

コスタリカ共和国
カルデラ港維持整備計画調査
報告書

昭和61年7月

国際協力事業団

開 一

86-96

JICA LIBRARY



1029826[3]

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 8. 22	605
登録 No. 15211	61.7
	SDF

序

文

日本国政府は、コスタリカ国政府の要請に基づき、カルデラ港維持整備計画調査の実施を決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、財団法人国際臨海開発研究センターの間 孝氏を団長とする調査団を昭和60年9月から11までコスタリカに派遣した。

調査団は、コスタリカ共和国政府関係者との討議並びに現地調査を行い、帰国後更に解析、検討作業を進め、本報告書を取りまとめた。

本報告書が、プロジェクトの進展に寄与するとともに、日本・コスタリカ両国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

最後に、この調査の実施にあたり、多大なる御支援と御協力を頂いたコスタリカ共和国政府並びに日本国関係機関の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和61年7月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

伝 達 文

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔 殿

拝 啓

今般、コスタリカ共和国カルデラ港維持整備計画調査報告書を提出するにいたしましたことは、誠に喜びにたえません。

この調査報告書は、国際協力事業団の要請に基づき、財団法人国際臨海開発研究センター及びセントラルコンサルタント株式会社が共同で実施した調査結果をとりまとめたものであります。本調査団は、昭和60年9月20日に調査を開始し、11月22日までの2か月にわたり自然条件調査を含む現地調査を実施いたしました。本報告書は、この現地調査の結果を整理・解析し、カルデラ港維持整備計画を作成するとともに、その経済的及び財務的可能性の検討を行ったものであります。調査の結果、本計画はコスタリカ国の発展上重要なものであり、本計画が早期に実施されることを期待してやみません。

本調査団がコスタリカ滞在中に賜りましたひとかたならぬ御協力、御援助並びに御厚遇に対しまして、本調査団を代表して、公共事業運輸省及び太平洋岸港湾公社をはじめとするコスタリカ国政府関係機関の各位に対し、深甚の謝意を表します。

さらに、現地調査及び本報告書のとりまとめにあたり、有益な御協示、御援助をいただいた国際協力事業団、運輸省、外務省、在コスタリカ日本大使館の皆様には厚く御礼申し上げます。

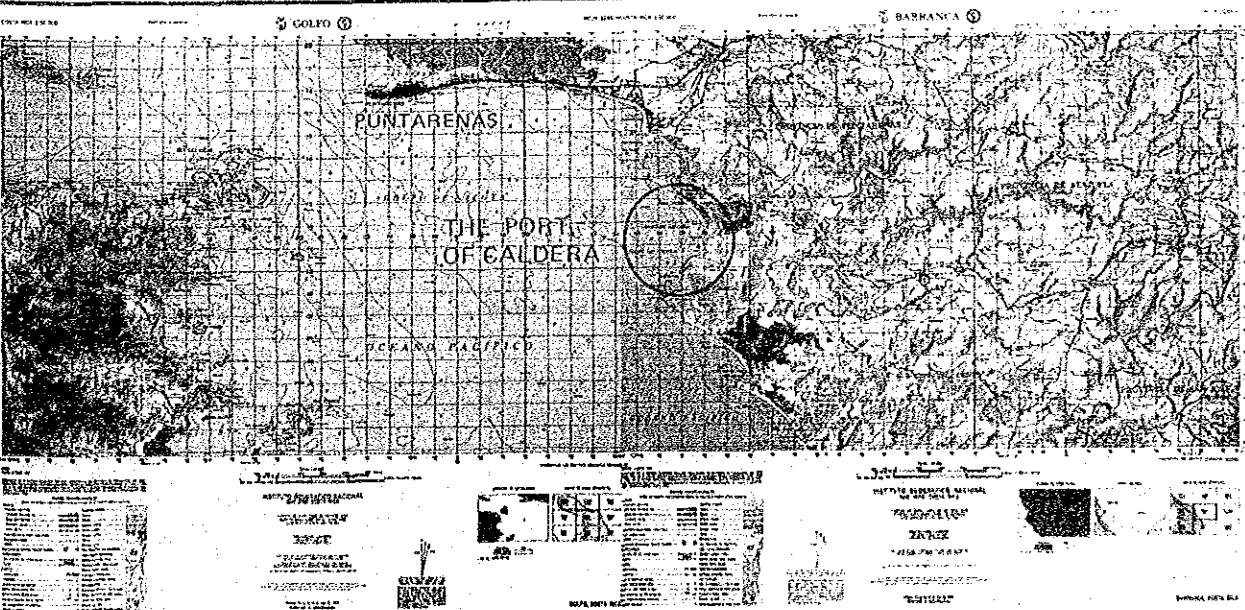
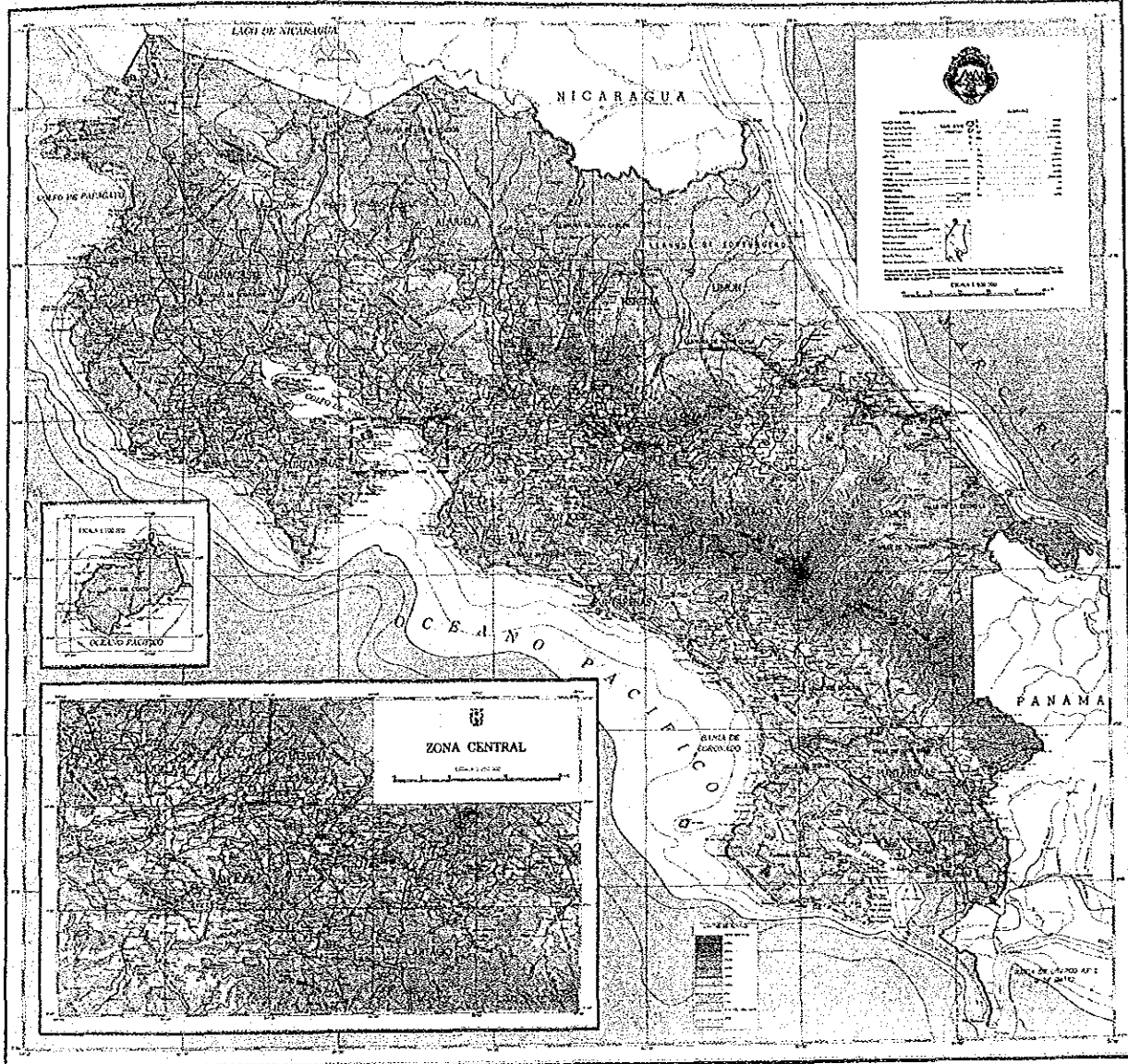
敬 具

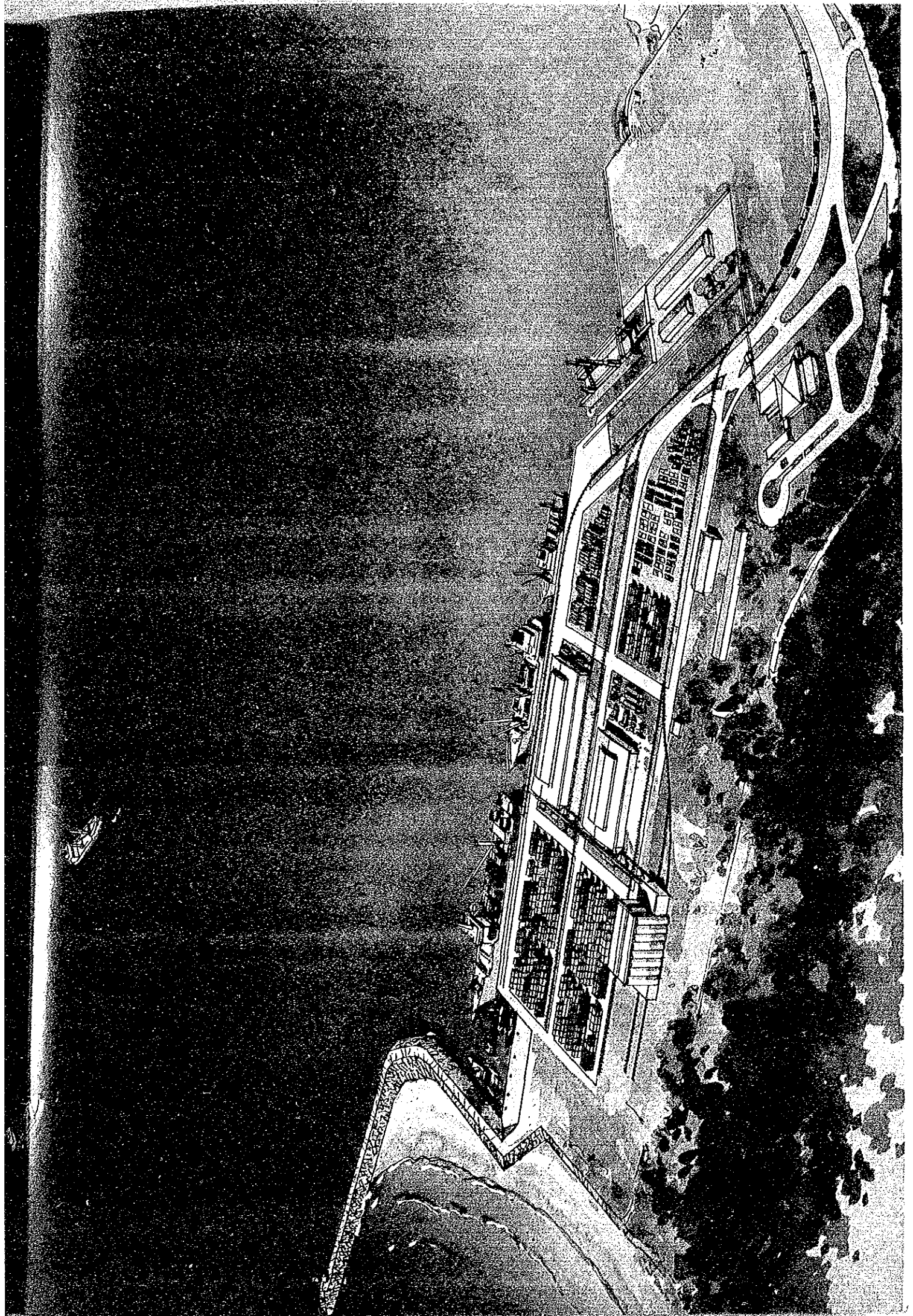
昭和61年7月

コスタリカ共和国カルデラ港維持整備計画調査団

団長 間 孝

(財団法人 国際臨海開発研究センター 専務理事)





略 語 集

本報告書において使用する略語は以下のとおりである。

略 語	スペイン語または英語	日 本 語
BCCR	Banco Central de Costa Rica	コスタリカ中央銀行
CCI	Central Consultant Incorporated	セントラルコンサルタント株式会社
CELADE	Centro Latinoamericano de Demografía	ラテン・アメリカ人口統計センター
CNP	Consejo Nacional de Producción	国家生産会議
DGEC/MEIC	Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, Industria y Comercio	通商産業省統計局
DGOPF	Dirección General de Obras Portuarias y Fluviales, MOPT	公共事業運輸省港湾河川局
DGP	Dirección General de Planificación, MOPT	公共事業運輸省計画局
DGTM	Dirección General de Transporte Marítimo, MOPT	公共事業運輸省海運局
FERTICA	Fertilizantes de Centroamérica (Costa Rica) S.A.	中米(コスタリカ)肥料会社
INCOFE	Instituto Costarricense de Ferrocarriles	コスタリカ鉄道公社
INCOP	Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico	コスタリカ太平洋港湾公社
JAPDEVA	Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica	大西洋岸港湾管理経済開発委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
JST	Japanese Study Team for the Feasibility Study on the Maintenance Project of the Port of Caldera	カルデラ港維持整備計画調査団
MIDEPLAN	Ministerio de Planeación y Política Económica	経済計画省

略 語	スペイン語または英語	日 本 語
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes	公共事業運輸省
OCDI	Overseas Coastal Area Development Institute of Japan	国際臨海開発研究センター
EIRR	economic internal rate of return	経済内部収益率
FIRR	financial internal rate of return	財務内部収益率
GDP	gross domestic product	国内総生産
TEU	twenty-foot equivalent unit	20フィート換算コンテナ個数

目 次

結論と勧告	1
序 論	4
1. 調査の背景	4
2. 調査目的	4
3. 経 緯	4
第Ⅰ章 コスタリカ国及びカルデラ港の概要	6
1. 社会経済	6
2. 陸上交通	6
3. 港 湾	7
3.1 一 般	7
3.2 カルデラ港	8
第Ⅱ章 現在の問題点と調査目的	14
1. 港内埋没	14
2. バース規模の不足	14
3. 港内荷役システム改良の必要性	14
4. 期待される港湾機能と調査目的	14
第Ⅲ章 漂砂対策計画	16
1. 漂砂の現況	16
2. 漂砂の将来予測	16
3. ま と め	20
第Ⅳ章 港湾施設改良計画	27
1. 港湾需要予測	27
2. 計画の目標年次	28
3. 計画実施のための戦略	28
4. -10 m岸壁の延伸	28
5. 港湾レイアウト	28
第Ⅴ章 港湾荷役改良計画	33
1. 主要貨物別の荷役改良計画	33

2. ばら穀物荷役計画	33
3. 貯蔵施設改良計画	34
4. 荷役機械補強計画	34
5. 修理及び訓練計画	39
第Ⅴ章 しゅんせつ計画	40
1. しゅんせつ工法の代替案とその評価	40
1.1 初期工事との関連	40
1.2 しゅんせつ工法の代替案	40
1.3 しゅんせつ工法代替案の評価	40
2. 実施計画	40
2.1 しゅんせつ土量	40
2.2 しゅんせつ方法	41
3. グラブしゅんせつ船団の修理・訓練体制	44
3.1 グラブしゅんせつ船団の修理	44
3.2 訓練体制	45
第Ⅵ章 設計、施工及び積算	46
1. 構造物の設計	46
2. 施工計画	46
2.1 工事の実施方法	46
2.2 各施設の施工計画	48
2.3 グラブしゅんせつ船団及び建設機械の必要量	49
2.4 カルデラ港維持整備計画の工程	50
3. 積 算	50
第Ⅶ章 経 済 分 析	53
1. 経済分析の観点	53
2. 比較代替案	53
3. 便 益	53
4. 費 用	54
5. 経済収益性	54
6. 感度分析	54
7. 結 論	54
第Ⅷ章 財 務 分 析	56
1. 財務分析の観点	56

2. 財務内部収益率 (FIRR)	56
3. 感度分析	56
4. 結 論	57

本調査の詳細については「FINAL REPORT FOR THE STUDY ON THE MAINTENANCE PROJECT OF THE PORT OF CALDERA IN THE REPUBLIC OF COSTA RICA」を参照されたい。

表 目 次

表－Ⅰ.1	コスタリカ国の人口	6
表－Ⅰ.2	コスタリカ国の経済の推移（GDP）	7
表－Ⅰ.3	カルデラ港の岸壁の規模	8
表－Ⅱ.1	問題点と対策	15
表－Ⅲ.1	港内埋没土量	16
表－Ⅲ.2	港内埋没土量予測結果（防波堤背後）	23
表－Ⅲ.3	港内埋没土量予測結果（泊地全体）	24
表－Ⅲ.4	必要しゅんせつ土量予測結果（30年間合計）	25
表－Ⅳ.1	予測社会経済指標	27
表－Ⅳ.2	カルデラ港予測取扱貨物量	27
表－Ⅴ.1	貨物荷役能力	33
表－Ⅴ.2	カルデラ港の現有荷役機械	38
表－Ⅴ.3 (a)	荷役機械補強計画（ばら穀物用荷役機械を除く）	38
表－Ⅴ.3 (b)	ばら穀物用荷役機械増強計画	38
表－Ⅵ.1	しゅんせつ工法代替案の評価	41
表－Ⅵ.2	グラブしゅんせつ船団の構成	44
表－Ⅶ.1	グラブしゅんせつ船団の構成	49
表－Ⅶ.2	建設機械の構成	49
表－Ⅶ.3	カルデラ港維持整備計画の全体費用	52

目 次

図－I.1	コスタリカ国交通ネットワーク	9
図－I.2	コスタリカ国港湾取扱貨物量の推移	10
図－I.3	カルデラ港レイアウト	11
図－I.4	カルデラ港付近の海岸	12
図－I.5	カルデラ港及びフンタレナス港港湾取扱貨物量の推移	13
図－III.1	防波堤南側海浜の沿岸漂砂パターン	17
図－III.2	D と Q_s の関係	18
図－III.3	港内埋没速度及び埋没土量	19
図－III.4	ワンラインセオリーによる現況再現結果	21
図－III.5	水深モデルによる現況再現結果	22
図－III.6	防波堤延長としゅんせつ費、防波堤建設費の関係	26
図－IV.1	バース延伸方法代替案	29
図－IV.2	カルデラ港港湾維持整備計画	31
図－V.1	ターミナルのレイアウト計画	35
図－V.2	コンテナヤード配置計画図(No.1及びNo.2ヤード)	36
図－V.3	コンテナヤード配置計画図(No.4ヤード)	37
図－VI.1	土捨て位置図	42
図－VI.2	しゅんせつ区域図	43
図－VI.3	しゅんせつ区域Aのしゅんせつ施工断面図	44
図－VII.1	防波堤延伸部の標準断面図	47
図－VII.2	全体工事の実施計画のフロー	48
図－VII.3	カルデラ港維持整備計画の工程	51
図－VIII.1	感度分析の結果	55
図－IX.1	感度分析の結果	57

結 論 と 勧 告

【 結 論 】

1. 維持整備計画の意義と緊急性

カルデラ港は、コスタリカ国国際貿易の太平洋岸での主要な門戸港であるとともに、首府サンホセにもっとも近い港湾である。カルデラ港は、国の経済及び産業をリードするとともに、物資供給を通じてコスタリカ国民の生活を支えている。しかし、当港でもっとも水深が深く、かつ重要な3バースのうちの1バースが、漂砂による港内埋没のために十分供用できなくなっている。さらに、全国で消費されている穀物のすべての輸入を取扱っているプンタレナス港の栈橋がすでに老朽化してしまっている。したがって、カルデラ港は、プンタレナス栈橋から穀物輸入取扱機能を早急に肩代りすることを迫られている状況にある。

このように、カルデラ港維持整備計画は、重要かつ緊急な課題となっている。

2 維持整備計画

カルデラ港維持整備計画の目標年次は、工事期間及び推計貨物量を考慮すれば、1992年とするのが妥当である。本維持整備計画は、以下の3つの計画で構成されている。

(1) 漂砂対策

- 1) 防波堤延伸 : 延長 200 m
- 2) 港内初期しゅんせつ : しゅんせつ土量 72,000 m³
- 3) 定期的維持しゅんせつ : 約 60,000 m³ / 5 年

(2) 輸入穀物取扱いの要請及び海運でのコンテナ化の進展に対応した係留能力の拡張

- 1) 既設防波堤基部の 50 m 西方への移設 : 移設延長 162 m
- 2) -3.0 m 小船だまりの復旧 : 小船だまり面積 50 m × 90 m
- 3) 小船だまり内-3.0 m 物揚場の建設 : 延長 110 m
- 4) 小型栈橋 (ギャングウェイ) の建設 : 延長 45 m
- 5) 係留ドルフィンの建設 : 1 基

