

モルディヴ共和国
第3次マレ島護岸建設計画
基本設計調査報告書

平成10年1月

JICA LIBRARY



J 1141383 [8]

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

調無一
CR(1)
98-003

LIBRARY



1141383 {8}

モルディヴ共和国

第3次マレ島護岸建設計画

基本設計調査報告書

平成10年1月

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、モルディヴ共和国政府の要請に基づき、同国の第3次マレ島護岸建設計画に係る基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年8月4日から8月25日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、モルディヴ国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年10月12日から10月21日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

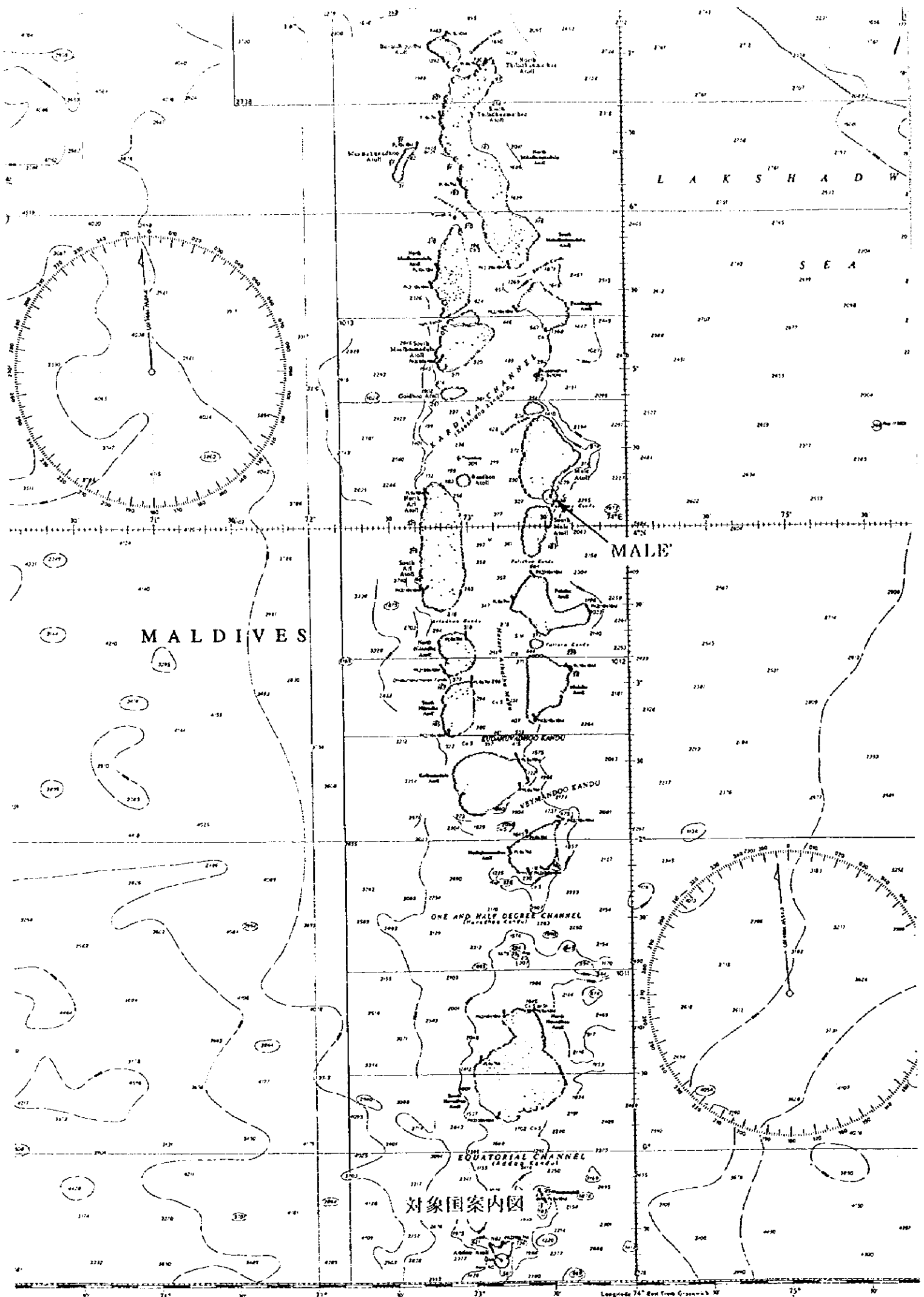
今般、モルディヴ共和国における第3次マレ島護岸建設計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成9年8月4日より平成10年1月20日までの5.5ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、モルディヴの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年1月

株式会社 バシフィック コンサルタンツ インターナショナル
モルディヴ共和国
第3次マレ島護岸建設計画基本設計調査団
業務主任 折下 定夫



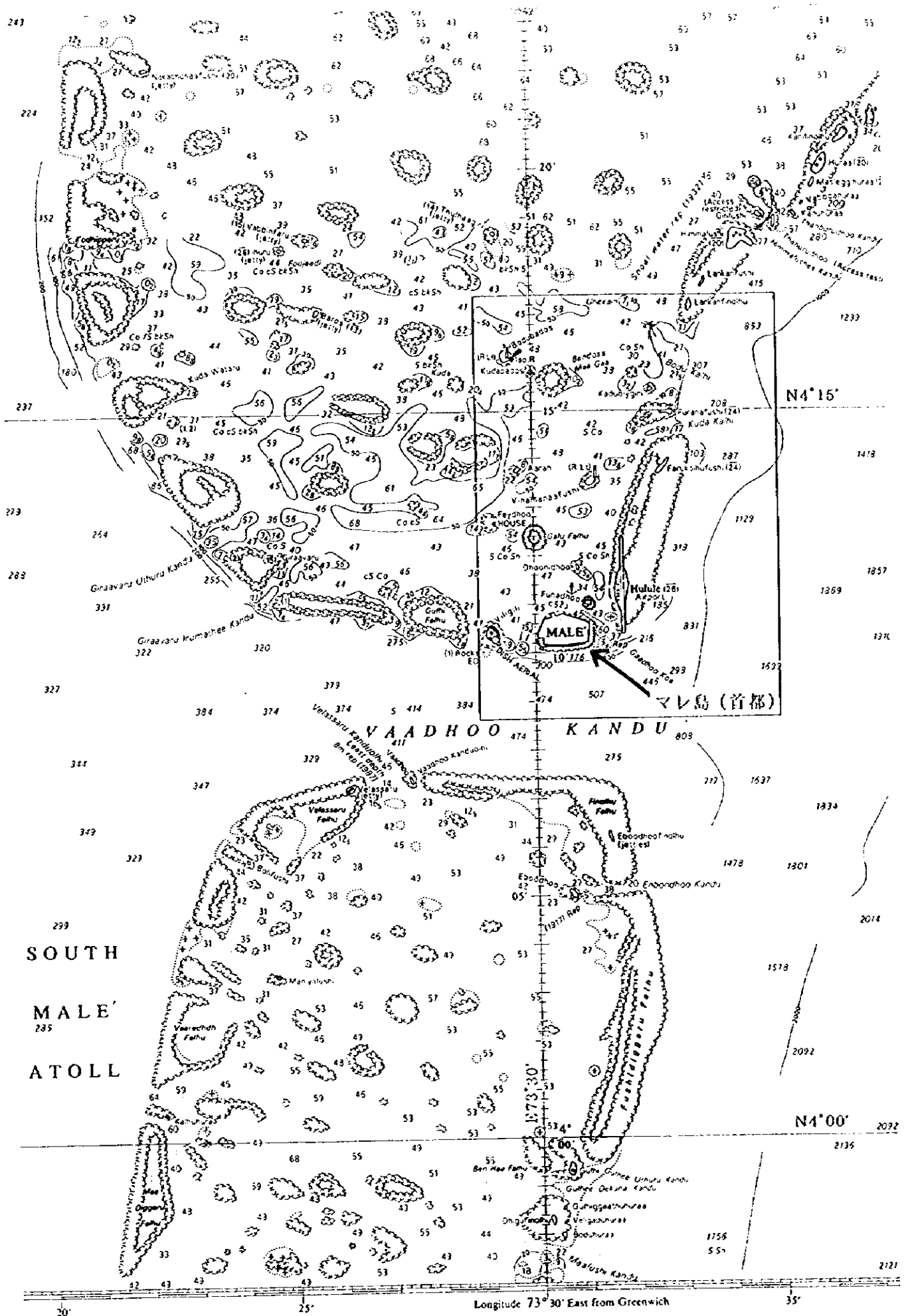
LAKSHADWEEP SEA

MALDIVES

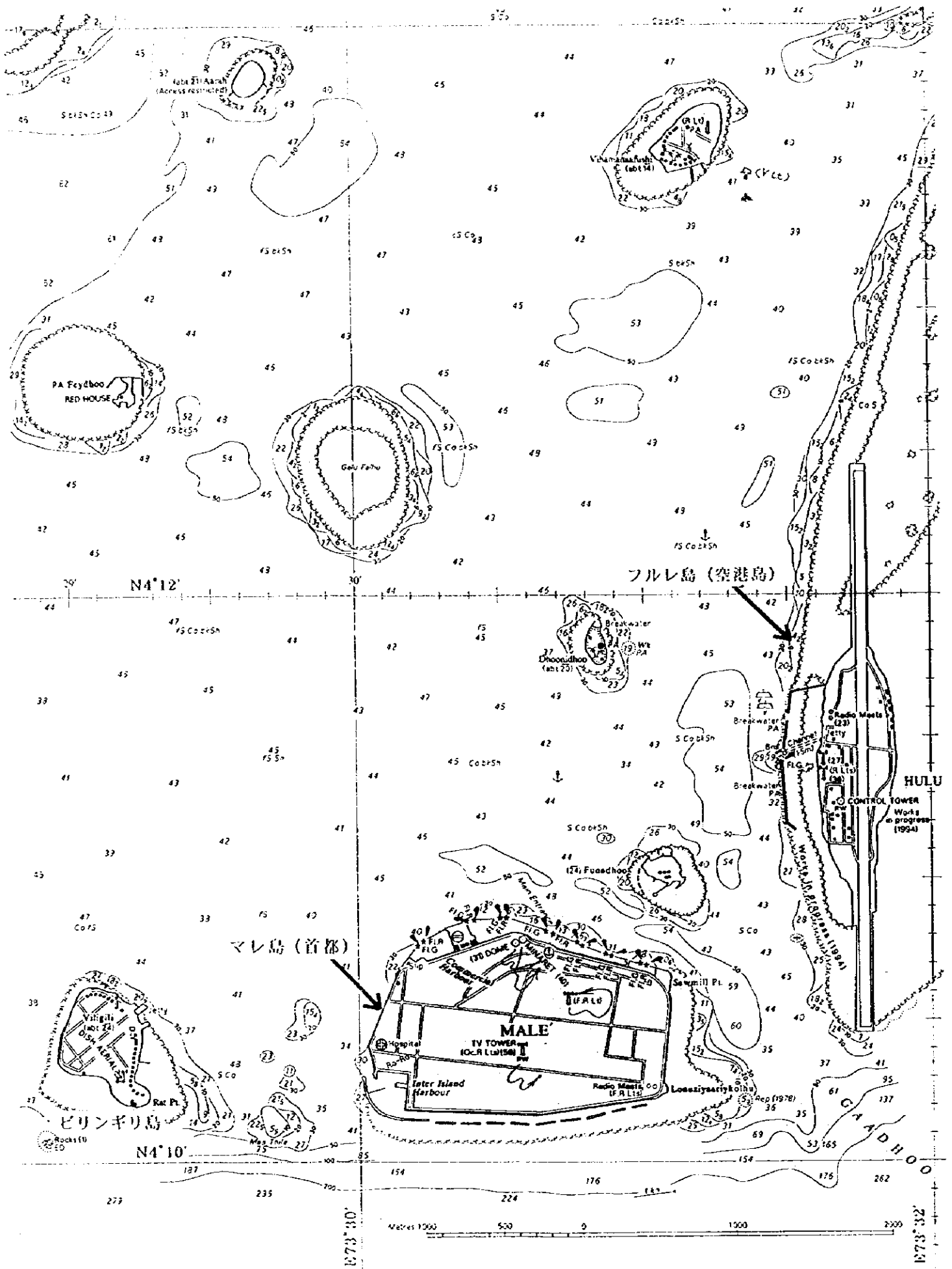
MALE

对象国案内図

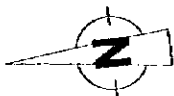
Longitude 74° East from Greenwich W



調査対象地域図 (1)

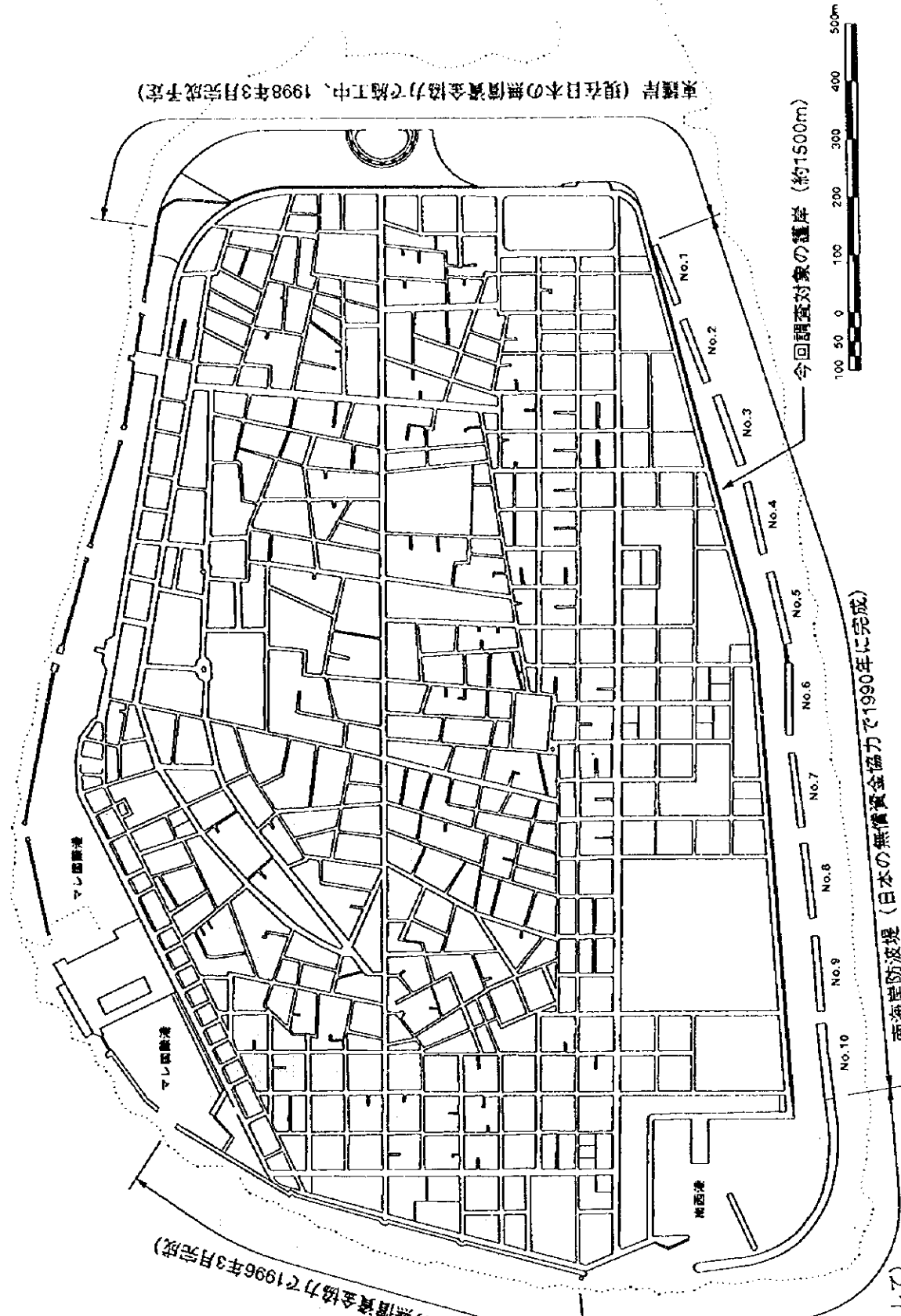


調査対象地域図 (2)



東護岸 (現在日本の無償資金協力で施工中、1998年3月完成予定)

西護岸 (日本の無償資金協力で1996年3月完成)



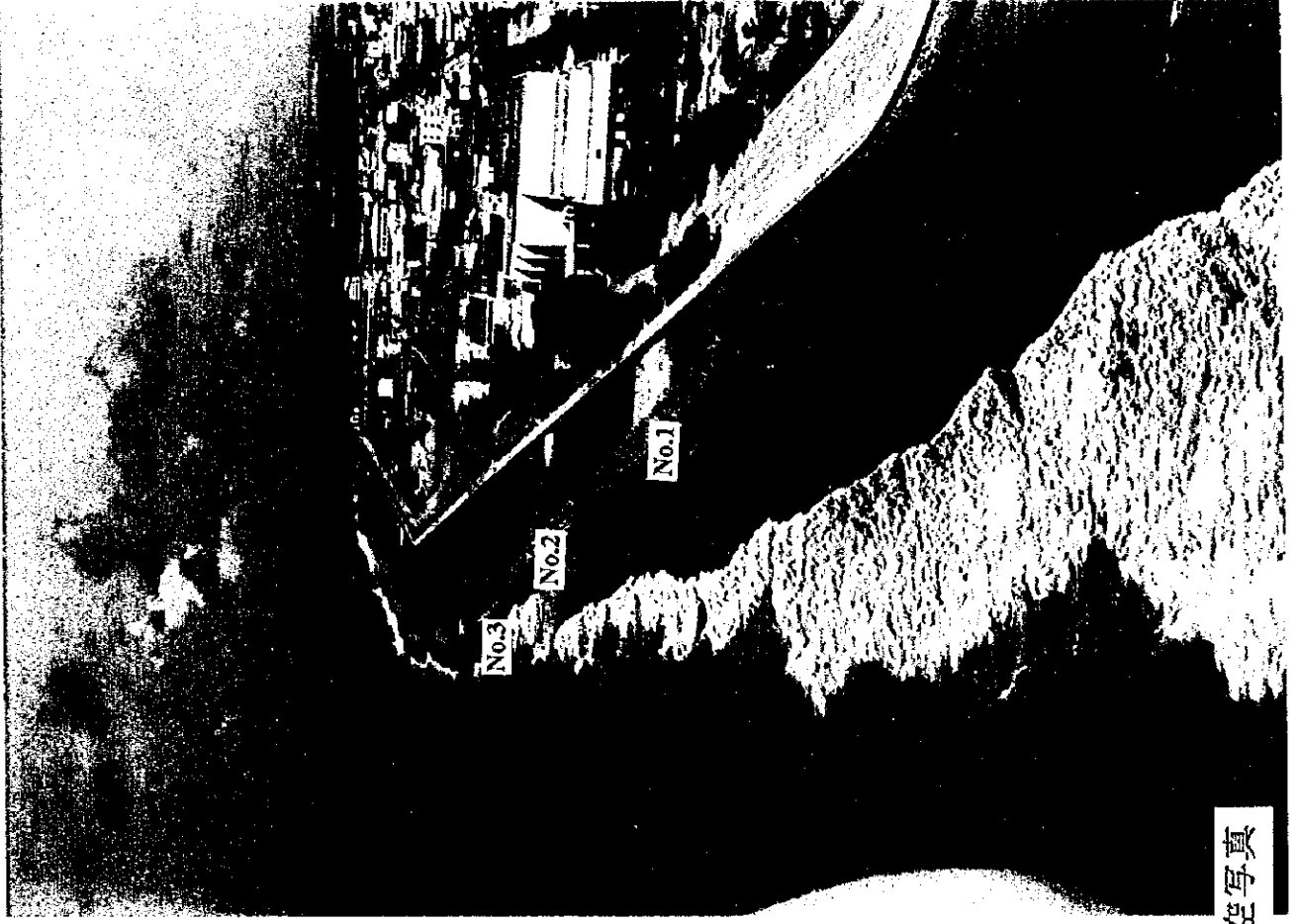
今回調査対象の護岸 (約1500m)



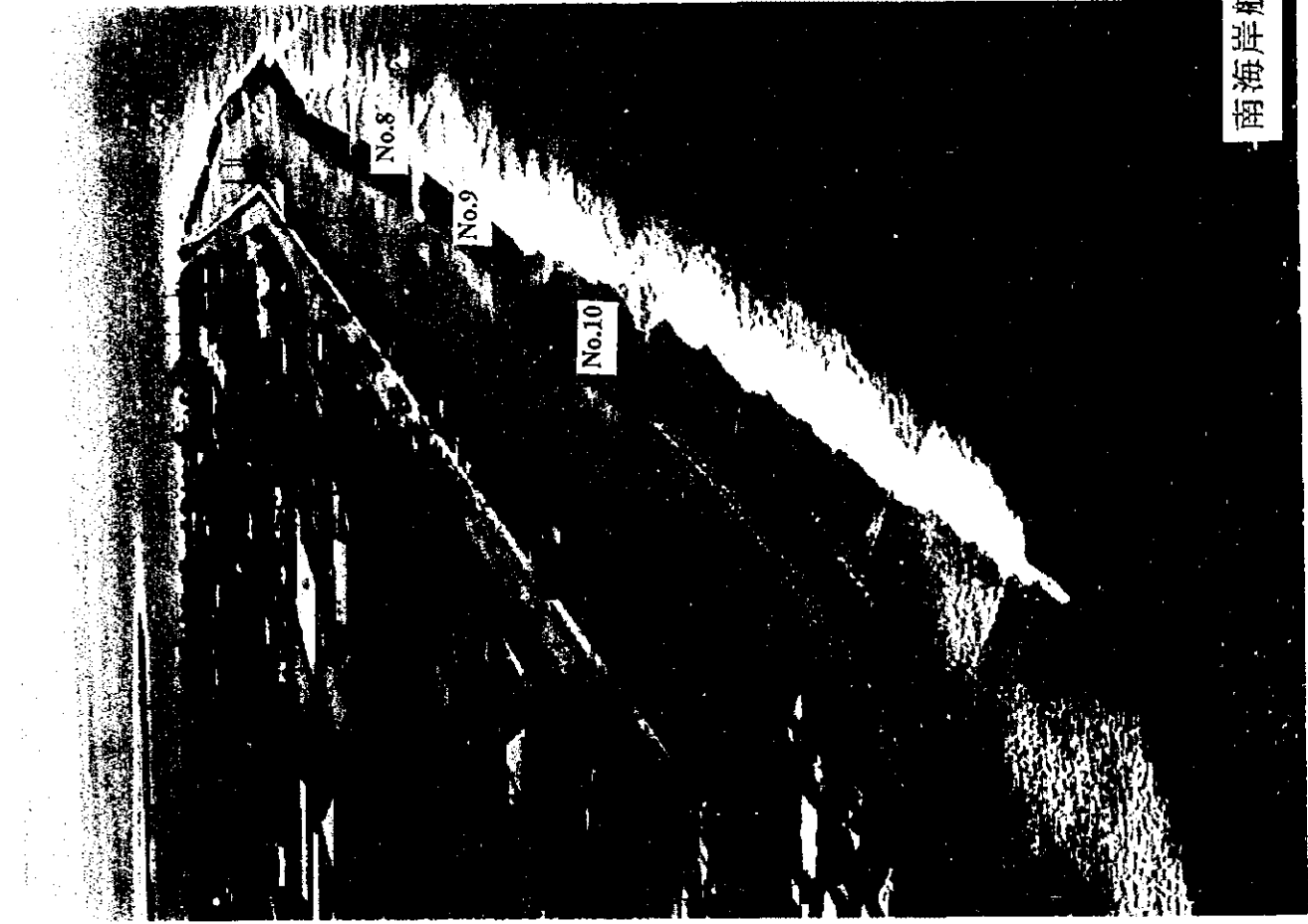
ADB他の援助で
完成した
防波堤と護岸
(南西港の一部として)

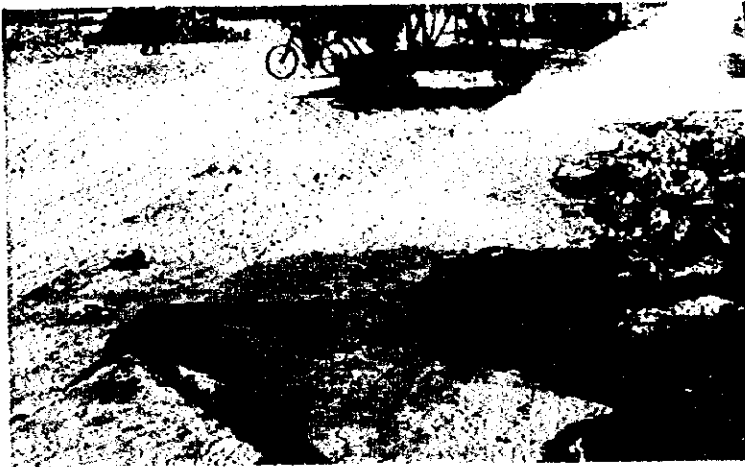
南海岸防波堤 (日本の無償資金協力で1990年に完成)

調査対象地域図 (3)

