

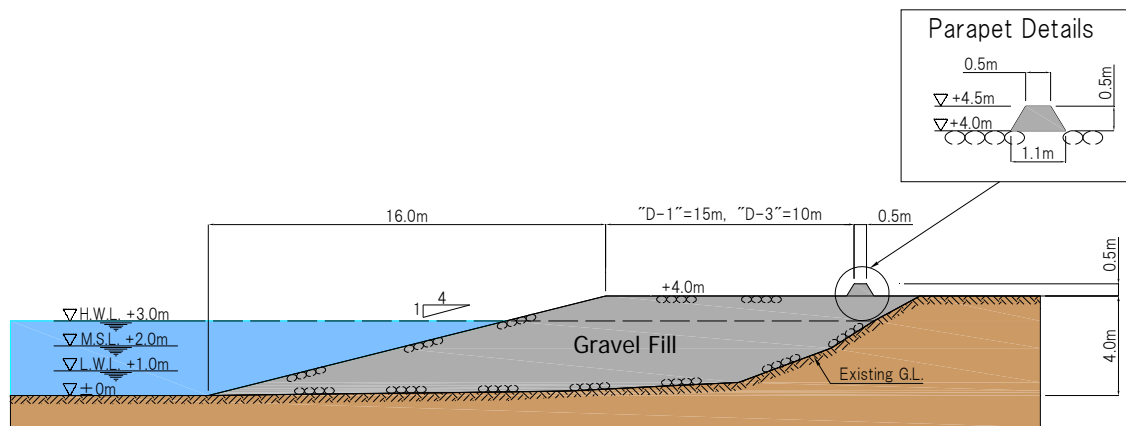
## 9.5 施工計画

### 9.5.1 礫養浜工の検討

#### (1) 礫養浜の断面

礫による養浜工断面は、前出 9.2 項で述べたとおり以下のとおりとする。

- －後浜幅： D-1 地区=15m、D-3 地区=10m
- －後浜の天端高： C. D. L. +4.0m
- －斜面勾配： 1 : 4



例：法尻水深±0.0m、現地盤頂部+4.0mの場合)

図 9.30 礫養浜工の標準断面

なお、対策工に必要とされる礫材に対して、現地で採取できる礫材の量の収支が▲54,788m<sup>3</sup>と不足することから、L-C 地区については、パラペット工で既存ストームリッジの嵩上げを行い越波を防ぐものとする。

#### (2) 付帯工

##### a) パラペット工

高波浪時に礫の打ち込みを防止するために設ける。

現地のサンゴ礫を用いた練り石積み式とし、パラペット天端高=C. D. L. +4.5m とする。

断面構造は、L-C 地区については、北側の約 438m 分は台形方とし、南側の約 317m 分は幹線道路に沿った海岸のストームリッジの嵩上げであることから、道路端部より練り石積みの階段式で頂部を C. D. L. +4.5m とし、現況より約 1.0m 分嵩上げする。