(3) 輸入穀物取扱いの要請及びターミナルの多目的利用に対応した港湾荷役機能の強化

- 1) 港湾荷役機械の強化
- 2) 野積場の舗装 : 舗装面積 42,000 m²

3. 建設方法

カルデラ港での建設工事は、初期工事と維持工事の両方からなっている。計画の工事を経済的かつ合理的に行うため、建設は以下のように行うべきである。

まず、MOPTは将来の維持しゅんせつ及び初期工事後の他工事を実施するために、しゅんせつ船団及び建設機械を購入する。

次に MOPTが購入したしゅんせつ船団及び建設機械を初期工事を施工する建設業者に

貸与する。MOPTの職員は、この建設業者によって実施される初期工事に、オンザジョブトレーニングとして参加する。

最後に、初期工事完了後、しゅんせつ船団及び建設機械はMOPTに返還され、その後、MOPTは所有船団及び建設機械を使用して、維持しゅんせつを含む定期的な維持工事を施工する。

4. 輸入穀物取扱機能

すでに老朽化しているプンタレナス栈橋から、輸入穀物取扱機能をできるだけ円滑かつ早急に移転することは、焦びの課題となっている。穀物はカルデラ港の多目的ふ頭で取扱われることとなるが、穀物荷役の他の貨物荷役への影響を少なくするため、機械化かつ合理化された港湾荷役システムを導入する必要がある。

5. 必要投資額と建設期間

しゅんせつ船団、建設機械及び港湾荷役機械等の購入費をも含めた維持整備計画の総投資額は、1985年12月価格で約1,268百万コロンと見積もられる。投資額の約80.4%は外貨ポーションである。

本維持整備計画の建設期間は、契約手続き及びしゅんせつ船団、建設機械、荷役機械の購入期間を含めて4年となる。

6. 維持整備計画の経済及び財務分析

(1) 経済分析

本維持整備計画は、国民経済的観点から費用・便益分析手法を用いて計算される経済内部収益率(EIRR)を用いて評価された。定量化が可能な主たる便益は船舶の在港時間コストの低減であり、主たる費用は建設費、購入費、維持費及び管理費である。EIRRは、経済計算上のプロジェクトライフを30年として、23.5%と計算された。このため、本維持整備計画は、国民経済的観点から十分に実施に値するといえる。

(2) 財務分析

ここでの財務分析は、新たな収入を生じる新規の改良施設及び購入機械のコストと、これらの改良及び購入によってもたらされる新たな収入とを対象とする。本維持整備計画の妥当性は、ディスカウント・キャッシュ・フローによる財務内部収益率(FIRR)にもとづいて検討された。内貨分は政府資金で充当され、外貨分はソフト・ローン(利子率:年4.75%, 返済期間:25年, 支払猶予期間:7年)で充当されと考えている。収入としては、現在のコスタリカの港湾料金体系にもとづいて、入港料, ふ頭使用料, 荷役料を考慮した。分析の結果, FIRRは8.26%と計算され, 本計画は十分実施に値することがわかった。このFIRRの値は, 充当された資金の加重平均利子率3.62%を上回っている。

以上のことから、1992年を目標年次とする本維持整備計画は、経済的にも、財務的にもともにフィージブルであると結論された。

【 勧 告 】

1. 政府による投資の必要性

防波堤，岸壁，小船だまり，泊地等の基本的な港湾施設は，これらの建設に同時期に多額の投資額を必要とし，しかも岸壁以外の施設は直接的に収入源につながらないといったことを考慮すると，政府の出資で建設される必要がある。

これらの基本施設は，すべて実質的な港湾機能の発揮上必要なものであり，また港湾自身が直接あるいは間接的にコスタリカの経済及び国民生活に貢献する基本的な社会資本である。

2. 計画の見直し

1992年を目標年次とする本維持整備計画は，社会経済フレームの予測値にもとづいて作成されている。しかし，経済は常に変動するものであり，港湾需要は国内・外の経済変動に大きく影響を受けるものである。したがって，必要な場合には，主要な社会経済フレームの変動に対応して本計画を見直す必要がある。

3. 十分な容量を有する穀物サイロの建設

将来，カルデラ港を経由して穀物が輸入されるようになるため，本維持整備計画の目標年次までに関係機関によって，カルデラ港に20,000トン容量の穀物サイロを建設する必要がある。

4. 定期的な現地調査の実施

今後の漂砂たい積量を正確に予測し，漂砂対策としての維持しゅんせつを経済的かつ効率的に実施するために，これまでのような深浅測量，てい線測量，波浪観測といった漂砂に関連する現地調査を，将来も定期的に実施していく必要がある。

序 論

1. 調査の背景

コスタリカ共和国の国土面積は約 50,000 km²、人口は 1984 年現在約 246 万人である。当国の経済は、コーヒー、バナナ、砂糖、牛肉等の農産物を中心として、非常に活発である。当国の 1 人あたり GDP は、他の中米諸国より高いものとなっている。

コスタリカ国の貿易については、主たる輸出品はコーヒー、バナナ等の農産物であり、輸入品は工業製品である。貿易の相手国には、中米地域のみならず日本、ヨーロッパ、北・南米及びアジアも含まれている。これらのコスタリカ国における貿易は、長い間、太平洋岸ではプンタレナス港、大西洋岸ではリモン港を中心に行われてきた。

しかし、プンタレナス港の港湾施設が老朽化したため、太平洋岸における貿易のために、新たに港湾を開発することが必要となった。当時のコスタリカ国政府は、プンタレナス港で既存施設を復旧あるいは新たな施設を整備するために莫大な投資を行うよりも、旧港であるプンタレナス港から約 15 km 離れた地点にカルデラ港を建設することを決定した。カルデラ港は、3 岸壁を含む第 1 期計画の工事が完了した 1981 年 12 月に開港した。新港カルデラ港は、近い将来、プンタレナス港にとってかわって港湾機能を発揮することになると想定される。

しかし、現在、当港では適切な漂砂対策が必要となっている。その他、取扱貨物品目の多様化に起因する港湾荷役機械の不足、船型の大型化によるバース延長の不足などの問題に対応することも必要となっている。

しかも、国家開発計画、1982～1986（1983 年、MIDEPLAN 作成）は農業、工業などの促進、さらには港湾、道路などの社会資本の整備に力を入れている。この計画は、コスタリカ国の社会経済開発の方向を示唆している。したがって、カルデラ港は国の経済開発において重要な役割を果たしていくであろう。

一方では、国家運輸計画（1981 年 9 月、MOPT 作成）で記述されているように、カルデラ港では、上記の港湾整備を促進するとともに、第 1 期計画で建設された施設の維持計画を実施することも必要である。この計画では、既存施設の復旧工事及びその後の維持工事によって、当該港の緊急な課題を解決することとなる。このように、カルデラ港は、既存施設を極力活用することにより、太平洋岸交通の要衝としての役割を果たしていくこととなる。

2. 調査目的

本調査は、カルデラ港がコスタリカ共和国太平洋岸の主要な玄関口としての機能を果たすことができるように、港内埋没、バース規模の不足、港湾荷役機械の不足などの問題に対する対策を策定し、またその後の維持計画を策定し、さらにこれらのフィージビリティを検討することを目的とする。

3. 経 緯

コスタリカ共和国政府からのカルデラ港維持整備計画調査実施の要請にもとづき、日本国政府

は要請の内容を明らかにするために、JICAの橋川 隆団長が率いるコンタクトミッションを1985年2月に派遣した。その後、日本国政府は調査を実施することを決定し、調査の範囲(S/W)を決定するために、1985年5月にJICAの入江 功団長の率いる事前調査団を派遣した。事前調査団は、コスタリカ国政府の幹部と調査に関する一連の協議を行った。調査の範囲(S/W)は、1985年5月27日に、MOPTの技師 José G. Chacón Laurito 港湾河川局長及び入江 功JICA事前調査団長の間で合意に達した。

この調査の範囲(S/W)にもとづき、JICAはOCDI専務理事間 孝氏を団長とする本格調査団を結成した。本格調査団は、コスタリカ国で情報を収集するとともに、現地調査を実施した。本格調査団は、現地調査の後半でプロGRESS・レポートを作成した。その後、本格調査団は収集資料を解析し、ドラフト・ファイナル・レポートを1986年6月にMOPTに提出して、MOPTとこれに関する一連の協議を行った。また、本格調査団は技術移転の一環としてセミナーを開催した。カウンターパート機関であるMOPTは、ドラフト・ファイナル・レポートの内容に全般的に合意した。

第I章 コスタリカ国及びカルデラ港の概要

1. 社会経済

1984年6月にDGEC/MEICが実施した国勢調査によれば、1984年のコスタリカの人口は2,416,809人である。当該国の人口は1976年に200万人となったが、人口増加率は1960年代では3.25%であったものが、1970年代では2.66%と減少してきている。これらの人口の63%はセントラルバリー地域に集中している。

表-1.1 コスタリカ国の人口

年	人 口	年増加率 (%)
1960	1,254,055	4.53
1965	1,489,825	3.53
1970	1,727,367	2.50
1975	1,968,438	2.44
1976	2,017,986	2.52
1977	2,070,560	2.61
1978	2,125,620	2.66
1979	2,183,625	2.73
1980	2,245,437	2.83
1981	2,307,290	2.75
1982	2,371,519	2.78

出典：Anuario Estadístico de Costa Rica, 1982, DGEC/MEIC

一方経済に関しては、コスタリカ国は、1960年代及び1970年代の大半を通して高度経済成長を維持してきた。1960年代前半の平均年成長率5.1%は、後半には7.0%となり、また1970年代前半には6.0%となった。しかし、表-1.2にみられるように、経済成長率は1978年から減少に転じた。この経済成長率の減少は、主としてコーヒー価格の下落と第2次オイルショックによるものである。当該国の経済成長率は、1984年には6.3%と回復した。しかし、その間の数年にわたるマイナス成長のため、コスタリカ経済は、最近ようやく1980年の経済活動レベルまで回復したにすぎない。

2. 陸上交通

コスタリカには、図-1.1に示すように3つの鉄道ルートがある。カルデラ・プンタレナス港とサンホセを結ぶ太平洋鉄道及びリモン・モイン港とサンホセを結ぶ大西洋鉄道は、国营会社INCOFEによって所有され、運営されている。これらの鉄道線はサンホセで交わるが、接続されていない。これらの路線は山地では急こう配をなし、また屈曲が多い。他の1つの鉄道は、南部の太平洋岸に位置し、隣国パナマに通じている。この鉄道は、民間フルーツ会社によって開発され、運営されてきた。

表-1.2 コスタリカ国の経済の推移 (GDP)

(単位:百万コロン)

年	名目価格	実質価格 (1966年価格)		
		デフレーター	実 質 価 格	年成長率 (%)
1960	2,860.5	0.9238	3,096.5	6.1
1965	3,928.5	0.9882	3,975.5	9.8
1966	4,288.4	1.0000	4,288.4	7.9
1967	4,633.9	1.0228	4,530.7	5.7
1968	5,126.7	1.0432	4,914.6	8.5
1969	5,655.3	1.0908	5,184.5	5.5
1970	6,524.5	1.1706	5,573.5	7.5
1971	7,137.0	1.1992	5,951.3	6.8
1972	8,215.8	1.2761	6,438.0	8.2
1973	10,162.4	1.4655	6,934.3	7.7
1974	13,215.7	1.8057	7,318.8	5.5
1975	16,804.6	2.2489	7,472.5	2.1
1976	20,675.6	2.6222	7,884.8	5.5
1977	26,330.7	3.0664	8,586.9	8.9
1978	30,193.9	3.3089	9,125.1	6.3
1979	34,584.4	3.6332	9,575.8	4.9
1980	41,405.5	4.2917	9,647.8	0.8
1981	57,102.7	6.0557	9,429.6	-2.3
1982	97,505.1	11.1529	8,742.6	-7.3
1983	126,337.1	14.1195	8,947.7	2.3
1984	151,303.8	15.9050	8,513.0	6.3

出典: Cifras de Cuentas Nacionales de Costa Rica, BCCR

コスタリカ国の現在の道路ネットワークは、図-1.1に示されている。コスタリカの基幹となる道路は、当国を北からサンホセを經由して南へと縦断するパン・アメリカン・ハイウェイである。パン・アメリカン・ハイウェイは全延長にわたって舗装されている。しかし、カルタゴ〜エムバルメ間のいくつかの区間では、霧が発生する地域となっている。物資輸送上もっとも重要な道路は、サンホセ〜プンタレナス間の道路とサンホセ〜リモン間の道路である。前者の方が後者より距離が短い。後者は、とくに山地で急傾斜をなしており、また屈曲が多い。

3. 港 湾

3.1 一 般

コスタリカ国には7つの国際港湾がある。それらは、太平洋岸のカルデラ港、プンタレナス港、

プンタモラレス港、ゴルフイート港、ケボス港及び大西洋岸のリモン港、モイン港である。これらの港湾の位置は図-1.1に示されている。コスタリカ国の港湾行政はMOPTによって実施されている。港湾の計画、建設はDGOPE/MOPTが担当している。しかし、港湾管理者は、全般的に言えば、太平洋岸諸港についてはINCOPであり、大西洋岸諸港についてはJAPDEVAとなっている。これらの港湾管理者が港湾の管理・運営にあっている。

コスタリカ国全体の港湾取扱貨物量の推移は図-1.2に示されている。全般的に、輸入貨物が輸出貨物を上回っている。全体貨物量のうち、約75%が大西洋岸で取扱われているが、これら多くはモイン港における輸入石油製品及び輸出バナナである。大西洋岸では、輸入貨物の方が輸出貨物量を上回っている。全般的に国全体の貨物量は増加傾向にある。とくに、太平洋岸の貨物量は、カルデラ港が1982年に開港して以後3年間に、急激に増加してきている。

3.2 カルデラ港

カルデラ港のレイアウト及び付近の海岸を図-1.3及び図-1.4に示す。カルデラ港には、表-1.3に示すように3バースがある。これらは直線バースであって、その延長は490 mである。岸壁前面には泊地があり、岸壁水深に対応して水深-11 m、-10 m及び-7.5 mの泊地に区分される。港内を遮へいするために、115 m延長の翼堤を有する延長250 mの防波堤がふ頭の西部に建設されている。全般的に港内は外界から効果的に遮へいされている。

表-1.3 カルデラ港の岸壁の規模

バース番号	水深 (m)	延長 (m)
No. 1	-11.0	210
No. 2	-10.0	150
No. 3	-7.5	130

カルデラ港及びプンタレナス港の過去19年間の港湾取扱量を図-1.5に示す。この図によれば、総貨物量は全般的に増加している。1982年には、経済不況のあおりを受けて貨物量が急激に減少しているが、1983年以降再び急激な回復の途上にある。概して言えば、全体貨物量のうち約70%は輸入貨物であり、約30%は輸出貨物である。1984年のカルデラ港及びプンタレナス港における全取扱貨物量は、プンタモラレス港及びFERTICAのバースの取扱貨物量を含めて717,033トンである。貨物の大半は、鉄鋼、コンテナ貨物などの雑貨である。

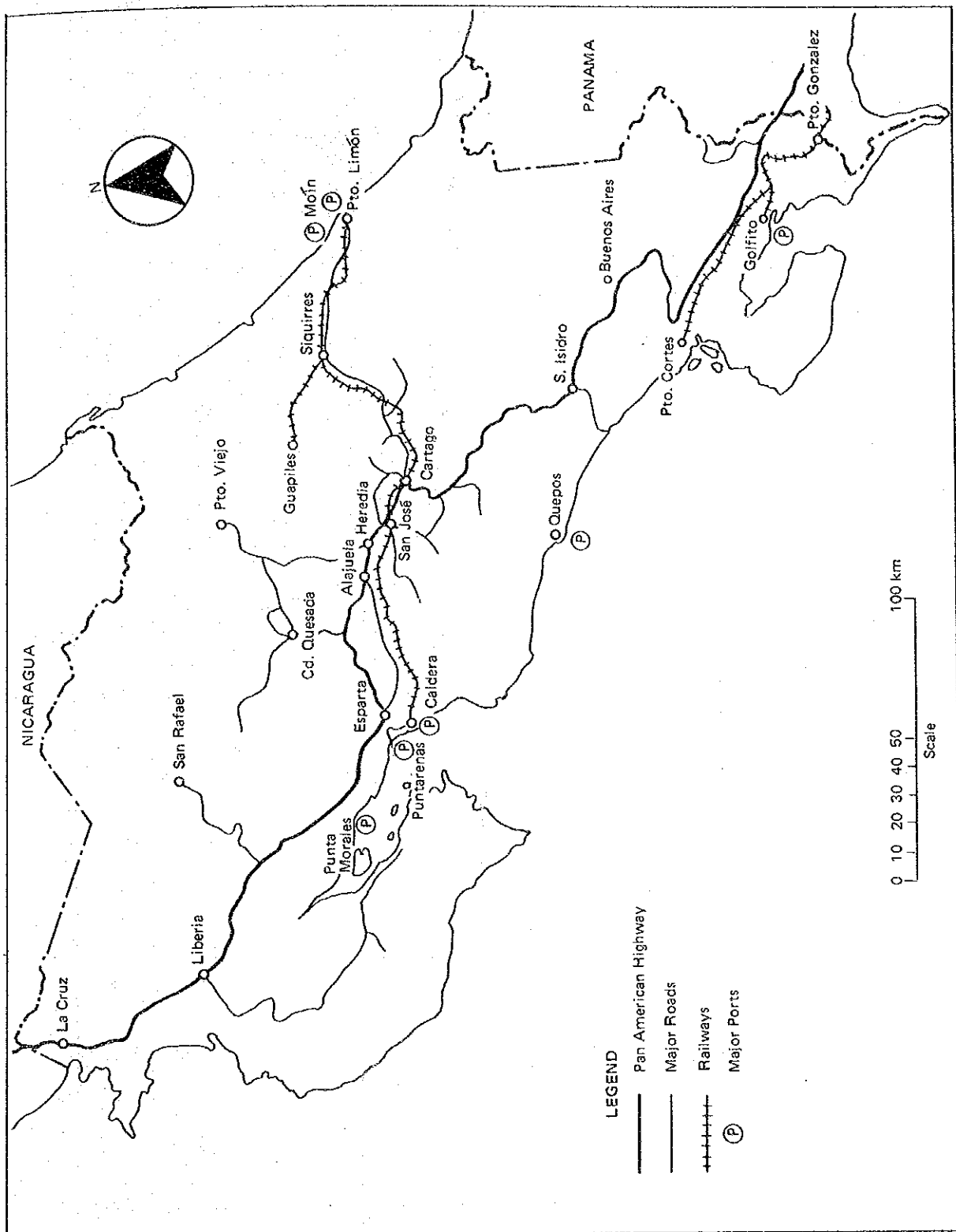
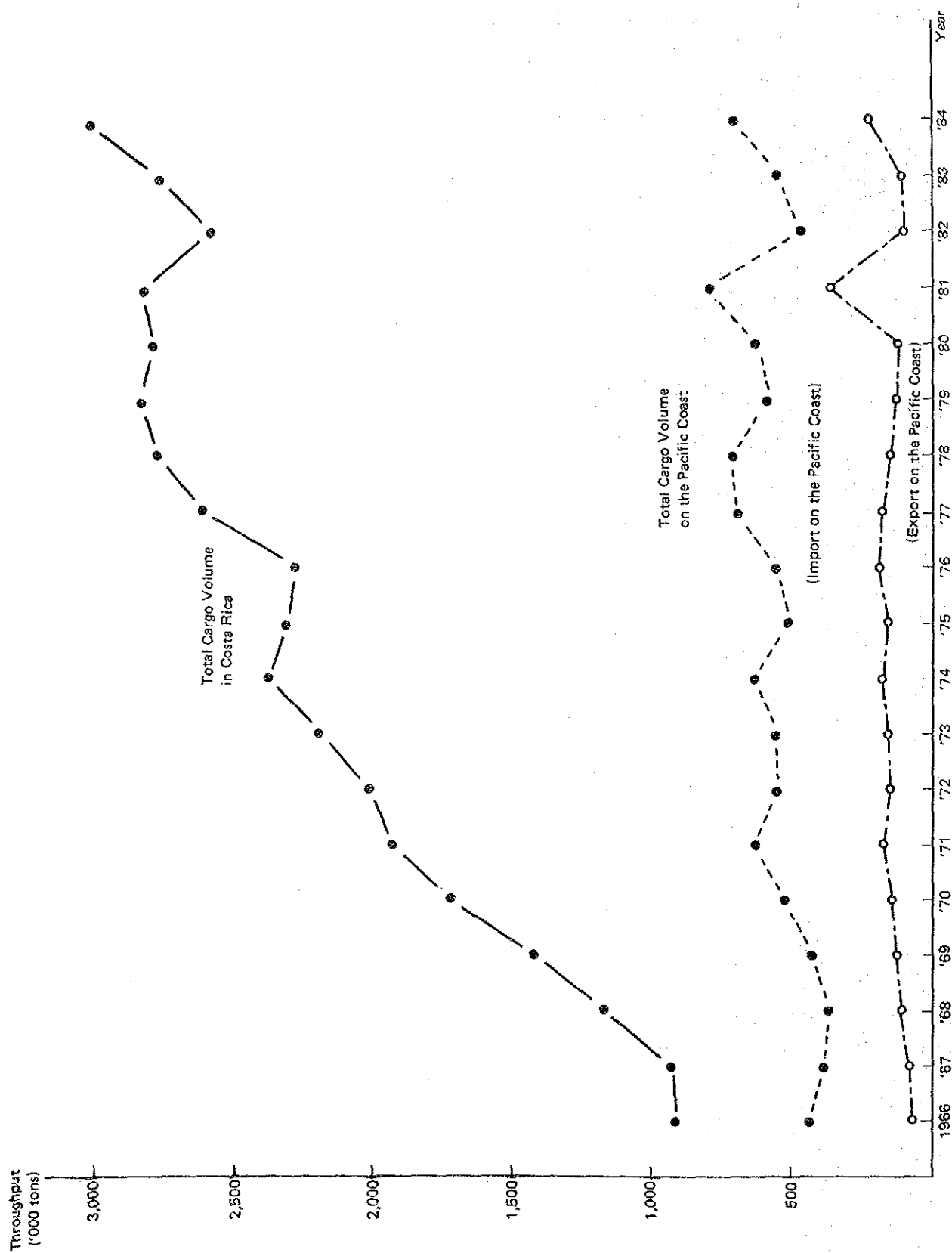


