モルディブ共和国
モルディブ国国家計画・住宅・インフラ省(MNPHI)

モルディブ共和国
マレ島災害に対する強靭性向上計画
協力準備調査報告書

2023 年 9 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
八千代エンジニヤリング株式会社
日本工営株式会社

環境
CR(2)
23-086

モルディブ共和国
モルディブ国国家計画・住宅・インフラ省(MNPHI)

モルディブ共和国
マレ島災害に対する強靭性向上計画
協力準備調査報告書

2023 年 9 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
八千代エンジニヤリング株式会社
日本工営株式会社

序　　文

独立行政法人国際協力機構は、モルディブ共和国のマレ島災害に対する強靭性向上計画に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル・八千代エンジニヤリング株式会社・日本工営株式会社共同企業体に委託しました。

調査団は、2022 年 10 月 1 日から 11 月 4 日までモルディブの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踏査を実施しました。帰国後の国内作業の後、2023 年 6 月 10 日から 6 月 24 日まで及び 2023 年 7 月 10 日から 7 月 13 日の現地説明を経て、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。

2023 年 9 月

独立行政法人国際協力機構
地　球　環　境　部
部 長　　森 田 隆 博

要約

1. 国の概要

インド洋に位置するモルディブ共和国（以降、モ国）は 26 の環礁と、約 1,200 の島々から成る南北に細長い島嶼国であり、国土の 80%が海抜 1m 以下の低平かつ狭隘な島々からなり、海岸線から 100m 以内に当国人口の 42%が居住、重要インフラの 70%が位置する。高波・高潮、洪水への脆弱性が高く、気候変動の影響を受けやすいとされる小島嶼国である。モ国の首都であるマレ島は、同国の主要な経済・政治・文化の中心地となっており、全人口約 54 万人の 4 分の 1 が居住している。マレ島の面積は 2 km^2 と非常に小さく、人口過密による住宅不足が社会問題となっている。国民の大多数がモルディブ人であり、近年は建設業や観光業などで働く外国人労働者（中国人、バングラデシュ人、スリランカ人など）が増えている。モ国の国教はイスラム教であり、国民の大多数がイスラム教徒である。イスラム教の聖日である金曜日が公式の休日となっており、土曜日も官公庁、学校、企業などで休日とされている。

モ国の産業は観光業、漁業、農業、手工業、建設業などがあり、観光業を含むサービス業が GDP の大部分を占めている。2020 年の新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により、多くの国で渡航制限や観光需要が減少したことで、モ国の観光収入は激減し、GDP が下落した。しかしながら 2021 年は観光業の回復が見られ、2019 年の水準まで GDP が回復している。（世界銀行データによる 2021 年の GDP：5.41 万米ドル、1 人当たりの GDP：10,366.3 米ドル）

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

モ国政府は、気象変動に起因する災害に対して、レジリエンスの向上を重要な開発課題としており、戦略的行動計画（2019 年-2023 年）において、「現在および将来の脆弱性に対処するための適応策の強化と気候変動に強靭なインフラ及びコミュニティの構築」を掲げている。また「国が決定する貢献（NDC）」の最新版（2020 年）の中では、沿岸の強靭化のための防災投資を優先課題として挙げている。首都マレ島は、当国の政治経済の中心且つ全人口の約 4 分の 1 が集中する過密居住地である。我が国は同島の 30%以上が浸水被害にあった高波災害が発生した 1987 年以降 2002 年にかけて、マレ島の高波・高潮対策として島全周に恒久的な護岸整備を支援し、海岸防災機能の強化を図ってきたが、2004 年に発生したインド洋津波による被災と気候変動の影響によって、マレ島既設護岸の一部区間において、越波・越流・飛砂等がみられ周辺道路や施設に被害が及んでおり、特に東海岸の護岸の強靭化対策が必要になっている。また、土中への雨水浸透能が限られているマレ島では降雨時に迅速な排水が求められるが、堆積物による排水施設の通水断面縮小や排水ポンプの非効率的な運用等により排水能力が低下し、集中豪雨時には道路の冠水が頻繁に発生し経済社会活動の継続を阻害されている。今後気候変動の影響により降雨強度の更なる増大が予測され、雨水排水能力の向上が課題となっている。

以上を受けて、モ国政府は、我が国に対して首都マレ島災害に対する強靭性向上に係る無償資金協力を要請した。本業務は、同要請を受けてマレ島沿岸部強靭化の妥当性の検討、概略設計及び概略事業費の積算等を行うものである。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本プロジェクトは、首都マレ島において海岸防災施設（護岸）の改良及び雨水排水能力向上に係る機材整備等を行うことにより、同島の高波・高潮及び豪雨災害の被害軽減を図り、もって同地域の水災害への脆弱性の克服及び生活・経済社会活動基盤の安定に寄与することを目的としている。我が国は同国の無償資金協力要請を受けて、2023 年 10 月 1 日から 2023 年 11 月 4 日まで調査団を派遣し、現地調査を実施した。

調査の結果、以下に示す協力内容を実施することにより、モ国の戦略的行動計画（2019 年-2023 年）、「国が決定する貢献（NDC）」の最新版（2020 年）などの上位計画の達成に貢献することが期待され、また、我が国の対モルディブ共和国国別開発協力方針に謳われる大目標（脆弱性に配慮した持続可能な経済成長への支援）、並びに中目標（環境・気候変動対策・防災）などとの整合性あることから、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの妥当性が確認された。

表 S-1　協力の内容

1. 対象地域	モルディブ国マレ島
2. 護岸整備	● マレ島東海岸護岸（詳細は③-1-1 参照） ● マレ島北海岸岸壁（詳細は③-1-1 参照）
3. 調達機材	● 雨水排水ポンプ施設遠隔監視制御システム ● 雨水排水路清掃機材 ※詳細は、表 S-4 調達機材リストを参照。
4. コンサルティングサービス	● 詳細設計 ● 入札支援 ● 調達・施工監理 ● ソフトコンポーネント（機材）

出典：JICA 調査団

3-1. マレ島護岸整備の概要



図.S-1　護岸整備事業の実施区域図　出典：JICA調査団

護岸施設改修の基本コンポーネントは、当初の要請内容と調査結果における協議・確認事項を基に下表の様に整理された。

表 S-2.　護岸施設改修の基本コンポーネント

No.	施設	規模と対策の概要 （調査結果）	問題 （調査結果）
1	マレ島東海岸の護岸 人口ビーチの北側）） （C 区域）	188m：離岸堤改良と建設及び緩衝区域設置と歩道の嵩上げ	上部工の劣化・損傷、常時の越波、消波ブロックの沈下
	マレ島東海岸の護岸 人口ビーチの南側 （B 区域）	103m：護岸嵩上げと被覆石の追加	上部工の劣化・損傷、波浪時の越波
	モルディブ側からの追加要請区域マレ島東海岸の護岸最北端 （D 区域）	106m：90m 区間の護岸嵩上げと被覆石の追加、16m 区間の護岸嵩上げ	上部工の劣化、波浪時の越波、消波ブロックの沈下
2	マレ島東南海岸の護岸 （A 区域）	230m：護岸嵩上げと被覆石の追加、歩道の嵩上げ	上部工の損傷、波浪時の部分越流、消波ブロックの摩耗、砂礫の堆積と飛散
3	マレ島北護岸 （北岸壁）	95m：上部工改修は 25m 区間、70m 区間は、係船位置のみ補修、岸壁基礎全長の洗堀・沈下防止工	一部の頂部コンクリートブロックのズレと傾き、前面基礎の部分的沈下

出典：JICA 調査団

3-2　マレ島雨水排水コンポーネントの調達機材

本調査における協議・確認事項から、本事業の対象となるAmeenee Magu道路改良工事完了後の雨水排水ポンプ施設（16カ所）の状況を表S-3及び図S-2に整理した。

表.S-3　既設排水管径及び延長（Ameenee Magu道路改良工事完了後）

管径(mm)	160	180	200	250	280	300	315×2
延長(m)	1571.16	54.62	565.56	413.46	169.5	461.52	2519.66



図.S-2.　雨水排水ポンプの位置図（Ameenee Magu道路改良工事完了後）

これら調査結果を基に作成された本事業の雨水排水機材の基本コンポーネントを表S-4に示す。

表．S-4　調達機材リスト

番号	項目	数量	
1	雨水排水施設遠隔監視制御システム	1	式
1.1	遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア	1	式
(1)	遠隔監視制御端末	3	組
(2)	サーバー	1	組
(3)	データストレージ	1	組
(4)	監視モニター	2	組
(5)	スイッチングハブ	1	個
(6)	モバイルルーター	3	個
(7)	プリンタ複合機	1	台
(8)	無停電電源装置（5 kVA）	1	個
(9)	無停電電源装置（500 VA）	2	個
(10)	19 インチラック	1	組
1.2	雨水排水施設監視機材	1	式
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	11	組
(2)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	5	組
(3)	遠隔監視制御ターミナル	16	組
(4)	配電盤用温度センサー	16	個
(5)	無停電電源装置（500 VA）	16	個
(6)	変圧器	16	個
(7)	圧力式水位計	16	組
(8)	配電盤･機器収納キャビネット	16	組
(9)	モバイルルーター	16	個
1.3	交換部品	1	式
(1)	圧力式水位計	3	組
(2)	温度センサー	3	個
(3)	点検口センサー	3	個
(4)	モバイルルーター	3	個
2	雨水排水路清掃機材	1	式
2.1	高圧洗浄車	1	台
2.2	保守用機材	1	式
2.3	交換部品	1	式

出典：JICA 調査団

3-3 マレ島護岸整備の概略設計、施設計画

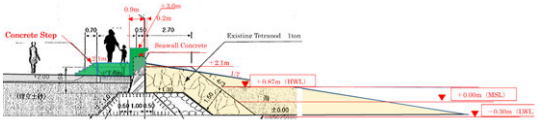
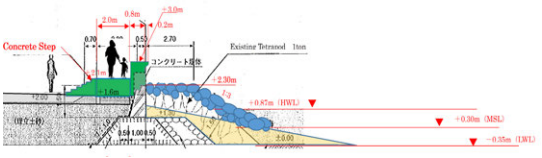
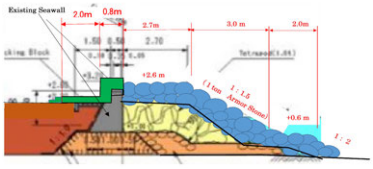
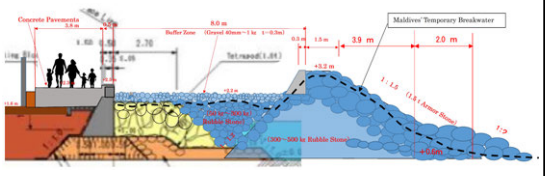
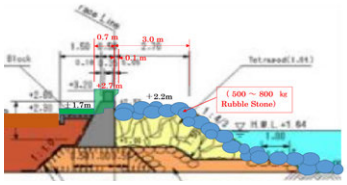
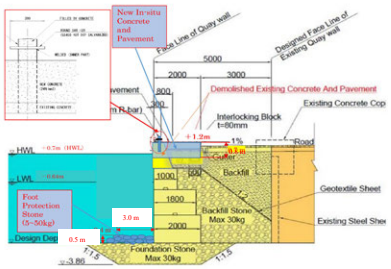
マレ島護岸施設の設計条件の検討結果と、施設改修計画を以下の表に示す。

表.S-5. マレ島護岸改修施設の設計条件

設計条件項目	既存護岸の現況と（設計条件）	本プロジェクトでの採用値	調査・解析結果
自然条件項目			
潮位			
東海岸	HWL＝DL＋0.87m	HWL＝DL＋0.87m	マレ島においては、DL＝0.0m（MSL）とし、東海岸と南海岸においては、常時の波浪による潮位のセットアップが発生して、0.3m潮位が高くなっている．さらに、温暖化による海面上昇を22cm（2077年目標値）として、本プロジェクトにおいて、潮位に加算した。
	MSL＝DL＋0.3m	MSL＝DL＋0.3m	
	LWL＝DL-0.35m	LWL＝DL-0.35m	
北海岸	HWL＝DL＋0.57m	HWL＝DL＋0.57m	
	MSL＝DL＋0.0m	MSL＝DL＋0.0m	
	LWL＝DL-0.65m	LWL＝DL-0.65m	
将来の海面上昇	考慮無し	22cmの海面上昇を考慮	温暖化による海面上昇を22cm（50年間の上昇値）として、本プロジェクトに計画おいて、潮位に加算
東海岸の沖波（有義波）			
A区域、B区域、C区域、D区域	波高（$H_{1/3}$）:3.0m、周期（$T_{1/3}$）:16秒	波高（$H_{1/3}$）:3.0m、周期（$T_{1/3}$）:16秒	1987年の高潮災害を再現した数値計算結果の波浪を、既往最大波として採用.
東海岸の設計波（提前波）			
A区域	波高（Ho）: 1.3m、周期（To）: 16 秒	波高（Ho）: 1.35m、周期（To）: 8.7秒	本プロジェクトにおいては、マレ島東海岸におけるリーフ上の波の減衰を計算と、リーフ上の波長の変化におけるモデル実験結果を基に、各区域における設計波を詳細に再計算
B区域	波高（Ho）: 1.3m、周期（To）: 16 秒	波高（Ho）: 1.46m、周期（To）: 11.2秒	
C区域	波高（Ho）: 1.3m、周期（To）: 16 秒	波高（Ho）: 1.65m、周期（To）: 14.4秒	
D区域	波高（Ho）: 1.3m、周期（To）: 16 秒	波高（Ho）: 1.60m、周期（To）: 11.2秒	
東海岸堆砂区域の波の遡上高			
A区域	DL+ 2.55m	DL+2.78m	東海岸の砂礫の堆積区域において、堆積砂の勾配、粒度を確認し、設計波高における高潮位の遡上高の計算を実施、温暖化による海面上昇を22cm（2072年目標値）として、本プロジェクトにおいて、潮位に加算した。また、実際の最大越流時の写真から遡上高の計算値の妥当性を検証
東海岸の越波量	（許容越波量:0.001m3/m/s）	（許容越波量:0.0001m3/m/s）	
A区域（堆砂区域）	0.48m^3/m/s	無し	現状の護岸の越波量を設計波を基準として1波当たり越波量を計算、本プロジェクトにおいては、護岸背後の利用者からの許容越波量（0.0001m3/m/s）以下となるような護岸高を設定して、越波量を計算、また、越波量の計算値に対して、過去の越波写真からその妥当性を検証
A区域（越波区域）	0.0015m^3/m/s	0.00008m^3/m/s	
B区域	0.003m^3/m/s	0.00006m^3/m/s	
C区域	0.005m^3/m/s	0.0001m^3/m/s	
D区域	0.005m^3/m/s	0.0001m^3/m/s	
護岸天端高	実測値	計画値	
A区域（堆砂区域）	DL＋2.3m	DL＋3.0m	既存護岸高は調査結果値採用、本プロジェクトの護岸天端高は許容越波量以下となる天端高を推定し、目標値として設定
A区域（越波区域）	DL＋2.4m	DL＋3.0m	
B区域	DL＋2.6m	DL＋2.8m	
C区域	DL＋2.4m	DL＋3.2m	
D区域	DL＋2.1m	DL＋2.7m	
北岸壁	DL＋1.2m	DL＋1.2m	
北岸壁の安定性			
沈下	0.05m～0.1m	無し	調査結果から、護岸の沈下と傾きは、利用船舶の大型化による護岸上部工の牽引力が設計値を上回り、上部工が活動において不安定となったこと、岸壁最下段ブロックの先端支圧が増大して、基礎に沈下が発生したことが原因と判明、本プロジェクトにおいては、設計牽引力を大型船舶の牽引力以上に設定して、上部工の安定性を確保する改修と、岸壁基礎の補強を実施して、基礎の緩みを防止する沈下対策を計画
傾き（法線のズレ）	0.02m～0.08m	無し	
滑動	不安定（安全率1.0以下）	安定（安全率1.2以上）	
転倒	安定（安全率1.0）	安定（安全率1.2以上）	
船の牽引力	設計1.0t/係船バー	設計3.0t/係船柱	

出典：JICA 調査団

表.S-6.　マレ島護岸改修施設計画と環境配慮

改修施設区域	改修施設の延長と概要	検討・解析結果 護岸天端高： 越波量： 被服石重量：	施設改修断面図	環境配慮に関する施設計画と構造計画の検討
東海岸護岸				
A区域（堆砂区域）	**改修延長：約50m** 護岸の嵩上げ、 歩道の嵩上げと階段アクセス	護岸天端高 ：DL＋3.0m 越波量：無し 被覆石：無し		社会環境配慮から、歩道から海が見えるように歩道高を嵩上げ要請あり、サーフィン協会からの要請で砂浜を残し、アクセス階段3箇所建設の要請あり、護岸天端高を、波の遡上高以上に設定
A区域（越波区域）	**改修延長：約180m** 消波ブロックを捨て石で覆う（勾配1：3）、捨て石天端をDL＋2.3まで上げる、護岸の嵩上げ、歩道の嵩上げ	護岸天端高 ：DL＋3.0m 越波量： 0.00008m^3/m/s 被覆石： 400kg～600kg/個		サーフィン協会からの要請で被覆石勾配1：3、施工期間6か月制限(11月～４月)が要請、 環境配慮から、海が見えるように歩道高を嵩上げ
B区域	**改修延長：約103m** 消波ブロックを捨て石で覆い（勾配1：1.5）、捨て石天端をDL＋2.6まで上げる、護岸の嵩上げ、歩道の嵩上げ	護岸天端高 ：DL＋2.8m 越波量： 0.00006m^3/m/s 被覆石： 500kg～700kg/個		歩道から海が見えるように環境配慮 護岸上部の補強と嵩上げ
C区域	**改修延長：約188m** 被覆石離岸堤を8m前面に建設（勾配1：1.5）、背後地を8m幅を緩衝地帯として確保、既存護岸を＋2.5まで嵩上げ、歩道の嵩上げ	護岸天端高 ：DL＋3.2m 越波量： 0.0001m^3/m/s 被覆石： 800kg～1500kg/個		環境配慮から、歩道から海が見えるように歩道嵩上げし、歩道へのアクセス斜路を確保, 越波量を許容値に抑えるため、海側護岸の背後地に緩衝帯を設置し、できる限り海側護岸天端高と歩道高を低く抑える。
D区域	**改修延長：106m** 90m区間は消波ブロックを捨て石で覆い（勾配1：1.5）、捨て石天端をDL＋2.3まで上げる、護岸の嵩上げと歩道嵩上げ、16m区間は護岸の嵩上げと歩道の嵩上げのみ	護岸天端高 ：DL＋2.7m 越波量： 0.0001m^3/m/s 被覆石： 500kg～900kg/個		レストランの座席から海が見えるように環境配慮 許容越波量値に抑えるため、護岸天端高を嵩上げする。
北海岸				
北岸壁	**改修延長：95m** 25m区間で上部工を改修、 70m区間で係船柱とコンクリート基礎を改修 沈下対策として根固め石を護岸前面に設置	天端高：DL＋1.2m 越波量：無し 護岸の安定性確認 根固め石重量： 100kg/個		背後地が狭く、施工区域を分けて、海側から施工

出典：JICA 調査団

3-4　マレ島排水調達機材の概略設計、機材計画

(1) 調達機材に係る設計方針

本事業の調達機材に係る主な設計方針を表 S-7 に示す。

表 S-1 調達機材に係る設計方針

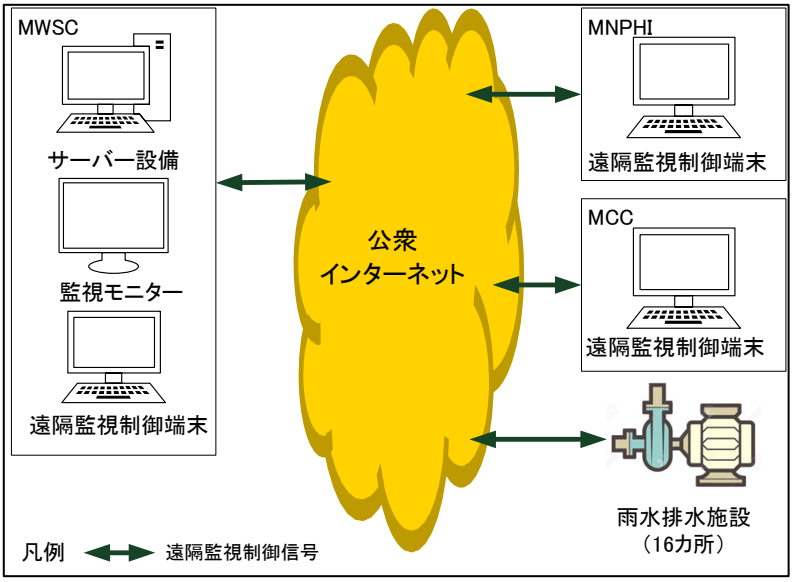
No.	方針	概要
1	機材選定の基本方針	● 雨水排水施設遠隔監視制御システム 雨水排水ポンプ施設 16 カ所の遠隔監視制御に必要な機材 ● 雨水排水路清掃機材 雨水排水路の清掃に必要な機材
2	温度・湿度条件	過去 10 年間の最高気温 34.9℃、最低気温 21.9℃、最高湿度 94.0%、最低湿度 56.3%を勘案した要求仕様を設定する。
3	塩害に対して	屋外に設置される雨水排水施設遠隔制御システムの配電盤･機器収納キャビネットや、屋外で使用される高圧洗浄車についてはステンレス製、耐塩塗装などの仕様とする。
4	水害に対して	屋外に設置する雨水排水施設遠隔制御システムの配電盤・機器収納キャビネットの設置位置は過去の浸水被害や、聞き取り調査で判明した情報などを検討し、高さを設定する。
5	遠隔監視制御システムの調達に対する方針	本計画で JICA 調査団が計画した基本構成に基づき、実施段階で選定された個別機材を日本側機材調達業者により、1 つのシステムとして要求された機能を発揮するようにまとめ、機材船積み前及び現地据付工事時にシステムとしての性能を評価・確認することにより、システム全体の性能と品質を確保する。
6	機材のグレードの設定に係る方針	●雨水排水施設遠隔監視制御システム フィードバック制御機能を備えた SCADA システムのような高機能・高性能なシステムではなく、ポンプの起動／停止に係る制御とポンプの稼働状況などの監視に機能を絞った、シンプルな遠隔監視制御システムを設計した。 ● 雨水排水路清掃機材 現地の法規制、現地に流通するディーゼル燃料（軽油）の品質などを勘案し、EURO II の排ガス規制に対応したエンジン仕様とする。
7	機材の通信方式に係る方針	3 つの通信方式（光回線、無線設備、及びモバイル回線）を検討した結果、本事業の通信インフラとしてモバイル回線を採用することが最適であるとの結論が得られた。光回線は、工事による切断事故とこれへの対応に難があること、無線設備は、同機材維持管理のための技術者を必要とすること、機材の型式認証に課題があることなどが確認された。
8	工期に係る方針	モ国側負担事項として、日本側が据付工事に着手する前に、雨水排水施設遠隔監視機材の用地を確保し、一時保管場所の提供を行う必要がある。これらの負担事項への対応を遅延無く実施するため、コンサルタントの施工監理要員が現地にてカウンターパートへ適切な助言・指導を行う
9	据付工事に係る方針	雨水排水施設における据付工事は、通行止めが必要となるサイトもあるため、可能な限り本事業据付工事による交通渋滞が発生しないように、複数のサイトで同時に通行止めを行わない工事計画を立てる。
10	施工監理に係る方針	確実な工程監理を行うため、業務主任（検収、引き渡しなど）、常駐調達監理技術者、検査技術者などを適切な時期に適切な期間配置し、所定の工期で日本側据付工事が円滑に開始できるような体制を計画する。

出典：JICA 調査団

(2) 調達機材に係る基本計画

1) 雨水排水遠隔監視制御システムに係る機材計画

本調達機材のシステム構成図を図 S-3 に示す。遠隔監視制御システムの親局に当たるマレ上下水道公社（MWSC）、モ国国家計画・住宅・インフラ省（MNPHI）及びマレ市評議会（MCC）に設置する「遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア」に係る機材、並びに同システムの子局に当たる雨水排水施設 16 カ所に設置する「雨水排水遠隔監視機材」に係る機材がモバイルルーターによりインターネット経由で接続され、親局と子局の間で監視・制御データの送受信が行われる。



出典：JICA 調査団

図 S-3 雨水排水遠隔監視制御システム概要図

2) 高圧洗浄車に係る機材計画

表 S-8 に本事業の雨水排水路清掃機材に係る主要機材リストを示す。

表 S-8 主要機材リスト

機材番号	機材名	調達国/原産国	主な仕様または構成	台数	使用目的
2.1	高圧洗浄車	日本	(1) シャシ 車両総重量：　6.0 トン以下 車幅：　2m 以下 駆動方式：　4 x 2 排ガス規制：　EURO II 対応 エンジン型式：　ディーゼルエンジン ハンドル位置：　左 (2) 架装 タンク容量：　1,800 L 以上 吐出圧力：　4.0 MPa 以上 吐出量：　50 L/分以上 ホース長：　約 100 m	1	道路雨水管の清掃

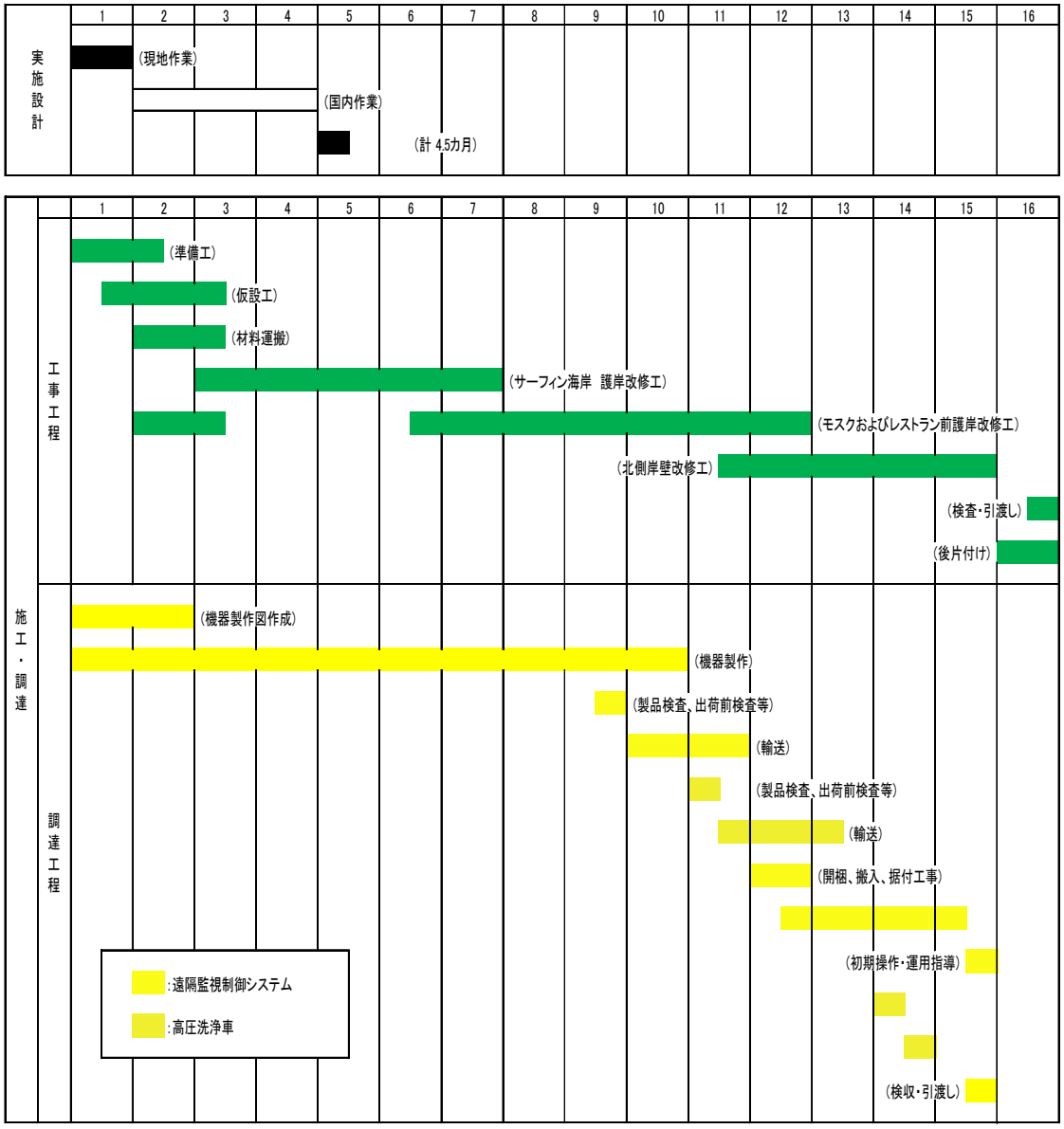
出典：JICA 調査団

4.　プロジェクトの工期及び事業費

4-1　プロジェクトの工期

プロジェクトの実施工程として、実施設計（D/D）期間を 4.5 ヵ月間計上する。E/N 及び G/A 締結を 2023 年 12 月に想定し、2024 年 1 月から 5 月までが実施設計期間となる。本件は、施設工事も機材調達の 2 つのパッケージに分かれて調達が計画されており、双方のパッケージの業者調達期間は 4 ヵ月間と想定され、2024 年 6 月から 2024 年 9 月までを調達期間として計画する。また、施設工期も機材調達工期も、16 ヵ月間と見積もられ、2024 年 12 月に着工し、2026 年 3 月に完工する計画となる。

表.S-9.　業務実施工程表



出典：JICA 調査団

4-2　プロジェクトの概算事業費

本プロジェクトの全体事業費は、15.99 億円（日本側：15.52 億円、モ国側：0.47 億円）と見積もられる。

5.　プロジェクトの評価

5-1　妥当性

以下の観点から、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの妥当性は高い。

- **プロジェクトの裨益対象**

本プロジェクト（護岸の改良並びに雨水排水関連機材の整備）の裨益対象はモ国の首都マレ島の住民であり、同国の人口約 54 万人の約 4 分の 1 に相当する。

- **プロジェクトの目標**

本プロジェクトの目標は、海岸防災施設（護岸）の改良及び雨水排水能力向上に係る機材整備等を行うことにより、首都マレ島の高波・高潮及び豪雨災害の被害軽減を図り、もって同地域の水災害への脆弱性の克服及び生活・経済社会活動基盤の安定を通じたモ国の環境・気候変動対策・防災に寄与するものであり、これらは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められている。

- **モルディブ国の中・長期的開発計画との関連**

同国の戦略的行動計画（2019-2023 年）において「現在および将来の脆弱性に対処するための適応策の強化と気候変動に強靭なインフラ及びコミュニティの構築」を掲げられており、また、「国が決定する貢献（NDC）」の更新版（2020 年）の中では沿岸強靭化のための防災投資を優先課題として挙げられていることから、本プロジェクトは、これらの計画の目標達成に資すると言える。

- **我が国の援助政策・方針との関連**

本プロジェクトは、我が国の「対モルディブ共和国 国別開発協力方針」に示された、基本方針（大目標）「脆弱性に配慮した持続可能な経済成長」、並びに重点分野（中目標）「環境・気候変動対策・防災」と整合するものである。

5-2　有効性

以下に示す定量的効果、定性的効果から、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの有効性は高い。

- **定量的効果**

マレ島護岸整備における、定量的効果を表.S-10 に示す。また、マレ島排水調達機材における定量的効果を表.S-11 に示す。

表 S-10. 東海岸の護岸整備の定量的効果

施設整備	指標（案）	基準値 既存護岸（2022 年実績値）	目標値（2029 年）
東海岸 サーフィン区域 ※砂堆積・飛砂・越流確認区域 （A 区域）	護岸高（DL＝MSL＋）	DL：＋2.3 m	DL：＋3.0 m
	越波流量（$m^3/s/m$）	0.002 $m^3/s/m$	0.00008 $m^3/s/m$
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.55 m	DL：＋1.77 m
東海岸 人工ビーチ南側 ※越波確認区域 （B 区域）	護岸高（DL＝MSL＋）	DL：＋2.4 m	DL：＋2.8 m
	越波流量（$m^3/s/m$）	0.003 $m^3/s/m$	0.00006 $m^3/s/m$
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.66 m	DL：＋1.88 m
東海岸 モスク前 ※越波確認区域 （C 区域）	護岸高（DL＝MSL＋）	DL：＋2.4 m	DL：＋ 3.2 m（離岸堤高）
	越波流量（$m^3/s/m$）	0.005 $m^3/s/m$	0.0001 $m^3/s/m$
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.70 m	DL：＋1.92 m
東海岸最北端 ※追加要請越波区域 （D 区域）	護岸高（DL＝MSL＋）	DL：＋2.1 m	DL：＋ 2.7 m
	越波流量（$m^3/s/m$）	0.005 $m^3/s/m$	0.0001 $m^3/s/m$
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋ 1.67 m	DL：＋1.89 m

出典：JICA 調査団

表 S-11.　調達機材の定量的効果

調達機材	指標	期待される効果
雨水排水施設遠隔監視制御システム	マンホールポンプ周辺の滞水*発見までの時間短縮	5 分～45 分（見回り、通報等）⇒　0 分 見回り、通報等により滞水が検知されていたが、当該機材により、異常水位が検知されるため、滞水前に対応、準備可能となる。
	ポンプ施設（全 16 カ所）の点検時間の短縮	128 分（移動：3 分 x 16 カ所＋制御盤確認：5 分 x 16 カ所）⇒　1 分（監視モニター確認） 雨水排水施設のポンプなどの運転状況が監視モニターに常時表示され、異常が発生した場合、即時に監視モニター上に警告メッセージが表示される。

注）マンホールポンプの上蓋が水たまりで覆われている状況を想定
出典：JICA 調査団

目　　次

序文
要約
目次
位置図／完成予定図／写真
図表リスト／略語集

第１章　　プロジェクトの背景・経緯 1-1
1-1　当該セクターの現状と課題 1-1
1-1-1　現状と課題 1-1
1-1-2　開発計画 1-4
1-1-3　社会経済状況 1-4
1-2　無償資金協力の背景・経緯及び概要 1-6
1-2-1　マレ島護岸施設の要請内容 1-6
1-2-2　マレ島の雨水排水に係る要請内容と調査結果の概要 1-6
1-3　我が国の援助動向 1-7
1-3-1　マレ島護岸における我が国の援助動向 1-7
1-3-2　マレ島の雨水排水における我が国の援助動向 1-8
1-4　他ドナーの援助動向 1-9
1-4-1　マレ島護岸に関わる他ドナーの援助動向 1-9
1-4-2　マレ島の排水に関わる他ドナーの援助動向 1-9
第２章　プロジェクトを取り巻く状況 2-1
2-1　プロジェクトの実施体制 2-1
2-1-1　組織・人員 2-1
2-1-2　財政・予算 2-2
2-1-3　技術水準 2-4
2-1-4　既存施設・機材 2-4
2-2　プロジェクトサイト及び周辺の状況 2-12
2-2-1　関連インフラの整備状況 2-12
2-2-2　自然条件 2-20
2-2-3　社会環境（浸水被害） 2-27
2-2-4　環境社会配慮 2-59

2-3　当該国における無償資金協力事業実施上の留意点 2-130
2-3-1　当該国の無償資金協力事業における環境影響評価と認証 2-130
2-3-2　施設案件における本邦企業応札のための事業規模とパッケージ分け 2-130
2-4　その他（グローバルイシュー等） 2-130
2-4-1　気候変動影響による海面上昇 2-130
2-4-2　100%のイスラム国家としての留意点とジェンダー配慮 2-130
第 3 章　プロジェクトの内容 3-1
3-1　プロジェクトの概要 3-1
3-1-1　マレ島護岸整備の概要 3-1
3-1-2　マレ島排水コンポーネントの調達機材 3-2
3-2　協力対象事業の概略設計 3-3
3-2-1　設計方針 3-3
3-2-2　基本計画（施設計画／機材計画） 3-16
3-2-3　概略設計図 3-35
3-2-4　施工計画／調達計画 3-35
3-2-5　安全対策計画 3-50
3-3　相手国側分担事業の概要 3-51
3-4　プロジェクトの運営・維持管理計画 3-52
3-4-1　海岸施設 3-52
3-4-2　機材 3-52
3-5　プロジェクトの概略事業費 3-54
3-5-1　協力対象事業の概略事業費 3-54
3-5-2　運営・維持管理費 3-55
第 4 章　プロジェクトの評価 4-1
4-1　事業実施のための前提条件 4-1
4-1-1　環境影響評価の実施と承認 4-1
4-1-2　雨水排水施設監視機材の設置場所 4-1
4-1-3　維持管理の実行機関（企業）の特定 4-1
4-2　プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項 4-1
4-2-1　許認可の取得 4-1
4-2-2　免税措置手続き及び、便宜供与・情報提供 4-1
4-3　外部条件 4-1
4-3-1　排水機材調達における世銀プロジェクトの進捗と協調 4-1

4-3-2　2023 年大統領選挙の影響と Grant Agreement（G/A）署名 4-2
4-4　プロジェクトの評価 4-2
4-4-1　妥当性.....4-2
4-4-2　有効性.....4-2

[資料]

A-1. 調査団員・氏名

A-2. 調査行程

A-3. 関係者（面会者）リスト

B-1. 協議議事録（第 1 次現地調査 2022/10/13 時）

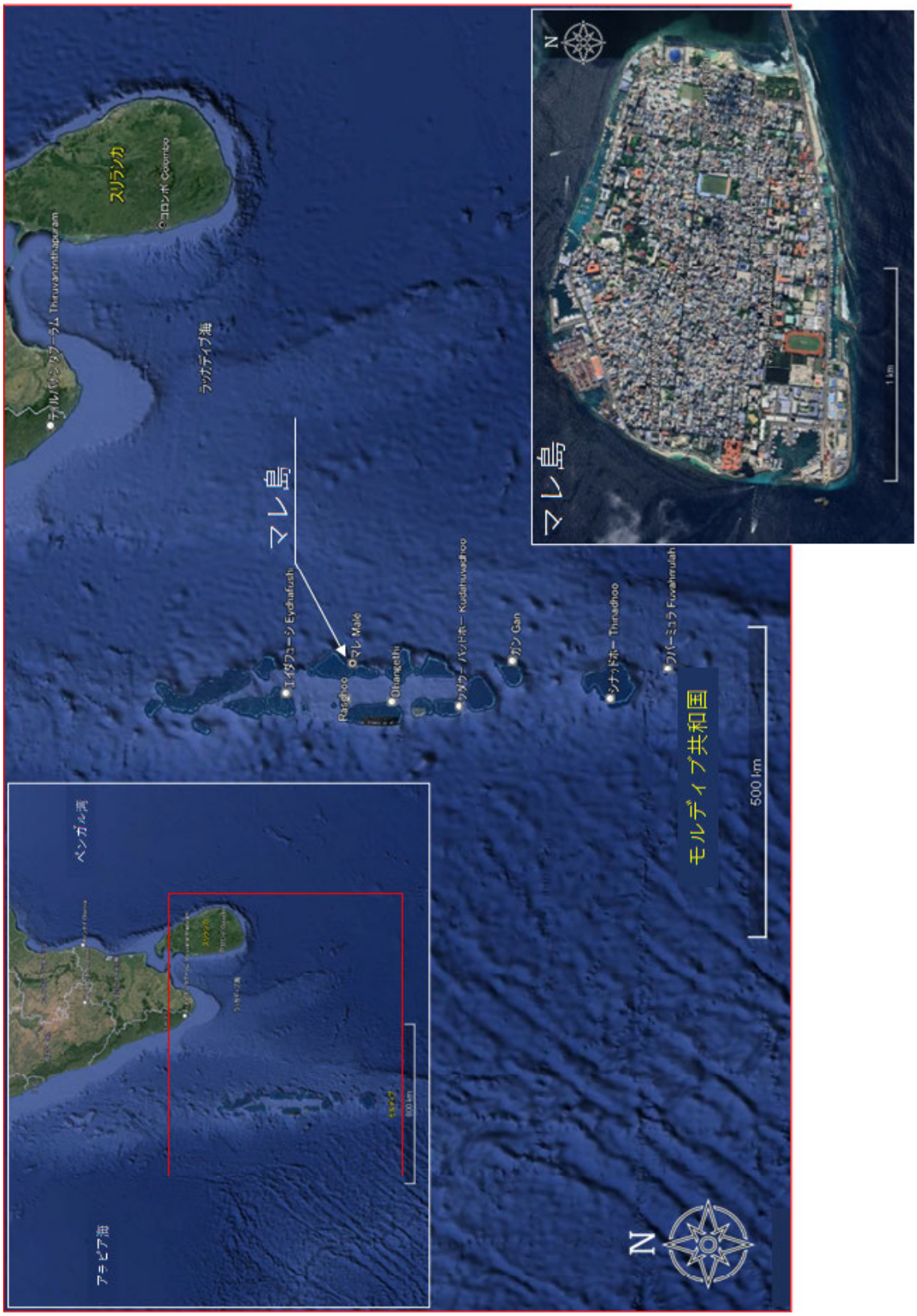
B-2. 協議議事録（第 3 次現地調査 2023/07/12 時）※第 2 次現地調査時の協議議事録も含む

C-1. ソフトコンポーネント計画書

D-1. 参考資料　マレ島護岸改修の設計計算資料と調査解析資料

E-1. 参考資料　概略設計図（護岸コンポーネント）

E-2. 参考資料　概略設計図（雨水排水コンポーネント）


スリランカ
コロンボ Colombo
ティルバナンタプーラム Thiruvananthapuram
ラッカディブ海
マレ島
イダフシ Eydhafush
マレ Male
Dhangethi
ラグー バンドホー Kudahuvadhoo
ガン Gan
シナッドホー Thinadhoo
ファーミュラ Fuvahmulah
モルディブ共和国
500 km
N
ベンガル湾
アラビア海
マレ島
1 km

サイト位置図





マレ島護岸のプロジェクト対象区域

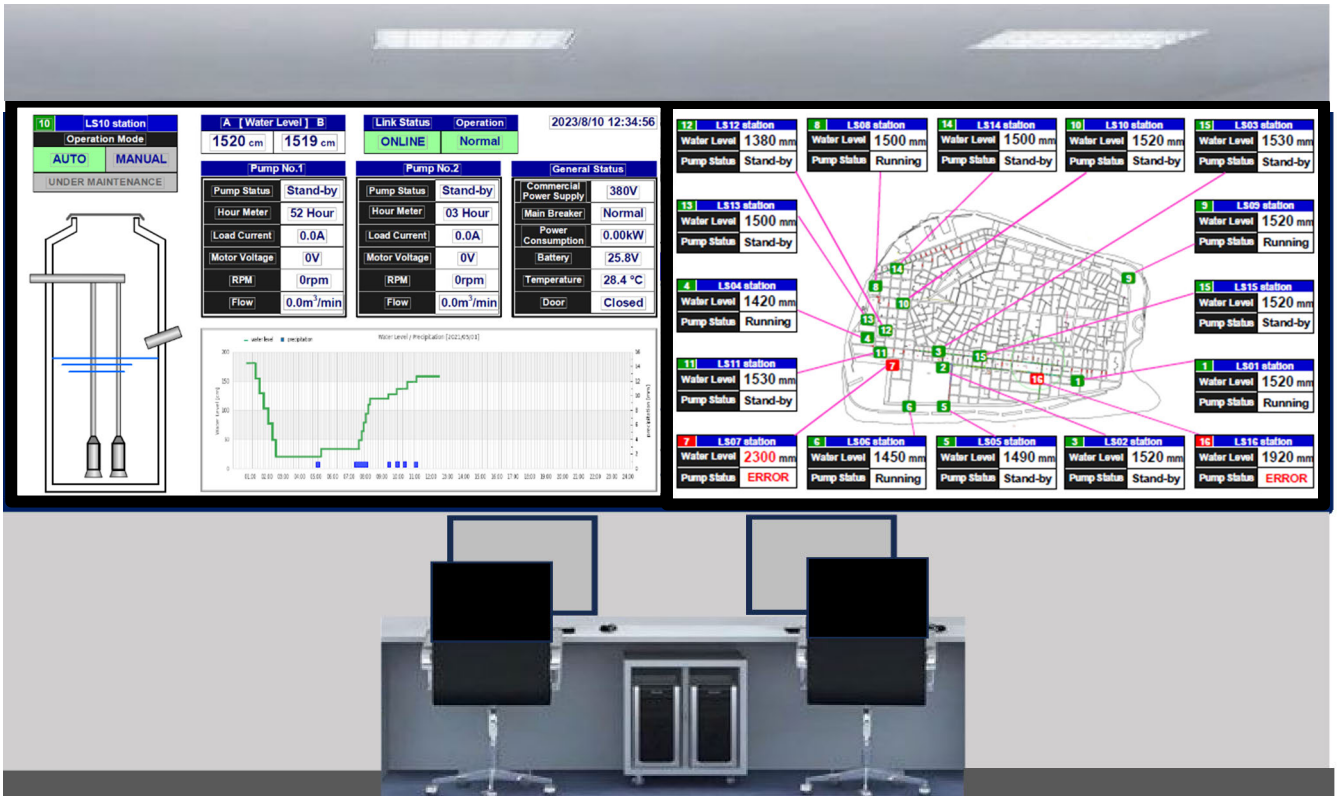


東護岸（A 区域）



東護岸（C 区域）

完成予想図（護岸コンポーネント）



マレ島雨水排水施設遠隔監視制御システム：監視モニター



高圧洗浄車によるマンホール洗浄と、ターミナル設置の配電盤予想図

完成予想図（雨水排水コンポーネント）

■写真

写真１：護岸コンポーネント



写真 1-1：A区域。上部工の劣化・損傷が確認される。



写真 1-2：A区域。越波防止の応急処置として木柵（奥）と土嚢（手前）が設置されている。



写真 1-3：A区域。越波により後背地には砂が溜まっている。



写真 1-4：A区域。後背地にはサーフィン大会用の観客席が設置されている。



写真 1-5：A区域。消波ブロックが埋まり、防波機能が弱くなっている。



写真 2-1：B区域。越波により後背地には砂が溜まっている。

写真 2：護岸コンポーネント



写真 2-2：B区域。消波ブロックがズレて沈下し、隙間に砂礫が溜まっている。



写真 2-2：B区域。後背地の植物が、越波の影響により枯れている。



写真 3-1：C区域。越波が確認できる。



写真 3-2：C区域。越波後、水が溜まっている。



写真 4-1：D区域。消波ブロックがズレて沈下し、越波した水が溜まっている。



写真 4-2：D区域。越波後、水が溜まっている。隣接する飲食店は被害を被っている。

写真 3：護岸コンポーネント



写真 5-1：北岸壁。頂部コンクリートブロックのズレと傾きが確認できる。

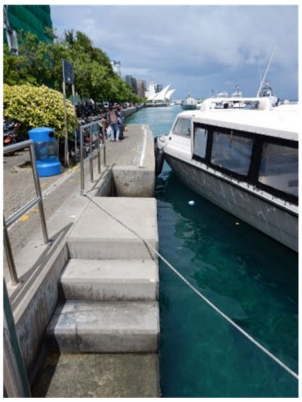


写真 5-2：北岸壁。頂部コンクリートブロックのズレと傾きが確認できる。



写真 5-3：北岸壁。頂部コンクリートブロックのズレが確認できる。



写真 5-4：北岸壁。損傷した係船柱を使用している。



写真 5-5：北岸壁。係船柱が破壊しているため、手すりを代用している。



写真 5-6：北岸壁。後背地はバイクの駐車場として使用されている。

写真 4：雨水排水コンポーネント



写真 1-1：雨水排水ポンプ施設全景(LS09)。雨水タンクが歩道の下に設置されている。



写真 1-2：雨水排水ポンプ施設全景(LS05)。雨水タンクが車道の下に設置されている。

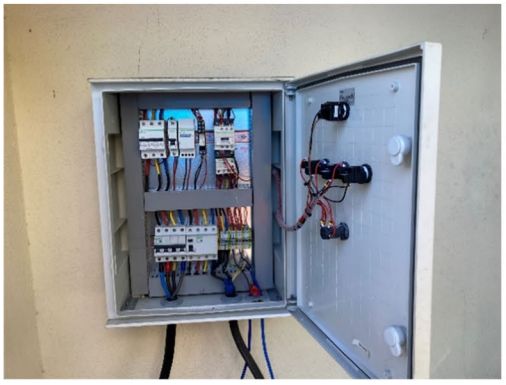


写真 1-3：雨水排水ポンプ既設配電盤(LS09)



写真 1-4：雨水排水施設タンク内部（LS16、フロートスイッチ及びポンプ）



写真 1-5：降雨時の道路の浸水状況。車道が浸水している。（Ameenee mag通①）



写真 1-6：降雨時の道路の浸水状況。車道及び歩道が浸水している。（Ameenee mag通②）

写真 5：雨水排水コンポーネント



写真 2-1：既設上水道監視システム（MWSC）



写真 2-2：サーバールーム（MWSC）

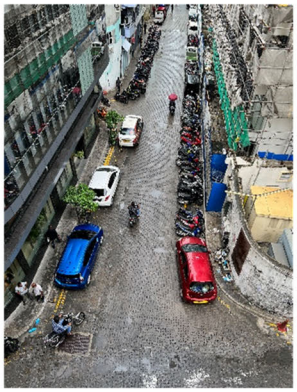


写真 2-3：マレ島では車道の脇に車、バイクが駐車されている通りが多い。



写真 2-4：既有高圧洗浄車及び壁面に設置された取水口（MWSCワークショップ）



写真 2-5：MWSC既有の高圧洗浄車を用いた管路洗浄作業の様子①



写真 2-6：MWSC既有の高圧洗浄車を用いた管路洗浄作業の様子②

図表リスト（図編）

図 1-1-1　マレ島護岸のプロジェクト対象区域 1-1
図 1-3-1　我が国のマレ島護岸建設の支援実績 1-8
図 1-3-2　マレ島護岸建設における無償資金協力による護岸改修構造図 1-8
図 1-4-1　表面排水施設および排水管の位置 1-11
図 1-4-2　Ameenee Magu 改良工事終了後の最大浸水深 1-12
図 1-4-3　時系列氾濫量 1-13
図 1-4-4　必要なポンプの能力(Ameenee Magu 道路改良工事完了後) 1-14
図 1-4-5　オンサイト貯留候補地 1-15
図 1-4-6　オフサイト貯留施設面積のイメージ 1-15
図 2-1-1　国家計画・住宅・インフラ省組織図 2-1
図 2-1-2　MWSC の上水道遠隔監視システム 2-4
図 2-1-3　排水管、放流管およびポンプ施設位置（Ameenee Magu 通りの道路改良工事終了後） 2-8
図 2-1-4　雨水収集設備概要図 2-10
図 2-1-5　新設雨水排水施設（LS02）　出典：JICA 調査団 2-11
図 2-2-1　背後地に影響を及ぼす越波の確認された東海岸の区域 2-13
図 2-2-2　背後地に影響を及ぼす堆砂と越流・越波の確認された東南海岸の区域 2-15
図 2-2-3　マレ島北岸壁対象区域 95m 2-17
図 2-2-4　雨水収集設備概要図 2-18
図 2-2-5　平均月別日最高・最低気温（2010~2021 年） 2-20
図 2-2-6　平均月別最高・最低日湿度（2010～2021 年） 2-21
図 2-2-7　1969 年～2009 年のサイクロンルート 2-23
図 2-2-8　Ockhi 移動ルート（2017 年 11 月 29 日～12 月 6 日） 2-24
図 2-2-9　地形・深浅測量箇所 2-24
図 2-2-10　マレ島の既存ボーリング位置 2-25
図 2-2-11　マレ島の既存ボーリング柱状図 2-25
図 2-2-12　北護岸と東護岸の土層断面図 2-25
図 2-2-13　粒度試験用砂採取箇所（No. 1～No. 4） 2-26
図 2-2-14　潮流調査箇所（①～④） 2-26
図 2-2-15　地震ハザードゾーン 2-27
図 2-2-16　写真位置図 2-34

図 2-2-17　降雨量（日時）の違いによる浸水状況の比較(前述の写真 13、14 付近) 2-35
図 2-2-18　インタビュー地点および既設ポンプ場位置.....2-36
図 2-2-19　浸水深と地盤高の関係.....2-38
図 2-2-20　浸水深と浸水時間の関係 2-38
図 2-2-21　地盤高.....2-40
図 2-2-22　浸水被害（西及び南エリア） 2-41
図 2-2-23　浸水被害（北東エリア） 2-41
図 2-2-24　床上浸水および商品水濡れの被害.....2-42
図 2-2-25　浸水頻度（西および南エリア） 2-43
図 2-2-26　浸水頻度（北東エリア） 2-44
図 2-2-27　浸水頻度（位置別） 2-45
図 2-2-28　浸水深（西および南エリア） 2-47
図 2-2-29　浸水深（北東エリア） 2-48
図 2-2-30　平均浸水深（位置別） 2-49
図 2-2-31　最大浸水深（位置別） 2-50
図 2-2-32　排水施設設置による浸水深の変化（位置別） 2-51
図 2-2-33　浸水時間（西および南エリア） 2-53
図 2-2-34　浸水時間（北東エリア） 2-54
図 2-2-35　平均浸水時間（位置別） 2-55
図 2-2-36　最長浸水時間（位置別） 2-56
図 2-2-37　排水施設設置による浸水時間の変化（位置別） 2-57
図 2-2-38　マレ島における事業地 3 地点の位置関係 2-59
図 2-2-39　事業地から最も近いモ国の自然保護区と事業地の位置関係.....2-63
図 2-2-40　20 の地方自治体の位置関係 2-65
図 2-2-41　20 の地方自治体ごとの男女比.....2-66
図 2-2-42　モ国 EIA 手続きの流れ.....2-71
図 2-2-43　IEE/EIA 作成・承認スケジュール 2-73
図 2-2-44　大気質ベースライン調査測定地点位置図（AN1、AN2 及び AN3 はそれぞれ
事業地 A、B 及び C の測定地点） 2-85
図 2-2-45　海水の水質ベースライン調査測定地点位置図（R1、R2 及び R3 はそれぞれ
事業地 A、B 及び C の測定地点） 2-87
図 2-2-46　地下水の水質ベースライン調査測定地点位置図（GW1、GW2 及び GW3 は
それぞれ事業地 A、B 及び C の測定地点） 2-88

図 2-2-47　環境管理及びモニタリング実施体制（案）.....2-102
図 2-2-48　苦情処理メカニズムの体制と流れ（案）.....2-103
図 2-2-49　マレ島南東部の護岸補修工事区間 A-E.....2-108
図 2-2-50　マレ島南東部の護岸補修工事区間 F-G.....2-108
図 3-1-1　護岸整備事業の実施区域図.....3-1
図 3-2-1　リーフエッジから護岸前面までの距離と区域分け図.....3-6
図 3-2-2　実験装置概要（左）と実験波浪ケース（右）.....3-7
図 3-2-3　周期変化（個々波 Wave 2-1、HWL）.....3-7
図 3-2-4　北岸壁の上部工修範囲.....3-11
図 3-2-5　東海岸 A 区域の（砂礫堆積区域）護岸改修計画.....3-16
図 3-2-6　東海岸 A 区域の（越波区域）護岸改修計画.....3-17
図 3-2-7　東海岸 A 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図.....3-18
図 3-2-8　東海岸 B 区域の（越波区域）護岸改修計画.....3-19
図 3-2-9　東海岸 B 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図.....3-19
図 3-2-10　東海岸 C 区域の（越波区域）護岸改修計画.....3-21
図 3-2-11　東海岸 C 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図.....3-21
図 3-2-12　東海岸 D 区域の（越波区域）の護岸改修計画.....3-22
図 3-2-13　東海岸 D 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図.....3-23
図 3-2-14　北岸壁の上部工改修計画.....3-24
図 3-2-15　雨水排水遠隔監視制御システム概要図.....3-25
図 3-2-16　海岸護岸改修工　施工フロー図.....3-36
図 3-2-17　岸壁改修工　施工フロー図.....3-36
図 3-2-18　石材置場位置図.....3-37
図 3-2-19　仮設ヤード位置図.....3-38
図 3-2-20　コンクリート取壊し工概念図.....3-38
図 3-2-21　資材廃棄処分場位置図.....3-39
図 3-2-22　事業実施関係図.....3-45

図表リスト（表編）

表 1-1-1　モ国基礎データ 1-5
表 1-1-2　モ国の主要経済指標 1-5
表 1-2-1　護岸施設パートの基本コンポーネント（要請内容） 1-6
表 1-2-2　機材リスト（案） 1-7
表 1-3-1　下水処理・地下水管理セクターにかかる我が国の支援一覧....1-9
表 1-4-1　排水分野における他ドナーの援助プロジェクト（直近 10 年） 1-10
表 1-4-2　雨水排水施設整備プロジェクト詳細 1-10
表 1-4-3　排水管径および延長 1-11
表 1-4-4　既設排水管径および延長（Ameenee Magu 道路改良工事完了後） 1-13
表 1-4-5　必要なポンプの能力(Ameenee Magu 道路改良工事完了後) 1-14
表 2-1-1　本事業の対象とするコンポーネント別の実施体制....2-2
表 2-1-2　MNPHI の年間支出とインフラプロジェクト予算 2-2
表 2-1-3　雨水排水施設関連プロジェクト予算　[MVR]....2-3
表 2-1-4　これまで使用されてきたポンプ番号 2-5
表 2-1-5　ピーク流量と施設の排水能力の比較 2-6
表 2-1-6　排水管、放流管及び集水ピット数量（現状：2023 年 3 月時点） 2-7
表 2-1-7　排水管、放流管および集水ピット数量（Ameenee Magu 通りの道路改良工事完了後） 2-8
表 2-1-8　雨水排水設備一覧表（2023 年 3 月） 2-9
表 2-1-9　雨水排水施設基本諸元表 2-10
表 2-1-10　下水道施設清掃用の保有機材 2-12
表 2-2-1　マレ島の光回線サービスの概要 2-19
表 2-2-2　マレの日最大風速と風向（2010 年～2021 年） 2-21
表 2-2-3　マレの月間雨量と日最大雨量（2010 年～2021 年） 2-22
表 2-2-4　2021 年から直近 10 年間の浸水被害 2-27
表 2-2-5　インタビュー内容....2-37
表 2-2-6　浸水深及び浸水時間 2-39
表 2-2-7　既設ポンプ場の位置及びマンホール天端高....2-58
表 2-2-8　事業コンポーネント概要 2-59
表 2-2-9　モ国の自然保護区と文化遺産保護区 2-60
表 2-2-10　事業地から最も近いモ国の自然保護区と事業地の距離....2-62

表 2-2-11　2021 年 Protected Species Regulations で保全対象となっている爬虫類（ウミガメ）.....2-64
表 2-2-12　モ国の 7 つの州と 20 の地方自治体分類.....2-65
表 2-2-13　事業対象地マレ島及び近隣の島の面積、人口及び人口密度.....2-66
表 2-2-14　モ国における産業.....2-67
表 2-2-15　モ国の本事業に関連する環境社会配慮制度.....2-67
表 2-2-16　IEE/EIA における提出文書の様式.....2-72
表 2-2-17　環境社会影響評価の必要性確認に関する協議.....2-72
表 2-2-18　モ国の IEE/EIA と JICA 環境社会配慮ガイドラインに関するギャップ分析表.....2-74
表 2-2-19　モ国における環境社会配慮の関係機関.....2-78
表 2-2-20　モ国における環境社会配慮の代替案のメリット・デメリット.....2-79
表 2-2-21　本事業による環境への影響（スコーピング・マトリクス）.....2-80
表 2-2-22　調査項目及び方法.....2-83
表 2-2-23　大気質のベースライン調査測定地点.....2-85
表 2-2-24　大気質のベースライン調査結果と基準値との比較.....2-86
表 2-2-25　海水の水質ベースライン調査測定地点.....2-86
表 2-2-26　海水の水質ベースライン調査結果と基準値との比較.....2-87
表 2-2-27　地下水の水質ベースライン調査測定地点.....2-88
表 2-2-28　地下水の水質ベースライン調査結果と基準値との比較.....2-89
表 2-2-29　騒音ベースライン調査（平日）の測定時間ごとの結果と基準値との比較.....2-90
表 2-2-30　騒音ベースライン調査（週末）の測定時間ごとの結果と基準値との比較.....2-90
表 2-2-31　陸域植生調査において同定された植物種と個体数.....2-91
表 2-2-32　IUCN ガイドラインに基づくモルディブの保護種.....2-92
表 2-2-33　環境影響評価結果.....2-97
表 2-2-34　環境管理計画（案）.....2-99
表 2-2-35　環境管理計画及びモニタリングの実施体制（案）.....2-101
表 2-2-36　環境管理計画の実施に関する機関と役割・責任.....2-101
表 2-2-37　モニタリング計画.....2-104
表 2-2-38　ステークホルダー協議の概要.....2-109
表 2-2-39　モニタリングフォーム.....2-113
表 2-2-40　環境チェックリスト（Environmental Checklist 11: Ports and Harbors 参照）.....2-122

表 3-1-1　協力の内容.....3-1
表 3-1-2　護岸施設改修の基本コンポーネント.....3-2
表 3-1-3　調達機材リスト.....3-2
表 3-2-1　波浪観測データによる、マレ島の波浪解析結果（December 1992, JICA）.....3-4
表 3-2-2　ECMWF 全球モデル再解析データを基にした東海岸の換算有義波高.....3-5
表 3-2-3　被災限界の越波流量.....3-10
表 3-2-4　背後地利用状況から見た許容越波量.....3-10
表 3-2-5　既存護岸と改修護岸の許容越波量と計画天端高.....3-11
表 3-2-6　既存上部コンクリートの安定計算と牽引力.....3-12
表 3-2-7　機材選定の基本方針.....3-14
表 3-2-8　通信インフラの比較検討.....3-15
表 3-2-9　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MWSC）の概要.....3-26
表 3-2-10　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MNPHI）の概要.....3-27
表 3-2-11　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MCC）の概要.....3-27
表 3-2-12　雨水排水遠隔監視機材（ポンプ 1 台体制：11 カ所）の概要.....3-28
表 3-2-13　雨水排水遠隔監視機材監視項目.....3-28
表 3-2-14　雨水排水遠隔監視機材（ポンプ 2 台運用：5 カ所）の概要.....3-29
表 3-2-15　主要機材リスト.....3-29
表 3-2-16　調達機材案.....3-31
表 3-2-17　ディーゼルエンジンにおけるユーロ排出ガス規制値及び硫黄分上限値.....3-33
表 3-2-18　排水管の清掃日数.....3-34
表 3-2-19　主要機材リスト.....3-34
表 3-2-20　負担事項区分.....3-40
表 3-2-21　施工監理項目.....3-43
表 3-2-22　品質管理計画（案）.....3-46
表 3-2-23　主要工事用資材の調達先.....3-47
表 3-2-24　主要工事用建設機械の調達先.....3-47
表 3-2-25　機材原産国一覧.....3-48
表 3-2-26　業務実施工程表.....3-50
表 3-4-1　雨水排水施設運営維持管理計画（案）.....3-52
表 3-4-2　遠隔監視制御端末及びサーバー用交換部品.....3-53
表 3-4-3　遠隔監視制御システム用交換部品.....3-53
表 3-4-4　高圧洗浄車の交換部品・消耗品.....3-54

表 3-5-1　日本側負担経費　(単位：百万円)....3-54
表 3-5-2　モ国側負担経費....3-55
表 3-5-3　年間運営・維持管理費用など....3-56
表 3-5-4　高圧洗浄車の運用に係る年間水道料金....3-57
表 3-5-5　高圧洗浄車の運用に係る年間燃料費....3-57
表 3-5-6　雨水排水施設遠隔監視制御システムに係る電気料金....3-57
表 3-5-7　雨水排水施設遠隔監視制御システムの月額通信費用....3-58
表 3-5-8　遠隔監視制御端末及びサーバー用交換部品単価....3-59
表 3-5-9　各調達機材の耐用年数....3-59
表 4-4-1　東海岸の護岸整備の定量的効果....4-3
表 4-4-2　調達機材の定量的効果....4-3
表 4-4-3　護岸整備の定性的効果....4-4
表 4-4-4　調達機材の定性的効果....4-4

略語集

	略　語	日本語	英語
A	ADB	アジア開発銀行	Asian Development Bank
	ADRC	アジア防災センター	Asian Disaster Reduction Centre
C	CAM	モルディブ通信省	Comuunications Authority of Maldives
E	ECMWF	ヨーロッパ中期予報センター	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
	EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
	EMP	環境管理計画	Energy Management Program
	EPA	環境保護庁	Environmental Protection Agency
F	FOIP	自由で開かれたインド太平洋	Free and Open Indo-Pacific
G	GCF	緑の気候基金	Green Climate Fund
	GST	物品サービス税	General Sales Tax
I	IEE	初期環境調査	Initial Environmental Examination
J	JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
M	MCC	マレ市評議会	Male’ City Council
	MCCPF	モルディブ気候変動政策の枠組み	Maldives Climate Change Policy Framework
	MMS	モルディブ気象局	Maldives Meteorogical Service
	MNDF	モルディブ国防軍	Maldives National Defence Force
	MNPHI	モルディブ国国家計画・住宅・インフラ省	Ministry of National Planning, Housing and Infrastructure
	MSA	モルディブサーフィン協会	Maldivian Surfing Association
	MWSC	マレ上下水道公社	Male’ Water and Sewerage Company
N	NDC	国が決定する貢献	Nationally Determined Contribution
	NDMA	国家災害管理局	National Disaster Management Authority
R	RDC	道路開発公社	Road Development Corporation
S	STELCO	電力公社	State Electic Company Limited
W	WB	世界銀行	World Bank

第1章　プロジェクトの背景・経緯

1-1　当該セクターの現状と課題

1-1-1　現状と課題

1-1-1-1　海岸護岸施設の状況と課題

マレ島護岸建設においては、1987 年の高波災害を契機に我が国の無償資金協力でマレ島全周に恒久的な護岸が建設された。2004 年に来襲したインド洋の大津波では、この護岸が島内への津波の侵入を軽減し、一部の冠水はあったものの、マレ島では死傷者はゼロであった。また、津波により北港湾の旧岸壁の一部が被災して、我が国の津波復興の有償資金協力によって 2011 年に改修工事が実施されている。マレ島全周の護岸建設から約 30 年が経過したこと、及び津波災害の影響もあり、護岸の一部（特に東海岸）で近い将来に護岸上部コンクリートの欠損の可能性のある区域と堆砂礫がある区域において越流と飛砂が確認されており、水災害への脆弱性が高まり、人口が集中し政治経済の中心地である首都マレ島における生活・経済社会基盤の安定に影響を与えている。さらに、2011 年に改修された北岸壁が、船舶の大型化に伴う係船バーの破損と沈下による上部工の傾斜が発生しており、現在の大型化した船舶の利用に対応できる岸壁の改修が必要となっている。本プロジェクトの課題として要請された区域を以下の図に示す。



図 1-1-1 マレ島護岸のプロジェクト対象区域

(1)　東護岸の越波が確認された人工ビーチ南側と東海岸最北端区域（B 区域、D 区域）

過去に嵩上げされた上部コンクリートの鉄筋の腐食によって劣化・破損が多く認められ、将来的な護岸コンクリート欠損の危険性が確認された。越波の発生の原因として、2004 年に発生した津波によって、2 段積み消波ブロックが海側にズレ落ちたことでブロックの沈下が発生し、

また東護岸建設から 25 年以上が経過し、消波ブロックの劣化・破損・沈下・ブロック間への砂礫の堆積による消波機能低下によって越波量が増加した。このため、劣化・破損・沈下の確認された消波ブロックの区域は、ブロックを被覆石で覆い護岸石積高を確保し、地球温暖化による海面上昇を考慮した護岸コンクリートの嵩上げと改修が必要とされる。

(2)　東海岸の越波の最も激しい区域（C 区域）

2017 年に先方実施機関である、モルディブ国国家計画・住宅・インフラ省（MNPHI）が背後地のモスク建設に越波が影響を与えないよう、モスク建設区域の前面の 88m 区間において、仮設施設として既存の護岸の 8m 前面（海側）に離岸堤を建設した。仮設離岸堤建設の本格事業化の見通しは立っておらず、越波が最も激しい区域（188m 区間）において、その 88m 区間以外の越波区域（約 100m）については、我が国に整備要請がなされた。したがって、モスク前の仮設離岸堤の構造と機能を検証し、恒久構造物として必要な追加対策も含め、188m 区間の越波対策としての護岸を改修するとともに、既存の護岸背後の歩道高が低いため、土地利用の観点から歩道から離岸堤の海側が見えるように歩道の高さの嵩上げが必要とされる。

(3)　東海岸の砂礫の堆積区域、及び越流と飛砂の確認された区域（A 区域）

25 年前（1997 年）の護岸建設時から 2016 年 4 月まで、護岸の隅角部の 2 区域に砂礫が堆積していたが、20 年間は、その堆積砂量の増減はなく同じ堆積量で安定していた。2016 年 4 月から、中国の資金により建設を開始したマレ島とフルマレ島の連結橋の工事に伴い、東海岸の最南端に仮設ヤードが埋め立てにより設置され、2016 年から 2019 年の 3 年間の間に、現在の東海岸の砂が堆積している区域に、その仮設ヤードの埋め立て土砂が流出して堆積が始まり堆積量が約 2 倍に増加したと推定され、護岸の高さの低い区間での越流と飛砂が頻繁に発生している模様である。2018 年 6 月に背後の道路幅の拡幅に伴い、護岸の一部を 5m 海側に移動したことから、さらに 1 カ所の隅角部が発生し、その区域に新たに砂礫の堆積が認められたが、2019 年 2 月にマレ島とフルマレ島の連結橋完成に伴い最南端の埋め立て仮設ヤードが撤去され、それ以降は仮設ヤードからの土砂の流出がなくなり砂の堆積量が多少減少した模様であり、2022 年現在は堆積量が安定し、越流と飛砂の発生頻度も減少傾向がみられる。この経緯と状況は、衛星写真による概況の確認を含めて MNPHI の技術者と確認しており、また、モルディブサーフィン協会（MSA）の環境専門家も同様の経緯であったことを証言している。これらの状況が複数の技術者によって確認されたことから、現在の土砂の堆積している区域の堆積砂は安定しており、将来的に堆積砂の増減は生じにくいことが推定された。また、現在の同区域での堆積砂は安定化していた状態であることから、将来的に堆積砂の定期的な採取や撤去などによる運営の必要性は確認されていない。本区域においては、越流と飛砂の対策として将来的な地球温暖化による海面上昇も鑑み、越流や飛砂の発生しない高さに護岸を嵩上げすることが必要とされる。さらに、マレ市民やサーフィンの行事で利用する公共性の高い区域での土地利用を行う観点から、護岸嵩上げに伴い背後の歩道高を上げて、歩道から海が見えるように配慮することが必要とされる。

(4)　北海岸の岸壁の 95m 区間

延長 25m 区間で岸壁法線のズレと傾きが確認された。その原因は、北岸岸壁部約 95m 係船

による繋引力が設計繋引力を大きく上回ったこと（設計繋引力 1t/カ所に対して、実際に掛った繋引力 2.5t/カ所と算定）から、上部コンクリートが不安定となり、ブロックの法線のズレが発生したことと、最下段のコンクリートブロックの先端支圧の増加によるブロックの前面側が約 5cm 程度沈下し、海側へ傾きが発生したことに起因する。従って、95m 区間の最下段ブロックの前面に根固め石を追加設置して、さらなる先端の沈下を防ぐこと、法線のズレが大きい 25m 区間（許容値を超える変位）に関して上部コンクリートを大型フェリーの牽引力に対応可能な大きさに変更すること、他の 70m 区間に関しては、法線のズレは許容範囲内であったが、係船バーが破損していることから、大型フェリーの牽引力に対応可能な係船柱（3t/カ所）に変更して、その基礎（13 カ所）となる上部コンクリートを牽引力に対応可能な構造に変更することが求められる。

1-1-1-2　　雨水排水施設の状況と課題

マレ島の西部及び南部は埋め立て地であり、その高さはもともとの土地に比べて低い。雨水の排水は、地下に浸透させる方式が採用されてきたが、開発とともに浸透面積、能力が低下し、標高の低い埋立地で浸水被害が生じるようになった。さらに 2016 年頃に、南側の海岸沿いの道路（Boduthakurufaanu Magu）が嵩上げを伴い改修されたため、島の内側に周囲よりも低い土地が生じ、浸水被害を悪化させる結果となった。これに対して MNPHI は 2014 年から 2018 年にかけて浸水被害の深刻な 15 カ所に雨水排水施設（ポンプ及びそれに接続されている雨水排水管路）を設置することにより、浸水被害を低減させることに成功したが、解消までには至っておらず、今後、雨水排水施設の能力を向上させること、運営・維持管理を最適化、安定化することが望まれている状況にある。

