

モルディヴ国

第4次マレ島護岸建設計画

基本設計調査報告書

平成12年7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4次マレ島護岸建設計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成12年2月13日から3月13日まで基本設計調査団を派遣し、モルディヴ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成12年5月22日から6月2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12年7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4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12年1月31日から平成12年7月28日までの6.0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12年7月

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
モルディヴ共和国
第4次マレ島護岸建設計画
基本設計調査団
業務主任 並木 広巳

略 語 集

ADB	アジア開発銀行
B/D	基本設計
D.L	計画高
DER	モルディヴ国 外務省対外援助局
E/N	交換公文
EIA	環境影響評価
F/S	フィジービリティ調査
HWL	高潮位
JICA	国際協力事業団
JIS	日本工業規格
LAT	最低天文潮位
MCPW	モルディヴ国 建設・公共事業省
MHAHE	モルディヴ国 内務・住宅・環境省
MHUDB	モルディブ住宅・都市開発委員会
MOFA	モルディヴ国 農業・水産・水産資源省
MPA	モルディヴ港湾局
MRf	モルディヴ ルフィア
MSL	平均潮位
MTCC	モルディヴ 運輸・建設会社
MWSC	モルディヴ上下水道会社
NCPE	国際環境保護委員会
M/D	議事録
ODA	政府開発援助
PVC	塩化ビニールパイプ
STO	モルディヴ貿易公社
VAT	付加価値税

要 約

要 約

モルディヴ国はインド洋にある島嶼国で、国土は約 1,190 の珊瑚礁の島から成り、19 に分かれた環礁に点在する島の陸地総面積は 298km²（淡路島の約半分）である。海拔 2m を超える島は少なく、起伏もなく川もない平坦な 202 の島に約 27 万 7 千人（1999 年推定）が住んでいる。首都マレ島は 1.8km² と狭く、マレ島には全人口の約 26% に当たる 6 万 3 千人が居住し、政府関係機関の全てが集中し、社会経済活動の中心地となっている。モルディヴ国は核家族化現象が進む等の理由により、年々増加する都市人口に対して、マレ島の南海岸を中心としたリーフの埋立により土地を造成して対応してきたが、1987 年に発生した高潮が、未整備だった南海岸を中心に島内に浸水し、600 万ドルもの被害が生じた。

このため、マレ島海岸防災施設の緊急整備として、南海岸の離岸堤建設（1987～1989 年度マレ島南岸護岸建設計画）が日本の無償資金協力により実施された。その後モルディヴ国は、マレ島の重要性を鑑み、日本国にマレ島海岸防災計画の策定に関する技術協力の要請を行い、国際協力事業団による開発調査（1991～1992 年度マレ島海岸防災計画調査）が実施された。この開発調査結果をもとに、モルディヴ国政府の要請を受け、日本国は 1994 年から 2000 年にわたり、西海岸、東海岸および南海岸に対し、3 回の無償資金協力を実施し、護岸整備を行った。これらの護岸整備により、コーラル塊を積上げてモルタルで固めただけの従来工法による脆弱な護岸が、強固で半恒久的な護岸に変わり、背後の地域を高波による浸水の危険から防護するとともに、公園等の憩いの場所を生み出しマレ島民に提供してきた。

1998 年 11 月にモルディヴ国政府は一連の護岸整備協力における最終計画として、マレ島の玄関口である北岸の離岸堤整備（約 1.3km）に対する無償資金協力を日本政府に要請した。マレ島北海岸の離岸堤は建設材料不足と予算不足から従来工法のままであり、波浪に対して崩壊や欠落が常に発生し、2 年に 1 度は大掛かりな補修を繰り返している。したがって、この離岸堤を強固で半恒久的な構造に改修し、マレ島の全体の海岸防災施設整備を完成させることが急務となっていた。

日本政府はこの要請を受け、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、2000 年 2 月 13 日から 3 月 13 日まで、「第 4 次マレ島護岸建設計画基本設計調査団」を派遣し、要請の内容・背景の確認、自然条件調査、既存施設調査、建設事情調査等を実施した。帰国後、現地調査結果に基づき、最適な計画に係る基本設計及び実施計画を提案した。これを基に、同年 5 月 23 日より 6 月 2 日まで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・協議を行った。

モルディヴ国政府との協議および調査の結果、次の点が確認された。

- (1) 対象施設は北海岸の既設離岸堤と一部の護岸の改修とし、既設離岸堤・護岸を撤去し新設する。相手国要請は延長 1291mであったが、現地調査における測量の結果、総延長 1327mとした。
- (2) モルディヴ国側の北海岸区域の開発計画、護岸の利用形態を配慮し、対象施設を 6 区域に分割し施設計画を策定する。
- (3) 既設離岸堤・護岸は一部の東側区域を除いて、基本的に既設施設位置に新設する。東側区域(約 350m)は背後港湾の混雑解消と安全確保のため、11m 沖側に新設する。
- (4) 施設構造は、基本的に維持管理が不要なものとし、撤去される既設離岸堤の材料を可能な限り再利用するものとする。
- (5) 既設離岸堤が小型船舶の直接係船に利用されている区域があること、国内商用船舶区域および漁船の水揚げ区域は、近い将来に陸地と接続し、離岸堤上部を昇降路として利用する計画があることを設計に配慮する。
- (6) 既設離岸堤の区域別利用状況を基に、安全を確保できる許容越波量を設定する。
- (7) 離岸堤背後の港湾環境配慮から、海水の循環を目的とした通水機能を考慮する。
- (8) 観光立国を考慮し、施設の景観と親水活動のため、無償資金協力の範囲内で階段形式等を構造に取り入れる。
- (9) 施設の自然条件は先の開発調査結果と今回の自然条件調査を基に再検討し、波浪条件は確率規模 1/50 年とする。

以上の基本方針を基に、最終的に提案された概要は以下のとおりである。

計画護岸（離岸堤）の概要

構造別 タイプ	構造形式	施設延長 (m)	天端高 (m)	堤体幅 (m)	許容越波量 (m ³ /s/m)	備考
A	U型コンクリートケーソン式直壁（階段型上部）+根固め被覆石	295.2	+2.1	3.0	2×10^{-4}	船舶直接係留可、上部歩道確保
B	コンクリート重力式直壁（階段型上部）+根固め被覆石	470.0	+2.1	2.0	0.01	上部形状に景観配慮
C	U型コンクリートケーソン式直壁（平面型上部）+根固め被覆石	356.2	+2.3	3.3	2×10^{-4}	船舶直接係留可、上部作業道確保
D	コンクリート重力式直壁+根固め消波ブロック工	159.7	+2.3	2.5	0.01	上部に最小限の歩道幅確保
E	コンクリートブロック積直壁式護岸	46.0	+2.3	2.3	2×10^{-4}	前面に船舶係留可
合計		1,327.1				
付帯工	通水管 : 内径 50cm 通水管を離岸堤延長に対し 50m間隔で堤体中に設置 係船用リング : 直径 20mmのステンレスリング、タイプ A,B および E はは 24m 間隔、 タイプ C,D は 5m 間隔で堤体上に設置 誘導灯基礎 : コンクリート構造の灯台型、直径 90cm, 離岸堤端部 11ヶ所に設置					

事業実施を我が国の無償資金協力によって行う場合、全体工程は実施設計を含めて、25ヶ月が必要と見込まれる。また、本事業の実施にかかる概算事業費は総額 14.36 億円と見込まれ、その内日本側負担分は 14.31 億円、相手国側負担分は 5 百万円である。

なお、本事業で建設される施設の構造は半恒久的で堅固なものであり、定期的な維持、補修費を必要としない。ただし、付帯設備や、護岸清掃等の定期的な管理費として、年間 50 万円程度の予算が必要と見込まれる。これらの定期的な維持管理は、公共・建設事業省により実施され、同省の年間予算内で十分に対応可能な費用である。

本計画により、マレ島の北海岸離岸堤が発生年確率 1/50 の波浪に対して、半恒久的で堅固な構造に整備されることにより、以下の裨益効果が期待できる。

(1) 直接効果

- 1) 本無償資金協力の実施により、強固で半恒久的な護岸に整備されることで、離岸堤の決壊を防ぐことが可能となり、マレ島北海岸の約 10ha 区域の住居と政府機関施設への浸水を未然に防ぐことが出来る。北海岸区域の住民 8,000 人の財産が浸水による直接災害から免れ、政治、経済活動と一般市民の安定生活が確保できる。また、北護岸の年間補修費である一千万円以上の費用の支出がなくなる。
- 2) 本無償資金協力の実施により、離岸堤の決壊がなくなり、離岸堤背後の港湾内の静穏が確保できる。これにより常時停泊している船舶 170 隻が波浪による災害から免れるとともに、港の機能を保持し、離島間の物資輸送の確保とマレ島民の主食である魚の安定供給に寄与し、同国の海洋活動の基盤を維持することが出来る。

(2) 間接効果

- 1) 離岸堤の機能として、背後の港湾活動を考慮した計画により、間接的に港湾の利用条件の改善と安全確保を支援することとなる。
- 2) 同国の玄関口となっている北港湾の景観的整備に寄与し、モルディヴ国の主要な外貨収入である観光客の増加と、マレ島観光を間接的に支援することとなる。
- 3) 地球温暖化による海面上昇が国際的関心事項となっている中で、海面より少し高い陸地しか持たない同国民の不安は大きい。本防災施設は 50 年に 1 回の確率で発生する波高を条件に計画されているため、長期的な海面上昇にも十分に機能を保持し、かつ住民に安心感を与えることが出来る。

事業を効果的、効率的に実施するための課題として、以下の点が上げられる。

- (1) 事業実施に対し、先方の港湾活動に対する円滑な調整と、工事区域からの一般船舶の速やかな移動が実施されること。
- (2) 先方負担事項である港湾拡幅のための浚渫工事が、本事業完了後に速やかに実施されるとともに、浚渫によって施設に悪影響を与えないよう考慮すること。
- (3) 小船等の離岸堤への係船に対して、堤体に損傷を与えないよう利用方法に考慮すること。
- (4) 維持管理のなかで、今後の波浪状況と海面上昇に対し継続的な観測と、データの記録を行うこと。

目 次

序 文	
伝達状	
鳥瞰図	
対象国案内図	
調査対象地域図	
現況写真	
略語集	
要 約	
	ページ
第 1 章 要請の背景	
1-1 モルディヴ国の概況	1- 1
1-2 要請の背景	1- 1
1-2-1 マレ島の地形と高潮災害の発生経緯	1- 1
1-2-2 マレ島の土地利用と護岸建設	1- 2
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
2-1-1 上位計画	2- 1
2-1-2 財政事情	2- 1
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	2- 2
2-3 我が国の援助実施状況	2- 2
2-3-1 マレ島南岸護岸建設計画	2- 2
2-3-2 マレ島海岸防災計画	2- 3
2-3-3 マレ島護岸建設計画（西海岸）	2- 3
2-3-4 第 2 次マレ島護岸建設計画（東海岸）	2- 3
2-3-5 第 3 次マレ島護岸建設計画（南海岸）	2- 4
2-4 プロジェクト・サイトの状況	2- 7
2-4-1 既設離岸堤の現状	2- 7
2-4-2 北海岸の自然条件	2- 8
2-5 環境への影響	2-11
2-5-1 環境保全に関する制度	2-11
2-5-2 環境影響予測と評価	2-12
第 3 章 プロジェクトの内容	
3-1 プロジェクトの目的	3- 1
3-2 プロジェクトの基本構想	3- 2

3-2-1	協力内容の検討	3- 2
3-2-2	基本構想	3- 4
3-3	基本設計	3- 4
3-3-1	設計方針	3- 4
3-3-2	設計条件	3-15
3-3-3	基本計画	3-17
3-4	プロジェクトの実施体制	3-27
3-4-1	組織・人員	3-27
3-4-2	予算	3-28
3-4-3	要員・技術レベル	3-29
第4章 事業計画		
4-1	施工計画	4- 1
4-1-1	施工方針	4- 1
4-1-2	施工上の留意事項	4- 1
4-1-3	施工区分	4- 2
4-1-4	施工監理計画	4- 2
4-1-5	資機材調達計画	4- 3
4-1-6	実施工程	4- 4
4-1-7	相手国側負担事項	4- 4
4-2	概算事業費	4- 7
4-2-1	概算事業費	4- 7
4-2-2	運営・維持管理費	4- 8
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	5- 1
5-1-1	直接効果	5- 1
5-1-2	間接効果	5- 3
5-2	技術協力・他ドナーとの連携	5- 4
5-3	課題	5- 4
〔資料編〕		
.	調査団員氏名、所属	
.	調査日程	
.	現地調査面談者リスト	
.	当該国の社会・経済事情	
.	収集資料リスト	
.	深浅測量図および離岸堤計画平面図	
.	施設設計計算書	

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1-1 モルディヴ国の概況

モルディヴ国は、インドの南約 600 km、スリランカの南西約 750 kmのインド洋に位置し(赤道を含み北は北緯 7° 09 分、南は南緯 0° 45 分、東経 72° 31 分から 73° 48 分)、南北約 820 km、東西約 130 kmにわたって点在する小さな島々から成り立っている。同国は太古の火山活動により形成された浅海に珊瑚礁が発達し、波浪により削られた珊瑚砂が堆積し、珊瑚環礁に形成された環状礁島と分離島から成っている。島の本数は 1,190 余りで、19 に分かれた環礁(アトール)に点在し、その陸地総面積は 298 km²(淡路島の約半分)である。海拔 2 mを超える島は少なく、起伏もなく川もない平坦な 202 の島に約 277,000 人(1999 年推定*)が住んでいる。

* Statistical Year Book of Maldives 1999

首都マレ島は北マレ環礁の南端に位置し、島の面積は 1.8 km²と狭く、この島に約 6 万 4,000 人(1998 年推定)が生活している。これは、約 3.5 万人/km²となり、世界中で一番の超過密都市と言える。1995 年の国勢調査では、マレ島の人口の半分にあたる 3 万人が他の島からの移住者であり、同国の人口増加率と比例して、マレ島の人口も年率 2.7% の増勢を示している。

気候は熱帯性で、6 月から 10 月にかけては南西モンスーン気候のため、雨が多く、風も強い(雨:約 200 mm/月、風:最大約 20m/sec)。一方、12 月から 3 月は北東モンスーン気候となり、雨、風の穏やかなシーズンとなる。年間平均最高気温は 30.5、年間平均最低気温は 25.7 と気温差は少なく、平均年間降雨量は 1,910 mm(1992~1996 年)である。同国は赤道付近に位置しているため、サイクロン等の直接的な気象災害は見られず、また火山活動や地震等の発生記録はない。

1-2 要請の背景

1-2-1 マレ島の地形と高潮災害の発生経緯

マレ島の原形は、図 1.2.1 に示すように、面積約 105 ha の小さな島であった。もともとマレ島の地盤高は、同島の形成過程から海面位より 20~30 cm 高いだけであったが、広く遠くまで発達したコーラルリーフが自然の防波堤の役目を果たしていた。

