XI 実施計画

XI 実施計画

1. 工事概要および施工分担

本プロジェクトの工事は，運河拡巾増深の浚渫工事約4億m^3を主体とし，それに付随する工事として護岸の移設130Km，土工約7千万m^3，Port Said 港の防波堤延長工事約5Kmなどがある。

1－1 浚　渫

浚渫船は，運河公社所有分以外は，エジプト国内には無いので，浚渫工事の大部分を国外業者に施工させなければならない。施工分担は，円借款対象区間のすでに施工業者の決定している所と，今後国際入札に付される部分，運河公社直営で施工される区間とに分かれる。これらを図示したのが図11－1－1である。

円借対象区間は，図のLOT A，A_2，B，C，で総土量122.5百万m^3である。今後国際入札に付される区間は，Port Tewfik 南方水路のLOT D，複線になっているKabret by－Passの West Branch側，Great Bitter Oake Lake 内のLOT E，F，G，Great Bitter Lake からTimsah Lake までのLOT H，JおよびBallahからEl Capに至るLOT K，Lの区間で，総土量236百万m^3である。運河公社直営で施工される部分は，El Oap（35Km地点）より北方Port Said 航路入口までの区間を予定していて，総土量114百万m^3である。

1－2 護　岸

護岸の移設工事は，現在運河両側にある護岸のうち拡巾する東側のものを将来の拡巾計画も考慮に入れて，約120m背後に移設する工事である。なお運河のカーブの個所で曲線の修正を行う部分の護岸の移設は，東西両側になる。また係船曲柱の移設も護岸工事に含まれる。

この護岸工事は，すべての区間をエジプト国内会社により施工される。ただし，一部水上にある係船用のコンクリート製柱の撤去工事は，外国業者に施工させることになろう。

1－3 土　工

運河拡巾部の陸上部分の掘削は，陸上土工機械により施工する。またこの工種の中には，軍用コンクリート施設の撤去，浚渫工事用土捨場造成のための盛土工も含まれる。

これらの土工は，エジプト国内会社に発注し，施工される。

1－4 防波堤，航行援助施設

防波堤工事は，Port Said 港外既設防波堤を沖合に向って約5Km延長する工事である。これは，増深にともなって沖へ延長される航路の漂砂による埋没を防止するためのものである。

この工事は，運河公社直営で施工される。

また航行援助施設であるタグボートの新規発注，ライトブイ，係船浮標の移設なども運河公社の手で行なわれる。

2. 施　工

2－1　一　般

工事を実施するに当って作業基地となる拠点は，Suez，Ismailia，Port Said である。資材の運搬には，運河自体が使用できるし，道路も運河に沿って整備されているので問題はない。また外国よりの機械資材の揚地もPort Said，Suez 両港の使用で支障は起らない。

労働力の点では，単純労務者は，肉体的に強靱な労務者が比較的低賃金で容易に確保できるが，船員や機械オペレーターなどは，数が限られているため，工事を遂行していく過程で，組織的にあるいは施工業者に委ねるなどして技術習得の訓練を行い，技能労務者の増大を計っていくことが望ましい。

建設資材及機材の面では，Port Said 港防波堤建設用の石材（約１００百万m^3）を円滑に供給するための石山および積出し施設の整備は，当然必要とするが，それ以外は，工事の主体が浚渫であるため大量調達を必要とする資材はなくネックは見当らない。しかし機材の点では，大型ポンプ船大量動員の問題があり，公社直営分と，すでに決まった円借部分を除いてもさらに２０隻にもおよぶ浚渫船を確保しなければならないので，時間的余裕を請負業者に与えるため早期の発注を必要とする。

作業船の修理施設としては，Port Said に大型船の修理工場があり，Port Tewfik，Ismailia にそれぞれ中小型船の修理整備施設がある。これらは，運河公社の直営または関連工場であって，本計画に従事する作業船の修理に対応できるものと思われる。ただしこれらの施設は，戦災により相当の被害を受け，現在復旧工事が行なわれていて，一部使用可能な状態になっているとは云え，いまだ全面的な機能回復までには至っていない。工事開始までには，これら上架施設，入渠施設，工作機械その他関連施設の復旧整備を完了させることが肝要である。また特殊機器の修理部品は，国外から調達する必要があるので，工事に支障を与えず迅速な修理ができるよう交換部品をあらかじめ充分保有しておくとも必要となる。

2－2　浚　渫

2－2－1　円借款対象区間

円借款対象区間の浚渫は，LOT Cにおいて一部砂岩を含む硬土盤があるが，全区間ともポンプ浚渫船により施工可能である。ただ施工量の多いこと，回航の安全性，経済性などを考えると，大型の浚渫船を配置しなければならない。硬土盤のLOT C区間は，カッター馬力の強力な浚渫船を充当する必要があると共に，カッターチップ等の摩耗部品を能率よく取替えできる体制を考える必要があろう。

土捨場は，Sinai 半島側の運河水際線より２００m以遠に，盛土による囲いを別途工事により施工して設けられる。配管は，水上部分は一部受枠，沈設管の必要な部分もあるが，大部分はフローターでよい。陸上部の配管は，ほとんど地面上に管を並べるだけで可能である。土捨場内の管の配置は，浚渫土砂が砂質であるため葉脈状とする。

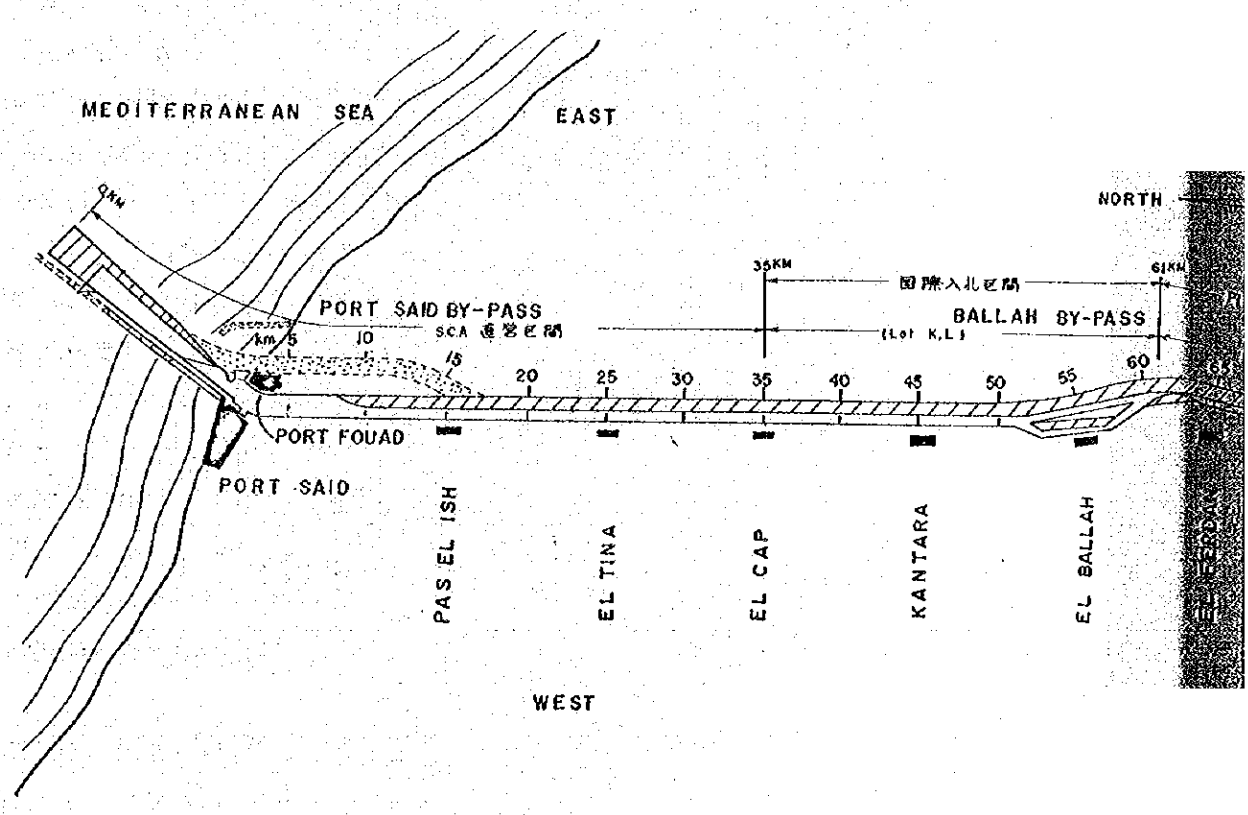

MEDITERRANEAN SEA
EAST
NORTH
WEST
PORT SAID BY-PASS
SCA 通航区間
BALLAH BY-PASS
(Lot K.L.)
35KM
61KM
PORT FOUAD
PORT SAID
PAS EL ISH
EL TINA
EL CAP
KANTARA
EL BALLAH
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

図 11－1－1

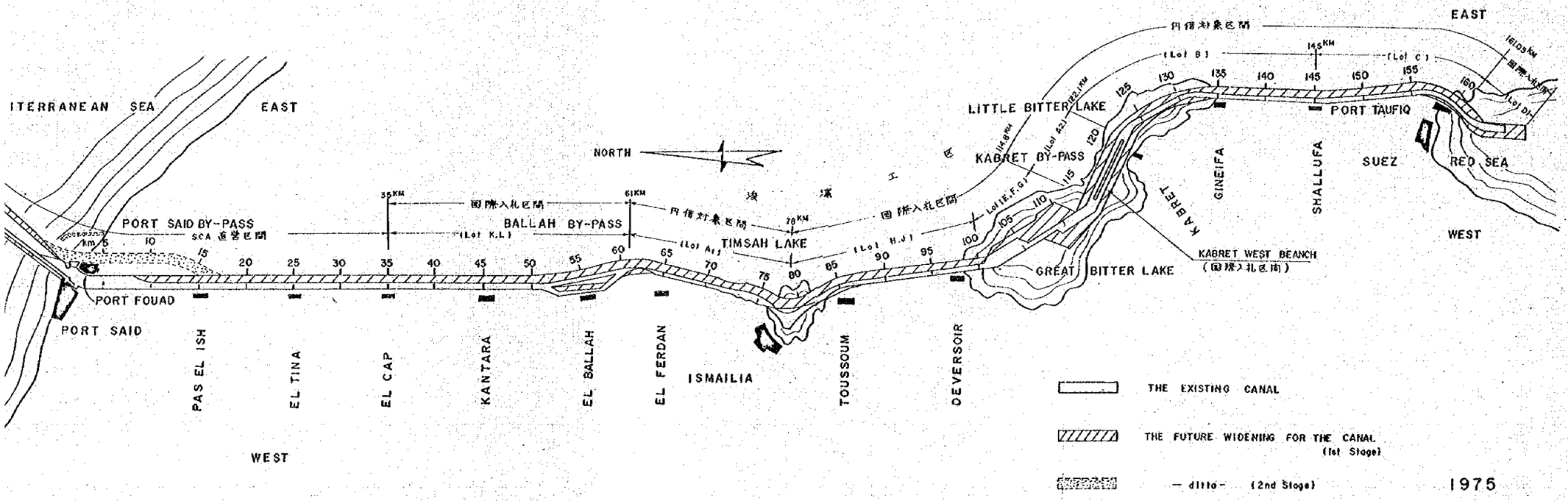


図11-1-1　浚渫工事の工区割と分担

排送距離は，平均２５００m程度で大型ポンプ浚渫船としては，能力上の問題はない。

工期内に完工するためには，土量から計算して８０００HP級１０船団以上必要であり，一船団の標準編成は，次のとおりである。

ポンプ浚渫船	(8000HP級)	1 隻
場錨船	(20 t吊)	1 隻
台船	(500 t)	1 隻
油船	(120 m^3)	1 隻
水船	(120 m^3)	1 隻
引船	(180 HP級)	1 隻
交通船	(50 HP級)	1 隻
その他排砂管フローター		約5000 m

ただしポンプ浚渫船曳航用は，必要のつど調達するものとして含ませてない。

日本からの浚渫船の回航は，インド洋のモンスーン大平洋の台風などを考えると１０月から４月上旬頃までに行なわれることが望ましい。

２－２－２　国際入札区間

Port Tewfik港外のLOT Dは，砂岩を含む硬土盤であり，岩質，岩量等は，これから行なわれる調査結果をまたなければならないが，LOT C以上の硬岩の存在も予想される。したがってこの区間は，ポンプ浚渫船で掘れる範囲を施工し，不可能な個所は，発破を用いて岩を破砕したあとグラブ浚渫船で除去する工法をとるのが妥当であろう。いずれにしてもこの工区は，硬土盤の存在に加えて外海の浚渫であるので，作業船の荒天退避，稼動率の低下などの問題もあり，土質調査の結果が判明しだい綿密な施工計画を検討する必要がある。なおこの区間の土捨場は，Sinai半島側海岸近くの水深の深い所に設けられる。

その他の国際入札区間においては，すべてポンプ浚渫船により施工可能であり，円借区間と同じである。

必要船団数は，円借工事より９ケ月おくれてスタートするものとし，円借工事と同時に完工させるためには，ポンプ浚渫船８０００HP級で運河内７船団，Bitte Lakes航路泊地１０船団Port Tewfik沖合航路に２船団，計１９船団必要となり，さらにPort Tewfik沖合の浚渫には，大型グラブ式浚渫船１０船団以上動員しなければならない。

２－２－３　運河公社直営区間

運河公社直営区間は，運河内を公社所有のポンプ浚渫船あるいはバケット浚渫船で施工し，Port Said 港航路は，ドラグサクション浚渫船で行なうのが適当であろう。運河内の浚渫は，軟質土であるため技術的には問題はない。Port Said 港航路のドラグサクションによる浚渫も特に困難な事項はないが，土捨場の位置を浚渫能率を大巾に減じない程度に海岸よりとして，Port Said 港東側海岸の欠かい部へのサンドバイパスの効果を持たせ得るよう配慮できれば理想的である。

直営全体の施工量は，公社所有の新造船も含めた作業船の能力にみあったものに慎重に計画されなければならない。

2－3　護　　岸

既設護岸の多くは，下部を矢板で根固めし，上部を斜面の石張りとして航跡波を遡上減殺させる構造である。移設する場合も基本的には，この構造を踏襲すればよく，資材も撤去材料を転用すれば経済的である。

2－3－1　護岸の設計

今迄護岸構造型式として，大きくわけて２０種類以上ものタイプが考察され用いられてきた。しかし，どのタイプも十分満足のいくものではなかった。

護岸延長は片側で約１２０Km両側で約２４０Kmにもおよび，その建設費・維持補修費が運河運営に与える影響は大きい。

一番大きな問題となるのは，航行船舶の航跡波および潮流による裏辺土砂の吸い出し作用により護岸が崩壊することである。

船舶の航行速度，航路断面積が護岸崩壊に関係が深い。

(1)　設計条件

設計条件は表１１－２－１のとおりである。

また，与えられた計画航路断面積および船舶航行速度で最大となる航跡波は実験によりnegative waveで１００cm，Positive waveで３０cmと予測されており，従ってこのmaximum nagative wave １００cmが残留水圧として護岸に作用すると考える。

なお，設計潮位（Ｈ・Ｗ・Ｌ，Ｌ・Ｗ・Ｌ）はⅥの１自然条件の章に記入した各地点ごとの潮位を用いる。

また，当地域には地震は起らないので地震は考慮していない。

表１１－２－１　護岸の設計条件

区間（Km）	土の種類	土の内部摩擦角	土の単位体積重量	土の水中単位体積重量
5～ 62	砂まじり粘土	25°	1.8 t／m³	1.0 t／m³
62～145	砂	30°	〃	〃
145～158	礫まじり砂	35°	〃	〃