なお、2023 年 3 月時点、MNPHI は Ameenee Magu 雨水排水プロジェクトにより Ameenee Magu 通りの雨水排水能力の増強（ポンプ施設の新設（1 カ所）、既存ポンプ施設でのポンプ台数の追加（1 台→2 台、5 カ所））を行っており、本事業の対象となる雨水排水施設数は 16 施設となった。

雨水排水施設は MNPHI の所有物ではあるものの、運営・維持管理は 1 年契約でマレ上下水道公社（MWSC）に委託している。MWSC は自ら所有する上下水道施設（ポンプ、管路）の運営・維持管理のノウハウを用いて雨水排水施設の運営・維持管理が可能であり、汚泥吸引車、高圧洗浄車等の機材も所有しているため、実施能力に問題はない。しかしながら、1 年契約という短期契約の中で長期的な人材や機材の投入・投資の増強に係る計画を立てることは困難であり、雨水排水施設専用の部署も無く、下水道担当が兼務している状況のため、巡回・操作等に係る業務効率化や衛生面の観点から下水道用の機材との併用の解消などが課題と言える。

雨水排水施設（ポンプ）は現在、特に遠隔での監視、制御等は行っておらず、ポンプの運転／停止はチャンバー内に設置されたフロートスイッチにより行われている。ポンプの傍に設置された制御盤では、400V/3 相の主幹ブレーカー、ポンプ稼働時間を記録するアワーメーター、ポンプの停止、起動、自動の切り替えスイッチが設置されている。通常切り替えスイッチは自動に設定されており、チャンバー内の水位により自動運転がなされている。

MWSC は降雨時にポンプの稼働状況を確認するため、現場を 3 人の技術者で見回る体制を敷いている。一方、降雨時には汚水管にも雨水が混入することから、10 カ所の汚水ポンプも見

回りの対象になっており、雨水ポンプ 15 カ所と合わせ、25 カ所のポンプを見回る必要がある。したがって、降雨中を通しての監視が不可能であることはもちろんのこと、25 カ所すべてを見回るために多くの時間を要し、緊急時の対応（例えば、ポンプに過負荷が生じると緊急停止するため、現場でリセットして再稼働させる必要がある）が遅れるリスクを有している。また、浸水を伴う降雨時は見回り自体が危険で実施できないことからも、効率的かつ安全なポンプ施設の監視が課題となっている。

清掃機材については下水道用の機材を転用できるものの、衛生面の観点から専用機材の利用が求められており、上下水道施設の運営・維持管理や投資計画に影響を与えること等も懸念されている。対策として下水道施設と雨水排水施設で機材を分けることが考えられるが、見回り員不足の問題と同様に、1 年契約で将来的な契約の継続期間が不明な状況下において MWSC が自己資金により積極的な投資を行うことは困難な状況である。また、MNPHI は雨水排水施設の所有者として、将来的に MWSC に委託する方式としないことが生じた場合にも、安定した運営・維持管理を継続するために必要な機材を所有しておくことが望ましく、雨水排水施設用の機材確保が課題となっている。

1-1-2　開発計画

モルディブ共和国（以降、モ国）は、気象変動に起因する災害に対して、レジリエンスの向上を重要な開発課題としており、戦略的行動計画（2019 年-2023 年）において、「現在および将来の脆弱性に対処するための適応策の強化と気候変動に強靭なインフラ及びコミュニティの構築」を掲げている。また「国が決定する貢献（NDC）」の最新版（2020 年）の中では、沿岸の強靭化のための防災投資を優先課題として挙げている。本事業（マレ島災害に対する強靭性向上計画）においては、沿岸強靭化のための防災投資を護岸の改良及び雨水排水能力向上のための協力を行うことで、気候変動の影響を加味した災害対策強化に寄与するものであり。モ国の政策と合致するものである。

防災セクターに対する我が国の協力方針においては、「自由で開かれたインド太平洋（FOIP）」等の主要外交政策として、当該国への国別開発協力方針（2020 年 4 月）では、「環境・気象変動対策・防災」が重要分野の一つに位置付けられていることから、気候変動の影響も踏まえた防災機能の強化に寄与する本事業は同方針に合致するものである。さらに、本事業は防災への事前投資を行うものであり、「仙台防災枠組 2015-2023」の優先行動 3「強靭性のための災害リスク削減への投資」として、観光業を通じて周辺国ならびに世界各国と経済的な結びつきの高い当該国が、気象変動に起因する自然災害の脅威を克服し、安定的な繁栄を続けることは FOIP が目指す平和と安定の確保にも資するものである。

1-1-3　社会経済状況

1-1-3-1　社会状況

モ国は 26 の環礁と、約 1,200 の島々から成る南北に細長い島嶼国である。首都のマレ島は、同国の主要な経済・政治・文化の中心地となっており、全人口の約 4 分の 1 が居住している[1]。

[1] Household income expenditure survey 2019（モルディブ統計局）

マレ島の面積は 2 km^2 と非常に小さく、人口過密[2]による住宅不足が社会問題となっている。国民の大多数がモルディブ人であり、近年は建設業や観光業などで働く外国人労働者（中国人、バングラデシュ人、スリランカ人など）が増えている。モ国の国教はイスラム教であり、国民の大多数がイスラム教徒である。イスラム教の聖日である金曜日が公式の休日となっており、土曜日も官公庁、学校、企業などで休日とされている。

表 1-1-1 にモ国の基礎データを示す。

表 1-1-1 モ国基礎データ

No.	項目	基礎データ
1	面積	298 平方キロメートル（全島総計。東京 23 区の約半分）。 1,192 の島々より成る。
2	人口	55.7 万人（2020 年モ国政府資料） （内訳は、モルディブ人 37.9 万人、外国人 17.8 万人。いずれもモ国在住の人口）
3	首都	マレ
4	民族	モルディブ人
5	言語	ディベヒ語
6	宗教	イスラム教

出典：外務省 web サイト「モルディブ共和国基礎データ」

1-1-3-2　経済状況

モ国の産業は観光業、漁業、農業、手工業、建設業などがあり、表 1-1-2 に示すとおり、観光業を含むサービス業が GDP の大部分を占めている。過去 5 年の GDP を見ると、2017 年から緩やかに増加傾向にあったが、2020 年の新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により、多くの国で渡航制限や観光需要が減少したことで、モ国の観光収入は激減し、GDP が下落した。しかしながら 2021 年は観光業の回復が見られ、2019 年の水準まで GDP が回復している。

以上のように、モ国の経済は、観光業に大きく依存しており、その観光業の動向が GDP に大きく影響している。

表 1-1-2 モ国の主要経済指標

指 標	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
GDP（百万米ドル）	4.75	5.30	5.61	3.75	5.41
GDP 成長率（%）	7.2	8.1	7.1	-33.5	41.7
一人当たり GNP（米ドル）	10.063.0	10.823.6	11,118.6	7,282.4	10,366.3
GDP に対する産業の割合（%）					
農業（漁業を含む）	5.4	5.2	4.6	8.0	5.3
工業（建設業を含む）	11.2	12.8	11.7	11.9	8.9
製造業	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0
サービス業（観光業など）	69.4	68.3	70.6	70.7	73.2
その他	12.0	11.7	11.1	6.9	10.6

出典：世界銀行（WB）のデータから JICA 調査団が作成

[2] 単純計算で算出したマレの人口密度 10.6 万人/km^2 は、モナコ（19,075 人/km^2：2020 年）、シンガポール（7,810 人/km^2：2020 年）より高い。

1-2　無償資金協力の背景・経緯及び概要

インド洋に位置するモ国は、国土の 80%が海抜 1m 以下の低平かつ狭隘な約 1,190 の島々からなり、海岸線から 100m 以内に当国人口の 42%が居住、重要インフラの 70%が位置する。高波・高潮への脆弱性が高く、気候変動の影響を受けやすいとされる小島嶼国である。

首都マレ島は、当国の政治経済の中心且つ全人口の約 4 分の 1 が集中する過密居住地である。我が国は同島の 30%以上が浸水被害にあった高波災害が発生した 1987 年以降 2002 年にかけて、マレ島の高波・高潮対策として島全周に恒久的な護岸整備を支援し、海岸防災機能の強化を図ってきた。

現在、マレ島既設護岸の一部区間において、越波・越流・飛砂等がみられ周辺道路や施設に被害が及んでおり、特に東海岸の対策が必要になっている。また、土中への雨水浸透能が限られているマレ島では降雨時に迅速な排水が求められるが、堆積物による排水施設の通水断面縮小や排水ポンプの非効率的な運用等により排水能力が低下し、集中豪雨時には道路の冠水が頻繁に発生し経済社会活動の継続を阻害されている。今後気候変動の影響により降雨強度の更なる増大が予測され、雨水排水能力の向上が課題となっている。

以上を受けて、モ国政府は、我が国に対して首都マレ島災害に対する強靭性向上に係る無償資金協力を要請した。本事業は、同要請を受けてマレ島沿岸部強靭化の妥当性の検討、概略設計及び概略事業費の積算等を行うものである。

1-2-1　マレ島護岸施設の要請内容

マレ島護岸施設の基本コンポーネントとして、要請内容をまとめた。また、当初の要請区域に隣接した東海岸の最北端区域に関して、越波の影響を受けている区域として先方政府より調査対象への追加の要請があったため、今回の調査範囲に含めることとなった。

表 1-2-1 護岸施設パートの基本コンポーネント（要請内容）

No.	施設	規模 （要請）	問題 （要請時）
1	マレ島東海岸の護岸 人工ビーチの北側	約 100m	越波の発生
	マレ島東海岸の護岸 人工ビーチの南側		
	マレ島東海岸の護岸最北端 （モ国政府からの追加要請区域）	約 100m	越波の発生
2	マレ島東海岸の護岸	約 140m	砂の堆積による飛砂礫・越流の発生
3	マレ島北護岸	約 95m	一部の頂部コンクリートブロックのズレと傾き

出典：JICA 調査団

1-2-2　マレ島の雨水排水に係る要請内容と調査結果の概要

JICA 調査団は、マレ島の雨水排水施設の維持管理能力向上にかかる機材コンポーネントとして、要請書、現地調査並びに実施機関・関係機関との協議を通じ、表 1-2-2 のとおり要請機材の機材リスト（案）を作成し、同案を基に国内作業で調達機材の設計・検討を行った。

表 1-2-2 機材リスト（案）

番号	機材	数量
1	雨水排水施設用遠隔監視制御システム	1　式
1.1	中央監視装置	1　組
(1)	ディスプレイ	
(2)	入力装置	
(3)	サーバー	
(4)	親局側通信機器	
(5)	UPS	
(6)	ラック	
1.2	ポンプ施設監視機材	15 カ所*
(1)	コントロールターミナル	
(2)	子局側通信機器	
(3)	水位計	
(4)	UPS	
(5)	変圧器及びブレーカースイッチ	
(6)	屋外キャビネット	
1.3	交換部品	1　式
2	雨水排水路清掃機材	1　式
2.1	高圧洗浄車	1　台
2.2	交換部品	1　式
2.3	消耗品	1　式

*WB プロジェクトによりポンプ施設が増設された場合、対象箇所追加の可能性有り

出典：JICA 調査団

1-3　我が国の援助動向

1-3-1　マレ島護岸における我が国の援助動向

当該国の防災セクターにおいて、マレ島における護岸関連の我が国の協力として、1987 年に発生したマレ島高潮災害における緊急無償資金協力「マレ島南岸防波堤建設計画」（1988～1990）、およびマレ島を全周の護岸強化を目的とした第 1 次から第 4 次無償資金協力「マレ島護岸建設計画」（1994 年～2002 年）において護岸整備を支援した。また、2004 年のインドネシア沖津波災害において、マレ島北岸壁の一部が被災し、その復興支援を我が国の初のモ国への有償資金協力「モルディブ津波復興計画」（2008 年～2011 年）の中で実施された。

本件に関わる我が国の ODA 事業の概要を以下の表と施設図にまとめる。

マレ島海岸護岸の災害発生に係る我が国の援助	マレ島対象区域	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1987年マレ島の高潮災害	東、南海岸																									
緊急調査団派遣	マレ島全周																									
マレ島南岸防波堤建設計画	南海岸（S4）																									
マレ島海岸防災施設計画（F/S）	全周																									
第1次マレ島護岸建設計画（西海岸）	西海岸(W1,W2)																									
第2次マレ島護岸建設計画（東海岸）	東海岸(E1~E3)																									
第3次マレ島護岸建設計画（南護岸）	南海岸(S1~S3)																									
第4時マレ島護岸建設計画（北護岸）	北海岸（N1~N3）																									
2004年インド洋大津波による災害	全周																									
津波復興調査団派遣	マレ島含むモ国全土																									
モルディブ津波復興計画（マレ島北岸壁一部含む有償資金協力）	北岸壁																									

：調査・詳細設計
：建設工事

図 1-3-1 我が国のマレ島護岸建設の支援実績

出典：JICA 調査団

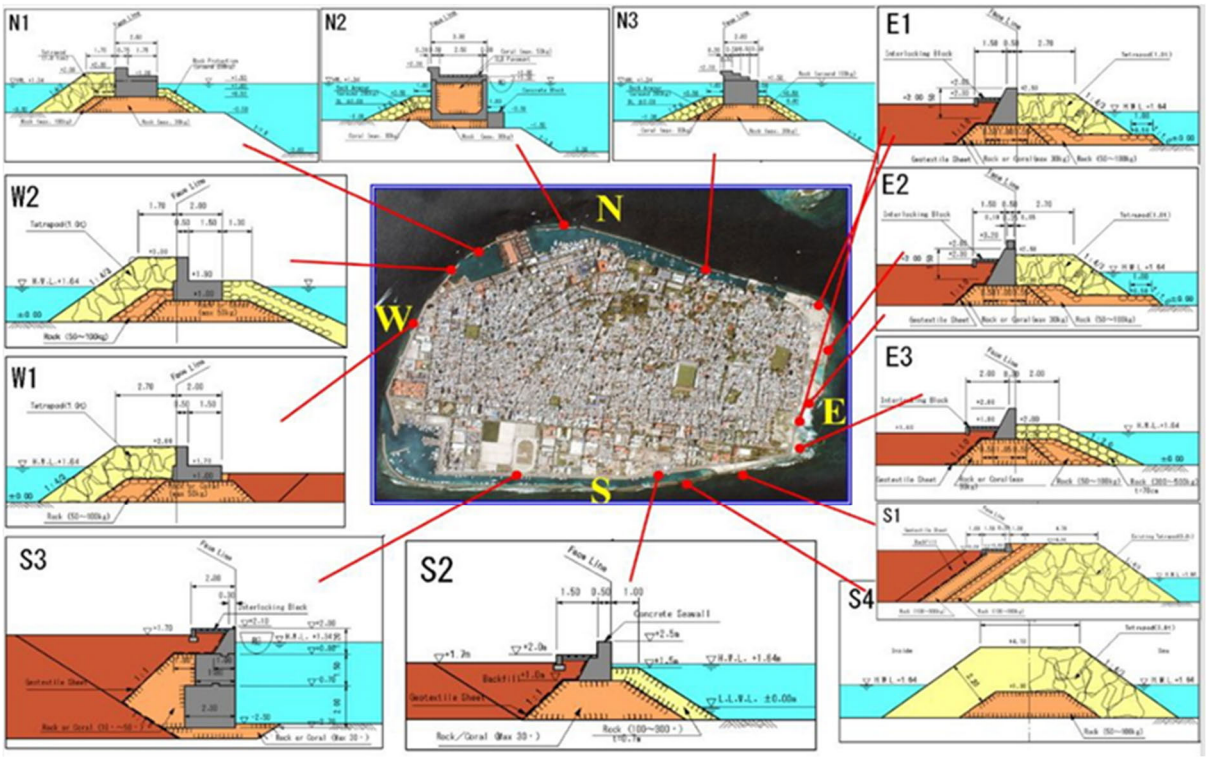


図 1-3-2 マレ島護岸建設における無償資金協力による護岸改修構造図

（上図に示した高さは海図基準面(LLWL)を+0.0m と表示している。本調査からは平均水位(MSL)+0.65 m を+0.00m として表示する。）

出典：JICA 調査団

1-3-2　マレ島の雨水排水における我が国の援助動向

過去にモ国の雨水排水セクターを対象とする我が国の支援（有償資金協力、無償資金協力、

技術協力プロジェクトなど）は行われていない。

同国で実施された下水処理・地下水管理などを対象にした我が国の支援を表 1-3-1 に示す。

表 1-3-1 下水処理・地下水管理セクターにかかる我が国の支援一覧

協力内容	実施年度	案件名	概要
有償資金協力	2006 年 ～2012 年	モルディブ津波復興支援	円借款承諾額：27.33 億円 実行額：26.16 億円 2004 年 12 月のスマトラ沖大地震で発生した津波により被害を受けた港湾 8 カ所と下水道 3 カ所の復旧。
技術協力プロジェクト	2009 年 ～2010 年	下水処理及び地下水管理能力向上計画プロジェクト	(1) 2000 人以上の人口を有する島嶼における下水システムの設計 (2) 施設運営管理のための要員の養成・訓練 (3) 投入 ➢ 専門家派遣 システム設計・審査支援、システム設計・運営計画、水理水文の 3 分野 ➢ 本邦研修 下水道政策、システム設計・審査支援、システム運営、水理水文
ノンプロ無償	2005 年	津波復興支援	供与額：20 億円 ラーム環礁イシドー・カライドー島において津波により汚染された地下水環境を保全するための下水処理システムの整備。

出典：JICA

1-4　他ドナーの援助動向

1-4-1　マレ島護岸に関わる他ドナーの援助動向

マレ島護岸建設に関しては、他ドナーの直接的な援助は行われていないが、マレ島の港湾整備としてアジア開発銀行（ADB）の支援によって、「マレ島南西港開発」（1990～1992）、「第 1 次と第 2 次マレ港開発」（1993～1997）が実施されている。近年、気候変動に伴い将来的な災害をもたらすリスクより、海岸防災の観点から、海岸保全対策の実施する関係機関職員の能力強化を目標に、緑の気候基金（Green Climate Fund: GCF）による受託事業（GCF 理事会承認済み、2023 年開始予定）と連携した JICA の技術協力プロジェクト「気候変動に強靭で安全な島づくりプロジェクト」が実施中である。この技術協力プロジェクトにおいて、マレ島においても、「長期的な波浪、海浜、サンゴ礁などの関するモニタリングシステムの構築」に係る取り組みを実施中である。

1-4-2　マレ島の排水に関わる他ドナーの援助動向

排水分野における他ドナーの援助プロジェクト（直近 10 年）は以下のプロジェクトのみである。

表 1-4-1 排水分野における他ドナーの援助プロジェクト（直近 10 年）

実施年度	2020～2026
機関名	世界銀行
案件名	Maldives Urban Development and Resilience Project
金額	16.5 百万 USD
援助形態	IDA Credit：8.25 百万 USD / IDA Grant：8.25 百万 USD
コンポーネント	1. Resilient Infrastructure and Emergency Preparedness 2. Sustainable Urban Planning, Development, and Management 3. Project Implementation Management and Reporting 4. Contingent Emergency Response Component
上位計画の目標達成に果たす役割	「国が決定する貢献（NDC）」の最新版（2020 年）で挙げられている ”Integrate stormwater management into infrastructure development projects”に関する目標を達成すること

出典：WB web サイト[3]

上記コンポーネントのうち、コンポーネント 1 は下水処理施設の整備（Sewage treatment plant, 予算 6 百万 USD）と雨水排水施設の整備（Storm Water Drainage and Rainwater Harvesting and Storage Systems,予算 5 百万 USD）に分かれていたが、下水処理施設の整備は他のコンポーネントに変更することが検討されている（2023 年 3 月時点）。雨水排水施設整備の主な内容としては、マスタープランの作成と既存のポンプ排水施設の更新及び防火水槽の建設があり、後者は以下の内容で既に調査、設計が進められている。

表 1-4-2 雨水排水施設整備プロジェクト詳細

項目	概要
1. 工期	2022.8～2023.2
2. 案件名	Consultancy to Develop Design and preparation of Tender Documents for Male' Stormwater Management
3. 委託金額	319,999.40 USD
4. コンサルタント	LAND AND MARINE ENVIRONMENTAL RESOURCE GROUP RIYAN PVT LTD., ROYAL HASKONINGDHV
5. スケジュール	Surveys and Mapping 2022.8～2022.10
	Stormwater concept design 2022.11～2022.12
	EIA 2022.12
	Stormwater detail design 2023.1～2023.2
	Preparation of tender documents 2023.2

出典：モ国官報 web サイト[4]

Stormwater concept design では、計画規模 1/5 年（1 時間雨量 45mm 程度）、許容浸水深 0.3m として、以下の対策案が比較検討され、C 案が採用されている。

[3] https://documents1.worldbank.org/curated/en/753601583118045862/pdf/Maldives-Urban-Development-Resilience-Project.pdf

[4] https://www.gazette.gov.mv/iulaan/166055

A 案：　既設排水管およびポンプ能力増強
B 案：　貯留施設の新設
C 案：　表面排水施設および排水管の新設

C 案の表面排水施設とは歩道および縁石の切り下げを指し、図 1-4-1 に示すように北側と南側の 2 カ所で計画されている。

また、排水管とは自然流下で海に放流するための管であり、図 1-4-1 に示す 6 カ所で計画されており、それぞれの管径および延長は表 1-4-3 に示すとおりである。



図 1-4-1 表面排水施設および排水管の位置

出典：世界銀行（WB）レポート[5]から JICA 調査団が作成

表 1-4-3 排水管径および延長

位置	排水管径（mm）	延長（m）
1	φ1000	156
2	φ1000	50
3	φ1000	310
4	φ1000	35
5	φ600	87
6	φ1000	165

出典：JICA 調査団

[5] Design of stormwater management system of Male (2023)

参考として、Ameenee Magu 改良工事終了後の浸水状況解析結果および不採用となった A,B 案の検討結果概要を以下に示す。

【Ameenee Magu 改良工事終了後の浸水状況解析結果】

現在（2023 年 3 月時点）Ameenee Magu 通りの道路改良工事が行われており、2023 年第 3 四半期に終了予定である。この工事には Ameenee Magu 周辺の雨水排水施設（排水管、放流管、ポンプ）が追加、更新が含まれており、工事終了後の浸水状況は現状と比べて改善し最大浸水深が 0.6m から 0.5m となる。

なお、雨水排水施設の追加、更新の詳細は第 2-1-4 項に示す。

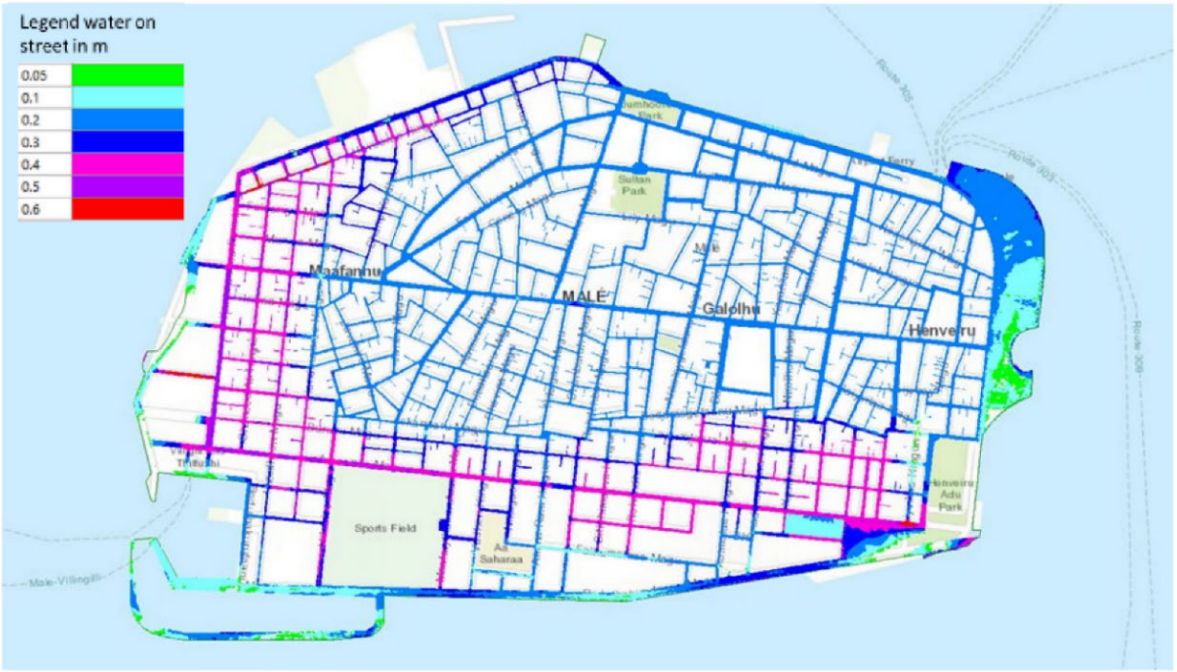


図 1-4-2 Ameenee Magu 改良工事終了後の最大浸水深

出典：世界銀行（WB）レポート

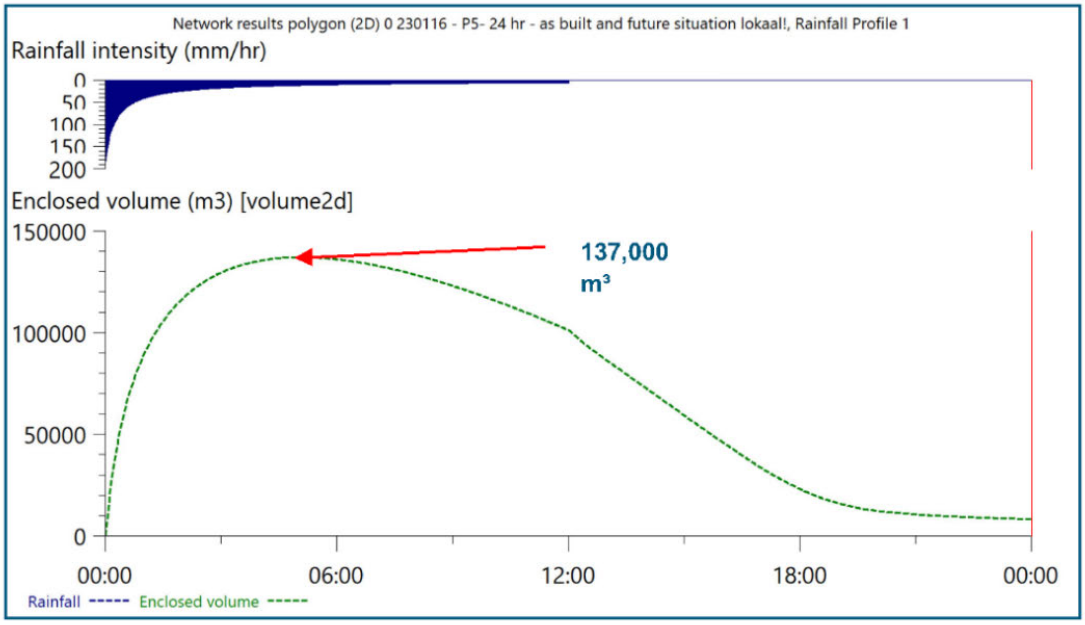


図 1-4-3 時系列氾濫量

出典：世界銀行（WB）レポート

【A 案： 既設排水管およびポンプ能力増強の検討結果】

最大浸水深を許容値である 0.3m 以下とするためには表 1-4-4 に示す既設排水管の径を全てφ500mm に変更し、かつポンプの能力を表 1-4-5 に示す値まで増強すること必要とされている。

表 1-4-4 既設排水管径および延長（Ameenee Magu 道路改良工事完了後）

管径(mm)	160	180	200	250	280	300	315×2
延長(m)	1571.16	54.62	565.56	413.46	169.5	461.52	2519.66

出典： JICA 調査団



図 1-4-4 必要なポンプの能力(Ameenee Magu 道路改良工事完了後)

出典：世界銀行（WB）レポート

表 1-4-5 必要なポンプの能力(Ameenee Magu 道路改良工事完了後)

ポンプ番号	既設能力 (m^3/s)	必要能力 (m^3/s)	比率
1	0.088	1.5	17.0
2	0.088	0.55	6.3
3	0.109	0.5	4.6
4	0.089	0.4	4.5
5	0.129	0.85	6.6
6	0.088	0.7	8.0
7	0.088	0.6	6.8
8	0.088	1.0	11.4
9	0.088	0.4	4.5
10	0.366	0.5	1.4
11	0.366	1.0	2.7
12	0.088	0.5	5.7
13	0.366	1.6	4.4
14	0.366	1.0	2.7
15	0.364	1.7	4.7
16	0.088	0.7	8.0

出典：世界銀行（WB）レポートから JICA 調査団作成

【B 案： 貯留施設の新設】

137,000m^3 を貯留できる施設が必要とされており、オンサイト貯留の候補地として図 1-4-5 示す Lonuziyaaraiy Park（貯留量 500m^3）が挙げられている。また、図 1-4-6 に示すように深さを 2m とした場合のオフサイト貯留施設面積（68,500m^2）のイメージが示されている。



図 1-4-5 オンサイト貯留候補地
出典： JICA 調査団



図 1-4-6 オフサイト貯留施設面積のイメージ
出典： JICA 調査団

なお、雨水排水施設の整備のうち Rainwater Harvesting and Storage Systems とは防火水槽のことであり、Stormwater concept design では容量 5-10m^3 の水槽が提案されている。地下に設置されるものの設置箇所数については検討されていないため、浸水被害の軽減効果は不明である。

一方、マスタープランはマレ島全体を対象として実施される予定である。現在（2023 年 3 月）入札により業者を選定中であり、選定後約 9 カ月でマスタープランが作成されるスケジュールとなっている。

第2章　プロジェクトを取り巻く状況

2-1　プロジェクトの実施体制

2-1-1　組織・人員

本事業の実施機関であるMNPHIは、雨水排水・高波・高潮対策などの防災インフラをはじめ、道路・電力・上下水道などに関連する様々なプロジェクトの計画を策定し、建設と維持管理は道路開発公社（RDC)、電力公社（STELCO)、上下水道公社（MWSC）が建設と維持管理を行っている。我が国が過去に協力したマレ島の護岸整備については、MNPHIのインフラ部が維持管理も直接担当しており、本プロジェクトにおいても引き続きMNPHIのインフラ部が担当する。また、世界銀行の都市開発・強靭化プロジェクトの調整機関となっている。MNPHI の組織図を以下に示す。

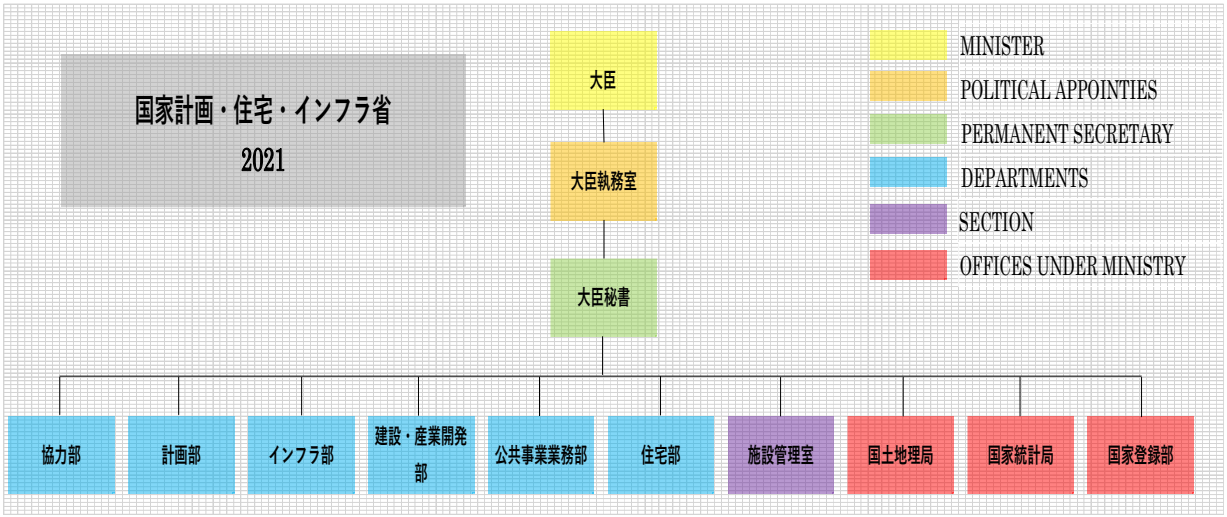


図 2-1-1 国家計画・住宅・インフラ省組織図

出典：MNPHI

本事業は、2 つのコンポーネント（護岸整備、雨水排水機材）及び複数の省庁に跨る事業となることから、本事業の責任機関は以下の様になる。

これまで、要請書の取りまとめ等はインフラの国家計画を統括する MNPHI が窓口として対応しており、護岸施設の計画策定・運営・維持管理及び雨水排水施設・機材の計画策定・資産保有の責任機関であることから、MNPHI が本事業の責任機関として全体の取りまとめや政府手続きの実施を行う機関となる。

計画承認（本調査全体）、コンサルタント契約、設計承認、業者契約、施工監理（安全管理）、維持管理、維持管理予算確保、維持管理関連調達、などのインフラ施工事業の実施体制として、MNPHI が責任機関となる。

雨水排水については雨水排水の運営・維持管理は 1 年契約で MWSC に委託されていたが、2023 年に、その運営・維持管理はマレ市評議会（MCC）に移管される事が決定した（正式な通達や予算編成は 2023-2024 年にかけて準備中)。また、MCC においては、これまで道路排水の

維持管理のみで、雨水排水の運営・維持管理については実績が無く、直営とする場合は作業員となるスタッフの新規雇用が伴うことから、その維持管理を MCC から MWSC に委託される可能性が高い。いずれの組織または会社が運営・維持管理を行う場合でも、雨水排水機材の調達（本事業を含む）・資産管理は MNPHI が実施し、運営・維持管理業務は MCC に移管されることとなる。

モ国公共事業における護岸施設及び雨水排水施設に係る計画、調達、運営・維持管理の実施体制は以下の表にまとめられる。

表 2-1-1 本事業の対象とするコンポーネント別の実施体制

	計画策定、 公共事業発注	公共事業の 設計・施工	運営・維持管理
海岸防災施設 （**護岸施設**、付随の歩道）	MNPHI	関連公社への委託 又は公共調達	**MNPHI が直接担当**
雨水排水 （排水網、**ポンプ**、貯留施設等）**モニタリング機材、清掃機材**	MNPHI	MNPHI もしくは、 MCC への委託又は 公共調達	**MCC が運営・維持管理（直営、もしくは、MWSC 等の民間に委託）**
道路排水 （道路側溝、**清掃機材**）	MNPHI	RDC	MCC が清掃を実施

出典：JICA 調査団

2-1-2　財政・予算

MNPHI の過去 6 年間の財政とプロジェクト予算を以下の表に示す。

表 2-1-2 MNPHI の年間支出とインフラプロジェクト予算

MNPHIの年度別支出額及び、年間インフラプロジェクト予算額（2017～2022）

単位 MVR　（1MVR＝9.2731￥）

年度（＊）	2017	2018	2019	2020	2021	2022
年間の一般支出	110,087,294	192,091,586	189,304,843	163,311,241	184,282,293	246,177,591
資本支出	515,000	6,902,358	5,461,184	1,133,777	9,393,462	6,945,349
合計	110,602,294	198,993,944	194,766,027	164,445,018	193,675,755	253,122,940
MNPHIの公共インフラプロジェクトへの年間予算額 （排水、道路、港湾、護岸、空港等）	1,383,673,426	4,739,589,399	1,985,932,858	4,739,589,399	5,050,519,229	3,657,890,358
円換算（円）	12,830,942,047	43,950,686,456	18,415,753,986	43,950,686,456	46,833,969,862	33,919,983,079

＊：モルディブ国の年度は1月～12月

出典：MNPHI

本プロジェクトにおける必要経費およびプロジェクトに必要な費用は、MNPHI が毎年 9 月に次年度の予算請求を行い、雨水排水の運営維持管理費用に関しても、必要な費用の予算を MNPHI が確保して、マレ島排水に関しては、MCC に予算を移行する形となる。

2-1-2-1　マレ島護岸改修における維持管理費用

マレ島護岸に関しては、本プロジェクトが完了後、特別な維持管理費用は発生しないが、毎年、清掃や施設維持のための簡易なメンテナンスの必要性確認（インスペクション）費用として、本プロジェクトの工事費の 0.5%（約 400 万円程度）の施設の健全性確認のための費用が必要と想定され、MNPHI の公共インフラプロジェクトの年度予算内には、マレ島護岸維持管理費として毎年同程度の予算が一般会計費用に計上されている。施設の健全性の確認により、補修工事の必要性が認められた後、翌年の補修予算請求を実施して、補修費を確保することとなっている。

2-1-2-2　マレ島の雨水排水施設・機材の維持管理費用

マレ島の雨水排水施設に関しては、MNPHI が関連施設、関連プロジェクトの予算を確保している。過去 6 年間で実施した雨水排水事業の予算確保の状況を以下に示す。既存の雨水排水施設・機材の維持管理業務として、排水管（総延長 5,403m）、排水桝（161 カ所）の洗浄、排水ポンプ（15 カ所）、海洋への排水管の点検などが MWSC に業務委託されており、年間約 160 万 MVR[1]の支出が発生しているが、これは 6 年間の平均予算 36 億 MVR の 0.5%程度である。

表 2-1-3 雨水排水施設関連プロジェクト予算　[MVR]

事業＼西暦	2017	2018	2019	2020	2021	2022
公共インフラプロジェクト予算合計	1,384,188,426	4,739,589,399	1,985,932,858	4,739,589,399	5,050,519,229	3,657,890,358
上記のうち雨水排水プロジェクト分	23,442,042	18,934,899	406,997	0	400,000	334,573
Phase3 プロジェクト	*7,162,165*	*10,255,695*	*0*	*0*	*0*	*0*
Phase4 プロジェクト	*16,279,877*	*8,679,204*	*406,997*	*0*	*400,000*	*334,573*

出典：MNPHI

本事業の調達機材の導入に当たり、必要な運用・維持管理費は、既設の施設の維持管理費と同様に公共インフラプロジェクト予算（Public Sector Investment Program：PSIP）として確保されることとなる。当該機材の導入により、モバイル通信費用、各機材に係る電気料金などの費用が増額となる（詳細は第 3-5-2 項参照）が、表 2-1-2 のインフラ事業予算合計と比較し少額であるため、予算の確保については問題が無いと考えられる。

なお、本事業の調達機材には必要最低限の交換部品を含める計画のため、機材の運用に当たり、当面大きな費用は発生しない。

[1] 出典：MNPHI と MWSC の 2021 年度業務委託契約書
※表 2-2 に示すとおり、2017 年から 2022 年の PSIP 予算には当該費用（定額）が計上されていない。

2-1-3　技術水準

2-1-3-1　護岸建設・改修維持管理における MNPHI の技術水準

マレ島護岸の維持管理を担当する同省のインフラ部には、7 名のエンジニア（土木及び施設技術者）が従事しているが、それぞれ担当のプロジェクトに配置されており、本プロジェクトにおいても、基本的に護岸関連で 1 名、排水関連で 1 名が担当となる見込みである。また、技術職員は、すべて海外で学位を取得しているものの、専門分野は都市計画など一般的なレベルにとどまり、専門的な海象解析や構造計算及び、専門的な施工管理の技術を有する職員が不足している。さらに、高波 ・ 高潮対策、海岸侵食、都市排水のような特定分野に従事した経験を有する技官が質量ともに不足しているのが現状であるが、本プロジェクトを通じてメンテナンスレポートを作成して MNPHI に提出し、施工監理を通して、必要な維持管理チェックポイント等の指導を実施する。

2-1-3-2　雨水排水施設・機材の維持管理における維持管理組織の技術水準

2023 年時点で、マレ島の雨水排水施設・機材の維持管理は MWSC が担当しており、維持管理要員として 20 名が割り当てられ業務に当たっている。同機関は、既設排水施設・機材の維持管理業務を問題無く遂行していることから、通常の維持管理業務の技術レベルは保持している。また、これらの職員は上水道の維持管理業務を兼務しており、上水道の業務では SCADA を利用した高機能な遠隔監視システムが運用されている（参照）。このことから、本事業の雨水排水施設遠隔監視制御システムが導入された場合においても維持管理業務を問題無く実施できる。



図 2-1-2 MWSC の上水道遠隔監視システム

2-1-4　既存施設・機材

2-1-4-1　海岸施設

マレ島護岸施設に関しては、1988 年から 2022 年にかけて我が国の無償資金協力によって、マレ島全周の護岸が恒久構造物として整備され、実施機関である MNPHI が維持管理している。その後、自国予算で西海岸に人工ビーチと新たな護岸を建設し、南海岸に新たな航路建設をしている。東護岸の一部は海岸道路拡張時に一部護岸の位置変更をし、適時、主要計画に応じた

改修と、その予算確保が出来ている状況にある。部分的な改修における技術的な設計・審査においても、MNPHI の技術者が既存の護岸施設の構造を参考に実施している。また、北護岸の一部が 2004 年津波で崩壊したが、日本の円借款事業で修復した。平年並みの災害に対する防災機能に支障のない構造物の多少の破損個所はそのままになっている。本プロジェクトにおける我が国への要請については、将来的な地球温暖化による海面上昇も考慮し、さらなる護岸施設の強靭性の向上を鑑み、越波・飛砂対策として、技術的な観点から調査・設計・補修が要請された。

2-1-4-2　雨水排水施設

マレ島には雨水排水施設として、ポンプ、排水管、放流管、集水ピットなどが設置されており、本事業の遠隔監視制御の対象となる雨水排水ポンプは島内 15 カ所に設置されている。現在（2023 年 3 月時点）、Ameenee Magu 雨水排水プロジェクトによる Ameenee Magu 通り道路改良工事が行われており、Ameenee Magu 周辺の雨水排水施設（排水管、放流管、ポンプ）が追加、更新される。同工事は本事業の詳細設計開始前（2023 年第 3 四半期）に完了予定であり、本事業では追加、更新された雨水排水施設も既存施設として設計の対象とする。

（1）　Ameenee Magu 雨水排水プロジェクトによる施設更新

雨水排水施設の検討は RDC がローカルコンサルタント（Consurde private limited）に委託して実施しており、プロジェクト名は「Design of storm water management system Ameenee Magu, Male'」である。

Ameenee Magu 雨水排水プロジェクト内におけるポンプ番号は現状と異なる番号が使われており、また道路改良工事終了後、再度変更することが提案されている。本報告書では詳細設計を踏まえて道路改良工事終了後に変更されるポンプ番号を用いるものとする。表 2-1-4 にこれまで使用されてきたポンプ番号を示す。

表 2-1-4 これまで使用されてきたポンプ番号

現状	WB プロジェクト	Ameenee Magu 雨水排水プロジェクト	道路改良工事終了後（本報告書で使用）
SPS1	P15	LS15	LS01
SPS 4	P6	LS9	LS04
SPS 5	P12	LS5	LS05
SPS 6	P9	LS6	LS06
SPS 7	P8	LS7	LS07
SPS 8	P2	LS8	LS08
SPS 9	P16	-	LS09
SPS 10	P3	LS10	LS10
SPS 11	P7	LS11	LS11
SPS 12	P5	LS12	LS12
SPS 13	P4	LS13	LS13
SPS 14	P1	LS4	LS14
SPS 15	P13	LS2	LS15

現状	WB プロジェクト	Ameenee Magu 雨水排水プロジェクト	道路改良工事終了後（本報告書で使用）
SPS 16	P14	LS1	LS16
SPS 17	P10	LS3	LS03
-	P11	LS16	LS02

出典：JICA 調査団

Ameenee Magu は 5 流域を東西に横断しており、これら 5 流域（ポンプ番号 LS01、LS02、LS07、LS15、LS16）に対して雨水排水施設の検討が実施されている。計画規模を WB プロジェクトと同じ 1/5 年としてピーク流出量を算定しているが、用地の制約等により同流量を流下させるための施設を施工することは現実的ではないとされており、実際に施工される施設の排水能力は、表 2-1-5 に示すように現状の約 1.5 倍、ピーク流量の 0.23～0.48 倍程度となっている。

表 2-1-5 ピーク流量と施設の排水能力の比較

ポンプ番号	①現状排水能力（m^3/s）	②ピーク流量（m^3/s）	③更新後排水能力（m^3/s）	比率③/①	比率③/②
LS01	0.09	0.563	0.139	1.54	0.25
LS02	-（現状なし）	0.456	0.139	-	0.30
LS07	0.09	0.291	0.139	1.54	0.48
LS15	0.09	0.564	0.139	1.54	0.25
LS16	0.09	0.597	0.139	1.54	0.23

出典：JICA 調査団

以下に現状及び Ameenee Magu 通り道路改良工事完了後の既存施設を示す。

表 2-1-6 排水管、放流管及び集水ピット数量（現状：2023 年 3 月時点）

ポンプ No.	流入管*1 径別延長(m)							放流管*2 径別延長(m)					集水ピット数
	160	180	200	250	280	300	315×2	160	225	280	315	355	(HDPEφ1000)
LS1	141							147.4					4
LS3	29	54.62	103.42	33.53		68.79				331.4			11
LS4	130							128.9					3
LS5	203.33			259.17				20					9
LS6	92.96					283.52		105.7					7
LS7	298.64							198.5					7
LS8	291.48							173.4					6
LS9	141.09							172.8					4
LS10	171.94		31.39		107.02				406.4				13
LS11	54.22		167.46			28.01				209.2			9
LS12	274.93		165.75	68.73		61.51				334			20
LS13	101.83		45.72		62.48			343.6					6
LS14	80.38		51.82	52.03		19.69			319.5				8
LS15	182.61		134.05	249.44		59.74				511.3			23
LS16	263.38		284.96	31		106.25		155					25
合計	2456.79	54.62	984.57	693.9	169.5	627.51	0	1445.3	725.9	1385.9	0	0	155

*1：集水ピットからポンプ施設への流入管。自然流下管で材質はポリ塩化ビニル管（UPVC）。

*2：ポンプ施設から海への放流管。圧送管で材質は高密度ポリエチレン管（HDPE）。

出典：JICA 調査団

表 2-1-7 排水管、放流管および集水ピット数量（Ameenee Magu 通りの道路改良工事完了後）

ポンプ	流入管*1 径別延長(m)							放流管*2 径別延長(m)					集水ピット数
No.	160	180	200	250	280	300	315×2	160	225	280	315	355	(HDPEφ1000)
LS1							273.3				240		6
LS2							334.62				320		8
LS3	29	54.62	103.42	33.53		68.79				331.4			11
LS4	130							128.9					3
LS5	203.33			259.17				20					9
LS6	92.96					283.52		105.7					7
LS7							566.07				215		13
LS8	291.48							173.4					6
LS9	141.09							172.8					4
LS10	171.94		31.39		107.02				406.4				13
LS11	54.22		167.46			28.01				209.2			9
LS12	274.93		165.75	68.73		61.51				334			20
LS13	101.83		45.72		62.48			343.6					6
LS14	80.38		51.82	52.03		19.69			319.5				8
LS15							637.12					500	23
LS16							708.55				185		25
合計	1571.16	54.62	565.56	413.46	169.5	461.52	2519.66	944.4	725.9	874.6	960	500	171

*1：集水ピットからポンプ施設への流入管。自然流下管で材質はポリ塩化ビニル管（UPVC）。

*2：ポンプ施設から海への放流管。圧送管で材質は高密度ポリエチレン管（HDPE）。

出典：JICA 調査団



図 2-1-3 排水管、放流管およびポンプ施設位置（Ameenee Magu 通りの道路改良工事終了後）

※ポンプ番号は Ameenee Magu 通りの道路改良工事終了後の番号

出典：JICA 調査団

(2)　本事業対象雨水排水施設

本事業の対象となる雨水排水施設を表 2-1-8 に示す。

表 2-1-8 雨水排水設備一覧表（2023 年 3 月）

設備番号※1	位置名称	稼働状況	設置場所概要	ポンプ台数※2
LS01	Kudkudhinge bageecha	正常	駐車場	2
LS02※3	Ameenee Magu,Ekuveni Parking Zone	正常	駐車場内	2
LS03	Ma. Badifasgandu Higun	正常	道路内	1
LS04	Nearby IGMH	正常	道路内	1
LS05	Near running track	正常	道路内	1
LS06	Near Hulumale bus terminal	正常	道路内	1
LS07	Near Ministry of Housing and Infrastructure	正常	道路内	2
LS08	Male City council administration	正常	歩道内	1
LS09	Alimas Kaanival	正常	駐車場	1
LS10	Maafannu Sahara	正常	墓地内	1
LS11	Near Viyafaari veringe miskith	正常	駐車場	1
LS12	Ali rasgefaanu ziyaarath	正常	墓地（王墓）	1
LS13	Near Hiriyaa school	正常	廃棄物集積場	1
LS14	Maafannu Haveeree higun	正常	道路内	1
LS15	Near MWSC Customer Service Building	正常	駐車場	2
LS16	Male Hiya 02 (koimalaa higun)	正常	アパート敷地	2

※1：設備番号は、MNPHI が設備管理のために 2023 年 2 月に定義しなおした番号
※2：LS01、LS07、LS15 及び LS16 は、Ameenee Magu 通り道路改良工事に伴いポンプが 2 台に増設される予定。2023 年 3 月時点では 1 台で運用中。
※3：LS02 は、Ameenee Magu 通り道路改良工事に伴い新設される施設。2023 年 3 月時点で工事未着手。
出典：JICA 調査団

表 2-1-8 の設置場所概要は、雨水排水を一時的に貯めるタンクの位置を示しており、道路内に設置された施設 7 カ所、駐車場内が 5 カ所（内 1 カ所は図表の 16 番）、墓地内が 2 カ所、アパート敷地内が 1 カ所、廃棄物集積場内が 1 カ所となっている。

タンク内に設置されているポンプを制御するための機器は、タンクの近くの歩道などに整備されているコンクリート造の収納箱もしくは、既設のコンクリート壁に固定された金属製又はポリエチレン製の収納箱（以下、「収納設備」とする）に設置されている。収納設備は施錠することが可能で、関係者以外による操作を防止しセキュリティが確保されている。

(3)　雨水排水施設の概要

本事業の遠隔監視制御システムの対象となる雨水排水施設の概要の説明のため、LS01 Kudkudhinge bageecha 施設の概略図を図 2-1-4 に、雨水排水施設の基本諸元を表 2-1-9 に示す。

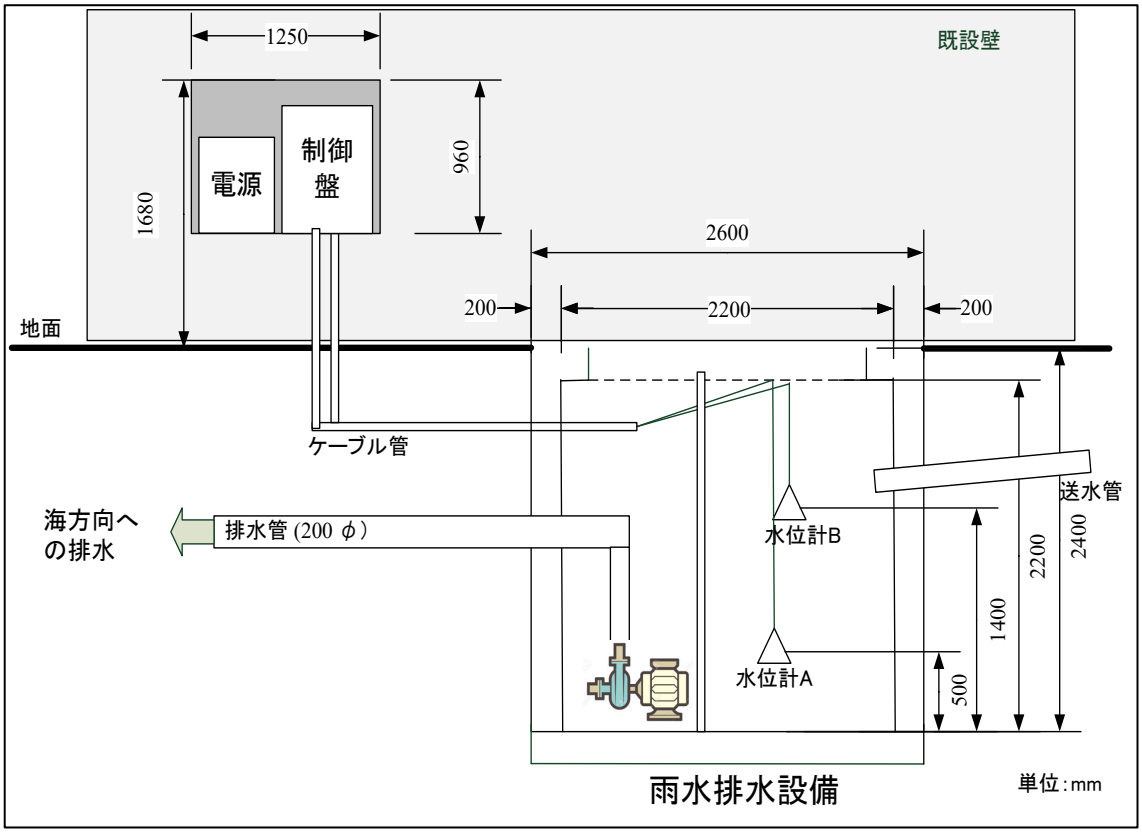


図 2-1-4 雨水収集設備概要図

出典：JICA 調査団

表 2-1-9 雨水排水施設基本諸元表

No.	項目	緒元	備考
1	ポンプ台数	1	2023 年度に 4 カ所を 2 台化する計画あり。
2	ポンプ諸元	スウェーデン、Xylem 社製、モデル 3153.181	表 2-2-8 雨水排水設備一覧表（2023 年 3 月）16 番は、GRUNDFOS 社製のポンプが採用される計画である。
3	ポンプ動作	水位制御	タンク内水位が水位計 B に達した時、ポンプ起動。タンク内水位が水位計 A を下回った時、ポンプ停止。 LS13 など、一部施設では、タンク壁の穴から地下水が流入しており、これの排水のため降雨が無い状態でもポンプが起動している。
4	ポンプ出力	9 kW	設計上の最大消費電力は 10843.4 VA ポンプ 2 台化のサイトは 18kW x 2 台の構成となる。
5	水位計	浮動式水位計 2 台	水位計 B（ポンプ起動用）：タンク底面から 1,400 mm ~ 2,000 mm の高さに設置。 水位計 A（ポンプ停止用）：タンク底面から 500 mm 以上の高さに設置。 水位計 A は、ポンプが露出し冷却に支障を生じない高さに設定され、ポンプは常時水没している。
6	タンク構造	鉄筋コンクリート造（RC 造）	-
7	タンク形状	立方体または円柱	-
8	立方体タン	縦 2,200 ~ 2,500 mm	予算取得年度又は施工時の状況によって寸法

No.	項目	緒元	備考
	ク内部寸法	横 2,400～2,500 mm 高さ 2,400～3,500 mm 容量 11.6～18.3 m^3 壁厚 200 mm 以上	が調整されたため、統一されていない。
9	円柱タンク内部寸法	直径 2,400～3,100 mm 高さ 2,550～3,500 mm 容量 24.8～26.4 m^3 壁厚 200 mm 以上	予算取得年度又は施工時の状況によって寸法が調整されたため、統一されていない。
10	排水管	本数 1 材質 ポリエチレン 寸法 直径 200 mm	2023 年度にポンプ 2 台化計画がある 4 カ所は、2 本に増設する計画がある。
11	送水管	本数 1～3 材質 ポリエチレン 寸法 直径 150～200 mm	本調査時点（2022 年 10 月）で、増設の予定は確認されなかった。
12	ケーブル管	本数 1～3 材質 ポリエチレン 寸法 直径 50～100 mm	電源および水位計の電線が設置されている。本調査時点（2022 年 10 月）では、利用されていない管も確認された。

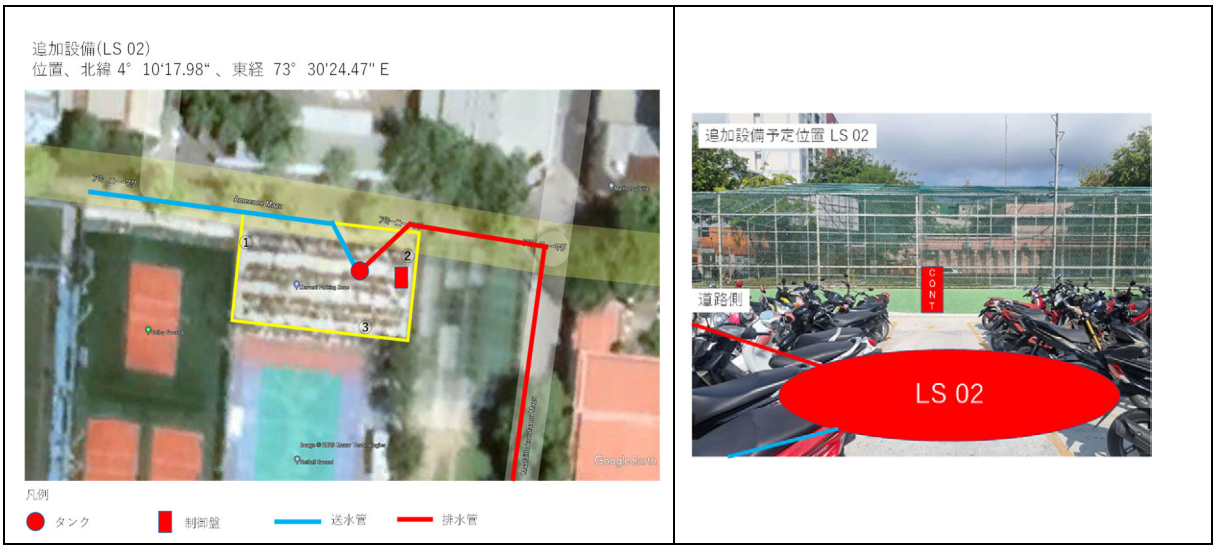
出典：JICA 調査団

（4） 雨水排水施設改修工事の概要

Ameenee Magu 通り道路改良工事に伴い、本事業対象の雨水排水施設の 5 カ所（新設 1 カ所及び既設改修 4 カ所）がポンプ 2 台体制の運用となる。

既設の改修は、ポンプ 1 台から 2 台への増設、排水能力向上のためポンプの出力を 9 kW から 18 kW への変更、制御盤の更新（ポンプ 2 台対応）及び維持管理性の確保のための切替弁設位の設置などが行われる。

ポンプの増設により、ポンプは交互運転での運用が予定されており、ポンプ 1 台が故障した場合でも排水の継続が可能となり、冗長性が確保できる。排水能力を向上させるには、ポンプから海までの排水管を交換し、直径を大きくする必要があるが、工事計画には含まれていない。新設となる LS02 の設置位置周辺の情報を整理した図を次に示す。



出典：JICA 調査団

図 2-1-5 新設雨水排水施設（LS02）

現在、駐車場となっている敷地へポンプ 2 台の設備（切換え弁設備を含む）及び排水管を新設される（詳細な場所は、MNPHI が調整中）。

2-1-4-3　　下水道施設清掃用機材

MWSC が保有している下水道施設清掃用の機材を表 2-1-10 に示す。現在は表中の高圧洗浄車を雨水排水施設の清掃にも使用している状況である。

表 2-1-10 下水道施設清掃用の保有機材

種別	保管場所	車両メーカー	サイズ(t)
Suction Vehicle	Dhuvaafaru	-	10
Flushing Vehicle	Kulhudhufushi	Mitsubishi	3.4
Sewer Vehicle	Maafushi	Isuzu	5.5
Pickup (w/Bowser Tank)	Male’	Toyota	1.5
Bowser (Mini Flushing)	Male’	Ford	2.32
Flushing Vehicle	Male’	Mitsubishi	7.49
Flushing Vehicle	Male’	Mitsubishi	7.49
Jetting Vehicle	Hulhumale	Daihatsu	1.5
Jetting Vehicle	Male’	Daihatsu	1.5
Flushing / Suction Vehicle RIOCOM	Maafushi	Mitsubishi Fuso	-
Suction Vehicle UNICOM	Hulhumale	Mitsubishi Fuso	-

出典：JICA 調査団

2-2　　プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1　　関連インフラの整備状況

2-2-1-1　　マレ島護岸関連プロジェクトサイトの整備状況

(1)　　マレ島東海岸護岸（越波発生部）

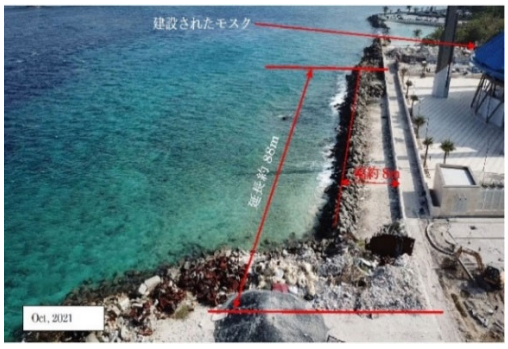
東海岸の越波発生区域として、人工ビーチの北側と南側の 2 区域と追加要請のあった東海岸最北端の 3 区域に分かれており（以下の東海岸越波を示す区域図参照）、これらの区域において越波が確認された。東海岸の護岸は、我が国の無償資金協力によって建設され、既に 25 年が経過し、特に常時波浪を受けている状況から、上部コンクリートの劣化・破損が多く認められ、将来的な護岸コンクリート欠損の危険性と、消波ブロックの沈下と間隙への砂礫堆積による消波効果の低下が確認された。



図 2-2-1 背後地に影響を及ぼす越波の確認された東海岸の区域

1)　東海岸護岸（越波発生部）：人工ビーチ北側のモスクの前の海岸区域（C 区域）

本区域は、上部コンクリートの劣化・破損が多く認められ、消波ブロックの劣化・破損が進み、2004 年時の津波災害により 2 段積み消波ブロックが海側にズレ落ちたことによる沈下も認められていた。本区域は東海岸において、最も波の高い区域であり越波量が多く背後地に多大な影響を及ぼしていることから、背後地に建設されているモスクへの影響を鑑み、モ国政府の予算で 2017 年に仮設の離岸堤が、既設護岸の海側前面（約 8m 海側）の位置に 88m 区間で建設された。（以下の写真参照）

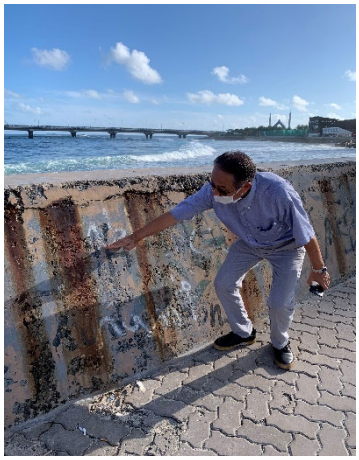
	
写真①：モ国側が建設した仮設離岸堤（約 88m 区間）、仮設構造物のため、離岸堤の補強と背後地利用のための整備が必要。	**写真②**：常時、背後地への越波があり、越波が最も多く、護岸の劣化が激しい約 100m 区間。常時越波がある関係で路面にノリが発生している。（2022/10/24　撮影）

2)　東海岸護岸（越波発生部）：人工ビーチ南側の突堤海岸区域（B 区域）

本区域は、特に常時波浪を受けている状況から過去に護岸が嵩上げされた部分の鉄筋の腐食によって、上部コンクリートの劣化・破損が多く認められ、将来的な護岸コンクリート欠損の危険性が確認された。さらに、護岸の越波が確認され、その影響から背後地の植生は枯れ、歩行者通行へも影響を与えていることを確認した。（以下の写真参照）



写真③：護岸上部の劣化が確認され、背後の歩道へ多少の越波を確認（護岸上部の濡れ）約 35m。
（2022/10/25 撮影）



写真④-1：
護岸上部の全域に劣化確認、背後歩道への越波確認。
延長約 68m
（2022/10/25 撮影）



写真④-2: 護岸背後の植生が枯れていることが確認できる。（赤枠部分）

3)　追加要請のあった東海岸最北端の護岸（越波発生部）（D 区域）

東海岸の最北端の護岸において、越波が散見され、且つ背後地の利用者から要望がでており、モ国政府側から本調査の区域とする追加要請があり、本区域の越波状況を確認した。本区域も同様に護岸建設後に 25 年が経過し、特に常時波浪を受けている状況から、上部コンクリートが劣化しており将来的な欠損の危険性のある区域として約 95m 区間を確認した。また、その範囲において、約 70m 区間で消波ブロックの劣化・破損が進み、2004 年時の津波災害により 2 段積み消波ブロックが海側にズレ落ちたことによる 30cm 程度の沈下と越波が確認された。(以下の写真の状況参照)

	
写真⑤：護岸上部の劣化が確認され、背後へ多少の越波を確認約 25m（2022/10/25 撮影）	**写真⑥**：護岸上部の劣化が確認され、消波ブロックの沈下を確認、背後への越波を確認（背後地の濡れ） 約 70m（2022/10/25 撮影）

(2)　東海岸護岸（飛砂発生部）（A 区域）

上部コンクリートの劣化が激しく将来的な欠損の危険性のある区域と、消波ブロックの劣化・破損・沈下による消波機能低下のある区域は、近い将来において背後地の植生や歩行者通行に影響を与えることが確認された。また、砂礫が堆積している区域においては、砂礫が消波ブロックを埋め尽くして、自然勾配（約 1：6～1：7）で堆積していることから、護岸の消波機能が無くなり波が遡上しやすい形状となっており、高波が遡上限界高さまで遡上して護岸の高さの低い部分からの越流が確認されている。モ国政府は、越流がある区域の護岸上に仮設の土嚢を積み、波の越流を防いでいる状況であった（下記図参照）。

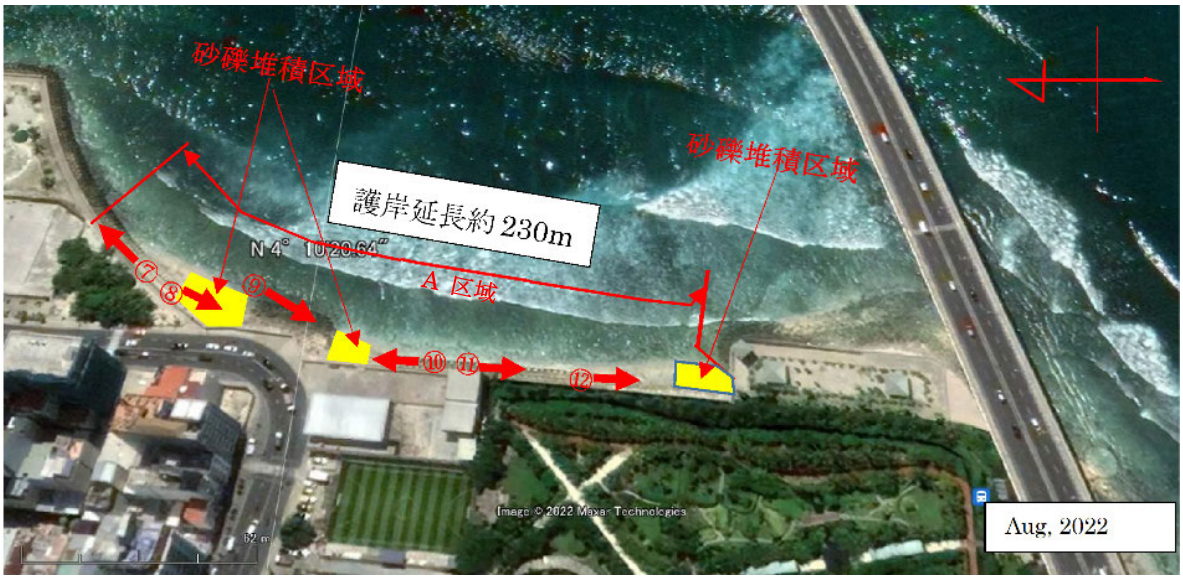
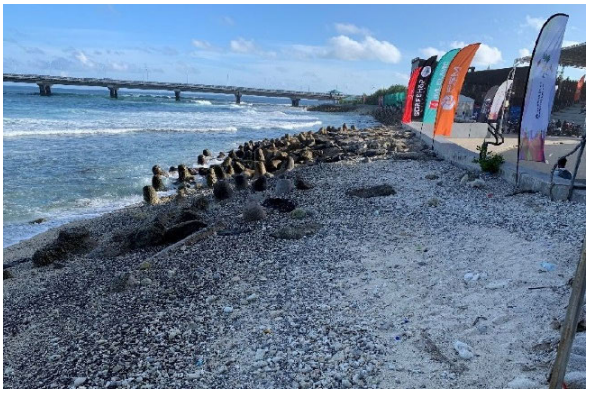
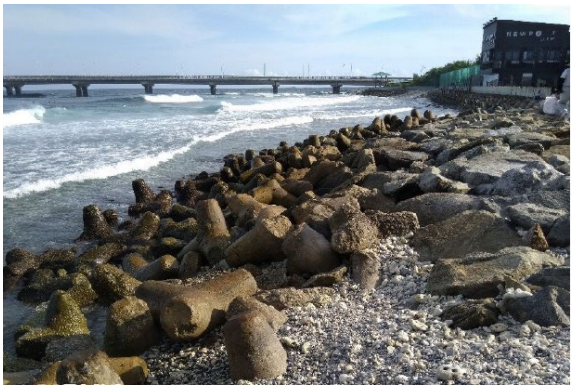


図 2-2-2 背後地に影響を及ぼす堆砂と越流・越波の確認された東南海岸の区域

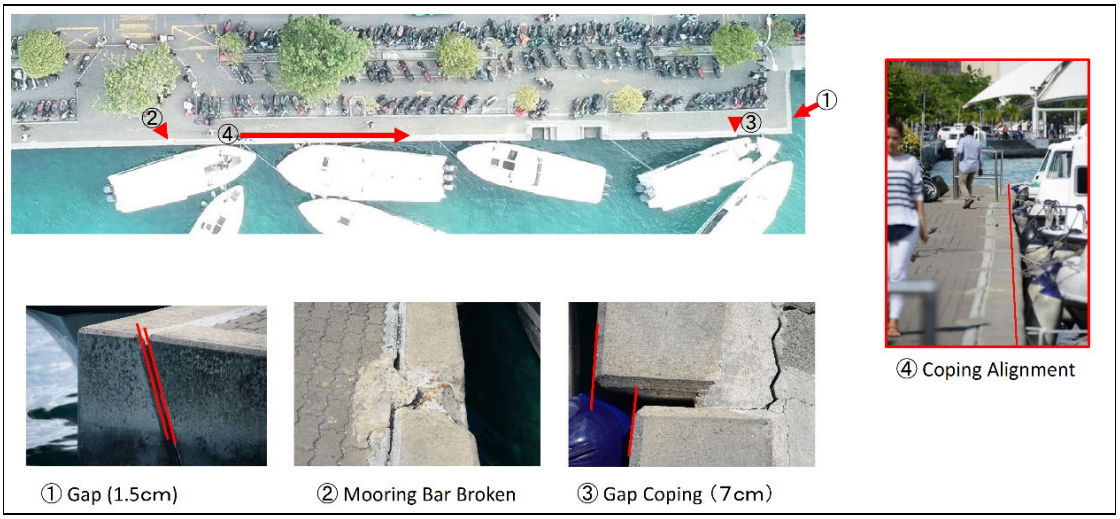
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>写真⑦：既設護岸上部の損傷が激しく越波も確認された。護岸上部の補修と嵩上げが必要。（2022/10/25 撮影）</td><td>写真⑧：砂の堆積高さが護岸上部下 20cm まで達している。温暖化による海面上昇を鑑み、護岸の 20cm 程度の嵩上げが必要</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>写真⑨：サーフィン協会の要望で、護岸前の消波ブロックの撤去と、護岸石積 1 : 3 勾配での設置を検討（2022/10/25 撮影）された。護岸上部の補修と嵩上げが必要。</td><td>写真⑩：護岸の上に越波よけの木柵が設置されている。木柵の高さ（＋3.0m）まで、護岸の嵩上げが必要（2022/10/25 撮影）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>写真⑪：消波ブロックの摩耗・老朽化から、ブロックを石積護岸で被覆する要請あり、語岸上部の補修と嵩上げが必要。（10/25 撮影）</td><td>写真⑫：護岸の上部の破損、越波・飛砂が確認されている。護岸の嵩上げと歩道高の嵩上げが必要（2022/10/25 撮影）</td></tr>
</table>

(3)　北海岸係船岸

対象となった北岸壁（1980 年代に建設）は、2004 年に来襲したインド洋大津波の引き潮によって、約 95m 区間において、その安定性を失い鋼矢板の上部を止めているタイロッドの破損によって、岸壁が大きく海側に傾き被災した。2008 年の津波復興プロジェクトにおいて、初めての我が国の有償案件の一部としてマレ島北護岸の被災した 95m 区間の改修を実施し、2011 年に改修工事が完了した。今回、その西端から 25m 区間の上部コンクリートに、7～8cm のズレと、25m 区間の岸壁法線にて許容範囲を超えるズレと傾きが確認された。また、調査によって、コンクリートブロックの傾きの原因となった最下段ブロックの海側端の沈下が認められた。他の 70m 区間においては、法線のズレと傾きが確認されたものの、軽微であり許容範囲内であった。また、係船バーの破損が 3 カ所確認された。