マレ島の人口増加に対応するために、1970年代の後半頃から南側と西側のコーラルリーフを中心に、土地の埋立が開始され、土地造成が積極的に実施された。この埋立に使用された土砂は約85万m³に達し、その大部分はマレ島の玄関口である北海岸の泊地浚渫土が利用された。出来るだけ広い土地を確保するのに、埋立土の不足から地盤高を高くすることができず、満潮海面位より10~20cm高いのみで、波浪や高潮に対して非常に脆弱な状態であった。

この埋立による土地造成がほぼリーフエッジ付近まで達し、完了に近づいた1987年の4月にオーストラリア沖に発生したサイクロンによる高波は異常波高のうねりとなり、マレ島の南岸に襲来した。自然の防波堤となるリーフを埋立により失った同島に高波が浸水し、甚大な被害をもたらした(図1.2.3および図1.2.4)。

災害当時の南海岸においても、部分的な護岸建設が実施されていたが、構造はモルディブ国の従来方法であるコーラルを積み上げて、モルタルで表面を固めただけの弱い構造であったため、決壊や損傷を受けて浸水し、マレ島の全海岸にわたって恒久的な海岸保全施設の建設が必要となっていた。

1-2-2 マレ島の土地利用と護岸建設

マレ島の土地利用は、図1.2.2に示すように、全面積1.8km²の内、住宅地と商店街がその57%を占め、学校、発電所、上下水施設、ゴミ集積場等が埋立地に建設され、商業および官庁舎が、今回の対象区域である北側に集まっている。また、マレ島から地方島、リゾート島、国際空港島へのアクセスは全て船(海上交通)に頼っており、その基地となる港は今回対象の北側に集まっており、北側離岸堤は、この港を守る重要な役目を果たしている。

モルディブ国の土質は、太古のコーラル塊が基盤をなしており、その上に堆積したコーラル砂から形成されているため、コーラル以外に建設の材料となるものがない。自然保護の観点からコーラル採取を規制しているため、建築等の建設材料は全てインド等の隣国から輸入している。このため、建設資材は高価であり、大量の材量を必要とする護岸工事は、予算の面から、採取を許可されている区域のコーラル材を採取するか、または、建設廃材を利用して建設してきたため、恒久的なコンクリート構造にすることができず、毎年補修を繰り返さなければならない構造であった。

1987年の4月の浸水災害以降、マレ島の海岸防災施設の緊急整備として、我が国は南海岸の離岸堤建設に関し、1987年から89年に無償資金協力を実施した。その後モルディブ国は、マレ島の重要性に鑑み、我が国にマレ島海岸防災計画の策定に関する技術協力の

要請を行い、国際協力事業団による社会開発調査が 1991 年から 92 年に実施された。この開発調査結果をもとに、我が国は 1994 年から現在に至り、西海岸、東海岸および南海岸の 3 回の無償資金協力により、同島の護岸整備を実施している。本件はこれら我が国の一連のマレ島護岸整備協力における最終計画として、マレ島の玄関口である北岸の離岸堤整備について無償資金協力の要請がなされたものである。

マレ島の現況護岸は、1987 年災害以降の我が国の緊急無償資金協力と、その後の 3 次にわたる無償資金協力により、従来工法の脆弱な構造の護岸から恒久的な海岸保全施設に置き換えられている。今回対象となった北護岸の離岸堤のみが、従来工法のままであり、早急の対応が必要となっていたものである。

本プロジェクトは、国家開発計画における優先課題の一つに位置付けられ、本計画の実施によって地球温暖化による海面上昇への対策を含むマレ島海岸防災施設の整備が全て完了することとなる。

図 1.2.1 マレ島の原形と造成地

図 1.2.2 マレ島の土地利用図

図 1.2.3 高潮による浸水災害区域

図 1.2.4 1987 年 4 月の浸水被害（マレ島南海岸方向を撮影）

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

モルディヴ国は現在、現在第 6 次国家開発計画（2001 年～2003 年）を策定中であり、その概要は第 5 次国家開発計画（Fifth National Development Plan; 1997～2000 年）を引き続き踏襲していく方針とされている。第 5 次国家開発計画の優先課題（National Priority）として、次の 3 項目を掲げている。

人材資源の管理と開発 開発環境の管理と組織化 居住区整備と計画的定住

この優先課題 および の具体的な政策の一つとして、マレ島開発における計画が示されており、この計画の中の実施事項として、本無償資金協力を含むマレ島全体の海岸防災施設（護岸）の建設を優先課題の一つに位置付けている。

また、1999 年に第 2 次国家環境保全計画（Second National Environment Action Plan ; NEAP II）が策定され、第 1、第 2 の課題に“地球温暖化による海面上昇”および“海岸区域の管理”を上げている。その実施事項のとして、気象・海象観測、海水位、海岸侵食に対するモニタリングシステムの確立と評価、それらの評価を基にした海岸防災施設計画の技術の向上が盛り込まれている。

我が国の無償資金協力による一連のマレ島護岸建設計画は、高波および、温暖化による海面上昇に対する海岸防災施設として同国の高い評価を受けており、同国の海岸保全・防災計画におけるモデルとなっている。

2-1-2 財政事情

モルディヴ国の主な産業は、水産、建設、観光、流通が中心となっており、その GDP に占める割合は 9.6%、11.6%、18.3%、17.1%で、これら 4 分野で全体の約 57%（1998 年）を占めている。また、水産業は総輸出額の 76%（1998 年）を占め、観光と並んで外貨収入源となっている。

同国の 1998 年度における経済および財務状況は以下の通りである（出典：Statistical Yearbook of Maldives 1999; Ministry of Planning and National Development）。

GDP(国内総生産)	:	17.46 億ルフィア (2.46 億米ドル)*
1 人当たり GDP	:	6,528 ルフィア (920 米ドル)*
経済成長率	:	9.1%*
輸入	:	41.49 億ルフィア (3.54 億米ドル)
輸出	:	8.78 億ルフィア (0.75 億米ドル)
政府支出	:	22.20 億ルフィア (1.89 億米ドル)
政府収入	:	20.06 億ルフィア (1.71 億米ドル)
(うち無償資金協力)	:	1.59 億ルフィア

* at Constant 1985 prices

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 等の借款でマレ国際港と南西港（国内港湾）建設計画を実施した。この内、南西港は 1992 年に完成し、マレ国際港の岸壁工事も 1997 年に完成した。両港の建設には、防波堤と護岸工事も含まれていたが、今回対象となっている既存の離岸堤はこれらの工事には含まれていない。

また、現在 ADB の技術協力により、国際港を管理する同国港湾局（MPA）の運営計画に対する民営化を含む政策の策定が実施されているが、離岸堤を含む施設の管理に関する具体的な提言はない。その他北海岸における海岸防災施設建設を目的とした他国および、国際機関からの援助はない。

2-3 我が国の援助実施状況

我が国は、マレ島の海岸防災施設の緊急整備の要請に応えるために、南海岸の離岸堤建設に無償資金協力を実施した（1987～89 年）。また 1991～92 年には国際協力事業団による社会開発調査「マレ島海岸防災計画調査」が実施され、マレ島全沿岸に関する海岸保全計画が策定された。我が国によるマレ島の護岸建設に関する計画事業の経緯を一覧すると、表 2.3.1 のとおりである。また、詳細を以下に示す。

2-3-1 マレ島南岸護岸建設計画（金額 20.51 億円、1987～89 年度）

1987 年 4 月 10 日～15 日にマレ島およびその周辺に異常な高潮が来襲し、マレ島の南岸地区を中心に浸水による甚大な災害を被った。モルディヴ国政府の要請に応じて日本政府は緊急援助隊を現地に派遣し（4 月 24 日から 9 日間）、被害状況と災害の原因調査を実施した。

緊急援助隊は、マレ島の南海岸に離岸堤群を早急に建設し、南からの高波の侵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、離岸堤建設の無償資金協力を我が国に要請した。これに対し日本政府は、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。

基本設計に基づき、離岸堤（天端高：+3.5m、3t テトラポッド積み構造、1基100m×10基、海岸延長1.52km）の建設が実施され、1990年に完成した。これによって、うねりが直接海岸に来襲することがなくなり、緊急対策としての防災機能を十分に発揮した。

2-3-2 マレ島海岸防災計画

南海岸の離岸堤の完成の後、モルディヴ国政府はマレ島全体の海岸保全施設計画を早急に立案する必要があるとの判断に至り、日本政府に社会開発調査の実施を要請した。これに対応して、国際協力事業団は1991年8月から調査団を現地に派遣し、1992年12月までの期間、調査を実施した。この調査では、1991年10月～92年9月までの1年間の波浪観測、水理模型実験による施設計画の検討が行われた。また、マレ島全体の海岸防護の優先順位について、西、東、南、北の順で提言した。

2-3-3 マレ島護岸建設計画（西海岸）（金額13.70億円、1994～1995年度）

「マレ島海岸防災計画調査」報告書の提言に基づき、モルディヴ国政府は1993年2月に、西海岸の護岸建設のため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、基本設計調査を実施した。

南西港からマレ国際港までの延長764mの海岸で、1ト型の消波ブロックを前面に配置したL型鉄筋コンクリート構造護岸が、1996年3月に完成した。この海岸では、南西モンスーン期の6月から10月にかけて、1mを越す波浪を受けるが、これにより背後地の病院、学校、教育センターなどの公共施設等が越波や浸水の危険から防護されることとなった。また、護岸の維持管理に費やされてきた補修費が減少した。

2-3-4 第2次マレ島護岸建設計画（東海岸）（金額11.78億円、1996～1997年度）

「マレ島海岸防災計画調査」報告書の提言で、優先度第2位とされたマレ島東海岸に関して、モルディヴ国政府は1994年に護岸建設のため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、基本設計調査を実施した。

護岸は、モルディヴ国政府が実施中であったマレ島最後の埋立計画地の海岸線位置（既存護岸から 100 m 沖）に計画された。背後の埋立地は、公園やスポーツ施設用地として現在整備中であり、事前の土地利用計画から護岸建設に対し、人工ビーチや海岸へのアクセスとして対応できるように被覆石による護岸構造が総延長の約 1/3 に配慮された。1 トン型消波ブロックを前面に配置した重力式無筋コンクリート構造の護岸建設（延長 1,226 m）が 1996 年 10 月から開始され 1998 年 3 月に完成した。

2-3-5 第 3 次マレ島護岸建設計画（南海岸）（金額 13.80 億円、1998～1999 年度）

南海岸の埋立の完了に伴いモルディヴ国政府が離岸堤の内側に建設した護岸は従来工法であって、離岸堤の開口部から侵入する波による護岸の破損が著しかった。このため、南海岸の防災機能を先の離岸堤と合わせて完璧なものとする、恒久的護岸の建設が要請され、モルディヴ国政府から日本政府への無償資金協力として 1994 年に提出された。これを受け、日本政府は、国際協力事業団の第 3 次マレ島護岸建設計画基本設計調査団を 1997 年 8 月に現地に派遣し、基本設計調査を実施した。

これに基づき、マレ島南海岸に総延長 1,546 m、コンクリート・ブロック積み直立壁堤体（一部被覆石傾斜堤）構造の護岸建設が 1998 年 11 月から開始され 2000 年 3 月に完成した。

図 2.3.1 に、これまでの数次にわたる事業によって整備された護岸の現況を示す。

図 2.3.1 マレ島護岸の現況

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 既設離岸堤の現状

マレ島北海岸は、北マレ環礁の内側の海域に面して、外洋からのうねりの影響を受けず比較的静穏な位置にあることから、古くからモルディヴ国の玄関口としての役割を果たしてきた。毎年6月から10月の南西モンスーン期には強い偏西風の影響を受けて風波が発生するため、同国の交通手段であるドーニーとよばれる小型船が係船する泊地の静穏を保つために、コーラルリーフの外縁部に沿って離岸堤が建設された。

北海岸離岸堤の内側にある係船岸壁は1994年に同国の特別予算で実施された鋼矢板式の半恒久構造となったが、乗降・荷揚げのため、天端高を低くしなければならないこと、水深確保のため直壁構造となることから、波浪を直接受けた場合は内陸への浸水の可能性が大きく、離岸堤によって波浪を完全に抑えることが必要とされている。

既設の離岸堤は波浪を堤体自体によって直接抑えることから、その構造が大きくなり、建設材料を大量に使用する必要性から、輸入材料を使用した恒久的な構造にするには非常に高価となるため、コーラルや建設廃材を積み上げ、モルタルで表面を固めた脆弱な構造で建設されている。このため2年に一度は大掛かりな補修が必要となっている。

既設離岸堤の構造(図2.4.1参照)として、常時海水面下となる基礎は、空練りモルタルを詰めこんだ土嚢袋を干潮位まで積上げた構造で、波浪によって土嚢がズレ落ちることが多く、度重なる基礎部の崩壊を起こしている。基礎上の堤体は珊瑚石を練り積した厚さ20cm程度の2つの壁の中に珊瑚塊や廃材を詰め込んだだけの構造であり、波浪に対して多くのクラックや欠落が発生している。

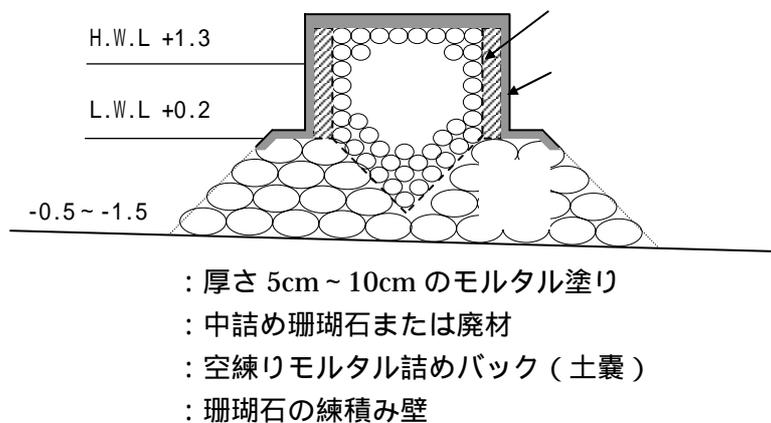


図 2.4.1 既設離岸堤構造図

北海岸の背後地は、政府関係諸機関や商業関連ビルおよびホテルの立地が主となっており、その前面水域が、マレ島とその他の地方島とを結ぶ小型船舶の係留泊地として利用されている。北海岸の離岸堤は、単に海岸保全施設としての役割のみならず、背後の水域の静穏を確保し、また係船岸としての利用が行われている現状を考慮する必要がある。

2-4-2 北海岸の自然条件

(1) 気 象

モルディヴ国は、赤道を挟んで北緯 7 度 09 分から南緯 0 度 45 分に位置し、その気候は高温多湿で、6 月から 11 月の南西モンスーン期（多雨）および 12 月から 3 月の北東モンスーン期（少雨）の 2 つのモンスーンからなる熱帯性気候である。1994 年から 1998 年のマレ島の気温、雨量、日照時間の気象データを表 2.4.1 に示す。年間を通して気温の変化は小さく、下記の気象データに示すように、1994 年から 1998 年の最近 5 年間の平均気温は 28.4（最高気温 31.9、最低気温 25.3）である。湿度は 73% から 85% である。

平均年間降雨量は 1994 年から 1998 年で 1407 mm ~ 2141 mm で、平均して 1767.6 mm である。しかし、月間の降雨量は 1994 年 2 月の 1.2 mm から同年 10 月の 587.6 mm とその変動は大きい。モルディヴ国は、サイクロンの発生地帯からは外れており、比較的災害の少ない気候であるが、熱帯性雷雨の日は年間 28 日から 51 日（1994 年 ~ 1998 年）ある。

