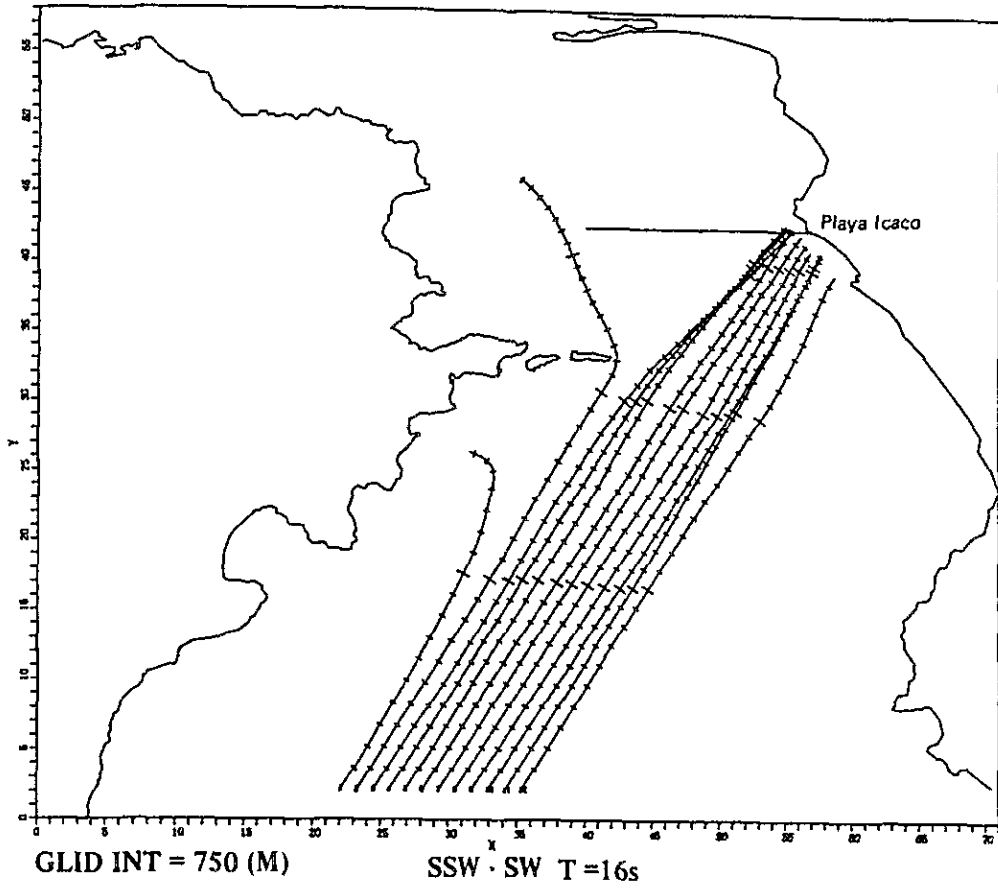
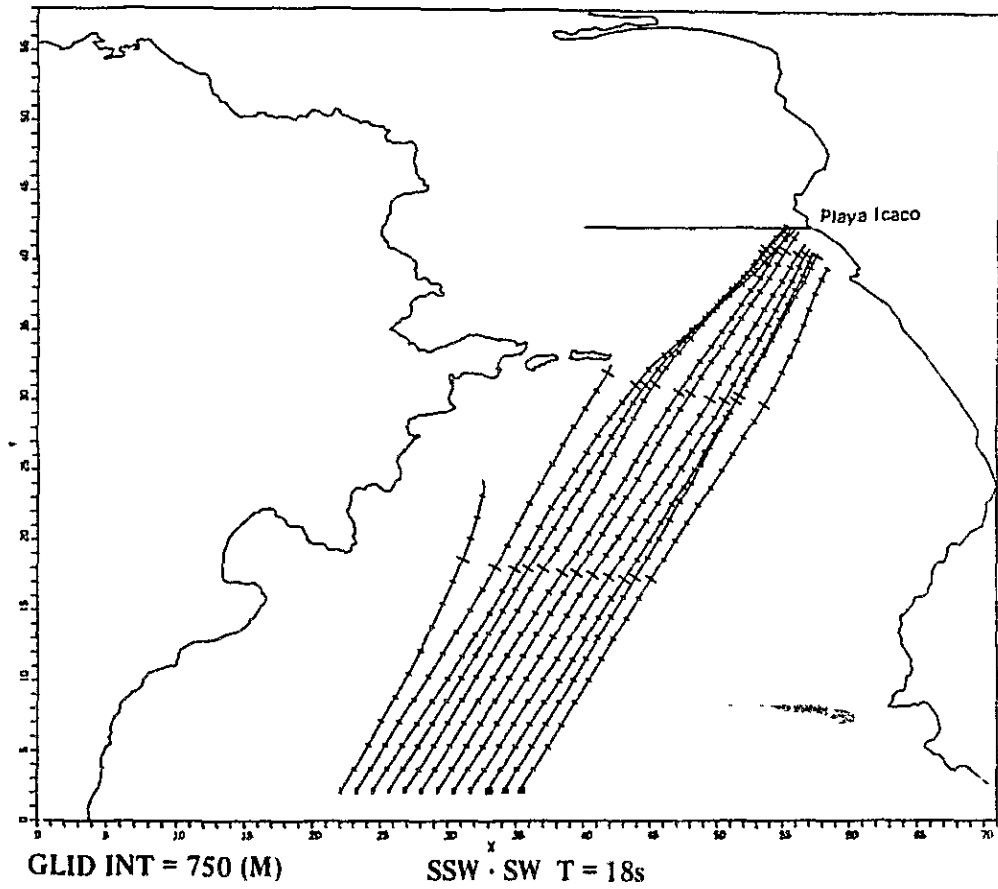


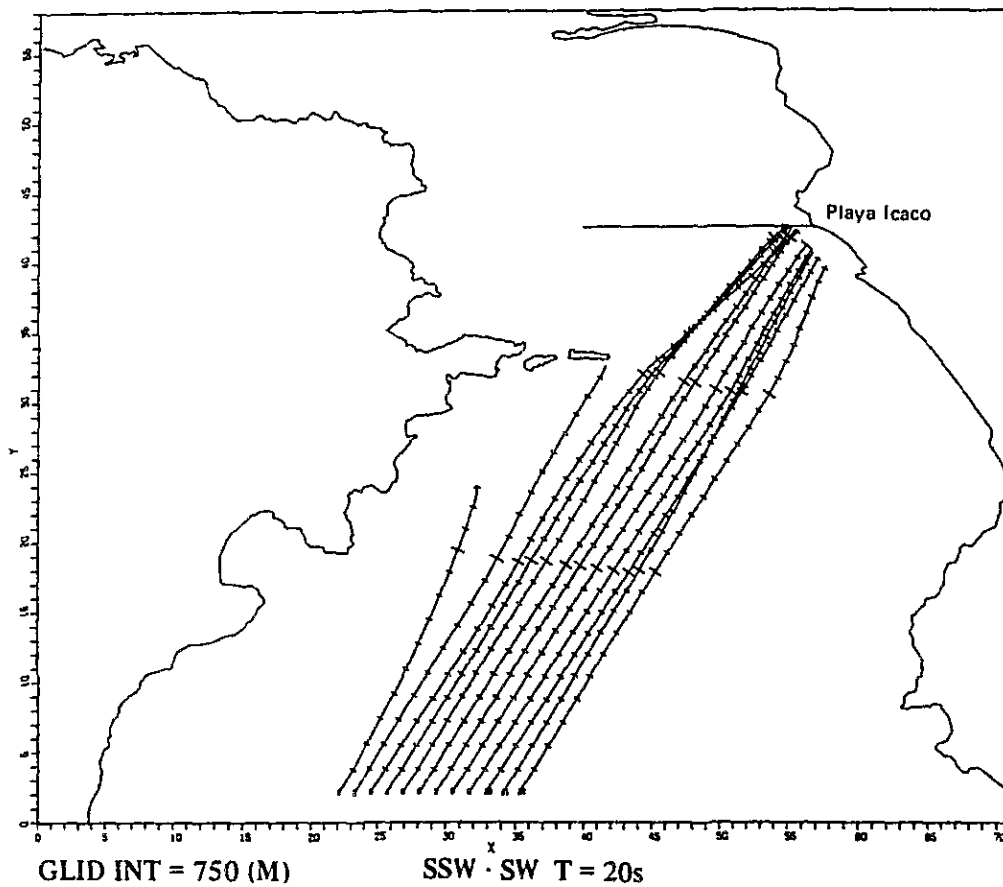
付図4-2-33 屈折図



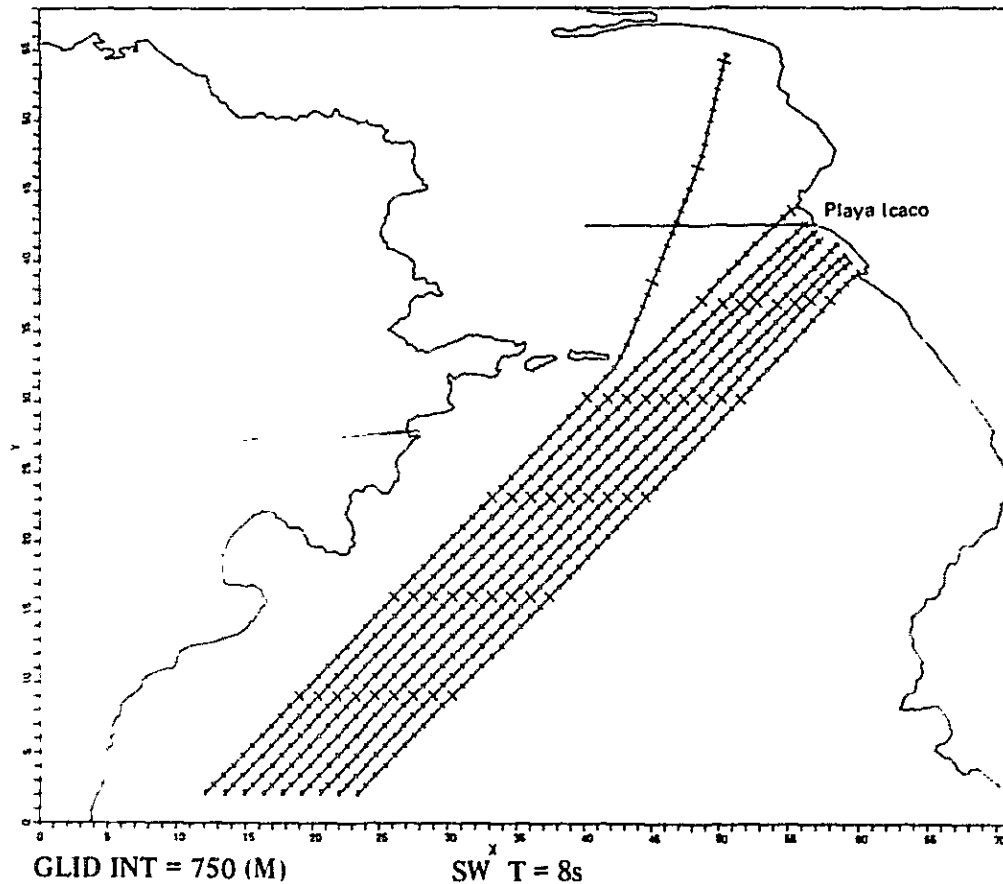
付図4-2-34 屈折図



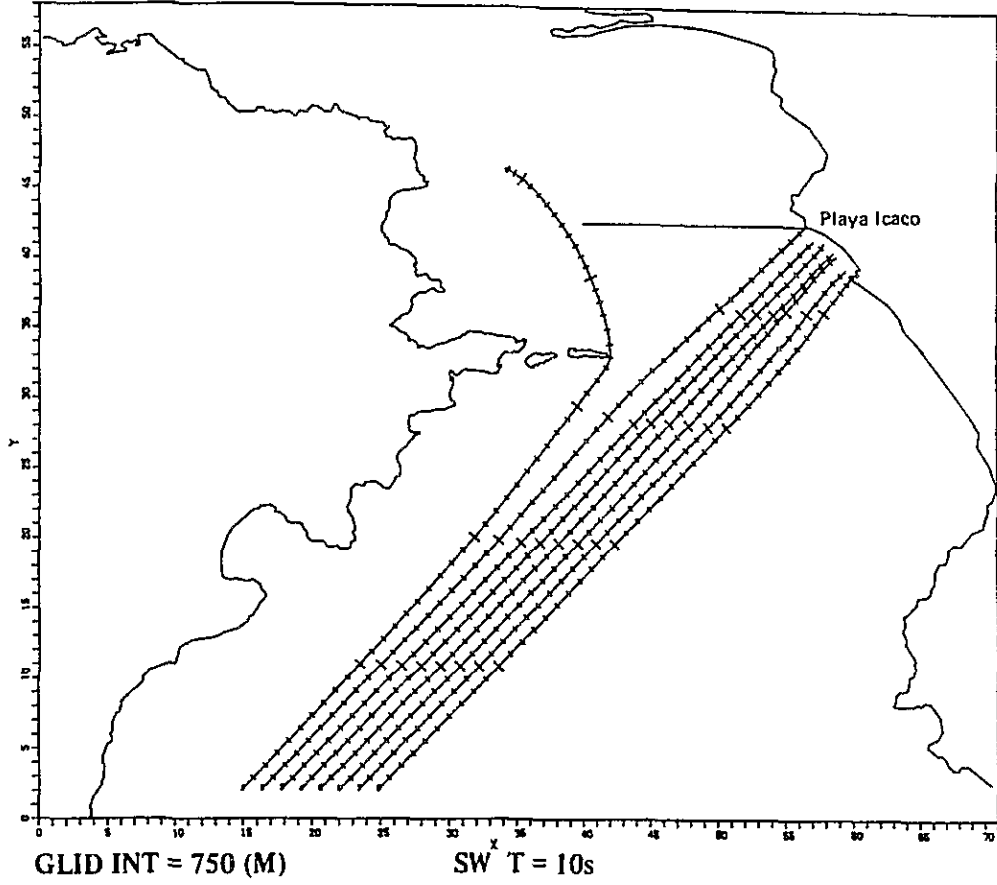
付图 4-2-35 屈折图



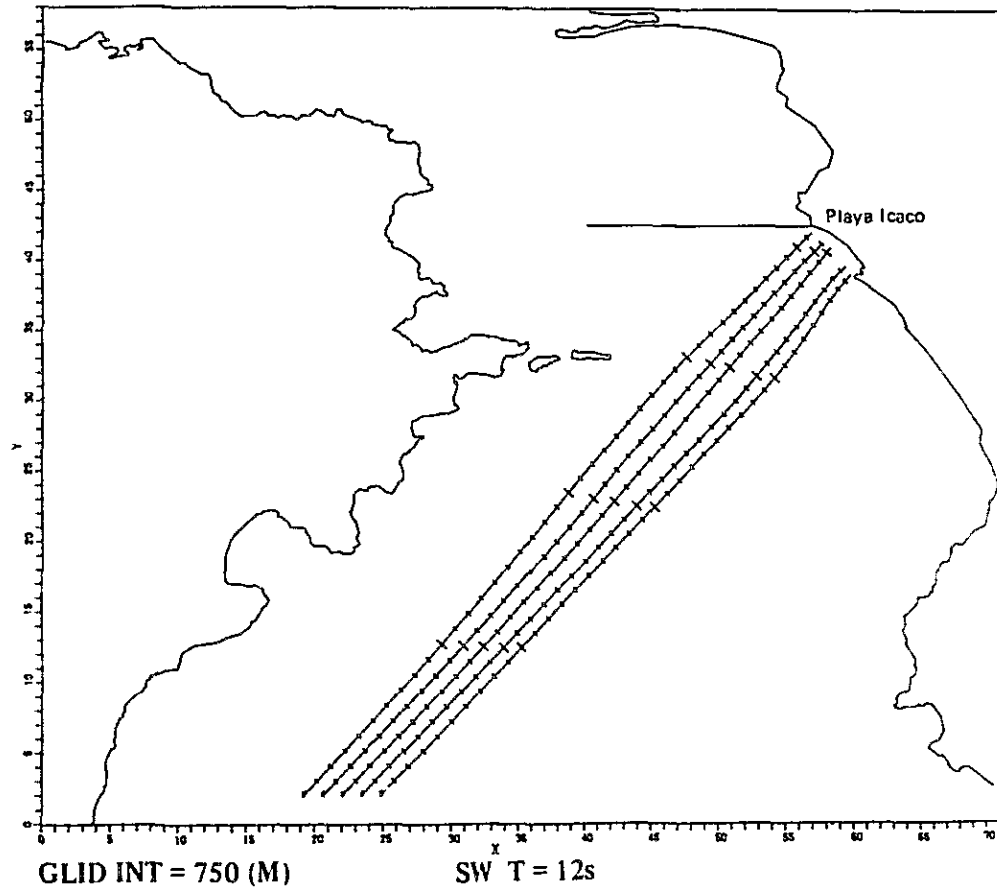
付图 4-2-36 屈折图



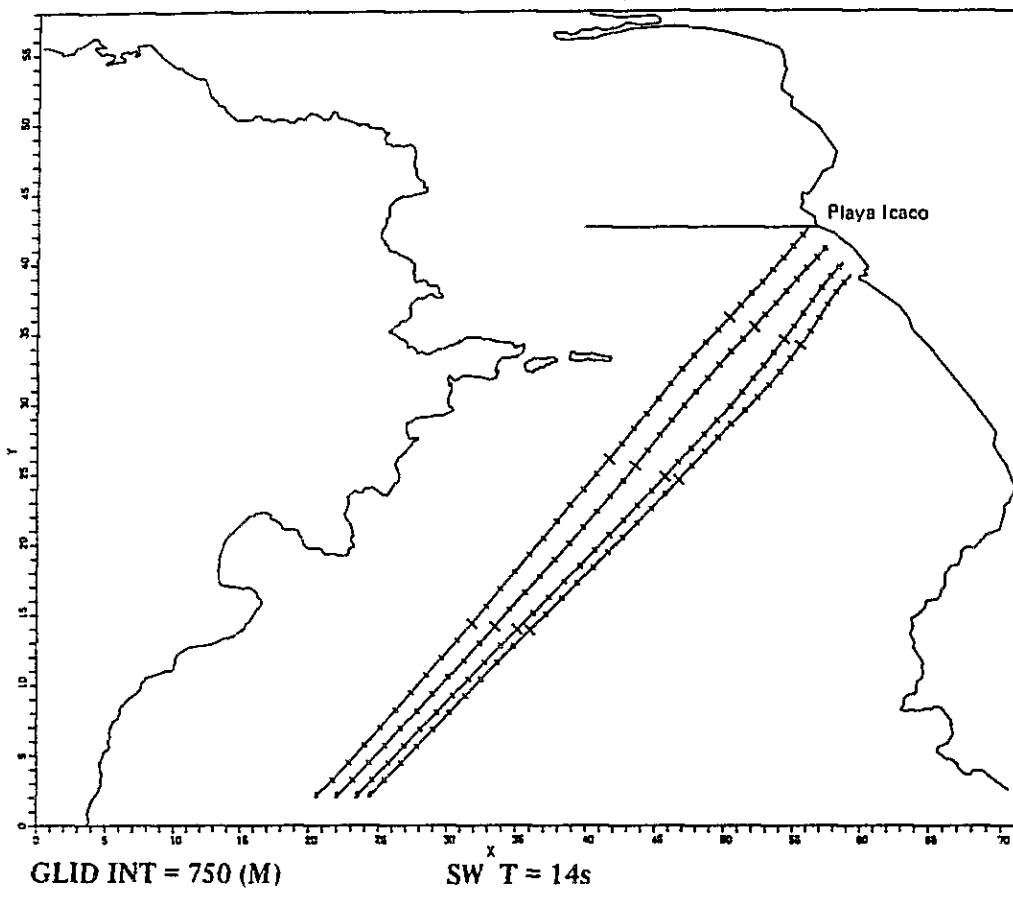
付圖4-2-37 屈折圖



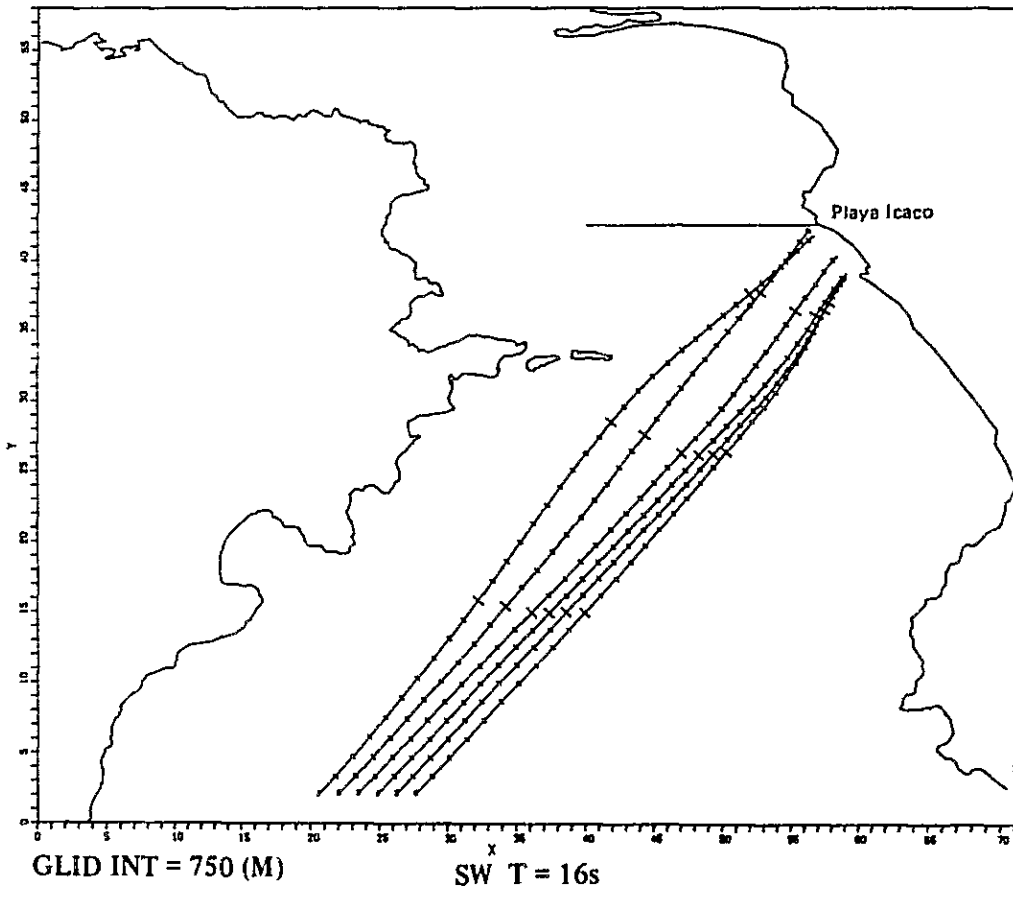
付圖4-2-38 屈折圖



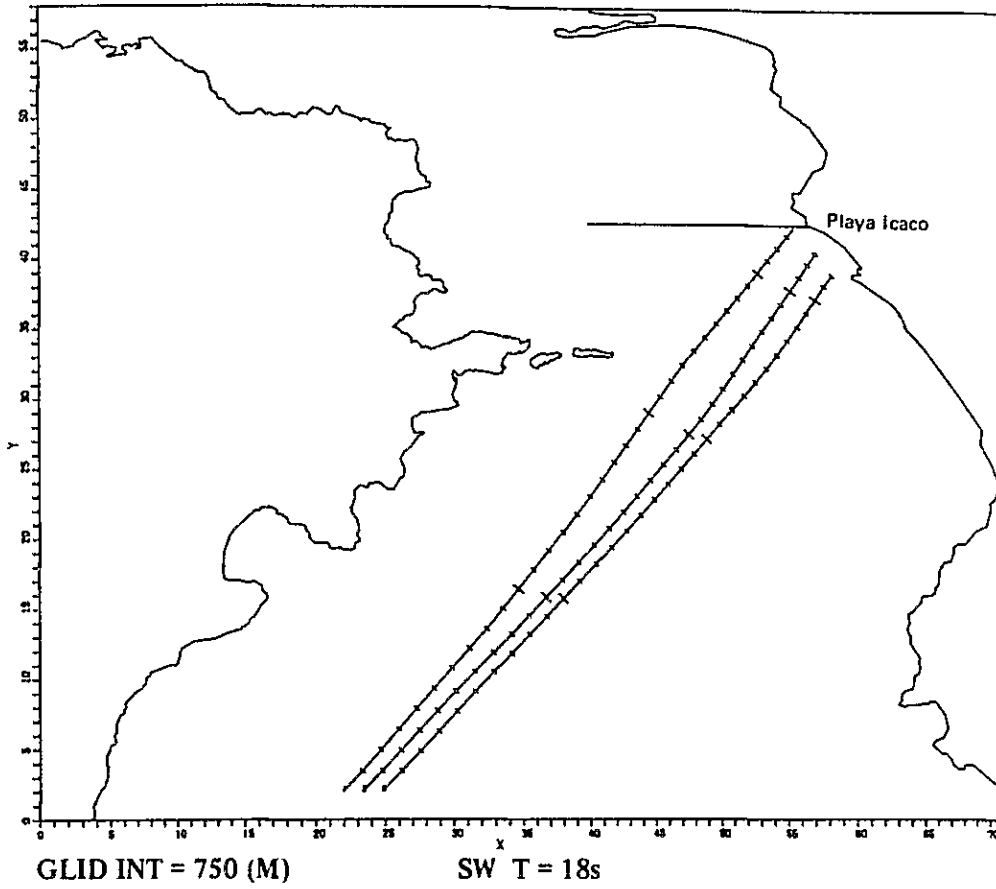
付圖 4-2-39 屈折圖



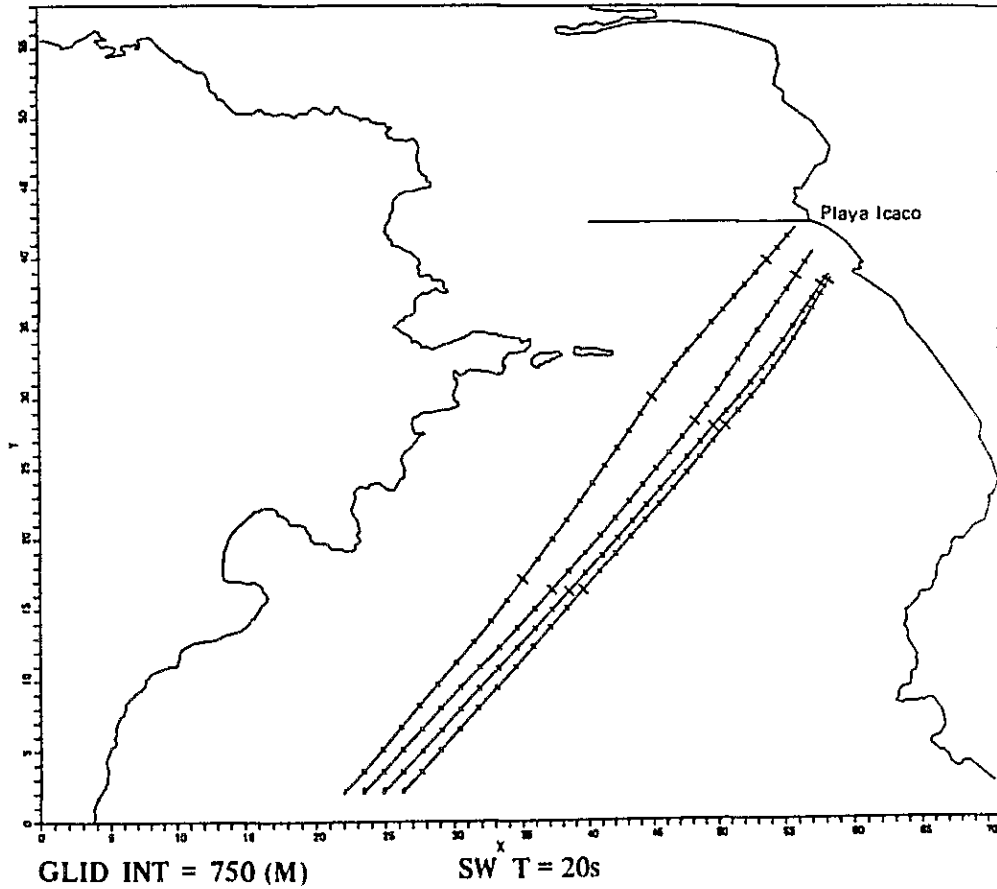
付圖 4-2-40 屈折圖



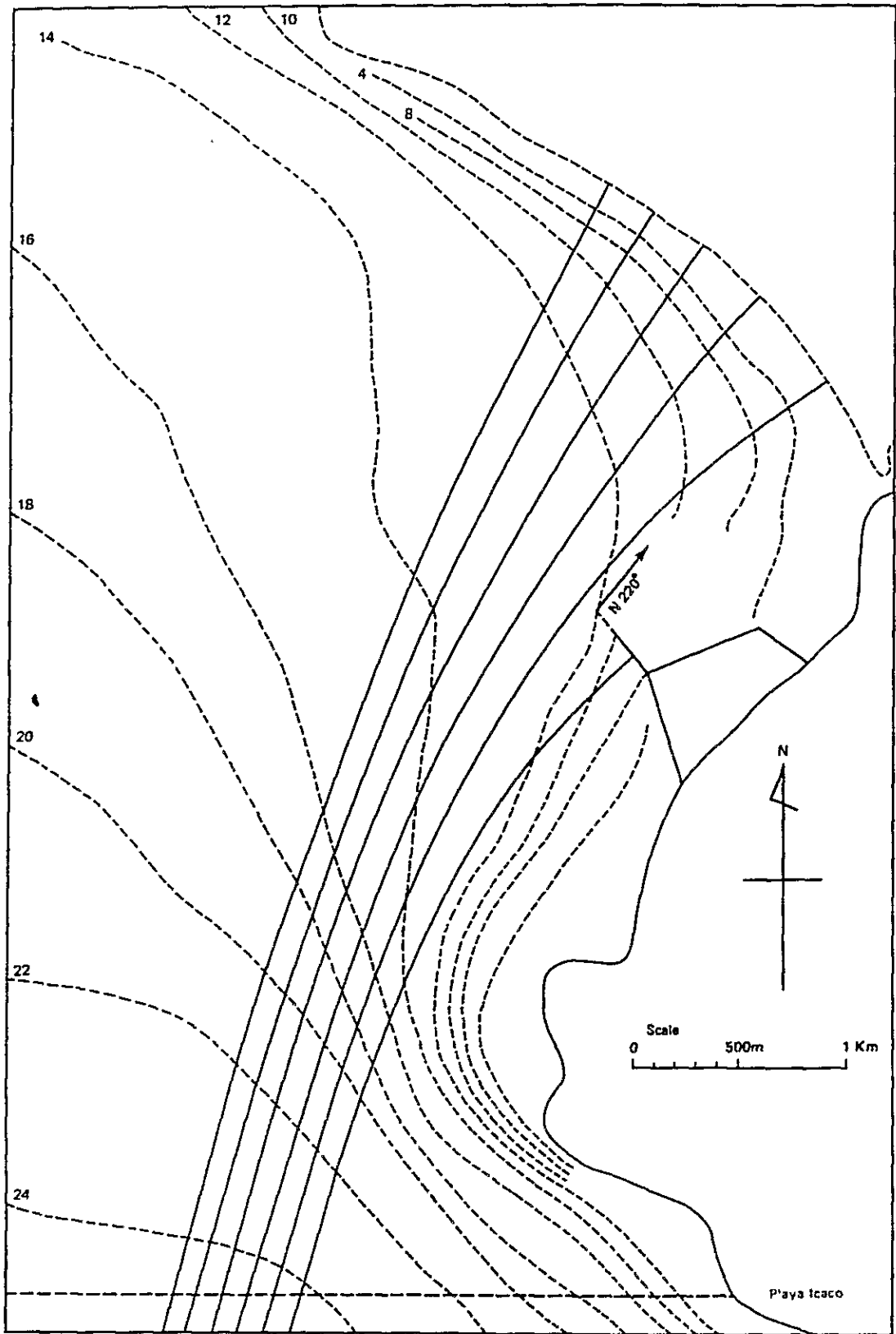
付図4-2-41 屈折図



付図4-2-42 屈折図

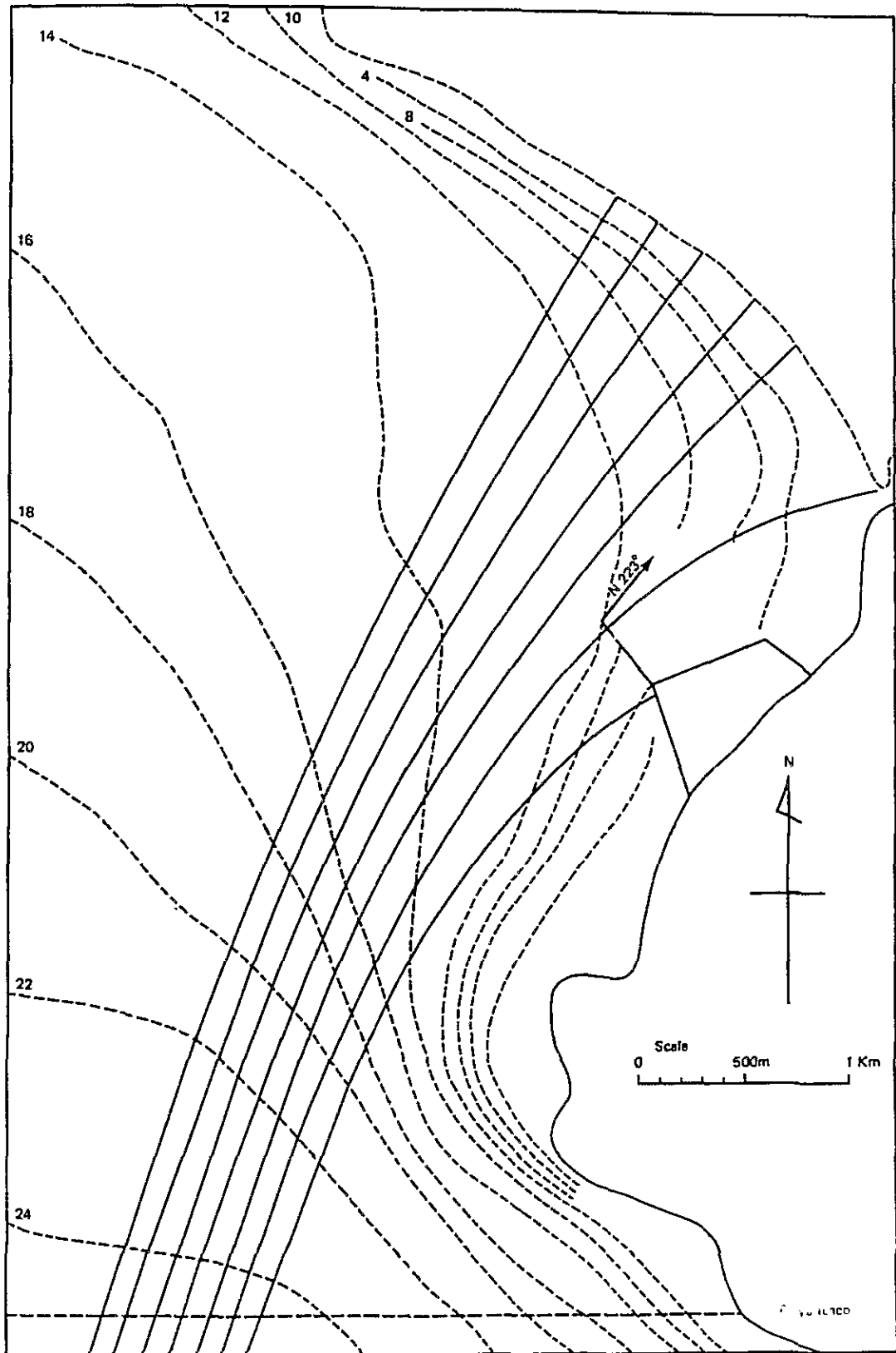


付圖4-2-43 屈折圖



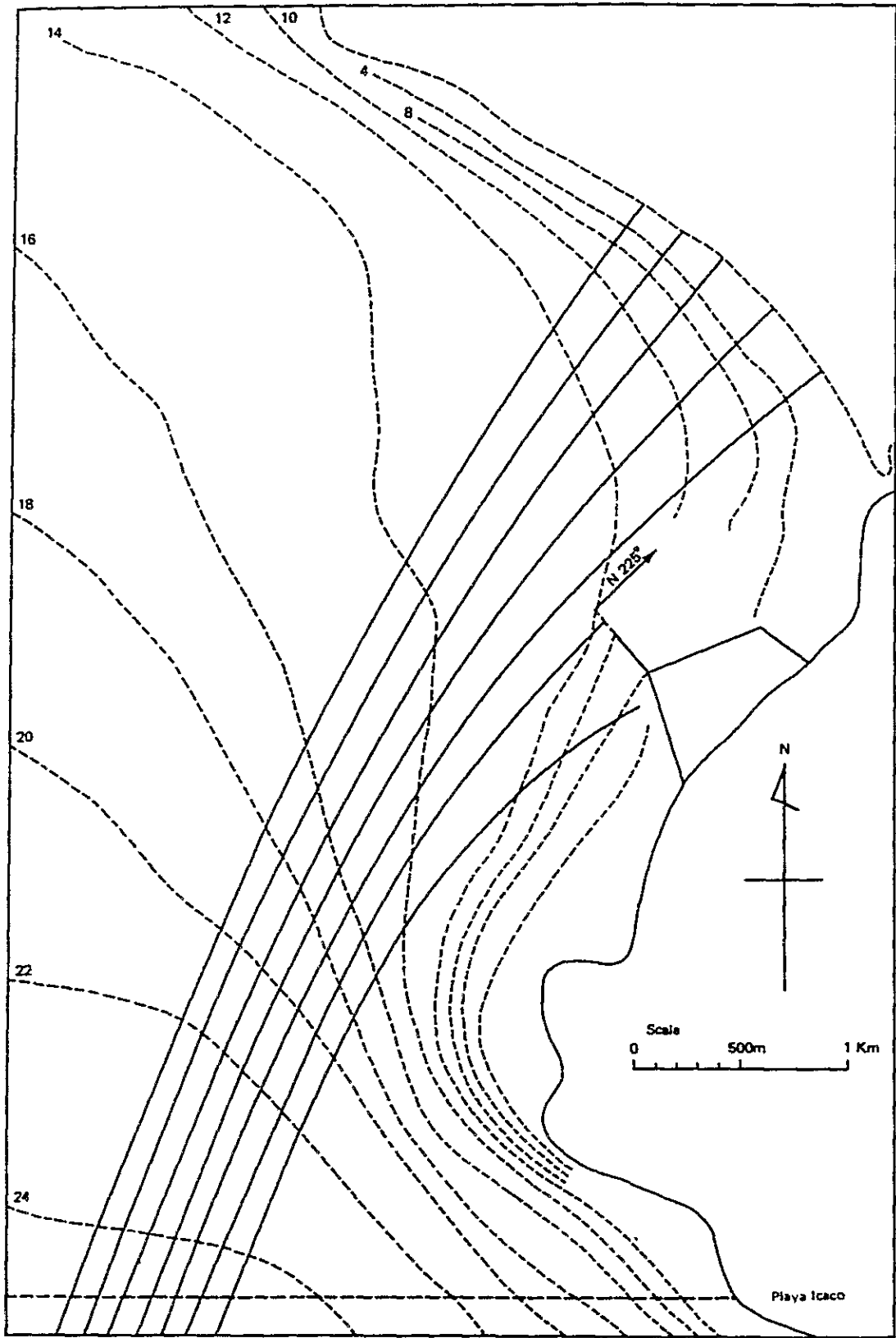
N 196° T = 12s

付図4-2-44 屈折図



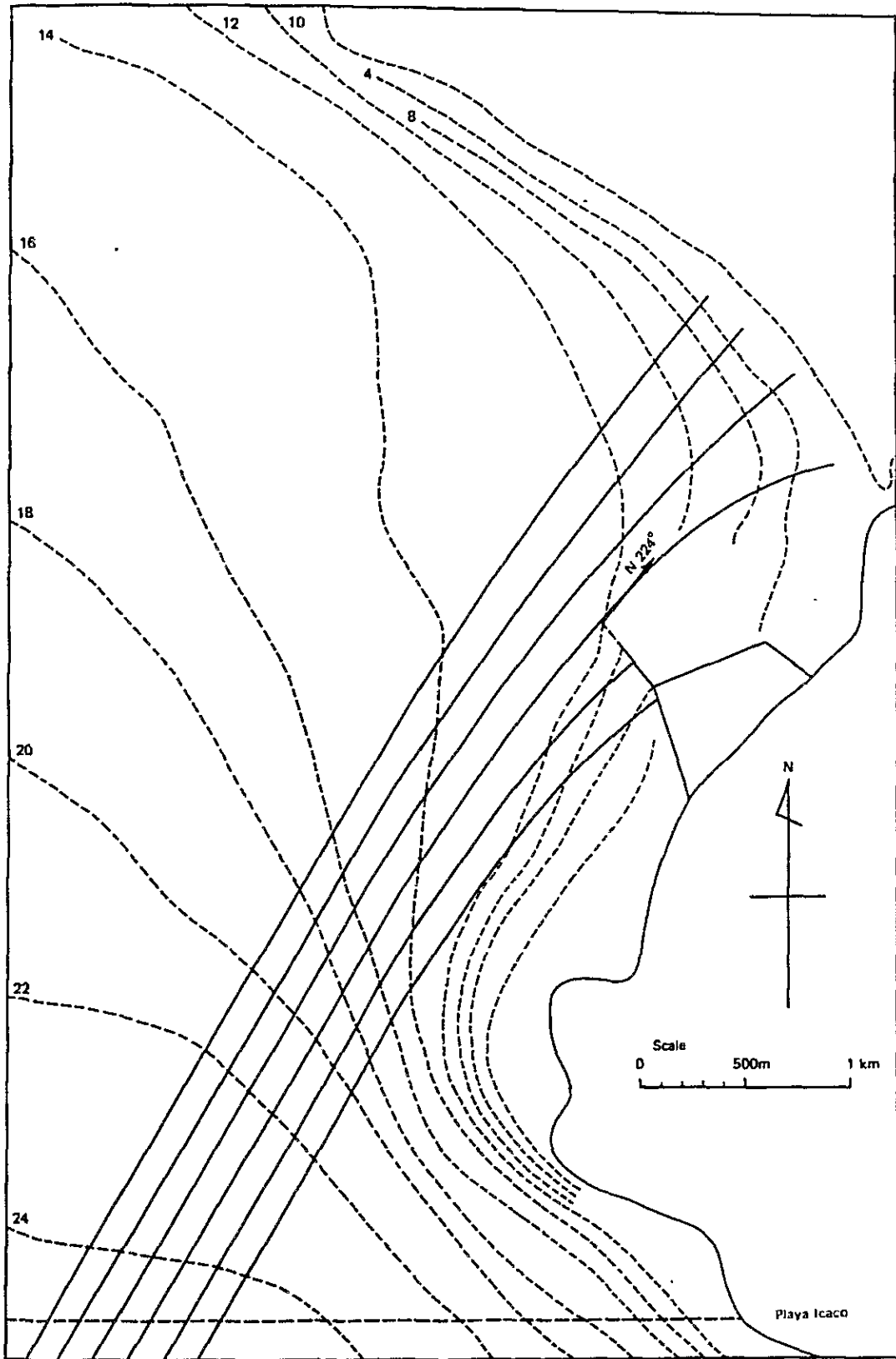
N 199° T = 16s

付圖4-2-45 屈折圖



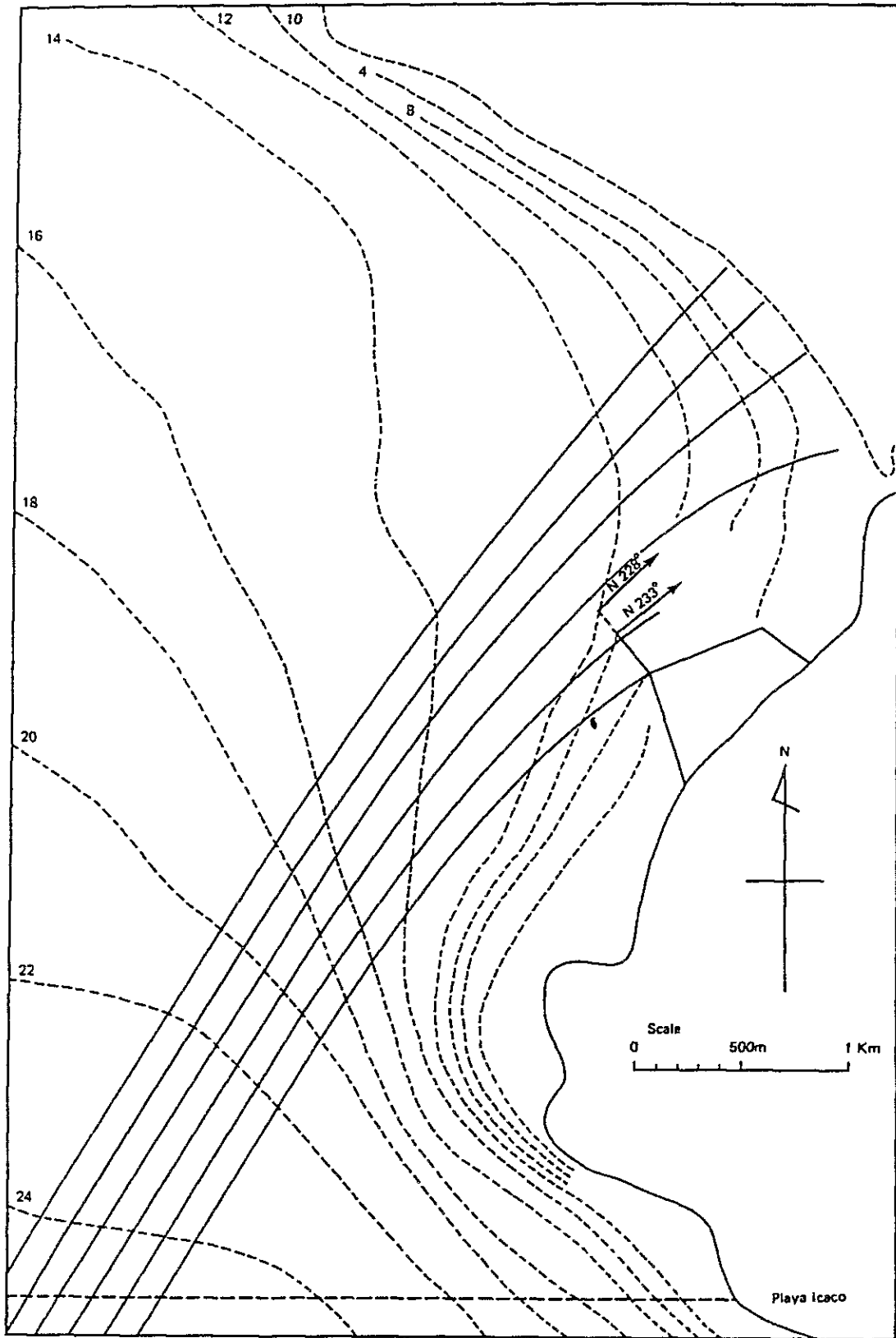
N 204° T = 20s

付圖 4-2-46 屈折圖



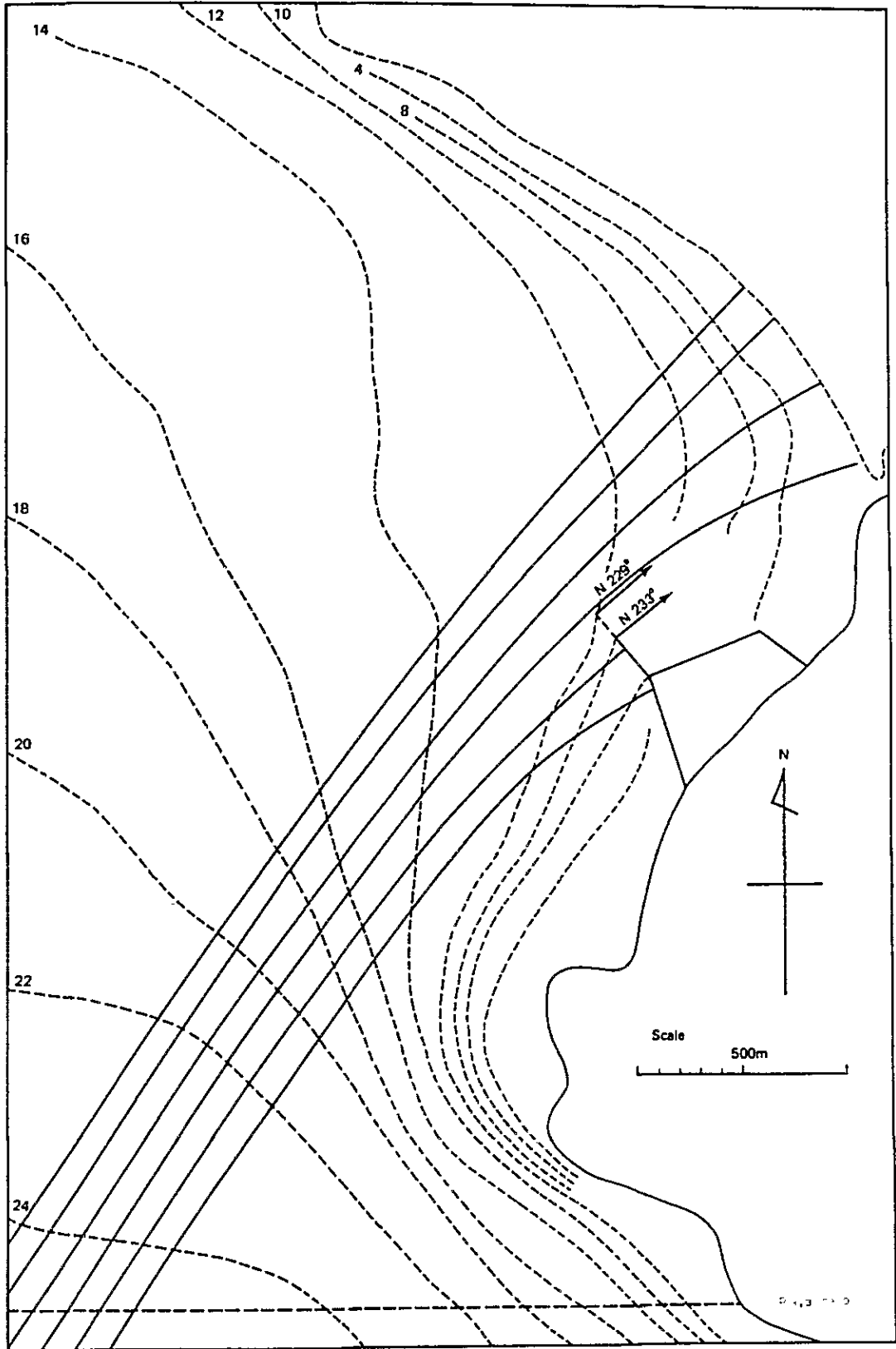
N 210° T = 12s

付図4-2-47 屈折図



N 212° T = 16s

付圖 4-2-48 屈折圖



N 215° T = 20s

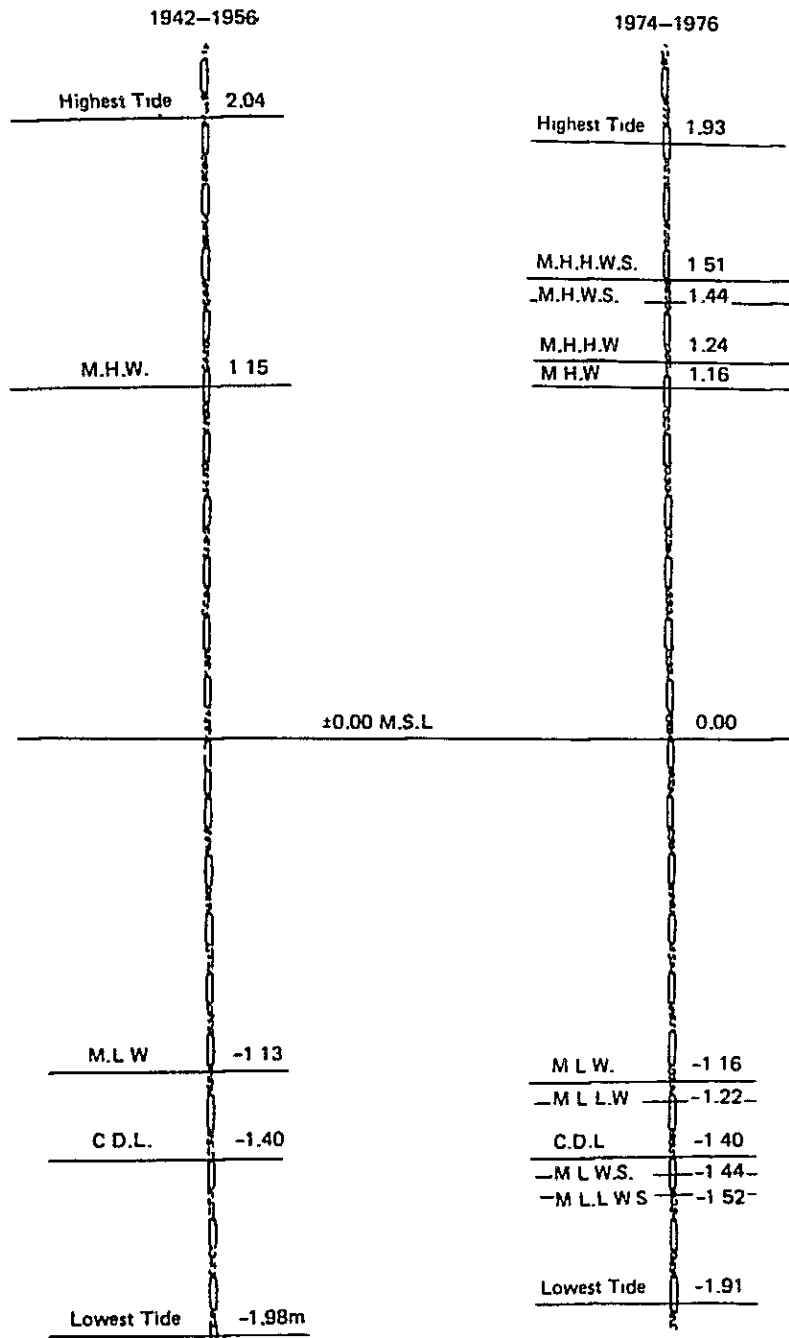
4-2-5 潮 位

潮位観測は、プンタレナス港の棧橋で行われている。図4-2-10は、潮位と基準面高との関係を示している。プンタレナスの潮汐定数は、表4-2-8に示すとおりである。カルデラの潮位は、一時的に備え付けられた潮位観測計により、1979年6月以降観測されている。カルデラとプンタレナスの潮位の時間と高さはほとんど同じである。しかしながら、カルデラにおける潮位観測は、波浪によって大きな影響を受けており、不十分なものといえる。それ故、カルデラとプンタレナスとの正確な潮位の比較はカルデラ港に検潮所を設置して行う必要がある。

