

キリバス共和国
水硬性固化材（ハイデガス）を
活用した気候変動対策にかかる
案件化調査 報告書

平成 29 年 7 月

（2017年）

独立行政法人

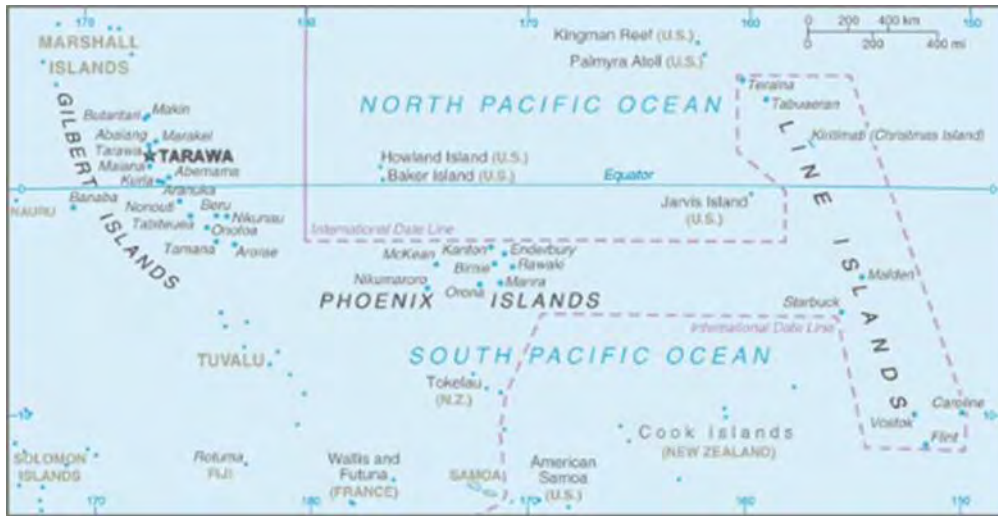
国際協力機構（JICA）

株式会社 ハシカンプラ
土木地質 株式会社

国内
JR（先）
17-099

調査対象地域位置図

(キリバス)



出典：U.S.Department of STATE://www.state.gov/p/eap/ci/kr/



キリバス

面積：約 730 km²

人口：11万人（2014年）

出典：外務省 各国・地域情勢 アジア(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/asia.html>)

写真



現地骨材を利用したHDGコンクリート作製



国内での圧縮試験の実施



倒壊につながる飛沫帯でのコンクリートの劣化



護岸の状況 護岸の脇の陸地がえぐられている



施工不良を招きやすい施工方法



現地状況が設計施工に反映されていない



公共事業省 土木局とのワークショップ開催



現地状況把握（簡易測量の実施）

目次

地図	
略語集	
用語解説	
要約（和文）	
はじめに	
第1章 対象国・地域の現状	1
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	1
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	4
1-3 開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度	9
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	10
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析	11
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	16
2-1 提案企業の製品・技術の特長	16
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	18
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	19
第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	20
3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）	20
3-2 製品・技術の現地適合性検証結果	23
3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認	37
3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性	38
第4章 ODA 案件にかかる具体的提案	41
4-1 ODA 案件概要	41
4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果	44
4-3 他 ODA 案件との連携可能性	51
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策	52
4-5 環境社会配慮にかかる対応	53
第5章 ビジネス展開の具体的計画	66
5-1 市場分析結果	66
5-2 想定する事業計画及び開発効果	73
5-3 事業展開におけるリスクと対応策	80
要約（英文）	

図 表 目 次

表 1-1	申請手数料.....	12
表 1-2	会社設立の各種手続きと費用.....	12
表 1-3	法人税、所得税.....	12
表 1-4	減価償却率.....	13
表 1-5	電気料金と水道料金.....	14
表 2-1	競合製品との比較.....	18
表 2-2	今後営業展開を考えている国々.....	19
表 3-3	護岸建設時の問題点.....	27
表 3-4	護岸が壊れた年数等.....	27
表 3-5	CO ₂ 排出量（セメント1トン当たり）.....	32
表 3-6	HDG コンクリートの成分溶出試験結果.....	32
表 3-7	災害時の対応機関、支援機関.....	33
表 3-8	公共事業省の災害時活動（主な担当・支援内容）.....	35
表 4-1	協力計画及び期待される開発効果.....	44
表 4-2	外注費 材料費等（単位：千円）.....	45
表 4-3	資機材（単位：千円）.....	46
表 4-4	役割分担.....	46
表 4-5	スケジュール.....	48
表 4-6	事業額概算（単位：千円）.....	50
表 4-7	BEIA 及び CEIA 報告書概要.....	55
表 4-8	表 スコーピング結果.....	58
表 4-9	廃棄物の種類.....	60
表 4-10	環境管理計画の概要.....	61
表 4-11	環境モニタリング計画.....	62
表 4-12	環境社会対応チェックリスト.....	62
表 5-1	公共事業省の護岸建設計画.....	67
表 5-2	キリバス国内の市場規模.....	70
表 5-3	海砂公社の扱う骨材の値段.....	71
表 5-4	世界の主な環礁国.....	72
表 5-5	沖縄県の島しょの概況.....	72
表 5-6	受注計画.....	75
表 5-7	販売額(予測)(単位：千円).....	75
表 5-8	材料調達計画(単位：千円).....	75
表 5-9	HDG の生産量(単位：トン).....	76
表 5-10	要員計画(単位：人).....	76
表 5-11	人件費(単位：千円).....	76
表 5-12	製造に関わる費用(単位：千円).....	77

表 5-1 3	運営に関わる費用(単位：千円).....	77
表 5-1 4	収支予測(単位：千円).....	78
図 1-1	キリバスの島嶼と人口.....	1
図 1-2	キリバスの行政体制.....	2
図 1-3	サイクロン・パムの被害状況.....	4
図 1-4	11月から4月までの主要な気候特性.....	5
図 1-5	南タラワにおける年間降水量の推移（1986－2016年）.....	6
図 1-6	護岸の劣化（南タラワ）と主な原因.....	8
図 3-1	各種試験結果（高炉セメント+HDG）.....	24
図 3-2	各種試験結果（高炉スラグ+HDG）.....	24
図 3-3	普通コンクリートとHDGコンクリートの劣化の違い.....	25
図 3-4	ライフサイクルコストの比較.....	31
図 3-5	災害時の対応システム.....	34
図 3-6	MOLADI 社の施工の流れ.....	36
図 3-7	劣化による護岸の倒壊例.....	37
図 3-8	災害に強いキリバスに向けた課題と対応.....	39
図 3-9	KAP 護岸建設予定地.....	40
図 4-1	建設候補箇所.....	42
図 4-2	建設予定場所の状況.....	43
図 4-3	実施体制図.....	47
図 4-4	護岸の建設の概要.....	48
図 4-5	PDCA による建設方法の習得.....	49
図 4-6	建設計画作成の概要.....	49
図 4-7	事業実施場所.....	53
図 4-8	護岸建設の方針.....	53
図 4-9	EIA の手順.....	54
図 4-10	護岸建設申請の手順.....	56
図 4-11	建設オプション（設計方針）.....	57
図 5-1	キリバス共和国全域.....	68
図 5-2	セメントの輸入額、輸入量.....	70
図 5-3	海砂公社の状況.....	71
図 5-4	大崎市鳴子温泉 HDG コンクリート検証 経過状況.....	73
図 5-5	組織体制.....	74
図 5-6	顧客獲得から販売まで.....	74
図 5-7	海面上昇等による住民の対応.....	79

略 語 集

略語	正式名称(英文)	和訳／概要
BEIA	Basic Environment Impact Assessment	基礎的な環境影響評価
CEIA	Comprehensive Environment Impact Assessment	包括的な環境影響評価
C/P	Counterpart	協働者、共同者
DMF	Disaster Management Fund	災害管理基金
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
ENSO	El Nino Southern Oscillation	エルニーニョ - 南方振動
ESAT	The Environmentally Safe Aggregates for Tarawa	タラワにおける環境にやさしい骨材事業
EU	European Union	欧州連合
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HDG	HIDEGAS	ハイデガス(水硬性固化材)
ITCZ	International Convergence Zone	国際熱帯収束帯
JCI	Japan Concrete Institute	日本コンクリート工学会
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独)国際協力機構
JIS	Japan Industrial Standards	日本工業規格
KAP	Kiribati Adaptation Project	キリバス適応計画
KDP	Kiribati Development Plan	キリバス開発計画
KJIP	Kiribati Joint Implementation Plan for Climate Change and Disaster Risk Management	キリバス気候変動及び災害危機管理実施計画
KPF	Kiribati Provident Fund	キリバス年金公社
MELAD	Ministry of Environment Lands & Agriculture Development	環境・国土・農業開発省
MPWU	Ministry of Public Works&Utilities	公共事業省
NDRMC	National Disaster Risk Management Council	国家災害リスク管理協議会
NDRMO	National Disaster Risk Management Office	国家災害リスク管理室

略語集

略語	正式名称(英文)	和訳／概要
NDRMO	National Disaster Risk Management Office	国家災害リスク管理室
NDRMP	National Disaster Risk Management Plan	国家災害危機管理計画
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
OJT	On-the-Job Training	職業教育
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
pH	pH	水素イオン指数(ペーハー)／酸性・アルカリ性を示す度合い
PIC	Pacific Islands Center	国際機関太平洋諸島センター
PWD	Public Works Department	公共事業部
SPC	Secretariat of the Pacific Community	太平洋共同体事務局
SPCZ	South Pacific Convergence Zone	南太平洋収束帯
UAE	United Arab Emirates	アラブ首長国連邦

要約（和文）

1. 対象国・地域の現状

- ・キリバス共和国（以下、キリバスと称す）は、太平洋の中心、ミクロネシアとポリネシアにまたがる 350万 km²にも及ぶ広大な経済水域を有する国で、南北800km 東西は3,200km に及ぶ。
- ・ギルバート諸島（17島）、フェニックス諸島（7環礁、1島）ライン諸島（5環礁、3島）の3つの地域で構成されている。総人口103,000人（2010年国勢調査）で91%がギルバート諸島に居住している。
- ・首都は南タラワで、国会、内閣、裁判所等が立地している。
- ・キリバスは気候変動による海面上昇、サイクロン・高潮等による被害の甚大化や深刻な水不足などの災害が発生している。

2. 提案企業の製品・技術活用可能性及び海外事業展開の方針

- ・サイクロン・高潮等による被害の甚大化などにより、護岸の建設など喫緊の課題となっている
- ・護岸は、生活用水の優先、建設コストを考慮して塩分を含んだ骨材を、そのまま海水と練り混ぜて建設しているため劣化しやすい護岸となっている。政府もこの劣化しやすい護岸との認識を持っており堅固な護岸が求められている。
- ・水資源が乏しい環礁島嶼国では、海水でも利用できる HDG コンクリートの利用が期待でき、護岸の新設・補修、その他建材としてのニーズが高くなることが考えられ、環礁島嶼国への展開は事業の可能性があると判断から、(株)ハンカンプラと土木地質(株)は提携して海外進出を決定した。

3. ODA事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査および活用可能性の検討結果

- ・調査は、「HDG（ハイデガス：HIDEGAS）コンクリートの製造がキリバスで可能か」（適応性・有効性調査）、「護岸の計画・施工までスムーズに実施できるか」（実現性調査）の2つの視点で、3回にわたって現地調査を行った。
- ・HDG コンクリートのキリバスでの製造の可能性は、現地骨材を用いてコンクリートとしての性能を発揮できるか、さらにニーズに適応しているかという観点から進めた。具体的には、現地でのHDGの配合等検討、現地材料による各種試験の日本での実施、関係機関へのヒアリング、アンケート調査によりキリバスの護岸をどのように評価しているかを調査しニーズを把握した。
- ・キリバスでの護岸建設の技術に対して、公共事業省での聞き取り、関係機関へのヒアリング、アンケート調査、施工中の現場視察等により把握した。
- ・現地調査ではこのほかに、高潮等災害時の状況把握、住宅用建材としての活用の可能性を探る調査を行っている。

表-1 現地調査概要

調査名	期 間
第一回現地調査	2016年10月22日（土）～11月3日（木）
第二回現地調査	2017年1月14日（土）～1月29日（日）
第三回現地調査	2017年4月15日（土）～4月27日（木）

JICA 調査団作成

・ハイデガスの適応性

キリバスで建設される護岸は、海水+塩分を含んだ骨材を使用しているため、劣化しやすいとの印象を国民や政府は持っている。そして5年～10年で壊れることを前提として建設している状況にある。このような環境下でHDG コンクリートは耐久性の高い護岸づくりが可能となるため、キリバスの社会の中で支持を得られることが期待できる

・有効性

キリバスからサンゴ砂を持ち帰り「高炉スラグ+HDG」の組み合わせで圧縮試験、硫酸による劣化試験を実施した。この結果、「高炉スラグ+ HDG」は材齢28日の圧縮強度が30N/mm²以上あり、劣化性能では普通セメントの5倍以上高いことが認められた。（劣化速度は普通セメントコンクリートに比べ1/5遅い）このため、HDG コンクリートはキリバスで現地骨材を使って海水で練っても、劣化に強いコンクリートが製造できることを確認した。

・経済性

キリバスのセメント1kgあたりの価格を比較すると、HDGセメントは、3.40倍、また、1m³あたりキリバスのセメントを使用したコンクリート費用と比較すると3.03倍とキリバス産に比べ約3倍以上高くなる。しかし、耐久性は5倍以上あるため、初期投資は高いが、長寿命となり、ライフサイクルコストは低くなる。図-2は普通コンクリート護岸が15年で更新、HDG コンクリート護岸50年以上と想定した場合のコストを比較したもので、更新回数が多い普通コンクリート護岸に比べHDG コンクリートの費用は50%程度となり、大幅な工費削減が期待できる。

・実現性

これまで建設してきたサンドバック護岸の設計図書（平面図、横断図等）は無く、新たな護岸として建設し始めた「マスコンクリート護岸」の設計図書は、護岸の標準図のみ1枚で建設している状況であった。

・実際、図面1枚で施工された事例では護岸や基礎のコンクリートに樹木を埋め込んで施工が行われている。このことから、現地の地形把握、地質調査、測量などを行わず、不明瞭な状態で護岸を建設していることがうかがえる。

- このように、HDG コンクリートで劣化に強い護岸が建設可能でも設定担当者の実務不足、現場での品質管理知識不足などから HDG コンクリート性能が発揮できないことが懸念された。
- HDG コンクリートによる護岸建設には、公共事業省や施工者の技術能力のアップが必要である。

このため、以下のような対応が必要である。

- 護岸の実務経験不足のため、OJT（職業教育）による建設計画を協働で作成し実務を経験する
- 現場監督の技能・技術不足のため、技能・技術講習会を開催し、現場監督等の技術向上を図る



写真－1 標準図1枚で施工された事例(護岸や基礎との一体化)

【1】施工不良の結果



写真－2 施工不良

4. ODA案件にかかる具体的提案

上述のように、HDG コンクリートによる護岸は現地での適応性・有効性があるため、協力計画ではHDG コンクリートを活用した護岸の建設と公共事業省の技術者を対象としたOJTによる護岸建設計画の作成、現場施工者を対象とした講習会を開催する。

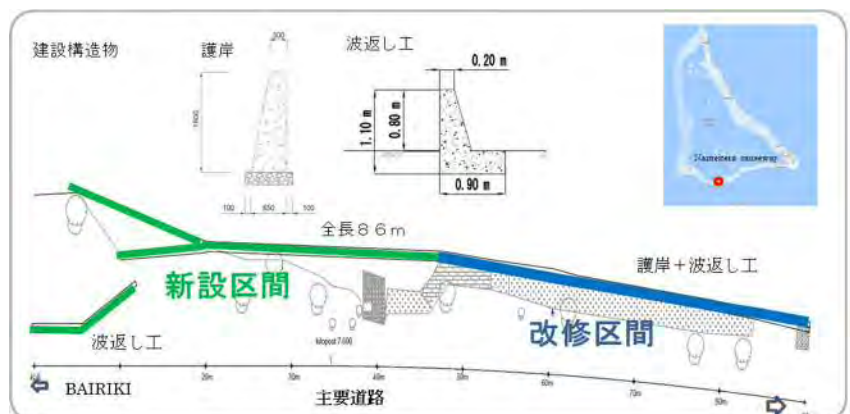
表－2 協力計画（案）の目的、活動、成果

目的：HDG コンクリートを活用した護岸を建設し、その優位性を定量的に実証するとともに、質の高い護岸の建設に向けた人材が育成され、C/Pの体制が強化されることで、将来的な事業展開の準備が整う。	
成果	活動
成果 1 HDG コンクリートを活用した護岸の優位性が実証される。	1-1 護岸の建設（2区間に分けて工事を実施） PDCAによる施工時の問題課題を抽出、対応策を検討することで施工、品質の向上を図る。 1-2 護岸建設計画の作成 他の建設予定場所へも良質な護岸建設を進める。 1-3 通常セメントにより建設された護岸に対する比較優位を（定量的に）検証する。
成果 2 品質の高いインフラ整備に向けた、人材が育成されるとともに技術力を維持するためのC/Pの体制が強化される。	2-1 PDCAによる護岸建設 2区間に分けて実施、技術者×施工者等による設計・施工の問題点抽出、対応策協議等を行う 2-2 現場監督、施工会社を対象とした技能講習開催 1-1の護岸建設時に実施、講習内容案（施工手順・方法・留意点、HDGの取扱方法等） 2-3 OJTによる建設計画の作成 計画、現地簡易調査、設計方針、設計、積算等一連の作業を経験させる。計画段階では、建設候補場所をランダムに建設するのではなく、費用や建設による災害の軽減度合いなどの評価視点でも取り入れる。 2-4 護岸建設マニュアル、講習教本等の作成と講習 現在公共事業省の開催しているワークショップ参加企業等を対象に講習会を継続的に開催し、護岸建設工事技術の講習を行い、建設業界の技術のレベルアップを目指す
成果 3 HDG コンクリートを活用した護岸のキリバスにおける認知度が向上するとともに、事業展開計画が策定される。	3-1 公開施工による民間護岸等への普及促進 民間護岸保有者、施工会社等へのHDG活用のPR

JICA 調査団作成

・期間、建設費用

- ・期間は2年3ヶ月を想定
- ・建設費：概ね3,300万円
- ・機材費：概ね500万円
- ・外注費：概ね600万円



図－1 護岸建設概要

JICA 調査団作成

5. ビジネス展開の具体的計画

表－3 ビジネス展開スケジュール

期間	内容
普及実証事業実施中	<ul style="list-style-type: none"> ・普及実証事業と同時並行的に、民間護岸への HDG 販売を海砂公社と提携し開始する。 ・キリバス住宅公社などへの営業活動を行う。
普及実証事業後～2年	<ul style="list-style-type: none"> ・普及実証時に計画した護岸の建設に、キリバス国内に駐在するドナーに対して、営業活動を行う。 ・またキリバス民間護岸建設や住宅建材としての実績を高める。
普及実証事業後3年～4年	<ul style="list-style-type: none"> ・太平洋諸島センター等諸機関へのアプローチ、マーシャル諸島への営業活動を開始する。
普及実証事業後4年～5年	<ul style="list-style-type: none"> ・マーシャル諸島での販売を開始する。

JICA 調査団作成

事業展開した場合の開発効果

HDG コンクリートの事業を展開することで、キリバスの護岸のライフサイクルコストの低減化が図られ、公的・民間護岸の建設が促進される。

これにより、キリバスをはじめとした環礁国への事業を展開することで、海面上昇や災害時の浸水など気候変動や災害に強い国づくりが期待できる。これにより、キリバスに留まりたいという住民の思いが実現可能となる。また他国への移住リスクも軽減され、移住先での紛争など回避できる。

案件化調査

キリバス共和国 水硬性固化材(ハイデガス)を活用した 気候変動対策にかかる案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社 ハシカンプラ
- 提案企業所在地：宮城県仙台市
- サイト・C/P機関：キリバス共和国 タラワ/公共事業省

海中での施工を想定した実証試験



キリバスの開発課題

- 気候変動による海面上昇により海岸浸食による、島内移住、国土の喪失、陸地分断が進行
⇒ 海岸浸食を防ぐ護岸は効果未発現、整備の遅れ
- ✓ 倒れやすく、脆弱な護岸構造(基礎、形状等問題)
- ✓ 高コストによる護岸整備の遅れ
- ✓ 現地材料、海水混じり練りコンクリートによる劣化構造

中小企業の技術・製品

- 水硬性固化材(ハイデガス)
- ✓ ハイデガス：海水、塩分を含む骨材で、普通コンクリートと同様な性能を発揮する
- ✓ 海中でも固化する
- ✓ 地盤改良材としての機能も有する

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 堅固な護岸整備による海岸浸食の防止 ● サング地盤と一体化した護岸構造 ● 現場サイトの材料で施工が可能 ● 施工方法、構造等の統一 | ▶ | <ul style="list-style-type: none"> ■ 民地護岸を含めた整備の促進⇒海岸浸食の防止/抑制 ● 島内移住等の軽減、生活の安全安心の向上 ● 農地の維持、農業産業の維持 ● 国内による施工体制の確立、建設企業技術向上 |
|---|---|---|

日本の中小企業のビジネス展開

- 現体制でキリバスや周辺環礁国で案件化調査、普及実証事業を進める
- SPREP等国際機関へ広報活動、情報収集により、ハイデガスの認知向上、導入促進活動を進める。

はじめに

1. 調査名

キリバス共和国 水硬性固化材（ハイデガス）を活用した気候変動対策にかかる案件化調査

2. 調査の背景と目的

キリバスは、気候変動の影響に対して極めて脆弱な国の一つであり、海面上昇、高潮や遠隔地で発生する巨大化したサイクロンの余波等による護岸浸食、水資源への塩水侵入、塩害による農耕地の減少など、様々な事象や被害が発生している。

キリバス国内の有人島（環礁）ではコーズウェイ（埋め立て道路もしくは橋）により各小島が連結されている。陸地の幅が最大数百メートルしかないため、道路や国民生活に必須のインフラを内陸部へ移動できない（海岸線の影響を受けない内陸部がほぼない）特殊な事情となっている。

特に首都の南タラワでは政府機関、医療機関、教育機関、発電所、通信機関、水道設備・水源、空港及び港など、国全体のライフラインに重要な機関・施設が東西 40 キロの島内に点在しており、災害時はコーズウェイが浸水し、陸上交通の通行、災害の復旧活動を妨げ、経済活動・人命等へのリスクを高める事態が発生している。この様な中で、道路と護岸はキリバスの経済と生命を守る重要なインフラとなっている。

しかしこれまでの護岸は袋に海砂と骨材、セメントを混ぜ海水に浸し、サンドバックを積み上げ建設していた。海水に浸すためセメントが流出し、固化しない袋や固化しても劣化しやすいコンクリートで護岸を建設していた。サンドバックの欠落による倒壊が発生したため、コンクリート一体型の護岸（以下マスコンクリート護岸とよぶ）に変更し 2016 年から建設された。構造的に一体化が図られたが、使われている材料が塩分を含んだ骨材であるため、飛沫帯での劣化の進行については依然として課題である。

また、キリバスの護岸の設計や施工技術に対して、海外の援助国は懸念しており様々な技術的支援をこれまで行ってきたが、良好な成果は得られていない状況にある。

本案件化調査は、キリバスにおいてハイデガスによる劣化に強いコンクリート製造の可能性と ODA 案件化内容、実現するための課題及び対応等を検討することを目的に実施したものである。

3. 調査対象国・地域

キリバス国、フィジー国

4. 調査行程

現地調査	項目	内容
1	・実施期間	2016 年 10 月 22 日（土）～11 月 3 日（木）
	・対象国	キリバス国、フィジー国
	・訪問先	10/25 AM 公共事業省 PM 大統領府外務・出入国管理省
		/26 AM 環境国土農業開発省 PM 内務省、財務経済開発省、KAP 事務所
		/27 AM TUC（南タラワ地方役場）PM BTC（ベシオ町役場）
		/28 AM 公共事業省
11/ 1 AM JICA フィジー事務所、在フィジー日本大使館		

	・調査	10/27 AM 市場調査、10/29,30 海岸調査、11/1PM 海岸調査（フィジー）
現地調査	項目	内容
2	実施期間	2017年1月14日（土）～1月29日（日）
	対象国	キリバス国、フィジー国
	訪問先	1 /17（火） AM 公共事業省 PM 大統領府外務
		/18（水） AM 環境国土農業開発省 PM 財務経済開発省、女性・青年・スポーツ省
		/19（木） AM 公共事業省（ワークショップ）
		/20（金） AM 公共事業省、労働人材開発省
		/23（月） AM 商工・協同組合省、海砂公社
		/25（金） PM 公共事業省
	調査等	1 /18（水）～20（金） 護岸に関する意識調査票配布回収
		20（金） PM 護岸整備候補箇所視察
		21（土） 護岸候補箇所簡易測量（終日）
		22（日） 簡易調査データ、アンケート入力等データ整理（終日）
		23（月） 護岸候補箇所簡易測量（終日）
		24（火） 護岸候補箇所簡易測量（終日）
27（金） フィジー海岸調査		
3	実施期間	2017年4月15日（土）～4月27日（木）
	対象国	キリバス国、フィジー国
	訪問先	4 /18（火） AM 公共事業省 電力上下水道公社
		/19（水） AM 環境国土農業開発省 PM 法務省、大統領府
		/20（木） AM 海砂公社、（キ）住宅公社、（キ）港湾公社、商工組合省 PM 財務・経済開発省、KAP事務所
		/21（金） AM 漁業・海洋開発省、施工会社 PM 公共事業省
		/25（火） AM JICA フィジー事務所、在フィジー日本大使館
	調査等	/19（水） 護岸施工現場視察
		/22（土） 護岸施工現場視察

JICA 調査団作成

5. 調査団員

氏名	担当業務	所属先
渡辺 元	業務主任. 事業計画	(株) ハシカンプラ
由利 久生	ハイデガス配合設計/試験施工計画	(株) ハシカンプラ
橋本 亮	ハイデガス (現地実証)	土木地質 (株)
江口 邦彦	ハイデガス (配合設計)	土木地質 (株)
村上 敬章	ハイデガス (サンプル試験)	土木地質 (株)
相澤 英輔	ハイデガス (製造)	土木地質 (株)
松本 敏男	チーフ・アドバイザー/環境社会対応	(株) RT アシスト
星 英次	海岸部実態調査/ODA案件化計画	(公益社団) JOCA
加藤 温	大洋州地域等ビジネス展開支援	(株) オオマエ