図-1.1 コスタリカ国交通ネットワーク



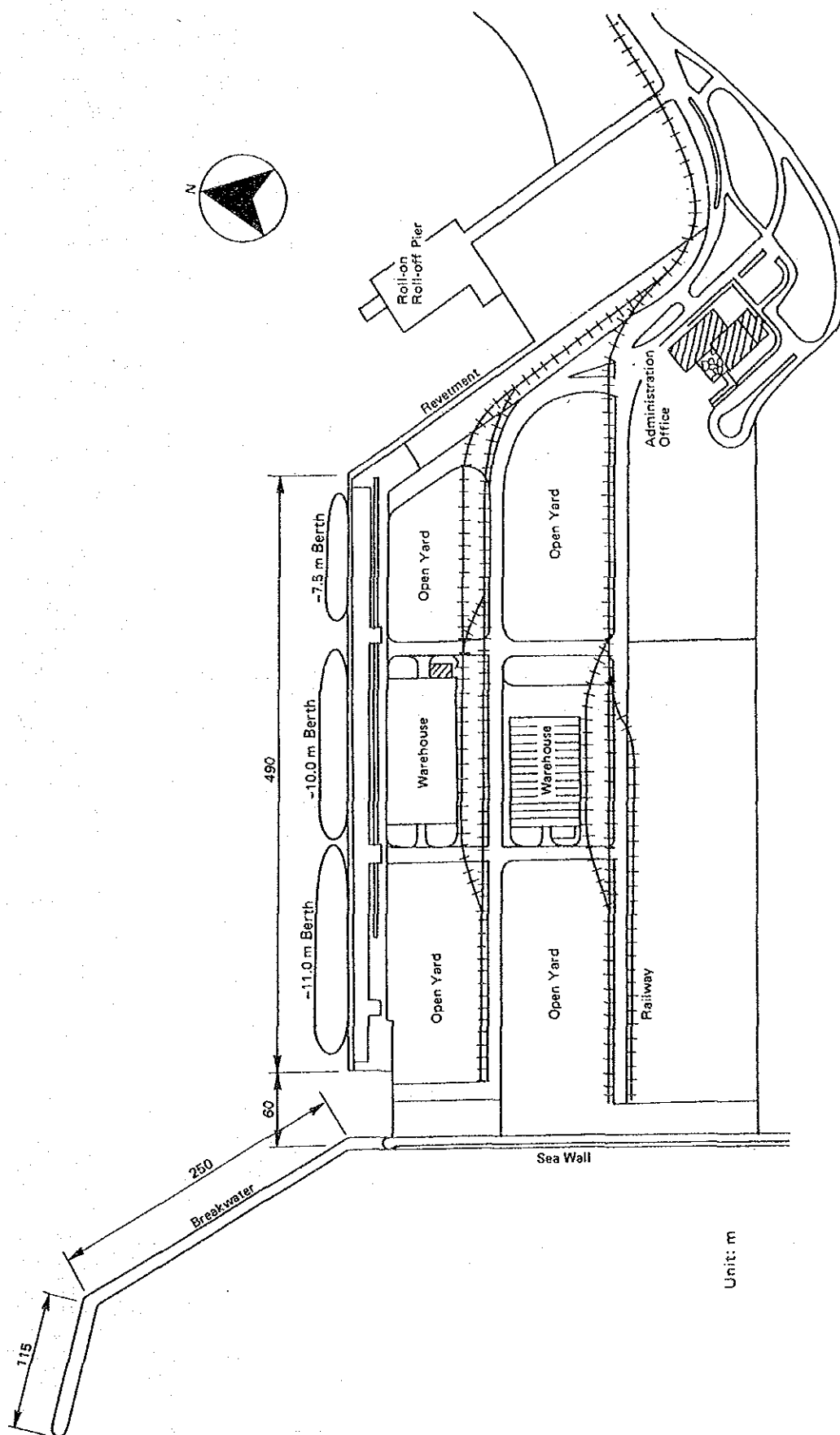


図-1.3 カルデラ港レイアウト

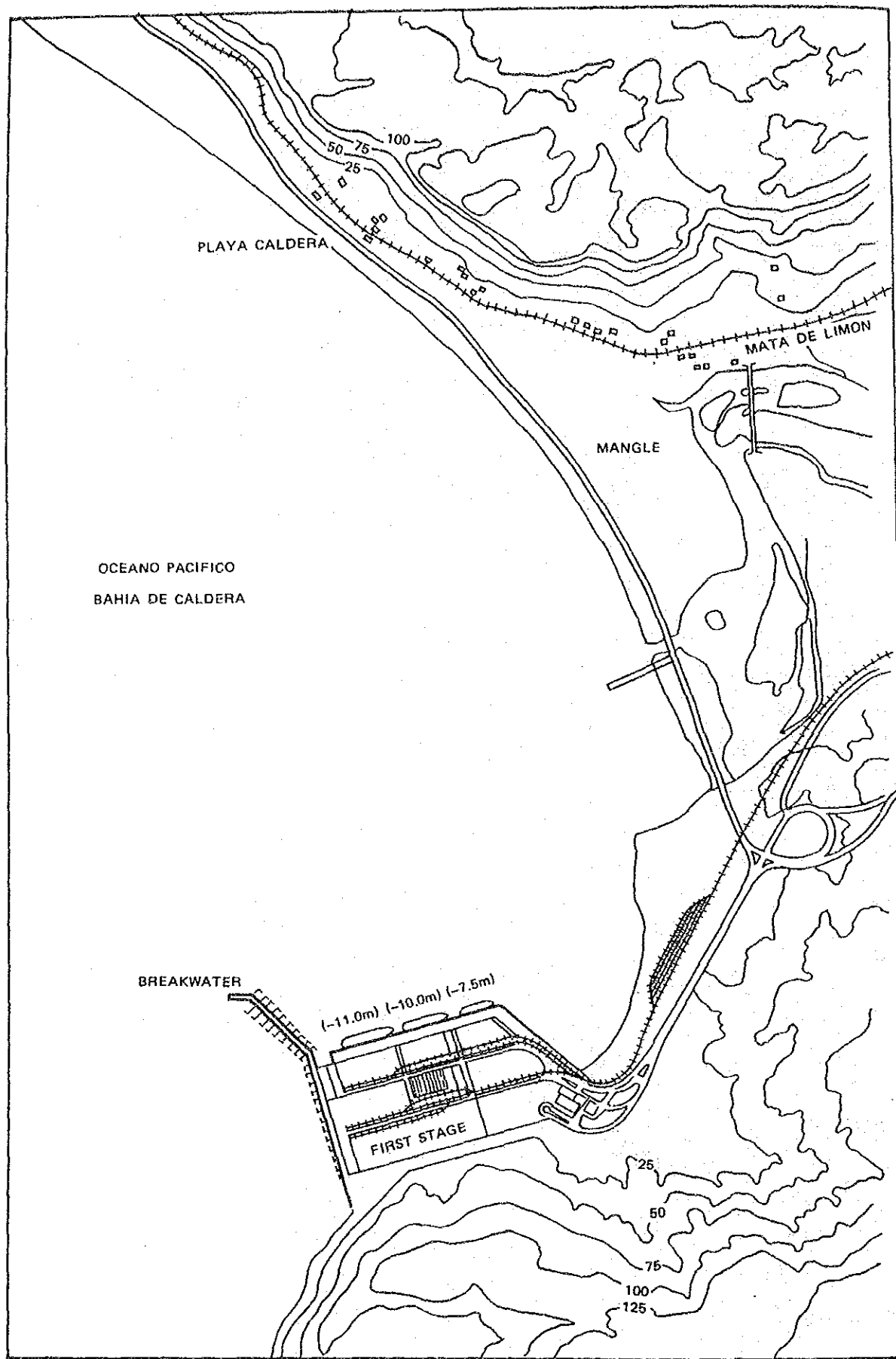


図-I.4 カルデラ港付近の海岸

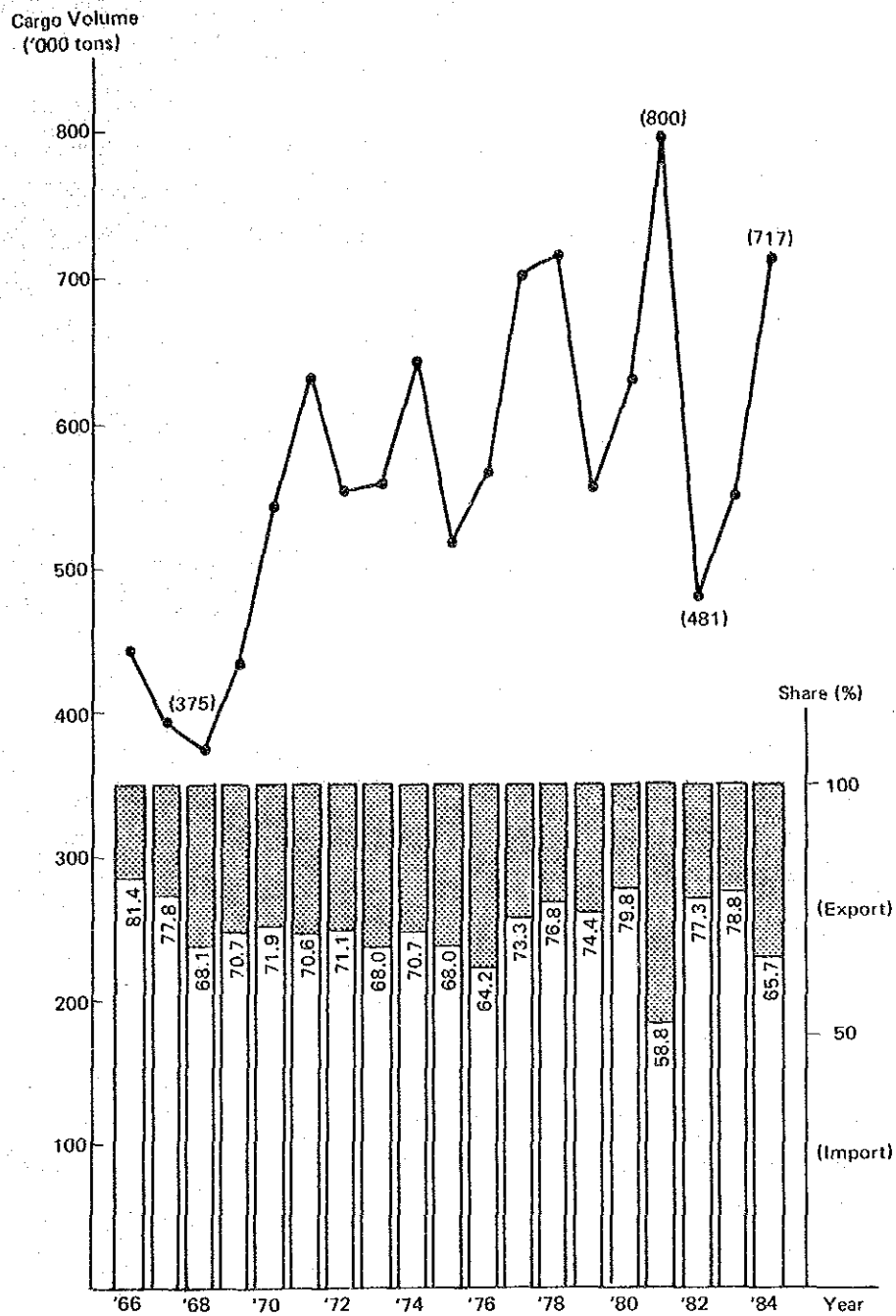


図-1.5 カルデラ港及びプンタレナス港港湾取扱貨物量の推移

出典：Cuadro Estadísticos sobre Sector Transportes 1984, DGP/MOPT
 注：プンタモラレス港及びFERTICAバースの港湾取扱貨物量を含む。

第Ⅱ章 現在の問題点と調査目的

カルデラ港は、港内埋没、バース延長の不足、非効率な港湾荷役といった切実な問題を抱えている。カルデラ港が直面するこれらの問題は、コスタリカ国太平洋岸の主たる国際門戸港としての機能を果たすことができるように解決されなければならない。当該港が直面する現在の問題点と調査目的は、以下のように要約される。

1. 港内埋没

ニコヤ湾東岸の大半の領域で漂砂が見られ、カルデラ港での漂砂による埋没を防止する対策が必要となっている。具体的には、最近3年間で概略 100,000 ～ 110,000 m³/年の年平均埋没土砂量がある。防波堤港内側の埋没速度は年々加速されてきている。

とくに、防波堤港内側のたい積土砂の先端は、-11 m 岸壁に達している。この岸壁のバース領域は、約100 mの延長にわたって浅くなっている。したがって、対象船型のうち大型船は、現在のところ、当該岸壁で貨物を荷役できない状況にある。

2. バース規模の不足

バースの全延長は490 mであるが、15,000 ～ 20,000 DWTの大型船が係留できるバース延長はわずかに360 mである。とくに、-10 m 岸壁の現在のバース延長が不足している。このため、カルデラ港では、現在大型船1隻しか同時着岸できない状況にある。しかし、当該港は、コンテナ船1隻、穀物船1隻が同時着岸するに十分な施設を有する必要がある。

3. 港湾荷役システム改良の必要性

カルデラ港は、多種多様な貨物を取扱うとともに、少数のバースで相対的に大量の貨物を受入れている。この状況は、将来港湾貨物量が増大するにつれて、さらに顕著になるものと推定される。とくに、カルデラ港は、現在プンタレナス港の棧橋で取扱われている輸入穀物を受入れざるをえない状況になるであろう。したがって、当該港ターミナルを多目的に利用するために、現在の荷役システムの改良が必要となっている。

4. 期待される港湾機能と調査目的

カルデラ港は、コスタリカ国太平洋岸の国際門戸港としての機能が期待されている。しかし、前述のようにカルデラ港は、(1)港内埋没、(2)バース延長の不足、(3)非効率な港湾荷役システムといった重要な問題に直面している。問題点(1)を解決するには、本来当該港が有している港湾のポテンシャルを回復する必要がある。(2)及び(3)の問題点を解決するには、既存の施設及び設備を改良して、現在の港湾容量を高める必要がある。もちろん、このようにして改良された港湾機能は、これらの対策が実施されたあとでも適正に維持される必要がある。

したがって、調査は、当該港湾が本来有している機能を最大限発揮できるようにするため、(1)

本来の港湾機能を回復させ、(2)既存施設を改良し、さらに必要な機械を追加することによって港湾容量を増加させ、(3)改良された港湾機能を、適正な機械の追加、あるいは適切な維持システムの創意工夫により良好に維持する方策を検討する。このように、当該調査は、ただ単に初期工事のみを実施する方法だけでなく、初期工事が実施された後、定期的な維持工事の方法を検討するものである。調査の構成は表－Ⅱ.1に示されている。

これらの問題に対する適正な対策が適切に実施されるならば、カルデラ港は太平洋岸の国際玄関としての役割を十分に果たすことができるであろう。

表－Ⅱ.1 問題点と対策

問 題 点	対 策			関連する章
	改修	改良	維持	
(1)港 内 埋 没	○		○	Ⅲ, Ⅵ
(2)バース延長の不足		○		Ⅳ
(3)非効率な港湾荷役		○	○	Ⅴ

第Ⅲ章 漂砂対策計画

1. 漂砂の現況

カルデラ港におけるこれまでの自然条件調査結果及び今回の現地調査で得られた結果を詳細に検討した結果、カルデラ港における港内埋没の状況は2つの異なった埋没機構によって生じていることが明らかになった。一つは、北上する沿岸漂砂がカルデラ港防波堤先端を回り込んで防波堤の港内側にたい積するものである。他の一つは、波により巻き上げられ、主として潮流によって運ばれた土砂が港内の泊地全体に一樣にたい積するものである。

最近5年間の港内埋没土量を表-Ⅲ.1に示す。

表-Ⅲ.1 港内埋没土量

期 間	港内埋没土量 (m ³)		
	防波堤港内側	泊 地	計
1980. 4~1981. 10	12,000	—	—
1981. 10~1982. 7	21,000	-26,000	-5,000
1982. 7~1983. 8	40,250	70,813	111,063
1983. 8~1984. 8	24,125	77,938	102,063
1984. 8~1985. 9	94,500 ^{*)}	18,250	112,750

注 *) この埋没土量はしゅんせつ土量を含むものである。

2つの埋没機構のうち、最初の現象は防波堤周辺の沿岸漂砂によるものである。防波堤南側海浜の沿岸漂砂パターンを図-Ⅲ.1に示す。防波堤背後への砂のたい積土量及び防波堤港外側での沿岸漂砂量は、防波堤港外側における水深が浅くなるほど多くなる。図-Ⅲ.2はDとQ_sとの関係を示したものである。Dは防波堤先端から-2 mコンターラインが防波堤に交わる所までの距離、Q_sは防波堤背後の1年あたりの埋没土量を示している。図から、Q_sはDによって一義的に定まることがわかる。Dが60 mのときは、Q_sは0であり、Dがそれより小さくなるにつれてQ_sは次第に大きくなる。そして最終的にはQ_sの値はコラリージョビーチ及びニュービーチにおける年間の沿岸漂砂量の和112,000 m³/年に漸近する。

一方、泊地にはこれより粒径の細かい砂が全体にほぼ一樣にたい積している。たい積土砂の中央粒径は0.1 mm前後であり、防波堤のすぐ背後にたい積する土砂の中央粒径0.3 mmとは明らかに異なっている。このたい積土砂は波によって巻き上げられ、潮流によって運ばれたものが、波と流れの作用の少ない泊地にたい積したものと考えられる。泊地における土砂のたい積速度を図-Ⅲ.3に示す。

2. 漂砂の将来予測

カルデラ港における将来の埋没土量を予測するため数値シミュレーションモデルを用いた。数値シミュレーションモデルの適用にあたっては、現地における漂砂現象をもっとも良く再現でき