表4-2-8 プンタレナスの潮汐定数

	Height above datum of soundings (m)			
	High Water		Low Water	
	Mean Springs	Mean Neaps	Mean Springs	Mean Neaps
Puntarenas	2.84	2.23	-0.04	0.58

図 4-2-10 ブンタレナスの潮位



4-2-6 漂 砂

(1) カルデラ港周辺の漂砂特性

カルデラ港を中心に南北それぞれ約20kmの海岸は、漂砂特性の観点から次の三地域に区分される。

- ① PuntarenasからRio Barrancaにいたる海岸……………(Puntarenas地域)
- ② Roca CarballoからRio Jesus Mariaにいたる海岸……………(Caldera地域)
- ③ Punta LorosからRio Grande Tarcolesにいたる海岸……………(Tarcoles地域)

カルデラ港はこのうちのCaldera地域に位置し、他の二地域とは海岸特性が異なっており、漂砂の往来はほとんど考えられない。この海岸特性についてCaldera地域とPuntarenas地域の相違点は次のとおりである。

Ⅰ) 両者の前浜勾配が異なる。すなわち、Puntarenas地域の前浜勾配は $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 程度であるのに対してCaldera地域のそれは 10° あるいはそれ以上である。

Ⅱ) Puntarenas地域では、いわゆるBlack sandがRio Barrancaの河口部に若干認められるものの、この地域全体をながめると、肉眼では確認できない程度のものである。これに対してCaldera地域では、いずれの海岸にも前浜部の満潮時レベル付近から後浜前面にかけて相当量のBlack sandが存在している。

Ⅲ) Puntarenas地域の長いsand spitの形状はこの地域の漂砂の方向が西向きであることを示している。一方、両地域の境界地点にあるRoca Carballoは波による侵食が激しく付近の海岸の漂砂供給源になっている。このRoca Carballoの南約1kmの海岸は昔から「無限の砂が海からやってくる」といわれてFECOSAが1938年以来毎年1~2万 m^3 の砂を採取していた。この砂採取地点付近の砂は粒径が $d_{50} = 1mm$ 程度で比較的大きくこの地点から南に行くにしたがって粒径が小さくなっている。これらのことは、Roca Carballoから供給される砂はPlaya Caldera方向に移動していることを示している。

つぎに、Caldera地域とTarcoles地域を区分したのは次のような観点からである。

Ⅰ) Rio Jesus Maria河口にかぶさるようにPunta Lorosが突き出しているので、Rio Jesus Mariaからの土砂は南下しない。

Ⅱ) また、Punta Lorosは極端に沖につき出しており、しかも岬の沖合200~300mのところには二つの岩が海面上まで突出している。したがって、たとえRio Grande Tarcolesからの流出土砂が北上してこの地点まで到達したとしても、Punta Lorosを回り込むことはなく沖へ流出すると考えられる。

Ⅲ) 1941年と1979年の航空写真を比較するとRio Grande Tarcolesの河口部および河口部からGuacallo付近までの海岸に大量の砂が堆積しており、Rio Grande Tarcolesからの流出土砂のほとんどはこの地域にとどまっていると考えられる。したがって、この流出土砂がPunta Lorosまで北上している可能性は少ない。

このように全体の海岸をそれぞれ別個の漂砂特性をもつ三地域に区分すると、結果的に各地域にそれぞれ一つの大きな河川が含まれている。しかも、それらの河川はすべて各地域の南端あるいは東端に位置している。このことは、これら三地域の漂砂の卓越方向がいずれもNicoya湾の奥へ向うことを表わしている。

(2) カルデラ地域の漂砂特性

Playa Caldera の砂は北西端の Roca Carballo から供給されたものであり、漂砂は南東の方向に卓越している。このことは、Mata de Limón 河口の砂州が北西から南東の方向に伸びていることから証明される。図4-2-11はRoca CarballoからMata de Limón 河口及び河口から上流方向へ順番に前浜の砂の諸特性を示したものである。なお、これらの採取地点は図4-2-12のとおりである。この結果、中央粒径 (d_{50}) は Roca Carballo 近くで大きく (1.0mm)、Mata de Limón 河口およびその上流方向に徐々に小さくなる傾向がある。

同時にふるい分け係数についても Roca Carballo から Mata de Limón 河口及び同上流方向に徐々に小さくなっている。このことは漂砂の卓越方向が南東であることを示している。

Mata de Limón 河口自身は、流域面積が非常に小さいので、海への土砂供給は、ほとんどないと考えられる。ただし、激しい雨で洗い流されたシルト、粘土分が引き潮時に流出し、岸壁前面の静穏な泊地に沈殿して軟泥となっている徴候が認められる。

Caldera 港から Rio Jesus Maria までの前浜の砂の粒度特性は図4-2-13のとおりであり、砂の採取地点は図4-2-14のとおりである。このふるい分け係数に着目すると Punta Caldera の北側及び南側の海岸ともに北上するにつれて減少している。これは、北上する漂砂が卓越していることを示唆している。しかし、Tivives 海岸の粒径 (d_{50}) に着目すると Rio Jesus Maria から Punta Caldera に向うにつれて急激に大きくなる。これは次のように説明することができる。すなわち、Rio Jesus Maria からの供給土砂は、北上して Punta Caldera まで到達する。Punta Caldera には Punta Corralillo、Punta Torre と Punta Icaco の三つの岬がある。これらの岬前面の波は周囲の海岸より大きいので、Punta Caldera まで運ばれてきた砂は、各岬前面を回って Playa Corralillo まで達する。このとき粒径の小さい砂ほど顕著に岬を回り、大きい粒径の砂は岬の南側に取り残される傾向が強い。図4-2-13では Caldera 岬の南北海岸で粒径が異なり、北海岸 (Playa Corralillo と Caldera 港南海岸) の粒径が小さいのはこのためであると考えられる。したがって、Punta Caldera 南側に大きな粒径の砂が存在するのは粒径の大きな砂ほど岬を回ることが困難であることに起因すると考えられる。

この Caldera 岬を回る漂砂に関連して、Caldera 岬で10年来ロブスターを取っているダイバーが次のように話している。Punta Caldera 前面の海底はかつては岩が露出していた。ところが1~2年前から、付近一帯の海底が砂でおおわれてきた。たしかに、1981年8月の調査では Punta Corralillo と Punta Torre の間の水深 - 7.5 m 付近の海底には砂が堆積していて岩は認められなかった。

以上のように、Caldera 港周辺の漂砂現象を考えると、現在進行中の Caldera 港南海岸における砂の堆積は Rio Jesus Maria からの流出土砂が Punta Caldera を回ってやって来ることに起因すると推測される。

図4-2-11 カルデラの前浜の砂 (I)

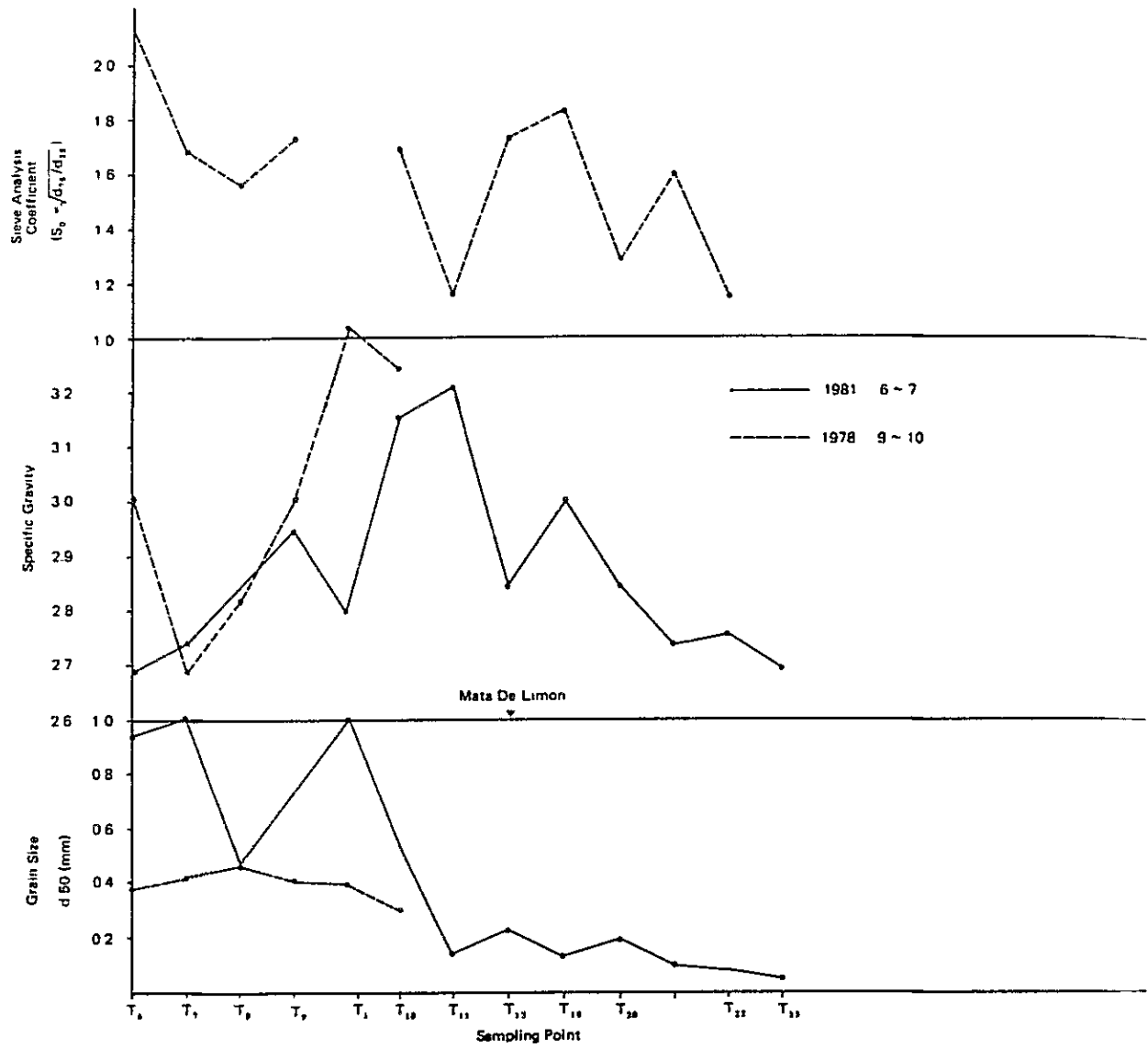


図4-2-12 前浜の砂の採取地点 (1)

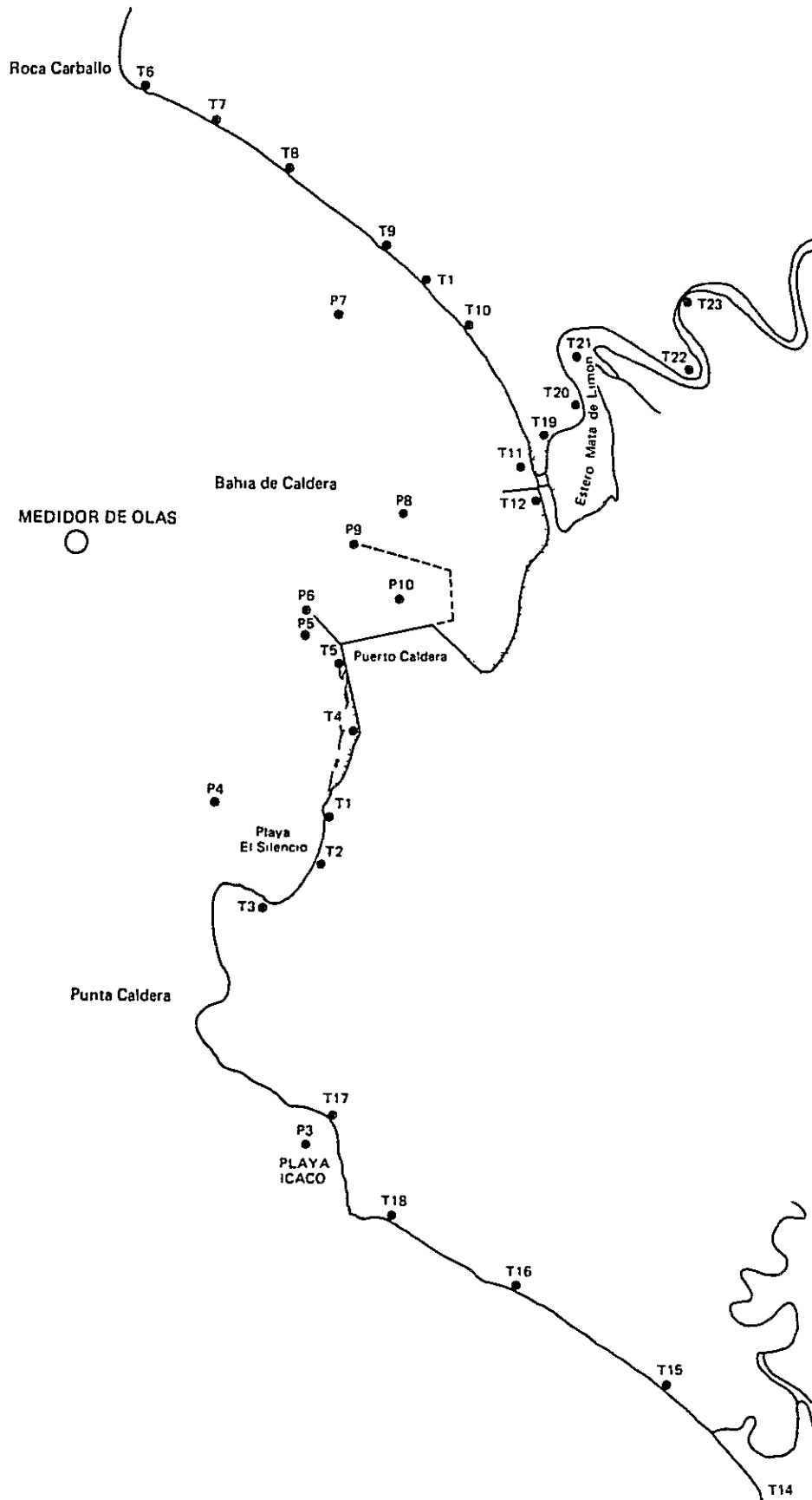


図4-2-13 カルデラの前浜の砂(2)

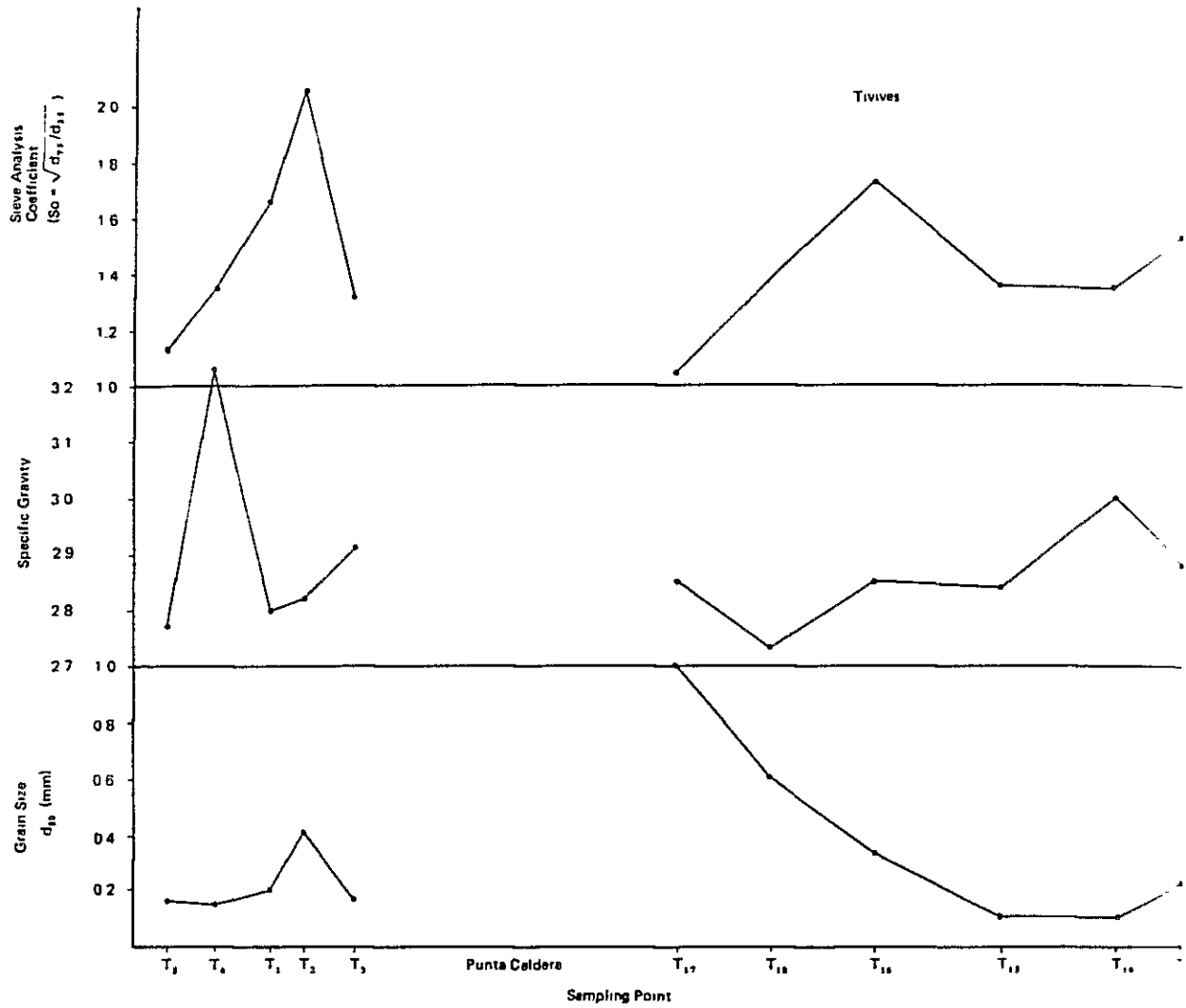
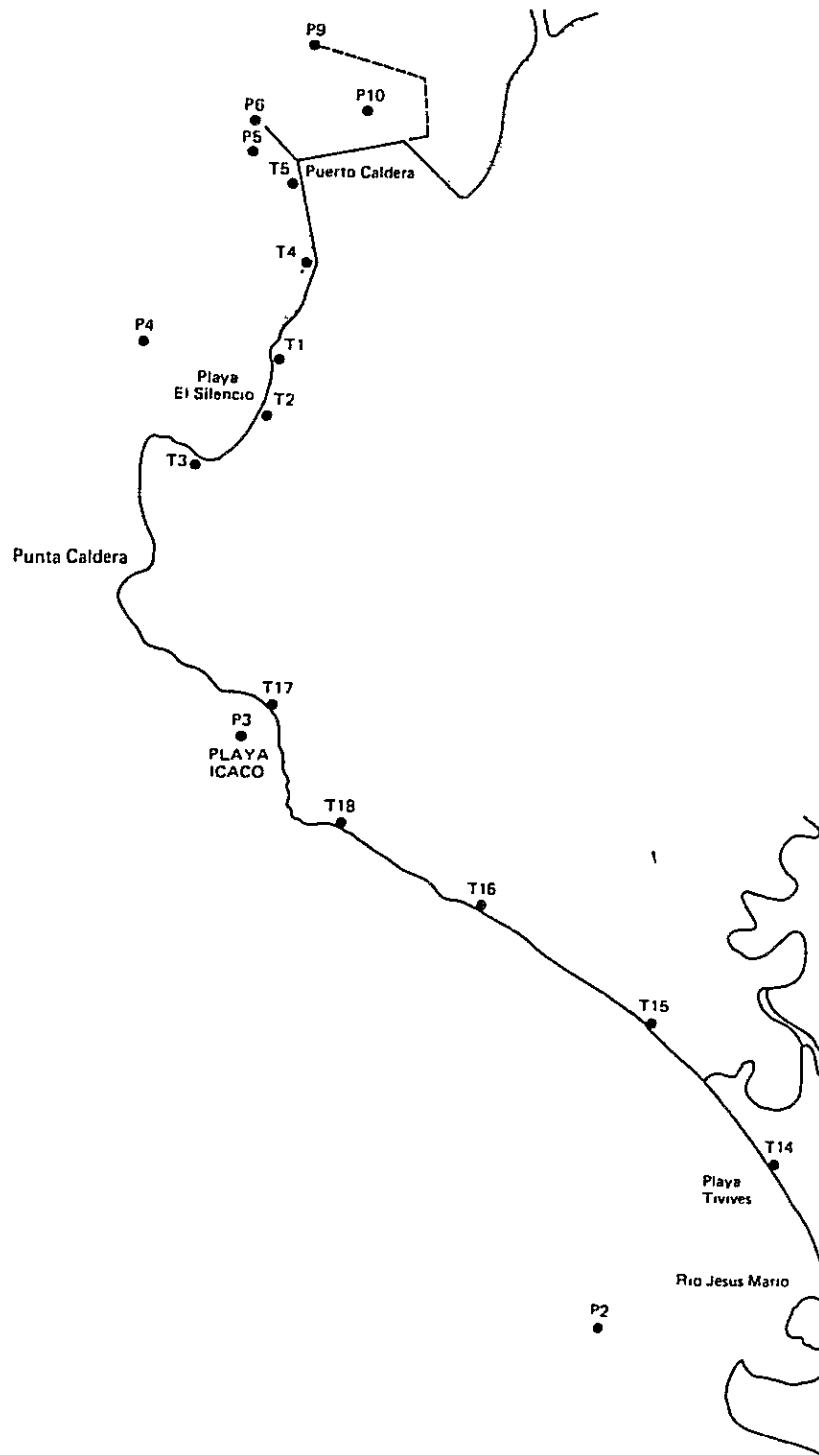


図 4-2-14 前浜の砂の採取地点 (2)



4-2-7 地 震

図4-2-15及び16は過去の地震記録を基に作成された50年周期及び100年周期の iso-acceleration map である。("A study of seismic risk for Costa Rica " by The Jhon A Blume Earthquake Engineering Center - Stanford University)。この図からわかるように、地盤加速度 (peak ground acceleration) はカリブ海沿岸地域は比較的小さく、太平洋岸のゴルフイト (Golfito) 地域は比較的大きい。それら以外の地域のPGAはほぼ等しい値となっている。カルデラ (Caldera) のPGAは50年周期で0.15g, 100年周期で0.175-0.20gである。

日本における各地の港湾に関する地震による被害例から求まる作用震度と地盤の地震応答計算から導かれたPGAとの関係をまとめると図4-2-17の如くなる。図中の直線及び曲線は、作用震度のほぼ上限値に引いたものである。又75年周期のPGAに対応する作用震度をもちいれば十分であるから、設計震度として、0.15を用いるのが妥当であろう。

4-2-8 土 質

カルデラ港第Ⅱ期拡張計画の土質調査は、公共事業運輸省 (MOP T) により実施され、Ⅱ期計画の埠頭計画地域と防波堤延長予定地域の地盤状況及び土質特性の概要が把握されている。

この調査は、標準貫入試験や不攪乱試料採取の現位置試験を伴う調査ボーリングと、採取した試料による室内土質試験からなる。

各ボーリング調査地点は、図4-2-18に示すとおりであり、全体で14孔、合計ボーリング深度は約400mである。

調査ボーリングの方法は、ウォッシュボーリング (wash boring) であり、海上足場は、埠頭地域では主に台船であり、防波堤地域ではボーリング用フロート付鋼管 ($\varnothing 50\text{cm}$) 製タワーである。

標準貫入試験や土質試験はBX Shelby tube ($\varnothing 50\text{mm}$ オープンサンプラー) を使用してのサンプリングである。

1 地形地質

カルデラ港は、Nicoya 湾の湾口東岸に位置している。

図4-2-19に示すように、Ⅱ期拡張計画の埠頭予定地は、Ⅰ期計画の埠頭の東に隣接して計画され、これらの埠頭の北 (前面) は、Nicoya 湾に面し、はるかに Puntarenas が望まれ、南はわずかな平地をへだてて、後背山地となる。この山地は割合に急峻な地形を有す丘陵性山地で、頂上部は標高約200mの平坦面となっている。また東にはマングローブの密生林があり、この中に小さな湖 (Estero Mata de Limon) がある、湖と湾の間には小さな砂嘴が発達し、湖口は、この南端から湾に開いている。

本地域周辺の地質は、Rodolfo Madrigal (1970[※]) 等により調査されており、それによると第三紀の先始新世のNicoya累層群を基盤に、新第三紀中新世のPunta Carballo累層、そして鮮新世～第四紀更新世のTivives累層とOrotina累層により構成されており、これらの

図4-2-15 50年周期の同一加速度マップ

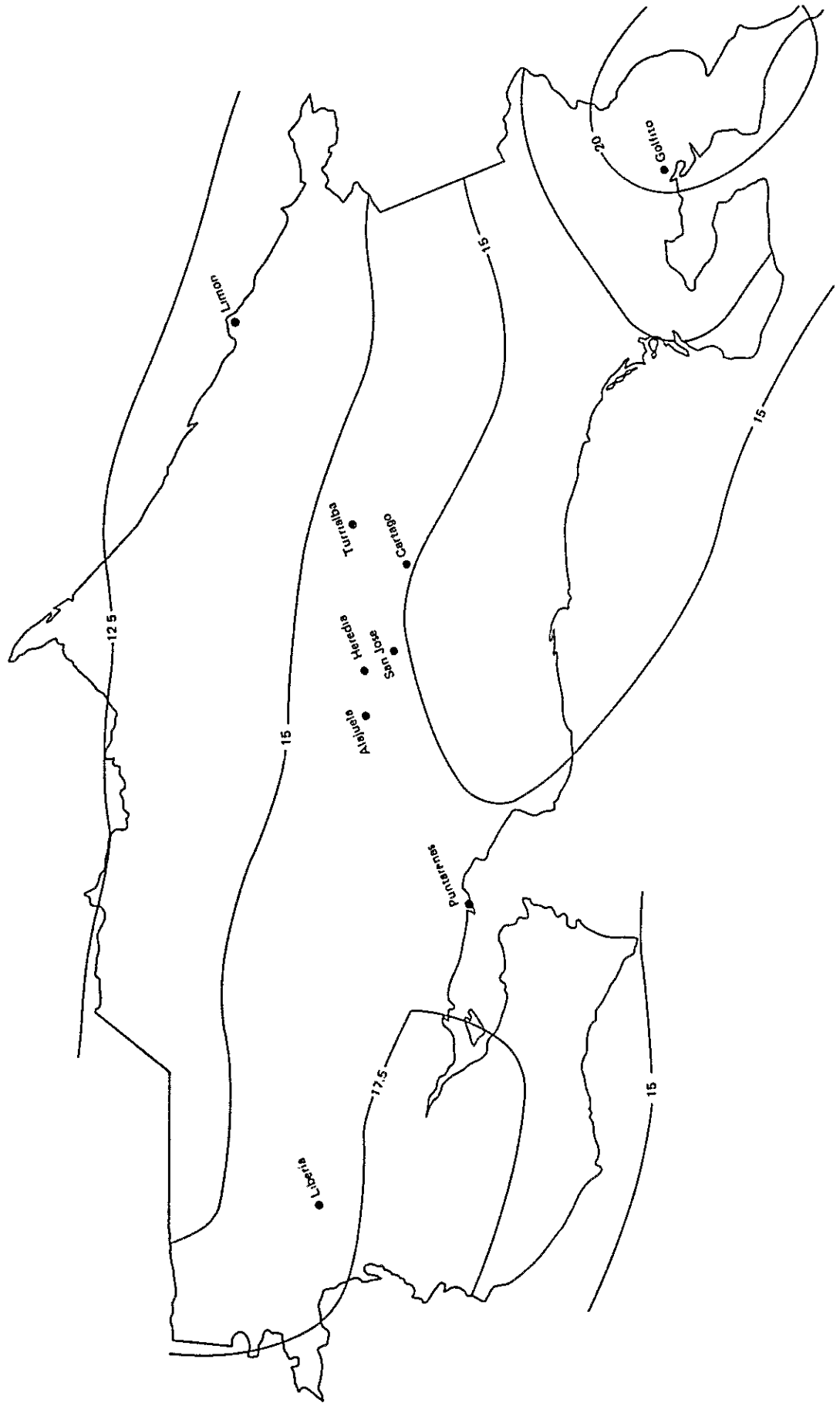


図 4-2-16 100年周期の同一加速度マップ

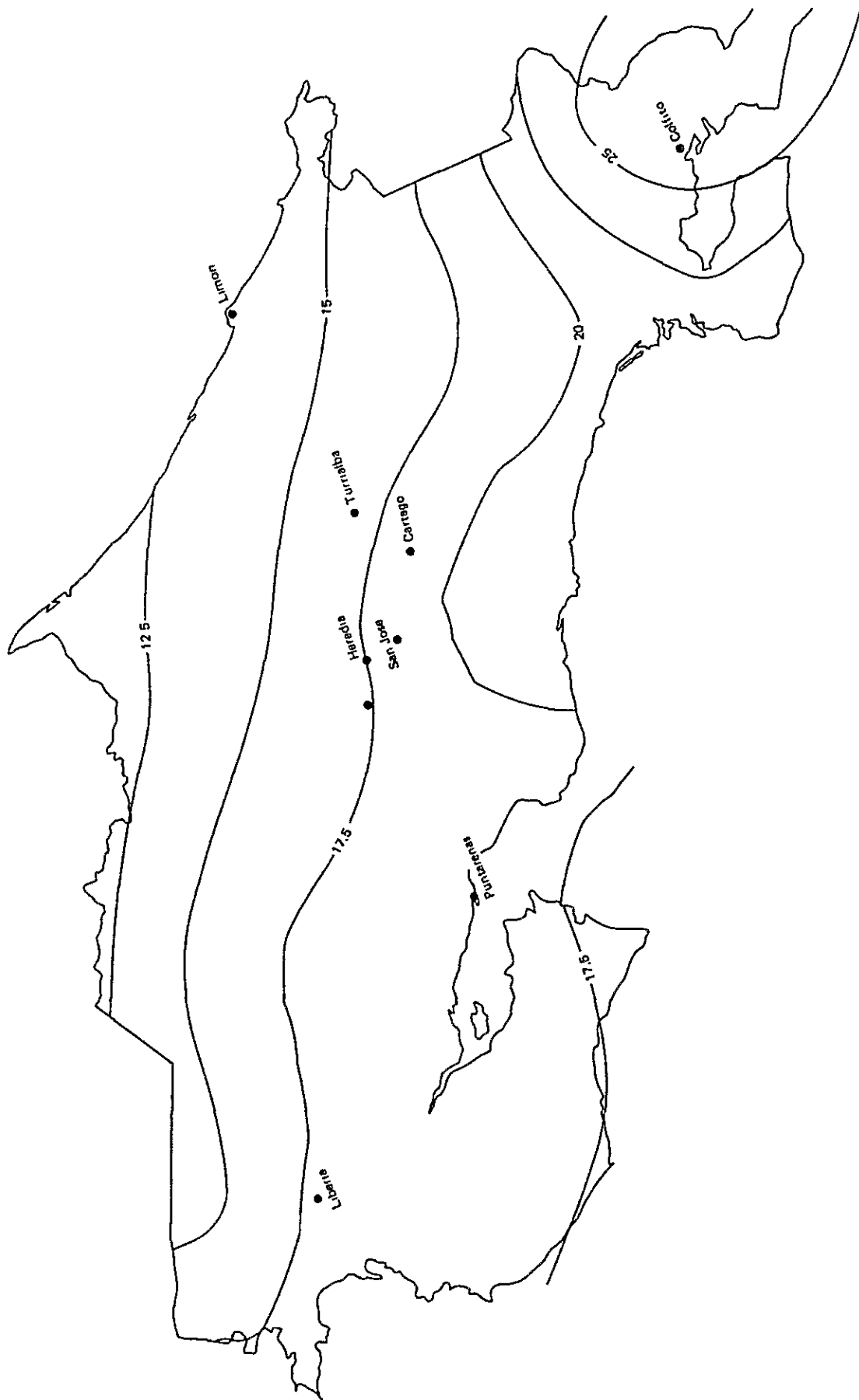
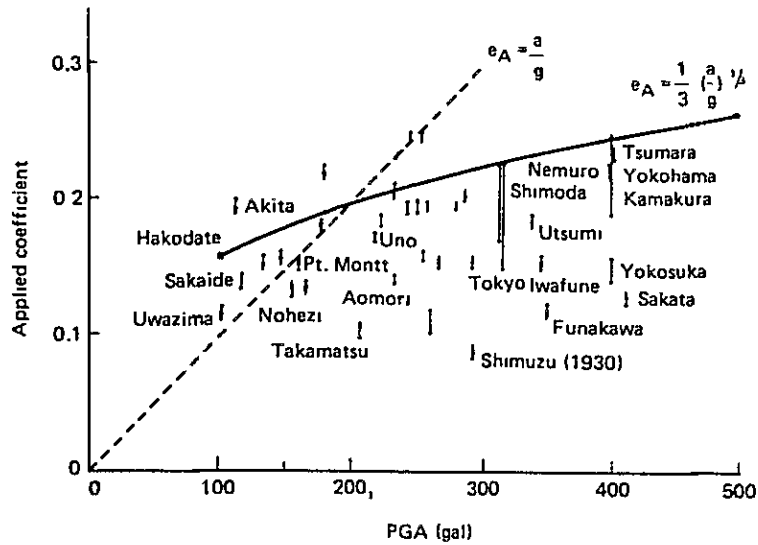


図4-2-17 地盤加速度と作用震度の関係



地層をおおって第四紀更新世の洪積層と完新世の沖積層が分布する。

☆ Rodolfo Madrigal G(1970), Geologia del Mapa Basico "Barranca", Costa Rica, Informes Tecnicos y Notas Geologicas, Ciudad Universitaria "Rodorigo Facio", Costa Rica, America Central.

Nicoya 累層群は珪質石灰岩や玄武岩からなるが、本地域には露出していない。

Punta Carballo 累層は灰緑色の砂岩や礫岩からなり、二枚貝等の化石を含む所がある。また褐色の凝灰質砂岩や泥岩が玄武岩質の砕屑岩と互層する部分もある。この累層は、本地区に広く分布しており、埠頭の裏山や、Mata de Limon 駅の周辺の丘陵に、その露頭が見られる。後述のボーリングでの基盤岩はこの地層である。

Tivires 累層は、集塊岩や溶岩からなり、塊状で、場所により礫岩と凝灰岩の狭みがある。この累層は埠頭の後背山地の頂上付近等に分布する。

Orotina 累層は溶結凝灰岩からなり、本地区南東の Jesus Maria 川の左岸の山地に広く分布する。

洪積層と沖積層は軟質で未固結な粘土、砂、礫等からなり、Mata de Limon の平坦地や河川流域の平野部や Caldera 湾等の海底に分布している。

本地域には NE 方向や、NW 方向の数本の断層が観察される。

Dengo (1960)によれば、これらの断層は Punta Carballo 累層の分布域にのみ観察され、中央アメリカの造山運動の結果、生じたものと推定されている。

図 4-2-18 ホーリング位置図

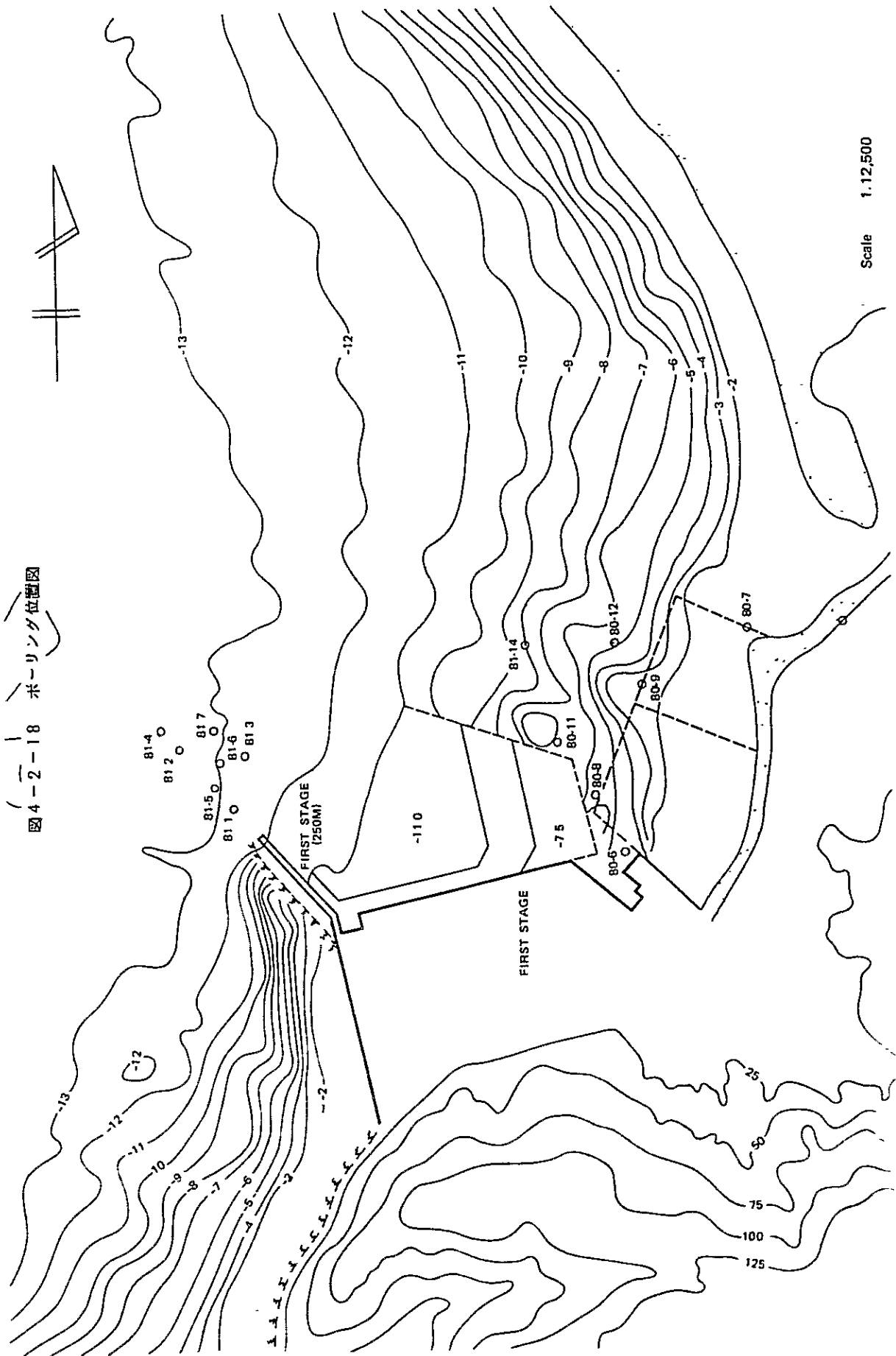
















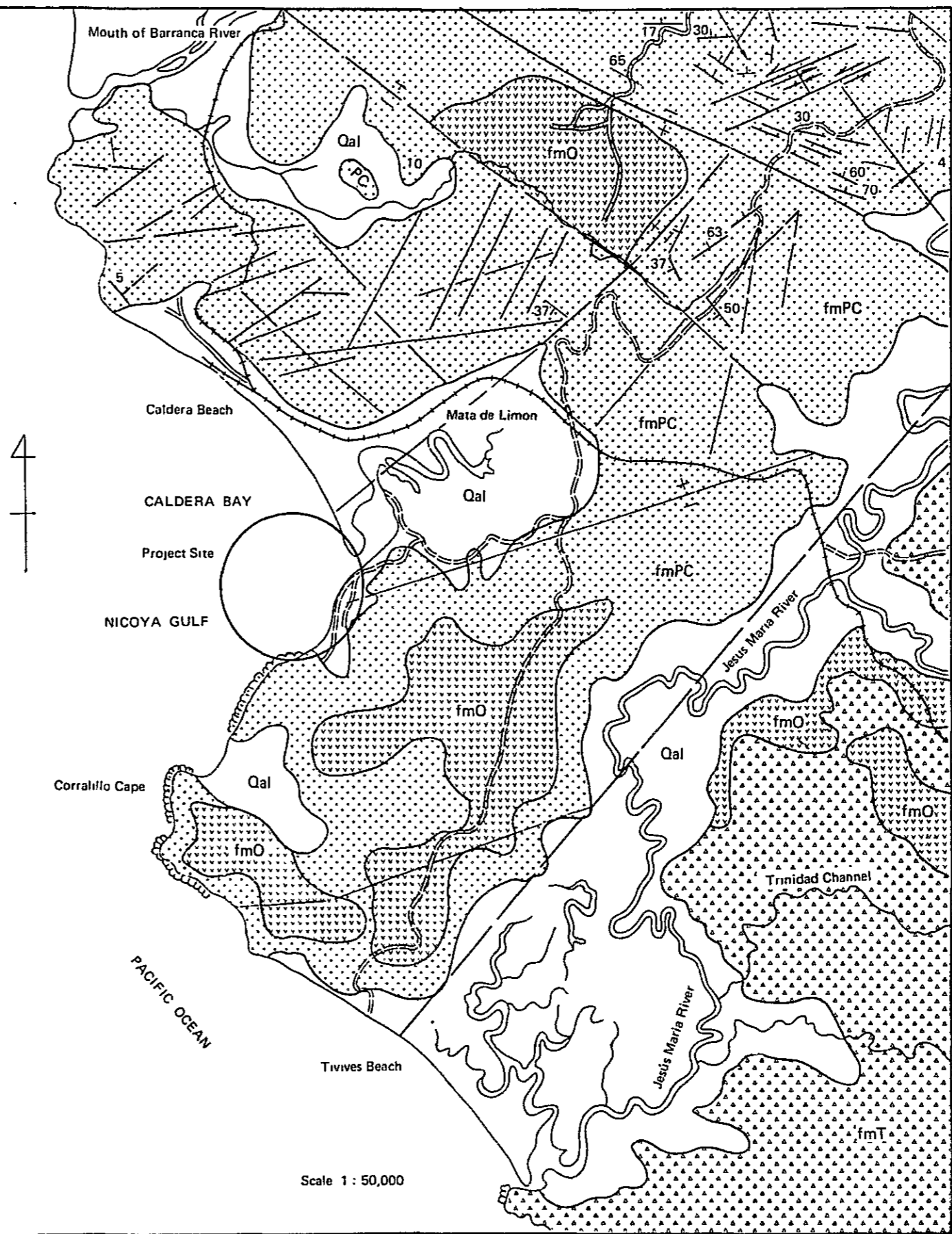


图4-2-19 地形图

- Legend
- | | | | |
|---|--------------------------|------------------|---------------------|
|  | Alluvium | Holocene | } Quaternary Period |
|  | Orotina Formation | Plio-Pleistocene | |
|  | Tivives Formation | Miocene | } Tertiary Period |
|  | Punta Carballo Formation | | |

- | | | |
|---|----|--------------------------------|
|  | 30 | Bedding, tops known |
|  | | Bedding from air photographs |
|  | | Lineament from air photographs |
|  | | Syncline |
|  | | Anticline |
|  | | Fault |
|  | | Fault approximately alignment |
|  | | Thrust Fault |
|  | | Geological boundary |
|  | | Road |
|  | | River |
|  | | Railway |

(This Map is taken from Radolfo Madrigal G., 1970)



Scale 1 : 50,000

(2) 埠頭計画地域の地盤

埠頭計画地域のボーリング位置は、図4-2-20に示すとおりであり、各孔の柱状図は図4-2-21(1)~(7)に示した。これらのボーリング地点を結ぶA-A'、B-B'、C-C'の地質断面を図4-2-22(1)~(3)に示した。

① 地層状況

地質断面図から埠頭計画地の地盤をみると、上部が砂層で、下部が主に粘性土層からなり基盤岩を除き大きく4層に区分される。これらの地層を浅層部から、SA、SB、MC、SDと仮称して、その特徴をまとめると次のとおりである。

SA層

SA層は海底下に推積する黒色細砂で有色鉱物や貝殻片等を含有する。層厚は2m前後でN値は主に7~11でルーズである。

SB層

SB層は粗砂~細砂で締った砂である。所々に貝殻片や細礫を含み、80-12地点では下部にシルトを含有する。層厚は15~20mの所が多いが、沖側の81-14地点や、西側の80-6地点では約10mと薄い。N値はほとんどの所が25~45で密であるが、上部やシルトを含有する所では10前後の小さい値を示す

MC層

MC層は、暗灰色の均質なシルトであり、含水量は少なく硬質で一部に貝殻片を含む。層厚は陸側が2~8mで薄く、砂質であるのに対し沖側は10~16mと厚く、粘土質である。N値は10前後の値で、浅部がやゝ小さく深部や陸側の砂質部分がやゝ大きい

SD層

SD層は西側の80-6、80-8、80-11、81-14の各地点に分布するが、他の東側の地点では存在しない。粘性土や礫を少量含むシルトからなり、層相の変化が激しい。層厚は2~10mであり、N値は20~30の所が多い。

これらの地層の中で、SA層は沖積層、SB層、MC層、SD層は洪積層と推定される。また基盤岩は第三紀中新世のPunta Carballo累層である。

② 土質特性

室内土質試験結果から得られた各孔の土質特性図4-2-21(1)~(7)の柱状図に土性断面を付記して示した。前述の地層の一般的な土質特性を述べると次のとおりである。

SA層

SA層は細砂からなり、全体に割合に均質であるが5~20%の粘性土を含む。統一土質分類法(ASTM:D2187)では、SMまたはSPに相当する。土粒子比重GSは、28前後の値を呈す。

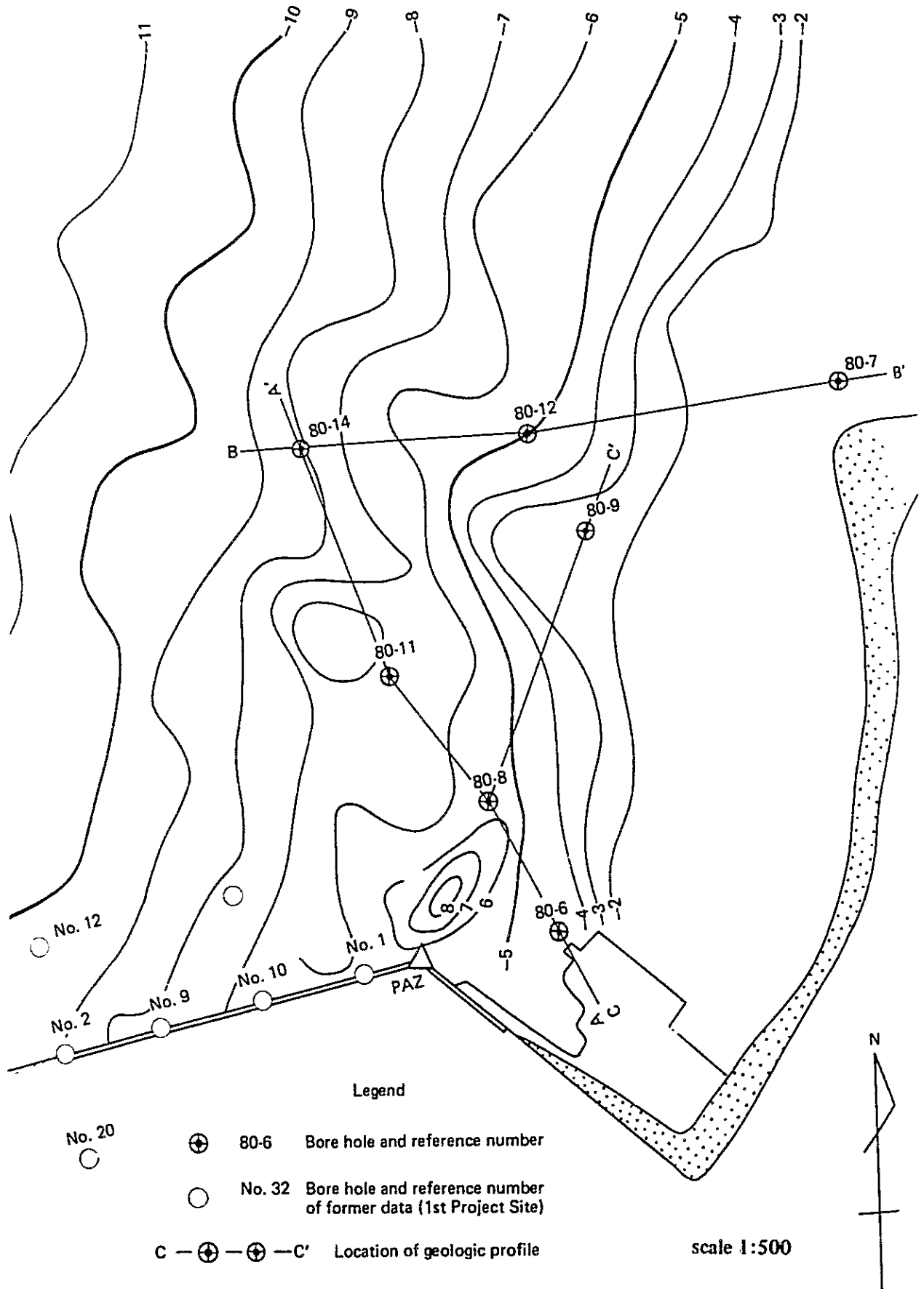
SB層

粗砂から細砂で構成され、約10%の粘性土を含み、細礫を含む所もある。土質分類法では、SMまたはSPにあたる。土粒子比重GSは、2.7から2.85である





MC層

均質なシルトからなり、約10%の粘性土のほか部分的に細礫を含む。自然含水比W_nは

図4-2-20 埠頭計画地域のボーリング位置図



Legend

- No. 20  Bore hole and reference number
- No. 32  Bore hole and reference number of former data (1st Project Site)
- C —  —  — C' Location of geologic profile

