



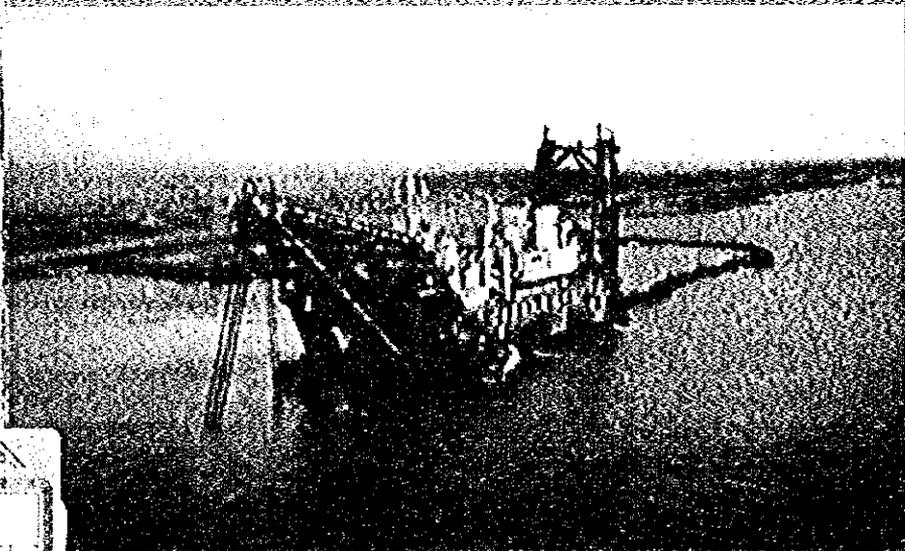
エジプト・アラブ共和国

スエズ運河 第二期拡張計画 調査報告書



昭和55年7月

補足報告書



国際協力事業団

開
80-121(2/2)

JICA LIBRARY



1029414[8]

エジプト・アラブ共和国

スエズ運河
第Ⅱ期拡張計画
調査報告書

昭和55年7月

補足報告書

国際協力事業団			
受入 月	5. '84. 892	4	1405
登録 No.	613591	1	729
			SDF

本補足レポートは、1980年3月スエズ運河公社に対して行なったドラフト・レポートの説明時にスエズ運河公社から要望された事項（Record of Discussion 参照）および1980年4月スエズ運河公社マシュール総裁より寄せられた在エジプト日本大使宛親書ならびにスエズ運河公社計画調査部門から提出されたコメントに応じて、メイン・レポートに必要なスタディを補足したものである。

His Excellency the Ambassador of Japan
Japanese Embassy
Cairo

Excellency,

I would like to thank you for your kind cooperation and for the efforts exerted in preparing the "Feasibility Study" concerning the "Second Stage Development". Moreover we found that the tech. study is very sophisticated and interesting & fulfills all the tech. requirements of the Suez Canal. But it seems to be that -- three important points which are summarized here after need more analysis and discussions.

- 1- The size of ships is increasing and the average transit number is quasi-constant from 1976 uptil now. It reached a mean of 60.9 during the first quarter of 1980. Also the Canal can allow in particular condition 75 ships per day.
- 2- It appears from literature and periodicals that the balance of tanker world fleet will occur the middle of 1983 and VLCC's will continue to cruise with such economic speed of 12 knots and this will absorb a part of the surplus.
- 3- The Suez Canal tugs will escort the loaded VLCC's of more than 100.000 D.W.T. and more than 250.000 D.W.T. in ballast. The spacing between two tankers will be reduced from twelve length of the ships to 5 or 6 length, and that will increase the Suez Canal capacity.

In the meantime I would like to draw your kind attention that we are still preparing the comments of the draft final report. For this reason I will be most obliged if the Japanese Government accepts to kindly send the Japanese team in charge of this "Feasibility Study" to come to Ismailia as soon as possible for exchanging views and more discussions before preparing the final report.

For this purpose I suggest the first week of May would be adequate for this visit.

Thanking you again for this valuable cooperation, with my best regards I remain,
Excellency,

Yours sincerely,

CHAIRMAN & MANAGING DIRECTOR
Suez Canal Authority

Signed

(Eng. M. Ahmed Mashhour)

Comments from Planning and Research Department, SCA

1- P. IV-58

It has been mentioned that world coal seaborne trade (energy coal) will increase by 18% up to 1985 to compensate the diversion from oil to coal. At the same time oil is expected to increase with the same rate of energy consumption (Elasticity = 1.0). This percentage is used for Suez Canal traffic forecast. Please explain the causes of this high rate.

2- P. IV-60 Table 4-3-15

The figures of northbound expected volume of coal through Suez Canal in 1978 are not related to our assumptions on P. IV 61 that the volume will be 93% of 6.733 million tons (potential), distributed as 76% as metallurgical and 24% as energy coal.

3- The expected volume of transit cargoes in Suez Canal shown in Tables 4-3-7 for oil, 4-3-11 for iron ore, and 4-3-15 for coal (northbound) are built on the potential volume relevant to Suez Canal in 1978 while for other commodities the expected volume are based on the actual transit through Suez Canal in 1978. Please explain.

4- P. IV-76

Future traffic of nitrogenous fertilizer, the figures, are not based on the way of calculation mentioned in page IV-69. The same remark is noticed for cement and fabricated metals. Please explain.

5- P. IV-101

Other goods by direction and area (Suez)

The other goods for southbound are calculated as the total traffic minus metals, cement, fertilizer and cereals, while iron ore and coal have not been deducted from the total.

As for northbound, you deducted from the total, ores and metals instead of iron ore, coal, cereals and fabricated metals. Please explain.

6- P. IV-133 and 134

Route choice

It has been mentioned that the freight rate in future is approximated by the fluctuating level of the shipping cost per ton of cargo.

$$FR = (\alpha + bd) \times \alpha + \Delta$$

When $\alpha = 1.0$, FR just covers the shipping costs and the selection among the alternative routes is made by using this freight rate (FR) in each route.

Please explain:

1. What is the value of alpha which is used in this forecast?
2. What is the expected daily number of tankers transiting the Suez Canal based on the value of alpha has been used?

7- P. IV-122, 123, 124

It has been discussed the ship size distribution and some amendments have been made to take the world fleet development into account.

Please send us a table including these amendments.

8- The equation mentioned in page VI -33 related to transit capacity does not realize the theoretical transit stated in Table 6.3.2 and others.

With kindest regards.

Planning & Research Dep.
Dr. Eng. Ammar.

RECORD OF DISCUSSION
on
**The Feasibility study for the Second Stage
Development Project of the Suez Canal**

March 25, 1980

- 1- A Japanese Team headed by Mr. S. Maeda stayed in Ismailia from March 20, 1980 to March 25, 1980 to explain the final draft report of feasibility study on the second stage development project of the Suez Canal to the Suez Canal Authority (hereinafter referred to as the SCA).
- 2- After an overall explanation was given by Mr. T. Hazama, a member of the Japanese team; Mr. S. Maeda stated that three alternatives of work programmes has been prepared in the report and each of them is feasible in every aspect, but the selection of the most suitable programme must be done by the SCA.
- 3- Mr. S. Maeda made the following recommendations to the SCA on the second stage project.
 - (1) The second stage development project of the Suez Canal should be implemented in the earliest opportunity after completion of the first stage Project because the transit demand appears to increase rapidly in the immediate future and thus the Canal's transit capacity will soon be saturated. In addition such an early start of the Second Stage Project will be economical because many dredgers are kept idle after the First Stage project is over.
 - (2) It is also recommended that the Second Stage Development Project be finished well in advance of demand forecast in order to meet an unexpected increase of transit traffic. Such an early finish of the doubling project will contribute to the reduction of waiting time for convoy formation at both ends of the Canal and to avoid the total closure of the Canal due to accidents in the Canal. According to our study such an alternative is economically and financially feasible.
- 4- Mr. S. Maeda proposed to widen a part of the existing Canal which will become the west Channel after the Second Stage Project in order to enable any size of southbound tankers to transit the Canal because an additional investment is not large and additional revenue from increased transit ULCC's can justify such widening works. It was agreed to include this widening in the second stage project as one of the alternative plans.
- 5- The SCA expressed its doubt about the possibility of traffic increase in future in view of the increasing trend of ships size. In response to the doubt a detailed explanation was given by the Japanese team and it was understood.
- 6- It was agreed that further comments of the SCA on the report, if any, should be sent to the Japanese Embassy in Cairo by April 12, 1980.
- 7- The SCA expressed its hope that the Japanese team would visit Ismailia to explain the final report and requested the team to send the SCA a few copies of the final report in advance of the team's visit.

- 8- At the final meeting with the SCA on March 25, 1980 Mr. S. Maeda, leader of the Japanese Team, expressed his thanks for the kind cooperation extended to the Japanese Team by the SCA, particularly by Dr. A. Ammar and his colleagues. His thanks was also due to all the persons of the SCA who worked for the team.

March 25, 1980

Signed

Dr. Eng. A. Ammar
Director of Planning
and Research, SCA

Signed

Mr. S. Maeda
Head of the Japanese Team
for the second stage
development project of the
Suez Canal

外貨交換率

US\$1.00 = LE 0.69 = 240 円

US\$1.30 = SDR 1.00

目 次

	ページ
第1章 要 約	
1-1 大型タンカー通航需要および乾貨船大型化傾向の検討	1
1-2 通航容量と船間々隔	2
1-3 西側航路拡巾案の検討	3
第2章 大型タンカー通航需要および乾貨船大型化傾向の検討	
2-1 VLCC/ULCC 船腹需給見通し	7
2-2 大型タンカーによるスエズ・ルート, ケープ・ルート選定	13
2-3 乾貨船の通航隻数と船型の大型化傾向	22
第3章 通航容量と船間々隔	
3-1 通航容量	29
3-2 VLCCの通航方法	30
3-3 船間々隔の容量への影響	31
第4章 西側航路拡巾案の検討	
4-1 通航需要予測	35
4-2 実施計画	40
4-3 経済財務評価	45

付 録

1 通航容量分析	53
1-1 標準船による通航隻数	53
1-2 シミュレーション・テスト	56
1-3 評 価	57
2 実施計画	60
2-1 浚渫断面および浚渫土量	60
2-2 施工計画	67
2-3 工事費	69
3 経済分析	71
3-1 検討ケース	71
3-2 費 用	71

	ページ
3-3 便 益	72
3-4 内部収益率	73
3-5 評 価	74
4 財務的評価	74
4-1 検討ケース	74
4-2 費用と便益	74
4-3 FRRと評価	75

表　　り　　ス　　ト

表番号	表　　名	ページ
表 2-1	世界石油輸入	8
表 2-2	VLCC/ULCC 輸送による輸入	9
表 2-3	1990年のVLCC/ULCC需要	9
表 2-4	現有VLCC/ULCC船腹量(1978年末)	10
表 2-5	現有VLCC/ULCC船腹量(1979年末)	10
表 2-6	予想解撤量	11
表 2-7	予想解撤率	11
表 2-8	南航VLCC通航量	15
表 2-9	乾貨船通航量推移	24
表 2-10	船種別通航量及び平均船型	25
表 2-11	主要船種別世界船腹量及び平均船型	26
表 2-12	航路別フルコンテナ船就航状況	26
表 2-13	航路別コンテナ船発注状況	27
表 3-1	運河容量の飽和年次	33
表 4-1	最大通航可能船型	35
表 4-2	潜在通航隻数と潜在運河収入	37
表 4-3	潜在通航隻数と潜在運河収入の増加	37
表 4-4	タンカー通航隻数とタンカー収入: Base Case	38
表 4-5	浚渫土量	42
表 4-6	浚渫工事費	43
表 4-7	年次別建設費(Phase I)	43
表 4-8	年次別建設費(2nd Stage)	44
表 4-9	複線・拡巾計画による運河収入増	46
表4-A-1	I R R計算シート	49
表4-A-2	I R R計算シート	50
表4-A-3	F R R計算シート	51

付 録

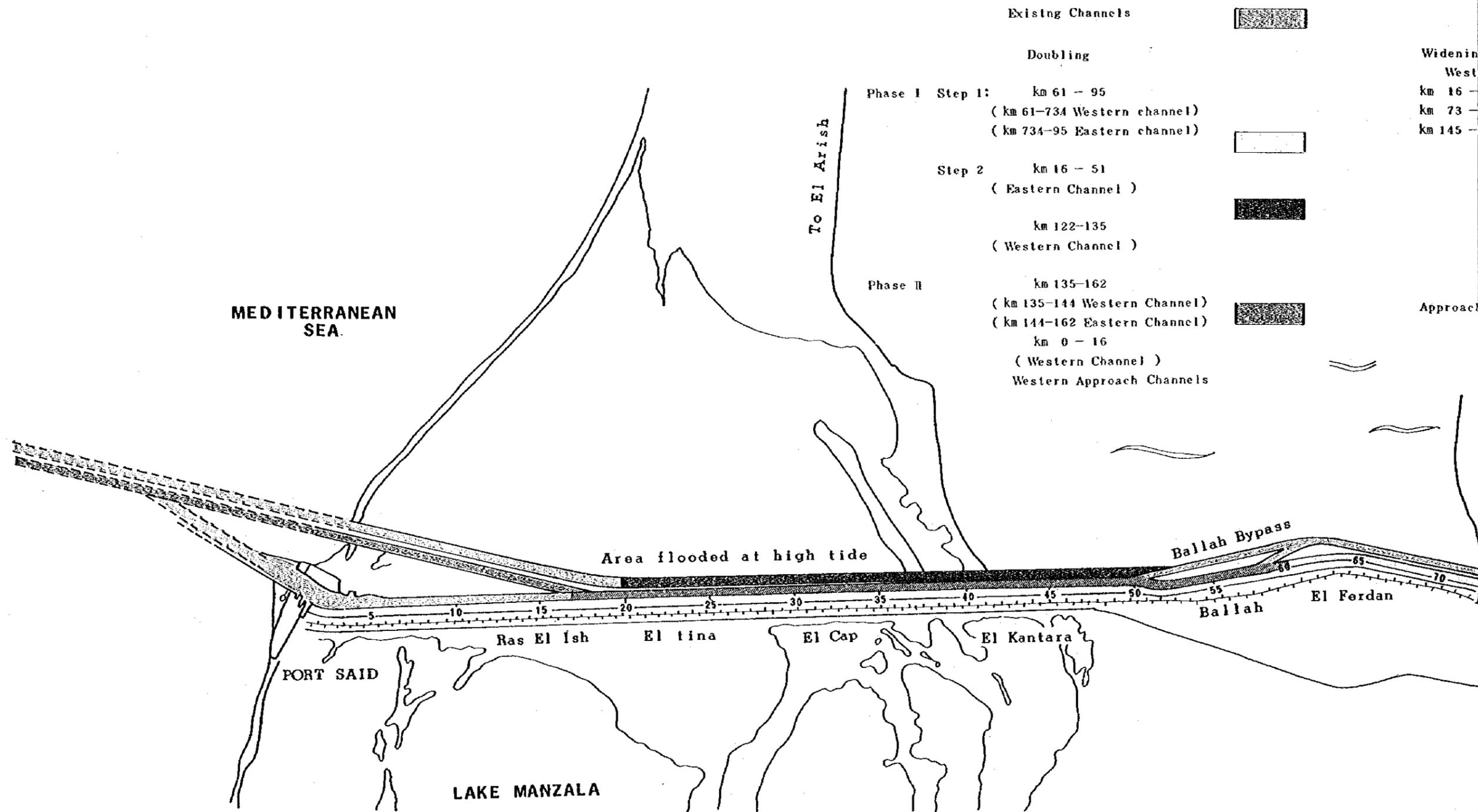
表番号	表 名	ページ
表 A-1	標準船の日当り通航隻数	54
表 A-2	運河容量の飽和年次	55
表 A-3	浚渫工事の概要	61
表 A-4	浚渫土量	66
表 A-5	浚渫工事費	69
表 A-6	年次別建設費	70
表 A-7	年次別投資計画	72
表 A-8	複線・拡巾計画による運河収入増	73
表 A-9	I R R 計算シート	76
表 A-10	I R R 計算シート	77
表 A-11	F R R 計算シート	78

図 面 リ ス ト

図面	図 面 名	ページ
図 2-1	地域別VLCCスエズ, ケープ採算分岐点	16
図 2-2	船型別分岐点	17
図 2-3	減速航海の影響	18
図 2-4	燃料油値上りの影響	19
図 2-5	運河料金改訂の影響	20
図 2-6	滞船の影響	21
図 3-1	通航需要と運河容量(標準船)	33
図 3-2	待船の発生回数	34
図 3-3	待 船 数	34
図 3-4	待船時間	34
図 4-1	タンカー需要予測モデルの概略	36
図 4-2	浚渫工程計画	41

付 録

図 A-1	通航需要と運河容量	55
図 A-2	待船状況: Base Case	58
図 A-3	待船状況: High Case	59
図 A-4	運河標準断面	62
図 A-5	浚渫工程計画	68



Existing Channels



Doubling

Widening

Western Channel

Phase I Step 1: km 61 - 95
(km 61-734 Western channel)
(km 734-95 Eastern channel)

km 16 - 61

km 73 - 122

km 145 - 162



Step 2 km 16 - 51
(Eastern Channel)

km 122-135
(Western Channel)

Phase II km 135-162
(km 135-144 Western Channel)
(km 144-162 Eastern Channel)
km 0 - 16
(Western Channel)
Western Approach Channels

Approach Channel (Suez)



To El Arish

high tide

Ballah Bypass

Kabret Bypass

GREAT BITTER LAKE

LITTLE BITTER LAKE

GEBEL GINIEFA

GEBEL SHABRAWIT

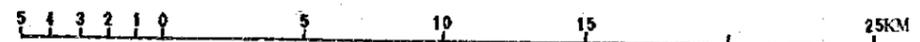
El Cap El Kantara

Ballah El Ferdan

Lake Timsah

Toussoum

Devers



Principal roads

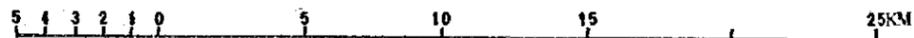
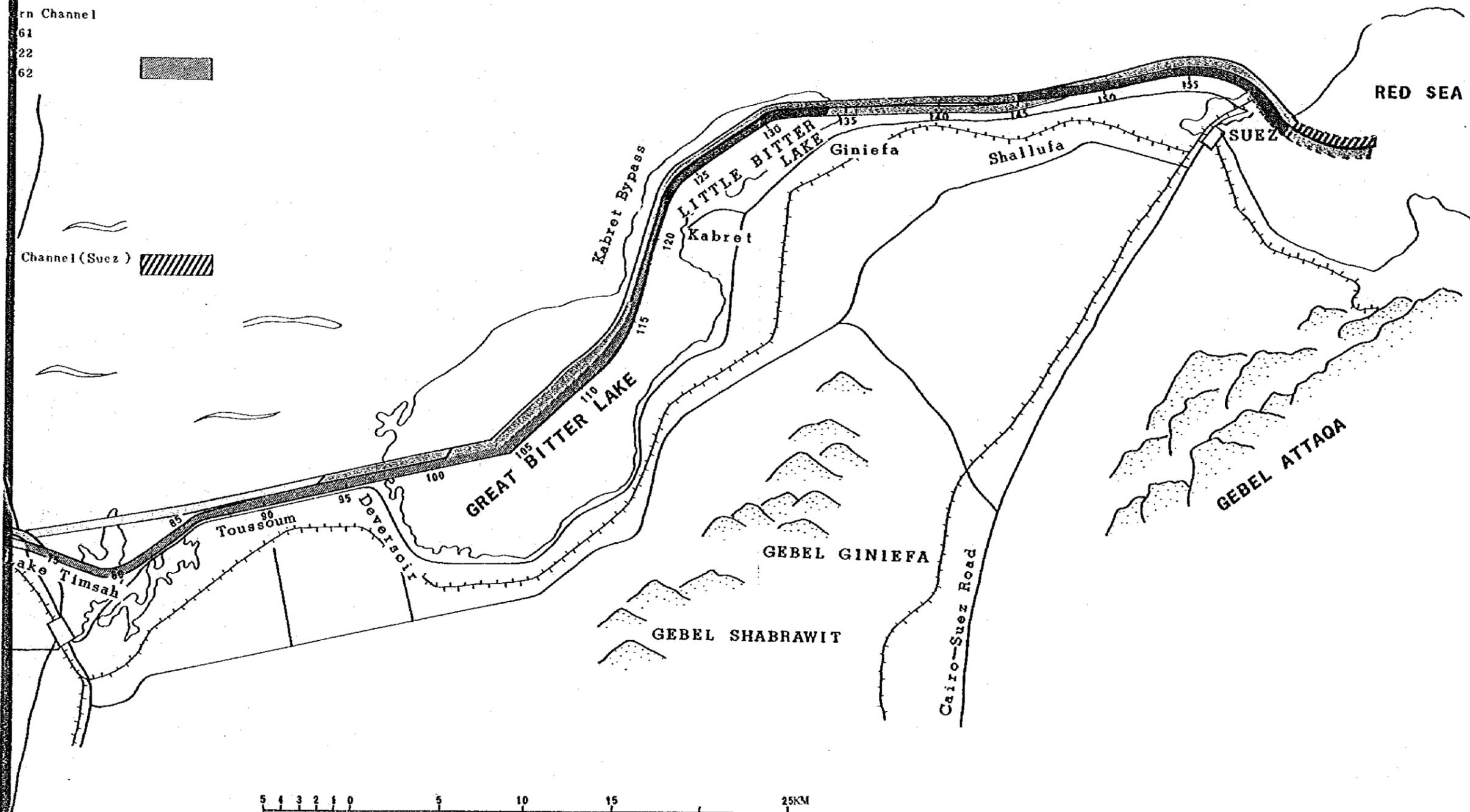
Railways

rn Channel

61
22
62



Channel (Suez)



— Principal roads

- - - Railways

第1章

要 約

第 1 章 要 約

1-1 大型タンカー通航需要および乾貨船大型化傾向の検討

1-1-1 VLCC/ULCC 船腹需給見通し

メイン・レポートではVLCCの運河通航に強く影響するタンカー・マーケットの回復時期を1980年代後半と想定しているが、ここではタンカーの船腹需給バランスの回復時期をVLCC/ULCCに限定して計算した。将来の船腹需給については数多くの不確定要素があるが、次の様な前提の下に推定している。(1990年迄)

- 1) VLCC/ULCC 輸送の90%を占めるOPEC/先進国間の石油荷動きについて、Tokyo Summit Declarationに基づいた見通し、即ち欧州向けは漸減、米国、日本向けは漸増としている。
- 2) 船腹供給についてはスクラップ化率がマーケットの回復に応じて次第に低下するとの想定をしている。
- 3) 現在の平均速力12ノット、碇泊日数12日という低効率の運航がマーケットの回復に応じて15ノット、6日に向けて徐々に回復すると想定している。(1973年は16ノット、4日)

以上の結果VLCC/ULCCの需給バランス回復は1989年と予想され、エネルギー節約がより強化されると更に遅れることとなる。

以上の分析は新造船の建造をゼロと見なして行なわれているが、現実には需給バランス回復の過程で徐々にではあるが発注が行われることが予想される。従って実際の均衡回復は更に先に延びると見るべきであろう。

1-1-2 VLCC/ULCCによるスエズ・ルート、ケープ・ルートの選定

メイン・レポートではタンカー・マーケットの状況に応じてVLCC/ULCCの運河通航が変化するモデルを採用しているが、ここではこのルート選定に対し種々の外的要因が与える影響について分析し、現状についてのより詳細な理解、将来についてのより多種の予測及び最適な運河料金体系の想定に資することを意図している。

北西ヨーロッパからアラビア湾に向う25万トン・タンカーは次の積荷の運賃がトン\$6.40を超えるとスエズ運河通航が経済的に有利になる。スエズ、ケープ・ルートの分岐点は種々の要因で変化するがその程度は次の通りである。