表 2.4.1 マレ島の気温・降雨・日照時間（1994 年 ~ 1998 年）

月	平均気温（ ）		雨 量 (mm)	日照時間 (時間)
	最 高	最 低		
1 月	30.6	26.1	102.7	262.2
2 月	30.8	26.3	32.6	255.4
3 月	31.6	26.8	40.4	291.4
4 月	31.9	26.9	127.6	260.9
5 月	31.2	26.5	251.6	204.1
6 月	31.0	26.4	139.4	193.2
7 月	30.7	26.0	166.8	204.3
8 月	30.5	25.9	157.3	239.2
9 月	30.2	25.7	196.4	207.6
10 月	30.0	25.3	271.1	216.8
11 月	30.1	25.5	223.8	225.4
12 月	30.3	25.6	207.9	212.8
	30.7	26.1	1,767.6	2773.3

出典：モルディヴ気象台、気象データ

(2) 波 浪

マレ島は北マレ環礁の東南端に位置し、東および南海岸はインド洋に直接面していて、南インド洋からのうねりが到達するため、波が高い。特に南西モンスーンの時期（6月から10月）にはインド洋からのうねりが大きく、時化する時期が長いため、最大の波高を示す。また、西海岸、北海岸は、北マレ環礁の内側に面しているため、うねり性の高波は少ない。北海岸は西、東、南に比べて波高が小さく、昔から島の船着場として利用され、町も北部を中心に発展してきた。しかしながら、南西モンスーン時期に、西からの強風により、環礁内で周期の短い風波が発生し、離岸堤破損の原因となっている。

今回の波浪に関する調査の結果、先の開発調査以後に北海岸に対する新たな観測結果は無いものの、過去の観測結果の検討と現地聴取を実施した結果、開発調査で示された設計波浪（北岸中央部で有義波高0.6m、周期4.6秒、北岸西側で1.2m、周期4.6秒）は、妥当なものと結論された。したがって、これら開発調査で示された値を本計画の設計値として踏襲する。

(3) 潮 位

潮位に関しては、モルディヴ気象台より1999年6月～2000年2月の潮位データ入手した。これはマレ島北岸から約1.5km北東にある空港島（フルレ島）に設置された検潮器の測定によるものである。本調査において、このデータを解析した結果、先の開発調査で示された潮位と顕著な差違は認められなかった。したがって、本計画では開発調査での潮位を踏襲することとする。

(4) マレ島の地質

モルディヴ国の国土は珊瑚礁で囲まれた26の環礁の上に形成された約1,190の島からなり、その島の形成過程は、環礁を取り巻く珊瑚が波によって砕け、それが特定の場所に堆積し、長い年月を経て成長したものである。珊瑚砂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状態と珊瑚の種類等によって異なる。

マレ島の土質は、その形成過程において珊瑚礁が基盤となっており、埋立地を除くその原型部は島の形成過程が同一で、過去のボーリングデータにおいても、ほぼ同一の地盤条件となっている。既設離岸堤はこの硬質な珊瑚礁の岩盤でできているリーフエッジ上に建設されている。

1993 年に実施された国際港の建設調査において、北岸リーフエッジ付近で 4 本のボーリング調査を行っている。その結果によれば、表層（厚さ 4 m ~ 10 m）にN値 25 から 50 以上の珊瑚の岩盤があり、その下にN値 5 から 30 程度の珊瑚砂と珊瑚石からなる層が約 30 m厚で存在する。その下はN値 40 以上の古代コーラルと呼ばれる非常に固い岩盤となっている。先の開発調査の結果、リーフ区域の表層の地耐力は 45 ~ 60 t/m²としており（表 3.3.2 参照）、想定される離岸堤による反力は 10 t/m²程度であることから、十分な基盤であると推定される。先に述べた様に、今回の計画対象区域の北岸リーフエッジ地域は、全域ほぼ同一の地盤条件と見られる事から、これら既往の土質データを用いるものとする。

(5) 計画地点の地形

調査対象区域において、離岸堤の位置を確認し、離岸堤の前面および背面の海底地形を把握するため海底地形測量を行った。海底地形測量では、既設離岸堤前面をリーフエッジまでの範囲を測量した。背面（離岸堤内側）に関しては幅 10 m の範囲までを測量した。

得られた測量結果として、沿岸方向に 1/500、沿岸垂直方向に 1/500、等深線間隔 1m の図面を作成した。添付図（資料編）に示す。

(6) 海洋環境

本計画は既存の離岸堤の改善・整備事業であることから、施設建設後における外洋の海洋環境への影響はほとんどないと判断される。事業対象区域の現状を確認するため、今回の調査では、計画区域のリーフ側の全域にわたり、ダイバーによる目視観察を実施した。その結果、計画区域は全てが死滅珊瑚によって形成された地盤であり、活珊瑚の群生等は確認されなかった。また、付近に漁場もなく、マレ島北海岸の船舶の通行が頻繁であることから、現在ではスポーツダイビングが禁止されている。建設中において、掘削や既設護岸の撤去により、一時的な水の濁りが予想されるが、上記の観察結果より、海洋生物および、漁業やレジャー等に対する海洋環境に及ぼす影響はないと判断される。

2-5 環境への影響

2-5-1 環境保全に関する制度

モルディヴ国における環境問題に対する責任機関は、1998年11月新設された内務・住宅・環境省（Ministry of Home Affairs, Housing and Environment; MHAHE）である。MHAHEの環境部門は、あらゆる開発プロジェクトに対して、そのプロジェクトの環境影響評価（EIA）をふくむ環境関連法・規制への適合性を確保するための実際的な法的権限を持っており、この国における環境の管理および保護に関する基本的な計画、執行機関である。

1989年に設立された国家環境保護委員会（National Commission for the Protection of the Environment: NCPE）は大統領府に所属し、環境計画・管理および環境影響評価（EIA）に関しMHAHEへのアドバイザー機関として重要な位置を占めている。

その他の環境問題に関係する機関として、唯一の水質分析試験所を持つ保健省（Ministry of Health）がある。漁業・農業・海洋資源省（Ministry of Fisheries, Agriculture and Marine Resources; MOFA）は、漁業資源の持続的利用を図るために、珊瑚環礁を含む海洋環境保護の責任を持ち、また、無人島の維持管理や、樹林帯、植林地および陸生生物環境に関する責任機関である。

モルディヴ国における環境保護に関する法律は、1993年に施行された法第4/93（Law No. 4/93）であり、国の環境基本法である。この法によれば、国の全ての省は関係する環境問題に関する指針を制定する事が出来る。また、MHAHEは環境保全地域を定め、これらの地域内におけるあらゆる開発行為に対し規制を加え、その行為に対する審査を行う権限を有する。この法はまた、環境に潜在的に影響を与えるあらゆる開発プロジェクトの環境影響評価の方法を規定している。これにはMHAHEの査定と同意に関する提案申請方法も規定され、MHAHEは環境に望ましくない影響を与えるあらゆるプロジェクトに対し、これを終止させる権限を有する。

今回の調査では、MHAHEの環境担当官（Mr. Mohamed Khaleel; Director, Environment Affairs, 他2名）と面会することができ、本プロジェクトは既存離岸堤の改修整備事業であり、環境に対する影響は少ないため、特に環境影響評価は必要なく、書面による事前環境評価（IEE）で対処可能であるとのコメントをいただいた。具体的には、JICAの定めるIEEの方法に基づいて、環境に関する課題の抽出を行い、その結果をまとめることとした。以下はその検討に関する報告である。

2-5-2 環境影響予測と評価

(1) プロジェクトの概要と立地環境

プロジェクトの立地環境について、表 2.5.1 にまとめた。本プロジェクトは既存の離岸堤の改善・整備を基本としており、新たな開発造成等、現状に対する大規模な改変は行われぬ。立地環境としては、北マレ環礁の内側に面しているため、比較的波浪が穏やかであること、商業港、漁港、観光基地港として国の中心的機能を果たしており、船舶の出入りが激しいことが特徴としてあげられる。

(2) スクリーニング

JICA のガイドラインに定めるスクリーニングの目的は「環境インパクト評価(EIA)の実施が必要となる開発プロジェクトかの判断を行うこと」にある。プロジェクトの内容と立地環境に基づいて、持続可能な開発と住民の生活および周辺環境との調和を図る、との立場・視点から EIA 実施が必要か否かを評価するものである。

表 2.5.2 に、定められたフォーマットによってスクリーニングを実施した結果を示す。当計画事業の実施によって環境の悪化が生ずる局面または可能性は非常に小さく、EIA の実施は不要と判断された。

(3) スコーピング

スコーピングとは、「開発プロジェクトの考え得る環境インパクトのうち、重要と思われるものを見出し、それを踏まえて環境インパクト評価の重点分野あるいは重点項目を明確にすることである」。表 2.5.3 に、本件整備事業に関するスコーピングのチェックリストを作成した。これによれば、環境インパクトの予想される項目はほとんどないが、「公害」項目の中で、離岸堤内部の水質汚染についての懸念を指摘している。今回の施設計画においては、離岸堤内側の水域の水質改善のため、開口部以外に導水機能を堤体構造に考慮することにより対処する。

また整備施設の供用開始前、供用開始後の環境項目間の因果関係を把握するために、マトリクス法によるスコーピングを行い、表 2.5.4 に示した。

3-1) 社会環境項目

本事業は、既設離岸堤の改善・整備事業であり、社会環境項目での問題発生は少ない。廃棄物の項目で、既設の離岸堤の撤去により発生する廃材の問題があるが、これらは一部を除き全て本工事に再利用する事で解決する。

また建設工事中に発生する廃棄物(コンクリート塊、浚渫土砂、等)の問題があるが、これらについては施工計画策定に当たって配慮することが必要であり、適切な方法により処理・処分されることで解決する。

3-2) 自然環境項目

既存の沖合い離岸堤の改善・整備を目的とする事業であり、珊瑚等も棲息しないので、自然環境で指摘すべき問題項目はないと判断された。

3-3) 公害項目

公害項目では、供用開始前において、水質汚濁および騒音・振動問題が指摘される。施工対象区域は、珊瑚礁岩盤地質であり、堆積した有機質シルト等の汚染源はない。しかし、工事に伴う土砂の巻き上がり等による汚染に対する配慮が必要である。これについては、施工計画にあたって、掘削を港側から海側に順次行い、土砂が外洋に流出するのを防ぐ等の配慮を行うことで対処する。

施工対象区域付近に生息する魚類等が多いが、工期期間中に他の水域に移動し、竣工後に徐々に戻ってくると期待できるため、環境悪化は避けられると判断できる。

騒音・振動の問題は、建設機械から発生するが、工事サイトは市街地が隣接していることから、これも施工計画に当たって騒音・振動の発生を可能な限り抑制する工法および施工機械が採用されることが必要である。

供用開始後の離岸堤内部の水質問題は、実態をふまえて堤内港湾利用計画の中で、法規制や廃水・廃油処理施設等の施策により対処すべき課題である。先に述べたように、今回の施設計画においては、離岸堤内側の港湾区域水質改善のため、開口部以外に導水機能を堤体構造に考慮することにより対処する。具体的には、海水の交換が促進できるように離岸堤体にパイプ等の設置を計画する。

表 2.5.1 プロジェクト立地環境（港湾）

項 目		内 容
プロジェクト名		モルディヴ国第 4 次マレ島護岸建設計画
社 会 環 境	地域住民 (居住者 / 先住民 / 計画に対する意識等)	全人口の 60% が集中する首都マレ島の表玄関となる護岸施設であり、社会基盤整備の一環として地域住民の本事業に対する期待は高い。
	土地利用 (漁村・魚市場 / 臨海工業地域 / 史跡等)	商業および官庁舎集中して立地しており、また地方島、リゾート島、空港島へのアクセスの基地となる港である。
	経済 / レクリエーション (農漁業・商業 / リゾート施設等)	首都機能が集中し、国際港、漁港も立地していて、経済およびレクリエーション活動の基地として、高度な活用が期待できる。
自 然 環 境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地 / 断層等)	珊瑚環礁に形成された環状礁島のコーラルリーフ上に建設される。
	海岸・海域 (侵食・堆砂 潮流・潮汐・水深等)	潮流、波浪の影響を受けるものの、対象地域である北岸は珊瑚環礁の内側に面しているため、比較的穏やかである。北岸西端は偏西風の影響を受け、比較的波が高い。 一方、マレ島北岸での漂砂、侵食の記録はなく、漂砂の影響はないと判断される。
	貴重な動植物・生息域 (マングローブ・珊瑚礁・水生生物等)	対象離岸堤のリーフの状況は、全てが死滅珊瑚によって形成された地盤であり、生珊瑚の群生等は確認されない。魚類の生息数は多いが、特に貴重種は棲息していない。
公 害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	利用船舶・漁船からの廃油やゴミ投棄が一部行われており、離岸堤内部の水面には油膜、ゴミの浮遊が見られる。
	対応の状況 (制度的な対策 補償等)	出入船舶が比較的小型であり、汚染状況もまだ軽微とみられ、特に対策は取られていない。今後、経済活動が盛んになるにつれ問題となると思われる。
その他特記事項		工事中の作業船と、離岸堤内を利用する船舶・漁船との輻輳が懸念される。

表 2.5.2 港湾計画におけるスクリーニング

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権、土地所有権の転換)	無	既設離岸堤の改修整備である。
	2	経済活動	土地、漁場等の生産機会の喪失、経済構造の変化	無	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	無	既設離岸堤の改修整備である。
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	無	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	無	付近に文化財等はない。
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権等の阻害	無	
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等環境の悪化	無	既設離岸堤の改修整備である。
	8	廃棄物	建設廃材・残土、廃油、一般廃棄物等の発生	有	既設離岸堤は撤去・再利用されるが、一部廃材の発生が予想される。また、工事に伴う建設廃材等も発生する為、廃材の処分への配慮が必要である。
	9	災害(リスク)	地盤崩壊、船舶事故等の危険性の増大	無	
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	無	既設離岸堤の改修整備である。
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	無	
	12	地下水	掘削に伴う排水等による枯渇、浸出水による汚染	無	
	13	湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	無	
	14	海岸・海域	埋立地や海況の変化による海岸侵食や堆積	無	既設離岸堤の改修整備である。地盤条件やこれまでの実績から海岸侵食、堆積の発生は予想されない。
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	無	生珊瑚は無く、工事に伴い一次的に魚の減少が見込まれるものの完工後は復帰するものとする。
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	無	
公害	17	景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	無	
	18	大気汚染	車輛や船舶からの排出ガス、有害ガスによる汚染	無	
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	無	工事中に、水質汚濁に対する配慮が必要。
	20	土壌汚染	野積みからの粉塵、農薬等による汚染	無	
	21	騒音・振動	車輛・船舶の航行等による騒音・振動の発生	無	工事中に建設機械から発生する騒音・振動に配慮が必要。
	22	地盤沈下	地質変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	無	
	23	悪臭	港湾施設からの排気ガス・悪臭物質の発生	無	
総合評価：IEEあるいはEIAの実施が必要となる開発プロジェクトか			不要		