図 2-2-3 マレ島北岸壁対象区域 95m



北岸壁写真①：上部コンクリートの 1.5cm ズレ確認。　写真②：係船バーの破損か所確認　写真③：上部コンクリートの 7cm のズレを確認、　写真④25m 区間で法線の海側への変形を確認
（10/25 撮影）

2-2-1-2　マレ島雨水排水施設関連インフラの整備状況

(1)　雨水の収集設備

本事業の対象となる雨水排水施設は雨水を一時的に貯めるタンクと海へ排出するポンプ、排水管などで構成されているが、雨水を収集する設備は構成に含まれていない。雨水を収集する設備は、RDC が道路に側溝、雨水桝および送水管を設置し、この送水管が雨水排水施設に接続されている。道路局の設備は本事業の対象ではないが、その構造と機能の概要を図 2-2-4 に示す。

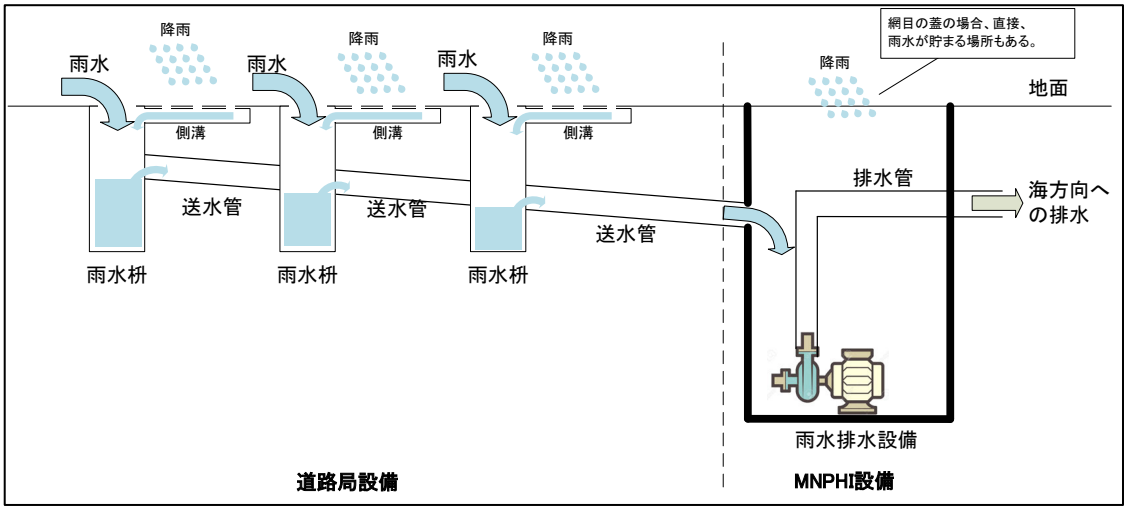


図 2-2-4 雨水収集設備概要図

出典：JICA 調査団

市街地の降雨は側溝又は雨水ピットに流入し、その後、送水管を通じて雨水排水施設へ貯水される。雨水排水施設では貯水量がポンプの動作水位を超えた時、ポンプが起動し、タンクに貯留された水が海に排出される。

雨水ピットの凡その大きさは、縦 500 mm、幅 300 mm、深さ 500 mm で、天井部は金網又は雨水の取り込み口付きのコンクリート板が設置されている。雨水ピットの本体部分は雨水を土中に浸透させるために底面は地面と繋がっており、側面のみコンクリート製の構造となっている。

送水管の直径は約 150～200 mm で、雨水排水施設に向かい溜まった水が自然流下するように勾配がつけられており、ポンプ設備などが不要な構造となっている。

(2)　通信インフラの状況

1)　光回線

マレ島では、主要な通信事業者である Dhiraagu 社と Ooredoo 社の 2 社が光回線サービスを提供しており、高速インターネット接続が可能な環境が整備されている。

表 2-2-1 マレ島の光回線サービスの概要

通信事業者	通信方式	通信速度
Dhiraagu	FTTH（Fiber to the Home）	最大 1Gbps（下り）、100Mbps（上り）[2]
Ooredoo	FTTB（Fiber to the Building）	最大 500Mbps（下り）、100Mbps（上り）[3]

出典：JICA 調査団

しかしながら、光回線自体を保護する制度と維持管理体制が十分に整備されておらず、道路工事や建築工事などで光回線が誤って度々切断され、復旧までに時間を要すなどの課題[4]がある。

2)　無線設備

無線設備はモ国では 30～900 MHz 帯での通信の利用が認められている。使用できる最大電力は 10 W で、モルディブ通信省（CAM）へ、毎年申請する必要がある。CAM が販売と利用を認証（型式認証）している機材は 67 種類ある。無線設備を導入する場合、維持管理のための技術者が必要となる

3)　モバイル回線

光回線と同様に Dhiraagu 社と Ooredoo 社の 2 社が 3G、4G 及び 5G の携帯電話サービスを提供している[5]。2015 年度日本国総務省の公開情報によると、市場シェアは Dhiraagu 社が Ooredoo 社を上回る。

データ通信用モバイルルーターは、CAM の型式認証を得た Apple 社、Samsung 社及び Huawei 社製の製品が販売され、頻繁に商品が更新されている。

4)　固定電話回線

モ国では、携帯電話が主要な通信手段となっており、固定電話回線の普及率は低い[6]。Dhiraagu 社 1 社が固定電話回線サービスを提供しているが、その役割が光回線やモバイル回線に置き換わりつつあり、中長期の将来性が見込めない。

(3)　電力の状況

モ国の主な電力は、STELCO が供給している。マレ島では火力発電所が運転中であり 400 V のほぼ安定した電力が供給されている。年に数回程度、街区単位の停電は生じているが、ヒアリングの結果、停電時間は最大 5 分程度と確認されている。

[2] https://www.dhiraagu.com.mv/business/products-solutions/connectivity-solutions/biz-fibre-broadband

[3] https://www.ooredoo.mv/business/fixed/supernet-business

[4] JICA 調査団は、MWSC 職員へのヒアリングで「上水道の遠隔監視システムに利用している光回線が工事などで度々切断され、復旧までに週単位の日数を要すことがある。そのため、MWSC は、新規に監視装置を設計する際、光回線の採用を避けている。」との情報を確認した。

[5] JICA 調査団は、第 1 次現地調査中に Ooredoo 社の回線で簡易テストを行い、20 Mbps 程度の通信速度を確認した。

[6] 人口 100 人当たりの携帯電話の契約者数 132.78 人に対し固定電話回線の契約者数は 2.68 人（2020 年：ITU）

(4)　ガス、水道および下水道設備

マレ島では、道路地下にガス管は設置されておらず、プロパンガスの販売が行われている。水道及び下水道設備は主に、道路地下約 1m に埋設されている。本調査で確認した資料では、既設の雨水排水施設と上水道設備及び下水道設備は干渉していない。

2-2-2　自然条件

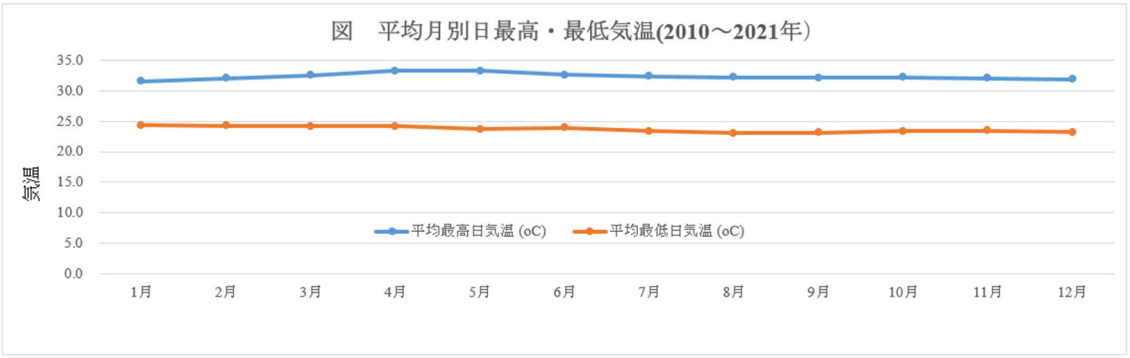
2-2-2-1　気象・海象条件

マレの気象データは、モルディブ気象局（MMS）より、Hulhule 測候所の観測データを収集した。MMS は、1980 年 8 月 1 日に設立され、毎日の天気予報、気象警報等を実施している。また、リアルタイムの潮汐観測のために、米国ハワイ大学と共同で Hulhule の空港ターミナル前に潮位計を設置していて、潮位情報を公開している。[7]

2-2-2-2　気温

以下のグラフは、マレの 2010 年から 2021 年の月別最高日気温・最低日気温を示している。月別日気温の最も高い月は、4 月と 5 月で 33.3℃、最も低い月が 25.2℃である。

なお、2020 年 6 月 3 日に最高気温 34.9℃、また、2014 年 8 月 10 日に最低気温 21.9℃を記録している。



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高日気温 (°C)	31.6	32.1	32.6	33.3	33.3	32.7	32.4	32.3	32.1	32.2	32.0	31.9
平均最低日気温 (°C)	24.4	24.3	24.2	24.2	23.7	23.9	23.4	23.1	23.1	23.4	23.5	23.2

図 2-2-5 平均月別日最高・最低気温（2010~2021 年）

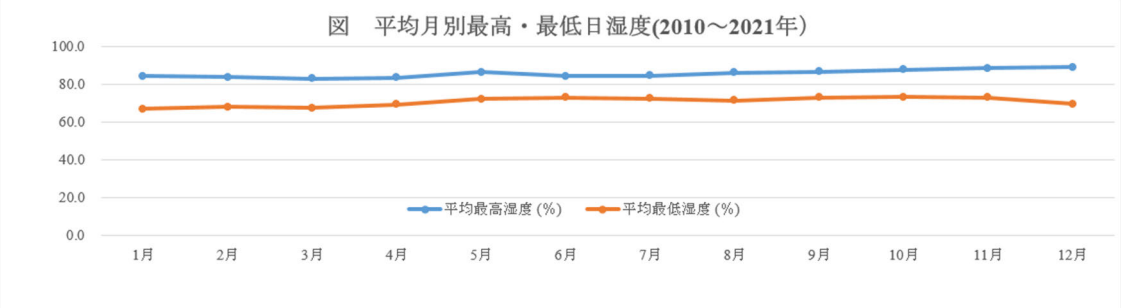
出典：Hulhule 測候所, MMS

2-2-2-3　湿度

以下のグラフは、マレの 2010 年から 2021 年の月別最高日湿度・最低日湿度を示している。平均湿度の最も高い月は、12 月で 89.1℃、最も低い月が 1 月で 56.3%である。

[7] https://uhslc.soest.hawaii.edu/stations/?stn=108#levels (Hulhule)

なお、2012 年 12 月 19 日に最高湿度 94.0%、2019 年 1 月 7 日に最低湿度 56.3%を記録している。



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高湿度 (%)	84.5	84.0	83.0	83.5	86.5	84.4	84.8	86.2	86.7	87.9	88.5	89.1
平均最低湿度 (%)	67.0	68.1	67.7	69.4	72.3	73.1	72.7	71.7	73.2	73.3	73.2	69.8

図 2-2-6 平均月別最高・最低日湿度（2010～2021 年）

出典：Hulhule 測候所, MMS

2-2-2-4　風速・風向

以下の表に 2010 年から 2021 年のマレの風向・風速を示す。南西モンスーンの時期は西風が卓越し、風速 20m/s 以上を超えることもある。北東モンスーン時期は東風・北東が多い。2010 年から 2021 年の最大風速は、2010 年 7 月 28 日に 27.8m/s（西風）を記録している。

表 2-2-2 マレの日最大風速と風向（2010 年～2021 年）

Year	Description	北東モンスーン期				南西モンスーン期							北東モンスーン期	
		Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
2010	Max. Wind Speed (m/s)	15.4	13.9	16.4	13.9	22.6	21.6	**27.8**	22.1	26.7	17.5	15.4	22.1	**27.8**
	above Wind Direction	ESE	SSE	E	NNE	WSW	W	**W**	WSW	W	W	WSW	W	**W**
2011	Max. Wind Speed (m/s)	17.0	13.9	12.9	17.5	19.0	19.0	23.6	19.5	23.1	18.0	21.1	14.4	**23.6**
	above Wind Direction	ENE	E	NNE	W	W	W	NW	WNW	SW	WNW	SW	WNW	NW
2012	Max. Wind Speed (m/s)	12.3	17.5	11.3	20.6	15.9	18.0	24.2	20.6	23.1	21.6	16.4	14.4	**24.2**
	above Wind Direction	NNE	NE	NW	WNW	NW	W	W	W	W	W	SW	NNE	W
2013	Max. Wind Speed (m/s)	12.3	16.4	15.4	12.3	20.6	24.7	19.5	22.6	21.1	21.1	17.5	15.9	**24.7**
	above Wind Direction	E	E	E	S	WSW	W	WNW	WNW	W	WSW	SSW	E	W
2014	Max. Wind Speed (m/s)	15.9	13.4	15.9	19.5	18.0	19.5	23.6	22.1	18.5	16.4	15.4	13.4	**23.6**
	above Wind Direction	E	ENE	E	ENE	WNW	W	W	WSW	W	WSW	WSW	NE	W
2015	Max. Wind Speed (m/s)	13.4	17.0	13.9	12.9	18.0	20.6	23.6	20.0	20.0	15.4	16.4	15.4	**23.6**
	above Wind Direction	ENE	ENE	NE	W	W	W	W	W	W	W	NNW	SSW	W
2016	Max. Wind Speed (m/s)	19.5	18.5	13.9	17.0	18.0	22.6	19.5	20.6	17.0	20.0	16.4	18.0	**22.6**
	above Wind Direction	ENE	E	ENE	NNW	W & WSW	W	W	W	W	W	W	E	W
2017	Max. Wind Speed (m/s)	12.3	15.4	13.4	15.9	22.6	24.7	21.1	21.6	21.1	19.0	20.0	22.6	**24.7**
	above Wind Direction	ENE	ENE	SSW	ENE	WSW	WSW	W	W	W	W	WSW	W	WSW
2018	Max. Wind Speed (m/s)	15.4	19.0	16.4	14.4	25.7	20.0	20.6	21.1	16.4	21.1	16.4	12.9	**25.7**
	above Wind Direction	W	E	E	NNE	WNW	SW	WNW	SW	, WSW &	W & SW	SW	E	WNW
2019	Max. Wind Speed (m/s)	12.9	16.4	16.4	13.9	17.5	21.6	22.1	22.6	17.0	17.5	17.0	19.5	**22.6**
	above Wind Direction	ENE	E	NE	W	W	WSW	W	W	WNW	E	E	ESE	W
2020	Max. Wind Speed (m/s)	19.5	16.4	13.9	15.9	23.1	26.2	21.1	21.1	26.7	24.7	15.9	20.0	**26.7**
	above Wind Direction	ENE	ENE	NE	E	W	W	W	W	W	W	WSW	ENE	**W**
2021	Max. Wind Speed (m/s)	18.5	12.9	20.6	11.8	21.1	18.0	21.6	21.1	23.6	22.6	19.0	15.9	**23.6**
	above Wind Direction	W	ENE	SSW	WSW & SW	WSW	W	W	W	WNW	W	WSW	E	**WNW**

出典：Hulhule 測候所, MMS

2-2-2-5　降雨

以下の表に 2010 年から 2021 年のマレの月別降雨量（上段：月間降雨量、下段：日最大雨量）を示す。北東モンスーン時期の 1 月・2 月・3 月の月間降雨量が少なく、南西モンスーン時期の 5 月から降雨量が増える。平均の年間降雨量は約 1,900mm である。2013 年に月間降雨量の最大降雨量 493.2mm を記録し、2019 年 9 月 20 日に日降雨最大雨量が 143.2mm であった。

表 2-2-3 マレの月間雨量と日最大雨量（2010 年～2021 年）

年	項目	北東モンスーン期				南西モンスーン期							北東モンスーン期	年間雨量 日最大雨量
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
2010	月間雨量 (mm)	8.0	92.8	22.4	88.3	276.9	236.1	222.1	177.6	340.9	69.3	128.2	355.3	2,017.9
	日最大雨量(mm)	5.6	60.6	17.4	45.5	42.5	53.7	48.2	75.8	43.4	52.7	61.8	83.9	83.9
2011	月間雨量 (mm)	101.1	6.0	16.7	98.4	184.5	56.8	163.6	126.2	125.3	224.4	168.3	62.0	1,333.3
	日最大雨量(mm)	75.0	6.0	9.3	49.1	30.1	32.0	36.6	39.3	40.5	52.6	97.3	22.7	97.3
2012	月間雨量 (mm)	68.0	90.8	17.9	110.3	147.6	62.7	77.3	210.8	261.1	297.0	114.5	206.1	1,664.1
	日最大雨量(mm)	26.1	71.6	9.2	63.2	59.6	24.3	15.8	68.5	61.8	43.1	26.3	69.0	71.6
2013	月間雨量 (mm)	72.2	25.9	135.2	92.7	493.2	170.9	220.1	165.4	62.0	364.4	185.4	94.4	2,081.8
	日最大雨量(mm)	72.2	12.0	35.9	44.8	126.6	33.0	79.1	46.1	22.8	91.7	55.7	42.0	126.6
2014	月間雨量 (mm)	42.4	1.9	108.3	97.6	380.4	73.9	107.0	259.5	176.4	431.3	174.4	280.4	2,133.5
	日最大雨量(mm)	16.8	1.2	55.3	38.6	98.4	15.8	44.2	70.4	40.1	142.3	36.3	67.6	142.3
2015	月間雨量 (mm)	0.0	21.1	79.5	31.6	226.3	160.2	183.9	397.5	328.8	368.3	183.2	193.2	2,173.6
	日最大雨量(mm)	0.0	9.2	23.0	28.2	75.7	49.8	41.7	78.0	44.3	100.9	89.9	64.8	100.9
2016	月間雨量 (mm)	141.0	61.0	4.3	231.9	255.4	66.6	252.4	310.3	88.9	282.2	290.8	219.9	2,204.7
	日最大雨量(mm)	104.5	45.3	1.5	89.7	90.8	10.7	37.5	61.2	30.5	74.4	53.6	60.6	104.5
2017	月間雨量 (mm)	40.2	40.7	111.9	66.8	440.0	35.8	109.2	130.9	172.8	135.4	237.2	143.5	1,664.4
	日最大雨量(mm)	16.1	30.7	30.0	53.8	76.7	21.3	33.7	22.5	34.9	28.2	74.2	89.4	89.4
2018	月間雨量 (mm)	129.3	72.2	9.7	150.4	402.7	133.7	200.8	106.0	111.0	345.7	267.0	192.6	2,121.1
	日最大雨量(mm)	85.0	26.6	4.7	51.1	73.3	36.7	32.7	40.9	20.9	59.9	57.6	120.2	120.2
2019	月間雨量 (mm)	12.0	55.9	2.8	56.7	167.8	135.1	108.4	233.7	287.2	389.3	382.2	352.3	2,183.4
	日最大雨量(mm)	6.7	17.8	1.5	33.8	70.7	26.4	28.0	73.2	143.2	63.8	45.6	63.1	143.2
2020	月間雨量 (mm)	40.2	15.2	28.8	175.0	249.4	97.6	305.0	105.4	132.0	215.2	218.2	218.3	1,800.3
	日最大雨量(mm)	20.0	13.0	15.1	45.9	67.6	18.8	62.1	47.7	40.7	46.4	66.4	65.0	67.6
2021	月間雨量 (mm)	63.9	2.0	193.8	32.2	307.6	38.3	114.0	156.4	133.8	161.3	146.8	236.8	1,586.9
	日最大雨量(mm)	27.1	2.0	66.1	14.2	82.8	12.8	61.2	31.3	26.8	49.3	42.0	134.7	134.7
2010～2021	平均月間雨量 (mm)	59.9	40.5	60.9	102.7	294.3	105.6	172.0	198.3	185.0	273.7	208.0	212.9	1,913.8

:月間雨量が300mm以上
:日雨量が100mm以上

出典：Hulhule 測候所, MMS

2-2-2-6　潮位

マレの水準測量に用いる際に標高の基準となる点は、平均海面（MSL）を標高 0m としており、MMS によると、ハワイ大学の Sea Level Center のマレの潮位基準面を設定していて、この潮位基準面を基に、マレでの塑望平均満潮位（HWL）と塑望平均干潮位（LWL）を以下の通り設定した。

- HWL＝＋0.57m
- MSL＝±0.0m
- LWL＝－0.65m

なお、マレ島の東海岸は、リーフ上のセットアップ（＋0.3m）があり、以下のとおりとする。

- HWL　＝＋0.87m
- MSL　＝＋0.30m
- LWL　＝－0.35m

2-2-2-7　波浪

マレ島における、今回対象区域の東海岸の波浪については、**第 3 章, 3-2-1 (2)** の東海岸における有義波と設計波、及び設計許容越波量を参照。また、北岸壁に関しては、防波堤内の港内側となるため、波浪条件は、本事業に影響を与えない事が確認され、特に記載しない。

2-2-2-8　自然災害

- **1987 年 4 月、1988 年 6 月と 9 月に高波が**発生し甚大な被害をもたらした。島の 3 分の 1 が浸水し、海岸護岸・民家の家屋・空港施設などに被害が出て、首都機能が麻痺するという事態に陥った。マレ島は海抜わずか 1m 台で地形が平坦な上に、かつては珊瑚の塊を積み上げただけの極めて脆弱な護岸しかなかったこともあり、高波による浸水の被害をたび

たび受けていた。日本は、無償資金協力により護岸などの整備に協力する方針を打ち出し、まず、1988 年から 3 年間で南海岸に離岸堤を緊急的に建設、1994 年からはマレ島の西、東、南側の護岸を順次整備し、2002 年に島の玄関口である北岸護岸の整備が完了し、15 年の歳月をかけた高潮対策事業が完了した。

- **2004 年 12 月 26 日のスマトラ沖大地震**では、モ国の首都であり同国最大の島であるマレ島も推定約 3m の津波に襲われた。しかし、日本の支援により建設された恒久的な護岸及び離岸堤が島を守り、マレ市街が浸水したものの死者は出ず、家屋の流出などの大きな被害も免れた。

- **2005 年からモ国では毎年乾季の水不足**に直面している。インド洋大津波により淡水レンズの塩分濃度が高まったことから、9 年間で平均 92 の島が水不足に陥った。

- **1969 年から 2009 年のサイクロン**は、Climate Change Knowledge Portal（CCKP）によると、マレの直接の来襲の記録がない。



図 2-2-7 1969 年～2009 年のサイクロンルート

出典:　Climate Change Knowledge Portal (CCKP), World Bank Group

- **2012 年 10 月末から 11 月にかけて、ベンガル湾で発生したサイクロン Nilam** がスリランカ北東部を通過し、モ国北部の島で被害が出た。51 の島で洪水が発生した。深刻な洪水が発生した 28 の島のうち、4 島では更に事態が深刻であった。33,826 人が被災した。

- **2017 年 11 月末、サイクロン Ockhi** の影響により、大雨による洪水が 36 島、暴風による家屋、樹木被害が 22 島、高波が 4 島で報告されている。

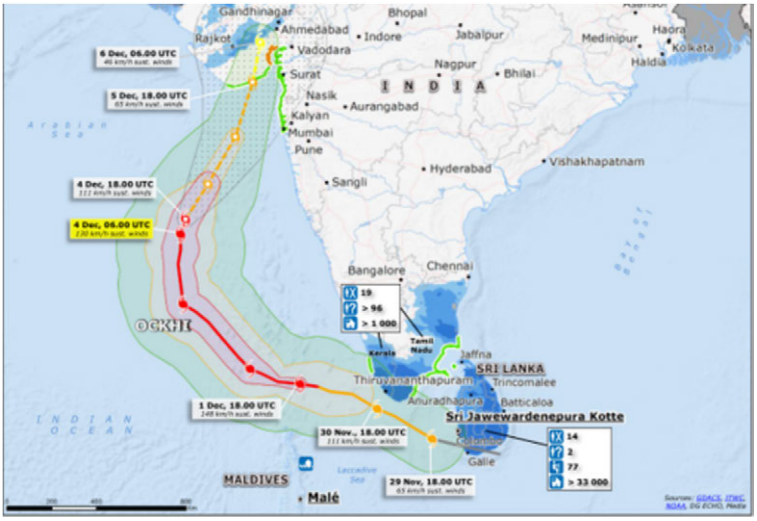


図 2-2-8 Ockhi 移動ルート（2017 年 11 月 29 日～12 月 6 日）

出典：India, Sri Lanka, Maldives - Tropical Cyclone Ockhi - DG ECHO Daily map

2-2-2-9　地形・深浅測量

現地再委託で、地形測量を 2022 年 10 月 16 日から実施し、①北海岸（地形測量面積：800m^2）、②東護岸（シナマーレ（Sinamale）橋脇、11,800m^2）、③東護岸（King Salman モスク前、7,600m^2）、④東護岸（Dolphin View Cafe'前、3,000m^2）の 4 カ所の平面図及び断面図を作成した。（測量図は資料 3 を参照）



図 2-2-9 地形・深浅測量箇所

2-2-2-10　土質調査

1992 年マレ島海岸防災施設計画調査によると、マレ島では、以下の 4 カ所で既存のボーリング土質調査を実施している。

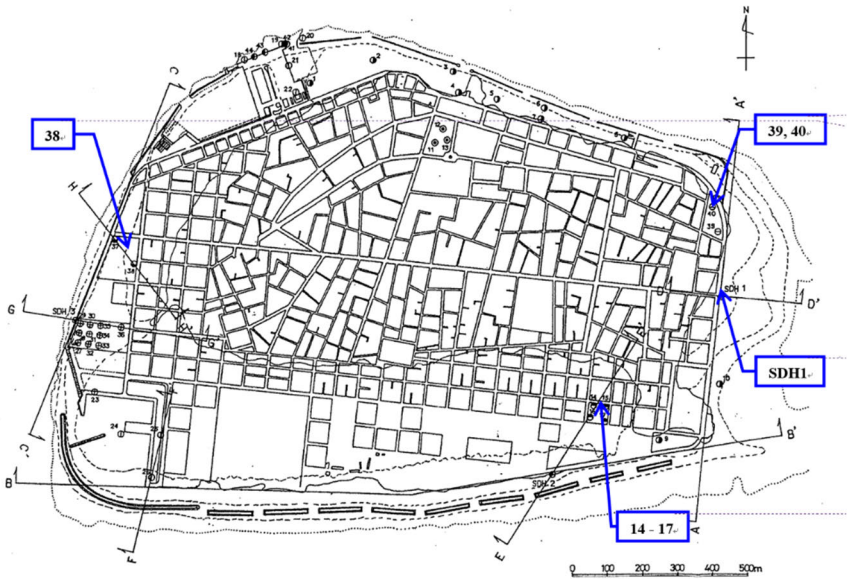


図 2-2-10 マレ島の既存ボーリング位置

出典：1992 年マレ島海岸防災施設計画調査

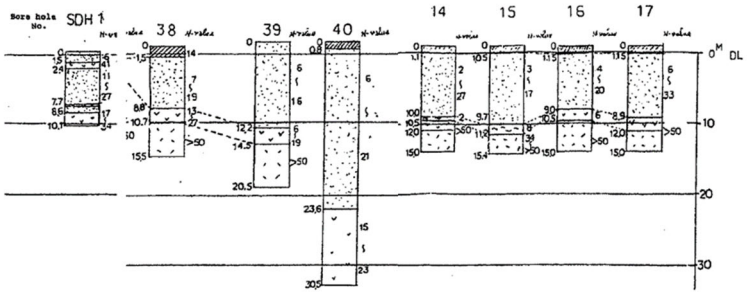


図 2-2-11 マレ島の既存ボーリング柱状図

出典：1992 年マレ島海岸防災施設計画調査

上図の既存ボーリング柱状図より、北護岸と東護岸の土層断面図は以下を採用する。

▽ DL 0.00m			
	Coral Sand	γ=18kN/m3 γ'=10kN/m3	N=10 φ=30°
▽ DL −12.00m			
▽ DL −14.00m	Loose Coral Rock	γ'=10kN/m3	N=15 φ=30°
	Coral Rock	γ'=16kN/m3	N >50

図 2-2-12 北護岸と東護岸の土層断面図

出典： Technical Standard and Design Manual Development Guideline and Database for the Lifecycle Management System of Vessel Safe Shelters in the Maldives

本調査の現地再委託で、東護岸のシナマーレ橋脇の以下の 4 カ所の砂を採取し、粒度試験を実施した。4 カ所の砂の粒度試験の結果、シルト分（粒径 0.075 ㎜以下）は、0%～0.01%で、

ほとんど含まれてないことが判明した。このため、潮流によって流されてビーチ部分に堆積するシルト分も少なく、ビーチの勾配は安定している。さらに、シルト分が多い場合は、強風による飛砂の原因も考えられるが、シルト分が含まないので、飛砂の主原因は越波によると考えられる。



図 2-2-13 粒度試験用砂採取箇所（No. 1～No. 4）

出典：JICA 調査団

2-2-2-11　潮流調査

1992 年マレ島海岸防災施設計画調査の報告によれば、12 月から 4 月までは西向きの潮流、5 月から 8 月は東向きの潮流が卓越している。また、海洋開発論文集 Vol. 10, 1994 年 6 月の「モルディブ国マレ島の地形、波浪及び海浜流の特性」宇多高明博士他 2 名によるマレ島東岸においての波及び流れの観察の結論では、「マレ島東岸のリーフ礁原上では、常時北向きの流れが発達したことが現地調査で確かめられた」と記述されている。

本調査では、以下の 4 カ所（①～④）で 2022 年 10 月 20 日の 10 時 45 分の満潮時（潮位 0.8m）に潮流調査を行った。その結果は、0.1m/s～0.5m/s の流速で、北向きに流れることが確認された。



図 2-2-14 潮流調査箇所（①～④）

2-2-2-12　地震ハザードゾーン

Asian Disaster Reduction Centre (ADRC)のモ国の地震ハザードマップを以下に示す。インド・オーストラリアプレート上に位置するモ国は、非常に安定した地殻構造があり、インド・オー

ストラリアプレート上に位置する地震に強い国と言われている。特にマレを含むモ国中部から北部地域は、ハザードのレベル 5 で危険度が非常に低い。また、Multihazard Risk Atlas of Maldives, (Mar. 2020), ADB においても、同様に中部から北部地域は、再現期間 475 年のピーク地震加速度は、0.04 以下となっていて、危険度が非常に低いことから、本事業への地震の影響は考慮しない。

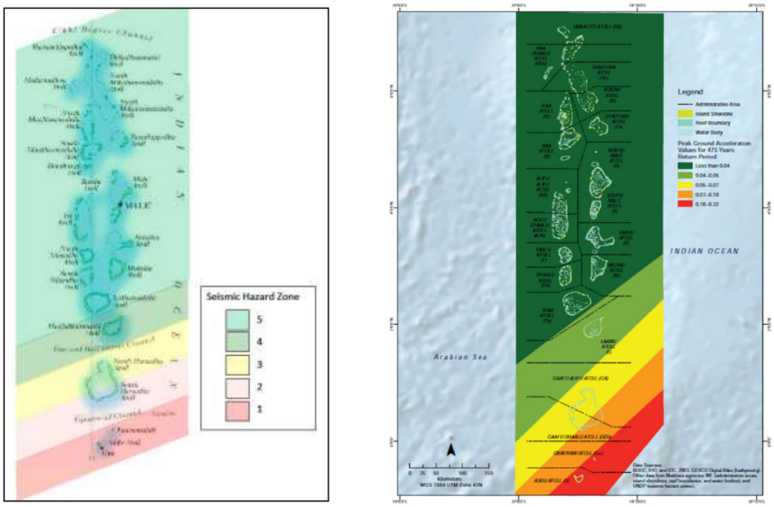


図 2-2-15 地震ハザードゾーン

出典：Country Report: Republic of Maldives 2015, ADRC（左側）、Multihazard Risk Atlas of Moldives, (Mar. 2020), ADB（右側）

2-2-3　社会環境（浸水被害）

2-2-3-1　過去の浸水被害

2021 年から直近 10 年間の浸水被害を表 2-2-4 に示す。

表 2-2-4 2021 年から直近 10 年間の浸水被害

生起日	被害状況
2019 年 12 月	2019 年 12 月、数時間のゲリラ豪雨がマレの街路を浸水させ、モルディブ国防軍 (MNDF) 消防救助隊の兵士が、最も影響を受けた地域で洪水を排水するために出動した。 最も多い降雨量は 84.8mm で、Meemu 環礁の Muli の中央に位置する島で記録され、続いて Alif Dhaal Maamigili で 64.6mm、Gaaf Alif Gemanafushi で 58.8mm であった。洪水は、Alif Alif 環礁の Rasdhoo 島でも発生し、警察は住民が土嚢で家を守るのを助けた。 https://reliefweb.int/report/maldives/maldives-capital-flooded-after-heavy-downpour
2019 年 5-6 月	2019 年 5 月下旬にモンスーンの雨が洪水を引き起こし、6 月まで続き、約 600 軒の家屋が被害を受けた。最も影響を受けた島は最北端の環礁にあった。 Haa Dhaal 環礁の Kulhudhuffushi と Nolhivaram の住宅、南部の Gaafu Alifu 環礁の Maamendhoo 島、南中央の Thaa 環礁の島々が洪水と暴風の影響を受けた。 さらに、Thaa 環礁の 3 つの島の家屋、Gaafu Alifu 環礁の Villigili の家屋及び Laamu 環礁の 6 つの島の何百もの家屋が影響を受けた。 警察、軍、島の評議会、モルディブ Red Crescent は道路を片付け、洪水を排水、避難した家族を支援した。 https://reliefweb.int/report/maldives/maldives-floods-dg-echo-echo-daily-flash-08-june-2019 https://reliefweb.int/report/maldives/monsoon-rains-wreak-havoc-acrossmaldives

生起日	被害状況
	https://reliefweb.int/report/maldives/monsoon-rains-causeflooding-south-central-maldives
2018 年 5 月	2018 年 5 月、モンスーンに伴う降雨により環礁南部で洪水が発生した。大雨により、モ国最南端の Thinadhoo 島南部と Addu 市で洪水が発生した。 Addu 市の Hithadhoo、Feydhoo、Hulhudhoo 各区で 2 世帯が浸入した。 モ国警察は、水の排水を支援した。 https://reliefweb.int/report/maldives/heavy-rains-cause-flooding-southernatolls
2017 年 12 月	2017 年 12 月初旬、サイクロン Ockhi に伴う大雨により 36 の島々が洪水に見舞われた。 22 の島で風が屋根を吹き飛ばし、木を切り倒し、4 つの島で大波に見舞われた。 サイクロンの影響により、62 の島々で家屋と財産が被害を受けた。モ国警察と軍は、いくつかの島で洪水の排水を支援した。 https://reliefweb.int/report/maldives/maldives-damage-60-islands-after-extreme-weather
2017 年 5-6 月	2017 年 5 月と 6 月に大雨、強風、竜巻により 14 の島々が被害を受けた。また、マレ環礁付近で補給船が転覆しました。 Haa Alif 環礁の Uligamu と Haa Dhaal 環礁の Vaikaradhoo の北部の島々で、洪水により畑が被害を受けた。 マレの風速は時速 80 km に達し、一部の道路は浸水した。 Gaaf Alif 環礁の Nadella の南島でも、約 80 軒の家屋が洪水の影響を受けた。 他に影響を受けた島として南中央 Faafu 環礁の Nilandhoo と南の Gaafu Dhaal 環礁の Thinadhoo が挙げられる。 竜巻が最南端の環礁にある Addu 市の Hithadhoo 区で発生し、約 25 の家屋が被害を受けた。家屋は軍と国営企業の支援を受けて、国家災害管理局 (NDMA) によって修復された。 https://reliefweb.int/report/maldives/bad-weather-causes-damages-14-islands https://www.adrc.asia/countryreport/ MDV/2018/Maldives_CR2018A.pdf
2015 年 11 月	2015 年 11 月 24 ～ 25 日、南の Addu 環礁は数時間にわたる集中豪雨の後、深刻な洪水に見舞われた。 嵐の被害は 40 年で最悪と言われた。 経済的損失は 300,000 USD と見積もられた。 Addu 市の住宅や企業は、洪水によって浸水した。市の降雨量は 1 日で 228.4 mm であり、既往最高値であった。Feydhoo 島、Maradhoo feydhoo 島及び Maradhoo 島が最も被害を受けた。 https://www.adrc.asia/countryreport/ MDV/2018/Maldives_CR2018A.pdf
2012 年 10-11 月	サイクロン Nilam はベンガル湾で発生し、2012 年 10 月下旬にモ国に最初の影響を与えた。11 月初旬まで影響が続き、51 の島々が洪水に見舞われた。 これらのうち、28 の島が深刻な洪水に見舞われ、4 つの島が危機的な状態に置かれたと伝えられている。 サイクロンは 33,826 人に影響を与え、推定 133,090 USD の経済損失を引き起こした。 https://www.adrc.asia/countryreport/ MDV/2018/Maldives_CR2018A.pdf

出典：MALDIVES Disaster Management Reference Handbook May 2021

2-2-3-2　現地調査期間中の浸水被害

現地調査期間（2022 年 10 月 11 日及び 10 月 13 日）に日雨量 40mm を超える降雨が発生したため、浸水被害が深刻とされている道路（埋立地で雨水排水管が設置されている道路）の状況を調査した。

2022 年 10 月 11 日の道路別の浸水状況を写真 1～30 に示す。

(1)　Amenee Magu 通（写真 1～16）

浸水深が最も深く歩車道境界で 12cm 程度であった。水面は歩道面と同程度であったが、車及びバイクの通行により水面が波立ち歩行者の靴は完全に中まで濡れ、歩行を困難にしている

状態であった。このような状態でもポンプは機能していると考えられ、集水ピットが水没している状況は見られなかった。歩車道境界が浸水している要因は、集水ピットが道路中央に設置され、かつ歩車道境界が道路中央よりも低いことにあり、つまりは歩車道境界に設置されている浸透桝の能力が不足していると言える。

(2)　Buruzu Magu 通（写真 17～24）

道路幅が約 4.8m（両側側溝 0.48m×2 を含む）とせまく道路中央と歩車道境界の高さに差がほとんどないため、概ね全ての雨水が集水ピットに流下し、目立った浸水は見られなかった。

(3)　Kanbaa Asia Rani Hingun 通（写真 25,26）

道路幅は広いが、2 車線確保できるほどの広さではない。概ね全ての雨水が集水ピットに流下し、目立った浸水は見られなかった。道路中央と歩車道境界の高さに差があると思われるがが、歩車道境界にも浸水は見られず、歩車道境界に設置されている浸透桝が機能していると考えられる。

(4)　Majeedhee Magu 通（写真 27,28）

道路幅は広く、2 車線である。概ね全ての雨水が集水ピットに流下し、目立った浸水は見られなかった。道路中央と歩車道境界の高さに差があると思われるが、歩車道境界にも浸水は見られず、歩車道境界に設置されている浸透桝が機能していると考えられる。

(5)　Boduthakurufaanu Magu 通（写真 29,30）

道路幅は十分に広く、4 車線である。概ね全ての雨水が集水ピットに流下し、目立った浸水は見られなかった。最近整備された道路であり、歩道下の浸透桝が十分に機能しているため、歩車道境界にも浸水は見られなかった。



写真 1(Amenee Magu 通)



写真 2 (Amenee Magu 通)



写真 3　(Amenee Magu 通)



写真 4　(Amenee Magu 通)



写真 5 (Amenee Magu 通)



写真 6 (Amenee Magu 通)



写真 7 (Amenee Magu 通)



写真 8 (Amenee Magu 通)

	
写真 9 (Amenee Magu 通)	**写真 10** (Amenee Magu 通)
	
写真 11 (Amenee Magu 通)	**写真 12** (Amenee Magu 通)
	
写真 13 (Amenee Magu 通)	**写真 14** (Amenee Magu 通) **写真 15、16** は浸水無しのため省略

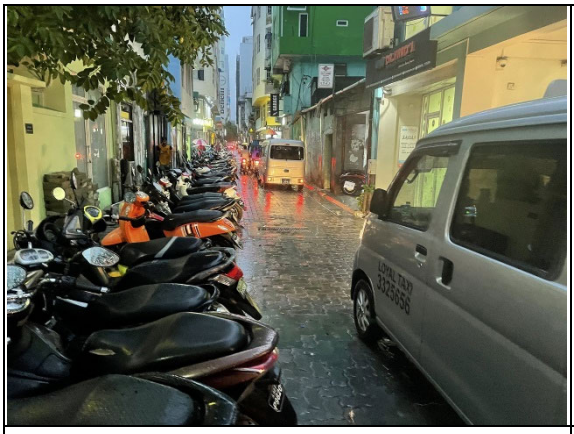


写真 17 (Buruzu Magu 通)

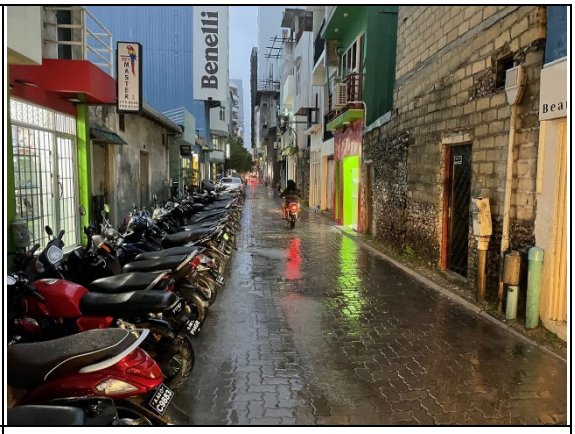


写真 18　(Buruzu Magu 通)

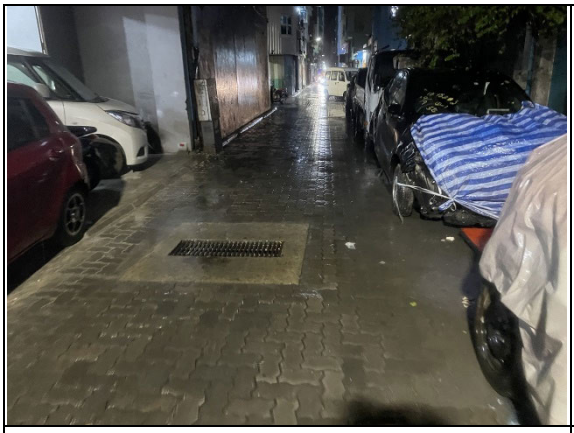


写真 19 (Buruzu Magu 通)



写真 20 (Buruzu Magu 通)



写真 21 (Buruzu Magu 通)



写真 22 (Buruzu Magu 通)

写真 23、24 は浸水無しの為省略

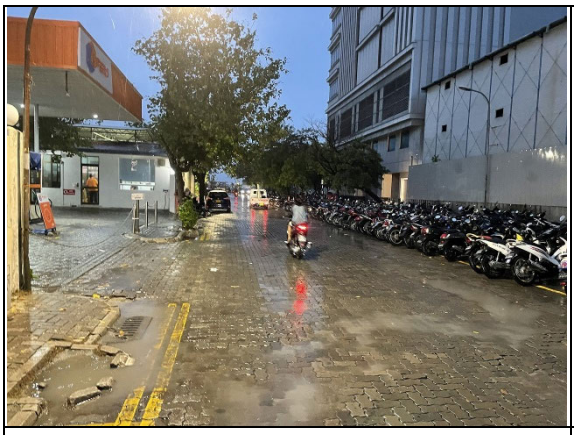


写真 25 (Kanbaa Asia Rani Hingun 通)

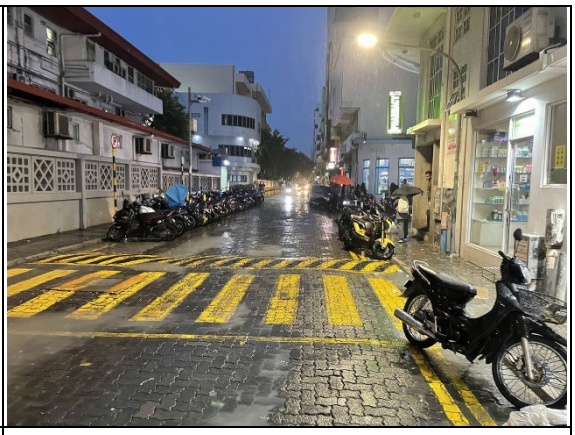


写真 26 (Kanbaa Asia Rani Hingun 通)

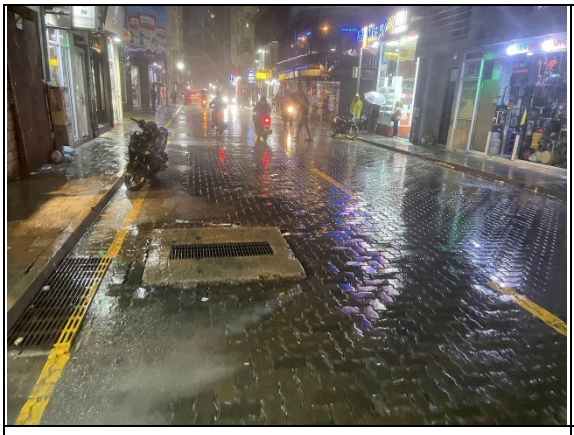


写真 27 (Majeedhee Magu 通)



写真 28 (Majeedhee Magu 通)

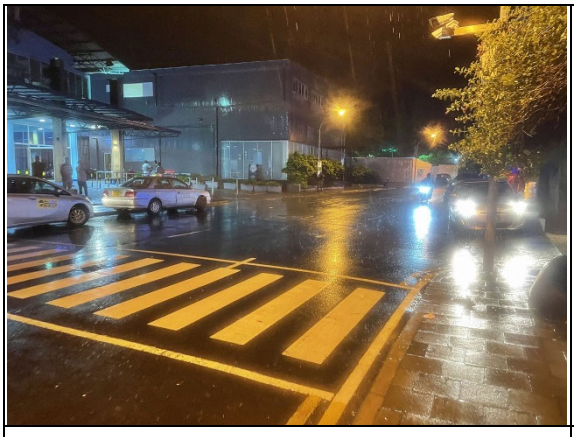


写真 29 (Boduthakurufaanu Magu 通)

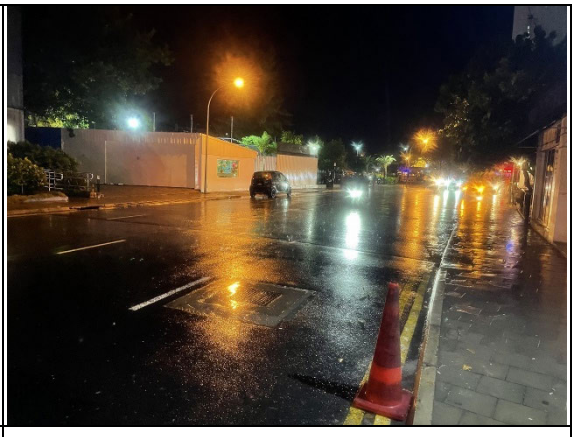


写真 30 (Boduthakurufaanu Magu 通)

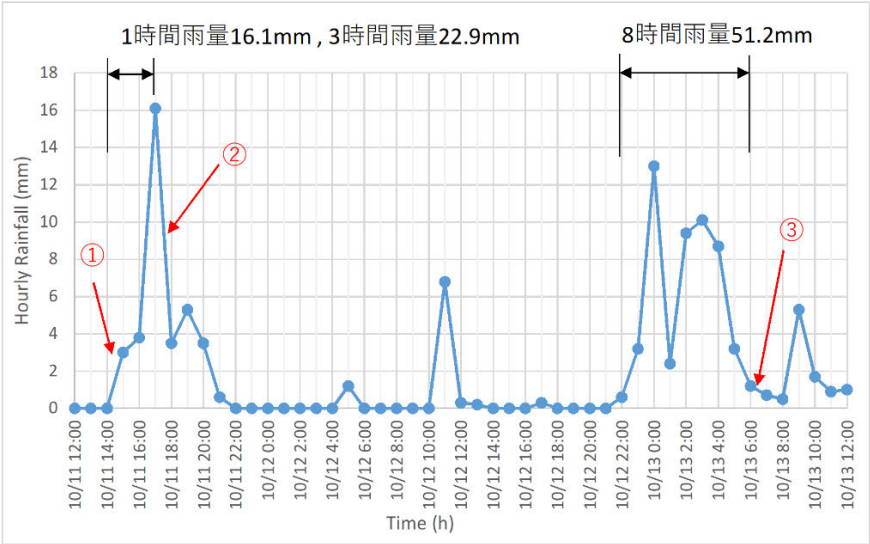
出典：JICA 調査団



図 2-2-16 写真位置図

出典：JICA 調査団

Amenee Magu 通り（前述の写真 13、14 付近）の浸水状況を、降雨量（日時）の違いにより比較した図を図 2-2-17 に示す。図中の写真②と③の浸水状況の違いより、全体降雨量よりも 1 時間未満の短期降雨量の方が浸水深との関連性が高いと考えられる。



写真①	写真②
	
2022/10/11 14:49	2022/10/11 17:23

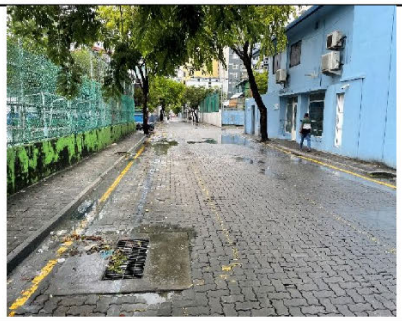
写真③

2022/10/13 6:29

図 2-2-17 降雨量（日時）の違いによる浸水状況の比較(前述の写真 13、14 付近)
出典：JICA 調査団

2-2-3-3　インタビュー調査

(1) 調査位置

図 2-2-18 に示す交差点 166 カ所、既設ポンプ場 15 カ所において浸水状況に関するインタビュー調査および地盤高測量を実施した。



※No.96, 125, 153, 156 は欠番

出典：JICA 調査団

図 2-2-18 インタビュー地点および既設ポンプ場位置

(2) 調査内容

インタビュー内容を表 2-2-5 に示す。

表 2-2-5 インタビュー内容

基本情報						
No						
インタビュー位置	No.	（インタビュー位置図参照）				
写真位置	No.	（写真位置図参照）				
インタビュー日		/	/	2022		
インタビュワー						
インタビュー先情報						
氏名				年齢		
職業						
建物情報						
種別						
名前						
居住期間		年				

浸水被害情報				
浸水の経験および発生年				
浸水被害の頻度				
洪水の流下方向	から		へ	または 流れなし
被害の経験				
ポンプ設置前後の浸水の違い（頻度、浸水深、時間等）				
道路中央のXYZ	X:	Y:	Z:	
過去5か年平均浸水深のXYZ	X:	Y:	Z:	
最大浸水深のXYZおよび生起日（ポンプ設置後）	X:	Y:	Z:	生起日：
最大浸水深のXYZおよび生起日	X:	Y:	Z:	生起日：
最大浸水深地点の写真	No.	（写真位置図参照）		
過去5か年の浸水解消までの平均時間	平均時間：			
浸水解消までの最長時間（ポンプ設置後）	最長時間：			
浸水解消までの最長時間	最長時間：			

出典：JICA 調査団

(3) 調査結果整理の条件

調査結果整理時の条件を以下に示す。

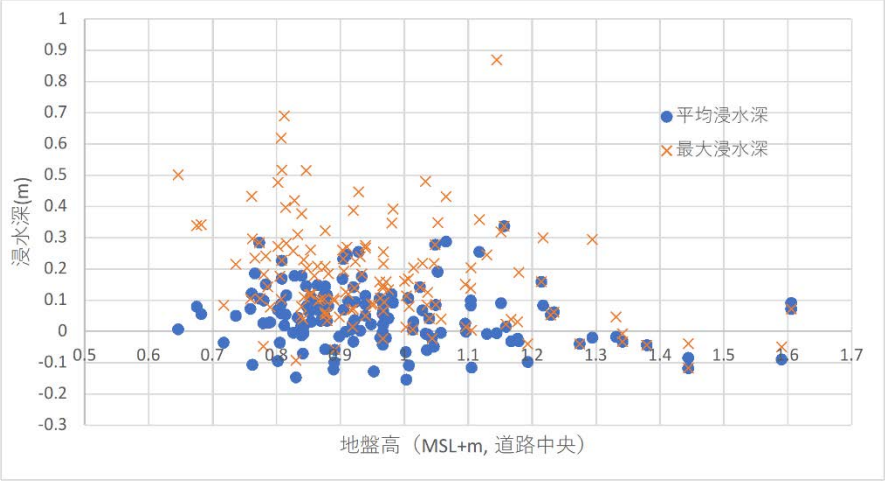
- 調査地点 No.1～9 は埋立地ではなくもともとの土地に位置し地盤高が高いため、「北東エリア」として他のエリアと分けて整理する。他のエリアは「西及び南エリア」とする。
- 調査地点 No.73,78,79,82 は埋立地ではなくもともとの土地に位置し、地盤高が高い。また、概ね浸水被害も生じておらず浸水エリアの特徴を有していない。したがって図には示すが、統計の対象からは除外する。
- 調査地点 No.60,61,62,85,90,91,93,122,123,124, 155,157,158,167,168 は 2016,7 年頃に嵩上げを伴い改修された海岸沿いの道路（Boduthakurufaanu Magu）に位置し、地盤高が高い。また、概ね浸水被害も生じておらず浸水エリアの特徴を有していない。したがって図には示すが、統計の対象からは除外する。
- 統計は排水施設（ポンプ施設）が設置されている路線と設置されていない路線に分けて行うものとする。排水施設が設置されている路線を「排水施設あり路線」、設置されていない路線を「排水施設なし路線」とする。
- 浸水深、浸水時間、発生頻度の回答にはばらつきが大きく、極端な値も存在する。このため、平均値ではなく中央値や最頻値を参考に浸水エリアの特徴を判断する。

(4) 調査結果概要

調査結果の概要を以下に示す。

・浸水深、浸水時間、発生頻度の回答にはばらつきが大きい。地形的な特徴との相関は見られないため、回答者の個人差によるものと推定される。

・地盤高と浸水深に相関はなく、広域的な洪水の集中はみられない（その場に降った雨がどこにも流下せずに湛水している状況に近いと推定される）。

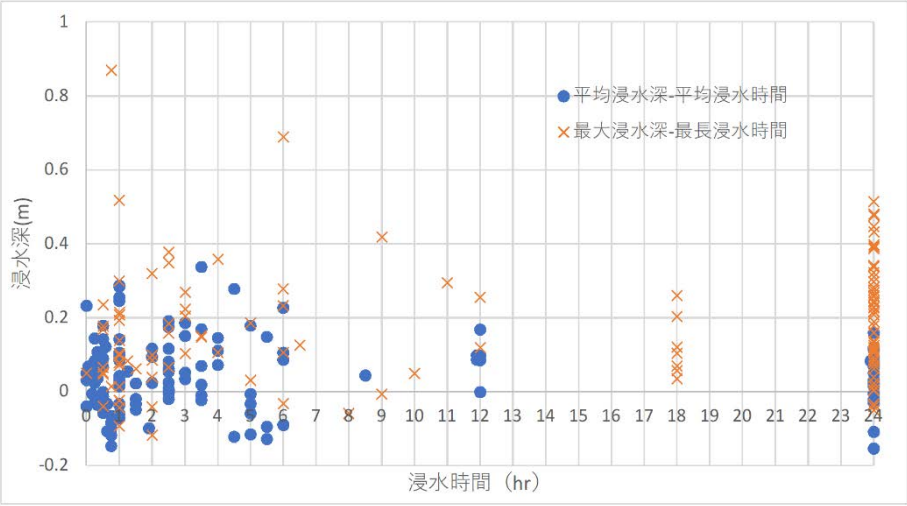


※浸水深は道路センターの地盤高からの値である。道路端の地盤高が道路センターと比べて低い道路（道路幅が広い道路等）ではマイナス値になるケースも生じている。

図 2-2-19 浸水深と地盤高の関係

出典：JICA 調査団

・浸水時間と浸水深に相関がない。集水桝よりも道路高が低く、長期間水たまりが残るエリアが存在するためであると推定される。



※浸水深は道路センターの地盤高からの値である。道路端の地盤高が道路センターと比べて低い道路（道路幅が広い道路等）ではマイナス値になるケースも生じている。

図 2-2-20 浸水深と浸水時間の関係

出典：JICA 調査団

・最も多い被害は歩行困難であり、回答の 40%程度を占める。最も深刻な被害は床上浸水および商品水濡れであり、回答の 20%程度を占めている。

・浸水は日常的に発生しており、発生頻度は 4～7 回／月程度であると推定される。

・最大浸水深の発生日の回答はばらつきが大きく、かつ概ね 5 年以内に発生したとの回答が多い。数十年に一度突出した浸水被害があるというよりも、例年同様の被害が生じているものと推定される。

・排水施設が設置されている路線の浸水深、浸水時間は設置されていない路線に比べて値が小さく、排水施設の効果が見られる。

・北東エリア（船着き場前）は埋立地ではなくもともとの土地に位置するため地盤高が高い。既設の排水施設により概ね浸水被害は生じていないため追加の対策は不要であると考えられる。

・浸水深及び浸水時間は概ね以下のとおりであると推定される。

表 2-2-6 浸水深及び浸水時間

項目		排水施設あり路線		排水施設なし路線	
		西及び南エリア	北東エリア	西及び南エリア	北東エリア
平均浸水深 (cm)	エリア平均値	1～5	1 以下	5～10	1 以下
	エリア最大値	30 以下	10 以下	30 以下	10 以下
最大浸水深 (cm)	エリア平均値	10～20	1 以下	10～20	1 以下
	エリア最大値	50 超	10 以下	50 以下	30 以下
平均浸水時間 (hr)	エリア平均値	1 以下	1 以下	1～3	1～3
	エリア最大値	12 超	1 以下	12 超	12 超
最長浸水時間 (hr)	エリア平均値	9～12	1 以下	3～6	12 超
	エリア最大値	12 超	1 以下	12 超	12 超

※浸水深は道路センターの地盤高からの値である。道路端の地盤高が道路センターと比べて低い道路（道路幅が広い道路等）もあることに留意が必要。

出典：JICA 調査団

(5)　地盤高

地盤高を図 2-2-21 に示す。

図より、北東エリア（調査地点 No.1～9）、調査地点 No.73、78、79、82 の地盤高は他と比べて高いことが分かる。また、海岸沿いの道路（Boduthakurufaanu Magu）の地盤高（調査地点 No.60,61,62,85,90,91,93,122,123,124, 155,157,158,167,168）が内側の地盤高よりも高く、浸水が生じやすい地形であることが分かる。

平均満潮位 MSL＋0.267m に対して最低地盤高は MSL＋0.7m 程度、地盤高 MSL+1.0m 以下の地点が全体の 60%である。



出典：JICA 調査団

図 2-2-21 地盤高

(6) 浸水被害

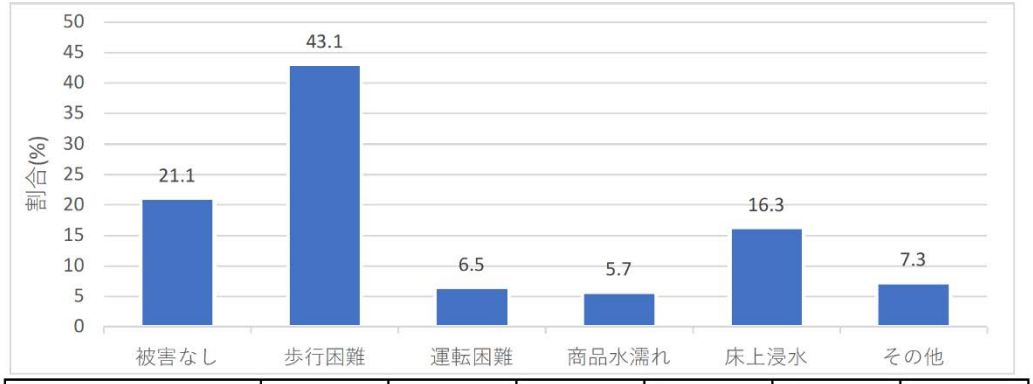
西及び南エリアの浸水被害を図 2-2-22 に、北東エリアの浸水被害を図 2-2-23 に示す。

➢ **【西及び南エリア】**

最も多い被害は歩行困難であり、40%程度を占めている。図 2-2-22 に示す地点で床上浸水および商品水濡れの被害が発生しており 20%程度を占めている。同地点の地盤高は 1 カ所を除き 1m 未満ではあるものの、地盤高との相関があると言えるほどではない。

➢ **【北東エリア】**

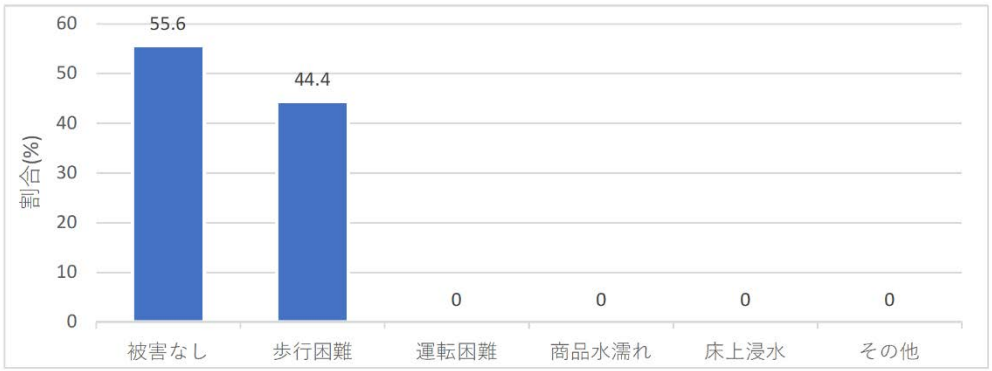
被害は歩行困難のみである。



被害内容		被害なし	歩行困難	運転困難	商品水濡れ	床上浸水	その他
回答者数	(人)	26	53	8	7	20	9
割合	(%)	21.1	43.1	6.5	5.7	16.3	7.3

図 2-2-22 浸水被害（西及び南エリア）

出典：JICA 調査団



被害内容		被害なし	歩行困難	運転困難	商品水濡れ	床上浸水	その他
回答者数	(人)	5	4	0	0	0	0
割合	(%)	55.6	44.4	0	0	0	0

図 2-2-23 浸水被害（北東エリア）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2-2-24 床上浸水および商品水濡れの被害

(7) 浸水頻度

西及び南エリアの浸水頻度を図 2-2-25 に、北東エリアの浸水頻度を図 2-2-26 に示す。

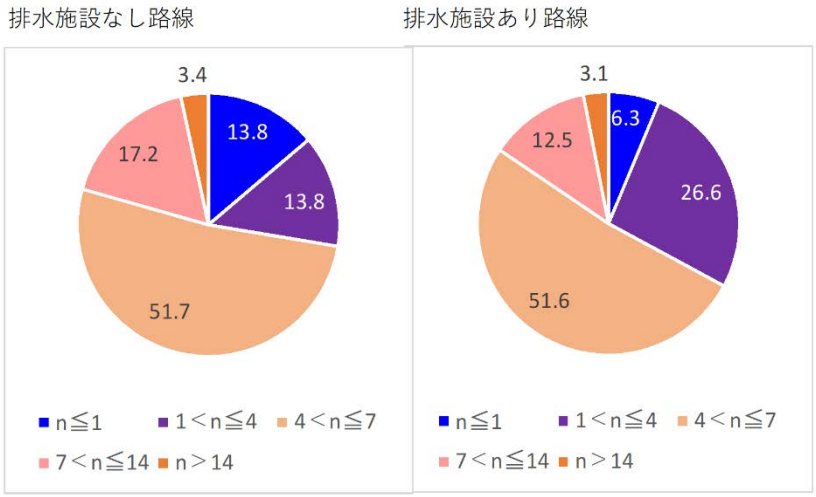
また、位置別の浸水頻度を図 2-2-27 に示す。

➢ **【西及び南エリア】**

排水施設の有無による差は見られず、浸水頻度は 4～7 回/月であると推定される。具体的な数字ではなく、毎回降雨時、毎回大雨時といった回答が全体の 35%を占めた。2021 年の降雨の多い南西モンスーン期（5 月～11 月）において日降雨量 10mm 以上の平均日数が 5 日/月であることから、毎回降雨時を 4<n≦7、毎回大雨時を 1<n≦4 としてカウントした。

➢ **【北東エリア】**

排水施設のある路線の浸水頻度は 1～4 回/月、排水施設のない路線の浸水頻度は 4～7 回/月であると推定される。



排水施設なし路線

月当浸水回数　（回/月）	n≦1	1＜n≦4	4＜n≦7	7＜n≦14	n＞14
回答者数　（人）	8	8	30	10	2
割合　（%）	13.8	13.8	51.7	17.2	3.4
累加割合　（%）	13.8	27.6	79.3	96.5	100

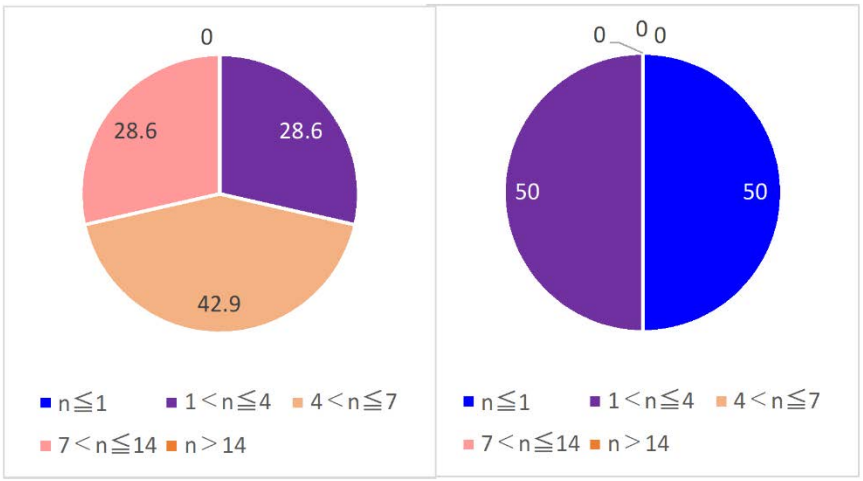
排水施設あり路線

月当浸水回数　（回/月）	n≦1	1＜n≦4	4＜n≦7	7＜n≦14	n＞14
回答者数　（人）	4	17	33	8	2
割合　（%）	6.3	26.6	51.6	12.5	3.1
累加割合　（%）	6.3	32.9	84.5	97	100

図 2-2-25 浸水頻度（西および南エリア）

出典：JICA 調査団

排水施設なし路線　　排水施設あり路線



排水施設なし路線

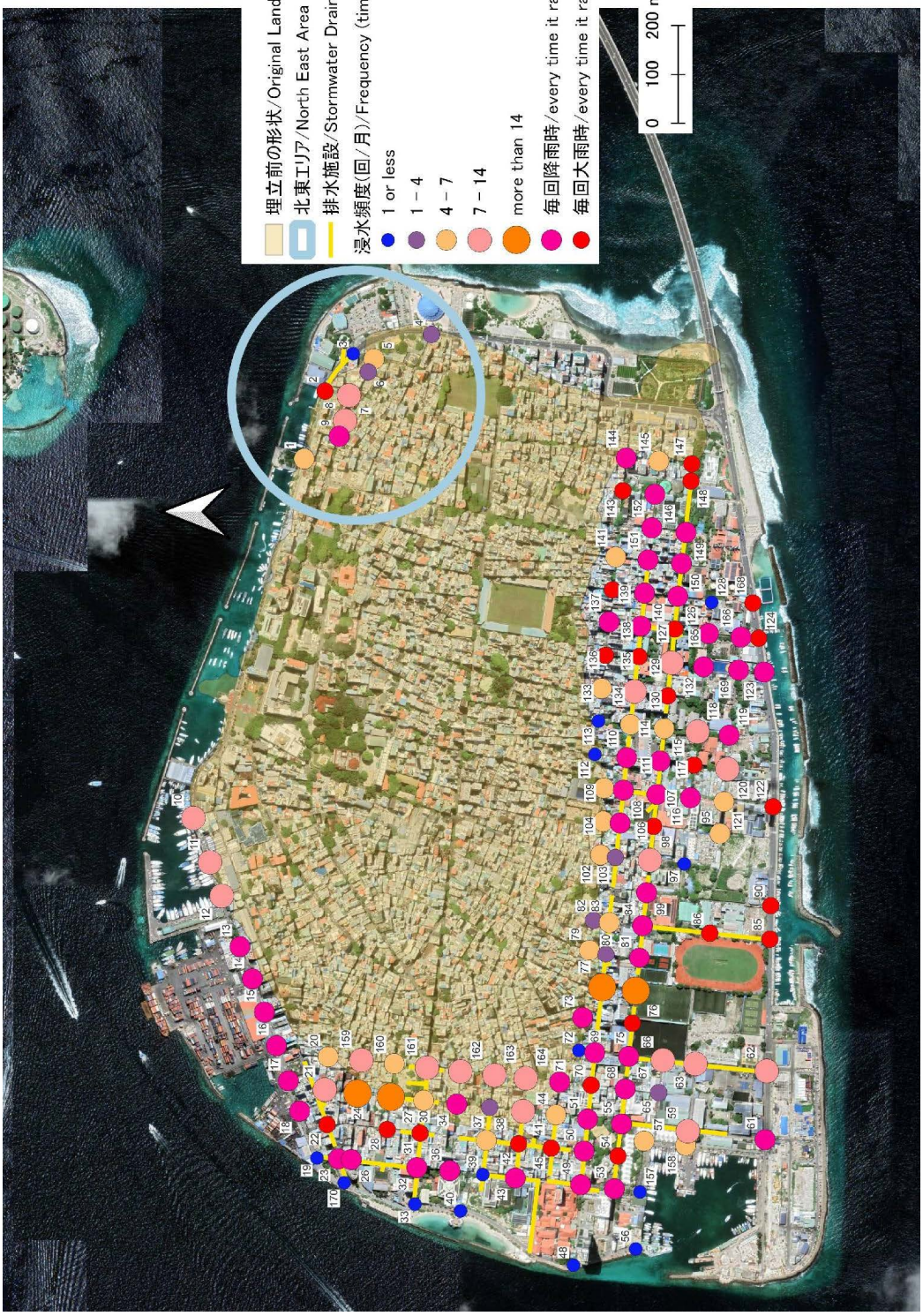
月当浸水回数　（回/月）	n≦1	1＜n≦4	4＜n≦7	7＜n≦14	n＞14
回答者数　（人）	0	2	3	2	0
割合　（%）	0	28.6	42.9	28.6	0
累加割合　（%）	0	28.6	71.5	100.1	100

排水施設あり路線

月当浸水回数　（回/月）	n≦1	1＜n≦4	4＜n≦7	7＜n≦14	n＞14
回答者数　（人）	1	1	0	0	0
割合　（%）	50	50	0	0	0
累加割合　（%）	50	100	100	100	100

図 2-2-26 浸水頻度（北東エリア）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2-2-27 浸水頻度（位置別）

(8)　浸水深

平均浸水深、最大浸水深ともに過去 5 カ年程度の実績値であり、排水施設設置後（2014 年から 2018 年に設置）の実績と言える。排水施設が設置されている路線の最大浸水深については排水施設設置前の実績も整理した。

西及び南エリアの浸水深を図 2-2-28 に、北東エリアの浸水深を図 2-2-29 に示す。

また、位置別の浸水深を図 2-2-30 に示す。

- **【西及び南エリア】**

平均浸水深は排水施設が設置されている路線で平均的に 1cm～5cm、設置されていない路線で平均的に 5cm～10cm であると推定される。平均浸水深の最大値は排水施設設置の有無にかかわらず 30cm 以下である。

最大浸水深は排水施設の設置の有無にかかわらず平均的には 10cm～20cm であると推定される。排水施設が設置されていない路線には浸水深 50cm 超の箇所はないが、設置されている路線には 5 カ所ある。

排水施設設置前後の最大浸水深は、両方の値が得られた箇所のみで統計した。30cm 超の割合に着目すると排水施設設置前で 17%程度（100 – 82.9）、設置後で 7%程度（100 – 92.8）である。前者の方が高く、排水施設の効果がみられる。

- **【北東エリア】**

平均浸水深は排水施設設置の有無にかかわらず平均的に 1cm 以下であると推定される。平均浸水深の最大値は排水施設設置の有無にかかわらず 10cm 以下である。

最大浸水深は排水施設設置の有無にかかわらず平均的に 1cm 以下であると推定される。最大値は排水施設が設置されていない路線で 30cm 以下、設置されている路線では 10cm 以下である。