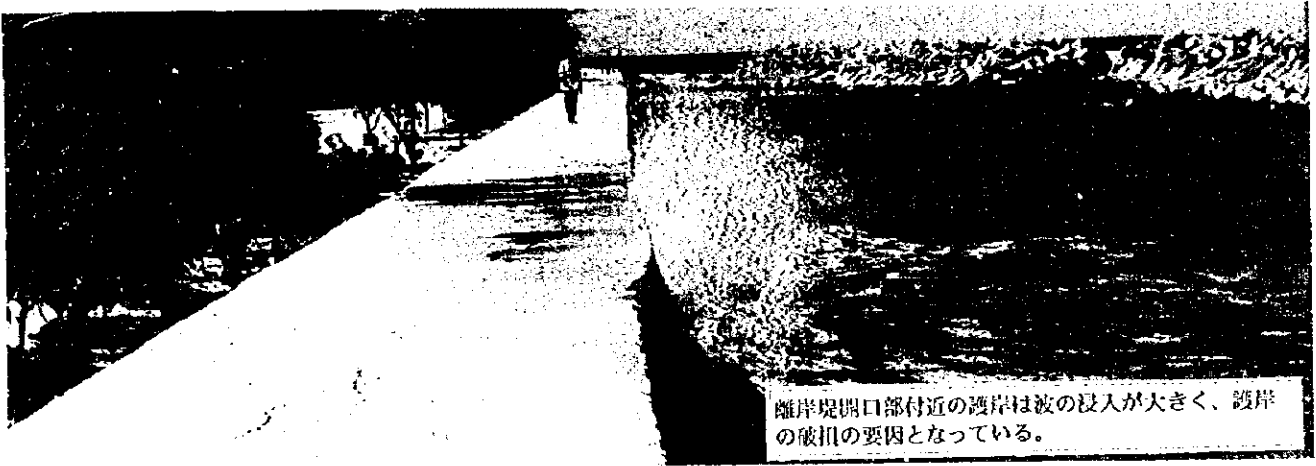


南海岸航空写真

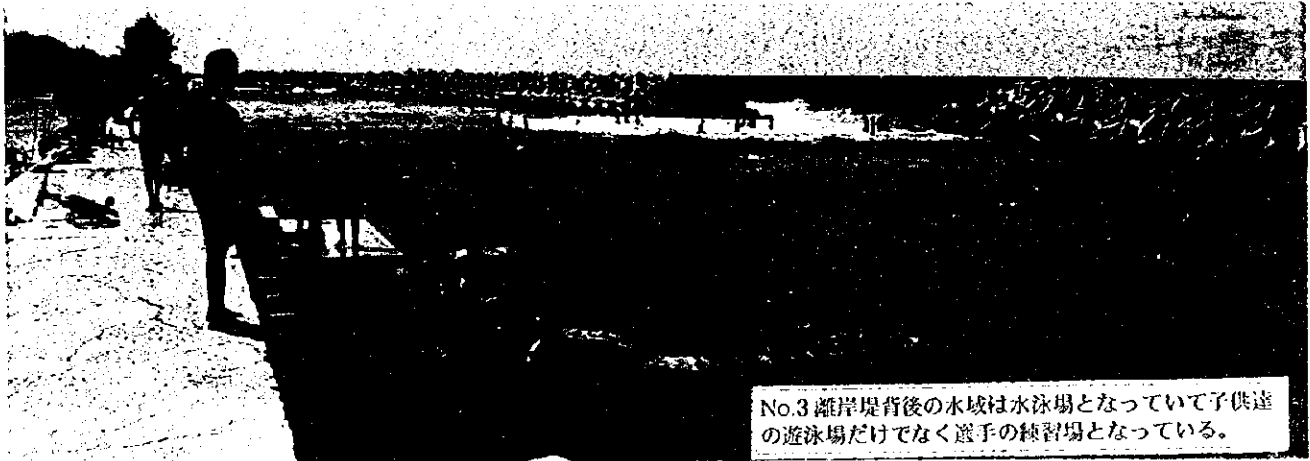




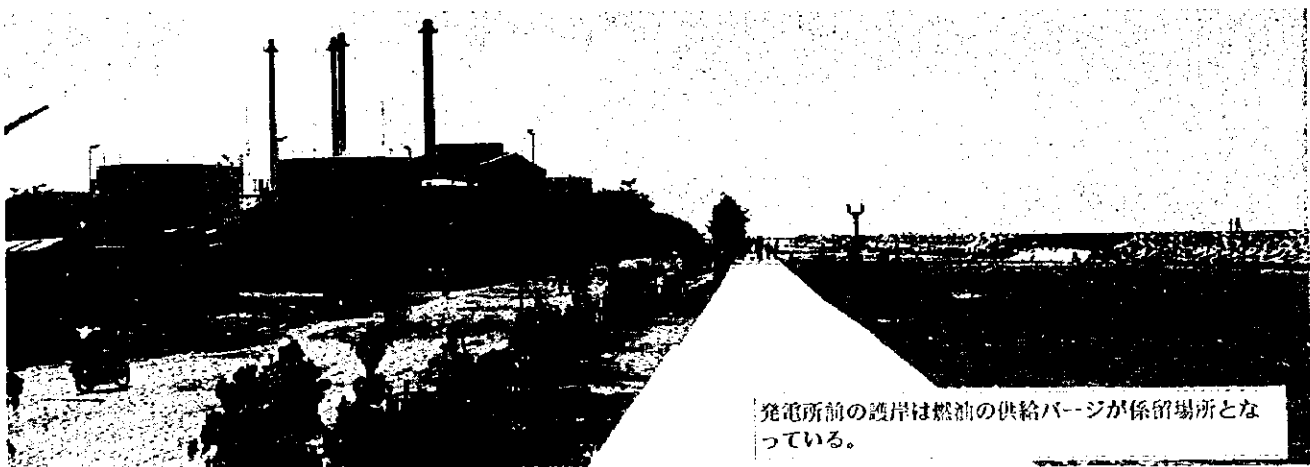
コーラルを積み上げモルタルで表面仕上げされた既設護岸は脆弱で波浪によりしばしば破損する。



離岸堤開口部付近の護岸は波の浸入が大きく、護岸の破損の要因となっている。



No.3 離岸堤背後の水域は水泳場となっていて子供達の遊泳場だけでなく選手の練習場となっている。



発電所前の護岸は燃油の供給バージが係留場所となっている。

略 語 集

GDP	:	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNP	:	Gross National Product (国民総生産)
ADB	:	アジア開発銀行
OPEC	:	石油輸出国機構
DWT	:	重量トン
D.H.W.L.	:	計画高潮位
H.W.L.	:	高潮位
M.S.L.	:	平均潮位
L.W.L.	:	低潮位
E/N	:	交換公文
GOM	:	モルディヴ共和国政府
DER	:	モルディヴ共和国外務省対外援助局
MCPW	:	モルディヴ共和国建設・公共事業省

要 約

要 約

モルディヴ国はインド洋の島嶼国で、国土は約 1,190 の珊瑚礁の島からなる。そのうち約 200 の島に人が住んでおり、首都のあるマレ島は約 180ha の面積に全人口の約 26% の 6 万 3 千人が居住し、政治・社会経済活動の全てが集中した超過密島である。マレ島は、1987 年 4 月、1988 年 6 月および 7 月の 3 回の高潮によって被災し、総額 600 万ドルと言われる甚大な被害を被った。またこの災害によってコレラが発生し、2 名が死亡、多数が感染した。この災害の原因として、人口流入の進むマレ島の土地面積を拡張するため海岸線を沖へと埋め立てたため、自然の防波堤の役目をしてきたコーラルリーフの幅が極端に減少したことと、従来の護岸本体もコーラル塊を積み上げ、モルタルで固めただけの構造で、波により劣化、破壊し易いものであったことが挙げられる。このような護岸構造の背景には、同国には建設資材となるものが、コーラルのみであり、その他の資材は全て外国より輸入しているため、規模の大きな建設工事に対して、強固な資材の確保と、輸入材を使用して建設するだけの資金確保ができず、昔からの建設工法である自国のコーラル塊を使用した練り積み式により護岸を建設し、常に破損箇所の補修を繰り返していることが挙げられる。

1987 年 4 月の異常高潮災害に対する緊急事業として、南岸の離岸堤が日本の無償資金協力で緊急に整備され、1990 年に完成した（1987～1989 年度マレ島南岸護岸建設計画）。しかし、マレ島全体の海岸防災施設計画を策定することが重要であったため、日本はモルディヴ国政府の要請に応じて 1991～1992 年度マレ島海岸防災計画調査を実施した。

同調査の提言に基づき、1994～1995 年度の事業として優先度 1 位の西岸護岸の建設が日本の無償資金協力で実施され、さらに 2 番目に優先度の高いとされた東海岸地区も 1996～1997 年度の無償資金協力として護岸を整備中であり、1998 年 3 月に完成の予定である。

1996 年 8 月モルディヴ国政府は同調査で優先度 3 位となっている南岸護岸（約 1.5km）の建設の無償資金協力を日本政府に要請した。マレ島南海岸については、上述の緊急事業として、離岸堤が建設され、直接的に大きな波を受けることは少ないが、海水循環機能を維持する離岸堤間の開口部より、一部の波が直接護岸に影響を及ぼし、コーラルの練り積み式護岸の損傷箇所が目立っており、一度異常高潮による高波が来襲すれば、離岸堤により軽減された波でも、その波圧により護岸が崩壊し、マレ島の最重要施設の集まっている南海岸地区に浸水する危険性をはらんでいる。日本政府はこの要請を受け、1997 年 8 月 4 日より 22 日間 JICA の「第 3 次マレ島護岸建設計画基本設計調査団」をモルディヴ国に派遣し、要請の内容・背景の確認、測量の実施、既設施設の調査、建設事情調査等を実施した。また、同年 10 月 14 日より 8 日間基本設計概要書説明調査団を派遣し、基本設計調査の結果および協力計画の内容についてモルディヴ国政府に説明・協議し、協力内容の同意に至った。

調査の結果、以下の状況と留意点が確認された。

- (1) 1987年の高潮災害に対して、我が国の無償資金協力の緊急事業として、南海岸に10基（1基約100m）の離岸堤（3t型消波ブロック積み構造、延長1.52km）が1990年に完成し、外洋からの波の侵入が緩和され、直接的に大きな波を受けることはなくなった。しかし、離岸堤間に設けられた開口部等により、うねりが侵入し、コーラルを積み上げモルタルで固めた従来工法で建設された護岸は、このうねり等により破損が著しく、その都度修復を余儀なくされている現状であった。このような護岸構造を強固なものにし、離岸堤と合わせて、海岸防災機能を完全なものとする必要がある。
- (2) 離岸堤開口部（約40m/ヶ所）より、その地盤高以上の潮位時に侵入するうねりにより、離岸堤と護岸間の水域の海水位を上昇させており、うねりや波の侵入のない西端に位置する南西港口の水位との差が生じて、護岸前面では東から西の流れが発生している。この水位の状況と流れを計画に考慮する必要がある。
- (3) モルディヴ国政府は、対象区域の東端部にある離岸堤 No.1 と No.2 の背後（約5,000m²）を埋め立てる計画を持っており、埋立地は公園や海水プール用地として利用する計画である。したがって、この計画を護岸配置と構造計画に考慮する必要がある。
- (4) 対象護岸の背後地には国際会議場、発電所、上下水道施設および学校等の重要施設が集まっており、それら施設の機能を重視した設計基準を採用し、将来計画も考慮した計画とする必要がある。
- (5) 対象区域の護岸において、西端より約500mが小船の係留場として利用されており、また、他の区域の一部（約120m）が海水浴場となっている現状で、それぞれの護岸の利用形態を考慮し、現状の機能をそこなわない計画にする必要がある。

上記の問題点と現況を認識し、また先の開発調査の設計方針、離岸堤との整合性と今回の基本設計調査を踏まえ、第3次マレ島護岸建設計画の基本設計は以下の方針で実施することとした。

- (1) モルディヴ側の埋め立て計画を考慮し、埋め立て予定区域（約250m）の離岸堤を護岸の本体として利用する。その際、構造的に撤去可能な離岸堤消波ブロックの一部を撤去し、他の区域の離岸堤開口部に潜堤として設置し、波の侵入の軽減を計り、護岸建設費の軽減に役立てる。また埋立区域の護岸法線は埋め立て計画を考慮し決定する。
- (2) 小船舶の係留場として利用されている区域は、その利用船舶の形状、利用数等を考慮し、水深や規模を決定する。また係留の可能な構造とする。海水浴場として利用されている区域は、水面へのアプローチが容易となるように階段等を設ける。その他の区

域の護岸構造については、経済性と耐久性および利用面の有利性を比較検討し決定する。

- (3) 護岸背後の施設の海水取入口、排水口、雨水排水口等の将来計画も含め、護岸本体の構造に配慮すると共に、背後地に重要施設がある場合の基準を適用する。また、埋め立て地に計画された海水プール海水取水口を護岸に設ける。

計画護岸の諸元と施設延長

構造タイプ	構造形式	延長(m)	天端高(m)	堤体水深(m)	備考
A	コンクリートブロック式直壁	490.0	+2.1	-2.5	船舶係留可能
B-1	同上	284.0	+2.1	-1.5	船舶係留可能
B-2	同上	341.1	+2.5	-1.2	船舶係留可能
C	捨石式傾斜堤+コンクリートブロック	120.0	+2.5	-1.0	階段部あり
D	捨石傾斜堤	57.2	+3.8	+0.5	階段部あり
E	既設離岸堤+裏込め石	242.8	+4.0	+0.5	背後埋め立て
F	捨石傾斜堤	11.1	+4.0	+0.5	背後埋め立て
合計(護岸部)		1,546.1			
G	31m幅の溝(既設物を転用)	40m×7	1層	+0.5	既設離岸堤開口部の消波

事業実施の工期は実施設計・入札図書作成に3ヶ月間、建設工事に18ヶ月間が見込まれる。概算事業費は全体で1,423百万円(日本側負担分1,409百万円、相手国負担分14百万円)であり、日本側負担分の事業費は詳細設計29百万円、建設費1,380百万円である。

マレ島は削られた珊瑚礁が堆積してできた島のため地盤が低く(満潮位より10~30cm高い)高潮災害を受け易い地形である。その中でも南海岸はマレ環礁の外洋に面しており、常に2m程度の波が押し寄せている。離岸堤により軽減された波に対しても破損を補修しなければならない既設護岸を恒久構造の護岸にする事により、背後地の重要施設、都市機能および住民の生命と財産に災害を与えた50年周期の高波に対して、先の離岸堤と合わせ完全な海岸防災施設となることができる。このような完全な海岸防災施設を建設することにより下記の裨益効果が期待できる。

- (1) この区域(約30ha)に居住する約20,000人の生命・財産が直接災害から免れ、一般市民の安定生活を確保できる。また、学校等の公共施設を海水浸水から防護し、社会活動の安定発展を維持する。

- (2) 発電所（1996年の消費量12万8千kwh）と清水プラント（海水を淡水化する施設、現在日産2,600t）の災害が免れることによりマレ島全土（人口63,000人）の電力供給の安定維持を確保できる。
- (3) モルディヴ国政府が計画している埋立地（公園、海水プール等の公用地）の拡張、および海水浴場の整備等の社会環境整備を間接的に支援することができる。
- (4) 地球温暖化による海面上昇に対しても、マレ島防災施設の礎となる。

本計画により前述のような多大な効果が期待されると同時に、本計画が広くマレ島住民のBHNの向上に寄与するものであり、以下の点を実施されることにより、本件工事の円滑な実施が可能となるとともに護岸のより永続的な活用および、維持管理の軽減が図られるものである。

- 1) 先方負担の埋め立て工事が、本プロジェクトの護岸建設工程に合わせて実施されること。
- 2) 小船等の護岸への係船に対して、護岸に損傷を与えないよう利用法を考慮すること、および、水路等の浚渫を計画する場合は護岸本体に影響を与えないようにすること。
- 3) 維持管理のなかで、今後の高波と、海水位の上昇に対し継続的な観測と高潮時の越波状況を確認し、状況の変化等のデータを記録すること。

モルディヴ共和国
第3次マレ島護岸建設計画
基本設計調査報告書

目 次

序 文	
伝達状	
対象国案内図	
調査対象地域図 (1)~(3)	
南海岸航空写真	
南海岸現況写真	
略語集	
要 約	
	頁
第1章 要請の背景	1
第2章 プロジェクトの周辺状況	3
2.1 当該セクターの開発計画	3
2.1.1 上位計画	3
2.1.2 財政事情	4
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	4
2.3 我が国の援助実施状況	4
2.3.1 マレ島南岸護岸建設計画	4
2.3.2 マレ島海岸防災計画	5
2.3.3 マレ島護岸建設計画（西海岸）	5
2.3.4 第2次マレ島護岸建設計画（東海岸）	5
2.4 プロジェクトサイトの状況	5
2.4.1 自然条件	5
2.4.2 社会基盤整備状況	10
2.4.3 既存施設の現状	13
2.5 環境への影響	14
第3章 プロジェクトの内容	16
3.1 プロジェクトの目的	16
3.2 プロジェクトの基本構想	17
3.3 基本設計	17
3.3.1 設計方針	17
3.3.2 基本計画	18

3.4	プロジェクトの実施体制	32
3.4.1	組織	32
3.4.2	予算	32
3.4.3	要員・技術レベル	34
第4章	事業計画	35
4.1	施工計画	35
4.1.1	施工方針	35
4.1.2	施工上の留意事項	35
4.1.3	施工区分	36
4.1.4	施工監理計画	36
4.1.5	資機材調達計画	37
4.1.6	実施工程	37
4.1.7	相手国側負担事項	37
4.2	概算事業費	39
4.2.1	概算事業費	39
4.2.2	運営維持・管理費	40
第5章	プロジェクトの評価と提言	41
5.1	妥当性にかかる実証・検証および裨益効果	41
5.2	技術協力・他ドナーとの連携	42
5.3	課題	45
資料		
1.	調査団員氏名、所属	資- 1
2.	調査日程	資- 2
3.	相手国関係者リスト	資- 4
4.	当該国の社会・経済事情	資- 6
5.	その他のデータ	資- 8
5.1	測量図	資- 8
5.2	土質柱状図	資-14
5.3	施設設計計算書	資-15
6.	参考資料リスト	資-20

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

モルディヴ国はインドから南に600km、スリ・ランカ国の南西約750kmのインド洋上に浮かぶ島嶼国であり、約1,190の珊瑚礁島、19の環礁（アトール）からなる。海域は赤道をはさみ（北緯7度9分から南緯0度45分、東経72度31分から73度48分）南北約820km、東西約130kmに広がっている。人口は約24.5万人（1995年）であるが、首都マレ島（長径約1.6km、短径約1.2km、海拔1~3m）には全人口の約26%の約6.3万人が居住している。モルディヴ国の主要産業は流通業、観光業、水産業であり、GDPのそれぞれ約19%、約18%、約11%を占めている（1995年国家統計）。他の産業、たとえば農業は肥沃な土壌に乏しいことなどから、近年はGDP伸び率も約6.5%と停滞している状況となっている。

モルディヴ国の国家開発計画において、開発の重点課題として掲げられているのは、首都マレへの一極集中緩和のための地方分散化推進、外貨導入促進のための財政面・法制面の環境整備、人的資源開発および技能形成の促進、首都マレおよび地方環礁の海水浸食地域に対する護岸強化等である。これらの課題のうち、特にモルディヴ国政府が緊急性が高いとして位置付けているのが、「首都マレおよび地方環礁の海水浸水地域に対する護岸強化」である。

首都マレは、上述のとおり全人口の約26%の6.3万人が居住し、社会経済活動の中心地となっているとともに、政府関係機関もすべてマレに集中していることから、マレ島を海水の浸水より防護することが同国の社会経済の発展にとって最も重要なこととなっている。同国政府は、同国におけるマレ島の重要性に鑑み、独自に護岸の整備を実施したが、予算不足・建設資材不足等によりその工事進捗状況および維持管理が思わしくない状況にある。同国側施工の既存の護岸施設（ほぼ全域に建設されている）は、構造的に弱く（直径10~20cmのコーラル・ストーンを積み上げ、表層をモルタルで仕上げた形式。セメント不足による貧弱配合およびモルタルを混ぜる際、用水に淡水を使用しないことによる強度不足）、波浪・潮汐（特に異常高潮）にさらされた場合、表層のモルタルが劣化、破壊することから、強固な護岸の建設が必要である。また、護岸の海水浸水からの防護および高潮の島内への侵入を防ぐには、消波ブロック堤の建設が有効とされており、これを建設することにより、島内を高潮の被害から軽減することが可能となる。1987年4月にインド洋から伝播してきた異常高波では、南部護岸が未整備であったため、被害額600万ドルといわれる甚大な被害を被り、あらためて護岸施設の整備の必要性が認識させられた。このような高潮による被災は、人口流入が進むマレ島の土地面積を拡張するために南海岸および西海岸部のコーラルリーフを埋め立てたことにより、自然の防波堤の役目をしてきたリーフが極端に減少したことに起因する。我が国はこれら異常高潮災害に対する援助として、無償資金協力により1987年から1989年にわたり、マレ島南海岸地区の護岸整備を行なった

(20.51 億円、1.52km)。また、1991～1992 年にかけては開発調査「マレ島海岸防災計画」にてマレ島全島の海岸防災施設計画の F/S を実施し、その結果において最も護岸整備の緊急性が高い地区としてマレ島西海岸が提言され、それに基づき、無償資金協力案件として 1994～1996 年にかけて西海岸地区の護岸整備 (13.7 億円、774m) を実施した。さらに、F/S において 2 番目に優先度が高いとされた東海岸地区も 1996～1997 年度の無償資金協力案件として護岸 (11.78 億円、1.2km) を整備中である。

本計画は、上述の F/S において優先順位第 3 位として提言された南海岸地区の護岸整備であり、今般モルディヴ国政府より無償資金協力案件として正式要請がなされた。具体的な要請内容としては、マレ島南海岸地区延長約 1.5km に護岸を建設するものである。すでに実施されているマレ島東岸護岸建設に加え、南海岸地区の護岸を整備することにより、南部、東部の都市機能保持、人命の確保が可能となり、また、今後のマレ島南海岸地区開発計画 (埋立計画、公共施設建設等) にも寄与することとなる。なお、本計画は第 5 次国家開発計画 (1997～1999 年) の中でも都市防災としての重要案件として位置付けられている。本件は、同国外務省対外援助局が受け入れ機関であるが、実施機関は建設・公共事業省が実施するものである。

こうした背景を踏まえて、日本国政府はマレ島南海岸地区の護岸整備の重要性に鑑み、第 3 次マレ島護岸建設計画の基本設計調査を実施することとなった。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

同国は現在、1997～1999年を対象年次とした第5次国家開発3ヶ年計画（初版）が公表され、その基本目標として、1) 国民の生活水準の向上、2) 地域格差の解消、3) 富の公平な分配、4) 物質および自然資源の持続維持、5) 健全な行政、6) 挙国一致と社会の結合の6項目を挙げている。

また、その優先開発課題として、次に示す3種類にまとめられている。

- 人材開発と管理 (人口増加率、外国人問題も含む雇用開発、基礎教育および、高等教育と職業訓練の供給)
- 開発環境の組織と管理 (適正成長の政策、環境管理、社会基盤と諸施設および、そのサービスと財政管理の拡充、社会開発の多様化、法律の整備)
- 居住区整備計画 (地方島の整備とマレ島開発)

これらの優先課題を具体的に改善するために、社会基盤の拡充とマレ島開発課題の中で、本プロジェクトは優先分野の一つに位置付けられ、マレ島海岸防災施設の整備の一貫のプロジェクトに挙げられる。

これら3項目の優先課題を具体的に改善するために、表2-1に示すように同開発期間中に約27億ルフィア（約2.3億ドル）の開発予算が計上されている。分野別の予算はまだ公表されていないが、マレ島南護岸の整備は上記3項目全てに係る優先度の高い案件として位置付けられている。

表2-1 第5次国家開発計画の開発予算

		百万ルフィア		
		1997年	1998年	1999年
開発予算		807	904	951
資金源	外国からの借入金	267	302	322
	外国からの無償資金協力	184	200	200
	国内借入金	2	0	0
	一般会計予算	355	402	429

出所：第5次国家開発計画（1997～99年）

(US\$1.0=11.74ルフィア)

2.1.2 財政事情

モルディヴ国の主要産業は水産業、観光業、商業で、GDPに占める比率はそれぞれ11%、18%、19%と、これら3部門で49%（1995年）を占めている。1996年における実質GDPは14.48億ルフィア、経済成長率6.5%、過去3年間（1994～1996年）の平均成長率も6.8%と安定した経済成長を続けている。しかしながら、国家開発計画を実施する上で、財源の確保がモルディヴ国政府の最大の課題であり、政府がプロジェクトを立案するにあたって、本計画のような社会インフラの整備は国家予算あるいは外国あるいは国際援助機関の無償資金協力あるいは借款によって実施することを前提としている。第5次計画策定時における本計画実施の財源に関して、モルディヴ国政府はほぼ100%を外国の援助に依るものとしている。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

モルディヴ国政府は、ADB等の借款でマレ島の港湾建設計画を実施した。このうち、調査対象地域図(3)に示すように南西港は1992年に完成し、マレ国際港の拡張工事も（-11m岸壁、延長100m）、1997年に完成した。両港の建設には港湾区域の防波堤および護岸工事も含まれていたが、その他の区域の海岸防災施設建設を目的とした他の外国からの援助はない。

2.3 我が国の援助実施状況

2.3.1 マレ島南岸護岸建設計画

1987年4月10～15日にマレおよびその周辺で異常高潮が発生し、冠水による甚大な被害を被った。日本政府は事態を深刻に受け止め、モルディヴ国政府の要請に応じて、緊急援助隊を4月24日から9日間現地に派遣し、災害の原因および被害の状況を調査した。緊急援助隊はマレ島の南海岸に離岸堤を早急に建設し、南からの高波の浸入を防ぐことを提案した。モルディヴ国政府はこの勧告を受け、同離岸堤建設の無償資金協力を日本政府に要請した。日本政府はこれを受け、国際協力事業団の基本設計調査団を1987年7月30日から23日間現地に派遣した。基本設計を基に離岸堤(1基100mの3.0tテトラポッド積離岸堤を10基設置、海岸延長1.52km、総額20.51億円：図2-4参照)の建設が1987年度～1989年度にかけ無償資金協力で実施され1990年に完成した。

2.3.2 マレ島海岸防災計画

南海岸の離岸堤は完成したが、モルディヴ国政府はマレ島全体の海岸防災施設計画を早急に立案する必要があると判断し、日本政府に開発調査の実施を要請した。これを受け、国際協力事業団は1991年10月から1992年9月までの1年間の波浪観測および模型実験（数値シミュレーションを含む）を含む開発調査を1991年8月より1992年12月まで実施した。この調査報告書ではマレ島全体の海岸防災施設計画の優先順位を西、東、南、北の順で提言している。

2.3.3 マレ島護岸建設計画（西海岸）

開発調査報告書の提言を受け、モルディヴ国政府は1993年2月に西海岸の護岸建設の無償資金協力を日本政府に要請した。これを受け日本政府は、国際協力事業団のマレ島護岸建設計画基本設計調査団を1993年8月に現地に派遣し、基本設計を実施した。西護岸の建設（捨石マウンド+コンクリート堤体+1.0tテトラポッド護岸764m、総額13.7億円：図2-4参照）は1994~1995年度の無償資金協力として1994年12月より開始され、1996年3月に完成した。

