

ソクラ港建設計画調査報告試案

昭和47年5月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1017923[2]

国際協力事業団

受入 月日 '84. 3. 19	122
登録No. 00938	61.7
	KE

Songkhla 港建設計画調査報告試案

目 次

I 要 約	1
II Songkhla 港の規模決定のための経済因子	4
A Songkhla 港の勢力圏	4
B Songkhla 港の潜在貨物量	11
C Songkhla 港の計画貨物量	14
D Phuket 港との関係	19
III Songkhla 港周辺の自然条件	21
A 地 形	21
B 気 象	23
C 海 象	23
D 湖口水理	23
E 土 質	24
IV Songkhla 港の港湾計画	24
A 港湾計画に対する基本的考え方	24
B 港湾規模の決定	26
C 計画地点の選定	28
D 建設計画	39
V Songkhla 港建設の経済分析	44
A 経済分析の方法	44
B 国民経済的分析	51
C 港湾経営分析	52
附 属 資 料	55

I 要 約

1. タイ国は、東南アジアにおいて、順調な経済発展を遂げてきたが、その経済社会の活動は Bangkok を中心とする中央圏に偏しており、南タイは開発がおくれている。

しかしながら、南タイは、天然ゴム、錫などの第1次産品を中心とする資源に恵まれており、今後の開発が期待される地域である。その南タイの中心は、Hat Yai, Songkhla 両市であり、Songkhla 港は、その海の窓口として機能している。現在 Songkhla 港は、大型船を受け入れる施設がなく、重要な輸出品である天然ゴムは、すべて沖荷役に頼っている。このことは、それだけタイ国の天然ゴムの輸出競争力を弱め、また Songkhla 港が地域開発のための機能を果たしていないことを意味している。

2. Songkhla 港の外国貿易の勢力圏は、現在 Songkhla 県と Phattalung 県を中心としているが、Songkhla 港を整備することにより、両県のほか Nakou Si Thammarat, Trang Pattani, Satun, Yara, Narathiwat の各県が加わり、さらには、Surat Thani 県が Songkhla 港の勢力下に加わることになる。

南タイにおける外国貿易港湾として、Songkhla 港とともに注目されている港に、Phuket 港がある。この両港はそれぞれ東海岸、西海岸における代表的な港湾で、地形的にみても、機能的にみても、互いに独立に存在する港湾であり、一方の港湾整備が他港の整備方針に影響を与えることはない。南タイ全体が一様に発展するためには、両港をともに整備する必要がある。

一方、国内貿易の勢力圏は、小型船による輸送が主体であるので、現在の Songkhla, Phattalung 県から今後とも大きく変ることはないであろう。

3. 1970年に、Songkhla 港が取扱った貨物量は、344千トンである。しかし、Songkhla 港が整備されていないために、これ以外の貨物が、Songkhla 港を経由しないで、他の輸送機関と別のルートを利用している。このような潜在的な貨物（潜在貨物）が勢力圏に存在し、今後南タイの経済発展とともに、ますます増大することが予想される。

この潜在貨物量は、Songkhla 港の勢力圏においては、1975年820千トン、1980年1,060千トン、1990年1,850千トンと推定される。しかしながら、これらの貨物量は、単に岸壁等の港湾の施設整備を行なっただけでは、Songkhla 港に集中するものではない。

勢力圏に潜在する貨物量を顕在化させるためには、輸送施設整備とともに、集配機構等の整備が肝要である。このような機能の整備には、時日が必要であり、これにより Songkhla 港で取扱う貨物（計画貨物）は、1975年553千トン、1980年930千トンとなり、1990

年に至ってようやく潜在貨物を100%扱うことになり、その量は1,850千トンと推定される。

4. Songkhla港周辺の海岸は、湖口付近を除いては細砂で構成されており、海底勾配は1/200～1/300である。また、この地域は、アジアモンスーン地帯の気象特性を示している。波浪に関する実測記録はないが、風の記録をもとに推計すると、設計波としては、有義波高2.2m、周期6～7秒程度である。

底質は、湖より運搬堆積された粒径50ミクロン以下のシルトが、防波堤先端より、Ko Nu付近に亘り広範に分布している。一般的に、土質は陸側より沖側にすすむにつれて軟弱なシルト層が介在し、地盤条件が悪化している。このため外海に港湾を建設することは、施設の建設に多額の費用を要し、得策ではない。

航路の水深維持に関係する漂砂の移動限界水深は、水深-4.0～5.0m程度であると推定される。したがって、防波堤をその水深まで築造することにより、漂砂の大部分を防止できる。

また、湖口に導流堤を築造すれば、フラッシュ効果があり、大型船の出入りに支障のない水深を保つことが技術的に可能である。

5. Songkhla港の港湾計画は、天然ゴムを中心とする第1次産品の輸出を拡大し、地域住民の生活向上に資するものでなければならない。また、少ない投資で早期に港湾機能を発揮する計画でなければならない。

このような要請を満たす港湾建設地点は、上述した技術的検討結果と既設の防波堤、航路を最大限に利用すること、および建設コストが一番低廉である理由により、内港部分を利用する案が最も優れている。この案は1990年までに、水深-8.0m岸壁5バース、水深-5.5m岸壁4バース、防波堤500m、導流堤1770mなどを建設するものである。

港湾の建設は、大別して2期間(1st Stage, 2nd Stage)に分け、1st Stageをsub Stage IとSub Stage IIに分けて実施する。

Sub Stage I(1974～1977年)では、導流堤1000m、水深-8.0m岸壁2バース、水深-5.5m岸壁2バースおよび、これに関連する諸施設を整備する。これに要する投資額は、9,380千US\$である。

Sub Stage II(1982～1985年)では、導流堤770m、防波堤500m、水深-8.0m岸壁2バース、水深-5.5m岸壁1バースおよび、これに関連する諸施設を整備する。これに要する投資額は、8,440千US\$である。

2nd Stage(1989～1990年)では、水深-8.0m岸壁1バース、水深-5.5m

岸壁 1 パースを建設し、このため 1,900 千 US\$ を投資する。

6. このような投資額を必要とする Songkhla 港建設計画の経済評価は、2 つの異なる観点からなされなければならない。

1 つは、国民経済的分析であり、これは Songkhla 港の建設が、タイ国経済に如何なる価値を有するかの分析である。他の 1 つは、港湾経済の分析である。これは、Songkhla 港の経営が成り立つか、否かの分析である。これらの検討は、いずれの場合も、便益費用比率（割引率 10%）と、内部収益率にもとづいておこなう。

7. 国民経済的分析をおこなった結果は、便益費用比率 1.38、内部収益率 14.9% となり、このプロジェクトが、国民経済的に有益なものであることを示している。

一方、港湾経営的分析における評価は、必ずしも有望ではない。すなわち、便益費用比率 0.73、内部収益率 5.5% である。

国民経済的に優れたこのプロジェクトを、経営的にも健全なものにするために、国が経営主体に建設費の一部を補助する方策が考えられる。仮りに、外郭施設および水域施設に係わる費用を補助するとすれば（建設費の 44% に該当する）、便益費用率 1.25、内部収益率 12.8% に上昇する。

したがって、このような方策をとれば、Songkhla 港の建設は、国民経済的にも、港湾経営的にも有益で健全なプロジェクトと評価することができる。

8. Songkhla 港の整備は、建設技術的にも可能であり、国民経済的にも、また港湾経営的にも健全なプロジェクトであることが立証されている。

Sub Stage I の 4 年間に約 1 千万 US\$ に投資することにより、Songkhla 港は、優れた外国貿易港湾へ脱皮するとともに、1974 年以降約 8 年間の輸送需要に対応することが可能である。

1 千万 US\$ の投資は、天然ゴムをはじめとする 1 次産品の輸出競争力を強め、タイ国国際収支の改善に大きく貢献することは明白である。

II Songkhla 港の規模決定のための経済因子

A Songkhla 港の勢力圏

9. 勢力圏内に発生する貨物が、トラック、鉄道あるいは海運のいずれの輸送機関を選択するかは、輸送の迅速性、安全性、確実性のほか、貨物の種類、数量および貨物の運賃負担力ならびに料金、ルートなどの各要素を総合的に評価した上で決定される。

一般的に海運を利用する貨物は、1回当りの輸送量が多量で運賃負担力が比較的小さいものが有利である。

10. Songkhla 港の勢力圏を検討する際、次の条件を前提とする。

i) タイ国内の貨物の起点 (Origin) と終点 (Destination) はすべて都市で代表させる。

ii) タイ国の経済活動は、Bangkok, Thonburi に集中していることから、国内輸送活動の起点、終点の一端は Bangkok にあるとする。

iii) タイ国における輸送関係の諸料金は、表-1 に示すようにこの7年間ほとんど変化しておらず、今後も大きな変動はないものとする。もし変動する場合があっても輸送機関相互のバランスは保たれているものとする。

iv) 道路、鉄道の体系は、1970年の整備状況を前提とする。

v) 1回の輸送需要、すなわち1ロットは100 metric ton (以下 ton 表示は総べて metric ton とする) とする。

表-1 Consumer Price Index for Bangkok-Thon Buri by Group
(October 1964-September 1965-100)

Period	All items	Food	Clothing	Housing	Personal and medical Care	Transportation	Recreation reading and education	Tobacco and alcoholic beverages
Weights	100.0	49.0	9.4	17.8	7.2	6.1	5.6	4.9
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1964	99.4	99.5	100.9	98.8	99.0	99.8	99.4	100.0
1965	100.3	100.1	99.9	100.6	100.2	100.3	100.1	100.0
1966	104.1	106.6	100.4	102.2	104.0	99.9	101.5	99.9
1967	108.2	114.2	100.4	102.2	107.9	99.0	101.8	99.9
1968	110.5	118.1	100.7	103.0	107.9	102.8	101.9	99.9
1969	112.8	122.8	100.5	104.4	107.9	99.0	101.9	99.9
1970	113.7	123.1	102.4	106.7	108.1	100.1	101.7	100.4

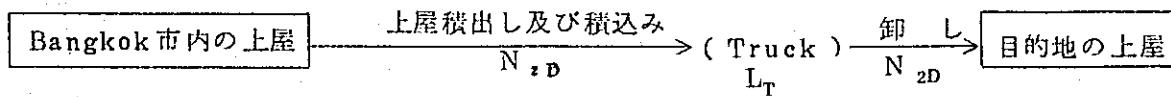
* Financial post-Sept. 2, 1981

11. 国内貿易の輸送パターンは次のように考える。前節における前提によれば Bangkok が輸送活動の一端であるから、南タイの諸都市と Bangkok 間の輸送活動は次の 4 パターンであると考える（表-2 参照）。

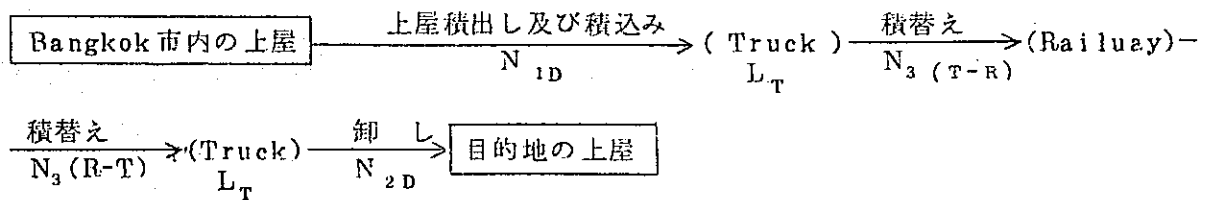
- I) 全行程トラック輸送
- II) 全行程鉄道輸送
- III) Songkhla 港経由, 海運輸送
- IV) 近隣港湾経由, 海運輸送

表-2 国内貿易輸送パターン

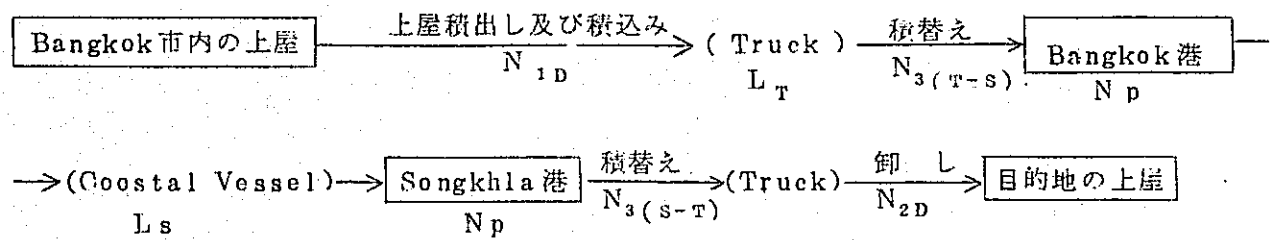
I) Truck 輸送



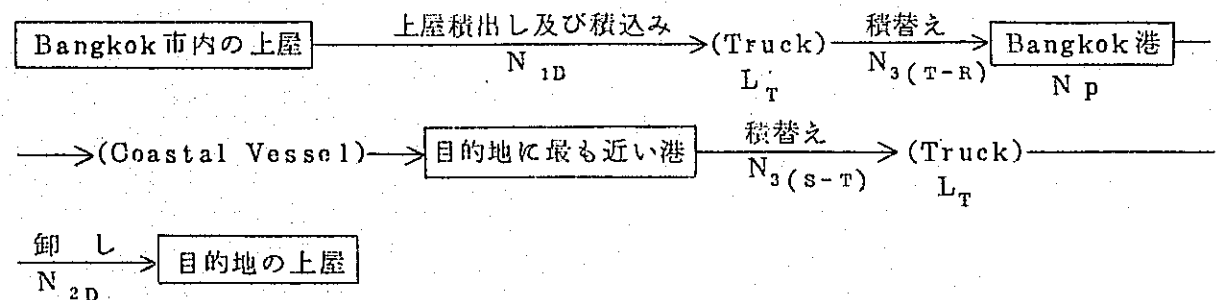
II) Railway 輸送



III) Coastal Vessel 輸送 (Songkhla 港経由)



IV) Coastal Vessel 輸送 (目的地に最も近い港を経由)



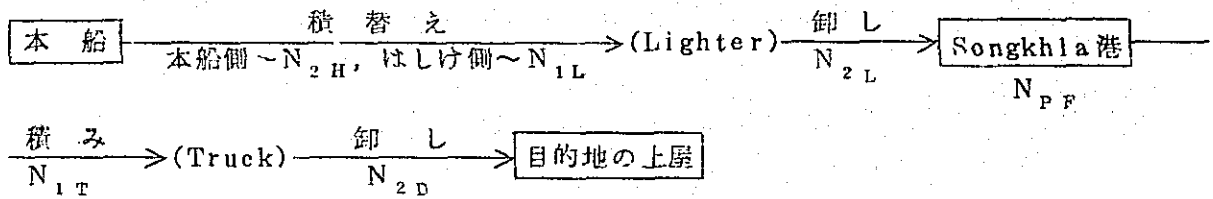
次に外国貿易の場合の輸送パターンを考える。この場合は前節で述べた前提にさらに若干の仮定を設ける。すなわち、タイ国の外国貿易港湾は、Bangkok港、PhuketおよびSongkhla港の3港とし、これら3港の船舶のFreight rateは同一であるとする。

以上の条件のもとに外国貿易による輸送パターンを次のように考える（表-3参照）。

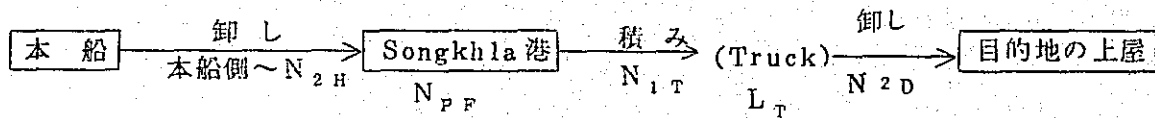
- i) Songkhla港経由、はしけ荷役、トラック輸送
- ii) Songkhla港経由、本船けい岸荷役、トラック輸送
- iii) Songkhla港経由、はしけ荷役、鉄道輸送
- iv) Songkhla港経由、本船けい岸荷役、鉄道輸送
- v) Bangkok港経由、本船けい岸荷役、鉄道輸送
- vi) Phuket港経由、はしけ荷役、トラック輸送

表-3 外国貿易輸送パターン

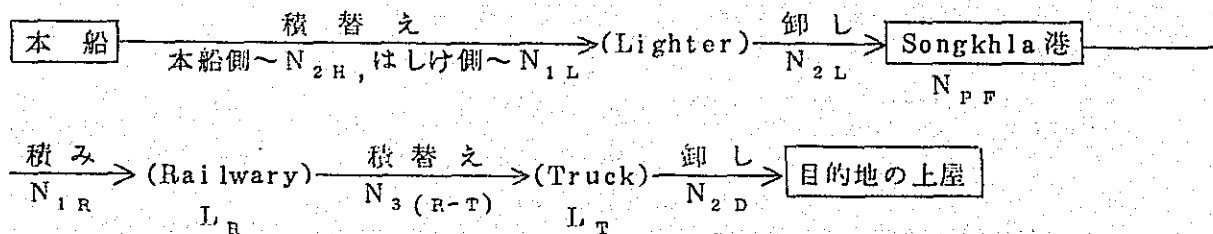
i) Songkhla港経由／はしけ荷役、Truck輸送



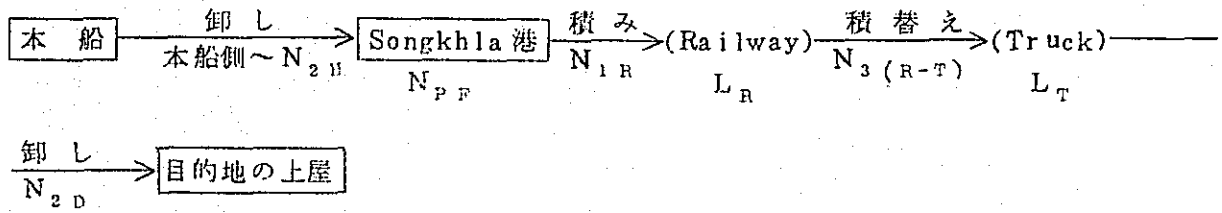
ii) Songkhla港経由／本船けい岸荷役、Truck輸送



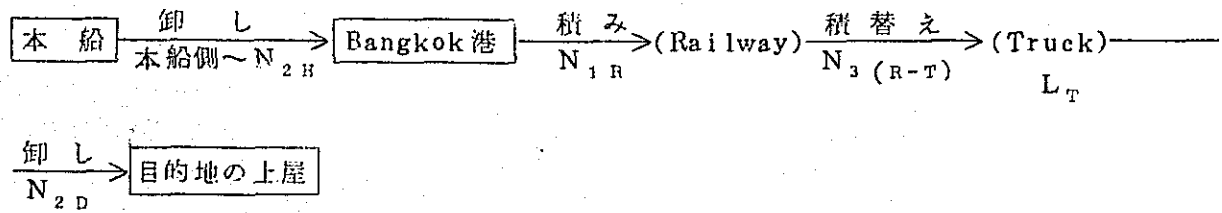
iii) Songkhla港経由／はしけ荷役、Railway輸送



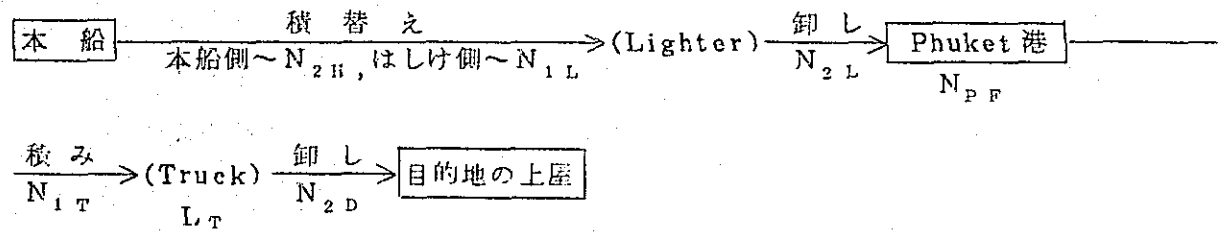
IV) Songkhla 港経由/本船けい岸荷役, Railway 輸送



V) Bangkok 港経由/本船けい岸荷役, Railway 輸送



VI) Phuket 港経由/はしけ荷役, Truck 輸送



12. 上記の輸送パターン毎に、表-4に示すリンク、ノードコストから全輸送コストを計算することが出来る。例えば国内貿易のパターンⅢ)の全輸送コストは下記のリンク、ノードコストの合計である。

上屋積出しおよびトラック積み込み料金	N_{1D}
トラック料金	L_T
積み替え料金	$L_{3(T-S)}$
港湾料金	N_P
海送料金	L_S
港湾料金	N_P
積み替え料金	$N_{3(S-T)}$
トラック料金	L_T
積み卸し料金	N_{2D}

表-4 リング、ノード コスト

種類	項目	コスト (Baht/ton)	備考
Node	N _{1D} 上屋積出し及びTruck積込み	1 2	Bangkok市内の輸送業者への
	N _{2D} Truck卸し	1 2	Interview調査による
	N _{1T} Truck積込み	1 2	"
	N _{1R} Railway積込み	1 0	"
	N _{2H} 本船卸し(外国貿易)	2 1	Katang港の料率を参考。貨物毎に異なるが平均により求めた。
	N _{3(T-R)} TrackからRailwayへ積替え	1 5	Bangkok市内の輸送業者への
	N _{3(R-T)} RailwayからTruckへ積替え	1 5	Interview調査による
	N _{3(T-S)} TruckからCoastal Vesselへの積替え	1 0	Bangkok市内の輸送業者及びSongkhla市内の海運業者への
	N _{3(S-T)} Coastal VesselからTruckへの積替え	1 0	Interview調査
	N _P 港湾料金(内国貿易)	5	Bangkok市内の海運業者へのInterview調査によるが、完備された港湾施設を対象としたものではない
N _{PF} 港湾料金(外国貿易)	3 9	Bangkok港におけるHandling及びLanding ChargeについてBangkok市内の海運業者にInterview調査したもので港湾料金としては更にCustom Fee 或いはWarfage等が加算される	
Link	L _T Truck料金	0.3	全国の自動車運送業者からSamplingし、Interview調査したもの ETOの標準料率は用いず
	L _R Railway料金		SRTのFreight TariffsからClass2, Class4, Class5 Class8を単純平均した
	L _S Coastal Vessel料金	8 3	Songkhlaの海運業者へのInterview調査による。貨物により異なるが平均して求めた。
	L _L はしけ料金 (C _{1L} , C _{2L} の端末料金を含む)	3 5	Songkhla市内の運送業者及びSongkhla港に関係する荷主へのInterview調査による。

13. 国内貿易における Songkhla 港の勢力圏は、各輸送パターン毎に、南タイの主要都市と Bangkok 間の輸送コストを計算し、その中で輸送パターン iii) の輸送コストが他の 3 つの輸送パターンのそれより低廉な都市ということになる。輸送コストの計算結果を表-5 に示す。計算から求められる勢力圏は、Phattalung, Trang, Satun, Songkhla の各県である。しかしながら Trang, Satun, の両県については、それぞれ Kantang 港, Satun 港があること、勢力圏設定の前提の大胆さから安全側をとって両県は削除することとする。Songkhla 港の国内貿易の勢力圏を図-1 に示す。

表-5 輸送コスト比較(国内貿易) Baht /Metric-Ton·Km.