(2)　構造決定

構造型式はいろんなものが考えられるが，検討の上運河公社提案を尊重している。設計に当っては，次の３つの点を考慮した。

1.　護岸としての機能を十分果すものであること。

2. 経済性のものであること。

3. 当事業のもう1つの目的である社会福祉事業にそうものであること。

石張護岸は slope を緩くすれば土の崩壊は起りにくくなり，表面を粗にすれば波のエネルギーを減殺する効果もある。

また石張工は多くの労働者を必要とするが，エジプトでは人件費が極端に安いため矢板を使用する場合よりずっと経済的である。

石材についても，現護岸で使用されている石材を再利用でき，不足分についてはMt Attaqaの石取場から運搬すれば良い。

さらには当事業は失業対策の目的も有しており，その意味ではできるだけ多くの労働者を使用する石張工が望ましい。

これに現護岸に打ち込まれている矢板を使用すれば構造的にはより一層安定となる。

以上の理由から，構造型式は自立式矢板護岸を石張護岸との併用式とした。

(1)の設計条件のもとに計算して設計を行うと，護岸断面は図11－2－1～3のようになる。また，各断面の使用区分は表11－2－2のとおりとする。

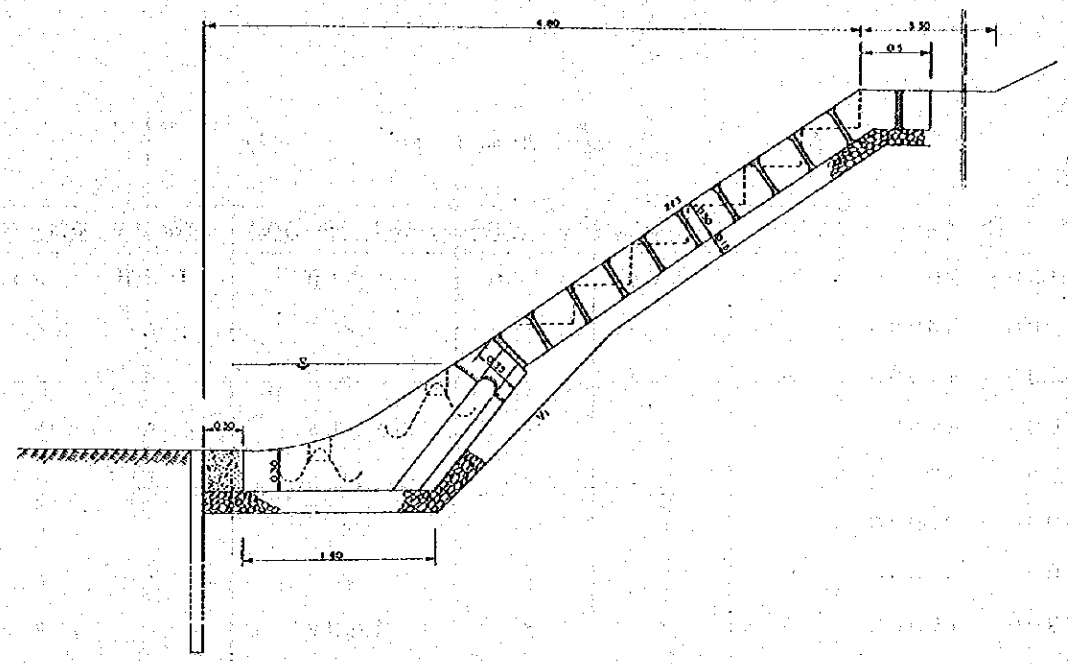


図11-2-1 護岸計画断面図 A

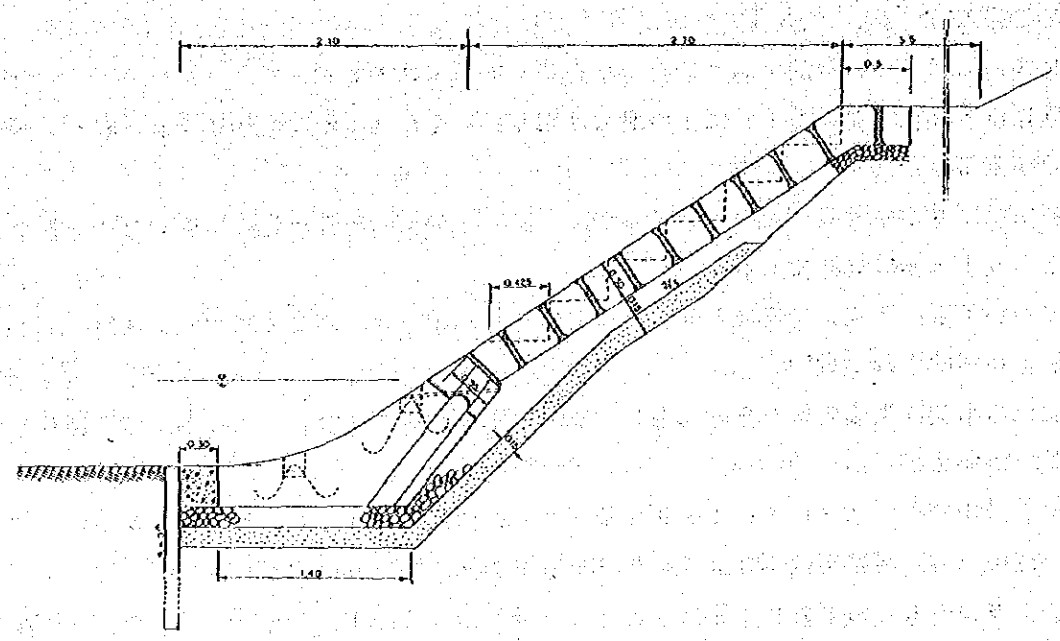


図11－2－2　護岸計画断面図　B

表11－2－2　護岸断面区分

区　間（Km）	断　面	天端(m)	バーム高(m)	L.W.L（D.L.）(m)	矢板のタイプ及長さ(m)	
5.150～ 25.000	C	19.60	17.00	18.10	U－II	5 m
25.000～ 38.000	B	〃	〃	〃	〃	〃
38.000～ 44.500	A	〃	〃	〃	〃	〃
47.000～ 47.500	〃	〃	〃	18.15	〃	〃
47.500～ 49.000	C	〃	〃	〃	〃	〃
49.000～ 51.000	A	〃	〃	〃	〃	〃
51.000～ 59.000	C	〃	〃	〃	〃	〃
59.000～ 76.000	A	〃	〃	18.20	〃	〃
82.052～ 85.000	C	19.80	17.20	〃	〃	〃
85.000～ 94.500	A	〃	〃	18.25	〃	〃
94.500～ 97.732	C	〃	〃	〃	〃	〃
134.482～145.000	B	〃	〃	18.20	〃	4 m
145.000～155.500	C	〃	〃	〃	〃	〃
155.500～158.738	B	〃	〃	〃	〃	〃

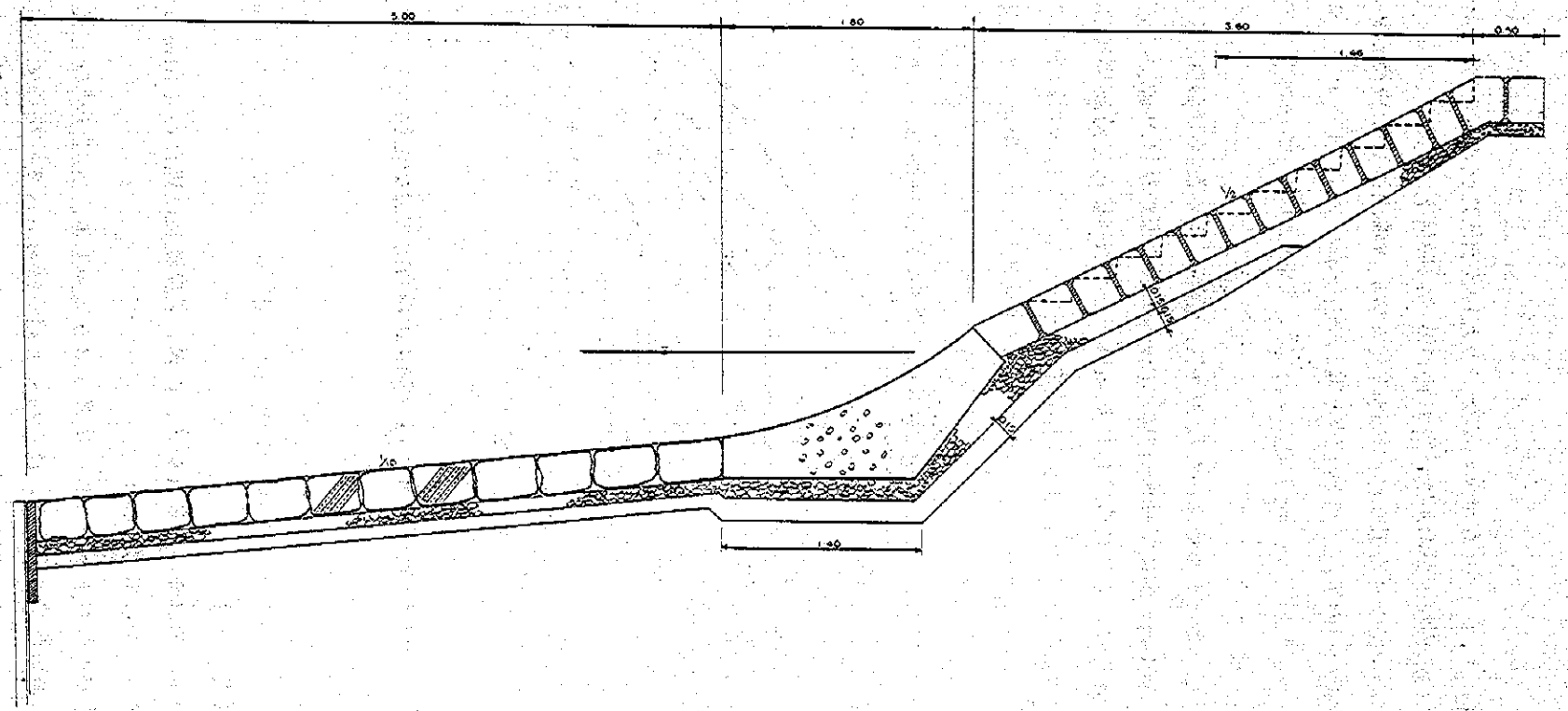


図11－2－3　護岸計画断面図　C

2－4 土　工

陸上土工の施工機種は，モータースクレーパーを主力とし補助的にブルトーザーを併用する。一部に軍用のコンクリート構造物などがあるが，これの撤去は，発破トラクタークレーン，ショベルローダー，ダンプトラック等により施工しなければならない。浚渫土捨場造成のための築堤は，単純に砂を盛りあげるだけでいゝので，ブルドーザー施工でことたりる。

2－5 防 波 堤

2－5－1 一　般

防波堤の構造は，図11－2－5～6でわかるように，捨石による潜堤である。これらの捨石材料は，Suez 西方にあるAttaqa 山にて採取され，Suez 付近の適当な箇所まで，トラックまたは鉄道にて陸上輸送され，さらに，そこに設けられた積出場より石運船にて防波堤建設位置まで運河を通って海送される。

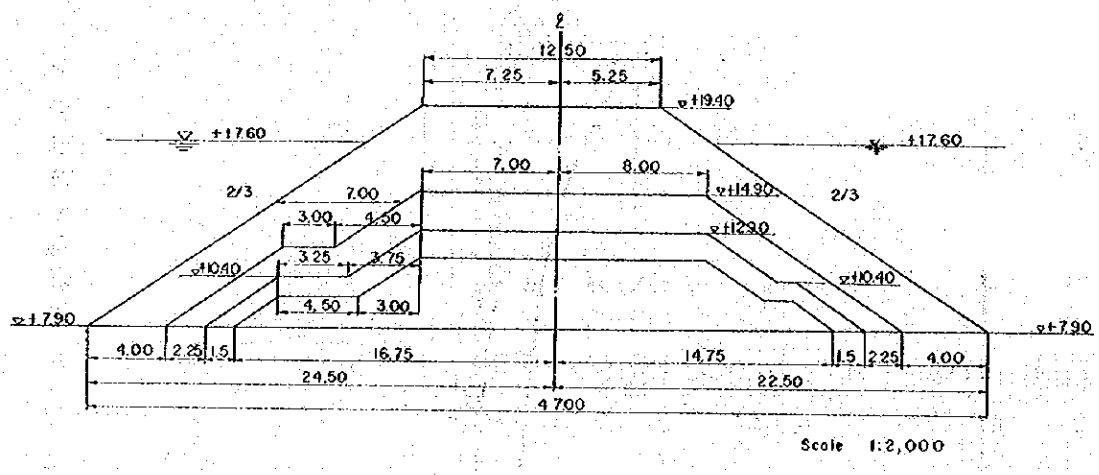


図11－2－4 PORT SAID 港西防波堤断面図

2－5－2 防波堤の設計

今回の第1期計画での防波堤計画は，Port Said 港の西防波堤の延長のみであるが，検討の上運河公社提案の構造を尊重して採用している。

現在の西防波堤は，基部の灯台を基点として延長7354 mある。方向は航路とほゞ平行にNNW方向である。もともとこの防波堤の機能は，波を防ぐと同時に西から東へ移動する漂砂からEntrance Channel を守ることにある。従って，構造型式は経済性，材料入手の難易，施工法，地盤

の支持力等の面からマウンド構造となっている。基部より４５００ｍまでは防波堤（図11－2－4参照）で，４500ｍ～７354ｍでは潜堤となっている。先端部が潜堤となっているのは，防波堤としての機能を持たせると同時に地盤の支持力が沖に進むにつれて減少しているのを補うためである。

これらのことは新しく延長する防波堤潜堤部についても参考とすることができる。海底地盤が軟弱であることを特に考慮し，クズ石または砂で床基礎を造成し，上部構造は現在の防波堤と同じ構造であるマウンド構造の潜堤とし，漂砂がEntrance Channel内に堆積するのを防ぐため，天端は水深の½の深さにおく。

天端幅は，現存防波堤と同一の１０ｍ（一定）とし，底幅は，水深に対応して変化させる。

マウンドの基礎工法については，今後海底地盤を調査して，厚さ，材料，置換工法等の検討が必要と思われる。

また，防波堤潜堤部の延長は，水深別埋没調査の実績にもとづき，防波堤潜堤部建設費と航路維持浚渫費と考慮して，水深１５０ｍ地点（防波堤基部より１２,５００ｍ地点）まで延長するのが適当であると決められる。

このような考えから，計画防波堤の断面と延長を決定したものが図１１－２－５～７である。

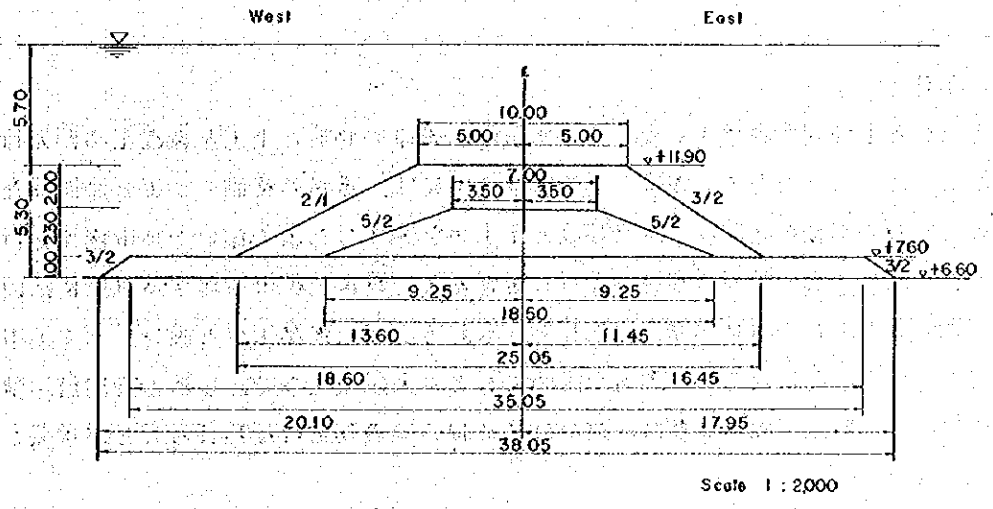


図11－2－5　PORT SAID港西防波堤（潜堤部）計画断面（延長取付部）

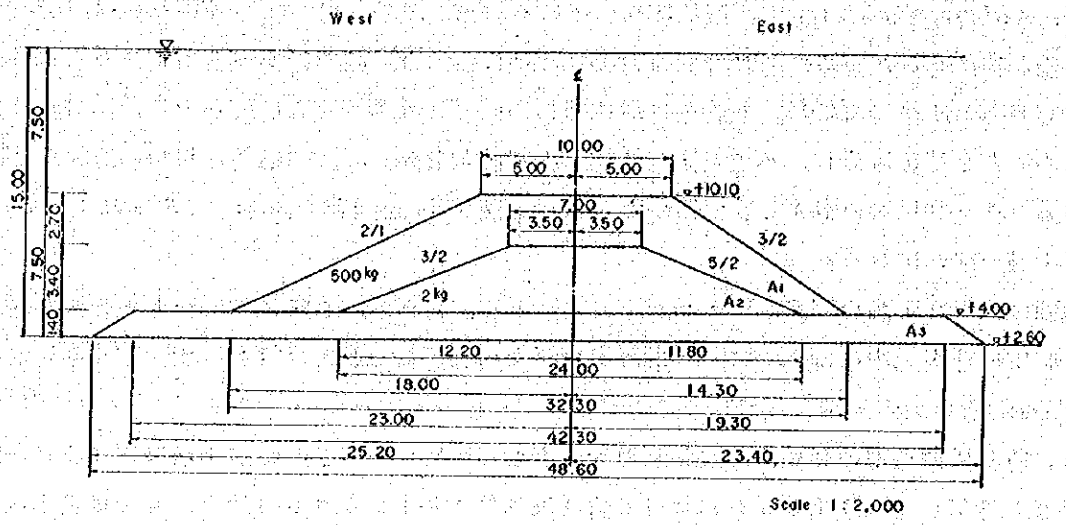


図11－2－6　PORT SAID港西防波堤（潜堤部）計画断面（延長先端部）

3. 施工調整

運河拡幅工事の各工種間で調整を必要とする事項は，護岸の移設と土工を浚渫工事に先行して施工しなければならないことである。浚渫工事の区域の中には，護岸の移設や土工と無関係なところもあるが，運河内の大部分の区間は，護岸移設と土工事を完了した後でないと拡巾浚渫を行なえないからである。しかしあまり護岸の移設が先行し過ぎると，浚渫で拡巾増深する以前に法面くずれによって現在水深が保てない事態が発生するおそれもある。また浚渫工事と護岸，土工工事は，別々の会社で施工されることになるし，運河全区間におよぶ大規模工事で，多数の浚渫船が稼働することになるので，これら工種間の調整は，運河公社において適切に行なわれることが重要となる。