表 2.5.3 スコーピングのチェックリスト（港湾）

環境項目		評価	根拠	
社会環境	1	住民移転	D	既設離岸堤の改修整備である。
	2	経済活動	D	同 上
	3	交通・生活施設	D	同 上
	4	地域分断	D	同 上
	5	遺跡・文化財	D	計画地域には存在しない。
	6	水利権・入会権	D	同 上
	7	保健衛生	D	特になし。
	8	廃棄物	D	特になし。
	9	災害（リスク）	D	特になし
自然環境	10	地形・地質	D	希少，貴重な地形・地質はない。
	11	土壌侵食	D	新規の開発造成はない。
	12	地下水	D	地下水の汲み上げはない。
	13	湖沼・河川流況	D	既設離岸堤の改修整備である。
	14	海岸・海域	D	同 上
	15	動植物	D	生珊瑚はなく、魚類への影響もない。
	16	気象	D	大規模な開発造成はない。
	17	景観	D	同 上
公害	18	大気汚染	D	既設離岸堤の改修整備である。
	19	水質汚濁	D	同 上
	20	土壌汚染	D	土壌汚染を発生するような行為はない。
	21	騒音・振動	C	著しい騒音・振動の発生はない。
	22	地盤沈下	D	大規模な開発造成はない。
	23	悪臭	C	悪臭を発生するような行為はない。

（注 1）評価の区分

A：重大なインパクトが見込まれる。

B：多少のインパクトが見込まれる。

C：不明（検討する必要はあり、調査がすすむにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）。

D：ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない。

表 2.5.4 環境スコーピングのためのマトリクス（港湾）

計画に関わる主要な行為		港湾施設・関連施設						
環境に影響を与え と考えられる行為等	総 合	供用開始前		供用開始後				
		地形改変・ 空間専有	工事機械・ 車両・船舶 の稼働	空間占有	車両の 運行	船舶の 航行	施設の 稼働	
社 会 環 境	1. 住民移転	-	-	-	-	-	-	-
	2. 経済活動	-	-	-	-	-	-	-
	3. 交通・生活施設	-	-	-	-	-	-	-
	4. 地域分断	-	-	-	-	-	-	-
	5. 遺跡・文化財	-	-	-	-	-	-	-
	6. 水利権・入会権	-	-	-	-	-	-	-
	7. 保健衛生	-	-	-	-	-	-	-
	8. 廃棄物	-	-	-	-	-	-	-
	9. 災害(リスク)	-	-	-	-	-	-	-
自 然 環 境	10. 地形・地質	-	-	-	-	-	-	-
	11. 土壌侵食	-	-	-	-	-	-	-
	12. 地下水	-	-	-	-	-	-	-
	13. 湖沼・河川流況	-	-	-	-	-	-	-
	14. 海岸・海域	-	-	-	-	-	-	-
	15. 動植物	-	-	-	-	-	-	-
	17. 景 観	-	-	-	-	-	-	-
公 害	18. 大気汚染	-	-	-	-	-	-	-
	19. 水質汚濁	-	-	-	-	-	-	-
	20. 土壌汚染	-	-	-	-	-	-	-
	21. 騒音・振動	-	-	-	-	-	-	-
	22. 地盤沈下	-	-	-	-	-	-	-
	23. 悪 臭	-	-	-	-	-	-	-

：影響の大きさと対策の可否によっては事業の存立に関わる重大な環境項目。

：事業の規模と計画地の状況によっては、影響が大きくなりうる環境項目。

-：影響が小さいため、通常、詳細な調査・検討を必要とされない。

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

モルディヴ国マレ島には全人口の4分の1に当たる6万4千人(1998年推定)が居住している。政府関係機関の全てが集中し、社会経済活動の中心地となっているとともに、主な教育機関と医療機関が集中するモルディヴ国唯一の都市となっている。年々増加する都市人口に対応して、主に島南部のリーフの埋立により土地を造成してきたが、1987年4月に発生した高波(オーストラリア西方沖から伝搬した、波高約3mに達したうねりと推定されている)により、海岸保全施設が未整備であった南海岸を中心に島内に浸水し、600万ドルもの浸水被害が生じた。

我が国は、マレ島海岸防災施設の緊急整備の要請に応え、南海岸の離岸堤建設に1987年～89年に無償資金協力を実施した。また1991年～92年には国際協力事業団による社会開発調査「マレ島海岸防災計画調査」が実施され、マレ島全沿岸に関する防災計画が策定された。

この調査結果をふまえ、我が国は1994年から2000年に至るまで、3回の無償資金援助により、西海岸(1993年B/D、1994～96年西護岸建設)、東海岸(1995年B/D、1996～98年東護岸建設)、南海岸(1997年B/D、1998～2000年南護岸建設)と、マレ島の海岸保全施設整備への協力を実施してきた。これらの施設は、背後の地域を高波による浸水の危険から防護するとともに、レクリエーションの場所を生み出しマレ島住民に提供してきた。

マレ島北海岸には、既設の離岸堤が存在するが、コーラル練り積みの脆弱な構造であるため、損壊箇所が目立っている。これを恒久的な施設に改修し、北海岸の防災機能を完全なものにすることが急務となっている。

本計画および、マレ島護岸建設に対する過去4回の無償資金協力は、モルディヴ国の社会経済活動の基盤である首都マレ島への高波による浸水を防ぎ、その首都機能を維持するとともに、島民の生命、財産を守ることを目的としている。本プロジェクトは上記の目的を達成するために、マレ島の北海岸を整備するものであり、マレ島全体の海岸防災機能を完全なものとするための最終の護岸建設計画として位置付けられている。本無償資金協力の実施をもって、50年に1回の発生確率の高波に対し、マレ全域を高波災害から防護することが可能となる。

3-2 プロジェクトの基本構想

3-2-1 協力内容の検討

首都マレ島の海岸防災機能を強化するため、モルディヴ国政府は、北海岸の離岸堤（延長1,291m）の改修を要請してきた。この要請に対する協力内容を以下のように検討した。

- (1) 本計画は、大部分が既設離岸堤の改修であるが、一部の区間では、その位置を変更して新設する要請があったため、その妥当性と必要性について確認した。

北海岸の東端に位置する離岸堤の内側は、各離島および空港島とマレ島を結ぶ小型船舶（フェリー）の泊地となっており、他の離岸堤内側区域と比較しても、その幅が狭い。観光客の増加に伴いフェリーの数も増加傾向にあり、この区域の混雑と操船および安全上の問題により、この泊地の拡幅が計画されている。この計画に基づき、先方政府機関が、本計画において、この区域の離岸堤の位置を海側にシフトし、可能な限り泊地を拡幅したい旨の要望がなされた。

現在同区域は係船岸壁と離岸堤に囲まれた、延長150m、幅約40mの区域である。船舶は岸壁に対して直角に係留され、その係船に必要なスペースは泊地幅の内15m幅を占有している。操船に利用できる幅は占有区域以外に最大25m程度のみとなり、船を回頭するにも、何度も切り返しが必要で、操船上安全な泊地幅が確保できていない状況となっている。

北海岸のフェリーポート泊地に係船登録されている小船の数は135隻である。その内、常時その区域に係留して、客待ちをしているフェリーポートの数は25隻から30隻、空港島側に係船し、客待ちしている船の隻数も同等である。また、修理や離島への回航のためにマレ島に係船していない登録船舶がその約30%（40隻）あると推定される。登録船舶のうち残りの約35隻は、貨物運搬用として二重登録され、貨物運搬用港湾区域に係船されていると考えられる（公共事業省提供の資料による）。

1隻の岸壁占有幅は縦付けで5mであり、現状で常時係留している30隻のポートのための係船岸壁延長として150mが必要となる。現在の同区域の係船可能な岸壁延長は約150mであり、既に満杯となっている。このフェリー泊地の背後地がホテルの集合している地区となっているため、観光客や離島からくるホテル利用者の都合上、フェリーの発着場を他の区域に移管することは難しい。

深浅測量結果から、北海岸の東端区域約350mの離岸堤位置を海側に10～12mの範囲で移設可能であることが確認された。また、この程度の位置の変更に伴う海象の変

化、建設延長と建設費用の増加は微少である。したがって、離岸堤背後水域の利用促進と安全性確保の点から、位置変更の必要性とその妥当性が確認された。

- (2) 北海岸の西端、マレ国際港付近の離岸堤は、将来的な港湾改修計画の有無を確認し、計画に合致した護岸を計画する。

マレ国際港の拡張・改修計画は現時点においてコンセプトの段階であり、予算措置もされていないことから、国際港区域の離岸堤も要請の通り、本計画に含めることとなった。また、国際港管理機関（モルディヴ港湾局；MPA）からは、将来の港の拡張に配慮して、改修離岸堤の天端高を既設の棧橋の高さ（+2.3m）に合わせてほしいとの要望がなされた。

西海岸に近いこの付近の波高は、北海岸の他の区域より高いため、離岸堤の天端高を、既存の離岸堤天端高（約+2.0m）より高く、+2.3m で計画することは、十分な理由がある。また、将来の国際港拡張計画に対して、本計画にふくまれる離岸堤を、その拡張計画に組み入れて基本的な機能を損なわないようにして欲しい旨を確認した。

- (3) 過去に実施されたマレ島の護岸・離岸堤整備の案件の評価、問題点の把握を行い、本計画策定に反映させる。

マレ島においては、1987年4月の高波による災害以降、以下の4回にわたる海岸防災施設の整備事業が実施されてきた。

南海岸離岸堤（1988～1990）では、3つの消波ブロックを積み上げた離岸堤により、インド洋から伝播するうねりを消波し、直接海岸に来襲する波高を1/3以下に軽減している。この強固な防災施設は、1987年の災害を経験した南岸地域住民に大きな安心感を与えている。一方、うねりを軽減させるために離岸堤の天端高（+4.0 m）を低く抑えることができず、陸上からの眺望が遮られており、住民への圧迫感が感じられる。

西海岸の護岸（1994～1996）は、問題なく十分な防災機能を果たしている。消波工を用いて、護岸天端（+2.60～+3.00）を低く抑えて、コンクリート壁の圧迫感を取り除き、眺望に配慮した設計は、十分評価ができる。ODAの広報活動の一環としてテラス部分に設置された絵タイル（小学生より絵柄を募集した）がモルディヴ国側の好評を得ており、マレ島住民に親しまれる護岸となっている。

東海岸の護岸（1996～1998）では、一部において大潮の満潮時に波のしぶきが、護

岸を越えて歩道を濡らしてはいるものの、基本的な防災機能は保持している。マレ島唯一のビーチを再現させる計画を取り入れた親水護岸(人工ビーチ)は、マレ島民に高い評価を得ており、休日に海水浴を楽しむ島民が多い。

南海岸(1998~2000)では、1990年に完成した離岸堤の開口部に移設された消波ブロックにより、設計波高を約30%低減させることができ、これにより護岸天端を低くおさえており、経済的な構造となっている。

以上の過去に実施されたマレ島護岸・離岸堤整備は、特に大きな問題点はなく、期待された防災機能を果たしていると同時に、マレ島の特殊な生活環境に配慮した計画となっている。これらの経験から、本計画事業の設計に反映すべき事項は以下のとおりである。

- 1) 陸上から海側への眺望を考慮した天端高を計画に反映させる。
- 2) 南海岸の離岸堤の建設により、内側水域の海水の交換量が減少し、水路内の海水に多少の濁りが生じた経験から、本件の北護岸では内側泊地内の水質悪化を招かないように、海水の交換を促進するパイプ等を堤体内に設置することを考慮する。
- 3) 本計画においても、コンクリート構造の護岸が基本となることから、コンクリートの品質管理および施工方法に十分な注意を払うとともに、海洋コンクリート構造物として設計においても十分な配慮を行う。
- 4) マレ島は観光地でもあることから、景観に配慮した構造・形式を検討する。

3-2-2 基本構想

計画および設計に当たっては、国際協力事業団による社会開発調査「マレ島海岸防災計画調査」(1991年~92年)の結果をふまえ、確率規模1/50年の波浪を設計条件とする。また、モルディヴ国側の土地利用計画や沿岸の開発計画、自然環境および社会環境に配慮して施設の位置と構造形式を決定するものとする。

3-3 基本設計

3-3-1 設計方針

プロジェクトの基本構想をふまえ、またマレ島北海岸の離岸堤の現状に関する現地調査の結果およびモルディヴ国政府関係機関と行った協議の結果、基本設計を以下の設計方針とした。

(1) 施設計画に対する方針

- 1-1) 計画対象範囲は、マレ島北海岸の既設離岸堤と一部の護岸の改修とし、既設離岸堤・護岸を撤去し新設する。モルディヴ国要請は1,291mであったが、現地調査における測量の結果、総延長1,327mとした。
- 1-2) モルディヴ国の北海岸の開発計画、護岸と背後港湾の利用形態を基に、対象施設を6区域に分割して施設計画を策定する。
- 1-3) 離岸堤本体は、東端部区間を除いて、基本的に原位置における改修で計画する。東端部区間については、現在、離岸堤背後の水域がマレ島と空港島とを結ぶフェリー・ボートの係留泊地となっているが、混雑の解消および船回し場の確保を目的として、11m沖側への移設を計画する。
- 1-4) 離岸堤の堤体は、将来の維持管理が基本的に不要な構造とする。また、撤去される既設離岸堤の石材を可能な限り計画に取り込み、再利用する計画とする。
- 1-5) 離岸堤背後の水域は、フェリー・ボート、貨客船、漁船、などの直接係船に利用されている区間があること、国内商用船区域と水産物の陸揚げ区域は将来陸地と接続し、離岸堤本体を昇降路として利用する計画があることに配慮して堤体の形式を検討する。
- 1-6) 将来計画も含めた離岸堤の利用形態を基に、安全を確保し得る許容越波量を満たすように堤体を計画する。
- 1-7) 離岸堤背後の水域は活発な利用が行われていることから、良好な水質の確保に配慮する必要がある。このため外部との水交換を可能とする管渠を離岸堤の随所に設置する計画とする。
- 1-8) 計画事業の対象箇所は、モルディヴ国への訪問者に対して玄関口となる位置に当たる。そのため堤体の設計に当たって、各種の利用および親水活動に配慮するとともに、景観への配慮を行うものとする。

(2) 自然条件に対する方針

2-1) 設計波浪に関する評価

「マレ島海岸防災計画調査」（1991～1992年、JICA社会開発調査）では、マレ島沿岸の海岸保全施設の設計波浪の条件を以下のような検討経緯により設定している。

(a) 極大波浪の推定

ランカ水理研究所の観測波浪（1988年6月～1989年5月）をもとに、極大波浪の推定が行われた（表3.3.1）。この社会開発調査では、防波堤や護岸などの

施設の設計波浪としては50年確率の波高を沖波として与えることが基本とされた。

表 3.3.1 極値統計による確率波高の推定

再現期間 (年)	有義波高 H_s (m)		
	波向 NW、 周期 4.6sec	波向 SW、 周期 6.7sec	波向 SE、 周期 14.5sec
1	0.95	1.00	1.85
2	1.00	1.10	1.95
5	1.05	1.25	2.15
10	1.10	1.35	2.25
20	1.15	1.60	2.60
50	1.20	1.60	2.60