排水施設設置前後の最大浸水深は、両方の値が得られた箇所のみで統計した。排水施設設置前後で差異は見られない。



浸水深	平均浸水深（排水施設設置後）								最大浸水深（排水施設設置後）								最大浸水深（排水施設あり路線）							
	排水施設なし路線			排水施設あり路線					排水施設なし路線			排水施設あり路線					排水施設置前			排水施設置後			
	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合			回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合			回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合		
(cm)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)			(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)			(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)		
h≦1	15	27.8	27.8	23	34.8	34.8			2	3.7	3.7	6	9.1	9.1			2	4.9	4.9	4	9.8	9.8		
1<h≦5	8	14.8	42.6	13	19.7	54.5			4	7.4	11.1	6	9.1	18.2			3	7.3	12.2	3	7.3	17.1		
5<h≦10	16	29.6	72.2	13	19.7	74.2			8	14.8	25.9	10	15.2	33.4			3	7.3	19.5	5	12.2	29.3		
10<h≦20	8	14.8	87	16	24.2	98.4			18	33.3	59.2	14	21.2	54.6			10	24.4	43.9	9	22	51.3		
20<h≦30	7	13	100	1	1.5	100			13	24.1	83.3	16	24.2	78.8			10	24.4	68.3	10	24.4	75.7		
30<h≦40	0	0	100	0	0	100			4	7.4	90.7	8	12.1	90.9			6	14.6	82.9	7	17.1	92.8		
40<h≦50	0	0	100	0	0	100			5	9.3	100	1	1.5	92.4			1	2.4	85.3	0	0	92.8		
h>50	0	0	100	0	0	100			0	0	100	5	7.6	100			6	14.6	100	3	7.3	100		

注：No.60,61,62,73,78,79,82,85,90,91,93,122,123,124, 155,157,158,167,168 は除外

出典：JICA 調査団

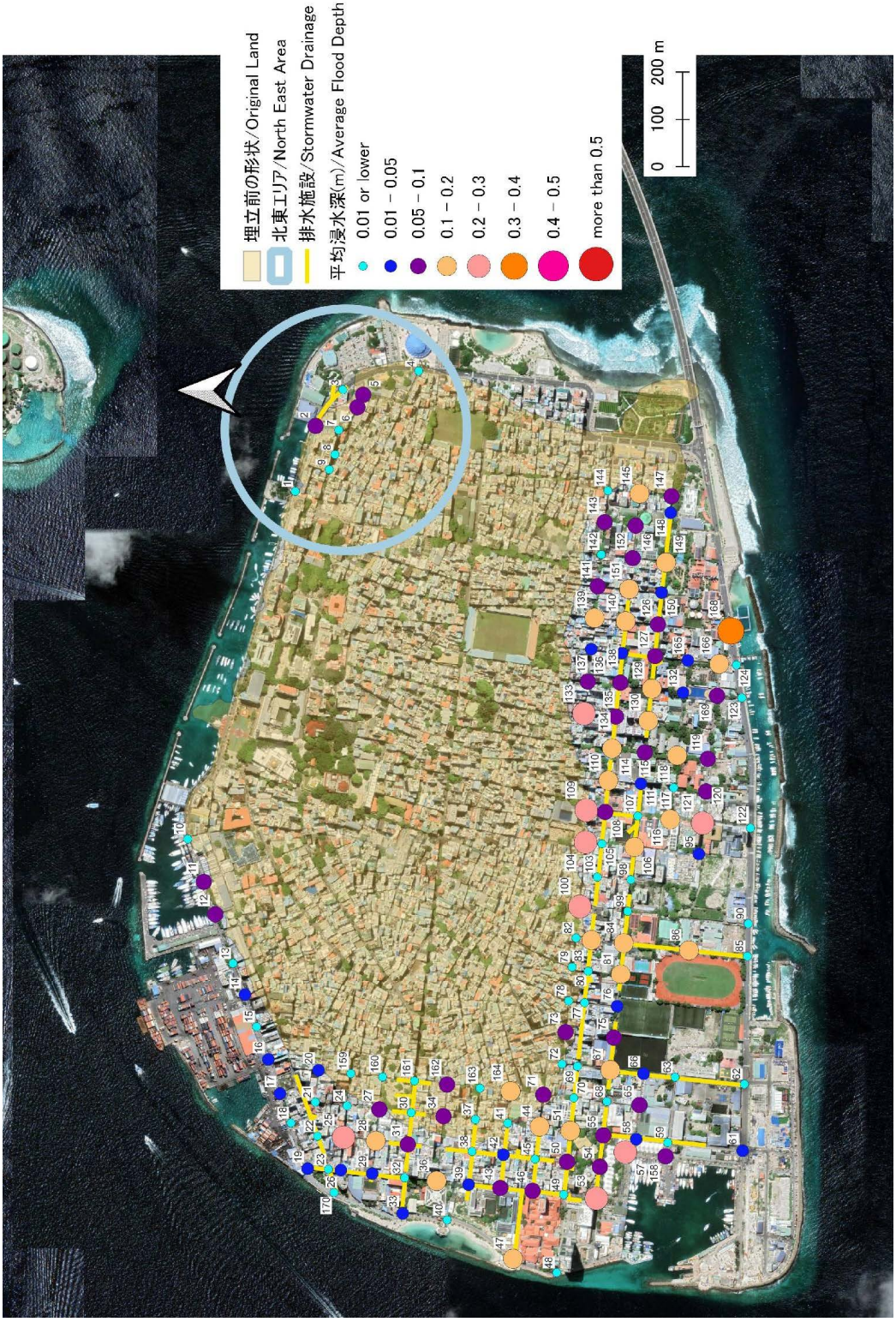
図 2-2-28 浸水深（西および南エリア）



浸水深	平均浸水深（排水施設設置後）						最大浸水深（排水施設設置後）						最大浸水深（排水施設あり路線）					
	排水施設なし路線			排水施設あり路線			排水施設なし路線			排水施設あり路線			排水施設設置前			排水施設設置後		
	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合
(cm)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)
h≦1	5	71.4	71.4	1	50	50	4	57.1	57.1	1	50	50	1	50	50	1	50	50
1＜h≦5	0	0	71.4	0	0	50	0	0	57.1	0	0	50	0	0	50	0	0	50
5＜h≦10	2	28.6	100	1	50	100	2	28.6	85.7	1	50	100	1	50	100	1	50	100
10＜h≦20	0	0	100	0	0	100	0	0	85.7	0	0	100	0	0	100	0	0	100
20＜h≦30	0	0	100	0	0	100	1	14.3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
30＜h≦40	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
40＜h≦50	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
h＞50	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100

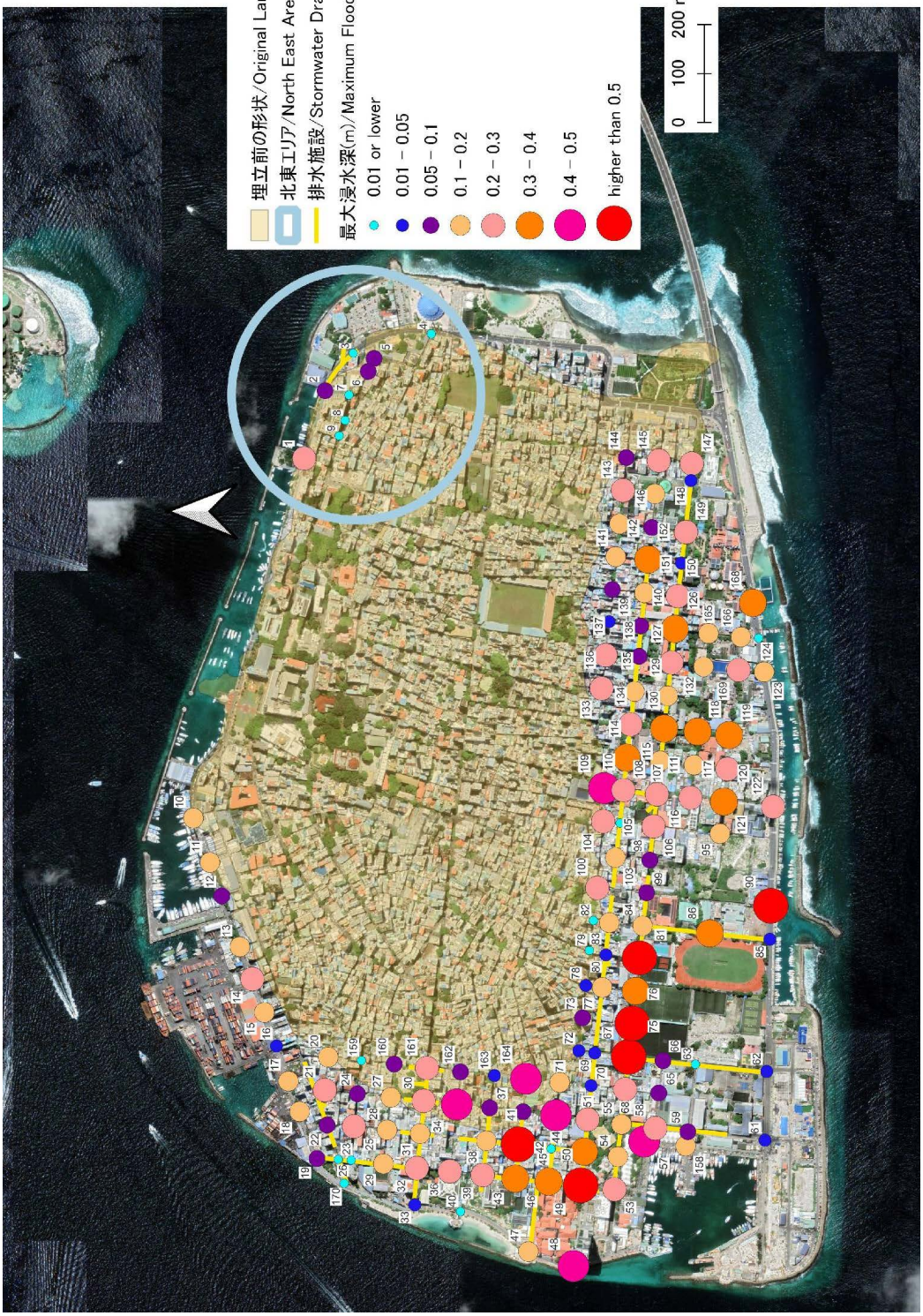
出典：JICA 調査団

図 2-2-29 浸水深（北東エリア）



出典：JICA 調査団

図 2-2-30 平均浸水深（位置別）



出典：JICA 調査団

図 2-2-31 最大浸水深（位置別）



出典：JICA 調査団

図 2-2-32 排水施設設置による浸水深の変化（位置別）

(9)　浸水時間

西及び南エリアの浸水時間を図 2-2-33 に、北東エリアの浸水時間を図 2-2-34 に示す。

また、位置別の浸水時間を図 2-2-35 に示す。

➢ **【西及び南エリア】**

平均浸水時間は排水施設が設置されている路線で平均的に 1 時間以下、設置されていない路線で平均的に 1～3 時間であると推定される。平均浸水時間の最大値は排水施設設置の有無にかかわらず 12 時間超である。

最長浸水時間は排水施設が設置されている路線で平均的に 9～12 時間、設置されていない路線で平均的に 3～6 時間であると推定される。最長浸水時間の最大値は排水施設設置の有無にかかわらず 12 時間超である。

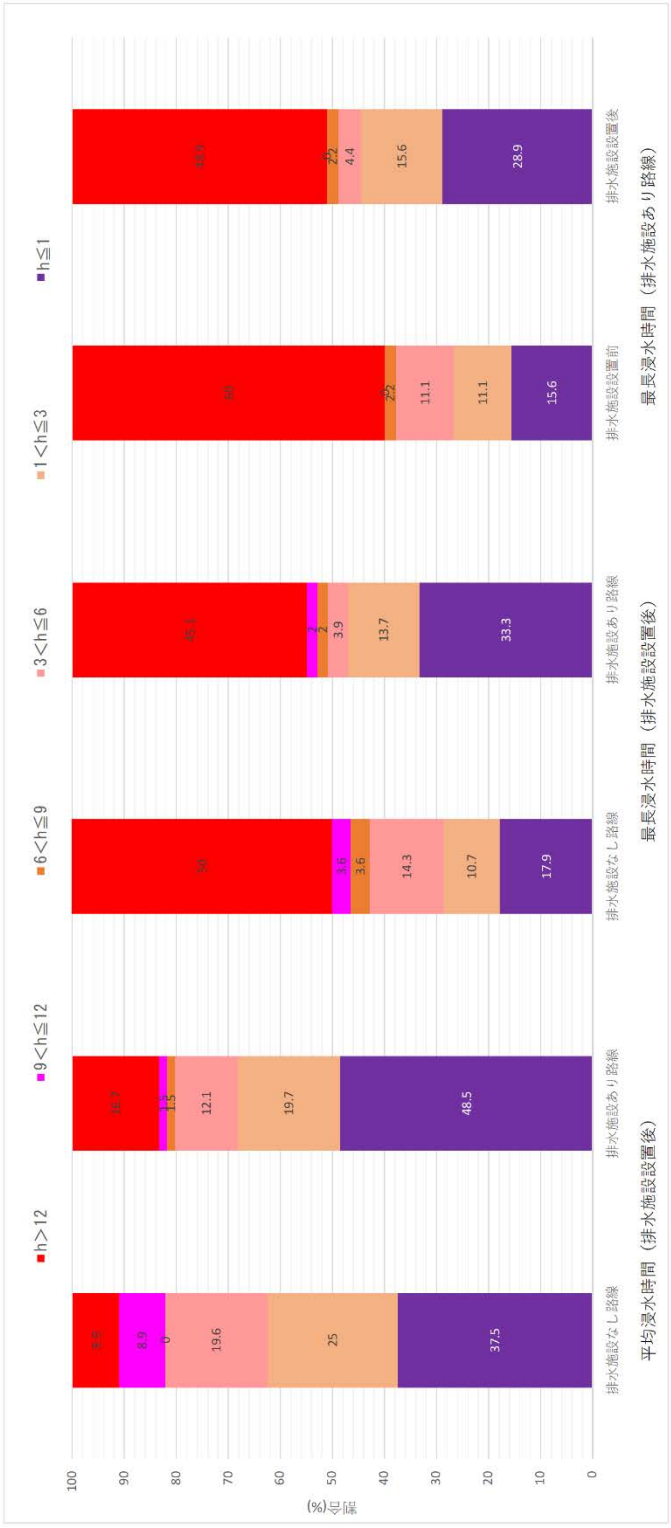
排水施設設置前後の最長浸水時間は、両方の値が得られた箇所のみで統計した。12 時間超の割合に着目すると排水施設設置前で 60%程度（100 –40）、設置後で 48%程度（100 – 51.1）である。前者の方が高く、排水施設の効果がみられる。

➢ **【北東エリア】**

平均浸水時間は排水施設が設置されている路線で平均的に 1 時間以下、設置されていない路線で平均的に 1～3 時間であると推定される。平均浸水時間の最大値は排水施設が設置されている路線で平均的に 1 時間以下、設置されていない路線で 12 時間超である。

最長浸水時間は排水施設が設置されている路線で平均的に 1 時間以下、設置されていない路線で平均的に 12 時間超であると推定される。最長浸水時間の最大値は排水施設が設置されている路線で 1 時間以下、設置されていない路線で 12 時間超である。

排水施設設置前後の最長浸水時間は、両方の値が得られた箇所のみで統計した。排水施設設置前後で差異は見られない。

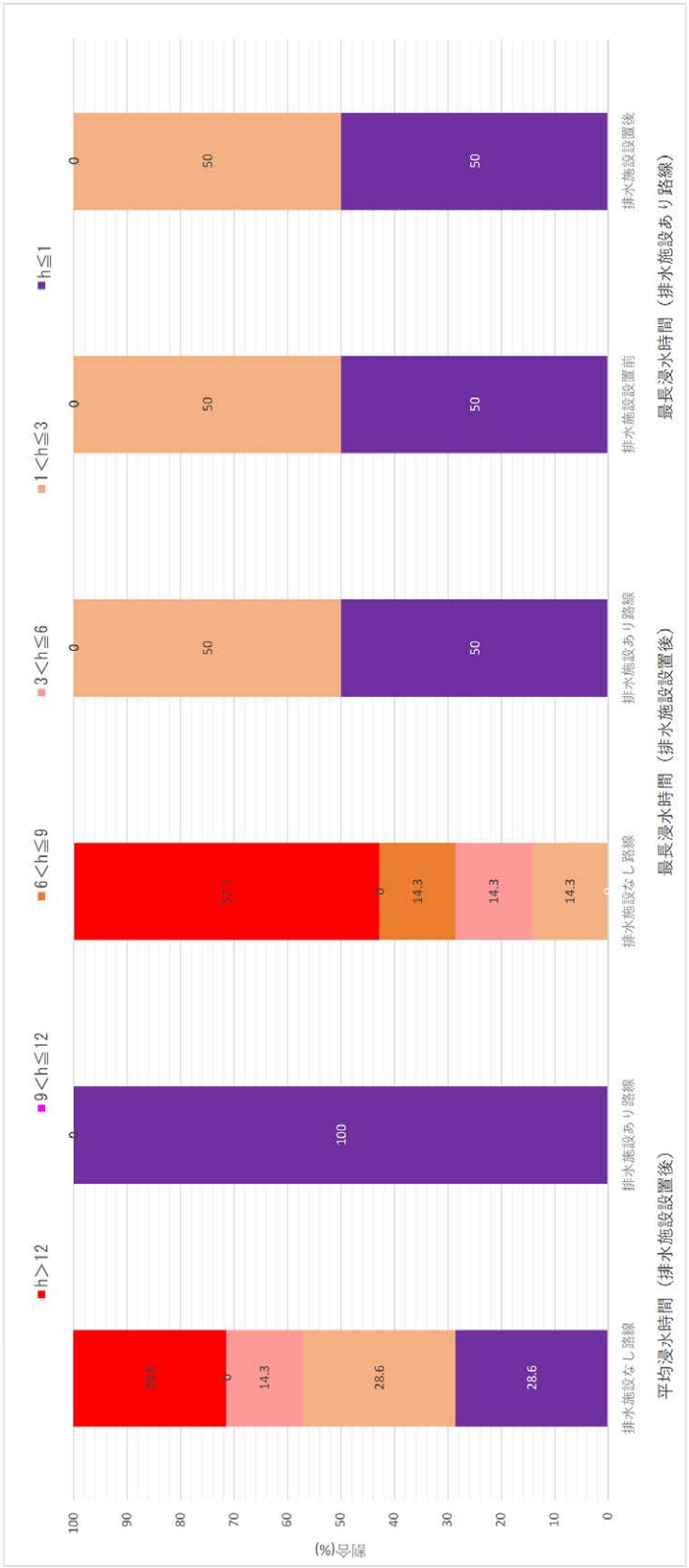


浸水時間	平均浸水時間（排水施設設置後）						最長浸水時間（排水施設なし路線）				最長浸水時間（排水施設設置後）				最長浸水時間（排水施設あり路線）			
	排水施設なし路線			排水施設あり路線			排水施設なし路線			排水施設あり路線	排水施設設置前			排水施設設置後	排水施設設置前			排水施設設置後
	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	回答者数	割合	累加割合	回答者数	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合
(hr)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(人)	(%)	(%)	(人)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)
h≦1	21	37.5	37.5	32	48.5	48.5	10	17.9	17.9	17	7	15.6	33.3	13	7	15.6	15.6	13	28.9	28.9
1<h≦3	14	25	62.5	13	19.7	68.2	6	10.7	28.6	7	5	11.1	47	7	5	11.1	26.7	7	15.6	44.5
3<h≦6	11	19.6	82.1	8	12.1	80.3	8	14.3	42.9	2	5	11.1	50.9	2	5	11.1	37.8	2	4.4	48.9
6<h≦9	0	0	82.1	1	1.5	81.8	2	3.6	46.5	1	1	2.2	52.9	1	1	2.2	40	1	2.2	51.1
9<h≦12	5	8.9	91	1	1.5	83.3	2	3.6	50.1	1	0	0	54.9	0	0	0	40	0	0	51.1
h>12	5	8.9	99.9	11	16.7	100	28	50	100.1	23	27	60	100	22	22	48.9	100			

注：No.60,61,62,73,78,79,82,85,90,91,93,122,123,124, 155,157,158,167,168 は除外

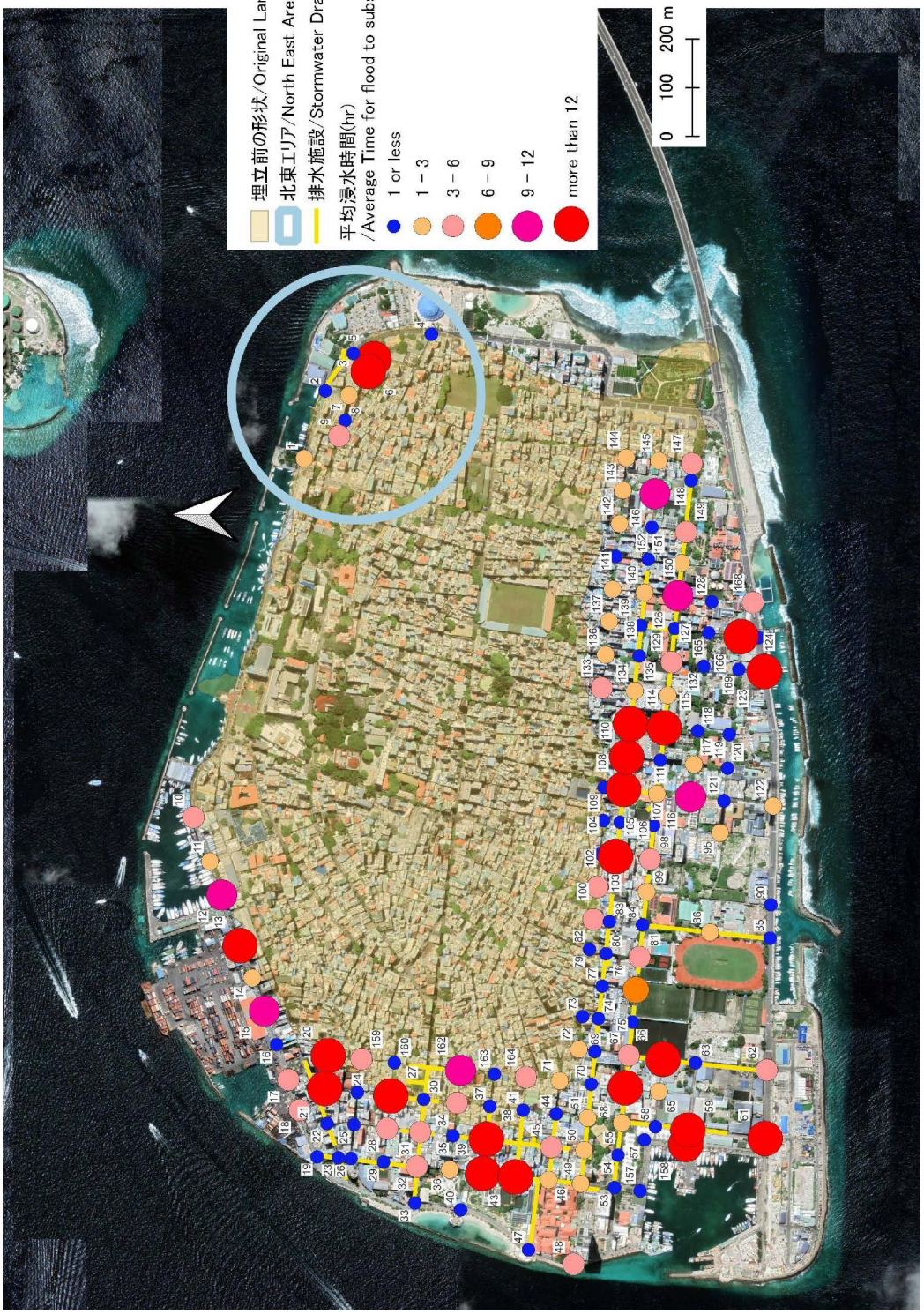
出典：JICA 調査団

図 2-2-33 浸水時間（西および南エリア）



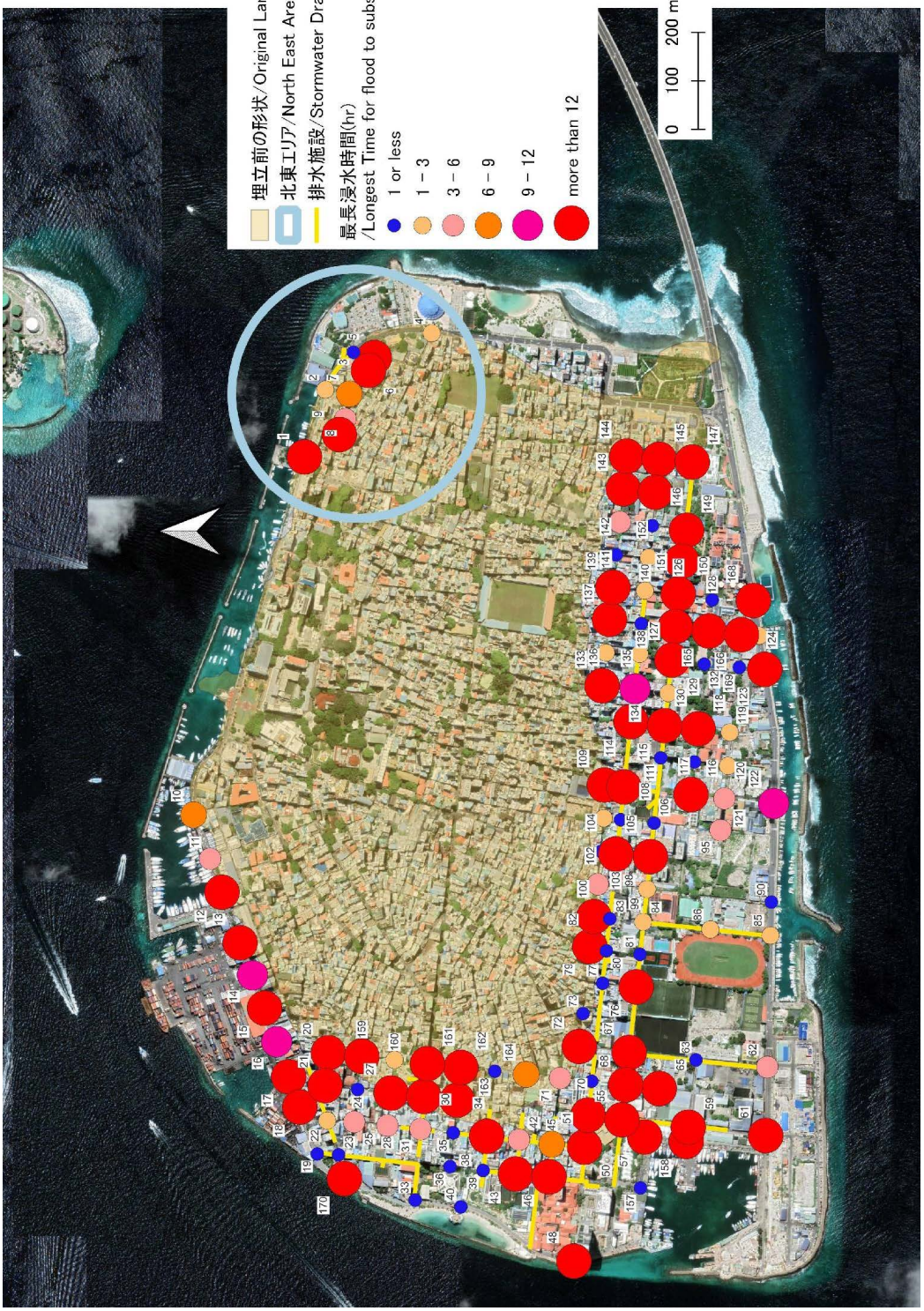
浸水時間	平均浸水時間（排水施設設置後）						最長浸水時間（排水施設設置後）						最長浸水時間（排水施設あり路線）					
	排水施設なし路線			排水施設あり路線			排水施設なし路線			排水施設あり路線			排水施設設置前			排水施設設置後		
	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合	回答者数	割合	累加割合
(hr)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)	(人)	(%)	(%)
h≦1	2	28.6	28.6	2	100	100	0	0	0	1	50	50	1	50	50	1	50	50
1<h≦3	2	28.6	57.2	0	0	100	1	14.3	14.3	1	50	100	1	50	100	1	50	100
3<h≦6	1	14.3	71.5	0	0	100	1	14.3	28.6	0	0	100	0	0	100	0	0	100
6<h≦9	0	0	71.5	0	0	100	1	14.3	42.9	0	0	100	0	0	100	0	0	100
9<h≦12	0	0	71.5	0	0	100	0	0	42.9	0	0	100	0	0	100	0	0	100
h>12	2	28.6	100	0	0	100	4	57.1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100

図 2-2-34 浸水時間（北東エリア）



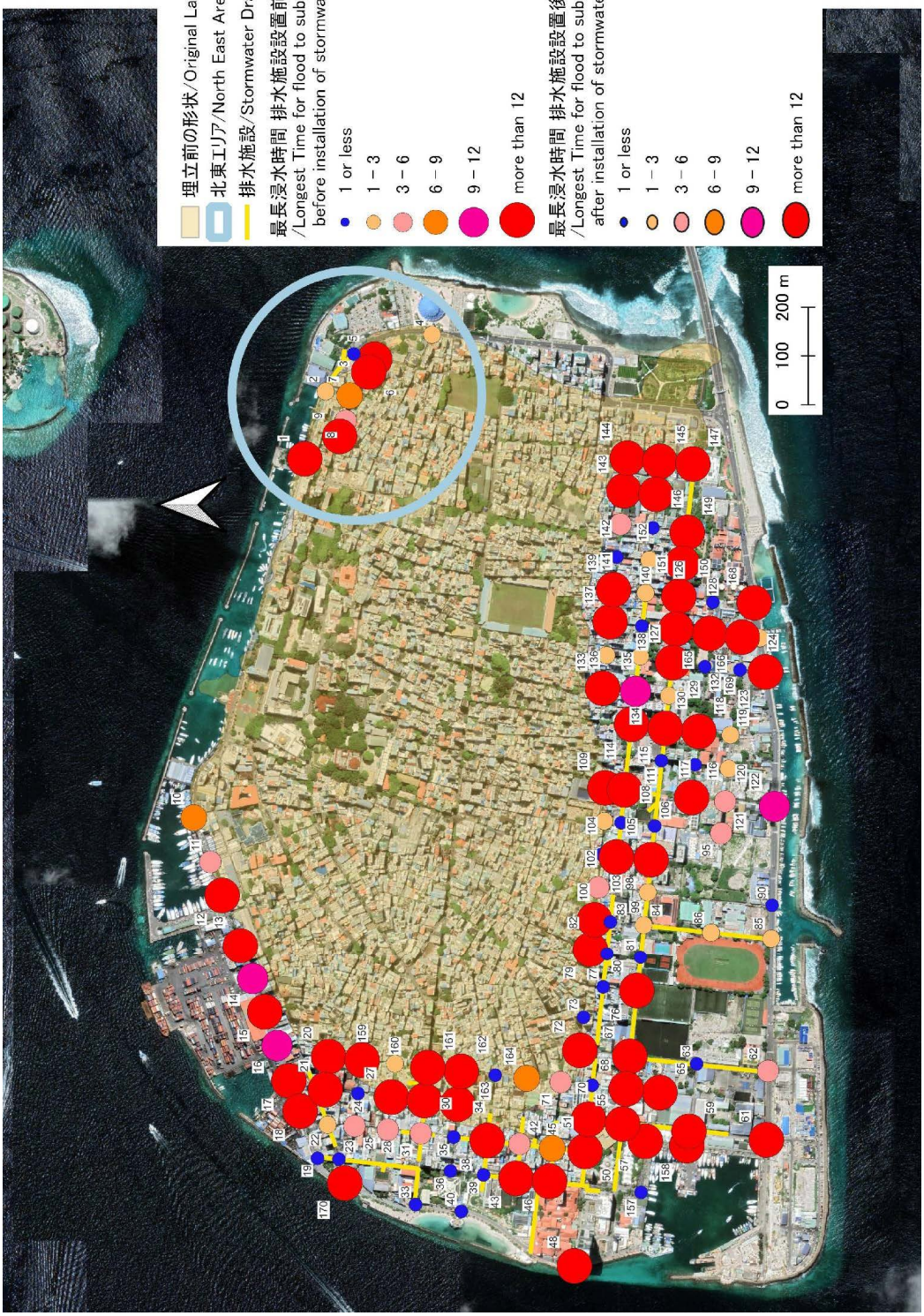
出典：JICA 調査団

図 2-2-35 平均浸水時間（位置別）



出典：JICA 調査団

図 2-2-36 最長浸水時間（位置別）



出典：JICA 調査団

図 2-2-37 排水施設設置による浸水時間の変化（位置別）

2-2-3-4　既設ポンプ場調査

既設ポンプ場の位置及びマンホール天端高の調査結果を表 2-2-7 に示す。

表 2-2-7 既設ポンプ場の位置及びマンホール天端高

ポンプ番号	場所	位置情報*1		天端高*2
		東経	北緯	
LS01	Kudkudhinge bageecha	335159.47	461168.77	0.87
LS02	Ameenee Magu,Ekuveni Parking Zone	未確定	未確定	未確定
LS03	Ma. Badifasgandu Higun	334237.48	461315.24	1.43
LS04	Nearby IGMH	333763.35	461391.85	0.69
LS05	Near running track	334266.79	460999.95	1.01
LS06	Near Hulumale bus terminal	333995.14	461006.45	1.00
LS07	Near Ministry of Housing and Infrastructure	333885.13	461295.71	0.89
LS08	Male City council administration	333800.91	461786.60	0.95
LS09	Alimas Kaanival	335473.47	461886.67	1.42
LS10	Maafannu Sahara	333970.37	461744.59	2.43
LS11	Near Viyafaari veringe miskith	333827.76	461377.32	1.00
LS12	Ali rasgefaanu ziyaarath	333848.38	461495.84	0.75
LS13	Near Hiriyaa school	333774.96	461600.48	0.92
LS14	Maafannu Haveeree higun	333931.60	461925.56	0.58
LS15	Near MWSC Customer Service Building	334522.29	461251.77	1.01
LS16	Male Hiya 02 (koimalaa higun)	334895.27	461164.21	0.97

*1 : Geodetic Reference System - WGS84 zone 43N
*2 : マンホールの底面から天端までの高さ

出典：JICA 調査団

2-2-4　環境社会配慮

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2022 年 1 月公布改訂版)(以下、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」)に照らし合わせ「環境カテゴリ B」と分類され、「カテゴリ B 案件報告書執筆要領」(2019 年 11 月)を参照すべき案件であるため、同執筆要領に基づき本章を執筆する。チェックリストに関しては、同ガイドラインの参考資料「JICA 環境チェックリスト」の Environmental Checklist 11: Ports and Harbors に基づき資料を作成した。

2-2-4-1　環境影響評価

(1)　環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

環境社会配慮の対象となる事業コンポーネントを下表に示す。詳細は 3 章にて後述する。

表 2-2-8 事業コンポーネント概要

#	事業コンポーネント	位置	全長
1	係留岸壁修復	マレ島北側（下図①）	95m
2	護岸改良	マレ島東・北東側（下図②）	397m
3	護岸改良	マレ島南東側（下図③）	230m

出典：JICA 調査団



図 2-2-38 マレ島における事業地 3 地点の位置関係

出典：　JICA 調査団

(2) ベースとなる環境社会の状況

1) 自然環境

a. 気象：2-2-3-1 対象地域の自然条件に記載している。

b. 地形・地質：2-2-3-1 対象地域の自然条件に記載している。

c. 保護区：モ国には 1993 年に施行された Environmental Protection and Preservation Act に基づく 76 の自然保護区と Heritage Act に基づく 3 つの文化遺産保護区がある。下表にて 2022 年 6 月に改定された保護区を整理する。

表 2-2-9 モ国の自然保護区と文化遺産保護区

#	保護区名称	制定年月日	対象	面積（ha）
1	Makunudhoo Kandu Olhi	27.09.1995	海域	308
2	Rasfari Region	27.09.1995	海域	984
3	Thanburudhoo region	27.09.1995	海域	318
4	Gaathugiri/Aaiydhashugiri	27.09.1995	海域	4
5	Giraavaru Kuda Haa	27.09.1995	海域	258
6	Dhekunu Thilafalhuge Miyaruvani	27.09.1995	海域	150
7	Gulhifalhu Medugai Onna Kohlavaanee	27.09.1995	海域	11
8	Enbiidhoo Kanduolhi	27.09.1995	海域	632
9	Guraidhoo Kanduolhi	27.09.1995	海域	352
10	Mayaa Thila	27.09.1995	海域	1,024
11	Orimas Thila	27.09.1995	海域	1,307
12	Mushimasmigili Thila	27.09.1995	海域	269
13	Kudarah Thila	27.09.1995	海域	269
14	Miyaru Kandu	27.09.1995	海域	1,383
15	Fushifaru Thila	27.09.1995	海域	1,393
16	Vilingili Thila	21.10.1995	海域	263
17	Dhigali Haa and Dhigali Giri	21.10.1995	海域	125
18	Kuredu Kanduolhi	21.10.1995	海域	392
19	Lankan Thila	21.10.1995	海域	263
20	Kashibeyru Thila	21.10.1995	海域	1,317
21	Faruhulhuvalhi beyru	21.10.1995	海域	861
22	Vattaru Kandu	21.10.1995	海域	9,718
23	Lhazikuraadi	21.10.1995	海域	487
24	Filitheyo Kandu	21.10.1995	海域	168
25	Fushee Kandu	21.10.1995	海域	2,358
26	Eadhigali Kilhi & Koattey	07.12.2004	海域	771
27	Olhugiri	14.06.2006	海域	52

#	保護区名称	制定年月日	対象	面積（ha）
28	Hithaadhoo	14.06.2006	海域	53
29	Hurasdhoo	14.06.2006	海域	22
30	Huraa Mangrove Area	14.06.2006	陸域と海域	5
31	South Ari Marine Park	05.06.2009	海域	5,140
32	Hanifaru Region	05.06.2009	海域	829
33	Angafaru Region	05.06.2009	海域	769
34	Mendhoo region	05.06.2011	海域	1,173
35	Goidhoo Koaru Area	05.06.2011	陸域と海域	14
36	Maahuruvalhi Faru Region	05.06.2011	海域	1,873
37	Bathalaa Region	05.06.2011	陸域と海域	692
38	Mathifaru Huraa Region	05.06.2011	海域	55
39	The wreck of Corbin	05.06.2011	海域	328
40	Bandaara Kilhi and surrounding wetland area	18.06.2012	陸域	41
41	Dhandumagu Kilhi	18.06.2012	陸域	69
42	Thundi Area-Fuvahmulah	18.06.2012	陸域	32
43	Kandihera and Maa Kandu Olhi	13.09.2018	海域	735
44	British Loyalty	13.09.2018	海域	65
45	AA. Madivaru	07.10.2018	陸域と海域	266
46	G.Dh. Dhigulaabadhoo	07.10.2018	陸域と海域	487
47	Sh. Farukolhu	07.10.2018	陸域と海域	683
48	H.Dh. Keylakunu	2018	陸域と海域	236
49	H.Dh. Neykurendhoo Wetland	2018	陸域と海域	74
50	HA. Baarah Wetland	2018	陸域と海域	51
51	HA. Gallandhoo	16.06.2019	陸域と海域	251
52	HA. Bilehdhoo Thila	16.06.2019	海域	4,338
53	HA. Kelaa Kandhoofaa	16.06.2019	陸域と海域	112
54	H.Dh/ Finey Thila	16.06.2019	海域	98
55	H.Dh Innafushi	16.06.2019	陸域と海域	1,362
56	Sh. Bollissafaru	16.06.2019	陸域と海域	950
57	Sh. Naalaa Huraa finolhu	16.06.2019	陸域と海域	159
58	N. Foh Dhiparu Finolhu	16.06.2019	陸域と海域	321
59	N. Kendhikulhudhoo Wetland	16.06.2019	陸域と海域	494
60	Orimas Thila	16.06.2019	海域	46
61	N. Bodulhaimendhoo	16.06.2019	陸域と海域	320
62	Farikede	22.07.2020	海域	637
63	Kuda Kandu	22.09.2020	海域	462

#	保護区名称	制定年月日	対象	面積（ha）
64	Maakilhi and Fehele Kilhi	22.09.2020	陸域と海域	26
65	Maafishi Kilhi	22.09.2020	陸域と海域	6
66	Mathi Kilhi	22.09.2020	陸域と海域	54
67	Lh. Maagandu Thila (Anemone Thila)	08.10.2020	海域	1,556
68	Lh. Sehlhifushi and Hiriyadhoo	08.10.2020	陸域と海域	492
69	Lh. Maakao	08.10.2020	陸域と海域	62
70	Lh. Vavvary, Dhadifalhu Finaolhu and Shandifalhu Kanduolhi	08.10.2020	海域	687
71	Lh. Dhashugiri Finalhu	08.10.2020	海域	330
72	Maldives Victory Wreck	13.02.2021	海域	5
73	K. Kaashidhoo Wetland	13.02.2021	陸域と海域	43
74	L. Gan Boda Fengada	23.12.2021	陸域	15
75	L. Maabaidhoo Koaraari Fushi Kandu Sarahahdhu	23.12.2021	海域	521
76	L. Bodu Finolhu adhi Vadinolhu Kandu Olhi Sarahahdhu	23.12.2021	陸域と海域	706
77	L. Gaadhoo Key biodiversity area	23.12.2021	海域	615
78	L. Gaadhoo Hithadhoo Kandu	23.12.2021	海域	777
79	L. Hithadhoo Kulhi aai vashaigenvaa sarahahdhu	23.12.2021	陸域と海域	43

注：上述の 39, 44 及び 72 は文化遺産保護区、それ以外は自然保護区

出典：2022 年 6 月 16 日付け、EPA の Protected Areas List

2022 年 10 月 25 日に行ったモ国の環境所轄官庁（EPA）への聞き取りによると、マレ島における本事業の係留岸壁修復及び護岸改良の対象地は、最も近い保護区からの距離や位置関係を勘案して、同国の保護区に影響を及ぼす可能性は懸念されないとのことであった。以下、工事対象地から最も近い自然保護区までの距離と位置情報を整理する。

表 2-2-10 事業地から最も近いモ国の自然保護区と事業地の距離

#	保護区名称	事業地からの距離	GPS 位置座標
4	Gaathugiri/Aaiydhashugiri	7 km	4.23933 / 73.53187
6	Dhekunu Thilafalhuge Miyaruvani	9 km	4.178928 / 73.426
7	Gulhifalhu Medugai Onna Kohlavaanee	5 km	4.17381 / 73.46588
8	Enboodhoo Kanduolhi	11 km	4.08589985 / 73.53005

注：上表の番号 4, 6, 7 及び 8 は表 2-2-9 と対比。

出典：JICA 調査団

また、上記 4 つの自然保護区と事業地の位置関係を下図にて整理する。

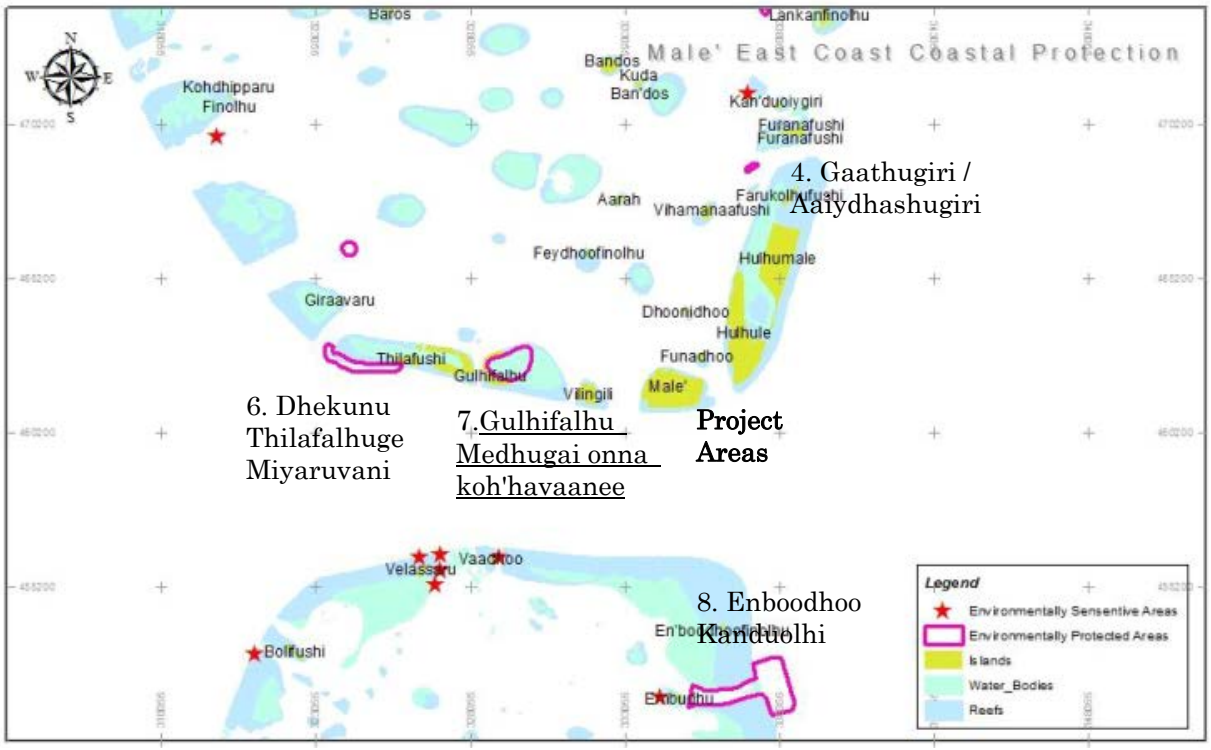


図 2-2-39 事業地から最も近いモ国の自然保護区と事業地の位置関係

出典： JICA 調査団

上述のように事業地が位置するマレ島にはモ国の自然保護区は存在しない。また、事業地から最も近い自然保護区でも 5km 以上離れており、地理的にその間には他の島も存在し、本事業が小規模な係留岸壁修復及び護岸改良である点も考慮するとモ国の自然保護区に影響を与える可能性は懸念されない。

なお、モ国では国際条例等に基づく保護区（ラムサール条約、生物多様性条約、移動性野生動物種の保全に関する条約、世界遺産条約等）の制定は進んでおらず、国連教育科学文化機関（UNESCO）の人間と生物圏計画 (Man and the Biosphere Programme)に認定されている 3 つのサイトのうち最も事業地に近いサイトが、事業地から 100 キロ以上離れた Baa Atoll Biosphere Reserve であるため、本事業が小規模な係留岸壁修復及び護岸改良である点を踏まえると、これらに影響を与える可能性は懸念されない。

d. 生態系・保護種

モ国の土壌は痩せているが、草原、森林、湿地、汽水池、マングローブ林、砂浜等の多様な生態系が存在し陸域の植生は豊かである。植生としては維管束植物だけで 583 種を数え、その内 260 種は自然種・自然由来種である。また 150 の島々において 10 の属に分類される 15 種のマングローブが存在する。動物に関しては、各島々の面積が狭いことから、陸生の哺乳類は固有種であるオオコウモリやトガリネズミに限られているが、200 種に及ぶ鳥類と、ヤモリやヘビ等の爬虫類の種は多様である。

モ国の生物多様性は海域で突出しており、島々の周辺地域においてはマンタ等のエイを含む 2 千種を超える魚類に始まり、イソギンチャクやクラゲの種も多く存在し、258 種の造礁サンゴや 36 種の海綿サンゴ、285 種の藻類、5 種の海藻類、400 種の軟体動物、350 種の甲殻類、80 種の棘皮動物、ウミガメも確認されている。

この内、2021 年に施行された Protected Species Regulations においては、213 種の生物種と 1 つの生物種グループが保全対象となっており、内訳は鳥類 207 種、下記の 6 種の爬虫類（ウミガメ）及び全てのエイ（manta rays, stingrays and eagle rays）に属する種となっている。

表 2-2-11 2021 年 Protected Species Regulations で保全対象となっている爬虫類（ウミガメ）

	学名	英語名
1	*Eretmochelys imbricata*	Hawksbill turtle
2	*Chelonia mydas*	Green sea turtle
3	*Lepidochelys olivacea*	Olive ridley turtle
4	*Dermochelys coriacea*	Leatherback turtle
5	*Caretta caretta*	Loggerhead turtle
6	*Melanochelys trijuga thermalis*	Black turtle

出典： 2021 年 Protected Species Regulations

なお、上記の 1－5 のウミガメ 5 種は、39 種のサンゴとともに、国際自然保護連合（International Union for Conservation of Nature：IUCN）のガイドラインに基づき、モ国が設定しているレッドリストで保護されている。2023 年 6 月における EPA への聞き取り調査によると、同時点ではこの 44 種以外はレッドリストに入っていないが、将来的にマングローブの種・生態系を IUCN ガイドラインに基づき保護していく予定とのことであった。

また、その他の植物や菌類等は現状保護種・保護生態系には指定されておらず、植物を保護する唯一の枠組みは以下の 2 つとのことであった。

・1993 年に施行された Environmental Protection and Preservation Act に基づく自然保護区内にあるマングローブ等（表 2-2-9 参照）

・2016 年に施行された Regulation on Protection and Conservation of Old Trees and Trees with Environmental Significance に基づいて、絶滅が危惧される、環境的・歴史的な価値の高い、もしくはローカルコミュニテーにとって重要な樹齢 50 年以上の樹木の保護

2023 年 6 月に、本調査において本事業の全ての対象地 3 か所に係る環境ベースライン調査を実施し、陸域・海域の生態系・生物種を調査した結果、上述の保護種・生態系は、事業地及び周辺において特定されなかった。

2) 社会環境

a. 地方自治体

モ国は 20 の地方自治体からなっており、この地方自治体は 7 つの州と Malé に分類される。本事業において係留岸壁修復及び護岸改良が行われる事業地は全て Malé に位置する。Malé は

モ国の首都で North Malé Atoll に位置しているが、North Malé Atoll が属する地方自治体 Kaafu とは別の行政区画となっている。下表にて州毎に地方自治体を整理する。

表 2-2-12 モ国の 7 つの州と 20 の地方自治体分類

Province Local Name	English Name	consists of administrative atolls
Mathi-Uthuru	Upper North	Haa Alif, Haa Dhaalu, Shaviyani
Uthuru	North	Noonu, Raa, Baa, Lhaviyani
Malé	Malé	Malé
Medhu-Uthuru	North Central	Kaafu, Alifu Alifu, Alifu Dhaalu, Vaavu
Medhu	Central	Meemu, Faafu, Dhaalu Atoll
Mathi-Dhekunu	Upper South	Thaa, Laamu
Medhu-Dhekunu	South Central	Gaafu Alifu, Gaafu Dhaalu
Dhekunu	South	Gnaviyani, Seenu

出典: dictionary.sensagent.com/Administrative%20Divisions%20of%20the%20Maldives/en-en/

下図において、上述の地方自治体の位置関係を整理する。

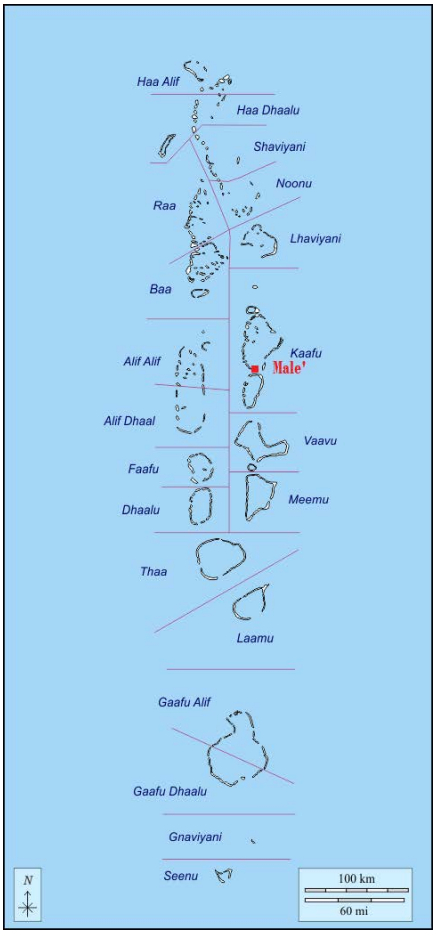


図 2-2-40 20 の地方自治体の位置関係

出典: http://d-maps.com/carte.php?num_car=232771&lang=en

b. 人口

事業対象地域の面積及び人口等を次表に示す。マレ島は世界で最も人口密度が高いと言われているが、モ国の政治・経済の中心都市であり、近隣の島よりも極めて高い人口密度を示す。

表 2-2-13 事業対象地マレ島及び近隣の島の面積、人口及び人口密度

地名	面積（ha）	人口	人口密度（人/km2）	Male'からの距離(km)
Male'	205.54	153,904	74,880	0.0
Villingili	32.52	7,988	24,560	2.8
Hulhumale'	413.58	17,149	4,150	5.3

出典： http://statisticsmaldives.gov.mv/yearbook/2021/#

事業対象地域（マレ島）の人口における男女比はほぼ 1 対 1 である。下表にて 20 の地方自治体とマレ島の男女比を示す。

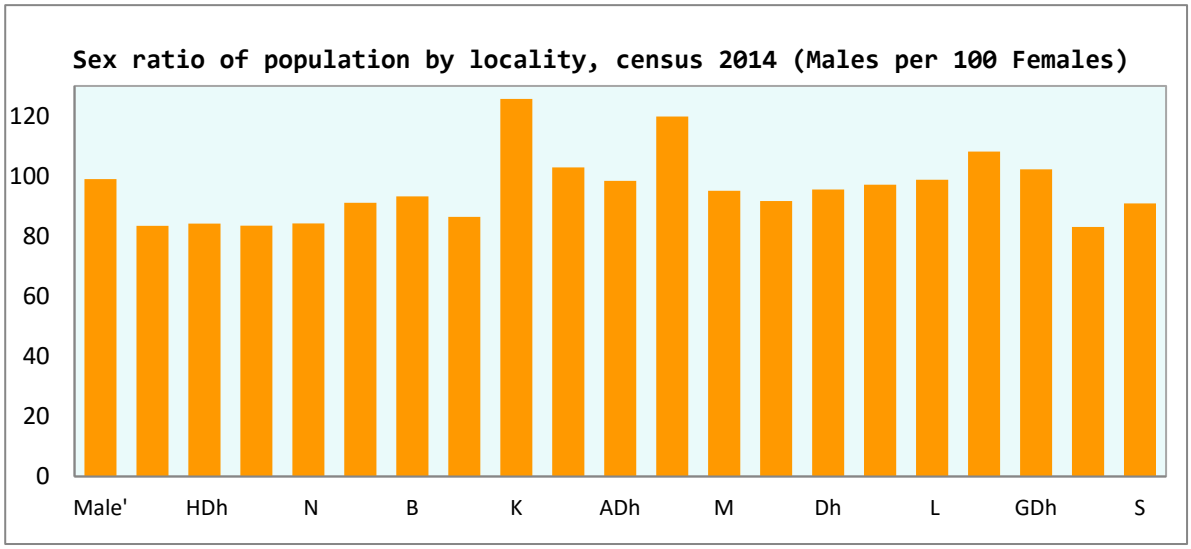


図 2-2-41 20 の地方自治体ごとの男女比

出典：2021 年モ国政府統計資料

c. 民族

モ国（及び事業対象地域）の民族に関する統計は特定されなかったが、紀元前 6 世紀以前にインド南部からモ国に渡ってきた入植者が初めとされており、それに続いて紀元前 4-5 世紀にスリランカからの入植者が加わったとされている。その後、12 世紀に東アフリカ及びアラブ諸国から商船等で渡ってきた移民を加え、これらの文化・民族が混ざり合って今日のモ国の民族が構成されている（出典：米国政府 2017 年データブック）。

d. 宗教

宗教については、モ国ではイスラム教が 99%で、残りは仏教、ヒンズー教、キリスト教等の外国人労働者が占める（出典：米国政府 2018 年データブック）

e. 識字率

世界銀行の 2021 年の統計によると、モ国における 15 歳以上の識字率は男女ともに 98%、15-24 歳の識字率は男性 100%・女性 99%となっている（出典：世界銀行 2021 年データ）。

f. 産業

モ国全体では 1 次産業が 3%、2 次産業が 16%、3 次産業が 81%を占める。

表 2-2-14 モ国における産業

地域	1 次産業	2 次産業	3 次産業
モ国	3	16	81

出典：2018 年 Moody's 報告書

3) 汚染対策

汚染対策に関して既存の有効な定量的データがないか文献調査を実施したところ、2017 年と 2019 年にマレ島東側で実施された環境影響評価報告書が特定された。しかし、これらはデータが古いのに加え、本事業の事業対象地 3 カ所の内、1 カ所しか該当しておらず、また必要と考えられる環境ベースラインデータを網羅していなかったため、現地での測定に基づくデータを収集することとした。

本調査における環境ベースライン調査結果及び汚染対策は、「(6) 環境社会配慮調査の TOR」、「(7) 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）」及び「(9) 緩和策および緩和策実施のための費用」に整理した。

(3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

1) 環境・社会関連法規

モ国憲法第 22 条は、「国は、現在と将来の国民の利益のために、自然環境、生物多様性、資源及び国の美しさを守り保全する基本的義務がある」と規定している。環境社会配慮に関しては以下の国内法が施行され、関連する国際条約・協定等も批准されている。

表 2-2-15 モ国の本事業に関連する環境社会配慮制度

分類	名称	法令番号 /施行年	主な規定内容
法	Environmental Protection and Preservation Act	Law No.4/1993	モ国における環境保護の原則（環境影響評価の基本原則も規定）

分類	名称	法令番号 /施行年	主な規定内容
	Maldivian Land Act	Law No.1/2002	モ国における土地利用に関する枠組み
	Human Rights Commission Act	Law No.1/2005	モ国の人権及び人権委員会に関連する枠組み
	Immigration Act	Law No.1/2007	モ国における移民規則の枠組み
	Employment Act	Law No.2/2008	モ国における労働条件・安全衛生の枠組み
	Public Health Protection Act	Law No.7/2012	モ国における公衆衛生の保全の原則
	Anti-Human Trafficking Act	Law No.12/2013	モ国における人身売買の防止等
	Gender Equality Act	Law No.18/2016	モ国の公的及び民間組織の性の平等に関する責任
	Heritage Act	Law No.1/2019	モ国における文化遺産保護のための、事業者・工事業者等の責務
	Child Rights Protection Act	Law No.19/2019	モ国の児童労働禁止、児童への死刑の禁止及び18 歳未満の未成年の結婚の禁止
	Water and Sewerage Act	Law No.8/2020	モ国の水管理、上下水に関する枠組み
規則	Regulation on Sand and Coral Mining	1990	環礁の縁及び島の周辺のサンゴ礁におけるサンゴ及び砂の採掘の原則禁止と所轄官庁からの許可に関する枠組み
	Sewage Regulation	1996	排水基準（2021 年の Guidelines for Domestic Wastewater Disposal も関連）
	Regulation for Cutting Down, Uprooting, Digging Out and Export of Trees	2006	樹木の伐採、掘り起こし、引き抜き及び輸出（及び国内輸送）及び実施する場合の環境影響評価の必要性等
	Environmental Liabilities Regulation	2011	1993 年の Environmental Protection and Preservation Act 及び同法に関連する規則の違反に関する罰則・罰金
	Environmental Impact Assessment Regulation	2012	環境影響アセスメントの手順、事業者、所轄官庁、その他関係機関の責務等（2013,2015,2016,2017 及び 2018 年に改定）
	Dredging and Reclamation Regulation	2013	浚渫と埋立て（2014 年の改定版で 1993 年の Environmental Protection and Preservation Act に基づく保全地域に言及）

分類	名称	法令番号 /施行年	主な規定内容
	Waste Management Regulation	2013	3R(Reduce, Reuse, Recycle)の推奨、廃棄物管理基準の設定、汚染者負担原則及び拡大生産者責任に関する言及
	Regulation on Protection and Conservation of Old Trees and Trees with Environmental Significance	2016	絶滅が危惧される、環境的・歴史的な価値の高い、もしくはローカルコミュニテーにとって重要な樹齢 50 年以上の樹木の保護
	Regulation on Protected Areas	2018	国内の自然環境保全地域に関する規則（実際の保護地区は 2022 年等に別途指定）
	Health and Safety Regulation for Construction Industry	2019	建設業界のための労働安全衛生・公衆衛生
	Water Resources Conservation and Management Regulation	2021	地下水を含む水資源の保全・管理及び水質汚染を引き起こしうる商業活動に関する禁止や責務（基準値に関しては別規則で規定）
	Regulation on Protected Species	2021	1993 年の Environmental Protection and Preservation Act に基づく具体的な保護種
	Supply Water Quality Standards	2022	水道水の水質基準と年次、半年毎、月次、毎日の検査・分析項目
	Regulation for Protection and Preservation of Island Vegetation and Flora	2022	陸域の植物及び植生の保全と保護に関する規則とその運用

出典： JICA 調査団

環境社会配慮に関連してモ国が批准した国際条約及び議定書等を、以下整理する。

- Convention on Biological Diversity
- The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants
- Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their disposal
- Kyoto Protocol and United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
- Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer
- United Nations Framework Convention on Climate Change
- Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity
- Forced Labour Convention
- Freedom of Association and Protection of the Right to organization Convention
- Worst Forms of Child Labour Convention

- Convention on the Rights of the Child

モ国の環境社会影響評価（Initial Environmental Examination / Environmental Impact Assessment : 以下 IEE/EIA）の根拠法は 1993 年の Environmental Protection and Preservation Act（Law No.4/1993）である。同法は IEE/EIA に関連して以下を定めている。

- 環境省は保全地域及び自然保護区を指定し、必要となる関連規則を策定する。
- 環境に影響を及ぼしうる開発事業を実施する前に、事業者は IEE/EIA 報告書を EPA に提出する義務がある。
- 環境省は環境に望ましくない影響を及ぼす事業を中止させる権限を有する。
- 法令違反及び環境汚染に対する罰則・罰金は別途関連規則で定める。
- 政府は環境に有害な活動が引き起こした全ての行為に対して補償を求める権利を有する。

同法に基づいて同国の IEE/EIA の根拠規則となっているのは、2012 年に施行された Environmental Impact Assessment Regulation (2012/R-27)で、これまでに 2013 年、2015 年、2016 年、2017 年及び 2018 年と 5 回改定されている。同規則は主に以下の内容を規定している。

- 事業者、コンサルタント及び所轄官庁（EPA）の役割と責務
- コンサルタントの資格要件・責務不履行の際の罰則
- IEE/EIA 手続きの手順・報告書雛形
- 環境ベースライン調査、影響予測、環境管理計画（以下 EMP）、代替案、緩和策及び環境モニタリング等に関する決まり
- 公衆関与（ステークホルダー協議等）の履行義務と内容
- 行政費用（申請費用、再審査費用、登録証明書費用等）
- EIA を必要とする 36 の事業分類（Schedule D）

2015 年の規則改正において観光関連の開発事業の所轄官庁が、環境省から観光省に移管された。また、2016 年の規則改定において、スクリーニングと IEE の結果に基づき進む手順に変更が加わり、8 条 a の改正で、スクリーニングの結果進むべき手続きは以下の 5 種類に分類されている。

- スクリーニング済みの事業の実施
- EPA が決めた緩和措置を伴ったスクリーニング済みの事業の実施
- IEE の実施
- 環境管理計画作成
- EIA の実施

同 9 条 b においては IEE の結果として、求められる手続きが以下の 3 種類と分類された。

- 事業の実施
- 環境管理計画作成
- EIA の実施

以下に EIA 手続きの流れの模式図を示す（詳細は同規則 Schedule A 参照）。

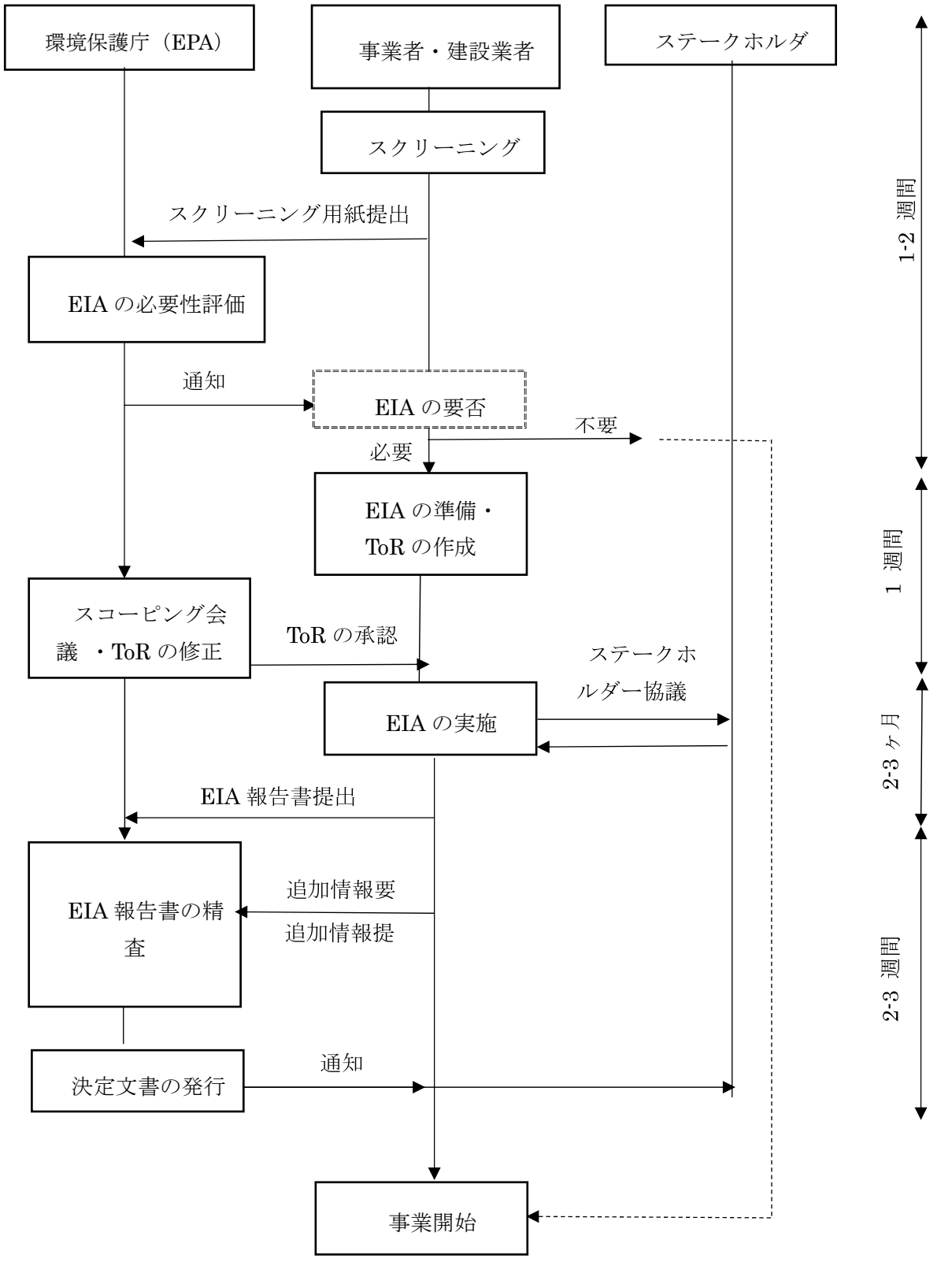


図 2-2-42 モ国EIA手続きの流れ

出典：Maldivian Environmental Impact Assessment Regulation 2012

以下の上記手続きにおける提出すべき文書の様式を下表にて整理する（下表における「環境影響評価規則」とは 2012 年に施行された Environmental Impact Assessment Regulation を指すものとする）。

表 2-2-16 IEE/EIA における提出文書の様式

提出すべき文書	様式
IEE/EIA スクリーニング用紙	環境影響評価規則 Schedule C (1)
EIA 申請用紙	環境影響評価規則 Schedule C (2)
スクリーニング結果通知書雛形	環境影響評価規則 Schedule C (3)
EIA 報告書の記載内容	環境影響評価規則 Schedule E (1)
IEE 報告書の記載内容	環境影響評価規則 Schedule E (2)
環境管理計画の記載内容	環境影響評価規則 Schedule E (3)
EIA 報告書チェックリスト	環境影響評価規則 Schedule G
環境モニタリング報告書様式	環境影響評価規則 Schedule N

出典：Maldivian Environmental Impact Assessment Regulation 2012

本準備調査においては、本事業の実施に上述のモ国の国内法に基づく EIA もしくは IEE の作成・承認が求められるか、2022 年 10 月に下記の要領で本事業のモ国側の主要カウンターパートである MNPHI と相談の上、所轄官庁に問い合わせた。

表 2-2-17 環境社会影響評価の必要性確認に関する協議

日時	協議の目的	参加機関
2022 年 10 月 5 日	護岸工事関連キックオフミーティング	MNPHI、JICA 及び JICA 調査団
2022 年 10 月 5 日	排水関連キックオフミーティング	MNPHI、MWSC、JICA 及び JICA 調査団
2022 年 10 月 10 日	本事業における IEE/EIA の必要性確認	EPA、MNPHI、JICA 及び JICA 調査団
2022 年 10 月 25 日	本事業における IEE/EIA の必要性確認	EPA 及び JICA 調査団

出典： JICA 調査団

結果として、護岸補修工事（護岸改良及び係留岸壁修復）に関しては IEE/EIA 報告書の作成・承認は必要で、排水関連の IEE/EIA は不要と言うことが分かった（ただし、排水関連の緩和策が必要となる可能性があるため、IEE/EIA 報告書にはその必要性に関して記載することとなる）。

環境許認可の有効期限は 1 年間しかなく、また環境ベースライン調査は IEE/EIA 報告書提出日から遡って半年以内に実施することが必要な制度であるため、2024 年 12 月頃の補修工事の開始を想定する場合、IEE/EIA 作成・承認スケジュールに示した通り、詳細設計やコントラクターの調達に係る所要時間も要することから協力準備調査期間中において IEE/EIA の承認を得ることが制度上困難であり、G/A 署名前には IEE/EIA の承認が得られない状態となる。

一方で、2022 年 10 月の所轄官庁である EPA との協議において、先方より護岸及び係留岸壁の改良・修復という事業の特性や、事業規模及び想定される環境社会影響を考慮し、手続きのやり直しや許認可が取得できないといった事態が起こる蓋然性は低く、1－2 ヵ月での審査・承認が想定されるとの回答があった。以下、今後の IEE/EIA 作成・承認スケジュールを整理する。

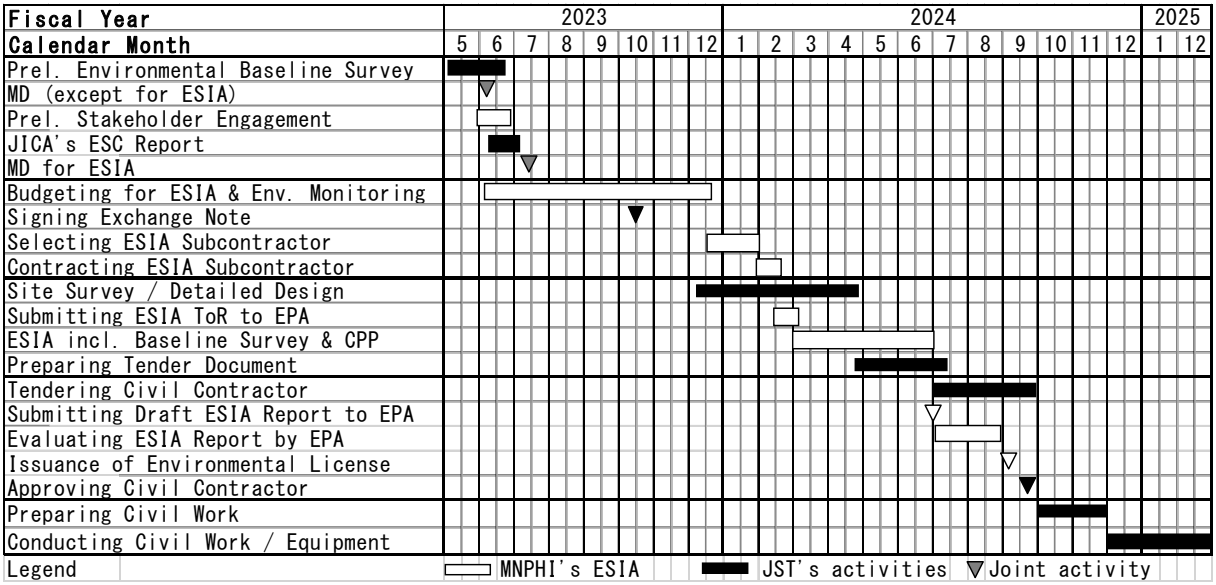


図 2-2-43 IEE/EIA 作成・承認スケジュール

出典： JICA 調査団

なお、上述の手続きに関して、2023 年 6 月の現地調査において、MNPHI と協議した結果を以下整理する。

・MNPHI は、合意文書締結後、早急に許認可が取得できるよう、IEE/EIA に係る予算確保や委託事業者の調達等の手続きを進める。

・IEE/EIA 報告書の提出の目処としては上表の環境許認可の取得時期（2024 年 9 月）より 2 ヶ月程早く取得できるよう MNPHI は可能な対応をする。