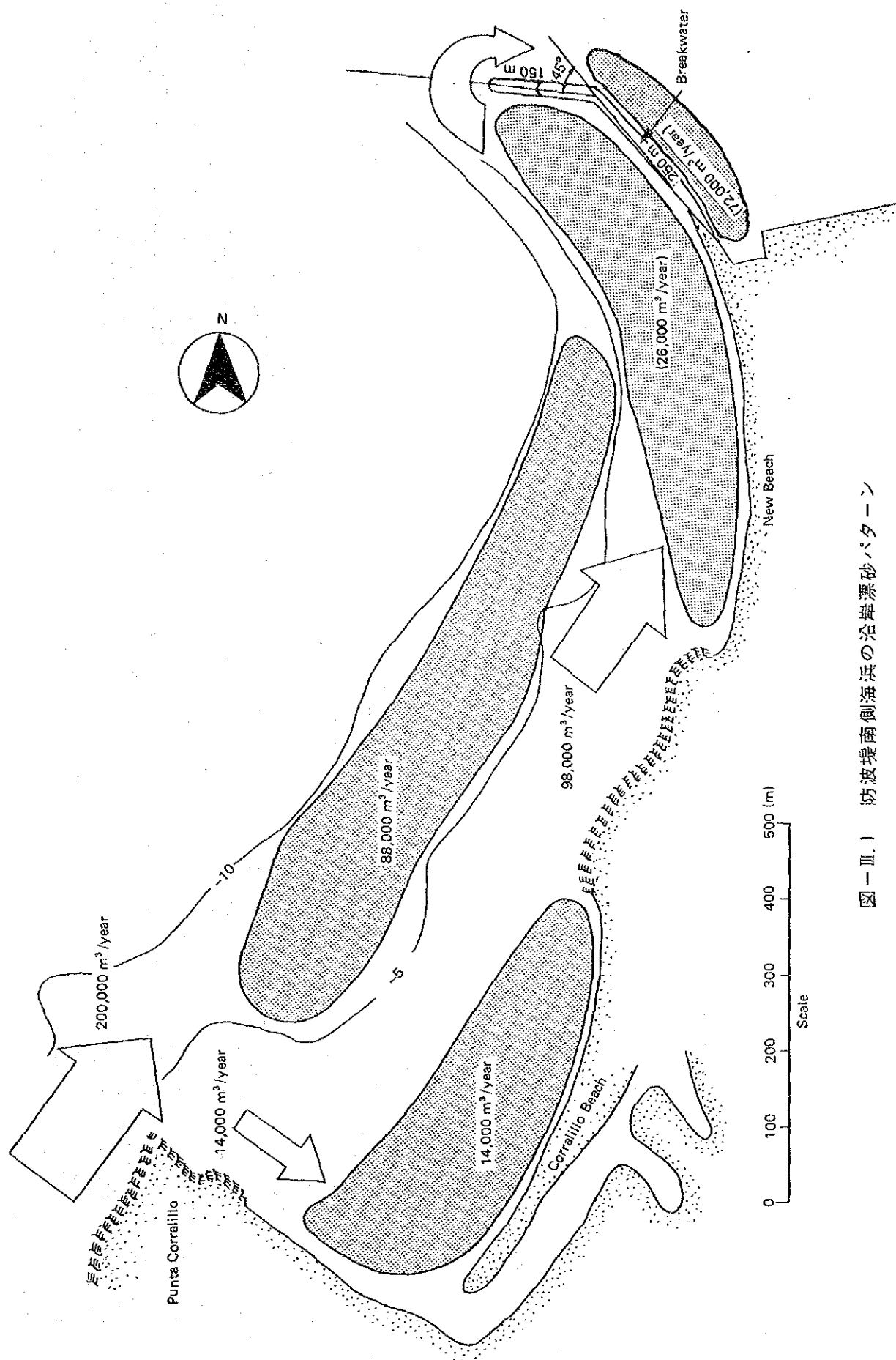


図-III.1 防波堤南側海浜の沿岸漂砂パターン

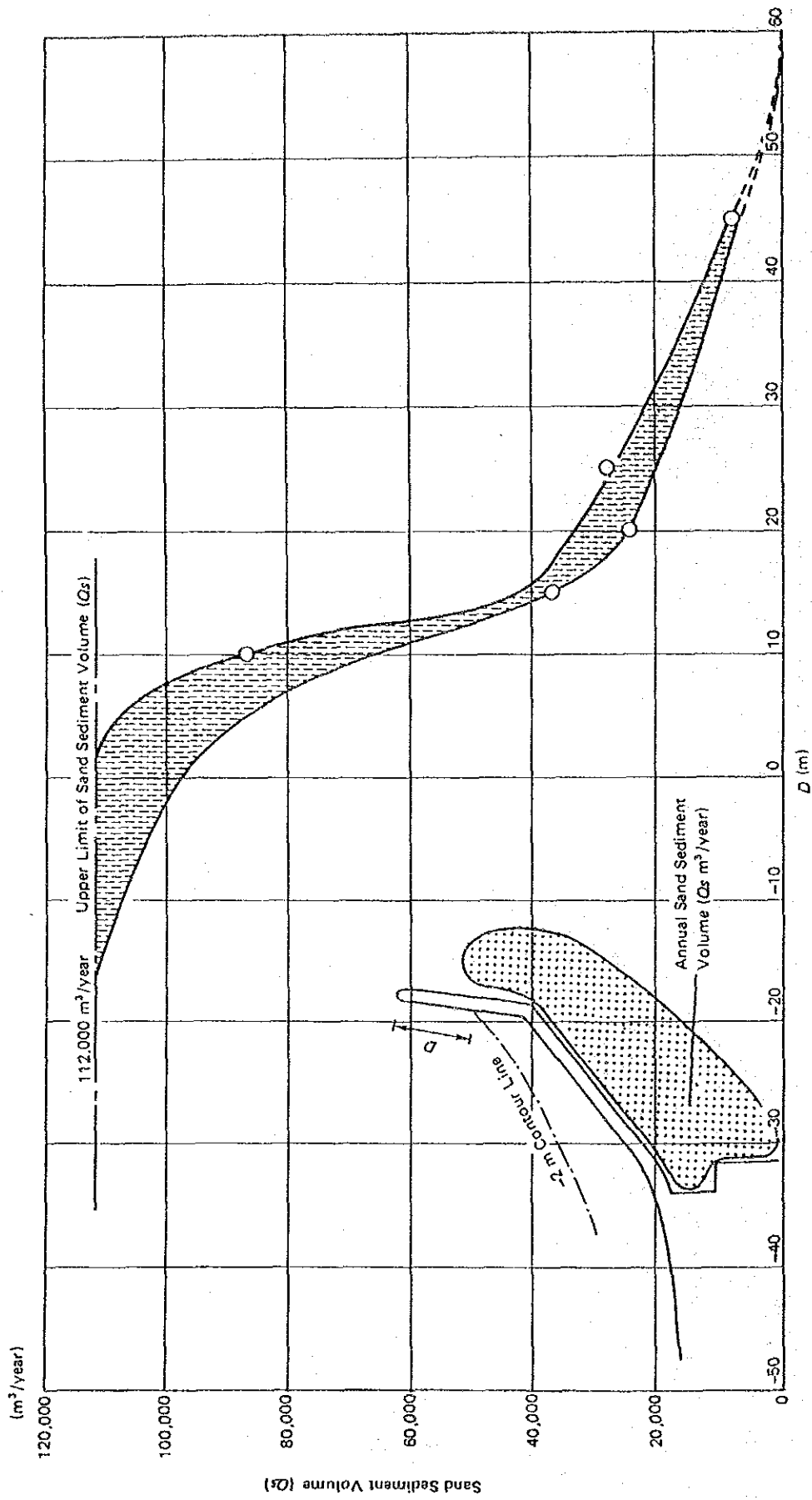
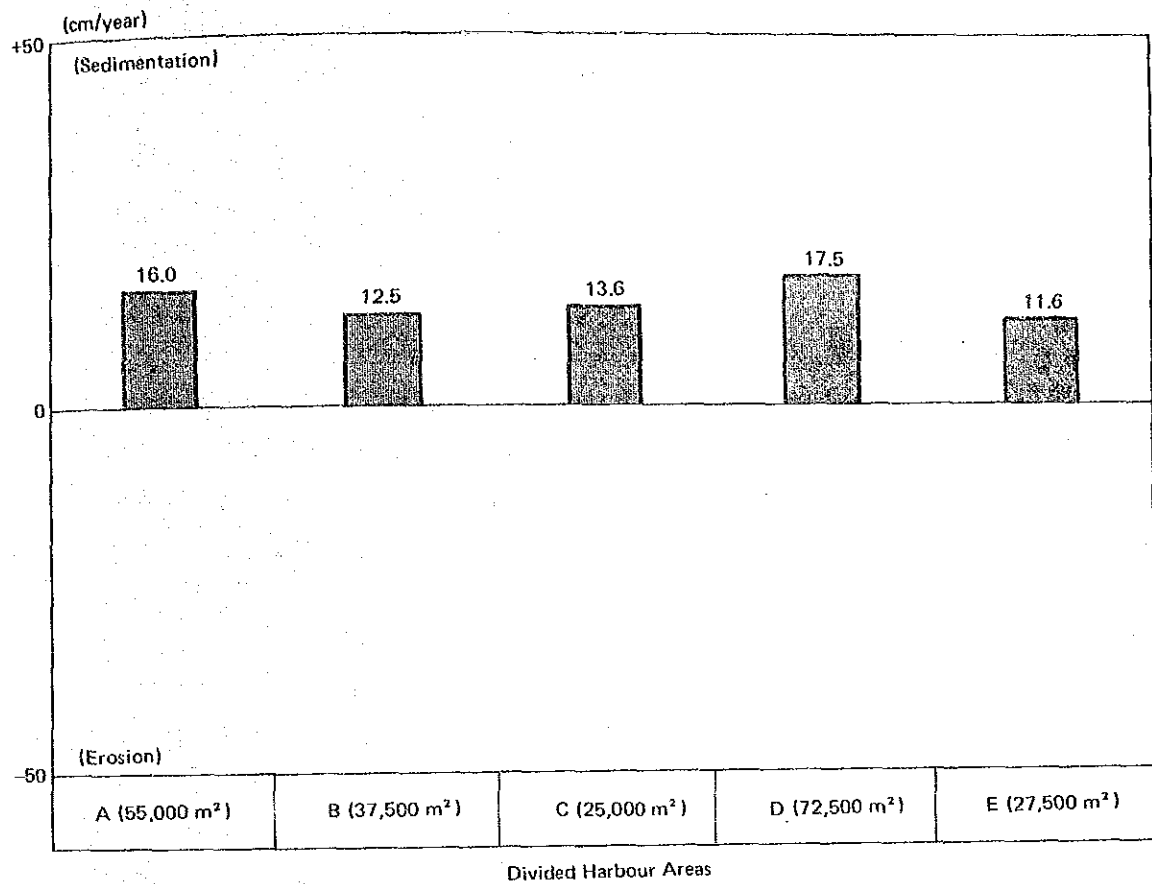


図-Ⅲ.2 D と Q_s の関係



Zone	Area (m ²)	Annual Sediment Rate (m/year)	Annual Sediment Volume (m ³ /year)
A	55,000	0.160	8,800
B	37,500	0.125	4,700
C	25,000	0.136	3,400
Total	117,500	—	16,900

図－Ⅲ.3 港内埋没速度及び埋没土量

るようなモデルを選定することが必要である。

北上する沿岸漂砂によるニュービーチのてい線変化を予測することによって将来の防波堤背後へのたい積土量を予測できることから、この場合には数値モデルとして“ワンラインセオリー”を用いた。また、将来の港内泊地へのたい積土量を予測するためには、波によって巻き上げられ、潮流によって運ばれた砂が港内泊地にたい積する現象が主体となるので、この場合は数値モデルとして“水深モデル”を用いた。

図－Ⅲ.4は“ワンラインセオリー”によるニュービーチにおけるこれまでのてい線変化の再現結果であり、図－Ⅲ.5は“水深モデル”による現況再現結果である。両者とも現況をよく再現し

ており、これらのモデルが将来の港内埋没を予測するうえで有効であることが確認される。

漂砂対策の代替案としては、いくつかの代替案の中から、

- (1) 防波堤を既設防波堤と同じ方向に延伸すること。
- (2) 防波堤延伸後にも港内にたい積する土砂は、定期的に維持しゅんせつすること。
- (3) INCOFEによるマタデリモン湖口部北側海浜における土砂の採取は可能な限り継続すること。

が緊急なものとして選定された。

延伸すべき防波堤の延長は、防波堤建設費としゅんせつ費用との総和がミニマムになるよう選定した。しゅんせつ費用は、防波堤を延伸しない場合、100 m～500 m 延伸した場合について、それぞれ数値シミュレーション法によって将来の必要しゅんせつ土量を推算して求めた。

表Ⅲ.2及び表Ⅲ.3はそれぞれワンラインセオリー、水深モデルによる将来の埋没土量の予測結果である。また、表Ⅲ.4はプロジェクトのライフタイムである2017年までの予想しゅんせつ土量である。

これらのしゅんせつ土量の算定にあたっては、

- (1) 既設防波堤屈曲部から先端側150 mは1986年5月までに完成していること。
- (2) 外国コントラクターによる300,000 m²の港内しゅんせつが同様に1986年5月までに終了していること。

を前提としている。

図Ⅲ.6は、表Ⅲ.4をもとに防波堤建設費、しゅんせつ費及びその両者の合計費用を求めたものである。図から、防波堤延長200 mのときにコストがもっとも少なくなることが確認される。

3. まとめ

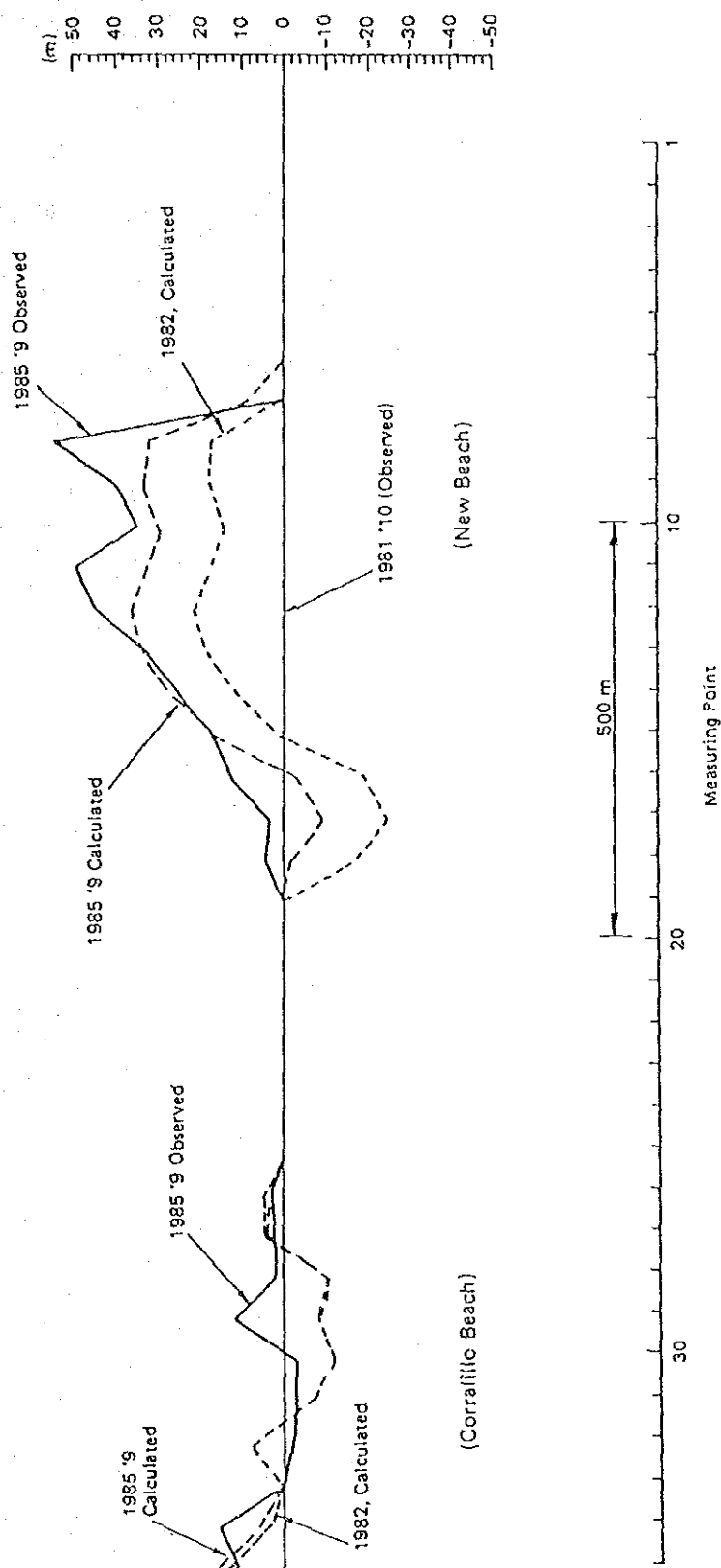
以上の検討の結果、漂砂対策としては、

- (1) 防波堤を既設防波堤と同じ方向に200 m延伸すること。
- (2) 防波堤建設後にも港内にたい積する土砂は定期的にしゅんせつすること。

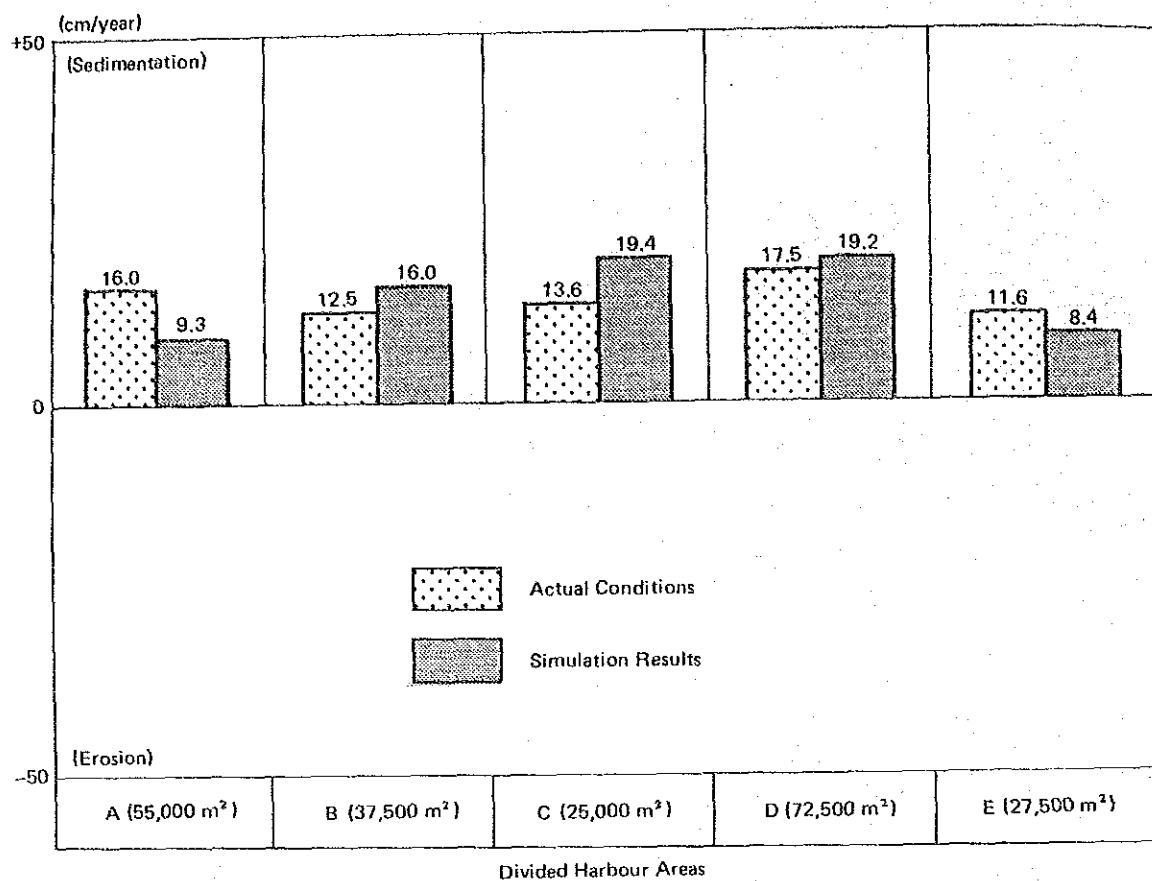
を提案するものである。

なお、しゅんせつは防波堤建設以前にすでに港内にたい積している土砂をプロジェクト期間中にしゅんせつする初期しゅんせつと、プロジェクト実施後に定期的にしゅんせつする維持しゅんせつを含んでいる。メンテナンス計画の策定にあたっては、とくに荒天時の集中的な港内埋没の可能性を考慮し、タイムリーなしゅんせつが可能な体制を確立する必要があるものと考えられる。

さらに、カルデラ港周辺の漂砂現象をさらに精度良く把握するため、今後も引続き定期的な現地調査（深浅測量、てい線測量）及び波浪観測を実施する必要があるものと考えられる。



図一Ⅲ.4 ワンラインセオリーによる現況再現結果



Zone	Area (m ²)	Actual or Simulation	Annual Sediment Rate (m/year)	Annual Sediment Volume (m ³ /year)
A	55,000	Actual Conditions	0.160	8,800
		Simulation Results	0.093	5,100
B	37,500	Actual Conditions	0.125	4,700
		Simulation Results	0.160	6,000
C	25,000	Actual Conditions	0.136	3,400
		Simulation Results	0.194	4,900
Total	117,500	Actual Conditions	—	16,000
		Simulation Results	—	16,900

図-Ⅲ.5 水深モデルによる現況再現結果

表-Ⅲ.2 港内埋没土量予測結果(防波堤背後)