(b) マレ島西海岸

西海岸については、表 3.3.1 の推定に基づいて、波向 NW、波高 1.20 m、周期 4.6sec が設計波浪（生起確率 1/50 年）として採用された。

(c) マレ島北海岸

上記の社会開発調査では、マレ島の北側の海域（北マレ環礁の内部）で発生する風波は、多島海に阻まれて十分に発達することができないため、NW 方向から北海岸に到達する波が卓越すると評価された。

西海岸で与えた設計波浪（波向 NW、波高 1.20 m、周期 4.6sec）を沖波の条件として与え、波浪の屈折計算によって北海岸の換算沖波波高を求めた結果として、波向 NW、波高 0.60 m、周期 4.6sec が設計波浪として得られた。

今回のマレ島現地調査（2000 年 2 月～3 月）における波浪に関する調査の結果、北海岸に関する波浪の新たな観測結果はない。また、沿岸の波浪について、現地ヒアリングを公共事業省職員や海運関係者に対して行ったところ、近年に異常な波高を伴った気象や海象は発生していないこと、北海岸に関しては波高 0.5 m 程度が最大波高と評価できることが確認された。波浪に関する以上の確認および考察に基づき、先の社会開発調査「マレ島海岸防災計画調査」で設定された設計波浪の条件を踏襲することが適当であると判断される。

設定された北海岸に関する設計波浪は以下のとおりである。

北海岸（東部および中央部）	波高（沖波）	$H_0 = 0.6 \text{ m}$
	周期	$T = 4.6 \text{ sec}$

ただし、対象区間の西端(マレ国際港)部分については、西海岸との連続性に配慮し、以下の波浪条件を与えるものとする（これはマレ国際港棧橋の設計（1993 年）における条件と共通である）。

北海岸（マレ国際港区間）	波高（沖波）	$H_0 = 1.2 \text{ m}$
周期		$T = 4.6 \text{ sec}$

2-2) マレ島の基礎地盤に関する評価

「マレ島海岸防災計画調査」（1991～1992 年、JICA 社会開発調査）では、マレ島沿岸でボーリングを行って基礎地盤調査を行うとともに、サンゴ礁について建設材料としての特性を調査している。図 3.3.1 および図 3.3.2 はそれぞれボーリング調査の位置および地質柱状図である。さらに表 3.3.3 として採取されたサンゴ試料について一軸圧縮強度、透水性、単位重量の試験を行った結果を引用する。

(a) 基礎地盤の特性

図 3.3.1 および図 3.3.2 に示すように、マレ島北海岸についても 16 箇所のボーリング調査による地質データがある。

No. 1～No. 8 は現在の泊地内の調査であり、これらの箇所では地盤はラグーン堆積物の層である。マレ国際港周辺の調査箇所である No. 18、19、20、21、22 および 42、43、44 では明確にコーラル・ロックの層が主体となる。既設の離岸堤が載っている部分は、これらの調査箇所と同じく、コーラル・ロックが基盤をなす部分であり、今回の現地調査における水中の観察でもそのことを確認することができた。

表 3.3.2 はラグーン堆積物および現地のコーラル・ロックについて、それらの力学的特性を試験した結果である。一軸圧縮強度はコア・サンプルが得られた試料について、また極限支持力は平板載荷試験により求められた。これらによれば、計画離岸堤による地盤反力に対して十分な支持力を与える地盤であることがわかる。基礎地盤の載荷に対する安定性は、計画離岸堤と同規模の既設離岸堤の安定性からも十分に予測可能である。

表 3.3.2 ラグーン堆積物およびコーラル・ロックの力学的特性

基盤層	特 徴	N 値	一軸圧縮強度 (kg/cm ²)	極限支持力 (t/m ²)
ラグーン堆積物	サンゴ砂および礫、中央粒径：0.4～0.6 mm	3～33	-	16～22
コーラル・ロック	現地で成長発達し、サンゴ礁を形成しているサンゴ。細孔や空隙を有する。	2～50	5～135	45～60

(出典：社会開発調査「マレ島海岸防災計画調査」報告書)

これらの検討に基づき、本設計では、地盤の許容支持力を上表で示された値の下限値（ラグーン堆積物：16 t/m²、コーラル・ロック地盤：45 t/m²）で設定する。

(b) 材料としてのサンゴ

本事業で計画している離岸堤（type A および type C；ケーソン形式）では、既設離岸堤を撤去して発生する廃材としてのサンゴ塊を、ケーソンの充填材として活用することを予定している。ここでは充填材としてのサンゴの単位重量について検討する。

表 3.3.3 に示すように、既存の護岸や離岸堤を構成しているサンゴ塊の単位重量は 1.80～2.19 t/m³である。またサンゴ地盤を掘削して採取された試料については 1.46～2.39 t/m³の単位重量が示されている。数値のばらつきは、蜂の巣状に空隙があるサンゴや稠密なサンゴ塊など、試料の特性が異なることによるものである。

石材（単位重量 2.6 t/m³）を充填材として用いた場合の単位重量は 1.8 t/m³で与えられる。サンゴ塊についても充填材としての単位重量を求めるために、これと同様の比率 0.7（1.8/2.6）を考慮するものとする、1.80～2.19 t/m³のサンゴ塊については 1.26～1.53 t/m³となる。数値のばらつきがあるので、この平均値で与えるものとする、充填材としてのサンゴの単位重量が 1.4 t/m³で設定できる。

図 3.3.1 ボーリング調査位置図（「マレ島海岸防災計画調査」報告書、JICA、1992）

図 3.3.2 ボーリング柱状図（「マレ島海岸防災計画調査」報告書、JICA、1992）

表 3.3.3 マレ島のサンゴ材料の物理試験結果

（「マレ島海岸防災計画調査」報告書、JICA、1992）

表 1.3.3 マレ島のサンゴ材料の物理試験結果
 (出典:「マレ島海岸防災計画調査」報告書、JICA、1992)

試料 No.	試料		採取位置	一軸圧縮強度 (kg/cm ²)	破壊時最大ひずみ (%)	含水比 (%)	単位体積重量 (g/cm ³)
E-1	既設の海岸堤防・護岸の構成材料としてのサンゴ塊	蜂の巣状サンゴ	ホ-リツカ孔 SDH2 (南海岸) の西 80 m	6.4	2.50	17.3	1.80
E-2		大きな多孔質サンゴ塊		34.7	3.80	12.6	2.19
E-3		大きなサンゴ塊	SDH3 (西海岸) 堤体の一部、深さ 0.88 ~ 1.0m	56.1	5.00	31.9	1.93
E-4		蜂の巣状サンゴ	SDH3 (西海岸) 堤体の一部、深さ 2.28 ~ 2.50m	20.1	2.16	21.6	1.81
E-5		大きな多孔質サンゴ塊	SDH3 の南 10 m	48.2	3.03	19.4	1.93
R-1	浚渫により採取したサンゴ塊試料 (ふるい分け前)	蜂の巣状サンゴ	マレ国内港の泊地浚渫により採取。	9.5	1.11	1.9	1.85
R-2		大きなサンゴ塊		74.5	3.42	0.6	1.46
R-3		棒状サンゴ		135.5	4.93	1.2	2.25
R-4		同上		82.0	3.09	6.0	2.39
R-5		大きな多孔質サンゴ塊		31.2	3.62	6.5	1.98
R-6	浚渫により採取したサンゴ塊試料 (サイズ: 40 ~ 100mm)	蜂の巣状サンゴ		13.8	2.83	7.6	1.66
R-7		大きなサンゴ塊		46.6	3.79	0.6	1.74
R-8		棒状サンゴ		48.4	2.22	1.6	2.18
R-9		同上		57.6	3.13	1.8	2.10
R-10		大きな多孔質サンゴ塊		47.3	4.42	2.0	

2-3) 潮 位

『マレ島海岸防災計画調査報告書』（JICA、1992年12月）によれば、マレ島北海岸の潮位は以下のように設定されている。

朔望平均満潮位（HWL；High Water Level）	DL+1.34 m
平均海面（MSL；Mean Sea Level）	DL+0.64 m
最低天文潮位（LAT；Lowest Astronomical Tide）	DL+0.00 m

既往の海岸保全施設および港湾施設の計画・設計においては、設計基準面として上記のLAT、設計高潮位として上記のHWLが採用されている。本計画事業においてもこれらをそのまま踏襲するものとする。

2-4) 地震力

モルディヴ国においては過去の記録でも地震の発生が見られないことから、設計において地震力は考慮しない。

(3) 建設および調達事情に対する方針

3-1) 現地建設事情

モルディヴ国では、一般建築工事に関しては現地建設会社が多数あり、ある水準の施工能力を持つとみられるが、港湾土木など特殊な分野に実績を有する業者は、国有の建設会社MTCC（Maldives Transport & Contracting Co.；浚渫工事の経験がある）を除いては見うけられない。

公共事業の内、ほとんどの土木工事が建設・公共事業省（MCPW）の直営で実施されているため、民間建設会社の能力は低い。大規模な土木工事の施工は外国業者に依存しており、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の建設会社が主に施工実績を有している。

3-2) 建設機械および資材の調達

本計画に必要となるであろう全ての施工機械、船舶の当該国および現地マレ島での調達に関しては、MTCC または過去の護岸建設を請け負った会社等よりリース契約が可能と判断される。

下請業者として現地業者の活用も考えられるが、仮設建物等の建設が主な活用と考えられ、また、労働者は、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、モルディヴ人が従事するのは事務員やコンピュータオペレータなどの軽労働のみである。

モルディヴ国の土木工事に関する固有の設計・施工基準は特に制定されていない。コーラル砂・石のコンクリート用骨材としての使用は公に認められている。

モルディヴ国の建設資材は、コーラルの骨材、砂を除けば、全て輸入に頼っている。コンクリート骨材や石材、鋼材は国内輸入業者により少量の調達が可能である。しかし、大量の材料を短期間に使用する場合は、施工業者が直接、近隣国(マレーシア、シンガポール、インドネシア等)より調達しているのが実状である。

国内輸入業者により供給されるコンクリート骨材については、不純物(ビニールの破片等)が多いため、その質に問題があるものも多い。セメントに関しては、1999年に同国の国営企業とスイスのセメント会社の合併により、セメントの袋詰工場が建設され稼動したことにより、大量のセメントを短期間に調達できるようになっている。

また、コンクリート等に使用する水は同国の水道会社が、マレ島内に上下水道を完備しており、上水の供給可能である。

3-3) 輸 送

対象箇所は離島であるため、工事用資機材の輸送には十分な注意を要する。輸送方法は、(i) バージで直接マレ島に輸出国から輸送する。(ii) シンガポールまでバージで輸送し、定期船に積み替えてマレ島に輸送する。のいずれかである。輸送資材がバルクの場合は、バルク専用船がないためチャーターベースとなる。(ii) の場合は定期船の最大取扱いサイズまたは重量の制限を受けるため、必要な輸送貨物の詳細を検討した後、これを計画する必要がある。

なお、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栈橋は国際港にしかない。しかしながら、国際港の栈橋を骨材荷揚げのため、数日間占有することは、同国の輸出輸入活動に影響を与えるため、別の荷揚げ場を考慮してほしいとの要請を同国の港湾局より受けている。このため、第3次マレ島護岸建設計画(南護岸)で使用したマレ島北東部の仮設突堤を引き続き本プロジェクトでも使用する計画とする。また、第3次マレ島護岸建設計画で使用した仮設ヤードが本工事でも継続して使用できる予定である。

(4) 実施機関の運営管理能力に対する方針

4-1) 過去の無償資金協力で建設された護岸・離岸堤の維持管理状況

特に維持管理が必要な構造物ではないため、護岸本体の基本的機能を維持するための特別な補修や維持管理は実施されていない。しかし付帯構造物の排水施設に関し、排水柵の蓋や、排水ゲートの蓋が壊され、また紛失してゲートが開いたままとなっている等の状況や、護岸への落書きが目立つ。これらに関して、管理機関である建設・公共事業省によって、排水施設のふたの取り替え、護岸の清掃、住民への注意・警告等が日常的になされている。

施設の管理面から、本件の計画について以下の事項について配慮する。

- (a) 離岸堤本体は、特別な維持管理の必要のない構造で設計する。
- (b) 陸上部の排水は、表面の勾配による自然排水を基本とする。
- (c) 落書き等を防止するため、護岸背面に階段形式を採り入れるなど、落書きされやすい直立壁の面積を小さくする。

4-2) 先方実施機関の建設・公共事業省の維持管理能力

護岸の維持管理は建設・公共事業省、建設計画局の設計・監理部プロジェクト課が計画し、同省の公共事業局、港湾修理部が実施する。本計画における護岸の構造は基本的に維持管理の必要がないため、その利用形態を維持するための管理費（清掃費、観測費、排水設備、係留設備等）として、その予算処置は問題ないと判断できる。

実施機関の技術レベルに関しても、今までに実施した我が国の無償資金協力や港湾等の類似プロジェクト、浚渫事業等は同省が実施・管理しており、特に問題はない。本計画での先方負担事業の実施においても、過去の実績から問題なく遂行されるであろうと判断し、維持管理計画を立案する。

(5) 建設工期に対する方針

本プロジェクトは、2 工期に分け計画する。第 1 期および第 2 期の区分を、以下の考え方に基づき計画する。

- 1) 石材等の輸入材料の荷揚げ場となる仮設突堤が北海岸の東端部に位置しており、工事期間を通してその荷揚げ場が利用される。したがって、工事区域の東部は第 2 期分とする。
- 2) 着工当初、一般船舶の工事区域外への移動が円滑に実施されるように配慮し、係

留船舶の混雑が少ない中央部分を第1期分とする。

3-3-2 設計条件

(1) 設計基準等

土木施設に関するモルディヴ国固有の設計基準はないため、主に日本の設計基準および積算資料等に基づき基本設計を行うものとする。

- 改訂 海岸保全施設築造基準解説
(海岸保全施設築造基準連絡協議会・編、昭和62年4月)
- 港湾の施設の技術上の基準(日本港湾協会、平成11年4月)
- 日本工業規格(JIS)
- コンクリート標準示方書(土木学会)
- Shore Protection Manual (US Army Corps of Engineers)

(2) 設計潮位

朔望平均満潮位 (HWL ; High Water Level)	DL+1.34 m
平均海面 (MSL ; Mean Sea Level)	DL+0.64 m
最低天文潮位 (LAT ; Lowest Astronomical Tide)	DL+0.00 m

(3) 設計波浪

- | | | |
|-----------------|--------|-----------------------|
| - 北海岸(東部および中央部) | 波高(沖波) | $H_o = 0.6 \text{ m}$ |
| | 周期 | $T = 4.6 \text{ sec}$ |
| - 北海岸(マレ国際港区間) | 波高(沖波) | $H_o = 1.2 \text{ m}$ |
| | 周期 | $T = 4.6 \text{ sec}$ |

(4) 地震力

地震力は考慮しない。

(5) 堤体の利用に関する条件

- 船舶(動力ドーニー船)の係留
全長 : 10~15 m
最大喫水 : 1~1.5 m
- 上載荷重

$w = 0.2 \text{ t/m}^2$ (群衆荷重、自動車の進入を考慮しない)