4. 建設費

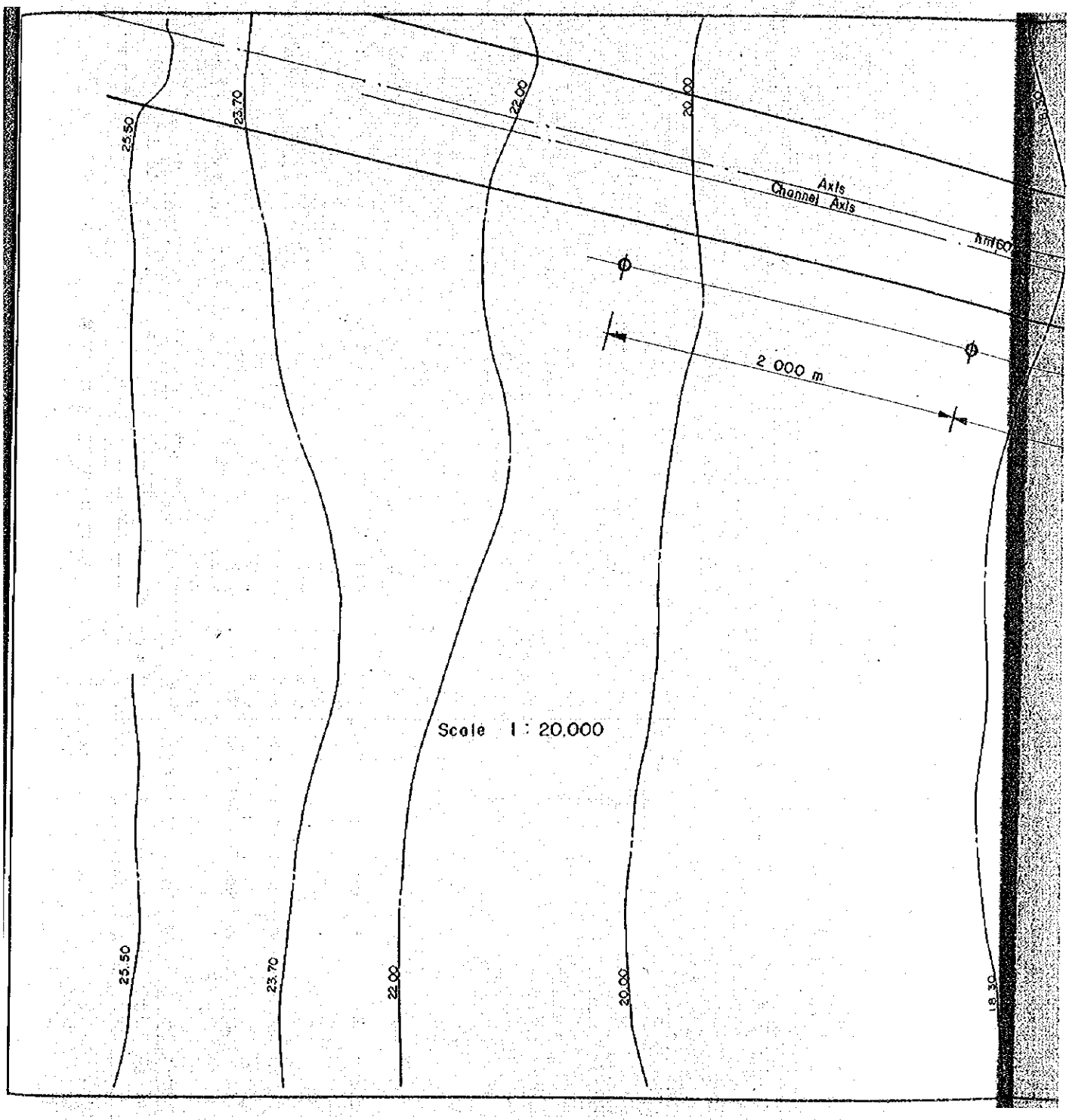
4－1　円借款対象工事

円借対象工事の費用を各工区総括して作業船と工種細目別に示したのが表11－4－1で，それをある程度まとめて各工区ごとに示したのが表11－4－2である。

建設費算出の前提条件は，次のとおりである。

1) 単価は，1974年価格でインフレによる上昇は見込んでいない。

2) 建設費中の外貨は，エジプト国内で調達不能な資材，機械，作業船の調達費および外貨払労務費である。


25.50
23.70
22.00
20.00
18.30
Axis
Channel Axis
km60
2 000 m
Scale 1 : 20,000

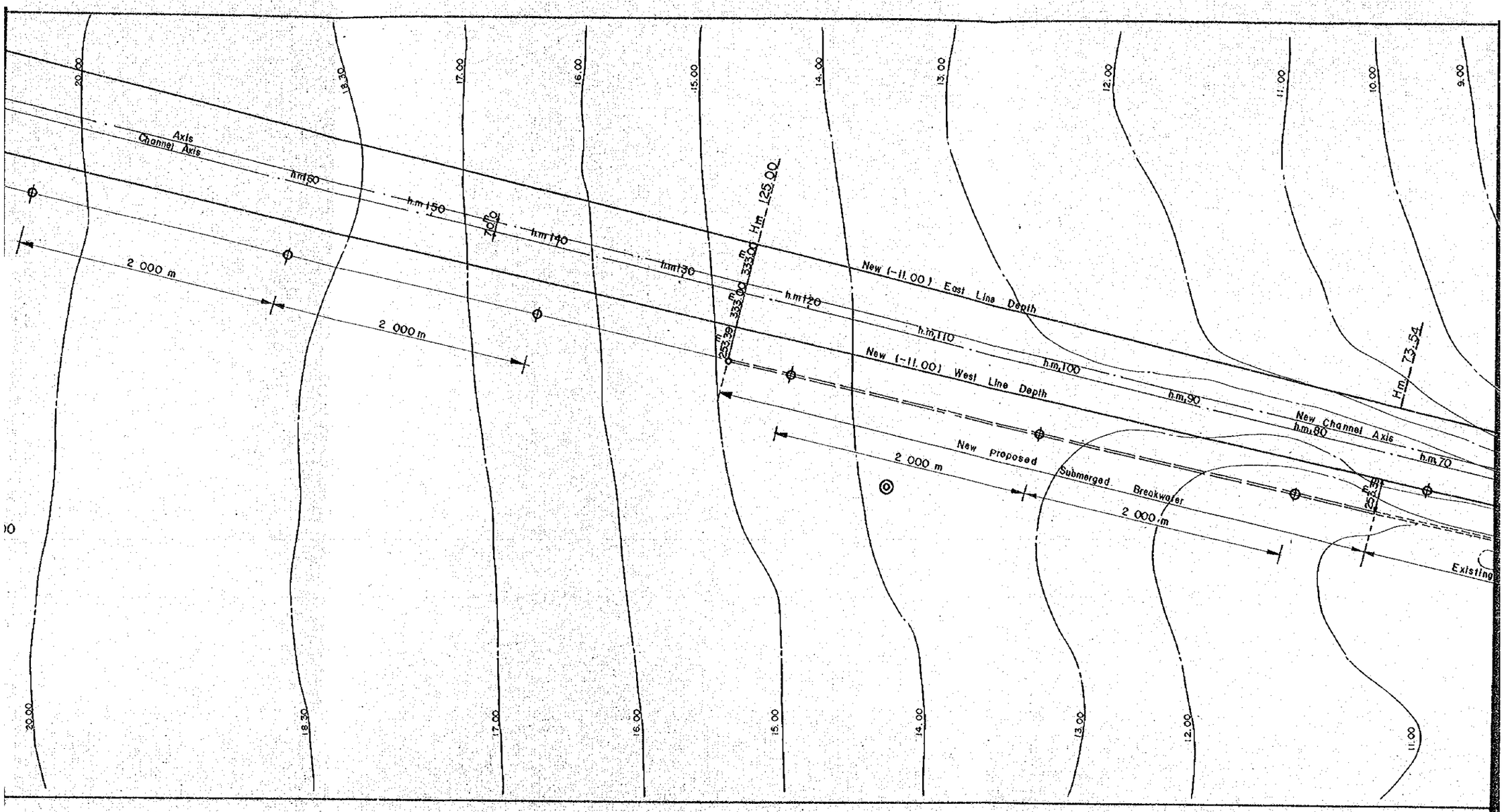


図11−2−7　PORT SAID 港航路防波堤計画図

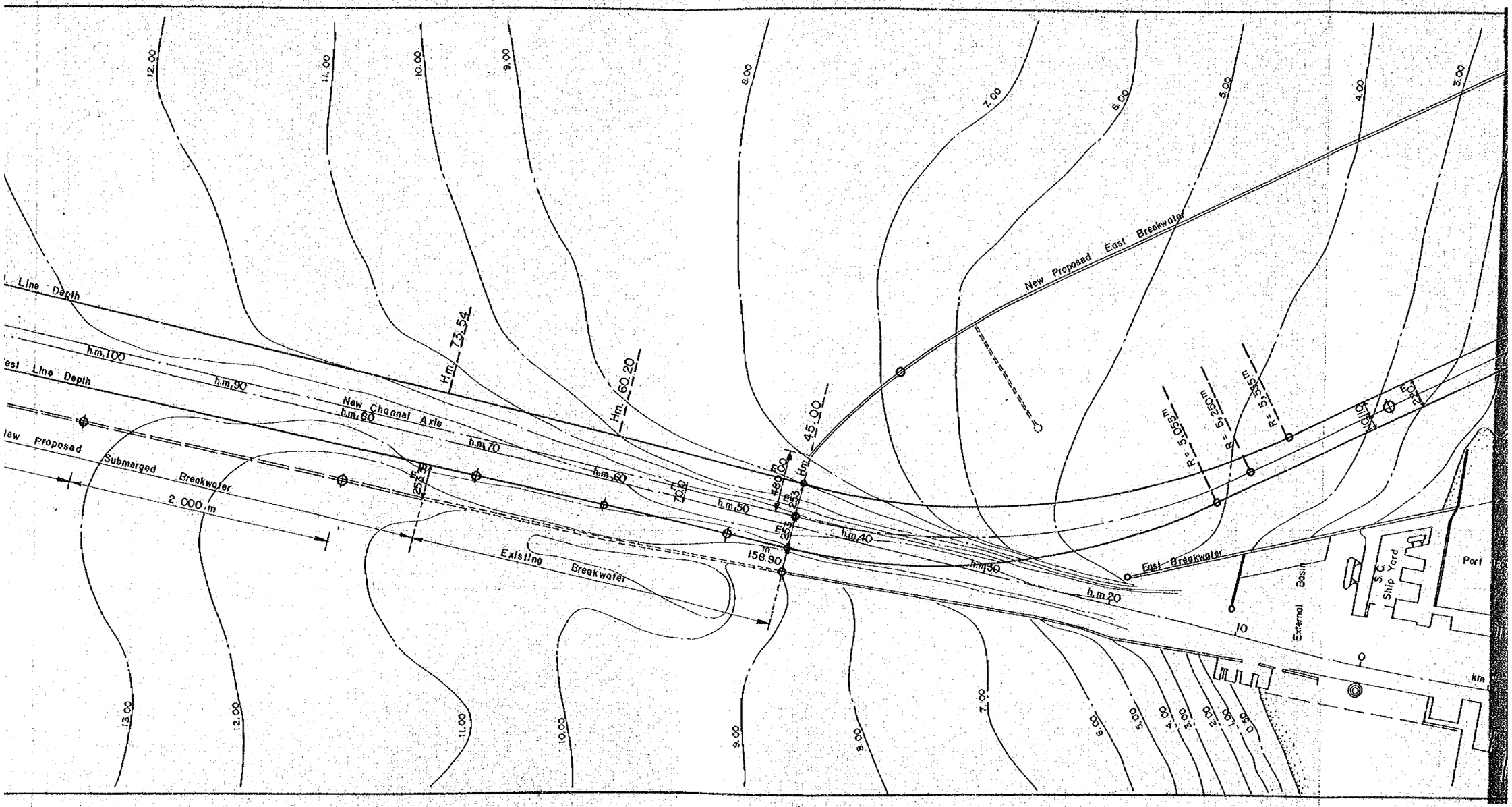


図11－2－7　PORT SAID 港航路防波堤計画図

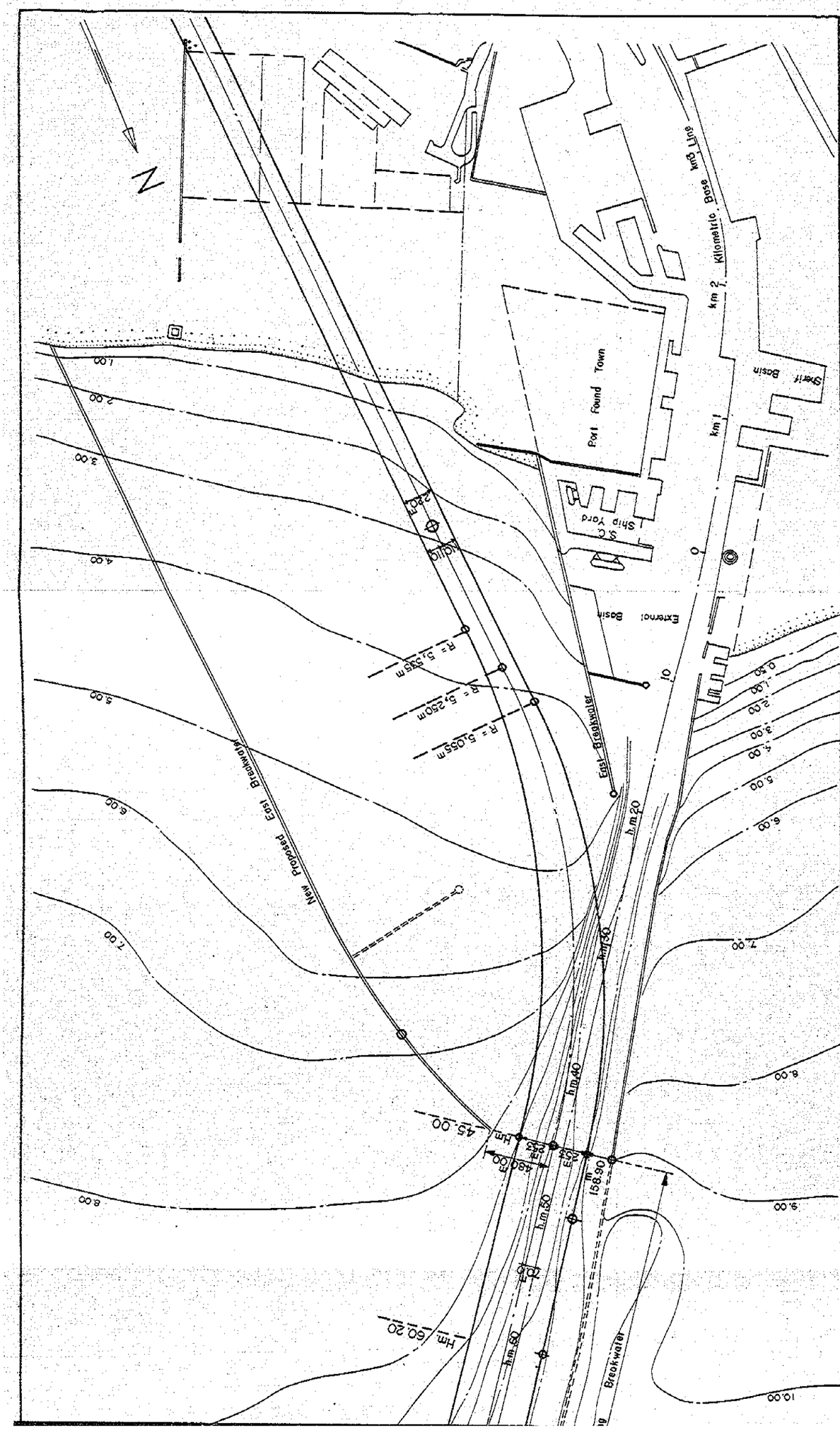

N
Fort Found Town
Ship Yard
S.C.
Fort
Fort
Shelt Basin
km 2
Kilometric Base km3 Line
km 1
0
Extrenol Basin
East Breakwater
h.m.20
km 30
h.m.40
h.m.50
h.m.60
Hm 60.20
Hm 45.00
158.90
180.00
R = 5,055m
R = 5,250m
R = 5,535m
New Proposed East Breakwater
Breakwater
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00

表11－4－1　円借対象工事建設費

分類	名称	形状寸法	運転別	単位	数量	単価 内貨	単価 外貨	単価 計	金額 内貨	金額 外貨	金額 計
浚渫船	ポンプ船	非航 D8000PS	運転	日	8,100	2,410LE	4,360LE	6,770LE	19651千LE	35,268千LE	54,919千LE
	〃	〃	休止	〃	1,350	590	2,110	2,700	803	2,854	3,657
	計				9,450	3,000	6,470	9,470	20454	38,122	58,576
	揚錨船	鋼製・自航D230PS20t吊	運転	日	3,150	49	43	92	155	136	291
	〃	〃	休止	〃	300	15	31	46	5	9	14
	台船	鋼製・非自航 500t級	運転	〃	900	15	13	28	13	12	25
	〃	〃	休止	〃	5,250	3	8	11	17	42	59
	水船	鋼製・非自航 120㎥	運転	〃	2,700	7	5	12	19	13	32
	〃	〃	休止	〃	7,200	2	3	5	17	22	39
附属品	油船	鋼製・非自航 120㎥	運転	〃	1,700	7	5	12	12	8	20
	〃	〃	休止	〃	8,200	2	3	5	19	25	44
	引船	鋼製 D180PS	運転	〃	5,300	23	15	38	120	79	199
	〃	〃	休止	〃	850	7	12	19	6	10	16
	交通船	鋼製 D 50PS	運転	〃	10,000	10	5	15	97	47	144
	〃	〃	休止	〃	200	4	3	7	0.8	0.7	1
	計					144	146	290	480	406	886
排砂管工	排砂管	760㎜×6m	運転	日	8,100	36	124	160	292	1,005	1,297
	〃	〃	休止	〃	2,820	28	175	203	78	494	572
	フローター	1400㎜×4.5m	運転	〃	8,100	40	145	185	323	1,176	1,499
	〃	〃	休止	〃	2,820	12	71	83	33	200	233
	ゴムジョイント	760㎜用×1.6m	運転	〃	8,100	25	160	185	202	1,297	1,499
	〃	〃	休止	〃	2,820	12	80	92	35	224	259
	番号	布設流去		組	150	706	451	1157	106	68	174
	陸上受枠	〃		〃	10,050	2	0.1	2	21	1	22
	海上受枠	〃		〃	75	260	157	417	19	12	31
	海上排砂管	〃		〃	1,500	231	154	385	347	231	578
	陸上排砂管	〃		〃	10,050	35	2	37	353	18	371
	計					1,387	1,520	2907	1808	4,727	6,535
回航・輸送	給団	一式		給団	10	－	－	－	0	5,826	5,826
陸上機械	トラック	12t	運転	日	1,000	25	0	25	25	0	25
〃	クレーン	15t	運転	〃	1,000	58	0	58	58	0	58
	計			〃		83	0	83	83	0	83
その他	旅費			人	290	0	1,540	1540	0	446	446
合計									22,825	49,527	72,352

表11－4－2　円借対象工事工区，工種別建設費

単位：10^3 LE

工区	内外貨別	ポンプ船	附属船	排砂管工	陸上機械	回航輸送	その他	計
A_1	内貨	3,450	82	307	14	0	0	3,853
	外貨	6,366	69	804	0	990	76	8,305
	計	9,816	151	1,111	14	990	76	12,158
A_2	内貨	1,205	28	107	5	0	0	1,345
	外貨	2,247	24	279	0	344	26	2,920
	計	3,452	52	386	5	344	26	4,265
B	内貨	5,273	123	463	21	0	0	5,880
	外貨	9,852	104	1,210	0	1,492	114	12,772
	計	15,125	227	1,673	21	1,492	114	18,652
C	内貨	10,526	247	931	43	0	0	11,747
	外貨	19,657	209	2,434	0	3,000	230	25,530
	計	30,183	456	3,365	43	3,000	230	37,277
計	内貨	20,454	480	1,808	83	0	0	22,825
	外貨	38,122	406	4,727	0	5,826	446	49,527
	計	58,576	886	6,535	83	5,826	446	72,352

3) 国外から持込まれる資材機材には輸入税を含まない。

4) 建設に伴う漁業，用地等の補償費は含まない。

5) 円借款対象工区内訳の計算には，日本の積算基準，損料表をもとに行った。

4－2　拡張工事全建設費

工種別建設費は，表11－4－3のとおりである。

5. 工程計画

5－1　工　程

各工種別工程表は，図11－5－1のとおりである。

円借款対象区間の浚渫は，運河内であり気象海象により稼動上制約を受けることは少ない。むしろ工程上の不確定を要因としては，爆発物による工事中の事故が万一発生した場合，予想外に硬い岩盤が出たりした場合である。このため工程計画上多少の余裕をみておくことが必要となろう。

ポンプ浚渫船の一日当平均稼動時間を16時間とし，年間稼動日を270日と考えて8000HP級10船団を投入すれば，図11－5－1の工期で完工することは可能である。

表11－4－3 工種別建設費

工種	区間	工区	数量	単価 内貨	単価 外貨	単価 計	建設費 内貨	建設費 外貨	建設費 計	備考
浚渫	円借対象区間	A_1	$10^6 m^3$ 39.7	LE/m^3 0.097	160 ¥/m^3 0.209 LE/m^3	LE/m^3 0.306	10^3 LE 8.350	10^3 ¥ 6370 10^3 LE 8310	10^3 LE 12.160	10^6 ¥：百万円 10^3LE：千エジプトポンド
		A_2	10.1	0.134	222 0.290	0.424	1.350	2240 2920	4.270	外貨欄の上段は円表示，下段はエジプトポンド表示
		B	39.6	0.148	247 0.322	0.470	5.880	9800 12.770	18.650	
		C	33.1	0.354	591 0.771	1.125	11.750	19.590 25.530	37.280	
		（計）	（122.5）				（22.830）	（38.000） （49.530）	（72.350）	
	国際入札区間	H.J.K.K	$10^6 m^3$ 101.9	LE/m^3 0.097	LE/m^3 0.209	LE/m^3 0.306	10^3 LE 6.660	10^3 LE 24.520	10^3 LE 31.180	
		Kabret West Branch	5.3	0.134	0.290	0.424	480	1.770	2.250	
		E.F.G	116.0	0.134	0.290	0.424	10.500	38.680	49.180	
		D	12.8	0.354	3.146	4.0	10.930	40.270	51.200	
		（計）	（236.0）				（28.570）	（105.240）	（133.810）	
	SCA直営区間		$10^6 m^3$ 114.0	LE/m^3 0.2	LE/m^3 0.1	LE/m^3 0.3	10^3 LE 22.800	10^3 LE 11.400	10^3 LE 34.200	
	（浚渫計）		（472.5）				（74.190）	（166.170）	（240.360）	
護岸			Km 130	LE/m 112	LE/m 25	LE/m 137	10^6 LE 14.630	10^3 LE 3.250	10^3 LE 17.880	運河護岸の施設，新設（ボラード含）
土工			$10^3 m^3$ 67	LE/m 0.329	LE/m 0.329	LE/m 0.448	22.000	8.000	30.000	運河並市部の盛土土工及土地用造成
防波堤			Km 5	LE/m 1.400	LE/m 1.400	LE/m 2.800	7.000	7.000	14.000	ポートサイド港
航行補助施設			一式				850	15.640	16.490	引船，係船浮標，灯浮標
その他							1.130	140	1.270	雑工事その他
合計							10^3 LE 119.800	10^3 LE 200.200	10^3 LE 320.000	