- 1) 地域による分岐点の差は地中海東部が低く、カリブ海が最も高い。後者は現状のマーケットではスエズ通航を全く期待し得ない程高い。
- 2) 船型差、減速、燃料価格の分岐点に与える直接の影響は小さい。しかし燃料価格の上昇がマーケットの下限を押し上げるので現在の様な不況期には結果的にスエズに有利に作用する。

- 3) 運河料金の影響は非常に大きいので、料金の設定には環境についての十分な分析が必要である。一般的に言って北西欧州就航のVLCCを誘引する水準が最大収入をもたらす。
- 4) 待給の増加は運河利用の有利性を低下させるが、例えば4日の待ち増加は35%の料金引上げと同じ効果を生じる。

1-1-3 乾貨船の通航隻数と船型の大型化傾向

メイン・レポートでは乾貨船の急速な増加を予測しているが、運河公社との間の討議に基づきより詳細な分析を行った。

運河通航の乾貨船の隻数は1966/1978年の間年率4.3%で増加しているが、一方平均屯数もこの間年率で3.7%増加、特に運河再開後の1976/1979年の間では年率9.6%と急速に大型化している。しかし本需要予測では乾貨船を船種別(バルク・キャリア、一般貨物船、コンテナ船など)に分類し、貨物の品目との結びつきを調査し、貨物品目別の通航量の変化が船種別の変化に反映する方法を採っている。

従って船種別に大型化の傾向を分析し予測しているが、近年の通航実績ではゆるやかな増加であり、世界船腹を見ても平均船型の大型化は鈍化の傾向にある。又比較的大型化のはやかったコンテナ船も次第に横這いになりつつある。今後は各船種ともその大型化は全般にゆるやかとなると考えられる。一方、一般貨物船からコンテナ船への移行が進みつつあるが、メイン・レポートでの予測以上に移行が早くなるケースについての分析を行った結果では1985年で0.8隻、2000年で7.9隻の減少となった。

船種と貨物品目の結びつきについては1978年7月の1ヶ月分のデータを使用した。Load factorについては1978年全体の貨物量と積荷船屯数を対応させる方式を採っているので予測の大勢は実績をほぼ正確に反映している。1979年の4ヶ月分のデータを使って得たLoad factorを基礎にした試算の結果1985年で0.2隻の増、2000年で1.0隻の減となった。

以上二つの分析による隻数減はメイン・レポートの予測に示される一般的な趨勢に殆んど影響しない。

1-2 通航容量と船間々隔

強力なタグ・ボートの支援を前提とすれば、VLCCの船間距離を5~6Lに短縮する可能性とその効果について検討する。SCAがVLCCの運河内操船に十分な経験を積み、かつ間もなく設置される予定であるSCVTMSの信頼性が確認された段階で、船間々隔を短縮させることを検討すべきであって、メイン・レポートで提案したように当面は停止距離の余裕をみて12Lの船間距離、時間的な船間間隔として16分を採用すべきである。

また、かりに船間々隔を16分から12分に短縮しても、運河の容量飽和時期を僅か1年程

度先きに伸ばすしか効果がないことが標準船 (Standard Ship) によるダイヤグラム分析の結果より判明している。同じことは、実船 (Real Ship) によるシミュレーション・テストによっても確認されている。

以上より、VLCC の船間々隔の短縮は、通航容量の拡大にそれ程期待できないことがわかった。通航容量の拡大は、需要に応じて順次複線化することによって行なうのが望ましく、船間々隔の短縮は航行安全の観点から慎重であるべきである。

1-3 西側航路拡巾案の検討

1-3-1 通航需要予測

複線・拡巾計画案によって、現存する全てのタンカーが空船でスエズ運河を通航可能となる。この場合の通航隻数と運河収入をメイン・レポートと同一の予測方法に従って算定する。

複線・拡巾計画案、複線計画案の両ケースの予測結果を対比して、次表に示す。

Traffic Number and Canal Revenue: Base Case

Case		Year				
		1980	1985	1990	1995	2000
Ships/day	Doubling and Widening Plan	68.34	84.05	103.58	120.35	139.93
	Doubling Plan	68.28	83.89	103.34	120.07	139.63
	Difference	0.06	0.16	0.24	0.28	0.30
Revenue/year (10 ⁶ US\$)	Doubling and Widening Plan	792.9	1041.7	1320.8	1542.8	1768.0
	Doubling Plan	785.2	1021.6	1290.6	1506.7	1730.5
	Increase	7.7	20.1	30.2	36.1	37.5

拡巾によって通航可能となる 350,000 DWT 以上の ULCC が全タンカーに占める割合は、各ルートによって異なり、アラビア湾-北西ヨーロッパ及びアラビア湾-北米のルートでは 10%~13%、アラビア湾-地中海では 5% 程度である。しかしながら、これらの ULCC が全てスエズ運河を通航するか否かは運賃市況によるところが大きく、好況時はスエズ運河を通航し、不況時はケープ経由を採る船が増大する。

その結果、隻数に与える拡巾の効果は、1985 年で 0.16 隻/日、2000 年で 0.30 隻/日程度である。また、収入に与える拡巾の効果は、1985 年で 2 千万 \$ 程度である。ULCC の空船通航確保による効果は、好況時には大きく、総収入の 2% 程度、総タンカー収入の 6% 程度の増加が見込める。

1-3-2 実施計画

メイン・レポートの複線化計画に西側水路を50万DWT空船タンカーを対象とするマスタープランの断面に拡げる拡巾計画を追加した複線・拡巾計画についてのフィージビリティを検討する。

浚渫土量は次のとおりである。

	複線計画土量	拡巾計画土量	合計土量
複線計画(Phase I)に拡巾計画を追加	329.3 $10^6 m^3$	36.2 $10^6 m^3$	365.5 $10^6 m^3$
複線計画(Phase II)に拡巾計画を追加	555.8	44.6	600.4

工程計画は需要予測のベースケースに対応してPhase Iの複線化を1986年Phase IIを1994年とし、拡巾計画は1984年に完了する。

この浚渫工事のために稼働するポンプ式浚渫船はSCA直営浚渫船団がkm 5.8から北側の複線化に4隻35,500PS、拡巾に5隻9,150PSの合計9隻44,650PSであり、請負浚渫船団はkm 5.8から南側の複線化に8隻56,000PS、拡巾に4隻17,000PSの合計12隻73,000PSである。

浚渫工事費は次のとおりである。

	複線計画	拡巾計画	合計
複線計画(Phase I)と拡巾計画	83.0 $10^6 LE$ + 231.0 $10^6 \$$	17.0 $10^6 LE$ + 41.5 $10^6 LE$	100.0 $10^6 LE$ + 272.5 $10^6 \$$
複線計画(Phase II)と拡巾計画	132.2 + 412.6	18.3 + 46.2	150.5 + 488.8

複線・拡巾計画の浚渫工事以外の工事はメイン・レポートと全く同じであって、それらを加えた工事量は次のとおりである。

	内貨	外貨	合計
	$10^6 LE$	$10^6 \$$	$10^6 \$$
複線計画(Phase I)と拡巾計画	294	348	773
複線計画(Phase II)と拡巾計画	458	589	1,252

この工事費は1979年価格であり、 $0.69 LE = 1 \$ = 240$ 円で計算し、コンティンジェンシーを10%含めたものである。

1-3-3 経済・財務評価

(1) 経済評価

複線・拡巾計画案の経済評価をメイン・レポートにおけるスタディと同じ方法によって行なった。複線・拡巾案の費用、便益から内部収益率を算定し、複線化案の内部収益率と比較・評価する。なお、ここでは国民経済的な評価のみを行なった。

スタディの対象とする複線・拡巾案は、複線化案の場合と同様、Phase Iおよび全線複線化の2つの複線化段階案を採り上げている。

費用は複線・拡巾案の建設費および維持・管理・運営費とし、便益は複線化案の便益に350,000 DWT以上の空船タンカーの通航料収入を追加したものとした。但し、Phase Iの場合には、運河全線にわたっては拡巾されないので、350,000 DWT以上の空船タンカーによる通航料収入は期待できないことから、複線化案の場合の便益のみを採り上げている。

これにより算定される各ケース内部収益率は次のとおりである。

	複線・拡巾案	複線化案
Phase I	22.7%	24.2%
Phase I + Phase II	23.4%	23.8%

以上の結果より、複線・拡巾案の経済評価は次のように結論される。

- 1) Phase Iの複線化案に、350,000 DWT以上の空船タンカーを対象として西側水路を先行的に拡巾する案を組み合わせて実施すると、複線化案に比較して僅かながら収益性は低下するが、経済的フェージビリティは十分に確認できる。
- 2) Phase Iに引続き運河の全線複線化を西側水路の拡巾と組み合わせて実施すると、350,000 DWT以上の空船タンカーによる通航収入増が期待できることにより、複線化案の場合と同様同じ収益性が期待できる。
- 3) 以上より、西側水路の拡巾と複線化案を組合せた複線・拡巾案の経済的フェージビリティは、メイン・レポートでスタディした複線化案の結果と大きく変わるどころはなく、メインレポートの経済分析の結論は、そのまま複線・拡巾案にも適用し得ると考えられる。

(2) 財務評価

Phase Iの複線・拡巾案の財務的フェージビリティについて検討する。財務的な評価は、DCF法によって算出されるFRRによって行なう。

FRRを算出する費用としては、プライス・コンティンジェンシーを含んだ建設費および維持・管理・運営費を採り上げ、便益としてはPhase Iでは運河全線にわたる拡巾が終っていないので、350,000 DWT以上の空船タンカーからもたらされる収入を期待できないことから、複線化による便益のみを対象としている。得られたFRRは次のとおりである。

	複線・拡巾案	複線化案
FRR	15.8%	17.3%

以上の結果より、複線・拡巾工事の費用だけ複線化案に比較して増加するので、内部収益率は複線化案に較べて若干低下するが、財務的フェージビリティに影響を及ぼすほどではない。

第2章

大型タンカー通航需要および乾貨船大型化傾向の検討

第2章 大型タンカー通航需要および乾貨船大型化傾向の検討

2-1 VLCC/ULCCの船腹需給見通し

2-1-1 序

(1) タンカー市場では現在小型船については需給がほぼ均衡しているものの、スエズ運河の主要な顧客であるVLCC/ULCCについては現在大きな需給ギャップが生じている。

ここでは需給均衡の時期について検討する。

(2) VLCC/ULCC 部門の需給バランス時期を算定するに当たっては多数の不確定要素が存在する。これらは例えば、市況が上昇するに従って減速運航から次第にノーマル・スピードに航海速力が回復すること、老令タンカーのスクラップ量の増減、原油手当先の変更、スエズ運河通航量の増減等が不確定であるため、需給均衡時期を確定することは困難である。

(3) 本章ではVLCC/ULCC の需給バランス時期を算定するに当り、需給が均衡に向かうに従って運航効率が上昇し、又スクラップ率が低下するものと想定する。

2-1-2 市況状況と運航効率

(1) 航海速力

航海速力は海運マーケットと高い相関関係がある。最近2、3年の傾向ではVLCC/ULCCの航海速力は、運賃マーケットの水準に応じて11ノットから14ノット程度の間で変化している。

(2) ポート・タイム

最近の2年間(1978、1979年)の一航海当り平均Port TimeはVLCCで12日前後であったと推定されている。Port Timeについても市況と相関関係があるとみられる。すなわち、市況が好転すれば減少し、平常状態(一航海4日)に近づくものと考えられる。しかしながら、逆にPart Cargoでの運航が増加する可能性もあるので、完全に平常状態には戻らないかもしれない。

(3) スクラップ化

将来の船腹供給の決定的要因はスクラップである。船主によるスクラップの決定は、その後数年間のマーケット見通しを主に、スクラップ価格の推移を加味して行われる。現在はIMCOのタンカー規制実施(1981年6月予定)を控え、タンカーのスクラップが増加しており、今年のタンカー・スクラップは昨年より大巾に増え、1,000万DWTに達すると予想されている。

その後はVLCC/ULCCマーケットの回復に従い、先高の予想の下にスクラップ化率は、低下すると考えられる。

2-1-3 長期船腹需要量（石油海上荷動量）

(1) VLCC/ULCCの長期船腹需要を推定するに当り、東京サミット IEAコミュニケを主に参考とした。なお、意欲的なカーター米大統領のエネルギー政策についてはどの程度実現されるか明らかでないので算入していない。

これらにより地域別石油輸入量は以下のとおり。

表 2-1 世界石油輸入 (10⁶ DWT)

Region	1978 (actual)	1990 (estimate)	Increase or decrease	Annual Increase rate (%)
Western Europe	648.2	550.0	△98.2	△1.4
North America	414.5	440.0	+25.5	+0.5
Japan	262.6	300.0	+37.4	+1.1
Total for three regions	1,325.3	1,290.0	△35.3	△0.2
Others	328.1	571.3	+243.2	+4.7
Grand total	1,653.4	1,861.3	+207.9	+1.0

これによれば、1990年までをみると西欧の石油輸入量は減少し、北米、日本はやや増加する。3地域合計では西欧の輸入量が北米、日本の輸入量増加を超過するため、3,500万トンの減少となる。他方、その他地域の石油輸入量が年率4.7%で増加するため、総合計では2億8,000万トン弱、年率1.0%の増加を示している。

- (2) 上表によると、VLCC/ULCCの就航機会の多い西欧の石油輸入量が減少すること、北米、日本は微増することが理解できる。他方、その他地域は急増するが、VLCC/ULCCの就航機会は限られている。その理由は大型港湾の未整備（例外は極東アジア、ブラジル等、2,3の地域に限られる）、個々の国で見れば輸入ロットが小さいこと等があげられる。
- (3) 1990年の地域別石油輸入量のうちVLCCによる輸送量を想定すると以下の通り。この場合、VLCCによる輸送分担率は1978年実績に基づき西欧43%、北米20%、日本44%、その他地域32%とする。

表 2 - 2 VLCC/ULCC 輸送による輸入

(10⁶ DWT)

Region	1990
Western Europe	237.1
North America	87.6
Japan	133.4
Total for three regions	458.1
Others	182.8
Grand total	640.9

(4) これをもとに VLCC/ULCC の必要船腹量を計算すると以下の通り。

表 2 - 3 1990 年の VLCC/ULCC 需要

(10⁶ DWT)

Importer region	(a) 15 knots · 6 days in port	(b) 12 knots · 12 days in port
Western Europe	49.9	73.4
North America	17.9	27.9
Japan	17.8	24.2
Total for three regions	85.6	125.6
Others	16.0	22.6
Grand total	101.6	148.2

この結果からわかるように、1990年に至っても VLCC/ULCC の需要量は最小のケースで 1 億 161 万 DWT、最大のケースで 1 億 5,611 万 DWT である。

2-1-4 船腹供給量

(1) 1978年年央のVLCC/ULCCの現存船腹量は次のとおり。

表 2-4 現有VLCC/ULCC船腹量(1978年末)

		(10 ⁶ DWT)
VLCC/ULCC	(200,000 DWT or more)	192.2
Combination-carrier	(")	8.0
Total		200.2

Source: Fearnly & Egers Chartering Co., Ltd. "World Bulk Fleet July 1978"

1990年におけるVLCC/ULCC: 船腹必要量に対しても現存船腹量は過剰であることが理解できる。これゆえ、VLCC/ULCC部門においては「供給調整」すなわち竣工量よりもスクラップ量が超過し、現存船腹量が純減してゆく過程を迎えるものと考えられる。

1990年のVLCC/ULCC需要量に対する現在船腹の過剰量は

15 knots, 6 days in port..... 98.6 (10⁶ DWT)
 12 knots, 12 days in port..... 52.0

(2) 1978年では、航海速力15ノット、Port Time 6日のnormal speedでは1億1,013万DWT、他方、現状の航海速力12ノット、Port Time 12日では1億5,277万DWTであるのに対し、1990年においても同様に、1億1,611万DWT/1億7,955万DWT~1億4,820万DWT/1億5,611万DWTと78年と同水準のVLCC/ULCC必要量であり、VLCC需要量は定常状態にあるといえよう。

(3) 「供給調整」の考え方に従って、スクラップの進展により需給均衡が回復されるという観点から需給均衡時期を検討することとする。なおスクラップ化率については以下の通り想定する。

表 2-5 現有VLCC/ULCC船腹量(1979年末)

Year built	No.	10 ³ DWT
1966~70	115	25957
1971	65	15399
1972	67	16435
1973	86	22313
1974	116	30337
1975	104	28779
1976	85	26018
1977	38	12464
1978	15	4897
1979	8	2668

Source: J.I. Jacobs & Co., Ltd. "World Tanker Fleet Review Feb. 1980"

表 2 - 6 予想解撤量

Yearly volume		Cumulative volume	
	(10 ⁶ DWT)		(10 ⁶ DWT)
1979	△ 1.4	1979	△ 1.4
80	△ 0.3	80	△ 1.7 (*) (1)
81	7.3	81	5.6
82	3.6	82	9.2
83	8.6	83	17.7
84	10.8	84	28.5
85	13.1	85	41.6
86	2.8	86	44.4
87	17.6	87	62.0
88	20.1	88	82.1
89	19.6	89	101.6
90	18.3	90	119.9

(*) (1) Scrap less New building

表 2 - 7 予想解撤率

Age of vessel (year)	Rate of scrapping (%)				
	Estimated			Actual	
	1981	1982~85	1986~90	1979	1973
12	50	30	20	17	0
13	62.5	42.5	30	17	0
14	65	55	40	20	0
15	87.5	87.5	50	33	4
16	100	80	60	} 47	} 10
17		85	70		
18		90	80		
19		95	90		
20		100	100		

IMCO規制により1981年は高い率を設定、以後低下するとしてい
るが、1980年代後半の率も過去の実績(注、2参照)よりも高く想
定している。

2-1-5 VLCC/ULCC 需給均衡時期

- (1) 以上の結果、「供給調整」による需給均衡時期は、1989年後半になるものと考えられる。但し、パンカー価格の値上げが今後も続くため、減速航海による運航が恒常的になると仮定すると、均衡は計算上1987年になる。

2-1-6 船腹需給に影響するその他の要因

- (1) VLCC/ULCC の船腹需給が均衡に近づくにつれてマーケットが回復すると、スエズ運河の通航量が増加する。運河通航により片道10~14日程度の日数が節約されるので、これにより船腹が増加したのと同じ効果を生じる。メイン・レポートで予測したVLCC通航量が船腹供給増となって現れる量は次の通り、1990年での予想VLCC通航量3億1,000万DWTは1億800万DWTの船腹増に相当する。従って1978年の通航量4,003万DWTの船腹換算2,000万DWTを差引き、1978年比880万DWTの純増となる。(約半年分のスクラップに相当し、その分均衡回復が遅れる)換言すればスエズ通航船腹量の約3.5~4%が船腹供給増となって現れると見ることが出来る。
- (2) GG, DD取引の全世界石油供給量に占めるシェアは、73年の8%から79年第4四半期では4.2%を占め、今後さらに増加するものと予想される。GG, DD取引は従来のメジャー経由と比較して小ロットであることにより、大型船に対する需要を削減していることが明らかとなっている。DD取引が増加すれば中小型船の需要機会はさらに増大し、逆に大型船の需要機会は減少すると考えられる。
- また、その結果として小型船マーケットが堅調となれば、VLCC/ULCCもPart Cargoによって小型船市場へ参入してくるケースも考えられる。
- (3) LOOPについては米国ルイジアナの沖合19mileに建設する同国における最初のdeep-water oil terminalであり、1981年2月に竣工予定であるが(年間扱量7,000万トン)これによるVLCC/ULCCへの影響はほぼ無視しうる程度にとどまると考えられる。ただし、小型船への影響は、カリブ海諸島に点在するTranship Terminalからの転送が無くなる部分だけの小型船の需要減になるものと考えられる。
- (4) 最後のそして最大の問題は、均衡回復過程中的新造船の発注である。ここまでの分析はすべて新造船の発注を無視して行なっているが、実際にはマーケットの回復過程で先行投資的な発注が行われるのが最も有り得る経過であろう。発注が一般化する前の新造船船価の相対的に低い間に発注したいというのが有力船主の一般的態度である。仮に新造船の竣工が1986年から始まり毎年の新造船竣工/スクラップの比率が徐々に高まりつつ需給均衡の年に1になると仮定すると、4年間でほぼ3,000万DWTとなり、需給均衡は2年遅れ1991年にずれこむことになる。

2-2 大型タンカーによるスエズ・ルート、ケープ・ルート選定

2-2-1 本需要予測の方法

この需要予測においては大型タンカーがスエズ・ルート又はケープ・ルートの何れを選定するか
の決定基準について、海運界の一般的な経済原則を適用している。短期的に見ればルート選定
は様々な要因に影響されるが、長期的に見ればこれらの諸要因は平均化され上記経済原則が支
配する。事実南航の空船VLCC通航隻数がタンカー・スポット・マーケットの上下に対応して急
増減する傾向が明白に見られる。

この経済原則とは：

「一日当りの純収入（運賃収入から燃料費、港費、運河通航量を差引いた残り）が最大とな
るようなルートを船会社が選定する」である。

尚、この場合船費及び資本費は1日当りではどのルートを採用しても同一であるから選定に影
響ない。

上記原則から判断される通り、運賃マーケットが上昇すると所要日数の短いスエズ・ルート
が有利になり、反対に運賃マーケットが下落すると通航料金負担のあるスエズ・ルートが不利に
なる。両ルートが同じ位有利になる点“採算分岐点”を計算しタンカー・マーケットと比較す
ればその時点でのスエズ・ルートの有利性が判定出来る。

Ras Tanura/Rotterdamの25万トン・タンカーのCape/CapeルートとCape/Suezルー
トの採算分岐点は\$6.40であるがこの数値は次に掲げる諸要因により変化する。即ち、

- 1) 揚地の地理的位置
- 2) 船型
- 3) 速力、従って燃料消費率
- 4) 燃料油価格
- 5) 運河通航料金
- 6) 運河での待ち日数

以下これらの諸要因の及ぼす影響について分析し、通航需要予測の結果の理解及び運河公社
の諸政策制定に資することを意図するものである。

2-2-2 地域差

スエズ・ルートとケープ・ルートの距離差によって分岐点が変わる。（図2-1参照）地中海
東部が最も低く（即ちスエズが比較的有利）、カリブ海が最も高い。カリブ海就航VLCCがスエ
ズを通航するのはよほどタンカー・マーケットが高くならない限り期待薄である。事実1978年
中カリブ海就航VLCCの運河通航は2隻のみであった。（表2-8参照）

2-2-3 船 型

船型による分岐点の変化は小さく、むしろ大型船の方が高くなる。(図2-2参照)タンカー・マーケットは当然小型船が高く大型船が低いから、小型船にとっては現行運河料金ではスエズが非常に有利で、大型船にとってはスエズは余り有利でないと言える。

2-2-4 減 速

現在VLCC/ULCCは設計時の計画スピード15~16ノットを3~4ノット程度落して運航するのが一般化している。

この場合、分岐点は若干低下するが、この程度の変化はスエズ通航量に殆んど影響していないと考えられる。(図2-3参照)

2-2-5 燃料石油価格

現在燃料油価格は\$160~\$190程度であるが、若しこれが50%あるいは100%値上りした場合の影響は、図2-4の通り値上りと共に分岐点が若干低下し、わずかにスエズ有利に作用する。

しかし、スエズ通航への影響はこの分岐点の低下よりもむしろ燃料油価格上昇によりタンカー・マーケットの最低限(一般的には繋船点運賃)を引き上げることにより、特に現在の様なマーケット低迷時にはスエズに極めて有利に作用する。

2-2-6 運河通航料金

運河通航料金の変更はVLCCの通航誘因に大きな影響がある。仮に料金が半分になればカリブ海就航のVLCCを充分誘引出来るし、逆に料金を倍増すると北西欧州地域のVLCCは殆んど通航しなくなろう。(図2-5)

通航VLCCからの料金収入が最大となるような最適の料金体系はその時点での特典の下で北西欧州のVLCCが通航出来る水準と言うことが出来る。これに比べカリブ海をも対象とするような低い料金、或いは地中海のみを対象とする高い料金はどれも料金収入の減少をもたらす。