L-D 地区については、頂部を C. D. L. +4.5m とし、台形断面で現況より平均で約 0.5m 分嵩上げする。

##### b) 植栽

養浜した礫の閉め固めおよび高波浪時に礫の打ち込みを防止するために設ける。

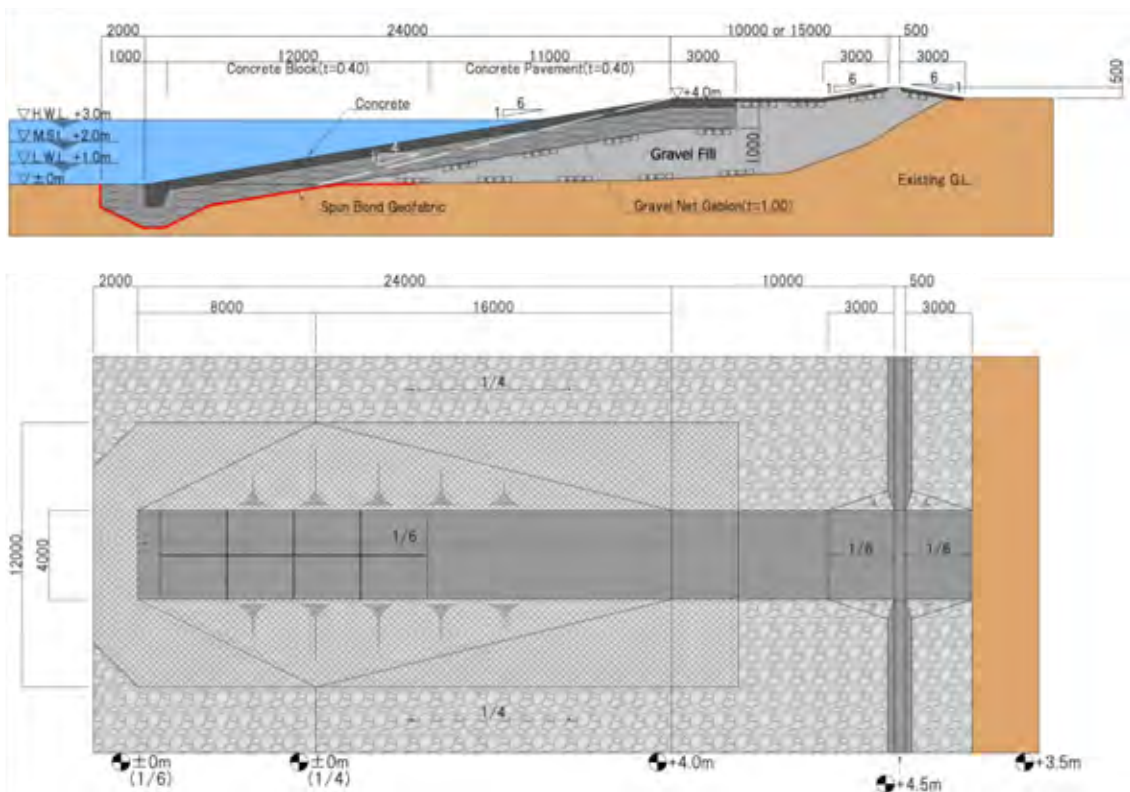
位置は、浜パラペットの海側直前付近に  $20\text{m}^2$  の方形区を 5 箇所設定し、樹種は主林木としてココヤシを 1m 間隔に植付け、その周囲を交互に列状にパンダナス、クサトベラを植栽する ( $2\text{m} \times 100\text{m}$  : 図 9.20 参照)。なお、試験的に“挿し木苗”により植え付けを行う。また、苗木の活着、育成までに数ヶ年を要するので、ツバル側による実施が必要、技術移転および実施体制については検討が必要。

c) 端部処理堤 (兼固定式船揚場)

養浜礫の汀線方向の移動を防止する為に D-1 地区に 2 箇所、D-3 地区に 1 箇所の端部処理堤を設置する。端部処理堤は、固定式の船揚げ場を兼用するものとする。

端部処理堤の勾配は、礫養浜の斜面勾配 1 : 4 と同勾配であることが望ましいが、船揚場の斜路勾配は一般的に船体の重量や実態を踏まえて 1 : 6 ~ 1 : 10 の範囲で設定される。

現地では船体重量が重い木造船を人力で押し上げる必要があることから斜路勾配は 1 : 6 より急勾配にすることは、現状と比較しても利用上、人力での船揚げ作業に困難と考えられることから、船揚げ場の斜路勾配は 1 : 6 とする。この場合、図 9.31 に示すとおり M.S.L.(+2.0m)における 1 : 4 の礫養浜の斜面部との段差は約 65cm となる。中央部は無筋コンクリート造 (幅 4.0m x 40cm 厚)、その両脇をネット式じゃ籠で被覆防護する。



(例：法尻水深±0.0m、現地盤頂部+3.5mの場合)

