN SEN road in cooperation with local authorities. ➢ The Project owner will require the construction contractor to educate all the drivers to respect the law on traffic in the Kingdom of Cambodia. 	RU: PAS (Project owner) / IU: Construction Contractor

Environmental Composition/Parameters	Mitigation Measures	Responsible Unit (RU) / Implementation Unit (IU)
9) Safety and Health	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractor to provide trainings for the staffs and workers to have a better understanding of the use of vehicles, machineries and related equipment. ➢ The Project owner will require the construction contractor to implement all safety working standards. The provision of Personal Protective Equipment: PPE (glove, footwear, and helmet) will be provided to the staffs and workers based on the nature of works. ➢ The Project owner will require the construction contractor to construct sanitary latrine for the staffs and workers equipped with septic tanks and to provide clean water for general consumption. ➢ The Project owner will require the construction contractor to educate the staffs and workers on sexually transmitted diseases. The construction contractor will cooperate with provincial department of health for epidemics prevention around the Project area. 	RU: PAS (Project owner) / IU: Construction Contractor
10) Safety Navigation	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will require the construction contractors to consult with fishermen and set restrictions on their sailing times and passage routes for fishermen. The rules will be informed to the Project owner and the construction ships. ➢ The Project owner is responsible for safety reminders to the container ships during the construction period. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS/Construction Contractor
2. IMPACTS DURING OPERATION PHASE#		
1) Surface Water Quality	<ul style="list-style-type: none"> ➢ All the liquid waste from the port will be discharged to sewage system and then go to water treatment plant. This waste will be checked in advance before discharging to public sewage system. ➢ The Project owner will monitor sea water quality regularly (the sampling sites will be the same as the before-construction sampling sites) by taking samples and send them to the MOE's laboratory. In case of any parameter increase in the abnormal conditions and abnormal situation (ex. Outbreak of red tides, Mass mortality in aquaculture and etc) identifying the factors, some mitigations will be implemented. ➢ The Project owner will educate the workers and staffs not to throw away wastes into the sea and will make sure that human wastes and construction ones will be packed and kept at the proper locations. ➢ The Project owner will properly prepare fuel storage location, ensuring that no any spillage occurs. ➢ The Project owner will properly treat all wastewater by the Project using the new wastewater treatment facility to be built at NTC2&3. ➢ The Project owner prohibits vessels calling at the port from discharging ballast water in the port in accordance with the Basel Convention. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Department of Environment
2) Air Quality	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will regularly monitor air quality in and around the port area and respect the Sub-decree on the Control of Air Pollution and Noise Disturbance 2000. ➢ The Project owner will educate the workers and staffs about energy saving so as to reduce air pollution. ➢ The Project owner will have tree-seedling nursery and green space for those trees. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Department of Environment
3) Noise and Vibration Levels	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will use vehicles and machineries with low noise and vibration and take proper care of vehicles and machineries. Some mitigation measures will be applied to minimize noise and vibration. ➢ The Project owner will advise all drivers to drive at a low speed without exceeding 60 dB (A) for residential areas and 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Department of Environment

Environmental Composition/Parameters	Mitigation Measures	Responsible Unit (RU)/ Implementation Unit (IU)
	not exceeding 45 dB (A) in some places: schools, hospitals, pagodas and nearby residential areas.	
4) Waste/ Biodiversity	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will monitor solid waste and liquid one on ships regularly. ➢ The Project owner will carefully observe solid waste and liquid waste on ships. ➢ The Project owner will educate the workers and staffs not to throw away wastes into the sea. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Department of Environment
5) Marine transportation and land one	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will monitor traffic in and around the Project area so as to take action if any traffic congestion (particularly at the intersection of National Road No.4) occurs. ➢ The project owner will cooperate local traffic police and local authority to manage traffic conditions and will educate drivers about law on land traffic. ➢ The Project owner will instruct ships to respect marine transportation regulations such as duration for parking etc. ➢ The Project owner will install all traffic signs for marine traffic around the Project area for safety. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Office of Marine Transportation and Land Transportation
6) Work Safety	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will provide training for the staffs and workers to have a better understanding of the use of vehicles, machineries and related equipment. ➢ The Project owner will implement all safety working standards. The provision of PPE (glove, footwear, and helmet) will be provided to the staffs and workers based on the nature of works. ➢ The Project owner will construct sanitary latrine for the staffs and workers equipped with septic tanks and to provide clean water for general consumption. ➢ The Project owner will establish health center in the port area equipped with medical supply and will have doctors. The Project owner will cooperate with the provincial department of health for epidemics prevention around the Project area. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS, Provincial Department of Labour and Vocational Training
7) Safety Navigation	<ul style="list-style-type: none"> ➢ The Project owner will consult with fishermen and set restrictions on their sailing times and passage routes for fishermen. ➢ The Project owner will notify the container vessels of the rules set with the fishermen and provides safety reminders. 	RU: PAS (Project owner) / IU: PAS

出典: JICA 調査団

8.4 モニタリング計画

363. 同様に、本事業による環境影響を工事中・供用時に把握するため、下表に示すモニタリング計画の実施が奨励される。

表 8-4 モニタリング計画

Environmental Resources	Parameters to be monitored	Place	Timing	Responsible Unit (RU)/ Implementation Unit (IU)
1. Project Design Phase				
1.1 Structure on the breakwater	Compensation / assistance to fish cage owners	On the breakwater	Before the Project construction	RU: PAS (Project owner) IU: 〇 GDR of MEF 〇 Provincial authority and Sihanoukville municipality

Environmental Resources	Parameters to be monitored	Place	Timing	Responsible Unit (RU)/ Implementation Unit (IU)
1.2 Construction site	Cleanliness of the construction site	Construction sites	Before the Project construction	RU/IU: PAS (Project owner)
2. Project Construction Phase				
2.1 Topography	- Dredging location - Depth	In the Project area	Monthly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.2 Surface Water Quality	pH, Temperature, Turbidity, Salinity, TDS, TSS, DO, BOD, COD, Oil & Grease, Detergents, SO ₄ , TN, TP, Pb, As, Cd, Fe, Hg, and Total Coliform	4 locations (Same as baseline survey)	Quarterly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
	Abnormal conditions (e.g. turbidity, occurrence of red tide, oil spills and etc.)	Within the port area	Everyday	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
	Turbidity	Around sea dumping sites	At the time of dumping at sea (6 hours)	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.3 Sediment	As, Cd, Cu, CN-, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Zn, PCBs	1 location (On dredging route)	Semi-annually	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
		1 location each at reclamation sites in NCT2&NCT3	During the floor dredging work of the quay foundation rubble	
2.4 Air Quality	- Dust monitoring - CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5} and Pb	2 locations (Same as baseline survey)	Semi-annually	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.5 Noise and Vibration Levels	- Sources of noise and vibration - Noise and vibration measurement	2 locations (Same as baseline survey)	Semi-annually	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.6 Waste / Biodiversity	Volume of waste Waste treatment methods	In the Project area	Monthly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.7 Local Economic Activity	Vendors	Near the Project area along Samdech Hun Sen road	Semi-annually	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.8 Traffic Condition	- Traffic signs - Traffic activities	- On National Road 4 (in front of the old port) - Along Samdech Hun Sen Street - Around the construction site	- Every day - Weekly - Monthly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor

Environmental Resources	Parameters to be monitored	Place	Timing	Responsible Unit (RU)/ Implementation Unit (IU)
2.9 Health and Safety	Check the health and safety equipment provided to the staffs, including drinking water and toilets.	The Project site	- Every day - Weekly - Monthly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
2.10 Safe Navigation	- Check the rules of Safe navigation of ships in the port area - Number of accidents	The Project site	- Every day - Weekly - Monthly	RU: PAS (Project owner) IU: The construction contractor
3. Project Operation Phase				
3.1 Surface Water Quality	pH, Temperature, Turbidity, Salinity, TDS, TSS, DO, BOD, COD, Oil & Grease, Detergents, SO ₄ , TN, TP, Pb, As, Cd, Fe, Hg, and Total Coliform	7 locations (Same as baseline survey)	Semi-annually	RU: PAS (Project owner) IU: PAS, Provincial Department of Environment
3.2 Air Quality	- Dust monitoring - CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5} and Pb	2 locations (Same as baseline survey)	Annually	RU: PAS (Project owner) IU: PAS, Provincial Department of Environment
3.3 Noise and Vibration Levels	- Sources of noise and vibration - Noise and vibration measurement	2 locations (Same as baseline survey)	Annually	RU: PAS (Project owner) IU: PAS, Provincial Department of Environment
3.4 Safe Navigation	- Check the rules of Safe navigation of ships in the port area - Number of accidents	The Project site	- Every day - Every week - Every month	RU/IU: PAS (Project owner)

出典: JICA 調査団

8.5 ステークホルダー協議

364. 2022年2月2-4日にかけて、SHV港に関連する行政関係者と、既存港湾施設に面する2つの集落(Sangkat-1、Sangkat-3)住民を対象として、ステークホルダー協議が5回実施された。全てのステークホルダー協議で事業に対する反対意見はなかったが、浚渫工事による水質や漁業への影響を懸念する意見があり、事業者側は、これらの項目に対して影響が懸念されないこと、また影響がある場合は緩和策(既存防波堤西側への新規開口部の設置、工事中のSSの拡散防止のためのシルトフェンスの設置や工事時間の制限、供用後の水質モニタリングや航行に関する安全管理等)を導入する旨説明を行った。
365. 2022年3月25日にプレアジアヌーク州の行政関係者中心に、EIA及び緩和策、モニタリング計画の内容説明のステークホルダー協議を実施した。プロジェクトに対する反対意見はなかったが、第1回同様に非影響住民に対しての補償が適切に行われるよう、要求があった。

8.6 用地取得・住民移転

366. 当該事業のため既存防波堤西側先端部から約620mまでの防波堤は、新コンテナターミナル拡張のため

- めに撤去する必要がある。さらに、小型漁船用の 80m の開口部を同西側防波堤に設ける為この区間を取り壊す。
367. 現在この撤去予定区間の防波堤の一部に、養殖のための簡易作業小屋が不法に建設され、また、防波堤沿いに養殖網および浮き小屋が不法に設置されている。これらの不法建造物は、防波堤取り壊しに伴い移転、もしくは、NCT3 の工事期間の一時的な移転が必要となる。
368. 事業による住民移転が発生する場合の手続きは、Sub-decree on the Promulgation of the Standard Operating Procedures for Land Acquisition and Involuntary Resettlement for Externally Financed Projects in Cambodia(2018 年、以下「SOP」)に詳しく規定されている。F/S 時には事業実施機関が住民移転総局 (General Department of Resettlement、以下「GDR」) のガイダンスのもと住民移転基本計画 (Basic Resettlement Plan、以下「BRP」) を作成し、GDR に提出、省庁間住民移転委員会 (Inter-ministerial Resettlement Committee、以下「IRC」) より承認を受けることになっている。
369. 被影響世帯特定のため、2021 年 7 月から 8 月にかけて、損失資産調査、社会経済調査を再委託業者によって実施した。この調査は、防波堤の西側突端から同西側の小型漁船のために取り壊す予定場所の区間において、建造物を設置している全世帯を対象とした。その結果、計 21 の世帯がこの区間で確認された。
370. 確認された被影響世帯は家族規模で防波堤を利用して養殖を営んでおり、シハヌーク市内に居住用の家を所有している。よって、防波堤上の被影響建造物および洋上の浮き小屋は居住用ではなく、作業小屋として使用されている。
371. 調査によって確認されたすべての世帯は養殖業者であった。ほとんどの養殖業者は、防波堤上に簡易な構造の建造物を作業小屋として建て、防波堤沿いに養殖網を設置している。また、この養殖網とともに洋上に浮き小屋を設置している業者もいる。1 つの養殖網では、魚種により約 30 匹から約 750 匹の稚魚が、8 カ月から 15 カ月間養殖されている。仲買人が各養殖業者を訪れ、成長した魚を購入している。この養殖魚は、主にホテルやレストラン等からの高い需要があるシハヌークビル市内の市場で売られていたが、コロナ禍で需要が低くなった結果、一部の養殖業者は、養殖の規模の縮小もしくは一時的な操業停止をしている。
372. 防波堤上で確認された建造物は木造で、養殖業者の作業小屋として使用されている。これらの建造物は簡易な構造であるため、容易に解体し、別の場所に運ぶことができる。浮き小屋および養殖網については、解体せずボートで移転させることが可能である。
373. 社会経済調査時において、以下のカテゴリに該当する社会的弱者とした。
1. 貧困世帯 (国の貧困基準以下の世帯)⁵
 2. 女性世帯主の貧困世帯
 3. 土地を所有しない貧困世帯
 4. 支援の手段を持たない高齢世帯
 5. 障害者が世帯主
 6. 慣習的に土地を利用している世帯および先住民
374. 調査の結果、社会弱者に該当する世帯は確認されなかった。
375. GDR の指示により、PAS により 2021 年 12 月 7 日に関係者会議が開催され、その場においてカットオ

⁵ カンボジアの貧困ラインは、\$2.4/人/日もしくは\$72/人/月と設定されている。(計画省、2021)