2-2-7 待 ち 時 間

運河通航所要日数は一般にVLCCで2日(船団編成待ち及び通航時間を含む)、その他の船で1.5日と理解されている。この予測でもVLCCは2日と想定している。待ちが更に4日増えた場合の分岐点への影響は\$6.40が\$8.13へ、27%のマーケット上昇に相当する。又これは料金が約35%引き上げられた効果に等しい。(図2-6)

表 2-8 南航 VLCC 通航量

Area of origin port	150,000 - 200,000							over 200,000							W.S. "
	1 Gr.	2 Ad. Sea	3 W.C.It.	4 Fr.Sp.	5 N.W.Eu.	6 Canada	7 Car. Sea	1 Gr.	2 Ad. Sea	3 W.C.It.	4 Fr.Sp.	5 N.W.Eu.	6 Canada	7 Car. Sea	
1978															
January		2		1	1				1		1	2			88
February		1		1	2				1		1	1			7
March		1			1				1			1			4
April		2		1	1				1		2	1			8
May		1		1					2					1	5
June		2							2		1	1	1		6
July					1		1		2			2			6
August		2			3			4	2	3	1	9			24
September		2		2	1			1	1	2	3	9			21
October		1	1		2			2	2	3	4	19			35
November		2		2	3			2	2	2	5	21	1	1	41
December				1				2	4	3	4	15			29
Total		16	1	11	15	1		11	19	13	22	81	2	2	194
															29.1

Area 1: Greece, Turkey 2: Adriatic Sea, Ionian Sea & Sicily 3: West-Coast Italy, Corsica, Sardinia, 4: France, Spain, Morocco, (Mediterranean), Canary Is.
5: N. W. Europe 6: Canada 7: Caribbean Sea, Bahama " : Norwegian Shipping News Tanker Freight Index (VLCC/ULCC)

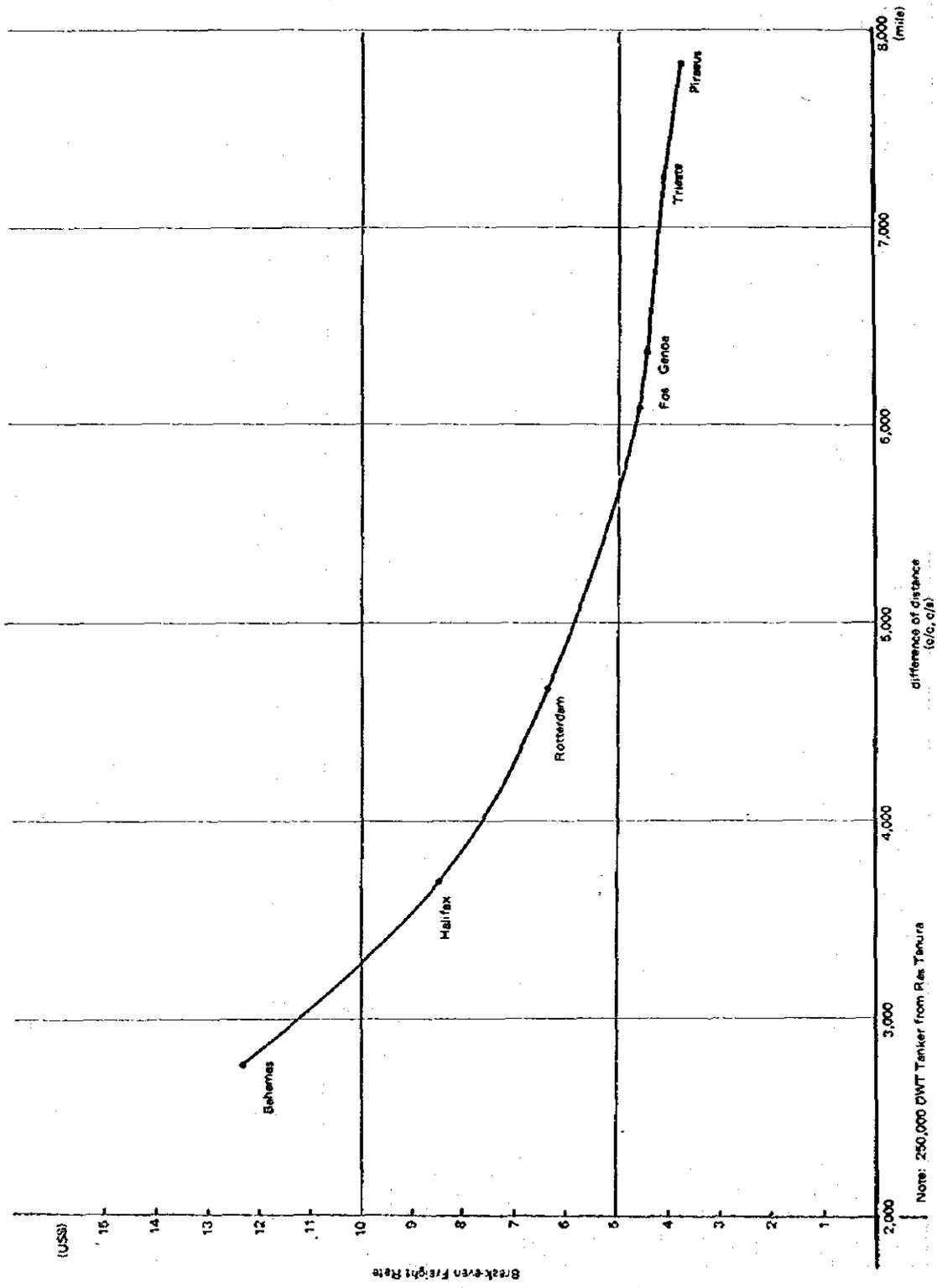


図 2-1 地域別 VLCC スエズ, ケープ 採算分岐点

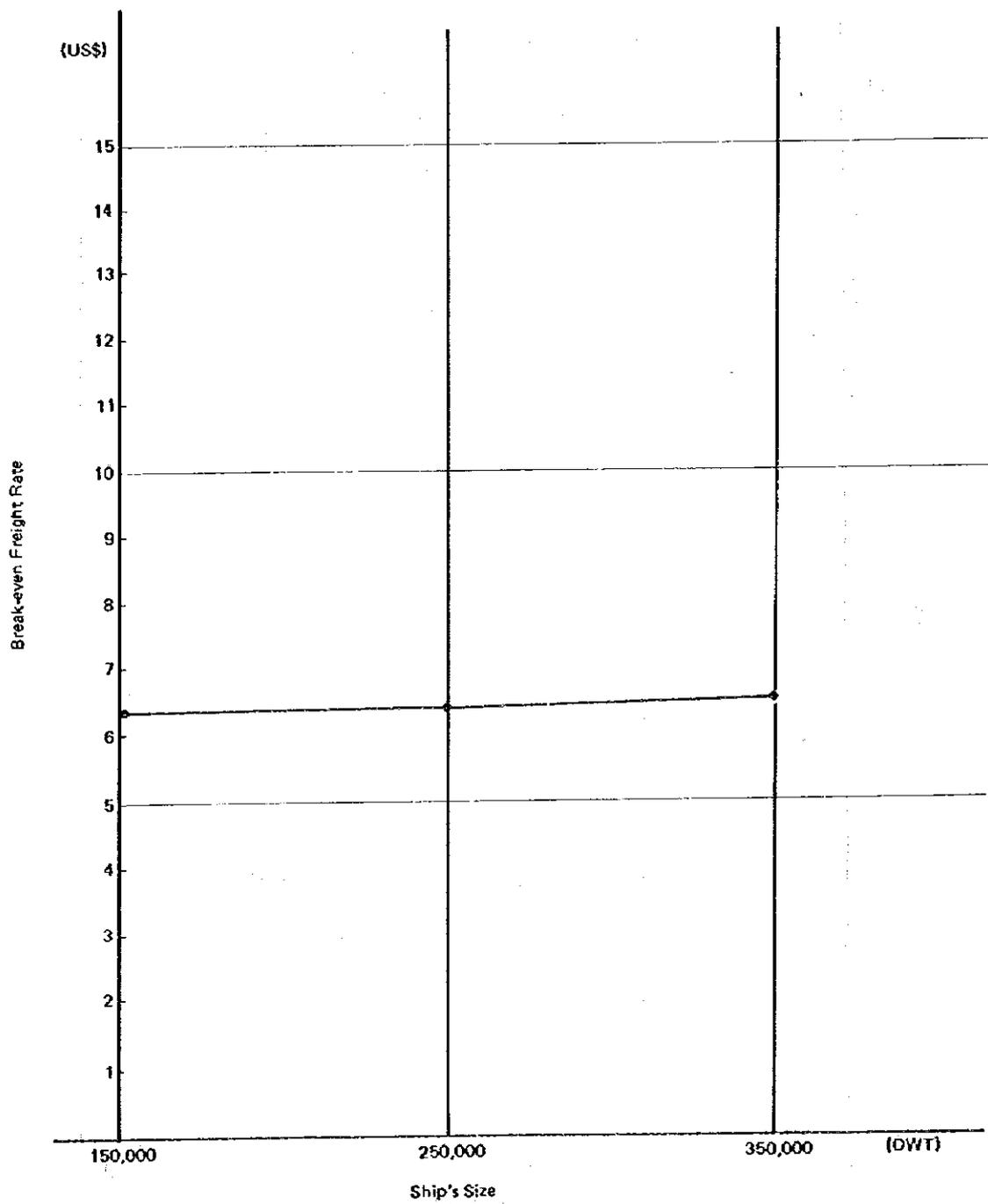


图 2 - 2 船型别分枝点

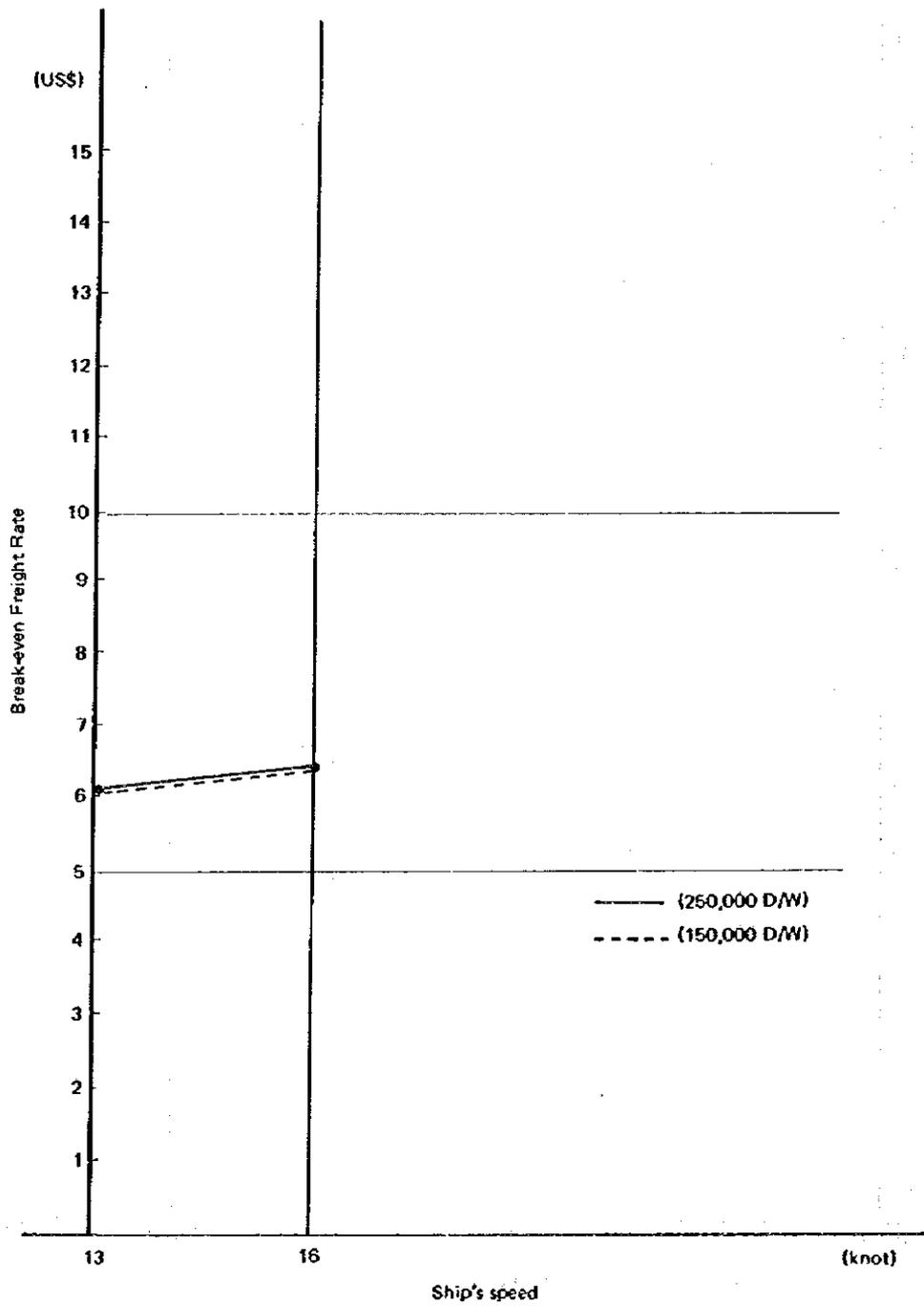


図 2 - 3 減速航海の影響

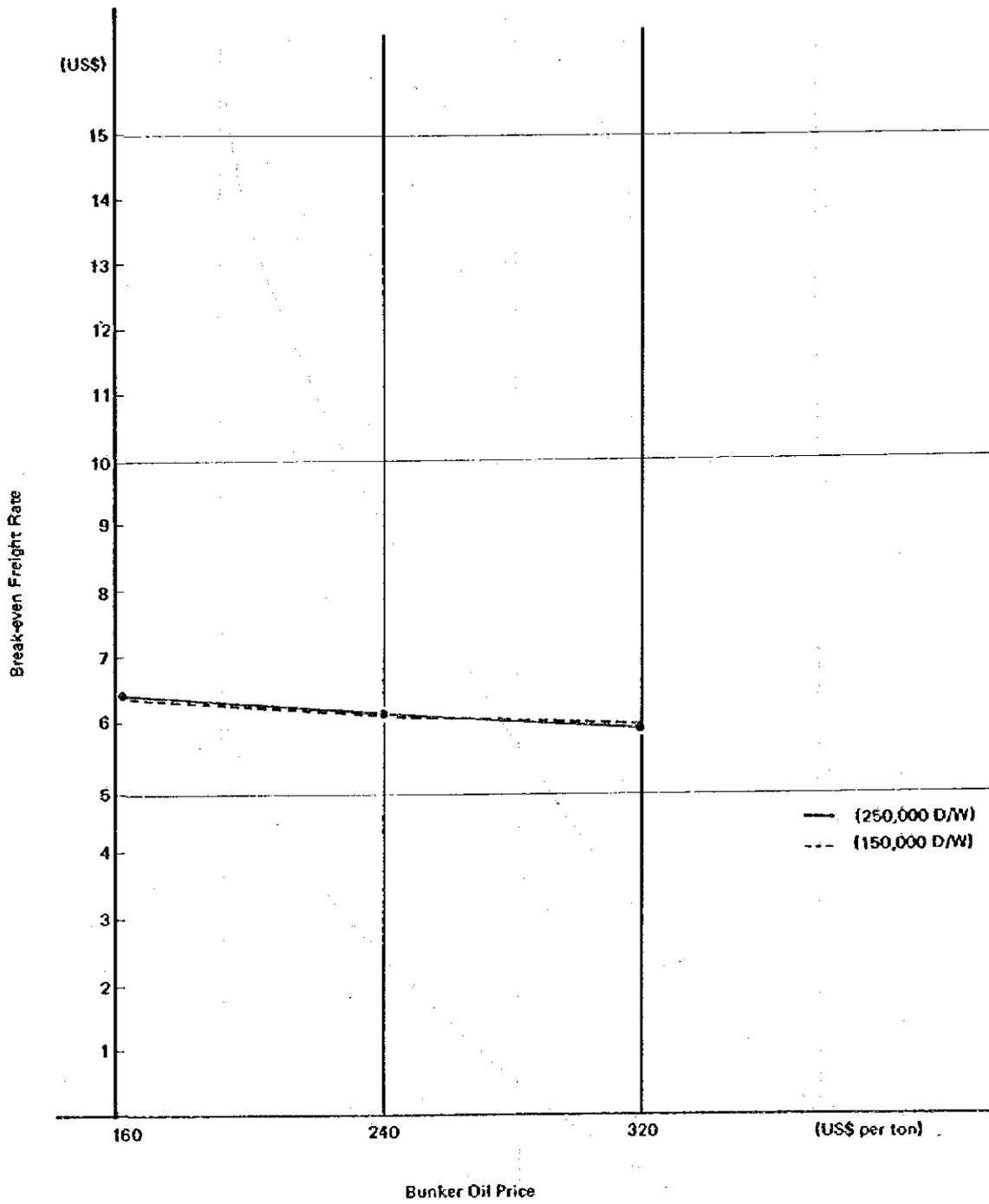


図 2 - 4 燃料油値上りの影響

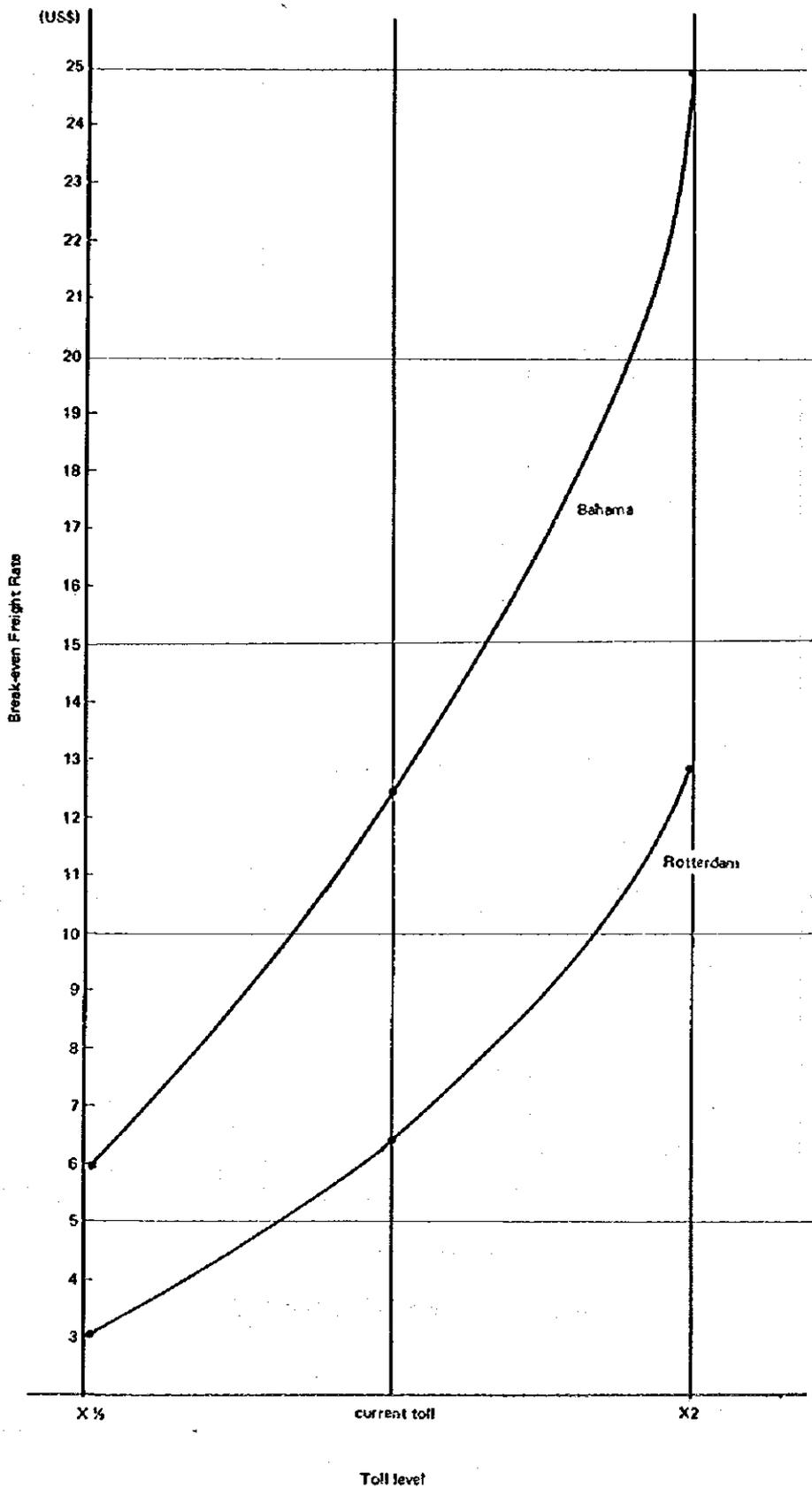


図 2 - 5 運河料金改訂の影響

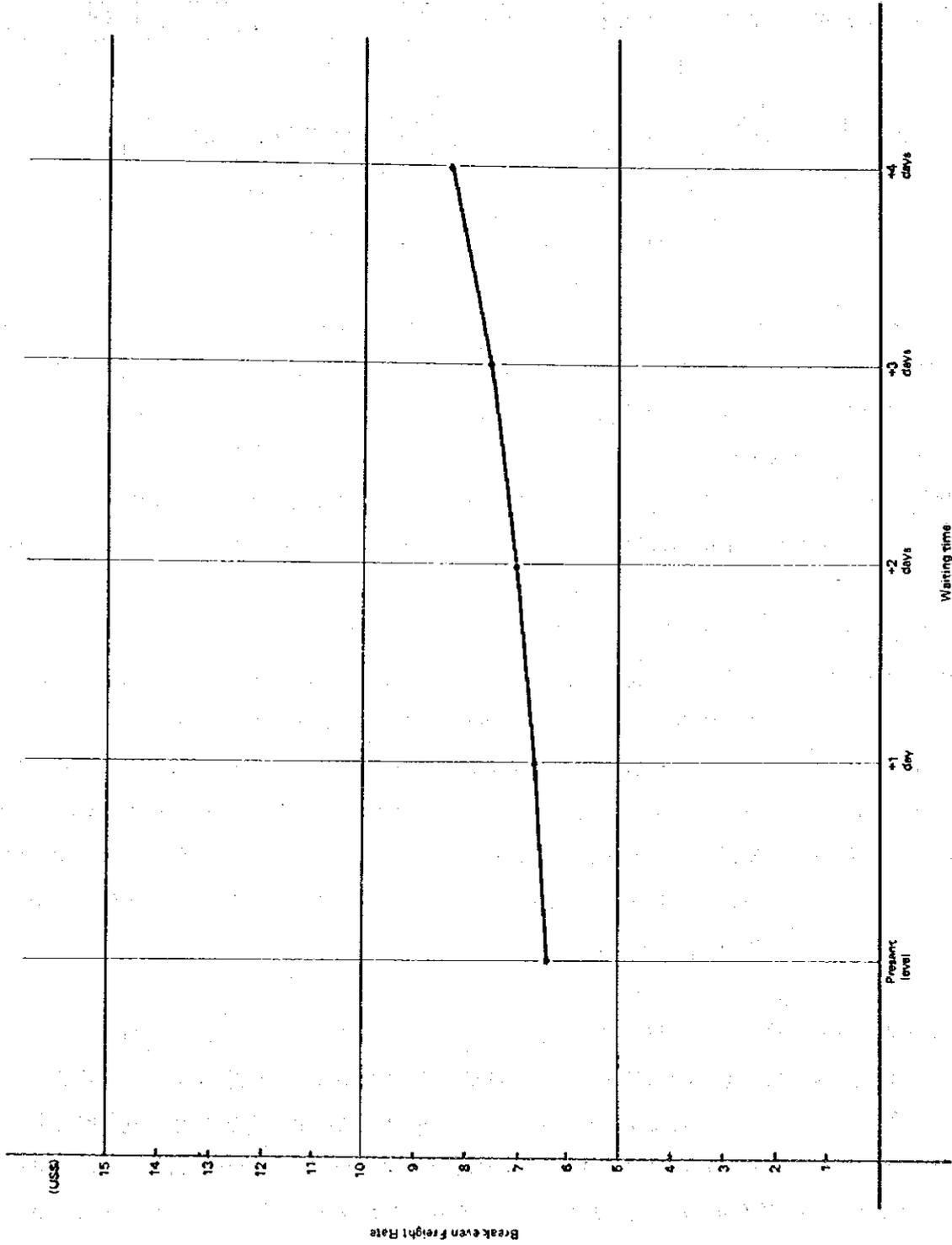
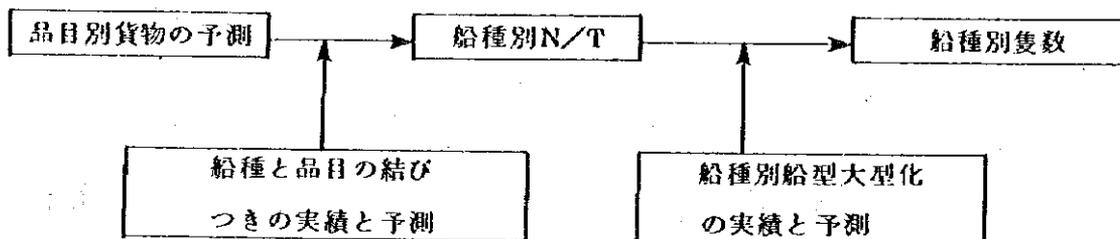