図 9.31 端部処理堤 (兼船揚場) の標準図

d) ハシゴ式船揚げ用機材

住民が設置した既存の船揚場 (合計 9 箇所) の代替として 3 箇所は、上記 c) の端部処理

堤を兼ねた固定式船揚場とするが、他6箇所については、可搬式の簡易なハシゴ式の船揚げ用の機材を試験的に導入する。

耐久性と可搬性を考慮して、摩擦係数が低く耐摩耗性に優れた高密度ポリエチレン製のハシゴ部をロープで連結し、1組み当たり5mの長さとする重量は約18kgとなる。1箇所当たり2組を標準として使用する。

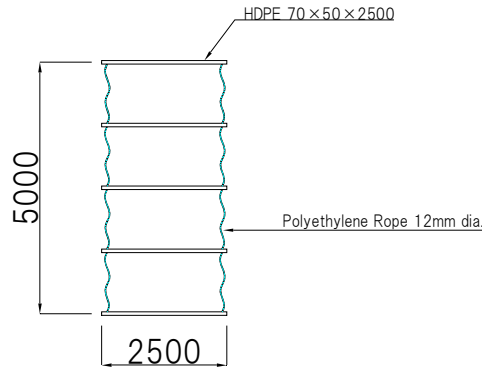


図 9.32 ハシゴ式船揚げ用機材の標準図

### 9.5.2 ボローピット埋め戻し工の検討

#### (1) 埋め戻しの断面

D-1地区の海底地形は図 9.33 に示すとおり、ボローピットは、汀線部から海に向かって約70~100m続くビーチロックの平坦部を掘り込んである。ボローピットの埋め戻し工を実施する場合は、局所的な波の変形や流れを乱さないように周辺の海底地盤とほぼ同じ高さになるように埋め戻す。

#### (2) 浚渫砂の利用について

ボローピット内に中詰めして埋め戻す場合、通常ならば、全て礫材を投入して埋め戻すことがもっとも安全かつ経済的だが、なお、対策工に必要とされる礫材に対して、現地で採取できる礫材の量の収支が▲54,788m<sup>3</sup>と不足することから、ボローピットの埋戻しには、可能な限り浚渫土を中詰め材として使用する。

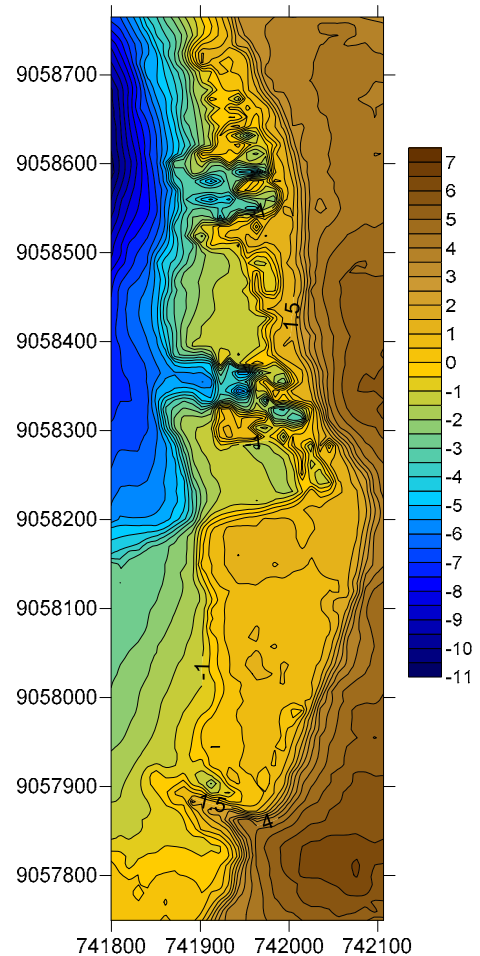


図 9.33 ボローピット D-1 地区 (BP-1, BP-2, BP-3) 深浅測量図

フナフチ沖のラグーンから採取した海底土砂を室内分析した結果、浚渫の候補地である Vaiaku Wharf の沖合い 750m 以遠、水深 15m 以深の海底には主に石灰藻由来の砂が堆積しており、この石灰藻由来の砂は粒子が脆く容易に微粒子に崩れシルト状に変化し、粒度分析結果によれば約半分を細粒分が占めている細粒分質砂と分類されることから、この土砂をボローピット内に直接埋め戻した場合、浅海部で砕波した波に底質が巻き上げられ、引き波による流れによって容易に沖合に流失してしまう可能性が懸念される。

