





注) 本報告書では以下の為替レートを用いている。

(2010年3月)

1 ベトナムドン = 0.00528 円

1 米ドル = 89.60 円

(1 ベトナムドン = 0.000058928 米ドル = 0.00528 円)

## 序 文

日本国政府は、ベトナム政府の要請に応じ、ベトナム国ラクフェン港開発事業準備調査を、実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成21年10月から平成22年7月まで、株式会社 オリエンタルコンサルタンツの永尾 宣昭 氏を団長とし、同社及び株式会社 パデコから構成される調査団を現地に派遣し、実施いたしました。

調査団は、ベトナム国運輸省、海運総局関係者と協議を行うとともに、対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成22年7月

独立行政法人国際協力機構  
経済基盤開発部長 小西 淳文



## 伝 達 文

独立行政法人  
国際協力機構  
理事 小寺 清 殿

ここにベトナム国ラクフェン港開発事業準備調査（その2）最終報告書を提出できることを光栄と考えます。

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ及び株式会社 パデコによる調査団は、国際協力機構の業務実施契約に基づき、平成21年10月から平成22年5月にかけて、ベトナム国において3回の現地調査とそれに関係する日本における国内調査を実施致しました。

調査団は、ベトナム国政府及び関係機関の職員との十分な協議のもと、同国ラクフェン港の2020年を目標年次とする中期開発計画と、我が国ODAプロジェクトとしての実施計画を提案し、本報告書として取りまとめましたのでご報告致します。

ベトナム国運輸省ならびにその他関係機関に対し、調査団がベトナム国滞在中に受けたご厚意と惜しみないご協力について、調査団を代表して心からお礼申し上げます。

また、国際協力機構、外務省、国土交通省、在ベトナム日本大使館におかれましても、現地調査の実施及び報告書作成にあたり、貴重な御助言と御協力をいただきました。ここに深く感謝いたします。

平成22年7月

ベトナム国ラクフェン港開発事業準備調査（その2）共同企業体  
団長 永尾 宣昭

# 目 次

## 第1編: 事業の必要性と背景の確認

1.	調査の背景・目的	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
1.4	調査スケジュール	1-3
2.	社会・経済基礎情報	2-1
2.1	一般	2-1
2.1.1	人口	2-1
2.1.2	経済指標	2-2
2.1.3	外国直接投資	2-4
2.2	物流と海上輸送	2-10
2.2.1	物流	2-10
2.2.2	船社の航路網	2-20
3.	港湾の現状	3-1
3.1	北部港湾	3-1
3.1.1	クアンニン港区	3-1
3.1.2	ハイフォン港湾区	3-3
3.2	背後圏輸送	3-6
3.2.1	道路	3-6
3.2.2	鉄道	3-8
3.2.3	内陸水運	3-9
3.2.4	ベトナム北部の工業団地	3-10
4.	ベトナム北部における過去の港湾開発計画	4-1

4.1	ハイフォン港マスタープラン調査緊急整備計画 .....	4-1
4.2	ハイフォン港改修計画フェーズ1 .....	4-1
4.3	ハイフォン港進入航路の全般調査 .....	4-1
4.4	カイラン港拡張計画 .....	4-2
4.5	ハイフォン地区港湾への進入航路 .....	4-2
4.6	ハイフォン改修計画フェーズ2 実行可能性調査 .....	4-3
4.7	2010年まで及び2020年に向けた北部港湾グループ1のマスタープラン .....	4-3
4.8	ハイフォン-ラクフェンゲートウェイ港の建設投資プロジェクト .....	4-4
5.	需要予測 .....	5-1
5.1	一般 .....	5-1
5.2	ベトナム北部港湾の貨物量 .....	5-1
5.3	輸出・輸入・内貿貨物量の割合 .....	5-2
5.4	コンテナ貨物とコンテナ以外の貨物 .....	5-2
5.5	マクロ需要予測 .....	5-3
5.6	マクロ予測結果 .....	5-4
5.7	ミクロ需要予測 .....	5-5
5.8	ミクロ需要予測の結果 .....	5-5
5.9	ラクフェン港の貨物量推計 .....	5-8
5.9.1	ラクフェン港の貨物需要予測 .....	5-8
5.9.2	港湾間の貨物取扱分担 .....	5-12
5.9.3	ラクフェン港の取扱貨物量予測 .....	5-13
6.	プロジェクトの必要性 .....	6-1
6.1	海上輸送貨物量の増加 .....	6-1
6.2	世界的な海上コンテナ輸送の傾向 .....	6-1

6.3	ベトナム海港体系的開発マスタープラン .....	6-2
7.	自然条件 .....	7-1
7.1	概要 .....	7-1
7.2	自然条件の概要 .....	7-1
7.2.1	陸上及び海底地形 .....	7-1
7.2.2	気象条件 .....	7-1
7.2.3	海象条件 .....	7-4
7.2.4	地盤条件 .....	7-7
7.3	本調査における自然条件調査 .....	7-7
7.3.1	地盤調査 .....	7-8
7.3.2	深浅測量調査 .....	7-38
7.3.3	潮流観測 .....	7-44
8.	埋没シミュレーション .....	8-1
8.1	ラクフェン航路の埋没 .....	8-1
8.1.1	ラクフェン航路の地形 .....	8-1
8.1.2	ラクフェン航路周辺の底質 .....	8-7
8.1.3	深浅測量データの分析 .....	8-8
8.2	数値シミュレーション .....	8-17
8.2.1	緒言 .....	8-17
8.2.2	計算方法 .....	8-17
8.2.3	モデルの設定 .....	8-20
8.2.4	現況における埋没シミュレーション .....	8-24
8.2.5	航路埋没の将来予測 .....	8-34
9.	自然・社会環境の現状 .....	9-1
9.1	提案事業の環境社会配慮への概要と JBIC 環境社会配慮ガイドラインの確認 .....	9-1
9.1.1	既存報告書のレビュー .....	9-1
9.1.2	ベトナムにおける環境社会配慮の法的枠組 .....	9-1
9.1.3	JBIC 環境社会配慮ガイドラインの確認 .....	9-4
9.2	自然環境 .....	9-8
9.2.1	位置 .....	9-8
9.2.2	気象条件 .....	9-8
9.2.3	海象条件 .....	9-10

9.2.4	カットハイ島とその周辺の環境状況	9-11
9.3	社会環境	9-15
9.3.1	提案事業周辺の社会環境状況	9-15
9.3.2	ラクフェン港 EIA 承認後の最新法律情報	9-20
9.3.3	JBIC ガイドラインチェックリストと社会環境影響の確認	9-21
9.3.4	提案プロジェクトサイト周辺の漁業活動	9-25
10.	タンブーラクフェン道路に係る既存調査のレビュー	10-1
10.1	はじめに	10-1
10.2	関連調査の概要	10-2
10.2.1	Hai Phong - Lach Huyen Gateway Port Construction Investment Project (VINAMARINE 調査)	10-2
10.2.2	Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City (VIDIFI 調査)	10-2
10.2.3	Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (MOT 調査)	10-2
10.3	関連調査の調査結果	10-3
10.4	関連調査のレビュー及び提案	10-4
10.4.1	事業実施スケジュール	10-4
10.4.2	交通需要予測	10-4
10.4.3	道路線形	10-6
10.4.4	ラクフェン港への接続	10-8
10.4.5	DVIZ (Dinh Vu Industrial Zone) 計画との整合性	10-8
10.4.6	軟弱地盤対策	10-9
10.4.7	橋梁延長	10-10
10.4.8	航路条件	10-12
10.4.9	橋梁形式	10-13
10.4.10	基礎形式	10-20
10.4.11	建設費	10-23
10.4.12	自然環境	10-24
10.4.13	社会環境	10-25

## **第2編: 中期開発計画 (目標年次: 2020年)**

11.	中期港湾開発の規模	11-1
11.1	コンテナターミナル	11-1

11.1.1	対象船舶	11-1
11.1.2	バース	11-2
11.1.3	コンテナヤード	11-5
11.1.4	コンテナチェックゲート	11-7
11.1.5	その他の施設	11-7
11.1.6	コンテナ荷役機械	11-8
11.1.7	所要港湾施設用地	11-8
11.2	多目的ターミナル	11-9
11.2.1	対象船舶	11-9
11.2.2	バース	11-9
11.2.3	保管施設	11-10
11.3	航路	11-13
11.3.1	必要レーン数	11-13
11.3.2	航路幅	11-15
11.3.3	航路水深	11-16
11.3.4	浚渫航路の斜面勾配	11-18
11.3.5	回頭泊地	11-18
11.3.6	バースの水深と幅	11-19
11.3.7	岸壁と航路間の距離	11-19
11.4	ターミナル背後の道路及び鉄道	11-19
11.5	港湾防護施設	11-23
11.5.1	外部護岸	11-23
11.5.2	防砂堤	11-24
11.6	港湾レイアウト	11-27
11.6.1	全体港湾レイアウト	11-27
11.6.2	航路	11-34
12.	概念設計並びに積算	12-1
12.1	概念設計	12-1
12.1.1	航路浚渫	12-1
12.1.2	港湾施設設計のための自然条件	12-2
12.1.3	埋立及び護岸工	12-9
12.1.4	岸壁の設計	12-17
12.1.5	舗装工	12-31
12.1.6	防砂堤	12-33

12.2	施工計画と工程	12-44
12.2.1	概要	12-44
12.2.2	航路浚渫	12-45
12.2.3	浚渫土の土捨場	12-46
12.2.4	ターミナルヤードの埋立	12-46
12.2.5	地盤改良工	12-46
12.2.6	コンテナターミナル棧橋の建設	12-47
12.2.7	多目的ターミナルの建設	12-48
12.2.8	外郭施設（外部護岸と防砂堤）	12-49
12.2.9	工事工程	12-49
12.2.10	建設材料	12-51
12.2.11	現場施設	12-52
12.3	事業費	12-52
13.	中期開発計画に対する環境社会配慮の検討	13-1
13.1	自然環境配慮	13-1
13.1.1	建設段階における影響	13-2
13.1.2	港湾運用段階における影響	13-4
13.2	社会環境影響	13-6
13.2.1	準備段階における社会環境影響	13-6
13.2.2	建設段階における影響	13-11
13.2.3	港湾運用段階における影響	13-12
13.3	ラクフェン港開発における環境チェックリスト	13-13

### **第3編: 事業実施計画の検討と提案**

14.	事業スコープ	14-1
14.1	運輸省決定による事業の内容と規模	14-1
14.2	事業スコープと規模の変更	14-2
14.2.1	事業スコープの変更	14-2
14.2.2	事業規模の変更	14-4
14.3	追加事業スコープ	14-11
14.4	公共セクターと民間セクターの事業分担	14-14

14.5	事業スコープ	14-15
15.	予備設計	15-1
15.1	設計条件	15-1
15.1.1	港湾施設	15-1
15.1.2	アクセス道路・橋梁	15-10
15.2	予備設計	15-15
15.2.1	港湾施設	15-15
15.2.2	荷役機械	15-31
15.2.3	アクセス道路・橋梁	15-34
16.	施工計画・積算	16-1
16.1	施工計画	16-1
16.1.1	概要	16-1
16.1.2	コンテナターミナルの建設	16-1
16.1.3	CDM 工法による地盤改良	16-1
16.1.4	埋立砂の供給量と運搬能力	16-3
16.1.5	浚渫土の土捨て	16-3
16.1.6	民間業者へのサイト引渡し	16-4
16.1.7	公共関連施設	16-5
16.2	事業費積算	16-6
16.2.1	積算範囲	16-6
16.2.2	事業費積算の基本条件	16-6
16.2.3	承認済み F/S からの主要変更点	16-11
16.2.4	事業費積算結果	16-13
17.	事業実施計画	17-1
17.1	実施スケジュール	17-1
17.2	事業実施体制	17-5
17.2.1	一般	17-5
17.2.2	実施機関	17-5
17.2.3	港湾部門の実行機関 (MPMU II)	17-7
17.2.4	合同調整会議 (JCC)	17-9
17.2.5	事業実施の組織構造	17-9
17.2.6	SPC の組織構造	17-10



17.2.7	港湾インフラの運営・管理	17-13
17.3	財務実施計画	17-14
17.3.1	財務計画の基本的考え方	17-14
17.3.2	円借款金額および年別支出	17-14
17.3.3	年別国内予算手当て	17-15
17.4	契約パッケージ	17-15
18.	経済財務分析	18-1
18.1	財務分析	18-1
18.1.1	財務分析の目的と方法	18-1
18.1.2	財務分析の前提（公的投資部分）	18-2
18.1.3	財務分析結果（公的投資部分）	18-4
18.1.4	財務分析の前提（民間投資部分）	18-5
18.1.5	収入予測	18-6
18.1.6	財務分析結果（民間投資部分）	18-7
18.2	経済分析	18-10
18.2.1	目的と方法	18-10
18.2.2	経済分析	18-10
18.2.3	経済分析の前提条件	18-11
18.2.4	経済価格	18-11
18.2.5	プロジェクト費用	18-12
18.2.6	プロジェクトの便益	18-15
18.2.7	経済的内部収益率（EIRR）	18-19
19.	標準的運用効果指標	19-1
19.1	標準的運用効果指標	19-1
19.2	データ収集とそれに係る労力	19-2
19.3	基本的な効果運用指標	19-2
19.4	ラクフェン港 No.1 及び No.2 バース運用効果指標	19-3
20.	管理運営組織	20-1
20.1	港湾を取り巻く事業環境	20-1
20.1.1	港湾事業環境	20-1

20.1.2	巨大コンテナ船の出現.....	20-1
20.1.3	ベトナム経済成長を助長する港湾開発.....	20-2
20.1.4	大水深港湾の開発計画.....	20-2
20.2	PPP.....	20-2
20.2.1	PPP の意義.....	20-2
20.2.2	PPP の形態.....	20-3
20.2.3	2つの民営化方式.....	20-4
20.2.4	民営化戦略.....	20-5
20.2.5	官民の利害バランス.....	20-8
20.2.6	官の役割.....	20-8
20.2.7	港湾管理者と民間ターミナルオペレータの責任分担.....	20-9
20.3	民営化事例.....	20-10
20.3.1	レムチャバン港 (LCP).....	20-10
20.3.2	天津港.....	20-12
20.3.3	シンガポール港.....	20-13
20.3.4	ポートオーソリティーの機能の違い.....	20-14
20.4	ラクフェン港プロジェクトにおける PPP.....	20-15
20.4.1	官側投資と民間セクターによる投資.....	20-15
20.4.2	ジョイントベンチャー (JV).....	20-15
20.4.3	VINALINES と JV パートナー.....	20-16
20.4.4	VINALINES のパートナー.....	20-16
20.4.5	外国資本の投資.....	20-18
20.4.6	民間業者間の競争.....	20-18
20.4.7	民間にとっての港湾の魅力.....	20-19
20.5	港湾管理者とターミナルオペレータの責任.....	20-19
20.5.1	ハイフォン港における港湾管理者.....	20-19
20.5.2	ラクフェン港の PPP 方式.....	20-20
20.6	港湾の利害関係者.....	20-21
20.7	港湾開発計画と船会社のニーズ.....	20-21
20.8	多目的港としてのラクフェン港.....	20-22
20.9	ハイフォン海事管理局とハイフォンポートホールディング.....	20-22
20.9.1	ハイフォンポートホールディング.....	20-22
20.9.2	ハイフォン海事管理局.....	20-23

20.10	港湾管理能力の強化.....	20-26
20.10.1	ポートオーソリティーのモデル.....	20-26
20.10.2	港湾管理者の役割.....	20-28
20.11	ポートマネジメントボディ（港湾管理者）.....	20-30
20.11.1	PMB 組織.....	20-31
21.	官民のコラボレーション.....	21-1
21.1	基本的な役割分担.....	21-1
21.2	港湾建設分野における民間投資.....	21-2
21.3	官民コラボレーションの強化.....	21-2
21.3.1	SAPROF チームの提案.....	21-2
21.3.2	民間セクターとの更なる協働体制.....	21-3
22.	推奨される環境社会配慮対応策.....	22-1
22.1	自然環境.....	22-1
22.1.1	建設段階における緩和策.....	22-1
22.1.2	運用段階における緩和策.....	22-2
22.2	社会環境.....	22-5
22.2.1	準備段階における緩和策.....	22-5
22.2.2	建設段階における影響緩和対策.....	22-8
22.2.3	港湾運用段階における影響.....	22-9
23.	航行安全確保及び航行管制手法.....	23-1
23.1	自然環境.....	23-1
23.1.1	風況.....	23-1
23.1.2	流況・潮汐.....	23-1
23.1.3	波浪.....	23-2
23.1.4	霧.....	23-2
23.2	航行環境.....	23-3
23.2.1	船舶交通.....	23-3
23.2.2	漁業活動.....	23-6
23.3	航行支援状況.....	23-7
23.3.1	パイロット（水先案内人）.....	23-7

23.3.2	タグボート.....	23-8
23.3.3	航行管制.....	23-9
23.3.4	ラクフェン航路の航路標識.....	23-12
23.4	ラクフェン航路の機能要件.....	23-14
23.4.1	航路標識.....	23-14
23.4.2	防砂堤表示標識.....	23-18
23.4.3	パイロット操船支援システムの導入.....	23-19
23.5	課題.....	23-20

## **第4編: 結論と提言**

24.	結論と提言.....	24-1
24.1	PPP.....	24-1
24.2	STEP ローン.....	24-1
24.3	需要予測及び港湾開発規模.....	24-1
24.4	2015年までに開発するコンテナバース No.1 及び No.2.....	24-2
24.5	船舶航路.....	24-2
24.6	港湾道路.....	24-3
24.7	外部護岸.....	24-3
24.8	防砂堤.....	24-3
24.9	公共関連施設.....	24-3
24.10	地盤改良.....	24-4
24.11	実施スケジュール.....	24-4
24.12	契約パッケージ.....	24-5
24.13	組織構造.....	24-5
24.14	FIRR 及び EIRR.....	24-6
24.14.1	FIRR (財務的内部収益率).....	24-6
24.14.2	EIRR (経済的内部収益率).....	24-7

24.15	港湾管理ユニット（PMU）	24-8
24.16	詳細設計段階	24-8
24.17	建設段階	24-10
24.18	運営段階	24-10
24.19	自然及び社会環境配慮	24-10
24.19.1	自然環境	24-12
24.19.2	社会環境	24-13

## 付属資料一覧

Appendix 7-1	成層断面図
Appendix 7-2	土質試験結果
Appendix 7-3	土質特性間の相関図
Appendix 7-4	海底底質の試験結果
Appendix 7-5	深浅測量結果
Appendix 7-6	潮流観測結果
Appendix 9-1	JBIC ガイドラインの原則（抜粋）
Appendix 9-2	パブリックヒアリングの記録（2010年4月21日）
Appendix 13-1	補足 EIA 報告書
Appendix 24-1	戦略的環境評価及び環境影響評価、環境保護責任に関する回覧 05/2008/TT-BTNMT
Appendix 24-2	VINAMARINE コメントに対する回答及び対応案
Appendix 24-3	TEDIPOINT コメントに対する回答及び対応案（1）
Appendix 24-4	TEDIPOINT コメントに対する回答及び対応案（2）

## 図表目次

### 第1編: 事業の必要性と背景の確認

図 1.3.1 調査対象地域.....	1-2
図 1.4.1 調査スケジュール.....	1-3
図 2.1.1 地域区分図と州別人口密度.....	2-2
図 2.1.2 ベトナム、アジア各国、アメリカの実施 GDP 成長率と IMF の予測.....	2-3
図 2.1.3 外国直接投資の流入.....	2-5
図 2.1.4 セクター別外国直接投資の流入 (1988年 - 2008年).....	2-5
図 2.1.5 国別外国直接投資額 (1988年 - 2008年累計).....	2-6
図 2.1.6 地域別外国直接投資額 (1988年から2008年累計).....	2-6
図 2.1.7 各州別外国直接投資額 (1988年から2008年累計).....	2-7
図 2.1.8 貿易額に占める外国投資セクター (2005-2008).....	2-7
図 2.1.9 工業団地位置図.....	2-8
図 2.1.10 2015年から2020年の工業団地開発のマスタープラン.....	2-9
図 2.2.1 輸出入の主要品目.....	2-10
図 2.2.2 輸出相手国 (2008年).....	2-10
図 2.2.3 輸入相手国 (2008年).....	2-11
図 2.2.4 輸入の主要市場 (2005年-2008年).....	2-11
図 2.2.5 輸出の主要市場 (2005年-2008年).....	2-12
図 2.2.6 ベトナム港湾におけるコンテナ荷動きの急増.....	2-12
図 2.2.7 ベトナムの主要港湾.....	2-14
図 2.2.8 ベトナム港湾周辺の基幹航路とフィーダールート.....	2-15
図 2.2.9 新 GMS 回廊.....	2-17
図 2.2.10 ハノイ-広州(Guangzhou)間の海上・陸上交通.....	2-18
図 2.2.11 サービスルートの現状.....	2-21
図 3.2.1 北部ベトナム道路計画.....	3-8
図 3.2.2 ハイフォン周辺の鉄道計画.....	3-9
図 3.2.3 紅河周辺の工業団地位置図.....	3-11
図 5.2.1 ベトナム北部港湾の貨物量.....	5-1
図 5.3.1 北部港湾の輸出、輸入、内貿の貨物量.....	5-2
図 5.4.1 ベトナム北部港湾のコンテナ貨物とコンテナ以外の貨物.....	5-3
図 5.6.1 ベトナム北部港湾の貨物量と GDP との相関.....	5-4
図 5.6.2 代替シナリオのマクロ需要予測結果.....	5-4
図 5.8.1 各代替シナリオにおけるミクロ需要予測結果.....	5-8
図 5.9.1 カイラン港の既設港湾施設と拡張計画.....	5-9
図 5.9.2 ハイフォン地域港湾の位置図と主要バース現状.....	5-10
図 5.9.3 ハイフォン港の定期船サービス (2009年11月).....	5-13

図 5.9.4 北部港湾の需要予測、ハイフォン港・カイラン港の貨物取扱容量、ラクフェン港の取扱貨物量予測 (中成長ケース).....	5-13
図 7.2.1 潮位の累積時間発生率.....	7-5
図 7.3.1 地質図上の調査位置図.....	7-9
図 7.3.2 調査位置図.....	7-9
図 7.3.3 調査地及び周辺の写真.....	7-10
図 7.3.4 ボーリング調査位置図.....	7-11
図 7.3.5 標準貫入試験 (SPT) の N 値の深度 (DL) 分布図.....	7-13
図 7.3.6 既往調査を含むボーリング調査位置図.....	7-14
図 7.3.7 成層断面図 (A-A' , B-B' , C-C' and D-D' Section) (既往調査結果を含む) .....	7-15
図 7.3.8 細粒分含有率 (Fc) 、自然含水比 (Wn) 及び液性限界 (LL) の深度 (DL) 分布図 .....	7-19
図 7.3.9 間隙比 (e0) 及び単位体積重量 ( $\gamma$ ) の深度 (DL) 分布図.....	7-20
図 7.3.10 一軸圧縮強度 (qu) 及び破壊歪 ( $\epsilon_f$ ) の深度 (GL) 分布図.....	7-21
図 7.3.11 一軸圧縮強度 (qu) と N 値の関係図.....	7-21
図 7.3.12 一軸圧縮強度 (qu) と Pc の関係図.....	7-22
図 7.3.13 圧密降伏応力 (Pc) の深度 (GL) 分布図.....	7-23
図 7.3.14 圧密降伏応力 (Pc) と土被り荷重 (P0) の関係図.....	7-23
図 7.3.15 圧縮指数 (Cc) 及び再圧縮指数 (Cr) の深度 (DL) 分布図.....	7-24
図 7.3.16 圧縮指数 (Cc) と再圧縮指数 (Cr) の関係図.....	7-25
図 7.3.17 圧縮指数 (Cc) と塑性指数 (IP) の関係図.....	7-25
図 7.3.18 圧縮比 (CR) 及び再圧縮比 (RR) の深度 (DL) 分布図.....	7-26
図 7.3.19 圧縮比 (CR) と塑性指数 (IP) の関係図.....	7-26
図 7.3.20 圧密係数 (Cv) の深度 (DL) 分布図.....	7-27
図 7.3.21 岩の圧縮強度 (Ru) 及び単位体積重量 ( $\gamma$ ) の深度 (DL) 分布図.....	7-29
図 7.3.22 圧密沈下計算モデル.....	7-30
図 7.3.23 過圧密粘土の圧密沈下計算の考え方.....	7-30
図 7.3.24 底質調査位置図.....	7-34
図 7.3.25 調査地における表層砂の分布範囲図.....	7-36
図 7.3.26 航路沿いの底質サンプルの物理試験結果図.....	7-37
図 7.3.27 深浅測量実施範囲図.....	7-38
図 7.3.28 二音源探査による深浅測量結果図.....	7-39
図 7.3.29 航路の海底面の横断面図.....	7-40
図 7.3.30 航路沿いの海底面の縦断面図.....	7-41
図 7.3.31 二音源 (周波数) による深浅探査深度の違い.....	7-42
図 7.3.32 潮位観測結果図 (2009 年 11 月 7 日～22 日、Ben Got Jetty) .....	7-43
図 7.3.33 Ben Got と Hon Dau における潮位の相関図.....	7-43
図 7.3.34 潮流観測の位置図.....	7-45
図 7.3.35 シリンダーサンプリング実施地点位置図.....	7-48



図 7.3.36 シリンダーサンプリングの実施手順	7-50
図 7.3.37 海水の採取位置図	7-51
図 7.3.38 浮遊物含有量 (SS) 試験結果図	7-52
図 8.1.1 2009 年 11 月の等深浅図 (200kHz) とブイの位置	8-2
図 8.1.2 高周波数(200kHz)と低周波数(30kHz)測深結果の水深差	8-3
図 8.1.3 航路中心線上の縦断地形と 2 周波数測深結果の水深差	8-4
図 8.1.4 航路断面形状 (27-34)	8-5
図 8.1.5 航路断面形状(35-42)	8-6
図 8.1.6 粒径の分布、 $d_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ), ●は泥土 ( $d_{50} < 75\mu\text{m}$ ) ○は砂 ( $d_{50} > 75\mu\text{m}$ )を表す	8-7
図 8.1.7 含泥率 (%) の分布	8-8
図 8.1.8 収集データの水深コンター図	8-9
図 8.1.9 2006 年 11 月からの水深変化 (堆積を正とする)	8-10
図 8.1.10 航路中心線上の地形と 2006 年 11 月を基準とした埋没高さ	8-11
図 8.1.11 航路断面形状(L27-L34)	8-12
図 8.1.12 航路断面形状(L35-L42)	8-13
図 8.1.13 Km27 から Km42 の水深変化	8-15
図 8.1.14 ラクフェン航路の最近の埋没速度	8-15
図 8.1.15 平均埋没高さと回帰曲線	8-16
図 8.1.16 浚渫後の毎年の平均埋没速度	8-16
図 8.1.17 2005 年 10 月のデータを含む航路の縦断面形状	8-16
図 8.2.1 計算領域の海底地形 (大領域)	8-20
図 8.2.2 計算領域の海底地形 (小領域)	8-21
図 8.2.3 水位の時間変化	8-22
図 8.2.4 波向の出現確率	8-24
図 8.2.5 波高の未超過出現確率	8-24
図 8.2.6 大潮時の上げ潮と下げ潮時の潮流計算結果 (11/7 2:00 11/7 16:00)	8-25
図 8.2.7 潮流の実測値と計算値の比較 (Station V1)	8-26
図 8.2.8 潮流の実測値と計算値の比較(Station V2)	8-26
図 8.2.9 潮流の実測値と計算値の比較(Station V3)	8-27
図 8.2.10 潮流の実測値と計算値の比較(Station V4)	8-27
図 8.2.11 入射波向 E~SSW に対する波高と波向の計算結果	8-29
図 8.2.12 航路中心線上の水深変化の計算結果 (上=潮流のみ、下=潮流+波)	8-31
図 8.2.13 上げ潮最強時の浮遊泥濃度 (左=潮流のみ、右=潮流と波)	8-31
図 8.2.14 航路の縦断面形状 (上)、2006 年 11 月を基準とした水深変化 (中)、潮流シミュレーションにより評価された 15 日間の平均せん断応力 (下)	8-32
図 8.2.15 沈降確率	8-33
図 8.2.16 埋没速度の実測値と計算値による比較 現況地形 (Case 1)、水深 8m に均した地形 (Case 2)	8-33
図 8.2.17 防砂堤の配置条件	8-35
図 8.2.18 航路水深 14m の場合の埋没速度の予測結果	8-36

図 8.2.19 総埋没量の予測結果（2年目以降の埋没量）	8-36
図 8.2.20 ラクフェン港プロジェクトの工程案	8-38
図 8.2.21 初期浚渫のシナリオ	8-38
図 8.2.22 工事期間中の埋没高さの評価結果（2012年8月～2015年12月の埋没量）	8-39
図 9.3.1 ラクフェン Gateway Port Project により影響を受けると予測される地域	9-16
図 10.1.1 Location Map	10-1
図 10.4.1 ディンブー島における交差点位置	10-5
図 10.4.2 鉄道計画	10-6
図 10.4.3 ハイフォン市マスタープラン	10-6
図 10.4.4 カットハイ島における線形比較	10-7
図 10.4.5 ラクフェン港への接続	10-8
図 10.4.6 Dinh Vu Industrial Zone	10-8
図 10.4.7 軟弱地盤対策（サンドドレーン工法）	10-9
図 10.4.8 軟弱地盤対策（置換工法）	10-9
図 10.4.9 代替案 1	10-11
図 10.4.10 代替案 2	10-11
図 10.4.11 代替案 3	10-11
図 10.4.12 VIDIFI 調査による航路条件	10-12
図 10.4.13 MOT 調査による航路条件	10-12
図 10.4.14 代替案 1	10-12
図 10.4.15 代替案 2	10-13
図 10.4.16 主橋梁の断面（VIDIFI 調査）	10-13
図 10.4.17 主橋梁の断面（MOT 調査）	10-14
図 10.4.18 代替案 1	10-15
図 10.4.19 代替案 2	10-15
図 10.4.20 取付橋梁の断面（VIDIFI 調査）	10-16
図 10.4.21 取付橋梁の断面（MOT 調査）	10-16
図 10.4.22 代替案 1	10-17
図 10.4.23 代替案 2	10-17
図 10.4.24 主橋梁の支間割り（VIDIFI 調査）	10-18
図 10.4.25 取付橋梁の支間割り（VIDIFI 調査）	10-18
図 10.4.26 主橋梁の支間割り（MOT 調査）	10-18
図 10.4.27 取付橋梁の支間割り（MOT 調査）	10-19
図 10.4.28 代替案 1	10-19
図 10.4.29 代替案 2	10-19
図 10.4.30 主橋梁の基礎形式（VIDIFI 調査）	10-20
図 10.4.31 主橋梁の基礎形式（MOT 調査）	10-21
図 10.4.32 主橋梁の基礎形式（鋼管矢板井筒基礎）	10-21
図 10.4.33 取付橋梁の基礎形式（VIDIFI 調査）	10-21
図 10.4.34 取付橋梁の基礎形式（MOT 調査）	10-22

図 10.4.35 主橋梁基礎の施工方法 (VIDIFI 調査) .....	10-22
図 10.4.36 取付橋梁基礎の施工方法 (VIDIFI 調査) .....	10-23

## 第 2 編: 中期開発計画 (目標年次: 2020 年)

図 11.1.1 100,000DWT コンテナ船のバース長 .....	11-4
図 11.3.1 ハイフォン港の船型分布 .....	11-13
図 11.4.1 中期開発計画(2020)の港湾道路の代表断面 .....	11-21
図 11.4.2 各ターミナル道路と通過幹線道路の配置 (将来) .....	11-22
図 11.4.3 通過幹線道路の代表断面 (将来) .....	11-22
図 11.4.4 ターミナル背後の道路・鉄道の代表断面 (将来) .....	11-22
図 11.4.5 ターミナル背後の道路・鉄道の全体配置 .....	11-23
図 11.4.6 港湾道路とカットハイ島のアクセス道路との接続部詳細 (2015 及び将来) ...	11-23
図 11.5.1 港湾開発全体レイアウト .....	11-24
図 11.5.2 ターミナル施設の全体配置平面図 (代替案 1: バージバースあり) .....	11-25
図 11.5.3 ターミナル施設の全体配置平面図 (代替案 2: バージバースなし) .....	11-26
図 11.6.1 コンテナターミナルのレイアウト .....	11-30
図 11.6.2 多目的ターミナルのレイアウト .....	11-33
図 12.1.1 一軸圧縮強度と深度の関係 .....	12-6
図 12.1.2 e-log P 曲線 .....	12-6
図 12.1.3 e-log P 曲線 (防砂堤法線に沿う粘性土) .....	12-7
図 12.1.4 岸壁法線に沿う土層想定図 .....	12-8
図 12.1.5 圧密沈下曲線 .....	12-10
図 12.1.6 先行圧密荷重と深度の関係 .....	12-10
図 12.1.7 地盤改良施工想定断面図 .....	12-12
図 12.1.8 砕波帯内の有義波高の算定図 (海底勾配 1/100) .....	12-13
図 12.1.9 合田の消波護岸の越波流量推定図(海底勾配 1/30) (Seabed Slope 1/30) .....	12-14
図 12.1.10 外側護岸 A (防波護岸) .....	12-15
図 12.1.11 外側護岸 B (将来埋立拡張部の防波護岸) .....	12-15
図 12.1.12 内護岸(将来拡張のための暫定護岸) .....	12-16
図 12.1.13 コンテナバースの標準断面図 .....	12-26
図 12.1.14 多目的バースの標準断面図 .....	12-30
図 12.1.15 コンテナターミナルヤードの舗装構造 .....	12-32
図 12.1.16 多目的ターミナルヤードの舗装構造 .....	12-32
図 12.1.17 アクセス道路の舗装構造 .....	12-33
図 12.1.18 規則波の砕波水深と波形勾配の算定図 .....	12-35
図 12.1.19 不規則波の有義波高の最大値の出現水深の算定図 .....	12-36
図 12.1.20 首藤による浅水係数の算定図 .....	12-38
図 12.1.21 防砂堤 設置水深 GL-1.0 .....	12-40
図 12.1.22 防砂堤 設置水深 GL-1.0 から-3.0m .....	12-40

図 12.1.23 防砂堤 設置水深 GL-3.0 から-5.0m	12-40
図 12.1.24 防砂堤 設置水深 GL-5.0 から-10.0m	12-41
図 12.1.25 防砂堤の透過波高	12-43
図 12.2.1 港湾施設位置図	12-45
図 12.2.2 PVD 工法概要	12-46
図 12.2.3 栈橋建設の概要	12-48
図 13.2.1 準備段階において特に注意を要する社会影響範囲	13-6

### 第3編: 事業実施計画の検討と提案

図 14.2.1 コンテナバース No.1 及び No.2 と公共関連施設エリアのレイアウト	14-5
図 14.2.2 堆積量と防護施設の関係	14-7
図 14.2.3 水深 - 14m 航路の予想堆積速度	14-7
図 14.3.1 公共関連施設地区の一般配置図	14-13
図 15.1.1 (a) コンテナバースに沿う土層想定図	15-5
図 15.1.2 (b) コンテナバースの土留め壁に沿う土層想定図	15-6
図 15.1.3 アプローチ道路部の横断構成	15-12
図 15.1.4 橋梁部の横断構成	15-12
図 15.1.5 たわみ性舗装構成	15-12
図 15.1.6 剛性舗装構成	15-12
図 15.1.7 航路条件 (W100 x 1)	15-14
図 15.1.8 航路条件 (W80 x 2)	15-14
図 15.1.9 土質状況	15-15
図 15.2.1 ターミナル区域での PVD とプレロード工法併用による施工と圧密沈下曲線	15-17
図 15.2.2 岸壁構造背後の ALiCC 工法地盤改良	15-19
図 15.2.3 コンテナ栈橋背後の土留め壁、代替案 A : 控え式鋼管矢板壁	15-22
図 15.2.4 コンテナ栈橋背後の土留め壁、代替案 B : 捨石マウンド鉛直カーテン壁	15-22
図 15.2.5 バージバース背後の土留め壁、代替案 A : 片持ち梁タイプの自立鋼矢板壁	15-25
図 15.2.6 バージバース背後の土留め壁、代替案 B : 捨石マウンド上の擁壁	15-26
図 15.2.7 バージバース背後の土留め壁、代替案 C : 控え式鋼管矢板壁	15-26
図 15.2.8 港湾管理用バースの標準断面	15-29
図 15.2.9 港湾管理用バース区域の舗装構造	15-30
図 15.2.10 公共用地内の道路舗装	15-30
図 15.2.11 カットハイ島における道路線形比較	15-34
図 15.2.12 アクセス道路の幅員構成	15-35
図 15.2.13 橋梁アプローチ部の構造	15-35
図 15.2.14 各ターミナル道路と本線との関係 (将来)	15-36
図 15.2.15 本線の幅員構成 (将来)	15-36
図 15.2.16 港湾内道路とカットハイ島アクセス道路との接続 (左 : 2015、右 : 将来)	15-37
図 15.2.17 橋梁延長代替案	15-37

図 16.1.1	コンテナターミナル建設のフローチャート	16-1
図 16.1.2	CDM 工法の適用範囲案	16-2
図 16.1.3	海上施工概要図	16-2
図 16.1.4	削孔イメージ図	16-3
図 16.1.5	土捨場位置図	16-4
図 16.1.6	引渡し区域（案）平面図	16-5
図 16.1.7	公共関連施設の平面図	16-5
図 16.2.1	用地収用区域	16-8
図 17.2.1	MPMU II 組織図	17-6
図 17.2.2	PMU 2 組織図	17-7
図 17.2.3	業務実施の組織構造	17-10
図 17.2.4	コンテナターミナル バース No.1&2 の SPC 組織図	17-12
図 18.1.1	プロジェクトの資金フロー	18-2
図 18.2.1	With ケース、Without ケースのコンテナ貨物需要予測	18-15
図 18.2.2	With ケースと Without ケースの輸送ルート	18-16
図 20.2.1	港湾民営化の形態	20-4
図 20.9.1	ハイフォン海事管理局組織図	20-24
図 20.9.2	ハイフォンポートホールディング組織図	20-25
図 20.10.1	PAT 組織図	20-29
図 20.11.1	ポートマネジメントボディ組織図	20-31
図 22.1.1	持続的な浚渫土砂の処理対策の候補地概要	22-4
図 23.2.1	ハイフォン地域の漁船	23-6
図 23.2.2	投網による漁業活動	23-7
図 23.2.3	定置網を示す表示	23-7
図 23.3.1	Ha Nam 運河航行に係るガイダンス	23-10
図 23.3.2	VTS ステーション（カットハイ島）	23-11
図 23.3.3	レーダー、VHF、AIS モニター	23-11
図 23.3.4	離着岸時刻チェックリスト／船舶からの通報リスト	23-12
図 23.3.5	ラクフェン航路の航路標識	23-12
図 23.3.6	Nam Trieu 航路の航路標識	23-13
図 23.3.7	ラクフェン航路の航路標識位置図	23-13
図 23.4.1	スパーブイの例	23-15
図 23.4.2	ラクフェン航路における航路標識計画位置図（1）	23-17
図 23.4.3	ラクフェン航路における航路標識計画位置図（2）	23-18
図 23.4.4	標識灯の例	23-19

#### 第 4 編: 結論と提言

図 24.16.1	持続的な浚渫土砂の処理対策の候補地概要	24-9
-----------	---------------------	------

## 第1編: 事業の必要性と背景の確認

表 2.1.1 地域・州別人口 .....	2-1
表 2.1.2 地域別人口予測 .....	2-3
表 2.1.3 ベトナム、アジア各国、アメリカの年次 GDP 成長率 .....	2-4
表 2.2.1 ベトナム港湾の取扱貨物量統計 .....	2-13
表 2.2.2 ハイフォン港の定航サービス (2009 年 11 月現在) .....	2-16
表 2.2.3 広東省 (Guangdong) と広西 (Guangxi) チワン族自治区の主要経済データ(2008 年) .....	2-18
表 2.2.4 コンテナ取扱量の世界ランキングトップ 10 (2008 年) .....	2-19
表 2.2.5 中国港湾の開発計画 .....	2-19
表 2.2.6 ハイフォン寄港船と配船形体 .....	2-21
表 2.2.7 中国 (アジア) / アメリカの配船現状 .....	2-24
表 2.2.8 ハイフォン港とカイラン港の配船形体と船型の変遷 .....	2-25
表 3.1.1 カイラン港の施設及び荷役機械 .....	3-1
表 3.1.2 カイラン港取扱貨物量 .....	3-2
表 3.1.3 ハイフォン港区の施設及び荷役機械 .....	3-4
表 3.1.4 ハイフォン港の取扱貨物量 .....	3-5
表 3.2.1 ベトナム北部の工業団地一覧 .....	3-10
表 5.5.1 GDP 成長率の代替シナリオ .....	5-4
表 5.7.1 ミクロ需要予測の品目別貨物のグループ分け .....	5-5
表 5.8.1 2000 年、2008 年、2008 年のセクター別 GDP .....	5-6
表 5.8.2 ミクロ需要予測結果 (中成長ケース) .....	5-6
表 5.8.3 ミクロ需要予測 (低成長ケース) .....	5-7
表 5.8.4 ミクロ需要予測 (高成長ケース) .....	5-7
表 5.9.1 既存ベトナム北部港湾の貨物取扱容量 .....	5-11
表 5.9.2.3 港間の貨物量分担 .....	5-12
表 5.9.3 ラクフェン港の取扱貨物量予測 .....	5-14
表 5.9.4 ベトナム北部港湾とラクフェン港におけるコンテナ貨物量予測の詳細 .....	5-14
表 7.2.1 カットハイ観測所で観測された気温 .....	7-1
表 7.2.2 カットハイ観測所で観測された湿度 .....	7-2
表 7.2.3 月平均の暴風雨日数 .....	7-2
表 7.2.4 霧の発生日数 (1984-2004) .....	7-3
表 7.2.5 風速及び風向別の風の発生頻度 .....	7-3
表 7.2.6 カットハイ観測所で観測された風速 .....	7-4
表 7.2.7 Hon Dau 観測所で観測されたデータに基づく確率回帰年数別の暴風速 .....	7-4
表 7.2.8 波高及び波の方向別の波の発生頻度 .....	7-6
表 7.2.9 各土層の土質特性及び N 値 .....	7-7
表 7.3.1 ボーリング調査における各孔の座標、標高及び調査数量 .....	7-11

表 7.3.2	調査地の土層構成	7-12
表 7.3.3	各土層の分布状況	7-16
表 7.3.4	港湾エリアにおける各土層の土質特性	7-17
表 7.3.5	沖合エリアにおける各土層の土質特性	7-17
表 7.3.6	港湾エリア及び沖合エリアにおける土の単位体積重量及び間隙比	7-19
表 7.3.7	土質特性値間の相関関係	7-28
表 7.3.8	圧密沈下計算の試算結果	7-31
表 7.3.9	調査地における土層構成	7-31
表 7.3.10	調査地における全エリアの平均的な土質定数	7-32
表 7.3.11	底質の化学成分含有量試験結果	7-34
表 7.3.12	底質の物理特性試験結果	7-35
表 7.3.13	潮流観測位置の座標及び深度	7-45
表 7.3.14	潮流観測仕様	7-45
表 7.3.15	潮汐力に起因する潮流の割合	7-47
表 7.3.16	観測期間における潮流の平均流速及び流向	7-47
表 7.3.17	観測期間における平均残差流速及び流向	7-47
表 7.3.18	シリンダーサンプリング調査数量（現場調査）	7-49
表 7.3.19	シリンダーサンプリング調査数量（室内土質試験）	7-49
表 7.3.20	シリンダーサンプリング実施地点の座標	7-49
表 7.3.21	シリンダーサンプリングにより採取した土の物理試験結果	7-50
表 7.3.22	浮遊物含有量（SS）試験結果	7-51
表 8.1.1	収集された深浅測量データ	8-9
表 8.2.1	ホンダウでの 1961 年－1983 年の観測データに基づく波向別の波高出現頻度	8-23
表 8.2.2	予測計算ケース	8-34
表 8.2.3	埋没量のまとめ	8-37
表 8.2.4	工事完了時点（2015 年 12 月）における平均埋没高さとの総埋没量	8-39
表 9.1.1	検証済レポート一覧	9-1
表 9.1.2	JBIC ガイドラインの原則（要約）	9-5
表 9.1.3	JBIC ガイドラインに対する承認済 EIA の準拠状況の概要	9-7
表 9.2.1	ラクフェン港での底質の評価	9-13
表 9.3.1	協議を行ったステークホルダーと現地調査の一覧	9-25
表 10.4.1	事業実施スケジュール（案）	10-4
表 10.4.2	VIDIFI 調査における交通需要予測及び必要車線数	10-4
表 10.4.3	VIDIFI 調査及び MOT 調査における積算	10-23
表 10.4.4	レビューに使用した参考資料一覧	10-24

## 第 2 編: 中期開発計画（目標年次：2020 年）

表 11.1.1	コンテナ船諸元	11-2
表 11.1.2	Calculation of Number of Container Berth	11-3

表 11.1.3	コンテナバースの所要規模 (2020)	11-5
表 11.1.4	コンテナヤードのバース当り所要保管容量	11-6
表 11.1.5	提案するターミナル建物の規模	11-8
表 11.1.6	必要な主要荷役機械	11-8
表 11.1.7	バース当りの所要コンテナ港湾施設用地	11-8
表 11.2.1	一般貨物船の諸元	11-9
表 11.2.2	多目的バース数の計算	11-10
表 11.2.3	多目的バースの必要規模 (2020)	11-10
表 11.2.4	多目的ターミナルの建築施設	11-12
表 11.2.5	多目的1バース当りの必要施設用地面積	11-12
表 11.3.1	ハイフォン港の寄港船の傾向	11-13
表 11.3.2	ハイフォン港への推定入港船舶 (2020)	11-14
表 11.3.3	ラクフェン港への推定入港隻数 (2020)	11-14
表 11.3.4	PIANC による航路幅の計算	11-15
表 11.3.5	PIANC による航路幅の計算 (外部航路)	11-16
表 11.3.6	航路の斜面勾配	11-18
表 12.1.1	沖波諸元	12-3
表 12.1.2	各施設位置における土質ボーリング孔	12-3
表 12.1.3	コンテナバースにおける土質条件	12-4
表 12.1.4	多目的バースにおける土質条件	12-4
表 12.1.5	埋立地と護岸の土質条件	12-4
表 12.1.6	一軸圧縮試験結果	12-5
表 12.1.7	防砂堤の土質条件	12-7
表 12.1.8	無改良地盤の推定圧密沈下量	12-9
表 12.1.9	埋立地における地盤改良	12-11
表 12.1.10	内側護岸の設計波高	12-16
表 12.1.11	既往の調査によるコンテナ岸壁構造の概要	12-18
表 12.1.12	種々の岸壁構造様式の比較検討	12-23
表 12.1.13	対象コンテナ船舶	12-24
表 12.1.14	コンテナ蔵置荷重	12-24
表 12.1.15	コンテナバースの船舶接岸条件	12-25
表 12.1.16	多目的バースの対象船舶	12-28
表 12.1.17	多目的バースの荷重	12-28
表 12.1.18	多目的バースの船舶接岸条件	12-29
表 12.1.19	Selection of Fender Size	12-29
表 12.1.20	防砂堤としての天端高設定ガイドライン	12-37
表 12.1.21	防砂堤の各設置水深における設計波高(H1/3)	12-39
表 12.1.22	防砂堤の被覆石重量算定	12-39
表 12.2.1	Major construction volume for 2020	12-44
表 12.2.2	ラクフェン港中期開発計画に関する工事工程 (案)	12-50



表 12.2.3	ハイズン地区の採砂地一覧	12-51
表 12.3.1	中期開発計画（目標年次：2020年）の事業費	12-53
表 13.2.1	土地収用に係わる想定される社会影響	13-7
表 13.2.2	喪失が想定される沿岸漁業地域概要	13-8
表 13.3.1	ラクフェン港開発に係る環境影響チェックリスト	13-14

### 第3編: 事業実施計画の検討と提案

表 14.2.1	防砂堤の建設シナリオ	14-8
表 14.2.2	建設シナリオの比較	14-9
表 14.3.1	対象はしけの諸元	14-12
表 14.4.1	公共セクターと民間セクターの業務分担	14-14
表 14.5.1	日本 ODA ローンの実施範囲	14-15
表 15.1.1 (a)	コンテナバースの土質条件	15-2
表 15.1.2 (b)	埋立地の土質条件	15-2
表 15.1.3 (c)	サービスボートバースの土質条件	15-3
表 15.1.4 (d)	外周護岸の土質条件	15-3
表 15.1.5 (e)	防砂堤の土質条件	15-4
表 15.1.6	N 値と設計土質定数との関係	15-4
表 15.1.7	岸壁クレーンの設計諸元	15-8
表 15.1.8	タグボート諸元	15-10
表 15.1.9	設計基準	15-11
表 15.1.10	機能及び設計交通量による道路分類	15-11
表 15.1.11	設計交通量	15-11
表 15.1.12	タンブーラーラクフェン道路幾何構造基準	15-13
表 15.1.13	採用基準	15-14
表 15.2.1	地盤改良工の実実施計画	15-16
表 15.2.2	鉛直土留壁の安定性	15-18
表 15.2.3	PVD 地盤改良により原地盤粘性土に期待される増加強度	15-18
表 15.2.4	岸壁背後 50m 区域における ALiCC 工法の適用方法	15-19
表 15.2.5	提案されたコンテナバース構造	15-20
表 15.2.6	METI 2010 調査による岸壁構造概要	15-21
表 15.2.7	栈橋直背後の土留め壁代替案	15-21
表 15.2.8	METI 2010 調査で提案されたバース岸壁の概要	15-24
表 15.2.9	バースバース背面土留め壁の代替案	15-25
表 15.2.10	防弦材の選定	15-29
表 15.2.11	日本 ODA 借款プロジェクトに関する他の主要な施設の設計	15-31
表 16.2.1	用地取得費	16-8
表 16.2.2	調査団提案と承認済み F/S における事業規模の比較	16-12
表 16.2.3	年別の支出予定	16-13

表 16.2.4	事業費要約	16-14
表 16.2.5	事業費詳細	16-15
表 16.2.6	コスト比較表 (参考)	16-16
表 17.1.1	プロジェクト実施工程	17-1
表 17.1.2	施工工程 (案) - オプション 1	17-3
表 17.1.3	施工工程 (案) - オプション 2	17-4
表 17.2.1	MPMU II の専門家人員	17-8
表 17.2.2	SPC の必要職員 (ターミナル操業開始前および開始後)	17-13
表 17.3.1	円借款 対象別・年別支出予定	17-15
表 17.3.2	年別予算手当て必要額	17-15
表 17.4.1	各主要工事のサブ工種	17-17
表 17.4.2	各主要工事の建設費	17-17
表 18.1.1	加重平均資本コスト	18-1
表 18.1.2	港湾サービス料 (国際)	18-3
表 18.1.3	港湾サービス料 (国内)	18-3
表 18.1.4	入港船舶サイズ予想 (900,000TEU 取扱時)	18-4
表 18.1.5	キャッシュフロー (公的投資、ベースケース)	18-4
表 18.1.6	感度分析結果 (公共投資部分)	18-5
表 18.1.7	投資コスト (民間投資部分)	18-5
表 18.1.8	コンテナ取扱量予測 (中間成長ケース、ラクフェン港/第1、第2バース)	18-6
表 18.1.9	感度分析結果 (民間投資部分)	18-7
表 18.1.10	損益表 (民間投資部分 ベースケース)	18-8
表 18.1.11	キャッシュフロー表 (民間投資部分 ベースケース)	18-9
表 18.2.1	アクセス道路・橋梁の代替案 (2015 年以降)	18-13
表 18.2.2	プロジェクト費用の構成	18-14
表 18.2.3	アクセス橋梁・道路を含む中期港湾開発プロジェクト経済価格(2020 年)	18-14
表 18.2.4	香港でのリレー費用	18-17
表 18.2.5	With ケースと Without ケースの輸送距離の相違	18-18
表 18.2.6	コンテナ船型別の輸送コスト	18-18
表 18.2.7	中期港湾開発プロジェクト (2020 年) の EIRR の感度分析 (5 コンテナターミナル、3 多目的ターミナル)	18-20
表 18.2.8	短期開発プロジェクト (2 コンテナターミナル) コストの構成	18-20
表 18.2.9	短期開発プロジェクトの EIRR の感度分析 (2 コンテナターミナル)	18-21
表 18.2.10	中期港湾開発 (2020 年) の EIRR の感度分析 (港湾建設プロジェクト単独の場合)	18-21
表 18.2.11	短期開発プロジェクトの EIRR の感度分析 (公共インフラ建設費 40%負担の場合)	18-21
表 19.4.1	効果測定指標	19-3
表 20.3.1	LCP の民営化ターミナル	20-11

表 20.3.2	天津港における外資との JV コンテナターミナル	20-12
表 20.3.3	MPA と PSA の機能分担	20-13
表 20.5.1	ベトナムの JV コンテナターミナル	20-20
表 22.2.1	想定される影響の概要とその緩和策概要	22-5
表 22.2.2	想定される収容費用	22-6
表 23.1.1	ハイフォン港における風況	23-1
表 23.1.2	潮位	23-2
表 23.1.3	防砂堤天端高さ	23-2
表 23.1.4	波向別波高出現頻度表 (Hon Dau)	23-2
表 23.1.5	霧の発生日数 (1984 - 2004)	23-3
表 23.2.1	ハイフォン港の入港船実績 (2006)	23-3
表 23.2.2	ハイフォン港の 2006 年 8 月における入港船実績	23-4
表 23.2.3	ハイフォン港の 2006 年 8 月 2 日における入港船実績	23-4
表 23.2.4	ハイフォン港の 2006 年 8 月 2 日における入港船実績	23-5
表 23.3.1	パイロットの区分	23-8
表 23.3.2	The Number of the Tug boats in Hai Phong	23-8
表 23.3.3	タグボートアシストの規定	23-8
表 23.3.4	想定対象船舶 (本船)	23-9
表 23.3.5	風圧力の算定	23-9
表 23.3.6	3,200HP 級タグボートの推定支援力	23-9
表 23.4.1	航路標識間隔の試算結果	23-14
表 23.4.2	航路標識の仕様案	23-14
表 23.4.3	航路標識新規設置費用 (概算)	23-15
表 23.4.4	既設航路標識移設費用 (概算)	23-16
表 23.4.5	航路標識の新規設置及び移設費用合計 (概算)	23-16
表 23.4.6	防砂堤上の標識灯仕様案	23-18
表 23.4.7	標識灯設置費用 (概算)	23-19
表 23.4.8	パイロット支援装置	23-20
表 23.4.9	パイロット支援装置導入費用	23-20

#### 第 4 編: 結論と提言

表 24.12.1	各工事の見積り工事費	24-5
表 24.14.1	感度分析結果	24-7
表 24.14.2	中期開発プロジェクトの EIRR の感度分析 (2020) (コンテナ 5 バース及び多目的 3 バース)	24-8
表 24.14.3	短期開発プロジェクトの EIRR の感度分析 (コンテナバース 2 バース)	24-8
表 24.18.1	実行指針	24-10
表 24.19.1	SAPROF 調査団が提案する港湾開発計画とその変更に対する環境影響	24-11

## 略語一覧表

A	AASHTO	米国全州道路交通運輸行政官協会
	ACL	American Container Line, Inc. (船会社)
	AIDS	後天性免疫不全症候群
	AIS	船舶自動識別装置
	APL	American President Lines (船会社)
	ADCP	ドップラー効果を利用した多層流向流速計
	ADB	アジア開発銀行
	ASEAN	東南アジア諸国連合
B	B/C	費用便益比
	BKK	バンコク
	BLT	民間事業者が建設した施設を、行政に一定期間リースし、あらかじめ定められたリース料で事業コストを回収した後、行政に施設の所有権を移管する方式
	BOD	生物学的酸素要求量
	BOO	民間事業者が施設等を建設し、維持・管理及び運営し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の事業方式
	BOR	バース占有率
	BOT	民間事業者が施設等を建設し、維持・管理及び運営し、事業終了後に公共施設等の管理者等に施設所有権を移転する事業方式
	BRICs	ブラジル・ロシア・インドおよび中国 {ちゅうごく}
	BS	英国工業規格
	BT	民間事業者が建設して所有権を移転する方式
	BTO	民間事業者が施設等を建設し、施設完成直後に公共施設等の管理者等に所有権を移転し、民間事業者が維持・管理及び運営を行う事業方式
C	CBR	路床・路盤の支持力を表す指数
	CBTA	越境交通協定
	CD	海図基準面
	CDL	海図基準面
	CDM	セメント深層混合処理
	CFS	輸出入する貨物がコンテナ1本に満たない貨物の荷捌きをする施設
	CHE	荷役機械
	CIF	運賃保険料込み条件
	CIQ	税関、出入国管理、検疫
	CKYH	Coscon, "K"LINE, Yang Ming, Hanjin Shipping (船社グループ)
	CNC	CNC Lines (船会社)

	COSCO	China Ocean Shipping Company (船会社)
	COSCON	COSCO Container Lines Co., Ltd (船会社)
	CSD	ポンプ式浚渫船
	CTP	中国／太平洋横断サービス
	CY	コンテナヤード
D	DAP	Diammonia Phosphate Fertilizer (企業名)
	DO	溶存酸素
	DSCR	借入金償還余裕率
	DVIZ	ディンブー工業団地
	DWT	載貨重量トン数
E	ECD	空コンテナ蔵置場所
	ECDIS	電子海図表示システム
	EHS	環境、健康、安全
	EIA	環境影響評価
	EIR	機器検査報告書
	EIRR	経済的内部収益率
	EMP	環境管理計画
F	FC	フルコンテナ船
	FDI	海外直接投資
	FEU	40 フィート換算
	FIRR	財務的内部収益率
	FOB	本船渡し条件
	F/S	事業可能性調査
	FTA	自由貿易協定
G	GL	地表面
	GOJ	日本国政府
	GOV	ベトナム社会主義共和国政府
	GDP	国内総生産
	GMS	大メコン川流域地域
	GPS	衛星利用測位システム
	GSO	統計局
	GT	総トン数
H	HAPACO	Hai Phong Industrial Zone Joint Stock Company (企業名)
	HCM	ホーチミン
	HECO	Highway Engineering Consultants (企業名)

	HHWL	既往最高潮位
	HIV	ヒト免疫不全ウイルス
	HK	香港
	HP	ハイフォン
	HPH	Hutchison Port Holdings (ターミナルオペレータ)
	HWL	朔望平均満潮位
	HYMENET	水理・気象ネットワーク及び環境センター
I	ICB	インターロッキングコンクリートブロック
	IDC	建中金利
	IMF	国際通貨基金
	IMO	国際海事機関
	IP	工業団地
	IZ	工業団地
	IRR	内部投資収益率
	ISL	海運に係る国際的な動勢の統計を取ったり分析を行っている組織
	IT	情報技術
J	JBIC	国際協力銀行
	JBSI	(株) 日本構造橋梁研究所
	JCC	合同調整会議
	JETRO	日本貿易振興機構
	JICA	国際協力機構
	JIS	日本工業規格
	JIT	必要なものを必要な時に
	JOPCA	国際港湾交流協力会
	JPY	日本円
	JV	共同事業
L	LC	レムチャバン
	LCP	レムチャバン港
	LCL	小口混載貨物
	LED	発光ダイオード
	LIBOR	ロンドン銀行間出し手金利
	LLWL	既往最低潮位
	Loa	船の全長
	LWL	朔望平均干潮位
M	MARPOL	1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する1978年の議定書

	MLWL	平均干潮面
	MOM	議事録
	MONRE	環境省
	MOT	運輸省
	MOU	覚書
	MP	多目的船
	MPA	シンガポール海事港湾庁
	MPI	計画投資省
	MPMU	海事プロジェクトマネージメントユニット
	MSC	Mediterranean Shipping Company S.A. (船会社)
	MSC No.1	VINAMARINE 傘下の海事保安会社
	MSL	平均水面
	MWL	平均水位
N	N.A.	該当なし
	NCPFP	人口家族計画国家委員会
	NK	日本工営 (株)
	NPV	正味現在価値
O	ODA	政府開発援助
	OOCL	Orient Overseas Container Line (船会社)
P	PAB	事業の被影響漁民
	PAH	事業の被影響世帯
	PAP	事業の被影響者
	PAT	タイ港湾局
	PC	プレストレストコンクリート
	PC	人民委員会
	PCU	乗用車換算単位
	PDA	(杭の支持力を測定する) 衝撃載荷試験システム
	PHC	プレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリート杭
	PIANC	国際航路会議
	PIL	Pacific International Lines (Pte) Ltd. (船会社)
	PM	首相
	PMB	港湾管理者
	PMU	港湾管理ユニット
	POC	港湾運営会社
	PPP	官民連携手法
	PRC	中華人民共和国
	PSA	シンガポール港運営株式会社

	PTI	冷凍機試運転料金（冷凍コンテナ・冷蔵コンテナ）
	PVD	プラスチックボード垂直排水
Q	QGC	ガントリークレーン
R	RAP	住民移転行動計画
	RC	鉄筋コンクリート
	RCL	Regional Container Lines（船会社）
	RO	民間事業者が自ら資金を調達し、既存の施設を改修・補修し、管理・運営を行う方式。
	ROE	株主資本利益率
	RORO	RORO 船
	ROT	民間事業者が自ら資金を調達、既存の施設を改修・補修し一定期間管理・運営、資金回収後に公共側に施設を譲渡する方式
	RTG	タイヤ式門型トランスファクレーン
S	SAPROF	案件形成促進調査
	SC	スロットチャーター
	SCF	標準変換係数
	SDVDC	South Dinh Vu Development Joint Stock Company（企業名）
	SITC	SITC Container Lines Co., Ltd（船会社）
	SP	シンガポール
	SPC	特別目的会社
	SPP	鋼管杭
	SPT	標準貫入試験
	SSPP	鋼管矢板
	STEP	本邦技術活用条件
T	TCVN	ベトナム基準 (Tiêu Chuẩn Việt Nam)
	TCXDVN	ベトナム建設基準 (Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam)
	TDSI	ベトナム交通開発戦略研究所
	TEDI	運輸技術設計会社
	TEDIPORT	Port & Waterway Engineering Consultant Joint Stock Company（企業名）
	TEU	20 フィート換算
	TNWA	ザ・ニューワールドアライアンス(APL、商船三井及び現代商船)
	TSHD	トレーラーサクシオン式浚渫船
	TSS	全浮遊物質
U	UKC	余裕水深
	UNCTAD	国連貿易開発会議



	UNESCO	国連教育科学文化機関
	USA	アメリカ合衆国
	UXO	不発弾
V	VAT	付加価値税
	VHF	超短波
	VIDIFI	インフラ開発・財政投資会社
	VINALINES	ベトナム海運総公社
	VINAMARINE	ベトナム海運総局
	VINASHIN	ベトナム造船総公社
	VITRANSS	持続可能な総合運輸交通開発戦略策定調査
	VMS	ベトナム海上保安庁
	VND	ベトナムドン
	VNHC	ベトナム国家海洋センター
	VPA	ベトナム港湾協会
	VTs	船舶通航サービス
W	WACC	資本加重平均コスト
	WB	世界銀行
	WTO	世界貿易機関

## 要 旨

### 1. 調査の背景・目的

ベトナム国北部では、海上輸送貨物量が2010年には5,600万トン、2020年には1億1,000万～3,000万トンに達すると予測されている。この貨物をハイフォン港・カイラン港両港（合計最大取扱容量7,500万トン）のみで取扱うことは困難であり、ベトナム国北部港湾の貨物取扱容量を増加させることが急務となっている。

### 2. 需要予測及び港湾開発規模

北部ベトナムのコンテナ貨物量は2015年時点で359万TEU、2020年で508万TEUと予測され、雑貨とバラ荷貨物量は2015年時点で1,120万トン、2020年で1,290万トンと予測された。これらの貨物はハイフォン港とカイラン港及びラクフェン港で分担されなければならない。結果として、ラクフェン港のコンテナ量と雑貨・バラ荷貨物量は2020年にはそれぞれ223万TEU及び238万トンになると見積もられた。

2020年のラクフェン港のこれら貨物を取り扱うためには、満載50,000DWT船及び部分載荷100,000DWT船を対象とするコンテナバース5バース（延長375m×5、水深-14mCDL）及び満載50,000DWT船を対象とする多目的バース3バース（延長250m×3、水深-13mCDL）を建設する必要がある。

### 3. 2015年までに開発するコンテナバース No.1 及び No.2

2020年を目標年次とするラクフェン港の中期開発計画の枠組みの中で、最初の2つのコンテナバースが2007年4月11日の首相決定及び2008年12月22日の運輸大臣決定によりビナラインをプロジェクト所有者として実施することが決定されている。従って、2015年を目標年次とするこの初期開発計画は最初のコンテナバース2バースの開発と関連港湾インフラ開発のために作成された。

コンテナバース開発の範囲と規模はサブプロフ調査で見直しを行い、オリジナル計画に対し下記のような修正を提案した：

- (1) 対象船型は満載30,000DWT船及び部分載荷50,000DWT船に代わり満載50,000DWT船及び部分載荷10,000DWT船とする。
- (2) 上記船型変更に伴い、バースNo.1及びNo.2の延長を600mから750mに修正する。
- (3) ターミナルヤードの面積を36haから45haに拡張する。
- (4) 岸壁クレーンは100,000DWTコンテナ船に対応して大型のものにする。
- (5) 内航海運のためにバージバースをターミナルの北東部分に建設する。
- (6) ターミナル用地の埋立及び地盤改良工事はビナラインに代わり公共セクターが実施する。

## 4. 2015年までに開発するコンテナバース No.1 及び No.2 に必要な事業費

事業費のまとめを表 4.2 に、事業費の詳細を表 4.1 に、年別支出予定を表 4.3 にそれぞれ示す。

表 4.1 事業費詳細

No.	項目	単位	数量	内貨ポジション(ドン)		外貨ポジション(円)		備考
				単価	合計	単価	合計	
<b>I 建設工事費</b>								
<b>A パッケージ1(浚渫)</b>					<b>2,093,062,015,200</b>		<b>16,473,438,600</b>	官側
<b>0 仮設工</b>					<b>34,851,216,000</b>		<b>0</b>	官側
	a 仮設ヤード	m2	8,000.0	4,356,402	34,851,216,000	0	0	
<b>1 浚渫</b>					<b>2,058,210,799,200</b>		<b>16,473,438,600</b>	官側
	a 航路浚渫	m3	32,300,860.0	159,300	2,058,210,799,200	850	16,473,438,600	ベトナム40:日本60
	b 棧橋下斜面浚渫	m3	567,514.0	N.A.	0	0	0	民間側
	c 泊地浚渫	m3	54,553.0	N.A.	0	0	0	民間側
	d 航路・泊地間浚渫	m3	98,142.0	N.A.	0	0	0	民間側
<b>B パッケージ2(CT, 港湾防護施設他)</b>					<b>4,689,474,307,639</b>		<b>5,554,726,722</b>	官側
<b>0 仮設工</b>					<b>139,404,864,000</b>		<b>0</b>	官側
	a 仮設ヤード	m2	32,000.0	4,356,402	139,404,864,000	0	0	
<b>1 コンテナターミナル</b>					<b>79,073,459,100</b>		<b>2,350,001,970</b>	官側
	a コンテナバース	一式	1.0	N.A.	0	0	0	民間側
	b 土留壁	m	750.0	103,054,818	77,291,113,500	3,027,009	2,270,256,750	
	c バージバース土留壁	m	180.0	9,901,920	1,782,345,600	443,029	79,745,220	
<b>2 埋立</b>					<b>600,087,179,286</b>		<b>0</b>	官側
	a ターミナル及び港湾道路区域	m3	2,955,483.0	203,042	600,087,179,286	0	0	
<b>3 港湾母語施設</b>					<b>2,473,677,207,710</b>		<b>0</b>	官側
	a 内側護岸	m	750.0	40,162,324	30,121,743,000	0	0	
	b 外部護岸-A	m	720.0	193,692,006	139,458,244,320	0	0	
	c 外部護岸-B	m	2,510.0	198,346,558	497,849,860,580	0	0	
	d 防砂堤-1	m	3,110.0	119,133,461	370,505,063,710	0	0	
	e 防砂堤-2	m	3,290.0	307,135,810	1,010,476,814,900	0	0	
	f 防砂堤-3	m	1,200.0	354,387,901	425,265,481,200	0	0	
<b>4 地盤改良</b>					<b>1,004,710,309,560</b>		<b>2,100,315,625</b>	官側
	a ターミナル区域	m2	366,625.0	1,261,246	462,404,314,750	4,665	1,710,305,625	
	b バージバース区域	m2	5,000.0	3,373,909	16,869,545,000	78,002	390,010,000	
	c 内側護岸区域	m2	4,550.0	2,324,418	10,576,101,900	0	0	
	d 外部護岸A区域	m2	13,104.0	2,094,872	27,451,202,688	0	0	
	e 外部護岸B区域	m2	52,459.0	5,019,258	263,305,255,422	0	0	
	f 港湾道路区域	m2	192,900.0	1,161,762	224,103,889,800	0	0	
<b>5 港湾道路</b>					<b>62,027,985,000</b>		<b>0</b>	官側
	a 港湾道路	m	1,000.0	62,027,985	62,027,985,000	0	0	
<b>6 公共関連施設</b>					<b>328,503,425,659</b>		<b>472,238,250</b>	官側
	a 埋立	m3	344,131.0	203,042	69,873,046,502	0	0	
	b 浚渫	m3	103,897.0	223,127	23,182,225,919	0	0	
	c 岸壁	m	375.0	237,948,361	89,230,635,375	1,259,302	472,238,250	
	d 舗装	m2	40,300.0	1,071,745	43,191,323,500	0	0	
	e 建築	一式	1.0	59,935,258,841	59,935,258,841	0	0	
	f ユーティリティ	一式	1.0	28,349,124,722	28,349,124,722	0	0	
	g 地盤改良	m2	23,600.0	624,653	14,741,810,800	0	0	
<b>7 航行援助施設</b>					<b>1,989,877,324</b>		<b>632,170,877</b>	官側
	a 航路標識新設	基	20.0	74,547,220	1,490,944,400	28,323,068	566,461,360	
	b 航路標識移設	基	3.0	97,456,616	292,369,848	0	0	
	c 標識灯	基	4.0	51,640,769	206,563,076	4,531,691	18,126,764	
	d バイロット支援施設	一式	1.0	0	0	47,582,753	47,582,753	
<b>建設工事費 小計</b>					<b>6,782,536,322,839</b>		<b>22,028,165,322</b>	
<b>II 物価上昇</b>					<b>2,742,219,111,537</b>		<b>2,437,148,434</b>	官側
<b>III 予備費(5%)</b>					<b>476,237,771,719</b>		<b>1,223,265,688</b>	官側
<b>IV コンサルタントサービス</b>					<b>58,071,069,646</b>		<b>645,546,327</b>	官側
<b>V 用地取得費</b>					<b>7,481,807,000</b>		<b>0</b>	ベトナム側
<b>VI 事業管理費</b>					<b>503,327,304,137</b>		<b>0</b>	ベトナム側
<b>VII 付加価値税</b>					<b>1,504,658,809,587</b>		<b>0</b>	ベトナム側
<b>VIII 輸入税</b>					<b>486,526,125,823</b>		<b>0</b>	ベトナム側
<b>IX 建中金利</b>					<b>0</b>		<b>477,285,786</b>	官側
<b>X コミットメントチャージ</b>					<b>0</b>		<b>320,230,622</b>	官側
<b>総事業費</b>					<b>12,561,058,322,289</b>		<b>27,131,642,178</b>	
	(In VND)				17,699,626,916,589			
	(In JPY)						93,454,030,120	

表 4.2 Summary of the Project Cost

項目	外貨ポーション (百万円)			内貨ポーション (100万ドン)			合計 (百万円)		
	計	ODA	ベトナム側	計	ODA	ベトナム側	計	ODA	ベトナム側
パッケージ 1	16,473	16,473	0	2,093,062	2,093,062	0	27,525	27,525	0
パッケージ 2	5,555	5,555	0	4,689,474	4,689,474	0	30,315	30,315	0
物価上昇	2,437	2,437	0	2,742,219	2,742,219	0	16,916	16,916	0
予備費 (5%)	1,223	1,223	0	476,238	476,238	0	3,738	3,738	0
コンサルタントサービス	646	646	0	58,071	58,071	0	952	952	0
用地取得費	0	0	0	7,482	0	7,482	40	0	40
事業管理費	0	0	0	503,327	0	503,327	2,658	0	2,658
付加価値税	0	0	0	1,504,659	0	1,504,659	7,945	0	7,945
輸入税	0	0	0	486,526	0	486,526	2,569	0	2,569
建中金利	477	477	0	0	0	0	477	477	0
コミットメントチャージ	320	320	0	0	0	0	320	320	0
<b>合計</b>	<b>27,132</b>	<b>27,132</b>	<b>0</b>	<b>12,561,058</b>	<b>10,059,064</b>	<b>2,501,994</b>	<b>93,454</b>	<b>80,244</b>	<b>13,211</b>

出典：JICA 調査団

表 4.3 年別支出予定

年	合計 (百万円)	ODA資金 (百万円)	ベトナム政府資金 (百万円)
2010	80	80	0
2011	80	80	0
2012	11,948	10,254	1,694
2013	37,339	31,998	5,341
2014	30,408	26,070	4,338
2015	13,348	11,521	1,827
2016	202	197	5
2017	47	43	5
<b>合計</b>	<b>93,454</b>	<b>80,244</b>	<b>13,211</b>

出典：JICA 調査団

## 5. 航路

オリジナル計画では、船舶航路は一方通行制で幅 130m、水深 - 10.3mCDL、斜面勾配 1 : 10 であったがサプロフ調査では次のような修正を提案した：

### 5.1 諸元

- 航路幅はPIANC 指針により 100,000DWT 船に対応するように防砂堤で防護されている部分は 160m、防砂堤で防護されていない部分は 210m とする。
- 航路の水深はアジア - 北米（太平洋横断）国際幹線航路に就航する 50,000DWT（4,000TEU）以上のコンテナ船がラクフェン港へ直接寄港する可能性が高いことから初期開発段階から - 14mCDL とする。国際ゲートウェイ港はいかなる潮位でもそのような母船を受け入れられなければならない。

### 5.2 新航行援助設備

- ラクフェン港路は初期開発段階では一方通行で 100,000DWT コンテナ船にとっては最小幅で開発される。従って、航路標識は既存の浮標タイプから浮標より動きが少なく正確な位置を表示できるスパー（柱状）ブイに取り替える。
- 漁船のような小型船が防砂堤の周辺を航行するが防砂堤は高潮時には水面下になり漁民には見えなくなる。従って、漁民に対し障害物の存在を示すために灯光標識を設置する。
- 自船の位置をリアルタイムで表示できるパイロット支援システムをパイロット事務所に備える。

### 5.3 航路埋没対策

- a) 防砂堤を海底標高 - 5.0mCDL まで、延長 7,600m を建設する。

## 6. 公共関連施設

港湾局、税関、出入国管理、検疫そして港湾労働者の休憩娯楽用建物や作業船の係留施設のような公共関連施設はこのプロジェクトのスコープに含まれていなかった。しかし、サブプロフ調査はこれらの公共関連施設はプロジェクトのスコープに含まれるべきであると提案する。

公共関連施設の規模は次のように提案する。① 用地埋立：344,000m<sup>3</sup>、② バース前面浚渫：104,000 m<sup>3</sup>、③ サービスボートバース：375m 長 × 30m 幅 × - 4.0m 深、④ 舗装：121,000m<sup>2</sup>、⑤ 建物：4,600m<sup>2</sup>、⑥ ユーティリティその他：一式。

## 7. 実施スケジュール

ベトナム政府は、コンテナバース No.1 と No.2 の建設を 2014 年までに完成し 2015 年初頭からの操業開始を望んでいる。しかしながら、標準的な手続きと円ローン合意の手順を考慮すると、建設工事は 2012 年の半ばに着手できると予想される。建設工事期間は 41 ヶ月必要なので港湾運営は 2015 年 7 月に開始できるのが最短だと思われる。ただし、もしバースの運営開始が 1 バース毎に異なっても良ければ、最初のバースは 2015 年 4 月に、また第 2 バースは 2015 年 9 月に運営開始できる。

上記の実施スケジュールは全ての調達手続きが遅滞無く行われることを前提にしていることに留意する必要がある。

## 8. 契約パッケージ

各主要工事に要求される技術能力、工事間の境界領域、各工事の財務的規模、工事の円滑で迅速な遂行等を考慮して、ODA プロジェクトの港湾部門の契約パッケージは次のように 2 パッケージに分けることを提案する：

- パッケージ 1：航行航路の浚渫
- パッケージ 2：コンテナターミナル及び港湾防御施設、公共関連施設の建設

上記の建設 2 パッケージに加え、この両工事の施工監理のためのコンサルタント業務をパッケージ 3 とする。

- パッケージ 3：施工監理コンサルタント業務

## 9. 経済財務分析

### 9.1 財務分析

財務分析は、公的投資部分が財務的に妥当であるか、及び民間投資部分が財務的に許容される内容であるか、の 2 点を確認することを目的としている。本事業は、PPP（官民連携）案件として形成されていることから官民双方の要求に沿う財務内容であることが必要である。

公共投資部分については、長期的妥当性の判断として加重平均資本コスト（以下 WACC と称する）を上回る収益となることが望ましい。本事業は、85.9%を円借款（STEP 条件）で、14.1%をベトナム政府予算で賄われる。ベトナム政府予算は資本の機会費用（15%）に見合う収益が求められ、WACC は 0.32%と計算される。

公的投資部分の財務的内部収益率（以下 FIRR と称する）は、中間成長ケースで 1.24%であり WACC を上回る。よって公共投資部分は財務的に妥当であると考えられる。

感度分析によれば、投資コストの変動が FIRR に大きく影響することが判る。よって、投資コストの管理には、十分な留意が必要である。

民間投資部分については、民間からの出資金に対する収益率（以下 ROE と称する）が少なくとも投資の機会費用を超えることが求められる。投資費用は 15%と想定される。同時に民間銀行からの融資返済のために、事業自体が十分な返済財源を確保することが求められる。毎年の債務返済カヴァー率（以下 DSCR と称する）は平均で、1.5 以上であることが望ましい。

民間投資部分の ROE は、中間成長ケースで 16.2%であり、投資の機会費用を上回っている。DSCR の平均値も 1.68 と 1.5 以上となっている。よって民間投資部分についても財務的に許容される内容であると考えられる。

感度分析では、コンテナ手数料の変動が ROE に大きく影響するとともに公的投資の FIRR にも影響することが判る。よってコンテナ手数料の構成とともにバース運営による利益配分のための方法についても留意が必要である。

表 9.1 FIRR、ROE、DSCR、感度分析の概要

ケース		ROE	DSCR	Public FIRR
コンテナ取扱量	高成長ケース	18.2%	1.68	1.33%
	中間成長ケース (ベースケース)	16.2%	1.68	1.24%
	Low Growth Case	14.0%	1.66*	1.11%
投資コスト (公共部門)	ベースケース +10 %	16.2%	1.68	0.74%
	ベースケース +5%	16.2%	1.68	0.98%
	ベースケース	16.2%	1.68	1.24%
投資コスト (民間部門)	ベースケース +10 %	13.3%	1.53	1.21%
	ベースケース +5%	14.7%	1.60	1.23%
	ベースケース	16.2%	1.68	1.24%
コンテナ取扱手数料	85\$	12.8%	1.44*	0.17%
	95 \$ (40 feet 実入り) (ベースケース)	16.2%	1.68	1.24%
	105\$	19.5%	1.93	2.15%

\*: 元本返済初年のみ1.0を下回る

## 9.2 経済分析

### 1) EIRR 計算結果

ラクフェン港開発事業（アクセス道路・橋梁含む）のベースケース EIRR は、23.9%と計算され、ベトナムのプロジェクトの機会費用の評価基準の12%を超えた。

従って、国民経済的に妥当なプロジェクトと判断できる。

### 2) 感度分析

与条件に変化が生じた場合のプロジェクトの妥当性評価のため、以下の感度分析を実施した。

- プロジェクト費用：10%増と20%増
- プロジェクト便益：10%減と20%減

感度分析の結果、コスト20%増及び便益20%減を仮定した場合でも、EIRRは12%以上となり、国民経済的な便益は大きく、プロジェクト実施の経済的妥当性は十分であると判断できる（表9.2参照）。

表 9.2 中期港湾開発プロジェクト（2020年）のEIRRの感度分析  
（5コンテナターミナル、3多目的ターミナル）

		便益		
		ベースケース	10%減	20%減
プロジェクト 費用	ベースケース	23.9%	21.9%	19.7%
	10%増	21.9%	20.1%	18.1%
	20%増	19.7%	18.6%	16.6%

### 3) 短期開発プロジェクトのEIRR（2コンテナターミナル）

参考までに、短期開発プロジェクト（2コンテナターミナル）に対してもEIRRを算定した。

便益のコンセプトであるWithケースとWithoutケースは、中期開発プロジェクトの経済分析で用いた条件と同じとする。コンテナターミナル2バースの貨物取扱容量は、年間89万TEUとする。経済分析を算定する期間（プロジェクトライフ）は、短期開発プロジェクトの完成後30年間（2015年～2046年）とする。

短期開発プロジェクト（2コンテナターミナル）のEIRRの結果も14.3%と算定された（表9.3参照）。従って、短期開発プロジェクト及び中期開発プロジェクト双方ともに国民経済的に妥当なプロジェクトと判断できる。



表 9.3 短期開発プロジェクトの EIRR の感度分析  
(2 コンテナターミナル)

		便益		
		ベースケース	10%減	20%減
プロジェクト 費用	ベースケース	14.3%	12.8%	11.1%
	10%増	12.8%	11.4%	9.9%
	20%増	11.1%	10.3%	8.8%

## 10. 港湾管理ユニット (PMU)

ラクフェン港の継続的発展に欠かせない港湾監理能力の改善と強化が強く助言される。現在の管理の枠組みの中で港湾管理システムの効率欠如に関連して、かつ、ラクフェン港の大きな発展機会を見据えて、港湾運営に対する幅広い責任と義務を持った港湾管理ユニット (PMU) をビナマリン主導の下で設立することを提言する。

## 11. 詳細設計段階

詳細設計の通常の業務内容に加え次の事項が調査検討されるように提案する。

### 11.1 浚渫土の土捨場

現時点では浚渫土の土捨場は南ディンブー地区に計画されている。それはこの地区が環境影響評価(EIA)報告書でハイフォン人民委員会によって承認された土捨場のうちで最も近いからである。しかしながら、この土捨場は費用のかかる仮設堤防の建設が必要であり、埋立に不適格な浚渫土であるため工業団地として利用するには事前に多額の費用をかけて地盤改良しなければならない。

南ディンブーに比べ、長期的には有益性及び経済性の観点から「自然生息地修復」のためのラクフェン港の将来拡張予定地や「海洋投棄」のためのラクフェン沖合がより良い候補地の可能性が高い。もし、そのような方策が新港湾の建設と初期運営にとって技術的かつ経済的に可能であれば、そのような代案に対し環境影響評価(EIA)を行い、浚渫業者選定の入札の前までに各建設、運営段階に対し EIA 関係機関の承認を得ることを提言する。

### 11.2 操船シミュレーション

このラクフェン港路は片側通行で、防砂堤で防護されている区間は幅 160m、防砂堤で防護されていない区間は幅 210m、延長約 18km である。部分載荷の 100,000 載荷重量トンコンテナ船にとってこの航路の航行は海象条件や気象条件が悪い時は容易ではない。自然条件の限界や適切なタグボート補助を知るために、操船シミュレーションを詳細設計期間中に実施することを提案する。

## 12. 建設段階

### 12.1 維持浚渫計画

信頼できる維持浚渫計画を策定するために、実際の堆積現象と海象条件の検査測量を浚渫工事期間中に3ヶ月毎に実施し数値堆積解析をコンサルタントが行うように提案する。

## 13. 運営段階

### 13.1 運営及び効率指標

ODA プロジェクトで建設された施設が効率的に利用されているかどうかを評価するために、次の運営と効率指標をラクフェン港開港から2年後の2017年初頭に評価しなければならない。

表 13.1 実行指針

	運用効果指標	目標値
1	バース占有率	30%
2	コンテナ留置時間	6 日
3	コンテナ取扱量	2016 年：500,000TEU 2020 年：750,000TEU
4	No.1 及び No.2 バースに接岸する最大船型	50,000DWT 以上

## 14. 自然及び社会環境配慮

### 14.1 自然環境

#### 1) 環境状況ベースライン調査

カットバ国立公園の近くであることに配慮してプロジェクトサイトとその周辺で実施された環境ベースライン調査は環境アセスメント報告書（2008）の承認を目的とする最低限の要求としては適当であった。にもかかわらずこの調査の重要な限界は、この調査が（2006年5月に）たった一度だけしか行われておらず、季節変動を十分に代表するものとは見なせないことである。従って、詳細設計期間中に代表的な雨季と乾季の状態を適切に説明できるように最低でも2回のサンプリングによる生態系調査を実施してプロジェクト建設段階及びそれに続くオペレーション段階の環境モニタリングの結果との将来の比較評価に資するように環境条件ベースラインを明確に規定することを提案する。

#### 2) プロジェクトの建設段階の留意事項

建設コントラクターは建設工事実施に関連する事項に対し総合的に十分注意して、特に「安全第一」の概念を厳格に守ってEHS（環境、健康、安全）を完全に行わなければならない。コントラクターは港湾工事のために必要な砂や土、石などの自然資源は法的に認められた業者から購入しなければならない。さらに、コントラクターは建設サイトと周辺の陸上地区の大気環境（カットハイ島）と海岸環境（ラクフェン航路）の定期的周期的環境モニタリングを実施するために独立した有能な機関を使わなければならない。

#### 3) プロジェクトのオペレーション段階の留意事項

港湾は通常の港湾運営から発生する廃物と船舶が廃棄する廃物全てを適切に管理するために廃物の集積、処理、廃棄施設を備えなければならない。さらに、事故や火災、油漏れのような潜在的緊急事態に効率的に、連絡すれば直ぐに活動できるような緊急監視システムを備えねばならない。港湾運営機関は港湾地区の河口海岸水域と港湾の対岸に位置するカットバ島の西海岸地帯を含むラクフェン航路付近に重点を置いた定期的周期的な環境モニタリングを行う義務がある。

## 14.2 社会環境

### 1) プロジェクトの準備段階の留意事項

準備段階においては、土地収用と沿岸漁業者に対する配慮の2点が主要課題と想定される。本プロジェクトにより影響を受ける地域の内、私的財産及び経済活動が行われている土地（墓地、養殖池、更地）の収用に対しては、適切な補償を検討する必要がある。JBIC ガイドライン/世界銀行ガイドラインとベ国土地法の補償範囲には開きがある事が指摘されている為、現在同地区で世界銀行の援助によって運輸省が実施している「北部デルタ運輸開発プロジェクト」の再定住化政策を参照して補償措置を計画することが望ましい。

また、補償措置に関しては、将来的に影響を受ける可能性がある沿岸漁業者への配慮も必要であり、金銭的な補償ではなく、生活手段の回復支援や新しい雇用機会への参画に向けた職業訓練プログラム等を提供することが望まれる。

### 2) 建設段階の留意事項

労働者の安全保障の観点から、労働者への適切な訓練と安全作業のマネジメントが徹底される必要がある。事業実施責任者という立場から、MPMU II は建設請負業者が環境、健康、安全を考慮した訓練や各種措置を徹底している事を監督するメカニズムを取り入れていくことが求められる。

感染症対策については公衆衛生管理の訓練が施されるよう建設請負業者の監督をすると共に、同事業者と協力していくことが望まれる。

工事作業員等の急激な人口流入により引き起こる事が予想される同地域の急激な物価上昇の抑制対策が必要である。状況を的確に把握する為に物価及び地元住民の所得水準のモニタリングが行われることが望ましい。それらの結果はMPMU II 及び地域の関連機関で共有を行い必要に応じて適切な措置が検討されるべきである。

本提案事業では住民移転は想定されないため、事業により生計手段に影響のある被影響者への生計手段の回復支援策の状況把握が重要である。被影響者への生計手段回復支援はMPMU II の責任範囲ではないが、環境管理計画の一部として地域住民への影響を把握する項目が含まれている事が望ましい。

プロジェクト実施による、漁業事業者への想定外の影響を把握するため漁獲量や漁業者の収入等の定期的なモニタリングが推奨される。補償制度の見直しが必要になった場合は、MPMU II はプロジェクト実施責任者として追加対策が適切な措置となるように被影響者と支援実施機関との調整を図る事が望まれる。

### 3) 港湾運用段階における留意点

港湾の運用段階における社会環境配慮は、既に実施された補償措置のモニタリングを行うことが主要課題となる。その際、MPMU II は港湾開発事業の実施主体として港湾運用責任者であるビナラインや他の民間事業者と協力しながら、過去に導入された補償政策が適切に成果を上げているか確認を行い、必要があればフォローアップが続けられる事が期待される。

## 第1編

### 事業の必要性と背景の確認

## 1. 調査の背景・目的

### 1.1 調査の背景

ベトナム国北部では、海上輸送貨物量が2010年には5,600万トン、2020年には1億1,000万～3,000万トンに達すると予測されている。この貨物をハイフォン港・カイラン港両港（合計最大取扱容量7,500万トン）のみで取扱うことは困難であり、ベトナム国北部港湾の貨物取扱容量を増加させることが急務となっている。

このような状況下、ベトナム政府は運輸技術設計会社（TEDI）に命じてベトナム北部に位置するラクフェン港インフラ建設プロジェクトのフィージビリティ調査（F/S）を行った。この調査結果に基づき、ベトナム国運輸省は、F/Sで提案された拡張案を実施するため、わが国に対し円借款の要請を行った。この要請を受け、JICAは事業の必要性、妥当性等を検証するため、2009年7月中旬に準備調査（その1）を実施し、ベトナム国運輸省、ベトナム国営海運総公社（VINALINES）と協議、現地調査を行った。その結果、ラクフェン港コンテナターミナル整備事業にかかる事業実施計画に関する準備調査を実施することに合意した。本準備調査は、同計画に係る将来的な円借款供与を念頭に、ベトナム国運輸省が作成したF/Sの拡張案検討に係る不足情報を補完し、技術面及び財務面から同案の実施妥当性を検証するとともに自然環境配慮の観点から代替案の検討・提案を行うものである。

このプロジェクトは港湾建設とアクセスの道路・橋梁部分からなり両者の一体的開発が必要不可欠であるが両者の準備調査は個別のSAPROF調査団により行われており、そのうちこのレポートは港湾部分が対象である。従って、道路橋梁については最小限の範囲でしか検討・記述していないので詳しくは道路・橋梁SAPROF報告書を参照されたい。

### 1.2 調査の目的

ベトナム国運輸省、ベトナム国営海運総公社（VINALINES）が計画中のラクフェン港整備事業について、技術的及び経済的観点からそのフィージビリティを分析・評価するとともに、当該事業による環境社会面への影響についても配慮する。