第1章 対象国・地域の現状

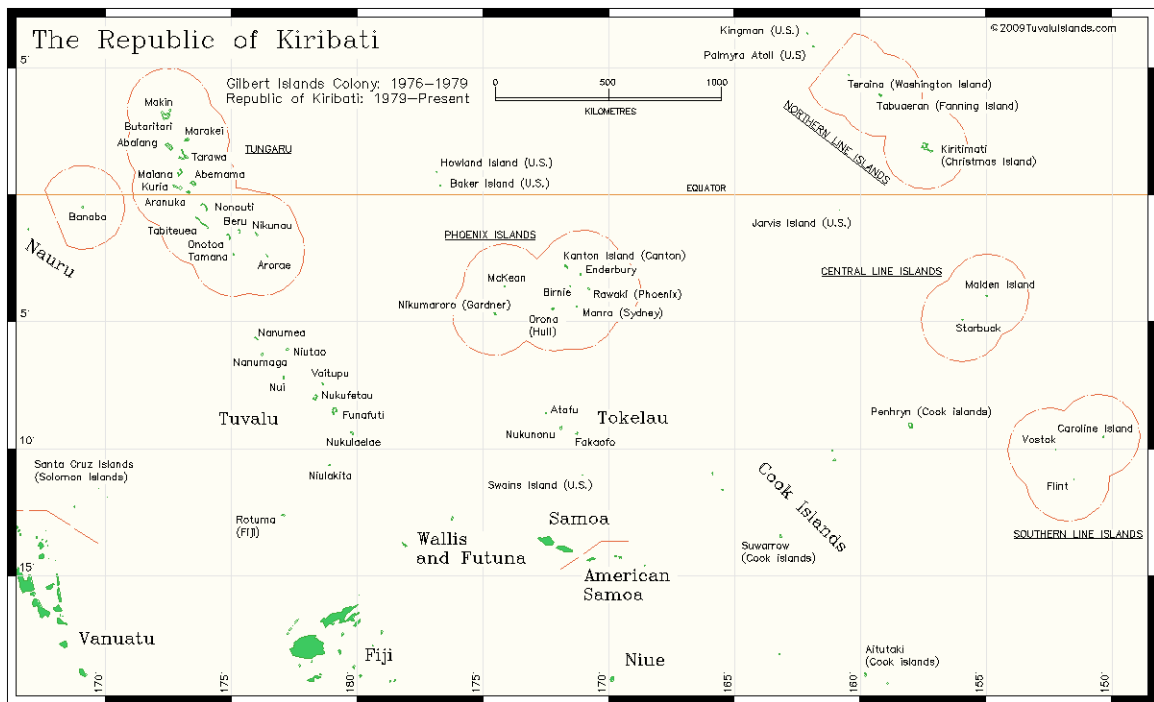
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

1-1-1 概況

キリバス共和国は、太平洋の中心、ミクロネシアとポリネシアにまたがる350万km²にも及ぶ広大な経済水域を有する国で、南北800km 東西は3,200km に及ぶ。

キリバスは大きくギルバート諸島（17島）、フェニックス諸島（7環礁、1島）ライン諸島（5環礁、3島）の3つの地域に分かれているが、行政上はギルバート諸島とライン・フェニックス諸島の2つに分けられる。

中心は共和国の西に位置するギルバート諸島で、総人口103,000人の91%が居住している。残りの9%はライン諸島に居住しており、その中で総面積では48%を占め、かつ最大のサンゴ礁を有するクリスマス島にそのほとんどが居住している。中央に位置するフェニックス諸島には、カントン島に31人居住しているに過ぎない。



Gilbert Islands (Tungaru)			
Island name	Area in km ²	Population (2010)	
Banaba	6.3	0.9%	295
Makin	7.9	1.1%	1,798
Butaritari	13.5	1.9%	4,346
Marakei	14.1	1.9%	2,872
Abelona	17.5	2.4%	5,502
Tarawa	31.1	4.3%	58,284
Maihana	16.7	2.3%	2,027
Abemama	27.4	3.8%	3,213
Kuria	15.5	2.1%	980
Aranuka	11.6	1.6%	1,057
Nonouti	19.9	2.7%	2,683
Tabiteuea	37.7	5.2%	4,979
Beru	17.7	2.4%	2,099
Nikunau	19.1	2.6%	1,907
Onotoa	15.6	2.1%	1,519
Tamana	4.7	0.6%	951
Arorae	9.5	1.3%	1,279
合計	285.8	39.3%	93,791

Phoenix Islands			
Island name	Area in km ²	Population (2010)	
Kanton	9.2	1.3%	31
Enderbury Island	5.1	0.7%	0
McKean Island	0.6	0.1%	0
Birnie Island	0.2	0.0%	0
Rawaki (Phoenix Island)	0.5	0.0%	0
Nikumaroro (Gardner Island)	4.1	0.6%	0
Manra (Sydney Island)	4.4	0.6%	0
Orona (Hull Island)	3.9	0.5%	0
合計	28.0	4.3%	31

Line Islands			
Island name	Area in km ²	Population (2010)	
Teearina	9.6	1.3%	1,690
Tabueraan	33.7	4.8%	1,960
Kiritimati	388.4	53.4%	5,896
Malden Island	39.3	5.5%	0
Starbuck Island	19.2	2.7%	0
Caroline Island	3.8	0.5%	0
Vostok Island	0.2	0.0%	0
Flint Island	3.2	0.4%	0
合計	494.4	68.0%	9,236

	Area in km ²	Population 2010
可住地区	726.7	103,058
全体	898.2	

資料：キリバス 「センサス 2010」 に基づき JICA 調査団作成

図 1-1 キリバスの島嶼と人口

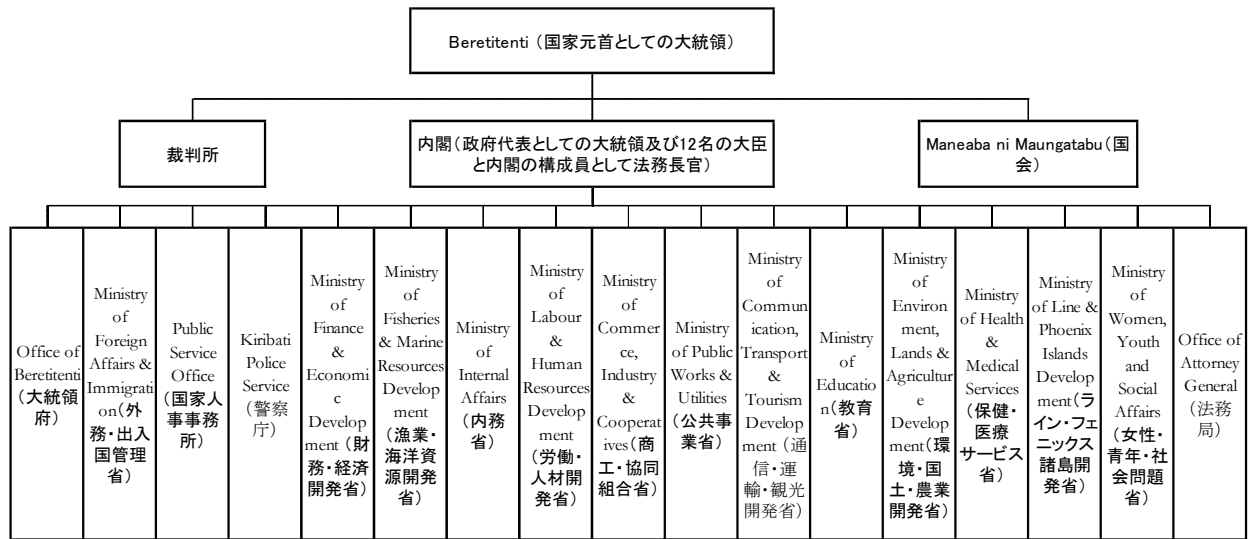
1-1-2 政治・行政組織

Maneaba ni Maungatabu と呼ばれるキリバスの議会は、4年に一度の選挙で選ばれ、44人の議員で構成される。大統領は、元首であると同時に行政の長でもあり、Beretitenti と呼ばれる。

21の有人の島にはそれぞれ地方議会及び地方役場があり、日々の問題を処理している。

主要政党にはトバーン・キリバス党（TKP）と真理の柱党（BTK）の2党がある。

2015年末から1月にかけて行われた総選挙の結果を受け、3人の候補者の中で3月10日に行われたキリバス大統領選挙の結果、ターネス・マーマウ氏が有効投票数のおよそ60%にあたる2万票を獲得して、建国以来5人目の大統領に就任した。



注：大統領は外務大臣、国家人事大臣と警察大臣を兼任する（2016年2月現在）

資料：JICA 調査団作成

図 1-2 キリバスの行政体制

(1) 公共事業省（Ministry of Public Works & Utilities）

公共事業省はエネルギー計画などの政策立案や道路を初めとするインフラ施設の建設管理、電力供給、上下水道サービスなど、国土建設管理事業と国民生活に直結するユーティリティ事業を所管する。

2015年実績では公共事業局の職員は194名、うち護岸整備に係る設計工事部門の職員は約20名であり、同省2016年度の経常予算は約2.8百万豪ドル（人件費が約1.5百万豪ドル）となっている。また、その他ドナー支援による開発予算は約2.6百万豪ドルとなっている。

護岸の整備計画は、カテゴリー別（目的・場所）に護岸補修箇所をリスト化しており、優先順位を定めながら順次整備補修に取り組んでいる。

(2) 環境・国土・農業開発省（Ministry of Environment, Lands & Agriculture Development）

環境・国土・農業開発省は、職員数が197名（2015年実績）で、環境保護局（ECD）、土地管理局（LMD）、農業局（AD）及び地域出先機関によって構成されており、環境変化に脆弱な国土環境を保全するための様々な政策と共に、国土管理を始めとした土地登録や農業

政策を所管している。

この中で、環境保護局（職員数20名）は環境保全、汚染管理やモニタリング、国内外環境機関や団体との関連業務等を担っている。また、護岸整備においては、環境影響評価の審査と共に、海岸管理法に基づいた審議機関（海岸線管理委員会）の事務局として、関連省庁部局との連絡調整に当たる重要な役割を担っている。

（3）大統領府（Office of the Beretitenti）

大統領府は、大統領と内閣運営に関する事務を所管し、国民に政策ビジョンを伝えると共に、政府機関の代表として様々な事業を実施しており、2015年実績では大統領府職員数は57名、同省2016年度の経常予算は約2.0万豪ドルとなっている。また、同府では通信や防災及び気候変動対策など各省庁に関わる政策の事業調整や政策立案を所管しており、護岸整備においても防災の観点から行政の中心となっている。また、サイクロン等の災害復旧においても国際ドナーである緑の気候基金（GCF）や災害基金（MDF）等への申請業務を担い、災害復旧の資金調達に大きく貢献している。

一方、キリバスの国家災害危機管理計画（National Disaster Risk Management Plan）では、国家災害リスク管理室（National Disaster Risk Management Office NDRMO）が設置されており、平時での防災訓練・教育などの総括、災害時は国家災害リスク管理協議会（National Disaster Risk Management Council NDRMC）を補佐する役割を担っている。

1-1-3 社会経済状況

キリバスの経済は1979年の独立前にリン鉱石が枯渇して以降、現在はコプラ、海塩、海藻などを主な輸出品としている。2014年の経済指標ではGDPで約1.6億米ドル、一人当たりGDPは1,713米ドル、経済成長率は3%となっているが、一人当たりGDPでは大洋州諸国の中で最低となっている。（2015年キリバス統計局資料）

また、キリバスは世界第3位を誇る広大な排他的経済水域を保有しているため、水産業はキリバス最大の産業となっており、水域内で操業する外国漁船に対する漁業権販売が主な外貨収入源となっている。その他、2014年末で海外の商業船舶で働く船員が約700名となっており、彼ら船員からの送金が大きな収入源の一つとなっているが、送金額と共に件数も近年減少傾向にあり、2014年から送金額が600万米ドルを割り込んでいる。（2015年キリバス統計局資料）

雇用や人的資源に関しては、キリバスが地理的に遠隔地であることや必要品の全てが輸入によることで、高コストなため民間事業者数が少ない。このため、給与賃金を受ける被雇用者の内、約35%が公共部門で働いており、民間部門での就労者割合約20%を上回っている。

また、キリバス全体での失業率は高く、2010年の国勢調査での失業率は31%で、その内、若者の失業率が54%となっており深刻な課題となっている。このため、キリバス政府は人的資源開発を国家開発戦略の重要目標の一つとして掲げている。

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

キリバスは、気候変動の影響に対して極めて脆弱な国の一つであり、海面上昇、高潮や遠隔地で発生する巨大化したサイクロンの余波等による護岸浸食、水資源への塩水侵入、塩害による農耕地の減少など、様々な事象や被害が発生している。また、居住が困難となった離島からの移住や人口増加により、首都タラワでの人口集中が進むことで、さらなる環境の悪化に繋がっている。このような状況において、これら被害の抑制に繋がり、整備優先順位も高い強固な海岸線の護岸整備が重要となっている。

1-2-1 現状

(1) 気候変動による海面上昇、サイクロン・高潮等による被害の甚大化

大半の島嶼の標高が2～3mの環礁で構成されるキリバスは、気候変動による海面上昇、巨大化したサイクロンの余波の来襲、高潮などによる土地への浸水、海岸線の喪失などが発生している。キリバス国内の有人島（環礁）ではコーズウェイ（埋め立て道路もしくは橋）により各小島が連結されている。陸地の幅が最大数百メートルしかないため、道路は基本的に海岸沿いに整備されている。また道路や国民生活に必須のインフラを内陸部へ移動できない（海岸線の影響を受けない内陸部がほぼない）特殊な事情となっている。

特に首都の南タラワでは政府機関、医療機関、教育機関、発電所、通信機関、水道設備・水源、空港及び港など、国全体のライフラインに重要な機関・施設が東西40キロの島内に点在しており、災害時はコーズウェイが浸水し、陸上交通の通行、災害の復旧活動を妨げ、経済活動・人命等へのリスクを高める事態が発生している。道路と護岸はキリバスにとって命のインフラとなっている。

総額1億ドルの被害をもたらしたサイクロン・パム被害状況（2015年3月）



<http://unitingworld.org.au/blogs/where-is-god-in-the-flood-q-and-a-with-reverend-maleta-tenten-kiribati/>



http://350pacific.org/kiribati_overview/



被害状況を報じる新聞
3月11日はニッポン・コーズウェイの全面通行禁止、政府全省庁や ANZ 銀行などでは午後に臨時休業し、全職員を帰宅させた。

資料提供
在日本キリバス名誉領事



<http://unitingworld.org.au/blogs/where-is-god-in-the-flood-q-and-a-with-reverend-maleta-tenten-kiribati/>

図1-3 サイクロン・パムの被害状況

【海面上昇、サイクロン来襲・高潮等による考えられる影響】

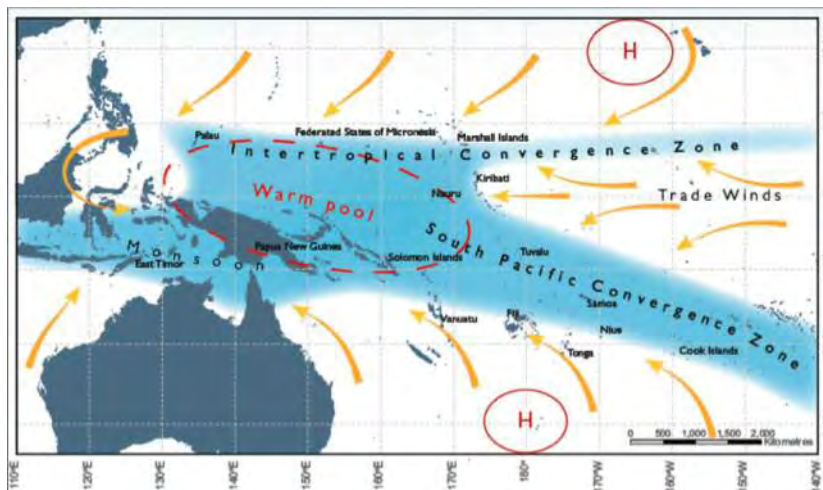
- ・利用可能な土地の減少、既存の埋立地建設費の損失、
- ・沿岸施設による海岸浸食の増加
- ・主要輸送施設（空港、港湾）の損傷及び喪失のリスクの増加、メンテナンスコストの増加
- ・基本サービス（病院と保健サービス、学校と教育、政府の住宅）に悪影響、政府財産への損害リスクの増加
- ・道路、舗装道路、橋梁の損傷や通行規制の増加、コミュニティの分断、事故の危険性の増大、自動車や道路輸送の保守や修繕費の増加
- ・市民社会や文化施設（私立学校、NGO、教会、マネアバ；伝統的集会場）への被害リスクの増大
- ・水道幹線、下水道、電力のサービスへの被害の増大
- ・民間の建物を移転時の土地所有者間の紛争の増加
- ・公的インフラや学校などの建物を移転時における、民間土地所有者と政府との土地境界に関する紛争の増加

資料：Kiribati Climate Change and Disaster Risk Management Plan に基づき JICA 調査団作成

(2) 深刻な水不足

キリバスの気候は、南太平洋収束帯（SPCZ）と熱帯収束帯（ITCZ）の季節的な動き、エルニーニョ、ラニーニャ等の海水温の変化などに強く影響されている。

季節は雨期が11月～3月、乾期が6月～11月といわれているが、南太平洋収束帯（SPCZ）と熱帯収束帯（ITCZ）が季節により変動することから、年間の雨量が大きく変動することや雨期での降水量が極端に少ない月が連続する水不足が発生している。



矢印は風向、青い陰影は降雨収束帯、破線の楕円は西太平洋の温暖帯、Hは移動する高気圧を示す

原資料 KMS、BoM&CSIRO 2011 Vol 1 : 37

資料：Kiribati Climate Change and Disaster Risk Management Plan

図 1-4 11月から4月までの主要な気候特性

1986年～2016年間の南タラワでの降雨実績によると、この期間で最も多い降水量が1993年の4500mm、最も降水量が少ない年は1998年の500mmとなっており、キリバスの降水量は年々大きく変動している。この変動の要因はエルニーニョ・南方振動

(ENSO)といわれており、エルニーニョ時は通常の降雨と強い西風、ラニーニャの時は降水量が少なく干ばつのリスクと関連しているといわれている。

キリバスではこのような降雨状況であるため、恒常的に安定した水の利用、水の品質確保が難しく、作物生産や健康面、インフラ整備等にも大きな影響を与えている。

また、低海拔環礁国の特徴として、キリバスにおける水源は、一部雨水の直接採水を除き、大部分がレンズウォーターと呼ばれる地下水である。レンズウォーターは雨水が地下に浸透し比重の重い地下海水の上、比重の軽い淡水がレンズ上に形成するものである。このため塩分を含んでおり、この塩分濃度は少雨時に大幅に増加し、飲料水や生活用水として利用できない水源も増えてきている。

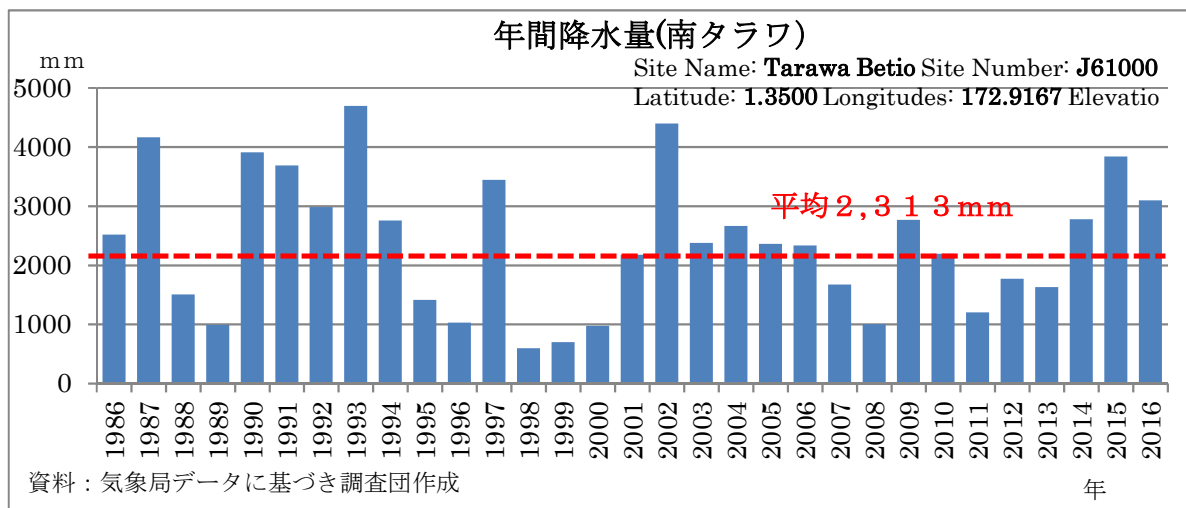


図 1-5 南タラワにおける年間降水量の推移（1986-2016年）



写真 1-1 生活用水を確保するため各家庭に普及している雨水貯留槽

1-2-2 課題

気象変動により今後サイクロンの来襲や高潮の勢力の拡大が予想される中で、災害に強く、堅固な護岸づくりが重要な課題となっている。

(1) 災害時における応急対策

気候変動対策に向けてキリバス政府は、KJIP（Kiribati Joint Implementation Plan for Climate Change and Disaster Risk Management）やKDP（Kiribati Development Plan 2016-2019）により護岸の建設、マングローブ植林や雨水貯留槽の整備等、様々な対応を行っている。

そのような中で、2015年のサイクロン・パム来襲時に国内のギルバート諸島内では大きな被害を被った。公共事業省等、政府機関に対し、首都の南タラワ各地区からも浸水や護岸の応急措置の要請があったが、満潮時に現場に向かうことができなかったこと、応急対応時にセメントや砂の不足があったことなどにより被害が拡大した。

被害の拡大の要因は、護岸や道路を管轄する公共事業省が応急対策を行うことを前提としているため、対応に時間がかかり被害の拡大を招いてしまう状況となっている。また通行障害への対応、資材など備蓄が不十分であったこともあげられる。

今後、キリバス国内で護岸の建設や補修等の整備を進めていく中で、サイクロン・パムのような災害が発生することが十分予想される。被害を最小限に留めるためには浸水地区を把握、浸水地区周辺コミュニティと連携、資材の配備・備蓄場所の確保などの事前活動も重要と考えられる。現在の国家災害危機管理計画では、公共事業省の主担当は「干ばつ」であり、高潮やサイクロンの災害は警察庁となっており、またこのような被害を減らす事前準備が具体的に記述されていない。電気、水道など社会生活の基盤を支える公共事業省が高潮、サイクロン等災害の予防対策を実施することは、被害規模の抑制に大きな役割を果たすことが期待される。

(2) 護岸の耐久性の向上

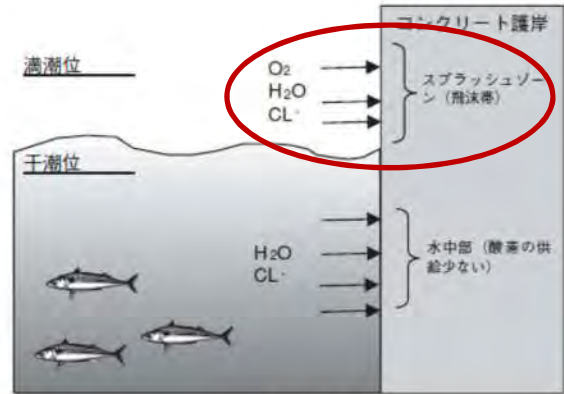
公共事業省独自で施工するコンクリート護岸は、水不足から住民の生活用水を優先するため、護岸の建設にあたっては、塩分を含んだ骨材を洗浄できず、そのまま海水と練り混ぜて施工している。

第2次世界大戦中にアメリカ陸海軍技術部門が行ってきたサンゴ砂コンクリート骨材利用に関する調査研究（THE USE OF CORALS AS AN AGGREGATE FOR PORTLAND CEMENT CONCRETE STRUCTURES Army Construction Engineering Research Laboratory June 1974）によると、サンゴ砂の「海水練りコンクリート」は若干の強度減少が見られるが、充分活用できる」ことや第2次世界大戦中に日本軍が建設した砲台の基礎部コンクリートの成分を調査した結果、現在のコンクリート基準値の10数倍の塩化物量が測定されたことから、海水と海砂（サンゴ砂）を利用した「海水練りコンクリート」であるが、大気中や海水中で環境が変わらない場所では所定の性能が保持されていることが分かった。

一方、護岸の飛沫帯では波の力や1日を通して海中、大気中と環境が変わるため、化学反応によりコンクリートの劣化が進みやすい。災害を総括する大統領府でも「護岸整備は水資源の確保とともに重要、現状の護岸は海水とセメントで作るため、護岸自体がもろく壊れやすく修復コストがかり問題」と認識しており、護岸の耐久性の向上が課題である。

スプラッシュゾーンと呼ばれる飛沫帯

飛沫帯は常に酸素、水、塩化物イオンが供給される部分で、満潮時に海水につかり水および塩化物イオンの供給を受け、干潮時に酸素の供給を受ける干満差部分は非常に厳しい腐食環境である。



出典 http://www.iic-hq.co.jp/library/pdf/039_05.pdf

JICA 調査団作成

図 1-6 護岸の劣化（南タラワ）と主な原因

(3) 護岸建設の技術的経験不足

公共事業省自身が建設する護岸は、これまで直立したサンドバック護岸を建設してきた。キリバス国内の包括的気候変動適応プログラムである KAP (Kiribati Adaptation Programme: キリバス適応プログラム) で傾斜式のサンドバック護岸が提案され、施工管理が公共事業省に任せられた。しかし、傾斜式のサンドバック護岸でなく、従来通りの直立型サンドバック護岸を建設したため、KAP では、傾斜式サンドバック護岸のキリバスにおける水平展開が定着せず、海岸浸食や保全対策の長期的対策にマングローブ植林が加わった。

これまでのキリバスのインフラ整備は援助国の設計結果を施工管理することが多く、自身で計画・設計・施工を行う機会が少なかったことが一因と考えられる。

1-3 開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

1-3-1 気候変動の影響と災害リスク管理実施計画（2014-2023）

KJIP とは Kiribati Joint Implementation Plan for Climate Change and Disaster Risk Management と呼ばれる統合計画である。

キリバスは、環礁国のため気候変動に対し極めて脆弱であり、自然災害や人災に対応できる人的資源も少ないことから、気候変動適応策と災害リスク管理を総合的に捉え、これら防災の視点を行政のあらゆる分野の開発に組み入れる「防災の主流化」とした分野横断的統合計画が策定された。この計画には12の戦略と主な活動が纏められており、この中の一つに堅固で信頼性のあるインフラ整備と土地管理の向上が挙げられている。その具体的な実施活動の一つに気候変動や災害リスクへ対応すべく沿岸インフラ施設（道路・コーズウェイや護岸）の強靱化に寄与する様々な施設計画のあり方やパイロット事業の導入が示されている。また、このインフラ施設の概算整備費用として約50万豪ドルが試算されている。

このようなことから、当プロジェクト案件は、これらキリバスの実情に即した護岸工法として十分に貢献できるものと考ええる。

1-3-2 国家開発計画（2016-2019）KDP（Kiribati Development Plan）

これまでの国家開発計画（2012-2015）に続く次期計画として、新政権による新たな国家開発計画（2016-2019）が2016年3月に策定された。この中では6つの優先分野が選定され、それぞれの現状分析と共に計画期間内での目標と戦略が明記されている。

その内の一つとしてインフラ分野が挙げられ、第一義的な現状分析として、気候変動による影響で発生頻度が多くなった高潮来襲により、護岸被害が増加していること、また、これは、物理的資産の被害だけでなく、国や地域経済の損失要因となっていることが述べている。