輸送 パターン 都市名	i) Truck 輸送 (Bangkok より)	ii) Railway 輸送 (Songkhla より)	iii) Coastal Vessel 輸送 (Songkhla 経由 Truck)	iv) Coastal Vessel (目的地に最も近い 港を経由 Truck)
				(経由港)
Chumphon	174	157	399	Chumphon 157
Phangnga	294	251	273	—
Phuket	298	254	301	—
Krabi	355	231	249	—
Trang	361	198	206	Songkhla 206
Phattalung	380	200	190	Songkhla 190
Hatvai	411	209	157	Songkhla 157
Pattani	454	218	188	Pattani 157
Yala	456	221	189	Pattani 159
Betong		249	227	Pattani 159
Narathiwat	484	227	218	Narathiwat 157
	369	228	214	Songkhla 214

14 外国貿易の勢力圏についても、国内貿易港の場合と同様にして求めることが出来る。表-6 は輸送コストの計算結果であり、これを基に勢力圏を図示したものが、図-2 である。図に示すごとく、Songkhla 港の外国貿易の勢力圏は現在 Songkhla, Phattalung 両県であるが、Songkhla 港を整備し全国の外国貿易港湾を Bangkok, Songkhla, Phuket 港の 3 港とすれば、両県の他に Nakhon Si Thammarat, Trang, Satun, Pattani, Yala, Narathiwat が加わることになろう。さらに Songkhla 港を整備し、本船の直接けい岸荷

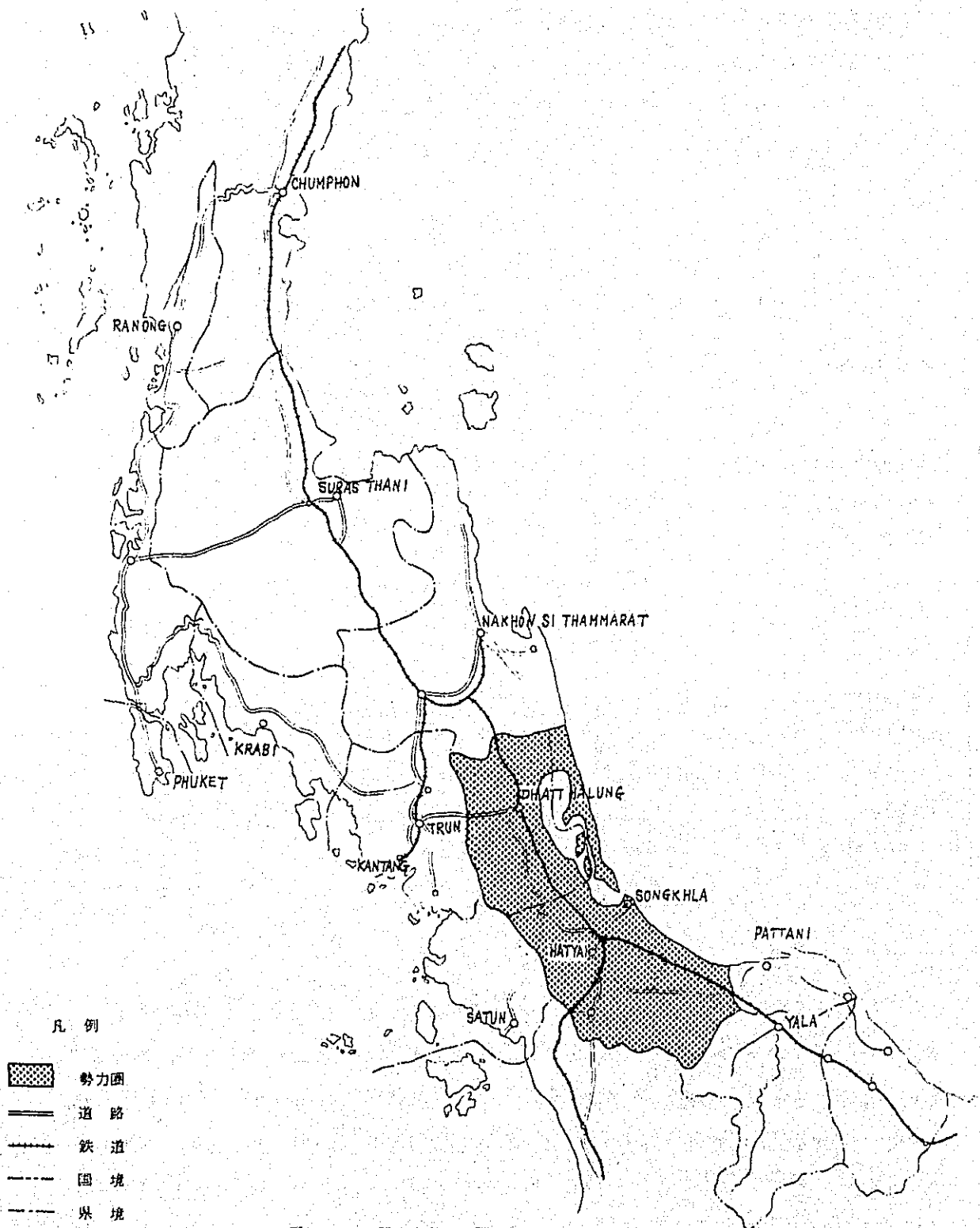


圖-1 國內貿易勢力圈

役が可能となれば、Chumphon, Suratthani, Krabi の3県の各一部が勢力圏に入る。しかしながら、ChumphonとKrabiの両県については、勢力圏と考えられる範囲に主要都市が含まれないために除外する。(これは貨物の起点と終点は総べて都市で代表させるという前提によるものである)。逆にSuratthani県は全主要都市を包含することになるので、Songkhla港整備後の勢力圏には、先のSongkhla県等8県の他にSuratthani県を加えることとする。

表-6 輸送コスト比較(外国貿易) Baht/Metrk-Tonkm

輸送 都市 パターン 名	i) Songkhla 港経由 Truck輸送 はしけ利用	ii) Songkhla 港経由 Truck輸送 けい岸荷役	iii) Songkhla 港経由 Railway輸送 はしけ利用	iv) Songkhla 港経由 Railway輸送 けい岸荷役	v) Bangkok 港経由 Railway輸送 けい岸荷役	vi) Phuket 港経由 Truck輸送 はしけ利用
Chumphon	371	336	226	191	190	248
Ranong	334	299	254	219	218	212
Suratthani	329	294	204	169		206
Krabi	221	186	230	195	264	176
Trang	178	143	197	162	231	214
Kantang	186	151	200	165	233	222
Nakhon Si Thammarat	214	179	189	154	229	233
Phattalung	162	127	170	135	233	233
Theng Song	200	165	187	152	223	
Yala	162	127	174	139	254	
Narathiwat	190	155	181	146	260	

B Songkhla港の潜在貨物量

15. 先に設定したSongkhla港の勢力圏の経済活動が順調に進展し、流通機構等が最適状態に整備された状態時に取り扱われる最大限度の貨物量を港湾の潜在貨物量とする。

この潜在貨物量の推計には、マクロ的推計とミクロ的推計をおこなう。前者は全県の港湾貨物量を一括推計し、全国に占める南タイの比率により、南タイの貨物量を求める方法である。

これによりミクロ的推計による貨物量をチェックする。後者は主要品種毎に、Songkhla港の

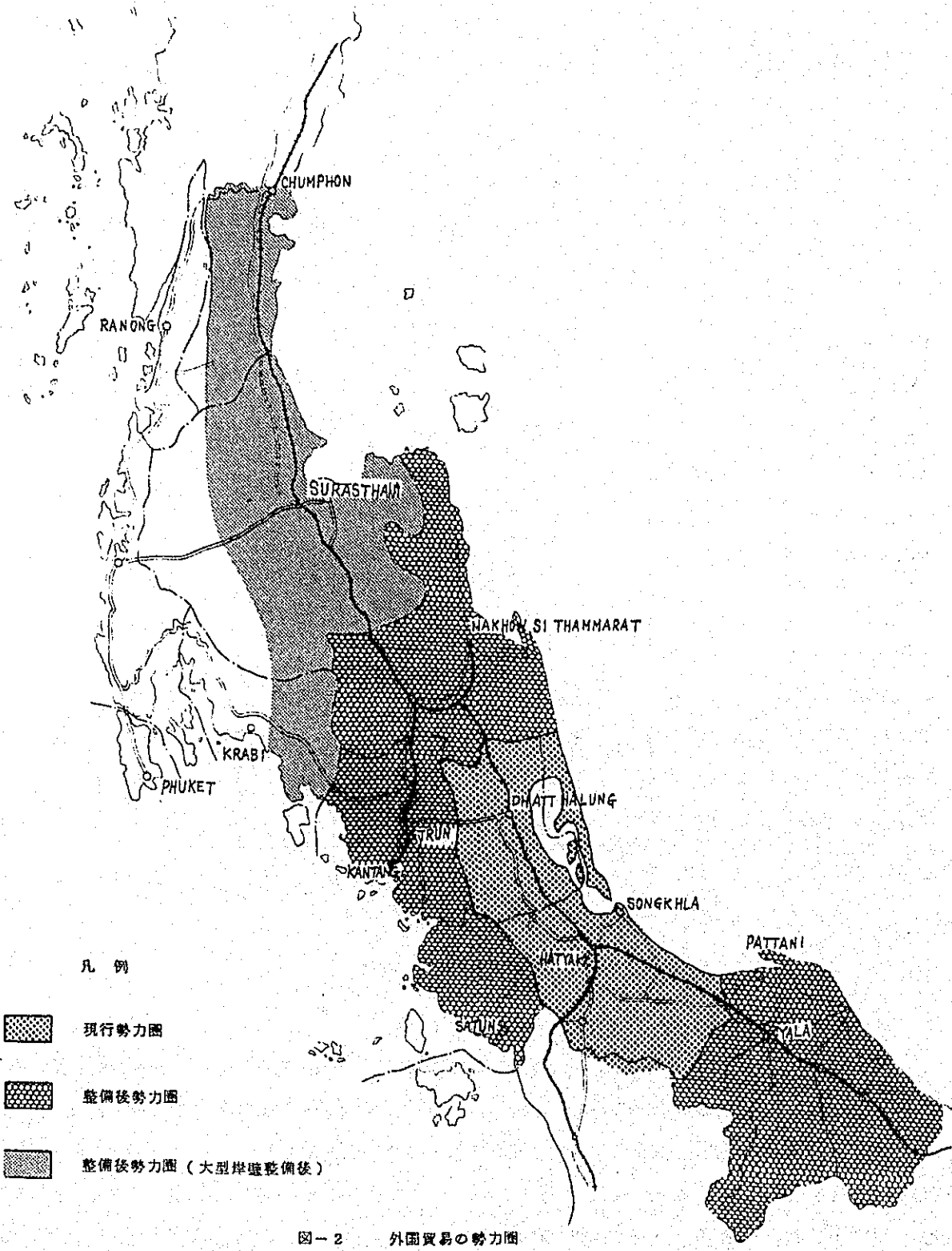


図-2 外国貿易の勢力圏

勢力圏の貨物量を推計する方法である。

16. 貨物量の推計に必要な基本的な経済指標は、表-7の成長率を使用する。これらのうち、1975年はタイ国第3次経済計画(1972~1976年)の数値であり、1977年~1990年の経済指標は、タイ国National Economic Development Board(NEDB)の指示に基づくものである。

表-7 主要経済指標

経済指標	年次	年平均成長率(%)	備考
G.D.P.	1971~1976	6.0	第三次5か年計画
	1977~1990	7.0	NEDB
人口	1971~1976	2.5	第三次5か年計画
	1977~1990	2.5	NEDB
ゴム	1971~1976	3.0	第三次5か年計画
	1977~1990	3.0	NEDB

17. マクロ的推計は次の手法による。

- i) タイ国全体の港湾貨物量の年平均伸び率を仮定し、将来の港湾貨物量を推計する。
 - ii) この貨物量に占める南タイの貨物量の比率を仮定し、南タイの貨物量を推計する。
- なお、この際鉱産品は年次により貨物量の増減が大きいいため別途推計しこれを加算する。マクロ的推計の結果を表-8に示す。

表-8 南タイ港湾貨物量のマクロ的推計

(単位1000トン)

年次	タイ全国		南タイ(除 鉱産品)		南タイ(含 鉱産品)	備考
	貨物量	年平均成長率	貨物量	南タイの比率	貨物量	
1959	5,144	(%)	801	15.6(%)	801	GDPの成長率に漸近する
1964	9,351	(64/59) 13	832	8.9	832	
1969	14,930	(69/64) 10	1,116	7.5	2,402	2) 過去の傾向値より仮定する
1975	25,200	¹⁾ (80/69) 9	1,890	7.5 ²⁾	2,290 ³⁾	
1980	49,100		2,730	7.0	3,130	3) 鉱産品は400,000トンとする
1990	85,500	(90/80) 8	5,140	6.0	5,540	

18. ミクロ的推計は次の手法による。

i) 南タイ港湾貨物量を主要品目毎に、a) 過去の実績トレンドの延長、b) 関連経済指標との相関、のいずれかの方法により推計する(表-9参照)。

ii) 南タイの港湾貨物量を品目に関連する経済指標により、各県に配分する。

iii) Songkhla 港の勢力圏に属する県の貨物量を集計することにより、Songkhla 港の潜在貨物量を求める。

iv) 天然ゴム、セメント、石油類については次の修正をおこなう。

セメント；南タイのセメント需要は益々増大するものと考えられる。しかしセメントの生産地がToongSong付近にあるため、従来から陸上機関により輸送されている(図-3参照)。今後ともセメント輸送が海上輸送に転換する可能性は当面少ないと判断されるので、港湾貨物量から削除する。

天然ゴム；南タイの天然ゴムを輸出相手国別に分類すれば表-10のように、マレー半島の東岸側へ輸出される率は全体の約70%である。Songkhla港は東岸側への輸出貨物を分担するとすれば、Songkhla港の輸出貨物量は、南タイ全輸出量の70%と考えられる。したがってSongkhla港を経由する輸出量は、南タイの全輸出量の70%にあたる365千トンとする。ちなみに、1990年における南タイ天然ゴムの全輸出量は521千トン、先に設定したSongkhla港の勢力圏に発生する輸出量は467千トンである。

石油類；輸出石油類は、シンガポールからの輸入である。油槽船の船型は100~600R/T級の船舶が就航している。したがって輸入石油といえども、南タイの各港へ従来通り輸入することが可能であり、Songkhla港の輸入石油の勢力圏は、国内貿易の勢力圏と同一と考える。

以上の推計結果を表-11に示す。

C Songkhla 港の計画貨物量

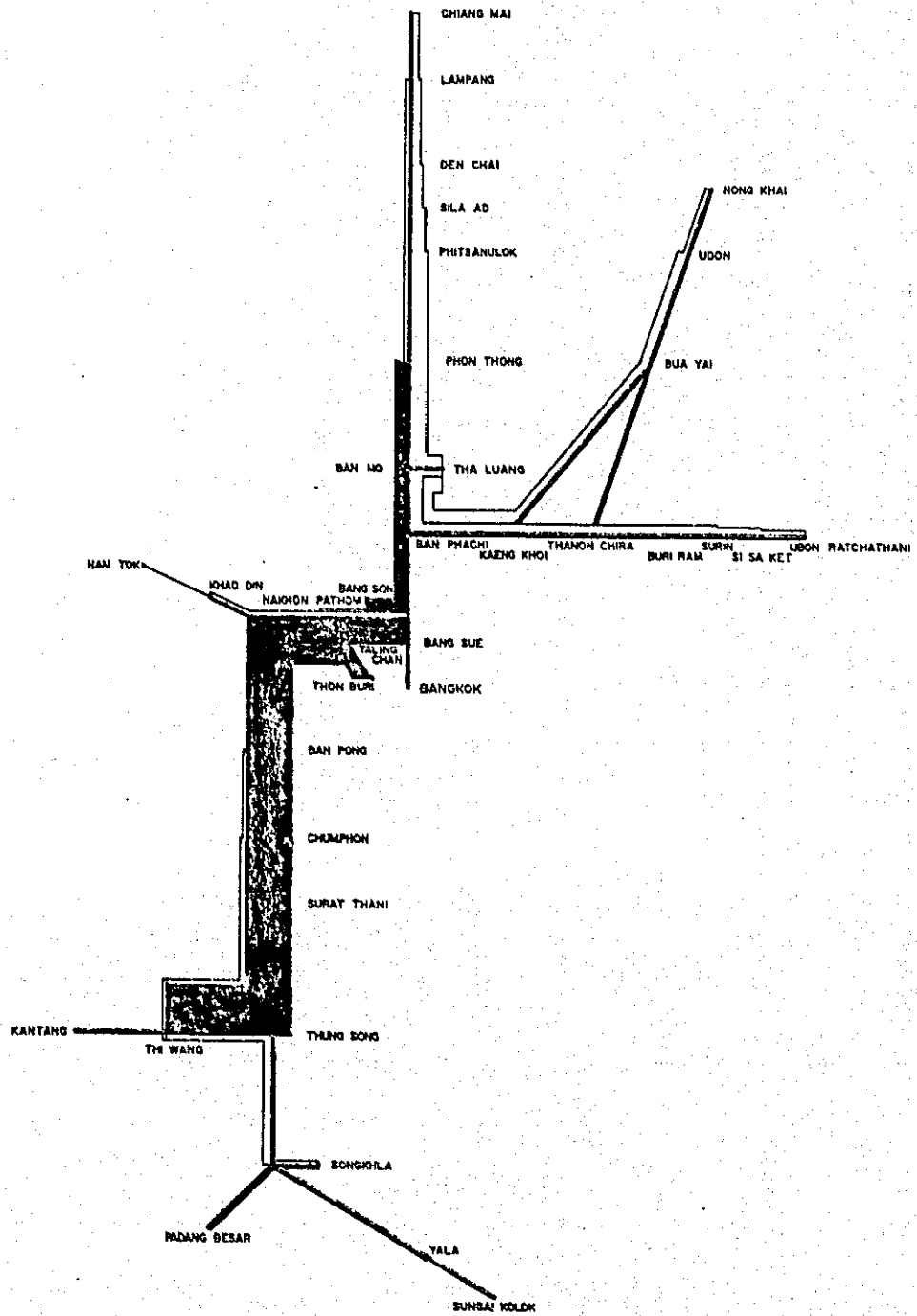
19. 港湾の貨物量は、港湾施設の整備状態、貨物の集配機構、荷役方式、料金体系等の各種要素が複雑に影響し合って決定されるものである。すなわち如何に膨大な貨物量が勢力圏内に潜在していても、上記各要素の状態いかんによっては、実際に港湾で取扱われる貨物量(計画貨物量)は増加することがないと考えなければならない。

港湾として初歩的な機能しか果していない現在のSongkhla港が、港湾施設の整備と同時に、集配機構等を整備し、勢力圏の潜在貨物量を全部実際に取扱うまでには、相当の時間が必

表-9 港湾貨物量のミクロ的推計方法

(推 計 の 考 え 方)

Foreign Trade	Exports	Foods	〔1965年輸出品〕×('65~'75; 13.5%yr, '75~'90; 10%yr) 〔1965年輸出品(輸出金額/単価)〕×('65~'90; 10%yr) ×(南タイのシェア)	
		Minerals	Oxen & Cows 〔1965年輸出品(輸出金額/単価)〕×('65~'90; 5%yr)× (南タイのシェア)	
			Tin-metals 〔1970年輸出品〕×('70~'90; 2.9%yr)×(南タイのシェア)- Manganese 〔('70~'90; 4.6%yr)〕×(") Gypsum 〔('70~'90; 1.0%yr)〕×(") Lignite 〔(")〕×(")	
	Rubber 〔1975年計画輸出品(5ヶ年計画)〕×('75~'90; 3%yr)× (南タイのシェア)			
	Wood 〔1975年計画輸出品(5ヶ年計画, 金額/単価)〕× ('75~'90; 3.4%yr)×南タイのシェア-			
	Imports	Constructions	Steel 〔全国鋼材需要量(建設投資額との相関)〕×(建設用のシェア)- (南タイのシェア)	
		Chemicals	Oil 〔(全国石油需要量(GNPと相関)〕×(南タイのシェア)- (車両等保有台数)〕×(輸入率)	
			Fertilizer (単位面積当り肥料消費量)×(耕地面積)×(輸入率)	
	Domestic Trade	Exports	Foods	Fish (1965年移出量)×('65~'90; 10%yr) Fruits (1965年移出量)×(GNPの伸び)
			Minerals	Silica 〔1975年計画移出量(5ヶ年計画)〕×('75~'90; 3%yr) Lignite 〔1970年移出量('70~'90; 1%yr)〕×(南タイのシェア)- Gypsum 〔('70~'90; 1%yr)〕×(") Manganese 〔('70~'90; 1%yr)〕×(")
Wood 〔1965年移出量〕×〔(林業生産額の伸び('65~'70; 6.5%yr '70~'90; 3.4%yr)				
Imports		Foods	Rice (1965年移入量)×(南タイの人口の伸び) Sugar (1965年移入量)×(1人当消費量の伸び)×(人口の伸び) Drinks 〔(")〕×(") Fish 〔(")〕×('65~'90; 10%yr) Fruits 〔(")〕×(GNPの伸び)	
		Livings	Oxen & Cows 〔(")〕×(") Cloths, Drugs, House Holds, etc 〔(")〕×(")	
			Steel 〔(全国鋼材需要量(建設投資額との相関)〕×(建設用のシェア)- ×(南タイのシェア)〕×(内買率)	
Constructions		Cement 〔(全国セメント需要(建設投資額との相関)〕×(南タイのシェア)- (南タイのシェア(全部; 内買))		
		Wood (1965年移入量)×(建設投資額の伸び) Oil 〔(全国石油需要量(GNPとの相関)〕×(南タイのシェア)- ×(内買率)		
Chemicals		Fertilizer (単位面積当り肥料消費量)×耕地面積)×(内買率)		