2.3.4 第2次マレ島護岸建設計画（東海岸）

開発調査報告書で優先度第2位となっていた東海岸に関して、モルディヴ国政府は1994年に護岸建設の無償資金協力を日本国政府に要請した。これを受け、日本国政府は、国際協力事業団の第2次マレ島護岸建設計画基本設計調査団を1995年8月に現地に派遣し、基本設計を実施した。東護岸の建設（捨石マウンド+コンクリート堤体+1.0tテトラポッド形式、捨石+被覆石形式、延長1,226m、総額11.78億円：図2-4参照）は1996~1997年度の無償資金協力として1996年10月より開始され、1998年3月に完成の予定である。

2.4 プロジェクトサイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 気 象

モルディヴ国は赤道から北緯8度の間に点在しており、高温多湿で5月から11月の南西モンスーン（多雨）および12月から3月の北東モンスーン（少雨）の2つのモンスーンからなる熱帯性気候である。気温は年間を通して変化がなく、平均気温は28℃（最高気温32℃、最低気温25℃）である。湿度は73%から85%である。1992~1996年の年平均降雨量は1,407.0~2,396.9mmであるが、月別の平均降雨量は1992年2月の0.4mmから1994年10月の587.6mmと変化が大き

い。一時的な強風が年間約 12 日あり、熱帯性雷雨は約 23 日ある。モルディヴ国はサイクロンの発生地帯からは外れている。1992～1996 年のマレの気温、雨量、日照時間は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 マレ島の気温・雨量・日照時間 (1992～1996 年)

	平均気温 (℃)		雨量 (mm)	日照時間 (時間)
	最 高	最 低		
1月	30.4	25.7	62.2	243.7
2月	30.6	26.0	22.9	267.0
3月	31.3	26.4	40.8	287.6
4月	31.8	26.6	136.4	258.0
5月	31.1	26.1	272.2	201.5
6月	30.6	26.0	153.4	186.1
7月	30.4	25.2	217.9	192.2
8月	30.2	25.4	162.9	233.0
9月	30.1	25.4	212.8	215.7
10月	29.8	25.2	254.2	233.9
11月	29.8	25.2	271.9	202.4
12月	30.1	25.6	102.4	231.4
	30.5	25.7	1,910.0	2,752.6

出所：モルディヴ気象庁気象データ

(2) 海 象

1) 潮 流

マレ島南海岸は、日本国政府の無償資金協力により 1990 年に完成した離岸堤とモルディヴ国政府による従来の工法で完成した護岸で海岸の防災施設となっている。離岸堤と護岸の間が約 50m の水路となっており、一部は船舶の進入のために浚渫されている。10 基ある離岸堤 (1 基約 120m) は、約 40m の開口部を設けて建設されている。外洋からの波浪のほとんどはリーフエッジおよび離岸堤により消波されるが、一部の波がその開口部より入り込み既設護岸にぶつかり反射する。外洋からのうねりは、南東方向から繰り返し伝わるので、海岸付近で水位上昇が起きている (セットアップ)。このため、その区域の開口部より水路内に進入した海水の水位は、セットアップのない南西港口より高いので、護岸前面の水路内では西向き (南西港向き) の潮流が発生している。このような流れは、活発な海水交換を意味し、海岸に沿う水

路と南西港内の水質を良好に保つ上で非常に役立っている。しかしながら、干潮時にはその間口部において、浅瀬が海面上に現れるため、外洋より水路への海水流入がなくなり、干潮から満潮にかけての上げ潮時（約4時間）はセットアップの影響を受けずに、南西港口より流入する上げ潮の影響で、東向きの潮流が変わる。

一方、東端に建設された離岸堤2基（延長約200m）は、既設護岸にすり付くよう建設されている。このため、この2基の離岸堤と既設護岸の間には波の進入が少なく潮流が発生せず、離岸堤が完成した後、離岸堤と既設護岸の間に徐々に漂砂が堆積した。

2) 波 浪

マレ島は北マレ環礁の東南端に位置し、東海岸と南海岸はインド洋の外洋に面しているため、南インド洋より伝播するうねりはほとんど衰退することなく到達する。したがって、風向きに関係なく、南海岸には常に波が打ち寄せている。しかしながら、南西モンスーンの時期（6月から10月）にインド洋のうねりが大きく、時化する時期が長いので、南海岸に伝播するうねりも同時期の6月から10月が比較的大きくなる。先の開発調査における南海岸沖波と、既設護岸前面の有義波高データ（1週間観測）、また1年間の南海岸沖波有義波高とその出現率をそれぞれ表2-3および2-4に示す。

一方、西海岸、北海岸はマレ環礁の内側に面しているため長周期の高波が直接来襲することなく、環礁内で発生する周期の短い風波である。しかしながら、環礁内のフェッチ（波を起す風域の範囲）が比較的長い西海岸は南西モンスーン期に一時的な西からの強風が発生すると、波のしぶきが既設の護岸を越えることもある。したがって、比較的静穏な北海岸が昔から島の船着場として利用されており、町も北部を中心に発展している。

先の開発調査によって採用されたマレ島周囲の設計波および潮位は表2-5および図2-1に示すとおりである。

表 2-3 南海岸沖波と既設護岸前面波の有義波高と出現率
(1週間の観測値、1991年9月22日～10月2日)

有義波高	沖波の出現率	既設護岸前面波の出現率
0.2m 以下	0.0%	51.9%
0.2m ～ 0.4m	2.4%	48.1%
0.4m ～ 0.6m	49.6%	0.0%
0.6m ～ 0.8m	9.8%	—
0.8m ～ 1.0m	18.5%	—
1.0m ～ 1.2m	14.6%	—
1.2m ～ 1.4m	5.1%	—
1.4m 以上	0.0%	—

表 2-4 南海岸沖波1年間の有義波高と出現率
(1991～1992年の1年間観測)

有義波高	出現率
0.25m 以下	0.9%
0.25m ～ 0.50m	27.3%
0.50m ～ 0.75m	37.3%
0.75m ～ 1.00m	21.6%
1.00m ～ 1.25m	10.2%
1.25m ～ 1.50m	2.3%
1.50m ～ 1.75m	0.3%
1.75m 以上	0.1%

出所：開発調査報告書を再編

表 2-5 マレ島の波浪および潮位

海岸	沖波設計波 (m)	沖波周期 (秒)	設計堤前波高 (m)	設計堤前波周期 (秒)	設計潮位 (m)
東	3.0	16.0	1.3	16.0	+1.64*
南	3.0	16.0	0.7	16.0	+1.64*
西	1.2	4.6	1.2	4.6	+1.34
北	0.6	4.6	0.6	4.6	+1.34

* : セットアップ分を含む。

出所 : 開発調査報告書を再編

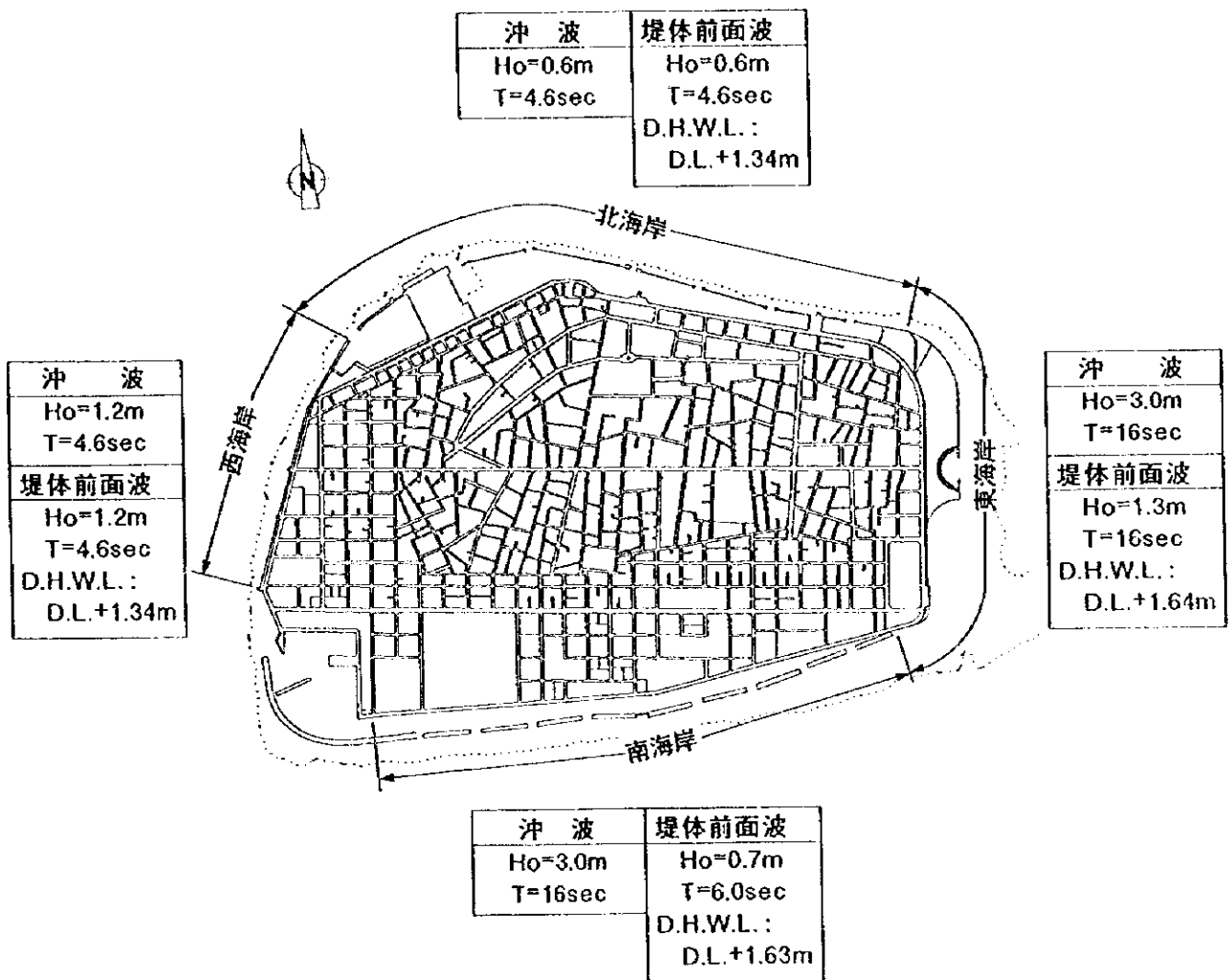


図2-1 マレ島の波浪および潮位

(3) 計画地点の地形

計画対象区域で地形測量・深淺測量を実施し、500分の1の測量図を作成した。その結果は資料5-1に示す。

(4) マレ島の地質

モルディヴ国は珊瑚礁で囲まれた26の環礁の上に形成された約1,190の島からなる国家であり、その島の形成の過程は環礁を取巻く珊瑚が波によって砕け、それが特定の場所に堆積し、長い年月を経て大きくなったものである。珊瑚よりなる島の地質はほぼ一様であるが、工学的な強度はその場所における珊瑚の堆積の具合と珊瑚の種類等によって異なる。マレ島南海岸の地質データは先の開発調査で既設護岸付近のボーリングを1本（資料5-2参照）実施している。また、その他に参考となる2ヶ所の地質調査結果がある。これによると表層の1mは埋め立てられた土砂があり、その下1mが堆積したコーラル砂礫で、さらにその下層はコーラルの岩で形成されており、今回計画する護岸を支持するに十分な強度であることがわかる。また、今回の計画される護岸は既設護岸とほぼ同じ位置に計画されることと、その構造物の設置面積と重量も既設護岸とほぼ同じ程度になるので、その支持力は既設護岸で実証されていると判断される。

(5) 海洋環境

今回の計画区域は既存の離岸堤の内側（水路内）であることから、建設中および建設後の外洋の海洋環境への影響はほとんど与えることがないと判断できる。したがって、今回の調査では、離岸堤の内側と離岸堤間の海洋生物および、珊瑚礁の分布をダイバーにより目視と写真撮影による調査を行なった。その結果、モルディヴ国が水路内の浚渫工事も行なった経緯もあり、珊瑚礁のまとまった分布は見られず、水路内を小船や台船が往来することもあって、魚類等の海洋生物も少なく、保全すべき自然環境が少ないと判断される。また、既設離岸堤の開口部も干潮時は海上に現れる高さがあり、波によって常に洗われていることから、削られた珊瑚礁が表面を覆い、海洋生物や生き珊瑚はほとんど見られない。

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 一般概況

マレ島の原形は埋立てを開始する1970年代前半までは105haであったが、人口増加に対応するため埋め立てが進み、現在は約1.7倍の約185haとなっている。それでも1人当たりの面積は道路等公共スペースを含めても30m²に満たない超過密都市である。同島の北岸の東側は防波堤で囲まれて空港や観光島への船着場と

なっており、観光客でいつも賑わっている。西側は国際商港となっていてコンテナや雑貨の荷揚げが行なわれている。西岸は我が国が建設した社会教育センターの他、学校、病院が海岸沿いに建ち並んでいて、無償資金協力で護岸の整備が実施された。南岸は離岸堤でインド洋の高波を防いで離島との連絡の港として利用されている。東岸の一部は埋め立てが進められ、現在日本の無償資金協力により護岸の整備が進められており、埋立地はスポーツ施設等の建設が計画されている。

(2) マレ島の地形と埋め立て

マレ島の原形は図2-2に示すように約105haと小さかったが、人口の増加に対応するため、南側と西側のリーフが埋め立てられ、土地造成が積極的に行なわれた。1978年までに14.9haが埋め立てられ、1986年までに南海岸を中心に、そのリーフがほぼすべて埋め立てられ51.8haが造成された。埋め立てに用いられた土砂のほとんどは北側の港湾を浚渫したもので、その量は約85万m³に達した。埋め立て土砂を浚渫土砂のみに依存しなければならない状況下、できるだけ広い土地を確保するため地盤高は低く押さえられ、満潮位より数10cm程高いのみであり、異常高潮に非常に弱い状況にある。

マレ島で唯一残されていた埋め立て可能な場所の東岸のリーフも東護岸の建設を機会に埋め立てられ完了している（図2-3参照）。

(3) マレ島の土地利用

マレ島の土地利用状況は、全面積の約185haのうち住宅地と商店街が約57%占めている。同島の原形の区域は官庁、モスク、公園、住宅、商店等に利用されている。政府関係の倉庫、発電施設、水道施設、ゴミ集積場、プロジェクト用サイト、新規の学校および住宅地は南側の埋立地に配置されている。東海岸区域は護岸の建設に合わせて埋め立てられスポーツ施設や公園等公共の施設の建設が予定されている。同国では土地の確保が困難になってきており、古い平屋の建物を取り壊し、高層（マレの建築基準では10階まで認められている）のビルの建設がいたる所で進められている。また、住宅地は近年の人口増加により飽和状態になっており、隣のピリンギリ島が住宅地として開発され、現在2,000人程が居住しているが、将来は約12,000人が居住する計画としている。

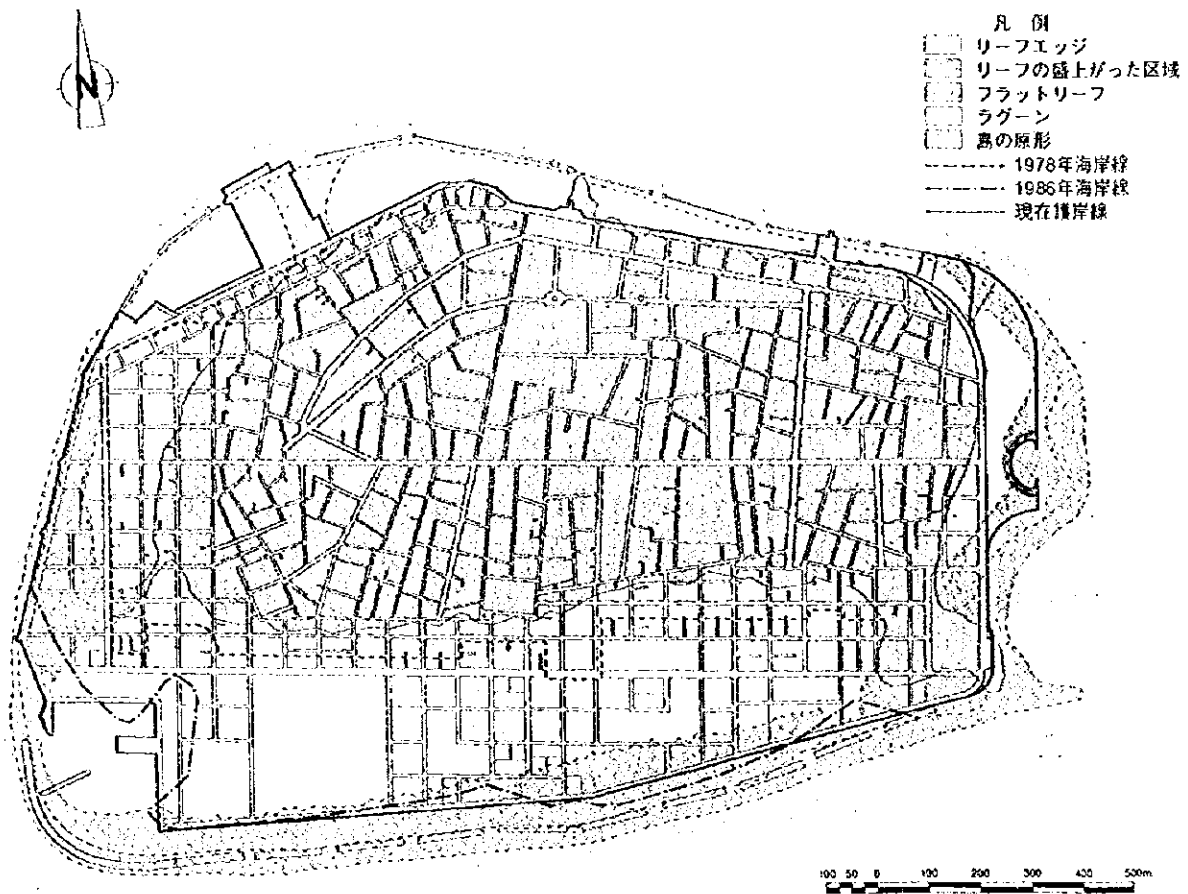


図2-2 マレ島の原形と造成地

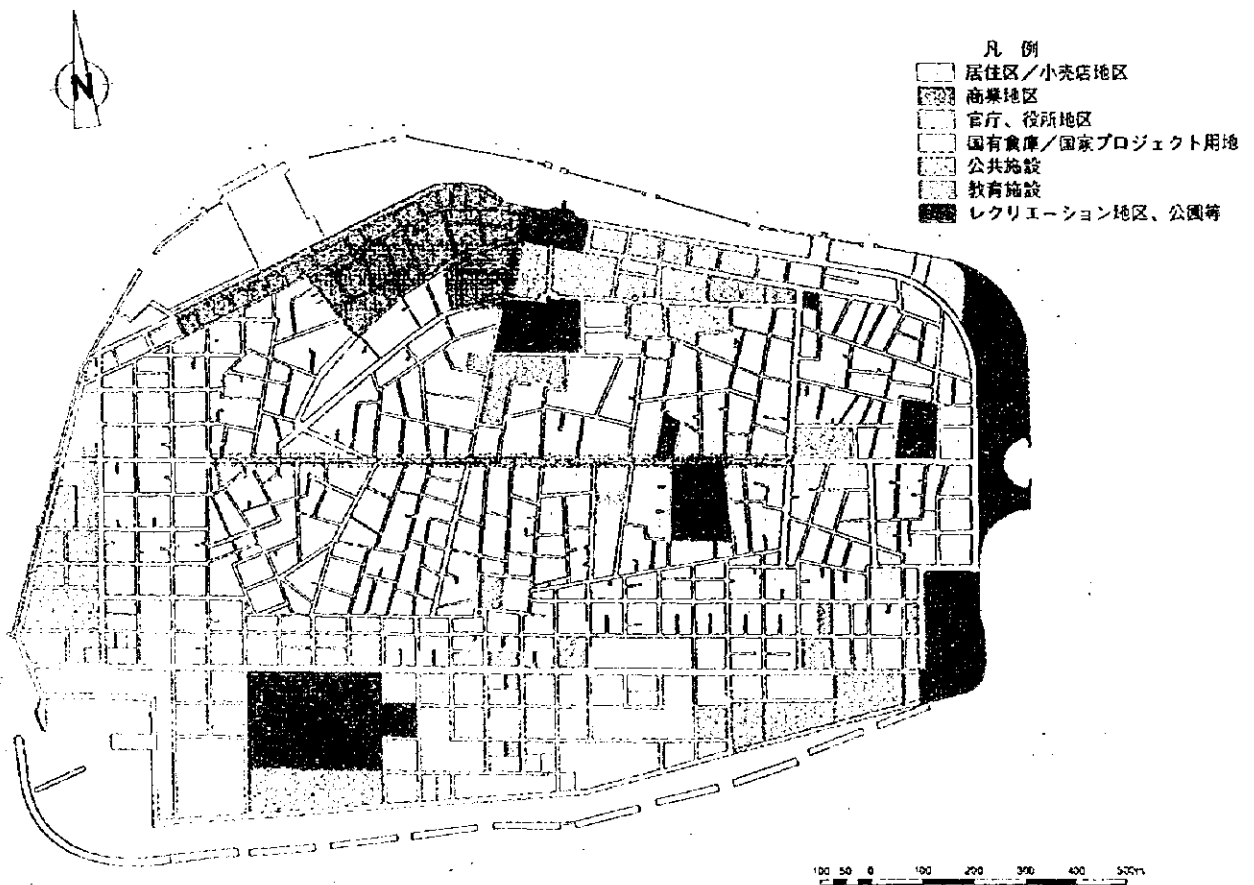


図2-3 マレ島の土地利用図

2.4.3 既存施設の現状

マレ島の護岸の現況は図2-4に示すとおりで、各海岸の海岸防災施設の状況は下記のとおりである。

(1) 南海岸

調査対象地域である南海岸は護岸施設を設けないまま埋め立てを進めたので、1987年に高潮災害を受けた。その直後日本の緊急の無償資金協力で離岸堤（3トンテトラポッド堤：1基100mが10基、海岸延長1.52km）がリーフエッジに設置され1990年に完成した。これにより、うねりの海岸への直接来襲はなくなり、埋め立てがさらに進められた。しかしながら、埋め立て完了とともにモルディヴ国政府が施工した護岸（船着場として利用するため直立壁となっている）は、従来工法のため構造的に恒久的ではなく、離岸堤の開口部では比較的強い波が進入し、護岸の決壊が頻繁に発生している。このことから護岸の構造物を恒久的な強固なものにするため今回の要請となった。

(2) 東海岸

東海岸は、1987年の高潮災害以後新たな護岸の整備は行なっておらず、コーラルをモルタルで固めた従来工法の護岸のため老朽化が激しく損傷部分も多かった。このため小さな破損部分が護岸全体の決壊を招く可能性があり、非常に危険な状態であった。また、消波ブロック等もなかったので満潮時には波が護岸を越え、背後の道路に浸水することもあった。このことから日本の無償資金協力により、1996年から護岸の整備工事が始まり1998年3月完成の予定で進められている。この護岸整備に先立ち、モルディヴ国政府は東海岸の一部の埋め立てを進め、現在施工中の護岸の一部は既設護岸より約100m沖合のリーフエッジに建設されている。埋立地の一部は、自然海浜が消失してしまったマレ市民のために今回施工されている緩傾斜護岸を利用して人工海浜がモルディヴ国政府によって計画されている。

(3) 西海岸

南西港からマレ国際港までの西海岸は西風の強い5～6月には高波が護岸を越波することが以前にはあり、従来工法の護岸がしばしば決壊していた。このため、1994年12月より日本の無償資金協力により護岸建設工事が実施され、1996年3月に完成した。この護岸の完成により、病院、学校、教育センター、港湾倉庫、船舶修理施設への浸水はなくなった。護岸背後は護岸完成後海岸道路としてモルディヴ国政府によって拡幅し、舗装整備され、南西港と商港を結ぶ重要な幹線となる。

(4) 北海岸

北岸はコーラル積みの従来工法の防波堤によって北側からの風波が遮蔽され、船着場の静穏が保たれている。船着場として利用されている護岸は鋼矢板護岸として整備が完成している。しかしながら、防波堤は時折決壊があり、恒久的な構造物に置き換える必要がある。北岸港は空港島・観光島への重要なマレの玄関となっていて、海岸道路沿いには大統領府、官庁、港湾、銀行、魚市場、モスク、ホテル、旅行代理店、商店、食堂等が建ち並んでおり、マレの中核となっている。万一防波堤が全壊した場合には甚大な被害を与えることになる。

2.5 環境への影響

2.4.1 (5)で述べたように本計画対象地の南海岸には特別に保護する必要な珊瑚や海洋生物はないと判断される。しかしながら、本計画の工事中にはできるだけサンゴを破壊しないよう配慮すべきである。また、工事中は、建設機械や材料運搬のため、計画地周辺道路は混雑が予想される。市民生活にできるだけ影響を与えないような特に安全面を考慮した施工計画とする必要がある。