(6) 材 料

- 単位体積重量
 - 鉄筋コンクリート : 2.45 t/m^3 (空中)、 1.45 t/m^3 (水中)
 - 無筋コンクリート : 2.30 t/m^3 (空中)、 1.30 t/m^3 (水中)
 - 裏込材、基礎捨石 : 1.80 t/m^3 (空中)、 1.00 t/m^3 (水中)
 - サンゴ塊 (ケーソン堤の充填材) : 1.40 t/m^3 (空中)
- 裏込材 : 内部摩擦角 = 30° 、壁面摩擦角 = 15°
- 基礎捨石 : 内部摩擦角 = 40°

(7) 静止摩擦係数

- コンクリートとコンクリート : $\mu = 0.5$
- コンクリートと基礎捨石 : $\mu = 0.6$

(8) 安全率

- 滑 動 : 1.2 (常時)
- 転 倒 : 1.2 (常時)
- 支持力 : 2.5
- 地盤の許容支持力
 - コーラル・ロック地盤 : 45 t/m^2 、ラグーン堆積物 : 16 t/m^2 、

(9) 材料の許容応力度

- 鉄筋コンクリート
 - 設計基準強度 : 240 kg/cm^2
 - 許容曲げ圧縮強度 : 90 kg/cm^2
 - 許容剪断強度 : 9 kg/cm^2
- 無筋コンクリート
 - 設計基準強度 : 180 kg/cm^2
- 鉄 筋
 - SD30 : $1,800 \text{ kg/cm}^2$
 - SD35 : $2,000 \text{ kg/cm}^2$

3-3-3 基本計画

(1) 対象施設の背後地利用区分

北海岸の離岸堤背後は、港湾区域となっており、その利用現状に基づいて以下の 6 つに区分することができる。今回の現地調査に基づく利用区分を図 3.3.3 に示す。(以下の記述で付記した数値は 2000 年 2 月 27 日の調査における停泊船舶数を示す)。

- ： マレ島と空港島とを結ぶドーニー船の泊地および発着場所
(ドーニー船 25 隻)
- ： 公園となっている陸地
- ： 漁船の休憩泊地およびリゾート島専用ドーニー船の泊地
(漁船 5 隻、ドーニー船 10 隻)
- ： 沿岸警備艇、警察艇などの政府艦艇および民間企業船舶の泊地
(沿岸警備艇および警察艇約 20 隻、民間企業船舶 20 数隻)
- ： 離島間を結ぶ商用貨客船(船長 10～15メートル)の泊地および漁船の水揚げ用泊地
(商用貨客船 80～90 隻、漁船約 10 隻)
- ： マレ国際港区域

(2) 堤体の形式

護岸(離岸堤)背後の 6 区域の利用形態に配慮して、図 3.3.3 に示したように堤体の形式をタイプ A からタイプ E の 5 形式で計画する。

2-1) タイプ A (図 3.3.4)

水域区分の および、この区間では離岸堤が陸と繋がっており、しかも漁民公園とも隣接していることから、堤体上が荷物の陸揚げや親水活動の場として利用されることが特徴である。また背後水域におけるドーニー船の接岸または係留を可能とすることが設計上の課題である。

堤体の天端幅を広く確保すること、また係留のために堤背後の水深を大きくすることを可能とするために、堤体にケーソン形式を採用する。ケーソン内部の充填材に既設離岸堤の撤去で発生する廃材(コーラル塊)を活用する。

天端上に幅約 1.5 m の歩行幅と緩勾配のステップを設け、天端上の利用、接岸するドーニー船からの乗降に便宜を図る。

2-2) タイプB (図 3.3.5)

水域区分の、この区間の離岸堤は陸繋されていないため、背後水域がドーニー船やモーターボートの泊地として利用されるが、天端上の利用や接岸は特に考慮しない。したがって、タイプAとの景観の連続性を配慮した堤体の形を選ぶものとした。

2-3) タイプC (図 3.3.6)

区分水域の は、北海岸の中でも最も高い密度でドーニー船や漁船が停泊し混雑の激しい部分である。この区域に面する陸上部は魚市場や倉庫、商店などが立地し、水面に接する道路がそのまま岸壁として占用されている。図(図 3.3.3)中の斜線で示した部分は、将来棧橋構造の人工地盤が建設され、魚市場が拡張移設される計画がある。また、水域 とマレ国際港区域との境界部分にも陸岸と離岸堤を繋ぐアクセス路が建設される構想があり、将来は係留・接岸する船舶からの漁獲の水揚げや貨物の積み卸しが離岸堤天端上で行われる。

このためこの区間の離岸堤では、堤体背後の接岸および天端上の荷役活動に便宜を与える天端幅を考慮する。そのため、タイプAと同様にケーソン形式の堤体を採用し、ケーソン内部の充填材にコーラル塊を活用する。また、堤体内側法肩に約 5 m 間隔で係船環を設置する。

2-4) タイプD (図 3.3.7)

水域区分の、マレ国際港の区間は、北海岸の西端部で設計波高の大きい部分に属するため、離岸堤(既存の天端高:約 DL+2.1 m)を嵩上げし、大型船の接岸する棧橋の天端高と同じく DL+2.30 m で計画する。現状でも荒天時の越波が激しいため、堤体の安定性および越波に配慮して、天端付近まで消波工を設置する。

この区間の離岸堤は船舶係留用ドルフィンと繋がっているため、港湾の活動のために、天端上に歩行スペースの幅を確保する。また、堤体内側法肩に約 5 m 間隔で係船環を設置する。

2-5) タイプE (図 3.3.8)

区域の、この区域は現在の漁民公園の護岸(海側部分)を、離岸堤計画に合わせて再整備する。天端高は、接続する陸上の現況の地盤高に一致するように計画する。また、堤体外側法肩に約 5 m 間隔で係船環を設置する。

(3) 許容越波量

護岸(離岸堤)の各部分の計画で許容する越波量は天端上および背後水域の利用を考慮して、人の活動の安全を確保するように設定する。

表 3.3.4 北海岸の護岸各部の許容越波量

護岸(離岸堤)タイプ	天端上の利用 / 背後水域の利用	許容越波量 (m ³ /s/m)
A	天端上の歩行、背後水域を泊地として利用	2 × 10 ⁻⁴
B	背後水域を泊地として利用	0.01 程度
C	天端上の歩行、水域を泊地として利用	2 × 10 ⁻⁴
D	水域を泊地として利用(天端上の歩行一部あり)	0.01 程度
E	日常的な親水活動としての天端上の利用	2 × 10 ⁻⁴

【参考】許容越波量の目安

(越波による堤防・護岸の被災限界)

種別	被覆工	越波流量 (m ³ /s/m)
堤防	天端・裏法面ともに被覆工なし	0.005 以下
	天端被覆工あり、裏法面被覆工なし	0.02
	三面巻き構造	0.05
護岸	天端被覆工なし	0.05
	天端被覆工あり	0.2

出典：『港湾構造物の耐波設計』、合田良実、鹿島出版会、1990年8月。

(背後地利用状況からみた許容越波量)

利用者	堤防からの距離	越波流量 (m ³ /s/m)
歩行者	直背後(50%安全度)	2 × 10 ⁻⁴ *
	" (90%安全度)	3 × 10 ⁻⁵
自転車	直背後(50%安全度)	2 × 10 ⁻⁵
	" (90%安全度)	1 × 10 ⁻⁶
家屋	直背後(50%安全度)	7 × 10 ⁻⁵
	" (90%安全度)	1 × 10 ⁻⁶

出典：『港湾の施設の技術上の基準』、日本港湾協会、平成11年4月

(背後地の重要度から見た許容越波量)

条件	越波流量 (m ³ /s/m)
背後に人家、公共施設等が密集しており、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区	0.01 程度 *
その他の重要な地区	0.02 程度
その他の地区	0.02 ~ 0.06

出典：『港湾の施設の技術上の基準』、日本港湾協会、平成11年4月

(4) 付帯施設

離岸堤の計画および設計に当たっては、以下の付帯施設の設置に配慮するものとする。

4-1) 海水交換

離岸堤背後の水域について良好な水質の確保に配慮するため、外部との水交換を可能とする管渠を離岸堤の随所に設置する計画とする。

タイプAまたはCのような直接基礎形式の堤体の場合には、直径500mmのPVC管を、堤体を貫通させて、低潮位(DL+0.00 m)以下に設置する。

タイプBまたはDのようなマウンド形式の基礎がある場合には、同規模の函渠をプレキャストで製作し、基礎マウンドを貫いて、低潮位(DL+0.00 m)以下に設置する。設置間隔は50mとする。

4-2) 誘導灯(ライト・ビーコン)

離岸堤開口部の誘導灯(ライト・ビーコン)は、既設のものを新堤体に復元設置する。なお、本計画事業の対象箇所は、モルディヴ国の玄関口となる位置に当たるため、誘導灯基礎台は景観は配慮した形状とした(図3.3.9)。

図 3.3.3 対象水域の区分および護岸(離岸堤)の形式

図 3.3.4 護岸 - タイプA 標準断面図

図 3.3.5 護岸 - タイプB 標準断面図

図 3.3.6 護岸 - タイプC 標準断面図

図 3.3.7 護岸 - タイプD 標準断面図

図 3.3.8 護岸 - タイプE 標準断面図

図 3.3.9 離岸堤端部標準断面図

3-4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織・人員

マレ島の護岸建設はモルディヴ国建設・公共事業省（図 3.4.1 に同省組織図を示す）が責任官庁であり、職員総数 273 名（2000 年）であり、実施、管理機関は同省の建設計画局（図 3.4.2 に同局組織図を示す）、局員数は 43 名である。また、プロジェクト完成後の維持管理も同局が担当する。同省は我が国の無償資金協力により実施されたマレ島の南岸離岸堤、西岸護岸、東岸護岸および南岸護岸をはじめ、ADB 等の協力により実施されたマレ港湾プロジェクトの建設工事も実施しており、業務の遂行管理能力を十分に発揮し、問題なく遂行した経験を有し、施設の維持管理においても必要な予算と技術を持って管理している。

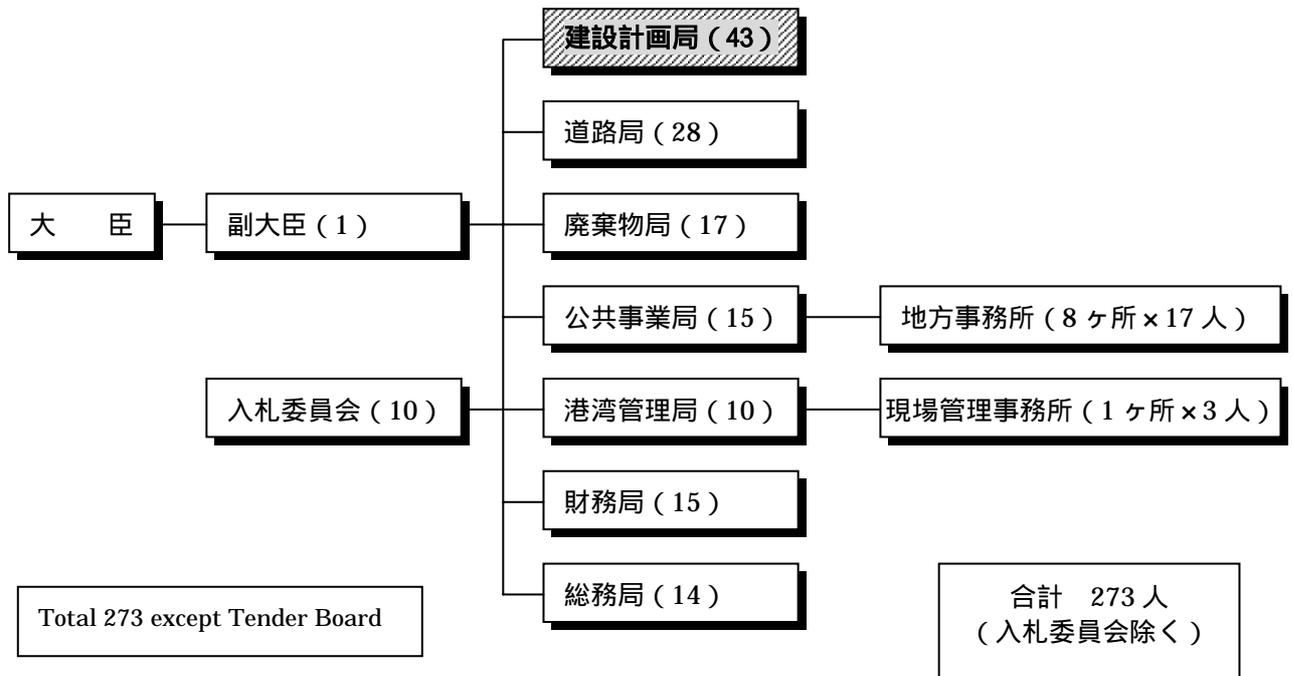


図 3.4.1 建設・公共事業省組織図

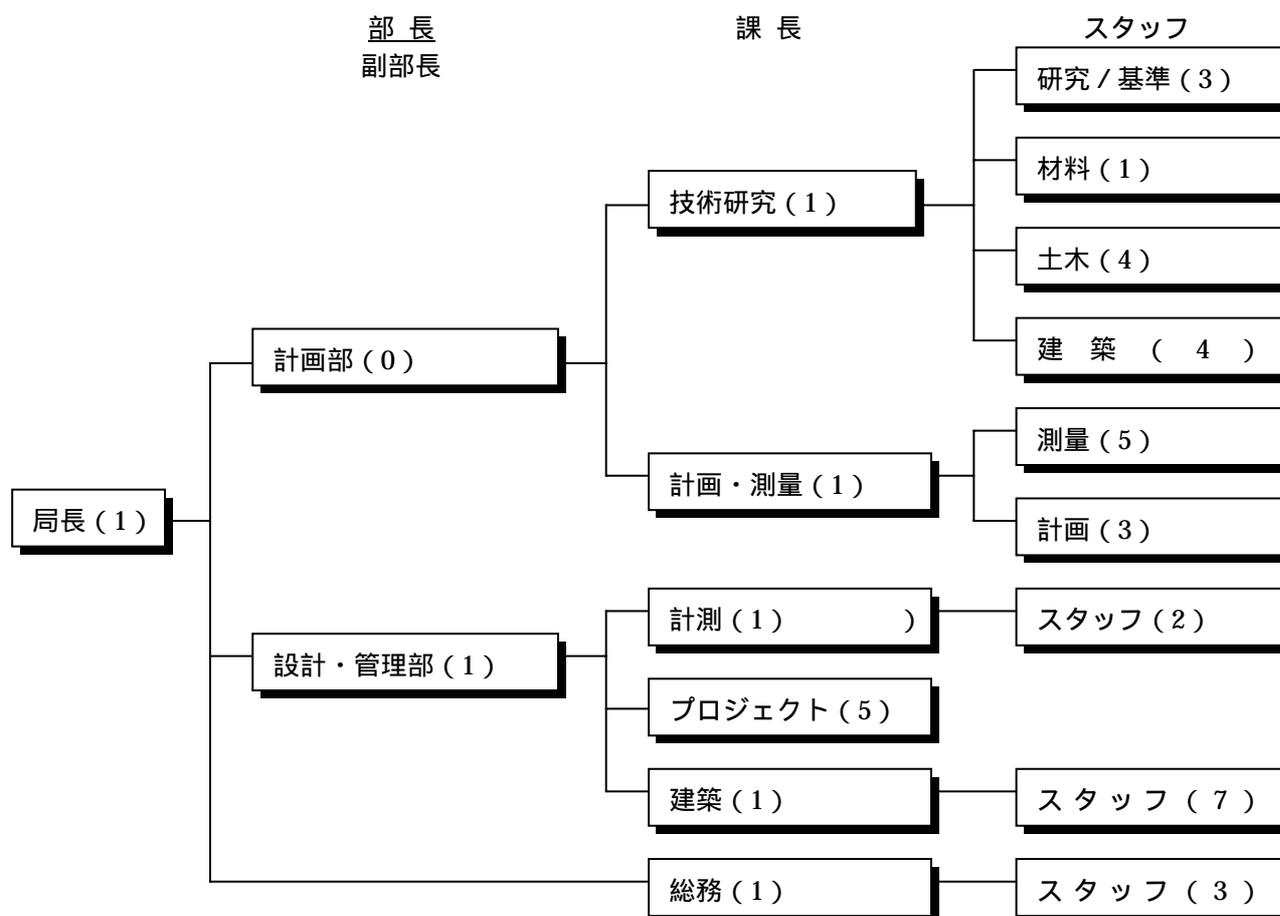


図 3.4.2 建設計画局組織図

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 3.4.1 に示す通りであり、今後も同等の予算確保が予想される。マレ島の護岸維持管理費としては、我が国の無償資金協力による西海岸護岸建設が開始された 1994 年まで、1993 年に全体の 29%、1994 年に 15%と補修費が総予算に占める割合が多かった。しかしながら、1995 年に東海岸の埋め立て事業の開始もあり、護岸補修は主に南海岸(1996 年と 1998 年)と、北海岸(1997 年と 1999 年)のみとなった。本計画が実施されれば、マレ島において基本的に維持管理の必要な護岸がなくなるため、清掃費等の最低限の維持管理費を除き、北海岸の離岸堤の年間補修費である約 1 千万円の費用を他の予算に回すことが可能となる。