scale 1:500

图 4-2-2-1(1) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Caldera

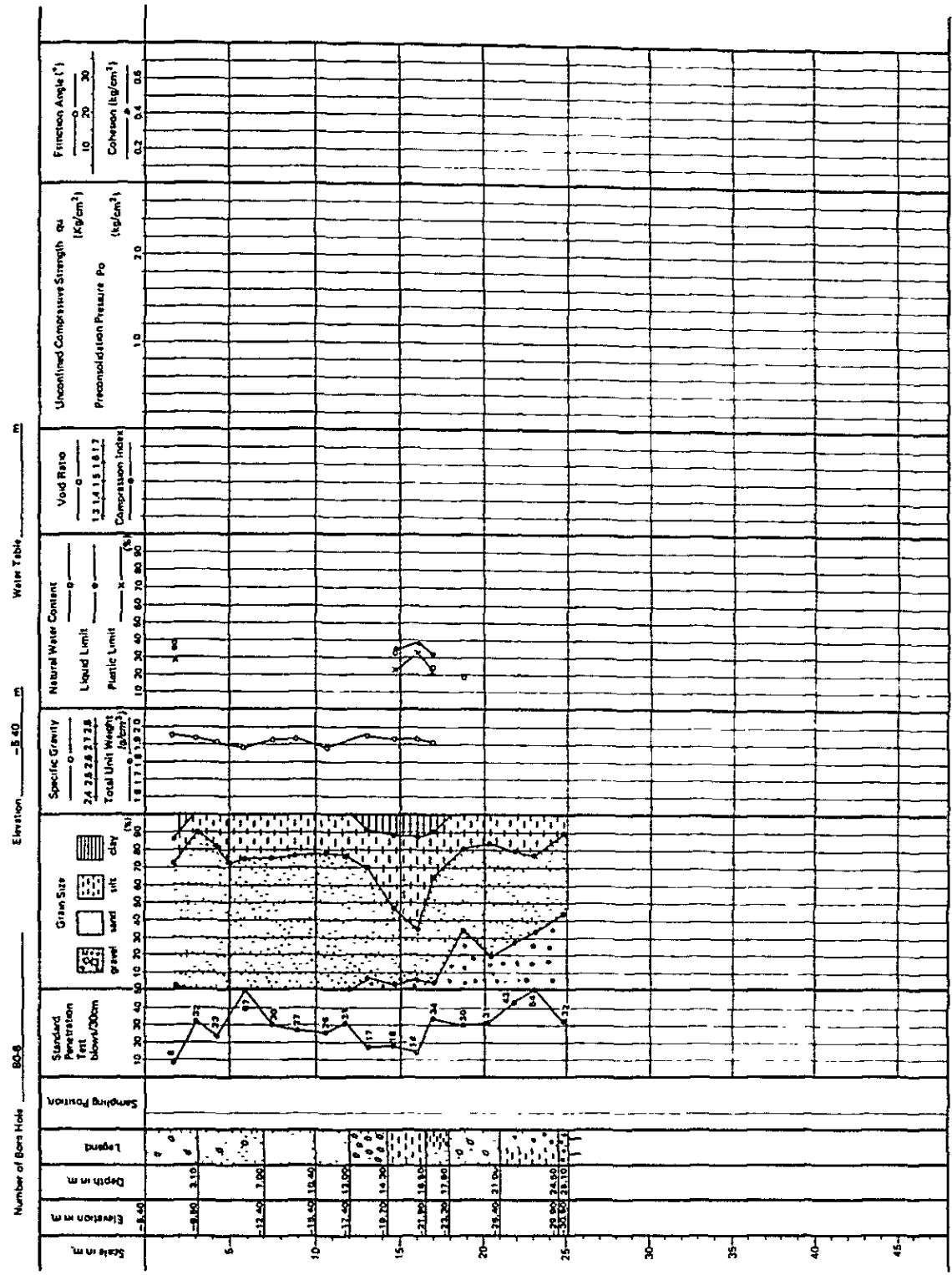


圖 4-2-2 1(2) 柱狀圖

Name of Project The Second Stage Expansion Project of the Post of Caldera

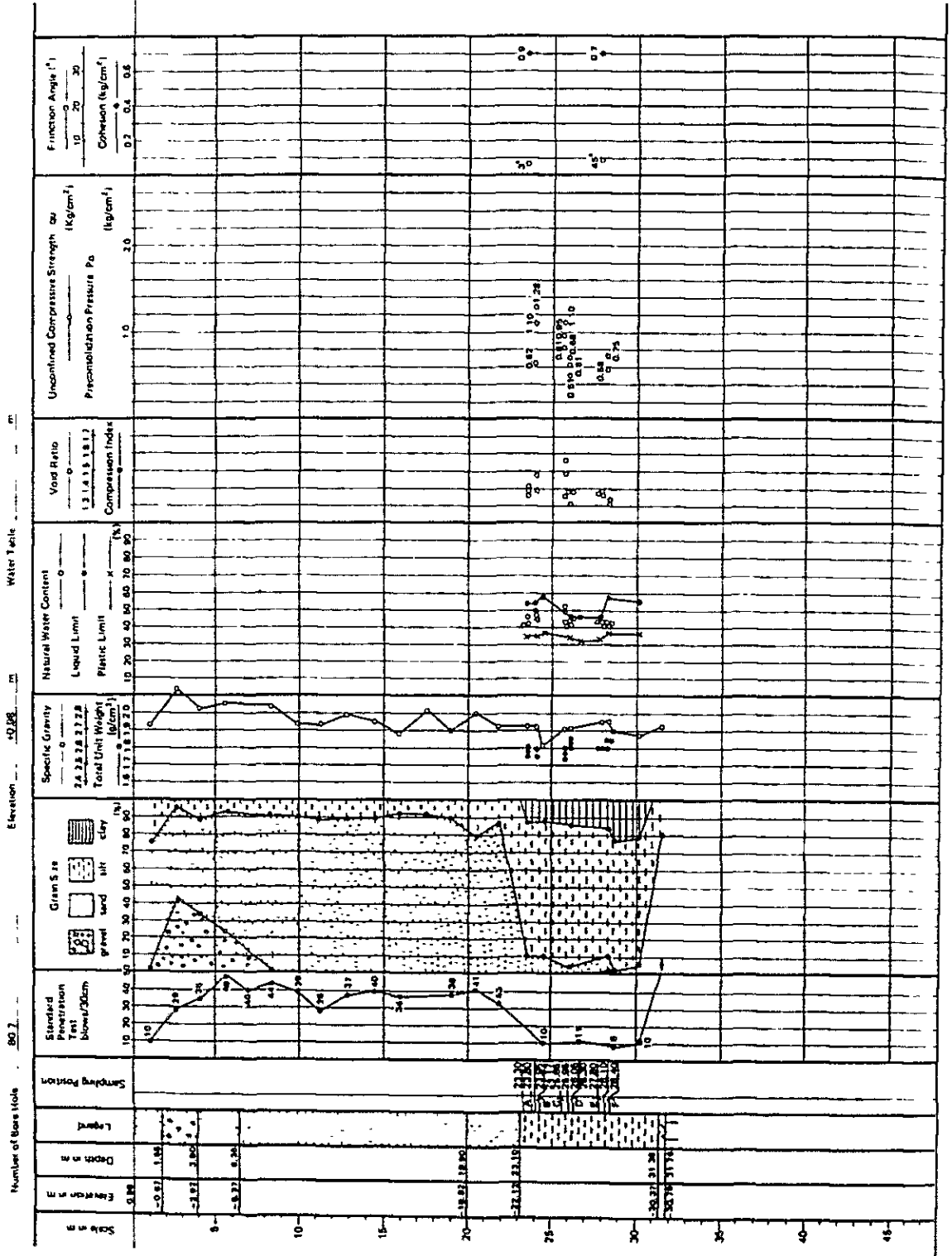


图 4-2-2-1(3) 柱状图

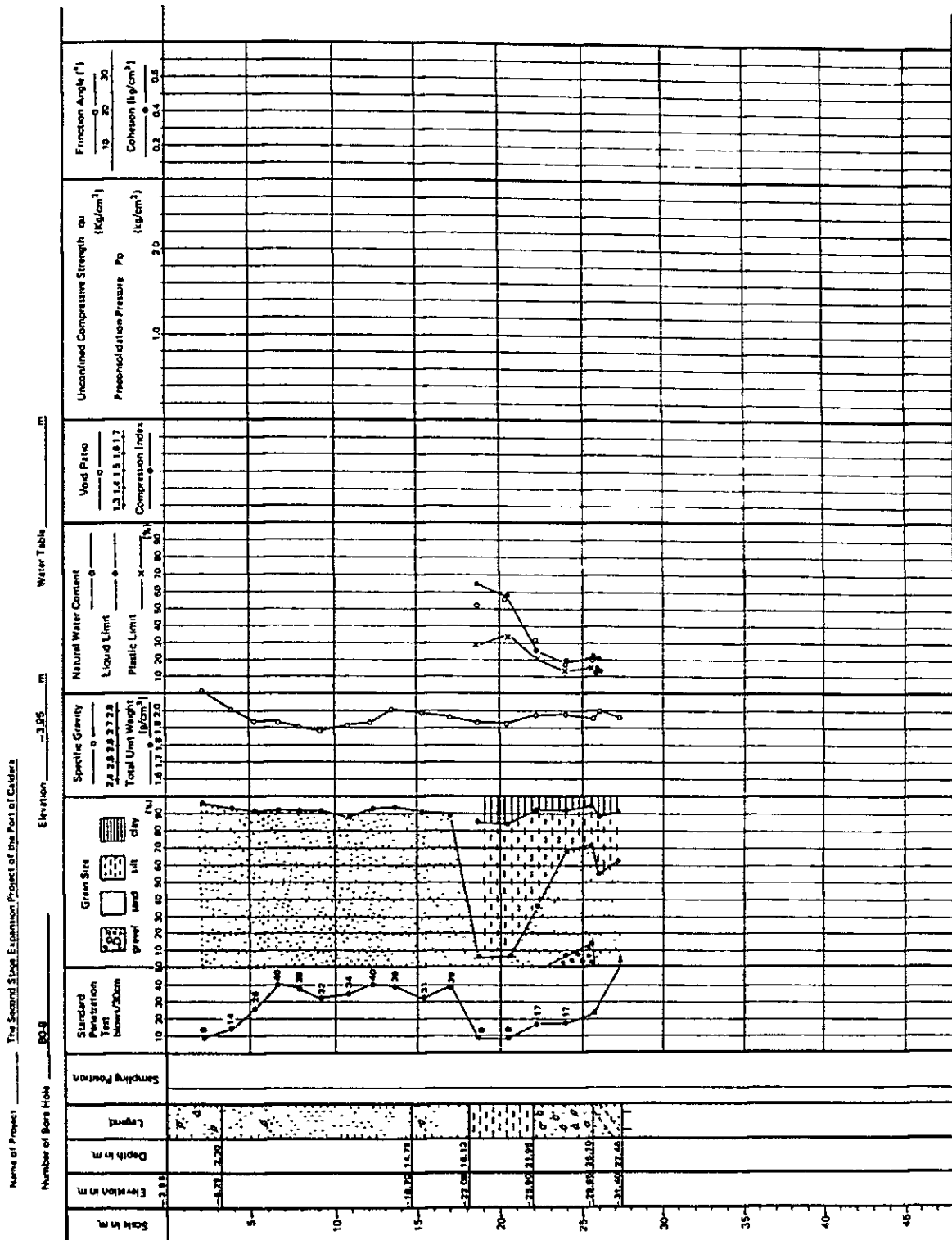


图 4-2-21(4) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Calders

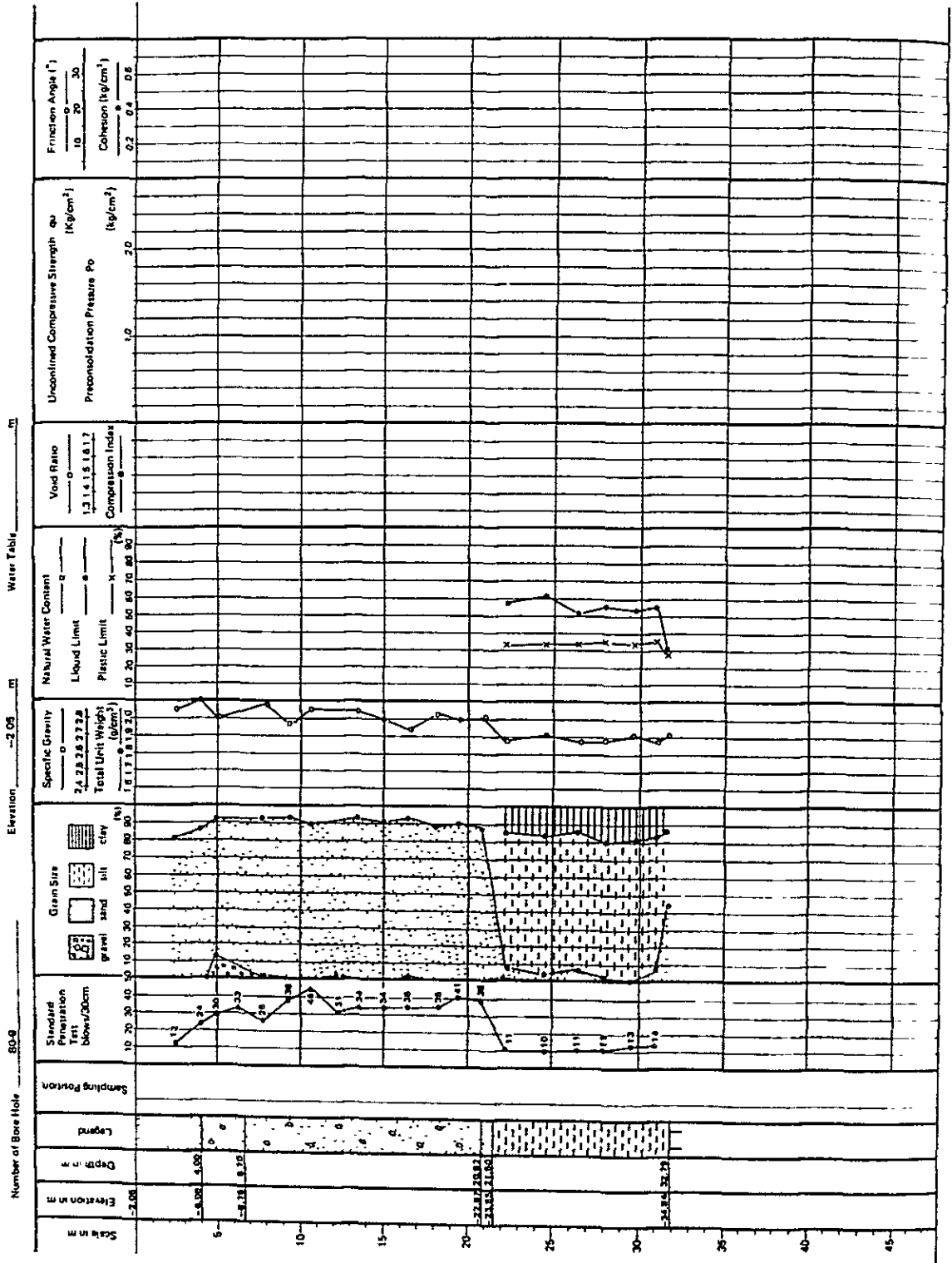


图 4-2-21(5) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Calcutta

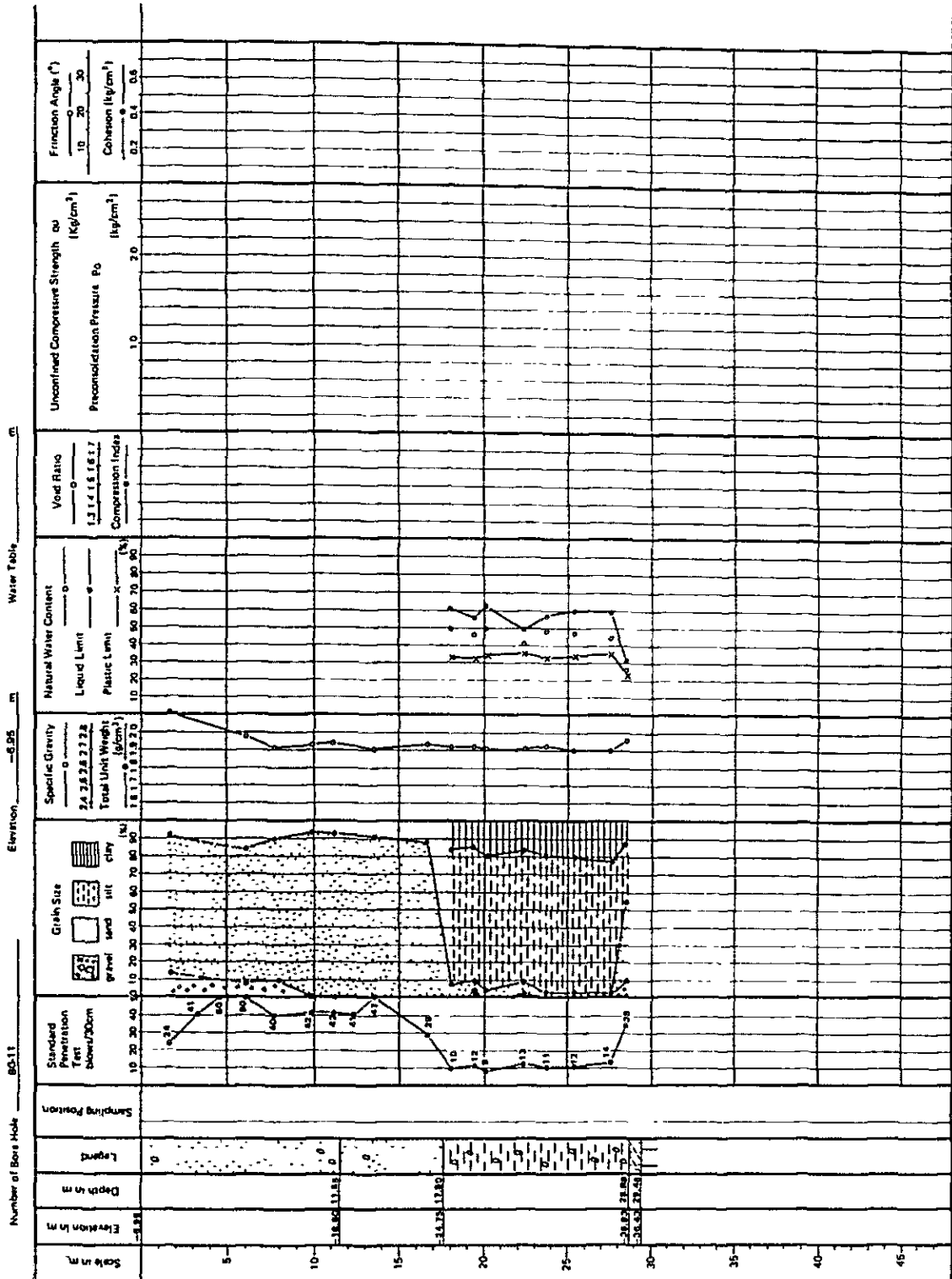


图 4-2-21(6) 柱状图

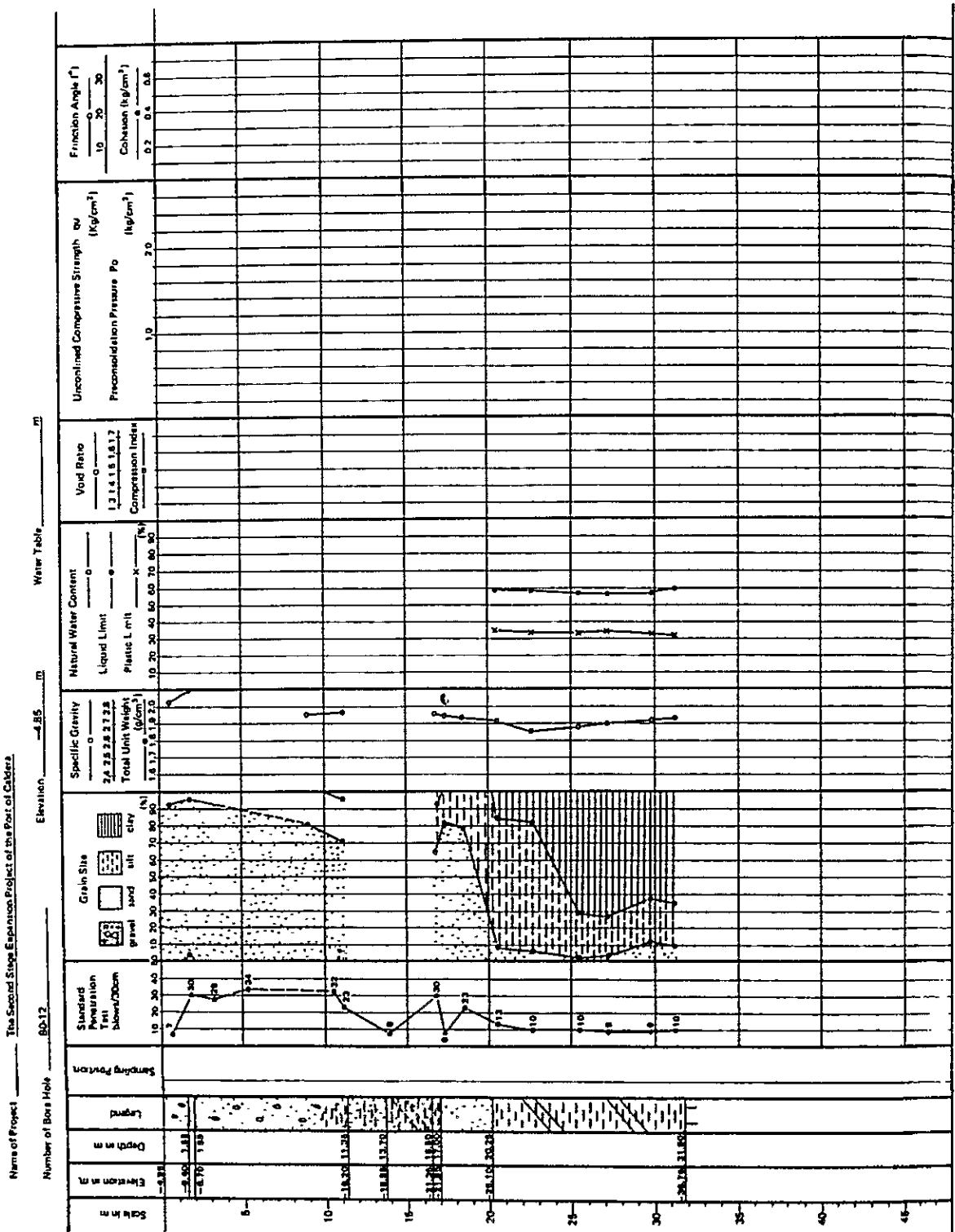


图 4-2-2 1(7) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Cobble

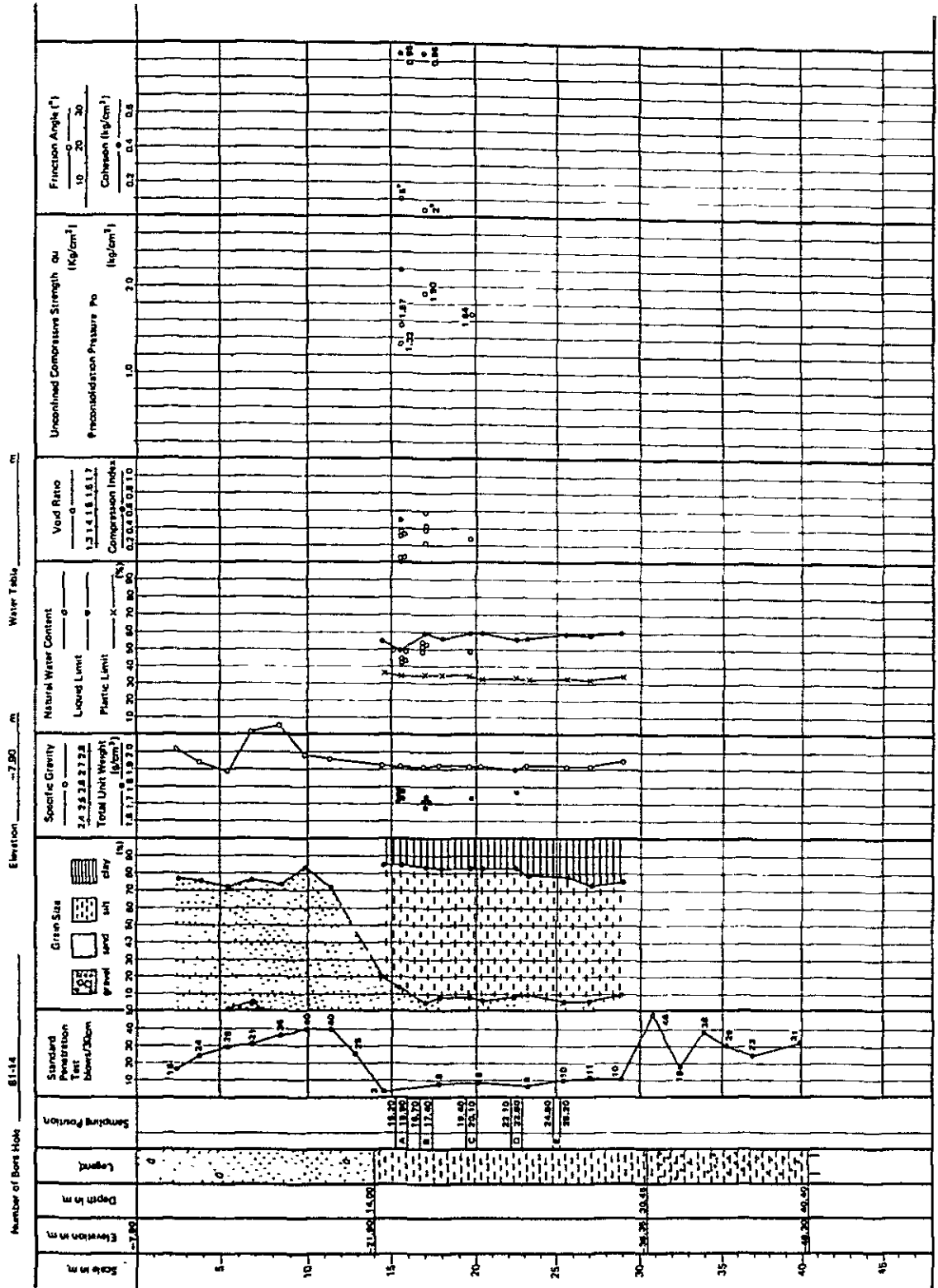


図 4-2-2(1) 埠頭の地質断面 (A-A' 断面)

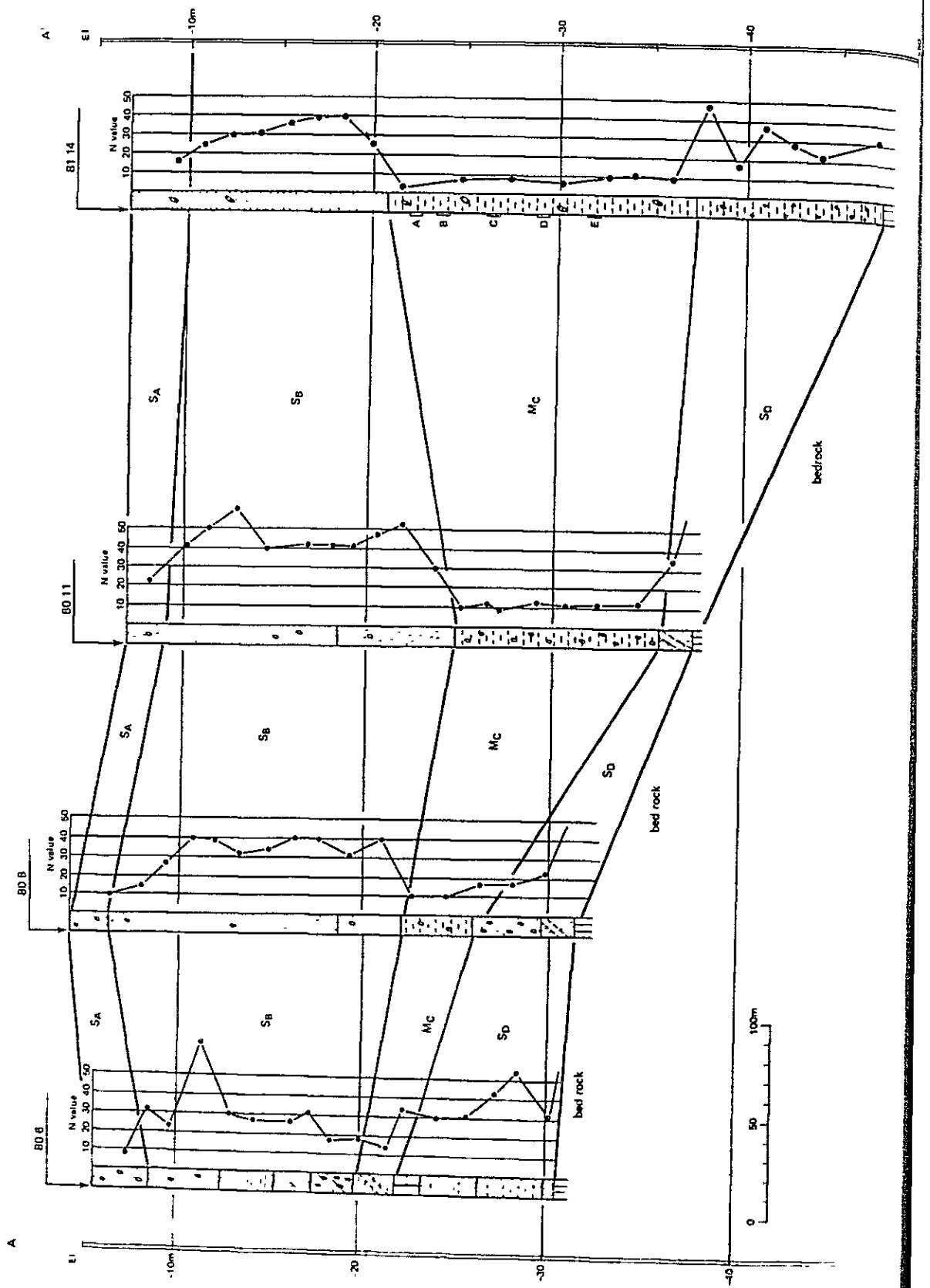


図 4-2-2(2) 埠頭の地質断面 (B - B' 断面)

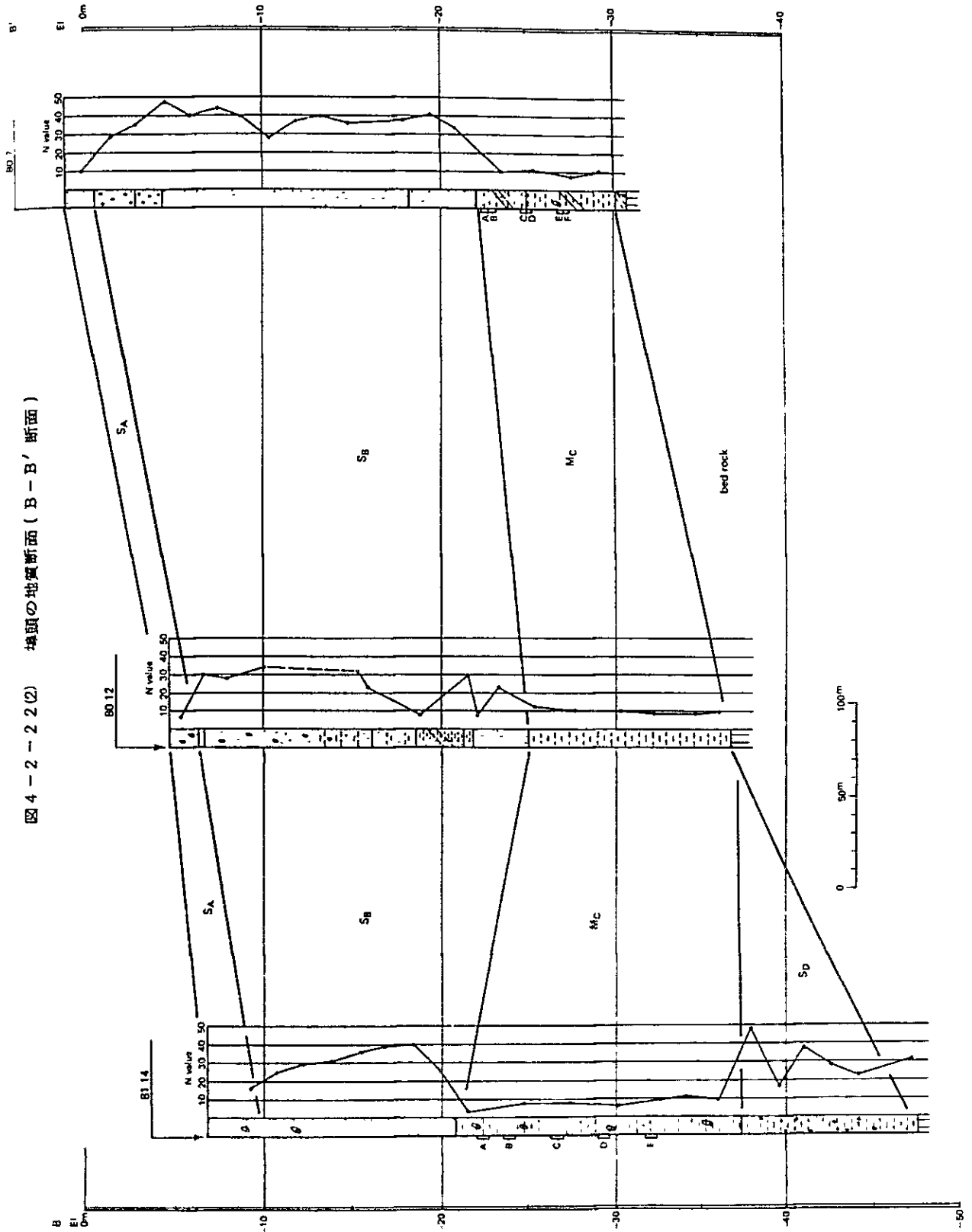
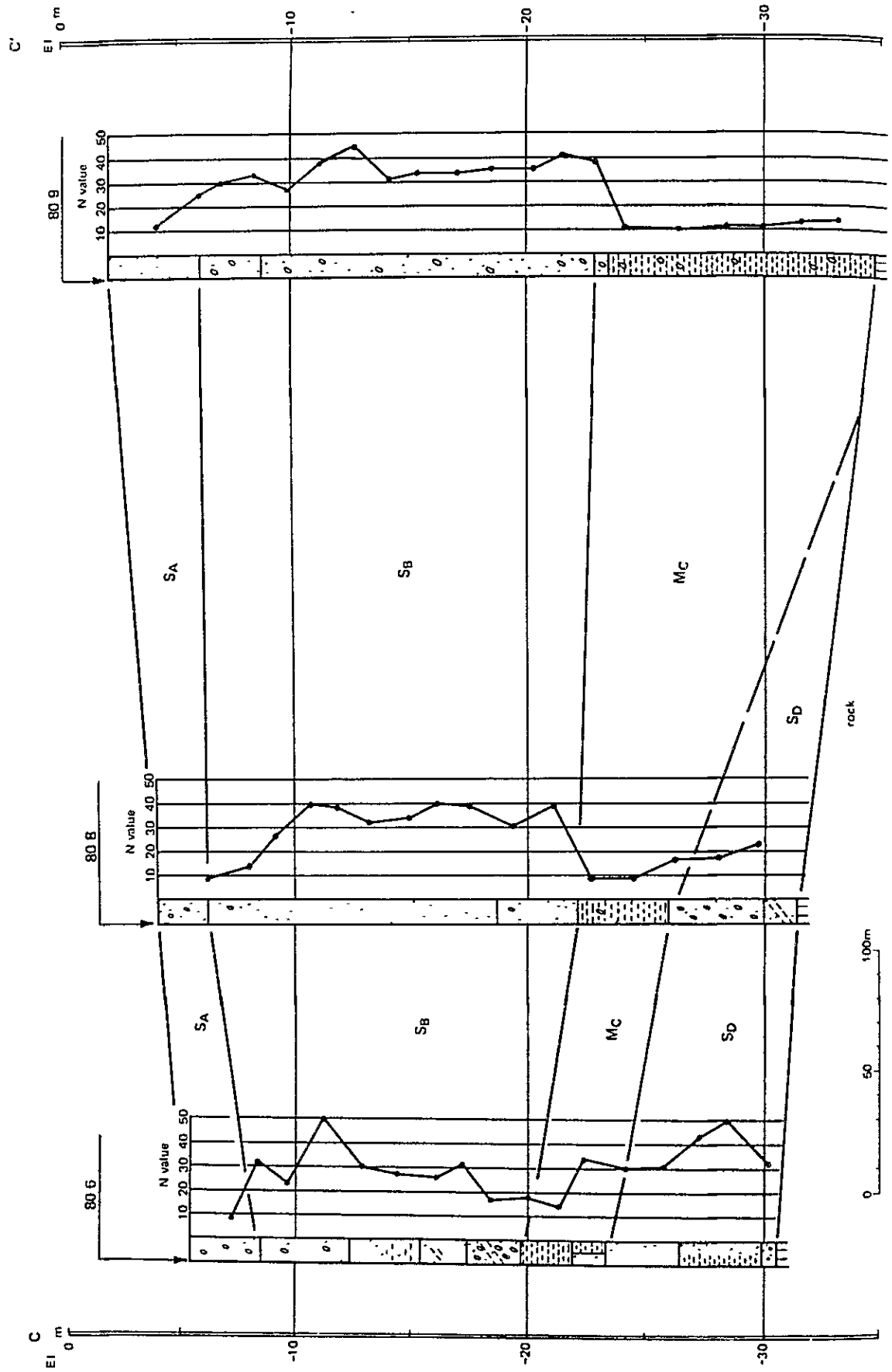


図 4-2-2 (3) 埠頭の地質断面 (C-C' 断面)



42～45%で、液性限界L₁(50～60%)と塑性限界P₁(32～34%)の中間にある。この土質は一部を除きMHに分類される。そして土粒子比重G_sは約2.7, 単位体積重量γ_tは, 1.68～1.84 g/cm³, 間隙比eは1.1～1.35である。力学試験結果は80-7と81-14の両地点からの不攪乱試料によると,

一軸圧縮強度 q _u	1.2～2.6 kg/cm ²	} 三軸圧縮試験(uu)結果による。
粘着力 C	0.7～1.0 kg/cm ²	
内部摩擦角 φ	2～5°	
先行圧密荷重 P _y	2.0 kg/cm ²	
圧縮指数 C _c	0.48	

である。

SD層

砂や砂混りシルトで、砂、シルト、粘土、礫で構成される。土質分類法では、SM、SCにあたる。土粒子比重は2.76～2.83である。

③ 埠頭計画地域の土質状況

Ⅱ期計画地域の埠頭法線にほぼ沿った地質断面は、図-4-2-22(3)に示すとおりである。前述の調査結果から、この法線の土質状況を述べると次のとおりである。

海底下に推積するSA層はゆるい細砂で、N値は約10であるが層厚は2m前後で薄い。

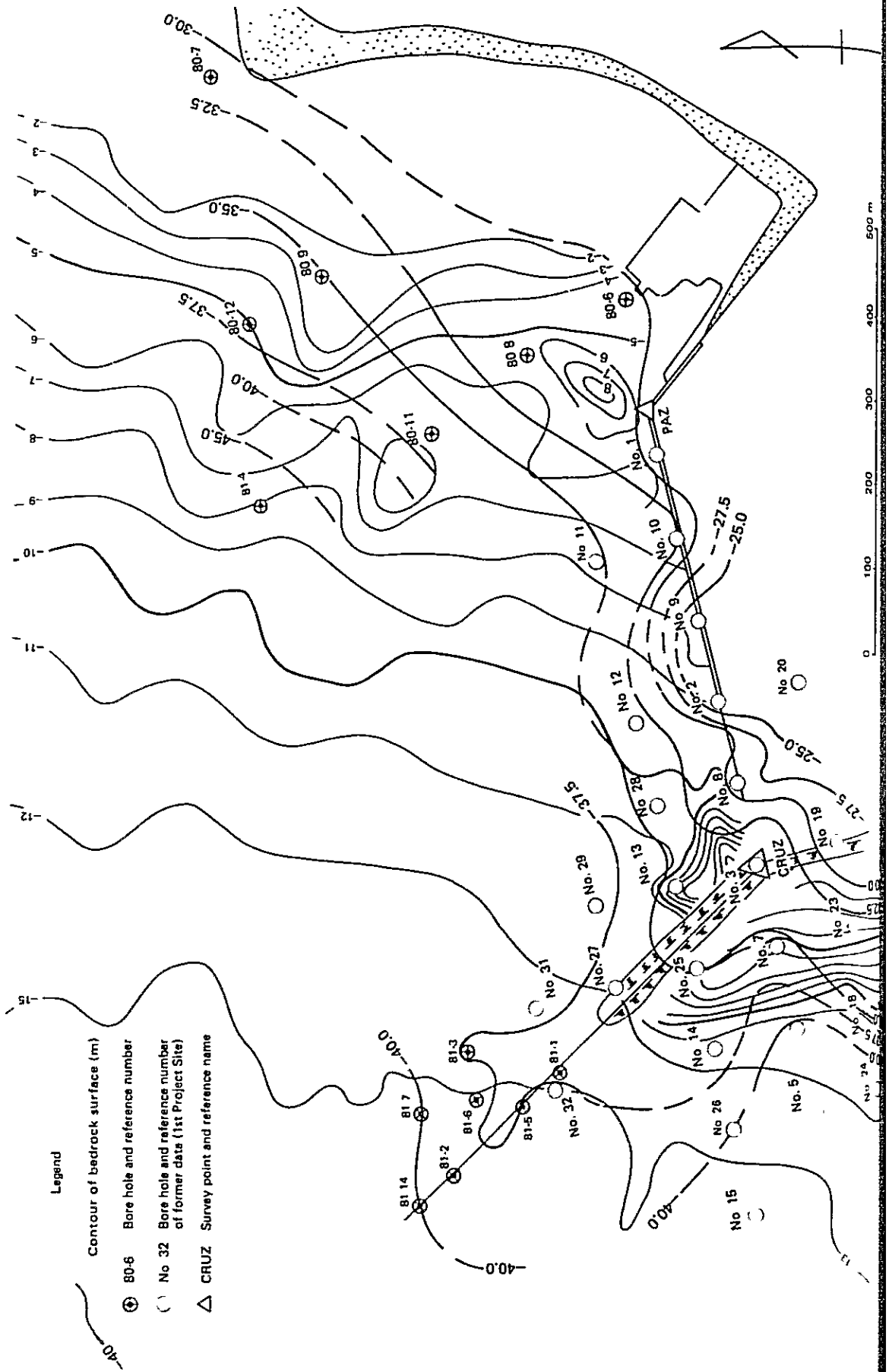
SB層は粗砂～中砂を主体とする砂層で、N値が25～40の締った地層である。従って内部摩擦角は約35度と換算される。この地層の厚さは約10m以上あり埠頭の支持層としては、良好の地層といえる。

MC層は均一なシルト層で含水量は小さく、硬い地層である。この地層の上面はE1-20～22mであり、層厚は計画法線上では3～15mで東側が厚い。

三軸圧縮試験(uu)による粘着力Cは7～10 t/m²であり、圧密試験にもとづく先行圧密荷重は2.0 t/m², 圧縮指数C_cは0.48である。

基盤岩は本地域で最も地耐力の大きい地層である。その上面の分布状況を防波堤地域を含めて示したものは図4-2-23のとおりである。

図 4-2-23 基礎岩の等高線図



(3) 防波堤延長計画地域の地盤

防波堤延長計画地域の調査ボーリング位置は図4-2-24に示すとおりであり、各孔の柱状図は図4-2-25(1)~(7)に示した。図4-2-24のD-D'およびE-E'の地質断面を図4-2-26(1)~(2)に描いた。

① 地層状況

地質断面図から本地域の地盤を区分すると、基盤岩を除き、上部層は砂質土、下部層は粘性土からなる。そして下部層の上部は砂質であり、全体で3層に区分される。この地層を上部からsa, mb, そしてmcと仮称し、各層の特徴を次に述べる。

sa層

sa層は黒色の細砂~微細砂からなる。下部にはシルト質の所やシルトの薄層をはさむことがある。また貝殻片を混入する。層厚は7~10mである。標準貫入試験のN値は10~20の値の所が多いが、非常にゆるい所や、シルト質の所では10以下の値を示す。

mb層

mb層は、主に砂質シルト及び砂混りシルトからなるが、81-7地点では細砂層を狭在する。粘性は中位、含水量は中~大位であり、層厚は2.5~7mである。N値は砂層部分を除き、1~4と非常に軟かい。

mc層

mc層はシルトからなり、均質であり、粘性は大、含水量は中~大位である。貝殻片を少量含む。81-2, 81-4の両地点では最下部にシルト混り細砂の薄層が存在する。層厚は0~1.6mで、N値は1~7である。

これらの地層は全て沖積層と推定されるが定かではない。基盤岩は第三紀中新世のPunta Carballo累層である。

② 土質特性

各調査ボーリング地点の土質試験結果は図4-2-25(1)~(7)の柱状図に土性断面を付記した。次に各層別の一般的な土質特性について述べる。

sa層

sa層は細砂からなり、砂質土を5~40%含有し、統一土質分類法(ASTM: D2487)ではSMに相当する。この土粒子比重GSは、2.7~2.8である。

mb層

mb層は砂質シルト及び砂混りシルトで構成される。粒度特性は20~40%の砂と約20%の粘土を含むシルトである。液性限界L1は40~55%、塑性限界P1は30~35%であり土質分類法によるとML, CH, MHに分類される。自然含水比Wn17~57%は液性限界の付近に位置する。土粒子比重GSは2.65~2.82であるが、2.7前後のものが多い。単位体積重量 γ_t は、1.66~1.74 g/cm³、間隙比eは1.30~1.45である。図4-2-27(1)~(2)にWnとeと γ_t の関係を示したが、全体にバラノキが大きい。

剪断特性は	一軸圧縮強度 q_u	$0.3 \sim 0.7 \text{ kg/cm}^2$	} 三軸圧縮試験 (uu) による。
	粘着力 C	$0.4 \sim 0.6 \text{ kg/cm}^2$	
	内部摩擦角 ϕ	$0 \sim 3^\circ$	

mc層

mc層はシルトからなる。粒度組成は、シルトの外2～15%の砂分と10～30%の粘土分を含み、上部が砂質、下部が粘性質である。コンシステンシー特性は、液性限界が52～62%、塑性限界が30～35%であり、自然含水比は48～57%で液性限界の付近にある。この土質は極く一部を除きMHに分類される。土粒子比重は2.65～2.75である。単位体積重量 γ_t は $1.68 \sim 1.74 \text{ g/cm}^3$ 、間隙比 e は1.3～1.6であり、1.4～1.5のものが多い。図4-2-27に W_n に対する e と γ_t の相関関係を示したが、全体にかなりバラツキが見られる。

剪断特性は

	一軸圧縮強度 q_u	$0.5 \sim 1.7 \text{ kg/cm}^2$ (図4-2-28)	} 三軸圧縮試験 (uu) による。 (図4-2-29)
	粘着力 C	$0.2 \sim 0.7 \text{ kg/cm}^2$	
	内部摩擦角 ϕ	$0 \sim 5^\circ$	

であり、圧密特性は

	先行圧密荷重 P_y	$1.3 \sim 1.7 \text{ kg/cm}^2$
	圧縮指数 C_c	$0.43 \sim 0.47$

である。

③ 防波堤計画地域の土質状況

前述の調査結果から、防波堤延長計画地域の地盤の土質状況を述べると次のとおりである。

sa層は細砂からなり、下部にシルトを含む。N値は2～30と場所により異なるが、10～20の値を示す所が多い。シルトを含有する所はN値は小さい。層厚は5～8mである。

粒度試験結果から砂分含有量80%を砂層と考え、その下限をみると、それはE1～20mとなる。また、これらの砂層のN値を約10と考えると、内部摩擦角は約30度と換算される。

mb層及びmc層の粘性土は軟質のシルトが主体をなす。

層厚は1.63～2.15mであり、N値は1～9である。

このシルト層の三軸圧縮試験(uu)による粘着力 C と単位体積重量 γ_t をプロットすると図4-2-29のようになる。この図から陸側の81-1, 81-5, 81-6の各地点の強度は、沖側の81-2, 81-4の両地点のものより大きく、81-7地点の値がほぼその中間にあることがわかる。

防波堤計画地域のうち81-1, 81-5, 81-3, 81-6の各地点から陸側の剪断強度定数を推定すると次のようにあらわされる。

高 度	土質	単位体積重量 (γ_t) t/m^3	粘着力 (C) t/m^2	内部摩擦角 (θ) 度
E1-20m	砂質土	20	0	30
	粘性土	17	$c=0.3Z+40$ ($Z_0=-20m$)	0

(4) 今後の課題

今回の調査により、埠頭地域と防波堤地域の土質状況の概要は把握された。今後実施設計に先立ち、次のような調査を実施することが望ましい。

① 埠頭計画地域

今回の調査は計画地域全体の地盤状況をとらえるために実施されており、岸壁法線上では3点しか実施していない。今後の調査では法線上に50m～100m間隔でボーリング調査を行い、実施設計の資料とすべきである。

② 防波堤延長地域

この防波堤延長地域の土質調査で重要なことは、軟弱な地層の解明である。とくに成層状態、剪断強度、圧密特性などの正確なデータが必要である。

今回の調査では、剪断強度を求める試験は十分とはいえず乱されたと判断される試料の試験結果が含まれている。そして圧密特性の有効なデータはほとんど得られていない。したがって実施設計のためには次の点に留意して実施されるべきである。

1. ボーリングの間隔は25～50m、サンプリングは深さ15mごとに行い、不攪乱試料の採取は、固定ピストン式シンウォールサンプラー(φ75mm)で行う。
2. 土質試験は不攪乱試料を使用しての剪断試験、圧密試験を重点に行う。剪断試験は三軸圧縮試験(uu)を主体にcu試験も行い圧密による強度増加率を求める。
3. 防波堤の延長地域の地盤の剪断強度は、沖合になるにつれて大きく低下する傾向が見られるので、防波堤の延長の限界を確認するためにも精密な調査が必要である。

