

国際協力事業団

エル・サルヴァドル共和国

ラ・ウニオン県港湾再活性化計画詳細設計調査

ファイナルレポート

要約

JICA LIBRARY



J1169681(2)

平成 14 年 10 月

日本工営株式会社

エル・サルヴァドル共和国

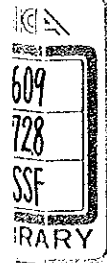
ラ・ウニオン県港湾再活性化計画詳細設計調査

ファイナルレポート

要約

平成14年10月

日本工営



社調一
CR (4)
02-129

国際協力事業団

エル・サルヴァドル共和国

ラ・ウニオン県港湾再活性化計画詳細設計調査

ファイナルレポート

要 約

平成 14 年 10 月

日本工営株式会社



1169681{2}

為替レート

1USドル = 8.75 コローネス = 120円
(2002年7月時点)

序 文

日本国政府は、エル・サルヴァドル共和国政府の要請に基づき、同国のラ・ウニオン県港湾再活性化計画にかかる詳細設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

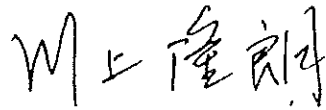
当事業団は、平成13年8月から平成14年8月までの間数回にわたり、日本工営株式会社の大貫輝雄氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エル・サルヴァドル国政府関係者と協議を行うとともに、計画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。

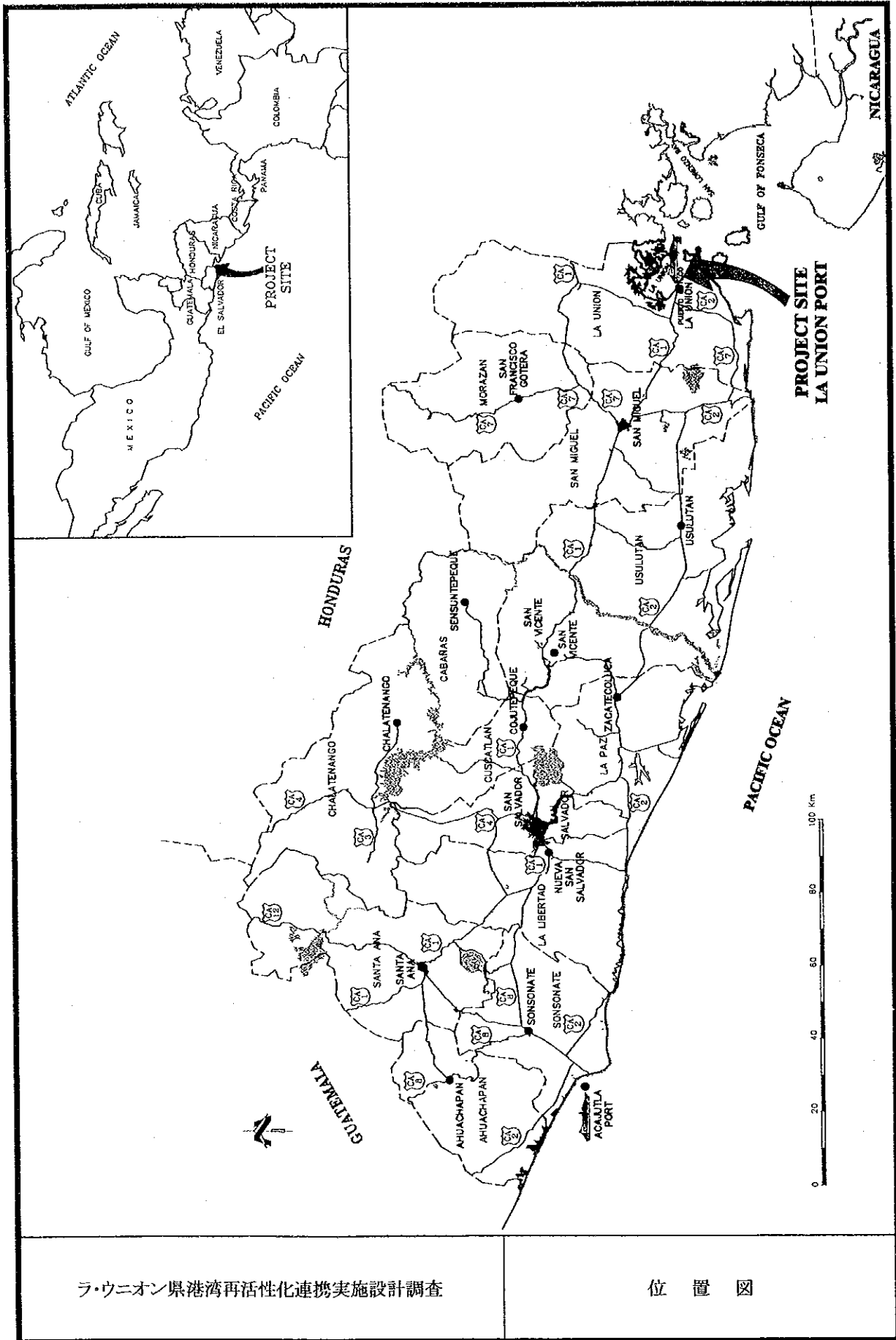
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成14年10月



国際協力事業団
総裁 川上 隆朗



ラ・ウニオン県港湾再活性化連携実施設計調査

位置図



ラ. ウニオン県港湾再活性化連携実施設計調査

プロジェクトサイトの航空写真

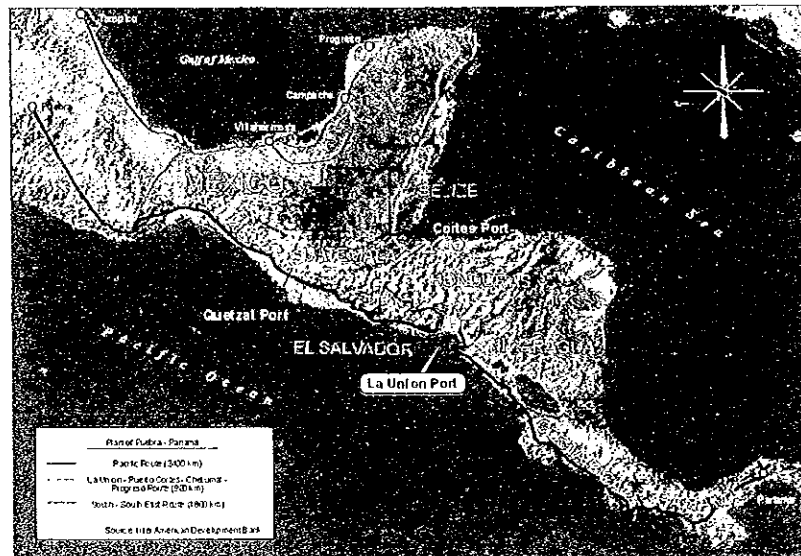
概要

プロフィール

2001年初め、南東メキシコから中央アメリカの地域の包括的開発を目的として、「プエブラパナマ計画」が提唱された。エル・サルヴァドル国の東部地域は、太平洋岸の海上輸送回廊とホンジュラスのコルテス港を結ぶドライカナル回廊の整備において、戦略的に重要な拠点となっている。エル・サルヴァドル国政府は、同国東部地域の振興を視野に入れ、ラ・ウニオン県に国際港を建設することとした。

本調査により、2015年にラ・ウニオン港で取扱われる荷役量は、840,000MTの一般貨物及びバルク貨物と275,000 TEUのコンテナ貨物と推計された。この需要予測に基づいたバース整備の必要諸元は、主バースが延長560m、水深-14m、旅客船バースが延長240m、水深-9.5mである。航路は、内港航路が水深-14m、幅140m、外港航路が水深-14.5m、幅137mである。総建設費は116.3百万ドルと見込まれている。

経済面から、ラ・ウニオン港はエル・サルヴァドル国だけでなく中米隣国に対しても利益をもたらすと思われる。同港は2006年に供用開始する予定となっている。



第1章 序論

既存クトゥコ港は、エル・サルヴァドル国の南東部地域に位置し、フォンセカ湾に臨んでいる。クトゥコ港は施設の老朽化のため、1996年に閉鎖された。前時代的港湾施設となっており、これを近代的な港湾に生まれ変わらせることは不可能と判断された。

地理的優位性とフォンセカ湾のよく遮蔽された地理的条件を考慮し、エル・サルヴァドル政府はラ・ウニオン県に港湾再活性化プロジェクトを計画した。同国政府は、1998年に日本政府の技術支援の下で、本計画に係るマスタープランとフィージビリティ調査を実施した。短期整備計画ではコンテナバース、多目的バース、旅客船バース、各々1バースの整備と関連施設の整備が計画された。短期整備計画に対する技術面及び経済・財務面で、プロジェクトの実行可能性が確認され、エル・サルヴァドル政府は日本政府に対し、プロジェクトの詳細設計及び実施に対するさらなる資金援助を要請した。

ラ・ウニオン県港湾再活性化計画詳細設計調査のため、JICA調査団が派遣された。この調査では、エル・サルヴァドル国側のカウンターパートであり、本プロジェクトの実施及び管理機関であるCEPAと協力して行われた。

第2章 プロジェクト対象地域の現況

1995年から2000年の間、エル・サルヴァドル国経済は国内総生産(GDP)で年平均3.5%の堅調な伸びを示した。部門毎のGDPは、工業が5.0%の成長を示し、以下サービス業の3.3%、農業の1.7%であった。工業の中では製造業が5.2%の高い伸びを示した。しかし、1999年の伸びはやや失速し、2.0%にとどまった。同国経済は全体的に失速気味ではあるが、製造業部門は4.5%という比較的高い伸びを示した。

第3章 港湾計画

1998年にJICAによって行われたF/S調査に対し、2000年までの統計資料を使用し、貨物需要が見直された。エル・サルヴァドルの商港であるラ・ウニオン港とアカフトラ港の取扱い貨物量を推計するため、マイクロ経済予測とマクロ経済予測の両面から推計が行われた。2005年、2010年、2015年におけるマイクロ経済推計による貨物量を以下の表に示す。

取扱い貨物量	目標年次		
	2005年	2010年	2015年
一般貨物、ドライバルク貨物、液体バルク貨物 (Ton)	624,700	727,100	841,200
コンテナ (TEU)	121,000	185,000	275,000