LEGEND
 TO BANGKOK
 FROM BANGKOK
 OTHER

GRAPHIC SCALE
 0 1000 2000 Kilometers

STATE RAILWAY OF THAILAND

図-3 セメント輸送経路

表-10 天然ゴム輸出相手国(1970年)

№	国名	輸 出 量 (ton)
1	U · S · A	○ 26,000
2	England	9,005
3	W · Germany	7,155
4	Malaysia	× 19,493
5	Singapore	× 17,279
6	France	5,586
7	Denmark	437
8	Belgium	2,020
9	Norway	22
10	Sweden	1,299
11	Netherland	2,078
12	Italy	24,528
13	Spain	5,530
14	Czechoslovakia	885
15	Yugoslavia	7,737
16	Japan	○ 143,529
17	Hong kong	○ 410
18	Creece	885
19	Portugal	1,123
20	Turkey	2,908
21	Angola	183
22	Israel	5
23	Taiwan	○ 20
24	Morocco	30
25	Poland	508
26	Finland	508
Total		279,163

○ 東岸側

× 行先不明

表-11 Songkhla 港の潜在貨物量

(1,000 ton)

	1965(実)						1975			1980			1990							
	外		内		計	外		内		計	外		内		計					
食料品	1	56			57	23	135			158	36	180			216	87	339			426
生活品	-	4			4	48	17			65	79	28			107	187	64			251
建設資材	-	40			40	73	74			147	80	117			197	120	271			391
石油	2	6			8															
肥料	-	4			4	19	1			20	21	2			23	31	3			34
鉱産品	5	-			5	32	113			145	36	131			167	41	175			221
天然コウ	56	3			59	236				236	273				273	354				354
木材	-	4			4	9	38			47	25	49			74	78	81			159
その他	-	37			37															
合計	65	155			220	440	378			818	550	507			1,057	914	933			1,847

要であると考えられる。Songkhla港の計画貨物量が潜在貨物量に到達するに要する時間は、外国貿易の分野と国内貿易の分野では異なるであろう。外国貿易の分野における到達時間は勢力圏も広く、集配機構が未整備に近い状態であることを考えると、積極的整備をすすめたとしても、今後10年程度が必要と考えられる。国内貿易のそれは、すでにある程度の港湾貨物の実績を有すること、勢力圏が比較的狭いことから、今後5年程度が必要であろう。石油類については前に述べた理由から国内貿易貨物と同様に、5年程度が必要であろう。

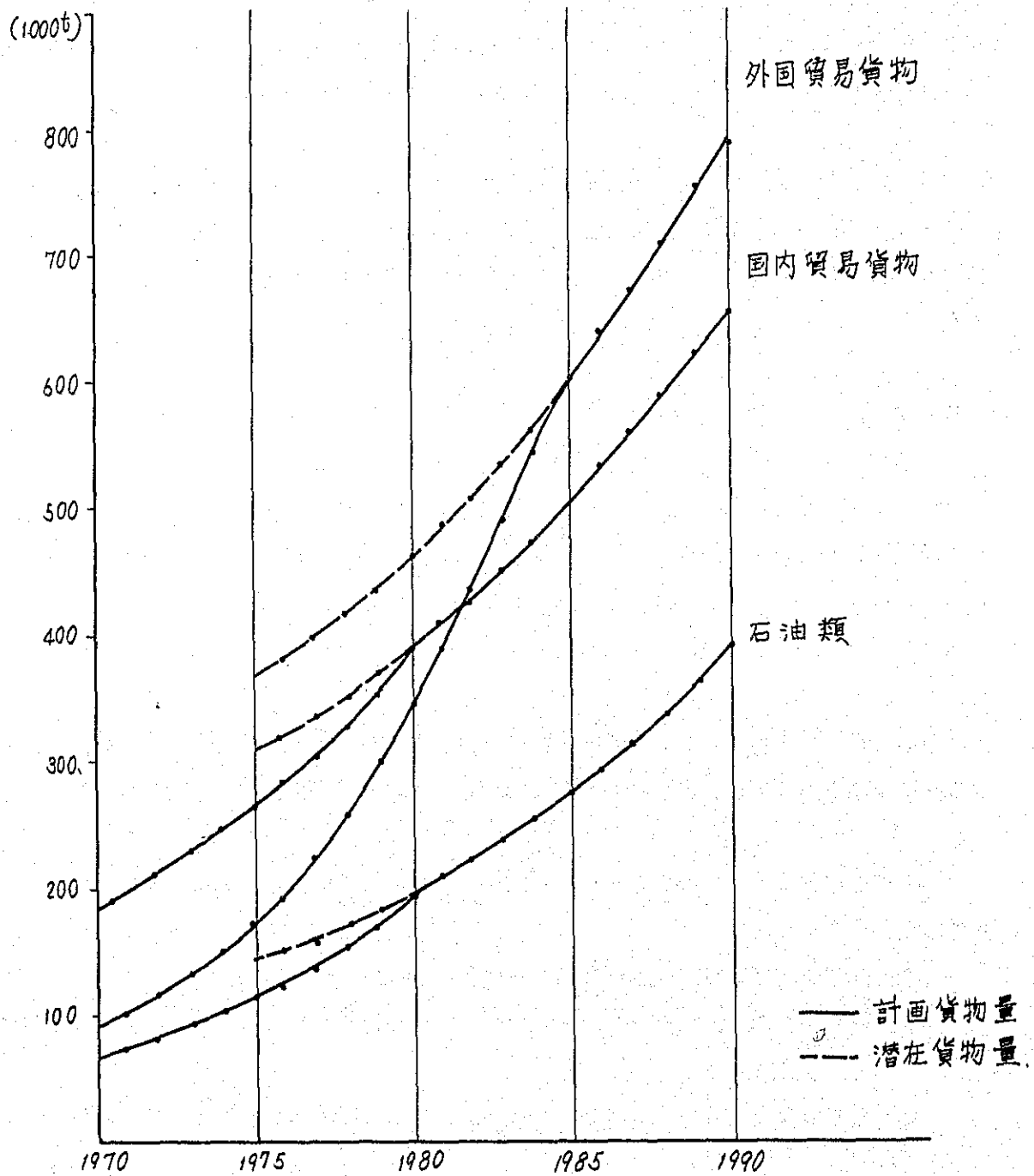
20. 以上のことから計画貨物量が潜在貨物量に到達するに要する年限は、外国貿易貨物が1985年、国内貿易貨物および石油類が1980年とする。潜在貨物量に到達するまでの各年次計画貨物量は、1970年の貨物量(実績)を基準として、所定年限まで等年率で増加するものとする。潜在貨物量と計画貨物量の関係を図-4に示す。

D Phuket 港との関係

21. 南タイ東海岸のSongkhla港と西海岸のPhuket港は、ともに南タイの主要な港湾である。限られた資本を有効に利用するためにも、両港に投下される資本に無駄な重複投資があってはならない。Songkhla港の整備は、Phuket港の将来に如何なる影響を与えるかについて検討する。すでに「Songkhla港の勢力圏」で説明したように、Songkhla港の国内貿易の勢力圏は、Songkhla県およびPhattalung県に限られた狭い範囲である。一方、Phuket港についても、国内貿易の勢力圏は狭い範囲であると理解できる。したがって、国内貿易に関する両港の勢力圏は競合関係にないことが明白である。石油類についても同様である。

22. 外国貿易についての競合関係の有無を検討する必要がある。分析の方法は以下のとおりである。

- i) 外国貿易に関し、現在両港は競合関係にあるか否か。
- ii) 両港を整備し、貨物を沖荷役方式からけい岸荷役方式にした時、勢力圏に重複する部分が生じるか。
- iii) もし勢力圏に重複する部分があれば、その部分に関連する貨物の品目と数量は如何程か。
- iv) 両港を整備し、さらにPhuket港からSurat Thaniに通じる鉄道が完成した場合ii)およびiii)への影響は如何程か。



圖一4 潜在貨物量と計画貨物量

23. 以上の4段階に分けて検討した結果を概述すれば次のとおりである。

現在の両港の外国貿易貨物の主体は、Songkhla港は天然ゴムの輸出であり、Phukek港は錫の輸出、石油の輸入である。

輸出貨物の天然ゴムおよび錫は、その主要産地が前者は南タイの南部、後者は南タイの北西部に集中している。産地から港湾への輸送経費を考慮すれば、錫がSongkhla港を、また天然ゴムがPhuket港を経由することはほとんどないといえよう。両港の貨物の実績からみてもそうであるように、現在両港は競合関係にないといえる。

24. 次にPhuket港を整備し、けい岸荷役が可能な港にすれば、現在のPhuket港の勢力圏とSongkhla港のそれとが一部重複することになる(図-5参照)。しかしながら、重複する部分は比較的生産力に乏しい地域であるために、貨物量としては1990年時点においてもわずかに約18,000トンがSongkhla港からPhuket港へ移行するに過ぎない。これはSongkhla港の外国貿易貨物量の約3%であり、当港の施設整備計画への影響は無視出来る。

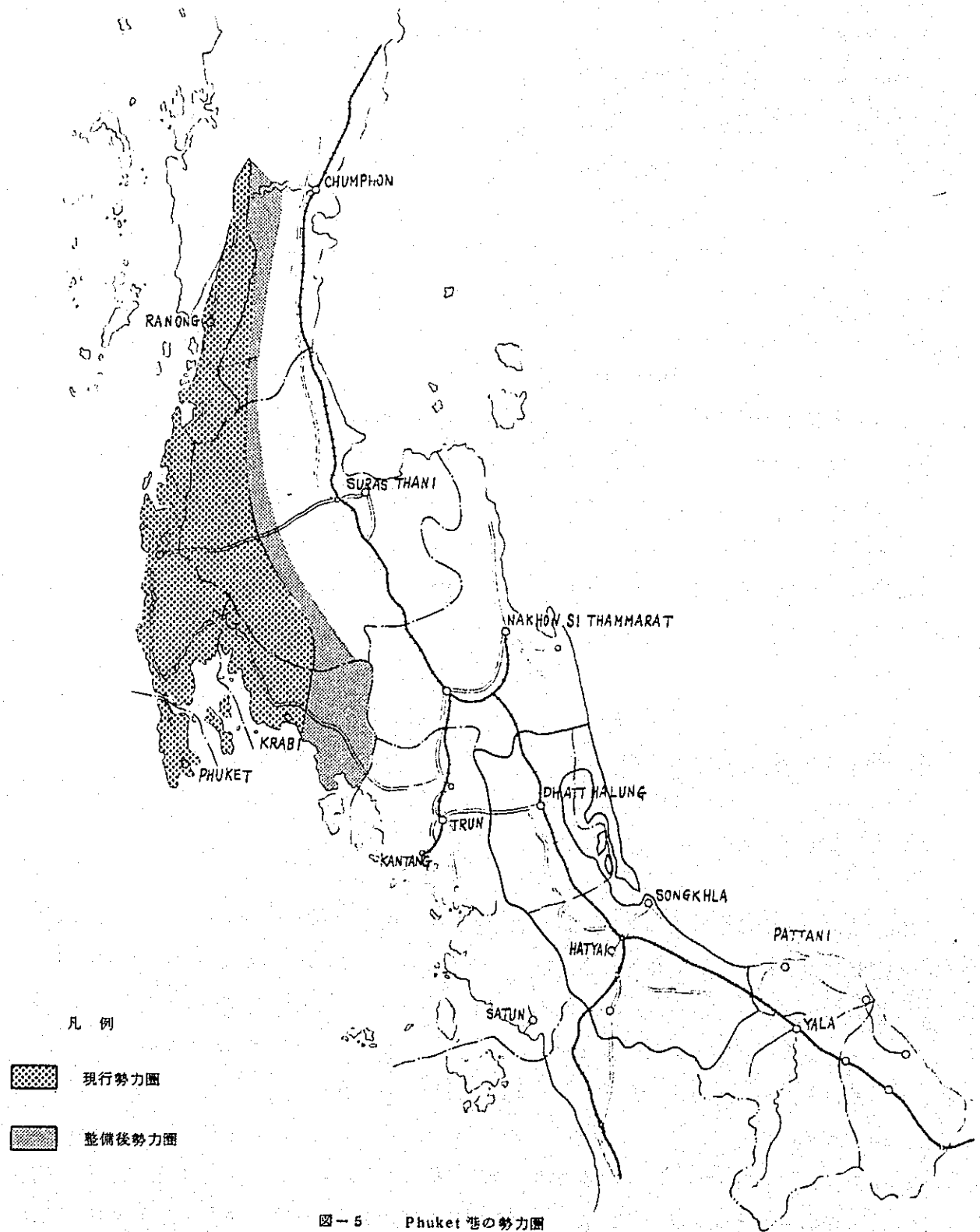
さらに鉄道が開通した場合は、従来までSongkhla港の勢力圏と考えられていたSuratthani県は、Phuket港の勢力圏となるであろう。これに伴い変動するSongkhla港の貨物量は65,000tonであり、これも施設整備への影響は小さい。

上記のことより、Songkhla港とPhuket港は影響しあうことが極めて小さくそれぞれ独立に存在するものとみることが出来る。

III Songkhla港周辺の自然条件

A 地 形

25. Songkhla港はSap湖より外海に通ずる湖口水路の右岸側に位置し、2,000D/W級の船舶が入港し得る港湾施設を有している。Sap湖はLuang湖と合わせて1000Km²の広大な水面積を有し、その周辺20Kmの範囲は湿潤な平地である。Songkhla港より南西70Kmには、マレー半島を縦断する山脈が連なる。Songkhla港付近の海岸は湖口を除けば細砂で構成されるが、水深-3mを超えるところでは粒径が極めて小さくなる。これから想像されるように、海底勾配はゆるやかで、1/200~1/300程度である。湖口水路は左岸側に水成岩系統のKhao Daengと称する丘陵があるため、位置が固定されており、しかも湖内と外海との水位差による傾斜流で水深が維持されている。湖口の外海側前面には砂洲が広く連なっている。



B 気 象

26. 当該地域はアジアモンスーン地帯の気象特性を示すが、NEモンスーンはインドシナ半島で遮断され、SWモンスーンは背後の山脈によってさえぎられるため、風の影響は比較的小さい。NEモンスーンの主風向はE方向であり、平均風速は6~8 m/secである。SWモンスーンの主風向はSW方向であり、平均風速は3 m/sec前後である。

降雨量は雨期と乾期の変動巾が大きく400 mm/monthから600 mm/monthの範囲である。年平均降雨量は2000 mm/year程度で、10~12月に集中する。10月から1月まで、各月とも降雨日数が20日ほどあり、港湾工事等の建設施工に影響するところが多い。

C 海 象

27. タイ湾は水深が浅く、1日周潮がよく発達するがSongkhla港付近は半日周潮も比較的大きく、日潮不等を伴った1日2回潮の潮候曲線となる。ただし潮差は1 mをこえることは稀である。

波浪に関する実測記録は全くみあたらないが、タイ国海軍の目測によれば、Songkhla港付近では波高2.0 mと記録されている。調査団が風の資料より推定した結果では、設計波の諸元は次のようになる。

$$H_{1/3} = 2.2 \text{ m}$$

$$T_{1/3} = 6 \sim 7 \text{ sec}$$

これらの数値のうち、波高は妥当と判断されるが、周期については、やや短かめに定まっているものと考えられる。水深10 m付近において、年間を通じて波の観測を行なうことが強く要請される。

潮流はFlood tideの時NWの方向に、Ebb Tideの時はSE方向に流れる。NEモンスーン期には吹送流が加わるため、1 Knot程度の流速になるものと想定される。

D 湖 口 水 理

28. 漂砂はNEモンスーン期に、SEからNWの方向に移動するものと考えられる。波浪ならびに底質粒径から推定すれば、漂砂の移動限界水深は-4.0 m~-5.0 mのところにある。外海と湖との間に形成される流れは、強混合型の密度流を示しており、底面には大きい流速が作用するので、Flushingの効果を期待することができる。湖口水路および航路上の底質粒径

は小さいので、 15 dyne/cm^2 程度の掃流力によって、水深 -9 m の維持は可能とみなされる。水路が彎曲する場合には、一般に掃流力は下流側で増加するので、水深の維持には有利である。たとし Ebb tide の時、左岸側には洗掘現象が生ずるから、この対策が必要である。

E 土 質

29. Songkhla 港周辺の土質は Sap 湖より運搬堆積された土砂が既設防波堤先端付近より KoNu 付近に亘り広範に分布している。Laem Sai より内港部については、海底から水深 -11 m 付近に $4 \sim 6 \text{ m}$ 厚に亘り medium な細砂が成層し、それ以下は茶褐色のラテライト系の固結粘土が水深 -3.7 m 付近まで分布する。その成層状態はほぼ水平である。Kao Dang 岬より沖側約 1 Km 付近については、表層は粗砂が約 $8 \sim 10 \text{ m}$ 厚さに亘り続いており、水深 -1.5 m 付近からは、Stiff な固結粘土を呈している。防波堤先端から沖側に進むに従い表層細砂間に軟弱なシルト層がレンズ状に介在し、その層厚は $7 \sim 8 \text{ m}$ である。 -1.1 m 付近以深には Dense な細砂が続いている。このシルト層の一軸圧縮強度は

$$q_u = 0.166 \sim 0.334 \text{ \%}$$

であり、その傾向値は

$$q_u = 0.1 \text{ \%} + 0.05 Z (\text{Base} - 6.0 \text{ m})$$

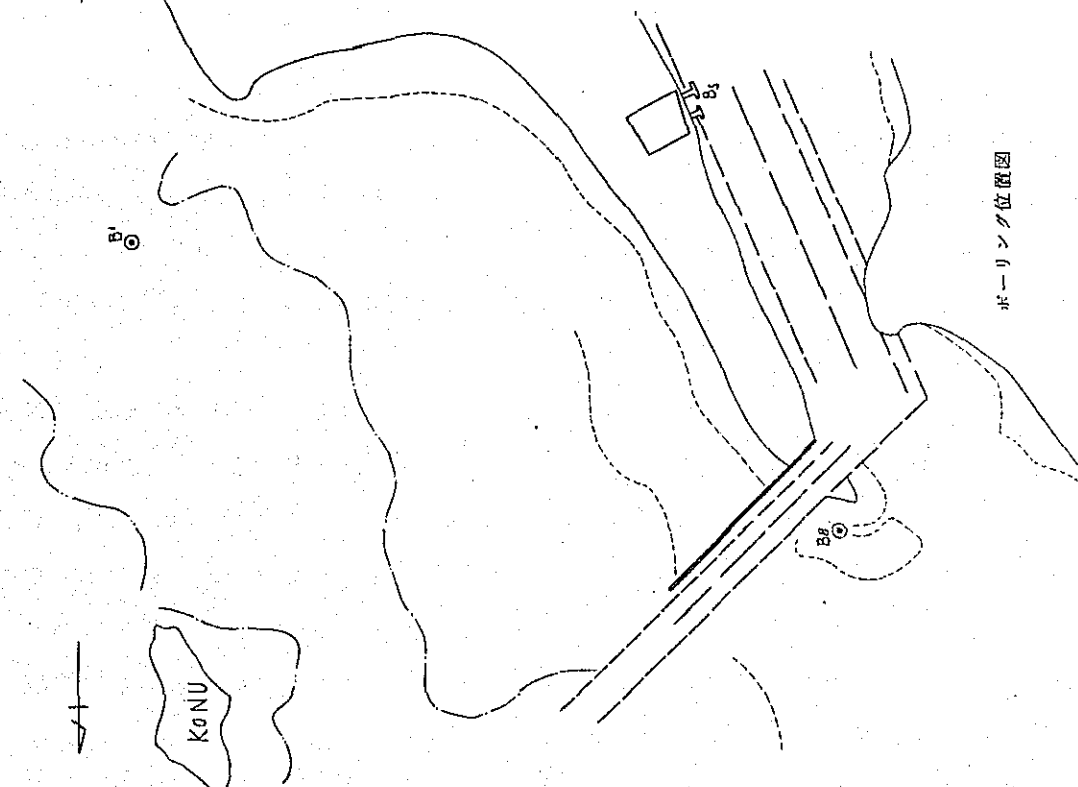
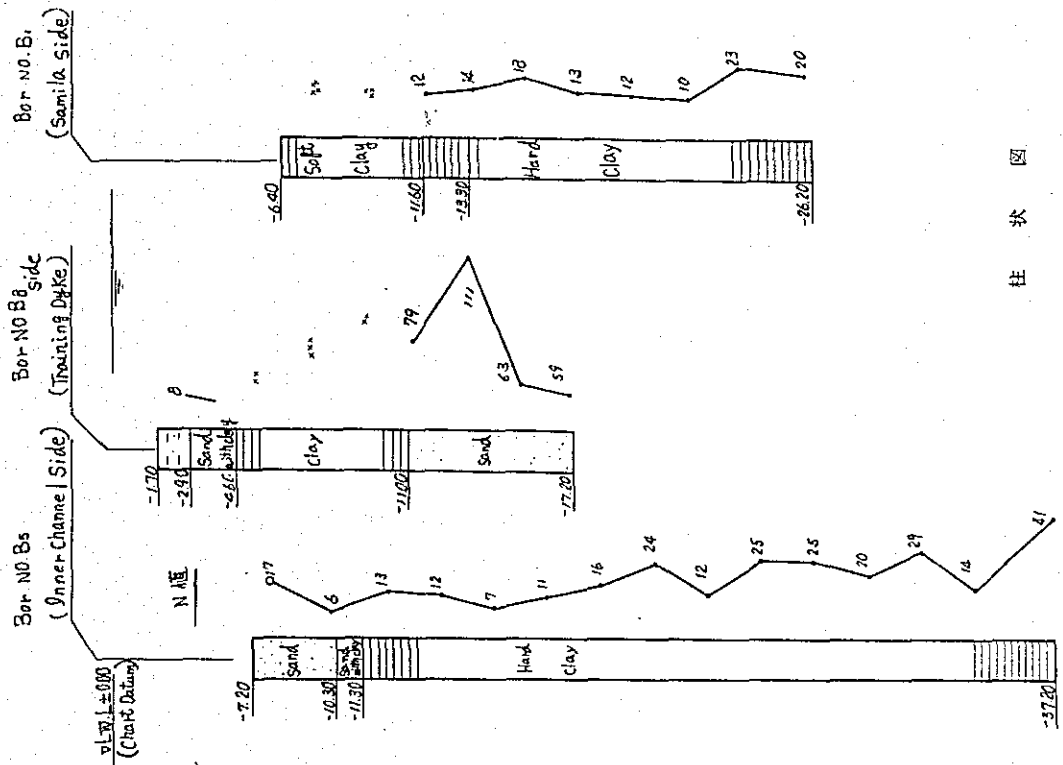
で表わすことが出来る (図 - 6 参照)。

