

マルタ国
マルタ島ゴゾ島間連絡道路
(フィージビリティ調査報告書)

1971年3月

海外技術協力事業団

マルタ国
マルタ島ゴゾ島間連絡道路
(フィージビリティ調査報告書)

JICA LIBRARY



1036895[9]

1974年 3 月

海外技術協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3.16	919
	61.5
登録No. 00436	KE

は し が き

日本国政府はマルタ国政府の要請に応じて、同国のマルタ島とゴゾ島とを結ぶ架橋計画のフイージビリティスタデーを行なうことにし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

事業団は、このマルタ～ゴゾ連絡架橋計画の完成が同国の社会的経済的発展の礎として、その与える影響の重要性を考慮し、1971年12月本州四国連絡橋公団の松崎彬磨氏を団長とする5名の調査団をマルタ国へ派遣し、本件プロジェクトの概要を把握した。引き続いて1973年8月から約2ヶ月半建設省道路局専門官浅門達雄氏を団長とする11名の本調査団を派遣した。現地においてはマルタ国政府関係各位の絶大な協力により本調査は極めて円滑に行なわれ、今般帰国後の国内作業をすべて終了し、ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書は、マルタ国の民生安定および経済開発を促進するため、現在フェリーで結ばれている同国のマルタ島とゴゾ島との連絡を Causeway, 沈埋トンネル、橋梁の3案について比較検討し最終的には橋梁案について、技術的、経済的 Feasibility を検討したものである。

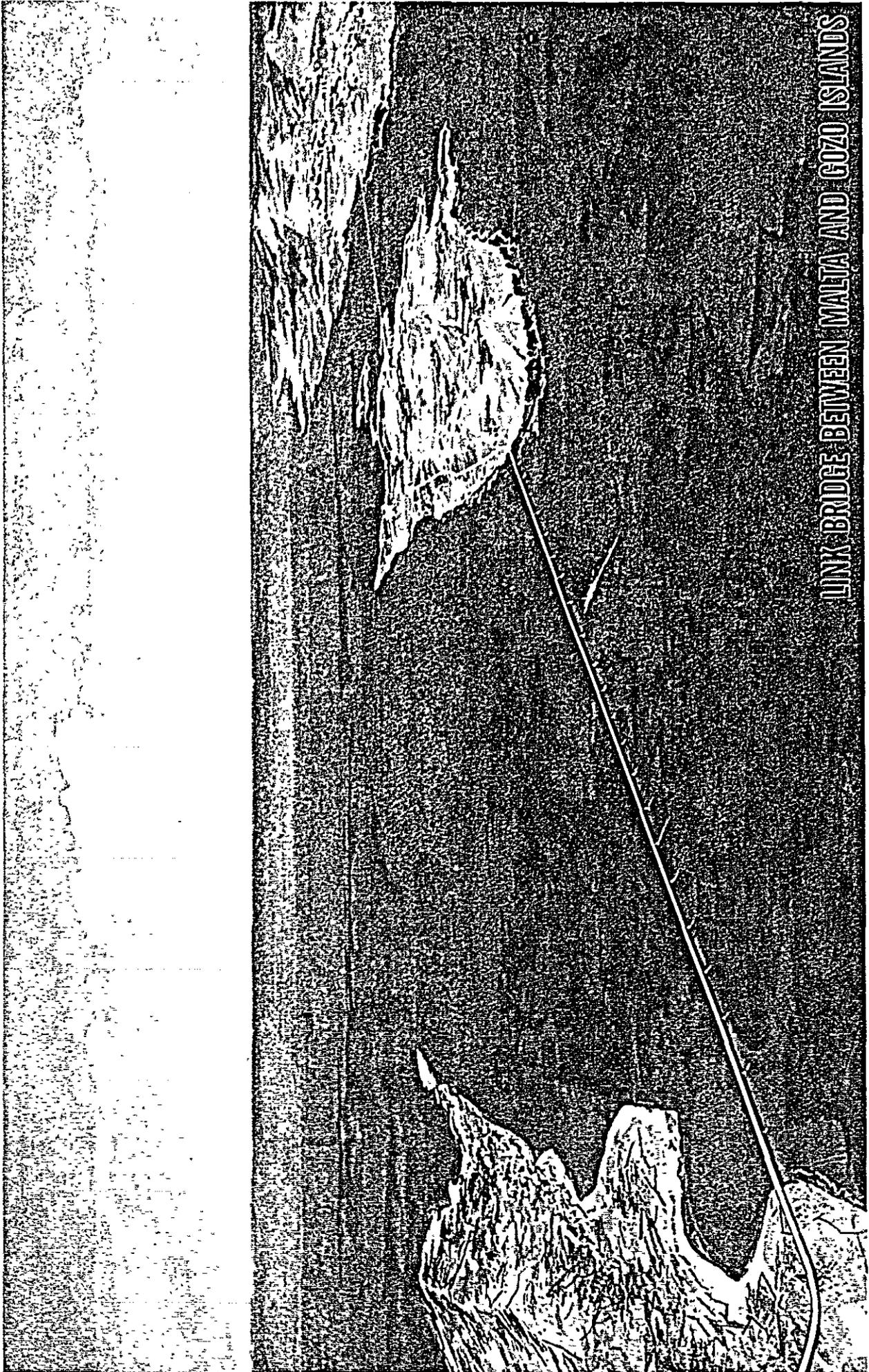
今回の調査の結果がマルタ国の発展に寄与するとともに日本、マルタ両国の友好、親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。

終りに、本件調査団の派遣および報告書の作成に御協力いただいた外務省、在イタリア日本大使館、建設省、本州四国連絡橋公団、日本海外コンサルタント㈱、三洋水路測量㈱、その他関係機関に対し、深甚なる謝意を表すものである。

昭和49年3月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一



LINK BRIDGE BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

目 次

要 約	
謝 辞	
調査団の構成	
第1章 序論	3
1・1 予備調査の概要	3
1・1・1 道路計画	7
1・1・2 橋梁計画	7
1・1・3 沈埋トンネル	7
1・1・4 埋立道路	8
1・1・5 各構造形式案の比較検討	9
1・2 本調査の方針	9
第2章 調査の内容	13
2・1 測深	13
2・1・1 調査結果	13
2・2 音波探査	14
2・2・1 調査結果	14
2・3 潮流・潮汐調査	16
2・3・1 調査結果	17
2・4 経済調査	34
2・5 架橋地点調査	34
第3章 自然条件	39
3・1 位置と面積	39
3・2 地形	39

3・2・1	海峡部の海底地形	41
3・3	地質	41
3・3・1	地層の分布	41
3・3・2	海峡部の地質	43
3・4	気象	43
3・5	潮流・潮汐	45
第4章 調査の背景		49
4・1	経済の現状と開発方針	49
4・1・1	経済の概観	49
4・1・2	開発方針	52
4・2	人口	53
4・3	労働	55
4・4	農業と漁業	59
4・4・1	農業	59
4・4・2	漁業	61
4・5	工業	62
4・6	観光	66
4・7	教育	69
4・8	水資源	70
第5章 交通需要の予測		77
5・1	交通の現況	77
5・1・1	フェリーの交通量	77
5・1・2	フェリー運航計画	79
5・1・3	フェリー料金	79
5・2	交通量と経済指標との相関	83
5・3	交通需要の予測	93
5・3・1	概要	93
5・3・2	交通需要の予測の方法	95

5・3・3	将来交通量	98
第6章	架橋計画	107
6・1	概要	107
6・2	道路計画	107
6・2・1	選定路線	107
6・2・2	道路構造基準	115
6・2・3	平面計画	115
6・2・4	縦断計画	115
6・2・5	横断計画	115
6・2・6	土工計画	115
6・3	架橋計画	116
6・3・1	まえがき	116
6・3・2	海峡部状況	117
6・3・3	検討上の基本事項	117
6・3・4	路線選定の検討概要	119
6・3・5	構造型式と断面の検討	123
6・3・6	施工要領および工程	130
6・4	建設費	139
6・4・1	工程	139
6・4・2	総建設費	140
6・5	今後の問題点	142
6・5・1	問題点の整理	142
6・5・2	構造設計上の問題点	143
6・5・3	架設上の問題点	143
第7章	海上輸送施設の整備計画	147
7・1	概要	147
7・2	フェリー	147
7・2・1	現在のフェリーの効率的運用	147

7・2・2	現在のフェリーの効率的運用に対する港湾施設	152
7・2・3	将来交通需要に対する運航費	156
第8章	計画の評価	163
8・1	便益	163
8・1・1	便益の種類	163
8・1・2	便益単価とその考え方	168
8・1・3	便益計算	170
8・2	建設費	178
8・2・1	建設費	178
8・2・2	工期	178
8・3	経済評価	179

要 約

要 約

1. 調査の概要

現在Malta島、Gozo島間にはフェリーが舟航しているが、両島を結ぶ連絡道路がなく、種々な障害を引きおこしている。

今回の調査では、これらの障害を解消するための連絡道路建設の妥当性を技術面、経済面より検討した。

既に予備調査に於て連絡道路としての、埋立道路案、沈埋トンネル案、橋梁案について検討した結果、橋梁案が有利である結論を得ている。

その要点は次の通りである。

- 1) 埋立道路案は捨石による埋立て締切り、連絡道路を建設する方式である。船舶航行のための航路巾を確保すると一部橋梁またはトンネルが必要となり、工費の点からも高くなる。また埋立堤が建設されたことによる海峡周辺環境変化については予測しがたい問題が多い。
- 2) South Comino Channel は地形的に沈埋トンネルの構造型式が採用できる。しかし North Comino Channel では陸上部における取付が施工的に難しい。また海底の堀削、沈埋函の沈設など海中における困難な作業が多く、工費も他の型式に比べて高くなることは明らかである。
- 3) 橋梁については、海底地盤が良好な支持層となっているので基礎構造は単純な型式が採用でき、海中での基礎工事が他の型式にくらべて容易である。いずれにしても海峡部の建設費は海中の施工によって大きく左右されるので、海上作業をできるだけ少なくする構造型式および施工方法を採用するのが得策である。このように安全管理、省力化、工期短縮など施工の合理化ができる橋梁が、埋立道路、沈埋トンネルに比較して有利である。

本調査では予備調査で検討した内容にもとづいて、橋梁案についてより詳細な検討を行ない、その建設の妥当性を技術面、経済面、および環境保全の面などから検討するとともに、現在のフェリーの効果的運用にも配慮した。

2. 架橋計画

2・1 設定条件

道路および橋梁を計画する上での基本条件は次の通りである。

設計速度 ; 60 Km / hr

幅員 ; 8 m

設計基準 ; 日本の道路構造基準

2・2 路線の選定

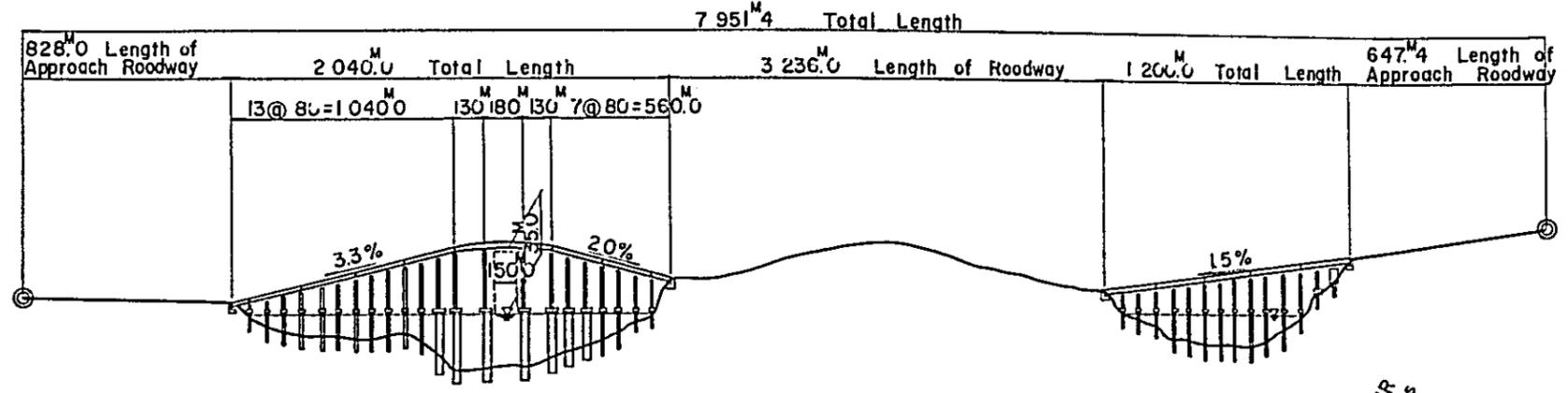
陸上部は現地踏査の結果によると、路線計画上、とくに障害となるものは認められず、地質も一般に良好であるので、設定された道路構造基準を満足するような平面および縦断計画を行った。その際現道と橋梁部との取付けにも配慮しながら、できるだけ現道を利用した経済的路线を選定した。

海峡部の建設費は水深によって大きく左右されることが予想されるので、最浅部を渡るのが有利であり、また橋長は最短距離を連絡するように選定するのが経済的である。以上のような考え方にもとづいて、縮尺1 / 2500の地形図および本調査による深淺測量結果を用いて、Fig - 1 に示すAルート、BルートおよびCルートを検討対象にとりあげ、比較した結果、B、CルートはAルートに比べて橋長は短くなるが、水深の深いところが長く、海中の基礎工事が多くなる。したがって最浅部を渡るAルートを採用した。

一方North Comino Channel上の架橋位置も、Comino - Gozo島間を最短距離で結び、水深の浅いところを選んだ。

以上のように検討対象路線はFig.- 1に示すルートを選定し、検討対象区間長はTable - 1のように設定した。

PROFILE OF A-ROUTE



PLAN

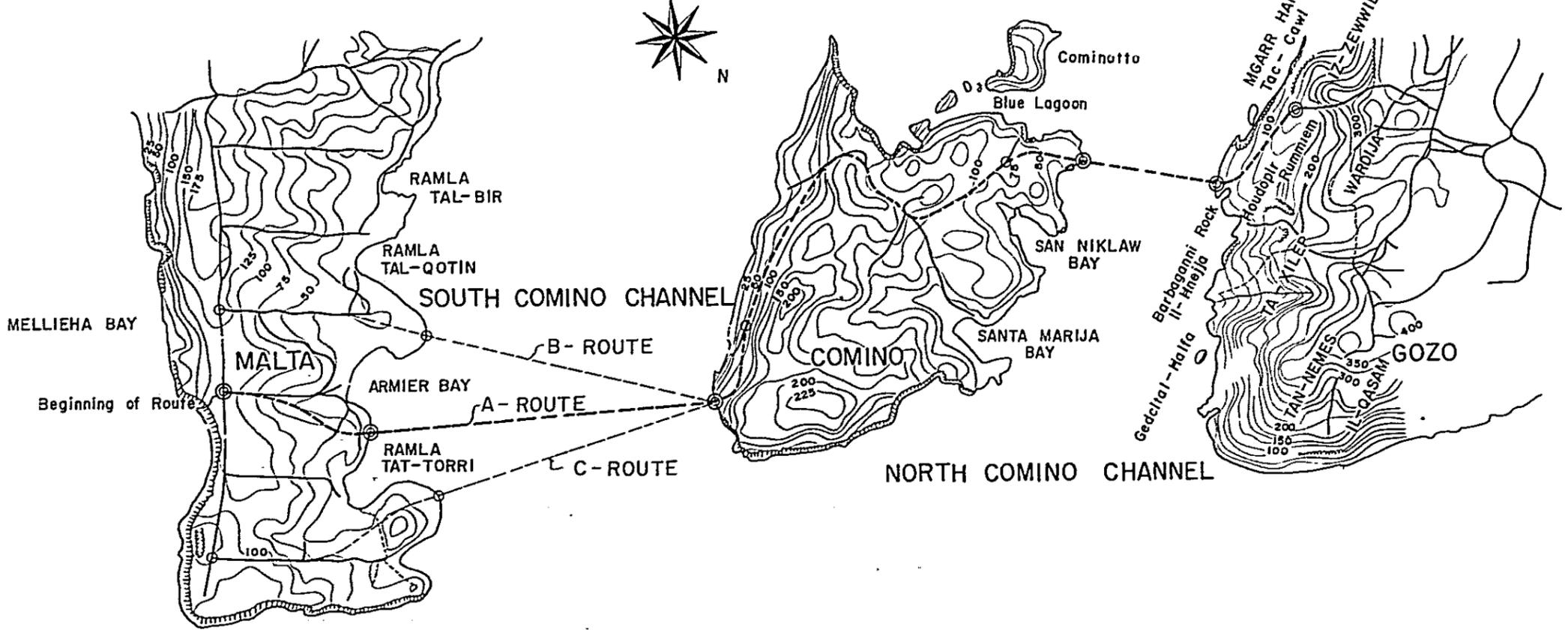


Fig -1	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	LOCATION MAP

Table - 1 検討対象区間長

道路, 橋 梁の区分	区 間 長					
	全 長	Malta 島	South Comino Channel	Comino 島	North Comino Channel	Gozo 島
道 路	4,711M	828M	—	3,236M	--	647M
橋 梁	3,240M	—	2,040M	—	1,200M	—

2・3 構造型式

基礎型式は海底がさんご質石炭岩で広く露出し、良好なる支持層となっているので、Precast P.C Pile を建込で中埋水中コンクリートを施し脚を形成する構造を採用した。下部構造は鉄骨を支保工にしてコンクリートを打設する鉄筋コンクリート構造とした。上部工は海上作業を少なくするフローティングクレーン工法による架設ができる3径間連続鋼床版箱桁を採用した。構造の設計基準は日本の示方書による規定を用いて、South Comino Channel は船舶航路確保のため、以下に示すクリアランスを考慮し、中央径間の支間および計画高さを定めた。なお以上の構造型式は現在までの概略の調査資料によるものであって、実施設計に当っては、より詳細な調査が必要である。

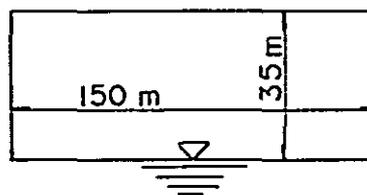


Fig-2 South Comino Channel を航行するためのクリアランス

2・4 建設費と工期

検討対象区間長に関する建設費と工期は下記の通りと推定される。

建設費

Table-2 建設費

			金額(千M)	金額(億円)	摘要
①	連絡道路	道 路	354,700	2.26	—
		South Bridge	5,208,000	39.06	—
	直接工事費	North Bridge	2,274,700	17.06	—
		計	7,837,400	58.78	①
②	詳細設計及び測量, その他調査費		235,100	1.76	①×3%
③	税金		548,600	4.10	①×7%
④	予備費		1,567,400	11.76	①×20%
⑤	総建設費		10,188,500	76.40	①+②+③+④
維持管理費			54,700千M/年	0.41億円/年	1年間当り

工期

全工程……………約7年
 調査期間(調査, 測量, 詳細設計)……………約2年
 工事期間(全線)……………約5年

3. 経済評価

3・1 将来交通量

将来交通需要の予測にあたっては、先ずMalta 国の経済、産業などの現況と現在のフェリー利用交通量との相関性を求めた。次に、将来のMalta 国における経済、産業の発展の程度を予測、検討し、その相関から将来交通量を推計した。

以上のような手法によって推計した将来交通量を、Table-3 に示す。

Table-3 TRAFFIC VOLUME BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS (Vehicles/Year)

Year	1971	1980	2010
Traffic Volume	79,660	151,800	450,700
Remarks	Number of Motor Vehicles by Ferryboat	Including Originating, Generated and Diverted Traffic	

2010年のピーク月のピーク時交通量は510台/時である。

日本の道路構造基準により、2方向2車線の橋梁の交通容量を算定すると、その交通容量は1,140台/時であり、将来交通需要に対しては2車線の橋梁で十分である。

3・2 経済効果

Malta 島、Gozo 島間の将来の自然発生交通量および架橋による開発交通量に対して、次のような便益を計上し、費用便益比、内部収益率の算定を行なった。

- 1) 走行便益
- 2) 時間便益
- 3) 小舟の維持、管理費の削除
- 4) フェリーの維持、管理費、港湾の増設費の削除

1974年から地質調査、現地測量、詳細設計に着手するものと仮定すると、7年の調査およ

び工事期間を経て、1981年に供用開始となる。

償還終了予定年を30年と仮定すると、2010年の年末に償還終了予定となる。費用便益計算では、この30年内の費用便益比を算定した。

便益額は、便益算定項目の種々な組み合わせによって異なってくるので、種々なケースについて経済効果の算定を行なった結果、便益が最も高いケースの内部収益率は $r = 2.93\%$ であり、考えられる国際金融機関の借款条件をはるかに下回っている。

参考までに、橋梁を有料制にした場合について検討した結果、便益が最も高いケースの内部収益率は $r = 4.86\%$ であった。

橋梁を無料にした場合、便益が最も高いケースについて算定した費用便益比および内部収益率はTable-4の通りである。

Table 4 費用便益比と内部収益率

利 率 (%)	償 還 終 了 年	30年間における費用便益比B/C (1981~2010年)
0.5	2001	1.41
1.0	2002	1.31
1.5	2004	1.22
2.0	2006	1.14
2.5	2008	1.06
3.0	2011	0.99
3.5	2015	0.93
4.0	2020	0.87
4.5	2030	0.82
5.0	—	0.77
内 部 収 益 率	$r = 2.93\%$	

現在3艘あるフェリーを、1日10~11往復運航することにより年間43.3万台/年の車を輸送できる。2010年の自然発生交通量は29.8万台/年であるので、現在のフェリーを効率的に運用することにより、フェリーだけでも十分、将来交通量を輸送することができる。

したがって、当分の間は現在のフェリーの効率的運用を計り、また、架橋の投資効果は、Malta 国の開発レベルが促進され交通量も次第に増えてくる後年に、橋梁の建設時期を延ばすことにより増大するので、橋梁の建設時期は、その時点で詳細な調査を行なった上で慎重に決定すべきである。

最後に、以上の考え方を要約すると次のようになる。

- 1) 本プロジェクトは、経済的には投資効果の低いプロジェクトである。(最大内部収益率 $r = 2.93\%$)
- 2) 当分の間は、現在のフェリーの効果的運用を考えるべきである。

謝 辭

謝 辞

Malta 島, Gozo 島連絡道路建設に関する Feasibility Report が順調に作成されたことはひとえに Malta 政府の関係諸機関の御協力によるものである。

ここにこの調査に協力して頂いた機関ならびにメンバーをあげて深甚なる感謝の意を表明したい。

お世話になった機関, 人々

Ministry of Public Buildings and Works

Mr. Lorry Sant --- Minister

Mr. C. V. Psaila --- Director

Mr. Joe Gambina --- Deputy Director

Mr. Joe Huntingford --- Senior Planner

Mr. Gillian Calleja --- Architect in Charge of Roads

Mr. Herbert Crockford --- Architect in Charge of Airport Extension Program

Mr. Carm A. Bonello --- In Charge of Harbour Development

Mr. Alfred Xuereb --- Assistant Land Survey Officer

Mr. Paul Micallef --- Assistant Land Survey Officer

Office of the Prime Minister

Mr. Wezir Zada --- Civil Air Advisor

Mr. Anthony Pellegrini --- Director of Information

Mr. Michael Pizzuto --- Assistant Director of Information

Mr. Eddie Sammut --- Senior Information Officer

Mr. Laurence Baron --- Principal Government Statistician at the Central Office of Statistics

Mr. Maurice Pace --- Statistician at the Central Office of Statistics

Ministry of Commonwealth and Foreign Affairs

Mr. Alf. Cachia --- Protocol Officer

Ministry of Development

Mr. George Borg --- Principal Assistant Secretary

Water Works Department

Mr. Joe Gerada Azzopardi --- Engineer in charge of Hydrology and Works

Ministry of Trade Industry, Agriculture and Tourism

Mr. Robbie Stivala --- Assistant Secretary

Mr. Wilfred Garroni --- Assistant Director of Agriculture

Mr. John Camilleri Brennan --- Administrative Officer

Mr. Paul Galea --- Research Officer, Malta Government Tourist Board

Mr. Reno Calleja --- Assistant Information Officer
(Liaison Officer with the team)

Mr. Anthony Scicluna Spiteri --- Principal Technical Officer
(Natural Resources)

Mr. Carmel Serracino Inglott --- Assistant Agricultural Officer

Mr. Peter V. Calamatta --- Principal Technical Officer (Horticulture)

Police Department

Inspector Joe Borg --- In charge of Motor Vehicles Licences at the Police
Department

Ministry of Labour, Employment and Welfare

Mr. Freddie Camilleri --- Assistant Private Secretary to the Minister

Mr. Salvo Deguara --- Assistant Private Secretary to the Minister

United Nations

Dr. L.B. Twardowski --- U.N. Geophysical Advisor

Gozo

Mr. Joseph Cefai --- Assistant Secretary for Gozo

Mr. John Piscopo --- Police Inspector in charge of Gozo District

Mr. Caristo Zammit of Zammit & Sons Ltd., --- Owners of the ferry
boats to Gozo

調査団の構成

調査団の構成

1. 予備調査(1971年12月1日~12月19日)

団 長	松	崎	彬	磨	(本州四国連絡橋公団)
団 員	木	村	康	弘	(首都高速道路公団)
"	小	野	重	典	(建設省道路局)
"	駒	田	敬	一	(建設省道路局)
"	多	田	浩	彦	(本州四国連絡橋公団)

2. 本調査(1973年8月8日~9月1日)

団 長	淺	間	達	雄	(建設省道路局)
団 員	駒	田	敬	一	(建設省土木研究所)
"	高	橋	幸	茂	(本州四国連絡橋公団)
"	福	山	俊	郎	(日本海外コンサルタント)
"	馬	場		昭	(日本海外コンサルタント)
"	朝	日		輝	(日本海外コンサルタント)
"	榎	本	照	弘	(三洋水路測量株式会社)
"	芹	口	恭	治	(三洋水路測量株式会社)
"	白	木	弘	一	(三洋水路測量株式会社)
"	渡	辺	政	則	(三洋水路測量株式会社)
"	樋	具	文	雄	(海外技術協力事業団)

第1章 序 論



第 1 章 序 論

本章では、まず最初に Malta 島、Gozo 島間連絡道路建設計画に関する予備調査の概要を述べ、次にひき続いて行われた本調査の方針を概説する。

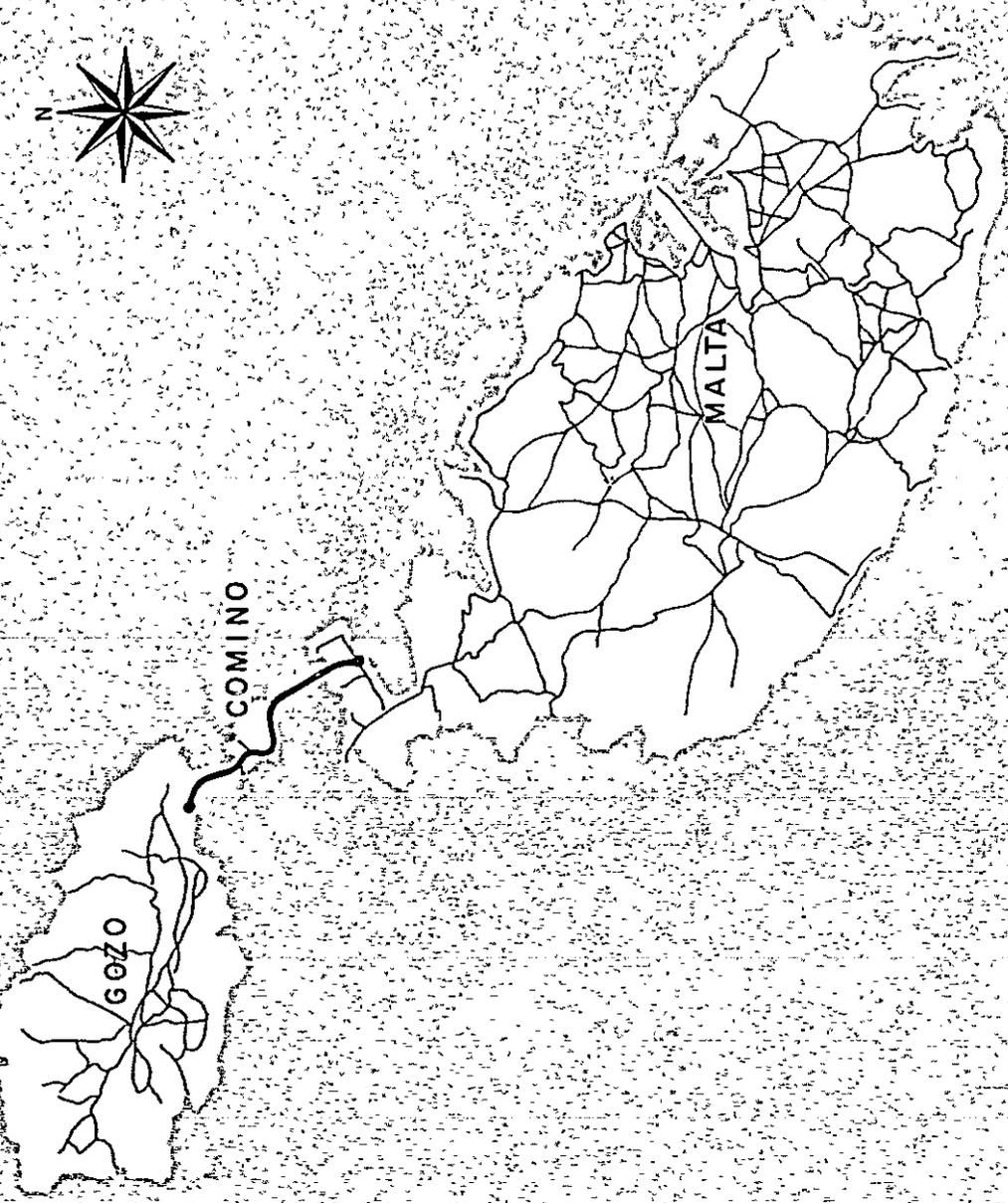
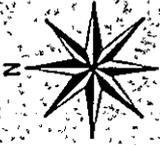
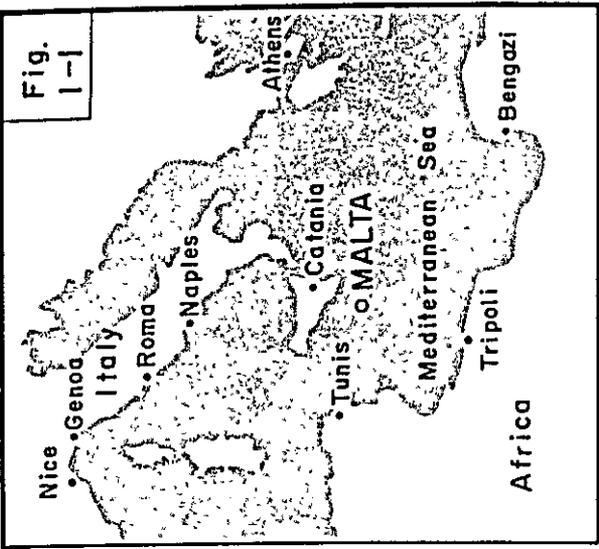
1・1 予備調査の概要

Malta 島、Gozo 島間の連絡道路建設の可能性を技術的に検討するため、1971年12月1日より約19日間にわたり5名から成る日本からの調査団が現地にて予備調査を行なった。

調査団は連絡道路建設の技術的可能性の検討の他に連絡道路の海峡部の構造型式の検討をあわせて行った。

計画地点の概況は Fig.1-1 に示す通り、中間に Comino 島をはさんで Malta 島と Gozo 島とを連絡するもので、海峡部の延長は、直接連絡すれば約 5 km、Comino 島を利用すれば約 1.8 km (Malta ~ Comino) と 1.0 km (Comino ~ Gozo) である。

最大水深は、South Comino Channel で約 24 m、North Comino Channel で約 20 m であり、最大 1 knot の流速をもつ東方向の潮流がある。



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

CONNECTING ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

Fig. 1-1

1・1・1 道路計画

現地踏査終了後、架橋予定地点付近の地形、地質、補償物件、水深などの諸条件を考慮して路線選定を行なった。

その結果によると South Camino Channel 約 1,920 m, North Comino Channel 約 820 m を含めて連絡道路の総延長は約 8,720 m である。

道路構造基準は日本の基準を適用し、基本条件は次の通りである。

- 設計速度 : 60 Km / hr
- 最小曲線半径 : 120 m
- 縦断勾配 : 5 %
- 車線数 : 2車線 ($2 \times 3.25 = 6.50 m$)

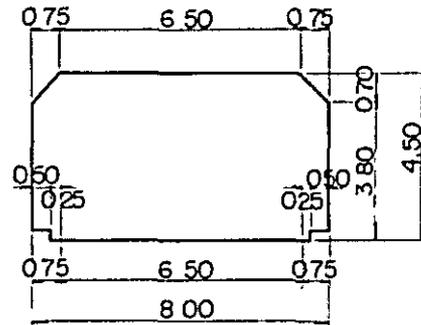


Fig. 1-2 建築限界

- 幅員 : 8 m (車線幅 + 路肩幅 = $2 \times 3.25 + 2 \times 0.75$)

- 海峡部の建設限界 : 高さ水面上約 3.5 m, 幅約 150 m の船舶航路を設定…… South Comino Channel のみ設定

1・1・2 橋梁計画

海峡部では一般に上部工の支間を長くとり不確定要素の多い下部工基数を少なくして、架橋計画するのが普通である。

上部構造はコンクリート橋について検討したが、構造全体が重くなり下部工を堅固にしなければならず、現場架設工事も容易でなく、上質な構造を製作するには施工管理が極めて難しい。これらの理由から主として鋼橋について検討した。下部構造は施工性を考慮して Precast P.C Pile を基礎とする鉄筋コンクリート構造とした。

1・1・3 沈埋トンネル

South Comino Channel は地形的に沈埋トンネルの施工が可能であるが、North Comino Channel は陸上部における取付の施工が難しい。

South Comino Channel については所要の航路に必要な水深 10 m, および航路幅 150 m は十分確保できる。

沈埋トンネルの施工法は、海底岩盤を沈埋函の1/3が入る程度(約4)掘削して、その中に沈埋函を沈設する工法が考えられる。その図を示したのがFig.1-3である。

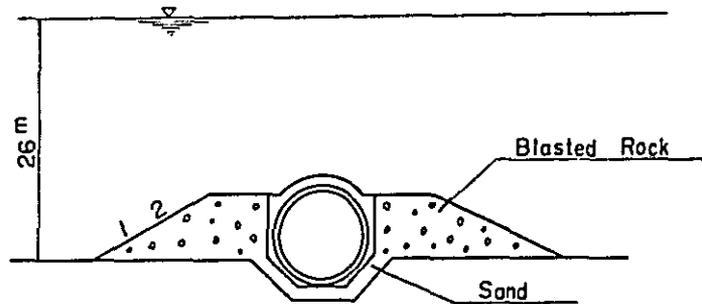


Fig. 1-3 SUBMERGED TUNEL(CROSS SECTION)

1・1・4 埋立道路

埋立道路は埋立堤天端高は平均潮位上5 m、堤体天端の総幅員は20 m、そのうち道路幅員は中央8 mとし、適当な間隔で通水断面を設ける構造型式で建設は可能であるが、所定の航路を確保しようとするれば、一部を橋梁またはトンネルに置き換えなければならない。Fig.1-4に断面を示す。

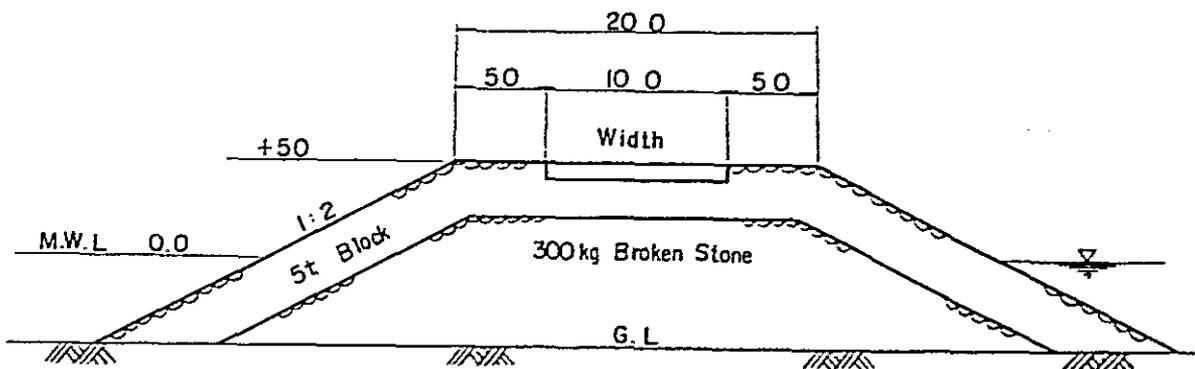


Fig. 1-4 CAUSEWAY (CROSS SECTION)

1・1・5 各構造型式案の比較検討

各構造型式を比較検討してみると、トンネルは航路に対するクリアランスの確保では有利であるが、3型式のうちで最も建設費が高くなるものと予想され建設工事そのものも他の型式に比べて困難となることが多く、供用にもなると維持費も要することになり、走行上の快適性も劣る。

埋立堤についてみれば、堤の築造のため用いる捨石は計画地点近傍で良質な各種サイズのものが、必要量採取できるものとしても、工費はかなり高くなり、また埋立堤が建設されたことによる海峡周辺的环境変化が悪化するおそれがある。

橋梁については、工費、環境変化、航路確保等の点から、総合判断すると、他の型式よりもすぐれていると考えられる。

1・2 本調査の方針

「予備調査の概要」の項で述べた通り、Malta島、Gozo島を連絡する種々な構造型式を比較検討した結果、橋梁案が有利であるとの結論を得たので、本調査では、橋梁について、構造、施工、経済性、美観などの面から、より詳細な検討を行なう。

道路計画については、Malta島取付部、Comino島、Gozo島取付部を現地踏査した結果にもとづき、できるだけ現道を利用した経済的な路線を選定する。道路構造基準は1・1・1に述べた基準による。

Malta島、Gozo島間の将来交通量をさばくのに、橋梁による連絡道路が考えられるが、現在のフェリーの運航状況（輸送能力、運航回数、航行時間、接岸施設など）の改良により、ある程度の将来交通量が処理できるので、フェリー改良案についても、橋梁案とあわせて検討する。

橋梁は無料を原則として考えるが、参考までに有料とした場合の経済性についても検討を行なう。

橋梁建設によって不要となる港湾施設の費用が便益として計上されるので

- 1) 港湾の建設費を高く見積った場合
- 2) " 低く "
- 3) 橋梁建設の有無にかかわらずMalta島側に新たに港湾施設を設けない場合

の3案について経済評価を行なり。

第2章 調査の内容



第 2 章 調査の内容

測深および音波探査, 潮流および潮汐観測を, 1973年8月~10月にかけて, Malta 島~Comino 島 (South Comino Channel) および Comino 島~Gozo 島 (North Comino Channel) において実施した (Fig. 2-1 参照)。

調査面積は South Comino Channel で約 6 km² North Comino Channel で約 2 km² である。

2・1 測深

海峡部の海底地形を調査するため, 音響掃海機 4 型を用いて測深した。

調査船の位置測定は, 密測の範囲 (架橋ルートの東西 500 m) において, 放射誘導, トランシットカットを実施し, その他の範囲 (約 100 m ピッチ) は直線誘導, トランシットカットを実施した。

測深および音波探査時の潮位の改正は Fig 2-1 の Marfa Point Bench Mark 前に 驗潮器を設け, 得られた驗潮カーブより潮位を改正した。

2・1・1 調査結果

1) South Comino Channel の海底地形

South Comino-Channel の幅は約 1.8 km, 水深は約 -10 m ~ -70 m である (Fig 2-2 参照)。

架橋ルート (South Bridge) 沿いの水深は -26 m 以浅である。

架橋ルートより東または西にゆくに従い水深は増加する。

Channel 東部海域の海底地形は凹凸に富み, 複雑な地形を呈しているのに反し, 西方海底はなだらかで, 極めて対照的である。

2) North Comino Channel の海底地形

North Comino Channel の幅は約 1 km, 水深は約 -10 m ~ -40 m である (Fig

2-3参照)。

架橋ルート(North Bridge)沿いの水深は-20m以浅である。

また、加橋ルートの最大水深は、中央部にあって、約-20mであり、且つ凹凸に富み、東または西にゆくに従い、水深はやや急激に増加する。なお、1959年英国海軍発行の海図(No.2623)の水深と本調査の測深結果とを比較してみると水深に大きな差はないようである。

2・2 音波探査

海峡部の海底地質構造を調査するため、スパーカーおよびソノブローブを用いて音波探査を実施した。

スパーカーは海底下深部(約100mまで)の、ソノブローブは海底下浅部の地質構造を知る目的で両機を併用した。スパーカーは2m位、ソノブローブは0.3~0.5m位の誤差で解析できるといわれている。

音波探査の調査距離はSouth Comino Channelで約6.2kmであり、North Comino Channelで約2.4kmである。

調査時の船の位置測定には、南北方向において、直線誘導、トランシットカットを実施し、東西方向において、二台の六分儀による三点両角法を用いた。

なお、地層中の音波伝播速度は現世の砂質堆積物は1500m/sec、第3紀の堆積層は2500m/secと仮定して解析を行った。

2・2・1 調査結果

本調査海域の地質層序をTable 2-1に示した。

Table 2-1 STRATIGRAPHY OF THE CHANNELS

EPOCH	FORMATION	
RECENT	A	SANDY DEPOSITS
TERTIARY (MIOCENE)	B*	UPPER CORALLINE LIMESTONE
	C	BLUE CLAY
	D	GLOBIGERINA LIMESTONE
	-	LOWER CORALLINE LIMESTONE

B* Formation is classified into 4 members.