### 1.3 調査対象地域

調査対象地域は、ベトナム国ハイフォン市及び周辺の関係地域である。調査対象地域を図1.3.1に示す。





## 1.4 調査スケジュール

調査は、インセプションレポートの内容に関して合意を得た後、速やかに開始するものとする。詳細の調査スケジュールを図 1.4.1 に示す。

年月	調査の内容	報告書
2009年10月 2009年10月	<b>国内事前準備</b> ★関連資料・情報の収集・分析 ★インセプションレポート及び質問票の作成	
2009年10月 2009年11月 2009年11月	<b>第1次現地調査</b> ★インセプションレポートの説明・協議 ★既存資料及び情報収集・分析 ★「ベ」国及び周辺諸国の社会経済状況と既存開発計画のレビュー ★「ベ」国及び周辺諸国における物流及び海上輸送の現状把握・分析 ★「ベ」国北部の港湾及びその周辺の港湾の現状把握及び各港の役割分担の整理 ★過去の「ベ」国北部の拡張事業やラクフェン港開発計画のレビュー ★「ベ」国北部地域及びラクフェン港の貨物需要予測（目標年次：2020年） ★ラクフェン港及びその周辺の自然条件の把握ならびに追加調査の実施 ★潮流・波浪シミュレーションとそれに基づく土砂堆積シミュレーションの検討 ★環境社会配慮の現状把握及び追加調査の実施	インセプション レポート
2009年11月 2010年1月	★需要予測を踏まえた中期開発計画の規模の検討 ★港湾施設レイアウトの検討 ★陸上交通との接続計画 ★概略設計、事業費の算定 ★環境社会配慮の検討	
2010年1月 2010年1月	<b>第1次国内作業</b> ★インテリムレポートの作成	
2010年2月 2010年3月 2010年4月	<b>第2次現地調査</b> ★インテリムレポートの説明・協議 ★適切な事業スコープの提案 ★設計条件の設定 ★港湾構造物、荷役機械及び関連施設の概略設計 ★施工計画の作成 ★概算事業費の算出 ★事業実施スケジュール策定 ★事業実施体制の提案 ★事業実施機関の財務状況の分析及び事業に関する財務計画の検討 ★調達パッケージの提案 ★コンテナターミナルの財務分析 ★事業全体の経済分析 ★運用・効果指標の設定 ★民間投資事業部分との適切かつ効果的な連携策の提案 ★管理運営体制の検討 ★環境社会配慮の適切な緩和策の提言 ★「ベ」国北部の航行安全確保のための現状把握と検討の実施 ★航行管制手法と運営体制の検討及び対策の提案	インテリム レポート
2010年4月 2010年4月	<b>第2次国内作業</b> ★ドラフトファイナルレポート作成	
2010年5月 2010年5月	<b>第3次現地調査</b> ★ドラフトファイナルレポートの説明・協議	ドラフト ファイナル レポート
2010年6月 2010年6月	<b>国内最終作業</b> ★ファイナルレポートの作成と提出	ファイナル レポート

図 1.4.1 調査スケジュール

## 2. 社会・経済基礎情報

### 2.1 一般

#### 2.1.1 人口

2009年4月1日に実施した国勢調査速報によると、ベトナムの人口は85,789,573人である。ベトナムは、58州と5市（省級）に区分される。表2.1.1の通り、地方行政区画の中では、ホーチミン市が、最大の人口の7,123,000人で、次にハノイ市が6,449,000人と続く。

表 2.1.1 地域・州別人口

Region	Provinces	Population (1 April 2009)	Region	Provinces	Population (1 April 2009)
<b>Whole Vietnam</b>		<b>85,789,573</b>			
Red River Delta 18,433,563	Bắc Ninh	1,024,151	Central Highlands 5,107,437	Daklak	1,728,380
	Hà Nam	785,057		Dak Nông	489,442
	Hải Dương	1,703,492		Gia Lai	1,272,792
	Hưng Yên	1,128,702		Kontum	430,037
	Nam Định	1,825,771		Lâm Đồng	1,186,786
	Ninh Bình	898,459	South Central Coast 7,028,570	Bình Định	1,485,943
	Thái Bình	1,780,954		Khánh Hòa	1,156,903
	Vĩnh Phúc	1,000,838		Phú Yên	861,993
	Hà Nội *	6,448,837		Quảng Nam	1,419,503
	Hải Phòng *	1,837,302		Quảng Ngãi	1,217,159
North Central Coast 10,073,336	Hà Tĩnh	1,227,554	Southeast 15,758,966	Đà Nẵng *	887,069
	Nghệ An	2,913,055		Bà Rịa-Vũng Tàu	994,837
	Quảng Bình	846,924		Bình Dương	1,482,636
	Quảng Trị	597,985		Bình Phước	874,961
	Thanh Hoá	3,400,239		Bình Thuận	1,169,450
	Thừa Thiên-Huế	1,087,579		Đồng Nai	2,483,211
	Northeast 9,480,044	Bắc Giang		1,555,720	Ninh Thuận
Bắc Kạn		294,660		Tây Ninh	1,066,402
Cao Bằng		510,884		Hồ Chí Minh City *	7,123,340
Hà Giang		724,353		Mekong River Delta 17,178,871	An Giang
Lạng Sơn		731,887	Bạc Liêu		856,250
Lào Cai		613,075	Bến Tre		1,254,589
Phú Thọ		1,313,926	Cà Mau		1,205,108
Quảng Ninh		1,144,381	Đồng Tháp		1,665,420
Thái Nguyên		1,124,786	Hậu Giang		756,625
Tuyên Quang		725,467	Kiên Giang		1,683,149
Yên Bái	740,905	Long An	1,436,914		
Northwest 2,728,786	Điện Biên	491,046	Sóc Trăng		1,289,441
	Hoà Bình	786,964	Tiền Giang		1,670,216
	Lai Châu	370,135	Trà Vinh	1,000,933	
	Sơn La	1,080,641	Vĩnh Long	1,028,365	
			Cần Thơ *	1,187,089	

Source: The 2009 Vietnam population and housing census, Preliminary result, GSO

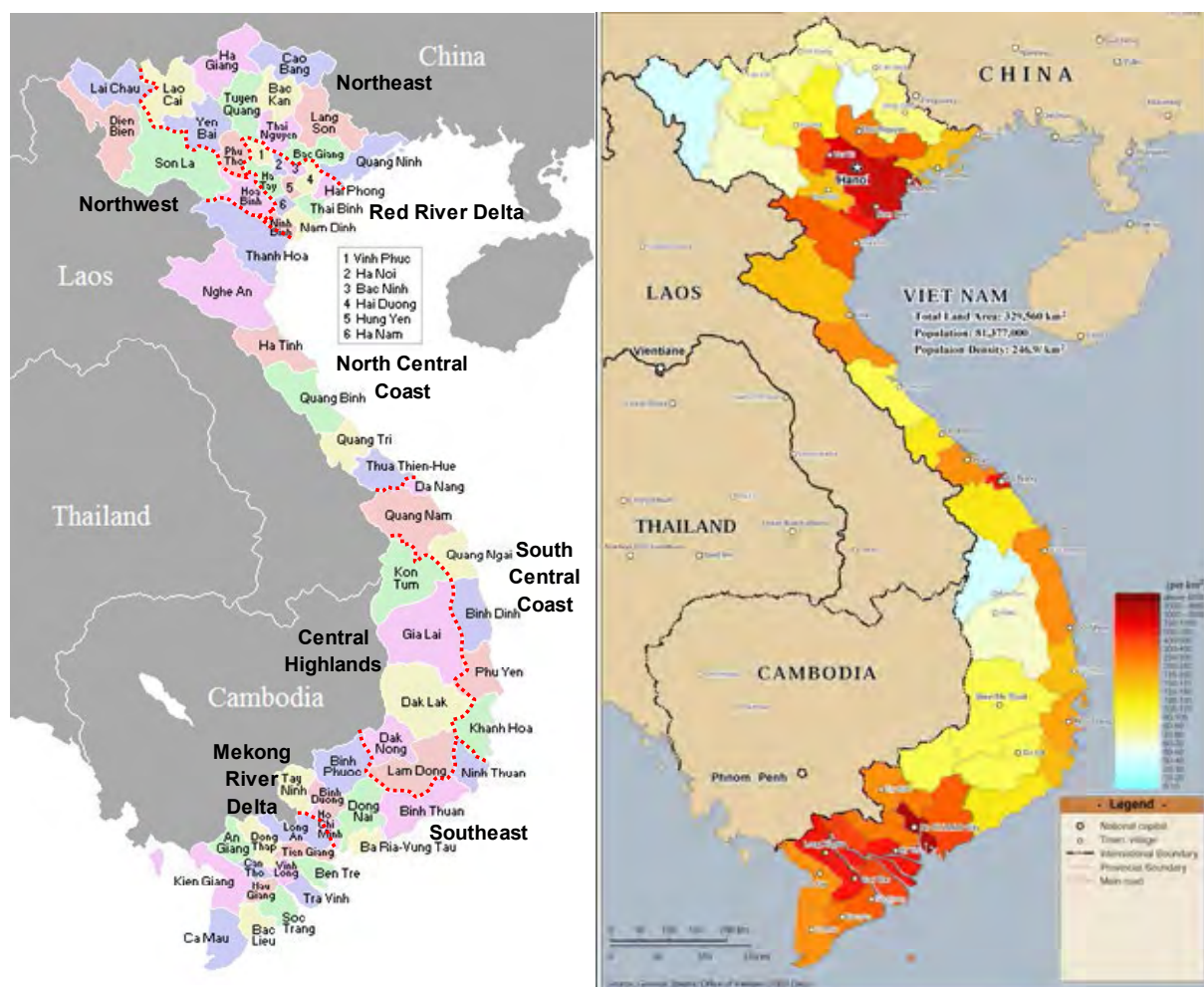
Note: \*: municipality

ベトナムは、各々の州を8地域に分割できる。紅河デルタ地域は、10州から成り、人口が最も多く18,433,563人で、次いで、メコン川デルタ地域が17,178,871人である。紅河デルタ地域とメコン川デルタ地域は、共に大河があり、土地が肥沃で、農業に適したデルタ地帯となっていて、2



つの地域でベトナムの人口の41.5%を占める。

一方、人口密度も紅河デルタ地域が最大で1,232人/km<sup>2</sup>、次いで南東地域453人/km<sup>2</sup>、さらにメコンデルタ地域423人/km<sup>2</sup>となっている。ベトナムの平均人口密度は、259人/km<sup>2</sup>で、また、最小は、北西地域で72.9/km<sup>2</sup>ある。図2.1.1にベトナムの地域区分図と人口密度の集中度を示す。



出典：ベトナム統計局、ウィキメディア、JICA 調査団により修正

図 2.1.1 地域区分図と州別人口密度

人口家族計画国家委員会 (NCPFP)によると、2010年から2020年の年平均増加率を1.3%と推計している。この増加率を用いると、2015年では、92.5百万人、また、2020年では、99.3百万人と推計できる。また、2020年までの8地域の人口の予測は、表2.1.2に示すとおりである。

## 2.1.2 経済指標

IMFが推計した2000年からのベトナム、アジア、アメリカの実質GDP成長率を図2.1.2に示す。2004年から2007年、ベトナムのGDP成長率は、8%を超えたが、2008年には6.2%に下がった。図2.1.2に2008年と2009年に発生した経済危機が、各国のGDPに影響を与えていることが明確に示されている。2009年以降、GDP成長率は、2010年には回復すると予測している。表2.1.3に、IMF、ADB、世界銀行、計画投資省のGDP予測値を示す。

国際援助機関の予測では、ベトナム、中国、インド、インドネシアだけが、2009年にGDP成長率が4%以上になると予測している。ベトナムの計画投資省は、2010年から2020年のGDP成長率を持続可能な成長率として6.5%、高位の成長率として7.5%を予測している。

表 2.1.2 地域別人口予測

Region	Actual Data	Forecast		
	2009	2010	2015	2020
Red River Delta	18,433.6	18,691.6	20,037.2	21,479.6
Growth Rate		1.4%	1.4%	1.4%
Northeast	9,480.0	9,555.9	9,944.3	10,348.5
Growth Rate		0.8%	0.8%	0.8%
Northwest	2,728.8	2,769.7	2,983.8	3,214.4
Growth Rate		1.5%	1.5%	1.5%
North Central Coast	10,073.3	10,174.1	10,693.0	11,238.5
Growth Rate		1.0%	1.0%	1.0%
South Central Coast	7,028.6	7,112.9	7,550.1	8,014.1
Growth Rate		1.2%	1.2%	1.2%
Central Highlands	5,107.4	5,184.0	5,584.7	6,016.3
Growth Rate		1.5%	1.5%	1.5%
Southeast	15,759.0	16,105.7	17,957.0	20,021.1
Growth Rate		2.2%	2.2%	2.2%
Mekong River Delta	17,178.9	17,333.5	18,127.7	18,958.2
Growth Rate		0.9%	0.9%	0.9%
WHOLE COUNTRY	85,789.6	86,927.4	92,877.7	99,290.6
Growth Rate		1.3%	1.3%	1.3%

Source: Future growth rates were estimated by NCPFP and 2009 data is actual data on census April 1, 2009

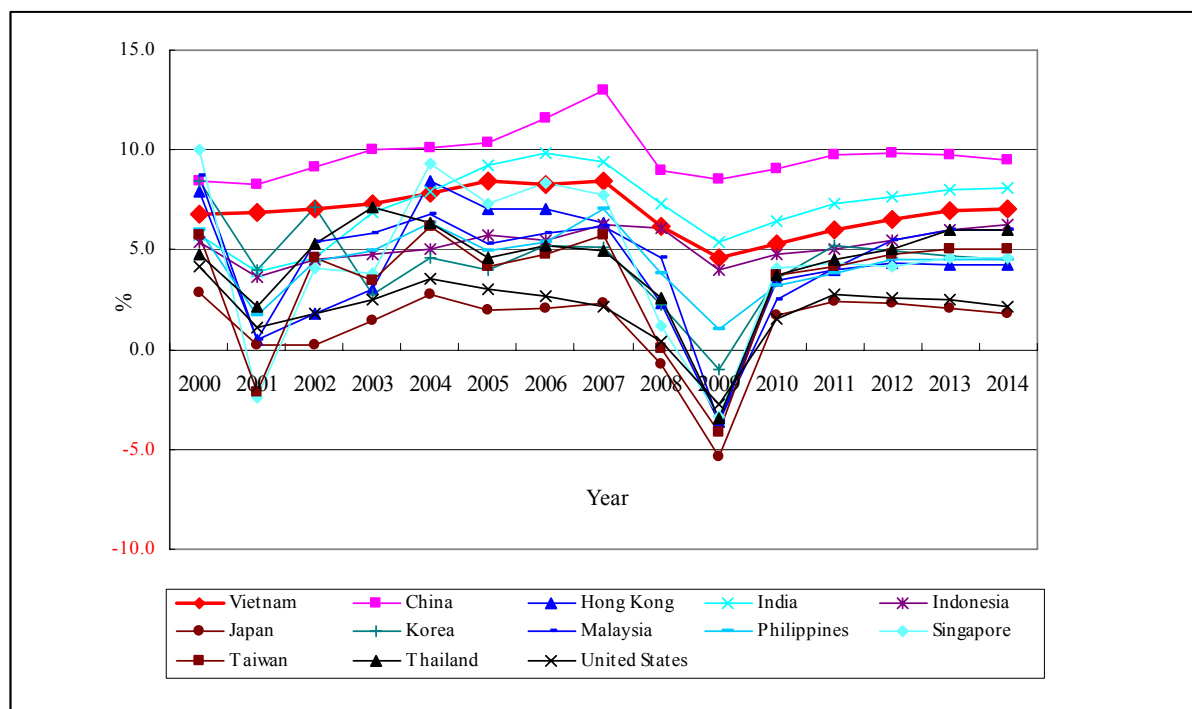


図 2.1.2 ベトナム、アジア各国、アメリカの実施 GDP 成長率と IMF の予測

表 2.1.3 ベトナム、アジア各国、アメリカの年次 GDP 成長率

Country	Year									Forecast						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	by	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vietnam	6.8	6.9	7.1	7.3	7.8	8.4	8.2	8.5	6.2	IMF	4.6	5.3	6.0	6.5	7.0	7.0
										ADB	4.7	6.5				
										WB	5.5	5.0	7.0			
										MPI	5-5.5%	6.5% for 2010-2020				
China	8.4	8.3	9.1	10.0	10.1	10.4	11.6	13.0	9.0	IMF	8.5	9.0	9.7	9.8	9.8	9.5
										ADB	8.2	8.9				
										WB	6.5	8.3	7.2			
Hong Kong	8.0	0.5	1.8	3.0	8.5	7.1	7.0	6.4	2.4	IMF	-3.6	3.5	4.0	4.3	4.3	4.3
										ADB	-4.0	3.0				
India	5.7	3.9	4.6	6.9	7.9	9.2	9.8	9.4	7.3	IMF	5.4	6.4	7.3	7.6	8.0	8.1
										ADB	6.0	7.0				
										WB	5.9	8.1	8.5			
Indonesia	5.4	3.6	4.5	4.8	5.0	5.7	5.5	6.3	6.1	IMF	4.0	4.8	5.0	5.5	6.0	6.3
										ADB	4.3	5.4				
										WB	3.5	5.0	6.0			
Japan	2.9	0.2	0.3	1.4	2.7	1.9	2.0	2.3	-0.7	IMF	-5.4	1.7	2.4	2.3	2.0	1.8
										WB	-6.8	1.0	2.0			
Korea	8.5	4.0	7.2	2.8	4.6	4.0	5.2	5.1	2.2	IMF	-1.0	3.6	5.2	5.0	4.7	4.5
										ADB	-2.0	4.0				
Malaysia	8.7	0.5	5.4	5.8	6.8	5.3	5.8	6.2	4.6	IMF	-3.6	2.5	4.1	5.5	6.0	6.0
										ADB	-3.1	4.2				
										WB	-4.4	2.2	5.3			
Philippines	6.0	1.8	4.4	4.9	6.4	5.0	5.3	7.1	3.8	IMF	1.0	3.2	3.8	4.5	4.5	4.5
										ADB	1.6	3.3				
										WB	-0.5	2.4	4.5			
Singapore	10.1	-2.4	4.1	3.8	9.3	7.3	8.4	7.8	1.1	IMF	-3.3	4.1	4.3	4.2	4.6	4.6
										ADB	-5.0	3.5				
Taiwan	5.8	-2.2	4.6	3.5	6.2	4.2	4.8	5.7	0.1	IMF	-4.1	3.7	4.2	4.8	5.0	5.0
										ADB	-4.9	2.4				
Thailand	4.8	2.2	5.3	7.1	6.3	4.6	5.2	4.9	2.6	IMF	-3.5	3.7	4.5	5.0	6.0	6.0
										ADB	-3.2	3.0				
										WB	-3.2	2.2	3.1			
United States	4.1	1.1	1.8	2.5	3.6	3.1	2.7	2.1	0.4	IMF	-2.7	1.5	2.8	2.6	2.5	2.1
										WB	-3.0	1.8	2.5			

Source: IMF (International Monetary Fund), World Economic Outlook Database, October 2009

ADB (Asia Development Bank), Asian Development Outlook 2009 Update, Sep 2009

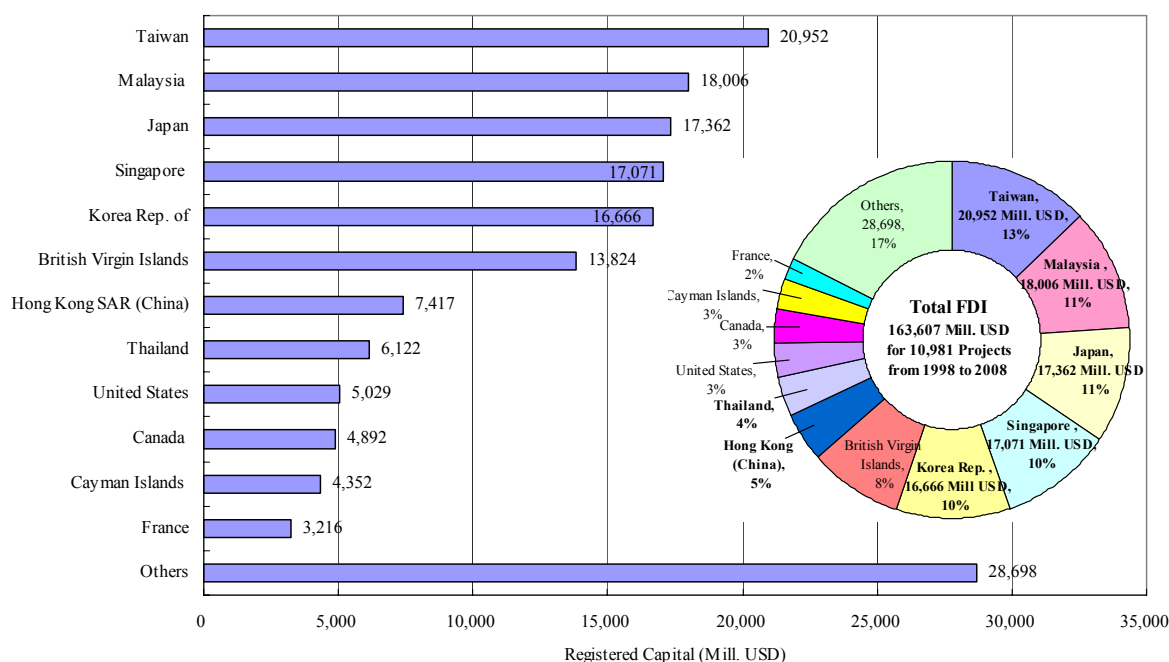
WB (World Bank), Global Development Finance, May 2009. But 2009's GDP 5.5% in Vietnam, WB updated 4 Nov 2009

MPI (Ministry of Planning and Investment), 2009 GDP forecast was announced by 7th plenary session of National Assembly's Economic Committee, May 2009

### 2.1.3 外国直接投資

経済改革から約 20 年後の今日、ベトナム経済は、強力な外国直接投資の流入によって動かされている。特に、2006 年から過去 3 年で、外国直接投資は、WTO 加盟後の良好な外国直接投資の促進政策も後押しし、急増している。登録されている外国直接投資額は、2006 年で 120 億ドル、その後、2007 年が 213 億ドル、2008 年は、2007 年の 3 倍の 640 億ドルとなっている (図 2.1.3 参照)。

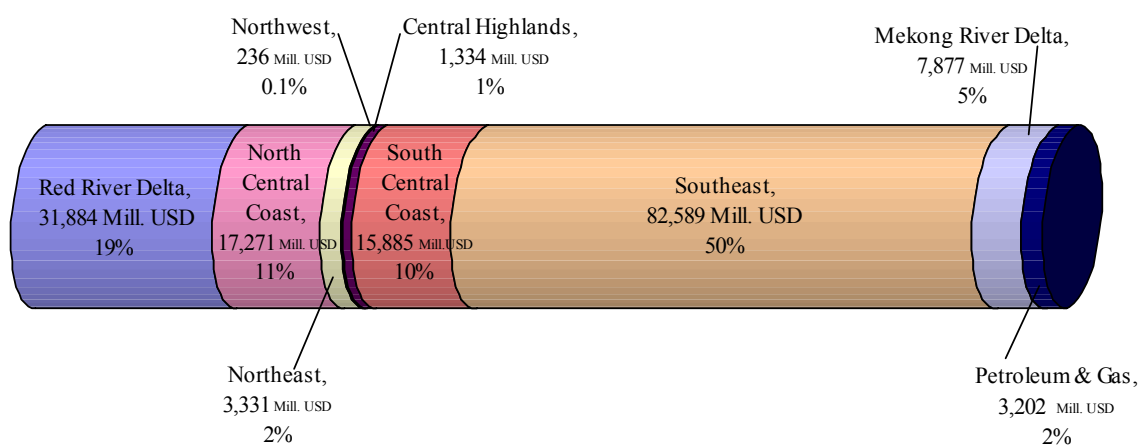




出典：ベトナム統計局

図 2.1.5 国別外国直接投資額（1988年 - 2008年累計）

1988年から2008年の、外国直接投資流入額は南東地域が最大で、全体の半分を占め、826億ドル、次いで紅河デルタ地域が全体の19%で、319億ドルとなる。以下に各地域の投資額（1988年から2008年累計）を示す。

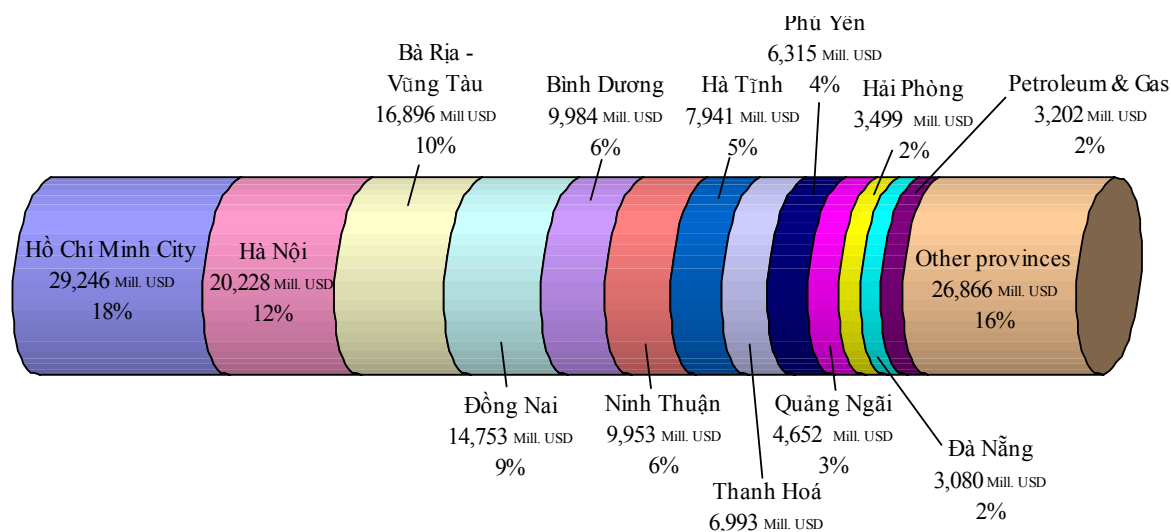


出典：ベトナム統計局

注:前年度は許可されたプロジェクトへの追加資本も含む。石油およびガスを含む。

図 2.1.6 地域別外国直接投資額（1988年から2008年累計）

一方、1988年から2008年までの、第12位までの各州への投資国は、以下の図2.1.7に示すとおり、ホーチミン、ハノイ、バリア-ブンタウ、ドンナイ、ビンデウオン、ニンテウアン、ハティン、タンホア、プーイエン、クウアンガイ、ハイフォン、ダナンで外国直接投資額全体の82%を占める（図2.1.7参照）。

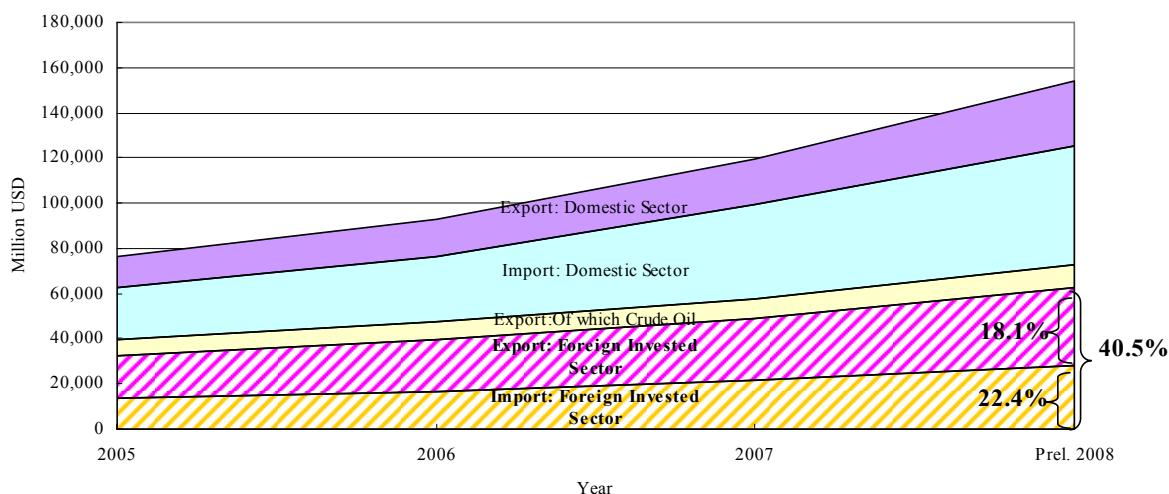


出典：ベトナム統計局

注:前年度は許可されたプロジェクトへの追加資本も含む。石油およびガスを含む。

図 2.1.7 各州別外国直接投資額（1988年から2008年累計）

計画投資省によると、2008年の外国投資セクターの割合は、貿易額の40.5%を占め、その内、輸出は、18.1%、また、輸入は22.4%である（図 2.1.8 参照）。



出典: 5ヵ年社会経済開発計画（2006年～2010年）の実施に向けて、計画投資省作成

図 2.1.8 貿易額に占める外国投資セクター（2005-2008）

計画投資省によると、2009年末、ベトナムは230箇所の工業団地と輸出化工区があり、その内144箇所が稼動しており、86箇所がまだ工事中である。図 2.1.9 に工業団地の位置を示す。また、図 2.1.10 に2015年から2020年の工業団地開発のマスタープランを示す。









出典：計画投資省

図 2.1.10 2015 年から 2020 年の工業団地開発のマスタープラン

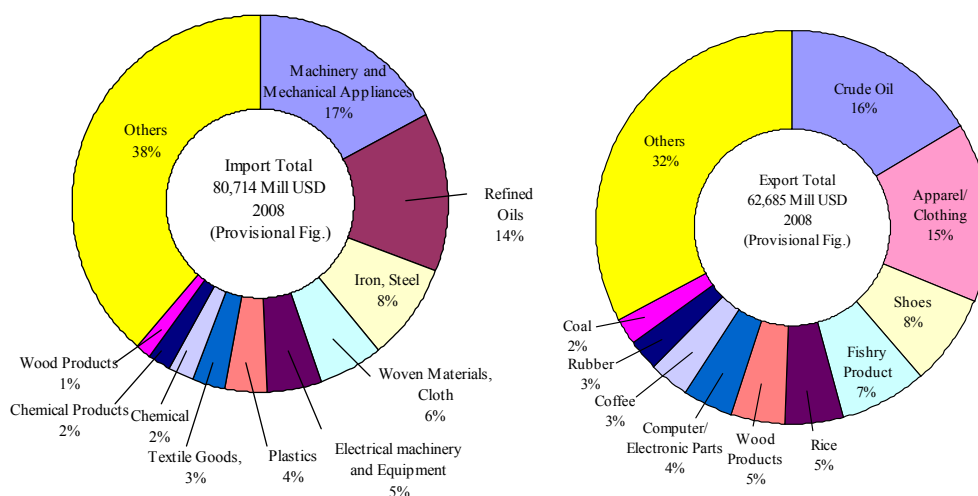


## 2.2 物流と海上輸送

### 2.2.1 物流

#### 1) ベトナムの貿易

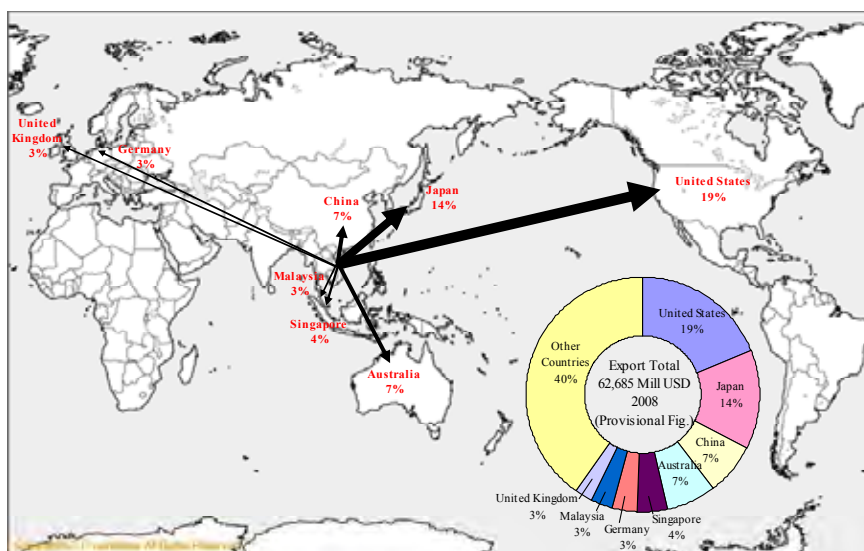
ベトナムは、近年、貿易自由化に強いコミットメントを示した。2007年にWTO加盟、また、アジア諸国とアメリカと自由貿易協定に署名した。ベトナムは、また、EUとも協力合意協定を締結した。2008年、輸出の主要品目は、原油、衣料品、靴、また、輸入は、機械、精製油、鋼鉄である（図 2.2.1 参照）。



出典：JETRO

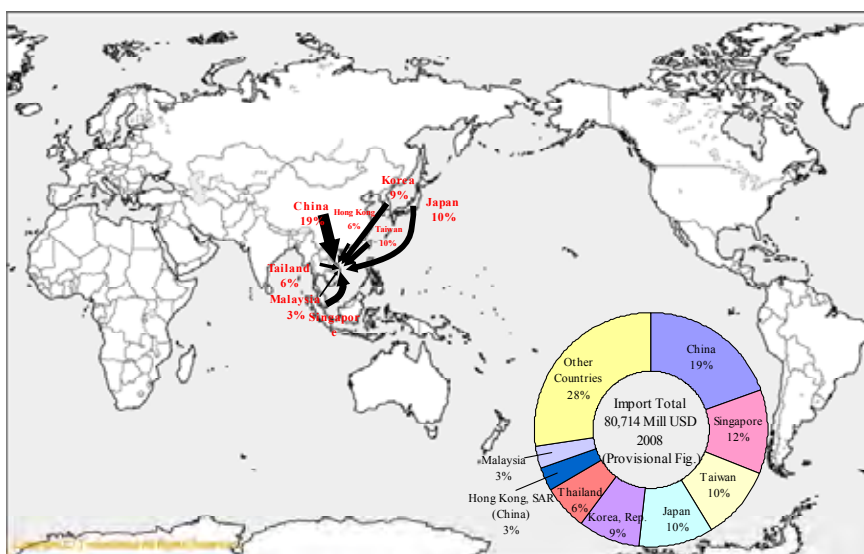
図 2.2.1 輸出入の主要品目

ベトナムの主輸出相手国は、アメリカ、日本、オーストラリア、中国、また、主輸入相手国は、中国、シンガポール、台湾、日本、韓国、タイである（図 2.2.2 及び図 2.2.3 参照）。



出典：JETRO

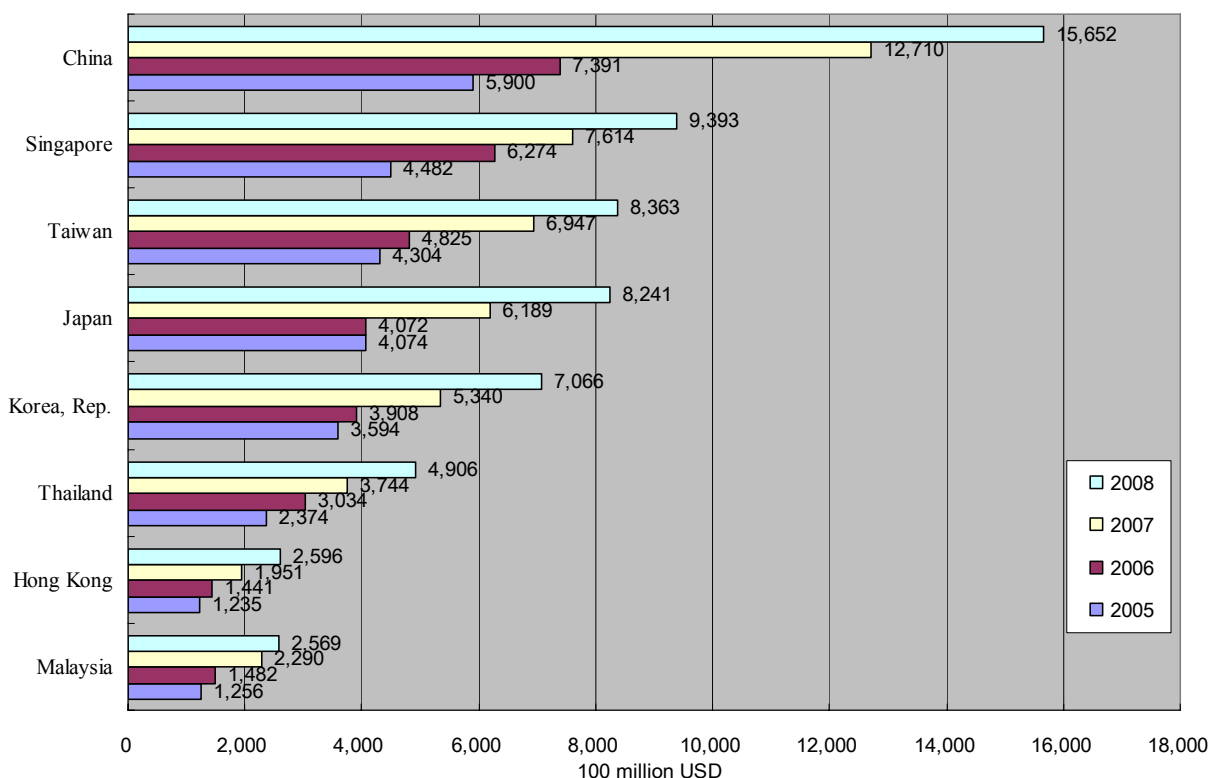
図 2.2.2 輸出相手国（2008年）



出典：JETRO

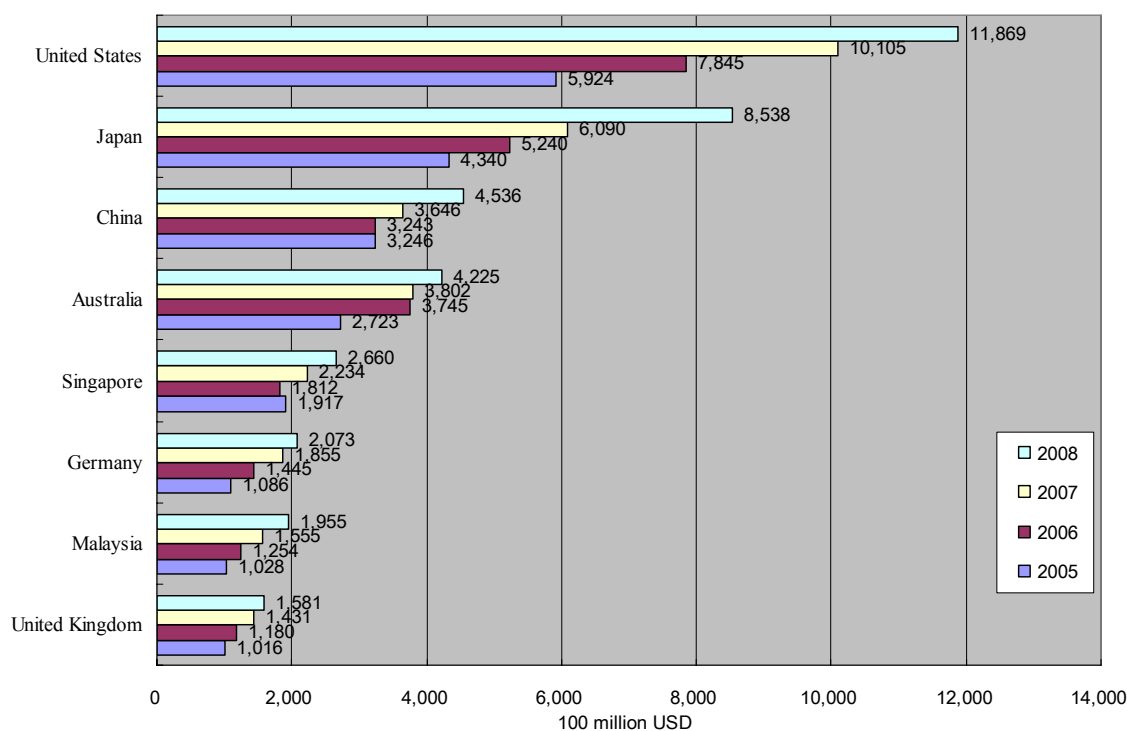
図 2.2.3 輸入相手国（2008年）

2005年から2008年までの貿易相手国の貿易額を年次ごとに、図 2.2.4 及び図 2.2.5 に示す。貿易相手国のトップは中国で、2位が日本、次いでアメリカ、シンガポールとなっている。



出典：ベトナム統計局、JETRO

図 2.2.4 輸入の主要市場（2005年-2008年）

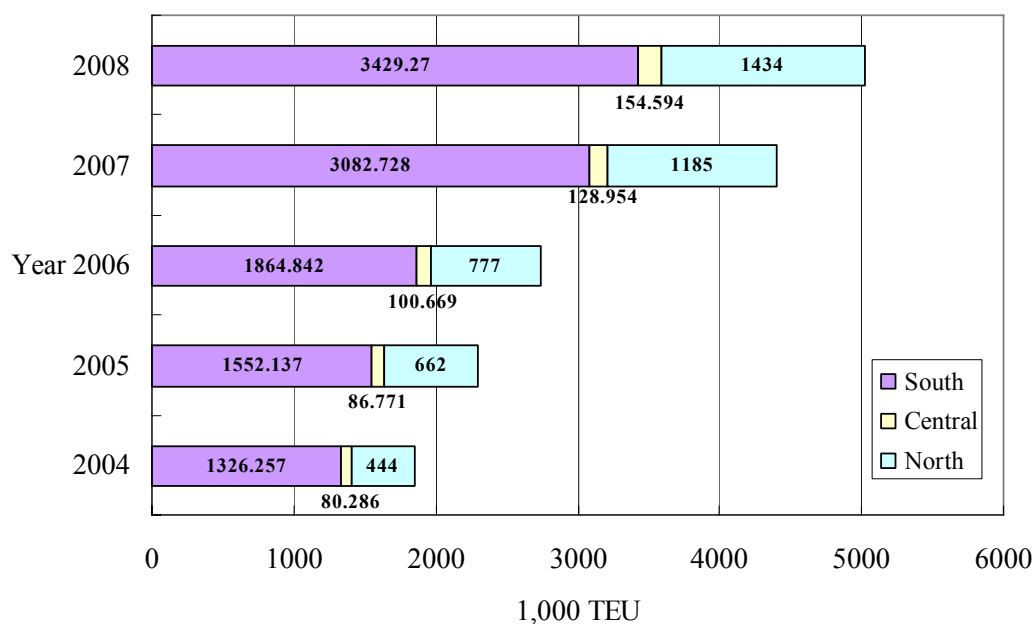


出典：ベトナム統計局、JETRO

図 2.2.5 輸出の主要市場（2005年-2008年）

2) ベトナム港湾における海上コンテナ輸送の急増

2008年、ベトナム港湾では、2004年の1,923,000 TEUの2.7倍である4,964,000 TEUを取扱った。特に、ベトナム北部港湾では2004年は444,000 TEUであったが、2008年は3.2倍の1,434,000 TEUを取扱った。



出典：ベトナム港湾協会、VINAMARINE

図 2.2.6 ベトナム港湾におけるコンテナ荷動きの急増

## 3) 全国港湾における取扱貨物統計

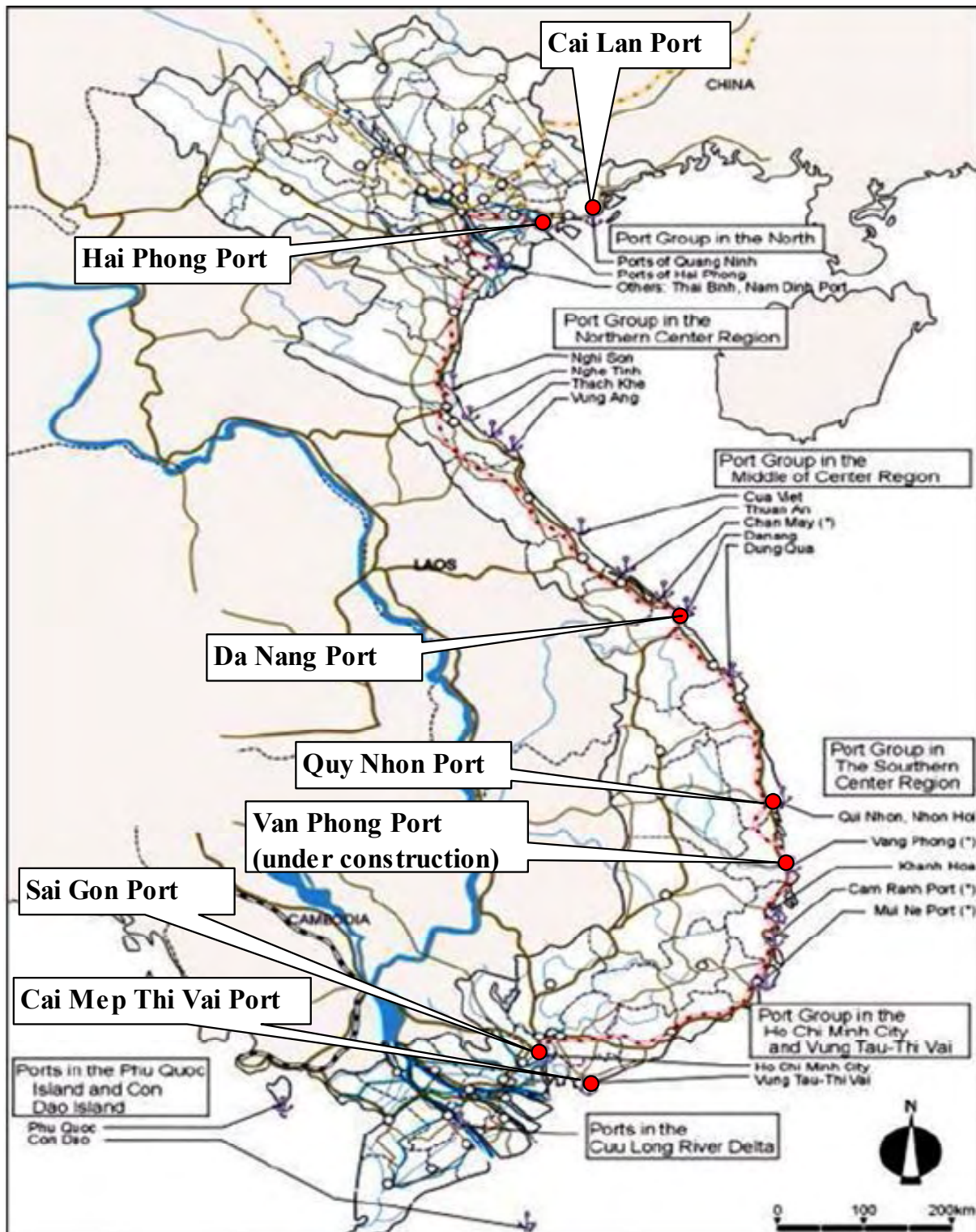
2008年、ベトナム港湾は、143,612,000トン取扱い、輸入は46,592,000トン、輸出は54,182,000トン、国内輸送は42,838,000トンであった。一方、入港船舶数は30,367隻で、その内、北部が9,867隻、中部が8,423隻、南部が12,077隻であった（表2.2.1参照）。

表 2.2.1 ベトナム港湾の取扱貨物量統計

2008							
No.	Ports'name	Vessels	Cargo throughput (x 1,000 MT)			TEUs	
		Calls	Tons	Import	Export		Domestic
<b>NORTH</b>		<b>9,867</b>	<b>59,655</b>	<b>13,814</b>	<b>22,748</b>	<b>23,093</b>	<b>1,446,944</b>
1	Quang Ninh	378	3,023	856	1,664	503	35,028
2	Cam Pha	2,186	25,232	-	13,431	11,801	
3	Cang dau B12	325	6,753	3,382	3,371		
4	Hai Phong	4,779	13,900	7,635	3,231	3,034	729,978
5	Doan Xa	245	3,303	533	338	2,432	156,314
6	Vat Cach	997	1,501			1,501	
7	Cua cam	439	566	126	80	360	
8	Transvina	200	2,600	55	79	2,466	115,771
9	Dinh Vu	318	2,777	1,227	554	996	218,269
10	Other Private Ports						191,584
<b>CENTRAL</b>		<b>8,423</b>	<b>15,035</b>	<b>1,649</b>	<b>5,993</b>	<b>7,393</b>	<b>154,594</b>
1	Thanh Hoa	1,344	1,527	20	100	1,407	
2	Nghe Tinh	893	1,331	43	522	766	
3	Ha Tinh	352	1,187	10	813	364	
4	Quang Binh	202	132		14	118	
5	Vinashin-Cua Viet	95	30	13	10	7	
6	Thuan An	82	177	1	25	151	
7	Chan May	251	800	18	400	382	
8	Da Nang	1,542	2,742	526	1,230	986	61,881
9	Song Han						
10	Hai Son	125	120	10		110	10,000
11	Nguen Van Troi	202	136			136	
12	Ky Ha	135	210	10	60	140	
13	Ky Ha - Quang Nam	286	400	126	176	98	6,115
14	Quy Nhon	1,296	3,311	835	1,524	952	72,276
15	Thi Nai	467	464	10	54	400	
16	Nha Trang	648	1,172	15	211	946	4,322
17	Cam Ranh	503	1,296	12	854	430	
<b>SOUTH</b>		<b>12,077</b>	<b>68,922</b>	<b>31,129</b>	<b>25,441</b>	<b>12,352</b>	<b>3,429,270</b>
1	Ben Dam - Con Dao VT	221*	250			250	
2	Thuong Cang Vung Tau	467	855	32	704	119	251
3	Phu My	382	2,743	2,179	88	476	
4	Dong Nai	775	2,803	721	914	1,168	
5	Binh Duong	620	356	130	120	106	109,943
6	Xang Dau Cat Lai	90	1,100	1,100			
7	Saigon Petro	134	808	808			
8	Saigon New	2,168	20,180	9,751	10,429		2,018,104
9	Sai Gon	1,819	13,166	5,413	2,845	4,908	510,496
10	Tan Thuan Dong	141	556	498	36	22	
11	Ben Nghe	857	4,199	1,512	500	2,187	188,815
12	VICT	1,015	5,360	2,670	2,690		536,176
13	Rau Qua	136	308	294	14		
14	Lotus	411	1,134	1,040	94		24,252
15	Nha Be Oil	213	4,500	4,500			
16	My Tho	184	286	17	81	188	
17	Dong Thap	33	184	25		159	
18	Vinh Long	10	179			179	
19	Can Tho	1,388	2,843	263	2,074	506	10,692
20	Binh Minh	12	190			190	
21	Tra Noc - Can Tho	385	2,926	32	2,329	565	
22	Cai Cui	324	2,554	3	2,359	192	
23	My Thoi	292	1,442	141	164	1,137	30,541
<b>TOTAL</b>		<b>30,367</b>	<b>143,612</b>	<b>46,592</b>	<b>54,182</b>	<b>42,838</b>	<b>5,030,808</b>

出典：ベトナム港湾協会、VINAMARINE（港湾管理者データ）

ベトナム港湾は、8グループに分けられ、港湾数は、80である。ベトナム主要港湾の位置を図 2.2.7 に示す。2009年、大深水のトランシップハブ港湾として、ヴァンフォン港の建設が開始された。



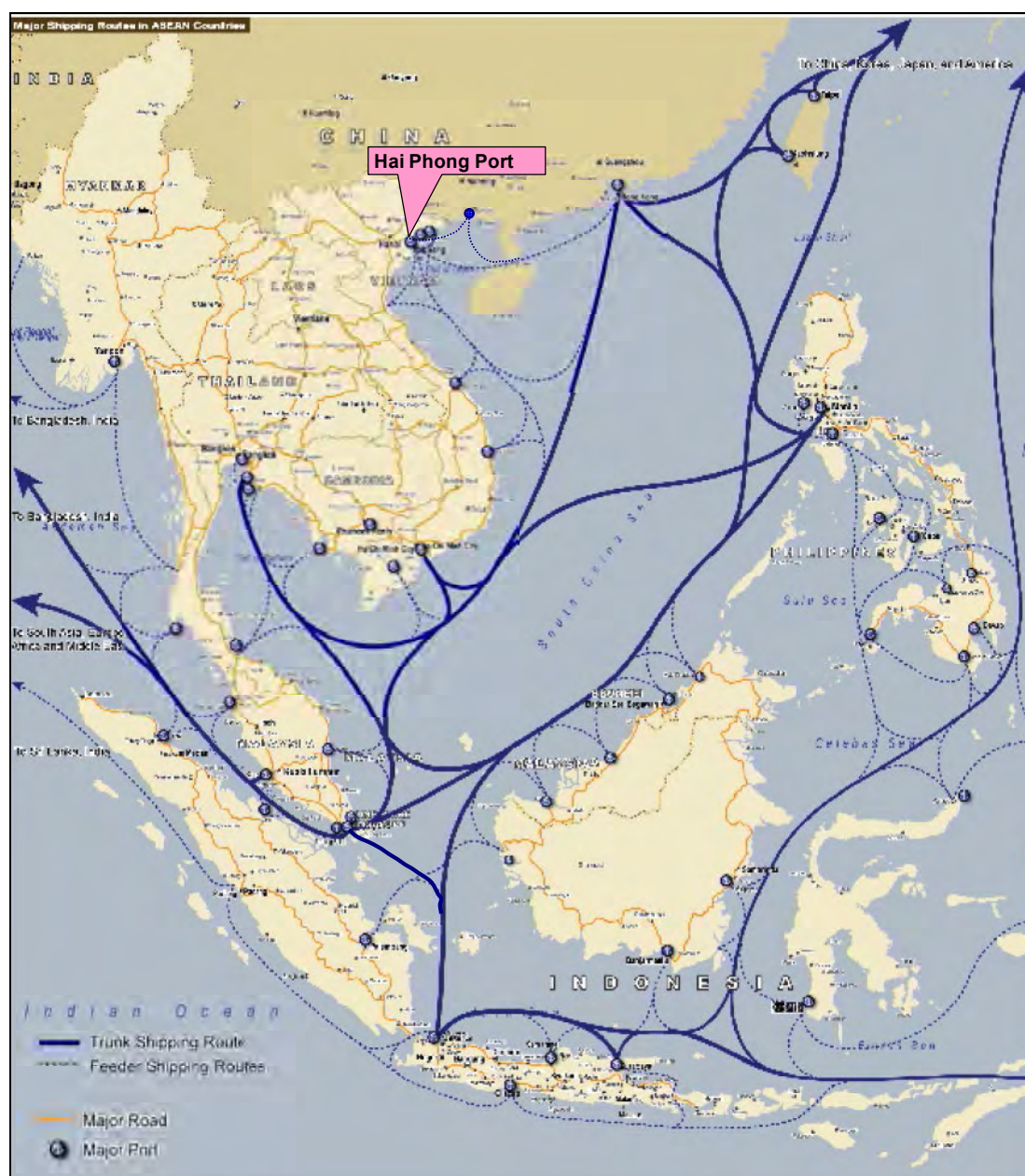
出典: VINAMARINE、JICA 調査団

図 2.2.7 ベトナムの主要港湾



#### 4) 北部港湾の海上輸送ルート

2008年現在、ベトナム北部には、フィーダー港のみが存在し、母船が入港できる大水深港湾はない。従って、ベトナムの輸出入貨物のほとんどは、ベトナム南部港湾を除き、近隣の香港、シンガポールにて母船からトランシップされ、フィーダーサービスによって最終荷卸港へ輸送される（図 2.2.8 参照）。



出典: ASEAN Logistics Network Map, 2nd Edition 2008, JETRO、JICA 調査団修正

図 2.2.8 ベトナム港湾周辺の基幹航路とフィーダールート

2009年、ハイフォン港には43の定航サービスがあり、その内、22サービスは香港経由、7サービスはシンガポール経由となっていて、就航する最大船舶の積載容量は3,252 TEUである（表 2.2.2 参照）。

表 2.2.2 ハイフォン港の定航サービス (2009年11月現在)

No.	Shipping Line	Service Code	Type of Service	Frequency	Fixed Day Service	Total Vessels	Shipboard Capacity	Service Partners	Shipping Route	Days of Round Trip
1	Advance Container Lines (Pte) Ltd	North Vietnam Exp	Feeder service	2 sailings a week	Yes	1	938 TEU	Advance Container Lines (Pte) Ltd Samudera Shipping Line Ltd	Singapore(PSA)-Haiphong-Danang-Quy Nhon-Singapore(PSA)	14
2	Bien Dong Shipping Co	Vietnam-Singapore	Feeder service	1 sailing a week	No	4	3,252 TEU	Bien Dong Shipping Co Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-HCM-Singapore (PSA)-HCM-Haiphong	14
3		Vietnam-Hong Kong	Feeder service	3 sailings a week	Yes	3	1,285 TEU	Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-Hong Kong- Haiphong	7
4		Vietnam-Thailand	Feeder service	1 sailing a week	Yes	2	1,154 TEU	Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-HCM-Bangkok-Laem Chabang-HCM-Haiphong	14
5		Vietnam-Korea	Mainline service	1 sailing a week	Yes				Haiphong-Busan-Haiphong	14
6		Cosco Container Lines Ltd	HPP	Mainline service	1 sailing a week	Yes	1	422 TEU		Hong Kong-Haiphong-Fangcheng-Hong Kong
7	China Shipping Container Lines Co Ltd	Chiwan-HK-Haiphong	Mainline service	1 sailing a week	Yes	1	170 TEU		Chiwan-Hong Kong-Haiphong-Chiwan	7
8	CT Navigation SA	Vietnam	Mainline service	1 sailing a week	Yes	1	556 TEU		Kaohsiung-Haiphong-Danang-Kaohsiung	7
9	China United Lines Ltd	SVG	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	525 TEU		Shekou-Hong Kong-Haiphong-Fangcheng-Shekou	7
10	Evergreen Line	KHP	Mainline service	1 sailing a week	Yes	1	629 TEU		Kaohsiung-Haiphong-Kaohsiung	7
11	Gold Star Line Ltd	HHS	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Slot-charter Gold Star Line Ltd Sinokor Merchant Marine Co Ltd	Haiphong-Hong Kong-Haiphong	7
12		HSX	Mainline service	1 sailing a week	Yes			Slot-charter Gold Star Line Ltd Perkapalan Dai Zhun Sdn Bhd (PDZ)	Hong Kong-Haiphong-Fangcheng-Hong Kong	7
13	Hanjin Shipping Co Ltd	HES	Mainline service	1 sailing a week	Yes				Haiphong-Shanghai-Busan-Shanghai-Haiphong	14
14	Heung-A Shipping Co Ltd	HPS1	Mainline service	1 sailing a week	Yes	2	1,306 TEU		Gwangyang-Busan-Hong Kong-Haiphong-Fangcheng-Hong Kong-Gwangyang	14
15		HPS2	Mainline service	1 sailing a week	Yes				Haiphong-Fangcheng-Shekou-Hong Kong- Ulsan-Busan-Hong Kong-Haiphong	14
16	Hub Shipping Sdn Bhd	Pkg-Hph-Hcm-Pkg	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	700 TEU	CNC Line Co Ltd Gemartrans (Vietnam) Co Ltd Hub Shipping Sdn Bhd	Port Klang-Haiphong-HCM-Port Klang	14
17	Kawasaki Kisend Kaisha Ltd	GEMCO-2	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Gemadep Logistics Co Ltd Slot-charter Kawasaki Kisen Kaisha Ltd	Haiphong-Hong Kong-Haiphong	7
18		GEMCO-3	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Gemadep Corp Slot-charter Kawasaki Kisen Kaisha Ltd	Haiphong-Kaohsiung-Haiphong	7
19	MCC Transport Pte Ltd	NVN2	Feeder service	1 sailing a week	Yes	2	1,775 TEU	Evergreen Line MCC Transport Pte Ltd	Tanjung Pelepas-Singapore (PSA)-Tanjung Pelepas-Haiphong-Danang-Nhatrang-Tanjung Pelepas	14
20		NVN4	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	1,128 TEU	Evergreen Line MCC Transport Pte Ltd	Singapore (PSA)-Quy Nhon-Haiphong-Quy Nhon-Nha Trang-Tanjung Pelepas-Singapore (PSA)	14
21	Mariana Express Lines Ltd	KHX	Feeder service	2 sailings a week	Yes	2	1,404 TEU	Mariana Express Lines Ltd Slot-charter Yang Ming Marine Transport Corp	Kaohsiung-Haiphong-Kaohsiung	7
22	Mitsui OSK Lines Ltd	TVS	Mainline service	1 sailing a week	Yes			Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-HCM-Bangkok-Laem Chabang-HCM-Haiphong	14
23		VH2	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Hong Kong-Haiphong-Hong Kong	7
24		VSS	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Bien Dong Shipping Co Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-HCM-Singapore (PSA)-HCM-Haiphong	14
25		VH3	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-Shekou-Hong Kong-Haiphong	7
26		VH4	Feeder service	1 sailing a week	Yes			Bien Dong Shipping Co Slot-charter Mitsui OSK Lines Ltd	Haiphong-Hong Kong-Haiphong	7
27	Mediterranean Shipping Co SA	Tongking Express	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	2,157 TEU		Hong Kong-Haiphong-Shantou-Hong Kong	7
28	Namsung Shipping Co Ltd	Vietnam Haiphong	Mainline service	1 sailing a week	Yes	2	684 TEU		Incheon-Gwangyang-Busan-Hong Kong-Haiphong-Shekou-Incheon	14
29	Orient Oversea Container Line Ltd	HPH	Feeder service	1 sailing a week	Yes				Haiphong-Kaohsiung-Haiphong	7
30	STX Pan Ocean Co Ltd	KHX	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	1,049 TEU	Korea Marine Transport Co Ltd STX Pan Ocean Co Ltd	Shanghai-Busan-Gwangyang-Haiphong-Xiamen-Shanghai	14
31		KVX	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	1,118 TEU	Korea Marine Transport Co Ltd STX Pan Ocean Co Ltd	Incheon-Busan-Hong Kong-Haiphong-Hong Kong-Shekou-Incheon	14
32	PDZ Lines	HSX	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	384 TEU	Slot-charter Gold Star Line Ltd PDZ Lines Slot-charter Zim Intergrated Shipping Services Ltd	Hong Kong-Haiphong-Fangcheng-Hong Kong	7
33		HEX	Feeder service	1 sailing a week	Yes				Singapore (PSA)-Haiphong-Singapore (SPA)	7
34	Regional Container Lines Public Co Ltd	RHP	Mainline service	1 sailing a week	Yes			Slot-charter Regional Container Lines Public Co Ltd Steamers Feederships (99) Pte Ltd	Singapore (PSA)-Haiphong-Singapore (SPA)	14
35		RSK	Mainline service	1 sailing a week	Yes	3	1,884 TEU		Songkhla-Hong Kong-Haiphong-Hong Kong-Keelung-Taichung-Hong Kong-Sihanoukville-Songkhla	21
36		RSX	Mainline service	1 sailing a week	Yes	2	2,228 TEU		Shekou-Singapore (PSA)-Haiphong-Hong Kong-Xiamen-Hong Kong-Shekou	14
37	Russo-Orient Shipping Line Co Ltd	Russo-Orient Exp	Mainline service	2 sailings a week	No				Vostochniy-Vladivostok-Hong Kong-Singapore (PSA)-HCM-Haiphong-Hong Kong-Vostochniy	
38	Samudera Shipping Line Ltd	NVX	Feeder service	1 sailing a week	Yes	1	1,054 TEU	Advance Container Lines (Pte) Ltd Samudera Shipping Line Ltd	Singapore (PSA)-Haiphong-Danang-Quy Nhon-Singapore (PSA)	14
39	Sinokor Merchant Marine Co Ltd	HHS	Mainline service	weekly	No	1	300 TEU		Hong Kong-Haiphong-Hong Kong	
40	SITC Container Lines Co Ltd	CJV	Mainline service	1 sailing a week	No				Tokyo-Yokkaichi-Nagoya-Shanghai- Hong Kong-HCM-Haiphong-Tokyo	
41	Steamers Feederships (99) Pte Ltd	Sing-Haiphong	Mainline service	2 sailings a week	Yes			Gemartrans (Vietnam) Co Ltd Slot-charter Regional Container Lines Public Co Ltd Sea Consortium Pte Ltd Slot-charter Steamers Feederships (99) Pte Ltd	Singapore (PSA)-Haiphong-Singapore (PSA)	14
42	Vinalines Shipping Co	HCM-HPH	Feeder service	5 sailings a week	No	5	2,275 TEU		HCM-Haiphong-HCM	6
43	Wan Hai Lines Ltd	HPH/HP2	Mainline service	2 sailings a week	Yes	2	1,282 TEU		Haiphong-Kaohsiung-Haiphong	7

Source: Web Sites of Shipping Lines

## 5) ベトナム北部におけるベトナムー中国間の越境交通

ベトナムー中国間の国境地域は、交通、観光、文化、教育の友好的協力がある。2003年、大メコン地域(GMS)越境交通協定(CBTA)が、GMS全加盟国間（カンボジア、中国、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナム）で、法的に結ばれることとなった。

2005年、ベトナムで、新高速道路が、南寧(Nanning)国道1号線と繋がり開通した。2007年、中国とベトナムは、ランソン省と広西（Guangxi）チワン族自治区凭祥（Pingxiang）市の国境にまたがって位置する経済協力ゾーン建設に合意した。2008年、GMS越境交通協定の傘下で、ベトナムと友誼関（Youyiguan）ーフーギ越境ポイントと南寧(Nanning)ーハノイ回廊を含め覚書に合意した。

2007年、ハノイから中国に定期道路輸送サービスが開始し、また、復路を利用し、複数の顧客の為の合同サービスも開始された。2008年、中国製品の輸送促進の為に、ベトナム政府は、広西（Guangxi）チワン族自治区を結ぶハノイとランソン間の6車線高速道路を計画している。



出典： GMS 輸送戦略 2006-2015, ADB

図 2.2.9 新 GMS 回廊



図 2.2.10 に、現在のハノイー広州(Guangzhou)間の海上・陸上交通の現状を示す。2005 年末、南寧(Nanning)ー 友誼関(Youyiguan) 高速道路が開通した後、同時期、南寧(Nanning)ー 湛江(Zhanjiang)ー 広州(Guangzhou)高速道路が開通した。ハノイー広州(Guangzhou)間の海上輸送費は、陸上輸送費の半分であるが、海上輸送に要する日数は、陸上輸送の 1.5 倍である。



出典：JETRO、JICA 調査団が加筆

図 2.2.10 ハノイー広州(Guangzhou)間の海上・陸上交通

表 2.2.3 は、中国の広東省 (Guangdong) と広西 (Guangxi) チワン族自治区の主要経済データ(2008 年)を示す。両省とも GDP 成長率は、2008 年に経済危機が勃発したにもかかわらず、10%以上となっている。

表 2.2.3 広東省 (Guangdong) と広西 (Guangxi) チワン族自治区の主要経済データ(2008 年)

Province	Guangdong	Guangxi
Capital	Guangzhou	Nanning
Area	179,800km <sup>2</sup>	236,700 km <sup>2</sup>
Population (end of 2007)	94,490,000	50,020,000
Population density	526 /km <sup>2</sup>	210 /km <sup>2</sup>
GDP	CNY 3,569.6 billion	CNY 717.2 billion
GDP Growth	10.1%	12.9%
Per capita	CNY 37,588	CNY 14,966

CNY=approx 13Yen, 1 Dong=approx. 0.005 Yen (Dec 2009)

広西 (Guangxi) チワン族自治区にある防城港は、中国の主要 24 港の一つである。防城港は、36 バースあり、10,000 トン以上の船舶が係留できるバースは 21 バースあり、最大 200,000 トン級の船舶が係留可能である。現在、50,000 トンから 200,000 トン級の船舶を係留できるバースを 11 基建設中である。防城港北部国際港湾グループ (防城港、欽州港、北海港) の目標容量は、2010 年で 100 百万トン、2020 年で 300 百万トンである。

大珠江デルタ（広州、香港、マカオ）のGDPの世界ランキングは、世界第11位の位置にあると言われる。2008年のコンテナ取扱量（TEU）の世界ランキングの中で、香港港は第3位（24.2百万TEU）、深圳港は1998年から2008年は平均27.1%の成長率で4位（21.4百万TEU）、広州港は1998年から2008年は平均29.2%の成長率で8位である（表2.2.4参照）。

表 2.2.4 コンテナ取扱量の世界ランキングトップ10（2008年）

TEU-Ranking		Port (Country)	Mill TEU			TEU% Growth	
2008	(1998)		1998	2007	2008	2007-2008	1998-2008
1	(1)	Singapore (Singapore)	15.1	27.9	29.9	7.1%	7.1%
2	(10)	Shanghai (China, PR of)	3.1	26.2	28.0	7.0%	24.7%
3	(2)	Hong Kong (China, PR of)	14.6	24.0	24.2	1.0%	5.2%
4	(18)	Shenzhen (China, PR of)	2.0	21.1	21.4	1.5%	27.1%
5	(5)	Busan (Korea, Rep of)	5.2	13.3	13.4	1.4%	10.0%
6	(11)	Dubai (UAE)	2.8	10.7	11.8	11.1%	15.5%
7	(64)	Ningbo (China, PR of)	0.4	9.4	11.2	19.0%	41.3%
8	(52)	Guangzhou (China, PR of)	0.8	9.3	11.0	18.8%	29.2%
9	(4)	Rotterdam (Netherlands)	6.0	10.8	10.8	-0.1%	6.0%
10	(35)	Qingdao (China, PR of)	1.2	9.5	10.3	9.1%	23.9%

Source: ISL Port Data Base 2009

さらに、大珠江デルタの主要3港湾（広州港、深圳港、厦門港）は、広大な将来計画がある。表2.2.5に、中国主要港湾の取扱貨物量とコンテナ貨物量、そして、将来開発計画を示す。

表 2.2.5 中国港湾の開発計画

Chinese Port	Actual Data		Development Plan					Remarks
			2010		2020		2030	
	Cargo Volume (mil. ton)	Container Cargo (mil. TEU)	Cargo Volume (mil. ton)	Container Cargo (mil. TEU)	Cargo Volume (mil. ton)	Container Cargo (mil. TEU)	Cargo Volume (mil. ton)	
Guangzhou	Year 2008							
	347	11.0		14.0				
Shenzhen	Year 2008							
	211	21.4	280	28.0	440		480	
Shekou	Year 2007							Shenzhen Area
	54.3	5.0						
Yantian	Year 2007							Shenzhen Area
	54.3	10.0						
Xiamen	2007	2008			Future Volume			
	81.2	5.0	120	10.0	260-290 ton	17 - 19		
Qingdao	Year 2008							
	300	10.0	320	12.0	450	22		
Tianjin (Tientsin)	Year 2008							
	356	8.5						
Shanghai	Year 2008							
	508	28.0						
Nantong	Year 2007							
	120	0.43	200	1.5				
Lianyungang	Year 2008							
	101	3.0	120	3.4	190	8.0		
Ningbo	Year 2008							
	520	10.9		11.0				
Yantai	Year 2008							
	111	1.5	200	2.5~3.0				
Dailian	Year 2008							
	246	4.5	250	8.0				

Source: KWE Kintesu World Express, Inc.

## 2.2.2 船社の航路網

ベトナム国には3,260kmの海岸線に126の港があり、そのうち24港が国際貿易港として開かれているが、そのうち、船社の定航サービスが寄港しているのは、ホーチミン、ブンタウ、ハイフォン、カイラン、クィニョン、ダナンの6港である。

世界には3つの主幹航路、即ち、アジア-欧州航路、アジア-北米西岸（太平洋）航路、北米東岸-欧州航路、がある。ベトナムは地理的にアジア発着の2航路に属するが、現時点では各船社の主幹航路上の寄港地として、ベトナム諸港は含まれていない。その理由として、ベトナム諸港は水深が浅く主幹航路に就航している大型コンテナ船が入港できないことや、大型コンテナ船の寄港に見合うコンテナ需要がないこと、等が挙げられ、現在ベトナム諸港は周辺のハブ港からのトランシップサービスにてカバーされている。しかしながら、近年ベトナムではBRICsに次ぐ世界の工場として製造力が大幅に拡大してきていると同時に、経済成長により購買力も旺盛で、そのことによる貨物量の伸びは目覚ましい。

ベトナムでは、数年前まで南部ホーチミン港群が唯一の抜きん出た存在であったが、最近では北部のハイフォン港やカイラン港が国内第2の基幹港として台頭してきた。これら北部港湾は、単にハノイを中心とした北部ベトナムのみならず、北部タイ、ラオスなど近隣国及び中越国境地帯のゲートウェイとして見られている。しかし、これら両港とも現時点では上述のアジア-北米西岸、アジア-欧州の基幹航路のサービス網には含まれていない。

北部ハイフォン港及びカイラン港では、2004年以降2008年まで、コンテナ取扱量は毎年平均38%の伸び率で増加しており、現在もなお増え続けている。船社は、こうした増加し続けるコンテナ貨物を基幹航路に就航するパナマックスやポストパナマックス型コンテナ船に繋ぐために、1,000 TEU以上積載可能な大型フィーダー船を投入して対応しようとしている。これは、ハイフォン港を含む北部諸港には、アジア/北米西岸航路に就航するパナマックス/ポストパナマックス型船が寄港しないため、フィーダー船を大型化することでコンテナ貨物の増加に対応するものである。コンテナ船の大型化は燃油価格の上昇や本船運航費のアップ、港費の値上げなどに対処したものである。

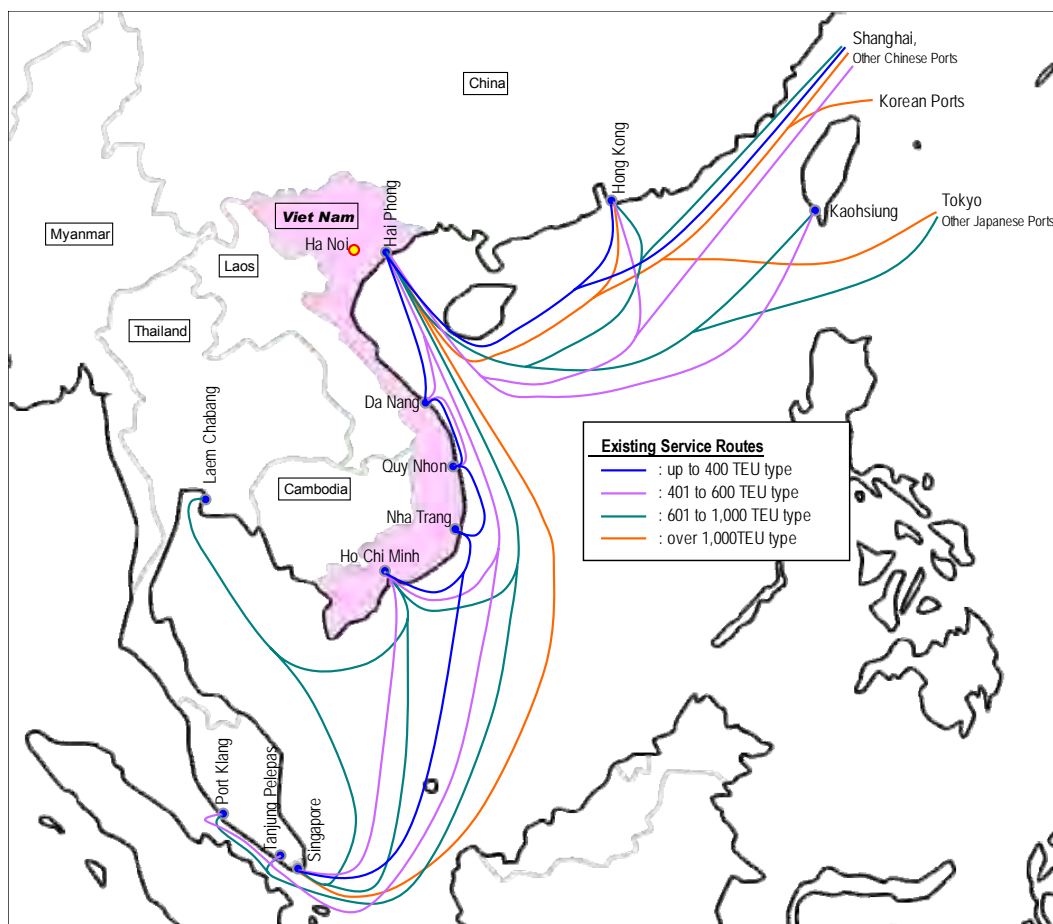
フィーダー船の大型化は、フィーダー諸港と地域ハブ港間のコンテナ輸送量が増えたことに起因し、アジア地域の主要港間ルートにパナマックス/ポストパナマックス型船が近年配船され始めたことによる。

ハイフォン港とカイラン港に寄港する船社のサービスルートと船隊は、そのコンテナ積載個数とともに図 2.2.11 及び表 2.2.6 に示す。現在の投入船の大半は、500/600 TEU 型であり、原則としてウィークリーサービスである。また、大手船社は、この地域における船社スペースのスロットチャーターか、パートナーを見つけてジョイントサービスをしていることがわかる。

スロットチャーターとは他の船社からスペースを部分的に買い取ることであり、ジョイントサービスとは互いに船腹を提供し合って一つのグループを結成してサービスを行うことである。

図 2.2.11 では小型コンテナ船が近隣国/港を互いに繋いでコンテナをハブ港で基幹航路船に積み替えていることが判る。積み替え港は高雄港、中国諸港及びシンガポールである。今のところ、

インド、アメリカ、欧州などへはハイフォン港/カイラン港からの直航サービスはない。わずかに日本や韓国など極東諸国との直航サービスがあるのみである。



出典：調査団作成

図 2.2.11 サービスルート の現状

表 2.2.6 ハイフォン寄港船と配船形体

運航船社	ルート	船名	積載容量	サービス頻度	P: パートナー SC: スロットチャーター
APL	SP/HCM/SP	“Cape Arago” “Westerhever”	FC 1,066 TEU FC 1,572 TEU	2 /Week	P: ACL
China Shipping	Chiwan/HK/HP/Chiwan	“Su Peng”	MP 170 TEU	Weekly	
COSCO	HK/HP/Zhanjing	“Bei Hai”	MP 602 TEU	Weekly	P: Sinotrans SC : Gold Star SC: COSCON P: Sinocor
	HP/Danang/QuiNhon/SP HP/HK/HP			Weekly	
Evergreen	Kaohsiung/HP/Kaohsiung	“Da Ping”	MP 602 TEU	Weekly	
		“Dong Du”	FC 566 TEU		
Gemartrans	HP/Kaohsiung/HK/HP HP/HK/HP HP/QuiNhon/HCM/SP/HCM/ HP HP/Danang/QuiNhon/SP/HP	“Vinalines Pioneer”	FC 588 TEU	Weekly	SC: K P: K, TS,SC: Cosco P: Cosco, etc. SC: Coscon
		“Matura II”	FC 534 TEU	Weekly 2/Week	

運航船社	ルート	船名	積載容量	サービス 頻度	P: パートナー SC: スロットチャーター
Hanjing	Busan/HK/HP/ Busan			Weekly	SC: Hanjing, MOL
Heung A	Gwanyang/Busan/HK/HP/ Fangcheng/HK. HP/Fengchang/ Shekou	“Heung A Bangkok” “Heung A Singapore” “Heung A Hong Kong” “El Bravo”	FC 653 TEU FC 653 TEU FC 650 TEU FC 1,118 TEU	Weekly	
Hub Shipping	PKelang/HCM/HP/PKelang	“Hub Enzo”	FC 818 TEU	Weekly	P: CNC, Gemartrans
K Line	Kaohsiung/HP, HP/HK, HP/Kaohsiung/HCM/HP	“Vinalines Pioneer”	FC 588 TEU	2/Week Weekly	P: Wan Hai SC: Gemartrans P: Gemartrans
MCC Transport	SP/HP/T Pelepas, TPelepas/SP/HP/ Danang/NhaChang/TPelepas/ HP/HK/Kaohsiung/HP TPelepas/SP/HP/ Qui Nhon/SP	“Fesco Ayon” “MCC Confidence” “MCC Proteus”	FC 1,102 TEU FC 543 TEU FC 653 TEU	Weekly Weekly Weekly	P: Evergreen P: Evergreen P: Evergreen
MSC	HK/HP/Shantou/HK	“MSC Wellington”	FC 1,271 TEU	Weekly	
MOL	HK/HP/Chiwang/HK, HP/HK/HP			Weekly Weekly	SC: Bien Dong
Bien Dong	HP/HCM/SP/HCM/HP./HCM  HP/Fengchang/HK/HP,  HP/HCM/BKK/LC/HCM/HP	“VinashinFreighter” “Vinashin Trader” “Van Hung” “Van Ly” “Bien Dons Star” “Van Phuc”	FC 610 TEU FC 610 TEU FC 420 TEU FC 357 TEU FC 750 TEU FC 404 TEU	Weekly  2/Week Weekly	P: MOL  SC: MOL
Nam Sung	Korean Ports/HK/HP/ Shekou/Xiamen/Inchon	“Bonny Star” “Happy Star”	FC 342 TEU FC 342 TEU	Weekly	
OOCL	HP/Kaohsiung/HP	“Grand Ocean”	FC 560TEU	Weekly	
RCL	SP/HP/SP			Weekly	
RSK	Shekou/SP/HP/ HK/Xiamen	“Ocean Bhum” “Resourceful”	FC 1,114 TEU FC 1,114 TEU	Weekly	
Samdera/ Advance CL	SP/HP/Danang/QuiNhon/SP HP/Chiwang/HK HK/HCM/HK	“Sinar Padang” “Kota Ria” “Kota Rakyat”	FC 400 TEU FC 938 TEU FC 938 TEU	Weekly	P: MOL
Sinocor Merchant Marine	HK/HP/HK	“Hua Sha”	MP 300TEU	Weekly	
SITC CL	Japanese Ports / Shanghai/HK/HCM/ HP/Tokyo	“Josco Lily” “SITC Tokyo” “Trinity”	FC 1,049 TEU 847 TEU 907 TEU	Weekly	
NYK	Guangzhou/Cai Lan/HCM HCM/Cai Lan/HK/Japan. ports	“ACX Lilly” “Asian Gyro”	1,404 TEU 1,032 TEU	Weekly	P: Tokyo Senpaku P: Tokyo Senpaku
RCL	Songkhla/HK/HP/HK	“Pira Bhum” “Ratha Bhum” “Supa Bhum”	FC 628 TEU FC 628 TEU FC 628 TEU	Weekly	
TS Lines	Shekou/HK/Fangcheng /HP/Fangcheng, Fangcheng/HP/Chiwang			2/week	P: CU Lines
Vinalines	HCM/HP	Various	MP/FC 215/556 TEU	5/week	

運航船社	ルート	船名	積載容量	サービス 頻度	P: パートナー SC: スロットチャーター
Vinashin Ocean Shipping	?	“Vinashin Express 1”	MP 567 TEU	?	
Wan Hai	HP/Kaohsiung/HP	“Venus C” “Tai Ping”	FC 816 TEU ? TEU	Weekly	P: K Line, SC: Coscon, Evergreen, MOL

出典: Containerization International Year Book 2009 and International Transportation Handbook 2009

HP: ハイフォン、HCM: ホーチミン、SP: シンガポール、HK: 香港、LC: レムチャバン、BKK: バンコク

SC: スロットチャーター、P: パートナー、FC: フルコンテナ船、MP: 混載船

表 2.2.6 よりハイフォン地区のサービスの実態は明らかである。カイラン港では 2004 年から NYK の名で東京船舶の中型船が週 2 回寄港、MSC が昨年からは寄港を始めている。この両社のコンテナはハイフォン港とカイラン港の間はモーターバージ、その他の地域とはトラックにより輸送されている。

アジア-欧州間の荷動きの伸びがアジア-アメリカ間よりも高い状態となったと言われている今は、北米ルートから欧州ルートへパナマックス船隊を移そうとする中国船社もあると言われている。

しかし、今のところ極東-欧州間に就航している船社でハイフォン港に直接寄港しようとする船社はほとんどない。ベトナム北部に寄港することは、通常航路から数日の離路になるからである。従って、ハイフォン港を起点とする新しい航路が開設されない限り、ベトナムと欧州の輸送パターンはシンガポール港やその他 2, 3 のハブ港でのトランシップ、と言う形態に変化はないだろう。

一方、東向貨物については、2014 年のパナマ運河拡張完成後、中国、台湾地域からハイフォン区域（ラクフェン港）へサービスルートを延長してくる船社が出てくることも考えられる。それは現在、中国-北米西岸ルートにパナマックス/ポストパナマックス型コンテナ船を配船している船社が多いからである。

表 2.2.7 は、中国（アジア）-北米西岸間に就航している配船グループと各船の積載能力を示している。本船によってはラクフェン港開港後に寄港するものもあると考えられる。

このリストからはスエズ運河経由アジア-北米東岸サービスは省いている。このルートは、パナマ運河における極度の混雑及び通航費の度重なる値上げに対応するべく、最近開設されたルートである。

ハイフォン港とカイラン港における船社の寄港状況は次の通りである。

- (1) 現状のハイフォン港の航路水深は 7.8m であり、10,000 重量トン、コンテナ船では 500/600TEU 積船が潮位に関係なく航行可能である。現在、ハイフォン港にはコンテナの大量迅速荷役に対応出来るターミナルはなく、従って小型船あるいは満載ではない 1,000 TEU 型が寄港している。カイラン港の航路はハイフォン港よりも深く 12m であるが、貨物需要はハイフォン港ほど大きくない。

- (2) 大型船1回分の寄港に見合うコンテナ貨物が集まらないため、小型船が数多く寄港して寄港回数でこなしている。
- (3) 船社は、配船スケジュールを維持するために、ターミナルの岸壁荷役効率を正確に把握する必要があるが、現状は拮めてはいない。優れた機械／機器と設備、及び熟練作業員が揃わないと効率計算の出来る荷役は出来ない。
- (4) 高雄港や上海港からシンガポール港、ヨーロッパ諸港への国際基幹航路からハイフォン港へ寄港するためには数日間の離路が必要となり、船社への経済負担は大きく、また離路することにより輸送日数が増え荷主サービスが低下することも考えられる。現状では、本船をハイフォン港へ寄港させるのではなく近隣ハブ港でのトランシップがベストと思われる。

上記のうち第4項以外はラクフェン港の開港によって解決すると思われるが、いかに荷主や船社をラクフェン港に惹きつけるかが課題である。

表 2.2.7 中国（アジア）／アメリカの配船現状

アライアンス／ 運航船社	構成船社	就航船の積載容量	代表的な就航船	
TNWA	MOL, APL, Hyundai	2,996 - 6,479 TEU	MOL Miracle APL England Hyundai Dominion	2,996 TEU 5,508 TEU 6,479 TEU
Grand Alliance	NYK, Hapag-Lloyd, OOCL	2,893 - 8,060 TEU	NYK Springitde Dresden Express OOCL Hamburg	2,893 TEU 4,639 TEU 8,063 TEU
CKYH	Coscon, K Line, Yang Ming, Hanjin	2,702-5,576 TEU	COSCO Panama Chicago Bridge YM Prosperity Hanjin Osaka	2,702 TEU 5,576 TEU 3,266 TEU 4,024 TEU
Maersk	Maersk	1,129 - 6,600 TEU	Astor Albert Maersk	1,129 TEU 6,600 TEU
Evergreen	Evergreen	2,728 - 7,024 TEU	Ever Gifted Ever Shine	2,728 TEU 7,024 TEU
CMA CGM	CMA CGM	4,298 - 8,600 TEU	CMA CGM Galaxy CMA CGA Courage	4,298 TEU 8,600 TEU
China Shipping	China Shipping	4,250 - 5,688 TEU	Xin Dan Dong Xin Yan Tai	4,250 TEU 5,688 TEU
MSC	MSC	873 - 8,034 TEU	MSC Immacorata MSC Beijing	873 TEU 8,034 TEU
CTP	Wan Hai, PIL	2,495 - 4,250 TEU	Wan Hai 302 Wan Hai 509	2,495 TEU 4,250 TEU
China Express	China Express, Matson	1,970 - 2,524 TEU	R J Pfeiffer Manukai	1,970 TEU 2,524 TEU

出典：商船三井データ及び Containerization International Year Book 2009

数年前までは、南部と比較して北部ベトナム諸港は寄港回数が少なかった。これは地理的に国際基幹航路から離れていたことが原因である。しかし近年におけるコンテナ貨物の急増により、ハイフォン港とカイラン港へ寄港する船社が増加してきた。表 2.2.8 は、2006年と2010年における寄港数の変化を纏めたものである。新規配船社が加わっているのも見られる。

表 2.2.8 ハイフォン港とカイラン港の配船形体と船型の変遷

運航船社	2010				2006			
	ルート	頻度	パートナー	就航船名	ルート	頻度	パートナー	就航船名
ACL	SP/HP/Danang/Quinhon/ SP	Weekly		Kota Machan 606 TEU Kota Ria 938 TEU	Same as 2010	Weekly		Jatianom 459TEU Kota Bintang 476
APL	Feeder from Kao, HK, SP, or Chiwan	Weekly		Nil	Nil	Nil	Nil	TEU Sinar Padang 495 TEU Cape Arago 1066 TEU Nil
Biendong	SP/HCM/HP/HCM/SP  HP/HK/HP	Weekly  Weekly	SC:MOL  SC:MOL	Vinashin Mariner Vinashin Navigator 1016 TEU	Nil	Nil	Nil	Nil
Chien Lie (CMA CGM)	Kao/HP/Kao  Kao/HP/Kao	Weekly  Weekly	SC: Y.Ming  SC: TS Lines Wan Hai	Mell Senang 698 TEU Mell Seraya 704 TEU Kuo Chang, Kuo Chia, Kuo Fu, Kuo Yu 1295 TEU	Nil	Nil	Nil	Nil
ECL	Yoko/Nya/Kobe/HP/HC M	1-2/month			Same as 2010	1-2/month		
Evergreen	Kao/HK/HP/Kao	Weekly	SC: Wan Hai	Rio Lawrence 1155 TEU	Nil	Nil	Nil	Nil
Gold Star	Shekou/HK/HP/Shekou	Weekly		Xiao Yun 300TEU	Nil			
Hanjin/ Sinotrans	Busan/Shai/HP/Shai/ Busan/	Weekly		Appen Charlotte 1043 TEU Sinar Bintan 1060 TEU	Nil			
Heung-A	KwangYang/Busan/HK/ HP/Shekou?HK/Kwang Y	Weekly		DS Ability 1118 TEU Heung A Bangkok 650 TEU	Same as 2010	Weekly		Hueng-A Bangkok Hueng-A Hong Kong 650 TEU
Hyungdai/ Spic/TSK	Feeder service from HCM				Nil			
Kambara Kisen	Feeder service from Shanghai	Weekly			Nil			
KL/Wan Hai/ GEMCO	HK/HP/HK Another feeder service From HK	Weekly		Vinalines Pioneer 588 TEU	Kao/HP/Danang/ HC Another feeder service fm HK	Weekly	GEMCO Loop 1	Gematrans Pioneer Van Phong 585/563 TEU
KMTC/STX Pan Ocean	Busan/KwangYang/HP/ Xiamen/Shai/Busan	Weekly		Lantau Breeze 1049 TEU MareAdriaticum 1054 TEU	Nil			