・IEE/EIA 報告書を提出した時点で JICA に報告する。IEE/EIA の内容に変更が生じる場合は、事前に JICA へ協議する。

上記の IEE/EIA 報告書の提出時期に関しては、2023 年 5 月及び 6 月に JICA 調査団側が実施した環境ベースライン調査は所轄官庁と項目を確認した上で実施したため、翌 2024 年 3 月から 6 月に実施が予定される環境社会影響評価がスムーズに実施できること、また 2023 年 6 月に実施した公衆関与（ステークホルダー協議）は前広に MNPHI のホームページで周知しただけでなく、所轄官庁の意見も踏まえて、考えられうる民間及び公的なステークホルダーに個別に打診し、複数回にわたる早期の情報共有・ステークホルダーの意見の聴取、その意見の事業への反映、それに基づく合意形成が図られている点等から、MNPHI は環境社会影響評価を 3 カ月程度で実施できるよう業者に働きかけ、所轄官庁の審査も 1 ヶ月程度短縮できるよう、MNPHI が所轄官庁に働きかけるとのことであった。

以上のとおり、モ国の Environmental Protection and Preservation Act（Law No.4/1993）及び 2018 年に改定後の最新の Environmental Impact Assessment Regulation (2012/R-27)に基づき環境許認可が行われており、施工開始から半年以内に取得した環境ベースライン調査のデータの提出が求められている。同有効期限より前のデータで環境許認可の取得が認められていないこと、本体施工業者の調達に約 3 ヵ月、同調達の書類作成に約 2 ヵ月の作業期間が必要となることから、本体詳細設計時に環境ベースラインデータを取得した後に速やかに IEE/EIA 報告書を EPA に提出することで対処し環境許認可を取得する必要がある。よって、環境許認可の取得は G/A 締結後に行う必要がある。

本事業においては上述の IEE/EIA に基づく環境許認可以外には、2013 年に施行された Waste Management Regulation（2013/R-58）に基づいて、許認可を受けた廃棄物収集業者に廃棄物の処理を委託する必要がある。

次に、下表にてモ国の IEE/EIA と、JICA 環境社会配慮ガイドラインに係る相違点を分析する。

表 2-2-18 モ国の IEE/EIA と JICA 環境社会配慮ガイドラインに関するギャップ分析表

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	相違点及び対処方針
基本的事項	プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを可能な限り回避し、これが可能でない場合に最小化、軽減、緩和するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。(JICA ガイドライン、別紙 1.1)	環境に影響を及ぼしうる開発事業を実施する前に、事業者は IEE/EIA 報告書を環境保護庁（以下 EPA）に提出する義務がある（1993 年 Environmental Protection and Preservation Act）。 事業者には代替案検討、緩和策の検討が義務付けられている（2012 年 Environmental Impact Assessment Regulation：以下、EIA 規則）	相違点は無く、対処は不要。
対策の検討	プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上よりよい案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。対策の検討にあたっては、まず、ミティゲーション・ヒエラルキーに沿って影響の回避を優先的に検討し、これが可能でない場合には影響の最小化、軽減、次に緩和措置を検討することとする。代償措置は、回避措置や最小化、軽減、緩和措置をとってもなお重大な影響が残る場合に限り検討が行われるものとする。	2012 年の EIA 規制によると、開発オプションのうちの 1 つが「開発しないオプション」であり、少なくとも 3 つの代替案が評価される必要がある。プロジェクト（設計、材料、場所）の最良の代替案を、評価および決定するために協議が行われ、その議論、評価に基づいて、最適な代替案が決定される。（EIA 規則 12 条、26 条等） 影響の緩和（回避、最小化、軽減、緩和措置）と代償措置を定義している。（EIA 規則 12 条、26 条等）	大きな相違点は無く、対処は不要。

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	相違点及び対処方針
検討する影響スコープ	環境社会配慮の項目は、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生物多様性、生態系サービス等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境(越境または地球規模の環境影響を含む)並びに以下に列挙するような事項への環境社会影響を含む。非自発的住民移転、人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境(労働安全を含む)。なお、個別プロジェクトの検討においてはスコーピングにより必要な項目に絞り込む。	環境社会配慮の項目は、大気、水、土壌、気候変動、景観等の物理的な環境と、動植物等やその生態系等の生物的な環境及びその両方の環境の相互作用、それに加えて有形資産や文化遺産、環境が事業に及ぼす影響、そして前述の全ての項目と人間との相互関係・相互作用。 （EIA 規則 6 条 c1） 個別プロジェクトの検討においてはEIA 規則 8 条に基づいてまずスクリーニングを行った上で、IEE/EIA の必要性を判断し、スコーピングを用いて必要な調査項目を絞り込む。 （EIA 規則 11 条）	大きな相違点は無く、対処は不要。
法令、基準、計画等との整合性	プロジェクトは、相手国政府(地方政府を含む)が定めている環境社会配慮に関する法令、基準を遵守しなければならない。また、相手国政府が定めた環境社会配慮の政策、計画等に沿ったものでなければならない。 プロジェクトは、相手国政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の保護の増進や回復を主たる目的とする場合を除き、原則として、当該指定地域の外で実施されねばならない。また、このような指定地域に重大な影響を及ぼすものであってはならない。	同国の EIA 規則（別添 D）は護岸（の工事）に対する環境影響評価を求めており、 MNPHI は同規則等を遵守して本事業の環境許認可を取得し、環境管理計画・モニタリングを実施する。 1993 年の Environmental Protection and Preservation Act 及び 2019 年の Heritage Act に基づき EPA が指定した 76 の自然保護区と 3 つの文化遺産保護区は、本事業地及びその周辺 5km 以内には存在せず、重大な影響は想定されない。	大きな相違点は無く、対処は不要。
社会的合意	プロジェクトは、それが計画されている国、地域において社会的に適切な方法で合意が得られるよう十分な調整が図られていなければならない。特に、環境や社会に与える影響が大きいと考えら	公衆関与（ステークホルダー協議）は、環境影響分析報告プロセスの重要な部分と考えられている。報告書には、公衆関与の結果の要約が含まれ、議論された主な懸念事項が公開され、	大きな相違点は無く、対処は不要

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	相違点及び対処方針
	れるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。 女性、子ども、高齢者、貧困層、先住民族、障害者、難民・国内避難民、マイノリティなど社会的な弱者については、一般に様々な環境影響や社会的影響を受けやすい一方で、社会における意思決定プロセスへのアクセスが弱いことに留意し、適切な配慮がなされていなければならない。	一般市民からのコメントが求められる。報告書は提案事業から影響を受ける可能性がある人々のリストが含まれなければならない。更に公衆関与がどのように、いつ、どこで行われたのか、公衆関与がステークホルダーの集会、個別協議、または書面アンケートの形式で行われたかについての情報も、EIA 報告書に記載される必要がある。(EIA 規則 13 条 g、14 条、別添 E(1)等) 憲法 17 条及び 35 条に基づき人種、国籍、出自、肌の色、性別、高齢者、障害者などに基づく差別を禁止しており、マイノリティへの配慮が求められている。	
生物多様性	プロジェクトは、重要な生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。 森林の違法伐採は回避しなければならない。違法伐採回避を確実にするために、プロジェクト実施主体者による、規制当局からの伐採許可の取得とともに、林業関連プロジェクトにおいては森林認証の取得が奨励される。	1993 年 Environmental Protection and Preservation Act に基づき 2022 年に指定されたマングローブ林等を含む 76 の自然保護区が重要な生息地として保護されている。また 199 年の Regulation on Sand and Coral Mining 及び国際自然保護連合（IUCN）ガイドラインに基づく国内レッドリストで 39 種のサンゴとその生息地が保護されている。 森林に関しては 2016 年施行の Regulation on Protection and Conservation of Old Trees and Trees with Environmental Significance に基づいて、絶滅が危惧される、環境的・歴史的な価値の高い、もしくはローカルコミュニテーにとって重要な樹齢 50 年以上の樹木が保護されている、また、樹木の伐採に関しては 2022 年の Protection and Preservation of Island Vegetation and Flora で原則禁止されており伐採には許可が必要となる。	大きな相違点は無く、特別な対処は不要。事業地は都市化が進んだ土地で街路樹・園芸種しか無く、固有種や絶滅危惧種、生態系としての価値の高い植生等ではないことが確認されている。

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	相違点及び対処方針
モニタリング	プロジェクトの実施期間中において、予測が困難であった事態の有無や、事前に計画された緩和策の実施状況及び効果等を把握し、その結果に基づき適切な対策をとらなければならない。 効果を把握しつつ緩和策を実施すべきプロジェクトなど、十分なモニタリングが適切な環境社会配慮に不可欠であると考えられる場合は、プロジェクト計画にモニタリング計画が含まれていること、及びその計画の実行可能性を確保しなければならない。 モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。 第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。	モ国の EIA 規則（別添 E1 及び E3）は、プロジェクトが初期環境状況調査だけでなく、環境影響評価や環境管理計画を必要とするレベルの事業であると判断される場合、環境影響評価書や環境管理計画書において、工事準備期間、工事期間及び解体期間における環境モニタリングを計画し、実施するように義務付けている。 また、同規則別添 N はモニタリング報告書が網羅すべき内容を定めており、同規則別添 J は事業者がモニタリング結果を所轄官庁に定期的に提出することを、環境許認可発行の条件としており、またステークホルダーから苦情があった場合は、苦情に対する対応をこのモニタリング報告書に記載することも義務付けている。	大きな相違点は無く、対処は不要。
苦情処理	環境社会影響を受ける人々やコミュニティーからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。 苦情処理メカニズムは、影響を受ける人々やコミュニティーが容易にアクセス可能である必要がある。相手国等は現地ステークホルダーとの協議等を通じて、苦情処理メカニズムを周知する。苦情を申し立てることで、影響を受ける人々やコミュニティーが不利益を被ることがあってはならない。 受け付けた苦情は迅速に、影響を受ける人々やコミュニティーの懸念や要望に配慮して対応されるよう努めなければならない。	環境社会配慮における苦情処理に関するモ国の法規制は特定されなかったため、所轄官庁の EPA に問い合わせたところ、法制化はされていないとの回答であった。同国では、慣習的に環境社会影響評価の ToR の作成時もしくはスコーピング段階において、EPA が苦情処理メカニズムの策定を事業の種類・規模によっては要求することがあるとのことであったが、本事業においては EPA が苦情処理メカニズムの策定を求める可能性は低いとのことであった。	制度上、相違点があり、対処が必要。MNPHI と協議した苦情処理メカニズムの詳細を「(10) 環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用等）」に記載する。

対象事項	JICA 環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	相違点及び対処方針
カテゴリ分類	カテゴリ A:環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリ A に分類される。また、影響が複雑であったり、先例がなく影響の予測が困難であるような場合、影響範囲が大きかったり影響が不可逆的である場合もカテゴリ A に分類される。影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びうる。カテゴリ A には、原則として、影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクト、影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクト及び影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトが含まれる。 カテゴリ B:環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリ B に分類される。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。 カテゴリ C:環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業。	EIA 規則別添 D は、環境影響評価調査が必要な 36 の開発事業種のリストである。Environmental Protection and Preservation Act 及び EIA 規則、その他の関連法規性はカテゴリ A、B 及び C と JICA 環境社会配慮ガイドラインのようにカテゴリ分類はしていないものの、EIA 規則別添 D で環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つような事業を定め、個別事業の検討においては EIA 規則 8 条に基づいてまずスクリーニングを行った上で、IEE/EIA の必要性を判断し、（IEE/EIA の実施無しで）EPA が決定した緩和措置を伴った事業実施を許可する等、 JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ C に準拠する扱いと、IEE/EIA を実施するカテゴリ B に近い扱いをする事業を区別している。（EIA 規則 8 条、9 条、10 条、11 条、12 条及び別添 D 等）	大きな相違点は無く、対処は不要。

出典：JICA 調査団

2)　関係機関

本事業は用地取得・住民移転を必要としないため、モ国の環境社会配慮（特に IEE/EIA 関連）の実施機関を下表にて整理する。

表 2-2-19 モ国における環境社会配慮の関係機関

機関名	主な役割
環境省	・保全地域及び自然保護区を指定する。 ・環境に望ましくない影響を及ぼす事業と判断した場合、事業を中止させる。 ・必要に応じて環境に有害な活動が引き起こしたあらゆる環境負荷に対する補償を求める。 ・環境影響評価規則及び基準値を定める個別規則の策定及び改正を行う。

機関名	主な役割
環境保護庁	・事業者が提出したスクリーニングフォームに基づく IEE/EIA の必要性の評価・通知 ・スコーピング会議 の実施 ・IEE/EIA の ToR への指摘及び承認 ・IEE/EIA 報告書の精査、指摘（追加情報要求）及び承認 ・決定文書の発行
観光省	・観光分野の開発事業における IEE/EIA の所轄官庁
ユーティリティー規制庁	・IEE/EIA の実施において必要となる、排水基準や水道水基準等の規則やガイドラインの策定。

出典：JICA 調査団

(4)　代替案（事業を実施しない案を含む）の比較検討

本事業は、一般的な開発事業のように例えば道路のルートや空港・港の位置等に関して代替案が存在する種類の事業ではなく、先方政府から求められている具体的な護岸の改良と係留岸壁修復を対象としているため、代替案として事業を実施しない案との比較検討を行った（下表においてメリットは +、デメリットは – で整理する)。

表 2-2-20 モ国における環境社会配慮の代替案のメリット・デメリット

分野	事業案	事業を実施しない案
経済面	+ 雇用の創出 + 越波・飛砂により堆積した砂の除去にかかる行政支出の削減 + 交通渋滞の緩和 + 災害・事故リスクの低減 + 外国人労働者等による海外からの送金や現地での消費	- 越波・飛砂により堆積した砂の除去費用の行政負担 - 背後地の道路通行不可能な期間の経済損失 - 越波・飛砂による不動産物件、車両、樹木等の劣化や損傷 - 隣接する植物公園の閉鎖に伴う雇用の減少 - サーフィンの国際大会におけるスポンサー及び経済活動による収益
環境面	+ 越波による地下水の塩分濃度上昇の低減 + 越波による植生（特に公園等に植樹された樹木）への影響の低減 + 護岸前の消波ブロックの撤去と護岸石積による水象（波の反射）の改善。 - 補修工事による油漏れや不適切な廃材処理等の環境リスク	+ 補修工事期間中の潜在的な環境リスクの低減 - 越波による地下水の塩分濃度上昇 - 越波による植生（特に公園等に植樹された樹木）への塩害等
社会面	+ 当該地域の利便性・価値の向上	- 越波や洪水による、当該地域の慢

分野	事業案	事業を実施しない案
	- 外国人労働者による性感染症等のリスク - 護岸の嵩上げによる景観の低下リスク	性的な利便性の低さ

出典： JICA 調査団

環境・社会面に関しては事業案と事業を実施しない案で、メリットとデメリットの両方が考えられるが、経済面においては明らかに事業案が優れており、事業を実施する案が明らかに有利であるとの結論が得られた。また事業案の環境・社会面におけるリスクや潜在的な負の影響は、事業実施期間において対策を講じることで回避・緩和が可能と考えられる。

(5)　スコーピング

対象事業に関するスコーピング結果を下表に示す。

表 2-2-21 本事業による環境への影響（スコーピング・マトリクス）

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		工事中: 現存の護岸・岸壁の改修と重機の利用により大気質の悪化の可能性がある。 供用時:　供用時は大気に影響を与える重機の利用等は予定されておらず、大気質悪化の影響は想定されない。
	2	水質汚濁	✓		工事中: 重機等の燃料や油による地下水および海水の水質汚濁の可能性がある。 供用時: 供用時は水質に影響を与える重機等の利用等は計画されていないため、水質汚濁の影響は想定されない。
	3	廃棄物	✓		工事中: 現存の護岸・岸壁の改修による固形廃棄物の発生が想定される。 供用時: 供用時は特に廃棄物は発生しないため、廃棄物に関する特段の影響は想定されない。
	4	土壌汚染			工事中・供用時:土壌汚染を引き起こす活動は予定されておらず、土壌汚染は想定されない。
	5	騒音・振動	✓		工事中: 工事中期間中において、騒音・振動が想定される。 供用時: 供用時は騒音・振動源となる機械類の利用は予定されておらず、騒音・振動は想定されない。
	6	地盤沈下			工事中／供用時: 地盤沈下を引き起こす可能性がある作業は計画されておらず、地盤沈下は想定されない。
	7	悪臭			工事中／供用時：悪臭を引き起こす可能性がある作業は計画されておらず、悪臭の発生は想定されない。
	8	底質			工事中／供用時: 底質に影響を及ぼす作業は計画されておらず、底質への影響は想定されない。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用 時	
自然環境	9	保護区			工事中:／供用時: 事業地が位置するマレ島にはモ国の自然保護区は存在せず、事業地から最も近い自然保護区でも 5km 以上離れており、地理的にその間には他の島も存在し、本事業が小規模な係留岸壁修復及び護岸改良である点も考慮するとモ国の自然保護区に影響を与える可能性は懸念されない。
	10	生態系	✓	✓	工事中: 事業対象地域の植物に影響が及ぶ可能性がある。 供用時: 越波の減少等で樹木の塩害等の減少が見込める。
	11	水象			工事中・供用時: 護岸前の消波ブロックの撤去と護岸石積1：3 勾配での設置で、海流や波の反射が変わり水象が改善する。
	12	地形、地質			工事中／供用時: 地形・地質に影響を及ぼす作業は計画されておらず、地質・地形への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得・住民移転			工事中／供用時: 用地取得・住民移転が必要のない既存護岸の改良と係留岸壁の修復であるため、用地取得・住民移転は想定されていない。
	14	貧困層			工事中／供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、貧困層への影響は想定されていない。
	15	少数民族・先住民族			工事中／供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であること、また、モルディブは 1200 年代にイスラム国家となって以降は単一宗教・単一民族の国家として運営されており、事業地周辺には少数民族・先住民族等が存在しないことから、影響は想定されていない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済			工事中: 事業対象地域において工事期間中に雇用が創出される。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、地域経済に関する影響は想定されていない。
	17	土地利用や地域資源利用	✓		工事中: 一時的な資材置き場、駐車場及び仮設事務所が設置されることが想定されている。 供用時: 上記施設は工事期間中の一時的なものであり、供用時の影響は想定されない。
	18	水利用			工事中／供用時: 本事業では事業対象地周辺の河川等での水利用は予定されておらず、影響は想定されていない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	✓	✓	工事中: 工事車両の搬出・搬入により、近隣道路利用者に交通の不便や渋滞が発生する可能性がある。 供用時: 社会福祉やインフラの整備が期待される。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			工事中／供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は想定されていない。
	21	被害と便益の偏在	✓		工事中: 工事中の交通規制・フェンスの設置等により、カフェ・レストランの利用が制限される可能性がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時に不当な損害・利益をもたらすことは想定されていない。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用 時	
	22	地域内の利害対立			工事中・供用時: 本事業は既存護岸と係留岸壁の改修であり、周辺地域への被害や便益は想定されない。
	23	文化遺産			工事中／供用時: 事業地の位置するマレ島には文化遺産はなく、影響は想定されていない。
	24	景観		✓	工事中: 本事業は既存護岸改良と係留岸壁の改修であり、景観への影響は想定されていない。 供用時:　護岸嵩上げを行う区域は、海側への視界が悪くなる懸念がある。
	25	ジェンダー	✓		工事中: 事業対象地域において、工事中の作業における男性と女性の役割の潜在的な不均衡が生じる可能性がある。 供用時:　本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、本事業による供用時のジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	✓		工事中: 建設工事における児童労働の可能性がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、本事業による供用時の子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	✓		工事中: 工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時の感染症の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）	✓		工事中: 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用段階で労働者への負の影響は想定されていない。
その他	29	事故	✓		工事中: 工事中に事故が発生する可能性がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時の事故に関する影響は想定されない。
	30	越境の影響、及び気候変動			工事中／供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、越境の影響、及び気候変動に関する影響は想定されていない。

出典： JICA 調査団

*本スコーピング案の影響項目は JICA 環境社会配慮ガイドライン等を参考に選定し、影響が想定される、または影響が生じるかの判断が難しく調査が必要なため環境社会影響評価の対象とする項目について、「✓」を付した。

(6)　環境社会配慮調査の TOR

1)　調査範囲

調査対象範囲は、事業予定地及びその周辺で、資材置き場、駐車場、仮設事務所、工事用機材搬入道路等の関連インフラを含む。なお現時点で把握できる関連インフラについては、その位置・規模について整理したうえで、評価・緩和策・モニタリングの内容を検討した。

2)　調査項目及び方法

スコーピングで絞り込んだ影響項目について、調査内容及び方法を以下に記載する。

表 2-2-22 調査項目及び方法

分類	影響項目	調査項目	調査手法
汚染対策	大気汚染	①事業対象地周辺の大気質の測定結果 ②大気質の環境基準	①大気測定（事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所）頻度 1 回 ②分析項目：NO2, SO2, PM2.5, PM10, CO） ③所轄官庁への聞き取り ④既存資料調査
	水質汚濁	①事業対象地周辺の地下水及び海水の採水及び検体分析 ②水質の環境基準	①水質検体の採取及び分析（事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所）頻度 1 回 ②海水の分析項目：水温、pH、塩分濃度、濁度、電気伝導率（EC）、総懸濁物質(TSS)、総溶解固形分(TDS) 及び総石油炭化水素（TPH)。 ③地下水の分析項目：水温、pH、塩分濃度、濁度、電気伝導率（EC）及び総溶解固形分(TDS) 。 ④所轄官庁への聞き取り ⑤既存資料調査
	廃棄物	①建設残土や廃材の処理計画	①施工計画レビュー、関連機関へのヒアリング、現地状況確認
	騒音・振動	①事業対象地周辺の騒音の測定と解析 ②騒音の環境基準	①騒音測定（事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所） ②分析項目 : 2022 年 10 月・11 月の EPA との協議に基づき、騒音（ｄB） ③既存資料調査 ④頻度 2 回： ・2 日間 (日～木の平日と土などの週末) にわたって測定。世界保健機関 (WHO) 騒音ガイドライン (1999) の昼と夜の時間カテゴリに従う ・各場所での各セッションは、15 分ずつ。
自然環境	生態系	①事業対象地周辺の動物・植物・生態系	①国内の保護種、レッドリスト調査、関連機関へのヒアリング。 ②現地調査。
社会環境	土地利用や地域資源利用	① 一時的な資材置き場、駐車場及び仮設オフィス等の設置計画	①既存資料調査、施工計画レビュー、現地状況確認
	既存の社会インフラや社会サービス	① モスク・教会、住居、学校、医療施設等の分布状況及び影響	①既存資料調査 ②施工計画、渋滞予測、迂回路計画

分類	影響項目	調査項目	調査手法
	被害と便益の偏在	①工事中の交通規制・フェンスの設置等により影響を受けうるカフェ・レストラン等の分布状況及び影響	①既存資料調査 ②施工計画、迂回路計画等
	景観	①護岸改修の嵩上げ等の施工計画	①施工計画レビュー、関連機関へのヒアリング、現地状況確認
	ジェンダー	①ジェンダーに係る政策・法 ②教育・識字率の男女格差の統計	①既存資料調査 ②現地状況確認
	子どもの権利	①子どもの権利に係る政策・法	①既存資料調査
	HIV/AIDS 等の感染症	①HIV/AIDS に対する政府の施策 ②HIV/AIDS 等の感染症罹患情報	①既存資料調査
	労働環境（労働安全を含む）	①労働安全に係る政策・法	①既存資料調査
その他	事故	①工事中の事故対策	①施工計画

出典：JICA 調査団

(7)　環境社会配慮調査結果

調査結果の概要を以下に示す。下記の事業地 A、事業地 B 及び事業地 C は、それぞれ「表 2-2 8 事業コンポーネント概要」の「マレ島北側係留岸壁（95m）」、「マレ島東・北東側護岸（397m）」及び「マレ島南東側護岸（230m）」を指すものとする。

1)　汚染対策

a. 大気汚染

・調査結果：3 か所の事業地毎に各 1 地点・1 回、大気質のベースライン調査を実施した結果を以下に整理する。

- 測定地点：以下に測定地点の GPS 位置座標と位置図を示す。

表 2-2-23 大気質のベースライン調査測定地点

事業地	緯度	経度
事業地 A	4°10'43.10"N	73° 30'56.86"E
事業地 B	4°10'33.73"N	73° 30'08.62"E
事業地 C	4°10'23.86"N	73° 30'06.38"E

出典：JICA 調査団



図 2-2-44 大気質ベースライン調査測定地点位置図（AN1、AN2 及び AN3 はそれぞれ事業地 A、B 及び C の測定地点）

出典：JICA 調査団

- 測定日時：2023 年 6 月 3 日（時間は下表参照）
- 測定結果と基準値との比較：下表に整理するように NO2 が国際基準を事業地 A と B において超過、SO2 は超過無し、PM2.5 は国際基準を全ての事業地で超過、PM10 は国際基準を事業地 C で超過、CO は超過無しであった。

表 2-2-24 大気質のベースライン調査結果と基準値との比較

測定項目	国内基準	国際基準*	事業地 A	事業地 B	事業地 C	測定時間
NO2 (μ g/m3)	無し	(1 時間測定基準値) 200μg/ m3 以下	250	230	定量下限値未満	2:40、13:28 及び 14:40 から各 1 時間
SO2 (μ g/m3)	無し	(10 分測定基準値) 500μg/m3 以下	300	定量下限値未満	定量下限値未満	2:40、13:28 及び 14:40 から各 10 分
PM2.5 (μ g/m3)	無し	(24 時間測定基準値) 15μg/ m3 以下	64	23	257	2:40 から各 24 時間
PM10 (μ g/m3)	無し	(24 時間測定基準値) 45μg/ m3 以下	45	9	189	2:40 から各 24 時間
CO (mg/m3)	無し	(1 時間測定基準値) 35mg/ m3 以下	7	5	6	2:40、13:28 及び 14:40 から各 1 時間

注： WHO Global Air Quality Guidelines
出典：JICA 調査団

・予測 : 事業実施期間中は渋滞等による大気汚染物質の発生量の増加が考えられうる。事業実施後の供用期間においては交通量が通常に戻ると考えられるため、大幅な人口増加・交通量の増加がない場合は、大気汚染物質の発生量もベースラインの状況に概ねもどることが予測される。

b. 水質汚染（海水）

・調査結果：3 か所の事業地毎に各 1 地点・1 回、海水の水質ベースライン調査を実施した結果を以下に整理する。

- 測定地点：以下に測定地点の GPS 位置座標と位置図を示す。

表 2-2-25 海水の水質ベースライン調査測定地点

事業地	緯度	経度
事業地 A	4° 10' 45.78"N	73° 30' 49.48"E
事業地 B	4° 10' 36.50"N	73° 31 '9.79"E
事業地 C	4° 10' 24.41"N	73° 31' 9.14"E

出典：JICA 調査団



図 2-2-45 海水の水質ベースライン調査測定地点位置図（R1、R2 及び R3 はそれぞれ事業地 A、B 及び C の測定地点）

出典：JICA 調査団

- 測定日時：2023 年 6 月 4 日（時間は下表参照）
- 測定結果と基準値との比較：下表に整理するように水温、塩分濃度、濁度、電気伝導率及び総懸濁物質は全ての事業地において国内・国際基準以下もしくは範囲内であった。総溶解固形分は事業地 A と C において国内基準に対する超過が見られた。総石油炭化水素に関しては国内・国際基準がないため、ベースラインデータとしてモニタリングの際に参照する参考値とする。

表 2-2-26 海水の水質ベースライン調査結果と基準値との比較

測定項目	国内基準*	国際基準*	事業地 A	事業地 B	事業地 C	測定・分析時間
水温(°C)	25-30	無し	29.1	29.2	29.2	9 時、10 時及び 11 時に測定
pH	7.5-8.5	6-9	8.45	8.49	8.47	同上
塩分濃度(PSU)	30-35	無し	34.65	34.23	34.34	同上
濁度(NTU)	5 以下	無し	0.15	0.2	0.08	同上
電気伝導率(µS/cm)	35,000-60,000	無し	52,461	51,888	52,038	同上
総懸濁物質(mg/l)	無し	50	定量下限値未満	定量下限値未満	定量下限値未満	9 時、10 時及び 11 時検体採取、同日午後分析
総溶解固形分(ppm)	15,000-26,000	無し	26,229	25,940	26,016	9 時、10 時及び 11 時に測定
総石油炭化水素(mg/l)	無し	無し	定量下限値未満	0.07	0.34	9 時、10 時及び 11 時検体採取、同日午後分析

注：国内基準はモ国の Utility Regulatory Authority（URA）参考値、国際基準は IFC Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines (Environmental Wastewater and Ambient Water Quality)基準値。
出典：JICA 調査団

・予測：基準値と比較が可能な水質項目に関しては、総溶解固形分は事業地 A と C において国内基準に対する 1%未満の超過以外には基準値・参考値の超過は確認されなかった。工事期間中の重機や輸送船等の油漏れ等が発生しないよう機器を管理し、発生した場合は油回収等の対応を適切に行うことで、基本的に工事中・供用期間中ともに、海水を著しく汚染する汚染源は想定されないが、そのような事態が発生した場合は、左記のベースラインデータを参考に対策を講じる。

c. 水質汚染（地下水）

・調査結果：3 か所の事業地毎に各 1 地点・1 回、地下水の水質ベースライン調査を実施した結果を以下に整理する。

- 測定地点：以下に測定地点の GPS 位置座標と位置図を示す。

表 2-2-27 地下水の水質ベースライン調査測定地点

事業地	緯度	経度
事業地 A	4° 10' 40.36"N	73° 30' 53.30"E
事業地 B	4° 10' 33.50"N	73° 31' 03.36"E
事業地 C	4° 10' 27.47"N	73° 31' 04.01"E

出典：JICA 調査団



図 2-2-46 地下水の水質ベースライン調査測定地点位置図（GW1、GW2 及び GW3 はそれぞれ事業地 A、B 及び C の測定地点）

出典：JICA 調査団

- 測定日時：2023 年 6 月 4 日（時間は下表参照）
- 測定結果と基準値との比較：下表に整理するように水温、電気伝導率及び総溶解固形分は全ての事業地で国内基準値以下もしくは範囲内であった。pH は全ての事業地で国内基準値より酸性であったが、国際基準値の範囲内であった。塩分濃度に関しては国内・国際基準がないため、ベースラインデータとしてモニタリングの際に参照する参考値とする。

表 2-2-28 地下水の水質ベースライン調査結果と基準値との比較

測定項目	国内基準*	国際基準*	事業地 A	事業地 B	事業地 C	測定時間
水温(°C)	25-30	無し	28.28	28.35	28.31	12 時、13 時及び 14 時に測定
pH	7.5-8.5	6-9	7.33	7.33	7.12	
塩分濃度(PSU)	無し	無し	0.40	0.29	0.30	
電気伝導率(μS/cm)	1,000 以下	無し	833	594	632	
総溶解固形分(ppm)	500 以下	無し	416	297	316	

注：国内基準はモ国の Utility Regulatory Authority（URA）参考値、国際基準は IFC Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines (Environmental Wastewater and Ambient Water Quality)基準値。
出典：JICA 調査団

・予測：基準値と比較が可能な水質項目に関しては、pH は全ての事業地で国内基準値より酸性であったが、国際基準値の範囲内であった以外には基準値・参考値の超過は確認されなかった。工事期間中の重機や輸送船等の油漏れ等が発生しないよう機器を管理し、発生した場合は油回収等の対応を適切に行うことで、基本的に工事中・供用期間中ともに、地下水を著しく汚染する汚染源は想定されないが、そのような自体が発生した場合は、左記のベースラインデータを参考に対策を講じる。

d. 廃棄物

・調査結果：コンクリート殻など本事業で発生した資材廃棄物の処分場は、マレ島から西へ約 11 km の位置にあるティラフシ島にある。本処分場はモ国政府が 100%出資している企業（WAMCO：Waste Management Cooperation 社）が管理しており、モ国環境省の許認可を受けて運営している。

・調査結果の分析：モ国の固形廃棄物の管理は、2013 年の Waste Management Regulation 及び 2015 年の Waste Management Policy を法的根拠として運用されている。しかし、日本の廃棄物の処理及び清掃に関する法律と比較すると網羅的・精緻さにかけ、廃棄物収集業者、リサイクル業者または最終処分場運営に関わる廃棄物管理のライセンスに関する枠組みは規定しているが、産業廃棄物等のマニフェスト（排出源から最終処分場までの記録管理）等を規定していないため、左記に記載する許認可を受けた業者に委託され、適切に事業の廃棄物が処理されることを確認していく必要がある。

e. 騒音・振動

・調査結果：3 か所の事業地毎に各 1 地点・1 回、騒音ベースライン調査を実施した結果を以下に整理する。

- 測定地点：騒音調査と大気質調査は同じ地点で実施されたため、測定地点の GPS 位置座標と位置図は、前述の「a. 大気質調査」参照。
- 測定日時：2023 年 5 月 23 日（平日）及び 6 月 3 日（週末）の騒音測定（時間は下表参照）
- 測定結果と基準値との比較：下表に整理するように全ての事業地において平日・週末ともに（世界銀行が規定する）夜間 22 時及び 6 時及び日中 9 時及び 13 時において基準値の超過はみられなかった。

表 2-2-29 騒音ベースライン調査（平日）の測定時間ごとの結果と基準値との比較

事業地	国内基準	国際基準*	6 時	9 時	13 時	22 時
事業地 A	無し	70	55.50	65.85	67.85	68.18
事業地 B	無し	70	52.54	60.10	57.03	58.52
事業地 C	無し	70	54.24	65.85	57.50	69.63

注：国際基準は WHO Guidelines for Community Noise の商業地域基準値
出典：JICA 調査団

表 2-2-30 騒音ベースライン調査（週末）の測定時間ごとの結果と基準値との比較

事業地	国内基準	国際基準*	6 時	9 時	13 時	22 時
事業地 A	無し	70	45.48	56.62	51.71	51.71
事業地 B	無し	70	51.52	54.69	56.42	51.52
事業地 C	無し	70	51.71	52.80	56.93	63.58

注：国際基準は WHO Guidelines for Community Noise の商業地域基準値。
出典：JICA 調査団

・予測：工事期間中は重機等の利用があるが、全ての調査地点において既に基準値の 70dB(A)に近い喧騒が日中の時間帯において恒常化している状況と、夜間の工事は計画されていない状況を鑑みると、本事業の騒音が問題になる可能性は低いと考えられる。

f. 生態系

・調査結果：環境ベースライン調査の一環として、2023 年 6 月に事業地及び周辺の陸域及び海域の生物種及び生態系調査を実施した。同定された植物種を下表にて整理する（IUCN レッドリストに該当する種はなかったため、IUCN レッドリストの欄は全て「-」を記載した）。

表 2-2-31 陸域植生調査において同定された植物種と個体数

英語名	学名	個体数			IUCN レッドリスト
		事業地 A	事業地 B	事業地 C	
Sea hibiscus/Cotton wood	*Hibiscus tiliaceus*	2	19	6	-
Beef wood	*Casaurina equisetifolia*		21		-
Tulip tree/ Portia tree	*Thespesia populnea*	32	5	1	-
Ipil ipil/ Lead tree	*Leucaena leucocephala*		1		-
Iron wood	*Pemphis acidula*		1	6	-
Country almond	*Terminalia catappa*		5	2	-
Banyan tree	*Ficus benghalensis*	1			-
Banyan tree	*Ficus sp*	9	8		-
Nit pitcha(s)	*Guettarda speciosa*	1			-
Sea lettuce tree	*Scaevola taccada*		9	2	-
Coconut palm	*Cocos nucifera*		53	22	-
Indian jujube	*Zizyphus mauritinia/Z.jujuba*		2		-
Date palm	*Phoenix dactylifera*	1	19		-
Burmese	*Pterocarpus indicus*		1		-
Manila tamarind	*Pithecellobium dulce*			1	-
Trumpet tree	*Tabebuia rosea*		2		-
Mango	*Mangifera indica*		2		-
Japanese cherry tree	*Muntingia calabura*		1		-
Trumpet tree	*Tabebuia rosea*	4	9		-
Spotted Gliricidia	*Gliricidia sepium*		14		-
Margosa tree/ Neem	*Azadirachta indica*		3		-
Zinnia	*Zinnia elegans*		1		-
Sea putat/ Fish poison tree	*Barringatonia asiatica*		2		-
Morning glory	*Ipomoea purpurea*		1		-
Alexander Laurelwood tree	*Calophyllum inophyllum*		1		-
Panadanus/Screw pine	*Pandanus odoratissimus*		1		-
Garden quinine	*Clerodendron onerme*		1		-
Mexican sunflower	*Tithonia diversifolia*		1		-
Cordia	*Cordia subcordata*		2		-

出典：JICA 調査団

事業地周辺の海域調査においては、保護種に指定されている鳥類、爬虫類（ウミガメ）、魚類及びサンゴは特定されなかったが、マレ島北側係留岸壁地域の事業地周辺海域では、12 の科に属する 26 種の魚類、同東側のモスク周辺の事業地近辺の海域では 14 の科に属する 30 種の魚類、同南東側の事業地の周辺海域では 10 の科に属する 29 種の魚類が特定された。3 つの事業地周辺海域で特定された魚類 19 科を以下整理する。

1 Acanthuridae
2 Balistidae
3 Caesionidae
4 Chaetodontidae
5 Carangidae
6 Haemulidae
7 Holocentridae
8 Labridae
9 Lethrinidae
10 Lutjanidae
11 Microdesmidae
12 Muraenidae
13 Nemipteridae
14 Pinguipedidae
15 Pomacentridae
16 Pomacanthidae
17 Scaridae
18 Serranidae
19 Tetraodontidae

・調査結果の分析：上記の結果において、事業地及び周辺においては以下の法規制が定める保護種・生態系は特定されなかった。

- 1993 年に施行された Environmental Protection and Preservation Act に基づいて 2022 年に改定された保護区リストの自然保護区内に生息するマングローブ等
- 2016 年に施行された Regulation on Protection and Conservation of Old Trees and Trees with Environmental Significance に基づいて、絶滅が危惧される、環境的・歴史的な価値の高い、もしくはローカルコミュニティーにとって重要な樹齢 50 年以上の樹木の保護
- 2021 年 Protected Species Regulations の保護種（鳥類、爬虫類及び魚類の 213 種余り）
- 国際自然保護連合（International Union for Conservation of Nature：IUCN）のガイドラインに基づき、モ国が設定しているレッドリスト（爬虫類（ウミガメ 5 種及びサンゴ 39 種）

事業地及びその周辺の陸域の植生は、世界で最も人口密度の高いマレ島都市部の街路樹・園芸種で、固有種や絶滅危惧種、生態系としての価値の高い植生等ではないことが確認された。また同国では 50 年以上の樹齢の木本に関しては、絶滅危惧の可能性、環境的・歴史的な価値や、ローカルコミュニテーにとって重要性等を基に保護することになっているが、そのような木本も確認されなかった。事業期間中、樹木を伐採する場合はコントラクターが適切に許認可取得の必要性を所轄官庁と確認することを監督することとする。

次に、2023 年 6 月時点における IUCN ガイドラインに基づくモルディブの保護種（ウミガメ 5 種及びサンゴ 39 種）を下表にて整理する。

表 2-2-32 IUCN ガイドラインに基づくモルディブの保護種

分類	学名	英名	IUCN レッドリスト分類
ウミガメ	*Dermochelys coriacea*	Leatherback Sea Turtle	DD
	Lepidochelys olivacea	Olive Ridley Sea Turtle	DD
	Chelonia mydas	Green Sea Turtle	EN
	Caretta caretta	Loggerhead Sea Turtle	DD
	Eretmochelys imbricata	Hawksbill Sea Turtle	CR
サンゴ	*Acropora Clathrata*	Lattice table coral	CR
	Acropora Digitifera	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Acropora Gemmifera	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Acropora Hemprichii	レッドリストに英名の記載無し。	DD
	Acropora Hyacinthus	Brush Coral	CR
	Acropora Muricata	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Acropora Robusta	Green robusta	CR
	Acropora rudis	Acropora Rudis	CR
	Ctenactis echinata	Rough feather coral	VU
	Diploastrea heliopora	Honeycomb coral	CR
	Galaxea astreata	Octopus coral	CR
	Galaxea fascicularis	Fluorescence grass coral	VU
	Goniopora albiconus	Anemone coral	VU
	Goniopora stokesi	Anemone coral	VU
	Heterocyathus aequicostatus	Striped bum coral	VU
	Hydnophora exesa	Spine coral	CR
	Isopora palifera	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Leptastrea purpurea	Crust coral	CR
	Leptoseris hawaiiensis	Leptoseris hawaiiensis	NT
	Leptoseris yabei	レッドリストに英名の記載無し。	EN
	Montipora foliosa	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Montipora lobulata	レッドリストに英名の記載無し。	CR
	Pachyseris rugosa	Elephant skin coral	CR

分類	学名	英名	IUCN レッドリスト分類
	Pachyseris speciosa	Seprent coral	CR
	Pavona explanulata	Leaf coral	CR
	Pavona maldivensis	Leaf coral	CR
	Pavona varians	Leaf coral	EN
	Pavona venosa	Leaf coral	CR
	Physogyra lichtensteini	Pear bubble coral	CR
	Plerogyra sinuosa	Bubble coral	CR
	Pocillopora damicornis	Cauliflower coral	EN
	Pocillopora meandrina	Cauliflower coral	EN
	Pocillopora verrucosa	レッドリストに英名の記載無し。	VU
	Porites cylindrica	Hump coral	EN
	Porites rus	レッドリストに英名の記載無し。	NT
	Stylophora pistillata	Hood coral, Smooth cauliflower coral	CR
	Stylophora subseriata	Birdsnest coral, brush finger coral	CR
	Tubastrea micranthus	Black sun coral, Green sun coral	NT
	Turbinaria stellulata	レッドリストに英名の記載無し。	VU

注：上記の CR、EN、VU、NT 及び DD は、Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, Near Threatened, 及び Data Deficient の略。
出典：JICA 調査団

上記調査結果で記載した通り、本調査においては事業地周辺ではウミガメもサンゴも特定されず、本事業が小規模な既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、且つ干潮時の海岸線より深度の深い海域での作業も計画されていないため間接的な影響が及ぶ可能性も低いと考えられるが、念の為工事期間中に関しては半年に 1 回程度の同様な海域での調査を実施することが推奨される。同国において今後保護の対象になっていくと考えられるマングローブは、本事業地及びその周辺にはマングローブは生育しておらず、このマングローブの生態系に対する懸念も特定されなかった。

2)　社会環境

a. 土地利用や地域資源利用

・調査結果：本事業の工事期間中に想定されている一時的な土地利用としては、マレ島東部では、現在海岸沿いの空き地、遊歩道等となっている南北に延びる 3 千 m^2 強の土地及び海側の 5 百 m^2 程度の面積が作業スペース、資材置き場及び駐車場等として利用され、現在駐車場である 3 百 m^2 強の土地が仮設事務所となる予定で、また駐車場に幅 5m 程の機材搬入用のアクセスロードが一時的に敷設される。またマレ島南東部で現在海岸沿いの空き地及び遊歩道となっている南北に延びる 2 千 m^2 弱の土地及び海側の 1 千 m^2 程度の面積が作業スペース、資材置き場及び駐車場等として利用される予定で、現在空き地及び駐車場となっている土地に幅 5m 程の機材搬入用のアクセスロードが一時的に敷設される。

・調査結果の分析：護岸改修工事における工事占有区域と仮設ヤードの確保に関しては、先方政府と 2022 年 10 月及び 2023 年 6 月に協議し、左記の施工上最低限必要な工事区域の占有と仮設ヤードの無償提供をミニッツ協議・締結において確認した。左記の土地利用は、用地取得や住民移転を伴う利用ではなく、また露店等の立ち退きなども想定されない、空き地、遊歩道及び駐車場である。マレ島東部で護岸改良が予定されている一部においてカフェ・レストランから海側へ

の視界に影響を与えうる。しかし、ステークホルダー協議において影響を受ける全てのカフェ・レストラン経営者が視界の影響はあるものの、現状の越波が改善される効果のほうが遥かに高いため是非護岸を改良して欲しいとの回答を得ている。また、マレ島南東部の護岸改良に関しては、サーフィンの国際大会の開催時期を避けた 2024 年 11 月から 2025 年 4 月の約 6 カ月程度の工事を予定し、工法に関しても要求を受け入れて設計を行ったことで、理解を得ている。

b. 既存の社会インフラや社会サービス

・調査結果：マレ島は人口密度が世界一と言われる土地（2014 年の国家統計によると約 7 万人/km^2：日本国内で最も人口密度が高い東京都豊島区や中野区の 3-4 倍の人口密度）である。マレ島北部及び南東部の事業予定地は既存の社会インフラと道路を挟んでいるが、マレ島東部の事業予定地は遊歩道を挟んで大規模なモスクが存在する。何れの事業予定地においても交通渋滞による社会サービスへの影響を最小限に抑える計画が必要となる。

・調査結果の分析：マレ島北部及び南東部の事業予定地では、病院や学校、モスクへの物理的影響は想定されない。同東部においては大規模なモスクが隣接しているため、礼拝の時間帯を避けた機材の搬入・搬出、礼拝の時間帯の騒音・振動の抑制（一時的な作業の中断もしくは遮音壁の設置等）、礼拝前後の参拝者の移動経路の確保が必要となる。また、3 つの全ての事業予定地において、近隣道路利用者に交通の不便や渋滞が発生する可能性があるため、渋滞をできるだけ回避するため、迂回路の設定等を含んだ影響を回避・最小限にする施工計画が必要である。

c. 被害と便益の偏在

・調査結果：施工計画に基づくと、工事期間中においてマレ島東部で護岸改良が予定されている一部においてカフェ・レストラン数軒程度から海側への視界に影響が及ぶ可能性とマレ島南東部の護岸改良の工事時期とサーフィンの国際大会開催時期（5 月から 10 月）が重なると、経済活動に大きな影響を与える可能性がある。

・調査結果の分析：被害と便益の偏在と言う観点では、本事業は用地取得や住民移転は伴わず、露店等の立ち退きなども想定されないため過度な被害や便益の偏在は想定されないが、工事中の交通規制・フェンスの設置等により、カフェ・レストランの利用や視界の制限が最小限になるよう、配慮する必要がある 。ステークホルダー協議において影響を受ける全てのカフェ・レストラン経営者に聞き取ったところ、一時的な影響は考えられるが、現状の越波が改善される効果のほうが遥かに高いため是非早期に護岸を改良して欲しいとの回答を得た。事業地 A、B 及び C ともに周囲にはカフェ・レストラン以外には遊歩道となっており、一般の住居や倉庫等は存在しない。またモルディブ・サーフィン協会とはステークホルダー協議を実施し、護岸改良の工法に関する希望を受け入れ、サーフィンの国際大会の開催時期を避けた 2024 年 11 月から 2025 年 4 月の約 6 カ月程度の工事を予定するなどの対策で左記の影響は回避・最小限に抑えられると想定する。

d. 景観

・調査結果：護岸改良の工法によっては、護岸嵩上げを行う区域は供用時の海側への視界が悪くなる懸念があったが、施工計画を精査した結果、護岸の背後の歩道高を、護岸の嵩上げ分と同程度上げて、歩道から海が見えるように配慮する設計となっている。

・調査結果の分析：上記の工法は、護岸嵩上げを行う区域において車道等から海を望んだ場合はこれまでと少々異なる景観になると想定されるものの、モ国サーフィン協会と合意した最大の天端高を考慮しつつ、遊歩道等の利用者から見た景観に配慮した工法と考えられ、供用時の景観の課題を最小限に抑えることが可能である。

e. ジェンダー

・調査結果：モ国のジェンダーに係る法令・政策としては、Gender Equality Act（Law No.18/2016）があげられ、モ国の公的及び民間組織の雇用者が、性の平等に対して負う責任を規定しており、性別によって直接的、間接的または組織的な差別を受けることがないよう、男性にも女性にも平等な機会が与えられるよう規定している。教育・識字率に関しては世界銀行の 2021 年の統計によると、モ国における 15 歳以上の識字率は男女ともに 98%、15-24 歳の識字率は男性 100%・女性 99%となっている。

・調査結果の分析：上記の通りモ国ではジェンダーに係る国内法の整備が進みつつあり、識字率においても男女の平等が見られる。2022 年 10 月の現地視察においても公的機関の管理職・一般職両方において性の平等（もしくは女性管理職・一般職）が多い省庁・部署もあった。同国は 100%のイスラム教国家であり、基本的に工事関係者や建設労働者として女性の参画は難しく、事業管理者、データ管理者、IT スタッフ、事務員や通訳、社会環境配慮のコーディネーター等の参画がなされれば、ジェンダーバランスは改善される。

f. 子どもの権利

・調査結果：法制面では、モ国は Convention on the Rights of the Child、Forced Labour Convention Convention 及び Worst Forms of Child Labour Convention 等の主要な国際条例を批准している。それに加えて 2019 年に Child Rights Protection Act（Law No.19/2019）を施行し児童労働禁止、児童への死刑の禁止及び 18 歳未満の未成年の結婚の禁止等を法制化し、Employment Act (Law No. 2/2008) と Human Rights Commission Act (Law No. 01/2005)とともに、子どもの人権・その他の権利に対する制度を整えている。同国政府は 2021 年に人身売買法の 2 回目の改定を行い、反人身売買国家行動計画 2020-2022 を実践しているが、子どもが強制労働、違法行為、性産業で搾取されるなどのデータも散見される（米国政府 2021 年データベース）。

・調査結果の分析：モ国の労働法や児童法等の国内法規については、子どもの強制労働・人身売買、性産業からの子どもの保護等について国際基準との乖離が存在する一方、労働法・子供の人権保護法等で就業が認められる最低年齢（16 歳）、義務教育の年齢（16 歳）、有害な仕事への就

業が認められる最低年齢（18 歳）等については主要な国際基準を満たしている。また、反人身売買国家行動計画 2020-2022 に基づき、人身売買された子どものためのシェルターを開設・運営するなど改善へ向けて具体的な取り組みも始まっているが、子どもの強制労働は統計資料で特定されないものの発生していると理解できるため、建設工事において児童労働が生じる可能性がある。

g. HIV/AIDS 等の感染症

・調査結果：国連等の支援する HIV/AIDS データベース及び世界銀行のデータに基づくと、モ国において抗レトロウイルス療法（antiretroviral therapy）の治療を受けている HIV/AIDS 罹患者数は約 50 万人の人口に対して十数名程度で、国際連合エイズ合同計画 (Joint United Nations Programme on HIV/AIDS)は、HIV/AIDS 罹患者の総数も 200 名内外と推計している。

・調査結果の分析：モ国政府は初めての HIV/AIDS 罹患者が確認された 1991 年から遡ること 4 年前の 1987 年にエイズコントロールプログラムを発動させ、海外に 1 年以上滞在した国民の帰国に際して、エイズ検査を義務付けるなど徹底した対策を実施してきたことなどを考慮すると、実際の国内におかえる感染率は低い可能性はある。（違法な）売買春が存在することは、前述の子どもの権利で記載したとおりであり、海外からの工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が懸念される。

h. 労働環境（労働安全を含む）

・調査結果：労働法は、「雇用者は被雇用者の職場における健康被害をなくす、もしくは抑制するために、必要な措置を講じる義務がある」と定めている。また Public Health Protection Act（Law No.7/2012）及び Health and Safety Regulation for Construction Industry（2019）は、モ国における公衆衛生の保全の原則や建設業界のための労働安全衛生の規則を定めている。また、56 カ国以上が協力し合う国際的な労働安全衛生ネットワークも存在し、モ国の保健省がフォーカルポイントとなっている。

・調査結果の分析：上記法規制やネットワークの活動で工事現場における労働環境（労働安全衛生）が改善されているという情報は特定できず、同国のコミュニティーワーカーの報告等では、工事現場の労働者の訴えを受けた所轄官庁（Health Protection Agency）。工事現場視察・検査に訪れることもあるとのことであるので、労働安全リスクは実際に存在し、対策も必要となる。

3)　その他（事故）

・調査結果：世界銀行グループ関係機関（Global Road Safety Facility）等のデータベースによると、車両の老朽化、道路の不備、大量のバイクの流入、路上駐車等により、約 50 万人の人口に対して年間百人近くの死傷者がでている。

・調査結果の分析：工事期間中は交通渋滞等や道幅が狭くなる等の状況が発生することで事故が生じ得る。

(8)　環境影響評価

調査対象区間においてプロジェクトが実施された場合、想定される環境影響の評価結果を以下に示す。

表 2-2-33 環境影響評価結果

分類	No.	影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		B-	D	工事中: 現存の護岸・岸壁の改修と重機の利用により大気質の悪化の可能性がある。 供用時: 供用時は大気に影響を与える重機の利用等は予定されておらず、大気質悪化の影響は想定されない。
	2	水質汚濁	✓		B-	D	工事中: 重機等の燃料や油による地下水および海水の水質汚濁の可能性がある。 供用時: 供用時は水質に影響を与える重機等の利用等は計画されていないため、水質汚濁の影響は想定されない。
	3	廃棄物	✓		B-	D	工事中: 現存の護岸・岸壁の改修による固形廃棄物の発生が想定される。 供用時:: 供用時は特に廃棄物は発生しないため、廃棄物に関する特段の影響は想定されない。
	5	騒音・振動	✓		B-	D	工事中: 工事中期間中において、騒音・振動が想定される。 供用時: 供用時は騒音・振動源となる機械類の利用は予定されておらず、騒音・振動は想定されない。
自然環境	10	生態系	✓	✓	B-	B+	工事中:環境ベースライン調査で陸域・海域の生態系・生物種の調査を実施した結果、同国の保護種及び国際自然保護連合のレッドリストで保護されている種は特定されず、工事中の生態系への特段の影響は想定されないものの、緩和策を実施しモニタリングで確認していく。樹木の伐採においては許認可取得に関して所轄官庁と確認する必要がある 供用時: 越波の減少等で樹木の塩害等の減少が見込める。
社会環境	17	土地利用や地域資源利用	✓		D	D	工事中: 一時的な資材置き場、作業スペース、駐車場及び仮設事務所の設置による土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。 供用時: 上記施設は工事期間中の一時期なものであり、供用時の影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	✓	✓	B-	B+	工事中: 工事車両の搬出・搬入により、渋滞が発生したり、隣接するモスク利用者に交通の不便や騒音の影響が及ぶ可能性がある。 供用時: 社会福祉やインフラの改善が期待される。
	21	被害と便益の偏在	✓		B-	D	工事中: 工事期間中のフェンスの設置等によるカフェ・レストランへの影響や工事によるサーフィンの国際大会への影響が考えられるが、ステークホルダ

分類	No.	影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							一協議等を通して影響を回避・最小化することが可能と想定される? 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時に不当な損害・利益をもたらすことは想定されていない。
	24	景観		✓	D	D	工事中: 本事業は既存護岸改良と係留岸壁の改修であり、景観への影響は想定されていない。 供用時:　護岸嵩上げを行う区域は、背後の歩道高を上げて、歩道から海が見えるように配慮することで景観への影響は最小化されると想定される。
	25	ジェンダー	✓		B-	D	工事中: 工事関係者や建設労働者の女性の参画は同国では難しく、事業管理者、環境社会配慮のコーディネーター、事務員や通訳等での女性の参画等に配慮を要する。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、本事業による供用時のジェンダーへの特段の負の影響は想定されていない。
	26	子どもの権利	✓		B-	D	工事中: 建設工事における児童労働の可能性がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、本事業による供用時の子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	✓		B-	D	工事中: 工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時の感染症の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）	✓		B-	D	工事中: 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用段階で労働者への負の影響は想定されていない。
その他	29	事故	✓		B-	D	工事中: 工事中に事故が発生する可能性がある。 供用時: 本事業は既存護岸の改良と係留岸壁の修復であり、供用時の事故に関する影響は想定されない。

A+/-：重大な正／負の影響が想定される

B+/-：ある程度の正／負の影響が想定される

D：影響は皆無、あるいは軽微。
出典：JICA 調査団

(9)　緩和策および緩和策実施のための費用

プロジェクトを実施するために必要とされる環境・社会配慮対策と各対策の実施及び責任機関を以下に示す。

表 2-2-34 環境管理計画（案）

分類	Nº	環境項目	影響を生じる活動	想定される主な環境緩和策		実施及び責任機関			緩和策の概算費用（USD）
				対策	指標	実施機関	責任機関	追跡調査	
工事中									
汚染対策	1	大気汚染	・護岸改修・係留岸壁補修工事 ・輸送トラック・重機の移動・アイドリング ・廃棄物の野焼き	・施工ヤードや仮設ヤード等への散水 ・必要に応じて工事区域境界に粉塵防止のためのスクリーン等を設置する ・機材の定期的メンテナンスによるガス排出量の軽減 ・輸送トラック・重機のアイドリング削減によるガス排出量の軽減 ・許認可を得た廃棄物収集業者による現場の廃棄物の定期的な収集	輸送トラックカバー ガス排出基準の遵守 適切な廃棄物収集業者との契約 大気環境モニタリング結果	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 3 千 USD 程度
	2	水質汚濁	・建設排水の排出 ・重機等の油漏れ	・必要に応じて仮設沈砂池を設置する ・油の適切な管理、処理・処分 ・必要に応じて工事キャンプにおけるトイレ等設置と一般廃棄物やし尿の適切な処理・処分	液体・固形廃棄物の管理記録 地下水・海水検体の採取と分析・その結果	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 3 千 USD 程度
	3	廃棄物	建設廃棄物の排出	[建設廃棄物] ・建設廃棄物（コンクリート殻、残土、伐採樹木）等の再利用、規則に基づく適切な処理 ・工事キャンプにおける一般廃棄物の適切な処理・処分 ・し尿は、一時的なタンクに保管し、規定されている下水処理場等に運搬する	液体・固形廃棄物の管理記録 建築現場でのトイレの有無	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 2 千 USD 程度
	4	騒音・振動	・護岸改修・係留岸壁補修工事 ・輸送トラック・重機の移動	・低騒音型の工事機械の使用、工事時間の限定 ・必要に応じ遮音壁（矢板または遮音シート）の設置 ・建設従事者への耳栓等の個人防護具の提供	労働時間の調整 個人防護具の調達・提供記録 騒音モニタリング結果	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 3 千 USD 程度
	5	生態系	同上	・樹木伐採の最小化 ・植林プログラムの実施	植林活動の記録	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 4 千 USD 程度
	6	既存の社会インフラや社会サービス	同上	・施工計画における通行確保・迂回路の設定等 ・施工中の道路交通網緩和のための交通標識や整理員配置 ・交通渋滞の影響を受ける既存の社会インフラ・サービス関連機関への情報共有	交通標識や整理員配置	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 2 千 USD 程度
	7	被害と便益の偏在	同上	・工事スケジュールの遵守 ・交通の円滑な流れを確保するための交通管理計画 ・交通渋滞等の影響を受ける店舗等への情報共有	店舗の売上水準確認 家/店/インフラへのアクセス	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 2 千 USD 程度
	8	ジェンダー	建設労働者・管理職等の雇用	・施工段階での男女間の同一賃金確保 ・（女性の雇用が発生する職種の状況に応じて）女性用トイレの整備	給料 快適さ	工事請負業者（建設会社）	MNPHI	EPA	年間 1 千 USD 程度

分類	Nº	環境項目	影響を生じる活動	想定される主な環境緩和策		実施及び責任機関			緩和策の概算費用（USD）
				対策	指標	実施機関	責任機関	追跡調査	
	9	子どもの権利	建設労働者の雇用	・児童労働の禁止について工事請負契約に明記する。 ・モニタリングにより、児童労働の有無を確認する。	児童労働に関する視察・雇用契約書等書類	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 1 千 USD 程度
	10	HIV/AIDS 等の感染症	建設労働者の流入	・蚊の生息地を作らないよう十分な排水設備を設置する ・トイレ等の衛生設備の提供 ・医療検診及び定期健康診断の実施 ・感染症防止のための啓発活動（トレーニング）の実施	建築現場でのトイレの有無 トレーニングの実施記録	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 2 千 USD 程度
	11	労働環境　（労働安全を含む）	・護岸改修・係留岸壁補修工事 ・輸送トラック・重機の移動	・建設従事者へのヘルメット、安全靴、蛍光ジャケット等の個人防護具の提供 ・労働安全トレーニングの実施	個人防護具の調達・提供記録 労働期間の記録 トレーニングの実施記録	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 3 千 USD 程度
その他	12	事故	建設車両の通過	・建設従事者への蛍光ジャケット等の個人防護具の提供 ・交通整理員の配置と安全に関連する標識の設置 ・看板、立ち入り防止柵の設置等による工事区域の立入規制 ・工事区域における夜間の照明の設置 ・工事用車両の待機所や駐車場の設置 ・工事関係車両の速度規制 ・建設労働者への安全トレーニングの実施 ・工事中の周辺住民や通勤通学者のための安全な迂回路の設置	個人防護具の調達・提供記録 交通標識や整理員配置 毎朝の朝礼における安全点検・ヒヤリハットの共有	工事請負業者（建設会社）	工事請負業者（建設会社）／MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 1 千 USD 程度
供用時									
汚染対策	13	大気汚染	工事中の活動（※）	- 年次モニタリング	モニタリング結果	MNPHI	MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 4 千 USD 程度
	14	水質汚濁	工事中の活動（※）	- 年次モニタリング	モニタリング結果	MNPHI	MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 6 千 USD 程度
	15	騒音・振動	工事中の活動（※）	- 年次モニタリング	モニタリング結果	MNPHI	MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	年間 32 千 USD 程度

（※）工事期間中に実施した工事自体が及ぼしうる影響が、供用時に入って残存していないことを確認するもの。出典：JICA 調査団

(10) 環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用等）

環境管理計画及びモニタリングの実施体制を以下のとおり提案する。

表 2-2-35 環境管理計画及びモニタリングの実施体制（案）

No.	役割	機関名
1	事業実施組織（Project Implementation Agency: PIA）	MNPHI/MWSC
2	工事請負業者	建設会社（PCC: Project Construction Company）
3	工事管理	工事監理コンサルタント （CSC: Construction Supervision Consultant）
（1）	施工管理	プロジェクト管理コンサルタント （PMC:Project Management Consultant）
（2）	環境管理	ローカル環境コンサルタント（EC: Environmental Consultant）
4	モ国環境権者	EPA

出典：JICA 調査団

表 2-2-36 環境管理計画の実施に関する機関と役割・責任

段階	機関名	役割及び責任
工事前及び工事中	事業実施主体	
	MNPHI/MWSC	・EMP 実施のために各関連機関との調整を行う。 ・PCC が実施する EMP を監理する。 ・CSC 及び EC が提出する環境モニタリング報告書をレビュー・承認し、必要な対応を指示する。承認後、EPA に報告書を送付する。
	プロジェクト監理コンサルタント（PMC）	・事業現場事務所で PCC を監理し、CSC 内の環境コンサルタント（EC）と協働する。 ・事業の技術、スケジュール、安全監理を行う。
	環境コンサルタント（EC）	・現場で実施される承認された環境緩和策やモニタリングを監理する。また、CSC・PIA、コントラクターと定期的な会議を行い、情報交換を行う。 ・PCC より提出された環境モニタリング報告書のレビュー及び修正をし、事業実施機関に提出する。
	工事請負業者	
	建設会社（コントラクター）	・PMC 及び EC からの指示を受け、承認された EMP を実施する。 ・現場で実施したすべての緩和策についての報告書を週／毎月等定期的に EC に提出する。
	行政	
	EPA	・環境モニタリング報告書を確認する。
供用後（2 年間）	事業実施主体	
	MNPHI/MWSC	・承認された EIA に基づき 2 年間の環境モニタリング・環境管理を実施する。

段階	機関名	役割及び責任
		・定期的に環境モニタリング結果を EPA に提出する
	行政	
	EPA	・環境モニタリング報告書を確認する。

出典：JICA 調査団

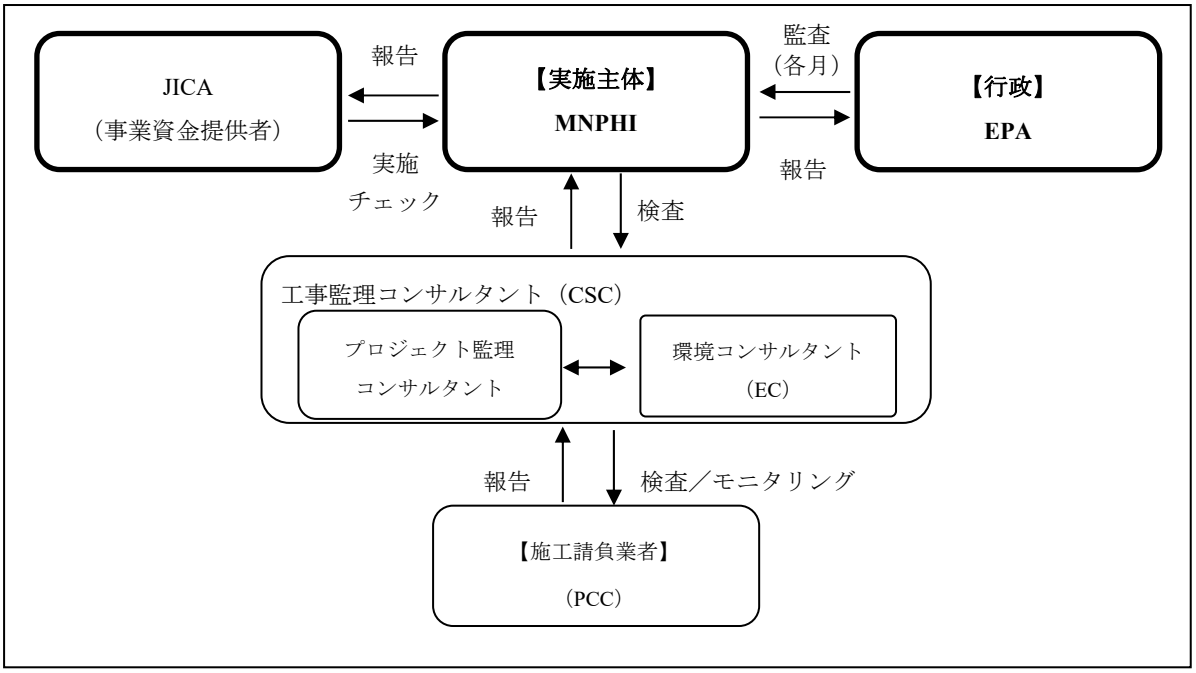


図 2-2-47 環境管理及びモニタリング実施体制（案）

出典：JICA 調査団

環境社会配慮における苦情処理に関するモ国の法規制は特定されなかったため、所轄官庁の EPA に問い合わせたところ、法制化はされていないとの回答であった。同国では、慣習的に環境社会影響評価の ToR の作成時もしくはスコーピング段階において、EPA が苦情処理メカニズムの策定を事業の種類・規模によっては要求することがあるとのことであったが、本事業に関しては苦情処理メカニズムの策定が求められる可能性は低いとのことであった。

しかし、苦情処理メカニズムは JICA 環境社会配慮ガイドラインで求められている点を MNPHI に説明の上、以下の手順で苦情処理体制を構築し、運用していくことを確認した。

（i） 2023 年 6 月に実施したステークホルダー協議（下記「(11)ステークホルダー協議」参照）において協議を行った 12 の組織・個人に対しては、協議後、将来的に苦情、懸念、提案等を申し立てる際の MNPHI 側の連絡先（電話番号：(+960) 4004700、メールアドレス secretariat@planning.gov.mv 及び所在地）及び担当者を周知した。

（ii） それに加えて、今後、工事前に MNPHI が実施するモ国の環境影響評価手続き期間、工事中及び供用時を通して、MNPHI のウェブサイト上で、環境社会影響を受ける人々やコミュニティーが容易に環境面における苦情の申し立てをできるよう、MNPHI がサイトを構築する。これに関しては MNPHI の IT 部局が 2023 年 6 月に実施したステー

クホルダー協議を事前に周知し、参加者登録を受け付け、登録内容を適切に処理した実績もある。

(iii) 影響を受ける人々やコミュニティーが容易にアクセスできるという観点からは、上述(i)の本事業を周知済みのステークホルダーが MNPHI 側に直接連絡できる体制と上述(ii)の常時新たなステークホルダーも申し立てられるハイブリッド方式が適切と MNPHI は認識している。

(iv) 申し立てを受けた際には、迅速に省内で情報共有して懸念や要望に配慮した対処方法を検討し、必要に応じて所轄官庁である EPA 及び以下の関係官庁・地方行政機関と協議する。
・イスラム教省（Ministry of Islamic Affairs）
・マレ市評議会（MCC）
・マレ上下水道公社（MWSC）

(v) そして MNPHI は申し立てから 15 日以内にステークホルダーに対して対処方法を回答する。

(vi) それを受けて、申し立て側は 10 日以内に MNPHI に返答する。

(vii) 結果を JICA モルディブ事務所に報告する。

この苦情処理メカニズムの実施体制及び手順を下図に整理する。

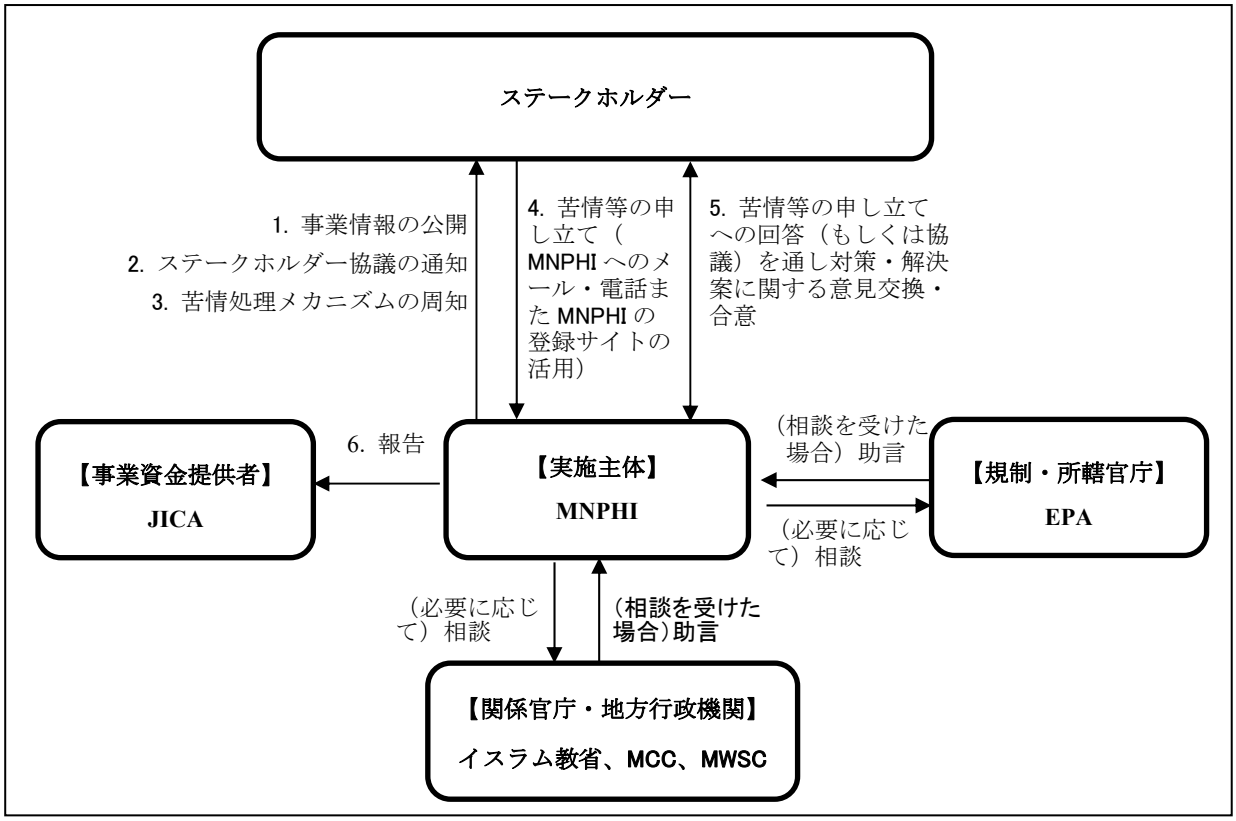


図 2-2-48 苦情処理メカニズムの体制と流れ（案）

出典：JICA 調査団

プロジェクト実施中、プロジェクト完了後におけるモニタリング計画を次表に示す。

表 2-2-37 モニタリング計画

No	環境項目	項目	地点	頻度（供用時は継続期間も明記）	執行機関	監督機関	監視機関	概算費用
	工事前							
1	大気汚染	- NO2 (1 時間測定基準値) 200μg/ m3 - SO2 (10 分測定基準値) 500μg/m3 - PM2.5 (24 時間測定基準値) 15μg/ m3 - PM10 (24 時間測定基準値) 45μg/ m3 - CO (1 時間測定基準値) 35mg/ m3	事業対象地 3 カ所	工事前 1 回	MNPHI（もしくは詳細設計時の JICA 調査団）	ローカル EIA コンサルタント	EPA	2 万 USD 程度
2	水質（海水・地下水）	海水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（30-35PSU）、濁度（5NTU）、電気伝導率（35k- 60k μS/cm）、総懸濁物質(TSS : 50mg/L)、総溶解固形分(TDS : 15k-26k mg/l) 及び総石油炭化水素（TPH : 基準値無し）。 地下水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（基準値無し）、電気伝導率（EC : 1,000 μS/cm 以下）及び総溶解固形分(TDS : 500 mg/L 以下) 。	同上	同上		同上	同上	
3	騒音	騒音（ｄB）夜間及び日中の商業施設基準値 70ｄB	同上	同上		同上	同上	
4	生態系	（樹木を伐採する場合）許認可取得の必要性・取得状況の確認	同上	同上		同上	同上	
	工事中							
5	大気質	- NO2 (1 時間測定基準値) 200μg/ m3 - SO2 (10 分測定基準値) 500μg/m3 - PM2.5 (24 時間測定基準値) 15μg/ m3 - PM10 (24 時間測定基準値) 45μg/ m3	同上		建設会社	ローカル EIA コンサルタント	EPA	建設費に含まれる(四半期毎の場合、年間 8 万 USD 程度)