North Comino Channel の Gozo 島側には、東西方向の断層が発達していて、陸上部に分布している下部さんご質石灰岩層、グロビゲリナ石灰岩層、青色粘土層と上部さんご質石灰岩層とは断層で接している。

なお、下部さんご質石灰岩層の分布は、今回の調査では確認できなかった。

Fig 2-4 には South Comino Channel における上部さんご質石灰岩層と砂質堆積物 (A 層) の分布状態を示し、Fig 2-5 には North Comino Channel のそれを示した。

Fig 2-6 には架橋ルート of 地質断面図を示した。

次に各地層の分布を述べる。

1) グロビゲリナ石灰岩層 (D層)

North Comino Channel の西部海域で Gozo 島側に部分的に分布しているが、砂質堆積物に被われている。

上部さんご質石灰岩層と断層で接する。音波探査記録上では層理面が発達しているのが認められる。

2) 青色粘土層 (C層)

South Comino Channel 東部海域で Comino 島側に部分的に分布しているが、砂質堆積物に被われている。

3) 上部さんご質石灰岩層 (B層)

Comino 島が、全島上部さんご質石灰岩層より成っていることもあり、調査海域に最も広く分布している。

本層は South Comino Channel および North Comino Channel 中央部の海底に露出して、構造物の良好な支持層となっている。

また、本層は、音波探査記録の解析の結果、更に4つの層（部層）に細分できる（Table 2-2 参照）。

Table 2-2 STRATIGRAPHY OF THE B FORMATION

FORMATION	MEMBER	LITHOLOGICAL CHARACTER
B	B1	CORALLINE LIMESTONE
	B2	SANDY DEPOSITS (?)
	B3	SANDY (?)~CORALLINE LIMESTONE
	B4	CORALLINE LIMESTONE

なお、本海域には現在ボーリング資料が見当らず、音波伝播速度、海底下の地質構造等をより詳しく検討するためには、ボーリング調査を実施する必要がある。

更に、ボーリング調査結果によっては音波探査記録を再検討する必要がある。

2・3 潮流、潮汐調査

潮流観測は Fig.2-1 に示す A, B, C, D の4地点にアンカーで碇置した調査船により、上層（海面下1m）、中層（海面下6~9m）、下層（海底上2m）の流向、流速をCM-2型電気流速計（東邦電探製）により1時間毎に24時間測定した。

潮汐観測は Fig.2-1 に示す地点の海底（水深-1.2m）にLPT型簡易驗潮器（協和商工製）を設置して潮位の連続測定を実施した。

潮流、潮汐の測定結果はそれぞれ、1昼夜潮流調和分解、30日の潮汐調和分解を行なって、潮流あるいは潮汐の調和定数を算出した。

なお、潮流、潮汐の観測期間は次のとおりである。

潮流観測

A, B地点 : 1973年9月14日~15日

C, D地点 : 1973年8月29日~30日

潮汐観測

1973年8月17日~10月7日

2・3・1 調査結果

潮流観測結果は Fig.2 - 7~10 に流速ベクトルで示してある。

Comino 島~Gozo 島間の流れは、北東流の持続時間が長く、最大流速は上層で 0.5 m/sec (1 Knot) の南西流が観測されている。これに反し、Malta 島~Comino 島間では南西流が卓越し、最大流速は上層で $0.4 \sim 0.6 \text{ m/sec}$ ($0.8 \sim 1.2 \text{ Knot}$) の南西流である。下層にいくにしたがって流速は弱くなり、Comino 島~Gozo 島間の海底付近の流速は上層の流速のは $\times 1/2$ 以下であり、Malta 島~Comino 島間では $\times 3/4$ になっている。

潮汐観測結果によると、半日周期の分潮が卓越し毎日2回の高潮と低潮がある。しかし、潮差は小さく1日の潮差は最大でも 20 cm 前後と考えられる。Marfa の Ministry of Public Works の Bench Mark および Fig.2 - 1 に示す地点に設置した Bench Mark と潮位との関係を Fig.2 - 11 に示してある。

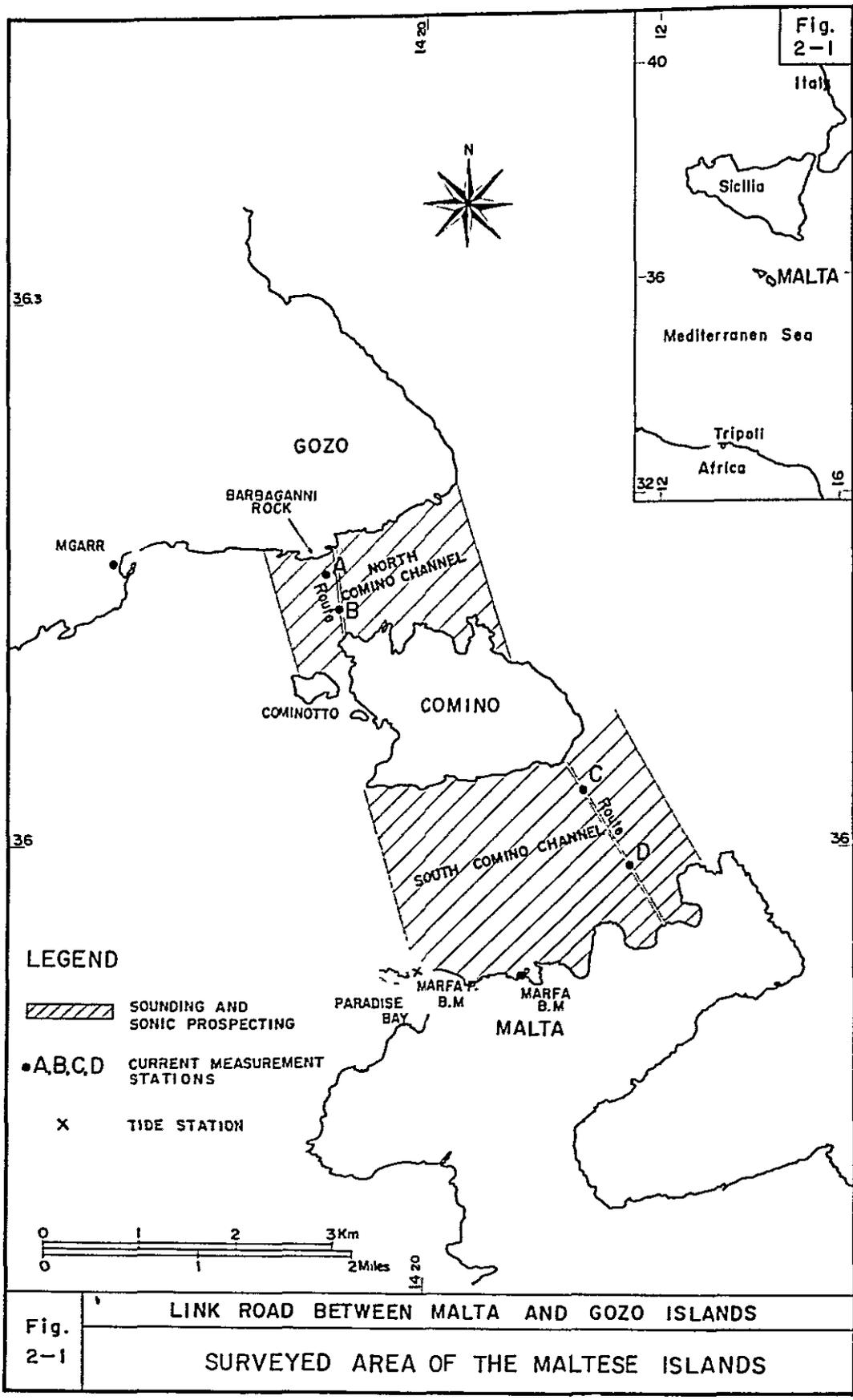


Fig. 2-1

LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

SURVEYED AREA OF THE MALTESE ISLANDS

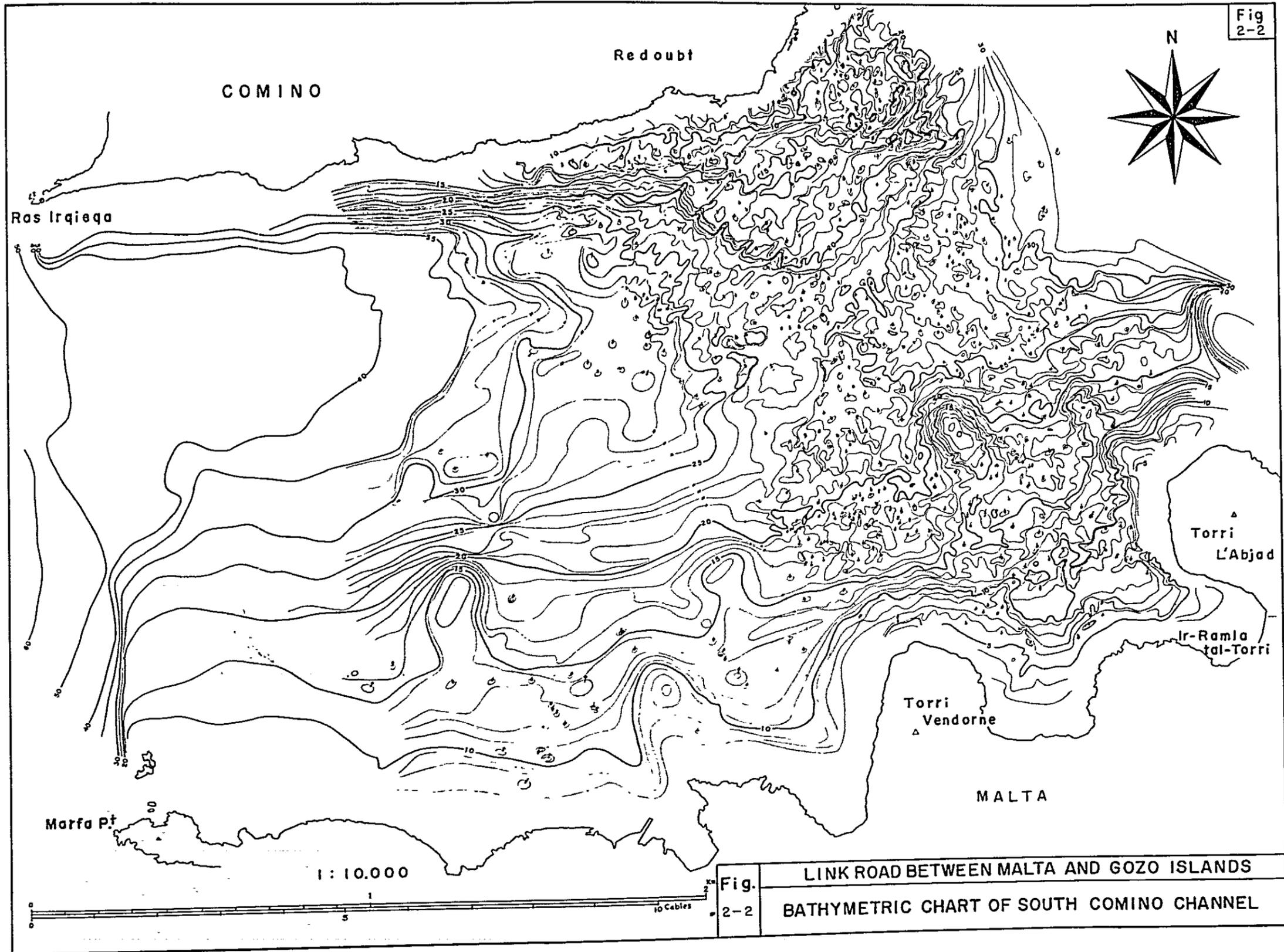
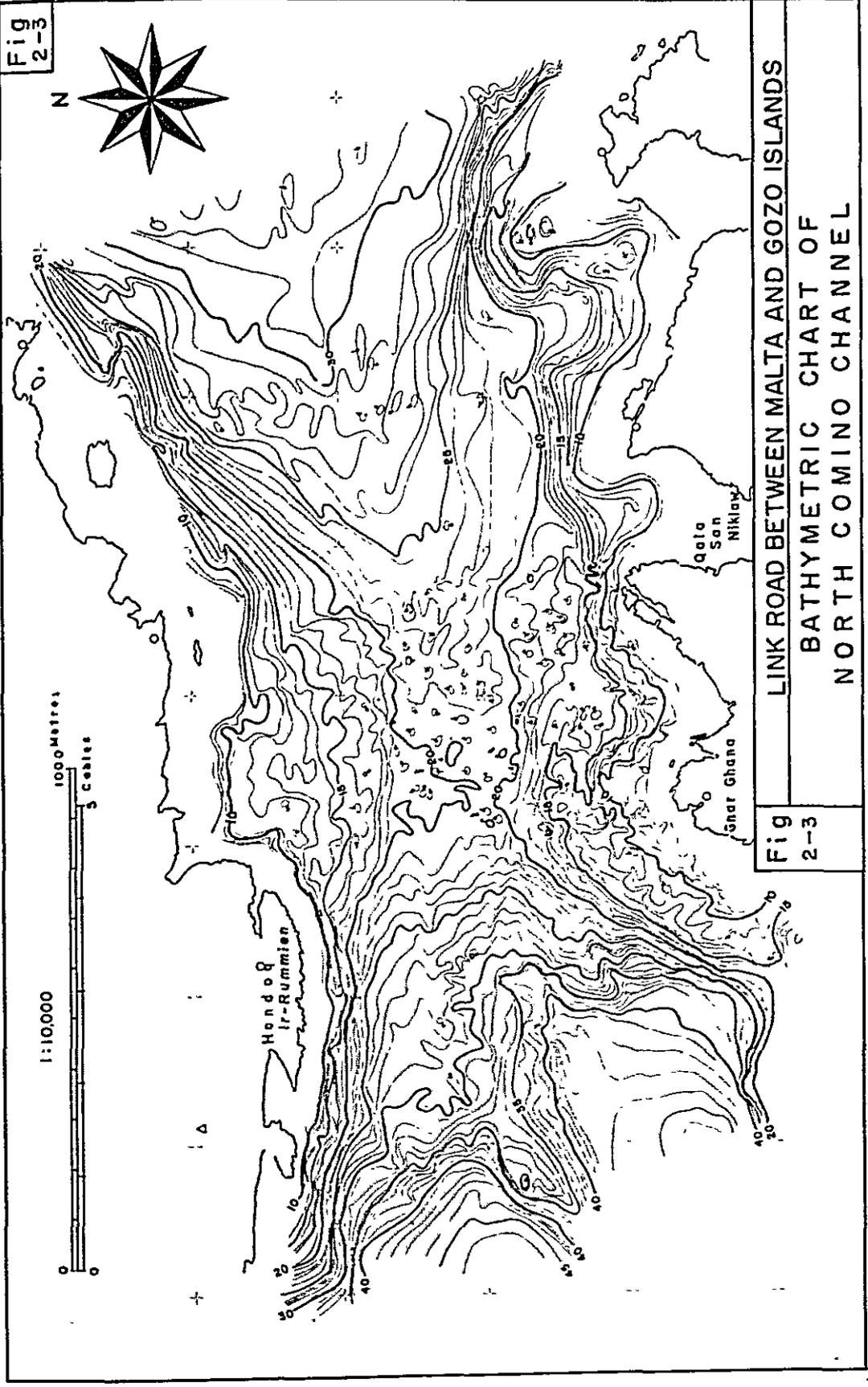
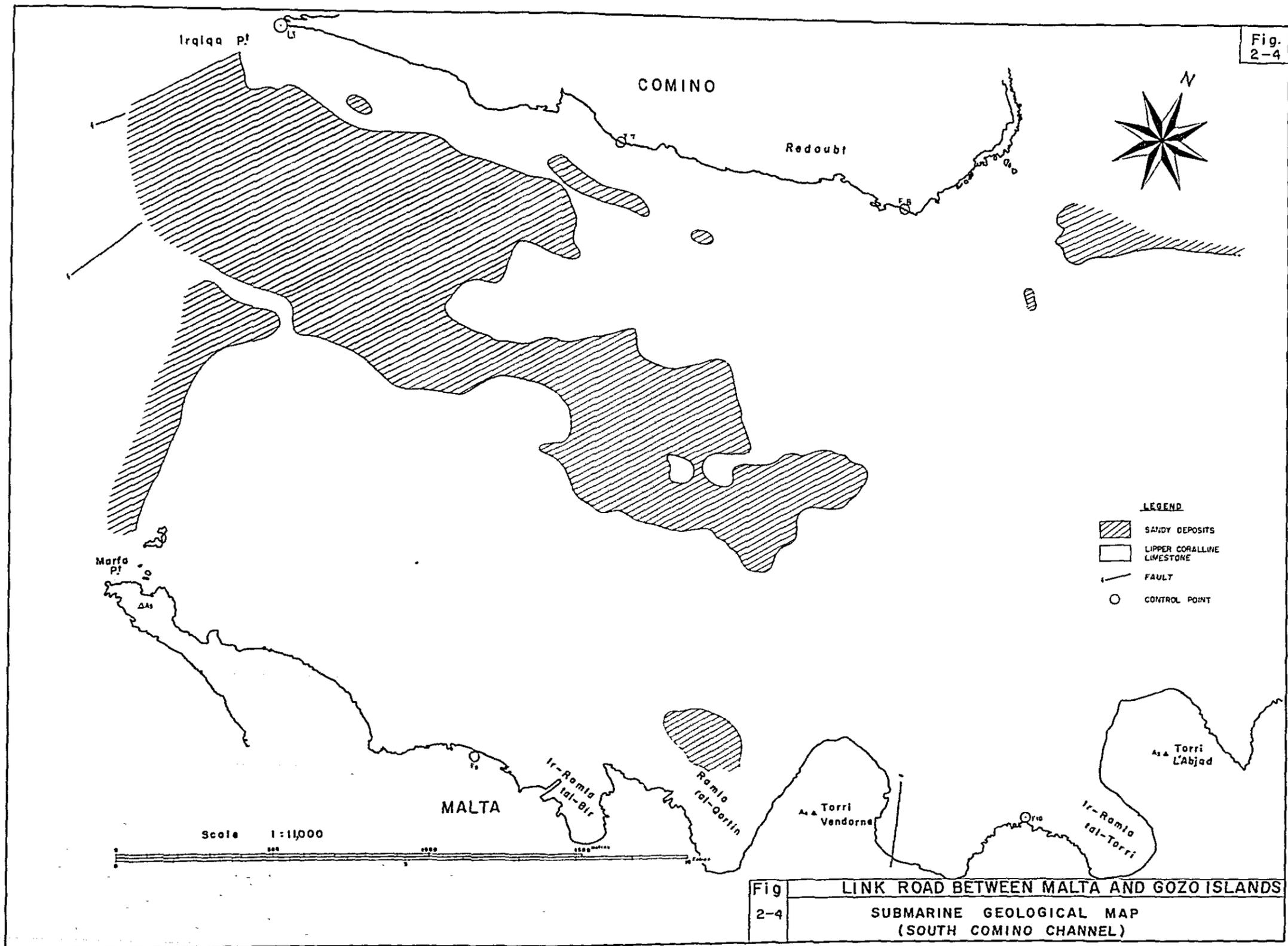
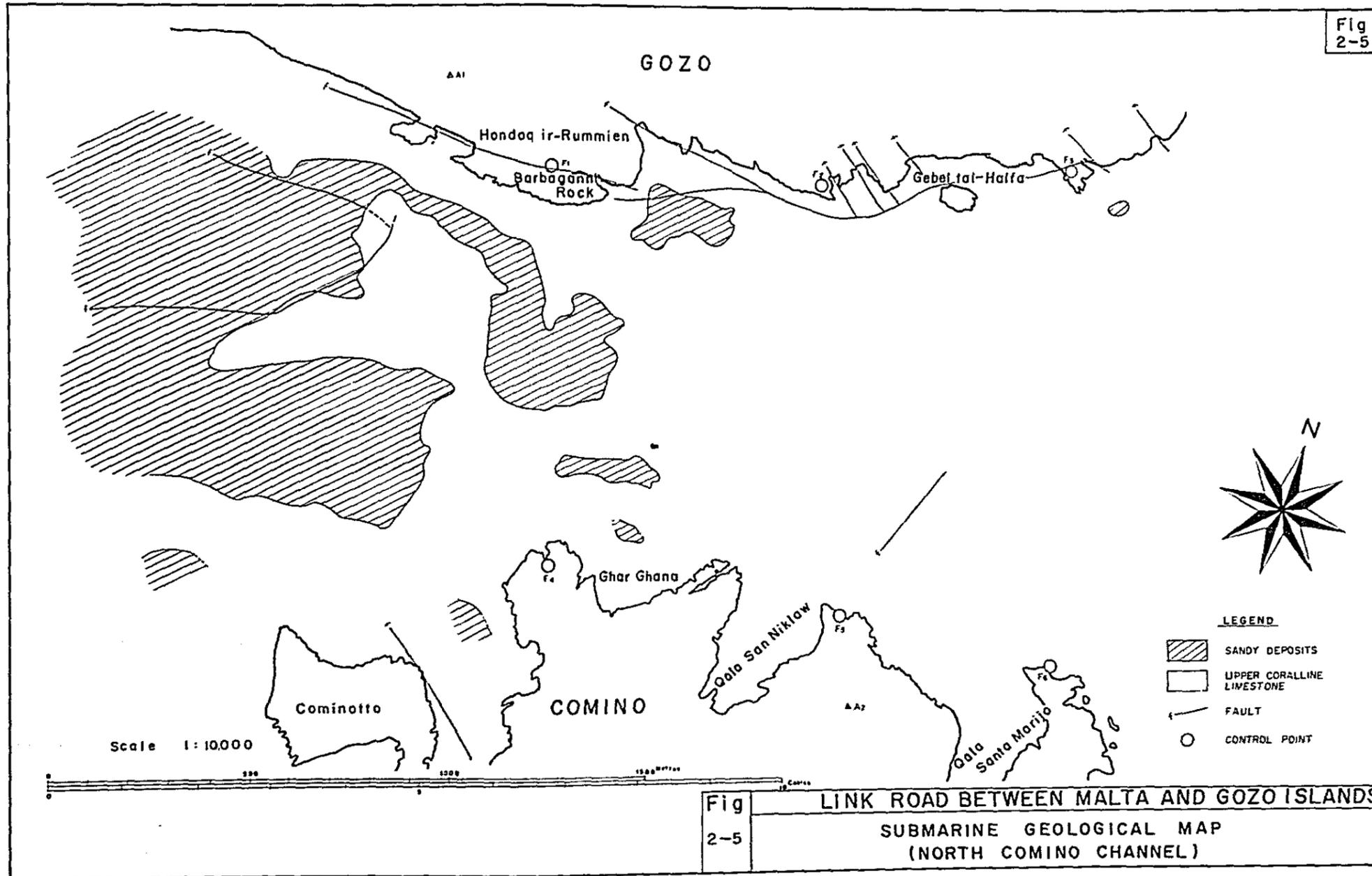


Fig. 2-2 LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
BATHYMETRIC CHART OF SOUTH COMINO CHANNEL

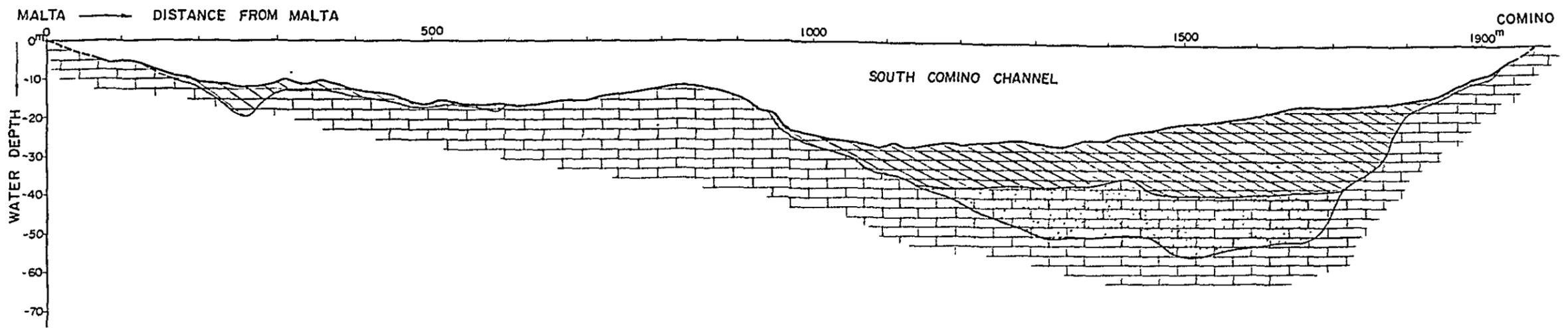
•



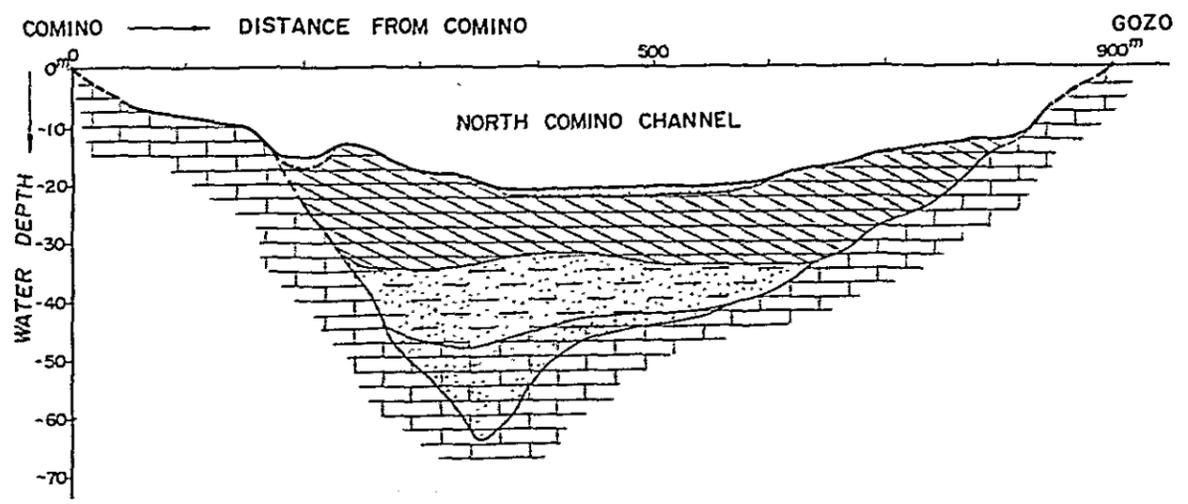




GEOLOGICAL PROFILE OF THE SOUTH BRIDGE



GEOLOGICAL PROFILE OF THE NORTH BRIDGE

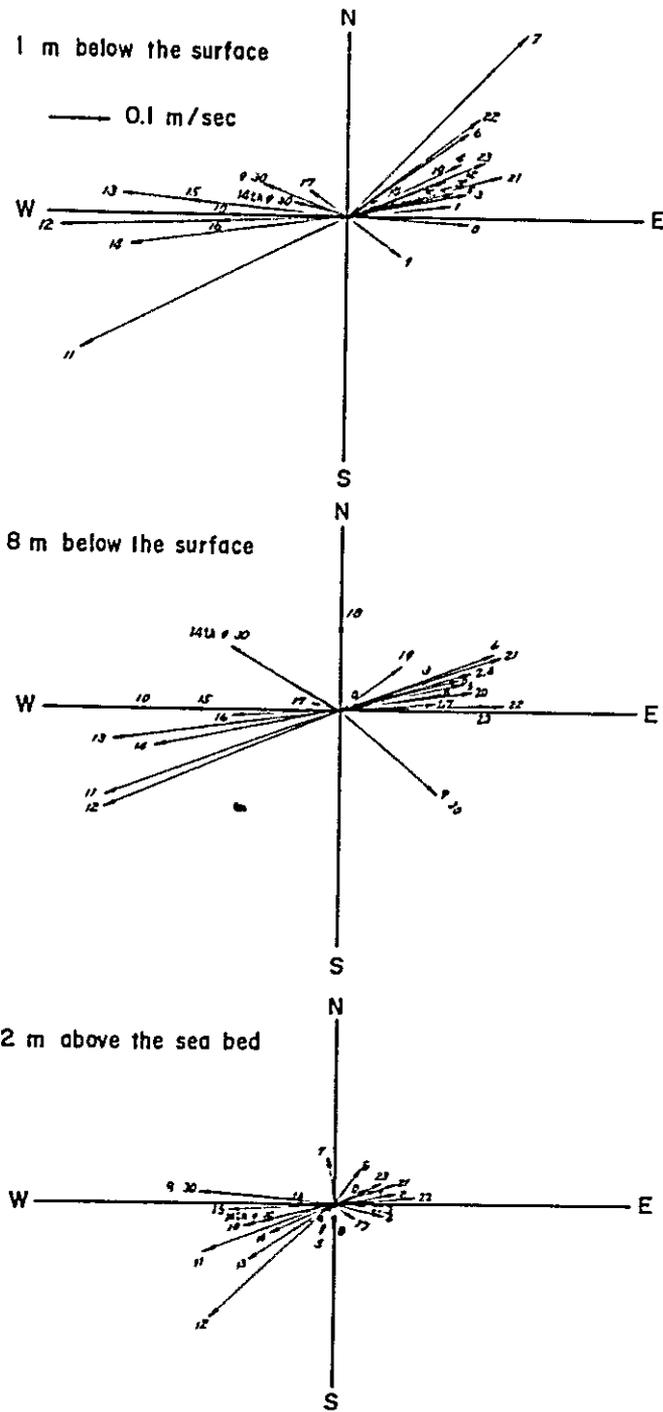


LEGEND

- | | | | | |
|-----------------------|---|--|--|------------------------------|
| RECENT | { | | A-----SANDY DEPOSITS | |
| TERTIARY
(MIOCENE) | } | | B ₁ -----CORALLINE LIMESTONE | UPPER CORALLINE
LIMESTONE |
| | | | B ₂ -----SANDY DEPOSITS (?) | |
| | | | B ₃ -----SANDY(?)CORALLINE
LIMESTONE | |
| | | | B ₄ -----CORALLINE LIMESTONE | |

Fig.	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
2-6	GEOLOGICAL PROFILE OF THE BRIDGES

Fig.
2-7



DATE OF SURVEY 14~15. SEP. 1973

Fig.
2-7

LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

CURRENT VECTOR
(STATION NO. A GOZO ~ COMINO)

Fig. 2-8

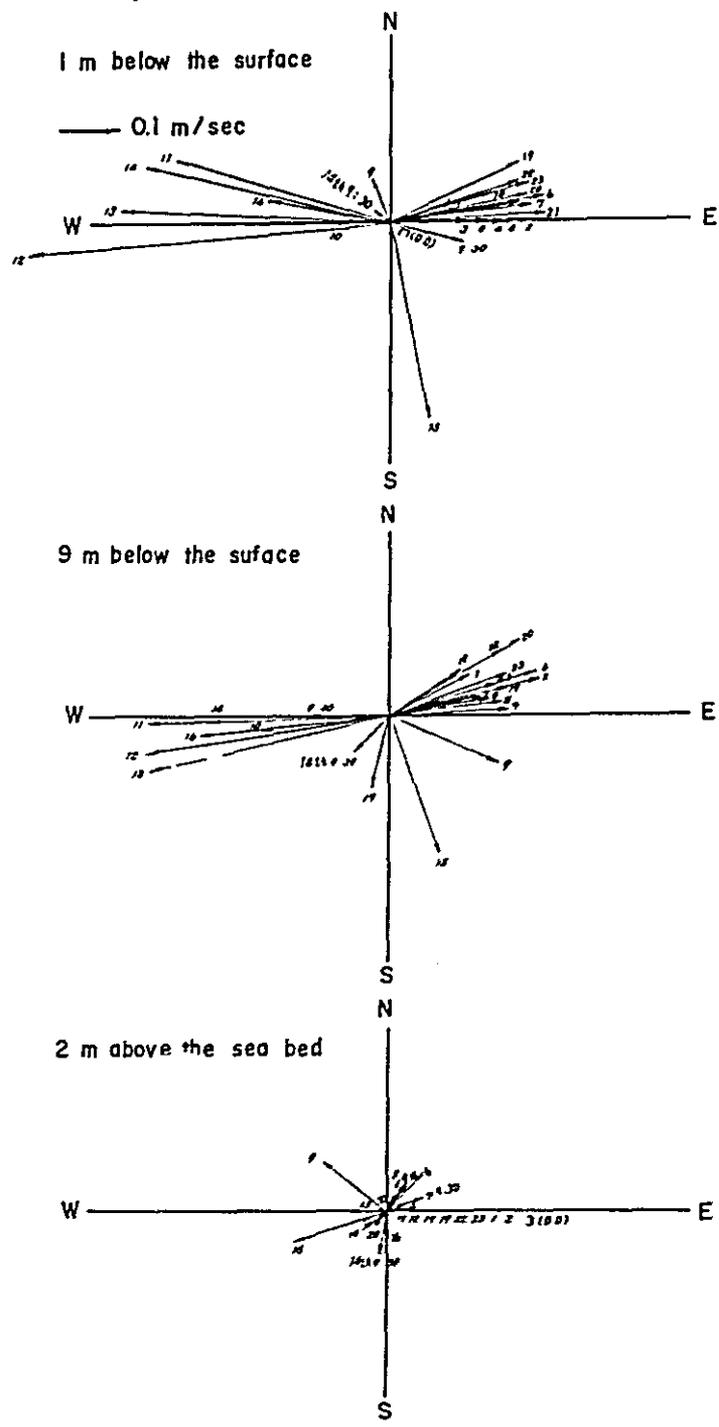
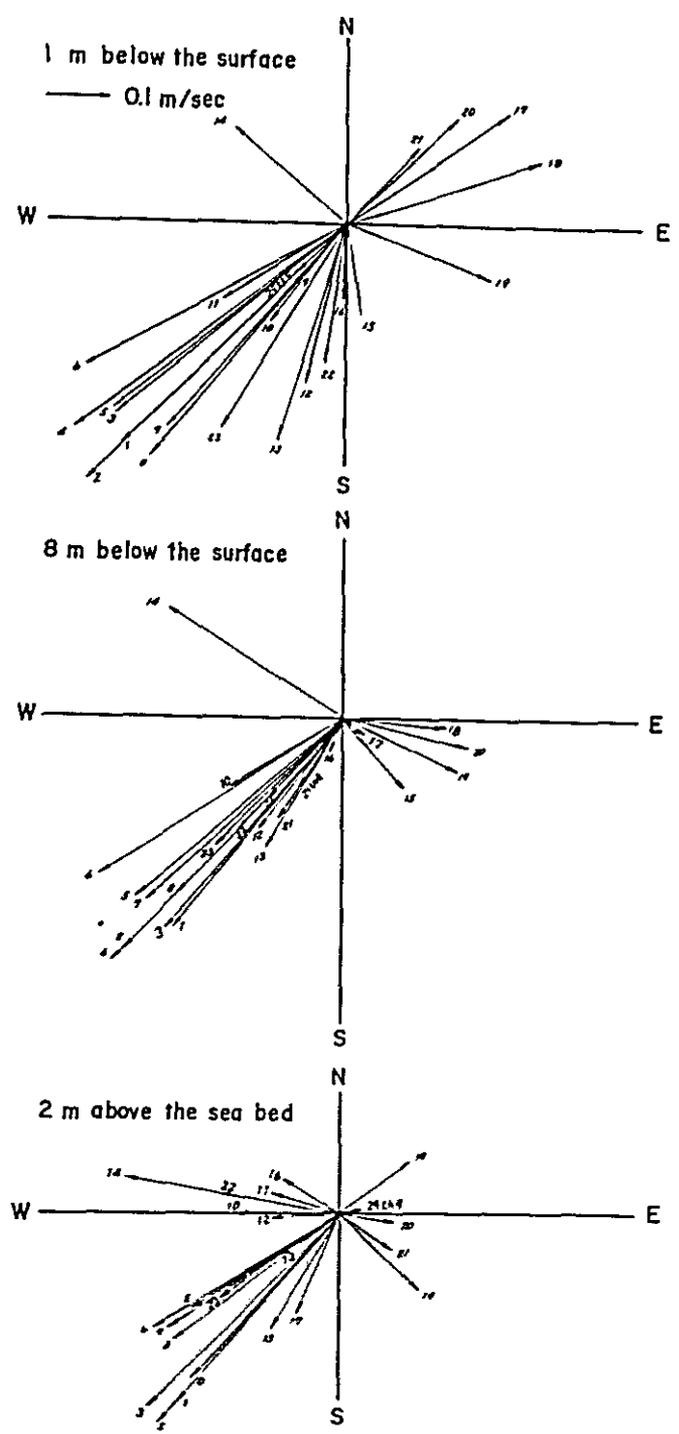


Fig. 2-8	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	CURRENT VECTOR (STATION NO B GOZO ~ COMINO)

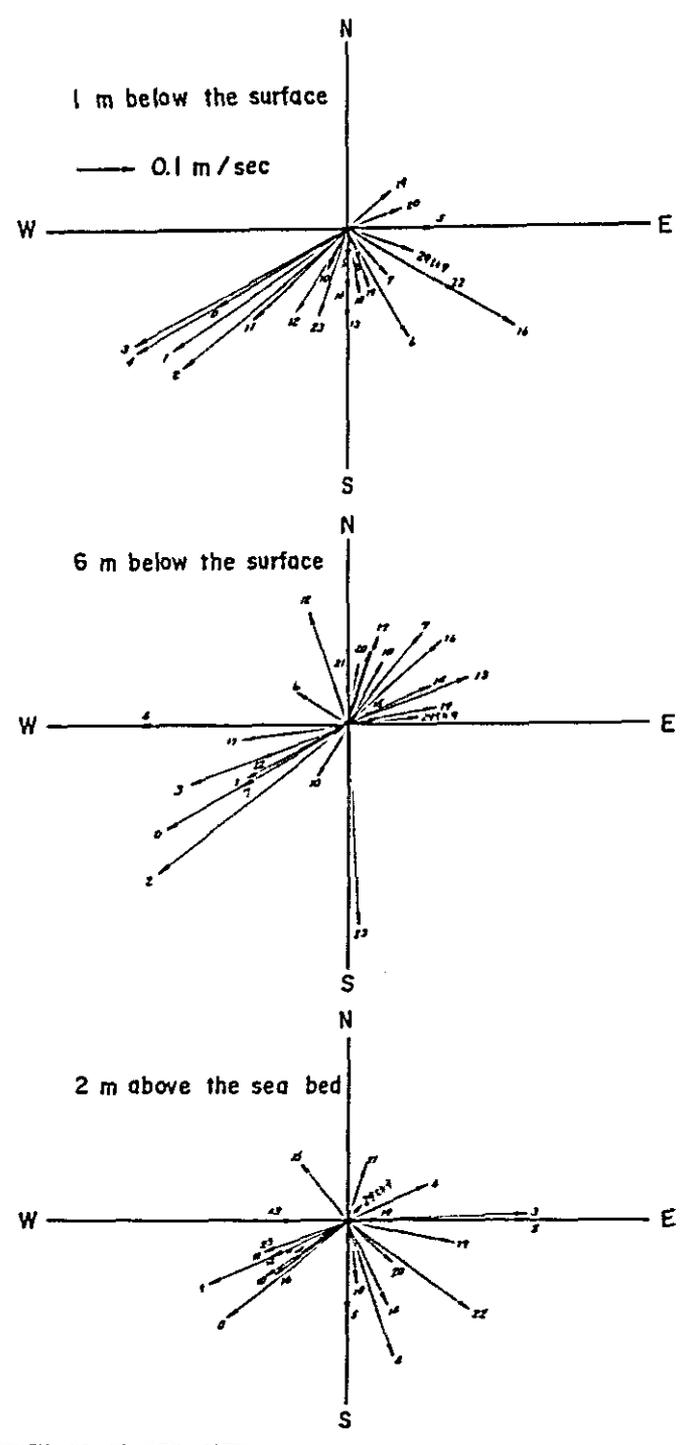
Fig.
2-9



DATE OF SURVEY · 29~30 SEP 1973

Fig. 2-9	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	CURRENT VECTOR (STATION NO. C COMINU ~ MALTA)

Fig. 2-10



• DATE OF SURVEY 29~30, SEP. 1973

Fig. 2-10	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	CURRENT VECTOR (STATION NO. D COMINO ~ MALTA)

Fig.
2-11

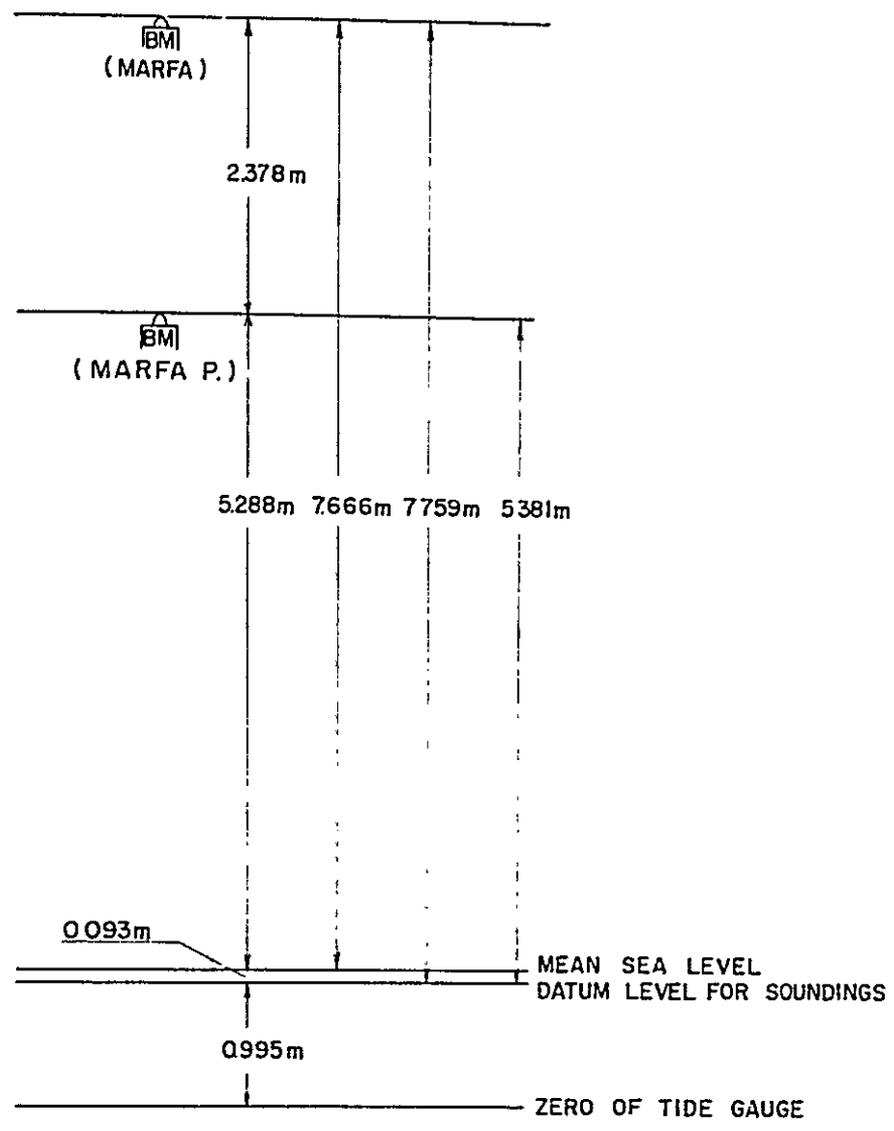


Fig. 2-11	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	RELATION BETWEEN B.M. AND DATUM LEVEL

2・4 経済調査

橋梁建設により現在のフェリーに比べMalta島、Gozo島間の所要時間の短縮等、さまざまな効果が考えられるが、橋梁建設による経済効果を算定するために、又、経済効果の算定の基礎となる将来交通需要の推計に必要な各種の資料を現地において収集した。

帰国後、収集された参考資料をもとに、様々な経済指標間の相関分析を行ない、主成分分析によりフェリー利用交通量の一般式を求め将来の経済指標を代入して、将来交通量を求めた。

次に、算出された将来交通量をもとに、8項目について項目別に30年間の便益を求め、便益と橋梁、道路建設費より30年間における費用便益比、内部収益率を算定した。

2・5 架橋地点調査

橋梁の最適ルートを選定するため、Malta島側取付部(Armer Bay付近一帯)、Comino島、およびGozo島側取付部(Barbaganni Rock付近一帯)の現地踏査を行った。

帰国後、現地踏査結果と地図、測深、音波深査、潮流潮汐調査、その他現地で収集した資料などの結果とを総合的、多面的に検討しつつ橋梁の最適ルート、橋梁の最適形式スパン割およびそれらの代替案についての比較検討を行った。

次に、その検討内容の概要について述べる。

路線は建設費が最小になるように選定し、海峽部での施工は水深によって大きく左右されることが予想されるので、最浅水部を渡るのが有利と判断し、船舶航行によるクリアランスを考慮し、構造諸元を定め、施工要領および建設費を算出した。

道路の最適ルート、取付部の設計を行うために、橋梁計画と同様にMalta島取付部、Comino島、Gozo島取付部付近一帯の現地踏査を行った。

現地踏査に際しては、家屋、公共施設などの補償物件、線形設計上のコントロールポイント、現道を利用した経済的な道路構造、橋梁と現道との取付、地形、地質などに配慮しつつ現地状況を調査した。

帰国後、それらの現地調査結果と地図(1/2500)、収集された参考資料をもとにペーパーロケーションを行った。

次に、それらの作業内容の概要について述べる。

路線計画上特に障害となるものは認められず、地質も一般に良好なので、主に、構造基準を満

足する平面および縦断線形を確保し、海峡部との取付けを考慮して、路線を選定した。その路線に対して縦断、平面、横断および土工計画を行い、建設費の算定を行った。

第 3 章 自然条件



第3章 自然条件

3・1 位置と面積

Malta 国は Italy の Sicily 島の南方 93 km, Africa の Tripoli の北方 340 km, 地中海のほぼ中央に位置する Malta, Comino および Gozo の 3 島から成る島国である。(Fig. 2 - 1 参照)。

上記 3 島は, 北緯 $35^{\circ}47'$ と $36^{\circ}05'$, 東経 $14^{\circ}10'$ と $14^{\circ}35'$ の間に位置する。

Malta 国の総面積は約 315 ㎢ で, 上記 3 島のうち, Malta 島の面積が最大で 246 ㎢, 次に Gozo 島 67 ㎢, Comino 島 26 ㎢ の順になっている。

地理的位置条件から立地条件は非常に恵まれていると言えるが, 各島とも殆んど不毛で岩石に被われている。

首都は Malta 島の Valletta である。

3・2 地形

Malta 諸島の地形は, さんご石灰岩および青色粘土等の地層により異なる地形を呈し, 前者は台地を, 後者は斜面を形成している。

台地は主として Malta 島西部および Gozo 島北西部, 東部にみられ, 地形的に周辺地区と明確なコントラストを示している (Fig. 3 - 1 参照)。Comino 島は最大標高 74 m の低い台地である。

Malta 島, Gozo 島には東北東～西南西方向に多くの断層があり, これらの断層によって, 上記の台地が切られ, 急崖を呈している場所が多い。その例として, Gozo 島の南端があげられる。

Fig.
3-1

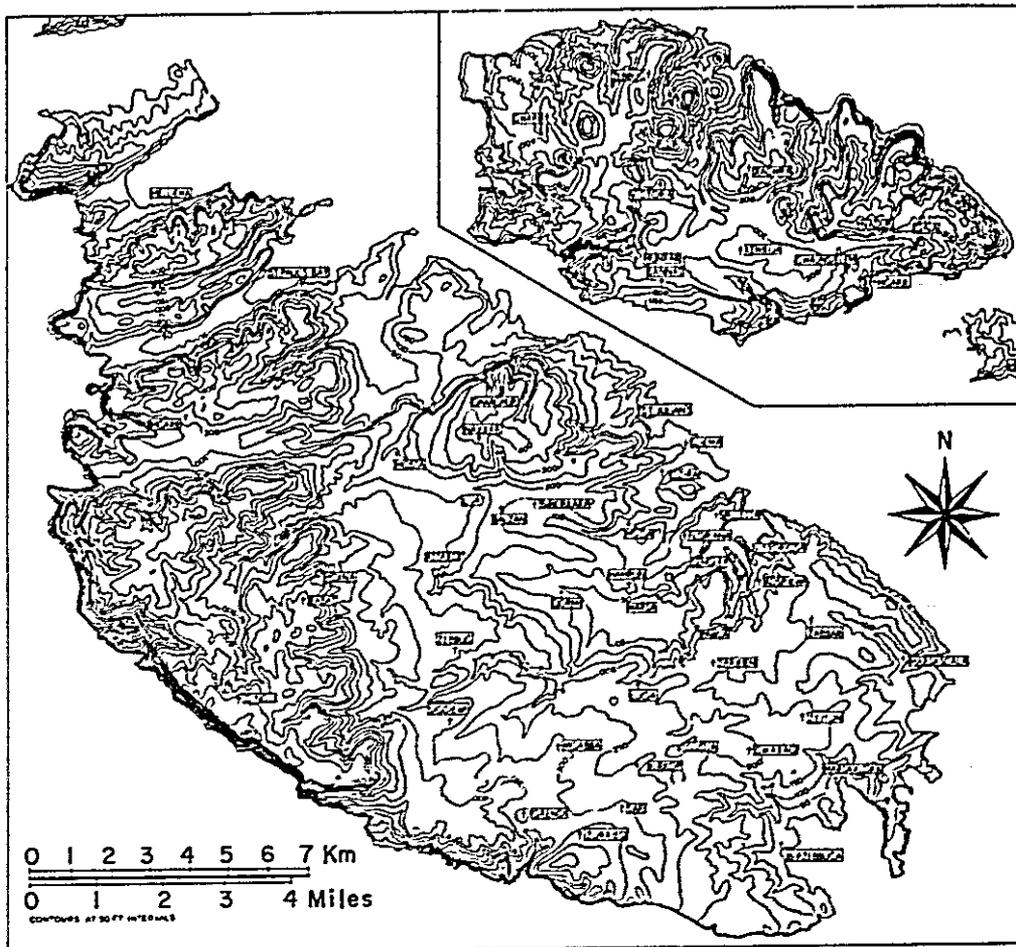


Fig.
3-1

LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

MALTA AND GOZO RELIF

3・2・1 海峡部の海底地形

Malta 島と Comino 島間の海峡部 (South Comino Channel) および Comino 島と Gozo 島間の海峡部 (North Comino Channel) の海底地形について述べる。

South Comino Channel の幅は、1.8 Km, 水深は最大約 -70 m, 最小約 -11 m 程度である。

North Comino Channel の幅は、約 1 Km, 水深は最大約 -40 m, 最小約 -10 m である。

3・3 地質

Malta 諸島の地質は、第3紀中新世 (約 1,200 万年前) の地層よりなり、石灰岩が広く分布している。

地層は、下から上に、下部さんご質石灰岩、グロビゲリナ石灰岩、青色粘土、上部さんご質石灰岩の順に堆積している。

Fig 3 - 2 に Malta 諸島の地質図を示した。

3・3・1 地層の分布

1) 下部さんご質石灰岩層

Malta 島, Gozo 島に部分的に分布している。

2) グロビゲリナ石灰岩層

Malta 島, Gozo 島に広く分布している。

黄色のやわらかい砂岩質の石灰岩で、Malta 国の代表的建築石材として使用され、コンクリート用骨材はこの石灰岩を粉砕して用いている。

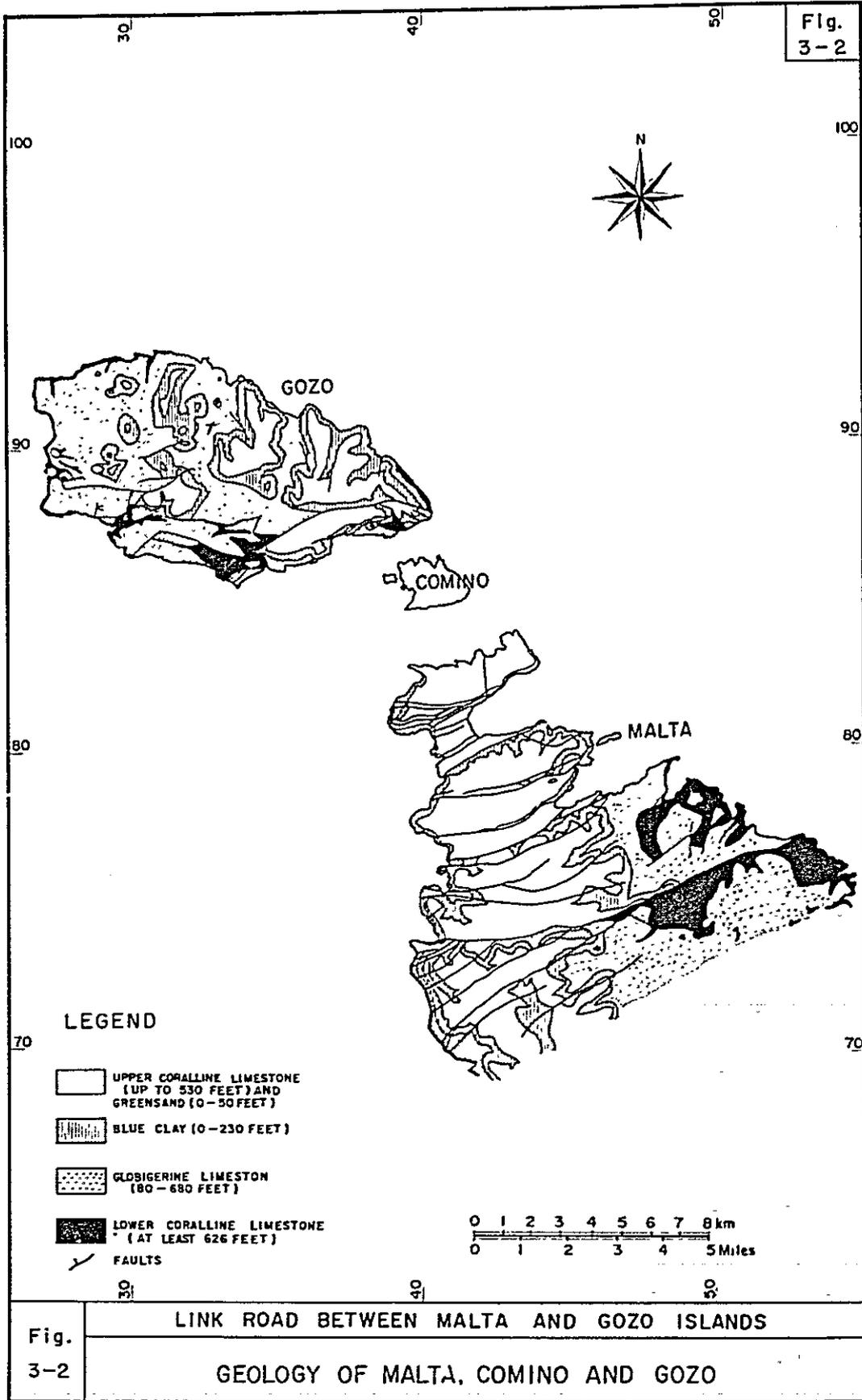
3) 青色粘土層

青色または一部に黄色を帯びた粘土層で、Malta 島, Gozo 島に分布している。

4) 上部さんご質石灰岩層

硬くて白色の石灰岩と多孔質で軟かい石灰岩よりなる。

Malta 島, Comino 島, Gozo 島に広く分布している。特に Comino 島は全島, 上部さんご質石灰岩よりなる。



3・3・2 海峡部の地質

South Comino Channel, North Comino Channel の海底には、広く上部さんご質石灰岩が露出している。

海域の断層は部分的に存在し、また、South Comino Channel 東方海域および North Comino Channel の西方海域の海底下に、各々、青色粘土、グロビゲリナ石灰岩が分布しているが、架橋ルートには殆んど影響ない。

3・4 気象

Malta 諸島の気候は地中海性の気候で、夏は暑く乾燥し、冬は温和で湿潤であり、年間平均気温約19℃である。(Fig. 3-3参照)。

雨は、主として、9月～3月に降り、4月～8月には殆んど雨がなく、年間平均降雨量は約590mmである。

海峡部付近の年間平均降雨量は約530mm 以下である。

風は、北西風が卓越し、春分および秋分のころには、北西の強風が、また、夏には南西の強風が吹く。

Fig. 3-4 は Luqa 空港における平均風向分布図(1962～1971)を示したものである。

Fig. 3-3

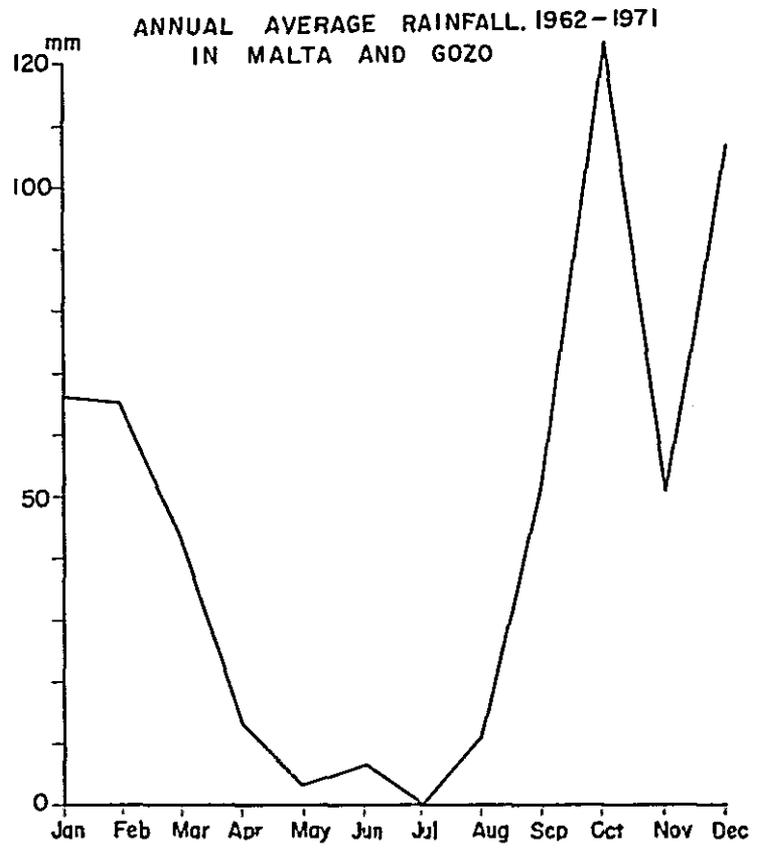
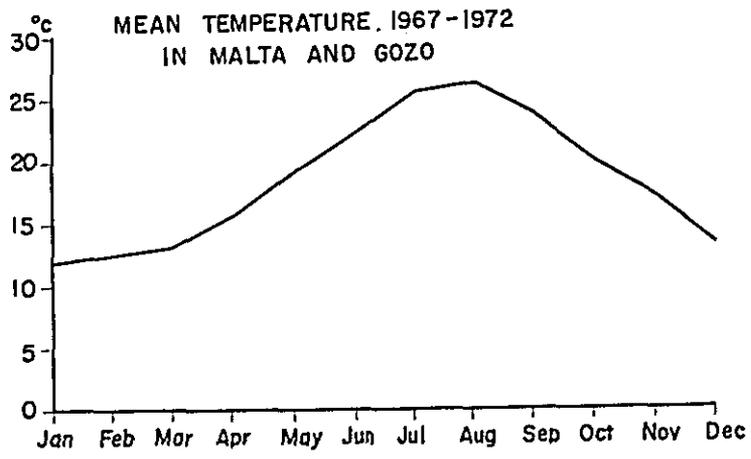


Fig. 3-3

LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
MONTHLY CHANGE OF TEMPERATURE AND RAINFALL.