Maersk	Feeder service from Kao	Weekly			Feeder service from HK or Kao			
Marui (Ro/Ro)		6-8/month			Nil			
MOL	Feeder service from HK				Feeder service from HK			
Nam Sun	Inchon/Busan/HK/HP/ HK/Shekou/Xiamen/ Inchon			Bohai Star 706 TEU Liberty Star 706 TEU	Nil			
OOCL	Kao/HP/Kao	Weekly			Nil			
PIL	Feeder service from Shanghai			Kota Tegue 700 TEU Kota Terau 720 TEU	Feeder service from SP			
RCL	SP/HP/HK/Fencheng/ SP	Weekly		Methi Bhum 926 TEU Nethi Bhum 928 TEU	Nil			
SITC	HP/HK/Xiamen/Shai Shi/Japanese Ports/ Busan/ Shai/Keelung/HP Incheon/Pyongtaek/Shai/ HK/HP/Xiamen/Incheon			Josco Star 1043 TEU Josco View 1049 TEU Sunrise Express 1049 TEU SITC Express 917 TEU SITC Qingdao 787 TEU	Nil			
TS Lines	Feeder from Kao by Chien Lie Line				Nil			
Toko	Yoko/Kobe/HP/HCM	2-3/month			Japanese ports/HP/HCM	2-3/month		
TSK	Feeder from Kao Japanese ports/Nansha/ Cailan/HCM/SP/Jakarta/ HCM/Cailan/HK/Tokyo	2/week		ACX Cosmos 1241 TEU ACX Lilly 1182 TEU Asian Gyro 1098 TEU Asian Zehhyr 1098 TEU	Japanese ports/ Shai/HK/Huangpu/ Cai Lan/HCM/ Shekou/HK/Tokyo	Weekly		ACX Cherry ACX Cosmos 1241 TEU Sunrise 1181 TEU
Wan Hai	Kao/HP/Kao	2/week		An Chun 642 TEU Shin Chung 640 TEU	Same as 2010	Weekly		Padma 734 TEU
Dongnama					Feeder from HK	Weekly		
Hapag					Feeder from SP			

出典: International Transportation Handbook 2010 & 2006

HP: ハイフォン、HCM: ホーチミン、SP: シンガポール、HK: 香港、Kao: 高雄、Shai: 上海

SC: スロットチャーター、P: パートナー

### 3. 港湾の現状

#### 3.1 北部港湾

これまでベトナムの港湾は8グループに分けられていたが、新しく策定された2020年までと2030年へ向けての方向性を示したベトナム港湾体系開発マスタープランのよって6グループに再編された。この開発事業準備調査が関係する港湾はグループ1：北部に属する。

グループ1には2つの大きな港湾群、即ち、国家的総合港湾であるハイフォン港を有するハイフォン港群とカイラン港を有するクアンニン港群があり、その他に多数の地方港湾や専用港湾がある。2000年のハイフォン港とカイラン港の取扱貨物量は920万トンであったが、毎年強い成長を続け2008年には2,980万トンに達した。しかしながら、ハイフォン港は河口から奥まった河岸に位置し港湾までの航路の水深が限られているため、また、カイラン港は工業団地開発と運輸関連施設の開発が連動して来なかったために港湾営業は容易ではなかった。この地域には国際的大港湾が無く大型船は入港する前に積荷の一部をバージに積み替え積荷を減らすことを余儀なくされる。

##### 3.1.1 クアンニン港区

###### 1) クアンニン地区港湾群

- 全国の需要と輸出を賄っているクアオンとホンゲイの石炭専用2港
- 北部地域の需要を賄っている石油港湾(B12)
- 一般港湾：クアンニン浮棧橋、カイラン港

###### 2) カイラン港

カイラン港の現況は、表 3.1.1 に示すように要約される。

表 3.1.1 カイラン港の施設及び荷役機械

バース	延長	水深	貨物	野積場	倉庫	荷役機械
No.1	166m	-9.0m	バルク/一般	14.2 ha	1.54 ha	移動式クレーン: 1x64t, 1x104t, RTG: 4x40t, 1x50t タイヤクレーン 3x14t, 1x25t Ev クレーン: 1x50t, フォークリフト: 2x7t, 3x8t シャーシ: 13 台
No.5	220m	-12.0m	バルク/一般			
No.6	220m	-12.0m	バルク/一般			
No.7	220m	-13.0m	コンテナ			

カイラン港は、バイチャイ湾内を - 9.0m ないし - 13.0m に浚渫して開発された。第5バースから第7バースは2004年に日本のODA援助で建設されコンテナ荷役を開始した。しかしながら、2006年の台風によりコンテナクレーンが転倒したため、この数年カイラン港のコンテナ取扱量は大きく落ち込んでしまったがそれは今年に入ってから急速に回復してきている。

カイラン港は、外洋からハロン湾内を延長約33km、水深-10mの進入航路を通過して入港しなければならない。そして進入港路のこれ以上の増深は環境の観点から期待できない。

カイラン港は、クアンニン省とビナラインの合弁会社であるクアンニン港湾会社によって運営管理されている。カイラン港ではアメリカデベロッパーの民間資金により 2012 年までに第 2 バースから 4 バースまでのコンテナバースを建設することがすでに決定している。2002 年から 2009 年のカイラン港の取扱貨物量を表 3.1.2 に示す。

表 3.1.2 カイラン港取扱貨物量

TT	Criteria	Unit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	11 months 2009
I	<b>Bulk cargo capacity</b>	<b>Ton</b>	<b>1,563,232</b>	<b>1,623,215</b>	<b>2,335,059</b>	<b>3,177,937</b>	<b>3,738,540</b>	<b>2,967,566</b>	<b>3,339,818</b>	<b>4,686,722</b>
II	<b>Total passing cargo capacity</b>	<b>Ton</b>	<b>1,559,076</b>	<b>1,748,406</b>	<b>2,475,597</b>	<b>3,185,136</b>	<b>3,498,824</b>	<b>2,805,408</b>	<b>3,022,618</b>	<b>4,289,116</b>
	Export	Ton	368,338	491,366	980,710	974,717	1,157,528	1,562,421	1,664,397	1,365,110
	Import	Ton	924,795	1,025,686	828,242	1,059,104	883,548	831,760	856,349	1,512,346
	Domestic	Ton	265,943	231,354	666,645	1,151,315	1,457,748	411,227	501,872	1,411,660
*	<b>Container</b>	<b>teus</b>	<b>244</b>	<b>1,168</b>	<b>65,932</b>	<b>118,637</b>	<b>132,563</b>	<b>34,481</b>	<b>33,220</b>	<b>171,417</b>
-	<b>Cargo container</b>	<b>Ton</b>	<b>0</b>	<b>1,121</b>	<b>55,320</b>	<b>93,151</b>	<b>113,360</b>	<b>32,220</b>	<b>30,147</b>	<b>129,882</b>
	Export	Ton			11,673	14,359	18,869	10,752	11,259	21,868
	Import	Ton			15,477	39,558	30,166	15,724	17,310	51,257
	Domestic	Ton		1,121	28,170	39,234	64,325	5,744	1,578	56,757
-	<b>Non-bulk cargo container</b>	<b>Ton</b>	<b>244</b>	<b>47</b>	<b>10,612</b>	<b>25,486</b>	<b>19,203</b>	<b>2,261</b>	<b>3,073</b>	<b>41,535</b>
	Export	Ton			1,568	6,547	2,388	176	2,278	17,755
	Import	Ton			354	1,047	2,930	84	122	1,529
	Domestic	Ton	244	47	8,690	17,892	13,885	2,001	673	22,251
*	<b>Details of passing capacity</b>	<b>Ton</b>	<b>1,559,076</b>	<b>1,748,406</b>	<b>2,475,597</b>	<b>3,185,136</b>	<b>3,498,824</b>	<b>2,805,408</b>	<b>3,022,618</b>	<b>4,289,116</b>
1	<b>Export</b>	<b>Ton</b>	<b>368,338</b>	<b>491,366</b>	<b>980,710</b>	<b>974,717</b>	<b>1,157,528</b>	<b>1,562,421</b>	<b>1,664,397</b>	<b>1,365,110</b>
	Cargo container	Ton			114,820	216,166	263,748	150,542	225,180	306,152
	Non-bulk cargo container	Ton			43,340	6,045	440	5,695	248,570	
	Oil	Ton	9,460	7,500	3,460	4,067	7,684	2,950	4,696	8,618
	Wood chip	Ton			9,621	251,204	374,688	493,617	416,996	285,851
	Wood	Ton					10,050	6,448	1,604	
	Stone (Tan Mai, Banpu)	Ton	73,040	90,014	73,127	72,160				
	Fertilizer	Ton						114,511	203,967	4,926
	Ore	Ton							291,025	126,729
	Steel	Ton							25,060	127
	Coal	Ton	285,838	387,728	779,620	378,266	450,223	781,655	457,664	370,313
	Clinker	Ton								
	Equipment	Ton							2,040	1,324
	Cement	Ton								12,500
	Construction material	Ton					39,182	9,146	29,968	
	Others	Ton		6,124	62	9,514	5,908	3,112	502	
2	<b>Import</b>	<b>Ton</b>	<b>924,795</b>	<b>1,025,686</b>	<b>828,242</b>	<b>1,059,104</b>	<b>883,548</b>	<b>831,760</b>	<b>856,349</b>	<b>1,394,354</b>
	Cargo container	Ton			228,500	614,205	347,785	220,289	346,200	717,598
	Non-bulk cargo container	Ton			8,230	7,325	210	305	21,406	
	Oil	Ton	128,122	113,276	132,564	149,148	144,854	144,625	121,554	162,404
	Chemical	Ton					15,800	22,269	8,576	5,010
	Gypsum	Ton	40,401	137,393	40,637	6,100				
	Klinker	Ton	329,147	390,812	156,848					
	Wheat	Ton					176,137	168,893	32,987	
	Wheat flour	Ton							400	
	Barley corn	Ton	146,984	124,987	150,248	117,506				148,259
	Fertilizer	Ton	247,896	180,498	81,568	96,886	62,644	121,461	124,684	92,961
	Fertilizer in bags	Ton		12,025	3,838	21,837	15,466	100,172	75,018	
	Feedstuffs	Ton			15,041	15,041	75,785	17,576	57,098	185,205
	Equipment	Ton		43,678	13,858	10,426	27,145	21,085	3,327	5,269
	Scrap bundle	Ton			2,487	10,006		656	61,563	118
	Asphalt	Ton			7,760	9,540	7,498	14,524	17,448	
	Others	Ton	32,245	23,017	9,934	179	3,109	7,189	1,819	56,124
3	<b>Domestic</b>	<b>Ton</b>	<b>265,943</b>	<b>231,354</b>	<b>666,645</b>	<b>1,151,315</b>	<b>1,457,698</b>	<b>411,227</b>	<b>501,845</b>	<b>1,411,660</b>
*	<b>Domestic export</b>	<b>Ton</b>	<b>260,888</b>	<b>221,840</b>	<b>371,269</b>	<b>778,496</b>	<b>774,177</b>	<b>322,399</b>	<b>200,986</b>	<b>796,117</b>
	Cargo container	Ton			209,411	433,019	524,343	60,448	1,040	596,834
	Non-bulk cargo container	Ton				75,573	27,637	4,225	1,483	31,220
	Wheat	Ton	42,569	20,528	18,992	20,789	30,703	16,615	8,935	9,339
	Container	Ton								8,652
	Wood	Ton								3,228
	Oil	Ton					5,532	3,212	3,299	17,057
	Klinker	Ton	12,783	9,748	12,000	176,738	142,308	201,021	158,521	100,545
	Fertilizer	Ton						20,577	16,811	15,991
	Chemical	Ton						7,756		505
	Ore	Ton						3,130	5,269	
	Coal	Ton	35,000	26,767	20,885	38,938	9,416	140	1,000	
	Cement	Ton								4,779
	Steel	Ton								2,633
	Equipment	Ton						419	2,814	5,334
	Others	Ton	170,536	164,797	109,981	33,439	34,238	4,856	1,814	
*	<b>Domestic import</b>	<b>Ton</b>	<b>5,055</b>	<b>9,514</b>	<b>295,376</b>	<b>372,819</b>	<b>683,521</b>	<b>88,828</b>	<b>300,859</b>	<b>615,543</b>
	Cargo container	Ton	4,870		240,130	211,509	564,005	31,456	27,720	197,764
	Non-bulk cargo container	Ton				27,787	7,075	778	100	280,294
	Wheat	Ton							2,501	
	Oil	Ton				1,597		9,750	2,573	9,550
	Container	Ton								1,960
	Wood	Ton	185		30,666	106,031	97,582	33,434	25,039	12,685
	Barley corn	Ton			12,661		9,508	11,831	23,265	12,444
	Klinker	Ton						826		
	Ore	Ton							199,269	90,005
	Steel	Ton								795
	Equipment	Ton						658	3,169	7,396
	Construction material	Ton			11,919	25,895	5,351		17,223	
	Others	Ton						95		2,650
	Loading rate		1.00	0.93	0.94	1.00	1.07	1.06	1.10	1.09

### 3.1.2 ハイフォン港湾区

現在、ハイフォン港区の港湾群は主にカム河の河岸に位置し、7.8km にわたり 17 の主要港湾が立地している。この港湾群の 2004 年の取扱貨物量は約 1,300 万トン/年で、その内の 80%ないし 90% がハイフォン港で扱われていたが、わずか 4 年後の 2008 年にはその取扱量は 2,700 万トン/年に達した。

ハイフォン港はベトナム北部における最大の国際商港であり国内ではサイゴン港に次ぎ第 2 の取扱量を誇っている。ハイフォン港は下記のような開発計画を持つ 4 港区を含んでいる。

- バカック港区は 650m に拡張され 3,000DWT 以下の船舶を受け入れる。この港は内貿専用でありハイフォン港の積み替え施設として機能する。
- ホアンデュウ港区は、バース長 1,718m に拡張され一般港湾(国際客船棧橋を備えた雑貨及びコンテナ港)として機能する。
- ドアンサ港区は、200m の棧橋を修復・維持し雑貨を取り扱う。この港区は 5,000DWT 船を受け入れることが出来る。
- チュアベ港区は、この地方で初めて建設された近代コンテナ専用港である。第 1 と第 2 バースの改修と第 3 バースの建設は 1997 年から 2001 年にかけて第 1 期ハイフォン港改修計画として日本の ODA 資金にて実施された。追加の 2 バースも 2001 年から 2005 年にかけて第 2 期ハイフォン港改修計画として同じく日本の ODA 資金で建設された。

ディンブ港区は雑貨とコンテナ貨物用に開発されている。ディンブ雑貨港の 2 バースは既に操業している。ディンブ新港の最初のコンテナバース 2 バースは民間企業によって開発され、タワークレーンを使って既に操業を行っている。そして他の 3 バースが現在ハイフォン港により建設中である。

ハイフォン港区の現在の状況を表 3.1.3 に要約して示す。

ハイフォン港群はブイ No. 0 から 42.8km の海洋進入航路に沿って位置し、その水深はディンブ港までは - 7.3m を確保しており中央ターミナルまでは - 5.5m である。平均潮位差は 2.5m である。進入航路の水深が浅いことがハイフォン港の最大の問題である。しかしながら、ハイフォン港は長い運営の歴史を有しており、港湾施設を蓄積しているばかりでなく支援機能施設や社会基盤を備え多くの人々が港湾活動で生活している。従って、ハイフォン港を有効に使うことは非常に重要である。

ハイフォン港はビナライン傘下のハイフォン港持株有限会社により運営管理されている。ビナラインはハイフォン港だけでなくサイゴン港やダナン港、カントー港、カイラン港などのベトナムの他の主要港湾も子会社を通して管理運営している。

ハイフォン港の 2002 年から 2009 年の取扱貨物量を表 3.1.4 に示す。

表 3.1.3 ハイフォン港区の施設及び荷役機械

バース	延長	水深	貨物	野積場	倉庫	荷役機械
Main Port (Hoan Dieu)						
1,2,3	413m	-8.7m	コンテナ	29.63ha	3.01ha	タワークレーン: 26x5t-40t, 浮きクレーン: 2x10t-85t, RTG: 6x 25t-50t フォークリフト: 36x3t-45t タグボート他: 8x305CV-3,200CV, ウェイブリッジ: 4x80t Automatic Filling Line 8x3,500t/day/ship
4 - 11	1,304 m		一般雑貨			
Chua Ve Container Terminal						
1-5	848m	-8.4m	コンテナ	18.87ha	0.6ha	ガントリークレーン: 6x35.6t タワークレーン: 5x5t-40t RTG: 12x35.6t, タイヤクレーン: 2x25t-50t フォークリフト: 22x3t-45t ウェイブリッジ: 1x80t
Doan Xa Port						
1	220m	-7.8m	コンテナ	6.5ha	0.12ha	タワークレーン 2x40t, 1x10t フォークリフト 3x5t, 1x10t, 4x45t クレーン 1x16t
Dinh Vu General Port						
1	237m	-9.3m	一般雑貨	23.64ha	0.36ha	タワークレーン: 3x40t トップリフター: 3x45t タイヤクレーン: 1x25t
2	188m	-9.3m	一般雑貨			
Dinh Vu New Port						
1	200m	-10.2m	コンテナ	56.9ha	0.1ha	タワークレーン: 2x5t-40t *工事中 /2010
2	200m	-10.2m	コンテナ			
3-5	200m	-10.2m	コンテナ			
Vat Cach Port						
1-6	485m	-4.0m/ -4.7m	一般雑貨	21ha	0.72ha	岸壁クレーン: 11x5t-36t フォークリフト: 4x4t-7t トラック: 9x5t-16t Excavator: 1
Cua Cam Port						
1-4	350m	-2.5m/ -7.0m	一般雑貨	2.7ha	1.17ha	岸壁クレーン: 4x7.5t-16t タイヤクレーン: 4x16t-36t クローラクレーン: 1x25t
Transvina Port						
1	165m	-7.8m	コンテナ	5.1ha	0.12ha	移動式岸壁クレーン: 1x100t タワークレーン: 1x40t フォークリフト 3x45t, 1x5t トラック: 6x3t-10t コンテナトラック: 15x10t-30t タグボート: 1x800HP, 1x1600HP
Green Port						
2	320m	-8.0m	コンテナ	4.73ha		ガントリークレーン: 2x40t 移動式クレーン: 2x40t ストラドルキャリア: 4x40t タグボート: 1x70t
Le Chan Port						
1	144m		コンテナ	6.65ha		ジブクレーン: 2基

表 3.1.4 ハイフォン港の取扱貨物量

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 until Oct
<b>1. Export</b>	<b>1,365,476</b>	<b>1,757,845</b>	<b>1,792,445</b>	<b>2,349,120</b>	<b>2,825,099</b>	<b>2,684,001</b>	<b>3,243,855</b>	<b>1,977,551</b>
Sugar								
Apatit		1,750	2,029		45,790	75,824	261,446	60,592
General	3,947	2,035	500	1,750	504	33,177		
Container	1,193,139	1,650,877	1,650,945	1,827,447	2,193,578	2,117,574	2,190,655	1,649,867
Timber	65,886	28,800	68,388	109,131	103,836	82,533	54,800	45,567
Logistic cargo								
Chemical			287				2,922	
Metal	6,998	1,250	2,002	2,712	409	13,041	204,558	18,205
Klinker			2,100		54,311	51,662	154,439	21,146
Forest and native products								
Foodstuff	10,000							
Miscellaneous								
Equipment	11,055	2,477	5,944	10,151	10,317	14,735	18,092	21,768
Asphalt			1,399					
Fertilizer			212	5,679		27,784	110,504	31,568
Metalic ore	50,379	29,656	11,376	17,149	25,044	28,455	43,924	10,069
Food and vegetable								
Jute carpet								
Gypsum			60					
Coal				331,492	306,938	4,991	18,985	5,716
Construction Material	24,072	41,000	14,798	38,051	67,962	230,109	149,024	94,581
Cement			32,405	5,558	16,410	4,100	27,312	18,470
Oil						16	5,703	
<b>2. Import</b>	<b>5,286,584</b>	<b>5,401,816</b>	<b>5,368,625</b>	<b>5,196,931</b>	<b>5,198,668</b>	<b>6,218,248</b>	<b>7,634,025</b>	<b>7,103,342</b>
Sugar			2,199		5,893			2,000
Apatit			49	83	2,100	40	57	133
General	121,105	31,386	16,527	6,353	5,516	10,459	17,438	11,226
Cotton								
Container	1,652,471	1,974,339	1,792,646	2,035,552	2,237,235	3,285,283	3,990,268	3,007,776
Timber	36,357	46,783	72,101	21,307	41,699	13,059	13,669	38,217
Logistic cargo								
Chemical	43,192	38,267	40,078	56,655	47,060	64,945	46,404	16,982
Metal	1,974,411	1,535,265	1,607,142	1,426,176	1,220,232	1,409,737	1,791,699	1,990,958
Klinker	133,229	279,003	286,376	154,056	146,148	26,149	30,832	3,000
Forest and native products	5,382		21,635	3,738				
Foodstuff	118,852	6,546	823	3,933	160			
Miscellaneous		2,911		796				
Equipment	145,641	105,523	137,863	111,199	88,789	249,282	325,785	259,687
Salt	52,152	1,132					22,921	61,961
Asphalt	12,057							
Fertilizer	589,320	552,182	446,514	259,515	101,807	54,593	18,922	99,305
Sulfur				58,073	96,701	95,251	73,443	143,246
Metalic ore	75,373	77,695	133,623	113		49,358	60,907	32,786
Food and vegetable			50	209	219	38,241		72,135
Foodstuff for cattle	218,398	698,176	399,636	513,652	762,977	833,030	608,688	869,331
Gypsum	106,744	52,322	118,958	121,709	17,608	22,603	10,340	
Coal			42,849	26,671	23,466		13,582	23,586
Construction Material	1,900	1	27,115	6,501	550	245	39,964	1,688
Cement					400,508			
Oil		285	222,441	390,640				467,076
<b>3. Domestic</b>	<b>3,669,293</b>	<b>3,358,601</b>	<b>3,325,436</b>	<b>2,966,007</b>	<b>3,127,601</b>	<b>3,398,319</b>	<b>3,091,106</b>	<b>2,982,229</b>
Sugar	14,324	502	4,874	8,743	4,958	240		11,444
Apatit	53,354	89,637	98,620	114,231	114,293	109,283	135,624	98,368
General	268,717	65,323	60,980	55,649	39,891	55,397	57,224	67,449
Cotton	0	0	0	0	0	0		
Container	1,183,766	1,303,783	1,466,208	1,379,057	1,146,160	1,168,873	1,552,846	1,683,740
Timber	2,120	13,349	28,996	51,052	33,407	18,696	12,666	1,865
Logistic cargo	0	0	0	0	0	0		
Chemical	18,768	7,420	12,387	15,998	3,433	4,260	4,583	7,497
Metal	240,395	269,411	285,358	243,201	160,302	157,437	203,633	261,517
Klinker	41,387	34,189	48,565	140,275	460,925	509,190	182,741	289,464
Forest and native products	7,369	14,571	10,436	7,917	0		1,413	1,955
Foodstuff	571,881	199,198	249,819	60,718	50,082			
Miscellaneous	0	46	45	0	0			14,570
Salt	46,750	21,796	15,302	6,504	1,719		1,638	1,014
Equipment	8,801	13,042	13,867	16,374	19,194	47,391	18,237	12,665
Asphalt	821	1,390	130	61	0			
Fertilizer	252,149	300,599	161,187	192,722	120,171	278,589	276,357	110,994
Sulfur	0	0	61,686	2,654	0	2,114	8,132	
Metalic ore	27,034	39,362	51,348	54,236	50,960	42,380	78,161	7,871
Food and vegetable	6,146	12,393	18,116	13,490	17,614	62,784	63,126	46,673
Foodstuff for cattle	73,001	283,258	219,382	288,871	279,437	147,489	134,275	123,211
Gypsum	0	6,119	11,909	0	0		6,119	2,350
Coal	0	773	149,658	52,660	40,642	27,819	21,739	46,264
Construction Material	185,410	237,612	142,447	116,463	100,664	114,322	42,378	49,310
Cement	667,100	444,682	213,815	144,619	475,446	652,050	275,958	133,998
Oil	0	146	301	512	58	5	14,256	10,010
Sulfur					8,245			

## 3.2 背後圏輸送

### 3.2.1 道路

2005年の運輸開発戦略研究所（TDSI）の資料によればベトナム北部の道路網全長116,410kmは国道（6,882km）、県道（8,950km）、地方道（15,350km）、その他道路（99,964km）からなる。ベトナム北部の道路網は首都ハノイと主要都市および港湾都市ハイフォンとカイランと中小都市や町を結びつつ発展してきた。この地区の主要国道は国道1号線、2号線、3号線、5号線、6号線、10号線及び18号線である。

将来の道路網として、ベトナム運輸省はラクフェン港と結ぶためにタンブ - ラクフェン幹線道路を計画している。さらに、ハノイ - ハイフォン間高速道路（距離105.5km、設計速度120km/時、片側3車線）はBOT方式開発プロジェクトとして承認されている。

#### (1) 国道1号線（NH1）

最長で最重要な路線で北のランソン県から南のカマウ県を縦に結ぶ総延長2,300kmの道路である。NH1は2車線であるが、大都市や中都市の近くでは部分的に4車線となっている。NH1はベトナムの海岸沿いのフエ、ダナン、クイノン、ニャチャン、ホーチミンなどの主要都市、主要港湾、空港を結び33県を縦断している。ドンダン（ランソン）からギアバイ橋（タイグエン）間のNH1は最近改修され良好な状態にある。

#### (2) 国道2号線（NH2）

首都ハノイとビンフック県、フートー県、トゥエンクアン県およびハギアン県を結ぶ北部ベトナムの主要路線で総延長は313kmである。ビンフック区間はBOTで4車線に改良する工事が現在実施中である。NH2はIII級道路に格上げされる予定である。

#### (3) 国道3号線（NH3）

首都ハノイとタイグエン県、バツカン県、カオバン県を含むベトナム最北の県を結ぶ主要路線で総延長は350kmである。この路線はドウオン橋から始まりタロン国境門で終わる。この路線もIII級に格上げされる予定である。

#### (4) 国道5号線（NH5）

首都ハノイと国際港湾ハイフォンを結ぶ主要輸送路線で総延長は106kmである。NH5はフンエン県、ハイズオン県、ハイフォン県の多くの小都市・町の僻地区間を除いて基本的には4車線である。この路線の沿線には幾つかの工業団地や中小の工場が立地している。NH5はハノイ - ハイフォン間の鉄道路線と一部区間で並行して走っている。渋滞や事故は一部区間で交通容量が足りないのが原因である。全区間の交通容量を改善する計画がある。

#### (5) 国道6号線（NH6）

ハノイ県、ホアビン県、ソンラ県、ディエンビエン県を含む北部県を結ぶ主要路線であり総延長は504kmである。NH6はハノイと北西部県を繋ぐ道路である。始点はヌエ河橋で終

点はディエンビエン県のムオンライ町である。NH6はクアンニン県とディエンビエン県の幾つかの中小都市を除いて地方山岳地帯の横断路線である。この路線のハノイ - スアンマイ間はI - II級に、またスアンマイ - ホアビン間はIII級に格上げされる予定である。

(6) 国道10号線 (NH10)

クアンニン県、ハイフォン県、タイビン県、ナムディン県とタインホア県を含む北部県を結ぶ主要路線で総延長は230kmである。NH10は基本的には2車線であるが、中都市を通過する一部区間では4車線に拡幅されている。NH10はクアンニン県、ハイフォン県、タイビン県の幾つかの中小都市を除き地方部を走る。この地区には幾つかの中小規模の工場がある。ニンビン地区はIII級に、また、タインホア地区はIV級に格上げされる予定でありナソン町にバイパスが計画されている。

(7) 国道18号船 (NH18)

ハノイのノイバイとクアンニン県と中国の東国境を結ぶ主要路線で総延長は342kmである。NH18は基本的に2車線である。NH18はバクニン県とハイズオン県の中小都市を除き農村地帯を走る。この地区には幾つかの中小工場が立地する。バクニン - クアオン間はII-III級、一方クアオン - モンカイ間はV級である。クアオン - モンカイ間はIII級に格上げされる予定である。

以上NH1、NH3、Nh5、NH10及びNH18は日本のODA資金で改良された。

国道に加え次の高速道路がベトナム北部で計画されている。

- ハノイ - ハイフォン、105km
- ハノイ - ベットチ - ラオカイ、264km
- ハノイ - ハロン - モンカイ、294km
- ハノイ - タイグエン - チョーモイ(バツカン)、90km
- ランホアラック - ホアビン、56km
- ニンビン - ハイホン - クアンニン、160km



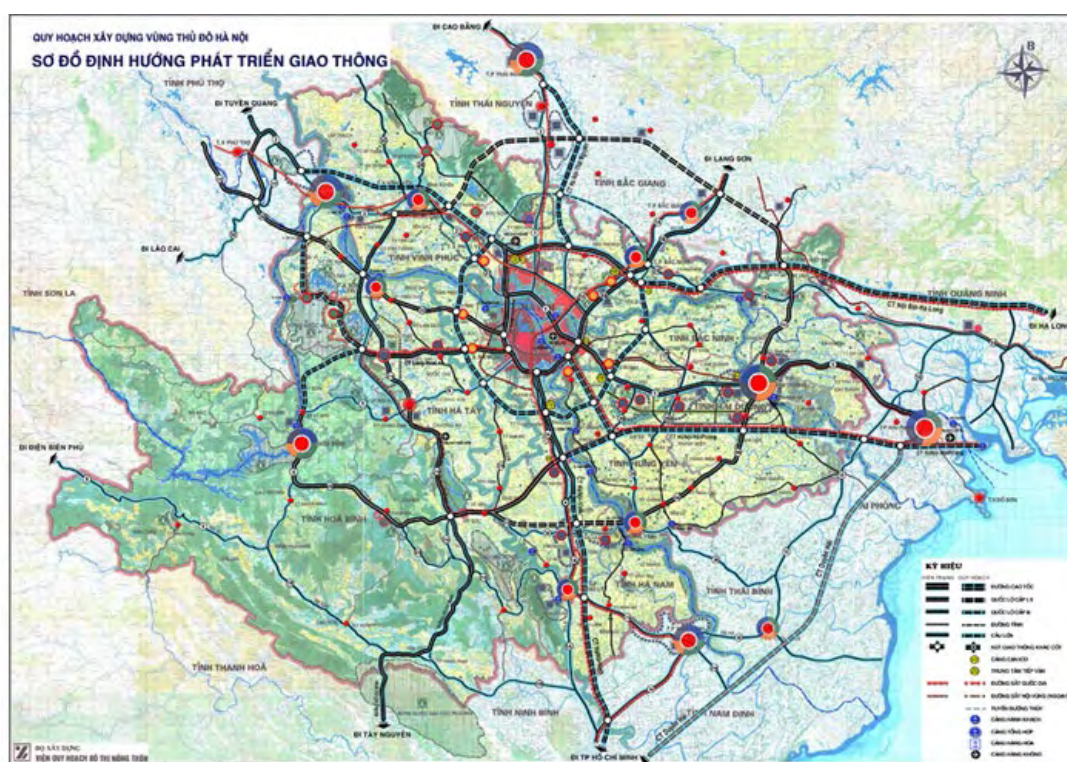


図 3.2.1 北部ベトナム道路計画

### 3.2.2 鉄道

ベトナム北部には鉄道が5路線ある。

- (1) **ハノイ - ホーチミン市線**: ベトナム全鉄道網の3分の2を占める最長路線で北の首都からホーチミン市を結び全長は1,726kmである。この路線はベトナムの旅客輸送の80%以上、貨物輸送の約60%を占める最大の鉄道サービス提供者である。この路線は北から南へ海岸沿いに走るのので長距離輸送で航空輸送と中距離輸送でバス輸送と競合する。貨物輸送では内陸水運とトラック輸送が競合相手である。この路線沿いには多くの都市が存在するので全区間で安定した鉄道需要がある。
- (2) **ハノイ - ハイフォン線**: この路線は全長102kmで首都ハノイと国際港湾ハイフォンを結んでいる。この路線の貨客比率は現在のところ半々である、しかし、ハノイ - ハイフォン間の旅行者と通勤需要の増加によって旅客需要の増加が期待される。鉄道によるコンテナ輸送も沿線の工業団地が増加していることと最近ハイフォン港のコンテナ取扱量が飛躍的に増加していることから増加が期待される。ハノイ - ハイフォン線は全区間を1,435mmゲージの複線への改良とリヨンケットとハイフォン駅間の高架が計画されている。この新線はハノイ - ハイフォン高速道路と平行して建設されラクフェン港まで繋がる予定である。
- (3) **ハノイ - ドンダン線**: この路線は、ハノイと中国の南寧に繋がる北東国境のランソン県のドンダンを結ぶ2つの国際路線のうちの一つで総延長は162kmである。この路線は狭軌と広軌の両方を受け入れられる複軌道となっている。この路線の北部区間は多くのトンネルがあり農産物生産性の低い山間部を走っている。しかし、この路線はベトナムと中国間の戦略的陸

上輸送路線として重要な潜在力を秘めている。

- (4) **ハノイ - クアンチュウ線**: この路線はもともとハノイの北部 75km に位置する鉍山から鉍石を輸送するために開発された。この路線は複軌道を備え 1 日に客車と貨車を 1 便ずつ運行している。ノイバイ空港（ハノイ国際空港）はこの路線の近くにありハノイの背後圏と首都を結ぶ路線としての潜在力がある。
- (5) **ハノイ - ラオカイ線**: この路線は中国と結ぶもう一つの国際路線である。この路線はハノイと中国の昆明へ続く北西国境のラオカイ県のラオカイを結び総延長は 296km である。この路線の主要貨物は沿線で生産される農産物と鉍石である。



図 3.2.2 ハイフォン周辺の鉄道計画

### 3.2.3 内陸水運

北部の主要な水路は紅河とタイビン河である。これらの水路は水理的な要素の影響を受ける。最小幅は 30m から 36m で、一方、水深は 1.5m ないし 3.6m である。乾季と雨季では水深が大きく異なる（5m から 7m、まれに 10m）。多くの物理的制約があるにも係らず、内陸水運は依然としてある種の貨物にとっては安価で適切な理想的な選択枝である。ベトナムでは現在河川港の改善と水路の通航性向上のため河床の浚渫を行っている。

## 3.2.4 ベトナム北部の工業団地

2010年時点でのベトナム北部の工業団地（全49団地）の開発面積は17,000ha以上である（表3.2.1参照）。

ベトナム北部で最大の開発面積（1,463ha）を有するハイフオンのディンブ工業地区は、ベトナム機関との緊密な協調のもと国際企業コンソーシアムの主導による港湾施設（ディンブターミナル）を備えた開発である。

図3.2.3に紅河デルタ、ハイフオン港およびカイラン港周辺の工業団地の位置を示す。

表3.2.1 ベトナム北部の工業団地一覧

Municipality/ Province	No.	Name of IP	Area (ha)	Investor
Hanoi	1	Thang Long	302	Dong Anh Co. & Sumitomo Corp. Joint Venture
	2	Thach That - Quoc Oai	155	Vietnam Investment Development Group (VID)
	3	Soc Son	55	Ha Noi Construction Investment JSC
	4	Sai Dong B	97	Hanoi Electronics Corporation (Hanel)
	5	Sai Dong A	420	Deawoo and Ha Noi Electronics Joint Venture
	6	Quang Minh	344	Vietnam Investment Development Group (VID)
	7	Phu Nghia	670	Phu My Industrial Development JSC
	8	Noi Bai	100	Noi Bai Development Co. Ltd.
	9	Nam Thang Long	261	Infrastructure Development JSC - Ha Noi Industrial and Trade Association
	10	Khu Công nghệ cao Sinh	200	Pacific Land Ltd và Cty CP Tư vấn Đầu tư Xây dựng & Ứng dụng Công nghệ mới Vinaconex R&D
	11	Hanoi - Dai Tu	40	Vietnam Investment Development Group (VID)
	12	Dong Anh	470	Projects Management Board of Dong Anh District
	13	Bac Thuong Tin	112	D.I.A Development and Investment Co.
	14	Bac Thang Long	302	Dong Anh Co. & Sumitomo Corp. Joint Venture
Hai Phong	1	Trang Due	600	Công ty CP Khu Công Nghiệp Sài Gòn – Hải Phòng
	2	Nomura	153	Công ty Phát triển Khu Công Nghiệp Nomura Hải Phòng
	3	Nam Cau Kien	263	Công ty CP Công nghiệp Tàu thủy Shinec
	4	Đình Vũ	1,463	Công ty Liên doanh TNHH Phát triển Đình Vũ
	5	Do Son	150	Công ty Liên doanh Khu Chế Xuất Hải Phòng
Quang Ninh	1	Viet Hung	301	507 Construction Company
	2	Hai Yen	182	Công ty Kinh doanh Bất động sản Viglacera
	3	Dong Mai	200	Công ty Kinh doanh Bất động sản Viglacera
	4	Cai Lan	278	Quang Ninh Construction & Cement JSC
Bac Ninh	1	Yen Phong II	479	Cty CP Sông Đà 10 & Cty CP Xây dựng hạ tầng Sông Đà
	2	Yen Phong I	750	Tổng Công ty Thủy tinh và Gốm Xây dựng
	3	Tien Son	410	Công ty Đầu tư Phát triển Hạ tầng INDECO
	4	Thuan Thanh III	368	Công ty CP Khai Sơn
	5	Thuan Thanh II	250	Cty TNHH Shunfar
	6	Thuan Thanh I	200	Công ty Đầu tư Phát triển Nhà & Đô thị (HUD)
	7	Que Vo III	593	Cty CP Nông sản Bắc Ninh
	8	Que Vo II	570	Công ty CP Đầu tư Phát triển Đô thị và Khu Công
	9	Que Vo I	640	Công ty CP Phát triển Đô thị Kinh Bắc
	10	Nam Son - Hap Linh	800	Viglacera Company
	11	Hanaka	74	Cty CP Tập đoàn Hanaka
	12	Do Thi Dai Kim	508	Tập đoàn Hồng Hải Foxconn (Đài Loan)
	13	Dai Dong - Hoan Son	600	Công ty CP Phát triển Đô thị Kinh Bắc
Hai Duong	1	Phuc Dien	170	Công ty xây dựng Số 2 (Thuộc Tổng Công ty xây dựng Hà Nội)
	2	Nam Sach	63	PhuThai Land Corporation
	3	Lai Cach	191	Dai An JSC
	4	Dai An	645	Dai An JSC
Hung Yen	1	Thang Long 2	219	Sumitomo Japan Corporation & Thang Long IP Co.
	2	Pho Noi A	390	Công ty Cổ phần xây dựng & phát triển đô thị Hòa Phát
	3	Minh Duc	200	VNT Co. Ltd
	4	Đet may Pho Noi B	135	Pho Noi B Textile Development JSC
Vinh Phuc	1	Kim Hoa	264	Công ty TNHH Một Thành viên Phát triển đô thị & Khu công nghiệp IDICO
	2	Khai Quang	262	Công ty Cổ phần phát triển hạ tầng Vinh Phúc
	3	Chan Hung	131	Công ty Kinh doanh Bất động sản Viglacera
	4	Binh Xuyen	982	Công ty TNHH Đầu tư xây dựng An Thịnh
	5	Ba Thien	327	Công ty TNHH và Quản lý hạ tầng Compal
Total			17,338	

Source: Website of "VIPIP: Vietnam Industrial Zones" (January 2010)





## 4. ベトナム北部における過去の港湾開発計画

### 4.1 ハイフォン港マスタープラン調査緊急整備計画

本調査は、ベトナム北部港湾の運輸開発に関するもので1993年にJICAによって行われた。この調査で、総貨物量は1992年の240万トンから2000年には570万トンに増加すると予測され、コンテナ貨物も2000年までに20万TEUになると予測された。需要予測の結果に基づいて、ハイフォン港の既存進入航路を-6.0mに増深すること、及びハイフォン本港の第1から第3バースとチュアベ港をコンテナ荷役に改良することが提案された。またこの調査でナムチュウ外航路の増深・維持の厳しさが注目された。

### 4.2 ハイフォン港改修計画フェーズ1

本調査は、上記ハイフォン港マスタープランの緊急整備計画を見直し2000年までに緊急整備すべき港湾施設を決定するために1995年から1996年にかけてJICAにより実施された。この時点で、海上コンテナ輸送は急速に伸びるであろうし、チュアベ港サイトには十分な用地があり計画輸送需要に見合う追加バースのための余地があると期待された。従って、この報告書は次のような計画の緊急実施を提案した。

- チュアベ港は、新たにコンテナ専用ターミナルに改造する。そのため、既存2バースに加え1バースと保管ヤードを拡張し、2基の岸壁クレーンと4基のRTGを設置すること。
- 上記新コンテナターミナル施設を建設中は、ハイフォン本港の第1から第3バースを一時的にコンテナ荷役に使用し過剰なコンテナ輸送に対処する。

上記計画は、2010年までの計画輸送需要に対する開発のマスタープランの枠内で設定された。しかしながら、進入航路の改善はこのプロジェクトには含まれなかった。それは当時次項で説明するように他のコンサルタント Haecon によって詳細な調査が実施中だったためである。

### 4.3 ハイフォン港進入航路の全般調査

本調査は、ベルギーの港湾技術コンサルタント Haecon により1995年から1996年にかけて実施された。この調査は、現場データ収集からハイフォン港の進入航路改良のための分析を含む包括的プログラムのもとに実施された。調査範囲は現地測量、モニタリング、水理・埋没解析、進入航路配置代替案の比較検討及び進入航路の詳細設計からなる。この調査でチャップ運河を経由してラクフェンに至る新進入航路の路線がハイフォン港にとって最適案として提案され、下記の2段階で実施することがベトナム側関係機関によって合意・承認された。

- 第1段階：ラクフェン進入航路部分は-7.7m CDLに、他の箇所は-7.5m CDLに浚渫する。その必要浚渫量は1,380万 $m^3$ と見積られる。この浚渫によって満載の10,000DWT船が1.2mのキールクリアランスをもって全時間の15%を航行できる（荒天時の航行制限を除けば船待ち時間は10日以内である）。
- 第2段階：ラクフェン港の進入航路は-9.0m CDLに、他の部分は-8.15m ないし -8.35m

CDLに浚渫する。その場合の必要浚渫量は1,890万 $m^3$ と見積もられる。この改良によって、満載の10,000DWT船が静穏な河川で1.05m、ラクフェン航路で1.7mのキールクリアランスをもって全時間の65%を航行可能となる(船待ち時間は20時間以下である)。

上記、2段階整備間隔の間隔は船待ち時間の経済比較や入港船舶数、初期投資額、輸送量の増加などを基に決定される。しかしながら、この分析はこの調査の範囲外であった。またすべての予測は各種船舶サイズ及び船待ち時間に関連する航路改良の経済効果を基に成された。

#### 4.4 カイラン港拡張計画

この調査は、下記の事項を決定するためにJICAによって1998年に実施された。

- 短期（2005）及び長期（2010）開発に対する北部ベトナムの輸送需要予測
- 短期および長期開発の予測輸送量のカイラン港とハイフォン港への分配
- 2005年の輸送需要量に対する第1段階開発の所要施設の特定
- 目標年次2010年の概略開発計画の策定

この調査で、北部ベトナムの総貨物量は2010年で1,830万トン、その内ハイフォン港に680万トン、カイラン港に1,140万トンが配分されるとされた。この調査では第1段階開発としてコンテナバース1バースと雑貨バース2バース、計3バースの追加建設と進入航路を-10mに浚渫することが提案された。この調査では第2段階開発として9バースの新規建設と進入航路の-11mへの増深が提案されている。

#### 4.5 ハイフォン地区港湾への進入航路

この調査は、下記の作業範囲で1997年にTEDIがベトナム国運輸省の命で実施したものである。

- 2000年と2010年を目標年次とするハイフォン地区港湾群の需要予測
- 10,000DWT及びそれ以上の船舶の航行に適する進入航路の路線、断面の提案
- 提案の経済的実行可能性の分析と評価

調査で示された提案は:

- 既存のナムチュウ航路を通るルートに代え、新しくチャプ運河及び港外のラクフェン水路を通るルートとする。
- 新航路は航路底の幅を港内航路で80m、港外航路で100mとする
- 新航路の水深は、キールクリアランスが港内航路で1.05m、港外航路で1.7mを確保できるようそれぞれ-8.0mないし-7.95mとする。
- 航行水位は+2.5m CDLとする
- 航路の可航時間は全時間の65%とする

上記の航路改良の実施は2段階で行うように提案された。第1段階は緊急プロジェクトとして2010年までに実施し、その浚渫量は1,390万 $m^3$ と想定、また第2段階はこの地域のバースの将来開発

状況に合わせて実施することとしている。

#### 4.6 ハイフォン改修計画フェーズ2 実行可能性調査

この調査は、ハイフォン港の改修計画フェーズ2の実行可能性調査を確認するためにベトナム国運輸省の命で TEDI が 1998 年に実施したものである。

調査の主要項目は：

- 貨物及び船腹需要の予測
- フェーズ2プロジェクトにて必要な港湾改善・改修点の決定
- フェーズ2プロジェクトにて必要な進入航路の改善点の決定
- プロジェクト費用の積算
- プロジェクトの経済的・財務的実行可能性の分析

この調査の結論は：

- 増加するコンテナ貨物需要に対処するため、チュアベ港のコンテナ取扱能力を 42 万 TEU に拡張する。その為に 2 バース追加する必要がある。
- 進入航路の港外航路部分を現在のナムチュウ航路からチャップ運河を経由するラクフェン航路に移動する。
- 上記の新航路（水深-7m）開発には 1,700 万 m<sup>3</sup> の浚渫が必要である。
- 航路の更なる増深には維持管理及び費用確保の困難さが伴うため、2010 年以降当面は、航路水深を-7m、最大航行可能船舶を満載の 10,000DWT 船とする航路規制を適用する。
- この航路改善によって船待ち時間は減少されるが、その減少量はこの調査では定量化しない。

#### 4.7 2010 年まで及び 2020 年に向けた北部港湾グループ1 のマスタープラン

この北部港湾グループ1のマスタープランは、ベトナム海運総局（ビナマリ）によって策定され 1999 年 10 月 12 日付首相決定 No. 2020/1999/QG-TTg によって承認された 2010 年まで及び 2020 年へ向けたベトナム全国海港体系開発マスタープランの一部である。

この計画地区はクアンニン、タイビン、ナムディン、ニンビンそしてハイフォン省からなる。北部の総貨物量は 2020 年に 8,900 万トンないし 1 億 2,300 万トンになると予測された。

対象船型は各港湾別に以下のように計画された。

- カイラン港 : 40,000~50,000DWT
- 石油 B12 港 : 40,000DWT
- カムファ石炭港 : 65,000DWT
- ハイフォン港 : 10,000~20,000DWT

カイラン港では第2、第3、第4バースの3バースが、またディンブ港では6バースが建設される計画になっている。

#### 4.8 ハイフォン - ラクフェンゲートウェイ港の建設投資プロジェクト

この調査はビナマリンの資金で TEDI が 2007 年に実施したものである。

##### 1) プロジェクトの目的

このプロジェクトの目的は、北部地域の社会経済発展の促進に資するため、2010 年から 2020 年の貨物需要に対応可能なハイフォン - ラクフェンゲートウェイ港の開発に係る建設投資計画を策定することである。

##### 2) 調査範囲

- 2020 年から 2030 年に向けた北部地区の新ゲートウェイ港とその港湾へ繋ぐ輸送ネットワークのマスタープランを策定すること。
- ラクフェン一般貨物港湾に対する 2015 年を目標年次とする初期開発及び 2020 年を目標年次とする中期開発の建設投資に対する実行可能性調査を実施すること。

##### 3) ラクフェンゲートウェイ港の計画

ラクフェンゲートウェイ港は次の区域から構成される。

区域	一般貨物港	液体貨物港	工業団地港	造船工業区
面積 (ha)	825	80	430	540
バース長 (m)	13,200	1,600	8,000	3,800
対象船舶 (DWT)	80,000	50,000	10,000 - 30,000	100,000
貨物取扱量 (百万トン/年)	200 - 300	20	30	-

##### 4) 北部港湾群の予想取扱貨物量

(単位: 1,000t)

港区	2004	2015		2020	
	実績	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2
<b>北部港湾全体</b>	<b>32.6</b>	<b>77</b>	<b>80</b>	<b>110</b>	<b>130</b>
<b>I. ハイホン港区</b>	<b>14.8</b>	<b>38.7</b>	<b>38.7</b>	<b>38.7</b>	<b>38.7</b>
- 一般貨物	13	28	28	28	28
- セメント、クリンカー	1	6.7	6.7	6.7	6.7
- 石油	0.8	4	4	4	4
<b>II. クアンニン港区</b>	<b>17.8</b>	<b>32.3</b>	<b>33.3</b>	<b>36.3</b>	<b>40.3</b>
- 一般貨物	2.5	11	12	18	20
- セメント	1.4	7.3	7.3	7.3	8.3
- 石油	3.7	3	3	0	0
- 石炭	10.2	11	11	11	12
<b>III. ラクフェン港区</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>35</b>	<b>51</b>
- 一般貨物	0	4	6	26	40
- 石油	0	2	2	9	11



## 5) ラクフェンゲートウェイ港の予想取扱貨物量

(単位: 1,000t)

年次 貨物種別	2015	2020		
		Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
A. 一般貨物	6,000	26,000	26,000	40,000
- コンテナ (1,000TEU)	5,500 (460)	18,000 (1,498)	14,000 (1,148)	24,000 (1,951)
- バラ貨物	-	3,700	3,700	6,000
- 包装貨物	500	4,300	8,300	10,000
B. 液体貨物	2,000	9,000	9,000	11,000
合計	8,000	35,000	35,000	51,000

## 6) ラクフェン港の規模

年次 港湾	2015	2020		
		コンテナ ターミナル	コンテナ ターミナル*	一般雑貨 ターミナル
バース数	2	4	5	2
面積	36 ha	72 ha	58 ha	28 ha
バース長	600m	1,200m	1,000m	500m
平均奥行き	600m	600m	540m	560m
バース水深	-14m	-14m	-12m	-13m

注: \* 2020年の施設規模には2015年の施設を含む

## 7) 進入航路の規模

項目	単位	2015	2020
1 延長	m	15,700	16,500
2 幅	m	130	150
3 航行水深	m	13.3	14.9
4 浚渫深さ	m	-10.3	-11.9
5 浚渫土量	m <sup>3</sup>	8,221,225	13,142,929
6 回頭泊地浚渫土量	m <sup>3</sup>	720,209	10,339,991
7 総浚渫量	m <sup>3</sup>	8,941,434	23,482,920

## 8) 港湾防護施設の規模

項目	単位	2015	2020
1 防波堤			
- 延長	m	3,900	3,900
- 天端高	m	+5.0	+9.0
2 砂防護堤			
- 延長	m	5,700	10,700
- 天端高	m	+2.0	+2.0

## 9) 交通ネットワーク

- 初期段階：交通量は8百万トン/年と予測される。港湾からハイフォン市間は3車線、延長12kmの新道路、クアンニン省とは2車線、延長23kmの新道路が建設される。
- 2020年：交通量は35百万トン/年と推定される。港湾からハイフォン市を結ぶ道路は6車線に拡幅される。
- 2030年：交通量は120百万トン/年と予測される。ハイフォンに向けた鉄道が建設される。

## 10) プロジェクト費用

プロジェクト費用は、初期段階で7,018,819百万VND、2020年の第2段階で16,151,122百万VNDと見積もられている。

## 11) 財務的実行可能性

財務分析の結果は以下の通り。

- 内部投資収益率 : 12.1%
- 費用便益比 : 1.13
- 正味現在価値 : 2,856,668 百万 VND

## 5. 需要予測

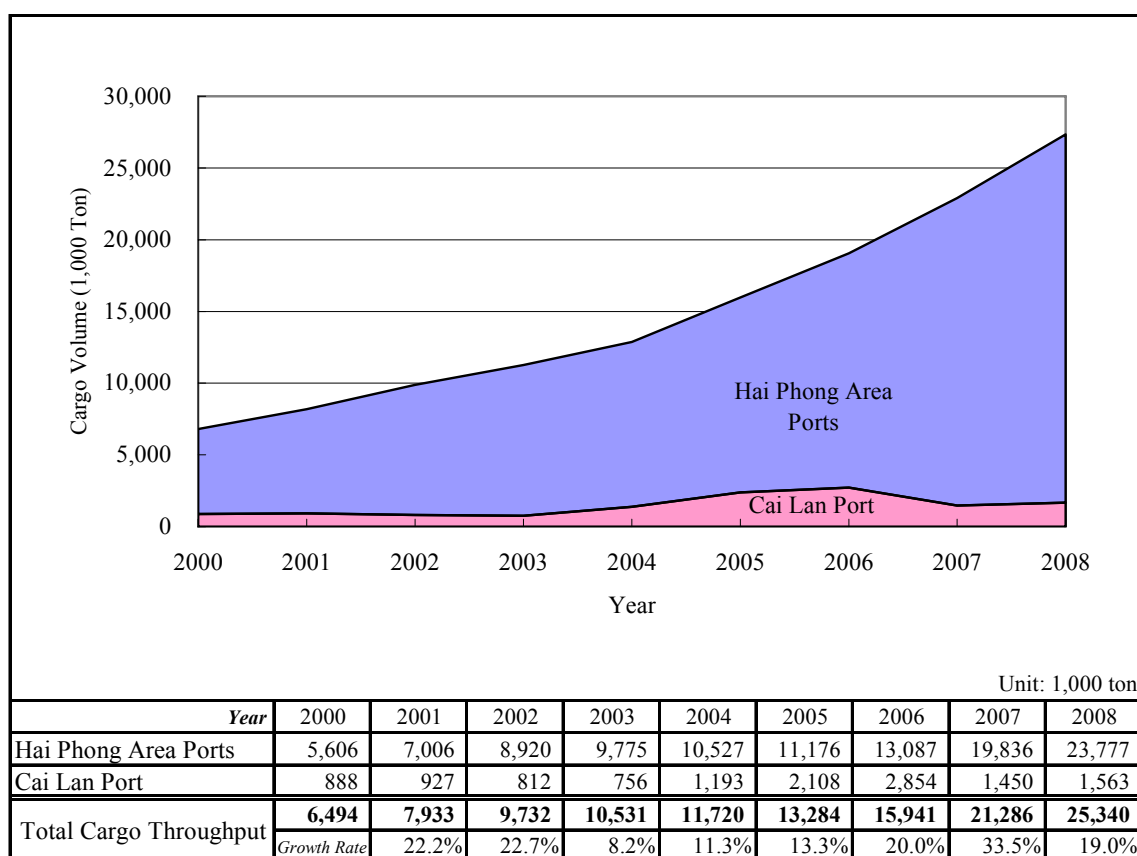
### 5.1 一般

本章で述べる需要予測の方法は、ベトナム北部港湾における全体貨物量に対してはマクロ需要予測、品目別貨物量に対してはミクロ需要予測を用いて推計するものとする。ラクフェン港の貨物需要予測に関しては、各港の拡張計画に基づいて算定されるベトナム北部港湾の貨物取扱容量をオーバーする貨物を取り扱うことを基本として分析した。コンテナ貨物量は、TEUに変換して取り纏めた。

### 5.2 ベトナム北部港湾の貨物量

ベトナムの北部港湾（オイル、セメント、肥料取扱専用港湾を除く）は、ハイフォン地域港湾とカイラン港の2つに分けられる。2008年における北部港湾の取扱貨物量は、図5.2.1に示す通り約2,500万トンである。

2008年の取扱貨物量2,534万トンは、2000年（649.4万トン）の約3.9倍で、2000年から年率19%で増加している。



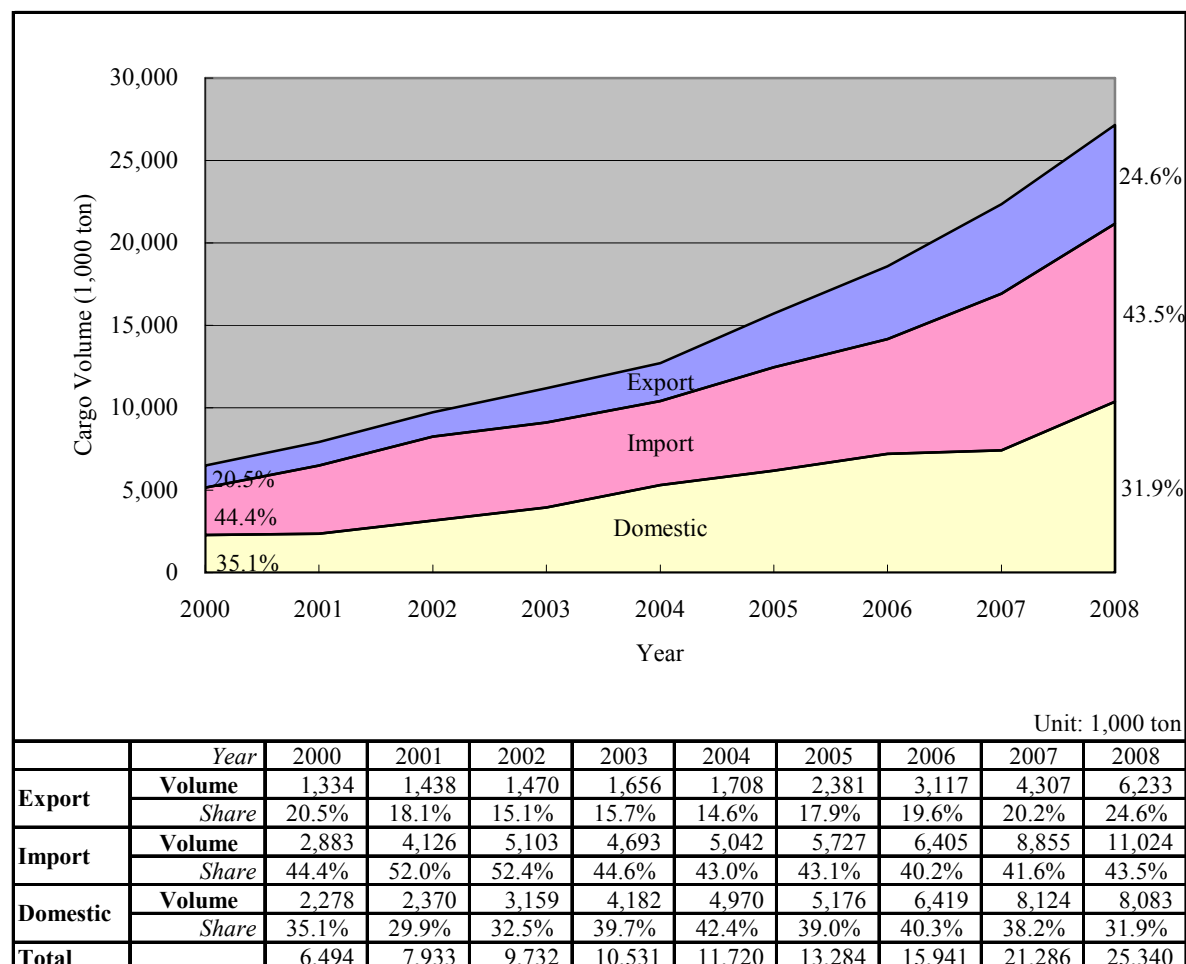
Note: Cargo Throughputs Volume is not including oil products, cement and fertilizer

Source: Original data from Hai Phong Port, Hai Phong private port and Cai Lan Port in the final report of "Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (Sep. 2009), and container data (2003-2008) by VINAMARINE

図 5.2.1 ベトナム北部港湾の貨物量

### 5.3 輸出・輸入・内貿貨物量の割合

2008年における北部港湾の輸出、輸入、内貿貨物量の割合は、それぞれ24.6%、43.5%、31.9%である。輸出の割合は、2000年に20.5%であったが、2008年は24.6%へ徐々に増加し、輸入は、44.4%から43.5%にわずかに減少、内貿は35.1%から31.9%へ減少している。



Note: Cargo Throughputs Volume is not including oil products, cement and fertilizer

Source: Original data from Hai Phong Port, Hai Phong private port and Cai Lan Port in the final report of "Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (Sep. 2009), and container data (2003-2008) by VINAMARINE

図 5.3.1 北部港湾の輸出、輸入、内貿の貨物量

### 5.4 コンテナ貨物とコンテナ以外の貨物

2008年における北部港湾のコンテナ貨物の割合は、2000年の37%から69%へ急激に増加している。一方、コンテナ以外の貨物は、2000年の63%から31%と激減している。つまり、2000年には238.7万トンのコンテナ貨物が、年平均増加率29%で2008年には1,738.2万トンに達し、一方、コンテナ以外の貨物は、2000年の410.5万トンから年平均増加率9%で、2008年には795.8万トンに達したことになる（図 5.4.1 参照）。

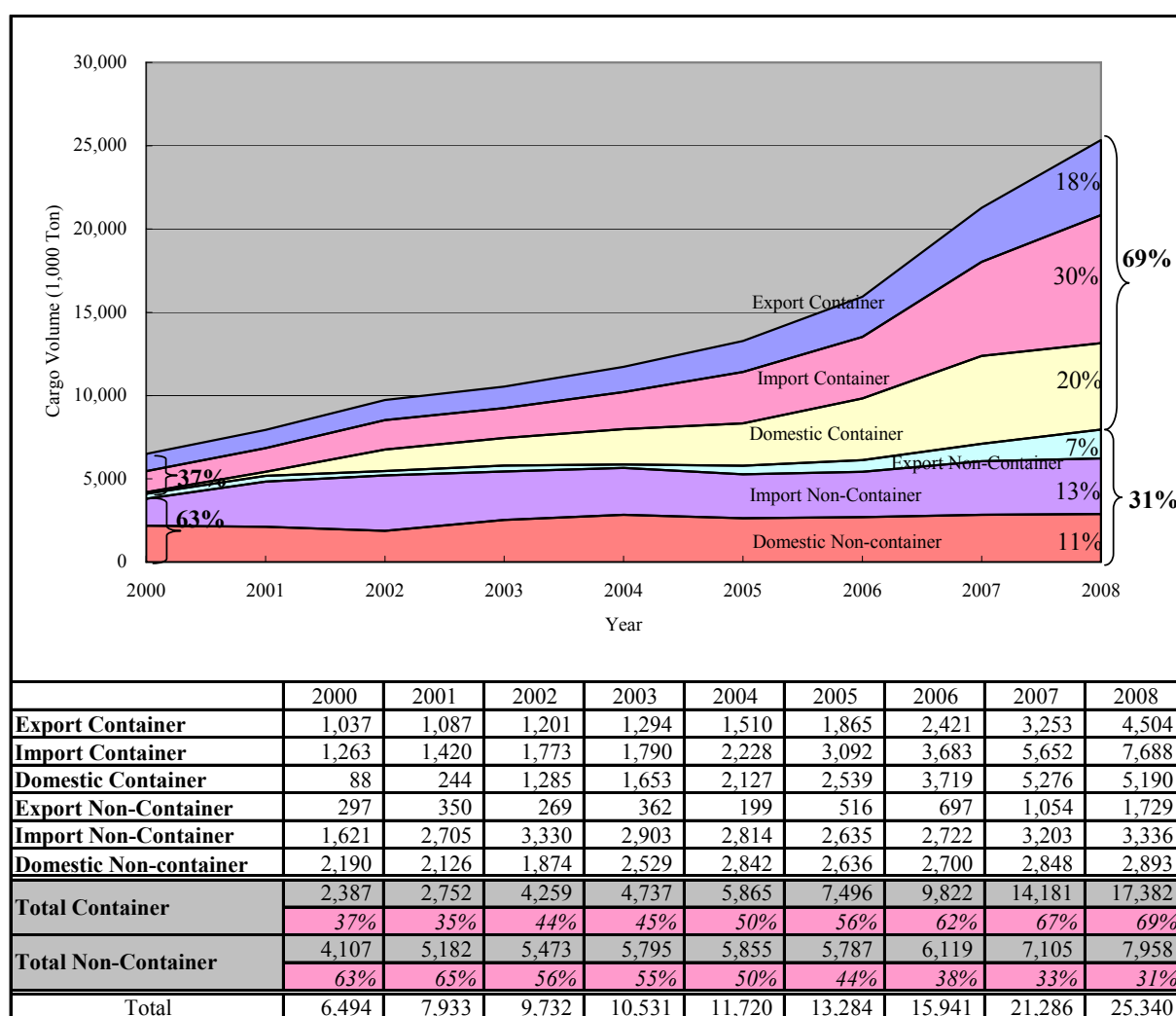


図 5.4.1 ベトナム北部港湾のコンテナ貨物とコンテナ以外の貨物

## 5.5 マクロ需要予測

一般に、国際港湾の貨物量は GDP と強い相関関係にあり、特にベトナムの輸出入貨物は、同国の GDP に大きく影響をもたらしている。2008 年のベトナム統計局速報では、輸入額（貨物及びサービス）は GDP の 94.7% に匹敵し、また輸出額は 78.2% に達している。一方、現在、北部港湾の背後圏は、内貿貨物輸送により中部・南部と強く結ばれ、ベトナム国内全体へと広がっている。従って、マクロ需要予測は、全体貨物量と GDP との相関で分析する。

ベトナム統計局によると、2009 年におけるベトナムの GDP 伸び率は 5.32% に達しており、また、計画投資省では 2010 年から 2020 年までの長期予測を 2 つのオプション、(1) 持続可能な経済成長率として 6.5%、(2) 高レベルの経済成長率として 7.5%、にて推計している。また、VITRANSS 2 プロジェクトでは、低成長の場合の経済成長率を 5.6% と設定している。以上を基に 2009 年から 2020 年の GDP 成長率の代替シナリオを下表の通り取り纏めた。

表 5.5.1 GDP 成長率の代替シナリオ

シナリオ \ 年	2009	2010-2020
高成長シナリオ	5.32%	7.5%
持続可能シナリオ		6.5%
低成長シナリオ		5.6%

### 5.6 マクロ予測結果

ベトナム北部港湾の貨物量と GDP の間には図 5.6.1 に示す通り正の相関関係( $R^2=0.9477$ )があることがわかる。また、GDP 成長率の代替シナリオ毎のマクロ需要予測結果を図 5.6.2 に示す。

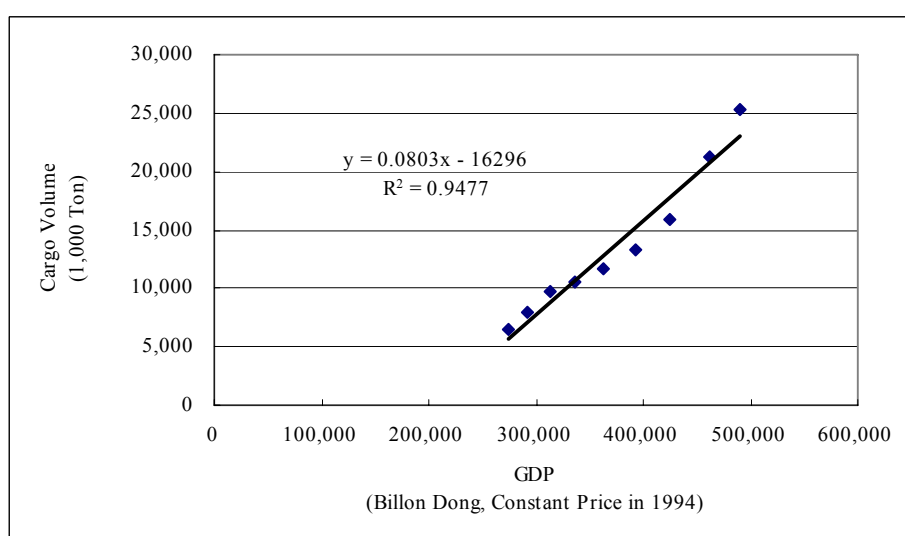


図 5.6.1 ベトナム北部港湾の貨物量と GDP との相関

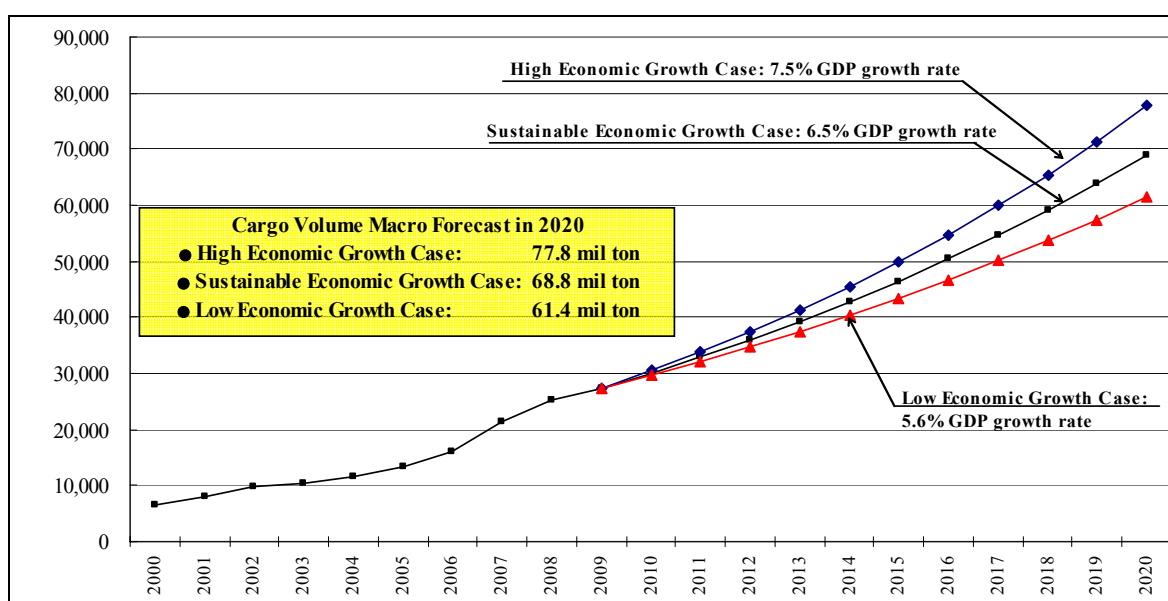


図 5.6.2 代替シナリオのマクロ需要予測結果

## 5.7 ミクロ需要予測

ミクロ需要予測では、第1に品目別貨物を各セクターにグループ分けし、第2にグループ化した貨物量とGDPあるいはセクター別GDPとの相関を分析し、第3にコンテナ適合貨物を選定しコンテナ化率を考慮した。

表 5.7.1 ミクロ需要予測の品目別貨物のグループ分け

Cargo Commodity \ Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Micro Forecast Consideration
<b>1. Export</b>	<b>1,334</b>	<b>1,438</b>	<b>1,470</b>	<b>1,656</b>	<b>1,708</b>	<b>2,381</b>	<b>3,117</b>	<b>4,307</b>	<b>6,233</b>	
Container	1,037	1,087	1,201	1,294	1,510	1,865	2,421	3,253	4,504	Correlation of GDP
General	50	16	5	152	1	12	11	43	30	Correlation of GDP (convert to Container Cargo)
Timber	83	97	66	29	78	360	489	583	477	Correlation of Primary Sector GDP as Agriculture or Forestry Product
Food and vegetable	10	7	9	7	3	4	8	3	5	
Industrial Product	-	1	-	-	0	-	-	-	-	Correlation of Secondary Sector GDP as Industrial Product or Construction material
Equipment	8	7	11	2	6	10	10	18	46	
Construction Material	95	141	101	127	89	110	107	230	156	(40% of forecast cargo convert to Container Cargo in 2020)
Metal	3	2	7	1	2	3	0	13	331	
Foodstuff	25	28	20	12	6	-	1	60	80	Correlation of Secondary Sector GDP as Mining Product
Apatite	2	-	-	2	2	-	46	76	261	
Metallic ore	20	50	50	30	11	17	25	28	343	
<b>2. Import</b>	<b>2,883</b>	<b>4,126</b>	<b>5,103</b>	<b>4,693</b>	<b>5,042</b>	<b>5,727</b>	<b>6,405</b>	<b>8,855</b>	<b>11,024</b>	
Container	1,263	1,420	1,773	1,790	2,228	3,092	3,683	5,652	7,688	Correlation of GDP
General	98	86	290	45	20	6	6	9	10	Correlation of GDP (convert to Container Cargo)
Miscellaneous	-	-	-	3	-	1	3	17	24	Correlation of GDP (convert to Container Cargo)
Timber	14	42	36	47	72	21	42	13	19	Correlation of Primary Sector GDP as Agriculture or Forestry Product
Forest and native products	-	-	5	-	22	4	-	1	-	
Food and vegetable	13	317	227	114	135	149	145	145	-	Correlation of Secondary Sector GDP as Industrial Product or Construction material
Foodstuff for cattle	42	185	273	763	445	664	872	937	832	
Cotton	129	-	-	-	-	-	-	-	-	(40% of forecast cargo convert to Container Cargo in 2020)
Chemical	75	67	43	38	40	57	63	87	51	
Metal	1,018	1,620	1,974	1,535	1,607	1,426	1,220	1,410	1,819	Correlation of Secondary Sector GDP as Mining Product
Construction Material	37	32	14	0	35	17	10	-	-	
Equipment	111	169	146	150	154	111	89	271	391	
Foodstuff	24	94	246	131	151	121	176	169	33	
Sulfur	-	-	-	-	-	58	97	95	96	
Metallic ore	59	95	75	78	134	0	-	49	61	
<b>3. Domestic</b>	<b>2,278</b>	<b>2,370</b>	<b>3,159</b>	<b>4,182</b>	<b>4,970</b>	<b>5,176</b>	<b>6,419</b>	<b>8,124</b>	<b>8,083</b>	
Container	88	244	1,285	1,653	2,127	2,539	3,719	5,276	5,190	Correlation of GDP
General	1,006	834	511	271	207	86	50	60	75	Correlation of GDP (convert to Container Cargo)
Food and vegetable	44	77	67	35	38	31	21	16	7	Correlation of Primary Sector GDP as Agriculture or Forestry Product (40% of forecast cargo convert to Container Cargo in 2020)
Foodstuff for cattle	81	79	73	283	219	289	279	147	158	
Forest and native products	6	3	7	15	10	8	59	7	1	Correlation of Secondary Sector GDP as Industrial Product or Construction material
Wheat	-	-	-	-	-	21	40	12	26	
Timber	28	25	8	80	90	189	168	98	84	Correlation of Secondary Sector GDP as Mining Product
Flour	-	-	-	-	-	-	-	16	11	
Chemical	30	21	19	7	12	16	3	12	5	
Metal	243	233	240	269	285	243	160	157	227	Correlation of Secondary Sector GDP as Mining Product
Construction Material	305	341	198	251	154	143	106	114	48	
Foodstuff	278	340	572	199	250	61	-	53	20	
Equipment	42	27	98	989	1,364	1,379	1,640	2,000	1,841	
Apatite	68	62	53	90	99	114	114	109	136	
Sulfur	-	-	-	-	62	3	8	2	6	
Metallic ore	60	84	27	39	51	54	51	45	248	

Source: Original data from Hai Phong Port, Hai Phong private port and Cai Lan Port in the final report of "Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (Sep. 2009), and container data (2003-2008) by VINMARINE

上表で、一般貨物と雑貨物、また輸出入貨物のうち工業・建設材料貨物はコンテナ化率40%を考慮した。

## 5.8 ミクロ需要予測の結果

ベトナムでは、2020年に工業国となることを国家目標として掲げ国家計画を進めている。従って、2020年のセクター別GDP構成は、中央経済研究所が2010年における紅河デルタ地域の目標値として予測した農業セクター12%、工業・建設セクター45%、サービスセクター43%を採用した。

2000年、2008年、2020年の各セクター別GDPを下表に取り纏めた。ミクロ需要予測では、計画投資省が設定している2010年から2020年までの持続可能な経済成長率6.5%を採用した。

表 5.8.1 2000 年、2008 年、2008 年のセクター別 GDP

GDP by Sector	2000	2008	2020	Remarks
<b>Agriculture, forestry and fishery</b>	63,717	86,082	128,078	Target Rate by MPI in 2010
<i>Component Rate</i>	23%	18%	12%	15-16%
<b>Industry and construction</b>	96,913	203,791	463,717	Target Rate by MPI in 2010
<i>Component Rate</i>	35%	42%	45%	43-44%
<b>Service</b>	113,036	199,960	439,526	Target Rate by MPI in 2010
<i>Component Rate</i>	41%	41%	43%	40-41%
<b>GDP</b>	273,666	489,833	1,031,346	

ミクロ需要予測の結果は、前述した3種類の代替シナリオ毎に取り纏めた。マクロ需要予測の結果を基に、高成長ケースでは中成長ケースの1.2倍、また低成長ケースでは中成長ケースの0.8倍とした。表 5.8.2、表 5.8.3 及び表 5.8.4 にそれぞれの代替シナリオにおけるミクロ需要予測結果を示す。

表 5.8.2 ミクロ需要予測結果 (中成長ケース)

Category of Cargo	Type of Cargo	Unit	2008	2015	2020
<b>1. Export</b>			<b>6,233</b>	<b>11,712</b>	<b>16,192</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	4,534	8,792	12,484
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	482	1,132	1,597
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	613	699	675
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	604	1,089	1,435
<b>2. Import</b>			<b>11,024</b>	<b>22,766</b>	<b>30,349</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	7,722	18,880	26,069
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	851	1,808	2,492
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,294	1,824	1,464
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	157	254	323
<b>3. Domestic</b>			<b>8,083</b>	<b>18,318</b>	<b>25,245</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	5,265	13,925	20,317
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	287	605	832
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,141	3,227	3,411
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	390	562	684
<b>Cargo Volume by Cargo Type</b>					
<b>Total Cargo Volume</b>		1,000 ton	<b>25,340</b>	<b>52,796</b>	<b>71,785</b>
Container and Containerized Cargo		1,000 ton	17,521	41,597	58,871
		1,000TEU	1,434	3,586	5,075
General Cargo		1,000 ton	6,668	9,295	10,472
Dry Bulk Cargo		1,000 ton	1,151	1,904	2,442



表 5.8.3 ミクロ需要予測（低成長ケース）

Category of Cargo	Type of Cargo	Unit	2008	2015	2020
<b>1. Export</b>			<b>6,233</b>	<b>10,616</b>	<b>14,200</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	4,534	7,940	10,894
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	482	1,002	1,374
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	613	682	662
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	604	992	1,269
<b>2. Import</b>			<b>11,024</b>	<b>20,418</b>	<b>26,484</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	7,722	16,648	22,400
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	851	1,617	2,164
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,294	1,918	1,630
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	157	234	290
<b>3. Domestic</b>			<b>8,083</b>	<b>16,271</b>	<b>21,812</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	5,265	12,193	17,307
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	287	541	723
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,141	3,009	3,157
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	390	527	625
<b>Cargo Volume by Cargo Type</b>					
<b>Total Cargo Volume</b>		1,000 ton	<b>25,340</b>	<b>47,305</b>	<b>62,496</b>
Container and Containerized Cargo		1,000 ton	17,521	36,782	50,601
		1,000TEU	1,434	3,171	4,362
General Cargo		1,000 ton	6,668	8,770	9,711
Dry Bulk Cargo		1,000 ton	1,151	1,754	2,184

表 5.8.4 ミクロ需要予測（高成長ケース）

Category of Cargo	Type of Cargo	Unit	2008	2015	2020
<b>1. Export</b>			<b>6,233</b>	<b>12,808</b>	<b>18,183</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	4,534	9,643	14,074
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	482	1,263	1,820
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	613	716	687
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	604	1,186	1,602
<b>2. Import</b>			<b>11,024</b>	<b>25,115</b>	<b>34,213</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	7,722	21,112	29,739
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	851	2,000	2,820
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,294	1,730	1,299
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	157	273	356
<b>3. Domestic</b>			<b>8,083</b>	<b>20,365</b>	<b>28,677</b>
Container and Containerized Cargo	Container Cargo	1,000 ton	5,265	15,657	23,328
Agriculture, forestry Product	General Cargo	1,000 ton	287	669	941
Industry and construction material	General Cargo	1,000 ton	2,141	3,444	3,665
Mining Products	Dry Bulk Cargo	1,000 ton	390	596	743
<b>Cargo Volume by Cargo Type</b>					
<b>Total Cargo Volume</b>		1,000 ton	<b>25,340</b>	<b>58,288</b>	<b>81,074</b>
Container and Containerized Cargo		1,000 ton	17,521	46,412	67,141
		1,000TEU	1,434	4,001	5,788
General Cargo		1,000 ton	6,668	9,821	11,232
Dry Bulk Cargo		1,000 ton	1,151	2,055	2,701

各代替シナリオに対するミクロ需要予測結果を図 5.8.1 に示す。

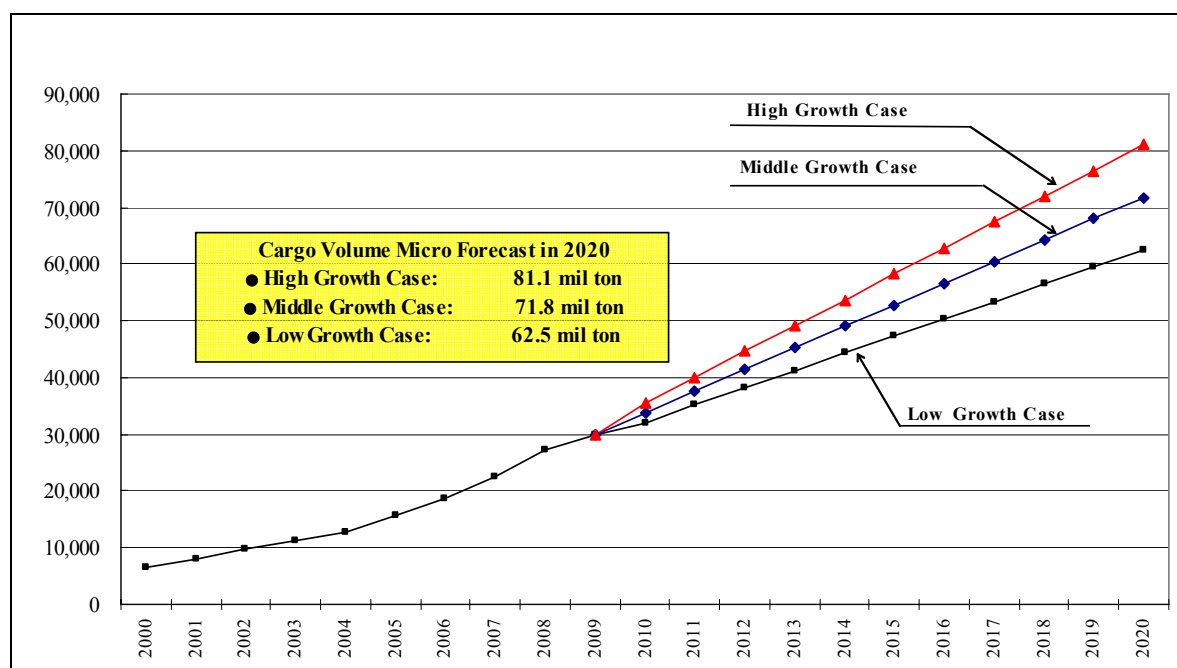


図 5.8.1 各代替シナリオにおけるマイクロ需要予測結果

## 5.9 ラクフェン港の貨物量推計

### 5.9.1 ラクフェン港の貨物需要予測

ラクフェン港の取扱貨物量予測に当たっては、既存ベトナム北部港湾の貨物取扱容量をオーバーする貨物がラクフェン港で取扱われることとし、北部港湾におけるラクフェン港の役割は以下の通りとする。

- (1) ラクフェン港は、一般貨物を扱う港湾グループの一員として、一般貨物、コンテナ貨物、バルク貨物、液体（石油）を扱う。
- (2) ラクフェン港は、カンファ港で扱われている石炭や軍事物資（軍港は南ドーソン港にまとめる）等の特殊貨物を取り扱わない。
- (3) ラクフェン港は、北部港湾グループ（グループ 1）に属し、北部の重要国際玄関港（海法によるクラス 1 港湾）とする。ラクフェン港は、国内外から北部各州への物流結末点の役割を果たす。
- (4) 2020 年以降、ラクフェン港は北部地域におけるコンテナトランシップ港としての機能を強めていく（中部のバンフォン港、南部のカイメップーチャーバイあるいはディンサオマイ港同様）。

上述以外の項目として、ベトナム北部における現在の貨物取扱状況によれば、セメント及び肥料は DPA 肥料栈橋、チンフォン・ハイフォン・セメントプラント栈橋、カンファ港等、民間専用港で取扱われている。

既設港湾の取扱容量は、ハイフォン港グループとカイラン港の既設港湾施設及び荷役機械を基に推定する必要がある。さらに、ディンブー港では、追加バースが建設中であり、カイラン港では

3 バース拡張建設の計画があり、これらの建設中バースと拡張バースの容量も推定する必要がある。図 5.9.1 にカイラン港の拡張3バースと既設バースを示す。

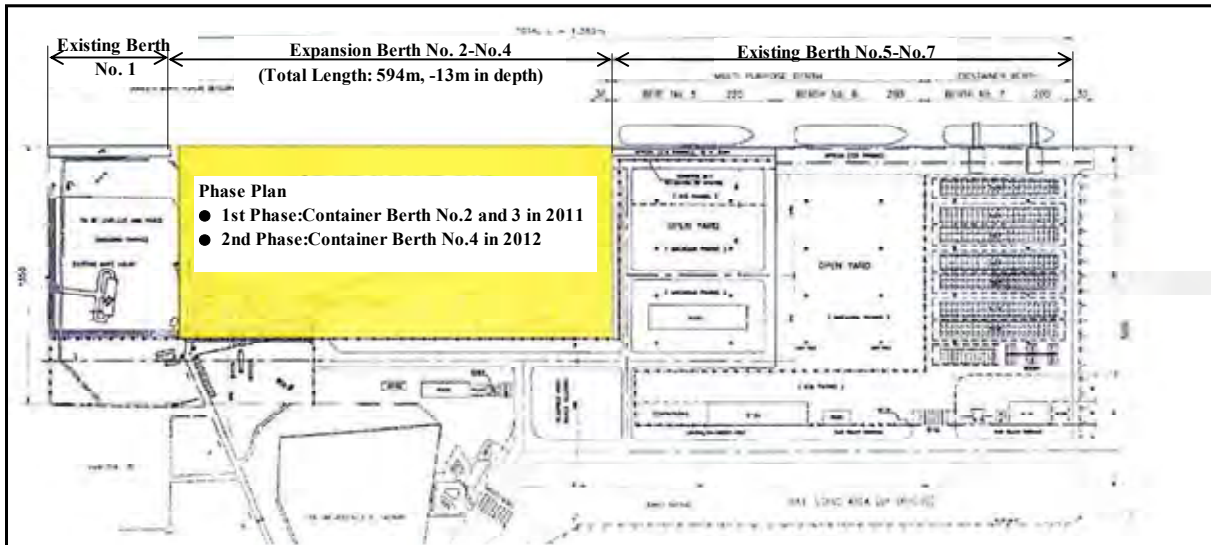
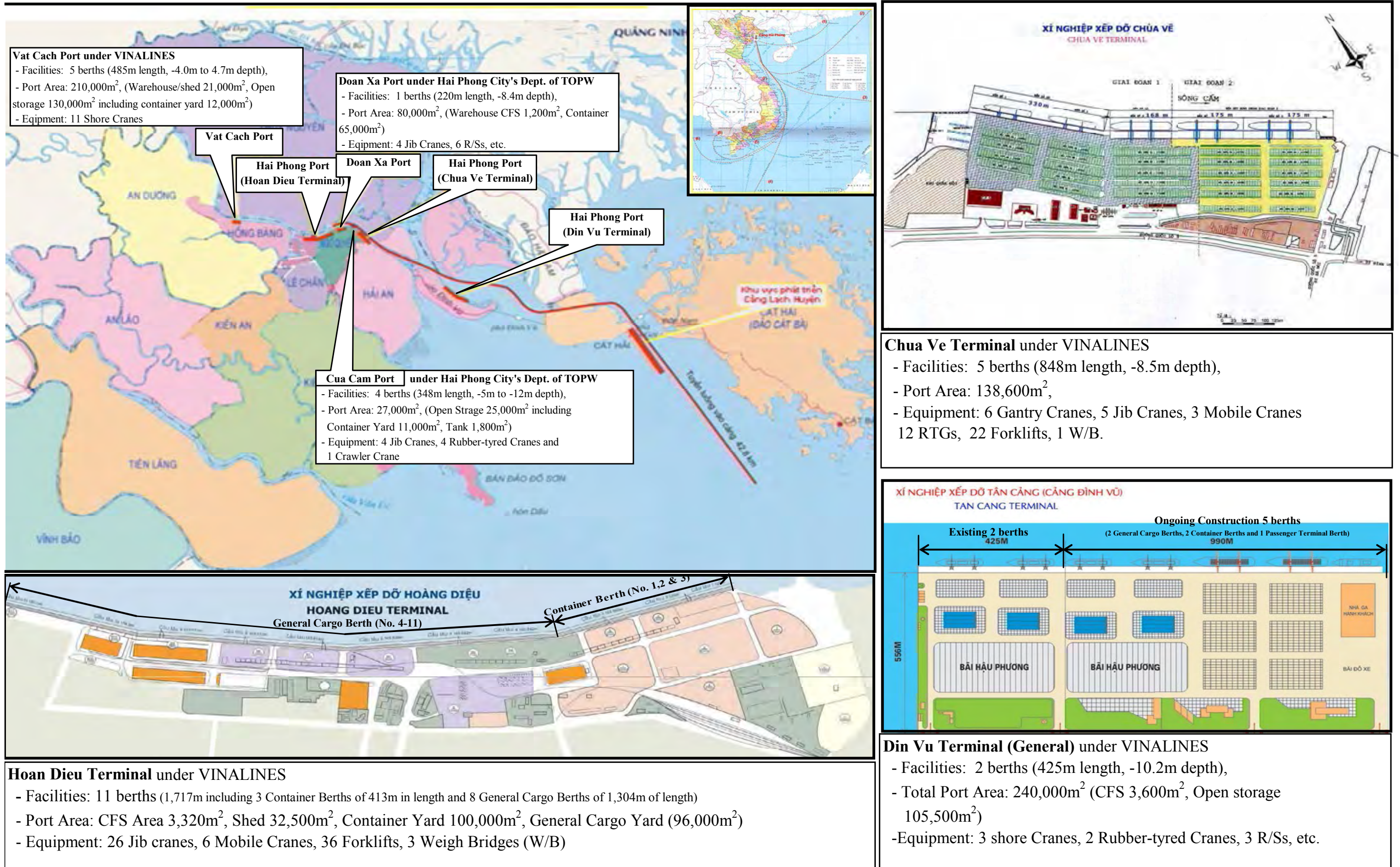


図 5.9.1 カイラン港の既設港湾施設と拡張計画

ディンブー港においても段階拡張計画があり、第1期は2010年に延長200mのバース建設、第2期は2011年に延長200mのバース建設、第3期は2012年に延長202mのバースを建設する計画である。図 5.9.2 に既設ハイフォン港の位置図と現在進行中の計画を示す。

ベトナム北部港湾の貨物取扱容量の推定結果を表 5.9.1 に示す。2012年における既設北部港湾のコンテナ取扱容量は307万TEU、また一般貨物の取扱容量は1,260万トンと推定される。





Source: Hai Phong Port

図 5.9.2 ハイフォン地域港湾の位置図と主要バース現状

表 5.9.1 既存ベトナム北部港湾の貨物取扱容量

	Actual 2008		Existing Berth Capacity			Expansion Berth Capacity (2010)			Expansion Berth Capacity (2011)			Expansion Berth Capacity (2012-2020)		
	Ton (1,000 ton)	TEU	Berth Length (m)	Ton (1,000 ton)	TEU	Berth Length (m)	Ton (1,000 ton)	TEU	Berth Length (m)	Ton (1,000 ton)	TEU	Berth Length (m)	Ton (1,000 ton)	TEU
<b>Container Handling Volume</b>														
Chua Ve			848	8,210	707,786	848	8,210	707,786	848	8,210	707,786	848	8,210	707,786
Hoan Dieu	7,731	729,978	413	4,014	346,029	413	4,014	346,029	413	4,014	346,029	413	4,014	346,029
Dinh Vu (New)	2,715	218,269	400	2,635	227,191	600	5,271	454,381	800	7,906	681,572	1,002	10,542	908,762
Doan Xa	2,232	156,314	220	2,265	195,244	220	2,265	195,244	220	2,265	195,244	220	2,265	195,244
Transvina	1,371	115,771	165	1,642	141,557	165	1,642	141,557	165	1,642	141,557	165	1,642	141,557
Green	2,150	191,584	320	2,281	196,607	320	2,281	196,607	320	2,281	196,607	320	2,281	196,607
Le Chan	N.A	N.A	144	1,368	117,964	144	1,368	117,964	144	1,368	117,964	144	1,368	117,964
Cai Lan	425	35,028	200	2,373	244,667	200	2,373	244,667	596	7,906	681,572	794	9,933	856,334
Sub-Total	16,624	1,446,944	2,710	24,789	2,177,045	2,910	27,424	2,404,236	3,506	35,593	3,068,331	3,906	40,255	3,470,284
<b>Conventional Cargo Handling Volume</b>														
Hoan Dieu	6,238		1,304	6,408		1,304	6,408		1,304	6,408		1,304	6,408	
Cua Cam	566		220	577		220	577		220	577		220	577	
Vat Cach	1,501		485	1,887		485	1,887		485	1,887		485	1,887	
Dinh Vu (Gen)			525	1,165		525	1,165		525	1,165		525	1,165	
Cai Lan	2,289		646	2,563		646	2,563		646	2,563		646	2,563	
Sub-Total	10,594		3,180	12,600		3,180	12,600		3,180	12,600		3,180	12,600	
<b>Total</b>	<b>27,218</b>	<b>1,446,944</b>		<b>37,389</b>	<b>2,177,045</b>		<b>40,025</b>	<b>2,404,236</b>		<b>48,193</b>	<b>3,068,331</b>		<b>52,856</b>	<b>3,470,284</b>

Source: Original cargo data from Hai Phong Port, Hai Phong private port and Cai Lan Port in the final report of "Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (Sep. 2009), Vietnam Ports Association (VPA), Port operator data by VINAMARINE

## 5.9.2 港湾間の貨物取扱分担

ハイフォン港、カイラン港、ラクフェン港の貨物取扱分担に対する基本的考え方を下記に示す。

- (1) 既設港湾の全コンテナターミナルは、建設後6～7年と比較的新しい。また、ディンブー港の新コンテナバースは近年中に4バースが開業し、カイラン港では第2～第4バースが数年内に完成することが確実となっている。従って、国家経済的観点からこれらの施設は有効利用する必要がある。
- (2) 本プロジェクトは、官民連携方式（PPP）により実施される計画である。官民連携方式においては、官側は民間側に対してインセンティブを与え、できる限り民間側のビジネス活動に支障が出ないように努める必要がある。
- (3) ラクフェン港が開港し、3港湾間で自由競争となった場合には、殆どの貨物が既設港湾からラクフェン港にシフトすることが予想される。なぜなら、ラクフェン港は外洋からの距離が他港より短く、小型船から大型船まで潮位に左右されずに入出港可能なためである。

以上の考え方にに基づき、既設港湾の貨物取扱容量を超える貨物がラクフェン港で取扱われることになり、また、ラクフェン港への太平洋航路の母船寄港の実現性も加味し、2015年では既存港の超過貨物量と既存港からシフトする貨物量（港湾容量の10%）、2020年には超過貨物量と既存港からシフトする貨物量（港湾容量の20%）の貨物がラクフェン港で取扱われるものと予測する。

3港間の取扱貨物量分担を下表に示す。

表 5.9.2.3 港間の貨物量分担

Cargo Type	Unit	Haiphong Port		Cai Lan Port		Lach Huyen Port	
		2015	2020	2015	2020	2015	2020
<b>High Growth Case</b>							
Container	000 ton	27,290	24,258	8,940	7,946	10,182	34,937
	000TEU	2,352	2,091	771	685	878	3,012
GC +Bulk	000 ton	9,339	7,927	2,536	2,153	0	3,853
<b>Total</b>	000 ton	<b>36,629</b>	<b>32,185</b>	<b>11,476</b>	<b>10,099</b>	<b>10,182</b>	<b>38,790</b>
<b>Middle Growth Case</b>							
Container	000 ton	27,269	24,240	8,933	7,940	5,394	26,691
	000TEU	2,352	2,091	771	685	463	2,299
GC +Bulk	000 ton	8,808	7,927	2,392	2,153	0	2,834
<b>Total</b>	000 ton	<b>36,077</b>	<b>32,167</b>	<b>11,325</b>	<b>10,093</b>	<b>5,394</b>	<b>29,525</b>
<b>Low Growth Case</b>							
Container	000 ton	24,935	24,240	8,168	7,940	3,678	18,421
	000TEU	2,150	2,091	704	685	317	1,586
GC +Bulk	000 ton	8,276	7,484	2,248	2,032	0	2,379
<b>Total</b>	000 ton	<b>33,211</b>	<b>31,723</b>	<b>10,416</b>	<b>9,973</b>	<b>3,678</b>	<b>20,800</b>

2009年11月、ハイフォン港では43本の定期船サービスがあり、経由地は香港（47%）、シンガポール港（21%）、釜山港（9%）、高雄港（14%）及びその他（9%）である。これら定期船サービスのうち70%（香港、プサン港、高雄港経由）は、2015年から2020年の間にラクフェン港を太平洋航路の起点とするようになるのではと期待される（図 5.9.3 参照）。



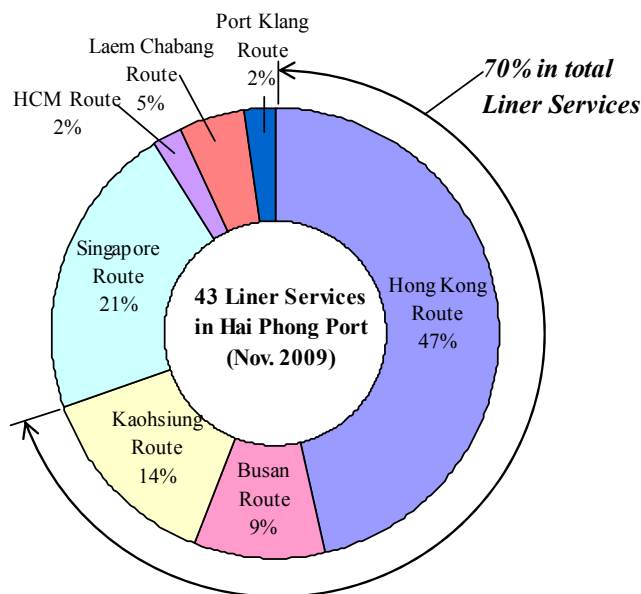


図 5.9.3 ハイフォン港の定期船サービス (2009年11月)

北部港湾の需要予測、ハイフォン港・カイラン港の貨物取扱容量及びラクフェン港の取扱貨物量予測を図 5.9.4 に示す。

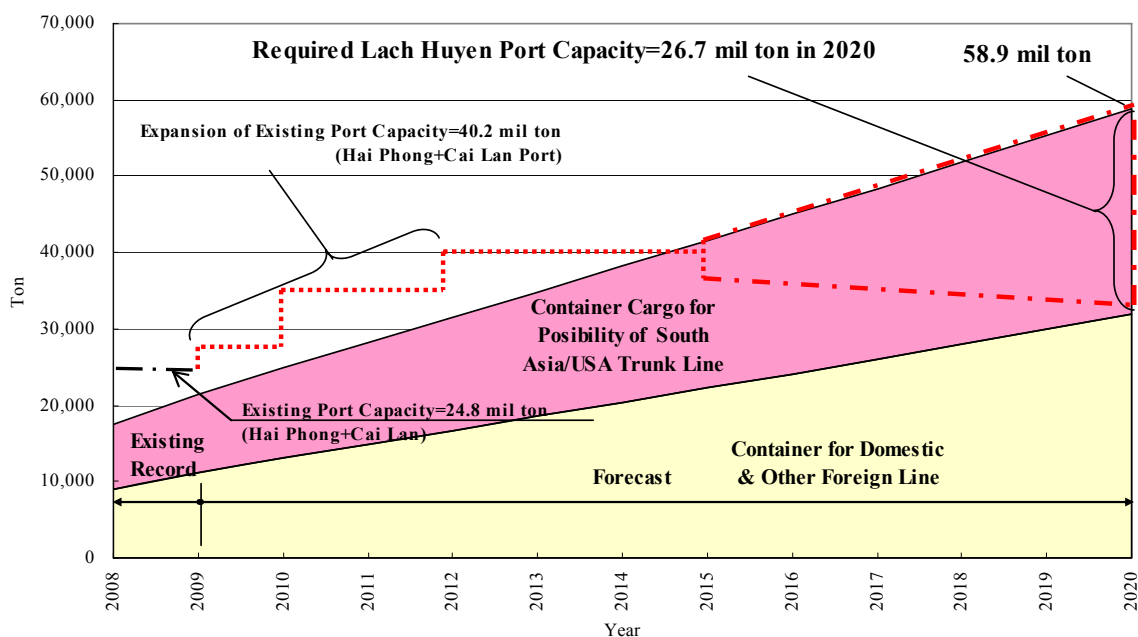


図 5.9.4 北部港湾の需要予測、ハイフォン港・カイラン港の貨物取扱容量、ラクフェン港の取扱貨物量予測 (中成長ケース)

### 5.9.3 ラクフェン港の取扱貨物量予測

ラクフェン港の年次別取扱貨物量予測を表 5.9.3 に示す。

表 5.9.3 ラクフェン港の取扱貨物量予測

Cargo Type	Unit	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>High Growth Case</b>							
Container	1,000 ton	10,182	15,077	20,000	24,951	29,930	34,937
	1,000TEU	878	1,300	1,724	2,151	2,580	3,012
GC +Bulk	1,000 ton	-	-	1,947	2,610	3,246	3,853
<b>Total</b>	1,000 ton	<b>10,182</b>	<b>15,077</b>	<b>21,947</b>	<b>27,561</b>	<b>33,176</b>	<b>38,790</b>
<b>Middle Growth Case</b>							
Container	1,000 ton	5,394	9,607	13,843	18,102	22,385	26,691
	1,000TEU	463	826	1,191	1,559	1,928	2,299
GC +Bulk	1,000 ton	-	-	1,119	1,714	2,286	2,834
<b>Total</b>	1,000 ton	<b>5,394</b>	<b>9,607</b>	<b>14,962</b>	<b>19,817</b>	<b>24,671</b>	<b>29,525</b>
<b>Low Growth Case</b>							
Container	1,000 ton	3,678	4,741	7,660	11,228	14,815	18,421
	1,000TEU	317	409	658	966	1,275	1,586
GC +Bulk	1,000 ton	-	-	1,102	1,610	2,098	2,379
<b>Total</b>	1,000 ton	<b>3,678</b>	<b>4,741</b>	<b>8,762</b>	<b>12,838</b>	<b>16,914</b>	<b>20,800</b>

ラクフェン港における中成長ケースのコンテナ貨物量（2020年）は、2,299,000 TEU、一般貨物量（2020年）は、2,834,000 トンと予測した。

ベトナム北部港湾とラクフェン港のコンテナ貨物量予測の詳細を表 5.9.4 に示す。この予測では、TEU とコンテナ個数の比率及び空コン比率はハイフォン港のデータを基に算出した。また、輸出入コンテナ数は、バランスするものとした。

表 5.9.4 ベトナム北部港湾とラクフェン港におけるコンテナ貨物量予測の詳細

	Unit	Northern Viet Nam Port			Lach Huyen Port	Remarks
		2008	2015	2020	2020	
<b>1. Export</b>						
Container	1,000 ton	4,534	8,792	12,484	8,375	
Container	1,000TEU	504	1,245	1,719	1,092	Export and Import container volume was estimated to totally balance.
Loaded	1,000TEU	281	549	780	514	
Empty	1,000TEU	224	695	939	578	
40'	No.	168	415	573	364	TEU/Box ratio was estimated 1.5 based on latest 3 years of Hai Phong Port Data
20'	No.	168	415	573	364	
Box No.	No.	336	830	1,146	728	
<b>2. Import</b>						
Container	1,000 ton	7,722	18,880	26,069	16,861	
Container	1,000TEU	504	1,245	1,719	1,092	Export and Import container volume was estimated to totally balance.
Loaded	1,000TEU	478	1,180	1,629	1,034	
Empty	1,000TEU	26	65	90	58	Empty container ratio was for import container estimated 5.5% for import container based on latest 3 years of Hai Phong Data
40'	No.	168	415	573	364	TEU/Box ratio was estimated 1.5 based on latest 3 years of Hai Phong Port Data
20'	No.	168	415	573	364	
Box No.	No.	336	830	1,146	728	
<b>3. Domestic</b>						
Container	1,000 ton	5,265	13,925	20,317	1,455	
Container	1,000TEU	437	1,096	1,637	115	
Loaded	1,000TEU	326	870	1,270	89	
Empty	1,000TEU	111	200	292	26	
40'	No.	146	357	521	38	TEU/Box ratio was estimated 1.5 based on latest 3 years of Hai Phong Port Data
20'	No.	146	357	521	38	
Box No.	No.	292	714	1,042	76	
<b>Total</b>	1,000 ton	<b>17,521</b>	<b>41,597</b>	<b>58,871</b>	<b>26,691</b>	
<b>Container</b>	1,000TEU	<b>1,434</b>	<b>3,586</b>	<b>5,075</b>	<b>2,299</b>	Ton/TEU was estimated based 11.6 ton in 2009 based on VINAMARINE data

Note: Based on container data (year 2000 to Oct. 2009) of Hai Phong Port and VINAMARINE data, the Study Team estimated.