ラ・ウニオン港で取扱われる貨物量に基づいて推定した船種毎の寄港回数を以下に示す。

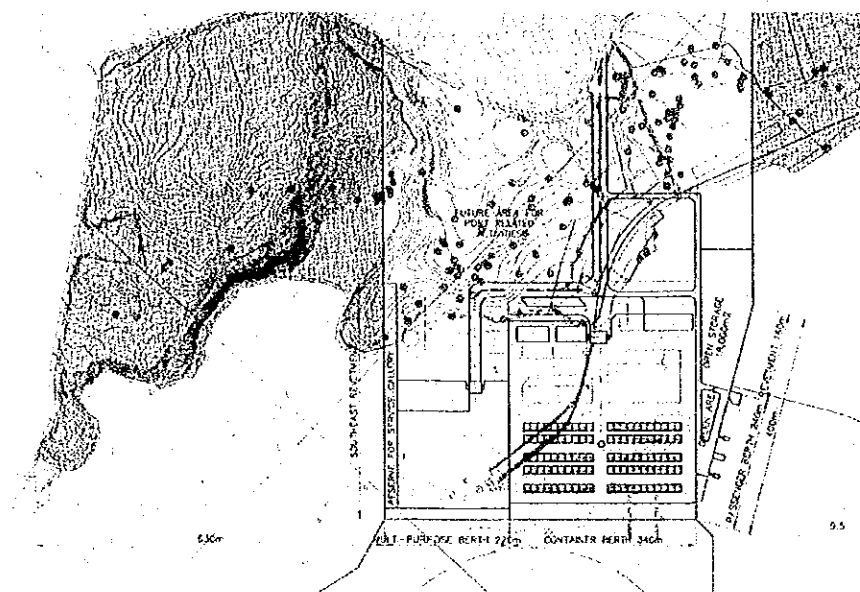
寄港回数	目標年次		
	2005年	2010年	2015年
コンテナ船	208	208	208
バルク貨物船	38	46	53
車運搬船	15	22	33
旅客船	1	1	1
計	262	277	295

ラ・ウニオン港に寄港する予定の船の特徴に基づいて決定したバース諸元を以下に示す。コンテナ及び多目的バースの主バースは560m、旅客船バースは240mである。

	船型	延長 (m)	水深 (m)	天端高 (m)
コンテナバース	55,000 DWT	340 m	- 14.0 m	+ 5.0 m
多目的バース	50,000 DWT	220 m	- 14.0 m	+ 5.0 m
旅客船バース	25,000 DWT	240 m	- 9.5 m	+ 5.0 m

コンテナターミナルの一般的荷役システムとしては、ストラドルキャリア方式、RTG方式、リーチスタッカー方式、フォークリフト方式がある。その中で供用期間の長さ、メンテナンスコストの安さ、コンピューター管理システムへの適応性を考慮し、RTG方式が最適であるとの結論に達した。

多目的ターミナルに関しては、ターミナルは民間港運会社が運営するため、荷役機械や事務所、ヤード配置やその他の陸上施設は民間港運会社が調達する事になる（一部は港湾使用者が調達する）。ガントリークレーンと岸壁クレーンのためのクレーンレールは本プロジェクトで多目的岸壁に布設される予定である。



第4章 土木設計

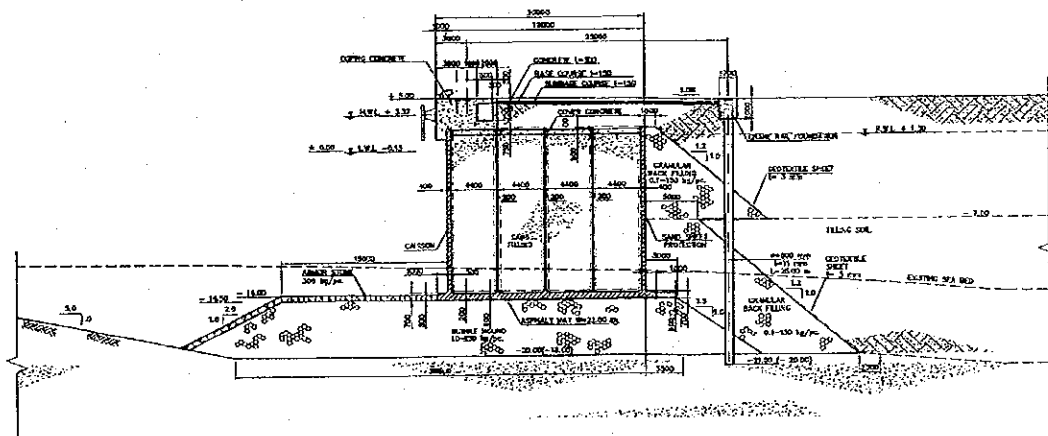
本プロジェクトにおける土木設計は、現地の自然条件に基づき行われた。その際に参考とした設計基準は、日本の港湾基準をベースに英国、米国、エル・サルヴァドル国の設計基準コード及びマニュアルである。設計震度については、耐震性を持たせるため、過去の地震記録等を考慮し、0.20Gを採用した。プロジェクトサイトの地質および土質条件は、調査孔穿孔、標準貫入試験（SPT）、室内試験によって調査を行い、設定した。

コンテナ岸壁及び多目的岸壁の比較構造形式は、コンクリートケーソン形式、鋼管直杭式栈橋形式、鋼管組込み杭式栈橋形式、鋼矢板形式、鋼製セルラーブロック形式の5形式を選定し、検討した。施工性、経済性、耐久性、維持管理面について比較検討を行った結果、コンテナ及び多目的岸壁はケーソン式構造、旅客岸壁には栈橋構造が最も有利な構造形式と判断された。

護岸構造としては、捨石式構造が、経済性、安定性の面から最適構造として選定された。

港湾建設予定地は、既存クトウコ港前面の海域であり、約 27ha となる。土工量は埋立必要量が約 3.0 百万 m³ であり、埋立土砂として背後地域からの掘削土砂と共に浚渫土の利用を考慮した。

港湾区域の地盤沈下を最小限に抑える為、地盤改良が必要であり、地盤改良工法を比較検討の結果、置換砂工法を選定した。



第5章 航路設計

航路の設計は、対象船舶、船舶の船型、自然条件および想定した航路線形を基に行った。航路は交通量と浚渫コストを考慮した。航路におけるアンダーキールの余裕量については、波高（1.5m）による上下動と、船尾沈下量および危険余裕量を考慮して決定した。

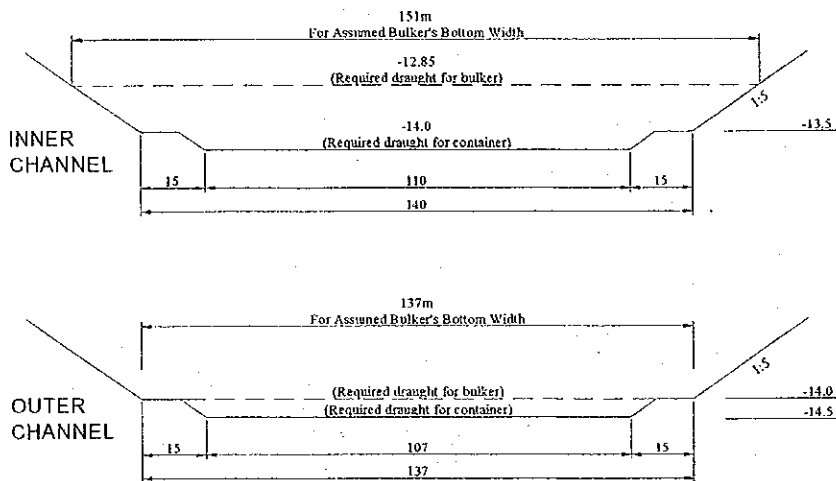
Zacatillo 島は内外港航路の境界に位置し、航路はこの島付近で屈曲する。本島は港および外洋からの可視線上にあり、航行安全のために、この島に灯台を一基設置する。

航路幅の決定では、潮流が早い為、ファーストタイム操船シミュレーションにより航路諸元を検証することとした。シミュレーションは対象船の規模、水深、風速、潮流速、適用されるタグボート等を考慮して行った。

シミュレーション結果に基づいて決定した航路幅を以下の表に示す。

船舶型式	コンテナ船		バラ積み船	
	外港	内港	外港	内港
航路幅	130 m	140 m	137 m*	151 m*

* バラ積み船の船底幅は航行時の必要吃水を想定



第6章 建築施設および設備設計

ラ・ウニオン港には、港湾管理棟、CFS、整備場、コンテナゲート、電力給電所が建設される予定である。建築の床面積は、その施設に収容すべき人員および利用状況に応じた、適切な面積とした。主な建築施設に使用する建築材料は、調達が容易である事とコストが安い現地調達を十分考慮し選定した。構造設計は、現地の地質、気象等の諸条件を基に、建物の重要度、使用材料、諸応力の組み合わせにより計算し、安全で、経済的なものを採用した。各建築施設の仕上げは、可能な限り現地産のタイル、石材、ブロック等を使用し、現地の風土に則したものを採用した。各建築施設のデザインは、現地の周辺環境に調和すると共に、施設の用途に沿ったものとする。主要施設である港湾管理棟には、現地産の石材を一部に使用し、親しみを与えると共に、外観には将来の発展をイメージさせる象徴的な印象を与えた。港湾地区への主入り口であるコンテナゲートの外観デザインは、波浪をモチーフとし、周辺の海洋、山並みとの調和を図った。

第7章 機材設計

<ガントリークレーン>

コンテナターミナルには、2015年時点での計画コンテナ貨物量 275,000TEU を取扱うために、2基のパナマックス型コンテナ船対応のガントリークレーンを設置する。主なクレーンの能力仕様を設計する上で、クレーンの平均荷役能力を1時間当りコンテ

ナ 35 函と設定した。

想定したクレーンは、トロリ懸吊タイプのレールマウント式橋形クレーンである。

<曳船>

延長約 22km の航路は単航航路として設計されている。船舶の航路への出入は、潮流や波浪のような海象条件によって操船が厳しくなることから、曳船の補助が必要となる。また、航路設計の中で、操船シミュレーション解析が行われ、その結果船舶の接岸および離岸を補助するために、3600 馬力の曳船 2 隻が必要との結論を得た。

第 8 章 施工計画および実施計画

ラ・ウニオン港開発計画は次の 3 つのパッケージから構成される。

- パッケージ A : 土木・建築工事
- パッケージ B : 荷役機械の調達
- パッケージ C : タグボートの調達

プロジェクト費用の資金は JBIC と BCIE から調達される予定である。サービスと資材の調達は基本的に JBIC ガイドラインに基づいて進められる。

CEPA はショートリスト方式で施工管理のためのコンサルタント会社を選定する。施工請負企業は JBIC ガイドラインに基づいた国際競争入札によって選定される。土木・建築工事の施工期間は 36 ヶ月を予定している。

荷役機械の調達とタグボートの調達も国際競争入札によって選定する。パッケージ B と C は契約期間が異なるため別々に入札手続を行う。前者の契約期間は 20 ヶ月、後者の契約期間は 16 ヶ月である。

実施工程総括表を以下に示す。

YEAR		2002				2003				2004				2005				2006			
MONTH		J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D
Bidding by ICB Method and Contract Award for Procurement of Contractor																					
Package A:																					
Civil and Building Works																					
	Prequalification of Bidders	3 months																			
	Bidding Procedure	3 months																			
	Evaluation of Bids and Contract Award	4 months																			
	Construction	36 months																			
Package B:																					
Procurement of Cargo Handling Equipment																					
	Prequalification and Bidding	9 months																			
	Design and Manufacture of Equipment	15 months																			
	Sea Transportation	1 month																			
	Removal of Reinforcement and Performance Test	2 months																			
	Training on Crane Operation and Maintenance	2 months																			
Package C:																					
Procurement of Floating Equipment																					
	Prequalification and Bidding	9 months																			
	Design and Manufacture of Equipment	14 months																			
	Sea Transportation	1 month																			
	Demonstration Trial and Final Inspection	1 month																			