IV Songkhla 港の港湾計画

A 港湾計画に対する基本的考え方

30. 南タイの発展は当面第一次産業の育成であり、この成果を土台に第二次産業の発展が期待されるものと思われる。南タイの第一次産業の中心は、天然ゴムの栽培であり、ことに Songkhla 港の勢力圏では、天然ゴムの生産が経済を支える大きな力となっている。しかしながら現在の Songkhla 港は大型岸壁の施設が無く、このことが天然ゴムの輸出拡大にブレーキとなっている。

また一方、Hat Yai を中心とする消費経済をさらに発展させるためには、安定的、低廉な物資の供給が必要である。マレーシア国側からの一部の供給を除けば、当該地域への物資供給源は全て Bangkok である。Bangkok からの輸送は輸送コスト的にみて海上輸送が最も経済的であるにもかかわらず、海上貨物を受け入れる港湾施設は必ずしも十分ではない。



柱状図

図-6 土質柱状図

31. Songkhla港の港湾計画は輸出を拡大し、また民衆の生活の向上と安定を可能とするものでなければならない。Songkhla港の港湾計画の基本的な考え方は次のとおりである。

i) 大型外航船を常時入港可能ならしめるとともに港湾機能の効率化を図らねばならない。また安全な港湾であることが必要である。

ii) 計画は、少ない投資でその効用が早く発揮できるものでなければならない。このため建設は計画的かつ集中的におこない、直接収益の対象とならない施設（防波堤、導流堤等）は最少必要限に止めるべきである。

iii) 計画は、特に初期の段階では既存の諸施設と新規施設とが一体となって有効に利用されるよう考慮する。

iv) 計画は、将来の拡張余地が確保できるよう考慮する。

v) 計画は、当該地域一帯のレクリエーションリゾートを保存するよう考慮する。

vi) 石油類については、現在国鉄が既に本格的に取扱っているので、将来においても国鉄が取扱うものとする。しかしT.C.I提案のように外海に港湾を建設する場合には、油槽船用の接岸施設を取り入れる。その理由は、現在の国鉄棧橋へ着岸させるためには、既存の航路を別途維持浚渫しなければならず、多額の費用を要するからである。

B 港湾規模の決定

32. 一般的に港湾の規模は、計画貨物量、最大入港船型および建設バース数で表示される。

Songkhla港の計画貨物量は表-12に示すとおりである。1970年現在の全貨物量は約340,000トンであり、1981年には1,000,000トンに達すると想定される。全体貨物に占める外国貿易の比率は、1970年26%、1980年37%、1990年43%と増加し、Songkhla港は国内貿易港から、名実ともにタイ国第二の外国貿易港へ脱皮することになる。

33. これらの貨物を輸送する船型については、外国貿易船はSongkhla港の入港船型分布とBangkok港の船型分布等を参考に（表-13参照）、また国内貿易船と油槽船についてはSongkhla港の入港船型分布を参考に決定する。Songkhla港へ入港した外国貿易船の船型分布からみれば、入港隻数の96%以上は5,000G/T未満である。Bangkok港の場合の平均船型はSongkhla港のそれより大きい。入港船舶の約90%が吃水7.32m以下であり、Songkhla港で取扱われる貨物の種類と量を考慮しても極端な大型船は必要としないため、Songkhla港の外国貿易用船型は最大7,000D/Wとする。

国内貿易船は船型分布からみて100~300R/Tが主力である。今後、若干船型が大型

表-12 Songkhla 港計画貨物量

(単位 1,000 ton)

年次	外国貿易	国内貿易	石油類(外,内)	合計
1970	91	187	66	344
75	170	269	114	553
76	202	289	123	614
77	230	312	142	684
78	263	335	158	756
79	299	362	177	838
80	343	390	197	930
81	391	411	211	1,013
82	447	433	226	1,106
83	510	456	242	1,208
84	563	480	259	1,302
85	604	506	278	1,388
86	638	533	297	1,468
87	674	562	319	1,555
88	712	592	337	1,641
89	751	623	365	1,739
90	794	662	391	1,847

化することを予想して、国内貿易用船型は最大2,000D/Wとする。油槽船も国内貿易船と同様の判断から、最大船型を2,000D/Tとする。

34. 所要バース数は、次式により求める。外国貿易用バース数は、待合せ計算により結果を検証する。

$$V = \frac{36.5 \times \alpha}{t_b} \times \xi$$

$$t_b = \frac{\xi}{\mu} + t_o$$

ここに V : 1バース当り貨物量 (ton/Berth)

α : 岸壁利用率

ξ : 1船当り積荷量 (ton)

t_b : 1船当り平均在港日数

μ : 1日平均荷役量 (ton)

t_o : 入出港準備日数

検討の結果、1990年までに外国貿易用岸壁5バース(水深-8.0m岸壁換算)、国内貿易用岸壁4バース(水深-5.5m岸壁換算)が必要である。なお、Songkhla港に現存する国内貿易岸壁の能力は取扱った貨物の実績から約200,000トンと仮定する。

C 計画地点の選定

35. Songkhla港建設の地点は、Songkhla港計画の基本的考え方を満足し、所要の港湾施設を収容できる場所でなければならない。主要な必要条件是次のとおりである。

i) 当面7,000D/W級のOcean Going Vesselの入港が可能であり、将来10,000D/W級船舶を受け入れることが出来ること。

ii) 将来の拡張計画に対し、弾力的に対応できること。

iii) 短期間にしかも少ない投資で、一応の港湾機能が確保できること。

iv) 建設費ならびに維持費が低廉であること。

v) NEモンスーン期の海象条件を考慮しても、急速な施工が可能であること。

かかる観点から、次のような三案が提示できる。

表-13 Songkla港, Bangkok港の出入港船型

Songkla港出入港船舶の船型 (1970年)

(外国貿易用船型)

船型	(A) 東南アジア向		(B) 東南アジア以外		(A)+(B)	
	隻数	%	隻数	%	隻数	%
0~200R/T	63	38.7			63	24.2
201~400	45	27.8			45	17.3
401~600	24	14.8			24	9.2
601~800	24	14.8			24	9.2
801~1000	4	2.5			4	1.5
1,001~1,500	2	1.2	2	2.0	4	1.5
1,501~2,000			35	35.7	35	13.5
2,001~2,500			24	24.5	24	9.2
2,501~3,000			12	12.2	12	4.6
3,001~4,000			14	14.3	14	5.4
4,001~5,000			2	2.0	2	0.8
5,001~6,000			9	9.2	9	3.5
6,001以上						
合計	162	100.0	98	100.0	260	100

(国内貿易用船型)

船型	貨物船		油槽船		合計	
	隻数	%	隻数	%	隻数	%
0~50R/T	57	7.0	11	9.2	68	7.3
51~100	208	25.6			208	22.4
101~150	235	28.9	42	35.0	277	29.7
151~200	102	12.5			102	10.9
201~300	173	21.3	4	3.3	177	19.0
301~400	6	0.7			6	0.6
401~500	30	3.7			30	3.2
501~600			39	32.5	39	4.2
601~700	1	0.1			1	0.1
701~800						
801~900	1	0.1	2	1.7	1	0.1
701~1,000	1	0.1	22	18.3	3	0.3
1,001~1,500					22	2.4
1,501以上	8					
合計	814	100.0	120	100.0	934	100.0

Bangkok 港の出入港船舶の船型

船 型	1967		1968		1969		1970	
	隻 数	%	隻 数	%	隻 数	%	隻 数	%
0~1000 ^{R/T}	86	9.7	95	8.3	117	9.8	89	7.4
1001~2000	148	16.7	160	14.0	143	11.9	217	18.1
2001~3000	236	26.6	260	22.7	207	17.3	199	16.4
3001~4000	194	21.8	217	19.0	263	21.9	269	22.4
4001~5000	168	78.9	169	14.8	186	15.5	153	12.8
5001~6000	65	7.3	149	13.0	162	13.5	140	11.7
6001~7000	30	3.4	50	4.4	52	4.3	49	4.1
7001~8000	25	2.8	40	3.5	27	2.4	27	2.3
8001~9000	1	0.1	3	0.3	13	1.1	13	1.1
9001 以上								
合 計	953	100.0	1,173	100	1,172	100	1,156	100

A 内 港 案

36. この案は自然の地形を利用し、港湾施設を波浪から遮断すると共に、既存施設との一体的活用を図ろうとするものである。図-7に示すように、既存の防波堤をさらに延長し、漂砂を防ぐ。

また導流堤を新設し Sap湖よりの流れを効果的に利用すること (Flushing 効果) により所要水深を維持する。導流堤ならびにこれに沿った航路の彎曲は大型船の操船に支障のない曲率にする。この案は建設費が最も低廉であり、現存する航路、防波堤を利用しながら建設できる利点がある。また貨物量が増加しても拡張計画が可能である。建設地点が内港であるから、海象の状況が施工上の支障となることは殆んどない。

B 湖 口 案

37. この案は、内港部分は国内貿易専用地区とし、外国貿易のための施設は、湖口から湖外へ求めようとするものである。図-8に示すように、既存防波堤を延長し、導流堤を新設する。これによりA案と同様に Flushing 効果を期待することが可能である。大型船の入港には何ら支障はなく、施設拡張余地も十分確保できる。しかし、A案に比して建設費が若干高いこと、現在の航路を利用できないため、新たに航路を設定しなければならない欠点がある。また、外国貿易施設の建設は、外海での工事となるため、施工に対する配慮が必要である。

C 外 港 案

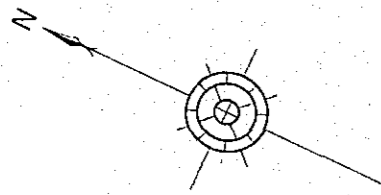
38. この案は、既存施設と全く分離した外海部に新しい港湾を建しようとするものである。図-9に示すように、NEモンスーン期の波浪を遮蔽するための、本土海岸線より Ko Nu までの防波堤と、N~NE方向の波浪を遮蔽するための防波堤に囲まれる海域にけい留施設を建設するものである。この案は泊地が広く確保出来るとともに、将来の拡張計画に対し大きな自由度を有している。しかしながら、両方の防波堤が完成しなければ、けい留施設の使用が不可能であるため、初期投資が他案に比べ非常に高額である。しかも防波堤建設予定地点の地盤が軟弱であるために、全体の建設費は前の二案より著しく高く、さらに建設地点が外海であるため施工には特段の配慮が必要である。

39. 以上の三案について、各案の長短を比較したものが表-14である。この検討結果に基づき、Songkhla港の港湾計画地点は内港案 (A案) を提案したい。

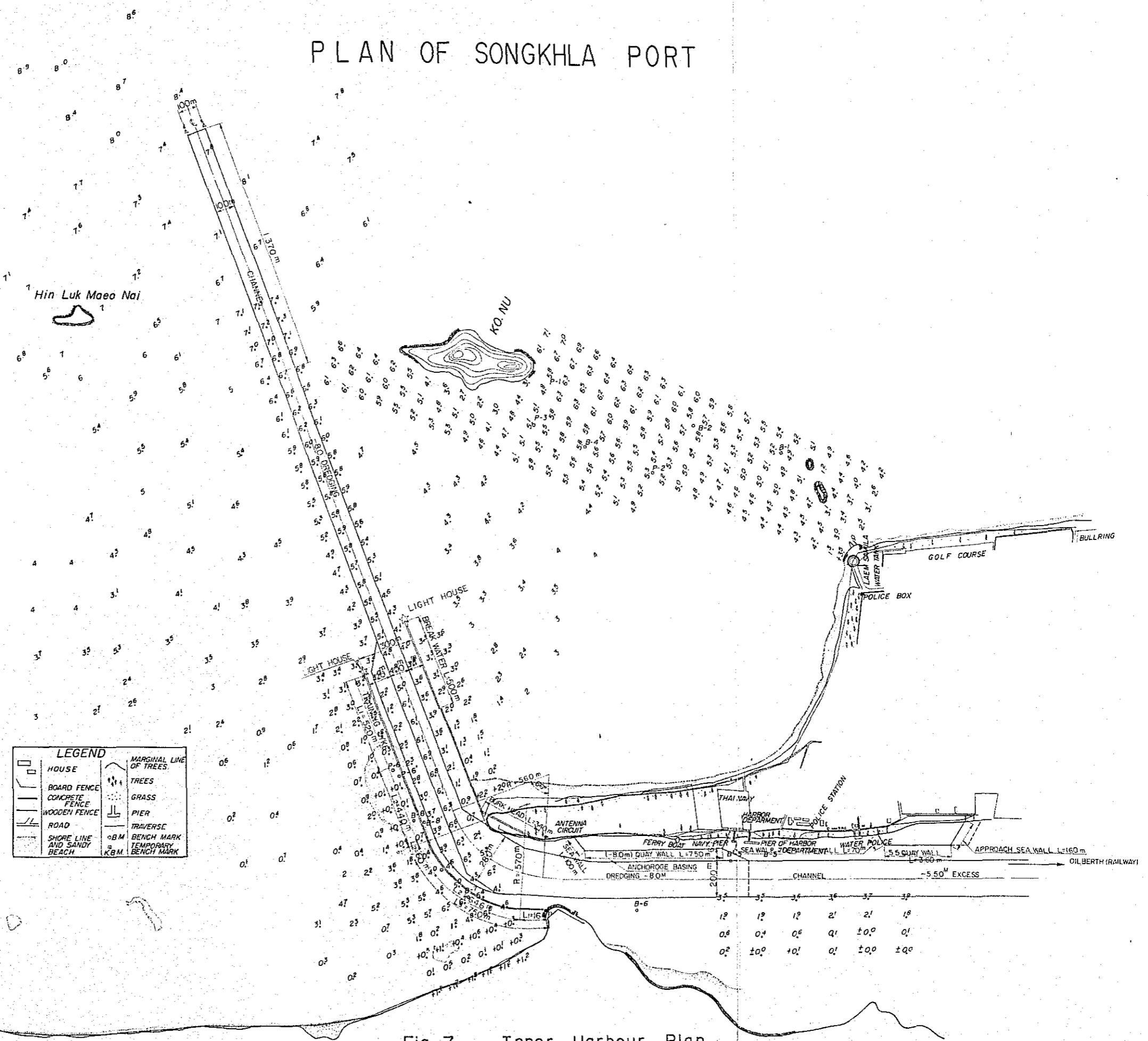
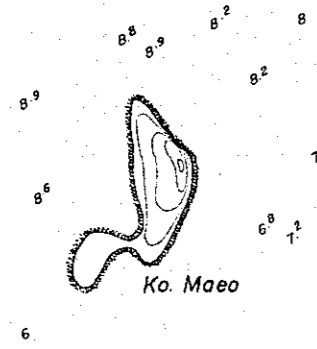
表-14 代替案の比較

項目	(A)内港案	(B)湖口案	(C)外港案	備考
総投資額 (単位 1000us\$)	19,720	22,980	33,960	
Sub Stage I の投資額 (単位 1000us\$)	9,380	10,620	18,100	- 8.0 m岸壁2バース, - 5.5 m岸壁2バース の使用が可能となる 1974~1977年までの 投資額
既存施設の 活用	既存の防波堤, 航 路, 内港部の国内 貿易用埠頭は有効 に利用される。	既存の防波堤, 内 港部の国内貿易用 埠頭は有効に利用 されるが航路のつ け替えが必要であ る。	既存施設の活用は できない。	
拡張の余地	1990年以降の 拡張を内港部に求 める場合は, 他の 2案に比して余地 は少ない。	防波堤, 導流堤を さらに延長するこ とにより, 拡張が 可能である。	(A), (B)案に比して 拡張の自由度が大 きい。	
レクリエーシ ョン地区の 保存	レクリエーション地 区は現状通り保存 できる。	(A)案と同じ	レクリエーション地 区の大部分は保存 できない。	
施 工	海象条件に左右さ れる度合は(B), (C) 案に比して少ない	- 8.0 m岸壁の供 用開始前に航路の つけ替えが必要で ある。	海象条件に左右さ れる度合は(A), (B) 案より多い。	
港内静穏	港内は静穏である。	- 8.0 m岸壁の静 穏度は(A)案より若 干低下する。	静穏度は(A), (B)案 より悪い。	
維 持	防波堤, 導流堤先 端から沖合への航 路の維持浚渫が必 要である。	(A)案と同じ	港口部より沖合の 航路の維持浚渫が 必要である。また 港内に一部埋没の 可能性がある。	

PLAN OF SONGKHLA PORT



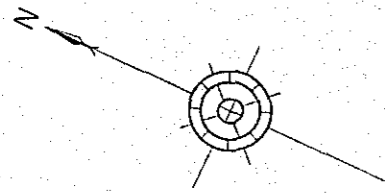
SCALE
0 100 200 300 400 500 1,000



LEGEND	
[Symbol]	HOUSE
[Symbol]	BOARD FENCE
[Symbol]	CONCRETE FENCE
[Symbol]	WOODEN FENCE
[Symbol]	ROAD
[Symbol]	SHORE LINE AND SANDY BEACH
[Symbol]	MARGINAL LINE OF TREES
[Symbol]	TREES
[Symbol]	GRASS
[Symbol]	PIER
[Symbol]	TRAVERSE
[Symbol]	BENCH MARK
[Symbol]	TEMPORARY BENCH MARK

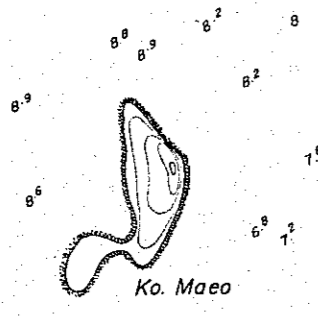
Fig. 7 Inner Harbour Plan

PLAN OF SONGKHLA PORT



SCALE

0 100 200 300 400 500 1000



Ko. Maeo

Hin Luk Maeo Nai

KO. NU

LEGEND	
	HOUSE
	BOARD FENCE
	CONCRETE FENCE
	WOODEN FENCE
	ROAD
	SHORE LINE AND SANDY BEACH
	MARGINAL LINE OF TREES
	TREES
	GRASS
	PIER
	TRAVERSE
	B.M. BENCH MARK
	T.B.M. TEMPORARY BENCH MARK

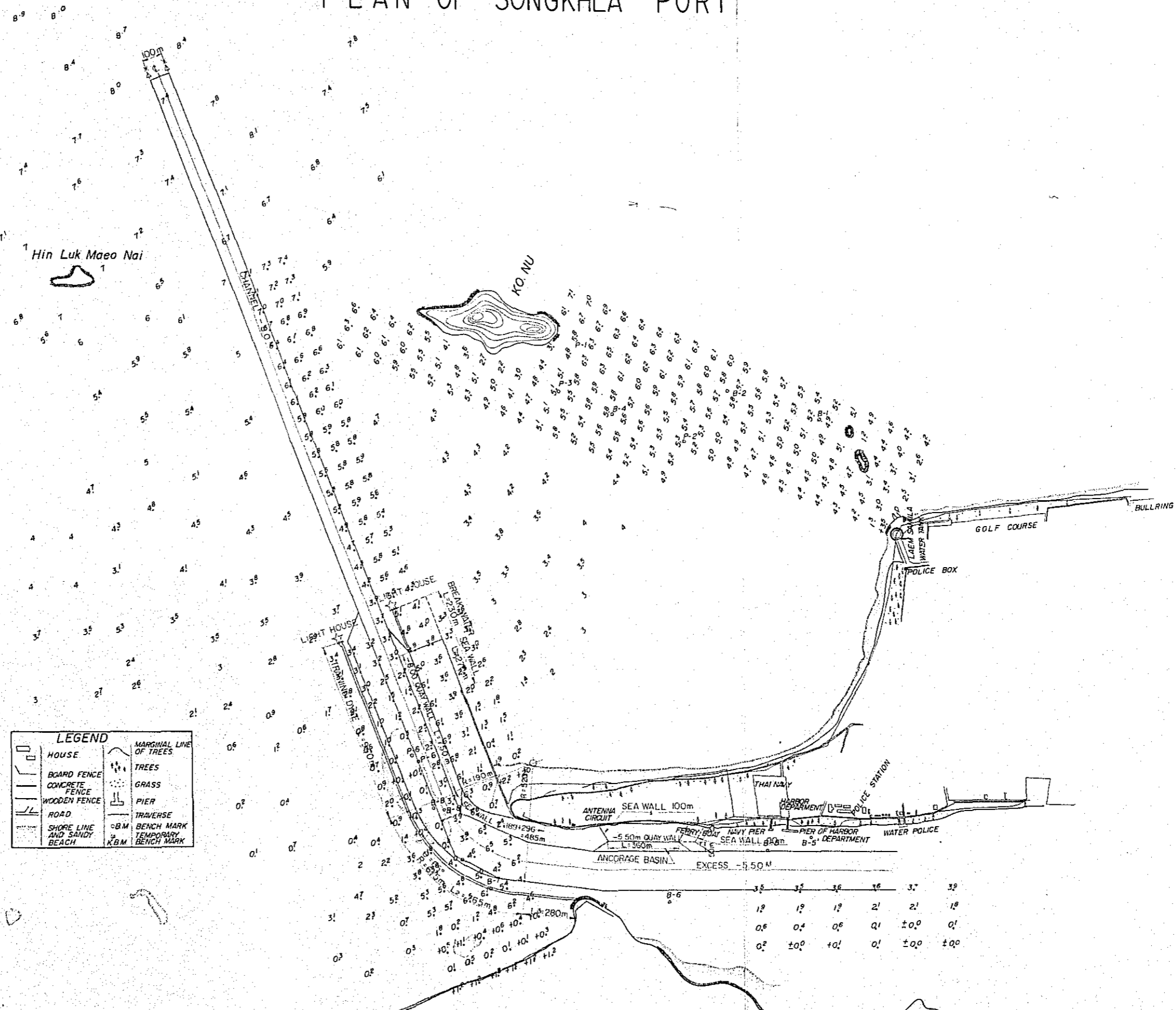
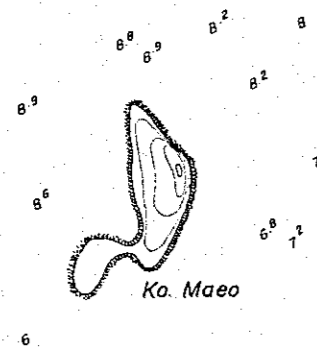
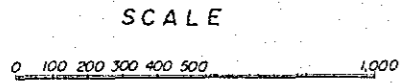
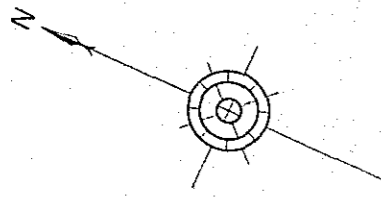