図 2 - 6 焚船の影響

2-3 乾貨船の通航隻数と船型の大型化傾向

2-3-1 本通航量予測の方法

この予測では乾貨船の通航量は次の方法で行っている。



従って通航隻数や船型の大型化はすべて船種別に検討されている。

2-3-2 通航実績のレビュー

- (1) 乾貨船の通航隻数は表2-9の通り着実に増加しつつあり、年率では4.3% (1959→1978)又は3.7% (1959→1979)であった。1979年の対前年比減少が注目されるが、現在貿易データ未入手のため分析出来ない。しかし主たる原因は南行乾貨物の対前年比減少であり、更にその原因はイラン国内の混乱による輸入減及び、急激な円安と欧州の好景気に伴う日本からの中東への輸出急増と欧州からの中東への輸出減少によるものと考えられる。
- (2) 乾貨船の平均船型は表2-10の通り1966年の6,017 N/Tから、1979年の10,184 N/Tへと急速に大型化(年率4.1%)しており、特に運河再開後の1976-1979年には年率9.6%もの高率であった。しかしこの傾向を船種別に分析すると表2-10の通りバルク・キャリア年率1.5%、一般貨物船2.7%、コンテナ船3.0%と比較的低率であり、Ro/Ro 23.5%、自動車船9.8%などが高いだけである。この違い(乾貨船全体では高く、船種別では低い平均船型の伸び率)の原因は平均船型の大きいバルク・キャリアやコンテナ船の増加が著しかったためであり、更にその原因はセメント、肥料、鋼材、雑貨の急速な荷動き増加及びフル・コンテナ船の就航増加に帰せられる。

2-3-3 世界船腹の大型化の傾向

- (1) 通航船腹の船型は貨物量全体、一取引単位毎の貨物量、港湾条件等の各種要因によって左右されるが、ここで大きな流れとして世界船腹の最近の傾向を見ると大型化頭打ちがはっきり見られる。表2-11の通り1979年の対前年比船種別平均船型の増加率は、バルク・キャリア0.2%、一般貨物船0.8%、コンテナ船3.0%であり、しかも増加率は低下しつつある。タンカーなどは逆に小型化している。従って、今後の大型化は全般に極めてゆるやかと考えるべきであろう。

(2) コンテナ船の大型化をスエズ運河関連主要定期航路の就航中コンテナ船、発注済コンテナ船の推移を表2-12、13に見ると、いずれも趨勢としてほぼ横這いの状況にあり、大型化の傾向は見られない。

以上要するに、バルク・キャリア、一般貨物船、コンテナ船のスエズ主要3船種については大型化はごくゆるやかに進行すると考えられる。

(3) 乾貨船全体の大型化は将来の品目別の伸びに左右されるが、過去4年間とは逆にセメント、窒素肥料の荷動き減少、穀物、鋼材などの比較的低い伸び率によるバルク・キャリアのシェア低下により大型化の鈍化が予想される。

2-3-4 一般貨物船からコンテナ船への移行

“その他貨物”の船種別分布は1978年実績で一般貨物船61.8%、コンテナ船13.3%であったが、この予測では2000年迄にコンテナ船のシェアが25.5%に上昇するとの前提に立っている。(その分一般貨物船減)

感度分析の一環としてコンテナ船のシェアがより急速に増加し、2000年で35.5%になるケースを想定計算した結果次の通りとなった。

	1985	1990	1995	2000
			(一日当り隻数増減)	
一般貨物船	△2.0	△4.5	△7.9	△12.9
コンテナ船	1.2	2.4	3.6	5.0
差引	△0.8	△2.1	△4.3	△7.9

即ちこのケースでは一般貨物船が減少、コンテナ船が増加、差引全体で隻数が減少すると予想される。しかしその差は1985年迄は1隻未満と少なく、2000年における約8隻の減少(後述のLoad factorの変更による隻数減1.0を加えても9隻)のずれである故予測結果の大勢に殆んど影響ない。

2-3-5 船種別貨物品目積取量及びLoad factor

この予測においては、乾貨物を主要品目別に通航量を予測し、これを船腹に換算して船舶の通航量を予測する方法を採っている。この換算の根拠として1978年の実績を使用した。船種別貨物品目積取量については1978年7月の1ヶ月分のデータを使用した。1ヶ月分のみのデータでは精度上若干の問題があるが、次の理由により全体として予測結果を大きく左右することはないと考えられる。

(1) 1978年7月の船種別貨物品目積取量のデータを使い1978年全体の貨物量を1978年全体の船腹量に割振る方法を採用しているので、全船腹(乾貨船)のLoad factorは不変

である。

- (2) 1979年4ヶ月分のデータを1979年全体の船腹量と貨物量に当てはめたL/F を使
 って試算した予測結果では、メイン・レポートでの予測値に比し、1985年で0.2隻/日の
 増、2000年で1.0隻/日の減となり、特に1990年項迄は殆んど差がないことが確認さ
 れた。
- (3) 1978年の実績 Load factor 0.80 (乾貨物M/T/積荷船N/T)は1976~1978
 3年間の平均L/F 0.81 とほぼ等しく、1979年も0.82とほぼ同水準である。又今後
 の傾向としては一般雑貨の比重が増えてL/F はやゝ減少に転じよう。

表 2 - 9 乾貨船通航量推移

Year	Vessel		Cargo (10 ³ ton)	No. of Transit Ships per day
	(No.)	(10 ³ NRT)		
1959	8,520	49,046	47,039	23.3
1962	9,088	55,501	52,215	24.9
1966	11,320	68,116	66,222	31.0
1976	14,196	109,856	83,829	38.8
1977	17,083	144,909	93,748	46.8
1978	18,777	174,336	116,600	51.4
1979	17,665	179,893	124,395	48.4
1979/1966 (%)	156.1	264.1	187.8	156.1

note: Vessel - except Tanker

Cargo - except Petroleum & its Products

source: Suez Canal Report

表 2 - 1 0 船種別通航量及び平均船型

Type	1976		1977		1978		1979		Av. N/T Yearly Increase 1976- 1979 (%)
	NRT (10 ³ N/T)		NRT (10 ³ N/T)		NRT (10 ³ N/T)		NRT (10 ³ N/T)		
	No.	Av. N/T							
Tanker	77,903 2,610 29.848		75,568 2,620 28.843		73,924 2,489 29.700		86,278 2,698 31.979		2.3
Bulk Carrier	23,395 1,608 14.549		26,202 1,818 14.413		36,783 2,513 14.637		36,390 2,393 15.207		1.5
Combined Carr.	4,765 110 43.318		5,722 147 38.925		5,518 144 38.319		4,853 122 39.779		△2.8
General Cargo	59,339 9,789 6.062		66,587 10,970 6.070		74,521 11,721 6.358		69,380 10,562 6.569		2.7
Container	4,545 417 10.899		21,604 1,130 19.119		29,795 11,437 19.903		33,798 1,666 20.287		3.0*
LASH	2,296 69 33.275		2,548 82 30.951		2,117 69 30.681		2,641 91 29.022		△4.5
RO/RO	7,605 1,134 6.706		12,218 1,600 7.636		11,673 1,398 8.350		16,328 1,292 12.638		23.5
Car. Carrier	5,411 258 20.973		5,748 242 23.752		9,805 373 26.287		12,315 444 27.736		9.8
Passager ship	709 55 12.891		1,026 81 12.667		987 87 11.345		996 82 12.146		△2.0
War ship	334 91 3,670		604 100 6,040		405 122 3,320		500 149 3,356		△2.9
Others	1,457 665 2.191		2,660 913 2.913		2,732 853 3.203		2,692 864 3.116		12.5
Total	187,759 16,806 11.172		220,477 19,703 11.190		248,260 21,266 11.674		266,171 20,363 13.071		5.4
Non-Tankers	109,856 14,196 7.739		144,909 17,083 8.483		174,336 18,777 9.285		179,893 17,665 10.184		9.6

Source: Suez Canal Report *: 1977-1979

表 2-11 主要船種別世界船腹量及び平均船型

Year	Oil Tankers				Ore & Bulk Carriers				General Cargo (Inc. Passenger/Cargo)			
	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase
1970	6,103	86,140	14.114		2,321	38,334	16.516		22,366	72,396	3.237	
1971	6,292	96,141	15.280	8.3	2,520	43,124	17.113	3.6	22,023	71,931	3.266	0.9
1972	6,462	105,129	16.269	6.5	2,754	48,415	17.580	2.7	21,657	70,591	3.260	△ 0.2
1973	6,607	115,365	17.461	7.3	2,954	53,110	17.979	2.3	21,389	69,506	3.250	△ 0.3
1974	6,785	129,491	19.085	9.3	3,111	57,403	18.452	2.6	21,139	68,674	3.249	0
1975	7,024	150,057	21.363	11.9	3,308	61,832	18.692	1.3	21,353	70,399	3.297	1.5
1976	7,020	168,161	23.955	12.1	3,513	66,714	18.991	1.6	21,706	73,608	3.391	2.9
1977	6,912	174,124	25.192	5.2	3,887	74,832	19.252	1.4	22,061	77,088	3.494	3.0
1978	6,882	175,035	25.434	1.0	4,130	80,173	19.412	0.8	22,368	79,675	3.562	1.9
1979	6,950	174,213	25.067	△ 1.4	4,208	81,827	19.446	0.2	22,744	81,678	3.591	0.8

Year	Container Ships (Fully Cellular)				Vehicle Carriers				Total (All types)			
	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase	No.	Tons Gross (1,000)	Av.	Yearly Increase
1970	167	1,908	11.425						52,444	227,490	4.338	
1971	231	2,781	12.039	5.4					55,041	247,203	4.491	3.5
1972	312	4,310	13.814	14.7	125	488	3.904		57,391	268,340	4.676	4.1
1973	394	5,899	14.972	8.4	103	359	3.485	△ 0.7	59,606	289,927	4.864	4.0
1974	412	6,291	15.269	2.0	127	469	3.693	6.0	61,194	311,323	5.087	4.6
1975	419	6,244	14.902	△ 2.4	142	542	3.817	3.4	63,724	342,162	5.369	5.5
1976	443	6,685	15.090	1.3	166	687	4.139	8.4	65,887	372,000	5.646	5.2
1977	507	7,543	14.878	△ 1.4	114	633	5.553	34.2	67,945	393,678	5.794	2.6
1978	531	8,674	16.335	9.8	159	1,200	7.547	35.9	69,020	406,002	5.882	1.5
1979	594	9,996	16.828	3.0	187	1,588	8.492	12.5	71,129	413,021	5.807	△ 1.3

Source: "Lloyd's Register of Shipping"

表 2-12 航路別フルコンテナ船就航状況

Year	No.	10 ³ GT		10 ³ DWT		TEU	
1970.6	154	1,987.3	(12.9)			98,065	(637)
1971.7	129	2,212.2	(17.1)	2,283.7	(17.7)	111,431	(864)
1972.7	184	3,622.8	(19.7)	3,571.1	(19.4)	174,236	(947)
1973.1	217	4,622	(21.3)	4,498	(20.7)	221,322	(1,020)
1974.1	256	5,905	(23.1)	5,823	(22.7)	281,651	(1,100)
1975.1	306	6,384	(20.9)	5,952	(19.5)	306,689	(1,002)
1976.1	325	6,842	(21.1)	6,582	(20.3)	355,323	(1,093)
1977.1	354	7,459	(21.1)	7,136	(20.2)	389,856	(1,101)
1978.1	385	8,554	(22.2)	8,187	(21.3)	440,351	(1,144)
1979.1	463	9,914	(21.4)	10,039	(21.7)	525,625	(1,135)

* Source: Japanese Shipowners' Association "Maritime Transportation Statistics 1980"

* () : Av.

TEU: Twenty-footer Equivalent Unit (8'x8'x20' equivalent container capacity)

表 2-13 航路別コンテナ船発注状況

Route	Unit	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Far East/Europe	DWT	36,233	37,121	42,000	23,450	30,000	26,866	27,550	25,500		
	TEU	1,913	1,914	1,900	1,798	1,671	1,629	1,251	1,500		
Far East/Mediterranean	DWT				25,000			24,500	21,000	23,200	
	TEU				1,409			1,436	1,039	1,402	
North America Ad./India, Pakistan and Red Sea	DWT			39,100		14,200					
	TEU			-		528					
Europe/Australia, Newzealand	DWT	30,000	20,000		22,000	14,900	19,400	38,750	33,700	18,000	18,000
	TEU	1,300	1,400		1,400	1,611	1,470	2,079	1,814	941	941
Far East/Middle East	DWT						6,500	15,500			
	TEU						300	1,300			
Europe/India, Pakistan and South East Asia	DWT							21,000			
	TEU							640			
Europe/Middle East	DWT							15,870	14,550	25,000	
	TEU							629	599	-	
Far East/North America/ Middle East	DWT										22,480
	TEU										1,703
Total (incl. Other Routes)	DWT	23,963	19,973	23,286	25,263	17,272	16,091	21,245	13,795	12,298	20,256
	TEU	1,152	1,007	1,410	1,289	926	858	1,090	623	624	958

* Source: Fairplay "Ships on Order"

第3章

通航容量と船間々隔

第3章 通航容量と船間々隔

本章は、1980年4月スエズ運河公社マシユール総裁より提出されたドラフト・レポートに対する在エジプト日本大使宛親書の中の指通事項のうち、第1および第3項目について追加的なスタディを行ったものである。

指通内容は次のとおりである。

- 1- The size of ships is increasing and the average transit number is quasi-constant from 1976 uptil now. It reached a mean of 60.9 during the first quarter of 1980. Also the Canal can allow in particular condition 75 ships per day
- 2 - (省略)
- 3- The Suez Canal tugs will escort the loaded VLCC's of more than 100,000 D.W.T. and more than 250,000 D.W.T. in ballast. The spacing between two tankers will be reduced from twelve length of the ships to 5 or 6 length, and that will increase the Suez Canal capacity.

3-1 通航容量

運河の通航容量については、メイン・レポート第VI篇および第VII篇で詳細にスタディされているが、上の指通事項-1に関連させて再度述べると次のとおりである。

第1期計画完成後の運河の通航容量は、次のように推定される。

	標準船(注1) (隻/日)	実船 (隻/日)
理論的容量(注2)	84	92
日平均容量(注3)	65	72

注1 標準船とは、10分の船間々隔で運河を通航する船を定義している、実船は、船種・船型に応じて、5~20分の船間々隔で運河を通航しており、実船と標準船との関係は、およそ次のような関係とみなしてよい。

実船の通航実数/標準船の通航隻数=1.1

注2 理論的通航容量は、運河の通航ダイヤグラムを作成することにより一日あたりの運河通航可能時間から算定されるものであり、一日あたりの最大通航可能隻数と考えてよい。

注3 日平均容量は、ポート・サイドとスエズで1ヶ月に1~2回の待船が発生し始める場合の一日当りの通航隻数に一致するとする概念である。

よって、第1期計画完成後の運河は、最大92隻(標準船で84隻)の船舶が一日あたり通航できるわけである。しかしながらこのような条件下では、運河のユーザーは運河の両端で慢性的な待船を与えなくされる。

一方、72隻(標準船で65隻)程度の通航船であれば、月に1~2回程度の待船に過ぎないが、80隻(実船)を越えると慢性的な待船現象が発生することが、メイン・レポートによるシミュレーション・テストの結果によって確認されている。

したがって、指通された75隻/日(実船)は通航可能な隻数であるが、運河の両端である程度の待船が発生させるレベルの隻数である。メイン・レポートでは、このような待船の発生を避けるために、通航隻数が72隻/日のレベルに達する前に第1期計画完成後の運河容量を増大させることが望ましく、遅くとも慢性的な待船が発生する以前に必ず容量を増加させることを提言している。

3-2 VLCCの通航方法

第1期計画完成後の運河を通航するVLCCの通航方式については、メイン・レポート第Ⅵ篇で詳しくスタディされているが、指通事項-3に関連させて、再度述べると次のとおりである。

1) VLCCに対するエスコート・タグ

運河を通航するVLCCが緊急停止をする場合、運河のスロープに乗揚げない限り、強力なタグ・ボートの支援なくしては不可能である。現行の通航規則においても、船長が1000t以上のタンカーはタグの支援が強制されており、しかも船間々隔は、ノン・タンカーの船間々隔の1.5~2.0倍に相当する16分となっている。

メイン・レポートにおいては、第1期完成後の運河を通航するタンカーに対するタグ・ボートの支援については、次のように提案している。

Tanker Size DWT	Loaded		In ballast	
	Power HP	No. of Tug	Power HP	No. of Tug
~ 60,000	3000 ~	1	3000 ~	1
60,000 ~ 150,000	3000 ~	2	3000 ~	2
200,000 ~			3000 ~	3

以上のような強力なタグ・ボートを緊急停止に備えて支援させても、なおかつ安全を考慮して十分な船間々隔を確保すべきである。

2) 船間々隔

V L O C Cの船間々隔について、本スタディでは、現行の通行規則 (Rules of Navigation) および1979年9月当初の2週間の通航記録について分析し、さらにV L O C Cの通航時の挙動を既応資料から分析し、船間々隔を次のように提案している。

Time Interval between Tankers

Proposed		Rules of Navigation		Actual Record (1~15/9, 1980)	
0~60,000 DWT	12 mins	0~14,000 NRT	10 mins	0~30,000 DWT	11 mins
~150,000	16	14,000~	16		
~250,000	16				
~300,000	16	Ship loaded with fissile material	20	30,000~	12~20
300,000~	16				

60,000 DWT以上のタンカーに対し16分の船間々隔を提案した根拠は次のとおりである。

風や潮流の影響が小さいとすると、強力なタグ・ボートの支援を前提としても運河を7k1の速度で通航するタンカーは少なくとも4~6Lの停止距離を必要とする。タンカーが緊急停止する場合直線的に進行して停止することは不可能であり、左右いずれかに旋回しつつ停止するのが一般的である。よって狭い運河内を両側のスロープに触れることなくV L O C Cを停止させるためには、停止距離に十分な余裕を持たせる必要がある。今、150,000 DWTタンカーの停止距離の安全率を2.0とすると、停止距離は、

$$1.2 \times L = 3,480 \text{ m}$$

となり、この距離は16.6分の船間々隔に相当する。よって本スタディでは航行安全の観点から、船間々隔として16分を提案している。

指適事項-3に述べられているように、V L O C Cの船間々隔を5~6Lとすることも全く不可能ではないと思われるが、第I期計画の完成後直ちにこのような短い船間々隔を採用することには賛成できない。S O AがV L O C Cの運河内操船に十分な経験を積み、かつ間もなく設置される予定であるS C V T M Sの信頼性が確認された段階で、船間々隔を短縮させることを検討すべきである。

3-3 船間々隔の容量への影響

V L O C Cの船間々隔を短縮させることは、航行安全の観点から望ましくないことは前述し

たとわりであるが、VLCCの船間々隔の短縮が通航容量の増大にどの程度貢献するかを検討してみる。

今かりに、停止距離の安全率を1.5とすると船間々隔は12分程度となる。VLCCの船間々隔を12分として、本レポートの第Ⅳ篇で試みたと同様の標準船による運河容量の飽和時期についてテストしてみた。標準船による通航量と運河の各複線化段階の容量との関係を図3-1に示す。この図は、各複線化段階の容量と通航量がクロスする時点に、通航量が容量に到達すること示すものであり、容量に到達する年次は表3-1に示されている。これで見ると、16分から12分に船間々隔を短縮しても運河の容量飽和時期を僅か1年程度先きに伸ばすしか効果がないことがわかる。

同じことを実船によるシミュレーション・テストによって確認した。シミュレーション結果は、図3-2～4に示されているが、標準船による検討と同様待船の深刻な状態は1～2年先きにその発生を伸ばすことができるに過ぎない。

以上より、VLCCの船間々隔の短縮は通航容量の拡大にそれ程期待できないことがわかった。通航容量の拡大は需要に応じて順次複線化することになって行うのが望ましく、船間々隔の短縮は航行安全の観点から慎重であるべきである。

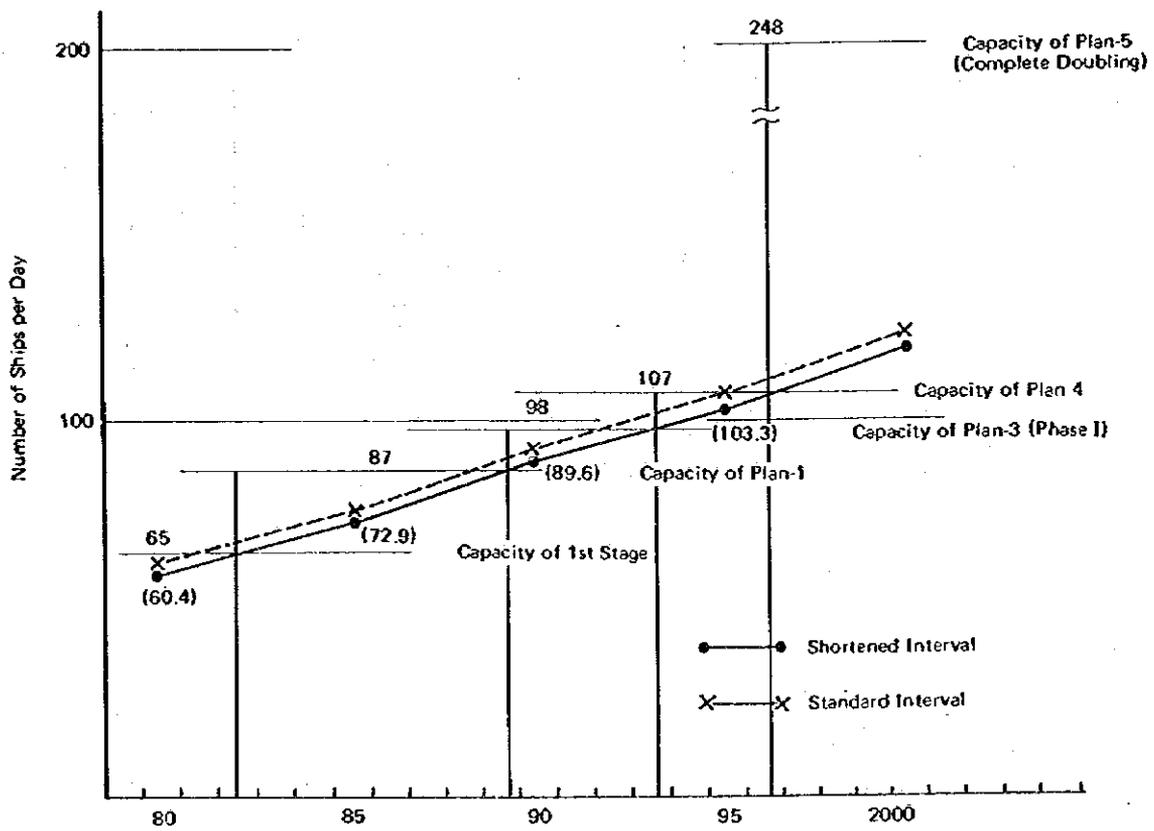


図 3 - 1 通航需要と運河容量 (標準船)