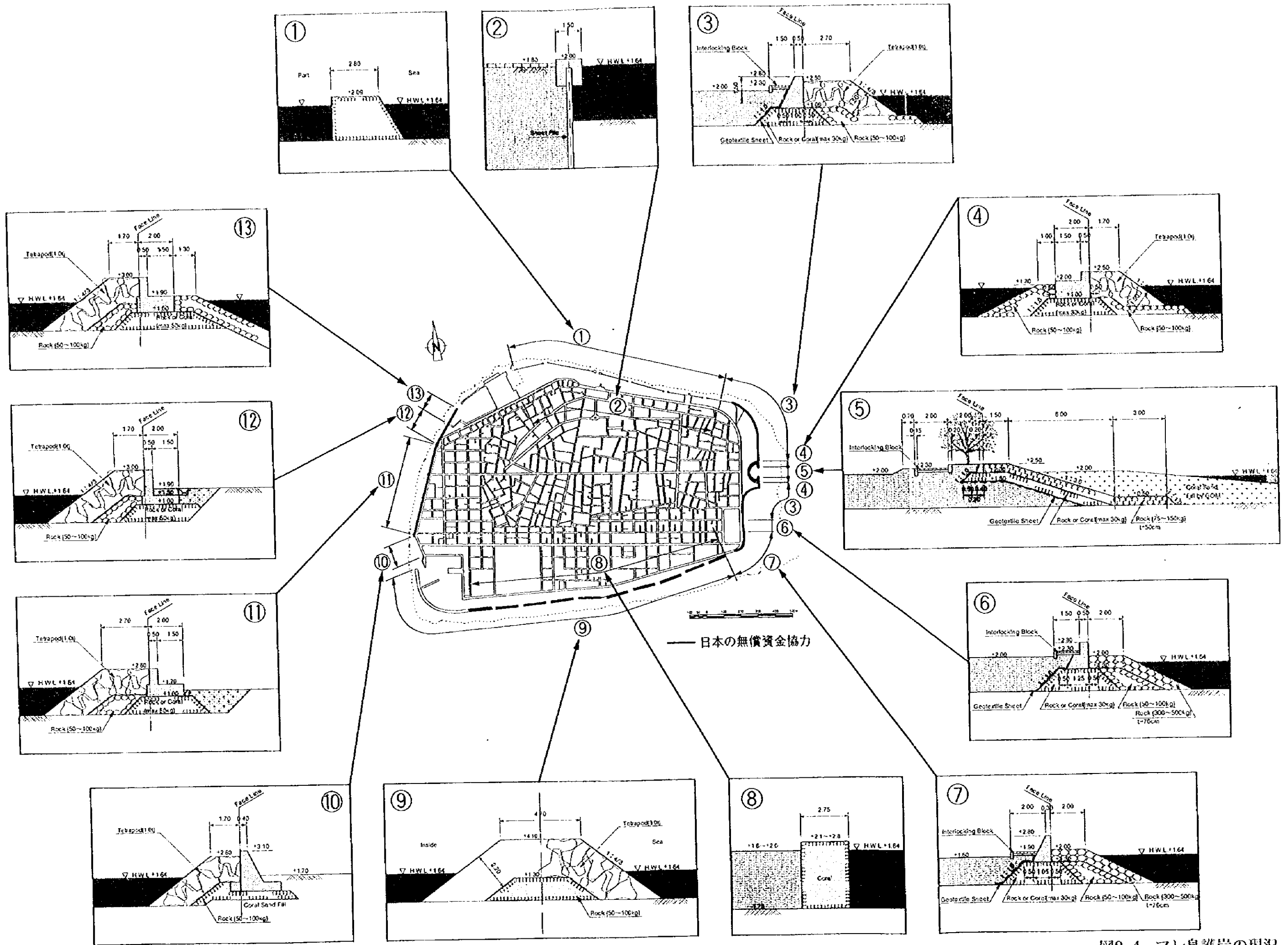


図2-4 マレ島護岸の現況

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

1987年4月の異常高潮災害に対する緊急事業として、我が国の無償資金協力によりマレ島南護岸に離岸堤を建設したが、モルディヴ国政府は度重なる高潮災害を契機に、人口増加が著しく、全ての機能が集中しているマレ島の海岸防災対策の必要性を認め、その後の開発調査を経て、我が国の無償資金協力によりマレ島西護岸建設（マレ島護岸建設計画）を実施し、また現在実施中のマレ島東護岸建設に引き続き、今回南海岸の護岸建設を我が国に要請した。

マレ島南海岸については、上述の緊急事業として、10基（1基約100m）の離岸堤が建設され、直接的に大きな波を受けることは少ないが、海水循環機能を維持する離岸堤間の開口部（約40m）より、一部の波が直接護岸に影響を及ぼし、コーラルの練り積み式護岸の損傷箇所が目立っており、一度異常高潮による高波が襲来すれば、離岸堤により軽減された波でも、その波圧により護岸が崩壊し、浸水する危険性をはらんでいる。

また、上述の離岸堤の完成によって、南海岸に常に打ち寄せる外洋からの波が緩和され、まだ未整備であった東、西海岸より先に、新設の施設（発電所、清水プラント、学校等）を南海岸埋立地に建設したため、マレ島の最重要施設が集まっており、恒久的な護岸を早急に建設し、先の離岸堤と合わせて、南側の防災機能を完全なものとするのが急務となっている。

本計画は、1987年の災害時の高波（50年確率）を設計条件として、首都マレ島南海岸の護岸を恒久的な護岸に整備し、先の我が国無償資金協力で緊急事業として完成した離岸堤と合わせて、南海岸の防災機能を完全なものとするにより、首都機能のみならず、島民の生命、財産を高潮災害から守ることを目的とする。

3.2 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトは、マレ島の社会、経済の基盤および、住民の生命、財産を守るため、マレ島南海岸において、恒久的な護岸を建設し、完全な海岸防災機能を提供しようとするものである。その設計にあたっては、我が国実施の開発調査とマレ島南岸護岸建設計画（離岸堤建設の緊急事業）を踏まえ、1987年の高潮災害時の高波とされる50年周期の波を設計条件とし、既設護岸の利用現況および、モルディヴ国側の埋立計画、海水プール、船舶の係留、海水浴場等南海岸利用計画に沿って、護岸の位置と構造形式を決定した。

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

前述の基本構想を踏まえ、南海岸の護岸の基本設計は下記の設計方針で実施する。

- (1) 計画対象区域は南西港境界から東護岸境界までの1,546mとする。
- (2) モルディヴ国政府は南海岸の東端部（既設離岸堤と既設護岸の間の約5,000m²）の埋め立てを計画しており、その埋立地は、海水プール用地と公園用地として計画している。したがって、この区間（延長約250m）の護岸法線を既設離岸堤上とし、経済性から既設離岸堤を護岸本体とする構造形式とする。その構造形式において、構造上撤去可能な一部の既設消波ブロックを、既設離岸堤の開口部に移設し波浪の軽減を計り、その他の区域における護岸建設費の節約に役立てる。
- (3) 前述の埋立予定地の東護岸接続区間（約11m、タイプF）および、西側接続区間（約57m、タイプD）は、その埋立計画高（+3.5m）を考慮して構造を決定する。西側接続区間に関しては、進入波の緩和を考慮し法線を円弧とし、海水浴場となっている区域と接しているため、一部に階段等を設ける。また、埋立計画地以外の区間は、全て法線を既設護岸法線と同じとする。
- (4) 本プロジェクトの西隣りに位置する南西港の船舶係留岸壁が飽和状態のため、既設南護岸西端（延長約500m区間）の護岸前面が浚渫され、船舶の係留に利用されている現況を鑑み、現在利用している船舶（約50隻）の内、最も数の多い形状（喫水約2.0m、船長約18m、船舶数27隻）を基に護岸前面水深および、護岸構造と延長を決定する（タイプA）。
- (5) 現況が海水浴場として利用されている区間（延長約120m）があり、海水浴場としての構造形式を考慮し、海へのアプローチとして階段等の設置を考える（タイプC）。

- (6) 燃料油取入口、海水取入口、汚水排水口、雨水排水口等を護岸本体の設計に配慮する。
- (7) モルディヴ国側が計画している海水プール用の海水取り入れ口を護岸に設ける。
- (8) 上述以外の区域については、護岸構造に対し、経済性と耐久性および利用面の有利性等を比較検討し決定する（タイプB1、B2）。
- (9) コーラルは新規に採掘することが禁止されているので、建設材料は輸入材を使用する。ただし、既設護岸の撤去により再利用できるコーラルは裏込材・中詰材として出来るだけ利用する。
- (10) 施工中も完成後も珊瑚や周辺環境に重大な影響を及ぼさないこと。
- (11) 国土のすべてが珊瑚洲島からなり、建設材料としての岩石、コンクリート用の砂・砂利が入手できない。また、建設材として珊瑚塊を採取することは禁じられているので、既設護岸を撤去した際に排出される珊瑚塊を除いて建設資材はすべて輸入となる。
- (12) この種の工事を施工できる業者は現地に存在しないので、本邦業者が現地人および近傍国の技術者・作業員を雇用し実施する。また、大型の建設機材も国外から搬入する必要がある。
- (13) 人的・財務的にも維持管理能力は限られているので、維持費の掛からない構造とする必要がある。

3.3.2 基本計画

(1) 自然条件

1) 設計潮位

開発調査で設定した値と今回の調査により収集した1995年のデータを比較した結果、1995年のデータは、先の開発調査時に設定した値の範囲内であることから、開発調査で設定した下記の値を用いる。

最高潮位 (HWL) : +1.34m +0.3m (セットアップ)
平均潮位 (MSL) : +0.64m
最低潮位 (LWL) : 0.00m

2) 計画波高および周期

開発調査 (F/S) および本調査における自然条件調査結果を踏まえ 1987 年の災害時に発生したと想定される下記の波浪条件を用いる。

(南海岸)

沖波波高	:	3.0m
沖波周期	:	16秒
設計堤前波波高	:	0.7m
設計堤前波周期	:	6秒

3) 許容越波流量

許容越波流量をどの程度にするかは、護岸構造・高波の継続時間・海岸付近の利用状況・施設の排水能力など各種の要因を考慮する必要がある。合田 (1990: 港湾構造物の耐波設計) は台風による護岸の被災例を基に、被災当時の越波流量を想定し、越波による施設の被災限界値を下記のように示している。

被覆工	越波流量(m ³ /m/sec)
天端被覆工なし	0.05 以下
天端被覆工あり	0.2 以上

また、日本の運輸省では護岸のある海岸域の重要度を基準にした事業実施上の目安を規定している。これによると背後に人家・公共施設が密集しており、特に越波しぶき等の侵入により重大な被害が予想される地域に対しては許容越波流量を 0.001m³/m/sec 程度としている。マレ島は人口の密集地であり、南海岸の背後地は、マレ島の電力を全て賄っている発電所およびマレ島内に配水を行なっている清水プラント等、マレ島にとって最も重要な施設があり、学校も集中していることから、本計画でもこの値 (0.001 m³/m/sec) を目安とする。

(2) 社会条件

護岸の一部は水泳場、もしくは船舶の係留施設として利用されるので、それらの機能を配慮した設計とする。現在南護岸に係留している船舶の内訳は表 3-1 に示すとおりである。

表3-1 利用船舶隻数

船長 \ 吟水	< 1.0m	1.0~1.5m	1.5~2.5m	2.0~2.5m	合計
< 10m	2	4			6
10~15m		15	5		20
15~20m			19		19
20~25m			1	2	3
合計	2	19	25	2	48

(3) 施設配置計画 (図3-1参照)

モルディヴ国政府関係機関と協議した結果、埋立計画および現在の護岸の利用実態を考慮し、護岸施設の配置計画を図3-1に示すように計画する。主な配置上ポイントは次の通りである。

- 1) モルディヴ国側が埋め立てを計画している既設離岸堤 (No.1およびNo.2) の背後 (約 280m) において、護岸法線を既設離岸堤陸側線上とする。したがって、東端部で約 10m、埋立予定区域西側で約 30m 護岸法線が既設護岸法線より海側となる。
- 2) 埋め立て計画地の西側の約 50m は、既設離岸堤の開口部から流入する海水をスムーズに導き、護岸への波浪を軽減するため湾曲して既設護岸法線にすり付ける計画とする。
- 3) その他の護岸は既設護岸法線と同じとして計画する。海水浴区域として、延長約 120m を考慮し、アクセス用の階段を 5ヶ所配置する計画とする。
- 4) 現状の小船係留地区を考慮し、西端部から約 1,215m を船舶が係留可能な区域として計画する。

(4) 構造形式

構造の形式は護岸背後地の利用、海岸域の利用を配慮し、下記の表3-2の形式で採用することとする。

表 3-2 護岸構造の概要

断面タイプ	構造形式	備考
A	コンクリートブロック式直立壁	水深-2.5m、天端高+2.1m
B-1	同上	水深-1.5m、天端高+2.1m
B-2	同上	水深-1.2m、天端高+2.5m
C	捨石傾斜堤+コンクリートブロック	水深約-1.0m、天端高+2.5m
D	捨石傾斜堤	水深約+0.5m、天端高3.8m
E	既設離岸堤+裏込石	水深約+0.5m、天端高+4.0m
F	捨石傾斜堤	水深約+0.5m、天端高+4.0m
G	3トン テトラポッド (既設を移設)	1列~2列並び

1) 直立式護岸 (タイプ A および B: 船舶係留可能)

表 3-1 より南護岸を係留施設として利用している船舶のうち吟水が 1.5 ~ 2.0m 以上の船舶が 27 隻登録されている。波およびトリムを考慮し、余裕 0.5m とすると必要水深 2.5m となる。必要延長は平均船長を 18m とすると $18m \times 27 \text{隻} = 486m$ となるので、-2.5m 水深の護岸を 490m 計画する。この区間は船舶が係留出来るよう直立式の護岸とする。構造形式はコンクリートブロック式と鋼矢板式が考えられるが、工費の比較をした結果あまり差がないことから、コンクリートブロック式の方が腐食の問題等がなく耐久性に優れているので、この形式を採用することとした。

また、上記の 490m 区間の東側の 625m 区間はその他の小型船舶や発電所への給油バージが護岸に保留する実状を考慮し、また捨石式傾斜護岸と工事費比較の結果、差額が 2% とほぼ同額であることから利用面の有利性を重視しコンクリートブロックの直立式護岸を採用することとした。

2) 捨石式傾斜護岸 (タイプ C、D および F)

水泳場として利用されている区域は捨石式傾斜護岸とし、既設護岸を撤去したコーラルを利用して工費の比較的安価なものとする。また水面へのアクセスの容易さも考慮したものとする。

3) 埋立地前面護岸 (タイプ E)

1987~90 年にかけて無償資金協力により 3 トン テトラポッドによる離岸堤を 10 基設定した。このうち No.1 および No.2 の背後を埋立てることになったため、今回の護岸計画ではこの既設離岸堤を利用した護岸構造とする。

- ① 既設離岸堤のテトラポッドのうち陸側一列を撤去する。
- ② 撤去された部分に100～300 kgの裏込石を厚さ1.0 mで詰め込む。
- ③ 100～300 kgの裏込石の背後は30 kg未満の石ないしコーラルを厚さ1 m敷設する。
- ④ 裏込石の背後は防砂シートを敷設し、砂を投入する。

4) 取水口護岸 (タイプF)

海水用プールへの海水を毎日補給し、プールの水を常に新しいものに維持することを目的として護岸に海水取入口を設ける。波の壟上を利用して高潮時に所定の高さ（プールの水面より高い）まで海水が到達し、コンクリートカルバートに満たされる。コンクリートカルバートの水はプールとの水面差により、プールに流入する。護岸の前面は波が壟上しやすいようにコンクリートの版を敷く。

(5) 基本設計図

第3次マレ島護岸建設計画の基本設計図は図3-1～3-2に示すとおりである。

図3-1 護岸施設配置図

図3-2 (1) 構造断面図 (タイプA)

図3-2 (2) 構造断面図 (タイプB-1、B-2)

図3-2 (3) 構造断面図 (タイプC)

図3-2 (4) 構造断面図 (タイプD、D')

図3-2 (5) 構造断面図 (タイプE)

図3-2 (6) 構造断面図 (タイプE')

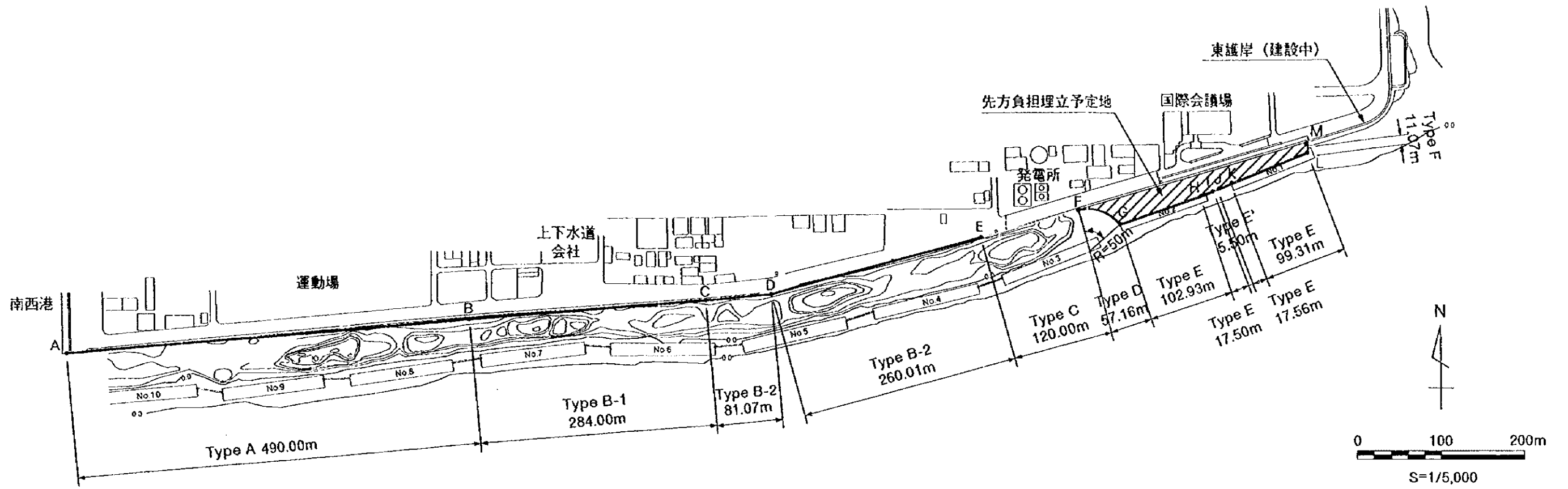
図3-2 (7) 構造断面図 (タイプF)

図3-2 (8) 構造断面図 (タイプG)

構造形式別の護岸延長は表3-3に示すように要約できる。

表3-3 計画護岸一覧表

構造タイプ	延長 (m)	天端高 (m)	堤体水深 (m)
A	490.00	+2.1	-2.5
B-1	284.0	+2.1	約-1.5
B-2	341.07	+2.5	約-1.2
C	120.0	+2.5	約-1.0
D	57.16	+3.8	約+0.5
E	242.80	+4.0	約+0.5
F	11.07	+4.0	約+0.5
合計	1,546.10	-	-



座 標		
	X	Y
A	924.15	3,542.01
B	962.17	4,030.53
C	984.20	4,313.68
D	990.48	4,394.36
E	1,058.55	4,645.30
F	1,089.97	4,761.11
G	1,073.64	4,812.68
H	1,105.65	4,910.51
I	1,111.84	4,926.88
J	1,113.79	4,932.02
K	1,120.00	4,948.45
L	1,154.70	5,041.50
M	1,165.69	5,040.21

タイプ別護岸延長		
Structure Type	AREA	Length(m)
Type A	A-B	490.00m
Type B-1	B-C	284.00m
Type B-2	C-D	81.07m
	D-E	260.00m
Type C	E-F	120.00m
Type D	F-G	57.16m
Type E	G-H	102.93m
	H-I	17.50m
	J-K	17.56m
	K-L	99.31m
Type E'	I-J	5.50m
Type F	L-M	11.07m
TOTAL		1,546.10m

- Type G — テトラポッド 3ton 1列または2列移設
 ・雨水排水用パイプ (PVC φ150mm程度) を40ヶ所設置する。
 ・将来施設給排水用パイプ (HDPE φ250mm程度) を5ヶ所設置する。

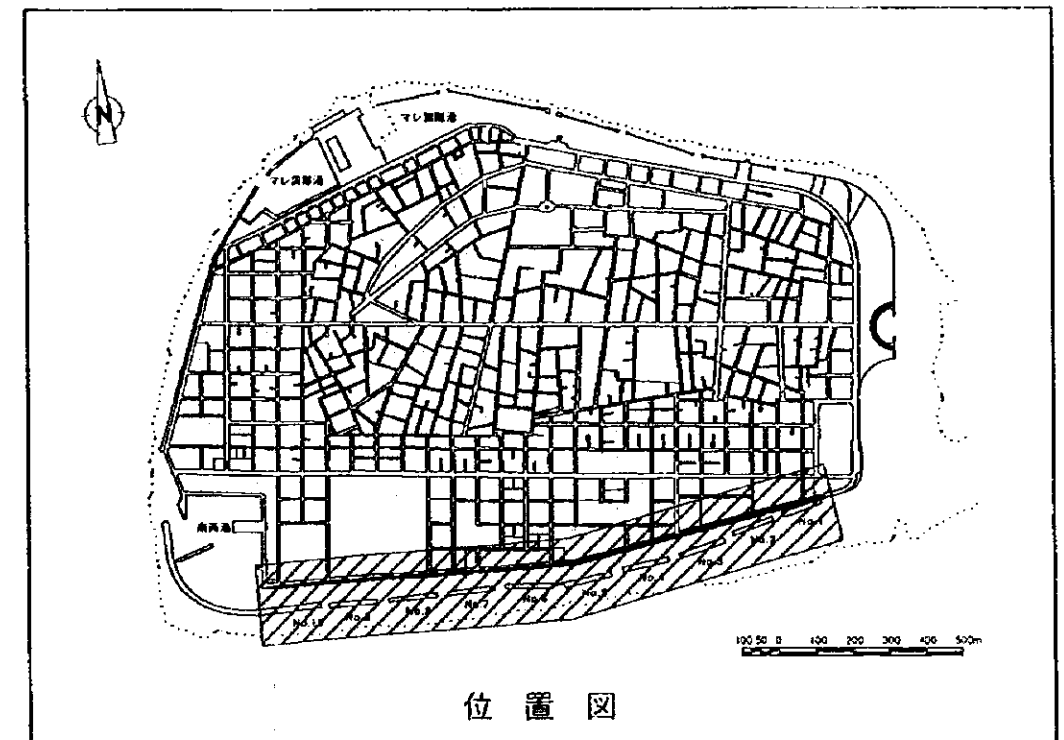
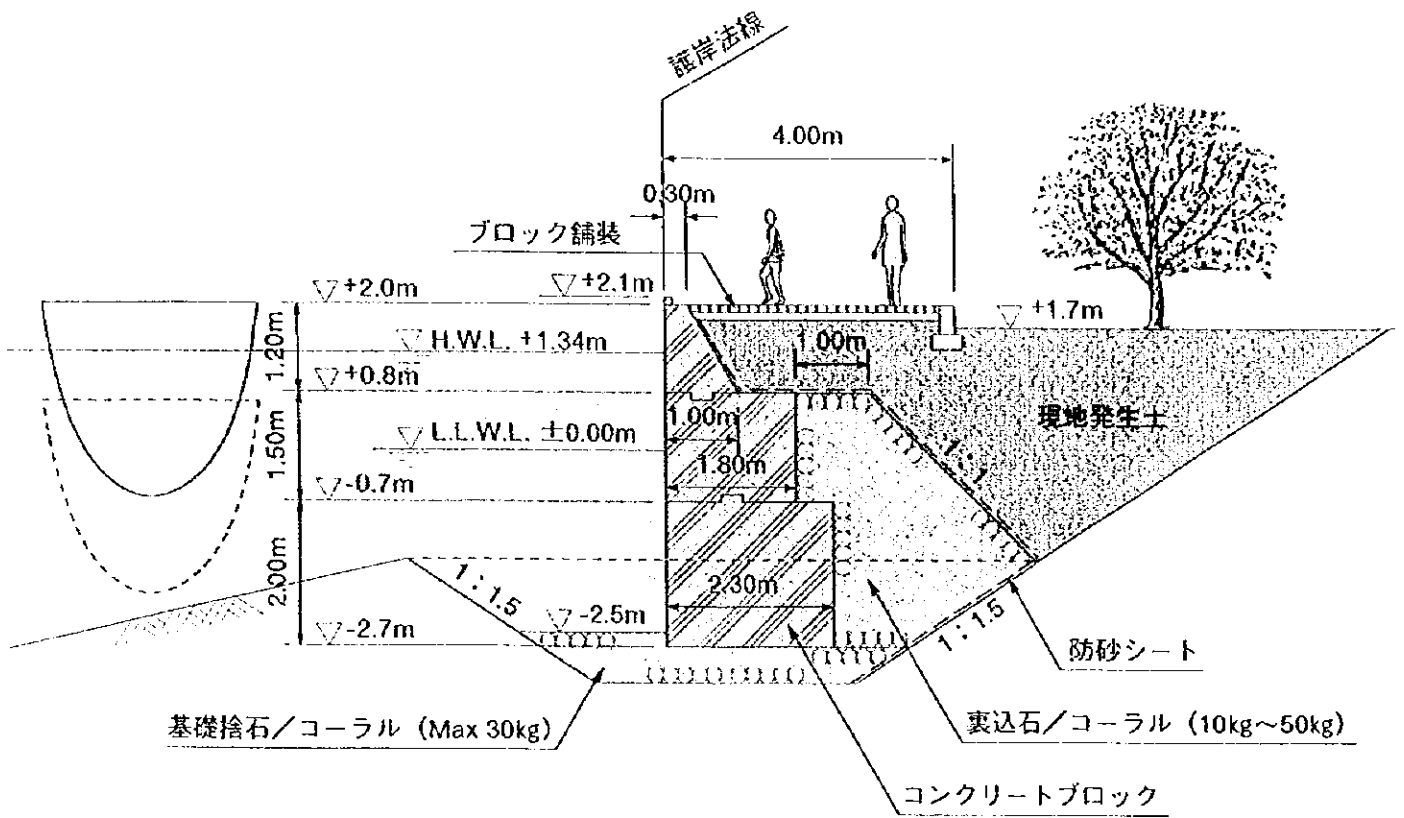
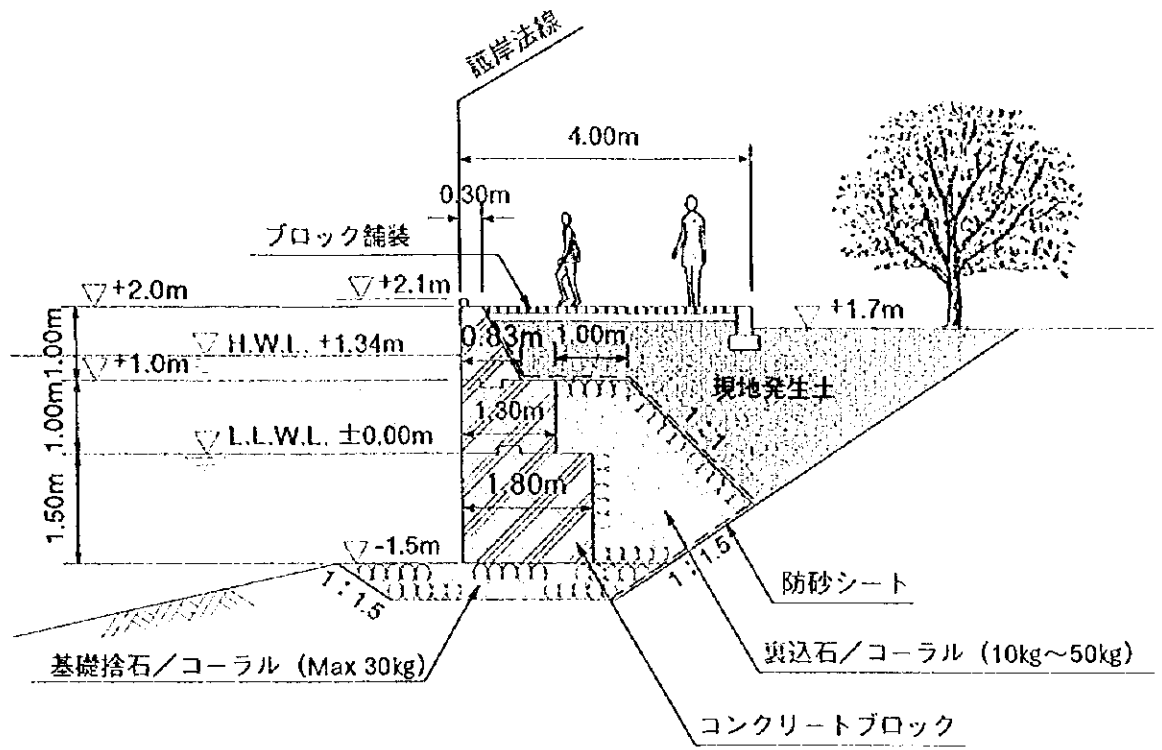