本計画では、離岸堤完成後に北海岸東側の港湾区域拡張のため、本計画に続いて実施する浚渫工事と、船舶誘導灯の撤去・移設を相手国負担事業としている。その費用は約 500 万円相当と見積もられる。この費用に関しては過去の護岸補修費用で十分に補える額であり、本計画における先方負担工事の実施に対して、予算上の問題はないと判断される。

表 3.4.1 建設公共事業省予算実績 (1993 年～1999 年)

単位：1,000 ルフィア

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
予算合計	38,824	46,000	57,665	65,462	121,125	112,035	121,256
一般会計(人件費等)	11,760	11,446	32,050	34,910	58,780	26,214	34,107
他の建設プロジェクト	15,983	27,790	25,151	29,450	61,279	85,007	85,380
マレ島護岸補修工事	11,081	6,764	464	1,102	1,066	814	1,769
護岸補修費の全体に占める割合	29%	15%	1%	2%	1%	1%	1%
我が国の無償資金協力			西護岸建設		東護岸建設		南護岸建設

出典：建設・公共事業省 交換レート：1\$ = 11.72 ルフィア

注) 1997 年からフルマレ島埋めたて計画のため特別予算増

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、建設計画局の設計・管理部のプロジェクト課(5名)が実施する。建設計画局長はイギリスとオーストラリアの大学で建築を専攻した建築士であり、設計・管理部の副部長はカナダとオーストラリアの大学で土木を専攻した土木技師で、日本の宮崎県土木事務所で8ヶ月間の研修も受け、日本の土木技術にも触れた経験を持っている。同副部長が技術的な見地から同部のリーダーとなっており、またスタッフの1人もイギリスで土木を専攻した技術者である。これら数多い技術者が、設計面も管理しており、同国の建築規準の策定や、建築申請に係る技術的な検討と承認を与える機関ともなっている。

また同課では、我が国の無償資金協力事業をはじめ、ADB や IDA といった国際協力機関における援助事業の実施機関として、工事管理や、維持管理を問題なく実施しており、特に西・東・南岸マレ島護岸建設、マレ島南西港建設、マレ商港建設および、第2マレ港建設等のマレ島における海洋工事の全てを担当し、本計画地域の北海岸では、北港湾の浚渫工事を港湾活動に支障を与えずに管理した経験を生かして、本計画においても、北港湾の活動に大きな影響を与えずにスムーズな管理が行えると判断できる。

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

施工計画に対する方針として、その地域性、サイトの社会経済活動、自然条件を考慮し以下の方針で実施する。

- (1) プロジェクトサイトの背後地は港湾区域となっており、日々の港湾活動が続けられている。また、港湾内に停泊している船舶も非常に多いことから、本計画実施に対して、港湾活動に大きな影響を与えないように、対策を講じる。
- (2) 先方実施機関との協議により部分的に工事区域を設定し、その区域における離岸堤の完成後に仮引渡しを行い、順次次の区域の施工に移るような計画を策定し、港湾活動への影響を最小限におさえるように配慮する。
- (3) 本計画は離岸堤の改修・新設であり、陸上からの施工範囲が限られているため、海上施工として基本的に台船を利用した施工計画とする。
- (4) 既設離岸堤の廃材(コーラル)を新設離岸堤ケーソンの中込および裏込石に転用する。
- (5) 建設工事における海水汚濁、建設廃材処理等の環境への配慮を行う。

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(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)が行う。

4-1-2 施工上の留意事項

背後の港湾区域の活動に与える影響を最小限に抑える必要性と、海上工事となる特殊性を考慮して、施工方針を基に以下の点に留意して施工計画を策定するものとする。

- (1) 施工区域毎に、港湾活動区域の出入口と工事区域の出入口を別々に確保し、港湾活動と第三者への安全性確保に支障のない工事計画とする。
- (2) 海上施工の基地となる台船の施工位置、資材運搬用台船の航路計画、資機材の積込み・降ろし位置、および係留位置の検討を行う。
- (3) 海水面以下のコンクリート構造物は、陸上製作を基本とし、それらの製作ヤード、仮置き場と運搬経路等の検討を行う。
- (4) 現場での打設コンクリートは、コンクリートの運搬・打設時間に問題のないように運

搬方法、打設方法を検討する。

- (5) 主に海上施工となるため、波浪や気象条件に配慮した、余裕のある工程計画を策定する。
- (6) 既設の離岸堤の撤去に関しては、海水汚濁防止や港内の静穏に配慮し、施設建設に対して先行しすぎないような工程計画とし、施設位置が変更される区域に関しては、新しい離岸堤の完成に追隨して既設離岸堤を撤去する計画とする。

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 4.1.1 のとおりである。

表 4.1.1 負担工事区分一覧表

工事種目	日本側負担	モルディヴ国側負担
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区域、仮設ヤードおよび仮設棧橋区域への工事用車両の道路の確保および通行許可		
本計画施設建設工事区域への一般船舶締め出しおよび第3者立ち入り禁止の事前通達と徹底		
一般船舶の係留区域の確保および関係機関との調整		
離岸堤の建設位置が現位置から沖側に計画される区間において、施設完成後に実施する港内拡幅のための浚渫工事		
船舶誘導灯の撤去、保管および移設		
仮設棧橋用地（既設）の提供		
仮設棧橋の撤去		
既設護岸（離岸堤）の撤去		
新設護岸（離岸堤）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 DER 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 MCPW 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ものが挙げられる。

(1) 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建設工事が適性に実施されているか、工程が予定通り進捗しているか等を監理するため、現場代理人として常駐監理者を1名工事期間中派遣し、工程、品質管理を行うとともに、適宜、関係諸機関への連絡、説明を行う。また、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

(1) 建設資材

前述のとおり現地調達可能な資材は油脂、燃料、コーラル砂、コーラル石、セメントである。それ以外の資材は現地輸入業者の調達規模と供給量点で問題があるため、第三国調達(シンガポール・インドネシア等)を主体に計画した。コンクリート骨材用砂、石等近隣諸国でかつ国内輸入業者により供給可能なインド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、特にインド産のコンクリート骨材については不純物(ビニール等)が多くその質に多少の問題があるため除外した。またスリランカ国においては、コンクリート骨材、石材の輸出が禁止されている。

現地調達資材：

コーラル砂・石	既設構造物撤去廃材	セメント
合板	仮設鋼材	鉄筋
木材	油脂	燃料
舗装用ブロック		

第三国または日本調達資材：

コンクリート用粗骨材および細骨材	特殊鋼材
石材	土木シート

(2) 機 材

本計画に必要となるであろう施工機械、船舶の当該国および現地マレ島での調達に関しては、護岸の建設会社より以下の機材についてリース契約等により調達が可能である。

現地調達機材：	クローラー・クレーン（80t、45t）	コンクリート・プラント
	トラック・クレーン（20t）	ダンプトラック（11t）
	バック・ホウ	フォーク・リフト
	ホイール・ローダー	発電機(175KVA、100KVA)
	ミキサー車	バージ（500t）
	砕石プラント	バージ（300t）
	アンカー・ボート（240HP、105HP）	

第三国または日本調達機材：

仮設資材	試験器具	測量器具
------	------	------

4-1-6 実施工程

本プロジェクト日本側負担事項の実施工程を表 4.1.2 に示す。

4-1-7 相手国側負担事項

本プロジェクトが日本の無償資金協力案件として実施されるに際しては、モルディヴ国政府は以下の措置等を講ずるものとする。

- (1) 護岸（離岸堤）建設に必要な用地の確保
- (2) 施設建設工事に必要な全ての許認可取得
- (3) 銀行取極（Banking Arrangement）に関する日本国内銀行との手続きおよびその費用

- (4) 輸入資機材の同国輸入港での迅速な通関手続き
- (5) 認証された契約に基づく資機材の購入および業務遂行のためにモルディヴ国に入国する日本国民に対する関税、内国税（VATを含む）その他課徴金の免除
- (6) 認証された契約に基づく業務遂行のためにモルディヴ国に入国する日本国民に対する同国入国、滞在許可の取得
- (7) 日本国無償資金協力として供与された施設・機材の適正かつ効果的な使用
- (8) 日本国無償資金協力の範囲外の本計画の実施に必要な全ての経費の負担
- (9) 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 4.1.2 業務実施工程表

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 14.36 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、次のように見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	第 期	第 期	合 計
(1) 建設費	7.54 億円	5.77 億円	13.31 億円
ア. 直接工事費	5.81 億円	4.18 億円	9.99 億円
イ. 現場経費	0.90 億円	0.89 億円	1.79 億円
ウ. 共通仮設費等	0.83 億円	0.70 億円	1.53 億円
(2) 設計・監理費用	0.49 億円	0.51 億円	1.00 億円
合 計	8.03 億円	6.28 億円	14.31 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（離岸堤）背後の浚渫工事	MRf 500,000
船舶誘導灯の撤去、保管および移設	MRf 50,000
合 計	MRf 550,000 (約 500 万円)

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 平成 12 年 4 月
- 2) 為替交換レート : 1US\$ = 106.23 円
1MRf = 9.06 円 (現地貨ルフィア)
1S\$ = 63.60 円 (シガポールドル)
- 3) 施工期間 : 2 期区分による工事とし、各期の詳細設計、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- 4) その他 : 本計画事業は、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（離岸堤）構造物は半恒久的で堅固なものであるので、補修費に関しては不要と考えられる。また、日常の監理および高波時の越波状況等の観測については MCPW の職員によって実施可能であり特別な予算措置は不要と考えられる。一方、付帯施設の維持および清掃については、年 50 万円程度の予算計上が必要であると考えられる。

表4.2 業務実施工程表

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第Ⅰ期	実施設計	— (現地調査)	— (国内作業)	— (入札補助)								(計4.0ヶ月)
	施工 (1年次)	— (準備工・仮設工)	— (資機材搬入)	— (護岸タイプA工事: 97.3m)		— (護岸タイプB工事: 470.0m)					— (護岸タイプD工事: 159.7m)	(計11ヶ月)
第Ⅱ期	実施設計	— (現地調査)	— (国内作業)	— (入札補助)								(計4.0ヶ月)
	施工 (2年次)	— (準備工)	— (資機材搬入)	— (護岸タイプE工事: 46.0m)		— (護岸タイプC工事: 356.2m)		— (護岸タイプA工事: 197.9m)				— (片付け)

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

本計画により、マレ島の北海岸離岸堤が発生年確率 1/50 の波浪に対して、半恒久的で堅固な構造に整備されることにより、以下の裨益効果が期待できる。

5-1-1 直接効果

- (1) 本無償資金協力の実施により、強固で半恒久的な護岸に整備されることで、離岸堤の決壊を防ぐことが可能となり、マレ島北海岸の約 10ha 区域の住居と政府機関施設への浸水を未然に防ぐことが出来る。北海岸区域の住民 8,000 人の財産が浸水による直接災害から免れ、政治、経済活動と一般市民の安定生活が確保できる。また、北護岸の年間補修費である一千万円以上の費用の支出がなくなる。

1/50 年の発生確率の波によって北海岸の既設離岸堤が決壊した場合、波浪が陸側の既設護岸を越波し、陸側に流入する海水量を試算すると、約 $1.2 \times 10^2 \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{sec}$ となる。これは日本港湾規準に示されている背後地の利用条件(道路)から見た許容越波流量 ($1 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{sec}$) を大幅に超えた値であり、荒天時の波浪によっても背後地に浸水し、幹線道路が冠水して通行できなくなることが予想される。背後の住宅地に関しては、その重要度から見た許容越波流量 ($1 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{m} \cdot \text{sec}$) も超えた値となり、これは、約 10ha の床下浸水の危険性が予想される。この区域に居住する住民数は約 8,000 人あり、この区域に国の中枢機関である、諸官庁、警察署と全ての銀行および、主要企業事務所が密集し、同国最大のモスクと中学校も位置する。また、マレ島の主要な 3 つのホテルが北海岸道路に面し、この 3 ホテルで常時 100 人以上の観光客やビジネスマンが宿泊している。もし、この区域に浸水すれば、平屋住まいの多い住民 8,000 人に被害が予想され、道路交通が麻痺し、ひいては同国の社会・経済活動が一時的にもストップし、多大な影響が予想される。本事業の実施は、これらの災害を防ぐ基盤となる。

- (2) 本無償資金協力の実施により、離岸堤の決壊がなくなり、離岸堤背後の港湾内の静穏が確保できる。これにより常時停泊している船舶 170 隻が波浪による災害から免れるとともに、港の機能を保持し、離島間の物資輸送の確保とマレ島民の主食である魚の安定供給に寄与し、同国の海洋活動の基盤を維持することが出来る。

離岸堤背後の港湾内に常時停泊している船舶数は、本調査による隻数観測より、約 170 隻あり、本計画の設計波浪によって離岸堤が決壊した場合、港としての静穏が保

てず、船舶間の衝突や護岸への衝突が避けられず、相当数の船舶が被害を受けると予想される。港の機能が麻痺し、部分的な復旧に最低 2 ヶ月以上は要するとすれば、その期間の離島間の物資輸送麻痺、マレ島での観光収入減、マレ島民への主食である魚の供給不足、その他の社会的・経済的影響は多大なものとなることが予想される。