また、この分野の戦略の一つとして、浸水に対する脆弱地域の特定と共に堅固な護岸構造の導入による護岸整備の実施が明記されている。さらに、この戦略の成果指標として、公共事業省が導入を進めているマスコンクリート護岸方式を含めた先進的な取り組みによる護岸整備の増加延長が挙げられている。このようなことから、本プロジェクト案件は同開発計画においても重要な位置づけになると考える。

1-3-3 環境法

環境法として2007年に修正された Environment Act 2007 に、環境に影響する開発行為を行う事業者に関して環境許可（Environmental License）の入手を義務づけている。この環境許可を取得するには環境影響評価（EIA）の提出が必要となるが、その他、護岸整備や補修が既存海岸線から2m以上となれば、海岸管理法に従って海岸線管理委員会による承認が必要となる。この委員会は環境保護局が事務局となり、その他漁業・海洋資源開発省、警察庁、法務省、当該地方役場、公共事業省が構成メンバーとなる

1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1 日本国の ODA 事業

(1) ニッポン・コースウェイ改修計画

契約日：2016年7月26日（G/A 締結）

金額：38.05 億円

C/P 機関：公共事業省

施工業者：大日本土木株式会社

対象のニッポン・コースウェイ（長さ 3.2 km、幅 11 m）は、1980年代に日本の無償資金協力により整備されたが、老朽化や気候変動の影響を背景として損傷が確認されており、キリバス政府より改修の要請がなされた。本コースウェイは、人口の集中するベシオと、国際空港や国内で一番大きい病院であるツンガル中央病院を陸路で繋ぐ重要な役割を果たしている。

該当事業の計画では、2017年6月に仮設工が開始され、2019年4月までに完了することになっている。

参考：http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/page23_001153.html

(2) ベシオ港拡張計画

契約日：2011年6月（G/A 締結）

金額：30.52 億円

C/P 機関：キリバス港湾公社

施工業者：大日本土木（株）・東亜建設工業（株）共同企業体

キリバス唯一の国際港であるベシオ港は、これまでコンテナ船が着岸できなかったが、本プロジェクトにより栈橋を延長し、コンテナ船が着岸できるようになった。これにより、荷役効率が向上し、輸送コストの軽減につながっている。本プロジェクトでは、多数の波消しブロックがキリバス国内で製造され、海岸に設置することで海岸浸食防止に役立っている。

1-4-2 他ドナーの支援プログラム

(1) DMF（Disaster Management Fund）

キリバスにおける気候変動にかかる支援プロジェクトは、大統領府の DMF で一括管理されており、年間およそ 100 万豪ドルが計上されている。DMF には、護岸整備や雨水タンクの整備のほかに、災害時用緊急食糧支援などにも取り組んでいる。その一環として、UAE、クウェートによる再生可能エネルギーを利用した海水淡水化装置の導入など離島部で実施されている。

2015年のサイクロン・パムにかかる被害の総額は、1億豪ドルに達しており、オーストラリア、ニュージーランド、日本、台湾などから支援を受けている。また、その時拠出されたキリバス政府独自の緊急財源 200 万豪ドルも DMF に含まれている。

(2) KAP（Kiribati Adaptation Project）

KAP は、世界銀行を介しオーストラリアや日本等からの共同出資による支援プロジェクトで、気候変動による海面上昇等への対策を目的としている。フェーズ 1 からフェーズ 3 まで

あり、2017年1月現在、フェーズ3が開始されようとしている。具体的な活動内容としては、水資源の確保、マングローブ植林を含む海岸浸食の防止、そして、定住のための個人リスクの軽減がある。

護岸に関しては、フェーズ2において、15のリスクの高いサイトが調査され、そのうち6サイトで護岸整備されている。フェーズ3では、護岸の整備よりも水資源の確保に主眼が置かれている

(3) The Environmentally Safe Aggregates for Tarawa (ESAT) project

キリバスの脆弱な海岸を保護する目的で、EUとSPC (Secretariat of Pacific Community) の支援により実施された。2007年に開始され、キリバス政府および地質専門家などにより調査が行われ、全長約40メートルのドレッジャーボートを導入することによりラグーン海底から骨材が採取している。2016年12月に本プロジェクトは終了し、海砂公社（キリバス名：Te Atinimarawa Co Ltd）に引き継がれ、同公社が、現在骨材の採取、選別、販売を行っている。

参考：<http://www.spc.int/blog/zoom-protecting-south-tarawas-beaches-from-erosion/>

(4) GCF(Green Climate Fund) (申請中)

キリバス政府は、2016年末にプロポーザルを提出しており、2017年6月現在、その回答を待っている。プロポーザルの中では、海岸線の保護、水資源の確保、離島であるアバイアの包括的な取り組み（災害時における食料の確保および移動手段の確立など）が記載されているとのこと。本申請にあたっては、財務・経済開発省計画局が取りまとめを行っており、オーストラリア政府支援による専門家が担当しているとのこと。

(5) コスモ石油エコカード基金

海面上昇の影響をうけ、海岸線が浸食され住宅や道路に被害が及んでいることに対応するために、コスモ石油エコカード基金は2005年より、海岸線にマングローブを植林している。植林後は、環境・国土・農業開発省の担当者に管理技術などの指導をしている。マングローブの植林活動は、タラワだけにとどまらず、ギルバート諸島の北に位置するブタリタリ等でも活動している。

参考：http://ceh.cosmo-oil.co.jp/kankyo/eco/pro_so.html

1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

1-5-1 外国投資法、

キリバスでは、一般的に外国投資は歓迎されており、一部国内産業を保護するために外国投資が認められていない分野もある。キリバスで海外投資家が事業を開始する場合は、商工・協同組合事務次官が統括する外国投資委員会 (Foreign Investment Commission) に申請する必要がある。申請内容は、外国投資法に基づき審査され、外国投資委員会の認可ライセンスが発行される。

表 1-1 申請手数料

年間売り上げ予測額	申請手数料
25,000 豪ドル以下	100 豪ドル
25,000 豪ドル以上 100,000 豪ドル以下	250 豪ドル
100,000 豪ドル以上	500 豪ドル

JICA 調査団作成

近年では、ロシアの実業家がライン諸島の無人島を対象としたリゾート開発が提案されたが、海外投資委員会はこの提案を拒否した経緯がある

1-5-2 ビジネスを開始するための手続き

キリバスで会社を設立する場合には、以下の手続きと費用が必要となる。事業を開始するにあたり、一連の手続きに関してキリバス商工会議所に協力を仰ぐことも可能である。

表 1-2 会社設立の各種手続きと費用

順序	手続き	機関	必要日数	費用
手順 1	銀行口座開設	銀行	数日	無料
手順 2	屋号の登録	商工労働組合省	平均 1 1 日	100 豪ドル
手順 3	ビジネスライセンスの取得	役場(BTC/TUC)	1-2 週間	100-3000 豪ドル
手順 4	会社登録	税務署	1 日	無料

JICA 調査団作成

製品ラベルについて、食品には、National Quality Policy を適用しているが、それ以外の製品には取り決めはない。英語に表記が必要となる

1-5-3 税制

(1) 法人税、所得税

法人税の税率は純利により決定され、キリバス国籍の企業に関しては下表のとおりである。また、外国籍の企業に対しては、純利の 30% が課税されることになる。所得税は、表の税率によって総収入に課税される。

キリバス政府は、外資を呼び込むために、先駆的なビジネスを開始する企業に対して優遇措置を設けている。企業は、税務署 (Internal Revenue Board) に申請し承認を得られれば、最長 5 年間 10% の税額控除を受けることができる。

表 1-3 法人税、所得税

法人税		所得税	
\$0 - \$5,000	-	\$0 - \$25,000	20%
\$5,001 - \$15,000	20%	\$25,001 - \$50,000	30%
\$15,001 - \$30,000	25%	\$50,001 以上	35%
\$30,001 以上	30%		

JICA 調査団作成

（２）VAT（付加価値税）

VAT は、Value Added Tax Act, 2013 で規定されており、Value Added Tax Regulations, 2014 で規制されている。税率は 12.5% であるが、一部の輸入品や医療サービス、教育サービス等は課税の対象とならない。

輸入品に関しては、VAT は輸入時に課税されるため、小売店等で買い物する際に、エンドユーザーが VAT を小売店に対して支払うことはない。

（３）関税

VAT 導入により、酒タバコ・車・石油製品以外輸入関税は廃止され、代わりに VAT を輸入時に徴収することになった。

一般的なポルトランドセメントやスラグセメントなどの水性セメントの関税は、1 トン当たり 30 豪ドルである。

（４）Import Levy

Import Levy とは、キリバス政府が 1972 年に導入した制度で、国際港のある南タラワから離島への各種物品の輸送コストを補填することを目的としている。これにより、離島に住む国民は、燃料や輸入食料などを、首都と同等の価格で購入することができることになっている。

現在、Import Levy は、輸入品 1 m³ もしくは 875 kg に対して 30 豪ドル徴収している。

（５）減価償却率

減価償却率は、下表のとおりである。

表 1-4 減価償却率

項目	原価償却率
産業ビル	5%
その他の建物	対象外
プラント、工業機械	25%
自動車	20%
船	10%
家具	25%

JICA 調査団作成

（６）年金

給与所得者は、積み立て方式の年金に加入することが法律で義務付けられている。この管理と運用はキリバス年金公社(Kiribati Provident Fund)が行っており、2017年現在、被雇用者の基本給与 7.5%相当額を源泉徴収、雇用者が同じく 7.5%を負担し、KPF に開設する各被雇用者の口座に払い込む。

1-5-4 投資環境情報

(1) 交通

南タラワの道路は、オーストラリアの支援等により舗装整備されている。ベシオとバイリキを結ぶニッポン・コースウェイは、高潮の影響等により損傷がみられるが、2017年に日本の支援による改修が計画されている。キリバスにタクシーはなく、宿泊するホテルのトランスポートを利用するか、ミニバンのバスを利用するか、レンタカーを借りるなどの手段がある。

タラワには、ボンリキ国際空港があり、国際線は、フィジーエアウェイズとナウルエアラインとが就航している。フィジーエアウェイズは、週2便月曜日と木曜日にナンディとタラワを結び、ナウルエアラインは、週1便金曜日にナウルとタラワを結んでいる。また、2017年からキリバス国営のエア・キリバス公社が国際線の運航を開始することになっている。

(2) 輸送

日本からの国際船便は、協和海運と Swire Shipping が配船している。協和海運は、横浜港を出発するとその次の経由地がタラワのため通常10日程度で到着する。

郵便は、国営の郵便局と民間の DHL などがある。

(3) 通信

インターネットや国際電話は、ATHKL 社 (Amalgamated Telecom Holdings (Kiribati) Limited) によりサービスが提供されている。

(4) 電気・水

PUB (Public Utility Board) によると、2017年4月時点の電気料金と水道料金は下表のとおりである。

表 1-5 電気料金と水道料金

	電気料金 (AUD/kw)		水道料金 (AUD/m ³)
家庭用	1kw-100kw	0.10	5.00
	101kw-300kw	0.40	
	301kw- over	0.55	
商業用	0.55		10.00
産業用	0.70		15.00

JICA 調査団作成

なお、水道水は、ボンリキ等にある地下水源の水を簡易的に浄化したものを供給しており、煮沸しない限り飲み水としては適していない。水の入手方法については、輸入品であるボトル水のほかに、各住宅の屋根から収集する雨水や、井戸水（レンズウォーター）があり、一部、海水淡水化装置で製造した水も販売されている

（５）土地利用・不動産

外国人は土地を購入することができないが、土地の所有者と賃貸契約を結ぶことは可能である。タラワの多くの土地は私有地であるが、コーズウェイは国有地である。

住宅を借用する場合、慣例として、外国人に対しては、割高な特別レートが適用されるケースがある。

（６）金融サービス

キリバスの銀行は、キリバス開発銀行と ANZ 銀行（本社：オーストラリア）がある。ANZ 銀行はバイリキに本店があり、日本国内では東京にも支店がある。

このほかに海外送金は、バイリキにある Western Union も利用可能である。

（７）建築基準

キリバスのインフラの大部分は、海外の支援プロジェクトによって整備されているが、その場合、各プロジェクト判断によって、適切な基準が適用されていると考えられる。

国内の基準については、2017年2月に「2006 Building Act」が施行されたばかりである。この中で、「the National Building Code of Kiribati」に基づき、当面公共施設の建物が設計されているか確認される。当規定は、2006年7月に閣議を通過したが、およそ11年間施行されていなかった。

住宅など広く使われているコンクリートブロックはキリバス国内で製造・販売されているが、特に強度試験がされているわけではない。また、キリバス国内にコンクリート強度を計測する試験機器はなく、近隣では、フィジーの Standard Concrete Industries 社と、南太平洋大学（University of the South Pacific）にある。なお、骨材に海砂が使用されていることなどから、一般の建築では鉄筋の使用は普及していない。

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 業界分析

HDG（ハイデガス：HIDEGAS）コンクリートと同様に高炉スラグを結合材としたコンクリートは日本ではいくつかの企業が開発している。一般的に低発熱性（ダムや橋脚などのマスコンクリートへの適用性）塩分浸透抵抗性（対塩害性）、アルカリシリカ反応抑制効果（低品質骨材の有効利用）等に優れているが、高炉スラグを多量に使用するためアブサンデン現象（表面の脆弱化や粉化）、強度発現の遅延（施工性の低下）自己収縮や乾燥収縮の増加（ひび割れの発生確率の上昇）中性化速度が速いため、鉄筋の腐食が早く開始される等の懸念も指摘されている。また海水で練り混ぜる製品は少なく、海水練が可能であるが鉄筋コンクリートでは腐食防止に高価なエポキシ樹脂を鉄筋に塗って施工するものもある。主な利用は、公共工事（ダムや橋梁、港湾等）が大半で民間工事での普及は進んでいない現状にある。

HDG コンクリートは、海水に浸ったコンクリート片やがれき等の廃棄物を利用して構造物等を構築することも出来る新技術である。上記類似製品と比較して、中性化速度が遅いため鉄筋の腐食性が低く、エポキシ樹脂を塗る必要がなく、コスト低減が図られる。また配合を変えることにより、固化時間を制御できるなどの特徴がある。

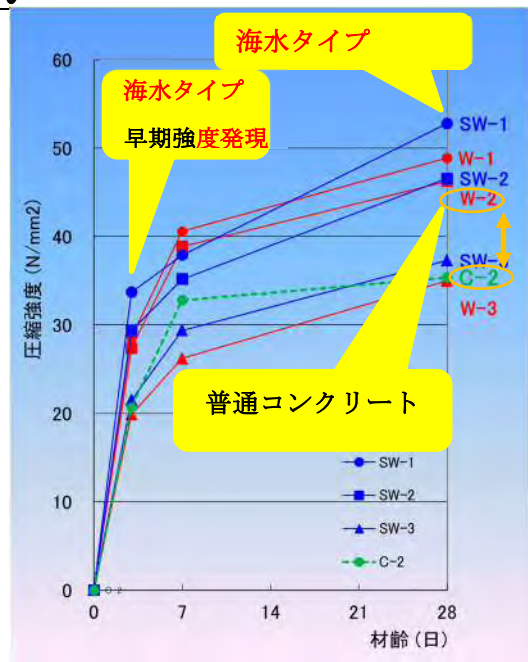
2-1-2 提案製品・技術の概要

◆耐海水性・耐硫酸性に優れ、海岸構造物・下水構造物のライフサイクルコストが低減

■圧縮強度は淡水の場合より早期に発現、淡水以上の強度が得られる。

また、通常のセメントと比較しても強度は、高い

区分	量	水道水	海水	備考
ハイデガス	多	W-1	SW-1	高炉スラグ、砂、骨材等は同量
	標準	W-2	SW-2	"
	小	W-3	SW-3	"
普通セメント	標準	C-2	-	砂、骨材等は上記と同量



■耐硫酸性が高く構造物の劣化を遅らせる。

※東京都下水道局基準に準じた試験結果

【5%硫酸溶液浸漬 21 週後】
酸に強いため、劣化速度が遅い



◆鉄筋の腐食抑制（普通セメントコンクリートの5～10倍）海岸構造物の堅牢化

■塩分を含んだコンクリート中における補強用棒鋼の保護腐食試験方法 JCI-SC2（オートクレーブ法）の結果、鉄筋の腐食は認められない。

コンクリート構造物の塩害の進行状況

期間	状況
1 健全期	・鋼材の表面に不動態被膜が形成
2 潜伏期	・塩化物イオンの侵入 → 移動
3 進展期	・不動態被膜の破壊 → 鉄筋の腐食
4 加速期	・かぶりコンクリートにひび割れ発生 ・塩化物イオンの移動の加速 ・ひび割れ発生に伴う鉄筋腐食の加速
5 劣化期	・ひび割れ幅の拡大 → 酸素・水分の供給 ・かぶりコンクリートの剥落、鉄筋の断面 ・欠損 → 構造物の耐力の低下

※建材試験センター 建材試験情報4'07より編集

海岸の構造物は塩害によるコンクリートの劣化を軽減するため、鉄筋にエポキシ樹脂を塗装し鉄筋の錆びの遅延化を図っている。

※ハイデガスを使う場合、エポキシ樹脂を塗装する必要があります。

鉄筋コンクリート腐食状況(3週)

固化材	180°C/8h 8サイクル	拡大写真	発せい率
普通セメント			40.2%
ハイデガス			

※塩分を含む鉄筋コンクリート促進腐食試験(JCI-SC2)

◆海水中でも固化⇒浸透率は普通コンクリートの1/5～1/10 水を通しにくい

プレパックドコンクリート（型枠中の瓦礫にモルタルを注入する工法）海水中に型枠を設置し構造物を製作できる。ただし、固化するまで、波力等の応力が作用しないことが条件となる。

▼海水中にハイデガスモルタル注入例



▼海中に型枠設置、骨材を投入、ハイデガスモルタル注入⇒海水中での施工を想定した実験



2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況及び比較優位性

表 2-1 競合製品との比較

	① HDG	② 普通セメント(キリバス販売品)
	海水練固化材 HDG を用いる	一般的に用いられる普通ポルトランドセメント
価格 (円/m ³) (無筋コンクリート)	<ul style="list-style-type: none"> 1kgあたり価格 136円 1m³あたりコンクリート製作コスト 94,193円 	<ul style="list-style-type: none"> 1kgあたり価格 40円 1m³あたりコンクリート製作コスト 31,132円
スペック	海水練、塩分含んだ骨材使用可能 鉄筋の防錆効果、耐酸性早期強度、高強度、ブリーディング量が少ない	淡水使用、骨材は洗浄し塩分を抜く 海岸等での鉄筋構造物は基本的に使用できない(エポキシ樹脂必要)、酸性には弱い
先導性・希少性	無機系廃棄物が出発原料、セメントの1/10程度の熱量で製造可能 CO2削減に寄与する	製造には1,500℃の熱量を必要とする
代替品の有無	類似品はあるが詳細は不明	普通セメントは大量生産されている
耐久性(耐酸性試験結果 P39 参照)	質量10%減少までの日数 90日以上 (①/②:5.0倍以上)	質量10%減少までの日数 18日
運営・維持管理コスト 延長86m、高さ1.6m護岸建設の場合	<ul style="list-style-type: none"> 工事費/耐久年数: 7.8万円/年 49%削減 50年間のライフサイクルコスト 3,923万円 (詳細はP31参照) 	<ul style="list-style-type: none"> 工事費/耐久年数: 15.2万円/年 50年間のライフサイクルコスト 9,094万円(15年ごとに3回更新)
模倣可能性	骨材混練水温度に対応した配合設計が必要である	汎用品で広く流通している

JICA 調査団作成

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 海外進出の目的

沖縄の離島を除いて日本における海岸部や離島の工事は、真水を運搬して行うため、HDGの需要は期待できない。水資源が乏しい沖縄も離島や環礁島嶼国では、海水でも利用できるHDGコンクリートの利用が期待でき、護岸の新設・補修、その他建材としてのニーズが高くなることが考えられ、沖縄の離島や環礁島嶼国への展開は事業の可能性があると判断から、(株)ハシカンプラと土木地質(株)は提携して海外進出を決定した。

2-2-2 海外展開の方針

(1) 海外展開の方針

HDGの生産は土木地質(株)が担当し、(株)ハシカンプラは大洋州をはじめとする環礁島嶼国を対象に販売店ネットワークの構築と技術提案による事業開拓を行う。海外展開の第一歩としてキリバスにおいて事業を開始する。

また、公共事業省との協働によるHDGコンクリートを利用した護岸建設計画の策定、施工会社への技能指導、住宅建材への営業活動を図り、キリバスでのHDGコンクリートの普及を促進する。これらの手法でキリバス離島を対象に営業を拡大するとともに、キリバス周辺環礁国への営業を展開する。

（２）海外展開の位置づけ

（株）ハシカンプラが販路開拓と設計・施工技術支援、土木地質（株）は HDG の製造とする役割分担としている。既に、（株）ハシカンプラでは HDG の海外での利用促進に向けて担当ユニットを開設しており、今回、調査を第一歩として環礁島嶼国を対象とした PR 営業活動を推進する。

（３）海外展開のアプローチ方法

キリバスでの実績を作り周辺環礁国に販路を展開する。このためキリバスでの代理店契約を現地企業と結ぶ。代理店とは、HDG コンクリートの特徴等の説明、取り扱い留意事項の説明等民間護岸更新や新設を対象とした販売活動を行う。

今回、調査で海砂公社（Te Atinimarawa Co Ltd）で営業品目の拡大を考えており、HDG への興味を持っているため今後具体的な話を進め、当該社を通じて国内建設業者へ浸透を図る。

2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

現時点では以下のような環礁国を営業対象と考えている。

いずれの環礁国も国土面積が限られているが、人口は増加の傾向にある。今後、地球温暖化の影響により海面が上昇し、国土消滅の危険に晒されている地域には早期に護岸の対策が必要だと考えられる環礁国である。

表 2-2 今後営業展開を考えている国々

	人口	面積	島の数
キリバス共和国	約 11 万人	730k m ²	33
マーシャル諸島共和国	52,898 人	180k m ²	29 の環礁と 5 つの島
ツバル	約 9,900 人	26k m ²	9
モルディブ	40.7 万人	298k m ²	1,200

外務省のデータを基に JICA 調査団作成

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

2-3-1 日本国内の地元経済・地域活性化等

HDG の原材料は現在福島県と山形県の産廃業者を通じて入手している。今後の海外進出により需要が見込まれることにより、廃棄物として埋め立て処分されていたものが、価値あるものになることで、東北での廃ガラスリサイクルシステムの活性化が期待できる。

30 t / 月の生産の場合、4 名の雇用が見込まれる。需要があれば委託製造により雇用が増える。

2-3-2 事業実施による新たなパートナーとの連携及び連携強化

- ・地盤改良材として、現在、大学（芝浦工業大学）と共同研究を行っている。
- ・高炉から発生するフライアッシュを活用してハイデガスを製造する研究を鉄鋼メーカーと共同研究している。

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）

3-1-1 現地でのハイデガスの説明とサンプル作成

第一回現地調査では、大統領府、外務省、環境国土農業開発省、財務省、内務省等をサンプル、資料とともにハイデガスの特徴を説明、合同で試供体を作成した。

第二回現地調査では、実際に施工できるか検証するため、海岸でサンプルを作成した。

▼供試体作成（第一回現地調査）



▼海岸でのサンプル作成（第二回現地調査）



写真3-1 HDGのPRイベント（公共事業省で実施）

3-1-2 現地材料による各種試験

現地の材料(細骨材や粗骨材はサンゴ砂、礫)を用いるため、第1回～第3回渡航の中で骨材をキリバスから採取した。骨材の基礎的物性や HDG コンクリートに使用するにあたり、日本国内で物理試験、圧縮強度試験、耐酸性試験などを実施した。

海水による浸食は、波浪によるもの、塩化物イオンによる鉄筋腐食、硫酸塩によるもの等あげられる。これらの要因の中での硫酸塩による影響が主のものとなっている。

このため、海水に対する劣化促進試験として、耐酸性試験を実施し、表面観察および質量の変化を測定し評価することとした。

圧縮強度試験状況



耐酸性試験供試体状況(浸漬42日)
(左: HDG、右: 普通コンクリート)



写真3-2 圧縮強度試験、耐酸性試験供試体

3-1-3 キリバスにおける護岸の評価

KAPⅡにおける護岸建設の問題や海水と塩分を含んだ骨材を使用して建設されている護岸の評価、HDG に対する期待などについて聞き取るため、建設を統括する大統領府や KAP 事務所などを訪問した。また、民間護岸について各戸を訪問し、護岸の整備状況などを調査した。

初回大統領府訪問時の状況



アンケート（質問票 キリバス語版）

NO _____

TITIRAKI IAON BONON MWENGAM

Bon te bubuti am ibubuki iaon kaekaa titiraki aka a oti inano iaon bonon mwengam. Kaekaa am titiraki aka a na koreaki n te ribooti ae e na kanakaki nakon JICA ibukin kanatebwaan taan boono iaon Kiribati. Bon te kauring ni iraroro ao e risi ni matata bwa JICA E BON AKI kona ni ibubuki nakon katean/karaoan am bono, ma am kaeka e na kona ni buobuki ibukin Kiribati ae bwanin nakon taai aka a na roko. Ngaia ae ti bubuti am ibubuki ni kaekaa titiraki aka. Ko bati n rabwa.

Hashime Watanabe, JICA Mission Leader

Q1. E tabe ni namakinaki taran/tarikan te ran mwini keeraken te iaubuti man bibitakin kanoan boons, ao taian kanganga aka a niki man korakoran mwaitin te botanaomata iaon Tarawa Telesinano

1. A taku taan nabakau bwa e na rikirake aron te mwebuaka ao kanganga aka a na niki man bibitakin kanoan boons iaon Kiribati n aron keeraken te iaubuti ao kanakin te aba. Tera ko na karacia nakon taai aka a na roko?

a) Tera ko na karacia/tera am iango?

① Ko a bon kan tiku iaon Kiribati ② Ko kani mwaing nako tinanikin Kiribati
③ E tuai rang reke am iango moa

b) Tera am kantaranga ibukia te roro ae e na roko?

① A na boni tiku iaon Kiribati ② A na mwaing nako tinanikin Kiribati
③ E tuai rang reke am iango moa

2. Iai nekai taan waaki ma karikake aka a waakinaki ibukin kaitaraan kanakin te aba ao keeraken te iaubuti. Ni am iango tera te karikake ae moani baan te kakawaki ao e na risi ni kabataaki riki?

① Unikan te tongo ② Katean te bono
③ Tiataran anaakin te tano ma te atama mai iaon te bike
④ Te kamwaing inanon Kiribati ke tinanikin Kiribati
⑤ Iango niki tabeaus (_____)

Q2. Iai te bono n mwengam?