図3-1 護岸施設配置計画図

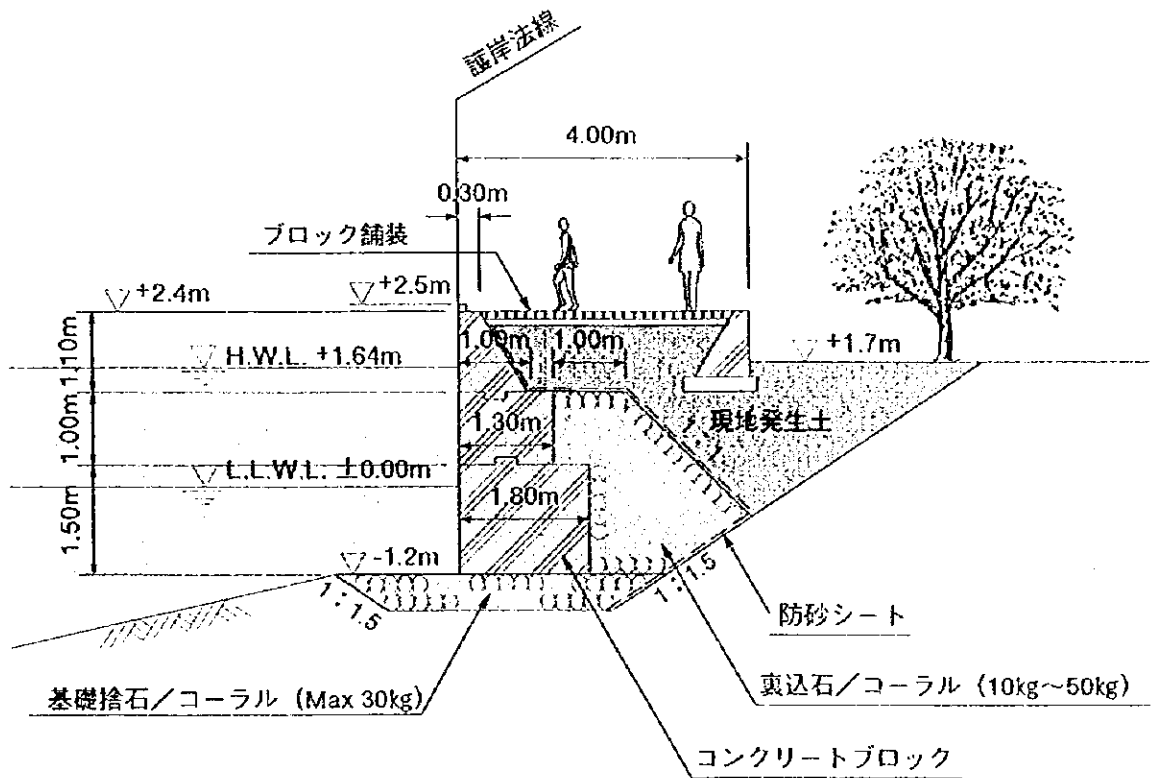


Type A S=1/100 ・係留フックを20m間隔で設置

図3-2(1) 護岸構造断面図 Type A

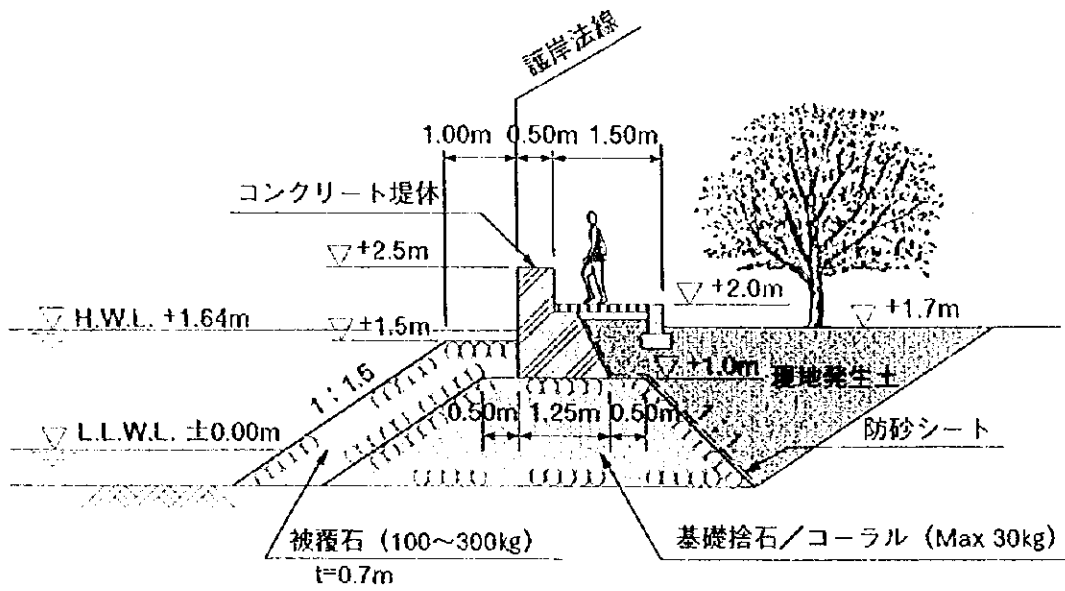


Type B-1 S=1/100



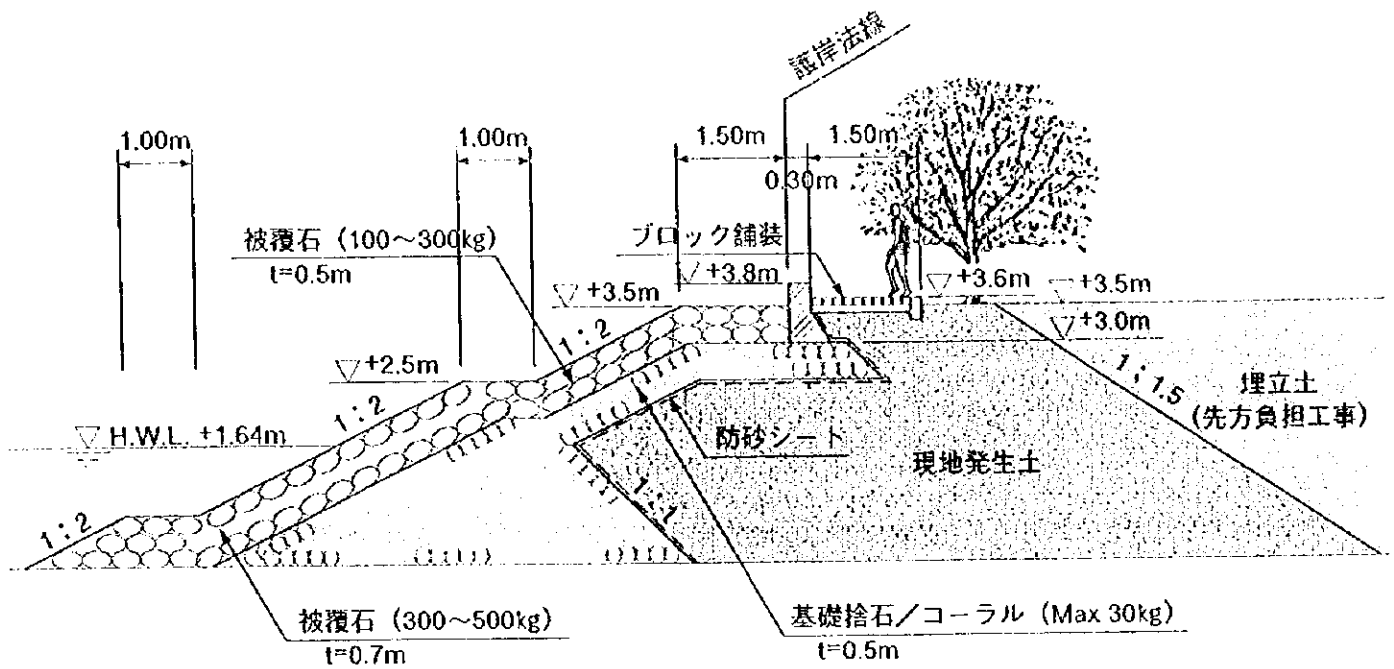
Type B-2 S=1/100 ・係留フックを20m間隔で設置

図3-2(2) 護岸構造断面図 Type B-1, B-2

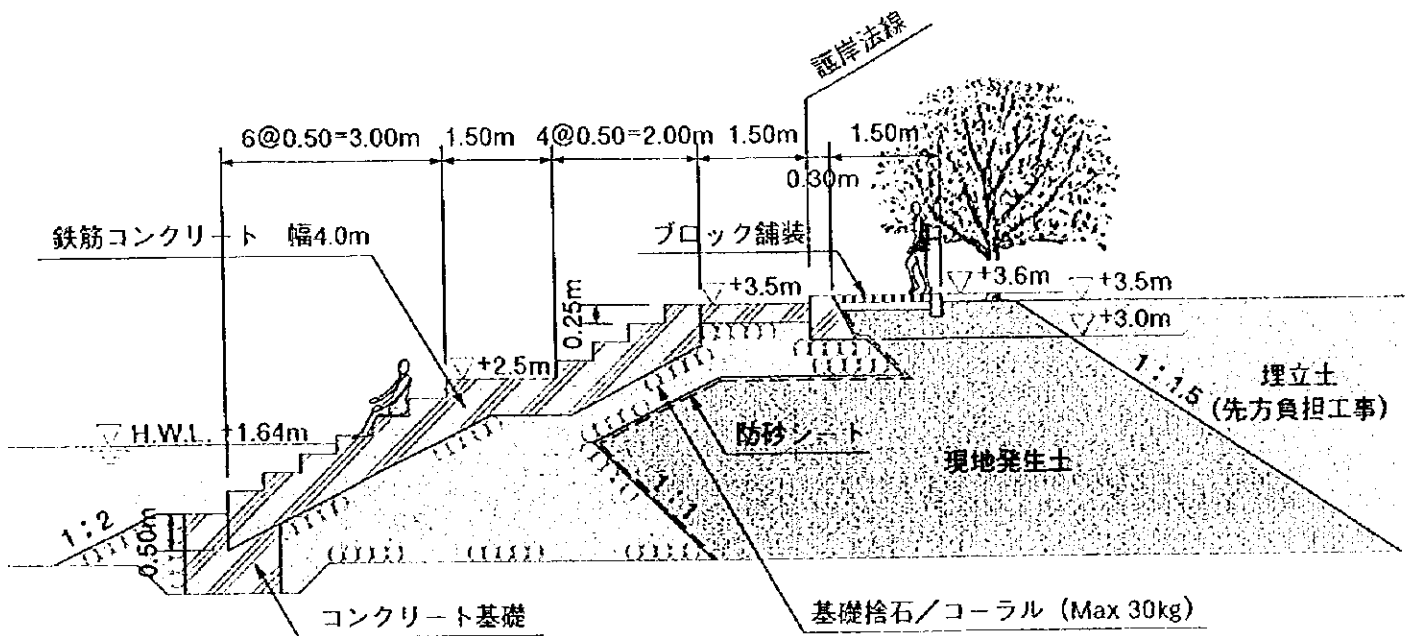


Type C S=1/100 ・水面へのアプローチの階段を
 2カ所設置

図3-2(3) 護岸構造断面図 Type C



Type D S=1/100



Type D' S=1/100

(階段部3ヶ所)

図3-2(4) 護岸構造断面図 Type D, D'

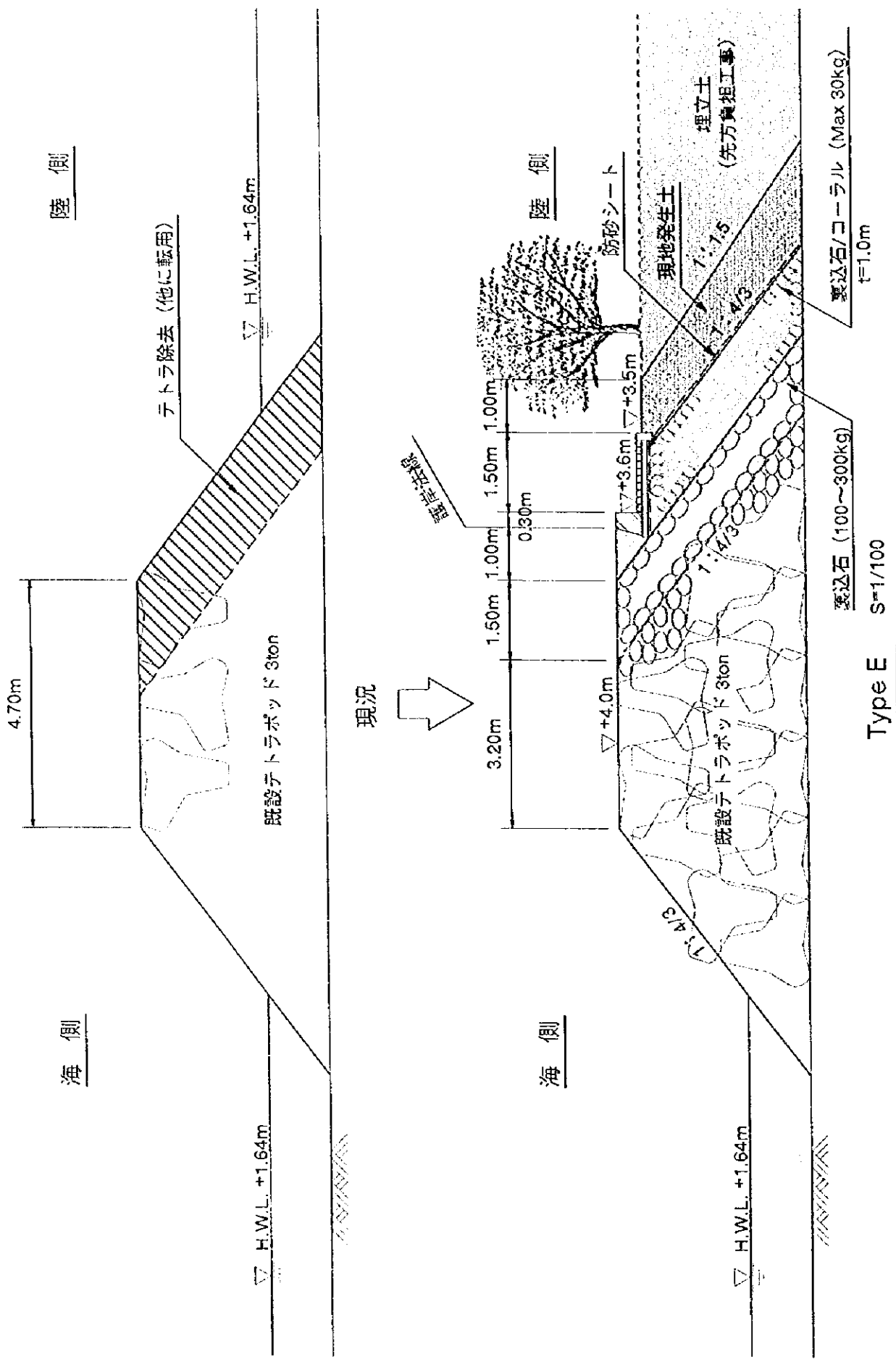
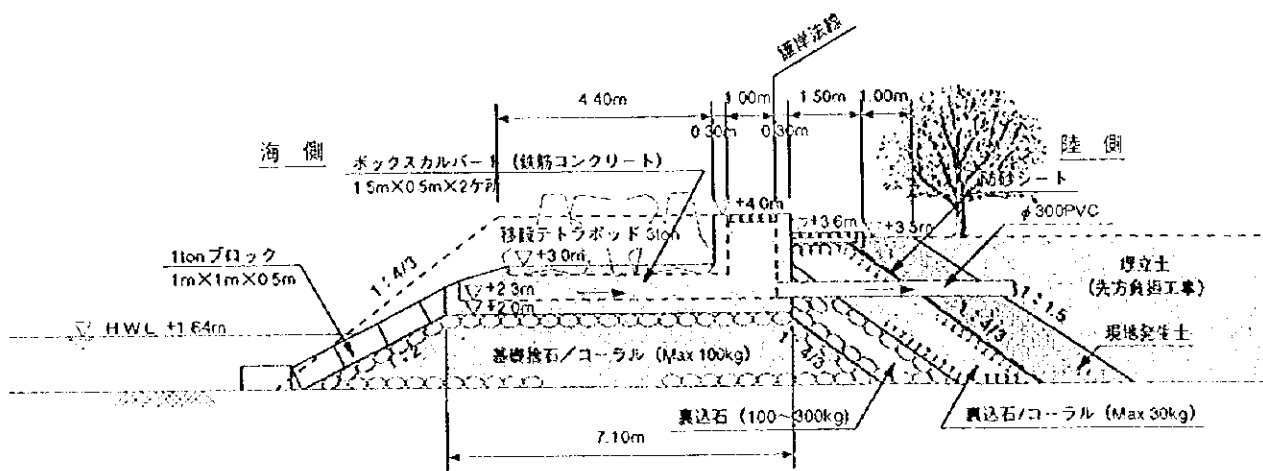
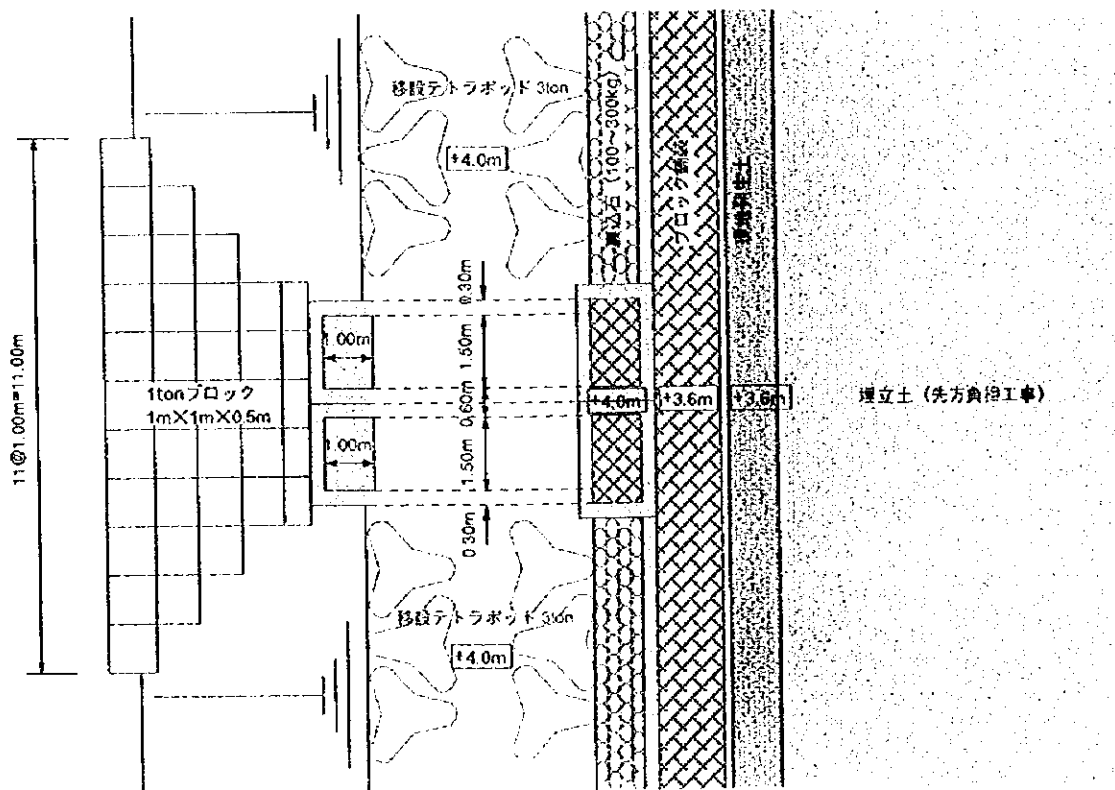


図 3-2(5) 護岸構造断面図 Type E

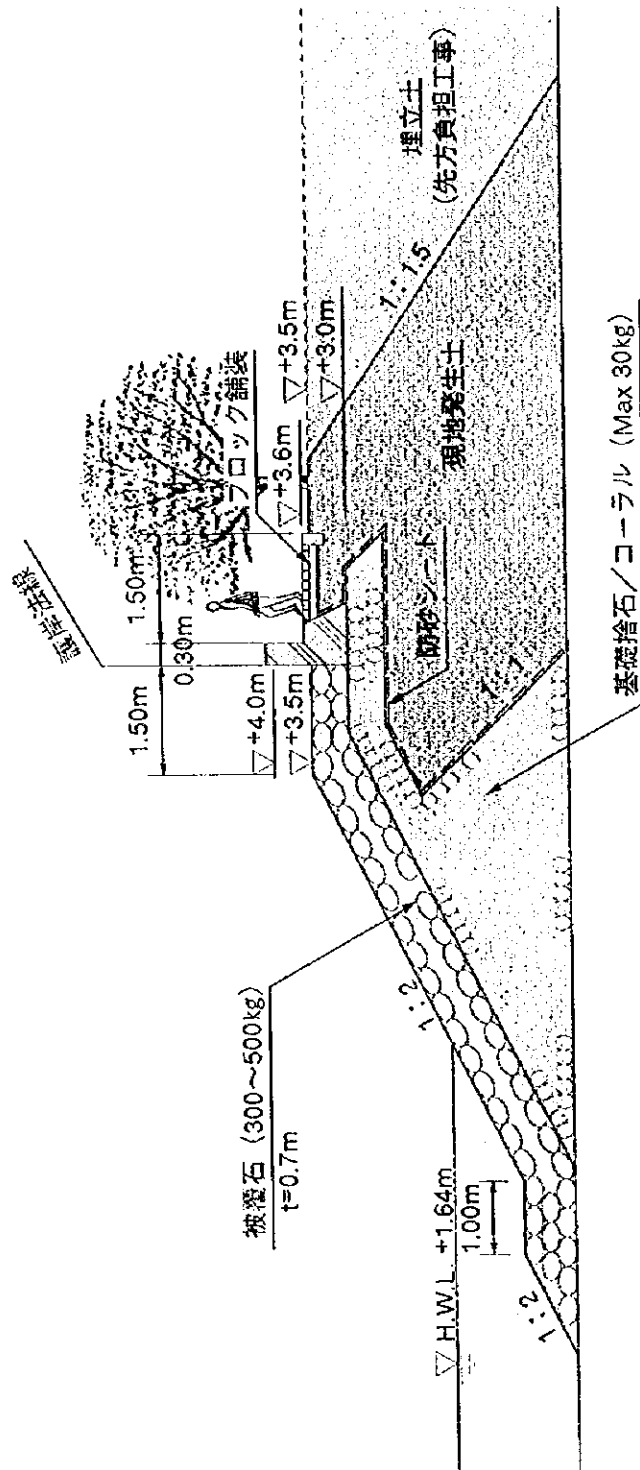


断面図 S=1/150



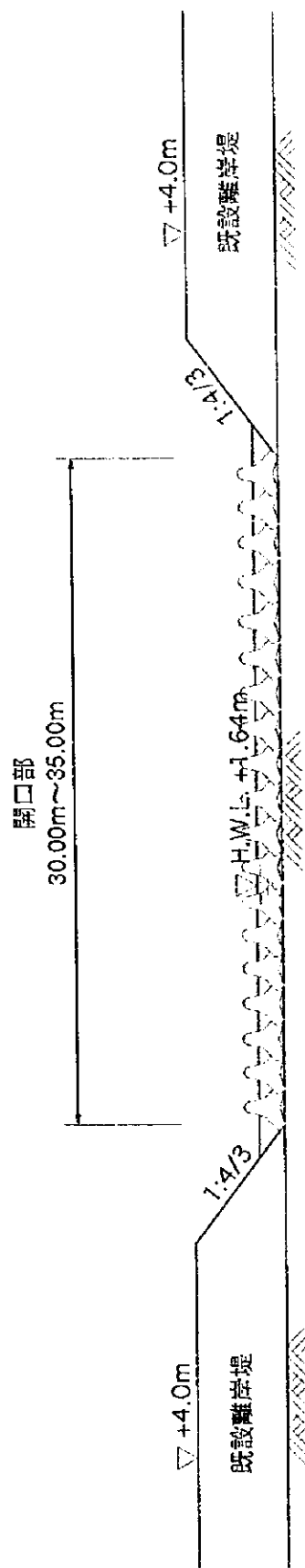
平面図 S=1/150

図3-2(6) 護岸構造図 Type E'