第9章 概算事業費

労務、材料、機械の単価、価格は2002年7月時点の価格に基づいて積算されたものである。

積算に使用した為替交換レートは、1US\$ = ¥120.00 = ₱ 8.75を採用した。

積算時点と事業履行期間における物価上昇の要素を2%と推定した。

概算事業費は116.3百万ドルと算定された。

第10章 港湾管理・運営

ラ・ウニオン港の短期整備計画では、コンテナ用ターミナル、多目的ターミナル、旅客船/車運搬船用ターミナル、各1ターミナルの整備が計画されている。

エル・サルヴァドル政府が積極的に進める民営化政策の下、ラ・ウニオン港では、CEPAと港湾ターミナル使用権契約を結んだ民間港運会社が、港湾荷役サービス提供を行う予定である。

そのターミナル使用権については、コンテナ用ターミナルと多目的ターミナルの2つに分けることを推薦する。同じ民営化政策の下で、CEPAが調達するタグボートについては、ライセンス契約に基づく船舶サービスを提供する目的で、民間港運会社に貸し与える事を推薦する。

第11章 経済・財務分析

2001年を基準年とし、プロジェクト期間を30年と仮定して、プロジェクトの経済分析が行われた。経済的内部収益率(EIRR)で表される経済分析を行い、基本ケースで

の計算結果は 16.4%であった。

資本投資の観点から、プロジェクトの採算性、すなわち十分な見返りがあるかどうかを検討した。国内総資本に基づいた財政的内部利益率 (FIRR)を計算し、その結果をプロジェクトに投資された資金の平均利息と比較した。本プロジェクトの FIRR を基本ケースで算定した結果、13.4%となった。初期投資にかかる平均利率は 4.11%と算定され、十分財務的にも健全である事が証明された。

第 12 章 環境に関する考察

プロジェクトに関する環境影響評価は 2000 年 12 月に完了し、MARN は次項の実施を条件として環境影響評価を承認した(決済番号 MARN-N 400-2000)。

- 14 項目の環境緩和策の実施
- CEPA による担保金の納入
- 18 項目の環境条件の実施

環境調査に必要な追加情報を収集する目的で、以下の環境調査が調査団により実施された。

- 1) 埋め立て地域での生態系調査 (ベントス、海洋生物)
- 2) 土取り場の生態系調査 (陸上植物、動物)
- 3) 浚渫地域の海洋生態系調査 (潮流、水質、底質、ベントス)
- 4) 土捨て場地域の海洋生態系調査 (水質、底質、ベントス)
- 5) 漁業活動調査
- 6) 現状環境調査 (水質、底質、ベントス)
- 7) 大気質調査
- 8) モニタリングの為の調査 (水質)

追加環境調査に基づき、いくつかの環境緩和策と許可条件に関する改訂が提案され、MARN はこれを承認した。主な改訂項目を以下に示す。

- 緩和策 6 の削除 港湾区域から出る固形廃棄物を処理するための焼却炉建設を不要とする。その理由は船舶からの廃棄物はそれほど多くなく、船自身で処理できる量である事。また、通常の港湾活動によって生じる廃棄物は比較的少ない量であり、ラ・ウニオン市の廃棄物収集サービスで容易に処理できるためである。
- 緩和策 8 の削除 シルトカーテンについて、一般には珊瑚海域のようなかなり繊細な環境条件については使用されるものであるが、ラ・ウニオン港付近はすでに汚濁が進んでおり、このケースに該当しない。代わりに事業実施中に濁度をモニターし、繊細な地域を保護するための基準レベルを設定する。浚渫作業中に濁度がこのレベルに達した場合、作業を中断し濁度が収まるまで作業を

再開しない。

- 緩和策 16 の追加 陸域への浚渫土砂投棄が追加で提案され、港湾区域の 27ha の埋立と共にその両側の陸域を土砂投棄場所(31ha)に使用することが許可された。
- 許可条件 13 の修正 バイパス道路建設プロジェクトが遅れており、バイパス道路竣工前でも港湾建設着工を許可する。その条件として、ラ・ウニオン市街地を避けることができ、港湾工事車両が通行可能な代替工事道路を設ける。

第 13 章 結論と勧告

- 本計画の妥当性については、技術面・経済面・財務面とも非常に健全である事が確認された。本計画の早期実施が肝要であり、CEPA は将来の貨物の確保および拡大を図るため、可能性のある港湾利用者に対するポートセールスの推進が必要である。
- 本計画が、中米各国の経済・財務面に寄与し重要な役割を担うため、CEPA は本計画の実施および推進に係わる関連機関との調整を十分行う必要がある。
- 航路および回頭水域の水深については、建設中および開港後も定期的に調査する必要がある。航路への埋没量については、相当量の土砂が溜まるものと予想されており、更に航路が港の基幹施設である点を考慮すると、CEPA はその調査結果を基に将来の維持管理計画を策定する必要がある。
- CEPA は、現在進めている港湾の民営化計画を早急に推進する事により、工事の開始前に、民間港運会社が導入する荷役システムに関連する以下のようなターミナル施設について、必要な変更を組み込むことが出来る。

建物

- 港湾管理棟
- CFS
- メンテナンス及び修理棟

ヤード配置

- コンテナ仮置場
- 舗装

フィージビリティ調査と詳細設計での施設変更項目

項目	FS	D/D	変更理由
貨物需要	2015年予想貨物 雑貨・液体貨物 コンテナ 1,496,500 ton 157,812 TEU	2015年予想貨物 雑貨貨物 コンテナ 841,000 ton 275,000 TEU	
対象船舶	コンテナバース 多目的バース 旅客船バース 40,000DWT 50,000DWT 15,000GT	コンテナバース 多目的バース 旅客船バース 55,000DWT 50,000DWT 25,000DWT	寄港船舶の見直しによる、コンテナ一船と 車両運搬船 (RoRo) の大型化
岸壁	岸壁水深と延長 コンテナバース 多目的バース 旅客船バース -13m 300m -13m 260m -7.5m 220m	岸壁水深と延長 コンテナバース 多目的バース 旅客船バース -14m 340m -14m 220m -9.5m 240m	対象船舶がF/S時に予想したものより、 大型化したため。
航路	航路幅 航路水深 150m (内外航航路) -11.0m (内外航航路)	航路幅 航路水深 140m (内航航路) 137m (外航航路) -14.0m (内航航路) -14.5m (外航航路)	航路幅は、操船シミュレーションにより検 証し、縮小することが可能と判断された。 水深は、航路での潮待ちなしに入港させる 計画とした。
土捨場	港湾計画区域から約4km 沖合いの地点	港湾計画区域から約25km 沖合いの地点と港 湾計画区域両側の陸域土捨場	CEPAより提出されたEIAに対し、エル・ サルヴァドル国環境省は約50km 沖合い の地点を環境許可条件とした。
計画位置	プンタゴルダ港から360m 湾奥側の地点 に主岸壁西端を配置	プンタゴルダ港から630m 湾奥の地点に主岸 壁西端を配置	ボーリング調査の結果、プンタゴルダ港に 近い部分には軟弱層が厚く分布しており、 これを避ける事がコスト面で有利である と判断された。

エル・サルヴァドル国
ラ・ウニオン県港湾再活性化計画詳細設計調査

ファイナルレポート

要 約

序 文
位置図
プロジェクトサイトの航空写真
プロジェクト概要

目 次

	Page
第1章 序 論.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 プロジェクトの実施.....	1
1.3 調査対象地域.....	1
1.4 調査の実施内容.....	1
1.5 プロジェクトの概要.....	3
1.6 建設費.....	4
第2章 プロジェクト対象地域の現況.....	6
2.1 プロジェクト対象地域の社会・経済状況.....	6
2.2 自然条件.....	6
2.3 海象条件と地質条件.....	7
2.4 開発計画.....	7
2.5 エル・サルヴァドル国における現在の港湾活動.....	7
第3章 港湾計画.....	8
3.1 物流需要予測.....	8
3.1.1 概要.....	8
3.1.2 ミクロ経済およびマクロ経済における物流需要予測.....	8
3.1.3 ラ・ウニオン港への貨物量.....	9
3.2 主要港湾施設.....	12
3.2.1 岸壁施設.....	12
3.2.2 主要陸上施設.....	12
3.3 ターミナル配置計画.....	13
3.3.1 コンテナターミナル.....	13

3.3.2	多目的ターミナル.....	13
3.3.3	旅客ターミナル.....	13
3.3.4	全体ターミナル計画.....	14
第4章	土木設計.....	16
4.1	設計基準.....	16
4.1.1	設計コードおよび設計基準.....	16
4.1.2	自然条件.....	16
4.2	岸壁構造.....	17
4.2.1	岸壁諸元.....	17
4.2.2	荷重条件.....	17
4.2.3	比較構造の検討と構造形式の提案.....	18
4.3	護岸.....	18
4.4	埋立と地盤改良.....	18
4.4.1	位置と土工量.....	18
4.4.2	地盤改良.....	19
4.4.3	埋立材料.....	19
4.5	道路および舗装.....	19
4.5.1	発生交通量.....	19
4.5.2	道路種別.....	19
4.5.3	舗装種別.....	19
4.6	排水.....	19
第5章	航路設計.....	21
5.1	航路の設計条件.....	21
5.2	航路および泊地の設計.....	21
5.3	航路埋没の検討.....	23
5.4	航行援助施設および船舶航行サービス.....	24
第6章	建築施設および設備設計.....	25
6.1	建築.....	25
6.1.1	設計条件.....	25
6.1.2	建築施設概要.....	26
6.2	電気通信システム.....	29
6.3	給水システム.....	30
6.4	消火システム.....	31
6.5	汚水処理システム.....	31

第7章 機材設計.....	33
7.1 岸壁荷役機材の設計.....	33
7.2 曳船の設計.....	34
第8章 施工計画および実施計画.....	36
8.1 工事概要.....	36
8.2 施工計画.....	36
8.2.1 施工稼働日数.....	36
8.2.2 環境対策.....	36
8.2.3 浚渫工.....	36
8.2.4 岸壁工.....	36
8.2.5 護岸工.....	37
8.2.6 埋立工.....	37
8.3 実施計画.....	37
第9章 概算事業費.....	38
9.1 事業費積算条件.....	38
9.2 単価構成.....	38
9.3 事業費.....	38
第10章 港湾管理・運営.....	39
10.1 ターミナル構成.....	39
10.2 港湾運営.....	39
第11章 経済・財務分析.....	41
11.1 経済分析.....	41
11.2 財務分析.....	41
第12章 環境に関する考察.....	43
12.1 追加環境調査.....	43
12.2 環境許可条件の改訂.....	44
12.3 環境管理・モニタリング計画.....	45
結論と勧告.....	46