主な区域の離岸堤が決壊したときの影響は以下のように推定される。

：国内商業港区域および魚水揚げ区域の離岸堤が決壊した場合の影響

被災する推定船舶数（停船船舶 80 隻の 30%が被災）：約 24 隻

決壊した離岸堤の原型復旧期間の港湾利用者数：約 1,000 人 / 日

浸水による道路の冠水と商店への浸水による影響利用者数：2,500 人 / 日

漁船の被災と市場の変更による影響：約 5,000 人 / 日

合計：約 9,000 人 / 日

：空港島へのフェリー乗り場区域の離岸堤決壊による影響

被災する推定船舶数（1 隻と同等の被災）：約 10 隻

港湾利用者数：（ホテル客 100 人、住民 600 人、船舶 25 隻）：800 人 / 日

浸水による背後の施設、住民への影響：1,500 人 / 日

道路冠水による交通への影響：2,500 人

合計：約 5,000 人 / 日

：沿岸警備艇、政府艦艇区域、観光客乗降船区域の離岸堤決壊の影響

被災する推定船舶数：約 10 隻

港湾利用者数：（観光客と政府、警備関連者）：150 人 / 日

浸水による背後の施設、住民への影響：1,500 人

道路冠水による交通への影響：2,500 人

合計：約 4,200 人 / 日

上記の推定影響人口のように、どの区域の離岸堤が決壊しても、1 日当たり約 4,000 人以上に影響を与え、被災後の護岸背後地復旧（水処理等）の短期間においても、影響を及ぼす人口は 10,000 人以上であり、港湾の復旧までには、数万人に影響を与えると予想される。

5-1-2 間接効果

- (1) 離岸堤の機能として、背後の港湾活動を考慮した計画により、間接的に港湾の利用条件の改善と安全確保を支援することとなる。

離岸堤上部の歩道幅確保と離岸堤の港湾側に小型船舶用の係船リングを設置することから、港湾内の船舶係留の管理がし易くなり、離岸堤体に海水の通水管を設置することから、港湾内の海水環境の改善を促進させる効果が期待できる。また、一部区域の離岸堤を海側に移設することにより、その区間の港湾区域（幅 40m）を 10m 以上拡幅することが可能となり、同国の一般船舶（長さ 12m）の安全な操船を行うに必要な港湾幅（約 48m）を確保することができ、港湾活動の安全性の向上を支援することとなる。

- (2) 同国の玄関口となっている北港湾の景観的整備に寄与し、モルディヴ国の主要な外貨収入である観光客の増加と、マレ島観光を間接的に支援することとなる。

モルディヴ国を訪れる観光客は年間約 40 万人となっている（1999 年統計書）この内、約 20%（10 万人）は観光とショッピングにマレ島を訪れていると言われており、これらの観光客は北海岸から入島する。景観に配慮し、整備された離岸堤は間接的に観光スポットを提供し、マレ島に対する好印象を与え、ひいては観光客の増加と外貨収入の増加に間接的に寄与することとなる。

- (3) 地球温暖化による海面上昇が国際的関心事項となっている中で、海面より少し高いだけの陸地しか持たない同国民の不安は大きい。本防災施設は 50 年に 1 回の確率で発生する波高を条件に計画されているため、長期的な海面上昇にも十分に機能を保持し、かつ住民に安心感を与えることが出来る。

マレ島北海岸中央部における荒天時の平均波高は、約 40cm である。これに対し、本計画は、確率規模 1/50 年の波高（60cm）を設計条件とし、護岸の構造を決定した。また、その安定性に対しては、1.2 倍以上の安全率となる構造としているため、地球温暖化による海面上昇に対しては、離岸堤の越波量は増加するものの、堤体の安定上問題はなく、十分な消波効果を保持し、背後の港湾の静穏を確保するとともに、内陸への浸水を防護することとなる。

5-2 技術協力・他ドナーとの連携

本計画が実施されれば、マレ島における海岸防災施設は全て完了すること、同島の護岸建設に係る協力・援助の必要性はなくなる。しかしながら、モルディヴ国政府は、北海岸におけるマレ国際港の拡張、フェリーターミナルの整備、魚市場の移設等の将来計画を持っており、これらの計画に対し、他ドナー等に援助を要請することも考えられ、本計画により建設された施設の一部が、これらの計画の中で係わってくる可能性も十分に考えられる。本計画は、これらの将来計画を検討し、出来る限りその計画に配慮した基本設計を実施した。また、これらの将来計画のなかで、本計画により完成した施設が、その基本機能を維持し、計画の中に組み込まれるよう配慮するようにモルディヴ国側政府機関と協議し、合意を得た。

他ドナーが将来計画に係わってくる場合は、この合意事項を基本に、協議・協力する必要がある。

本件においての正式な技術協力の要請はなかったものの、地球温暖化による海面上昇や、高波に対する有効な海岸防災施設の計画や、構造の検討について、本件実施中に先方土木技術者に出来る限りトランスファーすることとしたい。

5-3 課題

事業を効果的、効率的に実施するための課題と、本施設を永続的に活用するための課題として、以下の点が上げられる。

- (1) 事業実施に対し、先方の港湾活動に対する円滑な調整と、工事区域からの一般船舶の速やかな移動が実施されること。
- (2) 先方負担事項である港湾拡幅のための浚渫工事が、本事業完了後に速やかに実施されるとともに、浚渫によって施設に悪影響を与えないよう考慮すること。
- (3) 小船等の離岸堤への係船に対して、堤体に損傷を与えないよう利用方法に考慮すること。
- (4) 維持管理のなかで、今後の波浪状況と海面上昇に対し継続的な観測と、データの記録を行うこと。

資 料 編

・ 調査団員氏名、所属

I-1 基本設計現地調査時（平成 12 年 2 月）

- (1) 総括：伊藤 憲一
国際協力事業団 人事部 給与課長代理
- (2) 無償資金協力：斉藤 永
外務省 経済協力局 無償資金協力課 事務官
- (3) 計画管理：松下 雄一
国際協力事業団 無償資金協力部 業務第三課
- (4) 業務主任 / 海岸防災計画：並木 広己
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
- (5) 施設設計：鹿嶋 和紀
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
- (6) 自然条件 / 海洋環境：菊田 宏
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
- (7) 施工計画 / 積算：上住 和男
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

I-2 基本設計概要書説明時（平成 12 年 5 月）

- (1) 総括：永石 雅史
国際協力事業団 スリランカ事務所員
- (2) 業務主任 / 海岸防災計画：並木 広己
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
- (3) 施設設計：鹿嶋 和紀
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

・ 調査日程

II-1 基本設計現地調査時（平成 12 年 2 月）

月	日	曜	滞在地	官団員	業務主任	施設設計	海洋環境	施工・積算	
2	13	日	コロンボ/マレ	移動（東京 - コロンボ）			移動（東京 - マレ）		
	14	月	マレ	日本大使館表敬、報告/移動（マレ）			調査準備	調達事情調査	
	15	火	マレ	インベプション・レポート提出・説明・協議、関係省庁表敬訪問					
	16	水	マレ	現地踏査					
	17	木	マレ	建設・公共事業省との協議					
	18	金	マレ	西、東、南護岸の視察/団内打合せ					
	19	土	マレ	サイト調査・南護岸工事状況の聴取				測量および潮流観測の準備	積算資料収集
	20	日	マレ	協議・ミニッツ準備					
	21	月	マレ	ミニッツ署名・交換					
	22	火	マレ	帰国	サイト調査	潮流観測補助	潮流観測 (25時間連続 観測；2箇所)	海底地形測量	
	23	水	マレ		サイト調査海上				
	24	木	マレ		港湾局（MPA）との計画協議				
	25	金	マレ	団内打合せ					
	26	土	マレ		計画関連調査	設計関連調査	海底地形測量		
	27	日	マレ		水道会社（MWSC）ヒアリング				
	28	月	マレ		住宅都市開発委員会ヒアリング				
	29	火	マレ		建設・公共事業省と協議				
	18	1	水	マレ	内務・住宅・環境省との計画協議				
	19	2	木	マレ	計画関連調査	設計関連調査	海底地形測量		
20	3	金	マレ	団内打合せ					
21	4	土	マレ	計画関連調査	設計関連調査	海洋環境調査	施工計画関連調査		
22	5	日	マレ	建設・公共事業省との計画協議					
23	6	月	マレ	調査とりまとめ					
24	7	火	マレ	建設・公共事業省との計画協議、確認書の交換					
25	8	水	マレ	補足調査、団内打合せ					
26	9	木	コロンボ/マレ	準備、移動	帰国準備、移動（マレ - シンガポール）				
27	10	金	コロンボ/マレ	日本大使館	帰国（シンガポール - 東京）				
28	11	土	コロンボ/マレ	労務関連調査					
29	12	日	機内	移動					
30	13	月	帰国	帰国					

II-2 基本設計概要書説明時（平成 12 年 5 月）

	月	日	曜	滞在地	総括	業務主任	施設設計
1	5	22	月	コロンボ		移動（東京 - コロンボ）	
2		23	火	コロンボ		JICA、日本大使館報告、移動（マレ）	
3		24	水	マレ		DER、MCPW訪問、基本設計概要書の説明	
4		25	木	マレ		基本設計概要書に関するMCPWとの協議	
5		26	金	マレ		団内打合せ	
6		27	土	マレ		〃	
7		28	日	マレ		基本設計概要書に関するMCPWとの協議	
8		29	月	マレ		総括到着（コロンボ - マレ）、協議・ミニッツ準備	
9		30	火	マレ		ミニッツ署名・交換	
10		31	水	マレ/コロンボ		移動（マレ - コロンボ）、日本大使館への報告	
11	6	1	木	コロンボ		労務関係調査	
12		2	金	マレ		移動（コロンボ - 東京）、帰国	

・ 現地調査面談者リスト

III-1 モルディヴ国関係者

(1) Ministry of Foreign Affairs (外務省)

Ahmed Latheef	Director General, Department of External Resources
Aminath Didi	Director, Department of External Resources

(2) Ministry of Construction and Public Works (建設・公共事業省)

Umar Zahir	Minister of Construction and Public Works
Ismail Ibrahim	Deputy Director Engineering
Ibrahim Shiaz	Civil Engineer (Project Manager)

(3) Maldives Ports Authority (モルディヴ港湾局)

Mahdi Imad	General Manager
Mohamed Haneef	Deputy Director
Ali Ahmed	Deputy Director

(4) Maldives Housing and Urban Development Board (住宅・都市開発委員会)

Ibrahim Rafeeq	Director, Physical Planning
Abdulla Saleem	Director
Ali Haidar Ahmed	Deputy Director, Physical Planning
Mohamed Ishan	Architect
Mohamed Ahsan	Civil Engineer

(5) Ministry of Home Affairs, Housing and Environment (内務・住宅・環境省)

Abdullahi Majeed, MP	Deputy Minister
Mohamed Khaleel	Director, Environmental Affairs
Mohamed Riyaz	Senior Environment Analyst
Mizna Mohamed	Assistant Environment Analyst

(6) Ministry of Transport and Civil Aviation (運輸省)

Ilyas Ibrahim	Minister
---------------	----------

(7) Maldives Water & Sewerage Company (モルディヴ上下水道会社)

Mohamed Ahmed Didi	Director
--------------------	----------

III-2 日本大使館および国際協力事業団（JICA）

(1) コロンボ駐在大使館

野田 朋子 三等書記官（経済協力担当）

(2) JICA スリランカ事務所

海保 誠治 事務所長
永石 雅史 所員

・ 当該国の社会経済事情

・ 収集資料リスト

	分野	資料の標題	概要
1	社会経済	Vulnerability and Poverty Assessment 1998	発行機関：Ministry of Planning and National Development, United Nations Development Programme 発行年月：1999年 オジナル・北への別：オジナル 内容要旨：モルディヴ社会・経済に関する評価報告書；消費および所得水準、経済インフラおよび社会インフラ、住宅および環境、食糧確保および栄養、雇用、女性問題、社会的脆弱性および貧困に関する複合指標、政策提言。
2	社会経済	Fifth National Development Plan 1997 - 2000 Summary / Volume I / Volume II	発行機関：Ministry of Planning, Human Resources and Environment 発行年月：1998年 オジナル・北への別：オジナル 内容要旨：第五次国家開発計画 Volume I: 開発見通し、実施計画、モルディヴ社会の現状、公共投資の優先順位 Volume II: 各プロジェクトの実施状況、実施予定プロジェクトの概要
3	環境	Second National Environment Action Plan (NEAP II)	発行機関：Ministry of Home Affairs, Housing and Environment 発行年月：1999年 オジナル・北への別：オジナル 内容要旨：環境管理および保全に関する国の行動計画。
4	環境	Environmental/Technical Study for Dredging/Reclamation Works under the Hulhumalé Project, Maldives Draft Final Stage 1 Report	発行機関：Ministry of Construction and Public Works 発行年月：1999年8月 オジナル・北への別：オジナル 内容要旨：フルマレ島埋立造成プロジェクトに関する環境調査報告書；環境の現況、浚渫方法、浚渫・埋立による環境インパクト、影響緩和の対策、海岸保全工法および建設コスト。
5	統計	Statistical Year Book of Maldives 1998	発行機関：Ministry of Planning, Human Resources and Environment 発行年月：1998年 オジナル・北への別：オジナル 内容要旨：モルディヴ社会全般にわたる統計データの年報(1993年～1997年)；気候、人口異動、医療厚生、教育、法務、農業、水産業、観光、運輸・通信、電力、財務、商業、その他。

	分野	資料の標題	概要
6	統計	Statistical Year Book of Maldives 1999	発行機関：Ministry of Planning and National Development 発行年月：1999年 マラディブ・北の別：マラディブ 内容要旨：上に同じ（1999年版）。モルディブ社会全般にわたる統計データの年報（1994年～1998年）。
7	統計	Cargo Handled by Vesselwise 1997 / 1998 / 1999	発行機関：Cargo Operations Division, Maldives Ports Authority 発行年月：1997年12月、1998年12月、1999年12月 マラディブ・北の別：北 内容要旨：マレ国際港における、入港船舶毎の積み卸し貨物量の統計（月別）。
8	開発	Malé Land Use Map	発行機関：Maldives Housing and Urban Development Board 発行年月：1998年12月 マラディブ・北の別：マラディブ 内容要旨：マレ島土地利用計画
9	気象	Maldives Meteorological Data	発行機関：Department of Meteorology 発行年月：1999年 マラディブ・北の別：マラディブ 内容要旨：マレ（空港島）およびガン島に関する気候の統計的資料集（1966年～1998年）。
10	調達	STO Peoples Choice Construction Materials	発行機関：State Trade Organization 発行年月：2000年2月 マラディブ・北の別：マラディブ 内容要旨：セメント、鉄筋、油脂、ガスその他の調達価格表。
11	調達	The Tariff / Charges for Water Services / Charges for other services	発行機関：Malé Water & Sewerage Company Pvt. Ltd. 発行年月：2000年2月 マラディブ・北の別：北 内容要旨：マレ水道会社のサービス価格表。
12	調達	Prices of Electricity	発行機関：State Electric Company 発行年月：2000年2月 マラディブ・北の別：北 内容要旨：国営電力会社のサービス価格表。

・ 深浅測量図および離岸堤計画平面図

· 設計計算書