注）1. 工事単価は，1975年の価格でインフレによる上昇は見込んでいない。

2. 護岸，土工，防波堤の施工は，SCA直営または公団あるいは国営会社により行われる。

3. 建設中，外貨はエジプト国内で調達不能な資材，機械，作業船の調達費及外貨払労務費

4. 工区割は，図11－1－1参照

工　程　表

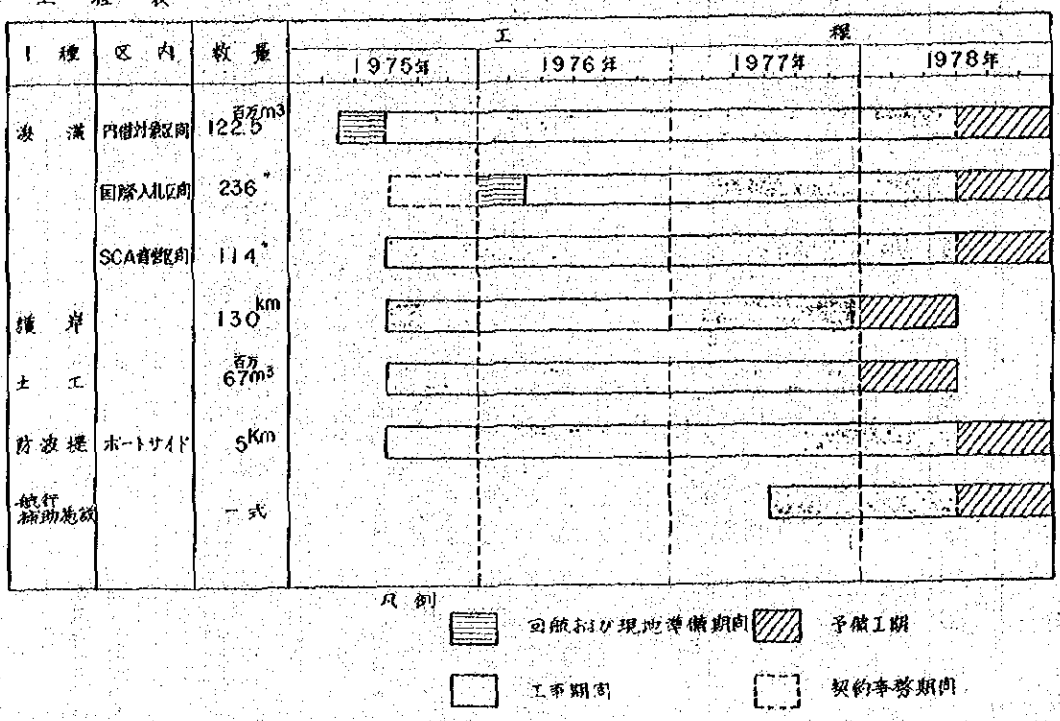


図11－5－1　工　程　表

表11－5－1　年次資金計画

単位：百万L.E

区　分	年次	1	2	3	4	計
円借工事	内　貨	5	7	7	4	23
	外　貨	16	13	13	7	49
	計	21	20	20	11	72
国際入札工事	内　貨	－	8	14	7	29
	外　貨	－	40	44	21	105
	計	－	48	58	28	134
運河公社直営工事	内　貨	2	10	12	6	30
	外　貨	10	8	1	1	20
	計	12	18	13	7	50
その他国内発注工事	内　貨	7	15	15	1	38
	外　貨	8	2	2	14	26
	計	15	17	17	15	64
計	内　貨	14	40	48	18	120
	外　貨	34	63	60	43	200
	計	48	103	108	61	320

今後国際入札に付される区間の浚渫は，円借区間と同時期に完成させるためには，前にも述べたように総計８０００PS級１９船団のポンプ浚渫船を投入する必要がある。運河内は，軟質土が多いため浚渫能率の面からの工程上の不確定要因は少ないが，Port Tewfik港外の区域は，硬土盤であるため工程上他の区間以上に安全をみておく必要がある。

５－２　年次資金計画

前記工程をもとにして表11－4－3の建設費を年ごとに振り分けて必要資金を算出すると表11－5－1のとおりとなる。

6. 施工管理体制

運河庁の施工管理体制は，図７－１－１の運河公社組織図にあるように，土木関係の施工は，Works Dep. によって行なわれる。このWorks Dep. の下部機構としてPort Said，Ismailia，Port Tewfikの三支所に現場を担当する部門を置いている。

工事が発注されると，これらの部門で施工の指導，検収測量の立合い等が行われる。施工時の作業船と運河通航船団（Convoy）との調整は，Tramsit Dep. がWorks Dep. と連携しつゝ直接作業船との連絡を行うことになろう。また直営工事や運河の維持工事もWork Dep. で行なわれる。

運河庁の施工管理能力は，過去にも運河改修工事を処理して来た経験もあり，今回の改修に当っても充分期待し得るものと判断される。

7. プロジェクト実施上の問題点

７－１　操船関係

オイルタンカーの船型の大型化にともなって運河の拡張が施行されるが，制限水路における超大型船の操縦性能は著しく低下し，在来船型より困難と考えられる。運河の水深，可航巾，断面形状や屈曲部のスムースなカーブなど操縦に必要な情報について，拡張計画の内容も検討すると，理論上あるいは実験的データを総合した結果，REASONABLE と考えられるが，なお次の事項について十分な配慮をともなえば，より一層の安全・通航が確保されると考える。

1) 浅く，狭い水路を航行する場合は水路の中央線上をできるだけ正確に進む要がある。中央からずれると側壁影響（Bank Saction）によって左右不均一の力や異常なモーメントを受けて操縦が困難になり，タグボートを利用しても操船が思うにまかせない事態が起る。したがって中央からの船位のずれを正確につかむための目標を近距離に用意する必要がある。
2) 水路航行中は，水路を示す航行用の浮標間を通過する時間，速力の判定にきめこまかい高精度の把握が必要となる。
3) TIDAL CURRENTの情報（潮位の変化も併せて）

4) 変針についての問題点

旋回圏については一般船に比較して大差なく，やや船の長さに比して小さいが，旋回をはじめるまでに時間がかかる。したがって6KTで航走中，針路変針点前900m前後で舵をとらないと大きく航路を外れる。6KTを航走中，常用舵角(Rudder angle in common use)をとって新しい中央に乗るような操船が正確に行なわれたとして，もしそれより30秒舵をとる時刻がおくれたとすると，次の針路のずれは変針角度をαとして，

3m/sec×30 sec×sinα

α	15°	30°	45°
ずれ	23m	45m	64m

150～200千DWTもの船を船巾（30～40m）程度のずれを見込むとしても変針角度は30°程度におさえるべきだということができる。

実際上は，変針中の舵角の増減，機関の回転増で舵効の増，タグボートの使用等による修正が行なわれなければならない。

5) 機関を後進にかけると，速力低下とともに回頭運動をともなう。回頭の方向は外乱に左右されて機関をかけはじめたときに船が待っている回頭運動の方向と角速度に影響されることが多く，きまらない。この回頭運動の修正はタグボートで行なうのがBETTERであり，操船上の余地を残すために必要なことである。

6) 水路の管制

特にPORT SAID，PORT OF SUEZにおける超大型船以外の小型船についてのCONTROLが肝要である。

以上を勘案し，将来の超大型タンカー群の運河通航に対応して，特にPILOTおよびTUGBOATの数の増は勿論のこと，PILOTの巨大船操船熟練度の向上ならびにTUGBOAT MASTERの訓練が併行して行なわれることにより，一層の安全通航が確保されることになろう。

7－2 工事関係

1) 今後国際入札に付す区間の土量も2億m³を超える厖大な量であり，円借対象工事と同時期に完成させるためには同区間だけで約20隻にもおよぶ大型ポンプ船を確保する必要がある。従って，施工業者に浚渫船調達の時間的余裕を与えるためにも，また工程そのものに余裕を持たせるためにも同区間の早期の発注を必要とする。

2) 運河公社は，直営浚渫船としてドラグサクション船1隻，ポンプ船6隻，バケット船2隻，を現有していて，さらに8000HPポンプ船1隻を発注し，ドラグサクション船1隻の建造を予定している。一方運河公社で計画している直営施工量は，Km35地点より北方ポートサイド港船入口までの約1.1億m³と，一期工事期間中に着手する二期工事分のPort Said by-passの浚渫である。浚渫能力は，対象土質，深度，土捨距離，気象海象等の条件のほか，浚渫運転技術の熟

練度などによっても異なり，その想定は，実際と多少の差異を生ずるものであるが，推算によるとこの直営施工量は，やや過大であると想定される。そこで戦争により損傷を受けた作業船の整備の完了をいそぐと共に，直営船団の能力についても再検討し，能力に見合った適正な量を計画して，他は，国際入札により施工する必要がある。なお直営船団の増強にあたっては，運河拡張計画終了後の直営体制等も考慮する必要があろう。

3) 護岸の移設と陸上土工は，拡巾部の浚渫と密接な関連がある。護岸と土工の工事が浚渫の工程より遅れると浚渫工事の進捗に支障を与えるし，護岸の移設が浚渫工事の進行より早すぎると，法面くずれによって既設水深が保てない事態となるおそれもある。これら三つの工事は，それぞれ施行業者が別であるし，浚渫船も多数入って作業現場が幾つも生ずるので，複雑となるが，この三工種間の調整が適切に行なわれないと円滑な工事の遂行を阻害するおそれがある。

4) 工事の最盛期には，３０隻以上の浚渫船が運河全区間に展開して作業を行うことになる。浚渫船の大部分はポンプ船で増深部分で作業していれば勿論のこと拡巾部で作業をしているときでも，運河にスイングワイヤーを張らなければならず，通行船の障害になる。したがって，コンボイの通過時は，浚渫作業を中止して作業船を運河のサイドに退避させたり，スイングワイヤーをゆるめて水底に沈ずめるなどの措置が必要となる。このため各作業船団にコンボイの通過のための退避を指示する無線によるネットワークを組むと共に，浚渫作業の作業時間をなるだけ減らさないでしかも安全を確保できるような適切な指示を行う体制がつくられなければならない。

5) Port Tewfikの南方航路の増深拡巾工事は，外海における硬土盤浚渫でやゝ困難の予想される工事であるから綿密な技術的検討が加えられなければならない。このためには，先ず詳細な土質調査が必要であり，その結果からポンプ船での施工可能範囲と不可能な範囲を把握し，不可能な個所については，発破工法の具体的な施工計画を立案するなどの作業がいそがれなければならない。またこの区域の工事は，土質，気象海象などの面で予測不可能な要因が多いので，施工業者にあまり危険負担をかけない合理的な契約方式についても検討して，契約事務をスムースに運ぶと共に，契約上のトラブルの発生しないよう配慮する必要もあろう。

6) 運河の掃海が完了していても，なお斜面やバームには機雷などの爆発物が残存していることが予想される。工事の実施に当ってこれらによる事故を防止するため，事前の探査等の安全対策を行なう必要がある。　一たん事故が発生すると，作業船乗組員の不安のために全船団の作業が止まるおそれもあり，そうなると工程に影響を与えることになる。

XII 維持・運営計画

XI 維持・運営計画

1. 航路の維持・補修

1－1 埋没量の予測

航路の維持・補修で大きなウエイトを占めるのは，航路の維持浚渫である。

こゝでは第一次運河拡張計画完成後の維持浚渫量を，運河水路内とPort Saidにおける Entrance Channel内とに分けて計算した。

1－1－1 運河水路内維持浚渫量

スエズ運河公社のReportでは，運河内のSiltの最大堆積量は5 cm／年と報告されている。このSiltingは，砂漠から吹き寄せられる飛砂が原因となっていると思われる。従って Silting 現象が起きるのは，Lake Menzala の区間を除いた40Km～160Kmの約120Kmの区間と思われる。

この間の水路は，航路幅が一定でなくしかもby-passがある区間もある。しかし，大雑把に言えば，この間の水路幅はTypical cross-section の水路幅255 mに等しいと考えられる。

また，Siltの沈殿量も最大で5 cm／年であるが，過去における維持浚渫量から推定すると，平均沈殿量としてはこれの60％程度で，運河水路内の維持浚渫量を概略に計算すると90万m³／年となる。

但し，この維持浚渫量はあくまで年平均であり，実際には，維持浚渫は，堆積土砂の深さが浚渫しやすいある程度の深さになる数年おきに行われるであろう。

1－1－2 Port Said の Entrance Channal 内での維持浚渫量

今回の第一段階拡張プロジェクトでは，水深19.5 mまで増深する計画となるが，これに合せて防砂潜堤を約5Km延長して航路埋没を防止することとしている。よって，大量の維持浚渫量が発生することはないと判断されるが，過去の実績からしてある程度の維持浚渫量が生じることとなろう。このため，今回の第一次運河拡張計画におけるPort Said 航路の維持浚渫量としては，年間約300万m³と考えておけば十分であろう。

1－1－3 Port Said 港口付近における漂砂問題の水理学的検討 討

Port Saidの港口における漂砂問題は，運河の水深が大きくなるほど，大きな問題として浮び上ってきている。

この付近の砂は，ナイル河から排出される非常はこまかい粒子から成っており，粒径の平均は100～150 μとなり，砂というより粒土といった方がいいものもある。

Soil Chracteristics

$d_{50} = 150\,\mu$

$d_{90} = 500\,\mu$

Shore Slopes

1 : 300 up to 6m water depth

1 : 1300 from 6m to deep water

現在までは，年当り1～1.5百万m^3のシルトが，航路に流入していることが知られている。

過去において，まだ水深が11mであった，1911年2月，特に激しい嵐に見舞われた際には，4百万m^3のシルトが，航路に沈澱したことがある。この時に，現在の西防波堤の建設が計画されたのであるが，防波堤に沿って砂が堆積したこと，防波堤自体が沈下したこと，防波堤の構造が半透過式であることなどの理由によって，現在も，1～1.5百万m^3のシルテーションが見られるということになっている。

嵐の場合，風と，風浪は西～北西から来襲する。嵐の場合，波は4～5m，周期6～7秒となるといわれている。これは海浜で変形するため，砕波点でどういう形で砕波しているかは，正確な研究をしなくてはわからないが，おおよその砕波と漂砂の関係をここで考えてみたい。

ポートサイド港付近の概念図にみられるように，漂砂は西から東へ移動している。漂砂は，汀線に沿って，チグザグに移動するもの，沿岸砕波流によって掃流されるもの，さらにその沖の方でサンドリップルと共に床に沿って移動するもの，また非常に細かい粒子の場合には，海水中に浮き上って濁り水となって流されるものに分けられる。（図12－1－1参照）

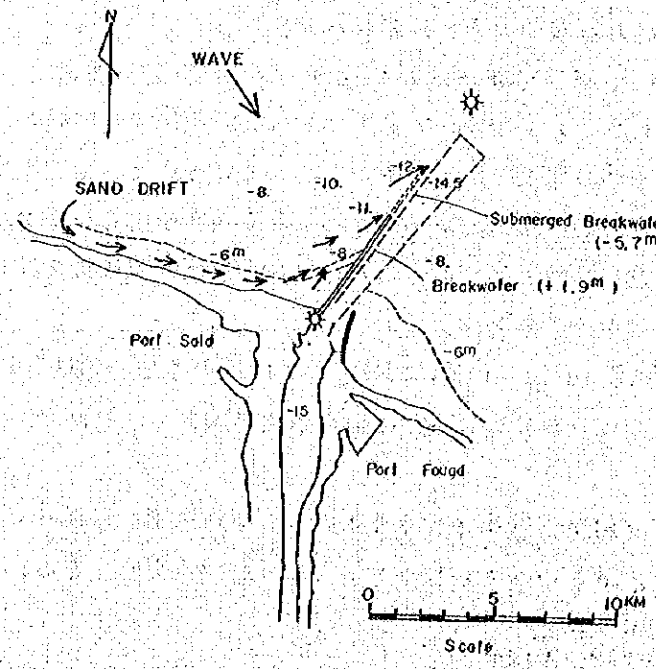


図12－1－1　Port Said港付近における漂砂の概念図

この部分での漂砂は，砂の粒子が細かいため，これらの移動の全てが，漂砂現象に加わっていると考えられる。波が防波堤や潜り堤にぶつかって，これを超す時には，かなりの量の砂が，これらの構造物を越して航路へ流入していることが考えられる。

流れも，砕波点を中心とする沿岸流が生じ，この流れは，防波堤によって沖の方へ変向されていよう。この流れの中に浮遊している細かい粒子は，浮き上ったまま潜り堤の先端を廻って，航路付近で砕波流が弱くなった地点まで流され，そこで沈澱することになろう。

漂砂量は，波の沿岸方向のエネルギーとの関係で，計算する方法がある。Savage, Aono & Sato, Sato & Tanaka, Manohar などは，つぎの形の式を用いている。

$$Qx = \alpha E_i^n$$

ここに，Qx は汀線方向の漂砂量，E_i は波のエネルギー，α，n はコンスタントとして，α，n の値をいろいろな実験や観測で定めている。

こうした方向のひとつに，Sawaragi & Iwagaki の研究がある。

$$Qx = 673M \cdot N(\sin 2\alpha_b)^{4/3} \cos\alpha_b$$

ここに，

$$M = i^{4/3} \cdot d^{-1/2}$$

$$N = H_b^3 (Hb/Lo)^{2/3}$$

Qx ; m^3/hr

M ; 海岸特性を表わす。

N ; 入射波特性を表わす。

i ; 砕波点から汀線までの平均海浜勾配（約 0.1 ～ 0.05）

d ; 汀線における d_{50}

α_b ; 砕 波 角

Lo ; 沖 波 波 長

Hb ; 砕 波 高

この式を用いて，つぎの 2 case を計算してみよう。

case 1, Ho = 4 m T = 6 sec

case 2, Ho = 7 m T = 11 sec

また，砕波角は，一番大きな漂砂量となる 45° と仮定しておく。

case 1	case 2
$M = 0.1^{\frac{4}{3}}/(150\times10^{-6})^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq 4$	$M = 0.1^{\frac{4}{3}}/(150\times10^{-6})^{\frac{1}{2}} \fallingdotseq 4$
$N = 4^3 (4/56)^{\frac{2}{3}} \fallingdotseq 11$	$N = 7^3 (7/180)^{\frac{2}{3}} \fallingdotseq 40$
$Qx = 673\times4\times11\times\sin(2\times45^\circ)\cos45^\circ$	$Qx = 673\times4\times40\times\sin(2\times45^\circ)\cos45^\circ$
$\fallingdotseq 21{,}000 m^3/hr$	$\fallingdotseq 76{,}000 m^3/hr$

もし，丸2日間この嵐が続いたとすると

Qx ＝ 1.0 百万m^3（Case 1）　　Qx ＝ 3.6 百万m^3（Case 2）

もし4日間の嵐で，2日 case 1，2日 case 2の波が続けば

Qx ＝ 5.6 百万m^3

という砂が，汀線に沿う方向へ移動することになる。これらの砂は，防波堤の根元に堆積して，砂浜を拡げてゆき，防波堤の先端へ向って陸地が延びてゆくことになる。

そして，一部は防波堤を越したり，先端を廻りこんで，航路内に流入する。

この漂砂を完全に防ぐには，堤をもっと沖に出して漂砂の影響のない水深まで達させるか，漂砂を人工的に取除き，東側の浜へ送ってやるしかない。

また，或程度づつ港口付近の砂を取除いて，深くしておくことが，維持コストの面からは，最も経済的となるだろう。

また，この防砂堤に達する以前に，漂砂を止めるよう，ダミエッタ付近からの海浜のいくつかの場所で，防波堤を建設することも，効果的である。

また，浮遊砂，細かい粒子の汀線に沿った移動についての研究のひとつとして，海底面からの高さと浮遊移動量の関係は，つぎの図12－1－2のように調べたものがあるので，示しておいた。