① Iai inakon Q3 ② Iai ma e uruaki (nakon Q3 & 4) ③ Akea (nakon Q5)

Q3. Iai te bono ke iai ma e uruaki

1. E tai ningai am bono? (_____ te riki n nako)

2. Ibukin tera e katesaki am bono?

① Bwa akea te mwaawa ② Bwa e korakora te kanaki
③ Bwa e rinin taari ④ Bwa e kateia kaain irarikin
⑤ Iango niki tabeaus (_____)

3. Mwaitra am kabanemwane? Maanra kateana/karoina?
(AS _____) (_____)

アンケート（質問票 日本語版）

問1. 今キリバスでは、気候変動による海面上昇で水資源の欠乏や南タラワへの人口集中など様々な課題があります。この点についてお聞かせください。

1. 気候変動による海面上昇、これに伴う海岸浸食が今後進むことが予測されるなかで、今後どのように対応するかお聞かせください。
2. 現在、海岸浸食や海面上昇による国土や土地の喪失に対して、以下のような対策が行われています。最も重要と思われる対策をあげてください。

問2. あなたの住居には護岸が整備されていますか？

問3. 整備されている、壊れていると回答した方へ

問4. 壊れていると回答された方

1. いつ壊れましたか？建設年、壊れた年について教えてください
2. 壊れたあとどのようにしていますか

問5. 護岸を整備していない方

1. 護岸を整備しない理由
2. 今後護岸の整備を予定していますか？

問6. 護岸を整備するうえで何が一番問題ですか？（すべての方）

3-1-4 護岸の建設現状調査

護岸の建設計画から施工までの状況がどのような検討や要領のもとに行われているか、HDG コンクリートを問題なく適正な施工を行うことができるかを確認するため、公共事業省との協議やワークショップを開催、施工現場視察等を行った。



写真3-3 ワークショップ時の状況と 施工視察の状況

3-1-5 その他調査 - 1（高潮等災害時の状況把握）

護岸は、高潮時やサイクロン来襲時などに海岸の浸食や交通の通行を確保するなどの役割を担っている。高潮やサイクロン来襲時に南タラワの状況がどのようになっているかなどの、ワークショップを開催し（第二回現地調査）、災害時の活動状況等を把握した。

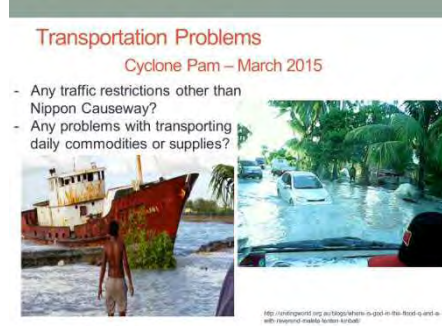


写真3-4 ワークショップ時の状況と利用した資料

3-1-6 その他調査 - 2（住宅用建材としての活用の可能性）

キリバスでは、HDG コンクリートの住宅用建材としての可能性が高いと考えられるため、キリバスの建設事情と HDG コンクリートの導入への可能性を調査した。



写真3-5 建物の状況（コンクリートブロック、RC 造の建物）

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

3-2-1 原材料の現地生産

HDG はガラスの粉末を原材料としているため、日本では福島県、山形県の産廃業者を通じて調達している。キリバスや隣国フィジーではガラス粉末を安定的に調達できないこと、もう一方に、高炉スラグは製鉄を行っているインドネシアなどの調達も考えられるが、高炉スラグの品質など詳細が不明であり、現地生産が難しい状況にある。

3-2-2 現地材料による各種試験結果

(1) 試験の経緯

ア 『渡航前』：2016年5月～9月【早期固化・高強度】

キリバスにおける砂は、サンゴ砂との情報を元に、熱帯魚飼育用のサンゴ砂を入手して、骨材としてコンクリートを製造し圧縮強度試験を実施、十分な強度が得られた。

イ 『1回目渡航時』：2016年10月～11月【早期固化・高強度】

公共事業省より提供された砂を用いて公共事業省で供試体を作成、日本に持ち帰り圧縮試験を実施、渡航前の圧縮強度試験結果との差異を確認した。早期固化は確認できたが、骨材の影響により、渡航前圧縮試験結果に比べ圧縮強度は低い結果となった。

実験結果から、骨材の影響を最小限に留めるため粗骨材は使わず砂を用いた。

ウ 『2回目渡航時』：2017年1月【固化材価格・早期固化・強度】

2017年1月より、ラグーンの一部の地区で採取が認められていた砂の採取が禁止され、海砂販売公社の骨材のみ利用可能となる法律が施行された。このため、海砂販売公社の砂を購入し、日本に持ち帰り圧縮強度試験、物理試験を行った。

また、住宅建材への活用を視野に入れて、高炉スラグから「高炉セメント（注1）+ HDG」のサンプルを作成し上記の実験を実施した。

材齢7日のサンプルを用いた物理試験（耐酸性試験（注2））では、普通セメントコンクリートと同様なパターンで体積が減少する傾向が認められ、普通コンクリートと大きな差異は認められなかった。圧縮強度試験では、普通コンクリートに比べて高い強度となった。

高炉セメント+HDG は建築資材としての可能性である。護岸のような過酷な環境下では耐久性に優れた「高炉スラグ+HDG」の組み合わせが望ましいことが分かった。

エ 『3回目渡航時』：2017年4月【耐久性・トータルコストの低減】

護岸工事には「高炉スラグ+HDG」の組み合わせたコンクリートで進めることとし、普通コンクリートに比べてどの程度劣化速度に差異があるか確認することにした。

「高炉スラグ+HDG タイプ」、「高炉セメント+HDG タイプ」、「普通ポルトランドセメントタイプ」の供試体を作成し現在、耐酸性試験を実施中である。

注1) 高炉セメント 高炉スラグ 40%、普通セメント 60%で構成されるセメント

注2) 耐酸性試験：塩類による化学的腐食の代表的なものは硫酸塩による化学的腐食である。海水作用における浸食は波浪に伴うものや塩化物イオン鉄筋腐食への関与を除けば、主に硫酸塩によるものである。コンクリートの耐久性を評価する試験として耐酸性試験を実施した。

(2) 各種試験結果

「高炉セメント+HDG」のコンクリートは材齢28日の圧縮強度が30N/mm²を超えるケースが大半であった。耐酸性試験結果からは、高炉セメントの中に普通セメントが混在しているため、普通セメントと同じ傾向が表れており護岸としては利用できないが、海水の影響を受けない住宅用建材として利用が可能と判断できる。(上段図参照)

「高炉スラグとHDG」のコンクリートは現在実験中であるが、圧縮強度は普通セメントコンクリートと同程度で、耐酸性試験では普通セメントコンクリートや高炉セメントコンクリートに比べて明らかに劣化に対する性能が高いことが確認できた。

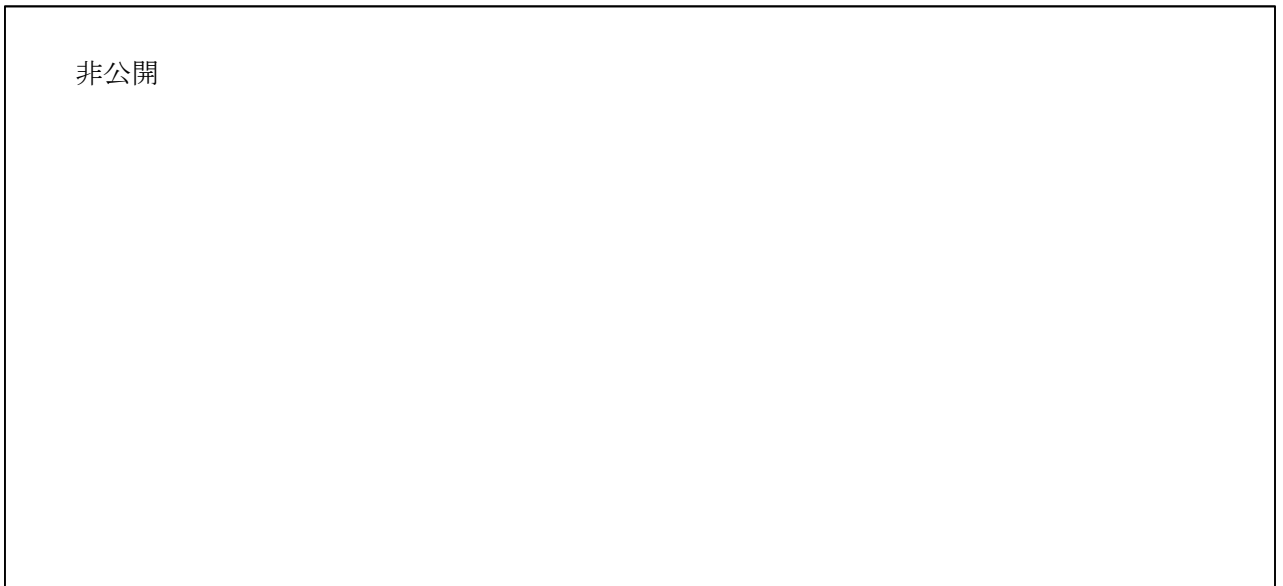


図 3-1 各種試験結果（高炉セメント+HDG）

JICA 調査団作成

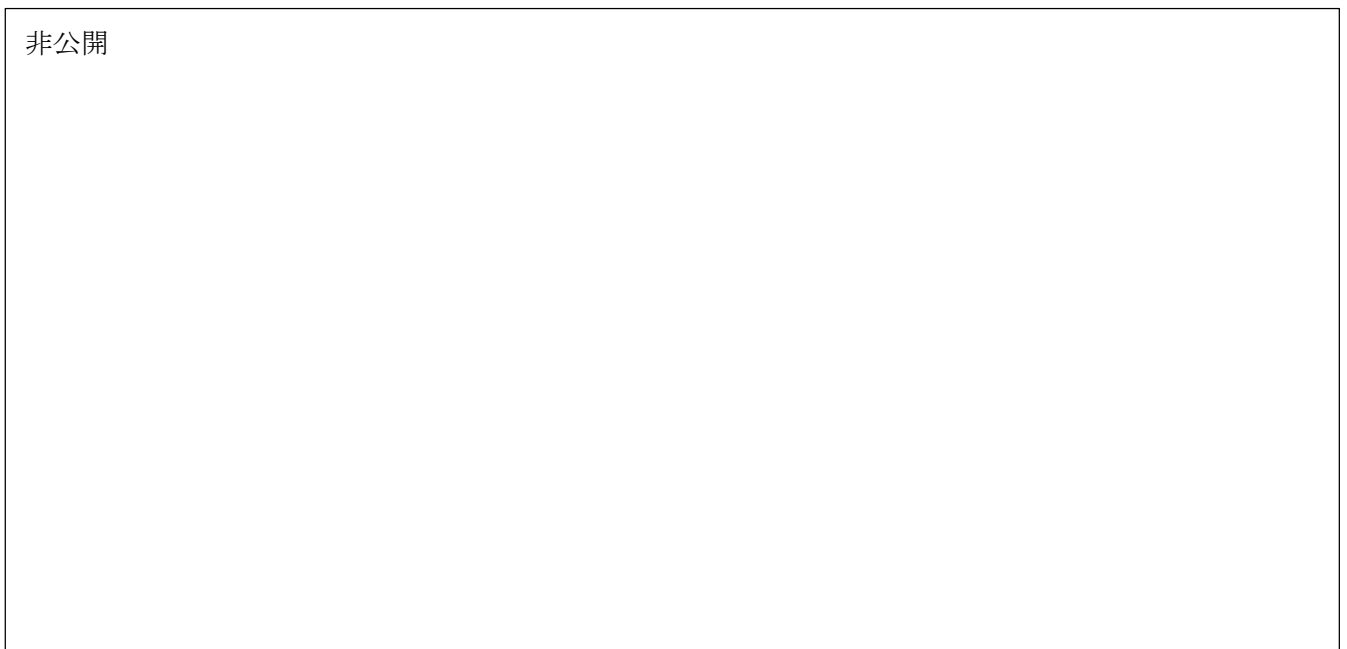


図 3-2 各種試験結果（高炉スラグ+HDG）

JICA 調査団作成

普通セメントコンクリートとHDGコンクリートの塩類による科学的腐食の違いは、それぞれの主成分によって異なる。

普通セメントの主成分はカルシウムで、海中の硫酸塩と反応し二水石膏を生成、これとアルミ酸三カルシウムと反応してエトリンガイトを生成、これにより膨張しコンクリート組織が壊れて体積が減少する。

HDGにはカルシウムが微量含まれているものの、高炉スラグを加えることによりカルシウムの割合が多くなり、硫酸と反応するが、硬化したHDGコンクリートは緻密な構造であるため、浸漬後1～2週間は膨張している段階で、剥離による質量の減少には至っていない。

今後、時間の経過とともに膨張剥離が進むが、HDGコンクリートは緻密であるため、その進行速度が普通セメントコンクリートと比べて著しく遅く、体積減少は微少となることがうかがえる。

前頁の耐酸性試験結果はキリバスの骨材を用いてサンプルを作成しており、試験結果からHDGコンクリートがキリバスでも劣化に強いコンクリートであることがうかがえる。

非公開

図 3-3 普通コンクリートとHDGコンクリートの劣化の違い

3-2-3 キリバスにおける護岸の評価

(1) 関係省庁での評価

護岸の評価を大統領府や KAP に対してヒアリングを実施した。以下のように多くの課題があげられた。共通の課題として見えてきたのは、護岸が壊れやすい、修復するコストが高い、現場監督・技術者のスキルが乏しい等、抜本的な計画の改善が必要であることが認識できた。

ア 大統領府

大統領府でのキリバスの護岸について、材料や技術上の問題が指摘された。

- ・護岸はキリバス政府の中でもプライオリティが高い問題として認識しており、現在の護岸は、壊れやすい構造になっている。
- ・図面では 45° の勾配で護岸を作る予定が、実際は垂直の護岸が出来てしまった。
- ・積算ミスで予算が足りなくなり、工事が中断された。
- ・現在の護岸は壊れやすいので、修復するコストが高くなってしまっている。
- ・現状の護岸は壊れやすいので、HDG コンクリートで丈夫な護岸を作ってほしい。
- ・キリバスでは、技術者のスキルが乏しいことから、技能訓練も実施していきたい。
- ・キリバスは、海に囲まれており、早急に護岸を整備するようキリバス政府から言われている。

イ KAP

KAP では、主に公共事業省の技術不足が指摘されたが、一方で海外技術者を招聘すれば費用がかさんでしまうため、キリバスの若い技術者を育てる方法しかないと考えていた。

- ・KAP の護岸建設では、設計の段階で基準等を明記していたが、公共事業省が施工管理としての責任を果たせていない。
- ・問題として、公共事業省の人材不足が挙げられる。
- ・KAP II では公共事業省が図面等なしで施工していたため、技術者を派遣したが、うまくいかなかった。
- ・信頼できる土木技師はキリバスにはいない。
- ・キリバス政府としては、海外の技術者は人件費が高いため、安価なキリバス人技術者により、多くの護岸を整備したいと考える傾向にある。
- ・護岸の構造として脆弱であることや海水で練る粗悪なコンクリートを作るなど山積する問題のせいで修復するコストが割高になってしまっている。

(2) 民間の評価

調査団が護岸を整備するにあたって、アンケートにより問題点を聞いたところ、以下のように「壊れやすい材料しかない」という意見が多かった。また、護岸が壊れた人にその内容を聞いたところ、最大 5 7 年供用を除いて、近年につくられている護岸は最大 5 年～10 年が耐久年数といえる。

表 3-3 護岸建設時の問題点

問:整備するうえで何が一番問題ですか(回答者 20 名)

回答内容	指摘数
壊れやすい材料しかない	8
安心して任せる建設業者がない	6
護岸の設計、施工する技術者がいない	6
関係機関への手続きが煩雑	4
セメントが高い	1
材料・設計共に壊れやすい護岸ばかり	1
土木工学を満たす設計理念がない	1
特にローカル部材の耐用性が低い	1
計	28

JICA 調査団作成

表 3-4 護岸が壊れた年数等

護岸の材料	護岸の形状	建設してから年数	建設年	壊れた年
コンクリート サンドバック	Seawall	10	2000	2010
サンゴ岩 サンドバック	Seawall	1	大潮ですぐ壊れる	
サンゴ岩 コンクリート	Seawall	5	2012	2015
サンドバック	Revetment	57	1947	2004
サンゴ岩	Traditional	4	2001	2005
サンゴ岩	Traditional	10	1995	2005
サンゴ岩	Traditional	3	2014	2017

JICA 調査団作成

3-2-4 護岸建設の現状

公共事業省では、以下のような進め方で整備している。

(1) 護岸建設の進め方

- ① 各省やコミュニティから護岸建設申請を大統領府が整理統括し、護岸建設リストを公共事業省に提示、これに従って公共事業省は、予算に応じて護岸建設を実施している。
- ② 建設にあたっては、公共事業省が施工者（会社、個人事業主、コミュニティ等）入札で選定、必要に応じて機材等貸与、施工者が労務者を募集し施工している。
- ③ 護岸設置場所の現状、設計方針（隣接道路の通行の確保、樹木の保護など）、平面・横断図等作成などが省略されることによる施工不良や積算不良による工事の中断などが発生している。建設現場の地形図や計画平面図横断図等作成する等、以下、具体的に記述する。

（２）計画、検討不足

これまで建設してきたサンドバック護岸の設計図書（平面図、横断図等）は無く、新たな護岸として建設し始めた「マスコンクリート護岸」の設計図書は、護岸の標準図のみ1枚である。

実際、図面1枚で施工された事例が右の写真である。現地の地形把握、地質調査、測量などを行わず、不明瞭な状態で護岸を建設していることがうかがえる。

調査団は大統領府訪問時に護岸建設中に積算不備で予算不足となり工事中断という事態が発生したことがあるとの事例も確認した。

（３）問題１：実務不足

公共事業省の技術者の実務不足という現状は、以下のような原因があげられる。

- ・海外援助による護岸建設に直接携わっておらず、主に護岸の施工管理を行っていた。このため、建設全体の建設計画を作成する機会は少なく、具体的な設計方法の検討を行う方法を理解していない。
- ・公共事業省上層部では、「これまで、設計や施工の品質に妥協ばかりしてきたため、キリバス国内の構造物は劣化が早く、機能を十分に果たせていない。今後、これらに妥協はできない」としており、教育訓練等の必要性を認識している。

いずれにしろ、OJTなどにより護岸の計画から施工まで、各段階の検討を行い計画範囲や形状を決定する経験を積むことが必要である。



写真3-6 標準図1枚で施工された事例(護岸や基礎との一体化)

(4) 問題2：品質管理知識不足

骨材、セメント等の配合で、海水は経験や目分量で計量されている。最終的には、空練りしたセメントと骨材のサンドバックを海水に浸し、手で揉みこんでいるので、セメント分がほぼ流れてしまい貧配合のコンクリートになっている。また、打設時に十分な締固めも行われていないので、空隙の多い脆弱なコンクリートが出来上がってしまっている。

①型枠設置
※この時点で、天端の寸法は20cm以上
※使い古された型枠を繰り返し使用している。

②サンゴ砂とセメントを混ぜる

③サンゴ砂とセメントを空練り
空練りの作業人数は4人

④骨材(サンゴ礫)投入

⑤空練り完了(砂、礫、セメント)
※作業人数は4人だが、手作業なので均一に練れていない箇所も出てくる

⑥海水投入
※コンクリート用の水は海水を汲んで代用している

⑦海水を荷台(一輪車)へ移す

⑧海水に浸したサンドバックの中で空練りを混ぜる
※空練りを入れたサンドバックを一輪車で浸し手で揉んで型枠へ投入している

⑨型枠内へ打設
※手で揉んだだけの生コンクリートなので均一に練られていない

⑩型枠内での練り混ぜ
※生コンクリートを素手で触っている

※最もやってはいけないこと
生コンクリートを手で揉んでいるだけなので、セメント分が袋からほぼ流れ出てしまう。本来のコンクリートとして機能おらず、完成後の表面は、数十年風雨にさらされているような状態でボロボロになっている。

↓ このような施工をした結果...

施工不良.



古い型枠を繰り返し使用したため、隙間ができてしまう。隙間は紙を詰めて、紙が溶けたら空隙(弱点)となる。



※型枠の合わせ目にずれが生じており段差ができてしまっている

(5) 問題3：設計を反映しない施工

キリバスでは、標準図の寸法を無視して独自に施工を行う業者も実在している。護岸調査も兼ねて以下のように寸法、外観等に問題がないか現地視察を実施した。

その結果、図面の寸法と異なる点が多く見られ、外観もボロボロの状態で本来の護岸としての機能は低いと考えられる。



3-2-5 製品・技術の法的適合性、経済・社会的適合性、品質・性能等の適合性等

(1) 法的適合性

キリバスにはコンクリートの許容圧縮基準値は定められていない。キリバスは特殊な条件下(島国なので真水に限りがある)にあるので、国際基準に準拠する必要はないと考えているが、一方で、それにも限界があることも認識している。一方、キリバス住宅公社の住宅建設には、オーストラリアの基準(圧縮強度30 N/mm²)が適用されている。

現状では、30 N/mm²以上確保されており、日本の無筋コンクリートの圧縮応力(18 N/mm²)を十分上回っている。また、ニッポン・コーズウェイのコンクリート基準(設計圧縮強度21 N/mm²)から見ても、基準値を上回っており適合している。

(2) 社会的適合性

キリバスで建設される護岸は、海水+塩分を含んだ骨材を使用しているため、劣化しやすいとの印象を国民や政府は持っている。このような環境下で5年~10年で壊れることを前提として建設している状況にある。このような中でHDGコンクリートは耐久性の高い護岸づくりが可能となるため、キリバスの社会の中で支持を得られることが期待できる。

（3）経済性

キリバスのセメント1kgあたりの価格を比較すると、HDGセメントは、3.40倍となる。また、1m³あたりキリバスのセメントを使用したコンクリート費用と比較すると3.03倍とキリバス産に比べ約3倍高くなる。しかし、耐久性は5倍以上あるため、初期投資は高いが、長寿命となり、ライフサイクルコストは低くなることが期待できる。

非公開

図 3-4 ライフサイクルコストの比較

(4) 環境への適応性

ア CO₂の削減

普通セメントは、製造過程でクリンカを製造するが、原料のひとつである石灰石を焼成することでCO₂が発生してしまう。高炉セメントは、普通セメントに高炉スラグ微粉末を多量に混合させるため、クリンカの構成(量)を大幅に引き下げることが出来るのでCO₂削減が可能となる。

セメントを製造する際、1 tあたりのCO₂削減率は高炉セメントの場合だと普通セメントより約40 (%)削減できると報告されている。(下表参照)

また、高炉スラグはもともと、鉄鉱石等の製鉄の際に発生する副産物である。

さらに、HDG の場合は、普通セメントが1,500度の熱で製造するのに対し、HDG は1/10程度の低温で製造できることから、CO₂削減に大幅に寄与できる。

表 3-5 CO₂排出量 (セメント1トン当たり)

CO ₂ 排出源	ポルトランドセメント (1)	高炉セメント (2)	CO ₂ 削減量 (1) - (2)	CO ₂ 削減率 (%)
石灰石	469	275	194	41
電力・エネルギー	300	185	115	38
計	769	460	309	40

鉄鋼スラグ協会 (<http://www.slg.jp/activity/ondanka.html>) に基づき JICA 調査団作成

イ 海中への溶出

HDG コンクリートの成分溶出試験を行ったが、日本国内の環境安全品質管理基準をクリアしているため、環境上問題ないことが確認された。

表 3-6 HDG コンクリートの成分溶出試験結果

非公開

JICA 調査団作成

3-2-6 その他調査 - 1（高潮等災害時の状況と対応策の現状）

キリバスでは、2015年にサイクロン・パムが来襲し、死傷者は出なかったが、キリバス国内ギルバート諸島各島で多くの建物、道路等、様々な被害を受けた。被害状況、各支援機関の対応状況、対応システムなど以下に記述する。

（1）サイクロン・パム来襲時の状況

サイクロン・パム来襲時の被害額は全国で総額1億豪ドル相当に達し、南タラワでも各地区を結ぶコーズウェイはすべて被害を受け、浸水したエリアは停電となり、停電(3～4日程度)停電が続いた。

このような中で公共事業省は、南タラワにおけるコーズウェイの応急対応や市民から護岸補修の要望について対応を行ってきたが、波浪がコーズウェイを越流し道路が視認できない、浸水地区が通行不能状態となっていたため、潮が引いてから出動の応急作業となった。また、コンクリート用のセメントや骨材が不足したとの報告がある。(第二回現地調査ワークショップ時)、公共事業省からの聞き取り調査によると、離島における復旧工事は現在も進められているが、予算や機材、有資格人的資源の不足により進捗状態は芳しくない。

（2）キリバスの災害時の諸活動

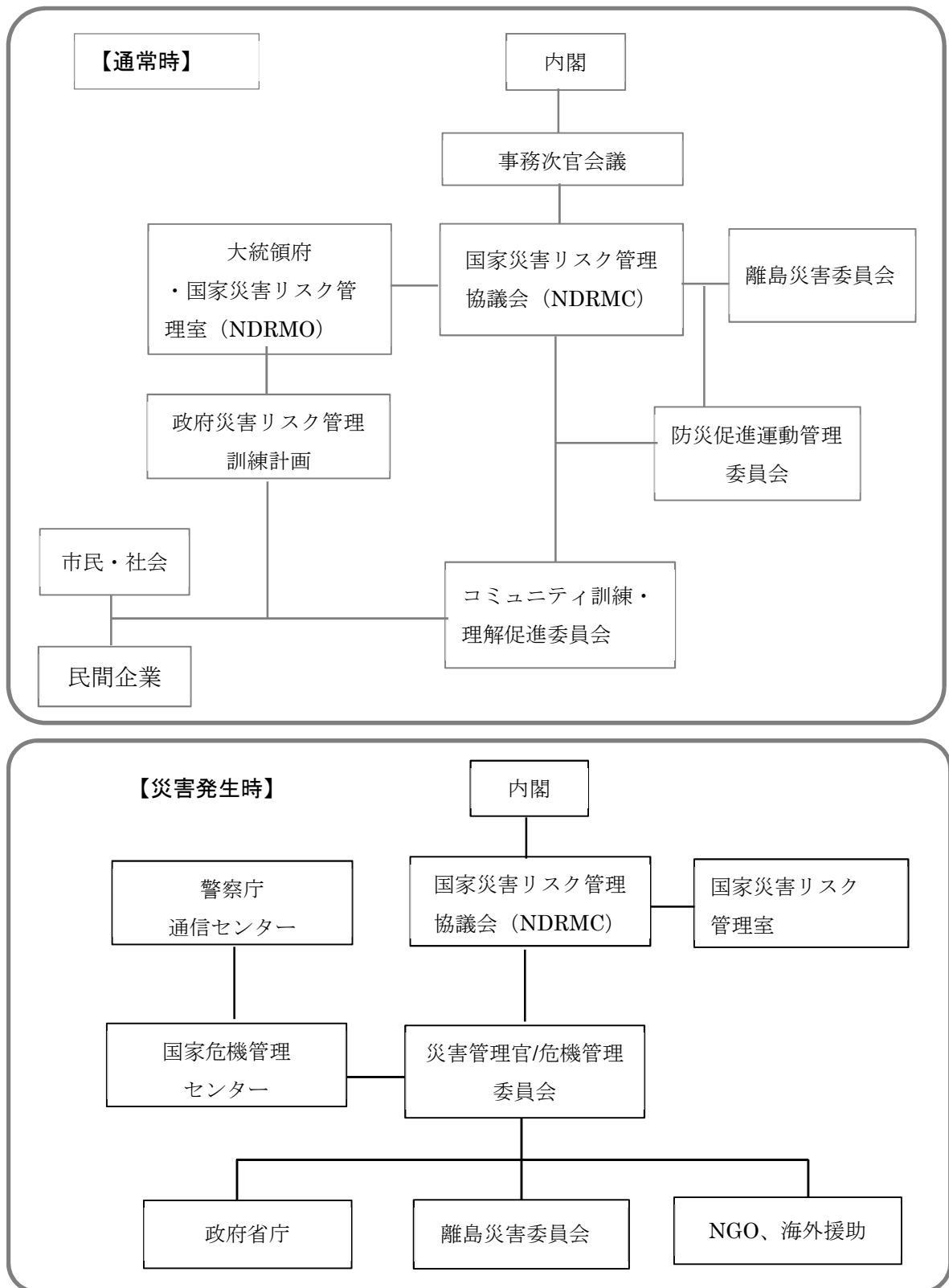
キリバスでの災害は、以下のような事象として定められ、それぞれの災害に対して対応機関、支援機関が定められている。公共事業省は「干ばつ」の対応機関となっている。また、高潮・波浪に対しては、警察庁を支援する機関として位置づけられている。