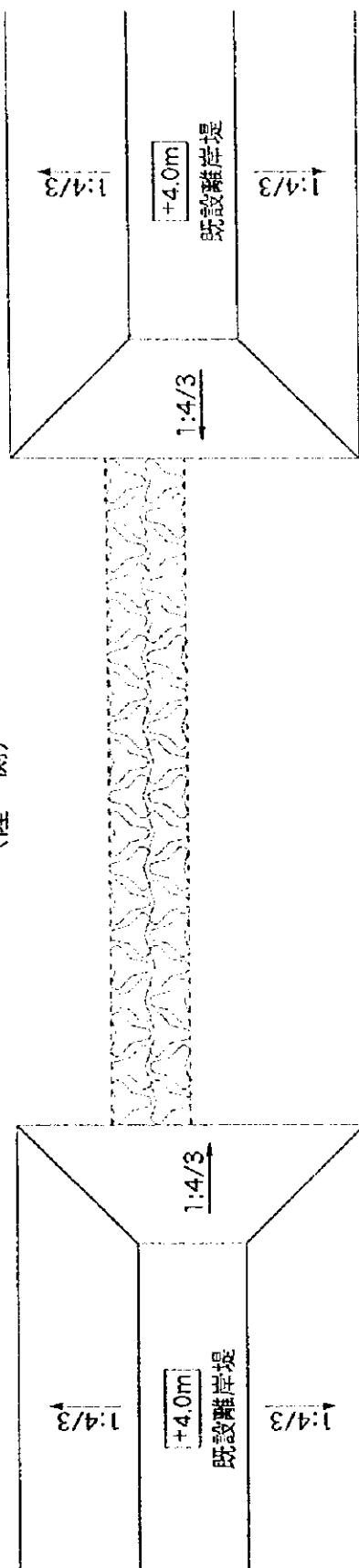
Type F S=1/100

図3-2(7) 護岸構造断面図 Type F



Type G 正面図 S=1/300

(陸側)



Type G 平面図 S=1/300

(海側)

図 3-2(8) 構造断面図 Type G

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

護岸の建設は建設公共事業省（図3-3に同省組織図を示す）の建設計画局（図3-4に同局組織図を示す）が実施し、完成後の維持管理も同局が実施する。同省は日本の無償資金協力で実施した南岸離岸堤、西岸護岸および東岸護岸をはじめADB等の港湾プロジェクトの建設工事も実施しており、業務遂行管理能力に問題はない。施設の維持管理も今のところ問題なく実施している。

3.4.2 予算

当プロジェクトの事業主体である建設・公共事業省の予算実績は表3-4に示すとおりである。マレ島の護岸の維持管理は西護岸の施工開始（1994年）までは1993年実績で全体の29%、1994年実績で15%と同省の予算配分でもかなりの割合を占めていた。西護岸の施工が開始されてからは全体の1~2%となっている。1997年現在では東護岸の建設も実施されているので、維持管理費のかかるのは南護岸および北岸防波堤のみとなっている。

本計画では埋立てはモルディヴ国側負担としているので、約20,000m³の砂の補給が必要となる。その他、埋め立てに伴う擁壁（280m）、護岸裏込用砂の供給（1,700m³）および植栽の移設等の費用が表4-2に示すとおり合計約135万ルフィア見込まれる。したがって、これらの費用を1998年~2000年予算に組み込んでおく必要がある。

表3-4 建設・公共事業省予算実績（1992~1994年）

(単位：1,000ルフィア)

	1993		1994		1995		1996		1997(1~6月)	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合
一般会計	11,760	30%	11,446	25%	32,050	56%	34,910	53%	26,772	50%
離島プロジェクト	13,367	34%	23,810	52%	23,284	40%	28,105	43%	11,274	21%
フルレ空港浚渫工事	2,616	7%	3,980	9%	1,866	3%	1,346	2%	588	1%
マレ島護岸修復工事	11,081	29%	6,764	15%	464	1%	1,102	2%	610	1%
SAARC 会議用ビル									9,206	17%
フルマレ造成計画									5,279	10%
合計	38,824	100%	46,000	100%	57,665	100%	65,462	100%	53,729	100%

出所：建設・公共事業省

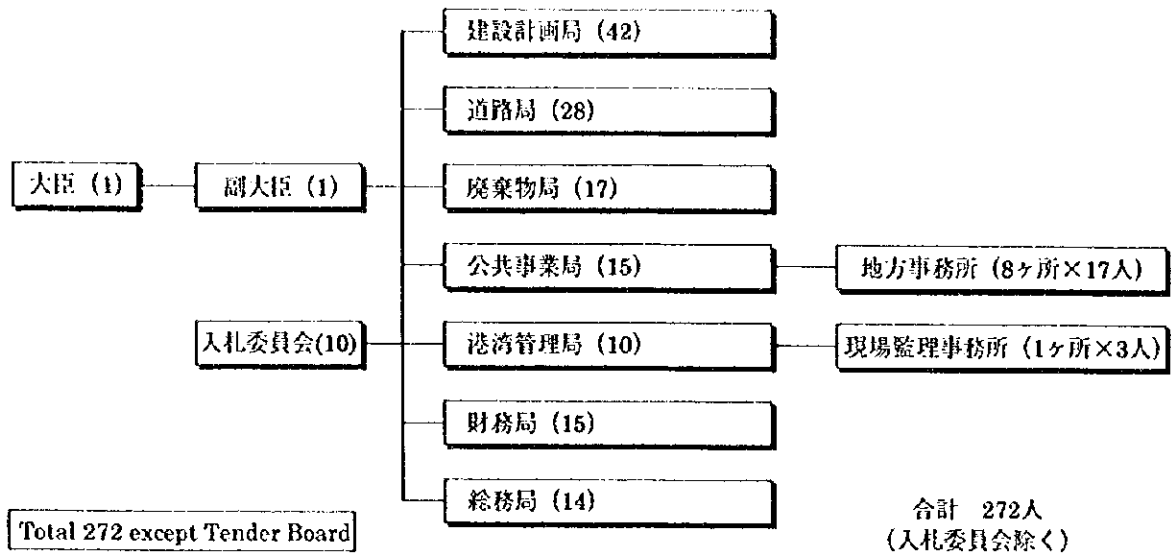


図 3-3 建設公共事業省組織図

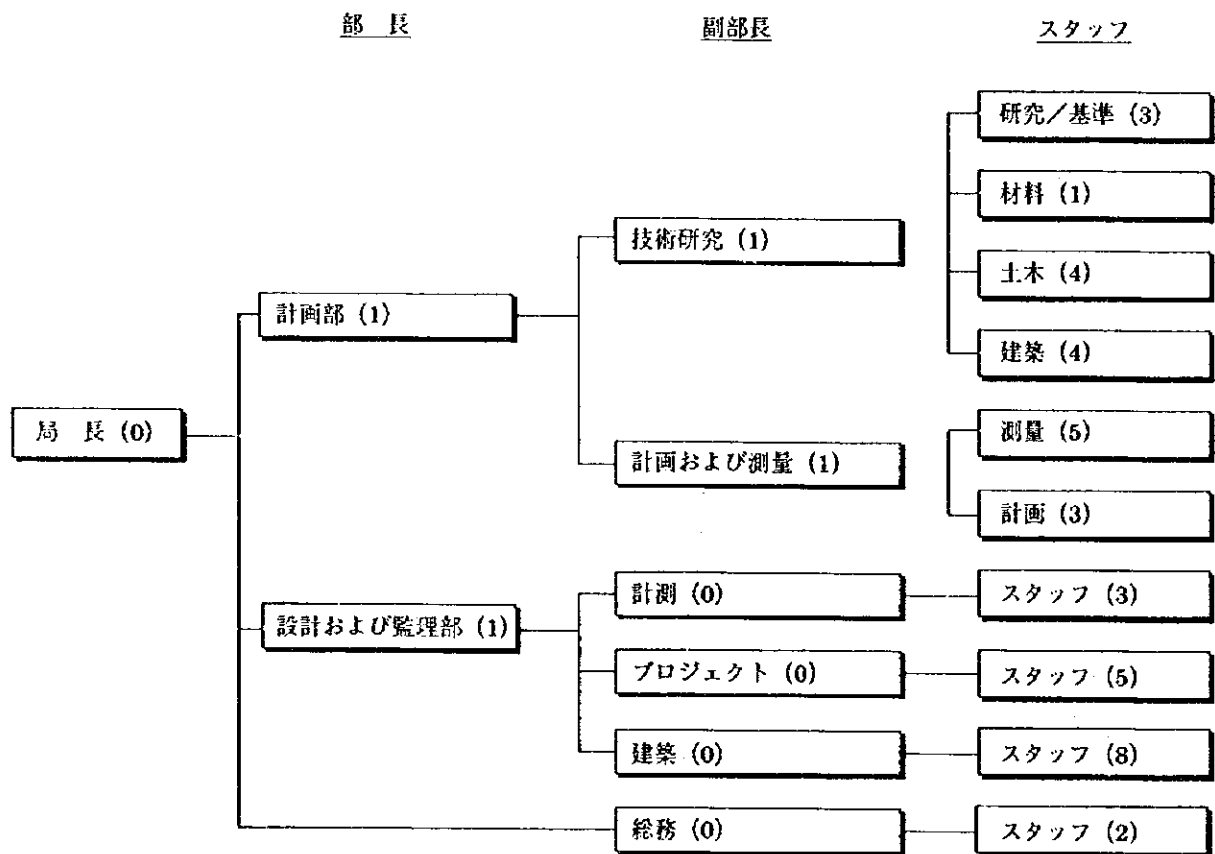


図 3-4 建設計画局組織図

3.4.3 要員・技術レベル

プロジェクトの施工管理および維持管理は建設・公共事業省の建設計画局 設計および監理部のプロジェクト課（5名）が実施する。同課では日本の無償資金協力による南海岸の離岸堤建設、西護岸建設、東護岸建設等の類似プロジェクトの施工管理および維持管理を実施している。またADB等の資金援助による南西港建設、マレ商港建設、第二マレ港建設等マレ島の海洋土木工事のすべてを担当している。設計管理、工物品質管理、工程管理、予算管理等過去の案件でその技術レベルは問題がないと実証されている。特に東護岸工事では懸念されていた埋立工事（先方負担分）を予定通り実施したことから本件実施および実施後の維持管理に係る技術レベルは問題ないものと考えられる。

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

- (1) プロジェクトサイトの背後地は国際会議場があり、また学校も集中していることから、工事期間中の騒音、振動をなるべく少なくする工法を採用し、またマレ島外周道路に面しているため、工事用車両の通行等による事故防止に万全を期す安全対策を講ずる。
- (2) 構造形式は単純、強固なものとし、維持管理が容易なものとする。
- (3) 既設護岸の廃材（コーラル）を新設護岸基礎捨石および裏込石に転用する。
- (4) 工事期間中および施設完成後の周辺環境に多大な変化を生じさせないよう施工法に配慮する。
- (5) 工期は18ヶ月（約2年）にて計画する。

モルディヴ国側の事業実施体制は援助受入機関として、外務省の対外援助局（Department of External Resources: DER）が本邦企業との契約業務を担当するが、実質的な事業実施機関は建設・公共事業省（MCPW）が行なう。

4.1.2 施工上の留意事項

当該国では、一般建築工事は現地建設業者に施工能力があるが、港湾・護岸工事といった特殊な海洋工事の施工能力は皆無といえる。したがって、このような工事はすべて外国企業が実施しており、日本、クウェート、デンマーク、ニュージーランドといった国からの建設業者が施工実績を有している。

また、下請業者として現地業者の活用も考えられるが、労務者はほとんどすべてスリランカ人を始めとする外国人が従事しており、モルディヴ人の建設労務者は事務員やコンピュータオペレータなどの軽労働者のみといえる。

一方、資機材調達についても建設用資材のすべてが輸入に頼っているため、現地資機材の利用はコーラル砂／石の採取・調達、汎用建設機械のリース業務程度に限定される。また、現地業者も一般建設資材の輸入販売を行なっているが、小規模なため大量使用に対してはその供給量に問題がある。工事用水は公共水道の供給が十分となったため、公共水道を利用できる。

モルディヴ国政府により南海岸区域の一部が埋め立てられることになっており、それに先行または並行して埋立区域の護岸を作るための仮設道と裏込め土砂をモルディヴ国側が事前に確保し、ストックしているものとし計画する。マレ島には海外からの建設資機材を輸送する大型バージを直接接岸できる棧橋がないので、マレ島北東端に仮設棧橋を建設する必要がある。また、現在東護岸工事の建設業者が使用している仮設ヤードがそのまま本工事でも利用できることがモルディヴ国政府に確認されている。

4.1.3 施工区分

本プロジェクト実施に伴う日本およびモルディヴ両国の負担工事分は表4-1のとおりである。

表4-1 負担工事区分一覧表

工 事 種 目	日本側負担	モルディヴ側負担
本計画施設建設用地（仮設ヤードを含む）の提供		○
本計画施設建設工事用道路の確保、使用許可		○
東端部新設護岸背後の埋立造成工事		○
埋立区域護岸の裏込め土砂の提供		○
既設植栽の移植		○
仮設棧橋建設用地の提供		○
仮設棧橋建設と撤去	○	
既設護岸の撤去	○	
新設護岸建設工事	○	

4.1.4 施工監理計画

我が国無償資金協力業務の実施手順に従い、本邦コンサルタントはモルディヴ国の援助受入機関である外務省と本プロジェクトに係わる実施設計、施工監理業務契約を結び、日本国政府外務省の認証を得て当該業務を実施する。本プロジェクトの事業実施機関である建設・公共事業省を事実上の施主としてコンサルタント業務を遂行する。その業務内容は概ね次のとおり。

(I) 実施設計業務

コンサルタントは本基本設計調査結果ならびに交換公文（E/N）に基づき詳細設計を行ない、建設工事に関する入札参加者が積算するのに必要な図面、技術仕様書を作成し、事業費の精査を行なう。

(2) 入札関連業務

コンサルタントは作成した入札図書に基づき、入札参加者事前審査（P/Q）から入札・契約に至る一連の業務について円滑に進められるよう施主を補佐する。具体的な作業としては、事前審査公示、P/Q書類審査、入札案内、入札図書配布、入札立会い、入札結果評価、契約立会い等を実施する。

(3) 施工監理業務

コンサルタントは入札図書に基づき工事が進められるよう施工業者を監理するため、常駐監理者を1名工事期間中派遣し、総括責任者が適時現地で監理し、常駐監理者に指示する。その他、海岸工学を専門とする海上土木技師をスポットで現地に派遣し、構造物新設に伴う潮流、海浜変形等の変化を適宜観測し、設計時に予見した条件の変化を確認し、場合によっては善後策を提案、実施する。

4.1.5 資機材調達計画

前述のとおり資機材の現地調達は油脂、燃料、コーラル砂・石以外調達規模の点で問題があるため、それらの資機材は第三国調達を主体に計画した。また、今回、鉄筋と木材に関しては使用数量が少ないため、現地輸入業者よりの購入とし、現地調達とした。セメント、コンクリート骨材用砂、石等近隣諸国であるインド、スリランカからの調達も考えられるが、供給量の確保と定期的に大量輸入できる業者、定期船がないこと、およびモルディブ国内一般建設工事供給量の混乱、輸出規制等制約があり、またインド産のセメントに関しては、その品質にばらつきが多いため除外した。

現地調達 : 油脂、燃料、コーラル砂・石、既設構造物撤去廃材、鉄筋、木材

日本調達 : 特になし

第三国調達 : セメント、砂防シート（以上シンガポール）

コンクリート骨材用砂、石（以上マレーシア、シンガポール、インドネシア）

4.1.6 実施工程

国庫債務負担案件として計画し、初年度は実施設計を行ない、次年度以降2年度にわたり建設工事を実施するものとして表4-2のとおり実施工程を作成した。

4.1.7 相手国側負担事項

相手国側負担事項は下記のとおりである。

(1) 護岸建設に必要な用地の確保

- (2) 銀行取り決め (Banking Arrangement) に関する日本の銀行への手続きおよびその費用
- (3) プロジェクト関連資機材の輸入港での迅速な荷役および通関手続き
- (4) プロジェクトに使用する資機材およびサービスに対しての関税・国内税の免除処置
- (5) 邦人の入国および滞在に関するの便宜供与
- (6) 計画の護岸施設が十分維持管理され、有効的に使用されること
- (7) プロジェクトに必要な無償資金協力対象外の費用の負担
- (8) コンサルタント業務および建設工事に対しての契約に基づく支払い授權書 (Authorization to Payment) の発給

表4-2 事業実施行程表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実施設計	■ (現地調査)											
	■ (国内作業)											
施工(1年次)	■ (準備工)											
	■ (資機材輸入)											
	■ (仮設工)											
	■ (護岸タイプA工事: 490m)											
	■ (護岸タイプB工事: 625m)						■					
	■							■ (護岸タイプC工事: 120m)				
	■								■ (護岸タイプD工事: 57m)			
	■									■ (護岸タイプE工事: 237m)		
施工(2年次)	■ (護岸タイプB工事: 625m)											
	■ (護岸タイプC工事: 120m)											
	■ (護岸タイプD工事: 57m)											
	■ (護岸タイプE工事: 237m)											
	■			■ (護岸タイプF工事: 11m)								
	■		■ (タイプG: 3tテトラポッド移設)									

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約 14.23 億円となり、先に述べた日本とモルディヴ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	第Ⅰ期	第Ⅱ期		合 計
		1年次	2年次	
(1) 建設費	0 億円	4.73 億円	8.32 億円	13.05 億円
ア. 直接工事費		(1.89)	(3.82)	(5.71)
イ. 現場経費		(0.45)	(0.89)	(1.34)
ウ. 共通仮設費等		(2.39)	(3.61)	(6.00)
(2) 設計・監理費用	0.29 億円	0.25 億円	0.50 億円	1.04 億円
合 計	0.29 億円	4.98 億円	8.82 億円	14.09 億円

(2) モルディヴ国側負担経費

工 事 種 目	概 算 費 用
建設用地の提供	なし
新設護岸背後の埋立造成工事	MRf 1,000,000
埋立地の道路側擁壁	MRf 200,000
埋立地護岸裏込土砂供給	MRf 100,000
既設護岸の植栽の移設	MRf 50,000
合 計	MRf 1,350,000 (約 14 百万円)

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 平成 9 年 10 月
- 2) 為替交換レート : 1US\$ = 119.0 円
1 MRf = 10.14 円
- 3) 施工期間 : 国庫債務負担 (A 国債) 案件による工事とし、実施設計および工事の期間は施工工程表に示したとおり。
- 4) その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 運営維持・管理費

本計画の護岸構造物は半恒久的で堅固なものであるので、補修費は不要と見込まれる。また、日常の管理・清掃および高波時の越波状況等、観測は建設公共事業省の職員によって実施可能であるので、特別に予算措置は不要と思われる。

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5.1 妥当性にかかる実証・検証および裨益効果

マレ島は削られた珊瑚礁が堆積してできた島のため地盤が低く(満潮位より10~30cm高い)高潮災害を受け易い地形である。その中でも南海岸はマレ環礁の外洋に面しており、常に2m程度の波が押し寄せている。このため1987年の高潮災害でも南海岸側から浸水し、南海岸の全域にわたり災害にみまわれた。これに対し、緊急事業として、我が国の無償資金協力により離岸堤が建設され、直接海岸に襲撃する波高を約1/3に軽減し、緊急対策としての防災機能を果たしている。しかし、コーラル塊の練り積み構造の既設護岸は軽減された波に対しても、いたるところで破損し、補修を繰り返している。本計画で恒久構造の護岸を建設することより、図5-1に示すような背後地の重要施設、都市機能および住民の生命と財産を護ることが出来る。1987年に災害をあたえた50年周期の高波に対して、先の離岸堤と合わせ完全な海岸防災施設となることができる。

このような完全な海岸防災施設を建設する事により下記の裨益効果が期待できる。

- (1) 南海岸の既設護岸背後地には、1987年の災害時の浸水を受けた集合住宅地と1997年までに中国の援助で完成した高層団地4棟があり、その他にも災害を受けた住宅が多く集まっている。その区域は約30ha(250m×1,200m)にわたり点在し、住居人口はおよそ20,000人と見積られる。また同区域には、今回新しく建設予定である小学校2校を含め小中学校が4校ありその生徒数は、約8,000人になると見積られる。その他イングリシユスクールが2校あり合計3,500人の生徒が通っている。もし、既設護岸の決壊等により、浸水災害が発生すれば、2,000世帯以上と、学校のほとんどが浸水し、1万人以上の生徒が通学できなくなり、マレ島全人口の1/3以上の人に影響を与えると予想される。本計画実施によりこれらの人々が安心して日常生活を送れるようになる。
- (2) 本計画地に隣接する発電所は、マレ島全体の電力(1996年消費量12万8千Kwh)を賄っており、浸水災害により発電が長期停止すれば、最低限の自家発電機を備えた病院等も含め、63,000人の住民とほとんどの施設が影響を受け、社会経済活動が麻痺する事となる。また、海水を淡水化しているプラント(日産2,600t)も同区にあり、マレ島全体の上水を賄っており、2万tの貯水タンクを所有しているが、実際の常時貯水量はそれ以下であり、同島の1日当たり使用量の6日分の貯蓄量にすぎない。既に同島民の上水は完全に水道公社に依存している状況であり、浸水災害により同プラントが停止したら、節水を行っても10日程度で水がなくなり、住民の生活を根本から脅かすことになる。本計画実施により電力供給・飲料水供給が安定的に確保できる。

- (3) マレ島は、その人口流入増加に対応し、住宅地を優先してきたため、住民の社会環境改善のための、公共用地の確保が難しかった。特に公園やレクリエーション用地等は後回しとなっており、同島の人口増加を抑える政策にともない、社会環境の改善を重点にマレ島の開発を進めており、その意味からも、本プロジェクト区域内の一部は、マレ島で行なえる最後の埋め立て可能地域であり、公園用地（約5,000 m²）の確保を間接的に支援できる効果は、マレ島の地価がその住宅費やホテル宿泊費などから約50,000円/m²と言われている現在、2億円以上の土地の確保を支援できることとなる。
- (4) モルディヴ国で開催される国際会議（主として5年に一度開催される SAARC : 南アジア連合総会）の唯一の会議場が同区域にあり、本年約1億円を投資して増改築した同会議場を浸水災害から護ることができる。
- (5) 1987年の異常高潮時の高波を設計波高とすることで、地球温暖化による海面上昇における常時の波の護岸越波量を最低限に抑えることができる。

5.2 技術協力・他ドナーとの連携

港湾区域の一部の防波堤・護岸はADBの港湾プロジェクトで施工されているが、他の護岸は日本の無償資金協力およびモルディヴ国政府プロジェクトにより施工している。本計画が実施されてもマレ島の海岸防災施設はまだ北岸防波堤が未整備であるので、他のドナーとも連携を取り、整備を進める必要がある。

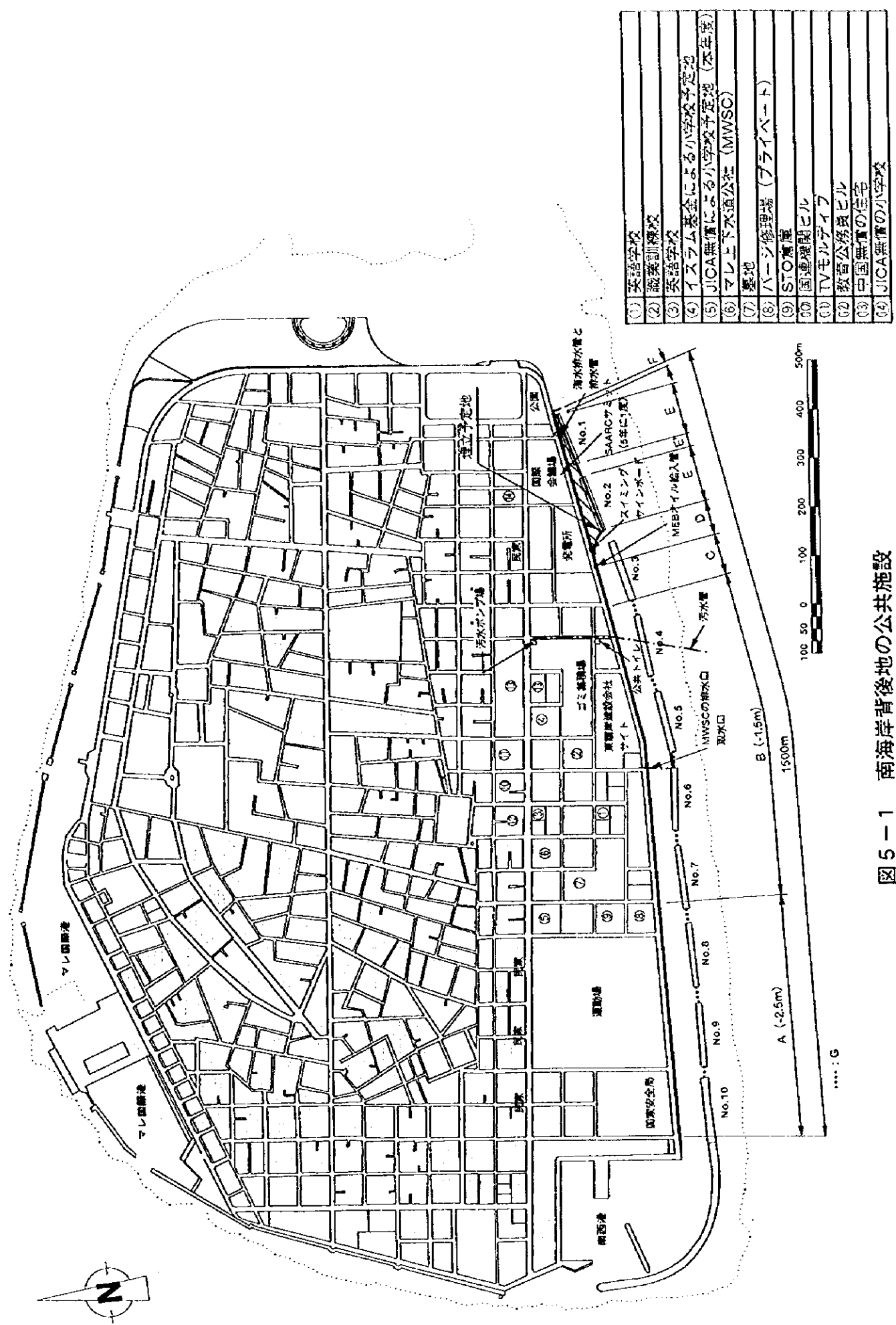


図5-1 南海岸背後地の公共施設

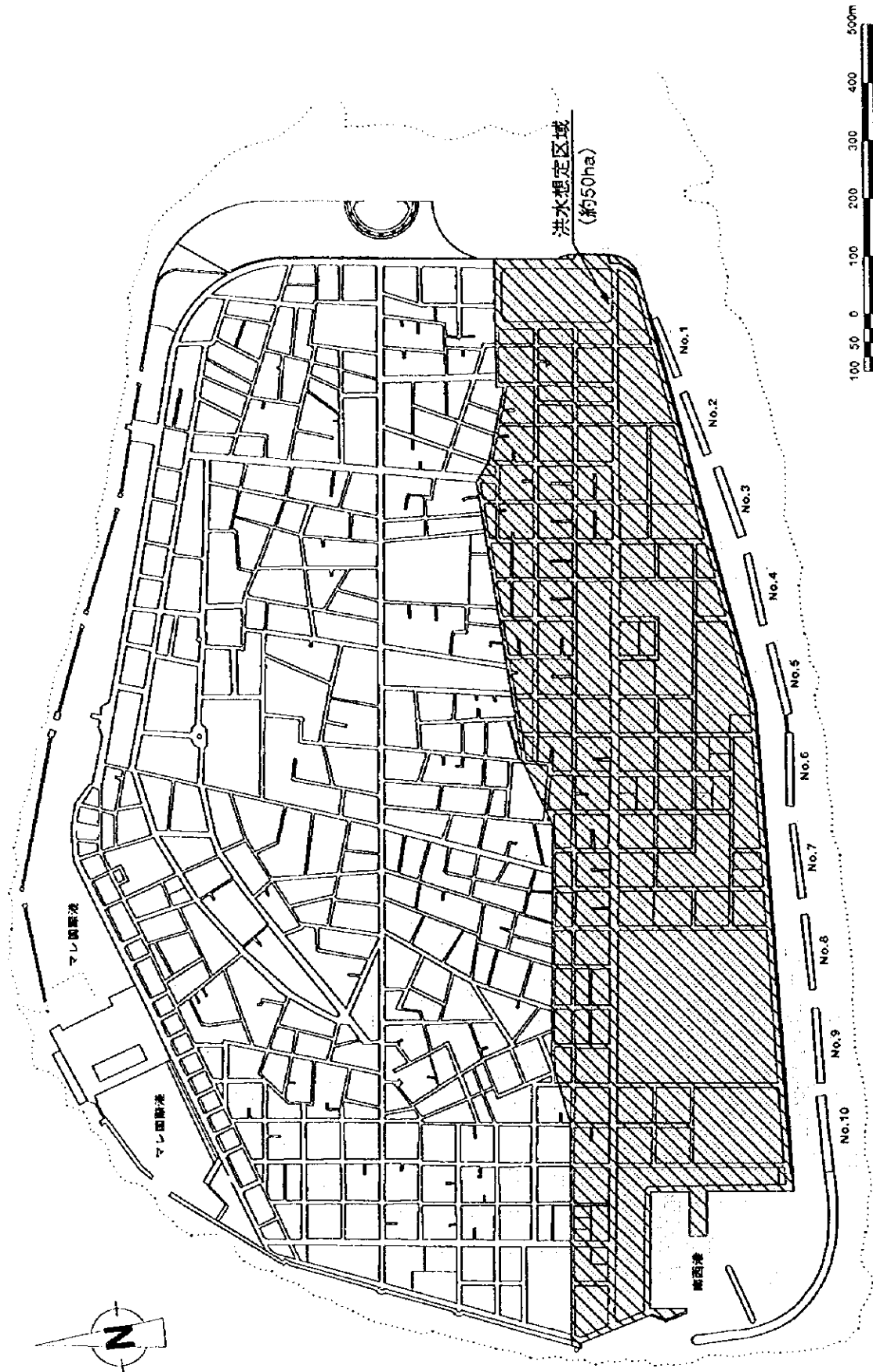


図5-2 南海岸被災想定図

5.3 課 題

本計画により前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が広くマレ島住民のBHNの向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認される。さらに、本計画の運営・管理についても、モルディヴ国側体制は人員・資金ともに十分で問題ないと考えられる。しかし、以下の点を実施することにより本件工事の円滑な実施が可能になるとともに護岸のより永続的な活用および維持管理の軽減が図られるものである。