フデートが宣言された。被影響者、地方自治体(村、Sangkhat、市および県)、GDR および PAS の職員がこの会議に参加した。

376. 当該事業の被影響世帯はすべて国有地における不法占拠者であるため、土地損失については補償されないが、移転に伴う生計補償としての一時金は提供されることになる。移転先については、既存防波堤内の別の場所を希望する養殖業者もいれば、特に場所の指定を希望しない業者もいたことから、2 つの移転オプション、オプション 1) 既存防波堤内での移転およびオプション 2) 養殖業者が自ら選択した防波堤外への移転を用意した。最終的な移転先は、D/D 時以降に被影響者との協議によって決めることになる。同様に、生計補償の具体的な補償額についても、D/D 時以降に、既存防波堤内での移転の場合と防波堤外への養殖地の移転の場合それぞれについて被影響者と協議し、再取得調査(Replacement Cost Study、以下「RCS」)により確定されることになる。生活再建のための支援は、GDR のガイダンスのもと、IRC 作業部会(IRC-Working Group、以下「IRC-WG」)および州移転小委員会(Provincial Resettlement Sub-Committee-Working Group、以下「PRSC-WG」)によって進められる。
377. SOPを参照に、明確になった各損失についての受給資格に基づき、補償・支援の受給権者、補償内容、責任機関をまとめた当該事業のエンタイトルメントマトリックスが作成された。エンタイトルメントおよび補償内容については、詳細測量調査(Detailed Measurement Survey、以下「DMS」)、および RCS をもとに、GDR が IRC-WC と PRSC-WG と協働しながら最終化される。
378. 移転に係る苦情については、州レベルの苦情処理メカニズムが、州知事により IRC に諮りつつ設立される。申し立て手続きは、2 段階に分かれている。第 1 段階は、被影響者が非公式に地域レベルでのサポートを受け、苦情解決を図るものである。被影響者による苦情は、地域の首長もしくは長老の調停のもと、PRSC-WG の責任者と協議される。この段階で解決されなかった場合、2 段階目の 3 ステップからなる公式手続きにて解決が図られることになる。
379. 円借款貸付契約締結後に PAS 内に Project Management Unit (以下「PMU」)が設置される。PMU は IRC-WG の委員として PRSC-WG と協働し、補償と移転に係る業務に当たる。
380. 詳細設計時に、PAS は MEF に対して IRC-WG の設置を求める。詳細設計後に、DMS の実施方法についての住民説明会が開かれ、その後移転対象者の立ち会いのもと、IRC-WG が PRSC-WG と協働して DMS を実施する。また、RCS の更新を DMS と並行して行う。RCS は、IRC によって雇用された独立機関によって実施されることになる。補償額は RCS の結果に基づいて算出され、IRC が政府に予算配分を要求する。
381. 移転に係る予算はカンボジア政府の国家予算より振り当てられる。MEF による予算承認後、GDR に予算が振り込まれる。補償費の実際の支払いは、IRC-WG と密に連携をしながら、PRSC-WG が公共の場で行うことになっている。PRSC-WG は、補償支払いに係るスケジュールを、Sangkat もしくは村役場に補償支払いの少なくとも 3 日前に通知する。この通知は、Sangkat、村役場およびコミュニティーホールで同時に公開される。補償費支払日当日は、各被影響者への支払いの前に、支払い手続きについての住民説明会が開かれる。
382. 移転および補償の進捗状況は、以下の指標によってモニタリングされる。
 1. 移転および補償金支払いの進捗および
 2. 被影響者からの苦情申し立ておよび要望とその解決状況
383. 指標 1 についてのモニタリングは、移転および補償の支払い終了まで実施され、指標 2 についてのモニタリングは、工事終了まで継続される。モニタリングの結果は、PAS によって取り纏められ、JICA に報告され

- る。
384. 移転計画作成過程で、政府職員、被影響者やそのコミュニティー等主要関係者等との協議が公式、非公式な形で実施された。これらの協議では、参加者に事業目的、被影響域、移転計画のプロセス等について説明し、事業や移転計画に係る意見や助言を得た。また、被影響者からは、エンタイトルメントを作成するため、移転のサポートについての意見、要望等を聴取した。
385. さらに、2021年12月7日には、GDRの助言に従い、主要関係者である被影響者、村長、Sangkat首長、副知事を招いた関係者協議を実施した。この協議では、PASがエンタイトルメントに係る指針、事業の実施スケジュールに沿った移転計画について移転情報冊子(Project Information Brochure、以下「PIB」)を使って説明し、意見、要望を聴取した。また、この協議においてPASがCut-Off date(2021年12月7日)を宣言した。PIBは関係者協議に先立ってGDRの指導のもと作成された。その内容には事業地、被影響域、カットオフデート、再取得価格調査、担当者の連絡先等の一般的情報を記載することとされ、現地語に翻訳され、GDRの承認を得た上で、関係者会議のすべての出席者に配布された。会議に出席した被影響者からは移転方針について合意を得た。補償の具体的な内容、移転実施スケジュールについては、今後設置される補償委員会で具体化するということになった。
386. SOPでは円借款貸付契約の締結後、被影響者への補償支払いまでに3回の住民説明会をすることとされている。第1回目の住民説明会は、DMSの実施前に行われる。これは、被影響者が損失資産、測定の必要性、損失資産とその他の受給資格に基づいて支払われるという補償の根拠等の理解をすることを目的とする。2回目の住民説明会は、補償内容に係る合意/契約に署名する前に行われることになっている。この住民説明会は、すべての被影響者に補償内容を説明することを目的とし、被影響者は、個別に補償に係る契約書案が渡され、補償額についての説明を受ける。3回目の住民説明会は、補償の支払い直前に実施されることになっている。被影響者は、補償を受け取る前に、苦情申立制度や補償支払いについての苦情がある場合の手続きについての説明を受けることになっている。これらの住民説明会は、IRC-WGとPRSC-WGによって実施される。

8.7 ジェンダー主流化二一ス

387. カンボジア政府は、第四次四辺形戦略(Rectangular Strategy Phase IV 2018)および国家戦略開発計画(National Strategic Development Plan 2019-2023)において、社会経済状況を向上させるためのジェンダー平等の強化、経済や社会の中核である女性の役割の向上を国家戦略のゴールと明記している。この戦略に基づき、女性省ではNeary Rattanak V(ジェンダー平等と女性のエンパワーメントのための5ヶ年戦略計画 V 2019-2023)を策定した。この計画は、すべての分野、すべての段階、特に経済、教育、保健、法的保護、ガバナンスおよび気候変動に関係する政策、戦略計画、開発事業にジェンダー主流化を促進させることに焦点を置いている。
388. PASにおいては、政府の第四次四辺形戦略、国家戦略発展計画、Neary Rattanak V等に基づき、主に3つの施策を実施している。
- 同一労働、同一賃金:女性においても、同じ労働については、男性と同じ賃金、同じ地位を保証している。
 - 女性の優先雇用:雇用時に同じ条件であれば、優先的に女性を雇用することになっている。
 - 女性への追加の給付金:女性が働きやすい環境を創出するため、追加の給付金が支払われている。
389. PASでは女性省の下部組織である女性協会が組織されており、PASの女性職員全員を会員として、7つのグループに組織され、それぞれリーダーが選出されている。また、事務方として、協会長、副会長およ

- び会計系の3名が女性省との連絡、組織の運営をPASの勤務時間外にボランティアで担当している。
390. 女性協会の主な業務は、女性省との連携、女性職員の心身に関するサポート、ドメスティックバイオレンス、セクシャルハラスメントに関するサポートの実施である。
391. 聞き取りに協力してくれた女性職員のジェンダー配慮の観点からみたPASでの労働環境満足度は、賃金や勤務査定についての差別の実態はなく、また子育てや介護のための配慮もあるため、非常に高かった。今後の取り組みとしては、職員全員を対象としたセクシャルハラスメントを含むジェンダー研修の実施や、女性職員のキャリア志向をサポートするような精神的、技術的サポート等の積極的な支援策が望まれるとのことであった。
392. 2020年におけるPASの女性職員は全体の1割で、女性管理職は、管理職全体の7%であった。
393. 職種による男女比では、管理・人事部が女性職員の4割を占めている。PAS全職員の半数近くを占めるオペレーター、建設—エンジニア部門においては、女性の職員の比率が0%である。PASではオペレーターの採用に際し、特に男女の区別を設けていないが、現在のオペレーターの業務は、長時間閉鎖空間での重機の運転等、女性の希望者が集まりにくい労働環境である。今後オペレーションの自動化、遠隔化が進めば、女性の活躍の場が増える可能性がある。
394. また、建設—エンジニア部門については、もともとカンボジアでは建設、エンジニア部門を選考する学生が少ないため、募集をかけても希望者が集まらないという傾向がある。しかしながら、建設—エンジニア部門を専攻する学生は年々増加しており、今後はこの分野の女性の割合が増加すると考えられる。

8.8 気候変動適応対策(適応策)の検討

395. 本事業実施区域は、Aqueduct Water Risk Atlas (Aqueduct World Resources Institute (wri.org))によると、海岸域における洪水のリスクが非常に高いエリアであると診断されている。よって本事業では、海面水位の上昇に対応する必要があると判断された。
396. 最新の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書では、1995~2014年を基準とした2100年までの世界平均海面水位上昇量は最大で1.01mと予測されている。本事業の天端高はNCT1に合わせて、栈橋では+3.3m CDL、埋立地の天端高は+3.5m CDLとしておりIPCCの6次評価報告書で予想されている最大限に水面が上昇した場合でも水没の懸念はない。なお、こちらの高さはNCT1の計画段階で気候変動の影響を考慮して、それぞれ+30cmの高さを追加した計画となっている。

第9章 事業スキーム及び運営・維持管理体制

9.1 PAS 組織の現状と課題

9.1.1 PAS 株式会社及び設置令

397. SHV 港(旧コンボンソム港)はカンボジア独立後整備された港で 1956 年に開港したが、その後内戦で利用を停止、1979 年に再開港した。しかし本格的な再開港は内戦終結後となり、1991 年名称を SHV 港と改め本格的な稼働が再開した。
398. 当初国営港湾であったが、1998 年の SHV 港設置令⁶により自治港としての性格を明確に規定され、技術面では MPWT の監督を受け、財務面では MEF の監督下にある国営公社となった。この設置令では、港湾公社の理事会は 7 名で構成すると規定され、公共事業運輸省、閣僚評議会、経済財政省、商業省、プレアシハヌーク州、労働組合、及び港湾公社総裁が理事とされた。港湾公社は入港料などを徴収するので国の機関としての面を持つが、港湾収入に対しては法人税等を支払うので民間企業の性格を有するものであった。
399. カンボジア政府は、港湾公社を株式会社化する政策をとり、PAS は 2017 年 7 月、カンボジア証券取引所に株式を上場して株式会社となった。このため、PAS は公営企業法⁷に従って運営されることとなり、上場公営企業のコーポレート・ガバナンスに関する経済財政省令⁸が適用されて、株主代表及び独立取締役が置かれることとなった。
400. この制度により、第 1 回株主総会(2018 年 3 月)で株主代表の取締役及び独立取締役が選定された。労働組合代表の取締役は組合員から選出され、政府機関代表の取締役はそれぞれ関係省庁で選定されて、PAS の取締役を指名する政令⁹で、公共事業運輸省、経済財政省、商業省、労働組合の各代表、港湾公社総裁、株主代表、独立取締役の計 7 名が取締役に就任した。

9.1.2 PAS の組織

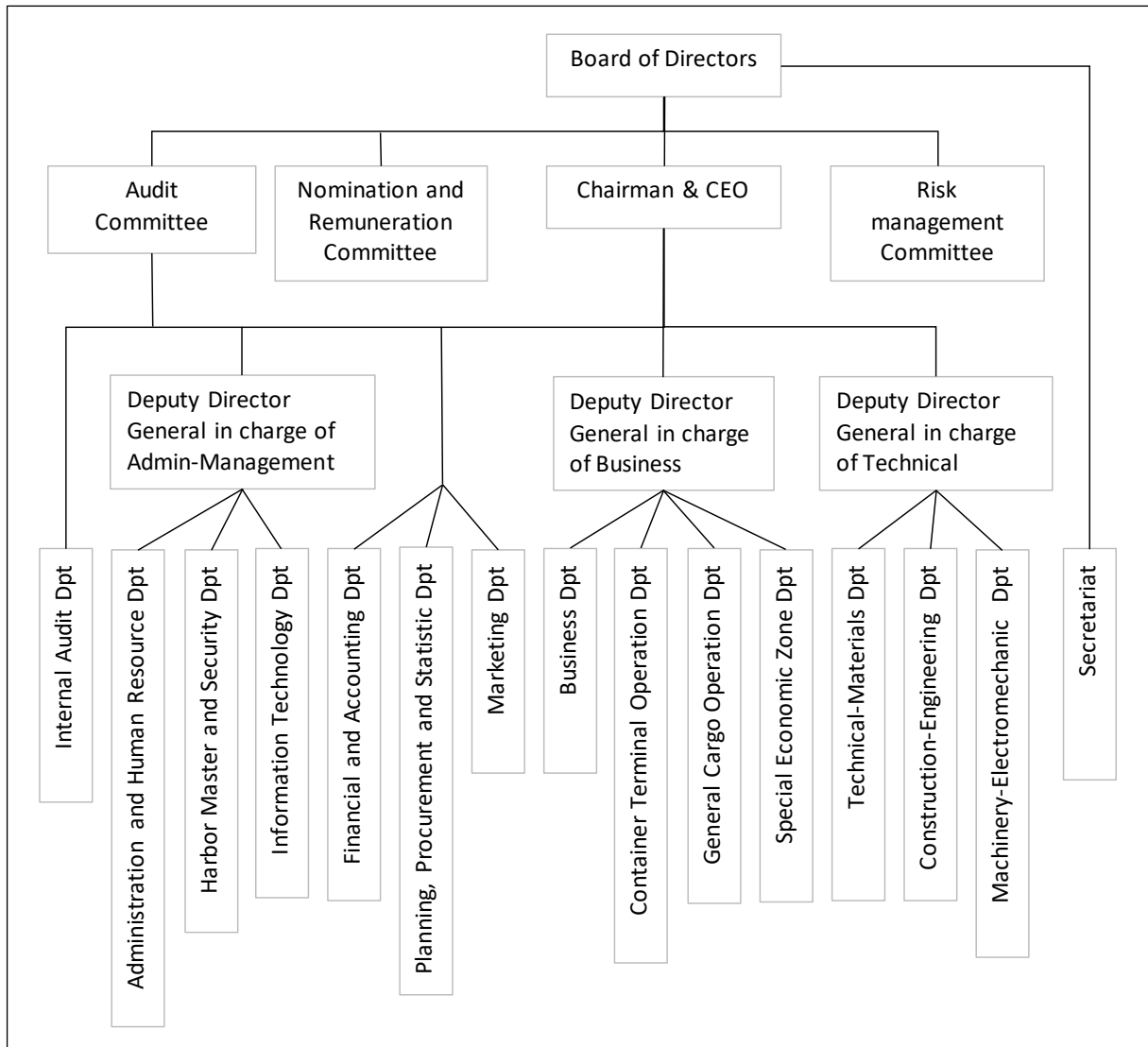
401. 2020 年現在、PAS の職員数は 1,076 名であり、荷役部門、維持管理部門では委託労働が 340 名に達している。
402. PAS の組織構成は図 9-1 のとおりである。業務は、水先案内(パイロットサービス)、入出港管理、荷役作業・港内運送の提供、倉庫・野積場の提供、保守サービス・港内保安の確保、港湾施設の維持・管理・開発などであり、港湾サービス全体を提供する組織となっている。