表 3 - 1 運河容量の飽和年次

	Shortened Interval	Standard Interval
Existing	1982	1981
Plan 1	1989	1988
Plan 3	1993	1992
Plan 4	1996	1995
Plan 5	after 2000	after 2000

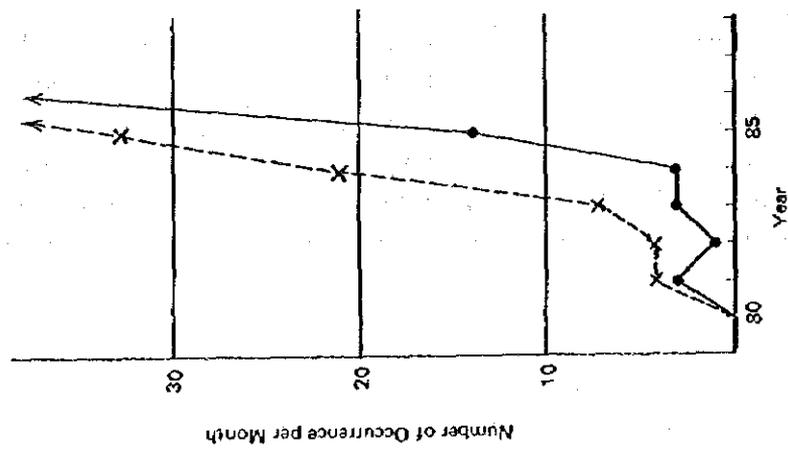


図3-2 待船の発生回数

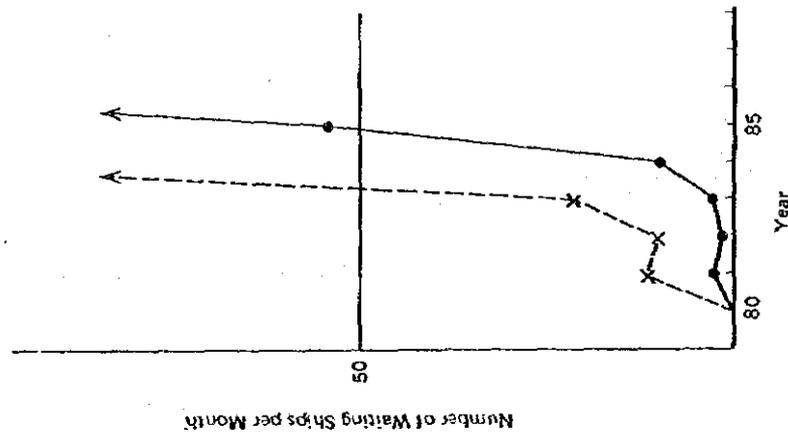


図3-3 待船数

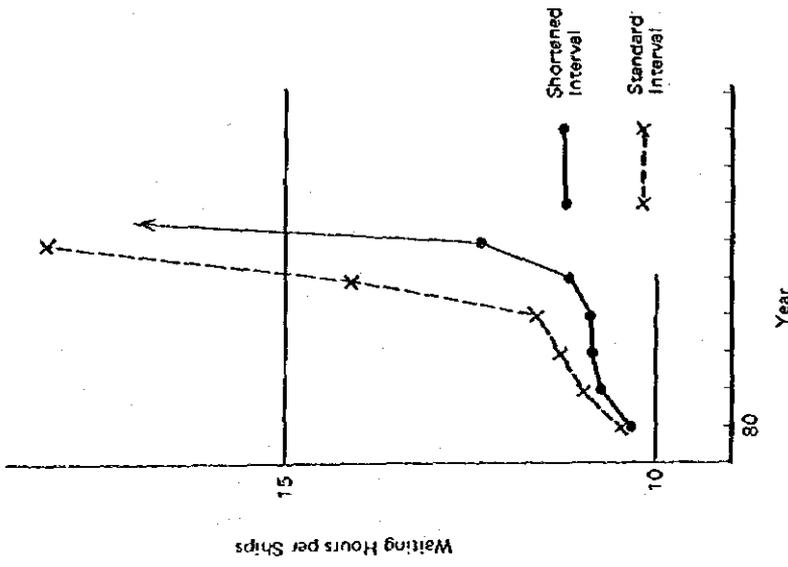


図3-4 待船時間

第4章
西側航路拡巾案の検討

第4章 西側航路拡巾案の検討

4-1 通航需要予測

本節の目的は、350,000 DWT以上の大型タンカー（ULCC）を対象とした複線・拡巾計画案を採用した場合のスエズ運河通航隻数と運河収入を予測することにある。

複線化計画案の通航需要予測については、メイン・レポートにおいて予測結果がとりまとめられている。そこで、この補足レポートではメイン・レポートの予測結果と本節の予測結果を比較しながら要点を記述する。

1) 需要予測方法

通航需要予測は、タンカーとノンタンカーの予測に大別される。複線・拡巾計画は、南行の350,000 DWT以上の大型タンカーの運河航行を可能にする計画であり、ノンタンカーの通航需要は複線化計画案の予測結果と変わるものではない。すなわち、複線・拡巾計画は、南行タンカー（350,000 DWT以上）のスエズ運河通航を可能とし、タンカー通航隻数と収入の増加に寄与するものと予想される。

本節で採用した需要予想方法は、メイン・レポートと同一であり、その入力データのみが異なる。タンカー需要予測モデルの概略は、図4-1に示す通りである。

このモデルの入力データである最大通航可能船型を、表4-1の様に変更し、通航隻数と収入の予測を行った。

表4-1 最大通航可能船型

	Doubling and Widening Plan	Doubling Plan
Southbound (in ballast)	All Existing Tankers can pass through the Canal.	Maximum 350,000 DWT
Northbound (laden)	Maximum 150,000 DWT	Maximum 150,000 DWT

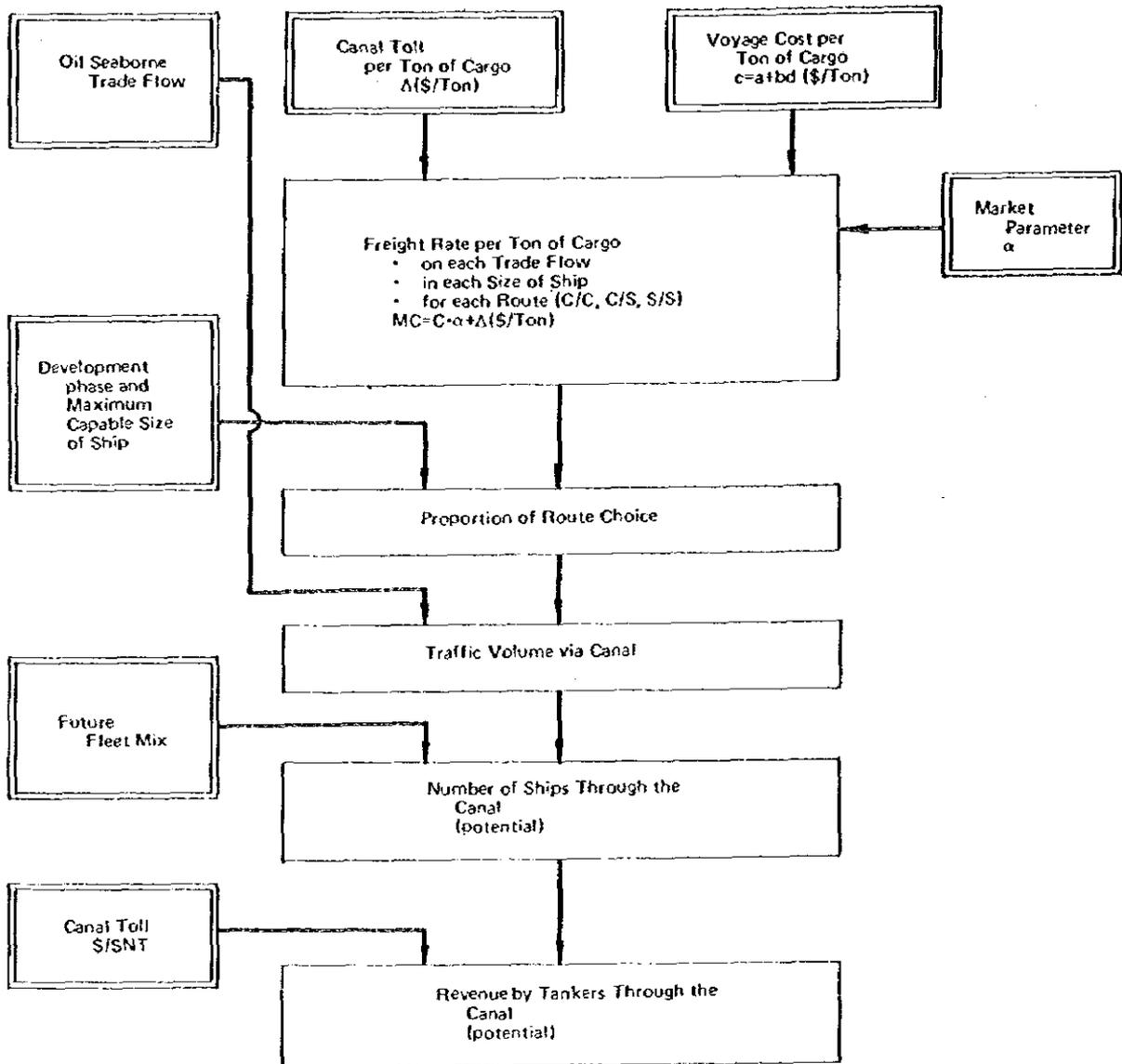


図 4 - 1 タンカー需要予測モデルの概略

2) 通航需要予測結果

メインレポートで述べた High Case, Base Case, Low Case の3つのケースについて、潜在通航隻数と潜在運河収入を予測した。

複線・拡巾計画案と複線計画案の両ケースの予測結果を対比して表4-2に示す。

表4-2 潜在通航隻数と潜在運河収入

	Case		1980	1985	1990	1995	2000
	Potential Number (Ships/day)	Doubling and Widening	High	70.36	91.99	118.39	141.86
Base			68.28	83.89	103.34	120.07	139.63
Low			66.20	76.55	92.64	108.10	125.44
Doubling		High	70.27	91.76	118.09	141.54	170.84
		Base	68.22	83.73	103.10	119.79	139.33
		Low	66.16	76.47	92.51	107.92	125.28
Potential Revenue (10 ⁶ US\$/year)	Doubling and Widening	High	846.5	1154.9	1485.5	1765.0	2086.6
		Base	792.9	1041.7	1320.8	1542.0	1768.0
		Low	734.8	900.6	1141.7	1358.9	1574.7
	Doubling	High	835.0	1126.4	1448.1	1723.9	2045.8
		Base	785.2	1021.6	1290.6	1506.7	1730.5
		Low	730.5	890.9	1125.5	1336.4	1548.4

複線・拡巾計画案と複線計画案の通航隻数と運河収入の差は、表4-3に示す通りである。これらの差は、350,000 DWT以上の大型タンカーが通航することによる増加分である。ノンタンカーの隻数と収入については、両計画案とも同一である。

表4-3 潜在通航隻数と潜在運河収入の増加

	Case	1980	1885	1990	1995	2000
Increase in Potential Number (Ships/day)	High	0.09	0.23	0.30	0.32	0.32
	Base	0.06	0.16	0.24	0.28	0.30
	Low	0.04	0.08	0.13	0.18	0.21
Increase in Potential Revenue (10 ⁶ US\$/Year)	High	11.5	28.5	37.4	41.1	40.8
	Base	7.7	20.1	30.2	36.2	37.5
	Low	4.3	9.7	16.2	22.5	26.3

Low Case は、タンカー市況の回復が遅れる場合であり、拡巾による効果は少なく、1885年の収入増は約10百万米ドルである。

High Case は、タンカー市況の回復が早まるケースであり、拡巾による効果が大きく、

1885年の収入増は約29百万米ドルである。

各ケースとも、市況が回復するにつれて拡市の効果が表われ、2000年には26百万米ドルから41百万米ドルの収入増が見込める。

通航隻数と収入の増加をより詳しくみるために、Base Case について、その内訳を表4-4に示す。

表4-4 タンカー通航隻数とタンカー収入：Base Case

Year	Case	(Ships)			(10 ⁶ US\$)		
		North	South	Total	North	South	Total
1980	D/W	4.60	6.84	11.44	91.80	226.29	318.10
	D	4.60	6.78	11.38	91.80	218.64	310.45
	Difference	0	0.06	0.06	0	7.65	7.65
1985	D/W	4.78	7.97	12.75	102.05	323.86	425.91
	D	4.78	7.81	12.59	102.05	303.76	405.81
	Difference	0	0.16	0.16	0	20.10	20.10
1990	D/W	5.46	9.21	14.67	129.54	398.02	527.56
	D	5.46	8.98	14.44	129.54	369.29	498.83
	Difference	0	0.23	0.23	0	30.22	30.22
1995	D/W	5.78	9.80	15.58	142.83	436.73	578.76
	D	5.78	9.52	15.30	142.03	400.58	542.61
	Difference	0	0.28	0.28	0	36.15	36.15
2000	D/W	5.86	9.83	15.69	148.35	439.89	588.24
	D	5.86	9.53	15.39	148.35	402.37	550.72
	Difference	0	0.30	0.30	0	37.52	37.52

不況期の1980年においては、拡市による通航隻数の増加は1日当り0.06隻であり、収入増は約8百万米ドルである。しかし、市況の回復に伴って、拡市の効果が表われ、2000年には通航隻数は1日当り0.3隻増加し、収入も約3千8百万米ドル増加する。

3) まとめ

350,000 DWT以上の大型タンカーの運河航行を可能とすることを目的とした複線・拡市案の通航隻数と運河収入を予測した結果は次のとおりである。

- ① 350,000 DWT以上の大型タンカーが全タンカーに占める船腹量(DWT)の割合は各ルートによって異なるが、アラビア湾-北西ヨーロッパ及びアラビア湾-北米ルートでは10~13%、アラビア湾-地中海は5%程度である。しかしながら、これらの大型タンカーが全てスエズ運河を通航するか否かは運賃市況によるところが大きく、好況時にはスエズ運河を利用し、不況時はケープ経由を通航する船が増大する。

② 通航需要予測は、タンカーの船腹需給が1980年代の後半に回復する場合を Base Case とし、より回復の早まる High Case、回復の遅れる Low Case の3ケースの予測を行った。

その結果、収入に与える抜中の効果は、1985年において、年間10百万米ドル (Low Case) から29百万米ドル (High Case) であり、2000年において年間26百万米ドル (Low Case) から41百万米ドル (High Case) である。隻数に与える効果は、1985年において、High Caseで1日0.1隻程度であり、2000年では、1日0.2隻 (Low Case) から0.4隻 (High Case) である。

大型タンカーの通航確保による効果は、不況下では少ないが好況時には大きな効果があり、総運河収入の2%程度、総タンカー収入の6%程度が見込める。

4-2 実施計画

4-2-1 概要

メインレポートの第Ⅰ期計画とマスタープランの浚渫土量を比較すると次のとおりであり、

	第Ⅰ期計画	マスタープラン
西側水路	253,600×10 ³ m ³	298,200×10 ³ m ³
東側水路	302,200 "	729,800 "
合計	555,800 "	1,028,000 "

第Ⅰ期計画以後の浚渫残土量の大部分が東側水路で、西側水路には10%に満たない約45×10⁶ m³を残すのみである。この西側水路の残土量を第Ⅰ期計画に含めて浚渫してしまうと通航可能船型は第Ⅰ期計画の空船の35万DWTタンカーからマスタープランの空船の50万DWTタンカーに拡大することができる。

第Ⅰ期計画は第Ⅰ期計画に引続いて運河断面の拡巾増深よりも複線化を先行して実施する方針のもとに運河通航対象船型及び運河断面を第Ⅰ期計画と合わせるように計画した。そのために、西側水路では上記のような浚渫残土量が生じたが、この程度の残土量では第Ⅰ期計画と同時に浚渫する方が別途に浚渫するよりも大巾に投資額を節減することができる。したがって、この際に西側水路をマスタープランの断面まで浚渫すべきかどうかをフィージビリティ・スタディとして追加する。

4-2-2 施工計画

浚渫断面はメインレポートの図5-2-3のとおりであり西側水路はマスタープランの断面に、東側水路は第Ⅰ期計画の断面に浚渫するものとする。そのための浚渫土量は表4-5のとおりである。

この浚渫土量は、第Ⅰ期工事の深浅測量図がまだ整備されていないために第Ⅰ期工事の標準断面を基準にして算出している。第Ⅰ期工事で施工された浚渫断面は当然標準断面よりも巾広く、深く掘り込まれているので、実際の深浅測量図から計算すると浚渫土量は少なく算出される。したがって、複線化区間の浚渫土量は正確であるが、拡巾または増深する区間の浚渫土量は相当の誤差を含んでいる。とくに、Ballah バイパス、Deversoir バイパスなどのように0.5~1.0m厚の増深を行なう区間は、第Ⅰ期工事後の深浅測量図から浚渫所要区域と土量を抽出すると、おそらくはところどころに所定の水深に不足するところが散在する程度で大部分の区域はすでに所定の水深が確保されているものと想定されるので、その結果を確認してから増深のために浚渫する区域と必要性を判定することが望ましい。

浚渫工事についてのSCA直営浚渫船団と請負浚渫船団との施工区分は、まずSCAの直営浚渫船団が優先的に施工能力に相当する区間を確保し、残りの区間を請負の浚渫船団が分担することにする。

SCAの所有しているポンプ式浚渫船のうち、この複線拡巾計画に有効に活用できる浚渫船は、10,000PS級3隻（4隻のうち第1期工事中に沈没した1隻は除外する）、5,500PS級2隻、1,700～3,300PS級4隻の合計9隻である。このうち、10,000PS級3隻と5,500PS級1隻を複線化区間に、他の5隻を拡巾区間に充当することにして、各浚渫船の能力に応じて浚渫区間を割付けると、複線化のための浚渫工程は図4-2のとおりである。

この工程計画にしたがって浚渫工事が実施されると西側水路をマスタープランの通航対象とした50万DWT空船タンカーが通航可能となるのは、km1.5～17、km13.5～14.5の区間が開通する1989年からとなる。

Section	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Dredger
Km16.0~52.0. Widening					36M			SCA 3,300HP×1, 2,450HP×1, 1,700PS
Km52.0~58.0. Widening					36M			SCA 5,500HP×1
Km73.5~101.0. Widening	■				42M			Contractor 4,000HP×1
Km101.0~122.1. Widening	■				42M			Contractor 5,000HP×1
Km145.0~161.0. Widening	■				42M			Contractor 4,000HP×1

図4-2 浚渫工程計画

表 4-5 浚渫土量

Section	West Channel 10 ⁶ m ³	East Channel 10 ⁶ m ³	Remarks
Port Said Approach	51.6		
Km 1.5 - 16.0	61.7		
16.0 - 30.0	4.5	56.7	
30.0 - 42.0	3.9	53.6	
42.0 - 52.0	4.4	41.5	
52.0 - 58.0	4.3		
58.0 - 73.5	57.2		
73.5 - 94.5	4.5	79.6	
94.5 - 101.0	3.0		
101.0 - 109.0	2.8		
109.0 - 114.8	2.5		
114.8 - 122.1	4.1		
122.1 - 134.5	37.9		
134.5 - 145.0	40.3		
145.0 - 161.0	5.0	62.9	
Suez Approach	10.5	7.9	
Total (Phase I)	134.1	231.4	
Total (2nd Stage)	298.2	302.2	

4-2-3 工 事 費

複線・拡巾計画の浚渫工事費は表4-6のとおりである。このうち、複線化する区間の工事費は、東側水路が全くメインレポートと同じであり、西側水路が水深が0.5~1.0m深くなり土量が増加した分だけ増額となっている。拡巾する区間は浚渫断面が幅員10~40m、または増深厚0.5~1.0mであり、浚渫条件が悪くて浚渫効率は複線化区間の35~60%に低下する。そのため浚渫単価は1.5~3.0倍の割高となっている。なお、この工事費はメインレポートと同じく、1979年価格であり、通貨換算率は0.69LE=1\$=240円を基準にして計算したものである。またこの工事費の中には10%のコンティンジェンシーを含めている。

この複線拡巾計画の浚渫工事費のうち拡巾部分に要する工事費をPhase IとPhase II、複線計画と拡巾計画に分けると次の通りである。

	複線計画	拡巾計画	合 計
複線計画 (Phase I) と 拡巾計画	83.10 10 ⁶ LE + 231.0 10 ⁶ \$	17.0 10 ⁶ LE + 41.5 10 ⁶ \$	100.0 10 ⁶ LE + 272.5 10 ⁶ \$
複線計画 (Phase II) と 拡巾計画	132.2 + 442.6	18.3 + 46.2	150.5 + 488.8

各年度別の工事費の配分は表4-7~8のとおりである。

表 4 - 6 浚深工事費

Section	West Channel		East Channel		Remarks
	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	
Port Said Approach	7.3	17.6			SCA and Contractor
Km 1.5 - 16.0	15.3	8.6			SCA
Km 16.0 - 30.0	2.2	1.2	17.1	9.6	SCA
Km 30.0 - 42.0	2.4	1.3	20.4	11.5	SCA
Km 42.0 - 52.0	3.0	1.7	17.3	9.8	SCA
Km 52.0 - 58.0	4.5	2.5			SCA
Km 58.0 - 73.5	8.6	62.0			Contractor
Km 73.5 - 94.5	1.2	8.3	11.8	84.1	Contractor
Km 94.5 - 101.0	0.7	4.7			Contractor
Km 101.0 - 109.0	0.6	4.4			Contractor
Km 109.0 - 114.8	0.6	4.1			Contractor
Km 114.8 - 122.1	1.0	6.9			Contractor
Km 122.1 - 134.5	6.7	47.1			Contractor
Km 134.5 - 145.0	7.1	50.9			Contractor
Km 145.0 - 161.0	1.9	13.3	15.9	119.8	Contractor
Suez Approach	2.8	11.1	2.1	8.3	Contractor
Total	65.9	245.7	84.6	243.1	Phase I + Widening Phase II + Widening
	100.0x10 ⁶ LE+272.5x10 ⁶ \$ 150.5x10 ⁶ LE+488.8x10 ⁶ \$				

表 4 - 7 年次別建設費 (Phase I)

Year	Dredging		Civil Works		Total		Remarks
	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	
1981	12.1	16.4	34.5	6.7	46.6	23.1	
1982	20.4	65.9	48.4	9.7	68.8	75.6	
1983	20.4	65.9	47.6	9.8	68.0	75.5	
1984	20.8	67.6	47.6	9.9	68.4	77.5	
1985	12.1	28.8	15.5	3.1	27.6	31.9	
1986	14.2	27.9			14.2	27.9	
Total	100.4	272.5	193.6	39.2	293.6	311.7	

表 4 - 8 年次別建設費 (2nd Stage)

Year	Dredging		Civil Works		Total		Remarks
	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	
1981	12.1	16.4	34.5	6.7	46.6	23.1	
1982	20.4	65.9	48.4	9.7	68.8	75.6	
1983	20.4	65.9	47.6	9.8	68.0	75.7	
1984	20.8	67.6	47.6	9.9	68.4	77.5	
1985	12.1	28.8	17.6	3.4	29.7	32.2	
1986	12.1	28.8	7.9	1.9	20.0	30.7	
1987	16.1	39.2	11.5	4.2	27.6	43.4	
1988	16.1	39.2	24.9	6.6	41.0	45.8	
1989	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
1990	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
1991	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
1992	4.3	26.4	13.5	2.4	17.8	28.8	
1993	4.3	26.4	13.5	2.4	17.8	28.8	
1994	4.0	24.2			4.0	24.2	
Total	150.5	488.8	307.5	64.2	458.0	553.0	