No	環境項目	項目	地点	頻度（供用時は継続期間も明記）	執行機関	監督機関	監視機関	概算費用
		- CO (1 時間測定基準値)　35mg/ m3						
6	水質（海水・地下水）	海水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（30-35PSU）、濁度（5NTU）、電気伝導率（35k- 60k µS/cm）、総懸濁物質(TSS : 50mg/L)、総溶解固形分(TDS : 15k-26k mg/l) 及び総石油炭化水素（TPH : 基準値無し）。 地下水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（基準値無し）、電気伝導率（EC : 1,000 µS/cm 以下）及び総溶解固形分(TDS : 500 mg/L 以下）。			同上	同上	同上	
7	騒音	騒音（ｄB）夜間及び日中の商業施設基準値 70ｄB			同上	同上	同上	
8	生態系	動植物（国内の保護種・レッドリスト・ベースライン調査結果と比較） （樹木を伐採する場合）許認可取得の必要性・取得状況の確認	同上	1 回/ 6 ヶ月	同上	同上	同上	
9	廃棄物	液体汚染物質と固形廃棄物管理確認	事業対象地域及び処理場	1 回/月	同上	同上	同上	建設費に含まれる
10	既存の社会インフラや社会サービス	・交通渋滞 ・アクセス状況 ・苦情	事業対象地域	1 回/ 3 ヶ月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
11	被害と便益の偏在	・交通渋滞 ・アクセス状況 ・苦情 ・収益水準確認	事業対象地域	1 回/ 3 ヶ月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
12	ジェンダー	・給料 ・施設の設置	建設現場	1 回/ 3 ヶ月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
13	子どもの権利	・建設現場での児童労働有無の確認	建設現場	1 回/ 3 ヶ月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる

No	環境項目	項目	地点	頻度（供用時は継続期間も明記）	執行機関	監督機関	監視機関	概算費用
16	HIV / AIDS などの感染症	・施設の設置 ・トレーニング	建設現場	1 回/ 3 ヶ月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
17	労働環境（労働安全を含む）	・個人防護具 ・トレーニング	建設現場	1回/月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
18	事故	・個人防護具 ・道路標識と交通官 ・朝礼時トレーニング	建設現場	1回/月	建設会社	同上	同上	建設費に含まれる
	供用時							
19	大気質	- NO2 (1 時間測定基準値) 200 μ g/ m3 - SO2 (10 分測定基準値) 500 μ g/m3 - PM2.5 (24 時間測定基準値) 15 μ g/ m3 - PM10 (24 時間測定基準値) 45 μ g/ m3 - CO (1 時間測定基準値)　35mg/ m3	事業対象地 3 カ所	1 回/ 年	MNPHI	ローカル EIA コンサルタント	EPA	2 万 USD 程度
20	水質（海水・地下水）	海水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（30-35PSU）、濁度（5NTU）、電気伝導率（35k- 60k μS/cm）、総懸濁物質(TSS : 50mg/L)、総溶解固形分(TDS : 15k-26k mg/l) 及び総石油炭化水素（TPH : 基準値無し）。 地下水の分析項目：水温（基準値 25-30℃）、pH（基準値 7.5-8.5 及び 6-9）、塩分濃度（基準値無し）、電気伝導率（EC : 1,000 μS/cm 以下）及び総溶解固形分(TDS : 500 mg/L 以下）。	同上	同上	同上	同上	同上	
21	騒音	騒音（ｄB）夜間及び日中の商業施設基準値 70ｄB	同上	同上	同上	同上	同上	

出典：JICA 調査団

(11) ステークホルダー協議

事前情報収集として 2022 年 10 月 5 日及び 10 日に MNPHI 及び EPA に対して行った聞き取りにおいては、本事業の公衆関与に大きな懸念は無いとの回答を得た。ただし、砂の堆積による飛砂発生が問題となっているマレ島南東海岸護岸（要請時 140m、現時点での想定は 230m）の工事に関する合意形成には、注意を払う必要があるとのことであった。

現状の護岸補修工事の基本設計によると、堤防沿いで散歩する市民が海を見られなくなる、または市民が砂浜に出られなくなるような護岸の改修ではないため、一般市民との摩擦は考えにくく、問題となりうるのは、この海岸がサーフィンの国内・国際大会の会場になっていることから、大会運営機関、競技者、その他関係者が異論を唱える可能性が排除できない点であると MNPHI から聞き取った。

しかし、主要関係者である MSA に対して事前に可能な限りの情報共有を行い、環境社会影響評価実施の際に改めて十分な情報共有と、要望・意見の聞き取り、事業への反映がなされれば、合意形成が困難になることは考えにくいとのことであったので、本準備調査においては MNPHI に相談の上、MSA に対して 2022 年 10 月 20 日に以下の事業説明を行った。

➢ 本案件の暫定的なスケジュール

・建設期間は全体で 2024 年の 12 月から 2026 年 1 月までの約 14 カ月程度。

・ただし、上述のサーフエリアは、大会が実施される可能性がある時期の 4 月から 11 月をなるべく避けた 2024 年 11 月から 2025 年 4 月の約 6 カ月程度の工事を想定。

➢ 現段階での護岸補修構想図面に基づく説明

事業説明に対し、MSA より以下の 7 つの要望があり、それらを図面・施工に反映することで合意した。

・1:4/3 等で計画されている、護岸の被覆石をすべて 1:3 の程度の緩やかな法勾配に変更する。

・その勾配面は、直線的ではなく傾斜に沿って波状になるようにする。

・区間 B (下図参照) のテトラポットは全て撤去し、1:3 の法勾配の被覆石のみとする。

・区間 F と 区間 G（下図参照）の間で、区間 G38m から区間 F 側に張り出すような形で計画されていた被覆石を設置することはしない。

・サーフエリア内に 3 つの階段を設ける。

・建設期間中もサーフィンを楽しむことができるよう、A 区間の北側及び E 区間の南側からはこれまで通り利用者が海にアクセスできるよう仮設アクセスロードを設置する。

・建設後、建設廃材を撤去し、海岸の清掃を行う。



図 2-2-49 マレ島南東部の護岸補修工事区間 A-E

出典：JICA 調査団



図 2-2-50 マレ島南東部の護岸補修工事区間 F-G

出典：JICA 調査団

区間 G （上図参照）の箇所は、MSA の大会時期に重なってしまう可能性もあるが、大会には影響がないことを確認した。本協議においては、前述の 7 項目（要望）が質問・懸念点として MSA 幹部から提示されたが、全てを図面・施工に反映して対応する旨合意したこともあり、MSA 側も肯定的に本事業を受け入れた。今後、準備調査の最終渡航（2023 年 6 月）において実施する第 2 回ステークホルダー協議において MSA 側も協力していく方針である旨、確認の上、協議を終えた。本協議の結果は MNPHI 及び EPA 側に共有した。

2023 年 6 月の第 2 回ステークホルダー協議においては、事前に念入りに MNPHI、JICA 調査団及び現地専門家でオンライン会議を実施し、本事業の特性、規模、事業地及びその周辺地域の状況等を勘案の上、できる限り幅広くとらえて、以下の主要なステークホルダーをリストアップした。

・公的機関

- イスラム教省（Ministry of Islamic Affairs）：マレ島東側の大型のモスクを所轄。
- マレ市評議会：マレ島においては住民や商業施設を代表。
- マレ上下水道公社：上下水道等のユーティリティーの所轄官庁

・民間の組織及び個人

- マレ島東側護岸に隣接するレストラン・カフェ経営者
- MSA とサーフィン競技関係者
- その他関係者：MNPHI、現地専門家及び所轄官庁である EPA も想定できない関係者

レストラン・カフェ以外には、工事対象地の周囲に一般の住居や倉庫等を含む個人の私有地は無いため、経営者のみを対象とした。漁業関係者に関しては、事業区域においては、漁業関係者は居らず、漁港や漁業基地もなく、且つ漁場でもなく、漁業に影響を与えるような事業特性もないことから、MNPHI 及び所轄官庁の EPA とも相談の上、漁業関係者は主要ステークホルダーには位置づけなかった。

上述のステークホルダーのうち、「その他関係者」を除く主要ステークホルダーには MNPHI がステークホルダー協議参加を呼びかける招待状を直接送付し、電話でも MNPHI 及び JICA 調査団専門家が招待状を送付した旨、案内した。その他関係者に対して、ステークホルダー協議の開催を周知するために、MNPHI のウェブサイト上で、SNS も活用しつつ、2 週間以上ステークホルダー協議を周知し、参加者登録を受け付けた。

このように 2 通りの方法でステークホルダーに協議開催を周知し、6 月 19 日及び 20 日の 2 日間に渡って実施したステークホルダー協議の概要を下表に整理する。

表 2-2-38 ステークホルダー協議の概要

大項目	小項目	詳細
ステークホルダー協議準備	リストアップ	主要なステークホルダーの洗い出し
	周知方法	MNPHI のウェブサイト上のイベント開催案内及び個別案内の送付
	周知期間	2 週間
ステークホルダー協議の開催	開催期間	2023 年 6 月 19 日 9 時-13 時及び同 20 日 9 時-13 時
	開催場所	MNPHI 大会議室

大項目	小項目	詳細
	参加者	・全体：15 機関・個人（男性 11 名・女性 1 名） ・6 月 19 日の参加者 - レストラン・カフェ経営者 4 名 - イスラム教省 1 名 - マレ市評議会 1 名 - マレ上下水道公社 2 名 ・6 月 20 日の参加者 - MSA2 名 - NGO・財団各 1 名（合計 2 名） - 民間企業（ロジスティック関連会社）3 名
	開催内容	事業内容の説明、スケジュール、環境ベースライン調査内容、ステークホルダー協議開催の流れ、来年以降のステークホルダー協議の想定、質疑応答、質問票に基づく意見収集及び後日追加で行うステークホルダー協議の必要性に関する聞き取り（追加日程の調整）

重要な協議結果としては、事業自体に反対する意見は無く肯定的な意見が多かったが、要求事項に対する質疑応答もあったため、参加者からの主なコメントとそれに対する回答を下記に整理する。

・協議に参加した公的機関（イスラム教省、マレ市役所及びマレ水道公社）

-（3 機関とも）協議を通して事業内容を理解できた。

- マレ市役所が関与しているマレ島北側の係留岸壁に並走する道路の拡張に関しては、今後密に情報を交換し、マレ市評議会と MNPHI と協力して効率の良い公共事業を実施していくことで合意した。

・協議に参加した民間組織

- レストラン・カフェのオーナー4 名は全員、越波による機材・備品の損傷や顧客の怪我等で長年悩まされているとのことで、工事期間中に想定されるビジネスへの影響より、越波被害の改善のほうが遥かに重要度が高いとのことであった。

- MSA は昨年 10 月の協議で 7 項目の要望を JICA 調査団に伝えた結果、全てが事業計画に反映されたことに謝意を示した。追加の希望として、マレ島南東部分の護岸改修工事を護岸の嵩上げを行わない方法が可能かと質問があったため、今後の海面上昇の予測や、護岸外側で砂の集積が続く場合も考慮して、今後越波・飛砂が発生しないように嵩上げ幅が計算されている点等を説明し理解した様子であった。

- NGO（Zero Waste Maldives）は排水関連のデータ等を MNPHI が今後一般に開示するように要求し、MNPHI はそのようにできるように善処すると回答し、理解を得た。

- 民間企業（TTS 社）はロジスティクスの地元の会社で、本事業から業務受注の可能性があるかを探っている様子であったため、日本の ODA 事業である旨伝え、今後の事業の流れを説明し、十分な情報を得られたとの回答を得た。

当日の情報共有・協議に関しては、情報量、実施機関による返答、コメントの事業への反映結果・方針等に対して全般的に満足という反応が見られた。

参加者のうち、上述の民間企業は近日中に更なる協議を求めたため同社の希望に基づき日時と場所を設定したが、当日約束した MNPHI の会議室に現れなかったため、事業に対する追加的な情報共有を電話で行った。それ以外の参加者は、来年 4 月頃に MNPHI が改めて実施を予定しているステークホルダー協議等を通して今後とも継続して情報共有・意見交換をできる機会を歓迎するとの回答であり、総じて前向きな反応が得られた。

2-2-4-2　用地取得・住民移転

2022 年 10 月 5 日及び同 10 日の MNPHI との面談において、本事業においては用地取得・住民移転は不要である点は MNPHI と確認した。

(1)　用地取得・住民移転の必要性

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(2)　用地取得・住民移転に係る法的枠組み
本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(3)　用地取得・住民移転の規模・範囲（人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査の結果を含む）

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(4)　補償・支援の具体策（受給者要件、補償の算定方法を含む）

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(5)　苦情処理メカニズム

用地取得・住民移転以外での苦情処理メカニズムは、2-38 ページ及び 2-39 ページに記載の通り。

(6)　実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(7)　実施スケジュール（損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始）

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(8)　費用と財源

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(9)　実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

(10) 住民協議

本事業においては、用地取得・住民移転ともに不要であるため該当しない。

2-2-4-3　その他

(1)　モニタリングフォーム案

以下にJICA環境社会配慮ガイドラインに基づく環境モニタリングフォームに基づくモニタリング項目を示す。

表 2-2-39 モニタリングフォーム

（1）工事前

大気質（環境大気質）

項目	単位	日付	場所	測定値（24hrs。NO2 は 1hr）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
NO_2	μg/ m^3				事業地 A：250 事業地 B：230 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 200μg/m3（1hr）	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・頻度：工事前 1 回
SO_2	μg/m^3				事業地 A：300 事業地 B：定量下限値未満 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 500μg/m3（10 min）	
PM2.5	μg/m^3				事業地 A：64 事業地 B：23 事業地 C：257	無し	WHO 15μg/m3（24hrs）	
PM10	μg/m^3				事業地 A：45 事業地 B：9 事業地 C：189	無し	WHO 45μg/m3（24hrs）	
CO	mg/m^3				事業地 A：7 事業地 B：5 事業地 C：6	無し	WHO 35mg/m3（1hr）	

水質（海水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：29.1 事業地 B：29.2 事業地 C：29.2	25-30	-	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・頻度：工事前 1 回
pH	－					事業地 A：8.45 事業地 B：8.49 事業地 C：8.47	7.5-8.5	IFC 6-9	
Salinity	PSU					事業地 A：34.65 事業地 B：34.23 事業地 C：34.34	30-35	-	
Turbidity	NTU					事業地 A：0.15 事業地 B：0.20	5	-	

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
						事業地 C：0.08			
EC	µS/cm					事業地 A：52,461 事業地 B：51,888 事業地 C：52,038	35,000- 60,000	-	
TSS	mg/l					事業地 A,B・C：定量下限値未満	-	IFC 50mg/L	
TDS	mg/l					事業地 A：26,229 事業地 B：25,940 事業地 C：26,016	15,000-26,000	-	
TPH	mg/l					事業地 A：定量下限値未満 事業地 B：0.07 事業地 C：0.34	-	-	

水質（地下水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：28.28 事業地 B：28.35 事業地 C：28.31	25-30	-	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計３カ所 ・頻度：工事前１回
pH	－					事業地 A：7.33 事業地 B：7.33 事業地 C：7.12	7.5-8.5	IFC 6-9	
Salinity	PSU					事業地 A：0.40 事業地 B：0.29 事業地 C：0.30	-	-	
EC	µS/cm					事業地 A：833 事業地 B：594 事業地 C：632	1,000	-	
TDS	mg/l					事業地 A：416 事業地 B：297 事業地 C：316	500	-	

騒音

項目	単位	日付	場所	測定値（L_{Aeq}）	測定値（L_{max}）	ベースライン調査結果	国の基準	国際規格参照	備考（測定場所、頻度等）
騒音レベル	dB（A）					平日 事業地 A：55.50, 65.85, 67.85 及び 68.18 事業地 B：52.54, 60.10, 57.03 及び 58.52 事業地 C：54.24, 65.85, 57.50 及び 69.63 週末 事業地 A：45.48, 56.62, 51.71 及び 51.71 事業地 B：51.52, 54.69, 56.42 及び 51.52 事業地 C：51.71, 52.80, 56.93 及び 63.58	無し	WHO ・工業地帯・商業施設の日中・夜間 L_{Aeq} 70dB（A）	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・頻度：工事前 1 回

生態系

モニタリング項目	報告期間中の状況
・（樹木を伐採する場合）許認可取得状況	

（2）工事中

［汚染対策］

大気質（環境大気質）

項目	単位	日付	場所	測定値（24hrs。NO2 は 1hr）	`ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
NO2	μg/ m3				事業地 A：250 事業地 B：230 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 200μg/m3（1hr）	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・モニタリング頻度 1 回/3 ヶ月
SO2	μg/m3				事業地 A：300 事業地 B：定量下限値未満 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 500μg/m3（10 min）	
PM2.5	μg/m3				事業地 A：64 事業地 B：23 事業地 C：257	無し	WHO 15μg/m3（24hrs）	

項目	単位	日付	場所	測定値（24hrs。NO2 は 1hr）	`ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
PM10	µg/m3				事業地 A：45 事業地 B：9 事業地 C：189	無し	WHO 45µg/m3（24hrs）	
CO	mg/m3				事業地 A：7 事業地 B：5 事業地 C：6	無し	WHO 35mg/m3（1hr）	

水質（海水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：29.1 事業地 B：29.2 事業地 C：29.2	25-30	-	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計３カ所 ・モニタリング頻度 1 回/3 ヶ月
pH	－					事業地 A：8.45 事業地 B：8.49 事業地 C：8.47	7.5-8.5	IFC 6-9	
Salinity	PSU					事業地 A：34.65 事業地 B：34.23 事業地 C：34.34	30-35	-	
Turbidity	NTU					事業地 A：0.15 事業地 B：0.20 事業地 C：0.08	5	-	
EC	µS/cm					事業地 A：52,461 事業地 B：51,888 事業地 C：52,038	35,000- 60,000	-	
TSS	mg/l					事業地 A,B・C：定量下限値未満	-	IFC 50mg/L	
TDS	mg/l					事業地 A：26,229 事業地 B：25,940 事業地 C：26,016	15,000-26,000	-	
TPH	mg/l					事業地 A：定量下限値未満 事業地 B：0.07 事業地 C：0.34	-	-	

水質（地下水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：28.28 事業地 B：28.35 事業地 C：28.31	25-30	-	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・モニタリング頻度 1 回/3 ヶ月
pH	－					事業地 A：7.33 事業地 B：7.33 事業地 C：7.12	7.5-8.5	IFC 6-9	
Salinity	PSU					事業地 A：0.40 事業地 B：0.29 事業地 C：0.30	-	-	
EC	μS/cm					事業地 A：833 事業地 B：594 事業地 C：632	1,000	-	
TDS	mg/l					事業地 A：416 事業地 B：297 事業地 C：316	500	-	

騒音

項目	単位	日付	場所	測定値（L_{Aeq}）	測定値（L_{max}）	ベースライン調査結果	国の基準	国際規格参照	備考（測定場所、頻度等）
騒音レベル	dB（A）					平日 事業地 A：55.50, 65.85, 67.85 及び 68.18 事業地 B：52.54, 60.10, 57.03 及び 58.52 事業地 C：54.24, 65.85, 57.50 及び 69.63 週末 事業地 A：45.48, 56.62, 51.71 及び 51.71 事業地 B：51.52, 54.69, 56.42 及び 51.52 事業地 C：51.71, 52.80, 56.93 及び 63.58	無し	WHO ・工業地帯・商業施設の日中・夜間 L_{Aeq} 70dB（A）	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・モニタリング頻度 1 回/3 ヶ月

生態系

モニタリング項目	報告期間中の状況
・事業対象地及びその周辺の動植物（国内の保護種・レッドリスト・ベースライン調査結果と比較） ・（樹木を伐採する場合）許認可取得状況	

廃棄物

監視項目	日付	場所	モニタリング期間中の状況
廃棄物処理の記録（発生量、処理方法）			調査により監視

既存の社会インフラや社会サービス

モニタリング項目	報告期間中の状況
交通渋滞、アクセス状況及び苦情の発生状況	

被害と便益の偏在

モニタリング項目	報告期間中の状況
交通渋滞、アクセス状況、苦情及び収益水準の確認	

ジェンダー

モニタリング項目	報告期間中の状況
給料及び施設の設置状況	

子どもの権利

モニタリング項目	報告期間中の状況
建設現場での児童労働有無の確認	

HIV / AIDS などの感染症

モニタリング項目	報告期間中の状況
施設の設置状況及びトレーニングの記録	

労働環境（労働安全を含む）

モニタリング項目	報告期間中の状況
個人防護具の着用及びトレーニングの記録	

事故

モニタリング項目	報告期間中の状況
個人防護具の着用、道路標識設置、交通官の配置、及びトレーニングの記録	

苦情処理メカニズム

モニタリング項目	報告期間中の状況
苦情の受領状況及びその内容	

（3）供用時

［汚染対策］

大気質（環境大気質）

項目	単位	日付	場所	測定値（24hrs。NO2 は 1hr）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
NO_2	μg/ m^3				事業地 A：250 事業地 B：230 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 200μg/m3（1hr）	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 モニタリング頻度 1 回/年
SO_2	μg/m^3				事業地 A：300 事業地 B：定量下限値未満 事業地 C：定量下限値未満	無し	WHO 500μg/m3（10 min）	
PM2.5	μg/m^3				事業地 A：64 事業地 B：23 事業地 C：257	無し	WHO 15μg/m3（24hrs）	
PM10	μg/m^3				事業地 A：45 事業地 B：9 事業地 C：189	無し	WHO 45μg/m3（24hrs）	
CO	mg/m^3				事業地 A：7 事業地 B：5 事業地 C：6	無し	WHO 35mg/m3（1hr）	

水質（海水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：29.1 事業地 B：29.2	25-30	-	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
						事業地 C：29.2			・供用中モニタリング頻度 1 回/年
pH	－					事業地 A：8.45 事業地 B：8.49 事業地 C：8.47	7.5-8.5	IFC 6-9	
Salinity	PSU					事業地 A：34.65 事業地 B：34.23 事業地 C：34.34	30-35	-	
Turbidity	NTU					事業地 A：0.15 事業地 B：0.20 事業地 C：0.08	5	-	
EC	µS/cm					事業地 A：52,461 事業地 B：51,888 事業地 C：52,038	35,000- 60,000	-	
TSS	mg/l					事業地 A,B・C：定量下限値未満	-	IFC 50mg/L	
TDS	mg/l					事業地 A：26,229 事業地 B：25,940 事業地 C：26,016	15,000-26,000	-	
TPH	mg/l					事業地 A：定量下限値未満 事業地 B：0.07 事業地 C：0.34	-	-	

水質（地下水）

項目	単位	日付	場所	測定値（平均）	測定値（最大）	ベースライン調査結果	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度等）
水温	℃					事業地 A：28.28 事業地 B：28.35 事業地 C：28.31	25-30	-	
pH	－					事業地 A：7.33 事業地 B：7.33 事業地 C：7.12	7.5-8.5	IFC 6-9	・モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・供用中モニタリング頻度 1 回/年
Salinity	PSU					事業地 A：0.40 事業地 B：0.29	-	-	

						事業地 C：0.30			
EC	µS/cm					事業地 A：833 事業地 B：594 事業地 C：632	1,000	-	
TDS	mg/l					事業地 A：416 事業地 B：297 事業地 C：316	500	-	

騒音

項目	単位	日付	場所	測定値（L_{Aeq}）	測定値（L_{max}）	ベースライン調査結果	国の基準	国際規格参照	備考（測定場所、頻度等）
騒音レベル	dB（A）					平日 事業地 A：55.50, 65.85, 67.85 及び 68.18 事業地 B：52.54, 60.10, 57.03 及び 58.52 事業地 C：54.24, 65.85, 57.50 及び 69.63 週末 事業地 A：45.48, 56.62, 51.71 及び 51.71 事業地 B：51.52, 54.69, 56.42 及び 51.52 事業地 C：51.71, 52.80, 56.93 及び 63.58	無し	WHO ・工業地帯・商業施設の日中・夜間 L_{Aeq} 70dB（A）	・工事中及び供用時モニタリング地点：事業地毎に各 1 カ所で計 3 カ所 ・工事中モニタリング頻度 1 回/月 ・供用中モニタリング頻度 1 回/年

(2)　環境チェックリスト

表 2-2-40 環境チェックリスト（Environmental Checklist 11: Ports and Harbors 参照）

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1. Permits and Consultations	(1) Environmental Assessment and Environmental Permits	(a) Have EIA reports been already prepared in official process? (b) Are the EIA reports written in the official or widely used language of the host country? (c) Have EIA reports been approved by authorities of the host country government? (If not yet approved, write the expected date of the approval in the "Confirmation of Environmental Considerations" column.) (d) Have EIA reports been approved with any conditions? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (e) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government? (f) Do the EIA reports cover the items described in Appendix 2 of the JICA Guidelines? (The scope and detail of the impact assessment may be adjusted according to the impact of the project.) (g) Do the environmental and social consideration confirmation cover the project's whole scope, cumulative impacts, derivative and secondary impacts, as well as impacts of indivisible projects?	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N	(a) No, they haven't. According to the environmental competent authority (Environmental Protection Agency: EPA) and the counterpart (Ministry of National Planning, Housing and Infrastructure: MNPHI) in Maldives, the EIA process should start late 2023 or early 2024 due to the budget shortage of MNPHI, validity of the environmental license for 1 year) and the validity of the environmental baseline data (for 6 months). (b) No, they are not yet prepared as explained above. When it will be prepared, the whole report will be written in English and the executive summary in both Engish and the local language (Dhivehi). (c) No, they haven't. Based on the discussion with EPA and MNPHI, they should be approved in 2024 by EPA as per the EIA Regulation 2012. (d) No, they haven't. (e) No, they haven't, but it is understood that there are no other additional required environmental permits. (f) No EIA reports have been prepared yet. (g) No EIA reports have been prepared yet.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(2) Explanation and Consultation with Local Stakeholders	(a) Are local stakeholders properly analyzed and identified? (b) Does the project provide appropriate explanations to local stakeholders about the content and impact of the project, and gain their understanding, through the process of ensuring meaningful consultation including information disclosure? (c) For local stakeholder consultations, are records of consultations prepared, including the gender and other attributes of the participants? (d) Have comments from local stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design, etc.?	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a) According to MNPHI and EPA, the concept and design of this project will be appreciated by the general public and most of the institutions, but Maldivian Surfing Association (MSA) should be carefully consulted. (b) The official sessions for "Explanation and consultation with local stakeholders" as a part of the Maldivian EIA is expected in 2024, but early information disclosure to key stakeholders will help getting their understanding on our project. Therefore, a consultative meeting with MSA was held and 9 changes to our project design were adopted. (c) Based on the meeting with MSA, meeting records were prepared. (d) Based on the requests from MSA, 9 changes of civil work were incorporated into our project design.
	(3) Examination of Alternatives	(a) Is the project/plan's scope of multiple alternatives adequately considered? (b) Are alternatives that are feasible in terms of technical, financial, and environmental and social aspects considered from the view point of environmental and social items and, if necessary, reducing total greenhouse gas emissions? (c) Are comparisons made with the “without project” scenario?	(a)Y (b)Y (c)Y	(a) It is a rehabilitation project. Therefore, EPA informed that alternative locations cannot be considered. The only alternative would be the zero-option. (b) See above. (c) Zero-option, i.e. “Without Project” scenario will be considered in EIA.
2. Pollution Control	(1) Air Quality	(a) Do air pollutants, such as sulfur oxides (SOx), nitrogen oxides (NOx), and soot and dust emitted from ships, vehicles and project equipments comply with the emission standards of the host county, etc. ?(b) Do air pollutants emitted from the project cause areas that do not comply with the ambient air quality standards of the host country, etc. ?(c) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)N (c)N	(a) They will likely comply with the standards, but the baseline data should be taken in 2024 and the air quality will be monitored during the project. (b) They will unlikely cause those areas. The baseline data should be taken in 2024 and the air quality will be monitored during the project. (c) It is unlikely that the construction will have negative impacts on the air quality as it is designed to follow the low emission equipment/vehicles based on the consultation with EPA and the actual air quality will be monitored.
	(2) Water Quality	(a) Do effluents from the project facilities comply with the effluent standards of the host county, etc. ? (b) Do effluents from ships and ancillary equipments such as dock comply with the effluent standards of the host country, etc. ? (c) Are adequate measures taken to prevent leakages of oil and hazardous materials into surrounding waters? (d) Do oceanographic changes, such as alteration of ocean currents and reduction in seawater exchange rates (deterioration of seawater circulation) due to modification of water areas such as shoreline modifications, reduction in water areas, and creation of new water areas, cause changes in water temperature and water quality? (e) In the case of the projects including land reclamation, are adequate measures taken to prevent contamination of surface water, seawater,	(a)N (b)N (c)Y (d)N (e)NA (f)Y (g)N (h)N	(a) No effluents from the project facilities are expected. (b) No effluents from ships and ancillary equipment are expected. (c) If oil and hazardous material will be used, they will be kept in labelled containers and monitored regularly for any leakages. (d) Based on the project design, no oceanographic changes are foreseen. (e) No land reclamation is foreseen. (f) It is unlikely that this project will negatively affect the quality of sanitary water or rainwater. (g) It is unlikely that the effluents from the project cause areas that do not comply with the ambient water quality standards. (h) It is unlikely that the construction will have negative impacts on the water quality.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		and groundwater by leachates from the reclamation areas? (f) Does the quality of sanitary wastewater and stormwater comply with the effluent standards of the host country? (g) Do effluents from the project cause areas that do not comply with the ambient water quality standards of the host country? (h) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?		
2. Pollution Control	(3) Wastes	(a) Are wastes generated from ships and the related facilities properly treated and disposed of in accordance with the regulations of the host country?(b) Is offshore dumping of dredged materials and soils properly treated and disposed of in accordance with the regulations of the host country to prevent impacts on the surrounding water areas (or land areas)?(c) Are adequate measures taken to prevent discharge or dumping of hazardous materials to the surrounding water areas?(d) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)NA (c)Y (d)N	(a)Waste will be collected and transferred to the waste facility. (b) No dredging is planned in this project. (c) Hazardous materials such as fuels or chemicals will be kept separately and taken to the designated waste management facility. (d) It is unlikely that the construction will have negative impacts on the waste matters. Most of the demolished existing seawall will be reused.
	(4) Soil Contamination	(a) Has the soil at the project site been contaminated in the past? (b) Are adequate measures taken to prevent soil contamination? (c) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)N (c)N	(a) There is no sign of major soil contamination at the site. However, saltwater intrusion due to flooding might have caused high salinity in the soil. (b) If high salinity in soil should be considered as soil contamination, no adequate measures are currently taken to prevent soil contamination. (c) It is unlikely that the construction will have negative impacts on the soil. However, there is a possibility of small-scale soil contamination as a result of oil leakage from construction machinery and vehicles during construction. Inspection for oil leaks and repair should be carried out on vehicles and machines. If an oil leakage occurs, the polluted soil should be collected and transported to a specified waste disposal site.
	(5) Noise and Vibration	(a) Does the noise generated by operation comply with standards of the host country, etc. ? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)Y	(a) The Maldives does not have a set criterion for noise and vibration, but with low-noise equipment, noise and vibration can be attained below the international standards. (b) Noise and vibration will occur during construction, mainly associated with demolition and concrete work, but the noise and vibration levels will be maintained below the international standards when low-noise equipment will be applied while demolition work should be limited to certain hours of the day (only during daytime) and will not be continuous.
	(6) Subsidence	(a) Is there a possibility that the extraction of a large volume of groundwater causes subsidence?	(a)NA (b)N	(a) First of all, no extraction of large volume of groundwater is foreseen. (b) It is unlikely that the construction will have negative impacts on

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		(b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?		subsidence. The ground is reef limestone with thin topsoil, and this is not a region of wide area ground subsidence.
	(7) Odor	(a) Are there any odor sources? Are adequate odor control measures taken? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N	(a) The construction activities of the project will be mainly carried out in existing structures or reclaimed areas and the site investigation did not find material that could be the source of odors, so odors will not likely arise during the project. (b) Stagnant water bodies are not expected to be created and odors will not likely arise during the project.
	(8) Sediment	(a) Are adequate measures taken to prevent contamination of sediments by discharges or dumping of hazardous materials from ships and related facilities? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N	(a) No contamination of sediments by discharges or dumping of hazardous materials from ships and related facilities is expected. (b) It is highly unlikely that the construction will have negative impacts on sediment.
3. Natural Environment	(1) Protected Areas	(a) Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties/ conventions?(b) Does the project affect the protected areas?(c) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)NA (c)N	(a) The project site is not located in protected areas designated by the country's laws or international treaties/ conventions.(b) See above.(c) It is highly unlikely that the construction will have negative impacts on the protected area.
	(2) Biodiversity	(a) Does the project site encompass primary forests, natural forests in tropical areas, habitats with important ecological value (coral reefs, mangrove wetlands, tidal flats, etc.)? (b) Does the project site encompass habitats of rare species that require protection under domestic legislation, international treaties, etc.? (c) Are there any concerns about the significant impact on biodiversity by the project, with significant conversion or significant degradation of critical habitats or critical forests? If yes, are appropriate measures taken to address the impact on biodiversity? (d) Does the project have negative impacts on aquatic organisms? (e) Does the project have negative impacts on vegetation or wildlife of coastal zones? (f) If there are any other concerns about significant impacts on biodiversity, are measures taken to reduce the impacts on biodiversity? (g) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N	(a) The project site does not encompass primary forests, natural forests in tropical areas, habitats with important ecological value (coral reefs, mangrove wetlands, tidal flats, etc.). (b) The project site does most likely not encompass habitats of rare species that require protection under domestic legislation, international treaties, etc., but during the EIA in 2024, this should be confirmed. (c) There are no concerns about the significant impact on biodiversity by the project. (d) It is unlikely that the project will have negative impacts on aquatic organisms, but during the EIA in 2024, this should be confirmed. (e) This project will highly unlikely have negative impacts on vegetation or wildlife of coastal zones. (f) There are noother concerns about significant impacts on biodiversity, are measures taken to reduce the impacts on biodiversity. (g) The construction will most likely not have any negative impacts.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(3) Hydrology	(a) Does the installation of the port and harbor facilities cause oceanographic changes? (b) Are there any impacts on groundwater system (drawdown, salification, etc.) due to landfill construction and harbor excavation, etc.? (c) Does the project have negative impacts on current conditions, waves and tides, etc.? (d) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a) There is no installation of the port and harbor facilities. Only the top part of quay wall will be demolished, so no oceanographic changes are expected. (b) There will be no landfill construction and harbor excavation in this project. The project activities will not affect groundwater. (c) The project will have no negative impacts on current conditions, waves and tides, but the wave condition is expected to be rather improved with the implementation of the proposed project design. (d) The construction is not expected to have any negative impacts, but the hydrology is rather expected to improve with the project.
	(4) Topography and Geology	(a) Does the installation of port and harbor facilities cause a large-scale alteration of topographic features and geological structures in the surrounding areas or limination of natural beaches? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N	(a) No installation of port and harbor facilities is planned, so no large-scale alteration of topographic features and geological structures in the surrounding areas or limination of natural beaches is expected. (b) The construction will likely not have negative impacts on the topography and geology.
4. Social Environment	(1) Resettlement and Land Acquisition	(a) Is land acquisition with involuntary resettlement caused by project implementation? If yes, please describe the scale of land acquisition and resettlement.(b) Are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement? Are there any other land acquisition or loss of livelihoods?(c) Is adequate explanation on compensation and livelihood restoration program given to affected people prior to resettlement?(d) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards, developed based on socioeconomic studies on resettlement?(e) Are the compensations paid prior to the resettlement?(f) Are the compensation policies prepared in document?(g) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable social groups, such as women, children, elderly peoples, people in poverty, persons with disabilities, refugees, internally displaced persons, and minorities?(h) Are the compensation to be agreed are explained to the project affected persons in writing, and are agreements with the affected people obtained prior to resettlement?(i) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan?(j) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement?(k) Is the grievance redress mechanism established?	(a)N (b)NA (c)NA (d)NA (e)NA (f)NA (g)NA (h)NA (i)NA (j)NA (k)NA	(a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i), (j) and (k)There will be no resettlement of residents associated with project.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(2) Living and Livelihood	(a) Does the project adversely affect the living conditions of the inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts, if necessary? (b) Do the changes in water uses (including fisheries and recreational uses) in the surrounding areas due to the project adversely affect the livelihoods of inhabitants? (c) Do the port and harbor facilities adversely affect the existing water traffic and road traffic in the surrounding areas? (d) Does the project have a negative impact on ecosystem services (provisioning services and regulating services) and affect health and safety of the community (especially indigenous peoples who depend on the services)? (e) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)Y (c)Y (d)N (e)N	(a) Roads adjacent to some project sites are busy and narrow. Therefore, pedestrians and vehicles may be hindered due to the temporary storage of materials and equipment; transport of materials and equipment; and the construction site. The trafic control plan will be necessary and safety measures (installing appropriate signs and fence around the project areas, etc.) will be needed. (b) Recreational users of the area will be impacted. The construction design and schedule was already explained to the major stakeholders. Based on their requests, both the design and scheudle were adjusted in order to avoid/minimize the impact to the livelihoods of inhabitants. During the project, safety measures (installing appropriate signs and fence around project areas, etc.) should be introduced. (c) Both water and road traffic in the surrounding area of the project site (East side) will be affected. During construction phase, a minimal portion of the area should be occupied at a time. (d) It is unlikely that the project will have a negative impact on ecosystem services (provisioning services and regulating services) and affect health and safety of the community (especially indigenous peoples who depend on the services). (e) It is unlikely that the construction will have negative impacts on living and livelihood.
	(3) Vulnerable Social Groups	(a) Is appropriate consideration given to vulnerable social groups, such as women, children, elderly peoples, people in poverty, persons with disabilities, refugees, internally displaced persons, and minorities? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)N	(a) Appropriate steps and slopes will he established for the pedestrian path along the seawall for children, elderly peoples and persons with disabilities. (b) See above.
4. Social Environment	(4) Heritage	(a) Does the project damage any archeological, historical, cultural, and religious heritage? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the laws of the host country? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N	(a) and (b): Project activities will not damage archaeological, historical, cultural, and religious heritage sites.
	(5) Landscape	(a) Does the project adversely affect landscapes that require special considerations? (b) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)N (b)N	(a) The seawalls will be raised while the paths behind them will be raised in the same way, so that the the pedestrians (even kids) will be able to see the sea view like before or even better. Therefore, the project would not adversely affect the landscapes that require special considerations. (b) Construction will have positive impact on the landscape.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(6) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to land and resources to be respected? (c) Is an indigenous peoples plan prepared and published, if necessary? (d) Do the project make efforts to obtain the Free, Prior, and Informed Consent (FPIC) of the affected indigenous peoples? (e) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)NA (b)NA (c)NA (d)NA (e)NA	(a), (b), (c), (d) and (e) There are no distinct ethnic minorities or indigenous peoples on project sites.
	(7) Working Conditions	(a) Does the project comply with laws related to occupational health and safety of the host country? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials, etc.? (c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as development of health and safety plans, and conducting safety trainings (including traffic safety and public health) for workers etc.?	(a)Y (b)Y (c)Y	(a) Working condition compliance will be carried out (based on the Maldivian EIA to be undertaken in 2024). (b) Measures to prevent work-related accidents will be implemented (based on the Maldivian EIA to be undertaken in 2024). (c) A labour health and safety plan will be formulated, notified to the workers, and implemented (based on the Maldivian EIA to be undertaken in 2024).
	(8) Health, Safety and Security of Local Communities	(a) Are there any negative impacts on ~~health~~/hygiene of the local community, such as disease outbreaks (including HIV and other infectious diseases) due to the influx of workers, etc. associated with the project? Are there any mitigation measures in place for the impacts? (b) Are there any negative impacts on the safety of the local community, such as deterioration of public safety, due to the influx of workers, etc. associated with the project? Are there any mitigation measures in place for the impacts? (c) When security guards are hired for the project or other personnel are deployed to ensure and maintain the security of the project area as well as the persons related to the implementation of the project during the project preparation and implementation, are any appropriate measures taken for such personnel not to use any force to provide security except for preventive and defensive purposes? (d) Does the construction have negative impacts? Are there any mitigation measures in place for the impacts?	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a) Workers should be screened for such diseases and information will be given regarding the norms of the country. (b) Workers should be identified based on past behavior and appropriate information on how to behave in a decent manner outside working areas. (c) A guard should be hired based on previous experience and behavior and training to be provided. (d) Danger of work-related accidents might occur, such as fire or falling of a crane. Regular monitoring of equipment and oil and fuel should be kept in appropriate containers and the project sites should be fenced out with proper signage.

Category	Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
5. Others	(1) Monitoring	(a) Does the project proponent develop and implement monitoring program for the environmental and social items that are considered to have potential impacts?(b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program?(c) Does the project proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and budget to sustain the monitoring framework)?(d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reporting the monitoring results from the project proponent to the regulatory authorities?(e) Is the grievance redress mechanism regarding environmental and social considerations established?	(a)Y (b)- (c)- (d)Y (e)Y	(a) The project proponent will implement the monitoring program for the environmental and social items based on the Maldivian and JICA's monitoring requirements. (b) and (c) The detailed items, methods and frequencies of the monitoring program should be determined when the Maldivian EIA should be conducted in 2024, which will include the environmental baseline survey and official sessions of stakeholder engagement. (d) Although is is not currently prescribed, this will be provided in the environmental decision making process of EPA after the EIA report is prepared in 2024. (e) Grievance redress mechanism regarding environmental and social considerations will be established in the course of the Maldivian EIA.
6. Note	(1) Reference to Checklist of Other Sectors	(a) Where necessary, pertinent items described in the Roads, Railways, and Bridges checklists should also be checked (e.g., projects including construction of access road to the port).	(a)NA	(a)NA
	(2) Note on Using Environmental Checklist	(a) Where necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed (e.g. the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment or global warming). (b) For projects that are expected to generate more than a certain amount of greenhouse gas emissions, is the total amount of the greenhouse gas emissions estimated before the project implementation?	(a)NA (b)NA	(a)NA (b)NA

Remark: NA stands for not applicable.

2-3　当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

2-3-1　当該国の無償資金協力事業における環境影響評価と認証

モ国の国内法では、護岸補修工事関連の環境社会影響評価（IEE/EIA）が必要であり、排水関連の IEE/EIA は不要であるものの、排水関連に関しても緩和策の議論は必要となった。

従って、本事業においては主に護岸補修工事に主眼をおきつつ排水関連の緩和策の必要性に関しても記載する IEE/EIA 報告書を Exchange Note 締結後（2023 年末以降）に行い、以下の IEE/EIA の認可取得の条件に基づき、開始前（2024 年 9 月頃）までに環境許認可を MNPHI の責任の下、取得する必要がある。

- 環境許認可の有効期限は 1 年間。
- 環境ベースライン調査は IEE/EIA 報告書提出日から遡って半年以内に実施する必要がある。

モ国政府の会計年度は 1 月から 12 月であるため、MNPHI は 2023 年度の通常予算に IEE/EIA 実施予算を計上予定の為、IEE/EIA 報告書の提出は 2024 年の 6 月頃となり、2024 年の 9 月末までに IEE/EIA の認証を得る必要が生じる。

2-3-2　施設案件における本邦企業応札のための事業規模とパッケージ分け

本事業は、護岸パートと雨水排水機材パートの 2 つに分割され、護岸パートにおいて、本邦の建設業者へのヒアリングから、モ国への新規案件の入札においては、8 億円規模の事業費が昨今のリスク回避として必要とのことであった。また、護岸補修に関係のない機材調達を含めることは、その調達において何のメリットもなく、リスク分散にもならないとの調査結果であった。また、雨水排水機材パートに関しては、その事業規模から遠隔監視システム構築と清掃機材の調達を合わせた規模の入札が必要と考えられる。これらの状況を鑑み、本事業を護岸施設と雨水排水機材の 2 パッケージに分けて入札を計画する。

2-4　その他（グローバルイシュー等）

2-4-1　気候変動影響による海面上昇

気候変動影響については、Maldives Climate Change Policy Framework（MCCPF）（2014-2024）における気候変動に対する強靭性向上政策及び、モ国の環境省が作成した国連気候変動枠組条約への報告書（SNC レポート）で報告された 100 年で 40cm から 48cm の海面上昇であったことを基に、向こう 50 年間の海面上昇想定値を設計に考慮する。

2-4-2　100％のイスラム国家としての留意点とジェンダー配慮

モ国は 100％のイスラム教国家であり、基本的に、工事関係者や建設労働者のジェンダー参画はない。ジェンダー参画としては、事業管理者として、事務員や通訳、社会環境配慮のコーディネーター等の参画が想定される。排水施設管理としても、データの管理や事務員としての参画が想定される。事業でのジェンダー配慮事項として、子女への遊歩道や休憩地の

提供と、歩道から海が見えるように配慮すること、護岸や排水施設周辺へのアクセスの確保、騒音防止策等を検討する。また、モ国は金曜日と土曜日が休日となっており、断食期間の労働時間規制等を工程計画に考慮する必要がある。

第3章　プロジェクトの内容

3-1　プロジェクトの概要

本プロジェクトは、首都マレ島において海岸防災施設（護岸）の改良及び雨水排水能力向上に係る機材整備等を行うことにより、同島の高波・高潮及び豪雨災害の被害軽減を図り、もって同地域の水災害への脆弱性の克服及び生活・経済社会活動基盤の安定を通じたモルディブの環境・気候変動対策・防災に寄与することを目的としている。本目的は、モ国の戦略的行動計画（2019年-2023 年）、「国が決定する貢献（NDC）」の最新版（2020 年）などの上位計画の達成に貢献することが期待され、また、我が国の対モ国開発協力方針に謳われる大目標（脆弱性に配慮した持続可能な経済成長への支援）、並びに中目標（環境・気候変動対策・防災）などとの整合性もあることから、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの意義は大きい。本プロジェクトの協力の内容を表 3-1-1 に示す。

表 3-1-1 協力の内容

1. 対象地域	モルディブ国マレ島
2. 護岸整備	● マレ島東海岸護岸（詳細は 3-1-1 参照） ● マレ島北海岸岸壁（詳細は 3-1-1 参照）
3. 調達機材	● 雨水排水ポンプ施設遠隔監視制御システム ● 雨水排水路清掃機材 ※詳細は、表 3-1-3 調達機材リストを参照。
4. コンサルティングサービス	● 詳細設計 ● 入札支援 ● 調達・施工監理 ● ソフトコンポーネント（機材）

出典：JICA 調査団

3-1-1　マレ島護岸整備の概要



図 3-1-1 護岸整備事業の実施区域図

出典：JICA 調査団

護岸施設改修の基本コンポーネントは、当初の要請内容と調査結果における協議・確認事項を基に下記表の様に整理された。

表 3-1-2 護岸施設改修の基本コンポーネント

No.	施設	規模 (要請時)	規模と対策の概要 (調査結果)	問題 (調査結果)
1	マレ島東海岸の護岸 人工ビーチの北側)) （C 区域）	約 100m **(要請時)**	188m : 離岸堤改良と建設及び緩衝区域設置と歩道の嵩上げ	上部工の劣化・損傷、常時の越波、消波ブロックの沈下
	マレ島東海岸の護岸 人工ビーチの南側 （B 区域）		103m : 護岸嵩上げと被覆石の追加	上部工の劣化・損傷、波浪時の越波
	モ国側からの追加要請区域マレ島東海岸の護岸最北端 （D 区域）	約 100m **(追加要請)**	106m : 90m 区間の護岸嵩上げと被覆石の追加、16m 区間の護岸嵩上げ	上部工の劣化、波浪時の越波、消波ブロックの沈下
2	マレ島東南海岸の護岸 （A 区域）	約 140m **(要請時)**	230m : 護岸嵩上げと被覆石の追加、歩道の嵩上げ	上部工の損傷、波浪時の部分越流、消波ブロックの摩耗、砂礫の堆積と飛散
3	マレ島北護岸（北岸壁）	95m **(要請時)**	95m：上部工改修は 25m 区間、70m 区間は、係船位置のみ補修、岸壁基礎全長の洗堀・沈下防止工	一部の頂部コンクリートブロックのズレと傾き、前面基礎の部分的沈下

出典：JICA 調査団

3-1-2　マレ島排水コンポーネントの調達機材

排水機材の基本コンポーネントは、調査結果における協議・確認事項を基に下記表の様に整理された。

表 3-1-3 調達機材リスト

番号	項目	数量	
1	雨水排水施設遠隔監視制御システム	1	式
1.1	遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア	1	式
(1)	遠隔監視制御端末	3	組
(2)	サーバー	1	組
(3)	データストレージ	1	組
(4)	監視モニター	2	組
(5)	スイッチングハブ	1	個
(6)	モバイルルーター	3	個
(7)	プリンタ複合機	1	台
(8)	無停電電源装置（5 kVA）	1	個

番号	項目	数量	
(9)	無停電電源装置（500 VA）	2	個
(10)	19 インチラック	1	組
1.2	雨水排水施設監視機材	1	式
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	11	組
(2)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	5	組
(3)	遠隔監視制御ターミナル	16	組
(4)	配電盤用温度センサー	16	個
(5)	無停電電源装置（500 VA）	16	個
(6)	変圧器	16	個
(7)	圧力式水位計	16	組
(8)	配電盤・機器収納キャビネット	16	組
(9)	モバイルルーター	16	個
1.3	交換部品	1	式
(1)	圧力式水位計	3	組
(2)	温度センサー	3	個
(3)	点検口センサー	3	個
(4)	モバイルルーター	3	個
2	雨水排水路清掃機材	1	式
2.1	高圧洗浄車	1	台
2.2	保守用機材	1	式
2.3	交換部品	1	式

出典：JICA 調査団

3-2　協力対象事業の概略設計

3-2-1　設計方針

3-2-1-1　マレ島護岸整備

（1）　基本方針

マレ島東海岸において、背後地に影響を与える越波・越流・飛砂が確認され、将来的な海面上昇も考慮して護岸を嵩上げ整備することを設計方針とし、それらによる背後地への影響を無くして、護岸の強靭性向上を図るものである。北護岸（岸壁）においては、護岸のズレと沈下が確認された区間の上部コンクリートを改修し、根固め工を施すことで、岸壁の強靭性向上と岸壁の安定性の持続を図るものである。

(2)　設計条件（自然環境条件の方針）

1)　潮位

マレの水準測量に用いる際に標高の基準となる点は、第 2 章の 2-2-2-6 で記載したように、モルディブ気象局（MMS）によって、平均海面（MSL）を標高 0m としており、マレ島での塑望平均満潮位（HWL）と塑望平均干潮位（LWL）を以下の通り設定している。

- HWL＝＋0.57m、　MSL＝±0.0m、　LWL＝－0.65m

なお、マレ島の東海岸は、リーフ上のセットアップ（$H_{1/3}$ x0.1=0.3m）があり、セットアップを考慮した以下の値を設計潮位とする。

- HWL ＝＋0.87m、　MSL ＝＋0.30m、　LWL ＝－0.35m

2)　東海岸における有義波 $H_{1/3}$ と設計波 Ho（堤前波）

- 東海岸の沖波（有義波）$H_{1/3}$

マレ島を襲った 1987 年の高潮災害に対して実施された ADB の緊急支援調査の中で、合田博士が 1987 年の高潮を再現した数値シミュレーション（波浪推算）の結果報告書（Report on Environmental Conditions and Related Problems at Male' Port,　Jan. 28, 1988, Contract No.CAS/A/88-003）の東海岸における沖波（有義波）の再現波として、$H_{1/3}$＝3.0m、$T_{1/3}$＝16 sec. を報告している。また、1992 年に JICA が実施した「マレ島護岸開発調査」の中で、1 年間の波浪観測(1991~1992)を実施し、その結果を用いたマレ島周辺海岸の波浪解析結果は以下の通りであった。

表 3-2-1 波浪観測データによる、マレ島の波浪解析結果（December 1992, JICA）

Return Period (year)	Significant Wave Height　$H_{1/3}$ (m)		
	Wave incidence; NW T = 4.6 sec	Wave incidence; SW T = 6.7 sec	**Wave incidence; SE T = 14.5 sec**
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**
100	1.25	1.70	2.70

出典：Supporting Report for Male'Seawll Development Study 1992.

第 2 次マレ島護岸建設計画（東海岸, 1996 年）における有義波（$H_{1/3}$）は、合田博士が 1987 年の高潮を再現した数値シミュレーション（波浪推算）の結果が、既往最大の波浪であったことと、波浪観測データによるマレ島の波浪解析結果（50 年確率、$H_{1/3}$＝2.6m、T＝14.5 sec., December 1992, JICA）より大きい波高で、且つ波長も長いことから、より安全側として、**$H_{1/3}$＝3.0m、$T_{1/3}$＝16 sec.** を採用している。

本調査において、上記の数値の妥当性の再確認するため、マレ島東海岸に影響を与える沖波として、ECMWF（ヨーロッパ中期予報センター）の作成した全球モデルの再解析データ、ERA5（1992～2021）の 30 年間の 2 時間毎解析データ*を入手した。この再解析データは、マレ島東海岸リーフ沖で、入手可能な一番近い解析位置ではあるが、東海沖約 2.5km 気象データに基づく沖波解析データであり、これを東海岸の沖合 400m の有義波高とすることは、周辺地形の変化と水深の変化における波の屈折・減衰が発生する為に、それらのさらなる解析が必要とされる。したがって、実際に 1991 年から 1992 年の間で実施した波浪観測データ と ECMWF の作成した全球モデルの再解析データの同日・同時間の値と比較し、その値の相関関係式が次のように求められた。（$y = 0.5086x + 0.1637$、　$R^2 = 0.2219$）

上記の相関式を基に、全球モデルの 30 年間の再解析データを調整し、確率年における東海岸の沖合 400m の有義波が、以下の表のように計算された。

表 3-2-2 ECMWF 全球モデル再解析データを基にした東海岸の換算有義波高

Return period (year)	Return value of correlated H1/3 (m)				
	E	ESE	SE	SSE	OMNI (all direction)
30	1.11	0.97	0.97	1.28	1.65
50	1.15	1.00	1.00	1.35	1.71
100	1.20	1.05	1.05	1.44	1.80

出典：JICA 調査団

合田博士が 1987 年の高潮を再現した数値シミュレーション（波浪推算）の結果が、2004 年の津波を除いて、現在まで既往最大の波浪であったことと、ECMWF の作成した全球モデルの 30 年間の再解析データの換算値おける東海岸の 50 年確率有義波（$H_{1/3}$＝1.71m, $T_{1/3}$ ＝7 sec.）より大きい波高で、且つ波長も長いことから、より安全側として、**$H_{1/3}$＝3.0m、T＝16 sec**.を採用することの妥当性が再確認された。

（資料内「ECMWF 全球モデル再解析データを基にした東海岸の換算有義波高」参照）

沖波の波長に関しては、気候変動に伴う波の見直しとしては、近年の気象データを採用して波浪推算を実施する以外に検証する方法は確立していないので、上記①の東海岸の有義波 $H_{1/3}$ で比較検討したように、実際の観測データによる有義波高の 50 年確率の推算値の波長が、$T_{1/3}$ ＝14.5 sec であり、且つ過去 30 年間（1991 年～2021 年）の全球モデルによる沖波の再推算値の波長　(東海岸から約 2.5km 離れた位置での沖波の 50 年確率波の波長)が、$T_{1/3}$＝7 sec であったことから、合田博士が 1987 年の高潮災害の高波を再現した数値シミュレーション（波浪推算）の結果である T＝16 sec を、そのまま沖波（有義波）の波長 $T_{1/3}$ として採用することとする。これは、東海岸における既往最大の沖波（沖波高 $H_{1/3}$、沖波長 $T_{1/3}$）でもあることから、より安全側の数値となり妥当と判断される。尚、詳細設計時に東海岸の波浪観測を実施し、観測結果を基に波浪推算を行い。その妥当性を再検証する。

➢　東海岸の設計波（堤前波　Ho,　To）

第 2 次マレ島護岸建設計画（東海岸, 1996 年 ）において、東海岸全域の堤前波高は、リーフ上の波の砕波限界波高計算を基に 設計波　Ho＝1.30m　To＝16sec としている。本計画においては、対象となる護岸の位置がその区域において、リーフエッジから距離が大きく異なるため、より詳細に設計波を確定するため、リーフ上の波の変形計算を実施して、各護岸位置（堤前）の設計波を以下の様に再計算した。

マレ島東海岸におけるリーフ上の波の減衰を計算するにあたり、堤前波高（設計波高）を求めるために、リーフエッジから護岸前面までの距離と、リーフの水深、及びリーフの勾配における浅水係数を各護岸の区域別に分けて、第 2 次マレ島護岸建設計画（東海岸, 1996 ）の測量図をもとに、以下のように確認した。また、本調査において、東海岸に卓越する波浪（うねり）の波向きを観察した結果、南東向きの沖波が屈折して海岸に到達しており、その波向きを以下の図にまとめた。

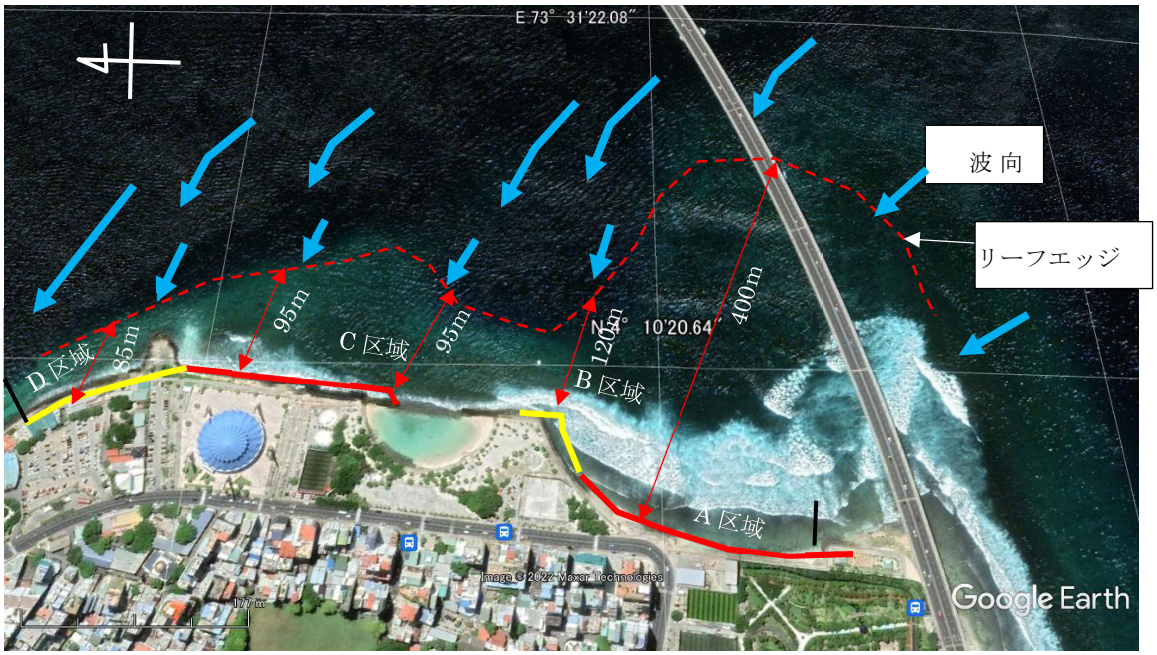


図 3-2-1 リーフエッジから護岸前面までの距離と区域分け図

出典：JICA 調査団

A 区域：リーフからの距離 400m、リーフ水深 3.5m、浅水係数 1.17

B 区域：リーフからの距離 120m、リーフ水深 2.6m、浅水係数 1.25

C 区域：リーフからの距離 95m、リーフ水深 2.6m、浅水係数 1.25

D 区域：リーフからの距離 85m、リーフ水深 2.6m、浅水係数 1.10

上記の計測値から、リーフ上の波の減衰を計算し、提前波（設計波）Ho の計算結果を以下に示す。

A 区域（砂堆積、越流・飛砂区域）：Ho＝1.35m

B 区域（越波、人工ビーチ南側）: Ho＝1.46m

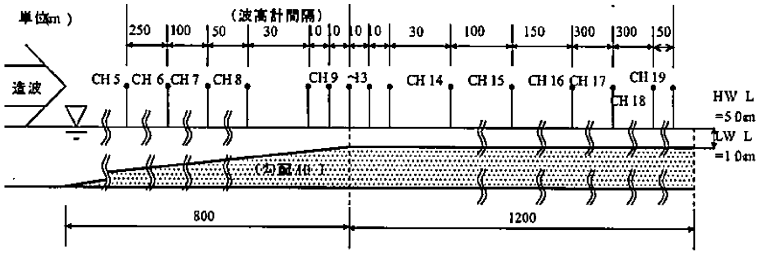
C 区域（越波、人工ビーチ北側）: Ho＝1.65m

D 区域（東海岸最北端）: Ho＝1.60m

（資料内「対象区域別、東海岸のリーフ上の波高の減衰計算書」を参照）

次に、近年に気候変動に伴う護岸の越波量の増加が確認されていることから、越波量の計算に係る設計波長と許容越波量の見直しを実施した。

設計波長の見直しを実施するにおいて、サンゴ礁のリーフ海岸地形におけるリーフ上の波浪変形の研究に関しては不規則波の波高、水位上昇、砕波変形の研究結果が報告されているが、波長の変化に関する研究結果は少ない。2000 年に土木学会で公演された水産総合研究センターの中山哲巖らの、「リーフ上における個々波の変形に関する模型実験」の実験結果において、マレ島東海岸の地形状況に近い換算沖波のリーフ上の周期変化が報告されているので、その結果を使って東海岸の各対象区域おける設計波長を見直すこととした。



換算沖波波高 Ho'		周期 To'			
現地		10s	12s	14s	16s
	模型	1.41s	1.70s	1.98s	2.26s
2.5m	5.0cm	1－1			
3.75m	7.5cm	1－2	2－1		
5.0m	10.0cm	1－3	2－2	3－1	4－1
7.5m	15.0cm		2－3	3－2	4－2
8.75m	17.5cm			3－3	
10.0m	20.0cm				4－3

図 3-2-2 実験装置概要（左）と実験波浪ケース（右）

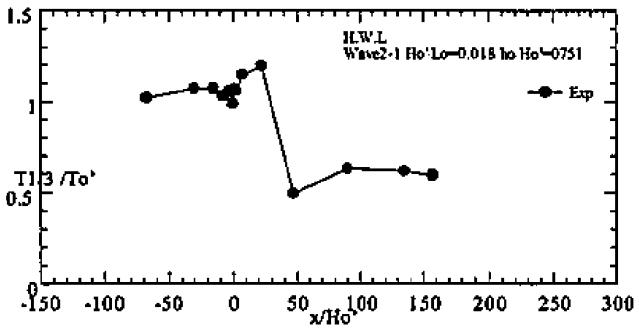


図 3-2-3　周期変化（個々波 Wave 2-1、HWL）

図表の出典：「中山哲巖らの、リーフ上における個々波の変形に関する模型実験」

東海岸の換算沖波は 3.0m であり、周期は 14.5～16 秒であるので、周期変化図として実験波浪ケースの Wave 2-1 が最も近い条件となること、また、その周期変化図は、実験結果において他ケースでも同じ傾向にあることが確認されていることから、波圧や越波量に影響を与えるリーフ上での波浪は、砕波後の個々波の HWL でのエネルギーであり、図 3-2-3 の個々波の周期

の変化図を採用する。

A 区域（砂堆積、越流・飛砂区域）：

Ho'=3.0m，　x/Ho' = 400m/3.0=133, 図 3－2－3 より、To/To'＝0.6

したがって、To=0.6x14.5sec = 8.7 sec **となる。**実際の現地調査で観測した提前波の周期は、平均 7sec あったことから妥当と判断される。

B 区域（越波、人工ビーチ南側）：

Ho'=3.0m，　x/Ho' = 120m/3.0=133, 図 3－2－3 より、To/To'＝0.7

したがって、To=0.7x16sec = 11.2 sec となる。

C 区域（越波、人工ビーチ北側）：

Ho'=3.0m，　x/Ho' = 95m/3.0=32, 図 3－2－3 より、To/To'＝0.9

したがって、To=0.9x16sec = 14.4 sec となる。 C 区域において、実際の現地調査で観測した提前波の周期は、平均 12sec あったことから妥当と判断される。

D 区域（東海岸最北端）：

Ho'=3.0m，　x/Ho' = 85m/3.0=28, 図 3－2－3 より、To/To'＝0.7

したがって、To=0.7x16sec = 11.2 sec となる。

上記の検討結果から東海岸の護岸提前波（設計波）は以下のように整理された。

A 区域（砂堆積、越流・飛砂）　: Ho＝1.35m　To＝8.7 sec,　Lo= 118m

B 区域（越波、人工ビーチ南側）: Ho＝1.46m　To＝11.2 sec,　Lo= 196m

C 区域（越波、人工ビーチ北側）: Ho＝1.65m　To＝14.4 sec,　Lo=323m

D 区域（東海岸最北端）　　: Ho＝1.60 m　To＝11.2 sec,　Lo=196m

(3)　地震と津波

モ国においては、第 2 章の 2-2-2-12 に記載したとおり、 ADB においてもモルディブ国の中部から北部地域は、再現期間 475 年のピーク地震加速度は、0.04 以下となっていて、危険度が非常に低いことから、構造物において地震の影響は考慮しない。また、津波に関しては、2004 年のインド洋大津波において、越流による島内への浸水被害はあったものの人的被害は無かった。護岸施設への被害は、消波ブロックのズレ込みによる沈下と、護岸上部工の欠損等が実際に派生しているが、壊滅的な被害は確認されていない。本プロジェクトにおいては、2004 年インド洋大津波等の規模の津波災害に対しての壊滅的な被災を防ぐ効果を維持することを基本とし、マレ島護岸建設計画と同様の基本設計条件を踏襲し、構造を再検討することで壊滅的な被害は発生しない。

(4)　気候変動による海面上昇

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の 第 6 次報告書（2021）では、「世界の平均海面水位は 1901 年～2018 年の間に約 0.20m 上昇した」と発表している。また、各シナリオの世界

平均海面水位上昇の予測範囲が示されており、2100 年までの海面上昇量は RCP8.5 で 5.3 mm/年～9.7 mm/年、RCP2.6 で 2.8mm/年～6.3 mm/年と予測されている。また、モ国の環境省が作成した国連気候変動枠組条約への報告書（SNC レポート[1]）では、モ国の海面水位上昇に関して、2001~2100 年までの平均海面上昇量は 4.0 mm/年～4.8 mm/年であることが示されている。

過去の無償資金協力でのマレ島護岸の設計条件として、50 年の対応期間と、50 年確率波浪を網羅していることから、今回のマレ島護岸の補強において、平均海面上昇量は 4.0 mm/年～4.8 mm/年の中間値＝4.4mm/年を取って、50 年間での上昇値として、4.4 mm x 50 年 ＝22 cm の海面上昇を考慮する。

(5)　東海岸における砂堆積区域の波の遡上高　（A 区域）

東海岸の砂礫の堆積区域において、堆積砂の勾配、粒度を確認し、設計波高における高潮位の遡上高の計算を実施した。堆積砂礫の粒度から、堆積区域の最上部（約 2m 幅）は、0.1mm 粒径の砂が 15cm 厚で堆積し、その勾配は 1：9 程度であった。また、堆積している斜面の砂の粒度は、1mm 粒径以上の砂礫で、その勾配は凡そ 1：6 程度であった。このことから、砂礫の堆積の安定勾配は 1：7 程度と想定される。また周辺護岸の反射波の影響から、堆積区域提前の波の周期は、平均 7 秒で在ることが観測されたため、波の遡上高の計算では、波の周期を 7 秒とする。

マレ島東海岸の砂礫堆積区域における現状の波浪・地形条件として、同地域における潮位、堆積砂礫の勾配、設計波、リーフの平均勾配は以下の通りである。

- High Water Level (HWL): +0.57m+0.3m(Setup) = +0.87[m]
- Slope gradient (θ): 1/6~1/7 (Adopted 1/7)
- Wave high (H'_0): 1.35[m] (Design wave height on the reef-flat)
- Wave period (To): 7[s] (Average shore wave period on the reef-flat)
- Seabed slope: 1/50

本区域の堆砂区域の斜面底高（リーフ）高は、約 DL－0.7m であり、HWL 時の水深＝0.87＋0.7＝1.56m となる。従って、h/Ho’＝1.15 であり、水深が波高より深く、且つ水深が波高の 3 倍以下の場合、実験値の相関図から、波の遡上限界高の係数＝1.25 が求められ、遡上高 R は以下の値となった。

波の遡上限界高　$R = 1.25 \times H'_0 = 1.25 \times 1.35 = 1.69[m]$

したがって、**遡上高は、HWL（＋0.87 m）＋1.69 m＝DL＋2.56 となる。**

過去に津波を除き、最大の越流が確認された当区域において、既設の護岸高（＋2.3m）を土嚢約 2 個厚分の越流があったことから、実際の遡上高は、DL＋2.3m＋0.25m＝DL＋2.55m であったと想定され、この計算値は妥当と判断される。

（資料内「東海岸の砂堆積区域の波の遡上計算書」参照）

[1] Second National Communication of Maldives to the United Nations Framework Convention on Climate Change (2016 年 10 月)

(6)　東海岸の護岸改修前後における算定越波量と許容越波量

許容越波量に関しては、護岸の構造、護岸背後の土地利用状況、排水施設の能力等によって、その値が異なるため、状況に応じて適切に設定する必要がある。既往の災害事例から合田博士らは被災限界越波量として、以下の表のように与えている。（護岸においては一般に0.001m3/s/m 以下を提案している。）

表 3-2-3 被災限界の越波流量

種別	被覆工	越波流量（m3/s/m）
護岸	背後補装済み	0.2
	背後補装無し	0.05
堤防	コンクリート三面巻き	0.05
	天端補装・裏法未施工	0.02
	天端補装無し	0.005 以下

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007 年版）

また、福田博士らは、背後の施設の重要度を考慮し、背後地の利用状況から許容越波量を提案している。本事業における護岸の直配後の利用者は歩行者であり、表背後の利用者からみた許容越波量を以下の様に提案している。

表 3-2-4 背後地利用状況から見た許容越波量

利用者	被覆工	越波流量（m3/s/m）
歩行者	直背後（50%安全度）	$2x10^{-4}$＝0.0002
	直背後（90%安全度）	$3x10^{-5}$＝0.00003
自動車	直背後（50%安全度）	$2x10^{-5}$＝0.00005
	直背後（90%安全度）	$1x10^{-6}$＝0.00001

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007 年版）

本事業においては被災しないのは当然であるが、背後の利用者が歩行者のみであり、越波が殆ど影響を与えないと想定される上記表の中間値（70%の安全度）＝$1x10^{-4}$＝0.0001 以下の越波量を設計条件として適用し（高潮時かつ満潮位時において、コップ一杯程度の越波が 1 波浪での許容値とされ、この越波による飛砂や飛礫は発生しない。）、越波量が許容量以下となる天端高と護岸構造を検討する。

既存の東護岸の設計（第 2 次マレ島護岸建設計画　東海岸, 1996 年 ）においては、、背後の土地利用が確定していなかったことから、公園等を想定して許容越波量＝$1x10^{-3}$＝0.001 m3/s/m 以下を適用して天端高が計画されたが、その後、直背後地が歩行者利用として整備されたため、常時の越波における越波量の低減を鑑み、0cm～40cm の護岸の嵩上げがフォローアップ事業によって実施されている。本東護岸において、現状の既存護岸状況を基に、改修しない場合の将来（海面上昇を考慮した水位）における越波量を以下に算定した。また、本事業で想定される改修計画天端高を基に、改修した後の将来における算定越波量を以下に示し、本改修の設計の許容越波量における構造検討の目安とする。