⁶ Sub-Decree No.50, July 17, 1998, on the Establishment of the Sihanoukville Autonomous Port

⁷ Law on the General Statute of Public Enterprises, Kram No.CS/RKM/0696/03, June 17, 1996

⁸ Prakas No.013/10 SECC, Dec 15, 2010, on Corporate Governance for Listed Public Enterprises

⁹ Sub-Decree No.608, June 25, 2018, on the Appointment of members of Board of Directors of Sihanoukville Autonomous Port



出典: PAS 年次報告 2020

図 9-1 PAS の組織図

403. PAS の組織の課題は、公営企業としての管理と株式会社としての運営のバランスをとる必要があること、職員数の適正化、オペレーション人材の確保、育成などである。特に新コンテナターミナル関係では、以下のような課題がある

- NCT 運営のための新たな業務組織の設置
- クレーンオペレータ、(A)RTG オペレーターなどの要員確保
- オペレーション人材の研修、OJT による育成
- 既存コンテナオペレーション部(社員 303 名、契約社員 167 名)、一般貨物部(社員 179 名、契約社員 60 名)について、新たなコンテナターミナル運営組織へのシフトも含めた人員合理化

9.2 PAS の財務の現状と課題

9.2.1 PAS の収入・支出

404. PAS の営業収入は貨物量に比例しており、2019 年まで毎年増加し、約 82 百万ドルに達した。しかし、2020 年は、コンテナ貨物は微増であったがコロナ禍の影響で収入は減少し対前年比 94%に縮小した。

営業費用も対前年比で若干減少したが、金融費用が増加したことにより税引き前利益は対前年比65%に低下した。2021年は、営業収入が9.8%増加し、約84百万ドルに達して過去最高を記録した。税引き前利益も大幅に増加し、約27百万ドルに達した。

9.2.2 PASの収益性

405. 2017年から2020年までの税利払い前利益(EBIT)は24%から27%の水準であり、比較的良好な水準を維持している。税利払い償却前利益(EBITDA)も35%から38%の水準で比較的強力な収益力を示しているが、2020年にはEBITDAに占める減価償却費の割合が34%まで増加しており、今後の流動性の低下が懸念される。また、円建て借款の額が大きいため為替差損の影響を受けやすく、円高が進行すると収益力が低下することが課題である。2021年は、税引き前利益が大きく増加したため、EBIT率、EBITDA率がそれぞれ36%、47%へ大きく向上した。
406. 2017年から2020年の総資産利益率(ROA)は1.9% - 3.4%、自己資本利益率(ROE)は3.8% - 7.0%となっており、純粹の民間会社が目安とする水準(ROA 5%、ROE 10%程度)には及ばないが、公共的性格のPASとしては問題ない水準と考えられる。2021年は、ROA 6.6%、ROE 11.9%を達成し、民間会社としても十分妥当な利益率を確保した。

9.2.3 PASの債務比率

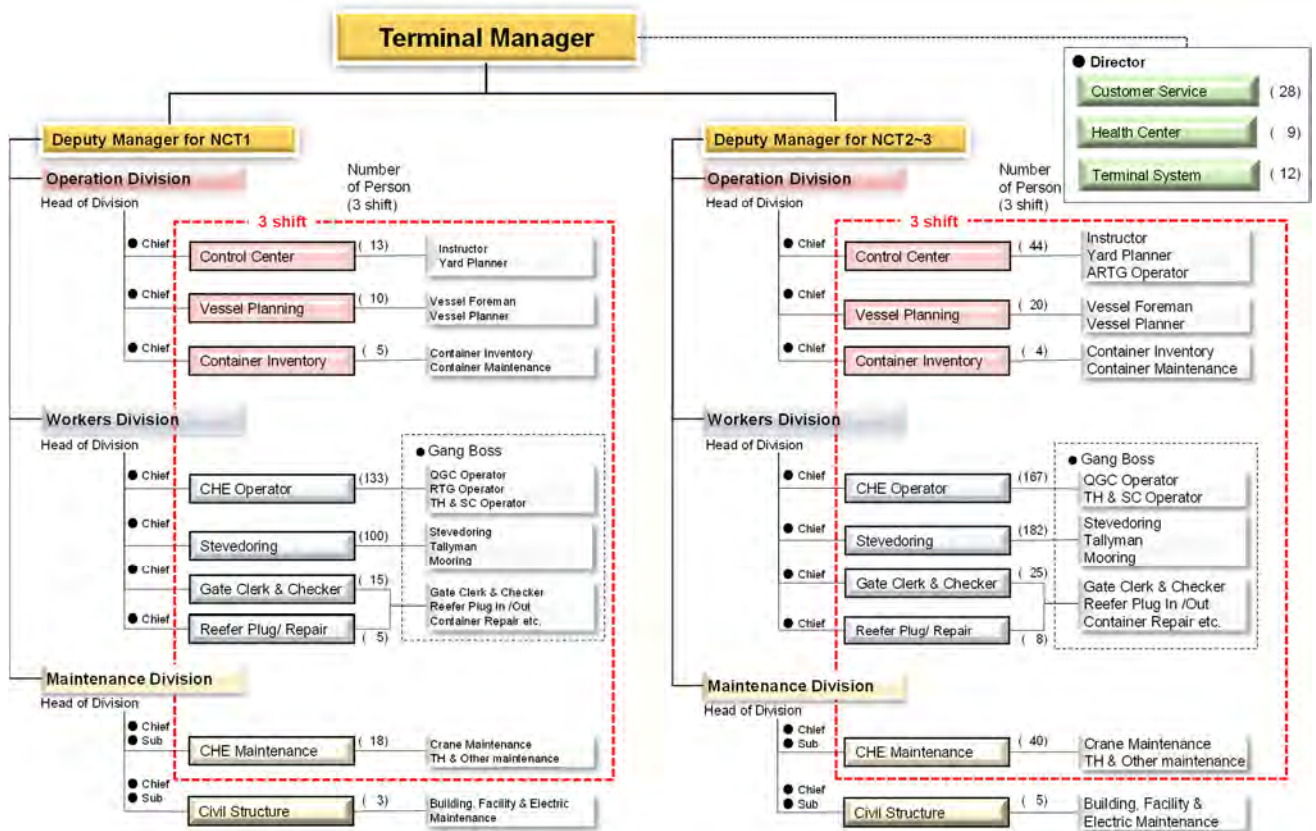
407. 2020年12月末現在の債務は6,875億KHR(USD 170 million)に達しており、負債・資本比は約100%となっている。業種や企業体の性格で適正な負債・資本比は異なるが、タイ港湾公社(PAT)の負債・資本比は92%(2019年)であり、PASと同等の比率となっている。負債増加率は2017年には16.7%であったが、2018年以降大きな増加は無く、投資が一段落したものと考えられる。2020年の収入・負債比は0.45となっており、負債総額は年間の収入の2倍程度となっている。2021年は長期負債の償還が進み、12月末現在の債務は6,433億KHR(USD 158 million)に減少した。円借款残高は、2021年末現在4,690億KHR(USD 115 million)であり、総負債の72.9%を占めている。

9.3 コンテナターミナルの運営体制

9.3.1 NCT2及びNCT3の運営、維持管理体制

408. 新コンテナターミナルを一体的に管理するために、NCT1の開業前に将来のNCT2、NCT3への拡張を見据えたターミナルディレクターを任命することが重要である。ターミナルディレクターの責任の元、その後のターミナルの運営計画、実施、維持管理及び要員計画を効果的に遅滞なく主導することで、SHV港にふさわしい組織体制を構築していくことができると考えられるNCT1、NCT2及びNCT3を含む組織図の例を以下の図9-2に示す。
409. NCT2、NCT3が開業する際に想定される組織体制の課題として、要員の確保とNCT2で初めて導入される予定であるARTGへの対応がある。図9-2に示した要員数は、NCT1からNCT3までがフル操業した場合の要員数を示している。また、各ターミナル(NCT1~NCT3)におけるポスト数及び要員数の案を表9-1に示す。従って、それぞれのターミナルの開業時に必要な要員数、及び開業後の段階的な要員確保計画を今後検討していく必要がある。また、現在稼働中のMPTには、経験豊富な職員や作業員を数多く有しているため、この人員をNCT1、NCT2及びNCT3の作業量、作業内容に応じて柔軟に活用することが望ましい。これら人員の雇用・契約形態等の詳細については別途実施される技術協力等の中で検討を行う必要がある。
410. 要員増は、オペレーション、現場作業員、メンテナンス、その他管理とそれぞれに必要で、必要な教育内容はそれぞれ異なることから、前広に要員を採用し教育する必要がある。特にNCT2及びNCT3で導

入される予定である A-RTG は、システムへの依存度が高まることなどから、従前の RTG1 基あたりのメンテナンス要員に比べてより多くの要員が必要と想定される。



出典: JICA 調査団

図 9-2 NCT2~NCT3 運営組織(案)

表 9-1 NCT1~NCT3 におけるポスト数及び要員数(案)

	NCT1		NCT2		NCT3		NCT2+3		NCT1-3 Total		Building
	Post	Staff	Post	Staff	Post	Staff	Post	Staff	Post	Staff	
Grand Total	127	343	101	279	84	233	185	512	312	855	
Management	1	1	2	2	0	0	2	2	3	3	3rd Floor
Operation	14	28	14	34	13	31	27	65	41	93	
Control Center	5	13	8	22	7	19	15	41	20	54	3rd Floor
Vessel Planning	4	10	4	10	4	10	8	20	12	30	3rd Floor
Container Inventory	5	5	2	2	2	2	4	4	9	9	1st Floor
Workers	87	253	68	200	62	182	130	382	217	635	
Cargo Handling Equipment Operators	45	133	28	82	29	85	57	167	102	300	Worker Building
Stevedoring	34	100	32	94	30	88	62	182	96	282	Worker Building
Gate Clerk, Checker, etc.	6	16	6	18	2	6	8	24	14	40	1st Floor
Reefer	2	4	2	6	1	3	3	9	5	13	1st Floor
Maintenance	11	25	11	27	6	14	17	41	28	66	
Cargo Handling Equipment Maintenance	8	22	8	24	4	12	12	36	20	58	M&E Workshop
Civil Structure Maintenance	3	3	3	3	2	2	5	5	8	8	M&E Workshop
Others	14	36	6	16	3	6	9	22	23	58	
Customer Service	7	15	3	7	2	6	5	13	12	28	Ground Floor
IT(Terminal)	3	2	6	1	3	0	0	1	3	3	1st Floor
Health Center	3	2	6	1	3	0	0	1	3	3	9 Ground Floor
Security(Terminal)	3	3	9	1	3	1	0	2	3	5	12 Ground Floor

出典: JICA 調査団

9.3.2 NCT1,2,3 の一体的な運用による効率性

- 411. ヤード内のコンテナ配置に対応した本船着岸バースの決定ができるため、本船荷役の効率性を向上できる。また、予期せぬ配船変更等でヤード蔵置を変更する際にも、ヤードが広い方が再蔵置先の選択肢が多く、トラブルの発生に対しても柔軟に対応しやすくなる。
- 412. 使用する荷役機械の数が増えるため、仕事量の多いバースに、制約なく集中して配置することが可能となり、例えば本船作業中の故障が長引き、出港時間が迫っている場合など、使用可能な荷役機械を集中して投入できる。
- 413. コンテナの蔵置に関し、広いエリアを使用することで、混雑が予定される場合にはコンテナを分散させ蔵置の高さを抑え、RTG の作業効率を高めることができる。逆に閑散が予定される場合には、コンテナを集中させて使用(A)RTG を減らし、荷役機械の運用コストを効果的に低減することができる。
- 414. ヤード補修や計画的な荷役機械の点検等で、多くの作業エリアを用意する必要がある際にも、集中してより多くのスペースを作り出すことができる。
- 415. 管理棟の集約により、電気・水道等の料金が一括されるため、管理維持コストを低減できる。
- 416. 3つのコンテナターミナル(NCT1～NCT3)のゲート手続きを1か所に集約することにより、また、ゲートでの自動手続きを導入することで、ゲート通過時間や人員数を削減することができる。