Fig. 8 Lake Outlet Area Plan

PLAN OF SONGKHLA PORT



LEGEND	
	HOUSE
	BOARD FENCE
	CONCRETE FENCE
	WOODEN FENCE
	ROAD
	SHORE LINE AND SANDY BEACH
	MARGINAL LINE OF TREES
	TREES
	GRASS
	PIER
	TRaverse
	BENCH MARK
	TEMPORARY BENCH MARK

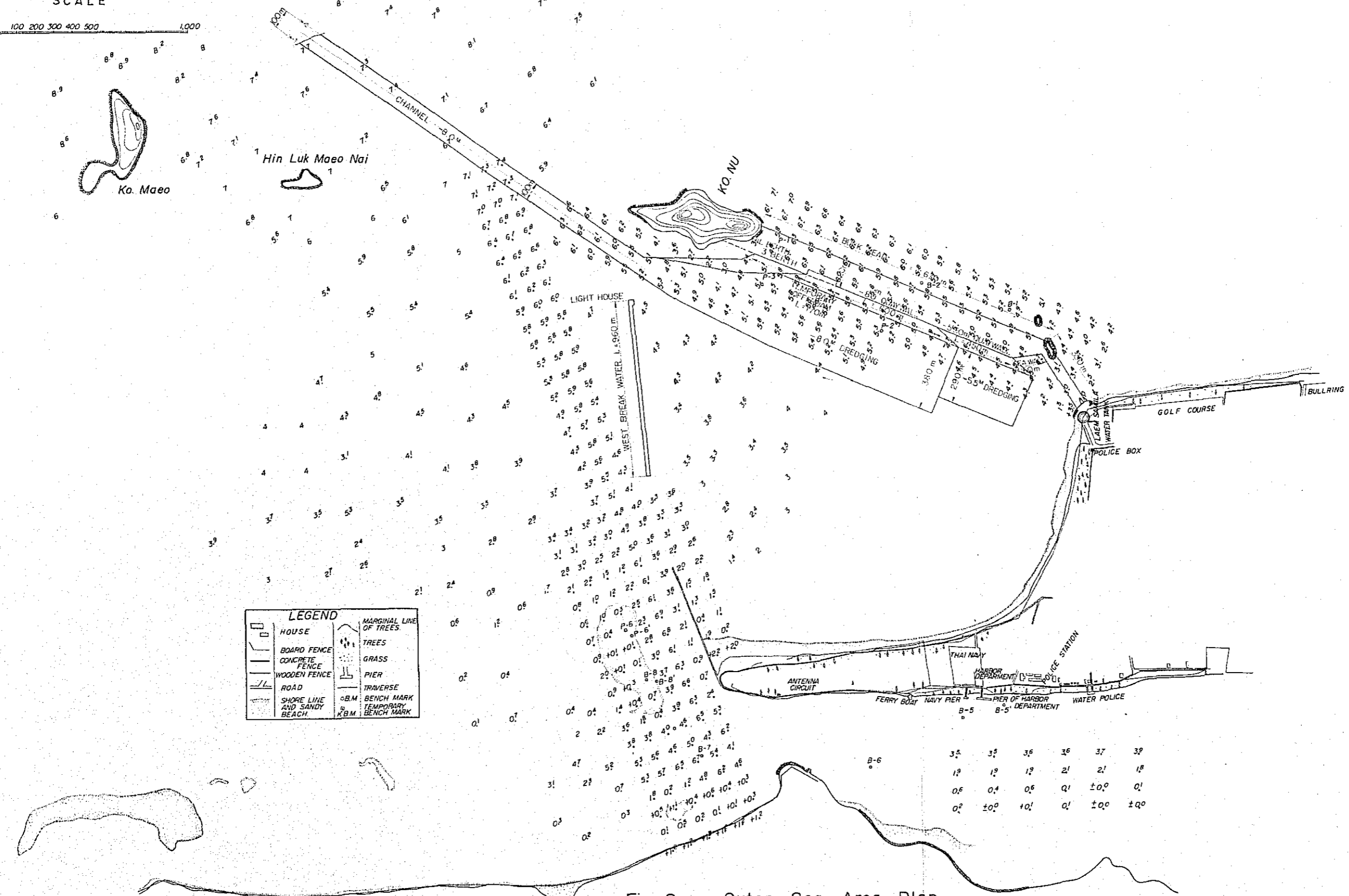


Fig. 9 Outer Sea Area Plan

D 建設計画

40. 1990年までに必要な Songkhla港の主要な施設は次のとおりである。

水深	- 8.0 m	岸壁	5 バース
水深	- 5.5 m	岸壁	4 バース
防波堤		延長	400 m
導流堤		延長	1,770 m
航路		水深	- 8.0 m
		幅員	100 m
上屋			5 棟
倉庫			2 棟

41. 上記の所要港湾施設は、先に選定した内港地点に以下の考え方にに基づき建設する。

i) 施設の建設は大別して2期間(1st Stage, 2nd Stage)に分け、1st stageはSub Stage I(1974~1977年)とSub Stage II(1982~1985年)で実施し、1989~1992年に2nd Stageをおこなう。

ii) 外国貿易施設と国内貿易施設は分離する。

iii) 国内貿易施設は、国内貿易のための現有の集積を最大限に利用できる位置に建設する。

42. さらに、各港湾施設の設計、施工には、以下の諸点に留意する。

i) 構造物の型式は、経済性、施工の能率、施工の確実性を考慮し、鋼矢板、鋼管矢板構造等の単純形式とする(図-10~13参照)。

ii) 可能な限り、現地の建設資材および船舶機械を利用する。

iii) 防波堤は、E方向からの砂の移動限界水深(-4.5 m)まで延長し、防波堤ならびに防砂堤の両機能を発揮させる。

iv) 導流堤は、NE方向からの波浪を航路内に抱え込むことがないように、防波堤建設の進捗度を勘案しながら建設する。

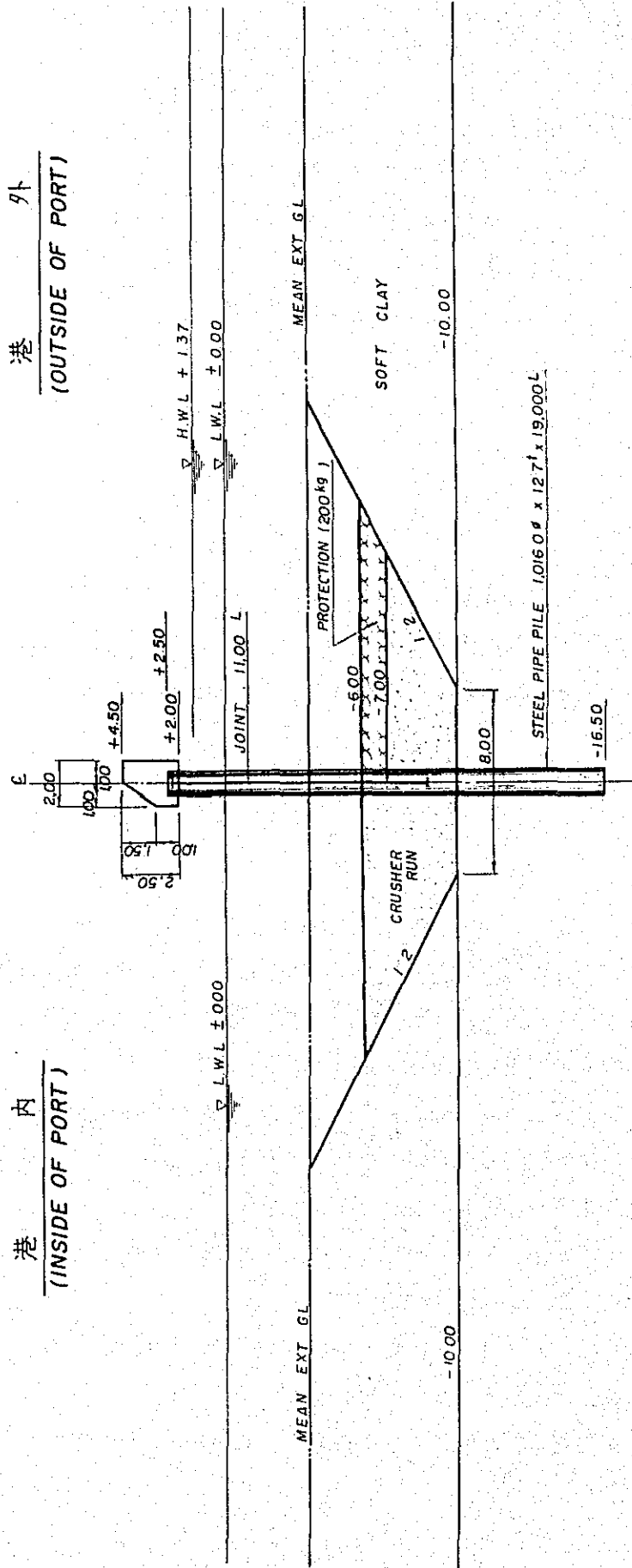
v) 航路の方向は、入出港する船舶が横方向の風を受けないようにする。将来必要に応じ航路幅員を拡幅できるよう余裕幅を確保する。

vi) 外国貿易用岸壁のうち港口側1バースは、将来の船型の大型化を考慮し水深-9 m構造とする。

S = 1/200

港 外
(OUTSIDE OF PORT)

港 内
(INSIDE OF PORT)



图一10 防波堤标准断面图

S = 1/200 UNIT : m

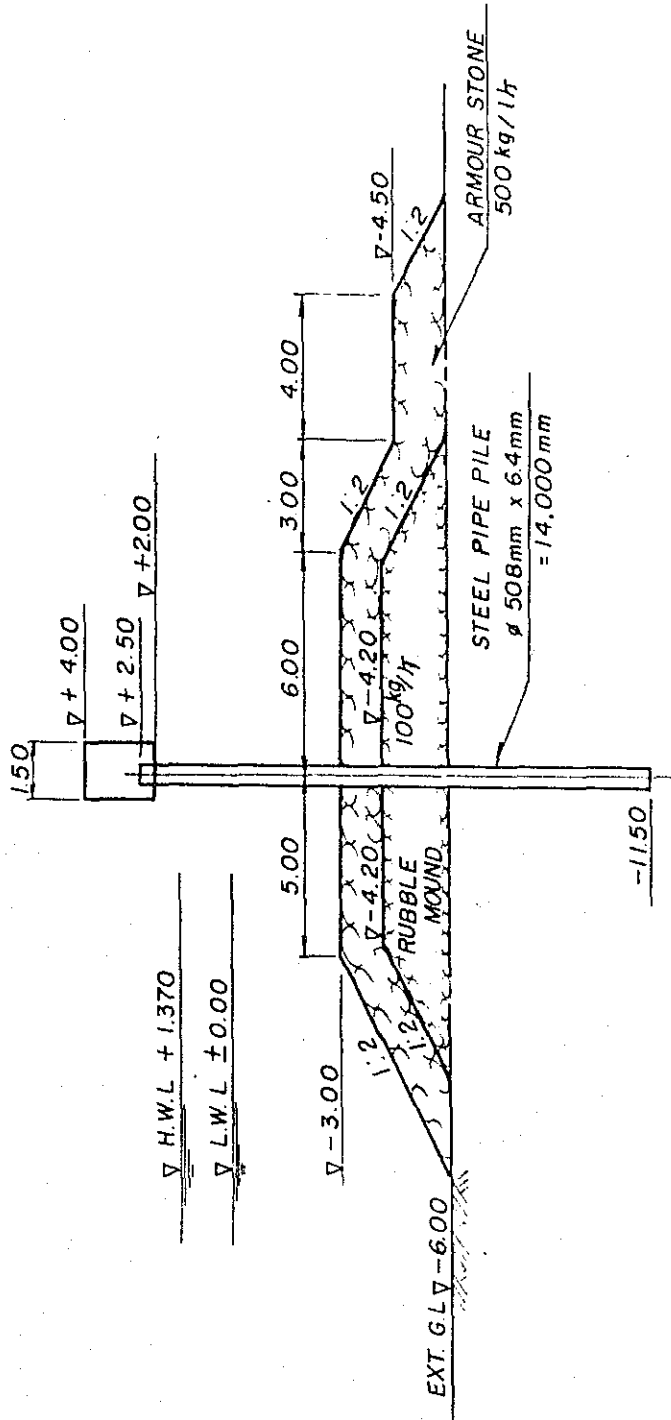
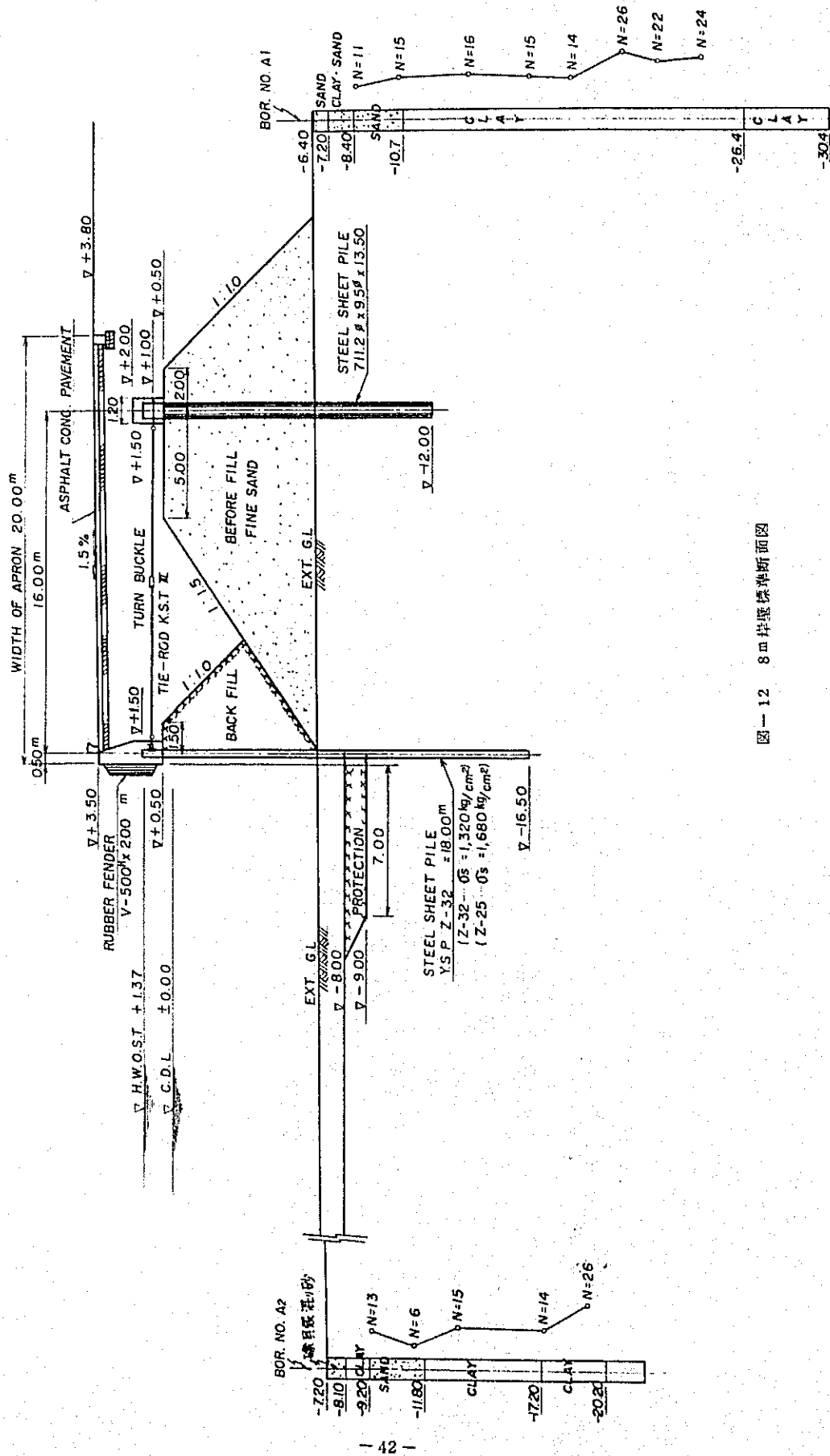


图-11 导流堤标准断面图(屈曲部)

S = 1/200
UNIT: m



图一 12 8 m 桩基标准断面图

S = 1/200

UNIT: m

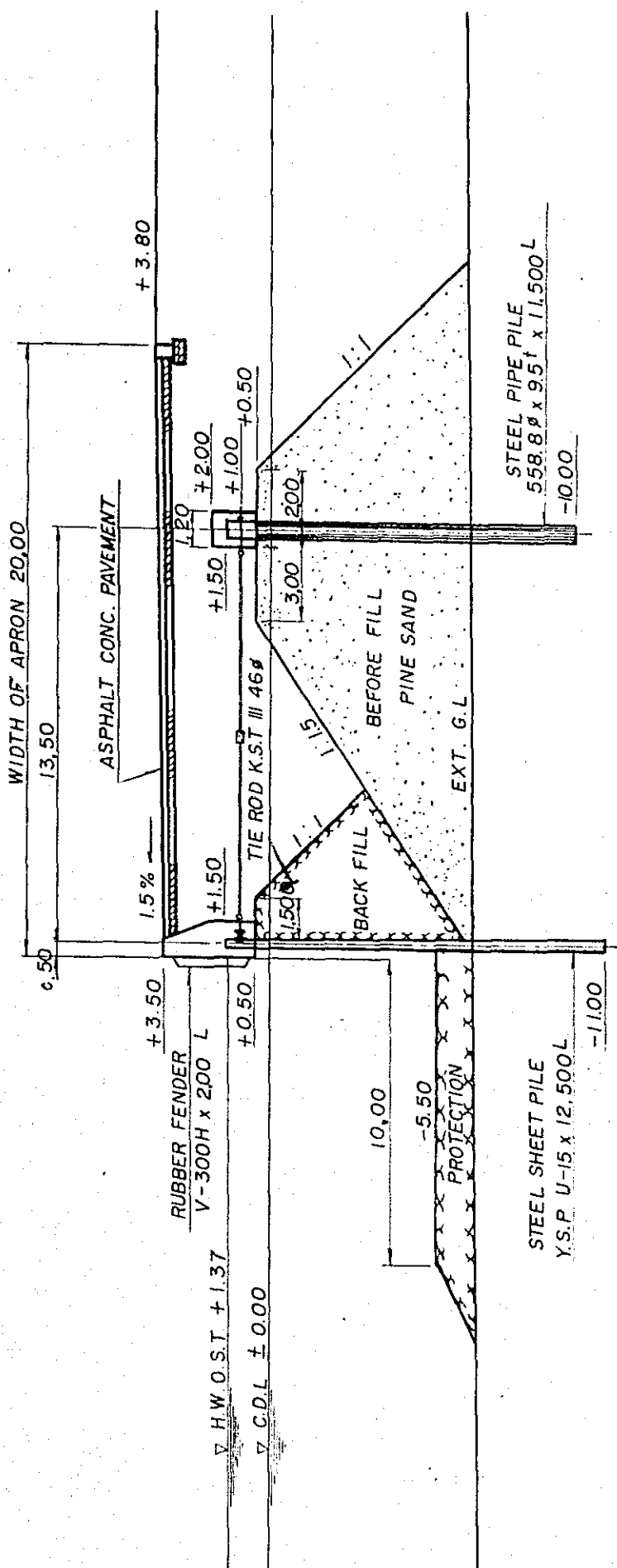


图-13 5.5m岸壁標準断面图

vii) 国内貿易用岸壁は、建設地点の水深が $-5.0 \sim -6.0 m$ 程度確保されているので、水深 $-5.5 m$ 岸壁に統一する。

43. 建設工程は表-15に示すとおりである。第1期計画においては、水深 $-8.0 m$ 岸壁2バース、水深 $-5.5 m$ 岸壁2バースの供用が可能となるように、必要な諸施設を建設する。航路は水深 $-8.0 m$ 、幅員 $70 m$ で供用を開始する。第2期計画においては、引き続き岸壁の建設をすすめると同時に、防波堤、導流堤の延長を図り港湾としての一応の形態を整えることとする。

港湾整備に必要な投資額は、表-16に示すように、全体計画(1990年)で19,720千US\$である。全体計画において必要な外貨は11,770千US\$で、全投資額に占める外貨の比率は60%である。なお、年次別に必要な建設費は表-17に示すように、Sub Stage Iで8,680千US\$、Sub Stage IIで7,790千US\$、2nd Stageで1,770千US\$である。

V Songkhla 港建設の経済分析

A 経済分析の方法

44. Songkhla 港建設計画の評価は、二つの異なる観点からなされなければならない。一つは国民経済的分析であり、これは Songkhla 港の建設がタイ国経済に如何なる価値を有するかの分析である。他の一つは港湾経営の分析である。これは Songkhla 港の経営が成り立つか否かの分析である。

これらの検討はいずれの場合も便益費用比率 (Benefit Cost Ratio) と内部収益率 (Internal Rate of Return) に基づいておこなう。検討期間は1974年から1999年までの25年間とし、便益費用比率の計算には割引率10%を用いる。

45. Songkhla 港建設にともなって発生する便益は各方面に及ぶものと考えられる。その主要なものは次の通りである。

- i) 流通の合理化による輸出力の強化および低廉な物資の安定的供給
- ii) 大型岸壁の整備による産業開発
- iii) 港湾の建設および運営にともなう雇用機会の大拡大
- iv) 港湾経営にともない発生する純収益 (港湾収入と支出の差額)