表 3-7 災害時の対応機関、支援機関

災害	対応機関	支援機関
火災	消防	警察庁
有害物質の流出	消防	環境国土農業開発省／公共事業省／警察庁
海難事故	通信運輸観光開発省	警察庁／オーストラリア沿岸パトロール
干ばつ	公共事業省	内務省／保健医療サービス省／環境国土農業開発省
海洋汚染	漁業海洋資源開発省	警察庁／消防
航空事故	消防	消防／警察庁／保健医療サービス省
津波	警察庁	消防／保健医療サービス省／公共事業省／内務省
高潮、波浪	警察庁	消防／保健医療サービス省／公共事業省／内務省／社会問題省
外来動物疫病	環境国土農業開発省	保健医療サービス省
植生物疫病	環境国土農業開発省	
伝染病	保健医療サービス省	赤十字

Kiribati Joint Implementation Plan for Climate Change and Disaster Risk Management に基づき JICA 報告団作成

災害時の対応は、国家災害リスク協議会（各省の事務次官で構成）が中心となって、通常時は防災訓練や教育、災害時は災害管理官や危機管理委員会の支援を受けて進められている。



Kiribati Joint Implementation Plan for Climate Change and Disaster Risk Management に基づき JICA 報告団作成

図 3-5 災害時の対応システム

キリバスでの災害対策（National Disaster Risk Management Plan January2012）では、以下のような5の段階を災害に対応する国家対応システム（National Activation System）を定めている。下表は公共事業省の災害時の活動内容である。活動が最も多いのは、当然であるが発災直後（ステージ4）の救援や初期復旧対応である。国の初期復旧時の最優先対象は、捜索・救援、医療サービス、空港・港湾施設、飲料水・電気の供給であり、公共事業省は通信運輸観光開発省と協力して、滑走路や道路の瓦礫の撤去、飲料水、電気の供給などを担っている。

高潮、津波など自然災害時には、コーズウェイや浸水地区に護岸が建設されていれば、多くの時間通行可能となり復旧作業などが早期着手・完了となるが、護岸が整備されていない現状では、被害規模をできるだけ減少させる方策（例えばコーズウェイ通行遮断時を想定した浸水の恐れのあるコミュニティへの土嚢、セメント・骨材等の事前配備、護岸の補強、道路路側にある配電盤の防護など）を事前活動（ステージ3）以前に行うことで、地区への浸水や停電等の被害縮減が期待できる。

表 3-8 公共事業省の災害時活動（主な担当・支援内容）

段階	内 容
ステージ1(準備) (48-24時間前)	・公共施設の安全を確保するために必要な措置を講じる ・動員準備の確認/使用可能な輸送手段の待機指示/公共避難所の準備/公共施設の点検・緊急電力システム稼働の確認/主要施設準備状況の確認/避難所ルートと通行確保/人や物資輸送の準備
ステージ2(待機・監視) (24-12時間前)	・上記措置の継続/水道、下水道、および電力システムの点検、必要に応じて閉鎖
ステージ3(事前活動) 12-0時	安全を確保するために電力の供給・監視および制御する 空港、主要道路、病院等主要施設の被害評価や主要設備の修復のための人員配置計画の作成
ステージ4 (応急対応、救援、初期復旧活動)	滑走路、道路からの瓦礫の除去/危険な建物の解体設備と担当者の配置/緊急水供給の管理/NDRMC (National Disaster Risk Management Council) から島外被害評価のコピーにより資源の優先順位付けと配分/損傷の評価と修理の優先順位付け (病院と避難所) /水淡水化プラントの運用実績を NDRMC に状況報告/公共施設被害把握と提出/支援機関や地域社会が提供する作業チームの指示と監督/援助プログラムなどによる請負業者へ支援サービスの提供、契約プログラムマネージャーとしての役割を果たす/点検修理、サービスの再開/緊急下水道管理を提供/水質モニタリングの実施、NDRMC に緊急水需要に関する優先事項報告/必要に応じて衛生検査を実施
ステージ5(復旧)	NDRMC による検討のためのコストとリソースを備えた公共施設修復プロジェクトの策定 ・復興プロジェクトのプロジェクトマネージャーの任務を遂行する ・承認された建築基準に従って建物の再建を監督する

3-2-7 その他調査 - 2（住宅用建材としての活用の可能性）

キリバスでは住宅用建材として、コンクリートブロック(原料:真水とサンゴ砂とセメント)を使用しているが、水を吸いやすくボロボロになってしまうのであまり品質が良くない。キリバス住宅公社は、今後コンクリートブロックをフィジーから購入することを検討しており、値段も安価で品質が良く鉄筋も入れることができることができるフィジー産のブロックを普及させていく考えがある。

また、キリバス住宅公社は、試験的にだが、比較的誰でも容易に家屋等を作ることが出来る南アフリカの MOLADI 社の壁の型枠施工法の計画を進めている。

今後、計画を進めていく中で、コンクリートの強度、耐久性など様々な問題点が出てくると考えられるため、キリバスに豊富にある海水という資源を利用して練ることが出来る HDG コンクリートを利用することで問題を解決できるのではないかと考えている。

MOLADI 社

工法：家屋専用のプラスチック型枠を使用、形状はパターンに合わせて既存の型枠があり、施工が簡単で2日あれば作製可能である。

品質：硬化時間は2時間、翌日脱型可能である。（型枠内に骨材+川砂+ポルトランドセメント+モラディの固化剤+水を混ぜたモルタルを注入）

強度、耐久性不明

結果：施工方法は簡単であるが、強度、耐久性に不明な点があり、2時間という硬化性は超早強並みの品質なのでひび割れや耐久性に問題が出るのではないかと疑問が残る。

DAY 1

1日目11:00開始



- ◆STEP 1：型枠設置
面積：74m²、出来上がり重量＝550kg、
容積＝4m³
・型枠の組み立て方は、未経験者4人で4時間以内に組み立て可能
- ◆STEP 2：内装型枠の組み立て
- ◆STEP 3：外装型枠の組み立て
・未経験者4人でも4時間で組み立て可能
- ◆STEP 4：型枠内のモルタル充填
・充填には、MOLADI社の固化剤を使用

1日目17:00終了

DAY 2

2日目7:00開始



- ◆STEP 1：型枠の脱型
型枠の脱型は、未経験者4人で2時間で終了
- ◆STEP 2：壁面にセメント系塗料の塗布
- ◆STEP 3：窓、ドア、屋根を設置最終仕上げ

2日目17:00終了

MOLADI 社 HP (http://www.moladi.net/construction_process.htm) に基づき JICA 調査団作成

図 3-6 MOLADI 社の施工の流れ

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

3-3-1 劣化に強く、耐久性のある海水練りコンクリートへの期待

キリバスでは、限りある貴重な水資源を建設関連に利用できない事情から、コンクリートの練り混ぜに海水も用いているとともに、海砂を洗浄せずそのまま使用しているため、コンクリートの劣化により壊れやすいと考えている。海外から良質の骨材を輸入して護岸を建設することは経済的に難しいとあきらめているのが実態である。このような中で、HDG コンクリートは、海砂を洗浄しなくても耐久性の高い護岸建設が可能である。このためかヒアリングなどには、HDG コンクリートの導入を待ち望む声が多数あった。キリバスでのHDG コンクリートのニーズは高いと判断できる。



図 3-7 劣化による護岸の倒壊例

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

3-4-1 HDG コンクリートの有効性

(1) 現地材料による圧縮強度、耐久性を確保

気候パターンの変化により、海岸線への影響、資産への物理的損傷、政府やコミュニティへの経済的損失等を引き起こしている中で、国家開発計画（KDP 2016-2019）では浸水地域の特定、海面上昇の影響に耐える堅牢な防波堤設計の導入などにより、戦略的な海岸部の強化を図ろうとしている。具体的には、従来の「サンドバック」護岸から新しい「マスコンクリート護岸」への転換し実行している。しかし、マスコンクリート護岸の建設は従来の海水と塩分を含んだ骨材を使用している。このため耐久性の面で課題となっている。セメントを HDG に変えることで、護岸の耐久性がさらに向上することが期待できる。

「P 24 図 3-2 参照」

(2) 有効性を確保するための課題

HDG コンクリートを用いた品質の高い護岸を建設するには、以下のような対応が必要である。

- ・護岸の実務経験が不足しているため、OJT(設計施工等職業教育)による建設計画を作成することで、実務能力の向上を目指す。
- ・現場監督の技能、技術が不足しているため、技能・技術講習会による現場監督のレベルアップを目指す。



JICA 調査団作成

図 3-8 災害に強いキリバスに向けた課題と対応

3-4-2 ODA事業等での活用可能性

現在 KAPⅢは護岸工事を除いて終了している。公共事業省によると、KAPⅢで護岸の工事を想定している箇所はアンダーソンコースズウェイの護岸の改修と新設を考えている。施工は海外の施工業者ではなく、公共事業省が実施することになっている。

このため HDG コンクリートの活用の可能性が考えられ、第三回現地調査時に KAP 事務所を訪問し HDG コンクリートの活用について要請した。前向きに検討したいとの言質を得ることができた。



図 3-9 KAP 護岸建設予定地

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

4-1-1 具体的な ODA スキーム名称及び概要

(1) ODA のスキーム

以下の事業を普及・実証事業で行う。

- ・ HDG コンクリートを活用した護岸の建設
- ・ 協働による護岸建設計画（OJT による人材育成）

キリバスでは、気候パターンの変化により高潮時などに波による陸地の浸食が発生し、住宅や公共施設への物理的な損傷及び政府やコミュニティへの経済的損失を引き起こしている。多くの建設資材を輸入に頼る他ないため、護岸はセメントと塩分が含まれる骨材で混ぜた劣化しやすいコンクリートで建設されている。

一方、これまでインフラの多くは海外の援助で建設されてきたことにより設計施工や現場監督が海外のコンサルタントや現場監督が担っていた。このため、キリバスの技術者や現場監督は護岸建設にかかわる経験不足の中で、無計画で施工不良の護岸を建設している場合が多くみられる。

(2) ODA 案件化の目的

HDG コンクリートを活用した耐久性のある護岸を建設するとともに、技術・技能を向上させることで品質の高い護岸を継続的に建設できる体制づくりを支援することを目的とする。

4-1-2 当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果

キリバス政府が建設する護岸は、海外からの骨材輸入等はできないため、セメントと塩分が含まれる骨材を用いている。このため、護岸の飛沫帯など海水や大気に交互にさらされる部分は劣化が激しく、当該部の劣化が原因で護岸の構造が損傷している。劣化に強い護岸は、キリバス政府や住民から強く望まれている。

計画・設計段階では、設計図書を用いずに標準図 1 枚のみで護岸を建設しており、現地の地形や樹木などの制約条件を考慮した計画を行っていないため、護岸を建設すると護岸両端の陸地が浸食されること、樹木を巻き込んで護岸を建設してしまうなど問題があり、現地状況図、設計方針、設計、積算等段階を経て、護岸を建設する方法を取得し担当者の技術力の向上、公共事業省の技術蓄積を促進することが喫緊の課題である。

施工段階では、現場監督の技能によって出来上がる護岸は異なっている。標準図に忠実に施工する現場監督とそうでない現場監督が建設する護岸は形状の寸法が異なる。また施工現場ではセメントと骨材を混ぜて袋に入れ、一輪車の荷台の海水に浸し、型枠内にモルタルを流し込んでいく。この過程でセメントが荷台の海水中に流出してしまうため、セメントの少ない脆弱なコンクリート構造物となっている。以上のように、施工現場での監督や労務者の技術的な知識や技能が低い状態で建設されている。施工技術の向上による品質の確保が大きな課題である。

HDG コンクリートを活用することで堅固な護岸を建設するとともに、公共事業省の技術者や現場監督を育成し、海岸浸食抑制、災害時の活動の支援、環境に配慮した護岸建設のノウハウが蓄積することで、今後継続的に良質な護岸がキリバスに建設される。

4-1-3 対象地域及び製品・技術の設置候補サイト

(1) 対象箇所選定

護岸建設候補箇所は、公共事業省の護岸建設計画リストから協議の結果、以下に示すナンテイラ・コースウェイとした。候補区間は改修区間と新設区間の隣接した2区間含まれており、災害時交通の通行を確保する重要な区間であること、当該地区は健全な海岸から海岸浸食区間、護岸損壊区間等、計画や設計するうえで様々な検討ケースを有しているため、OJTの教材としてふさわしいとの判断から決定した。

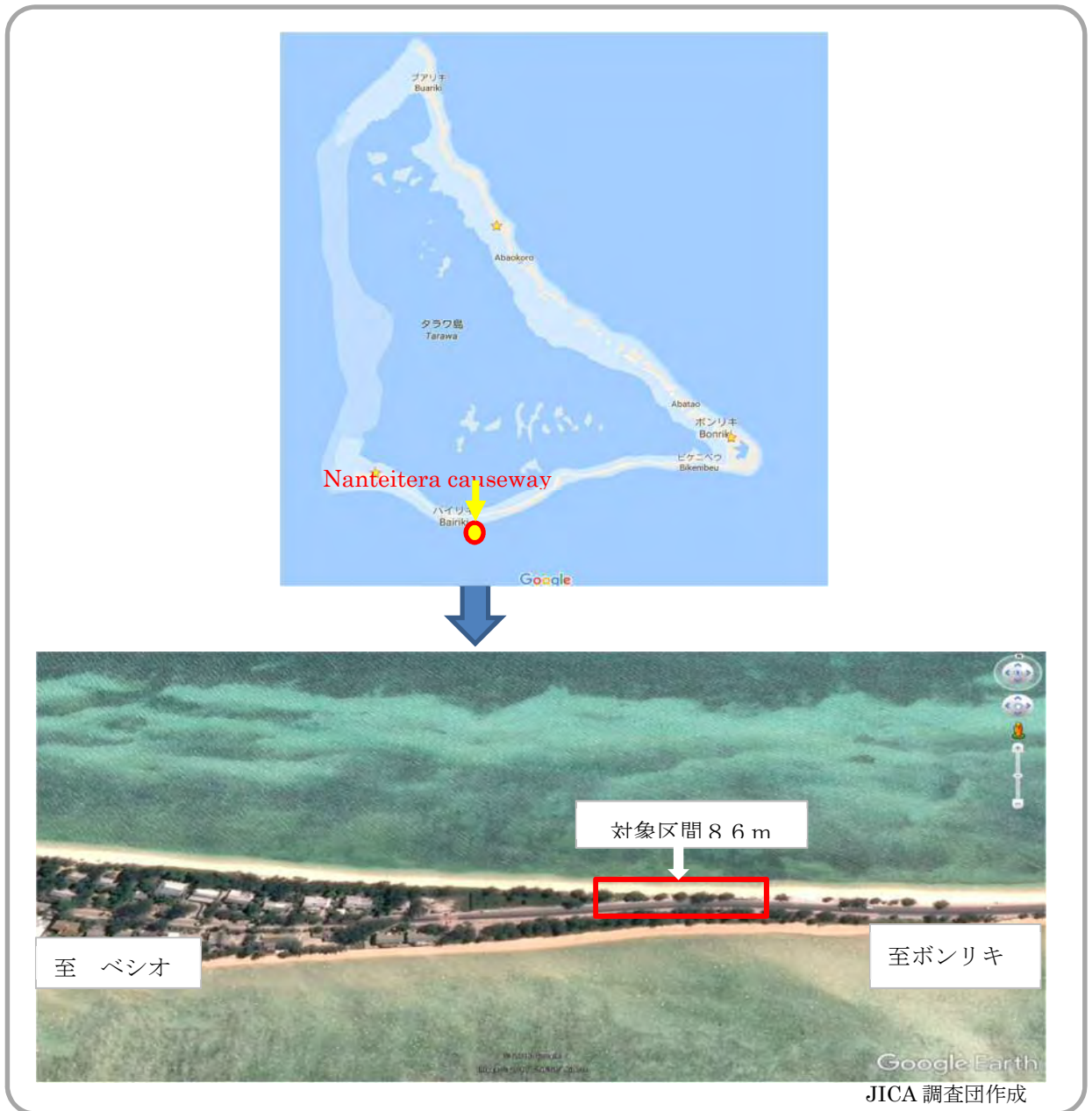


図 4-1 建設候補箇所

【Nanteitera causeway 新設区間（ラグーン側）】 改修区間の隣に位置（バイリキ側）し約40m区間で海岸の浸食により崖（高さ50cm）が発生している。バイリキ側40m先からは浸食の痕跡は見られない。



【Nanteitera causeway 新設区間（ラグーン側）】 改修区間側に近づくにしたがって、浸食された崖の高さが高くなっている。崖の天端は道路面とほとんど同じ高さであるため、高潮時やサイクロン時には波が直接道路に押し寄せる可能性が高い。



【Nanteitera causeway 改修区間（ラグーン側）】 約50mの区間。比較的新しい護岸（2012年建設許可取得）で、ラグーン側とオーシャン側を建設したが、ラグーン側が高潮等で倒壊、施工不良、平面計画（海側に対して凹凸のある構造で反射波等による渦の発生しやすい構造となっている）。



JICA 調査団作成

図 4-2 建設予定場所の状況

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 目的、成果、活動

表 4-1 協力計画及び期待される開発効果

目的：HDG コンクリートを活用した護岸を建設し、その優位性を定量的に実証するとともに、質の高い護岸の建設に向けた人材が育成され、C/P の体制が強化されることで、将来的な事業展開の準備が整う。	
成果	活動
成果 1 HDG コンクリートを活用した護岸の優位性が実証される。	1-1 護岸の建設（2区間に分けて工事を実施） PDCA による施工時の問題課題を抽出、対応策を検討することで施工、品質の向上を図る。 1-2 護岸建設計画の作成 他の建設予定場所へも良質な護岸建設を進める。 1-3 通常セメントにより建設された護岸に対する比較優位（定量的に）検証する。
成果 2 品質の高いインフラ整備に向けた、人材が育成されるとともに技術力を維持するための C/P の体制が強化される。	2-1 PDCA による護岸建設 2区間に分けて実施、技術者×施工者等による設計・施工の問題点抽出、対応策協議等を行う 2-2 現場監督、施工会社を対象とした技能講習開催 1-1 の護岸建設時に実施、講習内容案（施工手順・方法・留意点、HDG の取扱方法等） 2-3 OJT による建設計画の作成 計画、現地簡易調査、設計方針、設計、積算等一連の作業を経験させる。計画段階では、建設候補場所をランダムに建設するのではなく、費用や建設による災害の軽減度合いなどの評価視点でも取り入れる。 2-4 護岸建設マニュアル、講習教本等の作成と講習 現在公共事業省の開催しているワークショップ参加企業等を対象に講習会を継続的に開催し、護岸建設工事技術の講習を行い、建設業界の技術のレベルアップを目指す
成果 3 HDG コンクリートを活用した護岸のキリバスにおける認知度が向上するとともに、事業展開計画が策定される。	3-1 公開施工による民間護岸等への普及促進 民間護岸保有者、施工会社等への HDG 活用を PR

JICA 調査団作成

PDCA：Plan（計画）→Do（実行）→Check（評価）→Action（改善）を繰り返すことで、業務を改善してゆく手法

4-2-2 投入

(1) 外注費、材料費

表 4-2 外注費 材料費等 (単位：千円)

		外注費 (労務費)	材料費	その他	計
1	準備工				
	調達許可費用			13	13
	水抜き		392		392
	監督			1,009	1,009
	輸送費			4,800	4,800
	輸送費			300	300
	後片付け	52			52
	小計	52	392	6,122	6,566
2	開削と裏込め工				
	基礎部掘削	236		272	508
	土砂搬入、整地、均し、	50	1,981		2,031
	小計	286	1,981	272	2,539
3	コンクリート工				
	コンクリート構造物	827	7,581	103	8,511
	その他コンクリート	814	2,464	102	3,380
	基礎部サンドバック				
	盛土補強工 (Geotextile)	65	196		261
	型枠工	3,022	2,425		5,447
	小計	4,728	12,666	205	17,599
4	小計 1	5,066	15,039	6,599	26,704
5	税 12.5%	633	1,880	825	3,338
6	計	5,699	16,919	7,424	30,042
7	予備費 10%	570	1,692	742	3,004
8	合計	6,269	18,611	8,166	33,046
9	合計 (端数調整)				33,050

JICA 調査団作成

（２）資機材

表 4-3 資機材（単位：千円）

機材等	数量	単位	単価	合計
セメントミキサー（3機）	3	台	200	600
簡易地盤支持力試験機	3	台	200	600
ランマー	3	台	220	660
油圧シャベル	1	台	2,800	2,800
計				4,660

JICA 調査団作成

（３）役割分担

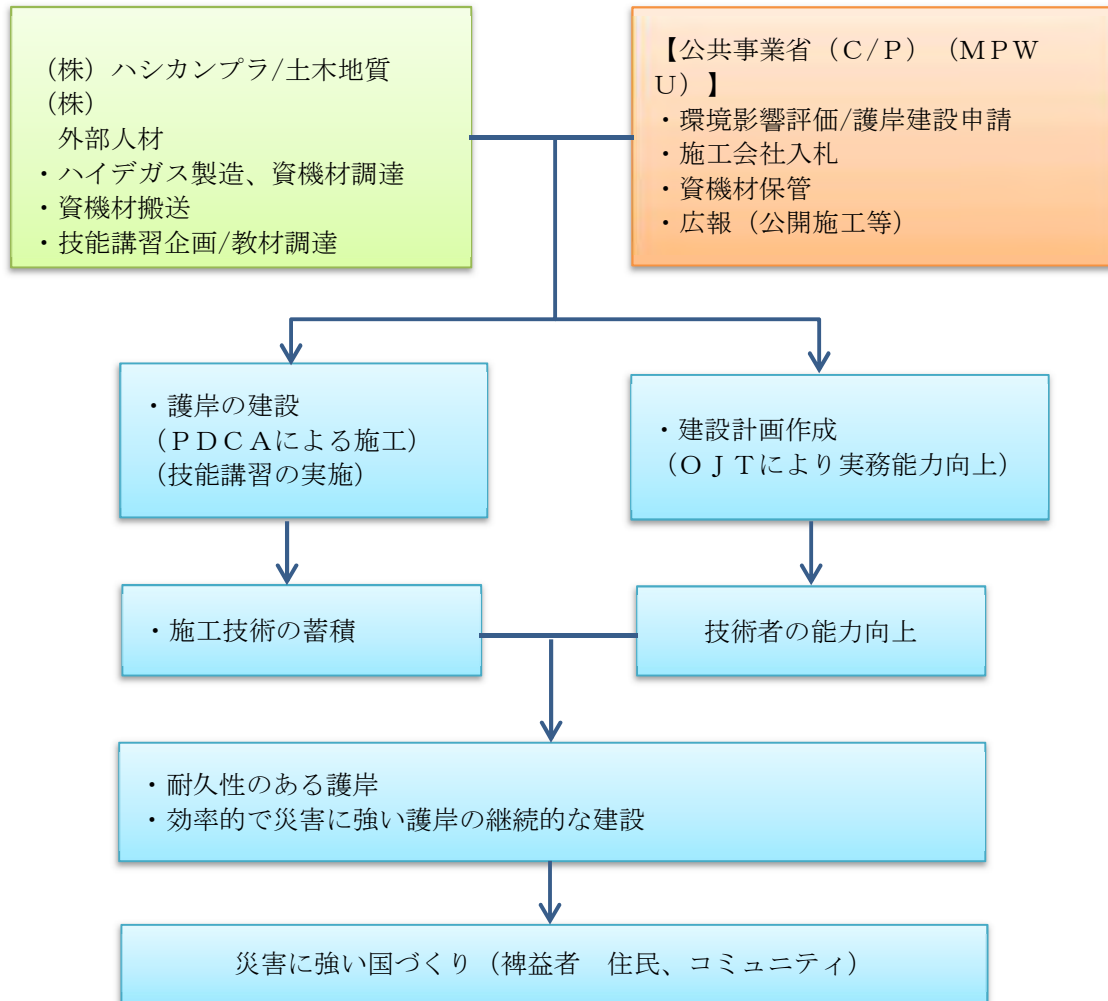
表 4-4 役割分担

項目	MPWU	ハシカンプラ/土地地質
1. 資材		
ハイデガス等		○
骨材		○
油圧シャベル、ランマー、ミキサー		○
輸送費（日本⇒キリバス 国内）		○
資機材保管	○	
2. 手続き		
環境アセスメント	○	
施工許可等	○	
輸入手続き	○	
通関費	○	
施工業者選定	○	
3. 教育		
建設計画（公共事業省技術者 OJT）		○
施工技能講習（施工会社・現場監督資格者）		○
施工会社講習（キリバス施工会社）	○	
講習等資機材		○
4. 施工		
現場管理	○	△
会計		○