## 6. プロジェクトの必要性

### 6.1 海上輸送貨物量の増加

近年、北部ベトナムにおける海上輸送貨物量は急速な増加を見せている。専用港で扱われる石油や石炭、セメントやクリンカーを除いた一般貨物量は2008年に合計2,530万トンで、その内コンテナは143万TEUであった。取扱量の過去8年間における年平均成長率は一般貨物で19%、コンテナ貨物ではTEUベースで29%と猛烈に増加した。これらの貨物は、2020年には総貨物量で7,200万トン、コンテナ貨物で510万TEUになると予測されている。

これらの貨物を扱う北部ベトナムの主要既存港湾は、ディンブー港を含むハイフォン港とカイラン港である。ディンブー港で4コンテナバース、及びカイラン港で3コンテナバースと言った既存港湾の拡張計画により取扱容量が増加したとしても、既存港湾の総取扱能力は5,300万トン、その内コンテナ貨物は4,000万トン、350万TEUと査定され、コンテナ貨物は2015年に、また非コンテナ貨物は2017年には飽和すると予想される。

港湾は、ベトナム経済の成長に貢献する重要な国家インフラであることを鑑みると、その港湾が貨物で飽和し国家経済を混乱に陥れるような程度にまで利用者の要望に応えられないような事態は避けなければならない。

このような事態に対処するため、こうした危機的状況が現実になる十分前にハイフォン港とカイラン港からあふれる貨物を吸収する十分な能力を備えた追加港湾の開発が必要である。

### 6.2 世界的な海上コンテナ輸送の傾向

新しく港湾を開発する際に先ず考慮すべきことは、世界の海運市場の傾向である。世界の海上コンテナ輸送量の急激な増加は、この数10年多くの分野に影響を及ぼしてきた。海運業界は戦略的な団体連合を組織し、他の海運会社を吸収し多くの大型船を市場に投入してサービス能力の規模を増加させようとしてきた。

同時に、これら巨大海運会社や一部船舶融資会社は、増大する顧客の要求に応えるため、また規模の経済を求めて大型船建造の発注を続けてきた。その結果、運行船腹量は2000年から2008年の8年間で480万TEUから1,210万TEUに、つまり年率12%で増加した。同様に、4,000TEU積み以上の大型船は2008年時点で1,201隻が就航し、世界のコンテナ船運航船腹量に占める割合は1997年には僅か6.4%だったものが57%を占めるまでになった。従って、船舶の大型化は将来更に顕著になると言うことができる。実際、2007年には4,000TEU以上の大型船449隻、350万TEU相当が発注され、これは当年発注船腹量の88%を占める。これらの大型船は数年内に引き渡され運航開始するであろう。

ハイフォン港の位置する地理的条件を鑑みると、当地に大水深港湾が建設された場合、現在香港、高雄、その他アジアの主要港湾とアメリカ西岸を結ぶ太平洋航路に就航しているコンテナ母船（4,000TEU - 8,000TEU）がそのサービス範囲をハイフォン港まで延長する可能性は十分ある。しかしながら、現在アジア - 欧州航路に就航しているコンテナ船に関しては、国際幹線航路からの

迂回時間が大きいと、当面ハイフォン港へ寄港する可能性は少なく、当面、欧州発着貨物は従来通りシンガポール、タンジュンペラパス、その他港湾で積み替えられるであろう。しかし、このフィーダーサービスについても現在幹線航路に就航している主力中型母船（2,000TEU - 4,000TEU）がフィーダー航路に配置換えされる可能性が大きい。大水深港湾を建設する必要性と合理性は、港湾がこうしたフィーダー航路に配置換えされる大型船を受け入れられるようにすることにある。

一方、既存のハイフォン港はカム河とバクダン河の河岸に沿って位置するため、進入航路の水深は約-7m CDL 以下という制約がある。従って、ハイフォン港はこうしたフィーダー航路に配置換えされる大型船を受け入れることは出来ない。

カイラン港は、-13m CDL の深水港として開発されたが、ユネスコによって世界遺産に指定されたハロン湾内の進入航路を通過する必要がある。進入航路の水深は現在-10m CDL であり、大型コンテナ船を受け入れるためには更なる増深が必要であるが、進入航路の更なる増深は環境配慮面から不可能である。

従って、海上貨物需要の増加とコンテナ船の大型化という世界的傾向に対処するためには、50,000DWT から 100,000DWT（4,000TEU - 8,000TEU）船を受け入れられる他の港湾の開発が必要である。

北部ベトナムにおける新大水深港湾の候補地に関しては、TEDI が実施した実行可能性調査においてラクフェン地区に加えカムファ地区とドーソン地区が検討され、自然条件、背後圏交通網、将来拡張余地、投資コスト、環境配慮、その他の観点から評価され、下記に要約した理由によりラクフェン地区が大水深港の最適地として選定された。

**カムファ地区:** この候補地は、特に自然条件面で多くの利点があるが、受け入れ可能船型（30,000DWT 以下）や、将来拡張用地、背後圏交通網、その他に制約がある。特にハイフォン地区からの内陸水運は世界文化遺産のハロン湾を通過しなければならない。

**ドーソン地区:** この候補地は、背後圏交通網に利点があるが、自然条件（波浪、シルテーション、水深）と物理的・社会的環境面に欠点がある。この候補地は、ハイフォンの 2020 年に向けた特別開発計画にあるように観光・リゾート開発用地として保留されるべきである。

**ラクフェン地区:** この候補地は、大型船の入出港が容易で、港湾拡張に関しては無限の可能性があり、ハロン湾内に位置せず、またドーソンの宅地開発計画地区及びカットバ島のエコツアー地区にも影響がない。

### 6.3 ベトナム海港体系的開発マスタープラン

ビナマリ（ベトナム海運総局）は、2009 年 12 月 24 日に首相承認された「ベトナム海港体系開発マスタープラン 2020 年まで及び 2030 年に向けて」を策定した。このマスタープランでハイフォン港は国際ゲートウェイ港湾として下記のように開発することが規定された。

- (1) 2030 年を見据え、2020 年まで海港と進入航路に一体的に投資する。9,000TEU から 15,000 TEU 船のためのヴァンフォン港コンテナ積替ターミナル、ハイフォン、ブンタウ及び（可能な時

期に)中部経済特区には 80,000DWT から 100,000DWT の貨物船及び 4,000TEU から 8,000TEU 積コンテナ船のための国際ゲートウェイ港湾を建設する。

- (2) **ハイフォン港:** 北部国際ゲートウェイ港、次の機能地区からなる国家的一般貨物ハブ港湾
- **ラクフェンターミナル:** この港湾は、ハイフォン港の主ターミナルで遠距離航路に就航する 4,000TEU から 6,000TEU 積みの 50,000DWT から 80,000DWT コンテナ船のために整備される。港湾インフラや荷役機械は、国際標準レベルで整備される。バース背後地には物流団地が開発される。計画段階では、バース建設、全国ネットワークへ接続する基本インフラ、そしてバース背後の物流団地に対して重点投資が行われる。
  - **ディンブー地区:** 主に非満載の 20,000DWT から 30,000DWT の一般貨物およびコンテナ船用である。ディンブー工業団地内の工場、サービス企業に対して専用岸壁を配置する。
  - **カム河地区:** 主に内航の 5,000DWT から 10,000DWT 貨物船用のターミナルで、将来の拡張や開発計画はなく、長期的にこの地区は他の機能に変換され、市内にあるターミナルは移設される。この地区の主要ターミナルはチュアベとバカックである。
  - **カーン河地区(エンフン - クアンニン):** 主に 10,000DWT から 40,000DWT 船舶を対象とした一般コンテナターミナルを備えた専用港である。この港湾は、エンフン - ダムナムマック工業地区の専用ターミナル、100,000DWT 船の建造修理のための専用ターミナル、(クアムオン島の) 石油製品のための専用ターミナルを含む。
  - **専用ターミナル及び衛星ターミナル:** 工業やサービス企業のための専用ターミナルで、内航船用の河川ターミナルや地方ターミナル (ディエムディエン - タイビン、ハイティン - ナムディンを含む)。ハイフォン港の衛星港として全体計画に基づいて開発される。
- (3) 貨物需要や入出港船型に対応し、国際市場や域内市場での競争力を確保する。同時に沿岸区域における工業、経済、都市化の発展の原動力となること。港湾の取扱能力や公共交通ネットワークを最大限有効活用するために、バース背後用地にコンテナ及び一般貨物の集積配送センターを開発すること。

## 7. 自然条件

### 7.1 概要

ベトナムでの現地調査を通じ、現地政府機関や民間機関より、ラクフェン国際ゲートウェイ新港のプロジェクトエリアにおける自然条件データや情報の収集を行った。収集した自然条件データや情報は、港湾計画、概略施設設計や環境影響評価等の基本事項を決定するために用いられた。それらの基本事項により、中期開発計画や我が国 ODA プロジェクトの実施計画を立案した。

さらに、新港建設計画エリアにおける深淺測量、埋立予定個所や護岸、防砂堤沿いの土質調査、海底の底質調査、潮流及び潮位観測等の一連の現地調査を、2009年10月から2010年1月にかけて実施した。それらの結果は、本章で後述する。

### 7.2 自然条件の概要

#### 7.2.1 陸上及び海底地形

プロジェクト計画地点は、ハイフォン湾の東端沿いにあるカットハイ島の南側である。この場所は、カットバ島によりトンキン湾で発生する北方及び東方からの波浪から遮蔽されている。

この湾の海底地形は、当湾へ流入するラクフェン川、カム川、バクダン川及びチャン川等の大河川の河口の影響を受けて発達してきた。当湾の全エリアで、これら大河川やトンキン湾の潮汐の影響を大きく受けている。プロジェクト地点は、ほぼハイフォン湾の干潟に広がっている。ハイフォン湾の海底地形は、0.04%から0.08%の平均勾配で南々東方向に傾斜している。砂州や沿岸の砂丘が河口沿いに発達し、干潮時には海面上に現れる。埋立予定地点は、ラクフェン川河口の西岸沿いに発達した砂州に位置し、海底面はCD+2.0mから±0.0mであり、南東方向へ徐々に深くなっている。

#### 7.2.2 気象条件

プロジェクト計画地点は、熱帯風気候に属する。

##### 1) 気温

カットハイ観測所で観測された気温は、比較的穏やかである。表 7.2.1 に月毎の最高、平均、最低の気温を示す。月最高気温は10月の38.0°Cであり、月最低気温は12月の3.7°Cである。従って、月最高気温と月最低気温の差は34.3°Cとなる。

表 7.2.1 カットハイ観測所で観測された気温

(°C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最高	27.8	27.6	28.8	33.6	36.2	36.1	35.9	35.7	35.3	38.0	33.6	28.2	---
平均	16.9	17.5	20.3	24.1	27.5	28.5	29.4	28.8	27.9	26.0	23.7	19.1	24.1
最低	14.6	5.3	7.1	13.4	15.9	18.4	23.4	23.1	16.6	14.0	9.0	3.7	---

出典: EIA Report, Lach Huyen Gateway Port Construction Project (2010-2015) : Ministry of Transport, 2008

## 2) 湿度

プロジェクト地点における湿度は非常に高く、下表に示すように年間を通じて 75～90%である。年平均湿度は 83.1%である。

表 7.2.2 カットハイ観測所で観測された湿度

(%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
平均	76.7	84.9	86.7	89.0	84.0	85.6	84.0	84.7	84.0	80.2	77.2	78.7	83.1

出典: EIA Report, Lach Huyen Gateway Port Construction Project (2010-2015) : Ministry of Transport, 2008

## 3) 降雨量

気候は、5月から10月までの雨季と11月から4月までの乾季に分類される。カットハイエリアにおける平均降雨量は、雨季で年間1,600mm、乾季で年間200mm程度で、年間を通じた降雨量は2,000mmである。TEDIのF/Sレポートでは、1992年7月14日にHon Dauエリアで最大日降雨量320.5mmが記録されたことが示されている。1日の雨量が0.1mm以上の「降雨日」は、年間113日記録されており（75日は雨季で38日は雨季前後）、これは年間31%の降雨日があることを示している。

雷を伴う暴風雨の日数は、カットハイエリアで年平均44.3日である。下表に示すデータによると、暴風雨は5月から9月に集中しこの時期の暴風雨はしばしば強い雨、旋風及び高波を引き起こす。

表 7.2.3 月平均の暴風雨日数

(日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
Phu Lien	0.1	0.5	3.5	3.8	5.9	7.3	7.1	8.7	5.6	2.0	0.2	0.1	44.8
Hon Dau	0.2	0.3	3.4	3.8	5.1	6.3	5.7	9.4	6.2	3.3	0.3	0.1	44.1
Cat Hai	0.0	0.29	3.29	3.43	4.57	9.29	7.43	8.14	5.43	2.0	0.43	0.0	44.3
Bai Chay	0.2	0.4	3.5	3.8	5.8	8.5	7.6	13.2	6.3	3.9	0.1	0.1	53.4
Cua Ong	0.1	0.5	3.3	3.6	4.9	8.1	8.3	10.0	5.6	2.0	0.2	0.0	46.6

出典: Report on Environmental Impact Assessment for Lach Huyen Gateway port Construction Project, 2008, Original Data from The North-East Meteorological Station, 1975-2006

## 4) 霧

霧は12月から4月の冬期に集中して発生している。下表に示すように、霧の発生頻度は、年当たり平均して21.2日である。月当たりの平均は6.5日が最大であり、3月に発生している。

1月から4月にかけては、視程1km以下となる霧（Grade 0-3）が、月平均0.4日発生している。一方、視程10km以下となる霧（Grade 0-6）は、月当たり4.3日発生する。

表 7.2.4 霧の発生日数（1984-2004）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最大	15	9	20	16	3	0	2	0	6	2	5	15	61
平均	2.4	4.0	6.5	4.6	0.3	0	0.1	0	0.3	0.2	0.6	2.1	21.2

出典: Report on Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam: Nippon Koei Co., Ltd. & Associates, September 2009

## 5) 風

北部ベトナムとその近傍の気候は、6月から9月の暴風雨期を除き比較的静穏である。

ベトナムにおける風は、通常気候の季節変動に支配されている。主な風向は、乾季（9月～2月）には、北東季節風気候により北及び北東で、一方雨季（3月～7月）は、南西季節風気候により南及び南東となっている。しかし、北部デルタ地域では、地域的な地形条件により乾季の北寄りの風は北東あるいは東からの風となり、一方、雨季の南方からの風は南あるいは南東からの風に変化する。

表 7.2.5 は、2006年から2008年までの3年間における風の観測記録から、通常風の風速及び風向の年間発生頻度を取りまとめたものである。これらのデータから、支配的な風向きは東から南（約45%の発生確率）及び北（約13%）であることがわかる。風速15 m/s以上の風は非常に稀である。

表 7.2.5 風速及び風向別の風の発生頻度

風向	風速 (m/s)										合計	
	静穏		1.0 - 4.0		5.0 - 9.0		10.0 - 15.0		> 15.0			
	回数	%	回数	%	回数	%	回数	%	回数	%	回数	%
北	---	---	432	9.97	132	3.05	4	0.09	0	0.00	---	---
北北東	---	---	89	2.05	36	0.83	1	0.02	0	0.00	---	---
北東	---	---	241	5.56	63	1.45	3	0.07	0	0.00	---	---
東北東	---	---	134	3.09	12	0.28	0	0.00	0	0.00	---	---
東	---	---	578	13.35	482	11.13	23	0.53	0	0.00	---	---
東南東	---	---	227	5.24	123	2.84	1	0.02	0	0.00	---	---
南東	---	---	307	7.09	132	3.05	4	0.09	0	0.00	---	---
南南東	---	---	87	2.01	126	2.91	36	0.83	0	0.00	---	---
南	---	---	180	4.16	144	3.32	11	0.25	0	0.00	---	---
南南西	---	---	21	0.48	51	1.18	13	0.30	0	0.00	---	---
南西	---	---	50	1.15	24	0.55	0	0.00	0	0.00	---	---
西南西	---	---	4	0.09	0	0.00	0	0.00	0	0.00	---	---
西	---	---	36	0.83	3	0.07	0	0.00	1	0.02	---	---
西北西	---	---	20	0.46	1	0.02	0	0.00	0	0.00	---	---
北西	---	---	155	3.58	15	0.35	0	0.00	0	0.00	---	---
北北西	---	---	108	2.49	16	0.37	1	0.02	0	0.00	---	---
合計	204	4.71	2,669	61.63	1,360	31.40	97	2.24	1	0.02	4,331	100

出典: Report on Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam: Nippon Koei Co., Ltd. & Associates, September 2009

月毎の風速変化を下表に示す。強風は雨季の3月～9月に発生している。

表 7.2.6 カットハイ観測所で観測された風速

(m/sec)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最大	10	12	20	20	>20	>20	>20	>20	>20	20	14	12	>20
平均	3.9	3.9	3.9	3.1	3.2	3.1	3.0	3.7	3.3	3.3	3.2	3.0	3.4

出典: EIA Report, Lach Huyen Gateway Port Construction Project (2010-2015) : Ministry of Transport, 2008

熱帯性の台風による暴風速は、約 40-50 m/s である。これらの暴風の主風向は南東であり、1977年7月21日の Sarah 台風襲来時にはハイフォン市で風速 52 m/s を記録した。暴風速の風向別発生確率は、TEDI の F/S 報告書で以下のようにまとめられている。

表 7.2.7 Hon Dau 観測所で観測されたデータに基づく確率回帰年数別の暴風速

(m/sec)

風向	確率回帰年数					
	5	10	15	25	50	100
北	32.1	36.2	40.2	42.5	45.4	49.2
北東	36.7	42.2	47.4	50.4	54.2	59.3
東	<b>38.2</b>	43.3	<b>48.3</b>	<b>51.1</b>	<b>54.7</b>	<b>59.5</b>
南東	33.6	38.6	42.7	46.5	49.6	54.0
南	36.3	41.6	46.5	49.5	53.3	58.0
南西	36.6	41.3	45.5	48.0	51.5	56.5
西	31.2	36.9	42.0	45.0	49.3	54.5
北西	37.6	<b>43.3</b>	46.8	49.5	53.4	58.5
最大	38.2	43.3	48.3	51.1	54.7	59.5

出典: TEDI F/S Term-End Report

## 6) 地震

ベトナム及びその周辺の地震活動は無視出来る程度であると考えられる。米国地質調査所の地震災害計画の統計データ（1975-2006）によると、マグニチュード 5.7（リヒタースケール）の地震が 1994年12月31日にラクフェンから約 151 km 離れた場所で発生しており、この地震の最大水平震度は 0.024 と見積もられることが報告されている。

TCXDVN 375; 2006 では、Level 3（本プロジェクトエリアで、ベトナムの3つの地震活動度の中から、kh=0.04 またはそれ以下）の適用を推奨している。

### 7.2.3 海象条件

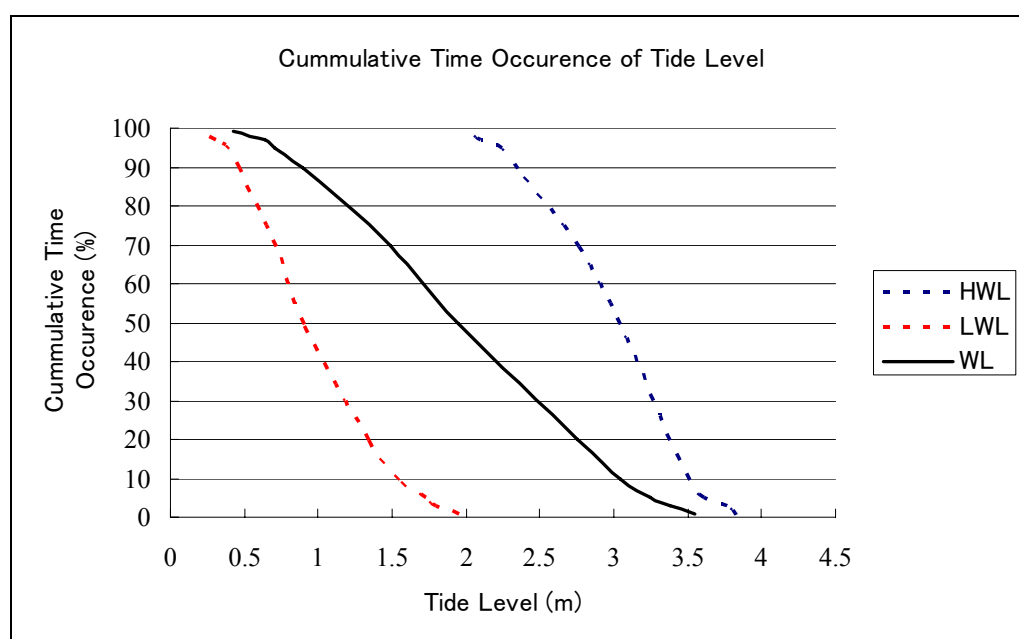
#### 1) 潮汐

Hon Dau における潮汐型は、通常日周期である。Hon Dau における潮位は TEDI の F/S 報告書の中で以下のように予測されている。

- HWL（満潮位） : CD +3.55 m
- MHWL（平均満潮位） : CD +3.05 m

- MWL（平均潮位） : CD +1.95 m
- MLWL（平均干潮位） : CD+0.91 m
- LWL（干潮位） : CD +0.43 m
- \* CD : 海図基準

実際の潮位は、天文学的な影響に加え、気圧の変化やラクフェン河口エリアで発生する風や波の影響を受ける。Hon Dau における最高潮位は、1985年10月22日にCD+4.21mを観測し、最低潮位は1991年1月2日にCD +0.03mを観測した。TEDI のF/S 報告書では、発生確率1%の高潮位はCD+4.43mであり、1974年から2004年までの最高潮位を基にした頻度確率理論により予測されたものである。



(縦軸は累積時間発生率 (%) を表し、横軸は潮位 (DL) を表す。)

出典: TEDI F/S Report

図 7.2.1 潮位の累積時間発生率

## 2) 潮流

ラクフェン河口での潮は、半日周期の潮流により支配されている。1987年の調査によると、平均流速は0.3-0.5 m/sである。しかし、風と波の影響により、潮流は引き潮時と同様、満ち潮時に最大流速1.0~1.2 m/sとなる。そして、引き潮時に河口部では最大流速1.5~1.8 m/sとなる。ハイフォンからCam Phaにかけての海図によると、Nam Trieu川沿いに、満潮から8時間後に最大流速2.6 knot (=1.34 m/s)になると示されている。

## 3) 波浪

Hon Dau 観測所の記録（2006年から2008年まで3年間の記録）によると、このエリアの風により生じた波は以下のように示されている。波高1.0 m以上の波は、8.59%の確率で発生する。全体の60%の波向は東~南であるが、高波の波高は南東及び南が卓越する。



表 7.2.8 波高及び波の方向別の波の発生頻度

波の方向	波高 (m)										合計	
	0-0.25		0.25-0.5		0.5-1.0		1.0-1.5		>1.5			
	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%
北	---	---	3	0.09	57	1.74	8	0.24	1	0.03	---	---
北東	---	---	0	0.00	47	1.43	16	0.49	0	0.00	---	---
東	---	---	184	5.60	844	25.71	63	1.92	5	0.15	---	---
南東	---	---	37	1.13	429	13.07	89	2.71	6	0.18	---	---
南	---	---	4	0.12	149	4.54	75	2.28	13	0.4	---	---
南西	---	---	0	0.00	10	0.30	5	0.15	1	0.03	---	---
西	---	---	0	0.00	1	0.03	0	0.00	0	0.00	---	---
北西	---	---	0	0.00	10	0.30	0	0.00	0	0.00	---	---
合計	1,226	37.34	228	6.94	1,547	47.12	256	7.80	26	0.79	3,283	100

出典: Report on Port Capacity Reinforcement Plan In Northern Vietnam, September 2009: Nippon Koei Co., Ltd. & Associates

以下の最大波高は、1965年から1985年までの20年間にHon Dau海域の気象観測所において観測されたものである。

波の方角	南	東
波高	5.6 m	5.6 m
波長	210 m	96 m
年月日	1964年7月3日	1975年9月20日

出典: TEDI F/S Term-End Report

20世紀後半の観測記録によると、東太平洋地域で年平均13個の熱帯台風が発生しているが、そのうち7個の台風がベトナムに影響を及ぼしている。カットハイエリアは、平均して年間0.92回の台風の襲来を受けている。Hou Dau観測所の1988年から2008年までの20年間の観測データを基に、Gumbel及びWeibull分布法により、下記に示す最大確率波高が解析された。

確率回帰期間 (年)	最大波高 H (m)	波の周期 T (秒)
1	1.22	5.8
5	3.18	8.9
10	3.71	9.7
30	4.45	10.8
50	4.77	11.3
75	5.01	11.7
100	5.18	12.0
120	5.28	12.1

波の周期:  $T=1.5539H+3.9222$  式より算定

出典: Report on Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam: Nippon Koei Co., Ltd. & Associates, September 2009

## 7.2.4 地盤条件

### 1) 概要

ラクフェン港開発エリアは、紅河下流の先端に位置しており、大量の土砂が Nam Trieu 川及びラクフェン川より流入し、結果として厚い粘土層を形成している。

本プロジェクトエリアはハイフォン市のカットハイ区にあり、ラクフェン川の右岸に位置している。川の右岸はカットハイ島の南にある石積みの栈橋に始まり、長さ約 6,000m 及び幅 1,000m の大きな砂州となっている。砂州の標高は 0～+1.0m である。この川の対岸はカットバ島である。

### 2) 地質的特徴

TEDI の F/S 調査で、2007 年にこの地域の地質調査が実施されている。その後、2008 年に日本工営により、5 本のボーリング調査（BH-1 to 5）及び室内土質試験が追加的に実施されている。

この地域の土層は、新しい年代のものから順に（Layer-1, Layer-2, Layer-8, etc.）と分類される。また、各土層の状態は、標準貫入試験の N 値分布と共に表 7.2.9 に整理した。

表 7.2.9 各土層の土質特性及び N 値

土層	土質名及び特性	N 値	
		範囲	平均
Layer-1	灰色を呈する貝殻混じり細砂（砂層）	4~8	6
Layer-2	灰色を呈する高塑性粘土（粘土層）	1~5	3
Layer-3	粘土混じり砂（砂層）	-	-
Layer-4	軟らかい塑性粘土（粘土層）	4~8	6
Layer-5	斑模様（灰色、黄灰色、赤茶色）の弾力のある粘土（粘土層）	5~23	12
Layer-6	緑灰色、灰色の軟らかい塑性粘土（粘土層）	4~9	7
Layer-7	中位の密度の黄灰色砂（砂層）	19~25	22
Layer-8	粘土/強風化～中風化のシルト岩	-	-

## 7.3 本調査における自然条件調査

TEDI が実施した F/S 調査のレビューを目的として、既存資料のチェック及び新たな情報を得るために、以下に示す自然条件調査を今回調査で実施した。

### 地盤調査

#### - 海上ボーリング

10 本の海上ボーリングを第 1 期の埋立計画箇所及び計画中の防砂堤沿いに実施。

#### - 底質調査

プロジェクト実施区域の中で合計 80 箇所の底質調査を実施。

### 深淺測量調査

#### - 深淺測量

総延長 420km（航路沿いに、横断方向の測線長 1km で縦断方向 50m 間隔、

Km26+000 から Km47+000) で深浅測量を実施し、現在の航路沿いの海底地形を把握した。また、2種類の周波数による浮泥層の把握も試みた。

- 潮位観測

プロジェクト予定箇所近くの Ben Got Jetty (カットハイ島) において、15日間の連続測定を実施。

潮流観測

- 潮流観測

航路沿いの4箇所において実施。

- シリンダーサンプリング

航路沿いの4箇所において実施。

- 水質調査

航路沿いの4箇所において実施。

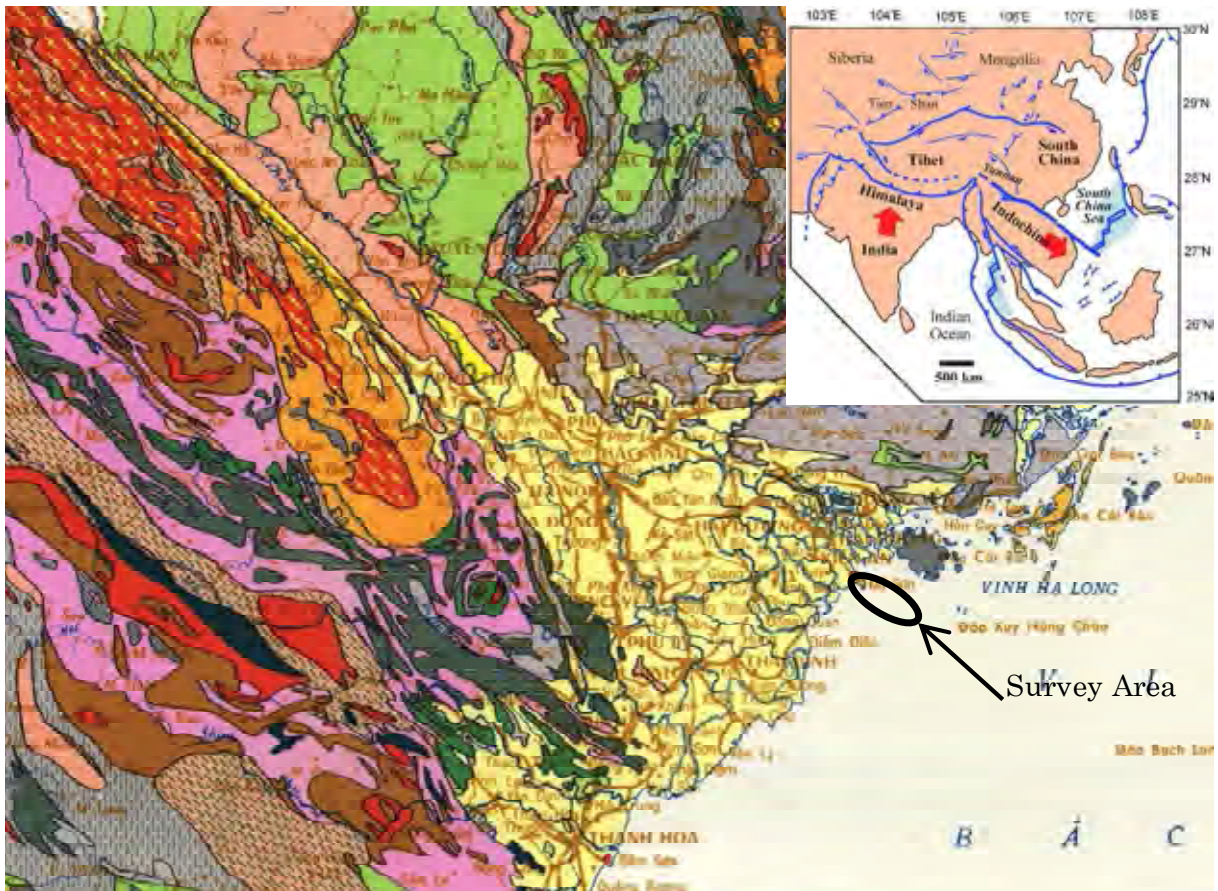
### 7.3.1 地盤調査

#### 1) 調査位置、地形及び地質

港湾都市ハイフォンは北部海岸地区の東部に位置し、首都ハノイから約120kmの距離にある。調査エリアはハイフォン市街地から13km東部にあるカットハイ島に位置する。プロジェクトサイトの位置を図7.3.1及び図7.3.2に示す。

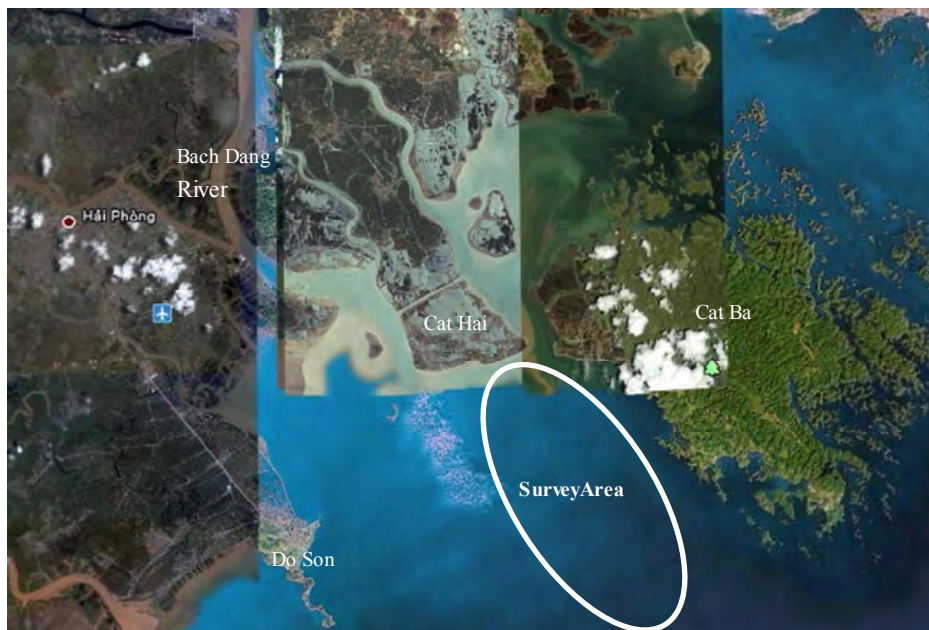
調査エリアは、紅河が形成するデルタ先端部にあるカットハイ島南端の海側に面している。膨大な量の土砂が Nam Trieu 川及びラクフェン川から流れ込み、結果として厚い軟弱粘土層が形成されている。カットハイ島及びその周辺の海底面には砂の堆積が認められ、砂地に住む貝類が図7.3.3に示すように、カットハイ島の Ben Got Jetty に水揚されている。

図7.3.1に示すように、北西から南西方向の地質構造が認められる。これは、図7.3.1の右上に示すように、地殻プレートの境界がちょうど北西から南西方向に存在するからである。従って、北西～南西方向にかけて位置するカットハイ島とカットバ島の間にも地質境界、構造境界が存在する可能性がある。この兆候の一つとして、カットバ島にある岩の露頭に見られる。図7.3.3に示す通りカットバ島の主たる基盤岩は石灰岩であるが、今回の調査地域で確認されたもの、及び既往調査結果で確認されているものは、シルト岩、泥岩のみである。これは、ラクフェン川がカットハイ島とカットバ島との間に横たわる地質構造の境界沿いを流れているということを示している可能性が高い。



(Geological Map Việt-nam\_Kampuchia\_Lào. 1971 より引用)

図 7.3.1 地質図上の調査位置図



(Google Earth より引用)

図 7.3.2 調査位置図



		
引き潮時に見られる Ben Got Jetty の傍の砂浜	引き潮時に見られる砂浜と石積み護岸（埋立計画エリア北端）	埋め立て計画エリア（海上より陸側を望む）
		
埋立エリア内にある砂州（SBH-1とSBH-3の間付近）	カットバ 島東部の堤防（左側が海、右側に塩田が見られる）	カットハイ 島内に見られる広大な塩田
		
Ben Got Jetty に水揚される砂地に生息する貝類	カットバ 島の西部海岸沿いに見られる硬質の石灰岩	カットバ 島の西部海岸沿いに見られる傾斜した石灰岩の露頭

図 7.3.3 調査地及び周辺の写真

## 2) 海上ボーリング

### a) ボーリング調査実施位置及び座標

2009年11月9日～12月5日にかけて、第1期の埋立計画エリア及び計画中の防砂堤沿いで合計10本の海上ボーリング調査を実施した。各孔の調査位置及び調査数量を表7.3.1及び図7.3.4に示す。

表 7.3.1 ボーリング調査における各孔の座標、標高及び調査数量

No	ボーリング No.	座標 (m) - VN2000		標高 (m)	深度 (m)	掘削長 (m)		採取試料数		標準貫入 試験	備考
		南北	東西			土砂	岩	不攪乱	攪乱		
1	SBH1	2301288	620055	-1.90	27.00	24.00	3.00	9	15	15	海上
2	SBH2	2301113	619715	-1.27	29.20	26.20	3.00	7	19	19	"
3	SBH3	2301053	620204	0.40	30.00	27.00	3.00	5	22	22	"
4	SBH4	2300859	619883	0.75	31.60	28.60	3.00	5	23	23	"
5	SBH5	2300223	619522	0.10	37.50	34.50	3.00	5	29	29	"
6	SBH6	2299377	620036	-0.90	41.80	38.80	3.00	7	31	31	"
7	SBH7	2298491	620565	-0.30	36.45	36.45	-	5	31	31	"
8	SBH8	2296864	623100	-3.30	33.70	30.70	3.00	3	27	27	"
9	SBH9	2295022	624596	-2.90	55.45	55.45	-	5	50	50	"
10	SBH10	2293121	625955	-3.60	51.45	51.45	-	4	47	47	"
Total					374.15	353.15	21.00	55	294	294	



図 7.3.4 ボーリング調査位置図

## b) ボーリング調査結果

## (1) 調査地の土層構成

ボーリング調査結果により明らかになった調査地の土層構成を既往調査による土層分類とともに表 7.3.2 に示す。

表 7.3.2 調査地の土層構成

既往調査による土層構成				今回の調査で明らかになった土層構成		
土層名	土質	N値		土層名	色調	N値
		範囲	平均			
Layer-1	灰色を呈する貝殻混じり細砂（砂層）	4 - 8	6	Layer 1: 緩い砂（SP） - 粘土質砂（SC）	灰色、淡灰色	3 - 10 (6)
Layer-2	灰色を呈する高塑性粘土（粘土層）	1 - 5	3	Layer 2: 砂混じり粘土（CH）	茶灰、黄灰色	0 - 8 (2)
Layer-3	粘土混じり砂（砂層）	-	-	Layer 3: 粘土質砂（SC）	淡灰、緑灰色	0 - 17 (6)
Layer-4	軟らかい塑性粘土（粘土層）	4 - 8	6	Layer 4: やや固い～固い砂質粘土（CL）	赤褐色、黄茶色	2 - 23 (10)
Layer-5	斑模様（灰色、黄灰色、赤茶色）の弾力のある粘土（粘土層）	5 - 23	12			
Layer-6	緑灰色、灰色の軟らかい塑性粘土（粘土層）	4 - 9	7	Layer 5: 砂混じり粘土（CH）	灰色、黄淡灰色	0 - 15 (6)
-	-	-	-	Layer 6: 砂混じりの固い粘土（CH）	灰色	9 - 21 (14)
-	-	-	-	Layer 7: 固い砂質粘土（CL）	黄灰、淡灰色	9 - 50 (22)
Layer-7	中位の密度の黄灰色砂（砂層）	19 - 25	22	Layer 8: 非常に密な砂（SP）	黄灰、淡灰色	9 - 50 (45)
Layer-8	粘土/強風化のシルト岩	-	-	Layer 9: 強風化土（シルト岩/砂岩）	赤褐色	>50
Layer 9	中～弱風化のシルト岩/泥岩	-	-	Layer 10: 強～中風化のシルト岩/泥岩	赤褐色	（ ） 内の数値は、平均値を示す。
Layer 10	シルト岩/泥岩	-	-			

上表に示す通り、当調査地の岩盤を含む土層は全部で10層に分類される。また、各層の分布範囲等については表 7.3.3 に示す通りである。

既往調査を含むボーリング調査位置図を図 7.3.5 に示す。

代表的な成層断面図を標準貫入試験のN値とともに図 7.3.6 に示す。また、その他の成層断面図については、Appendix 7-1 に示す。

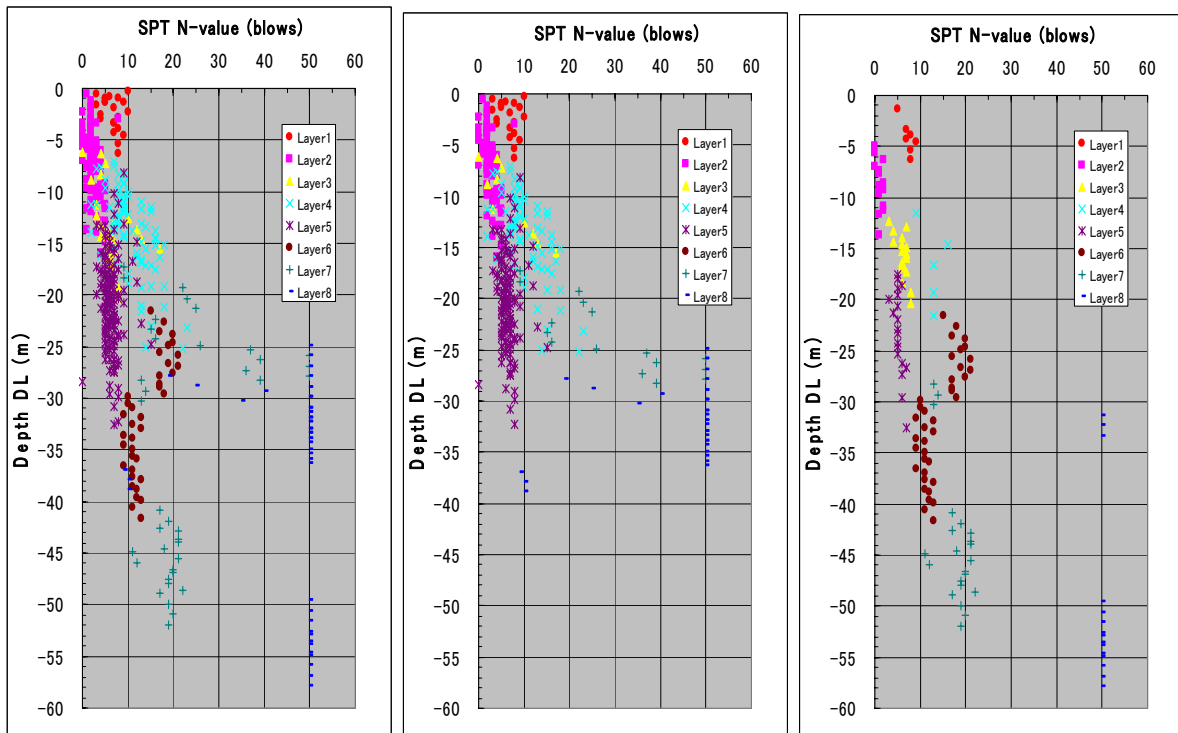
標準貫入試験のN値の深度分布図を、既往調査の結果も合わせて図 7.3.4 に示す。

なお、今回の報告書の取りまとめに当たり、参照した当調査エリアにおける既往の調査結果報告書は次の通りである。

- CONTAINER TERMINAL DEVELOPMENT PROJECT IN HAI PHONG INTERNATIONAL GATEWAY PORT, FEASIBILITY STUDY, SOIL INVESTIGATION REPORT, January 2009,

by NIPPON KOEI CO., LTD.

- REPORT ON HYDRO-METEODOLOGICAL, TOPOBATHYMETRIC MAPS AND SOIL INVESTIGATION DATA COLLECTION, November 2007, by TEDIPORT.
- HAI PHONG PORT REHABILITATION PHASE II PROJECT PROPOSED ACCESS CHANNEL ARE, GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT, May 2000, by TEDI.



全データ

港湾エリア

沖合エリア

(海岸から 3km 以内の範囲)

(海岸から 3km 以上沖合の範囲)

図 7.3.5 標準貫入試験 (SPT) の N 値の深度 (DL) 分布図



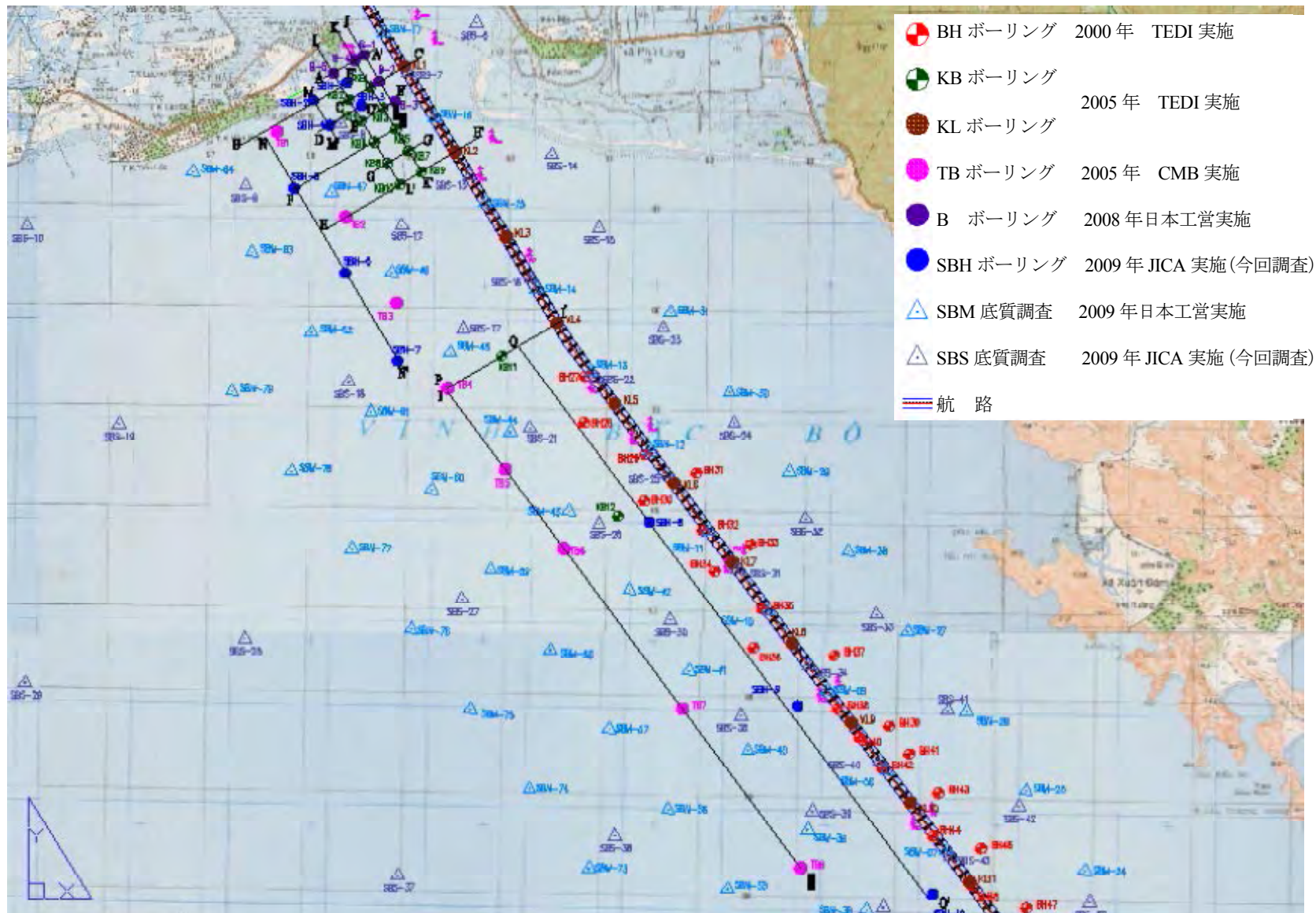


図 7.3.6 既往調査を含むボーリング調査位置図

成層断面図 (A-A', B-B', C-C', D-D' Section)

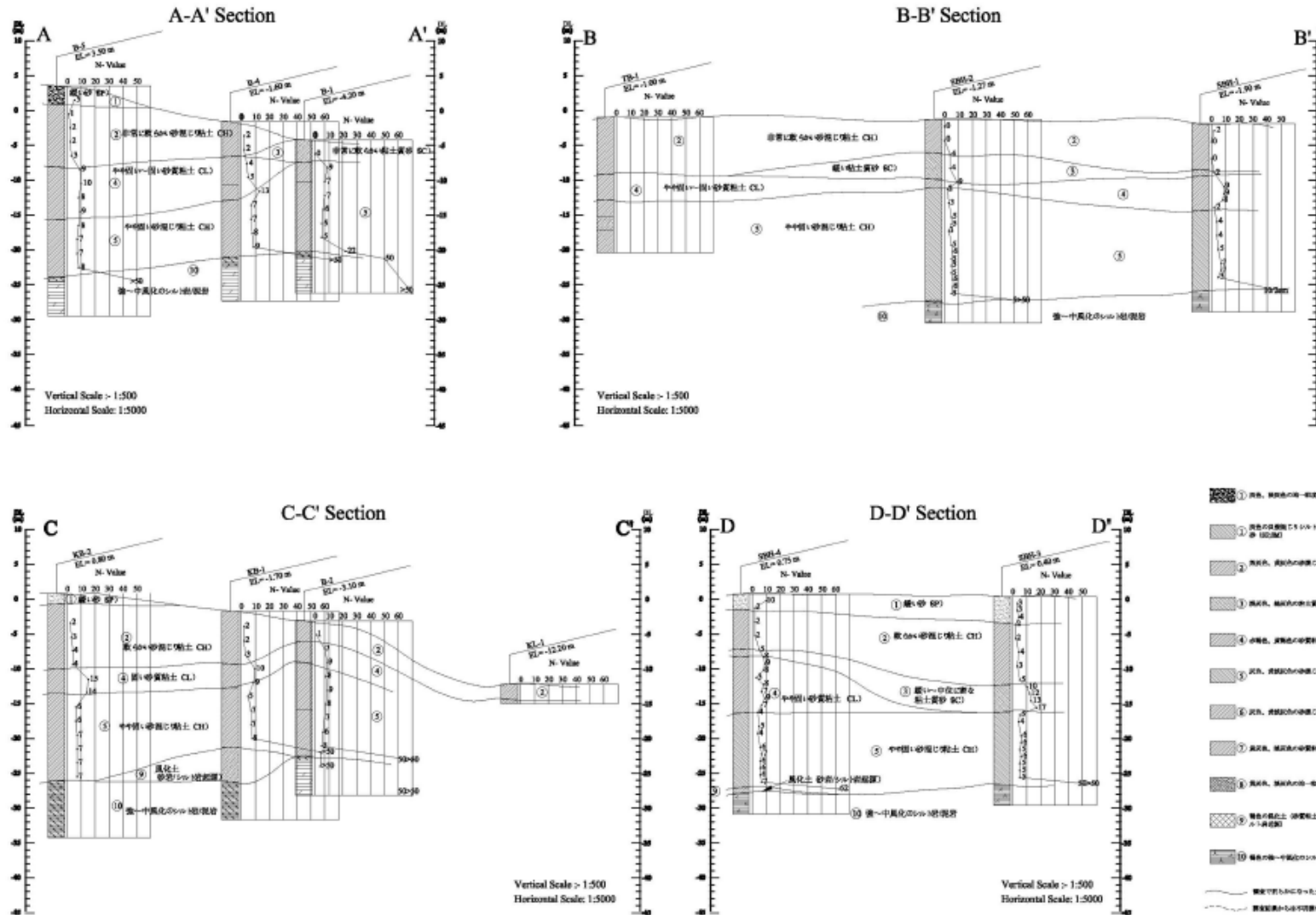


図 7.3.7 成層断面図 (A-A', B-B', C-C' and D-D' Section) (既往調査結果を含む)

表 7.3.3 各土層の分布状況

土層名		土層の特徴		
		分布範囲	分布深度 DL (m)	層厚 (m)
Layer 1	緩い砂 (SP) - 粘土質砂 (SC)	航路の西側、測点27+200~37+500の間に、幅約1km、長さ約10km にわたり分布する。	GL to -4	0.5 to 5.0
Layer 2	砂混じり粘土 (CH)	全調査エリアに分布する。 .		
		1) 港湾エリア (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) 2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	+1 to -17 -3 to -14	5.0 to 14.0 5.0 to 9.0
Layer 3	粘土質砂 (SC)	以下の2つのエリアに分布する。		
		1) 海岸から1kmまで沖合の範囲以内 2) 海岸から5km ~10km 沖合の範囲	-4 to -16 -13 to -21	0.5 to 4.0 3.0 to 9.0
Layer 4	固い砂質粘土 (CL)	港湾エリア飲みに分布する。 1) 港湾エリア (海岸から3kmまで沖合以内の範囲)	-6 to -26	1.0 to 16.0
Layer 5	砂混じり粘土 (CH)	全調査エリアに分布する。 .		
		1) 港湾エリア (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) 2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	-7 to -32 -17 to -28	2.5 to 17.0 3.5 to 7.0
Layer 6	砂混じりの固い 粘土 (CH)	沖合エリアのみに分布し、SBH-9、10においてのみ確認された。		
		2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	-21 to -42	17.5 to 21.0
Layer 7	固い砂質粘土 (CL)	港湾エリアの西端部と沖合エリアに分布する。		
		1) 港湾エリア西端部 (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) 2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	-17 to -34 -28 to -53	1.5 to 11.5 3.5 to 12.0
Layer 8	非常に密な砂 (SP)	港湾エリアの西端部と沖合エリアに分布する。		
		1) 港湾エリア西端部 (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) 2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	-26 to -40 -31 to -60	8.0 to 11.0 3.0 to 5.5
Layer 9	強風化土 (砂岩)	分布は港湾エリアにおいてのみ確認されているものの、沖合エ リアでの分布は未確認である。		
		1) 港湾エリア (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) a) SBH-2及びABH-4に於いて b) KB-1及びKB-3に於いて	-27 to -28 -21 to -30	0.3 to 0.6 4.5 to 5.0
Layer 10:	強~中風化のシ ルト岩/泥岩	岩盤はSBH-7、9、10以外の今回実施したボーリング孔ではすべ て確認された。 1) 港湾エリア (海岸から3kmまで沖合以内の範囲) 2) 沖合エリア (海岸から3km以上沖合の範囲)	-21 to -38 -35 to <-60	-

: 砂層, 
  : 粘土層, 
  : 風化岩

## (2) 土質特性

既往調査結果も含めた土質試験結果のうち、各土質特性値と深度 (D.L.) の関係図を Appendix 7-2 に示す。

また、今回の土質調査及び既往の土質調査結果から得られた各土質特性値を表にし、港湾エリア (海岸から 3km まで沖合以内の範囲) と沖合エリア (海岸から 3km 以上沖合の範囲) に分けたものを表 7.3.4、表 7.3.5 及び Appendix 7-2 に示す。





港湾エリアと沖合エリアのデータ分析においては、以下のボーリングの土質試験結果を参照した。

- 港湾エリア: SBH-1 to 7 (JICA 調査), B-1 to 5 (日本工営), KB-1-10 (TEDIPORT) : 合計 22 本のボーリングデータ
- 沖合エリア: SBH-8 to 10 (JICA 調査), KB-11, 12 (TEDI) : 合計 5 本のボーリングデータ

上記の土質試験結果によると、土層 2 (軟らかい砂混じり粘土) を除く他の層については、港湾エリアと沖合エリアでは土質特性に大きな違いはほとんど認められない。

各土層の土質特性の特徴は以下の通りである。

#### a) 物理特性

##### i) 土粒子密度 $D$

土粒子密度  $D$  ( $D = G_s \gamma_w$ ,  $G_s$ : 土粒子比重,  $\gamma_w$ : 水の単位体積重量) は、調査地域全体を通して平均  $2.70 \text{ g/cm}^3$  であり、分布範囲は  $2.64 \sim 2.74 \text{ g/cm}^3$  である。これは、調査地の全ての土層が無機質の土から成ることを示している。

##### ii) 細粒分含有率 $F_c$ (74 $\mu\text{m}$ ふるいの通過重量百分率) (図 7.3.8 参照)

細粒分含有率  $F_c$  は、粒度試験より得られる一つの指標である。 $F_c$  が 50%以上ならば、シルトや粘土等の細粒土に区分することができる。

粒度試験結果によると、土層 2, 4, 5 は細粒土に分類されるが、土層 3 は試料により粗粒土に区分される場合と細粒土に区分される場合がある。従って、安全側の見地から、土層 3 については、圧密沈下も起こりうる細粒土として扱い、透水性を持つ排水層として扱うべきではないと考えられる。

##### iii) 自然含水比 $W_n$ 及び液性限界 $LL$ (図 7.3.8 参照)

土層 2 については、港湾エリアにおける自然含水比は約 50%で、これは沖合エリアでの平均値よりも約 10%小さい値である。土層 3, 4, 5, 6, 7 の全エリアにおける平均含水比はそれぞれ 26, 28, 43, 42, 50%である。また、土層 2 の平均液性限界値及び塑性指数は、港湾エリアでそれぞれ 54%及び 26%であり、これらも沖合エリアの平均値より 10%程度小さい値となっている。これらの結果より、土層 2 は、沖合エリアの方が、港湾エリアよりもやや大きな間隙比を持ち、やや大きな圧縮性を持っていることを示唆している。

液性限界試験結果によると、図 7.3.8 の右端の図に示すように、土層 2, 5, 6 は、それぞれ“中程度”から“非常に高い”、“高い”の間にあり、高い塑性を有していることがわかる。すなわち、当調査地に分布する粘土層のうち、この三層のみが高塑性粘土であると言える。

iv) 単位体積重量  $\gamma$  及び間隙比  $e_0$  (図 7.3.9 参照)

土の単位体積重量と間隙比の深度分布は、図 7.3.9 に示す通りである。その平均値は、表 7.3.6 に示す通りである。

土の飽和単位体積重量と間隙比の間には次の関係がある。

$$\gamma = (G_s + e_0) \gamma_w / (1 + e_0)$$

ここで、 $e_0 = W_n G_s$  より、

$$\gamma = G_s (1 + W_n) \gamma_w / (1 + W_n G_s)$$

従って、もし、 $G_s$ ,  $e_0$  や  $W_n$  などのいくつかの物理特性を知ることができれば、土の飽和単位体積重量は上式により算定することができる。

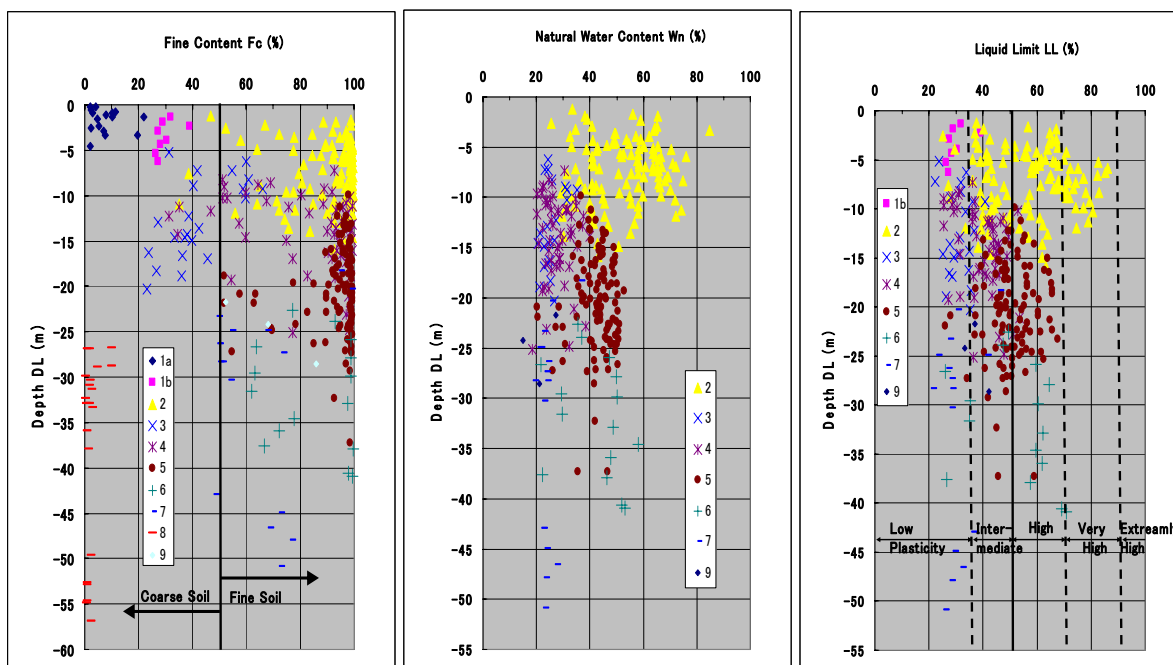


図 7.3.8 細粒分含有率 (Fc)、自然含水比 (Wn) 及び液性限界 (LL) の深度 (DL) 分布図

表 7.3.6 港湾エリア及び沖合エリアにおける土の単位体積重量及び間隙比

土層名	単位体積重量 $\gamma$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )			間隙比 $e_0$		
	港湾 エリア	沖合エリア	全エリア	港湾 エリア	沖合エリア	全エリア
Layer 2	1.71	1.61	1.69	1.41	1.74	1.46
Layer 3	1.91	-	1.91	0.82	-	0.82
Layer 4	1.95	1.94	1.95	0.76	0.82	0.76
Layer 5	1.76	1.83	1.76	1.23	1.03	1.21

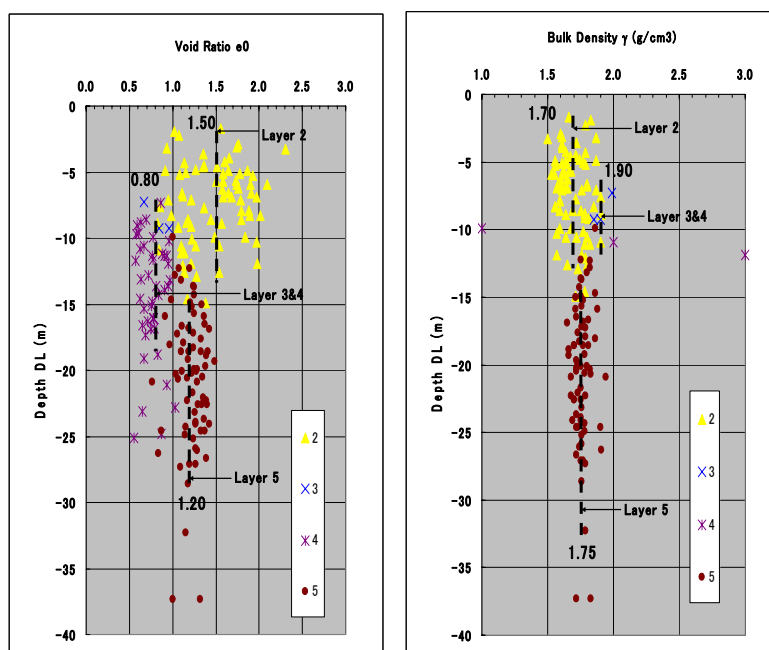


図 7.3.9 間隙比 (e0) 及び単位体積重量 (γ) の深度 (DL) 分布図

b) 粘性土の力学特性

i) 粘性土のせん断強度

今回の調査では、一軸圧縮試験を実施したが、既往調査では一度も実施されておらず、一軸圧縮試験の代わりに直接せん断試験が実施されていた。これらの一面せん断試験の結果 ( $C_u$ ,  $\phi_u$ ) を今回の一軸圧縮試験の結果とともに有効利用するため、有効上載荷重を考慮し、簡便的に以下の式により、一面せん断試験から得られた強度定数から一軸圧縮強度を推定した。

$$q_u = 2C = 2 \times (C_u + \sigma' \tan \phi_u)$$

ここで、 $q_u$ : 一軸圧縮強度、 $C$ : 粘着力、 $C_u$ ,  $\phi_u$ : 直接せん断試験から得られた粘着力及び内部摩擦角、 $\sigma'$ : 有効上載荷重

一軸圧縮強度及び破壊歪を図 7.3.10 に示す。各層の全エリアでの平均の一軸圧縮強度は以下のようなになる。

$$\text{Layer 2 : } q_u = 0.3 \text{ kgf/cm}^2, \quad \text{Layer 3 \& 4 : } q_u = 0.5 \text{ kgf/cm}^2, \quad \text{Layer 5 : } q_u = 0.7 \text{ kgf/cm}^2$$

図 7.3.10 に示すように、破壊歪（一軸圧縮試験における最大強度時の歪）のうち約半分は 7% 以上を示している。これは、半分以上のサンプルが乱れていることを表しており、サンプリング、試料の運搬、試験の過程等において攪乱を受けたことを示している。従って、半分以上のサンプルの示す強度は、実際よりも小さな強度を示していると考えられる。以上のことから、上記に示す平均の一軸圧縮強度 ( $q_u$ ) は、最小値あるいは平均よりも低い最小値付近の値を示していると考えられる。



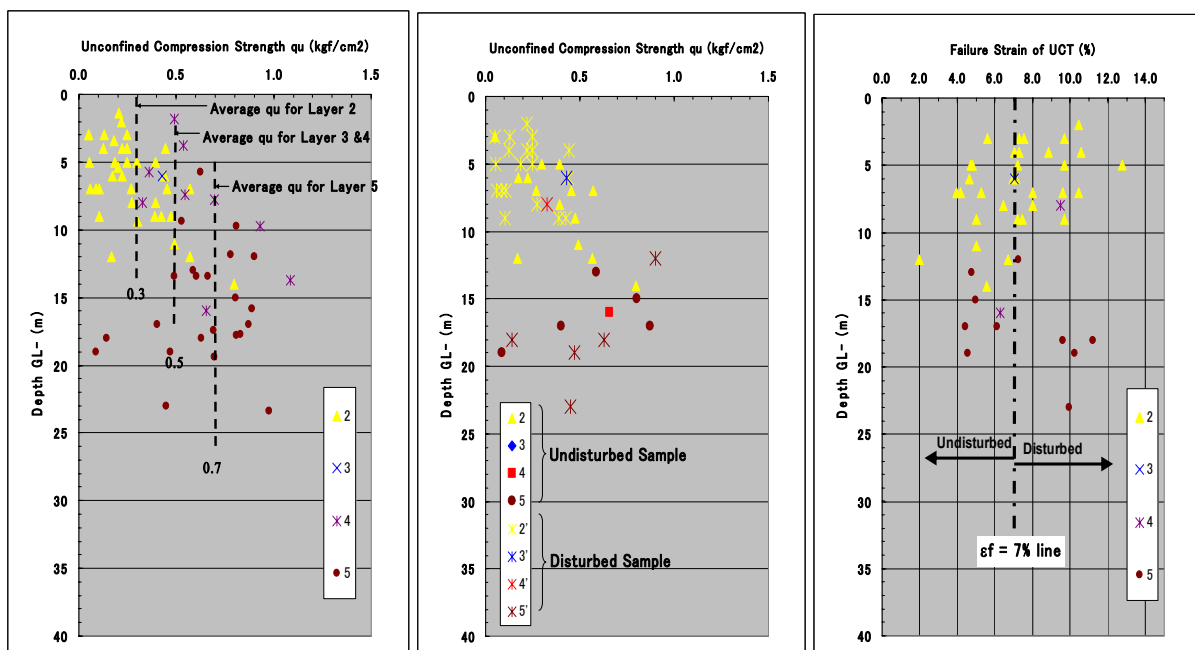


図 7.3.10 一軸圧縮強度 (qu) 及び破壊歪 (εf) の深度 (GL) 分布図

一軸圧縮強度  $q_u$  と標準貫入試験の  $N$  値との関係を図 7.3.11 に示す。プロットされたデータは概ね  $q_u = N/4$  の線と  $N/12$  の線に分布している。一般に、Terzaghi and Peck (1948) が提案する  $q_u = N/8$  は最小の相関線を与えると言われている。しかしながら、約半数のプロットデータは  $q_u = N/8$  の線より下に分布している。このことから、約半数の一軸圧縮強度  $q_u$  値は、攪乱のために実際よりも過小評価されていると考えられる。

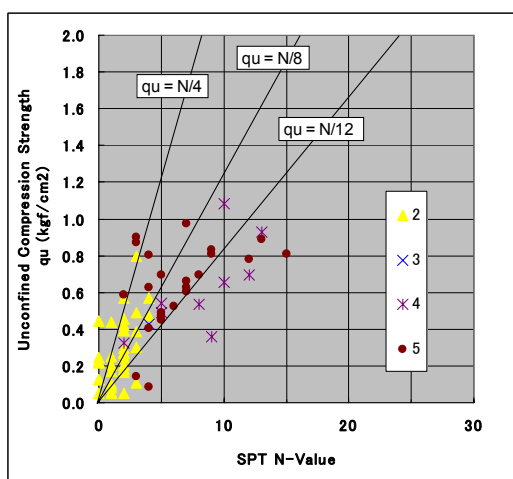


図 7.3.11 一軸圧縮強度 (qu) と  $N$  値の関係図

ii) 強度増加率 (Cu/P)

一軸圧縮強度  $q_u (= C_u/2)$  と圧密降伏応力  $P_c$  の関係より、粘性土の強度増加率 (Cu/P) の評価を行う。



図 7.3.12 に示すように、プロットデータは  $q_u$ - $P_c$  関係図において、 $Cu/P=0.1$  の線と  $0.4$  の線の間分布している。非有機質土の場合、一般に強度増加率  $Cu/P$  は、 $0.25$  から  $0.45$  の値をとることが知られている。しかしながら、およそ半数のプロットされたデータは  $Cu/P=0.2$  の線の下側に分布している。これもやはり、一軸圧縮強度  $q_u$  が攪乱により実際よりも過小評価されているためと考えられる。

もし仮に、実際の強度増加率  $Cu/P$  が  $0.3$  程度であると仮定すると、平均の  $Cu/P$  は図 7.3.12 よりおよそ  $0.2$  であるので、一軸圧縮強度はおよそ  $30\sim40\%$  程度、試料の乱れによって過小評価されていると考えられる。

上記の評価は、全エリアの一軸圧縮試験と圧密試験結果を基にしたものである。およそ半数のデータは、試料攪乱の影響を受けており、試験結果は実際の値よりも過小評価されていると判断される。従って、今回の結果も含めて、力学試験結果については、港湾エリアと沖合エリアとに詳しく分けて評価することは差し控えることとする。

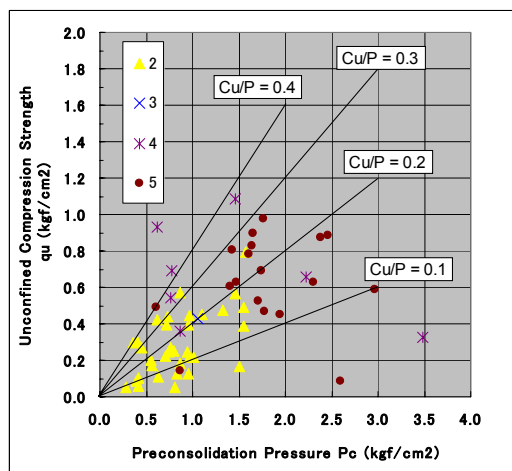


図 7.3.12 一軸圧縮強度 ( $q_u$ ) と  $P_c$  の関係図

### iii) 粘性土の圧密特性

#### (a) 圧密降伏応力 $P_c$

圧密降伏応力  $P_c$  の深度分布図を図 7.3.13 に示す。

調査エリアにおける圧密沈下対象層は、土層 2、3、4 及び 5 である。これらの層の特筆すべき特徴は、いずれの層も過圧密であるということである。最上層の軟らかい土層 2 でさえも年代効果等により過圧密となっている。

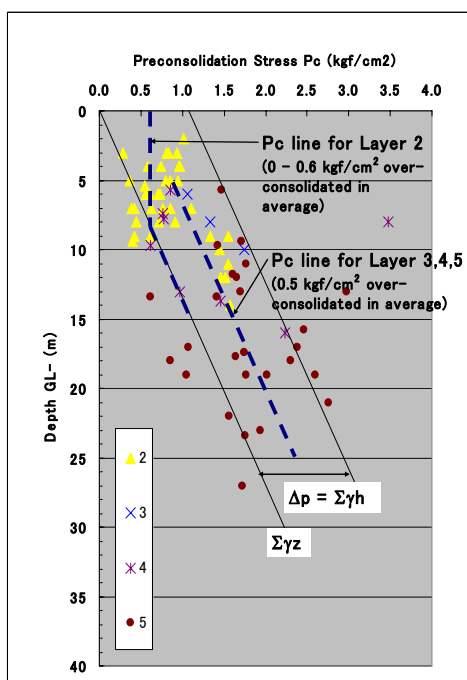


図 7.3.13 圧密降伏応力 (Pc) の深度 (GL) 分布図

図 7.3.14 によると、上述の各粘土層の過圧密比 ( $OCR = \sigma'_0/P_c$ ,  $\sigma'_0$ : 現在の土被り荷重) は、1 から 3 の間に分布している。平均的に、各土層の圧密降伏応力は大略以下のようなになる。

- 土層 2:  $P_c = 0.6 \text{ kgf/cm}^2$  (GL 0m から-8m まで  $0.6 \text{ kgf/cm}^2$  で一定値、GL-8m 以深は正規圧密状態  $P_c = \Sigma\gamma z$ 、 $\gamma$ : 土の単位重量、 $z$ : 深度 (G.L.))
- 土層 3&4 及び 5:  $P_c = \Sigma\gamma z + 0.5 \text{ kgf/cm}^2$

しかしながら、上記の粘土層が過圧密であったとしても、最終的には約  $1.2 \text{ kgf/cm}^2$  の荷重が埋立により載荷されることになり、図 7.3.13 に示すように、平均の Pc ラインを越えて荷重が作用することになる。

従って、上記の各層によって、ある程度の圧密沈下を生じることが予測される。

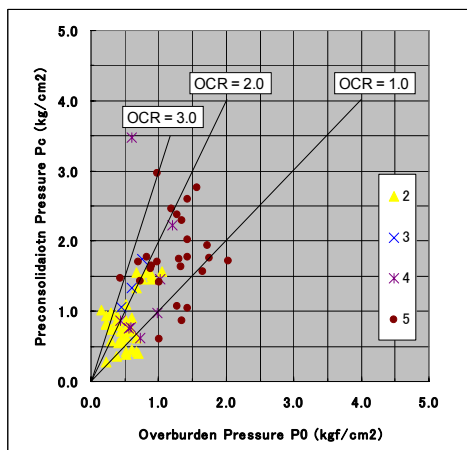


図 7.3.14 圧密降伏応力 (Pc) と土被り荷重 (P0) の関係図

(b) 圧縮指数  $C_c$  及び再圧縮指数  $C_r$ 

圧縮指数  $C_c$  及び再圧縮指数  $C_r$  の深度分布図を図 7.3.15 に示す。

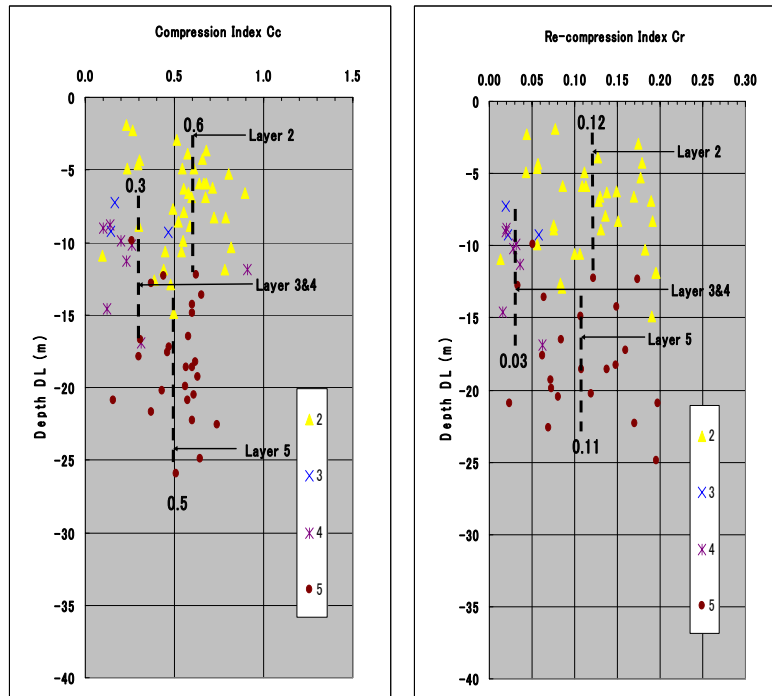


図 7.3.15 圧縮指数 ( $C_c$ ) 及び再圧縮指数 ( $C_r$ ) の深度 (DL) 分布図

圧密試験結果によると、圧縮指数  $C_c$  と再圧縮指数  $C_r$  は、港湾エリアと沖合エリアで場所的に大きな差異は認められず、各土層の平均値は全エリア平均値として以下の通りである。

- 土層 2 :  $C_c = 0.6$ ,  $C_r = 0.12$
- 土層 3&4 :  $C_c = 0.3$ ,  $C_r = 0.03$
- 土層 5 :  $C_c = 0.5$ ,  $C_r = 0.11$

図 7.3.16 に示すように、プロットされた値  $C_r$  と  $C_c$  の関係図の中で、 $C_r/C_c=0.1$  の線と  $C_r/C_c=0.3$  の線の間に分布している。しかし、 $C_c$  の評価においては、不攪乱試料の攪乱の影響を考慮する必要がある。通常、 $C_c$  は試料が攪乱の影響を受けると、小さくなる傾向がある。従って、上記に示す平均の  $C_c$  値は、実際の現場のものよりも小さな値となっている可能性が高い。

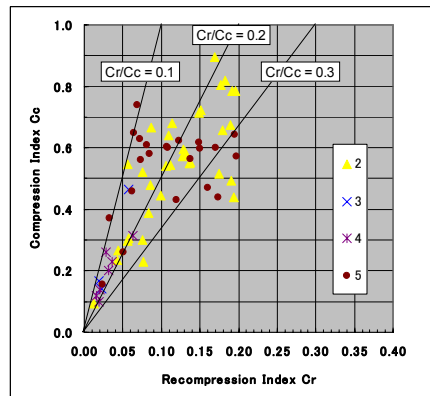


図 7.3.16 圧縮指数 (Cc) と再圧縮指数 (Cr) の関係図

圧縮指数 Cc と塑性指数 IP の間には、図 7.3.17 に示すように良い相関が認められる。この図より、 $Cc = (IP - 5) / 55$  という相関が調査地の全エリアを対象に当てはまることわかる。

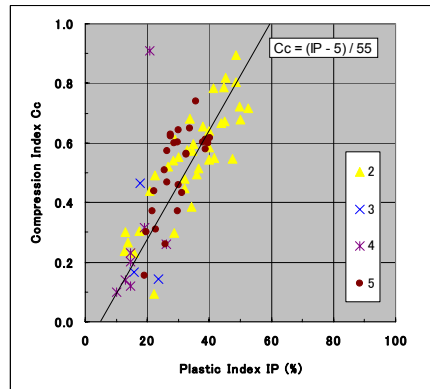


図 7.3.17 圧縮指数 (Cc) と塑性指数 (IP) の関係図

(c) 圧縮比 CR と再圧縮比 RR

圧縮比 CR と再圧縮比 RR は、圧縮指数 Cc 及び再圧縮指数 Cr を次の式により正規化したものである。

$$CR = Cc / (1 + e_0) , \quad RR = Cr / (1 + e_0)$$

ここで、 $e_0$  : 間隙比

図 7.3.18 に示すように、各粘土層の平均の圧縮比 CR 及び再圧縮比 RR は次のようになる。

- 土層 2 : CR = 0.23, RR = 0.05
- 土層 3&4 : CR = 0.14, RR = 0.02
- 土層 5 : CR = 0.23, RR = 0.05