表-1.5 内港案建設工程

Classification of Works	數量	1st Stage Sub Stage I				1st Stage Sub Stage II				2nd Stage	備考		
		1974年	75	76	77	82年	83	84	85			86 87 88 89~90	
防波堤	500m												
防波護岸	340m				170								
仮締切工事	150m				80								
取付護岸	170m	70										100	
導流堤	1,770m	280	220	250	250			330	440				
浚渫	million m ³ 1,593	0.622	0.373	0.32				0.019	0.019			0.019	
—8.0 m岸壁	750m	150m ^①	75	75 ^②				150 ^③	150 ^④			150 ^⑤	
—5.5 m岸壁	360m	90 ^①			90 ^②			90 ^③				90 ^④	
護岸	230m		160									70	
埋立	79,400m ²	178,000	44,000	44,000	95,000			88,000	95,000	88,000		162,000	
地裝	101,300m ²	22,600	5,400	5,400	11,900			10,800	11,800	10,800		22,600	
鋪裝	20,000m ²		4,300		4,300				2,700	1,600		4,400	
上屋	5棟		1	1	1			1	1				
倉庫	2棟				1				1				

表-16 内港築投資額

施設名	Unit Cost			Sub-Stage I (1974~1977年)			Sub-Stage II (1982~1985年)			2nd Stage					
	Local Currency	Foreign Currency	Total	Quantity	Local	Foreign	Total	Quantity	Local	Foreign	Total	Quantity	Local	Foreign	Total
防波堤	088	201	289				2227	500m	440	1005	1445				
防波護岸	056	075	131	170m	952	1275	2227	170m	952	1275	2227				
仮締切	081		081	80m	648		648	70m	567		567				
取付護岸	149	134	283	70m	1043	938	1981					100m	149	134	283
変流堤	091	094	185	1000m	905	920	1825	770m	7007	7238	14245				
築堤	09	09	18	1315m	27221	40897	68118	million 02359m	536	805	1341	million 0019m	39	59	98
-8.0m岸壁	207	311	518	300m	4695	702	11715	300m	426	702	1128	150m	213	351	564
-5.5m岸壁	142	234	376	180m	265.4	241.2	507.6	90m	1133.2	6021.206	253.8	90m	133.2	1206	2538
護岸	074	099	173	160m	1184	158.4	2768					70m	518	69.3	1211
立地	194		194	million 0361m	70034		70034	million 0271m	52574		52574	million 0162m	315		315
地盤	0000065		0000065	45300m	294		294	33400m	217		217	22600m	147		147
舗装	0013		0013	8600m	1118		1118	7000m	910		910	4400m	57.2		57.2
上屋	105	152	257	3棟	315	456	771	2棟	210	304	514				
倉庫	77	108	185	1棟	77	108	185	1棟	77	108	185				
航路標識		86	81	2ヶ		16.2	16.2	2ヶ		16.2	16.2		16.2		16.2
小計					2872584	323207	6104654		2338144	31876	5525744		65727	6808	133807
設施工管理						12209	12209			1104	1104			267	267
その他						56705	56705			44998	44998				
予備費						789	789			707	707			161	161
合計(建設費)					2872584	580902	86816		2338144	544858	7786724		65727	11088	176507
投資額					2872584	580902	86816		2338144	544858	7786724		65727	11088	176507
利息						697	697			653	653			133	133
額計					2872584	650602	93786		2338144	610158	8439724		65727	12418	189907

※1) 建設費は利子及び維持費を含みます。

※2) 投資額は建設費と外債に対する利子の合計である。

表-17

各年次別建設費概算

(單位：1,000US\$)

年次	1974	'75	'76	'77	'82	'83	'84	'85	'89~90	備考
Commerce										
Foreign	2,196.5	1,772.3	1,524.2	1,403.0	1,837.3	1,449.9	2,108.9	1,344.8	1,217.0	
Domestic	358.0	436	711.0	672.6	340.2	371.0	277.9	57.8	548.7	
Total	2,554.5	1,815.9	2,235.2	2,075.6	2,117.5	1,620.9	2,386.8	1,402.6	1,765.7	

これらの諸便益の中には計量化できるものと現段階では計量化できないものがある。この分析に用いる便益は、計量化可能な流通の合理化にともなう発生する輸送コストの節減額と港湾の純収益額に限定する。

46. 輸送費節減額には次の種類が考えられる。外国貿易の場合は、ⅰ) 沖荷役方式をけい岸荷役方式に変更することによるはしけ輸送コスト ⅱ) これまで Bangkok 港に輸入され、Bangkok より南タイへ二次輸送されていたコスト ⅲ) 荷役方式の改善等、本船のクイックディスパッチによるデマレージコストなどである。

国内貿易の場合も基本的には同様である。

47. 今回分析に計上した輸送費節減額は、ⅰ), ⅱ) を対象とする。ⅰ) の輸送費節減額は貨物の種類、ロット、荷姿等により可成り大きな変動幅があるが、平均的には 30 Baht/ton である。この便益は、節減額 30 Baht/ton と港湾を通過する貨物量の積で求められる。厳密には、はしけ輸送が不用になったコスト分だけ、陸上の配送距離が延び、すなわち Songkhla 港の勢力圏が拡大しているため、全貨物量に 30 Baht/ton を乗ずるのではなく、現在の勢力圏に関係する貨物には 30 Baht/ton を、また勢力圏の拡大にともなう新たな発生貨物にはその $\frac{1}{2}$ を乗ずることとする。

48. 後者の二次輸送コストについては次のように考える。従来南タイの輸入貨物は、石油類を除けばほとんど存在しない。これは南タイの各港に大型岸壁がなく、また量的にも Ocean Going Vessel が寄港する程のものがなかったためなどと考えられる。しかし南タイ地域の外国貿易港として Songkhla 港を整備すれば、これまで Bangkok 港を経由し南タイへ海送あるいは陸送されて来た輸入貨物が直接輸入できることになる。これにより Bangkok から南タイへの二次輸送コストを節減出来る。

二次輸送コスト算定の考え方は、基本的にはⅰ) の場合と同じである。

ⅰ) Songkhla 港の国内貿易の勢力圏である Songkhla, Phattalung の 2 県と Trang Satun 県に関連する輸入貨物については、Bangkok からの海上輸送コスト 87 B/ton の節減が可能である。

ⅱ) 現在の Songkhla 港の外国貿易の勢力圏に関連する輸入貨物については最高 87 Baht/ton から最低 30 Baht/ton の節減額が期待できる。

ⅲ) Songkhla 港を整備したことにより、新たに当該港の外国貿易の勢力圏に入る Surat Thani 県に関連する輸入貨物については、最高 30 Baht/ton から最低 0 の節減が可能

表-18 Bangkok 港の純収益

	1968	1969	備 考
REVENUES (A)	27 408 2	26 933 3	
Wharf Rate	4,743	4,965	
Channel Dues	14,534	15,975	
Labor Section	48,209	47,758	
Port Operating	174,121	159,451	
Accessorial Service	2,570	2,730	
Rental	8,208	9,665	} Sagkhla 港の収入には 計上しない。
Passenger & Baggage	61	72	
Overtime Fees	6,993	7,067	
Others	14,643	21,650	
EXPENDITURES (B)	155,804	173,600	
Maintenance	11,295	15,209	
Depreciation	20,847	24,033	
Labor Section	51,443	60,369	
Executive & Administration	39,837	41,794	
Others	32,382	32,195	
純収益(A)-(B) (1,000 Baht)	118,278	95,733	
港湾貨物量(1000ton)	2,223	2,266	
単位貨物量当り純収益 (Baht/ton)	53.2	42.2	

表一 19 便益と費用 (1st Stage)

	便 益 (1,000 Baht)			費 用 (1,000 us\$)	備 考 (Sub Stage I における港湾純益)
	輸送費節減額	港 湾 純 益	合 計		
1974	0	0	0	2,554.5	0
75	5,767	6,973	12,740	1,815.9	6,973
76	6,478	8,305	14,783	2,235.1	8,305
77	7,488	9,480	16,968	2,075.9	9,480
78	8,640	10,858	19,498	0	10,858
79	10,006	12,330	22,336	0	12,330
80	11,642	14,195	25,837	0	14,195
81	13,560	16,186	29,728	0	16,186
82	13,560	16,224	29,783	2,177.5	16,223
83	18,436	21,040	39,476	1,820.9	16,280
84	21,006	23,220	44,226	2,386.8	16,340
85	23,489	24,925	48,414	1,402.7	"
86	24,967	26,353	51,320	0	"
87	26,545	27,865	54,410	0	"
88	28,221	29,460	57,681	0	"
89	29,969	31,098	61,067	0	"
90	31,872	32,900	64,772	0	"
91	"	"	"	0	"
92	"	"	"	0	"
93	"	"	"	0	"
94	"	"	"	0	"
95	"	"	"	0	"
96	"	"	"	0	"
97	"	"	"	0	"
98	"	"	"	0	"

である。

以上の区分にしたがって、それぞれの圏域に関連する貨物量にそれぞれの節減額を乗ずる。

49. 次に港湾料金による純収益は、Bangkok 港の料金体系を参考とする。これは Songkhla 港にポートオーソリティを設立する場合は、すべて Port Authority of Thailand が参考となると考えられるからである。すなわち外国貿易貨物については、表-18 の Bangkok 港の純収益を参考に、Songkhla 港では 40 Baht/ton を純収益とする。

また国内貿易貨物および石油類についての純収益は、Songkhla 港の現行料金から算定すれば 2.5 Baht/ton である。

50. 一方、分析に用いる費用は港湾建設費とする。

51. 上記の算定方法によって求めると便益および費用は、表-19 に示すとおりである。

B 国民経済的分析

52. Songkhla 港の建設が、タイ国経済にとって有意義なものであるか否かを分析する。便益として輸送費の節減額と純収益をとり、費用として建設費をとる。

Sub Stage I の計画の健全性を分析する。割引率を 10% とすれば、便益費用比率は 1.37 であり、内部収益率は 14.5% となる。

内部収益率は、未回収の投下資本残が稼得する収益率であり、投下資本残の収益性を示すものである。したがってこのプロジェクトの内部収益率が 14.5% であることは、Songkhla 港の Sub Stage I の計画が、国民経済的に健全なプロジェクトであることを示している。

53. 次に Ist Stage の計画の健全性を同様の手法で分析すれば、便益費用比 1.38 内部収益率 14.9% を示す。

以上をまとめた結果は表-20 のとおりである。

表-20 国民経済的分析

区 分	便益費用比	内部収益率(%)
Sub Stage I (1974~1977)	1.37	14.5
Ist Stage (1974~1985)	1.38	14.9

したがってこの Songkhla 港の建設プロジェクトは国民経済的に有益なものであるといえる。

C 港 湾 経 営 分 析

54. Songkhla 港の経営分析をおこなう場合の便益は純収益だけであり、費用は港湾建設費である。この結果、便益費用比率は 0.73、内部収益率は 5.5% となる。この値は Songkhla 港を独立採算制の企業体として経営することは、財政的に破綻をきたすことを意味している。

しかしながらこのプロジェクトのように、国民経済的に有益な場合には、必ずしも完全な独立採算の経営方法にしぼられる必要はないと考えられる。国がポートオーソリティーに補助金を出す方法、あるいは国が港湾施設を建設し、ポートオーソリティーへ移管する方法などがある。

55. Songkhla 港の経営が独立できない原因は主として当港をとりまく自然条件の厳しさにある。すなわち防波堤、導流堤および航路整備のために多額の投資を必要とするからである。

国民経済的に優れたこのプロジェクトを経営的にも健全なものにするために、国が経営主体に建設費の一部を補助する方策が考えられる。仮りに外部施設および水域施設に係わる費用を補助するとすれば（建設費の 4.4% に該当する）、便益費用比率 1.25、内部収益率 12.8% に上昇する。

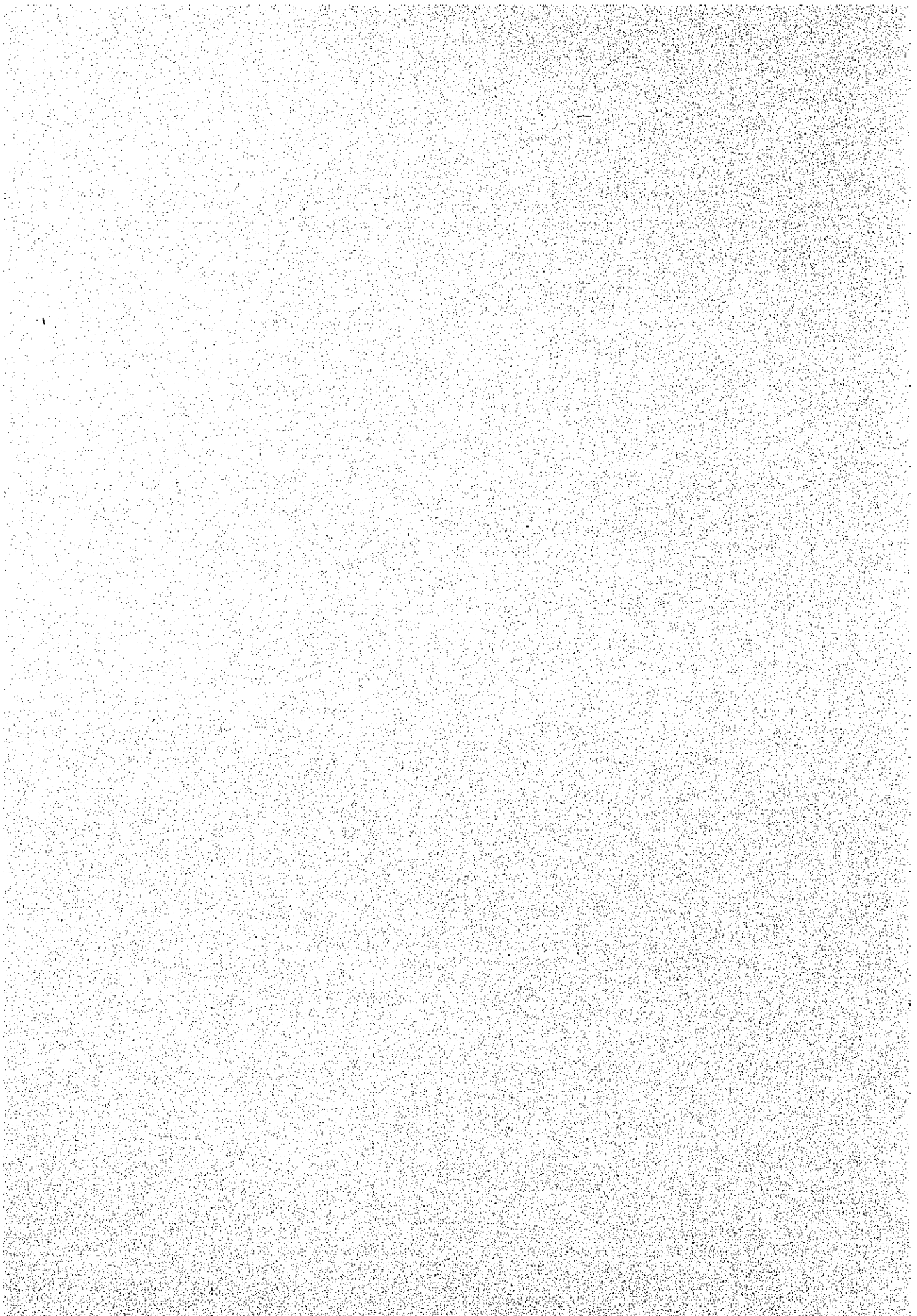
以上をまとめた結果は表-21のとおりである。

表-21 港 湾 経 営 分 析

区 分	便益費用比率	内部収益率(%)	備 考
独立経営	0.73	5.5	
補助経営	1.25	12.8	補助額は建設費の 4.4% に該当する

したがってこのような方策をとれば、Songkhla 港の建設は国民経済的には勿論のこと、港湾経営的にも健全なプロジェクトと評価することができる。

附 属 资 料



湖口の水深維持に関する水理学的考察

1 港湾の建設地点の選定で述べたごとく、内港案および湖口案は、湖口における水深の維持が可能とならなければ採用することができない。このため、水理学的な検討を次のようにして行なった。

水理学的な検討は、水路の埋没に寄与する沿岸漂砂と、湖からの流送土砂との二つの面から行なう必要がある。沿岸漂砂は波浪、沿岸の流れ、海岸の底質粒径、地形、構造物などの面から検討しなければならない。また湖内からの流送土砂は、湖内ならびに水路における底質粒径湖口水路の流れの性格、掃流力、水路の彎曲の影響などについて研究する必要がある。

2 ソンクラ港付近の波浪は、波高計により観測が全く行なわれていないので、波浪予測法によって推定するほかはない。たゞ、タイ国海岸水路部の資料によると、海象のきびしいNEモンスーン期に、艦艇からの目視観測によって波高 2.0 m の値が得られている。周期は不明である。

風の観測はソンクラ空港で継続して行なっている。この資料のうち 1969 年のものを用い、風向が NE から SE の間に含まれる風を選ぶ。これは 1 月、2 月、3 月、10 月、11 月、12 月にそのほとんどが集中している。この期間の波は NE モンスーン期のもので、これによる漂砂は、SE から NW の方向に海岸に沿って移動する。また風向が W から NE に含まれる風を選び、これによって発生する波を SW モンスーン期に相当するものとする。これは 6 月、7 月、8 月、9 月に集中する。この波によって漂砂は NW から SE の方向に移動すると考える。

吹送距離の判定に必要な天気図が入手できないこと、また波は NE モンスーン期に発生するものが重要で、この場合、タイ湾の東側は極めて大きい吹送距離となることから、吹送距離は一応無限大とした。したがって波の諸元は風速と吹送時間で決定されることになる。風速は吹送時間中の平均値で表わし、波浪の推定には S-M-B 法を用いた。

このようにして、NE モンスーン期 182 日間にわたり、毎日の発生波の波高、周期を求め、これを Phomas plat により、頻度累積分布を求めれば図-1 のようになる。構造物を対象とする設計波は、図-1 において波高の 99.9%、周期の 99% に相当する値をとる。すなわち

$$H_{1/3} = 2.2 \text{ m}$$

$$T_{1/3} = 6 \sim 7 \text{ sec}$$

漂砂の移動限界水深を対象とし、構造物によって有効かつ経済的に処理しようとする場合には、波高の 95~99%、周期の 99% に相当する値をとる。

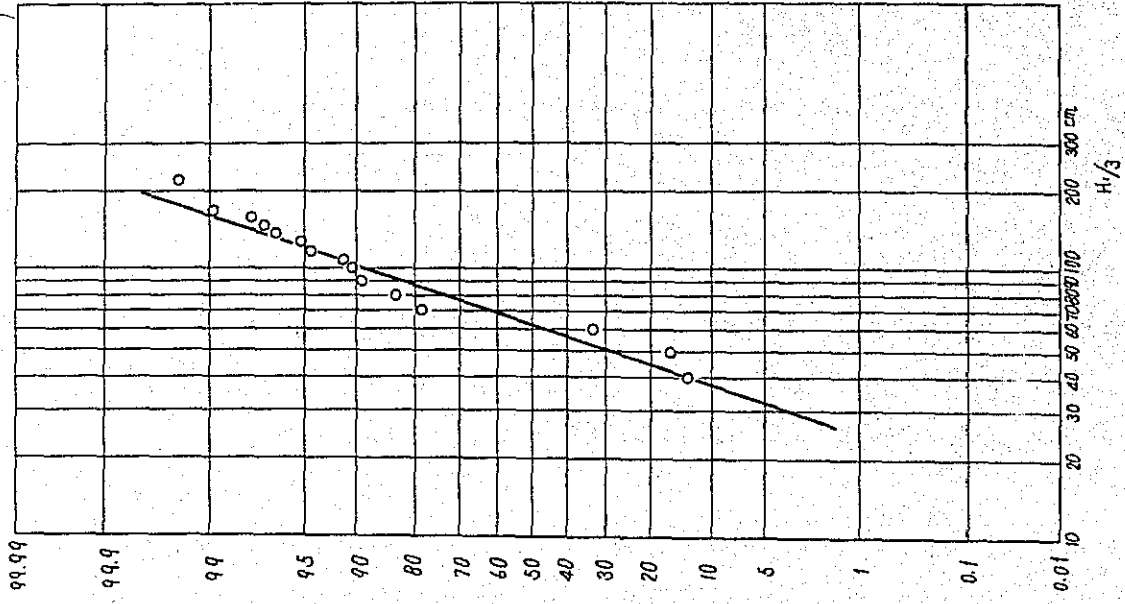


図-1, A NEモンスーン波高の累積分布

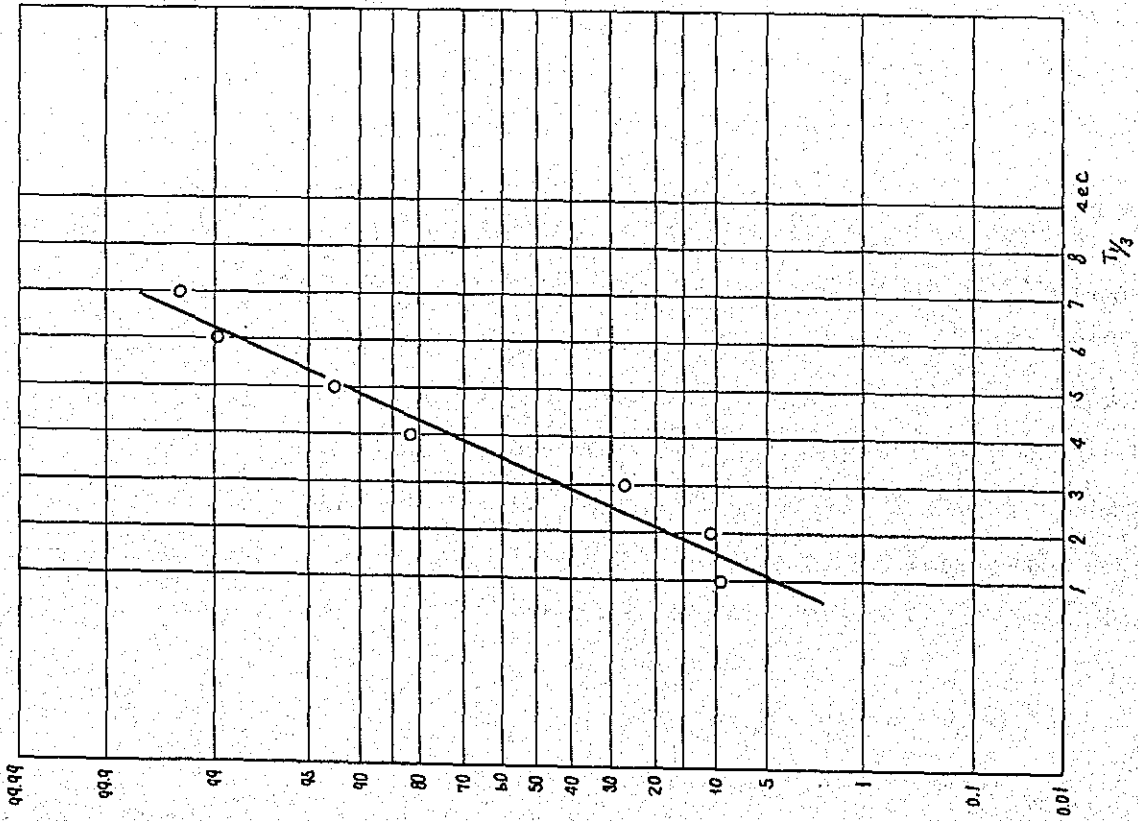


図-1, B NEモンスーン周期の累積分布

$$H_{\frac{1}{2}} = 1.2 \sim 1.6 \text{ m}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = 6 \sim 7 \text{ sec}$$