この図は，実測によるもので，Fukushima & Takemura によって調べられ，5つのタイプがあることがわかっている。これをタイプ別にみると，

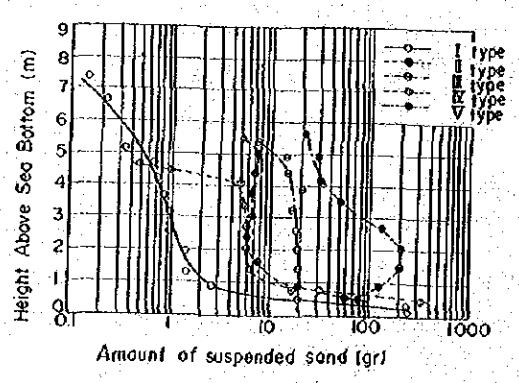


図12－1－2　浮遊漂砂の鉛直分布

Ⅰ．自然海浜でよく見られるタイプ

Ⅱ．構造物が海岸に突出している隅角部で見られるタイプ

Ⅲ．防波堤の波の下流方向に見られるタイプ

Ⅳ．あまり多くはないが，細かい粒子のところで見られるタイプ

Ⅴ．河口付近において見受けられるものである。

Port Said 付近でも，防波堤より十分離れた地区においては，浮遊砂の分布はタイプⅠの型をとり，防波堤に近づくにつれて，タイプⅡに近づき，ほぼこうした型のまま，防波堤の先端をまわりこんでいると考えられる。この場合，他のタイプに比して，浮遊量が非常に多くなることが心配されるわけである。

防波堤に沿う流れが，嵐の際非常に早いものであれば，この流れを航路と反対の方へ向けるよう，防波堤先端を航路より外側へ少し曲げておくことも，簡単でかつ有効な処理と思われる。

航路の増深とともに，この問題は重要となるので，今後十分な研究を進めるよう希望する。

1－2 護岸の浸食対策

１８６９年運河の開通以来，断えず浚渫によって，航路を維持することが必要であった。運河を通航する船は，岸を損傷するような渦を生じる。このようにして削り取られた物質は，運河の底を浅くしてしまう。

運河の改良工事とともに，運河の護岸の改良も続けられた。護岸は，１８７６年から徐々に施工され，かつ改良も続けられており，とくに東側の護岸は，拡幅の度に東へ東へと移動している。

その構造については，別に述べてあるので，ここでは，航行船舶の大きさ，航行速度と護岸の疲労あるいは破壊の関係を，水理学的な観点から分析しておこう。

狭い水路を船が通過する際には，船の発生するひき波と，船が水塊を押すために生じる船の進行方向と逆方向の流れが生ずる。また水路における長波が$\sqrt{gh}$（ここに，hは水深，gは重力の加速度）であるところから，船の速度vが$\sqrt{gh}$に近くなると急激に抵抗が増すこととなる。

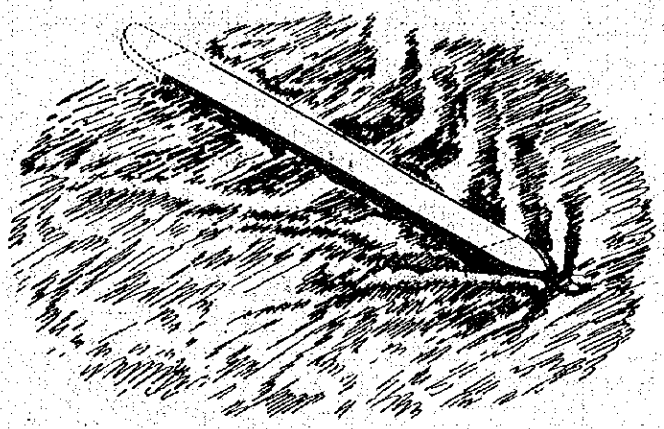


図12－1－3　船のおこすひき波

船の水中部分の面積aと，運河の水中断面積Aの比率も，この抵抗と大いに関係がある。

また，船のひき波については，小さい船でも，その速度が大きければ，大型船がゆっくり航行するよりは，護岸に悪い影響を及ぼす場合もある。

まず，大型船についてみよう。大型船は，その水中断面積が大きいから，狭水道で大きな抵抗を受け，これ以上の速度では走れないという船速Vlをもつ。これは，つぎの図12－1－4のような値となることが，オランダSchijfの研究から分っている。

水中面積比a／Aによって，航行可能な最大速度（Km／H）とそれの８０％を実用最大速度（Km／H）とした値を求めてみよう。（表12－1－1参照）

つまり，広い海で１６KT（２８８Km／H）で航行できるタンカーでも，狭い運河に入れば，エンジンを全開しても，１０KT（１８Km／H）に達することがむづかしく，たとえば，a／Aが

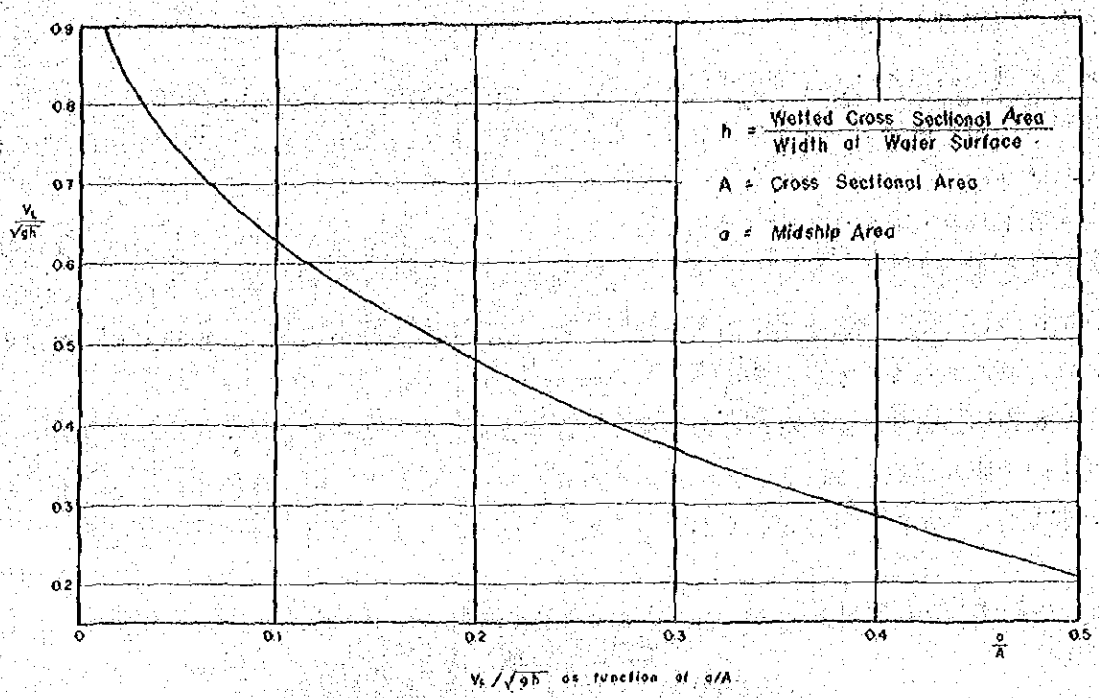


図12-1-4 SCHIJF LIMITING VELOCITY

表12-1-1 運河内航行最大速度（Km／H）と可能最大速度（Km／H）

a／A	VL／$\sqrt{gh}$ (図12-1-5より)	VL (Km/H)			
		h＝10 m	h＝12 m	h＝14 m	h＝16 m
0.2	0.48	13.7（17.1）	15.0（18.7）	16.2（20.3）	21.7（27.1）
0.25	0.42	12.0（15.0）	13.0（16.3）	16.1（20.1）	19.0（23.7）
0.3	0.37	10.6（13.2）	12.6（15.7）	14.6（18.3）	16.7（20.9）
0.35	0.31	8.9（11.1）	10.5（13.1）	12.2（15.3）	14.0（17.5）

h＝運河の径深
（　）内は，理論的最大速度

0.25で，径深14 mであれば，実用上8.9 KT（16.1 Km／H）が最大となることが，実験的に求められているわけである。

次に小型船についてみると，a／A はほぼ0に近くなるわけであるが，船が，その水路における長波の伝波速度に近い速度で走った場合は，いわゆる共振に近い水理現象を生じ，発生した波にあとから生ずる波が重複して，非常に大きな波高を生み，護岸に最悪の影響を及ぼすこととなる。（SORENSEN の研究がある）

表12−1−2　共振を起す船の速度（小型船のケース）

速度はKm／H　（　）内はKT

径深（hydrauric depth）	10m	12m	14m	16m	18m
船の速度	35.6（19.8）	39.0（21.7）	42.2（23.4）	45.0（25.0）	47.9（26.6）

さて，大型船が狭い水路の水を前方に押しやりながら進むと，前後に水位差が生じ，この結果船の進行方向と逆に，リティニング・カレントが発生する。この速度をuとすると，これは，つぎの $u/\sqrt{gh}$ と図12−1−5のような関係にある。

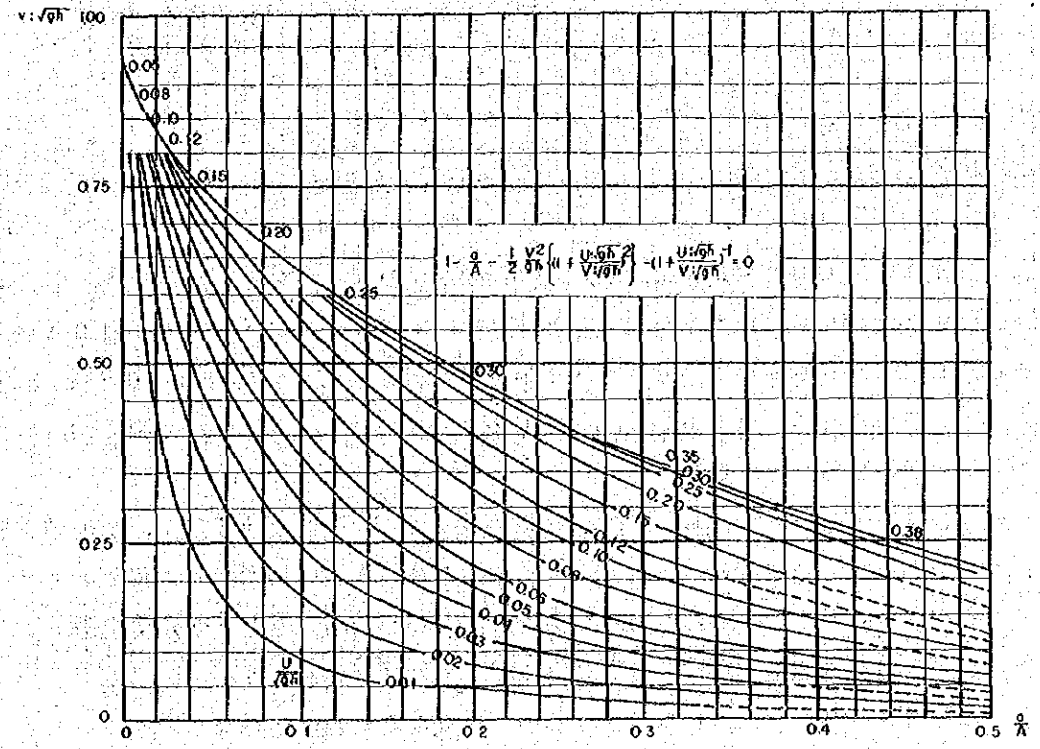


図12−1−5　LINES OF CONSTANT VALUES $u:\sqrt{gh}$ AS FUNCTION OF $a:A$ AND $v:\sqrt{gh}$

いま a／A＝0.25としたときについてみると，

表12−1−3　リティニング・カレントの値（m／sec）

$v/\sqrt{gh}$	$u/\sqrt{gh}$ ＼ 径深	10m	12m	14m	16m	18m	20m
0.24	0.09	0.89	0.98	1.05	1.13	1.20	1.26
0.27	0.10	0.99	1.08	1.17	1.25	1.33	1.40
0.30	0.13	1.29	1.41	1.52	1.63	1.73	1.82
0.33	0.15	1.49	1.63	1.76	1.88	2.00	2.10
0.36	0.18	1.78	1.94	2.11	2.25	2.39	2.52

（a／A＝0.25）

この値は，土粒子が１００～１５０μである運河北部の土質に対しては，掃流移動を生ずる値であり，護岸の浸食が心配されるものに近い。このため，十分な運河断面を与えると同時に，運航速度を下げる必要がある。

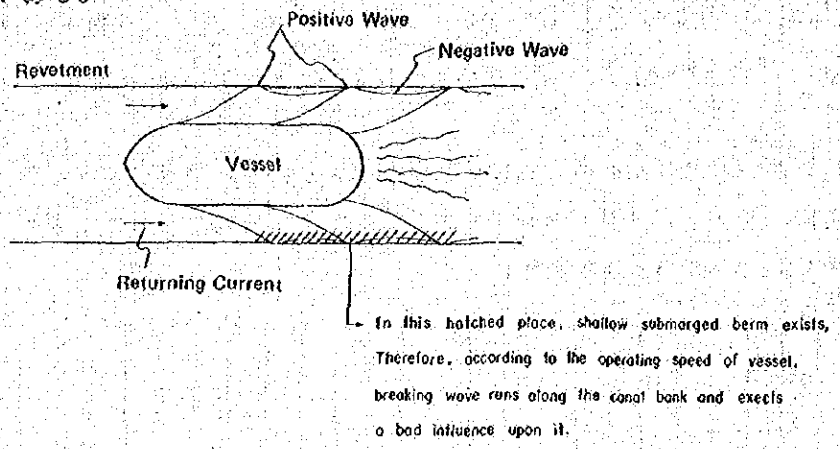


図１２－１－６　リティニング　カレントの概念図

一例として，水深を１８ｍと仮定して，$r/\sqrt{gh}=0.36$ のケースを考えてみよう。いま $v=17.2$ Km／Hであるから9.6 KT で船が走ったとすれば，リティニング・カレントは2.4 ｍ／sec にも達するが，もしこれを6.5 KT つまり１１.７Km／Hに減じると，$v/\sqrt{gh}=0.24$ になるから，図１２－１－５図より $u/\sqrt{gh}=0.09$，$u=1.2$ ｍ／sec となることが予測され，リティニング・カレントは半減することになる。

このように，粒子の細かい区間においては，大型船の航行には速度を減ずるか，断面積を拡大すべきかという問題が生じていることがわかる。もちろん潮流の大きい場所では，潮流とリターニング・カレントが相殺されたり加算されるわけであるが，さいわい潮流の大きな運河南部では，底質粒径も大きく，移動限界流速も大きいので問題はシビアーではないだろう。

護岸に対する影響は，こうした流れ以外に，船のひき波を考えねばならない。

ひき波の波高は，平均水面より上昇するものと，下降するもの（波の峰と谷）があるが，観測によって，谷の方が約３倍大きいことが知られており，この谷が護岸に対した時，護岸から砂を吸い出すことが心配されている。ひき波の高さＺは，これも図１２－１－７に示すように，理論あるいは経験によって求められている。ａ／Ａと，$v/\sqrt{gh}$ の数値を与えれば，図１２－１－７からＺ／ｈの数値が求められる。

いま，国際航路会議で提案されている，波高の安全率を2.5にとると，最大浸食許容値を２ｍとして，８０cm以下に波高をおさえることが考えられる。

一方，ロシア人のパラダイの式のように，簡単にＺを求める方法も提案されている。

$$Z=\frac{v^2}{2g}\cdot\frac{2(A/a)-1}{(A/a)-1}$$

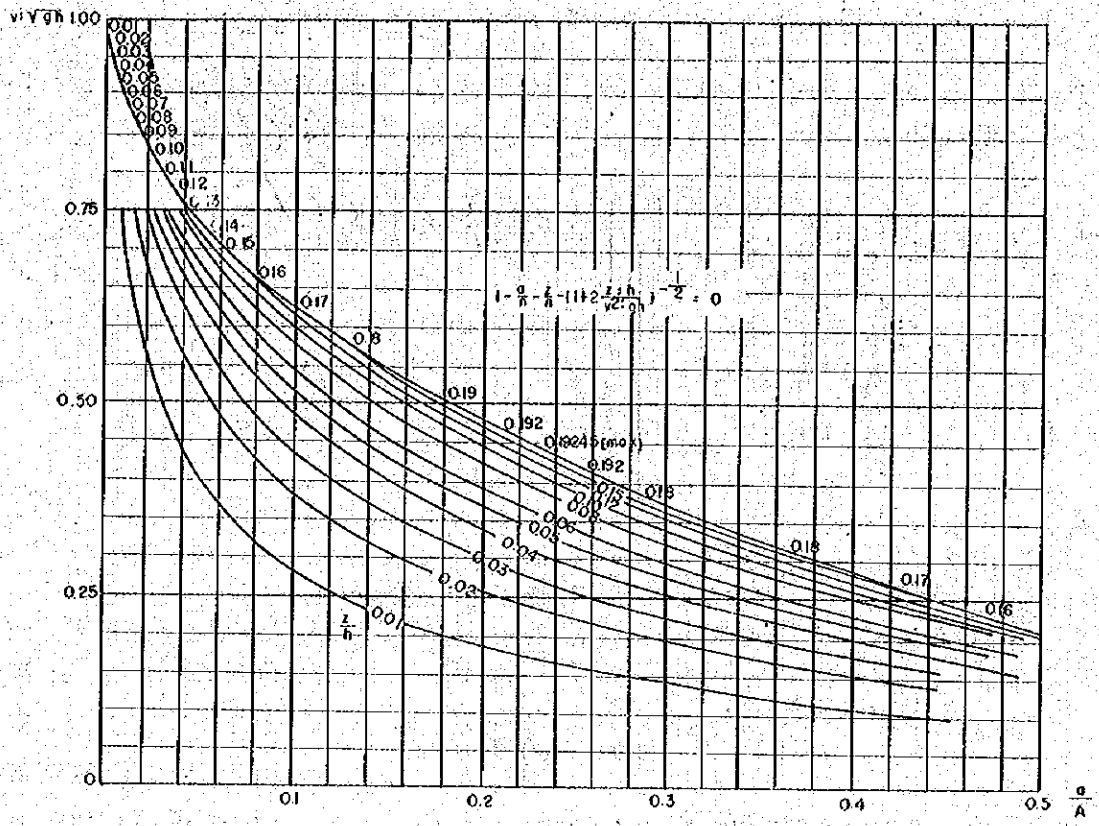


図12－1－7 LINES OF CONSTANT VALUES z : h AS FUNCTION OF a : A AND v : $\sqrt{gh}$

表12－1－4 ひき波の波高（cm） a／A＝0.25

v/√gh ＼ 水深	10m	12m	14m	16m	18m	20m
0.24	25	30	35	40	45	50
0.27	34	41	48	54	61	68
0.30	44	53	62	70	79	88
0.33	58	70	81	93	104	11.6
0.36	75	90	105	120	135	150