9.4 施設等の維持管理計画及び体制

9.4.1 土木構造物

9.4.1 (1) 航路/回頭域の維持管理

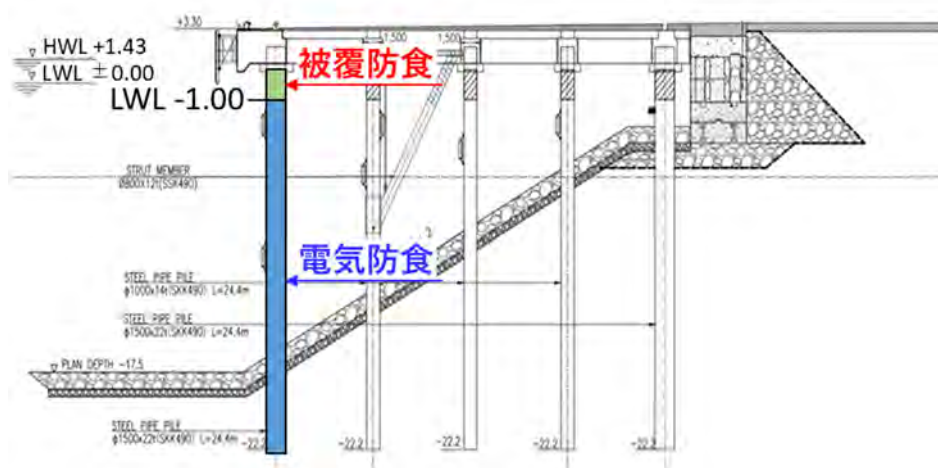
- 417. 航路維持浚渫は船舶の安全航行水深確保を目的としている。また船舶の安全航行確保ができる維持浚渫の施工方法と手順が求められる。船舶の安全航行が第一優先とされ、浚渫作業を中断し浚渫船を移動して、船舶の安全航行が確保される。航路浚渫は速やかに移動が出来る自航式浚渫船が推奨される。自航式浚渫船は小回りの利く小型の Trailer Suction Hopper Dredger (TSHD) や Sand Barge などが採用されるのが一般的である。回頭域や狭い場所では、Grab Dredger が採用されることが多い。
- 418. Sand Barge を使用して、維持浚渫を実施する事も可能である。TSHD の小型版が Sand Barge であり、基本的なシステムや機能は同様である。ホッパー容量は 1,000m³級が妥当と考えられ、ホッパー容量は TSHD の約 1/2～1/3 となる。短期での航路維持浚渫完了が要求されれば、隻数を増して浚渫作業に投入することが可能である。Sand barge の回航費は TSHD 浚渫よりも安価である。
- 419. 回頭域など浚渫範囲が狭いエリアでは、Grab Dredger での維持浚渫が有効である。Grab の動揺があるために接岸岸壁から一定の安全距離を確保して浚渫作業を行う必要がある。防舷材(Fender)などの岸壁施設の損傷を防止する安全距離である。岸壁際の維持浚渫は、機械力が投入できないために人力に頼る浚渫方法が計画されることが多い。
- 420. 維持浚渫の一つの方法として、堆積が顕著な場所を意識的に深く浚渫し、人為的に窪地(Deep spot)を作り、そこに土砂を集めて集中的に浚渫するという方法がある。これにより、周辺の堆積傾向が減少するのであれば、効率的な維持浚渫が可能となり、その結果維持浚渫費用を縮減できる可能性がある。

9.4.1 (2) 港湾鋼構造物

- 421. 港湾鋼構造物の中で、特に、棧橋鋼構造物の杭部材は海水に接する厳しい腐食環境下にある。本ブ

プロジェクトで採用する鋼管杭と水中ストラット部材は、構造の根幹ともいえる設計上での重要部材である。水中ストラット構造を採用することで、栈橋の高い構造強度の発揮と鋼管杭本数の削減を実現できる。これらの重要鋼構造物の腐食劣化が進行すると、栈橋構造に致命的なダメージを与えその機能の発揮が困難となる。腐食劣化を抑制し、施設に要求されている性能を維持し、機能継続を実現する事が最重要課題である。

422. 栈橋鋼構造物の腐食劣化は、被覆防食(ペトロラタム+チタンカパーによる防触)や電気防食で制御される。これらの制御機能を健全に維持継続し、異常が発生したら速やかに適切な補修を実施する事が必要である。図 9-3 に、防食工法の適用範囲を示す。飛沫帯は被覆防食、海中は電気防食を適用する。



出典:NCT-1 D/D Report

図 9-3 防食工法の適用範囲の事例

423. 被覆防食(ペトロラタム被覆防触)では、目視により鋼材の露出、被覆材の損傷、チタン保護カパーの損傷などの異常を調査し、記録を残すことが重要である。また、電気防食では、防触管理電位の定期的な測定が必要でその記録を残し、電位の変動をモニターする。何れの防食も、異常が発見されればその原因調査と速やかなる補修を実施する。究明された原因による再度の被災が発生しないために、適切な再発防止対策の実施が求められる。さらに潜水土による水中部の変状調査やアノードの消耗/脱落調査などの一般定期点検も、計画的に実施すべきである。

9.4.1 (3) コンテナヤード

424. コンテナヤードは、トレーラーや RTG などの重機がスムーズに動くための平坦性が要求されている。維持管理の主目的であるコンテナヤードの効率の良い貨物の移動の確保に向けて、注目すべき点はヤードの使用状況である。重量物であるコンテナの置場である Stacking plate、コンテナトレーラーや Forklift が走行するコンクリート舗装などが、重要な点検場所となる。設計上では十分な地耐力が確保され、高耐久性能のコンクリート舗装が採用されているが、長期間の繰返し荷重やタイヤの摩擦により、轍や変形が発生する可能性がある。また、ヤード舗装の目地部の劣化により雨水などが路盤に浸透し、路盤材の地耐力に影響を与えることも考えられる。万が一に備え、点検により現状を把握して、必要に応じて、速やかなる対応策を実施してコンテナヤードの機能の健全性を保つことが重要である。

9.4.1 (4) 道路／橋梁

425. 道路のコンクリート舗装は、高耐久性を有しライフサイクルコストの低減に繋がり、環境にやさしいという長

所が挙げられる。適切な点検と保守を実施する事で、更なる延命化が実現できる。一般車両も利用する道路の点検と保守は、通行車両の安全性や利便性を確保することにより港湾運営のみならず社会経済に貢献することが出来る。さらに、道路の維持管理体制の構築とその運営は、路面異常(段差や部分陥没など)への対応、落下物などによる交通障害対応、交通事故による路面へのオイル漏れ対応など、安全通行を阻害する要因を速やかに解消するための有効な手段となる。公共性の高い道路の維持管理は、近隣地域の発展にも貢献することができる。

426. 橋梁は港湾施設の正常な運営をするための生命線であるがゆえに、堅固な構造物として設計され、橋梁工事施工も厳しい品質管理の基で実施される。他の港湾施設と比較して変状や異常が発生する確率は少ない。しかし、橋梁の異常による港湾運営の中断は大きなインパクトが発生するため、早期に変状や異常を発見し必要な対策を実施しなければならない。計画的な点検を実施して、橋梁の構造・部材の異常を把握し、必要な対応をすることが望まれる。また、航行船舶の橋梁基礎への接触や衝突が発生した場合は、緊急点検と損傷個所の補修が実施されなければならない。

9.4.1 (5) 防舷材、ボラード等の係留設備の維持管理

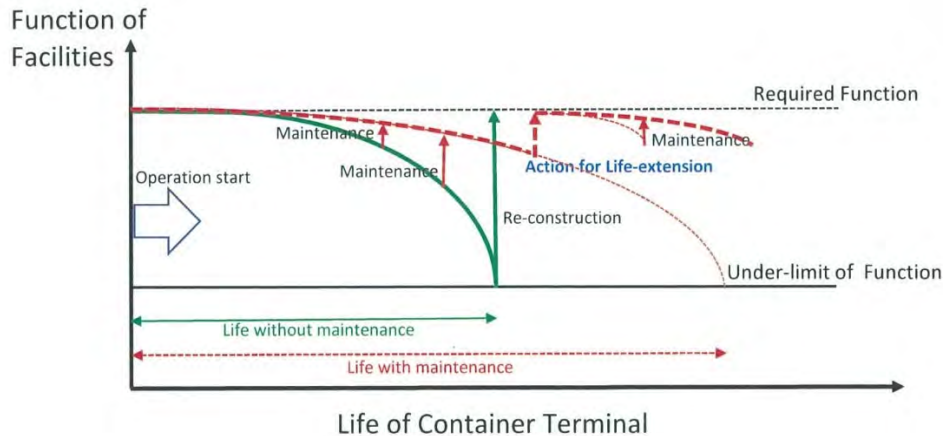
427. 岸壁施設の防舷材やボラードの正常な機能を確保することは、効率よく安全な荷役を実施する上で重要である。これらの岸壁施設は安全面から港湾機能を支えている。防舷材やボラードに異常があれば、船舶の安全な接岸、離岸に支障が出る。日常的な点検で変状や異常を確認し、問題が無いことを確認することが重要である。異常がある場合などは、速やかなる対応策を実施する事が求められる。

9.4.1 (6) 護岸

428. 護岸はコンテナヤードを波浪や雨水による浸食から防護する港湾機能保全の観点で重要な構造物である。護岸の機能喪失は、コンテナヤードの埋立土の浸食を発生させ、港湾機能に甚大な影響をもたらす可能性がある。日常点検で護岸の変状や付近の沈下などを早期に発見し、速やかなる対応策を講じることが重要である。

9.4.1 (7) 維持管理の実施へ向けて

429. 港湾施設の維持管理とは、港湾施設を大切に使う、健全な状態で出来る限り長持ちをさせるという視点から、保守点検を実施し港湾施設の延命化を図ることである。施設は時間経過や使用頻度により老朽化や劣化が発生する。これらによる不具合を点検で発見し、その程度を評価診断する。その結果を体系的に整理して、対応策を策定し、適宜、維持管理を実施する必要がある。また、港湾の施設毎に、点検記録を残し、記録を基にして当該港湾施設に最適な維持管理計画を作成し、実施する事が重要である。
430. カンボジア国内の港湾施設は、体系的、定期的な維持管理がなされていないのが現状である。日本の維持管理の手法や経験を参考に、PAS が SHV 港の施設、組織、周辺環境に適応する維持管理手法を確立していくことが重要と考える。
431. 維持管理は、経済性の視点からも重要である。長期間、維持管理を怠ったことで、部分補修による機能復旧が困難になり、相当規模の再構築が必要となった場合、その費用は膨大となり、かつ工事のため、長期にわたる港湾運営の中断が強いられる。また、施設の老朽化による機能の不具合により事故が発生した場合、補償や機能回復に多大な費用を要する場合もある。
432. 一方、更新工事のタイミングとして、一定程度の劣化や老朽化が進行した後、まとまった延命化工事(Action for Life-extension)を実施して、更なる港湾施設の延命化を図る手法もある。図 9-4 に、港湾施設の延命化に関するイメージを示す。



出典：JICA 調査団

図 9-4 港湾施設の延命化のイメージ

9.4.2 荷役機械

9.4.2 (1) 荷役機械の維持管理による予防保全の実施と荷役機械の継続使用

433. 荷役機械の維持管理は、荷役機械の初期機能の維持と予防保全を目的として行われるものである。維持管理は、荷役機械に大きな不具合を発生させることなく、Operation 部に継続的な荷役機械の使用を提供するために、定期的点検を実施するだけでなく、定期的交換予備品等必要な部品の在庫、年に 1～2 回の棚卸しなどによる在庫管理などを含む。
434. 荷役機械は、バスタブ曲線で例えられるように、納入後の初期トラブルが収束すると故障の少ない安定期に入るが、その後時間経過や使用頻度により老朽化や劣化が起り、中程度以上の故障など不具合が発生する。このためには、荷役機械の全てに実施する定期点検の結果を記録しデータベース化し、検査結果を評価、分析することにより、適切な時期に部品の事前交換、疲労箇所の補修を行うなど予防保全計画を策定し、不具合の再発防止など予防保全策を実施することが必要である。

9.4.2 (2) 維持管理情報のデータベース化と定期的交換部品の在庫管理

435. 維持管理の主目的は、荷役機械の能力と機能を継続保持させ、コンテナターミナルとしての能力を維持することにある。日常点検や定期点検を通して、全ての荷役機械各の不具合・劣化・老朽化を診断し、適切な予防保全策を実施することが重要である。
436. 不具合の再発防止のためには、交換時期に来ている定期的交換部品および劣化した部品の交換が必要であり、このため緊急対応時に備えた部品と定期的交換部品の在庫および在庫管理が必要である。これらが適切に行われないと、荷役機械に不具合が発生した場合に、短期間で荷役機械の復帰が不可となり Operation 部にタイムリーに荷役機械を提供できなく、中、長期的な荷役機械の不稼働が発生する。結果として、岸壁の能力、コンテナヤードの蔵置能力が下がり、コンテナ船の沖待ちなど、コンテナターミナルとしての荷役能力が低下し、船主や客先などに不利益を与えることになる。
437. 荷役機械の全てに実施する定期点検の結果を記録し、評価・分析できるようにデータベース化することによって、定期的に交換が必要な部品、不具合発生時に長期にわたって荷役機械が不稼働となるような重要部品の管理を行うことが可能となる。定期的交換部品、荷役機械の継続使用に重要な部品の定期的手配と在庫により、部品に不具合が発生してもタイムリーな交換が可能となり、荷役機械を短期間で荷役に復帰させることが可能となる。これにより岸壁能力だけでなく、CYのコンテナ処理能力が継続的に確保される。