圧縮比 CR は、いくつかの物理試験指標と相関関係があり、例えば塑性指数 IP との間に図 7.3.19 に示すような相関がある。

この図より、限られた圧密試験のデータ数ではあるが、土層2に対して  $CR = IP/180$ 、土層3,4及び5に対して  $CR = IP/120$  の関係が認められる。

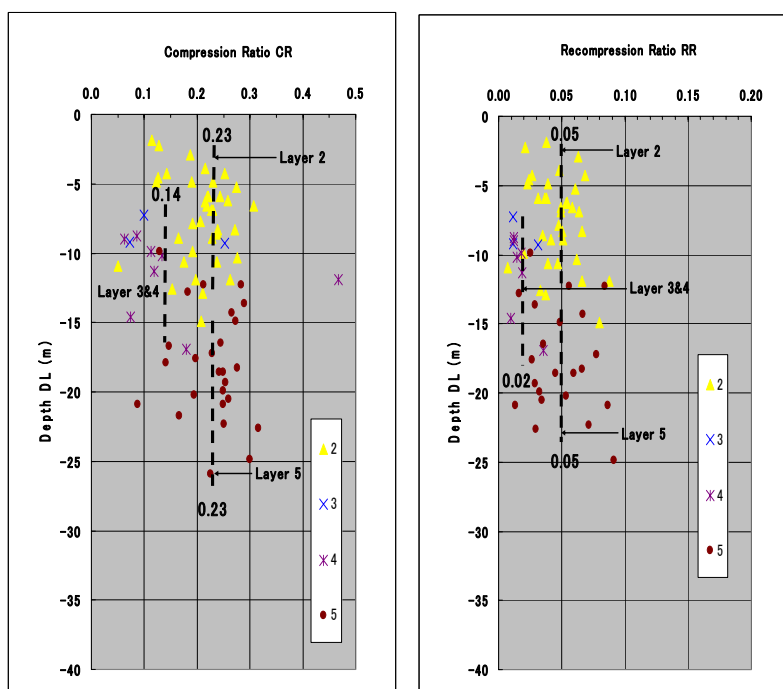


図 7.3.18 圧縮比 (CR) 及び再圧縮比 (RR) の深度 (DL) 分布図

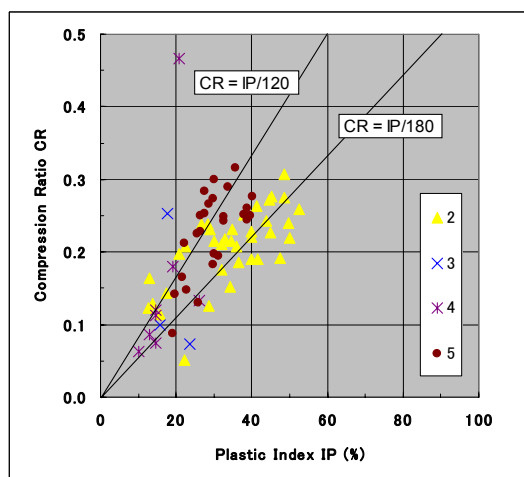


図 7.3.19 圧縮比 (CR) と塑性指数 (IP) の関係図

(d) 圧密係数  $C_v$

圧密係数  $C_v$  は、圧密特性の中でも重要な特性値の一つであり、圧密沈下の速度を表すものである。圧密係数  $C_v$  もまた、港湾エリアと沖合エリアの場所の違いによる大きな差は認められない。図 7.3.20 に、荷重範囲  $1.0\text{kgf/cm}^2$  から  $2.0\text{kgf/cm}^2$  における圧密係数  $C_v$  の深度分布図を示す。

各層の圧密係数  $C_v$  の平均値は、以下の通りである。

- 土層 2:  $C_v = 0.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec} = 52 \text{ cm}^2/\text{day}$
- 土層 3:  $C_v = 2.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec} = 199 \text{ cm}^2/\text{day}$
- 土層 4:  $C_v = 1.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec} = 112 \text{ cm}^2/\text{day}$
- 土層 5:  $C_v = 0.8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec} = 69 \text{ cm}^2/\text{day}$

上記の平均値は、各層ごとの  $C_v$ -Log P 曲線の平均値より選定されたものである。これらの値は、過圧密粘土の一般的な値よりやや小さく、沈下計算においてはやや安全側であるように見受けられる。しかしながら、既往調査結果を含むデータのいくつかには、粘土の攪乱に伴うデータの信頼度低下等もあることから、現段階では、安全側の値を考えることが妥当であると考えられる。

また、土層 3 は実際には砂層（粘土質砂）に分類されるものの、他の項でも述べたように、粒度試験結果では、場所により 50%以上の細粒分を含有し、粘土やシルトに分類されるサンプルも確認されている。従って、土層 3 は安全側の視点から、細粒土の圧密沈下対象層として考えておく方が良いものと判断される。

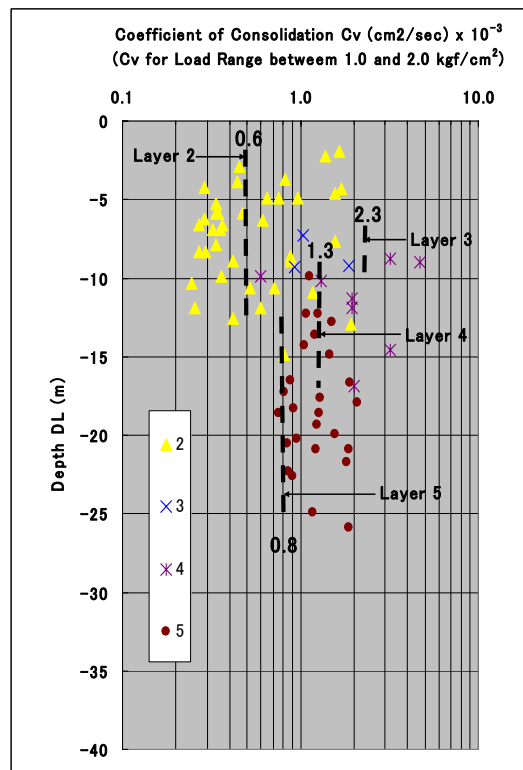


図 7.3.20 圧密係数 ( $C_v$ ) の深度 (DL) 分布図

(d) 二次圧密係数  $C_\alpha (= \Delta\varepsilon_v/\Delta\log t)$

今回及び既往調査においても、二次圧密係数  $C_\alpha$  を求めるための特殊圧密試験は実施されていない。従って、次式により二次圧密係数  $C_\alpha$  の評価を実施することとする。

$$C\alpha(NC)/CR = 0.04 + 0.01 \quad (\text{after Ladd et al, 2003})$$

ここでは、 $C\alpha(NC)/CR = 0.030$  とする。

平均圧縮指数  $C_c$  から、上式により得られた各層ごとの二次圧密係数  $C\alpha$  は以下のようになる。

- 土層 2 :  $C\alpha(NC) = 0.030 \times CR = 0.030 \times 0.23 = 0.007$
- 土層 3&4 :  $C\alpha(NC) = 0.030 \times CR = 0.030 \times 0.14 = 0.004$
- 土層 5 :  $C\alpha(NC) = 0.030 \times CR = 0.030 \times 0.23 = 0.007$

### (e) 土質特性値間の相関関係

各土質特性値間の相関が、今回及び既往の土質調査結果に基づいたいくつかの物理特性及び力学特性の間で認められる。その関係図を Appendix 7-3 に示す。また、これらの特性値間の相関を以下の表 7.3.7 にまとめて示す。

表 7.3.7 土質特性値間の相関関係

土質特性		塑性指数 IP (%) =	液性指数 LL (%) =	間隙比 $e_0$ =	圧縮指数 $C_c$ =	再圧縮指数 CR = ( $C_c/1+e_0$ ) =	圧密係数 Log $C_v$ = ( $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ )
Wn (%)	土層 2	$7(W_n - 20)/8$	$1.1W_n$	$2.70W_n/100$	$(W_n - 20)/70$	$(W_n - 10)/250$	$1.0 - 0.2W_n/9$
	3,4,5	$8(W_n - 10)/9$	$1.1W_n + 8$		$(W_n - 20)/50$	$(W_n - 10)/140$	
IP (%)	土層 2	-	$1.5IP + 10$	-	$(IP - 5)/55$	IP/180	$1.0 - IP/30$
	3,4,5	-		-	-	IP/120	
LL (%)	土層 2	-	-	-	$(LL - 20)/80$	$(LL - 20)/230$	
	3,4,5	-	-	-		$(LL - 20)/140$	
$e_0$	土層 2	-	-	-	-	$(e_0 - 0.3)/6$	$1.0 - 0.8e_0$
	3,4,5	-	-	-	-	$(e_0 - 0.3)/4$	

(JICA 調査及び既往調査結果に基づく)

### (3) 調査地における基盤岩の状況

調査地において確認された基盤岩はシルト岩/泥岩である。それらは、中程度に風化しており、強風化して風化土となったものは、カットハイ島の南端の海岸から沖合に 500m 以内のエリアのごく限られた範囲でしか確認されていない。

風化岩の上端深度は海岸線からの距離により以下のように変化している。

海岸線からの距離		風化岩の上端面深度 (DL; m)
0.0 ~ 1.5 km	} 港湾エリア	: 20 m to 35 m
1.5 ~ 3.0 km		: 30 m to 40 m
3.0 ~ 5.5 km	} 沖合エリア	: 35 m to 40 m
5.5km 以上		: 40m ~ 55m 以上

(55m 以上：今回の調査深度内では未確認である)

岩のコア試料の圧縮試験結果を図 7.3.21 に示す。この図に示すように、圧縮強度  $R_u$  は、場所によりまた、風化状況により  $50 \sim 800 \text{ kgf/cm}^2$  の範囲でばらついている。平均の圧縮強度は  $350 \text{ kgf/cm}^2$  である。

岩のコア試料の単位体積重量を図 7.3.21 に示す。単位体積重量の深度分布図では、プロットされた値は  $2.4 \sim 2.7 \text{ g/cm}^3$  の間に分布している。平均の単位体積重量は  $2.60 \text{ g/cm}^3$  である。

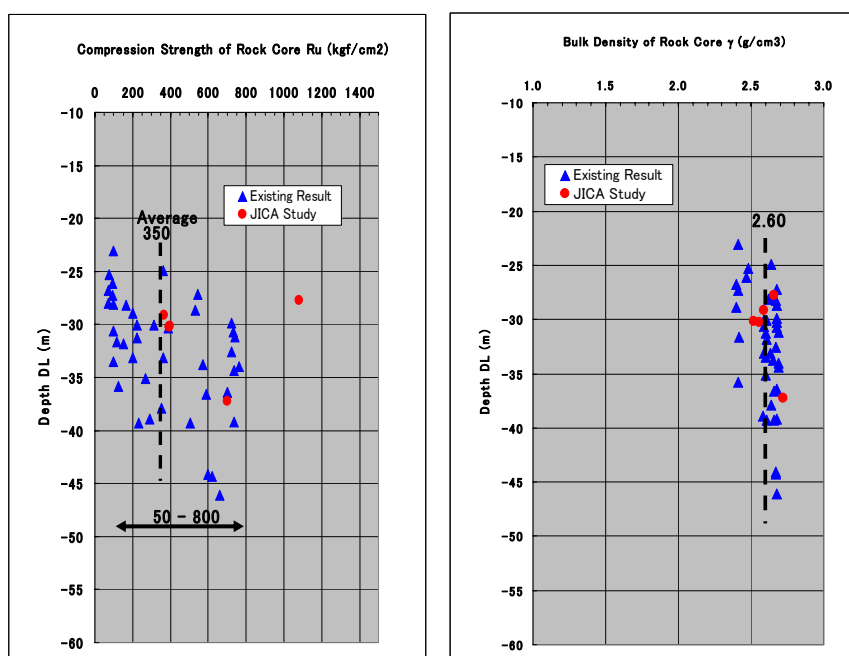


図 7.3.21 岩の圧縮強度 ( $R_u$ ) 及び単位体積重量 ( $\gamma$ ) の深度 (DL) 分布図

#### (4) 圧密沈下量の試算

土質調査結果より、粘性土層の土層 2, 3, 4 及び 5 が軟らかい及び中位の固さの土層であり、港湾建設予定地の埋立荷重による圧密沈下の対象層となり得る。これらの土層は実際には非常に軟弱な粘土層ではない。特に土層 3, 4 及び 5 はむしろ中程度に固い。土層 2, 3, 4 及び 5 はわずかに、あるいは軽い過圧密状態となっており、それぞれ  $0 \sim 6 \text{ tf/m}^2$ ,  $5 \text{ tf/m}^2$  及び  $5 \text{ tf/m}^2$  程度の過圧密となっている。それゆえ、圧密沈下の可能性は、特に土層 3, 4 及び 5 に対しては地盤改良の必要性を考える上でも、チェックしておく必要がある。

この項では、調査結果や可能な情報をもとに計算条件を仮定し、上記の粘土層に対する圧密沈下量計算を実施した。調査結果に基づき設定した計算モデルを図 7.3.22 に示す。



過圧密粘土の圧密沈下計算の考え方を図 7.3.23 に示す。

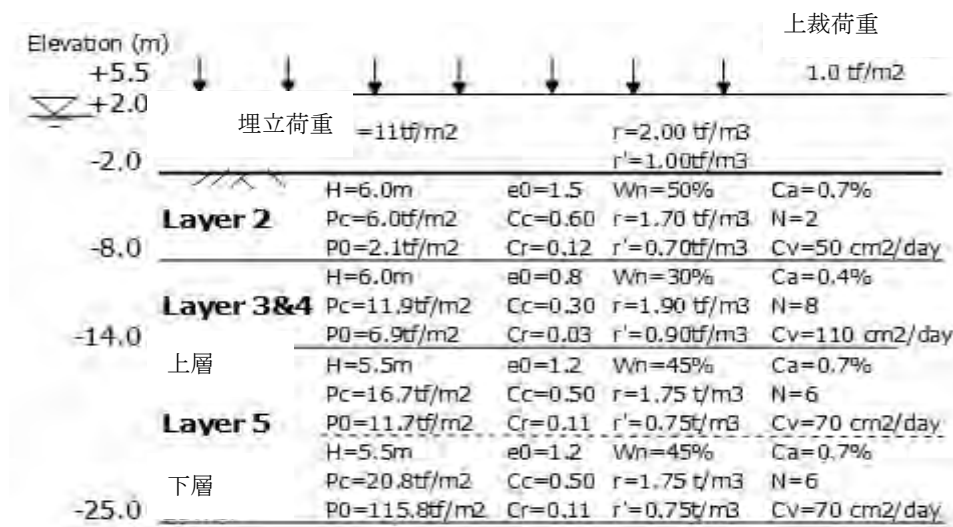


図 7.3.22 圧密沈下計算モデル

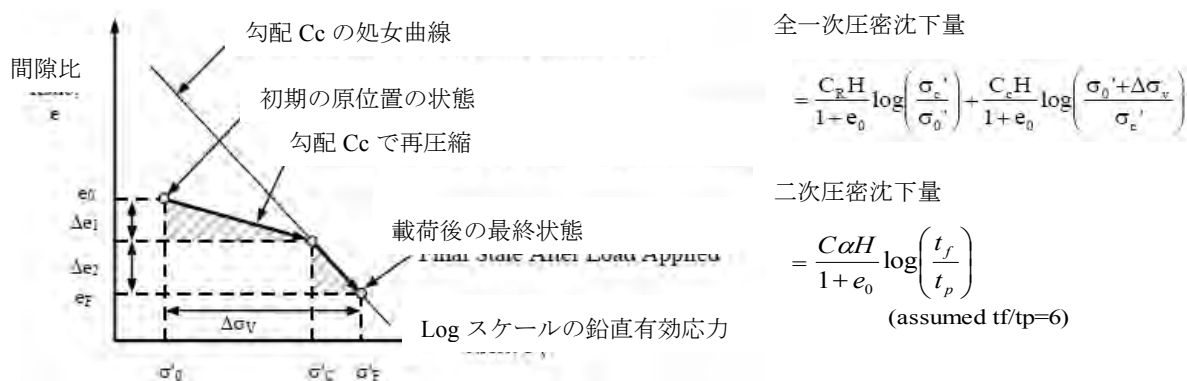


図 7.3.23 過圧密粘土の圧密沈下計算の考え方

表 7.3.8 に示すように、仮定した計算条件及び载荷荷重の下で、計算された予測圧密沈下量は約 1.4m である。その内訳は、一次圧密が 1.31m、二次圧密が 0.12m である。

土層 3, 4 及び 5 の一時圧密沈下はそれぞれ 23cm 及び 42cm である。そしてこれらの沈下は、圧密試験結果から得られた圧密係数  $C_v$  によると、90%の沈下量を生じるのに地盤改良の無い状態では 100 年以上を要するものと考えられる。

土層 3, 4 及び 5 に生じる圧密沈下量は無視できるほど小さいものではないと判断される。従って、もしこれらの沈下量が許容残留沈下量以上であるならば、これらの層には、圧密沈下に対する何らかの地盤改良を施す必要があるものと考えられる。

表 7.3.8 圧密沈下計算の試算結果

土層名	一次圧密沈下量 Sp (m)		各層の 一次圧密 沈下量 (m)	一次圧密 総沈下量 Sp (m)	各層の 二次圧密 沈下量 Ss (m)	二次圧密 総沈下量 Ss (m)	各層の 全沈下量 Sp+Ss (m)	最終 沈下量 Sf (m)
	過圧密	正規 圧密						
Layer 2	0.131	0.534	0.666	1.314	0.037	0.116	0.698	1.425
Layer 3&4	0.024	0.201	0.225		0.019		0.243	
Layer 5 Upper	0.043	0.190	0.233		0.030		0.263	
Layer 5 Lower	0.033	0.158	0.190		0.030		0.220	

ここで、Sp: 一次圧密沈下量, Ss: 二次圧密沈下量, Sf: 最終沈下量

記) 上記の計算は、土質定数、土層及び荷重条件などにおいて、いくつかの仮定のもとに実施されたものである。詳細な調査及び沈下計算が詳細設計の段階で必要になるものと考えられる。

(5) 土質調査に関するまとめ及びコメント

i) 土層構成

当調査地における典型的な土層構成は、表 7.3.9 に示すように、大きく港湾エリアと沖合エリアの2つに分けることができる。

港湾エリア：カットハイ島南端の海岸線より約 3km までの範囲内

沖合エリア：カットハイ島南端の海岸線から約 3km 以遠の範囲

表 7.3.9 調査地における土層構成

(a) 港湾エリア: カットハイ島南端の海岸線より約 3km までの範囲内			(b) 沖合エリア: カットハイ島南端の海岸線から約 3km 以遠の範囲		
Layer 1	N=5.6	緩く、粒径分布の悪い砂(SP)	Layer 1	N=6.0	緩く、粒径分布の悪い砂(SP)
Layer 2	N=2.6	砂混じりの軟らかい粘土(CH)	Layer 2	N=1.1	砂混じりの軟らかい粘土(CH)
Layer 3	N=7.0	緩い~中位の密度の粘土質砂 (SC)	Layer 3	N=6.1	緩い~中位の密度の粘土質砂 (SC)
Layer 4	N=10.5	中くらい固い砂質粘土(CL)	Layer 5	N=5.3	中くらいに固い砂混じり粘土 (CH)
Layer 5	N=6.5	中くらいに固い砂混じり粘土 (CH)	Layer 6	N=14.0	固い~非常に固い砂混じり粘土 (CH)
Layer 10	-	中風化のシルト岩/泥岩	Layer 7	N=17.9	固い~非常に固い砂質粘土 (CL)
-	-	-	Layer 8	N=50	非常に密な、粒径分布の悪い砂(SP)

N: 標準貫入試験の N 値

ii) 土質定数

前項でも述べたように、港湾エリアと沖合エリアの土質定数には大きな差異がないことから、ここでは今回及び既往の土質調査結果に基づき、全エリアの平均値として各土層の土質定数の平均値を示す。

表 7.3.10 調査地における全エリアの平均的な土質定数

土層名	土質	SPT N	Wn (%)	$\gamma_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	せん断強度定数			圧密定数							
					Cu (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\phi'$ ( $^{\circ}$ )	Cu/p	Cc	Cr	CR	RR	C $\alpha$ (%)	Pc (kgf/cm <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /day)	
Layer 1	緩い砂	6	-	1.90	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Layer 2	軟弱粘土	2	50	1.70	0.15	0	0.30	0.6	0.12	0.23	0.05	0.7	0.6	50	
Layer 3	緩い 粘土質砂	7	30	1.90	0.25	-	0.25	0.3	0.03	0.14	0.02	0.4	$\Sigma\gamma h+0.5$	110	
Layer 4	中くらいに 固い粘土	10	30	1.90	0.25	-	0.25	0.3	0.03	0.14	0.02	0.4	$\Sigma\gamma h+0.5$	110	
Layer 5	中くらいに 固い粘土	6	45	1.75	0.35	-	0.30	0.5	0.11	0.23	0.05	0.7	$\Sigma\gamma h+0.5$	70	
Layer 6	固い~非常に 固い粘土	14	40	1.80	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Layer 7	固い~非常に 固い粘土	23	25	2.00	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Layer 8	非常に密な 砂	50	-	2.00	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	
Layer 9	風化土	50	-	2.20	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	
Layer10	風化岩（シルト岩/泥岩）			2.60	Ru=350 (50-800)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

\*) いくつかの土質定数は調査結果により得られていないものであり、経験的な相関関係より推定したものである。

### iii) 埋立予定エリアにおける圧密沈下と護岸の安定

TEDIのF/S報告書によると、計画されている港湾エリアは埋立により造成されることになっており、当地に分布する粘土層に起因する圧密沈下は、検討すべき重要な事項の一つである。工期内に工事を完了させるために必要となる地盤改良の必要性や工種などを明らかにしておく必要がある。

地盤調査結果によると、土層2, 3, 4及び5は軟らかい~中位に固い粘性土であり、圧密沈下の検討対象層と成り得る。土層3に関しては、砂分の含有量が場所によって変化し、場所により細粒分が50%を下回る場合、50%を大きく上回る場合がある。従って、安全側への配慮から現時点では、土層3は圧密沈下対象層として考えておくべきであると考えられる。圧密沈下の試算結果では、埋立荷重により約1.4mの沈下が発生すると予測される。もちろん、もし、これらの沈下に何の対策も施さなければ、埋立後に建設される構造物に対して有害な沈下を与える可能性が非常に大きい。

護岸の安定に関しては、粘性土層の最上層である軟弱な土層2では、護岸の安定性を確保出来ない可能性が高い。従って、土質調査結果に基づき、護岸の安定性や必要な地盤改良工の検討を実施する必要がある。

#### iv) 土質試験結果に対する信頼性及び今後の土質調査

既往の調査結果を含む土質調査結果によると、土質試験により得られた値は大きくばらついており、半数以上の試料は、サンプリング、試料運搬、保存及び試験途中で攪乱の影響を受けている可能性がある。従って、土質試験結果のうち一軸圧縮強度や圧密定数などの力学試験結果に対する信頼性は高いとは言えない。つまり、今回選定した土質定数のうちせん断強度は過小評価の安全側（過剰設計側）になっており、圧密定数については過大評価の危険側の値となっている。このことは、軟弱地盤対策工の選定や設計において非常に重要である。

ボーリング調査数量は、すべての埋立地をカバーする上で、また、構造物の詳細設計を実施する上では未だ不足しており、次の段階では追加ボーリング調査が必要である。特に、現場の軟弱粘土の実際の強度を明らかにすることは、適切かつ経済的な設計を行う上で不可欠であり、CPTU（間隙水圧測定を伴うコーン貫入試験）や現場ベーン試験などの現場試験を導入することで、試料の攪乱による試験結果の信頼性低下をできるだけ小さくすることが望ましい。

地盤の状況は通常、場所によって徐々にあるいは突然に変化するものであり、従って、十分な調査を実施してもなお、調査を実施した地点と実施していない地点での土質定数の差異は、ある程度は避けられないものである。この設計時点での差異を現場で修正し解決していくためにも、工事中の地盤沈下や地盤変形、安定に関するモニタリングの実施が不可欠であろう。

### 3) 底質調査

#### a) 底質調査の調査位置及び座標

底質の試料のサンプリングは、2009年11月10日～15日にかけて、図 7.3.24 に示す 80 箇所において実施された。採取されたサンプルは化学試験及び土質試験に供するため、採取後に試験室に搬入された。

#### b) 底質調査の試料採取数量及び試験数量

合計 80 試料が採取され、次の項目の試験を実施するために試験室へ搬入された。

##### - 化学試験（含有量試験）

有機物, COD, 銅, カドミウム, ヒ素, クロム, 鉛, ニッケル, 亜鉛, 鉄, 水銀, マンガン, シアン, 硫酸, 油分

##### - 土の物理試験

土粒子比重試験, 含水比試験, 粒度試験, アッターベルグ限界試験



図 7.3.24 底質調査位置図

## c) 室内試験結果

化学試験及び物理試験結果及び試料採取地点ごとの値を試験項目別にグラフにしたものを Appendix 7-4 に示す。今回調査した海底表層土（底質）の化学成分の含有量の分布を表 7.3.11 に示す。また、今回採取した底質の物理特性値を表 7.3.12 に示す。全 80 箇所における採取試料の内、砂またはシルト質砂、粘土質砂に分類されたものはわずかに 10 試料のみであった。

表 7.3.11 底質の化学成分含有量試験結果

項目		最小値	最大値	平均値 (mg/kg dry)
銅	Cu	5.39	69.06	22.96
鉛	Pb	15.89	95.46	49.56
亜鉛	Zin	35.69	249.35	106.41
カドミウム	Cd	0.12	1.86	0.75
ヒ素	As	0.51	6.38	1.88
水銀	Hg	0.13	1.47	0.45
クロム	Cr	19.11	89.31	52.47
ニッケル	Ni	10.00	52.90	29.03
有機物		556	13,677	5,439
COD		432	4,301	2,195
シアン	CN	0.03	0.32	0.19
油分		9.98	499.82	64.57
硫酸	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	258	8,880	4,437
鉄 II	Fe <sup>2+</sup>	0.05	0.48	0.24
鉄 III	Fe <sup>3+</sup>	0.09	1.24	0.49
マグネシウム	Mn	0.00	0.07	0.02

表 7.3.12 底質の物理特性試験結果

項目		最小値	最大値	平均値
土粒子比重	Gs	2.65	2.71	2.68
自然含水比	Wn (%)	33.29	99.50	78.73
細粒分含有率	Fc (%)	0.81	99.82	77.51
液性限界	LL (%)	23.62	73.54	46.65
塑性限界	PL (%)	2.63	29.51	22.12
塑性指数	PI (%)	4.54	44.77	24.13

## d) 表層砂の分布状況

今回の底質調査の結果（2009年11月実施）、既往の底質調査結果（2009年8月日本工営により実施）及びボーリング調査の結果を基にした、調査地における海底表層砂の分布状況を図 7.3.25 に示す。

表層砂は航路沿いの西側に、幅約 1km、長さ約 10km に亘り分布している。ボーリング調査結果によると、表層砂の分布厚は大略 0.5m～5m 程度であり、平均 2m 程度の厚さである。

DL 0.0m 以浅の砂州は、図 7.3.25 に示すように、カットハイ島の海岸線から長さ 3km、幅 500 m～800m の範囲で分布している。

## e) 航路沿いの底質の物理特性値の分布状況

航路沿いに採取された底質の物理試験結果を図 7.3.25 に示す。この図には、今回調査結果の他に、既往ボーリング調査結果（KL1 to KL12、2005年 TEDI による）及びその他の既往底質調査結果（2009年8月日本工営による）が含まれている。

図 7.3.26 によると、同じ年に行われた 2 つの調査（JICA 調査分と日本工営調査分）の航路沿いの物理試験結果は、ほぼ同様の傾向を示している。2 つの調査結果によると、航路の距離標で 31km～36km の間は、粘土あるいはシルトに分類される土質となっているが、2005 年に行われた KL シリーズのボーリング結果によると、航路沿いのその間の土質は砂に分類されている。これは、KL シリーズのボーリング試料が表層ではなく、2m 以上深い位置で採取されているからであり、KL シリーズのデータは、この理由により他の 2 つのデータと異なった傾向を示していると考えられる。



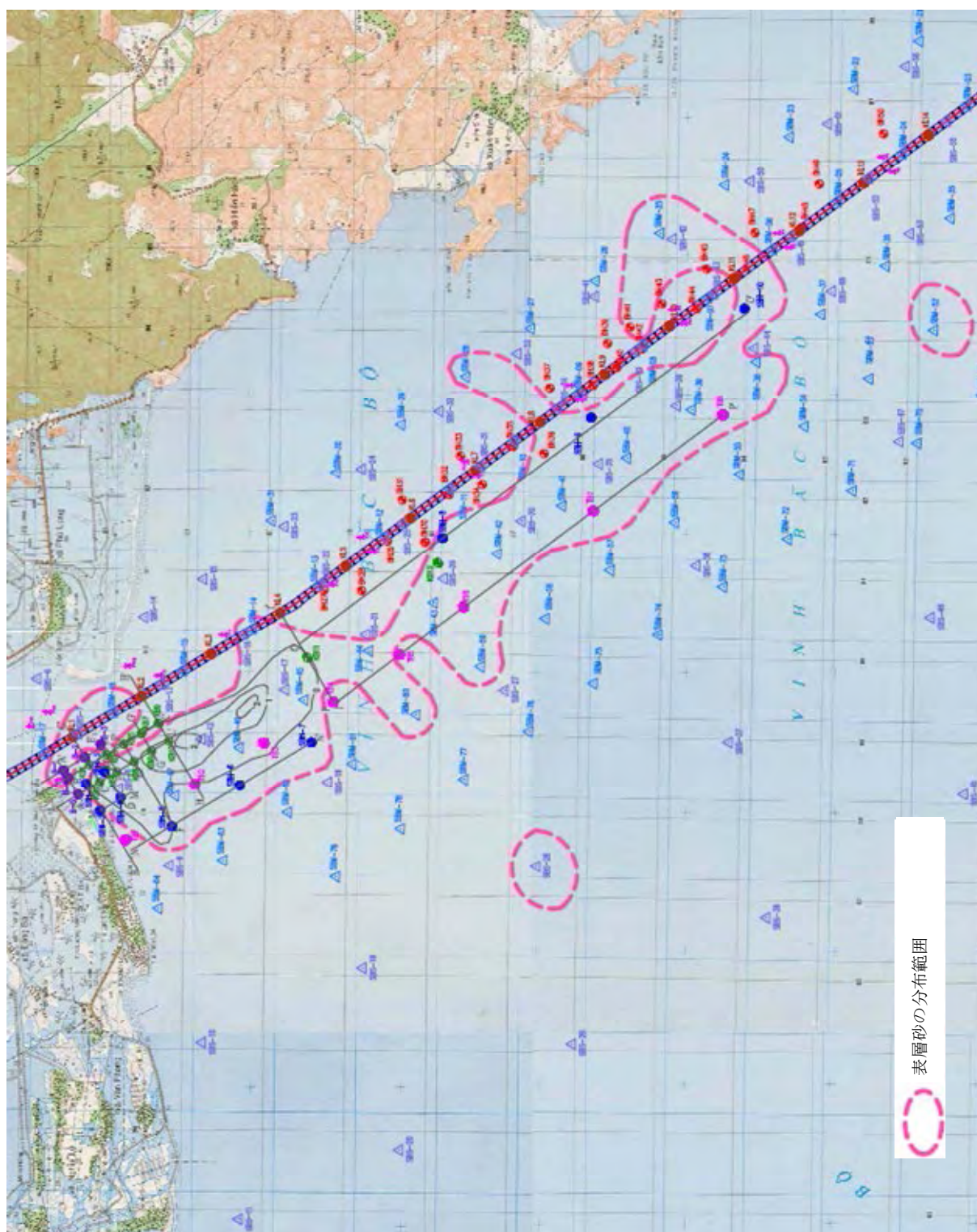
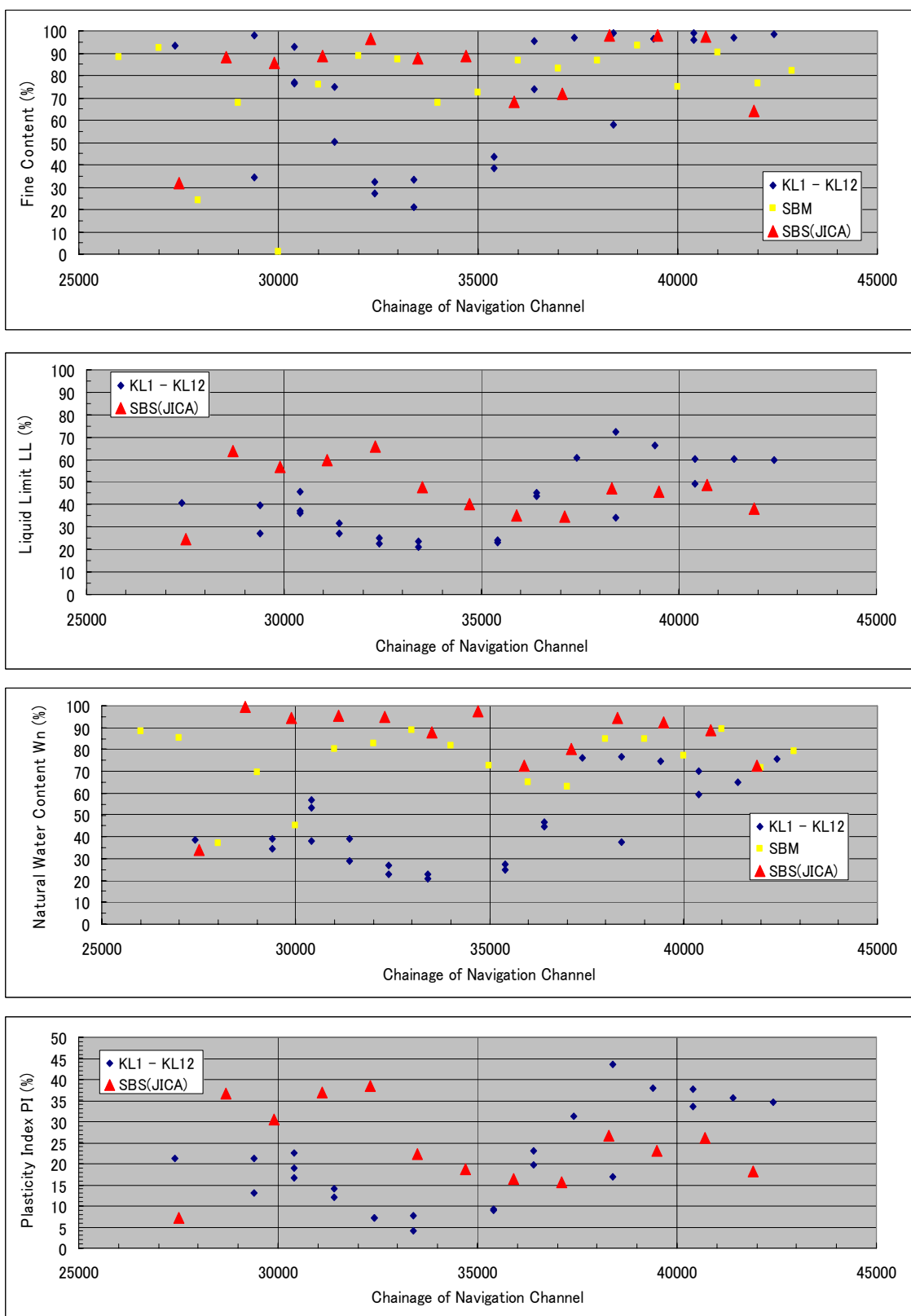


図 7.3.25 調査地における表層砂の分布範囲図



(Fine Content:細粒分含有率、LL:液性限界、Wn:自然含水比、PI:塑性指数、Chainage of Navigation Channel:航路の距離標)

(SBS: JICA 調査 2009 年 11 月, KL1-KL12: 2005 年 TEDI による, SBM: 2009 年 8 月日本工営による)

図 7.3.26 航路沿いの底質サンプルの物理試験結果図



### 7.3.2 深浅測量調査

#### 1) 深浅測量

##### a) 深浅測量実施位置

深浅測量調査は、航路沿いに航路距離標の Km26+000～Km47+000 の範囲で、また、航路中心線より両側に 500m ずつの計 1km の幅で実施した（図 7.3.27 参照）。

今回の深浅測量は、海底面の浮泥厚を捉えるために、2つの周波数（高周波：200 kHz と低周波数：30 kHz）を用いて、2009年11月8日～11月19日にかけて実施した。



図 7.3.27 深浅測量実施範囲図

##### b) 深浅測量調査数量

深浅測量は、上記の調査範囲内において、航路直角方向に 1km の長さで航路延長方向に 50m の間隔で測線を設け、総延長 420km に亘り実施した。

##### c) 深浅測量の結果

2つの周波数を用いた深浅測量により得られた海底面のコンター図を図 7.3.28 及び Appendix 7-5 に示す。

航路沿いに、距離標 Km26+000 の測量開始位置付近から沖方向に深くなり、最も深い水深は測量範囲の終点の距離標 Km47+000 において 17.8m (-17.8m CD) が確認された。すべての深浅測量結果は Appendix 7-5 に示す。

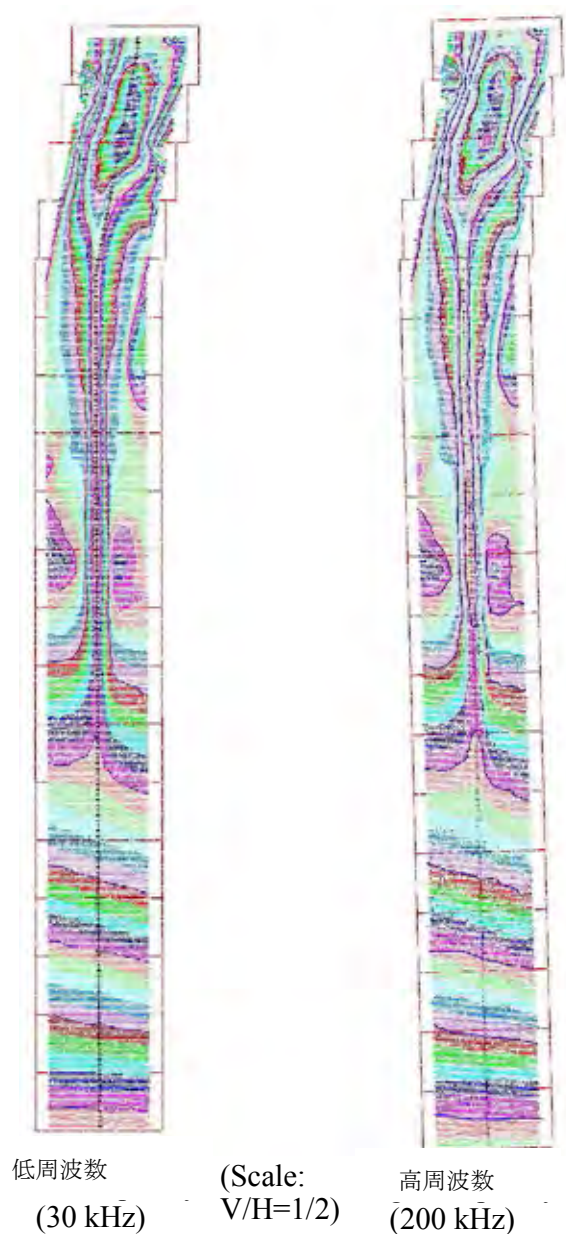
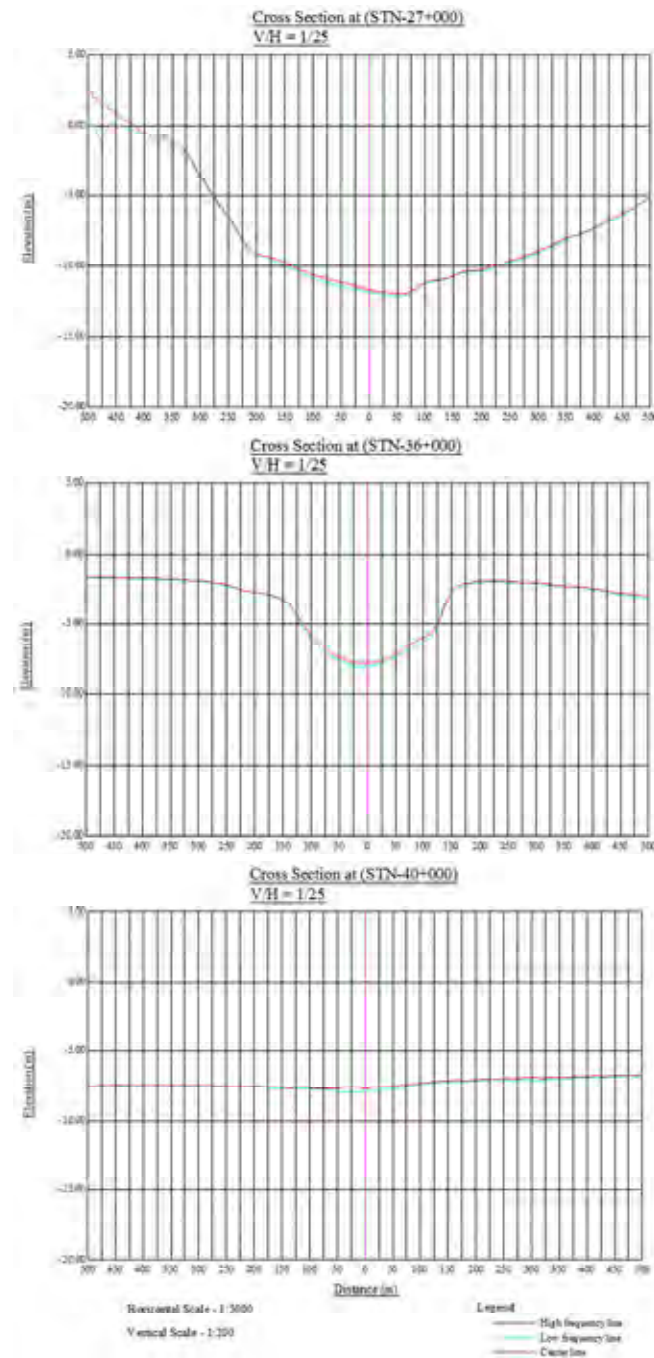


図 7.3.28 二音源探査による深淺測量結果図

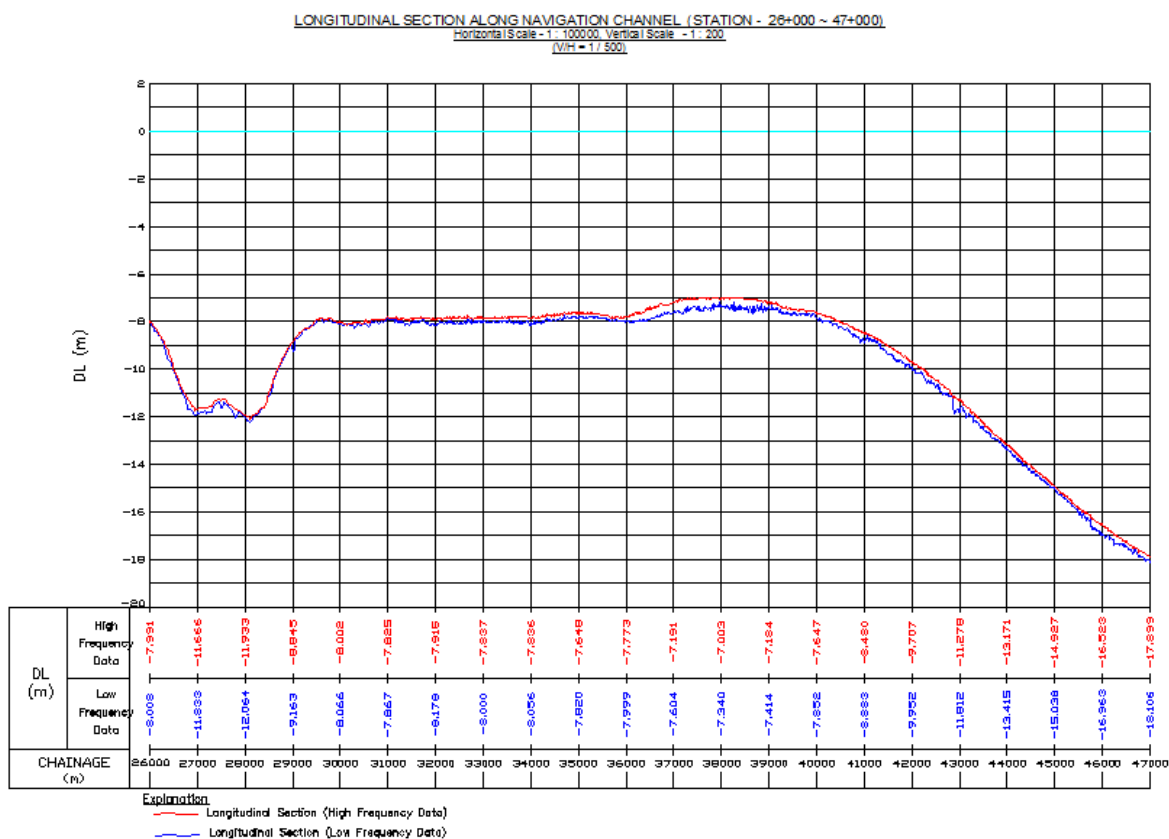
図 7.3.29 に示すように、航路沿いの Km 26+000 and Km 39+500 には、明らかな航路浚渫の痕跡が認められる。



(縦軸の Elevation は CD、横軸は航路中心を 0 とする。)

図 7.3.29 航路の海底面の横断面図

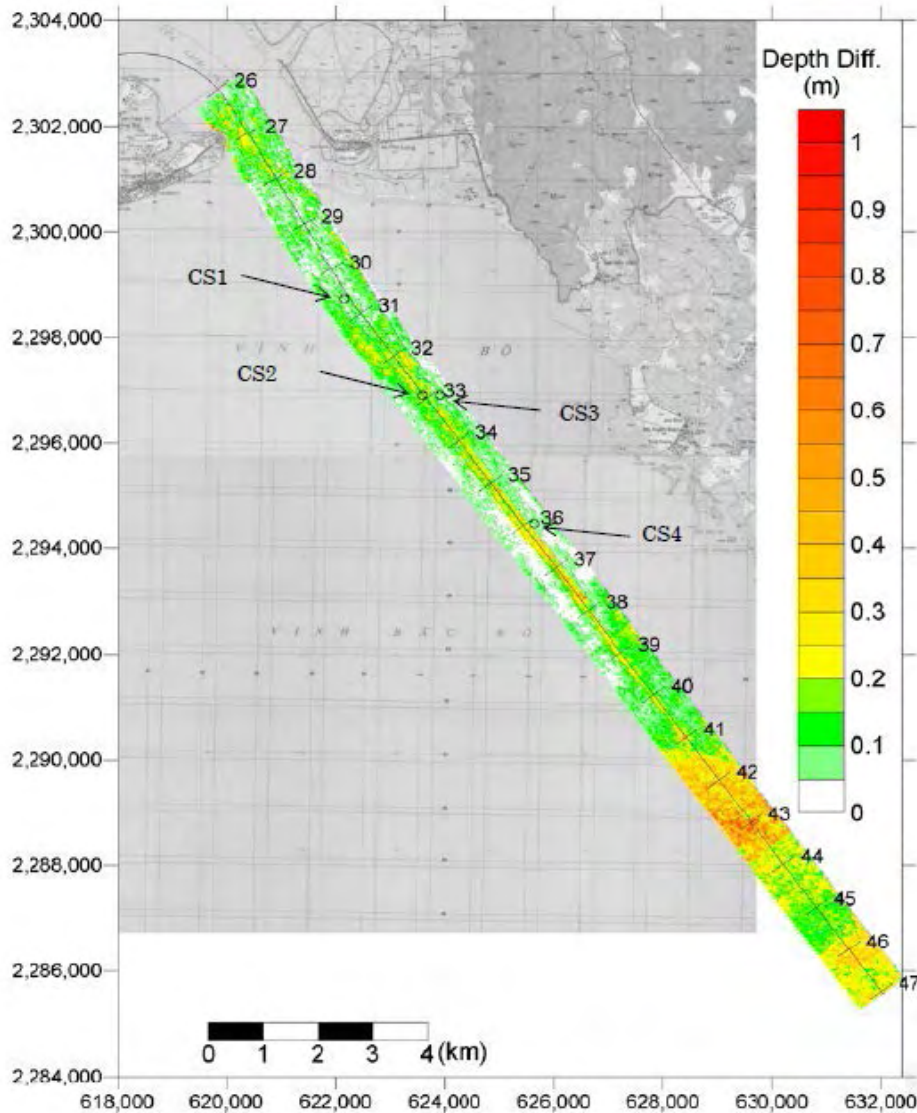
図 7.3.30 に示すように、距離標 Km 26+500～Km 28+600 の間は、カットバ島とカットハイ島の間で狭くなった場所に位置し、潮流が他の場所よりも速く、海底面高は-12m～-10m 程度になっており、周辺他区間に比べて非常に深くなっている。距離標 Km 29+500～Km 39+500 の区間は、海底面高-7m～-8m CD とほぼ一定になっている。その後、距離標 Km 39+500 から海底面高は徐々に深くなり、最終的に Km 47+000 で-17.8mCD となり、ここで今回調査範囲内における最深となる。



(縦軸は DL による標高、横軸は航路の距離標である。)

図 7.3.30 航路沿いの海底面の縦断面図

図 7.3.31 に示す 2 つの周波数 (200 kHz 及び 30 kHz) による深浅測量結果によると、浮泥層は、測量したほぼ全域で認められる。距離標 Km 27+000 付近及び Km 32+000~Km 41+300 km にかけては、航路のセンターライン沿いにのみ、20cm~50cm 厚で連続的に浮泥層が認められる。距離標 Km 41+300~Km 44+800 にかけては、約 10cm~50cm 厚の浮泥層が測量した全幅域で認められる。さらには、Km 44+800~45+800 にかけては、浮泥層の厚さは 1km の全幅域で 20cm 以下に変化し、最終的には Km 45+800~Km 47+000 にかけて、10cm~40cm 厚の浮泥層が全幅域で見られるようになる。なお、距離標 Km 34+000~Km 39+500 にかけては、航路中心線の両側において、浮泥層が全く認められない場所が広く認められる。



(Depth Diff.は、低周波と高周波により測定した海底までの深さの差を表し、これが浮泥層厚と考えられる。)

図 7.3.31 二音源（周波数）による深浅探査深度の違い

## 2) 潮位観測

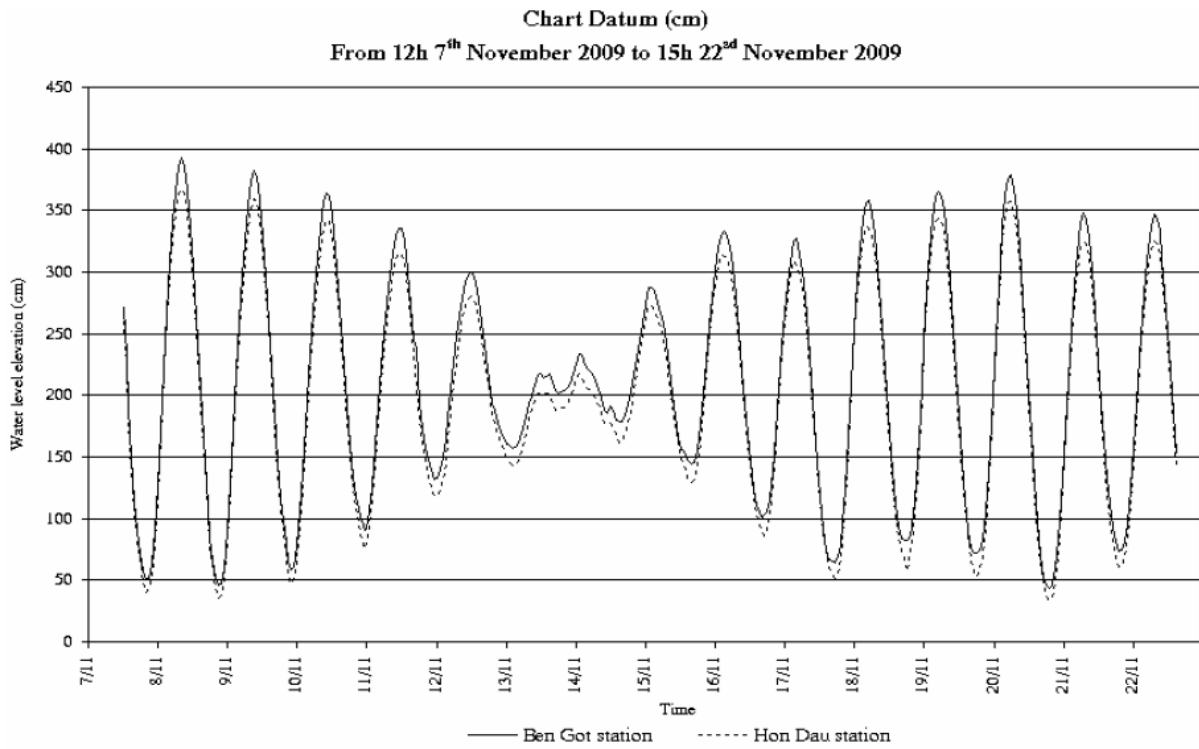
### a) 潮位観測場所及び期間

ラクフェン港計画における構造物設計や浚渫計画の基礎資料とするために、カットハイ島の Ben Got Jetty (E = 619886 m, N = 2301917 m, VN2000, CM 105045', Zone 30) において、2009年11月7日11時30分～11月22日15時50分にかけて、15日間連続して潮位観測を実施した。

### b) 潮位観測結果

潮位観測の結果を図 7.3.32 に示す。Ben Got Jetty における潮位観測と同時に、Hon Dau 国立潮位観測所における潮位観測データを収集した。2009年11月7日12時～11月22日15時まで Hon Dau 観測所 (Chart datum) にて観測された潮位 と Ben Got-ラクフェン観測地点 (Local Chart datum) で観測された潮位を比較すると、下図のようになる。



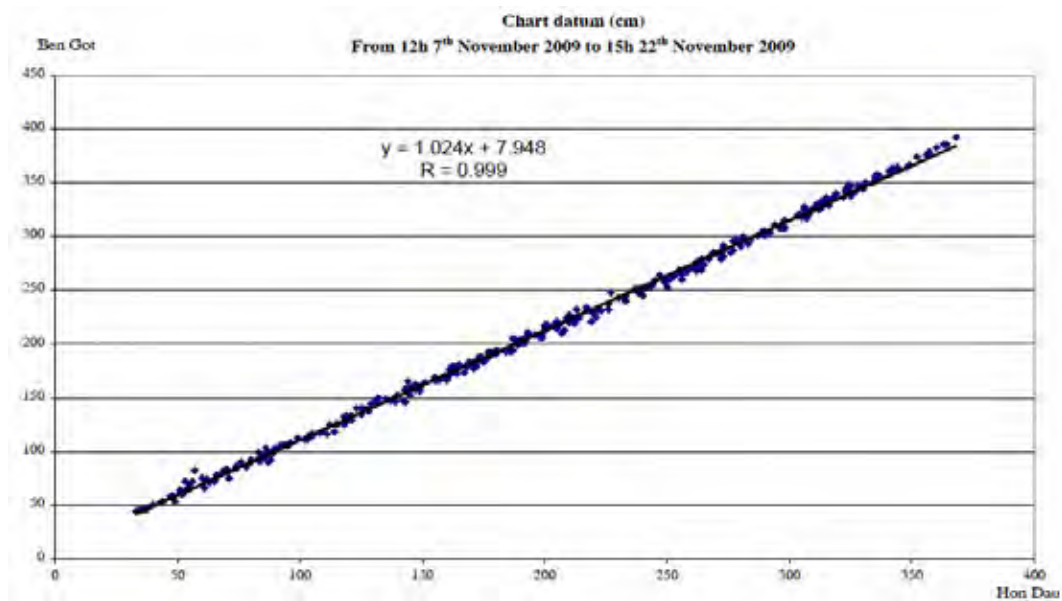


（縦軸の Water Level Elevation は CD 表示であり、横軸の時間は日付を表す。）

図 7.3.32 潮位観測結果図（2009年11月7日～22日、Ben Got Jetty）

上記の二つの場所で観測された潮位の相関式は以下のように決定される。

- $H$  (Ben Got) =  $1.024 \times H$  (Hon Dau) + 7.948 (cm)、 $H$ : 潮位
- 相関係数  $R = 0.999$



（縦軸は Ben Got の潮位 (DL;cm) を横軸は Hon Dau の潮位 (DL;cm) を表す。）

図 7.3.33 Ben Got と Hon Dau における潮位の相関図

### c) 調和分解解析結果

観測された潮位データを基に、その調和分解解析が実施された。その結果、調和定数のうち、以下に示す主要4分潮が求められた。

- M2 - 主太陰半日周潮.
- S2- 主太陽半日周潮.
- K1- 日月合成日周潮.
- O1- 主太陰日周潮.

略最低低潮面（NLLW）は次のように計算される。

- Ben Got 観測点

$NLLW=M2+S2+K1+O1=6.5+2.5+82.6+78.6=170.2\text{cm}=1.70\text{m MSL}$ （平均潮位）より低い。

- Hon Dau 観測所

$NLLW=M2+S2+K1+O1=5.3+2.4+80.4+76.9=165.0\text{cm}=1.65\text{m MSL}$ （平均潮位）より低い。

上記の数値は、ベトナム国立潮位観測センター（V.N.H.C）が提供する Hon Dau の最低潮位（LLWL）の 1.86m とは少し異なる。この最低潮位は、Hon Dau における数年に亘る長期潮位観測結果を基に決定されたものである。上記の僅かな違いは、次の理由によるものと考えられる。

- Hon Dau 観測所は HonDau 島の開けた海に面しているが、Ben Got の観測地点はラクフェン川の河口付近に位置している。
- 今回の潮位観測期間と V.N.H.C が最低潮位（LLWL）を決定するために用いた観測期間は異なる。
- 今回の潮位観測期間は僅か 15 日間の短い期間である。

### 7.3.3 潮流観測

#### 1) 潮流測定

潮流測定は、潮流速度を測定し設計のための基礎資料を得る事を目的として実施する。潮流観測は4個所の潮流及び潮位の測定結果の解析を含み、ベクトル調和解析を行い、潮流に関する諸定数の確定及び潮汐残差流を評価するものである。

潮流観測は2009年11月10日～12月11日までの間、ADCP（Acoustic Doppler Current Profiler）を用いて実施された。

#### a) 潮流観測位置

潮流観測位置は、ハイフォン市のカットバ島の南西側に位置する（図 7.3.34 参照）。観測地点はカットハイ島の南東側の航路沿いに位置し、北東からの季節風が吹く時期には、波浪から保護される場所である。航路沿いのこれらの場所は、漁業活動の盛んな場所でもある。

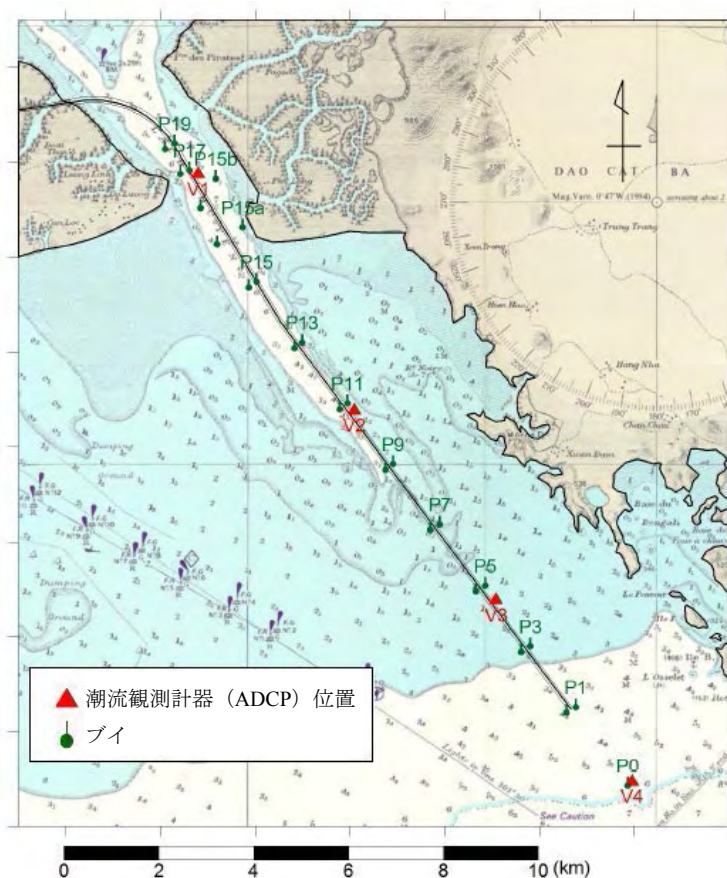


図 7.3.34 潮流観測の位置図

表 7.3.13 潮流観測位置の座標及び深度

Coordinate System : VN2000-105° 45'

東西	南北	観測地点名	深度 (CD,m)
620585	2301881	V1	-9.77 m CD
623743	2297059	V2	-3.83 m CD
626820	2292833	V3	-4.56 m CD
629550	2288929	V4	-10.66 m CD

## b) 潮位観測の数量

潮流観測は、上記の4個所で、連続30日間に亘り10分間隔で実施した。

表 7.3.14 潮流観測仕様

計器番号	V1	V2	V3	V4
使用周波数	600 kHz	1,200 kHz	1,200 kHz	600 kHz
観測時間間隔	10 分	10 分	10 分	10 分
計器設置深さ	-9.77 m CD	-3.83 m CD	-4.56 m CD	-10.66 m CD
観測実施期間	2009年11月10日 ～12月11日	2009年11月10日～ 12月11日	2009年11月10 日～12月11日	2009年11月10 日～12月11日



### c) 潮流観測結果

#### (1) 潮流流速観測結果

潮流の流速ベクトルを Appendix 7-6 に示す。

#### (2) 潮流流速観測結果の概要

V1 の観測位置では、非常に速い流速を観測しており、最大流速は 1.8m/s である。潮流はカットハイ島とカットバ島に挟まれた流れの制約を受け、満ち潮時には北から北西方向に、引き潮時には南から南東方向に流れている。干潮時及び満潮時には流速はほぼゼロとなる。流速ベクトルの循環はしばしば観測されたが、流向の循環は一定ではなく、時に時計回りになり、時に反時計回りになる。

V2 の観測地点では、強い流れを観測しており、大潮時に最大で 1.0 m/s の流速を観測している。しかしながら、これは V1 観測地点よりも弱い流れである。流向は V1 観測地点とほとんど同じであり、満ち潮時には北から北西方向に、引き潮時には南から南東方向に流れている。小潮の時には、顕著な層状の流れが認められる。例えば、11 月 14 日の正午頃、水深の半分より上部の浅い箇所では引き潮の流れとなっているが、下部の深い箇所では満ち潮の流れとなっている。

V3 の観測地点では、流速は大潮時に海面付近で最大の 0.6m/s となっており、海底面付近では最大で 0.4m/s を観測している。これは、V1 地点から離れるほど、流れが弱くなることを示している。潮流は小潮の時に非常に弱く、例えば、11 月 28 日には希に 0.1 m/s を超える程度である。大潮時の低い潮位の時には、顕著な反時計回りの深度ごとの循環があり、例えば、12 月 3 日の 17:00 – 20:00 の潮流である。

V4 の観測地点では、潮流はとても弱く、ほとんどが 0.1m/s 以下の流速であり、たまに 0.15m/s 程度に達する程度である。

#### (3) 風による海面付近の流速

4 箇所すべての観測地点で、海面近くの上層部の流速ベクトルはその直下より強く、それらは南～南西方向に流れている。これは、この時期に吹く北東からの風によるものであると解釈される。

#### (4) 潮汐流と非潮汐流の比較

潮流は多くの要因によりその流れが形成されており、その中には潮汐に伴う流れ、密度差による流れ、海面を吹く風による流れ、コリオリ効果、そしてその他の多くの誘因が存在する。それらの流れに与える影響の相対的な重要性は、場所や季節によっても変化する。Appendix 7-6 に示すように、流速ベクトルや潮位の観測結果より、今回の調査期間における主要な潮流の要因は潮汐に伴い発生する水位勾配（潮汐流）であることがわかる。

4 箇所全ての観測位置及びそれぞれ 3 種の深度における、潮汐力による潮流の割合を表にして以下に示す。

表 7.3.15 潮汐力に起因する潮流の割合

深 さ	V1	V2	V3	V4
上層部 (cm/s & °)	82.7%	79.9%	63.8%	47.6%
中層部 (cm/s & °)	83.5%	79.5%	63.6%	56.5%
下層部 (cm/s & °)	80.2%	77.1%	59.3%	59.6%

上表より、潮汐の潮流に与える影響は、V1 観測位置において最も顕著 (>80%) であり、V4 観測地点に向かうほどその影響が減少していくことがわかる。

## (5) 潮汐流向及び非潮汐流向の比較

各観測地点の平均流速を以下に示す。なお、流速の単位は cm/s であり、流向は北から時計まわりに角度で示している。

表 7.3.16 観測期間における潮流の平均流速及び流向

深 さ	V1		V2		V3		V4	
上層部 (cm/s & °)	8.9	123°	9.0	141°	2.9	142°	6.5	249°
中層部 (cm/s & °)	1.7	043°	4.5	135°	4.7	077°	4.0	050°
下層部 (cm/s & °)	1.5	330°	1.3	181°	3.8	040°	3.8	046°

最も強い流れの方向は、V1 及び V2 観測地点の海面付近において観測されており、両者ともその流れの方向は南東である。数多くの潮汐サイクルを平均すれば、上層部の流れは主として南東に流れている。中層部と下層部の平均流速は上層部に比べると非常に小さく、満潮時と干潮時とでバランスのとれた流れとなっている。V3 観測地点では緩やかな平均流速が、南東方向（上層部）、東方向（中層部）そして北及び北東方向（下層部）に観測されている。V4 観測地点では、上層部の潮流は緩やかに西南西方向へと、中層部、下層部は東北東方向へと流れている。

## (6) 残差流速及び流向

平均残差流速及び流向を以下に示す。

表 7.3.17 観測期間における平均残差流速及び流向

深 さ	V1		V2		V3		V4	
上層部 (cm/s & °)	0.86	335°	0.20	151°	0.15	248°	0.15	277°
中層部 (cm/s & °)	0.38	347°	0.23	220°	0.30	236°	0.43	263°
下層部 (cm/s & °)	0.29	327°	0.20	227°	0.11	264°	0.20	263°

V1 観測地点における全非潮汐流向は、弱いが一貫して北々西方向であった。これは、一時的に塩分による小さな密度流が航路沿いにあったためであると考えられる。

その他の3観測地点における全非潮汐流は、同様に弱く殆どが南西方向へ流れるものであった。これは、この時期に吹く北東の季節風によるものであると考えられる。

## (7) コメント

潮位は顕著に日周的である。このエリアは半日周の潮の無い地域である。1.8 m/s という非常

に強い潮の流れがカットハイ島とカットバ島間の V1 観測地点で確認された。最大流速は、V4 地点に向かうに連れ減少していくことがわかった。

わずかに層状流れが確認されたのみであった。潮流は同時に、しかも上中下の各層で流れの折り返しがしばしば見られ、この時期に見られるよく混じりあった密度構造を有している。

潮流は主として潮汐力によって生じており、風、密度差などの非潮汐力による流れは、潮汐力による流れに比べると非常に小さなものである。

## 2) シリンダーサンプリング

### a) シリンダーサンプリング（CS）実施位置及び数量

航路沿いの土砂堆積に関する情報を得るために、2009年11月11日に、シリンダーサンプリングを実施した。その詳細は、以下の通りである。

- サンプリング 4 箇所: CS1, CS2, CS3, CS4 シリンダーサンプリング方法による（図 7.3.35 参照）。詳細な現場調査数量は、表 7.3.18 に示す。
- 室内土質試験は土の工学的特性を把握する目的で実施された。室内土質試験は、粒度試験（ふるい及び沈降）、含水比試験、アッターベルグ限界試験、土粒子の比重試験を実施した。詳細な土質試験数量は、表 7.3.19 に示す。

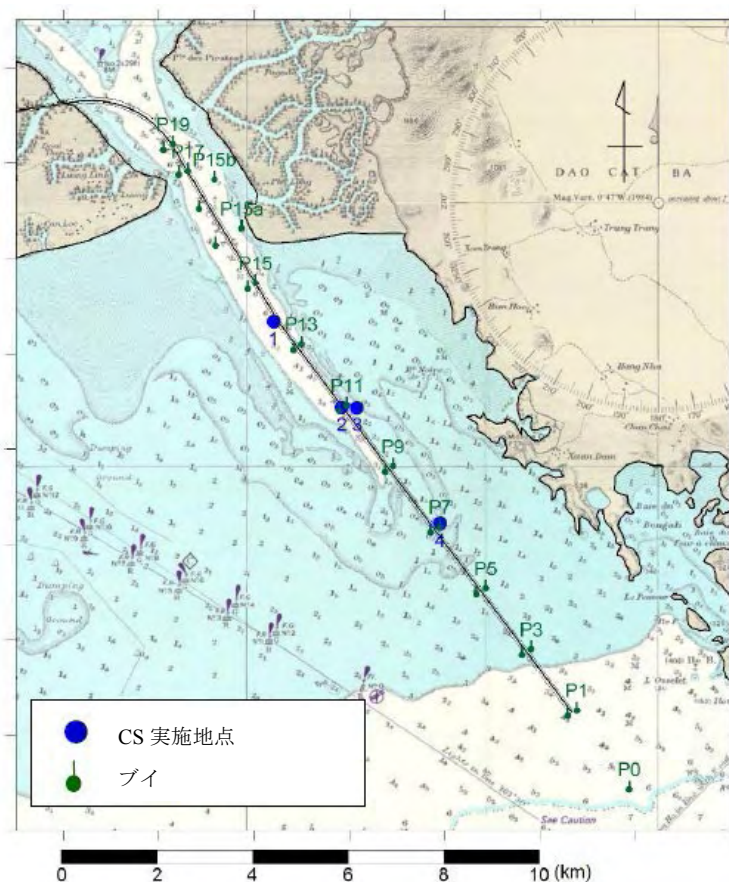


図 7.3.35 シリンダーサンプリング実施地点位置図

表 7.3.18 シリンダーサンプリング調査数量（現場調査）

No.	地点名	採取したサンプル数	備 考
1	CS1	02	01 上部, 01 下部
2	CS2	02	01 上部, 01 下部
3	CS3	01	01 上部
4	CS4	02	01 上部, 01 下部
Total		07	

表 7.3.19 シリンダーサンプリング調査数量（室内土質試験）

No.	試 験 名	単位	数量
1	含水比	No	06
2	土粒子比重	No	07
3	アッターベルグ限界	No	06
4	粒度試験（ふるい）	No	07
5	粒度試験（沈降）	No	06

シリンダーサンプリング実施地点の座標を表 7.3.20 に示す。それらの位置は前掲の図 7.3.35 に示す。

表 7.3.20 シリンダーサンプリング実施地点の座標

No.	地点名	座標 (m) - VN2000		備 考
		南北	東西	
1	CS1	2298722	622166	海上
2	CS2	2296913	623581	"
3	CS3	2294475	625636	"
4	CS4	2296909	623901	"

#### b) サンプリング器具及びサンプリング方法

##### - サンプリング器具

透明の亚克力シリンダーを用いる。基本的な器具の諸元は以下の通りである。

長さ : 1250mm;  
 内径 : 63mm;  
 重量（上下のキャップを含む）: 785g

1 組の潜水夫チームと潜水用機材（ダイバー船、エアコンプレッサー、潜水用具）を使用する。

##### - サンプリング方法

次図に示すように、ダイバーにより手動で透明の亚克力パイプを海底に押し込み試料を採取する。

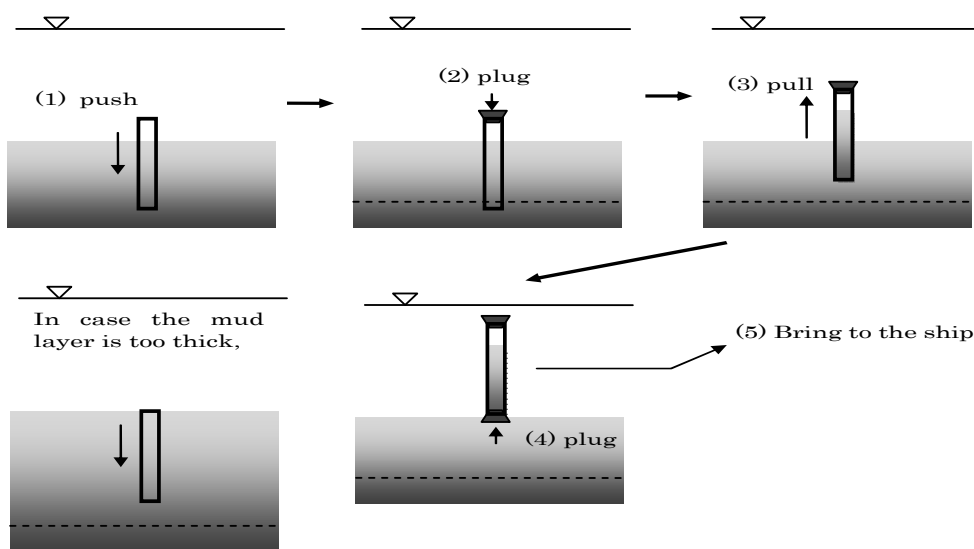


図 7.3.36 シリンダーサンプリングの実施手順

c) 室内土質試験結果（土の物理試験）

シリンダーサンプリングにより採取したサンプルの土質試験結果を表 7.3.21 に示す。

表 7.3.21 シリンダーサンプリングにより採取した土の物理試験結果

No.	シリンダーサンプリング 実施地点番号	試料の上下部の区分	ふるい(mm)通過重量百分率 (%)							自然含水比 Wn (%)	アッターベルグ限界				土粒子 密度 Δ (g/cm <sup>3</sup> )	土質分類	備 考	
			9.5	4.75	2.00	0.85	0.425	0.25	0.075		< 0.005	液性 限界 W <sub>L</sub> (%)	塑性 限界 W <sub>p</sub> (%)	塑性 指数 Ip (%)				コンシステ ンシー指 数 (B)
1	CS1	上部			100.00	99.8	98.86	98.15	94.20	38.53	63.90	63.31	26.82	36.49	1.02	2.67	CH	茶灰色の塑性に富む粘土
2	CS1	下部			100.0	99.60	98.25	96.29	86.47	29.21	70.80	48.99	22.87	26.12	1.83	2.68	CL	茶灰色の粘土
3	CS2	上部			100.0	99.98	99.82	99.18	98.11	35.21	88.30	60.18	26.74	33.44	1.84	2.69	CH	茶灰色の塑性に富む粘土
4	CS2	下部			100.0	99.96	99.76	98.72	93.43	31.68	82.08	54.08	24.84	29.24	1.96	2.69	CH	茶灰色の塑性に富む粘土
5	CS3	上部			100.0	99.6	99.10	97.04	2.26							2.66	SP	黄茶色の均一粒度の砂
6	CS4	上部			100.0	99.9	99.64	97.73	82.97	38.44	70.63	47.73	24.23	23.50	1.97	2.69	CL	茶灰色の砂混じり粘土
7	CS4	下部			100.0	99.9	99.86	97.26	72.75	29.88	58.83	42.15	21.18	20.97	1.80	2.67	CL	茶灰色の砂混じり粘土

3) 海水の採取及び水質試験

a) 海水の採取位置

海水採取は、海水中の浮遊物含有量を調べる目的で、図 7.3.37 に示すように、潮流観測と同じ航路沿いの4地点にて実施した。

また、採水は1個所あたり上層、中層、下層の3つの深度で行い、採水日を変えて各地点ともに2回実施した。最初の採水は2009年11月18日に、2回目の採水は2009年12月8日に実施した。

## b) 海水の採取数量及び試験数量

採水及び浮遊物含有量試験: 24 試料 = 4 個所 × 3 層 × 2 回



図 7.3.37 海水の採取位置図

## c) 浮遊物含有量（SS）試験結果

2009年11月18日及び同年12月8日に採取した海水試料について、浮遊物含有量（SS）の試験を実施した。その結果を表 7.3.22 及び図 7.3.38 に示す。

表 7.3.22 浮遊物含有量（SS）試験結果

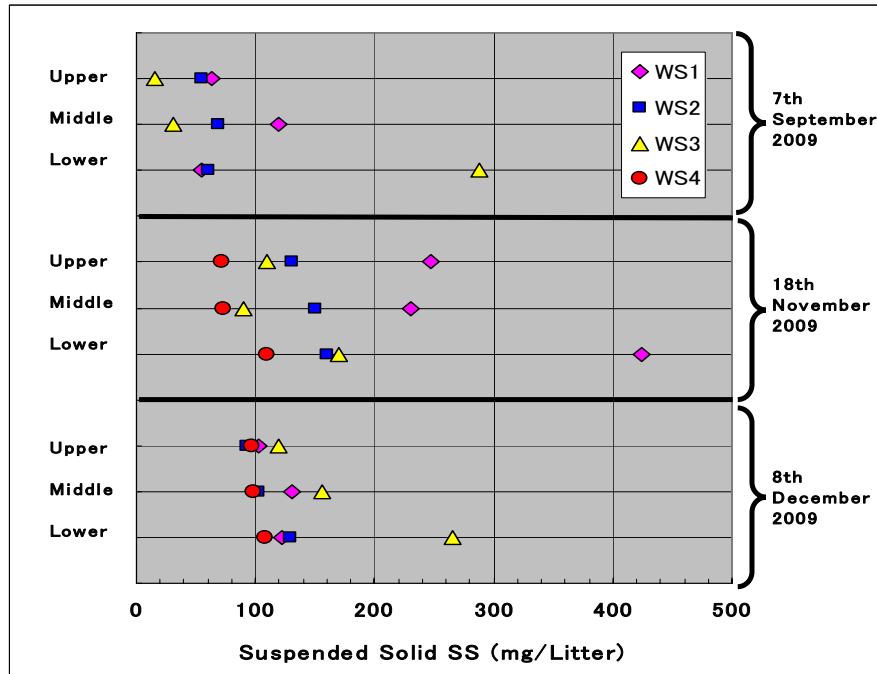
採水位置	日本工営による調査			JICA 調査					
	2009年9月7日採水			2009年11月18日採水			2009年12月8日採水		
	上層	中層	下層	上層	中層	下層	上層	中層	下層
WS1 (Buoy No. 17 近辺)	63	120	55	247	230	424	103	131	122
WS2 (Buoy No. 11 近辺)	55	69	61	130	150	160	93	102	129
WS3 (Buoy No. 5 近辺)	16	31	288	110	90	170	119	156	266
WS4 (Buoy No. 0 近辺)	-	-	-	71	73	110	97	98	108

浮遊物含有量試験結果によると、以下のような傾向を読み取ることができる。

- (1) 上記の既往調査を含む9月、11月、12月の3回の採水試料の試験結果によると、この時期の異なる3回の採水における浮遊物含有量に大きな違いは認められない。
- (2) 浮遊物含有量は採水場所が、ラクフェン川の河口に近づくほど大きくなる傾向がある。



- (3) 下層部での採水試料の浮遊物含有量は、いずれの地点においても中層や上層部の値よりも大きくなる傾向がある。これは、海底面付近に分布する厚さ 20cm～50cm の浮泥層の影響によるものと考えられる。



(縦軸左側の Upper, Middle, Lower は採水深さの上層、中層、下層を表し、右側は採水した日付を表す。)

図 7.3.38 浮遊物含有量 (SS) 試験結果図

## 8. 埋没シミュレーション

### 8.1 ラクフェン航路の埋没

ラクフェン航路は 2005 年 11 月に浚渫が完了し、2006 年初頭より供用開始されている。航路は 10,000DWT の船舶を対象に水深-8m（維持水深=-7.2m）、航路幅 100m で浚渫されている。ラクフェン港開発計画は 100,000DWT 級の船舶を対象とし-14m までの航路増深を含んでいる。航路増深はより多くの埋没を生じさせるため、航路埋没量の将来予測は維持浚渫量の把握及び埋没を低減する効果的な対策を検討する上で必要である。

本章では、深浅測量成果を用いて現状のラクフェン航路の埋没特性を分析し、数値シミュレーションにより、将来計画地形に対する航路埋没量を予測する。

#### 8.1.1 ラクフェン航路の地形

ラクフェン航路の最新海底地形は、2009 年 11 月に 2 周波数音響測深機により調査された。図 8.1.1 に、高周波数 200kHz の高周波数で測定された地形を示し、図8.1.2 に 200kHz と 30kHz の測深結果の水深差図を示す。図中、航路に沿って振られている 26～47 の数字は、ハイフォン港からの距離を示すものである。図8.1.3 は航路中心線上の海底地形であり、図8.1.4 と 図8.1.5 は航路の断面形状を表示したものである。

図より、以下のような航路地形の特徴が得られる。

- Km27 から Km29 の領域は、カットハイとカットバ島間の狭隘部であり、水深は約-12m で他の領域よりも深くなっている。
- Km30 から Km36 の領域では、航路中心線上の地形は-8m の水深でほぼ水平である。
- Km36 から Km40 の領域では、Km30～36 の領域よりも若干浅く、盛り上がった形状となっている。最浅部は Km38～Km39 付近に位置し、その水深は-7m である。
- Km40 から沖側は沖に向かって深くなっている。
- Km27 から Km29 の断面形状は大きな窪みが自然に形成されたものである。
- Km30 から Km38 の断面形状では、航路の形状が保たれている。特に、Km35 から Km37 では、航路両脇の水深が約-3m と浅いにも関わらず、航路底は-8m に保たれている。
- Km39 から Km42 の断面形状では、航路の形状が明瞭となっておらず、航路の法肩と航路底の水深差がほとんどない。



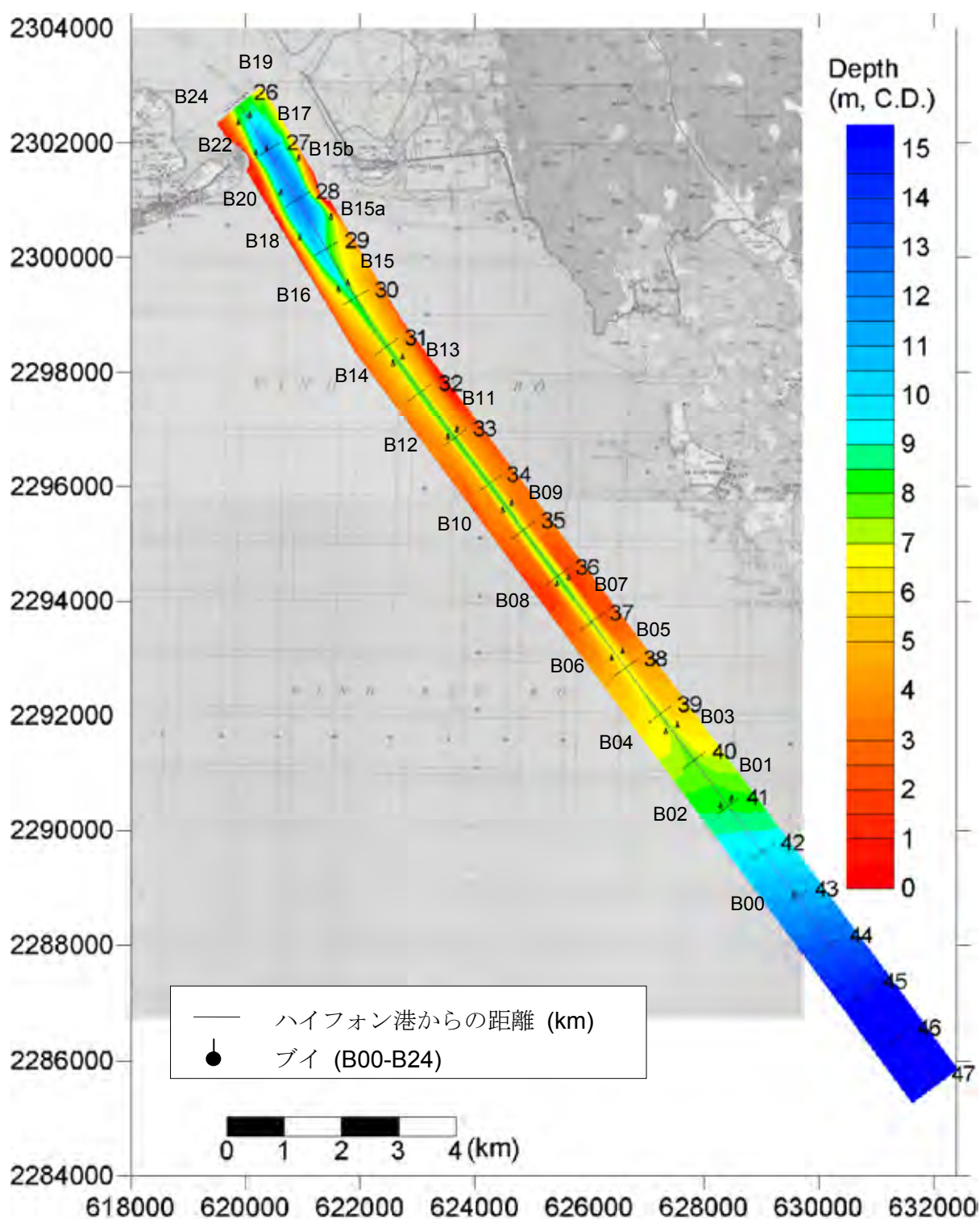


図 8.1.1 2009 年 11 月の等深浅図 (200kHz) とブイの位置

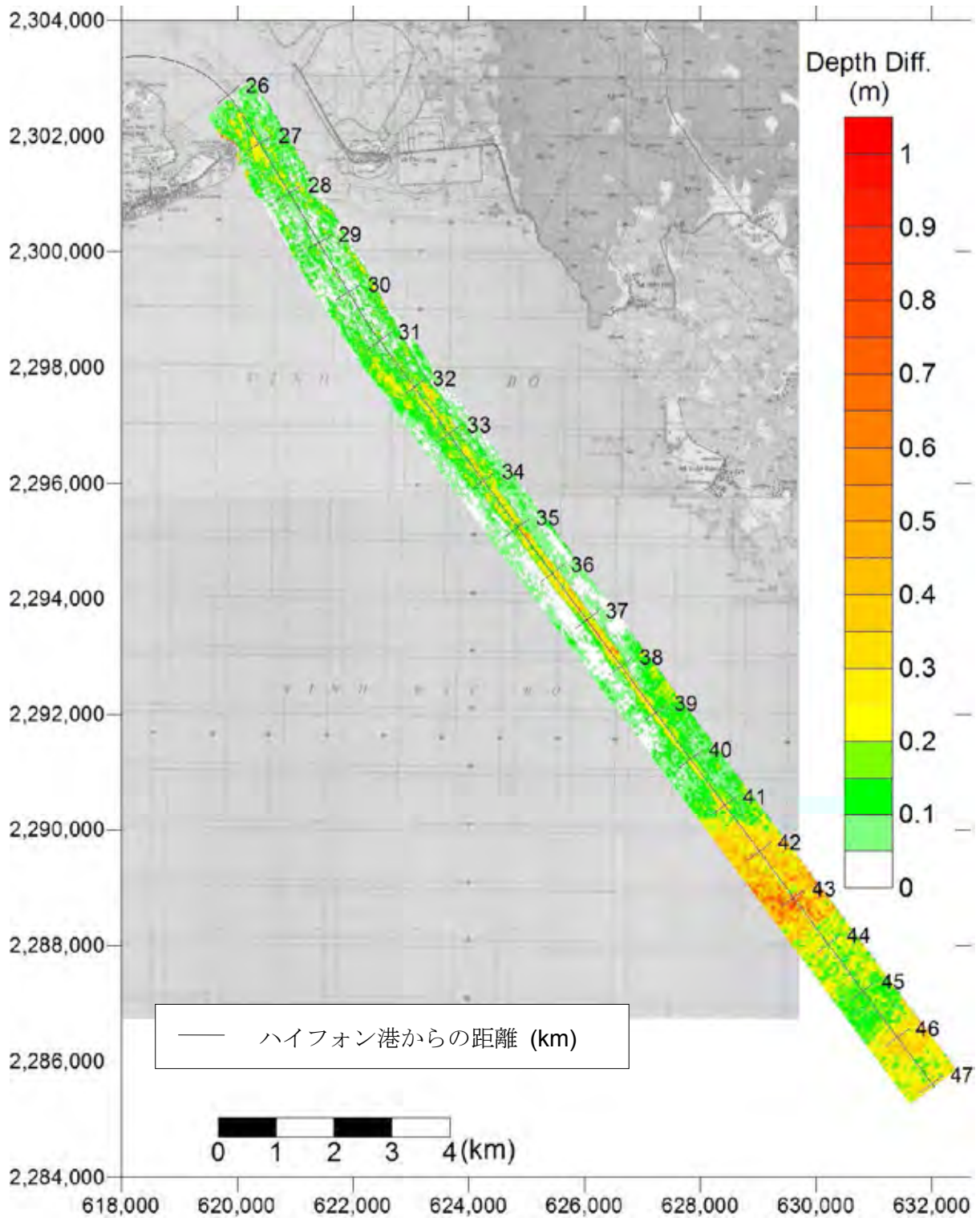


図8.1.2 高周波数(200kHz)と低周波数(30kHz)測深結果の水深差

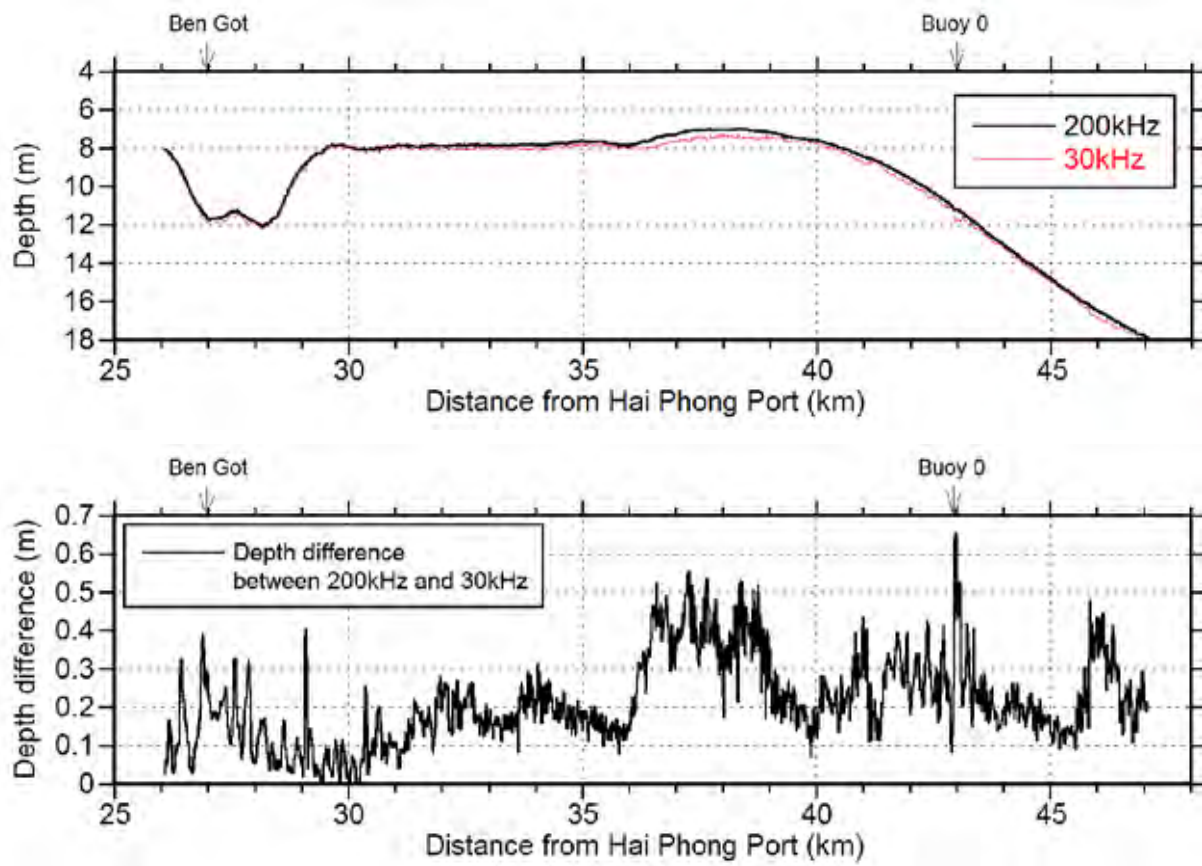


図8.1.3 航路中心線上の縦断地形と2周波数測深結果の水深差

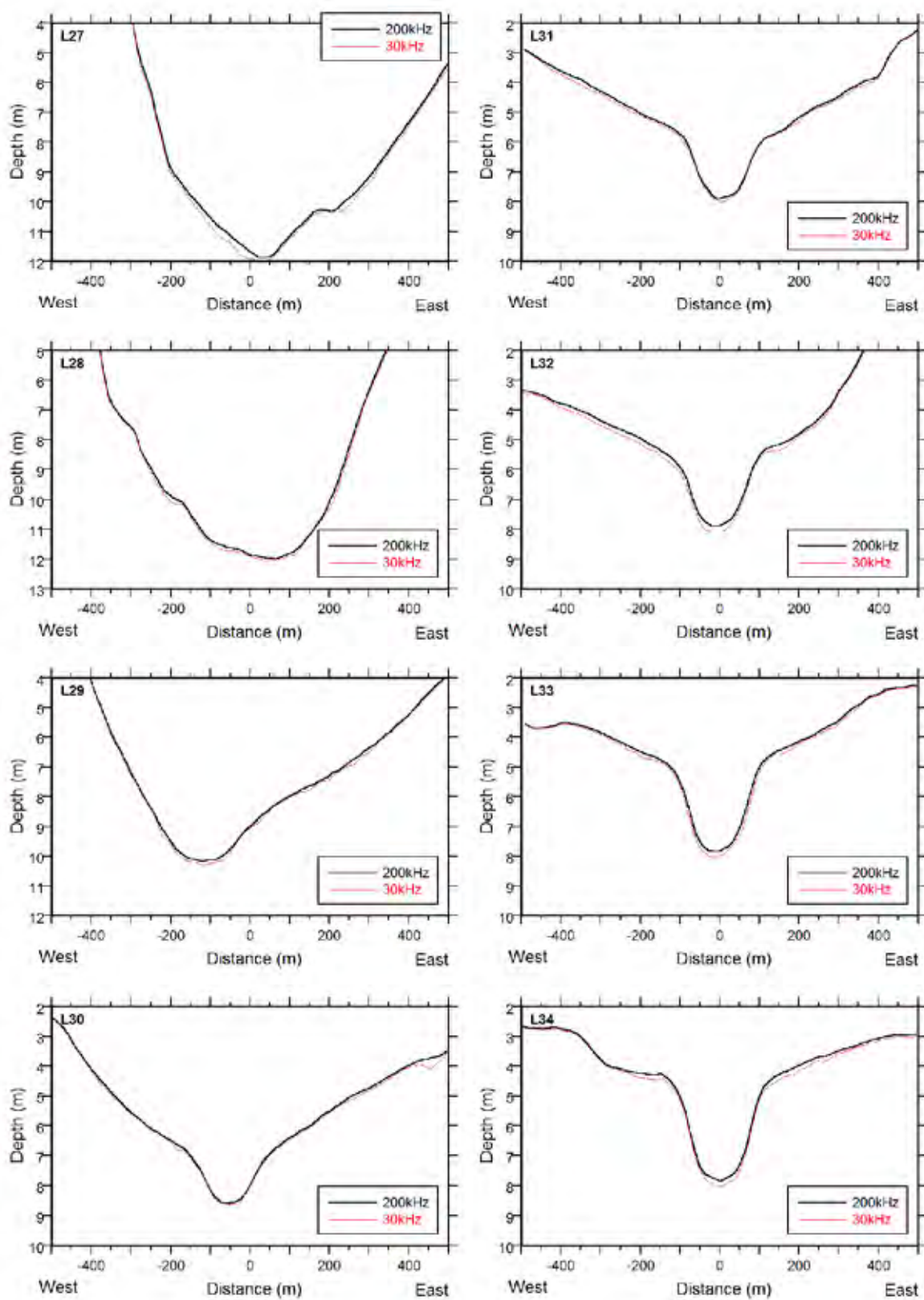


図8.1.4 航路断面形状 (27-34)