- (1) 維持管理の中で今後の高波・海水位上昇等に対する観測の継続的な実施と高潮時の越波状況の確認をする。
- (2) 先方負担の埋立工事が本プロジェクトの護岸建設工程に合わせて実施されること。
- (3) 本プロジェクトで建設される護岸の一部は船舶の接岸施設および荷揚げ場として利用される。船舶の衝突、係留ロープの接触、重量物の落下等により護岸本体が破損しない様十分利用者に注意を促す必要がある。
- (4) 船舶が利用する護岸前面はモルディヴ政府により水路拡大の為、浚渫される計画がある。浚渫の際には護岸本体が倒壊しない様に十分本体から離れて浚渫計画をする必要がある。
- (5) 消波ブロックおよび被覆石等への生活生ゴミ等の投棄を厳しく取締まり、衛生環境保全に配慮する必要がある。また、すでに施工された西護岸・東護岸の一部の護岸壁に落書きが見られる。このようなことのないよう十分管理する必要がある。

資 料 編

資料-1 調査団氏名、所属

B/D現地調査時（平成9年8月）

氏名	担当分野	所属
島田 淳一	調査団長・総括	外務省 経済協力局 無償資金協力課
菅野 祐一	計画管理	国際協力事業団 無償資金協力調査部 調査一課
折下 定夫	業務主任・海岸防災計画	(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
池原 政和	自然条件・海洋環境	(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
並木 広己	施工計画・積算	(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

基本設計概要書説明時（平成9年10月）

氏名	担当分野	所属
鈴木 秀幸	総括	国際協力事業団スリ・ランカ事務所次長
折下 定夫	業務主任・海岸防災計画	(株) パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

資料-2 調査日程

B/D現地調査時

日順	月 日	行 程	業務内容
1	8月4日(月)	東京～シンガポール (SQ997)～マレ(SQ452)	移 動
2	8月5日(火)	マレ	外務省対外援助局、建設・公共事業省 表敬、IC/R説明
3	8月6日(水)	マレ	プロジェクトサイト調査(南側護岸、西 側護岸、東側護岸)、測量
4	8月7日(木)	マレ	建設・公共事業省協議、測量
5	8月8日(金)	マレ	団内打ち合わせ
6	8月9日(土)	マレ	資料収集、測量
7	8月10日(日)	マレ	サイト調査(南護岸を海側より)、測量
8	8月11日(月)	マレ	M/D協議(建設公共事業省)、測量
9	8月12日(火)	マレ	M/D協議(建設公共事業省)、測量
10	8月13日(水)	マレ	M/D署名(外務省対外援助局)
11	8月14日(木)	マレ～コロンボ(EK813) ～シンガポール(SQ401) マレ	移動(官側団員2名) 測量、現地調査
12	8月15日(金)	シンガポール～東京(SQ12) マレ	移動(官側団員2名) 団内打ち合わせ、資料収集
13 ～15	8月16日(土) ～8月18日(月)	マレ	測量、マレ上下水道会社協議 住宅都市計画庁協議、資料収集
16	8月19日(火)	マレ	測量、航空写真撮影、環境省協議
17	8月20日(水)	マレ	潮流観測、電量会社協議
18 ～20	8月21日(木) ～8月23日(土)	マレ	補足測量、データ整理、海中環境調査、 建設・公共事業省協議
21	8月24日(日)	マレ	建設・公共事業省協議、帰国準備
22	8月25日(月)	マレ～コロンボ(EK811)	移 動
23	8月26日(火)	コロンボ	大使館、JICA表敬、説明
24	8月27日(水)	コロンボ～シンガポール (SQ401)	移動、資料収集、整理
25	8月28日(木)	シンガポール～東京(SQ12)	移 動

基本設計概要書説明時

日順	月 日	行 程	業務内容
1	10月12日(日)	コロンボ～マレ (UL)	総括移動
2	13日(月)	マレ	外務省へ表敬
3	14日(火)	東京～マレ (SQ997/SQ452)	コンサル団員移動
4	15日(水)	マレ	外務省・建設公共事業省へ概要書説明
5	16日(木)	マレ	同上・M/D協議
6	17日(金)	マレ	補足調査
7	18日(土)	マレ	補足調査
8	19日(日)	マレ	M/D調印
9	20日(月)	マレ	補足調査
10	21日(火)	マレ～東京 (SQ452/12)	コンサル団員移動
11	22日(水)	マレ～コロンボ (UL)	移 動

資料-3 相手国関係者リスト

モルディヴ国政府関係者

- 外務省 (Ministry of Foreign Affairs : MOFA)
 - Mr. Ahmed Latheef Director of External Resources (DER)
 - Mr. Mohamed Ahmed Didi Deputy Director, DER
 - Ms. Aishath Azeema Senior Secretary, DER

- 建設・公共事業省 (Ministry of Construction and Public Works : MCPW)
 - Hon. Minister Umar Zahir Minister of Construction and Public Works
 - Mr. K. D. Ahmed Maniku Deputy Minister
 - Mr. H. Ibrahim Maniku Director General of Public Works
 - Mr. Mauroof Jameel Director, Design & Project Management
 - Mr. Ismail Ibrahim Deputy Director, Projects
 - Mr. Ahmed Ashraf Assistant Director
 - Mr. Abdulla Naushad Civil Engineer
 - Mr. Suhail Ahmed Project Co-ordinator

- 港湾局 (Maldives Ports Authority : MPA)
 - Mr. Abdul Shakoor Ahmed Director, Finance
 - Mr. Ali Ahmed Assistant Director

- モルディヴ住宅・都市計画庁 (Maldives Housing and Urban Development Board : MHUDB)
 - Mr. Abdulla Saleem Deputy Director

- 電力会社 (State Electric Company Ltd.)
 - Mr. Abdul Shakoor Managing Director
 - Mr. Mohamed Rasheed Director of Engineering
 - Mr. Ibrahim Athif Engineer
 - Mr. Mohamed Latheef Administrator

- マレ上下水道会社 (Male' Water & Sewerage Company Ltd. : MWSC)
 - Mr. Jan M. R. Olsen General Manager
 - Mr. Mohamed Rasheed Deputy Technical Manager

- 計画・人的資源・環境省 (Ministry of Planning, Human Resources and Environment : MPHRE)
 - Mr. Simad Saeed Assistant Director, Programmes

-- MTCC

Mr. Mohamed Shihab Director

-- モルディヴ漁業会社 (Maldives Industrial Fisheries Co. Ltd. : MIFCO)

Mr. Ibrahim Shakeeb Managing Director

日本国政府関係者 (敬称略)

在スリ・ランカ (モルディヴ兼轄) 日本国大使館

金井 要 一等書記官

川村 文洋 一等書記官

新沼 敬 二等書記官

JICA スリ・ランカ事務所

狩野 良昭 所長

鈴木 秀幸 次長

吉浦 伸二 モルディヴ担当

資料-4 当該国の社会経済事情

国名	モルディブ共和国 Republic of Maldives
----	----------------------------------

一般指標					
政体	共和制	*1	首都	マレ	*1
元首	President Maumoon Abdul GAYOOM	*1	主要都市名		*1
独立年月日	1965年07月26日	*1	経済活動可人口	一千人	*5
人種(部族)構成	シンハリーズ、ドラヴィデア ン、アラブ人、アフリカ 人	*4	義務教育年数	年間	*7
言語・公用語	アイヴィヒ語、英語	*1	初等教育就学率	-%	*5
宗教	スンニ回数	*1	初等教育終了率	-%	*5
国連加盟	1965年09月	*2	識字率	92.8% (1995年)	*5
世銀・IMF加盟	1978年01月	*3	人口密度	871.03人/km ² (1995年)	*4
			人口増加率	3.58% (1995年)	*4
			平均寿命	平均65.49 男63.99 女67.07	*4
			5歳児未満死亡率	78/1,000 (1994年)	*5
面積	0.3千km ²	*4	カロリー供給量	2,624.0cal/日/人 (1992年)	*5
人口	261.3千人 (1995年)	*4			

経済指標					
通貨単位	ルフィア	*1	貿易量	(1995年)	*8
為替レート (1US\$)	1US\$=11.77 (1月)	*6	輸出	50.0百万ドル	*8
会計年度	1月~12月	*1	輸入	268.0百万ドル	*8
国家予算	(1992年)	*6	輸入カバー率	1.6% (1994年)	*9
歳入	64.9百万ドル	*6	主要輸出品目	魚類、衣服	*4
歳出	110.4百万ドル	*6	主要輸入品目	消費財、半資本財	*4
国際収支	-0.1百万ドル (1993年)	*6	日本への輸出	4.0百万ドル (1995年)	*10
ODA受取額	30.0百万ドル (1994年)	*8	日本からの輸入	8.0百万ドル (1995年)	*10
国内総生産 (GDP)	-百万ドル	*8			
一人当たりGDP	-ドル	*8	外貨準備総額	81.48百万ドル (1997年)	*6
GDP産業別構成	農業 -%	*8	対外債務残高	9.5百万ドル (1994年)	*9
	鉱工業 -%		対外債務返済率	3.4% (1994年)	*9
	サービス業 -%		インフレ率	14.9% (1993年)	*5
産業別雇用	農業 32.0% (1990年)	*5			
	鉱工業 31.0% (1990年)				
	サービス業 37.0% (1990年)		国家開発計画		*11
経済成長率	-%	*8			

気象 (年~ 年平均 場所: Minnicoy (標高 3m)												平均/計
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
最高気温	29.0	29.0	30.0	31.0	31.0	30.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.5℃
最低気温	23.0	24.0	25.0	27.0	26.0	25.0	24.0	25.0	25.0	24.0	23.0	23.0	24.5℃
平均気温	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0℃
降水量	46.0	18.0	23.0	58.0	178.0	295.0	226.0	198.0	160.0	185.0	140.0	86.0	1,613.0mm
雨期/乾期	乾	乾					雨	雨					

- *1 CIA World Fact book (1993)
- *2 States Member of the United Nations
- *3 World Bank Fax (1994)
- *4 CIA World Fact Book (1996-1977)
- *5 Human Development Report (1996)
- *6 International Financial Statistics
- *7 Statistical Yearbook 1996
- *8 World Development Report (1996)
- *9 World Debt Tables (1996)
- *10 世界の国一覽 (外務省外務報道官編集) (1996)
- *11 最新世界各國要覽 (1996)
- *12 理科年表 1997 (丸善)

国名	モルディブ共和国 Republic of Maldives
----	----------------------------------

*13

項目 \ 年度	1990	1991	1992	1994
技術協力	2,382.47	2,515.30	2,699.97	3,087.67
無償資金協力	1,989.63	2,050.70	2,194.95	2,456.48
有償資金協力	5,676.39	7,364.47	5,852.05	4,352.21
総額	10,048.49	11,930.47	10,746.97	9,896.36

*14

項目 \ 歴年	1991	1992	1993	1994
技術協力	1.89	2.26	2.55	2.56
無償資金協力	6.92	8.91	8.17	10.30
有償資金協力	0.00	0.00	0.00	0.00
総額	8.81	11.17	10.72	12.86

*13

	贈与 (1)		有償資金協力 (2)	政府開発援助 (ODA) (1) + (2) = (3)	その他政府資金および民間 資金(4)	経済協力総額 (3) + (4)
		技術協力				
二国間援助 (主要供与国)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
多国間援助 (主要援助機関)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
その他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*15

技術	関係各省庁機関→外務省
無償	関係各省庁機関→外務省
協力隊	関係各省庁機関→外務省

*13 Geographical Distribution of Financial Flows of Developing Countries (1996)

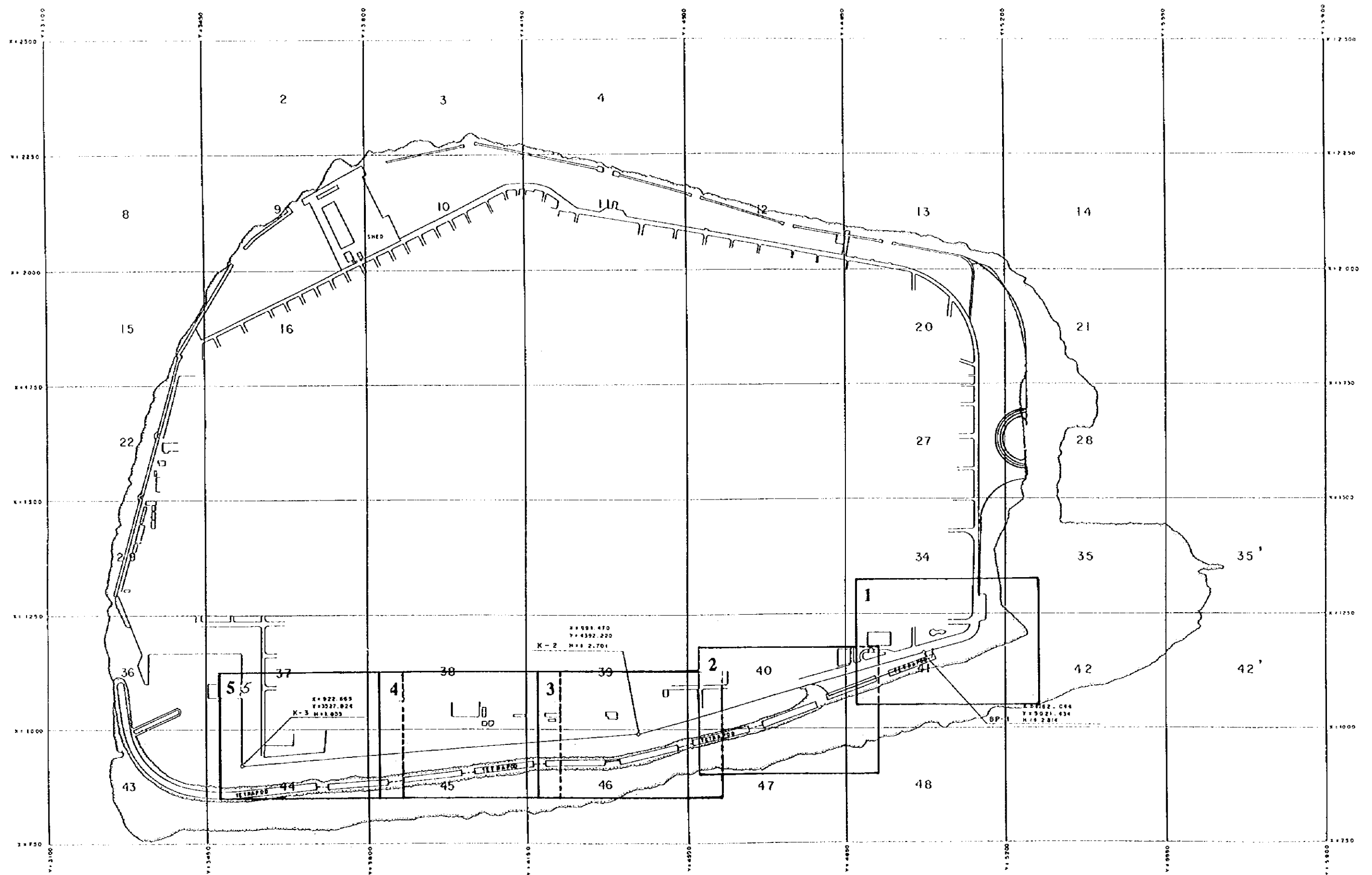
*14 Japan's Official Development Assistance Annual Report (1995)

*15 国別協力情報 (JICA)

資料－5 その他のデータ

資料5－1 測量図

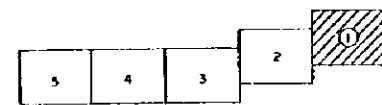
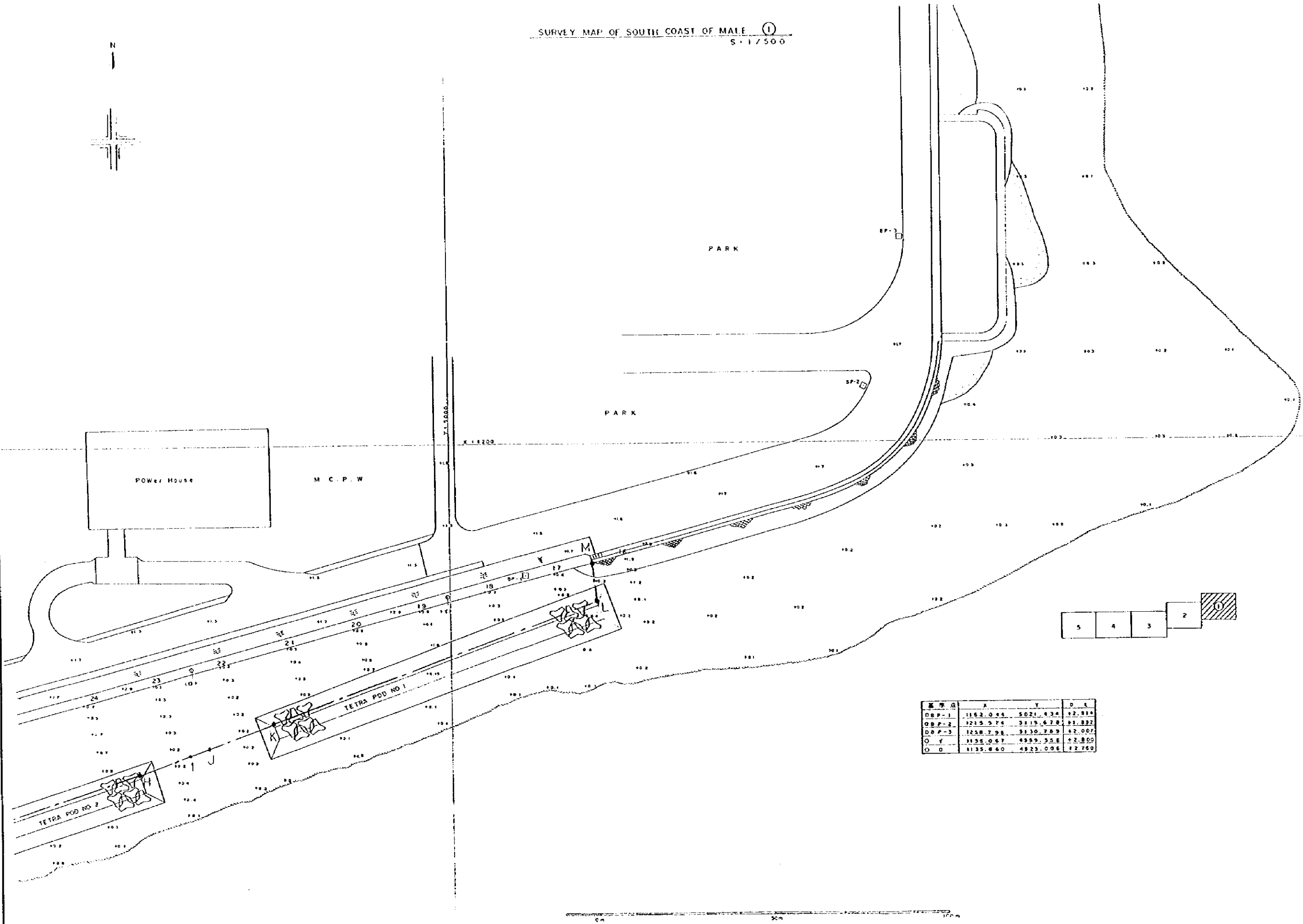
KEY PLAN (MALE' ISLAND)



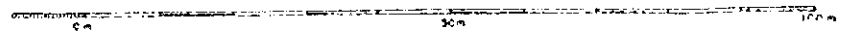
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450
 S = 1/4,000

Survey Map (Overall)

SURVEY MAP OF SOUTH COAST OF MALE ①
S = 1 / 500



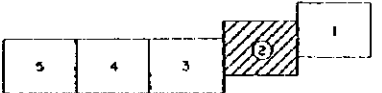
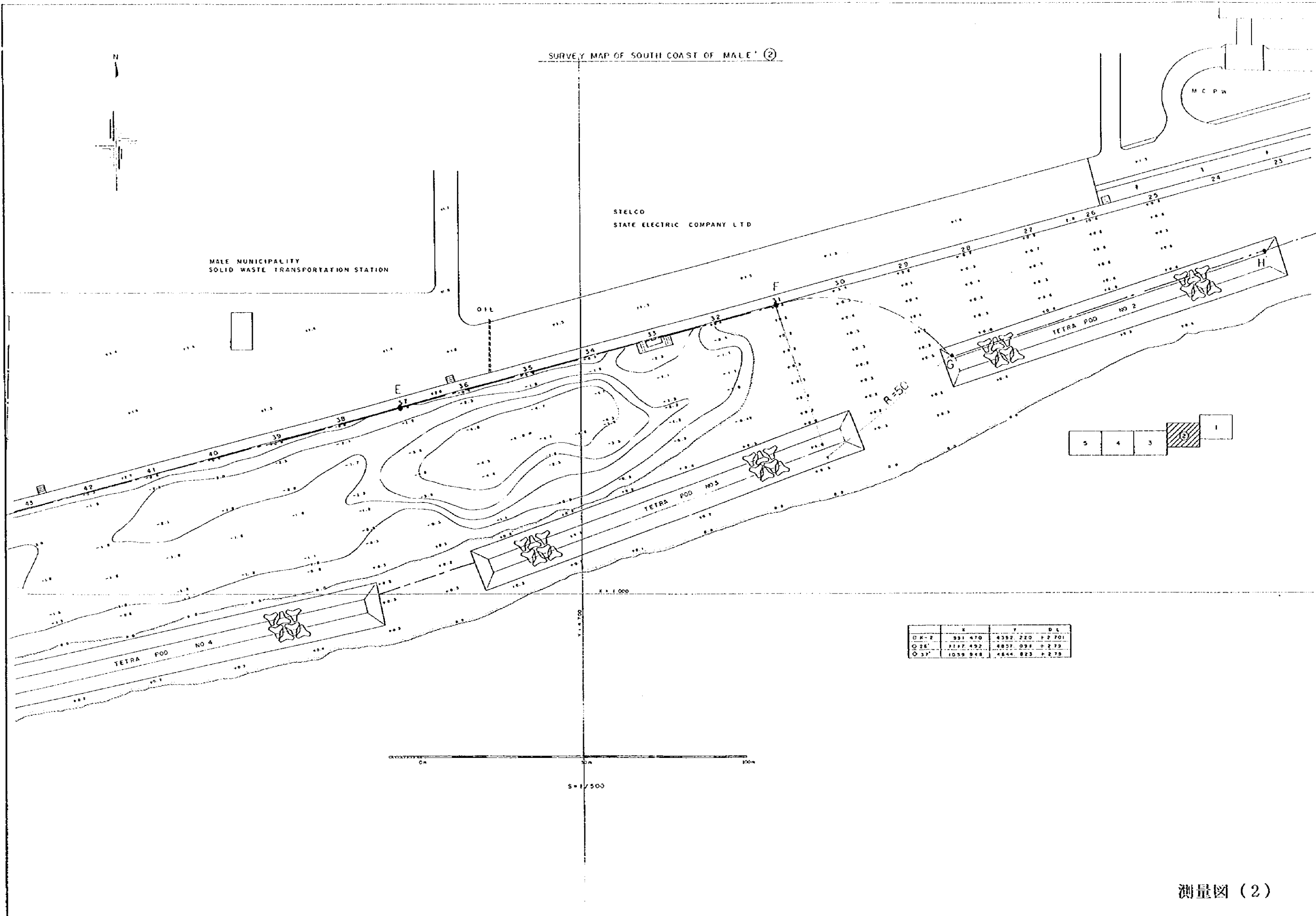
基準点	X	Y	D.L.
DBP-1	1162.044	5021.434	+2.814
DBP-2	1215.574	5115.670	+1.822
DBP-3	1258.798	5150.789	+2.007
O 1	1135.067	4959.536	+2.800
O 0	1135.060	4923.006	+2.760