年	ケース1 L=0 m		L=100 m		ケース2 L=200 m		ケース3 L=300 m		ケース4 L=400 m		L=500 m	
	D (m)	Q _s (m ³ /y)	D (m)	Q _s (m ³ /y)	D (m)	Q _s (m ³ /y)	D (m)	Q _s (m ³ /y)	D (m)	Q _s (m ³ /y)	D (m)	Q _s (m ³ /y)
1988.1	35.4	15,000	135.0	0	—	0	—	0	—	0	—	0
1989	31.0	19,000	129.0	0	228.0	0	328.0	0	—	0	—	0
1990	26.9	25,000	123.9	0	215.0	0	315.0	0	415.0	0	515.0	0
1	23.1	31,000	118.3	0	203.0	0	303.0	0	403.0	0	503.0	0
2	19.6	37,000	112.5	0	191.0	0	291.0	0	391.0	0	491.0	0
3	16.8	48,000	106.6	0	181.0	0	281.0	0	381.0	0	481.0	0
4	14.5	58,000	100.7	0	171.0	0	271.0	0	371.0	0	471.0	0
5	12.5	66,000	95.0	0	162.0	0	262.0	0	362.0	0	462.0	0
6	10.8	72,000	89.3	0	153.0	0	253.0	0	353.0	0	453.0	0
7	9.3	77,000	83.6	0	144.0	0	244.0	0	344.0	0	444.0	0
8	8.0	82,000	77.9	0	135.0	0	235.0	0	335.0	0	435.0	0
9	6.8	85,000	72.2	0	129.0	0	229.0	0	329.0	0	429.0	0
2000	5.8	88,000	66.5	0	123.9	0	223.9	0	323.9	0	423.9	0
1	4.8	91,000	60.8	0	118.3	0	218.3	0	318.3	0	418.3	0
2	4.0	93,000	55.3	3,000	112.5	0	212.5	0	312.5	0	412.5	0
3	3.3	96,000	50.0	5,000	106.6	0	206.6	0	306.6	0	406.6	0
4	2.6	98,000	45.0	8,000	100.7	0	200.7	0	300.7	0	400.7	0
5	2.1	99,000	40.0	10,000	95.0	0	195.0	0	295.0	0	395.0	0
6	1.5	101,000	35.4	15,000	89.3	0	189.3	0	289.3	0	389.3	0
7	1.1	103,000	31.0	19,000	83.6	0	183.6	0	283.6	0	383.6	0
8	0.8	105,000	26.9	25,000	77.9	0	177.9	0	277.9	0	377.9	0
9	0.4	107,000	23.1	31,000	72.2	0	172.2	0	272.2	0	372.2	0
2010	0.1	109,000	19.6	37,000	66.5	0	166.5	0	266.5	0	366.5	0
1	-0.3	112,000	16.8	48,000	60.8	0	160.8	0	260.8	0	360.8	0
2	"	"	14.5	58,000	55.3	3,000	155.3	0	255.3	0	355.3	0
3	"	"	12.5	66,000	50.0	5,000	150.0	0	250.0	0	350.0	0
4	"	"	10.8	72,000	45.0	8,000	145.0	0	245.0	0	345.0	0
5	"	"	9.3	78,000	40.0	10,000	140.0	0	240.0	0	340.0	0
6	"	"	8.0	82,000	35.4	15,000	135.4	0	235.4	0	335.4	0
7	"	"	6.8	85,000	31.0	19,000	131.0	0	231.0	0	331.0	0
8	"	"	5.8	88,000	26.9	25,000	126.9	0	226.9	0	326.9	0
9	"	"	4.8	91,000	23.1	31,000	123.1	0	223.1	0	323.1	0
2020	"	"	4.0	93,000	19.6	37,000	119.6	0	219.6	0	319.6	0
1			3.3	96,000	16.8	48,000	116.8	0	216.8	0	316.8	0
2			2.6	98,000	14.5	58,000	111.5	0	211.5	0	311.5	0
3			2.1	99,000	12.5	66,000	106.1	0	206.1	0	306.1	0
4			1.5	101,000	10.8	72,000	100.8	0	200.8	0	300.8	0
5			0.8	105,000	9.3	78,000	95.4	0	195.4	0	295.4	0
6			0.4	107,000	8.0	82,000	90.1	0	190.1	0	290.1	0
7			0.1	109,000	6.8	85,000	84.7	0	184.7	0	284.7	0
8			-0.3	112,000	5.8	88,000	79.4	0	179.4	0	279.4	0
9			"	"	4.8	91,000	74.0	0	174.0	0	274.0	0
2030			"	"	4.0	93,000	68.7	0	168.7	0	268.7	0
1			"	"	3.3	96,000	63.3	0	163.3	0	263.3	0
2			"	"	2.6	98,000	58.1	1,000	158.1	0	258.1	0
3			"	"	2.1	99,000	53.2	4,000	152.8	0	252.8	0
4			"	"	1.5	101,000	48.4	6,000	147.7	0	247.7	0
5			"	"	0.8	105,000	43.7	8,000	142.6	0	242.6	0
6			"	"	0.4	107,000	39.2	11,000	137.7	0	237.7	0
7			"	"	0.1	109,000	34.9	15,000	132.7	0	232.7	0
8			"	"	-0.3	112,000	30.9	19,000	127.7	0	227.7	0
9			"	"	"	"	27.1	25,000	122.7	0	222.7	0
2040			"	"	"	"	23.5	30,000	117.7	0	217.7	0
1					"	"	20.2	35,000	112.2	0	212.2	0
2					"	"	17.5	45,000	107.7	0	207.7	0
3					"	"	15.2	54,000	102.7	0	202.7	0
4					"	"	13.3	62,000	97.7	0	197.7	0
5					"	"	11.6	69,000	92.7	0	192.7	0

注1) D: 防波堤先端と各期間当初の-2.0m等深線の距離

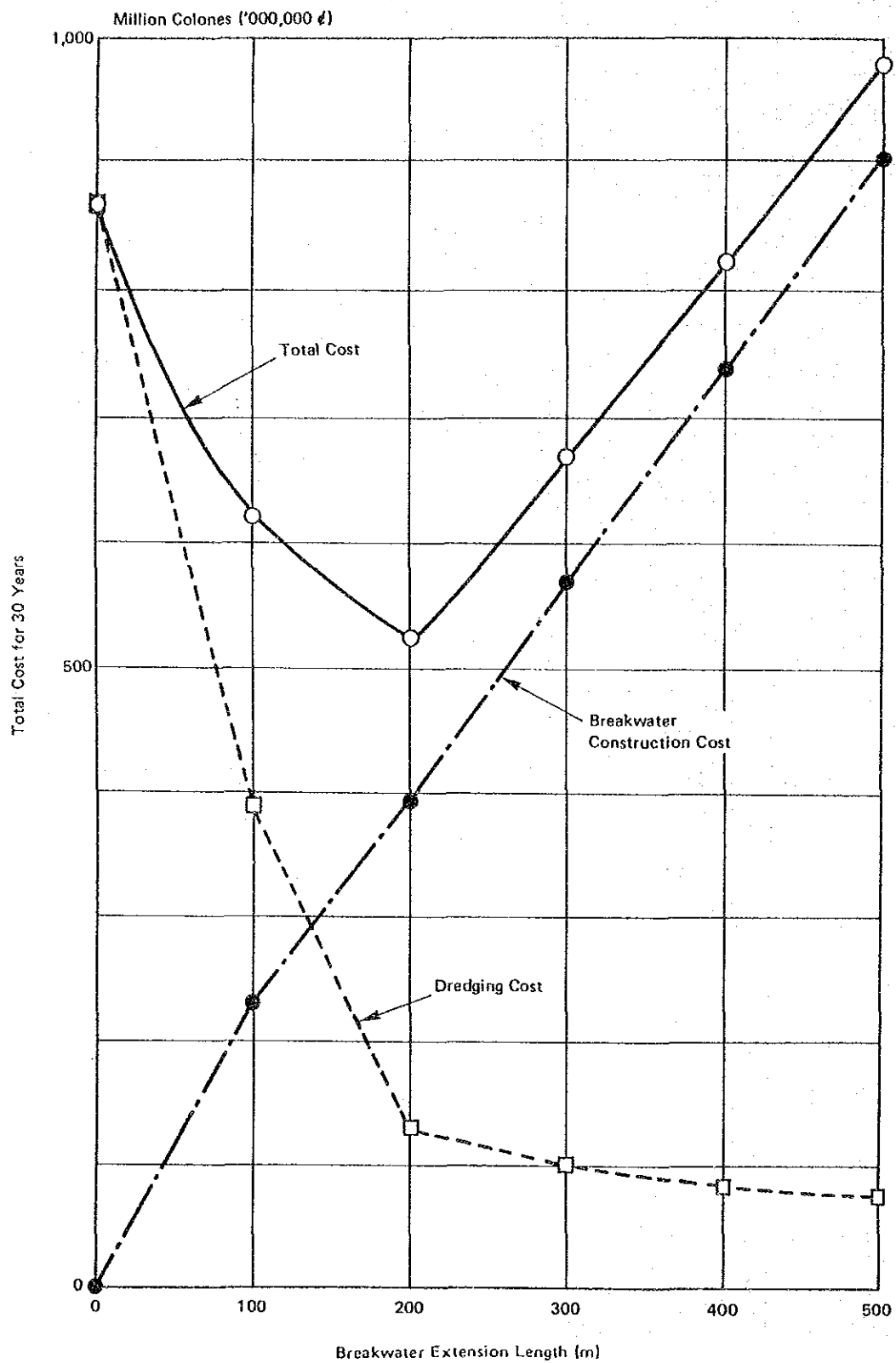
2) Q_s: 年間埋没土量(m³/year)3) L=100m及びL=500mにおけるD及びQ_sの値はシミュレーション結果をもとに補間あるいは外挿して求めた。

表一Ⅲ.3 港内埋没土量予測結果（泊地全体）

ケース	埋没速度	泊地の区域						
		A (55,000m ²)	B (37,500m ²)	C (25,000m ²)	小計 (117,500m ²)	D (72,500m ²)	E (27,500m ²)	合計 (217,500m ²)
現況	水深変化 (cm/y)	16.0	12.5	13.6	—	17.5	11.6	—
	年間埋没土量 (m ³ /y)	8,800	4,700	3,400	16,900	12,700	3,200	32,800
ケース1 現況の再現	水深変化 (cm/y)	9.3	16.0	19.4	—	19.2	8.4	—
	年間埋没土量 (m ³ /y)	5,100	6,000	4,900	16,000	13,900	2,300	32,200
ケース2 防波堤延伸 L=200m	水深変化 (cm/y)	8.0	10.4	13.0	—	17.8	9.0	—
	年間埋没土量 (m ³ /y)	4,400	3,900	3,300	11,600	12,900	2,500	27,000
ケース4 防波堤延伸 L=400m	水深変化 (cm/y)	5.6	7.2	9.3	—	16.9	6.3	—
	年間埋没土量 (m ³ /y)	3,100	2,700	2,300	8,100	12,300	1,700	22,100

表-Ⅲ.4 必要しゅんせつ土量予測結果(30年間合計)

防波堤延伸長	初期または維持 しゅんせつの別	しゅんせつ土量(m ³)		
		防波堤港内側	泊地	計
0 m	初期しゅんせつ	0	0	000
	維持しゅんせつ	2,571,000	544,000	3,115,000
	計	2,571,000	544,000	3,115,000
100 m	初期しゅんせつ	72,000	0	72,000
	維持しゅんせつ	642,000	465,000	1,107,000
	計	714,000	465,000	1,179,000
200 m	初期しゅんせつ	72,000	0	72,000
	維持しゅんせつ	41,000	372,000	413,000
	計	113,000	372,000	485,000
300 m	初期しゅんせつ	72,000	0	72,000
	維持しゅんせつ	0	310,000	310,000
	計	72,000	310,000	382,000
400 m	初期しゅんせつ	72,000	0	72,000
	維持しゅんせつ	0	248,000	248,000
	計	72,000	248,000	320,000
500 m	初期しゅんせつ	72,000	0	72,000
	維持しゅんせつ	0	217,000	217,000
	計	72,000	217,000	289,000



図一Ⅲ.6 防波堤延長としゅんせつ費，防波堤建設費の関係

第Ⅳ章 港湾施設改良計画

1. 港湾需要予測

港湾需要予測の前提として、コスタリカ国の人口、GDP等の将来の社会経済指標が予測された。人口は、CELADEによって予測された年増加率及びDGEC / MEICの調査による1982年人口実績値を用いて予測された。GDPは、1984年の実績値及びBCCRによる将来の年成長率にもとづいて予測された。これらの結果は表-N.1に示されている。

表-N.1 予測社会経済指標

	年	人 口 (単位：千人)	GDP(1966年価格) (単位：百万コロン)
実績	1982	2,371.5	8,742.6
予測	1990	2,895.4	10,521.0
	1992	3,027.7	11,053.6
	1995	3,224.4	11,903.5
	2000	3,545.0	13,467.8

カルデラ港の将来の港湾取扱貨物量は、上記の予測社会経済指標にもとづいて予測された。カルデラ港の港湾取扱貨物量は、プンタレナス港の棧橋の老朽化によって、プンタレナス港のすべての港湾機能がカルデラ港に移転されるため、プンタレナス港における貨物量をも含めて予測された。その結果は表-N.2に示されている。

表-N.2 カルデラ港予測取扱貨物量

(単位：メトリックトン)

	年	穀 物	自 動 車	雑 貨				計
				鉄 鋼	肥 料	そ の 他	(内コンテナ)	
輸入	1984	131,167	4,816	53,185	-	198,157	(28,452)	387,325
	1992	166,100	21,900	83,000	-	329,000	(120,700)	600,000
	1995	158,900	24,700	90,000	-	387,000	(253,800)	660,600
	2000	149,200	29,900	103,800	-	498,000	(432,100)	780,900
輸出	1984	-	-	-	5,500	78,668	(26,760)	84,168
	1992	-	-	-	10,000	153,300	(41,000)	163,300
	1995	-	-	-	12,000	207,400	(86,700)	219,400
	2000	-	-	-	16,000	322,100	(184,600)	338,100
合計	1984	131,167	4,816	53,185	5,500	276,825	(55,212)	471,493
	1992	166,100	21,900	83,000	10,000	482,300	(161,700)	763,300
	1995	158,900	24,700	90,000	12,000	594,400	(340,500)	880,000
	2000	149,200	29,900	103,800	16,000	820,100	(616,700)	1,119,000

1984年実績値の出典：Cuadros Estadísticos sobre Sector Transportes 1984, DGP/MOPT

注) プンタレナス港における取扱貨物量を含む。

2. 計画の目標年次

この維持整備計画は、カルデラ港が目標年次に発生する全予測貨物量を受入れることができるようにするため、現在抱えている問題を解決することを目的とする。予測貨物量、改良後の港湾容量及び建設工事に必要な期間を勘案すれば、目標年次を1992年と設定するのが適当である。

3. 計画実施のための戦略

カルデラ港維持整備計画実施の総合的な戦略は、以下のように要約される。

- (1) 現在期待されている港湾機能を決定的に阻害している港内埋没問題を抜本的に解決すること。
- (2) 穀物輸入機能の移転、海運におけるコンテナ化の進展といった緊急な情勢に対応すること。
- (3) 2, 3のバース数で多種多様な貨物を取扱っていることからターミナルを多目的に使用して、コストを低減すること。

上記の戦略に対応して、港湾施設改良計画が検討された。この章では、係留施設改良計画及び全体の港湾レイアウトを中心に検討している。

4. -10 m岸壁の延伸

他の貨物の港湾荷役に影響を与えることなく穀物貨物を受入れるためには、No. 1及びNo. 2バースで穀物船とコンテナ船が同時着岸できるように、これらの岸壁を改良することが必要である。結果的には、No. 2岸壁の現在のバース延長150 mを必要な長さまで延長する必要がある。延長の方法としては、3つの代替案が考えられる(図-N.1参照。)

代替案A：-11 m岸壁のバースを西方に延伸する方法

代替案B：3つの岸壁すべての前面に新たに栈橋を建設する方法

代替案C：現在の-7.5 mバースを-10 mまで増深する方法

-10 m岸壁の必要バース延長を確保する最良の代替案として、代替案Aが選定された。その結果、現在のNo. 1岸壁は50 m延伸する必要がある。必要なバース延長を確保するには、45 m延長のギャングウェイと係留ドルフィン1基を建設すれば十分である。しかし一方では、バースの延伸に際して、小船だまりへの進入航路及び土砂埋没に対する余裕幅を十分考慮しておく必要がある。

5. 港湾レイアウト

計画実施のための戦略に対応して、改良を必要とする港湾施設及び設備は以下のとおりである。

(1) 漂砂対策

- 1) 防波堤延伸：200 m
- 2) 港内初期しゅんせつ：72,000 m³
- 3) 定期的維持しゅんせつ：約60,000 m³ / 5年

(2) 輸入穀物取扱いの要請及び海運におけるコンテナ化の進展に対応した係留施設容量の拡張

- 1) 既設防波堤基部50 mの西方への移設：移設延長162 m

- 2) -3.0 m 小船だまりの改修 : 面積 50 m × 90 m
 - 3) 小船だまり内-3.0 m 物揚場の建設 : 延長 110 m
 - 4) ギャングウェイの建設 : 延長 45 m
 - 5) 係留ドルフィンの建設 : 1 基
- (3) 輸入穀物取扱い及びターミナルの多目的利用の要請に対応した港湾荷役容量の強化
- 1) 港湾荷役機械の補強
 - 2) 野積場の舗装 : 面積 42,000 m²

本章における検討結果、漂砂対策調査結果及び港湾荷役対策調査の結果を総合すれば、目標年次における港湾レイアウトは図-N.2のように提案される。

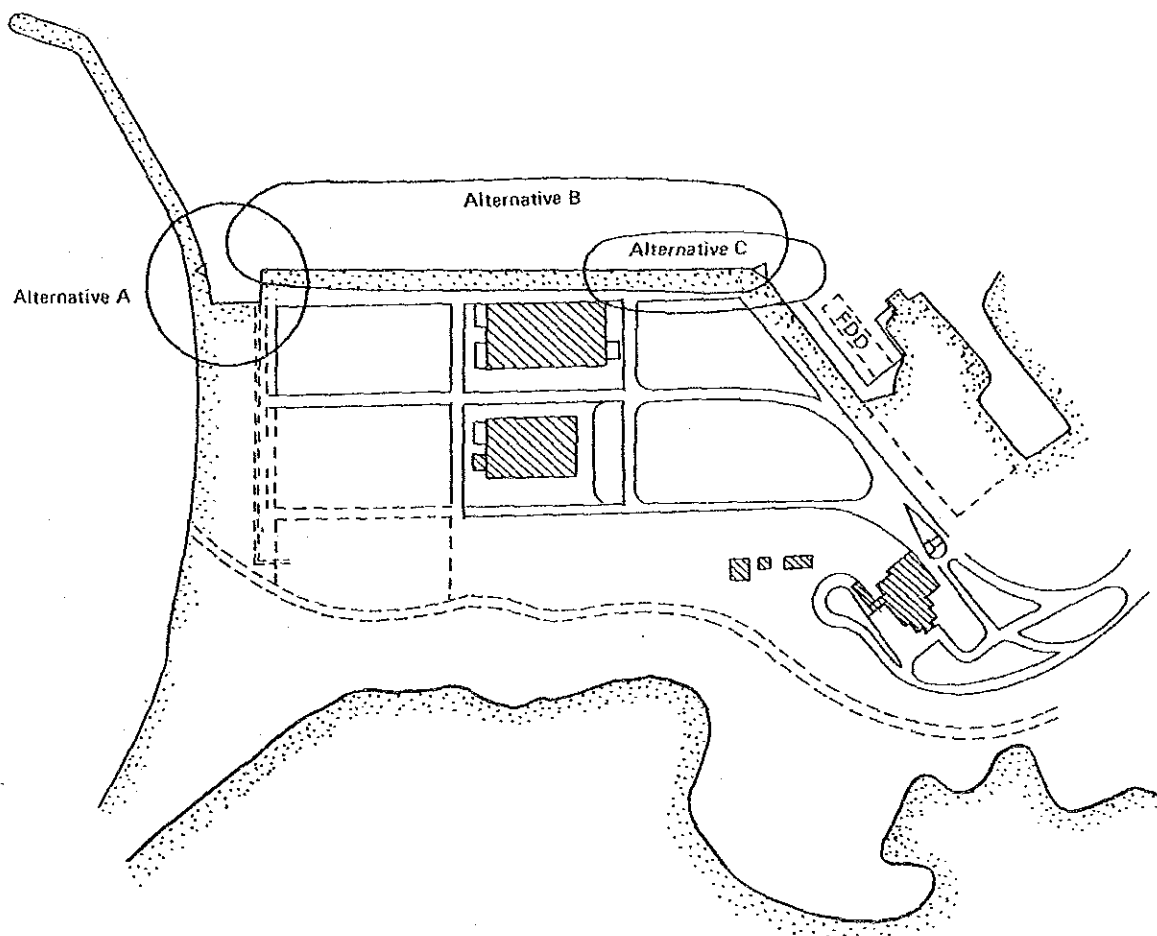


図-N.1 パース延伸方法代替案

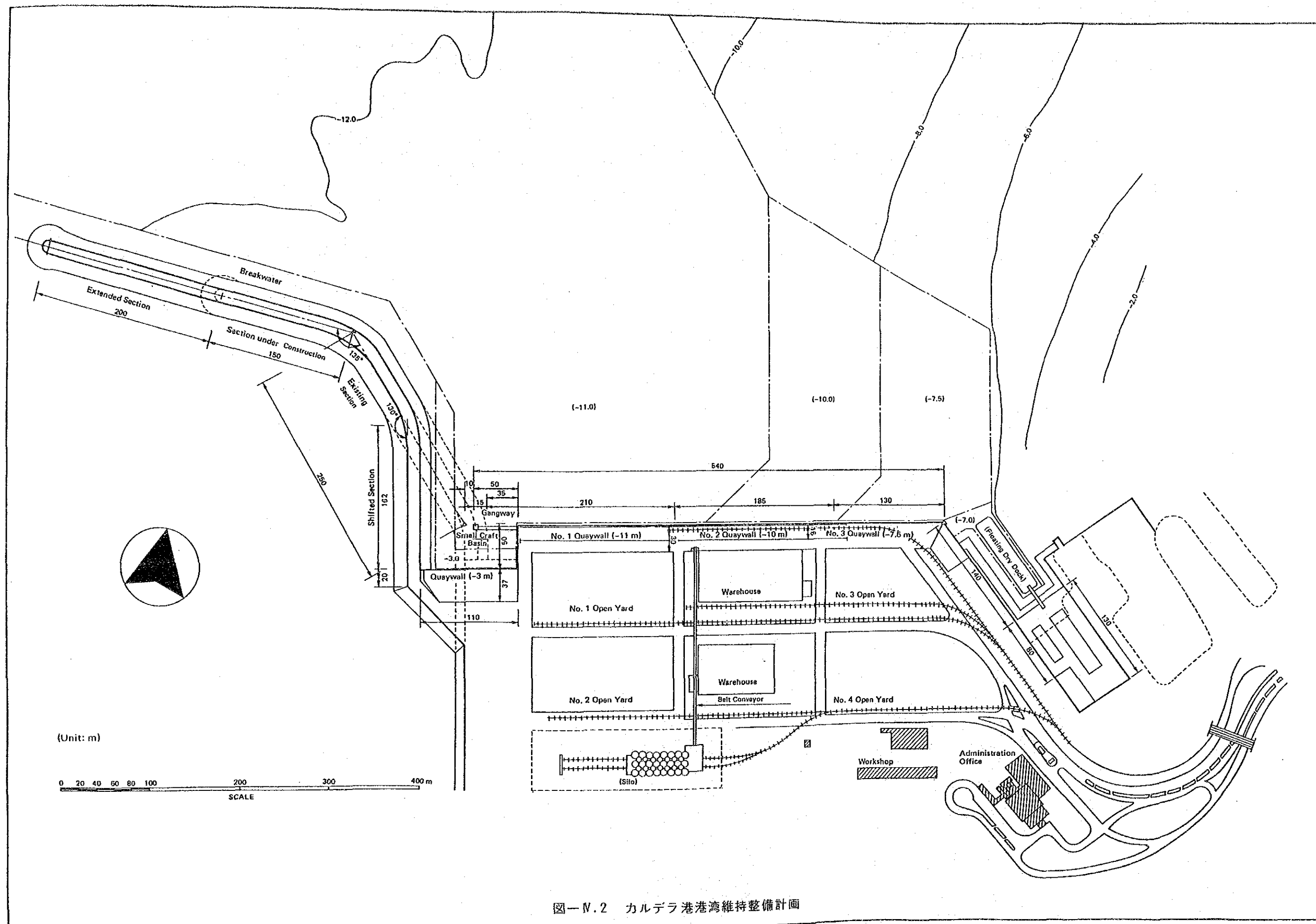


図-N.2 カルデラ港港湾維持整備計画

第 V 章 港湾荷役改良計画

港湾荷役改良計画は、既存の 3 バースのふ頭を使用して、雑貨、鋼材、自動車、コンテナ及びばら穀物等の多種類の貨物に対応し、ターミナルの多目的使用を能率的に行うことを目的としている。多目的使用のターミナルを有効に機能させるためには、組織的管理と調和のとれた荷役システムが必要となる。