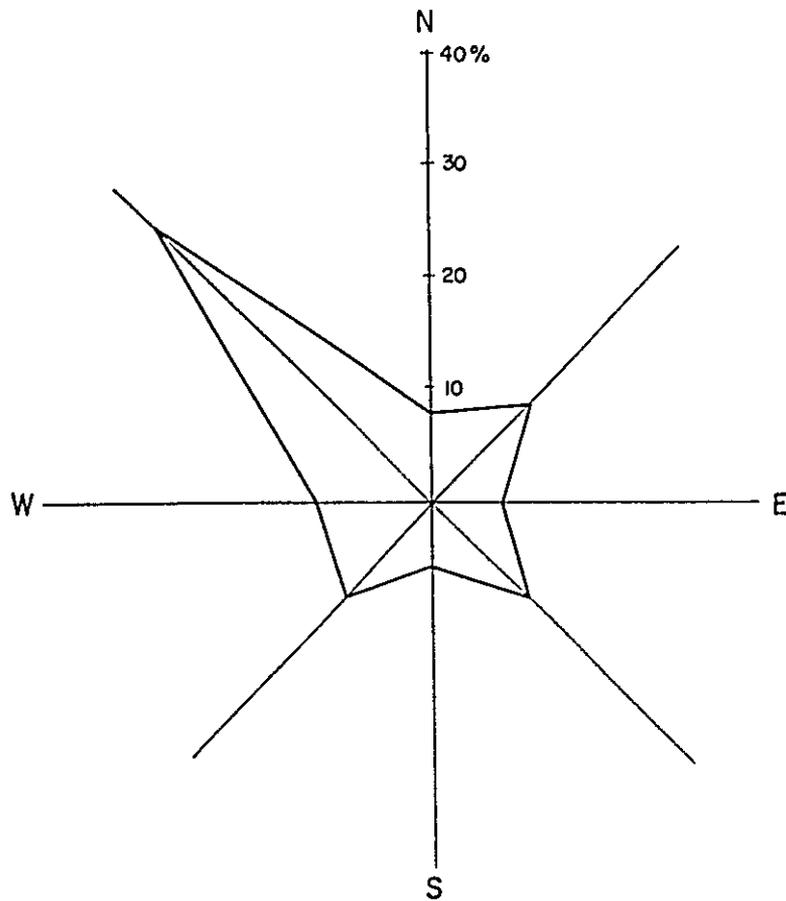


Fig 3-4 AVERAGE WIND-DIRECTION DIAGRAM
(1962-1971, AT LUQA)

3・5 潮流・潮汐

地中海における流れは、Gibraltar 海峽部を除けば全体として 0.2 ~ 1.0 Knot の東流成分をもった流れが卓越している。Malta 島付近では 0.5 ~ 0.6 Knot の東流あるいは南東流が卓越しているが、風の影響により時に西向きの流れがみられることがある。

Comino 島 ~ Gozo 島間、Malta 島 ~ Comino 島間の流れは、北東流あるいは南西流の流れが多く、最大流速は 1 Knot 前後である。下層にいくにしたがって流速は弱く、海底付近では表層の 50 % 前後となっている。

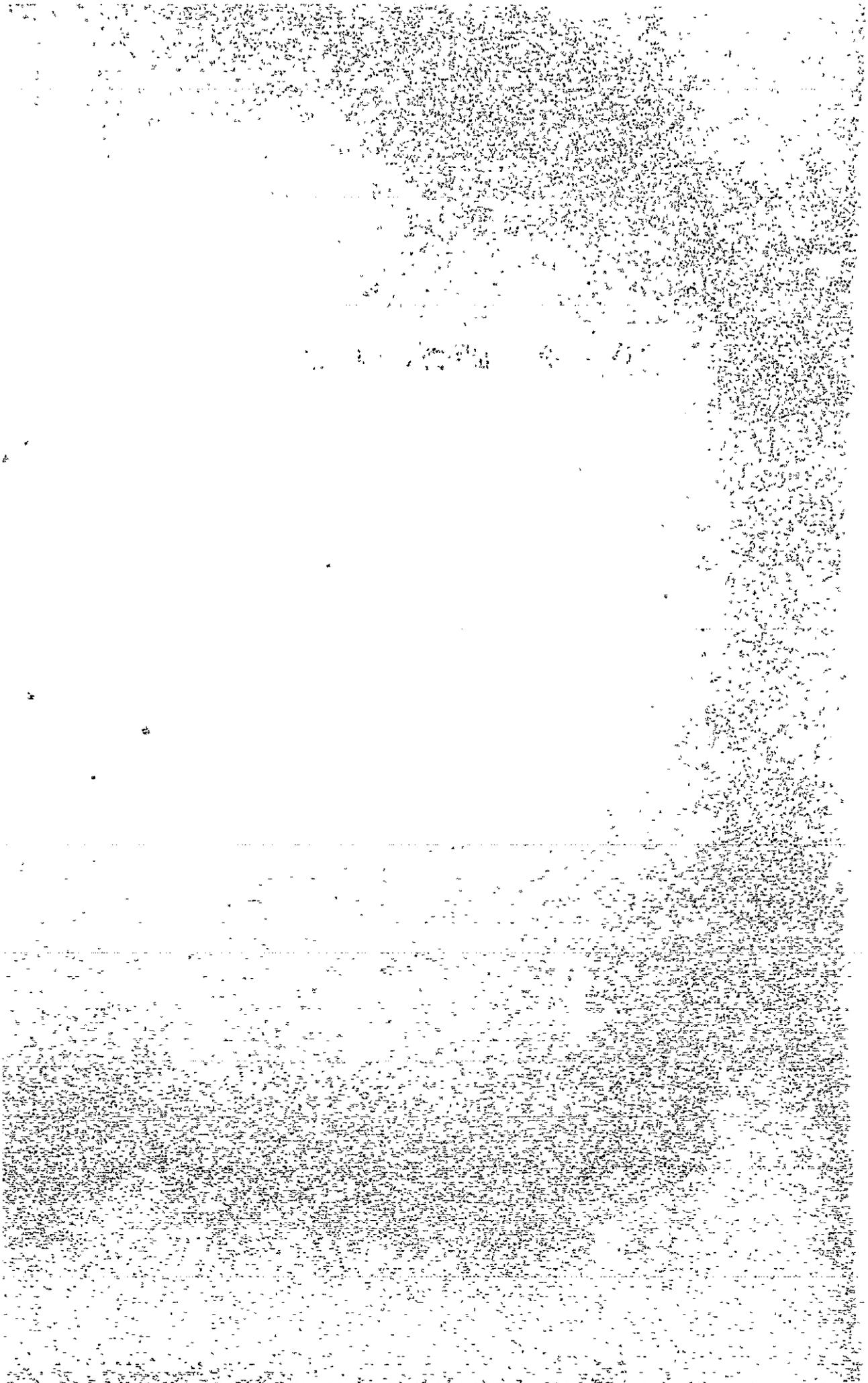
地中海の潮汐は一般に半日周潮で、毎日 2 回の高潮と低潮がみられるが、その潮差は小さく、

Malta 島付近は無潮点 (amphidromic point) の近くに相当するため特に潮汐が小さくなっている。Table 3 - 1 に Marfa Point における潮位の模様を示した。

Table 3 - 1 TIDES IN MARFA POINT

Mean High Water Level in Springs	Mean Sea Level	Mean Low Water Level in Springs	Datum Level for Sounding	Mean High Water Internal
0.176 ^m	0.093 ^m	0.011 ^m	0.000 ^m	3 hours 3 min.

第 4 章 調査の背景



第4章 調査の背景

4・1 経済の現状と開発方針

4・1・1 経済の概観

1) 経済の概観

Malta国は、地中海中央部の要衝に位置しているために古くから中継貿易基地として栄えてきた。18世紀初頭以来、英帝国の防衛線の中樞基地として位置づけられてきたため、Malta国経済は英国基地に対する依存度を高めていった。やがて地場産業の衰退、および輸入が基地関連需要により著しく増加するが輸出は停滞気味であるといったような貿易の不均衡が生じた。

1964年の独立以降、経済計画は基地依存経済からの脱皮をめざし、工業、観光の振興による経済構造の転換を目標としてきた。

2) 国民所得および国内総生産

Malta国の経済水準を計るためにヨーロッパ10ヶ国の1人当りの国民所得を比較すると、Table 4-1のようになる。

Table 4-1によるとMalta国は1960年より1971年の間に約90%の上昇がみられるが、1960年にMalta国と同程度であったGreece, Spainは2.5倍以上の伸びを示している。他国に比べ1人当りの国民所得の上昇率が低いことは、基地経済の縮小に伴う経済の転換が思うように進んでいないことを示している。

Table 4-1 ESTIMATES OF PER CAPITA NATIONAL
INCOME

(Units: US Dollars)

Country	1960	1971	1971/1960
France	1,202	*2,581	2.15
Germany, Fed. Rep.	1,188	3,118	2.62
Italy	644	1,729	2.68
Austria	797	1,998	2.51
United Kingdom	1,277	2,198	1.72
Portugal	270	742	2.75
Greece	399	*1,036	2.60
Ireland	616	1,463	2.38
Spain	317	1,014	3.20
Malta	420	812	1.93

Source: United nations statistical yearbook 1972

Notes * Data in 1971

次にTable 4-2より産業別国内総生産の経年変化をみると1964年から1971年の7年間にはほぼ2倍になっているが、産業別の構成をみると大きな変化はない。

1971年では第1次産業7%, 第2次産業27%, 第3次産業66%と第3次産業が圧倒的であり、中でもPublic administrationとMilitary servicesの占める割合は全体の1/4になる。しかし、Military serviceの生産額は約560万もMで停滞傾向にあり、除々にPublic administrationに肩代りされてきている。

Table 4-2. INDUSTRIAL ORIGIN OF GROSS DOMESTIC
PRODUCT AT CURRENT FACTOR COST

(Units: 1,000 £M)

	1964	1968	1971
Agriculture and fisheries	3,176	4,545	6,092
Construction and quarrying	2,316	3,888	5,419
Manufacturing	7,847	12,619	17,201
Electricity, gas, water, and sanitary services	1,446	2,737	4,028
Transport and communication	2,063	2,628	3,160
Wholesale and retail trade	9,140	11,091	13,957
Banking, insurance and real estate	1,249	3,033	4,230
Private services	2,283	3,779	6,089
Public administration	5,912	8,990	} 20,625
Military service	5,721	5,640	
Property income from domestic	2,381	3,108	4,409
GDP at factor cost	43,534	62,058	85,210

3) 貿易

Malta 国の貿易収支は長期にわたって赤字を統けてきている。

Table 4-3 は 1961 年から 1971 年までの貿易収支を示したものである。

Table 4-3 をみると貿易収支の赤字が 1970 年をピークに減少の傾向にあることが注目される。これは製造業の伸びにより製品の輸出増加によるものと思われ、商品貿易収支の改善にとって製造業の発展はかせないものである。

Table 4-3 BALANCE OF FOREIGN TRADE

(Units: 1,000 £M)

Year	Total imports	Total exports	Negative balance	Domestic exports
1961	29,443	4,648	24,795	1,932
1962	28,583	4,314	24,269	2,063
1963	30,258	5,267	24,991	3,050
1964	34,594	6,918	27,676	4,231
1965	35,144	8,653	26,491	6,199
1966	38,880	10,755	28,125	7,645
1967	40,509	9,890	30,619	7,159
1968	51,399	14,144	37,255	10,205
1969	61,516	15,957	45,559	12,506
1970	67,121	16,065	51,056	12,212
1971	65,377	18,815	46,562	15,117

4・1・2 開発方針

Malta 国は典型的な地中海性気候のため降雨量が少なく、水資源の確保が経済開発を考える上で重要な点であり、また地下資源の埋蔵にも乏しく、乏しい資源をいかに効率よく利用するかは Malta 国の将来がかかっている。

Malta 国の Office of The Prime Minister による「Outline of Development Plan for Malta 1973-1980」によると、Malta 国の開発方針は次の3つに要約される。

第1は従来 of 経済パターンからの脱皮である。軍事基地に依存しないでも自活していけるようにすることであり、かつ英国一辺倒の経済交流を廃し、多国との経済交流を推進し政治的、経済的に自主独立、自主決定を確保することである。

第2は生産活動の振興をはかることである。具体的には生産部門の雇用機会を拡大し、国内生産を増加し、輸出の振興をはかることである。製造業、観光産業の推進が期待される。

第3には経済力の発展と社会開発にかり住民の生活水準の向上をはかることである。

Malta 島、Gozo 島、Comino 島の格差を是正するため、生産活動のみならず社会開発の

ための抜本的投資が要請される。

次にTable 4-4に「Outline of Development Plan for Malta 1973-1980」から産業別の国内総生産額の目標を掲げておく。

Table 4-4 SECTORAL CONTRIBUTION TO GROSS DOMESTIC PRODUCT

Sector	1972	1979	Rate of change
	£M million	£M million	%
1. Agriculture and fisheries	6.7	8.8	4.0
2. Construction and quarrying	4.4	4.4	-
3. Manufacturing including drydocks	22.0	47.6	11.6
4. Government enterprises	4.4	6.4	5.5
5. Tourism and private services	5.3	12.0	12.4
6. Other services	20.3	27.0	4.2
Total production and trade	63.1	106.2	7.7
7. Public administration	14.4	18.0	3.2
8. Military base departments	5.6	0.4	-31.4
9. Property income from domestic sources	6.5	6.5	-
GDP at factor cost	89.6	131.1	5.5

Item 4: Includes gas, electricity, water, milk marketing, posts and telephones, etc.

Item 6: Comprises transport and communications, wholesale and retail trades, insurance, banking and real estate.

4・2 人口

Malta 国の人口総数は 1971 年に 325,468 人、そのうち男が 155,166 人、女が 170,302 人となっていて、人口密度がいちじるしく高い。これらの人口が Malta 島に 300,202 人、Gozo 島に 25,266 人住んでいる（以上 Mid-year estimates）。

Table 4-5によって人口増加の趨勢をみると、19世紀以降の増加傾向が急激であり、19世紀中葉には11万人台であったが、20世紀初頭には18万人、1930年代に入るや24万人を越え、その後、第2次大戦下においていちじるしい増加をみせて戦後は30万人をこえるようになる。しかしながらこの増加の傾向は1950年代をもってとまり、その後は32万人前後にほぼ固定している。

Table 4-5 POPULATION, BY SEX

	Malta and Gozo			Malta	Gozo
	Persons	Males	Females	Persons	Persons
1842	114,499	55,168	59,331	100,912	13,587
1901	184,742	91,994	92,748	164,952	19,790
1931	241,621	117,457	124,164	217,784	23,837
1948	305,991	150,665	155,325	278,311	27,680
1957	319,620	153,108	166,512	292,019	27,601
1960	328,517	156,852	171,665	300,788	27,729
1965	319,164	152,422	166,742	293,455	25,700
1967	318,573	152,989	165,584	292,237	26,336
1969	322,749	154,901	167,848	296,834	25,915
1971	325,468	155,166	170,302	300,202	25,266
1972	298,800	143,300	155,500		
1979	296,100	140,600	155,500		

1842 - 1957 ; Census figures

1960 - 1971 ; Mid-year estimates

1972, 1979 ; Population projections in "Outline of Development Plan for Malta 1973-1980"

この人口固定化の要因をみると、人口の自然増加が止まったのではない。積極的に移民政策をとることによって人口のバランスをはかったのである。

Malta 国にとって、人口の増加は前世紀からもっとも大きな問題となっている。したがって国内人口の増加をセーブするための移民は前世紀を通じておこなわれた。移民先は地中海沿岸の諸国から、速くは Australia, United States にまで及んでいる。とくに人口 30 万人を超えた第 2 次大戦後には強力な移民計画が Australia および Britain からの財政的な援助のもとに積極的に続行されたのである。Table 4-6 はその状況をしめしたものである。これによると 1946 年から 1971 年までの 21 年間に 127,000 人をこえる移民をだしており、移民先別にみると、Australia が 73,000 人ともっとも多く、ついで United Kingdom, Canada, U.S.A. がおもな国となっている。このようにして Migration balance はかなりのマイナスを示すことになり、これが国内人口の自然増加を相殺し、32 万人台に定着させるもっとも大きな要因となっているのである。

しかしながら、この移民の数は最近減少しつつあり、Malta 政府も移民縮小策をとっている。このことは最近における自然増加の減少傾向（最近 10 年間にほぼ半減している）とほぼ対応するものとみることができよう。Malta 国政府は「OUTLINE OF DEVELOPMENT PLAN FOR MALTA 1973-1980」において、1972 年の 298,800 人から、1979 年には 296,100 人へと若干ながら人口縮小を計画している。

4.3 労働

Malta 国における労働人口は、1962 年の 93,176 人から 1971 年 109,005 人とかなり増加している。この労働力人口が産業別にどのように就業しているかは、Table 4-7 にしめした。その特徴は第 3 次産業の割合が高いこと、なかんずく政府および軍事基地雇用の比重が高いことであった。

Table 4-6 MIGRATION

	Emigrants							Returning emigrants	Migration balance
	Country of future permanent residence								
	Australia	Canada	United Kingdom	U.S.A.	Others	Total			
1937/38-1939/40	577	8	2,141	551	1,656	4,933	-----		
1946-1950	10,513	1,870	5,426	2,396	540	20,745	1,318	-19,427	
1951-1955	22,455	4,445	7,698	3,372	53	38,023	4,239	-33,784	
1956-1960	9,832	2,608	4,548	1,021	26	18,035	3,805	-14,230	
1961-1965	19,615	3,783	6,614	447	418	30,877	2,537	-28,340	
1966-1970	8,601	2,604	3,909	1,319	214	16,647	1,171	-15,476	
1971	1,762	308	527	178	23	2,798	143	-2,655	
Total from 1946 to 1971	72,778	15,618	28,722	8,733	1,274	127,125	13,213	-113,912	

Table 4-7 DISTRIBUTION OF GAINFULLY OCCUPIED POPULATION

	1964	1968	1971	Development Plan 1973-1980		
				1972	1979	1979/1972 %
Agriculture and Fisheries	7,420	6,510	6,160	6,408	5,600	87
Construction and Quarrying	6,290	10,580	11,010	7,199	7,000	97
Manufacturing	17,400	20,320	25,480	28,036	44,910	160
Transport and Communication	4,270	4,300	5,520			
Wholesale and Retail Trade	12,840	13,340	12,630	18,144	18,990	105
Banking and Insurance						
Private Services	8,850	11,960	10,850	12,752	15,500	122
Malta Government	17,730	19,860	21,180	22,406	20,900	93
Service Department	11,730	8,950	6,040	5,463	0	0
Gainfully Occupied	86,530	95,820	103,080	100,408	112,900	112
Registered Unemployed	7,645	4,199	5,925	6,234	2,300	37
Labour Force	94,175	100,019	109,005	106,642	115,200	108

ところでMalta 国における経済および社会問題としてたえず問題にされているのは雇用の拡大という課題である。その一つは失業率が恒常的に高いことにある。

現在は失業率5～6%であるが、独立当時には8%を超えていた。それが一時低下傾向をしめしたものの、最近では再び高まりつつある。この失業率の高さはAsia でみれば、ほぼ Republic of Koreaに相当するといえることができる。

Table 4-9 は最近における求職者数と就業の状況をしめしたものであるが、求職者数は毎年1万人をはるかに上まわり、1971年においても労働力人口に対するその割合は14%にも達している。求職者に対する就職率は必ずしも低いとはいえないが、近年低下傾向にあつて、失業者は依然として多いという関係にある。

Table 4 - 8
PERCENTAGE
OF UNEMPLOYED

	Unemployed %
1962	6.8
1963	7.5
1964	8.1
1965	8.2
1966	6.8
1967	5.5
1968	4.2
1969	3.7
1970	4.7
1971	5.4
1972	5.8
1979	2.0

Table 4-9 NUMBER OF APPLICANTS FOR EMPLOYMENT, PLACEMENTS AND NUMBER OF UNEMPLOYED

	Applicants for employment (A)	Placements during year (B)	B/A %	On the register at 31st, Dec.
1966	16,319	3,358	20.6	6,584
1967	14,871	4,334	29.1	5,387
1968	12,978	3,677	28.3	4,199
1969	12,286	3,069	25.0	3,813
1970	12,878	2,932	22.8	4,962
1971	14,965	2,648	17.7	5,925

Malta 国において雇用問題が特別重要な経済問題とされるのは、軍事基地雇用の縮小、さらにはその廃止が計画されているからである。「Outline of Development Plan for Malta 1973-1980」によれば、5500人を超える基地雇用は1979年には0とされており、それを吸収するのに十分な新しい雇用機会が必要となっている。それに加えて「Outline of Development Plan for Malta 1973-1980」では移民計画の縮小を考慮している。このような状況のなかで、失業率を2%程度におさえることはかなりの難事といえよう。しかしながら、高い雇用水準への到達はMaltaの経済および社会にとって強い願望なのである。新規雇用を開発する部門は製造業および観光をはじめとするサービス部門に期待されている。そのため経済構造の大転換が要請されているといえる。

4・4 農業と漁業

4・4・1 農業

Malta 国の農家人口は46,000人で、これは総人口の14%にあたっている。このうち5,600人が常に農業に従事しているだけであって、このWhole-time farmerは、有業人口の5%にあたっている。そして8,300人のPart-time farmerが季節的に農業に従事するという形をとっている。したがって農家人口のなかには、農業以外に別の職業をもつ人が多い。多くの農家が兼業農家であるといえる。最近、農業人口の減少が目立っている。

耕作可能な土地は現在135,000 tmien (15,100 ha) となっているが、これも最近、住居やその他の建物が従来の農地に建てられているため、減少している。

Malta の農業にとって最大の問題は決定的な水不足である。灌漑されている土地は耕地のわずか4%にすぎず、周年農業生産がおこなわれる土地が少ないことである。大部分のdry landは降雨量が少ないため、湿期にあたる秋から春にかけての時期を中心に農業生産がつづけられている。

また農家の経営規模はきわめて零細で、58%に当る農家が9 tmien (約1 ha) 以下の耕作規模しかない。しかも耕地の区画は著じるしく細分化されている。そのため機械の利用を困難にしている。さらに耕地の所有状態をみると、小作農が非常に多い。土地所有者は政府、教会および個人地主などである。しかし小作料は一般的にはそれ程高くはない。

Table 4-10 AGRICULTURAL LAND AREA

	1965	1971
Total	1946,560 ^{tmien}	135,133 ^{tmien}
Dry land	122,531	112,307
Irrigated land	5,581	5,579
Waste land	18,448	17,247

Table 4-11 YIELD OF CROPS

1,000 tons

	1965	1967	1969	1971
Total yield	83.7	89.3	99.4	83.1
Cereals, legumes and other crops	33.5	34.1	28.3	25.1
Vegetables	42.8	46.7	62.9	53.9
Fruits	7.5	8.5	8.2	4.1*

* Figures for grapes are under review

Table 4-12 CATTLE, SHEEP, PIGS, POULTRY
AND OTHER ANIMALS IN AGRICULTURAL
HOLDING AT SEPTEMBER OF EACH YEAR

	1965	1967	1969	1971
Bovines	7,256	8,849	8,849	9,590
Cows	5,427	6,108	6,251	6,616
Bulls	1,829	2,741	2,598	2,974
Ovines	10,485	9,962	8,820	7,530
Caprines	25,982	23,430	18,650	15,747
Swine	15,166	23,440	31,290	23,397
Poultry	437,375	368,258	641,034	858,098
Other animals				
Rabbits	48,194	50,896	52,344	50,685
Equines	4,944	4,711	4,352	3,837

農産物はおもに国内の消費にむけられている。主要な農作物は、じゃがいも、たまねぎ、とまと、ぶどう、小麦、大麦、forages（飼料）などである。生産量は横這い状態にあるが、そのなかで穀類が減少を示し、野菜類が多くなる傾向にある。

また畜産についてみると、耕地の条件がわるいにもかかわらず、肉類、Milk、卵などの生産がかなりおこなわれている。そして最近では乳牛・肉牛の飼養が伸び、家禽類の増加が目立っている。

食料農産物の国内自給ができないために、多くの食料品を輸入している。しかし、じゃがいも、たまねぎ、肉類、切花および種子類の輸出がおこなわれている。しかも10年位前までは輸出品のほぼ半分を食料品が占めていた。その意味ではMalta国の経済にとって農産物は大きな役割をもっていたといえるが、現在は事情がことなっている。

Malta国の農業についての課題をあげると、

第一には、用水の確保である。農業生産の拡大のためには少しでも水を確保しirrigated landを多くすることである。

第二には、耕地区画の統合整理である。非常に困難と思われるが、能率のいい農業に移行するための条件である。これをさける場合、施設園芸が一つの方向としてあるが、水の問題が制約条件となろう。

第三には、輸送条件の確保である。とくにGozo島についていえる。Gozo島はMalta国においては農業的な条件にもっとも恵まれているが、Marketとして小さい。Malta島への輸送が制約されている今日の交通条件のもとでは、農業生産も抑制されざるをえない状態にある。交通条件の改善をおこなえば、Malta島とGozo島との農産物交流は拡大し、Gozo島の産物の輸出も可能となるであろう。それによってGozo島の農業生産は大巾に拡大が期待される。

4・4・2 漁業

Malta国の漁家人口は1,985人(1971年)で、このうち漁業専業従事者は378人であり、有業人口の0.4%をしめるにすぎない、漁家の家族員も農業の場合と同様にほかの職業をもつものが多い。

漁業基地はMalta島ではM'xlokk, St. Paul's Bay, Gozo島ではMgarrなど、両島合せて8カ所ある。Malta国における商業的漁業はもともと3シーズンがあり、それは5-8月(サバ)、8-12月(イルカ、シマサワラなど)、12-5月(底引きトロール漁業)であった。漁業の近代化のため主要漁港の整備と深海漁業をオールシーズンにわたることができるよう

にするため、トロール船の導入がはかられたが、現在でもトロール船は9隻しかない。漁業に使用されている船は漁船といっても船長30 feet 以下のものがほとんどである。海に囲まれた地域にありながら、企業的な漁業が全く育っていない。

1971年の漁獲量は24,500 cwtで、生産額は43万ポンドとなっている。しかし消費される魚の56%は輸入に頼っている状態にある。

Table 4-13 LANDINGS OF FISH

	1965	1968	1971
Weight (100 cwts)			
Total	261	243	252
of which local catch	256	237	245
Value (£M100)			
Total	3,407	3,495	4,406
of which local catch	3,349	3,410	4,305

4・5 工業

Malta 国における工業の伸びている点はすでに指摘したが、鉱工業の企業数は1971年において2,704、そのうち製造業が1,997を占めている。また就業者は28,800人、うち製造業が21,700人となっている。採石業は最近頭打ち状態に近いが、製造業および建設業は伸びている。出荷額、付加価値額とも両者の伸びは大きい。

しかしながら企業の規模は数の上からみると零細なものが非常に多い。事業所の規模別構成をみると、5人以下の零細なものが71%を占め、100人以上の規模のものになると2%以下といったところである。しかし極端な零細企業、家内工業的なものが多いために、就業者数の構成においてはかなり異った様相がみられる。10人以下の規模の事業所は84%と多いが、そこに雇用される就業者は全体の25%をしめるにすぎず、反対に2%に満たない100人以上の事業所に39%の雇用者が就業している。最近やや大きな企業が開設されはじめているので、この傾向は今後も強まるであろう。

つぎに製造業についてみよう。

もともと Malta 国の地場産業としては、食料品製造業および織物業などが中心であった。今日においてもこれらのしめる割合は大きい。1971年の就業者数でみると、食料品製造関係20%、織物・衣類関係24%をしめている。また出荷額でみると、1964年には食料品関係49.5%、織物・衣類関係16.3%であった。つまり両者で総出荷額の66%をしめていたのである。1971年には食料品関係は33%、織物・衣類関係は22%、両者合せて55%となった。

これらはいまだに製造業生産の半ば以上をしめるが、食料品関係の地位の低下が目立っている。しかし織物関係が従来からの地場産業として伸びていることに注目したい。

他の部門をみると、出荷額においてとくに大きな比重をしめるにいたっているものはないが、ゴム製造関係、機械、印刷、非金属鉱物などをはじめ、それぞれのものがほとんど伸びてきている。しかしながら Malta 国は工業的資源に乏しいので、飛躍的拡大をはかることのできる有力な部門を見出すことはむずかしい面がある。なかでも工業用水の利用に量的・質的制限を受ける。

工業にとって期待される面は、他の Europe 先進国に比較して労働賃金が安いことや労働争議のないことである。それにまた国民の教育水準が比較的高い。そのための非用水型の労働集約的な部門、例えば部品組立てを中心とした機械製造などの部門が有力視されている。

他方、ドライドックを従来のように船舶の修理にだけ使用せず、追加的投資をおこなって、改良を加え、一般の機械工業などの面にもその設備、熟練労働を活用しようとしている。これらによって新しい部門の成長をみることができよう。

また地域的にみると、Malta 島と Gozo 島とでは工業発展の熟度がいちじるしく差をもっている。Gozo 島は工業の面からいって処女地である。Gozo 島の労働者は、そのために Malta 島に出稼ぎしている。毎週月～金曜日まで Malta 島に滞在し、土～日曜と Gozo 島に帰るものが多いといわれる。そうした点を考えると、均衡ある地域発展のために、また通勤条件を確保するために Malta 島と Gozo 島を結ぶ交通路をつくりだすことは重要な課題となろう。

Table 4-14 NUMBER OF ESTABLISHMENTS
PERSONS GAINFULLY OCCUPIED, GROSS
AND NET OUTPUT IN MANUFACTURING,
QUARRYING AND CONSTRUCTION
INDUSTRIES

		All industry	Manufacturing industry	Quarrying	Construction
Establishments	1968	2,571	1,910	82	579
	1971	2,704	1,997	81	628
Gainfully Occupied	1968	24,577	17,861	697	6,019
	1971	28,845	21,666	625	6,554
Gross output (£M1,000)	1968	36,959	29,818	592	6,549
	1971	51,775	40,981	689	10,105
Net output (£M1,000)	1968	15,551	11,471	400	3,680
	1971	22,373	17,307	471	4,595

Table 4-15 MANUFACTURING, QUARRING
AND CONSTRUCTION

analysis of establishments by size of employment

Size of employment	Establishments	Persons gainfully occupied
Total range	2,704 (100.0)	28,845 (100.0)
1 - 5	1,930 (71.3)	4,510 (15.6)
6 - 10	352 (13.0)	2,600 (9.0)
11 - 19	180 (6.7)	2,610 (9.0)
20 - 49	149 (5.5)	4,659 (16.2)
50 - 99	46 (1.7)	3,286 (11.4)
100 - 199	27 (1.0)	3,607 (12.5)
200 - 299	10 (0.4)	2,455 (8.5)
300 and over	10 (0.4)	5,118 (17.8)

() ; Percentage

Table 4-16 GAINFULLY OCCUPIED POPULATION
AND GROSS OUTPUT
IN MANUFACTURING INDUSTRIES

	Gainfully Occupied		Gross Output		
	1968	1971	1964	1968	1971
Food	15.6	12.2	24.3	20.8	17.1
Beverages	8.1	6.8	13.6	11.1	9.4
Tobacco	1.9	1.4	11.6	7.9	6.9
Textiles	15.5	13.9	12.1	17.9	16.1
Clothing	6.8	9.7	4.2	3.6	5.6
Footwear	2.6	1.8	1.6	1.1	0.9
Furniture and Allied Trades	7.6	7.5	2.9	3.7	4.3
Printing and Publishing	6.5	6.6	2.9	3.6	4.6
Chemicals	4.5	5.4	7.4	5.2	6.1
Manufactures of Non Metallic Minerals	6.0	5.5	3.5	4.3	5.0
Manufactures of Metal	4.3	3.9	4.0	3.7	4.3
Machinery	2.8	7.0	1.8	2.4	5.3
Rubber and Transport Equipments	10.8	12.3	6.0	9.9	9.7
Miscellaneous	6.9	5.8	4.0	4.8	4.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

4・6 観光

観光は Malta 国にとってきわめて重要な産業である。海と太陽の豊かさに加えて、いたるところ観光資源に事欠かない。Malta 島は東部から北部、さらに西部にかけて風光明媚な海水浴場がちなり、南岸は男性的な断崖がおおわれている。それに古代からの史蹟に富んでいる。Gozo 島、Comino 島も同様である。しかも未開発の景勝地が多い。

Malta 国における観光は 1960 年代後半からいちじるしい伸びをしめている。外国からの観光客は 1960 年代のはじめは 1 万人台であったが 1970 年になると 17~18 万人にのぼっている。したがって観光面の収入も Malta 国の経済に重要な役割をもつにいたっている。

観光客は Europe 全土をはじめ America 大陸、Africa、Australia、Asia など広く及ぶが、もっとも多いのは United Kingdom であり、ついで Italy、Sweden、U.S.A.、Germany West、Trance などの順となっている。

しかし Malta 国の観光は夏のバカンス期（7~9 月）に集中する傾向がある。冬の 1~2 月期には 8 月期の 4~5 分の 1 にまで減少する。冬期も温暖な気候をもつ地域であるので、Malta 国の観光事業の周年化はこれからの方向である。

観光についての課題を要約すると、

その第一は、観光施設である。Table 4-25 にあるように Hotel についてはかなりの整備をみるにいたっている。しかし観光の最盛期には現在でも不足気味である。海水浴場の施設やレンタカーなども同様である。そのために施設整備がはからなければならないし、また、例えば Malta 島西部海岸などの新しい観光資源の開発が必要であろう。その場合に制約条件となる水の開発を平行させなければならないことである。

第二には、Malta 国と外国とを結ぶ輸送路の確保である。Malta 国への到着は大部分が空路によるが、最盛期には空席をみつけることは困難である。そのため、現在 Luca 空港の拡張工事がおこなわれており、近い将来ジャンボ機の発着が可能とされている。

第三には、国内の交通網、とくに Malta 島、Comino 島、Gozo 島を結ぶ路線の確保である。現在のところ観光客は Malta 島に集中しており、Gozo 島にまで足を向ける客はそれ程多くない。Malta 島と Gozo 島が短時間で結ばれることとなるならば、Gozo 島の観光もいっそうさかんとなるであろうし、また現在は廃棄に近い Comino 島の再開発も可能になるであろうと思われる。なぜなら Comino 島には海峡をはさんだ Gozo 島の眺望等、絶景ともいふべき景勝地が多いからである。

地上の楽園ともいふべき Malta 国にとって、自然環境の保全はことのほか重要な課題である。Europe 大陸をはじめとして環境汚染が世界的に問題となっているとき、Malta 国の経済が農業、工業および観光三位一体となって良好な環境のなかで発展することが期待される。自然環境の保持に関連する問題はさしあたり、つぎの点に要約される。

第一には観光地としての環境保全の問題である。観光地域の自然環境を維持するために、土地利用や建物に対する諸種の制限をきびしくしなければならないことはもとよりであるが、観光客がふえるにしたがって当該地域を中心とした汚染もまた増大する。Malta 国政府は現在でもこれに強い配慮を加えており、海岸の清掃を実施したり、汚物、汚水の海への投入・流入を制限し、下水の海への放流も場所・深さを選定している。

第二には排水処理の問題である。生活上の排水に加えて、工業の発展により工業排水、さらには Hotel 等観光施設からの排水も増大する。この処理対策には今後万全の策をとらなければならない。その場合、Malta 国にとって水は貴重な資源であるから、排水処理後の再利用がはかれる必要がある。農業に再利用するのも有効な一つの方法である。

第三には海流の保持である。これは Malta 島と Gozo 島を連結する計画に関連する問題である。海峡を埋立てて陸路をもって連結する方法も考えられるが、それにとまらぬ三つの島の間の海流の滞留がひきおこされよう。その影響を考慮すると、埋立は避けることが賢明である。橋梁をもって繋ぐことが自然環境保全のうえからも、その技術的可能性とともに望ましいといえる。

第四には、国土の緑を多くするために、植林が望まれる。とくに Malta 島や Comino 島においてである。長期的な視点にたつて森の造成計画に取り組むことが期待される。

Table 4-17 NUMBER OF HOTELS AND
TOURIST ARRIVALS TO MALTA

	No. of Hotels	No. of Beds	No. of Rooms	No. of Employ- ees	Visitor Arrivals	Length of Stay	Total Guest- Night 1,000	Gross Income £M1,000
1960	25	1,218	n.a.	-	12,583	-	176	765 ⁽⁴⁾
1965	38	2,380	1,236	819	47,804	-	669	1,890
1966	54	3,112	1,625	1,082	72,889	13.04 ⁽³⁾	950	3,220
1967	71	4,710	2,396	1,910 ⁽²⁾	97,519	15.88	1,548	5,062
1968	89	6,101	3,142	2,473	136,995	12.87	1,763	7,998
1969	101	7,562	3,885	2,778	186,084	12.63	2,350	10,836
1970	110	7,935	3,942	2,723	170,853	14.23	2,431	9,820
1971	113	8,512	4,277	3,315	178,704	13.31	2,379	10,601
1972	80 ⁽¹⁾	7,971 ⁽¹⁾	4,103 ⁽¹⁾	2,695	149,913	12.49	1,873	8,500

Notes:

- (1) As classified by the H. C. E. B. on 1/3/73.
- (2) Department of Labour.
- (3) M. G. T. B. Sample Surveys.
- (4) Central Office of Statistics.