注) ○担当 △支援

JICA 調査団作成

4-2-3 実施体制図



JICA 調査団作成

図 4-3 実施体制図

4-2-4 活動計画・作業工程

(1) スケジュール

2年3ヶ月を予定している

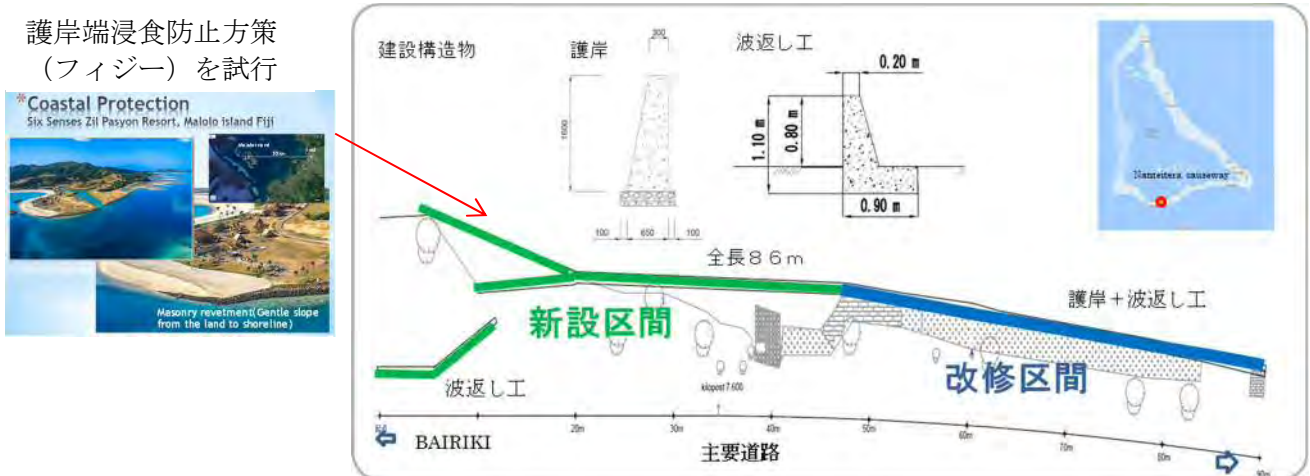
表 4-5 スケジュール

NO	活動内容	契約前	1年目												2年目												3年目										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3								
0	MOU締結(提案企業-MPWU)																																				
	事業提案																																				
	提案採択(JICA)																																				
	Minutes作成																																				
	JICAハシカンブラ契約																																				
1	環境影響評価/護岸建設申請(MPWU)																																				
	HDG製造																																				
	機材調達																																				
	キリバスへのHDG等輸出/受取																																				
	施工業者の選定・契約																																				
2	技能講習企画、教材作成																																				
	施工技能講習																																				
	改修工事																																				
	改修工事: 問題点課題、対応策検討会																																				
	新設区間工事																																				
3	新設工事: 問題点課題、対応策検討会																																				
	監視・評価																																				
	新規護岸建設計画(OJT)																																				
	OJT(第一回 協働)																																				
	OJT(第二回 協働)																																				
4	OJT(第三回 支援)																																				
4	とりまとめ																																				

JICA 調査団作成

(2) 護岸の建設

以下のような、高さ1.6m、延長86mを想定、護岸端の浸食防止策、健全な砂浜保全等を考慮して建設する。(これまでのキリバスにおける護岸建設上の課題に対応する)



JICA 調査団作成

図 4-4 護岸の建設の概要

施工はPDCAで実施、施工講習を含めて実施する。

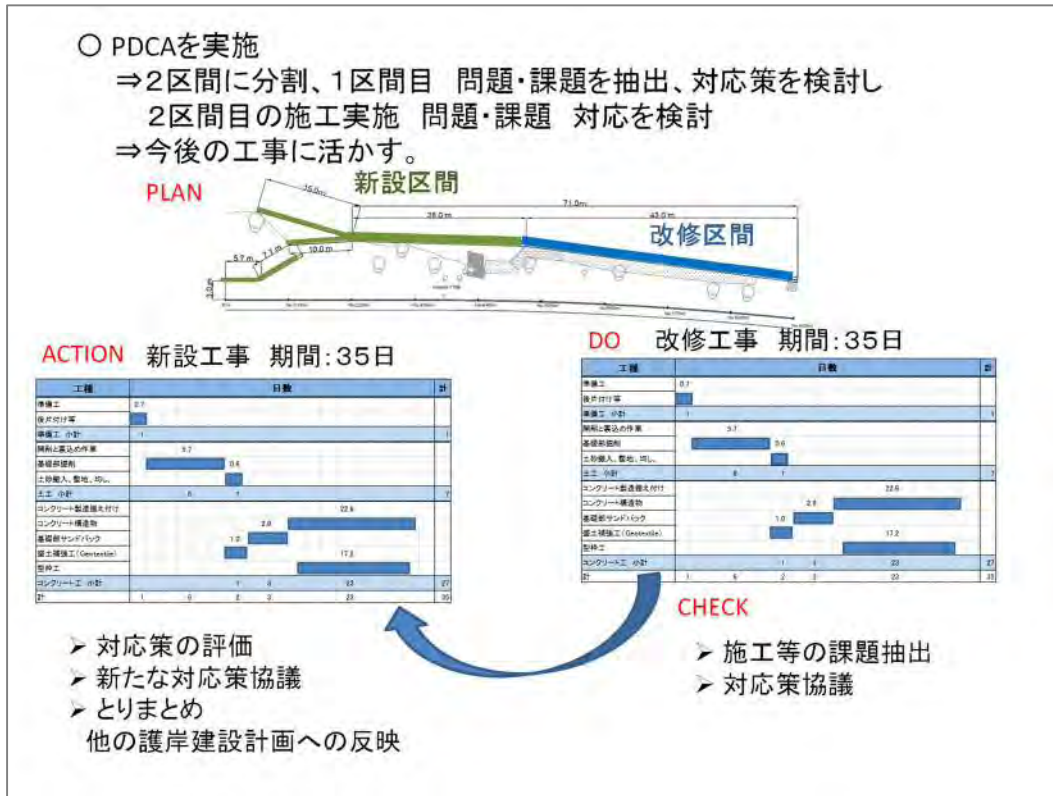


図 4-5 PDCAによる建設方法の習得

JICA 調査団作成

(3) 建設計画の作成

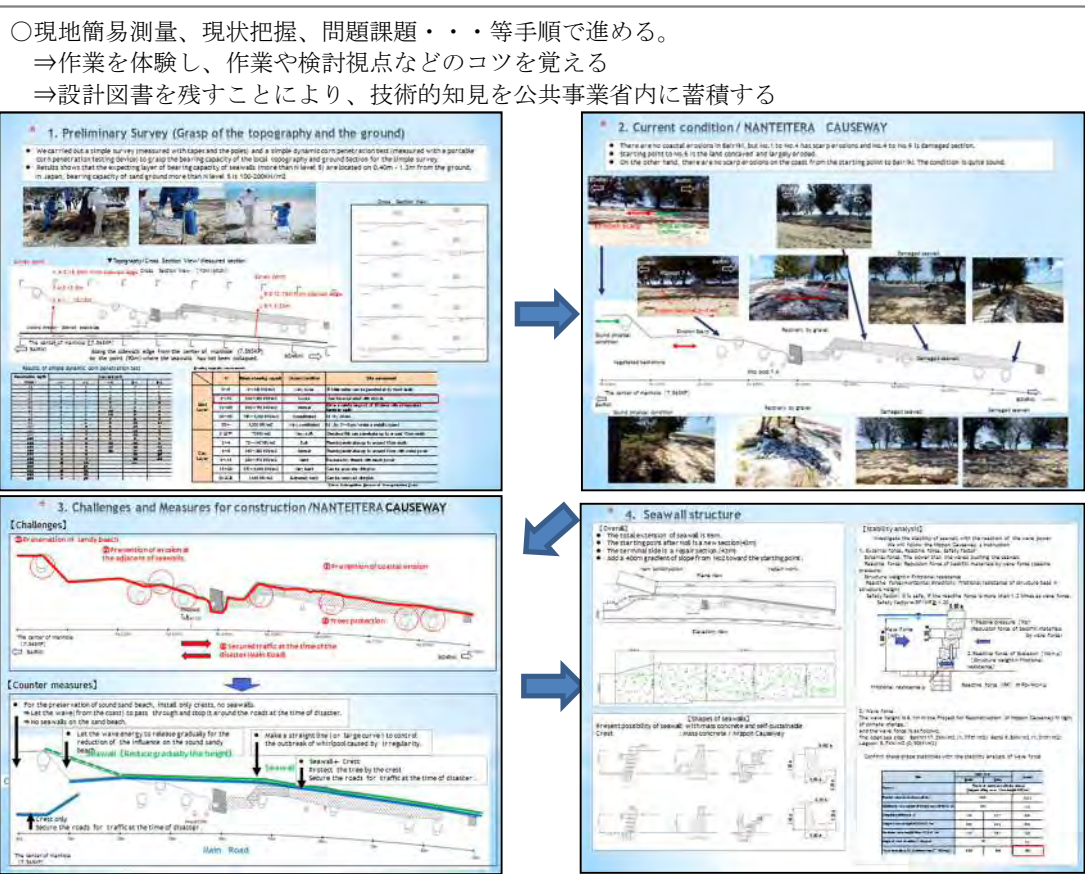


図 4-6 建設計画作成の概要

JICA 調査団作成

4-2-5 事業額概算

表 4-6 事業額概算（単位：千円）

		外注費 (労務費)	材料費	その他	計
1	準備工				
	調達許可費用			13	13
	水抜き		392		392
	監督			1,009	1,009
	輸送費			4,800	4,800
	輸送費			300	300
	後片付け	52			52
	小計	52	392	6,122	6,566
2	開削と裏込め工				287,300
	基礎部掘削	236		272	508
	土砂搬入、整地、均し、	50	1,981		2,031
	小計	286	1,981	272	2,539
3	コンクリート工				1,495,915
	コンクリート構造物	827	7,581	103	8,511
	その他コンクリート	814	2,464	102	3,380
	基礎部サンドバック				2,553,570
	盛土補強工 (Geotextile)	65	196		261
	型枠工	3,022	2,425		5,447
	小計	4,728	12,666	205	17,599
4	小計 1	5,066	15,039	6,599	26,704
5	税 12.5%	633	1,880	825	3,338
6	計	5,699	16,919	7,424	30,042
7	予備費 10%	570	1,692	742	3,004
8	合計	6,269	18,611	8,166	33,046
A	機材等	数量	単位	単価	
B	セメントミキサー	3	台	600	600
C	簡易地盤支持力 試験機	3	台	600	600
D	ランマー	3	台	660	660
E	油圧シャベル※	1	台	2,800	2,800
					4,660
J	合計（端数調整）				37,706

JICA 調査団作成

4-2-6 本提携事業後のビジネス展開

(1) 将来的なビジネス展開における本提案事業実施の意義

公共事業省と護岸建設計画・設計・施工を協働により行うことで信頼性が高まる。このことにより、以下のようなメリットが生まれ、HDG コンクリートの定着化が図られる。

- ・劣化に強い HDG コンクリートの公共護岸工事での使用機会が増加する
- ・公共事業省は民間護岸の建設申請を検査する役割を持っているため、民間護岸の新設、更新需要を獲得できる機会が増加する。

(2) キリバスでのビジネス展開と必要性

キリバスで定着させるためには、販売ネットワークとの信頼性が必要であるが、本提案事業により販売ネットワークの構築が容易になる。販売にあたっては、海砂公社 (Te Atinimarawa Co Ltd) と連携により HDG コンクリートを普及させる。

次に、キリバスでの実績に基づいて周辺国へ販路を拡大する。このようなビジネス展開を考えており、本提案事業は将来的なビジネス展開にとって重要で必要不可欠な第一歩である。

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

護岸の設計、安定計算については、本年から開始が予定されているニッポン・コースウェイ改修工事計画でのコンクリートの設計強度基準強度を準用、安定計算での前提条件である「波高」「波圧強度」の値を用いている。また安定計算も同様な方法で行っている

表 3-2-2-14 ユーティリティボックスの車輛衝突計算結果

項目	採用値	備考
衝突荷重	43kN	車両用防護欄標準仕様・同解説P115 より
有効高さ(d)	120mm	
梁の断面幅(b)	1000mm	
引張鉄筋断面積(As)	506.8mm ²	D13@250
引張鉄筋比(P)	0.0042	
コンクリートの設計基準強度(fck)	21N/mm ²	(≧0.0013m ³ /s)
許容曲げ圧縮応力度(σca)	7 N/mm ²	
鉄筋の許容引張強度(σsa)	157 N/mm ²	SD295
衝突時の作用モーメント	3.16 kN・m	
圧縮側抵抗モーメント(Mrc)	13.53 kN・m	≧3.16 kN・m
引張側抵抗モーメント(Mrs)	8.60 kN・m	≧3.16 kN・m

表 3-2-2-18 適用波高と波圧強度

場所	外洋側		ラグーン側
	バイリキ側	ベシオ側	
検討ケース	気候変動考慮潮位 設計沖波波高 (H=6.1m)		気候変動考慮潮位 設計沖波波高 (H=6.1m)
護岸前水位 (m)	+3.91		+3.83
護岸前面有義波高 H _{0.3} (m)	0.95		1.15
減衰係数: α	1.0	0.57	0.59
採用波高 H=αH _{0.3} (m)	0.95	0.54	0.68
最大波高 H _{max} =1.8 H (m)	1.71	0.97	1.22
波向き角度 β (度)	90		45
波圧強度 p=1.0w _s H _{max} ・cosβ (kN/m ²)	17.3	9.8	8.7

出典:調査団作成

表 3-2-2-19 外洋側 (バイリキ側) パラペット安定計算結果

外力	項目		数値	備考	
	項目	算式			
外力	波圧強度 (Wp)		1.77kN/m ²		
	波力 (WF)	=Wp・H _{0.3}	1.42kN/m		
反力	土圧	内部摩擦角 (θ)	35°	道路土工構築工指針 P66	
		単位体積重量 (γ _s)	1.90kN/m ³	道路土工構築工指針 P66	
		受動土圧係数 (K _a)	=Tan ² (π/4-θ/2)	3.7	
	コンクリート	作用土圧 (P _a)	=1/2×K _a ×γ _s ² ×H ²	0.87kN/m	
		単位体積重量 (γ _c)		2.3kN/m ³	道路土工構築工指針 P52
		躯体面積 (A _c)		0.67m ²	図 3.1-7 より
		躯体重量 (W _c)	=γ _c ×A _c	1.54t	
	摩擦係数 (μ)		0.6	道路土工構築工指針 P70	
	合計反力 (RF)	=P _a +W _c ×μ	1.79		
	安全率 (SF)	=RF/WF (≧1.20)	1.26		

キリバス国 ニッポン・コースウェイ改修計画準備調査報告書国際協力機構建設技研インターナショナル IDES_より

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

4-4-1 現状から見た課題

(1) 少ない護岸建設予算

公共事業省の土木部門は 38 名で構成されている。(2015 年データ) 上級土木技師、土木技師の他、海岸、交通、積算、製図等護岸の計画から施工まで担当する人員がそろっており、OJT による建設計画案の作成にあたっては、関連する担当者の参加が期待できる。

一方、KJIP では、海岸部の道路やコーズウェイなどの公共施設の堅牢化を図るために約 50 万豪ドルを計上している。この予算規模であれば、今回提案した護岸の建設規模と同程度であり、多くの護岸を整備することができず、建設計画案を作成しても無駄になってしまう可能性がある。

このため、公共事業省が、建設計画案の資料を作成しドナーへ説明し、理解を得て護岸建設支援を得る方法を検討する。

(2) 高い HDG コンクリートの価格

キリバスのセメントを使った場合に比べてコンクリート 1 m³あたりの価格が 2.9 倍、セメント 1 kg あたりで比較すると HDG セメントは 3.4 倍キリバスセメントに比べて価格が高い。キリバス他の環礁国での普及を考えると、HDG セメントの価格を低下させることが大きな課題である。

HDG の生産が増加することでコスト削減は可能であるため、受注量を拡大する方向で営業力を強化する必要がある。

また、これまで HDG の製造工程を一部省略した HDG (これ以降、HDG-B とする) がある。圧縮強度は従来の HDG に比べて低いが、30 N/mm² 以上は確保できることが期待されるため、普及実証事業時の HDG-B コンクリートのキリバスでの適合性 (圧縮強度、劣化抑制) を検証し、試験施工を行う。

(3) 効果発現の実証方法

実際に護岸を建設した場合、劣化が表れるのが 5 年程度見込まれることから、短時間で HDG コンクリートの劣化性能を評価する必要がある。

現地での護岸建設時にサンプルを作製し日本にもちかえり、「透水試験」「硫酸試験」等の劣化関連試験を実施する。

4-4-2 収益が見込まれる場合の対応

基本的に ODA 事業により収益は見込まれない

4-5 環境社会配慮にかかる対応

4-5-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

本事業はキリバスの南タラワのバイリキ地区のコースウェイ起点部付近（ラグーン側）に 8.6 m の護岸を建設するものである。

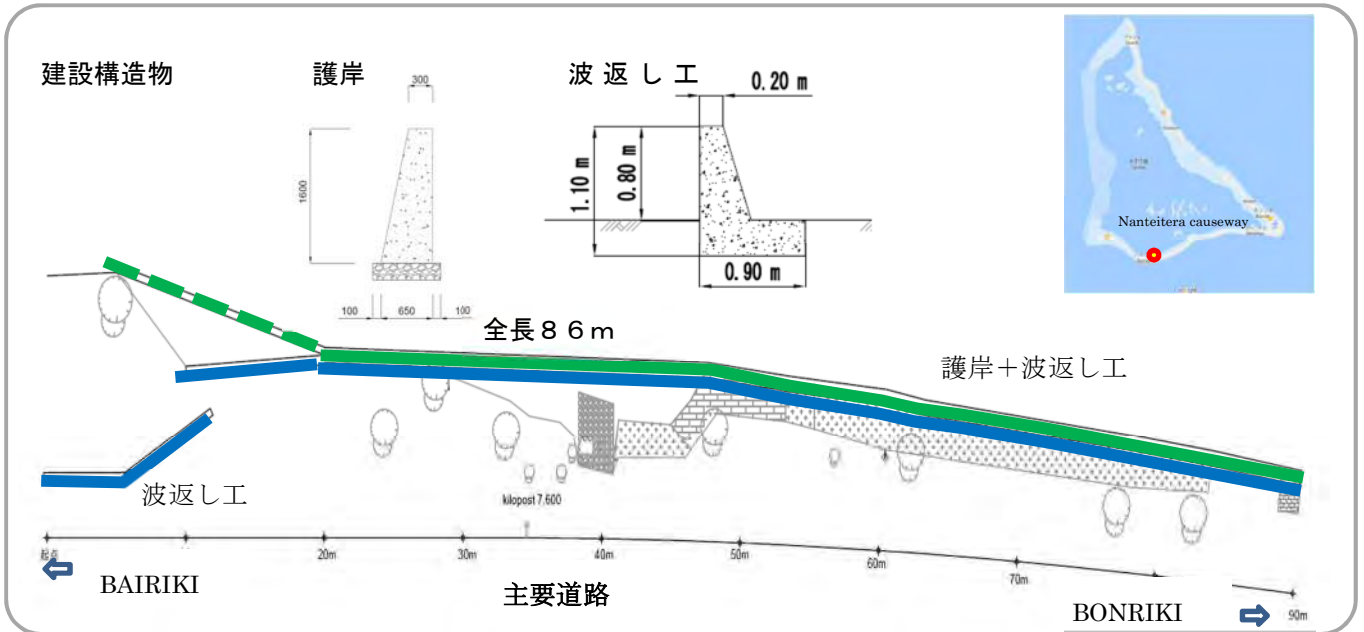


図 4-7 事業実施場所

JICA 調査団作成

護岸建設により検討する影響は以下の護岸隣接部での浸食防止、砂浜の保全、樹木の保護、適正な骨材の使用などがあげられる。

【課題】



図 4-8 護岸建設の方針

JICA 調査団作成

4-5-2 ベースとなる環境及び社会状況

建設予定地は、国有地であり、コースウェイの起点付近の陸地である。バイリキ方面起点部から約150mバイリキ側に民家が立地しているほかは、樹木と空き地で構成されている。空き地は休憩するための車両が駐車している場合が多くみられ、公園が少ない南タラワの環境下であるため、安心して車を停止させ休憩できるスペースとして利用されている。護岸と隣接する道路は、南タラワ各地区を結び、人や物が移動する重要な役割を担っている。

4-5-3 環境社会配慮制度

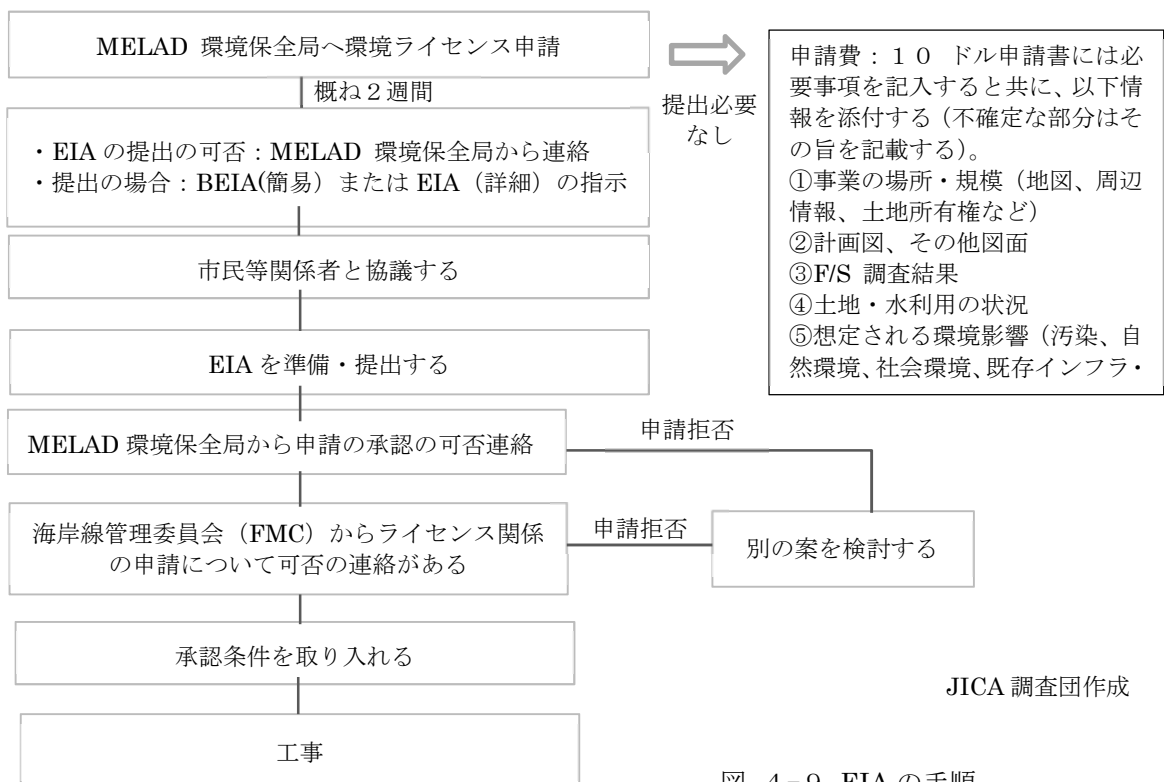
(1) 環境影響評価

ア 環境影響評価と手順

環境基本法（Environment (Amendment) Act 2007）に、環境に影響する開発行為を行う事業に対して環境許可（Environmental License）取得の必要性が規定されている。環境許可が必要な事業は同法に規定されており、コースウェイや護岸工事は影響の伴う公共事業セクターとしてその対象となっている。許認可機関は、環境国土農業開発省（MELAD）の環境保全局（ECD）であり、同省の事務次官が最終的な許認可権限を持つ。

EIA には Basic EIA (BEIA) 及び Comprehensive EIA (CEIA) の2種類がある。CEIA の場合は、より詳細な影響評価が求められると共に、EIA の TOR の承認手続きが必要なこと及び関連省庁で構成された EIA Review Committee が審査に関与する。なお BEIA と CEIA を判断する明確な基準はなく、事業の規模・内容などを踏まえプロジェクトベースで判断される。

護岸工事の環境ライセンスは、以下の手順により環境国土農業開発省の判断後、最終的に海岸線管理委員会の審査を経て許可される。



JICA 調査団作成

図 4-9 EIA の手順

イ 申請内容

申請内容は以下のようにになっている。これによると、BEIA 及び CEIA 報告書に含めるべき主な内容を表 4 - 1 3 に示す。主な違いは、CEIA の場合はより詳細な影響評価が必要であること、そして社会影響評価及び経済性評価も求められる。

表 4-7 BEIA 及び CEIA 報告書概要

BEIA (基本 EIA)	CEIA (詳細 EIA)
1.要約 2.事業者の詳細 3.事業の説明（事業の必要性、位置、規模、レイアウト、影響範囲、施工方法など） 4.関連法制度、方針など 5.環境の現況（物理的環境、生態系、社会経済、社会文化） 6.地球温暖化への対応 7.代替案の検討（ゼロオプション含む） 8.影響評価及び対策 9.環境管理計画 10.公聴会の結果 11.課題・結論・提言	1.要約 2.事業者の詳細 3.事業の説明（事業の必要性、位置、規模、レイアウト、影響範囲、施工方法など） 4.関連法制度、方針など 5.環境の現況（物理的環境、生態系、社会経済、社会文化） 6.地球温暖化への対応 7.代替案の検討（ゼロオプション含む） 8.影響評価及び対策（直接・間接的影響、累積影響、気候変動への影響、短期・中期・長期的影響、一時・恒久的影響） 9.社会影響評価 10.経済性評価（対策などの費用対効果） 11.環境管理計画 12.公聴会の結果 13.課題・結論・提言

JICA 調査団作成

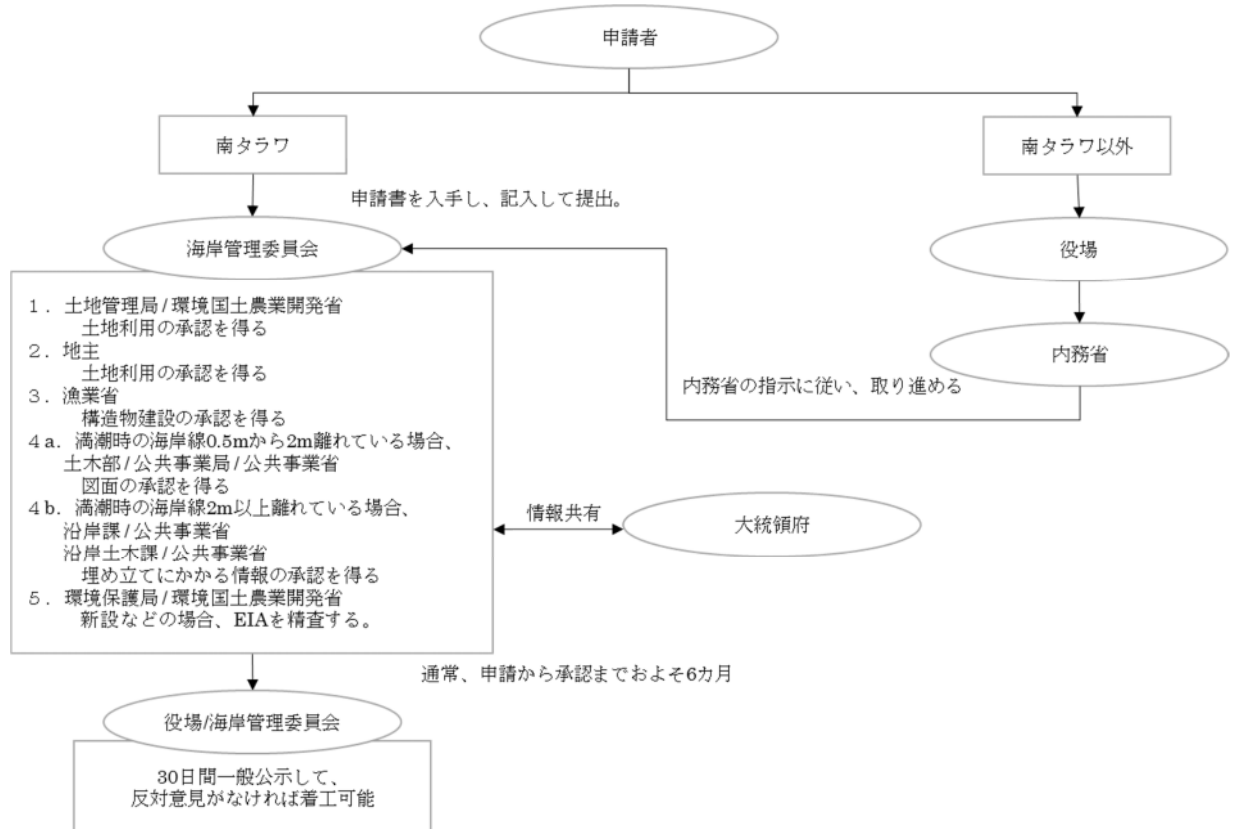
ウ JICA 環境社会配慮ガイドラインとの相違

BEIA 及び CEIA の双方とも代替案の検討、住民参画、情報公開が規定されており、JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリーB の要件を満足する。