9.5 技術支援の必要性

438. NCT2 及び NCT3 の運営、維持管理は PAS の直営で計画されており、基本的には既設ターミナルの運営改善を目標として実施された「シハヌークビル港コンテナターミナル経営・技術向上プロジェクト(フェーズ2)」の成果を引き継ぎ、その適用状況を確認して、必要な課題に再度取り組むことが必要である。

第10章 事業評価

10.1 運用・効果指標の検討

10.1.1 定量的指標

439. NCT2&3の運用の目標と、期待される成果を適切に説明する基本的な運用・効果目標はコンテナ取扱貨物量である。2020年はコロナの影響で0.4%の増加にとどまるが、2021年は732,000TEUと前年同期比14.1%の伸びと旺盛な伸びを示している。各ターミナル供用後2年目の運営が安定してくるであろう時期を目標年として設定する。
440. この基本指標である貨物量が実現するためには、コンテナ船の安定的な入港が確保される必要があり、それを担保するためにバース占有率を指標として採用し、適正水準とされる60%を目標とする。岸壁の大水深化により大型船が入港可能となるため、NCT2,NCT3ではそれぞれ10,000TEUクラス、15,000TEUのコンテナ船の入港を目標とする。
441. また、本プロジェクトにより得られる効果としては、入港船の滞船時間が解消されることである。一時は1週間に入港する船舶の平均滞船時間が43時間となる深刻な状態があったものの、現在は小康状態を維持できている。しかし、いつ滞船が再度発生するか予断を許さない状況にあり、その抜本的な解消が求められる。

表 10-1 運用・効果指標の想定

指標	項目	基準値	目標値(事業完成2年後(2031年))
運用・効果指標	年間コンテナ貨物取扱量	既存コンテナターミナルの2021年実績値:730,000TEU	シハヌークビル港全体でのコンテナ取扱量(既存コンテナターミナルとNCT1、NCT2、NCT3の合計値):1,700,000TEU
運用指標	年間の平均バース占有率	既存コンテナターミナルのバース占有率(占有時間/稼働時間)の2021年実績値:62%	既存コンテナターミナルとNCT1、NCT2、NCT3のバース占有率(占有時間/稼働時間)の平均値:60%(国際的な標準では年平均のバース占有率は55%~65%が適当な範囲と言われている。)
	入港最大船型	入港最大船型の2021年実績値:26,000DWT	新コンテナターミナル(NCT3)に寄港する最大想定船型:160,000DWT, 15,000TEUクラス
(参考)効果指標	入港船の滞船時間	既存コンテナターミナルの平均滞船時間43時間(2019年6月23日-29日)	新コンテナターミナル供用後待ち時間なし

10.1.2 定性的指標

442. NCT2&3の運用により、カンボジア国での物流機能の強化に大きく貢献し、貨物取扱能力の向上による北米・欧州航路の寄港、カンボジアにおける貿易促進、ひいては経済社会発展が期待される。本プロジェクトの政策的な目標としては、以下の3つの視点が挙げられる。

【物流機能の強化の観点】

443. NCT2&3の供用は、カンボジア国の今後増大するコンテナ需要に対して処理能力を確保することができることから、貿易量の増大に大きく貢献できる。また、ベトナム、タイといった隣国の港湾への依存を抑えることができることから、カンボジアを出入りする国際コンテナ貨物の全体の総輸送時間、総輸送距離を縮減することもできる。さらには、処理能力の向上とともに所要の岸壁延長・水深を確保することで、本事業の計画にあたっての基本方針ともしている、北米・欧州航路を含む本港に寄港する航路数の増加も期

待できる。

【経済安全保障上の観点】

444. カンボジア国の経済的な安全保障の観点からは、カンボジアが独自のコンテナターミナルを保有し運営することが重要であり、その役割を SHV 港は期待される。SHV 港はカンボジア唯一の外洋に面した大水深港である。
445. カンボジアで発生集中するコンテナ貨物を取り扱うには、シハヌークビル港を除くと、プノンペン港はメコン川を下りベトナム南部のカイメップ地域のターミナル群がサイゴン港を介してコンテナ航路にアクセスする。あるいは陸路で国境を越えてベトナム南部港湾でコンテナ航路にアクセスする方法になる。また利用率は少ないが、タイの LCB 港の利用もある。いずれもが隣国の港湾に頼らざるを得ない状況となる。隣国港湾の一定の利用は経路選択の自由度を上げる観点からは有効であるが、自国において効率がが高く、航路選択の豊富な港湾を確保することが重要である。

【貿易戦略上の観点】

446. カンボジア国の主要輸出産業はコメ、キャッサバなどの農業製品と縫製品となっている。農業製品の輸送に関してはバルク船の輸送から品質の高く付加価値も期待できる品質の高い製品の輸出のためにコンテナ輸送への展開が進みつつある。縫製品の輸送は、まず中国などから原料となる繊維生地を輸入し、カンボジアで衣料品、カバンなどの旅行用品に加工したうえで、欧米、東アジアへの輸出している。
447. いずれの物資も国際マーケットでの競争性を維持するうえでは、安価で効率的な輸送が求められる。このため、SHV 港では、原材料の輸入、製品の輸出のため、近海航路、基幹航路への接続性が高く、また効率的なコンテナ輸送を確保することが重要である。
448. 以上の観点を踏まえ、本プロジェクトの定性的効果として、①北米・欧州航路を含む本港に寄港する航路数の増加、②カンボジアの貿易促進を継続的に把握する。

10.2 経済分析

449. 経済分析では、NCT2 及び NCT3 の投資が行われる with ケースと、投資がなされない without ケースとを比較し、追加的に生ずる便益・費用を計測し、比較してプロジェクトの経済的妥当性を評価する。
450. ここでは、SHV 港では将来増加が見込まれる国際海上コンテナ貨物需要に対して十分な施設容量が確保されていないことから、NCT2 及び NCT3 を建設することになっている。経済分析のケース設定に当たっては、カンボジア国内で将来の発生集中する国際海上コンテナ貨物需要に対し、With ケースは、SHV 港に NCT2 及び NCT3 が建設され、その受け入れ能力に相当する需要に対応するケースとする。Without ケースとは、NCT2 及び NCT3 が建設されず、PNP 港やベトナム南部の CMP 諸港を経由した輸送を余儀なくされるケースとした。
451. NCT2 及び NCT3 の供用による便益は、港湾諸費用を含む陸送コストの削減、輸送時間の短縮効果を計上する。輸送コストや時間の縮減便益は輸入業者に帰属するとし、これまでの経済分析においては専ら輸入コンテナに関する便益を取り扱ってきた。
452. なお、輸出業者も、間接的にまたいくらかの時間的なずれののち輸出先での商品価格の低下による輸出量の増加、これに伴う関連産業も含めた便益を得ることが可能となる。しかしながら、具体的な便益の発生する時間差、便益の輸出先とのデマケが困難なことから、便益に組み入れていない。
453. プロジェクトコストは経済価格に変換した値を用いた。プロジェクトの供用予定は、NCT2 は 2028 年の供

用、NCT3は2029年の供用を目標としている。

454. NCT2及びNCT3の土木施設・建築物の維持管理費用は、PASの過去の実績から投資額の1.0%と設定した。また、荷役機械・車両の維持管理費用はPASの過去の実績から5.0%と設定した。また、航路泊地の維持浚渫費用は、過去の航路泊地の埋没状況を踏まえ、設定した。
455. 各施設・設備は、耐用年数を迎えるごとにReplaceすることを前提にしている。例えば、荷役機械は(分析対象となる)プロジェクト期間中に寿命を迎えるので交換することになる。交換される施設・設備は、当初の施設・設備と同じ仕様で同じコストと仮定した。
456. コンテナターミナルの運営費用としては、運営に係る燃料代及びその他経費(以下、「燃料代等」という。)、職員等の労務費を計上した。燃料代等については、PASのコンテナターミナルの運営実績よりコンテナ1Boxあたりの燃料代等(燃料代等単価)を算出し、その燃料代等単価に将来のコンテナ取扱量を掛けることで運営に係る燃料代等を算出した。職員等の労務費については、PASへのヒアリングを踏まえ、職員構成(正職員、派遣職員の構成割合)や各職員の平均年収を考慮し、労務費を算出した。
457. 輸入コンテナのみを便益として評価した場合のEIRRは23.3%と、一般的なプロジェクト投資の閾値として扱われる10%を超えた。なお、本協力準備調査で検討した経済分析を踏まえ、JICAが実施した円借款の審査にて、EIRRは更新・最終化された。
458. ベースケースのほかに、投資費用の増加(初期投資の10%アップ)した場合、需要予測が下振れ(10%の減)した場合、および投資費用の増加と需要予測の下振れが同時発生した場合についてEIRRへの影響を試算した。いずれもEIRRの閾値とされる10%を下回ることはないことを確認した。

表 10-2 EIRRの感度分析

Base case	23.3%
10% Cost up	22.0%
10% Demand down	19.0%
10% cost up & 10% demand down	18.0%

10.3 財務分析

10.3.1 プロジェクトの財務分析

459. NCT2とNCT3を対象とするプロジェクト評価の計算条件を以下のとおりと想定した。
- プロジェクト期間:対象プロジェクトの財務分析の評価期間は40年間とする。(建設期間を含む、2023~2062年)
 - 評価手法:財務的内部収益率(FIRR)を用いて、プロジェクトを評価する。
 - NCT2の開業は2028年3月、NCT3の開業年は2029年6月と想定した。
460. 各施設の耐用年数は一般的な他事例を踏まえ、表10-3のとおりと想定した。この耐用年数を過ぎると、施設を更新することを想定している。このため、荷役機械等はプロジェクト期間中に耐用年数を過ぎるため、更新投資が必要になる。更新にあたっては、初期投資分と同じスペックの荷役機械等を同じ価格で再度調達することを想定した。

表 10-3 施設の耐用年数

施設	耐用年数
航路・泊地	50 年
埋立地	50 年
岸壁等	50 年
ヤード舗装、排水施設 等	50 年
電気機器	15 年
電気・ガス・水道 等	15 年
建物	50 年
ガントリークレーン	25 年
RTG	15 年
トラクター & シャーシ等	10 年
港内艇	15 年

出典：JICA 調査団作成

461. NCT2、NCT3 の運用に係る収入項目は大きく分けて、コンテナに関連する収入項目と船舶に関連する収入項目がある。
462. コンテナに関連する収入項目としては、荷役料金、コンテナ保管料が挙げられる。荷役料金については、最新の PAS のタリフ表(2021 年 8 月 PAS より取得)の単価を用い、NCT2 及び NCT3 で取り扱われることが見込まれるコンテナ取扱量を乗じ、収入を算出した。コンテナ保管料については、2021 年 11 月現在、PAS が設定しているコンテナの滞留日数の目標値を踏まえ、算出した。(輸入コンテナ(実入り、空):4 日、輸出コンテナ(実入り):4 日、輸出コンテナ(空):6 日)NCT2 及び NCT3 で取り扱うコンテナ個数の想定は先述の需要予測結果を用いた。
463. 船舶に関連する収入項目としては、トン税、航路使用料、水先案内料、タグボート使用料、手続き料、パース使用料、綱取放料を想定した。それぞれ PAS のタリフ表の単価を用い、NCT2 及び NCT3 に着岸する船舶数を乗じ、船舶関連の収入を算出した。いずれも過大な推計とならないよう平日昼間の料金とした。船舶数は先述の需要予測のとおりであり、NCT2、NCT3 の供用に合わせて伸長する。なお、船舶の需要予測では、TEU 毎に船舶数を試算しているが、船舶に関連する収入を算出するにあたっては、TEU から GRT[※]への換算を行った。
- ※ GRT: Gross Registered Ton。船の大きさ(容積)を表す単位。
464. 人件費は、遠隔操作が可能な RTG を導入することにより、従来のターミナル運営の要員数よりも少なくなる。要員数は先述のとおりである。これら要員数に想定される平均給与をかけたものを人件費として計上した。なお、要員は PAS の正職員と契約社員で構成され、その構成割合及びそれぞれの平均給与は PAS へのヒアリング等から推定している。
465. 維持管理費は、PAS の既存コンテナターミナルのオペレーション実績を踏まえ、土木構造物・建築物については初期投資費の 1%、荷役機械・車両については初期投資費の 5%が供用開始年よりかかるものと想定した。また、航路泊地の維持浚渫費用は、過去の港内の埋没実績を踏まえ、設定した。
466. 燃料費等の上記以外の運営経費は、PAS の既存のコンテナターミナルのオペレーションに際し、要した燃料費等の実績値をコンテナ取扱量で割ったものの 3 カ年平均(2018~2020 年)を単価とし、各年のコンテナ取扱量に応じて計上した。
467. 水先案内やタグボートなど船舶取扱関連の運営コストについては、PAS の実績値から人件費、維持管理費、燃料費等の運営コストを取扱船舶数で除した単価(2018~2020 年の 3 カ年平均)を算出

し、当該単価に各年の NCT2、NCT3 に寄港する船舶数を乗じ、運営コストを算出した。

468. 貨物の将来需要シナリオについて、マクロモデルのベースケースを採用し、上記で記載した運営条件で運営を行う場合の財務分析を行った。結果は、FIRR=7.7%となった。
469. また、収入やプロジェクトコストの不確実性に係る感度分析も行った。需要予測の High case としては、収入+10%、Low Case としては、収入-10%を実施し、プロジェクトコストについても、±10%のケースを実施した。結果を表 10-4 に示す。5.6%~9.9%の範囲にあることが分かる。