Table 4-18 NUMBER OF SCHOOLS, TEACHERS AND PUPILS, 1971

	Institutions	Teachers	Pupils
All	260	4,473	76,520
Government	183	3,469	60,175
Private	77	1,004	16,345
Nursery Schools	21	57	1,212
Primary Schools	115	1,418	32,282
Schools for Handicapped Children	8	41	313
Nursery and Primary Schools	24	151	3,650
Primary and Grammer Schools	11	318	5,008
Nursery, Primary and Grammer Schools	5	160	3,892
Secondary Schools	44	1,501	18,363
Technical Schools Institutes	4	147	1,414
Evening Classes	22	315	7,511
Industrial Training Centres	2	23	105
Teacher Training Colleges	2	41	365
Polytechnic	1	109	1,302
University	1	192	1,103

Malta 国は小国ではあるが教育が普及している。学校数は260、そのうち国立が183校、私立が77校である。国立の学校はPrimary school, Secondary school, Universityと教育階梯が体系づけられている。これにIndustrial training centreやTeacher training collegeなどである。生徒・学生数は76,500人で、総人口に対する就学者の割合がかなり高い。このような教育の普及をみると、Malta 国は開発途上国といちじるしく事情のちがっていることがわかる。

高等教育の中心をなすのはUniversityである。以前には高等教育を受けるためにはUnited Kingdomにいかなければならなかった。学生数は1,100人と少ないが、学部の内容は神学、文学、法学、医学・薬学、歯学、工学・建築などと多くの専門分野にわかれ、これに大学院と短期大学部が併設されている。教授陣はAcademic staff 178人、そのうちProfessorは25人である。博士課程もおかれているが、いっそう専門的な研究にはEnglandに留学するようである。

4・8 水資源

水の供給はMaltaの経済的發展に強く関係している。それは生活水準の向上はもとより、観光業の發展、さらに工業や農業の拡大にとって欠くべからざる資源である。Maltaにおける水資源の主要なものは地下水である。近年まで地下水の採取によって十分な供給がおこなわれていたとされるが、最近における経済的發展とともに、いちじるしく不足を来すようになり、これが経済發展のもっとも大きい制限要素となっている。

現在、用水供給がどのようにおこなわれているかをみたものが、Table 4-19である。農業的利用はこれには含まれないが、地下水の採集はMaltaにおいて3,150 mill. galls, Gozoにおいて199 mill. galls, 計3,349 mill. galls,にのぼっている。このほかMaltaに蒸溜プラントが1カ所あって、そこでは年間823 mill. galls,の水が生産されている。

Table 4-19 WATER SUPPLY, CONSUMPTION 1971/72

	Malta	Gozo
Rainfall (inches)	21.36	16.34
Yield of spring (Mill. Galls.)	131.01	-
Total water extraction (Mill. Galls.)	3,149.8	198.9
Distillate water production (Mill. Galls.)	822.7	-
Storage capacity of all reservoirs (Mill. Galls.)	98.4	8.9
Yearly consumption (Mill. Galls.)	3,908.5	196.9
Average daily consumption (Mill. Galls.)	10.70	0.539
Service installation (Number)	116,435	10,111

そして年間消費量はmaltaにおいて3,909mill. galls, Gozoにおいて197mill. gallsである。(以上1971/72年)

しかし水使用は経済の成長とともに拡大する。国連調査団の報告によれば、国民1人当りの用水量は現在Maltaで1501(33.0galls,) Gozoで1201(26.4galls,)であるが、それが2000年には両島とも平均2001(44.0galls,)、最高2301(50.6galls,)になるといわれる。そのため2000年の総需用量は6,180~11,120mill. galls,となり、今日の供給量の1.6~1.85倍になると推測されている。この1人当り消費量は国際的にみて決して過大なものではない。このような推測にたてば、用水供給量のかなりの拡大が必要とされるのである。

ところで現在の地下水源は二つの源泉からなっている。その一つはthe Uper Coralline Limestone aquiferであり、他の一つはthe Mean Sea Level aquiferである。これらの水源から採取する場合、採取量が一定の限度をこえると塩分の度が増加する。したがって水の採取は量的な制限に加えて、質の面からの問題点がある。今日の採集状態でいうと、すでに塩分がかなり高く、採取量はやや限界をこえているとされる。専門家の意見によれば、降雨量20inchsの場合、塩分500ppm以下を適性とすれば現状の施設では地下採集は2,500mill. galls, が適量であるという指摘がある。また前掲の国連調査団の推計では、2,740mill. galls, が限界量とされている。現状においてもすでに地下水採集はその限界をこえているのであり、この問題をどう解決するかが課題である。しかもこれからの経済発展を考えると上述のように将来の用水供給量をますます拡大しなければならないのである。

最近おこなわれている新しい方法の一つは塩水の蒸溜分離Plantをつくることである。この試みはGozoにおいても実施されている。それが将来問題解決の一つの手段ではあるが、しかし用水のcostがいちじるしく高くなるという難点をもっている。経済性を考慮して用水量を拡大するとすれば、地下水源の利用を拡大する以外にはない。それには、新しいGalleryとBoreholeを設置することであるとされる。上述の国連調査団の報告においてはそのための計画的な投資が検討されている。

つぎに農業用水の供給についてみよう。現在、irrigated landは全耕地の4割という程に少ないが、農業生産の拡大をはかろうとすれば、irrigated landを増やすということが必要になる。そのためには農業用水の供給を増加させなくてはならない。その場合に考えられる方法は、

① 蒸溜plantによる方法

② Gallery を掘さくして、ダムをつくる方法

③ Sewage を再利用する方法

などがある。①の方法は農業用水にとっては Cost 高となり、問題外としてよい。②の方法は年々少しずつ実施されている。注目されるのは③の方法である。国連調査団の報告においてはこの問題が検討されている。その大要は Table 4-20 にしめす通りである。もしこの方法を計画通りに実施するとすれば、irrigated land は今日の倍以上に拡大をすることができる。つまり、2000年までには灌漑可能面積は980ha(8750tmien)が追加となる。そしてirrigated land の全耕地にしめる割合は4%から11%へと拡大をみるにいたるのであり、農業生産拡大への寄与は大きくなるといえる。

以上のようにMaltaにおける水問題の解決には、新しい手段と方法が駆使されねばならず、そのための抜本的改革に対する投資が必要なのである。

Table 4-20 RECLAMATION OF SEWAGE FOR IRRIGATION ONLY, FOR
THE PERIOD 1978/2000

Scheme	Region or origin of sewage	Irrigable area ha	Quantity of irrigation water available 10 ⁶ m ³ /a	Unit cost of irrigation water	
				£/m ³	d/m ³
A	Marsa - Land	320	2.7	0.056	13.4
B	Zejtun - Zabbar	80	0.6	0.098	23.5
C	Pwales Valley	20	0.17	0.16	38.4
D	Mellieha Bay	20	0.17	0.17	40.8
E	Marsa Land and Sea	540	5.4	0.051	12.3

Source: Wastes Disposal and Water Supply Project in Malta, Master Plan and Related Studies, Volume 1, Part 1, October 1972

第5章 交通需要の予測



第5章 交通需要の予測

5・1 交通の現況

5・1・1 フェリーの交通量

Fig.5-1に見られるようにMalta島, Gozo島間のフェリー利用自動車交通量は1967年頃から急増の一途をたどり1971年では1963年の約7.6倍にあたる8万台がフェリーを利用している。

1971年に交通量が頭打ちの傾向が見られるがFig.5-1に見られるようにMaltaを訪問する観光客とフェリー利用自動車交通量との間には密接な関連がある。

今まで全観光客数の約65%~75%を占めていた英国からの観光客が英国との通商条約のトラブルによって激減しているので1970年, 1971年, 1972年の総観光客数が減少し, それらの観光客数の減少が交通量に大きく影響をおよぼし1971年の交通量が頭打ちになっているものと思われる。

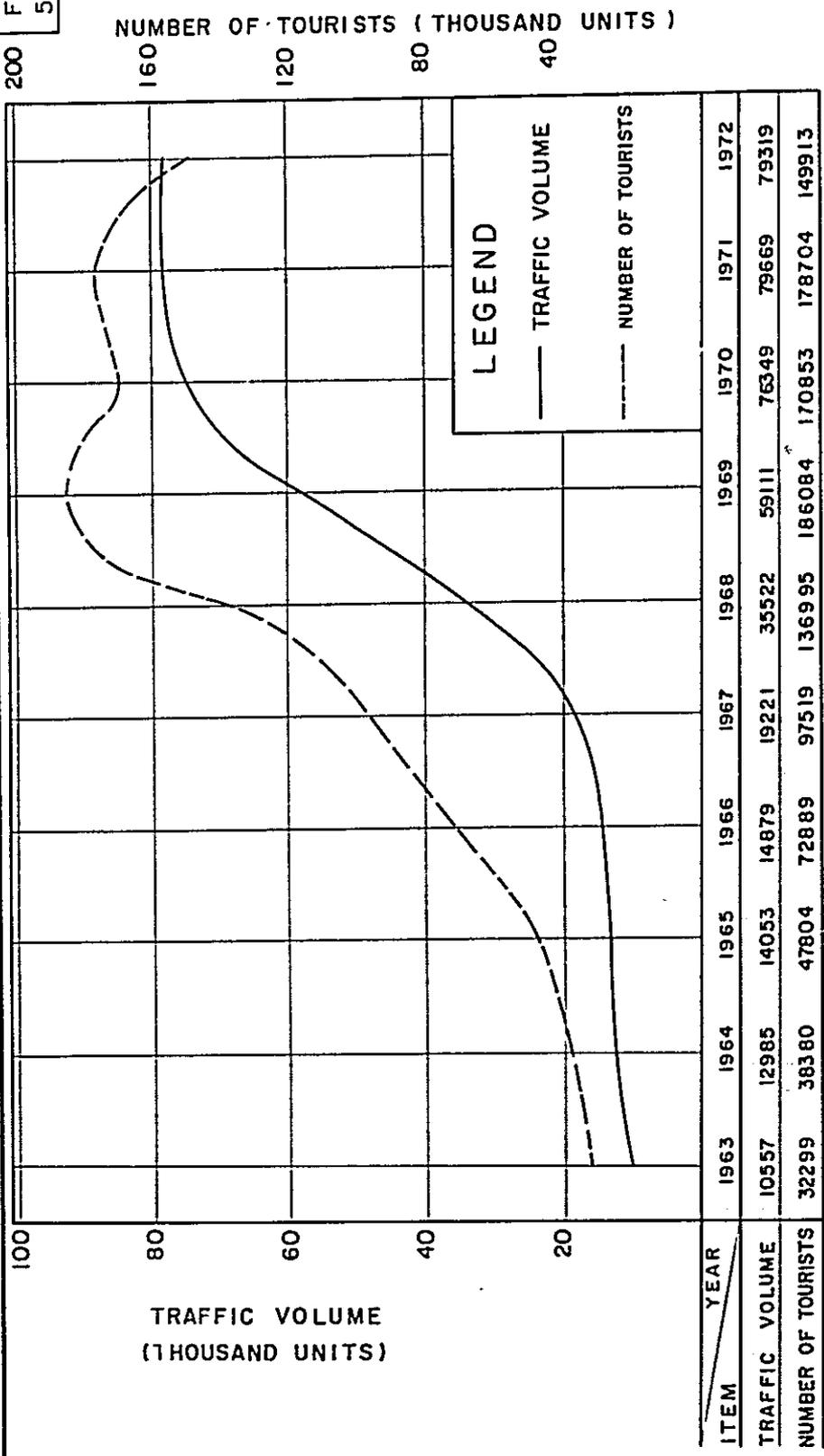
これらの観光客の減少は一時的現象と思われ魅力的な多くの観光資源を有しているMalta国への観光客は英国とのトラブルが解決すれば再び増加してくるものと思われる。

交通量の車種構成のデータは1970年と1971年のものしかないが乗用車が全体の約90%~85%の大部分を占め, 次いでバン, トラックが7%~17%を占めている。

車以外の交通として人の交通が1971年に約407,000人, 1972年に498,000人あり, これらの人々のうち乗用車, バンなどを利用しない人々はMalta島ではVallettaとMarfa Ridgeの船着き場, Gozo島ではVictoriaとMgarr港とを往復しているバスを利用してMalta島, Gozo島間を往来している。

もし橋梁が出来ればMalta島, Gozo島間を直接連絡するバス路線が当然増設されるものと思われる。

Fig. 5-1



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
 TRAFFIC VOLUME BY FERRYBOAT BETWEEN MALTA AND GOZO, AND NUMBER OF TOURISTS

Fig. 5-1

SOURCE 1. MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY, AGRICULTURE, AND TOURISM
 2. ANNUAL ABSTRACT OF STATISTICS

5・1・2 フェリー運航計画

フェリーの運行状況はTable 5-1のように季節、曜日、休日の別によって異なっている。交通需要の多い夏の観光シーズンの休日の運行回数は7往復、土曜日には6往復に増やされ、交通需要の少ない冬期には5往復に減らされている。

現在フェリーは3艘あり、

MINOR EAGLE (総トン数367トン)

JYLLAND (総トン数823トン)

OALYPSO LAND (総トン数1,960トン)

が使用されている。

冬期の荒天時にはフェリーが1月のうち10日間程度欠航する月もある。

Malta 島側は船着き場が完備していないためにその日の風波の状況によって Marfa Point, Ramla Tal-Bir,あるいはSt.Paul's Bay に船着場を変更する場合があります、Malta 島, Gozo 島間の交通に支障をきたしている。

5・1・3 フェリー料金

フェリーの現行料金はTable 5-2の通りである。

トラックが貨物を積んでいる場合は貨物1トンあたり1毛Mの追加料金を請求されるので貨物を2トン積んでいれば基本料金の3毛Mに加えて2毛Mが必要であり、料金は5毛Mとなる。

Table 5-1 TIME TABLE OF MALTA AND GOZO FERRIES

Season	Day of Week	Time		Season	Day of Week	Time	
		Boat leaves Gozo	Boat leaves Malta			Boat leaves Gozo	Boat leaves Malta
1st. October } 14th. October	Mondays	6.15 a.m.	7.30 a.m.	1st. June } 31st. August	& Public Holidays	1.30 p.m.	2.15 p.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			3.30 p.m.	4.15 p.m.
		1.00 p.m.	2.00 p.m.			5.30 p.m.	6.15 p.m.
		4.30 p.m.	5.15 p.m.			6.15 a.m.	7.30 a.m.
	Tuesdays to Saturdays	6.45 a.m.	7.30 a.m.		Mondays to Fridays	9.00 a.m.	9.45 a.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			1.15 p.m.	2.15 p.m.
		1.00 p.m.	2.00 p.m.			5.00 p.m.	5.45 p.m.
		4.30 p.m.	5.15 p.m.			7.00 p.m.	7.45 p.m.
	Sundays & Public Holidays	7.00 a.m.	7.45 a.m.		Saturdays	6.15 a.m.	7.30 a.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			9.00 a.m.	9.45 a.m.
		2.00 p.m.	2.45 p.m.			1.15 p.m.	2.15 p.m.
		4.30 p.m.	5.15 p.m.			3.30 p.m.	4.15 p.m.
15th. October } 31st. March	Mondays	6.15 a.m.	7.30 a.m.	1st. September } 30th. September	Sundays & Public Holidays	5.30 p.m.	6.15 p.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			7.00 p.m.	7.45 p.m.
		1.00 p.m.	2.00 p.m.			6.15 a.m.	7.00 a.m.
		4.00 p.m.	4.35 p.m.			7.45 a.m.	8.30 a.m.
	Tuesdays to Saturdays Fridays	6.45 a.m.	7.30 a.m.		Mondays to Saturdays	9.15 a.m.	10.00 a.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			3.00 p.m.	3.45 p.m.
		1.00 p.m.	2.00 p.m.			5.00 p.m.	5.45 p.m.
		4.00 p.m.	4.35 p.m.			6.30 p.m.	7.15 p.m.
	Sundays & Public Holidays	7.00 a.m.	7.45 a.m.		Sundays & Public Holidays	8.00 p.m.	8.45 p.m.
		9.00 a.m.	9.45 a.m.			6.15 a.m.	7.30 a.m.
		2.00 p.m.	2.45 p.m.			9.00 a.m.	9.45 a.m.
		4.00 p.m.	4.35 p.m.			1.00 p.m.	2.00 p.m.
1st. April } 31st. May	Mondays to Saturdays	6.15 a.m.	7.30 a.m.	Mondays to Saturdays	3.30 p.m.	4.15 p.m.	
		9.00 a.m.	9.45 a.m.		5.30 p.m.	6.15 p.m.	
		1.00 p.m.	2.00 p.m.		6.45 a.m.	7.45 a.m.	
		3.30 p.m.	4.15 p.m.		9.00 a.m.	9.45 a.m.	
	Sundays	5.30 p.m.	6.15 p.m.	Sundays & Public Holidays	1.30 p.m.	2.15 p.m.	
		6.45 a.m.	7.45 a.m.		3.30 p.m.	4.15 p.m.	
		9.00 a.m.	9.45 a.m.		5.30 p.m.	6.15 p.m.	

Table 5-2 FARES OF FERRIES

	Class or type	Fares	Remarks	
Passengers	1st Class	15 C	One way trip	
	3rd Class	10 C		
Vehicles	Small car (About 14 feet)	80 C	Pound trips	
	Medium car (14 - 16 feet)	1£M		
	Large car (More than 16 feet)	1.25£M		
	Trucks		3£M	Empty
			3£M + 1£M (per 1 ton)	With goods

5・2 交通量と経済指標との相関

Malta 島, Gozo 島間のフェリー利用将来交通量および架橋による開発交通量の推計を行なうにあたっては, 現在のフェリー利用交通量と現在の経済産業指標との相関性を検討, 解析し, それらの相関性を基本として将来の開発計画と将来交通量とを照合する必要がある。

ここでは, 最初に経済・産業指標の過去のパターンを把握し, それらの経年変化とフェリー利用交通量とがどのような関連にあるのかを多角的に検討する。

各経済・産業指標の経年変化(1963年~1971年までのデータを使用)を一覧表にあらわすと, Table 5-3 のようになる。右端の数値は相関係数である。

Table 5-3 によると自動車保有台数(その他), 居住人口, 農業生産高, 失業者数は相関係数が低く, その経年変化のパターンが非系統的であることを示している。

Fig. 5-2 は車種別自動車保有台数を示している。この図からも分かるように乗用車, バン, トラック, バス以外のその他の車種の経年変化には, 明確な変動パターンが見受けられない。

Fig. 5-3 からも分かるように, 人口の経年変化は不規則であり, Malta 国全体としては人口は増加しているがGozo 島は減少している。

Fig. 5-4 は, Ministry of Trade, Industry, Agriculture and Tourism より入手した観光客数の将来予測値で直線的に増加している。

フェリー利用交通量と観光客数とは密接な関連があり, Table 5-3 のNo.12 の計算値のようにフェリー利用交通量は年と観光客数との函数によって表現でき, その相関係数は $R =$

0.935で比較的高い。

予備調査報告書では、観光客数との相関において将来交通需要の推計を行なっているが、単なる1個の指標のみを使用することは妥当でないと考えられるので、本調査報告書では5・3・1「概要」であげられているような20個の経済・産業指標を総合的に検討、解析して将来交通需要の推計を行なった。

Table 5-4は、フェリー利用自動車交通量と各経済指標との相関係数のマトリックスである。

この表によると、フェリー利用自動車交通量と相関性の高いのは経年変化($R=0.9276$)、乗用車保有台数($R=0.9820$)、バンおよびトラックの保有台数($R=0.9669$)、全車種保有台数($R=0.9896$)、乗用車の車種構成比($R=0.9375$)、観光客数($R=0.9254$)、観光収入($R=0.9298$)、1人あたりのGDP($R=0.9751$)、自動車保有率($R=0.9761$)、1人あたりの平均所得($R=0.9829$)、就業者数($R=0.9519$)、工業生産高($R=0.9697$)、輸出高($R=0.9273$)、輸入高($R=0.9790$)などである。

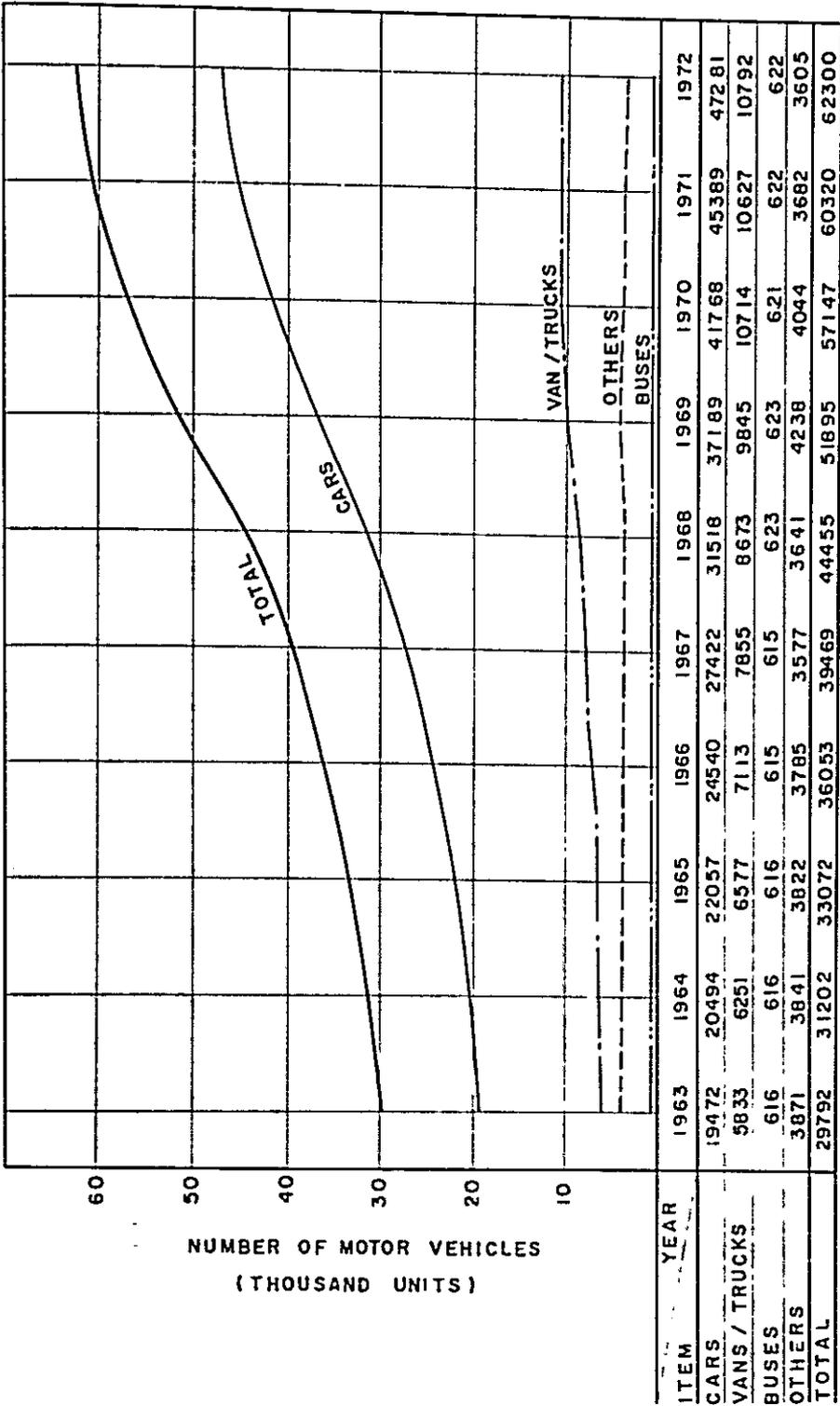
Table 5-3 REDRESSION STRAIGHT LIND AND CORRELATION COEFFICIENT
OF THE ECONOMIC FACTORS

No.	Y	X 1	X 2	Regression straight line	Correlation coefficient
1	Number of owned vehicles - Cars	Year	_____	$Y = 3412X_1 - 6681000$	0.9782
2	Do. - Vans/Trucks	Do.	_____	$Y = 677.3X_1 - 1324000$	0.9841
3	Do. - Buses	Do.	_____	$Y = 1.016X_1 - 1381$	0.7788
4	Do. - Others	Do.	_____	$Y = 9.016X_1 - 13900$	0.1201
5	Do. - Total	Do.	_____	$Y = 4099X_1 - 8022000$	0.9665
6	Ratio of vehicles types - Cars (%)	Do.	_____	$Y = 1.236X_1 - 2362$	0.9920
7	Do. - Vans/Trucks (%)	Do.	_____	$Y = -0.2316X_1 + 475$	0.8160
8	Do. - Buses (%)	Do.	_____	$Y = -0.1466X_1 + 290$	0.9955
9	Do. - Others (%)	Do.	_____	$Y = -0.8716X_1 + 1724$	0.9920
10	Ratio of car ownership (Vehicles/Person)	G D P per capita (LM/Person)	_____	$Y = 0.0007086X_1 + 0.0002584$	0.9976
11	Do.	Average income per capita (LM/Person)	_____	$Y = 0.0004274X_1 - 0.01815$	0.9760
12	Traffic volume by ferryboat (Vehicles/Year)	Year	_____	$Y = 9621X_1 - 188000$	0.9276
13	Do.	Do.	Number of tourists	$Y = 5211X_1 + 0.1999X_2 - 10230000$	0.9349
14	Do.	Do.	Ratio of car ownership (Vehicles/Person)	$Y = -12290X_1 + 1742000X_2 + 23990000$	0.9968
15	Do.	Do.	G D P per capita (LM/Person)	$Y = -0.02558X_1 + 593.6X_2 - 72000$	0.9753
16	Tourists receipts (LM1,000/Year)	Number of tourists (Persons/Year)	_____	$Y = 64.06X_1 - 1026000$	0.9981
17	Do.	Year	_____	$Y = 1405X_1 - 2758000$	0.9568
18	G D P per capita (LM/Person)	Do.	_____	$Y = 17.66X_1 - 34560$	0.9827
19	Average income per capita (LM/Person)	Do.	_____	$Y = 27.51X_1 - 53770$	0.9437
20	Do.	G D P per capita (LM/Person)	_____	$Y = 1.596X_1 + 54.42$	0.9845
21	Industrial production (LM1,000/Year)	Year	_____	$Y = 4707X_1 - 9226000$	0.9884
22	Do.	G.D.P. per capita (LM/Person)	_____	$Y = 263.9X_1 - 15850$	0.9963
23	*Agricultural production (LM1,000/Year)	Year	_____	$Y = 102.3X_1 - 198500$	0.6601
24	Landings of fish (LM1,000/Year)	Do.	_____	$Y = 13.04X_1 - 25310$	0.8470
25	**Number of exported (LM1,000/Year)	Do.	_____	$Y = 1660X_1 - 3254000$	0.9826
26	** Do.	G D P per capita (LM/Person)	_____	$Y = 90.94X_1 - 5105$	0.9675
27	**Number of imported (LM1,000/Year)	Year	_____	$Y = 5055X_1 - 9896000$	0.9625
28	** Do.	G D P per capita (LM/Person)	_____	$Y = 286.6X_1 - 6174$	0.9810
29	Number of employees (Persons)	Year	_____	$Y = 2360X_1 - 4548000$	0.9876
30	Number of unemployees (Persons)	Do.	_____	$Y = -434.3X_1 + 869100$	0.6836
31	Resident population (Persons)	Do.	_____	$Y = 71.4X_1 + 181700$	0.0521

Remarks:

- * Exclude stockbreeding
- ** Exclude service

Fig. 5-2



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

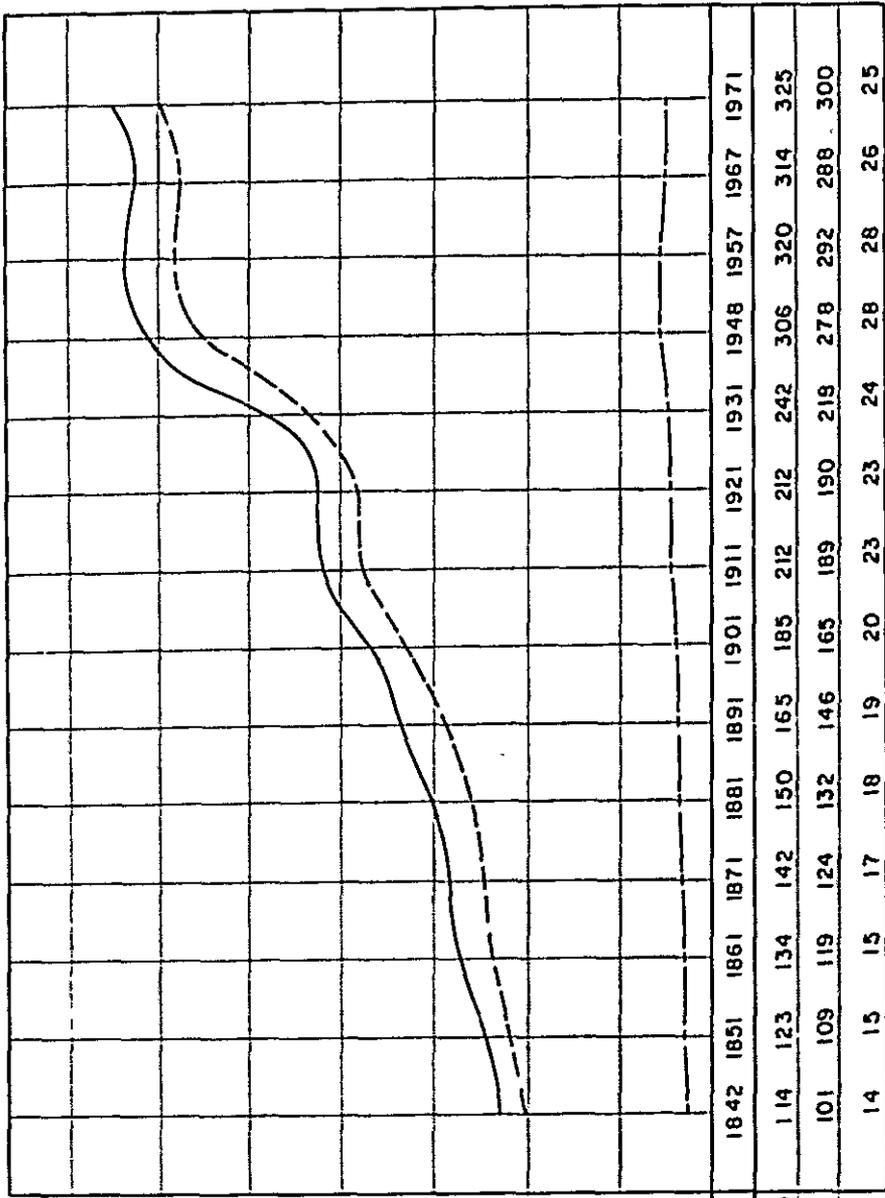
Fig. 5-2

SOURCE ANNUAL ABSTRACT OF STATISTICS

NUMBER OF REGISTERED VEHICLES

Fig.
5-3

LEGEND
 — MALTA AND GOZO
 - - - MALTA
 - · - · GOZO



POPULATION (THOUSAND UNITS)

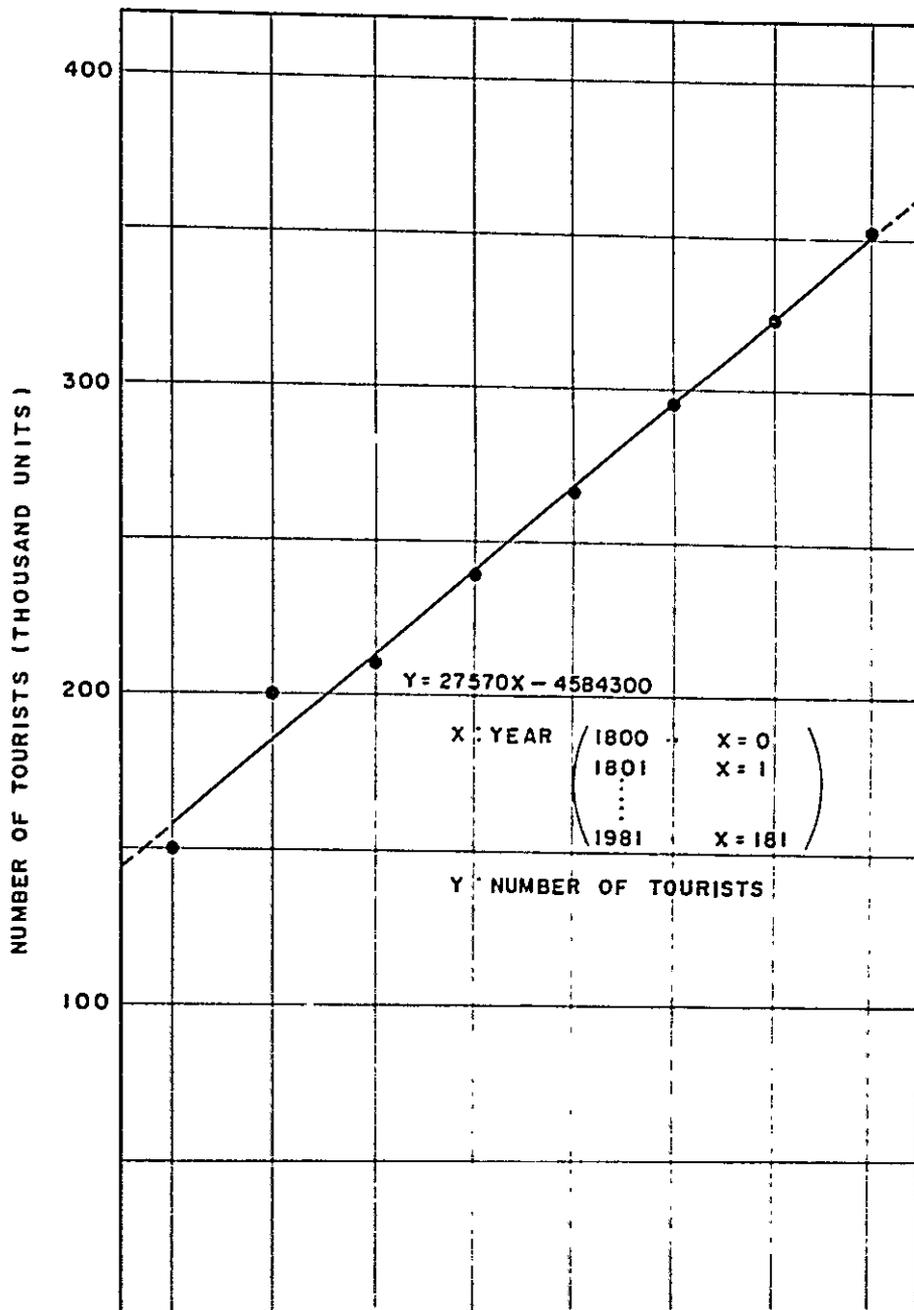
ITEM	YEAR
MALTA AND GOZO	1842 1851 1861 1871 1881 1891 1901 1911 1921 1931 1948 1957 1967 1971
MALTA	101 109 119 124 132 146 165 189 190 219 278 292 288 300
GOZO	14 15 15 17 18 19 20 23 23 24 28 28 26 25

LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

TREND OF POPULATION

Fig.
5-3

Fig.
5-4



YEAR	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
NUMBER OF TOURISTS	149000	200000	211000	239000	267000	295000	323000	352000

SOURCE: MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY, AGRICULTURE, AND TOURISM

Fig. 5-4 LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
FORECAST OF TOURISTS TO MALTA

Table 5-4 CORRILATION MATRIX AMONG THE ECONOMIC FACTORS

Year (1963 - 1971)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Number of owned vehicles - Cars	0.9782	1.0000																						
Do. - Vans/Trucks	0.9841	0.9894	1.0000																					
Do. - Buses	0.7789	0.8073	0.8184	1.0000																				
Do. - Others	0.1201	0.2109	0.2554	0.3291	1.0000																			
Do. - Total	0.9665	0.9956	0.9861	0.8351	0.2730	1.0000																		
Ratio of vehicle types - Cars	0.9920	0.9859	0.9779	0.7862	0.0770	0.9719	1.0000																	
Do. - Vans/Trucks	-0.8160	-0.8984	-0.8281	-0.6931	-0.1504	-0.9001	-0.8655	1.0000																
Do. - Buses	-0.9955	-0.9826	-0.9920	-0.8128	-0.1873	-0.9762	-0.9887	0.8204	1.0000															
Do. - Others	-0.9920	-0.9595	-0.9673	-0.7663	-0.0211	-0.9404	-0.9894	0.7862	0.9845	1.0000														
Traffic volume by ferryboat (Vehicles/Year)	0.9276	0.9820	0.9669	0.8177	0.3378	0.9896	0.9375	-0.9105	-0.9404	-0.8935	1.0000													
Number of tourists (Persons/Year)	0.9640	0.9580	0.9789	0.8706	0.2936	0.9570	0.9554	-0.7778	-0.9819	-0.9507	0.9254	1.0000												
Tourist receipts (LM1,000/Year)	0.9568	0.9584	0.9754	0.8906	0.2866	0.9580	0.9538	-0.7904	-0.9762	-0.9456	0.9298	0.9981	1.0000											
G D P per capita (LM/Year)	0.9827	0.9973	0.9915	0.7876	0.1965	0.9922	0.9871	-0.8815	-0.9855	-0.9662	0.9751	0.9541	0.9519	1.0000										
Ratio of car ownership (Vehicles/Persons)	0.9854	0.9982	0.9954	0.8108	0.2271	0.9943	0.9867	-0.8742	-0.9905	-0.9665	0.9761	0.9692	0.9672	0.9976	1.0000									
Average income per capita (LM/Persons)	0.9437	0.9848	0.9606	0.7497	0.1821	0.9817	0.9590	-0.9237	-0.9432	-0.9220	0.9829	0.8972	0.8994	0.9845	0.9760	1.0000								
Resident population (Persons)	0.0521	0.2551	0.1841	0.2572	0.3940	0.2783	0.1306	-0.4916	-0.0938	-0.0157	0.3956	0.1287	0.1680	0.2223	0.2125	0.3395	1.0000							
Number of employees (Persons)	0.9876	0.9869	0.9932	0.8219	0.2270	0.9801	0.9857	-0.8383	-0.9760	-0.9739	0.9519	0.9881	0.9849	0.9858	0.9930	0.9456	0.1542	1.0000						
Agricultural production (LM1,000/Year)	0.6601	0.6265	0.6798	0.5951	0.3086	0.6023	0.6484	-0.4039	-0.6915	-0.6682	0.5635	0.7814	0.7767	0.6177	0.6503	0.5021	-0.0086	0.7265	1.0000					
Industrial production (Do.)	0.9884	0.9945	0.9984	0.8155	0.2196	0.9904	0.9860	-0.8497	-0.9933	-0.9727	0.9697	0.9728	0.9701	0.9963	0.9984	0.9703	0.1855	0.9931	0.6542	1.0000				
Landings of fish (Do.)	0.8470	0.8505	0.7996	0.5085	-0.1823	0.8243	0.8640	-0.8350	-0.8064	-0.8422	0.8104	0.6997	0.6975	0.8519	0.8341	0.8914	0.1426	0.7898	0.2586	0.8261	1.0000			
Number of exported (Do.)	0.9826	0.9681	0.9681	0.8402	0.1788	0.9702	0.9760	-0.8372	-0.9861	-0.9651	0.9273	0.9644	0.9594	0.9675	0.9748	0.9279	0.0621	0.9772	0.6265	0.9747	0.8083	1.0000		
Number of imported (Do.)	0.9625	0.9825	0.9919	0.8589	0.3363	0.9902	0.9558	-0.8360	-0.9778	-0.9362	0.9790	0.9741	0.9733	0.9810	0.9875	0.9570	0.2417	0.9805	0.6444	0.9894	0.7676	0.9642	1.0000	
Number of unemployees (Persons)	-0.6836	-0.6857	-0.7529	-0.8233	-0.4099	-0.6947	-0.6751	0.4363	0.7328	0.6939	-0.6763	-0.8270	-0.8363	-0.6859	-0.7070	-0.5979	-0.1727	-0.7534	-0.8293	-0.7259	-0.2518	-0.6794	-0.7611	1.0000

5・3 交通需要の予測

5・3・1 概要

将来交通需要の予測にあたっては、現在の経済、産業などの状況と現在のフェリー交通量との相関を求め、それらの相関性に基づいて将来のMalta国における開発計画、土地利用計画を検討した上で、将来の交通需要を推計するのが一般的手法である。

しかし、Malta国の開発計画、土地利用計画の概要は聴取できても、交通需要推計の基本となる具体的な数値を種々な事情により何ら入手できなかったため1973年8月に発行された「OUTLINE OF DEVELOPMENT PLAN FOR MALTA 1973-1980」に掲載されている数値を参考にした。

交通量推計には種々な方法が考えられるが、これらの推計方法は入手可能な基礎データの質と量とに依頼する度合いが強い。

本調査報告書では入手したデータの内容を考慮し、また、5・2の「交通量と経済指標との相関」の項で既に述べたように、現在のフェリー利用交通量と相関性の高い入国観光客数などの数値を勘案して、Malta国の種々な産業、経済状況を大局的、総合的に把握した主成分分析法により、将来交通需要の推計を行なった。

主成分分析法については次の項で述べるが、この手法に盛り込まれた経年変化をも考慮した経済および産業指標は次の通りである。

自動車保有台数(乗用車、バンおよびトラック、バス、その他)、

車種構成比(乗用車、バンおよびトラック、バス、その他)、

自動車保有率、観光客数、観光収入、1人あたりのGDP、

1人あたりの所得、居住人口、就業者数、失業者数、農業生産高

工業生産高、漁生産高、輸出高、輸入高

Malta島、Gozo島間の自然発生交通量の将来値を推計するにあたっては、既に述べたような種々の経済指標の将来値が必要である。

しかし、これらの諸経済指標の将来値については「OUTLINE OF DEVELOPMENT PLAN FOR MALTA 1973-1980」に掲載されている1979年の数値があるのみで、その他の資料からは2・3の例を除いて入手できなかった。

1979年までの諸経済指標の将来値は1972年以前の過去の発展パターンを1972年以

後、1979年まで適用して求めた。1979年以後の諸経済指標の将来値は、開発計画でとり上げられている1979年の値を一つのコントロールポイントとして、過去の発展パターンをも考慮して、これらの諸経済指標が等差級数的に伸びるものとして、それらの将来値を求めた。

しかし、Malta 国の産業開発、特に水の供給量と密接な関連のある農業、工業、観光（ホテル数）などの発展は将来の水の可能供給量によって大きく左右されるものと思われるので、これらの産業の発展は単純に過去の発展パターンで成長することなく、ある年代に達するとこれらの伸びは鈍化してくるものと思われる。

以上のような考えから、将来の農業生産高、工業生産高、観光客数、1人あたりのGDPなどは、将来の水の供給量と直接相関させて求めた。

以上のように自然発生交通量の将来値は、諸経済指標の過去のパターンあるいはその将来推計値を基本にして求めた。

開発交通量は、自然発生交通量と同じく主成分分析法で求めたが、その推計の基本資料となる諸経済指標の推計値は、次のような仮定に基づいている。

もし、Malta 島、Gozo 島間に橋梁があれば、発展の程度において、現在およそ25年間の格差のあるMalta 島とGozo 島との諸水準が橋梁の開発効果によって15年間で同一水準に達するとみなした。例えば、1972年現在、Malta 国の全人口約31.8万人のうち約38%にあたる12万人がValletta を含むInner Harbour Region に集中している。これらのRegion の所得水準は全国平均より高いが、橋梁が建設されることにより文化、産業、経済の分散現象が起こり、15年後にはGozo 島の平均所得水準がMalta 島なみになると仮定した。

橋梁が建設されることより、その発展のパターンに大きく影響を受ける経済指標として、次のようなものが取り上げられた。

観光客数→観光収入、1人あたりのGDP、1人あたりの所得→自動車保有率、農業生産高、工業生産高、就業者数、輸出高、輸入高

その他の交通として、フェリーが改良された場合の誘発交通量が考えられるが、フェリーの改良計画については全く不明であるので、今回は誘発交通量は考慮せず、経済効果の算定に用いた将来交通量としては、自然発生交通量と橋梁建設による開発交通量のみを考慮した。

また、2010年までの長期にわたる交通量を推計することは、その信ぴょう性に疑問が残るが、橋梁の開発効果は後年になって大きくなっていく傾向が強くなり、長期的観点から架橋の経済効果を検討することも必要と考えられるので、2010年までの交通量を推計した。

5・3・2 交通需要の予測の方法

Malta 島, Gozo 島間の将来の自然発生交通量, 架橋による開発交通量を主成分分析法によって求めた。主成分分析法は多変量解析の手法で, 互に相関のある多種類の特性値のもつ情報を, 互に無相関な少数個の総合特性値に要約するという役割を果たしている。主成分分析法を使用するにあたっては Malta 島, Gozo 島間のフェリー - 利用交通量と相関の高い経済指標 (変数) を慎重に選択する必要がある。

主成分分析法の一般式を示すと次の通りである。

$$f(x) = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n = \sum_{i=1}^n y_i \dots\dots\dots 5 \cdot 1)$$

$$y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots\dots\dots + a_{1n}x_n = \sum_{i=1}^n a_{1i}x_i \dots\dots\dots 5 \cdot 2)$$

$$y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots\dots\dots + a_{2n}x_n = \sum_{i=1}^n a_{2i}x_i \dots\dots\dots 5 \cdot 3)$$

⋮

$$y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots\dots\dots + a_{nn}x_n = \sum_{i=1}^n a_{ni}x_i \dots\dots\dots 5 \cdot 4)$$

ここに

$$\sum_{i=1}^n a_{1i}^2 = 1, \sum_{i=1}^n a_{2i}^2 = 1, \dots\dots\dots, \sum_{i=1}^n a_{ni}^2 = 1 \dots\dots\dots 5 \cdot 5)$$

とする。 (ただし $n = 21$)

また $f(x)$: Malta 島, Goyo 島間のフェリー - 利用自動車交通量 (台/年)

- y_1 : 第 1 主成分
- y_2 : 第 2 主成分
- ⋮
- y_n : 第 n 主成分
- x_1 : 保有台数 (Cars)

- x_2 : 保有台数 (Vans / Truck)
- x_3 : " (Buses)
- x_4 : " (Others)
- x_5 : 車種構成比 (Cars)
- x_6 : " (Vans / Truck)
- x_7 : " (Buses)
- x_8 : " (Others)
- x_9 : 自動車保有率 (台 / 人)
- x_{10} : 居住人口 (人)
- x_{11} : 就業者数 (人)
- x_{12} : 失業者数 (人)
- x_{13} : 1人あたりのGDP (毛M / 年)
- x_{14} : 就業者1人あたりの平均所得 (毛M / 人・年)
- x_{15} : 観光客数 (人 / 年)
- x_{16} : 観光収入 (1000毛M / 年)
- x_{17} : 農業生産高 (1000毛M / 年)
- x_{18} : 工業生産高 (1000毛M / 年)
- x_{19} : 漁業生産高 (1000毛M / 年)
- x_{20} : 輸出高 (1000毛M / 年)
- x_{21} : 輸入高 (1000毛M / 年)
- $a_{11} \sim a_{nn}$: 各経済指標の係数

である。

式5・1)～5・5)までを使用して、1963年から1971年までのフェリー利用自動車交通量と過去の経済指標との相関性から過去のフェリー利用自動車交通量を主成分分析法を用い回帰させると、Fig.5-5の破線のような理論値となり、この理論値は5・1)式の形で表現される。

Fig.5-5からもわかるように、求められた理論値とデータ値とは同じパターンを示し、よく適合している。

次に、求められた5・1)式の理論値を使用して、将来の自然発生交通量を求める。

5・1)式のInput Dataである将来の各経済・産業指標は、前述した通りMalta国の

Fig. 5-5

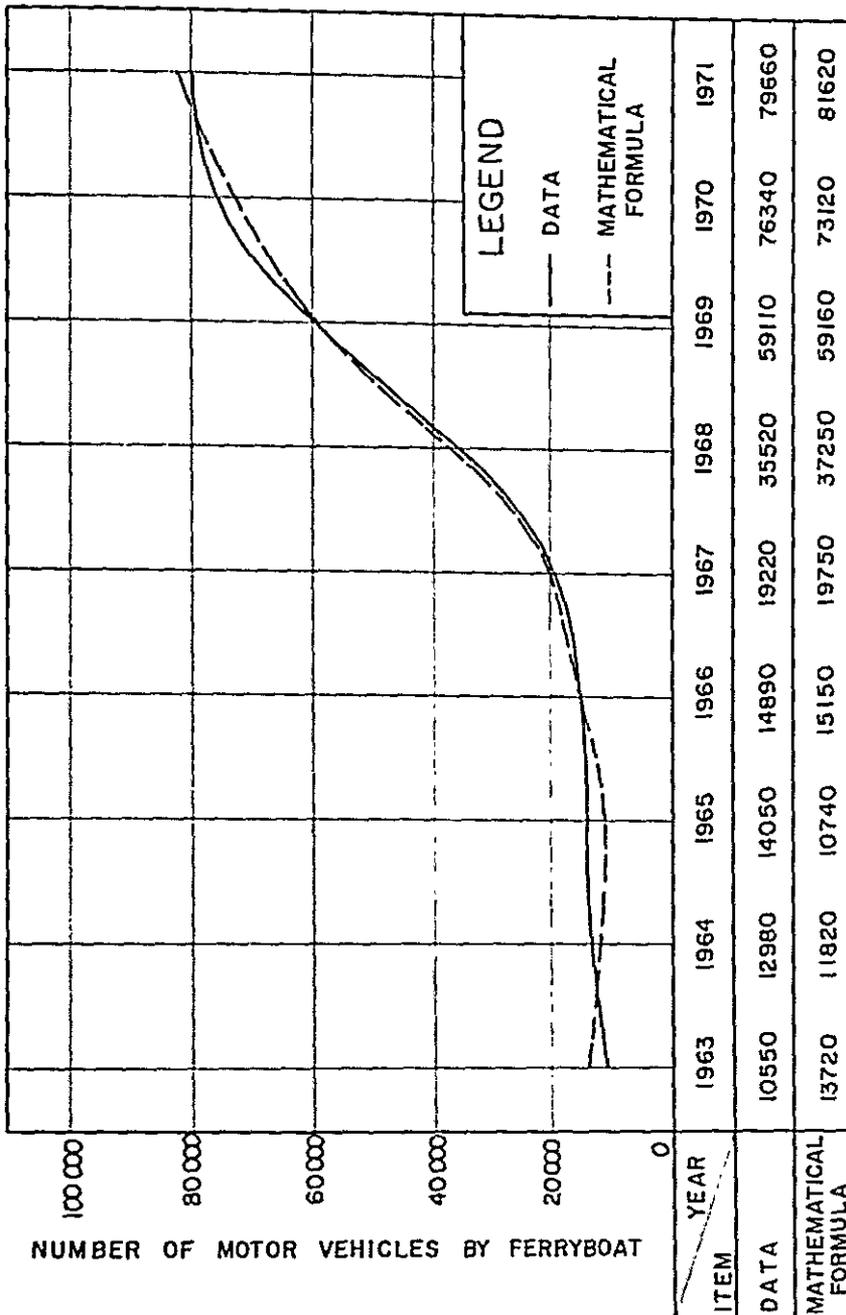


Fig. 5-5
LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
NUMBER OF MOTOR VEHICLES BY FERRYBOAT
(RELATION BETWEEN PAST DATA AND MATHEMATICAL FORMULA)

開発計画に掲載されている1979年の数値をコントロールポイントとして1979年以後は過去のパターンを等差級数的に伸ばした。

また、フェリー利用自動車交通以外にフェリー船着き場までバスを利用して往復している人の交通もあるので、現地で入手した人の交通量に関するデータと自動車交通量との過去の相関性を検討し、それらの相関性を予測された自動車交通量に適用することにより、将来の人の交通量を推計した。

橋梁が建設されればMalta島、Gozo島間の直行バスが運行されるものと思われるので、現在、車なしでMalta島、Gozo島間を往復している人の交通は将来バス交通に転換するものとみなした。

5・3・3 将来交通量

5・3・2の方法によって求められた車種別、年度別(1975年～2010年)、自然発生交通量(台/年)、開発交通量(台/年)を表に示すとTable 5-5の下段の値となる。

過去のフェリー利用自動車交通量の月別変動パターンを検討すると、夏期の観光シーズンの8月の交通量がピークとなり、年間交通量のほぼ17%を占めている。(Fig.5-6参照)

中段の値は、このようにして得られた月のピーク率をもとにして得られたピーク月間交通量(台/月)である。

ピーク率を1/10、休日の交通量は平日の2倍、1月を30日とみなして得られた値が上段のピーク月のピーク時間交通量(台/時)である。

Table 5-1の値を図に示すとFig.5-7のようになる。Table 5-5によると2010年の年間交通量は45万台/年あり、これをピーク時交通量になおすと510台/時となる。

この2010年のピーク時交通量と橋梁の交通容量とを比較してみると次のようになる。まず最初に橋梁の交通容量を求める。道路の構造基準は予備調査報告書の通りとする。

構造基準(日本の基準による)

設計速度 : 60 km/hr

車線幅員 : 3.25 m × 2車線

側方余裕(左右) : 0.75 m

大型車混入率 : 15%と仮定する。

補正率

車線幅員 : 0.94, 側方余裕幅 : 0.81, 大型車混入率 : 0.89,

沿道条件 : 0.90, 計画水準 : 0.75
基本交通容量(2方向2車線道路の往復合計) : 2,500台/時
可能交通容量 : $2,500 \times 0.94 \times 0.81 \times 0.89 \times 0.90 = 1,520$ 台/時
設計交通容量 : $1,520 \times 0.75 = 1,140$ 台/時
設計基準交通量 : 11,000台/日