あるいは，スエズ運河で，経験的に求められた式，

$$Z=\frac{v^2}{2g}\cdot\frac{2(A/a)-1}{(A/a-1)^{3/2}}$$

によっても，Zの値は求めることができる。

図12－1－8でH；洗堀最大長を矢板の長さの半分2mとし，安全率を2.5とすると，Z≦80cmとなり，いま，スエズ運河の経験式を用いれば

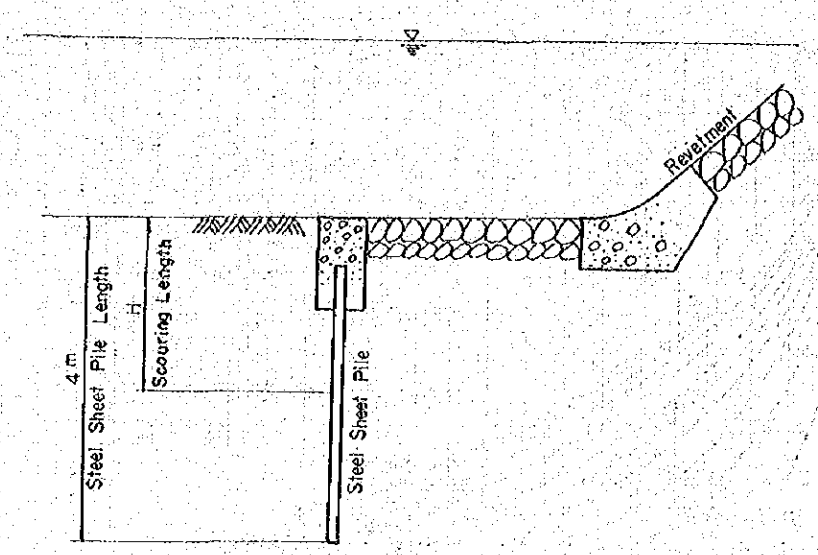


図12－1－8　新護岸と洗堀張

$$0.8 = \frac{v^2}{2g}\ \frac{2\times4-1}{(4-1)^{3/2}} = \frac{v^2}{19.6}\ \frac{7}{\sqrt{27}}$$

$$v^2 = 0.8\times19.6\times\sqrt{27}/7 = 11.65$$

$$v = 3.41\,m/sec = 12.3\,Km/H$$

これは少し遅すぎる航行速度であり，これからは，護岸の浸食対策を行わなくては，14～15Km／Hの航行速度が保てられないことが知られる。

運河を，その断面にとって最大となる船が，通航しようとする際には，船の安全性から通航速度の調節が必要であると同時に，底質の移動や護岸の疲労という点から，できる限り低速力で通過することが望ましいことが知られるのである。

実際には，多種の船が混ったコンボイが通過し，また多くの小型船が，大型船に比して高い速力で航行している。護岸の疲労については，これらを考えて，十分な検討を加えねばならない。

国際航路会議では，ローマおよびカイロの大会において，護岸の疲労は，平均船型を用いて計算してもいいと結論している。それも全船舶の平均というわけではなく，このスエズ運河のような場合，超大型・大型タンカーの平均をとるように考えている。

護岸が260Kmにも及ぶスエズ運河では，断面がたとえ不十分とわかっても，改修するために厖大な費用と工事期間を要するから，護岸の浸食対策は，十分な研究を行って，低廉でかつ強じんなものを選んでおかねばならない。

これから，移設しようとしている130Km分の護岸についても，浸食，砂の吸出し等構造物の疲労現象の面から，さらに研究する必要が感じられる。

構造物の疲労では，くり返し荷重によってチェックを行っているが，護岸においても，そうした

チェックを行ってみるべきだろう。

そして，そのくり返し荷重に相当する，船の型，数，速力については，コンピューターを使ってシュミレートし，効果的な平均荷重に相当する平均負荷のようなものを見出して処理すべきであろう。

これらの結果は，直ちに，いま東方へ移設されようとしている護岸の設計に反映されるべきことは，云うまでもない。

ここで，運河の再開時，第一次運河拡張工事終了時，第二次運河拡張工事終了時のそれぞれの場合について，最大速度，ひき波高さ，リティニング・カレントを推定してみよう。

表12－1－5　一般部の最大航行速度（Km／H）

――理論最大速度の80％とする――

	運河再開時	第一次運河拡張工事終了時	第二次運河拡張工事終了時	注
wet cross section(A)	1,800m²	3,275m²	4,260m²	1）
運河水面幅（bs）	170m	240m	295m	
運河底幅（潤辺）	173m	258m	279m	
運河底面水深（T）	150m	19.5m	23.5m	
運河径深（h）	10.7	12.8	15.4	
通航最大船（DWT）	60,000	150,000	250,000	
吃水	40ft（12.2m）	53ft（16.1m）	67ft（20.4m）	
幅員	37m	49m	51m	
a	450m²	800m²	1,050m²	2）
最大航行速度	14.8Km／H	16.8Km／H	18.4Km／H	3）

注）1）断面図，30Km地点より求めた。

2）a／Aが0.25となるようにした。

3）理論最大の80％とした。

最大速度についていえば，運河再開時より，改良が進むにつれて大きくとることができる。つまり，水深が大きくなった分だけ余裕が生じてくることがわかる。

操船上からみれば，航路境界ブイの間隔は，

再開時　89m

第一次拡張工事後　160m

第二次拡張工事後　190m

であって，操舵性の低下を考えれば，MAXの速度を出す必要はない。そこで，つぎの引き波と，リティニング・カレントの計算は，船の速度を13，14，15Km／Hの3つに選んで計算してみ

た。波高Zについては，図12−1−7によって求めたものと，運河公社の経験式によるものの両方で求めておいた。

安全率は資料がないため，いままでどおり2.5としている。

ただ，右図のように，護岸施工時に，前面へ捨石による埋めもどしを行えば，相当の改良になると思われる。

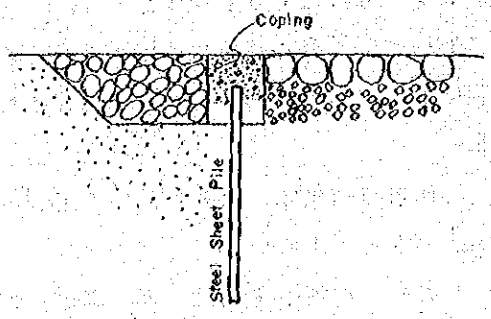


表12−1−6　最大船がvo（Km／H）で通過する場合の波とリティニング・カレント

航速 Vo	単位（u＝m／sec，Z＝cm）	運河再開時	第一次運河拡張工事終了時	第二次運河拡張工事終了時
13Km／H	リティニング・カレント u	1.30	1.40	1.40
	Z （図式解）	40	40	35
	Z （SCA式）	80	80	80
14Km／H	リティニング・カレント u	1.60	1.65	1.50
	Z （図式解）	55	50	45
	Z （SCA式）	90	90	90
15Km／H	リティニング・カレント u	1.80	1.80	1.70
	Z （図式解）	65	60	55
	Z （SCA式）	100	100	100
考慮している最大船舶 DWT		60,000	150,000	250,000

リティニング・カレントは，運河断面が拡大されると減少することがわかるが，航行速度を上げると，1Km／Hあたり約10％の流速増加が生じるようである。また，スエズ近くの，潮流のあるところでは，春秋の高潮差時には1.5m／secの潮流を加算せねばならない。この場合，護岸の浸食も考えられるので，最大船の速度はできるだけ下げなくてはならないことになろう。この点に関しては，さらに研究を進めるとともに，現地における潮流観測護岸の補強などが，将来必要である。

ひき波Zについては，2つの方式による数値に大きな差がある。SCAの経験式では，水深や拡幅の影響がなく，a／Aの値を一定にすると同じ波高を与えることが示されている。また数値自体も，SCA式の方が大きいわけで，約1mの波高が予想されている。現地調査では14Km／Hで航行していた1966年当時に，Z＝90mという値が観測されたとしているので，この値の方が現実に近いものとSCAでは考えられているが，断面や航行速度が大幅に変った際の適用については不明点もある。

安全率を2.5にとるかどうかを検討することも必要であるが，13Km／Hの船速であれば，運河

の護岸にあたる波は，ともかく，８０cm以下に抑えられることが予想される。

護岸の構造も，砂の吸出しに耐えるようにするとともに，波のエネルギーをできるだけ吸収するラフなものとすべきであろう。

つぎに，一般的にみて，もっとも多く通航する船によるuとZの値を示しておこう。

もっとも多く通航する船のタイプをつぎのように仮定する。

	DWT	船の水中断面積（m^2）	a／A
運河再開時	30,000	300	0.17
第一次運河拡張工事終了後	100,000	590	0.18
第二次　〃	150,000	800	0.19

表12－1－7　平均的な船の航行による運河中の流れとひき波

航速	単位（u：m／sec，Z；cm）	運河再開時	第一次運河拡張計画終了時	第二次運河拡張計画終了時
13Km／H	リターニング・カレント	0.95	0.95	1.00
	Z（図式解）	40	40	40
	Z（SOA式）	67	67	67
14Km／H	リターニング・カレント	1.05	1.05	1.10
	Z（図式解）	50	45	45
	Z（SOA式）	78	78	78
15Km／H	リターニング・カレント	1.20	1.20	1.20
	Z（図式解）	55	55	55
	Z（SOA式）	95	95	95
考慮している船舶　DWT		30,000	100,000	150,000

さらに詳細な解析は必要とは考えられるが，運河の護岸に対する船舶の影響は，ほぼ上記数値の流れ，および波について，浸食のないように設計することが望ましいと思う。船の速度は，14Km／H以下に保てば十分であろう。さらに，小型船舶について，同様のチェックをしておく。すなわち，小型高速艇と，一般的ライナーについて，つぎのように計算してみた。

一般ライナーの通航については，さして問題はないが，Zに関する式，とくに運河公社のひき波推算式は，適用限界をオーバーしているようであり，小型船が高速で航行する際には，実際の波高を計測する方が簡単で正確と思われる。

以上が，護岸の浸食対策に関する水理学的な考察であるが，土砂の吸い出し対策，護岸の構造については，構造図とその解説の項に譲る。

表12－1－8　ライナーおよび高速艇に対するU，Zの試算

船　　種	運河再開時	第一次運河拡張計画終了時	第二次運河拡張計画終了時
ライナー15,000DWT　a＝200m²	U＝0.60m／sec	U＝0.30m／sec	U＝0.20m／sec
V＝14Km／H	Z＝　50cm	Z＝　42cm	Z＝　40cm
高速船　30GT　a＝10m²			
V＝30Km／H	＊Z＝265cm	＊Z＝190cm	＊Z＝155cm
V＝35Km／H	＊Z＝357cm	＊Z＝260cm	＊Z＝210cm

注）（Zは，SOA式による値のみ）

＊は式の適用限界をオーバーしていると考えられる。

参考：　1969年PARIS，INC，SII－3スエズ運河公社の論文

また，潮流のある箇所では，潮流を加味して，次に示すような検討を行ってみた。

潮流を考慮に入れた場合，Tewfik～Little Bitter Laka 間における船舶の運航計画と，潮流の関係から，UとZについてチェックしておく。

この区間の平均潮流を，常時1.0m／sec；春秋分1.5m／secとする。いま，第一次の拡張工事によって，これが10％増加したとする。これを時速に直してみると，

常　　時　　4.0Km／HOUR

春秋分時　　5.9Km／HOUR

という速度になり，相当の影響が生ずるものと考えられる。第一次拡張計画完了後のコンボイの運航計画を，図よりみると，

南航船	全　船	14Km／H
北航船	18千DWT以下のタンカー	11　〃
〃	18千DWT～100千DWTのタンカー	10　〃
〃	10千DWT以上のタンカー	
〃	一般貨物船	13　〃

となっている。大型タンカーの載荷中のものと，南航中のより大型タンカー，そして一般貨物船の3つについて，ここでは考えてみよう。

ここに，（　）内は春秋分の値である。潮流方向に運航する場合は，かじききの面からのチェック，対流方向に運航する場合はマキシム・スピードVLとの関係も，同時に考慮せねばならない。

潮流方向に運航する場合は，船速を，この表よりアップしても流れや波に問題は生ぜず，かつ操船上からもそれが望ましいものであろう。実際の運航においてもそのようになるものと思われるの

で，ここでは考慮の対象外とした。

表12－1－9　対地速度と対流速度

（潮流を考えたコンボイプラン）

船　　種	対地速度	対流速度	
		アゲンスト	フォロー
150千DWTタンカー（載荷）	10Km／H	18（15.9）Km／H	6（14.1）Km／H
250千DWTタンカー（バラスト）	14　〃	18（19.9）　〃	10（18.1）
一般貨物船	14　〃	18（19.9）　〃	10（18.1）

問題は潮流に抗して船を進める場合，このコンボイ・スケジュールが保ちうるかどうか，そしてそれが護岸に及ぼす影響はどの位であるかにある。

最大可能航行速度（限界値の80％として）は，

150千DWTローデット・タンカー　a／A＝0.25　Vmax＝14.6 Km／H

250千DWTバラスト・タンカー　a／A＝0.18　Vmax＝16.2 Km／H

20千DWTカーゴ・シップ　a／A＝0.07　Vmax＝21.9 Km／H

一般に，250千DWTタンカーは，バラスト時，水面下の面積が600 m²（109 m×55 m）付近であっても，水や風の抵抗が大きく計画どおりの速度で運航できにくい。1～1.5 Km／Hほどコンボイの一般船の計画速度より遅らせることが，望ましいといえる。

さらに（　）書きの，春秋分時について考えると，25万tクラスタンカーは，バラストで南行するとき，船の最大速度の関係から，コンボイ計画より約3 Km／Hの速度低下，つまり対地速度が11 Km／H，できれば10 Km／Hで運航を計画せねばならないだろう。この点については，つぎのひき波とリティニング・カレントのチェックと合わせて考えることが望ましい。

表12－1－10　ひき波とリティニング・カレント（春秋分時）

第一次運河拡張工事終了時

船　　種	対地速度 Km／H	対流速度 Km／H	a／A	ひき波高さZ (cm)		リティニング カレント U (m／sec)
				図　式	SCA算式	
150千DWTタンカー（載荷）	10.0	15.9	0.25	130	130	2.24
250千DWTタンカー（バラスト）	10.0	16.8	0.25	200	150	3.08
	（9.0）	（14.9）	（0.18）	（51）	（91）	（1.12）
一般貨物船	10.0	16.8	0.07	19	60	0.45

このチェックにおいて，ひき波とリティニング・カレントは，いずれも，許される量を超過して

いることが知られる。250千DWTのバラスト時（ガス・フリー）タンカーは，やはりコンボイ計画において，この部分では，時速10Km／H以下の速力に抑えねばならないと考えられる。

・北航コンボイ

北航の150千DWTクラスの載荷タンカーについても，もう少し余裕が必要で，9Km／H，対水速度15Km／H以下にとることが望ましい。コンボイ編成上，北航には余裕時間があり，この部分だけの速度低下により全体に変化を及ぼさないでオペレートできよう。

このため，ガス・フリー・超大型タンカーは，Port Saidを出る第1コンボイに含める必要があり，このTewfikよりBitter Lakes間の部分でのコンボイの速度を計画より4～5Km／H低下させるべきであろう。

Little Bitter Lakeを出て，Suezまでの約50Kmを計画の14Km／Hの速度から，9Km／Hの速度に抑えると，約2時間よけいにかかるが，春秋分の大潮時には，そうした方法をとり得るようにしておくことが望ましい。

・南航コンボイ

スエズ運河公社のコンボイ編成表の第1南航コンボイは，Tewfikへ18時から20時の間に到着することとなっているが，これを20時から22時30分に到着するようにすれば，十分にこの目的を達することができ，しかも他のコンボイに全然影響を及ぼさないですむだろう。ただ，曳船やパイロットの労働時間が長くなるために，労務上の問題が生じる点が心配されよう。

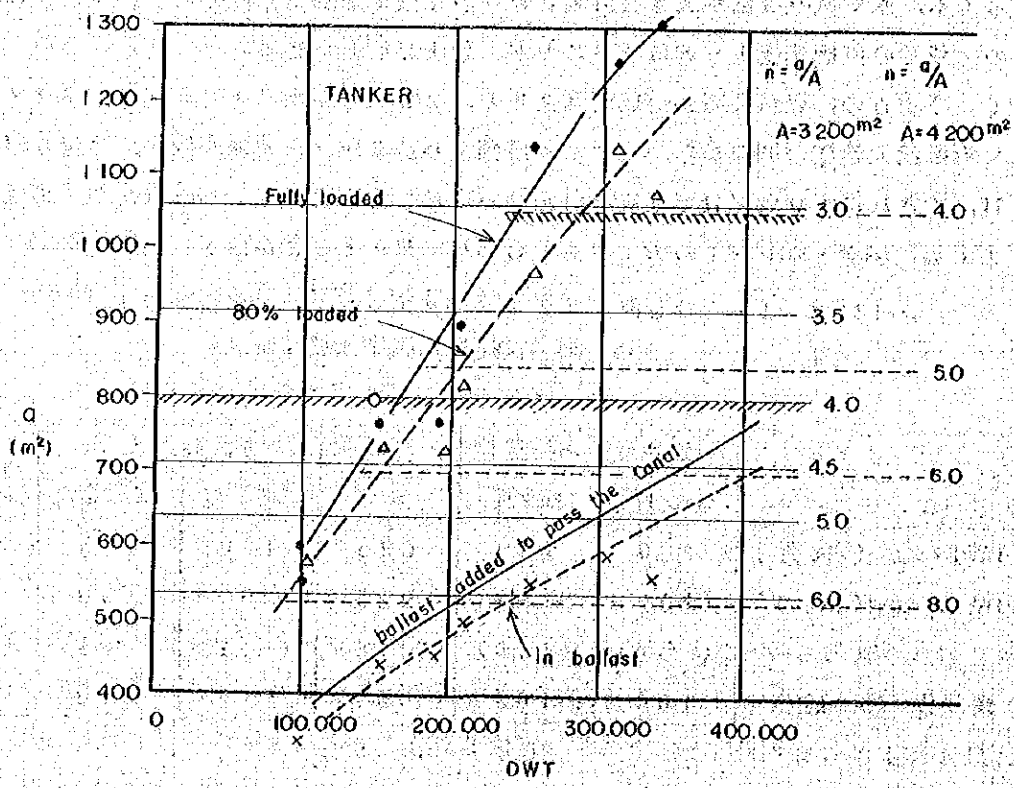


図12－1－9　大型タンカーの水中断面積（a）とDWTの関係

こうした小さい問題があるにせよ，護岸に大きな影響を及ぼさないようなコンボイの運航が可能であることは，以上の検討の結果より結論できる。

・バイパスにおける洗堀問題

護岸およびスロープにおける浸食問題のひとつは，船が他のコンボイの通過を待つために，一時停泊するバイパスで発生する。

一旦停止した船が，再び航路に出るために，スロープ沿いの停止位置で機関を全開すると，スクリューによって，スロープの砂が洗い流されることがある。このため，Ballah by-passでは，護岸の矢板床止めを－10mまで打ち込んであるが，スロープの洗堀で次第に洗い出される心配があるといわれる。

この部分では，船の速度はほとんどないので，ひき波の影響はない。底にたまった砂は航路水深を浅くするだろうが，スカーティングはないため，本船が底をこする心配も少い。早目に浚渫をして，底の砂を取除くか，それを護岸の根元に捨てておけば，それほど心配するほどのものではないだろう。