表リスト

	Page
表 1.1.1 プロジェクトコスト.....	4
表 3.1.1 ミクロ経済分析とマクロ経済分析の比較.....	9
表 3.1.2 アカフトラ港とラ・ウニオン港の予想取扱い貨物量.....	10
表 3.1.3 エル・サルヴァドル国内港湾に移行する貨物量.....	11
表 3.1.4 中米近隣国からトランシット・コンテナとして ラ・ウニオン港への移行が予想されるコンテナ貨物量.....	11
表 3.1.5 ラ・ウニオン港で取扱われるコンテナ貨物量.....	11
表 3.2.1 ラ・ウニオン港への船種別寄港回数.....	12
表 3.2.2 パースの諸元.....	12
表 3.2.3 主な陸上施設の諸元.....	13
表 4.1.1 自然条件(気象および海象条件).....	16
表 4.2.1 岸壁諸元.....	17
表 4.2.2 設計荷重条件.....	17
表 5.2.1 航路形状の決定.....	21
表 5.2.2 外内航路の航路幅.....	22
表 5.2.3 航路の運用基準.....	23
表 5.3.1 航路の予想埋設量.....	24
表 5.4.1 航行援助標識の構成.....	24
表 6.1.1 収容施設の建設および付帯設備の概要.....	26
表 6.2.1 電力需要予測.....	29
表 6.2.2 非常時の電力供給.....	30
表 6.3.1 給水先ごとの必要管径.....	31

図リスト

	Page
図 1.1.1 調査業務のフローチャート.....	5
図 3.3.1 港湾配置計画.....	15
図 4.2.1 コンテナ岸壁断面図.....	20
図 4.3.1 護岸標準断面図.....	20
図 5.2.1 内港航路および外港航路の標準断面.....	22
図 6.1.1 主要建物概要図(1/2).....	27
図 6.1.2 主要建物概要図(2/2).....	28
図 7.1.1 ガントリークレーンの一般図.....	35
図 7.1.2 曳船の一般図.....	35

第1章 序論

1.1 背景

エル・サルヴァドル共和国には、商港のアカフトラ港とクトゥコ港、および漁港のプンタゴルダ港の3つの主要港湾がある。アカフトラ港は同国唯一の国際商港であり、ドライバルク貨物、液体バルク貨物、コンテナ貨物を取り扱っている。しかし、アカフトラ港は太平洋岸に位置しており、また岸壁構造は棧橋形式であるため、うねりの影響を大きく受ける。この地理的条件により、アカフトラ港は効率的なコンテナ貨物の取り扱いには適していないといえる。クトゥコ港の南東約1kmのところに位置するプンタゴルダ港では、主に水産物の取り扱いが行われている。

内戦前のクトゥコ港は、コーヒーや綿花を輸出するのに重要な役割を果たしていた。しかし、施設の老朽化が深刻となり、1996年に閉鎖された。関連施設として荷役ヤード・上屋・その他施設を持つ既存港は、1912年～1915年の間に建設された。すべての施設は老朽化が進み、補修により近代的な港湾に生まれ変わるには困難な状態となっている。同港の閉鎖以降は、商港としての役割をプンタゴルダ港が担っている。

エル・サルヴァドル国政府は、フォンセカ湾の地理的優位性および良好な自然条件を考慮し、ラ・ウニオン県に港湾再活性化プロジェクトを計画した。同国政府は、日本政府の技術援助の下でマスタープランとフィージビリティ・スタディ調査を実施した。その調査結果によると、同国のコンテナ貨物とバルク貨物の港湾貨物は堅調に増加する見通しであり、短期港湾整備計画を早急に実施すべきと結論づけられた。短期港湾整備計画ではコンテナバース、多目的バース、旅客船バース、各々1バースの整備と関連施設の整備が計画された。

1.2 プロジェクトの実施

エル・サルヴァドル国政府は、プロジェクトの実施を決定し、日本政府に対し、その実施に対する資金援助を要請した。日本政府は短期整備計画の実施に係る円借款を、国際協力銀行(JBIC)を通じて行うこととした。また、プロジェクトの詳細設計についても、国際協力事業団(JICA)を通じて技術援助を行うことを決定した。

エル・サルヴァドル国側のカウンターパートである CEPA は、本プロジェクトの実施および管理機関である。

1.3 調査対象地域

ラ・ウニオン県クトゥコ港およびその周辺

1.4 調査の実施内容

詳細設計は以下の5フェーズから成る。

- 第1フェーズ： 国内準備作業
- 第2フェーズ： F/S レビューおよび自然環境調査
- 第3フェーズ： 基本設計
- 第4フェーズ： 詳細設計

第5フェーズ： 調査および入札図書

第6フェーズ： コンセプション計画

各フェーズの実施内容は以下の通りである。

- (1) **第1フェーズ： 国内準備作業**
 - 1.1 関連資料・情報収集・分析
 - 1.2 調査・設計手法の検討・確認
 - 1.3 インセプション・レポートの作成
- (2) **第2フェーズ： F/S レビューおよび自然環境調査**
 - 2.1 インセプション・レポートの作成説明・協議
 - 2.2 貨物量、旅客数および交通量の見直し
 - 2.3 必要港湾施設の見直し
 - 2.4 寄港特性の見直し
 - 2.5 航路および泊地の見直し
 - 2.6 荷役機械の見直し
 - 2.7 施設配置計画の見直し
 - 2.8 港湾運営管理の検討
 - 2.9 自然条件調査および環境調査の仕様書作成および業者契約
 - 2.10 自然条件調査
 - 2.11 環境調査
 - 2.12 プロGRESSレポートIの作成・説明および協議
- (3) **第3フェーズ： 基本設計**
 - 3.1 操船シミュレーション
 - 3.2 航路埋設シミュレーション
 - 3.3 汚濁拡散シミュレーション
 - 3.4 航路標識の検討
 - 3.5 土木施設の基本設計
 - 3.6 埋立および浚渫の基本設計
 - 3.7 建築施設の基本設計
 - 3.8 ユーティリティーの基本設計
 - 3.9 荷役機械およびタグボートの基本設計
 - 3.10 概略工事施工・工程計画
 - 3.11 概略事業費積算
 - 3.12 環境調査報告書の作成
 - 3.13 基本設計報告書作成
- (4) **第4フェーズ： 詳細設計**
 - 4.1 経済・財務分析
 - 4.2 航路・泊地・航行援助施設の詳細設計
 - 4.3 土木施設の詳細設計
 - 4.4 建築施設の詳細設計
 - 4.5 ユーティリティー・電気通信施設詳細設計
 - 4.6 荷役機械・タグボートの設計
 - 4.7 施工計画
 - 4.8 環境追加調査
 - 4.9 プロGRESSレポート(II)の作成・説明・協議
 - 4.10 運営維持管理計画

- 4.11 事業費積算
- 4.12 事業実施計画の策定
- 4.13 入札図書作成
- 4.14 総合評価および提案
- 4.15 ドラフトファイナルレポート作成・説明・協議
- (5) 第5フェーズ： 調査および入札図書
 - 5.1. ファイナルレポートの作成
- (6) 第6フェーズ： コンセプション計画
 - 6.1 コンセプション計画の作成
 - 6.2 コンセプション計画の検討
 - 6.3 港湾運営報告書(案)の作成

業務全体のフローを図 1.1 に示す。

1.5 プロジェクトの概要

- (1) 浚渫
 - 1) 外港航路 4,160,000 m³ (-14.5m),(B=130m)
 - 2) 内港航路 4,469,000 m³ (-14.0m),(B=140m)
 - 3) 泊地 2,860,000 m³ (-14.0m),(-9.5m)
 - 4) 航路標識 1式
- (2) 既設構造物撤去 1式 棧橋・上屋・タンク・パイプライン他
- (3) コンテナ岸壁 340m ケーソン式
- (4) 多目的岸壁 220m ケーソン式
- (5) 旅客岸壁 240m ドルフィン式
- (6) 護岸
 - 1) 護岸 650m
 - 2) 仮護岸 1,640m
- (7) 埋立
 - 1) 埋立土 3,005,000 m³
 - 2) 軟弱土撤去 481,000 m³
- (8) 舗装
 - コンクリート舗装 8,600 m² RTG 走行路
 - コンクリート舗装 71,200 m² コンテナヤード
 - アスファルト舗装 19,000 m² 港内道路他
 - マカダム舗装 72,000 m² 雑貨野積場
- (9) 排水工
 - 1) パイプカルバート 3,500 m
 - 2) トレンチ 6,020 m
- (10) 建築施設
 - 管理棟 2,540 m²
 - コンテナステーション 2,420 m²
 - 修理場 1,440 m²

コンテナゲート	245 m ²
カーゴゲート	205 m ²
電力給電所	450 m ²
(11) コンテナ荷役機械	2 基
(12) 曳船	2 隻

1.6 建設費

表 1.1.1 プロジェクトコスト

(Unit: 1,000 US\$)

計画内容	外貨	現地貨	計	JIB 融資額	全体に占める割合
1. パッケージ A (土木・建築)	38,200 (4,584)	52,655 (6,319)	US\$ 90,855 (Y 10,903)	US\$ 68,141 (Y 8,177)	75 %
2. パッケージ B (荷役機械)	12,766 (1,532)	0 (0)	US\$ 12,766 (Y 1,532)	US\$ 12,766 (Y 1,532)	100 %
3. パッケージ C (曳船)	7,000 (840)	0 (0)	US\$ 7,000 (Y 840)	US\$ 7,000 (Y 840)	100 %
4. コンサルタント・ サービス	5,650 (678)	0 (0)	US\$ 5,650 (Y 678)	US\$ 5,650 (Y 678)	100 %
5. 合計	63,616 (7,634)	52,655 (6,319)	US\$ 116,271 (Y 13,953)	US\$ 93,557 (Y 11,227)	