以上のように、2車線橋梁の設計交通容量は1,140台/時となり、2010年のピーク時交通量510台/時をはるかに上回り、将来の交通需要に対しては2車線の橋梁で十分である。

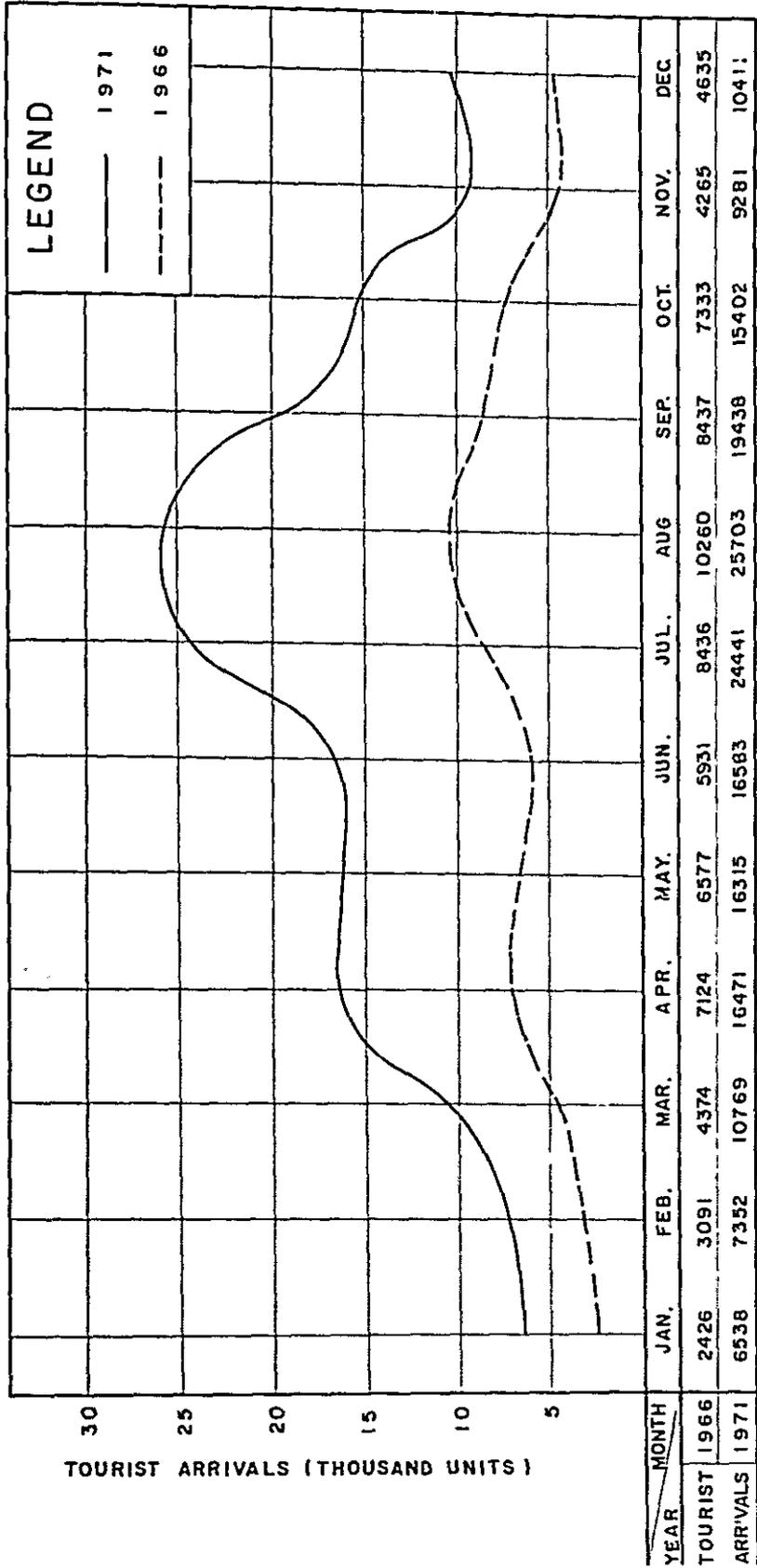
Table 5 - 5 FUTURE TRAFFIC VOLUME BY VEHICLE TYPES

(Units: Thousand Vehicles)

Vehicle type Item Year	Cars		Vans/Trucks		Buses		Others		Total				
	Originated traffic	Generated traffic	* Originated traffic	Generated traffic	Di-verted traffic	Generated traffic	Originated traffic	Generated traffic	** Originated traffic	Di-verted traffic	Sub total	Generated traffic	Total
1975	0.09		0.02		0.01		0.00		0.10	0.02	0.12		0.12
	13.2		3.3		1.8		0.3		15.1	3.4	18.5		18.5
	77.8		19.2		10.3		1.8		89.0	20.1	109.1		109.1
1980	0.12		0.03		0.02		0.00		0.14	0.03	0.17		0.17
	18.4		4.5		2.4		0.4		21.1	4.7	25.8		25.8
	108.4		26.6		14.2		2.6		124.0	27.8	151.8		151.8
1985	0.15	0.02	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.18	0.04	0.22	0.02	0.24
	23.0	2.7	5.7	0.3	3.0	0.4	0.5	0.1	26.4	5.9	32.3	3.5	35.8
	135.5	16.0	33.4	1.9	17.8	2.1	3.2	0.4	155.0	34.9	189.9	20.4	210.3
1990	0.18	0.04	0.05	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.21	0.05	0.26	0.05	0.31
	27.6	5.5	6.8	0.7	3.6	0.7	0.6	0.1	31.6	7.1	38.7	6.9	45.7
	162.6	32.1	40.1	3.9	21.4	4.1	3.8	0.7	186.0	41.9	227.9	40.8	268.7
1995	0.21	0.06	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.24	0.06	0.30	0.07	0.37
	31.7	8.2	7.8	1.0	4.2	1.1	0.7	0.2	36.2	8.2	44.4	10.4	54.8
	186.2	48.1	45.8	5.8	24.6	6.2	4.4	1.1	213.0	48.0	261.0	61.2	322.2
2000	0.24	0.06	0.06	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.28	0.06	0.34	0.08	0.42
	36.3	9.4	8.9	1.1	4.8	1.2	0.9	0.2	41.5	9.3	50.8	11.9	62.7
	213.3	55.1	52.5	6.6	28.2	7.1	5.0	1.3	244.0	55.0	299.0	70.1	369.1
2005	0.17	0.07	0.07	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.31	0.07	0.38	0.09	0.46
	40.1	10.4	9.9	1.2	5.3	1.3	1.0	0.2	45.9	10.3	56.2	13.2	69.4
	236.0	61.0	58.1	7.3	31.1	7.9	5.6	1.4	270.0	60.8	330.8	77.6	408.4
2010	0.30	0.08	0.07	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.34	0.07	0.41	0.10	0.51
	44.3	11.4	10.9	1.4	5.8	1.5	1.0	0.3	50.7	11.4	62.1	14.6	76.6
	260.6	67.3	64.1	8.1	34.3	8.7	6.1	1.5	298.0	67.1	365.1	85.6	450.7

Remarks: * Include diverted traffic.
 ** Traffic volume by ferryboat.
 Upper Column: A Peak hourly traffic volume ($B \div 30 \times 2 \times 0.1$)
 Middle Column: B Peak monthly traffic volume ($C \times 0.17$)
 Lower Column: C Annual traffic volume

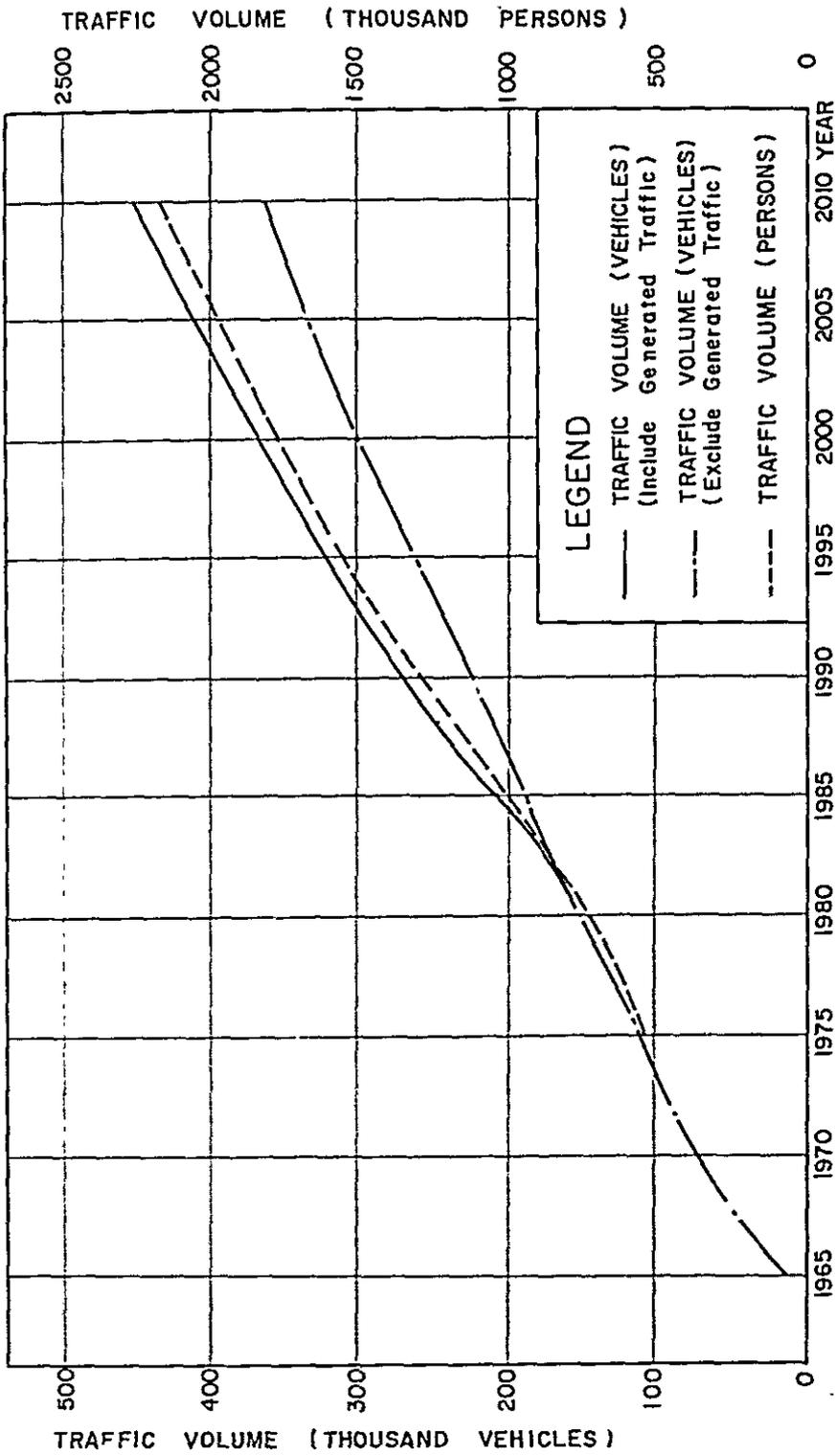
Fig. 5-6



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
 MONTHLY CHANGES OF TOURIST ARRIVALS IN 1966, 1971

SOURCE: MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY, AGRICULTURE, AND TOURISM

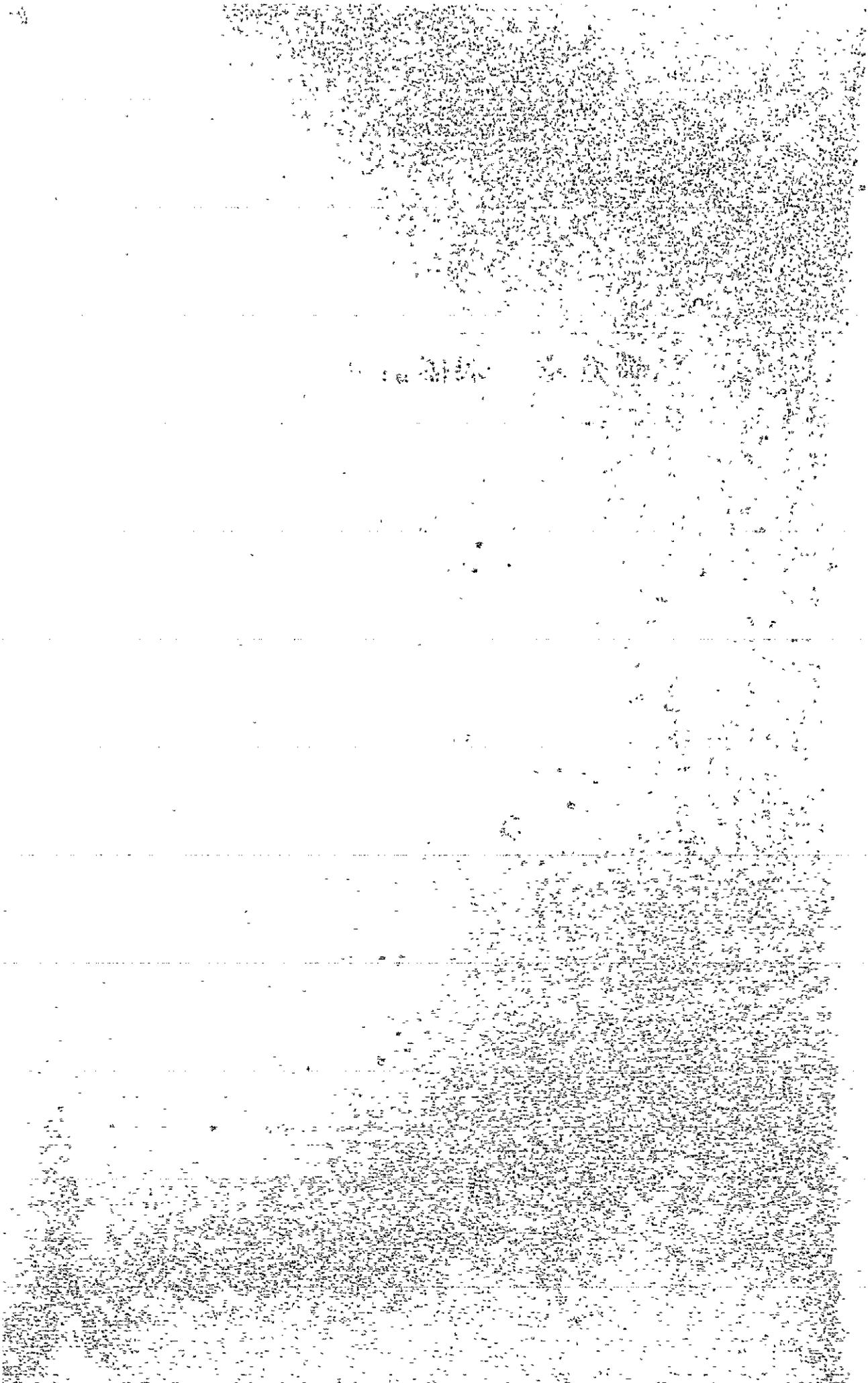
Fig. 5-7



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
 FUTURE TRAFFIC VOLUME BETWEEN MALTA AND GOZO

Fig. 5-7

第 6 章 架橋計画



第6章 架橋計画

6・1 概要

第5章において予想された交通需要および今回調査した海底の地形、地質、気象、海象、地形図（縮尺1/2500）に基づいて、中間にComino島をはさんでMalta島とGozo島を連絡する道路及び架橋の技術的可能性と予想される構造諸元、工期ならびに工費の見通しをたてるため、以下に述べる検討を行い、道路及び橋梁を計画する上での基本となる事項の大綱だけをまとめたものである。なお、検討対象区間の平面、および縦断を示したのがFig.6-1.2.3.4である。

6・2 道路計画

6・2・1 路線の選定

陸上部の現地踏査の結果、路線計画に、特に障害となるものは認められず、地質も一般に良好なので、主に構造基準を満足する平面および縦断線形を確保し、海峡部橋梁との取付けを考慮して、路線を選定した。原則として、現在道路線に沿わせることとし、特に線形不良な箇所は局部的に設計基準に合致するように改良した。

現道沿いが有利なことは現道にそっての利用度が高いこと、施工が容易であり、また段階施工となっても、改良した道路が有効に利用できる。

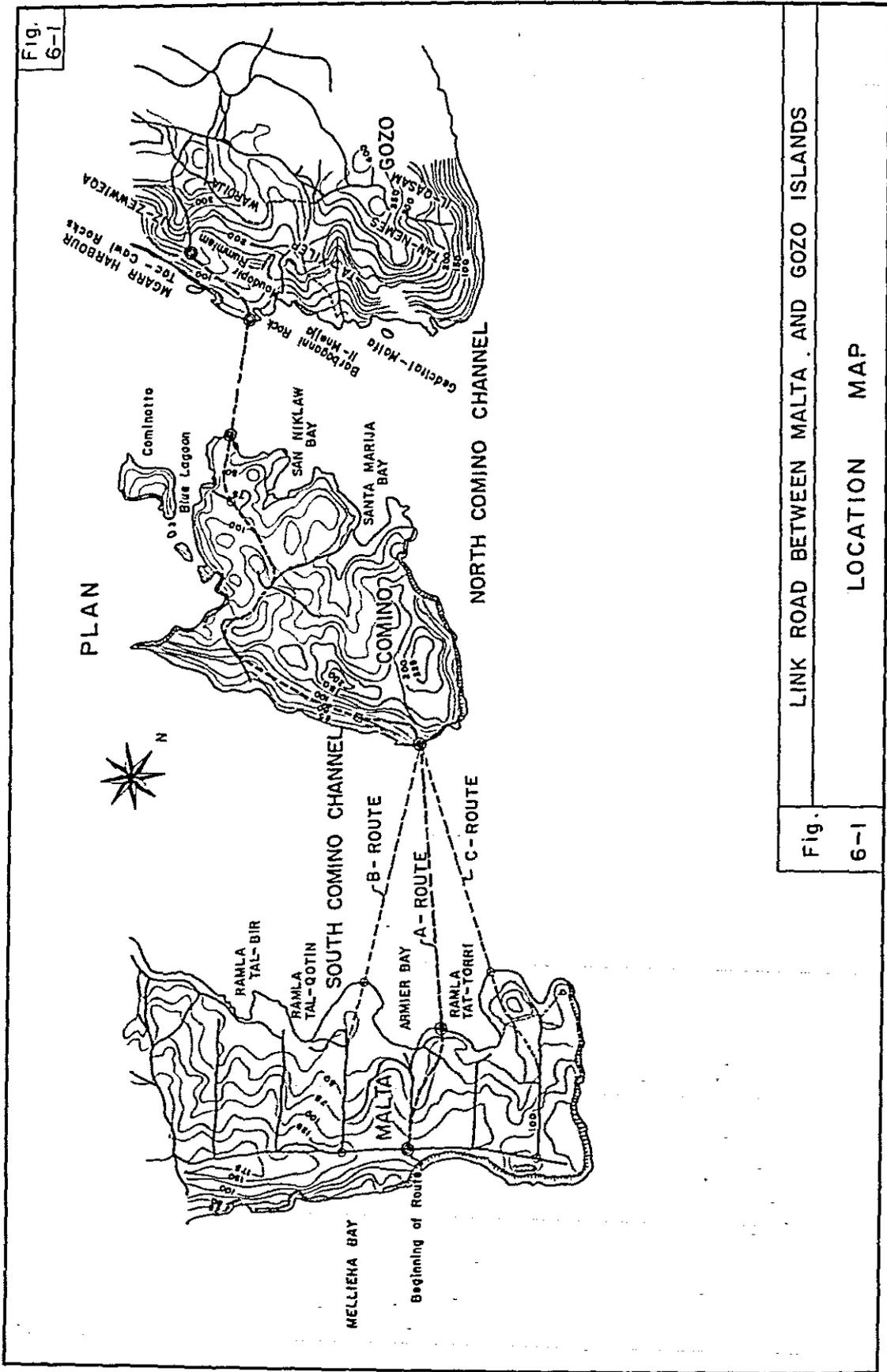
計画区間はFig.6-1.2.3.4に示す路線を選定し、その主要なコントロールポイント及び延長は次の通りである。

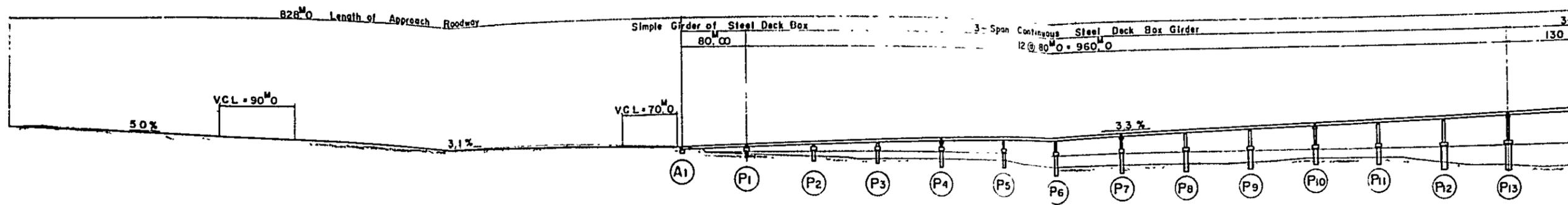
(1) マルタ島

マルタ島幹線道路との junction 予定地 (STAO)

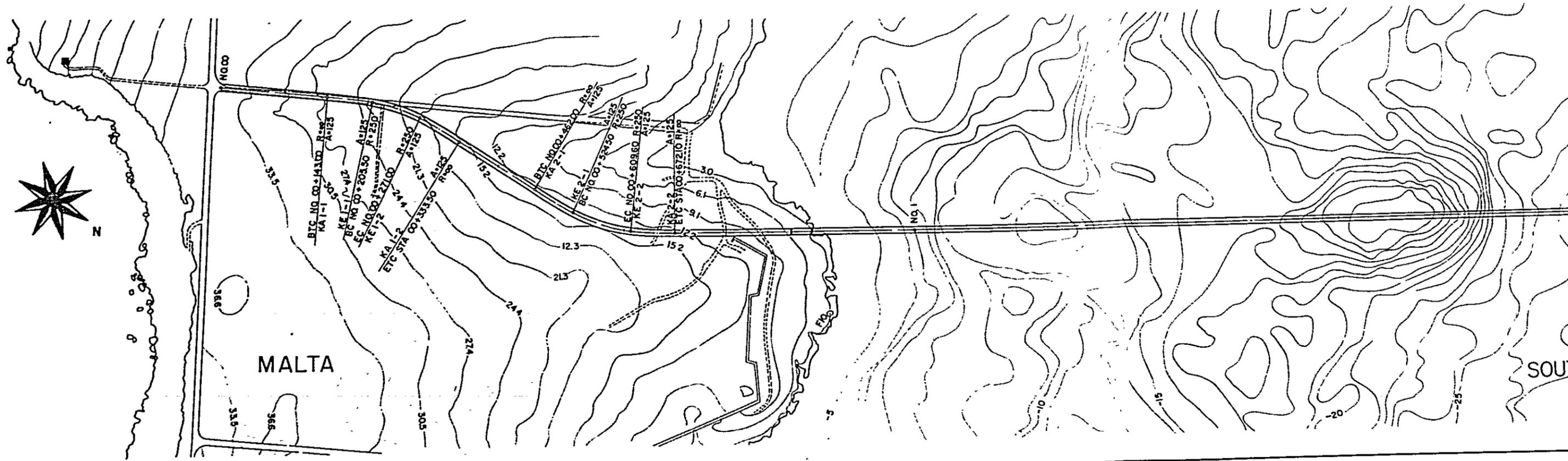
幹線道路から South Comino Channel 水際線まで

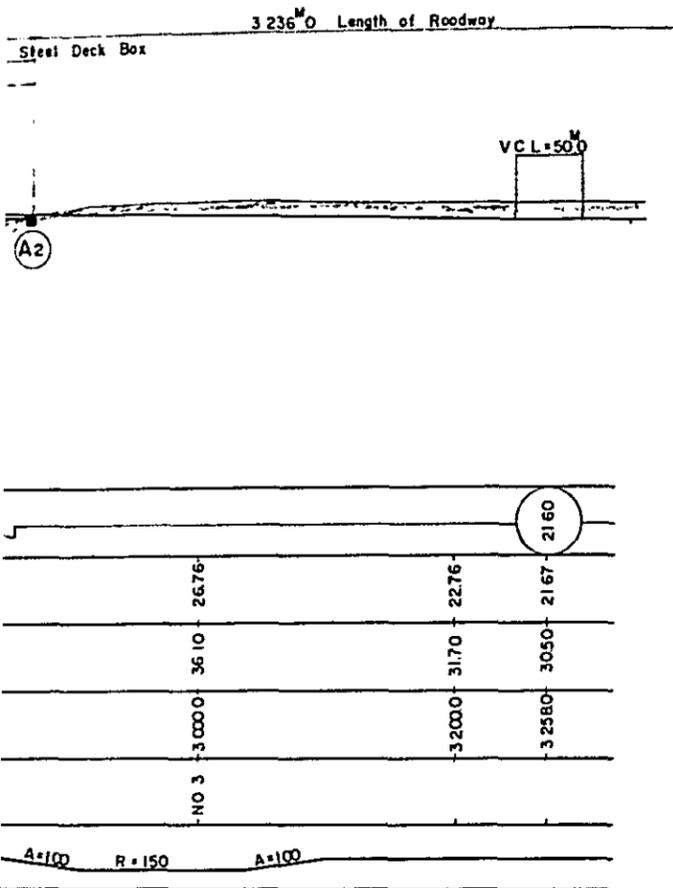
約 830 M



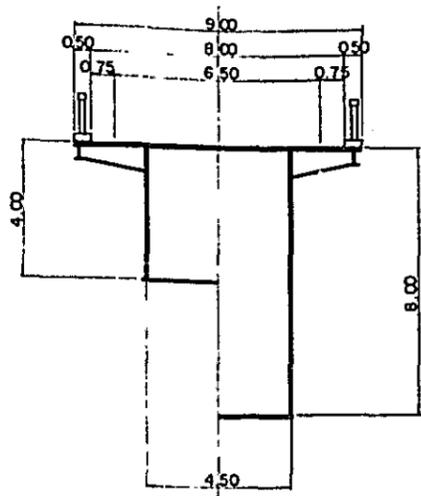


GRADE	1.5.0% L=300M		3.1%				3.3%					
PROPOSIDE HEIGHT	33.63	23.53	19.44	15.43	9.23	3.46	10.40	17.00	23.60	30.20	36.80	
GROUND HEIGHT	33.53	26.80	17.00	13.29	7.60	7.60	-6.90	-9.80	-15.15	-23.60	-30.20	-36.80
ACCUMULATIVE DISTANCE	0.0	200.0	300.0	400.0	600.0	788.0	800.0	1000.0	1200.0	1400.0	1600.0	1800.0
STATION	0+00		0+300			0+788	0+800	1+000	1+200	1+400	1+600	1+800
CURVE BAND	A=125 R=250		A=125	A=125 R=250		A=125						

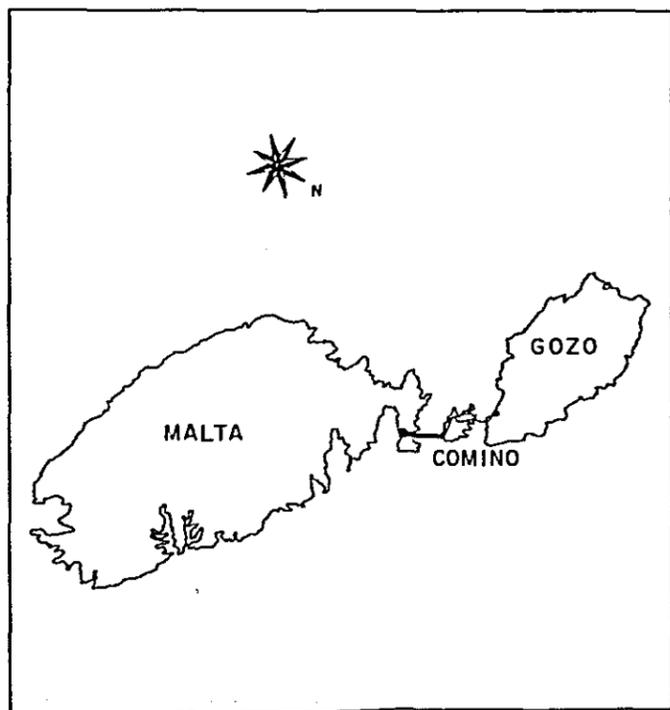
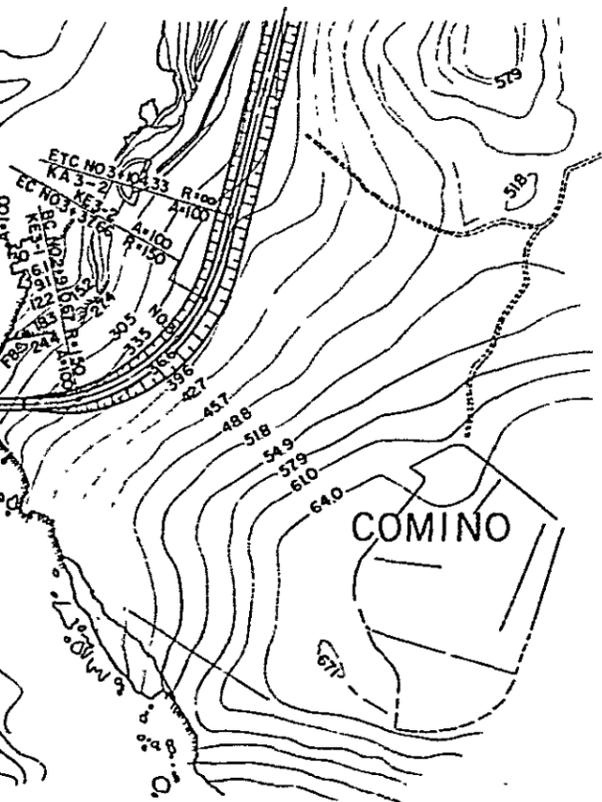
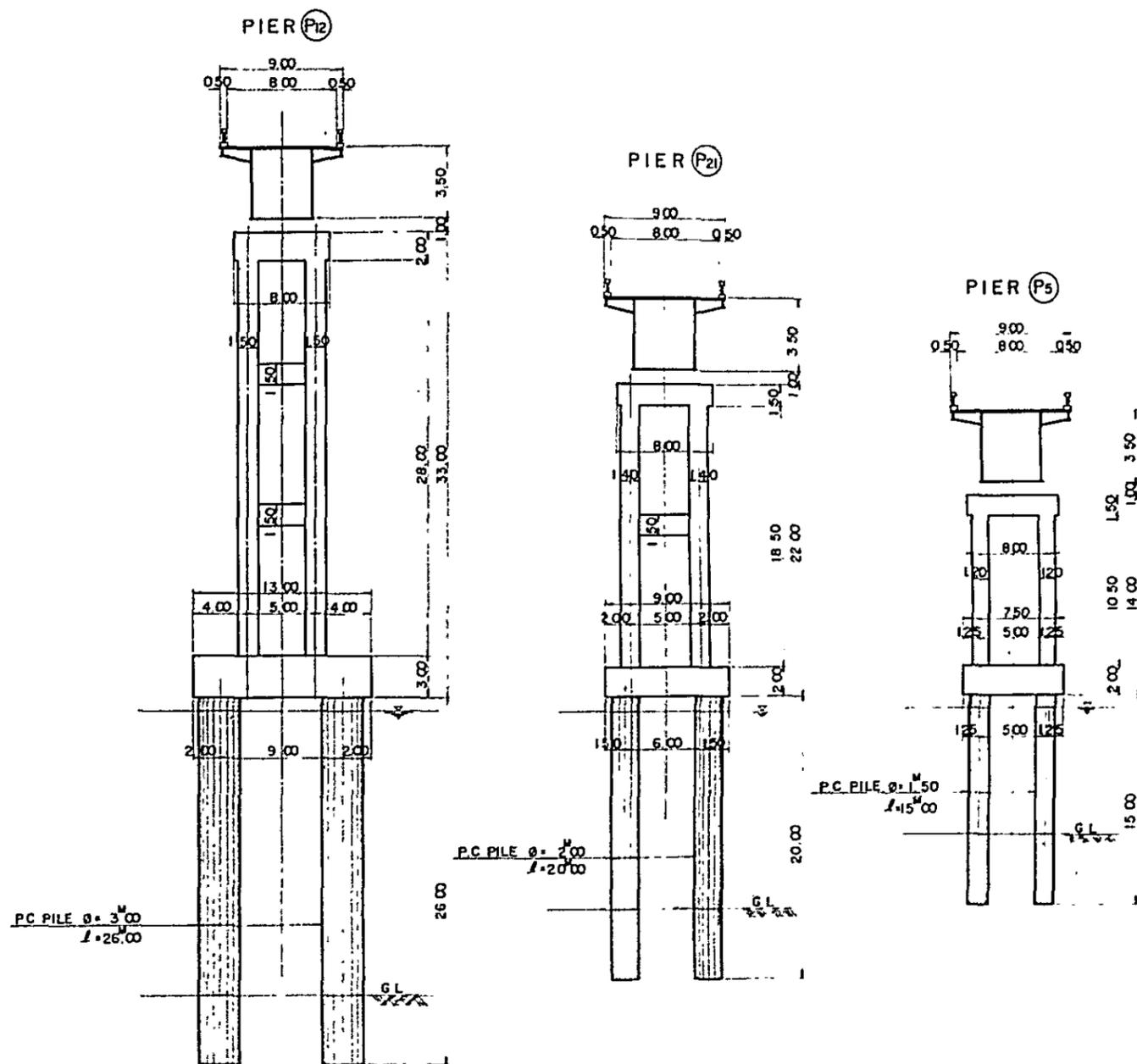




CROSS SECTION
SIDE SPAN CENTER SPAN



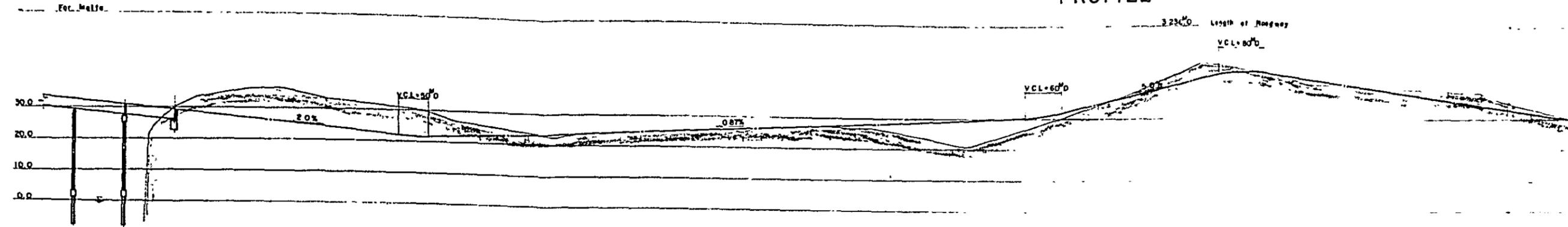
CROSS SECTION



All dimensions are shown in m.

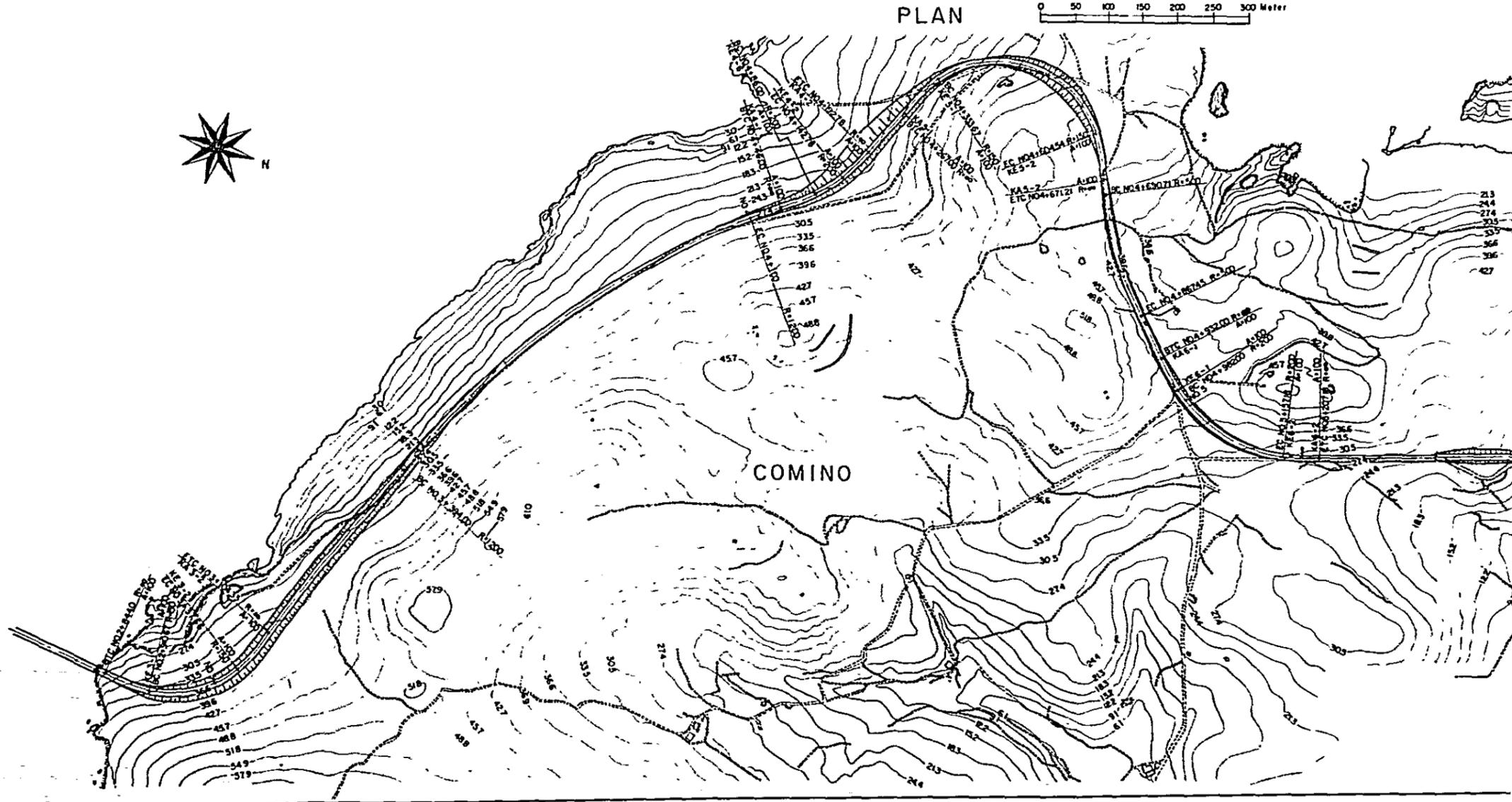
Fig. 6-2	LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
	SOUTH BRIDGE (MALTA - COMINO)

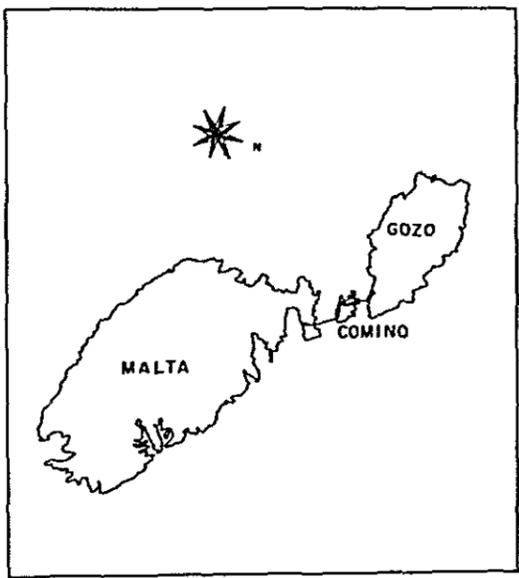
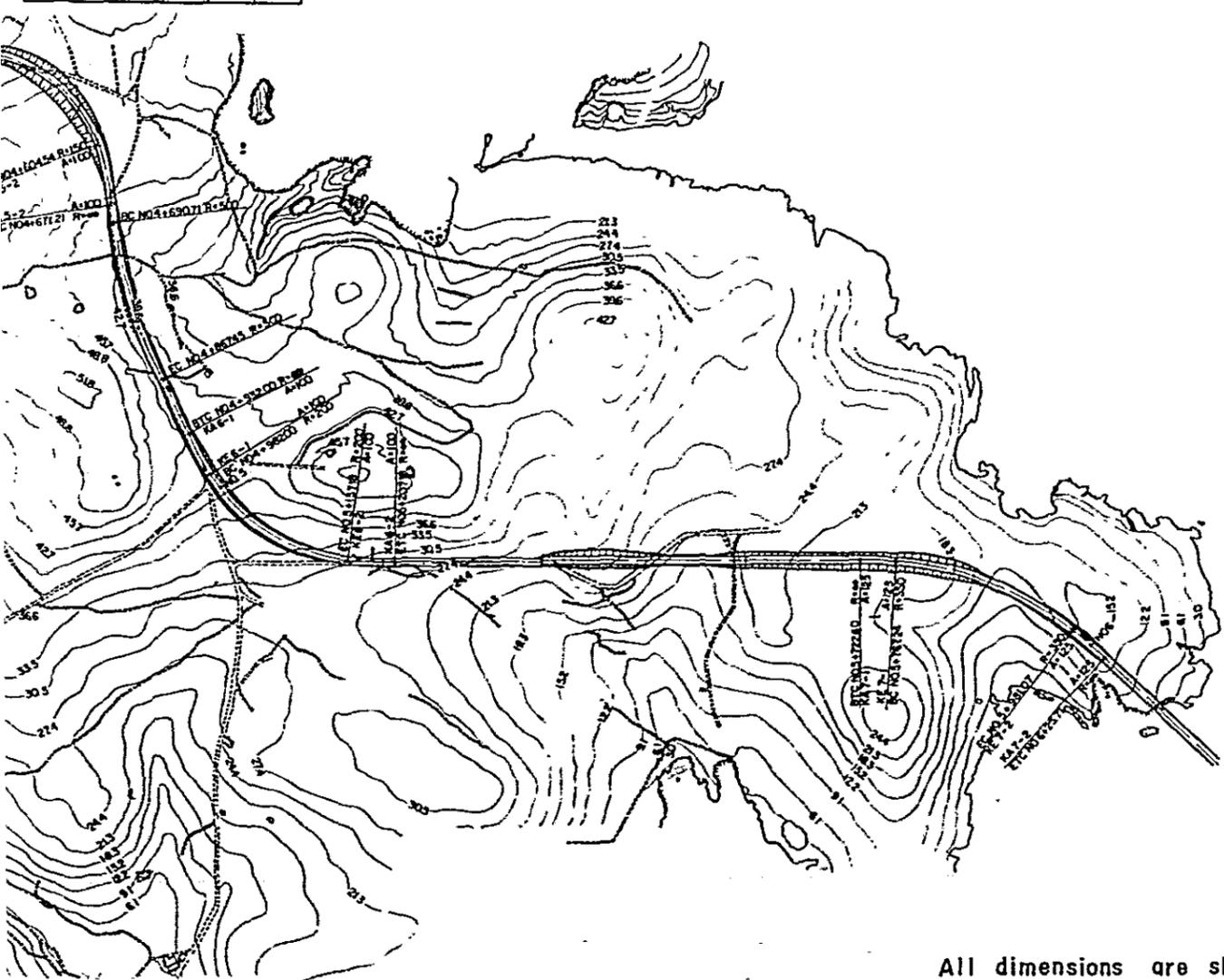
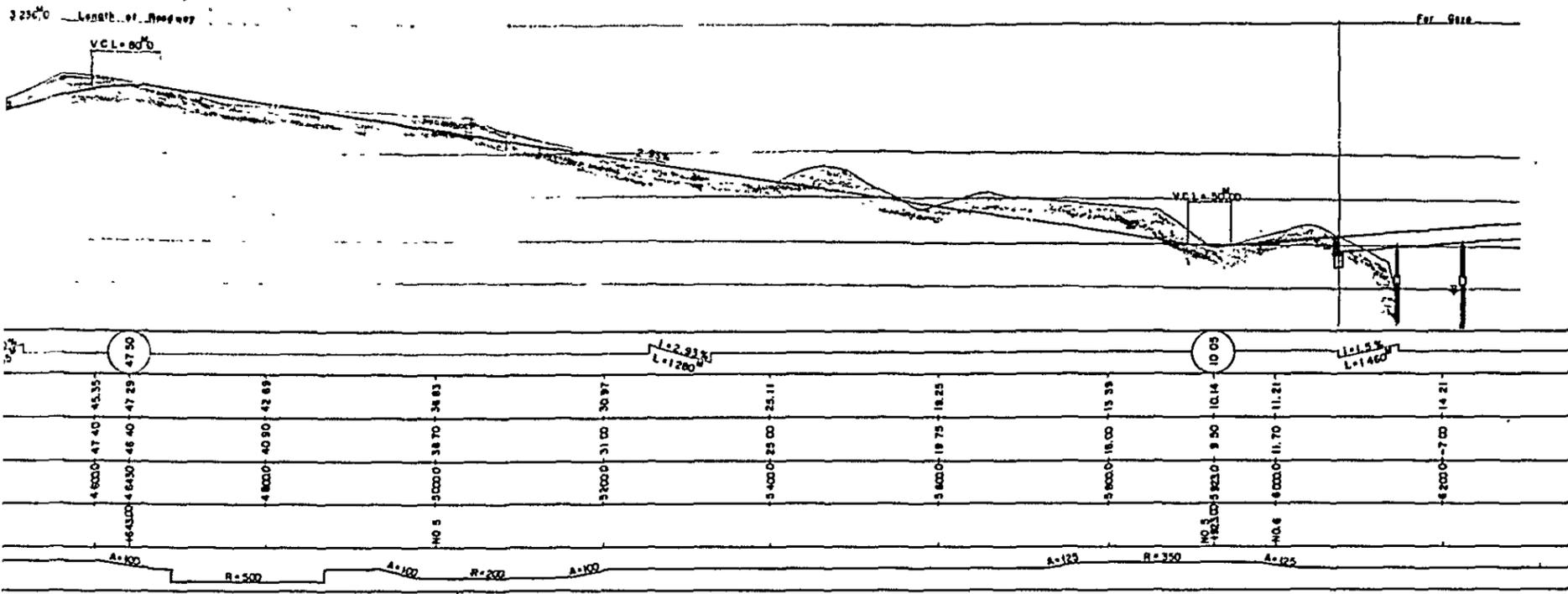
PROFILE



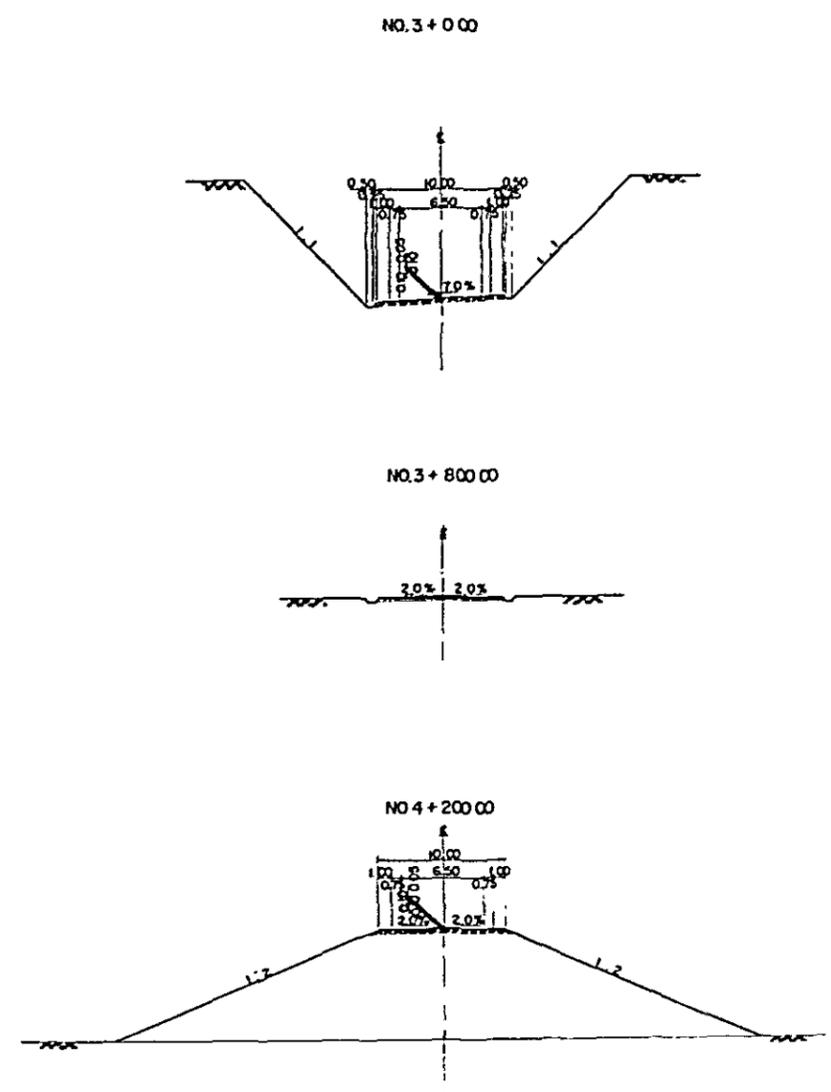
GRADE	L=2.0% L=107.0		L=0.87% L=105.0		L=3.0% L=375.0	
PROPOSED HEIGHT	30.78	28.78	22.78	21.67	28.32	35.35
GROUND HEIGHT	30.78	36.40	31.70	30.50	28.30	35.35
ACCUMULATIVE DISTANCE	2800.0	3000.0	3200.0	3298.0	3400.0	3800.0
STATION		NO. 3		NO. 4		NO. 5
CURVE BAND	A=100 R=150 A=100		A=100 R=200 A=100		A=100 R=150 A=100	

PLAN





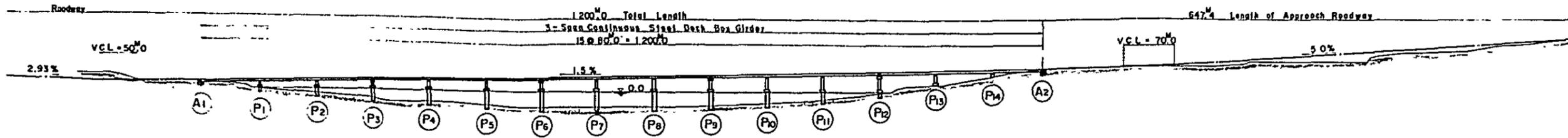
CROSS SECTION



All dimensions are shown in m.