SWモンスーン期における波の頻度累積分布は図-2に示すとおりである。漂砂を対象とする場合

$$H_{\frac{1}{3}} = 0.5 \sim 0.7 \text{ m}$$

$$T_{\frac{1}{3}} = 5 \text{ sec}$$

3. ソンクラ港沖合における潮流は、Flood tideのときNWの方向に、Ebb tideのときはSE方向に流れる。NEモンスーン期には長時間にわたって吹送する風により、吹送流が生ずるものと予想される。北半球においては、吹送流は風向の右側に偏向するので、NWの方向に流れる。したがって、波浪の影響とあいまって、NEモンスーン期にはNW方向への漂砂が卓越する。沿岸流の大きさは1 Knot 前後とみられる。

4. 図-3に示すように、ソンクラ海岸においてA・B・C・D・Eの5測線を設け、D.L + 1.0 mよりD.L - 8.0 mの水深に至るまで、深さ1 m増すごとに底質を採取し、粒度分析を行なった。この結果から次のようなことが判明している。

底質は+1.0 mから-2.0 mまで、中央粒径 $d_{50} = 200 \sim 300$ ミクロン、-3.0 mから-6.0 mまでは $d_{50} = 50 \sim 100$ ミクロンの範囲にある。-7.0 m以深では、全ての測線にわたって、 $d_{50} = 10 \sim 20$ ミクロン程度の粒径がみられ、湖内より排出した土砂が広く拡散して沈澱していることを示している。図-4は測線Dにおける各水深ごとの粒径分布である。

漂砂が顕著に移動する限界水深は、前節に述べた波高、周期をとり、底質の平均粒径70 ミクロンとして図-5を用いて推定すれば、次のようになる。

NEモンスーン：平均水面から 4.0 ~ 5.6 mの水深

SWモンスーン：平均水面から 1.2 ~ 1.9 mの水深

このような結果から、漂砂の大半を阻止して航路の埋没を防ぐためには、防波堤を延長して平均水面から5 mの水深、すなわちD.L - 4.0 mの深さで出す必要があり、導流堤は湖口前面の大きな砂州を考慮して、D.L - 2.0 mまで延長することが望ましい。

Sub Stage I においては防波堤の延長を行なわないので、航路の維持浚渫量はSub Stage II に比して増加する。現存の防波堤はD.L - 2.0 m付近まで延長しており、現状ではこの先端から300 m付近で埋没が著るしい。

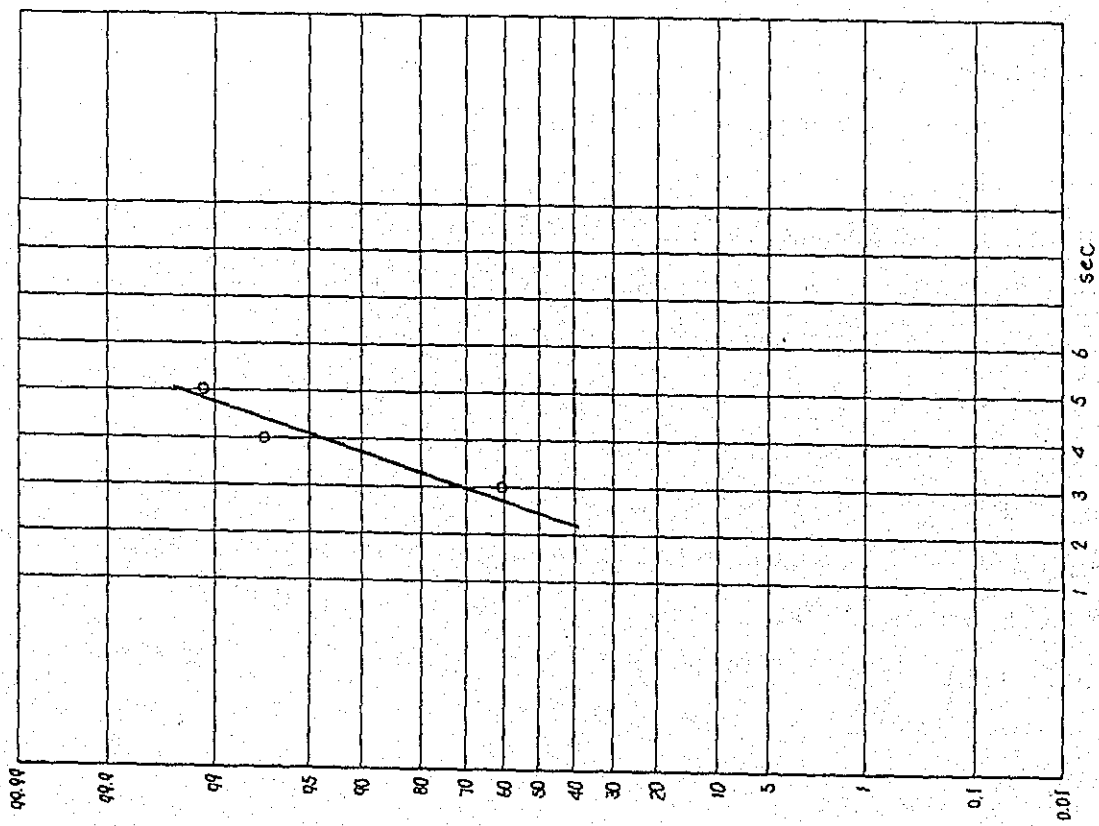


図-2. B SWモンスーン周期の累積分布

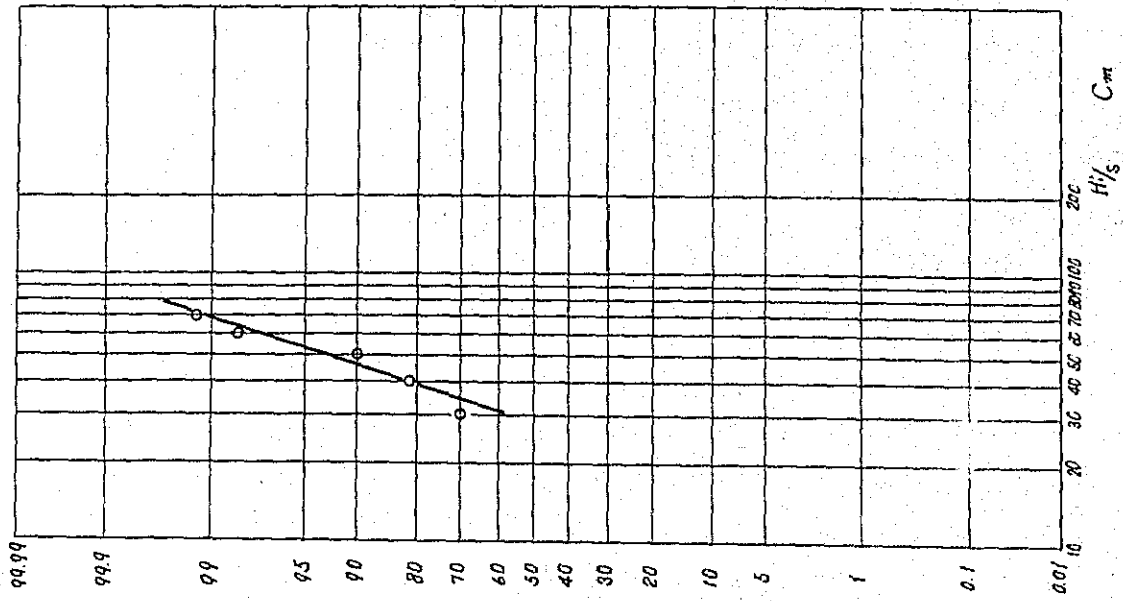


図-2. A SWモンスーン波高の累積分布

凡例

- + 1 m
- - - ± 0
- · - - - 1
- · - · - 2
- — - 3

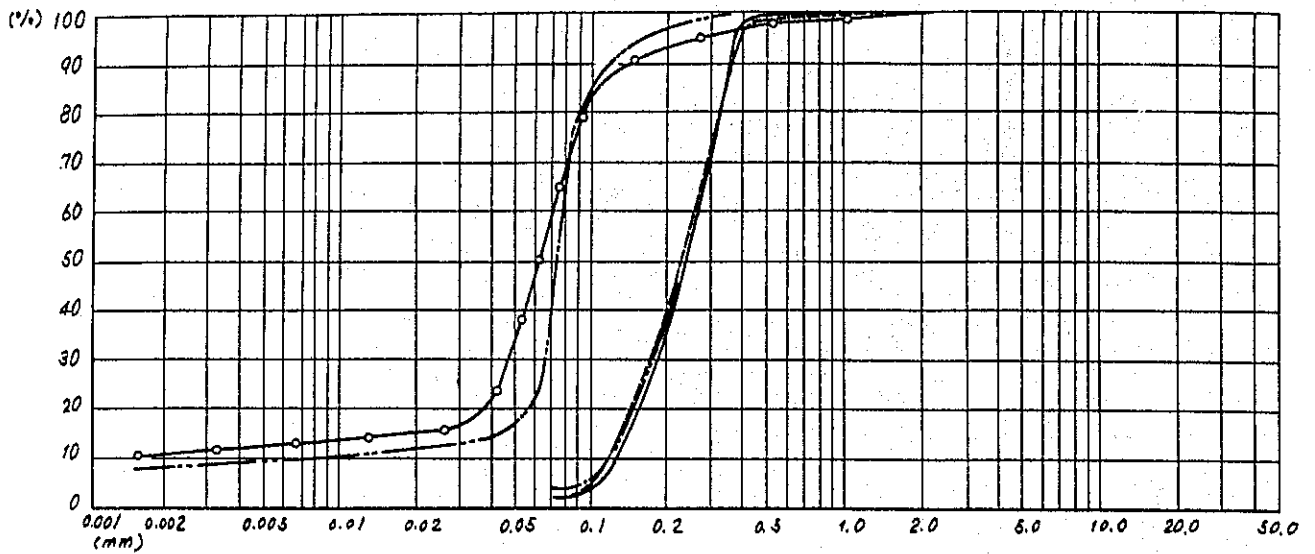


図-4, A 測線Dにおける粒径分布

凡例

- - 4 m
- - - - 5
- · - - - 6
- · - · - 7
- — - 8

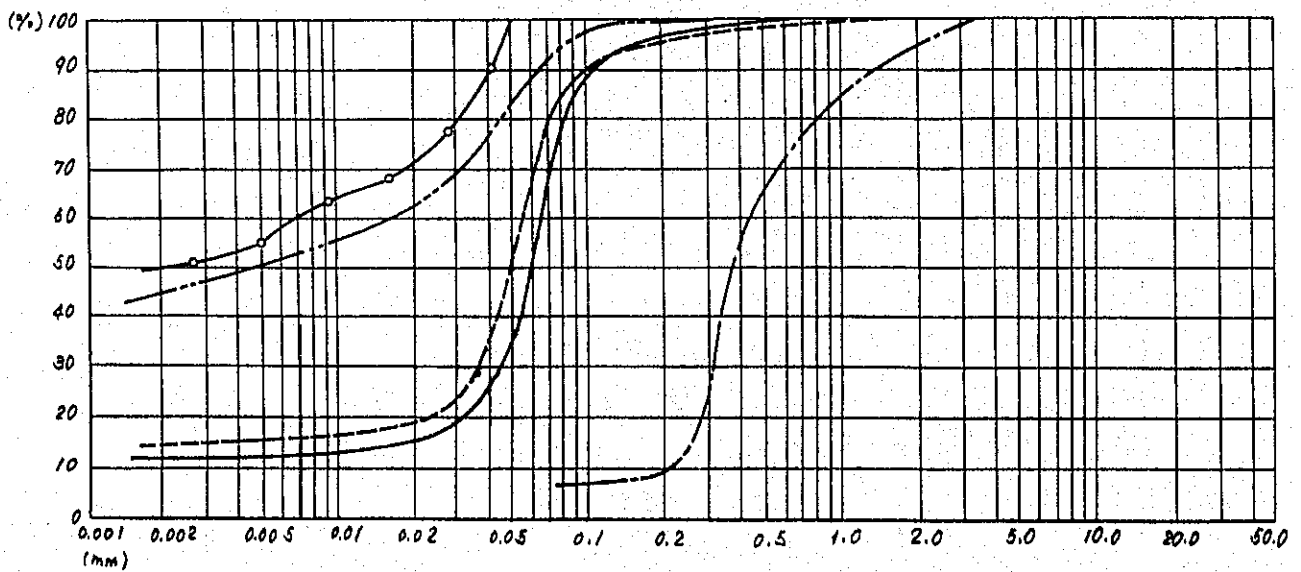


図-4, B 測線Dにおける粒径分布

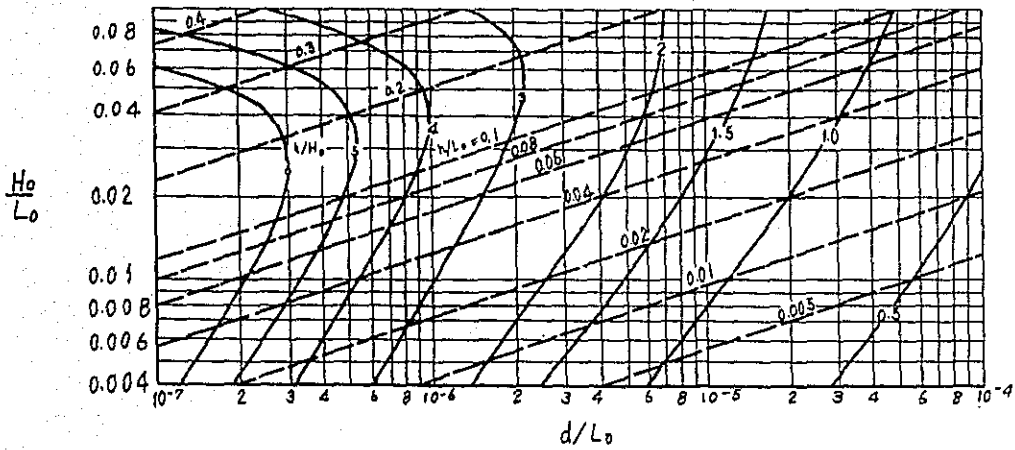


図-5 非常に顕著な移動を示す限界水深を求める計算図表

5. Sap 湖口水路から湖内への底質は、図-6に示す位置から採取した。それらの粒径分析の結果によると、湖内においては平均粒径 $d = 30$ ミクロン以下と極めて小さく、湖口水路においては次のようになる。

161	$d_{50} = 500$ ミクロン
162	$d_{50} = 5$ ミクロン以下
163	$d_{50} = 100$ ミクロン
164	$d_{50} = 50$ ミクロン
165	$d_{50} = 50$ ミクロン

いま平均粒径 100 ミクロンの底質に対する限界掃流力を求めてみる。

$$\text{栗原の式} \quad U_c^{*2} = [-7.660 \log_{10}(1.18d) - 37.2] d$$

$$\text{岩垣の式} \quad U_c^{*2} = 8.41 d^{11/32}$$

$$\text{ここで} \quad U_c^{*2} = \frac{\tau_c}{\rho}$$

τ_c : 限界掃流力

ρ : 海水の密度

d : 平均粒径

両式から τ_c を求めれば、それぞれ

$$\tau_c = 1.1 \text{ dyne/cm}^2$$

$$\tau_c = 1.7 \text{ dyne/cm}^2$$

航路を -8.0 m に浚渫した場合、土質調査のボーリング資料から判定すれば、外海側の航路湖口水路ともに、161の点を除いて、平均粒径は 100 ミクロン以下となる。したがって、 $\tau_c = 1.5 \text{ dyne/cm}^2$ と考えれば充分であろう。

6. 一般にフラッシュによって水深を維持させる場合、底質に対する掃流力が限界掃流力の 10 倍以上あるときは維持される例が多く、 5 倍以下ではほとんど成功していない。前節で述べたごとく、 $\tau_c = 1.5 \text{ dyne/cm}^2$ であるから、要求される掃流力は

$$\tau \geq 110 \tau_c = 1.5 \text{ dyne/cm}^2$$

となる。

掃流力は次式で表現される。

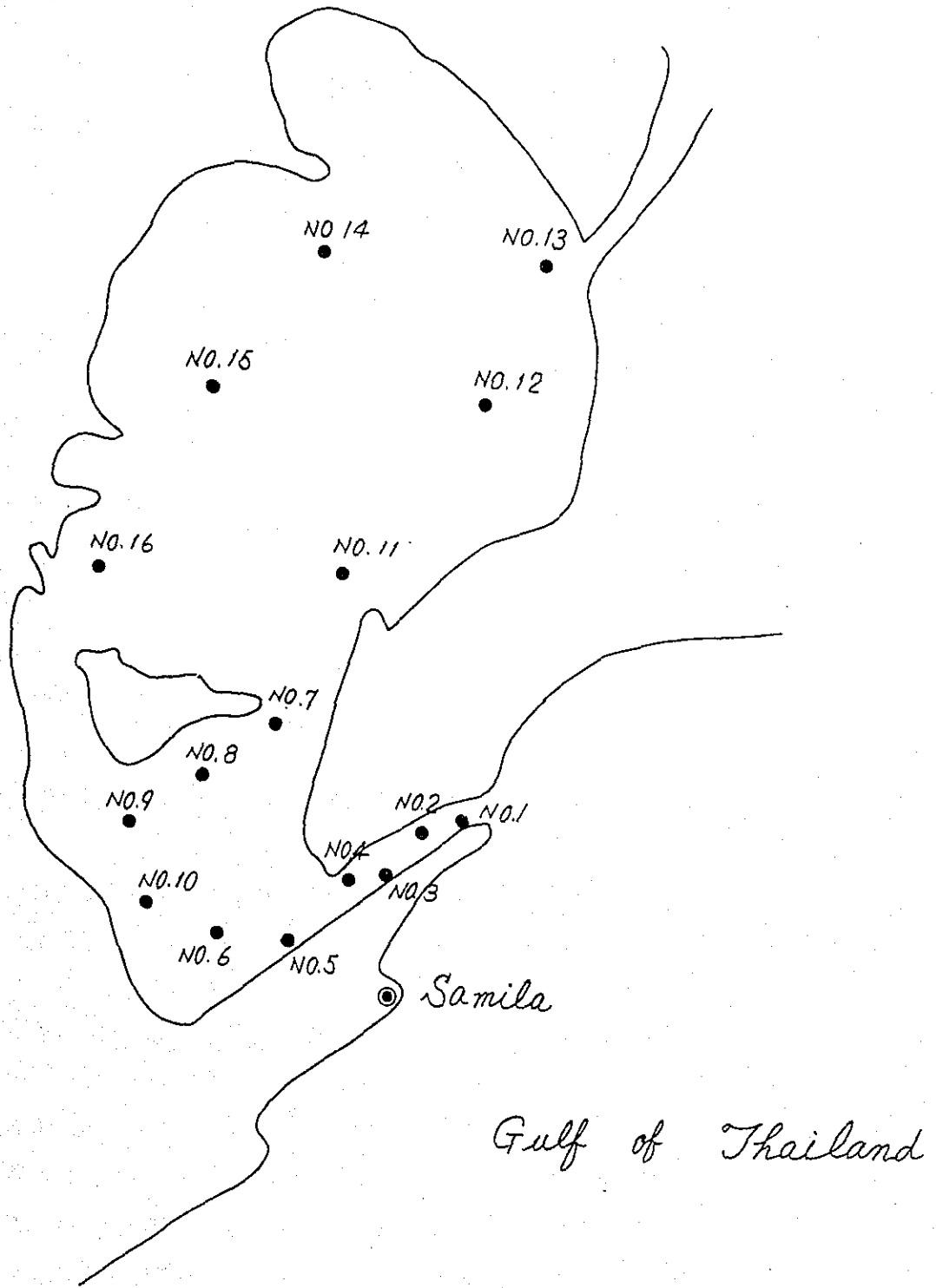


図-6 サップ湖における底質採取地点

$$\tau = \rho \cdot f \cdot |U| \cdot U$$

ρ : 海水の密度

f : 無次元の抵抗係数

U : 鉛直方向に平均した流速

ここで

$$f = \frac{g \cdot n^2}{h^{1/3}} \quad (m - sec \text{ 単位})$$

g = 重力の加速度

n : Manning の粗度係数

h : 水深

いま水路の彎曲の影響を除外して算定すれば、河口の場合と同様に $n = 0.020 \sim 0.025$ がとられ、水深は平均水面から考えて $h = 9.0 m$ とする。 $\tau = 15 \text{ dyne/cm}^2$ の掃流力を得るには、

$$U = 70 \sim 90 \text{ cm/sec}$$

の流速が必要である。

7. 図-6に示した $\#1$, $\#3$ で流況を観測した結果によれば、図-7に示すごとく、現場で測定した海水の比重は鉛直方向に一様である。また、ソングラ水産試験場の調査結果によれば湖の内部に進むにつれて海水の密度は小さくなる。このようなことから、湖口水路における流れは強混合型の密度流と判定できる。したがって、二層流を形成する場合と異なり、大きい流速が底面に作用する。

図-8, 図-9は、1971年10月3日の大潮時、10月11日の小潮時において、 $\#1$ で測定した流速である。図-10, 図-11は、10月1日および10月10日の $\#3$ における測定値である。いずれも流心より右岸側で測定した。