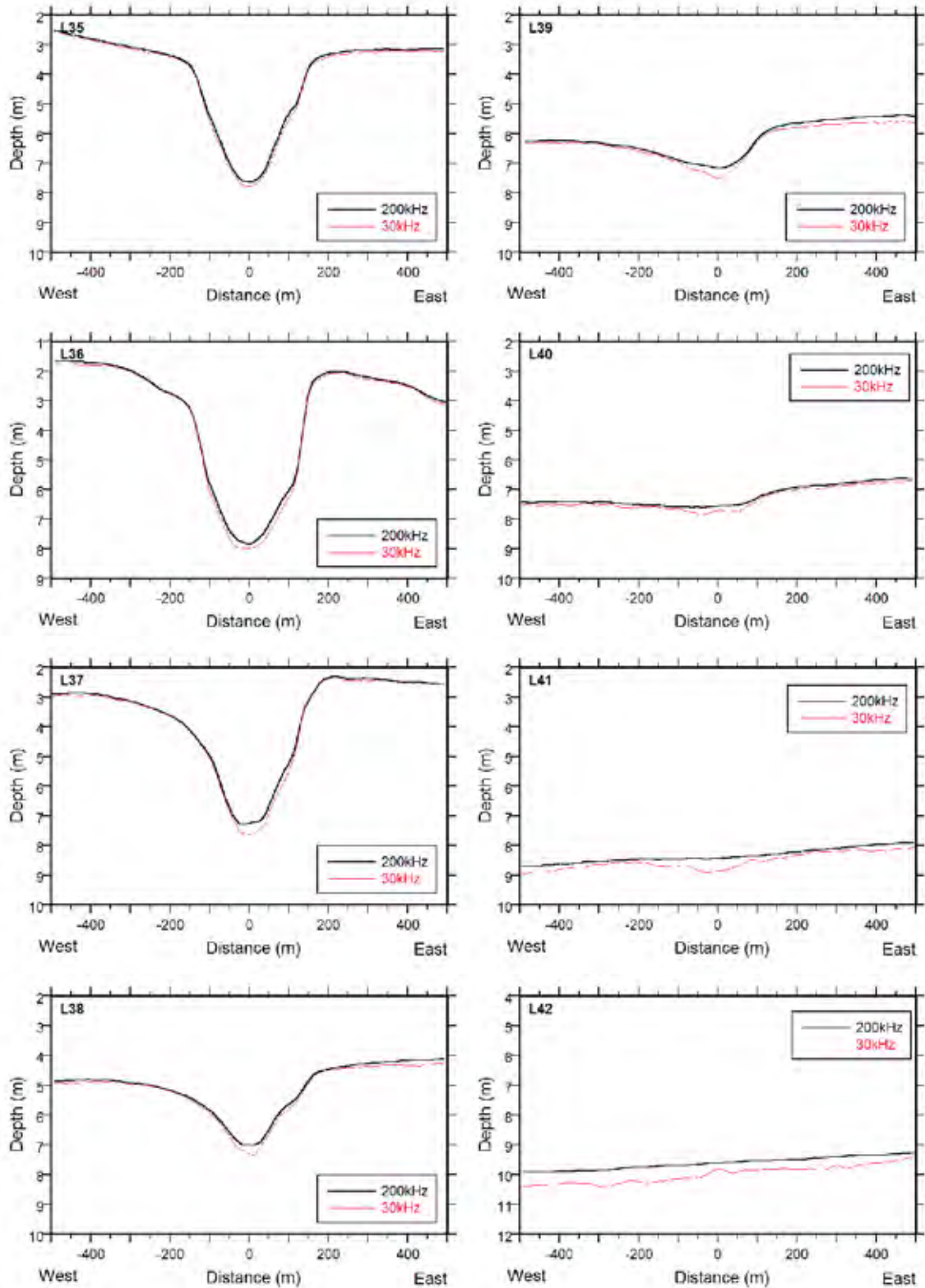


図8.1.5 航路断面形状(35-42)

### 8.1.2 ラクフェン航路周辺の底質

一般に、2周波数測深の水深差はフルードマッドの厚さを示す。図8.1.2と図8.1.3の下図より、フルードマッド厚は次のように特徴付けられる。

- 航路に沿いの2周波数測深の水深差は、Km26-Km36では0.1-0.2m、Km36-Km39では0.2-0.4m、Km40より沖では0.3m程度である。
- 図8.1.4と図8.1.5より、2周波数測深の水深差は航路の外側に比べ航路の中心で大きくなっている。

図8.1.6と図8.1.7に、底質の粒径と含泥率の平面分布をそれぞれ示す。これは、2009年11月に実施された80点の底質採取調査の結果である。図8.1.6の丸印の上の数字は粒径（ミクロン）を示す。図より、航路中心上の底質はほとんどシルトや粘土であり、その平均粒径は22 $\mu\text{m}$ である。また、沖側領域で粒径は徐々に小さくなり、含泥率は徐々に大きくなる様子が認められる。このような傾向は、非常に細かい底質が特に航路の沖側部分の航路底に堆積していることを示す。

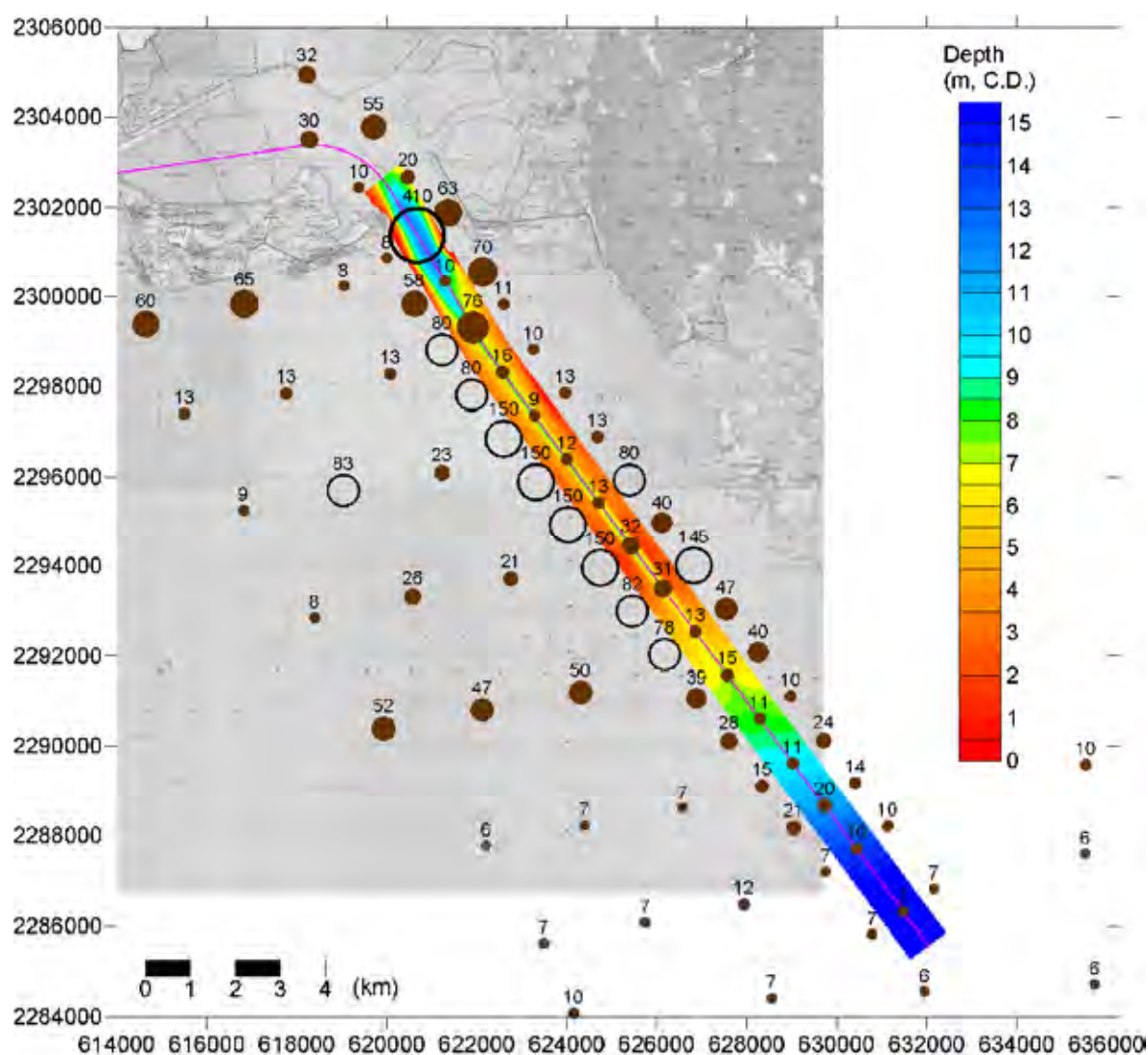


図8.1.6 粒径の分布、 $d_{50}$  ( $\mu\text{m}$ )、●は泥土 ( $d_{50} < 75\mu\text{m}$ ) ○は砂 ( $d_{50} > 75\mu\text{m}$ )を表す

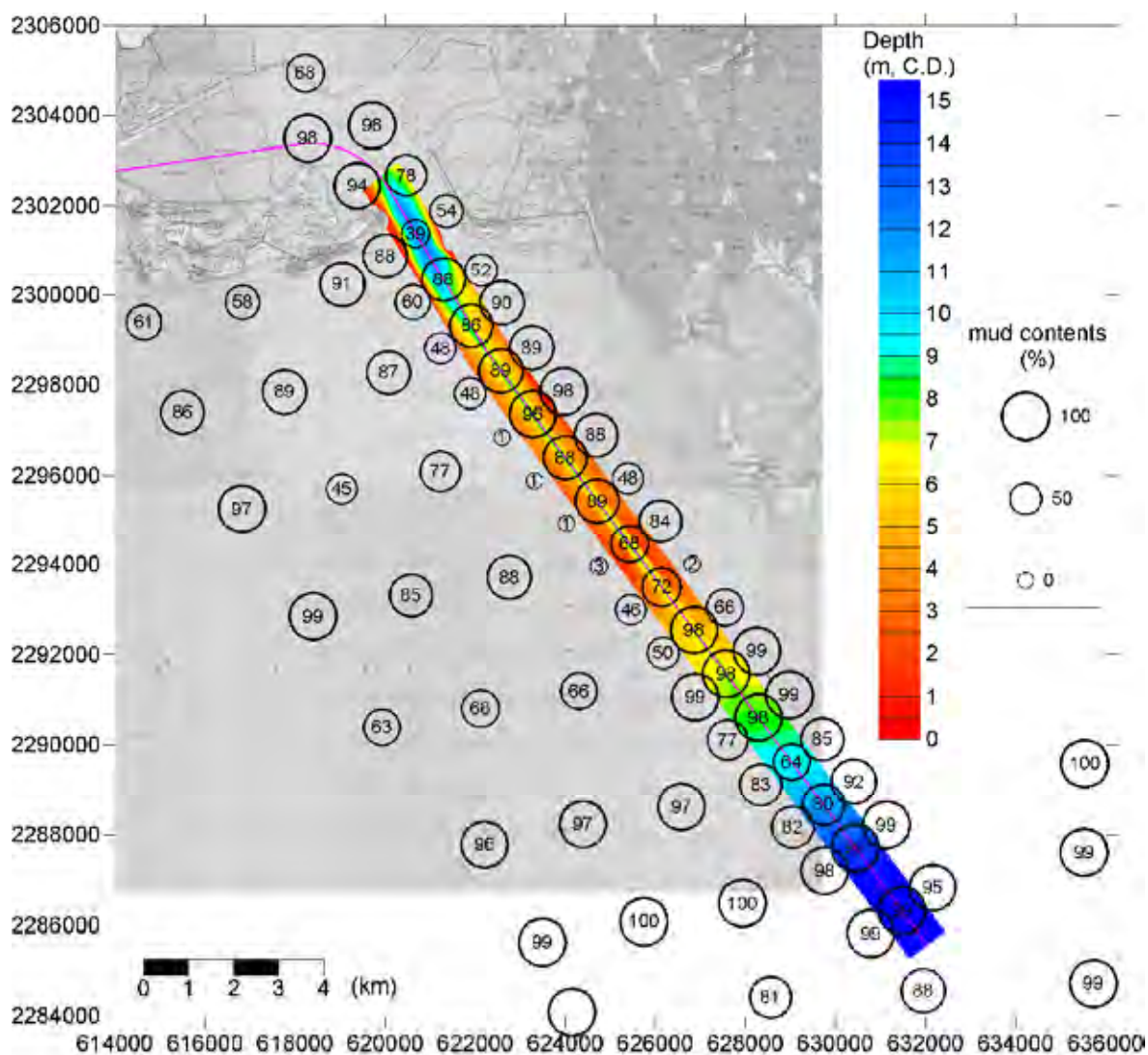


図8.1.7 含泥率 (%) の分布

### 8.1.3 深浅測量データの分析

#### 1) データ収集

ラクフェン港周辺の深浅測量結果は表 8.1.1 に示すものが収集された。本節では、航路の埋没過程を理解するために、測量結果を分析した。図8.1.8 に水深を色分けして表示した測量結果の等深浅図を示す。等深浅図は、VN2000 座標系により表示されている。図中に示す 6 つのカラーマップは、それぞれ横軸を 1,000m ずつずらして表示している。26-43 の数字は、ハイフォン港からの距離である。

現状の航路水深は、2005 年 10 月に -8m 以深に浚渫されているため、表示色は緑となる。黄色から赤は埋没により水深が -7.5m より浅くなったことを示す。Km36-40 の領域は、2006 年 11 月では基準面下 7.5m より深くなっていた。しかし、2009 年 11 月の調査結果には、色による判別は難しいが、6.5m から 7m となっている。一方で、Km29-30 の領域は、水色 (9.5-10m の水深帯) の部分が時間の経過とともに沖方向に延びており、この領域が侵食されたことを示している。



表 8.1.1 収集された深浅測量データ

No.	調査日	備考
1	2006-11-16	
2	2007-06-13	
3	2007-12	
4	2008-06-25	
5	2008-12-25	
6	2009-11a	高周波数 (200kHz)の成果

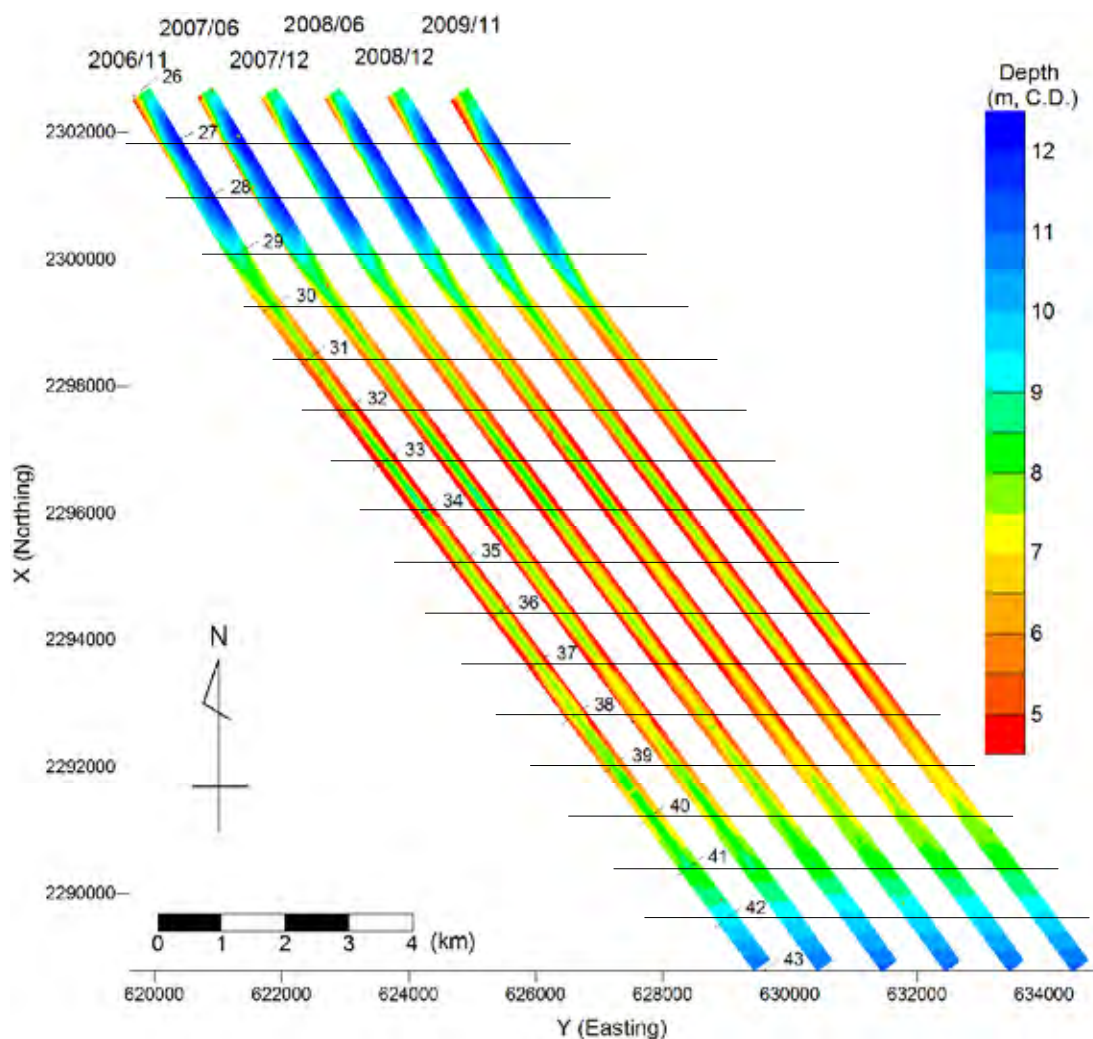


図8.1.8 収集データの水深コンター図

図8.1.9 は、航路周辺の水深変化を色分けして表示したものである。図中には、2006年11月調査を基準とした正味の水深変化量が表示されている。黄色から赤の色は堆積を示し、水色から青は侵食を示す。Km27からKm32の領域は、航路の内側と外側の両方で侵食を示している。Km32-34の領域は、航路の外側で侵食、航路の内側で堆積を示している。Km34-38の領域は、ほとんどの部分で堆積である。この領域以外では、航路幅は概ね100mであるが、この部分は部分的に航路幅200mで浚渫されている。Km38-41の領域では、航路の大部分で0.5-1.0mの堆積がある一方で、航路の外側では侵食となっている。



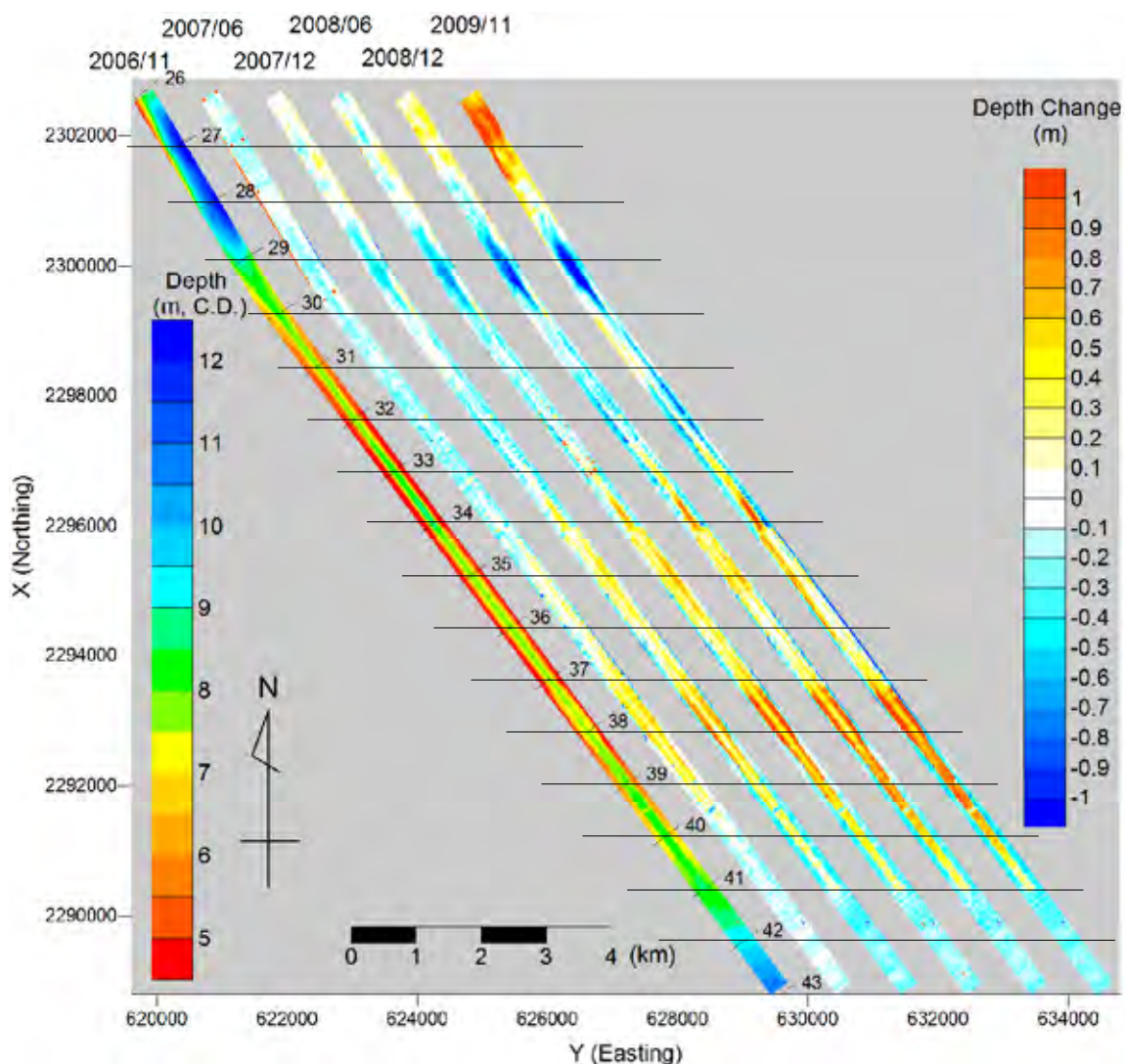


図8.1.9 2006年11月からの水深変化（堆積を正とする）

## 2) 縦断面形状の水深変化

図8.1.10 に、航路内の水深変化を継続的な測量成果より得られる縦断面形状として表示した。上図が航路中心線の縦断面形状であり、下図が2006年11月基準の水深変化である。

2006年11月の調査結果は、初期浚渫完了後1年の航路底の状況である。図より、Km36-42の領域で顕著な埋没が生じており、Km29-32の領域では若干の侵食が生じていることが分かる。Km34付近では、2006年11月の水深が部分的に深くなっており、2008年12月にはそれが平坦になっている。その後はKm34付近の埋没は減少したようである。これらの特徴から、ラクフェン航路の埋没は航路の沖側部分で顕著であることが確認される。

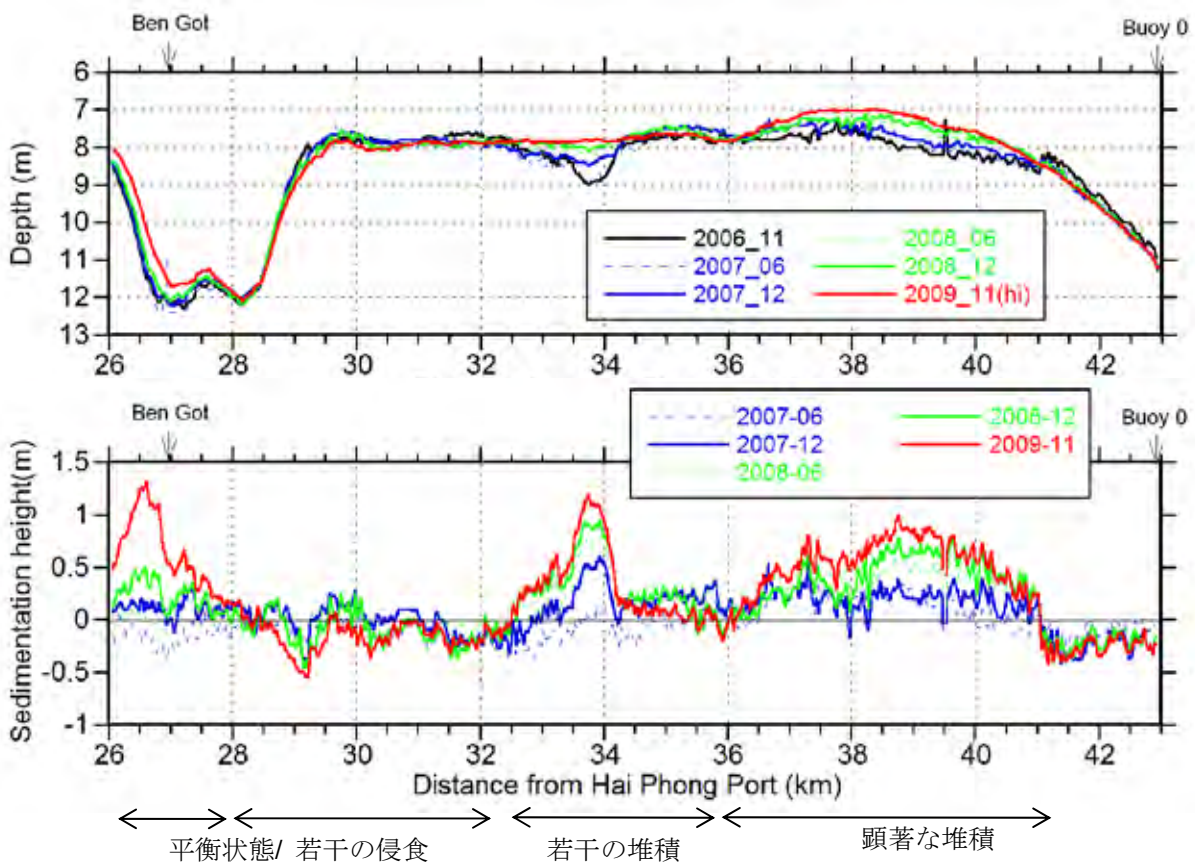


図8.1.10 航路中心線上の地形と2006年11月を基準とした埋没高さ

### 3) 航路横断面形状の水深変化

本報告では、航路に沿った場所を図8.1.1に示したハイフォン港からの距離を示す数字を用いて表示している。27から42の位置における航路横断面形状を図8.1.11と図8.1.12に示す。

航路外側での底面高の変化は、多少変動があるものの、2006年11月から2009年12月にかけて徐々に深くなっている。

航路内側での底面高の変化は、場所ごとに異なっている。L29とL30の場所では、航路中央の水深は若干深くなっている。L38からL41については、底面高は浅くなっている。

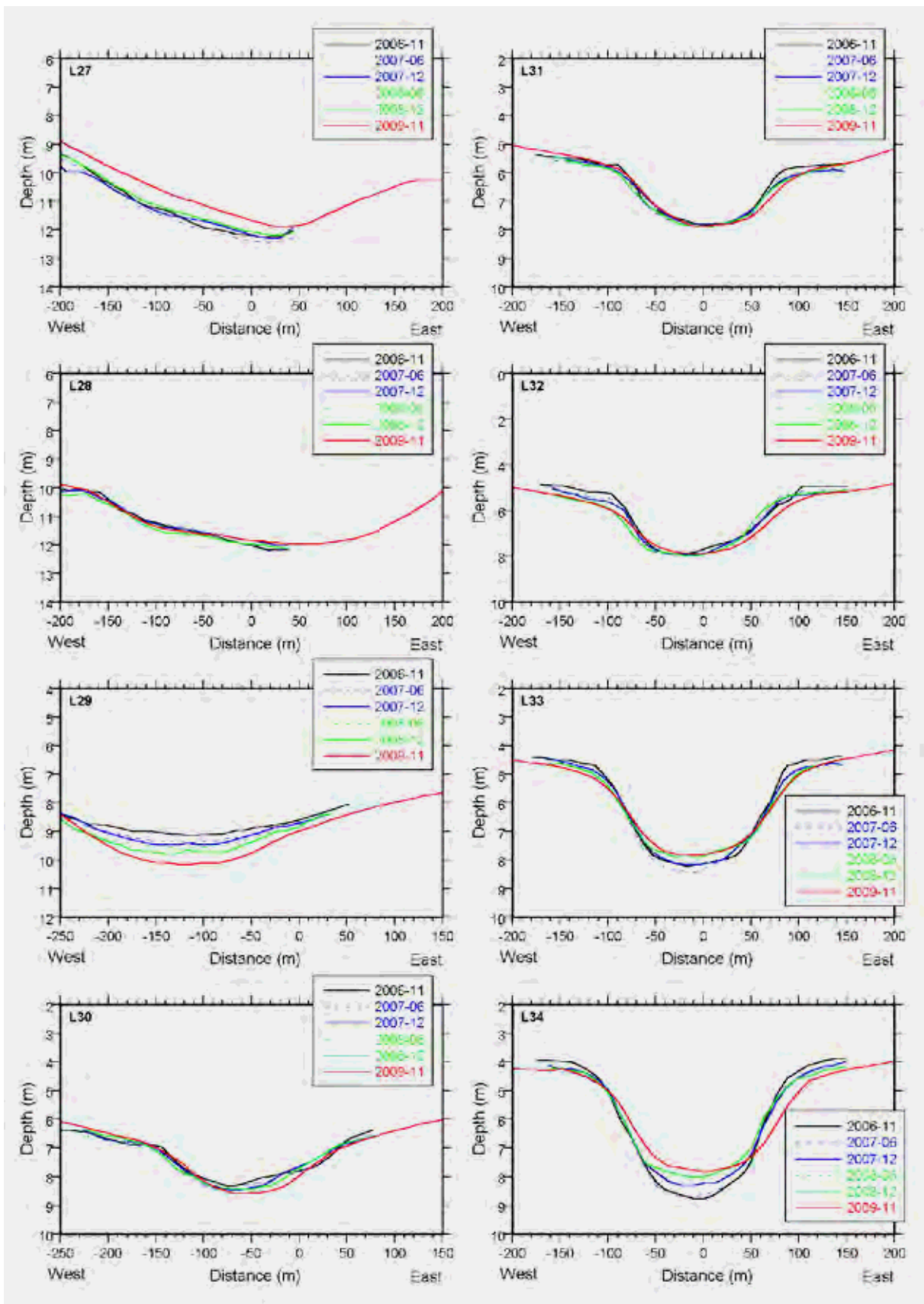


図8.1.11 航路断面形状(L27-L34)



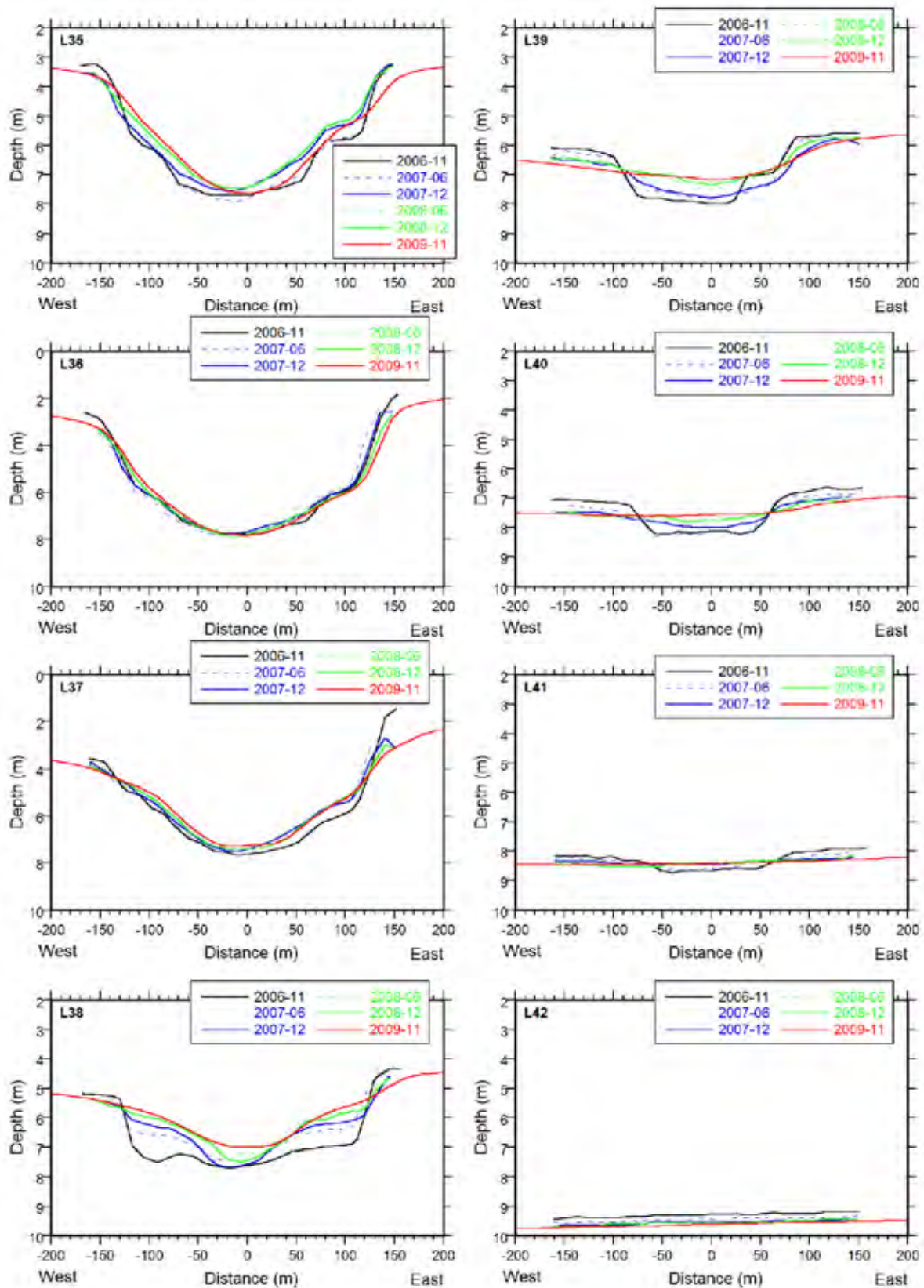


図8.1.12 航路断面形状(L35-L42)

#### 4) 埋没速度

Km27 から Km42 の位置における埋没速度を分析した。図8.1.13 は、Km27 から Km42 の位置における水深変化を測量実施日に対して示したものである。図中の直線は、回帰分析の結果であり、それぞれの場所について水深が時間とともに直線的に変化していることを示している。雨期及び乾期による季節変動の効果は水深変化には明瞭に現れていない。

図8.1.14 は、各地点の埋没速度を示したものである。埋没速度は、2)で述べたように場所毎に異なっている。埋没速度は、航路の沖側部分である Km37 から Km42 の範囲で相対的に速く、Km29 から Km32 の範囲で負となっており、侵食となることを示す。Km33 から Km35 の範囲では、この領域が部分的に深く、埋め戻されたため、埋没速度が速い。

航路沿いで正味の堆積が生じている範囲を積分することにより、平均埋没高さを計算した。その結果を図8.1.15 に示す。図中、平均埋没高さは 2005 年 10 月の初期浚渫完了後の経過月数に対してプロットされている。プロットされたデータには JOPCA（2009）の報告書に記載されていたデータ（JOPCA-collected）が本調査で収集されたデータ（SAPROF-collected）とともに表示されている。図中の曲線は、全データの回帰曲線である。図中に示されるように、平均埋没高さは経過月数とともに徐々に増加しているが、その埋没速度は減少している。回帰曲線より推定される年間埋没速度を図8.1.16 に示す。図より、1 年目の埋没速度は 2 年目以降の埋没速度よりかなり大きくなっている。しかしながら、図8.1.17 に示す 2005 年 10 月のデータによれば、1 年目の急速な埋没が Km34 から Km41 あたりの余掘り領域が埋め戻されたことにより生じたことが確認される。2006 年 11 月の地形では、その余掘り領域がほぼ埋め戻されており、したがって、2006 年 11 月以降に埋没速度が顕著に減少したものと考えられる。

以上に述べた分析により、ラクフェン航路の埋没の特徴をまとめると以下のようになる。

- 航路周辺の底質の大部分は泥土（シルトや粘土）であり、埋没はシルテーションにより生じる。
- 埋没速度は、航路に沿って場所毎に異なり、顕著な埋没が生じる箇所は航路の沖側部分である Km37 から Km41 の領域である。
- Km29 から Km32 の領域では、現状で埋没は生じていない。この領域はラクフェンエスチュアリの入口近くに位置しているため、強い潮流が常に底面に作用し底質が堆積しない。

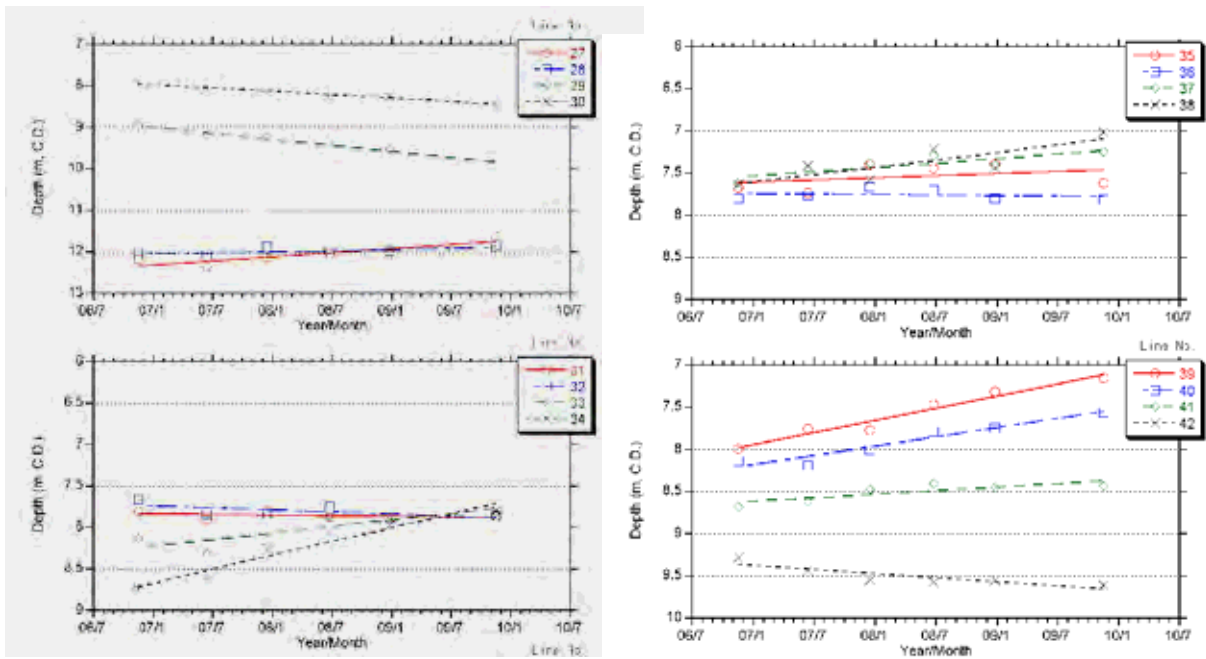


図8.1.13 Km27 から Km42 の水深変化

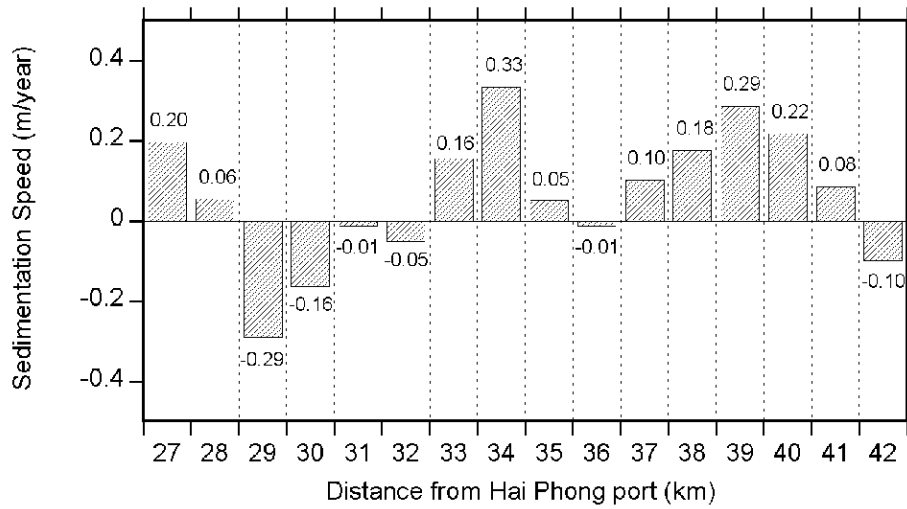


図8.1.14 ラクフェン航路の最近の埋没速度

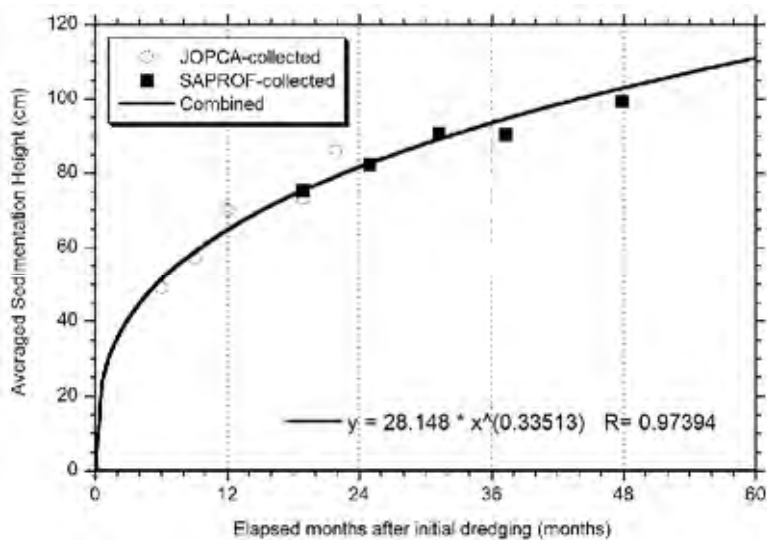


図8.1.15 平均埋没高さと回帰曲線

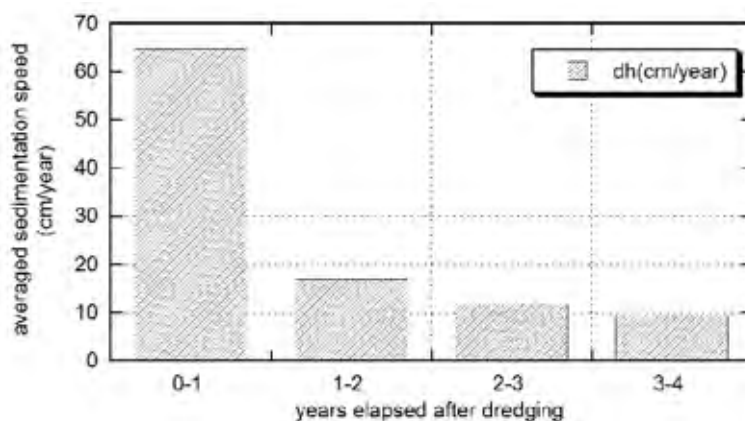


図8.1.16 浚渫後の毎年の平均埋没速度

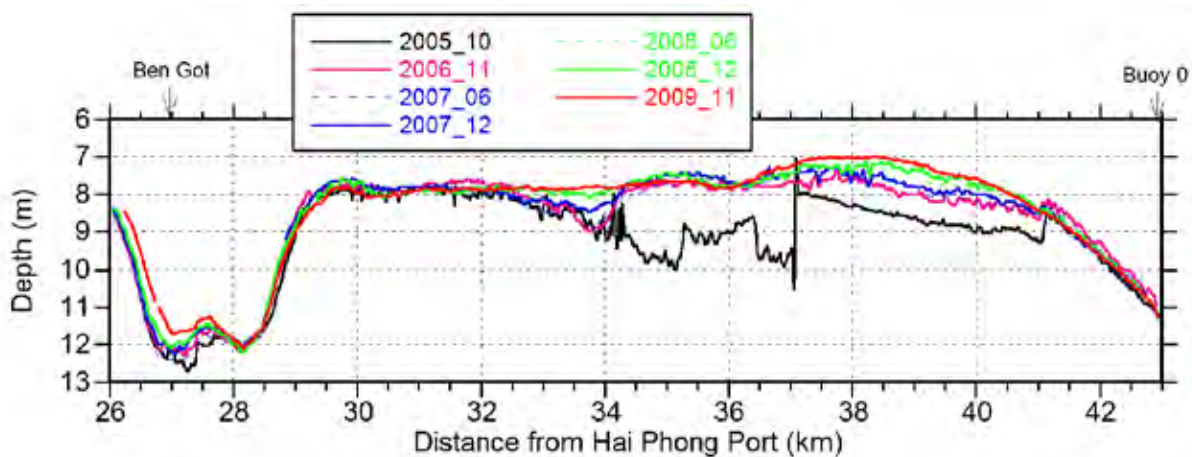


図8.1.17 2005年10月のデータを含む航路の縦断面形状



## 8.2 数値シミュレーション

### 8.2.1 緒言

ラクフェン航路の埋没を予測するため、数値シミュレーションを実施した。底質採取調査の結果に見られたように、航路底には、シルトや粘土といった非常に細かい底質が堆積している。従って、ラクフェン航路の埋没は、シルテーションにより生じていると推測される。シルテーションは、シルトや粘土のような粘着性の底質が波や流れによって海底から巻き上げられ、航路底へと流入する現象である。粘着性の底質は、浮遊移動の形態で輸送されるため、移流拡散の底質移動モデルを適用して埋没のシミュレーションをおこなった。

ラクフェン海域では、潮位差が約 3.5m であり、潮流は航路に沿う方向に流れている。特に、ラクフェンエスチュアリの入口であるベンゴットとカットバ島間の海域では、強い潮流の影響で水深が局所的に深くなっている。また、南～南東方向からの波がしばしば来襲し、海底の泥土を巻き上げて浮遊させる。実際、調査チームが底質の柱状採泥を実施した日には、波は 1～1.5m 程度あり、海の色は浮遊泥によりこの海域一面で黄色くなっていた。それ故、ラクフェン航路の埋没の主要因は波と流れによる泥土輸送によるものと考えられる。以下に述べる本調査でのシミュレーションは、波と流れによる泥土輸送を取り扱っている。雨期における河川からの流入もまた重要と考えられるが、前節で分析した埋没速度に季節変動の影響は認められなかったこと及びラクフェンエスチュアリに直接流入する Cranh 川の流量は小さいことから、シミュレーションには河川からの供給を考慮しないものとした。

### 8.2.2 計算方法

本調査では、波と流れによる泥土輸送を計算し航路埋没を評価する。波浪、流れ、底質輸送は以下に述べる数値モデルにより計算する。モデルの概要を以下に示す。

#### 1) 波浪変形モデル

波浪変形の解析には、回折項と砕波減衰項を含むエネルギー平衡方程式を用いる。その基礎式は、次のように記述される。

$$\frac{\partial}{\partial x}(SV_x) + \frac{\partial}{\partial y}(SV_y) + \frac{\partial}{\partial \theta}(SV_\theta) = \frac{\kappa}{2\sigma} \left\{ (cc_g \cos^2 \theta S_y)_y - \frac{1}{2} cc_g \cos^2 \theta S_{yy} \right\} - \varepsilon_b S \quad (8.1)$$

ここで、 $S(f, \theta)$  は波の方向スペクトル密度、 $(x, y)$  は水平座標、 $\theta$  は  $x$  軸から反時計まわりに測る波向、 $\varepsilon_b$  は砕波による波エネルギーの減衰係数であり、特性速度  $(V_x, V_y, V_\theta)$  は以下のように定義される。

$$V_x = c_g \cos \theta \quad (8.2)$$

$$V_y = c_g \sin \theta \quad (8.3)$$

$$V_\theta = \frac{c_g}{c} \left( \frac{\partial c}{\partial x} \sin \theta - \frac{\partial c}{\partial y} \cos \theta \right) \quad (8.4)$$

ここで、 $c$  は波速、 $c_g$  は群速度である。式(8.1)の右辺第一項は波の回折を表現するために加えら

れた項であり、 $\sigma$  は波の角周波数、 $\kappa$  は回折の程度の調整係数であり、典型的な値は 2.5 である。

## 2) 流れのモデル

流れ場の数値計算モデルは、平面 2 次元の水深積分型の連続式と運動方程式を基礎式とする有限差分モデルである。計算格子は矩形のスタガード格子である。タイムステップにおいて、まず運動方程式が計算され、次いで更新された流速により連続式が計算される。

2 次元の水深積分型の連続式と運動方程式は以下の通りである。

$$\frac{\partial(h+\eta)}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad (8.5)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial(UQ_x)}{\partial x} + \frac{\partial(VQ_x)}{\partial y} = -g(h+\eta)\frac{\partial\eta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x\frac{\partial Q_x}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y\frac{\partial Q_x}{\partial y}\right) + fQ_y - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_w} \quad (8.6)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial(UQ_y)}{\partial x} + \frac{\partial(VQ_y)}{\partial y} = -g(h+\eta)\frac{\partial\eta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x\frac{\partial Q_y}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y\frac{\partial Q_y}{\partial y}\right) - fQ_x - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_w} \quad (8.7)$$

ここで、 $t$  は時間、 $(x, y)$  は水平座標、 $\eta$  は水位、 $U$  は  $x$  方向の断面平均流速、 $V$  は  $y$  方向の断面平均流速、 $h$  は水深、 $(Q_x, Q_y)$  は  $x$  方向と  $y$  方向の流量、 $g$  は重力加速度、 $(D_x, D_y)$  は水平方向の渦動粘性係数、 $\rho_w$  は海水密度、 $f$  はコリオリパラメータ、 $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  は  $x$  軸と  $y$  軸に平行な底面せん断力、 $(\tau_{sx}, \tau_{sy})$  は  $x$  軸と  $y$  軸に平行な波による応力である。

## 3) 底質輸送と地形変化

泥土輸送は通常浮遊移動であり、その基礎式は濃度の移流拡散方程式である。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial CU}{\partial x} + \frac{\partial CV}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x h \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y h \frac{\partial C}{\partial y}\right) + (E - D) \quad (8.8)$$

ここで、 $C$  は水深平均の浮遊物濃度、 $(U, V)$  は  $x$  と  $y$  方向の水深平均流速、 $h$  は水深、 $(K_x, K_y)$  は  $x$  と  $y$  方向の水平拡散係数、 $E$  は底質の巻き上げフラックス、 $D$  は底質の沈降フラックス ( $= C_b w_f$ 、 $C_b$  は底面濃度、 $w_f$  は底質の沈降速度) である。底質の巻き上げフラックスは、次のように評価される。

$$E = M \left( \frac{\tau - \tau_{cr}}{\tau_{cr}} \right) \quad (8.9)$$

ここで、 $\tau$  は底面せん断応力、 $\tau_{cr}$  は巻き上げ限界せん断応力、 $M$  は経験定数 ( $\text{kg/m}^2/\text{s}$ ) である。式 (8.8) は、流速と底面せん断力を用いて濃度  $C$  について解かれる。

底面せん断力は、底質粒径と局所的な外力条件を用いて評価される。本モデルでは、Soulsby (1997) により提案された以下の式を用いている。波と流れの下での最大せん断応力は、次のように評価される。

$$\tau_{\max s} = \sqrt{(\tau_{ms} + \tau_{ws} \cos \phi)^2 + (\tau_{ws} \sin \phi)^2} \quad (8.10)$$

ここで、 $\tau_{ms}$  は次のように定義される平均せん断応力である。

$$\tau_{ms} = \tau_{cs} \left[ 1 + 1.2 \left( \frac{\tau_{ws}}{\tau_{cs} + \tau_{ws}} \right)^{3.2} \right] \quad (8.11)$$

ここで、 $\phi$  は波の進行方向と流れの方向のなす角度である。 $\tau_{cs}$  と  $\tau_{ws}$  はそれぞれ流れと波によるせん断応力である。

$$\tau_{cs} = \frac{1}{2} \rho_w f_c |U|^2 \quad (8.12)$$

$$\tau_{ws} = \frac{1}{2} \rho_w f_w u_w^2 \quad (8.13)$$

ここで、 $|U|$  は流速の絶対値 ( $=\sqrt{U^2 + V^2}$ )、 $u_w$  は波の軌道流速振幅、 $f_c$  と  $f_w$  は次のように定義される摩擦係数である。

$$f_c = 2 \left[ \frac{\kappa}{1 + \ln(k_s/30d)} \right]^2 \quad (8.14)$$

$$f_w = \exp \left[ -5.977 + 5.213 \left( \frac{A_w}{k_s} \right)^{-0.194} \right] \quad \text{for } \frac{A_w}{k_s} > 1.57$$

$$f_w = 0.3 \quad \text{for } \frac{A_w}{k_s} < 1.57 \quad (8.15)$$

ここで、 $\kappa$  はカルマン定数、 $d$  は全水深 ( $=h + \eta$ )、 $A_w$  は波の軌道全振幅 ( $=u_w T / \pi$ )、 $k_s$  は  $k_s = 2.5D$  として評価される粗度高さ、 $D$  は底質粒径である。式(8.8)中の  $\tau$  は式(8.10)の  $\tau_{\max s}$  として評価される。

底面高の変化は次の漂砂の連続式により計算される。

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{1-\lambda} \left( \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial x} \right) = \frac{1}{1-\lambda} (E - D) \quad (8.16)$$

ここで、 $\lambda$  は底質の空隙率、 $(q_x, q_y)$  は、 $x$  方向と  $y$  方向の漂砂量である。

### 8.2.3 モデルの設定

#### 1) 計算領域

波、流れ、地形変化の計算に用いる計算領域は、海図と航路周辺の深浅測量データをもとに作成した。計算領域の海底地形を図8.2.1と図8.2.2に示す。図に示すように、2つの計算領域を作成している。大領域の格子サイズは500m × 500mであり、小領域の格子サイズは50m × 50mである。ラクフェン航路は図中の中央にy軸に平行に位置している。

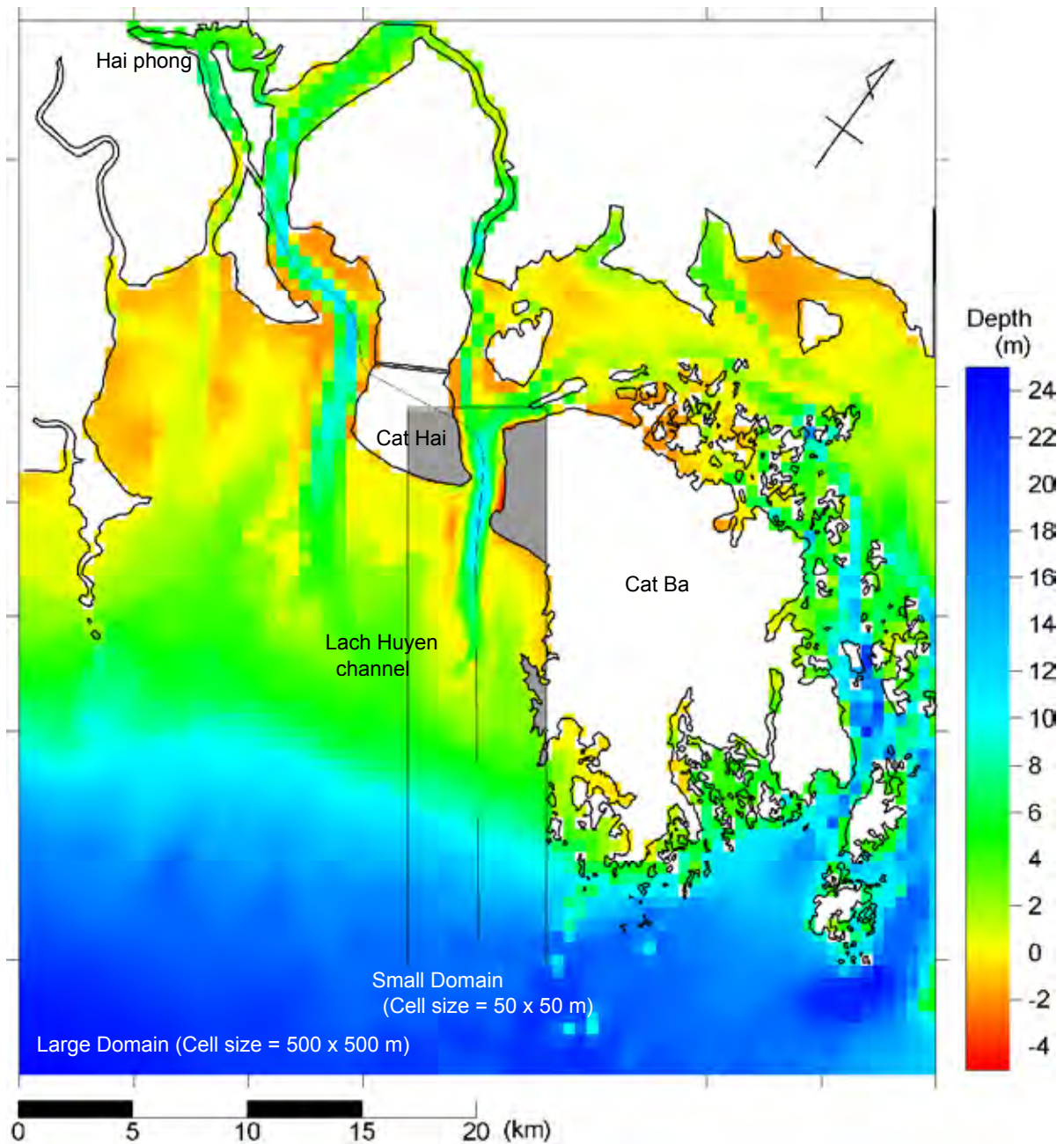


図8.2.1 計算領域の海底地形（大領域）

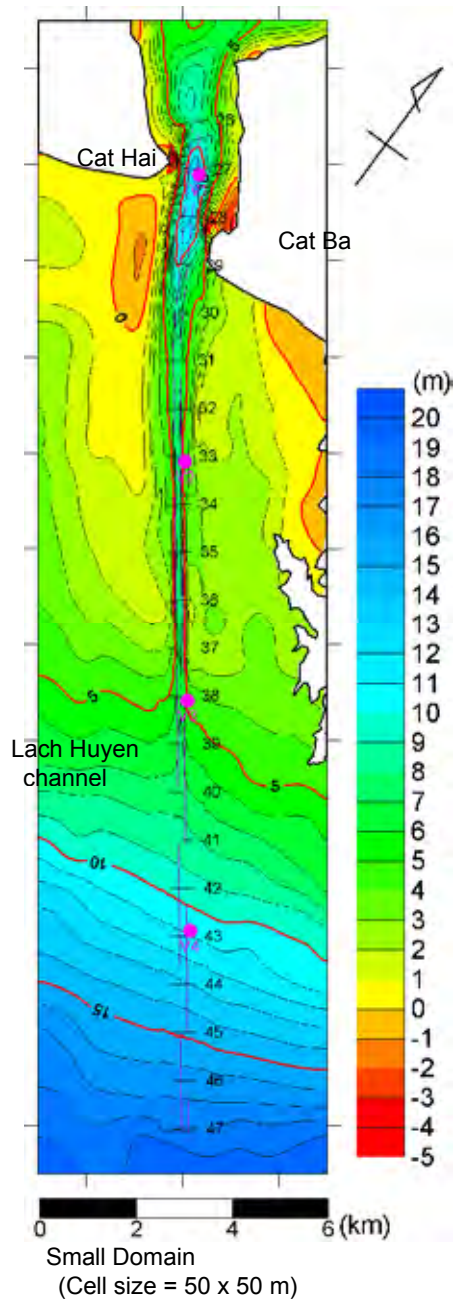


図8.2.2 計算領域の海底地形（小領域）

## 2) 計算条件

### a) 水位

潮流を計算するためには、水位の時間変化を境界条件として与える必要がある。本調査では、境界条件として与える水位を Matsumoto ら(2000)<sup>1</sup>により開発された潮位予測システム NAO.99b のプログラムを用いて計算した。図8.2.3 は、東経 107°00'00"、北緯 20°30'00" の位置における潮位を NAO.99b により予測した例である。

水位の時間変化は、大領域格子の境界条件として与える。小領域格子の境界条件は、大領域での計算結果の出力を与える。

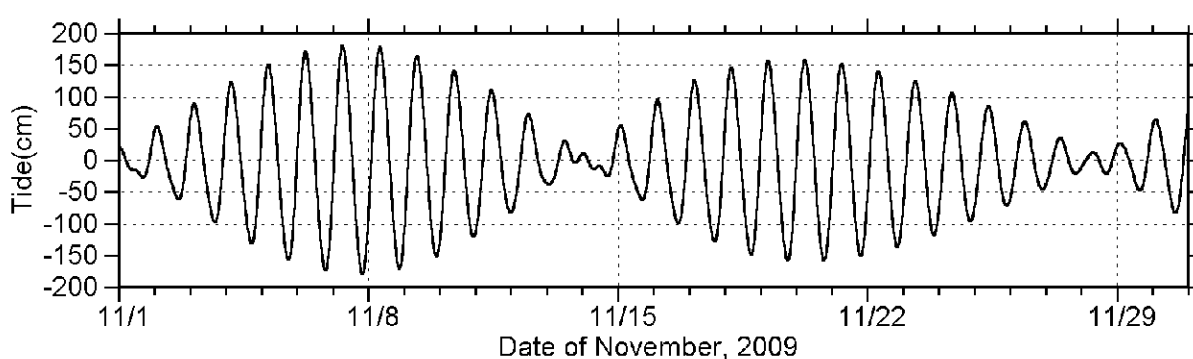


図8.2.3 水位の時間変化

### b) 入射波条件

波浪変形を計算するには、沖波の波高、周期、及び波向が必要である。本調査では、エネルギー平均波を代表波として用いる。エネルギー平均波は、表8.2.1 に示す波向別波高の出現頻度表を用いて算定した。TEDI による FS 調査の報告書によれば、表中のデータはホンダウ観測所において 1961 年から 1983 年までの長期間観測に基づくデータである。

エネルギー平均波は、次のように計算される。

$$H_e = \frac{\sum p_i (H_i^2 T_i)}{\sum p_i T_i} = 0.95 \text{ (m)}$$

ここで、 $p_i$  は波高ランク  $i$  の出現確率、 $H_i$  はランク  $i$  の波高、 $T_i$  はランク  $i$  の周期である。エネルギー平均波の周期については、波高と周期の関係式  $T=1.5539H+3.9222$  より求めた。

$$T_e = 5.4 \text{ (sec.)}$$

波向の出現確率を図8.2.4 に示す。図より、波向は E から S 方向が支配的であるが、高波浪については SE 及び S 方向が優勢となるようである。ラクフェン航路は E 方向からの波に対し

<sup>1</sup> Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe (2000), Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model Around Japan, Journal of Oceanography, 56, 567-581

てはカットバ島により遮蔽されているので、S 方向からの波が航路埋没に影響を及ぼす代表波であると考えられる。

波高の未超過出現確率を図8.2.5 に示す。エネルギー平均波に対する未超過出現確率は約 70% である。

表8.2.1 ホンダウでの 1961 年－1983 年の観測データに基づく波向別の波高出現頻度

Dir Height(m)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total	Probability of non-exceedance (%)
0-0.25									4281 (18.046)	18.05
0.25-0.5	221 (0.932)	178 (0.750)	544 (2.293)	785 (3.309)	197 (0.830)	38 (0.160)	30 (0.126)	47 (0.198)	2040 (8.599)	26.65
0.50-0.75	647 (2.727)	757 (3.191)	1988 (8.380)	2399 (10.113)	722 (3.043)	181 (0.763)	42 (0.177)	117 (0.493)	6853 (28.888)	55.53
0.75-1.00	344 (1.450)	421 (1.775)	1300 (5.480)	1219 (5.138)	498 (2.099)	131 (0.552)	7 (0.030)	23 (0.097)	3943 (16.621)	72.15
1.00-1.50	310 (1.307)	376 (1.585)	1524 (6.424)	1263 (5.324)	1092 (4.603)	357 (1.505)	11 (0.046)	18 (0.076)	4951 (20.870)	93.02
1.50-2.00	45 (0.190)	75 (0.316)	355 (1.496)	291 (1.227)	444 (1.872)	135 (0.569)	4 (0.017)	1 (0.004)	1350 (5.691)	98.71
2.00-2.50	12 (0.051)	11 (0.046)	46 (0.194)	56 (0.236)	81 (0.341)	22 (0.093)	1 (0.004)	1 (0.004)	230 (0.970)	99.68
2.50-3.00	3 (0.013)	2 (0.008)	11 (0.046)	13 (0.055)	7 (0.030)	3 (0.013)		2 (0.008)	41 (0.173)	99.86
3.00-3.50			6 (0.025)	6 (0.025)	6 (0.025)	3 (0.013)		1 (0.004)	22 (0.093)	99.95
3.50-4.00			2 (0.008)	1 (0.004)					3 (0.013)	99.96
4.00-5.00										
5.00-6.00										
6.00-7.00										
7.00-8.00										
8.00-9.00				3 (0.013)	1 (0.004)	2 (0.008)			6 (0.025)	99.99
9.00-10.0			1 (0.004)		1 (0.004)	1 (0.004)			3 (0.013)	100.00
>10.00										
Total	1582 (6.669)	1820 (7.672)	5777 (24.352)	6036 (25.444)	3049 (12.853)	873 (3.680)	95 (0.400)	210 (0.885)	23723	



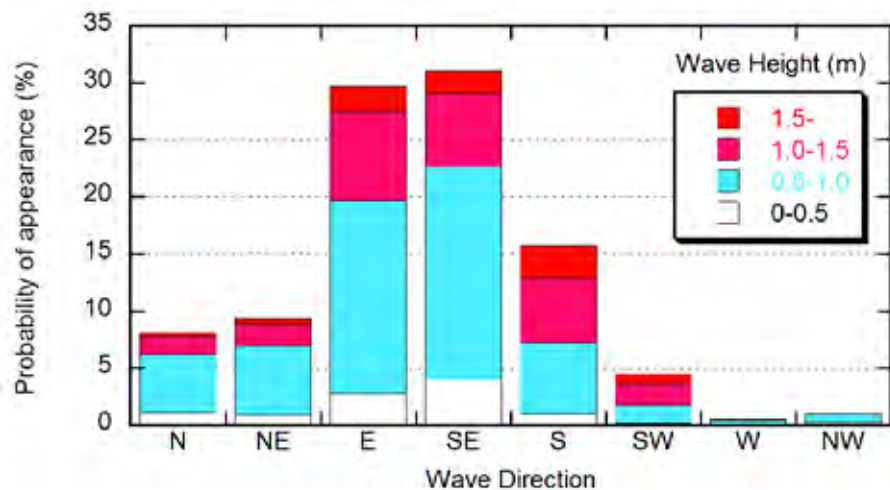


図8.2.4 波向の出現確率

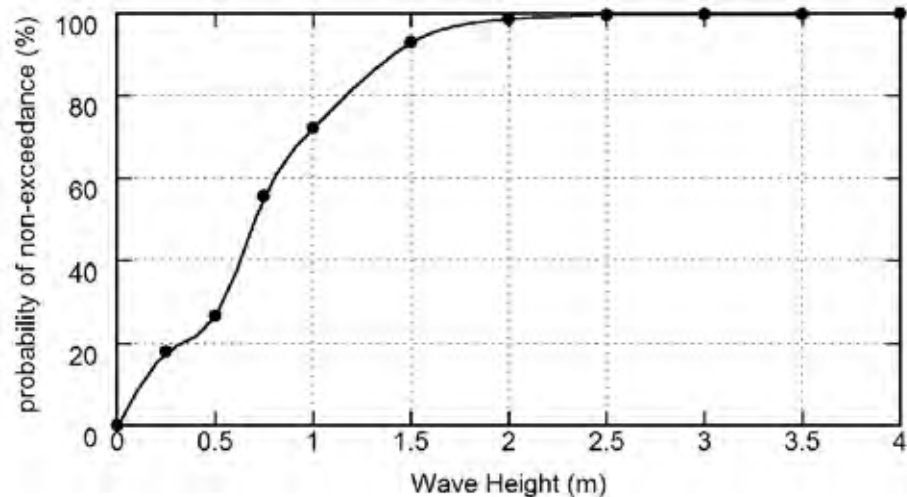


図8.2.5 波高の未超過出現確率

### c) 底質条件

8.1.2 節に述べたように、ラクフェン航路周辺の底質はシルトと粘土がほとんどである。埋没シミュレーションにおいては、代表的な底質条件として粒径  $22 \mu\text{m}$ 、密度  $2680 \text{ kg/m}^3$  を用いる。ストークスの公式によれば、この底質粒子の水温  $20$  度の水中における沈降速度は  $0.39 \text{ mm/s}$  である。

### 8.2.4 現況における埋没シミュレーション

数値モデルの検証のため、現況の数値シミュレーションを実施した。再現目標は、8.1.3 節に示した航路沿いの埋没速度であり、図8.1.16 に示す2年目以降の平均埋没速度である。

#### 1) 潮流

潮流シミュレーションの一例を以下に示す。図8.2.6 は大潮時の上げ潮時と下げ潮時の潮流のベクトル図である。図より、流れの主方向は航路に沿っており、強い流れがベンゴットとカットバ島

の間の狭隘部の近くで生じている。

図8.2.7 と 図8.2.8 に、4 地点における実測と計算の流速を比較した結果を示す。潮流調査は、多層測定が行われているが、潮流観測結果に流れが成層化している様子は認められなかったため、比較は水深平均流速で行っている。図より、計算結果による流速は実測値よりも若干過小評価であるが、比較的良好な結果を与えている。

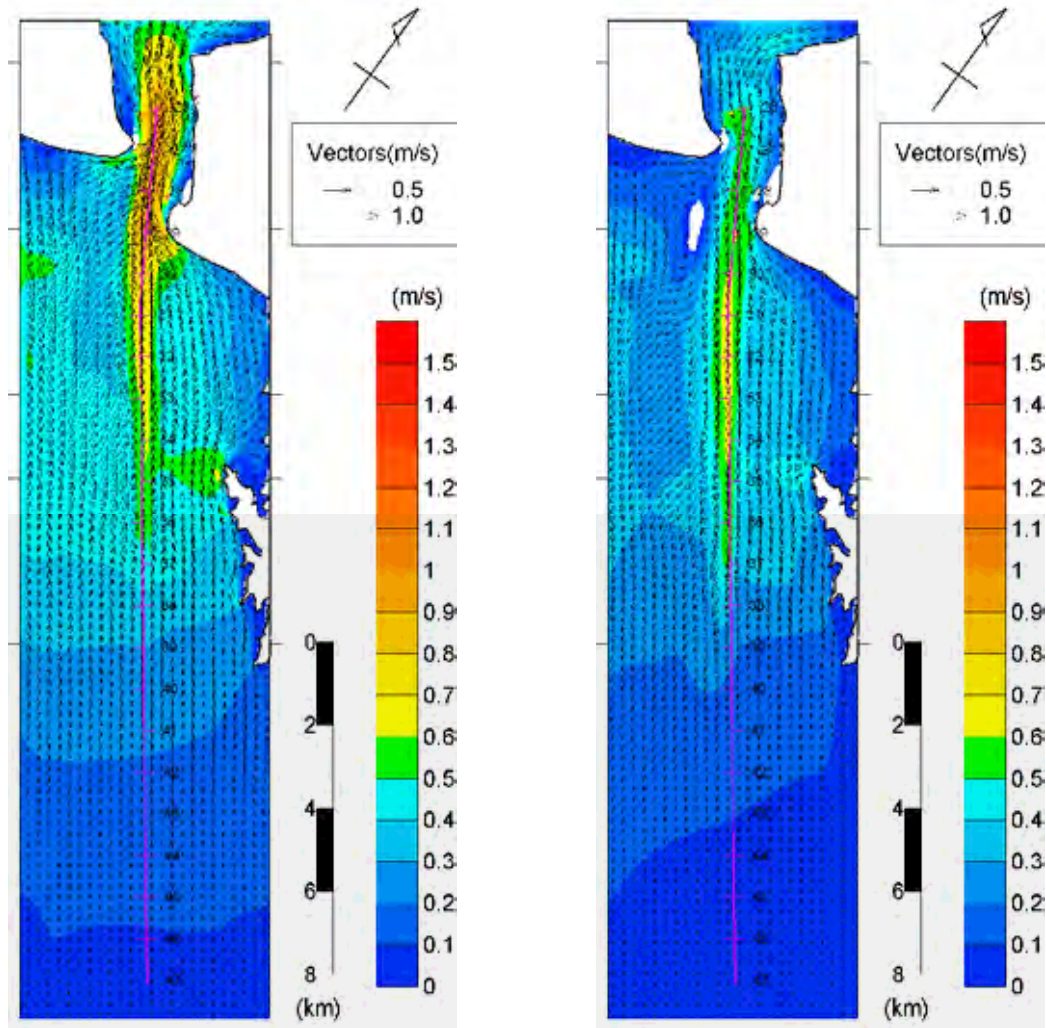


図8.2.6 大潮時の上げ潮と下げ潮時の潮流計算結果（11/7 2:00 11/7 16:00）

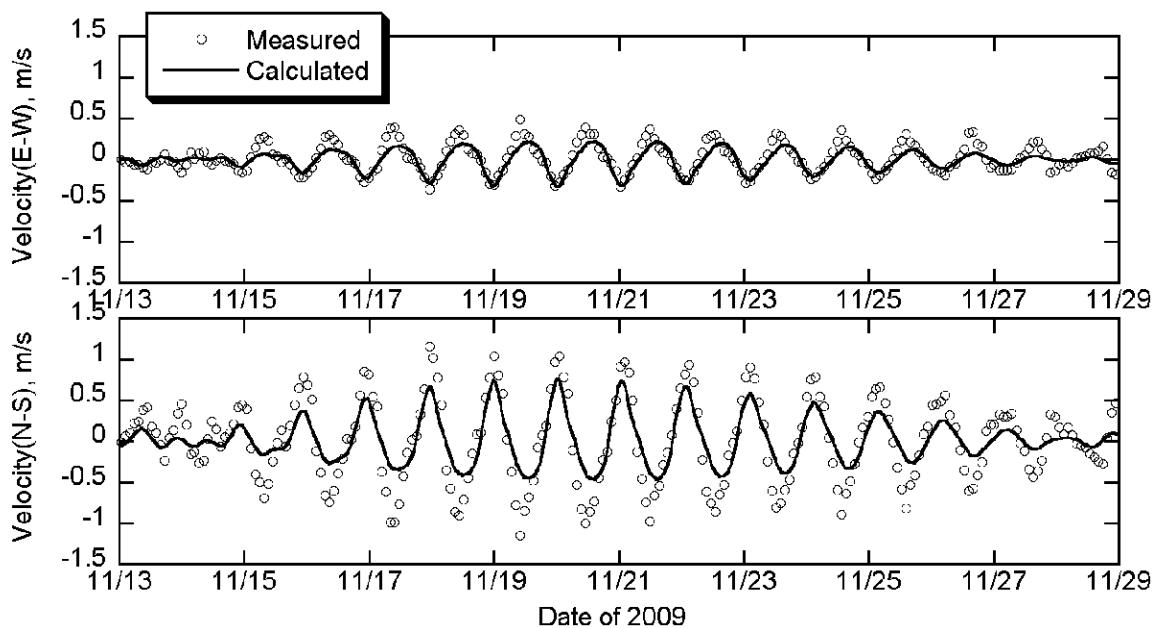


図8.2.7 潮流の実測値と計算値の比較 (Station V1)

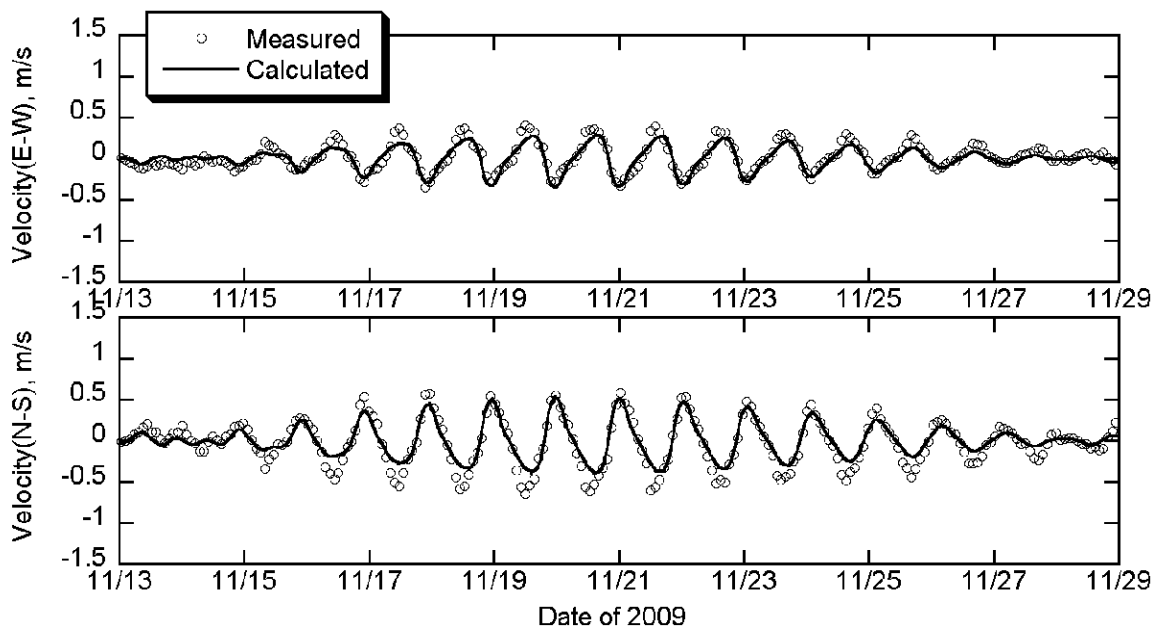


図8.2.8 潮流の実測値と計算値の比較(Station V2)

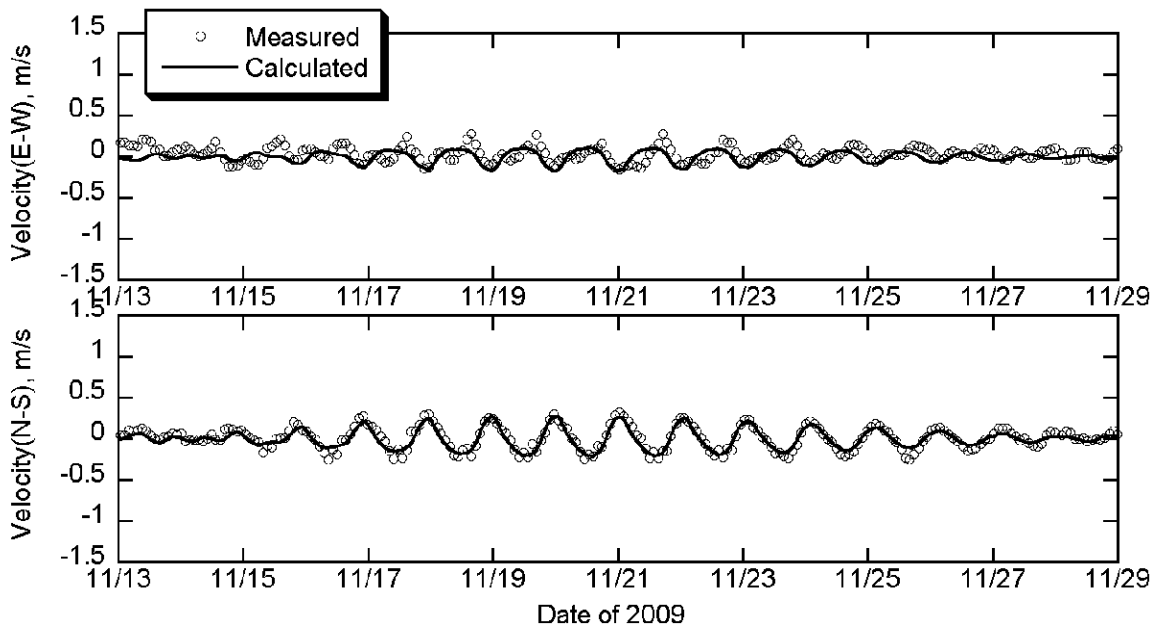


図8.2.9 潮流の実測値と計算値の比較(Station V3)

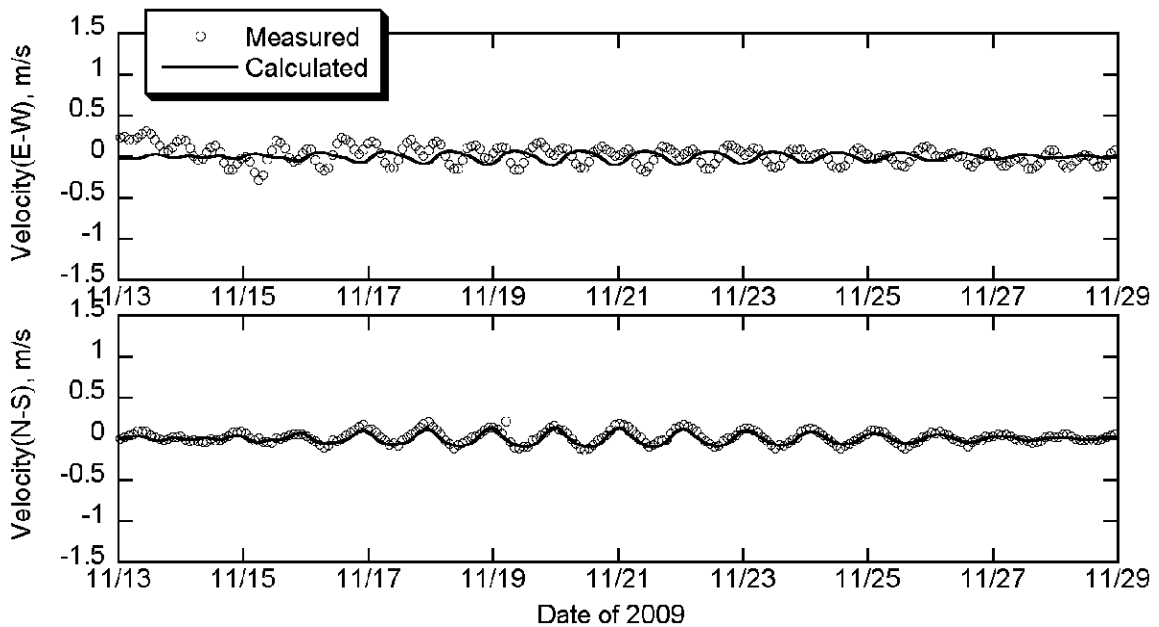


図8.2.10 潮流の実測値と計算値の比較(Station V4)

## 2) 波浪変形

波は、高波浪時の強いせん断応力が底質を巻き上げるため、航路埋没に影響を及ぼす重要な要因の一つである。浮遊した底質は潮流や海浜流等の流れにより輸送され、せん断応力が弱まる場所に沈降する。

波浪変形の数値解析結果を以下に示す。トンキン湾へ入射する波は、湾内地形に応じた屈折現象により波高と波向が変化する。島の背後では、回折現象により波は更に変形する。波が海岸近くに到達すると、波は砕波により小さくなる。

代表波として、エネルギー平均波（波高  $H_0 = 0.95$  m、周期  $T = 5.4$  s）を選択した。ここで、波高は有義波高である。波の分布の計算結果を図8.2.11に示す。図中、波高と波向はE、ESE、SE、SSE、S、及びSSWの入射波向について示している。

図より、航路周辺の波高は入射波向がEもしくはESEの時に比較的低く、一方SSEやSの時に比較的高い。波向Sの図より、特に航路の左側で波は航路に沿って集中している様子が示されている。この場所における波の集中は、カットハイの南東にある浅瀬の影響と考えられる。航路沿いに、波は沖から岸に向けて徐々に波高が減衰しており、狭隘部を超えてラクフェンエスチュアリへは波は伝達していない。



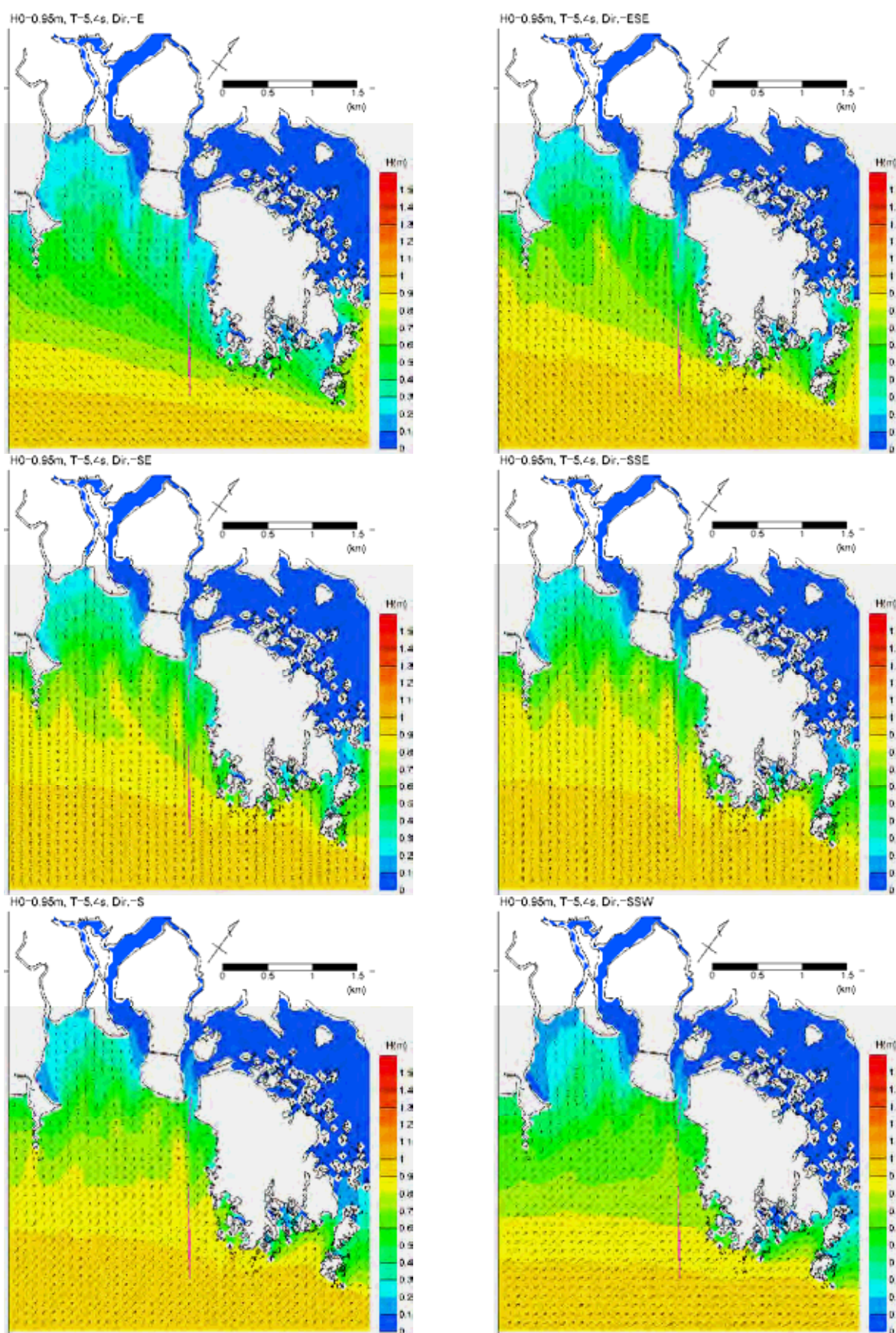


図8.2.11 入射波向 E～SSW に対する波高と波向の計算結果

### 3) 埋没過程

現状のラクフェン航路において、潮流のみによる埋没及び潮流と波による埋没を計算し、それぞれの埋没に及ぼす効果について検討した。両者の計算は、大潮期と小潮期を含む15日間の計算を行った。また、潮流と波のケースにおいては、潮位変動とともに波高 0.95m、周期 5.4s、波向 S のエネルギー平均波を与えた。図8.2.12 に、ラクフェン航路中心線上での15日間の水深変化の計算結果を示す。