(2) その他

ア 護岸建設申請

護岸の建設が必要な場合は、国土・環境・農業開発省にて申請書を入手し、必要事項を記載して提出する必要がある。新設の場合は、EIA が必要になるケースが多く、その場合、申請者自身にて必要な項目をモニタリングする。通常は半年程度のデータが必要となる。また、建設する護岸が、海岸より2メートル以上離れている場合は、埋立地としての許可が必要なため、図4-14のとおり申請が必要となる。



PIC、http://blog.pic.or.jp/images/investment/2010/invest_kiribati.pdfに基づき JICA 調査団作成

図 4-10 護岸建設申請の手順

4-5-4 代替案の比較検討

(1) ゼロオプション

キリバスでは『道路と護岸は命のインフラ』であり、この結果、以下のような事態が考えられる。

- ・高潮時におけるコースウェイの冠水により通行が遮断し、南タラワ内の人の動きや物流が著しく制限、もしくは停止となる。
- ・南タラワ西部及びベシオ住民による、南タラワ東部にあるツンガル中央病院へのアクセスが不能となり、人命に被害を与える危険性が起こる。
- ・大規模災害・浸水の際に、災害対策活動ができず被害の拡大を招く。
- ・高潮時における電気などインフラのサービスが不可能となる。（2015年サイクロン・パム来襲時3日間停電が発生）など災害時に住民の生活、経済活動などに大きな影響を及ぼす。

(2) 設計のオプション

公共事業省のこれまで通りに方法で護岸を建設すると、陸地の浸食の発生など負の効果が発生してしまう。また、今回の建設場所の隣はまだ波による浸食がみられない健全な砂浜であることから、下図に示すような方針で護岸を建設する。

【対応】

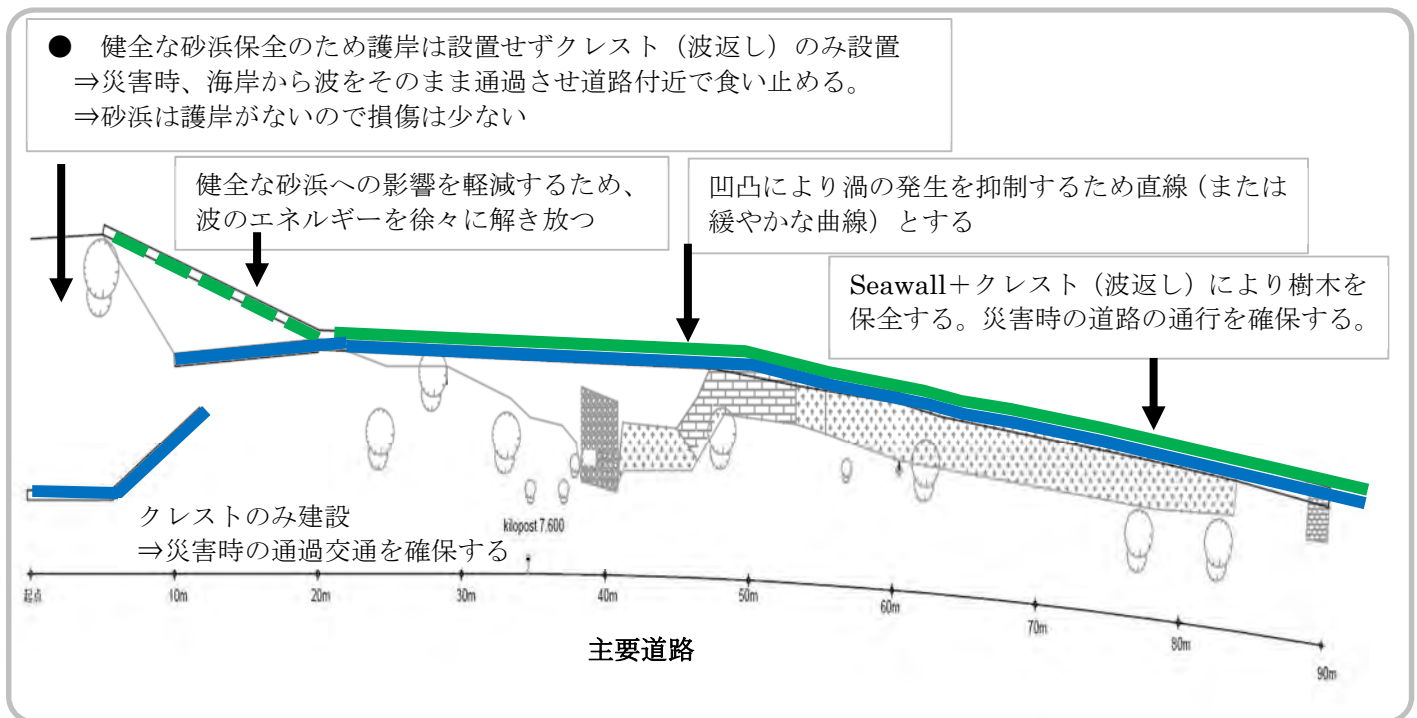


図 4-1 1 建設オプション（設計方針）

JICA 調査団作成

4-5-5 スコーピング

環境の現況調査公共事業省の意見などにに基づき、本事業の環境影響をスコーピングした。影響項目は、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010）に基づき設定し、影響の度合いを、以下、基準に基づき評価した。なお、対策は考慮せず評価した。次項にスコーピングの結果を示す。

表 4-8 表 スコーピング結果

項目		段階	評価	理由
汚染	1 大気質	C, PC	B-	油圧ショベルなどの排気ガスにより短時間大気質が悪化する可能性がある
		PC	D	特段の大気質汚染源はない
	2 水質	C、PC	D	特段の水質汚染源はない
	3 土壌		B-	燃料、潤滑油などの有害物質により土壌が汚染する可能性がある
		PC	D	特段の土壌汚染源はない
	4 廃棄物	C	B-	廃油などの有害廃棄物による汚染の可能性がある。
		PC	D	損壊しているサンドバックを基礎や裏込め材として活用するため、発生しない
	5 騒音・振動	C	D	掘削時など機材運用中に騒音は発生するが、通行中の車両の騒音と同程度と考えられるため、特段の騒音による悪影響は想定されない
PC		D	特段の騒音・振動源はない	
6 地盤沈下	C、PC	D	地盤沈下を引き起こす要素はない	
7 悪臭	C、PC	D	特段の悪臭源はない	
8 底質	C、PC	D	陸地部、砂浜での工事のため影響は想定されない	
自然環境	9 保護区	C、PC	D	建設予定地周辺には保護区は存在しない
	10 生態系、動植物	C、PC	D	陸地部、砂浜での工事のため、海洋生物への影響は想定されない
	11 水文	C、PC	D	水文に影響する要素はない
	12 地形	C、PC	D	地形に悪影響を及ぼす要素はない
社会環境	13 住民移転	C、PC	D	住民移転は発生しない
	14 社会的弱者	C、PC	D	建設予定地周辺に社会的弱者は存在しない
	15 生計・生活	C	B+	工事に関連する雇用が発生する。
		PC	B+	樹木の木陰で休憩できるスペースが保全される。
	16 土地利用	C、PC	D	特段の改変は発生しない
	17 地域資源	C	B+	骨材は国内産を利用、地域の経済活性化に寄与できる
	18 水利用	C、PC	D	海水を利用するため、水利用に悪影響を及ぼす要素はない
	19 社会インフラ・サービス	C	D	工事に必要な水や動力は海水及び内燃機関を使うことにより、公共インフラへの影響を回避する。
		PC	D	特段の影響要素はない
	20 社会組織	C、PC	D	社会組織に悪影響を及ぼす要素はない
	21 便益と被害の偏在	C、PC	D	便益と被害の偏在を発生するような要素はない
	22 地域内の利害対立	C、PC	D	利害の対立を発生するような要素はない
	23 文化遺産	C、PC	D	建設予定地周辺に文化遺産は存在しない
	24 景観	C、PC	B+	サンドバックの散乱状態が解消するため、景観は改善される
	25 ジェンダー	C、PC	D	ジェンダーに悪影響を及ぼす特段の要素はない
	26 子供の権利	C、PC	D	子供の権利が問題となるような特段の要素はない
	27 HIV/AIDS などの感染症	C、PC	D	海外からの労働者はいないため、感染症のリスクは低い。
28 労働環境	C、PC	D	高リスクの作業ではないため、労働事故のリスクは低いと考えられる。	
29 事故	C	B-	工事車両の通行が発生し、交通事故のリスクがある。	
	PC	D	交通事故リスクの増加要素はない	

評価内容は次ページに示す

JICA 調査団作成

- A+/-：多大な正／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。
- C+/-：情報不足などにより影響の正／負の程度は不明。
- D：影響は想定されない。

（１）影響評価および緩和策

スコーピングの結果、負の影響が想定された項目（A-、B-またはC-と評価項目）については、さらに詳細な影響評価ならびに対策案を示す。なお、負の影響は工事中のみ想定されたため、供用時の影響評価は実施していない。

ア 汚染

ア) 大気質

工事中の主な大気汚染源は、コンクリートプラントなどを想定していないため、工事サイトである。想定される影響および対策案を以下に示す。

工事サイトの主な大気汚染源は、工事車両や重機からの排気ガスや輸送中の骨材の粉塵である。これらの汚染源は、以下に示した対策などにより発生を最小限に抑える。

- 維持管理が行き届いた車両や重機を使用し、「過剰な排気ガス 3」を排出している車両は修理するまで使用しない。
- コンクリート片や骨材など粉塵が飛散しやすい物を輸送する際には、トラックの荷台をシートなどで覆う。または、袋詰め骨材を購入する。

イ) 土壌汚染

燃料、潤滑油などの有害物質の漏洩・流出による土壌汚染のリスクがある。

有害物質の漏洩・流出は、以下に示す方法などで防止あるいは影響を軽減する。

- 有害物質は、専用のタンクや容器で保管する。
- 有害物質の貯蔵・保管施設には、屋根や防液堤などを設け、床面は非浸透性とする。また極力、住民や汚染に脆弱な場所（井戸など）から離れた場所に設置する。
- 有害物質に係る安全・危険・警告などの標識を設置する。
- 貯蔵・保管施設には、流出対応キットを常備する。
- 有害物質は、指定の作業員のみが取り扱う。

ウ) 廃棄物

工事中は、有害な物も含め様々な廃棄物が発生する。表4-9に工事中に発生することが想定される主な廃棄物および想定できる物についてはその量を示す。

廃棄物は、地域の法規制を踏まえ、汚染を引き起こさないよう管理する。以下に廃棄物の基本的管理方針を示す。

- 廃棄物の発生を抑制するため、廃棄物は、極力、再利用・リサイクルする。
- 廃棄物は、指定の場所・施設でのみ保管する。
- 有害廃棄物は、専用の容器および施設で保管する。
- キリバスで再利用・リサイクルまたは処理・処分できない有害廃棄物は、国外で処理・処分する。
- 無害廃棄物は、処分場の容量を極端に逼迫しない限り、地域の処分場で処分する。
- 廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。

- ゴミのポイ捨てを厳しく規制すると共に、作業員への啓発活動も行う。
- 工事サイトでは、作業終了時に毎日清掃する。

なお、最終的な廃棄物管理計画は、工事業者が策定する。工事の開始前までに MELAD ならびに関連機関の承認を得る。

表 4-9 廃棄物の種類

廃棄物の種類	想定量
事務所や作業員からの生活系廃棄物（紙、食品包装、飲料用ペットボトル・缶など）	想定不可
梱包材（セメント袋など）	想定不可
使用済みサンドバック	想定不可
鉄屑、木屑	想定不可
コンクリートガラ	想定不可
護岸下部の掘削砂	想定不可
空の油・ビチューメン容器	想定不可
その他油系廃棄物（廃油、潤滑油、ウエスなど）	想定不可
使用済みバッテリー	想定不可
有機系廃棄物（残飯、草木など）	想定不可

JICA 調査団作成

イ 社会環境

ア) 事故

事故のリスクを最小化するため、工事作業は JICA の「ODA 建設工事安全管理ガイドダンス（2014）」に基づいて実施する。また以下に実施する主な安全対策を示す。

- 安全計画の策定
- 環境・労働安全衛生に係る研修を全ての労働者を対象に実施する。
- 個人用保護具（PPE）の支給
- 速度制限遵守の徹底
- 事故リスクが高い道路の使用の回避
- 警戒標識の設置や交通誘導員の配置

4-5-6 環境管理計画・モニタリング計画

前述の環境影響評価の結果に基づき、実施責任・監督機関および費用を含めた、環境管理計画（EMP）および環境モニタリング計画を策定した。さらに対策やモニタリングに係る主要な費用は、本事業の概算予算に含めた。なお供用期間中に関しては、特段の環境影響は想定されないため、EMP・モニタリング計画は工事期間中のみを対象としている。表 4-10 および表 4-11 に、それぞれ EMP および環境モニタリング計画を示す。

表 4-10 環境管理計画の概要

項目	影響	対策	実施責任	監督責任	費用
大気質	工事サイトからの排ガス、輸送中の粉塵飛散	<ul style="list-style-type: none"> ○維持管理が行き届いた車両や重機を使用し、「過剰な排気ガス」を排出している車両は修理するまで使用しない。 ○コンクリート片や骨材など粉塵が飛散しやすい物を輸送する際には、トラックの荷台をシートなどで覆う。または、袋詰め骨材を購入する。 	施工業者	ハシカン ンプラ	工事費の基本コストを含む
土壌汚染	有害物質の漏えい・流出	<ul style="list-style-type: none"> ○有害物質は、専用のタンクや容器で保管する。 ○有害物質の貯蔵・保管施設には、屋根や防液堤などを設け、床面は非浸透性とする。極力、住民や汚染に脆弱な場所（井戸など）から離れた場所に設置する ○有害物質に係る安全・危険・警告などの標識を設置する。 ○貯蔵・保管施設には、流出対応キットを常備する。 ○有害物質は、指定の作業員のみが取り扱う。 	施工業者	ハシカン ンプラ	工事費の基本コストを含む
廃棄物	工事廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ○廃棄物の発生を抑制するため、廃棄物は、極力、再利用・リサイクルする。 ○廃棄物は、指定の場所・施設でのみ保管する。 ○有害廃棄物は、専用の容器および施設で保管する。 ○キリバスで再利用・リサイクルまたは処理・処分できない有害廃棄物は、国外で処理・処分する。 ○無害廃棄物は、処分場の容量を極端に逼迫しない限り、地域の処分場で処分する。 ○廃棄物の種類別に、十分な量のゴミ箱を用意する。 ○ゴミのポイ捨てを厳しく規制すると共に、作業員への啓発活動も行う。 ○工事サイトでは、作業終了時に毎日清掃する 	施工業者	ハシカン ンプラ	工事費の基本コストを含む
事故	工事作業による事故	<ul style="list-style-type: none"> ○安全計画の策定 ○環境・労働安全衛生に係る研修を全ての労働者を対象に実施する。 ○個人用保護具（PPE）の支給 ○速度制限遵守の徹底 ○事故リスクが高い道路の使用の回避 ○警戒標識の設置や交通誘導員の配置 	施工業者	ハシカン ンプラ	工事費の基本コストを含む

JICA 調査団作成

表 4-1 1 環境モニタリング計画

項目	目的	方法	頻度	実施責任	費用
大気質	工事サイトからの排ガス、輸送中の粉塵飛散対策の確認	目視により以下を確認する。 ○ 骨材輸送時（バラ荷）のカバー掛け実施状況 ○ 工事サイトからの粉塵飛散状況 ○ 工事車両や機械からの排気ガスの排出状況	・週 2 回 ・苦情申し立て時には毎日	施工業者	施工管理費の一環
土壌汚染	有害物質の漏えい・流出の確認	有害液体物質の保管庫や取扱エリアでの流出を確認する。	・週 1 回	施工業者	施工管理費の一環
廃棄物	廃棄物が廃棄物管理計画に基づき適正に保管・取り扱われているかを確認	目視による確認	・週 1 回	施工業者	施工管理費の一環

JICA 調査団作成

4-5-7 環境社会対応チェックリスト

表 4-1 2 環境社会対応チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 環境国土農業開発省の調整（簡易版、フルスペック）が行われていない (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) N (b) N	(a) 国有地であり周辺に家屋は存在しない (b) 同上
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) Y	(a) 護岸を整備しない場合等の検討を行っている。
2 汚染対策	(1)大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取られるか。	(a) N (b) N	(a) 工事に伴う通行車両は極わずかであり、かつ油圧ショベル等は維持管理が十分な車両を用いることとしている (b) ルート付近において大気汚染状況は環境基準を下回っている

表 4-12 環境社会対応チェックリスト（2）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
2 汚染対策	(2)水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流水域の水質が悪化するか。	(a) N	(a) 海岸部であり、水源汚染源はない
		(b) 路面からの流出排水が地下水等の水源を汚染するか。	(b) N	(b) 同上
		(c) 陸側等からの排水は当該国の排出基準等と整合するか。また、排出により当該国の環境基準と整合しない水域が生じるか。	(c) -	(c) 同上
	(3)廃棄物	(a) 陸地側の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 損壊しているサンドバックを基礎や裏込め材として活用するため発生しない
(4)騒音・振動	(a) 通行車両による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 掘削時など機材運用中に騒音は発生するが、通行中の車両の騒音と同程度と考えられるため、特段の騒音による悪影響は想定されない	
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 建設予定地周辺には保護区は存在しない
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。	(a) N	(a) 含まれない
		(b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。	(b) N	(b) 同上
		(c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	(c) N	(c) 陸地部、砂浜での工事であり生態系への影響は想定されない
		(d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。	(d) -	(d) 野生動物、家畜等は当該場所にはいない
(e) 護岸が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。これらに対する対策は用意されているか。	(e) -	(e) 砂漠化や湿原の乾燥化等は発生しない		
(f) 未開発地域に護岸を建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれるか。	(f) N	(f) 海岸部の国有地に護岸が建設するのみであり、新たな地域開発は生じない。		
3 自然環境	(3)水象	(a) 地形の改変やトンネル等の構造物の新設が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 地下水の流れに及ぼす要素はない。
	(4)地形・地質	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。ある場合は工法等で適切な処置がなされるか。	(a) Y	(a) 護岸により当該場所のような箇所を防護する
		(b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。	(b) Y	(b) 地滑りのないよう安定計算を行い確認している
(c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(c) Y	(c) 護岸両側の陸地浸食対策を行っている。		

表 4-1 2 環境社会対応チェックリスト（3）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
4 社会 環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されている。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) 国有地であるため住民移転は発生しない (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上 (e) 同上 (f) 同上 (g) 同上 (h) 同上 (i) 同上 (j) 同上
	(2) 生活・生計	(a) 新規開発により護岸が建設される場合、住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。 (b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (c) 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV 等の感染症を含む）の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか（渋滞、交通事故の増加等）。 (e) 護岸によって住民の移動に障害が生じるか。 (f) 道路構造物（陸橋等）により日照障害、電波障害を生じるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N	(a) 護岸建設により雇用が生ずる (b) 高潮時などの通行が可能となる。改善される (c) 国有地での護岸建設であり新たな人口流入等はない (d) 災害時の通行が可能となるため、改善される (e) 阻害しない。災害時の通行機会が増加する (f) 阻害しない
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 建設予定地周辺に文化遺産は存在しない
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 特に配慮すべき景観はないが、海側の景観を考慮して波返し工の高さを設定している。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) 存在しない (b) 同上

表 4-1 2 環境社会対応チェックリスト（4）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 労働人材開発省の法律に基づいて行う (b) ODA 建設工事安全管理ガイドランス等を取りまとめ、講習会を行い安全について徹底する (c) 同上 (d) 道路から作業現場への車両の出入りについては誘導員を配置する
5 その他	(1) 工事の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) 油圧所別などの排気ガスが発生するが、管理の行き届いた車両や重機を使用し、過剰な排気ガスを排出している車両は使用しない (b) 海岸で工事を実施する多mr海洋生物には影響をおよぼさない (c) 海岸で行う工事で海水を利用するため、大きな影響は及ぼさない
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等がどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 環境管理計画、モニタリング計画を策定済である (b) 大気質、土壌汚染、廃棄物、事故の4項目策定、週1~2回実施、詳細は本文P61, 62参照 (c) 施工業者、ハシカンブラで体制を整え、実施費用は工事費基本コストに含んでいる (d) モニタリング計画に基づいて報告する。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

ここでの市場とは、公共・民間を含む護岸建設や護岸へのニーズに関わるものと位置付け、キリバス国内及び他国の状況について以下に記述する。

5-1-1 キリバス国内の市場規模

HDGは、第2章で述べた特徴により、キリバスのような環礁国においてはセメントの施工コストと比較しても導入の可能性が高いと考えている。キリバス国内において、セメントは主に護岸や港、住宅に用いるブロック等として利用されている。本章では、その中から使用量が多いと思われる護岸とブロックについて詳述する

(1) 公共機関による護岸整備の市場規模

環境省および内務省からのヒアリングによると、キリバス政府は、南タラワの海岸線全域を護岸整備したい考えであった。南タラワ東部には、海岸浸食を防ぐ目的でマングローブが植林されているが、環境省環境保護局の話では、マングローブが植林されている場合でも海岸浸食の危険があると判断した場合には、コンクリート護岸等の対策もありうるということであった。

キリバスの海岸線の延長は、ギルバート諸島、ライン諸島、フェニックス諸島の3つの地域合わせて合計1,143 kmである。

キリバス政府は、人口の集中している南タラワの護岸を最優先に進めているが、近年では、離島のモデルケースとして、アバイアンの海岸域の保全にも注力している。

GCFのプロポーザル（2017年6月現在）の中では、アバイアンの護岸建設が計画されており、南タラワの護岸整備が進めば、次に離島の護岸整備に移行するものと思われる。

非公開

表 5-1 公共事業省の護岸建設計画

非公開

公共事業省護岸整備リストに基づき JICA 調査団作成

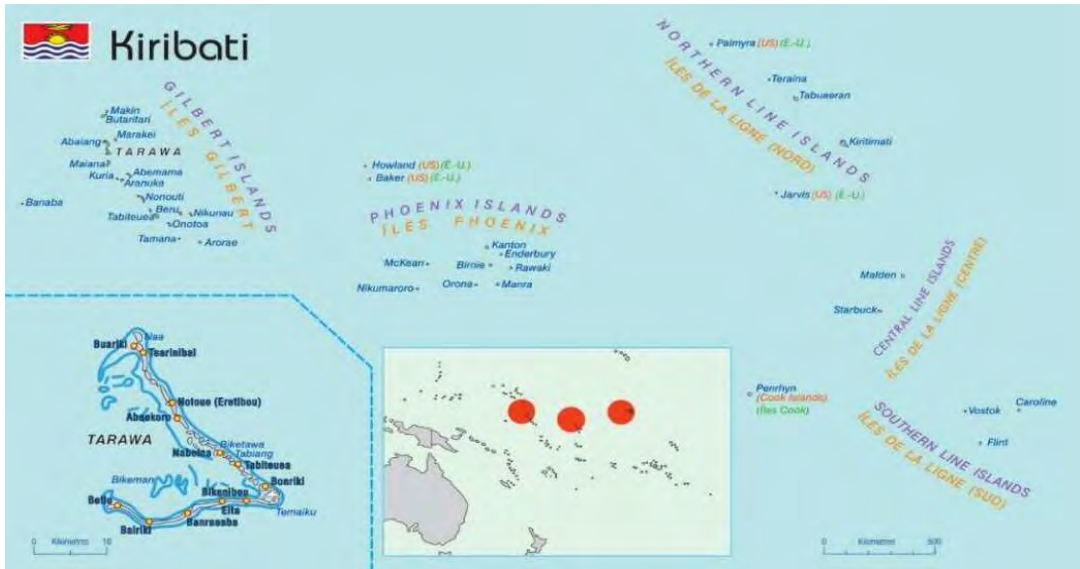


図 5-1 キリバス共和国全域

出典： <http://www.spc.int/our-members/kiribati/>

(2) 民間企業および住民によるサンドバック工法護岸整備の市場規模

人口が集中する南タラワの多くは私有地である。南タラワにある国有地は、コースウェイなどが挙げられる。そのため、住民は自分の土地を守るために、独自に護岸を形成している。

以前は、サンゴの欠けらを積み上げる方式であった。近年では、コンクリートによる護岸も普及している。その中で広く普及しているのが、サンドバック工法である。施工が簡単なため普及していると思われるが、中には、配合が十分でないことが原因による劣化等が見られた。HDG の採算性があれば、民間ベースでの販売も広がると見ている。



写真5-1 サンドバック工法の護岸

(3) コンクリートブロック

キリバス国内では、セメントをフィジーなど外国から輸入し、コンクリートブロックを製造し販売している企業がいくつかある。コンクリートブロックは、主に家屋の建築資材として広く使われている。骨材は、海外の支援プロジェクトなどの場合は輸入するケースもあるが、キリバス国内の需要にたいしては、これまでは、各企業がライセンスを取得し、独自にニッポン・コースウェイの指定されたエリア等で骨材を採取していた。しかし2016年に、ライセンスがあったとしても独自に海岸から骨材を採取することが禁止され、すべての骨材は海砂公社から購入するように取り決められている。

調査団は、一番規模の大きい企業である Tokaraetina K Trading を訪問し経営状況をヒアリングした。同企業は3種類（小：1.20ドル、中：1.40ドル、大1.70ドル）のブロックを作っている。2016年10月の時点では、台湾試験場からの大型発注を受けて工場はフル稼働しており、1日300個のコンクリートブロックを製造していた。



写真5-2 コンクリートブロック

そのほか、公共事業に対する販売もあるという。同社に HDG について紹介すると大変興味を示したので、今後、Tokaraetina K Trading に委託し HDG によるブロックの製造販売することも検討する。

また現在、ニュージーランドの支援による国際空港があるボンリキ地区における大規模な都市開発の計画があり、住宅公社の話では、今後プロジェクトが進めば、HDG の利用の可能性があるという。

このプロジェクトが実施されれば、人口密集が進む南タラワの状態が緩和することが期待される。住宅のみならず、学校や病院などの建設も計画の中にある。キリバス住宅公社は、キリバスで製造するコンクリートブロックの品質に対して問題意識を持っており、HDG の特徴について大きな興味を示している。

同社は、今後、コンクリートブロックを必要とする場合は、製品としてフィジーから輸入する計画があるという。その場合のコスト面においても、メンテナンスを考慮すると採算が取れるという。同社は、コンクリートブロックの強度は、オーストラリアの基準に準拠し、30N/mm² を採用している。