1. 主要貨物別の荷役改良計画

現在のカルデラ港の港湾荷役においては、全荷役時間のうち平均約 40% が非稼動時間となっている。港湾荷役を能率化するためには、この非稼動時間を可能な限り減少させることが必要である。本荷役改良計画においては、到達可能な目標として、稼動時間を 20 % 向上させることとした。

カルデラ港における現状及び目標年である 1992 年の貨物種類別の荷役能力を表 V.1 に示す。

表 V.1 貨物荷役能力

貨物種類	1985年	1992年
雑 貨	20トン/時	24トン/時
鋼 材	40トン/時	48トン/時
コンテナ	7個/時	12個/時
ばら穀物	20トン/時/台	200トン/時/台

注*)コンテナの荷役能力は、本港と同様の荷役形態である日本の港湾におけるものの80%を用いた。

2. ばら穀物荷役計画

穀物運搬船の係留時間は一般に長時間であるため、他の貨物の荷役に与える影響が大きい。また、現在プンタレナス港で取扱っている輸入穀物をカルデラ港で取扱うためには、その荷役設備等について新たに多額の投資を必要とする。したがって、穀物運搬船のクイックディスパッチを可能とし、かつ可能な限り荷役コストが低廉な方式を選定することが必要となる。

プンタレナス港における現状の穀物荷役が非能率であって、荷役に長時間を要している主要な原因は、穀物を背後のバランカ及びモリノデコスタリカのサイロへ運搬する鉄道貨車の運行時間待ち及び栈橋上における入換え時間にある。この荷役能率を改善するためには、船内荷役作業とターミナル外への運搬作業を分離する必要がある。このためには、最小限穀物運搬船1隻分の最大取扱量すなわち20,000トンの容量を有するサイロを新たに設けることが必要となる。

したがって、本計画においては、ターミナル内20,000トン容量のサイロが建設されることを前提に、穀物荷役方式として次の4代替案について比較検討を行った。

代替案A：2,000 トン/時の能力の軌条走行式ニューマティックアンローダーによって揚荷し、これと同能力のベルトコンベアーによってサイロに運搬する方式（完全機械化方式）

代替案B：200 トン/時の能力の可搬式ニューマティックアンローダー2台によって揚荷し、400 トン/時の能力のベルトコンベアーによってサイロに運搬する方式（完全機械化方式）

代替案C：グラブバケットを取付けた本船デリック（複数）によって揚荷し、400 トン/時の能力のベルトコンベアーによってサイロに運搬する方式

代替案D：グラブバケットを取付けた本船デリック（複数）によって揚荷し、ダンプトラックによってサイロに運搬する方式

検討の結果、穀物運搬船のクイックディスパッチが達成され、かつ荷役設備整備コストが比較的低廉であることから代替案Bが選択された。

3. 貯蔵施設改良計画

本計画の目標年次である1992年の取扱貨物量は、既存の上屋及び倉庫各1棟及び4か所の野積場によって、十分荷さばき及び貯蔵が可能である。しかし、これらの施設内における荷役能率及び貨物の貯蔵管理を改善するため、次の改良が必要である。

- (a) 現在未舗装のNo. 2、No. 3及びNo. 4の野積場を舗装する。
- (b) No. 1及びNo. 2及びNo. 4の一部分の野積場は、コンテナ積付け位置にしたがって線引きする。
- (c) No. 3及びNo. 4の野積場は、適当な単付区画に線引きする。

なお、線引きされた各区画には、貨物の貯蔵管理を容易にするため、それぞれ固有の番号を付することが必要である。

ターミナル全体の改良計画を図－V.1に示す。

また、計画対象発生コンテナ個数は、シミュレーション結果から、1992年に1日あたり実入りコンテナ940 TEU、空コンテナ285 TEUとなる。これに対応して、コンテナヤードでは、実入りコンテナ1,040 TEU、空コンテナ288 TEUの収容能力を計画する。これらのコンテナのヤード内における配置計画は図－V.2及び図－V.3のとおりである。

4. 荷役機械補強計画

現在INCOPが所有する荷役機械は表－V.2に示すように、74台である。

カルデラ港の荷役能力向上のために追加購入することが必要となる荷役機械は表－V.3 (a), (b)に示すとおりである。

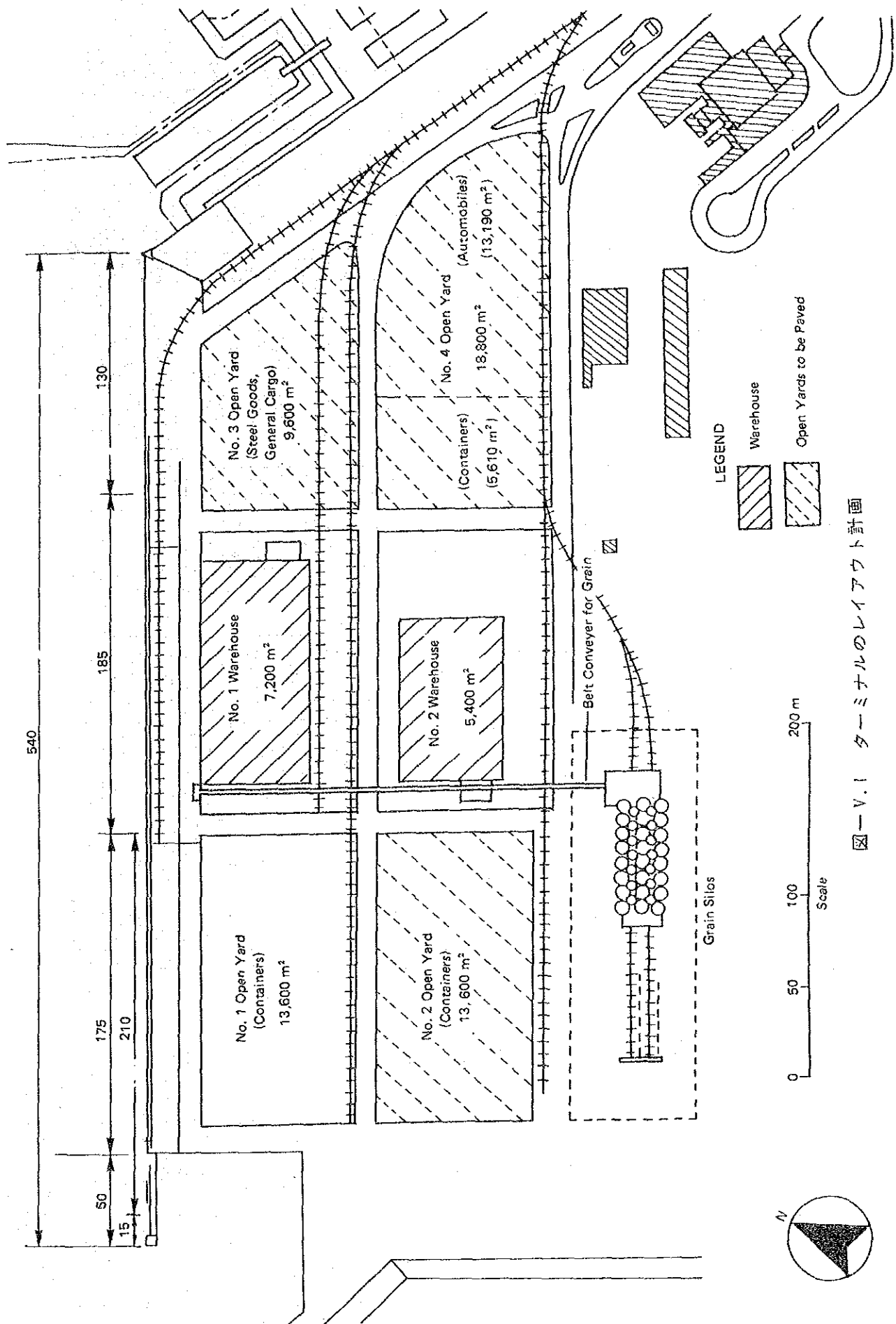


図-V.1 ターミナルのレイアウト計画

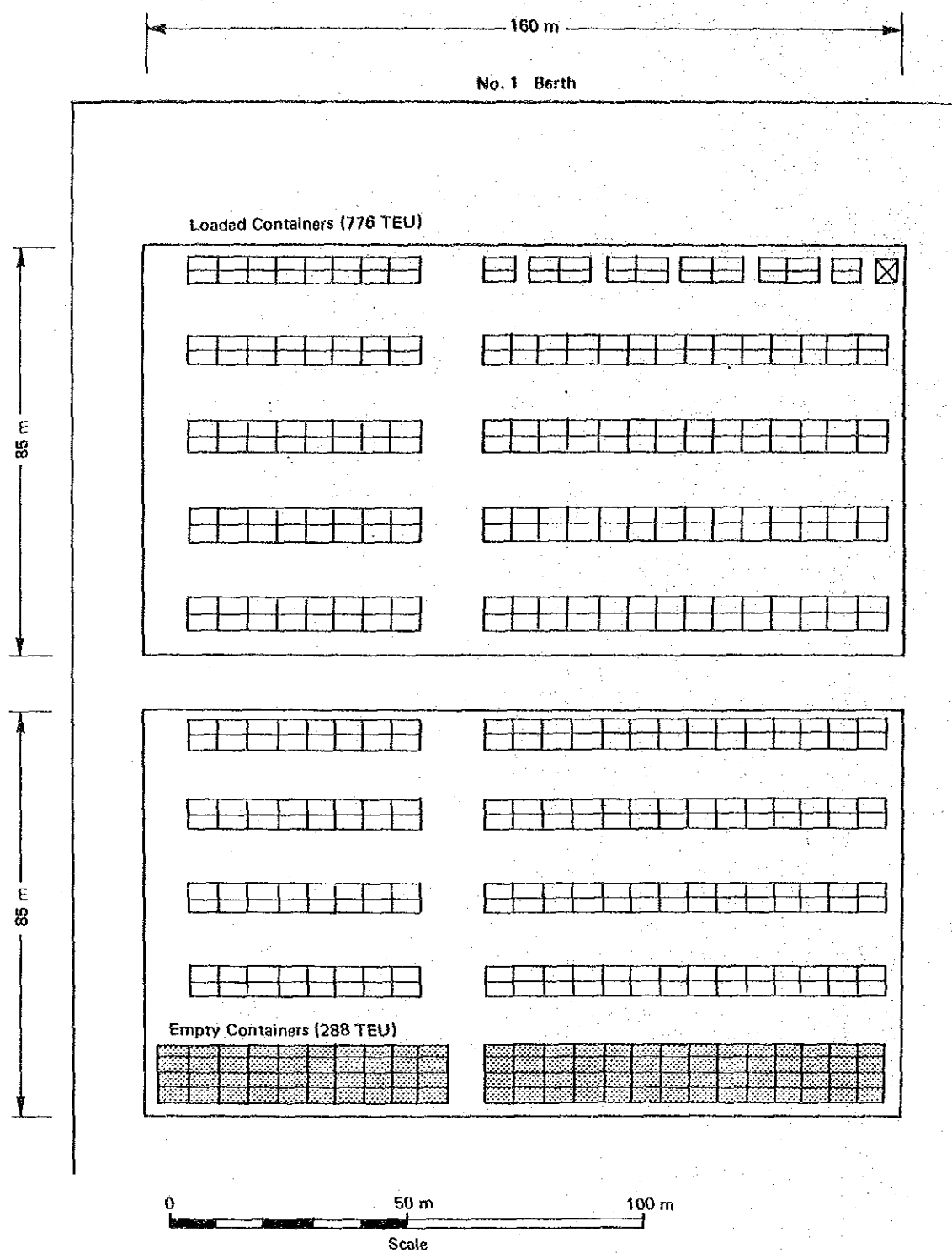


図-V.2 コンテナヤード配置計画図 (No. 1 及び No. 2 ヤード)

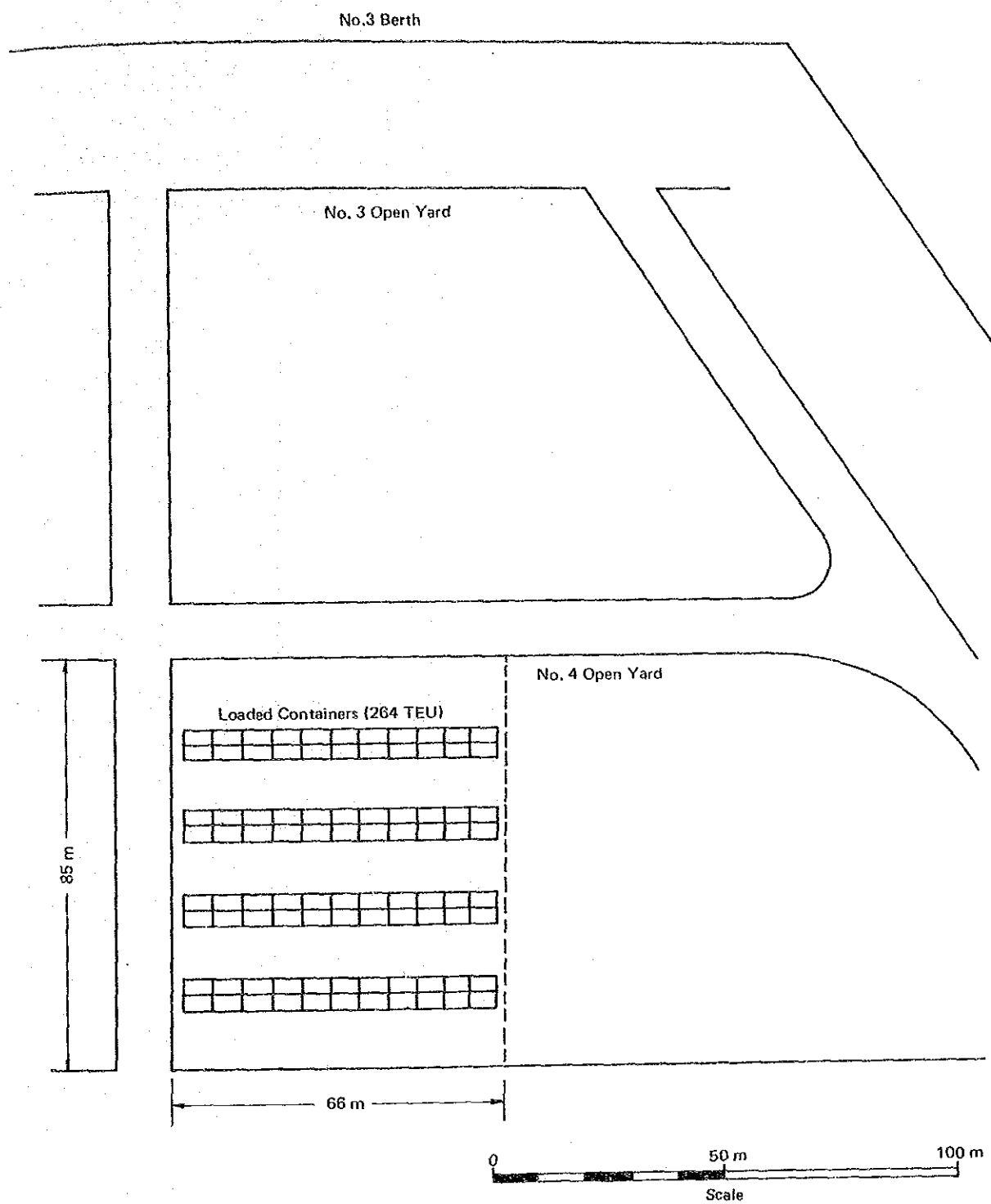


図-V.3 コンテナヤード配置計画図 (No. 4 ヤード)

表－V.2 カルデラ港の現有荷役機械

種 類	能 力	台 数
フ ォ ー ク リ フ ト	2.0トン	7
フ ォ ー ク リ フ ト	2.5トン	14
フ ォ ー ク リ フ ト	3.0トン	2
フ ォ ー ク リ フ ト	3.5トン	3
フ ォ ー ク リ フ ト	5.0トン	2
フ ォ ー ク リ フ ト	6.0トン	3
フ ォ ー ク リ フ ト	10.0トン	1
ト ラ ク タ ー	2.5トン	3
ト ラ ク タ ー	0.68トン	3
ト レ ー ラ ー		24
コンテナ用トラクター		2
コンテナ用シャーシー		4
モビールクレーン	9.0トン	1
モビールクレーン	18.0トン	1
モビールクレーン	25.0トン	1
モビールクレーン	30.0トン	1
コンテナ用フロントローダー	30.0トン	2
計		74

表－V.3(a) 荷役機械補強計画（ばら穀物用荷役機械を除く）

種 類	能 力	台 数	摘 要
フロントローダー	35トン	1	コンテナ用
トラクターヘッド		2	"
20' / 40' シャーシー		3	"
フロントローダー	10トン	1	空コンテナ用
フォークリフト	3トン	10	雑貨物
フォークリフト	20トン	2	重量物用
計		19	

表－V.3(b) ばら穀物用荷役機械増強計画

種 類	能 力	台 数
ニューマチックアンローダー	200トン/時	2
バケットエレベーター	400トン/時	1
ベルトコンベアー（可搬式）	400トン/時, $L=200\text{ m}$	1
ベルトコンベアー（固定式）	400トン/時, $L=250\text{ m}$	1
小型ブルドーザー	2トン	1

5. 修理及び訓練計画

1981年12月カルデラ港が開港されて以来、港湾管理者であるINCOPは重大な修理を除き、荷役機械の修理及び保守作業を遂行してきた。しかしこれらの機械の多くは老朽化しつつあるため、INCOPはその修理・保守能力を補強することが必要である。

港湾貨物荷役能率及び港湾荷役作業のすべては、港湾作業員の能力と作業意欲によっている。したがって、港湾作業員を組織的な方法で訓練する努力が必要となる。

第Ⅵ章 しゅんせつ計画

1. しゅんせつ工法の代替とその評価

1.1 初期工事との関連

第Ⅲ章及び第Ⅳ章に述べたように、カルデラ維持整備工事のうち初期工事には次の工事が含まれる。

- (a) 漂砂対策のための防波堤の建設及び港内埋没土砂のしゅんせつ
- (b) 係留施設的能力拡大のための既設防波堤基部の移設、小船だまりー 3.0 m 物揚場の建設ならびに係留ドルフィン及びギャングウェイの建設
- (c) 港湾荷役システム改良の一環としての野積場の舗装