4-3 経済・財務評価

4-3-1 経済評価

本節では、複線・拡巾案の経済効果をメイン・レポートのスタディと同じ方法によって分析する。まず複線・拡巾案について費用と便益を算定し、これらから内部収益率を求める。次にこの内部収益率と複線化案の内部収益率と比較・評価する。なお、ここでは国民経済的な便益のみを対象としている。

1) 検討ケース

スタディの対象とする複線・拡巾案は、複線化案の場合と同様、Phase I および全線複線化案の2つの複線化段階を採り上げている。各複線化段階案の供用開始プログラムは、複線化の場合と全く同じである。よって、Phase I の Step 1 は1985年より Step 2 は1988年より供用開始となり、全線複線化案は1994年に完成し、1995年には開通させることができる。

2) 費用

各検討ケースの費用は、4-2で積算した建設費を用いている。なお維持・管理費等は複線・拡巾案でも複線化案とほとんど変わるところはないので複線化案の値を準用することとしている。

建設費には、10%のフィジカル・コンティンジェンシーを含んでいるが、プライス・エスカレーションを含めていないのは、メイン・レポートの場合と同様である。なお、タグ・ポート等の設備については、複線化案の場合の規模で対処できるとして、複線化案の設備費をそのまま用いている。

3) 便益

ここでは国民経済的な評価を行なうので、便益としては複線・拡巾案により期待される運河収入増となる。但し、Phase I の段階では、350,000DWT以上の空船タンカーは通航不能なので便益は発生しないが、完全複線化の場合には、西側水路の拡巾が1988年に終了するので、1989年より350,000DWT以上の空船タンカーによる収入増が期待される。運河を拡巾することにより期待される空船タンカーの通航隻数は、2000年でも1日あたり0.3隻程度であることから、運河の容量飽和にはほとんど影響を与えない。よって増加する350,000DWT以上の空船タンカーの通航隻数から期待し得る収入は、そのまま拡巾による収入増と考えて良いわけである。全線複線化の場合には、2000年以降も運河は飽和しないので、プロジェクト・ライフ期間中、運河収入は増加を続けることとなる。完全複線化の場合の複線・拡巾案の主要年次の運河収入は、表4-9のように推定される。なお、運河の通航容量に飽和した船舶は、大型船からでなく、各年次の平均船型で順次スエズ・ルートからケープルートに転換してゆくものと考え、これから得られる運河収入増(メイン・レポート第Ⅱ篇では、R-1の収入と定義している。)を便益としている。また需要はBase Case

のみで、High Caseについてはスタディしていない。

表 4-9 複線・拡巾計画による運河収入増

(10⁶ US\$)

	Increase in revenues due to doubling	Increase in revenues due to widening	Increase in revenues due to doubling and widening
1985	94.2	20.1	114.3
1988	200.0	26.7	226.7
1989	255.7	28.6	284.3
1990	311.3	30.2	341.5
1995	565.4	36.1	601.5
2000	752.6	37.5	790.1

4.) 内部収益率

前節までに求めた費用および便益から複線・拡巾案の内部収益率を算定した。内部収益率の算定にあたって、プロジェクト・ライフは本レポートの場合と同様20年とした。

Phase I および完全複線化(第II期拡張計画)の複線・拡巾案の内部収益率は、次に示すとおりである。

	複線・拡巾計画案	複線化案 [*]
Phase I	22.7%	24.2%
Phase I + Phase II	23.4%	23.1%

注. *は、メイン・レポート第XII篇参照

Phase Iの複線・拡巾計画案では、西側水路の拡巾を行なってもkm0~16区間、km122~145区間の西側水路の拡巾工事が完了しないので350,000DWT以上のタンカーによる収入増が期待できないことから、拡巾工事分の費用が増える分だけ内部収益率は低下する。

運河の複線化が進み、km0~16区間およびkm122~145区間の複線・拡巾が完了すと350,000DWT以上のタンカーによる収入が期待できるので、運河の完全複線化に西側水路の拡巾を組み合わせる計画から、複線化案を僅かながら上回る内部収益率が得られる。つまり、拡巾工事による費用と350,000DWT以上の空船タンカーによる収入から、複線化案と同様の収益性が期待されるわけである。

以上より、複線化計画の中で西側水路の拡巾計画をとり込むことは、Phase Iの段階では内部収益率は低下するが、350,000DWT以上の空船タンカーの通航が可能となる全線

複線化計画では、複線化案の経済的フィージビリティに何等影響を及ぼすものでないことが判明した。

なお、表4-A-1および2に内部収益率の計算シートを掲げた。

5) 評 価

複線・拡巾案の経済的評価は、次のように結論される。

- ① Phase I の複線化案に、350,000DWT以上の空船タンカーを対象として西側水路を先行的に拡巾する案を組み合わせて実施すると、複線化案に比較して僅かながら収益性は低下するが、経済的フィージビリティは十分に確認できる。
- ② Phase I に引続き運河の全線複線化を西側水路の拡巾と組み合わせて実施すると、350,000DWT以上の空船タンカーによる通航収入増が期待できることにより、複線化案の場合と同様同じ収益性が期待できる。
- ③ 以上より、西側水路の拡巾と複線化案を組合せた複線・拡巾案の経済的フィージビリティは、メイン・レポートでスタディした複線化案の結果と大きく変わることはなく、メイン・レポートの経済分析の結論は、そのまま複線・拡巾案にも適用し得ると考えられる。

4-3-2 財 務 評 価

本節では、Phase I の複線・拡巾案の財務的フィージビリティについて検討する。財務的な評価は、DCF法によって算出されるFRRによることとしている。

1) 費用と便益

建設費にはフィジカル・コンティンジェンシーのほか、ブライス・コンティンジェンシーが含まれている。なお、タグ・ボート等の設備は、複線化案の場合の規模で対処できるので、複線化案の場合の費用を用いるのは、経済分析の場合と同様である。

営業管理費については、複線・拡巾案と複線化案とは管理体制が基本的に異なることはないので、複線化案で採用した運営費、維持・補修費、一般管理費ならびに維持浚渫費等をそのまま採用した。なお、減価償却費、支払利息および税金はコストに含めていない。

一方、便益は経済分析の場合と同様、複線化による便益だけを対象としている。

2) FRRと評価

FRRを算定する期間は、複線化案の場合と同様、工事開始後16年とした。複線・拡巾案のFRRは、次に示すとおりである。

	複線・拡巾案	複線化案*
内部収益率	15.8%	17.3%

注：*については、メイン・レポート第XI篇参照

以上の結果より、複線・拡巾案は、拡巾工事の費用だけ複線化案に比較して増加するので、

内部収益率は複線化案に較べて若干低下するが、財務的フィージビリティに影響を及ぼすほどではない。この結果から、複線・拡巾案はできるだけ早い機会に350,000DWT以上の空船タンカーの通航を可能とするように南航用水路の拡巾を完成させる必要性が認識できる。

なお、表4-A-3に内部収益率の計算シートを示す。

表 4-A-1 IRR 計算シート

-- Doubling and Widening Plan (Phase I) --

IRR = 22.7%

(Unit: 10⁶ US\$)

No.	Year	COSTS			BENEFITS		Net Profit
		Total	Construction & Equipment	Operation	Total	Increased Revenue	
1	1981	90.6	90.6				△ 90.6
2	1982	175.3	175.3				△ 175.3
3	1983	174.3	174.3				△ 174.3
4	1984	176.6	176.6				△ 176.6
5	1985	104.5	100.0	4.5	94.2	94.2	△ 10.3
6	1986	61.5	56.0	5.5	119.3	119.3	57.8
7	1987	6.6		6.6	144.4	144.4	137.8
8	1988	8.7		8.7	200.0	200.0	191.3
9	1989	11.1		11.1	255.7	255.7	244.6
10	1990	13.5		13.5	311.3	311.3	297.8
11	1991	15.0		15.0	353.6	353.6	338.6
12	1992	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
13	1993	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
14	1994	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
15	1995	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
16	1996	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
17	1997	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
18	1998	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
19	1999	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
20	2000	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
21	2001	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
22	2002	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
23	2003	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
24	2004	16.9		16.9	395.8	395.8	378.9
25	2005	8.2		8.2	195.8	195.8	187.6
26	2006	8.2		8.2	195.8	195.8	187.6
27	2007	8.2		8.2	195.8	195.8	187.6
Total		1,082.0	772.8	309.2	7,211.3	7,211.3	6,129.3

表 4 - A - 2 I R R 計算シート
 - Doubling and Widening Plan (Phase I + Phase II) -
 IRR = 23.4%

(Unit: 10⁶ US\$)

No.	Year	COSTS			BENEFITS		Net Profit
		Total	Con- struction Equipment	Operation	Total	Increased Revenue	
1	1981	90.6	90.6				△ 90.6
2	1982	175.3	175.3				△ 175.3
3	1983	174.3	174.3				△ 174.3
4	1984	176.6	176.6				△ 176.6
5	1985	107.8	103.3	4.5	94.2	94.2	△ 13.6
6	1986	72.7	67.2	5.5	119.3	119.3	46.6
7	1987	90.0	83.4	6.6	144.5	144.5	54.5
8	1988	113.9	105.2	8.7	200.0	200.0	86.1
9	1989	56.8	45.7	11.1	284.3	284.3	227.5
10	1990	59.2	45.7	13.5	341.5	341.5	282.3
11	1991	60.7	45.7	15.0	385.3	385.3	324.6
12	1992	71.5	54.6	16.9	428.8	428.8	357.3
13	1993	73.3	54.6	18.7	475.8	475.8	402.5
14	1994	50.6	30.0	20.6	517.2	517.2	466.4
15	1995	22.6		22.6	565.4	565.4	542.8
16	1996	24.9		24.9	610.0	610.0	585.1
17	1997	27.4		27.4	650.6	650.6	623.2
18	1998	30.1		30.1	697.2	697.2	667.1
19	1999	33.1		33.1	746.0	746.0	712.9
20	2000	36.4		36.4	790.1	790.1	753.7
21	2001	40.1		40.1	830.8	830.8	790.7
22	2002	44.1		44.1	870.0	870.0	825.9
23	2003	48.5		48.5	911.3	911.3	862.8
24	2004	53.4		53.4	954.7	954.7	901.3
25	2005	52.2		52.2	800.3	800.3	748.1
26	2006	58.1		58.1	838.1	838.1	779.6
27	2007	64.7		64.7	877.8	877.8	813.1
Total		1,909.3	1,252.2	656.7	13,133.2	13,133.2	11,223.9

表 4-A-3 FRR 計算シート
 -- Doubling and Widening Plan (Phase I) --
 FRR = 15.8%

(Unit: 10⁶ LE)

No.	Year	COSTS			BENEFITS		Net Profit
		Total	Construction & Equipment	Operation	Total	Increased Revenue	
1	1981	71.6	71.6				△ 71.6
2	1982	148.1	148.1				△ 148.1
3	1983	157.4	157.4				△ 157.4
4	1984	171.5	171.5				△ 171.5
5	1985	105.8	102.7	3.1	65.0	65.0	△ 40.8
6	1986	64.3	60.5	3.8	80.4	80.4	16.1
7	1987	4.6		4.6	99.6	99.6	95.0
8	1988	6.0		6.0	133.8	133.8	127.8
9	1999	7.7		7.7	174.6	174.6	166.9
10	2000	9.3		9.3	216.0	216.0	206.7
11	2001	10.3		10.3	242.0	242.0	231.7
12	2002	11.7		11.7	273.1	273.1	261.4
13	2003	11.7		11.7	273.1	273.1	261.4
14	2004	11.7		11.7	273.1	273.1	261.4
15	2005	11.7		11.7	273.1	273.1	261.4
16	2006	11.7		11.7	273.1	273.1	261.4
Total		815.1	711.8	103.3	2,376.9	2,376.9	1,561.8

附 録

補足レポートの中で検討した複線・拡巾案は、将来西側水路となる現行運河の一部を先行的に拡巾してゆくもので、全区間の拡巾が完成するのは1988年である。しかし東水路の一部の区間を補完的に拡巾すると、早期に350,000 DWT以上の空船タンカーの通航を可能とすることができる。

本附録はPhase IのうちStep 1の完成する1984年に南航用水路の拡巾も同時に完成させるケースについて検討を加えたものである。

1. 通航容量分析

複線・拡巾案によって、南航タンカー（空船）の通航隻数の増加が予想されるが、本節ではこの増加にともなって運河の通航容量が飽和する時期がどのように影響を受けるかを検討している。

補足レポート4-1で行なった通航需要予測の結果から、標準船による通航容量の検討およびシミュレーション・テストによる通航容量の検討を行っている。

1-1 標準船型による通航容量の検討

1) 標準船による通航隻数

補足レポート4-1で得た通航需要予測の結果によると、西側水路を同時に拡巾して500,000 DWTタンカー（空船）までの通航を可能とする複線・拡巾案では、表4-3に示すように複線化案に比較して、1985年では0.1隻/日、90年では0.3隻/日、95年では0.3隻/日、2000年で0.4隻/年の空船タンカーの通航隻数が増加する。（但し、この数値はBase Caseの需要の場合である。）

標準船による通航容量飽和時期を検討するために、4-1の予測結果を標準船による通航隻数に換算する必要がある。標準船による換算は、メイン・レポートの場合と同様、次のとおりとした。350,000 DWT以上の空船タンカーの給間々隔は、60,000～350,000 DWTタンカーと同様、16分とした。

Displacement	Time Interval	Displacement	Time Interval
Non-tanker NRT		Tanker	
0-30,000	8	0-60,000DWT	12
-60,000	10	-150,000	16
60,000-	12	-250,000	16
		-300,000	16
		-350,000	16
		-500,000	16

Base CaseとHighの需要について、標準船に換算した通航隻数を表A-1に示す。1日あたりの通航隻数（標準船）で見ると、複線化計画に比較して、2000年でも0.5隻以下の隻数が増加するに過ぎない。

2) 通航容量の飽和時

本文の第IV篇で検討したように、第I期計画完成後の運河および将来順次複線化を進めていく各段階における運河の通航容量の飽和時をあらためて検討した。

運河の通航容量は、月に1～2度の待給が発生する通航量(日当り)と考えて、現在の運河および各複線化段階計画案の運河の容量を設定しているのは、本文第Ⅳ篇の方針どおりである。図A-1に経年的な日当り通航隻数と運河の通航容量の関係を示している。各複線化段階の通航容量と通航隻数曲線が交差する点から、飽和時期を読み取ることができる。表A-2に複線・拡巾案の飽和時期を、メイン・レポートで検討した複線化案の場合と対照させて示してある。これによると、運河の飽和時期は、西側水路を拡巾して、350,000 DWT以上の空船タンカーを通航させるように運河を整備しても、このクラスのタンカーの通航隻数は非常に少ないことから、飽和時にはほとんど影響が見られない。つまり、現状の運河は、1981年(High Case 需要の場合は、1980年)、Phase I, Step 1の運河は1988年(High Case 需要の場合は、1988年)に、通航容量に通航隻数が到達することとなり、複線化計画の場合と全く同じである。

表A-1 標準船の日当り通航隻数

	Real Ship		Standard Ship	
	Base Case	High Case	Base Case	High Case
1977	53.9		49.2	
78	58.2		53.2	
1980	68.4 (68.2)	70.4 (70.3)	62.5 (62.4)	63.9 (63.8)
85	84.1 (83.9)	92.0 (91.8)	75.6 (75.4)	82.7 (82.3)
90	103.5 (103.3)	118.4 (118.1)	92.9 (92.6)	105.5 (105.0)
95	120.4 (120.1)	141.8 (141.5)	107.3 (106.9)	125.1 (124.6)
2000	139.9 (139.6)	171.1 (170.8)	123.5 (123.0)	149.0 (148.5)

Note: Figures in brackets show the number of ships under the Doubling Plan.

表 A-2 運河容量の飽和年次

	Base Case		High Case	
	Doubling Plan	Doubling and Widening Plan	Doubling Plan	Doubling and Widening Plan
Existing	1981	1981	1980	1980
Plan 0	1984	1984	1983	1983
Plan 1 (Phase I, Step 1)	1988	1988	1986	1986
Plan 2	1990	1989	1987	1986
Plan 3 (Phase I, Step 2)	1992	1992	1988	1988
Plan 4	1995	1995	1990	1990
Plan 5 (Complete Doubling)	after 2000	after 2000	after 2000	after 2000

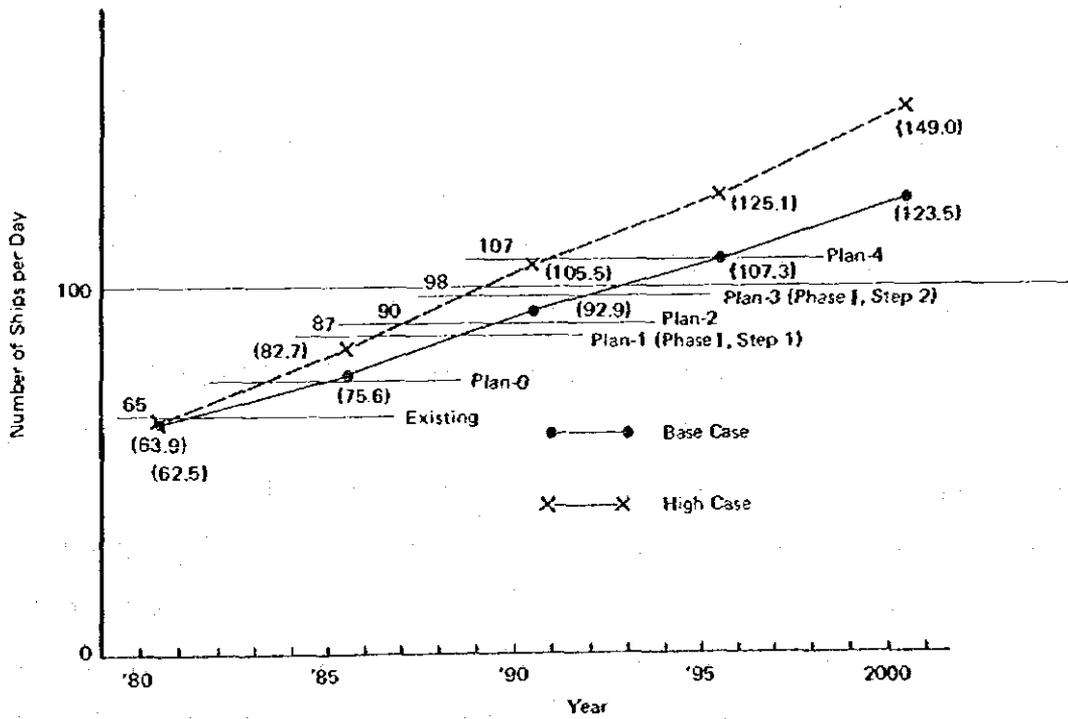


図 A-1 通航需要と運河容量

1-2 シミュレーション・テスト

メイン・レポート、第Ⅵ篇で行なったと同じシミュレーション・テスト4-1で得た通航需要予測値を用いて行ない、実船(Real Ship)による運河飽和時を検討した。

利用したシミュレーション・モデルは、メイン・レポートで開発したものと全く同じであり、通航量以外のインプット・データは、メイン・レポートの場合と全く同じである。

シミュレーションを実施した運河の複線化段階案は、現状のほか、Phase IのStep 1、Step 2の各ステップの3ケースであり、通航需要はBase CaseおよびHigh Caseの2ケースとした。実施したケースは次のとおりである。

Demand	Base Case	High Case
Doubling Stage		
Existing	○	○
Phase I, Step 1	○	○
Phase I, Step 2	○	○

1) 現状運河の飽和

シミュレーション結果を、待船発生回数(月あたり)、待船発生隻数(月あたり)および1隻あたり平均待時間に整理して、Base Caseの通航需要については、図A-2に、High Caseの通航需要については、図A-3に示した。

この結果によれば、複線・拡巾案の待船状況は、複線化等の場合とほぼ同じ傾向が見られ、標準船による検討結果と同じである。

つまり、通航需要がBase Caseで推移する場合、待船は1981年から発生し、1984年以降急激に増加してゆく。待船隻数でも1984年以降は慢性的な状況になり、この傾向は1984年以降1隻あたりの平均待時間が増加することからも伺われる。

一方、通航需要がHigh Caseで推移すると、待船は1982年以降急激に増加をはじめ、1983年以降は慢性化の傾向が見られるが、この結果も複線化案の場合と同様である。

以上、複線・拡巾案により350,000 DWT以上の空船タンカーを受け入れても、若干の待船隻数の増加等が見られるだけで、運河通航容量の飽和時期等には影響がないことが確認された。

2) Phase I運河の飽和

Phase I の Stage についても、同じようにシミュレーション・テストを試みた。この結果は、図 A-2 および図 A-3 に示してある。図からもわかるように複線・拡巾案の待船状況が、複線化案の場合とほぼ同じ傾向を示すので、運河の飽和時期についても、特に変わるところはない。つまり、Km 61～95 区間を複線化する Phase I, Step 1 の運河は、1988年 (High Case の場合は1986年) に待船が発生し、1989年 (High Case の場合は1987年) に慢性的な状況となる。また Km 0～135 区間が複線化される Phase I, Step 2 の運河は、1989年 (High Case の場合は1986年) に待船が発生し、1993年 (High Case の場合は1989年) に慢性的な状況となる。

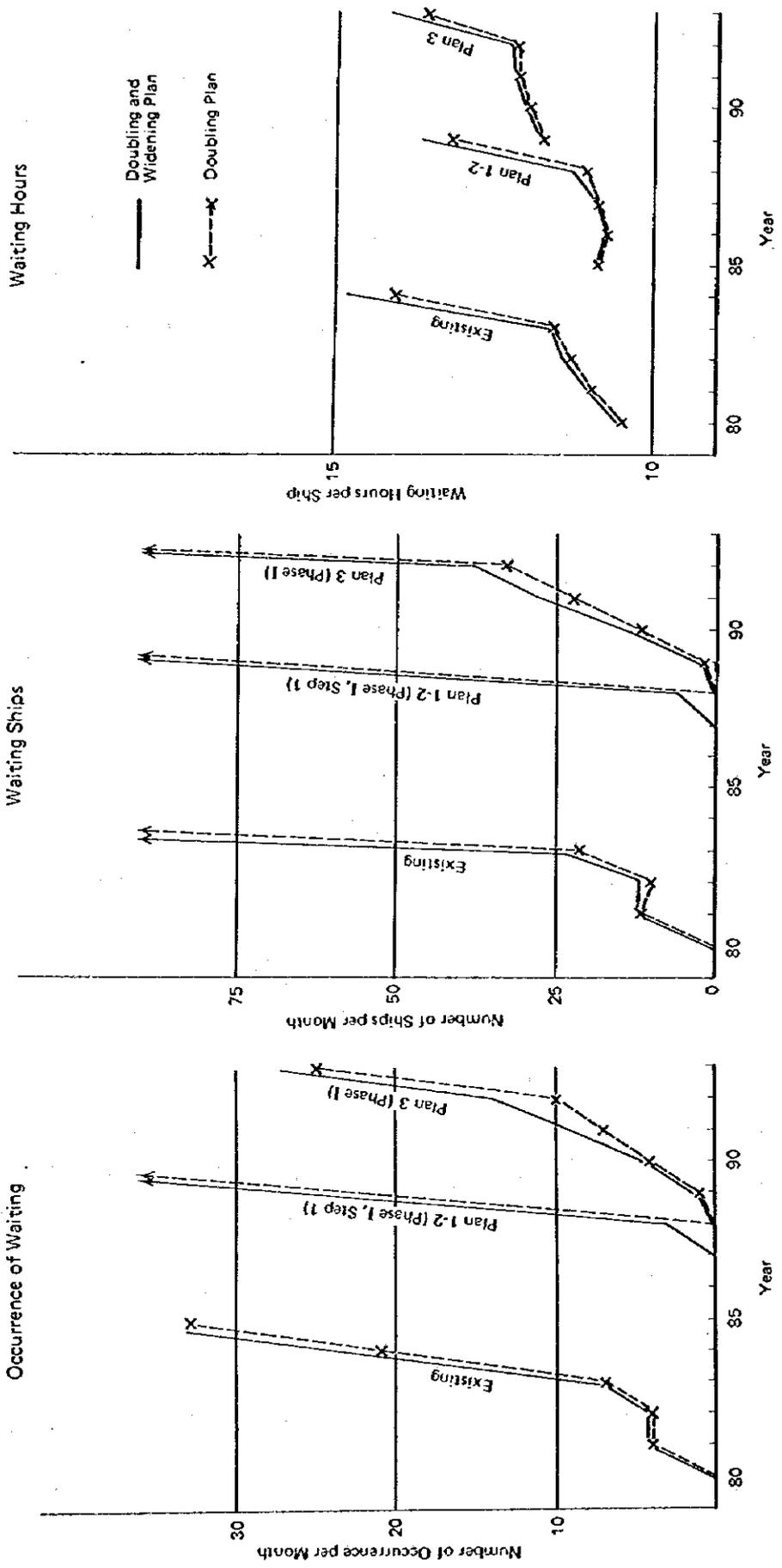
1-3 評 価

複線・拡巾案の運河飽和時期について検討してみたところ、本文の複線化案の場合と特に変わるところはない。よって、複線・拡巾案の実施テンポは、複線化案の場合と同じテンポで進めれば良いこととなる。つまり、Phase I のオープニング・プログラムとしては、遅くとも次のように進める必要がある。