表 3-2-5 既存護岸と改修護岸の許容越波量と計画天端高

対象区域	許容越波量（m3/s/m）		算定越波量（m3/s/m）		天端高（DL＋m）	
	既存	改修後	改修無し 既存の現状	改修後	既存	改修計画高
A 区域（越流区域）	0.001	無し	0.48	無し	+2.3	＋3.0
A 区域（その他）	0.001	0.0001	0.0015	0.00008	＋2.4	＋3.0
B 区域	0.001	0.0001	0.003	0.00006	＋2.6	＋2.8
C 区域	0.001	0.0001	0.005	0.0001	＋2.4	＋3.2
D 区域	0.001	0.0001	0.005	0.0001	＋2.1	＋2.7

出典：JICA 調査団

（資料内「東海岸の既存護岸の算定越波量と妥当性の検証」参照）

(7)　北海岸の岸壁補修の設計条件

北岸壁の改修区域は、以下の図に示す岸壁法線のズレが大きい 25m 区間の上部工改修と、残りの 70m 区間における係船柱の改修部分（幅 1.6m を想定）の 13 か所の上部工と係船柱の改修を計画する。

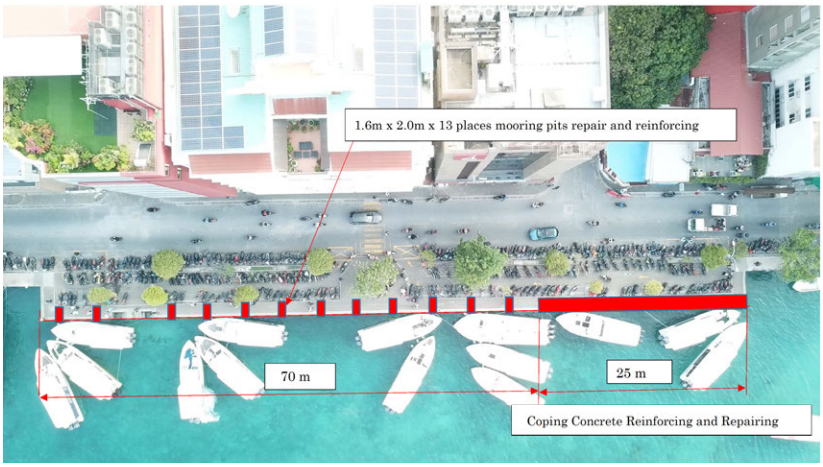
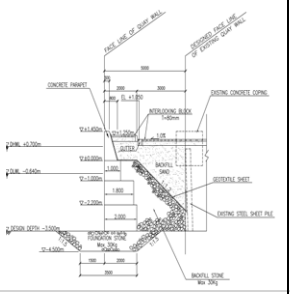
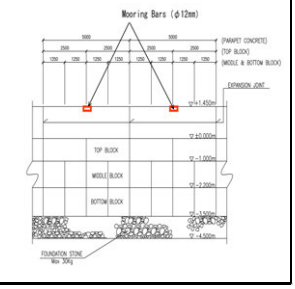


図 3-2-4 北岸壁の上部工修範囲

出典：JICA 調査団

北護岸の法線のズレと、岸壁の傾きが発生した要因は、岸壁に係船するフェリーボートの牽引力が増加したことに起因するため、その発生した実際の牽引力を、以下の表ように算定した。

表 3-2-6 既存上部コンクリートの安定計算と牽引力

	繋引力の査定 （牽引力:t/箇所）	転倒の検討 （M:モーメント）	Sliding （滑りの検討）	係船リング ステンレス丸鋼 SUS 303 12mmφの破断強度	適用した 安全率	完成時の構造図面 〈上図:構造断面図〉 〈下図:護岸正面図〉
上部工コンクリートの安定計算結果	1.0 ton ／1か所 （設計牽引力） （転倒の影響スパン =3.5 m/箇所） （滑りの影響スパン =2.5m/箇所）	転倒M=0.3(牽引)+0.1(水平土圧)= 0.4 tm 抵抗M=0.53(躯体)+0.25(上部工上の垂直土圧)= 0.78tm 0.4 x1.2(安全率)＜0.78 :OK	水平外力(t/m)=0.4(牽引)＋0.38(水平土圧)=0.78 水平抵抗力(t/m)=(躯体1.65＋上部工上の垂直土圧0.45)x 0.6(摩擦係数)=1.26 0.78x1.2(安全率)＜1.26: OK	2.1tf x 1.13cm2 =2.37tf＞1tf＊1.2: OK	1.2	
	2.4 ton ／1か所 （実際に掛ったと思われる 牽引力） （転倒の影響スパン =3.5 m/箇所） （滑りの影響スパン =2.5 m/箇所）	転倒M=.0.69+0.1= 0.79 tm. 抵抗M=0.53+0.25= 0.78tm 0.77 x1.0＜0.78 :OK	水平外力(t/m)=0.96＋0.38=1.34. 水平抵抗力(t/m)=(1.65＋0.45)x0.6=1.26 1.34 x1.0 ＞ 1.26: NG	2.1tf x 1.13cm2 =2.37tf＜2.4 x1.0 tf :NG	1.0	

出典：JICA 調査団

上記表より係船リングが破損したこと、上部コンクリートが海側にズレたことから、安定計算上で、その牽引力は 2.4t/箇所程度であったと想定される。したがって、本護岸の強靭性向上対策として、牽引力を既存の設計値の 1t/箇所から、3t/箇所に対応する上部コンクリートへの改修行う。改修において、改修する上部工の安定計算（転倒と滑りの検討）を行う。

また、最下段のコンクリートブロックの海側先端の沈下が確認され、それによって、護岸の傾斜が確認された。その要因として、フェリーボートの牽引力が増加したことからコンクリートブロックの先端支圧が増大し、先端の基礎石を圧縮し、沈下が発生したものである。沈下は既に収まり、フェリーボートの牽引力がこれ以上増加することはないので、これ以上の沈下はないと判断されるが、基礎石の流失やズレが今後発生しない様に、最下段ブロックの前面に根固め石の設置を 95m 区間の全面に計画する。北護岸の上部工改修の設計方針を以下にまとめる。

- 係船柱にかかる牽引力　=3.0 t/ 箇所とする。
- 1 か所の上部コンクリート寸法　2m x 1.6m x 0.8m（地下水位より上）で計画
- 安全率=1.2、コンクリート比重=2.3（無筋）、
- 摩擦係数（現場打ちコンクリートと基礎砕石または砂）=0.6
- モ国は地震がないため、地震時の検討は省略する。

(8)　その他の条件および社会経済条件

東・北海岸において、設計条件で考慮すべき事項と、社会環境上の配慮事項を以下に示す。

- 既設護岸の上部コンクリートの劣化は、主に嵩上げ部に設置された鉄筋の腐食から劣化が始

まっており、嵩上げ部（既存コンクリートと嵩上げコンクリートを接続するコンクリート打ち継ぎ部分）では、鉄筋を埋め込む等の接手として使用しないように配慮し、波圧に対する安定を確保できるような打ち継ぎ構造を検討する。

- 東海岸の消波ブロックは、津波や高波時に海側にズレ落ちる可能性があること、波浪による砂礫の衝突で消波ブロックの摩耗が激しく、且つブロックの隙間に砂礫が堆積して、将来的な消波効果の低下を招くことから、本事業では消波機能を含む被覆護岸として、新たに設置する被覆工は、強固な自然石積護岸構想を基本とする。
- 護岸嵩上げを行う区域は、背後の歩道高を上げて歩道から海が見えるように配慮する。サーフィンの国際大会の開催される区域は、サーファーのアクセス用の階段を 3 箇所作る事、及び堆積した砂浜は、サーファーの海岸へのアクセス用に堆積した砂をそのまま残し、護岸法線の位置を変えない。サーフィン協会からの護岸による反射波を極力なくす要請を考慮し、捨て石護岸の勾配を 1：3 以上として既存の消波ブロックを被覆石で覆う捨て石消波護岸構造とする。
- 最も越波のあり、背後地にモスクのある区域は、モ国側が建設した仮設の離岸堤位置を護岸の法線とした恒久施設に改修する。また、8m 幅の背後地は、越波の緩衝地帯として機能を確保し、既存の歩道を海が見える高さに嵩上げして、ジェンダーのアクセスを容易にする配慮を行う。
- 北護岸においては、背後地が狭く建設機械の入れるスペースがないため、海側から施工できるような改修計画とし、材料も海上運搬することを基本とする

(9)　現地業者の活用と日本企業活用に係る方針

現地の建設業者として、海外の建設会社の現地法人があり、その施工実績としては建築工事が主である。海上土木の経験を持つ業者は 3 社程度であり、下請けとしての活用は可能である。本工事においては、海上土木の経験を持つ日本企業の参画が必要で、下請けとして第 3 国の建設会社の現地法人を活用することとなる。

(10)　運営維持管理と施設の対応年数に係る方針

本事業の施設の対応年数は、50 年確率の自然条件を基準とし、50 年の対応年数で、基本的に維持管理の不要な施設として建設されることから、維持管理等の指導として、最小限の維持管理マニュアルを作成し、管理者に提供する。

(11)　工法・工期および施工監理に係る方針

サーフィンの大会が開催される東海岸の 230m の区域においては、大会が開催されない期間（11 月から翌年の 4 月までの 6 カ月間）内で、護岸建設を優先するため、その他の東海岸区域（397m）の施工が、優先区域の後の建設となり、工期は 16 カ月間と見積もられる。東海岸は水深が浅く陸上から仮設道路を海上に建設して施工することとなり、北海岸は背後地が狭く水深が比較的深いため、海上施工を基本に計画する。施工箇所は大きく 3 箇所に区分されるが、1km 以内にあるため、施工監理者は基本 1 名の技術者と 1 名のローカル技術者で管理することで計画する。

（12）　安全対策に係る方針

陸上の工事区域内は、建設機械が作業するので周辺をフェンスで囲い、第 3 者の立ち入りを禁止し、警備員を配置する計画とする。海上の工事区域は、フローティングフェンスを設置して、海からの第 3 者とボートの立ち入りと規制する計画とする。

3-2-1-2　雨水排水施設遠隔監視制御システム及び高圧洗浄車

(1)　基本方針

本事業は、マレ島内の対象施設（護岸施設）の能力向上・維持管理促進、並びに同島の雨水排水ポンプ施設 16 カ所の運営・維持管理能力の向上を目的に実施される。本事業における機材選定の方針を表 3-2-7 に示す。

表 3-2-7 機材選定の基本方針

機材	選定の基本方針	引渡し場所
1. 雨水排水施設遠隔監視制御システム	雨水排水ポンプ施設 16 カ所の遠隔監視制御に必要な機材	・ MWSC 事務所 ・ MNPHI 事務所 ・ MCC 事務所 ・ 雨水排水施設（16 カ所）
2. 雨水排水路清掃機材	雨水排水路の清掃に必要な機材	・ MWSC ワークショップ

出典：JICA 調査団

(2)　自然環境条件に対する方針

1)　温度・湿度条件に対して

第 2-2-2-2 項及び第 2-2-2-3 項に示す過去 10 年間の最高気温 34.9℃、最低気温 21.9℃、最高湿度 94.0%、最低湿度 56.3%を勘案した要求仕様を設定する。

2)　塩害に対して

本事業対象サイトであるマレ島は周囲を海に囲まれており、我が国の基準に照らした場合、島内全域が要塩害対策地に該当する。そのため、屋外に設置される雨水排水施設遠隔制御システムの配電盤・機器収納キャビネットや、屋外で使用される高圧洗浄車についてはステンレス製、耐塩塗装などの仕様とする。

3)　水害に対して

第 2-2-3 項に示すとおり本事業対象サイトであるマレ島では、降雨時に頻繁に浸水被害が発生している。そのため、屋外に設置する雨水排水施設遠隔制御システムの配電盤・機器収納キャビネットの設置位置は過去の浸水被害や、聞き取り調査で判明した情報などを検討し、高さを設定する。

(3)　遠隔監視制御システムの調達に対する方針

本事業の遠隔監視制御サーバーや雨水排水施設遠隔監視機材は、単体で機能するものではなく、システムを構成する各機材、ソフトウェア、通信機器などが一体となって初めて機能を発揮するものである。このため、本計画で JICA 調査団が計画した基本構成に基づき、実施段階で選定された個別機材を日本側機材調達業者により、1 つのシステムとして要求された機能

を発揮するようにまとめ、機材船積み前及び現地据付工事時にシステムとしての性能を評価・確認することにより、システム全体の性能と品質を確保する。

(4)　機材のグレードの設定に係る方針

1)　雨水排水施設遠隔監視システム

本事業の遠隔制御の対象が雨水排水ポンプの起動／停止と、単純な操作であることから、フィードバック制御機能を備えた SCADA システムのような高機能･高性能なシステムではなく、ポンプの起動／停止に係る制御とポンプの稼働状況などの監視に機能を絞った、シンプルな遠隔監視制御システムを設計した。

2)　高圧洗浄車

本事業で調達する高圧洗浄車のエンジンに関し、現地の法規制、現地に流通するディーゼル燃料（軽油）の品質などを勘案し、EUROII の排ガス規制に対応したエンジン仕様とする。

(5)　機材の通信方式に係る方針

本事業の雨水排水施設遠隔監視制御システムの通信方式として、光回線、VHF 無線、モバイル回線の情報を以下の表に整理した。

表 3-2-8 通信インフラの比較検討

通信インフラ	可用性	整備性	導入費用	セキュリティ	維持管理技術者	月額通信費（MVR）
光回線	高	低	高	高	不要	24,700
無線設備	中	中	中	低	必要	0
モバイル回線	高	高	低	中	不要	4,950

出典：JICA 調査団

上表に示すとおり、3 つの通信方式を検討した結果、本事業の通信インフラとしてモバイル回線を採用することが最適であるとの結論が得られた。第 2-2-1-(2)-5)項に示すとおり、光回線は、工事による切断事故とこれへの対応に難があること、無線設備は、同機材維持管理のための技術者を必要とすること、機材の型式認証に課題があることなどが確認された。

(6)　工期に係る方針

本事業の調達機材の工期に関して、特に大きな問題は無いと考えられるが、モ国側負担事項として、日本側が据付工事に着手する前に、雨水排水施設遠隔監視機材の用地を確保し、一時保管場所の提供を行う必要がある。これらの負担事項への対応を遅延無く実施するため、コンサルタントの施工監理要員が現地にてカウンターパートへ適切な助言・指導を行う。

(7)　据付工事に係る方針

本事業の雨水排水施設遠隔監視制御システムのプロジェクトサイトは、MWSC 本局（1 カ所）、MNPHI（1 カ所）、MCC（1 カ所）、並びに雨水排水施設（16 カ所）である。雨水排水施設における据付工事は、通行止めが必要となるサイトもあるため、可能な限り本事業据付工事

による交通渋滞が発生しないように、複数のサイトで同時に通行止めを行わない工事計画を立てる。

(8)　施工監理に係る方針

確実な工程監理を行うため、業務主任（検収、引き渡しなど）、常駐調達監理技術者、検査技術者などを適切な時期に適切な期間配置し、所定の工期で日本側据付工事が円滑に開始できるような体制を計画する。

3-2-2　基本計画（施設計画／機材計画）

3-2-2-1　基本計画（護岸施設計画）

(1)　全体計画

マレ島護岸改修の施設規模は調査の結果、3-1-1 の「マレ島護岸整備の概要」で示した改修する護岸延長（図 3-1-1 と、表 3-1-2 参照）とし、各区域において、設計条件を基にそれぞれの施設構造を以下の様に検討した。護岸の嵩上げに伴い、子女においても背後の歩道から出来る限り海が見えるように、歩道の高さや幅およびアクセスを調整する。

(2)　東護岸 A 区域　（砂堆積区域）の改修計画における天端高・越波量

本区域の波の遡上到達高（DL）は、DL＋2.56m と計算された。越流・飛砂を防ぐためには護岸高を DL＋2.56m 以上にすることが求められ、温暖化による海面上昇を考慮して、本計画においては護岸高を DL＋2.56m＋海面上昇（0.22m）＋余裕値 5%（0.14m）＝＋2.92m 以上に設定する。したがって、護岸天端高を＋3.0m とし、護岸頂部の 20cm に波返しを設置して、波の遡上高を超える飛波を 100%遮り、将来の越流・越波が発生しない（q＝0.0m3/s/m）構造とする。また、この＋3.0m は、サーフィン協会と合意した最大の天端高となる。また、本区域の改修は、以下の図のように、背後の歩道を嵩上げして歩道から海が見えるような高さとアクセスを確保する。

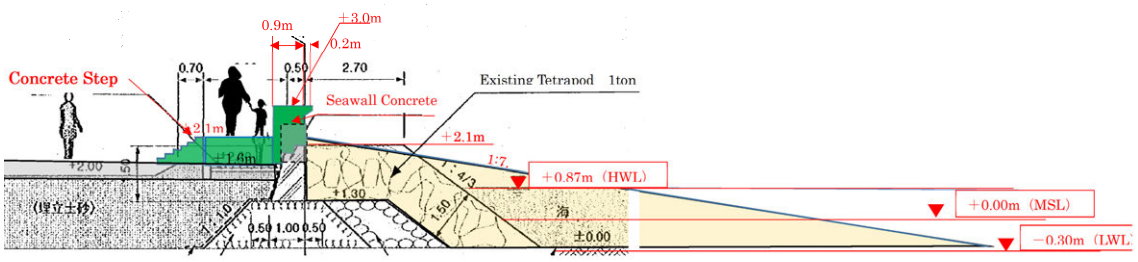


図 3-2-5 東海岸 A 区域の（砂礫堆積区域）護岸改修計画

(3)　東護岸 A 区域　（越波区域）の護岸改修計画における天端高・越波量と捨て石重量

東海岸の砂礫の堆積区域の周辺は、既存の護岸構造として、消波ブロックを設置した消波護岸構造である。本改修においては、消波ブロックの摩耗・老朽化が著しいことから、捨て石で

ブロックを覆い、越波を抑えるために、護岸を嵩上げする改修とした。護岸高は、砂礫の堆積区域と同じ、＋3.0m まで嵩上げし、以下の図のように改修する。また、護岸の嵩上げに伴い、背後の歩道高を上げて、歩道から海が見えるように配慮する。

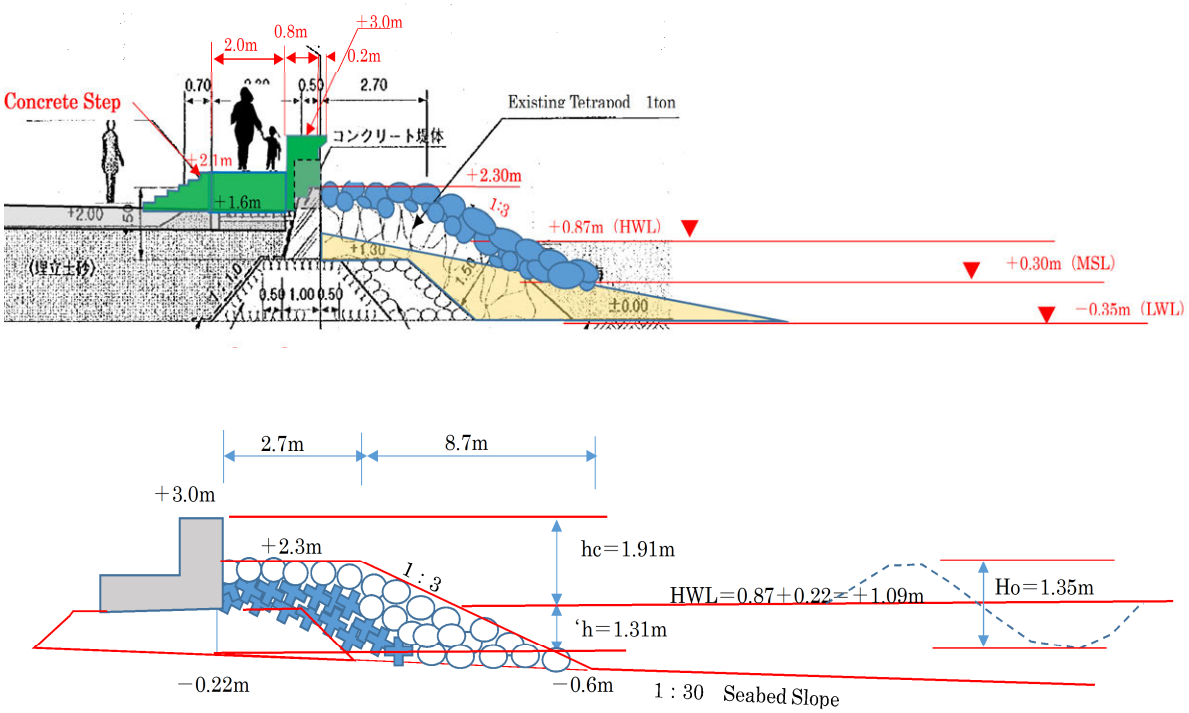


図 3-2-6 東海岸 A 区域の（越波区域）護岸改修計画

海岸護岸の越波流量算定においては、「合田博士らによる不規則波における防波護岸の越波流量に関する実験的研究」における越波流量算定図が広く活用されている。これは、護岸形状が直立護岸と消波護岸のものに限定されているが、消波ブロック 2 段積で勾配 1：4/3 の Kd 値＝8.3（被災率 0～1）と、捨て石の勾配 1：3 で 2 個積みの Kd 値は凡そ 4（被災率 0～1）となり、その差は約 2 倍となる。Kd 値は消波ブロック 1 個または、乱積み捨て石 1 個について、その形状と組み合わせ状況での必要な単体重量を計算するための安定性係数であり、Kd 値が大きいほど消波効果が大きくなる。その消波効果は、ほぼ Kd 値に比例する。また、捨て石護岸と消波ブロック護岸の波の反射率は、同じ勾配では、ほぼ同じ値となっており、勾配によって反射率も比例していることから、消波ブロックを捨て石に変えて勾配を 1：3 に変えた護岸の場合においては、消波護岸における越波流量算定値の 2 倍の越波量を適用するものとする。また、消波工高と幅（被覆石高とその天端幅）は、静水面＋設計波高＝0.87＋1.35＝＋2.22m 以上となり DL＋2.3m とし、消波ブロック 2 段積幅の 2.7m 以上とする。将来の海面上昇 22cm を考慮した以下の図に示す条件で、消波護岸の越波流量算定図を用いて越波量を算定する。

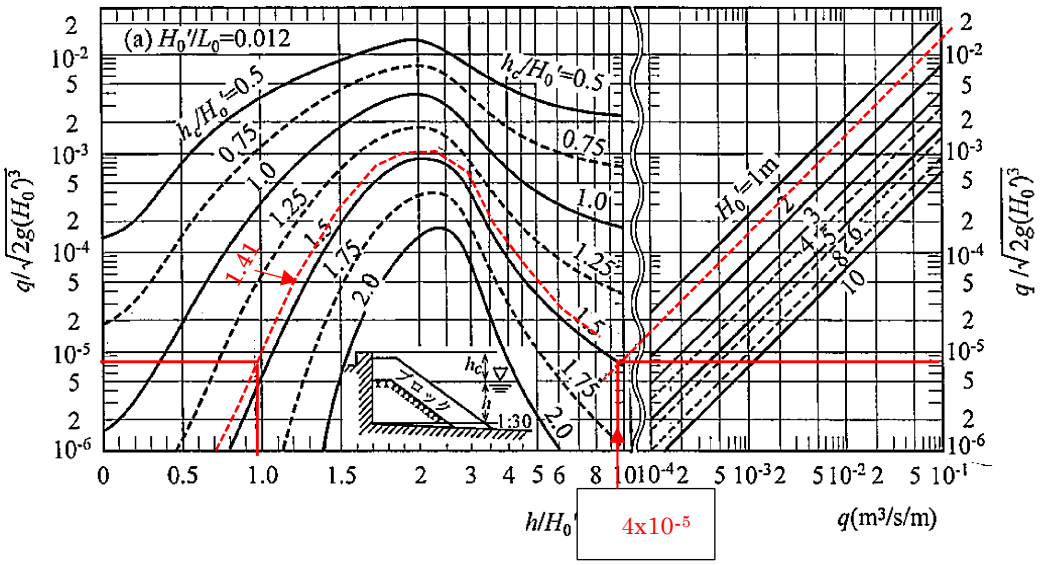


図 3-2-7 東海岸 A 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図

Ho'/Lo の Ho' は沖波適用＝1.35m、Lo＝118 m とし、Ho'/Lo=約 0.012　(越波量算定図の、消波ブロック用、Ho'/Lo＝0.012 を適用する)　図中の Ho'＝Ho＝1.35m,　'h/Ho＝1.31/1.35＝0.97, hc/Ho=1.91/1.35＝1.41、　上記図表より、

$q/\sqrt{2g(Ho')3}$　=8x10-6, q= 4x10-5 が求まる。この値を 2 倍した値が越波量となり、越波量は約 0.00008m3/s/m　＜0.0001m3/s/m で、許容値以下となることから護岸天端高を＋3.0m とする。

捨て石護岸における石の重量計算においては、一般的にハドソン式で計算した単体重量の最大 1.5 倍～2 倍の重量を採用する。A 区域の石勾配＝1：3、波高 Ho＝1.35m、Kd（1：3）＝4 採用し以下のように計算した。

Mass of Armor Stones by Hudson's Formula						**Male' East Surf Area**			
						X = 400 m			
	$M=rH^3/N_s^3(S_r-1)^3$								
	M:	Minimum mass of Rubble Stones or concrete blocks (ton)							
	r:	Density of rubble stones or concrete blocks (ton/m^3)							
		Rubble stones:	2.6	Blocks:	2.3		Sea Water:	1	
	H:	Progressive Wave Height (m) at the point of calculation							
	N_s:	Stability Number	(2 - 5 for rubble stones; Tetrapod 8.3)						
	S_r:	Specific Gravity of rubble stones or concrete blocks relative to sea water							
		Rubble stones:	2.2	Blocks:	2	(-0.3x1.0 = 1/3 under water)			
		$N_s^3 = K_d$*cotA	cotA: Inverse of the slope (A) of brealwater formation						
		Rubble Stones				**Tetrapod**			
	K_d=	4				K_d=	8.3		
	cotA =	3	(1: 3)			cotA =	1.333	(1: 4/3)	
	Ns^3=	12				Ns^3=	11.1		
	H=	1.35				H=	1.35		
	M=	0.308	tons			M=	0.511	tons	

上記の計算結果から必要重量は 308kg/個であり、最大の捨て石重量は、その 2 倍＝約 600kg/個となり、本区域では 400kg/個～600kg/個として設計する。

(4)　B 区域　東護岸（人工ビーチ南側）護岸の護岸天端高と越波量と捨て石重量

東海岸の越波確認区域（人工ビーチ南側）は、既存の護岸構造として、消波ブロックを設置した消波護岸構造である。本改修においては、消波ブロックの摩耗・老朽化が著しいことから、前面に捨て石護岸を建設し、越波を抑えるために、捨て石護岸と旧護岸の嵩上げする改修とした。護岸高は、＋2.8m とし、以下の改修図とする。なお、背後の歩道を海が見える高さに嵩上げする。

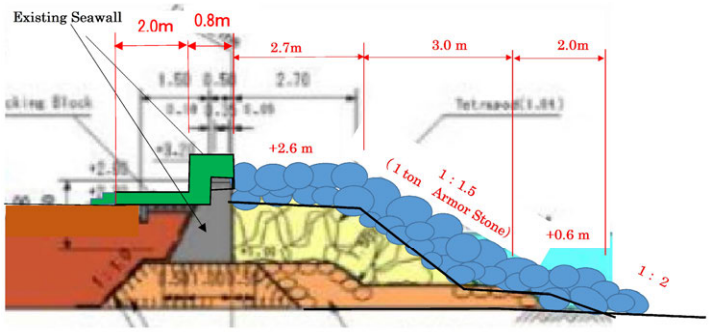


図 3-2-8 東海岸 B 区域の（越波区域）護岸改修計画

消波ブロック 2 段積で勾配 1：4/3 の Kd 値＝8.3（被災率 0～1）と、捨て石護岸の勾配 1：1.5 で 2 個積みの Kd 値は凡そ 6（被災率 0～1）となり、その差は約 1.4 倍となる。また、捨て石護岸と消波護岸の波の反射率は、同じ勾配では、ほぼ同じ値となっており、消波護岸における越波流量算定値の 1.4 倍の越波量を適用するものとする。また、捨て石高は、DL＋2.6m とし、その護岸天端幅は＋2.8m とする。将来の海面上昇 22cm を考慮し消波護岸の越波流量算定図を用いて、越波量を算定する。

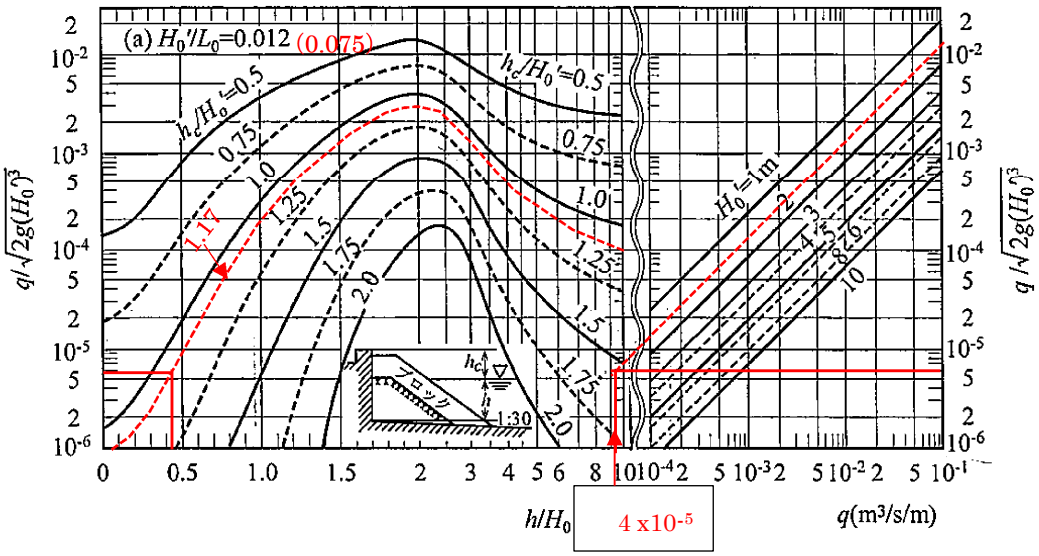


図 3-2-9 東海岸 B 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図

Ho'/Lo の Ho' は設計波を適用＝1.46m、Lo＝196 m とし、Ho'/Lo=約 0.0075　（越波量算定図の、消波ブロック用、Ho'/Lo＝0.012 図を 0.0075 相当に調整した上図を適用する）。図中の Ho'＝Ho ＝1.46m,　'h/Ho =0.61/1.46＝0.42　hc/Ho = 1.7 1/1.46 = 1.17 である。

上記図表より、q/√2g(Ho')3　=6x10-6, q= 4x10-5 が求まる。この値を 1.4 倍した値が越波量となり、約 0.00006m3/s/m　＜0.0001m3/s/m で、許容越波量以下となることから護岸天端高を＋2.8m とする。　捨て石護岸における石の重量計算においては、B 区域の石勾配＝1：1.5、波高 Ho＝1.46m、Kd（1：1.5）＝6　採用して、必要な被覆石重量を以下のように計算した。

Mass of Armor Stones by Hudson's Formula							**Male' East Reclamation**			
							X = 120 m			
	$M=rH^3/N_s^3(S_r-1)^3$									
	M:	Minimum mass of Rubble Stones or concrete blocks (ton)								
	r:	Density of rubble stones or concrete blocks (ton/m^3)								
		Rubble stones:	2.6	Blocks:	2.3	Sea Water:	1			
	H:	Progressive Wave Height (m) at the point of calculation								
	N_s:	Stability Number	(3 - 7 for rubble stones; Tetrapod 8.3)							
	S_r:	Specific Gravity of rubble stones or concrete blocks relative to sea water								
		Rubble stones:	2.4	Blocks:	2.1	(-0.2x1.0 = 1/4 under water)				
		$N_s^3 = K_d$*cotA	cotA: Inverse of the slope (A) of brealwater formation							
		Rubble Stones					**Tetrapod**			
	K_d=	6					K_d=	8.3		
	cotA =	1.5	(1: 1.5)				cotA =	1.333	(1: 4/3)	
	Ns^3=	9					Ns^3=	11.1		
	H=	1.46					H=	1.46		
	M=	0.328	tons				M=	0.486	tons	

上記の計算結果から必要重量は 328kg/個であり、最大の被覆石重量は、その 2 倍＝約 700kg/個となり、本区域では 500kg/個～700kg/個として設計する。

(5)　C 区域 東護岸（人工ビーチ北側）の護岸における護岸天端高と越波量と捨て石

東海岸の越波確認区域（人工ビーチ北側モスク前）は、モ国が仮設離岸堤を建設し、その離岸堤位置に合わせて、護岸を改修する。本改修においては、消波ブロックの摩耗・老朽化が著しいことから、離岸堤は捨て石による護岸とし、越波を抑えるために、捨て石護岸の天端を＋3.2m まで嵩上げする改修とした。既設護岸は、その老朽化から上部を＋2.5m まで補修し、歩道を海が見えるように＋2.3m まで嵩上げし、以下の図のように改修する。また離岸堤の背後地（既設護岸までの 8m 幅の区域）は、越波の緩衝区域として保持し、安全性と清掃等を鑑み＋2.2m（歩道より低い高さ）まで裏込め石で埋めて、表面を砕石で均す計画とする。

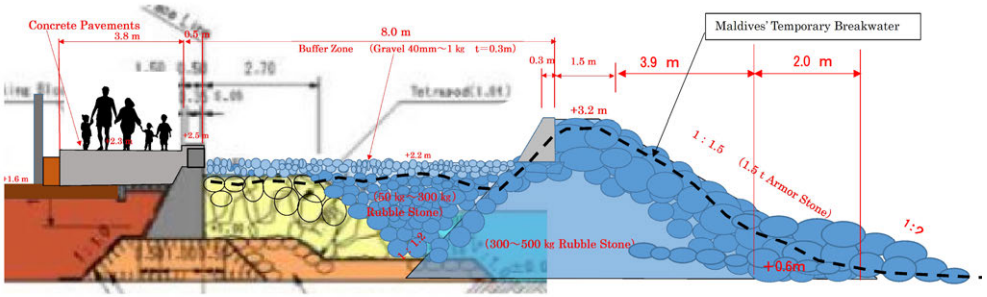
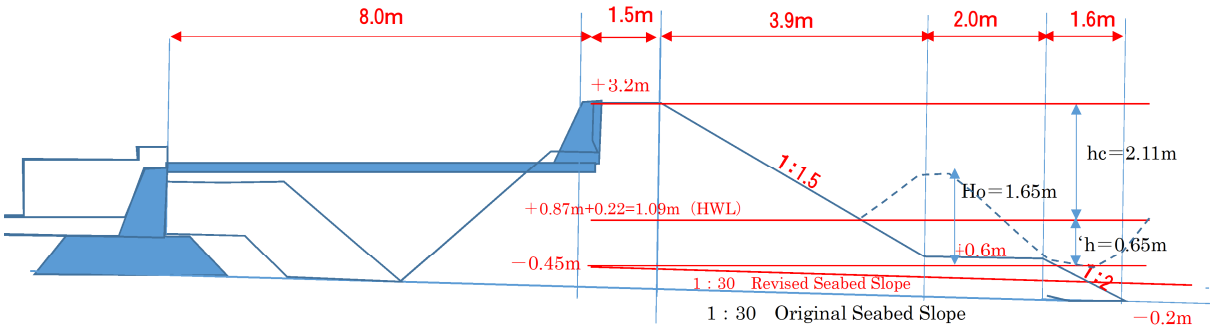


図 3-2-10 東海岸 C 区域の（越波区域）護岸改修計画

消波ブロック 2 段積で勾配 1 : 4/3 の Kd 値＝8.3（被災率 0～1）と、捨て石護岸の勾配 1 : 1.5 で 2 個積みの Kd 値は凡そ 6（被災率 0～1）となり、その差は約 1.4 倍となる。消波護岸における越波流量算定値の 1.4 倍の越波量を適用するものとし、捨て石高は、DL＋3.2m とする。また、その天端幅は 1.5m し、将来の海面上昇 22cm を考慮した以下の図と条件を基本に消波護岸の越波流量算定図を用いて、越波量を算定する。

Ho'/Lo の Ho' は沖波適用＝1.65m、Lo＝323 m とし、Ho'/Lo=約 0.005　（越波量算定図の、消波ブロック用、Ho'/Lo＝0.012 図を 0.005 相当に調整した以下の図を適用する）。図中の Ho'＝Ho ＝1.65m,　'h/Ho =0.65/1.65＝0.39　hc/Ho = 2.11/1.65 = 1.28



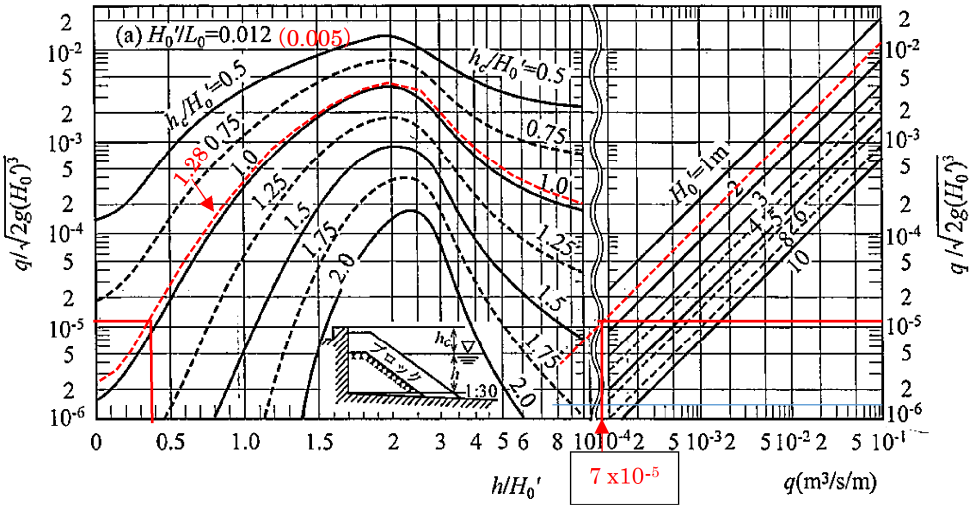


図 3-2-11 東海岸 C 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図

上記図表より、$q/\sqrt{2g(Ho')^3}$ $=1.2x10^{-5}$, $q=7x10^{-5}$ が求まる。この値を 1.4 倍した値が越波量となり、約 0.0001m3/s/m　＜0.0001m3/s/m となり、背後地に影響を与えない許容越波量以下となることから、護岸天端高を＋3.2m とする。捨て石護岸における石の重量計算においては、C 区域の石勾配＝1：1.5、波高 Ho＝1.65m、Kd（1：1.5）＝6　採用して、必要な石材の重量を以下のように計算した。

Mass of Armor Stones by Hudson's Formula						**Male' East Reclamation**			
						X = 95 m			
$M=rH^3/N_s^3(S_r-1)^3$									
M:	Minimum mass of Rubble Stones or concrete blocks (ton)								
r:	Density of rubble stones or concrete blocks (ton/m^3)								
	Rubble stones:	2.6	Blocks:	2.3	Sea Water:	1			
H:	Progressive Wave Height (m) at the point of calculation								
N_s:	Stability Number	(3 - 7 for rubble stones; Tetrapod 8.3)							
S_r:	Specific Gravity of rubble stones or concrete blocks relative to sea water								
	Rubble stones:	2.2	Blocks:	2.1	(-0.2x1.0 = 1/4 under water)				
	$N_s^3 = K_d$*cotA	cotA: Inverse of the slope (A) of brealwater formation							
	Rubble Stones					**Tetrapod**			
K_d=	6					K_d=	8.3		
cotA =	1.5	(1: 1.5)				cotA =	1.333	(1: 4/3)	
Ns^3=	9					Ns^3=	11.1		
H=	1.65					H=	1.65		
M=	0.751	tons				M=	0.701	tons	

上記の計算結果から必要重量は 751kg/個であり、最大の石材重量は、その約 2 倍＝約 1500kg/個となり、本区域では 800kg/個～1500kg/個として設計する。

(6)　D 区域（最北端追加部）の護岸構造における護岸天端高と越波量と捨て石

本改修においては、消波ブロックの沈下が確認され、その隙間に砂礫が堆積していることから、捨て石でブロックを覆い、護岸を嵩上げする改修とした。護岸高は、＋2.7m まで嵩上げし、消波ブロックの沈下が確認された越波の多い区域の 80m 区間において以下の図のように改修する。残りの 16m 区間は、ブロックの沈下が無く、越波が少ないことから、捨て石は行わず、護岸の嵩上げのみとする。また、護岸の嵩上げに伴い、歩道を可能な限り高くした。

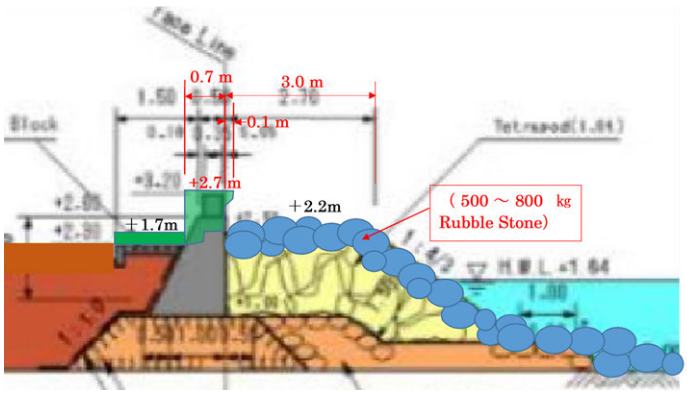
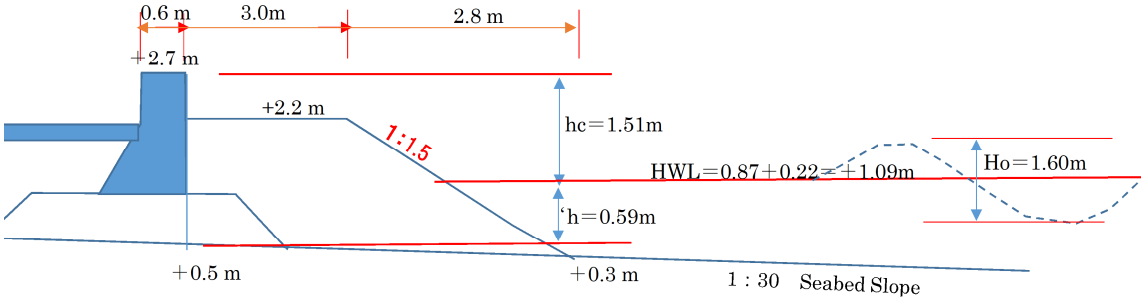


図 3-2-12 東海岸 D 区域の（越波区域）の護岸改修計画

消波ブロック 2 段積で勾配 1：4/3 の Kd 値＝8.3（被災率 0～1）と、捨て石護岸の勾配 1：1.5 で 2 個積みの Kd 値は凡そ 6（被災率 0～1）となり、その差は約 1.4 倍となる。したがって、消波護岸における越波流量算定値の 1.4 倍の越波量を適用するものとする。捨て石高は、DL＋2.2m とする。また、その天端幅は DL＋2.7m し、将来の海面上昇 22cm を考慮した以下の図と条件を基本に消波護岸の越波流量算定図を用いて、越波量を算定する。



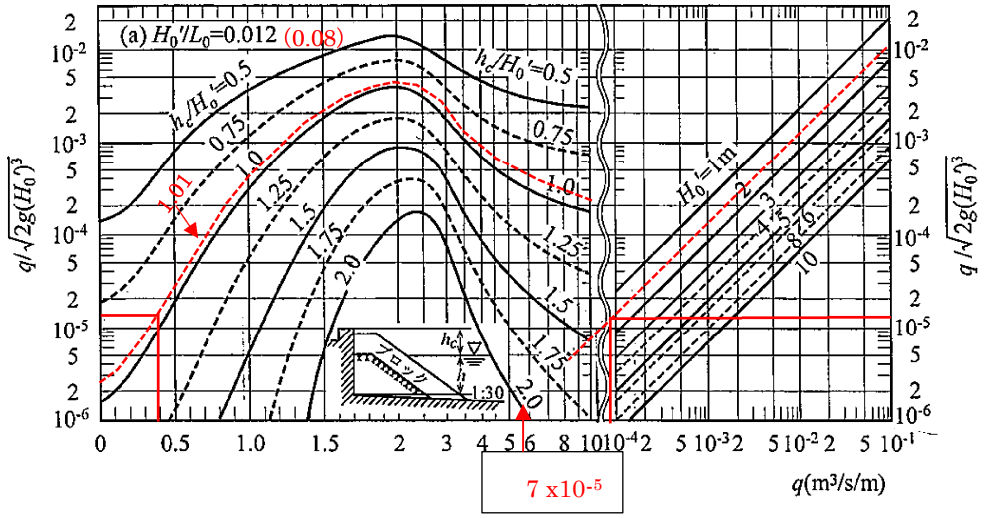


図 3-2-13 東海岸 D 区域の（越波区域）消波護岸の越波流量算定図

Ho'/Lo の Ho' は沖波適用＝1.60m、Lo＝196 m とし、Ho'/Lo=約 0.082　(越波量算定図の、消波ブロック用、Ho'/Lo＝0.012 図を 0.008 相当に調整した以下の図を適用する。)　図中の Ho'＝Ho ＝1.60m,　'h/Ho =0.59/1.60＝0.39　hc/Ho = 1.61/1.60 = 1.01,

上記図表より、$q/\sqrt{2g(Ho')^3}$ =1.5x10^{-5}, q= 7x10^{-5} が求まる。この値を 1.4 倍した値が越波量となり、約 0.0001m3/s/m＜＝0.0001m3/s/m となり、背後地に影響を与えない許容越波量以下となることから、護岸天端高を DL＋2.7m とする。

捨て石護岸における被覆石の重量計算においては、一般的にハドソン式で計算した単体重量の最大 1.5 倍～2 倍の重量を採用する。C 区域の石勾配＝1：1.5、波高 Ho＝1.60m、Kd（1：1.5）＝6　採用して、必要な被覆石重量を以下のように計算した。

Mass of Armor Stones by Hudson's Formula							**Male' East Reclamation**			
							X = 85 m			
$M=rH^3/N_s^3(S_r-1)^3$										
M:	Minimum mass of Rubble Stones or concrete blocks (ton)									
r:	Density of rubble stones or concrete blocks (ton/m^3)									
	Rubble stones:	2.6	Blocks:	2.3			Sea Water:	1		
H:	Progressive Wave Height (m) at the point of calculation									
N_s:	Stability Number	(3 - 7 for rubble stones; Tetrapod 8.3)								
S_r:	Specific Gravity of rubble stones or concrete blocks relative to sea water									
	Rubble stones:	2.4	Blocks:	2.1	(-0.2x1.0 = 1/4 under water)					
	$N_s^3 = K_d$*cotA	cotA: Inverse of the slope (A) of brealwater formation								
	Rubble Stones						**Tetrapod**			
K_d=	6						K_d=	8.3		
cotA =	1.5	(1: 1.5)					cotA =	1.333	(1: 4/3)	
Ns^3=	9						Ns^3=	11.1		
H=	1.6						H=	1.6		
M=	0.431	tons					M=	0.640	tons	

上記の計算結果から必要重量は 431kg/個であり、最大の被覆石重量は、その約 2 倍＝約 850kg/個となり、本区域では 500kg/個～800kg/個として設計する。

(7)　北護岸（岸壁のズレと沈下）の改修計画と安定計算

改修する上部工で、25m 区間においては、上部工を 5m スパン（5m/ブロック）で計画するため、70m 区間の係船柱部分（1.6m 幅）の上部工の安定計算を確認することで、安定性は確保される。したがって、以下の図のように、70m 区間の係船柱部分（1.6m 幅）の上部工を計画し、以下の条件で活動と転倒に対しての安定計算を実施した。

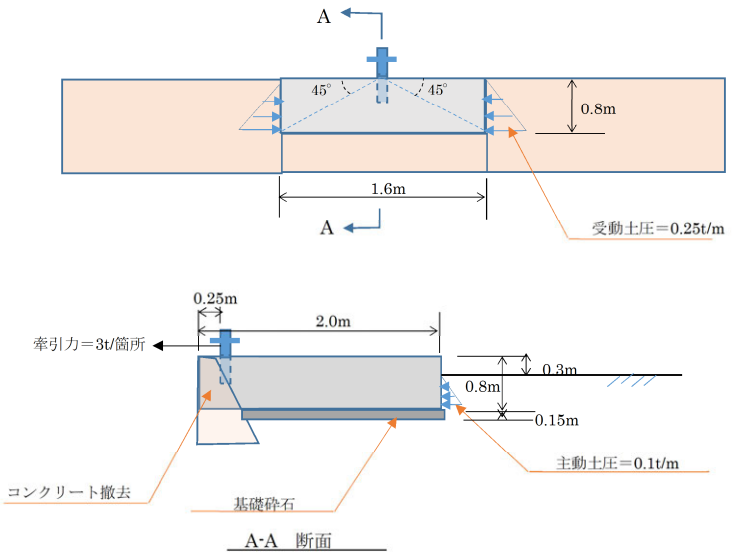


図 3-2-14 北岸壁の上部工改修計画

- **滑動に対する安定**

  上部コンクリート 1.6m の重量＝1.6 x 2.0 x 0.8 x 2.3＝5.9 t

  背面主動土圧＝0.1 x 1.6＝0.16 t

  側面受動土圧＝0.25 x 4m＝1t

  繋引力背面土圧による滑動の安定計算：

  （3＋0.16） x 1.2（安全率）＝3.8 t　＜（5.9＋1） x 0.6（摩擦係数）＝4.14　：OK

- **転倒に対する安定**

  転倒モーメント：3t x 0.8m＝2.4tm

  抵抗モーメント：5.9t x 1m＝5.9tm

  繋引力と背面土圧による転倒の安定計算：2.4tmx1.2（安全率）＝2.9tm＜5.9tm：　OK

また、地盤支持力と先端支圧に関しては、下段ブロックに掛る死荷重に殆ど変化はないことから、変更ないものとして計算を省略し、下段ブロックの前面に洗堀防止石（10kg～100kg）の捨て石を 50cm 厚さで、95m 全面に設置・転圧を計画する。

3-2-2-2　基本計画（雨水排水施設遠隔監視機材）

本調達機材のシステム構成図を図 3-2-15 に示す。遠隔監視制御システムの親局に当たる MWSC、MNPHI 及び MCC に設置する「遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア」に係る機材、並びに同システムの子局に当たる雨水排水施設 16 カ所に設置する「雨水排水遠隔監視機材」に係る機材がモバイルルーターによりインターネット経由で接続され、親局と子局の間で監視・制御データの送受信が行われる。

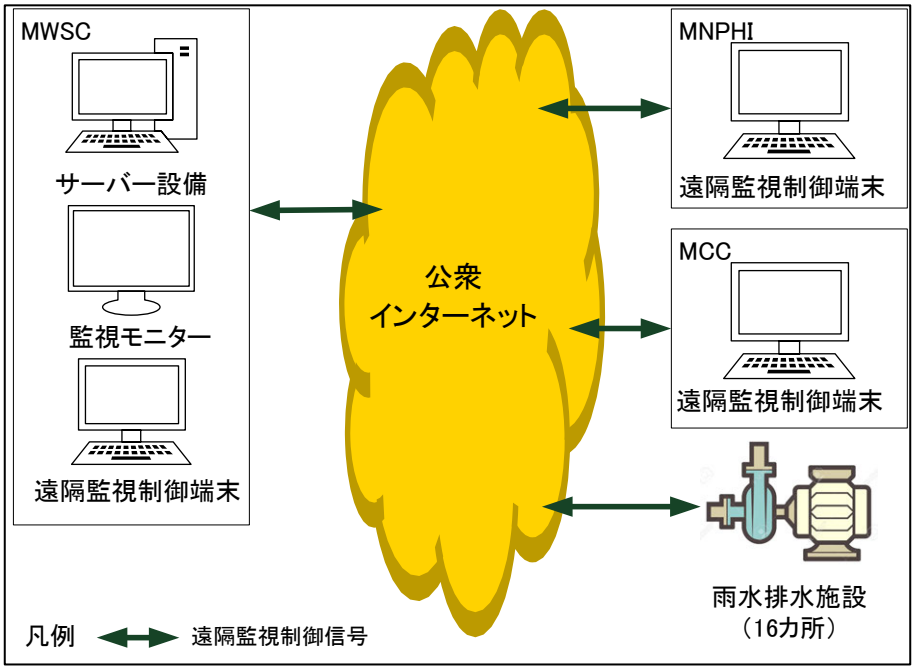


図 3-2-15 雨水排水遠隔監視制御システム概要図

出典：JICA 調査団

各雨水排水施設のポンプの運用は、現状と同様に各施設のタンクの水位に応じてスタンドアローンで制御（起動／停止）する計画とした。また、必要に応じ、サーバー設備、遠隔監視制御端末などの機器からも制御可能な計画とする。

以下に各プロジェクトサイトに設置する機材の機材構成、数量、当該システムにおける役割などを示す。

(1)　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MWSC 事務所）

マレ島の雨水排水施設の運営・維持管理業務を行う MWSC に、表 3-2-9 に示す機材一式を設置する。

表 3-2-9 遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MWSC）の概要

番号	項目	数量	
(1)	遠隔監視制御端末	1	組
(2)	サーバー	1	組
(3)	データストレージ	1	組
(4)	監視モニター	2	組
(5)	スイッチングハブ	1	個
(6)	モバイルルーター	1	個
(7)	プリンタ複合機	1	台
(8)	無停電電源装置（5kVA）	1	個
(10)	19 インチラック	1	組

出典：JICA 調査団

MWSC に設置されるサーバーには、遠隔監視制御用のソフトウェアがインストールされており、これを使用して、雨水排水施設（16 カ所）の運用業務に必要な遠隔監視制御を行う。また、遠隔監視制御端末にも同様のソフトウェアがインストールされており、同端末からサーバーを通じて、雨水排水施設監視機材の遠隔監視制御を行うことが可能である。以下に当該機材に係る主な要件を示す。

- 遠隔監視機能として、各雨水排水施設の情報については、監視モニターで確認することが可能であり、監視項目に異常が発生した場合、監視モニター、遠隔監視制御端末の画面に警告メッセージを表示する。当該監視情報はサーバーで受信した後、データストレージに保存される。
- 遠隔制御機能として、サーバーもしくは遠隔監視制御端末からソフトウェアを操作することで、雨水排水施設に設置されたポンプの起動・停止を行うことができる。
- サーバー及び遠隔監視制御端末用の電源設備として、停電時に 5 分以上電源を供給可能な 5 kVA の無停電電源装置 1 個を計画した。
- サーバー、データストレージ、スイッチングハブ及び無停電電源装置（5 kVA）は、19 インチラックに格納され、MWSC のサーバールーム内に設置する計画とした。

- サーバーの故障、公衆インターネット回線の通信障害などが発生した場合でも、遠隔監視を行うポンプの動作には影響を与えない設計とする。

(2)　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MNPHI）

本事業の事業主体である MNPHI に設置される機材一式を表 3-2-10 に示す。

表 3-2-10 遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MNPHI）の概要

番号	項目	数量	
(1)	遠隔監視制御端末	1	組
(9)	無停電電源装置（500 VA）	1	個

出典：JICA 調査団

MNPHI は、運営・維持管理業務を MWSC に委託しており、実務は行わないため、同機関に設置する遠隔監視制御端末は、基本的に監視を主な目的とし、遠隔制御は行わない計画とする。以下に当該機材に係る主な要件を示す。

- 本事業で遠隔監視制御端末 3 式を調達するが、ログイン ID によって、クライアントの権限（ポンプの遠隔制御など）を変更する計画とし、MNPHI 及び MCC に設置される端末については、遠隔制御の権限を持たせない。
- 遠隔監視制御端末用の電源設備として、停電時に 5 分以上電源を供給可能な 500 VA の無停電電源装置 1 個を計画した。

(3)　遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MCC）

将来的に本事業の調達機材運用の責任機関となる[2]MCC に設置される機材一式を表 3-2-11 に示す。

表 3-2-11 遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア（MCC）の概要

番号	項目	数量	
(1)	遠隔監視制御端末	1	組
(9)	無停電電源装置（500 VA）	1	個

出典：JICA 調査団

前述の MNPHI と同様、MCC にも、遠隔監視制御端末及び無停電電源装置（500 VA）が各 1 式設置される。機材の設置目的、機材構成、機材仕様など、MNPHI に設置する機材と同様の計画とした。

[2] 本事業の調達機材を含め、雨水排水関連の施設の運営に係る責任機関が MNPHI から MCC に移管される方針が 2022 年 12 月に決定された。

(4)　雨水排水遠隔監視機材（11 カ所）

本事業の対象となる雨水排水施設のうち、ポンプ 1 台体制の運用を行う 11 カ所に設置する遠隔監視機材一式を表 3-2-12 に示す。

表 3-2-12 雨水排水遠隔監視機材（ポンプ 1 台体制：11 カ所）の概要

番号	項目	数量	
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	11	組
(3)	遠隔監視制御ターミナル	11	組
(4)	配電盤用温度センサー	11	個
(5)	無停電電源装置（500 VA）	11	個
(6)	変圧器	11	個
(7)	圧力式水位計	11	組
(8)	配電盤・機器収納キャビネット	11	組
(9)	モバイルルーター	11	個

出典：JICA 調査団

表 3-2-12 の機材は、対象となる既設雨水排水施設に設置され、各施設の監視情報のサーバーへの送信、親局に設置されたサーバーからの制御情報の受信、雨水排水ポンプ 1 台の制御（起動／停止）などを目的として計画する。以下に当該機材に係る主な要件を示す。

- 圧力式水位計は既設のフロート水位計 A 及び B からの更新で、タンク内に設置される。
- 以下の監視情報がサーバーへ送信される。

表 3-2-13 雨水排水遠隔監視機材監視項目

No.	監視項目	監視情報
1	ポンプ状態	運転/停止
2	電源状態	通常/停電
3	配線用遮断器	通常/トリップ
4	無停電電源装置	通常/停電－電源供給/機器異常
5	点検口	閉/開
6	ポンプ制御機温度	通常/異常高温
7	消費電流	ポンプ動作電流値
8	ポンプ運転時間	ポンプ運転時間
9	タンク内水位	水位

出典：JICA 調査団

- 雨水排水施設遠隔監視機材用の電源設備として、停電時に 5 分以上電源を供給可能な 500 VA の無停電電源装置 1 個を計画した。
- 遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）、遠隔監視制御ターミナルなど圧力式水位計以外の機材は、配電盤・収納キャビネットに格納され、屋外の適切な場所に地上 70 cm

より高い位置に設置される。

(5)　雨水排水遠隔監視機材（5 カ所）

本事業の対象となる雨水排水施設のうち、ポンプ 2 台体制の運用を行う 5 カ所に設置する遠隔監視機材一式を表 3-2-14 に示す。

表 3-2-14 雨水排水遠隔監視機材（ポンプ 2 台運用：5 カ所）の概要

番号	項目	数量	
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	5	組
(3)	遠隔監視制御ターミナル	5	組
(4)	配電盤用温度センサー	5	個
(5)	無停電電源装置（500 VA）	5	個
(6)	変圧器	5	個
(7)	圧力式水位計	5	組
(8)	配電盤・機器収納キャビネット	5	組
(9)	モバイルルーター	5	個

出典：JICA 調査団

当該機材は、対象となる既設雨水排水施設に設置され、各施設の監視情報のサーバーへの送信、親局に設置されたサーバーからの制御情報の受信、雨水排水ポンプ 2 台の制御（起動／停止／交互運転）などを目的として計画された。

なお、ポンプ制御と監視項目以外は前述のポンプ 1 台体制の施設と同じ計画とした。

(6)　機材計画（雨水排水施設遠隔監視機材）

表 3-2-15 に本事業の主要機材リストを示す。

表 3-2-15 主要機材リスト

機材番号	機材名	調達国/原産国	主な仕様または構成		台数	使用目的
1.1(1)	遠隔監視制御端末	日本	OS： CPU： RAM： HDD： モニター：	Windows 10、Linux もしくはこれらと同等 Intel Core i5-12600T もしくはこれと同等 16 GB 以上 1 TB 以上 21 インチ以上	3	雨水排水設備（16 カ所）の監視制御
1.1(2)	サーバー	日本	OS： CPU： RAM： HDD： モニター： 構成：	Windows 10、Linux もしくはこれらと同等 Intel Core i5-12600T もしくはこれと同等 16 GB 以上 1 TB 以上 21 インチ以上 重要部品は冗長化され、 かつ活性交換可能	1	雨水排水設備の遠隔監視制御
1.1(3)	データストレージ	日本	Raid： 容量：	5.0 以上 50 TB 以上	1	遠隔監視制御のログデータを管理

機材番号	機材名	調達国/原産国	主な仕様または構成		台数	使用目的
			構成：	重要部品は冗長され、 かつ活性交換ができること		
1.2(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	日本	構成：	1) 主幹ブレーカー 2) ポンプ用ブレーカー 3) 制御機器用ブレーカー 4) ポンプ制御ユニット	11	排水ポンプの遠隔監視制御（遠隔監視機材、ポンプ 1 台、並びにポンプ制御ユニットへ電源を供給する）
1.2(2)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	日本	構成：	1) 主幹ブレーカー 2) ポンプ用ブレーカー1 3) ポンプ用ブレーカー2 4) 制御機器用ブレーカー 5) ポンプ制御ユニット	5	排水ポンプの遠隔監視制御（遠隔監視機材、ポンプ 2 台、並びにポンプ制御ユニットへ電源を供給する）
1.2(3)	遠隔監視制御ターミナル	日本	遠隔監視ソフトウェアからの制御項目： 遠隔監視ソフトウェアへの受け渡し項目：	・運転モード　自動－手動 ・排水ポンプ A　運転－停止 ・排水ポンプ B　運転－停止 ・運転モード　自動－手動 ・排水ポンプ A　故障 ・排水ポンプ B　故障 ・排水ポンプ A　運転時間 ・排水ポンプ B　運転時間 ・水槽　常時水位 ・点検口扉　開 ・制御盤　温度異常	16	遠隔監視ソフトウェアとの間で監視・制御信号を送受信する

出典：JICA 調査団

3-2-2-3　基本計画（雨水排水路清掃機材）

(1)　機材調達の目的及び機材計画に係る要件

本事業では、整備対象地域の雨水排水路清掃のための機材として、高圧洗浄車の調達を計画する。機材の数量及び基本仕様を検討するに当たり前提となる要件を以下に示す。

- 対象の雨水排水路の清掃を効率良く行える装備と作業能力があること。
- 安全な運転操作ができること。
- 健康に負担を強いられない環境で運転操作ができること。
- 気候条件、地理条件など、対象地域の自然環境に適した仕様であること。
- 引き渡し後の保管場所、運用場所（海岸線から約 5m~400m）に適した耐塩害仕様であること。
- 機材の維持管理に関し、費用が極端に負担とならないこと。
- 現地の道路幅に適した機動性があること。

(2)　機材構成の検討

表 3-2-16 に示す調達機材案について検討した結果、以下の理由により「案 3：高圧洗浄車のみの調達」を採用した。

表 3-2-16 調達機材案

案	調達機材	要請案
1	高圧洗浄車及び汚泥吸引車	
2	コンビ車（高圧洗浄機能と汚泥吸引機能を持つ車）	
3	高圧洗浄車のみ	○
4	調達なし	

出典：JICA 調査団

MWSC は表 2-1-10 に示す下水道用の清掃機材を保有しており、同機材を雨水排水施設の清掃に転用している。しかしながらこれを続けた場合、機材の寿命が短くなるなどにより上下水道施設の運営・維持管理や投資計画に影響を与えることが懸念される。対策として下水道施設と雨水排水施設で機材を分けることが考えられるが、1 年契約で将来的に継続して受託できる保証のない中で積極的な投資を行うことは困難な状況である。また、MNPHI は雨水排水施設の所有者として将来 MWSC に委託できない事態が生じたとしても、安定した運営・維持管理を継続するために必要な機材を所有しておくことが望ましい。これらより、機材調達の必要性はあると判断し、案 4 は不採用とした。

案 1 は、一般的に最も望ましいと考えられるが、現地調査の結果、汚泥吸引車は所有しているにもかかわらず使用していないことが明らかとなった。理由は、道幅が狭い上にバイクの駐車スペースとして 1.8m 程度が占有されており、集水ピットの近くに車両を駐車して作業することが困難なためである。実際、第 1 次現地調査期間中に車が一時停車することですぐに渋滞が発生している状況が何度も目撃された（写真 1 参照）。





※荷卸しのため、渋滞が発生している状況（写真左右とも)

写真 1　マレ島道路状況

出典：JICA 調査団

一方、高圧洗浄車はホースの延長が 100m 程度あるため、車両を集水ピットの近くに駐車する必要はなく、第 1 次現地調査中も写真 2 示すような方法で作業を行っていた。




写真 2　高圧洗浄車の作業状況

出典：JICA 調査団

これらより、汚泥吸引車は不要であると判断し、案 1 は不採用とし、高圧洗浄車のみであり、要請案でもある案 3 を採用とした。

案 2 の機材は過去の経験で故障の発生頻度が多いことが判明しており、コンビ車であるがゆえに機械の仕組みが複雑になっていることが原因であると思われる。また、前述した理由により汚泥吸引機能は不要であるため、不採用とした。

(3)　排出ガス規制とエンジン仕様の検討

本事業で調達する高圧洗浄車のディーゼルエンジンの仕様に関して、モ国の適用する排出ガス規制、同国で流通する燃料の品質などを調査し、検討した結果を以下の項目に示す。後述のとおり、当該機材のディーゼルエンジンは Euro II 適合で計画する。

①　排出ガス規制

近年、世界各国で環境への配慮などの観点から排出ガス規制、燃料品質規制などが導入されている。モ国ではこれまで排出ガス、燃料品質などに関する基準は設けていなかったが、2023 年を目標に燃料品質規制を導入するための準備が進められている。本調査で、JICA 調査団は、モ国の環境省に対しヒアリングを行い、欧州連合（EU）が制定した EURO VI に準拠する基準を導入予定であることを確認した。

②　モ国で流通する燃料（軽油）の品質

現行のディーゼル車に装備されている脱硫触媒、ディーゼル微粒子フィルターなどは硫黄含有量の高い燃料を使用した場合、生成される硫化物により直ぐに劣化するなどの問題があった。このため、先進国では燃料の低硫黄化が進められており、燃料噴射装置の潤滑のため低硫黄軽油には潤滑剤を添加するなどの対策が取られている。

JICA 調査団は、モ国内に流通している燃料の品質に関し、現地の最大の燃料輸入会社である Fuel Supplies Maldives（FSM）にヒアリングを行った。その結果、海上の船舶のための燃料は、硫黄含有量 10ppm の軽油、陸上の車両用の燃料は、硫黄含有量 500ppm の軽油とガソリンが流

通していることを確認した。

③　既有機材の故障、修理に関する情報

第 2-1-4-3 項に示すとおり MWSC は下水道施設清掃用機材として、車両を海外から調達し、保有している。既有の小型高圧洗浄車 2 台（Euro IV 適合車両：2017 年調達、及び Euro VI 適合車両：2021 年調達）に関し、ヒアリングした。その結果、3 カ月に一度は修理が必要な状況が続いており、故障の原因の大半はディーゼル微粒子捕集フィルター[3]に関連していることが確認された。

④　排出ガス規制と燃料品質（硫黄含有量）の関係

EU が制定したディーゼルエンジンの排出ガス規制では、以下の表に示すとおり、使用する燃料に含まれる硫黄含有量の上限値が設定されている。

表 3-2-17 ディーゼルエンジンにおけるユーロ排出ガス規制値及び硫黄分上限値

施行年	規制名	汚染物質上限値（g/km）				硫黄含有量 上限値（ppm）注）
		一酸化炭素（CO）	炭化水素（HC）	窒素酸化物（NO_x）	粒子状物質（PM）	
1992 年	Euro I	3.16	1.13	0.78	0.14	2,000 (0.2%)
1996 年	Euro II	1.00	0.90	0.73	0.10	500 (0.05%)
2000 年	Euro III	0.67	0.56	0.50	0.50	350 (0.035%)
2005 年	Euro IV	0.50	0.30	0.25	0.25	50 (0.005%)
2008 年	Euro V	0.50	0.05	0.18	0.05	10 (0.001%)
2014 年	Euro VI	0.50	-	0.80	0.05	10 (0.001%)

注）1ppm = 0.0001%
出典：国際クリーン交通委員会（ICCT）のワーキングペーパーをもとに JICA 調査団作成

各規制に適合したエンジンに、その上限値を超える硫黄成分を含む燃料を使用した場合、燃料フィルターや排気系のフィルターの目詰まりなどが発生することが想定される。上述の MWSC 既有機材のトラブルについても原因の一つはエンジン仕様（Euro IV 及び Euro VI）に対し、硫黄成分が高い燃料（500ppm）を使用していることが考えられる。

⑤　エンジン仕様の検討結果

上述のとおり、モ国は、Euro VI 準拠に向けて準備を進めているものの、流通する燃料の品質は Euro II 相当であること、既有車両（Euro IV 及び Euro VI）で頻繁に故障が発生している状況などを鑑み、本事業では、EURO II に適合するエンジンを要求仕様として計画する。

[3] ディーゼル微粒子捕集フィルターは、排気ガス中の粒子状物質 を漉し取り軽減させるフィルター

(4)　調達数量

前述の写真 1、2 から分かるように道路幅が狭く（両側の蓋付側溝を含めて 5m 弱程度）、バイクの駐車スペースとして 1.8m 程度が占有されている道路が多いため、MWSC から JICA 調査団に対し、高圧洗浄車の車体サイズは、小さいほど良いとの要望があった。

また、排水管の全延長は 8,300m 程度と規模が小さいこと、マレ島自体が小さく、給水場までの距離も最大 2km と短いことから、高圧洗浄車の水タンク容量を 1,800 L 程度とし、車幅を 2.0m 以下[4]の小型車 1 台とする。また、給水補充用の水タンク車は不要とした。以下に示すように排水管の清掃日数は 19 日程度であり、十分に作業可能である。

表 3-2-18 排水管の清掃日数

管径（mm）	延長（m）	管径別標準作業量※	作業日数（日）
160	1,571	525	5
180	55		
200	566		
250	413		
280	170	485	2
300	462		
315	5,039	435	12
合計			19

※ 日本の基準（下水道施設維持管理積算要領 (社)日本下水道協会）では管径ごと及び管内の土砂深率ごとに決定されている。MWSC へのヒアリングの結果得た作業量 700m／日程度（延長 5,000m で 1 週間程度）は、土砂深率 5%の値に相当すると考えられるが、安全側に配慮して土砂深率を 10%として管径別の作業量を決定した。

出典：JICA 調査団

(5)　機材計画（雨水排水路清掃機材）

表 3-2-19 に本事業の雨水排水路清掃機材に係る主要機材リストを示す。

表 3-2-19 主要機材リスト

機材番号	機材名	調達国/原産国	主な仕様または構成	台数	使用目的
2.1	高圧洗浄車	日本	(1) シャーシ 車両総重量：　6.0 トン以下 車幅：　2.0m 以下 駆動方式：　4 x 2 排ガス規制：　EURO II 対応 エンジン型式：　ディーゼルエンジン ハンドル位置：　左 (2) 架装 タンク容量：　1,800 L 以上 吐出圧力：　4.0 MPa 以上 吐出量：　50 L/分以上 ホース長：　約 100 m	1	道路雨水管の清掃

出典：JICA 調査団

[4] 参考：乗用車（セダン）の車両サイズは、車幅 1.8m、長さ 4.6m 程度。

3-2-3　概略設計図

3-2-3-1　護岸施設整備

本プロジェクト対象護岸施設整備の概略設計図は**資料**を参照。

3-2-3-2　雨水排水設備遠隔監視制御システム

本プロジェクト対象機材の概略設計図は**資料**を参照。

3-2-4　施工計画／調達計画

3-2-4-1　施工方針／調達方針

本事業は、我が国の無償資金協力の枠組みのもと実施される。従って、本事業は、日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による E/N 及び G/A が取り交わされた後に実施に移される。以下に本プロジェクトを実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

(1)　事業実施主体

本事業のモ国側の実施機関は MNPHI である。MNPHI は雨水排水関連施設の運用を、MWSC に委託しており、本事業の調達機材についても同様に MWSC により運用される予定である。従って、本計画を円滑に進めるために、MNPHI は、我が国のコンサルタント及び機材調達業者と密接な連絡及び協議を行い、本事業を担当する責任者を選任する必要がある。