これらの初期建設工事は2～3年以内に完了し、その後は維持しゅんせつ及び他の維持工事が実施される。したがって、しゅんせつ工事と初期建設工事の関連性について十分な配慮が必要となる。具体的には、初期しゅんせつ工事及び維持しゅんせつ工事用に用いられるしゅんせつ船団が、初期工事にも利用可能か否かが重要なポイントとなる。

1.2 しゅんせつ工法の代替案

しゅんせつ工法の代替案として、次の5工法を選定した。

- (a) カッター式ポンプしゅんせつ船によるしゅんせつ
- (b) グラブしゅんせつ船によるしゅんせつ
- (c) ディッパーしゅんせつ船によるしゅんせつ
- (d) ドラグサクションしゅんせつ船によるしゅんせつ
- (e) バケットしゅんせつ船によるしゅんせつ

1.3 しゅんせつ工法の代替案の評価

上記の代替案は、土質条件、土捨方法、土捨距離、しゅんせつ区域及びその水深、気象・海象条件、工期、防波堤建設などの各種の目的に対する適応性などの基準にもとづいて評価される。これらの基準のうち不適当なものを1項目であっても含む工法は、適切なしゅんせつ工法として推薦することはできない。

表－Ⅵ.1は、上記代替案の評価結果を示したものである。表からあきらかなように、グラブしゅんせつ船によるしゅんせつ工法のみが本プロジェクトに適合した工法である。さらに、グラブしゅんせつ船団は有効に他の初期工事に活用可能である。

2 実施計画

2.1 しゅんせつ土量

しゅんせつせつ工事は初期しゅんせつ及び維持しゅんせつにわけられる。

初期しゅんせつは、港内泊地を計画水深に復旧することを目的として、主として防波堤背後に

表一Ⅵ.1 しゅんせつ工法代替案の評価

評価項目	土質	土砂の密度	土捨場位置	他建設工事への適応性	しゅんせつ区	経済性	総合評価
現場条件	シルト質砂	N値10以下	2.5海里	必要	狭あい	—	
カッター式ポンプしゅんせつ船	○	○			●	4	
グラブしゅんせつ船	○	○	○	○	○	1	○
ディッパーしゅんせつ船	○		○		●	3	
バケットしゅんせつ船			○			2	
ドラグサクショんしゅんせつ船	○	○	○		●	5	

注) ○: 適応, ●: やや適応

経済性の数字は、小さいほど経済的である。

たい積した土砂を取除くため、200mの防波堤延伸後に施工する。しゅんせつ土量は72,000^m³である。

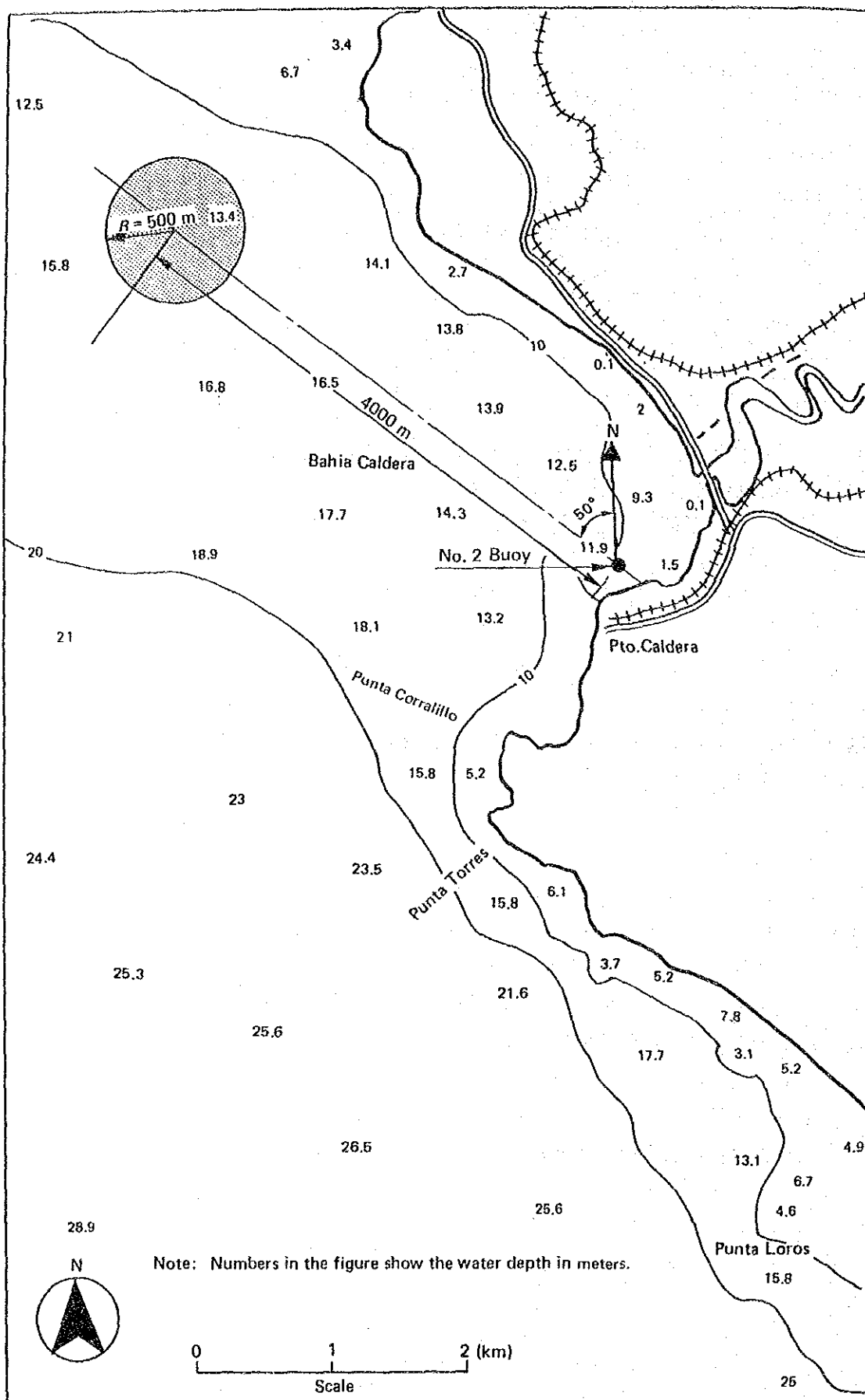
維持しゅんせつは、初期しゅんせつ終了後、泊地内に新たにたい積する土砂を定期的にしゅんせつするものである。第Ⅱ章に示したように、防波堤を200m延伸することによって、泊地内の土砂たい積量は年間12,000^m³となる。第1回維持しゅんせつは1991年に施工され、その土量は72,000^m³である。その後は、5年に1度60,000^m³をしゅんせつする。

2.2 しゅんせつ方法

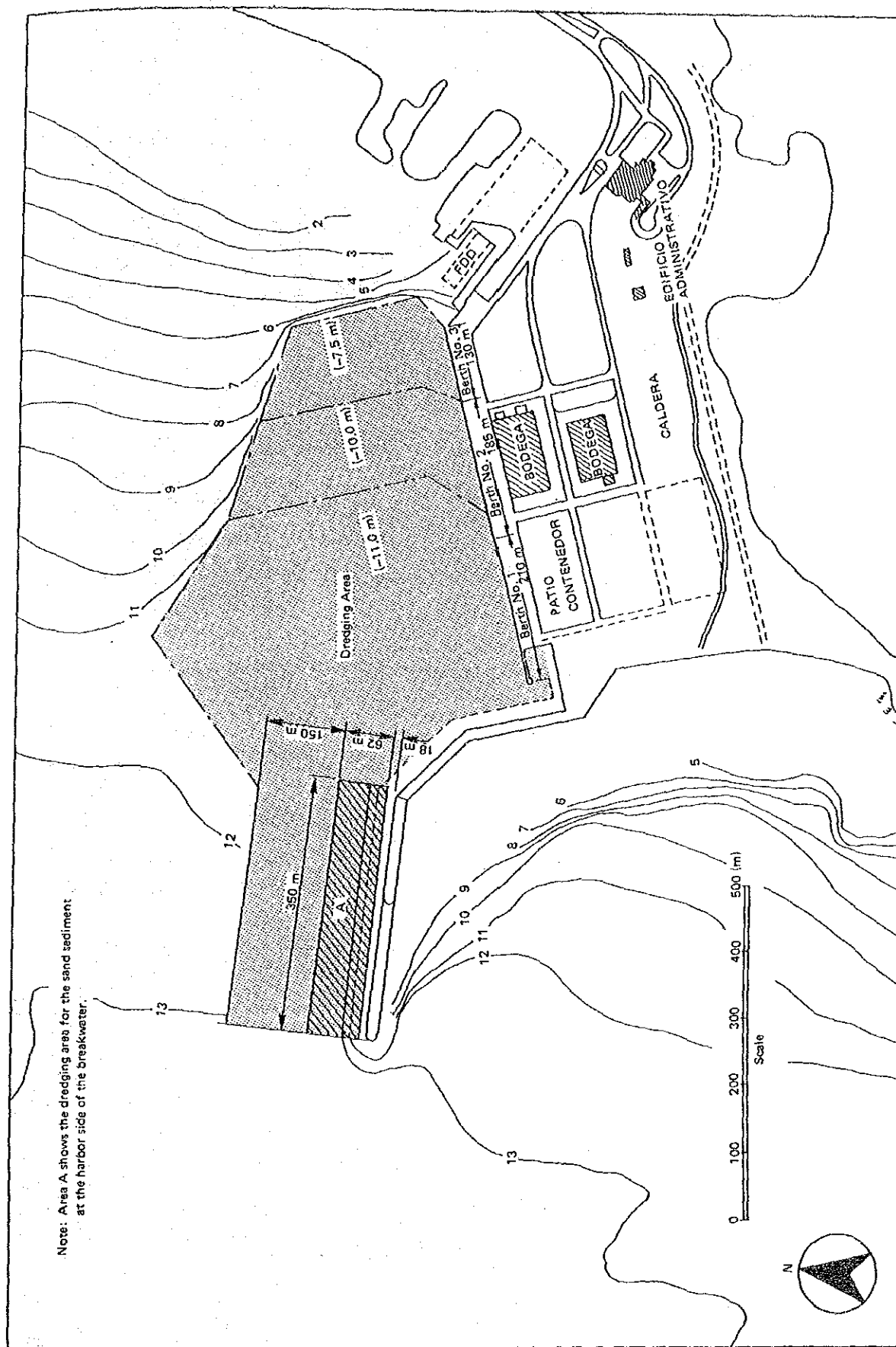
グラブしゅんせつ船によりしゅんせつされた土砂は、土運船によって運搬され、海中投棄される。土捨位置は、図一Ⅵ.1に示すように、カルデラ港のNo.2灯浮標からNo.50°W方向に2.5海里のカルバージョ岬(Roca Carballo)沖に設定するのが適当である。

MOP Tが現有するポンプしゅんせつ船を将来の維持工事に利用することは、この土捨位置までのしゅんせつ土砂の排送が不可能であることから、無理である。

図一Ⅵ.2の区域Aは、とくに防波堤先端をまわり込んで防波堤背後にたい積する土砂を対象としたしゅんせつ区域を示している。このように防波堤背後にたい積した土砂は、図一Ⅵ.3に示すように、防波堤本体に損傷を与えることなく、可能な限り防波堤の近くまで除去することが望ましい。



圖一VI.1 土 捨 位 置 圖



図一Ⅵ.2 しゅんせつ区域図

3. グラブしゅんせつ船団の修理・訓練体制

3.1 グラブしゅんせつ船団の修理

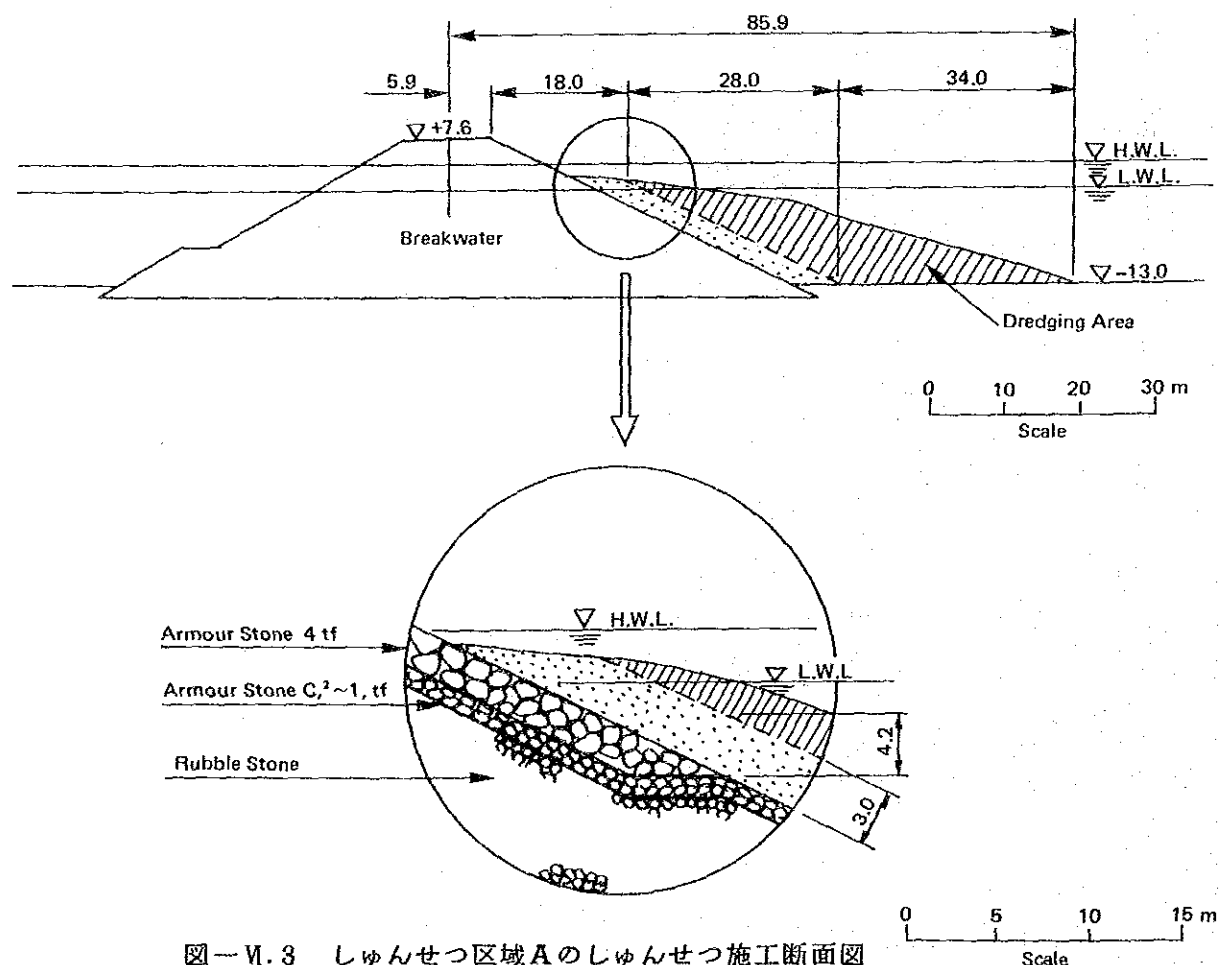
グラブしゅんせつ船団の構成は表－Ⅵ.2 に示すとおりである。

表－Ⅵ.2. グラブしゅんせつ船団の構成

作業船の種類	数	量
グラブしゅんせつ船	1	
土 運 船	2	
ひ き 船	1	
揚 び ょ う 船	1	
通 船	1	

MOP Tは、入手した全船舶を良好な運転状態に保つため、定期的な維持修理を実施する必要がある。すなわち日常の整備、必要に応じて行う修理ならびに毎年の点検・整備が必要である。

日常の維持修理を実施するために、現存の修理施設の強化及び約3名程度の修理技術者の増強が必要となる。



図－Ⅵ.3 しゅんせつ区域Aのしゅんせつ施工断面図

グラブしゅんせつ船、ひき船、土運船及び揚びょう船の定期的で大規模な点検、整備及び修理はドライドックで実施すべきである。これらの各船舶は船団を構成し、同時に使用されるものであるから、定期的な維持修理は同時に実施するのがよい。幸にも、フローティングドライドックを備えた船舶修理施設がカルデラ港に建設中であるから、本施設がしゅんせつ船団の定期的な整備・修理用のドライドックとして利用できるものと考えられる。

3.2 訓練体制

維持しゅんせつ及びその他の維持工事の実施のために、MOP Tのしゅんせつ船団乗組員に、船舶に関する基礎知識及び適切な技能を修得させ、取扱う機械に精通させるよう訓練することが必要である。

訓練のプログラムには、必要な理論的知識の修得のみならず、実地作業における訓練も含まれる。さらに、訓練チームは、訓練指導者とともに、実際のしゅんせつ工事及び建設工事の施工に従事する必要がある。このようにして、経験を積んだ外国船員が、コスタリカの現場において、相当期間マンツーマン方式による教育訓練を行うことが必要となる。

第Ⅶ章 設計、施工及び積算

1. 構造物の設計

設計対象となる構造物は次のとおりである。

(a) 漂砂対策のための施設

- ・防波堤延伸 200 m

(b) 係留施設の延長の増大のための施設

- ・移設防波堤
- ・小船だまり内－ 3.0 m 物揚場
- ・係留ドルフィン及びギャングウェイ
- ・防波堤先端の移設灯台

(c) 港湾荷役改善のための施設

- ・№ 2, 3 及び 4 野積場の舗装

延伸される防波堤の標準断面図を図－Ⅶ.1 に示す。

2 施工計画

2.1 工事の実施方法

第Ⅲ章漂砂対策に示したように、防波堤の急速な延伸、初期しゅんせつ及び定期的な維持しゅんせつは、漂砂対策のために必要不可欠な工事である。さらに、将来において、合理的な港湾活動の継続を支援するためにも、諸施設に対する包括的な維持システムを確立することが必要である。

カルデラ港維持整備工事は、主として次の 2 つの部分からなる。

(a) 諸施設の建設及び初期しゅんせつならびにグラブしゅんせつ船団、建設機械及び荷役設備の調達

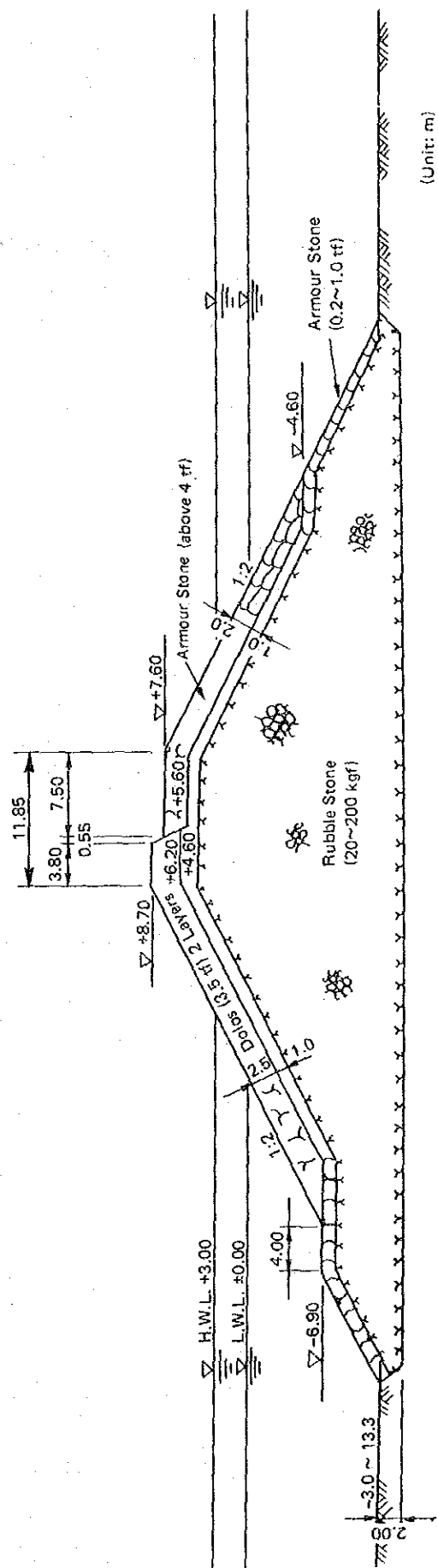
(b) その後の継続的な維持しゅんせつ及び目標年次以後の諸港湾施設の維持

以後、前者(a)を必要な荷役設備の購入をも含めて初期工事と呼び、後者(b)を維持工事と呼ぶ。

初期工事は、MOP T が直営で実施することが可能であればこれが望ましいが、工事が大規模かつ多様であって、しかも港内埋没防止のために必要な対策の達成が遅れることは許されないため、MOP T の過去及び現在における各種プロジェクトの施工能力を考慮して、初期工事の施工をMOP T の直営によって行うことは適切でないと判断される。ただし、維持工事はMOP T の直営で施工すべきである。すなわち、維持しゅんせつ及びその他の維持工事を必要な時期に建設業者によって実施することは経済的でなく、また建設業者のタイムリーな対応が可能であるとは限らないからである。