S = 1 / 500

測量図 (1)

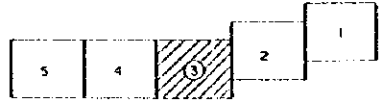
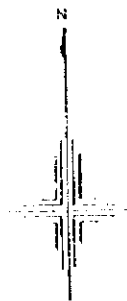
SURVEY MAP OF SOUTH COAST OF MALE ②



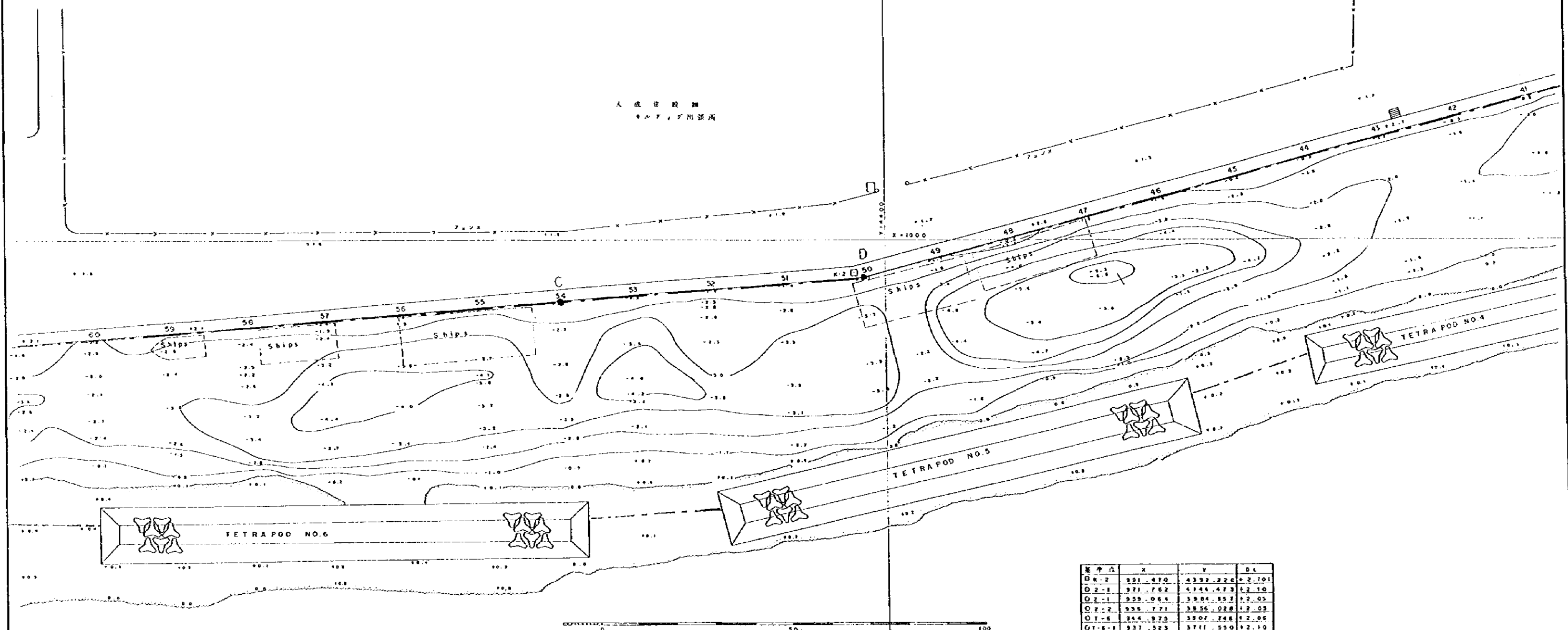
	X	Y	D.L.
□ K-2	991.470	4332.220	F 2.701
○ 26'	1117.492	4837.091	F 2.773
○ 37'	1059.948	4844.823	F 2.773

測量図 (2)

SURVEY MAP OF SOUTH COAST OF MALA ③
S=1/500



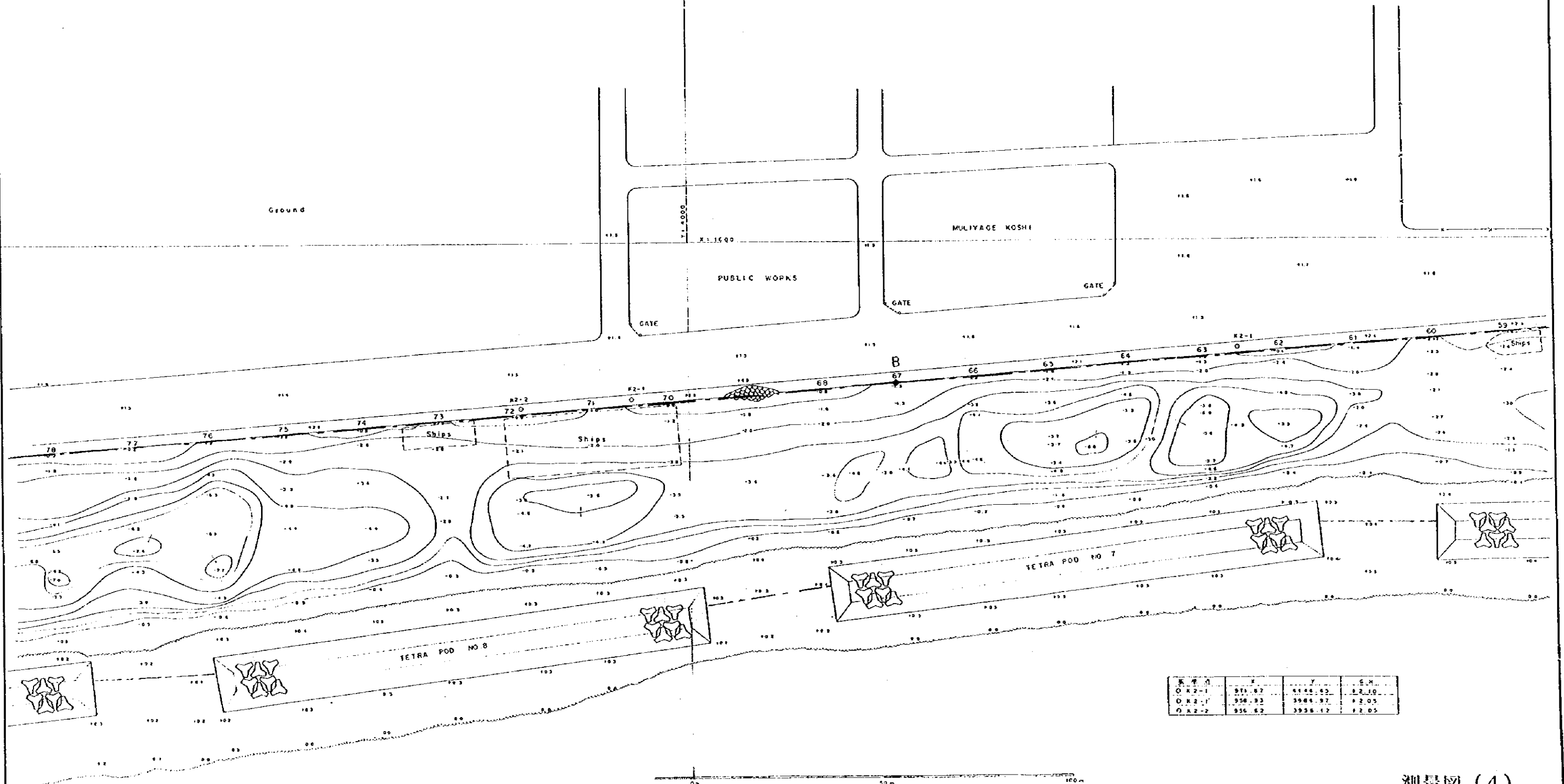
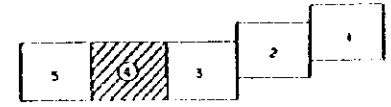
大成建設
測量出張所



基点	X	Y	DL
D 1-2	991.470	4992.226	±2.101
D 2-1	971.762	4744.473	±2.10
D 2-1	959.064	3984.857	±2.05
O 2-2	956.771	3956.028	±2.05
O 1-6	844.875	3807.748	±2.04
GT-6-1	937.523	3741.550	±2.10

測量図 (3)

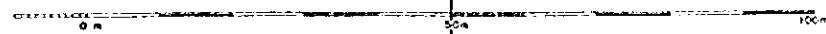
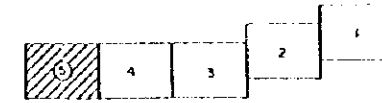
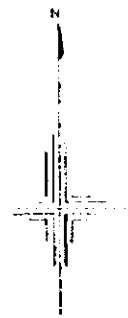
SURVEY MAP OF SOUTH COAST OF MALE ④
S = 1/500



基準点	X	Y	高
O K2-1	971.87	3948.62	2.10
O K2-1'	958.93	3986.97	2.05
O K2-2	956.62	3936.12	2.05

測量図 (4)

SURVEY MAP OF SOUTH COAST OF MALE ⑤
 S = 1/500



S = 1/500

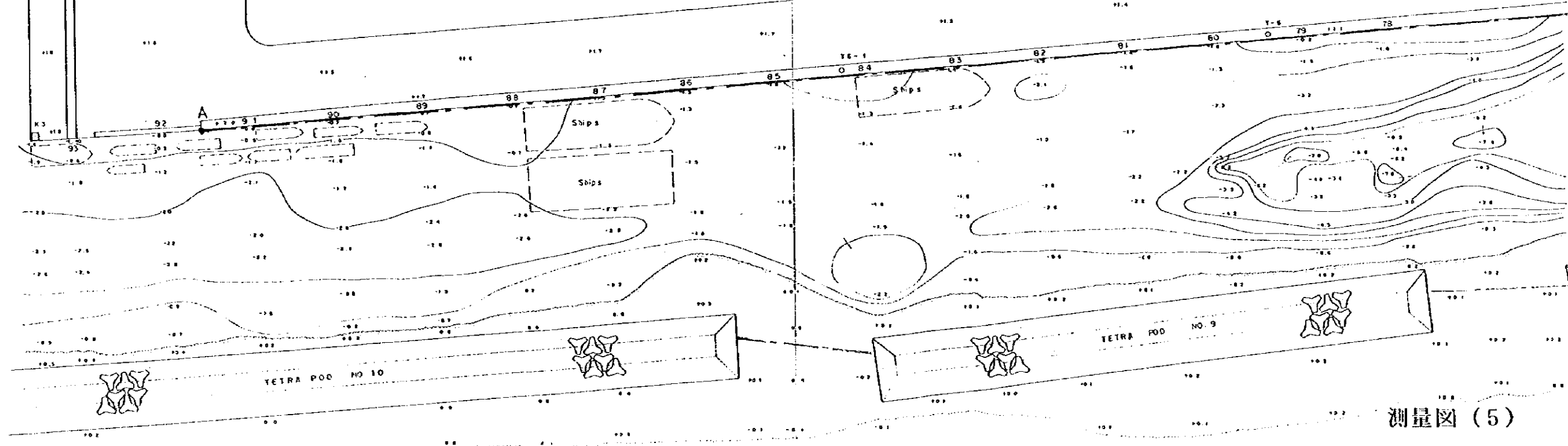
基準点	X	Y	GN
O T-6	844.77	3807.71	+2.96
O T-6-1	837.16	3711.53	+2.10
O K-3	922.665	3527.824	+1.855

Y = 3700

X = 1000

Ground

N. S. S.
 NATIONAL SECURITY SERVICE



測量図 (5)

資料 5 - 2 土質柱状図

DRILLING LOG

Project No. 503-31 Project SEAWALL CONSTRUCTION - WALL Type of Drilling ROTARY
 Hole Number 504-2 Elevation Δ -0.4 m Date SEP.29 - OCT.01 1951
 Water Table At Sea level m Driller LOR (SHAH)

Remarks
 P : Standard Penetration Test
 C : Coring

Scale in m	Elevation in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	Sampling		Standard Penetration Test & Core Recovery (CR)					
									Depth in m	Sample No.	N-Value Blows/30cm	Blows Per Each 10cm			N - Value	
												10	20	30	40	50
	-0.40	0.00							0.0							
1	-1.00 -1.30	0.60 0.90	0.60 0.30		Cord Boulder	Gray	Dense	F.B. (Reclamation area) with concrete block, scrap iron, plastic refuse etc.								
2	-1.90	1.50	0.60		Sandy cord soil	Dark gray	Dense	Medium to coarse subangular gravels (Diameter = 25mm) with some cord sand and lot of organic decays.								
3					Cord Sand	Grayish white	Dense	High graded. With some fine (Diameter = 6mm) cord gravels.								
4					Cord Rock	Grayish white to white	Very weak to weak	Medium to moderately strong cemented, highly fractured. Disintegrated into well graded sand and gravels under hammer blows.								
5					Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
6	-8.30	7.90	6.40		Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
7					Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
8	-10.72	10.32	2.42		Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
9					Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
10					Cord Rock	Grayish white	Weak to moderately strong	Moderately fractured. Occasionally with well graded sand seams.								
11								- END OF DRILLING -								
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																

土質柱狀圖

資料 5 - 3 施設設計計算書

1. 設計条件
2. 護岸天端高の決定
3. コンクリートブロック式護岸の安定計算結果
4. 被覆石の重量の決定

1. 設計条件

マレ島南海岸の設計外力条件は、平成4年のマレ島海岸防災計画調査報告書により設定され、今回の調査においても、その地形的条件等の変化はなく、同じ条件として、下記の値を用いる。

(1) 設計潮位

最高潮位 (HWL) : +1.34 m

平均潮位 (MSL) : +0.64 m

最低潮位 (LML) : +0.00 m

設計に用いる潮位は、南護岸東側 約750m区間はウェーブセットアップ(0.3 m)を加算した水位を用い以下とする。

南護岸西側 約750m : +1.34 m

南護岸東側 約750m : +1.64 m

(2) 設計波

沖波波高 : 3.0 m

沖波周期 : 16 秒

設計堤前波波高 : 0.7 m (平成4年調査モデル実験結果)

設計堤前波周期 : 6 秒 (平成4年調査モデル実験結果)

(3) 許容越波量 : $0.001 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{s}$

2. 護岸天端高の決定

(1) 検討条件

1) 南護岸東側 約750m区間

波浪条件 : 設計堤前波 $H=0.7 \text{ m}$ 、周期 $T=6 \text{ 秒}$

潮位条件 : $HWL = DL + 1.64 \text{ m}$

許容越波量 $= 0.001 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{s}$

2) 南護岸西側 約750m区間

波浪条件：設計堤前波 $H=0.7\text{ m}$ 、周期 $T=6\text{ 秒}$

潮位条件： $HWL=DL+1.34\text{ m}$

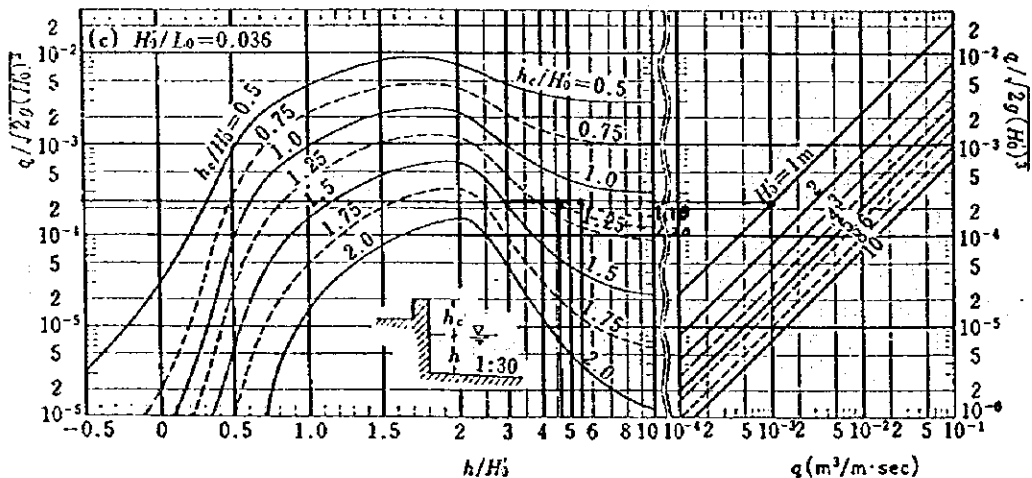
許容越波量= $0.001\text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$

検討方法

平成4年報告書の越波量に対する水理模型実験では越波量が $0.03\text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ と $0.085\text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ となる異なる天端高のモデル（2ケース）のみ行われたため、越波量が $0.001\text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ 以下となる天端高を求めることはできない。しかしながら、上記模型実験は今回の検討のための波浪条件と地形条件が同じであることから、離岸堤開口部で、リーフエッジにより砕波された波の波高が 1.0 m （周期 $T=8.7\text{ 秒}$ ）で、この時の護岸前面波高が 0.7 m （周期 $T=6\text{ 秒}$ ）となる実験結果を適用することができる。従って、この値を基に、一般的に利用されている越波量算定図（図-1）、合田（1990年）に示された算定図を使用し天端高の決定を行なう事とする。

越波量算定図は、入射波高（沖波波高） H_0 を 1.0 m から 10.0 m までと、その一般的な周期（3ケース）、及び護岸までの海底勾配（2ケース）のそれぞれ組み合わせた実験結果を基に作成された図表であり、今回の南海岸の条件においては、離岸堤開口部における波高（砕波された波） 1.0 m を入射波高 H_0 とし、その時の周期を 8.7 秒 （実験値）とする。また、算定図の条件として、現況の水路幅が 50 m と狭く、護岸前面が急勾配で深くなっており、その勾配は波の遡上に影響しないと判断できるため、護岸前面水深を水路中央平均水深（開口部）とし、ほぼ平坦な海底面とて、越波量が $0.001\text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ 以下となるような天端高を求める。

$T=8.7\text{ 秒}$ 、離岸堤開口部水深（ 1.0 m ）における波長 $L_0=約28\text{ m}$ （計算値）である。
 $H_0/L_0=1.0/28=0.036$ （よって $H_0/L_0=0.036$ 、勾配 $1:30$ の図を使用する）



(図-1) 直立護岸の越波流量推定図 (海底勾配 $1/30$)¹⁾

南護岸東側（水路水深=3.0 m）

$$h/H_o = (3.0+1.64) / 1.0 = 4.64 \text{ 従って } \text{図-1より } hc/H_o = 1.2$$

従って、必要天端高は $H = 1.2 + 1.64 = \underline{DL + 2.84 \text{ m}}$ となる

南護岸東側（水路水深=4.0 m）

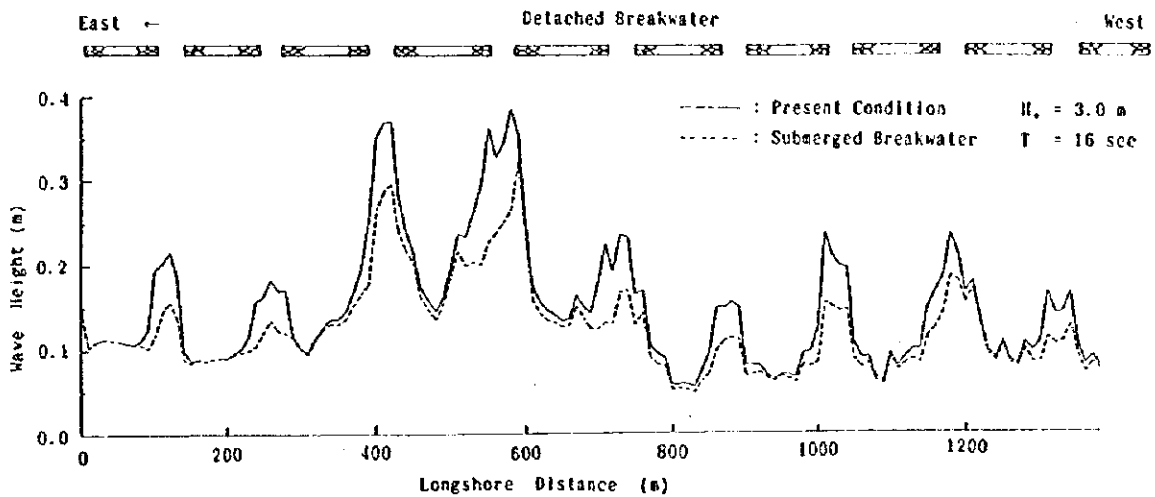
$$h/H_o = (4.0+1.34) / 1.0 = 5.34 \text{ 従って } hc/H_o = 1.1$$

$H = 1.1 + 1.34 = \underline{DL + 2.44 \text{ m}}$ となる

ここで、モルディヴ側の意向により、新設護岸天端高を既設護岸天端高（DL+2.6 m及びDL+2.1 m）と同等としたいこと、および、天端高を低く押さえて、工事費の節約を計ることを考慮し、設計波浪が決定された離岸堤の開口部に潜堤を設置し、設計波高の低減を計画する。

設置する潜堤を、埋め立て区域における既設離岸堤陸側の改良に伴い一部撤去される 3 トンテトラポッドをそれぞれの開口部に 1 列に設置した場合を検討する。

既設離岸堤の開口部に潜堤（+1.0）を設置した場合と、しない場合の比較は平成4年の報告書の水理模型実験で行なっており、以下の結果を得ている。



Distribution of Wave Height in Front of the Seawall (South Coast)

この実験結果図によれば、潜堤の設置により、波高が既設離岸位置で約 35%軽減できることがわかる。

$$(H_o = 1.0 - 0.35 \text{ m} = 0.65)$$

しかしながら、算定図の中には $H_o = 1.0 \text{ m}$ 以下は示されていないので、近似換算として、 h_c を次の値に軽減し算定するものとする。

南護岸東側 : $h_c = 1.2 \times 0.65 = 0.78$

南護岸西側 : $h_c = 1.1 \times 0.65 = 0.72$

よって潜堤を設置した場合の必要天端高は以下の値以上を採用する。

南護岸東側 : 天端高 = $0.78 + 1.64 = 2.42$ 従って、DL+2.5 とする。

南護岸西側 : 天端高 = $0.72 + 1.34 = 2.06$ 従って、DL+2.1 とする。

3. コンクリートブロック式護岸の安定計算結果

計算検討条件

水深 : タイプA = -2.5 m、タイプB = -1.2 m

天端高 : タイプA, = +2.1 m タイプB = +2.5 m

潮位 : L.WL = 0.00 m、RWL = +0.2 m

裏込石、基礎石 : 内部摩擦角 = 40度、単位重量 = 1.8 t/m³

現地発生土 : 内部摩擦角 = 35度、単位重量 = 1.8 t/m³

コンクリート単位重量 (無筋) = 2.35 t/m³

海水単位重量 = 1.03 t/m³

常時安全率 (転倒=1.2、滑動=1.2、支持力=2.5)

地震時 (地震はないため適用外)

各断面の安定計算結果はつぎの表のとおりである

断面	転倒に対する安全	滑動に対する安全	支持力の検討 (tf/m ²)	許容応力度 (tf/m ²)
タイプA				
DL+0.8	3.6 > 1.2 (OK)	2.1 > 1.2 (OK)	—	
DL-0.7	3.9 > 1.2 (OK)	2.2 > 1.2 (OK)	—	
DL-2.7	1.6 > 1.2 (OK)	2.3 > 1.2 (OK)	27.8 < 62 (OK)	62 (F=2.5)
タイプB				
DL+1.3	6.6 > 1.2 (OK)	2.7 > 1.2 (OK)	—	
DL+0.3	4.0 > 1.2 (OK)	2.2 > 1.2 (OK)	—	
DL-1.2	3.5 > 1.2 (OK)	2.4 > 1.2 (OK)	18.0 < 52 (OK)	52 (F=2.5)

4. 被覆石の重量の決定

被覆石の重量は下記のハドソン公式により求める

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H_D^3}{K_D \cdot (\gamma_r / w_0 - 1)^3 \cdot \cot \alpha}$$

- ここに、 W : 法面における被覆石の重量 (t)
 γ_r : 被覆石の空中単位体積重量 (t)
 w_0 : 海水の単位体積重量 (1.03 t/m³)
 α : 斜面が水平面となす角
 K_D : 被覆石の種類による係数
 H_D : 斜面の法先における進行波の波高

断面	H_D	$\cot \alpha$	K_D	γ_r	W kg
タイプC	0.7	1.5	2.8	2.6	60kg
タイプD	1.0	2	2.8	2.6	131kg
タイプF	1.0	2	2.8	2.6	131kg

資料-6 参考資料リスト

資料名	年 月	発行元
1. National Development Plan 1997-1999	1997	MPHRE
2. Tide Data 1995	1995	気象庁
3. National Statistics 1997	1997	MPHRE
4. Meteorological Data	1996	気象庁
5. 南海岸利用船舶リスト	1997	MCPW
6. 建設・公共事業省予算実績	1997	MCPW
7. Tariff Information	1997	MWSC
8. Second Male' Port Project-Final Report	1997	MWSC
9. Housing and Urban Development in Male'	1997	MHUDB
10. Hulule Island Development Plan	1995	MWSC
11. Drawing for Seawater Intake'		MEC
12. Drawing for Sewerage Outfall		MWSC
13. Hiring Fee of Construction Plant	1997	MCPW

1

JICA