内港案によれば、-8m岸壁はこの $\#1$, $\#3$ の中間位置にくる。Sub Stage I Sub Stage IIの計画に基づいた-8m航路の浚渫、防波堤の延長、導流堤の新設などにより、流れの条件は変化してくるが、彎曲水路の造成による流れの抵抗増加と、-8mになる水深増加は、流路が整形されること、湖口前面の砂州が除去されて流れやすくなることと相殺して、大きく流速が変化することはないとみられる。したがって、外海側航路から-8m岸壁付近まで70~90cm/secの流速は保持できるものと推測される。ただし、小潮時では図-11にみるごとく、 $\#3$ で流速が小さいことから、岸壁付近でこの値まで達しない。しかしながら湖内からの土砂は粒径が50ミクロン以下であるから、堆積するようなことはない。

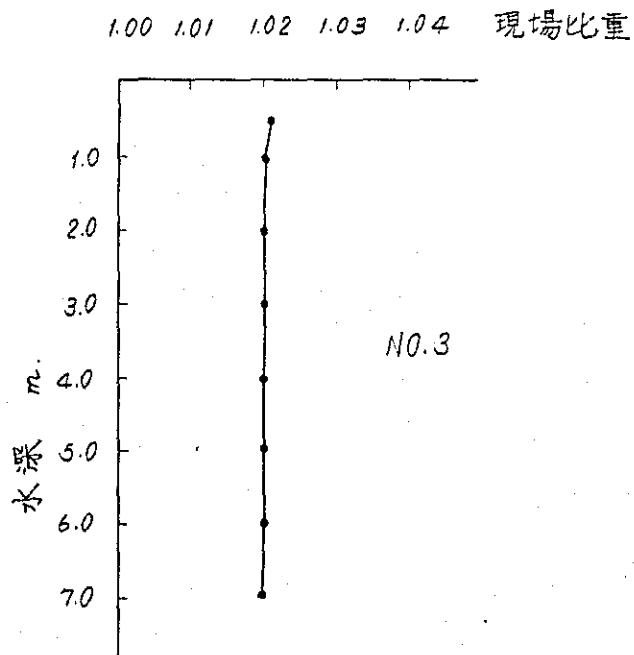
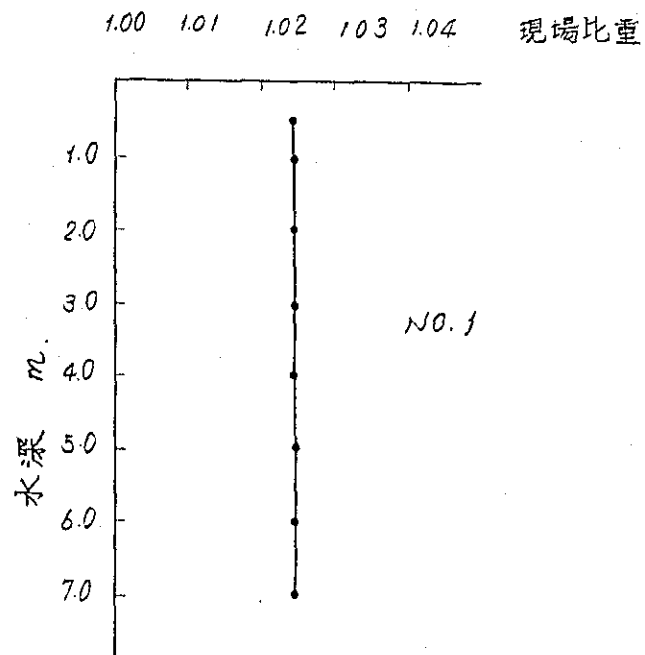


図-7 海水の鉛直方向における比重分布

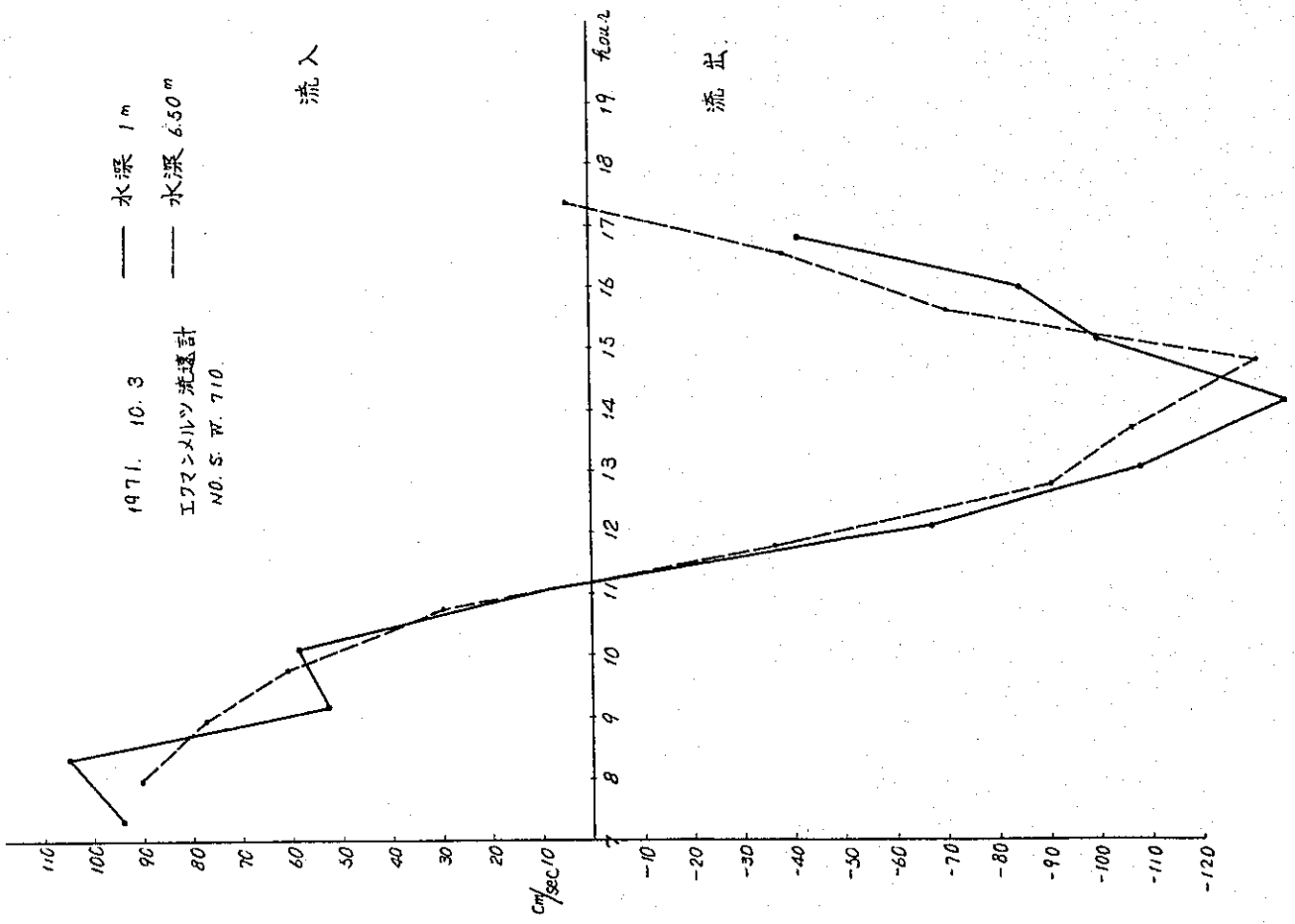


図-8 大潮時No. 1における流速

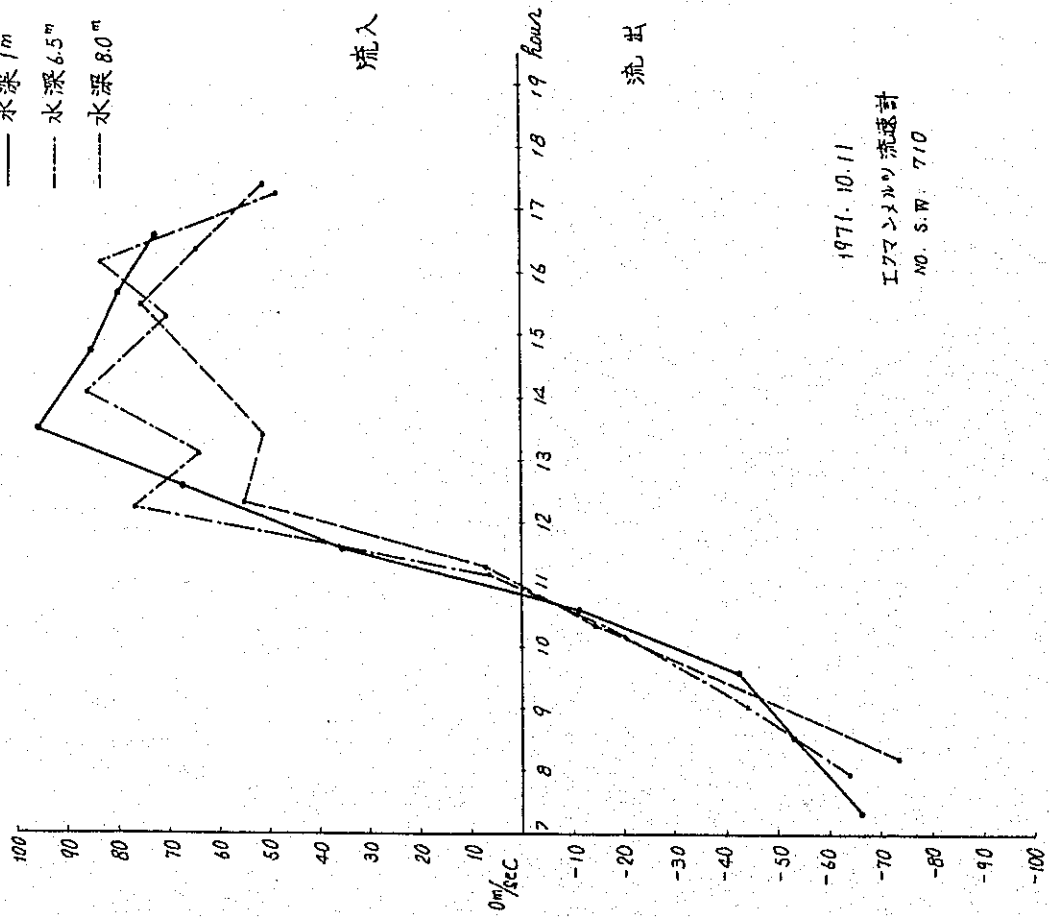


図-9 小潮時No. 1における流速

1971.10.1
 エワマンメッツ流速計
 NO. S.W. 710.

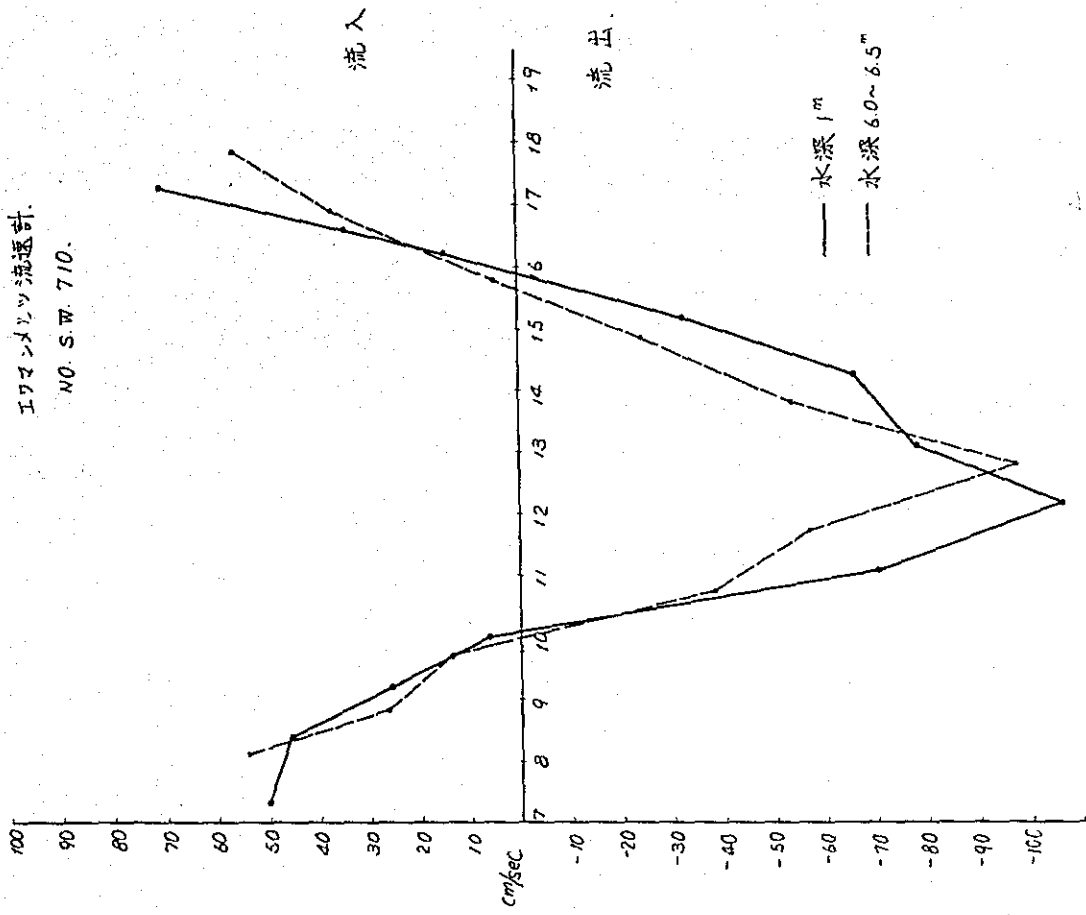
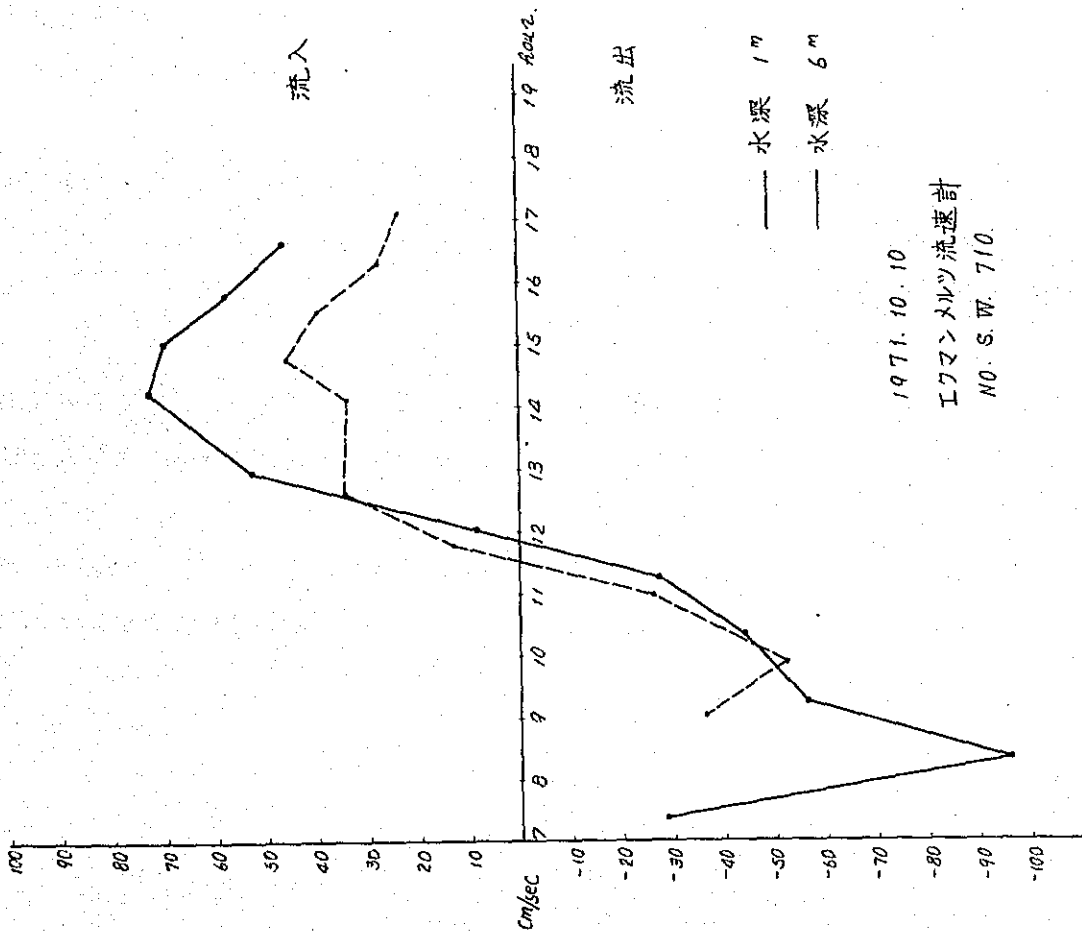


図-10 大潮時 No. 2 における流速



1971.10.10
 エワマンメッツ流速計
 NO. S.W. 710.

図-11 小潮時 No. 2 における流速

8. 水路が彎曲するときは二次流が発生し、流れの状態はらせん流となる。このような流れに影響する要素は、彎曲の角度 θ 、流路中心線の曲率半径 r_c 、水面の幅 W 、底面の幅 b 、水深 y_0 などである。

彎曲した流れは、底面に対する掃流力に変化をおよぼす。模型実験の結果を示すと図-12のようになる。ここで τ_0 は彎曲に入るまえの掃流力、 τ_0' は彎曲流の局地的な掃流力である。

図-12の条件は次に示すとおりである。

$$\theta = 60^\circ$$

$$b/r_c = 0.42$$

$$W/r_c = 0.6$$

$$W/y_0 = 1.2$$

ソクラ港の場合、Sub Stage II の状態においては、

$$\theta = 70^\circ$$

$$b/r_c = 0.5$$

$$W/r_c = 0.53$$

$$W/y_0 = 3.3$$

となり、模型実験の条件と異なっているが、掃流力の傾向はうかがうことができる。下流側においては水路の中心から左岸まで、掃流力は50%以上増加し、左岸のきわでは2倍程度の掃流力が作用することを考慮しなければならない。このため、導流堤の根固めには入念な注意が必要である。

他方、外海から流入する場合には、-8m岸壁の対岸側で掃流力は増加する。これは航路の浚渫のり面をくずすこととなるが、 $\#2$ 、 $\#4$ でみるごとく平均粒径が50ミクロン以下であるから、掃流によって自然に除去される。

9. 以上の考案により、 $\#1$ の湖口から同じ程度の幅員30.0mで防波堤、導流堤を延長することにより、漂砂を遮断し、フラッシュを利用して、湖口における航路水深-8.0mを維持することは可能とみられる。

しかしながら、沖合の航路は、粒径の小さい湖内からの流送土砂、あるいは漂砂によって埋没されることは明らかである。したがって、この部分の維持浚渫は継続して行なう必要がある。

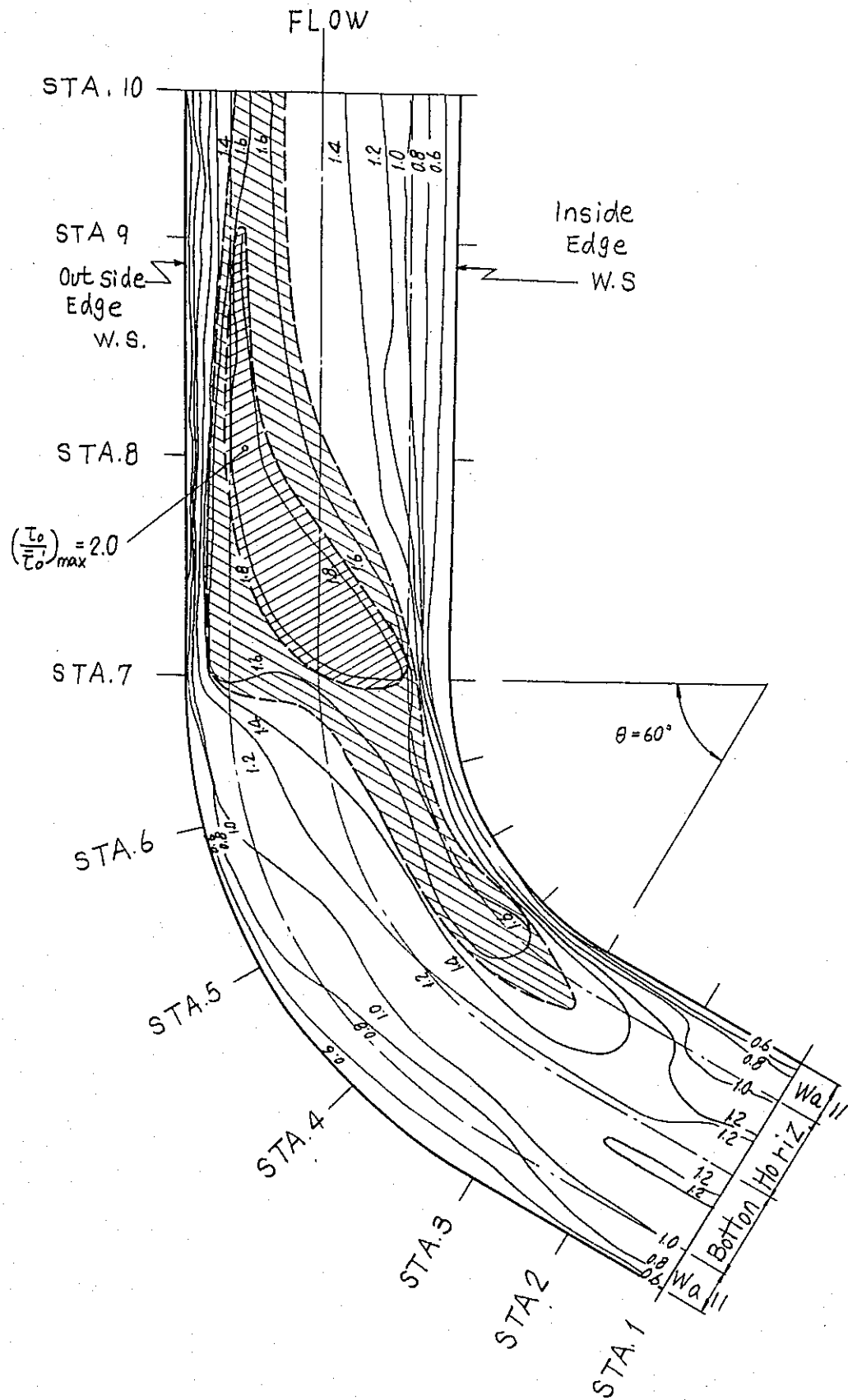


图-12 湾曲流の掃流力