表 10-4 感度分析の結果(収入、プロジェクトコスト変動)

		Revenue		
		Low Case (-10%)	Base Case	High Case (+10%)
Project Cost	High Case (+10%)	5.6%	7.0%	8.3%
	Base Case	6.3%	7.7%	9.1%
	Low Case (-10%)	7.1%	8.6%	9.9%

出典: JICA 調査団作成

470. 本事業が円借款で行われる場合、JICA から MEF への金利は 0.75%となる見込みである。PAS は MEF からこの円借款の転貸を受けることになる。転貸条件は経済財政省令 (Prakas No.809, Dec 1, 2021 on Policies and Procedures Governing the Provision of State Loan to Public Administration Institutions, Public Enterprise, Joint Ventures Company that State Owns Minority of Public Shares and Banking and Financial Institutions) を含むカンボジアの法規に基づき、事業ごとに PAS と MEF との協議により今後決定されるが、NCT1 建設にあたっての円借款では、JICA から MEF への円借款の金利は 0.01%で、MEF から PAS への転貸の金利は 1.26%となっている。このため、上記の結果は、想定される円借款の金利及び過去の PAS への転貸金利を超えており、本プロジェクトは財務的に実現可能性があることが示された。

10.3.2 新コンテナターミナルの運営と PAS 全体の財務経営

471. 既存ターミナルに加え、NCT1、NCT2、NCT3 を PAS が整備、運営する場合の全体財務を債務残高と運営の収益性から検討した。PAS は既存コンテナふ頭の整備の初期から円借款を利用しており、その調達条件は表 10-5 のとおりであり、NCT2 及び NCT3 への整備に対する円借款の貸付条件、MEF からの再貸付条件も同表のとおり想定される。

表 10-5 PAS の円借款調達条件

	CP-P3 Rehabilita- tion	CP-P4 Expansion	CP-P6 SEZ (ES)	CP-P8 SEZ (CW)	CP-P10 Multi-Purpose		CP-P21 New CT1	New CT2&3 (想定)
MEFとの契約条件	円建て	ドル建て	円建て	円建て	円建て		円建て	円建て
当初金利	3.50%	3.70%	3.85%	3.85%	2.50%		1.26%	1.26%
手数料	0.10%	-	0.15%	0.15%	0.10%		-	-
					工事中	運営開始後		
金利 2012年8月改定	2.85%	3.70%	2.85%	2.35%	1.50%	2.50%	-	-
手数料 2012年8月改定	0.15%	-	0.15%	0.15%	0.15%	0.00%	-	-
日本との借款条件	円建	円建	円建	円建	円建		円建	円建
L/A 期日	1999/9/24	2004/11/26	2006/3/20	2008/3/31	2009/8/21		2017/8/7	-
L/A 額 (百万円)	4,142	4,313	318	3,651	7,176		23,502	-
金利(本体部分)	1.00%	0.90%	-	0.01%	0.01%		0.01%	0.70%
金利(コンサルタント部分)	0.75%	0.90%	0.90%	-	0.01%		0.01%	0.01%
本体部分 償還期間(年)	30	30	-	40	40		40	30
本体部分 据置期間(年)	10	10	-	10	10		10	10
コンサル部分 償還期間(年)	40	30	30	-	-		40	30
コンサル部分 据置期間(年)	10	10	10	-	-		10	10

出典: PAS

472. PAS の長期債務は円借款がすべてであり、他に長期債務は存在しない。NCT2 及び NCT3 への JICA からの貸付条件、MEF からの再貸付条件は上記のとおり金利 1.26%、償還期間 30 年、うち据置き期間 10 年、コンサルタント部分は金利 0.01%と想定した。
473. NCT1 の借款の償還期間が 40 年、NCT2 及び NCT3 の借款の償還期間が 30 年となるので、NCT2 及び NCT3 の償還が開始される時期に債務残高が最大となると試算される。
474. 債務返済額は 2035 年にピークとなるものと試算される。
475. PAS が NCT2 及び NCT3 を直営で整備、運営する場合の PAS 全体の営業収入、営業費用、営業収益、純利益当を試算すると、NCT3 がオープンした直後の年間売上総額 1 億 7000 万ドル、NCT3 までフル稼働した場合の年間売上総額は 2 億 3000 万ドル程度と推計される。
476. 利払い前税引き前利益率も一時的には 8%台に低下する年もあるが、概ね 25%程度が確保でき、キャッシュフロー上の問題も無いので、財務経営は健全性が保てると見込まれる。

第11章 結論・提言

11.1 結論及び提言

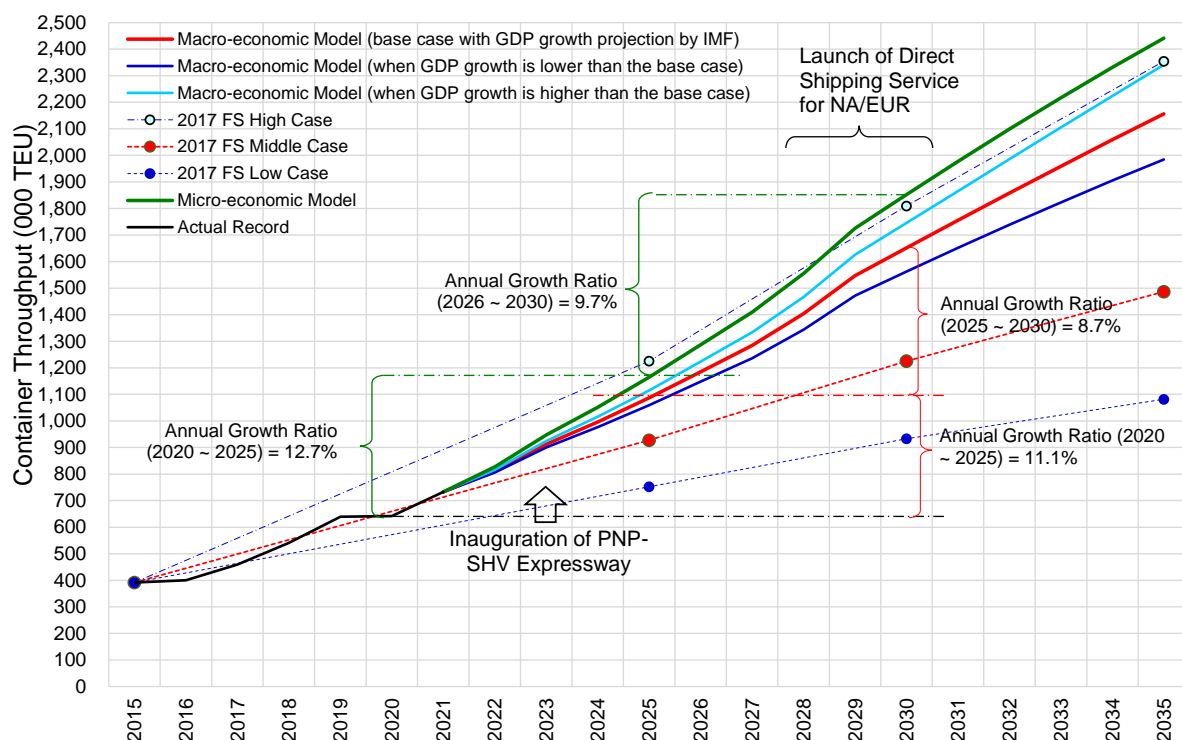
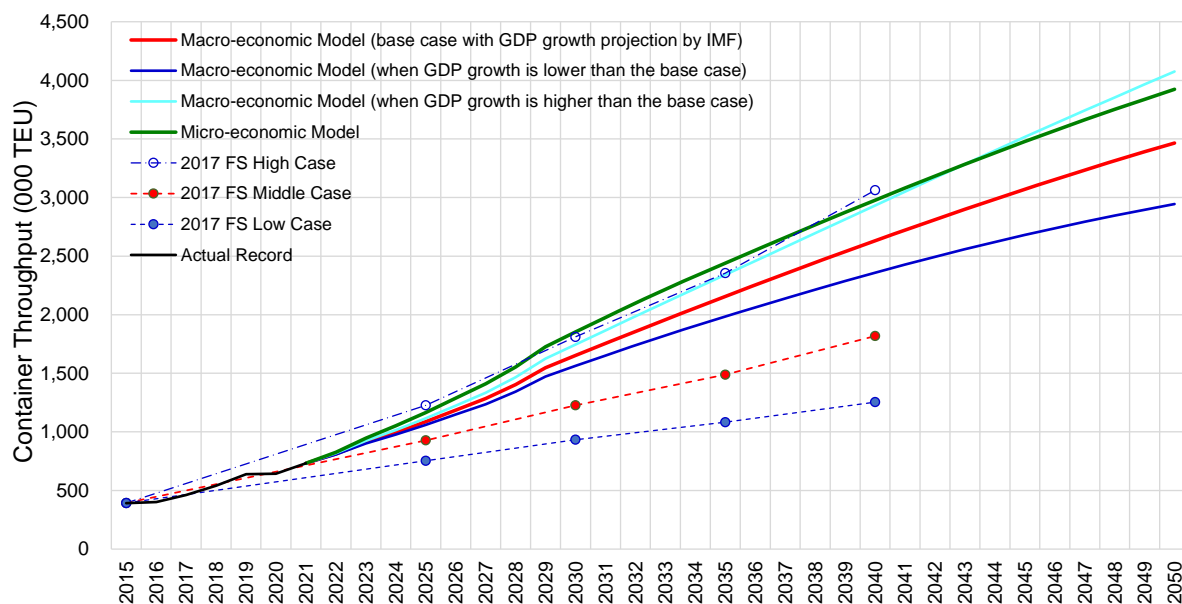
477. SHV 港は、水深的に恵まれた立地条件を有し、海洋に面する外国貿易の最大のゲートウェイ港として、カンボジアの社会経済の発展を支えてきた。カンボジアの貿易パートナーは世界各地に広がるが、中でも貿易額に占める欧州、北米、中国の割合は極めて大きい。しかしながら、このうち欧州、北米とは現在のところコンテナ船直行便が SHV 港に寄港しておらず、これら地域との貿易はシンガポール等での積み替えを余儀なくされている。他方、隣国のベトナムやタイの港湾はこれら地域との直行便を有しており、リードタイムや輸送コストの面で不利な状況に置かれているといえる。
478. 一方、SHV 港の最近のコンテナ取扱量をみると、2010 年代は 10%を超える伸びで順調に推移しており、コロナ禍の影響も 2020 年に限定されたところである。今後カンボジアが目指す貿易を基軸とした経済成長戦略を踏まえると、今後とも着実な需要の伸びが期待されるところであり、マクロモデル及びミクロモデルによる需要分析によれば、以下に示す需要の伸びが期待される。

表 11-1 SHV 港のコンテナ取扱量予測(上:マクロモデル(Base Case)、下:ミクロモデル)

Year	SHV(TEU)							Total
	Import			Export				
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total		
2025	516,342	27,176	543,518	375,161	168,356	543,518	1,087,036	
2030	784,599	41,295	825,894	569,404	256,490	825,894	1,651,788	
2035	1,024,064	53,898	1,077,962	744,281	333,681	1,077,962	2,155,924	
2040	1,249,390	65,757	1,315,147	899,739	415,408	1,315,147	2,630,294	
2045	1,458,785	76,778	1,535,563	1,028,789	506,773	1,535,563	3,071,125	
2050	1,645,772	86,620	1,732,391	1,130,812	601,579	1,732,391	3,464,782	

Year	SHV(TEU)							Total
	Import			Export				
	Full	Empty	Total	Full	Empty	Total		
2025	553,276	29,120	582,396	365,478	216,918	582,396	1,164,791	
2030	880,017	46,317	926,334	560,214	366,119	926,334	1,852,667	
2035	1,159,498	61,026	1,220,524	736,463	484,061	1,220,524	2,441,048	
2040	1,414,623	74,454	1,489,077	892,884	596,193	1,489,077	2,978,154	
2045	1,651,711	86,932	1,738,643	1,022,183	716,460	1,738,643	3,477,286	
2050	1,863,427	98,075	1,961,502	1,123,834	837,669	1,961,502	3,923,005	

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 11-1 SHV 港及び PNP 港のコンテナ取扱量予測

479. PAS から要請の挙がった NCT2 及び NCT3 の整備については、2035 年までのコンテナ需要量からみてその必要性、緊急性は明らかである。また、これらターミナルの対象船舶を、北米・欧州航路を含むより広域的な航路サービスの誘致という観点に立ち、船舶の大型化への対応を進めることによって、カンボジアの貿易におけるリードタイムや物流コストを低減することが可能になる。以上より、カンボジア経済全体への裨益という観点から、本事業を実施する意義は極めて大きいと結論される。