(2)　コンサルタント

本事業の機材調達・据付工事を実施するため、我が国のコンサルタントが MNPHI と設計監理業務契約を締結し、本計画に係わる実施設計と調達監理業務を実施する。また、コンサルタントは入札図書を作成するとともに、事業実施主体である MNPHI に対し、入札実施業務を代行する。

(3)　請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札によりモ国側から選定された日本国法人の請負業者（土木工事業者）が、本事業の施設建設を実施する。また同様に、機材調達においては、一般公開入札によりモ国側から選定された日本国法人の請負業者（機材調達業者）が、本事業の資機材調達、据付工事及び初期操作指導・運用指導を実施する。機材調達業者は本事業の完成後、引き続き交換部品の供給、故障時対応などのアフターサービスが必要と考えられるため、機材引き渡し後の MNPHI との連絡体制を確立する。

(4)　技術者派遣の必要性（機材調達）

本事業で調達する機材（遠隔監視制御システム及び高圧洗浄車）は、日本国内の工場で製造（又は組み上げ）・検査され、製品として出荷される。このため、据付工事及び据え付け後の調整・試験などの際は高い技術を必要とすることから、同作業には日本から技術者を派遣し、据付工事及び完成時の品質管理、技術指導及び工程管理を行う必要がある。

3-2-4-2　施工上／調達上の留意事項

(1)　施設施工上の留意事項

本建設事業の主要工事は、マレ市内の環状道路背後にある東側海岸護岸と北側岸壁の既存構造物の改修工事である。従って、マレ島市民の生活圏に極めて近い場所での施工となることから、同島内の交通規制の確認および各関係機関との調整など、安全面に十分考慮した工事を行う必要がある。また、同海岸護岸部の改修工事はインド洋からの波の影響を受けることが予想されることから、作業員の安全面の確保および作業の効率性についても十分に考慮した施工計画を立てる必要がある。

海岸護岸改修工の施工フローを図 3-2-16 に、岸壁改修工の施工フローを図 3-2-17 に示す。

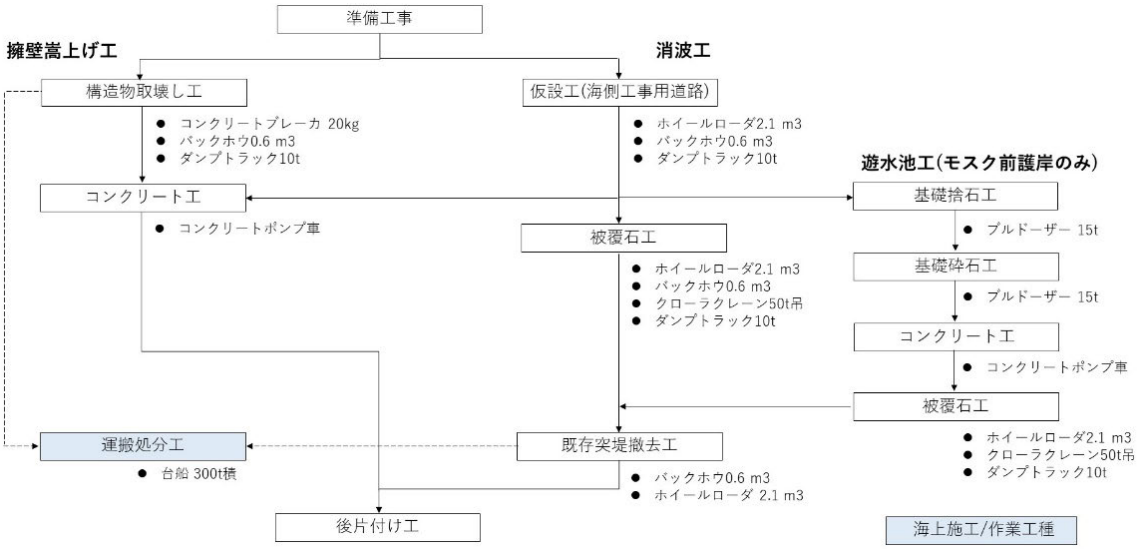


図 3-2-16 海岸護岸改修工　施工フロー図

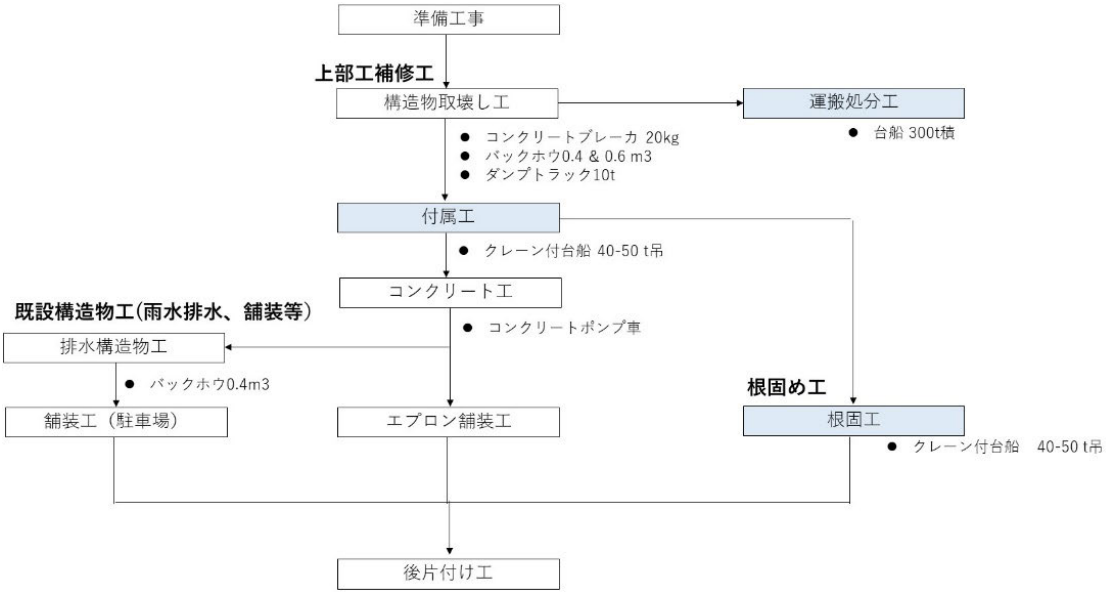


図 3-2-17 岸壁改修工　施工フロー図

1)　施工区域の分割化

マレ島の東海岸南東部では、毎年 5 月から 10 月までサーフィン大会が開催されるなど、サーファーに限らず多くのマレ島市民で賑わいを見せている。従って、当該建設エリア（ A 地区）および近接エリア（ B 地区）の改修工事は、サーフィン大会開催期間外の時期に終わらせる必要がある。このことから、本プロジェクトは、工区分けによる工事施工を計画する。

2)　石材置場

本プロジェクトで使用する石材はおよそ 5,000t になり、全て第三国から調達する予定である。一方、人口密集地であるマレ島では、調達した大量の石材置場を建設現場近くに設けることは不可能である。従って、本島から約 8 km 北に位置するフルマレ島にある広場をリースし、石材の仮置き場として使用する。石材は、海上輸送によりマレ島にある既存突堤部まで運搬された後、各建設エリアまで内陸輸送する計画とする。本突堤は、国営企業 MTCC 所有のもので、本プロジェクトで使用する条件として、工事終了後に全撤去し処分することで合意されている。



図 3-2-18 石材置場位置図

3)　仮設ヤード

建設エリアがマレ市内の環状道路の背後かつ市街地に隣接していることから、資機材置場や作業スペースの確保が重要となる。本プロジェクトでは、図 3-2-19 に示す通り合計 4 カ所の仮設ヤードおよび 2 カ所のアクセス道路を計画する。これらの用地は、既存海岸護岸の背後用地を活用することで施主より了解を得ている。

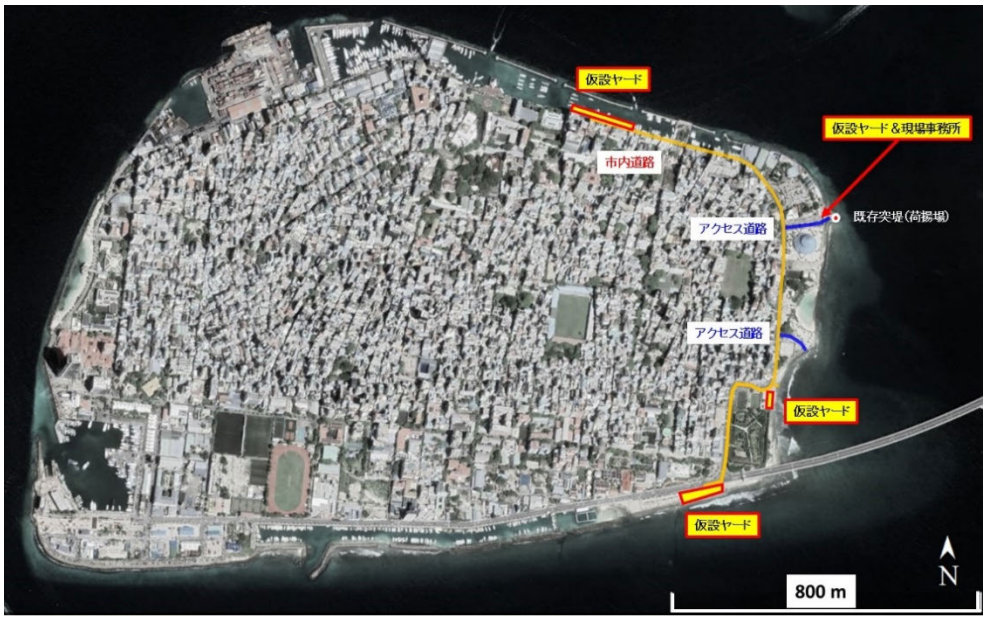


図 3-2-19 仮設ヤード位置図

4)　海側工事用仮設道路

施工方針にて述べた通り、改修工事を安全に行うために、被覆石工やコンクリート工など全ての工事を陸上から行う。従って、既設海岸護岸の海側には天端幅 4m の工事用仮設道路を計画する。本仮設道路に使用した捨石材は使用後に撤去し、次の建設エリアまで運搬し転用する計画とする。一方、マレ島北側岸壁の改修工事は、当該建設エリアが外周護岸により静穏であることから、係船柱取付け工や根固工は海上工事により行う。

5)　　擁壁嵩上げ工

コンクリートブレーカにより既存擁壁の上部を取り壊す。本取壊しによる必要な既存擁壁へのひび割れを防ぐために、ディスクグラインダー型のコンクリートカッタにより擁壁上部の両端部に 5 cm 程度の切れ込みを入れてから取壊し作業を行う。

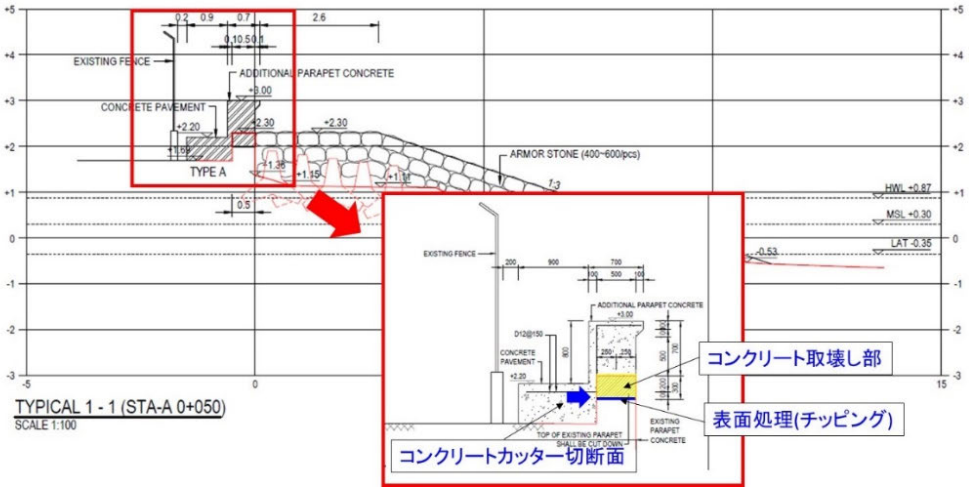


図 3-2-20 コンクリート取壊し工概念図

6)　交通規制を考慮した夜間作業

マレ島の交通規制によれば、昼間の載荷重量が 10t を超過する工事用車両の通行が禁止されている。従って、コンクリートポンプ車やダンプトラック（10t 積級）を使用する工事は、当該車両が通行可能になる夜間（夜 11 時から朝 5 時まで）の間とする。

7)　資材廃棄処分

コンクリート殻など本プロジェクトで発生した資材廃棄物の処分場は、マレ島から西へ約 11 km の位置にあるティラフシ島にある。本処分場はモ国政府が 100%出資している企業（WAMCO：Waste Management Cooperation 社）が管理しており、同企業へのヒアリング結果によれば、処分場への運搬費用以外のコストは発生しない。

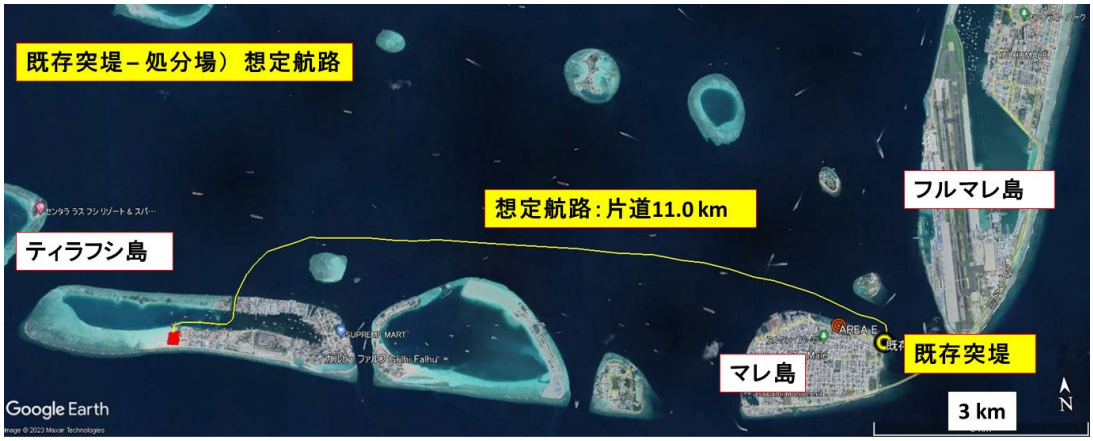


図 3-2-21 資材廃棄処分場位置図

(2)　機材調達上の留意事項

1)　調達上の留意点

本事業の調達機材の据付工事に必要な資機材などは、モ国でも調達が可能であるが、ほぼすべての工事部材が輸入品であり、調達に時間を要すことがある。そのため、納期、在庫などを事前に確認の上、施工開始までに調達を完了するよう留意する。

2)　据付工事実時期の留意点

モ国は南西からのモンスーンの影響で 5～10 月が雨季であり、特に 5 月と 10 月の降水量が多い。6～9 月は、前述の 2 カ月よりは降水量が少ないが、雨季は既設の雨水排水設備の運転が重要なため、施工を避ける計画とする。

3)　宗教上の留意事項

現地作業員の多くがイスラム教徒であるため、イスラム教の礼拝など特有の習慣に配慮が必要である。さらにラマダン期間があるため、同期間の施工も避ける計画とする。

4)　据付工事施工中の留意事項

- 施工中のどの段階でも既設ポンプを強制起動させられるよう、接続線や電源線の切替を短時間で行えるようにする。

- 施工中は送水管を物理的に塞ぎ、雨水の流入を防止する。
- 施工中に降雨があり既設ポンプを強制起動できない場合に備え、仮設の排水ポンプと排水管を必要に応じて準備する。

5)　安全上の留意点

- 雨水排水設備は地下にあるため、二酸化炭素中毒などの事故防止対策を行う。
- タンク内を完全に排水出来ない状態でポンプの電源工事の事故が発生すると、感電事故や作業員の負傷の可能性がある。これを防止するため、作業員がタンク内に入る際は感電事故対策を行う。

3-2-4-3　施工区分／調達・据付区分

我が国とモ国側の負担区分を表 3-2-20 に示す。

表 3-2-20 負担事項区分

1) 入札前

No.	負　担　事　項	負　担　区　分			備　　考
		日本側	モ国側		
			MNPHI	MoF	
1.	銀行口座開設（B/A）			●	G/A締結後1カ月以内
2.	支払授権証（A/P）の発行（コンサルタント契約分）		●	●	契約署名後1カ月以内
3.	銀行取極に基づく手数料の支払い				
	(1)　A/P通知手数料			●	契約署名後1カ月以内
	(2)　銀行支払い手数料			●	支払い毎に
4.	IEE/EIAの承認、EMP（環境管理計画）及びEMoP（環境モニタリング計画）の実施に必要な予算の確保（必要に応じ）		●		
5.	MWSC のポンプ施設（既存）及び MWSCの事務所・倉庫（マレ島内）における、機材付帯設備及び機材の据え付けに必要な土地及びスペースの確保、アクセス道路を含む敷地の整地		●		
6.	社会モニタリングの実施、並びにJICAへのプロジェクトモニタリングレポートの提出（四半期毎）		●		
7.	関係省庁の事前規制・許認可の取得、並びに当該手続きに要する費用（申請料、申請書作成など）の負担		●		
8.	プロジェクトモニタリングレポートの提出		●	●	詳細設計の結果を反映する

（注）●印は担当区分を表す。

（注）MoF：Ministry of Finance（財務省）

2) プロジェクト実施中

No.	負　担　事　項	負　担　区　分			備　　考
		日本側	モ国側		
			MNPHI	MoF	
1.	支払授権証（A/P）の発行（業者契約分）			●	
2.	銀行取極に基づく手数料の支払い				
	(1)　A/P通知手数料			●	業者契約分
	(2)　銀行支払い手数料			●	コンサルタント契約及び業者契約分

No.	負　担　事　項	負　担　区　分			備　　考
		日本側	モ国側		
			MNPHI	MoF	
3.	資機材の調達	●			
4.	モ国の荷揚港までの資機材の輸送	●			
5.	モ国の荷揚港における迅速な荷下ろし、通関並びに内陸輸送の支援		●		
6.	モ国の荷揚港からプロジェクトサイトまでの資機材の輸送	●			
7.	護岸の改修工事	●			
8.	資機材の据付工事、調整・試験	●			
9.	プロジェクトサイト全体及び本プロジェクトに従事する日本人及び外国人の安全の確保		●		
10.	モ国で必要なすべての制度的、法人的手続き		●		
11.	免税手続き並びに必要な措置を行う。プロジェクトに関連する資材や機材の輸入に際し、荷揚港において請負業者が傭上する通関業者に対して輸入許可や通関のための必要な法的・行政文書の提供 （プロジェクト実施中及び保証期間中に判明した調達機材、スペアパーツの瑕疵、故障などに係るメーカーへの返送、工場での修理や交換、再輸入などの場合も含む）		●		
12.	本プロジェクトの資機材及びサービスの提供に関連して役務を必要とする日本人及び／又は第三国人に対し、その入国及び業務遂行のための滞在に必要な便宜の供与		●		
13.	本プロジェクトの資機材またはサービスに関して被援助国で課される関税、内国税、その他の財政的賦課金を、補助金を使用せずに、被援助国の指定機関が負担することを保証		●		
14.	本プロジェクトの実施に必要な輸送、機材据付、機材付帯設備など、日本側が負担する事業費以外の全ての経費を負担		●		
15.	電源の供給など、本プロジェクト実施に必要な付帯設備の提供（必要に応じ）		●		
16.	据付工事に必要な材料、工具、機材のための安全な仮置き場の無償提供、手配		●		
17.	護岸改修工事中、並びに機材据付工事中における資機材の防犯対策	●			
18.	設備付帯施設に必要な作業場、資材置き場などの仮設施設のためのアクセス道路と十分なスペースの確保		●		
19.	本事業に関連する重要な情報またはデータの入手支援		●		
20.	雨水排水システム構築に係る電柱・電線などとともに商用電源の供給（必要に応じ）		●		
21.	MWSC事務所及びポンプ場建設予定地での雨水排水システムの遠隔監視に必要なインターネット環境の整備		●		
22.	現地での研修に必要な日当、交通費、宿泊費などの費用と、適切な人数の研修生の確保		●		
23.	機材の初期操作指導及び運用指導	●			
24.	環境、地域社会、一般市民、労働者に重大な悪影響を及ぼす、または及ぼすおそれのある事件・事故が発生した場合における速やかなJICAへの通知		●		
25.	プロジェクトモニタリングレポートの提出（毎月）		●		
26.	プロジェクトモニタリングレポートの提出（最終）		●		完了証明書発行後1ヶ月以内

No.	負　担　事　項	負　担　区　分			備　　考
		日本側	モ国側		
			MNPHI	MoF	
27.	プロジェクトの完了に関する報告書の提出		●		プロジェクト完了後6ヶ月以内
28.	本事業の実施に従事する者の安全確保		●		
29.	プロジェクトサイトの安全・安心のための必要措置（安全対策）				
	サイト周辺及び資機材の輸送ルートにおける交通規制（必要に応じ）		●		
30.	EMP、EMoPの実施		●		
31.	環境モニタリングの結果をプロジェクトモニタリングレポートとして、四半期ごとにモニタリングフォームを使用してJICAに提出		●		
32.	社会モニタリングの実施及びその結果をモニタリング報告書として四半期毎に JICA に提出 ※被災者の生活再建が十分でない場合は、モニタリングの期間を延長することがある。モニタリングの延長は、MNPHI と JICA の合意に基づき決定される。（必要に応じ）		●		

（注）●印は担当区分を表す。

3) プロジェクト実施後

No.	負　担　事　項	負　担　区　分			備　　考
		日本側	「モ」国側		
			MNPHI	MCC	
1.	MNPHI及びMCCの責任者を含め、設備の円滑な運用・保守のために、技術力と経験を持つ必要なスタッフの配置（業務委託を含む）		●	●	
2.	機材の円滑な運用及び保守のために必要な予備品及び消耗品の調達、必要に応じて装置供給者と予防保守サービス契約の締結		●	●	
3.	プロジェクトで設置された施設・設備の適切な運用・維持、及び有効活用		●	●	
4.	すべての操作・ウイルス対策・アプリケーションソフトを定期的に更新		●	●	
5.	EMP、EMoPの実施（必要に応じ）		●		
6.	環境モニタリングの結果を半期ごとに JICA に提出 ※環境モニタリングの延長は、MNPHIとJICAの合意に基づき決定される（必要な場合）		●		
7.	無償資金協力により供与された施設・設備の適切な維持管理と有効活用				
	1)　維持管理費（電気・通信など）の配分及び要員の配置		●	●	
	2)　運営・維持管理体制		●	●	
	3)　定期点検の実施		●	●	

（注）●印は担当区分を表す。
（注）MCC：マレ市評議会

出典：JICA 調査団

3-2-4-4　施工監理計画／調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、モ国側は国際協力機構の推薦を受けた本邦コンサルタント契約を締結し、実施設計と調達監理の円滑な業務実施を図る。なお、本邦コンサルタント主導による調達監理のもと、調達業者が実施するそれら業務の監理を行う。

また、必要に応じて、本邦内で製造・製作される調達機材の工場立会検査及び出荷前検査に専門技術者が参画し、調達機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1)　実施設計の実施

コンサルタントは、基本設計調査結果および E/N に基づき詳細設計を実施し、事業費の精査および図面や技術仕様書を含む入札図書を作成する。作成した入札図書は実施機関からの承認を得る必要がある。入札図書は以下内容を含む。

- 入札指示書および工事契約書（案)、技術仕様書、設計数量および入札図面

本プロジェクトでは、実施設計を行う際に、1 カ月間の波浪観測を行い設計波の再検証、および環境ベースライン調査を行う。

(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）の段階から入札および契約に至る建設業者の選定に係る一連の業務について、実施機関を補佐する。

- 事前審査公示、P/Q 書類審査、入札案内および入札図書配布、入札立会および入札結果評価、契約立会

(3)　施工/調達監理業務

1)　施設施工監理業務

JICA による工事契約の認証を受け、コンサルタントは工事業者に対して、工事着工命令の発行を行う。コンサルタントは、建設工事が契約図書に基づき適正に実施されているか、工程が遅延なく進捗しているか等を監理するために、常駐施工監理技術者を現場に配置する。常駐施工監理技術者は港湾海岸土木の専門家とする。また、着工直後や安全面の配慮が特に求められる護岸改修工事等の施工の重要な時期に、必要となる業務担当者を現地に派遣する。

表 3-2-21 施工監理項目

項目	業務内容
品質管理計画	施工業者から提出される品質管理計画書を確認する。
材料承認	施工業者から提出される試験結果等を含む書類を、契約図面や技術仕様書の内容を満たしているかどうか確認する。
下請け業者承認	施工業者から提案される下請け業者の承認依頼書類を確認する。
施工計画承認	施工業者から提出される施工計画書を確認する。
施工図面承認	施工業者から提出される施工図面を確認する。
品質監理	調達された工事用資材や施工結果（品質）を検査し、契約図面や技術仕様書の内容を満たしているか確認する。
出来形監理	完成断面等を検査し、施工結果（出来形）が契約図面や技術仕様書の内容を満たしているか確認する。

項目	業務内容
工程監理	施工業者から提出される工事の進捗状況を踏まえて、工期内に工事が完了するように必要な指示をする。
証明書の発行	施工業者への必要な証明書（支払い証明、工事完了証明、瑕疵期間終了証明等）を発行する。
報告書の提出	施工業者が作成し提出する工事月報、竣工図面等を確認し、 工事完了後に完了報告書を作成し、JICA へ提出する。
その他	関係諸機関への連絡、説明を行う。

出典：JICA 調査団

2)　機材調達監理業務

コンサルタントは、本計画が所定の工期内に完成するよう全体計画の進捗を監理し、且つ、契約書に示された品質を確保するとともに、同計画が安全に実施されるようモ国側の協力の下、調達業者を監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な調達監理上の留意点を示す。

- 工程管理

  調達業者が契約時に計画・提出した工程とその進捗状況との比較を以下の項目ごとに月及び週ごとに行い、遅れが出ると判断される場合は、調達業者に警告を出すとともに、その対策案の提出を求め工期内に本計画が完成するように指導する。
  - 調達機材の製造・調達の出来高確認
  - 調達機材輸送のための配船状況、内陸輸送方法などの確認
  - 調達機材の組立、初期操作指導などに関わる人員の配置状況の確認

- 品質管理

  契約図書（技術仕様書、承認設計図など）に示された調達機材の品質が調達業者によって確保されているかどうかを「3-2-4-5 品質管理計画」に基づき監理を実施する。なお、品質の確保が危ぶまれるときは、調達業者に訂正、変更、修正を求める。

- 安全管理

  調達業者と協議・協力し、本計画実施期間中の労働災害、事故を未然に防止するための監理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

  - 安全管理規定の制定と管理者の選任
  - 作業工具・機材などの安全装置の点検実施による災害の防止
  - 内陸輸送中の運行ルートの策定と徐行運転の徹底及び荷崩れの防止
  - 安全保護具の着用（ヘルメット、作業靴、手袋など）

3)　計画実施に関する全体的な関係

施工/調達監理時を含め、本計画の実施担当者の相互関係を図3-2-22に示す。

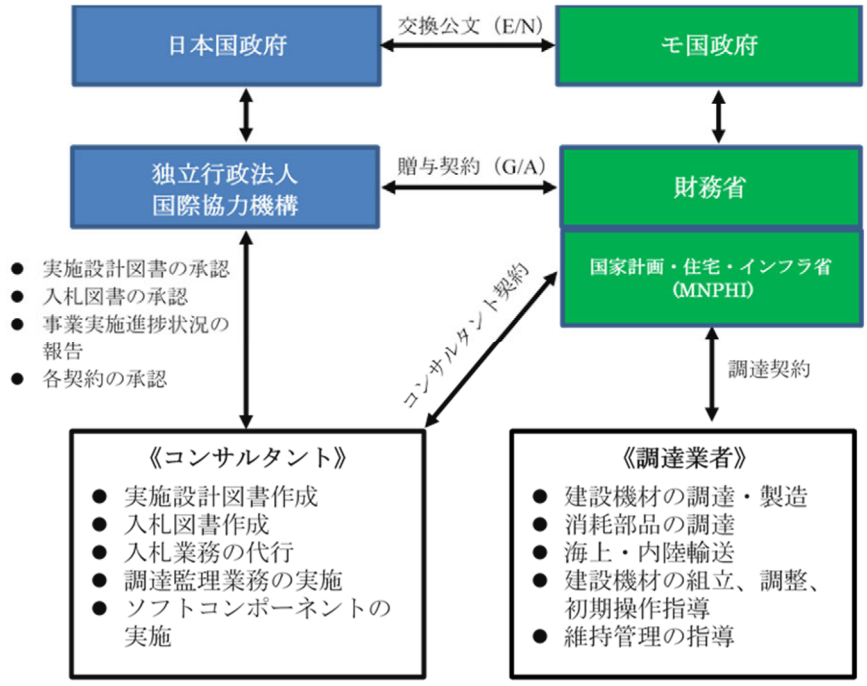


図 3-2-22 事業実施関係図

出典：JICA 調査団

4)　施工/調達監督者

施工/調達業者は、モ国側との契約に基づき、施工・機材の調達・組立、初期運転操作指導などを実施する。また、施工・調達業者は、当該業務実施中の工程管理、品質管理、安全管理も担うこととなるが、コンサルタントの施工・調達監理要員が同調達業者を指導・監督する。

3-2-4-5　品質管理計画

コンサルタントの施工/調達監理要員は、契約図書（技術仕様書、実施設計図など）に示された施設・資機材の品質が、調達業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、調達業者に対し訂正、変更、修正を求める。

品質管理を実施するに当たり、本建設事業で作成する特記仕様書に基づき実施する。本特記仕様書は、JIS、BS、ACI、ASTM、または AASHTO 等の基準に準拠する。

(1)　施設の品質管理

本建設事業での品質管理上の留意事項は以下の通りである。

1)　石材（被覆石、基礎捨石）

本建設事業に使用する被覆石や基礎捨石は、第三国から調達する計画であり、調達計画量に対する可能な供給量は、現地調査時のヒアリング結果よれば問題ないことを確認している。特に、調達する被覆石は、特記仕様書もしくは契約図面が要求する石材重量を確実に満たす必要があるため、材料承認時および材料受け入れ時の比重確認は慎重に行う必要がある。

2）コンクリート

国営の生コンクリート供給業者が、コンクリートのバッチングプラントおよびコンクリートポンプ車を保有している。この生コンクリート供給業者の所在地は、本建設事業エリアからおよそ 10 km 圏内で、生コンクリートの運搬には 20 分程度を要する。本建設事業では、大規模打設は無いこと、夜間の打設を計画していることから、本コンクリート供給業者からの調達による問題が起きる可能性は低い。セメントおよび骨材は、インドやドバイ等の第三国から輸入している。コンクリート工の主な品質管理項目を表 3-2-22 に示す。

表 3-2-22 品質管理計画（案）

項目	確認内容	頻度
材料承認	試験成績表または試験結果（セメント、水、細骨材、粗骨材、混和剤等）	配合設計前
配合設計	配合計算結果	試験配合前
検定	検定結果（バッチングプラントの計量機器、試験器具）	試験配合前
試験配合	配合修正（骨材の吸水率等の結果に基づく） 試験結果（計量結果、スランプ、空気量、塩分濃度、供試体強度、ブリーディング量等）	施工前・変更時
施工計画書		施工前
日常管理（骨材）	粒度、比重、給水量、粘土塊含有量、塩化物量、有機不純物の量、耐久性等	毎日
日常管理（生コン）	配達伝票含む検査記録（気温、型枠・鉄筋の位置および温度、鉄筋のかぶり、運搬時間、スランプ、養生等）	50 m3 毎 供試体作成時
日常管理（打設）	打設方法、締固方法、養生方法、打ち継ぎ処理方法（施工目地部）	立会検査時
施工後	供試体圧縮強度試験結果（打設後最低 7 日および 28 日） 強度管理図	1 日 1 回

(2)　機材の品質管理

- 調達機材の製作図及び仕様書の照査
- 調達機材の工場検査立会い、または工場検査結果報告書の照査
- 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- 調達機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- 調達機材の現場組立の監理と試運転・調整・検査の立会い

3-2-4-6　資機材等調達計画

(1)　施設工事用資材

本計画では、品質や調達上の問題がない限りモ国内で生産または調達可能な工事用資材を使用する。表 3-2-23 に主要工事用資材の調達先を示す。

表 3-2-23 主要工事用資材の調達先

資材名	現地調達	第三国調達	日本調達	備考
鉄筋（異形棒鋼）		○		第三国からの輸入品
鋼材	○			第三国からの輸入品
生コンクリート	○			セメントや骨材は第三国からの輸入品
石材		○		現地調達が不可
木材	○			第三国からの輸入品
油脂類	○			第三国からの輸入品
港湾資機材	○			第三国からの輸入品
コンクリート 2 次製品	○			セメントや骨材は第三国からの輸入品

出典：JICA 調査団

(2)　施設工事用建設機械

品質や調達上の問題、数量上の制約がない限り、モ国内で調達出来る建設機械を使用する方針とする。本工事で必要となる建設機械類は地元の建設会社が保有しており、全てリース可能である。表 3-2-24 に主要工事用建設機械の調達先を示す。

表 3-2-24 主要工事用建設機械の調達先

資材名	現地調達	第三国調達	日本調達	備考
ブルドーザー (15t)	○			
バックホウ (0.4, 0.6 m3)	○			
ダンプトラック (10t)	○			
ホイールローダ (2.1 m3)	○			
クローラクレーン (50t 吊)	○			
コンクリートポンプ車	○			
台船 (鋼 300 t)	○			
クレーン付台船 (45-50t 吊)	○			
引船 (鋼 D550PS 型)	○			

出典：JICA 調査団

(3)　調達機材

本事業で調達を予定している機材は、基本的に本邦調達となるが、モバイルルーターに関しては、既にモ国にて型式認証が与えられている製品の現地調達を想定している。

モバイルルーター以外の調達機材は①本邦メーカーで製造している機材、②本邦メーカー又はシステムインテグレーターが日本国内で日本製・海外製などの機材を組み上げたシステム、③海外メーカーで製造している機材などに分かれる。そのため、入札競争性確保の観点から本邦メーカーが生産していない機材、及び生産している本邦メーカーが 1 社となる機材は第三国

製品を対象とする。表 3-2-25 に機材原産国一覧を示す。

表 3-2-25 機材原産国一覧

No.	機材名	原産国		
		日本	モ国	第三国
1.	雨水排水施設遠隔監視制御システム			
1.1	遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア			
(1)	遠隔監視制御端末	○		
(2)	サーバー	○		
(3)	データストレージ	○		○
(4)	監視モニター	○		○
(5)	スイッチングハブ	○		○
(6)	モバイルルーター			○ （現地調達）
(7)	プリンタ複合機	○		○
(8)	無停電電源装置（5 kVA）	○		○
(9)	無停電電源装置（500 kVA）	○		○
(10)	19 インチラック	○		
1.2	雨水排水施設監視機材			
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	○		
(2)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	○		
(3)	配電盤用温度センサー	○		
(4)	無停電電源装置（500 VA）	○		
(5)	変圧器	○		○
(6)	圧力式水位計	○		
(7)	配電盤・機器収納キャビネット	○		
(8)	モバイルルーター			○ （現地調達）
2.	雨水排水路清掃機材			
2.1	高圧洗浄車	○		
2.2	保守用機材	○		○

出典：JICA調査団

なお、調達国に関わらず、すべての調達機材には日本のODAマークのペイントあるいはシールを施すものとする。

(4)　労務

モ国では、海岸工事の経験がある建設業者は、海外企業の現地法人が主であり、専門技術者、熟練工や潜水士等の労働者は、第三国（インド、スリランカ、インドネシア、バングラディッシュ等）から調達して施工を行っている。

モ国の雇用法規は、2008 年に制定された「Employment Act [Law No.2/2008]」である。本プロジェクトの工事実施に関連する労働時間の制限を以下に示す。

- 週労働時間　　：48 時間
　　：週 1 日の休日が付与されない限り 6 日間以上の労働禁止
- 日労働時間　　：8 時間
- 月残業時間　　：制約なし
　　：割増賃金は基本単価の 1.25 倍（平日）1.5 倍（休日）

- 休憩時間　　：30 分間の食事休憩がない場合、5 時間を超える労働の禁止
- その他　　：イスラム教徒へ 4 時間に 1 回サラート（15 分間）の許可

3-2-4-7　機材調達における初期操作指導・運用指導等計画

本事業の調達機材の初期操作指導並びに運転操作方法に関する指導については、機材引渡し時にメーカー指導員が運転操作マニュアルに従ってOJTにて行うことを基本とする。本事業の実施機関であるMNPHIは、MNPHIから運営・維持管理業務が移管される見通しのMCC及び委託先のオペレーターと想定されるMWSCとの調整・連携の上、本指導計画を円滑に進めるために、上記3機関（MNPHI、MCC及び MWSC）合同研修及びコンサルタント及び機材調達業者と密接な連絡・協議を行い、OJTに参加する専任技術者を任命する必要がある。選任された上記3機関（MNPHI、MCC及び MWSC）の担当者・技術者は、計画に参加していない他の職員に対して、技術を水平展開し、同公社の維持管理能力の向上に協力する必要がある。また、調達機材の運用・調整は、所定の技術レベルを有するメーカーの専門技術者が行うことが適切であることから、メーカーから技術者を派遣する。

また、本事業における運用指導は、遠隔監視制御システム機材と雨水排水路清掃機材それぞれで行う。遠隔監視制御システムの運用指導の受講者（MNPHI、MCC及び MWSC）には、機材調達業者が各システム・機器の定期点検方法など、日常の維持管理に必要なノウハウを指導する。また、必要であれば日常業務で使用頻度の高い項目についてまとめた簡易マニュアルなどを準備し受講者に提供する。雨水排水路清掃機材である高圧洗浄車の運用指導の受講者（MNPHI、MCC及び MWSC）は、適切な機材運用と狭い道路での安全管理を本運用指導にて指導する。

3-2-4-8　ソフトコンポーネント計画

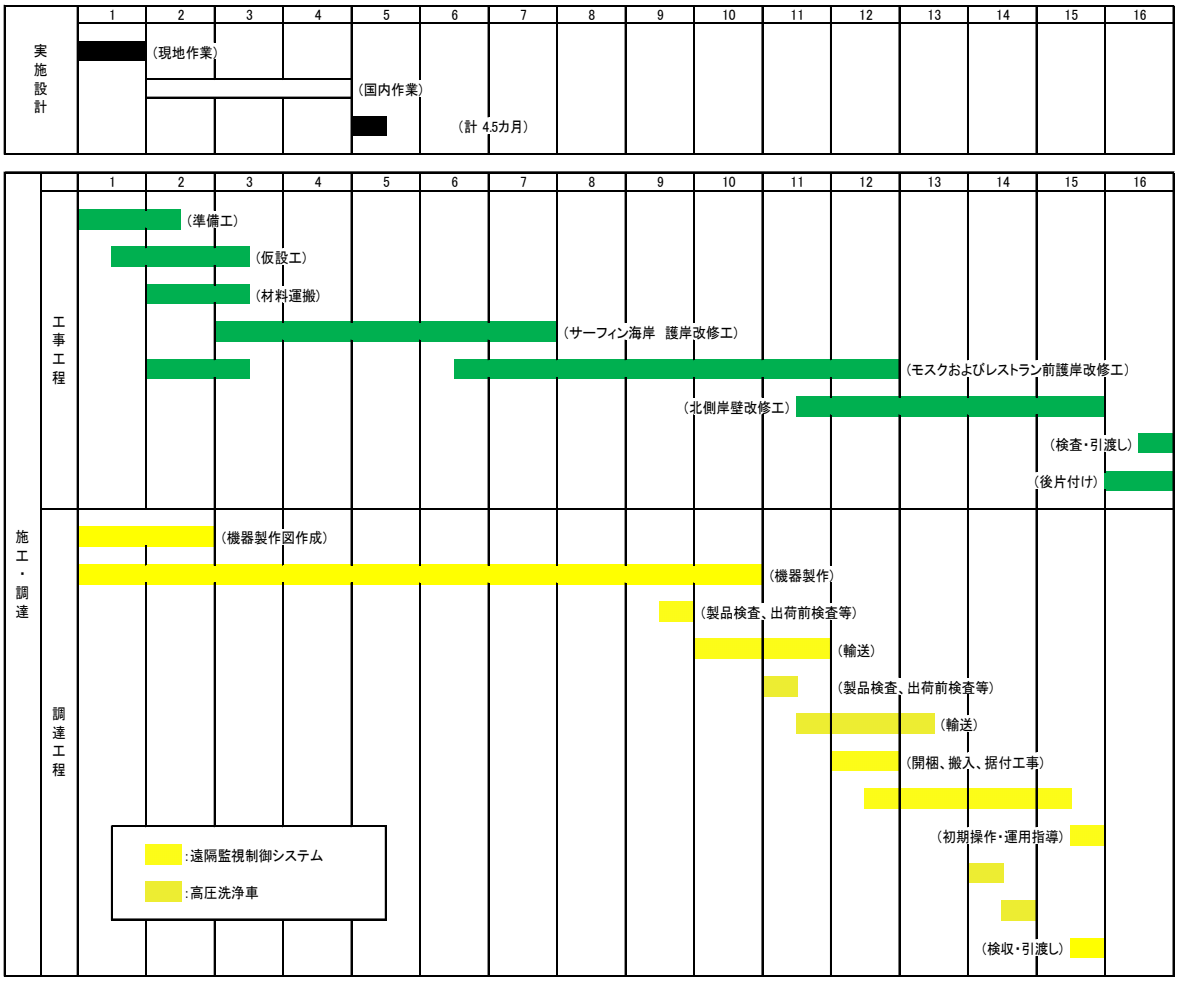
本事業では、調達機材の運営・維持管理支援のため、調達業者による初期操作指導・運用指導に加え、ソフトコンポーネントを計画した。本ソフトコンポーネントは調達機材に係る SOP の作成・3 機関合同研修の側面支援などを行い、調達機材が将来に渡り継続的に有効活用されることを目標に実施される。

ソフトコンポーネント計画の詳細は巻末の資料に示す。

3-2-4-9　実施工程

本事業の実施工程を下図に示す。

表 3-2-26 業務実施工程表



出典：JICA調査団

3-2-5　安全対策計画

3-2-5-1　安全管理と治安・ウイルス感染・移動手段の緊急連絡網の構築

現地調査及び事業実施中は、安全管理に留意し、治安状況・コロナウイルスなどの感染拡大状況に関しては JICA モルディブ支所及び在モルディブ日本大使館において十分な情報収集を行うとともに、同支所と常時連絡が取れる体制とし、事故、災害及び治安・ウイルス規制状況、移動手段について、緊急連絡網を構築し、JICA 支所と適宜連絡を取って対応する。

3-2-5-2　工事占有区域のフェンスと立ち入り禁止措置・警備員など

モ国側の実施機関（MNPHI）と調整し、工事期間中の占有区域を設定して、仮設のフェンスを設置し、警備員を配置して、第3者の立ち入り規制と交通の安全を確保する。仮設ヤードについても、フェンスを設置して警備員を配置する。

3-2-5-3　交通安全と道路規制

本プロジェクトの遠隔監視制御システムの対象サイトとなる雨水排水施設（16 カ所）は屋外（駐車場、車道、歩道など）に所在することから、据付工事を行う場合、歩行者の安全に配慮し、一般車両の通行の妨げにならないよう、警備員などを適切に配置する。

また、据付工事対象サイトのうち、7 カ所は、車道の下に所在することから、これらのサイトの据付工事を行う場合、交通規制が必要となる。

マレ島では、タクシー、バス、オートバイなどが走行しており、中心部では朝と夕方の通勤時間帯に交通渋滞が発生することもあるため、据付工事を計画する際には、複数のサイトで同時に交通規制を行わないよう配慮する。

なお、交通規制が必要なサイトに関しては、MNPHI を通じて現地法規制に則った手続きを行う。

3-2-5-4　海上交通安全

海上輸送においては、同国の海上保安規則を批准し、安全航行基準を策定して資機材の輸送の安全を確保する。

3-3　相手国側分担事業の概要

E/N 及び G/A 締結後、モ国側は実施機関及び各関係機関の協力のもと、以下の作業を負担する。

- E/N 及び G/A 締結後、速やかに我が国の銀行に口座を開設する。なお、同口座開設に伴う費用はモ国側負担となる。
- 本計画の関係者（日本人及び第三国人）に対し、モ国への入国、滞在及び安全に必要な便宜を図る。
- 本計画に関連する役務、資機材調達及び日本人に対し、モ国側で課せられる関税・国内税等免除措置／負担を行う。
- 政府関連機関などへの許認可が必要な場合は、これを申請・取得する。
- 本計画における調達機材及び消耗部品などを安全に保管するための場所を確保するとともに、適切な運用・維持管理を行う。
- 本計画における運用指導及びソフトコンポーネント活動（技術指導）を実施するためにモ国側が投入すべき予算、人員、資機材などを確保する。
- 我が国の無償資金協力で建設された機材及び施設を適切に運用し、且つ確実な維持管理を継続する。
- 我が国の無償資金協力に含まれていない費用で、本計画に必要な費用全てを負担する。

以上のモ国分担事業について、実施機関である MWSC は機材引渡し後の雨水排水施設の維持管理業務のための予算措置や人員配置についてその能力を有しており、調達機材の保管場所

などについてもカウンターパートである MNPHI に既に確認済みであるため、実施可能と判断できる。

3-4　プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1　海岸施設

護岸補修に関しては、恒久的構造物の建設として計画することから、大規模な補修や常時の維持管理は必要とならず、MNPHI が既存の護岸の維持管理を実施していることから、本プロジェクト完了後も、護岸周辺の清掃や定期的な不具合のチェックと、軽微なメンテナンスを実施が可能である。また、砂礫堆積区域に関しても、堆積砂の将来的な安定を確認したことから、特に護岸補修に関するソフトコンポーネントは実施しない方針とする。護岸の維持管理に関しては、プロジェクト工事完成時にメンテナンスマニュアルを作成して MNPHI に提出する。

3-4-2　機材

3-4-2-1　運営維持管理体制

本調達機材（雨水排水施設遠隔監視制御システム及び高圧洗浄車）の運営・維持管理は、本調査時点と同様に MNPHI から業務委託された MWSC が実施することが想定される。既存の MWSC の運用体制で必要な人員は確保されており、技術水準も問題無いと考えられる。

本調達機材の維持管理作業の主な内容について表 3-4-1 に示す。現状は、降雨時に雨水排水施設の巡回を行っているが、MWSC に設置される監視モニターにより、各施設の状況を遠隔で監視可能となることから、巡回に係る工数を削減できる。

表 3-4-1 雨水排水施設運営維持管理計画（案）

No.	項目	実施頻度					備考
		常時	月	3 カ月	半年	年	
1	監視モニター確認	○					対象：雨水排水施設 16 カ所（LS01～LS16）
2	ポンプ配電盤点検		○				
3	ポンプ点検			○			
4	タンク清掃			○			
5	ポンプ清掃				○		
6	ポンプオイル交換				○		
7	ポンプオーバーホール					○	
8	雨水排水管洗浄					○	

出典：JICA調査団

3-4-2-2　交換部品・消耗品

(1)　遠隔監視制御システムに係る交換部品・消耗品

本システムの構成機材のうち、遠隔監視制御端末、サーバー、データストレージ用のハードディスク、サーバー用の電源ユニット、サーバー用の内蔵ファンは交換部品に該当する（表3-4-2参照）。

表 3-4-2 遠隔監視制御端末及びサーバー用交換部品

No.	対象機材	交換部品	数量
1.1（1）	遠隔監視制御端末	ハードディスク	3 個
1.1（2）	サーバー	ハードディスク	2 個
1.1（2）	サーバー	電源ユニット	2 個
1.1（2）	サーバー	内蔵ファン	8 個 (2 式)
1.1（3）	データストレージ	ハードディスク	2 式

出典：JICA 調査団

表3-4-2の交換部品は、現地で調達可能であり、本調達機材は当該機材を含む箇所を冗長化した設計であり、これらの部品に故障が発生した場合でも、システムの運用は継続可能である。そのため、これらの交換部品については、本事業の調達機材には含めず、必要に応じ、モ国側の自己資金で調達を行う計画とした。

その他の構成機材に関しては、機械的に可動する機材が無いため、基本的に機材の耐用年数が終わる前に交換が必要となる消耗品・交換部品は無い。

しかしながら、落雷などの自然災害により故障の可能性がある圧力式水位計、温度計、点検口センサー、モバイルルーターなどについては、本プロジェクトでは、これらの機材の全体数量の2割程度を交換部品に含める計画とした（表3-4-3参照）。

表 3-4-3 遠隔監視制御システム用交換部品

No.	対象機器	交換部品	数量
1.2（4）	配電盤用温度センサー	-	3 個
1.2（7）	圧力式水位計	-	3 組
1.2（8）	配電盤・機器収納キャビネット	点検口センサー	3 個
1.2（9）	モバイルルーター	-	3 個

出典：JICA 調査団

3-4-2-3　雨水排水路清掃機材に係る交換部品・消耗品

本プロジェクトの高圧洗浄車の交換部品・消耗品の品目、数量の検討に当たり、想定した本プロジェクト調達機材の使用頻度、維持管理の条件などを以下に示す。

- 稼働時間は年 1 回の流入管清掃（約 8,300m）と排水管詰まり発生による出動 30 回をあわせて概ね 50 日／年（300 時間/年）を想定
- 交換部品・消耗品は、標準使用年数である 7 年程度[5]の期間で定期的に交換する
- 標準使用年数を踏まえエンジンのオーバーホールなど、大規模なメンテナンスは行わない

上記の条件などを勘案し、高圧洗浄車を健全な状態で運用するために必要な交換部品の品目と数量を決定し、これらを本プロジェクトで調達する計画とした（表 3-4-4 参照）。

表 3-4-4 の交換部品は標準使用年数 7 年分の交換部品一式を含んでいることから、モ国側で交換部品調達のための予算確保は不要となる。

[5] 「下水道施設維持管理積算要領　(社)日本下水道協会」の機械器具等損料表より推定

表 3-4-4 高圧洗浄車の交換部品・消耗品

項目		数量
架装車両	エンジンオイルフィルター	7
	燃料フィルター	7
	冷却水フィルター	7
	エアフィルター	7
	V ベルト	2
	ブレーキホース	2
	電気装置用ヒューズセット	2
作業機	ストレーナー	2
	ラインフィルター	2
	高圧洗浄ノズル	2
	メイン高圧ホース	2
	サブ高圧ホース	2
	高圧洗浄ガン	2

出典：JICA 調査団

なお、雨水排水施設の運営・維持管理者である MWSC は、既に高圧洗浄車（ドイツ製及びオランダ製）を保有しており、当該機材を同施設の清掃に使用しているため、日常のメンテナンスや交換部品・消耗品の交換には対応可能である。

3-5　プロジェクトの概略事業費

3-5-1　協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、15.99 億円（日本側 15.52 億円、モ国側 0.47 億円）となる。先述した日本とモ国の負担区分に基づく双方の経費内訳は、後述する積算条件によれば、表 3-5-1 に示すとおりに見積もられる。ただし、この金額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

3-5-1-1　日本側負担経費

日本側負担経費の項目および金額を表 3-5-1 に示す。

表 3-5-1 日本側負担経費　(単位：百万円)

項目	全体	うち無償対象（国債）				
		単年度 (2023 年度)	ターム 1 (2024 年度)	ターム 2 (2025 年度)	ターム 3 (2026 年度)	無償対象分 合計
建設費	1,008	0	455	553	0	1,008
機材調達費	291	0	0	291	0	291
ソフトコンポーネント	13	0	0	7	6	13
設計監理費	178	23	85	70	0	178
予備的経費	62	0	62	0	0	62
合計	1,552	23	602	921	6	1,552

出典：JICA 調査団

3-5-1-2　モ国側負担経費

モ国側により負担されるべき費用を以下に示す。

表 3-5-2 モ国側負担経費

概略事業費　約 47 百万円

No.	先方負担事項	費用（MVR）	内訳
1.	銀行取極に基づく手数料の支払い		
	(1)　A/P 通知手数料	1,000	5,000 円 x 2 = 10,000 円≒MVR
	(2)　銀行支払い手数料	145,000	
2.	本事業に係る先方機関の事務管理費	1,260,000	
3.	環境影響評価に関る諸費用		
	(1)　工事開始前の環境影響評価費用	616,000	40,000USD ※ステークホルダー協議に係る費用を含む
	(2)　実施時と完成時環境モニタリング費用	2,000,000	年間 1,000,000×2≒2,000,000
	(3)　関係省庁の事前規制・許認可の取得、及びこれらの手続きに要する費用(申請料、申請書作成など）の負担	0	
4.	設置作業に必要な材料、工具、機器のための安全な仮置き場・部屋の無償提供、手配	300,000	無償供与 60MVR x 1,000m^2 x 5 カ月=300,000
5.	機材輸入時の通関手続き費用	720,000	事業者支払い
合計		5,042,000	≒46,755,000 円

出典：JICA 調査団

上記の他、モ国側は本事業終了後、3-5-2-1 と 3-5-2-2 に示す、護岸の年間維持管理費、約 77 万 MVR と、雨水排水機材の維持管理費約 200 万 MVR（合計 277 万 MVR）を確保する必要がある。

3-5-1-3　積算条件

- 積算時点　：　2022 年 11 月
- 為替交換レート　：　MVR 1.00＝9.2731 円(出典元:モルディブ金融管理局　中間値)
  USD 1.00＝142.62 円(出典元:三菱東京 UFJ 銀行　TTS レート)

3-5-2　運営・維持管理費

3-5-2-1　マレ島海岸施設

本護岸整備プロジェクトとして、護岸周辺の清掃や、定期的な不具合のチェックと、軽微なメンテナンス等の維持管理費を以下の様に査定した。

- 隔週 1 回の護岸周辺の清掃費：US$20,000/年
- 不具合のチェック、歩道やフェンス、クラック補修等の軽微な補修：US$30,000/年

マレ島の全護岸の維持管理費として、合計約 US$50,000 程度（約 77 万 MVR）の予算計上を提案する。

3-5-2-2　排水調達機材

本計画により調達する機材をモ国側が効率的に運用していくためには、MWSC、MNPHI、

MCCによる持続的な維持管理が必要不可欠となる。したがって、モ国側は効率的な運営・維持管理計画に基づき必要な予算措置を行い、適切に維持管理を行う必要がある。以下に、モ国側が負担すべき機材維持管理費などについて示す。

(1)　調達機材に係る運営・維持管理費

本調達機材に係る年間の運営・維持管理費用を表 3-5-3 に示す。本事業において調達される機材の維持管理費の合計は年間約 206 万 MVR と推定される。これは MNPHI の公共インフラプロジェクト予算の年間平均実績額（「2-1-2 財政・予算」参照）約 36 億 MVR の 0.6%に相当する支出であり、当該予算の確保については大きな問題はないと考えられる。

表 3-5-3 年間運営・維持管理費用など

No.	項目	雨水排水施設遠隔監視機材	高圧洗浄車	単価（MVR）	数量	金額（MVR）
1.	運営・維持管理費					
	運営・維持管理業務委託費	○	○	95,000	12 カ月	**1,140,000**
2.	水道料金					
	雨水排水路洗浄用水		○	2,900	1 式	**2,900**
3.	燃料費					
(1)	ディーゼル燃料（軽油）		○	39,000	1 式	39,000
(2)	エンジンオイル		○	3,000	1 式	3,000
					小計 3.	**42,000**
4.	電気料金					
(1)	MWSC 事務所設備	○		14,000	12 カ月	168,000
(2)	MNPHI 事務所設備	○		1,000	12 カ月	12,000
(3)	MCC 事務所設備	○		1,000	12 カ月	12,000
(4)	雨水排水施設遠隔監視機材（ポンプ 1 台用）	○		28,600	12 カ月	343,200
(5)	雨水排水施設遠隔監視機材（ポンプ 2 台用）	○		17,500	12 カ月	210,000
					小計 4.	**745,200**
5.	通信料金					
	モバイルルーター通信費一式（19 カ所）	○		7,600	12 カ月	**91,200**
6.	交換部品・消耗品					
(1)	遠隔監視制御端末用ハードディスク（3 年）	○		300	3 個	900
(2)	サーバー用ハードディスク（3 年）	○		7,400	2 個	15,800
(3)	サーバー用電源ユニット（2 年）	○		5,100	2 個	10,200
(4)	サーバー用内蔵ファン（3 年）	○		1,400	2 式	2,800
(5)	データストレージ用ハードディスク（3 年）	○		1,700	2 式	3,400
					小計 6.	**33,100**
	年間維持管理費用　総計（1.＋2.＋3.＋4.＋5.＋6.）					**2,054,400**

出典：JICA 調査団

上表の各支出項目の詳細を以下に示す。

1)　運営・維持管理費

本調査時点で MNPHI から MWSC に委託契約されている運営・維持管理業務費（136,363 MVR）の 7 割程度の費用（95,000 MVR）が発生する想定とした。雨水排水施設の遠隔監視が可能となることにより、各施設の巡回などに係る工数が大幅に減少するが、本プロジェクトで導入される遠隔監視制御端末、サーバー、ストレージなど維持管理のための工数は増加となる。

2)　（2）　水道料金

本プロジェクトの高圧洗浄車の運用に必要な水道水の年間消費量と費用を以下の表に示す。

表 3-5-4 高圧洗浄車の運用に係る年間水道料金

項目	単価 （MVR/1000 L）	1 年当たりの消費量	合計 （MVR）
雨水排水路洗浄用水	3.15	吐出量 50 L/min x 運転時間 300 h x 60 min = 900,000 L	2,835 （≒2,900）

出典：JICA 調査団

3)　燃料費

本プロジェクトの高圧洗浄車の運用に必要なディーゼル燃料及びエンジンオイルの年間消費量と費用を以下の表に示す。

表 3-5-5 高圧洗浄車の運用に係る年間燃料費

項目	単価	1 年当たりの消費量	合計
ディーゼル燃料（軽油）	130 円/L ≒13 MVR/L	エンジン燃費 10 L/h x 運転時間 300 h = 3,000 L	39,000 MVR
エンジンオイル	1,500 円/L ≒150 MVR	1 回分 10 L x 2 回（半年に 1 回交換） = 20 L	3,000 MVR

出典：JICA 調査団

4)　電気料金

本プロジェクトで調達する雨水排水施設遠隔監視制御システムに係る電気料金を以下の表のとおり整理した。

表 3-5-6 雨水排水施設遠隔監視制御システムに係る電気料金

No.	項目	消費電力 （kW）	1 カ月当たりの電気料金（MVR）
1	MWSC 事務所設備	4.3～5.7	1 カ月当たりの消費電力（4.3 kW x 24 時間 x 31 日=3,199.2 kWh）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 13,916.5 ≒ 14,000 MVR ＊プリンタの稼働時間がごくわずかのため、上記金額は、プリンタ非稼働時の消費電力 4.3kWh で算出した。
2	MNPHI 事務所設備	0.3	1 カ月当たりの消費電力（0.3 kW x 24 時間 x 31 日=223.2 kWh）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 970.92 ≒ 1,000 MVR
3	MCC 事務所設備	0.3	1 カ月当たりの消費電力（0.3 kW x 24 時間 x 31 日=223.2 kWh）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 970.92 ≒ 1,000 MVR

No.	項目	消費電力（kW）	1カ月当たりの電気料金（MVR）
4	雨水排水施設遠隔監視機材（ポンプ1台用）x 11カ所	0.5～9.5	■ポンプの月間想定稼働時間 ポンプ稼働1回/日 x 稼働時間1.5時間 x 降雨日数 15日=22.5時間 ＊　降雨日数を月の半分（15日）、1回の降雨（50年確立）で溜まった雨水が、90分のポンプ稼働で排出されると仮定し算出した。 ■ポンプの月間想定不稼働時間 24時間 x 31日- ポンプ稼働時間22.5時間=721.5時間 (a) 1カ月当たりのポンプ稼働時の消費電力（9.5 kW x 22.5時間）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 929.8 ≒ 1,000 MVR (b) 1 カ月当たりのポンプ不稼働時の消費電力（0.5 kW x 721.5 時間）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 1,569.3 ≒ 1,600 MVR (a) + (b) = 1,000 + 1,600 = 2,600 x 11 カ所= 28,600 MVR
5	雨水排水施設遠隔監視機材（ポンプ2台用）x 5カ所	0.5～19.0	■ポンプの月間想定稼働時間 1回 x 1.5時間 x 15日=22.5時間 ■ポンプの月間想定不稼働時間 24時間 x 31日- 22.5時間=721.5時間 (a) 1カ月当たりのポンプ稼働時の消費電力（19.0 kW x 22.5時間）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 1860.0 ≒ 1,900 MVR (b) 1 カ月当たりのポンプ不稼働時の消費電力（0.5 kW x 721.5 時間）x 電気料金単価 4.35 MVR/kWh = 1,569.3 ≒ 1,600 MVR (a) + (b) = 1,900 + 1,600 = 3,500 x 5 カ所= 17,500 MVR

注）電気料金の単価4.35MVR/kWhはマレ市電気料金表（STELCO社）料金区分600kWh以上使用時を参照

出典：JICA調査団

5)　通信料金

本プロジェクトの雨水排水施設遠隔監視制御システムはMWSC本局とMNPHI、MCC、雨水排水施設（16カ所）との間を携帯電話ネットワークで接続し、通信を行う。当該通信に必要なモバイルルーターの月額利用料の内訳を以下の表に示す。

表 3-5-7 雨水排水施設遠隔監視制御システムの月額通信費用

項目	数量	月単価（MVR）	小計（MVR）	備考
MWSC本局用モバイルルーター	1	1,200	1,200	想定通信容量34 GB/月
MNPHI/MCC用モバイルルーター	2	1,200	2,400	想定通信容量34 GB/月
雨水排水施設用モバイルルーター	16	250	4,000	想定通信容量2 GB/月
		合計	7,600	

出典：JICA調査団

(2)　交換部品・消耗品

本プロジェクト実施後にモ国側で調達が必要な交換部品・消耗品について、第3-4-2 1項の2)　に示した遠隔監視制御端末及びサーバーの交換部品の耐用年数から、1年当たりの単価を算出し、以下の表に整理した。

表 3-5-8 遠隔監視制御端末及びサーバー用交換部品単価

交換部品	耐用年数	部品単価	1 年当たりの単価	備考
遠隔監視制御端末用ハードディスク	3 年	8,000 円	2,667 円 ≒300MVR	－
サーバー用ハードディスク	3 年	220,000 円	73,333 円 ≒7,400MVR	－
サーバー用電源ユニット	2 年	102,000 円	51,000 円 ≒5,100MVR	－
サーバー用内蔵ファン	3 年	40,000 円	13,333 円 ≒1,400MVR	1 個 : 5,000 円 x4 個=20,000 円を 1 式として単価を算出
データストレージ用ハードディスク	3 年	50,000 円	16,667 円 ≒1,700MVR	8TB : 25,000 円 x2 個=16TB : 50,000 円を 1 式として単価を算出

出典：JICA 調査団

なお、高圧洗浄車の交換部品・消耗品については、本プロジェクトで耐用年数 7 年分の交換部品を調達するため、当該項目には費用を計上しない。

(3) 各機材の耐用年数

本プロジェクトの調達機材の耐用年数を以下の表に示す。調達機材が将来に渡り継続的に有効利用されるためには、耐用年数を経過した機材を適切に更新する必要がある。

表 3-5-9 各調達機材の耐用年数

番号	項目	想定耐用年数（年）
1.1	遠隔監視制御サーバー及びソフトウェア	
(1)	遠隔監視制御端末	4
(2)	サーバー	5
(3)	データストレージ	5
(4)	監視モニター	5
(5)	スイッチングハブ	10
(6)	モバイルルーター	5
(7)	プリンタ複合機	5
(8)	無停電電源装置（5kVA）	7
(9)	無停電電源装置（500VA）	7
(10)	19 インチラック	10 年以上
1.2	雨水排水施設監視機材	
(1)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type A）	15
(2)	遠隔監視制御システム用配電盤（Type B）	15
(3)	遠隔監視制御ターミナル	15
(4)	配電盤用温度センサー	5
(5)	無停電電源装置（500VA）	7
(6)	変圧器	15
(7)	圧力式水位計	10
(8)	配電盤・機器収納キャビネット	10 年以上
(9)	モバイルルーター	5
2.1	高圧洗浄車	7

出典：JICA 調査団

第4章　プロジェクトの評価

4-1　事業実施のための前提条件

第 3-3 項に示す相手国側分担事業が円滑に実施されること。特に以下の項目に留意する。

4-1-1　環境影響評価の実施と承認

EIA を Exchange of Note（E/N）締結後（2023 年末以降）に行い、以下の EIA の認可取得の条件に基づき、本事業本体事業業者契約前に（2024 年 9 月頃まで）環境 EIA を MNPHI の責任と主導で取得することが必要。

4-1-2　雨水排水施設監視機材の設置場所

本プロジェクトの雨水排水施設監視機材のうち、配電盤・機器収納キャビネットなどは、各 16 カ所の雨水排水施設周辺（歩道、私有地など）に設置場所を確保する必要があるため、MNPHI は関係機関に対し用地利用に必要な許可申請を行う。

4-1-3　維持管理の実行機関（企業）の特定

本プロジェクトの雨水排水施設遠隔監視制御システムのサーバー監視モニターなどは、実質的に運営・維持時管理業務を行う機関に設置する必要がある。そのため、MNPHI は、本プロジェクトの詳細設計の段階で、当該機材の運営・維持管理業務を担当する機関を特定し、サーバーなどの設置場所を確定する。

4-2　プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

4-2-1　許認可の取得

工事許可、環境影響評価と許認可、供与機材に関する全ての重要な許認可（通信使用・電源確保・センサー設置許可）の取得と必要な予算措置が必要である。

4-2-2　免税措置手続き及び、便宜供与・情報提供

General Sales Tax（GST）、関税を含む免税手続き、及び労働許可取得のサポート等の便宜供与・情報提供、運営維持管理機関との調整、運用維持管理体制の構築と必要な予算措置が必要である。

4-3　外部条件

4-3-1　排水機材調達における世銀プロジェクトの進捗と協調

第 1-4-2 項に記載のとおり、Maldives Urban Development and Resilience Project（2020～2026）では、表面排水施設および排水管の新設が実施される予定だが、本プロジェクトの雨水排水遠隔監視制御システムと関連する施設・機材が含まれず、調整すべき業務はないことを確認した。

4-3-2　2023 年大統領選挙の影響と Grant Agreement（G/A）署名

2023 年 9 月に予定されている大統領選挙の結果、政権交代、省庁再編などが行われた場合、本プロジェクトの E/N 及び G/A 署名（2023 年 12 月頃を想定）に時間を要し、コンサルタント契約や詳細設計といった後続の工程が全体的に遅れる可能性がある。G/A 署名に先立ち、先方政府の口座開設手続きに対して先方の財務省承認が必要となり、E/N 締結後に最短で 1 ヵ月を要する。

4-4　プロジェクトの評価

本プロジェクトを我が国の無償資金協力事業として実施することに関し、妥当性及び有効性の観点から評価し、以下に整理した。

4-4-1　妥当性

以下の観点から、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの妥当性は高い。

- **プロジェクトの裨益対象**

  本プロジェクト（護岸の改良並びに雨水排水関連機材の整備）の裨益対象はモルディブ国の首都マレ島の住民であり、同国の人口約 54 万人の約 4 分の 1 に相当する。

- **プロジェクトの目標**

  本プロジェクトの目標は、海岸防災施設（護岸）の改良及び雨水排水能力向上に係る機材整備等を行うことにより、首都マレ島の高波・高潮及び豪雨災害の被害軽減を図り、もって同地域の水災害への脆弱性の克服及び生活・経済社会活動基盤の安定を通じたモ国の環境・気候変動対策・防災に寄与するものであり、これらは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められている。

- **モルディブ国の中・長期的開発計画との関連**

  同国の戦略的行動計画（2019-2023 年）において「現在および将来の脆弱性に対処するための適応策の強化と気候変動に強靭なインフラ及びコミュニティの構築」を掲げられており、また、「国が決定する貢献（NDC）」の更新版（2020 年）の中では沿岸強靭化のための防災投資を優先課題として挙げられていることから、本プロジェクトは、これらの計画の目標達成に資すると言える。

- **我が国の援助政策・方針との関連**

  本プロジェクトは、我が国の「対モルディブ共和国 国別開発協力方針」に示された、基本方針（大目標）「脆弱性に配慮した持続可能な経済成長」、並びに重点分野（中目標）「環境・気候変動対策・防災」と整合するものである。

4-4-2　有効性

以下に示す定量的効果、定性的効果から、本プロジェクトを無償資金協力事業として実施することの有効性は高い。

4-4-2-1　定量的効果

マレ島護岸整備における、定量的効果を表 4-4-1 に示す。また、マレ島排水調達機材におけ

る定量的効果を表 4-4-2 に示す。

表 4-4-1 東海岸の護岸整備の定量的効果

施設整備	指標（案）	基準値 既存護岸（2022 年実績値）	目標値（2029 年）
東海岸 サーフィン区域 ※砂堆積･飛砂･越流確認区域 （A 区域）	護岸高（DL＝MSL＋） 越波流量（m3/s/m）	DL：＋2.3m 0.002 m3/s/m	DL：＋3.0m 0.00008 m3/s/m
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.55m	DL：＋1.77m
東海岸 人口ビーチ南側 ※越波確認区域 （B 区域）	護岸高（DL＝MSL＋） 越波流量（m3/s/m）	DL：＋2.4m 0.003 m3/s/m	DL：＋2.8m 0.00006 m3/s/m
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.66m	DL：＋1.88m
東海岸 モスク前 ※越波確認区域 （C 区域）	護岸高（DL＝MSL＋） 越波流量（m^3/s/m）	DL：＋2.4m 0.005 m^3/s/m	DL：＋ 3.2 m（離岸堤高） 0.0001 m^3/s/m
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋1.70m	DL：＋1.92m
東海岸最北端 ※追加要請越波区域 （D 区域）	護岸高（DL＝MSL＋） 越波流量（m^3/s/m）	DL：＋2.1m 0.005 m^3/s/m	DL：＋ 2.7m 0.0001 m^3/s/m
	防御できる波高（DL＝MSL＋）	DL：＋ 1.67m	DL：＋1.89m

出典：JICA 調査団

表 4-4-2 調達機材の定量的効果

調達機材	指標	期待される効果
雨水排水施設遠隔監視制御システム	マンホールポンプ周辺の潅水*発見までの時間短縮	5 分～45 分（見回り、通報等）⇒　0 分 見回り、通報等により潅水が検知されていたが、当該機材により、異常水位が検知されるため、潅水前に対応、準備可能となる。
	ポンプ施設（全 16 カ所）の点検時間の短縮	128 分（移動：3 分 x 16 カ所＋制御盤確認：5 分 x 16 カ所）⇒　1 分（監視モニター確認） 雨水排水施設のポンプなどの運転状況が監視モニターに常時表示され、異常が発生した場合、即時に監視モニター上に警告メッセージが表示される。

注）マンホールポンプの上蓋が水たまりで覆われている状況を想定
出典：JICA 調査団

4-4-2-2　定性的効果

マレ島護岸整備における、定量的効果を表 4-4-3 に示す。また、マレ島排水調達機材における定量的効果を表 4-4-4 に示す。

表 4-4-3 護岸整備の定性的効果

護岸整備区域	指標	期待される効果
東護岸	首都マレ島災害に対する護岸の強靭性向上（水災害に係る浸水・越波・飛砂被害の減少）による周辺住民の生活環境及び生活の質の改善	背後地の影響範囲は、多数のレストラン、新設されたモスク、多数の観光・ビジネスホテル、サーフィンスポット、植物公園、マレ島首都の東側主要道路を含む、凡そ 100,000 m^2 であり、影響を与える経済活動人口及び居住人口約 20,000 人/日に対し、将来の海面上昇も含めて、越波・越流・飛砂の影響を無くすことで、経済活動環境と生活環境の向上を図る。
北護岸（岸壁）	首都マレ島護岸の強靭性向上と将来的な経済活動、住民活動の質の改善	マレ島北岸壁の不具合を改修することで、大型ボートの係船可能な岸壁となり、施設の利用における経済活動環境と生活環境が改善し、安全性の持続に寄与する。

出典：JICA 調査団

表 4-4-4 調達機材の定性的効果

調達機材	指標	期待される効果
雨水排水施設遠隔監視制御システム	浸水解消までの所要時間の減少による周辺住民の生活環境及び生活の質の改善	内水被害が減少することで、SDGs 目標 11「住み続けられるまちづくりを」の達成、経済活動の活性化、衛生環境の向上等に寄与する。
雨水排水路清掃機材	衛生環境の向上	排水機能の改善により市内の衛生環境が向上

出典：JICA 調査団