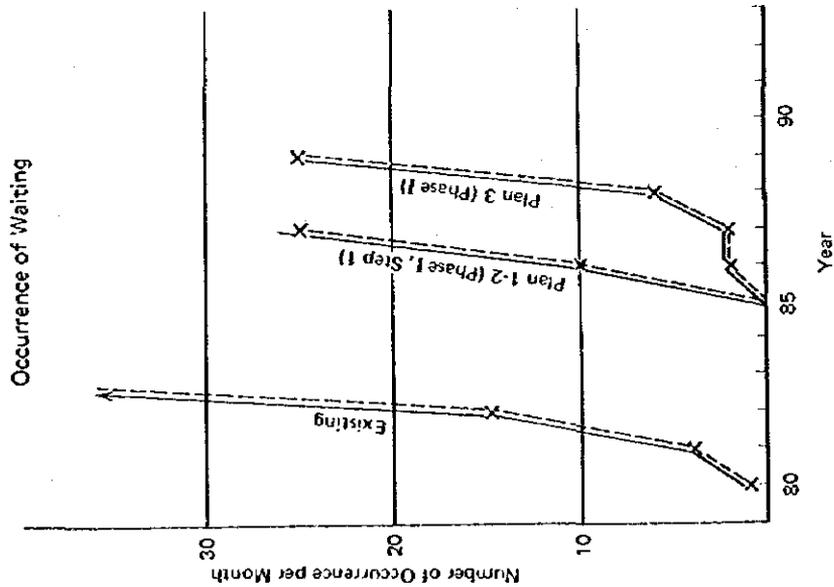
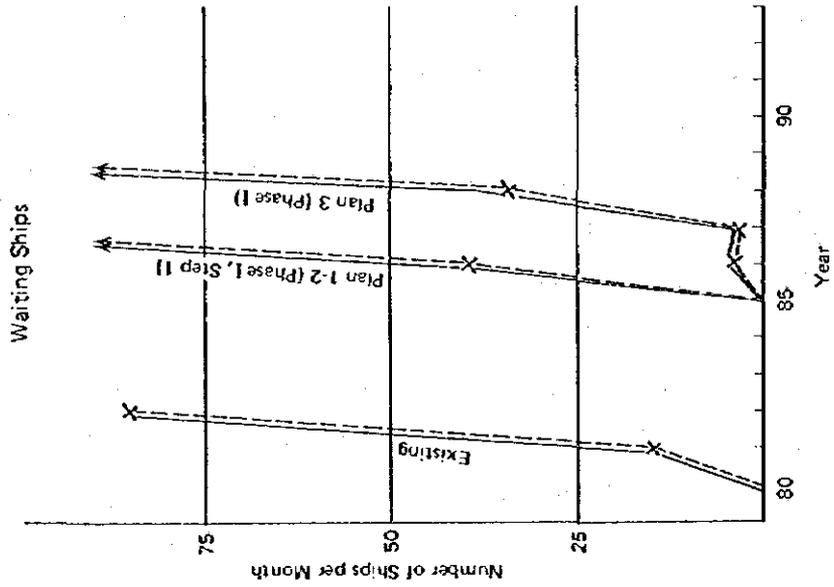
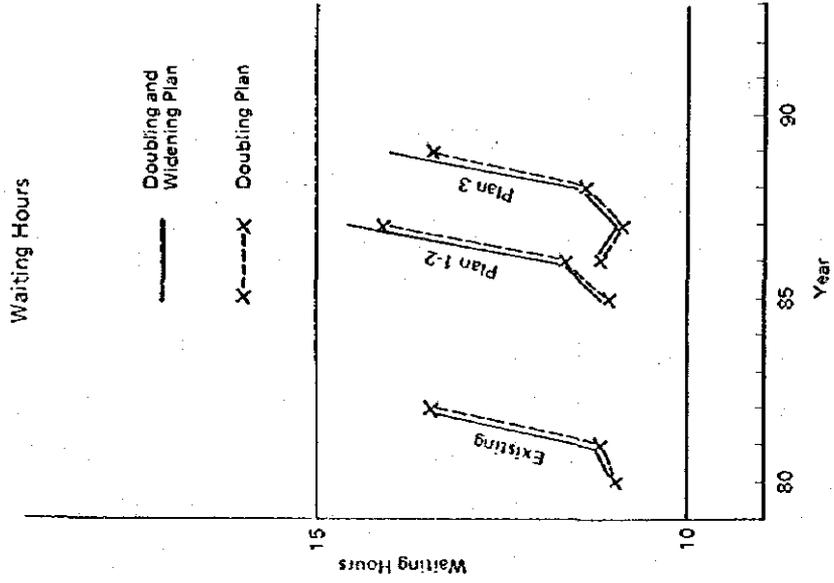
Step 1 (Phase I)	複線化実施区間	使用開始時期
	Km 61～95	1984年
Step 2 (Phase II)	Km 61～95	1987年
	Km 16～51	

検討結果からもわかるように、1981年から待船の発生が予想されるので、Step 1 はできるだけ早く完成させることが望ましく、第 I 期計画完成後工事着手可能な区間については、早急に実施に移すことが望まれる。

特に複線・拡巾案の場合には、拡巾区間は第 I 期計画完成後、直ちに着手できるので早期に実施に移すこととして、複線工事の遅延を招くことのないよう留意する必要がある。



図A-2 待船状況：Base Case



図A-3 待船状況：High Case

2. 実施計画

2-1 浚渫断面および浚渫土量

西側水路拡巾案では、西側水路の全区間をマスタープランの断面にまで拡巾が完了するのは1988年である。しかし、東側水路も一部分の区間を補完的に拡幅すると、早期に開通させることができる。そのために新たに検討する複線化と拡巾を組合せた、次の三通りについて検討する。

- Phase I・ Step 1 (Km58~94.5) …………… 複線・拡巾計画案 ①
- Phase I・ Step 2 (Km16~135) …………… 複線・拡巾計画案 ②
- Phase II (Km 0~161) …………… 複線・拡巾計画案 ③

複線・拡巾計画案①、②および③についての工事概要および浚渫断面図は図A-4、表A-3に示すとおりである。また浚渫土量を表A-4に示す。このうち複線拡巾計画①、②では $55,522 \times 10^3 m^3$ 、③では $63,451 \times 10^3 m^3$ が拡巾計画のための土量である。

浚渫土量は、第Ⅰ期工事の深浅測量図がまだ整備されていないために第Ⅰ期工事の標準断面を基準にして算出している。第Ⅰ期工事で施工された浚渫断面は当然、標準断面よりも巾広く、深く掘り込まれているので、実際の深浅測量図から計算すると浚渫土量は少なく算出される。したがって、複線化区間の浚渫土量は正確であるが、拡巾または増深する区間の浚渫土量は相当の誤差を含んでいる。とくにBallahバイパス、Deversoirバイパスなどのように0.5~1.0m厚の増深を行なう区間は、第Ⅰ期工事後の深浅測量図から浚渫所要区域と土量を遠出すると、おそらくほとんどころに所定の水深に不足するところが散在する程度で、大部分の区域はすでに所定の水深が確保されているものと想定されるので、その結果を確認してから増深のために浚渫する区域と必要性を判定することが望ましい。

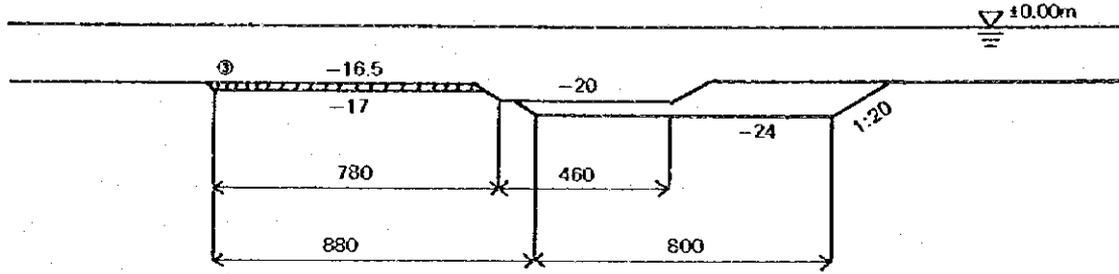
表 A-3 浚渫工事の概要

	Section Dredged	
	Section Doubled	Section Widened
Doubling and Widening Plan ①	Km 61 - 95 (Km 61 -- 73.4 West Channel) (Km 72.4 - 95 East Channel)	Km 1.5 - 16 East Channel Km 16 - 61 West Channel Km 73 - 122 west Channel Km 122 - 145 East Channel Km 145 - 162 West Channel Approach Channel (Suez)
Doubling and Widening Plan ②	Besides Doubling and Widening Plan ① Km 16 - 51 East Channel Km 122 - 135 West Channel	Same as Doubling and Widening Plan ①
Doubling and Widening Plan ③	Besides Doubling and Widening Plan ② Km 135 - 162 (Km 135 - 144 West Channel) (Km 144 - 162 East Channel) Km 0 - 16 West Approach Channel (Suez, Port Said)	Besides Doubling and Widening Plan ① Approach Channel (Suez)

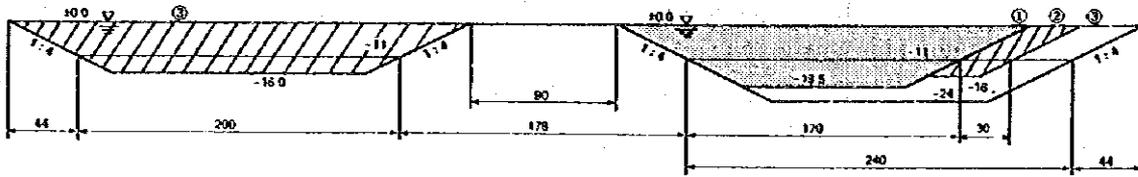
HM140
(PORT SAID)

West Channel

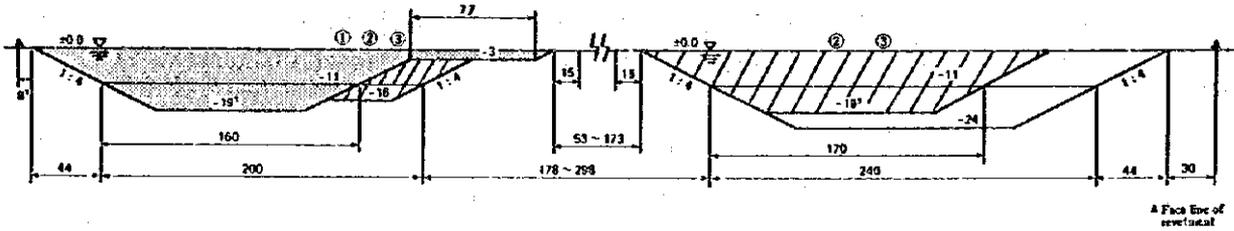
East Channel



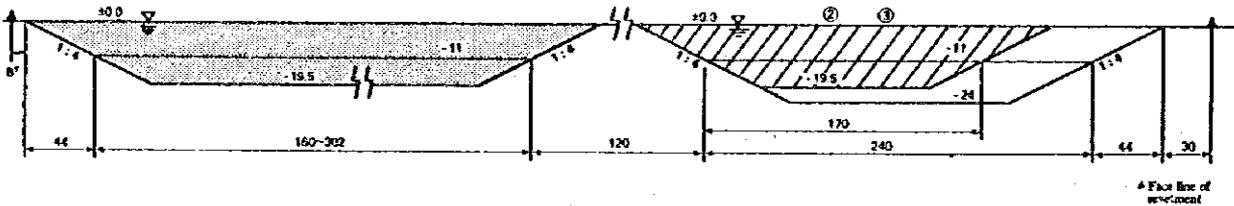
KM1⁵⁰⁰~KM16



KM16~KM30¹⁹



KM30¹⁹~KM35¹¹



KM35¹¹~KM50⁵

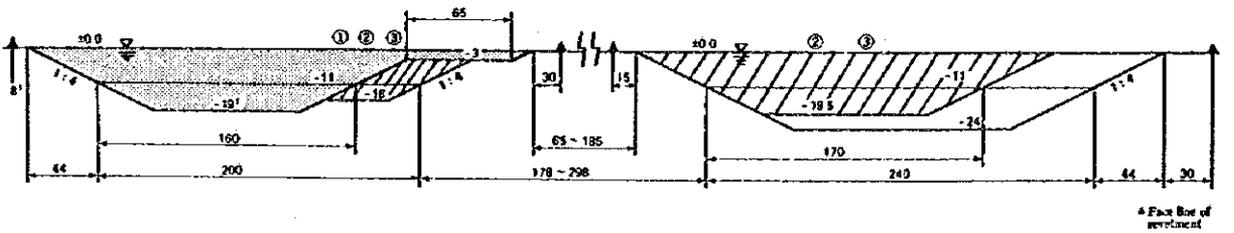
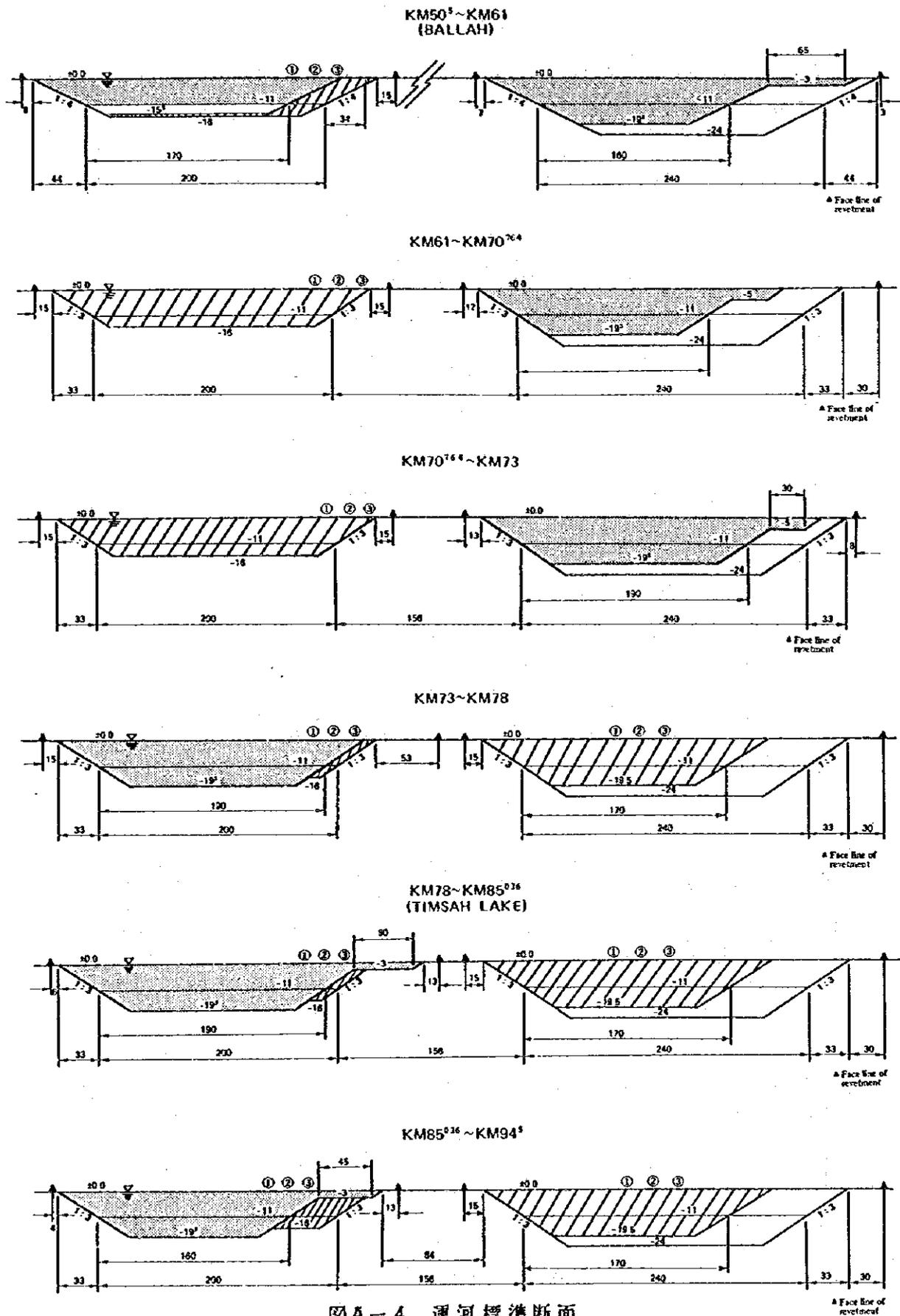
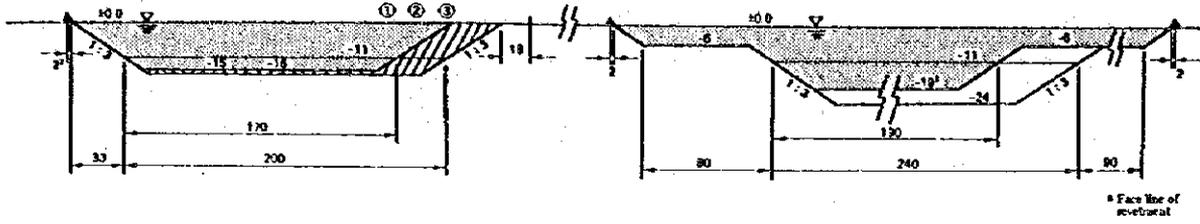


图 A - 4 運河標準断面

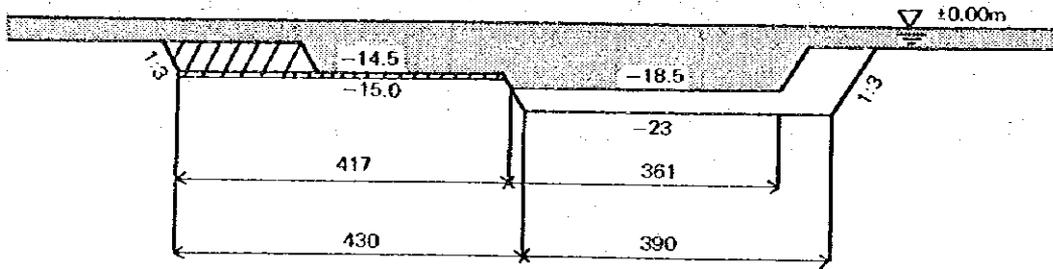


圖A-4 運河標準断面

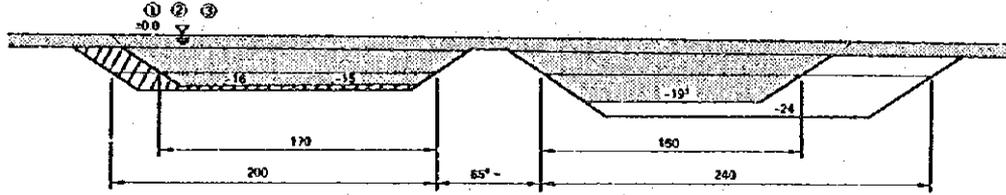
KM94⁵~KM101^{0.5}
(DEVERSOIR)



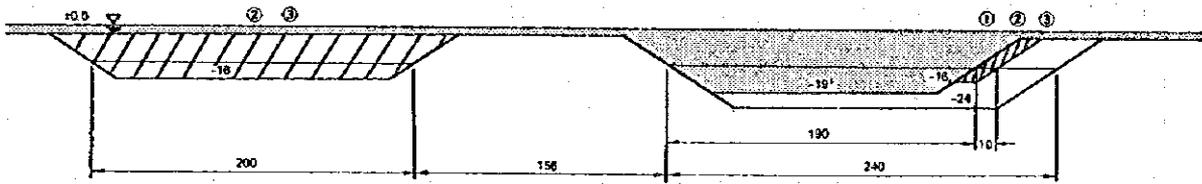
KM103⁷~KM114³
(GREAT BITTER LAKE)



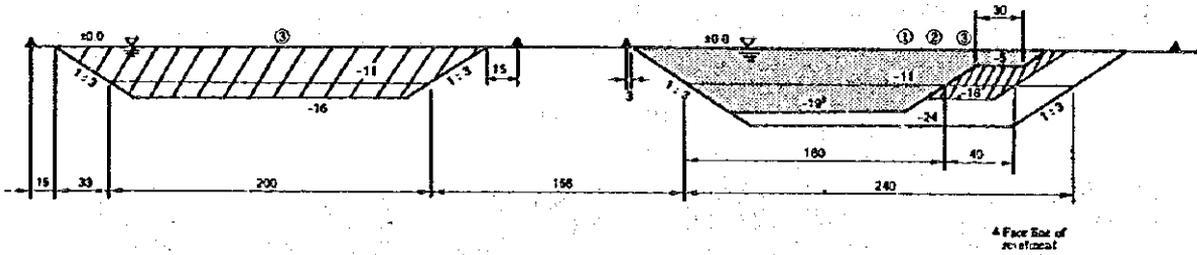
KM114³~KM122¹
(KABRIT)