図 4-2-24 防波堤計画区域のボーリング位置図

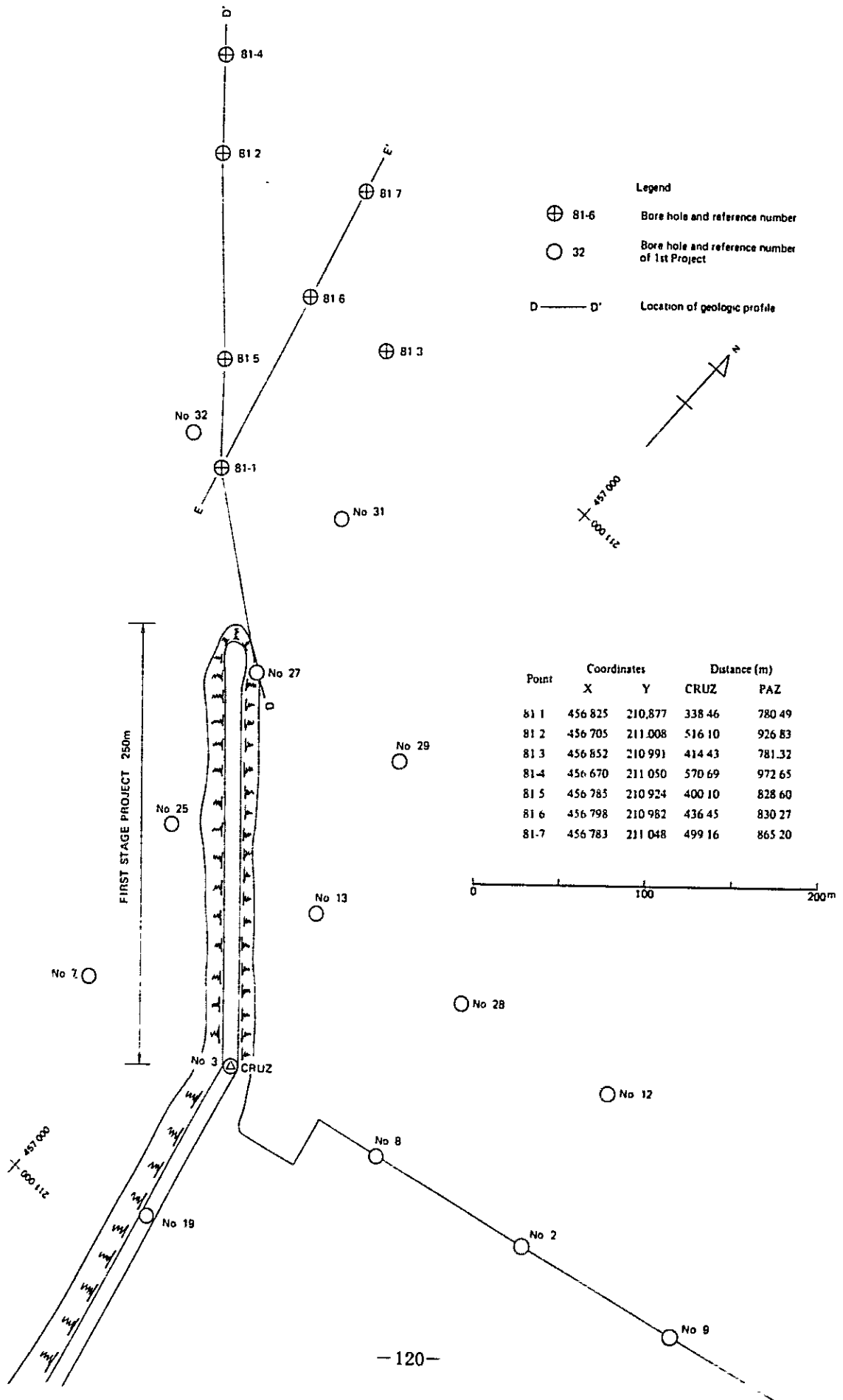


图 4-2-25(1) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Calabar

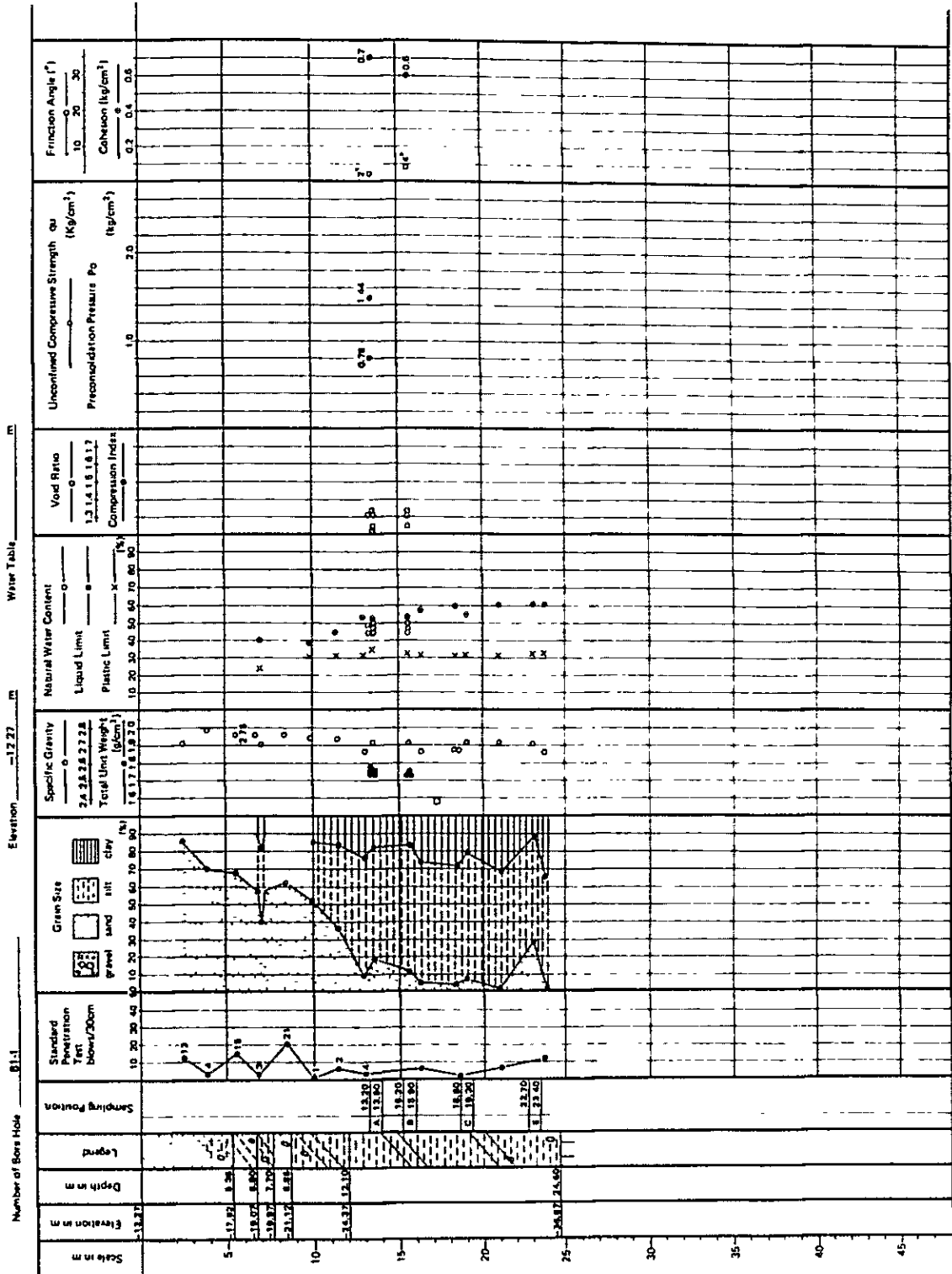


图 4-2-2-5(2) 柱状图

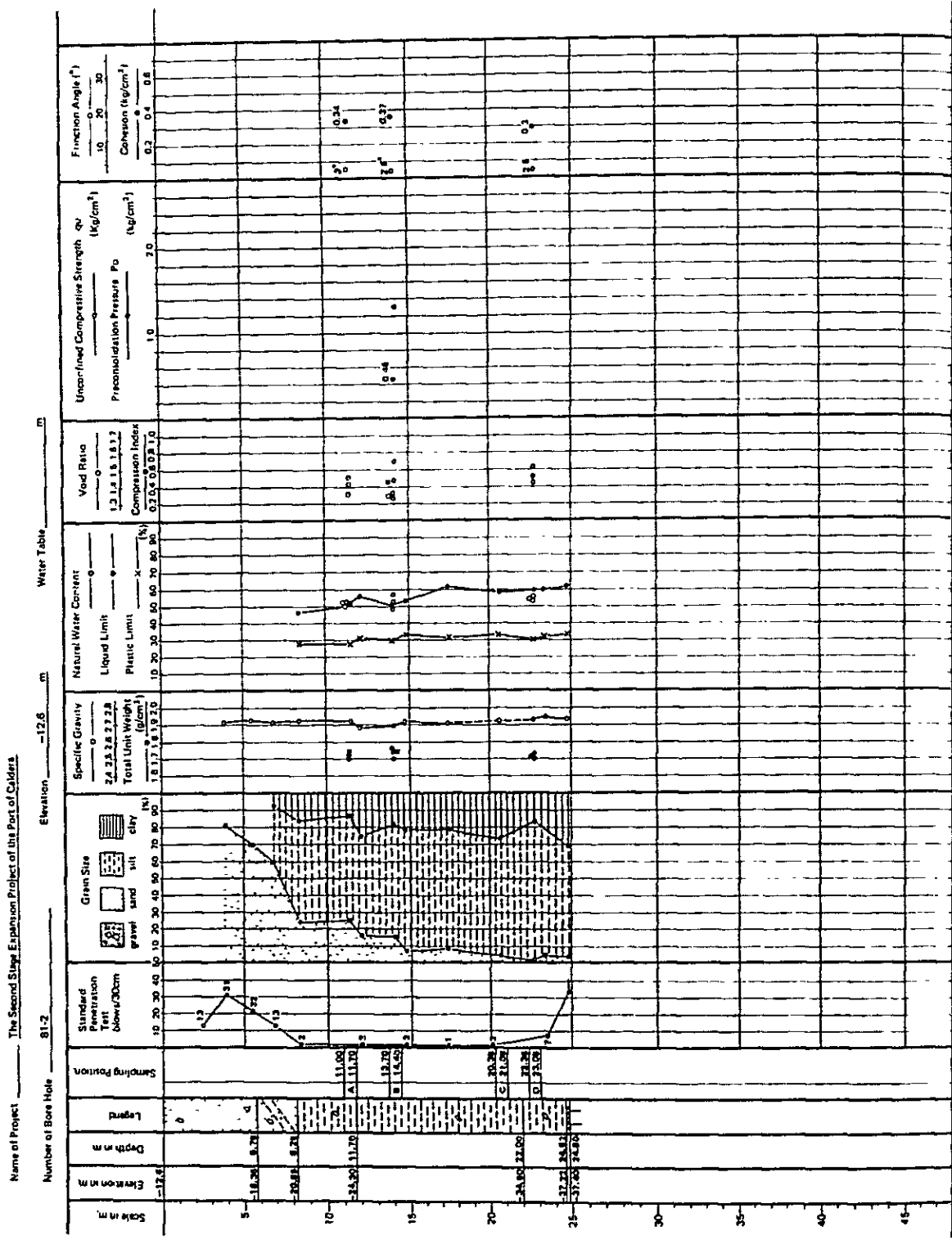


图 4-2-25(3) 柱状图

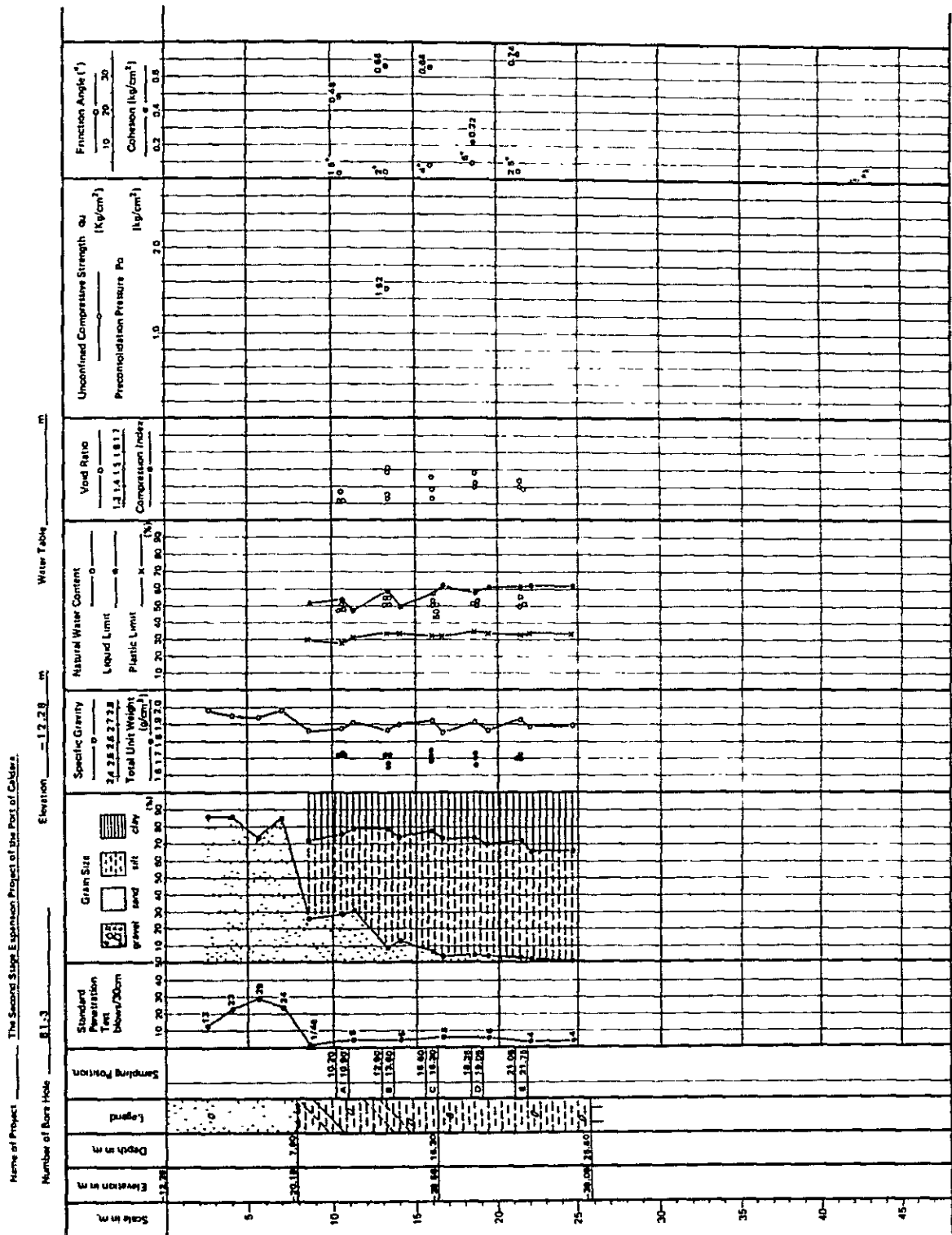


图 4-2-2-5(4) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Caldeaz

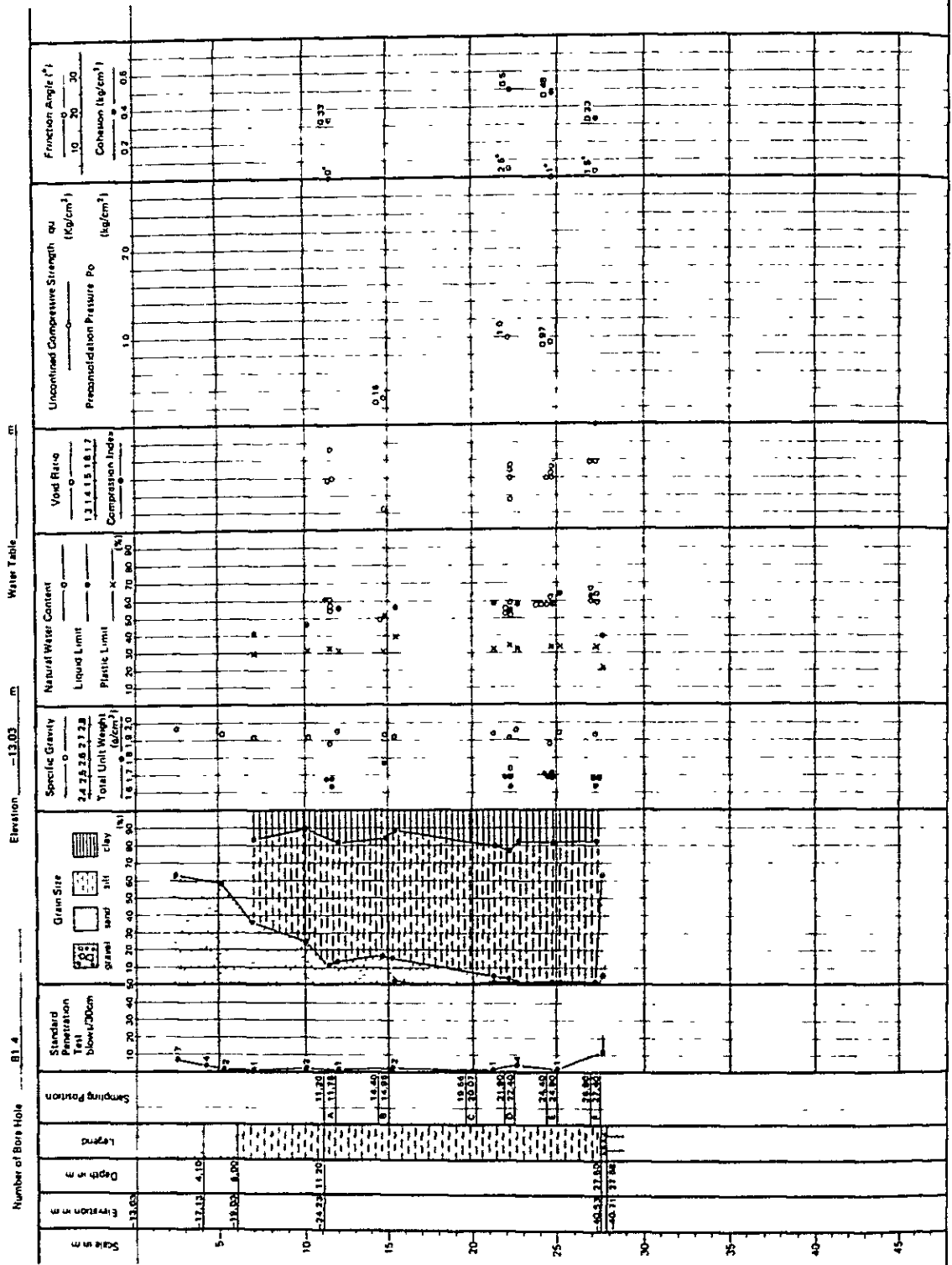


图 4-2-2 5(5) 柱状图

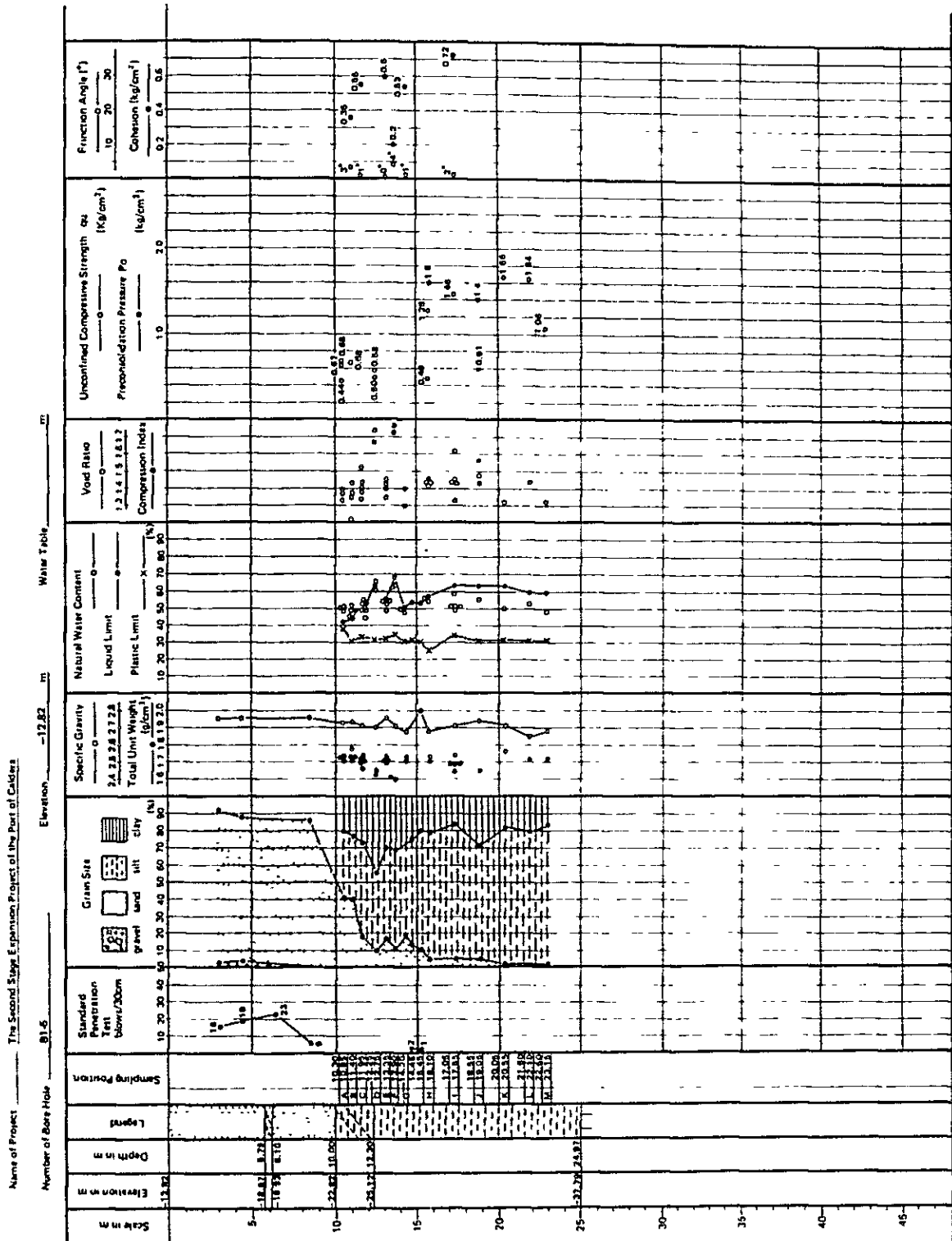


图 4-2-25(6) 柱状图

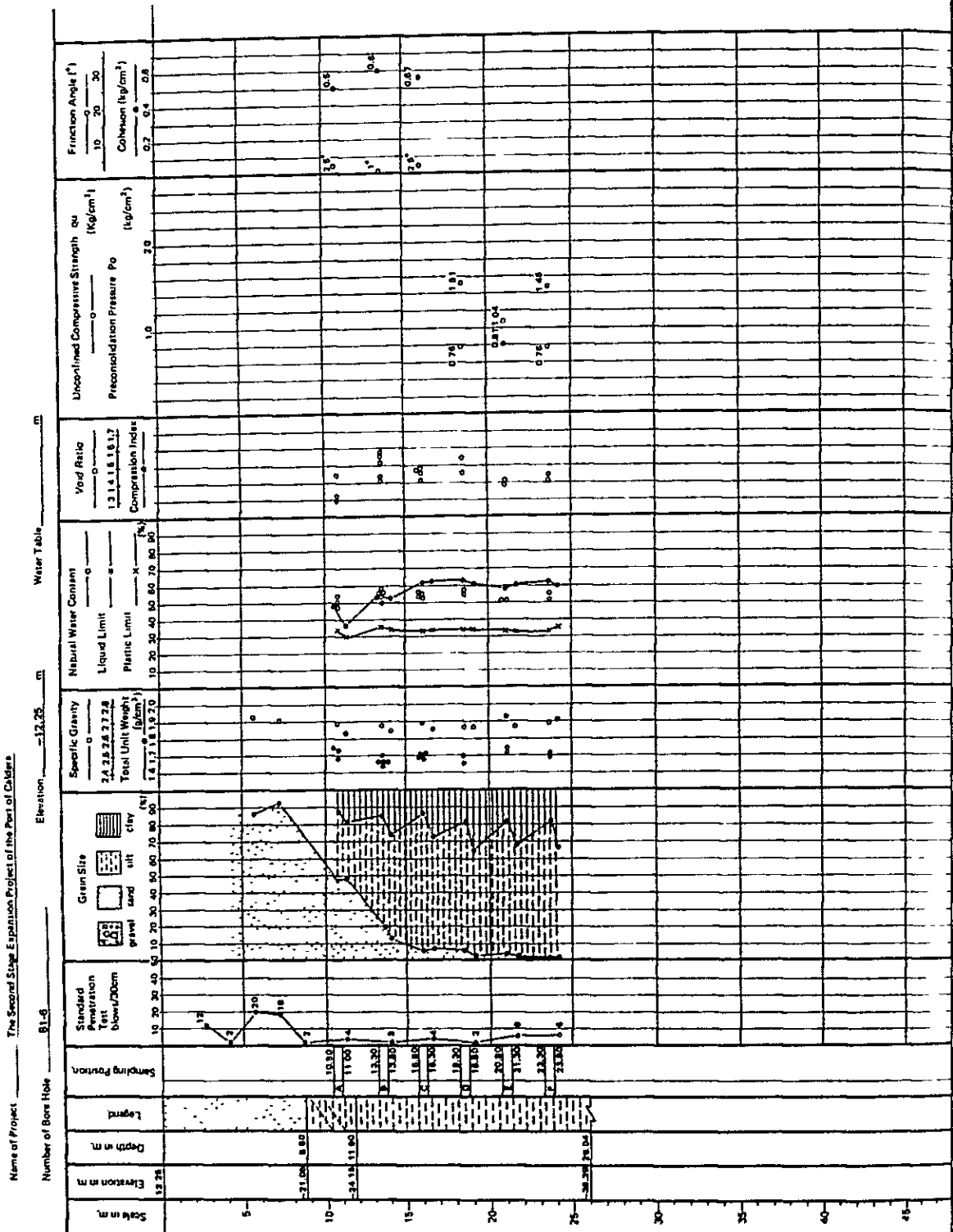


图 4-2-25(7) 柱状图

Name of Project: The Second Stage Expansion Project of the Port of Caldera

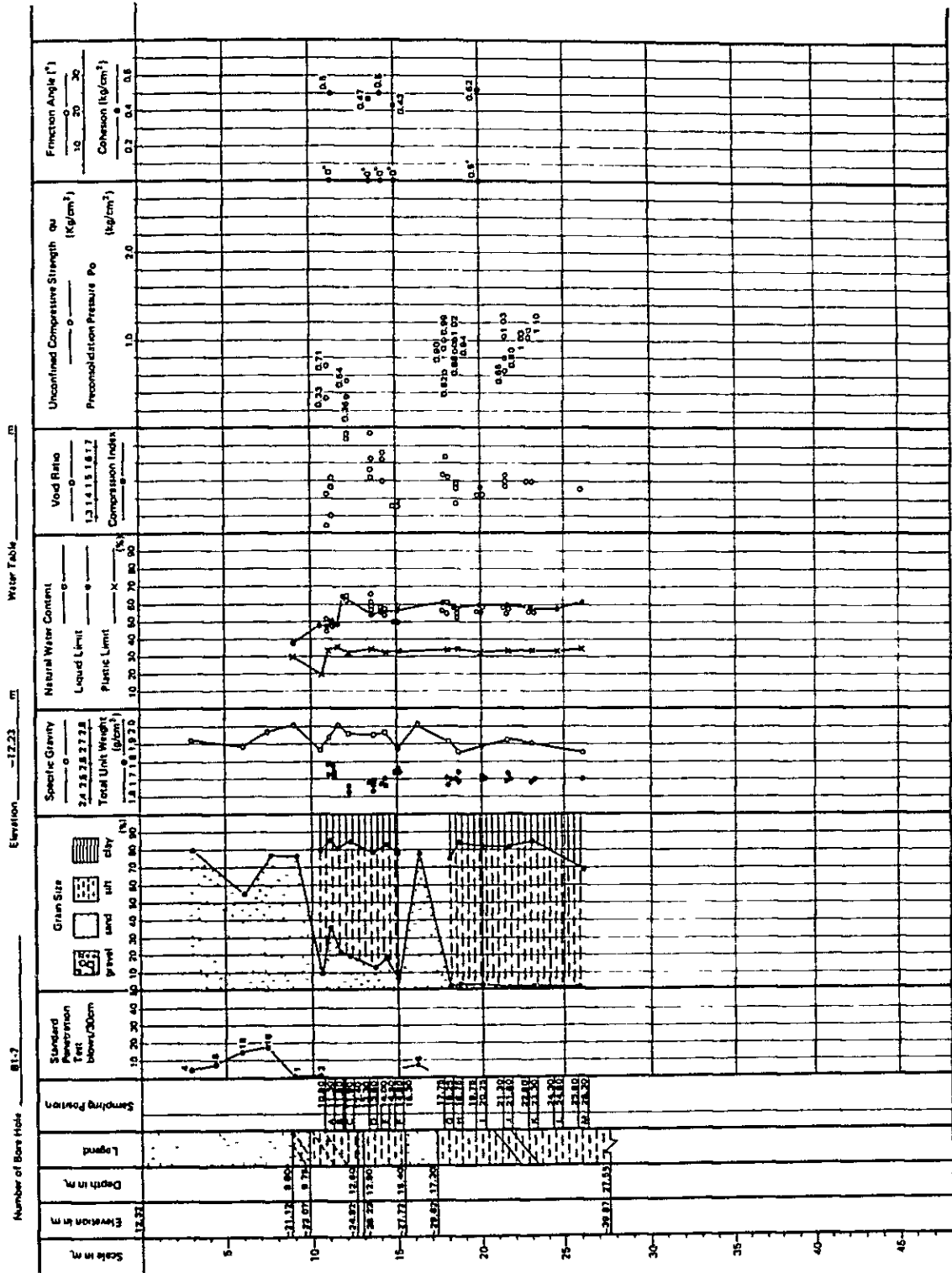


図 4-2-26(1) 防波堤の地質断面 (D-D' 断面)

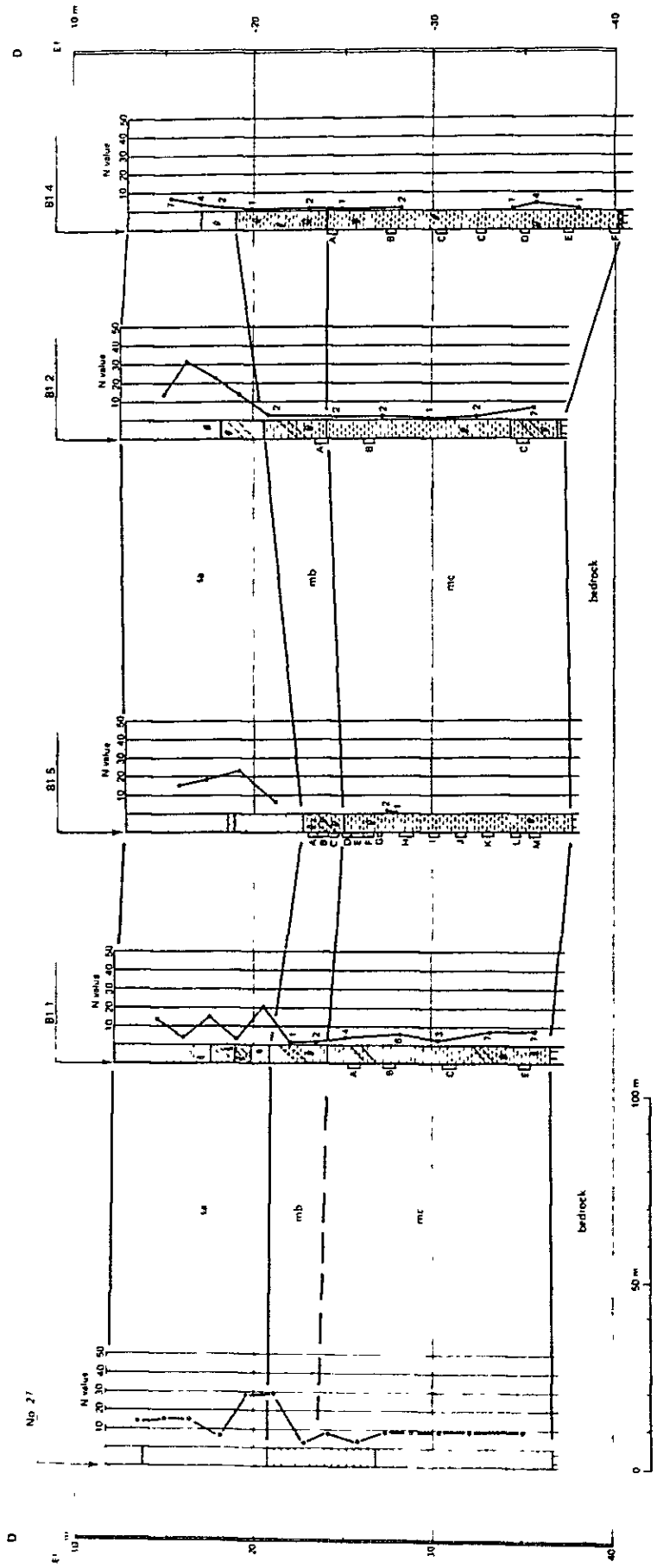


図4-2-26(2) 防波堤の地質断面 (E-E' 断面)

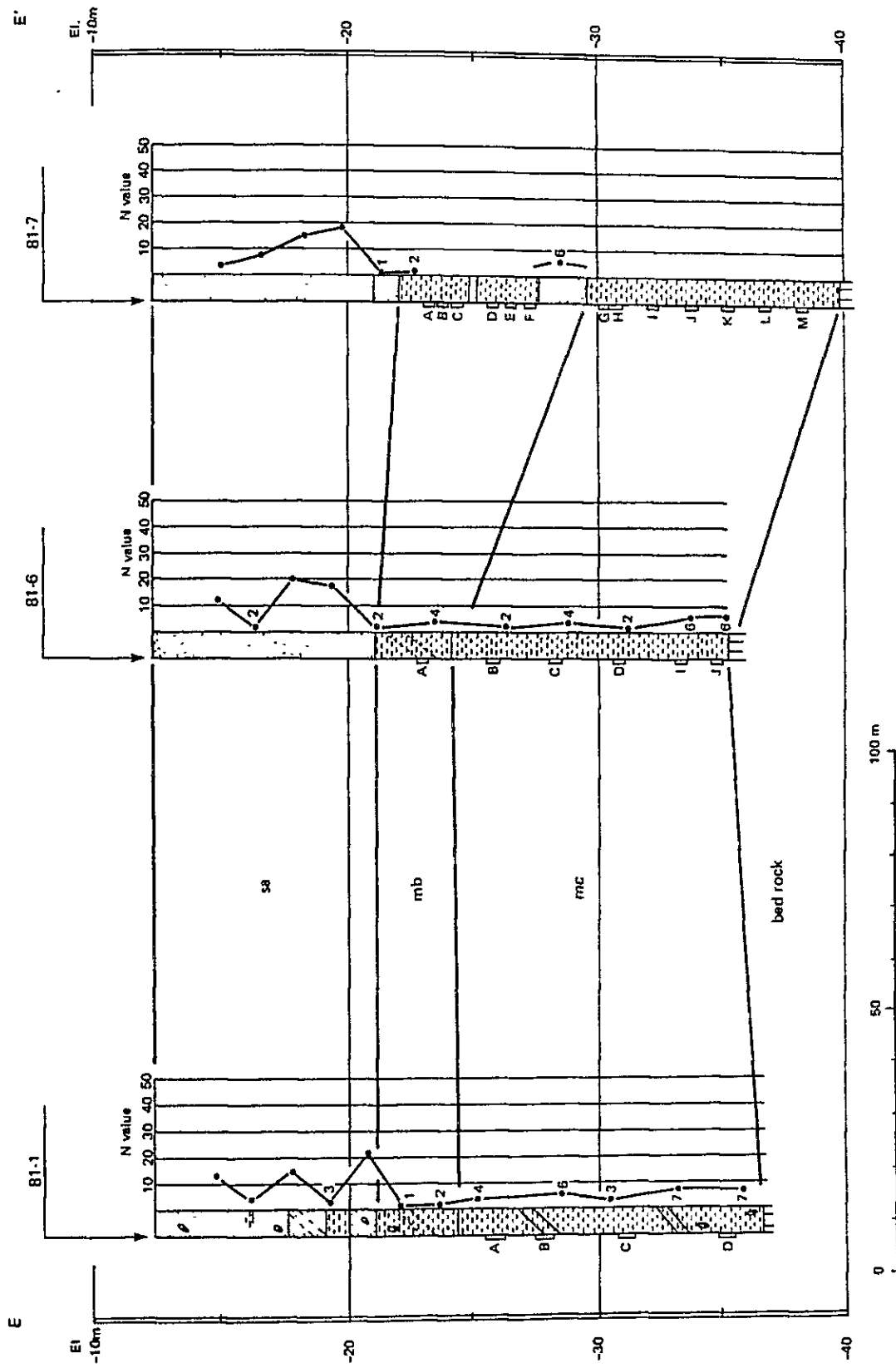


圖 4-2-27(1) 自然含水比間隙比關係圖

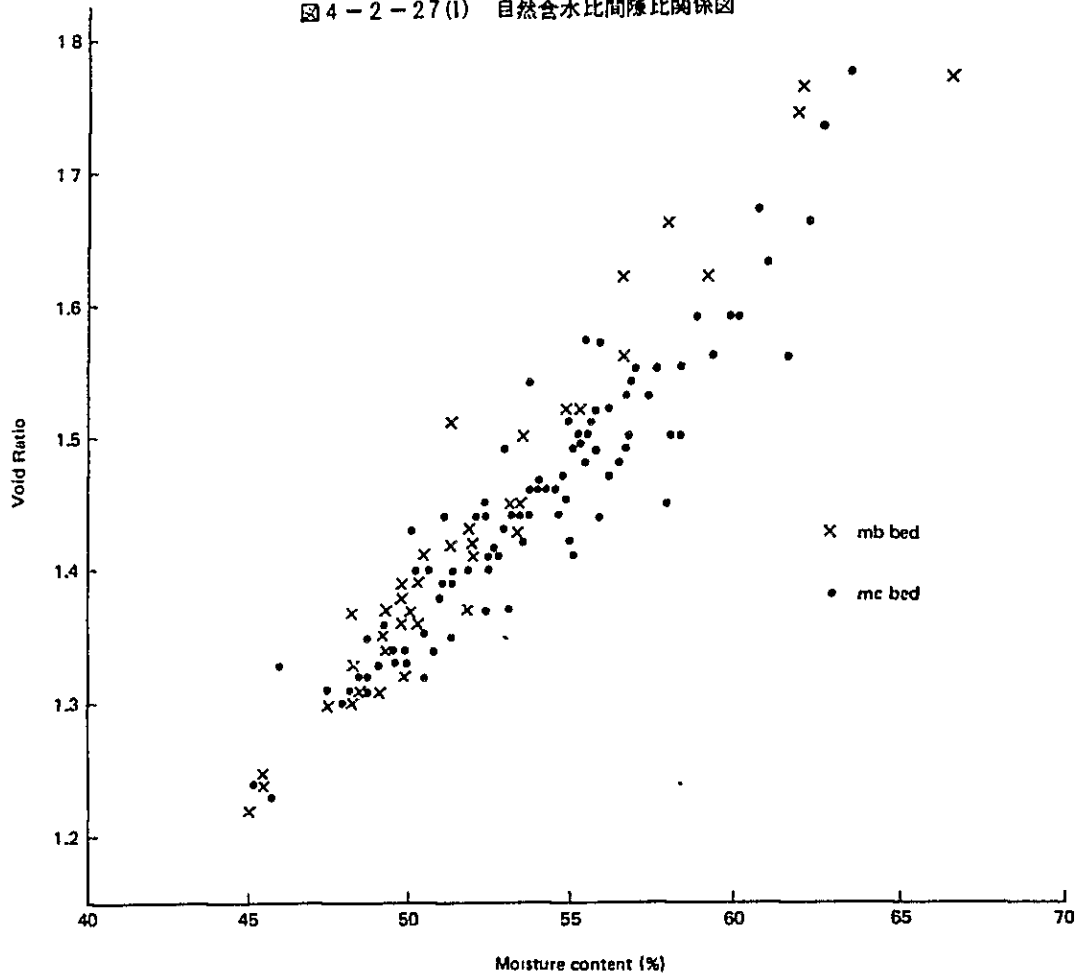


圖 4-2-27(2) 自然含水比單位體積重量關係圖

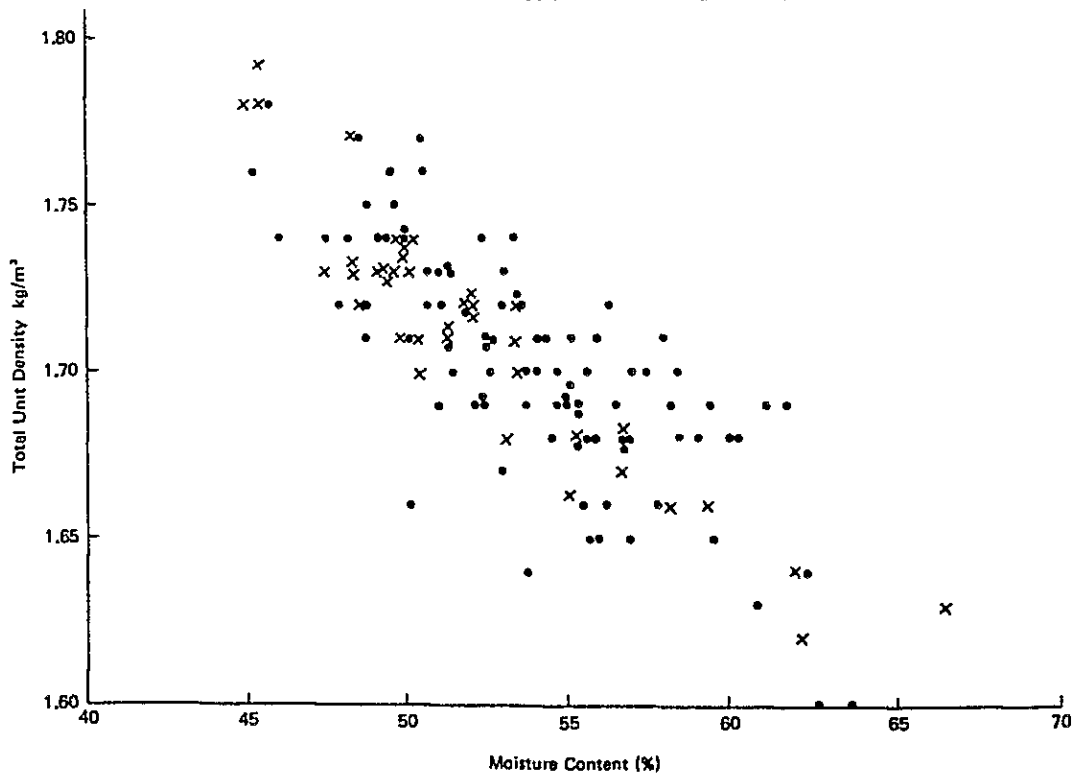


図 4 - 2 - 28 防波堤計画区域の圧縮強度

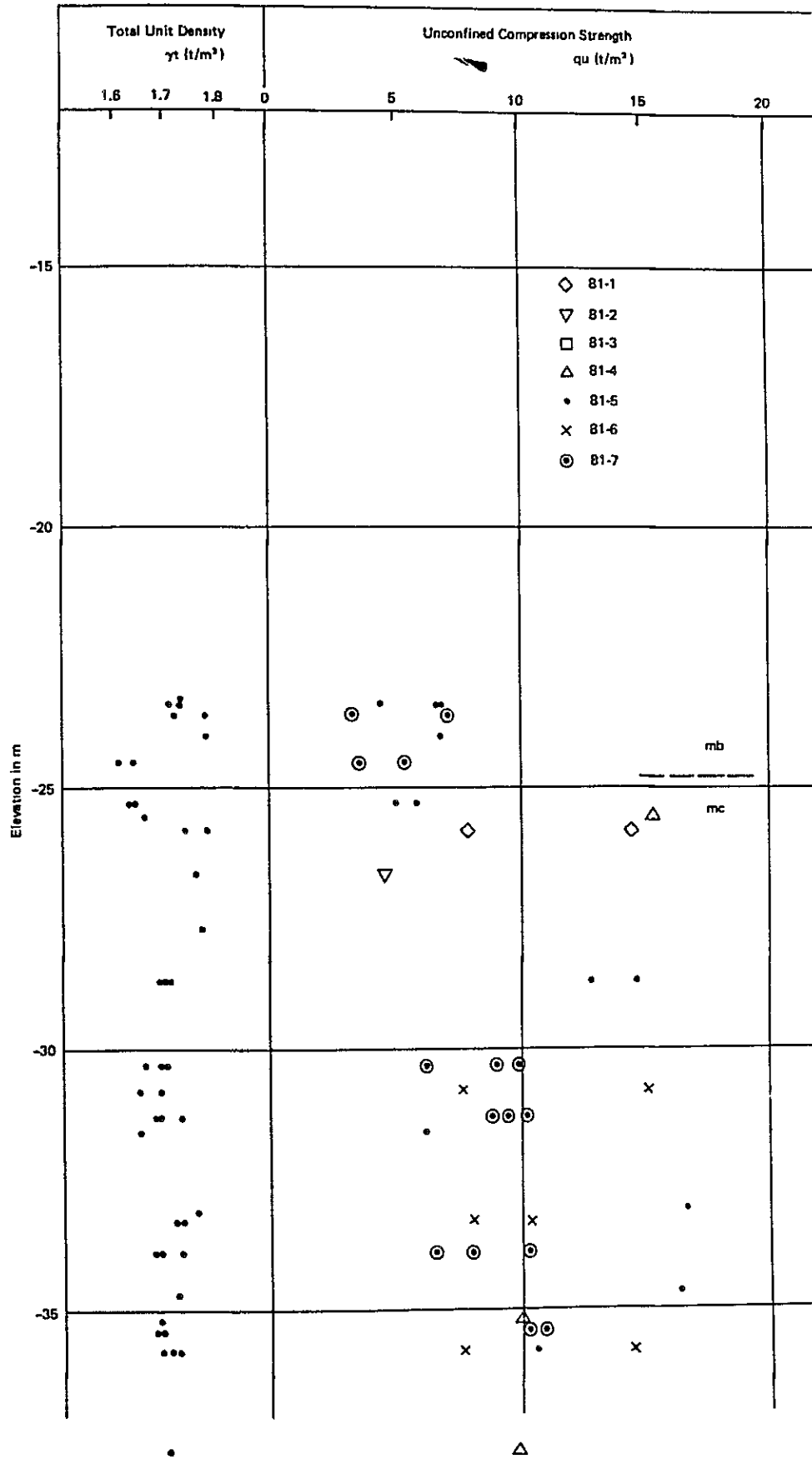
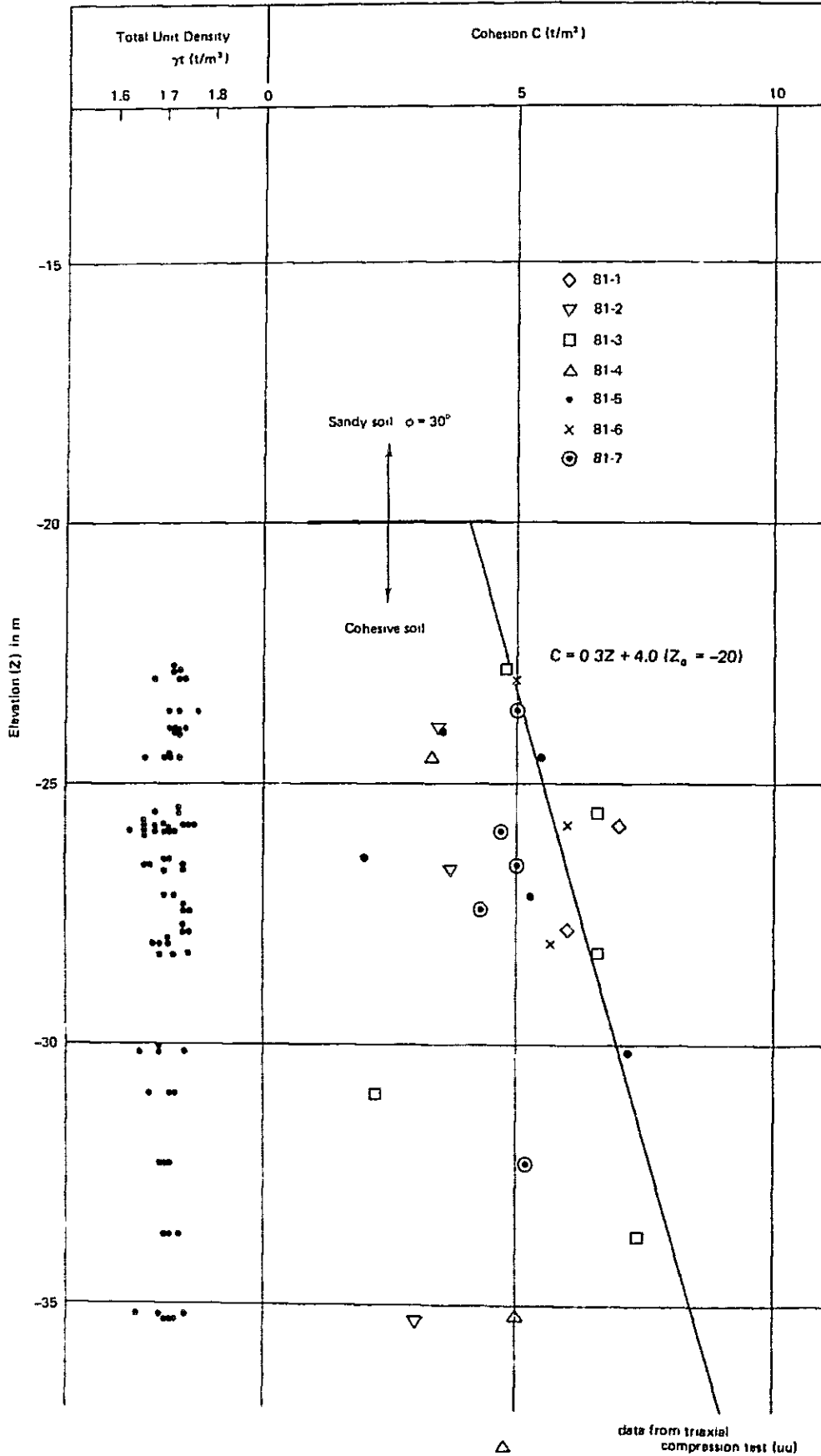


図4-2-29 防波堤計画区域の粘着力断面図



第5章

カルデラ港第Ⅰ期計画

第5章 カルデラ港第I期計画

カルデラ港の埋立工事は1974年11月、公共事業運輸省によって、岸壁工事は1978年、コスタリカ国内の建設会社であるCarrezによって開始された。平面計画を図5-1に示す。計画に含まれる施設は以下のとおりである。

5-1 防波堤、護岸

5-1-1 防波堤

当初計画の200mは1980年4月に完成し、追加延長の50mは被覆石を残してほぼ完成している。

構造	捨石式
延長	250m
天端高	+8.20m

5-1-2 護岸

構造	捨石式	
延長	500m(港外側)	1980年10月完成
	340m(港内側)	"
天端高	+7.5m~+5.0m	

5-2 岸壁

構造	鋼矢板式	
-11m岸壁	210m	1981年8月完成予定 但し当分の間 -10m岸壁として使用する
-10m岸壁	150m	1980年7月完成
-7.5m岸壁	130m	1980年6月完成

5-3 浚渫

浚渫土量:	355,535 m ³	完 成 : 1980年8月
-------	------------------------	---------------

5-4 荷役機械

現在のプンタレナス港の荷役形態は、本船ギアによる台車を介しての貨車取りであるが、カルデラ港開港後には数段近代化が進み、雑貨についてはパレット、フォークリフトによる広いエブ

ロンと直背後の上屋という近代施設との組合せ、あるいはコンテナ化の推進、又バラ物についてはニューマチックアンローダーの設置等荷役の効率化がはかられている。

1) 1期計画の発袋機械として設置が決まっているもの予定されているものは次のとおりである。

機 種	能 力	台 数
ニューマチック	3 ton	10台
クレーン	6 ton	3台
クレーン	35~40 ton	1台
トラクター		3台
トレーラー(ヘッド)		
(シャシー)	40 ton用	6台
フォークリフト	5 ton	5台
"	15 ton	1台
"	40 ton	1台
ディーゼルエンジン		1台
アタッチメント	20 f 用	1台
"	40 f 用	1台
スプレッダー	20 f 用	1台
"	40 f 用	1台
スケール	50 ton用	4台
"	3 ton用	2台
トラクター		2台
パレット(木製)	12m×1.8m	5,000個

(2) コンテナクレーン

MOP Tは現在能力35 tonのコンテナクレーンを設置する方向で検討中であるが具体的な発注時期、設置時期等の詳細については未定である。

(3) ニューマチックアンローダー

穀類のアンロードのため、現在ブントレナス港では40 t/hのニューマチックアンローダー3基が稼働しており、カルデラ開港後はそれにプラスして60 t/hのニューマチックアンローダー3基の設置が計画されている。

発注者はCNP。入札は1980年8月の予定である。

穀物の貯蔵については現在San Jose市内にあるgrain silosをカルデラ港サイトに移設することが1980年9月に決定した。用地の整地に1~5カ月要し、移設完了は1982年2月に予定されている。貯蔵能力は約10,000 tonである。