Note: 表中のカッコ書きは、為替レートを 1 ドル=120 円としたときの円貨 (単位: 百万円) を示す。

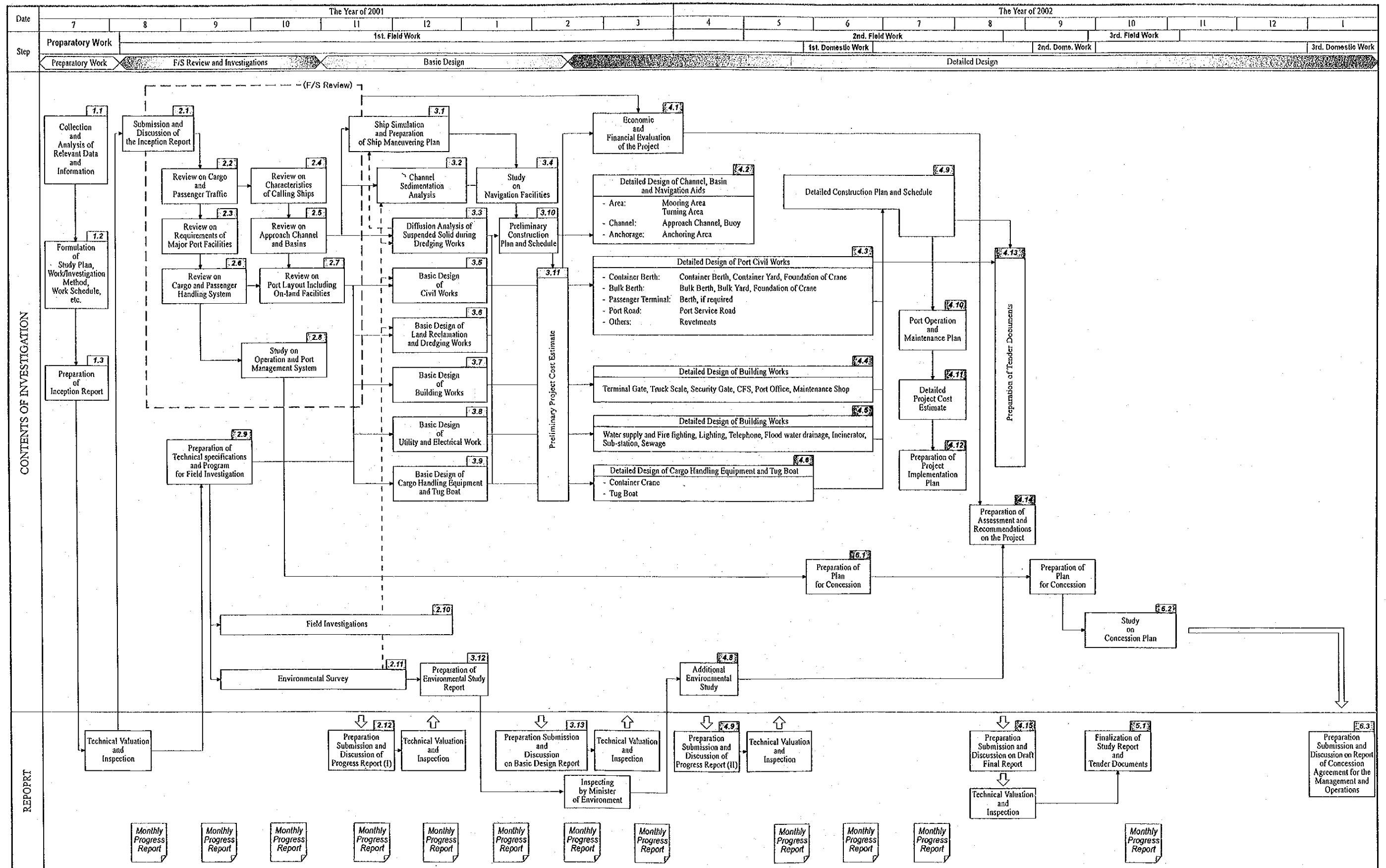


図 1.1.1 調査業務のフローチャート

第2章 プロジェクト対象地域の現況

2.1 プロジェクト対象地域の社会・経済状況

(1) 行政区域

エル・サルヴァドル共和国は 14 の県と 262 の郡から構成される。同国は、北にホンジュラス、西にグアテマラ、東にニカラグア、南に太平洋と接している。ラ・ウニオン県は同国の東部地域に位置し、山岳地域のサンタロサデリマと湾岸地域のラ・ウニオンの2つの地区から成り 18 の郡を擁す。

(2) 経済

1996年から2000年の間、エル・サルヴァドル国経済は国内総生産(GDP)で年平均3.5%の堅調な伸びを示した。しかし、2000年の伸び率はやや失速し、2.0%にとどまった。同国経済は全体的に失速気味ではあるが、製造業部門は4.5%という比較的高い伸びを示した。

(3) 人口

統計によると、ラ・ウニオン県の2000年現在での人口は289,021人であり、人口密度は139人/km²となっている。1998年におけるラ・ウニオン県の人口増加率は2.18%であった。

(4) 産業

ラ・ウニオン県の主な産業は農業であり、商業、製造業、酪農、漁業、製塩業と続く。主な産物はトウモロコシと豆であり、これ以外に小規模ではあるが胡麻、ヘネケン、米、サトウキビ、野菜、スイカを生産している。更に、塩は同県の重要な産物となっており、約850ヘクタールの塩田を有し、国内の全塩田面積の27.4%を占める国内有数の製塩地域である。

また、同県には、魚缶詰工場や農園、漁業、ヤシ帽子とマット、ほうき、粘土レンガとカワラ、陶器などの地場産業がある。同県の沿岸域では、特に漁業が主な収入源である。エルサルバドルの1992年における漁業生産高はGDP全体の約20%を占め、同県の全国に占める生産高の割合は43%に達した。

2.2 自然条件

ラ・ウニオン県は、北部の山岳地域は亜熱帯雨林地帯に属するが、その他の大部分は熱帯雨林地帯に属す。雨季は5月～10月であり、乾季は11月～4月である。近年の年間降雨量は1300mm～2100mmとばらつきがあるが、年平均降雨量は1780mmである。同県での年平均降雨日は117日であり、9月の月平均降雨日数は23日と最も多い。

ラ・ウニオン市の年平均気温は27°C～30°Cで、1996年～2000年の5年間の最高気温および最低気温は、それぞれ2000年4月の37.2°Cおよび1997年1月の18.1°Cである。

ラ・ウニオン市における月平均風速は、1月～4月が3 m/sec、5月～12月が2 m/secで、卓越風向は、11月～2月が北東、3月～10月が南西である。

2.3 海象条件と地質条件

建設予定地の潮位周期は半日周潮で 1 日に 2 回干満を繰り返し、さく望時の潮位差は約 3m である。

航路計画法線上の 5 地点で潮流観測を行った結果では、最大流速は内航路上で 1.8 m/sec、外航路上で 1.6 m/sec である。

同国の沖波特性は、1.0~1.5m の波高が約 80% を占め、北東および南西の波向が卓越している。また、この海域は、3.25m 以上の波高が全体の 2% 以下と非常に低く、比較的静穏な海域である。

2.4 開発計画

1998 年に発表された同国の国家開発計画では、経済的に開発の遅れているエル・サルヴァドル国東部地域開発計画の中で本計画は重要な役割を担うことになっている。

また、2001 年に発表されたプエブラ・パナマ計画では、ラ・ウニオン港と大西洋岸のコルテス港を陸路で結びドライカナルを形成する計画が新たに加えられ、本計画は、地域の交通網に於ける重要な地位を占める。

2.5 エル・サルヴァドル国における現在の港湾活動

1991 年から 2000 年の 10 年間のアカフトラ港での取扱貨物量は着実な伸びを示し、年平均増加率は 7.9% に達している。2000 年の総取扱貨物量は、2.46 百万トン(輸入 2.02 百万トン、輸出 0.44 百万トン)である。

1996 年にクトゥコ港が閉鎖になって以来、貨物船は CORSAIN (エル・サルヴァドル国経済省管轄の公社) が管理するプンタゴルダ港で荷役を行っている。クトゥコ港が閉鎖になる前年の 1995 年における同港の取扱貨物量は 63,000 トンであり、主にディーゼル油、肥料、ドライバルク貨物を輸入していた。

2000 年のプンタゴルダ港での取扱貨物量は 128,435 トン(すべて輸入)であり、LPG やブタンガスの液体バルク貨物が全体の 70% を占め、残りは肥料、袋入りセメント、塩である。

第3章 港湾計画

3.1 物流需要予測

3.1.1 概要

ラ・ウニオン港の貨物量と旅客数は、2005年、2010年、2015年の目標年次に対して、2000年の社会経済指標に基づいて推計された。この予測に用いた人口増加率は、2001～2005年が1.84%、2005～2015年が1.50%とした。目標年次までの国内総生産の増加率は3.5%と想定した。最終的な貨物量と旅客数については、マイクロ予測とマクロ予測を比較した上で決定する事とした。

3.1.2 ミクロ経済およびマクロ経済における物流需要予測

(1) ミクロ経済における物流需要予測

1) 一般貨物

一般貨物の推計は3段階のステップで行われた。第1段階では、エル・サルヴァドルの総輸出入貨物が推定され、第2段階では、それぞれの背後圏を設定した輸送費用分析に基づき、貨物をラ・ウニオン港とアカフトラ港毎に推計した。第3段階では、近隣諸国からラ・ウニオン港を通過する潜在的な中継貨物量について、統計面および輸送費用分析手法を用いて推計した。

2) コンテナ貨物

太平洋沿岸地域を通過しているエル・サルヴァドル関連のコンテナ貨物は、現在はケツアル港を経由している。将来的に、これらはラ・ウニオン港に移行すると考えられる。将来のコンテナ貨物量は、2段階の手順を踏み算定された。第1段階として、同国関連コンテナ貨物量はアカフトラ港の過去の傾向に基づき算出され、第2段階として、輸送費用分析に基づき、近隣諸国からラ・ウニオン港へシフトする中継貨物を算出し、それらを国内コンテナ貨物量に足し合わせる方法で推計した。

(2) マクロ経済需要予測

目標年次におけるエル・サルヴァドル国の輸出入総量を把握するため、マクロ経済分析を実施した。輸入に関しては、同国経済指数およびGDPと輸入総量の統計的相関係数に基づき、輸出に関しては、主な貿易相手国である中米諸国、米国やドイツのGDPにおける統計的相関係数に基づいてマクロ経済分析を実施した。

さらに、過去の取扱い貨物量の傾向から、エル・サルヴァドル国内の2港で扱われる貨物量シェアが検討された。推計では、妥当性の十分ある下記の仮定を設定した。

・現在はカリブ海側の港（主にサントトマス港）を経由しているエル・サルヴァドル国関連貿易貨物もラ・ウニオン港に移行する。

・東アジアー米国東海岸および米国西海岸ーヨーロッパ（パナマ経由）を定期就航中のパナマックスタイプのコンテナ船は、最終的には、輸送費が安いという理由でラ・ウニオン港に寄港する。

貨物輸送費分析によると、コリント港（ニカラグア）取扱いコンテナ貨物量の25%、

サンロレンソ港（ホンジュラス）取扱い貨物量の 50%、ケッツアル港（グアテマラ）取扱い貨物量の 25%が、ラ・ウニオン港に移行すると推定した。

(3) 需要予測の比較

ミクロ経済分析とマクロ経済分析の結果から、エル・サルヴァドル国の取扱い貨物量は、表 3.1.1 に示すとおりとなった。これによると 2015 年での両分析結果の差異は 10%以下であり、妥当な結果と判断される。従って、ミクロ経済分析の結果を基に、詳細な推定を行う事とした。

表 3.1.1 ミクロ経済分析とマクロ経済分析の比較

予測取扱い貨物量 (1000MT)		2005 年	2010 年	2015 年
ミクロ経済分析	輸入	3,079	3,941	5,013
	輸出	604	678	791
	計	3,683	4,619	5,804
マクロ経済分析	輸入	2,923	3,849	4,967
	輸出	801	1,082	1,435
	計	3,724	4,931	6,402

3.1.3 ラ・ウニオン港への貨物量

ミクロ経済分析において、主に輸送費用の観点から、ラ・ウニオン港ではどのような種類の貨物が取扱われる可能性があるか、それぞれの貨物について分析した。アカフトラ港とラ・ウニオン港の目標年次における輸出入コンテナ貨物量とバルク貨物量を、表 3.1.2 に示す。