480. NCT2 及び NCT3 の具体的な計画については、ベトナム CMP 港やタイ LCB 港に寄港する欧州・北米

航路就航コンテナ船の諸元、実際の寄港水深を分析し、以下に示す船舶を対象船型として計画することを提案する。

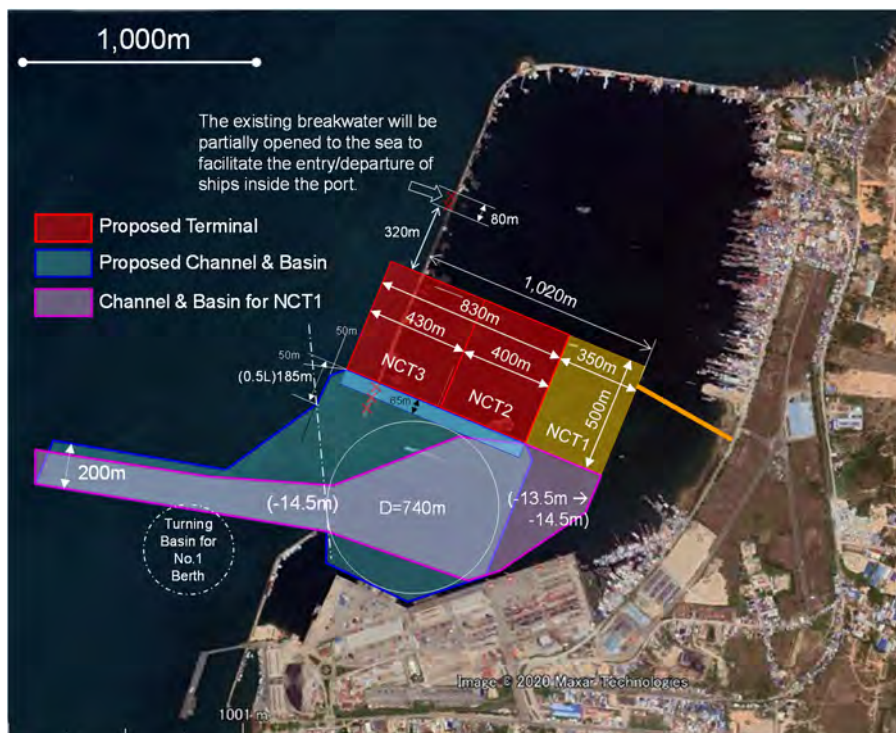
表 11-2 計画対象コンテナ船の諸元

就航地域	船型 (TEU)	船型 (DWT)	LOA (m)	Beam (m)	Draft (m)
インド太平洋地域をカバーする航路	10,000	120,000	350	49	15.0
北米・欧州航路	15,000	160,000	370	51	16.0

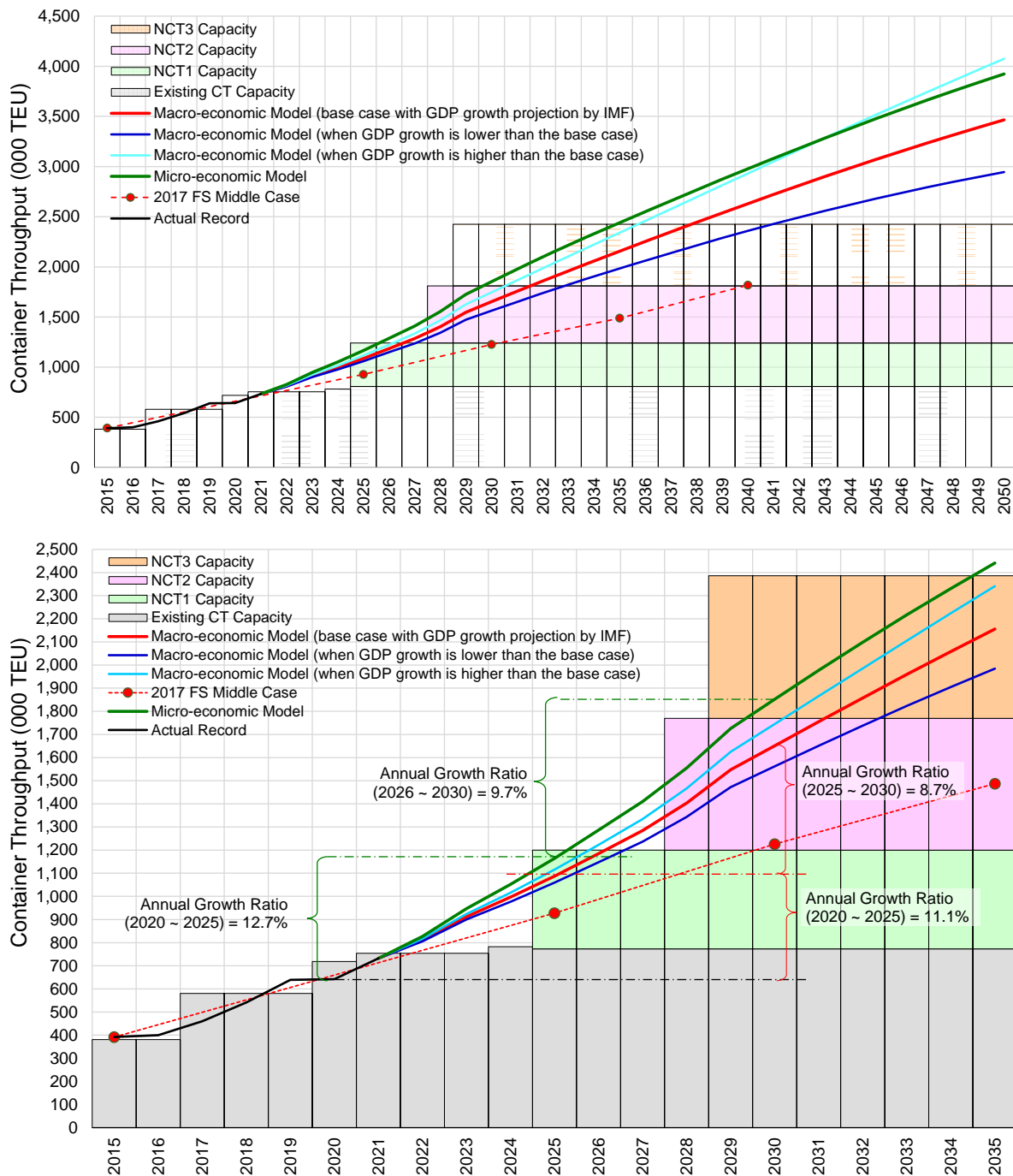
出典: JICA 調査団 (Clarkson Database による)

481. 対象船型に応じた NCT2 及び NCT3 のターミナルの諸元及び航路・泊地の形状は以下に示す計画とした。航路・泊地の水深については、タイ・LCB 港、ベトナム・CMP 港等近隣港湾への北米・欧州航路船舶の実際の寄港水深の分析を踏まえ、-14.5m とする。なお、岸壁前面の泊地水深については、将来、取扱コンテナ数が増大するにしたがって大型コンテナ船が満載で入港することも考慮する必要があり、その場合、岸壁前面の増深工事は困難が伴うため、岸壁前面の水深は最大の計画対象船舶の諸元を対象に NCT2 は -16.5m、NCT3 は -17.5m とする。

	NCT1	NCT2	NCT3
対象船舶	4,000 TEU 60,000 DWT	10,000 TEU 120,000 DWT	15,000 TEU 160,000 DWT
ターゲットとする航路ネットワーク	インド太平洋地域の一部をカバーするネットワーク	インド太平洋地域全域をカバーするネットワーク	北米・欧州航路を含むネットワーク
バース延長	L=350 m	L=400 m	L=430 m
バース水深(前面)	D=14.5 m	D=16.5 m	D=17.5 m
ターミナル奥行	500 m	500 m	500 m
グランドスロット数 (TEU)	2,160 TEU (バックヤードを含む)	2,880 TEU (バックヤードを含む)	3,120 TEU (バックヤードを含む)
岸壁クレーン(QGC)	3 基 (16 列)	3 基 (20 列)	3 基 (20 列)
年間取扱能力(千TEU)	430	570	620



482. 需要予測と本整備計画による新コンテナターミナルの取扱能力との関係は以下のとおりである。なお、ターミナルの供用開始時期は、後述する事業スケジュールに基づき設定しており、NCT2 については 2028 年 2 月、NCT3 については 2029 年 5 月を想定している。



出典: JICA 調査団

図 11-2 コンテナ需要量とターミナル容量との関係(上: 2015~2050 年、下: 2015~2035 年)

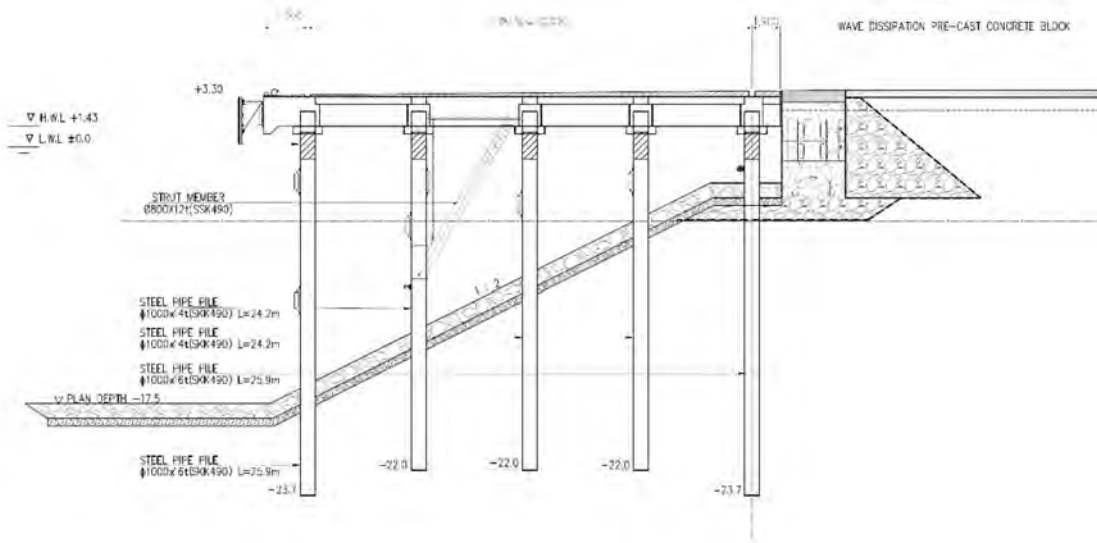
483. NCT3 の整備により、既存漁港に係留されている漁船の出入りが困難となるため、既存防波堤上に 80m の開口部を設けることとする。なお、静穏度計算により、既存漁港内の静穏性は保たれることを確認している。また、NCT2~NCT3 前面の静穏度解析を行った結果、新たな防波堤の必要はないと判断された。

484. NCT3 の整備により、既存防波堤の一部を撤去又は埋立する必要があり、現在防波堤上で事業を営む者への移転等の補償が必要となる。

485. NCT2～NCT3 の整備コンポーネントは以下に示すとおりである。

工種	NCT1(参考)	NCT2	NCT3
岸壁	延長 350m 幅 35m 水深 14.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ	延長 400m 幅 35m 水深 16.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ	延長 430m 幅 35m 水深 17.5m 直立消波ブロックあり 杭棧橋タイプ
浚渫	4.5 百万 m3	3.6 百万 m3	1.1 百万 m3
防波堤	無し	無し	既存防波堤撤去・移設: 200m 撤去(NCT3 建設 120m+漁港 開口部 80m)、500m 移設(NCT3 建設 500m)
護岸	1350 m (500+350+500)	900 m (500+400)	930 m (500+430)
埋立	25.4ha (税関検査ヤード含む)	18.6 ha	20.0 ha
コンテナヤード	・コンテナ蔵置: 1,920TEU スロット /5 段積み (32,326 m2)、うちリー ファーコンテナ: 48TEU スロット/4 段積み (1,035 m2) ・バックヤード(空コンテナ): 240TEU スロット/4 段積み (4282m2) ・RTG レーン(8 レーン) 及びトラッ クレーン(114,238m2)	・コンテナ蔵置: 2,592TEU スロット /5 段積み、うちリーファーコンテナ: 60 TEU スロット/4 段積み ・バックヤード(空コンテナ): 288 TEU スロット/4 段積み ・RTG レーン: 9 レーン	・コンテナ蔵置: 2,808 TEU スロ ット/5 段積み、うちリーファーコンテ ナ: 72 TEU スロット/4 段積み ・バックヤード(空コンテナ): 324 TEU スロット/4 段積み ・RTG レーン: 9 レーン
ターミナル施設 (建物)	管理棟: 20x30 m2 x 5 階建て M&E ワークショップ: 24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など	管理棟: 20x20 m2 x 5 階建て(NCT1 内に建設) M&E ワークショップ: 24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など	M&E ワークショップ: 24x45 m2 ワーカー用休憩所: 13x36 m2 など
ターミナル施設 (ユーティリティ)	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等	受変電設備、発電機、給電設備 、貯水槽、給水設備、消火設備 、ヤード照明塔、リーファー電源設 備等
荷役機械	QGC: 3 基 RTG: 9 基 ヤード・トレーラー: 16 台 リーチスタッカー: 2 台	QGC: 3 基 RTG(ARTG): 10 基 ヤード・トレーラー: 17 台 リーチスタッカー: 2 台	QGC: 3 基 RTG(ARTG): 10 基 ヤード・トレーラー: 18 台 リーチスタッカー: 2 台
システム	ターミナルオペレーションシステム(TOS)	TOS の改良	TOS の改良
船舶	—	タグボート(4,000HP): 2 隻 パイロットボード: 1 隻	—
アクセス道路及び アクセス橋	アクセス橋: 2 x 2 レーン アクセス道路	—	—
税関検査ヤード	200m x 400m 港湾ゲート(ターミナルゲート及び 保税ゲート兼用): 7 レーン x 出入 2 方向 (32x96 m2)、ゲートレーン 数は交通量に応じて可変 X 線検査装置は税関によって設 置予定	なし	なし