図 5 - 1 カルデラ港第 1 期計画図

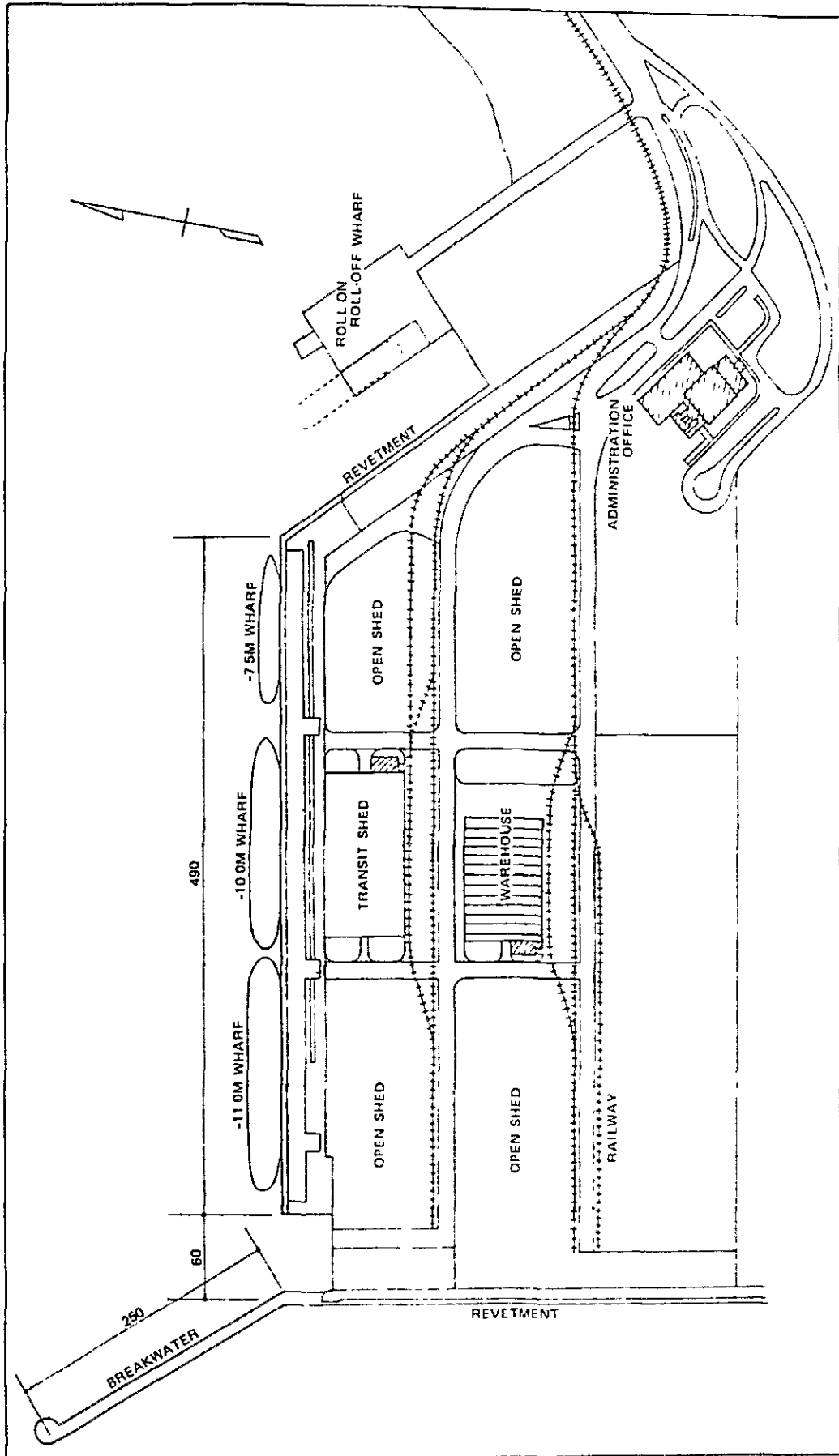


图 5-1-1 防波堤标准断面图

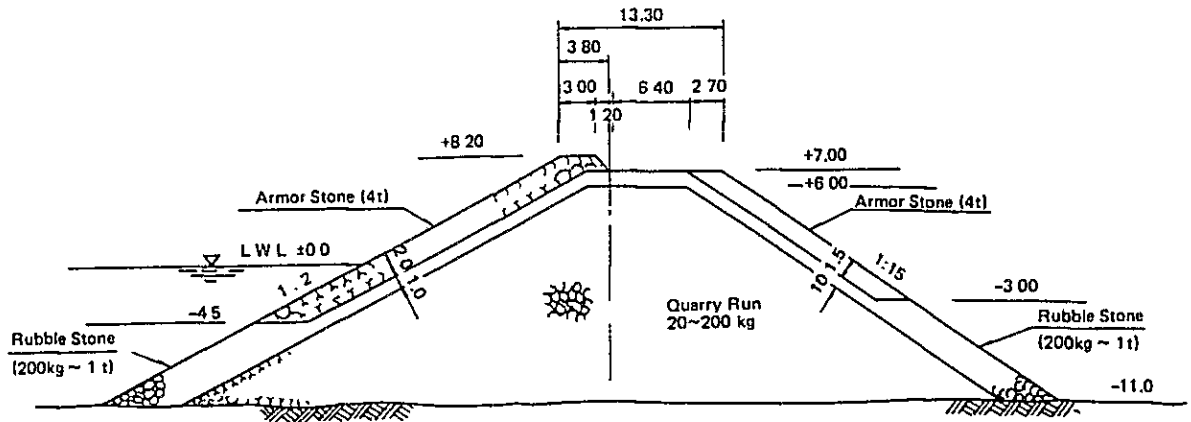


图 5-1-2 护岸标准断面图

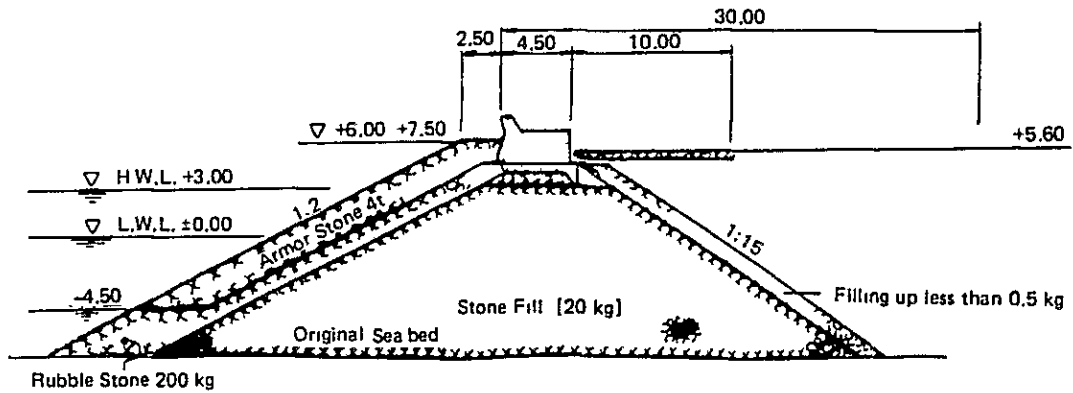


圖 5-2-1(1) 1:10 碼頭標準斷面圖

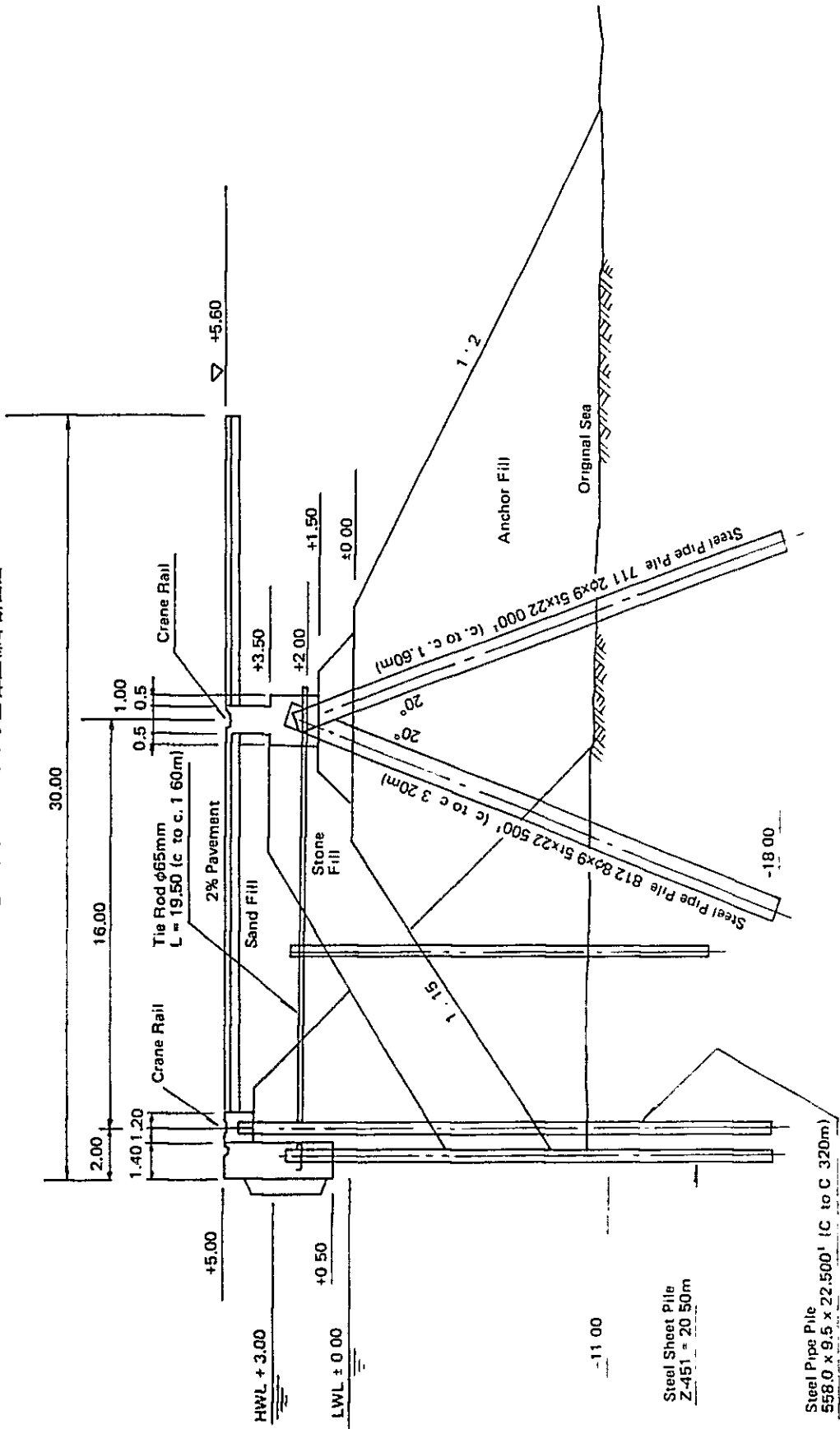


图 5-2-1(2) 110 m 岸壁 (棚構造部) 標準断面图

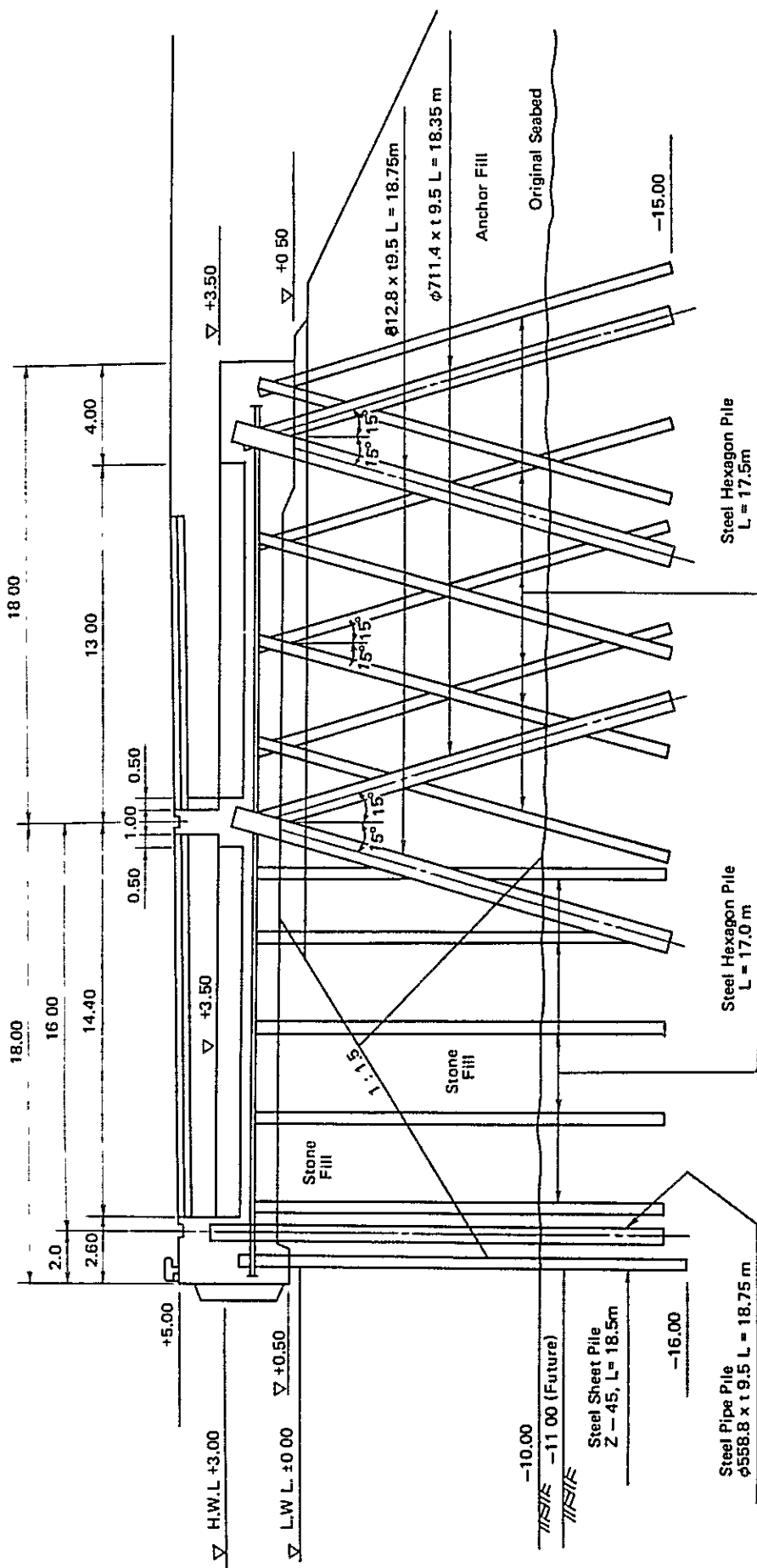


圖 5-2-2 - 100 m 岸壁標準断面圖

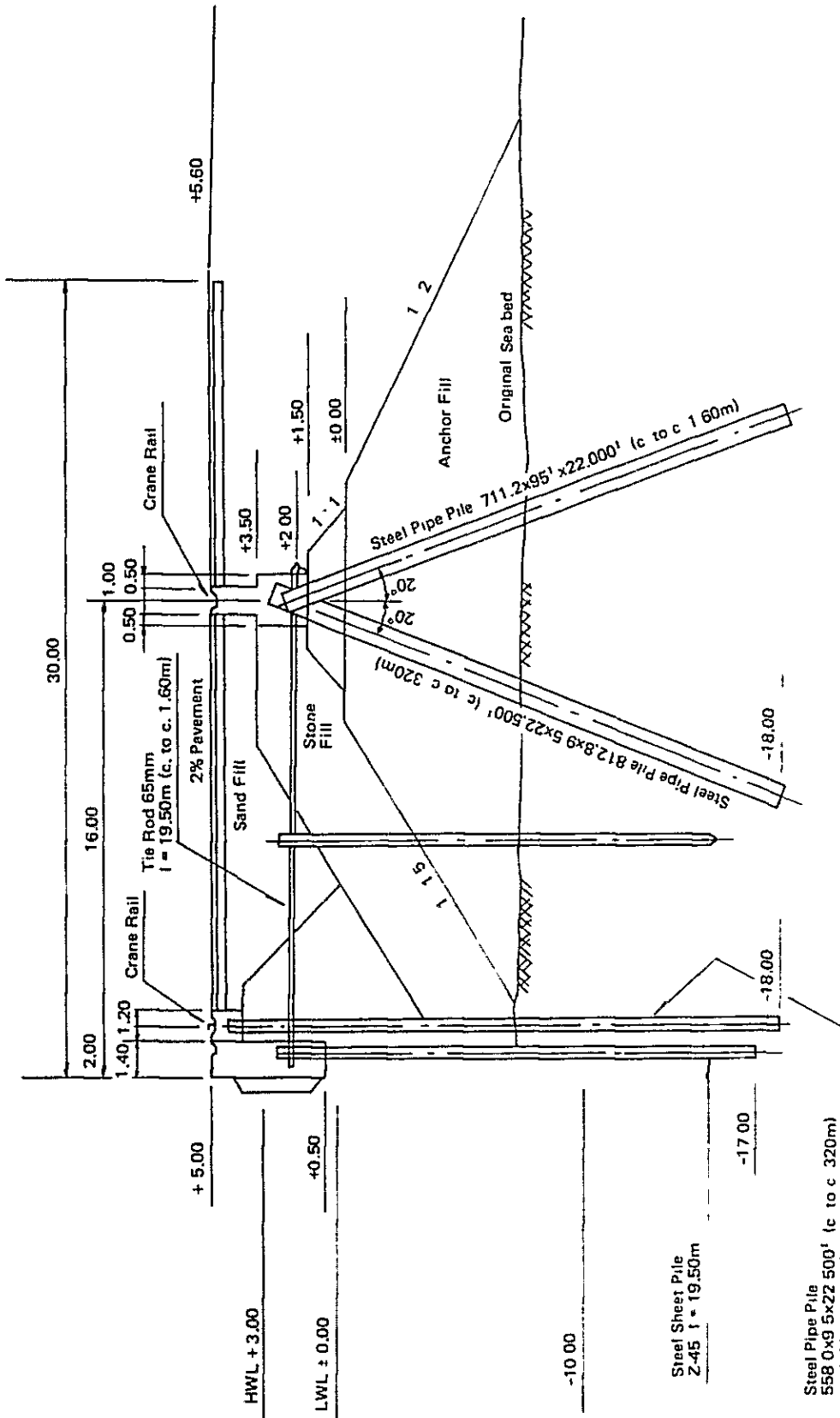


图 5-2-3 - 7.5 m 岸壁横断面图

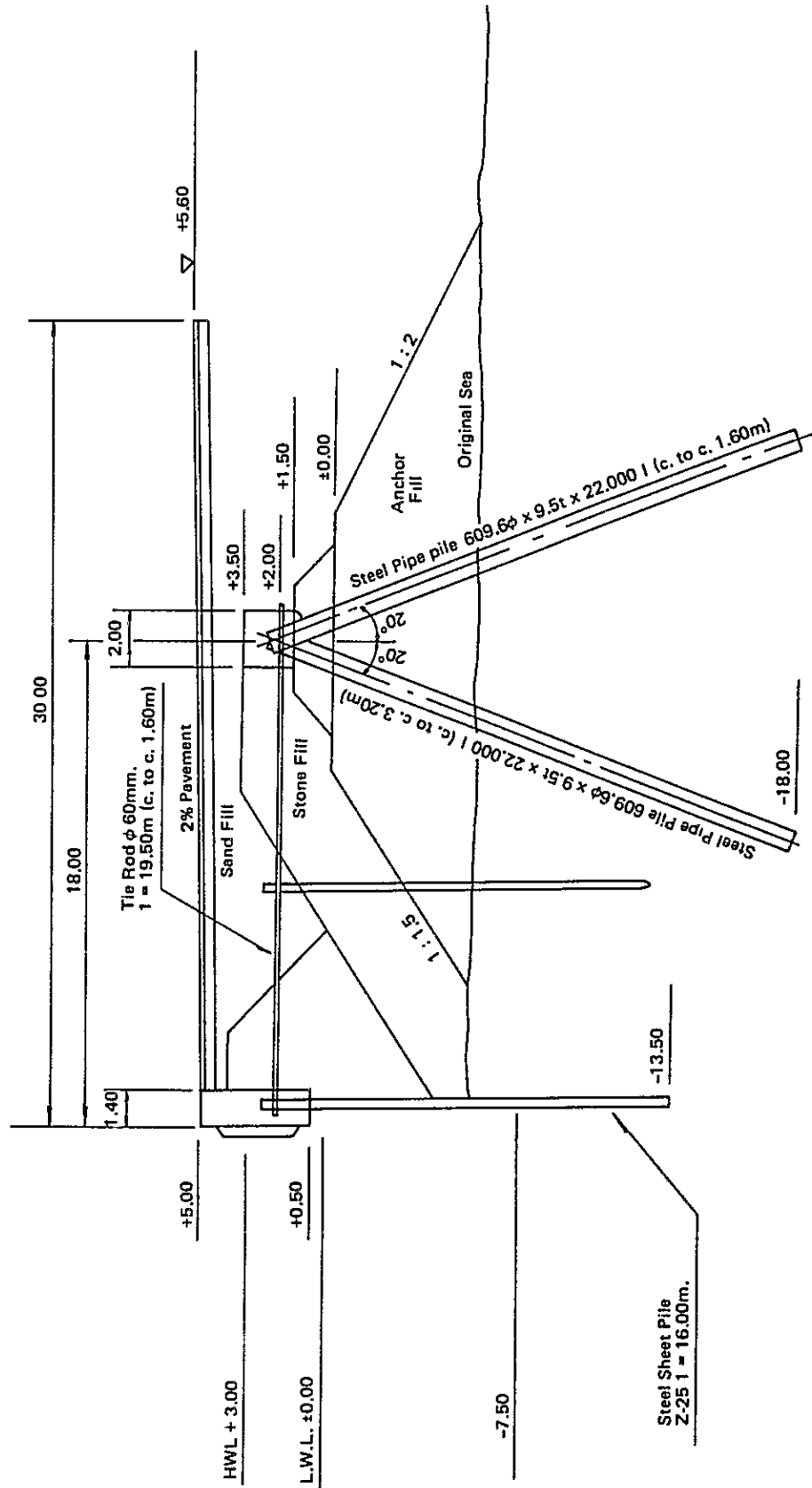
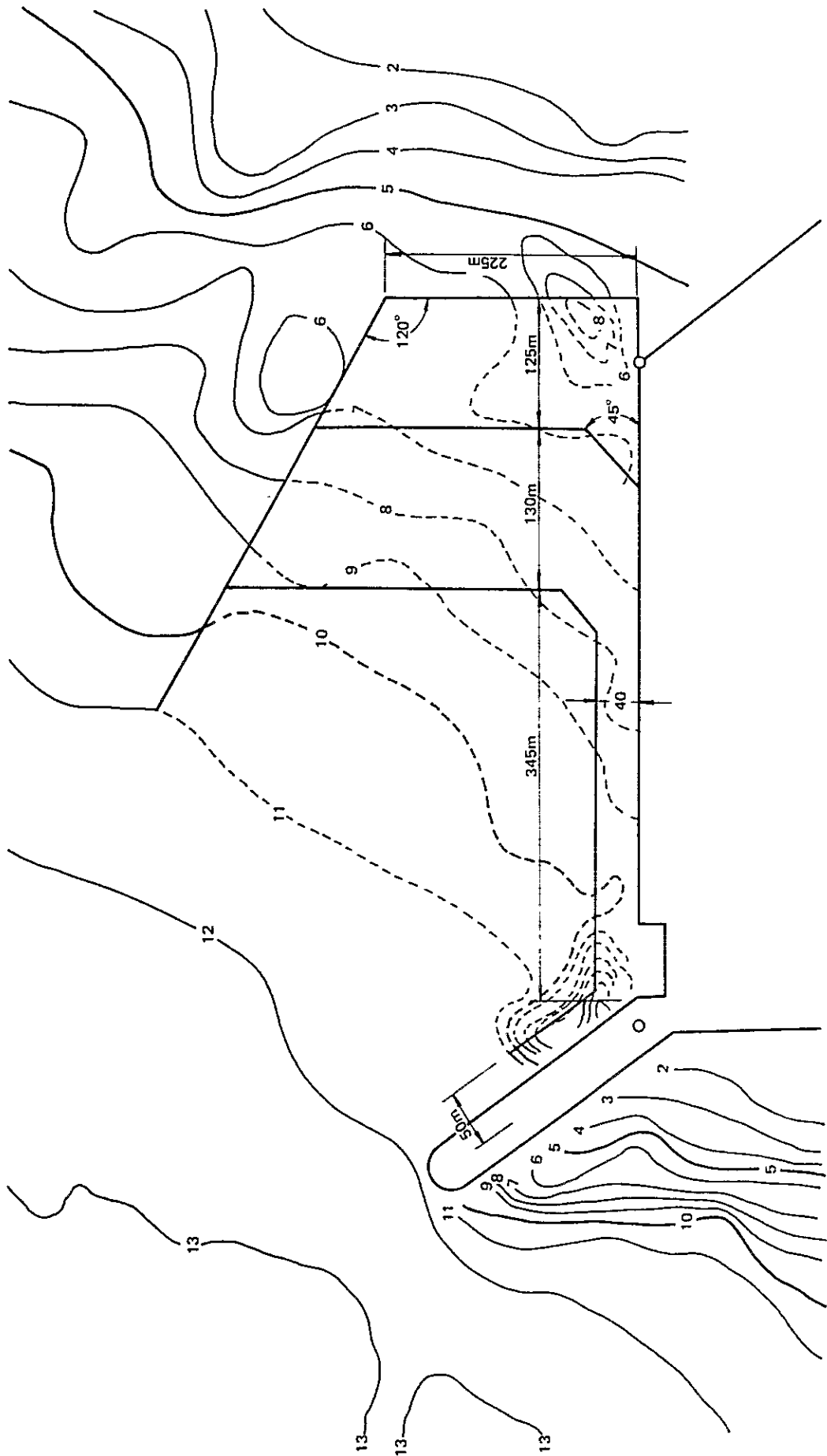


图 5-3-1 淤滩平面图



5-5 荷捌施設

カルテラ港 1 期計画として上屋、倉庫各 1 棟があり、要目は次のとおりである。

		面積	
上	屋	7.200 m ²	1 棟
倉	庫	5.400 m ²	1 棟

5-6 臨港交通施設

貨物輸送のため上屋、倉庫の背後にそれぞれ鉄道が敷設され、サリナス (Salinas) で既存の鉄道に連絡されているレールスパンは 1.07 m である。

又港内道路は幅員 12 m で、カルデラーサンホセ、カルデラーサリナス間の道路に連絡されている。

5-7 サリナスターミナル

カルデラ港に密着した貨物、通関のためのターミナルでカルデラ港の北東約 4 km に位置し、カルテラ港とは道路、鉄道で結ばれている。施設計画は Zona A (面積 10ha, 1980 年 12 月 open の予定, サンホセ市直下の貨物関係), Zona B (面積 56ha サンホセ市以外の貨物関係, その内 10ha 分は 1980 年 12 月 open を目指して調整中) に分かれている。計画平面図を図 5-7-1 に示す。

また, Santo Domingo に鉄道のターミナル計画があり, ここでもコンテナは扱われることになっている。(太平洋, 大西洋両岸のものを扱う) M O P T で現在用地購入中で, 2~3 年で完成する予定である。(図 5-7-2 参照)

5-8 工事費および資金調達実績

5-8-1 施設別工事費

施設別の工事費は表 5-8-1 のとおりである。

図5-7-1 サリナス貨物ターミナルの平面図

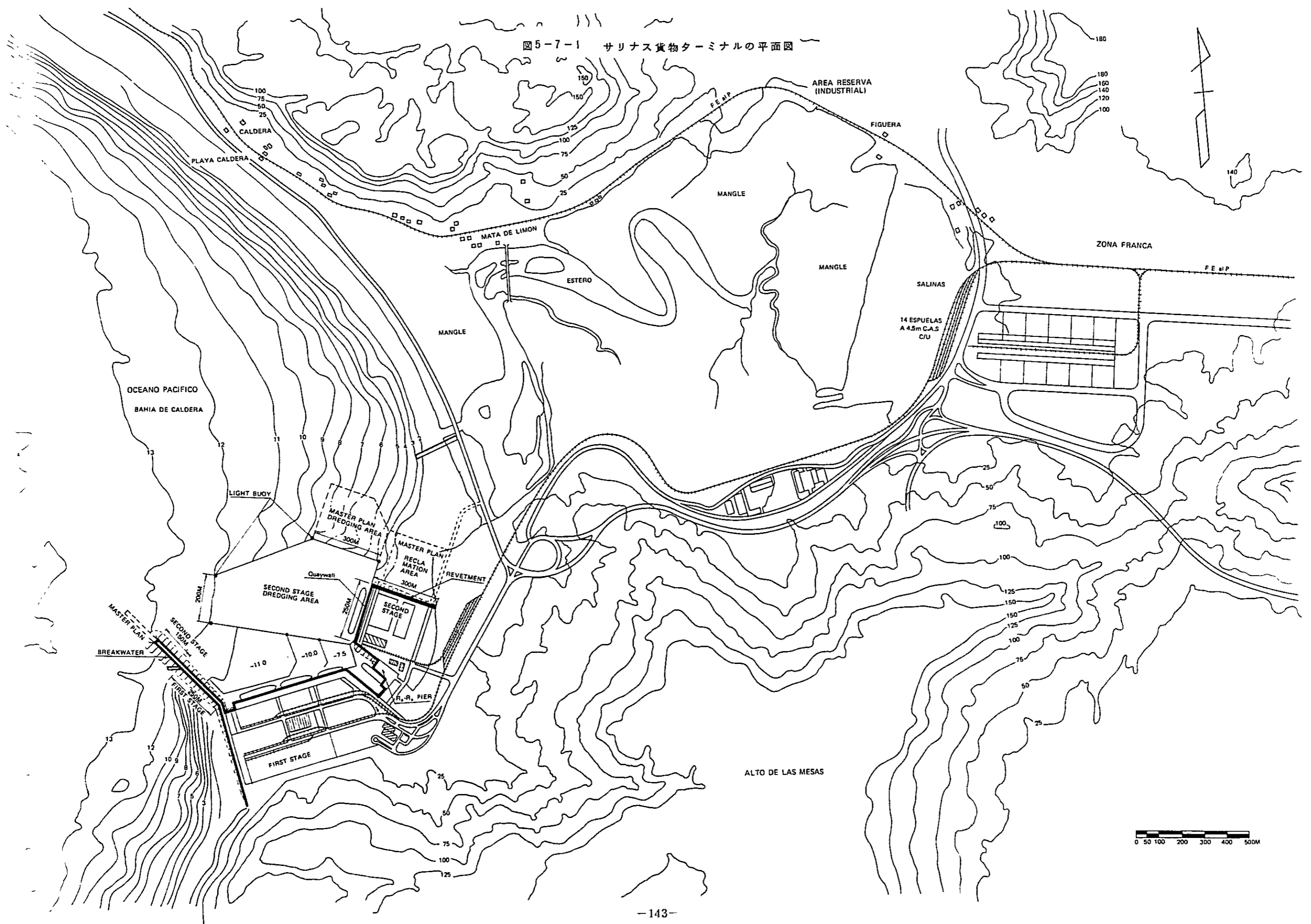


図5-7-2 サントドミンゴの鉄道ターミナル計画図

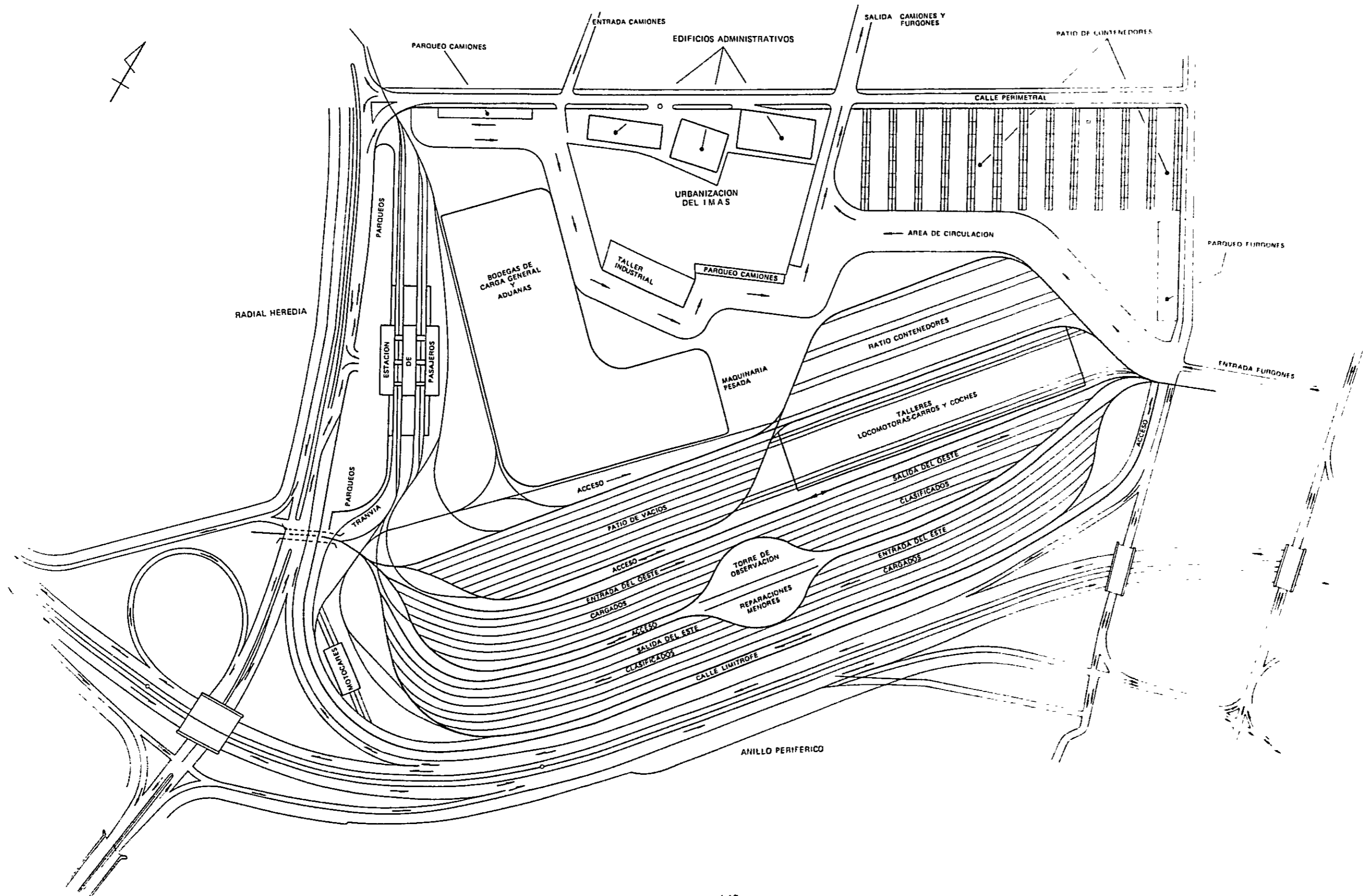


表5-8-1 施設別工事費一覧

(単位：千コロン)

種別	施設名	金額	耐用年数
土地	埋立浚渫	98,991	∞
債 却 資 産	防波堤	33,590	100年
	岸壁その他	31,602	50
	管理棟	4,771	50
	関連施設	11,615	35
	倉庫・オフィス	4,043	35
	航路標識	2,460	25
	港内鉄道	29,960	20
	舗装	4,392	15
	電気・水道・下水	26,920	15
	荷役機械	24,590	10
	計	681,750	-
	合計	780,741	-

5-8-2 資金調達実績

資金調達の実績は下記のとおりで、また、その借入条件は表5-8-2に示した。

<調達>

日本政府借款	485,711	千コロン
ベネズエラ "	142,030	
政府資金	153,000	
計	780,741	

表5-8-2 資金借入条件

(単位：千コロン)

	借入先	金額	金利	借入日	期間	据置	返済期限
①	日本政府	307,141	4.75%	74.3.5	20年	7年	94.3.10
	"	178,570	"	76.8.18	"	"	96.7.7
	計	485,711					
②	ベネズエラ政府	37,633	80%	75.10.3	19年	6年	94.12.30
	"	53,213	"	77.1.6	17	4"	"
	"	51,184	"	78.2.27	16	3"	"
	計	142,030					
① + ②	計	627,741					

5-9 管理運営

5-9-1 管理運営システム

カルテラ港の管理運営の方法については、MOP TのDIRECCION DE TRANSPORTE POR AGUAが中心になって現在とりまとめ作業中である。

その原案 SISTEMA DE OPERACION EN EL PUERTO DE CALDERA (Borrador)ができており、各関係機関との調整が行われている。その原案は下記の項目について提案されている。

各方式の分析

(Analisis de los diferentes sistemas)

船舶に対するアテンション

(Atencion a la nave)

水先案内人の操作システム

(Sistema de operacion de los practicos)

船上荷役システム

(Sistema de manipulacion a bordo carga y descarga)

荷役用機械

(Utileria)

積持ち及び積卸し機械

(Transferencia y equipo de carga y descarga)

保管

(Almacenamiento)

貨物の引渡し

(Entrega de mercaderias)

コンテナターミナル

(Terminal de contenedores)

5-9-2 管理運営組織

カルテラ港を管理運営する組織の人員は次のように計画されている。

	AMOUNT
Board of Directors	
Directors	6
Other management employers	4
Executive President	
President	1
Other management employers	6
General Audit	
Auditor	1
Other management employers	8

General Manager	
Manager	1
Other management employers	5
Legal Affairs	6
Port Operation Division	
Administration	
– Director	1
– Other Personnes	9
Port Police	25
Operation Program and documentation (SHIP PAPERS)	3
Marine Department and Pilotage	43
Cargo Handling Department	
– Loading and unloading section	224
– Equipment of Transfer Section	54
– Warehouse and Open Storage Section	97
Supervision of Operations Dept.	10
Containers Departments	15
Management Division	
Director	1
Secretary	2
Data Processing Center	8
General File	2
Financial Dept.	28
Labour affair Dept.	21
Supplying Depart.	5
Planning and Development Division	7
Engineering and Maintenance Division	97
	690
Casual stevedores	150
	840

5-9-3 港湾利用料金

カルデラ港の港湾利用料金はまだ決定されていないが、現在M O P Tが作成した原案は次とおりである。

CODIGO	CONCEPTO	¢	UNIDAD
1010	Ayudas Navegación	4,8	TRB
1020	Pilotaje	1,2	''
1030	Remolcaje	7,5	''
1040	Anclaje		
1050	Estadía	300,0	m-día (eslora)
1060	Amarres	2,25	TRB

1070	Servicios	—	—
1080	Limpieza muelle nave	0,55	TRB
1080	Limpieza muelle merc.	0,80	Ton-Mtr.
1210	Descarga M.G.	80	"
1220	Descarga Conten.	70	"
1230	Descarga Ro-Ro	52	"
1240	Gr. S.	60	"
1250	Gr. L.	32	"
1260	Refrig.	52	"
1310	Carga M.G.	75	"
1320	Conten.	65	"
1330	Ro-Ro	40	"
1340	Gr.S.	60	"
1350	G.L.	32	"
1360	Refrig.	52	"
1410	Muellaje IMG	60	"
1420	Conten.	40	"
1430	Ro-Ro	40	"
1440	Gr.S.	40	"
1450	G.L.	30	"
1460	Refrig.	10	"
1510	Muellaje E.M.G.	50	"
1520	Conten.	30	"
1530	Ro-Ro	30	"
1540	Gr.S.	30	"
1550	G.L.	30	"
1560	Refrig.	10	"
1610	Manip. IMG	110	"
1620	Conten.	50	"
1630	Ro-Ro	60	"
1640	Gr.S.	60	"
1650	G.L.	60	"
1660	Refrig.	50	"
1710	Manip. EMG	110	"
1720	Conten.	50	"
1730	Ro-Ro	50	"
1740	Gr.S.	50	"
1750	G.L.	50	"
1760	Refrig.	50	"
1810	Serv. Refrig.	—	
1820	Báscula		
1830	Bodega		
1840	Misceláneos		

第6章

港湾需要の予測

第6章 港湾需要の予測

6-1 港湾貨物量の予測

6-1-1 コスタリカの港とその特長

コスタリカには大西洋側にリモン港、太平洋側にプンタレナス港とゴルフイト港の合計三つの外国貿易港があり、それぞれの特長は次のとおりである。

(1) リモン港

リモン港はリモン地区とモイン地区に分かれており、JAPDEVAにより管理されている。

リモン地区は、一般貨物棧橋、バナナ棧橋があるが、いずれも50年以上前に建設されたもので、構造上も機能上も老朽化が激しい。現在、大型貨物船やコンテナを対象とした新岸壁を建設中である。リモン地区で扱われている約110万トン/年(1977)のドライカーゴのうち、バナナが70万トンを占め、その他貨物は、約40万トン/年である。リモンから中央高地までは、鉄道及びトラックで結ばれている。

モイン地区は現在は石油専用である。石油は原油と精製油がほぼ同量である。精製された石油はパイプラインでカルタゴ付近の貯蔵所まで輸送され、タンクローリー、鉄道によって国内に配送される。バナナ専用棧橋を建設中であり、将来バナナはモイン地区で扱われる予定である。

(2) プンタレナス港

プンタレナス港には、プンタレナス地区、プンタモラレス地区、Fertica専用施設、RECOPE専用施設(現在は廃止された)、漁港区、フェリー施設がある。現在建設中のカルデラ地区は、このうち、プンタレナス地区の代替になるもので、その他施設(プンタモラレス、Ferticaなど)はカルデラ開港後も現状のまま使用される予定である。

プンタレナス地区では7~8万トン/年の小麦と、約30~40万トンの一般貨物が扱われている。これら貨物はカルデラ開港後にはカルデラに移され、プンタレナス棧橋は廃止される予定である。

プンタモラレス地区は砂糖の積出専用施設であり、1976年以降、砂糖の輸出は全量プンタモラレスに移された。砂糖倉庫(約8万トン)とベルトコンベア施設を備えている。

Ferticaは国内唯一の肥料工場であり、工場内に専用の小型岸壁を所有し、はしけにより沖荷役をしている。原料の塩類、アンモニア等を輸入し、製品の一部を輸出している。原料の荷姿(バラ)及び貯蔵倉庫等の制約があり、将来とも専用施設を利用して原料を輸入する見込みである。製品輸出も専用施設から積み出し、沖荷役をしているが、カルデラ開港後はカルデラを利用し、梱包、輸送方法を合理化することも考えられる。

(3) ゴルフィット港

バナナ会社の私有施設であり、バナナの輸出及びバナナ関連産業の一部貨物のみが扱われている。

これら各港の利用形態から、カルデラ開港後にカルデラで取扱われる貨物と、取扱われる可能性のほとんどない貨物を分類すれば、次のようになる。

カルデラ港で扱かわれない貨物

- 輸入 原油 精製油(モイン地区)
- 肥料原料(Fertica専用施設)
- 輸出 バナナ (リモン港, ゴルフィット港)
- 砂糖 (プンタモラレス地区)

カルデラ港のみで扱かわれる貨物

- 輸入 小麦
- 輸出 肥料製品

カルデラ港, リモン港の両方で扱かわれる貨物

- 上記以外の一般貨物

但し、バナナは将来コンテナ化などの輸送形態の改善も計画されており、この場合にはカルデラ港が利用される可能性もある。

6-1-2 コスタリカの一般貨物量

表6-1-1及び図6-1-1に1969~1977年のリモン港とプンタレナス港の貨物量を示す。一般貨物量は総貨物量から、石油、肥料原料、小麦、バナナ、砂糖を除いたものである。

これによれば、輸入は年平均6%の伸びを示しており、第2章で述べたGDPの平均成長率5.9%とはほぼ同じ率を示している。これに対し、輸出はここ10年間伸び悩んでおり、ほぼ横ばいである。これは経済成長につれて鉄鋼、自動車等の工業製品の需要は増加したが、バナナ、砂糖以外の農産物の輸出が伸びていないことを示している。

また、一般貨物量は輸入輸出とも、リモン、プンタレナス両港ではほぼ同量となっている。(1969-1977年の平均で輸入:プンタレナス港46%, リモン港54%, 輸出:プンタレナス港49%, リモン港51%)。この比率は年により多少の変動はあるが、今後とも同様の傾向を示すものと考えて差支えないであろう。

6-2 品目別貨物量の予測

6-2-1 小麦

小麦はコスタリカ国内で生産されないため、全量を輸入に頼っており、現在はプンタレナスで荷揚げされ、鉄道によりアラフェラに輸送されている。表6-2-1はDGP/MOPTの統計による1965~1977年の小麦及び小麦粉の輸入量と、各年の人口で割った一人当たり小麦消費量を示す。これによると、1969~1977年の平均では一人当たり年間38kgの小麦を消費しており、明確な増加傾向は見られない。コスタリカにおいては、所得水準が高くなるにつれて小麦を主食とする傾向があると言われているが、定量的には把握できない。将来予測にあたっては、一人当たり年間

表6-1-1(1) リモン及びプンタレナス港の貨物取扱量(1969-1977)輸入

Year	General Cargo				Special Cargo				Total	
	Limon		Puntarenas		Limon	Puntarenas		Oil	Limon	Puntarenas
	10 ³ tons	(%)	10 ³ tons	(%)	Oil	Fertilizer Material	Wheat	10 ³ tons	10 ³ tons	
1969	163.5	(53.3)	143.3	(46.7)	334.4	56.2	78.0	29.5	497.8	307.1
1970	207.7	(51.9)	192.2	(48.1)	351.9	53.4	68.0	76.6	559.6	390.2
1971	188.5	(47.8)	205.5	(52.5)	410.9	104.9	58.6	78.0	599.4	447.0
1972	221.0	(48.8)	231.6	(51.2)	428.2	71.7	66.5	22.3	649.2	392.1
1973	243.3	(56.5)	187.3	(43.5)	445.5	78.7	74.8	37.5	688.8	378.3
1974	330.4	(55.0)	269.9	(45.0)	513.9	81.6	64.6	41.9	844.3	458.0
1975	273.1	(57.5)	201.7	(42.5)	602.9	69.5	82.7	-	876.0	353.9
1976	272.5	(59.4)	185.9	(40.6)	584.5	100.9	70.4	3.4	857.0	360.6
1977	294.1	(52.5)	265.7	(47.5)	787.8	153.8	76.2	22.5	1,081.9	518.2

Source: Cuadros Estadísticos sobre Sector Transportes, DGP/MOPT

Note: Fertilizer material is calculated by an assumption that 80% of fertilizer is material and 20% is product, according to the information from FERTICA.

表6-1-1(2) リモン及びプンタレナス港の貨物取扱量(1969-1977)輸出

Year	General Cargo				Special Cargo			Total	
	Limon		Puntarenas		Total	Limon	Puntarenas	Limon	Puntarenas
	10 ³ tons	(%)	10 ³ tons	(%)	10 ³ tons	Banana	Sugar	10 ³ tons	10 ³ tons
1969	118.5	(54.4)	99.3	(45.6)	217.8	372.8	28.2	491.3	127.5
1970	100.1	(49.6)	101.9	(50.4)	202.0	515.7	50.6	615.8	152.5
1971	141.5	(53.5)	123.2	(46.5)	264.7	562.5	62.7	704.0	186.0
1972	127.5	(52.2)	116.9	(47.8)	244.4	698.6	42.7	826.1	159.6
1973	136.6	(54.9)	112.1	(45.1)	248.7	817.2	66.2	953.8	178.2
1974	133.7	(52.5)	121.1	(47.5)	254.8	762.6	69.2	896.3	190.2
1975	84.5	(46.8)	96.1	(53.2)	180.6	845.2	70.1	929.7	166.2
1976	89.7	(40.5)	132.0	(59.5)	221.7	775.1	69.0	865.8	201.0
1977	124.0	(52.0)	114.6	(48.0)	238.6	707.1	74.0	831.1	188.6

Source: Cuadros Estadísticos sobre Sector Transportes, DGP/MOPT

图6-1-1 一般貨物取扱量

Unit: 1,000 metric tons

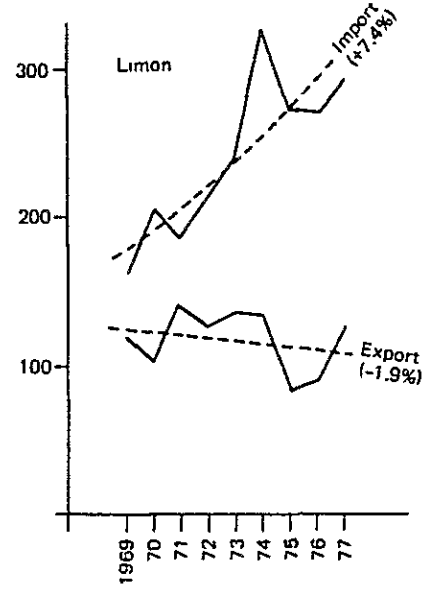
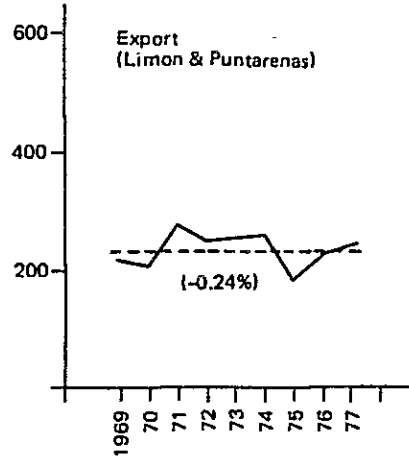
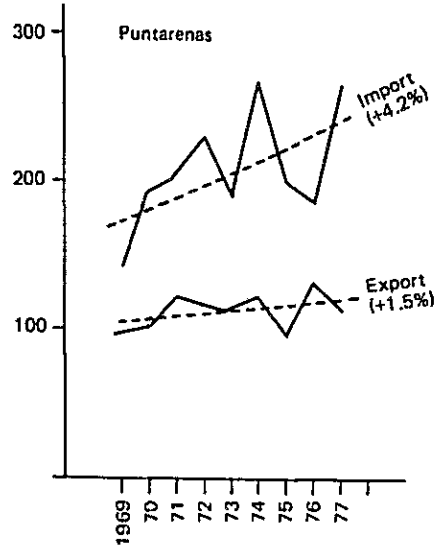
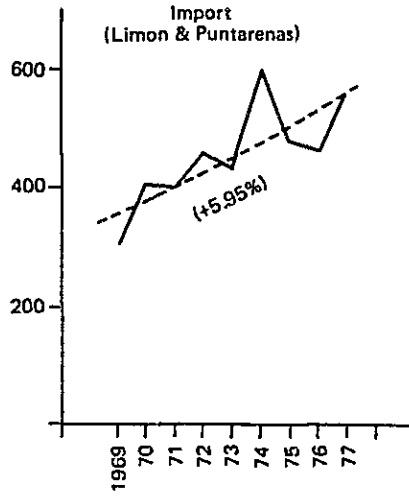


表6-2-1 小麦消費量

Unit: tons

Year	Wheat Import	Flour Import		Total	Per Capita (kg/person)
		Puntarenas	Limon		
1965	51	24,879	n.a.		
1966	—	23,677	n.a.		
1967	43,077	11,423	n.a.		
1968	62,613	60	n.a.		
1969	77,977	220	289	78,639	46.7
1970	68,006	273	148	68,553	39.7
1971	58,565	32	146	58,796	32.7
1972	66,483	56	138	66,735	36.2
1973	74,753	0	33	74,796	39.9
1974	64,566	0	78	64,667	33.7
1975	82,717	0	83	82,825	42.1
1976	70,427	—	—	70,427	34.9
1977	76,243	—	—	76,243	36.8

Average
38.1

Source: DGP/MOPT

Note: (Total) = (Wheat Import) + 1.3 × (Flour Import)

表6-2-2 小麦輸入量の推定

Year	Wheat Import Per Capita (kg/person)	Population	Wheat Import (1000 tons)
1969-1977	38.1		
1980	39.6	2,213,363	87.6
1985	42.2	2,484,521	104.8
1990	45.1	2,775,530	125.2
1995	48.1	3,075,139	147.9
2000	51.3	3,377,458	173.3

図6-2-1 鉄鋼輸入量の予測

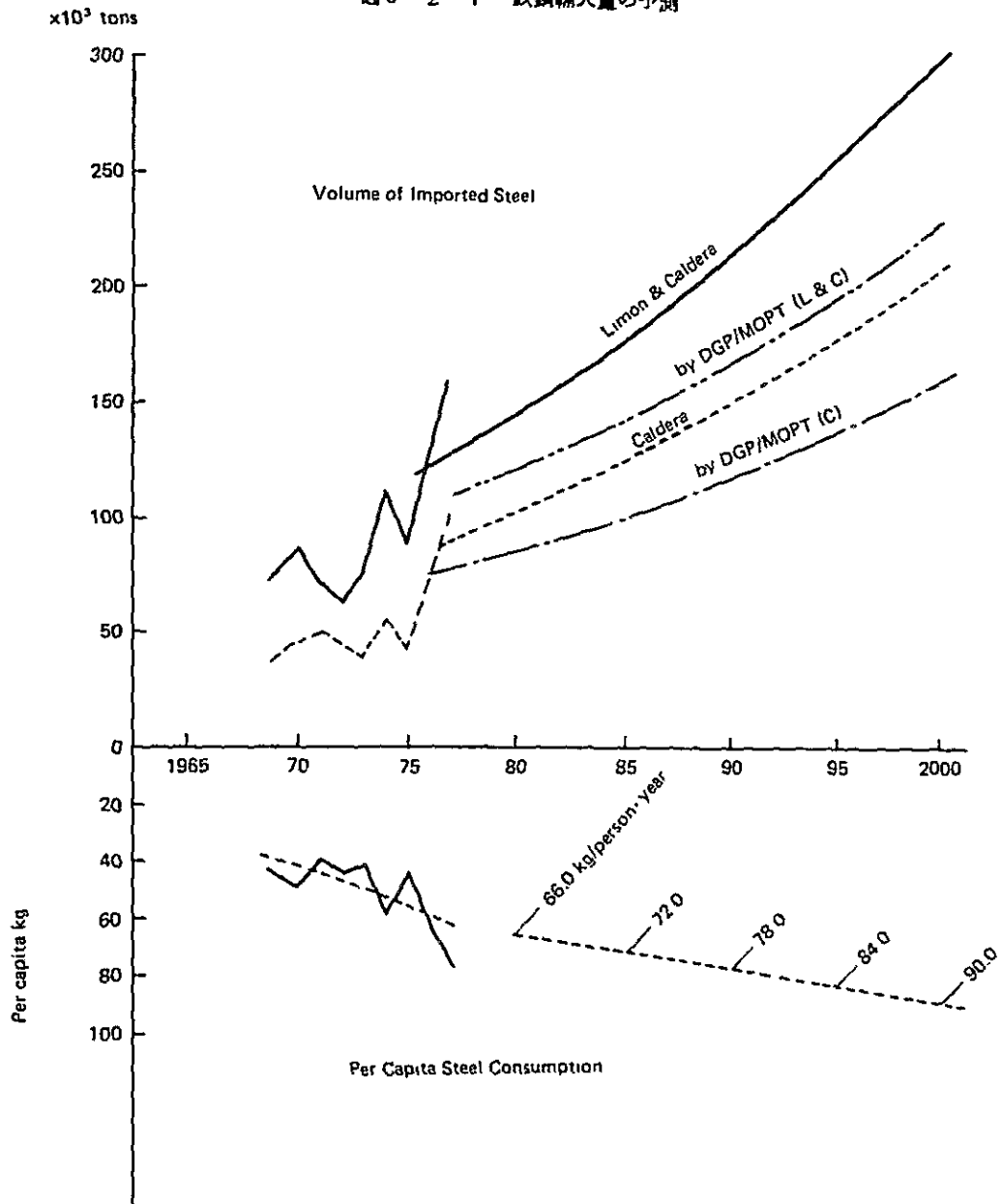


表 6 - 2 - 3 鉄鋼輸入量の実績と予測

Year	Population (1)	Steel Import (2) tons	(2) / (1) kg/person	Import through Puntarenas (Caldera)
1969	1,685,170	74,435	44.2	
1970	1,727,367	85,915	49.7	
1972	1,797,836	71,549	39.8	
1972	1,842,831	80,875	43.9	
1973	1,872,747	76,595	40.9	
1974	1,921,572	111,379	58.0	
1975	1,968,438	87,182	44.3	
1976	2,017,986	125,641	62.3	
1977	2,070,560	157,391	76.0	
1980	2,213,363	146,100	66.0	102,300
1985	2,484,521	178,900	72.0	125,200
1990	2,775,530	216,500	78.0	151,600
1995	3,075,139	258,300	84.0	180,800
2000	3,377,458	304,000	90.0	212,800

Source: 1969-1977 Cuadros Estadísticos sobre Sector Transportes, DGP/MOPT

Note: The per capita consumption is assumed to increase linearly up to 2000, from 66.0 kg/person at 1980 to 90.0 kg/person at 2000.

表6-2-4 カルデラ港の貨物量(1980-2000)予測値

Unit: 1000 M/T

Import	1980	1985	1990	1995	2000
Agricultural products	8.0	15.3	19.0	23.7	29.5
Rubber and its products	0.9	2.5	4.2	5.5	7.0
Paper and its products	12.5	33.3	41.8	47.6	52.6
Fiber, thread and cloth	4.7	7.0	7.8	9.0	10.5
Chemical products	25.0	31.8	37.8	44.7	52.8
Lubricants	6.9	14.2	20.3	28.5	39.6
Fertilizer products	9.0	10.7	12.8	15.3	18.2
Glass and construction materials	6.8	8.2	10.5	13.9	18.5
Machinery	14.9	19.5	22.1	25.9	29.8
Other manufactured products	9.3	12.1	16.1	23.3	33.3
Ingot and scrap	6.3	18.6	19.9	21.4	23.2
Iron and steel	102.3	125.2	151.6	180.8	212.8
Non-ferrous metal products	2.0	3.4	4.2	5.1	6.0
Vehicles	22.2	31.3	39.3	49.5	62.1
Minerals	4.5	5.7	7.0	8.5	10.0
(Total of general cargo)	(235.3)	(338.8)	(414.4)	(502.7)	(605.9)
Wheat	87.6	104.8	125.2	147.9	173.3
Beans and corn	27.0	8.0	9.0	10.0	11.0
(Total of grain)	(114.6)	(112.8)	(134.2)	(157.9)	(184.3)
Total of Import	349.9	451.6	548.6	660.6	790.2
Export	1980	1985	1990	1995	2000
Beef	6.2	6.9	7.6	10.2	13.5
Coffee and cacao	22.4	31.9	35.4	39.3	43.6
Food and animal feeds	0.6	2.4	5.7	10.8	19.9
Fertilizer products	87.3	96.4	106.4	117.5	129.7
Cotton thread & clothing	0.1	16.8	19.3	22.0	24.9
Non-ferrous metal products	0	9.0	9.0	9.0	9.0
Other manufactured products	0	2.0	2.8	4.0	5.7
Total of Export	116.6	165.4	186.2	212.8	246.3
Total of Import and Export	466.5	617.0	734.8	873.4	1,036.5

消費量はDGP/Capita(表2-2-4)の1/2,つまり1.3%の伸び率を仮定する。人口予測値と,この値から小麦消費量を推定し,その結果を表6-2-2に示す。

6-2-2 一般貨物

公共事業運輸省の計画局では,世銀の融資を受け2000年までの国内の交通総合計画を作成中である。これは商品を76品目に分け,又全国を22地域に分割し,各地域毎の将来人口,所得水準を予測すると共に,各地域における各商品の需給バランスを算出して,国内の商品の動き及び輸出入貨物を予測しているものである。この調査は2年間にわたり,Systan International Inc.が実施し,1980年9月4日にその結果が報告された。

この中で港湾貨物に着目して,予測値を整理したものが,付表6-1-1,6-1-2及びそれぞれの港別に整理したものが,付表6-1-3~6-1-5である。

この予測値は詳細な調査に基づいて算出されたものであり,その精度も高いものと考えられるので,ここでは一部を修正するのみにとどめ,貨物量予測値として使用する。

一般貨物量の中で特に輸入量が多いのは鉄鋼,紙製品,化学製品,機械類である。鉄鋼は製品輸入がほとんどであるが,将来はインゴット,スクラップを輸入し,国内で圧延する量を増加させる事も計画されている。但し,DGP/MOPTによる鉄鋼輸入予測(表6-2-3)はGDPの成長及び一人当たり鉄鋼使用量からみて少なめであるので図6-2-1のように修正する。紙製品の中ではバナナ輸出用の段ボールが約半分を占める。これはバナナ40ℓbに対し,2ℓbの箱を必要とするためであり,将来輸送方法の合理化や紙箱の国産化が推進されれば,輸入量はさほど増加しない事も考えられる。

一方,輸出では肥料製品,コーヒー,牛肉の三品種が重要な位置を占めている。肥料は原料を輸入し,Ferticaで製造したものを輸出するが,当面Ferticaでは,年産30万トンの能力の現有設備を拡張する計画がないこと,国内需要の増加が見込まれることから,輸出の伸びはあまり多くは期待できない。コスタリカの最も重要な輸出品の一つであるコーヒーは,ここ10年間,生産の伸び率が1%強程度にとどまっております,輸出は0.7~0.9%/年程度しか伸びていない。将来も急激な増産は期待できない。

6-2-3 カルデラ港の貨物

前節の考察により,DGP/MOPTの予測値を小麦,鉄鋼について修正し,カルデラ港の主要品目別貨物量を集計して表6-2-4に示す。

6-3 コンテナリゼーション

6-3-1 中南米太平洋岸航路のコンテナ化の現状

1980年初頭に,中南米太平洋岸に定期コンテナ輸送サービスを行っている航路は表6-3-1の極東/中南米,北米太平洋岸/中南米,北米大西洋/中南米,欧州/中米/北米太平洋岸の4航路であり,18隻が就航している。このうちフルコンテナ船は5隻であり,1979年1月から北米西岸/欧州メンバーに,KNSM(オランダ),Royal Mail Line(英),TMM(メキシコ)

が加わり Central America Service と称して中米西岸の Corinto と Acajutra に寄港している。他の 13 隻はセミコンテナ船又は多目的船である。プンタレナス港に寄港している船は、北米太平洋岸／中南米航路の多目的船 3 隻と、極東／中南米航路のセミコンテナ船 4 隻の合計 7 隻であり、いずれも Flota Mercante Grancolombiana が配船している。

世界のコンテナの三大拠点である北米、欧州、極東とプンタレナス港とのコンテナ輸送経路は、次のようになっている。北米－プンタレナス港間は、二つの経路があり、一つは北米と Corinto 港をフルコンテナ船又はセミコンテナ船、Corinto 港と Puntarenas 港をフィーダー船で輸送する経路と、もう一つは北米とプンタレナス港を多目的船で直接に輸送する経路である。

欧州－プンタレナス港間は、欧州と Corinto 港をフルコンテナ船、Corinto 港とプンタレナス港をフィーダー船で輸送する。

極東－プンタレナス港間は、セミコンテナ船により直接に輸送される。コリント港からは小型船または "LA BONITA" と呼ばれるフィーダー船で約 80 コ積まれて毎月 2 回フィーダーサービスされている。また、陸路のトレーラー輸送も行われており、1979 年 7 月からの 1 年間で輸入貨物約 1,300 コ、輸出貨物約 500 コが運搬されている。しかし、陸路の輸送は燃料費の高騰により減少しつつある。

表 6 - 3 - 1 中米太平洋岸に就航しているコンテナ船

Route	Shipping Company	Country	Port of Call	Vessel	G/T	D/W	Container Capacity	Remarks	
North America	Flota Mercante Grancolombiana	Colombia	San Francisco	Ciudad de Cali	9,715	12,193	264	Multi-Purpose Vessel " "	
			Los Angeles	Ciudad de Ibague	9,715	12,193	264		
			Columbia River Seattle	Ciudad de Manta	9,715	11,888	264		
	Lykes Lines	USA	Vancouver						
			San Jose						
			Acajutla						
			Corinto						
			Puntarenas						
			Buenaventura						
			Guayaquil						
Manta									
Europe	Central America Service { Hapag-Lloyd CGM Incotrans KNSM Royal Mail Line TMM	West Germany France Netherlands Netherlands United Kingdom Mexico	Houston	Gulf Merchant	8,988	11,550	146	Semi-Container Vessel	
			New Orleans	Gulf Shipper	8,988	11,550	146	"	
			Galveston	Gulf Trader	8,988	11,550	146	"	
			Cartagena	Dolly Truman	10,723	14,897	138	"	
			Barranquilla	Mayo Lykes	7,607	10,943	138	"	
			Corinto	Ruth Lykes	10,954	14,897	138	"	
			Acajutla						
			Guayaquil						
			Callao						
			Arica						
			Valparaiso						
			San Antonio						
			Matarani						
Buenaventura									
Rotterdam	America Express	27,393	23,417	1,416	Full-Container Vessel				
Antwerp	Cordillera Express	27,939	23,051	1,416	"				
Hamburg	Incotrans Speed	29,411	26,469	1,481	"				
Bremerhaven	Incotrans Spirit	29,411	26,469	1,481	"				
Le Havre	La Fayette	27,305	23,400	1,436	"				
Liverpool									
Corinto									
Acajutla									

Far East	Flota Mercante Grancolombiana	Colombia	Yokohama	Ciudad de Neiva	11,699	12,880	215	Semi-Container
			Nagoya	Ciudad de Santa Marta	11,693	15,000	215	Vessel
			Kobe	Ciudad de Popayan	11,699	15,000	215	"
			San Jose Acajutla Corinto Puntarenas Buenaventura	Ciudad de Quito	11,945	15,649	350	"