図より、潮流のみの場合には侵食が生じている様子が見られ、逆に潮流と波の場合には顕著な堆積が表れている。この結果は、ラクフェン航路の埋没に波が支配的であることを示している。図8.2.13 は、潮流のみの場合と潮流と波の場合の浮遊泥濃度の計算結果を示している。潮流と波の場合には、ラクフェン航路の周辺で高濃度の浮遊泥が分布しており、一方、潮流のみの場合の浮遊泥濃度は低い。この結果もまた、高波浪時に多量の浮遊泥が航路に流入することを示している。

8.1.3 節で述べたように、深浅測量データの解析結果は、Km36 から沖側領域において埋没が顕著であり、Km28 から Km32 の領域では若干の侵食が生じていることが示されている。Km28 から Km32 の領域の侵食は、図8.2.13 の上図に示すように強い潮流が底質を押し流している効果として説明される。この海域に広く分布しているのは、シルトや粘土のような泥土であるため、高波浪時に航路へ流入する底質のほとんどは沈降速度が非常に遅い泥土である。加えて、浮遊泥は波が静穏になった時の沈降過程において、いわゆるフルードマッドを形成する。フルードマッドは底面付近の高濃度層であり、完全に固まるまでかなりの時間を要する。それゆえ、フルードマッドは再浮上しやすく、潮流により航路に沿って移動し、流れによるせん断応力が非常に弱くなる場所において最終的に沈降する。

図8.2.14 は、航路の縦断面形状、2006年11月基準の正味の水深変化、及び15日間の潮流シミュレーションにおける平均底面せん断応力を示している。図より、埋没の特徴は平均せん断応力と深く関連しているようである。Km32 より岸側の領域では、平均せん断応力が  $0.06\text{N/m}^2$  より大きく、埋没が生じていない。また、埋没のピークは Km39 付近に表れており（ここで、Km34 付近に見られるもう一つのピークについては、2006年11月の水深が局所的に深くなっているため無視する）、Km39 の沖側での平均せん断応力は  $0.015\text{N/m}^2$  以下である。



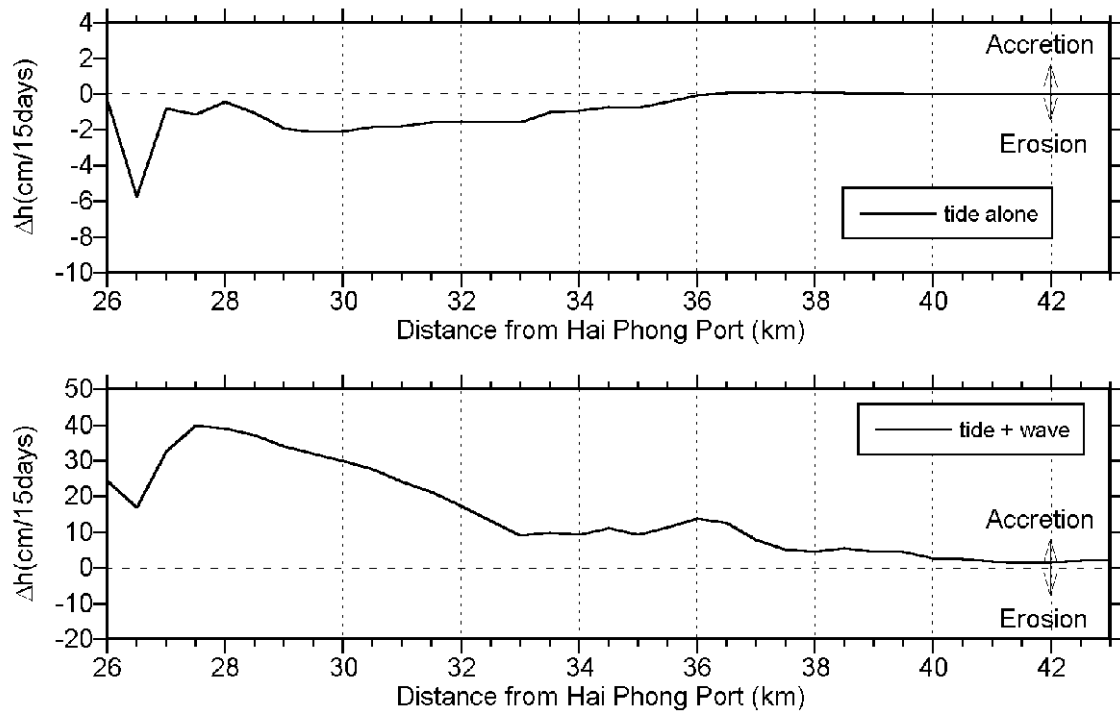


図8.2.12 航路中心線上の水深変化の計算結果（上=潮流のみ、下=潮流+波）

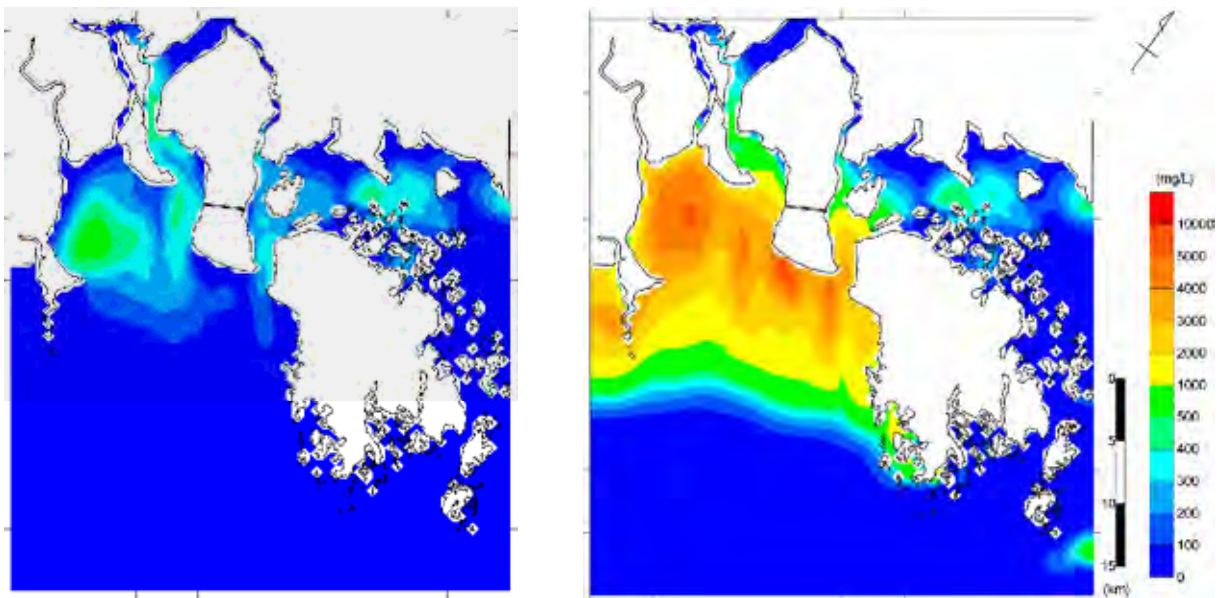


図8.2.13 上げ潮最強時の浮遊泥濃度（左=潮流のみ、右=潮流と波）

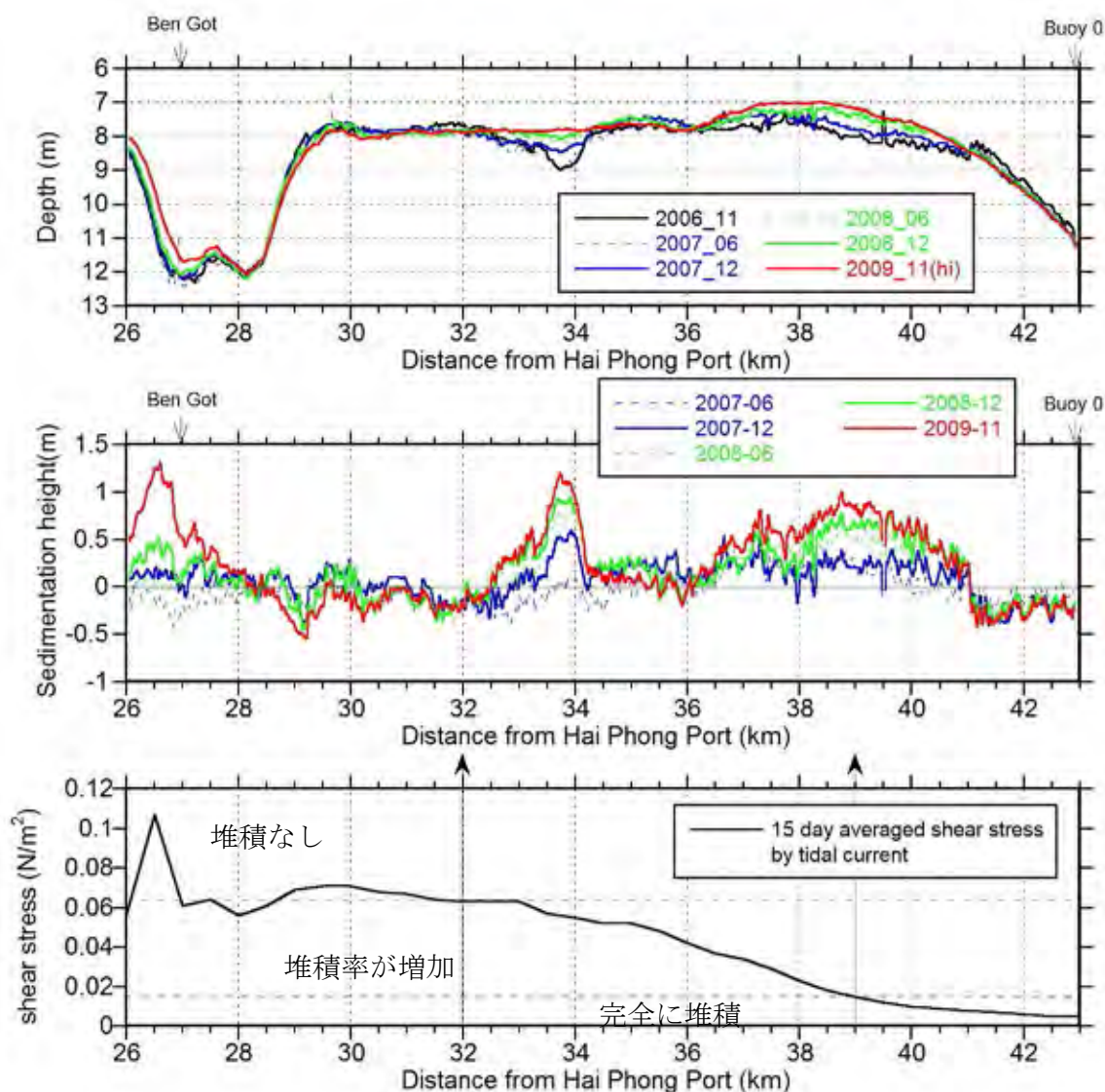


図8.2.14 航路の縦断面形状（上）、2006年11月を基準とした水深変化（中）、潮流シミュレーションにより評価された15日間の平均せん断応力（下）

#### 4) 埋没速度の再現

前節に示したように、ラクフェン航路の埋没過程においては流れと波の両者が影響を与えている。そこで、航路に沿った実際の埋没量を再現するため、両者の計算結果を用いて以下のように評価した。

$$V_{sed} = \alpha \times \Delta h_t + \beta \times \Delta h_{tw} \times P \quad (8.17)$$

ここで、 $V_{sed}$  は埋没速度 (m/year)、 $\Delta h_t$  は潮流のみによる15日間の水深変化量の計算結果、 $\Delta h_{tw}$  は潮流と波による15日間の水深変化量の計算結果、 $\alpha$  は静穏な日の出現率により決まる係数、 $\beta$  は年間の波による総エネルギーフラックスとシミュレーションにおいて作用した波のエネルギーフラックスの比により決まる定数、 $P$  は底質の沈降確率であり、次のように定義した。

$$P = \begin{cases} 1.0 & \text{for } \bar{\tau} < \tau_{cd} \\ 1 - (\bar{\tau} - \tau_{cd}) / (\tau_{ce} - \tau_{cd}) & \text{for } \tau_{cd} < \bar{\tau} < \tau_{ce} \\ 0.0 & \text{for } \bar{\tau} > \tau_{ce} \end{cases} \quad (8.18)$$

ここで、 $\bar{\tau}$ は潮流による15日間平均の底面せん断応力、 $\tau_{cd}$ は完全に堆積が生じる場合の限界せん断応力、 $\tau_{ce}$ は堆積が生じない限界せん断応力である。 $\tau_{cd}$ と $\tau_{ce}$ は図8.2.14に示す実際の埋没状況と $\bar{\tau}$ の関係より、 $\tau_{cd}=0.015 \text{ N/m}^2$ と $\tau_{ce}=0.06 \text{ N/m}^2$ とした。 $\bar{\tau}$ と対応した $P$ の変化を図8.2.15に示す。このパラメータの機能は、潮流が強い場所では堆積が生じず、潮流が弱い場所で堆積が生じるという現象を再現するものである。

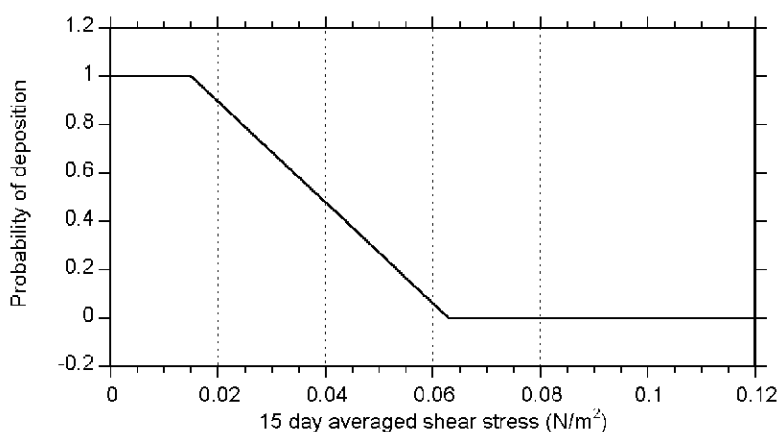


図8.2.15 沈降確率

以上の方法により評価された埋没速度を図8.2.16に示す。図中には、現在の地形（Case 1）と航路水深を8mで均した地形（Case 2）の場合を示し、実測データと比較したものである。図より、埋没速度の評価結果は、Km29-33の若干の侵食と沖側領域での堆積といった航路に沿った埋没パターンをよく再現していることが確認される。

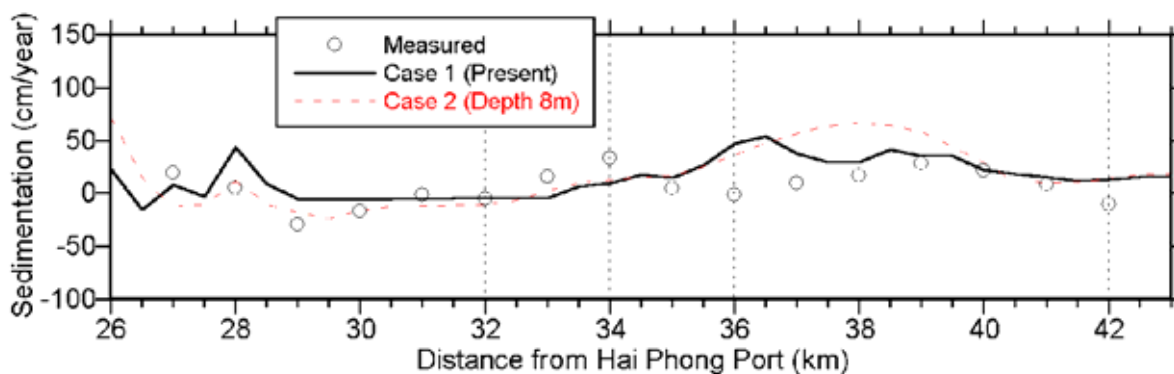


図8.2.16 埋没速度の実測値と計算値による比較  
現況地形（Case 1）、水深8mに均した地形（Case 2）

## 8.2.5 航路埋没の将来予測

ラクフェン航路では、港湾施設の新規開発とともに航路増深と拡幅が計画されている。一般に、航路の増深は埋没量の増大を生じさせ、港湾の運営に支障をきたす場合がある。TEDI による FS 調査報告書によれば、埋没量の低減のため 7,000m の防砂堤設置が提案されている。本調査では、将来の埋没量に関する数値シミュレーションを行い、将来の埋没量予測と防砂堤の位置や長さに関する検討を行った。

### 1) 予測ケース

数値シミュレーションの検討ケースを表8.2.2 に示す。各ケースで外力条件の異なる 2つのシミュレーションを実施し、前節で述べた方法により埋没速度を評価している。ケース 1 とケース 2 は、現況に対するケースであり、水深は約 8m、航路幅は 100m である。この 2つのケースについては、既に前節で示した通りであり、現況の再現性が検証されている。

本節では、ケース 3 からケース 7b の埋没量の将来予測結果を示す。航路の計画水深は 14m であり、航路幅は Km27 から Km36 の範囲が 160m、Km367 より沖側が 210m である。防砂堤については、ケース 5 からケース 7 において 3つの配置を検討した。防砂堤の配置については、図8.2.17 に示す通りであり、Dike1、Dike2、Dike3 と称する。ケース 5、6、7 のシミュレーションでは、防砂堤は不透過の壁として取り扱い、ケース 7b では防砂堤の天端高を M.W.L.と同じ高さの+2.0m に設定し、M.W.L.より水位が高い場合に波、流れ及び底質移動が伝達するようにした。

表8.2.2 予測計算ケース

ケース	航路水深	外力条件	計算期間	港湾施設 / 防護施設
1	7.5m	潮流のみ	15 日	なし/ なし、現況の条件
		潮流+波	15 日	
2	8.0m	潮流のみ	15 日	なし/ なし、航路水深を 8m として均した地形
		潮流+波	15 日	
3	14.0m	潮流のみ	15 日	なし/ なし
		潮流+波	15 日	
4	14.0m	潮流のみ	15 日	あり/ なし
		潮流+波	15 日	
5	14.0m	潮流のみ	15 日	あり/ Dike1
		潮流+波	15 日	
6	14.0m	潮流のみ	15 日	あり/ Dike2
		潮流+波	15 日	
7	14.0m	潮流のみ	15 日	あり/ Dike3
		潮流+波	15 日	
7b	14.0m	潮流のみ	15 日	あり/ Dike3、但し、天端高を +2.0m C.D.に設定
		潮流+波	15 日	

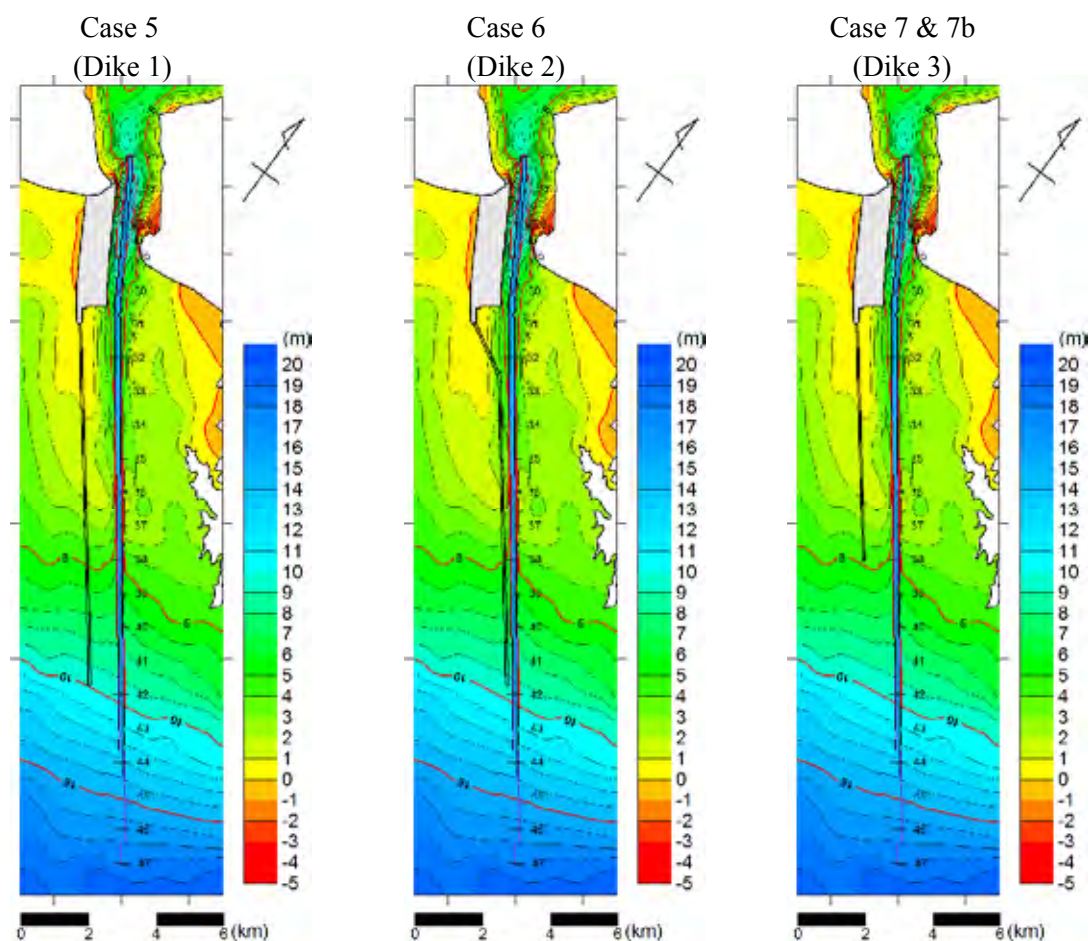


図8.2.17 防砂堤の配置条件

## 2) シミュレーション結果

図8.2.18 に、ケース3 からケース7b についての埋没速度の評価結果の縦断分布を示す。また、図8.2.19 に総埋没量の比較結果を示す。総埋没量は、埋没速度、航路幅及び航路の延長より計算したものである。

図中に示されるように、ケース3 の埋没量が最も大きく、ケース6 の埋没量が最も小さく評価されている。ケース4 については、港湾施設はあるが防砂堤がない条件であり、構造物が何もない条件のケース3 より埋没量は若干小さくなっている。ケース5 からケース7 は、港湾施設と防砂堤がともに含まれる条件である。防砂堤の機能は、航路外で生じる浮遊泥が航路に流入するのを防ぐものである。ケース5、6、7 の埋没量を比較すると、防砂堤が長いほど、また航路近くに設置するほど、埋没の阻止効果が高いことが確認される。

ケース7b は、防砂堤の天端高を M.W.L.と同じ高さ (=+2.0m、 C.D.) に設定し、潮位が M.W.L.より高い場合に防砂堤の上を通過する波や流れ、底質移動を許容した場合の計算ケースである。ケース7 と7b を比較すると、ケース7b の埋没量はケース7 より大きいとその差はわずかである。

埋没量に関しては表8.2.3 に整理した。表中には、1年目の埋没量と2年目以降の埋没量の2つを



表示している。現況の1年目の埋没量（ケース1&2）は120万 $m^3$ であり、これは深浅測量データの解析結果より得られる値である。これは、2年目以降の埋没量と比べ4.6倍大きい。埋没速度の時間変化は、異常な高波浪の来襲によるものか、図8.1.17に示したような過剰に浚渫されている箇所が急速に埋め戻ったことにより生じたのかは定かでない。ここで示すシミュレーションは、2年目以降の実測の埋没速度より評価したものであり、1年目の急速な埋没速度は再現されていない。しかしながら、1年目の埋没は概して2年以降の埋没よりも大きいため、埋没量の将来予測の評価として含めるべきと考えられる。そのため、予測ケース（ケース3～7b）の1年目の埋没量は、2年目の埋没量の4.6倍として評価した。

結論として、シミュレーション結果は防砂堤が埋没防止に効果的であることを示した。防砂堤の長さや配置、構造の詳細については、初期コストと維持コストによるライフサイクルコストを考慮して決定されることが望ましい。

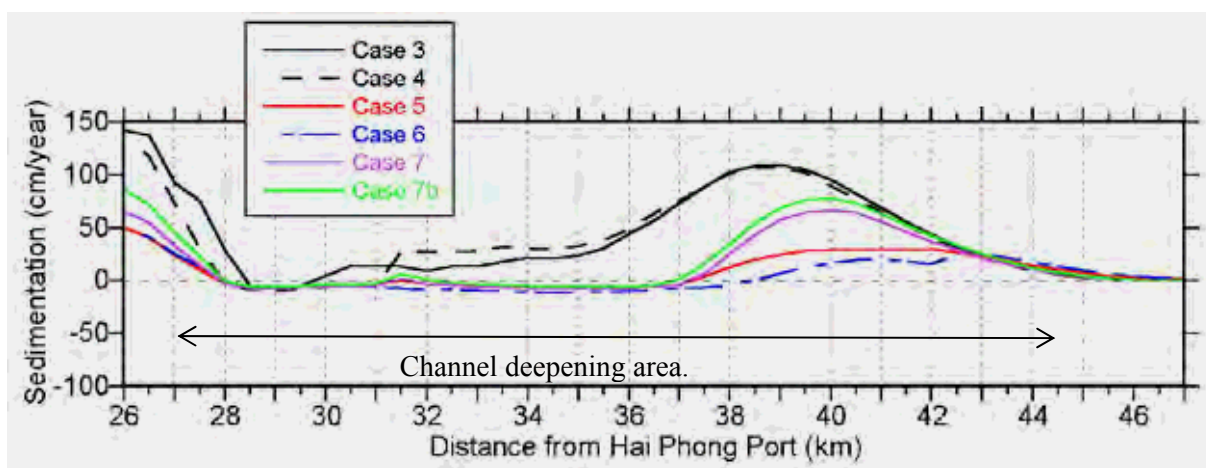


図8.2.18 航路水深14mの場合の埋没速度の予測結果

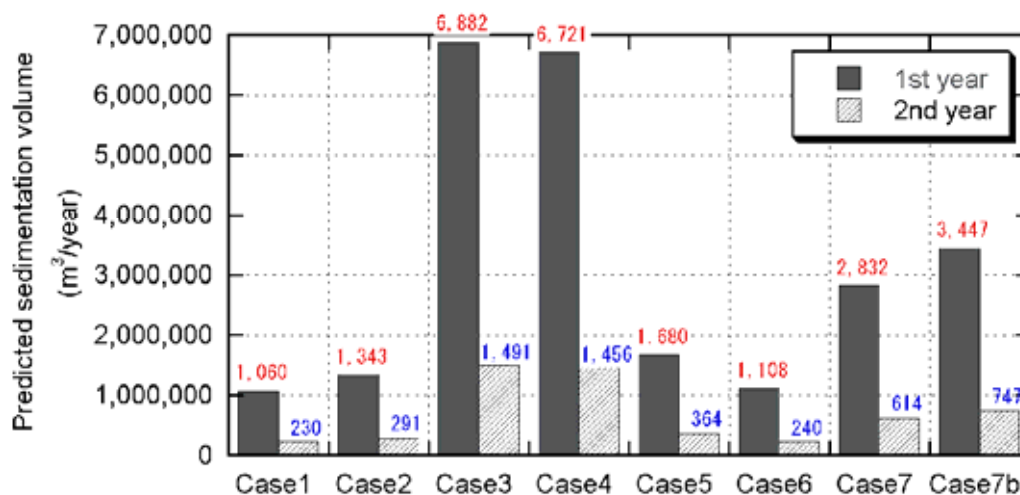


図8.2.19 総埋没量の予測結果（2年目以降の埋没量）

表8.2.3 埋没量のまとめ

ケース	説明	1年目 (m <sup>3</sup> /年)	2年目以降 (m <sup>3</sup> /年)
1&2	約8mの航路水深、現況	1,200,000*	260,000
3	14m、構造物なし	6,873,000	1,491,000
4	14m、港湾施設あり、防砂堤なし	6,712,000	1,456,000
5	14m、港湾施設あり、防砂堤延長=10,000mを航路より1.5km離して設置	1,678,000	364,000
6	14m、港湾施設あり、防砂堤延長=11,000mを航路脇に設置	1,107,000	240,000
7	14m、港湾施設あり、防砂堤延長=7,000m	2,829,000	614,000
7b	14m、港湾施設あり、防砂堤延長=7,000m(天端高=+2m、C.D.)	3,442,000	747,000

\*) 深浅測量データの解析結果より評価

### 3) 工事期間中の埋没

埋没は港湾施設、防砂堤及び航路増深の施工中にも生じると考えられる。図8.2.20は、航路水深14m、防砂堤配置をケース7bと仮定した場合の工程案である。図に示すように、初期浚渫には32カ月を要し、防砂堤完成には40カ月を要する。工事完了時点における航路水深を評価するため、工事期間中の埋没量について以下に検討した。

図8.2.21に示す3通りのシナリオを検討した。シナリオ1は、港側から沖側に向けて浚渫する場合、シナリオ2は、まずKm36地点までを岸から沖に向けて浚渫し、その後沖端から岸に向けて浚渫する場合、シナリオ3は、沖端から港側へ向けて浚渫する場合である。3つのシナリオに対する工事中の埋没量は以下の仮定に基づき計算した。

- 防砂堤完成は2015年末であるため、防砂堤の効果は工事期間中の埋没量評価に考慮しないものとする。
- そのため、航路沿いの埋没速度は構造物なしで-14mに浚渫したのみの場合であるケース3のシミュレーション結果を用いて評価する。
- 各年の浚渫領域において、浚渫完了時点から2015年末までの埋没量を算定する。
- 算定の時間間隔は6カ月とし、浚渫後の埋没量を足し合わせて評価した。



Construction Schedule for Lach Huyen Port Project

ID	Task	Period (mth)	2012												2013												2014												2015												2016																																																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																
<b>YEAR 2015 STAGE</b>																																																																																																														
1	Reclamation	15	陸一沖																																																																																																											
2	Access Channel Dredging	32	CH+0~3800												CH+3,300~9,000												CH+9,000~15,000												CH+15,000~17,400																																																																							
3	Outer Revetment	36																																																																																																												
	Type-A (720m)	21																									300m												720m												1,000m												2,000m												2,510m																																			
	Type-B (2,510m)	26																																																																																																												
4	Training Dike	40																																																																																																												

図8.2.20 ラクフェン港プロジェクトの工程案

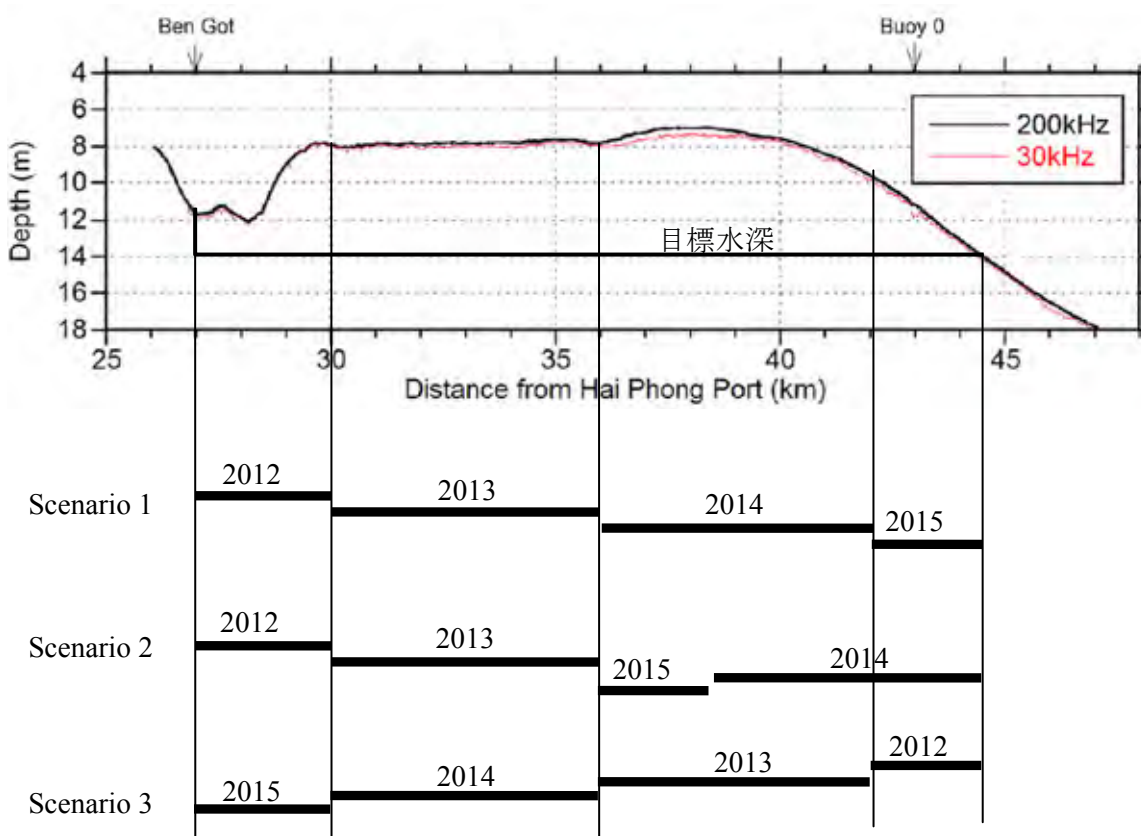


図8.2.21 初期浚渫のシナリオ

上記の仮定に基づき評価した航路の埋没高さを図8.2.22に示し、平均埋没高さ と総埋没量を表8.2.4に示す。これらの結果より、工事期間中の埋没の特徴が次のように評価された。

- 3つのシナリオを比較すると、シナリオ2が最小埋没量で、シナリオ3が最大である。
- 埋没のピークは Km38 付近に現れる。その埋没高さはシナリオ1、2で1.4m、シナリオ3で2.5mである。
- シナリオ2で埋没量が最も小さくなる理由は、埋没が大きい Km36～Km42 の領域について浚渫後の埋没期間が短くなるためである。

これらの特徴は、初期浚渫完了時点で Km39 付近の航路水深が-14mより浅くなることを示している。また、浚渫直後の埋没は大きくなる傾向にあるので、工事期間中の埋没量はこの評価よりも大きくなる可能性がある。そのため、工事期間の埋没についても注意深く監視していくべきと考えられる。

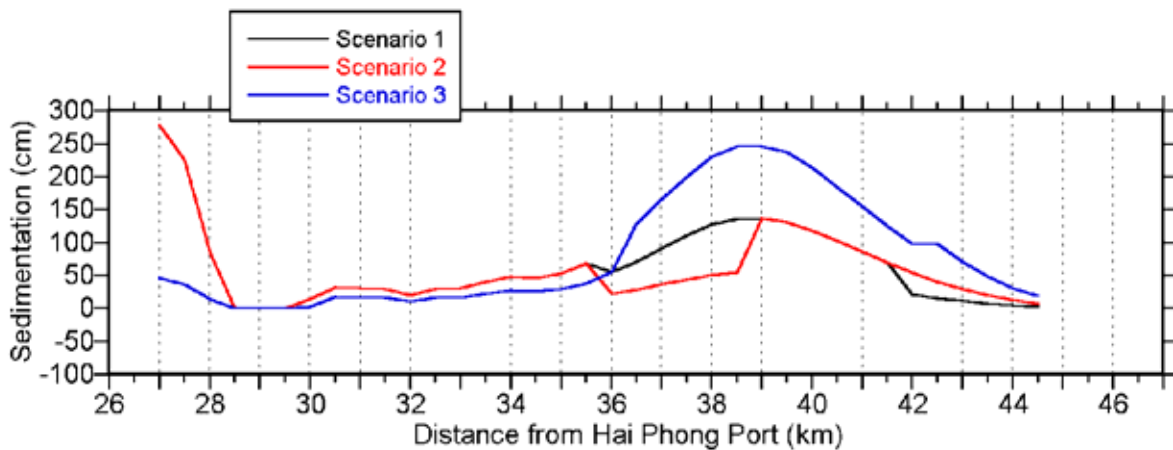


図8.2.22 工事期間中の埋没高さの評価結果（2012年8月～2015年12月の埋没量）

表8.2.4 工事完了時点（2015年12月）における平均埋没高さと総埋没量

シナリオ	平均埋没高さ (cm)	総埋没量 (m <sup>3</sup> )
シナリオ1	68.3	2, 203, 709
シナリオ2	60.0	1, 933, 947
シナリオ3	90.5	2, 919, 638

#### 4) まとめ

本調査では、ラクフェン航路の埋没量を予測するために数値シミュレーションを実施した。水深が約-8mである現況の地形条件に対し、モデルのキャリブレーションを行い航路上の埋没速度を再現した。現況再現の後、航路水深を-14mに増深した場合の予測を行うとともに埋没量を低減する防砂堤の配置について検討した。また、シミュレーション結果をもとに工事期間中の埋没量を検討した。ここで得られた結論は以下の通りである。

- 現況の埋没速度は、総埋没量と航路に沿った埋没パターンについて数値モデルにより再現された。
- シミュレーション結果は、航路水深が増大すると埋没量が増加することと防砂堤が埋没低減に効果的であることを示した。
- また、防砂堤は浮遊泥が航路へ流入するのを防ぐ機能を持つため、延長が長いほど、また航路近くに設置するほど埋没量の低減効果が高い。しかし、延長や配置及び構造についての詳細は、ライフサイクルコストが小さくなるよう決定すべきである。

本調査で予測された埋没量は、2006年11月から2009年11月に測定された深淺測量データの解析により評価された実際の埋没速度に基づいている。この期間は、初期浚渫完了後2年目以降である。その埋没速度は比較的遅く、航路の水深は-8mでほぼ維持されている。しかしながら、2005年10月と2006年11月の深淺測量データは、浚渫後1年目に生じた急速な埋没を示している。この急速な埋没は、浚渫直後の部分的に深い領域が急速に埋め戻されたためと考えられるが、1年目の急速な埋没に対する詳細なメカニズムはまだ十分に明らかになっていない。従って、維持浚渫が毎年行われる場合には、この急速な埋没が毎年生じる可能性がある。このように、計画されている航路の増深には急速埋没のリスクがあるため、工事期間中及び工事完了後の継続的なモニタリングにより埋没量を常に監視し修正していくことが必要である。

## 9. 自然・社会環境の現状

### 9.1 提案事業の環境社会配慮への概要と JBIC 環境社会配慮ガイドラインの確認

#### 9.1.1 既存報告書のレビュー

日本政府が支援を行う円借款事業の重要な承認プロセスの一環として、調査団はベトナム政府が承認した環境影響評価報告書（EIA レポート）及び関連資料のレビューを行い、日本政府が求める環境社会配慮の確認を行った。この承認済 EIA レポート<sup>\*1</sup>は、2008年にベトナム港湾局（VINAMARINE）傘下の MPMU III（Maritime Project Management Unit III：プロジェクト管理ユニット III）の委託を受け、環境省（MONRE）傘下の HYMENET（Center for Hydrography & Meteorology Network and Environment：水理・気象ネットワーク及び環境センター）が作成したものである。また、調査団は、タンブーとラクフェン港を結ぶ幹線道路に係る EIA と住民移転行動計画（RAP）の検証も行った。同幹線道路に係る EIA 及び RAP の検証内容は「10 章タンブーラクフェン道路に係る既存調査のレビュー」に別途記述した。検証を行った既存資料の一覧を以下に示す。

\*1: Environmental Impact Assessment Report, Lach Huyen gateway port infrastructure construction project, approved by MONRE No.2231/QD-BTNMT, Hanoi 31 Oct. 2008

表 9.1.1 検証済レポート一覧

検証済みレポート	
Environmental Impact Assessment Report/ Lach Huyen Gateway Port Construction Project (2010-2015), September 2008	Prepared by HYMENET assigned by PMU III, VINAMARINE
その他検証済みレポート	
Feasibility Study of Lach Huyen Gateway Port Construction Project (ラクフェン港事業性評価報告書)	Transport Engineering Design Incorporation (TEDI) assigned by PMU I, VINAMARINE
Port Capacity Reinforcement Plan In Northern Vietnam, September 2009 (ベトナム・北部港湾能力強化計画)	Prepared by Nippon Koei Co.Ltd. & Associates assigned by MOT
General Construction Plan of Hai Phong City to 2025 and 2050 (ハイフォン市・総合開発計画)	Prepared by Planning Institute of Hai Phong assigned by Hai Phong People's committee

#### 9.1.2 ベトナムにおける環境社会配慮の法的枠組

概して、環境社会配慮に関するベトナム（ベ国）の法制度は、先進国と同様に公正な理念に基づき可能な限り損失を回避し、不可避な損失に対して補償を行う事が保証されている点で比較的整備の進んだ法制度であると言える。また、環境社会配慮の基本理念は2001年に改訂されたベトナム憲法（1992年）で定義されていることを考えても、環境社会に対する配慮は重要な位置付けである事が分かる。環境社会配慮に係る基幹となる法律は、環境保護法 No.52 (2005) と土地法 No.13 (2003)の2つである。経済成長に伴う状況の変化に伴い、これまでにそれら基幹法の関連法が数多く制定され、該当分野の規定が複雑になってきている。ベ国憲法の環境社会配慮に関連する定義は以下の項に見られる。

- ・ Article 17: The state's ownership of the land and other natural resources under the ownership of the entire people（17項：ベ国の土地・天然資源の所有権）
- ・ Article 18: State's power to allocate the rite to use（18項：ベ国の土地利用権の分配権）
- ・ Article 23: Assurance of Properly and Compensation（23項：財産の保障と補償）
- ・ Article 29: Environmental Protection（29項：環境保護）

### 1) 環境保護法 2005 の関連法

年/目的	法律・規制
2005/ LAW	環境保護法 No.52/2005/QH111
1998/ LAW	水資源法 1998, 1999年1月1日発効
2008/ pursuant to Law on Environmental Protection, Dec.#21/2008/ND-CP, Dec.#80/2006/ND-CP	Circular No. 05/2008/TT-BTNMT guiding strategic environmental assessment, environmental impact assessment and environmental protection commitment, 08 December 2008
2008/ pursuant to Law on Environmental Protection, and amending Dec.#80/2006/ND-CP	Decree No.21/2008/ND-CP dated February 28th 2008 of the Government on amendment of some articles of Decree No.80/2006/ND-CP dated August 9th 2006 guiding the implementation of Environment Protection Law.
2008	Decision No.16/2008/QD-BTNMT dated December 18th 2006 of the Ministry of Natural Resources and Environment on obligatory application of Vietnamese standards on environment
2007/ pursuant to Law on Environmental Protection, Law on Water Resources	Decree No.88/2007/ND-CP dated May 28th 2007 of the Government on drainage for urban and industrial zones
2007	Decree No.59/2007/ND-CP dated April 9th 2007 of the Government on solid waste management
2007	Decree No.88/2007/ND-CP dated May 28th 2007 of the Government on drainage for urban and industrial zones
2006/ pursuant to Law on Environmental Protection, and amending Dec.#80/2006/ND-CP	Decree No.80/2006/ND-CP detailing and guiding the implementation of a number of articles of the Law on Environmental Protection
2006/ pursuant to Law on Environmental Protection	Decree No.80/2006/ND-CP detailing and guiding the implementation of a number of articles of the Law on Environmental Protection
2006	Decision No.22/2006/QD-BTNMT dated December 18th 2006 of the Ministry of Natural Resources and Environment on obligatory application of Vietnamese standards on environment
2006	Decision No.23/2006/QD-BTNMT dated December 26th 2006 of the Ministry of Natural Resources and Environment on list of dangerous waste
2006	Circular No.12/2006/TT-BTNMT dated December 26th 2006 of the Ministry of Natural Resources and Environment guiding the procedures for application, registration, licensing, code issuance for managing dangerous waste.
2002	Decision No.35/2002/QD-BKHCMNT dated June 25th 2002 of the Ministry of Science, Technology, and Environment on list of obligatory application of Vietnamese environment standards

## 2) 土地法 2003 の関連法

年/目的	法律・規制
2003/ LAW	土地法 No.13/2003/QH111
2010/ pursuant to Land Law, Cir.#14/2009/TT-BTNMT, Cir.#14/2008/TT-BTNMT, Dec.#69/2009/ND-CP Dec.#84/2007/ND-CP	Decision No. 130/2010/QD-UBND on compensation on support & resettlement policy on Hai Phong City
2009/ pursuant to Land Law, pursuant to Dec.#69/2009/ND-CP, Dec.#84/2007/ND-CP	Circular No. 14/2009/TT-BTNMT detailing the compensation, support and resettlement and order of and procedures for land recovery, allocation and lease
2009/ pursuant to Land Law	Decree No.69/2009/ND-CP to amend a number of provisions on land use planning land rental rates land reclamation and resettlement and compensation
2008/ pursuant to Land Law, Dec.#84/2007/ND-CP	Circular No. 14/2008/TTLT/BTC-BTNMT Joint circular on guiding the implementation of a number of articles of the Government's Decree No.84/2007/DN-CP
2007/ pursuant to Land Law	Decree No.84/2007/ND-CP dated May 25th 2007 of the Government on granting land use right certificate, land collection, land use right, procedures for compensation, support, resettlement where the land acquired by the State and complain denunciation
2004/ pursuant to Land Law	Decree No. 197/2004/ND-CP on compensation, support and resettlement when land is recovered by the State. 03 December 2004
2004/ pursuant to Land Law	Decree No. 188/2004/ND-CP on methods of determining land prices and assorted-land price brackets. - 16 November 2004
2004/ pursuant to Land Law	Decree No. 181/2004/ND-CP on the implementation of the Land Law. - 29 October 2004

## 3) ラクフェン港湾開発プロジェクトに関する他の規制

- 法令 No.71/2006/ND-CP on seaport management and maritime navigation channel dated July 25th 2006
- 法令 No.131/2006/ND-CP on Issuance of Regulation on Management and Utilization of Official Development Assistance dated November 9th 2006

## 4) ラクフェン港湾開発プロジェクトに関する決定事項

- 1999年10月12日 首相決定 No.202/QD-TTg, approval of Master Plan for Vietnam seaports system to 2010.
- 2001年1月10日 首相決定 No.04/2001/QD-TTg, approval of revised planning of Hai Phong city to 2020.
- 2003年8月5日 政治局決議 No.32/NQ-TW, constructing and developing Hai Phong city in the process of industrialization and modernization.
- 2004年8月22日 首相決定 No.885/QD-TTg, approval of the detailed planning for northern

seaport group (Group 1) to 2010 and orientation for development to 2020.

- 2004年8月25日 運輸省決定 No.2561/QD-BGTVT, allowing the preparation of Feasibility Study for Lach Huyen Gateway Port Construction Project.
- 2004年12月31日 港湾局決定 No.766/QD-CHHVN, assigning the representatives of the Project Owner for making Feasibility Study for the Lach Huyen Gateway Port Construction Project.
- 2005年7月27日 運輸省決定 No.2570/QD-BGTVT, approval of outline, cost estimation for survey and FS preparation for Lach Huyen Gateway Port Construction Project.
- 2007年10月23日 港湾局決定 No.694/QD-CHHVN, transfer of projects from the Maritime PMU I to Maritime PMU III.
- 2007年12月25日 運輸省公式文書 Letter No.8327/TTr-BGTVT, proposal for approving in principle the investment of Lach Huyen Gateway Port Project.
- 2008年1月10日 決定 No.06/2008/QD-TTG, establishing and promulgating regulation on operation of Dinh Vu-Cat Hai Economic Zone
- 2008年10月31日 環境省決定 No 2231/QD-BTNMT, approving environmental impact assessment of Lach Huyen International Gateway Port Project, Hai Phong.
- 2008年12月22日 運輸省決定 No. 3793/QD-BGTVT, approving Construction Project of Hai Phong International Gateway Port (starting phase).
- 2009年3月2日 決定 No.34/2009/QD-TTG, approving the Master Plan on Development of the Tonkin Gulf Coastal Economic Belt up to 2020
- 2009年9月11日 ハイフォン市人民委員会決定 No.1808/QD-CT, approving steering committee establishment of the city on Hai Phong International Gateway Port Project
- 2009年9月16日 決定 No.1448/QD/TTG, approving adjustment on general plan on developing Hai Phong city up to 2025 and vision to 2050

### 9.1.3 JBIC 環境社会配慮ガイドラインの確認

原則として、国際協力機構（JICA）が支援を行う円借款事業に関しては借手国の環境社会配慮に係る法的枠組みを尊重するとしている。ただし、借手国の法制度・同国で通常一般的に行われている配慮が、同地域や国際的な基準と著しく異なる場合には、JICA は政府開発援助（ODA）供与相手国に対して、日本政府が求めるレベルの環境社会配慮を要求することがある。本提案事業は JICA を通して ODA の供与が行われることが想定されるが、環境社会配慮のガイドラインは旧・国際協力銀行（JBIC）の環境社会配慮ガイドライン（JBIC ガイドライン：2002年4月）が適用される。2008年に日本の開発援助機関（JICA/JBIC）の組織再編成があったため本事業は JICA が支援を行うが、円借款事業に関しては引き続き JBIC 環境社会配慮ガイドラインが適用される。

#### 1) JBIC ガイドラインの原則とベ国の環境社会配慮要件

JBIC ガイドラインの原則と、JBIC ガイドラインとベ国の環境社会配慮に係る制度の詳細の比較は



Appendix 9-1.に記述した。ベトナムの既存法規制の内容を検討すると、代替案の分析を除いては、EIA の適用範囲及び要件は JBIC ガイドラインを満たしている。この代替案の分析は、ベトナムにおいても EIA の承認を得るための必要項目であるため、通常事業性評価報告書では言及されている。しかしその分析は、必ずしも環境に着目した悪影響の回避、最小化、環境社会配慮上の最良案の選択を目的としている訳ではないため、代替案が JBIC ガイドラインに準拠しない場合は、追加的な検討が必要となる。以下の表は、JBIC ガイドラインの原則を示したものである。

表 9.1.2 JBIC ガイドラインの原則 (要約)

基本事項	JBIC 方針
a) 対策の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 影響の回避、最小化、環境社会配慮上よりよい案を選択するための複数の代替案の検討(影響の回避を優先的に検討、これが困難な場合に影響の最小化・軽減措置を検討)</li> <li>・ フォローアップの計画や体制、そのための費用及びその調達方法の計画</li> </ul>
b) 検討する影響のスコープ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境影響(大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、生態系及び生物相等)、社会影響(非自発的住民移転、先住民族、文化遺産、景観、ジェンダー、子どもの権利、感染症)、越境または地球規模の環境問題等の検討</li> </ul>
c) 法令、基準、計画等との整合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国・地域政府の定める環境社会配慮に関する法律・法令・基準の遵守、環境社会配慮の政策、計画との合致</li> <li>・ 原則として、政府が法令等で定める自然保護・文化遺産の指定地区の回避</li> </ul>
d) 社会的合意及び社会影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクトが計画されている国、地域における合意調整・形成</li> <li>・ ステークホルダーとの十分な協議、プロジェクト及びその影響に関する適切な情報開示、これらの結果をプロジェクト計画・設計へ反映</li> <li>・ 社会的な弱者(女性、子ども、老人、貧困層、少数民族等)に対する適切な配慮</li> </ul>
e) 非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非自発的住民移転及び生計手段の喪失の回避、回避が可能でない場合には、影響の最小化、損失の補償のための代替案・効果的な対策を迫る</li> <li>・ 影響を受ける人々の損失補償(土地や資産)、持続可能な代替生計手段等の支援代替的な支援、移転に要する費用等の支援、移転先でのコミュニティ再建のための支援</li> <li>・ 補償及び対策の立案、実施、モニタリングにおける、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加</li> </ul>
f) 先住民族	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 先住民族に関する国際的な宣言や条約の考え方に沿った、土地及び資源に関する先住民族の諸権利の尊重</li> <li>・ 先住民族の合意</li> </ul>
g) モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクト進行中のモニタリング項目: (i) 予測が困難であった事態の発生の有無, (ii) 事前に計画された緩和策の実施状況及び効果等。その結果に基づいた適切な対策が採られることが望ましい。</li> <li>・ モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わるステークホルダーに公開されることが望ましい。</li> <li>・ プロジェクト実施後、環境社会配慮が十分ではない場合は、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場を設け、問題解決に向けた手順が合意されることが望ましい。</li> </ul>

## 2) 承認済ラクフェン港 EIA レポート の JBIC ガイドライン準拠状況

ラクフェンゲートウェイ港建設プロジェクトの承認済 EIA レポートにおける JBIC ガイドライン準拠状況を確認すると、沿岸の漁業活動に対する対策を除いては、基本的に準拠していると言える。沿岸の漁業活動は JICA が 2010 年 4 月に行った事実確認調査でも確認がされているが、現在

のベ国の補償政策の枠組みでは漁業活動への補償等は定義が無いため、外れる可能性がある。現在ベ国の枠組みでは、この種の問題への対応は法的な義務付は無い。今後それらの対応が行われる場合は、ハイフォン市等の人民委員会が担当当局となり、土地法で規定される各種補償政策にならった政策の検討と導入が行われる事が想定される。本提案プロジェクトの場合、港湾開発事業実施機関（MPMU II : Maritime Project Management Unit II）は政策立案機関ではないものの、本プロジェクト実施責任機関として、ハイフォン市、カットハイ郡人民委員会及びその他の関係当局との協議の下、沿岸漁業活動に係る補償政策を検討することに合意している。

沿岸の漁業活動への配慮に加え、ベ国の土地法で規定される補償範囲に関しても世界銀行（OP 4.12）の非自発的住民移転政策（JBIC ガイドラインが基本とする補償理念）には、多少差異が見受けられる。これは「タンブーラークフェン道路プロジェクト\*」の住居移転行動計画、また世界銀行の支援の下、現在 MOT で策定中の「北部デルタ地域運輸交通開発プロジェクト\*\*」の住民移転政策的枠組の中で言及されている。同地域における ODA プロジェクトとの整合性を考慮すると、本プロジェクトに適用する政策的枠組としては、北部デルタ地域運輸交通開発プロジェクトの住民移転政策枠組みを採用する事が適当と思われる。

\* Volume-IV: Resettlement Action Plan/ Planning Construction Investment Project, Tan Vu-Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, 14 July 2009 prepared by Japan Bridge & Structure Institute, HYDER Consulting, and Highway Engineering Consultants Joint Stock Company

\*\* Project Appraisal Document on a Proposed Credit in the Amount of SDR 104.4 Million To the Social Republic of Vietnam for a Northern Delta Transport Development Project, 19 May, 2008, Transport, Energy and Mining Unit, Sustainable Development Department, East Asia and Pacific Region, The World Bank  
<<http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=73230&theSitePK=40941&menuPK=228424&Projectid=P095129>>

沿岸の漁業活動と非自発的住民移転に関する詳細な検討は、PART-2: 中期開発計画 13 章で行った。また ODA 事業として推奨される枠組みに関しては、PART-3: 22 章 推奨される環境社会配慮対応策に記載されている。

JBIC ガイドラインに対する承認済 EIA と関連資料の準拠状況の概要は以下の通り。

表 9.1.3 JBIC ガイドラインに対する承認済 EIA の準拠状況の概要

基本事項	検討
a) 対策の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベトナム EIA の検討項目は、JBIC ガイドラインの定義を完全に満たしている訳ではないが、代替案の分析に関してはラクフェンゲートウェイ港建設プロジェクトの FS 調査で検討されている（FS 調査別添資料: EIA 申請レポート）。</li> <li>代替案として、経済、環境、社会の側面から3つの候補地が比較検討され、その中でラクフェンが最適地であるとの結論が出ている。他の2つの候補地は1) ラクフェンの北に位置するクアンニン省、カンファと2) ラクフェンの南西及びハイフォン南部に位置するドーソンである。カンファに関しては、港湾予定地への水路アクセスが世界遺産であるハロン湾を横切ることに対する懸念が指摘され、またドーソンは、ビーチリゾートを中核としたエコツーリズム開発への影響が懸念されるとして、候補地から外れている。</li> <li>プロジェクトサイトの選定に加え、港湾構造物と施設に対する技術的な検討も行われている。このような技術的検討は、本来環境社会影響の軽減を念頭に行われる訳ではないが、一般的に、経済的・技術的に最適なオプションは環境的・社会的にも有益であると言える。</li> </ul>
b) 検討する影響のスコープ	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然環境に対する潜在的な影響は、広範囲に渡り検討されているが、季節的な情報に関しては十分ではない。これらの情報は、詳細設計の段階において、実施機関とオペレータによって追加・モニタリングされ、環境管理計画に明記される。</li> <li>社会環境に対する潜在的な影響は、上述のように沿岸漁業活動を除いては、既に検討されている。本調査では、沿岸漁業に対する影響を推定するために2度のサンプル調査を行っている。</li> <li>公共関連施設を追加するという設計変更に伴って、本調査では、カットハイ島での延長部分（干拓地）における追加的な影響調査を行った。</li> </ul>
c) 法令、基準、計画等との整合	<ul style="list-style-type: none"> <li>承認済 EIA は、政府の法律・規制・基準に適合している。また、ラクフェン港湾は、2025年ハイフォン市開発計画と2050年ビジョンにおいて主要プロジェクトと位置付けられている。</li> </ul>
d) 社会的合意及び社会影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>法律で義務付けられているパブリックコンサルテーションと、JICA の要請により MPMU II が実施した追加的なパブリックヒアリングによって、本提案プロジェクトは、コミュニティの確かな合意を得ている。2010年4月に行われた追加的なパブリックヒアリングでは、地元コミュニティの代表より、具体的なプロジェクトのスケジュールと沿岸の漁民に対する配慮が要求された。MPMU II は、担当当局との協力により要求された具体案の提示を約束している。</li> </ul>
e) 非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトは、沖合での建設となることから、沿岸漁業活動を除いては、非自発的住居移転に対する配慮は最低限に留まる。</li> <li>設計の変更により追加的な埋立が必要となったが、追加干拓地は非自発的住居移転を伴わず、一部のコミュニティ保有森林地、墓地、養殖池への影響に留まる。2010年4月末の段階で、詳細な土地収用計画は完成していないが、土地収用の担当当局であるカットハイ郡人民委員会は、既に移転の必要がある墓の親族と移転に係る基本的合意を取り付けている。</li> <li>沿岸漁業活動に対する追加的な補償政策は、2010年4月末の時点で策定中となっている。しかし、MPMU II とハイフォン市人民委員会の、影響を受ける人々への配慮と意欲的な取組を考慮すると、これらの政策は適切補償を保障するものになると考えられる。</li> </ul>
f) 先住民族	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトには影響はない。</li> </ul>
g) モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリング計画は、ベトナムの既存の法律で厳密に義務付けられており、EIA レポートにも明記されている。これは JBIC ガイドラインに準拠するものと考えられる。</li> <li>環境モニタリングの報告と適切な環境マネジメントの実施は、ベトナムの既存の法律によって義務付けられている。これはプロジェクト実施後の環境社会配慮を保障するものである。</li> </ul>

## 9.2 自然環境

ラクフェン港開発プロジェクトの対象地域内及び周辺における自然環境の状況は、主に HYMET による最終環境アセスメント報告（2008年）に記載された第2章：ベースライン（現状）に基づき、以下に記載する。最終環境アセスメントの表題（ラクフェンゲートウェイ港建設プロジェクト）に示されている通り、アセスメント報告は、ラクフェン港開発プロジェクトの規模が、2010-2015年のキャパシティ要求と一致していることから、環境省によって承認された（承認番号 No. 2231/QD-BTNMT、2008年10月31日）。

### 9.2.1 位置

ラクフェン港は、ハイフォン市のカットハイ島南東端の沖合拡張として計画されている。計画水域は、ラクフェン航路の右側であり、カットバ島は航路の左側に位置する。カットバ島の陸上と沿岸域の西側の大部分（Lan Ha 沖とハロン沖の南側）は保全されたエコツアーリズム地域として知られている（ユネスコ指定カットバ国立公園）。カットバ島東側の Phu Long エリア（Cai Vien フェリーターミナルを含む）は、ベンゴットの既存客船ターミナルの南側に位置する開発計画地域周辺を含み、ラクフェン航路を挟んでカットハイ島に最も近い地域である。このエリアは水路の幅が最も狭く、約1,000mである（カットハイ島とカットバ島の間）。

このラクフェン航路は、小型船やハイフォン港から公海に向かう大型船にとってのアクセス航路の一部である。このアクセス航路は水深-7.8mに浚渫されている。

ラクフェン航路を航行する大型船による輸送活動（沖合交通産業活動）とその西部の大部分が保護対象地域であるカットバ島付近（カットバ国立公園自然保護地区）は、カットバ国立公園への明らかな悪影響も見られず、長い期間にわたって共存してきた。

### 9.2.2 気象条件

#### 1) 気温

カットハイ島は熱帯風地域に位置する。その気象条件は近隣の本土内陸地域に比べて穏やかである。気温は熱帯地域と同様、非常に高く（>21度）各月の変化は少ない。年間平均気温は23度～24度である。年に2季あり、気温は11度～12度異なる。

- 冬季（11月～3月）：平均気温は20度以下。1月の気温が最も低く、16度～17度で推移し、最低では10度になる。
- 夏季（4月～10月）：平均気温は25度。7月の気温が最も高く、28度～29度で推移し、最高では32度～33度になる。

#### 2) 降水量

冬季と夏季の気温の変化同様、雨季、乾季と呼ばれる降水量の異なる2季が存在する。カットハイ島の雨季は5月から10月まで、乾季は11月から4月までである。この地域における平均降水量は1,700～1,800mmであり、その85～90%は雨季に降る。

熱帯台風による集中降雨は、初夏の通常午後に発生しやすい。特に7月、8月は熱帯性の集中降雨が長引くと洪水になる。集中降雨は夏季の特徴である。

乾季における降水量は非常に少なく、霧状の雨がたまに降る程度である。カットハイ地区において0.1mm以上の雨が降る降雨日数は、年間113日であり、1年間の31%を占めている。霧雨はベトナム北部地域の特徴である。霧雨の日は湿度が非常に高く、約100%になる。カットハイ地区における霧雨日数は、バイチャイ地区のような本土沿岸部付近に比べて非常に少なく（バイチャイ地区は年間24日）、年間約11日であり、2月、3月、4月に集中している。霧雨の量は多くはないが、生態系を良い状態で維持するのに非常に貢献している。しかしながら、霧雨は視界不良を引き起こすため、水路交通に悪影響を及ぼすことがある。

### 3) 湿度と蒸散作用

カットハイ地区及びバイチャイ地区等の本土周辺地域における最も湿度の高い時期は、2月から4月までであり、湿度は約85~90%、またはそれ以上で変動する。この地域は国内で最も高湿度な地域である。年間平均湿度が非常に高いにも関わらず、冬季には急激に下がり、非常に乾燥する。カットハイ地区では特に、1999年12月に国立公園において最低湿度16%が記録されている。

年間平均蒸発量は約700mmである。乾季には、乾燥や水不足が予測されるほど、蒸発作用は降水より多い。

### 4) 日射量

カットハイ地区における日照パターンは、その年間分布が変動するにも関わらず、非常によいとされている。年間の総日射量は107~108 kcal/cm<sup>2</sup>である。冬の終わりや春の初めの日射量は、夏季の40~50%程度である。カットハイ島上の雲は、特に冬季に非常に厚く、かなりの日射量をさえぎってしまう。

カットハイ地区の年間総日照時間は1,650~1,750時間であり、バイチャイ地区のような本土内陸部付近に比べて高い。夏季の月間日照時間は160~220時間/月であるが、春の初めには50~60時間/月に下がる。

### 5) 風向・風速

ベトナムには、冬季に吹く東北の風と、夏季に吹く南西の風という2種類の主要な風がある。しかしながら、位置と地形の特徴のために、卓越風向は変化する。加えて、カットハイ島はカットバ島の影と言う位置的な特徴により、カットハイ島での夏季の卓越風向は南東か南である。上記の特徴のほかに、海風は、島の気象条件を決める上で重要な役割を担っている。このことは、既に気温の節で記されたように、この地域が通常冬に暖かく夏に涼しく、結果として年間を通じてかなり穏やかな気候である理由となっている。カットハイ島における平均風速は、年間を通じて安定し3.0~3.9 m/secである。カットハイ島における10~20 m/sec以上の風により、通常の世界経済活動に重要な悪影響が生じている。冬季の最大風速は通常、その季節の終わりの東北の風によって引き起こされる。夏季の最大風速は通常、雷嵐と熱帯低気圧によって引き起こされる。春と秋には、最大風速は雷嵐によって引き起こされる。

## 6) 特異な気象条件

### a) 霧

霧は、良好で安定的な気候条件を代表するが、交通においては視界を制限し安全性に影響を与える。バイチャイ地区等本土沿岸部付近で記録された霧の日の日数は、年間13～30日である。カットハイ地区における霧は非常にまれで、過去5年間で2回しか記録されていない。

### b) 暴風雨

暴風雨は、基本的に2つの雲の間、または雲と地上間の電氣的な伝達で、雷を伴うことがある。カットハイ地区においては、バイチャイ地区と同じく、年間平均40～45日暴風雨が発生する。最も暴風雨が多い時期は、6月から8月にかけての3ヶ月間であり、各月の暴風雨の日数は7～9日である。暴風雨は大量の雲、雨、竜巻を引き起こす。特に建設計画においては、このことを十分留意しなければならない。

### c) 熱帯低気圧

熱帯低気圧は、乱気流である嵐と熱帯低圧から成る。これは3つの典型的な自然災害を引き起こす。すなわち、強い竜巻、大量の雨、沿岸部と河川の水位上昇である。熱帯低気圧による影響を最も受ける地域は、北部沿岸部で、その頻度は0.62回/100km/年である。カットハイ島は通常、10年ごとに6～11回もの熱帯低気圧の影響を受ける。熱帯低気圧において記録された最大風速は、約40～50m/sである。また、カットハイ島の港湾施設の計画、設計、建設においては、熱帯低気圧による異常水位上昇を十分考慮する必要がある。

## 9.2.3 海象条件

### 1) 潮位

カットハイ島の潮の干満は日周期である。潮の干満の水位は正弦波の形に従う。満潮の時間は、干満の時間よりも若干短い。干満差は2.6～3.6mの幅で変動し、1ヵ月に2つの期間がある。カットハイ島における潮の干満の状況は、Hon Dau島とほぼ同じである。平均的な月間干満の変動は、通常3.5mを超える。Hon Dau島で観察された水位を以下に示す。

- 平均水位: 1.9m
- 最大水位: 4.21m (1985年10月22日)
- 最低水位: -0.07m (1964年12月21日)
- 最大干満振幅: 3.94m (1968年12月23日)

### 2) 波浪条件

高波浪の状態は、通常5月と11月で、最も波浪条件が厳しくなるのは、7月と9月である（波高=5.6m）

### 3) 河川の流れ

ハイフォン沿岸地域における川の流れは、カム川、バクダン川、チャン川の流れや、潮の干満に影響を受けるため、非常に複雑である。水位、河床の地形、波、風、そして潮の干満を含む係数の間には、強い相関がある。バクダン河口とその周辺の沿岸地域における過去の調査と研究によれば、冬季の風波が安定している場合は、川の流れは干満と水位差に影響を受ける。

ナムチュー地区とラクフェン河口において潮が引く際、流速は 1 m/s にもなる。平均的な流速は 40~60cm/s である。実際には、引き潮時のこのような早い流速は、河床を侵食する。引き潮時の川の流れは、ラクフェン方向に向かっていることに留意する必要がある。

#### 9.2.4 カットハイ島とその周辺の環境状況

##### 1) 大気質（騒音・振動を含む）

騒音・振動を含む大気質は、2006年5月にカットハイ島において、環境影響評価の現況データ収集の一部として5箇所のサンプリング調査により計測された。関係する気象要因（気温、湿度、風向風速）も同様に計測された。大気サンプリング作業に追加して、騒音・振動計測を行った。研究室内で計測された大気質パラメータは、CO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、粉塵（SPM）と鉛である。分析結果は、予測通り、カットハイ島における大気質は非常にきれいで、騒音・振動の影響も小さく、大気質に関するベトナムの国内基準（TCVN 5937-2005、TCVN 5949-1999 on noise and TCVN 6962-2001 on vibration）を満たしていることが確認された。

カットハイ島は非常に小さく、周辺を海に囲まれ、海陸間の大気の交換が活発な環境であることに注意が必要である。加えて、現在は、大気汚染や騒音・振動の悪化を引き起こすような大きな経済産業活動がない。主要な活動地域は、Ninh Tiep 地区のフェリーターミナル周辺と、ベンゴット地区の旅客ターミナル周辺に限られているが、フェリーや旅客の船舶交通の頻度は非常に低い。

##### 2) 土壌の状況

土壌の状態（地表面）は、2006年5月にカットハイ島において、環境影響評価の現況データ収集の一部として5箇所のサンプリング調査が行われた。土質を含む土壌の状態を評価するために、以下のパラメータ：土の組成、比重、油と6種の重金属(Cu, Pb, Zn, Cd, As, Hg)が計測された。

土の組成については、粒子径 0.02mm 以上が最も多く、全体の 80%以上を占めている一方、粒子径 0.002mm 以下は全体の 5%以下と最も少ない。よって土壌のタイプは比較的粗いとみなされる。土質については、対象とした重金属の汚染がなく、ベトナムにおける土質基準（TCVN 7209-2002）を満たしていると評価され、土質は自然の状態とみなされる。

##### 3) 地下水の水質

カットハイ島（プロジェクトエリア）の公共飲料水供給システムは未整備であり、生活水は水深 3~7m の井戸から得ている。地下水水質は、2006年5月に EIA 調査のデータ収集の一部として5箇所で測定された。調査項目は、pH, NO<sub>3</sub>, Fe, Hg, Pb, Zn, 全大腸菌群及び糞便大腸菌群であり、全ての物理的、化学的評価項目はベトナム国の環境基準（TCVN 5944-1995）を満足している。し



かし重要なバクテリア汚染については記述されていない。従って地下水は直接の飲用には適さず、煮沸後の飲用が必要である。

#### 4) 航路部の水質

沿岸河口部における海水の水質は、2006年5月にEIA調査のデータ収集の一部としてラクフェン航路沖合の5箇所において測定された。調査地点は、基本的にハイフォン港及びその周辺のためのアクセス航路（カットハイ島とカットバ島の上に位置する）沿いにあり、港湾開発計画地の沖合に位置する。採水は表層、中間層、海底の3水位から行った。調査項目はpH、水温、濁度、DO、TSS、BOD5、NH3-N、Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>、fenol、SO4<sup>-</sup>、CN<sup>-</sup>、Mn、Fe、As、Cd、Pb、Cr6<sup>+</sup>、Cr3<sup>+</sup>、Cu、Zn、Hg、油及び全大腸菌群である。結果は極めて良好で、ベトナム国の環境基準（TCVN 5943-1995）に適合している。特に、港湾で使用する工業用水としては問題ない。この沖合地域（ラクフェン航路）は、港湾水域ではないがカットバ島周辺に位置している。同島はそのほとんどが国立公園となっている（ラクフェン航路の対岸にある同島西部沿いにも保全地域が位置している）。沿岸海水の水質はカットバ国立公園周辺では若干汚染されている。特にアンモニア（NH3N）、鉛、油分により若干水質が悪化している。ラクフェン航路での油分による海水汚染は本プロジェクトを含む海上交通に直接関わる課題である。

#### 5) 航路部の底質

2006年5月、EIA調査のデータ収集の一部として、前述したラクフェン航路沿いの海水サンプリングと同地点で底質測定を行った。調査項目は、重金属6項目（Cu、Pb、Zn、Cd、As及びHg）並びに全油分である。

底質にかかるベトナム国の環境基準がないこともあり、EIA報告書では分析されていない。世銀の“Environmental Considerations for Ports and Harbor Developments”（1990）にて参考文献として挙げられているオランダの底質基準で評価した。結果は、基準内に収まっており、計画地域の底質は汚染されていないと思われる。

また、本プロジェクトでの浚渫及び埋立地域の底質は7章に示した80地点の最新自然条件調査の一環として測定された。結果は7章の7.3.1に示している。表9.2.1にオランダ基準での評価を示す。これによると底質は顕著に汚染されておらず、浚渫物は制限のない処分管理に適している。

表 9.2.1 ラクフェン港での底質の評価

パラメータ	統計的関連値 (mg/kg)			オランダ基準* (mg/kg)			備考
	範囲	平均値	中間値	参考値	試験値	シグナル値	
Cu (銅)	5.39~ 69.09	22.96	37.23	36	90	400	軽微な汚染
Pb (鉛)	15.89~ 95.46	49.56	55.68	85	530	1000	ごく軽微な汚染
Zn (亜鉛)	35.69~ 249.35	106.41	142.52	140	1000	2500	軽微な汚染
Cd (カドミウム)	0.12~ 1.86	0.75	0.99	0.8	7.5	30	軽微な汚染
As (砒素)	0.51~ 6.38	1.88	3.45	29	85	150	汚染なし(自然状態)
Hg (水銀)	0.13~ 1.47	0.45	0.80	0.3	1.6	15	軽微な汚染
Cr (クロミウム)	19.11~ 89.31	52.47	54.21	100	480	1000	汚染なし(自然状態)
Ni (ニッケル)	10.00~ 52.90	29.03	31.45	35	45	200	多少の軽微な汚染
総油分	9.98~ 499.82	64.57	254.90	50	3000	5000	軽微な汚染

\*出典: Environmental considerations for ports and harbor developments (1990), World Bank technical paper 126

参考値: 自然状態での指標値の限度

試験値: 汚染許容内の指標値の限度

シグナル値: 高汚染レベルの指標値の限度

## 6) 生態系の状況

プロジェクト計画地近傍のカットバ島周辺は、そのほとんどの西部陸域及び沿岸海洋水域が国立公園（カットバ島国立公園）となっており、計画地及びその周辺での既存生態系状況の重要性を示す地点としての項目（1）として記述されている。この調査は、2006年5月に一度だけ実施された（前述した環境調査も一度だけ実施されたものである）。季節的変動（少なくとも乾季及び雨季）を考慮していない一度のみの調査では、広範な理解を得るには限界がある。初期的なサンプリングに加え、入手可能な既存データはEIAレポートの中で計画地及びその周辺での既存航路の海水及び沿岸湿地（カットバ島 Phu Long 海岸）の生態状況を詳細に記述するために用いられている。

海洋生態系のための海水及び底質調査は、前述の4)及び5)で示した通りラクフェン航路の5地点で実施された。測定した海洋（河口）生態指標は、海水中の植物プランクトン・動物プランクトン、及び底質中の底生生物である。カットバ島 Phu Long 地区の湿地生態状況調査は、専ら2つのトランセクト（帯状標本地）の沿岸植物生態に焦点を当てたもので、海藻も含まれている。魚類のようなより高等海洋生物についての生態的状況は、基本的に二次データがEIA調査の中に記載されている。全ての調査結果は、ただ一度のサンプリングであり、また近接する5地点のみであるが、EIA調査の中ではラクフェン航路及びその周辺における他の入手可能な既存調査結果を参

照し、包括的な分析が行われている。

#### a) 海水中の植物プランクトン

植物プランクトンは微細な植物であり、無機物から（光合成によって）有機物を生産する一次生産者として海洋生態系にとって非常に重要である。また、幼生や幼年期の動物プランクトンを含む海洋動物の養分として重要な資源でもある。植物プランクトンは単細胞であるが、互いに連結し、鎖状となる。高い栄養分によって繁茂した場合（その結果として水質汚濁）、水表面に浮遊する膜組織となり、赤潮になることもある。従って、視覚的に過度の濃縮は水質の生物学的指標として重要である。

合計 135 種の植物プランクトンが調査結果を基に示されている。これは、この地域の過去の調査と一致している。植物プランクトンの過度の集中による水質汚濁が発生していないことはラクフェン航路において明らかである。

#### b) 海水中の動物プランクトン

動物プランクトンは、魚類や他の高等海洋動物で構成される多様な動物生態系のための、基礎的な動物起源の食物資源として、食物連鎖にとって非常に重要である（植物プランクトンは植物起源の基礎的な食物資源である）。これらは食物連鎖（第1次消費者）の基礎的な動物である。また、植物プランクトンや有機腐植土を消費し、それによって初期食物資源（植物起源）をより高度な肉の形態（動物起源）に転化させている。その後、エビ、カニ、魚類等、より高度な類の海洋動物の餌となる。従って、海水環境内での種の特徴を理解するために、動物プランクトンの分析は重要である（植物プランクトンと同様）。

合計 22 種の動物プランクトンが 5 地点で確認されたが、これは同地域での既存調査と比較して極めて少ない。バクダン河口を含む既存の調査では合計 61 種確認されている。限られた地域（基本的にカットハイ島とカットバ島及びその周辺に囲まれたラクフェン航路の狭隘部）での 1 回のみサンプリングであったため、少ない確認数になったと思われる。

#### c) 河口海底の底生生物

5 地点で底質調査を実施したが、4 地点のみで底生生物が確認された。確認されなかった地点は底質が砂質土で構成されていた。EIA 調査では、ラクフェン航路において合計 41 種の底生生物が確認された。これは広範なバクダン河口地域に生存すると報告されている全底生生物の 29% である。サンプリング地域が狭かったこと及び 1 度の調査であったことが少ない確認数となった理由である。

#### d) Phu Long 地域の湿地における植生

ラクフェン地域では、湿地植生はカットバ島の Phu Long 海岸沿いにおいてのみ優勢である。カットハイ島に生育する湿地植生は既に水産養殖池により消失している（人口生態系への転化）。Phu Long 海岸では 23 種の植物が調査により確認されているが、ここは泥質粘土の湿地であった。23 種の内、高度な生態的、経済的価値を有する数種はマングローブ林が繁茂する地域でのものである。この生態的に重要なマングローブの種は *Avicennia lanata*, *Excoecaria*

*agallocha*, *Kandelia candel*, *Rhizophora stylosa* 及び *Annona glabra* 等である。これらのマングローブは、魚類やカニといった多様な海洋動物相の産卵場として、また沿岸浸食に対する天然の障壁として間接的な経済的利益を有することに加え、幹の薪・炭への利用、タンニン抽出のための樹皮の利用、蜜蜂のための花の利用といった直接的な経済利益も有する。他の植物種は海浜草類や低木が確認されている。

#### e) 魚類

バクダン河口の出入口は、形態学的変動のある EIA 調査では魚類の調査は実施されていない。カットハイ市場や Phu Long 市場での漁民や住民に対するインタビューにより既存調査を補足している。

Nguyen Nhat Thi (1991) のデータでは、101 種の魚類がバクダン河口及びその周辺で確認されており魚類は豊富である。しかしながら、魚類の走行性から捕獲が限られ、多くの既存調査では一回に 20 種程度である。バクダン河口での魚類は 2 つのグループに分けられる。

- (1) 河口に生息する魚類：塩分濃度、温度、河口特性の顕著な変動に適応する能力を有する種。  
*Clupanodon*, *Thrissa*, *Coilia*, *Salanx acuticeps*, *Glossogobius*, *Hemiramphus itermedius* のような種はこのグループに属する。
- (2) 産卵期に河口部を産卵場所として利用する沖合に生息する魚類：経済的価値が高く、大型の種である。漁獲される経済的価値の高い典型的な種は *Scoliodon shorhachowah*, *Sardinella jussieu*, *Harengula nymphaea*, *Priacanthus tayenus*, *Caranx malabaricus*, *Selaroides leptopis*, *Lutianus erythropterus*, *Nemipterus japonicus*, *Pomadysys hasta*, *Upeneus moluccens*, *Rastrelligen kanagurta*, *Scomberomorus commersoni* 等である。

### 9.3 社会環境

#### 9.3.1 提案事業周辺の社会環境状況

ラクフェン港とタンブー-ラクフェン道路プロジェクトにより直接的な影響を受ける可能性のある地域を、地理的・経済的な観点から以下の 6 つの地区に分類した（図 9.3.1 参照）。

- (1) Hoan Chau 地区（カットハイ島南西）
- (2) Nghia Lo 地区（カットハイ島西）
- (3) Van Phong 地区（カットハイ島中央・南）
- (4) Dong Bai 地区（カットハイ島北東）
- (5) カットハイ TT（カットハイ島中心部・南東）
- (6) Phu Long 地区（カットハイ島西・新港対岸）

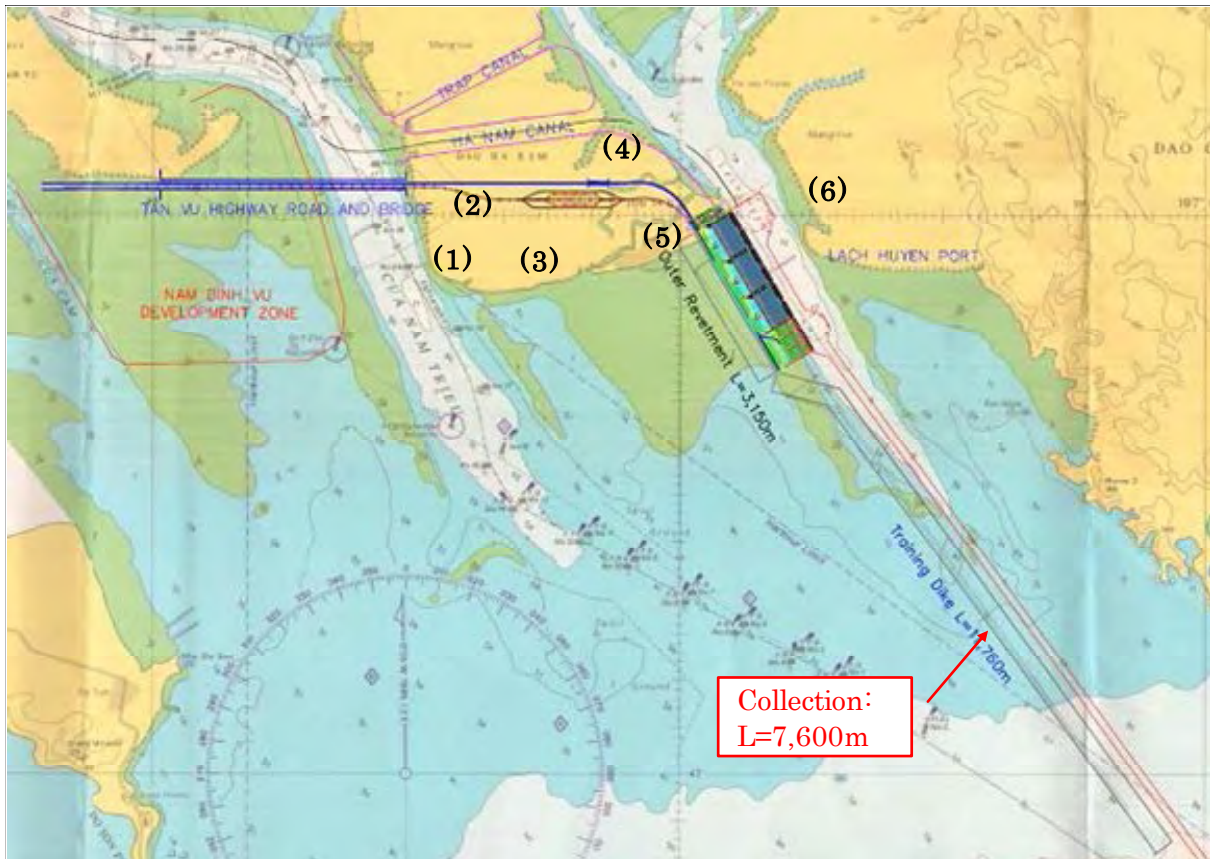


図 9.3.1 ラクフェン Gateway Port Project により影響を受けると予測される地域

本プロジェクト実施により影響を受ける可能性のある地域の社会概況は以下の通り。

#### 1) Hoan Chau 地区（カットハイ島）

Hoan Chau 地区はカットハイ島の南西に位置する。同地区での主職業は養殖業（180/340 世帯）と、沿岸漁業（70/340 世帯）であり、他の地区とは異なり、塩田は 5ha と小規模である。当地での雇用機会は極めて限定的であり、大半の若者は都市で働くために地区を離れるか、主要都市の大学で勉強を終えた後、島外で職に就くのが一般的である。この地区は港湾及びタンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる物理的な影響はないが、漁民の一部は港湾と防砂堤によって直接影響を受ける可能性がある。同地区の役人及び人民委員会代表との協議からは、港湾と道路プロジェクトは、地方政府と住民に充分認知されており、合意を得ていることが確認できた。



南部沿岸と養殖池 (右) のコンクリート  
堤防沿いの海藻



役人へのインタビュー

## 2) Nghia Lo 地区（カットハイ島）

Nghia Lo 地区 はカットハイ島の西に位置し、ディンブー-カットハイ間を運行するフェリーの発着港があり、島の西玄関口である。同地区の主な職業は食塩製造と養殖である。当地は、カットハイ島の西側玄関口であるが、観光や他のサービス等のビジネス機会は少ない。そのため、他の地区同様、若者の大半は雇用機会の欠如から、高等教育後は地区を離れる傾向にある。この地区は港湾プロジェクトによる影響はないが、タンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる物理的影響がある。道路プロジェクトによって影響を受けると予測される人々へのヒアリング結果によると、港湾・道路プロジェクトは当地でよく認知されており、補償政策により適切な財産・生計に対する補償がなされれば、実施を支持する意向であることが確認できた。



フェリーターミナル



Nghia Lo の典型的な塩田

## 3) Van Phong 地区（カットハイ島）

Van Phong 地区はカットハイ島の南に位置する。同地区の主職業は食塩製造と養殖であるが、沿岸地域の漁民は小型船による沿岸漁業のみで生計を立てている。当地は、他の地区同様、雇用機会の欠如により若者の大半は高等教育後に地区を離れる傾向にある。この地区は港湾及びタンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる物理的な影響はないが、漁民の一部は港湾と防砂堤によっ



て直接影響を受ける可能性がある。同地区の首席代表へのヒアリング結果から、住民は港湾・道路の両プロジェクトを歓迎しており、ハイフォン市に留まらず国の経済開発に貢献することを期待していることが確認できた。



Van Phong の典型的な塩田

Van Phong 首席代表へのインタビュー

#### 4) Dong Bai 地区（カットハイ島）

Dong Bai 地区はカットハイ島の南東に位置している。同地区の主職業は、食塩製造と養殖業であり、沿岸では漁網を使用する沿岸漁業を営んでいる。他の地区同様、当地での雇用機会は限られており食塩、養殖、魚醤油の生産が中心である。この地区は港湾プロジェクトによる影響はないが、タンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる直接的な影響があり、漁民の一部は港湾と防砂堤によって直接影響を受ける可能性がある。同地区の役人及び移転の可能性のある住民へのヒアリングによると、住民は、港湾・道路の両プロジェクトを支持しており、プロジェクト実施による生活水準の向上とよりよい雇用機会の創出を期待していることが確認できた。



沿岸部の漁網

Dong Bai 地区の塩田及び住居

#### 5) カットハイ TT（カットハイ島）

カットハイ TT は本プロジェクトサイトの中央部であり、カットハイ島の南東に位置する。同地区の主職業は、伝統的な食塩製造、養殖業、沿岸漁業に加え、商業や様々なサービス業も行われている。それでも他の地区と同様に若者の雇用機会は不足している。カットハイ TT は港湾もし



くはタンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる物理的な影響がある。また、漁民の一部は港湾と防砂堤によって直接影響を受ける可能性がある。さらにカットハイ TT の住民に加え、同地にはカットハイ島の東側玄関口 Got harbor からの漁業移民が存在し、彼らは季節労働者として沿岸及び沖合（ハロン湾及びカットバ島南）漁業によって生計を立てている。当地域で沿岸漁業を行っている漁業移民の一部は、本プロジェクトの実施により直接影響を受けることになる。2010年4月にカットハイ TT にて行われた公聴会と EIA レポートによると、同地区の住民は両プロジェクトを歓迎しており、より多くのビジネス・雇用機会の創出に期待していることが確認できた。



## 6) Phu Long 地区（カットバ島）

Phu Long はカットバ島の西に位置し、カットバ島の地区の中で唯一、本プロジェクトの直接影響を受ける地域である。カットバ島は、ユネスコ世界遺産であるハロン湾の一部であり、域内で最も有名な島の一つである。しかし、他の観光地や世界遺産付近の島々と比べると、カットバ島の西岸は非常に静かで、地域住民による伝統的な沿岸漁業、養殖業が中心である。そのため、カットハイ島同様、若者の雇用機会は少なく、大半はカットバ島の中央都市及び主要都市に職を求めするのが一般的である。この地区は港湾及びタンブー-ラクフェン道路プロジェクトによる物理的な影響はないが、漁民の一部は港湾と防砂堤によって直接影響を受ける可能性がある。一部の漁民は、沿岸で漁網を使用していたが、ラクフェン港プロジェクトの準備段階で禁止され、既にカットハイ地区から漁網権に対する補償が行われている。Phu Long の小さな漁港での漁師との協議から、彼らは総じて港湾開発プロジェクトを支持しており、地域経済の発展に興味を示していることが確認できた。しかしながら、地区内での情報公開が十分でないため、影響を受ける可能性のある住民の中にはプロジェクト自体を認知していないものも存在する。



Phu Long harbor における沿岸・沖合漁船

Phu Long のメインストリート沿いの住居

### 9.3.2 ラクフェン港 EIA 承認後の最新法律情報

現在有効な法規制の概要は9.1.2に記載している。ラクフェン港のEIAは2008年に承認されたが、その後の港湾設計変更によりMPMU IIは修正EIA (ADDITIONAL EIA)の実施が求められている。その場合、修正EIAと土地収用の準備段階においては、最新の法規制が適用される。社会環境に関連する法規制の最新版は以下の通り。

#### 1) 環境保護法に関連する最新情報

環境保護法に関連する法律の改正はない。そのため、承認済EIAと修正EIAとの適合性を検討する必要はない。現在、環境省は環境保護法の改正ガイドラインを策定中であるが、その発効日と施行日の時間差を考慮すると、新ガイドラインは今回の修正EIAへは適用されない。