上記のことを考慮して、本港維持整備計画の施工は以下に述べる方法を採用することとした。

MOP T は、まず将来維持工事を遂行するために必要となるグラブしゅんせつ船団及び建設機械を入手する。次いで、これらの船団及び機械類を外国の建設業者に貸与して初期工事を実施さ



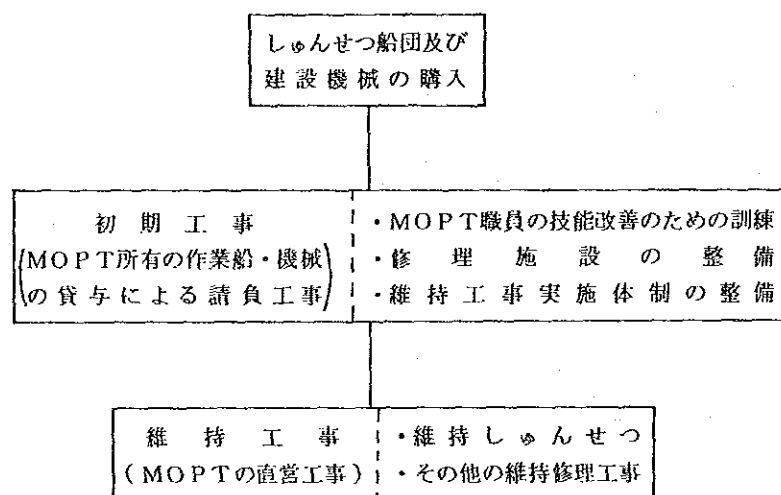
図一VI.1 防波堤延伸部の標準断面図

せる。初期工事施工の間、MOP Tの職員は建設業者とともに工事に従事することによって適切な建設技術及びしゅんせつ技術を修得する。このような方法の採用によって、MOP Tは維持工事の実施に不可欠な熟練作業員を、オンザジョブトレーニングを通じて獲得することになる。

初期工事終了後、これらのしゅんせつ船団及び建設機械は、カルデラ港の維持のために有効に活用される。

初期工事のみを考慮するのであれば、しゅんせつ船団及び機械の購入は不経済であるように見えるかもしれないが、長期間必要となる維持工事を考慮すれば、これらの購入はあきらかに採算性がある。作業船及び建設機械類は、港湾の貨物取扱能力を維持するために必要であり、また上記のように、通常の維持工事を請負によって行うことは实际的でない。したがって、初期工事及び維持工事を含むプロジェクト全体を考慮すれば、上記の方法はもっとも優れた方法である。

全体工事の実施計画のフローを、図一Ⅶ.2に示す。



図一Ⅶ.2 全体工事の実施計画のフロー

2.2 各施設の施工計画

2.2.1 防波堤延伸工事

防波堤の延伸は、漂砂による港内埋没を防止するために緊急に実施する必要がある。また、防波堤の延伸工事は、施工中に波浪によって手戻りを受けないよう、可能な限り短い工期内に完成させなければならない。したがって、従来MOP Tによって行われていたような陸上からの施工に加えて、海上からの施工を併用した工法を考慮する必要がある。

グラブしゅんせつ船団は、種々のアタッチメントを採用することによって通常の海上建設工事にも利用できるから、防波堤延伸と初期しゅんせつが主要な建設工事である本プロジェクトにはもっとも適している。

防波堤延伸工事には、ドロス製作ヤード、捨石及び他の建設資材の積出し用仮設栈橋のような仮設の工事用施設の建設工事を含んでいる。

2.2.2 その他の施設の工事

その他の建設工事は以下のとおりである。

- (a) 防波堤基部の移設（防波堤灯台の移設を含む）
- (b) 小船だまり内ー 3.0 m 物揚場の建設
- (c) 係留ドルフィン及びギャングウェイの建設
- (d) グラブしゅんせつ船団及び建設機械用の修理施設の建設
- (e) 初期しゅんせつ工事
- (f) 港湾貨物取扱いシステムの改良のための野積場の舗装

2.3 グラブしゅんせつ船団及び建設機械の必要量

MOPTが入手すべきグラブしゅんせつ船団及び建設機械の内訳を、表ーⅦ.1 及び表ーⅦ.2 に示す。

表ーⅦ.1 グラブしゅんせつ船団の構成

作業船の種類	能 力	数 量
グラブしゅんせつ船	D-E.620 PS, 4.0m ²	1
土 運 船	300 m ²	2
ひ き 船	D. 400PS	1
揚 び よ う 船	D. 90PS, 5トンウィンチ	1
台 船	300トン積み	1
通 船	D. 100PS, 13総トン	1
潜 水 船	D. 30PS, 3トンウィンチ	2
測 量 船	D. 40PS, 6総トン	1

表ーⅦ.2 建設機械の構成

機 械 の 種 類	能 力	数 量
クローラークレーン	80トンぶり	1
クローラークレーン	16トンぶり	2
ダンプトラック	230PS, 18トン	9
ブルドーザー	141PS, D-6	3
バ ッ ク ホ ー	188PS, 2m ² バケット付き	1
グ レ ー ダ ー	108PS, 幅3.6 m	1
タイヤローダー	85PS, 8~20トン	1
ホイールローダー	235PS, 3.5 m ³	1
コンプレッサー	174PS, 17 m ³ /min	1
ア ー ス ド リ ル	60~114mm	2
バイブレーター	60kVA	1
ト レ ー ラ ー	320PS, 40トン	2
発 電 機	370PS, 300kVA	1

2.4 カルデラ港維持整備計画の工程

カルデラ港維持整備計画の工程を、図－Ⅶ.3 のように計画する。

3. 積 算

工費の積算結果は、表－Ⅶ.3 のとおりである。

なお、米ドル、コスタリカコロンおよび日本円の換算レートは以下のとおりである。

1 ドル＝ 53.15 コロン＝ 200.35 円

年			1987	1988	1989	1990	1991
工 種	数 量	単 位					
クラブしゅんせつ船団 及び建設機械の購入	1	式	発注	6.0			
船団及び機械の輸送	1	式		1.5			
仮設・修理施設の建設	1	式		2.0			
防波堤延伸工事	200	m		17.4			
初期しゅんせつ	72000	m ³		3.0			
防波堤基部移設工事 (162 移設距離:50m)	162	m		4.5			
係留ドック及び ギャングウェイの建設	1	式		1.5			
3m 物揚場の建設	110	m		5.0			
野積場の舗装	42000	m ²		1.2			
荷役機械の購入	1	式		発注			6.0
荷役機械の輸送	1	式					1.5
教 育 ・ 訓 練	1	式					6.0

凡 例
 : 他 国 にお ける 作業
 : コ ス タ リ カ にお ける 作業

図一Ⅶ.3 カルデラ港維持整備計画の工程

表一Ⅶ.3 カルデラ港維持整備計画の全体費用

(1) プロジェクト費用

(単位：千コロン)

項 目	細 目	費 用		
		外 貨	内 貨	計
グラブしゅんせつ船団及び建設機械購入費ならびに同関連費	しゅんせつ船団購入費	165,250	0	165,250
	建設機械購入費	183,490	0	183,490
	しゅんせつ船団・建設機械輸送費	73,080	0	73,080
	修理施設建設費	23,950	2,660	26,610
	小 計	(445,770)	(2,660)	(448,430)
港内埋没対策施設建設費及び初期しゅんせつ費	防波堤延伸工事費	181,150	116,410	297,560
	仮設工事費	10,890	1,070	11,960
	初期しゅんせつ費	8,270	2,390	10,660
	小 計	(200,310)	(119,870)	(320,180)
係留施設能力増強施設費	防波堤基部移設工事費	43,900	9,970	53,870
	- 3 m 物揚場建設費	19,230	31,400	50,630
	係留ドルフィン・ギャングウェイ建設費	8,660	1,960	10,620
	小 計	(71,790)	(43,330)	(115,120)
港荷役システム改良費	雑貨用荷役機械購入費	64,850	0	64,850
	穀物用荷役機械購入費	192,350	0	192,350
	修理機械購入費	1,640	0	1,640
	荷役機械輸送費	24,090	0	24,090
	監督員の教育訓練費	11,770	0	11,770
	野積場舗装費	7,180	82,140	89,320
	小 計	(301,880)	(82,140)	(384,020)
合 計		1,019,750	248,000	1,267,750

(2) 年間維持費用

(単位：千コロン/年)

項 目	費 用		
	外 貨	内 貨	計
維持しゅんせつ費	930	300	1,230
施設の維持工事費	1,980	5,120	7,100
合 計	2,910	5,420	8,330

第Ⅷ章 経 済 分 析

1. 経済分析の観点

経済分析の目的は、前章までで検討されたこのプロジェクトを国民経済的観点からみて、実施することが妥当かどうか評価することにある。したがって、本章の目的は、まずこのプロジェクトによって生じる便益と費用とを明らかにし、その純益（便益－費用）がもし同等の投資を他の標準的なプロジェクトに振向けたときに得られるであろう純益よりも大きいかどうかによって、いいかえれば、このプロジェクトの純益が資本の機会費用を上回るかどうかによって、その妥当性を判定しようとするものである。

経済的収益性は、現金割引法を用いた費用・便益分析の手法にもとづき、経済内部収益率（EIRR）を用いて評価する。

2. 比較代替案

このプロジェクトの収益性を判断するために、費用・便益分析を行う。すなわち、このプロジェクトを実施することによって発生する費用は、得られるであろう便益から差引かれる。プロジェクト経済的便益を計算するために、代替ケースの考え方が用いられる。このプロジェクトのためのすべての投資が行われる場合のWithケースは、代替ケースとしての、かならずしもすべての投資が行われない場合のWithoutケースと比較検討される。

この検討においては、Withoutケースとして、以下の前提条件を設定した。

- (a) 防波堤は延伸しない。
- (b) 既存バースの計画水深を維持するための維持しゅんせつは毎年行われる。
- (c) 荷役能力を増強するための追加設備投資は行わない。
- (d) Withケースの場合と同規模の穀物ターミナルが建設される。

3. 便 益

本検討においては、定量的に把握できる以下の2つの便益について経済計算を行う。

- (1) 待船費用の節減
- (2) しゅんせつ費用の節減

港湾施設改良の設備投資は、待船時間と荷揚げ、荷おろしのための岸壁係留時間を減少させる。在港時間は減少し、在港費用の節減はこのプロジェクトの便益となる。

第Ⅲ章で述べたように、既設防波堤が200 m 延伸されると、漂砂による埋没土量が飛躍的に減少する。しゅんせつ費用の節減がプロジェクトのおもな便益である。この便益は、防波堤を延伸する場合と、しない場合との費用比較によって計算できる。

4. 費 用

経済計算における費用計算は、以下の前提条件を考慮にいて行った。

- (1) 経済計算の期間（プロジェクト・ライフ）は建設開始時から30年とした（すなわち、1988年から2017年の期間）。
- (2) 防波堤の延伸、防波堤基部の移設のような個々の施設の建設費及びしゅんせつ費の計算には、グラブしゅんせつ船団及び建設機械購入費に対する月額使用損料の考え方を採用した。損料計算においては、船団及び修理機械の寿命は15年とし、建設機械の寿命は7年とした。
- (3) 穀物ターミナルの建設費は、Withケース、Withoutケース双方において同じ費用が発生するので、分析対象の費用とはならない。
- (4) しゅんせつ費は、表Ⅲ.4のしゅんせつ土量にもとづいて計算した。
- (5) 修理器具を除いた荷役機械の耐用年数は10年とし、修理器具の耐用年数は15年とした。
- (6) 各施設及び設備の維持費を考慮にいたした。
- (7) Withケースにおける荷役機械と修理器具、Withoutケースにおけるしゅんせつ船団の費用については、2017年において残存価値を考慮した。

5. 経済収益性

このプロジェクトの経済内部収益率（EIRR）は、計算の結果23.7%となった。プロジェクトがフィージブルであるかどうかの判定には、種々の見解がある。有力な見解は、EIRRがその国における資本の機会費用を上回るなら、そのプロジェクトはフィージブルであるとしている。

港湾のプロジェクトにおいては、通常EIRRが10%から20%である。プロジェクトのEIRRが10%以上である場合、一般的にそのプロジェクトはフィージブルと考えられる。このプロジェクトでは、定量的に把握できる2つの便益を計算の対象とするだけでも、EIRRが23.7%に達した。したがって、このプロジェクトは十分フィージブルであるといえる。

6. 感度分析

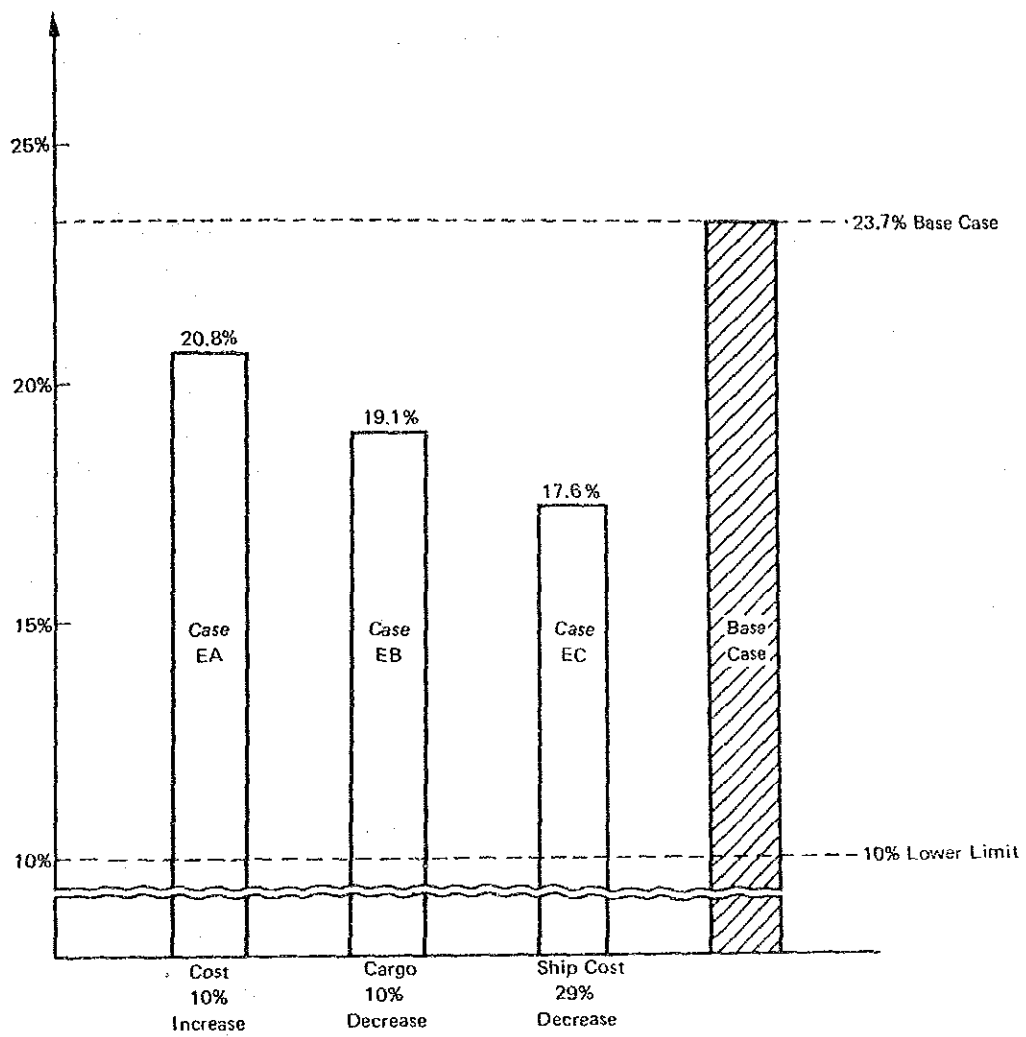
感度分析は、以下の3つのケースについて行った。

- (1) ケースEA：しゅんせつ船団、建設機械及び荷役機械購入費以外の建設費ならびにしゅんせつ費が10%上がった場合。
- (2) ケースEB：港湾貨物取扱量が10%減少した場合。
- (3) ケースEC：待船費用計算に用いる船価29%下がった場合。

感度分析の結果は、図Ⅷ.1に示したとおりである。

7. 結 論

国民経済的観点からみて、このプロジェクトはフィージブルといえる。



図一Ⅷ.1 感度分析の結果

第Ⅸ章 財 務 分 析

1. 財務分析の観点

財産分析の目的は、プロジェクトそれ自体が財務的観点からみて、実施することが妥当かどうか評価することにある。プロジェクトの投資効果は、現金割引法を用いた財務内部収益率(FIRR)にもとづいて評価する。

この財務分析の対象は、プロジェクトに関連する収入と費用に限定する。ここでいう収入とは、穀物を除いた取扱貨物量の増分に係る港湾料金、すなわち1991年におけるWithoutケースの取扱貨物量との差額に係る港湾料金及び穀物取扱いによって獲得できるすべての港湾料金である。

費用は、以下に述べる荷役能力増強に関連するものに限定する。

- (a) 既設防波堤基部の移設
- (b) 小船だまり内ー 3.0 m 物揚場の建設
- (c) 係留ドルフィン及びギャングウェイの建設
- (d) 野積場の舗装
- (e) 追加荷役機械の購入
- (f) 穀物荷役機械の購入

2 財務内部収益率 (F I R R)

計算の結果、このプロジェクトのFIRRは8.26 %となった。

望ましいFIRRの水準は、時期と場所、またプロジェクト資金の貸し手が借り手かによってさまざまである。借り手にとっては、調達する資金の平均支払い金利の水準が最低是認限度と考えられる。このプロジェクトにおいては、建設費の76.3 %が、外貨ポジションであり、4.75 %の金利で資金調達できると仮定した。内貨ポジションは政府資金すなわち金利ゼロを仮定しているので、加重平均したプロジェクト全体の金利は3.62 %であり、FIRR8.26 %は是認限度をはるかにこえた高い水準といえる。

この観点からみて、FIRR8.26 %は十分フィージブルな値である。

3. 感度分析

以下の3つのケースについて感度分析を行った。

- (1) ケースFA：港湾料金収入が10 %減少した場合。
- (2) ケースFB：建設費が10 %増加した場合。
- (3) ケースFC：収入が10 %減少すると同時に、費用が10 %増加した場合。

F I R Rは3ケースそれぞれについて計算した。その結果、図-K.1に示したようにF I R Rはすべて3.62 %の最低是認限度をこえた。感度分析の結果各々のケースがフィージブルであることが証明された。

4. 結 論

財務的観点からみて、このプロジェクトはフィージブルといえる。

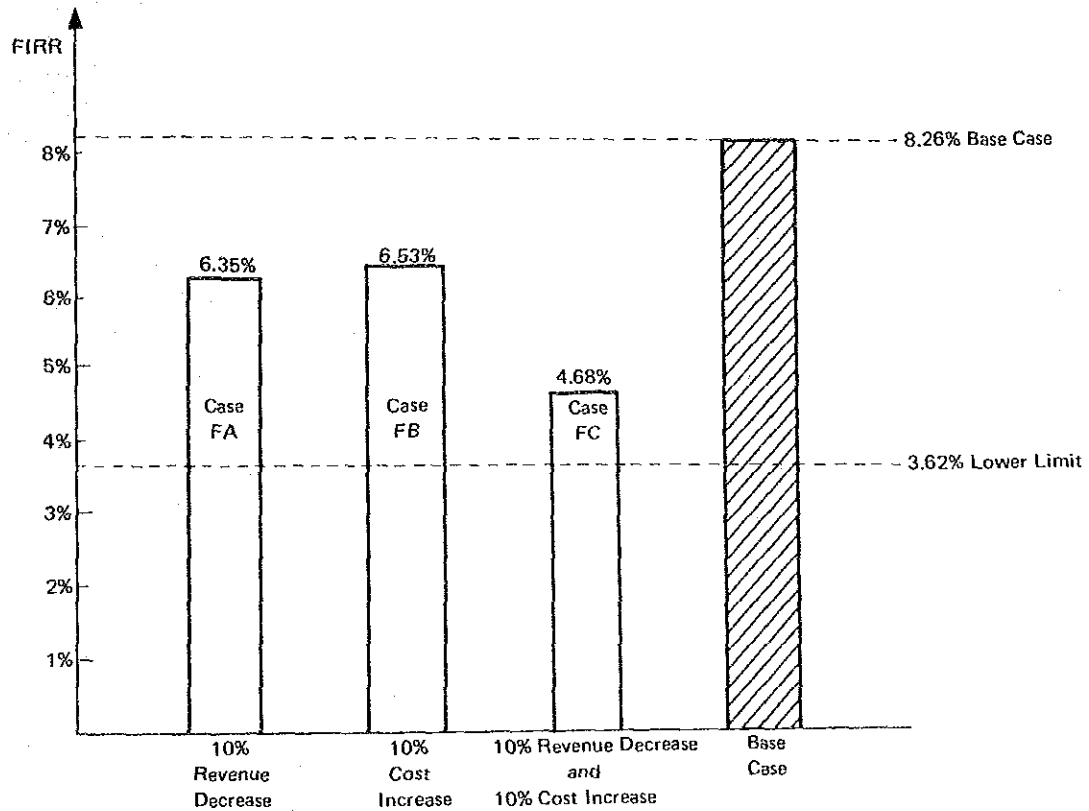


図-K.1 感度分析の結果

JICA