6-3-2 カルデラ港のコンテナ貨物量の予測

本章でのコンテナ貨物量とは、フルコンテナ船、セミコンテナ船（多目的船を含む）、フィーダ船により輸送されるコンテナ貨物の量と規定する。カルデラ港のコンテナ貨物量の予測は次の順序で行う。

- (1) 輸出入貨物を品目別にコンテナ化の適合度と貿易相手国によりコンテナ化の進展度を区分する。
- (2) それぞれの区分について年度毎にコンテナ化率を推計する。
- (3) 各品目別の貨物量とコンテナ化率とからコンテナ貨物量を算出する。

表6-3-2、6-3-3におけるコンテナ化の適合度は

- A；コンテナ化適合貨物
- B；コンテナ化適合貨物と不可能貨物の両方を含む品目
- C；コンテナ化不可能貨物

コンテナ化の進展度は貿易相手国により

- A；おもに北米，欧州，極東との貿易貨物
- B；AまたはCに区別できない貨物
- C；おもに中米諸国との貿易貨物

とし、このコンテナ化の適合度と進展度の組合せのコンテナ化率を表6-3-4、6-3-5のように推定する。

付表6-1-4(a)(b)の貨物量にコンテナ化率を乗じてコンテナ貨物量を算出すると表6-3-6のとおりである。コンテナ個数はコンテナ（TEU）1個の平均重量を15トンとして計算した個数である。

6-3-3 コンテナ化の展望

カルデラ港で取扱うことが予測されるコンテナ貨物量は1980年の4600個に対して1985年には約2倍，1990年には約3倍に増加する見込みである。これはカルデラ港としては急速な増加であるが、まだ量的には少なく中南米航路のコンテナ化に影響を及ぼすまでには至らない。カルデラ開港後、数年間はセミコンテナ船を主力とした現行の体制が続く見通しであり、増加するコンテナ貨物は1隻当りの積取量の増加と寄港隻数の増加で対応することになる。

カルデラ港にフルコンテナ船が寄港するための条件は

- (1) 中米太平洋岸航路へのフルコンテナ船の就航
- (2) フルコンテナ船が寄港するだけの貨物量
- (3) コンテナ取扱施設の整備

の三項目が満たされることである。

(1)については、すでに欧州航路のCentral America Serviceのフルコンテナ船が就航しており、北米航路も中南米諸港のコンテナ埠頭の整備が進み、コンテナ貨物量も増大しているので数年後にはフルコンテナ船が配船されるであろう。極東航路は鉄鋼などの在来船積み貨物の比率が大きいため、当分の間は在来船が就航し、フルコンテナ船が配船されるまでにはまだしばらく()

990年ごろまで)期間を要するであろう。

(2)について、一つの航路で月間300TEUのコンテナを取扱う時期を目やすにすると、北米航路は1985年頃、極東航路は1990年～1995年、欧州航路は1995年以降となる。しかし、欧州航路は、北米航路と併わせて、欧州-中米、中米-北米を欧州-中米-北米の1航路と考えるならば北米航路と同一時期と見なすことができる。

(3)について、カルデラ港第1期計画でコンテナ施設が計画されている-11m岸壁は地盤条件の関係で当分は-10m水深で使用されることになっているがCentral America Service に就航しているフルコンテナ船は1500個積型であり満載喫水が10mであり、入港不可能である。-10m水深で入港可能なフルコンテナ船の標準は750個積型である。現在、中米太平洋岸航路に定期貨物船を配船している大手船会社からヒアリングした結果では北米関係の船会社は非常に積極的にカルデラ港第1期計画でコンテナクレーンなどのコンテナ取扱諸施設が完備すると、その18か月から24か月後にはフルコンテナ船を寄港させたいとの意向を示している。欧州関係の船会社もほぼ同じような意向であるが、極東関係の船会社は採算的な理由によりフルコンテナ船の配船には消極的であり、当分は在来船による輸送を続ける意向である。

表6-3-2 コンテナ化の程度(輸入)

No.	Item	Suitability	Advancement
4	Fish	A	B
12	Beans	A	A
21	Other food products	A	C
23	Corn (sorgo)	C	A
25	Other animal feeds	B	C
26	Processed animal feeds	B	C
28	Alcoholic beverages	A	A
31	Cleaginous seeds and nuts	A	C
32	Rubber	A	C
35	Waste paper	A	C
37	Other natural fibers	A	C
39	Construction raw materials	C	C
40	Gypsum and Coal	C	B
41	Other minerals	C	B
42	Plant, flower and seed	A	B
43	Chemical products	A	A
51	Lubricants	C	C
53	Edible oil	A	C
55	Manufactured fertilizer	A	A
56	Tires	A	C
57	Other rubber products	A	C
58	Paper and carton	A	A
59	Paper products	A	A
60	Threads	A	A
61	Cloth	A	A
62	Clothing and leather	A	A
64	Construction material	B	B
65	Returned bottle	B	B
67	Ingots and scrap	C	A
68	Iron and steel	C	A
69	Non-ferrous metal pro.	A	A
70	Glass	A	C
71	Other manufac. products	A	A
72	Manufactured metal	A	A
73	Machinery	B	A
74	Railway material	B	A
75	Vehicles	B	A

表6-3-3 コンテナ化の程度（輸出）

No.	Item	Suitability	Advancement
2	Beef and pork	A	A
20	Coffee for export	A	A
21	Other food products	A	C
22	Cacao	A	C
26	Processed animal feeds	B	C
36	Cotton	A	C
55	Manufactured fertilizer	A	C
60	Thread	A	C
62	Clothing and leather	A	C
69	Non-ferrous metal pro.	A	C
71	Other manufac. products	A	C
72	Manufactured metal	A	C
73	Machinery	B	C

表6-3-4 コンテナ化率の予測（輸入）

Suitability	Advancement	1980	1985	1990	1995	2000
A	A	80	90	95	95	95
A	B, C	10	20	30	40	50
B	A, B, C	5	10	10	10	10
C	A, B, C	0	0	0	0	0

表6-3-5 コンテナ化率の予測（輸出）

Suitability	Advancement	1980	1985	1990	1995	2000
A	A	30	90	95	95	95
A	C	5	10*	20*	20*	20*
B	C	0	5	10	10	10
C	A, C	0	0	0	0	0

（注※ manufactured fertliger は中米諸国に輸出されるが
 将来はその内の20%程度はコンテナ化されるものと想定し、コン
 テナ詰されたものはカルデラ港で取扱うことにした。）

表6-3-6 コンテナ貨物量

		1980	1985	1990	1995	2000
Import	Volume (1,000 t)	56.2	102.3	134.7	165.9	204.5
	Number (TEU)	3750	6820	8980	11060	13640
Export	Volume (1,000 t)	12.7	46.2	67.8	77.6	89.6
	Number (TEU)	850	3080	4520	5180	5980
Total	Volume (1,000 t)	68.9	148.5	202.5	243.5	294.1
	Number (TEU)	4600	9900	13500	16240	19620

付表6-1-1 一般貨物輸入量の推定(リモン, ゴルフィット, プンタレナス)

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
4	Fish	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8
11	Corn (maiz)	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Beans	13.3	15.5	17.5	19.1	21.5
13	Fruit and vegetable	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
21	Other food products	23.9	32.3	38.5	46.4	56.3
23	Corn (Sorgo)	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	Oleaginous cake, etc.	10.1	10.0	13.1	16.9	21.7
25	Other animal feeds	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3
26	Processed animal feeds	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0
28	Alcoholic beverages	1.8	2.2	2.6	3.0	3.6
31	Oleag. seeds and nuts	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
32	Rubber	3.7	6.4	10.8	12.7	15.3
35	Waste paper	3.4	3.5	4.0	5.9	5.9
37	Other natural fibers	4.0	4.8	5.2	5.9	6.6
39	Construction raw materials	3.4	4.3	5.6	7.1	9.0
40	Gypsum and Coal	0.7	1.0	1.4	1.9	2.5
41	Other minerals	19.1	35.9	46.3	56.4	67.8
42	Plant, flower and seed	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5
43	Chemical products	100.4	115.0	135.7	159.9	188.3
50	Asphalt products	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8
51	Lubricants	21.9	33.8	45.9	62.3	84.4
53	Edible oil	12.3	3.4	3.8	4.3	4.9
55	Manufac. fertilizer	72.5	78.6	85.7	94.3	104.4
56	Tires	0.7	1.2	1.5	1.8	2.4
57	Other rubber product	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8
58	Paper and carton	117.7	164.6	194.0	210.9	230.7
59	Paper products	2.7	5.0	6.6	6.6	6.6
60	Threads	3.3	5.0	5.7	6.6	7.7
61	Cloths	3.9	4.6	5.4	6.1	7.0
62	Clothing and leather	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2
64	Construction materials	4.0	5.5	7.6	10.1	13.6
65	Returned bottle	1.8	0.2	0.3	0.4	0.5
67	Ingot and scrap	52.7	71.9	82.9	95.7	110.9
68	Iron and steel	120.5	142.9	168.2	198.0	232.2
69	Non-ferrous metal	5.3	7.2	8.7	10.5	12.5
70	Glass	8.3	9.9	11.5	15.7	21.6
71	Other manufac. prod.	19.7	23.9	29.1	36.8	47.8
72	Manufactured metal	15.1	18.4	24.1	35.8	52.1
73	Machinery	38.5	45.3	50.5	59.1	67.9
74	Railway material	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
75	Vehicles	36.3	47.0	58.9	74.2	93.1
76	Non-metallic furniture	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
	Total	753.2	909.2	1082.1	1276.8	1512.0
7	Wheat	101.3	113.7	127.0	140.7	154.6
38	Fertilizer material	182.2	208.1	237.3	271.5	311.2
44	Crude oil	490.0	684.0	969.0	969.0	969.0
45	Diesel oil, etc.	416.3	438.1	477.3	722.2	1035.3
47	Bunker	0.0	0.0	0.0	139.2	325.4
49	Gasoline for aviation	7.0	8.0	9.0	9.5	10.0
52	Liquid gas	8.2	11.8	17.4	24.5	34.0

Source: DGP/MOFT

付表6-1-2 一般貨物輸出量の推定(リモン, ゴルフィット, プンタレナス)

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
2	Beef and pork	36.2	40.2	44.7	59.9	79.2
4	Fish	2.0	3.0	5.0	6.6	8.2
10	Rice	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Fruit and vegetable	14.6	16.1	17.8	19.6	21.6
20	Coffee	70.4	84.4	93.2	102.9	113.6
21	Other food products	25.0	35.1	49.4	69.2	97.9
22	Cacao	4.7	6.5	7.8	9.3	11.0
26	Processed animal feeds	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8
31	Oleaginous seeds and nuts	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0
35	Waste paper	5.3	5.4	6.0	9.1	9.1
36	Cotton	0.0	16.6	19.0	21.6	24.5
37	Other natural fibers	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
42	Plant, flower and seed	1.1	1.4	1.9	2.3	3.1
43	Chemical products	1.1	3.1	4.8	8.1	12.1
55	Manufac. fertilizer	87.5	96.6	106.6	117.7	129.9
59	Paper products	0.9	1.8	3.6	4.2	4.2
60	Thread	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8
61	Cloth	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
62	Clothing and leather	1.5	2.3	2.3	2.6	2.5
64	Construction material	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
69	Non-ferrous metal	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0
71	Other manufac. prod.	9.9	11.6	11.8	12.6	14.0
72	Manufactured metal	0.5	2.4	4.9	8.5	13.4
73	Machinery	1.0	1.4	1.8	2.8	4.2
76	Non-metallic furniture	0.1	0.3	0.5	0.7	1.2
	Total	292.5	350.7	406.4	486.0	580.9
14	Banana	995.2	1310.2	1495.6	1583.6	1670.0
16	Sugar	66.4	73.9	82.5	91.8	104.7
63	Cement	100.0	126.0	223.0	74.0	0.0

付表 6-1-3(a) 一般貨物量の推定 (ブントレナス/カルデラ) 輸入

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
4	Fish	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
12	Beans	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
21	Other food products	5.4	11.5	14.7	18.8	23.9
23	Corn (sorgo)	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	Other animal feeds	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
26	Processed animal feeds	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
28	Alcoholic beverages	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8
31	Oleaginous seeds and nuts	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
32	Rubber	0.3	1.5	3.0	4.0	5.0
35	Waste paper	2.3	2.4	2.7	4.0	4.0
37	Other natural fibers	2.0	2.7	2.9	3.3	3.7
39	Construction raw materials	2.1	2.6	3.4	4.3	5.4
40	Gypsum and coal	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0
41	Other minerals	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
42	Plant, flower and seed	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
43	Chemical products	25.0	31.8	37.8	44.7	52.8
51	Lubricants	6.9	14.2	20.3	28.5	39.6
53	Edible oil	0.5	1.4	1.5	1.7	1.9
55	Manufactured fertilizer	9.0	10.7	12.8	15.3	18.2
56	Tires	0.4	0.7	0.9	1.1	1.5
57	Other rubber products	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
58	Paper and carton	9.6	28.6	36.1	40.6	45.6
59	Paper products	0.6	2.3	3.0	3.0	3.0
60	Threads	1.9	3.4	3.8	4.4	5.2
61	Cloth	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5
62	Clothing and leather	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
64	Construction material	1.0	1.4	2.1	2.8	3.8
65	Returned bottle	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1
67	Ingots and scrap	6.3	18.6	19.9	21.4	23.2
68	Iron and steel	101.1	120.1	141.4	166.4	195.2
69	Non-ferrous metal pro.	2.0	3.4	4.2	5.1	6.0
70	Glass	3.5	4.2	4.9	6.7	9.2
71	Other manufac. products	3.8	5.5	7.5	10.6	14.9
72	Manufactured metal	5.3	6.4	8.4	12.5	18.2
73	Machinery	14.9	19.5	22.1	25.9	29.8
74	Railway material	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
75	Vehicles	22.2	31.3	39.3	49.5	62.1
	Total	261.1	341.7	413.2	498.3	599.3

付表 6-1-3(b) 一般貨物量の推定 (ブントレナス/カルデラ) 輸出

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
2	Beef and pork	6.2	6.9	7.6	10.2	13.5
20	Coffee for export	21.2	30.2	33.3	36.8	40.6
21	Other food products	0.5	2.3	5.6	10.6	19.6
22	Cacao	1.2	1.7	2.1	2.5	3.0
26	Processed animal feeds	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
36	Cotton	0.0	16.6	19.0	21.6	24.5
55	Manufactured fertilizer	87.3	96.4	106.4	117.5	129.7
60	Thread	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3
62	Clothing and leather	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
69	Non-ferrous metal pro.	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0
71	Other manufac. products	0.0	1.3	1.4	1.5	1.8
72	Manufactured metal	0.0	0.5	1.0	1.7	2.7
73	Machinery	0.0	0.2	0.4	0.8	1.2
	Total	116.6	165.4	186.2	212.8	246.3

付表6-1-4(a) 一般貨物量の推定(リモン)輸入

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
4	Fish	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
11	Corn	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Beans	6.3	7.5	8.5	9.1	10.5
13	Fruit and Vegetable	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3
21	Other food products	18.5	20.8	23.8	27.6	32.0
24	Oleagi. cake and flour	10.1	10.0	13.1	16.9	21.7
25	Other animal feeds	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5
26	Processed animal feeds	0.5	0.4	0.2	0.1	0.0
28	Alcoholic beverages	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8
31	Oleaginous seeds and nuts	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
32	Rubber	3.4	4.9	7.8	8.7	10.3
35	Waste paper	1.1	1.1	1.3	1.9	1.9
37	Other natural fibers	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9
39	Construction raw materials	1.3	1.7	2.2	2.8	3.6
40	Gypsum and Coal	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
41	Other minerals	15.1	30.9	40.3	49.4	59.8
42	Plant, flower and seed	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
43	Chemical products	74.7	82.4	96.9	113.7	133.0
50	Asphalt products	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8
51	Lubricants	13.2	17.7	23.6	31.5	42.3
53	Edible oil	11.8	2.0	2.3	2.6	3.0
55	Manufactured fertilizer	53.2	57.6	62.6	68.7	75.9
56	Tires	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9
57	Other rubber products	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3
58	Paper and carton	85.0	112.9	134.8	147.2	162.0
59	Paper products	2.1	2.7	3.6	3.6	3.6
60	Threads	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5
61	Cloth	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5
62	Clothing and leather	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1
64	Construction materials	3.0	4.1	5.5	7.3	9.8
65	Returned bottle	1.6	0.2	0.2	0.3	0.4
67	Ingots and scrap	46.4	53.3	63.0	74.3	87.0
68	Iron and steel	19.1	22.4	26.4	31.1	36.5
69	Non-ferrous metal products	3.3	3.8	4.5	5.4	6.5
70	Glass	4.8	5.7	6.6	9.0	12.4
71	Other manufactured products	15.7	18.2	21.3	25.8	32.4
72	Manufactured metal	9.8	12.0	15.7	23.3	33.9
73	Machinery	23.4	25.6	28.1	32.9	37.7
74	Material	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
75	Vehicles	14.1	15.7	19.6	24.7	31.0
76	Non-metalic furniture	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
	Total	455.5	530.6	631.5	740.1	873.4

付表6-1-4(b) 一般貨物量の推定(リモン)輸出

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
2	Beef and pork	30.0	33.3	37.1	49.7	65.7
4	Fish	2.0	3.0	5.0	6.6	8.2
10	Rice	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Fruit and vegetable	14.6	16.1	17.8	19.6	21.6
20	Coffee	48.9	53.9	59.6	65.8	72.6
21	Other food products	24.5	32.8	43.8	58.6	78.3
22	Cacao	3.5	4.8	5.7	6.8	8.0
26	Processed animal feeds	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
35	Waste paper	4.5	4.6	5.2	8.3	8.3
37	Other natural fibers	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
42	Plant, flower and seed	1.1	1.4	1.9	2.3	3.1
43	Chemical products	1.1	3.1	4.8	8.1	12.1
55	Manufactured fertilizer	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
59	Paper products	0.3	0.6	1.2	1.4	1.4
60	Threads	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
61	Cloth	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
62	Clothing and leather	1.4	2.2	2.2	2.5	2.4
64	Construction material	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
71	Other manufactured products	9.9	10.3	10.4	11.1	12.2
72	Manufactured metal	0.5	1.9	3.9	6.8	10.7
73	Machinery	1.0	1.2	1.4	2.0	3.0
76	Non-metallic furniture	0.1	0.3	0.5	0.7	1.2
	Total	164.2	170.5	201.7	251.8	310.6

付表6-1-5(a) 一般貨物量の推定(ゴルフイト)輸入

Unit: 1000 M/T

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
43	Chemical products	0.7	0.8	1.0	1.5	2.0
51	Lubricants	1.8	1.9	2.0	2.2	2.5
55	Manufactured fertilizer	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
58	Paper and carton	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1
68	Iron and steel	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
71	Other manufac. prod.	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
73	Machinery	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
	Total	36.6	36.9	37.4	38.3	39.3

付表6-1-5(b) 一般貨物量の推定(ゴルフイト)輸出

No.	Name	1980	1985	1990	1995	2000
20	Coffee	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
31	Oleag. seeds and nuts	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0
35	Waste paper	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
59	Paper products	0.6	1.2	2.4	2.8	2.8
	Total	11.7	14.8	18.5	21.4	24.0

第7章

シミュレーションによる第Ⅱ期 計画実施時期の検討

第7章 シミュレーションによる第Ⅱ期 計画実施時期の検討

7-1 待ち合せ理論の港湾への応用

港湾に入港した船舶は先着順に所定のバースに接岸して荷役等の作業を行うことになるが、もしそのバースがふさがっている場合には、先着し接岸している船舶が離岸するまでバース待ちをすることになる。このような港湾における船舶の入出港現象を待ち合せ理論の応用としてとらえモデル化することを考えると銀行等における客の到着と窓口の数及び窓口の客が受けるサービス時間の現象と類似した問題に帰着できる。すなわち客の到着と入港船の到着、窓口の数とバース数、窓口で客が受けるサービス時間とバースにおける船舶の接岸時間をそれぞれ対比すれば港湾における船舶の入出港現象に用いるモデルは、通常の銀行等の窓口でのサービス現象に使われるモデルと基本的に異なるものではない。注意すべきことは、港湾における待ち現象が銀行等の現象と類似している点もあるが、客や船舶の到着がそれぞれ異なること、店員の対応時間、船舶の接岸時間がそれぞれ異なることの二点から、港湾独自の待ち合せ理論を展開する必要が生ずることである。そのためには港湾における船舶の入港のパターンと接岸時間のパターンを見い出せばよい。港湾におけるこれらのパターンの解明には非常に多くの努力が払われており、船舶の入港パターンについてはスケジュールサービスを行っているコンテナ船やフェリーを除けば通常ランダムであり、ポアソン到着といえ入港時間間隔が指数分布であら場合が多く、これは日本ばかりでなく諸外国の場合もあてはまっている。

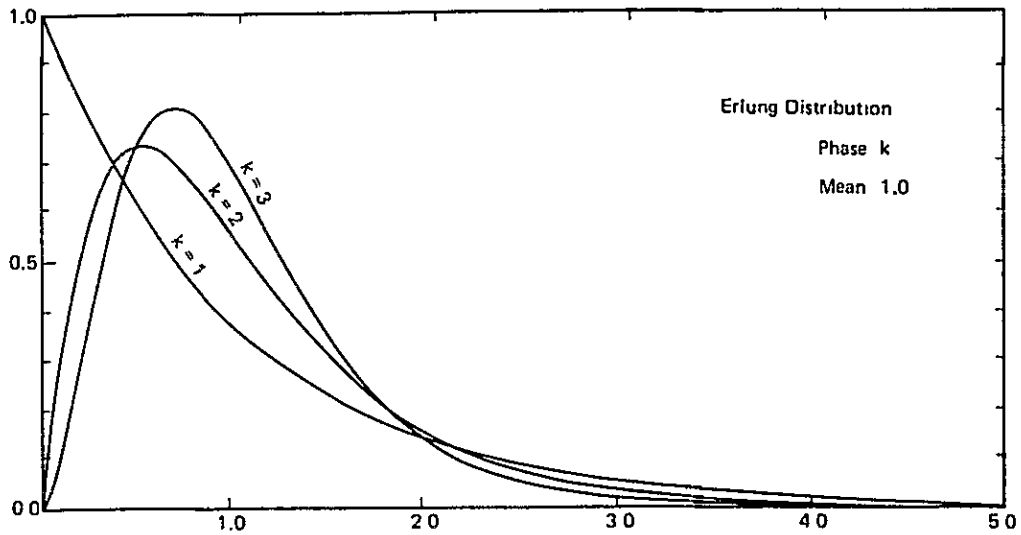
船舶の接岸時間パターンは通常山が一つで左側に片よったヒストグラムで表わされ、フェーズ2またはフェーズ3のアーラン分布に適合する例が多い。(図7-1-1参照)

ここで、待ち行列現象を決定する際に不可決な要素は、よく知られているように次の4要素である。

- 1) サービスを受けようとする客の到着分布。
- 2) サービス時間の分布。
- 3) サービスを提供する窓口の数。
- ④ サービスの方法。

要素④は、先着順サービスとか優先権のあるサービスというようなことがらであり、一般的には先着順サービスが多いが、港湾の場合フルコンテナ船が就航する場合は優先権サービスを考える。

図7-1-1 アーラン分布



7-2 現状の分析

本章ではカルデラ港第Ⅱ期計画の必要バース及び建設時期の検討をシミュレーション・テストによって行っているが、それに先立ってまずプンタレナス港の利用状況について分析する。

7-2-1 分析に使用した船舶

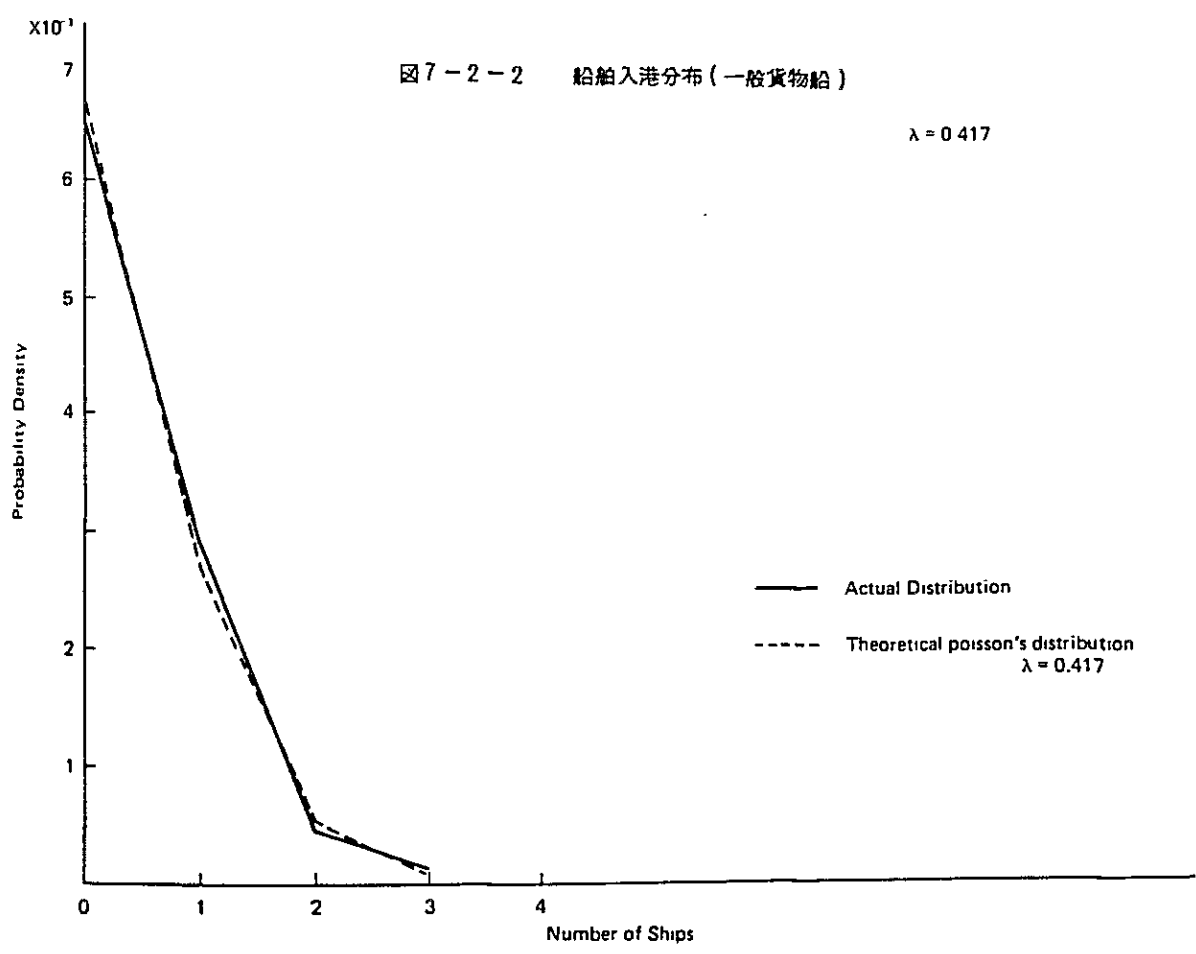
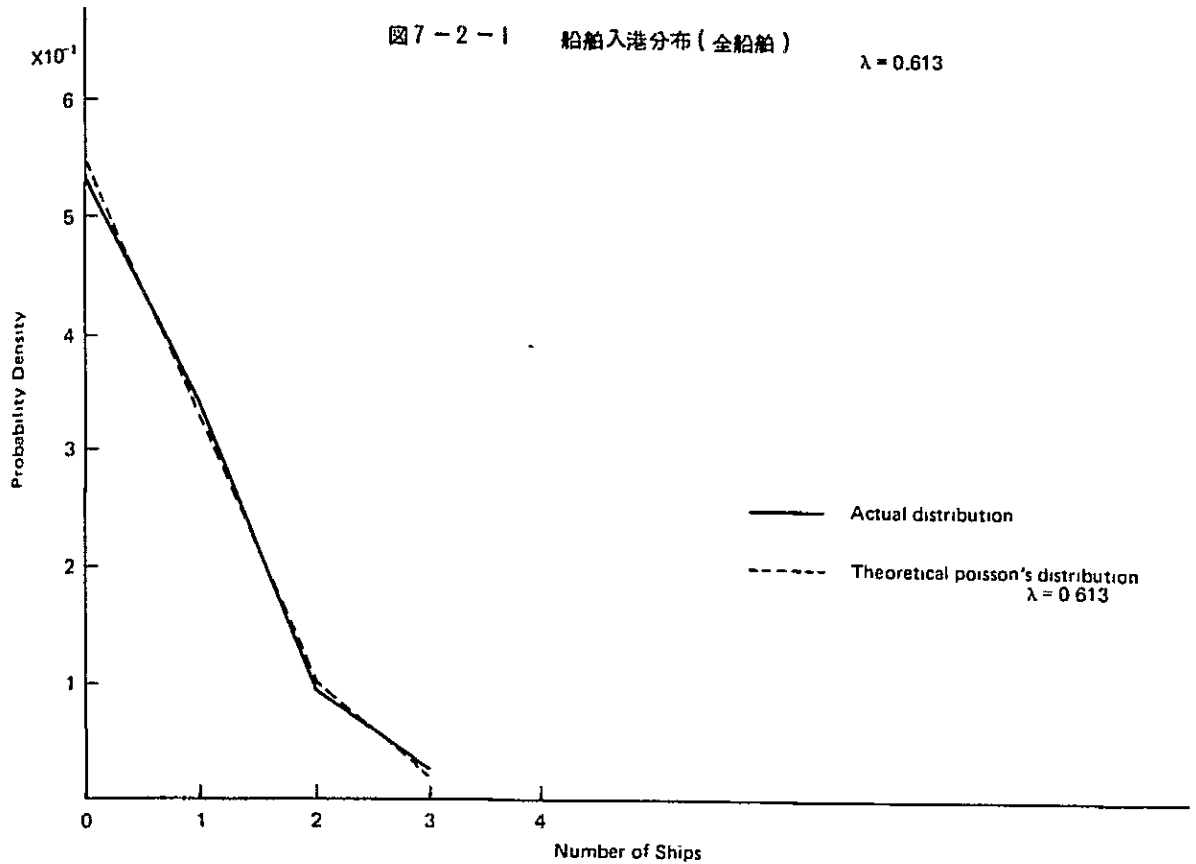
分析に使用した船舶のデータは1979年1月から1980年5月までの期間にプンタレナス港に入港した船舶である。この期間(517日)に入港した船舶数は計323隻で雑貨船82.9%、兼用船11.6%、バルクキャリア5.5%の割合である。これら船種はLloyds Register Shipping(1979~1980)から船名を調べて分類したものである。

7-2-2 待時間

プンタレナス港に入港する船舶の待時間は全船平均で47.2時間、雑貨船で47.3時間、バルクキャリア123.7時間、兼用船34.1時間となっている。最高待時間は全船で320時間、雑貨船で310時間に及び、プンタレナス港が容量一杯の状況にあることが理解できる。

7-2-3 到着分布

上記期間にプンタレナス港に入港した船舶の到着分布を全船と雑貨船に分け図7-2-1, 図7-2-2に示す。図中実線は実際の到着分布を点線は理論上のポアソン分布を示している。図からわかるように実線と理論線とは非常によく一致している。港湾の船舶の到着はポアソン分布に従うとされているが、プンタレナス港の場合も全くそのとおりである。よってシミュレーション・テストにおいても、カルデラ港の到着分布はポアソン分布を用いて良いものと判断される。



7-2-4 接岸時間の記録

ブントラス港に現在入港している船舶の船種としては雑貨船、雑貨/コンテナの兼用船、バルクキャリアの3種があり、船種、船型ごとの接岸時間は下記のとおりである。

	平均	最低	最高
(1) 雑貨船			
～ 5,000 DWT	48.9h	5h	120h
5,000～10,000 DWT	55.5h	15h	185h
10,000～15,000 DWT	66.9h	15h	185h
15,000 DWT～	177.1h	30h	325h
(2) 雑貨/コンテナ船			
5,000～10,000 DWT	43.3h	35h	60h
10,000～15,000 DWT	49.3h	40h	65h
(3) バルクキャリアー			
10,000～15,000 DWT	38.5h	350h	425h
15,000 DWT	35.2h	20h	600h

上記から当然のことではあるが、船型が大きくなるにしたがって、接岸時間が増えており、1tあたりの積載貨物量が多いということが推定される。

7-2-5 接岸時間分布

雑貨船の接岸分布を図7-2-3に示す。

図からわかるようにピークは左寄り(30h)のところにあり、いわゆるアーラン分布に近似している。よってカルデラ港での雑貨船の接岸時間分布はシミュレーション・テストにおいてもアーラン分布を用いて良いものと判断される。

バルクキャリアー、雑貨/コンテナ兼用船の接岸時間分布は図7-2-4～7-2-7のとおりである。図からわかるようにピークはみられず間歇的な分布で雑貨船とは異なったレギュラー分布を示している。よってカルデラ港でのバルクキャリアー、雑貨/コンテナ兼用船の接岸時間分布はシミュレーション・テストにおいてもレギュラー分布を用いて良いものと判断される。

7-2-6 その他

上記以外に荷役時間分布、沖待ち時間、在港時間分布、沖荷役時間分布、揚げトン数分布、積トン数分布、合計トン数分布、DWT分布を付図7.2.1～7.2.16に示す。

荷役時間については、左寄りにピークがあり、最高荷役時間は全船で340時間、雑貨船では290時間である。50時間以下の累積で約50%を占めている。平均時間は全船で76.7時間、雑貨船で67.3時間である。

在港時間については左寄りにピークを有するアーラン分布に類似しており最高在港時間は全船、雑貨船とも350時間である。100時間以下の累積で約50%を示している。平均時間は全船で124.5時間、雑貨船で116.8時間である。

沖荷役時間については、左寄りにピークを有するアーラン分布に類似しており、最高沖荷役時間

図 7-2-3 接岸時間分布 (一般貨物船)

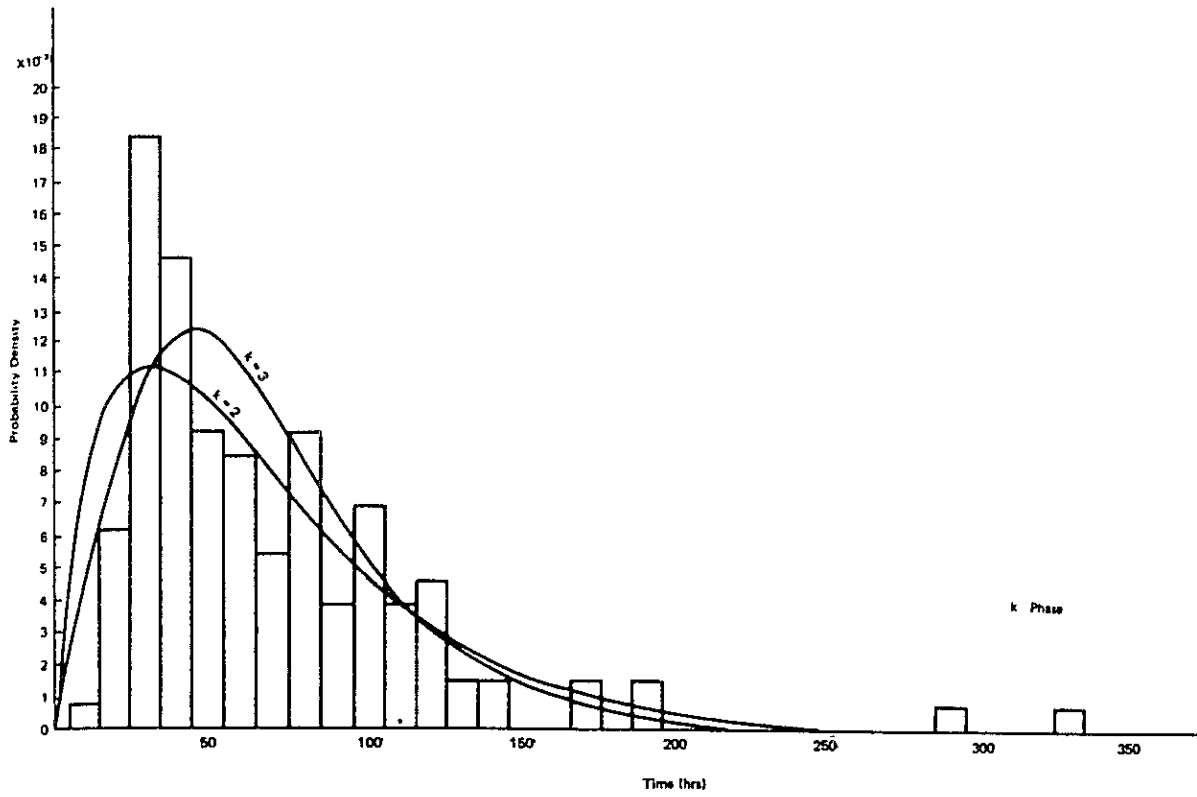


図 7-2-4 接岸時間分布 (バルクキャリア 10,000~15,000 DWT)

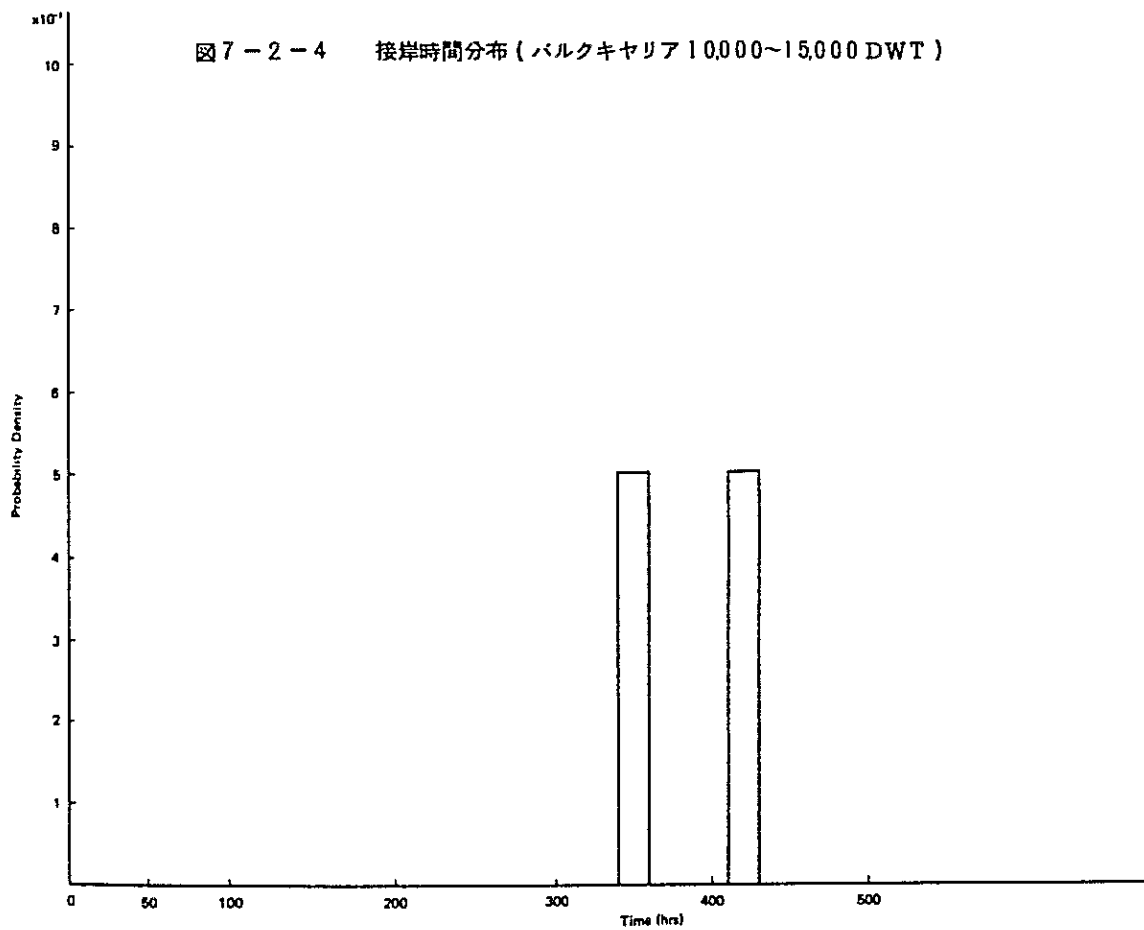


図7-2-5 接岸時間分布 (バルクキャリア 15,000 DWT ~)

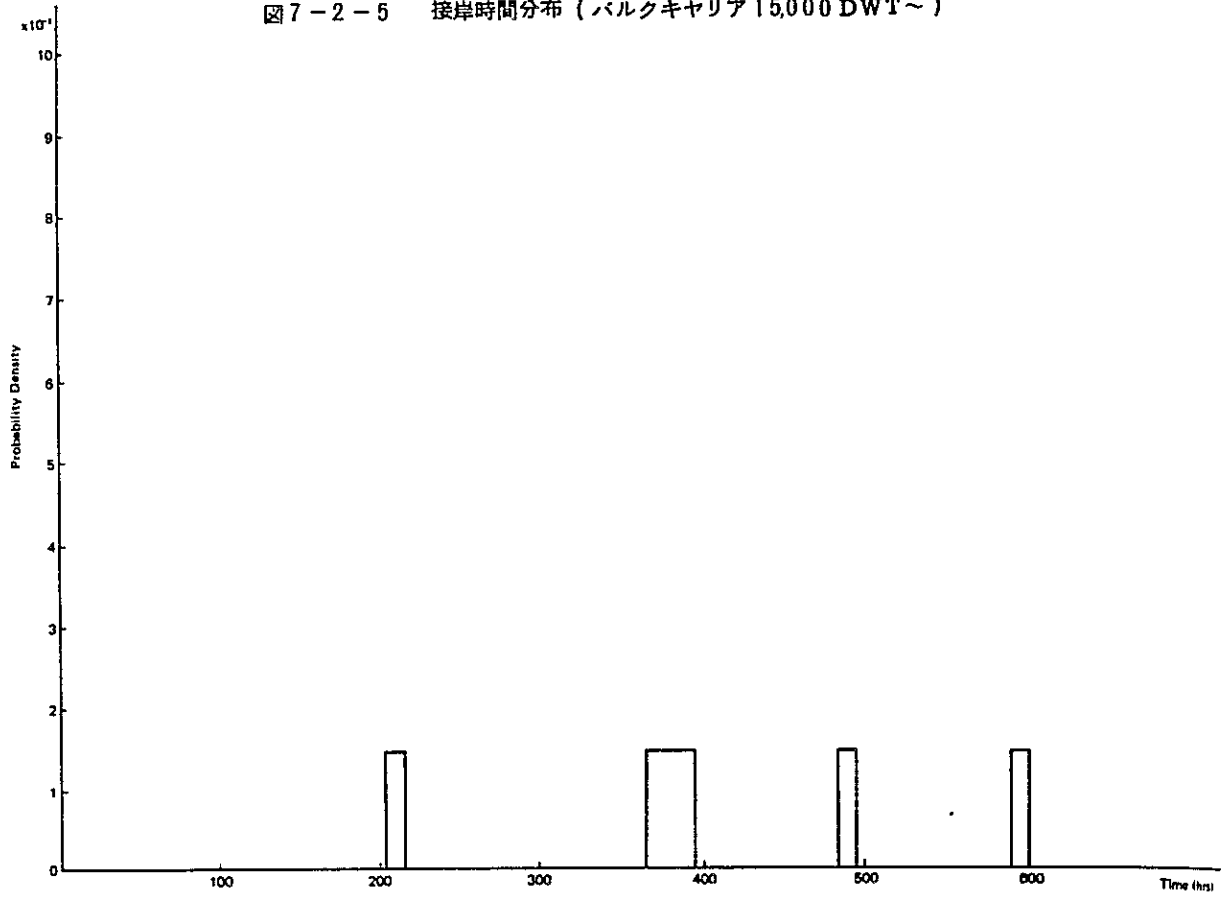
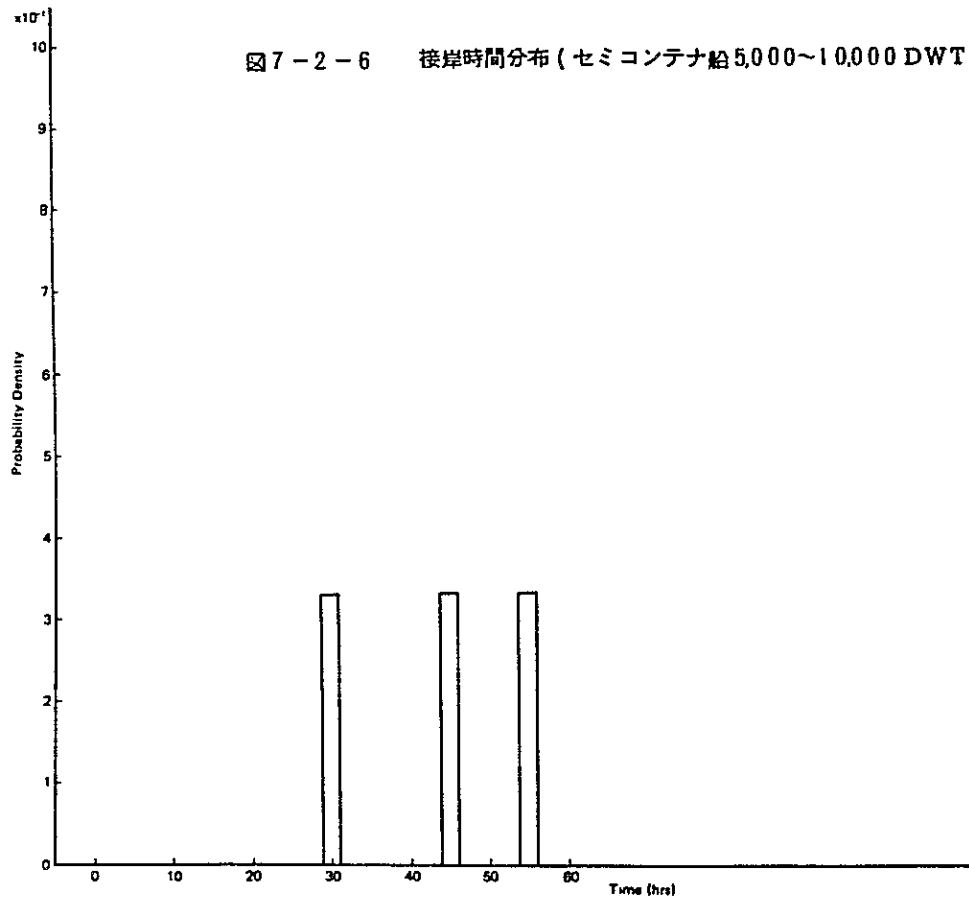
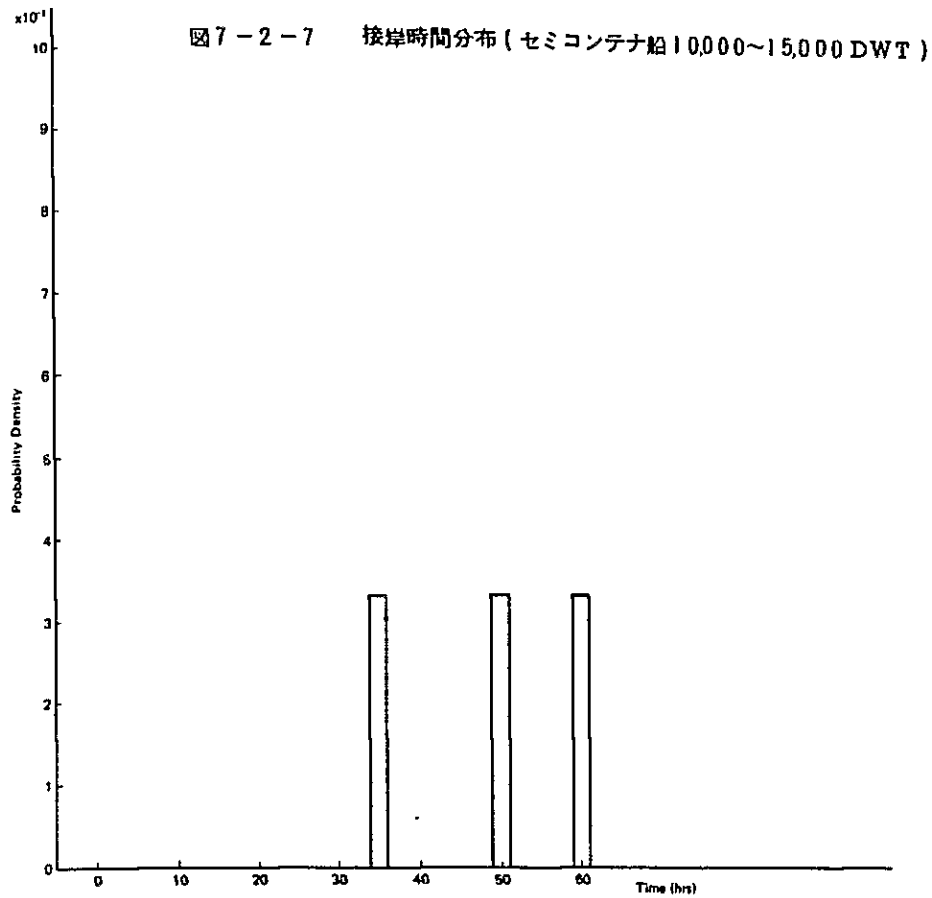


図7-2-6 接岸時間分布 (セミコンテナ船 5,000~10,000 DWT)





は全船で240時間、雑貨船で210時間である。平均時間は全船で52時間、雑貨船で50.5時間である。

揚げトン数については、指数分布を示しており、最高揚げトン数は全船で13000^t、雑貨船で11500^tである。平均揚げトン数は全船で1560^t、雑貨船で1300^tである。

積みトンについては、揚げトンと同じように指数分布を示しており、最高積みトンは全船で2300^t、雑貨船で2300^tである。平均積みトンは全船で180^t、雑貨船で210^tである。

7-3 シミュレーション・テストの方法論

7-3-1 テストの目的

港に入港した船舶は先着順に所定のバースに接岸して荷役等の作業を行うことになるが、もしこのバースがふさがっている場合には、先着し接岸している船舶が離岸するまでバース待ちをすることになる。このような港務における船舶の入出港現象を待ち合わせ理論による予測手法が利用されてきた。しかしながら理論解析だけでは制約があり、港務活動の複雑な実態について対応できない面がある。このため電算機を利用して船舶をランダムに発生させて入港～着棧～荷役～出港に至る船舶の動きを追跡し、カルデラ港第Ⅰ期工事完成後の船舶の待ち現象、岸壁の占有状況を検討し第Ⅱ期計画の規模と実施のタイミングをシミュレーション・テストするものである。

7-3-2 シミュレーションモデルのフローと構成

今回実施したシミュレーションモデルのフローと構成を図7-3-1～7-3-3に示す。

上記フローに、インプットデータとして入港隻数、接岸時間を入れ、待船隻数、待船時間、接岸時間を出し、バース占有率、待船コスト等をアウト・プットするものである。

図7-3-1 シミュレーションモデルの構成

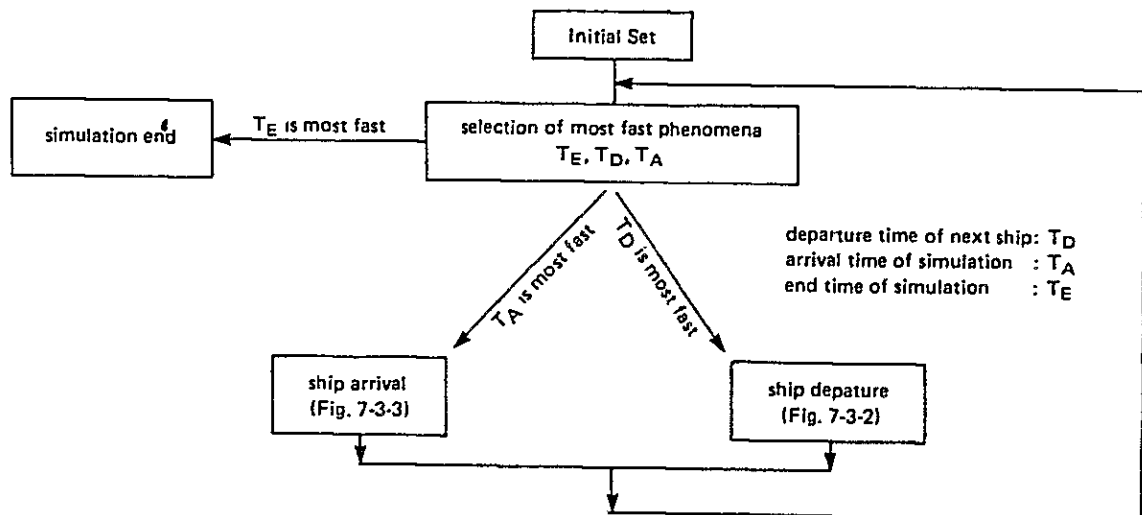


图 7-3-2 出 港

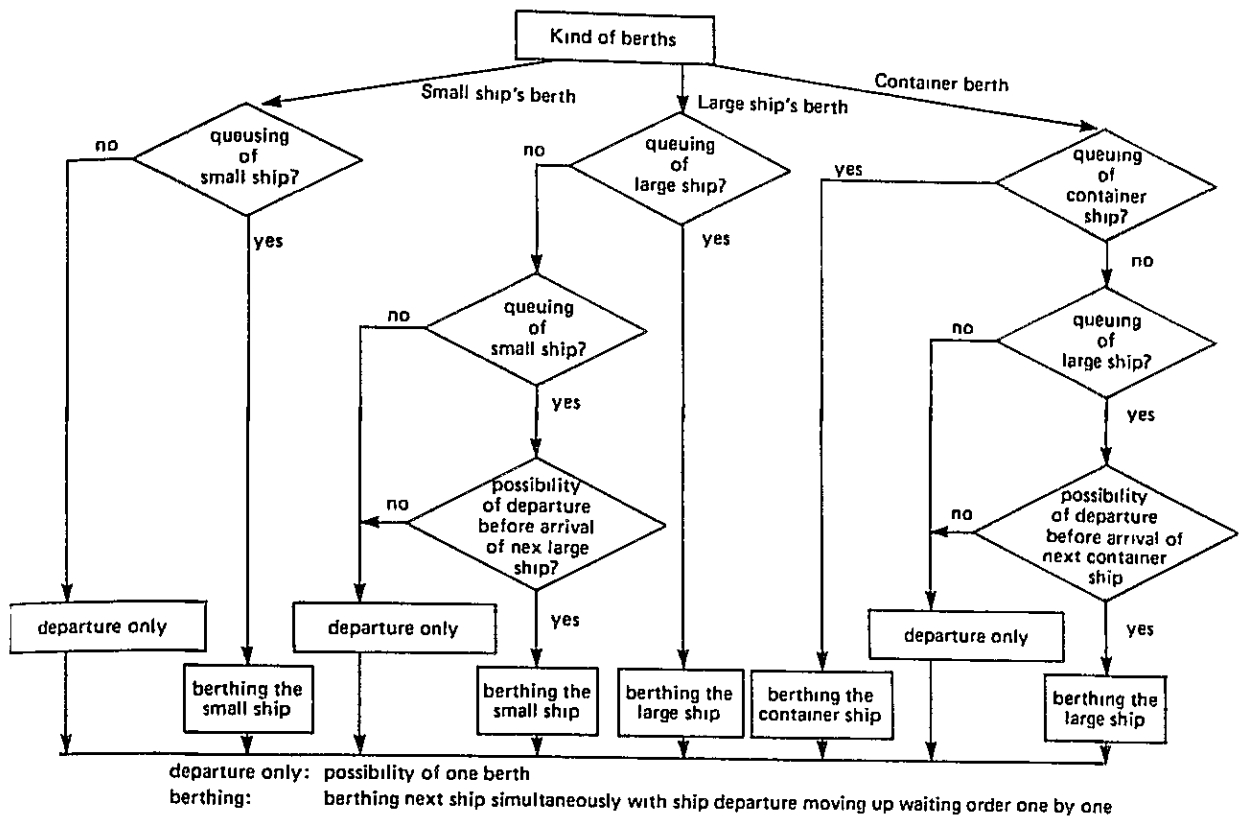
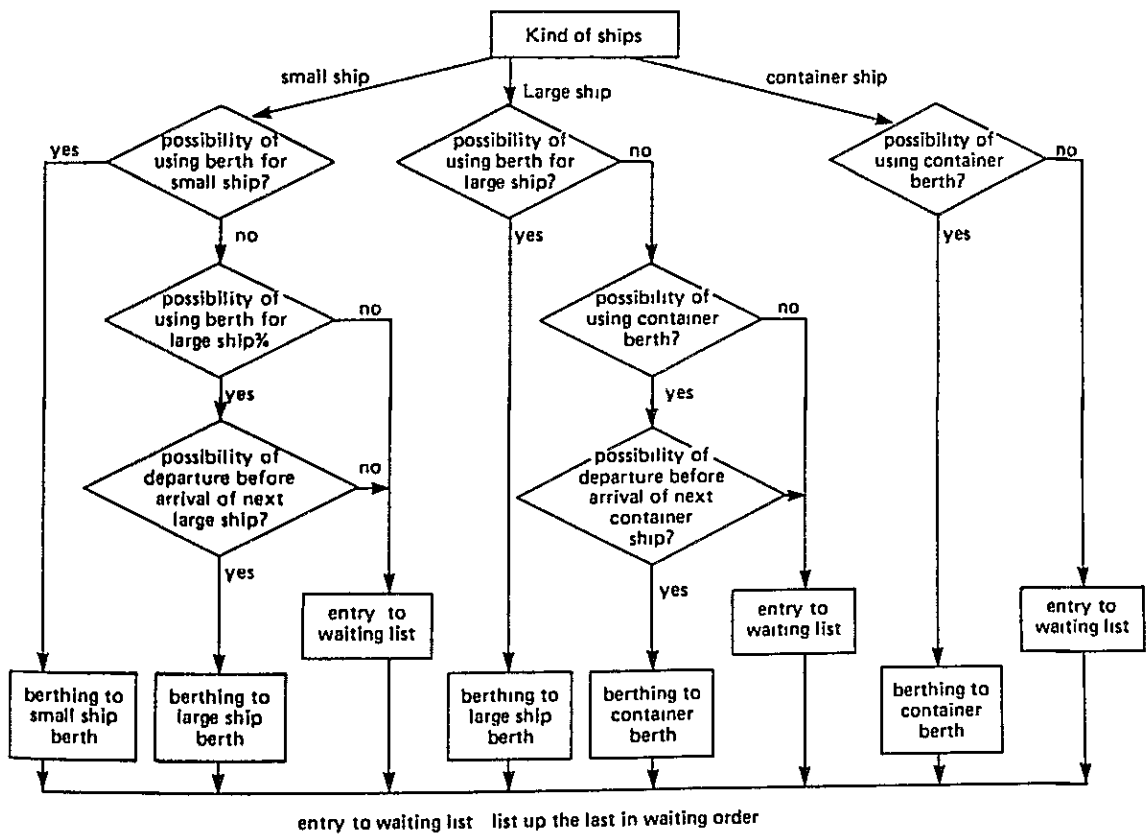