表3.1.2 アカフトラ港とラ・ウニオン港の予想取扱貨物量

(単位: MT)

輸入/輸出	貨物の種類	商品	アカフトラ港			ラ・ウニオン港		
			2005	2010	2015	2005	2010	2015
輸入	一般貨物	雑貨	15,000	15,000	18,000	-	-	-
		化学製品	32,000	52,000	78,000	-	-	-
		鉄、鋼および鉄鋼製品	334,800	499,500	710,100	37,200	55,500	78,900
		肥料(袋詰め)	39,000	39,000	39,000	-	-	-
		自動車	10,500	15,400	23,100	4,500	6,600	9,900
		非鉄金属製品	17,000	29,000	45,000	-	-	-
		セメント(袋詰め)	-	-	-	60,000	70,000	80,000
	小計	448,300	646,900	913,200	101,700	132,100	168,800	
	ドライバルク貨物	穀物(トウモロコシ粉を含む)	675,500	833,000	1,002,400	289,500	357,000	429,600
		肥料	245,700	245,700	245,700	105,300	105,300	105,300
		大豆粉末	135,800	146,300	157,500	58,200	62,700	67,500
		その他	9,000	9,000	9,000	-	-	-
	小計	1,066,000	1,234,000	1,414,600	453,000	525,000	602,400	
	液体バルク貨物	ディーゼル油	276,000	375,000	494,000	-	-	-
		ガソリン	166,000	225,000	276,000	-	-	-
		動物オイル、植物オイル	77,000	90,000	107,000	-	-	-
		大豆オイル	19,000	19,000	19,000	-	-	-
		アルコール	18,000	18,000	18,000	-	-	-
		ブタンガス	15,000	15,000	15,000	-	-	-
		苛性ソーダ	28,000	43,000	63,000	-	-	-
アルカリ		5,000	5,000	5,000	-	-	-	
その他		30,000	30,000	30,000	-	-	-	
小計		634,000	820,000	1,027,000	0	0	0	
計	2,148,300	2,703,900	3,354,800	554,700	657,100	771,200		
輸出	一般貨物	雑貨	4,000	2,000	2,000	-	-	-
		小計	4,000	2,000	2,000	-	-	-
	ドライバルク貨物	砂糖	190,000	190,000	190,000	60,000	60,000	60,000
		小計	190,000	190,000	190,000	60,000	60,000	60,000
	液体バルク貨物	糖蜜	150,000	150,000	150,000	10,000	10,000	10,000
		エチルアルコール	19,000	19,000	19,000	-	-	-
		小計	169,000	169,000	169,000	10,000	10,000	10,000
計	363,000	361,000	361,000	70,000	70,000	70,000		
合計		2,511,300	3,064,900	3,715,800	624,700	727,100	841,200	

米国西海岸とアジアを含む太平洋岸地域からのエル・サルヴァドル国向けのコンテナ貨物は、現在アカフトラ港(アカフトラ経由型)とケッツアル港(ケッツアル港経由型)を經由している。後者の貨物フローである“ケッツアル港経由型”は、ラ・ウニオン港が供用を開始した後はラ・ウニオン港に移行すると予想される。

現在アカフトラ港とケッツアル港を經由しているエル・サルヴァドル国向けの貨物は、ラ・ウニオン港の供用が始まると、同国内港に移行し、最終的には多くの貨物量が、

ラ・ウニオン港に移行すると予想される。

表 3.1.3 エル・サルヴァドル国内港湾に移行する貨物量
(現在アカフトラ港を經由している貨物量)

コンテナ		2000	2005	2010	2015
コンテナ貨物量 (1000 MT)	輸入	68	112	179	278
	輸出	24	28	30	30
	計	112	140	209	308
コンテナ数 (1000 TEUs)		15	24	39	60

(現在ケッツアル港を經由している貨物量)

コンテナ		2000	2005	2010	2015
コンテナ貨物量 (1000 MT)	輸入	173	263	401	609
	輸出	94	143	217	330
	計	267	406	618	940
コンテナ数 (1000 TEUs)		22	57	87	132

(将来、エル・サルヴァドル国内の港湾を經由する貨物量)

コンテナ		2000	2005	2010	2015
コンテナ貨物量 (1000 MT)	輸入	241	376	580	887
	輸出	118	171	247	360
	計	359	547	827	1,248
コンテナ数 (1000 TEUs)		37	81	125	192

アジア向けコンテナ貨物の割合は、太平洋岸の港を經由する貨物量の約 25%であり、米国西海岸向けコンテナ貨物の割合は 50%以上を占める。前者の割合は、将来も変わらないと予測される。近隣諸国とのコンテナ貨物取引は、“トランシット・コンテナ (中継コンテナ)” と呼ばれるが、それらラ・ウニオン港への移行が予想されるコンテナ貨物量を表 3.1.4 に示す。

表 3.1.4 中米近隣国からトランシット・コンテナとしてラ・ウニオン港への移行が予想されるコンテナ貨物量

(単位: 1000 TEUs)

トランシット・コンテナ貨物量		2005	2010	2015
コリント港 (ニカラグア)	25%	4	6	8
サンロレンソ港 (ホンジュラス)	50%	3	4	6
ケッツアル港 (グアテマラ)	25%	34	50	70
計		40	60	84

アカフトラ港で扱われるコンテナ貨物量を除いた、エル・サルヴァドル国内関連コンテナ貨物量と近隣諸国のトランシットコンテナ貨物量を合計すると、ラ・ウニオン港で取扱われる貨物量が算定され、目標年次におけるラウニオン港のコンテナ貨物量は表 3.1.5 の様に推計された。

表 3.1.5 ラ・ウニオン港で取扱われるコンテナ貨物量

	2005	2010	2015
コンテナ貨物量 (TEUs/年)	121,000	185,000	275,000

3.2 主要港湾施設

3.2.1 岸壁施設

各目標年次においてコンテナバース、多目的バース、旅客船バースに必要となるバース施設は、コンテナ1船あたり平均コンテナ積載量・バルク貨物船の平均寄港回数・車運搬船と旅客船の平均寄港回数に基づいて、荷役効率を考慮した上で決定される。船種別の寄港回数を表3.2.1に示す。

表3.2.1 ラ・ウニオン港への船種別寄港回数

	2005	2010	2015
コンテナ船	208	208	208
バルク貨物船	38	46	53
車運搬船	15	22	33
旅客船	1	1	1
計	262	277	295

寄港回数から判断し、コンテナバース・多目的バース・旅客船/車運搬船バース各1バースの計3バースが必要であるとの結論を得た。

各バースの諸元は、ラ・ウニオン港に寄港する船舶の特性を考慮し、表3.2.2に示すとおり決定した。

表3.2.2 バースの諸元

	船型	バース長 (m)	バース水深 (m)
コンテナバース	55,000 DWT	340 m	-14.0 m
多目的バース	50,000 DWT	220 m	* -14.0 m
旅客船バース	25,000 DWT	240 m	-9.5 m

[注：コンテナ船が多目的バースに着岸できる事を考慮し多目的バースの水深を-14mとした。]

3.2.2 主要陸上施設

(1) ヤードおよび建物

主要陸上施設の諸元は、表3.2.3に示すとおり決定された。

表 3.2.3 主な陸上施設の諸元

	面積	備考
ヤード (多目的バース)	34,000 m ²	
ヤード (車運搬バース)	18,000 m ²	
港湾事務所	2,540 m ²	6階建て(3階+3階タワー)
CFS (コンテナ荷捌き上屋)	2,420 m ²	中二階(30 x 75 m) 222 m ² 込み
メンテナンスおよび修理棟	1,440 m ²	中二階(54 x 24 m) 込み

(2) ゲート

ゲートは、コンテナターミナルと多目的ターミナルに配置される。それぞれの車線数は、2010年に占有率が45%以内になるよう決められた。この条件に基づき、コンテナターミナルのゲート数は6車線（搬入3車線、搬出3車線）、多目的ターミナルのゲート数は3車線（搬入1車線、搬出2車線）とした。

(3) その他の陸上施設

上記の施設に加えて、次に挙げる施設を港湾施設として整備する。

- 排水施設
- 汚水処理施設
- 給水施設（港内の給水施設および浄化施設）
- メンテナンス・修理棟および給油設備
- 受電・配電設備
- 非常用発電機
- 油拡散防止膜

3.3 ターミナル配置計画

3.3.1 コンテナターミナル

コンテナターミナルにおける荷役方式について検討した結果、供用期間が長い点、メンテナンスコストが安い点およびコンピューター管理システムが容易に導入できる点から、RTG方式が最適であるとの結論に達した。

3.3.2 多目的ターミナル

多目的ターミナルの配置計画は、最終的なヤード配置計画はコンセッショナーが決めるという条件があり、概略の検討を行った。また、コンセッショナーは市場調査および港湾利用者からの情報を基に独自の貨物量を想定し、最終的な荷役機械購入計画を決定する事になる。