Fig. 6-3 LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
LINK ROAD IN COMINO

PROFILE



GRADE	1 = 2.93% L = 1200.0m		1 = 1.5% L = 1460.0m											1 = 5.0% L = 568.4m					
PROPOSIDE HEIGHT	13.39	10.14	11.21	14.21	17.21	20.21	23.21	26.21	29.21	32.52	33.83	42.80	52.80	60.37					
GROUND HEIGHT	18.00	9.50	11.70	7.00	15.60	19.70	13.80	3.00	28.00	28.50	28.55	32.43	45.80	60.50					
ACCUMULATIVE DISTANCE	5800.0	5923.0	6000.0	6200.0	6400.0	6600.0	6800.0	7000.0	7200.0	7400.0	7428.55	7600.0	7800.0	7951.40					
STATION		NO. 5	NO. 6					NO. 7			NO. 7								
CURVE BAND	R = 350		A = 100											R = 150	A = 100		A = 150	R = 200	A = 150

PLAN

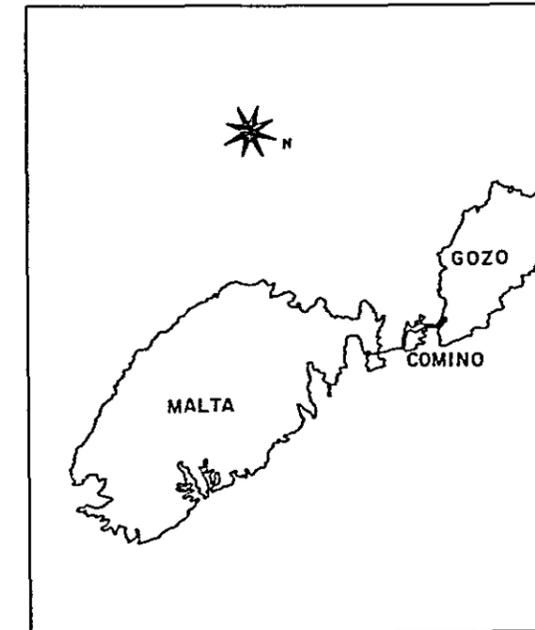
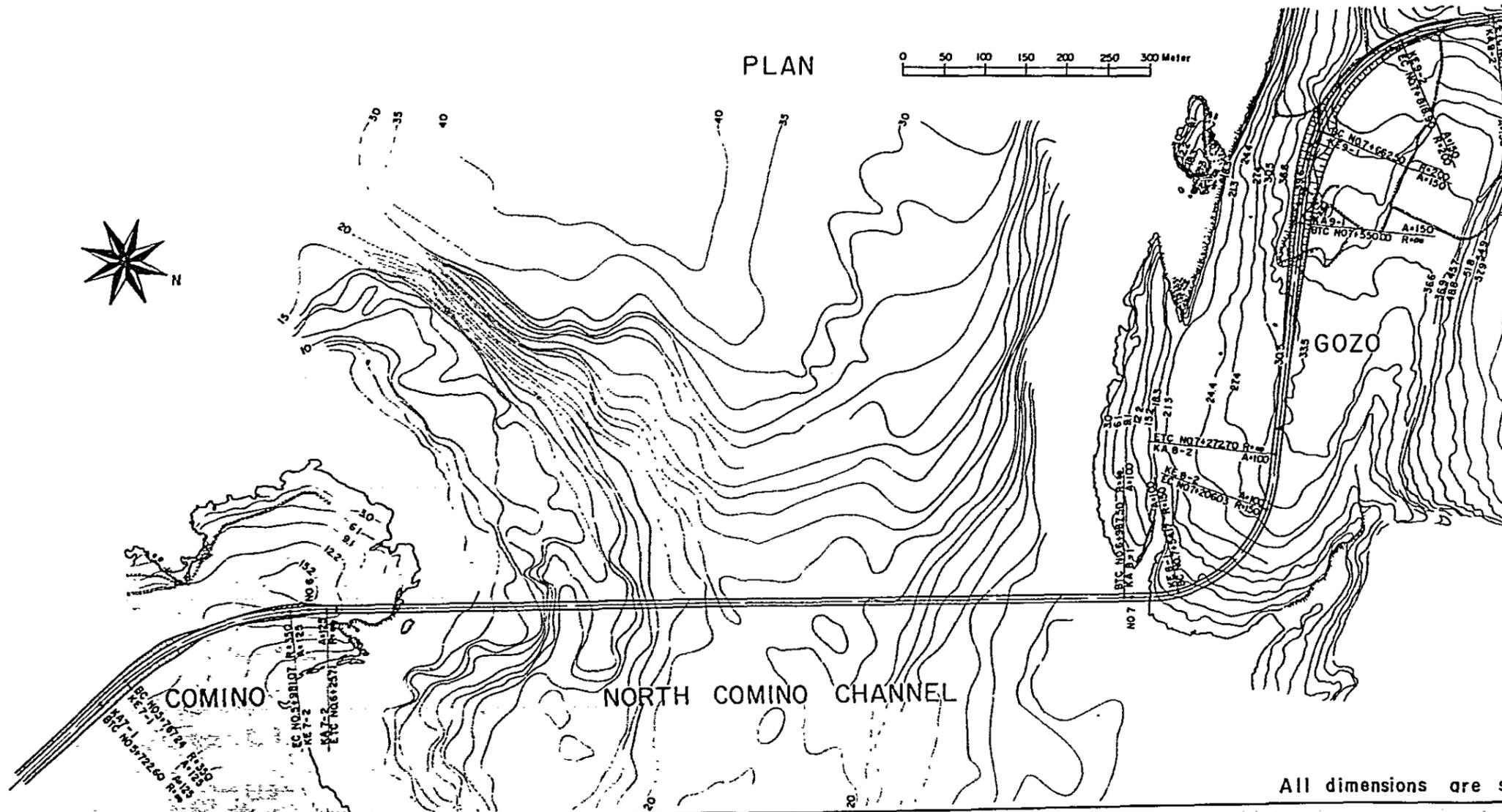
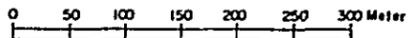
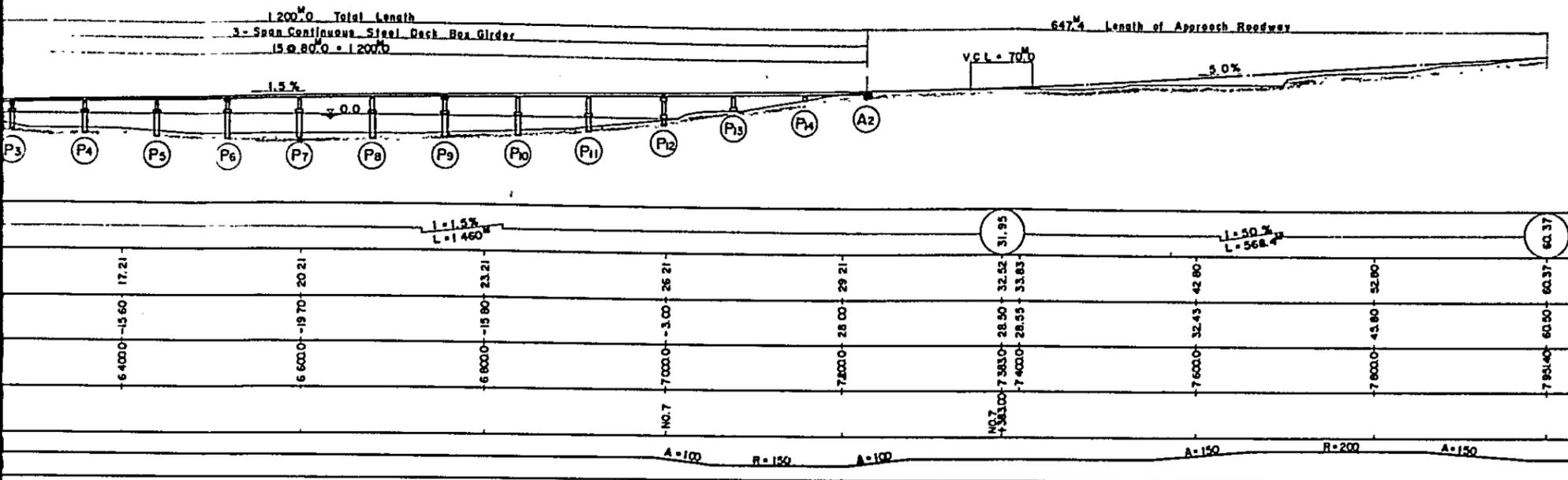


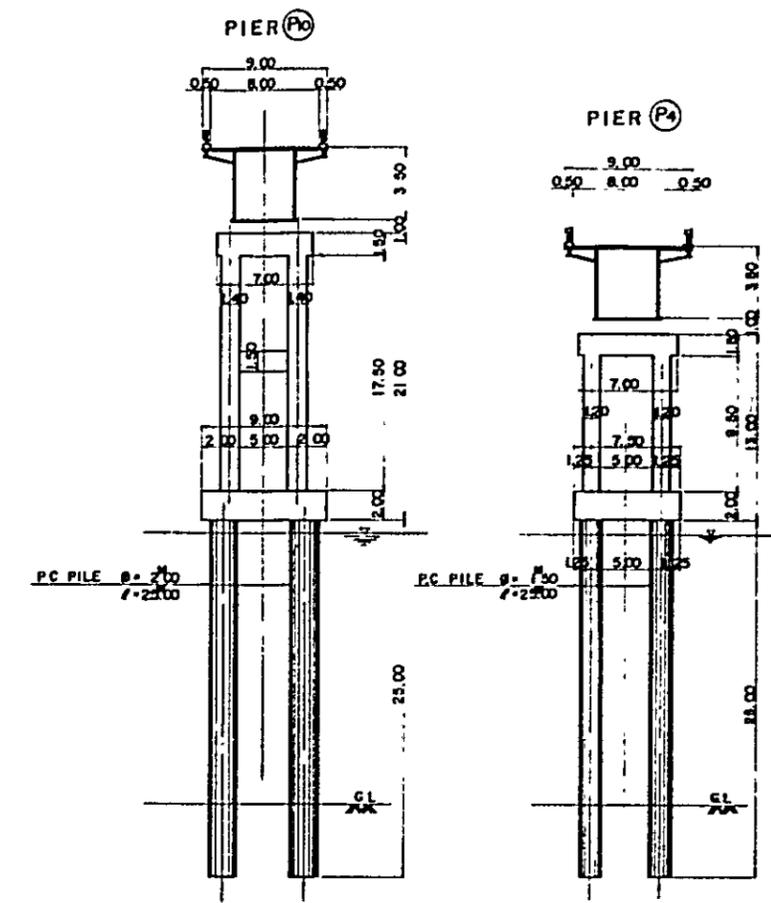
Fig. 6-4 LINK NO

All dimensions are shown in m.

PROFILE



CROSS SECTION



PLAN

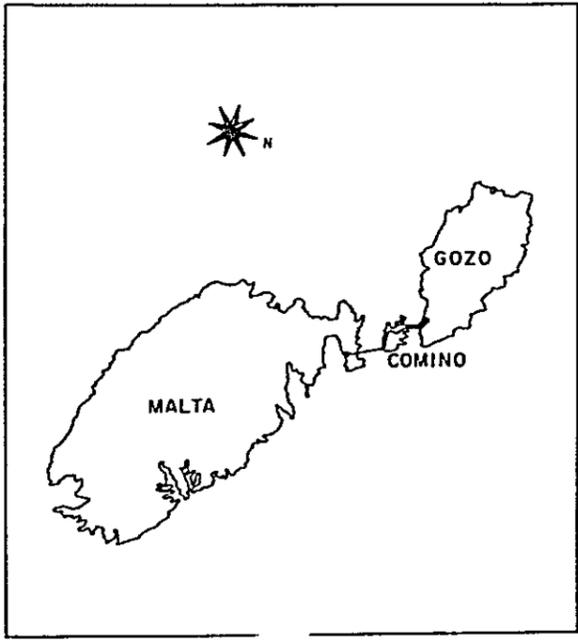
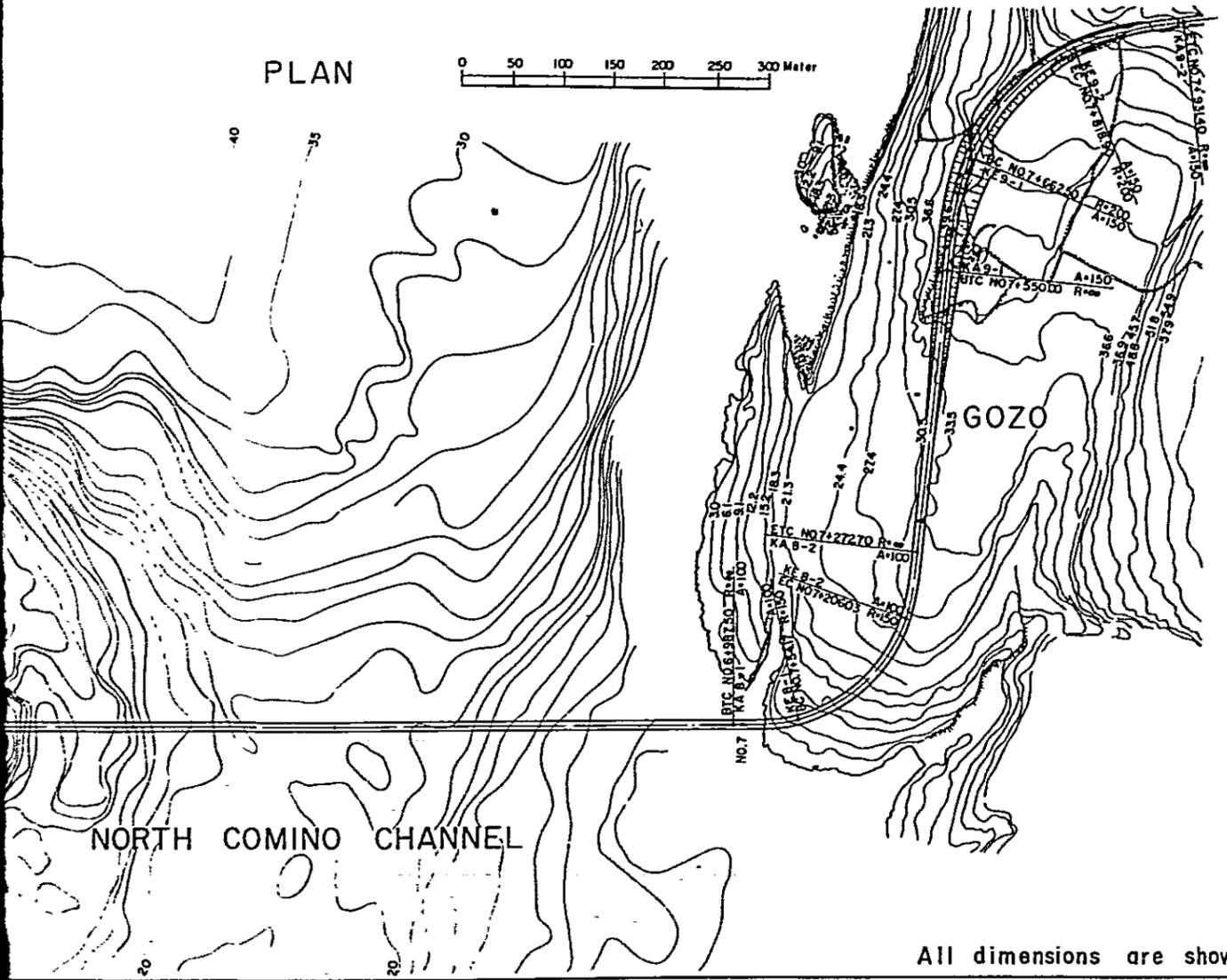


Fig. 6-4 LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
NORTH BRIDGE (COMINO - GOZO)

All dimensions are shown in m.

(2) コミノ島

約 3,200 M

(2) ゴゾ島

水際線から既設道路まで約 650 M

6・2・2 道路構造基準

1・1・1に述べた通りとする。

6・2・3 平面計画

概要に述べたように、現在道路に沿わせることとし、構造基準にもとづいて、直線と曲線の組み合わせにより、平面計画を行った。

6・2・4 縦断計画

現道は全線に亘って河川、水路、構造物等はなく、平面線形と同様、現況に沿わせて、前後の切土、盛土によって施工基面を修正し、縦断勾配を定めた。

6・2・5 横断計画

道路の横断面は Fig. 6-4 に標準横断を示してあるが、2車線道路巾員 6.5 m、路肩 1.75 m、横断勾配 1.5 ‰、掘削法面勾配 1:1、盛土法面勾配 1:2、車道部は厚さ 5 cm の表層、10 cm の上層路盤、10 cm の下層路盤の 3 層からなる舗装とした。盛土高さ 3 m 以下の標準であって、盛土材料は原則として、客土によらず道路の両側に平行して、排水路兼用の溝を掘削し、これを盛土に充当することとした。

なお、排水溝は路体を保護するために法尻から 2 m 離れた位置に設置する。

6・2・6 土工計画

現在の道路は現地盤線を通っているが、本計画では路側に排水溝を設置し、現地盤から 30 cm 位盛土を行い、切土部においても完全な排水溝を設置する。

山地部に於ては、縦断勾配を操作して、局部的には土工のバランスを計り、掘削土の残土は至近距離に捨土することによって処理可能である。

道路用敷地は国有地で制約はないが法面勾配は出来るだけ緩勾配とすることが望ましいが、

標準横断面図に示すように切土部 1 : 1, 盛土部 1 : 2 で充分法面維持出来るものと考えられ、法面は通常植生保護とする。

土工機械は, Bulldozer, Carryallscraper, Motorscraper Tired Roller, Grader, Shovel, Dump, Truck の組合で効率よく作業することが経済的と考えられる。

なお, 切土, 盛土の数量及び舗装面積は次の通りである。

Table 6-1 材料表

	Malta 道路	Comino 道路	Gozo 道路
切 土	24,500 m ³	154,900 m ³	6,600 m ³
盛 土	5,700 m ³	42,000 m ³	8,200 m ³
舗 装 面 積	6,620 m ²	25,280 m ²	5,800 m ²

6・3 架橋計画

6・3・1 まえがき

ここに述べる橋梁は, 予備調査報告で示された構造について, より詳細に, 当地区に最も適合した橋の形式, 径間割りおよび橋脚等の基本寸法を定めたものである。また, 海峡部の航行に対するクリアランスが最も支配的な因子となるが, 港湾関係者の要望により, Comino海峡を航行する最大船舶の航路高さおよび巾を確保するように計画した。したがって, 橋梁の最大高さが海面より 40 M となった。

ここで, 検討の対象路線は, 海上距離, 航路状況, 水深, 海底地質, 現道との取付け等を考慮して, Fig. 6-1.3 に示すルートを対象としたものである。その延長は次の通りである。

South Comino Channel	North Comino Channel
2,040 m	1,200 m

なお, 橋脚に対して船舶の衝突をさけるため, 防護が必要であるが, 今回の検討対象からは

除外した。

6・3・2 海峡部状況

海底地形は、水深 -20 m ～ -30 m の深さが広く分布している。海底地質は5層の異なる地層となるが、海底部はさんご質石灰岩が広く露出し、良好な支持層となっているので、構造物基礎地盤としては充分である。潮流はNorth Comino Channelの流れは北東流が多く、South Comino Channelでは南西流が多い、最大流速は両Channelとも $0.4\sim 0.6\text{ m/sec}$ ($0.8\sim 1.2\text{ Knot}$)である。潮汐は半日周潮で毎日2回の高潮と低潮があり、1日の潮差は1日の潮差は最大で 20 cm 前後である。

気象条件としては、Malta 諸島の気候は典型的な地中海の気候である。夏は暑くて乾燥し、冬は温和で湿潤である。5月～8月はほとんど雨がなく、雨は主として、9月～4月に降り、年間雨量は約 590 mm である。風は快適な北西風が卓越し、春分および秋分のころには北西の強風が吹き、また、夏には南西の強風が吹く。

Luqa 空港における1958年より1967年までの10年間の平均風速が 22 Knots (11.4 m/sec)以上の強風である。

波浪については、 4 m 程度の波が起るものと考えられる。

橋梁のクリアランスはSouth Comino 海峡を航行する船舶のためのクリアランスとして、港湾関係者より次の要求があった。

- 1) Comino 海峡を往復する船舶とヨット以外に海峡部を航行する船舶はない。
- 2) Comino 海峡を航行する最大の船舶はつぎのフェリーボートである。

The Jylland (高さ 27.4 m 巾 128 m)

The Calypso (高さ 35.1 m 巾 152.4 m)

これにより、クリアランスとして高さ 35.1 m 幅 152.4 m が必要である。

6・3・3 検討上の基本事項

- 1) 橋梁計画上の基本事項

車線数 2車線

車線交通容量を 1250 台/時/車線とすれば2車線で 2500 台/時 (1方向1

車線 1250 台/時)

- 2) 道路構造基準

1・1・1に述べた通りとする。

3) 設計ならびに施工上の基本条件

I) South Comino 海峡は高さ水面上約35M幅150Mの船舶航路を設定する。

II) North Comino 海峡は船舶の航路は考えない。

III) 構造設計基準

荷重, 構造細目, 使用材料適用規格は関連する日本の示方書の規定によることにした。

設計時に考慮する主要荷重及び主要材料の強度については table 6-2 に示す。

なお, 地震は Mary Abela によれば 1537 年以來 Malta 諸島で 30 数回の地震が報告されている。

また Herbert P.T. Hyok 著 "Geology of the Maltese Islands" によれば, 被害を伴った地震の事例が報告されているが, 人命に被害があった報告はない。地震の被害の程度についても, また地震の強さについても記録は入手できなかった。しかし構造物の設計に際して, 地震の影響は水平地震々度 0.1 を考慮した。

Table 6-2 主要荷重

主 荷 重	死 荷 重 活 荷 重 衝 撃	TL-20 Uniform Load 350kg/m ² Concentrated Load 5000kg/m
従 荷 重	風 荷 重 温度変化の影響	
特 殊 荷 重	架 設 荷 重 波 圧 そ の 他	

なお, 風荷重は Luqa 空港における 1958 ~ 1967 年 までの 1.0 年間の平均風速 22 Knots を採用して風圧力を算出する。

$$1 \text{ Knots} = 1,852 \text{ m/h} = 0.5144 \text{ m/sec}$$

$$0.5144 \times 22 = 11.3 \text{ m/sec}$$

風圧力

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot U^2 \cdot A \cdot C_D$$

ここに ρ ; 空気密度 $0.125 \text{ kg} \cdot \text{sec}^2 / \text{m}^3$

V ; 設計風速

$$11.3 \times 1.4 = 16 \text{ m/sec}$$

(水平長補正係数)

C_D ; 抗力係数 1.6

A ; 有効鉛直投射面積 m^2

m^2 当りの風圧力

$$P = \frac{1}{2} \times 0.125 \times 16^2 \times 1.6 = 25.6 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 30 \text{ kg/m}^2$$

Table 6-3 材料強度

コンクリートの圧縮強度	$\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$
鉄筋の引張強度	$\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kg/cm}^2$
鋼材の引張強度	$\sigma_{sa} = 2,100 \text{ kg/cm}^2$
	$\sigma_{sa} = 2,800 \text{ kg/cm}^2$

施工条件

供用開始時点として、1981年度とし、その直前5~6ヶ月間を設備関係の仕上期間とし、それまでに土木工事を完成させる。

概算工費積算方針

主要工種別(上部工、橋脚、基礎)に数量と工費を算出する。

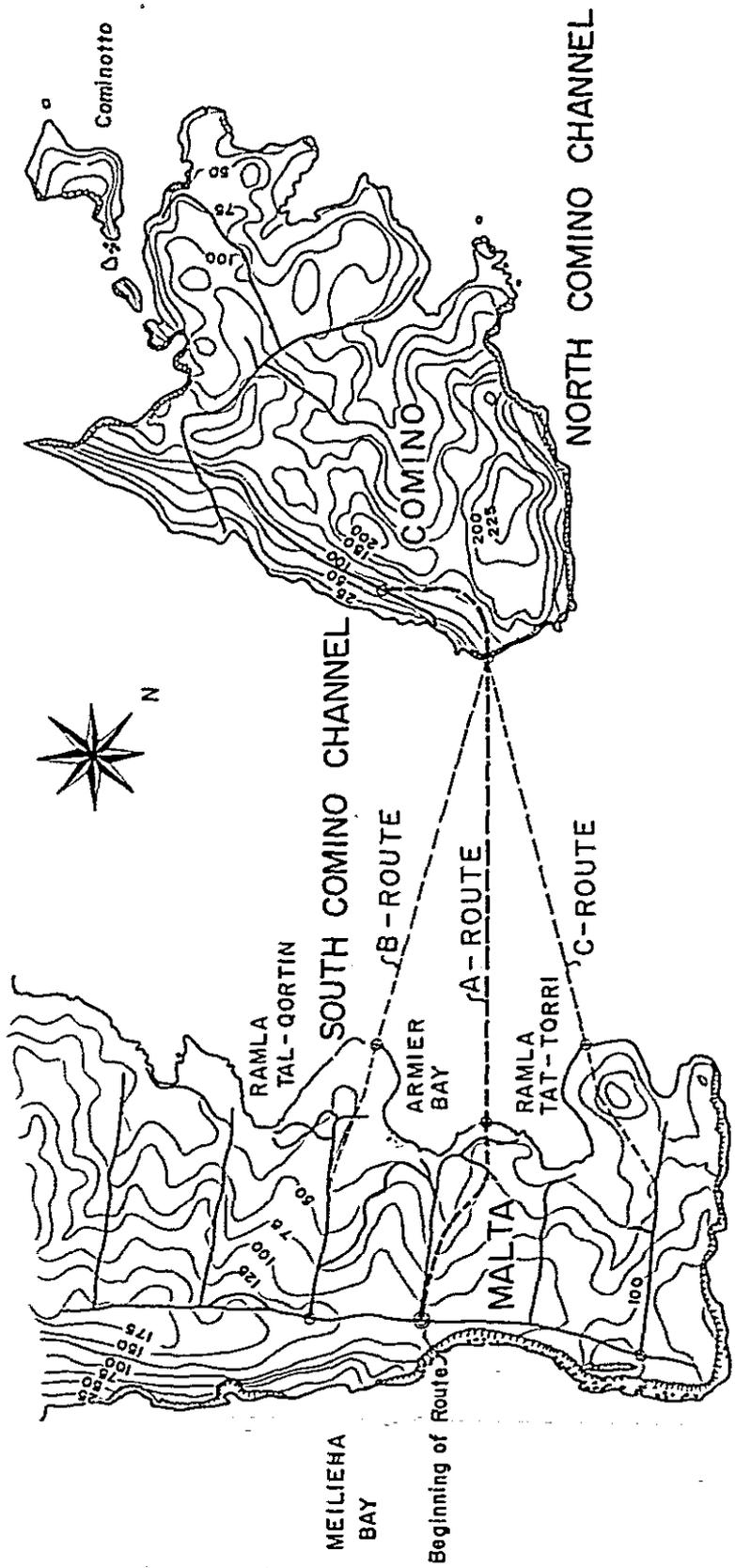
なお、積算時点は1974年度とし、測量、詳細設計、その他税金および予備費を見込む。

6・3・4 路線選定の検討概要

1) South Comino Channel

いうまでもなく路線は建設費が最小になるような位置を選定しなければならないが、Malta島とComino島の在来幹線道路間を最短距離で連絡し、また海峡部での建設費は水深によって大きく右左されることが予想されるので、最浅水部を渡るのが有利である。このような考え方に基ずいて、本調査で得た資料でFig 6-5.6に示す3ルートA,B,Cの3案についてとりあげ、予備調査で示された構造諸元および橋梁のクリアランスを考慮

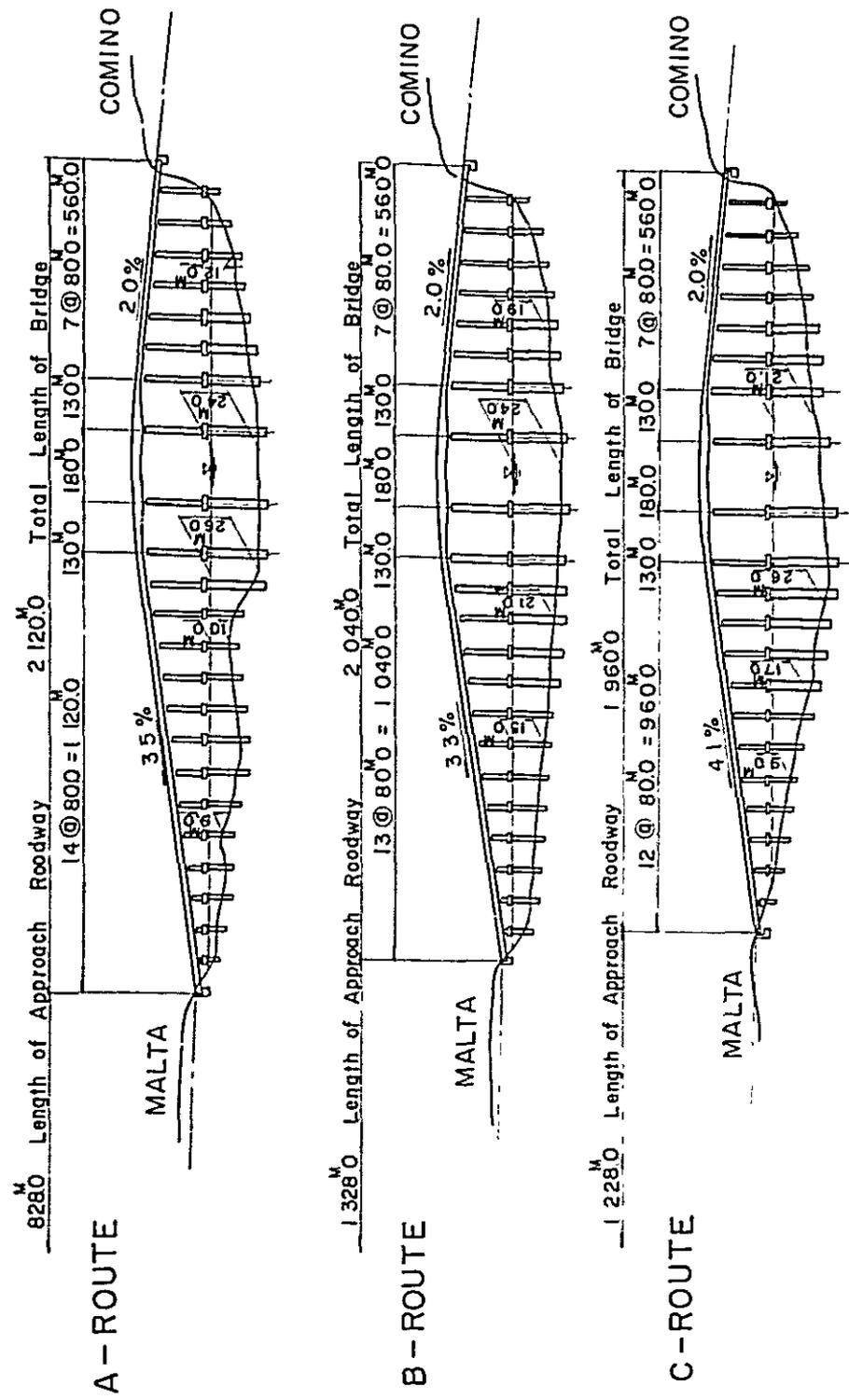
Fig. 6-5



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

LOCATION MAP OF SOUTH BRIDGE

Fig. 6-5



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS

Fig. 6-6

PROFILES OF A, B AND C - ROUTE

したスパンで比較検討を行った。

先ず水深の浅いところを通したのがAルートであってMalta島から約800Mは10M以下の水深であり、難工事が予想される水深20～26m区間は約700Mである。またB、Cルートはこの区間が約1,000MもありA案に対して約300M多い。一方橋梁の計画高さおよび橋長は、Comino側は3ルートとも同様であるが、Malta側は陸上部の取付け上、縦断勾配から見られるように、Cルートが他の案に比べて低く、橋長も短い、しかしMalta島の幹線道路との連絡が、Aルートに比べて道路延長が長く、線形的にも取付けがむずかしく、また切土、整土量が多い。

3者の比較はTable 6-4の通りで鋼材、コンクリート量はCルートが少ないが、海上作業を困難とする水深26M区間の抗長はB、Cルートが長い。

Table 6-4 ルート別材料の比較表

	鋼材	コンクリート量	杭長	道路延長
Aルート	7,485	4,630 m ³	484 m	828 m
Bルート	7,223	4,680 m ³	596 m	1,328 m
Cルート	6,961	4,130 m ³	678 m	1,228 m

以上の数量をもとに概算工事金額を算出してみると次のようになりAルートが他の案に対して経済的である。またMalta島の現道との連絡からみてもAルートがよいように思われる。なおAルートは深浅測量図に基づいて、最浅部を渡るのが有利であるという判断のもとにルートを選定したところ、予備調査で示されたルートとほぼ同じ位置となった。

Table 6-5 単位=千M (億円)

	上部工	下部工	道路	計
Aルート	4,455,000 (33.41)	738,000 (5.54)	49,000 (0.37)	5,242,000 (39.32)
Bルート	4,434,000 (33.29)	823,000 (6.17)	106,000 (0.80)	5,363,000 (40.26)
Cルート	4,387,000 (32.90)	792,000 (5.94)	98,000 (0.74)	5,277,000 (39.58)

したがって、以下の検討はAルートについて行う。

2) North Comino Channel

Comino島とGozo島間を最短距離で結びまた、Comino島の計画道路取付けを考慮し、水深の浅いところを通したのがFig.6-13に示すルートであってこのルートの西側は水深が深くなり、また東側にルートを設定すると、幹線道路との連絡がむずかしいので、比較の検討は除外した。

6・3・5 構造型式と断面の検討

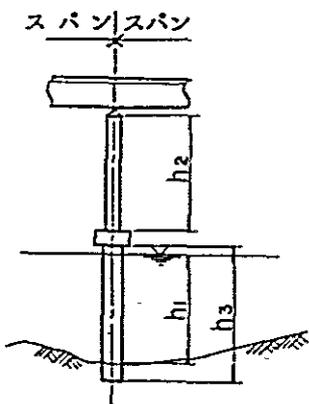
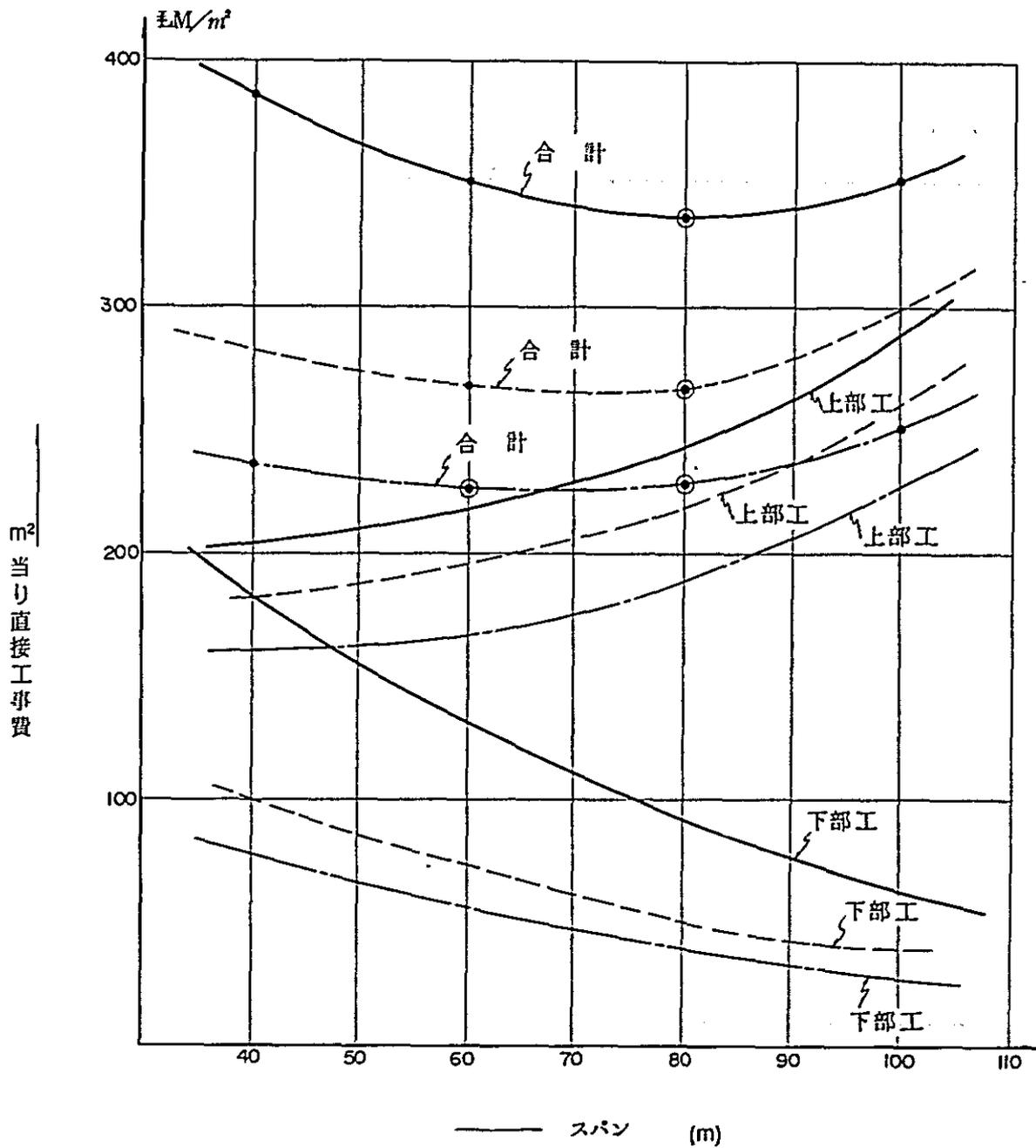
1) 径間割りの検討

中央径間は船舶航路巾確保のためSouth Comino Channelは150M以上とる必要があるので支間130M-180M-130Mの連続鋼床版箱桁とし、側径間も同様に連続鋼箱桁として水深と橋脚高さの関係から次の3段階に分けられる。

水深	橋脚高さ	基礎長
10M	10M	12M
15M	20M	20M
25M	30M	30M

そこで、この橋脚高さ及び基礎長に対して、スパン長さに対する概算工事費を算出して比較したのがFig.6-7である。

水深10M、15Mでは上部構造に比べて下部工費が安く、スパンは60~80Mがほぼ同様な値を示している。また工費を大きく左右する水深25Mでは、下部構造の影響が大きく、経済スパンとしては、80Mを示している。したがって、建設費の割合を大きくしめる水深25Mおよび橋脚高さが30Mと、海中作業をできるだけ少なくすることを考えて側径間のスパンは80Mを採用する。



	水深 h_1	橋脚高さ h_2	杭長 h_3
---	10m	10m	1.5 ϕ ×15m
- - -	15m	20m	2.5 × 20m
—	25m	30m	3.0 × 30m

Fig. 6-7 スパン別工費の比較表

2) 上部工形式

一般に海峡部では上部工の支間を長くとり不確定要素が大きい下部工基数を少なくして、架橋計画するのが普通である。本計画では船舶航路巾確保のため中央径間は150M以上となる必要がある。側径間においては架設方法および走行性から考えて連続形式とし、構造上3径間連続箱桁と、トラス形式を以下に示すCaseについて、主要断面の算定を行い材料および架設工法からみて断面を比較検討した。

Case 1 連続鋼箱桁(鋼床版)

その1 中央径間

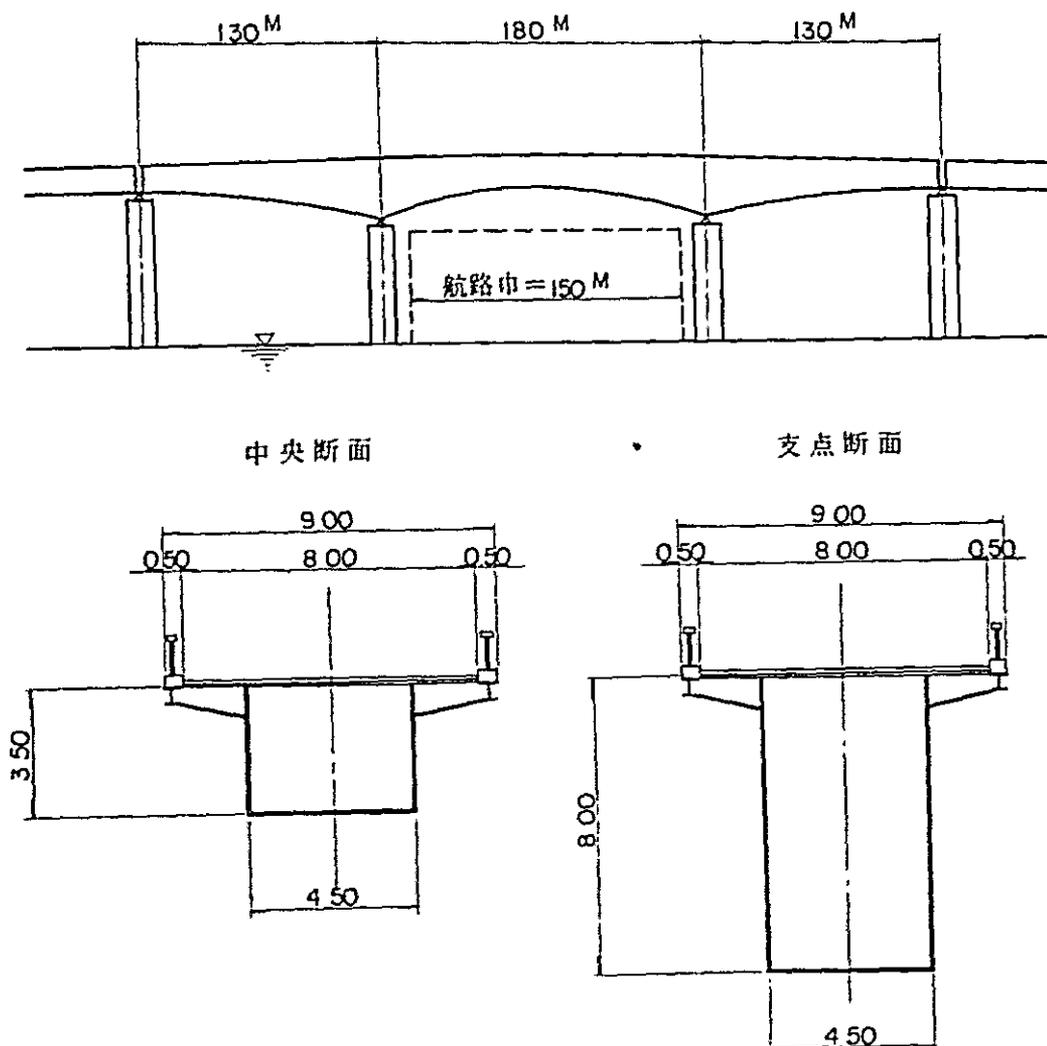
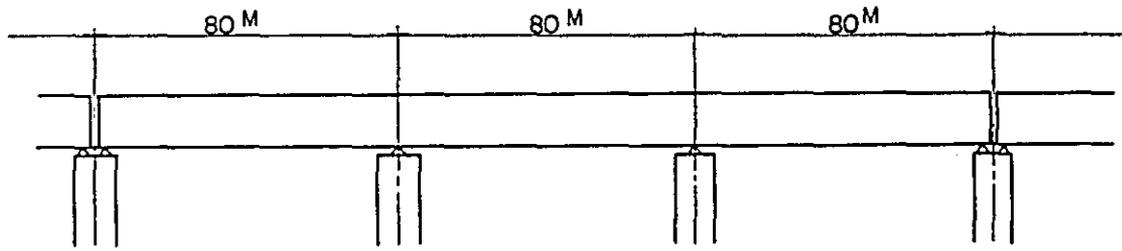
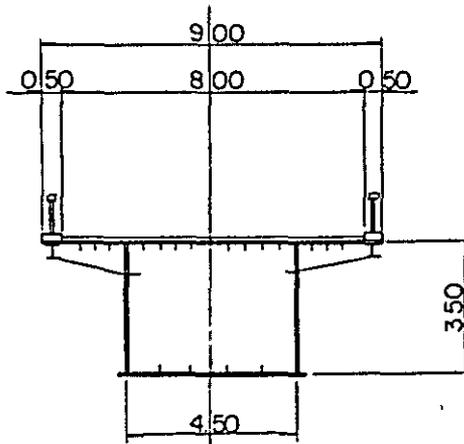


Fig. 6-8 (その1) 3径間連続鋼床版箱桁, 中央径間

その2 側径間



支点上断面(鋼床版)



支点上断面(コンクリート断面)