图 7-3-3 入 港



7-4 シミュレーションテスト

7-4-1 シミュレーションケース

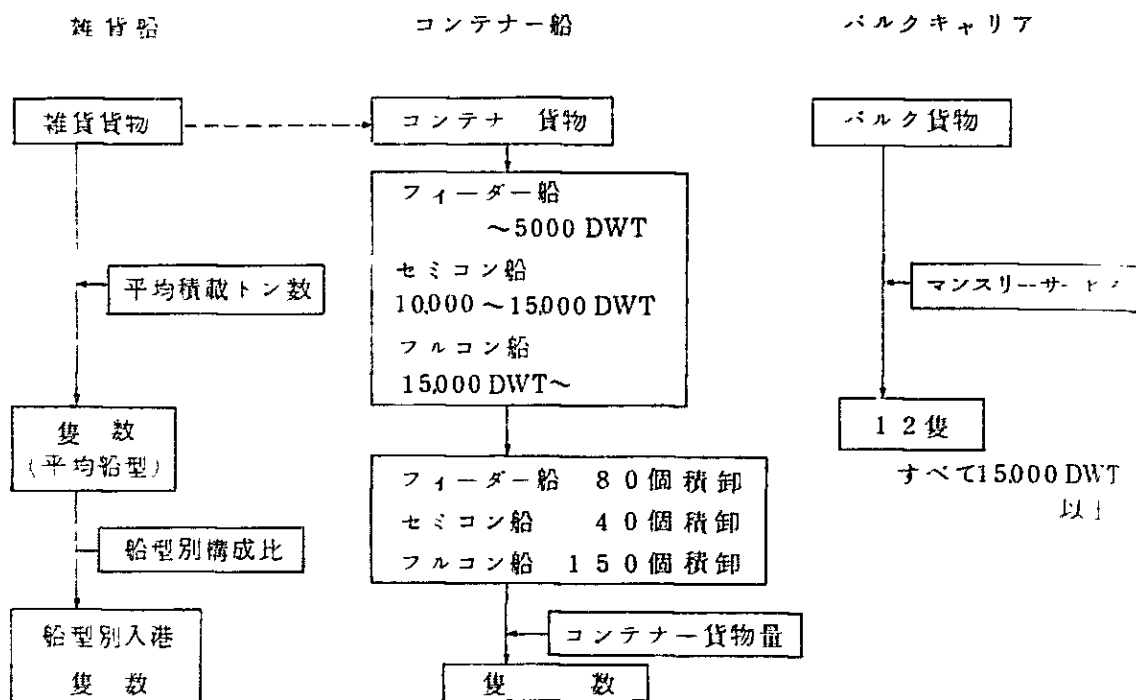
シミュレーションのケースとしては①第1期計画完成後の-75m, -10m, -11m岸壁の3バースのケースと, ②これにコンテナ岸壁を1バース追加したケースの, 2ケースについて1980年から2000年まで1年毎にシミュレーションを行った。

7-4-2 インプットデータ

シミュレーションを行うには, 各年次における船舶の入港隻数, 接岸時間を推定する必要が有る。入港隻数, 接岸時間については, 雑貨船, バルクキャリア, 雑貨/コンテナ船の各船種別, 船型ごとに推定する。

(1) 入港船舶数の予測

入港船舶数予測のフローは次のとおりである。



(1)-A 雑貨船

1979年の1隻あたり積載トン数はブタレナス港のデータから輸入, 輸出合わせて貨物量257,362 ton, として, 入港船舶隻数2156隻/年として, 1,194 ton/隻となる。将来の平均積載率は2000年時点で1979年の3割増しとし, 下記のように想定する。

1980年	1,200 ton/隻
85年	1,300 "
90年	1,400 "
95年	1,500 "
2000年	1,600 "

各年次の雑貨貨物量と上記の各年次の平均積載率から各年次の雑貨船隻数が算出される。その隻数を1979年の実績に2000年には船型の大型化を20%見込んで各船型に割り振る。

到着分布はポアソン分布にしたがうものとする。

(1)ーB バルクキャリア

バルクキャリアについては実績を勘案してマノスリーサービスとし、入港船舶数は、年12隻とする。将来貨物量も増加していくが、船型も大型化すると考えて、将来とも年12隻とした。

到着分布はレギュラー分布とする。

(1)ーC コンテナ船

ここで、コンテナ船にはフルコン船、セミコン船、フィーダー船が含まれる。各船ごとの1隻あたりのコンテナ取扱個数は次のよう想定する。

フルコン船	150個
セミコン船	40個
フィーダー船	80個

第6章で述べたコンテナ貨物量と上記の1隻あたりコンテナ個数から、各年次の隻数は下記のように推定される。

	1980	1985	1990	1995	2000	単位	隻
フルコン船	0	24	60	74	91		
セミコン船	47	48	24	31	31		
フィーダー船	24	18	12	12	15		

それぞれの到着分布はレギュラー分布とする。

(2) 荷役能力の検討

次節で接岸時間の予測を行うために、ここで荷役方法と荷役能力の検討を行った。カルデラ港第1期計画に含まれる荷役機械はすでに決っているので(第5章参照)、カルデラ港における荷役能力の検討は前述の機械をベースに考える。

(2)ーA 雑貨用荷役機械

すでに決定、計画されている機械は下記のとおりである。

	能力	台数	時間あたり荷役能力
フォークリフト	3 t on	10台	350 t/h
"	5 t on	5台	250 t/h
"	6 t on	3台	180 t/h
"	15 t on	1台	80 t/h
		計	860 t/h

上述の時間あたり荷役能力は、岸壁から上屋までの走行距離からサイクルタイムを、定格荷重の70%~50%を実荷重として求めた。

方、本船ギアの荷役能力はブントレナス港での荷役能力から推定した。

ブントレナス港での荷役能力

	(1)荷役能力 (機械稼働中のみ) t/h	(2)荷役能力 (待ちを含む) t/h
1979, 1	187	100
2	22.2	13.5
3	17.9	100
4	18.2	100
6	16.6	8.3
7	17.6	8.3
8	17.0	7.1
9	24.6	107
10	16.5	7.4
11	20.8	11.3
計	190.1	96.6
平均	19.0	9.7

上記の(1), (2)の関係から, 実能力として下記の式を得た。

$$C = 0.55991 \times E - 0.9840 \quad (r = 0.77015)$$

C : 実能力

E : 機械稼働時間中の能力

上式に機械の慣れ等を加味し, 当初 E = 50 t/h 以後 E = 60 t/h として実能力 C を 1980 年時点 27.0 t/h, 1985 年以降 32.6 t/h と設定した。

上記の荷役能力は, あくまでもブントレナス港の実績をベースにして推定したもので, 通常 1 ギャング 20 ton/h といわれている数値に比較するとかなり低めで (投入ギャング数にもよるが), さらに今後向上の余地を持っている。

以上から, 上述のフォークリフトの能力は上屋とエブロン上, 3 バースに船が接岸した場合でも当面十分と考えられる。

(2) - B バルク用荷役機械

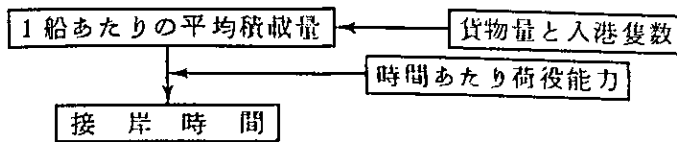
I 期計画で 60 t/h のポータブル式ニューマチックアンローダーの導入が決定している。荷役能力については, 機械の慣れ等を勘案し, 下記のように推定する。

荷役効率 稼働率

1980	60 t/h × 24 h × 4 台 × 0.8 × 0.45 ÷ 2,000 t/day
85	0.5 ÷ 2,300
90	0.55 ÷ 2,600
95	0.65 ÷ 3,000
2000	0.65 ÷ 3,000

上記の能力があれば荷役は 5 日以内で済み, 上述の機械 4 台で当分は十分と考えられる。

(3) 接岸時間の予測



(3)-A 雑貨船

雑貨の荷役は本船ギアを使用する。カルテラ港においてはブントレナス港と違い、本船ギア→エプロン→フォークリフト→上屋のフローで荷役が行われるので本船ギアはフルに稼働させることができる。現在ブントレナス港で行われている本船ギアの正味能力と実能力の関係から、カルテラ港での実能力を下記のように想定し、接岸時間を算定する。

	平均積載量	平均荷役能力	平均接岸時間
1980	1200 ton	27.0 t/h (根拠7-4-2参照)	4.44 h
1985	1300	32.6 t/h (根拠7-4-2参照)	3.99
1990	1400	32.6 t/h (根拠7-4-2参照)	4.29
1995	1500	32.6 t/h (根拠7-4-2参照)	4.60
2000	1600	32.6 t/h (根拠7-4-2参照)	4.91

船型別接岸時間は、1979年の船型別接岸時間の比率で配分する。接岸時間分布は、表7-4-1～7-4-2に示されているように、～5,000 DWTはアーラン分布(3)のタイプとし、5,000 DWT以上はアーラン分布(2)のタイプとする。

なお、1979年の船型別接岸時間は次のとおりである。

	～5,000	5,000～10,000	10,000～15,000	15,000～	平均
入港隻数	44.2隻	39.8	91.0	141	↓
接岸時間	48.9 h	55.5	66.9	177.1	68.5 h

(3)-B バルクキャリア

バルクを取り扱う荷役機械は1期計画で導入が計画されているニューマチックアンローダー(公称能力60 t/h)4台を考える。各年次ごとの能力は慣れ等を考慮して初期で低くおさえ、下記のように接岸時間を算定する。

	貨物量	1船あたり積載量	荷役能力	接岸時間
1980	114.6 × 10 ³ ton	9,550 t/隻	2,000 t/day (根拠7-4-2参照)	120.6 h
1985	112.8	9,400	2,300 (根拠7-4-2参照)	98.1

1990	134.2	11,180	2,600 (根拠7-4-2参照)	103.2
1995	157.9	13,160	3,000 (根拠7-4-2参照)	105.3
2000	184.3	15,360	3,000 (根拠7-4-2参照)	122.9

接岸時間分布はレギュラー分布とする。

(3)-C コンテナ船

(1) フィーダー船

1船あたり積載個数は80個，取扱個数は $80 \times 2 = 160$ 個

モーター・クレーンによる1個あたり取扱時間を10分とすると，1船あたり接岸時間は

$$160 \text{ 個} \times 10 \text{ 分} / \text{個} = 1600 \text{ 分} = 26.7 \text{ h}$$

(2) セミコン船

A コンテナ

1船あたり積載個数は40個，取扱個数は $40 \times 2 = 80$ 個

1個あたり取扱時間を5分とすると，1船あたり $80 \text{ 個} \times 5 \text{ 分} / \text{個} = 6.7 \text{ h}$

B 雑貨

1船あたりの積載量は， $1,500 \text{ t}$ on

取扱能力は

1980 27.0 t/h (根拠7-4-2参照)

85 32.6 " (根拠7-4-2参照)

7 7

2000 32.6 " (根拠7-4-2参照)

接岸時間は

1980 $6.7 \text{ h} + 1500 / 27 = 62.3 \text{ h}$

85 $6.7 \text{ h} + 1500 / 32.6 = 52.7$

90 " 52.7

95 " 52.7

2000 " 52.7

C フルコン船

1船あたりの積載個数は150個，取扱個数は $150 \times 2 = 300$ 個

20'，40'コンテナの割合を2:1とする。取扱個数は $150 + 75 = 225$ 個

1個あたりの取扱時間を5分とすると，1船あたり接岸時間は

$$225 \text{ 個} \times 5 \text{ 分} / \text{個} = 1125 \text{ 分} = 18.8 \text{ h}$$

コンテナの取扱時間を5分/個としたのは，Ⅰ期計画のバースはコンテナ専用バースではなくヤードには雑貨と一緒に置かれ，またコンテナの運搬にはフォークリフトが使用されることから上述の値とした。Ⅱ期計画でコンテナ専用の埠頭ができた時点ではコンテナの管理運営がスムーズに行え，運搬はS/Cで行われるのでコンテナの取扱時間は25分/個とする

表7-4-1 入港船舶数 (カルデラ港)

Year	General Cargo Ships				Bulk Carriers			Semi-Container Ships				Full Container Ships						
	-5,000 DWT	5,000-10,000 DWT	10,000-15,000 DWT	15,000 DWT-			15,000 DWT-	-5,000 DWT	5,000-10,000 DWT	10,000-15,000 DWT	-15,000 DWT							
1980	30.3	27.2	62.3	9.7	0.0	0.0	12.0	24.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	31.0	27.9	65.3	10.1	0.0	0.0	12.0	22.8	0.0	47.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	31.7	28.7	68.3	10.5	0.0	0.0	12.0	21.6	0.0	47.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983	32.4	29.4	71.2	11.0	0.0	0.0	12.0	20.4	0.0	47.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	33.1	30.2	74.2	11.4	0.0	0.0	12.0	19.2	0.0	47.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	33.8	30.9	77.2	11.8	0.0	0.0	12.0	18.0	0.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0
1986	34.6	31.8	81.0	12.3	0.0	0.0	12.0	16.8	0.0	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2	0.0
1987	35.4	32.7	84.8	12.9	0.0	0.0	12.0	15.6	0.0	38.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.4	0.0
1988	36.3	33.6	88.7	13.4	0.0	0.0	12.0	14.4	0.0	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.6	0.0
1989	37.1	34.5	92.5	14.0	0.0	0.0	12.0	13.2	0.0	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.8	0.0
1990	37.9	35.4	96.3	14.5	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0
1991	38.7	36.3	100.8	15.1	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.8	0.0
1992	39.5	37.3	105.2	15.7	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	0.0
1993	40.4	38.2	109.7	16.2	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	28.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.4	0.0
1994	41.2	39.2	114.1	16.8	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.2	0.0
1995	42.0	40.1	118.6	17.4	0.0	0.0	12.0	12.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	0.0
1996	42.6	40.9	123.3	17.9	0.0	0.0	12.0	12.6	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.4	0.0
1997	43.1	41.6	128.0	18.5	0.0	0.0	12.0	13.2	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.8	0.0
1998	43.7	42.4	132.6	19.0	0.0	0.0	12.0	13.8	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.2	0.0
1999	44.2	43.1	137.3	19.6	0.0	0.0	12.0	14.4	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.6	0.0
2000	44.8	43.9	142.0	20.1	0.0	0.0	12.0	15.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.0	0.0

表7-4-2 入港船舶の積岸時間（カルデラ港）

Year	General Cargo Ships				Bulk Carriers		Semi-Container Ships				Full Container Ships					
	-5,000 DWT	5,000-10,000 DWT	10,000-15,000 DWT	-15,000 DWT-		15,000 DWT-	-5,000 DWT	5,000-10,000 DWT	10,000-15,000 DWT	15,000 DWT-						
1980	31.7	36.0	43.4	114.8	0.0	120.6	13.3	0.0	62.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	31.1	35.3	42.5	112.5	0.0	116.1	13.3	0.0	60.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	30.4	34.5	41.6	110.1	0.0	111.6	13.3	0.0	58.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983	29.8	33.8	40.8	107.8	0.0	107.1	13.3	0.0	56.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	29.1	33.0	39.9	105.4	0.0	102.6	13.3	0.0	54.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	28.5	32.3	39.0	103.1	0.0	98.1	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1986	28.9	32.8	39.6	104.7	0.0	99.1	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1987	29.3	33.3	40.2	106.2	0.0	100.1	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1988	29.8	33.7	40.7	107.8	0.0	101.2	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1989	30.2	34.2	41.3	109.3	0.0	102.2	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1990	30.6	34.7	41.9	110.9	0.0	103.2	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1991	31.0	35.2	42.5	112.5	0.0	103.6	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1992	31.5	35.7	43.1	114.1	0.0	104.0	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1993	31.9	36.3	43.7	115.7	0.0	104.5	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1994	32.4	36.8	44.3	117.3	0.0	104.9	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1995	32.8	37.3	44.9	118.9	0.0	105.3	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1996	33.3	37.8	45.5	120.5	0.0	108.8	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1997	33.7	38.3	46.1	122.1	0.0	112.3	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1998	34.2	38.8	46.8	123.7	0.0	115.9	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
1999	34.6	39.3	47.4	125.3	0.0	119.4	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
2000	35.1	39.8	48.0	126.9	0.0	122.9	13.3	0.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4

各コンテナ船の接岸時間分布はレギュラー分布とする。

1979年のブタレナス港の実績と上述した各年次ごとの入港隻数、接岸時間のインプットデータを表7-4-1～7-4-2に示す。

7-4-3 シミュレーション・テストの結果

(1) 第1期計画工事完成後の利用状況

シミュレーションによって得られた第1期計画完成後の各施設のバースの利用状況は次のとおりである。なおシミュレーションを行ったケースは、

Case-1: 1985年から北米航路, 1990年からヨーロッパ及び極東航路については、カルデラ港にフルコンテナ船が寄港し、フルコンテナ船にバース利用の優先権が与えられている場合。

Case-2: コンテナ・バースが建設されない間は、いずれの航路ともセミコンテナ船しかカルデラ港には寄港せず、特定の船種にバース利用の優先権を与えていない場合。

(1)-A 待船状況

フルコンテナ船の寄港するCase-1では、フルコンテナ船にバース利用の優先権を与えているので、一般船が待船することとなり、Case-2より待船状況は厳しい状況となる。

Case-1

1985年には、待船時間が平均で24時間を超え、1987年には約50時間と、ほぼブタレナス港における現況の水準に達してしまうことになる。1988年以降はより急激に待時間が増加し、ほぼ優性的な待船状況となる。(図7-4-1及び表7-4-3参照)

1985年頃から全入港船のうち35%程度が滞船し始め、1988年には40%を超え、1990年代には待時間も天文学的数値となるので、1994年以降は待船出現率も計算されていない。(図7-4-2参照)

大型船(フルコンテナ船を含む5,000 DWT以上の船舶)の待船状況は、全船舶平均の状況と同じ傾向を示すが、1隻あたりの待船時間は、全船舶平均より大きい。大型船の1隻あたりの平均待時間が24時間を超えるのは1983年、48時間を超えるのは1987年である。(図7-4-3参照)

一方、小型船は入港隻数が少ないために待船は問題となる状況にはない。

Case-2

Case-1と比較して、1隻あたり平均待船時間の増加が始まる時期が1990年と遅くなり、1隻あたりの待時間が24時間を超えるのが1995年、48時間を超えるのが1998年とCase-1と比較し約10年遅れることとなる。

全入港船のうち、35%程度が待船するのは1989年前後であり、1991年には、40%、1996年には50%とCase-1と比較して同程度の待船出現率に達するのに数年の遅れが見られる。(表7-4-4参照)

図7-4-1 待給時間

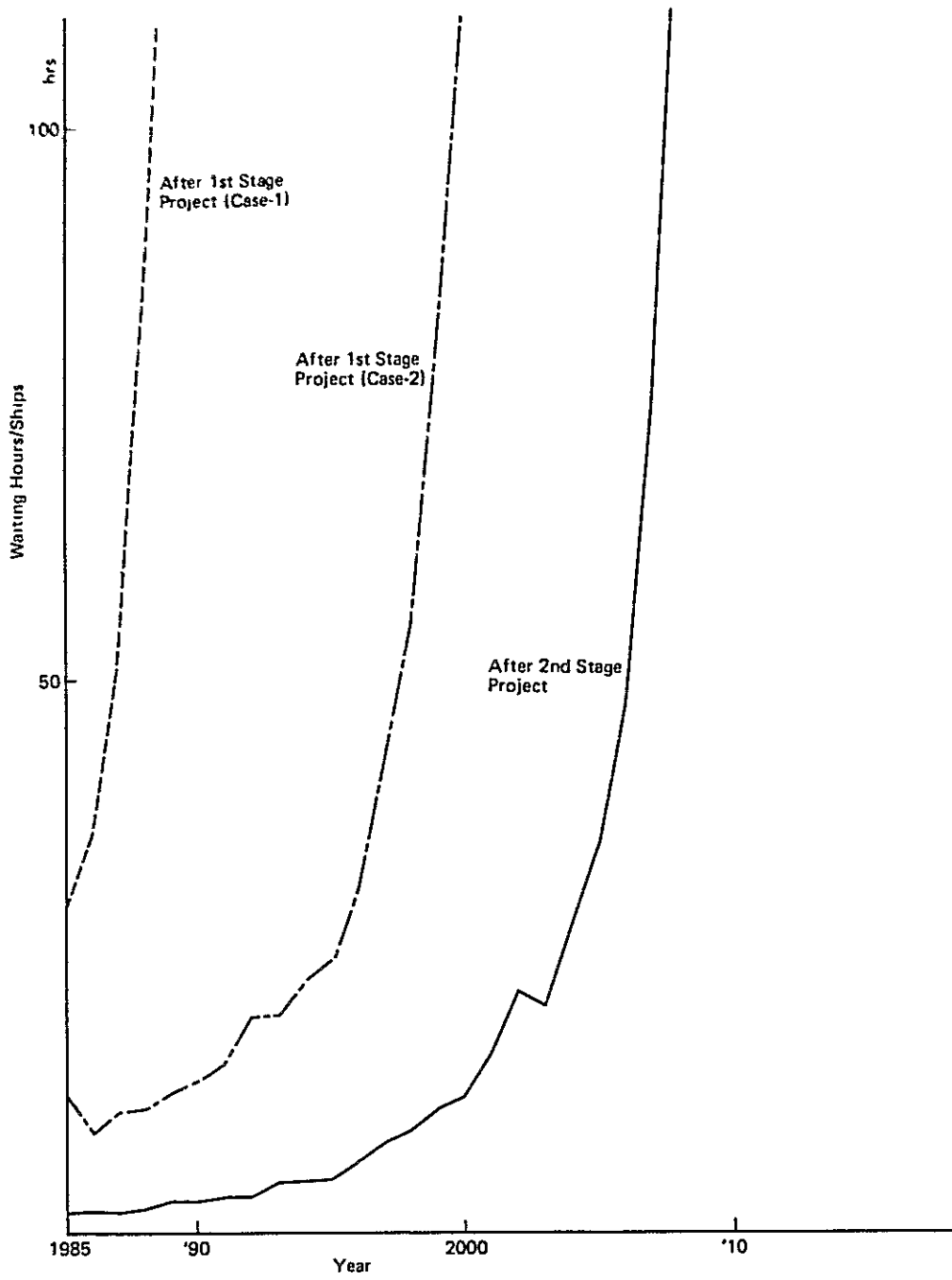


図7-4-2 待船の割合

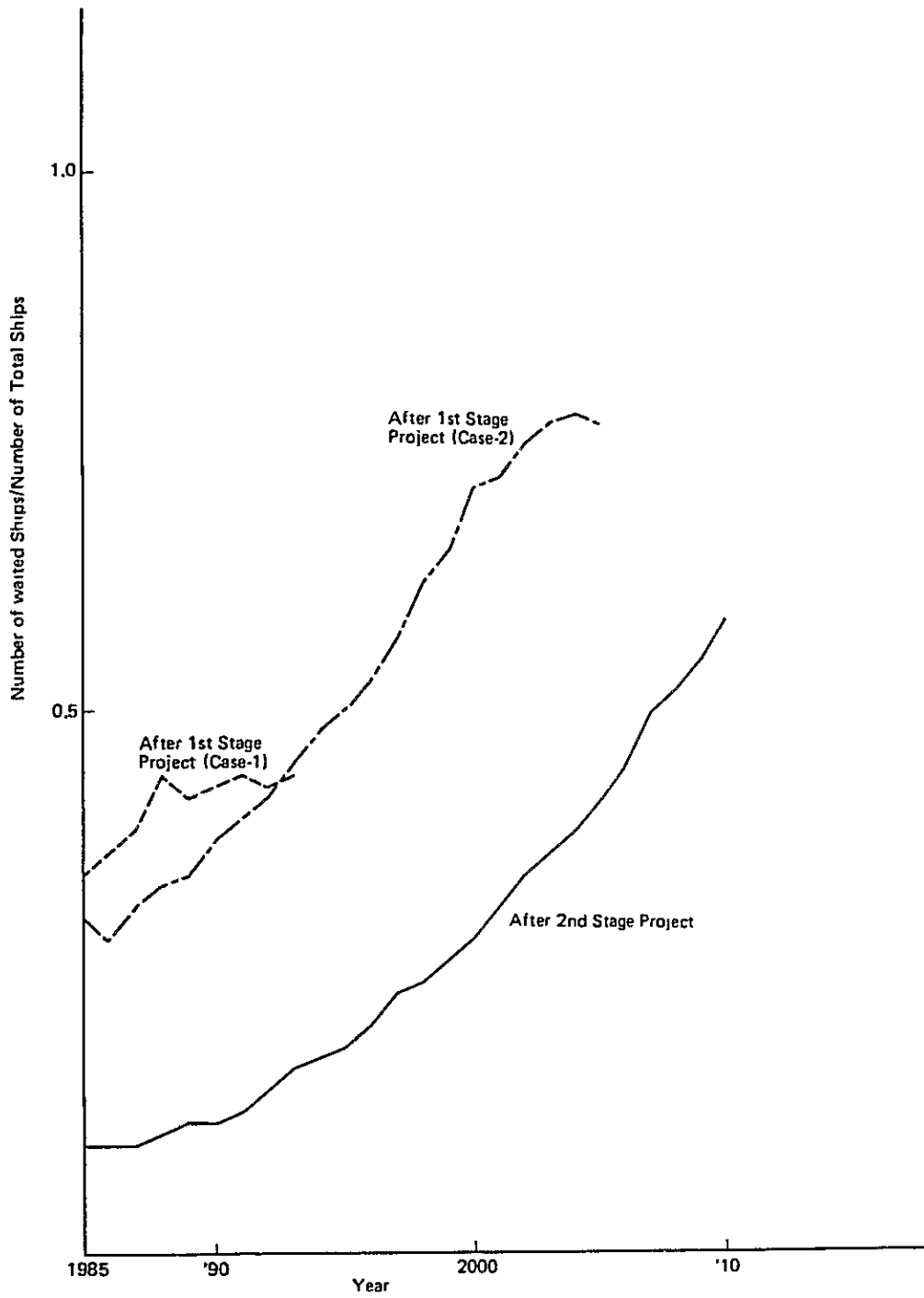


図7-4-3 大型船の待船時間

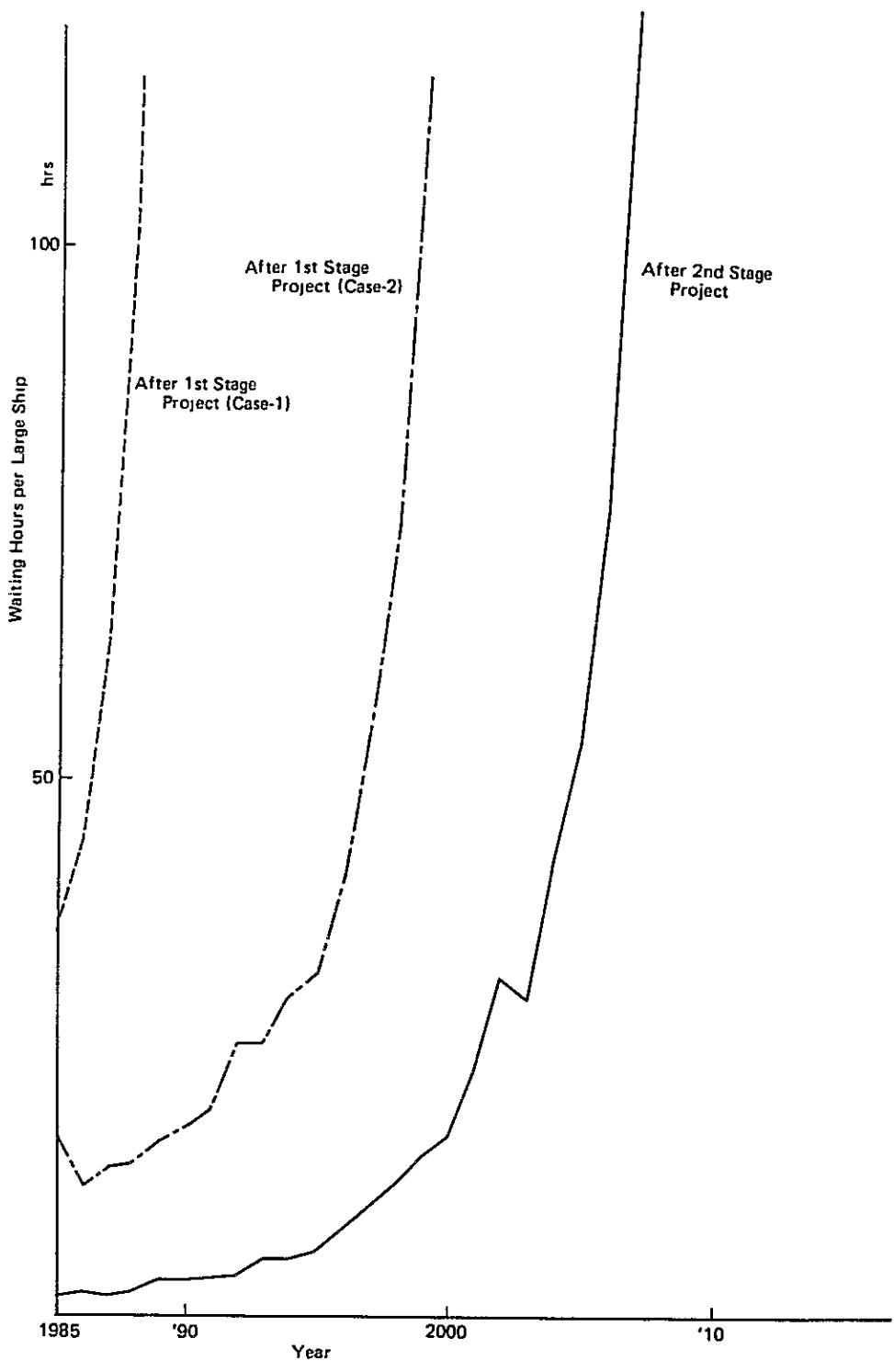


表7-4-3 待船状況 第1期計画完成後(ケース1)

Year	Ship Waiting			Berth Occupancy Rate	
	No. of Ships Waited/No of Calling Ships	Waiting Hours/Calling Ships	Waiting Hours/Ships Waited	Small Berth	Large Berth
1985	0.35	29.18hrs	82.91 hrs	0.175	0.543
86	0.37	35.94	97.72	0.175	0.555
87	0.39	51.36	130.40	0.175	0.566
88	0.44	85.85	197.05	0.179	0.584
89	0.42	267.77	631.90	0.179	0.593
90	0.43	858.83	2,000.55	0.180	0.589
91	0.44	1,142.56	2,583.92	0.184	0.611
92	0.43	1,585.65	3,655.00	0.189	0.610
93	0.44	1,819.99	4,101.39	0.150	0.473

表7-4-4 待船状況 第1期計画完成後(ケース2)

Year	Ship Waiting			Berth Occupancy Rate	
	No. of Ships Waited/No of Calling Ships	Waiting Hours/Calling Ships	Waiting Hours/Ships Waited	Small Berth	Large Berth
1985	0.31	12.77 hrs	41.40 hrs	0.305	0.550
86	0.29	9.48	32.24	0.214	0.566
87	0.32	10.84	34.26	0.226	0.581
88	0.34	11.19	32.68	0.229	0.599
89	0.35	12.54	36.09	0.236	0.615
90	0.38	13.77	36.46	0.243	0.627
91	0.40	15.27	38.54	0.250	0.653
92	0.42	19.53	46.30	0.261	0.677
93	0.45	19.65	43.53	0.271	0.701
94	0.48	22.86	47.86	0.282	0.724
94	0.50	24.65	49.08	0.289	0.752
96	0.53	30.89	58.00	0.303	0.782
97	0.57	42.75	75.28	0.315	0.813
98	0.62	54.26	88.16	0.330	0.846
99	0.65	81.15	124.25	0.336	0.878
2000	0.71	110.70	156.72	0.351	0.906
01	0.72	167.67	230.75	0.342	0.936
02	0.75	290.94	387.62	0.327	0.963
03	0.77	494.30	635.03	0.313	0.991
04	0.78	1,248.48	1,593.30	0.293	0.163
05	0.77	1,794.50	2,318.16	0.211	0.802

(1)ーB バース占有状況

フルコンテナ船の寄港するCase-1では、待船時間は多いにもかかわらず、バース占有状況はCase-2よりも低い。つまり、フルコンテナ船の入港が多い場合には、荷役時間が短くなるので接岸時間も短縮され、結果的にバース占有状況は低下することとなる。

Case-1

フルコンテナ船の寄港を1985年から考えると、大型船バースの占有率は1985年で54%、86年には55%、91年には60%近い水準に達する。これでも2バースの場合55～65%の占有率が一般的とされている状況からすると、高い利用水準にあるとは言えない。到着順にバースを利用できる方式であれば、60%を超えると、バースは混雑を始めるが、フルコンテナ船の利用に最優先権を与えている利用方式からすると、必ずしもこの目安は当てはまらない。むしろ待船時間の増加から判断して、1985～90年の55%前後がCase-1の場合の限界的な占有率と見なすこともでき、コンテナ・バース新設の必要性が認められる。

小型船バースの占有率は低く、待船状況からもわかるとおり、当分増設の必要はない。

Case-2

セミコンテナ船しか寄港せず、バースは到着順に利用されるCase-2の場合には、大型船バースの占有率が55%を超えるのが1985年、60%を超えるのが1988年、65%を超えるのは1991年であり、Case-1に比較して高い占有率となっている。占有率のみから判断すると、60%～65%の水準にある1988年～91年の間に大型バースの増設の必要性が認められる。(図7-4-4参照)

なお、小型船バースの占有率については、Case-1の場合とほぼ同じである。

(2) 第Ⅱ期計画工事完成後の利用状況

第Ⅱ期計画では、コンテナ埠頭を建設することとなり、当然、フルコンテナ船の就航が前提となっているので、シミュレーション・ケースはコンテナ埠頭をフルコンテナ船が優先的に使用するケースだけを対象とした。なお建設するコンテナバースは、1バースとした。この場合、フルコン船は当然のことながらコンテナ埠頭しか利用せず、コンテナ埠頭が利用されていない時には、セミコン船や一般雑貨船(小型船は除く)も利用することとしている。

(2)ーA 待船状況

コンテナバースが1バース追加されることにより第Ⅰ期計画工事完成の場合に比較して、待船時間は大幅に減少する。1995年までは全船舶平均でも5時間以内であり、それ以降増加を示すが、2000年でも12時間程度で1バース建設の効果が如実にあらわれている。(図7-4-5参照)

大型船だけでみても、1隻あたりの待船時間が10時間を超えるのが1997年、24時間を超えるのが2002年である。

1997年までは、待船する船は全入港船の10%以下であり、30%に達するのは2000年以降となる。

(2)ーB バース占有状況

コンテナバースを1バース追加することにより、大型2バースの占有状況は、第Ⅰ期計画のま

まの場合に比して約10%もしくはそれ以上低下する。この結果、占有状況が50%を超えるのは1992年、55%の水準に達するのが1994年、60%を超えるのは1996年となっており、コンテナバースを1バース追加した後は、一般船を対象としたバースは1995年前後迄は必要ないものと想定される。

また、コンテナバースについても、コンテナ貨物が予測した以上の進展を見せない限り、1バース建設した以降は、2000年以前には必要ないものと推察される。

小型船バースについても、船型の大型化の傾向を受けて現在の1バースのままで増設の必要はないと思われる。

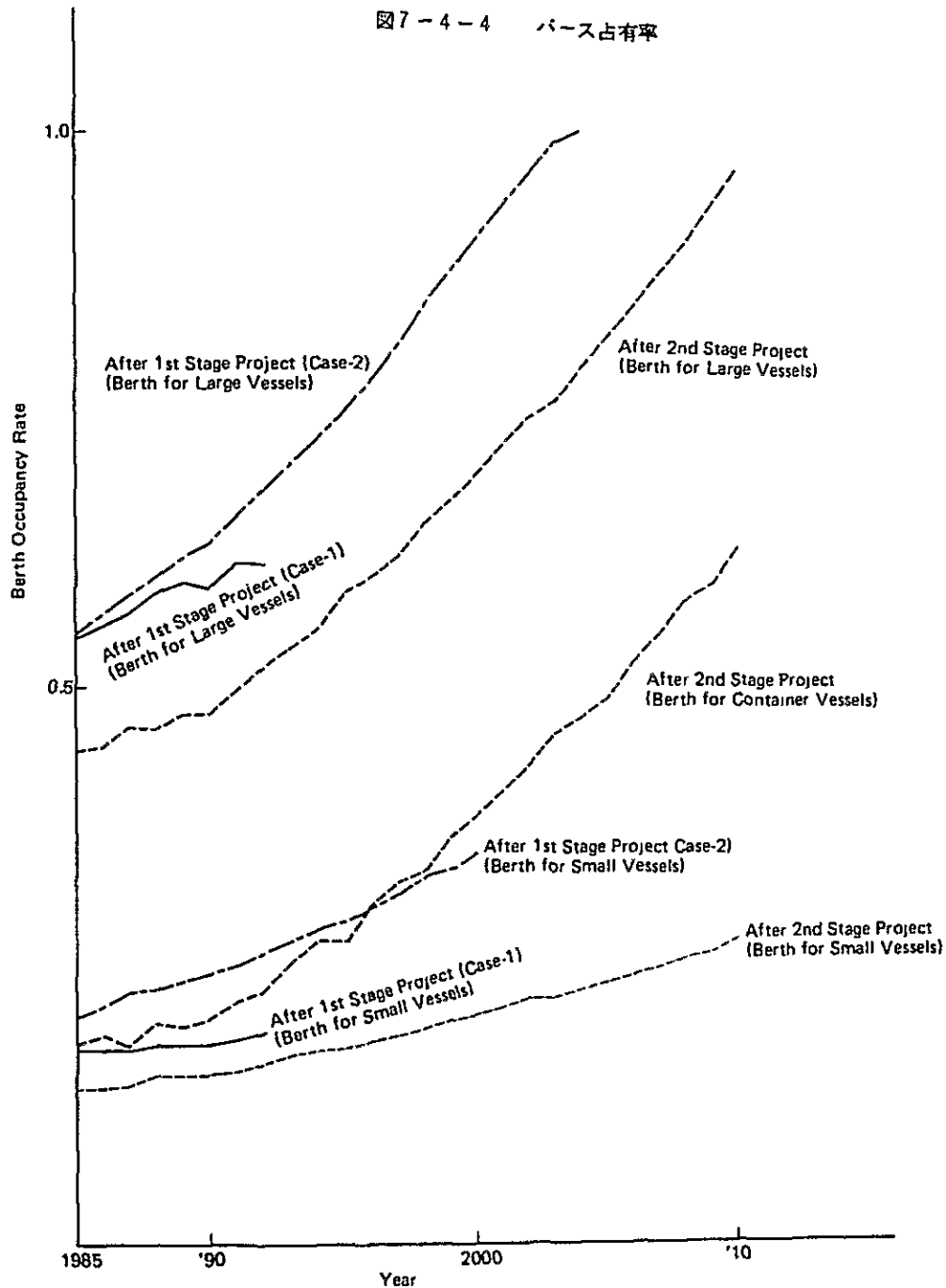


表7-4-5 待船状況 第Ⅱ期計画完成後

Year	Ship Waiting			Berth Occupancy Rate		
	No of Ships Waited/No of Calling Ships	Waiting Hours/Calling Ships	Waiting Hours/Ships Waited	Small Berth	Large Berth	Container Berth
1985	0.10	1.81 hrs	18.55 hrs	0.140	0.443	0.180
86	0.10	1.90	18.29	0.141	0.448	0.187
87	0.10	1.79	17.58	0.144	0.464	0.179
88	0.11	2.04	17.79	0.151	0.462	0.199
89	0.12	2.79	23.04	0.151	0.475	0.196
90	0.12	2.72	21.81	0.153	0.476	0.204
91	0.13	3.03	23.94	0.156	0.497	0.218
92	0.15	3.11	21.32	0.163	0.517	0.229
93	0.17	4.41	25.59	0.170	0.535	0.255
94	0.18	4.61	26.22	0.173	0.553	0.273
95	0.19	4.94	25.72	0.176	0.585	0.273
96	0.21	6.43	30.81	0.183	0.600	0.306
97	0.24	8.01	34.10	0.187	0.619	0.326
98	0.25	9.25	36.51	0.195	0.651	0.335
99	0.27	11.11	40.65	0.201	0.668	0.365
2000	0.29	12.36	42.64	0.206	0.692	0.384
01	0.32	16.19	51.12	0.213	0.718	0.406
02	0.35	21.73	61.34	0.220	0.742	0.429
03	0.37	20.60	56.45	0.223	0.759	0.458
04	0.39	28.18	71.73	0.228	0.791	0.472
05	0.42	34.55	81.67	0.235	0.818	0.490
06	0.45	47.41	105.26	0.241	0.844	0.523
07	0.50	73.69	146.11	0.249	0.876	0.548
08	0.52	124.06	238.82	0.257	0.902	0.578
09	0.55	200.29	366.72	0.262	0.937	0.593
10	0.59	305.63	514.42	0.273	0.970	0.628

7-5 第Ⅱ期計画の実施時期の検討

7-5-1 費用・便益分析手法による検討

第Ⅱ期計画の建設時期を変化させた場合に、第Ⅱ期計画の実施によって得られる待船時間及び荷役時間の減少、及びフィーダー船による2次輸送の節約を便益とし、一方第Ⅱ期計画の建設費を費用として得られる内部収益率の値から、建設時期を検討した。

(1) 検討ケース

第Ⅰ期計画完成後のシミュレーション・テストの場合と同様、コンテナ化の進展につれて、次の二つのケースを設定して検討した。

Case-1' 1985年以降は第Ⅱ期計画完成後は言いまでもなく第Ⅰ期計画のままでフルコンテナ船が就航し、バースを優先的に使用すると考えたケース。つまり第Ⅰ期計画のCase-1との比較)

Case-2 第Ⅰ期計画の状態のままでは、今後ともセミコン船しか就航せず、一部コンテナはフィーダ船で周辺諸国から2次輸送されるとし、第Ⅱ期計画が完成して、はじめフルコン船が就航するとしたケース。つまり第Ⅰ期計画のCase-2との比較

建設時期はCase-1についてはフルコンテナ船が就航を開始する年の前年にコンテナバースが1^B建設されているものとして、1985年以降、2年毎の各年次を第Ⅱ期計画の完成年次とした。Case-2についても同様、1985年以降、2年毎の各年次を第Ⅱ期計画の完成年次とした。本スタディでは、一応1985～1997年の間の各年次を建設の完成年次と考えて必要な計算を行っている。

2) 比較の方法

第Ⅱ期計画の完成年次に合せて、Case-1及びCase-2の内部収益率の算定方法は次のとおりである。

$$\sum_{i=1}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1 + IRR)^i} = 0 \dots\dots (7.2)$$

ここで B_i : i年次の便益

C_i : " の費用

IRR : 内部収益率

つまり式(7.2)を満足させるIRRが内部収益率である。

理論的には、IRRを最大にする年次が第Ⅱ期計画としてコンテナ・バースを1^B完成させるのに有利な年といえることができる。

(3) 便益の算定

各年次の船種・船型別の待船時間及び荷役時間の(つまり在港時間)コストの累和を、第Ⅰ期計画のままで推移した場合と、第Ⅱ期計画を実施した場合について算定し、その差を各年次の便益とした。

また、フルコン船が就航する場合には、周辺諸国からのフィーダー船による2次輸送がなくなるので、フィーダー・チャージが節約できるので、これも便益とした。

船種・船型別の待船時間コストは、次のようにして算出した。

(一般貨物船)

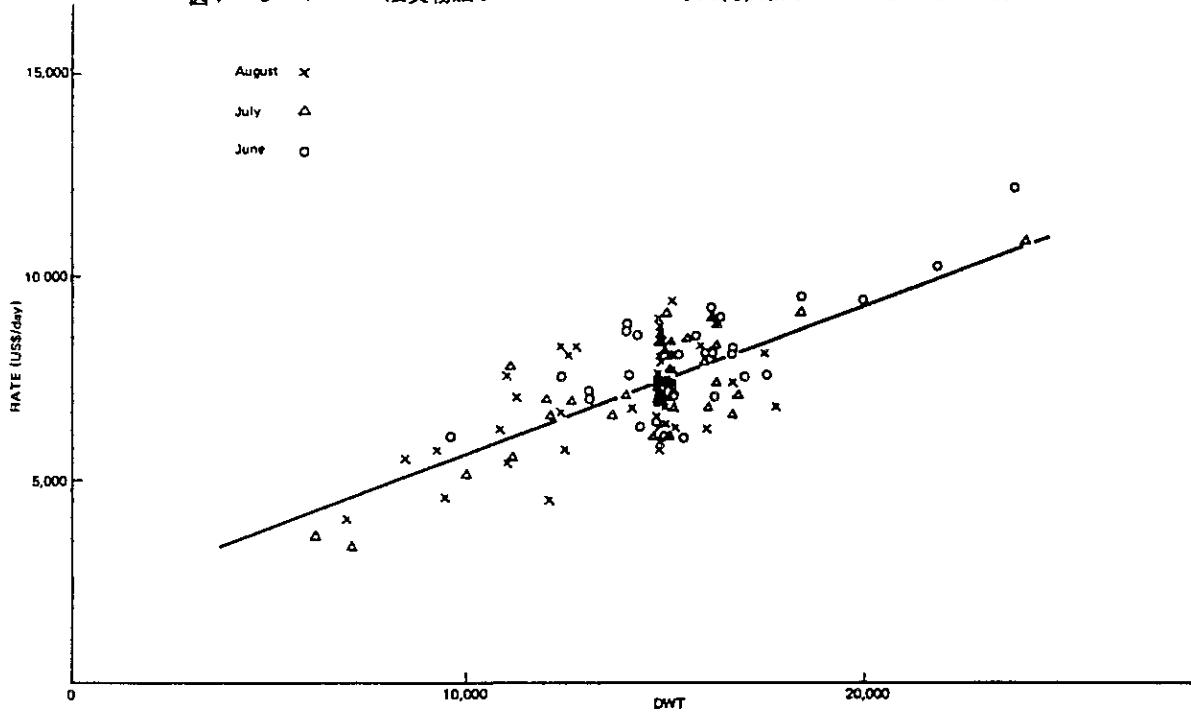
まず一般雑貨船の1日あたり船費について1980年6～8月の3カ月の雑貨船の契約実績(SSE)から図7-5-1を作成し、最小自乗法により船型と1日あたり船費(契約ベース)を算出したのが式(7.3)である。

$$C = 0.36049 \cdot D + 199.28 \quad (r = 0.72309) \dots \dots \dots (7.3)$$

ここで C : 1日あたり船費 (US\$1 day)

D : 船型 (DWT)

図7-5-1 一般貨物船のハイヤー・レート(契約価格)1980年6月～8月



この式(7.3)から、各船型の1日あたり船費を次のように求めた。

- 0～5,000 DWT 2,894 \$/d (average: 2,500 DWT)
- ～10,000 DWT 4,697 \$/d (average: 7,500 DWT)
- ～15,000 DWT 6,499 \$/d (average: 12,500 DWT)
- 15,000 DWT～ 8,302 \$/d (average: 17,500 DWT)

(バルク・キャリア)

バルク・キャリアは、過去の実績から将来とも20,000 DWT級と推定されるので、一般貨物船の場合と同様、SSEのバルク・キャリアの契約単価(1981年3月～5月)の水準から次のように推定した。

1981年3月～5月の1日・1 DWT当り船費(契約ベース)

- 15,000～20,000 DWT 0.445 \$/d/DWT
- 20,000～25,000 DWT 0.436 \$/d/DWT

よって、20,000 DWTバルク・キャリアの場合

$$(0.445 + 0.436) / 2 \times 20,000 = 8,810 \text{ $/d}$$

(セミ・コンテナ船及びフィーダー船)

一般雑貨とコンテナの兼用船(セミコンテナ船)は、一般雑貨船とセミコンテナ船の建造費の関係から、一般雑貨船より20%増とした。各船型の1日当り船費は次のとおりである。

2,000 DWTフィーダ船 3,257 \$/d
 1,000～15,000 DWTセミコン船 7,799 \$/d

(フルコンテナ船)

日本における1,400個積フルコンテナ船の1日当り船費の試算数値を参考に次のように1日当り船費を設定した。

1,400個積フルコンテナ船 44,000 \$/d

以上の1日当り船費に第Ⅰ期計画完成後、及び第Ⅱ期計画完成後に予想される船種・船型別の待船隻数と在港時間から、それぞれの各年次の合計船費を算定し、その差を第Ⅱ期計画の便益とした。

各ケースの年次毎の便益は、表7-5-1に示すとおりである。待船時間が増大すると在港の船費も急激に増大するので表7-5-1には1隻当り平均の待船時間が激しい増加を見せた以降の年次は掲載していない。

(フィーダー・チャージ)

周辺諸国からフィーダー船によるコンテナの2次輸送費は、t当り17.51 \$であり、1TEL

表7-5-1 予 測 便 益

(10³ US\$)

Year	Case - 1'			Case - 2'			
	A After 1st Stage	B After 2nd Stage	Benefit (A - B)	A' After 1st Stage	B' After 2nd Stage	C' Feeder charge	Benefit (A'-B'+C)
1986	6,827	3,581	3,246	4,001	3,581	887	1,307
87	8,418	3,756	4,662	4,226	3,756	1,013	1,483
88		3,909		4,386	3,909	1,139	1,616
89		4,120		4,619	4,120	1,265	1,764
90		4,250		4,822	4,250	1,391	1,963
91		4,464		5,131	4,464	1,465	2,132
92		4,679		5,720	4,679	1,538	2,579
93		5,000		5,916	5,000	1,612	2,528
94		5,212		6,437	5,212	1,685	2,910
95		5,481		6,819	5,481	1,759	3,097
96		5,870		7,736	5,870	1,830	3,696
97		6,286		9,314	6,286	1,902	4,930
98		6,677			6,677	1,973	
99		7,149			7,149	2,045	
2000		7,552			7,552	2,116	
01		8,329			8,329	2,187	
02		9,298			9,298	2,259	
03		9,468			9,468	2,330	
04		10,778			10,778	2,402	
05		11,943			11,943	2,473	

当り263\$となる。フルコン船が就航することにより、このフィーダー・チャージは節減されるので、フルコン船が新たに就航すると想定したCase-2'では、フィーダー船によるコンテナ輸送費の節減を便益としてとり上げた。

4) 費用の算定

ここでスタディは相対的な比較を目的としているので、コストとしては建設費だけを対象とし、毎年の管理・運営費は省略した。建設費は第10章の表9-3-1に示された総投資額から7-5-2に示す年次別投資計画を作成し、ここでのスタディのコストとした。

本スタディの目的が建設時期を検討することにあるので、投資時期を変化させることにより、最適な建設時期をさがし出すことになる。建設期間は表7-5-2に掲げられているように4か年とし、1982年を建設の初年度とし、2年ずつ建設の初年度を遅らせることにより、プロジェクトの収益性がどのように変化するかを見てプロジェクトの実施時期を検討する。