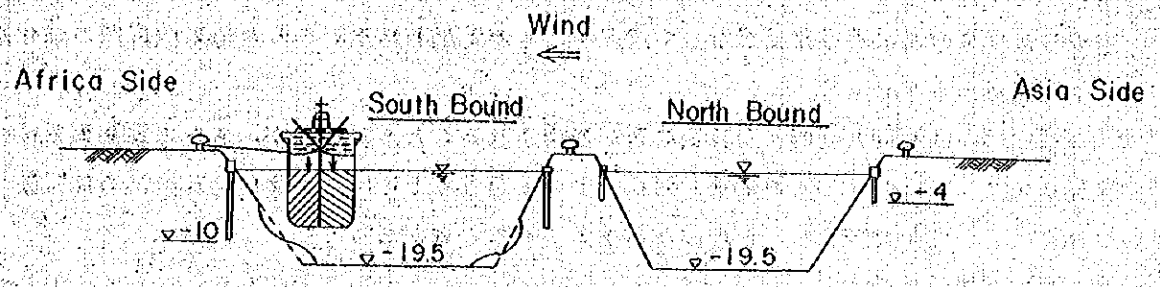


図12-1-10　BALLAH BY-PASSの概念図

ここで南航船は，風下側に寄って停止する。

ただ，年に3,000L.Eほどの浚渫費となるので，これをできるだけ節約できる方法を見つけたいようである。

1－3　航路維持工法

運河内の維持浚渫の工法としては，通行船を退避する問題，掘り厚の薄い点などを考えると，ドラグサクション浚渫船が適しているが，土捨場の制約があるので，ダンピング土捨場の遠い運河内はポンプ浚渫船を用い，Port Said港航路はドラグサクション浚渫船により，Bitter Lakes，Timsah Lake付近は，両方式の併用とするのが妥当であろう。

1－4　維持補修費

運河および土木施設，航行補助施設の維持費は，維持浚渫費650$^{10^3}$LE/年，護岸，防波堤補修450$^{10^3}$LE/年，航行補助施設維持300$^{10^3}$LE/年合計1,400$^{10^3}$LE/年程度である。ただし上記維持費には，施設の償却費，作業船償却費は含まない。また二期計画等の後続の運河拡張計画は，無視している。

2. 管理・運営方法

2－1　運河管理

運河の管理は維持・補修を含めてスエズ運河公社で一括して行なわれることは，閉鎖前と何等変わるところがない。

閉鎖中外国に散っていった技術陣も再開に備えてエジプトに戻りつつあり，閉鎖前の状態に戻るのはそう遠くないと思われる。組織的にも現在の組織で管理・運営は十分可能であると判断される。

以上運河拡張後の運河管理には現在の管理体系および組織でもって何等問題はないと思われるが，今後一層の円滑なる管理・運営のために次のような点について第一期工事完了までに検討する必要があろう。

① 大型タンカーの大型化および通航増にともない運河再開時に比較してより多くのタグボートが必要となり，あわせてこのための要員の確保とともにパイロットを含めて大型タンカーの操船に関する訓練と研修を計画的に行なう必要がある。

② 拡張後の運河収入は再開時に比較して大巾な増加を示すとともに，再開および拡張のために調達した資金の返済等業務量が著しく増大するものと思われる。このため財政部門の強化をはかる必要があろう。

③ 運河通航料は再開と同時に新料金体系が適用されることとなろうが，さらに運河拡張後の料金体系については必ずしも再開前と同じでよいと言うことにはなるまい。このため拡張後の料金体系について十分調査し，合理的な体系をつくる必要があろう。

2－2　利用料体系

運河の通航料は１９６６年に改正された

Loaded ships : P.T. 43.73／1 SONRT

Ships in Ballast : P.T. 19.94／1 SONRT

のままであり，改正後１０年を経ている。この１０年間の国際的な物価上昇を考え，またＳＣＡの財政状況を考えるならば当然新料金体系が設定されねばなるまい。このためＳＣＡは現在，イギリス，ノルウエーおよび日本のコンサルタントに新料金体系の設定について研究委託しており，結論が出されるのもそう遠いことではあるまい。

閉鎖前はスエズ運河の東と西を結ぶ船舶交通のほとんどすべてが運河を経由したが，現在はCape Town を廻る超大型タンカーが増えてきている。それに加えて最近のようなタンカー船腹の過剰が生じてくるとタンカーに対する料金設定は非常に難しい問題となり，物価上昇のほかの各種の要因が考慮されて決定されることとなろう。

しかしいずれにしても新料金体系は，現行料金の水準を上廻るものでＳＣＡの財政をうるおすこととなろう。

なお表１２－２－１に現行料金で算定した場合の予想される運河収入を示す。なお年次別の収入についてはXIIIの経済性の検討の１－２便益のところに掲載しておいた。

表12-2-1 Revenue from the Canal (Million LE)

	1965/7 ~1966/6	1975	1980	1985
1. Re-opening				
1) Dry Cargo		52.7	68.0	88.4
2) Oil		33.9	17.8	26.4
a. S/S		(22.9)	(11.0)	(18.0)
b. C/S		(11.0)	(6.8)	(8.4)
3) Total		86.6	85.8	114.8
2. 1st Stage Plan				
1) Dry Cargo			68.0	88.4
2) Oil			64.5	82.0
a. S/S			(55.5)	(70.5)
b. C/S			(9.0)	(11.5)
3) Total	91.3		132.5	170.4
3. Difference between 1 & 2			46.7	55.6

これによると運河を再開しただけでは，1980年以降に閉鎖前の水準に達することができるが，拡張することにより再開だけの場合に比較して50%増の収入が期待できることとなる。

2-3 管理・運営費

管理運営費は1964～1967年までの実績によれば，一般管理費，運河・Port Said 港運営費，設備維持費，公益事業費用で通航料収入の約8%を占めている。将来ともこの割合は変わらないと考えてよいと判断されるのでこの割合を利用して将来の管理・運営費を算定すると1965/7～1966/6 8.9百万L.Eに対して，1980年には10.6百万L.E，1985年には13.6百万L.Eに達する。なお，表13-2-4に年次毎の管理・運営費を掲載しているので参照されたい。（ただしこの管理・運営費は総額の½であるので注意されたい。理由はXIIIの1-1を参照されたい。）

XIII　経済性の検討

XIII 経済性の検討

1. 国民経済的評価

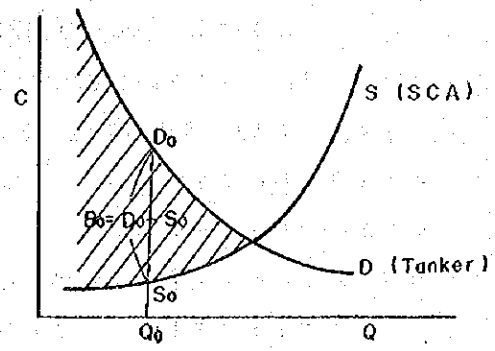
スエズ運河拡張の効用は大きく2つに分けて把えることができる。まず1つはエジプト経済へのインパクトが挙げられる。つまり拡張に伴う運河料金の増収は外貨準備高の増加という形でエジプト経済の発展に寄与する。もう1つは拡張によって喜望峰を経由していた大型タンカーのスエズ運河通航が可能となり，原油輸送費の節減がはかられることである。これは直接的にはタンカー船主又は荷主の便益であり，これが間接的には世界の人々にとっての便益となる。よって評価の立場としては，

① エジプト国民

② タンカー船主または荷主

③ ①と②の両方

が考えられるが今回は本プロジェクトが日本からエジプトへの円借款対象プロジェクトであるから①の立場に立って評価すべきの考えた。運河拡張の便益は右の需給曲線を描いてみると，斜線のエリアのQoに対応したDo－So(＝Bo)となる。この斜線部の便益をSCA側とタンカー船主側が分け合うこととなるので，①の評価結果が十分なものであれば③の評価結果も十分なものであることは言うまでもない。



評価は内部収益率による方法を採用し，評価のためのプロジェクト・ライフは第一次運河拡張工事完了後30ケ年とした。

エジプトの通貨は必ずしも安定しておらず，外貨に関しては公定レートと実勢レートに差があるように思われる。(このためエジプト政府は短期間のエジプト滞在外国人には公定レートと異なる旅行者レートを認めている。)したがって，経済評価においては，シャドー・プライスの考え方を導入すべきであることも必要と思われるが，本プロジェクトの場合便益はすべて外貨で支払われる一方，費用には内貨が含まれていることから，シャドー・プライスを導入しない方が評価としては安全側であると判断されるので，特にシャドー・プライスの概念は採用していない。

1－1 費　用

費用は，工事費と維持・管理費によって構成される。この費用は当然のことながら第一次運河拡張工事に係わるもののみに限定している。つまり，工事費としては第一次運河拡張工事費分のみを計上しており，既存施設の資材等が第一次運河拡張工事に利用できる場合は，移設費だけを計上している。また，維持・管理費としても第一次運河拡張工事に係わるものだけを詳細に積み上げることは技術的にも困難であるので，運河全体に係わる維持・管理者のうちの½を第一次運河拡張工事

分として計上している。

工事費および維持・管理費の費目は次に示すとおりである。また年次別工費は工程計画に基づいたものであり詳細はXI実施計画4建設費を参照されたい。

工事費：浚渫，陸上土工，護岸，防波堤，航行補助施設（資材の物品税は含んでいる。）

維持・管理費：維持浚渫費（XIの1－4参照）

その他維持費・管理費（一般管理費，運営費，設備維持費，その他）

但し，その他維持・管理費＝年間運河収入×0.08（1965年の実績）×½

1－2 便　益

便益としては，第一次運河拡張工事による運河収入の増収分（総収入－再開による収入）を計上した。

運河収入の算定にあたっては，現行料金体系にもとづくものとした。運河閉鎖以後の物価高騰を考えると，現行の料金体系をそのまま適用するのは非常に不合理と思われる。しかしSOAは現在新料金体系のあり方について諸外国のコンサルタントに委託中であるが，本報告書をとりまとめる前にはその結果が得られなかった。よってこゝでは止むなく現行の料金体系を利用した。新料金体系は，現行料金より料率が高くなるのは当然と思われ，その場合SOAの収入はさらに増加することゝなるので，本プロジェクトの評価には問題ないものと考えられる。

現行料金体系は，1SCNRT（Suez Canal Net Registered Ton，VII．スエズ運河公社参照）につき43.73P.Tの料金を課することとなっている。ただしバラスト状態のタンカーについて0.199LEの低料金を定めている。

この料金体系にもとづいて便益を算出すると表13－1－1に示すとおりであるが，プロジェクトライフ30ケ年間に16.4億L.E（1975年価格）の便益が発生することとなる。ただしタンカーによる収入は1986年以降は1986年の収入で横ばいとしている。

なお，ここでの便益は結果的にはタンカーによるものだけと考えているが，このほかに鉱石専用船の6万DWT以上のものは拡張のメリットを享受することとなり，SOAの増収につながるであろう。しかし今回はこの便益はタンカーの便益に較べ小さいであろうことから対象外とした。

1－3 分　析

費用と便益より内部収益率を算定すると11.5％となる。日本からの円借款の条件は金利2.0％であること，エジプト国内の公定歩合は5.0％（1974年11月）であること等をあわせ考えれば，内部収益率11.5％の本プロジェクトは国民経済的にフィージブルであると見なして良かろう。

経済評価を行なうに至る前段階において各種の前提をおいてきた。これらの前提はどちらかと言えば評価の安全側になるように常々配慮してきたが，次のような情勢変化が生ずるとか，あるいは若干楽観的な見方をするならば内部収益率はさらに高い値が得られよう。

① 石油需要は最近の欧米におけるエネルギー消費削減策に配慮して予測を行なったが，原油価格の低下により石油需要が増大すれば石油輸入が増大し，スエズ運河を通過する油量も増加す

表13－1－1　Prospected Revenue List

(Million LE)

Year	Dry Cargo	Oil		Total Revenue		Benefit	Remarks
		Ist Stage	Reopening	1st Stage	Reopening		
1975	26.4		17.0		43.4		注1. Dry Cargoの収入は，1986年以降年率2.5%で増加するとした。
76	55.4		21.6		77.0		
77	58.3		15.2		73.5		
78	61.3		15.2		76.5		
79	64.5	58.5	15.1	123.0	79.6	43	2. Oilによる収入は，1985年の収入が横ばいになるとした。
80	68.0	64.5	17.8	132.5	85.8	47	
81	71.5	67.7	19.2	139.2	90.7	49	
82	75.4	70.2	20.6	145.6	96.0	50	3. 運河再開は1975年6月と考えて初年度は1年分の収入の50%を計上した。
83	79.5	73.9	32.3	153.4	111.8	52	
84	83.8	78.6	24.7	162.4	108.5	54	
85	88.4	82.0	26.4	170.4	114.8	56	
86	90.6	↑	↑	172.6	117.0	↑	
87	92.9			174.9	119.3		
88	95.2			177.2	121.6		
89	97.6			179.6	124.0		
90	100.0			182.0	126.4		
91	102.5			184.5	128.9		
92	105.1			187.1	131.5		
93	107.7			189.7	134.1		
94	110.4			192.4	136.8		
95	113.2			195.2	139.6		
96	115.0			198.0	142.4		
97	118.9			200.9	145.3		
98	121.9			203.9	148.3		
99	124.9			206.9	151.3		
2000	128.0			210.0	154.4		
01	131.2			213.2	157.6		
02	134.5			216.5	160.9		
03	137.9			219.9	164.3		
04	141.3			223.3	167.7		
05	144.9			226.9	171.3		
06	148.5			230.5	174.9		
07	152.2			234.2	178.6		
08	156.0	↓	↓	238.0	182.4	↓	
Total						1,639	

表13－1－2　経　済　分　析　表

(Million LE)

Year	Cost				Benefit	Discoantrate 11%		Discontrate 12%	
	Construction	Maintenance dredging	Administration	Total		C	B	C	B
1975	48	–	–	48	–	48	–	48	–
76	103	–	–	103	–	93	–	92	–
77	108	–	–	108	–	88	–	86	–
78	61	–	–	61	–	45	–	43	–
79		(0.7)	(4.9)	6	43	4	28	4	27
80			(5.3)	6	47	4	28	3	27
81			(5.6)	6	49	3	26	3	25
82			(5.8)	7	50	3	25	3	23
83			(6.1)	7	52	3	23	3	21
84			(6.5)	7	54	3	21	3	19
85			(6.8)	8	56	3	20	3	18
86			(6.9)	8		3	18	2	16
87			(7.0)	8		2	16	2	14
88			(7.1)	8		2	14	2	13
89			(7.2)	8		2	13	2	11
90			(7.3)	8		2	12	1	10
91			(7.4)	8		2	11	1	9
92			(7.5)	8		1	10	1	8
93			(7.6)	8		1	9	1	7
94			(7.8)	9		1	8	1	7
95			(7.9)	9		1	7	1	6
96			(8.0)	9		1	6	1	5
97			(8.1)	9		1	6	1	5
98			(8.2)	9		1	5	1	4
99			(8.3)	9		1	5	1	4
2000			(8.4)	9		1	4	1	3
01			(8.6)	9		1	4	1	3
02			(8.8)	10		1	3	0	3
03			(8.9)	10		1	3	0	2
04			(9.0)	10		0	3	0	2
05			(9.1)	10		0	2	0	2
06			(9.2)	10		0	2	0	2
07			(9.4)	10		0	2	0	1
08			(9.5)	10		0	2	0	1
Total				573	1.639	322	336	310	298
							14		12

$$IRR = 11 + \frac{14}{14+12} = 11.5\%$$

るので便益が増大することとなる。

② １９８５年以降のスエズ運河通過量は１９８５年と同じであると想定しているが，石油エネルギーの今後の寿命，欧米の自地域内での石油生産量等を考慮すれば，１９８５年以降も中東から欧米に流れる油量はある程度増加してゆく可能性がある。

③ 便益の計算において運河料金は現行料金を採用したが，新料金が設定されればＳＯＡの収入は大巾な増加が期待される。この結果拡張の便益も増加が予想される。

④ 費用は第一次運河拡張計画に係るものだけに限定し，再開に係るものは一切含まれていないが，第一次運河拡張工事に係る費用の中には，護岸のように第二次運河拡張工事に係るものが含まれており，この費用は本来第二段階プロジェクトの工事に分担させるべきものである。

2. 財務分析

2－1 前提条件

第１期拡張計画後のＳＯＡの財務状況を予測することは，次の事由により極めて難しい。従って，以下の財務予測は，かなり大胆な仮定あるいは前提条件の設定に基づいて算出された部分を含んでいる。

1) 再開計画・拡張計画にかなり未決定の部分があること。　特に借款調達金額・条件，内貨調達方法等が不明である。

2) ＳＯＡ本部の疎開や戦禍による資料散逸のため，過去のデータ裏付けがとれない部分があること。

3) 運河営業時の関連経費等を予測するに際して参考とすべき過去の営業時のデータが，中東戦争による閉鎖が続いているため７年半前のものであり，今後の予測のベースとしては信頼性が低いこと。

4) 現存の財務諸表上の固定資産は，疎開や戦禍により，実態とかなり乖離しているものと思われること。従って早急に資産の再評価が必要である。

5) 運河再開後の通航料の料金体系が未だ定っていないこと。ＳＯＡでは目下日本，ノルウェー，英国のコンサルタント３社に，再開時に採りうる新料金体系についての研究を委嘱しており，今後それらの結果を参考にして，海運動向等をふまえて決定を行うことになるものと思われる。

財務予測を行うにあたり，採用した主要な仮定は次のとおりである。

1) 通航料収入

経済分析により得られた予想通過船舶純トン数（ＳＯＮＲＴ）に，１９６７年（運河閉鎖前）の規定通航料を乗じて算出した。なお，埠頭料金その他のChargeは，微少のため無視した。

2) 関連事業収入

運河営業時の年間の平均的収入額３百万LEに，再開後の事業規模の拡大による増加を見込んだ。

3) 維持浚渫費

年間1.4百万L.E（１９７４年価格）と見込まれるので，これに毎年３％の経費の上昇を見た。

4) その他維持管理費

１９７９年以降（第一次運河拡張計画完了後）は，通航収入の増大に比例して増加するものと見なし，それに毎年３％の経費の上昇を見込んだ。

5) 再開後の取得資産については，平均償却期間・償却率を仮定し，これに既存設備の償却費見込を加えた。なお，償却方法は，ＳＣＡの説明に従い，定率法によっている。

6) 特許料支払

過去における場合と同じく，毎年総収入の５％をエジプト政府に納付するものとした。

7) 支払利息

a) 既借入分

１９６７～７３年の中央銀行からの借入（累計1.8百万L.E）を１９７５年より金利4.5％，期間１０年（うち据置４年）で返済するものとした。なお，これまでの政府補助金の元利金支払は棚上げされるものとした。

b) 再開分

再開に必要な資金の調達は，次の方法によるものとした。

表１３－２－１　資金調達法（再開分）

（百万L.E）

費用		調達		条件
内貨	44.5	IBRD借款	20.8	8％，20年（うち据置4年）
外貨	75.5	その他借款	54.7	4.5％，20年（うち据置4年）
		内貨借入	24.5	4.5％，20年（うち据置4年）
		自己資金	20	
計	120		120	

c) 第一次運河拡張工事分

第一次運河拡張工事については，同様に次の方法によるものとした。

表１３－２－２　資金調達法（第１期工事分）

（百万L.E）

費用		調達		条件
内貨	119.8	円借款	49.5	2％，25年（うち据置7年）
外貨	200.2	その他借款	150.7	4.5％，20年（うち据置4年）
		内貨借入	79.8	4.5％，20年（うち据置4年）
		自己資金	40	
計	320	計	320	