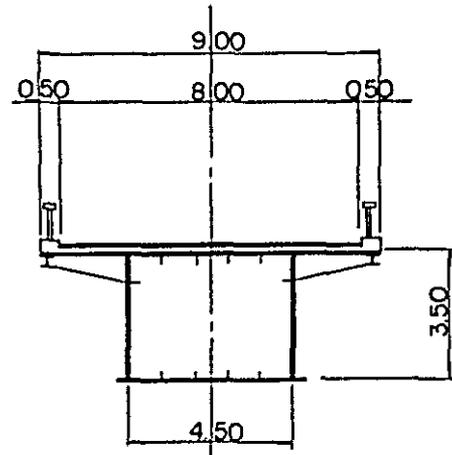


Fig 6-8 (その2) 3径間連続鋼床版, 側径間

Case-2 連続トラス(コンクリート床版)ス(コンクリート床版)

その1 中央径間

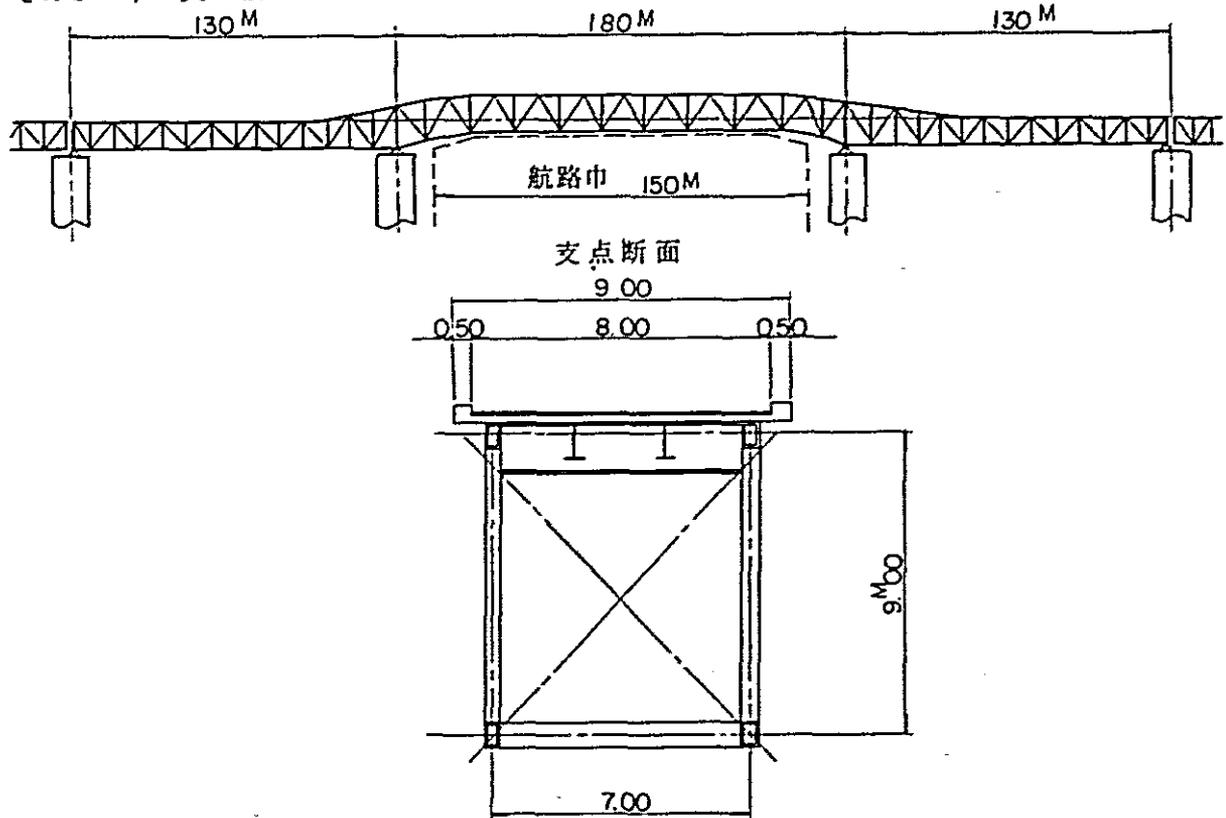


Fig 6-9 (その1) 3径間連続箱桁およびトラス断面

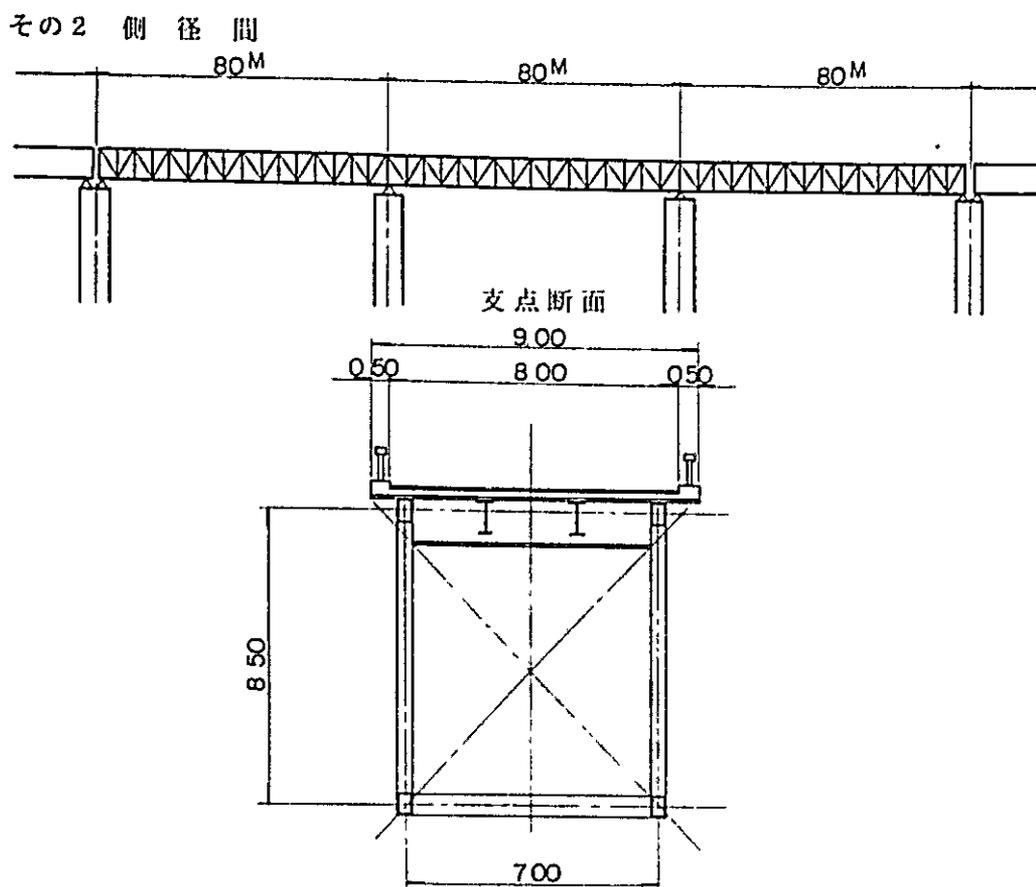


Fig 6-9 (その2) 3径間連続トラス(コンクリート床版), 側径間

Table 6-6

		曲げモーメント 及び軸力	応 力 度	断 面 (cm)	m ² 当り 荷 重
中 央 径 間	箱桁鋼床版	M=23509.6 tm	$\sigma_c = 1063 \text{ kg/cm}^2$ <1200kg/cm ² $\sigma_c = 1858 \text{ kg/cm}^2$	1-U・Flg 900×2.6 2-Web ϕ 800×2.8	560kg/m ²
	トラスコンクリート 床版	M=36054.9 tm N=3004.6 tm	<2100kg/cm ² $\sigma_c = 2063 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_c = 1899 \text{ kg/cm}^2$	1-L Flg 480×1.6 1- ϕ 70×3.2 2-Web ϕ 80×2.4 1- ϕ 50×2.4 1- ϕ 70×3.2 2-Web 80×2.4 1- ϕ 50×2.8	
側 径 間	箱桁鋼床版	M=4873.7 tm	$\sigma_c = 1135 \text{ kg/cm}^2$ <1200kg/cm ² $\sigma_c = 1995 \text{ kg/cm}^2$	1-U・Flg 480×2.4 2-Web ϕ 350×1.4	380 "
	コンクリート床版	M=7140.9 tm	<2100kg/cm ² $\sigma_c = 1860 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_c = 2060 \text{ kg/cm}^2$	1-L Flg. 480×1.4 1-U・Flg 480×2.0 2-Web ϕ 350×1.4	
	トラスコンクリート 床版	M=7315.6 tm N=860.6 ^t	$\sigma_c = 1830 \text{ kg/cm}^2$ <1900kg/cm ²	1-L Flg 480×1.7 1- ϕ 43×1.2 2-Web ϕ 50×1.0 1- ϕ 38×2.2	360 "

Table 6-6にみられるように、中央径間では箱桁がトラス案に比べて鋼材は少ない、側径間ではその反対となっている。又鋼床版とコンクリート床版とでは、鋼床版が優っている。以上のように中央径間では箱桁形式、側径間ではトラス形式となるが、架設を考えると、トラス形式はトラベルクレーンによるステージング工法をとらざるを得なく、海上でのステージングの設置がむずかしい。また小部材の運搬、製作加工、およびボルト締めと云った人力での作業が多くなる。箱桁については海上輸送を考慮したフローティングクレーンによる大ブロック架設が有利である。またトラス形式はコンクリート床版となるため海上での型枠支保工の設置およびとりはずしが容易でない。したがって本計画は3径間連続鋼床版箱桁を採用した。

3) 下部構造型式

いりまでもなく下部構造の目的は、上部構造からの荷重を安全かつ円滑に基礎地盤へ伝える事である。したがって上部構造の設計において仮定する支承条件を充分満足するものでなければならず、他方基礎地盤の沈下、波浪など基礎地盤の方からの外力や変動に対しても安全に耐えて、上部構造に有害な影響を与えないものでなければならない。架設地点の地盤を構成する石灰岩群は、橋梁基礎地盤としては充分の支持耐力を有する。したがって構造は施工性を考慮してPrecast P.C Pileを基礎とする鉄筋コンクリート構造とした。

断面の算定は以下に述べる条件を考慮して、橋脚高さを $h = 10, 20, 30m$ について定めた。その図がFig.6-10である。

- (1) 上梁は支承条件および上部の架設を考慮して定めた。
- (2) 橋脚および基礎に作用する荷重は上部工反力、橋脚自重、風荷重、温度変化、波浪による影響であるが断面が算定された。
- (3) とくに波浪による変動に対しては十分な剛性がある断面となっている。

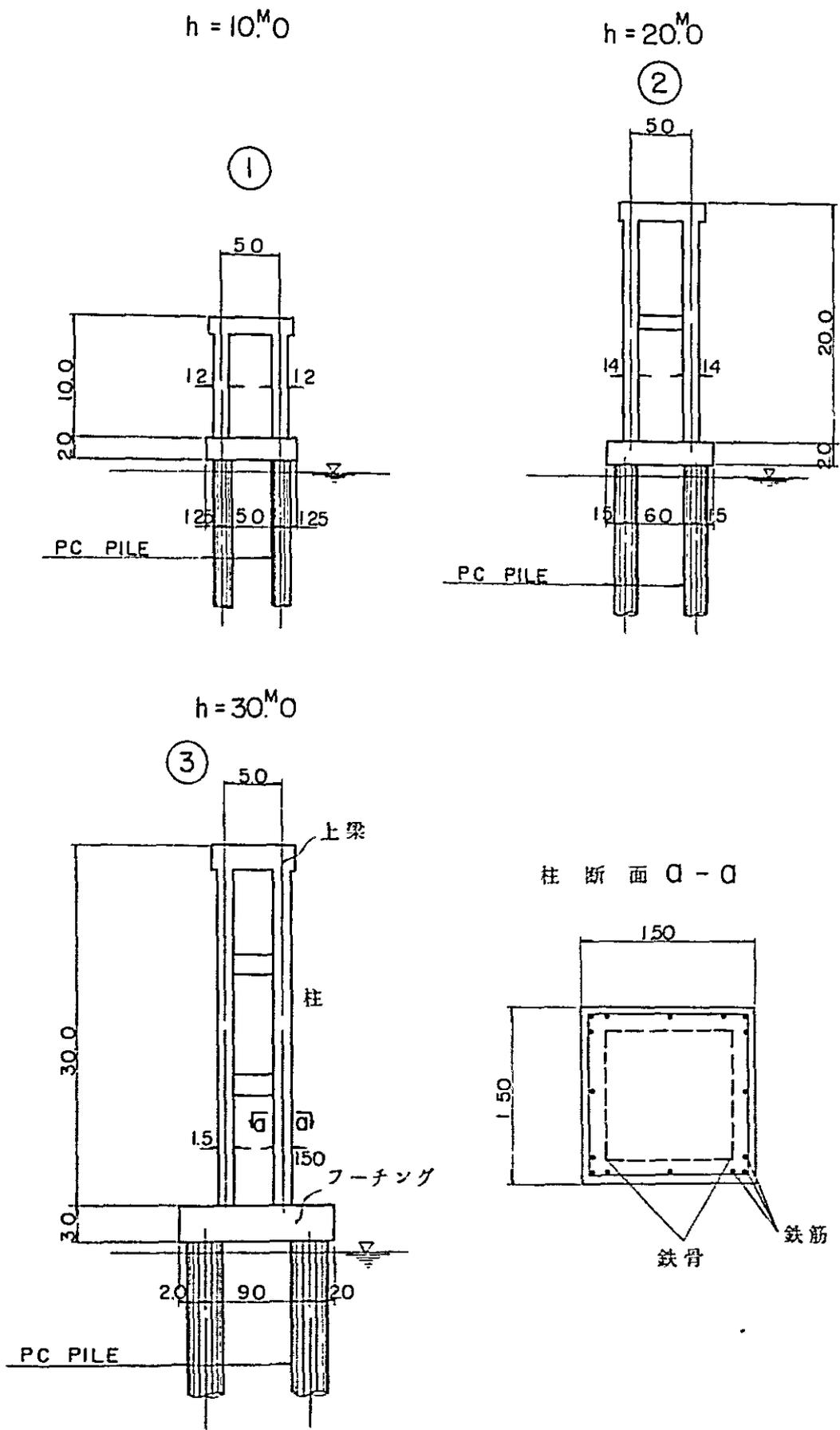


Fig 6-10 橋脚断面 単位 = m

6・3・6 施工要領および工程

1) 施工条件

海中での施工となるため、労務者、材料、作業、機械の運搬等はすべて船舶によらなければならず、工事は気象条件の影響を受け易く工期を長く要することになる。海上作業をできるだけ減らすために陸上ヤード、作業用船舶のための工事港が必要となる。本計画では Malta 島および Comino 島に作業基地を設け材料置き場、プラント設費、P・Cパイプ製作ヤード、鋼桁ブロック組立て、宿舍等を設備する。

2) 下部構造の施工要領

脚の施工は全く海中作業となるが、陸上で施工するのと異なり困難な問題が多いので、実施に当っては施工条件を充分検討しなければならない。下部構造の基本的な施工方法は、先ず作業足場を据え付け、回転式掘削機で円形掘削を行い、その孔に Precast P.C Pile (直径 1.5, 2.0, 3.0M) を建込んで中詰水中コンクリートを施し脚を形成する。そして基礎梁のコンクリートを打設し、鉄骨を建込み、それを支保工としてコンクリートを打設して築造する。

3) 上部工架設工法

海上部における 3 径間連続鋼床版箱桁の架設工法は、3 案が考えられる。

- (1) エレクショントラスを用いた張出し工法
- (2) ベントを併用したキャンチレバー工法
- (3) フローティングクレーンによる大ブロックの架設工法

(1)の工法は水深が比較的浅いヶ所での架設に適しているが、South Comino Channel は水深が深いのでベントの建込みがむずかしい。

(2)の工法は橋脚上に支保工を設け、その上に 1 ブロックの桁を架設しそれを用いてエレクショントラスを設置し、小ブロックの桁をデッキバージで運搬し、エレクショントラスを用いて引上げ、順次架設していく方法であるが、支保工を設置しなければならず、また架設桁が小ブロックであり海上での作業が多くなる。

(3)の工法は組立てた架設桁ブロックをフローティングクレーンで吊り上げダクポートで架設地点まで曳航し、直接架設する方法である。

したがって上記(1)、(2)に比べて海上作業をできるだけ少なくする意味から、このフローティングクレーンによる架設工法を選定した。この架設工法の基本的な架設図を示したのが

Fig.6-12 であって架設順序は①②③と云う順序に行り。架設桁の重量は約230t
 ブロック長は90Mであり、250t吊りのクレーン船で架設可能である。その大きさは次
 の通りである。

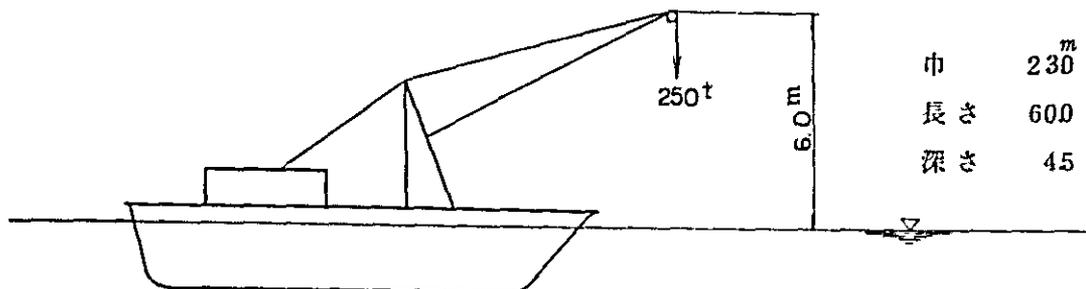
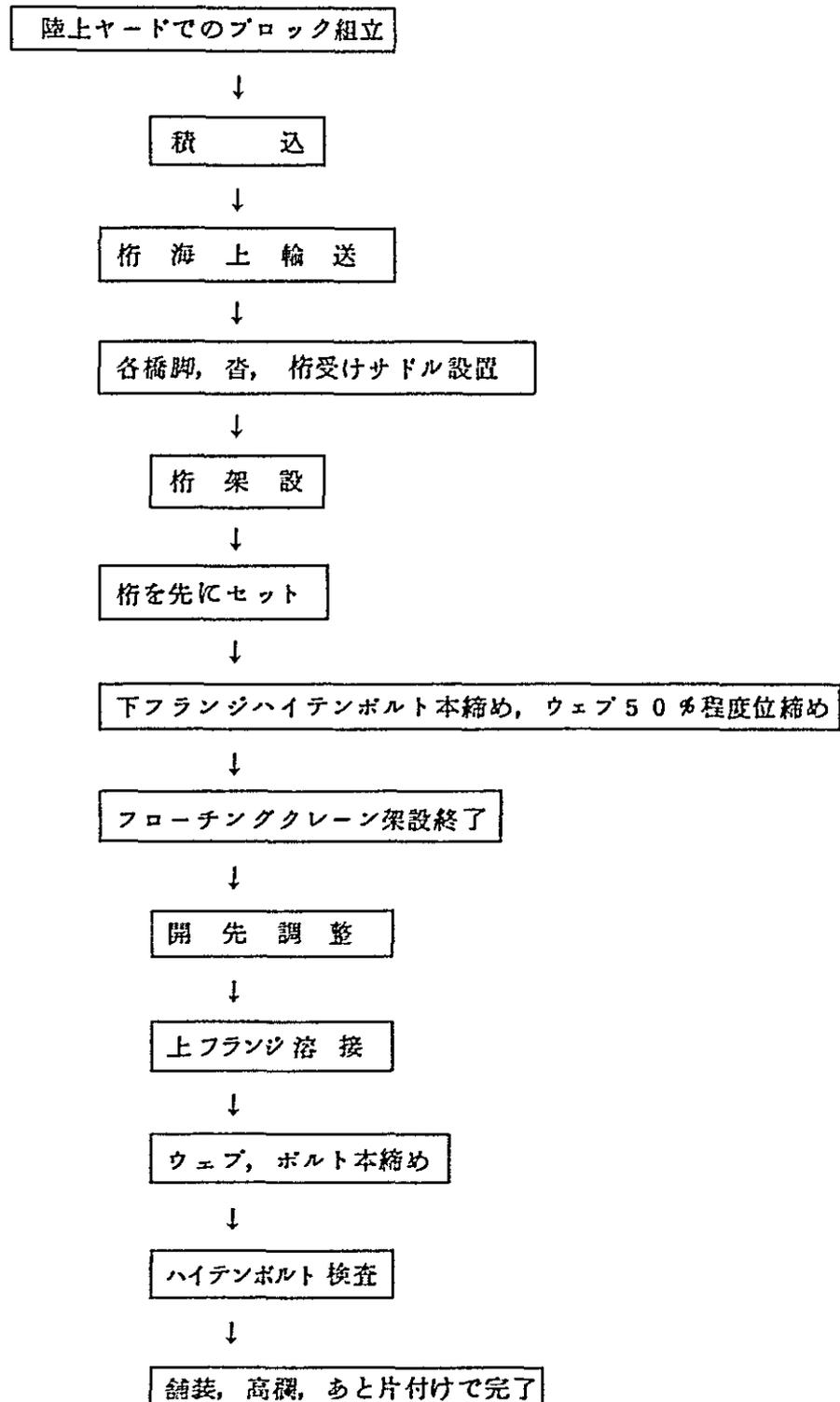


Fig.6-11 250t吊クレーン船

なお中央径間は、スパンが130M,180M,130M であるので一部ベントを使用する
 ことにした。

架設順序は次の通りである。



フローティングクレーンによる大ブロック架設工法

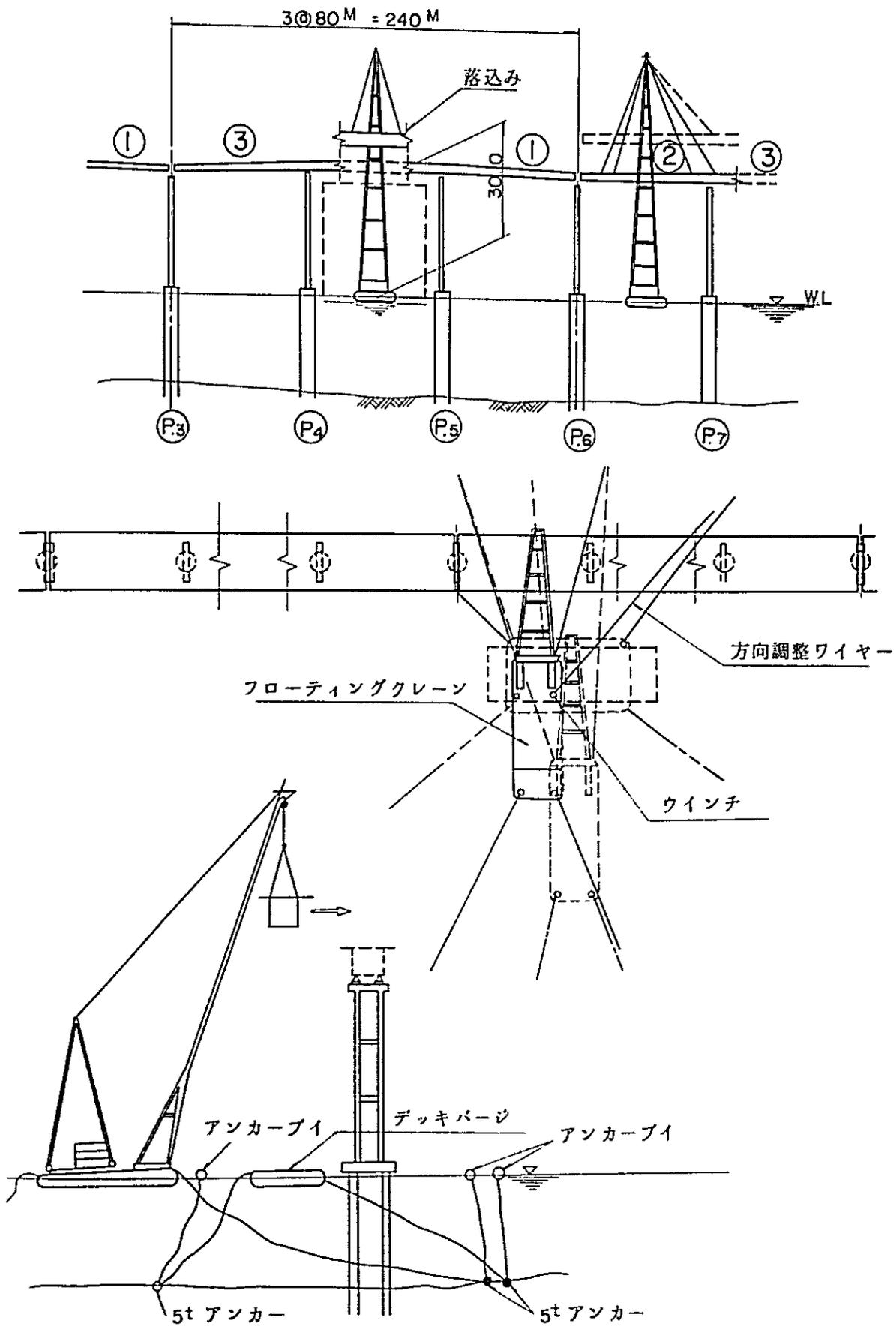


Fig. 6-12 架 設 図

工 程

以上の仮定より、直接工事工程はおのおのFig.6-13, 14に示す通りで、South Bridgeで5年、North Bridgeで4年を要する。

Fig. 6-13

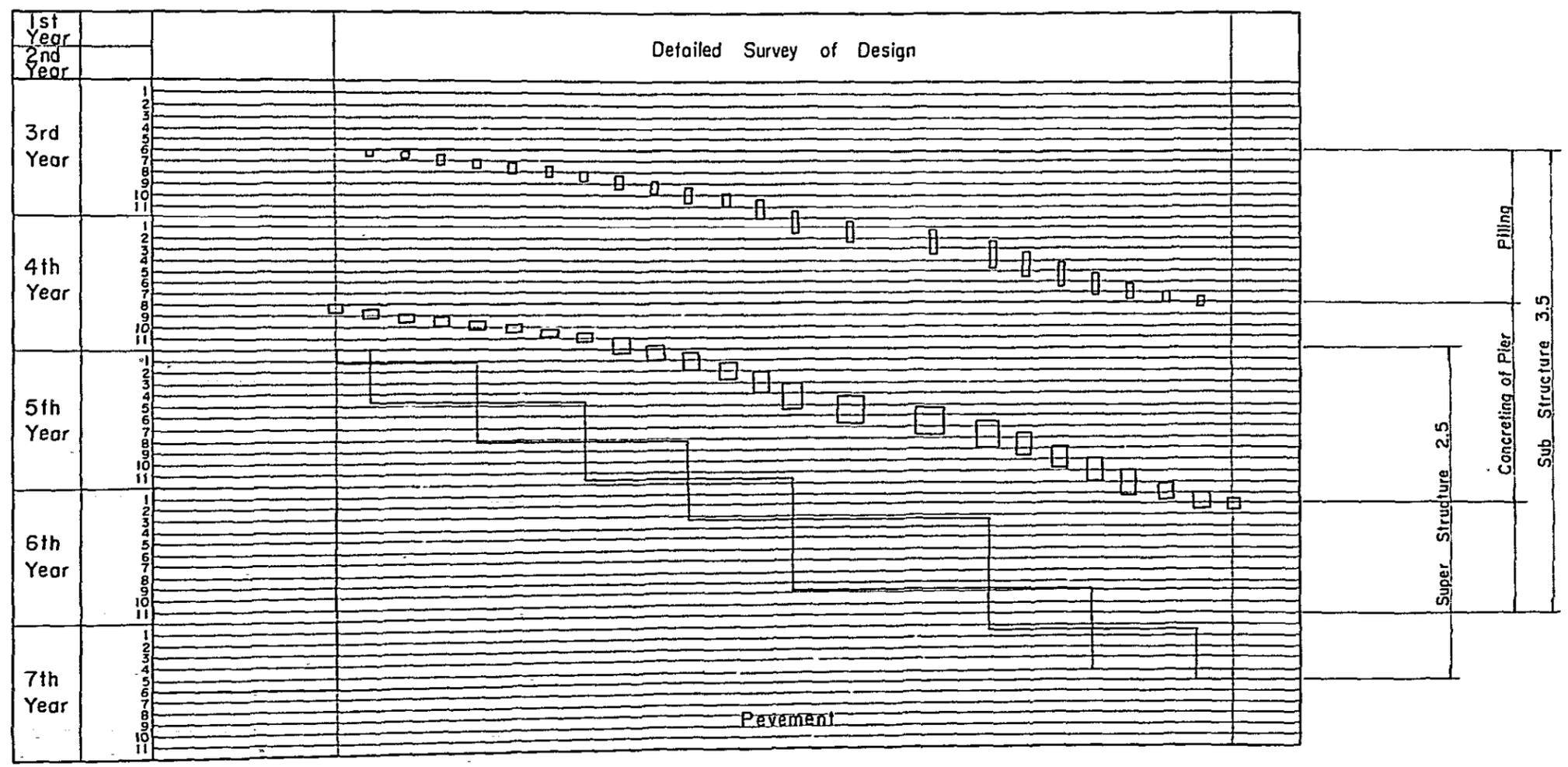
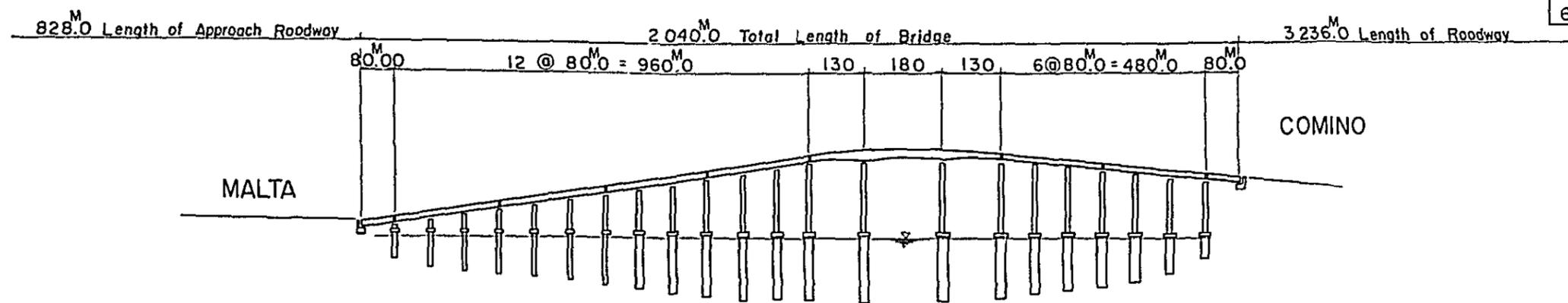
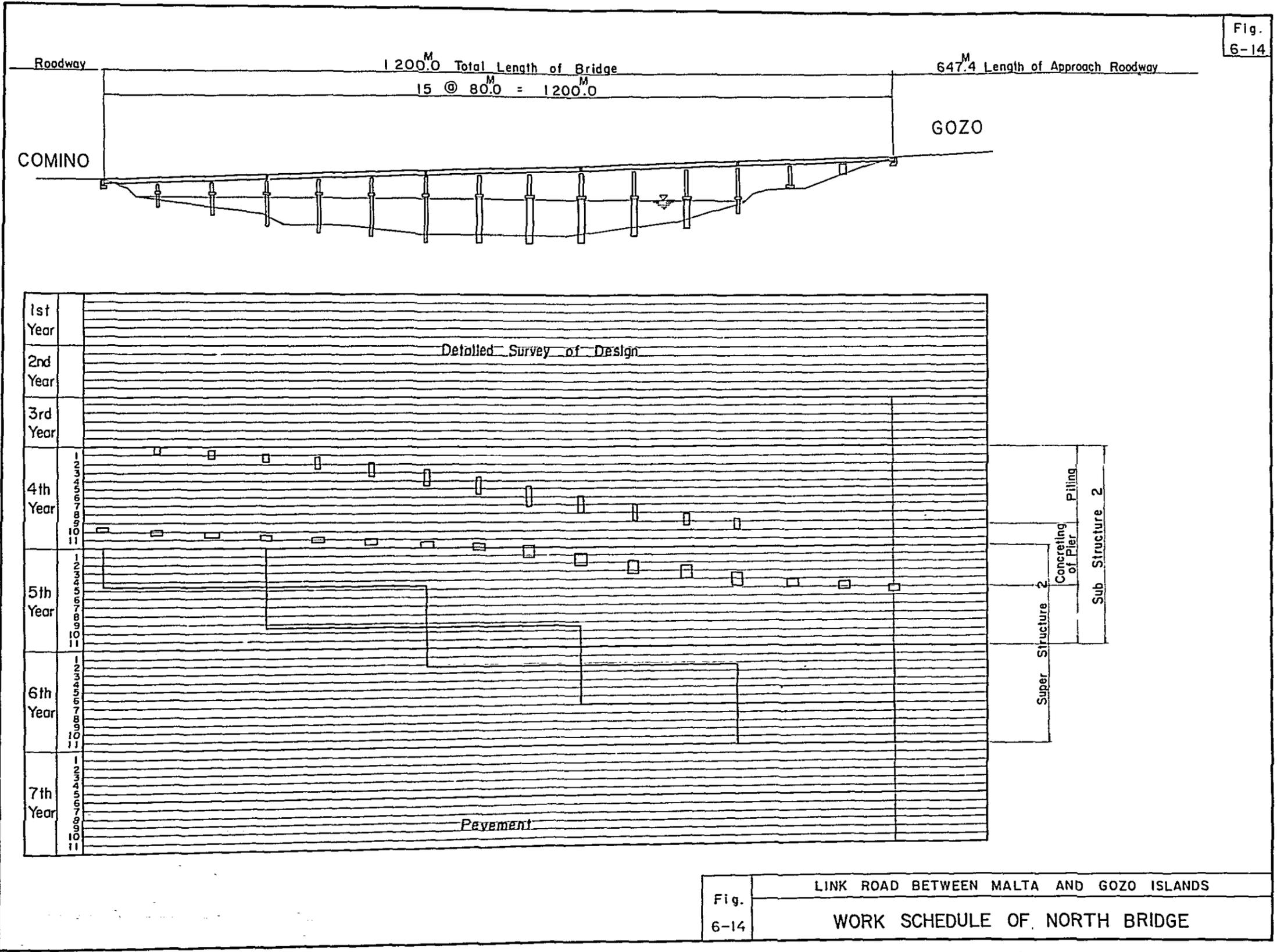


Fig. 6-13 LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
WORK SCHEDULE OF SOUTH BRIDGE

Fig. 6-14



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
 WORK SCHEDULE OF NORTH BRIDGE

6・4 建設費

6・4・1 工程

Malta島およびGozo島の海峡部の連絡道路の建設計画は海中の土木工事が主であって、陸上の場合に比べて多くの困難を伴うものであり、工事計画や作業工程はこうした地域的な気象条件を考慮して立てねばならない。本計画の直設工事には約5ヶ年を要するが、その前に地質調査、現地測量、詳細設計等の準備期間として、約2ヶ年を要するものと思われる。作業工程はTable 6-7に示す通りである。

Table 6-7 作業工程

	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
地質調査, 現地測量 詳細設計, 準備期間			---				
Malta 取付道路							舗装
Malta~Comino 橋梁					上部工		舗装
					下部工		
Comino 道路							舗装
Comino~Gozo 橋梁					上部工		"
					下部工		
Gozo 取付道路							"

6・4・2 総建設費

Table 6-8 総建設費

1毛M=750円

(億円)

項	目	内 貨	外 貨	計	備 考
A	橋 梁 建 設 費	396,000 (2.97)	7,086,700 (53.15)	7,482,700 (56.12)	設計供用年数 50年
B	道 路 "	354,700 (2.66)	—	354,700 (2.66)	10年
C	小 計	750,700 (5.63)	7,086,700 (53.15)	7,837,400 (58.78)	
D	詳細設計及び測 量,その他調査	—	235,100 (1.76)	235,100 (1.76)	C×3%
E	税 金	—	548,600 (4.10)	548,600 (4.10)	C×7%
F	予 備 費	150,100 (1.13)	1,417,300	1,567,400 (11.76)	C×20%
	計	900,800 (6.76)	9,287,700 (69.64)	10,188,500 (76.40)	C+D+E+F

維持管理費(内貨)	54,700毛M/年
(0.41 億円/年)	

橋梁建設費

$$\frac{5,612,000 \text{ 千円}}{3,180 \times 8.0} = 220 \text{ 千円/} m^2$$

3) 区間別建設費

道路および橋梁の直接工事費は次の通りである。

Table 6-9 (その1) 直接工事費

(1) 道路

単位=毛M

区 間	道 路 長	単 価	金 額
MALTA	828 m	60毛M/m (45,000円/m)	49,700 (37,300千円)
COMINO	3,160 m	83毛M/m (62,200円/m)	262,300 (196,700千円)
GOZO	726 m	59毛M/m (44,100円/m)	42,700 (32,000千円)
計	4,714 m		354,700 (266,000千円)

()内千円

(2) South Bridge

Table 6-9 (その2) 直接工事費

単位=毛M

		数 量	単 価	金 額
上部工	鋼 材	7,485 t	595毛M/ton (44.6万円/ton)	4,455,000 (33.41億円)
下部工	コンクリート	4,634.8 m ³	95毛M/m ³ (71,200円/m ³)	440,000 (3.30億円)
基礎工	P・Cパイル	9262 m	338毛M/m (253,700円/m)	313,000 (2.35億円)
計				5,208,000 (39.06億円)

()内億円

(3) North Bridge

単位=毛M

Table 6-9 (その3) 直接工事費

		数 量	単 価	金 額
上部工	鋼 材	3,950 t	512毛M/ton (38.4万円/ton)	2,024,000 (15.18億円)
下部工	コンクリート	1,730.1 m ³	97毛M/m ³ (72,800円/m ³)	168,000 (1.26億円)
基礎工	P・Cパイル	462 m	179毛M/m (134,000円/m)	82,700 (0.62億円)
計				2,274,700 (17.06億円)

()内億円

6・5 今後の問題点

6・5・1 問題の整理

Malta 島 - Comino 島 - Gozo 島の連絡道路施設に関する検討結果をまとめるにあたって、まずこれまでに判明した問題点の骨子を要約しておく。

1) 接続路線の検討

Malta 島および Gozo 島の現道の接続と将来計画との調整が必要である。Comino 島においては現道に沿わせて計画したが、実施に当っては現道を利用しながらの段階施工が必要となる。

2) 施工工程

本計画では、年度当初供用開始として架設工事を優先としているが、Malta, Gozo および Comino における道路工事の着工は現道の利用度を考えて架橋計画との十分な調整が必要である。

3) 橋脚の船舶航行への影響

海上構造物である橋脚の船舶航行に与える障害程度の予測と具体的な航路規制の方法、構造物の防護方法の検討が必要となる。

4) 環境変化の検討

とくにこの地域はMalta 国にとって貴重な観光地であると思われるので、海峡部に連絡道路を建設した後の環境変化はいまだに、予測できないが検討する必要がある。

5) 工事中の保安対策

本工事は海上および高所作業であるため、技術上多くの配慮が必要であるとともに、工事中の保安対策は十分な対策を講ずる必要がある。

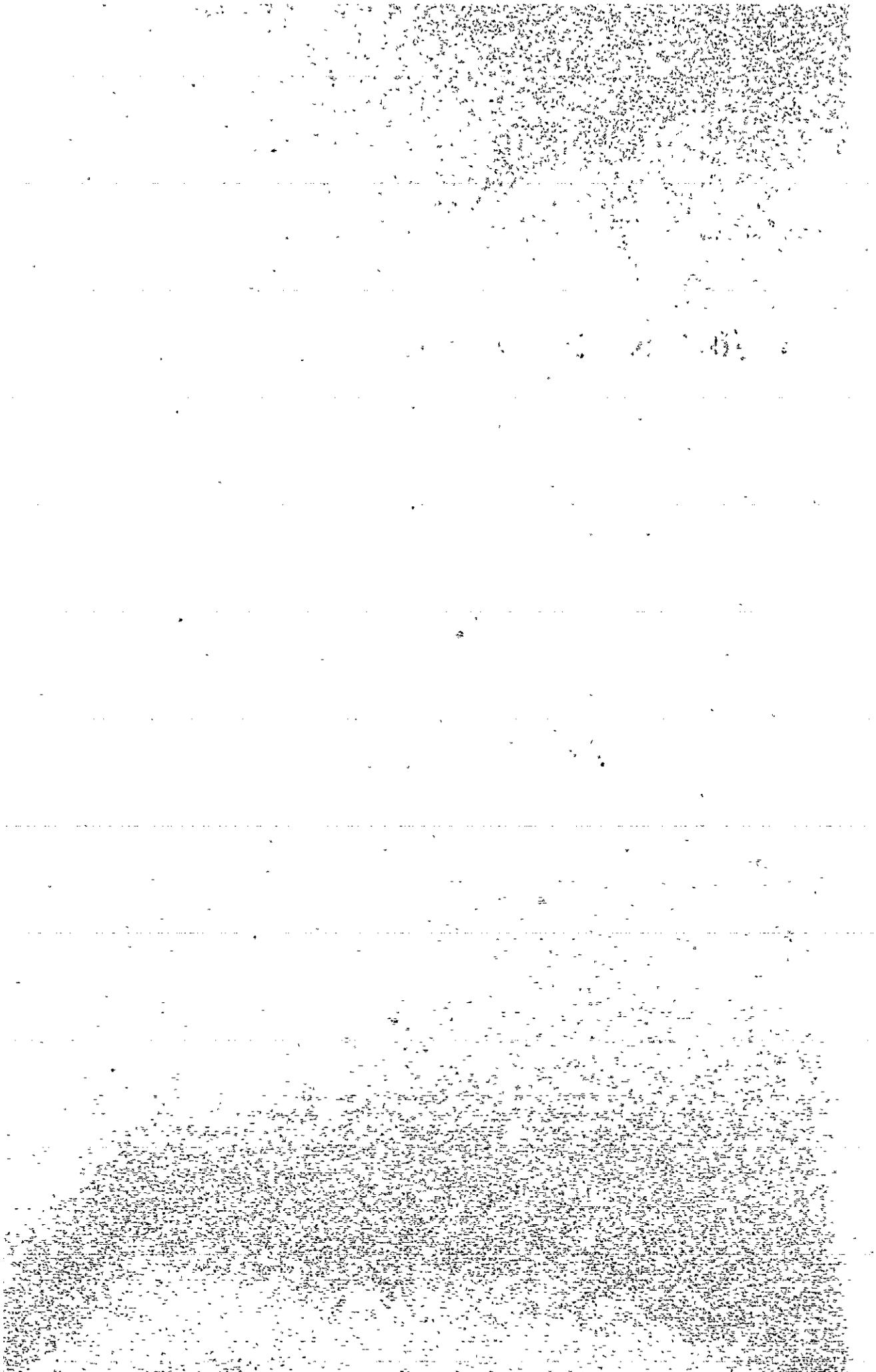
6・5・2 構造設計上の問題点

構造物の設計は、日本の設計基準および今回調査した気象、潮流、波浪等を考慮し、また上部工の支承条件を満足するような下部構造の断面を算定した。地震の影響は設計震度 $K_h = 0.1$ 風荷重については設計風速 30 m/sec とした。

6・5・3 架設上の問題点

最大水深 26 m 、および計画高さが海面より 40 m もある橋梁の施工は技術的に可能である。しかし、South Comino Channelでは延長が長いこと、また完全に海上であるため、風、波浪に対して安全な作業足場を使用する必要がある。

第7章 海上輸送施設の整備計画



第7章 海上輸送施設の整備計画

7・1 概要

Malta 島, Gozo 島間の将来交通需要に対処するためには, 現在のフェリーを効率的に運用して輸送可能な範囲の交通量に対してはフェリーで輸送し, 将来交通量がフェリーの容量を上回った段階でフェリーによる交通を架橋による自動車交通に切り替えることが考えられる。

このような考え方にに基づき, 本章では現在のフェリーを効率的に運用した場合の運航回数, 輸送能力, 年間船費, 年間運航費, それらの輸送量に見合う所要バス数, 港湾建設費, 港湾の年間費用を求める。

次に第5章で推計された将来交通量を現在のフェリーで輸送するために必要な運行回数, 輸送能力, 運航費を求め, その運行回数に対応する所要バス数, 年間運航費を算定する。

これらの求められた諸費用を第8章の「計画の評価」で用い本プロジェクトの経済評価を行なう。

Malta 国で収集した資料をもとに本章で算定した結果によると Table 7-3 に示す通り現在3艘あるフェリーを1日10~11往復運航することにより年間43.3万台/年輸送可能である。

2010年の自然発生交通量は29.8万台/年であるので現在のフェリーを効率的に運用することによりフェリーだけで充分将来交通量を輸送することができる。

7・2 フェリー

7・2・1 現在のフェリーの効率的運用

1) フェリー1船あたりの輸送能力

現在, Malta 島, Gozo 島間に舟航しているフェリーボートは5章で既に述べたように MINOR EAGLE(367トン), JYLLAND(823トン), CALYPSO LAND

(1960トン)の3艘であり、これらの総トン数をそれぞれ400トン、800トン、2000トンとみなしてその1船あたりの輸送能力を推定するとTable 7-1のようになる。

車輛一台の長さを4.7m前後の余裕幅を0.03m、両側の余裕幅を0.50mとすると1台あたりの所要面積は12.0㎡となりLoad factorを50%とみなせばTable 7-1の平均輸送量が得られる。

Table 7-1 フェリー1船あたりの輸送能力

項目	単位	船型		
		400トン	800トン	2000トン
車輛甲板面積	㎡	300	500	900
収容台数 (乗用車 12.0㎡/台)	台	25	41	74
平均輸送量 (Load factor 50%)	"	12	20	37

2) 運航回数

現在のフェリーの運航回数は1日7往復～5往復程度である。将来の交通需要の増加に対して現在3艘あるフェリーを最大限に利用するものとして可能運航回数を求め、輸送能力を計算する。

現地でCALYPSO LANDに乗船して観測した結果、聞き込み調査結果などを種々結合して検討するとMalta島、Gozo島間の約3.2海里(6km)の航海時間は25分程度(離着岸の時間を含む)である。車を乗船させる際には車の適切位置への誘導、固定などの時間を要し、下船時よりも時間がかかるので1分間あたりの標準乗船可能台数を5台、標準下船可能台数を10台とした。

フェリーには車以外に人も乗船するが人の乗船時間は乗客数にもよるが車の乗船時間よ

り早いものと思われるので、1往復の所要時間は車の乗船時間によって左右されるものとした。

現在のフェリーのサービスタイムは季節によっても異なるがTable 5-1の通りA.M. 6:15~P.M. 8:45までの範囲が最大のサービスタイムであるので、将来のサービスタイムをA.M. 6:00~P.M. 8:00としてフェリーの運航回数を算出した。

以上のような過程によって各船の1日あたりの可能運航回数を計算すると「Table 7-2フェリーの運航回数」の通りとなる。

Table 7-2 フェリーの運航回数

項目	船型	400トン	800トン	2,000トン
	単位			
距離	海里 (Km)	3.2 (6.6)	3.2 (6)	3.2 (6)
船速	KT	8	11	13
航海時間	分	23	18	15
端末時間	"	15	18	24
	乗船 (5台/分)	3	5	9
	下船 (10台/分)	2	3	5
	離着岸	10	10	10
1往復所要時間	"	76	72	78
サービスタイム	6時~20時	14	14	14
1船1日運航回数	往復 日船	11	11	10

3) 輸送能力

「Table 7-1 フェリー1船あたりの輸送能力」と「Table 7-2 フェリーの運航回数」とからフェリーが年間300日舟航できるものとして可能輸送能力を計算すると「Table 7-3 フェリーの輸送能力」が得られる。したがって現在、舟航している3艘を有効に使用すればフェリーだけでも年間43.3万台輸送することができる。

Table 7-3 フェリーの輸送能力

項目		船型		400トン	800トン	2,000トン	合計
		単位	位				
1日平均	台			264	440	740	1,444
ピーク日 max	〃			528	880	1,480	2,888
年間平均 (300日)	1000台 年			79	132	222	433

4) フェリーの維持管理費

i) 船費(年間コスト)

Malta国では最近購入したフェリーがないので過去の船舶の購入資金などを参考に各フェリーの船費を計算すると「Table 7-4 フェリーの船費(年間コスト)」の通りとなる。