バース・エプロン舗装・ゲート・将来布設するパイプラインのために計画した岸壁エプロン下のユーティリティトンネル等の港湾基本インフラ施設を整備する。

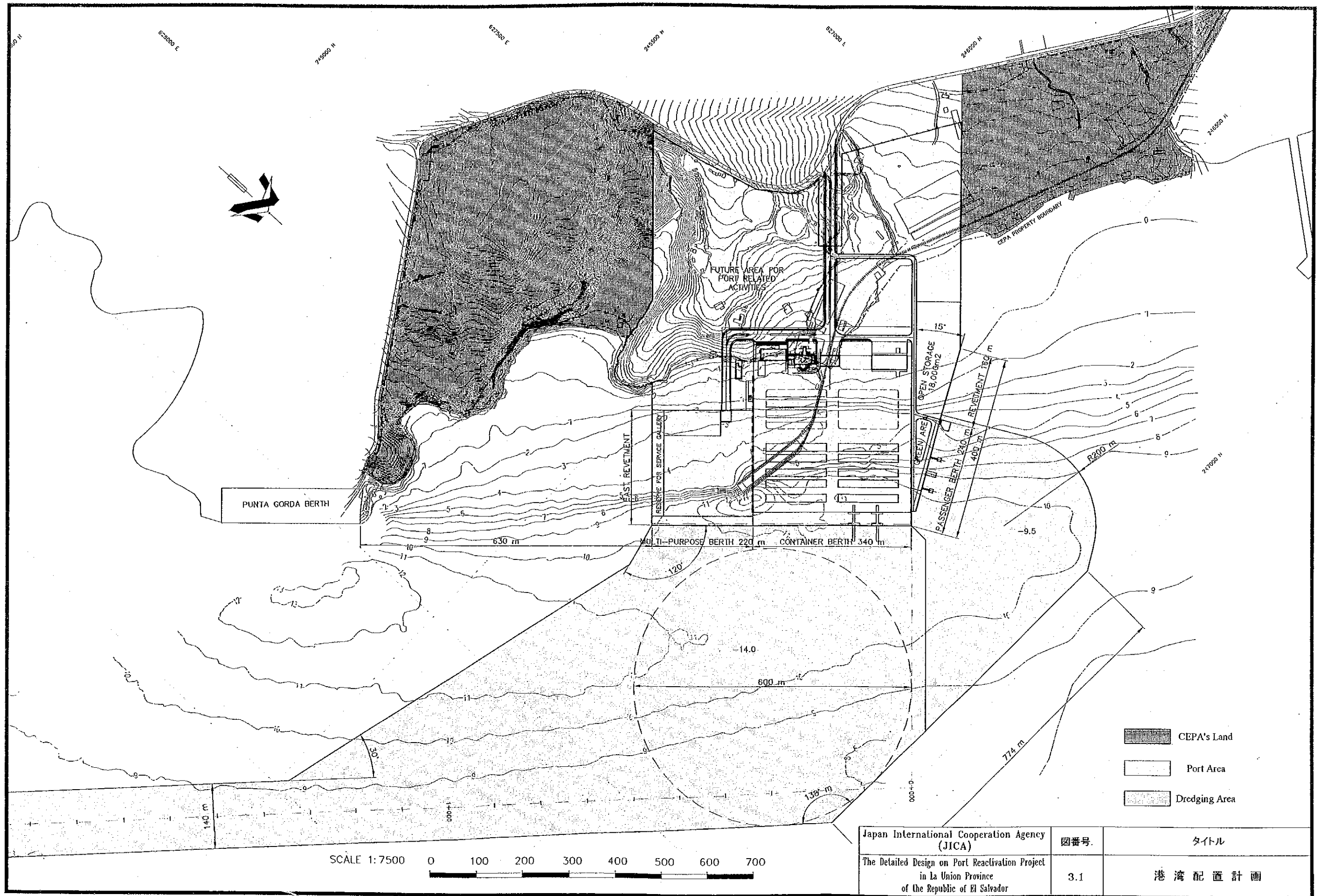
3.3.3 旅客ターミナル

旅客ターミナルはドルフィン形式であり、港湾区域の西側に位置する。このターミナルは、旅客船・車輛運搬船・タグボートが使用する予定であり、計画中のニカラグアへ

のフェリーボートも将来使用する可能性がある。

3.3.4 全体ターミナル計画

ターミナル計画の決定には、2つの配置計画が検討された。現地調査の結果を考慮して最終的な位置決定をしたが、最も重要な決定要因は、岸壁予定地の土質状況及び将来拡張時に必要な背後地の確保という点にあり、最終的な配置計画を図3.3.1に示す。



Japan International Cooperation Agency (JICA)	図番号	タイトル
The Detailed Design on Port Reactivation Project in La Union Province of the Republic of El Salvador	3.1	港湾配置計画

第4章 土木設計

4.1 設計基準

4.1.1 設計コードおよび設計基準

プロジェクトにおいて、主に採用参照している海上土木工事の設計基準コードおよびマニュアルは、以下のものである。

- 1) 「港湾施設の技術上の基準・同解説」 1999年版 運輸省港湾局監修、社団法人日本港湾協会発行
- 2) 「Shore Protection Manual」 U.S. Army Coastal Engineering Research Center, 1984.
- 3) 「British Standard Code of practice for Maritime Structures」 BS6349.
- 4) 「Regulation for Structural Safety of Constructions」 1997年版, エル・サルヴァドル公共事業省発行

4.1.2 自然条件

(1) 気象条件および海象条件

設計において用いた気象および海象条件を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1 自然条件(気象および海象条件)

気象条件	気温	最高気温	37.2°C	
		最低気温	18.1°C	
	降雨量	年間降雨量 (1997)	1,272 mm	
		(1998)	2,123 mm	
		予想降雨強度 (10年確率)	70 mm/hr	
風速	暴風時 (75年確率) 最大風速	31 m/秒		
海象条件	潮位	H.WL	+3.37 m	
		L.WL	-0.13 m	
	潮流	最大流速 (B-2, 上層)	1.79 m/秒	
		流向	南東	
	波浪	作業時 (H1/3)	(T1/3)	1.0 m
				3.4 秒
暴風時 (H1/3)		(T1/3)	2.2 m	
			4.5 秒	

(2) 地質条件および土質条件

プロジェクトサイトの地質および土質条件は、調査孔穿孔、標準貫入試験 (SPT)、室内試験によって調査を行い、設定した。

岸壁位置での土質条件は以下のとおりである:

第1層: シルト質粘性土 (CH) (層厚 5.0 ~ 10.0m)

単位体積重量 $\gamma = 14 \text{ kN/m}^3$

水中重量 $\gamma' = 4 \text{ kN/m}^3$

粘着力 $C_u = 5.0 \text{ kN/m}^2$

第2層: 砂利を含む砂質土 (SG) (層厚 5.0 ~ 10.0m)

単位体積重量 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

水中重量 $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

第3層: 砂利・砂を含む粘性土 (CL) (層厚 2.0 ~ 5.0m)

単位体積重量 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

水中重量 $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$

内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$

設計震度は、確率年数 75 年に相当する地盤加速度より、設計震度 0.2 を採用した。

4.2 岸壁構造

4.2.1 岸壁諸元

岸壁諸元は対象船舶を基に検討し、表 4.2.1 の通り決定した。

表 4.2.1 岸壁諸元

	延長 (m)	水深 (m)	天端高 (m)
コンテナ岸壁	340.0	-14.0	+5.0
多目的岸壁	220.0	-14.0	+5.0
客船/車運搬船岸壁	240.0	-9.5	+5.0

4.2.2 荷重条件

岸壁構造についての主な設計荷重を表 4.2.2 に示す。

構造検討では、この他にコンテナクレーン輪荷重、船舶接岸力、係留力などを考慮した。

表 4.2.2 設計荷重条件

(1) 設計荷重		
1) 死荷重(自重)	鉄筋コンクリートの単位重量: 24.0 kN/m^3	
	コンクリートの単位重量: 22.6 kN/m^3	
2) 上載荷重	常時	地震時
コンテナ岸壁 - エプロン	20.0 kN/m ²	10.0 kN/m ²
多目的岸壁 - エプロン	20.0 kN/m ²	10.0 kN/m ²
客船岸壁 - 栈橋	20.0 kN/m ²	10.0 kN/m ²
(2) 地震力	設計震度 : $K_h = 0.2$	

4.2.3 比較構造の検討と構造形式の提案

(1) コンテナ岸壁および多目的岸壁

コンテナ岸壁および多目的岸壁の構造形式案は以下のような 5 形式を選定し、検討した。

- コンクリートケーソン形式
- 鋼管直杭式栈橋形式
- 鋼管組み杭式栈橋形式
- 鋼矢板形式
- 鋼矢板セルラーブロック形式

これらの構造形式案については、施工計画と経済性その他の面について検討を行った。

コンテナ岸壁、多目的岸壁の構造としては、施工性、経済性、耐久性、維持管理などの点で、ケーソン式構造が、最も有利な構造形式と判断された。

コンテナ岸壁および多目的岸壁の構造形式を図 4.2.1 に示す。

(2) 客船岸壁

コンテナ、多目的岸壁と同様の比較検討によって、比較構造形式案の中で直杭式形式がもっとも有利な構造形式と判断された。

(3) 小船だまり

港湾業務に関連する小型船だまりを西側護岸の陸側付け根に計画した。

小船だまり諸元は以下のようなものである。

係留岸壁	延長 50.0m	水深 4.0m	天端高 +5.0m
泊地	面積 100m x 90m	水深 4.0m	回頭泊地 半径 50m
防波堤	延長 95m	天端高 +6.0m (捨石傾斜堤)	

4.3 護岸

護岸構造は捨石式構造が、経済性、安定性の面から最適構造として選定された。

地質調査の結果から、護岸予定地付近は軟弱層が広く堆積している地域であり、地盤改良工法を検討した結果、護岸の基礎は置換砂工法を採用することとした。

東護岸と西護岸の標準断面を図 4.3.1 に示す。

4.4 埋立と地盤改良

4.4.1 位置と土工量

埋立予定地は、既存クトウコ港前面の海域であり、約 27ha の地域である。一方、土取予定地は埋立予定地のすぐ背後地であり、約 24ha の地域である。

土工量は埋立必要量が約 3.0 百万 m³であるのに対し、土取り場からの掘削量が約

1.5 百万 m³と算定された。

不足する 1.5 百万 m³ の埋立土砂は、良質な浚渫土か近くの土取り場から供給するものとした。

4.4.2 地盤改良

護岸同様に埋立予定地においても、現状地盤のままでは地盤沈下が予想されるため、沈下を押さえるために地盤改良工法として経済面より置換砂工法を採用した。

4.4.3 埋立材料

基本的な埋め立て材には、粒径分布の良い砂質土で、74 μ 以下の細粒分が 5%以下のものとした。

4.5 道路および舗装

4.5.1 発生交通量

港湾地域における、2015 年の総大型車日発生交通量は、1,109 台と推計された。

4.5.2 道路種別

港湾区域内の道路は、往復 4 車線で幅 25 m の幹線道路と、往復 2 車線で幅 9 m の支線道路から成る。

4.5.3 舗装種別

舗装種別は目的に応じて以下の 6 種類に分けられる。

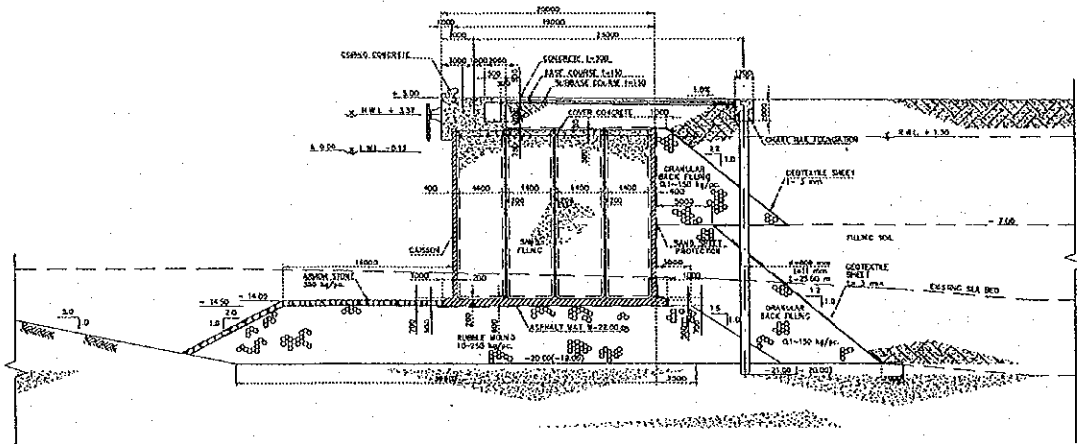
- セメントコンクリート舗装 (1) [RTG 走行路]
- セメントコンクリート舗装 (2) [幹線道路、コンテナヤード]
- アスファルトコンクリート舗装 [幹線、枝線道路]
- マカダム舗装 (1) [ヤード内駐車場、空コンテナ置き場]
- マカダム舗装 (2) [多目的岸壁ヤード、野積場]
- インターロッキングブロック舗装 [歩道]