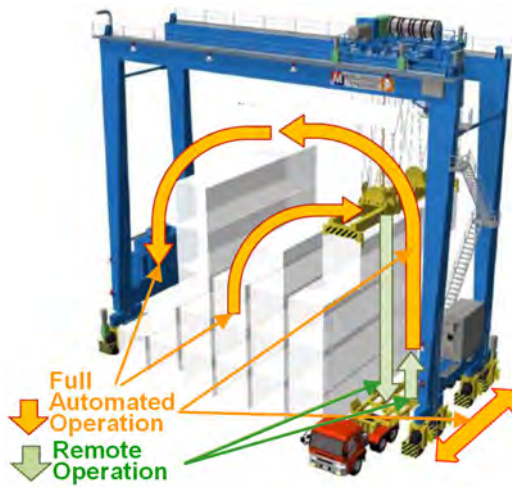
486. 岸壁の構造は、NCT1 と同様、以下に示すストラット式構造を採用する。



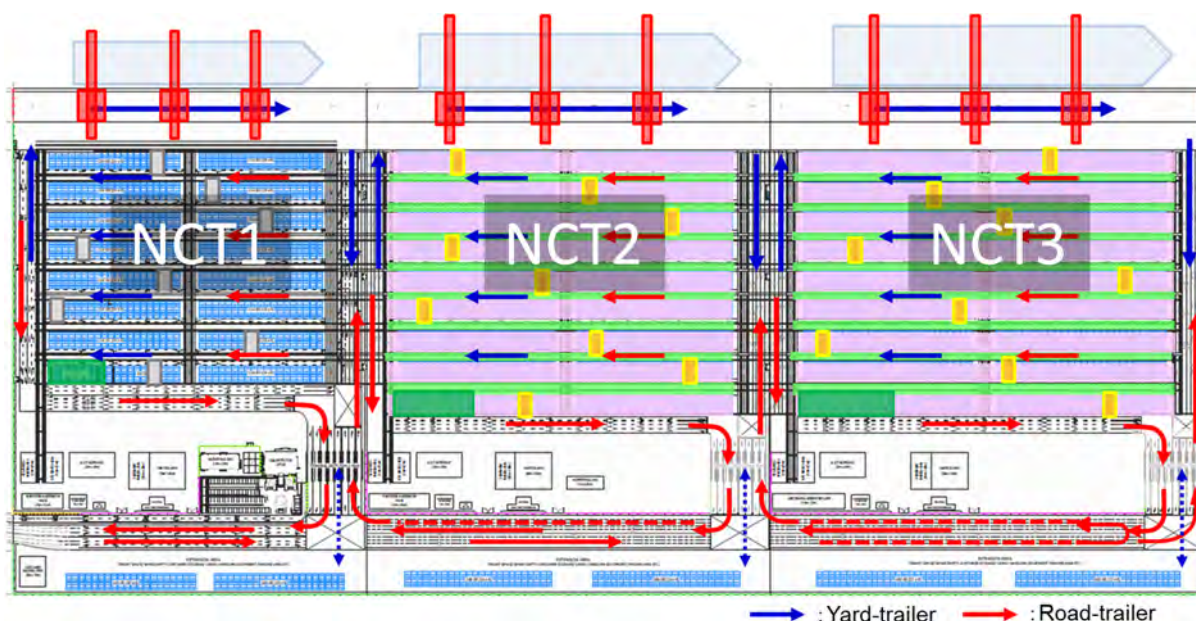
出典: JICA 調査団

図 11-3 ストラット式標準断面

487. ターミナル内の荷役方式は、従来のマニュアル方式に対して一人当たりの生産性に優れ、かつ運転者の労働環境の改善やヒューマンエラーの減少による安全性の向上、オペレーター教育の容易さなどのメリットを有する遠隔操作型ハイブリッドRTG(ARTG)の導入を計画する。

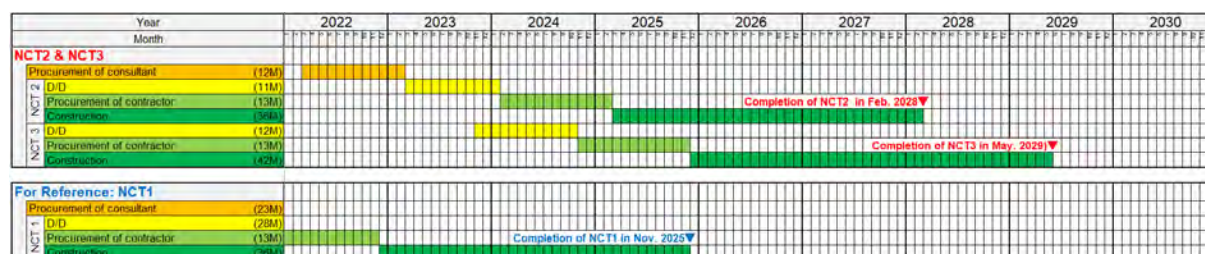


488. ターミナルの施設配置は以下に示す計画とする。



Descriptions			NCT1	NCT2	NCT3
Ground Slots (including back-yard)		TEUs	2,200	2,800	3,100
Yard Capacity		TEUs	432,000	570,000	614,000
Number of Cargo Handling Equipment	QGC	Units	3	3	3
	RTG (Hybrid type)	Units	9	-	-
	ARTG (Hybrid type)	Units	-	10	10
	Yard Trailer	Units	16	17	18
	Reach Stacker / Side Handler	Units	2	2	2

489. 事業スケジュールについては、施工計画等の検討を踏まえ、以下のように想定する。



490. マクロモデルによる Base Case の需要予測値をベースに経済分析を実施したところ、EIRR は 23.3%と算出され、国民経済的に十分な効果があることが示された。なお、本協力準備調査での検討を基に、EIRR は JICA による審査で更新・最終化された。

491. ベースケースのほかに、投資費用の増加(初期投資の 10%アップ)した場合、需要予測が下振れ(10%の減)した場合、および投資費用の増加と需要予測の下振れが同時発生した場合について EIRR への影響を試算した。いずれも EIRR の閾値とされる 10%を下回ることはないことを確認した。

Base case	23.3%
10% Cost up	22.0%
10% Demand down	19.0%
10% cost up & 10% demand down	18.0%

492. マクロモデルによる Base Case の需要予測値をベースに財務分析を実施し、FIRR=7.7%となった。また、感度分析を行った結果は以下に示すとおりであり、いずれも 5.6%~9.9%の範囲にあり、財務的なフィー

ジビリティは十分であると判断される。なお、本協力準備調査での検討を基に、FIRR は JICA による審査で更新・最終化された。

		Revenue		
		Low Case (-10%)	Base Case	High Case (+10%)
Project Cost	High Case (+10%)	5.6%	7.0%	8.3%
	Base Case	6.3%	7.7%	9.1%
	Low Case (-10%)	7.1%	8.6%	9.9%

493. 本事業が円借款で行われる場合、JICA から MEF への金利は 0.75%となる見込みである。PAS は MEF からこの円借款の転貸を受けることになる。転貸条件はカンボジアの法規に基づき PAS と MEF との協議により今後決定されるが、NCT1 建設にあたっての円借款では、JICA から MEF への円借款の金利は 0.01%で、MEF から PAS への転貸の金利は 1.26%となっている。このため、上記の結果は、想定される円借款の金利及び過去の PAS への転貸金利を超えており、本プロジェクトは財務的に実現可能性があることが示された。
494. 環境社会配慮につき、EIA を実施した結果、NCT2 及び NCT3 の工事による影響及び存在による影響は重大ではないと判断された。また、NCT3 の整備に伴う、既存防波堤上で事業を営む者等への移転等の補償の概算額は約 27 百万 USD と試算された。
495. 以上の結論として、本調査で提案した事業(NCT2 及び NCT3 の整備)は、カンボジア経済の発展に伴い将来とも増大が予想されるコンテナ貨物需要に十分対応するための港湾機能を提供するとともに、北米・欧州航路の就航によってこれら地域と直接結ばれることにより、ベトナムやタイといった近隣諸国港に依存することなく、また他国で中継することもなく、自国貨物が直接海外と行き来できることとなる。これは、カンボジア国内からの国際コンテナ輸送にかかる時間とコストを削減できることを意味し、コンテナ輸送の効率化と世界市場へのアクセス強化により、貿易振興とカンボジア経済の競争力強化に大きく貢献するものと考えられる。
496. 特に、カンボジアからの輸出品はコンテナで欧州、北米、東アジアに輸出されることが多く、これらを低コストで効率的に輸送することは世界市場での競争を勝ち抜くために欠かせないことであり、ひいては世界からカンボジアへの投資機会を増やすことにもつながる。また、経済安全保障の観点からも、自国内に大型コンテナターミナル(NCT2・NCT3)を持ち、様々な航路に寄港させることが重要である。
497. 本事業完了後の経済効果(コスト削減と時間短縮の効果)は、SHV 港への母船寄港による効果を含め、「事業なし」の場合との比較で年間 3 億米ドル超と見積もられる。EIRR は 20%を超え、FIRR も 7%以上が期待される(ともに Base Case の需要予測に基づく)、本事業は経済的・財務的に実行可能であることが示された。
498. これらのことから、本事業のタイムリーな実施は、港湾及び国が経済的・財政的利益を享受するための鍵となると結論する。

11.2 事業実施にあたっての留意点

499. 事業実施に当たっての留意点は以下のとおりである。
500. コロナ禍が長引く中、サプライチェーンの更なる変化も予想される(ともに)ところ、今後の世界的なコンテナ需要及び SHV 港ほか周辺港でのコンテナ取扱量の推移には十分注意を払いながら、詳細設計以降の事業を進めていく必要がある。特に NCT2 の工事着手後、NCT3 の工事着手のタイミングについてもコンテナ取扱量の需要動向に注意を払う必要がある。また、需要の推移によっては、NCT2 の供用開始までの間にコンテナターミナル取扱能力の限界に達することも想定される(ともに)ところ、上記貨物量の推移を注視しつつ、

- 現コンテナターミナルの取扱能力の更なる向上についてもしかるべき対応がなされるよう留意する必要がある。
501. NCT2 の工事スケジュールは先行する NCT1 の工事スケジュールと一部重なることから、NCT1 の事業進捗に十分留意しつつ、互いにスケジュール及び工事实施に影響を及ぼさないよう、両工事の施工計画を調整する必要がある。また、同様なことは NCT2 と NCT3 との間にも存在する。このため、NCT1 も含めた建設工事(荷役機械を含む)の受注業者と施工監理コンサルタントとの間での定期的な会議を開催し、緊密に調整を行っていく必要がある。
 502. 航路・泊地の水深が 14.5m まで増深されることに伴い、増深された航路・泊地が次第に埋没する懸念はぬぐい切れない。こうした航路や泊地の埋没量の推定は極めて難しいところではあるが、工事期間中は増深後の水深変化を定期的にもモニタリングし、必要であればその結果・データをその後の維持浚渫計画に反映することが望まれる。また、必要に応じ埋没シミュレーションを実施することも考えられる。
 503. 今回新たな防波堤の整備の必要はないと判断されたが、SHV 港ではそもそも波浪や潮位・潮流の観測データがないことから、こうした海象データの観測を今後実施し、新たなコンテナターミナルのバース前面の静穏度が保たれるかどうか等、詳細なチェックを掛けられるようにしていくことが望まれる。
 504. 本事業では、対象船舶大型化による航路拡幅及び航路中心線の移動、航路側面の緩勾配化などが行われることから、その際の航行船舶の安全性の確認は重要である。このため、必要があれば、操船シミュレーションや操船シミュレーターなどによるパイロットのトレーニングを実施して航行安全性を確認することが望ましい。
 505. 遠隔操作型 RTG(ARTG)の導入はカンボジア国内で初めてのことであり、機械の現地での調整・試験運転やオペレーターの訓練等に時間を要することから、土木工事とのクリティカルパスを十分に検討し、土木パッケージと荷役機械パッケージ双方が目標とする時期に供用開始できるよう、両パッケージの間で十分な調整、擦り合わせが必要である。また、その際、NCT1 が稼働していることを踏まえ、その運営にも影響が及ばないような状況で ARTG の現地調整・試運転等を実施する必要があることに留意する。特に、ARTG と他のヤード内荷役機械の TOS を介した試験運転のためのエリア及びそのための期間の確保に留意する。
 506. 本事業の対象である NCT2 と NCT3 は、NCT1 と同様、既存港湾エリアとは離れた別のエリアとなり、2 つの保税区域が存在することになる。SEZ も独立した保税区域となれば、これらエリア間の包括的なハードやソフト面における保安の連携や強化が求められる。また、3 つのエリア間で貨物流動が生じるため、税関当局との綿密な調整や協力を得ながら、エリア間の保税輸送の確保や IT 化を通じた輸出入手続きの効率化を促進していく必要がある。とりわけ、NCT エリアの Port Gate は、カンボジア国内の National Single Window が整備され、効率的なゲート処理が行われることが前提となっていることから、NCT2 が供用開始するまでに税関システムの近代化が整備されるよう PAS から関係省庁への働きかけが重要となる。
 507. 高速道路完成後、SHV 港周辺道路において、本事業の F/S 時点では予想していない通行規制等が施行され、これを起因とする港湾周辺の混雑が生じる可能性がある。このため、最新の周辺道路の整備や規制状況を把握しつつ、高速道路や幹線道路の道路管理者とも綿密な調整を図る必要がある。また、NCT2、NCT3 を含む新コンテナターミナルへのアクセスは、在来道路との共用になっており、コンテナ貨物の増加に伴う混雑が予想される。このため、この新コンテナターミナルエリアに出入りする港湾貨物流動を妨げることがないように、日頃より在来道路の道路管理者と密接な調整を行い、必要な交通誘導を行うなどの対策が求められる。
 508. 工事区域近傍には漁村・集落があり、工事による影響が極力及ばないよう十分な対策を準備しておく

必要があるとともに、苦情等があった場合の対応についても、予め想定し、適切に対処する必要がある。