Table 7-4 フェリーの船費(年間コスト)

項目	船型 単位	トン	トン	トン	備 考
		400	800	2,000	
船 価	1000 万円	200	400	1,000	500 万円/トン
減価償却 (16年)	万円	11,250	22,500	56,250	残存価格 10%定額法による
金 利 (8.0%)	"	8,800	17,600	44,000	平均価格 = 船価の 5.5%
税(1.4%)	"	770	1,540	3,850	評価額は平均価格の 1/2
保 険	"	1,500	3,000	7,500	船価の 0.75%
修 理 費	"	5,000	10,000	25,000	船価の 2.5%
年間船費	万円 / 年	27,320	54,640	136,600	3 艘分の年間船費 218,560

ii) 運航費

Table 7-2から航海距離を求め、Malta 国における船の乗組員の給料などの資料をもとにして各フェリーの運航費を算出するとTable 7-5の通りとなる。

Table 7-5 フェリーの運航費

項目	船型	トン	トン	トン	合計	備考
	単位	400	800	2,000		
燃料費	LM	5,070	9,500	14,400	28,970	
燃料消費量	l / Km	8	15	25		
航海距離 (年間)	Km	39,600	39,600	36,000	115,200	300日運航
年間燃料	Kl	317	594	900	1,811	
油脂費	LM	400	870	1,300	2,570	
消費量	l / Km	0.05	0.11	0.18		
年間消費量	l	1,980	4,356	6,480	12,816	航海距離は燃料費と同じ
人件費	LM	13,860	20,790	20,790	55,440	
乗組員	人	14	21	21	56	
年間運航費	LM/年	19,330	31,160	36,490	86,980	

7・2・2 現在のフェリーの効率的運用に対する港湾施設

1) 所要バース数

(i) 所要バース数

A.M. 6:00~P.M. 8:00の14時間のサービスタイム中、平均利用率を60%としてバース利用可能時間を求めその値とTable 7-2の「1便あたりの占用時間」ことから1日あたりのバース利用可能便数を求める。

日最大運航便数と1日あたりのバース利用可能便数との比が所用バース数となる。

以上のようにして算出された所要バース数を表にすると「Table 7-6 フェリー-所要バース数」となる。

Table 7-6 フェリーの所要バース数

項目	船型 単位	400	800	2,000	備考
		トン	トン	トン	
バース利用 可能時間	時間	8.4	8.4	8.4	平均利用率 60% 1日14時間サービス
一便あたり 占用時間	分	15	18	24	
1日あたりバース 利用可能便数	便	33	28	21	
日最大運航便数	便	11	11	10	
所要バース数	バース	0.33	0.39	0.48	日最大運航便数 バース利用可能便数
年間輸送台数	1000台 /年	79	132	222	

ii) 年間輸送台数を所要バース

Table 7-6からもわかるよう3艘のフェリーのうち1艘のみを使用すると所要バースは1バースで充分であり、3艘のうちどの2艘の組合わせをとっても1バースで充分である。

3艘を同時に使用すると所要バース数は2バースとなる。

Table 7-7 年間輸送台数と所要バース数

項目		船型		
		400	400+800	400+800+2000
年間輸送台数	1000台/年	79	211	433
所要バース数	バース	1	1	2

2) 建設費

現在 Gozo 島の Mgarr Harbour には新らしい港湾が建設中である。

この港湾の建設費が Report by Messers. Coode & Partners 「GOZO-MGARR HARBOUR PROPOSED REMODELLING」 によって算出されているので、これらの値を参考にして Malta 島側にも Mgarr 港と同程度の港と同程度の港を建設するものとするとその建設費は Table 7-8 の通りとなる。

Table 7-8 港湾の建設費 (£M)

工種	ESTIMATE	HIGHER ESTIMATE	LOWER ESTIMATE
	埋立護岸	318,000	133,000
防波堤	1,229,000	525,000	
埋立	178,000	146,000	
岸壁 (2 バース)	130,000	-95,000	
その他	203,000	102,000	
計	2,058,000	1,001,000	

3) 港湾の年間費用

港湾の年間費用を防波堤のある場合とない場合とにわけて算出すると Table 7-9 の通りとなる。

Table 7-9 港湾の年間費用(単位: 千円)

ESTIMATE 費目	HIGHER ESTIMATE	LOWER ESTIMATE	備考
埋立費	43,150	24,270	
金利(8.0%)	39,680	22,320	
税(1.4%)	3,470	1,950	評価額 =取得額×1/2
減価償却	26,020	12,300	定額法による 残存価格10%
岸壁(30年)	3,900	2,850	
防波堤(50年)	22,120	9,450	
金利	59,800	27,280	8.0% 平均価格(55%)
岸壁	5,720	4,180	
防波堤	54,080	23,100	
税	10,460	4,770	1.4% 平均価格
岸壁	1,000	730	
防波堤	9,460	4,040	
保守, 修理	13,590	6,200	建設費の1%
岸壁	1,300	950	
防波堤	12,290	5,250	
その他	40,600	20,400	5年で償却
計	193,620	95,220	
防波堤不要の場合	71,420	42,680	「その他」を建設 費の割合で案分

4) 総費用

以上のようにして算出された船費、運航費、港湾の建設費、港湾の年間費用を表にまとめるとTable 7-10の通りとなる。

Table 7-10 総費用

項目	船型 単位	400トン	800トン	2000トン	合計
		年間船費	毛M/年	27,320	
年間運航費	"	19,330	31,160	36,490	86,980
港湾建設費	毛	Higher Estimate		Lower Estimate	
		2,058,000		1,001,000	
港湾の年間費用 (防波堤のある場合)	毛M/年	193,620		95,220	
同上 (防波堤不要の場合)	"	71,420		42,680	

7・2・3 将来交通需要に対する運航費

ここでは第5章で推計された将来の自然発生交通量を輸送するために必要なフェリーの年間運航費を求める。

現在3隻あるフェリーの運航回数を増やすことによって充分将来交通量を輸送できるので1980年、1995年、2010年の各年度の将来交通量に見合う運航回数を設定し、その運航回数に対する年間運航費を求めるとTable 7-11、Table 7-12およびTable 7-13の通りとなる。

Table 7-11 将来交通需要に対するフェリーの年間運航費
(1981年交通量……130千台/年)

項目	船型 単位	400トン	800トン	2000トン	合計	備考
平均輸送量 (ロードファクター50%)	台	12	20	37		
距離	Km	6	6	6		片道
1船1日 運航回数	往復 /日・船	4	3	3	10	
年平均輸送能力(300日)	台/年	28	36	66	130	推定130 千台/年
燃料費	毛M	1,840	2,590	4,320	8,750	
燃料消費量	l/Km	8	15	25		
航海距離 (年間)	Km	14,400	10,800	10,800		300日運航
年間燃料	Kl	115	162	270		
油脂費	毛M	140	240	390	770	
消費量	l/Km	0.05	0.11	0.18		
年間消費量	l	720	1,188	1,944		
人件費	LM	13,860	20,790	20,790	55,440	
乗組員	人	14	21	21		
年間運航費	毛M/年	15,840	23,620	25,500	64,960	

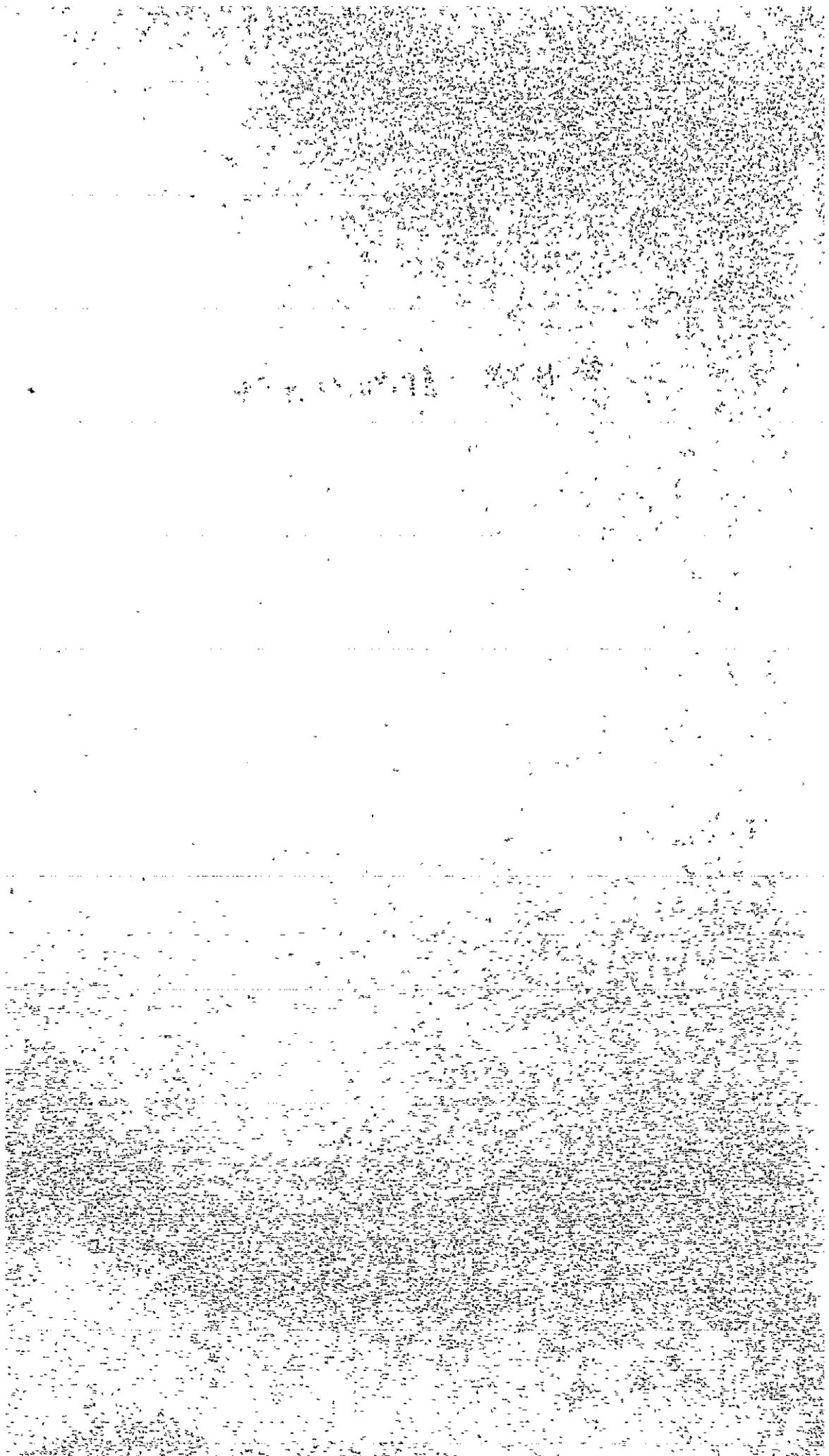
Table 7-12 将来交通需要に対するフェリーの年間運航費
 (1995年交通量……213千台/年)

項目	船型 単位	400トン	800トン	2,000トン	合計	備考
平均輸送量 (ロードファクター50%)	台	12	20	37		
距離	Km	6	6	6		片道
1船1日 運航回数	往復 日・船	6	6	5	17	
年平均輸送能力 (300日)	台/年	43	72	111	226	推定213 千台/年
燃料費	毛M	2,760	5,180	7,200	15,140	
燃料消費量	l/Km	8	15	25		
航海距離 (年間)	Km	21,600	21,600	18,000		300日運航
年間燃料	Kl	173	324	450		
油脂費	毛M	220	480	650	1,350	
消費量	l/Km	0.05	0.11	0.18		
年間消費量	l	1,080	2,376	3,240		
人件費	毛M	13,860	20,790	20,790	55,440	
乗組員	人	14	21	21		
年間運航費	毛M/年	16,840	26,450	28,640	71,930	

Table 7-13 将来交通需要に対するフェリーの年間運航費
 (2010年交通量………298千台/年)

項目	船型		400トン	800トン	2,000トン	合計	備考
	単位						
平均輸送量 (ロードファクター50%)	台		12	20	37		
距離	Km		6	6	6		片道
1船1日 運航回数	往復 /日船		9	9	7	25	
年平均輸送能力(300日)	台/年		64	108	155	327	推定298 千台/年
燃料費	毛M		4,150	7,780	10,080	22,010	
燃料消費量	l/Km		8	15	25		
航海距離 (年間)	Km		32,400	32,400	25,200		300日運航
年間燃料	Kl		259	486	630		
油脂費	毛M		320	710	910	1,940	
消費量	l/Km		0.05	0.11	0.18		
年間消費量	l		1,620	3,564	0,536		
人件費	毛M		13,860	20,790	20,790	55,440	
乗組員	人		14	21	21		
年間運航費	毛M/年		18,330	29,280	31,780	79,390	

第 8 章 計画の評価



第8章 計画の評価

8・1 便益

8・1・1 便益の種類

橋梁が建設された場合の計上されるべき便益の種類はFig.8-1「計上された便益の種類」にあげられているような9種類の便益が考えられる。

これらの便益は将来交通量（自然発生交通量+開発交通量）に対して次のA), B)の二つに大別される。

A) 橋梁が建設されるために不要となるフェリー、小舟などの船舶の航行費、船舶関係の付帯設備費など

B) 橋梁が建設されるために節約される乗客、運転手、貨物についての輸送時間および車輛の耐用年数の増加

時間便益は開発途上国のように労働生産性が非常に低い国では考慮しないのが普通であるがMalta国のように労働生産性が近年著しく伸長している国では当然時間便益を計上するのが妥当である。

A) の項目を細文すると次の5項目に分けられる。

A.1) 将来交通需要の増加に対処するために新たに必要となるフェリーの建設費

5・1の交通の現況で述べられているようにMalta島、Gozo島間のフェリーによる交通量は近年その伸びが著しく、将来交通量が現在のフェリーの容量を超過した時点で新たなフェリーが必要となる。しかし橋梁があれば交通量の増加に対して新たに必要となるフェリーが不要となるので架橋の便益として計上される。

A.2) 将来交通需要の増加に対処するために必要となる船着き場の増設費

現在のフェリーに関する港湾施設は7・2フェリーで述べられているように次のようなものがある。

Gozo島側では現在、Mgarr港に新たな捨石防波堤、繫船岸が建設されつつあり

当分の間の交通需要に対処できるがMalta本島側において簡単な直立式繫船岸があるのみで防波堤がないのでMarfa Pointのように自然の岬の防波堤のように使用しても防波効果に限界があり冬期には1月のうち10日間位も欠航する月がある。

このようにMalta本島側では現在でも港湾施設が不十分であり、年々急増しつつある交通量に対処するためには適切な位置に繫船岸、防波堤などの港湾施設が当然、必要となる。しかし橋梁があればこれらの港湾施設は不要となるので架橋に伴って不要となる港湾施設の建設費が便益として計上される。

A.3) フェリーの維持、管理費

橋梁があれば現在のMalta島、Gozo島間のフェリーは舟航しなくてすむのでフェリーの維持、管理費が不要となり、便益として計上される。

A.4) 小舟の維持、管理費

現在、Malta島、Gozo島間に舟航しているフェリー以外の船舶の交通量は全く把握できないが、現在わかっている範囲では40t 3艘、20t 3艘が1日1往復しているのでこれらの小舟の数の1/2の維持、管理費を便益として計上した。

小舟についてはフェリーと規模が異なり、また小舟による輸送が有利な品目もあるので小舟による交通量の全部が橋梁に転換せずその1/2が橋梁に転換するものとみなした。

A.5) フェリーを利用する車の停止、発進、加速と橋を走行する経費との差

現在フェリーを利用している車はフェリーに乗船するまで幾度かの停止、発進、加速をくり返し、その分だけ燃料を余分に消費する。

一方橋梁があるためにフェリーから橋梁に転換した交通は橋梁および取付道路上を走行するための走行費を必要とする。

このようなフェリーを利用した場合と橋梁を利用した場合の自動車交通の経費の差が便益として計上される。

B)の項目を細分すると次の4項目に分けられる。

B.1) 乗客の時間節約

現在4.5マイルの海上を航行しているフェリーの所有時間は約30分車、人、貨物の積込み、積降し時間をMalta島側で約15分、Gozo島側で約15分とするフェリーによる所要時間は約1時間となる。

橋梁ができるとMalta島、Gozo島の車の平均走行速度を30 mile/hr(48 Km/hr)とすると旅行時間は12分に短縮されるのでバス、タクシーの乗客の時間節約が時間便益として計上される。

B.2) 貨物の時間節約

トラック、バンで運ばれる貨物についても架橋による時間短縮に対して、貨物の保管料の減少、農業、漁業生産物の生鮮度の保持による市場価格の上昇などの時間便益が考えられる。

B.3) 運転手の時間節約

旅行時間が短縮されれば運転手はその節約された時間を他の経済産業活動に振りむけられるので運転手の時間節約も便益の一項目として計上される。

B.4) 車輛の時間節約(総遅延時間を車輛の耐用年数と対比して台数に直し金に換算する)

フェリー利用による架橋に対する遅延時間は車輛に耐用年数があることからMalta島、Gozo島間のある一定時間の交通に必要な車輛数を増加させる。

橋梁があれば旅行時間が短縮され、車輛の耐用年数を考えると、ある一定期間の交通に必要な車輛数がフェリー利用交通に対して相対的に減少する。

このように架橋によって減少した総遅延時間と車輛の耐用年数とから求めた車の台数の減少が便益の一項目として計上される。

以上のような9種類の架橋による直接的便益が考えられるが、架橋による効果は、ただ単に貨幣価値で計測される直接効果のみならず、次に示されるような間接効果が考えられるので、参考までに記す。

1) 観光資源の開発効果

1・1) 架橋により多くの観光資源を持っているGozo島、Comino島の観光開発が促進され、観光地としての知名度が高まることにより、観光客が増加し観光収入も増大する。

1・2) 今ままでGozo島に興味がなかったり、Gozo島に渡る交通機関が不明であったために、Gozo島に渡らなかった観光客がGozo島を訪問するようになり、滞在期間も長くなって観光収入が増加する。

2) 産業の開発効果

2・1) 農業開発効果：Gozo島の農業開発が促進される。農業生産物の出荷の定期性と鮮度および品質が向上することにより、農業生産物の市場性が高まり、その国際競

争力も向上する。

2・2) 工業開発効果：Gozo島における工業立地条件が改善され、豊富な労働力による工業開発が促進される。特に、製造業の分野においてその市場性と国際競争力が高まる。

2・3) 雇用の機会の増大：産業、経済開発が促進されることにより雇用の機会が増大し、失業者が減少する。

2・4) 土地の有効利用：人口の分散化が始まり、Gozo島の土地の有効的利用が高まる。また、Gozo島の地価が上昇する。

3) 流通合理化効果：流通が合理化されることにより、流通に関する費用の低減（荷傷みや梱包費など）を招き、Gozo島の発展を促進する。

4) 交通随時性の確保：交通の随時性が確保されることにより、産業経済・文化の発展を促進する。また、災害時の被害を防止できると同時に、火急の用事に対処できる。

5) 教育・文化・医療などの恩恵の均等化：Gozo島の人々がMalta島にもこれらの諸施設が設立されるようになる。

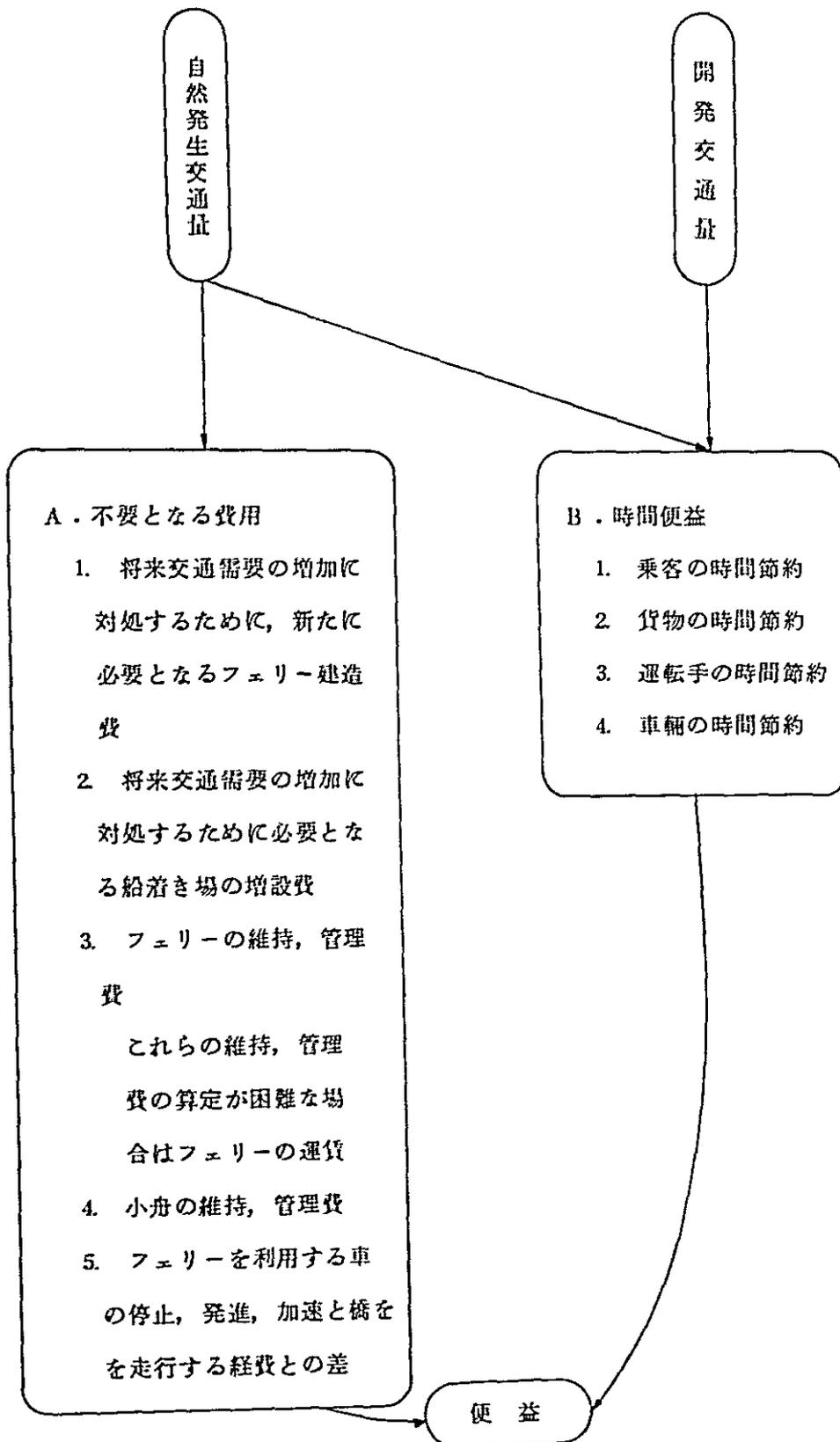


Fig 8-1 計上された便益の種類

8・1・2 便益単価とその考え方

1) 時間便益単価

i) Malta 国における通常の条件下での車輛の経済的耐用年数, つまり総利用可能時間を, Car, Van 4000時間, Bus, Truck 7000時間, Other 4000時間と仮定する。

各車種の年間節約時間は, 年間交通量にフェリーと橋梁の所要時間産を乗じることにより求められる。

次に, 総節約時間を総利用可能時間で割り, 年間節約時間を車輛台数に換算し, その台数に車輛資本費用を乗じて, 時間遅れによる車輛資本費用とした。Table 8-1は1台あたりの車種別車輛資本費用である。

Table 8-1 車輛資本費用

車 種	資本費用 (£M/台)
Car	1,200
Van	1,200
Truck	2,000
Becs	4,000
*Other	300

Note : * Motor Cycle を含む。

ii) 運転手

Bus, Truck の運転手及び助手を対象とする。

Table 8-2 運転手及助手の時間単価

運 転 手 ・ 助 手	時間単価 (£M/hr)
運 転 手	0.34
助 手	0.24

Note : Refer to Economic Activities in 1967

III) 乗客

Table 8-3 時間単価

車 種	時間単価 (もM/Vehicle hr)
Car, Van	0.44
Bus	5.11
*Others	0.34

Note : *Motor Cycleを含む。

就業者1人当りの時間単価は、次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{時間単価} &= \frac{\text{年間総就業者所得}}{\text{年間総就業時間}} \\ &= 0.284 \text{もM/人} \cdot \text{時間} \end{aligned}$$

Car, VanまたはOthers は就業者1人当りの時間単価に平均乗車人数1.55人/台, 1.2人/台を乗じて求めた。

Bus は平均乗車人数を36人/台とし, そのうち1/2が就業者と仮定し, 便益計算の対象としては就業者のみを考え, 就業者の時間単価に平均乗車人数の1/2を乗じた値をBusの時間単価とした。

IV) 貨物

貨物の時間単価についての適当な資料がないため, ここでは, 貨物のトン・時間当りの単価を走行単価の1/2と考え, 一般走行速度を30mile/hr, 平均積載量をTruck 3t/台, Van 0.3t/台として, それぞれの1台当りの時間単価を下記のように定めた。

Table 8-4 貨物の時間単価

車 種	時間単価 (€M/Vehicle hr)
Truck	0.14
Van	0.01

2) 走行便益単価

橋梁を利用した場合、フェリーに比べて約9.5km多く運転することになり、ここでは橋梁を利用した場合の走行経費と、フェリーを利用した場合の発進、停止費用の差を便益とする。

Malta島, Gozo島間の1トリップ当りの便益単価は次のようになる。

Table 8-5 走行便益単価

車 種	走行便益単価 (€M/台・トリップ)
Car	-0.051
Van, Truck	-0.072
Bus	-0.096
Other	-0.016

橋梁を利用した場合の走行経費と、フェリーを利用した場合の発進、停止の費用を比較すると、橋梁を利用する場合の費用の方が高いため、走行便益単価は、マイナスになる。

8-1-3 便益計算

8-1-1「便益の種類」でとりあげられた便益を、ケース1・2・3および参考までにケース4・5・6 (Table 8-13参照) について算定するとTable 8-6~Table 8-11のようになる。

表の上段は100€M単位、下段は100万円単位で表示している。交換レートは変動相場制であるので、一応1€M=750円として便益計算を行なった。

交換レートの変更によって経済評価の内容が異なってくるのは好ましくないので、費用、便益とも現地通化を主体に考えて、経済効果の算定結果が交換レートの変動に影響されないように配慮した。

便益のうちで最も大きいのは全便益の62%～45%近くを占める「架橋により不要となるフェリーの維持、管理費」で、次に全便益の36%～14%近くを占める「架橋によって不要となる港湾の建設費、維持費」が続いている。

B) 項の時間便益は全便益の34%～10%近くを占め、割合少ない。

したがって、A) 項の不要となる費用は全便益に対して占める割合が大きく重要であるので、港湾の建設費をHigher Estimate と Lower Estimate の2案について検討した。

Table 8-6 年度別便益一覧表

単位：上段 100万M 橋梁料金.....無料
 下段 100万円 港務費用.....Higher Estimate
 注) *印は1981年より5年間
 それ以降は1995年と同じ値

便益	年 度				1995				2010			
	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計
A 不要となる費用	1. 将来交通需要の増加に対処するために必要となる港務の建設費、維持費	* 2072		* 2072	1666	1666	1666		1666		1666	1666
	2. フェリーの維持、管理費 (これらの維持、管理費の算定が困難) (な場合はフェリーの運賃)	* 155.4		* 155.4	125.0	125.0	125.0		125.0		125.0	125.0
	3. 小舟の維持、管理費	2835		2835	2905	2905	2980		2980		2980	2980
	4. フェリーを利用する車の停止、発進加速の経費と橋を走行する経費との差	212.6		212.6	217.9	217.9	223.5		223.5		223.5	223.5
B 時間便益	1. 乗客の時間節約	1		1	-1	-1	-3		-3		-3	-3
	2. 貨物の時間節約	0.1		0.1	-0.1	-0.1	-0.2		-0.2		-0.2	-0.2
	3. 運転手の時間節約	-87		-87	-151	-151	-210		-210		-210	-234
	4. 車輛の時間節約	-6.5		-6.5	-11.3	-11.3	-15.8		-15.8		-15.8	-17.6
C 料収金入	1. 橋梁を有料にした場合の料金収入	559		559	965	1089	1343		1343		1515	1515
	2. 貨物の時間節約	41.9		41.9	72.4	81.7	100.7		100.7		113.6	113.6
	3. 運転手の時間節約	13		13	23	24	32		32		34	34
	4. 車輛の時間節約	1.0		1.0	1.7	1.8	2.4		2.4		2.6	2.6
合 計	5609		5609	5778	5941	6327		6327		6558	6558	
	420.7		420.7	433.4	445.6	474.5		474.5		491.9	491.9	

Table 8-7 年度別便益一覧表

CASE.....②
 橋梁料金.....無料
 単位：上段 100 兆円
 下段 100 万円
 Lower Estimate
 *印は1981年より5年間
 それ以降は1995年と同じ値

便益	年 度			1981			1995			2010		
	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計	自然発生 交通量	開発交通量	合 計
A 不要となる費用	1. 将来交通需要の増加に対処するため 必要となる港湾の建設費、維持費	* 1014		* 1014		810	810		810		810	810
	2. フェリーの維持、管理費 (これらの維持、管理費の算定が困難) (な場合はフェリーの運賃)	2835		2835		608	608		608		608	608
	3. 小舟の維持、管理費	2126		2126		2905	2905		2905		2905	2980
	4. フェリーを利用する車の停止、発進、 加速の経費と橋を走行する経費との差	1		1		-1	-1		-1		-3	-3
B 時間便益	1. 乗客の時間節約	0.1		0.1		-0.1	-0.1		-0.1		-0.2	-0.2
	2. 貨物の時間節約	-87		-87		-151	-151		-169		-210	-234
	3. 運転手の時間節約	-6.5		-6.5		-11.3	-11.3		-12.7		-15.8	-17.6
	4. 車輛の時間節約	559		559		965	965		1089		1343	1515
C 料収入	1. 橋梁を有料にした場合の料金収入	419		419		72.4	72.4		81.7		100.7	113.6
	2. 貨物の時間節約	13		13		23	23		24		32	34
	3. 運転手の時間節約	10		10		1.7	1.7		1.8		2.4	2.6
	4. 車輛の時間節約	33		33		56	56		67		79	95
合 計	25		25		4.2	4.2		5.0		5.9	7.1	
	183		183		315	315		360		440	505	
	137		137		236	236		270		330	379	
	4551		4551		4922	4922		5085		5471	5702	
	3413		3413		3692	3692		381.4		4103	4277	

Table 8-9 年度別便益一覧表

単位：上段 100 兆円
下段 100 万円
CASE.....④
橋梁料金.....有料
港湾費用.....Higher Estimate
印は1981年より5年間
それ以降は1995年と同じ値

便益	1981		1995		2010	
	自然発生 交通量	合 計	自然発生 交通量	合 計	自然発生 交通量	合 計
A 不要となる費用	1. 将来交通需要の増加に対処するために必要となる港湾の建設費、維持費	2072	2072	1666	1666	1666
	2. フェリーの維持、管理費 (これらの維持、管理費の算定が困難) (な場合はフェリーの運賃)	155.4	155.4	125.0	125.0	125.0
	3. 小舟の維持、管理費	2835	2835	2905	2905	2980
	4. フェリーを利用する車の停止、発進、加速の経費と橋の走行する経費との差	212.6	212.6	217.9	217.9	223.5
B 時間便益	1. 乗客の時間節約	1	1	-1	-1	-3
	2. 貨物の時間節約	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.2
	3. 運転手の時間節約	-87	-87	-151	-169	-234
	4. 車輻の時間節約	-6.5	-6.5	-11.3	-12.7	-17.6
C 料収入	1. 橋梁を有料にした場合の料金収入	559	559	965	1089	1515
		419	419	72.4	81.7	113.6
		13	13	23	24	34
		1.0	1.0	1.7	1.8	2.6
合 計		33	33	56	67	95
		2.5	2.5	4.2	5.0	7.1
		183	183	315	360	505
		13.7	13.7	23.6	27.0	37.9
	993	993	1709	1900	2657	
	74.5	74.5	128.2	142.5	199.3	
	6602	6602	7487	7841	9215	
	495.2	495.2	561.5	588.1	691.1	

Table 8-10 年度別便益一覧表

単位：上段 100毛M
 下段 100万円
 CASE.....⑤
 橋梁料金.....有料
 港務費用.....Lower Estimate
 *印は1981年1995年間
 それ以降は1995年と同じ値

便益	1981		1995		2010		
	自然発生 交通量	開発交通量 合計	自然発生 交通量	開発交通量 合計	自然発生 交通量	開発交通量 合計	
A 不要となる費用	1. 将来交通需要の増加に対処するために 必要となる港湾の建設費、維持費	* 1014	810	810	810	810	
	2. フェリーの維持、管理費 (これらの維持、管理費の算定が困難) (な場合はフェリーの運賃)	* 76.1	60.8	2905	2905	60.8	60.8
	3. 小舟の維持、管理費	2835	2905	2179	2179	2980	2980
	4. フェリーを利用する車の停止、発進、 加速の経費と橋を走行する経費との差	2126	2179	-1	-1	2235	2235
B 時間便益	1. 乗客の時間節約	1	0.1	-0.1	-0.1	-3	-3
	2. 貨物の時間節約	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
	3. 運転手の時間節約	-87	-87	-151	-169	-210	-234
	4. 車輛の時間節約	-6.5	-6.5	-113	-127	-158	-176
C 料収 金入	1. 乗客の時間節約	559	559	965	1089	1343	1515
	2. 貨物の時間節約	419	419	724	817	1007	1136
	3. 運転手の時間節約	13	13	23	24	32	34
	4. 車輛の時間節約	1.0	1.0	1.7	1.8	2.4	2.6
計	1. 乗客の時間節約	33	33	56	67	79	95
	2. 貨物の時間節約	2.5	2.5	4.2	5.0	5.9	7.1
	3. 運転手の時間節約	183	183	315	360	440	505
	4. 車輛の時間節約	13.7	13.7	23.6	27.0	33.0	37.9
計	1. 橋梁を有料にした場合の料金収入	993	993	1709	1900	2390	2657
	2. 橋梁を有料にした場合の料金収入	74.5	74.5	128.2	142.5	179.3	199.3
合計	5544	5544	6631	6985	7861	8359	
合計	415.8	415.8	497.3	523.9	589.6	626.9	

Table 8-11 年度別便益一覧表

CASE.....⑥
 橋梁料金.....有料
 港灣費用.....無
 単位：上段 100万M
 下段 100万円

便 益	年 度		1981		1995		2010	
	交 通 の 質	交 通 の 量	自然発生 交通量	開発交通量 合 計	自然発生 交通量	開発交通量 合 計	自然発生 交通量	開発交通量 合 計
A 不要となる費用	1. 将来交通需要の増加に対処するために必要となる港灣の建設費、維持費							
			2835	2835	2905	2905	2980	2980
			2126	2126	2179	2179	2235	2235
			1	1	-1	-1	-3	-3
B 時間便益	2. フェリーの維持、管理費 (これらの維持、管理費の算定が困難) (な場合はフェリーの運賃)		01	01	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
			-87	-87	-151	-151	-210	-234
			-6.5	-6.5	-11.3	-11.3	-15.8	-17.6
			559	559	965	965	1343	1515
C 料収金入	3. 小舟の維持、管理費		419	419	724	724	1007	1136
			13	13	23	23	32	34
			1.0	1.0	1.7	1.7	2.4	2.6
			33	33	56	56	79	95
合計	4. フェリーを利用する車の停止、発進、加速の経費と橋を走行する経費との差		2.5	2.5	4.2	4.2	5.9	7.1
			183	183	315	315	440	505
			137	137	236	236	330	379
			993	993	1709	1709	2390	2657
合計	1. 乗客の時間節約		745	745	1282	1282	1793	1993
			4530	4530	5821	5821	7051	7549
			3398	3398	4366	4366	5288	5662
合計	2. 貨物の時間節約							
合計	3. 運転手の時間節約							
合計	4. 車輛の時間節約							
合計	1. 橋梁を有料にした場合の料金収入							
合計	合計							

8・2 建設費

8・2・1 建設費

「6・4建設費の算定」の項で既に検討したように、橋梁の建設費は次のようになる。

Table 8-12 橋梁の建設費(百万円)

項 目	建 設 費
A 橋梁建設費	7,482,700
B 道路建設費	354,700
C 小計(A+B)	7,837,400
D 詳細設計および測量その他調査	235,100
E 税金	548,600
F 予備費	1,567,400
G 合計(A+B+D+E+F)	10,188,500
H 維持管理費	54,700(百万円/年)

8・2・2 工期

Table 6-7の工程表によると、架橋には7年の期間が必要と思われる。

架橋の時期は技術面、経済面、行政面の3方向から総合的に慎重に決定すべきであるが、ここでは技術面からのみ架橋の時期を検討して、その経済効果の算定を試ることとする。架橋の投資効果は、後年になればなるほど有利になると考えられるが、1974年からすぐ調査、詳細設計、測量を開始するものと仮定すると、7年間の建設期間を経て、供用開始は1981年の予定となる。

7年間の建設期間中の建設費投資の重心は、供用開始予定年より1年半前となるので、この値を経済効果の算定に用いた。

8・3 経済評価

供用開始予定年を1981年とし、償還終了予定年を30年と仮定すると、2010年の年末に償還終了予定となる。

8・1・3の便益計算で算定されたように、便益額は便益算定項目の様々な組み合わせによって異なってくるので、次のような3ケース、および参考までに橋梁を有料制にした場合の3ケースについての便益を算定し、経済効果の検討を行なった。

Table 8-13 経済効果の検討の対象として考えられるケース

橋梁の有料・無料	港湾建設の有無	建設費		ケース
		港湾費用		
無料	有	Higher Estimate		1
		Lower Estimate		2
	無			3
				4
有料	有	Higher Estimate		5
		Lower Estimate		6
	無			

計上された便益の項で既に述べたように、将来交通需要の増加に対処するために必要になる船着き場の増設費が、便益として計上される。

文献「Gozo - Mgarr Harbour Proposed Remodelling」を参考にすると、これらの増設費は高く見積った場合と低く見積った場合の2ケースが考えられるので、これらの考え方を導入してケース1、2および参考までにケース5、6について経済性の検討を行なった。ケース3および6は、将来、フェリー利用交通量が増大してもMalta島側に船着き場を設けず、現在の接岩施設をそのまま利用する案である。

Table 8-13 にあげられている6ケースについて、費用便益比および内部収益率を計算すると、Table 8-14, Table 8-15, Fig.8-1のようになる。

これらの結果によると、橋梁が無料で便益が最も高く算定される場合でも、その内部収益率は、 $r = 29.3\%$ であり、考えられる国際金融機関の借款条件をはるかに下回っている。

現在のフェリー料金および日本における有料道路の料金を参考にして、次のような料金制度を橋梁に適用するものと仮定して、参考までにその内部収益率を求める。

仮定した橋梁の利用料金（片道）

Car, Van	0.5	€M/台
Truck	1.0	€M/台
Bus	1.5	€M/台
Motor cycle	0.15	€M/台

上記の仮定した橋梁料金をもとに、ケース4の内部収益率を算定すると、 $r = 4.86\%$ となる。

橋梁を有料制にすることは、いろいろと問題があるので、本調査ではあくまで参考までに、その経済性の検討を行なったにすぎない。

現在、3艘のフェリーがMalta島、Gozo島間を就航している。現在の運行回数は7往復～5往復であるが、もし、これらのフェリー運行回数を1日1艘あたり10便～11便（Table7-2参照）にすれば、1年間の輸送能力は43.3万台（Table7-3参照）となり、2010年の自然発生交通量29.8万台/年を充分消化できる輸送能力を持つことになる。

したがって、現在のフェリーを改良することにより将来の交通需要にも対処できるので、当分の間は現在のフェリーの効率的運用を計り、また、架橋の投資効果は、Malta国の開発レベルが促進され交通量も次第に増加してくる後年に、橋梁の建設時期を延ばすことにより増大するので、橋梁の建設時期は、再度詳細な調査を行なった上で、慎重に決定すべきである。

現在、冬期に欠航しているフェリーは、Malta島側に港湾施設を設けることにより運航可能となるので、交通の随時性もある程度は充足されてくるものと思われる。

最後に、以下の考え方を要約すると次のようになる。

- 1) 本プロジェクトは、経済的には投資効果の低いプロジェクトである。（最大内部収益率 $r = 2.93\%$ ）
- 2) 当分の間は、現在のフェリーの効果的運用を考えるべきである。

Table 8-14 利率と償還終了年および30年間におけるB/C

利率	Case 1		Case 2		Case 3	
	償還終了年	30年間における 費用便益比B/C (1981年~2010年)	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1981年~2010年)	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1981年~2010年)
0.5	2001	1.41	2005	1.20	2010	1.00
1.0	2002	1.31	2007	1.12	2013	0.93
1.5	2004	1.22	2009	1.04	2016	0.86
2.0	2006	1.14	2012	0.97	2021	0.80
2.5	2008	1.06	2016	0.90	2027	0.75
3.0	2011	0.99	2020	0.84		0.70
3.5	2015	0.93	2028	0.79		0.65
4.0	2020	0.87		0.74		0.61
4.5	2030	0.82		0.69		0.57
5.0		0.77		0.65		0.53
5.5		0.72		0.61		0.50
6.0		0.68		0.57		0.47
6.5		0.64		0.54		0.45
7.0		0.61		0.51		0.42
7.5		0.57		0.48		0.40
8.0		0.55		0.46		0.38
8.5		0.52		0.43		0.36
9.0		0.49		0.41		0.34
9.5		0.47		0.39		0.32
10.0		0.45		0.37		0.31
10.5		0.43		0.36		0.29
11.0		0.41		0.34		0.28
11.5		0.39		0.33		0.27
12.0		0.37		0.31		0.25
12.5		0.36		0.30		0.24
13.0		0.34		0.29		0.23
13.5		0.33		0.27		0.22
14.0		0.32		0.26		0.21
14.5		0.30		0.25		0.21
15.0		0.29		0.24		0.20
内部収益率	Case 1		r =		2.93%	
	Case 2		r =		1.79%	
	Case 3		r =		0.50%	

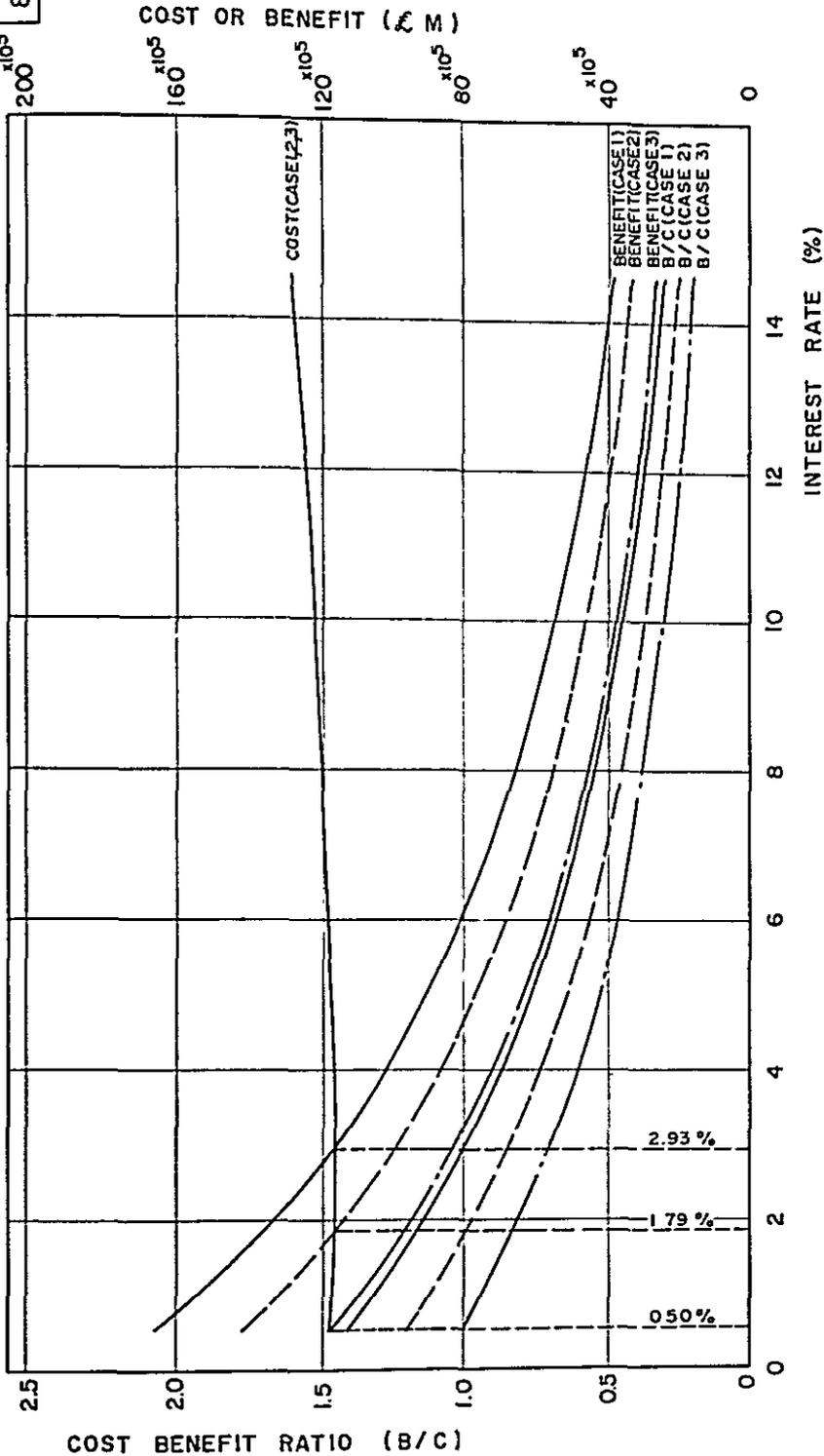
Case 1	橋梁	港湾コスト
Case 2	無料	Higher Estimate
Case 3	"	Lower Estimate
	"	なし

Table 8-15 利率と償還終了年および30年間におけるB/C

利率	Case 4		Case 5		Case 6	
	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1981年～2010年)	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1981年～2010年)	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1981年～2010年)
0.5	1997	1.83	1999	1.63	2002	1.43
1.0	1997	1.70	2000	1.51	2003	1.32
1.5	1998	1.58	2001	1.40	2005	1.22
2.0	1999	1.47	2002	1.30	2006	1.14
2.5	2001	1.37	2004	1.21	2008	1.06
3.0	2002	1.28	2006	1.13	2011	0.99
3.5	2004	1.19	2008	1.05	2015	0.92
4.0	2006	1.12	2011	0.98	2019	0.86
4.5	2008	1.05	2015	0.92	2027	0.86
5.0	2012	0.98	2022	0.86		0.75
5.5	2017	0.92		0.81		0.70
6.0	2026	0.87		0.76		0.66
6.5		0.82		0.72		0.62
7.0		0.77		0.68		0.59
7.5		0.73		0.64		0.55
8.0		0.69		0.60		0.52
8.5		0.65		0.57		0.49
9.0		0.62		0.54		0.47
9.5		0.59		0.52		0.44
10.0		0.56		0.49		0.42
10.5		0.54		0.47		0.40
11.0		0.51		0.44		0.38
11.5		0.49		0.42		0.36
12.0		0.47		0.41		0.35
12.5		0.45		0.39		0.33
13.0		0.43		0.37		0.32
13.5		0.41		0.36		0.30
14.0		0.39		0.34		0.29
14.5		0.38		0.33		0.28
15.0		0.36		0.32		0.27
内部収益率	Case 4		r =		4.66%	
	Case 5		r =		3.86%	
	Case 6		r =		2.93%	

Case 4 橋梁 港湾コスト
 Case 5 有料 Higher Estimate
 Case 6 " Lower Estimate
 なし

Fig. 8-2



LINK ROAD BETWEEN MALTA AND GOZO ISLANDS
 COST, BENEFIT AND COST BENEFIT RATIO

Fig. 8-2