KM122¹~KM133^{1.75}

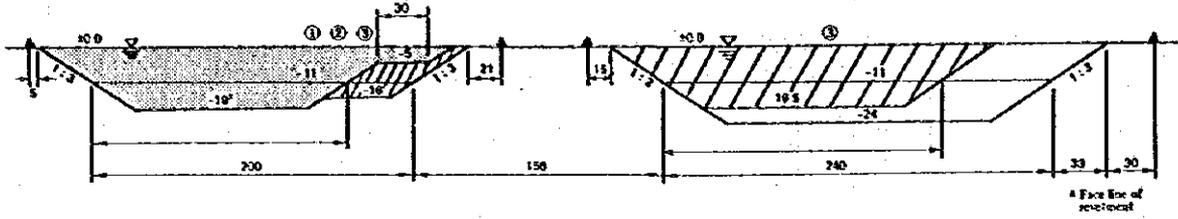


KM133^{1.75}~KM145

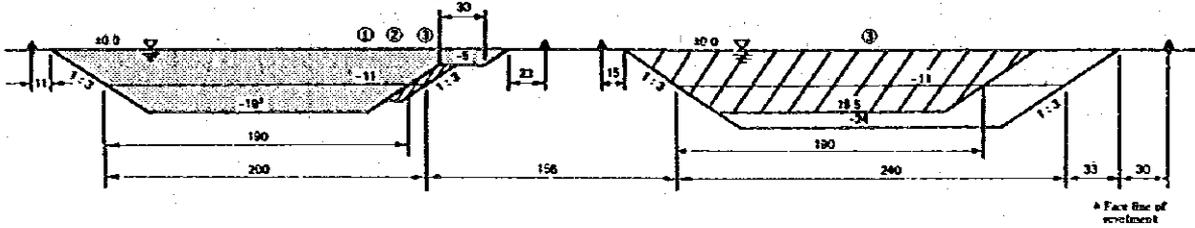


圖A-4 運河標準断面

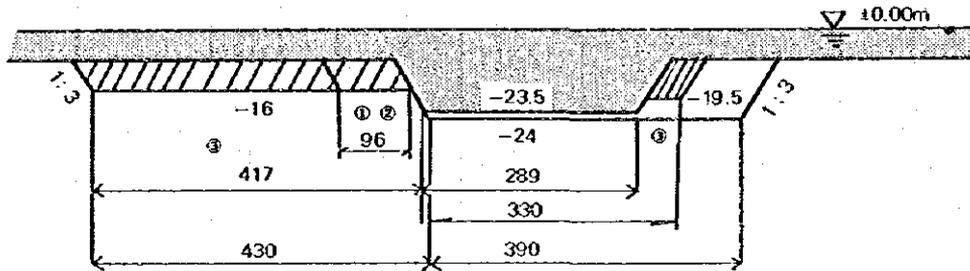
KM145~ KM153⁵²⁴



KM153⁵²⁴ ~ KM161⁸⁵



AT HM60
(SUEZ)



-  Cross Section after the First Stage
-  Dredging Section under the Second Stage
- ① : Doubling-Widening Plan ①
- ② : Doubling-Widening Plan ②
- ③ : Doubling-Widening Plan ③

図A-4 運河標準断面

表 A - 4 浚深土量

Section	Doubling-Widening Plan ①		Doubling-Widening Plan ②		Doubling-Widening Plan ③		Remarks
	West Channel	East Channel	West Channel	East Channel	West Channel	East Channel	
Port Said Approach	10 ³ m ³						
Km 1.5~ 16.0		7,040		7,040	51,558		
16.0~ 30.0	4,485		4,485	56,743	61,712	7,040	
30.0~42.0	3,899		3,899	53,616	4,485	56,743	
42.0~52.0	4,420		4,420	41,468	3,899	53,616	
52.0~58.0	4,264		4,264		4,420	41,468	
58.0~ 73.5	57,246		57,246		4,264		
73.5~ 94.5	4,508	79,645	4,508	79,645	57,246		
94.5~101.0	3,049		3,049		4,508	79,645	
101.0~109.0	2,818		2,818		3,049		
109.0~114.8	2,464		2,464		2,818		
114.8~122.1	4,110		4,110		2,464		
122.1~134.5		2,645	37,858	2,645	4,110		
134.5~145.0		5,250		5,250	37,858	2,645	
145.0~161.0	5,005		5,005		40,342	5,250	
Suez Approach	1,565		1,565		5,005	62,857	
Total	97,833	94,580	135,691	246,407	298,194	317,193	

2-2 施工計画

浚渫工事についてのSCAの直営浚渫船団と請負浚渫船団との施工区分は、まずSCAの直営船団が優先的に施工能力に相当する区間を確保し、残りの区間を請負の浚渫船団が分担することにする。

SCAの所有しているポンプ式浚渫船のうち、この複線拡巾計画に有効に活用できる浚渫船は、10,000PS級3隻(4隻のうち第1期工事中に沈没した1隻は除外する)、5,500PS級2隻、1,700~3,300PS級4隻の合計9隻である。このうち、10,000PS級3隻と5,500PS級1隻を複線化区間に、他の5隻を拡巾区間に充当することにして、各浚渫船の能力に応じて浚渫区間を割付けると複線・拡巾計画①ではkm7.45から北側をSCAの直営浚渫船団の施工区間、南側を請負浚渫船団の施工区間に分割することができる。

この複線拡幅計画の工程計画のうち、複線計画の工程は需要予測のベースケースに対応するPROGRAMME 1(メインレポート図9-3-1)で実施し、拡巾計画の工程は①の複線化の完成する1984年に同時に完成させるのが拡巾断面の開通時期からみて最適である。

この複線・拡幅計画案①、②、③の浚渫工程はA-5のとおりである。ポンプ浚渫船の必要隻数と総馬力数は、計画案①でSCA直営浚渫船団が9隻、55,650PSであり、請負浚渫船団が8隻、49,000PSである。

計画案②では、SCAの直営浚渫船団が4隻、35,500PSで請負浚渫船団が7隻、56,000PSであり、計画案③ではSCA4隻、35,500PSと請負3隻24,000PSである。

Plan	Section	Doubling or Widening	1881	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Doubling and Widening Plan ①	Km 1.5 - 52.0	Widening	SCA 3,300HPx1	SCA 2,450HPx1	1,700HPx2											
	Km 52.0 - 57.5	Widening	SCA 5,500HPx1													
	Km 57.5 - 74.5	Doubling	SCA 10,000HPx3	5,500HPx1												
	Km 73.5 - 94.5	Doubling	Contractor 8,000HPx4													
	Km 74.5 - 101.0	Widening	Contractor 4,000HPx1													
	Km 101.0 - 122.1	Widening	Contractor 5,000HPx1													
	Km 122.1 - 145.0	Widening	Contractor 4,000HPx1													
	Km 145.0 - 161.0	Widening	Contractor 4,000HPx1													
Doubling and Widening Plan ②	Suez Approach	Widening								Contractor 9,000m ³ (Hopper)x1						
	Km 17.0 - 32.5	Doubling								SCA 10,000HPx3	5,500HPx1					
	Km 32.5 - 53.0	Doubling								Contractor 8,000HPx4						
	Km 122.1 - 135.0	Doubling								Contractor 8,000HPx3						
Doubling and Widening Plan ③	Port Said Approach	Doubling								SCA 6,000m ³ (Hopper)	Contractor 9,000m ³ (Hopper)					
	Km 1.5 - 17.0	Doubling								SCA 10,000HPx3	5,500HPx1					
	Km 135.0 - 145.0	Doubling								Contractor 8,000HPx3						
	Km 145.0 - 161.0	Doubling								Contractor 8,000HPx3					Contractor 9,000m ³ (Hopper)	
	Suez Approach															

圖 A-5 浚深工程計畫圖

2-3 工事費

複線・拡巾計画案の浚渫工事費は表A-5のとおりである。このうち、複線化する区間の工事費は、東側水路が全くメインレポートと同じであり、西側水路が水深が0.5~1.0m深くなり土量が増加した分だけ増額となっている。拡巾する区間は浚渫断面が幅員10~40m、または増深厚0.5~1.0mであり、浚渫条件が悪くて浚渫効率は複線化区間の35~60%に低下する。そのため浚渫単価は1.5~3.0倍の割高となっている。なおこの工事費はメインレポートと同じく1979年価格であり、通貨換算率は0.69LE=1\$=240円を基準にして計算したものである。またこの工事費の中には10%のコンティンジェンシーを含めている。

この複線・拡巾計画の浚渫工事費のうち拡巾部分に要する工事費は

$$22.3 \times 10^6 \text{ L} \cdot \text{E} + 63.2 \times 10^6 \text{ \$}$$

各年度別の工事費の配分は表A-6のとおりである。

表A-5 浚渫工事費

Section	West Channel		East Channel		Remarks
	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	L.C 10 ⁶ LE	F.C 10 ⁶ \$	
Port Said Approach	7.3	17.6			SCA and Contractor
Km 1.5 - 16.0	15.3	8.6	2.1	1.2	SCA
Km 16.0 - 30.0	2.2	1.2	21.3*	12.0*	SCA *Km 16.0 - 32.5
Km 30.0 - 42.0	2.4	1.3			SCA
			9.6	68.5	Contractor Km 32.5 - 52.0
Km 42.0 - 52.0	3.0	1.7			SCA
Km 52.0 - 58.0	4.5	2.5			SCA
Km 58.0 - 73.5	30.8	19.0			SCA
Km 73.5 - 94.5	1.2	8.3	11.8	84.1	Contractor
Km 94.5 - 101.0	0.7	4.7			Contractor
Km 101.0 - 109.0	0.6	4.4			Contractor
Km 109.0 - 114.8	0.6	4.1			Contractor
Km 114.8 - 122.1	1.0	6.9			Contractor
Km 122.1 - 134.5	6.7	47.1	0.6	4.0	Contractor
Km 134.5 - 145.0	7.1	50.9	1.1	8.0	Contractor
Km 145.0 - 161.0	1.9	13.3	15.9	119.8	Contractor
Suez Approach	0.4* 2.8 [△]	1.6* 11.1 [△]	2.1	8.3	Contractor * Plan ①, ② △ Plan ③
Total	64.9 × 10 ⁶ LE + 166.3 × 10 ⁶ \$ Doubling & Widening Plan ① 102.5 × 10 ⁶ LE + 293.9 × 10 ⁶ \$ Doubling & Widening Plan ② 152.6 × 10 ⁶ LE + 508.6 × 10 ⁶ \$ Doubling & Widening Plan ③				

表 A - 6 年次別建設費

Plan	Year	Dredging		Civil Works		Total		Remarks
		L.C	F.C	L.C	F.C	L.C	F.C	
Doubling & Widening Plan ①		10 ⁶ LE	10 ⁶ \$	10 ⁶ LE	10 ⁶ \$	10 ⁶ LE	10 ⁶ \$	
	1981	4.5	15.2	22.4	3.5	26.9	18.7	
	1982	20.0	49.8	36.3	6.4	56.3	56.2	
	1983	20.0	49.8	32.1	6.4	52.1	56.2	
	1984	20.4	51.5	32.1	6.4	52.5	57.9	
	1981~1984 Total	64.9	166.3	122.9	22.7	187.8	189.0	
Doubling & Widening Plan ②	1984			23.6	5.6	23.6	5.6	
	1985	18.8	63.8	23.6	5.6	42.4	69.4	
	1986	18.8	63.8	23.6	5.6	42.4	69.4	
	1981~1986 Total	102.5	293.9	193.7	39.5	296.2	333.4	
Doubling & Widening Plan ③	1986			9.9	1.9	9.9	1.9	
	1987	14.9	38.6	11.5	4.2	26.4	42.8	
	1988	14.9	38.6	24.9	6.6	39.8	45.2	
	1989	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
	1990	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
	1991	2.6	20.0	13.5	2.4	16.1	22.4	
	1992	4.3	26.4	13.5	2.4	17.8	28.8	
	1993	4.3	26.4	13.5	2.4	17.8	28.8	
	1994	3.9	24.8			3.9	24.8	
	1981~1994 Total	152.6	508.7	307.5	64.2	460.1	572.9	

3. 経済分析

複線・拡巾案の経済効果をメイン・レポートのスタディと同じ方法によって分析する。まず、複線・拡巾案について費用および便益を算定し、これから内部収益率を求める。次にこの内部収益率と複線化案の内部収益率と比較・評価する。なお、こゝでは国民経済的な便益のみを対象としている。

3-1 検討ケース

スタディの対象とする複線・拡巾案は次の2通りとする。

	Doubling Stage	Work Schedule		
		Step1	Step2	Step3
複線・拡巾計画案②	Phase I	1981/1984	1984/1986	—
複線・拡巾計画案③	Complete Doubling	1981/1984	1985/1986	1987/1994

複線拡巾計画案②は複線化段階をPhase I (km0 - 135区間の複線化)としたもので、複線・拡巾計画案③は全線複線化を対象とするものである。工程計画は、まずStep 1(km61~95区間の複線化)を先行させ、Step 1の完成後、Step 2の工事に着手することとしている。これに対しメイン・レポートの工程計画では、Step 1およびStep 2は、1981年より同時に工事着手するように考えており、本案の場合と異なる。

なお、拡巾工事は、いずれのケースともStep 1の完成に合わせて完了することとなる。

3-2 費用

各検討ケースの費用は、2の実施計画で積算した建設費を用いている。なお、維持・管理費等は、複線・拡巾案でも複線化案とほとんど変わるところはないので、複線化案の値を流用することとしている。

建設費には、10%のフィジカル・コンティンジェンシーを含んでいるが、ブライズ・エスカレーションを含めていないのは、メインレポートの場合と同様である。

年次別の投資額は、表A-7に示されている。なお、タグボート等の設備については、複線化案の場合の規模で対処できるので、複線化案の設備費をそのまま用いている。

表 A-7 年次別投資計画

(10⁶ US\$)

	Doubling and Widening Plan ②	Doubling and Widening Plan ③
1981	57.7	57.7
82	137.8	137.8
83	131.7	131.7
84	173.8	173.8
85	158.9	158.9
86	138.3	154.6
87	—	81.1
88	—	102.9
89	—	45.7
90	—	45.7
91	—	45.7
92	—	54.6
93	—	54.6
94	—	30.4
Total	798.2	1,275.2

3-3 便 益

こゝでは国民経済的な評価を行なうので、便益としては複線・拡巾案により期待される運河収入増となる。複線化案による収入増は、メイン・レポートで推定されているとおりであり、運河の拡巾により期待される350,000DWT以上の空船タンカーによる収入増は、4-1通航需要予測において新たに推定されている。

通航容量分析の結果から明らかなように、運河を拡巾することにより期待される空船タンカーの通航隻数は、2000年でも1日あたり0.3隻程度（実質）であることから、運河の容量飽和にはほとんど影響を与えない。よって増加する35万トン以上の空船タンカーの通航隻数から期待し得る収入は、そのまま拡巾による収入増と考えて良いわけである。

Phase1の場合は、運河は1992年には飽和するので、1993年以降は運河収入は増加しない。一方、全線複線化の場合は、2000年以降も運河は飽和しないので、プロジェクト・ライフの期間中、運河収入は増加を続けることとなる。各ケースの主要年次毎の運河収入は、表A-8のように推定される。なお、運河の通航容量に飽和した船舶は、大型船からでなく、各年次の平均船型で順次スエズ・ルートからケープ・ルートに転換してゆくものと考え、これから得られる運河収入増（メイン・レポート第Ⅱ篇ではR-1の収入と定義している。）を便益としている。また、需要はBase Caseのみで、High Caseについてはスタディしていない。

表 A-8 複線・拡巾計画による運河収入増

(10⁶ US\$)

	(1) Revenue increase by Doubling Plan	(2) Revenue increase by Widening Plan	(3) Revenue increase by Doubling and Widening Plan (1) + (2)
1980	—	—	—
81	—	—	—
85	94.2	20.1	114.3
87	144.4	24.7	169.1
90	311.3	30.2	341.5
92	395.8	33.0	428.8
95	529.3	36.1	565.4
2000	752.6	37.5	790.1

3-4 内部収益率

前節までに求めた費用および便益から複線・拡巾案の内部収益率を算定した。内部収益率の算定にあたって、プロジェクト・ライフは、メイン・レポートの場合と同様20年とした。

1) Phase 1プロジェクト

Phase 1の複線・拡巾案の内部収益率は、次に示すとおりである。

	複線・拡巾案②	複線化案 [*]
内部収益率	26.0%	24.2%

注. *については、メイン・レポート第Ⅻ篇参照

以上の結果より、複線・拡巾案は、複線化案を若干上回る収益率が期待できることがわかる。つまり、拡巾工事により複線化案の建設費より余分の工費を要するが、複線化案とほぼ同じ収益率を確保し得る運河収入増が350,000 DWT以上の空船タンカーから期待できるとなる。

以上より、フェーズⅠの複線化計画の中に一部東側水路を含めた拡巾計画をとり込んでもプロジェクトの経済的フィージビリティに何等影響を及ぼすものではないことが判明した。

2) 第Ⅱ期拡張計画

全線複線化計画に西側水路の拡巾計画をとり込んだ複線・拡巾案の内部収益率は次に示すとおりである。

	複線・拡巾案③	複線化案
内部収益率	25.5%	23.1%

注. *については、メイン・レポート第Ⅻ篇参照

以上の結果より、複線・拡巾案は、Phase 1の場合と同様、全線複線化する場合でも、複線化案だけの場合と比較しても若干上回る収益率が期待できることがわかる。

以上より、全線複線化計画の中に拡巾計画をとり込むことは、Phase Iの場合と同様、プロジェクトの経済的フィージビリティに何等影響を及ぼすものでないことが判明した。

3-5 評価

一部東側水路の拡巾を含めた複線・拡巾案の経済的評価は、次のように結論される。

- 1) Phase Iの複線化案に、西側水路を拡巾して350,000DWT以上の空船タンカーの通航を可能とする拡巾案と組合せて実施しても、経済的なフィージビリティは影響を受けず、複線化案同様フィージブルである。
- 2) 全線複線化を西側水路の拡巾と組合せて実施しても、フェーズI同様の経済的なフィージビリティが期待できる。
- 3) 以上、西側水路の拡巾と複線化案を組合せた複線・拡巾案の経済的フィージビリティは、メイン・レポートでスタディした複線化案を結果とほぼ同じであり、メイン・レポートの経済的評価の結論はそのまま複線・拡巾案にも適用し得ることが確認された。

4. 財務的評価

本節では、複線・拡巾案の財務的なフィージビリティについて検討する。財務的な評価は、DCF法によって算出されるFRRによることとし、財務諸表による評価は行なわない。複線化案については、メイン・レポートの中で両者の検討を行なっているので、FRRによって評価できれば、財務諸表による検討結果も推定できるためである。

4-1 検討ケース

検討の対象とした複線・拡巾案は、Phase Iの複線・拡巾案②である。

4-2 費用と便益

複線・拡巾案②の建設コストは、表A-9～A-11に示すとおりである。

本レポートにおけるFRR算定の場合と同様、建設費にはフィジカル・コンティンジェンシーのほか、ブライス・コンティンジェンシーが含まれている。なお、タグ・ボート等の設備は、複線化案の場合の規模で対換できるので、複線化案の場合の費用を用いているのは、経済分析の場合と同様である。

営業管理費については、複線・拡巾案と複線化案とでは管理体制が基本的に異なることはない。複線化案で採用した運営費、維持補修費、一般管理費ならびに維持浚渫費と護岸補修費をそのまま採用した。なお、減価償却費支払利息および税金は、コストに含めていない。

一方、便益は、経済分析の場合と同様の考え方により、複線・拡巾案にともなう通航料金による収入増(R-1)を便益としている。

4-3 FRRと評価

FRRを算定する期間は、複線化案の場合と同様、工事開始後16年とした。複線・拡巾案のFRRは、次に示すとおりである。

	複線・拡巾案②	複線化案
FRR	18.1%	17.3%

注. *については、メイン・レポート第Ⅱ篇参照

以上の結果より、複線・拡巾案は、経済分析の場合と同様、複線化案を若干上回る財務的収益性が期待できることがわかる。つまり、拡巾工事による建設費増は、350,000DWT以上の空船タンカーによる収入増で複線化案で得られた収益性は確保できるわけである。

以上より、一部東側水路の拡巾を含めた複線・拡巾案も十分な財務的収益性が確保されることが確認された。

表 A-9 IRR 計算シート
 - Doubling and Widening Plan ② -
 IRR = 26.0%

(Unit: 10⁶ US\$)

No.	Year	COSTS			BENEFITS		Net Profit
		Total	Const- ruction	Operation	Total	Increased Revenue	
1	1981	57.7	57.7				△ 57.7
2	1982	137.8	137.8				△ 137.8
3	1983	131.7	131.7				△ 131.7
4	1984	173.8	173.8				△ 173.8
5	1985	163.4	158.9	4.5	114.3	114.3	△ 49.1
6	1986	143.8	138.3	5.5	141.8	141.8	△ 2.0
7	1987	6.6		6.6	169.1	169.1	162.5
8	1988	8.7		8.7	226.7	226.7	218.0
9	1989	11.1		11.1	284.3	284.3	273.2
10	1990	13.5		13.5	341.5	341.5	328.0
11	1991	15.0		15.0	385.3	385.3	370.3
12	1992	16.9		16.9	428.8	428.8	411.9
13	1993	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
14	1994	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
15	1995	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
16	1996	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
17	1997	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
18	1998	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
19	1999	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
20	2000	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
21	2001	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
22	2002	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
23	2003	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
24	2004	16.9		16.9	430.8	430.8	413.9
25	2005	8.2		8.2	204.1	204.1	195.9
26	2006	8.2		8.2	204.1	204.1	195.9
27	2007	8.2		8.2	204.1	204.1	195.9
Total		1,107.4	798.2	309.2	7,873.7	7,873.7	6,766.3

表 A-10 IRR 計算シート
 - Doubling and Widening Plan ③ -
 IRR = 25.5%

(Unit: 10⁶ US\$)

No.	Year	COSTS			BENEFITS		Net Profit
		Total	Const- ruction	Operation	Total	Increased Revenue	
1	1981	57.7	57.7				△ 57.7
2	1982	137.8	137.8				△ 137.8
3	1983	131.7	131.7				△ 131.7
4	1984	173.8	173.8				△ 173.8
5	1985	163.4	158.9	4.5	114.3	114.3	△ 49.1
6	1986	160.1	154.6	5.5	141.8	141.8	△ 18.3
7	1987	87.7	81.1	6.6	169.1	169.1	81.4
8	1988	111.6	102.9	8.7	226.7	226.7	115.1
9	1989	56.8	45.7	11.1	284.3	284.3	227.5
10	1990	59.2	45.7	13.5	341.5	341.5	282.3
11	1991	60.7	45.7	15.0	385.3	385.3	324.6
12	1992	71.5	54.6	16.9	428.8	428.8	357.3
13	1993	73.3	54.6	18.7	475.8	475.8	402.5
14	1994	51.0	30.4	20.6	517.2	517.2	466.2
15	1995	22.6		22.6	565.4	565.4	542.8
16	1996	24.9		24.9	610.0	610.0	585.1
17	1997	27.4		27.4	650.6	650.6	623.2
18	1998	30.1		30.1	697.2	697.2	667.1
19	1999	33.1		33.1	746.0	746.0	712.9
20	2000	36.4		36.4	790.1	790.1	753.7
21	2001	40.1		40.1	830.8	830.8	790.7
22	2002	44.1		44.1	870.0	870.0	825.9
23	2003	48.5		48.5	911.3	911.3	862.8
24	2004	53.4		53.4	954.7	954.7	901.3
25	2005	52.2		52.2	800.3	800.3	748.1
26	2006	58.5		58.5	838.1	838.1	779.6
27	2007	64.7		64.7	877.8	877.8	813.1
Total		1,932.3	1,275.2	657.1	13,227.1	13,227.1	11,294.8

表 A-11 FRR 計算シート
 - Doubling and Widening Plan ② -
 FRR = 18.1%

(Unit: 10⁶ LE)

No.	Year	COSTS				BENEFITS		Net Profit
		Total	Const- ruction	Equip- ment	Operation	Total	Increased Transit Toll	
1	1981	45.4	45.4					△ 45.4
2	1982	115.8	115.8					△ 115.8
3	1983	118.4	118.4					△ 118.4
4	1984	167.8	167.8					△ 167.8
5	1985	169.7	135.7	30.9	3.1	78.9	78.9	△ 90.8
6	1986	158.1	145.4	8.9	3.8	95.9	95.9	△ 62.2
7	1987	4.6			4.6	116.6	116.6	112.0
8	1988	6.0			6.0	152.2	152.2	146.2
9	1999	7.7			7.7	194.3	194.3	186.6
10	2000	9.3			9.3	236.8	236.8	227.5
11	2001	10.3			10.3	263.9	263.9	253.6
12	2002	11.7			11.7	295.9	295.9	284.2
13	2003	11.7			11.7	295.9	295.9	284.2
14	2004	11.7			11.7	295.9	295.9	284.2
15	2005	11.7			11.7	295.0	295.9	284.2
16	2006	11.7			11.7	295.9	295.9	284.2
Total		871.6	728.5	39.8	103.3	2,618.1	2,618.1	1,746.5

JICA