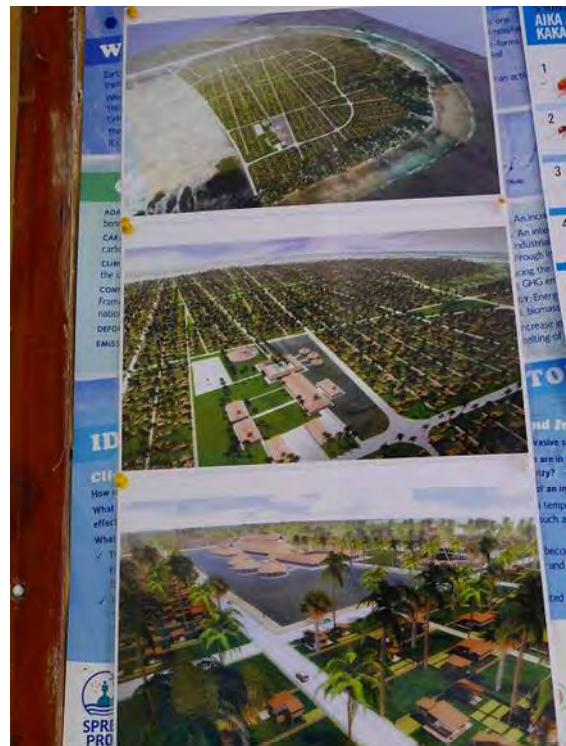


写真5-3 都市計画 完成予想図

表 5-2 キリバス国内の市場規模

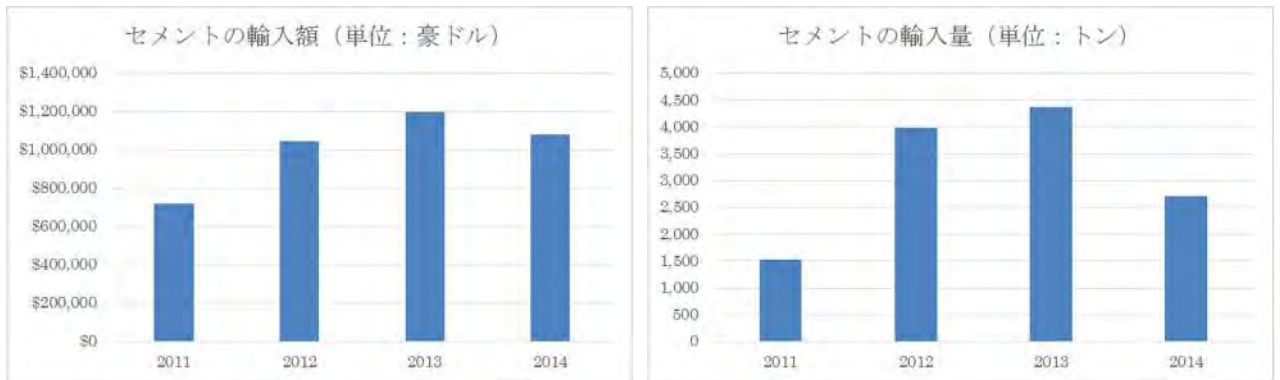
非公開

JICA 調査団作成

5-1-2 競合相手の状況

(1) セメント

図 5-2 にキリバスにおけるセメントの輸入額と輸入量を示す。HDG は、セメント同様の性質をもち、かつ海水で練ることができ耐久性に優れているということで、将来的には、真水や砂利の調達が困難な島嶼地域ではセメントにとって代わる可能性が高い。



財務省統計局のデータに基づき JICA 調査団作成

図 5-2 セメントの輸入額、輸入量

非公開

5-1-3 骨材の調達

5-1-1 (3) で述べたように、キリバス国内での骨材は海砂公社から購入するように決められている。海砂公社が販売する砂利の値段を表 5-5 に示す。同社職員の話によると、2016年8月から12月までの販売量は、「砂利」が75m³で、「細かい砂」と「振るいにかかっていない砂」の合計が19,493m³であった。

同社は現在、ラグーン海底から砂利を採掘し選別販売しているが、HDG を紹介したところ、HDG の販売についても興味を示したため、今後協議を重ねビジネス体制を検討する。

表 5-3 海砂公社の扱う骨材の値段

品目	1立米あたりの値段（単位：豪ドル）
砂利	\$45
細かい砂	\$45
振るいにかかっていない砂	\$30
振るいにかかっていないリーフマッド	\$40
振るいにかかったリーフマッド	\$45

海砂公社データに基づき JICA 調査団作成



図 5-3 海砂公社の状況

5-1-4 キリバス以外で想定される需要等

キリバスでの実証実験により HDG の有効性を確認できれば、5-1-1 で示したキリバス国内の需要のほかに、その性能は他の環礁国および、島しょ地域で利用の可能性が高まる。表 5-6 に主な環礁国を示す。いずれの環礁国も国土面積が限られているが、人口は増加の傾向にある。今後、地球温暖化の影響により海面が上昇し、国土消滅の危険に去られさている地域には早期に護岸の対策が必要だと考えられる。キリバスでの実証実験の結果を検証次第、下表に示す他の地域への水平展開を図る。

表 5-4 世界の主な環礁国

	人口	面積	島の数
キリバス共和国	約 11 万人	730k m ²	33
マーシャル諸島共和国	52,898 人	180k m ²	29 の環礁と 5 つの島
ツバル	約 9,900 人	26 k m ²	9
モルディブ	40.7 万人	298k m ²	1,200

外務省データに基づき JICA 調査団作成

また、日本国内に目を向けても、沖縄の離島などでは、大洋州同様に水不足に悩む地域があり、海水で練ることができるハイデガスの導入が見込まれる。日本国内の場合には、有人島に限らず、無人島も、日本の領土・領海等の観点から導入の可能性が考えられる。

表 5-5 沖縄県の島嶼の概況

区分	沖縄本島	沖縄本島と橋等で 連結されている島	離島	合計
有人島	1	9	39	49
無人島	0	2	109	111
	1	11	148	160

出典：沖縄県 HP <http://www.pref.okinawa.jp/site/kikaku/chiikirito/ritoshinko/ritou-gaikyou.html>

5-1-5 法的規制・優遇策・支援策

キリバス国内では、セメントを練る際には、地下水（レンズウォーター）が使われている場合もある。セメントと比較して HDG は海水で練ることができるという特徴があり、キリバス政府としては、HDG のこの特性について注目している。その理由として、地下水資源には限りがあり地下水を消費しすぎると、塩分濃度の上昇や海水が流入するなどの恐れがあることが挙げられる。

今後、気候変動により地下水の水量・水質次第で地下水の利用が制限されれば、海水で練ることができる HDG の需要はさらに高まると見ている。

5-2 想定する事業計画及び開発効果

5-2-1 事業戦略

(1) キリバス国内

普及実証事業を第一歩として、キリバスの公共護岸の新設や更新に対して HDG コンクリートの浸透を図る。

公共護岸の継続的な建設に向けて、公共事業省と協働で護岸建設計画を立案、この計画を各国ドナーへ提案活動を行う。

民間護岸については普及実証事業時より、南タラワでの建材メーカー、建材販売店との販売を開始する。

(2) キリバス以外

普及実証事業中から、キリバスでの実績をもとに、キリバスと地理的条件が類似している低海拔環礁国のマーシャル諸島等への営業を展開する。

(3) 日本における販売展開

- ・ 沖縄離島、東北での展開開始
- ・ 東北では凍結防止剤等による劣化対策として側溝蓋など製品化を進める。現在、宮城県大崎市で暴露試験中（5年経過中）

非公開

JICA 調査団作成

図 5-4 大崎市鳴子温泉 HDG コンクリート検証 経過状況

5-2-2 実施体制

(1) 組織体制

普及実証事業に向けて以下のような3社体制で進め、キリバスでの販売ルートを確立し、普及実証時に販売を開始する。このためハシカンプラでは担当部を創設する。

非公開

図 5-5 組織体制

JICA 調査団作成

(2) 受注獲得から販売までの流れ

HDG の知名度は全くない状態から事業を展開するため、当面は顧客獲得から始めることになる。顧客獲得のため普及実証事業の参加や顧客への技術的支援を行う。同時にキリバスでの販売を開始し諸活動の原資を確保する。

非公開

図 5-6 顧客獲得から販売まで

JICA 調査団作成

5-2-3 原材料の調達計画等

(1) 受注計画（5か年計画）

普及実証事業計画後、公的・民間護岸を中心に受注活動を行う。直近の2か年で公的護岸14箇所建設、民間護岸16箇所（登録）程度建設されていることから、初年度の受注は、公的護岸3箇所、民間護岸5箇所を想定し、その後広報効果を考慮して受注件数を2倍以上に想定する。

表 5-6 受注計画

非公開

JICA 調査団作成

表 5-7 販売額(予測)(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

(2) 資材の調達計画（5か年計画）

HDG コンクリートを構成する高炉スラグ、高炉セメント等を調達する。

表 5-8 材料調達計画(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

(3) 生産・流通計画（5か年計画）

受注計画に基づくと、HDG生産量は以下のとおりである

表 5-9 HDG の生産量(単位：トン)

非公開

JICA 調査団作成

(4) 要員計画（5か年計画）

基本的に5名体制で運営する

表 5-10 要員計画(単位：人)

非公開

JICA 調査団作成

表 5-11 人件費(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

(5) 人材育成計画（5か年計画）

初年度に1名業務全般についての教育を実施する。

（6）初期投資資金計画、（5か年計画）

製造に関わる費用、事業運営に関わる費用等は以下のように想定している

表 5-1 2 製造に関わる費用(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

表 5-1 3 運営に関わる費用(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

(7) 収支計画（売上高、売上原価、販売費一般管理費）（5か年計画）、

想定した初年度の受注が低いため、初年度は約400万円弱の赤字となるが、2年目以降は普及実証事業の広報効果が広まり受注の増加が期待できる、2年度目から黒字に転換することが予測される。

表 5-1 4 収支予測(単位：千円)

非公開

JICA 調査団作成

5-2-4 海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール

(1) 普及実証事業実施中

民間護岸への HDG 販売を海砂公社と提携し開始する。

さらに、住宅建材での活用を地元ブロック製造会社と提携し試作品を作成、キリバス住宅公社などへの営業活動を行う。

(2) 普及実証事業後～2年

普及実証時に計画した護岸の建設に、キリバス国内に駐在するドナーに対して、営業活動を行う。またキリバス民間護岸建設や住宅建材としての実績を高める。

(3) 普及実証事業後3年～4年

太平洋諸島センター等諸機関へのアプローチを行い、マーシャル諸島への営業活動を開始する。

(4) 普及実証事業後4年～5年

マーシャル諸島での販売を開始する。

5-2-5 事業展開した場合の開発効果

これまでキリバスでは、塩分混じりの骨材と海水、セメントで護岸を建設してきたが、飛沫帯など劣化により5年～10年で護岸は損壊している状況にあり、更新してもまた5～10年で損壊するような状況下にある。HDG コンクリートの事業を展開することで、キリバスの護岸のライフサイクルコストの低減化が図られ、公的・民間護岸の建設が促進される。

これにより、キリバスをはじめとした環礁国への事業を展開することで、海面上昇や災害時の浸水など気候変動や災害に強い国づくりが期待できる。これにより、キリバスに留まりたいという住民の思いが実現可能となることが期待できる。他国への移住リスクも軽減され、移住先での紛争など回避できる。

非公開

JICA 調査団作成

図 5-7 海面上昇等による住民の対応

5-3 事業展開におけるリスクと対応策

5-3-1 知財面でのリスク

提案製品は、複数の薬剤を複雑な配合で製造することから、物資の乏しいキリバス国内では、模倣のリスクは小さいと考える。

また、キリバス近隣のニュージーランド、オーストラリアなどでの事業展開次第では、ビジネスパートナー候補との協議の際には、秘密保持契約等を取り交わすことにより、対応することとする。

また、事業を展開する地域の特許取得も検討する。

5-3-2 政治面でのリスク

2016年1月、これまで12年間政権を担ってきた BTK 党のアノテ・トン前大統領が政権を引退し、同年3月の大統領選挙では、前野党の2政党が合併した TK 党が推すターネス・マーマウ (Taneti Maamau) が当選し、新大統領が誕生した。新政権は、前政権と比較すると、国内重視の傾向にあり、前政権ほど気候変動にかかる国際社会に向けた発言は少ない。しかし、海面上昇による国土の消失は、キリバスが直面する課題に変わりではなく、現地調査において、政府機関からヒアリングした限りでは、キリバス政府の護岸に対するプライオリティは依然として高い。

5-3-3 取扱い上の安全面でのリスク

HDG は、成分は異なるもののセメントと同等以上の強アルカリ性を示す。また、人体に有害な粉塵であり、吸引を避けること。なお目・鼻や皮膚に付着した場合、角膜、鼻の粘膜や皮膚に炎症を起こす危険性がある。固化してしまえば問題ないものの、キリバスで施工する際には、安全管理を徹底し、長袖作業着の上下着用その他、適切な保護具（手袋、長靴、保護メガネ、防塵マスクなど）を着用し、換気をするなどの対策をとる。

5-3-4 在庫・保管面でのリスク

熱帯気候であるキリバスにおける販売代理店などにおいては、在庫する製品を湿度の高い状態を避けて、保管するように指導する。また、プロジェクト実施期間中には、相当数の HDG をキリバスに輸入することになるが、HDG を始めとする資機材が盗難にあわないように、施錠できる場所を確保し、必要に応じウォッチマンを雇うなどの対策をとる。

5-3-5 医療面でのリスク

キリバスの医療は、必ずしも充実しているとは言えない。そのため、ワクチンを接種することにより、予防できる感染症に関しては、渡航前にワクチンを接種する。

緊急医療を必要とする場合、キリバス国内では対応できないことも想定されるため、第3国への移送もカバーされている海外旅行保険等に加入する。

以上

Summary

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects "Feasibility Survey for an Application of Hydraulic Solidifying Cement "Haidegas" to Climate Change Countermeasures"

1. Surveyed Country and its Situation

- The Republic of Kiribati (Hereinafter as Kiribati) is an island nation located in the Central Pacific Islands spreading across Micronesia and Polynesia. The country consists of 32 atolls and one raised coral island dispersed within its Exclusive Economic Zone over 3.5 million square kilometres, 800km from its north to south and 3,200km from its east to west, straddling the equator, and bordering the International Date Line to the east
- Kiribati consists of the three regions such as Gilbert Islands (17 islands), Phoenix Islands (7 atolls, 1 island) Line Islands (5 atolls, 3 islands) Total population is 103,000 people (2010 national census) and 91% of people live in the Gilbert Islands.
- The capital of Kiribati is South Tarawa, which has the parliament, cabinet and judiciary.
- Climate change has caused many disasters and intensified them, including sea level rise, cyclone and high tide, which also has effected a secondary disaster including serious water shortage.

2. Outline of the Proposed Product/Technology Feasibility and its Overseas Marketing Policy

- Seawall construction is urgently needed due to the serious damages caused by the disasters including cyclone and high tide.
- Seawalls in Kiribati are constructed by mixing the aggregates contained salt and sea water, as fresh water supply is limited, thus, kept for drinking purpose, and also to save the cost of the construction. This condition makes the seawalls in Kiribati less durable. The government of Kiribati recognises this problem and is seeking construction of more durable seawalls.
- Hashikanpura Ltd and Dobokuchishitu Ltd have decided to collaborate in marketing the HDG concrete to the overseas market after seeing that it has potential market in the atoll island nations. The atoll island nations have limited water resources, thus, it was considered there may be a demand for HDG concrete that can be used with seawater for construction and repair of seawalls and as building material.

3. Outcome of the Feasibility Survey for the Proposed Product/Technology Utilizing in ODA Projects

- Two main terms of references of this survey are: 1. To confirm the feasibility of HDG concrete production in Kiribati (adaptability, efficiency), and 2. To examine the possibility of smooth implementation of the HDG seawall construction plan (possibility survey). Three visits to Kiribati have been made for the field survey.
- The feasibility survey of the HDG concrete production in Kiribati was focused on the compatibility of the HDG concrete with the locally available aggregates and see if it can cater local needs. The mix ratio of HDG in Kiribati was investigated, and conducted the various types

of test using local (Kiribati) materials in Japan. Also the demand for construction/repair of seawalls was studied and how they were assessed by interviewing authorities concerned and conducting questionnaires survey to general public.

- The information of seawall construction methods in Kiribati were gathered from MPWU, related organisations, questionnaires' survey, and the seawall construction sites inspection.
- The information on the damages caused by king tides and possibility of using HDG as house construction material were gathered.

Table-1 Outline of Field Survey

Title	Period
1 st Field Survey	22/Oct/2016 (Sat) - 2016/Nov/3 (Thu)
2 nd Field Survey	14/Jan/2017 (Sat) - 29/Jan/2017 (Sun)
3 rd Field Survey	15/Apr/2017 (Sat) - 27/Apr/2017 (Thu)

Made by JICA Survey Mission

- Adaptability of HDG

Seawalls in Kiribati are considered less durable due to its aggregates used contain sea water and salt, with assumption of 5-10 years durability. As the HDG concrete enables construction of the seawall with higher durability, it may be able to receive support in Kiribati.

- Effectiveness

Coral sand samples were brought to Japan from Kiribati to conduct compressive strength test and sulphuric acid deterioration test using HDG and blast fume slug mixed samples. As a result, it was confirmed the sample has more than 30N/mm² compressive strength at material age of 28 days, and deterioration performance is more than 5 times higher than conventional cement concrete (deterioration speed is 5 times slower than the conventional cement concrete). It was confirmed therefore that the HDG concrete mixed with local aggregates and seawater in Kiribati can be more durable against deterioration

- Economic Efficiency

HDG cement per 1kg costs 3.40 times more than the cement available in Kiribati, and the HDG concrete costs 3 times more than the cement concrete in Kiribati in 1m³. However, its durability is more than 5 times. This means longer useful life and lower life-cycle cost. Figure-3 indicates the age of the seawall (reconstruction of seawall after 15 years for conventional concrete vs More than 50 years with the HDG concrete). The life-cycle cost is expected to be more than 50% lesser than the conventional concrete in Kiribati.

- Practicality

There are no design specifications (ground plan/cross section) for construction of conventional sand bag seawalls. Newly introduced seawall, mass concrete type, has a standard drawing only to refer to for its construction.

- There are some examples that seawalls were built over a tree. This indicates they were constructed without checking the site topography, geological condition, surveying.
- Performance of the HDG concrete may be hindered by lack work experience in seawall construction and quality control knowledge among the on-site workers, even though the HDG concrete can build more durable seawall.
- For constructing seawall using the HDG concrete, enhancing the technical ability of MPWU and the on-site workers is needed.

In order to solve the abovementioned possible hurdles, the following measurements are needed:

- The On-Job-Training (OJT) will be carried out to enhance experience in proper seawall construction. The OJT plan will be made in collaboration with those who concern.
- Technical workshop will be carried out to enhance skills and techniques of the on-site supervisor.

※Seawall integrated with tree



※seawall integrated with tree



Picture-1 Seawall Constructed by Referring to a Standard Drawing Only (Seawall integrated with base or concrete)



Poor mixing (honeycomb)

Overusing of old concrete form caused gaps.
The gaps filled with paper, when it melts, the gaps
goes to cavity and weak point.

※Gaps at the joint of the concrete
form caused slopes.



Picture-2 Defect Sample

4. Proposal for Formulating ODA Project

As discussed above, the HDG concrete has a great local adaptability and effectiveness. The project should include the seawall construction using the HDG concrete, making the seawall construction plan by OJT targeted on the engineers of MPWU providing the lectures for on-site workers.

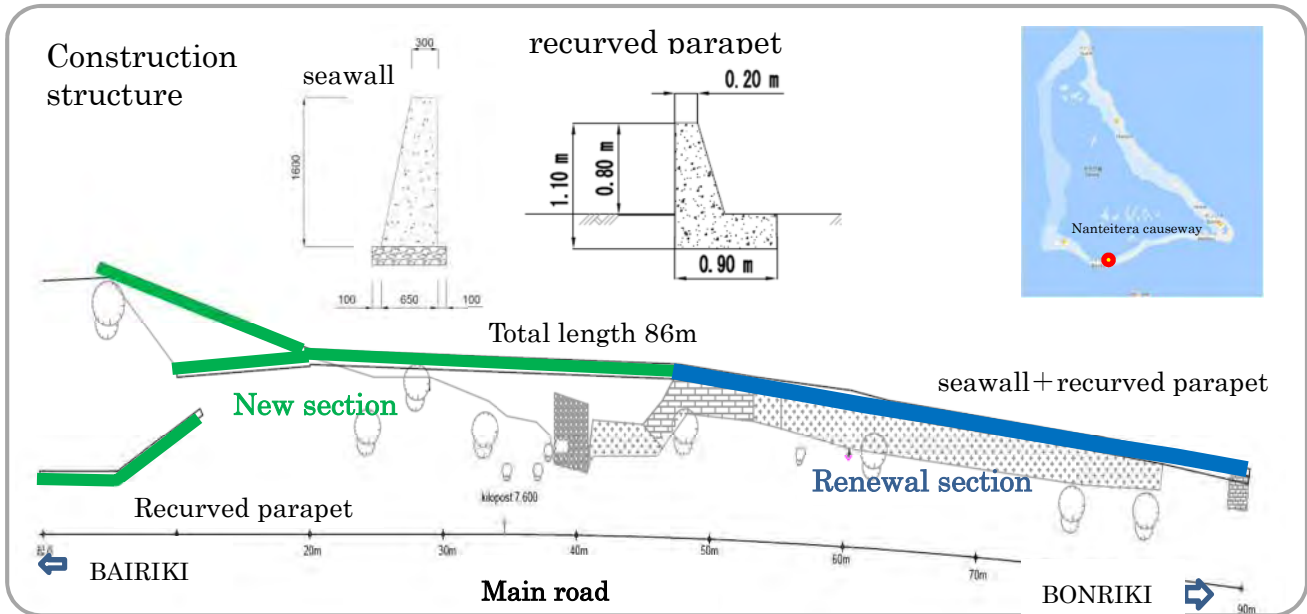
Table-2 The Project Plan (aim, action, expected result)

Aim : Proving superiority of the HDG concrete quantitatively by building the HDG concrete seawall as well as to and to prepare for future operation by strengthening institution of the counterpart through enhancing human resource for construction of quality seawalls.	
Expected Result	Action
Result 1: Superiority of the HDG concrete seawall is proven	<p>1.1 Seawall construction (Divided into two sections) Identifying the problems and its solutions at the time of construction by PDCA Cycle, with an aim of improvement to construction and its quality.</p> <p>1.2 Preparation of the seawall construction plan To construct high quality seawall at other locations</p> <p>1.3 Verification of the superiority over the conventional concrete made seawalls quantitatively</p>
Result 2: Enhanced human resource for construction of quality infrastructure and institution of the counterpart is strengthened for the maintenance capability	<p>2.1 Seawall construction by PDCA Cycle Dividing into 2 sections, identifying the problems and its solution of the seawall design and construction by engineers and on-site workers.</p> <p>2.2 Holding a technical workshop for supervisors and construction companies. Planning of the workshop contents (Process/methods/important notes/handling of HDG) will be conducted when the above 1-1 starts.</p> <p>2.3 Preparing the construction plan through OJT Providing the opportunity of learning a series of work including planning, simple field test, design policy, design, and costing. At the planning step, the cost and the expected degree of damages caused by the natural disaster will be assessed, instead of building the seawall at the designated site randomly.</p> <p>2.4 Preparation of the manual and instruction book/Workshop Providing the lecture for the companies who participated in the workshop held by MPWU. This lecture will be specialised in the technique of the seawall construction, and aiming at the technical improvement of the construction industry</p>
Result 3: Increased recognition of the HDG concrete made seawall and business operation plan is ready	<p>3.1 Promotion to the private sector by opening the construction site during the construction work to the general public. HDG promotion to the private seawall owners and constructing companies</p>

NB: PCDA Cycle=Plan, Do, Check, Act Cycle

Made by JICA survey mission

- Period & Construction cost
 - Period: 2 years and 3 months
 - Cost of seawall construction: Approximately 33 million yen
 - Equipment cost: Approximately 5 million yen
 - Subcontracting cost: Approximately 6 million yen



Made by JICA survey mission

Figure— 1 Outline of Seawall Construction

5. Detailed Plan of the Business Operation

Table-3 Schedule for the Business Operation

Period	Activities
During Verification Survey	<ul style="list-style-type: none"> • At the same time of the pilot survey, launching of the HDG marketing operation to the private seawall owners by collaborating with the government owned sea sand enterprise. • Marketing to Kiribati Housing Corporation.
2 years after Verification Survey	<ul style="list-style-type: none"> • Marketing to Kiribati's development partners • Enhancing the sales outcome as privately owned seawall construction and house building materials in Kiribati.
3-4years after Verification Survey	<ul style="list-style-type: none"> • Commencing marketing to Marshall Islands and approach to the Pacific Islands Centre.
4-5 years after Verification Survey	<ul style="list-style-type: none"> • Launching the sales operation in Marshall Islands

Made by JICA Survey Mission

6. Expected Developmental Effects

Marketing the HDG concrete for seawall construction can assist reduction of the life-cycle cost of seawalls, and facilitate more public and private seawall construction in Kiribati. This will allow resilience, thus, confidence, against natural disasters caused by climate change such as severe coastal erosion in Kiribati and other atoll nations. The effect of this resilience will assist the desire of most of the people in Kiribati; continue to live in Kiribati. It can also reduce the risks of the emigration to other country that may cause conflicts with the residents in the host countries.

Feasibility Survey for an application of Hydraulic Solidifying cement "Haidegas" to climate change countermeasures

in Kiribati

SMEs and counterpart organization

- Host company : Hashikanpura , Co., Ltd.
- Company's site : 2-1-40 Takamori, Izumi, Sendai , Miyagi, Japan
- Site : Tarawa , Kiribati
- Counter part : Ministry of Public Works & Utilities (MPWU)

Experiment that assumes the construction of in the sea



Concerned development issues

- Effects of Climate change are :
Coastal erosion/sea level rise/Residents in coastal area's relocation/losing ground /land fragmentation
⇒Maintenance delay
 - ✓ Easily damaged structure
 - ✓ Delay of Seawall maintenance due to high cost
 - ✓ Deterioration by salt corrosion with local concrete

Products and Technologies of SMEs

- Hydraulic solidification materials (Haidegas)
 - ✓ Haidegas: Same structure as conventional concrete with aggregate contains sea water and salinity
 - ✓ Able to solidify in the sea
 - ✓ Help to improve the soil

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Prevention of coastal erosion <ul style="list-style-type: none"> ● Seawall structure integrated with the coral reef ● Able to construct with materials nearby ● Unification of construction methods & structure | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Seawall maintenance ⇒ Prevention and control of coastal erosion <ul style="list-style-type: none"> ● Prevention of residents' relocation & Improvement of secured living ● Maintain of farm land & Agriculture products ● Establishment of the construction system / Technical improvement |
|---|---|--|

Business development of Japanese Small Medium Enterprises (SMEs)

- Investigate the possibility of haidegas production in Kiribati including neighboring countries and developing their activities.
- Promotion of Haidegas by advertising to international organizations such as SPREP and gathering information

Figure-2 Frame of the Survey