#### 2) 土地法に関連する最新情報

土地法に関連する法律改正の内、土地収用計画の準備に係る主要な改正は以下の通り。

- Decision No. 130/2010/QD-UBND on compensation on support & resettlement policy on Hai Phong City (ハイフォン市政令・住民移転に対する補償)
- Circular No. 14/2009/TT-BTNMT detailing the compensation, support and resettlement and order of and procedures for land recovery, allocation and lease (ベ国法・土地再利用の手続き、住民移転に対する補償等)
- Decree No.69/2009/ND-CP to amend a number of provisions on land use planning land rental rates land reclamation and resettlement and compensation (ベ国法・土地利用計画、住民移転に対する補償等の条項の改正)

ハイフォン市決定 No.130/2010/QD-UBND は、ベ国法・Circular No.14/2009/TT-BTNMT で修正された土地収用等の国内法に対し、各県及び政令指定都市が地域特性を反映した細則を適用したもので、本提案事業の土地収用・住民移転等の拠り所となる政令である。また同法は、最新の規制に沿って作成されており、土地価格等の地元特有な条件にも言及している。Circular No.14/2009/TT-BTNMT と Decree No.69/2009/ND-CP は、以前の法令の実施・適用向上を目的とし

て策定された。以前の法令とは、非自発的住民移転の補償政策や、Decree No. 197/2004/ND-CP on compensation, support and resettlement when land is recovered by the State（政府による土地回収後の住民移転・補償）等である。Decree No. 197/2004/ND-CP は現在まだ有効であるものの、これ以降の法令が、現実的なニーズを満たし、国際基準を念頭に補償内容の向上を目指し、適用条件の特定や以前の条件の廃止等を定めている。特に、プロジェクトの影響を受ける可能性のある人々の参加を強化している。例えば、公聴会と公共の意見を反映した住民移転計画の改善に関して、Decree No.69/2009/ND-CP ではその実施を義務付けているのに対して、Decree No.197/2004/ND-CP では告知を義務付けるに留まっている。

このように、ベトナムにおける法改正の取組は行われているが、世界銀行の非自発的住民移転政策（WB OP4.12）を参考にした JBIC 基準と比較すると、まだその補償対象の資格要件と補償内容には差がある。Decree No. 197/2004/ND-CP の Article 1 に記載されているように、ベトナムの補償政策がドナーのものと異なる場合で、ベトナム政府が合意する場合には、ドナーの政策が採用される。本プロジェクトでは、JBIC ガイドライン/WB OP4.12 が適用されると考えられる。これは、9.1.3 の 2) 承認済ラクフェン港 EIA の JBIC ガイドライン準拠状況、で述べた通り、北部デルタ地域運輸交通開発プロジェクトの補償政策は、WB OP4.12 を採用しているため、同地域・同時期の ODA プロジェクトとしての整合性を考慮すると、JBIC ガイドライン/WB OP4.12 を採用するのが適切である。

### 9.3.3 JBIC ガイドラインチェックリストと社会環境影響の確認

承認済 EIA のレビュー結果の概要と JBIC ガイドラインチェックリストは以下の通り。

#### 1. 許可と説明責任

##### (1) 地域に対する説明責任

##### - プロジェクトとその影響に係る適切な説明及び社会的合意

プロジェクトの影響を受ける可能性のある人々（PAP）に対して、地方当局及び PAP コミュニティ（fatherland front committee）による、適切な説明と意見収集が行われた。さらに、法律で規定されているパブリックコンサルテーションに加え、実施責任機関である MPMU II は、2010 年 4 月時点で、PAP のプロジェクトに対する理解向上と、プロジェクトへの積極的な参加の促進を目的として、追加的なパブリックコンサルテーションを実施した。パブリックヒアリングの記録は Appendix 9-2 参照のこと。

##### - 地域・規制当局によるコメントへの適切な回答

地元コミュニティ及び地方当局からのコメントは、承認済 EIA に記録されており、規制当局のコメントは EIA 承認証に記載されている。これらの結果より、本プロジェクトは、基本的にコミュニティから強く支持されていることが確認できる。2010 年 4 月のパブリックヒアリングでは、カットハイ TT の代表によりプロジェクトの具体的スケジュールと沿岸漁業に対する配慮が要求された。それに対し、MPMU II は具体的なスケジュールを出来る限り早く提示するとともに、担当当局と協力して影響を受ける漁民に対する配慮を検討することを約束している。

#### 4. 社会環境

##### (1) 住民移転

###### - 非自発的住民移転の可能性、影響の最小化・軽減措置に対する取組

本プロジェクトでは非自発的住民移転の必要はない。しかし、港湾設計の変更に伴い、公共関連施設のための追加的な土地収用対象地として、墓地、養殖池、コミュニティ森林地が挙げられている。

###### - 影響を受ける人々に対する移転・補償に関する適切な説明

既存の法律と関連規制により、住民移転と土地収用の管轄当局に規定されているハイフォン市、カットハイ群、そして地区の担当当局は、既にプロジェクトにより移転が必要となる養殖池の所有者と墓地の親族から、プロジェクトの実施とそれに伴う移転先に関する基本合意を得ている。

###### - 移転に係る社会経済分析に基づいた適切な住民移転計画（生計手段及び生活水準回復の補償を含む）

当初の港湾開発プロジェクト調査は、公共施設用地の土地収用を必要としていなかったため、住民移転計画は承認済 EIA には盛り込まれていない。しかし、現行のプロジェクトでは、公共施設を追加する設計変更によって、一部の私有地まで範囲が拡張された。それに伴い、カットハイ群の関連当局と MPMU II は、住民移転計画と土地収用計画を策定している。これは、生計手段の補償と生活水準の回復を保障する目的で法律と関連規制により義務付けられている。

###### - 住民移転計画における社会的弱者（女性、子ども、老人、貧困層、少数民族、先住民等）に対する配慮

プロジェクト影響地域には、社会的弱者は存在しない。ただ、カットハイ群外部からの漁業移民と船上生活者に対しては特別な配慮が必要であると考えられる。現在、担当当局と MPMU II は沿岸漁業活動の補償政策を策定しており、上述のような漁民は保護・補償の対象となると考えられる。

###### - 影響を受ける人々の住民移転前の合意取付

詳細な条件に関しては、詳細設計段階で決定されることになるが、地方当局との初期コンサルテーションにより PAP との基本合意は確認済みである。

###### - 適切な住民移転の実施計画、実施能力、財源確保に関する枠組み

ハイフォン市人民委員会は、住民移転・土地収用を実施する権限を持ち、同地域の様々な住民移転の経験から実行能力は持ち合わせていると言える。財源に関しては、プロジェクト実施機関の所管省庁である運輸省から手当される。

---

- 住民移転の影響に対するモニタリング計画の策定

モニタリング計画の策定は法律により義務付けられており、2010年4月末時点で策定中である土地収用計画に含まれることとなる。

(2) 生活・生計手段

- 住民の生活状況に対する悪影響の可能性と影響を低減させる適切な対策の検討

プロジェクトの実施に伴い、同地域とその周辺でのビジネス活動は増大すると考えられることから、食材及び他の商品等の価格は全般的に高騰すると予測される。この価格高騰に対する地元住民の対応策として、初期段階では移民労働者と地域住民の生活地域を分け同地域での急激な変化を緩和し、地域住民の所得向上に伴ない徐々に統合していく様な配慮が望まれる。

- 周辺地での水資源利用の変化（漁業、レクリエーション等使用）が住民の生活に悪影響を与える可能性

本プロジェクトは沿岸漁業地域の一部を使用することになる。これにより影響を受ける漁民への配慮は、小規模であるために初期調査では対象外としていたが、本調査では調査対象としている。沿岸漁業調査の結果は 9.3.4 提案プロジェクトサイト周辺の漁業活動に記載されている。ハイフォン市当局と MPMU II は 2010年4月末の時点で既に、このような漁業活動に対する補償政策を策定中である。

- プロジェクト周辺地における現行の水上交通と道路交通に悪影響を与える可能性

防砂堤（全長 7,600m）は、カットハイ-カットバ間を往来する小規模の輸送船及び漁船の運行を妨げる可能性がある。しかしながら、交通量はカットハイ島の God port とカットバ島までの既存の水上交通と道路交通に自然に取り込まれると考えられ、影響は最小限に留まる。

- 移民労働者の受け入れに伴う HIV/AIDS 等の伝染病を含む病気の発生可能性と公共衛生に対する配慮

建設・運営の段階において、大量の建設労働者と港湾労働者が流入することにより、HIV/AIDS 等の伝染病がコミュニティに持ち込まれる可能性がある。その対策として、関連当局は、地元コミュニティ、プロジェクト請負業者及び運業者との協力の下、労働者だけでなく地元コミュニティに対しても啓蒙教育及び予防対策を提供するとしている。さらに、建設労働者の仮居住区を設置する等の移民労働者と地元住民の居住区を物理的に分離する方法が承認済 EIA の中で提案されている。詳細な対策については、詳細設計段階で提案される。

## (3) 遺跡

- 考古学的、歴史的、文化的、宗教的遺跡に損害を与える可能性と、遺跡の保護に関する国の法律に従った適切な対策

提案プロジェクトサイトに遺跡は存在しない。

## (4) 景観

- 地元の景観への悪影響と必要な対策

沖合埋立地は、地元コミュニティの景観を大きく変化させることになるが、これは景観を損なうものではなく、ハイフォン市開発マスタープランの中で、現代的な開発地域の象徴と捉えられていることから、よりよい都市景観を作り出すものとされている。

## (5) 少数民族・先住民

- 少数民族・先住民の権利に関する政府の法律の遵守

プロジェクト地域に該当する人々は存在しないが、必要となれば少数民族保護に努める。

- 少数民族・先住民の文化、生活習慣への影響を軽減する対策

プロジェクト地域に該当する人々は存在しない。

## 5. その他

## (1) 建設期間の影響

- 建設期間の影響（騒音、振動、水質汚濁、塵、廃棄ガス、廃棄物）に対する適切な対策

必要な緩和策は EIA レポートで検討されている。請負業者は、建設工事に於いて EHS（環境、健康、安全）規定に従い、EHS マネージメントモニタリングの計画を策定し、実施しなければならない。

- 自然環境（生態系）への影響を軽減するための適切な対策の検討

請負業者により、ベトナム法令に従った検討及び環境モニタリングにより悪影響は監視され、緩和策が取られる予定である。

- 社会環境への影響を軽減するための適切な対策の検討

建設期間中、特に地元・移民労働者コミュニティに対する悪影響を回避すべく適切な対策を講じる必要がある。当局は、移民労働者のための仮居住区設置の提案と、地元住民と移民労働者との親交を深めるための協議や祭典等の機会提供を提案している。

- プロジェクト関係者と必要であれば労働者に対する、健康及び安全教育（交通安全、公共衛生等）の提供

EHS マネージメントモニタリングは、関係当局の監督の下、建設請負業者によって実施される。

### 9.3.4 提案プロジェクトサイト周辺の漁業活動

既存資料のレビューの一環として、本調査団専門家は、HYMENET（ラクフェンゲートウェイ港建設プロジェクトのEIAコンサルタント）と協議を行い、提案プロジェクトサイトにおける漁業活動の現状把握のためサンプル調査を実施した。HYMENETと調査団専門家（自然環境・社会環境）は、2009年11月24～27日と2010年3月30日～4月2日の2度に亘る現地踏査を行った（表9.3.1参照）。

表 9.3.1 協議を行ったステークホルダーと現地調査の一覧

24 Nov. ハイフォン	Planning Institute of Haiphong（ハイフォン市計画公社） Institute of Marine Environment and Resources（ハイフォン市海洋環境研究所）
25 Nov. タンブー, ディンブー	Nam Hai Commune Authority（コミューン政府代表） Dong Hai II Commune Authority（コミューン政府代表） Border Guard Post at Dong Hai II（国境警備官） A Fisherman at Nam Hai（漁師1名） Four Fisherman off shore south of DinhVu around proposed alignment area（漁師4名）
26 Nov. カットバ/カットハイ	Division for Agriculture and Rural Development, カットハイ District A Fisherman at Phu Long, カットバ（漁師1名） Four Fisherman at TT カットハイ in the harbor, カットハイ（漁師4名）
27 Nov. カットハイ	Hoang Chau Commune Authority, カットハイ（コミューン政府代表） Van Phong Commune Authority, カットハイ（コミューン政府代表）
30 Mar. ハイフォン	Department of Agriculture and Rural Development, Haiphong City（ハイフォン市・農業地方開発局代表） Department of Land Management, Haiphong City（ハイフォン市・土地管理局代表）
31 Mar. ハイフォン	Department of natural Resources and Environment (DONRE)（ハイフォン市・環境局代表） Department of transport, Haiphong city（ハイフォン市・交通局代表） Transport and Tourism Joint Stock Company（民間・フェリー事業者代表） Field survey (Tan-vu/Dinh-vu)（現地踏査）
1 Apr. カットバ/カットハイ	Division for Agriculture and Rural Development of カットハイ District（ハイフォン市・農業地方開発局代表） Field survey (カットバ & カットハイ)（現地調査）
2 Apr. カットハイ	Field survey（現地調査）

#### 1) 地方当局とのヒアリング概要

##### a) ハイフォン市農業・農村開発局

- 現ハイフォン 養殖面積の合計 13,500 ha、内:

淡水養殖生産:	5,000ha;
汽水養殖生産:	8,500ha;
海水養殖生産量:	300ha;

- 加えて

住居兼漁船 570 と浮沈型網生け簀 11,500 が養殖生産に使用;  
軟体類魚介生産場所 70。



## - 養殖生産量の合計 45,600 トン、内:

淡水養殖生産量:	21,200 トン
汽水・海水生産量:	24,400 トン

## - 主要地区の養殖生産量:

カットハイ地区:	6,500 トン/年
Hai An 地区:	4,100 トン/年
Thuy Nguyen 地区:	3,392 トン/年
Duong Kinh 地区:	1,000 トン/年
Do Son 地区:	2,050 トン/年
Kien Thuy 地区:	1,900 トン/年

## - 漁船数: 4,090、内:

エンジン出力 20 馬力 (HP) 未満:	2,850;
エンジン出力 20 - 50 HP:	517;
エンジン出力 50 - 90 HP:	390;
エンジン出力 90 - 150 HP:	234;
エンジン出力 150 - 250 HP:	83.

## - 主要な漁業区:

## Zone 1:

Ba Lat Estuary- ドーソン区間: この区域では繁殖期 5-7 月の漁は禁止されている。

## Zone 2:

カットバ-Long Chau 島区間 (zero point 周辺)

## Zone 3:

Bach Long Vi 島周辺: この区域はベトナム北部で最も漁獲量の多い地域である。

## - 漁期

年間の漁期は 2 期である。

1 期目は 11 月から翌年 4 月まで。この時期は主に沖合漁が行われ、代表的な水産製品は遊泳魚である。

2 期目は 4 月から 11 月となる。

## - 漁期間

以前は燃油量の制限から長期の漁は難しく通常は 1 日で行われていた。現在は沖合での給油サービスが比較的充実しており、数日から数カ月間に渡って漁が行われている。海上では、漁獲した水産製品と燃油やその他の必需品（水、食糧等）が適正な価格で取引されている。



- 平均収入レベル: 600,000 VND/人-年

#### d) Nam Hai の漁師

- 漁民の出身地: クアンニン省とハイフォン市の Thuy Nguyen 地区
- 漁業活動・漁船の数: TT カットハイ harbor には約 50 隻の漁船がある。その大半は、クアンニン省とハイフォン市の Thuy Nguyen 地区の漁船である。
- 漁獲海域: ZERO-LINE、海岸線から約 18 マイルの Bac Bo 湾内
- カットハイ漁民の漁獲海域: 海岸線付近のみ
- 一次水産品: 仕掛け漁によるエビ、小魚、タコ
- 平均純収入/月-boat: 500-700 万 VND/月-boat 漁師 2 人を含み、燃料と他の漁業関連費用を除く
- 船の価格: 新しい漁船当たり 2 億 VND
- 懸念事項: 水質の悪化、漁船の増加、仕掛け漁法の改善を理由に、近年の漁獲量は過去と比べ 30%に低下している。
- 別の雇用機会に対する期待: 現在は漁業に関するスキルしかないため、想像出来ない。
- 港湾開発計画に対する意見: 賛否特に意見は無いが、実施スケジュール・実施エリアに興味を示している。



Nam Hai の漁港



Nam Hai 漁師へのインタビュー

#### e) Dinh Vu 南部周辺のプロジェク設計予定地域の漁師 4 名

- 漁民の出身地: Nam Hai
- 漁業地域: 仕掛け漁が行われている沿岸地域、ZERO-LINE
- 一次水産品: 仕掛け漁によるエビ、小魚、タコ
- 販売価格:
 

エビ:	18,000 VND/kg
小魚:	10,000 VND/kg
タコ:	100,000 VND/kg

- 平均純収入/月-boat: 600-700 万 VND/月-boat（漁師 2 人を含み、燃料と他の漁業関連費用を除く）
- 懸念事項: 沿岸開発に伴い、近年の漁獲量は過去と比べ 30-40%に低下している。
- 港湾開発計画に対する意見：賛否特に意見は無いが、根本的に事業に対する情報が不足している。



Dinh Vu 沖合の伝統的な漁網



沿岸地域の漁獲量

#### f) カットバ島、Phu Long の漁師

- 漁民の出身地: Phu Long
- 漁業地域: Bac Bo 湾の沿岸地域
- 一次水産品: 仕掛け漁によるエビ、小魚、タコ
- 平均純収入/月-boat: 1,000 万 VND/月-boat（漁師 2 人を含み、燃料と他の漁業関連費用を除く）
- 港湾開発計画に対する意見：どちらかと言えば賛成で、事業による経済効果を期待する。但し現在は新聞ラジオ等の媒体を通じた限定された情報しか得られていない。



カットバ島、Phu Long の漁港



沿岸地域の鮮魚

## g) TT カットハイ湾の漁師 4 名

- 漁民の出身地: クエンニン省とハイフォン市の Thuy Nguyen 地区
- 漁業活動・漁船数: TT カットハイ湾には約 50 隻の漁船がある。その大半は、クエンニン省とハイフォン市の Thuy Nguyen 地区の漁船である。
- 漁獲海域: ZERO-LINE、海岸線から約 18 マイルの Bac Bo 湾内
- カットハイ漁民の漁獲海域: 海岸線付近のみ
- 一次水産品: 漁捕によるエビ、小魚、タコ
- 平均純収入/月-boat: 500-700 万 VND/月-boat（漁師 2 人を含み、燃料と他の漁業関連費用を除く）
- 船の価格: 新しい漁船当たり 2 億 VND
- 懸念事項: 水質の悪化、漁船の増加、仕掛け漁法の改善を理由に、近年の漁獲量は過去と比べ 30%に低下している。
- 別の雇用機会に対する期待: 現在は漁業に関するスキルしかないため、想像できない。
- 港湾開発計画に対する意見: 賛否特に意見は無いが、教育や漁業を除く職業経験の不足から、期待される新しい雇用へ適応出来ないことへの不安がある。



仕掛け網を積んだ漁船 (手前) と  
沿岸漁船 (後部左手)



漁民へのインタビュー



## 10. タンブーラークフェン道路に係る既存調査のレビュー

### 10.1 はじめに

現在、ベトナム北部地域には、多数の外国企業が進出しており、同地域の経済発展に貢献している。これら外国企業の活動を支える主要港として、ハイフォン港とカイラン港があるが、2020年には、貨物が1億1000万～3000万トンに達することが予想されており、全ての貨物を両港のみで取り扱うことは困難となっている。しかしながら、両港の拡張は、技術的・社会的に困難な状況となっているため、同地域の貨物取扱能力を増加させることを目的として、ラクフェン港の開発が計画された。

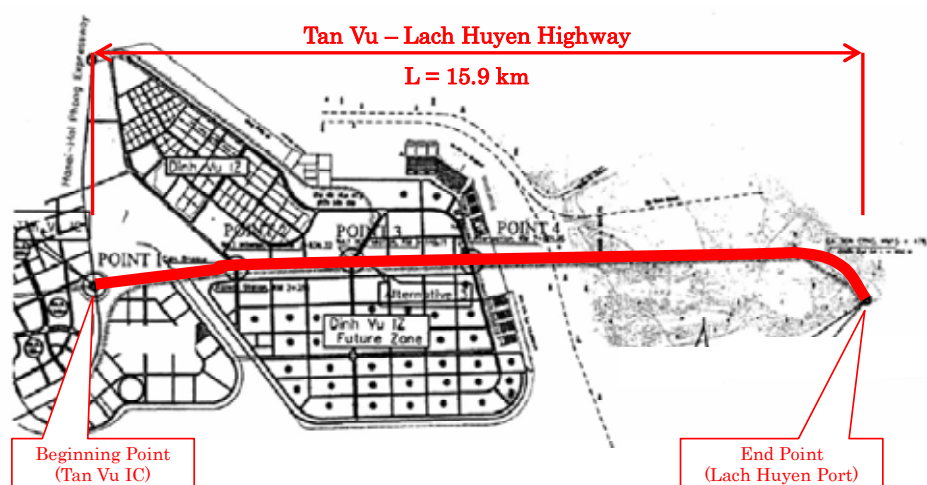
ラクフェン港は、ハイフォン市市街地の東部、約16kmに位置するカットハイ島に建設されるため、ハイフォン市市街地とラクフェン港を接続する道路・橋梁（以下、タンブーラークフェン道路）の建設が必要となる。

現在までに、タンブーラークフェン道路に係る調査として、3つの調査が実施済みである。本調査においては、それら調査のレビューを行うと共に、今後実施される調査（F/S、D/D）に向けての提案も行う。

本調査におけるレビューの目的は、以下の通りである。

- 既存調査は、本プロジェクトがBOTで実施されることを前提に行われているため、ODAプロジェクトとしての更新が必要となる。
- タンブーラークフェン道路は、ラクフェン港と同時期に供用を開始しなければならないが、既存調査ではラクフェン港の開港に間に合わない計画となっている。よって、建設期間の短縮を検討しなければならない。

タンブーラークフェン道路の位置図を図10.1.1に示す。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.1.1 Location Map

## 10.2 関連調査の概要

### 10.2.1 Hai Phong - Lach Huyen Gateway Port Construction Investment Project (VINAMARINE 調査)

ラクフェンゲートウェイ港に係る F/S が、2006 年、Vietnam Maritime Bureau (VINAMARINE) によって実施された。当該調査においては、タンブーラーラクフェン道路に関して、以下の提案がなされた。

- ラクフェンゲートウェイ港へのアクセスとして、ハイフォン方向及びクアンニン方向の 2 路線が整備される。
- 2020 年までに、ハイフォン方向へ 6 車線の道路（鉄道を整備しない）または、4 車線の道路（並行して鉄道の整備を行う）が必要となる。
- 2020 年以降、ハイフォン方向へ 6 車線の道路および鉄道の整備が必要となる。
- 北部工業地域が整備された場合、2020 年までに、クアンニン方向へ 2 車線の道路が必要となる。
- 2020 年以降、クアンニン方向へ 6 車線の道路が必要となる。
- ハイフォン方向へのアクセス道路において、1,140m（40m+260m+540m+260m+40m）の斜張橋を建設する。

### 10.2.2 Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City (VIDIFI 調査)

2007 年 4 月、ベトナム政府は BOT 事業としてタンブーラーラクフェン道路の開発を承認し、ベトナム開発銀行 (VBD) を当該プロジェクトの実施機関として任命した。

EIA 及び RAP を含む F/S が、当該 BOT 事業の投資会社である Vietnam Infrastructure Development and Finance Investment, JSC (VIDIFI, JSC) により実施され、最終報告書が MOT に提出された。しかし、現在までに承認は得られていない。

当該調査においては、横断構成、線形、橋梁延長、橋梁形式、ディンブーにおける交差点計画等を含む設計が実施され、ハイフォン市との協議を通し承認を得ている。

しかし、2009 年 12 月、首相はタンブーラーラクフェン道路開発プロジェクトを、VBD から MOT に移譲することを決定した。よって、本プロジェクトは、BOT ではなく、日本の ODA で実施されることとなった。

### 10.2.3 Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam (MOT 調査)

2009 年、上記 VINAMARINE 調査及び VIDIFI 調査のレビューを目的として、MOT により実施された。

調査においては、ハイフォン港、ディンブー港、ホンガイ港開発に係るレビューの他、カットハイ橋を含むタンブーラーラクフェン道路開発のレビューも行われた。



タンブーラクフェン道路については、上記2つの調査で提案された計画の他、道路線形、橋梁延長、橋梁タイプ、交差点計画等の観点から、新たな代替案の提案がなされた。

最終報告書は、2009年9月に提出され、MOTにより承認された。

### 10.3 関連調査の調査結果

VIDIFI 調査及びMOT 調査における調査結果を表 10.3.1 に示す。

表 10.3.1 関連調査の調査結果

項目	VIDIFI 調査 (2009年7月)	MOT 調査 (2009年9月)
建設期間	36ヶ月	30ヶ月
交通需要予測	2016年：4車線 2022年：6車線（鉄道整備無）、4車線（鉄道整備有）	6車線
道路線形	ハイフォン市マスタープランに準拠	住宅地を避ける線形とし、ハイフォン市マスタープランとは別ルート
ラクフェン港への接続	VINAMARINE 調査で提案された港湾位置に準拠	2つの代替案を提案
DVIZ 計画との整合性	2つのフライオーバーを計画	交差点計画はなされていない
軟弱地盤対策	サンドドレーンおよび置換工法を提案	
橋梁延長	L=5.44 km	L=1.78 km
航路条件	W 100 m × H 12 m × 2 対象船舶：1000DWT	W 80 m × H 12 m × 2 対象船舶：1000DWT 以下
橋梁形式 主橋梁	PC 箱桁橋+V型橋脚 1ボックス一体断面 最大支間長：150m	PC 箱桁橋 2ボックス分離断面 最大支間長：90m
取付橋梁	PC スーパーティアー桁橋 支間長：40m	
基礎形式 主橋梁	現場打コンクリート杭（φ1200）	
取付橋梁	現場打コンクリート杭（φ1200）	
施工方法	築堤によるオープン掘削	
建設費	290億円	230億円
社会環境 住民移転	カットハイ島において331戸	カットハイ島において19戸
漁民	わずかな影響のみ	追加調査を提案
不発弾		
自然環境	EIA は実施済みだが、MONRE の承認は得られていない	

## 10.4 関連調査のレビュー及び提案

### 10.4.1 事業実施スケジュール

VIDIFI 調査において、タンブーラクフェン道路の建設期間は 36 ヶ月と見積もられた。また、プロジェクトを、土工区間 1（ディンブーエリア）、橋梁区間、土工区間 2（カットハイエリア）の 3 つのパッケージに分け、それぞれの建設期間を、33 ヶ月、36 ヶ月、22 ヶ月としている。

一方、MOT 調査では、主橋梁の延長を 5.44km から 1.78km に縮小することにより、建設期間を 30 ヶ月に縮小可能としている。

タンブーラクフェン道路は、ラクフェンポートの開港にあわせて、2015 年 1 月の開通を予定している。本スケジュールを満足させるためには、更なる工期短縮を検討しなければならない。

想定される事業実施スケジュール（案）を表 10.4.1 に示す。

表 10.4.1 事業実施スケジュール（案）

Item	Month	2010				2011				2012				2013				2014				2015			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1 F/S Stage	Saprop	6	■	■	■	■	■	■	■																
2 D/D Stage	Procurement	2			■																				
	Detail Design	12			■	■	■	■	■																
	Tender Document	3						■	■																
3 Construction Stage	Procurement	12						■	■	■	■														
	Land Aquisition	12						■	■	■	■														
	Resettlement	12						■	■	■	■														
	Construction	30										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

出典: Study Team

### 10.4.2 交通需要予測

VIDIFI 調査において、交通需要予測が行われており、始点～ディンブー島、ディンブー島～終点における 2 断面の交通量が推計されている。表 10.4.2 に各年次における交通量及び必要車線数を示す。

表 10.4.2 VIDIFI 調査における交通需要予測及び必要車線数

区間	ピーク	方向	年					
			2015		2022		2032	
			交通量	必要車線数	交通量	必要車線数	交通量	必要車線数
始点～ディンブー島	AM	始点へ	2,272	2	4,242	3	5,195	3
		始点から	1,304	2	2,751	3	3,949	3
ディンブー島～始点	AM	終点から	1,680	2	3,143	3	3,459	3
		終点へ	583	2	1,450	3	1,826	3

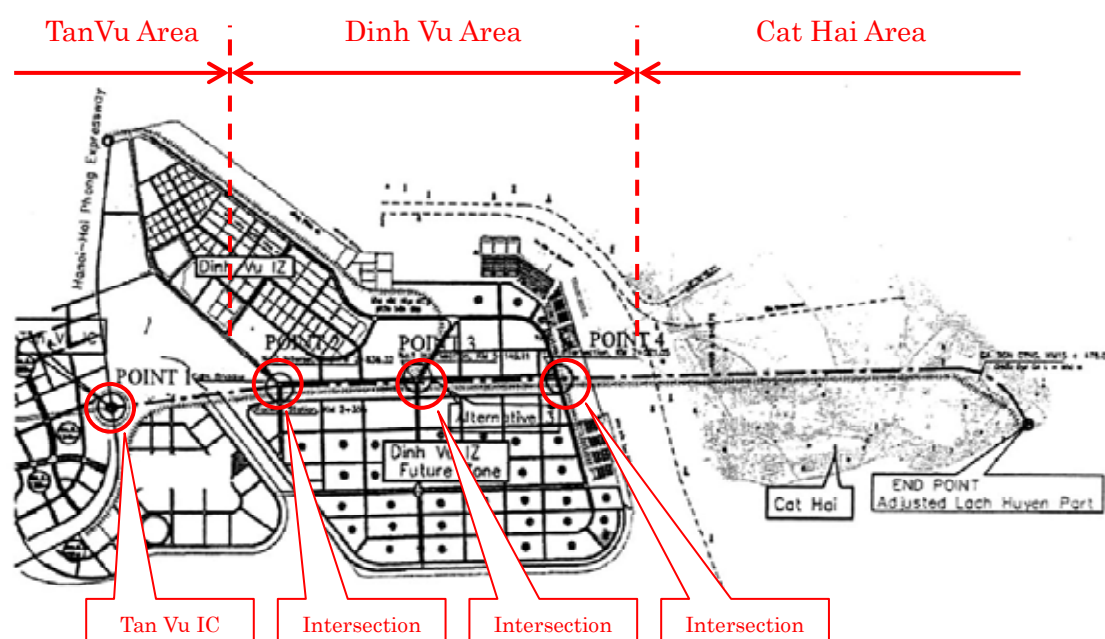
出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

以下に示す調査を、今後の調査で実施するべきであると提案する。

### 1) 各交差点における交通需要予測

VIDIFI 調査では、ディンブー島に2つのフライオーバーを提案している。しかし、フライオーバーの設置は、交差点解析に基づいて決定されたものではなく、その必要性は確認されていない。

今後の調査においては、タンブーラクフェン道路だけではなく、交差道路の交通需要予測を行い、各交差点の容量解析を実施し、平面交差点、立体交差点、インターチェンジ等から、交差点形状を検討するべきである。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.1 ディンブー島における交差点位置

### 2) 有料または無料道路

タンブーラクフェン道路は、BOTで実施される予定であったため、有料道路として計画された。よって、交通需要予測は、有料道路を前提に実施されたものと考えられる。

しかし、本プロジェクトの実施機関はMOTに移譲され、日本のODAで実施される予定であることから、無料道路として整備される可能性が高い。

今後の調査においては、有料及び無料それぞれのケースについて交通需要予測を行い、また、有料道路の場合の料金徴収システムについても検討するべきである。

### 3) 鉄道計画

ハイフォン市マスタープランにおいて、ハノイハイフォン鉄道はラクフェン港まで延伸される計画となっている。また、図 10.4.2 に示すとおり、鉄道の延伸は、タンブーラクフェン道路に並行して行われる。

今後の調査において、各年次における交通需要予測を実施するにあたっては、鉄道整備スケジュールを確認すると共に、道路及び鉄道の交通モード間の割りあても考慮しなければならない。



出典: Hai Phong City Master Plan

図 10.4.2 鉄道計画

### 10.4.3 道路線形

VIDIFI 調査において、タンブーラクフェン道路の線形が提案され、ハイフォン市により承認された。同線形は、ハイフォン市マスタープランに準拠している（図 10.4.3 参照）。

ハイフォン市マスタープランによると、カットハイ島は将来、全島を港湾関連施設として利用することになっている。よって、VIDIFI 調査においては、用地取得・住民移転を考慮せずに線形を決定しており、タンブーラクフェン道路の整備によって、多数の住民移転が発生する計画となっている。

図 10.4.3 において、カットハイ島は紫色、青色、緑色に分類されており、それぞれ、港湾施設、港湾関係駐車帯、緑地帯を意味する。



出典: Hai Phong City Master Plan

図 10.4.3 ハイフォン市マスタープラン



一方、MOT 調査においては、住民移転数を減少させるため、S 字カーブを含む他の線形案を提案している。同線形は、ハイフォン市マスタープランに準拠しておらず、ハイフォン市による承認は得られていない。

今後の調査においては、以下の検討を実施するべきであると提案する。

- VIDIFI 調査によると、カットハイ島における用地取得・住民移転は、タンブーラクフェン道路の施工開始までに完了する予定としているが、さらに詳細な実施スケジュールを確認する必要がある。
- 将来土地利用計画を考慮した道路線形を計画するべきである。
- 用地取得・住民移転の問題は、プロジェクトの実施スケジュールに大きな影響を及ぼすことから、用地取得範囲・住民移転数は、可能な限り減少させることが望ましい。
- タンブーラクフェン道路は、ハノイ-ハイフォン高速道路に接続される予定である。当該高速道の整備は 2015 年までに完成する予定であるが、既に遅れが生じており、予定通り完成しない可能性が高いため、代替接続道路案も検討するべきである。

図 10.4.4 に、VIDIFI 調査による道路線形、MOT 調査による道路線形、本調査において検討された道路線形（SAPROF による線形）を示す。

SAPROF による線形は、住民移転数を 0 軒にすることが可能で、また S 字カーブを含まない理想的な線形を持つ。ただし、同線形は代替案の 1 つであり、今後の調査において、さらに詳しく検討し、最適線形を決定するべきである。



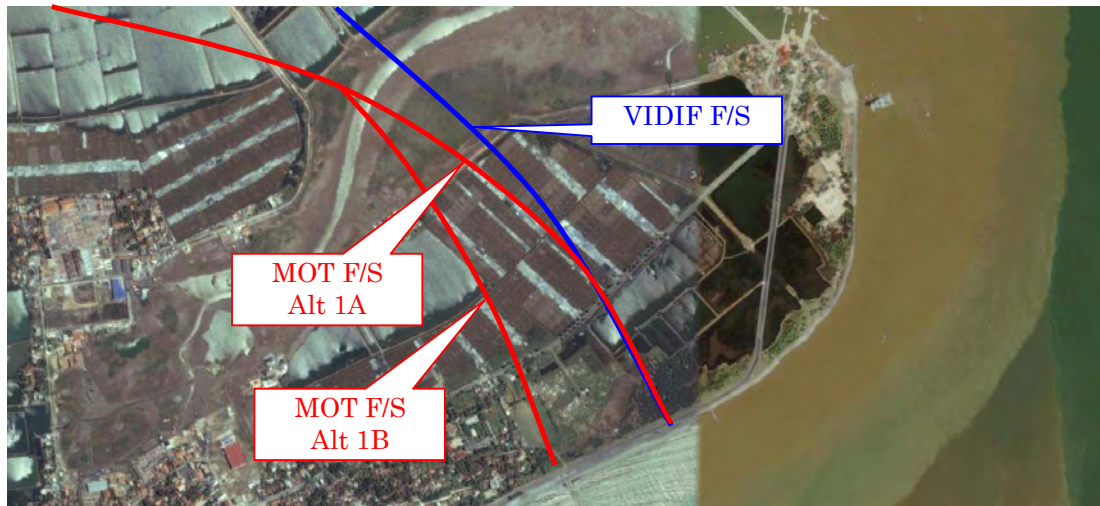
出典: SAPROF Team

図 10.4.4 カットハイ島における線形比較

#### 10.4.4 ラクフェン港への接続

VIDIFI 調査、MOT 調査における、タンブーラークフェン道路終点部の線形を図 10.4.5 に示す。

タンブーラークフェン道路終点部の線形は、本調査で最終的に決定されるラクフェン港整備位置に応じて、決定されるべきである。

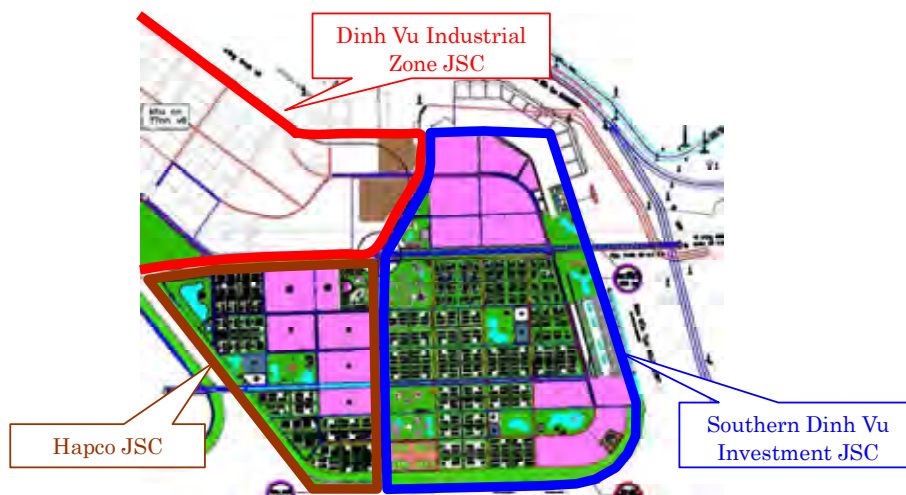


出典: SAPROF Team

図 10.4.5 ラクフェン港への接続

#### 10.4.5 DVIZ (Dinh Vu Industrial Zone) 計画との整合性

DVIZ は、東側及び南側に拡張される予定であり、図 10.4.6 に示すとおり、Dinh Vu Industrial Zone JSC、Southern Dinh Vu Investment JSC、Hapco JSC によって運営される。



出典: SAPROF Team

図 10.4.6 Dinh Vu Industrial Zone

Dinh Vu Industrial Zone JSC は、既に運営を開始しており、拡張部分は Southern Dinh Vu Investment JSC 及び Hapco JSC によって、2015 年より運営が開始される予定である。ただし、現在、拡張部分の埋め立て工事は遅れており、運営開始は 2025 年頃にずれ込むという情報もあり確認が必要で

ある。

DVIZ 内におけるタンブーラクフェン道路の設計に際しては、以下の点を考慮して実施されるべきである。

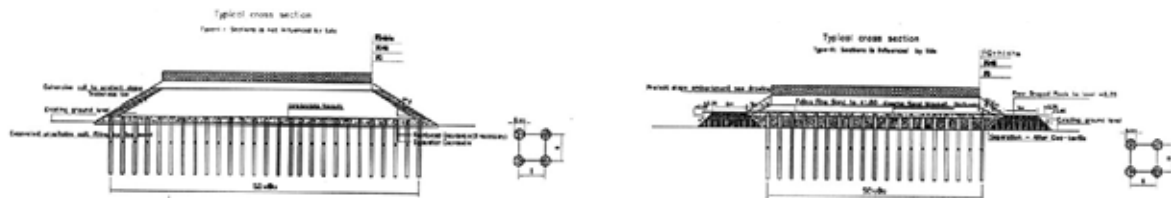
- 3つの Industrial Zone の整備スケジュール
- 各 Industrial Zone 内の道路計画
- 各 Industrial Zone における土地利用計画

その他、“10.4.2 交通需要予測” に示した通り、DVIZ 内で2つのフライオーバーが計画されており、ハイフォン市により承認されている。今後の調査においては、各交差点における交差点解析を行い、交差点形式を決定するべきである。当初、平面交差点とし、最終的に、立体交差点とする等、段階的な整備も代替案の1つであると考える。

#### 10.4.6 軟弱地盤対策

VIDIFI 調査では、地質調査が実施され、タンブーラクフェン道路の盛土区間において、軟弱地盤対策の必要性が確認された。

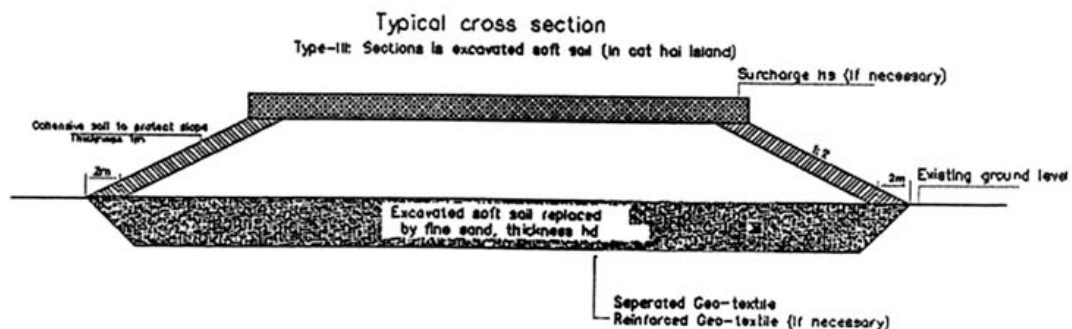
同調査では、サンドドレーン及び置換工法が提案され、サンドドレーン工法は、盛土高 2.5m 以上の区間に適用することが提案された（図 10.4.7 参照）。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.7 軟弱地盤対策（サンドドレーン工法）

一方、置換工法は、盛土高 2.5m 以下の区間に適用されることが提案され（図 10.4.8 参照）、主にカットハイ島で適用される。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.8 軟弱地盤対策（置換工法）



上記、VIDIFI 提案の軟弱地盤対策工法は、経済的な観点から適切であると考えられる。ただし、以下の観点も考慮し、最終的な工法を決定すべきである。

- ラクフェン港の開港にあわせて、2014年12月までに、タンブーラークフェン道路の建設を終了させるために、可能な限り建設期間を短縮できる工法を検討する。
- 本プロジェクトは、STEP（Special Term for Economic Partnership）を適用することが期待されている。STEPの適用のため、日本の技術・ノウハウを活用できる工法を採用する。

今後の調査において、軟弱地盤対策工法は、建設期間の短縮、STEPの適用を含む様々な観点から決定されるべきであると提案する。セメント系改良工法も、代替案の1つであると考えられる。

#### 10.4.7 橋梁延長

既存調査では、橋梁延長についていくつかの提案がなされている。

##### 1) VIDIFI 調査

VIDIFI 調査では、以下に示す3案について比較検討を実施している。

- 代替案2：橋梁延長=4.5 km
- 代替案3A：橋梁延長=5.44 km
- 代替案3B：橋梁延長=3.3 km、フライオーバー延長=0.3 km

比較検討の結果、特に DVIZ 拡張区間における軟弱地盤のリスクを避けるという観点から、代替案3Aが選択された。ただし、DVIZの拡張工事は既に開始されており、予定通り2015年に完成すると、代替案3Bが選定される可能性がある。

##### 2) MOT 調査

MOT 調査では、以下に示す3案について比較検討を実施している。

- 代替案1：橋梁延長=1.9 km
- 代替案2：橋梁延長=1.8 km
- 代替案3：橋梁延長=1.9 km

代替案2が、建設費及び運営管理者のキャパシティ・能力の観点から選定された。ただし、代替案について、ハイフォン市を含む関係機関との合意は得られていない。

##### 3) 今後の調査にむけての提案

本調査において得られた最新の情報を鑑み、以下に示す3案について、比較検討を実施するべきであると提案する。

- 代替案1：橋梁延長=5.44 km（VIDIFI 調査における代替案3A）

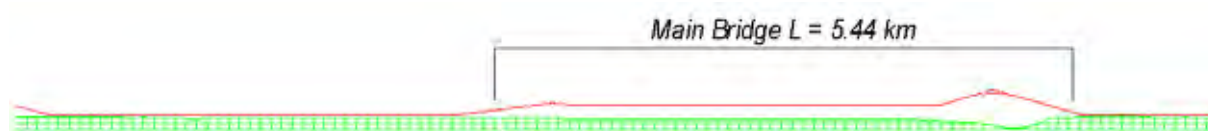


図 10.4.9 代替案 1

- 代替案 2：橋梁延長=2.54 km+フライオーバー延長=0.45 km

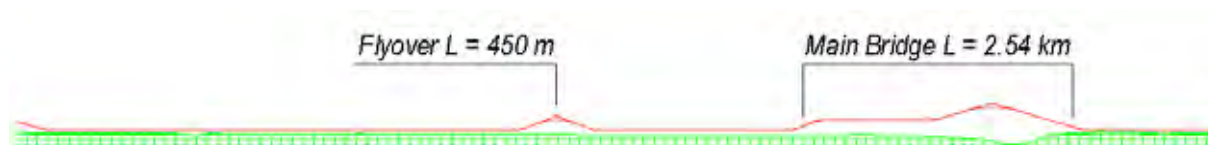


図 10.4.10 代替案 2

- 代替案 3：橋梁延長=1.8 km（MOT 調査における代替案 2）

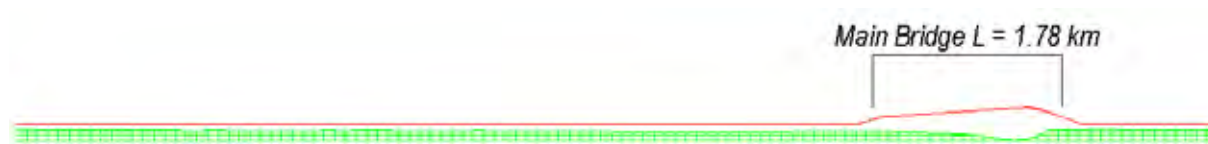


図 10.4.11 代替案 3

橋梁延長は、以下に示す項目を含む総合的な観点から、決定されるべきである。

#### (1) DVIZ 拡張エリアの埋立スケジュール

DVIZ 計画がハイフォン市により策定されており、当該エリアは3つのエリアに分割される。各エリアの投資会社は既に決定済みであり、埋め立て工事も一部開始している。これら投資会社に対するヒアリングによると、拡張エリアの埋め立ては2014年中に完成するとのことであるが、そのスケジュールは遅れる可能性があり、確認が必要である。

#### (2) DVIZ 内フライオーバーの必要性

VIDIFI 調査において、インターチェンジ及び2つのフライオーバーが計画された。ただし、各交差点における交通需要予測が明確ではなく、交差点解析を実施し必要性の確認が必要である。

#### (3) 建設費

橋梁延長を短くすると、DVIZ へのアクセスを確保するために、コーズウェイを建設しなければならない。また、DVIZ の拡張がコーズウェイの建設開始時に終了されない場合、コーズウェイの建設費は増大する。

橋梁（バイアダクト）とコーズウェイの比較に際しては、上記を考慮して、総建設費を最小にするような計画とする必要がある。

#### (4) 建設期間

タンブーラクフェン道路は、ラクフェン港の開港にあわせて、2014年中に完成しなければならない。このような事業実施スケジュールを満足させるためには、建設期間を30ヶ月以内に抑えることが要求される。工期短縮を実現できる工法の選定が求められる。

#### 10.4.8 航路条件

最大支間長は、航路条件に依存するため、対象船舶及び航路幅／高の決定には最大限の注意が必要である。既存調査において、航路条件は以下のように示されている。

##### 1) VIDIFI 調査

- 2009年3月19日に、VINAMARINEにより発給されたレター「No.478/CHHVN-BCB」により、対象船舶を1,000DWTとする航路幅/高を提案している。
- 航路条件は、“2 × W100 m × H12 m”

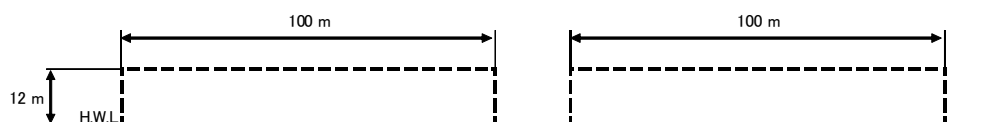


図 10.4.12 VIDIFI 調査による航路条件

##### 2) MOT 調査

- 対象船舶を1,000DWT、航路高を12mとしている。
- 航路条件は、“2 × W80 m × H 12 m”

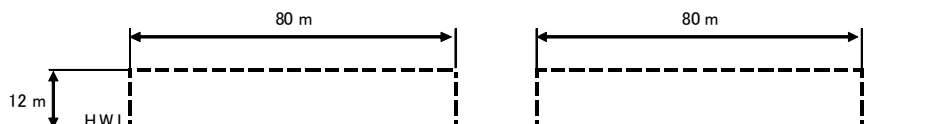


図 10.4.13 MOT 調査による航路条件

##### 3) 今後の調査に向けての提案

ラクフェン港の開港後、カットハイ橋下は正式航路として採用されない。よって、内陸輸送のための船舶のみを考慮すればよく、対象船舶は1,000DWTで十分である。対象船舶の緒元を考慮して、またMOT、VINAMARINEとの協議結果より、カットハイ橋下の航路幅は、100m×1（双方向）、または80m×2で十分であると考えられる。現時点においては、航路条件として以下の2案を提案する。

- 代替案1：100 m（双方向）

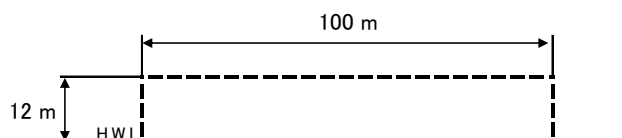


図 10.4.14 代替案 1

- 代替案 2: : 80 m × 2

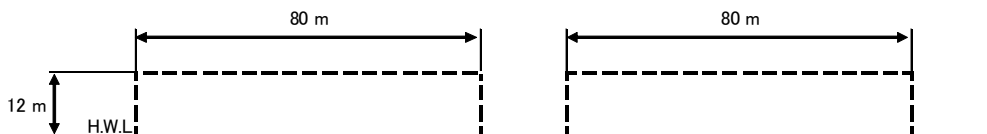


図 10.4.15 代替案 2

航路条件の決定にあたっては、MOT 及び VNAMARINE から、再度、正式レターを取得し、最終決定することを提案する。

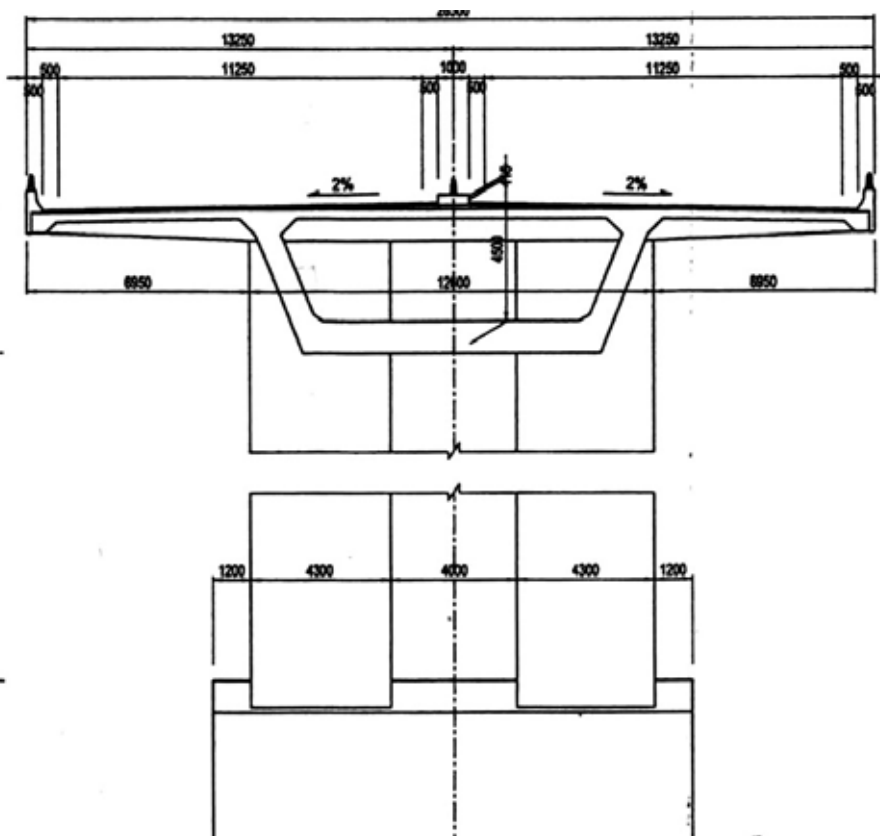
#### 10.4.9 橋梁形式

##### 1) 主橋梁

既存調査において採用された橋梁形式を以下に示す。

##### a) VIDIFI 調査

- PC 箱桁橋（1Box 一体断面）
- V 型橋脚
- 最大支間長 150m

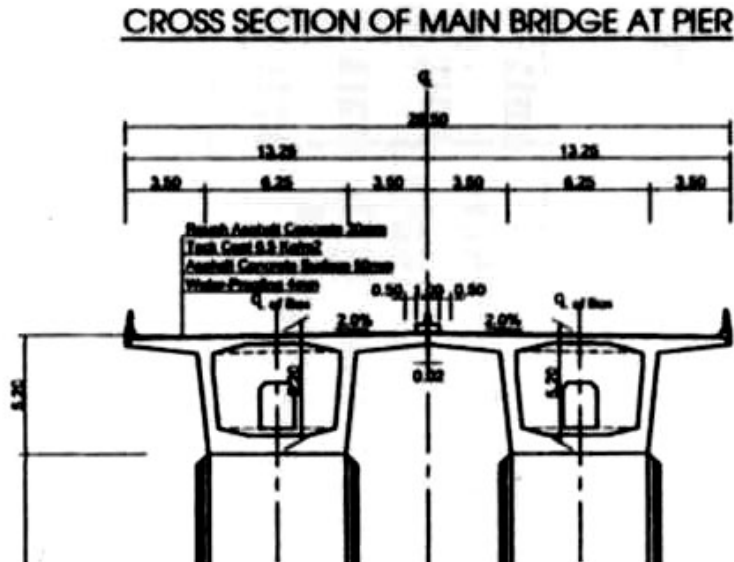


出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.16 主橋梁の断面（VIDIFI 調査）

## b) MOT 調査

- PC 箱桁橋（2Box 分離断面）
- 最大支間長 90m



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.17 主橋梁の断面（MOT 調査）

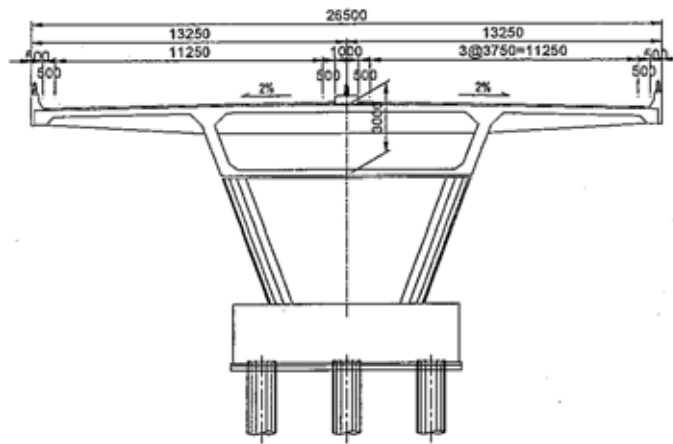
## c) 今後の調査に向けての提案

橋梁形式として、PC 箱桁橋+V 型橋脚は、景観の観点から MOT に承認されている。しかし、以下に示すような観点からも検討を行うべきである。

- 建設費
- 建設期間
- 桁架設の容易さ
- STEP の導入

今後の調査においては、以下に示す 2 つの案について、比較検討を実施するべきであると提案する。

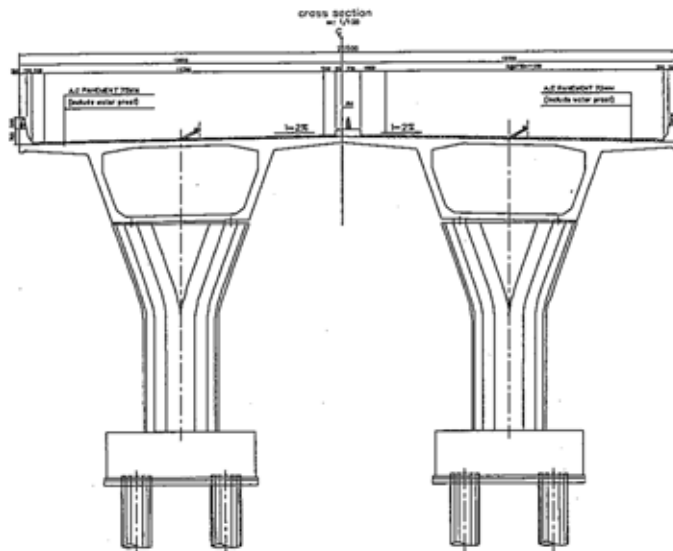
- 代替案 1 : 1Box 一体断面



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.18 代替案 1

- 代替案 2 : 2Box 分離断面



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

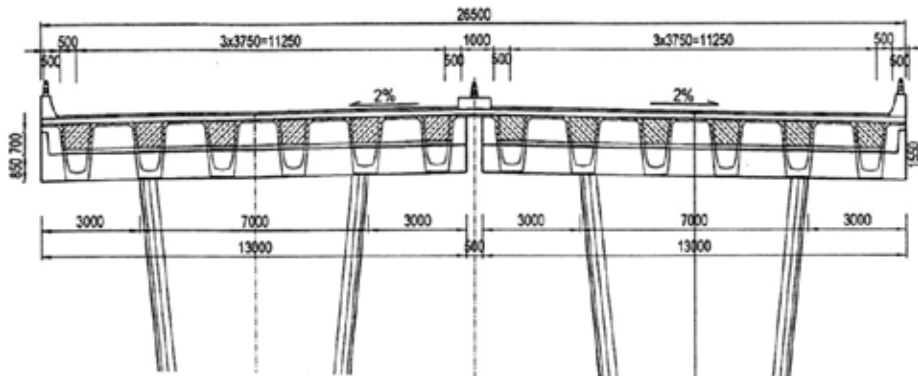
図 10.4.19 代替案 2

上記 2 案は、桁の製作方法に応じて検討されるべきであり、現場打ち桁の場合は 1Box 一体断面、プレキャスト桁の場合は 2Box 分離断面が望ましい。また、プレキャスト桁は STEP 導入の方策としても有効である。

## 2) 取付橋梁

VIDIFI 調査、MOT 調査においては、取付橋梁の橋梁形式として、PC スーパーティアー桁橋（支間長 40m）が提案された。

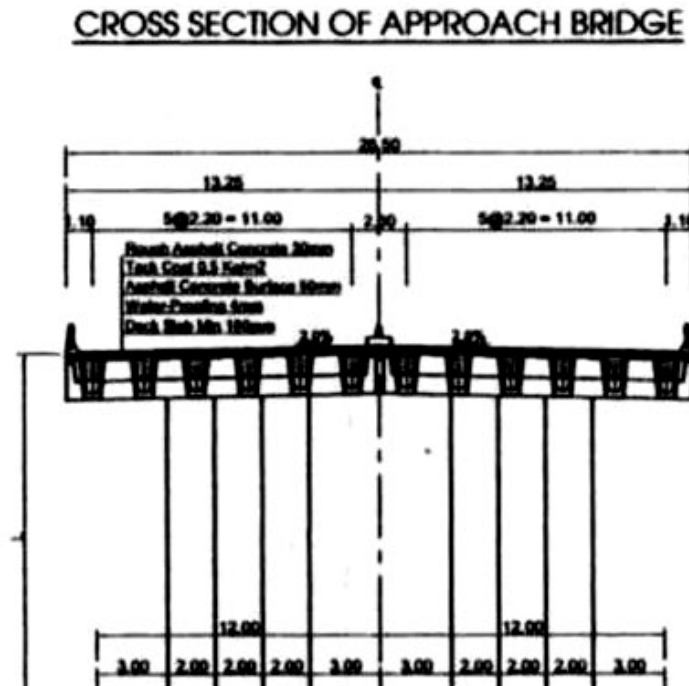
a) VIDIFI 調査



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.20 取付橋梁の断面（VIDIFI 調査）

b) MOT 調査



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.21 取付橋梁の断面（MOT 調査）

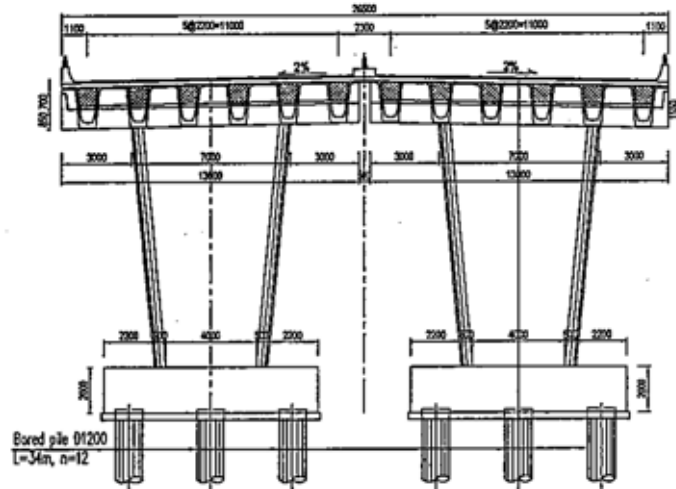
c) 今後の調査に向けての提案

スーパーティアー桁橋は、ベトナムにおいて一般的に採用されている橋梁形式である。しかし、同形式は桁やスラブにおけるクラックの発生等、信頼性における問題が頻繁に発生しており、最適な形式であるとはいえない。

工期短縮、塩害への耐久性等を考慮して、PC-I 桁橋を代替案の1つとして検討するべきであると提案する。



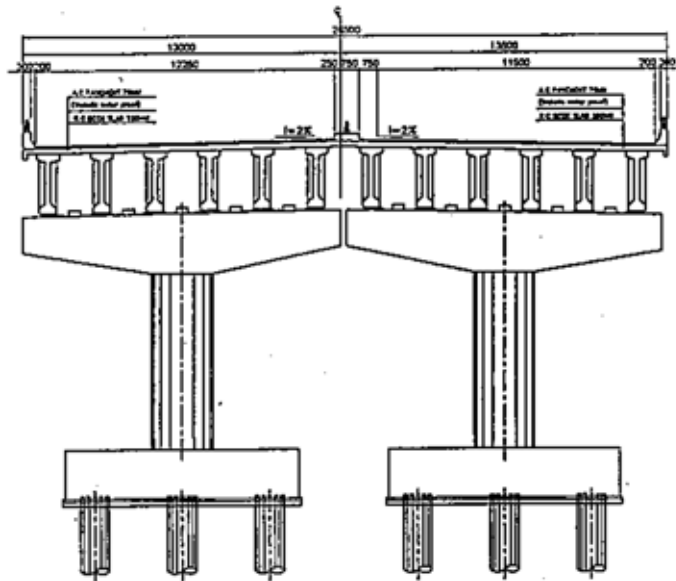
- 代替案 1 : PC スーパーティアー桁橋（支間長 40m）



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.22 代替案 1

- 代替案 2 : PC-I 桁橋（支間長 40m）



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

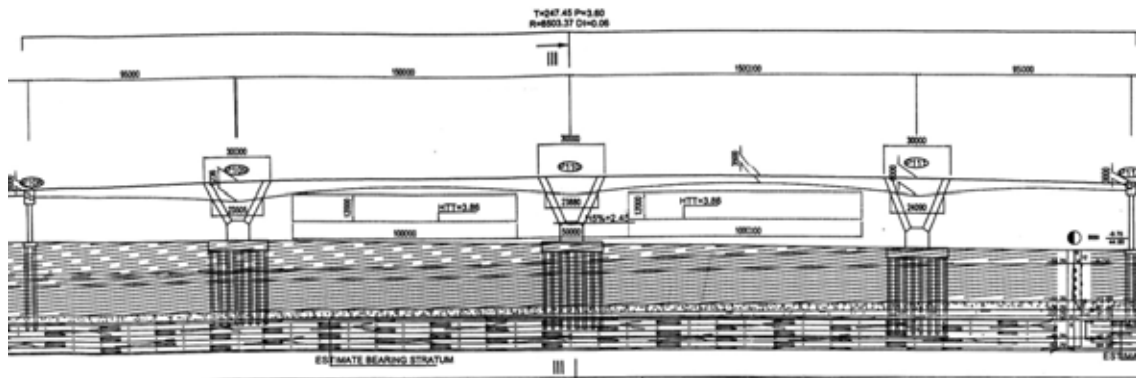
図 10.4.23 代替案 2

### 3) 支間割り

既存調査において、支間割りは航路条件に応じて以下のように提案された。

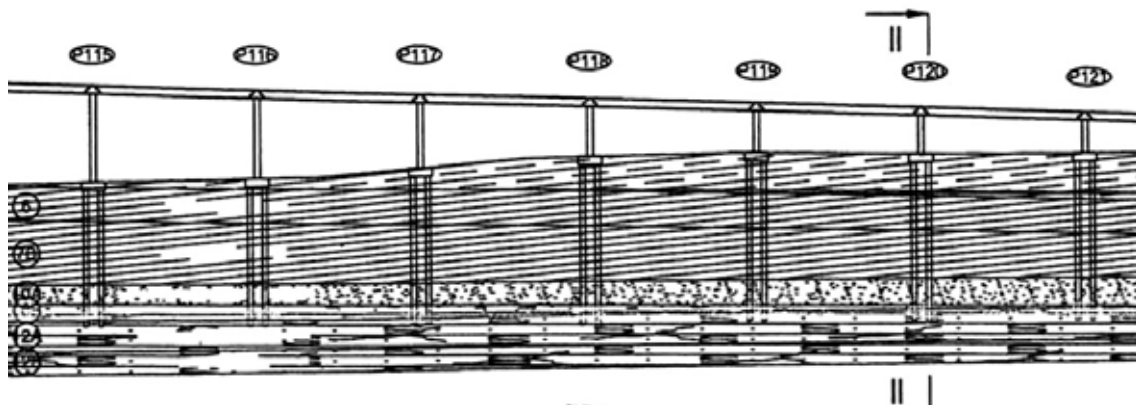
#### a) VIDIFI 調査

主橋梁における最大支間長は 150m×2 とし、取付橋梁部は 40m としている。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.24 主橋梁の支間割り (VIDIFI 調査)

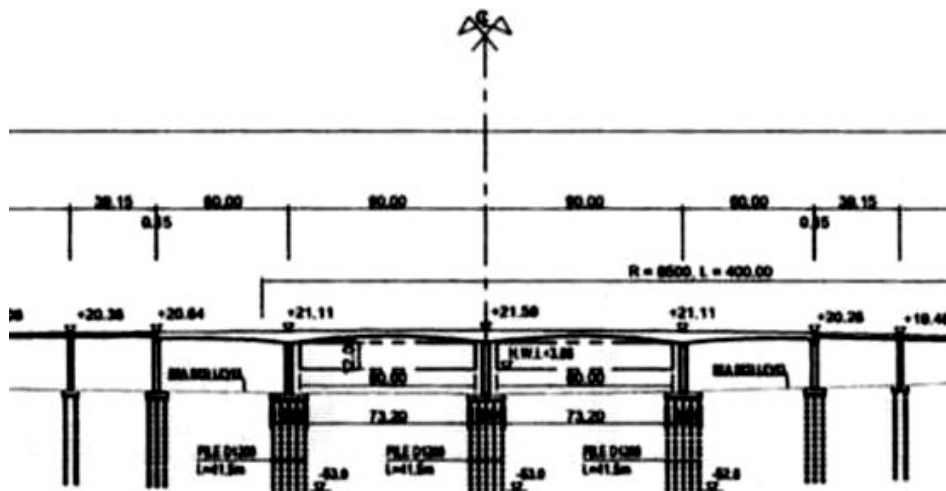


出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.25 取付橋梁の支間割り (VIDIFI 調査)

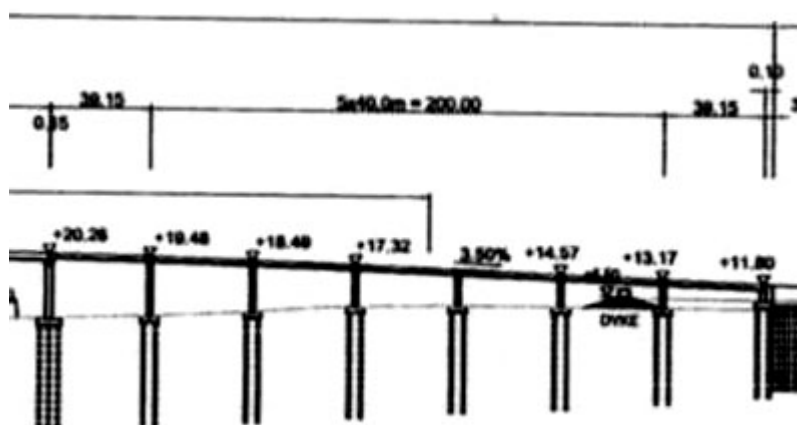
b) MOT 調査

主橋梁における最大支間長は 90m×2 とし、取付橋梁部は 40m としている。



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.26 主橋梁の支間割り (MOT 調査)



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.27 取付橋梁の支間割り (MOT 調査)

c) 今後の調査に向けての提案

航路条件の2つの代替案に応じて、主橋梁の支間長は短縮されるべきである。主橋梁の支間割り案を以下に示す。

- 代替案1：最大支間長=130 m × 1

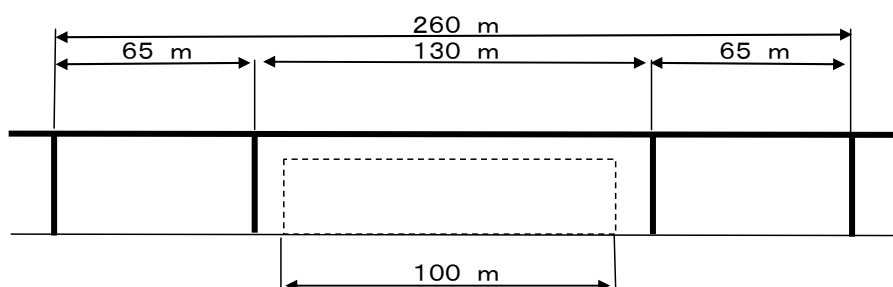


図 10.4.28 代替案 1

- 代替案2：最大支間長=110 m × 2

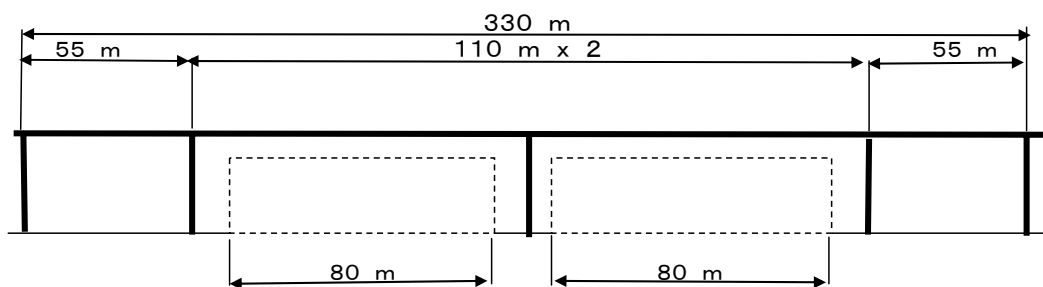


図 10.4.29 代替案 2

既存調査からの航路幅の縮小を確認後、上記2つの代替案について比較検討を実施するべきであると提案する。また、航路中心線はより水深の深い箇所への変更も可能であるとする。

取付道路の支間長については、40m で適切であると考ええる。ただし、PC-I 桁橋が採用される場合は、45m とすることも可能であり、比較検討が必要である。

主橋梁及び取付道路の支間割りは、航路幅、航路位置の変更に応じて、再検討されるべきである。

#### 4) 鋼橋導入の可能性

カットハイ橋における最適橋梁形式は、過去の実績によると鋼橋は PC 橋に比べ割高になることが多いため、基本的に PC 橋が最適であると考ええる。しかし、鋼橋は PC 橋に比べ建設期間を短縮できる可能性がある。

事業実施スケジュールを満足させるために、PC 橋の採用が困難となる場合は、鋼橋の採用も検討されるべきである。鋼橋の採用を検討するにあたっては、以下の点を考慮する必要がある。

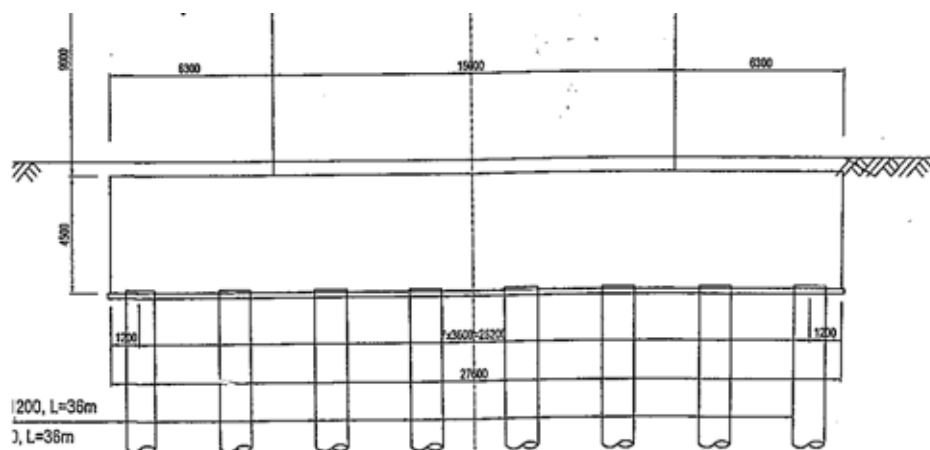
- 建設費
- 維持管理費
- 塩害に対する保護工

#### 10.4.10 基礎形式

##### 1) 主橋梁

既存調査において、主橋梁の基礎形式は、場所打ち杭（ $\phi 1200\text{mm}$ ）を採用している。

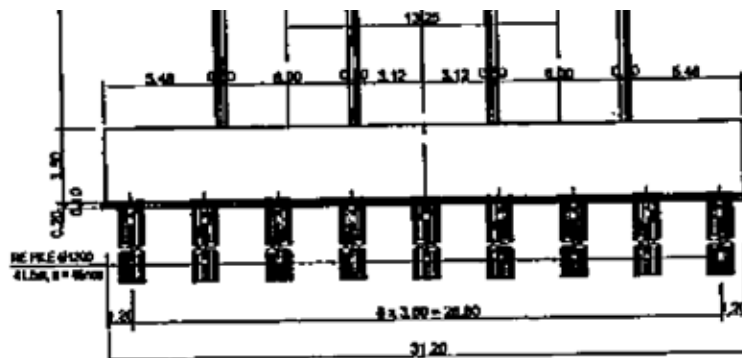
##### a) VIDIFI 調査



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.30 主橋梁の基礎形式（VIDIFI 調査）

## b) MOT 調査



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.31 主橋梁の基礎形式（MOT 調査）

## c) 今後の調査に向けての提案

既存調査における提案の通り、現場打ちコンクリート杭（ $\phi 1200\text{mm}$ ）が最適であると考えられる。しかし、工期短縮、施工時の環境影響低減、航路部の支間長縮小、航行船舶の安全性、STEP 化の観点から、鋼管矢板井筒基礎の採用について、検討を行うべきであると提案する。

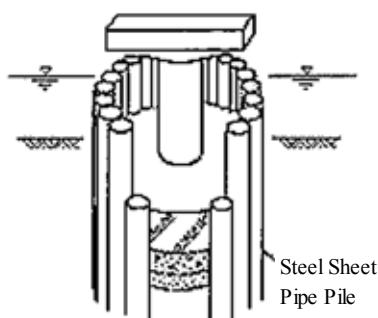
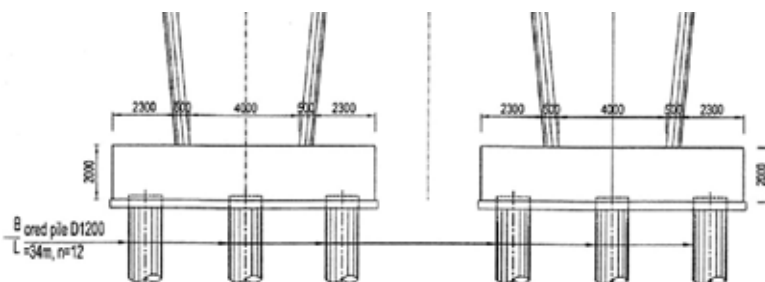


図 10.4.32 主橋梁の基礎形式（鋼管矢板井筒基礎）

## 2) 取付橋梁

既存調査において、取付橋梁の基礎形式は、主橋梁と同様、場所打ち杭（ $\phi 1200\text{mm}$ ）を採用している。

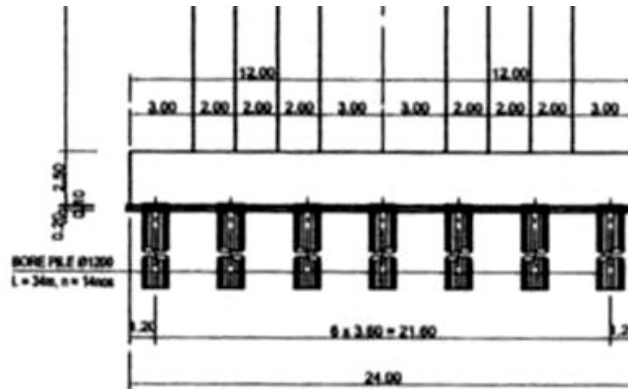
## a) VIDIFI 調査



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.33 取付橋梁の基礎形式（VIDIFI 調査）

## b) MOT 調査



出典: Port Capacity Reinforcement Plan in Northern Vietnam, MOT, 2009

図 10.4.34 取付橋梁の基礎形式（MOT 調査）

## c) 今後の調査に向けての提案

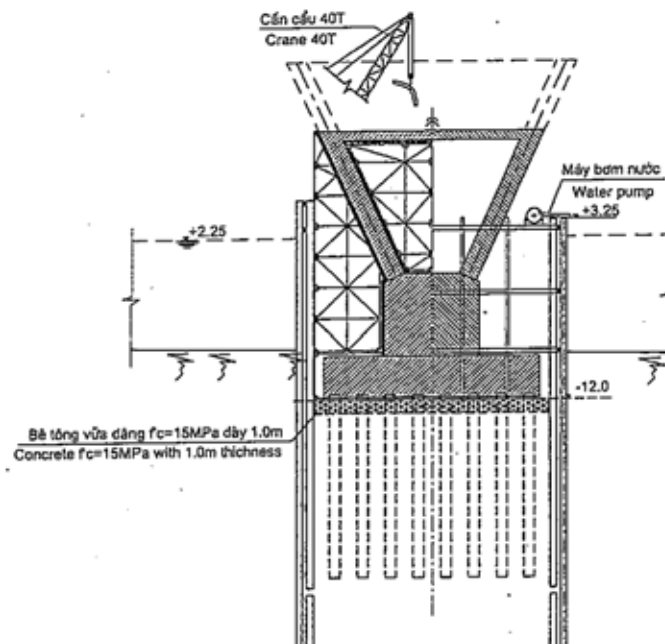
既存調査における提案の通り、現場打ちコンクリート杭（ $\phi 1200\text{mm}$ ）が最適であると考えられる。

## 3) 施工方法

VIDIFI 調査における基礎の施工方法は以下の通りである。

## a) VIDIFI 調査

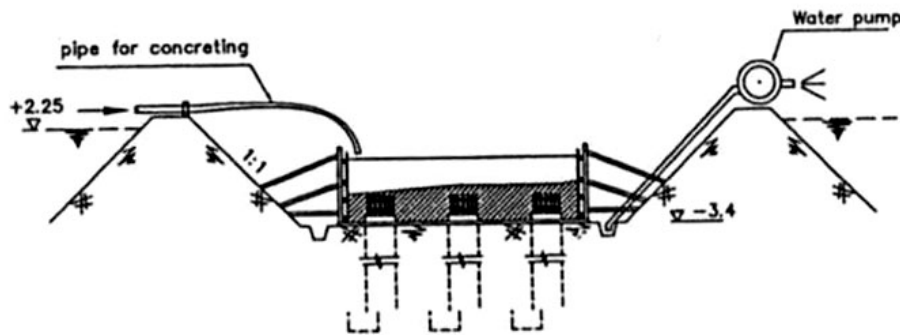
主橋梁基礎の施工方法として、シートパイル工法を採用している。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.35 主橋梁基礎の施工方法（VIDIFI 調査）

取付橋梁基礎の施工方法として、オープン掘削工法を採用している。



出典: Planning Construction Investment Project Tan Vu - Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, VIDIFI, 2009

図 10.4.36 取付橋梁基礎の施工方法（VIDIFI 調査）

#### b) 今後の調査に向けての提案

既存調査で提案された主橋梁の施工方法は、海上での施工性に適した工法である。ただし、鋼管矢板井筒基礎工法を採用した場合は、場所打ち杭より施工性は向上すると考える。

取付橋梁について、既存調査で提案された仮設堤防の建設によるオープンカット工法は、長期の建設期間を要し、環境への影響が大きい。建設期間の短縮、環境への影響を考慮し、シートパイル工法の採用も検討することを提案する。施工方法の検討にあたっては、建設費、工期、環境への影響等から、総合的に評価するべきである。

#### 10.4.11 建設費

VIDIFI 調査及び MOT 調査における建設費の積算を表 10.4.3 に示す。

表 10.4.3 VIDIFI 調査及び MOT 調査における積算

		VIDIFI 調査	MOT 調査
延長	総延長	15.9 km	15.3 km
	土工区間(タンブー側)	4.5 km	7.8 km
	橋梁	5.44 km	1.78 km
	土工区間(カットハイ側)	6.0 km	5.7 km
橋梁	橋梁形式	PC 箱桁 + PC スーパーティアー	PC 箱桁 + PC スーパーティアー
	最大支間長	150 m	90 m
	航路条件	100 m × 12 m × 2	80 m × 12 m × 2
建設費	総建設費	290 億円	230 億円
	土工区間(タンブー側)	44 億円	91 億円
	橋梁+その他構造物	217 億円 (主橋梁：33 億円, 取付橋梁：165 億円)	72 億円 (主橋梁：15 億円, 取付橋梁：45 億円)
	土工区間(カットハイ側)	29 億円	67 億円
建設期間		36 ヶ月	30 ヶ月



建設費の積算は、今後の調査において実施される、タンブーラークフェン道路の設計に応じて、更新される必要がある。

#### 10.4.12 自然環境

日本の円借款事業の確認作業の一環として、SAPROF 調査団はベ国承認の為に提出されていた Tan Vu-Lach Huyen 幹線道路整備計画の EIA 報告書のレビューを行った。また、その他関連報告書のレビューも合わせて行った。本レビューに使用した参考資料は以下に示すとおり。

表 10.4.4 レビューに使用した参考資料一覧

資料名称	作成者
Volume-III: Environmental Impact Assessment/ Planning Construction Investment Project, Tan Vu-Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, 14 July 2009	VIDIFI の委託で JBSI, HYDER, HECO
その他参考資料	
Port Capacity Reinforcement Plan In Northern Vietnam, September 2009	MOT の委託で日本工営、及びその他協力事業者
General Construction Plan of Hai Phong City to 2025 and 2050	ハイフォン市の委託で Planning Institute of Hai Phong (ハイフォン市・計画研究所)

Tan Vu-Lach Huyen 幹線道路整備計画の EIA は 2009 年 11 月を目途に承認される見込みであったが、同事業の実施主体が VIDIFI から PMU2 に移管されたのに伴い、承認申請が取り下げられた。2010 年 5 月時点では、PMU2 によって同幹線道路の EIA が精査されている状況であった。2005 年に制定された環境保護法の規定により、同プロジェクトの EIA の承認は MOT が主幹となり評価委員を組織し承認を行うことと成っているため、同 5 月時点で MOT は天然資源環境省 (MONRE) や環境専門家を含む評価委員会の立ち上げ準備に入っていると報告を得た。

道路計画のレビューに当たっては本報告書の 9.1.3 と共に、下記 2 点 EIA 承認も合わせて留意する必要がある。

- 2009 年 12 月 23 日付 No.2457/QD-BTNMT (MONRE) : South Dinh Vu Development Joint Stock Company (提案事業の橋梁西端地域)の埋立による工業団地開発に関する EIA の承認)
- 2010 年 3 月 24 日付 No. 570/QD-BTNMT (MONRE) : HAPACO (Hai Phong Industrial Zone Joint Stock Company) (提案事業の橋梁西端地域)の埋立による工業団地開発に関する EIA の承認

上記 2 点の承認によって、SDVDC と HAPACO は図 10.4.6 に示す海岸地域の埋め立てが可能となった。しかしながら 2008-2009 年にかけて起こった世界的経済危機の影響で各案件とも当初の計画より進行が遅くれているものの、2 社とも精力的に埋め立て準備を続けている。

Tan Vu-Lach Huyen 幹線道路整備計画に係る既存の EIA は、前述 2 工業団地の埋立て実施スケジュールは未定とし、代替案 3A に沿ってまとめられたものである。非常に限定的ではあるが、実際

には埋立てが既に開始されている所もある。そのため、埋立てを前提条件としていた代替案 3B についても今後検討が必要になってくると思われる。また、この問題に限らず、レビューによって既存の EIA には下記の重要課題があることがわかった。

JBIC ガイドラインによると環境負荷を低減する代替案の検討が求められているが、幹線道路整備計画に係る EIA には、前述の工業団地の埋立てに係る代替案を含む 3 点の課題に対して代替案が示されているが、橋種の代替案が提示されていない。その代替案としては、例えば長スパン斜張橋で水や堆積物からの影響を一切受けないものと、比較的短いスパンの橋で前者に比べて水や堆積物からの影響を受けやすいものの、コスト面でより経済的なタイプの 2 点がある。既存の計画では代替案として挙げたこの 2 点のちょうど中間に位置する、一種の長スパン橋が提案されているのみでその他の代替案の検討はなく、代替案の検討が欠如していると言える。

道路と橋の建設によって周辺海域の潮間帯に重大な影響を与えることは無く、埋立による工業団地開発のような非可逆的な開発影響とは分けて考える必要がある。

更に、水質調査、大気調査の方法にも、サンプル調査が 2008 年の 8 月の 1 回のみしか行われなかったこと、またサンプル調査を実施したのが、雨季の影響を最も受けない 8 月であったという 2 点について課題が残る。同様に、Appendix3-2 で示されている周辺生態系への影響調査（the Center for Advanced Science and Technology Application（Quang Ninh 県の科学技術局）によって収集された情報についてもその実施時期（2008 年 8 月の実施と見込まれるもの）及び実施方法が不明瞭である。そのため、現在作成が進む EIA 報告書作成では前述 2 点の不明瞭点を明らかにする必要がある。ただし、Annex 3-2 の第 III 項にて、マングローブ林の生態的希少性についてはうまくまとまっており、保護政策の必要性が適切に強調されている点については評価される。

今後、幹線道路設計に係る修正に伴って行われる EIA のレビューの他に、下記の環境調査が実施されるべきである。

- 生態系、洪水、潮位等に関する影響調査
- 現在調査が進んでいる Dinh Vu 工業団地の拡張に伴う EIA の内容の確認

#### 10.4.13 社会環境

社会環境影響の確認作業として、EIA 報告書に加え、VIDIFI が策定した Tan Vu-Lach Huyen 幹線道路に係る住民移転計画書（RAP: Resettlement Action Plan）のレビューも併せて行った。

- Volume-IV: Resettlement Action Plan/ Planning Construction Investment Project, Tan Vu-Lach Huyen Highway Project in Hai Phong City, 14 July 2009（非自発的住民移転計画書）

同幹線道路に係る RAP は、承認作業が進められていたが EIA と同様に事業移管に伴い承認制の取り下げがされた。2010 年 5 月の時点で PMU2 は、改正版の EIA と RAP の作成最終段階にあると報告を得て居る。

EIA、RAP それぞれに記述されている、幹線道路事業の被影響者（PAP）・世帯（PAH）数は若干異なっていたが、3 月に行われた JICA 事実確認調査の際に PMU2 により以下表のように PAP、

PAH 数の統一が行なわれた。この修正は、2010年3月19日に JICA とベトナム政府間で結ばれた「Lach Huyen Port Infrastructure Construction Project」協議議事録に記載された3月時点での正式な被影響者想定数である。

	Hai An District		Cat Hai 島			被影響者数・面積
	Tran Cat Ward	Dong Hai 2	Nghia Lo Com.	Dong Bai Com.	Cat Hai town	
<b>1. 収容される家屋及び土地</b>						
移転対象世帯数	0	0	51	27	0	78
収容面積 (m <sup>2</sup> )						878,700
住宅地 (m <sup>2</sup> )						28,900
養殖池 (m <sup>2</sup> )						801,600
塩田 (m <sup>2</sup> )						44,700
その他 (m <sup>2</sup> )						3,500
撤去予定木数	73	1	4,823	1,923	236	7,056
移転対象墓石数	0	0	278	0	117	395
コンクリート舗装道路 (m <sup>2</sup> )	0	0	1,520	2,800	0	4,320
アスファルト舗装道路 (m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	600	600
電柱数	0	0	16	0	5	21
カルバート	4	3	3	2	1	13
<b>2. 被影響世帯数・人数</b>						
被影響世帯数	45	41	115	40	55	296
被影響者数	127	150	489	260	159	1,185

EIA・RAP と JBIC ガイドラインとの準拠状況を確認すると、フェリーや旅客事業者、沿岸漁業者に対する配慮が検討されていない点を除いては、基本的に準拠していると言える。既存海運事業者への配慮の必要性、既存の法的枠組み（土地法および漁業法）では補償の対象外である漁業者の状況に関しては、JICA が 2010 年 3 月に行った事実確認調査で確認・指摘がされている。現行法ではそれらの問題に適応が可能な法制度が無い為、対応を行うには、責任機関としては市・District・Commune の人民委員会が上げられ、その参考例としては現在有効な土地関連法の補償政策にならう事が想定される。

沿岸漁業活動への未配慮加え、土地関連法で保障されるベトナムの補償範囲が、JBIC ガイドラインや世界銀行のガイドライン (OP4.12) で規定される範囲とは開きがある事が RAP 及び別に世界銀行の支援で MOT が実施する「Northern Delta Transport Development Project (北部交通開発)」で指摘されている。本提案事業へ適用する補償制度に至っては、同地域で実施される ODA 案件一貫性といった観点から、前述「Northern Delta Transport Development Project」で適用されている世界銀行の補償制度\*が適用される事が望ましい。

\* Project Appraisal Document on a Proposed Credit in the Amount of SDR 104.4 Million To the Social Republic of Vietnam for a Northern Delta Transport Development Project, 19 May, 2008, Transport,

---

Energy and Mining Unit, Sustainable Development Department, East Asia and Pacific Region, The World Bank（プロジェクトの承認報告書）

<<http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=73230&theSitePK=40941&menuPK=228424&Projectid=P095129>>

沿岸漁業者や非自発的住民移転の補償に関しては、JICA 支援により別途実施されている Tan Vu-Lach Huyen 幹線道路整備計画の SAPROF 調査により詳細検証がされている。その際、道路や橋梁の設計や線形の修正が行われる可能性があるため、RAP はその新しい提案に沿って適宜修正する必要がある。

また、建設工事の安全確保のため不発弾（UXO: Unexploded Ordnance）の除去確認が完了している必要がある。不発弾に関しては EIA や RAP に記述は無いが、港湾の承認済 EIA の許可証では、建設工事着手前に実施が必要な項目として挙げられている。不発弾の除去確認作業は、港湾開発事業の一環として PMU2 と MPMU II の共同作業として詳細設計の段階で迅速に行い、情報の共有が PMU2 と MPMU II の間で十分にされることが望まれる。