表7-5-2 投資計画

(10³ US\$)

	First Year	Second Year	Third Year	Fourth Year	Total
Amount	778	10,607	10,858	8,207	30,450

5) プロジェクトライフ

コンテナ・バースの建設時期を変化させると、プロジェクトの収益性がどのように変化するかを見るための建設完了後20年を計算期間として、1982年を初年度として3.0年で建設し、1986年から供用開始するとし、20年間を計算するケースを基準とした。つまり、1986年から2004年までの20年間便益が発生することとなる。ただし、建設時期が遅れた場合でも、計算期間の最終年次は常に2004年とした。

6) 内部収益率

Case-1'とCase-2'について、第Ⅱ期計画の完成時期を1985年から1997年の時期までに変化させた時の内部収益率を表7-5-3及び図7-5-2に示す。

ただし、ここで得られたIRRの絶対値はあまり意味がなく、相対的な関係においてのみ意味を持つ、つまり、便益と費用に相対的に意味を持つものしかとり上げておらず、また便益すべしはコスタリカ国に帰属するとは限らないからである。

Case-1'

1985年からフルコンテナ船が就航するCase-1'の場合には、1986~'87年に第Ⅱ期計画を完成させるのが最も収益性が高く、それ以前では若干低く、1987年を過ぎて建ても収益性は減少する。1991年以降になると収益性の低下が著しく、1980年代の後半の早い時期に第Ⅱ期計画を完成させることが有利と判断される。

Case-2'

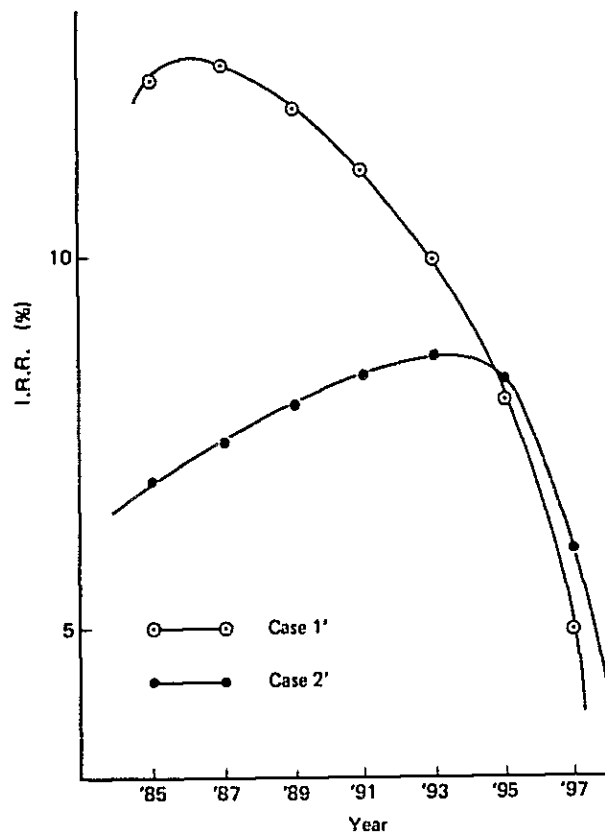
第Ⅰ期計画のままの状態では、フルコンテナ船は就航せず、セミコン船しかカルデラ港に就航しないとするCase-2'では、図7-5-1からわかるように、1995年までは後に第Ⅱ期計画が完成すればする程よいという結果となっている。しかも1990年以前の内部収益率は

Case-1 と比較しても相対的に低い。これは待時間の増加傾向からも予測されるところであるが、Case-1 に比べて平均待時間が小さいために待時間の長くなる1990年代、それも1990年代の後半に第Ⅱ期計画を完成すればよいという結果になる。

表7-5-3 内部収益率

Completion Year of 2nd Stage Project	Case - 1'	Case - 2'
1985	16.9%	7.5%
87	19.1	8.1
89	18.7	8.8
91	18.2	9.5
93	17.3	10.1
95	15.9	10.6
97	13.5	9.7

図7-5-2 Case-1'及びCase-2'の内部収益率



7-5-2 第Ⅱ期計画実施時期についての総合的検討

第Ⅱ期計画の実施時期について、次の四つのファクターから検討してみる。

- ① 待時間
- ② 待船の発生状況
- ③ バース占有率
- ④ 内部収益率

①～③については、理論的な決め手はなく、ブントレナスの現況、一般的な経験から判断することになるが、④では一応前提条件のもとでは最適解が得られることとなる。

待時間による検討

第Ⅱ期計画を実施しないしていると、仮りに1隻あたりの平均待時間の限界を現在のブントレナスと同じく、48時間とすると、Case-1では1987年に、Case-2では1998年となる。また24時間を超えるのは、Case-1で1985年、Case-2では1995年である。

48時間の待船状況になる前に、埠頭の建設を完了させるとすると、それはCase-1では1986年、Case-2では1997年となる。

待船の発生状況による検討

第Ⅱ期計画を実施しないしていると、入港船のうち、待船する船舶が30～40%に達するのは、Case-1では1985年、Case-2では1990年頃である。仮りに、この水準を埠頭増強の時期とすると、Case-1では1985年迄に、Case-2では1990年頃迄に第Ⅱ期計画を完成させておかなければならないこととなる。

バース占有率による検討

第Ⅱ期計画を実施しないしていると、大型船用2バースの場合の適切な占有率を一般に言われている60%とすると、Case-1では1991年、Case-2では1988年となる。但しCase-1の場合の60%は、コンテナ船に優先使用権を与えての数値であり、優先使用のないケースと同等に考えるべきではなく、55%を一応の目標水準とすると1985～'86年頃となる。以上のような前提に立つと、Case-1では1986年頃迄に、Case-2では1988年迄に第Ⅱ期計画を完成させておく必要がある。

内部収益率による検討

第Ⅱ期計画を実施する、実施しないにかかわらず、1985年からフルコンテナ船が就航するとすれば、1986年ないし'87年に第Ⅱ期計画を完成させておくのが最も有利である。一方、第Ⅱ期計画が完成しない期間はセミコンテナ船しか就航しないとするならば、第Ⅱ期計画は、Case-1'の場合のように早期に完成させる必要はない。

総合的検討

以上の検討結果を整理すると次のとおりである。

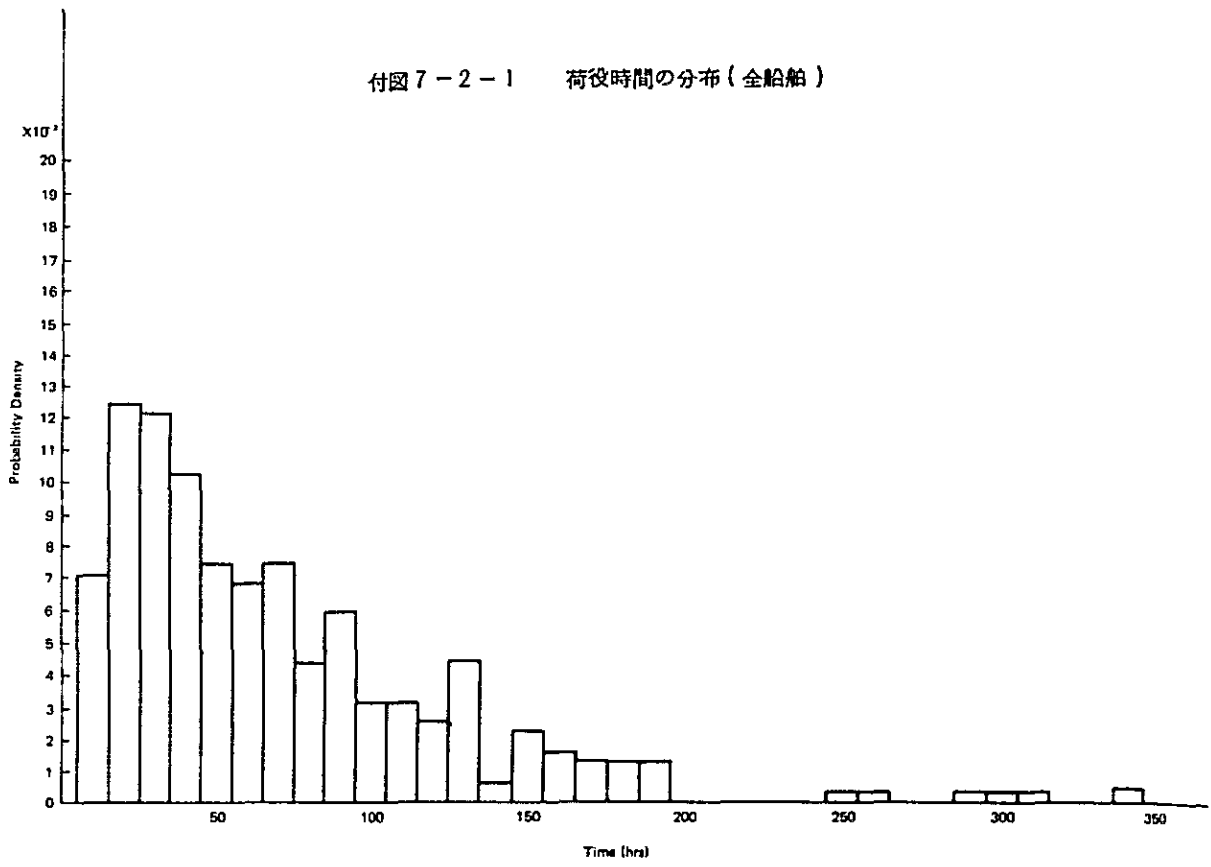
	第Ⅱ期計画完成時期	
	Case-1	Case-2
① 待船時間からの検討	1986	1997
② 待船の発生状況からの検討	1985以前	1990頃
③ パース占有率からの検討	1986	1988
④ 内部収益率による検討	1986～87	1995年

注：上記の結果は、いずれも前述した前提条件下で得られたものである。

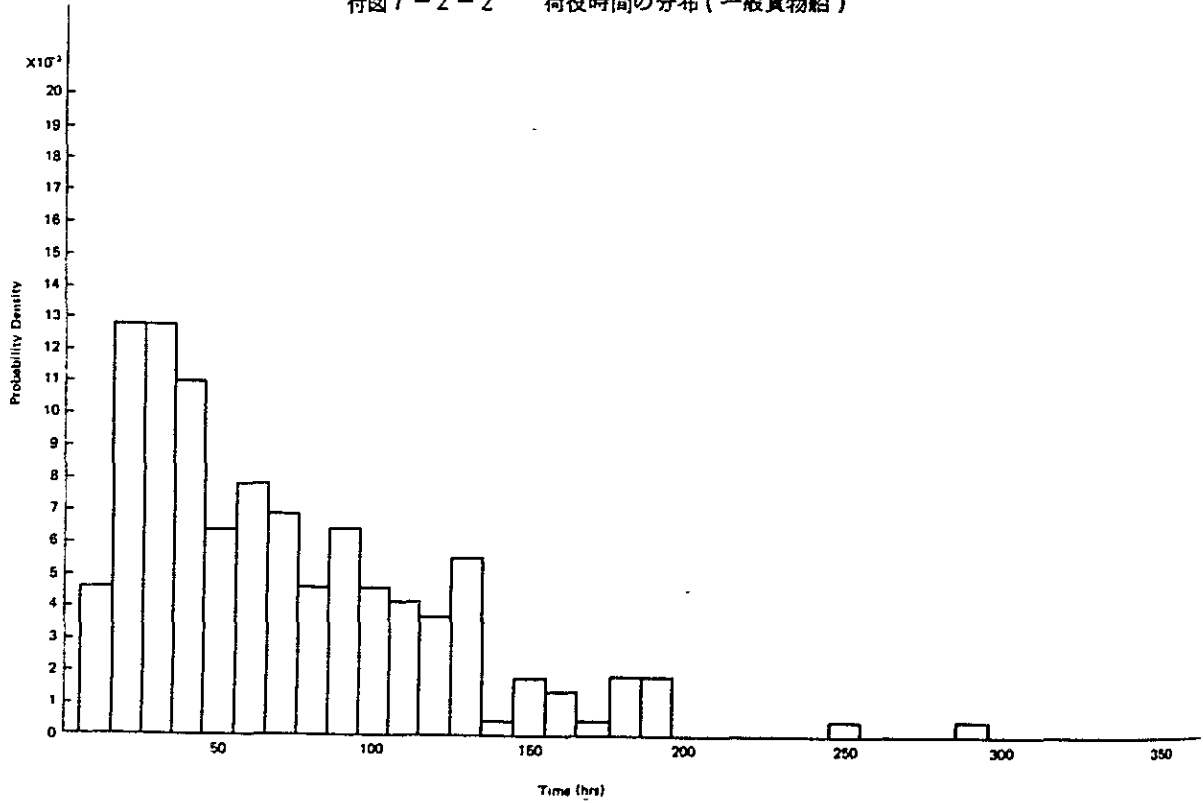
第Ⅰ期計画のまま、1985年からフルコンテナ船がカルデラ港に就航すると、前述したような条件のもとで第Ⅱ期計画を完成させておくとすれば、1986年頃が望ましい時期といえる。一方、コンテナ専用パースが完成しない限り、フルコン船が就航しないと、早くても1988年頃までに第Ⅱ期計画を完成させておけばよいことになる。

現実にフルコンテナ船がカルデラ港に就航するのは、1980年代の後半になるであろうことから、第Ⅱ期計画を完成させるのは、1986年頃であるべきと推定される。

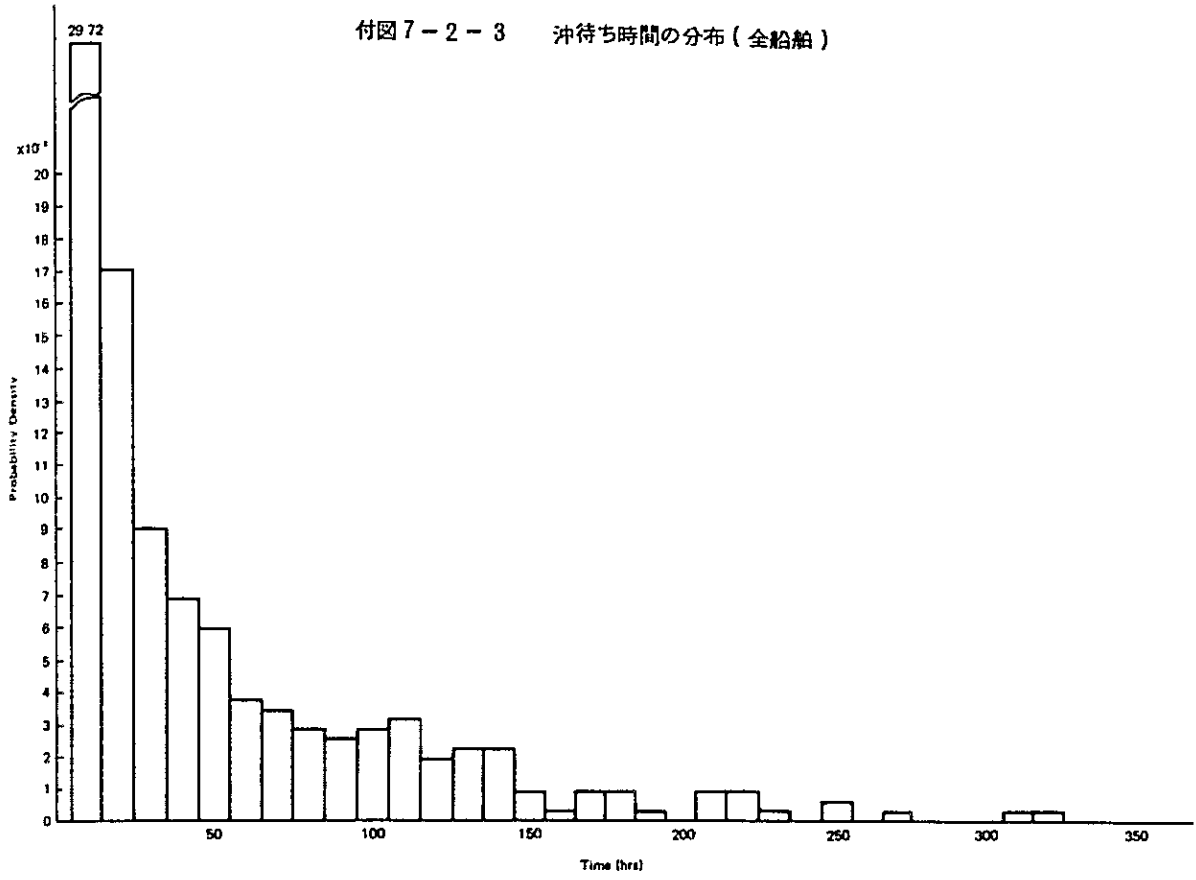
付図7-2-1 荷役時間の分布(全船舶)



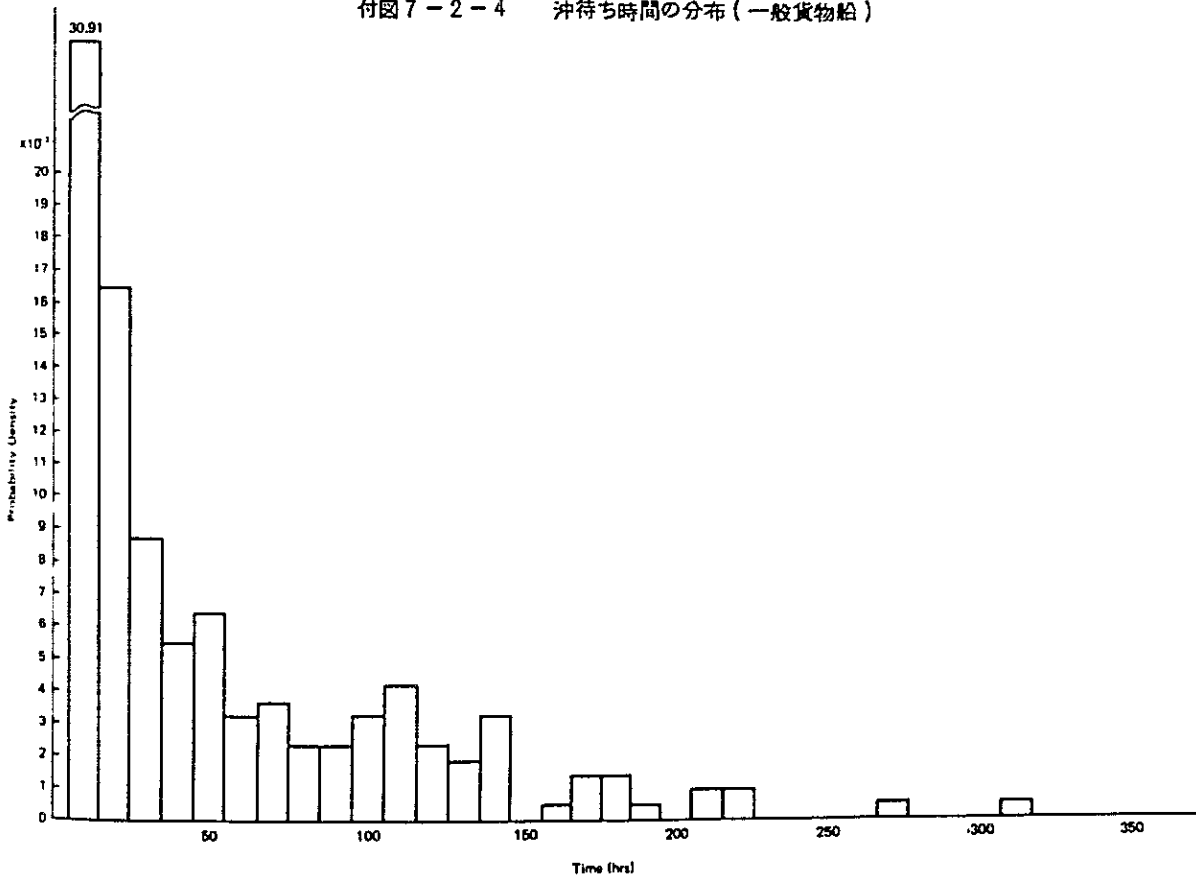
付図7-2-2 荷役時間の分布(一般貨物船)



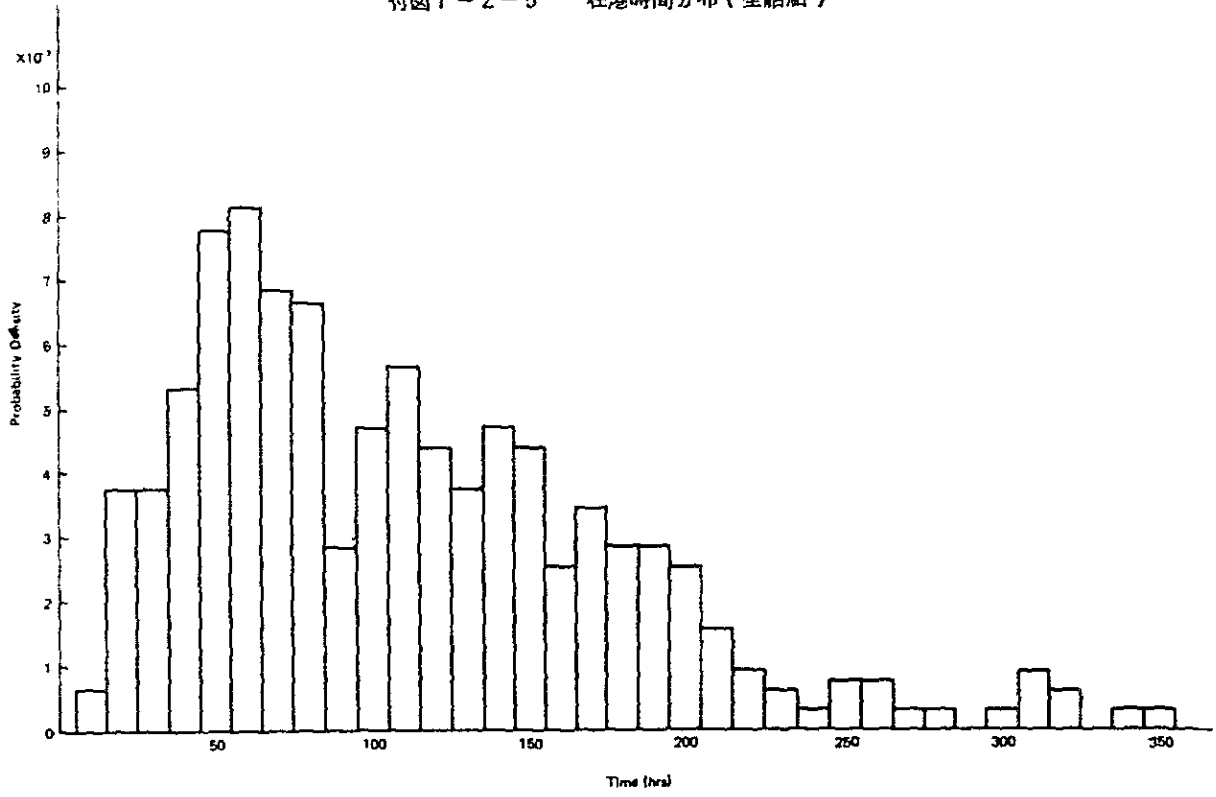
付図7-2-3 沖待ち時間の分布(全船舶)



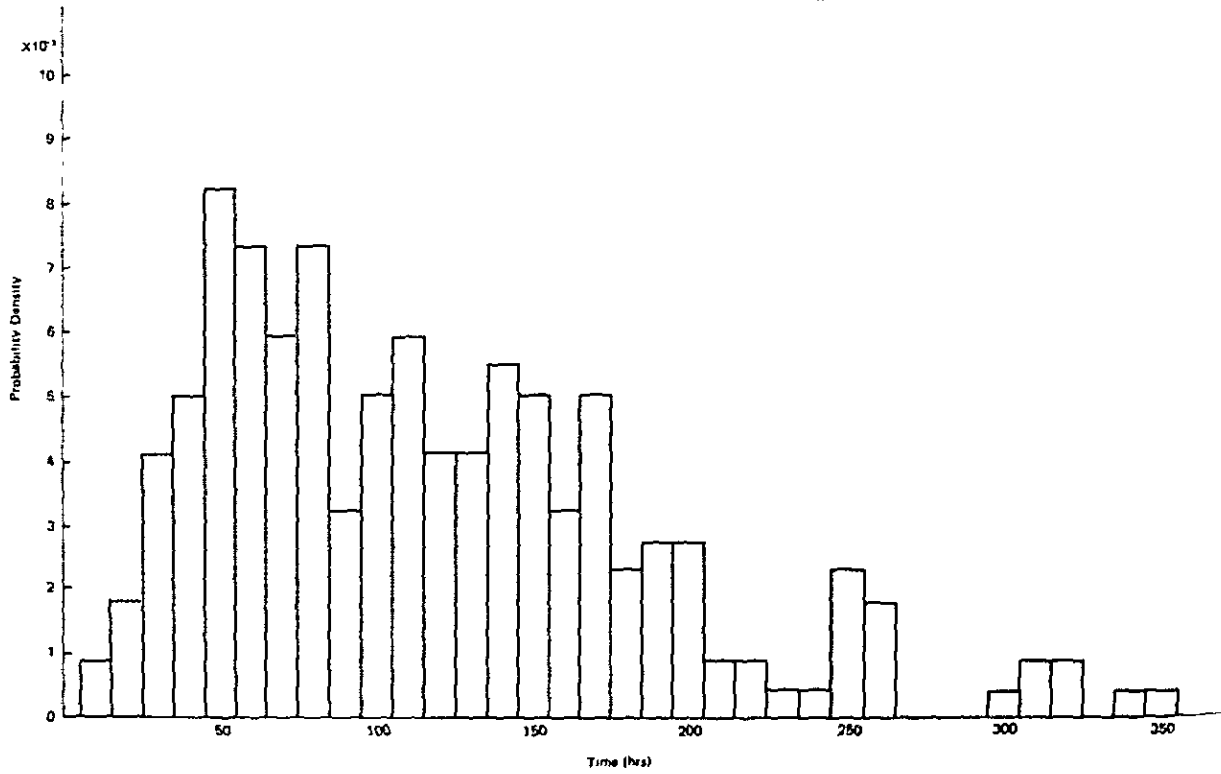
付図7-2-4 沖待ち時間の分布(一般貨物船)



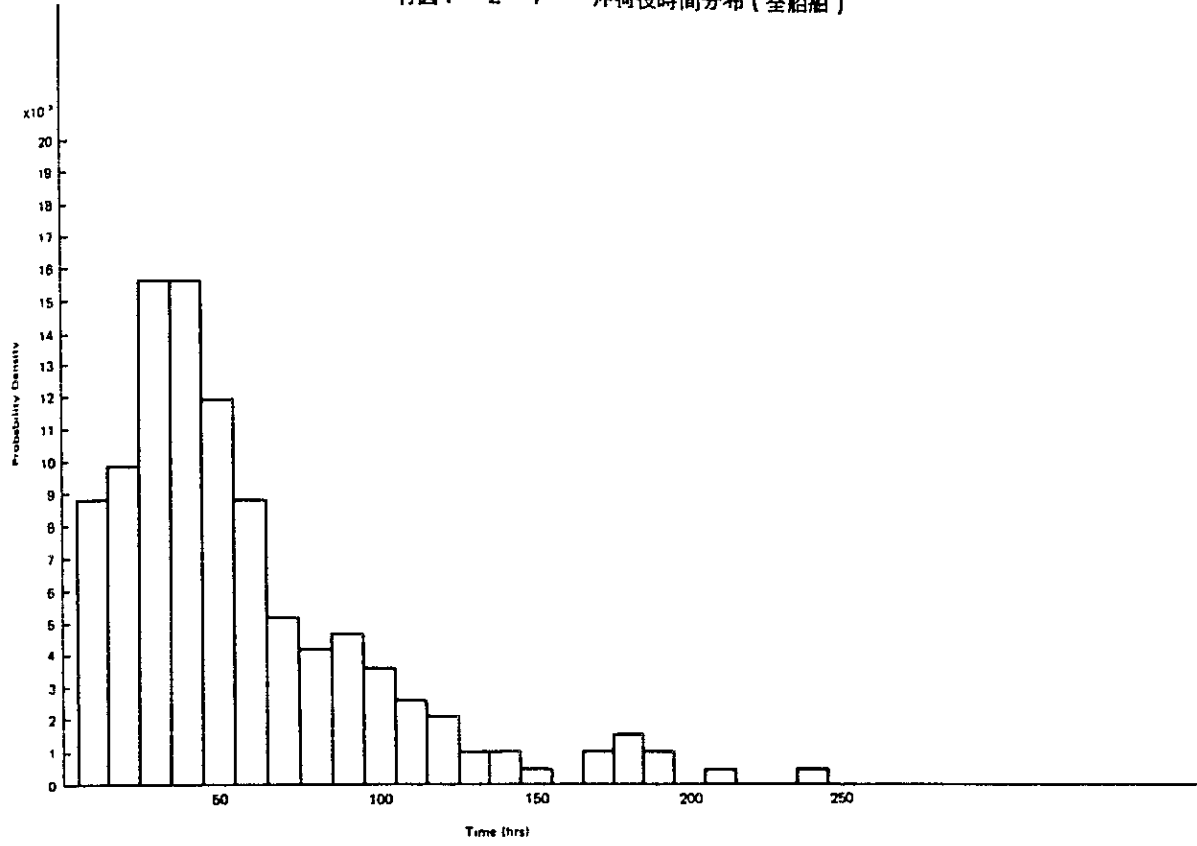
付図7-2-5 在港時間分布(全船舶)



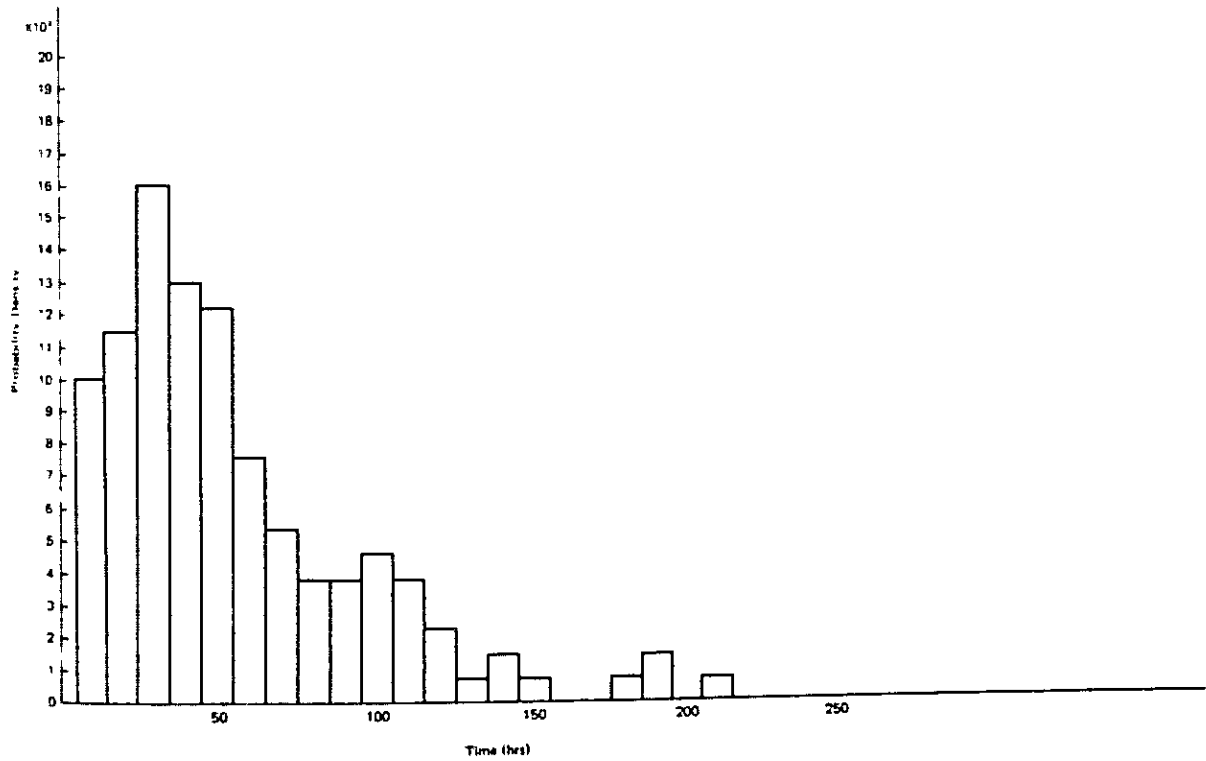
付図7-2-6 在港時間分布(一般貨物船)



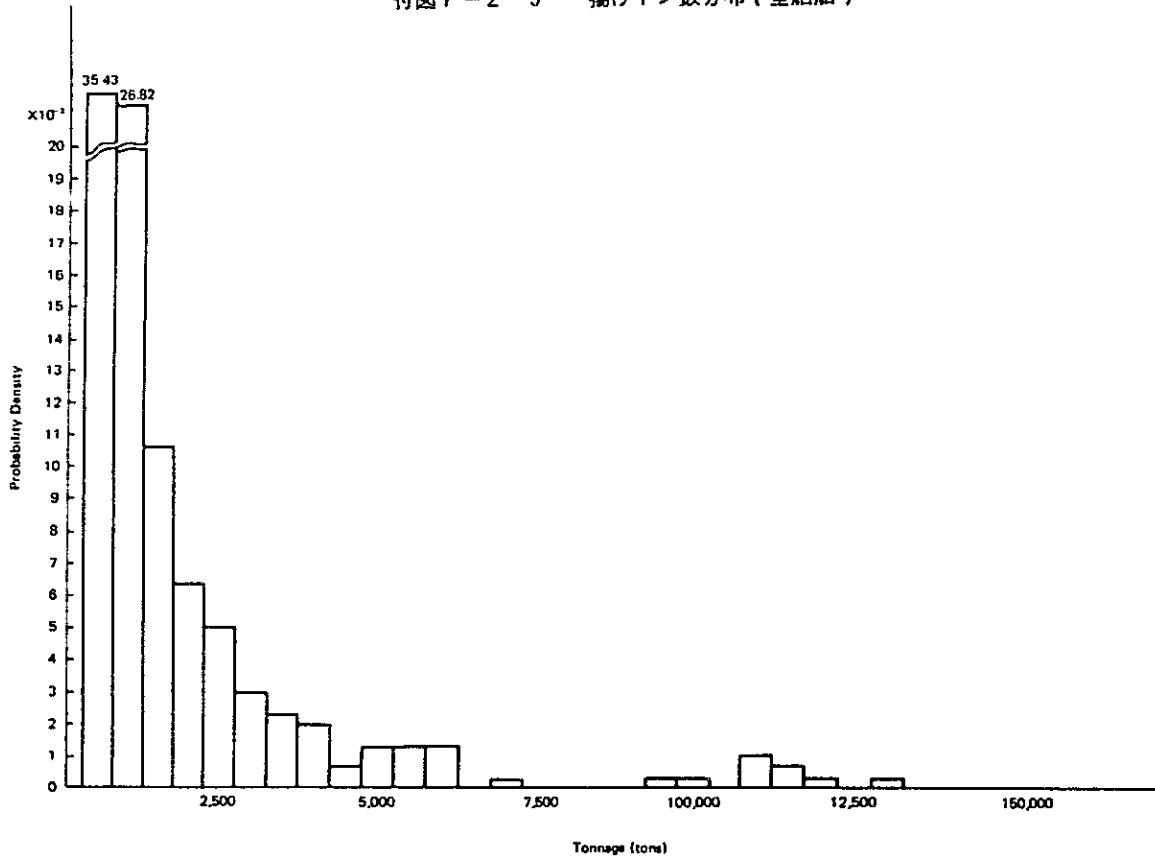
付図 7-2-7 沖荷役時間分布 (全船舶)



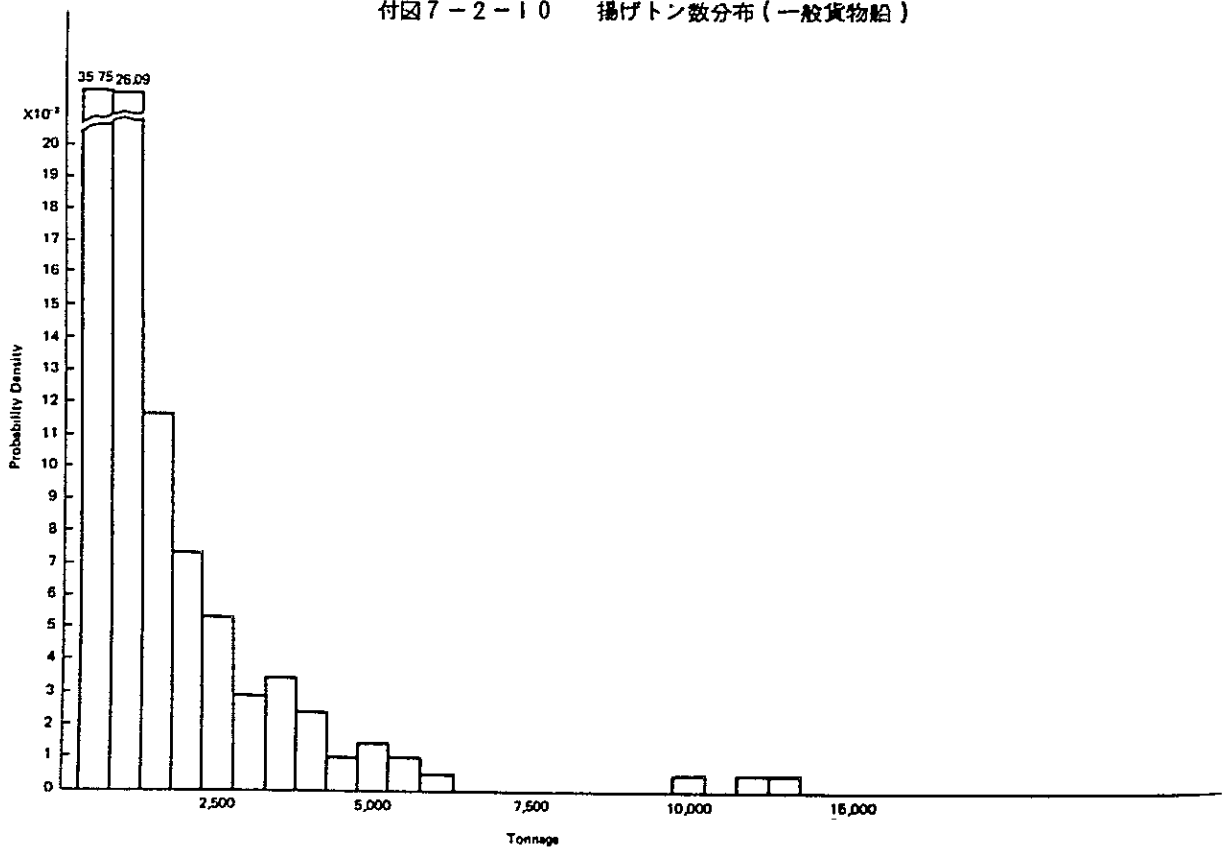
付図 7-2-8 沖荷役時間分布 (一般貨物船)



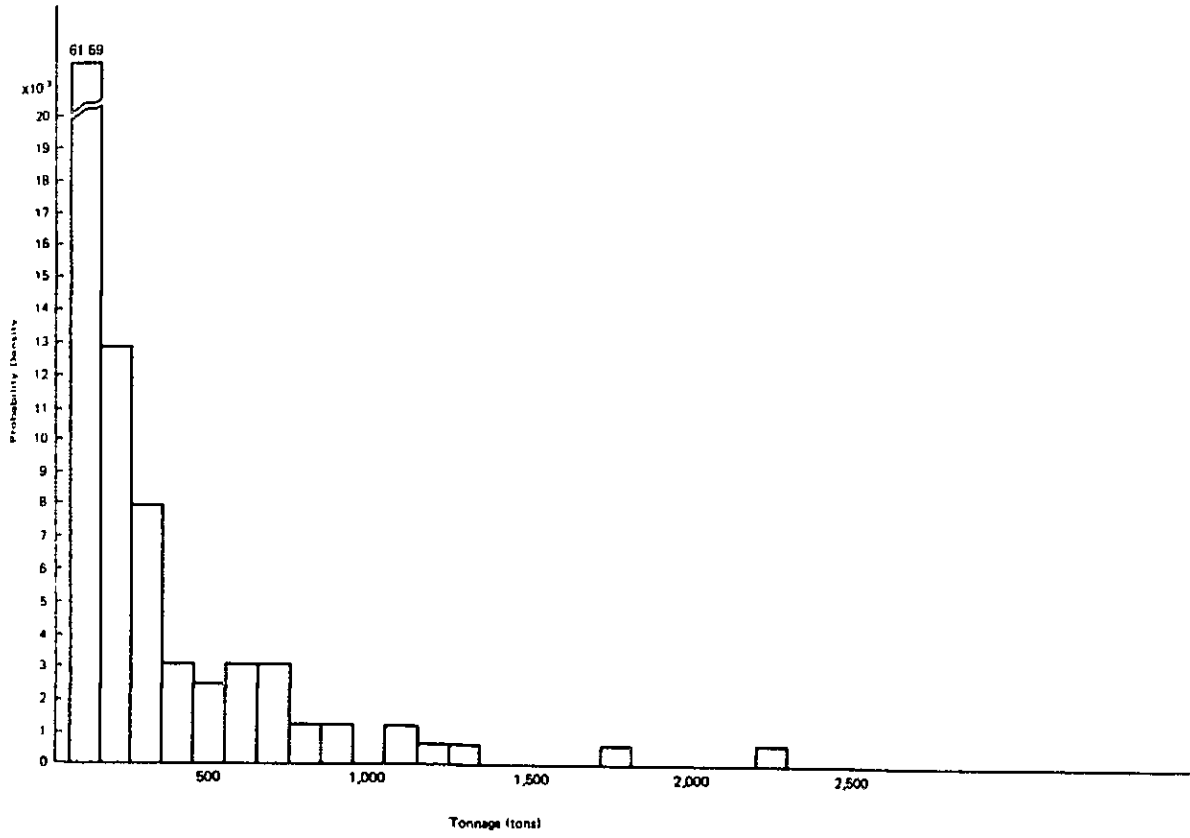
付図7-2-9 揚げトン数分布(全船舶)



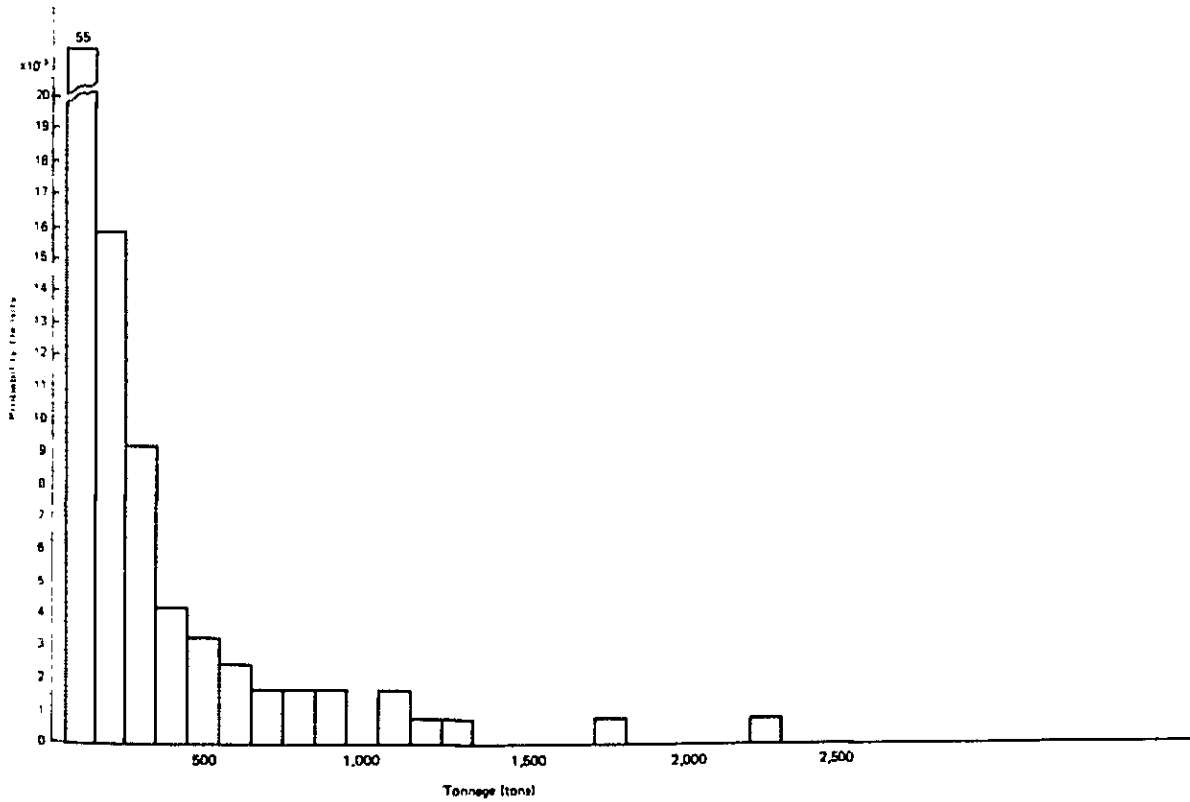
付図7-2-10 揚げトン数分布(一般貨物船)



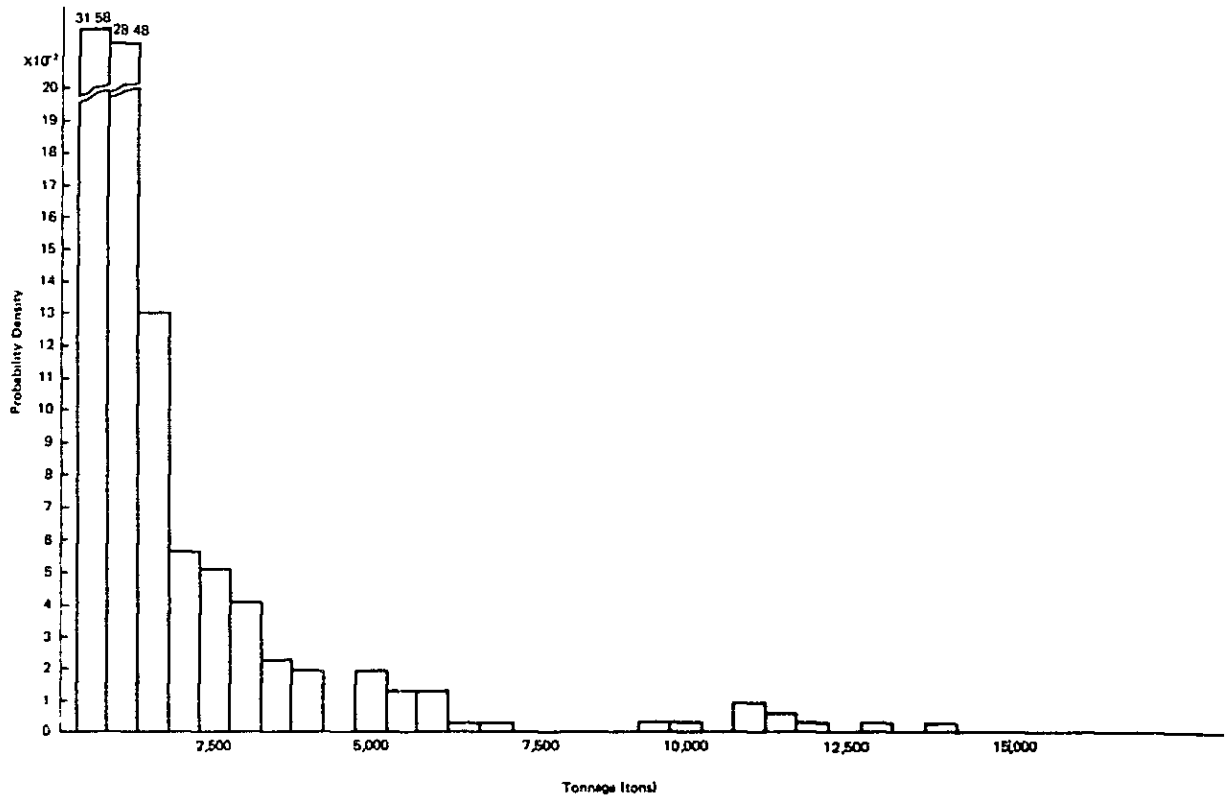
付図7-2-11 積みトン数分布(全船舶)



付図7-2-12 積みトン数分布(一般貨物船)

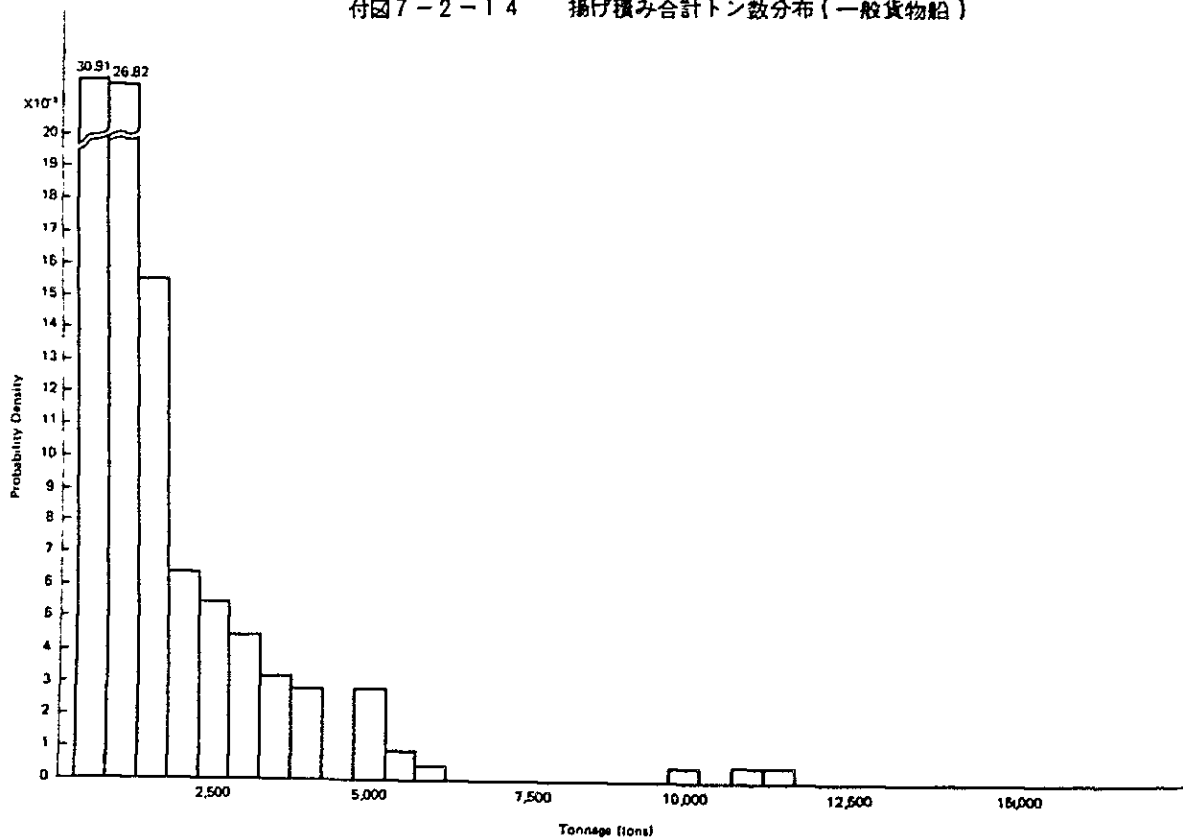


付図7-2-13 揚げ積み合計トン数分布(全船舶)

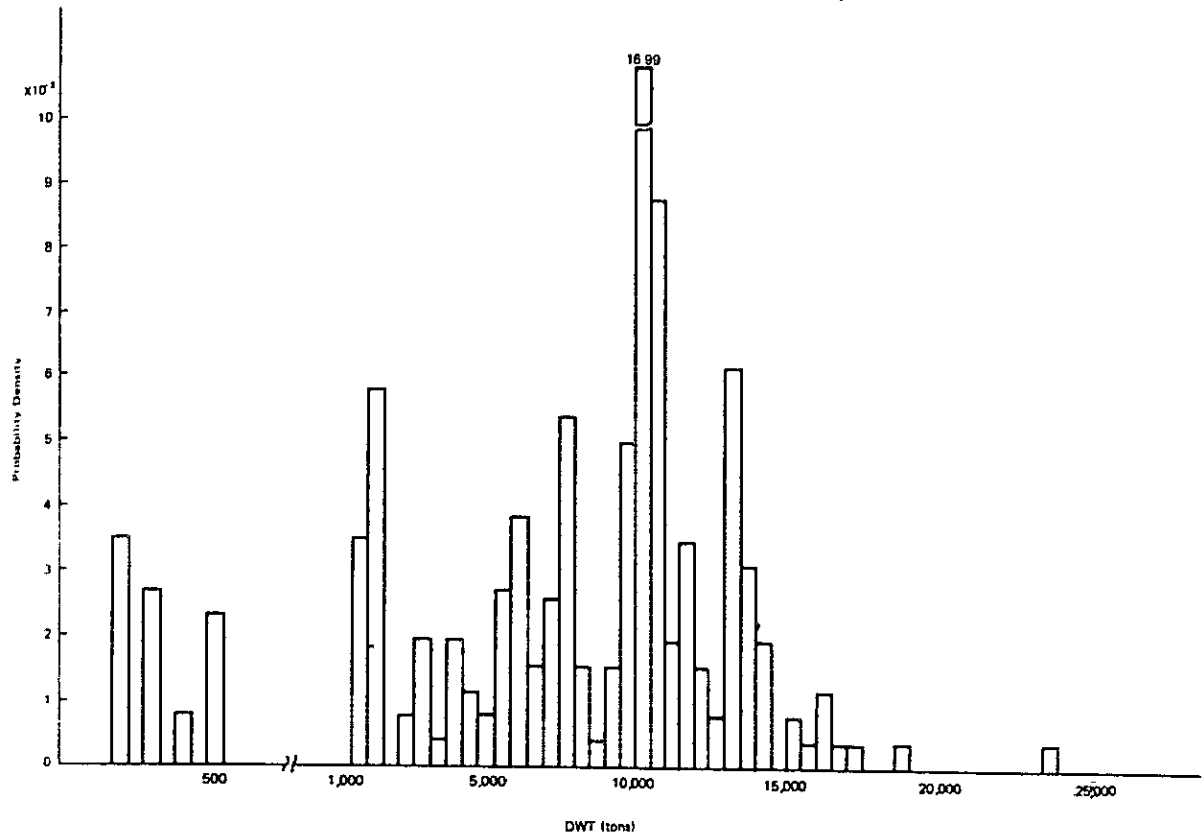


6

付図7-2-14 揚げ積み合計トン数分布(一般貨物船)



付図7-2-15 入港船型分布(全船舶)



付図7-2-16 入港船型分布(一般貨物船)