コンテナ置き場と冷凍コンテナ置き場はコンクリート版を設置した碎石舗装とする。

4.6 排水

設計時間降雨強度 135 mm 毎時は、10 年確率降雨強度から設定した。

主な 4 つの排水路吐き出し口の管径は 48 インチとした。



TYPICAL CROSS SECTION TYPE I
CONTAINER BERTH (-14.0 m)

図 4.2.1 コンテナ岸壁断面図

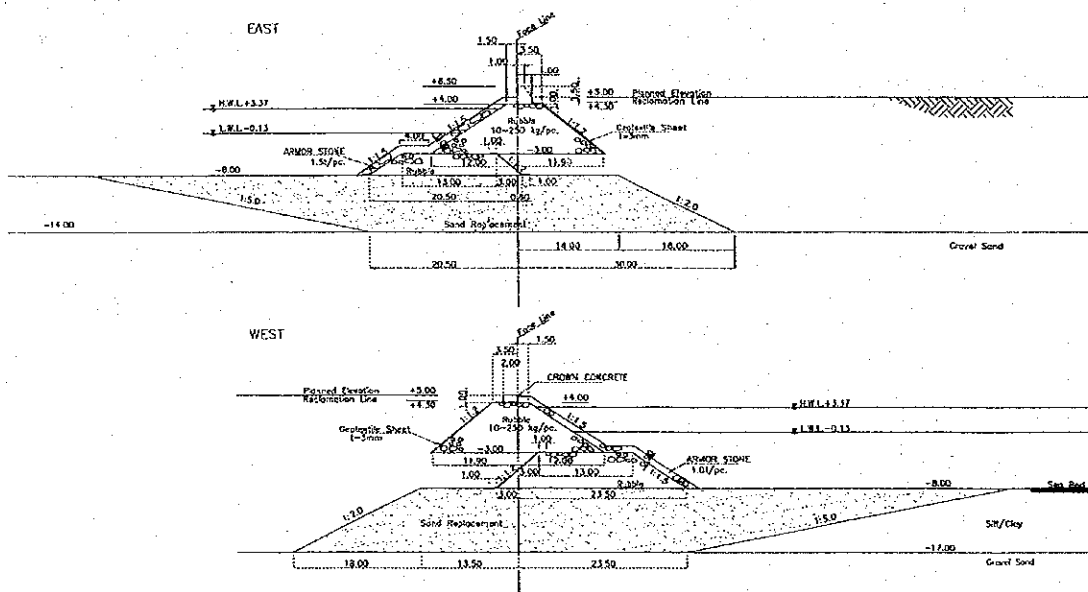


図 4.3.1 護岸標準断面図

第5章 航路設計

5.1 航路の設計条件

航路の設計は、対象船舶、船舶の船型、自然条件および想定した航路線形を基に行った。航路は単航航路とし、港湾事務所から船舶に対して出入港の指示を行い、航路の通行時間を調整するという“船舶航行運行規準”によって管理するものとした。

5.2 航路および泊地の設計

航路の設計規準は、“Publication PTCII-30 by PIANC, 1997年6月発行”を基本的に適用し、操船シミュレーションによりこれを検証する事とした。

表 5.2.1 航路形状の決定

航路形状		条件	評価手段	検証手段
平面線形		— 深浅地形測量 — 維持浚渫量 — 航行の容易性	— 土量計算 — 堆積物	ファーストタイム操船 シミュレーション
幅	直線部	— 船舶規模、船長、船幅	PIANC規準	同上
	湾曲部	— 船舶規模、船長、船幅、 — 進路変更	幾何学	同上
キールクリアランス	船尾沈下	— 船舶規模、船長、船幅、 — 喫水および前進速度	キールクリアランス	
	縦揺れ、 横揺れ	— 船舶規模、船長、船幅、 — 喫水および波高	同上	
航路の深さ		— キールクリアランス — 維持浚渫		
法面勾配		— 底質および波浪、潮流の影響	経験に基づく	

航路は、内外航路の境界に当たる Zacatillo 島で屈曲する。本島は港および外洋からの可視線上にあるので、航行安全のために、この島の Los Negrito 半島に灯台を一基設置する。

航路線形は Chiquilin 岬先の海峡で再度屈曲し、船舶はここで約 80 度進路を変更する。この屈曲部付近の水深は深く、その幅はおおよそ 400 m である。

船回し場の半径は、利用する最大対象船舶の全長の 2 倍として半径 600 m 決定する。

外港航路におけるアンダーキールの余裕量は、波高 (1.5m) による上下動と、船尾沈下量および危険余裕量を考慮して、バラ積み船の場合 2.2 m、コンテナ船の場合 1.4 m と計算された。外港航路の必要水深 (浚渫レベル) は、9 ノットの船速の場合、アンダーキールの余裕および船舶の喫水を考慮すると 14.5 m となる。

法面勾配は、航路予定地に存在する砂、砂利混じりシルトの土質性状を基に決定する。これらの条件および英国規準 6349 のパート 5 を基に、法面勾配は下記のとおりとした。

バースおよび船回しエリア 1:3 ~ 5

内港航路 1:3 ~5

外港航路 1:5

航路内の早い潮流を考慮すると、PIANC の規準とは別に、特別な操船シミュレーションにより検証することが必要となる。

シミュレーションは対象船の規模、水深、適用されるタグボート、8方向の風および2方向の風速(12 m および 15 m /秒)、干潮時水深、潮流速(1ノット、2ノットおよび3ノット)等を基に行った。

下記の表は航路内航行のファーストタイム船舶シミュレーションの結果を PIANC 規準によるものと比較したものである。

表 5.2.2 外内航路の航路幅

船舶型式	コンテナ船		バラ積み船	
	外港	内港	外港	内港
PIANC 規準	142 m	132 m	148 m	151 m
ファーストタイム操船シミュレーション	130 m	140 m	137 m	151 m

外内航路の底幅は各々 137 m および 140 m と決定した。バラ積み船の喫水はコンテナ船のそれより浅いことから、これらの航路幅は下図に示したようにバラ積み船にも適用可能である。

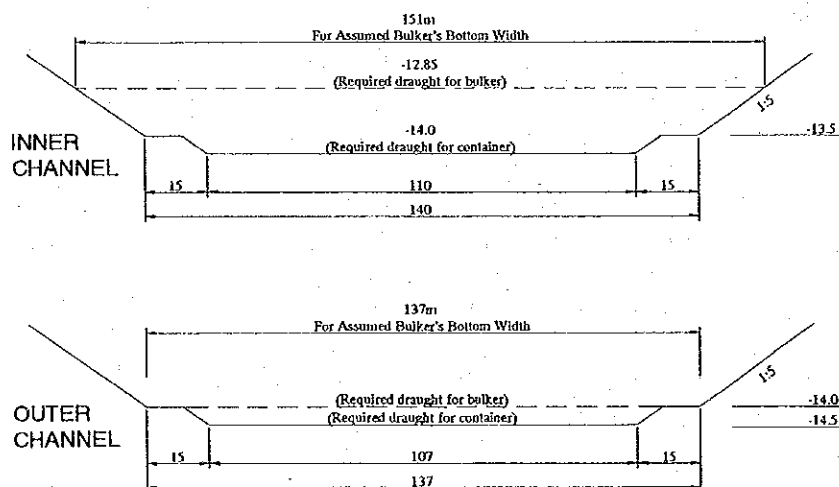


図 5.2.1 内港航路および外港航路の標準断面

下表に運用規準を示す。

表 5.2.3 航路の運用基準

自然条件	外港航路	内港航路
風速 (平均)	12 m/秒	12 m/秒
潮流速	2ノット	2ノット
波高 (有義波)	1.5 m	1.0 m
可視距離	3マイル	3マイル

5.3 航路埋没の検討

廻頭泊地や航路の深みにおける埋没の可能性を検討するため、航路の地形的要素を取り入れた流体力学モデル法によるシミュレーションを行った。

調査団により実施された潮流測定は、潮流モデルの現状設定に用いた。このモデルにより、上潮下潮時の潮流を、現状および浚渫により増深した航路のモデルについてシミュレートした。

潮流に関しては、乾季の状況については、湾に注ぐ河川からの流入水を見做すことにより、また、雨季の状況については河川から得られる流入量のデータを用いることによりシミュレートした。

波浪については、外洋波の影響の強い外港航路における埋没の可能性についてシミュレートした。年間の波浪状況については、暴風雨時の異常状態についても考慮した。うねりは、内港航路には侵入しないため、モデルによるシミュレートでは見做した。

埋没シミュレーションの結果では、その地域が主として高濃度の浮泥による埋没であることを特徴づけており、特に、廻頭水域を内航路において集中的に発生している。

航路の埋没は下記の3つの主要作用により発生する。即ち、

- 1) 航路斜面の崩壊
これは斜面安定に関する地質工学的問題であり、波浪および潮汐の状態が支配的に影響する。
- 2) 掘削された航路の海底におけるせん断力の減少および多くの浮泥を含んだ海流等に起因する直接的な埋没。
- 3) 重力により航路内に流れ込む液状泥土、波浪の影響による海底土の流動化の可能性。このプロセスは波浪活動が比較的大きな航路にのみ起こり易い。

シミュレーションは、大潮および平均潮位の条件の基で泥分埋没および砂分埋没について別々に算定した。1 潮汐毎の泥および砂分の堆積から、年間の潮汐活動による総埋没量を算定した。

下表に埋没解析の結果、航路に予想される推積量を示す。

表 5.3.1 航路の予想埋設量

	船回し場	内港航路	外港航路	計 (千 m ³)
砂分埋没	248.9	89.6	64.9	403.4
泥分埋没	229.2	363.6	247.2	840.0
合計埋設量	478.1	453.2	312.1	1,243.4

年間の埋設量 1,243,000 m³のうち、403,000 m³は浮泥によるものであり、84,000 m³は砂分となっている。

5.4 航行援助施設および船舶航行サービス

安全な船舶航行の為に、日中および夜間の航路航行施設を設ける必要がある。船舶の船長およびパイロットを援助するために、灯台および浮標が必要である。

下記の表は航行援助標識の設置ヶ所およびその要件を示したものである。

表 5.4.1 航行援助標識の構成

項目	仕様	単位	数量
灯台	アルミ合金製 高さ 10 m	セット	1
航路入り口浮標	航路入り口に灯浮標	セット	2
航路浮標	内外航路に灯浮標	セット	11
泊地浮標	船回し場に灯浮標	セット	3
灯標	バースの角を示す灯標	セット	3

管理棟内に設置する船舶航行コントロールセンターには、船舶からの予定出港時刻 (ETD)、予定入港時刻 (ETA) を受信するための VHF ラジオ交信システムを設置する。船舶の航路への到着/出発についての情報その他水先案内人、曳航業務についての情報も VHF ラジオを通じて連絡する。このシステムは公海および航路上の船舶の位置は ETD、ETA その他の情報と共にディスプレイ上に示す自動確認システム (AIS) に統合され、示される。