8) 所得税

利息支払後利益に対し，現行税率３９.７％が課せられるものとした。現行税率の内訳は，SOAによれば，次のとおりである。

Commecial & Industrial	
Market Tax	１７.０％
Municipal Tax（上記の１０％）	1.7
Defence Tax	１０.５
National Security Tax	8.0
Djihad Duty	2.5
計	３９.７％

なお，過去３年間の損失により，１９７５年までは，所得税は免除される。

9) 国庫納付金

純利益より国庫に納付されていたGovernment Share は，考慮していない。

２－２ 損益予想

上記の仮定に基づき，１９７４年～２０００年の損益を試算すると，表１３－２－４のとおりである。

これによれば，１９７４年の特許料，所得税，利息支払後の純損失は7.９百万L.Eであるが，運河再開（１９７５年央と想定）後は黒字に転ずる。しかし，再開後第一次工事期間中は，借款の利息支払の増大と償却負担増がある反面，通航料収入が７０百万L.E台で横這いのため，利益はかつての運河営業時の水準（１９６５年 ５０.５百万L.E，６６年 ５４.３百万L.E，６７年 ５７.７百万L.E ――なお，この間の通航料収入は，８３.１百万L.E，９１.３百万L.E，９４.５百万L.E）に遠く及ばない。利益が恒常的に増加傾向を示すようになるのに，第１次工事が完成して通航料収入が飛躍的に増大し，かつ利息支払，償却負担がピークを越す１９８０年以降である。

２－３ 収支予想

上記２－１の仮定に基づき，１９７４～２０００年の収支予想をたてると，表１３－２－５のとおりである。

これによれば，第１次拡張工事中（１９７５年～７８年）の所要資金のかなりの部分は，やはり借款によって賄う必要がある。しかし，第１期工事のために導入した借款の利払の本格化する１９７７年以降，特にそれら借款の元本償還の始まる１９８０年以降の資金収支については特に懸念はない。

２－４ 結論と問題点

現在，エジプト政府およびＳＯＡにより進められている運河再開計画の所要資金については，その大部分について既に調達の目途がついたと考えられる。

ＳＯＡによる資金調達計画は，次のとおりである。

表13－2－4　運河公社予想損益計算書（1974～2000）

単位：百万LE

	収入					支出										
	通行料			関連事業収入	合計	営業費用			減価償却費	合計	営業△損益	特許料支払	税・利払前△損益	その他費用		純△損益
	貨物	石油	計			維持浚渫費	その他維持管理費	計						支払利息	所得税	
1974	－	－	－	3	3	－	8	8	1.9	9.9	6.9	0	△ 6.9	1	－	△ 7.9
75	26.4	17.0	43.4	3	46.4	0.7	9	9.7	3.1	12.8	33.6	2.3	31.3	4.7	－	26.6
76	55.4	21.6	77	3	80	1.5	10	11.5	6.6	18.1	61.9	4.	57.9	7.1	20.2	30.6
77	58.3	15.2	73.5	3	76.5	1.5	10.5	12	11.5	23.5	53	3.8	49.2	12.9	14.4	21.9
78	61.3	15.2	76.5	3	79.5	1.5	11	12.6	15.3	27.9	51.6	4.	47.6	16	12.5	19.1
79	64.5	73.6	138.1	3	141.1	1.5	11.6	13.2	16.6	29.8	111.3	7.1	104.2	16.3	34.9	53
1980	68.0	82.3	150.3	3.5	153.8	1.7	13.0	14.7	15.3	30.	123.8	7.7	116.1	15.2	40.1	60.8
81	71.5	86.9	158.4	3.5	161.9	1.7	13.8	15.5	14.	29.5	132.4	8.1	124.3	14.2	43.7	66.4
82	75.4	90.8	166.2	3.5	161.7	1.8	14.8	16.6	13.1	29.7	140.	8.5	131.5	12.9	47.1	71.5
83	79.5	106.2	185.7	3.5	189.2	1.8	16	17.8	12.	29.8	159.4	9.5	149.9	11.9	54.8	83.2
84	83.8	103.3	187.1	3.5	190.6	1.9	17.5	19.4	11.	30.4	160.2	9.5	150.7	10.7	55.6	84.4
1985	88.4	108.4	196.8	4	200.8	1.9	18.8	20.7	10.2	30.9	169.9	10.	159.9	9.7	59.6	90.6
86	90.6	108.4	199	4	203	2	19.7	21.7	9.4	31.1	171.9	10.2	161.7	8.6	60.8	92.3
87	92.9	108.4	201.3	4	205.3	2.1	20.6	22.7	8.6	31.3	174	10.3	163.7	7.7	61.9	94.1
88	95.2	108.4	203.6	4	207.6	2.1	21.5	23.6	8.	31.6	176	10.4	165.6	6.6	63.1	95.9
89	97.6	108.4	206.	4	210	2.2	22.4	24.6	7.4	32.	178	10.5	167.5	5.7	64.2	97.6
1990	100.0	108.4	208.4	4.5	212.9	2.2	23.4	25.6	6.8	32.4	180.5	10.6	169.9	4.6	65.6	99.7
91	102.5	108.4	210.9	4.5	215.4	2.3	24.5	26.8	6.2	33	182.4	10.8	171.6	3.7	66.7	101.2
92	105.1	108.4	213.5	4.5	218.	2.4	25.5	27.9	5.7	33.6	184.4	10.9	173.5	2.6	67.8	103.1
93	107.7	108.4	216.1	4.5	220.6	2.5	26.8	29.3	5.3	34.6	186	11	175	1.7	68.8	104.5
94	110.4	108.4	218.8	4.5	223.3	2.5	28.	30.5	5.	35.5	187.8	11.2	176.6	0.9	69.8	105.9
1995	113.2	108.4	221.6	5	226.6	2.6	29.2	31.8	4.5	36.3	190.3	11.3	179	0.5	70.9	107.6
96	116.0	108.4	224.4	5	229.4	2.7	30.7	33.4	4.2	37.6	191.8	11.5	180.3	0.2	71.5	108.6
97	118.9	108.4	227.3	5	232.3	2.8	32.	34.8	3.8	38.6	193.7	11.6	182.1	0.1	72.3	109.7
98	121.9	108.4	230.3	5	235.3	2.8	33.5	36.3	3.6	39.9	195.4	11.8	183.6	0.1	72.8	110.7
99	124.9	108.4	233.3	5	238.3	2.9	35	37.9	3.3	41.2	197.1	11.9	185.2		73.5	111.7
2000	128.0	108.4	236.4	5.5	241.9	3	36.7	39.7	3.	42.7	199.2	11.1	187.1		74.3	112.8

表13－2－5　運河公社予想収支表（1974～2000）

単位：百万LE

	所要資金								資金調達									収入・支出差
	建設費			債務償還等			所得税	合計	自己資金			借款					合計	
	再開	第1期拡張	計	利払	返済	計			税・利払前△損益	減価償却費	計	再開	第1期拡張 円借款	第1期拡張 その他	第1期拡張 計	計		
1974	32.5		32.5	1	－	1.	－	33.5	△ 6.9	1.9	△ 5	40	－	－	－	40	35.	1.5
75	45.8	48	103.8	4.1	－	4.1	－	107.9	31.3	3.1	34.4	40	15.8	22.2	38	78	112.4	4.5
76	29.2	103	132.2	7.1	－	7.1	17.2	156.5	57.9	6.6	64.5	15	13.5	79.5	93	108	172.5	16.
77	12.5	108	120.5	12.9	－	12.9	10.4	143.8	49.2	11.5	60.7	5	13.5	94.5	108	113	173.7	29.9
78		61	61	16	7	23	6.1	90.1	47.6	15.3	62.9		6.7	34.3	41	41	103.9	13.8
79	(120)	(320)	(440)	16.3	9.2	25.5	27.8	53.3	104.2	16.6	120.8	(100)			(280)	(380)	120.8	67.5
1980				15.2	23.7	38.9	33.8	72.7	116.1	15.3	131.4						131.4	58.7
81				14.2	23.6	37.8	38.2	76.	124.3	14	138.3						138.3	62.3
82				12.9	26.3	39.2	42.2	81.4	131.5	13.1	144.6						144.6	63.2
83				11.9	26.3	38.2	50.5	88.7	149.9	12	161.9						161.9	73.2
84				10.7	26.3	37.	51.8	88.8	150.7	11	161.7						161.7	72.9
1985				9.7	23.3	33	56.3	89.3	159.9	10.2	170.1						170.1	80.8
86				8.6	23.3	31.9	57.8	89.7	161.7	9.4	171.1						171.1	81.4
87				7.7	23.3	31	59.4	90.4	163.7	8.6	172.3						172.3	81.9
88				6.6	23.3	29.9	60.9	90.8	165.6	8.	173.6						173.6	82.8
89				5.7	23.3	29.	62.3	91.3	167.5	7.4	174.9						174.9	83.6
1990				4.6	23.3	27.9	63.9	91.8	169.9	6.8	176.7						176.7	84.9
91				3.7	23.3	27.	65.2	92.2	171.6	6.2	177.8						177.8	85.6
92				2.6	23.3	25.9	66.5	92.4	173.5	5.7	179.2						179.2	86.8
93				1.7	23.3	25.	67.7	92.7	175.	5.3	180.3						180.3	87.6
94				0.9	17.1	18.	68.8	86.8	176.6	5.	181.6						181.6	94.8
1995				0.5	17.1	17.6	70.	87.6	179.	4.5	183.5						183.5	95.9
96				0.2	27	2.9	70.8	73.7	180.3	4.2	184.5						184.5	110.8
97				0.1	27	2.8	71.6	74.4	182.1	3.8	185.9						185.9	111.5
98				0.1	27	2.8	72.3	75.1	183.6	3.6	187.2						187.2	112.1
99				0.	27	2.7	73.1	75.8	185.2	3.3	188.5						188.5	112.7
2000				0.	0.9	0.9	73.9	74.8	187.1	3.	190.1						190.1	115.3

表13－2－3　運河再開計画資金調達計画

単位：百万US$

		内貨	外貨	計			内貨	外貨	計
建設費	航路整備	32.10	110.45	142.55	資金調達	クエート基金		33	
	機械工場修復	2.90	10.25	13.15		米国		7	
	建物・道路	20.20	7.44	27.64		サウジアラビア		50	
	その他	30.05	28.21	58.26		アブダビ		33	
	コンサルティング	0.30	0.96	1.26		カタール		10	
	小計	85.55	157.31	242.86		IBRD		50	
	予備費	21.45	23.69	45.14		政府，SOA	110	－	
	計	107.00	181.00	288.00		計		183	293

出所：建設費はIBRD Appraisal Report（74／11）より引用；資金調達はSCAより聴取。

注：左右の不一致は，概ね換算率の違いによるもの。

第1期拡張計画については，調査時点においては，日本の円借款を除いてpledgeされた借款はないが，現在エジプト政府はイラン，サウジアラビアその他の産油国，欧米諸国等に対し協力を打診中であり，近く第一次運河拡張工事の国際入札の具体化と相まって決定されるものと思われる。

もっとも，第一次計画工事所要資金のための借款は，上記のとおり運河再開費用を含めて，運河再開および第一次計画完成後の通航料収入により充分返済可能であり，資金収支上問題はない。（通航料収入は1967年の料金により算出してあり，これが今後改訂 —— 値上げ —— をすれば，当然収支はより好転する。）

従って，第一次計画遂行のための資金調達上の留意事項として，以下の点があげられる。

a) 運河の再開を急ぎ，通航料収入をあげること。

b) 早急に外貨分の財源 —— 借款 —— を具体化すること。

c) 内貨の供給 —— 政府による予算措置等 —— を適切に行い，直営工事および国内発注工事の進捗（および円借款対象工事のL.E貨支払）に支障をきたさぬようにすること。

3. 社会的評価

3－1　エジプト社会への影響

本プロジェクトのエジプトの経済社会への影響としては次のように考えられる。

① 運河によって得られる収入は莫大なものであり，ここで得られた外貨はエジプトの国際社会における発言力の増大をもたらし，また貿易の振興に寄与するところが大きい。

② 運河収入の一部はロイヤルティーや税金として直接国に納められ，エジプト財政の強化に役

立ち，間接的にはエジプト国民の福祉の向上へと波及するであろう。

③ 欧米のみならず国際的に極めて重要な運河をコントロールしていることは，エジプトの国際政治社会における発言力の増大に無視できない背景となる。

④ 運河を通過する船は料金を支払う以外は，エジプトにほとんど便益をもたらさない。このような性格の船が運河内で事故を起し油の流出等をともなって運河沿いの地域住民の生活を破壊するようなことがあってはならない。この点については十分過ぎる安全対策の樹立が望まれる。

⑤ 第一次運河拡張工事だけで総工費3.2億L.E，このうち内貨分は1.2億L.Eであり，これによる労働力雇用の増大とエジプト産業への波及力は非常に大きなものである。土工および護岸工事で哉かわれる土木技術力は，引き続くその他の開発プロジェクトに貢献するところが大であろう。

⑥ 運河が再開し，断面が拡張され，通航量が増せば，運河周辺の経済活動も盛んとなることが予想される。中東戦争以前にはこの附近には約１００万人が住みついていたといわれ，現在では８０～９０万人が帰宅している。レセップスが運河工事に着手した時は，スエズ運河には3,５００人ほどが住んでいただけの砂漠であったが，運河堀削のために淡水運河をナイル河から掘り，上下水道，電力など全て運河会社の手でつくり，この周辺に都市，森林，丘地を形成してきたのである。スエズ運河公社は，いまだPort Said，Port Fouad，Ismailiaなどの町の主要な公共施設を管理しており，そこの財務が豊かになることは，運河沿線の開発，発展に大きな影響を及ぼすものと考えられる。砂漠は，人工的な水路建設により，容易に沃野に変じうるわけであり，エジプト政府も建設大臣オスマンによる大改良計画を発表するなどしているが，いまだ資金的な裏付けがない状況であり，これから運河収入が得られるとともに，順次運河周辺に，工業地帯，港湾，リゾート地帯等の計画が樹立されてゆくことになろう。第１期工事の完成は，そうした動きを一層早めることになると思われる。

３－２　国際経済社会への影響

スエズ運河の有する国際性からして，本プロジェクトの国際社会特に海運界に与える影響は大きい。運河の拡張に関連しては次のようなものが考えられよう。

① 拡張のメリットの一部をタンカー船主は享受することとなり，間接的には国際社会に原油輸送価格の低減となって還元されることが期待される。特に南欧経済に及ぼす影響は非常に大きなものであろう。

② しかし短期的にはCape Townコースに比較して時間短縮となることからタンカーの廻転率が向上し，船腹量の過剰という事態が予想される。よって石油の需給と見較べつつタンカー建造計画の見直しが必要となってこよう。この場合，第二次運河拡張工事をも見通した上でタンカー船型はSuez MaxとULCCの２つのタイプに分離されてゆく可能性があろう。

おわりに

われわれ日本調査団は，短いCairo 滞在中に，期待以上の成果をあげることができたのは，スエズ運河公社スタッフの全面的な協力のおかげであると感じており，ここに心からの感謝をささげたい。

運河再開への忙しい日々の中で，また事務所の移転の直後でもあり，多くの資料が戦火や移動により未整理となっている期間であったにもかかわらず，各デパートメントにわたり必要な資料の全てを，滞在期間中に，用意されたスタッフの熱意と努力には，賞讃の言葉をおしまないものである。

また，各所の事務所，ワークショップ，浚渫船等の施設を復旧し，運河再開のために，運河の掃海，ボラードの掘り起しや，航航援助施設の再建へ全力をあげている現場の方々の熱意にも力強いものを感じたわけであるが，そうした中で現地視察のわれわれ調査団の案内のため，貴重な時間をさいて随行されたスタッフの方々にも厚く感謝したい。

一日も早く運河が再開することを，われわれ調査団員も願っていることを付記しておく。

また，将来，日本とエジプトが，運河の拡張や運営に関して，多くの点で協力しあえる機会が生れることを心から期待し，そうした協力が両国の友情と繁栄に役立つことを願うものである。

たとえば，戦争によって途絶えている，技術者の交換，在エジプト日本大使館への港湾技術者の駐在などの復活や，運河の通航により大きな安全性を与えるために，パイロットやタグマスターの超大型船操船の訓練を日本で行うなど，できるかぎり多くの機会を見つけるよう努力していきたいものである。

会った方々の名前

さいごに、わが国調査団が，エジプトで調査している期間，多忙な折にも拘らず，快くわれわれの世話をして頂いた方々に敬意を表し，こゝにその方々の主な人の名前を掲げさせて頂く。

Eng　Mashhour Ahmed Mashhour
　　Chairman, Suez Canal Authority

Eng　Adel Ezzat
　　Director, Engineering Department, Suez Canal Authority

Dr　Ahmed Ammar
　　Vice Director, Engineering Department, Suez Canal Authority

Mr　Ahmed Sultan
　　Deputy Director, Administrative Department, Suez Canal Authority

Dr　Nabil Hilaly
　　Research Center, Suez Canal Authority

Dr　Abdel Hamid Salman
　　Deputy Director, Engineering Department, Suez Canal Authority

Mr　Abdallah Hassan
　　Chief, Statistics and Planning Department, Suez Canal Authority

参 考 資 料

以下の資料は，スエズ運河公社をはじめとして，関係機関から提供されたもので，本報告書の作成に貴重な参考となったものである。

1. Interim Report prepared by the Japanese Survey Team for the Suez Canal Extension Project in Arab Reublic of Egypt （英文）
2. 調査期間中における地元新聞記事の概要（日本文）
3. スエズ運河の国有化に関する法律（英文）
4. エジプト政府行政組織図（英文）
5. 第二次運河拡張計画のためのフィージビリティー・スタディの内容（英文）
6. Economic Study for the Evolution of the Suez Canal by the Suez Canal Authority （英文）
7. Community Energy Policy Objectives for 1985 by the European Communities （英文）
8. Energy Prospects to 1985 by OECD （An assessment of long term energy development and related policies）（英文）
9. 運河断面の決定法について （Arabic）
10. General Description of the Research Center of the Suez Canal Authority（英文）
11. Revetments （Arabic）
12. Port Said港における維持浚渫量について （Arabic）
13. 運河ルートおよび断面詳細図（1967年） （Arabic）
14. 運河深浅測量図（June，1974年） （Arabic）
15. Port Said港におけるEntrance Channelの深浅図（1：5,000）
16. Suez港深浅図（1：10,000）
17. Port Said港平面図（1：5,000）
18. Port Towfik港平面図（1：5,000）
19. Ismailia港平面図（1：5,000）
20. Project for Suez Canal Development
21. General Plan of the Suez Canal （1：100,000）
22. Project for Suez Canal Development （typical cross section）
23. Great Bitter LakeにおけるAnchorageの深浅図
24. 運河護岸計画図（3葉）
25. Port Said港防波堤断面図（1：2,000，1：3,000各1葉）

26. Port Said 港 Entranco Channel の浚渫土捨位置図（1：5,000）
27. Suez 湾内における航路計画断面図
28. 航路計画断面図 6 葉（1：1,000，1：5,000）
29. Suez 湾内錨地位置計画図
30. Great Bitter Lake 内錨地位置図
31. Earth Removing Works の工区割図と土工量（1：250,000）
32. 浚渫工事工区割図
33. スエズ運河海図（米国版）
34. 〃 （英国版）
35. 汚濁防止施設の日本での事例
36. 磁気探査船の日本での事例