しかしながら何割が流失し、何割の土砂がボローピット内に残留するかは、ボローピット内の複雑な流況を把握することが先決である。また、細粒分が周辺の海域に拡散しサンゴ礁に悪影響を与える可能性も否定できないことから、土砂を直接投入する工法を採用する場合は、工事の詳細計画に先立ち実験により確認することが望ましい。

### (3) 中詰め工法

このように浚渫土砂を直接、ボローピットに埋め戻す場合には、幾つか技術的課題が残されていることから、本計画においてはより堅実かつ安全な方法を検討する。以下に浚渫土を中詰めに用いる場合の考えられる工法の比較検討を示す。

表 9.15 中詰め工法の比較

| 工法  | 土砂直投工法  | 大型土嚢工法                                | セメント固化処理工法  |
|-----|---|---------------------------------------|---|
| 概要  | ・大型土嚢に詰めてから埋め戻し流失を押さえる方法  | ・不織布系ジオテキスタイル製の大型土嚢に詰めてから埋め戻し、流失を押さえる | ・揚陸した浚渫土にセメントを添加し、海中で容易に崩れない程度に団粒状に固化させてから海中に投入する |
| 長所  | ・工期が短く、もともと経済的<br>・輸入資材が全くない  | ・確実に土砂を安定させることが可能                     | ・大型土嚢工法よりは安価<br>(添加セメント量による)                      |
| 短所  | ・将来も土砂の流失が大<br>・土粒子の拡散による生態系への影響が懸念される<br>・法面の自然安定勾配(1/12程度)を確保するには土量が非常に多くなる | ・土嚢材料は全て輸入となり輸送費が相当な金額を占める            | ・使用するセメントの六価クロム問題を検証する必要あり<br>・工期が長い              |
| 経済性 | ・工費が安い  | ・もともと工費が高い                            | ・大型土嚢工法よりは安価<br>(添加セメント量による)                      |

なお、中詰め工法が上記のいずれの場合でも、ボローピットの海側の出入口の法面と平坦部の表層については、侵食と完成後の海底の生態系に配慮して厚さ 50cm 程度の自然石を敷き均し侵食から防護するものとする。

図 9.34 および図 9.35 に、大型土嚢で中詰めた場合と、セメント改良土塊で中詰め

した場合の2つの標準図を示す。

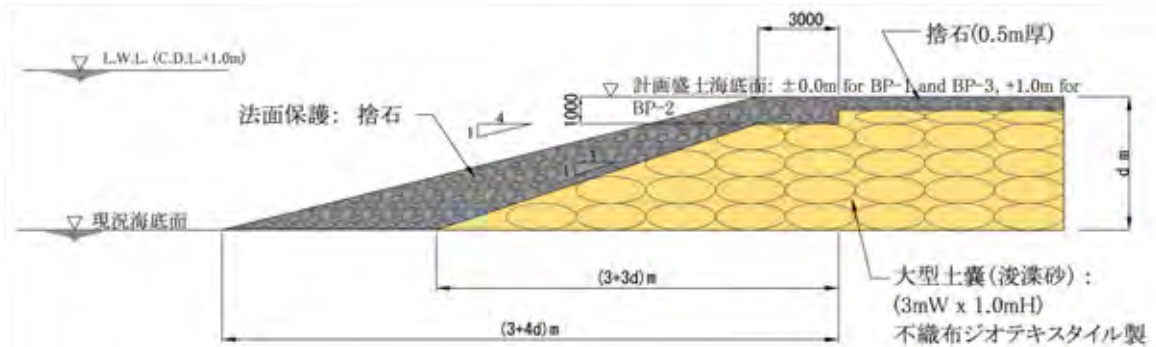


図 9.34 ボローピット埋め戻し法先部標準断面  
(中詰め：大型土嚢の場合)

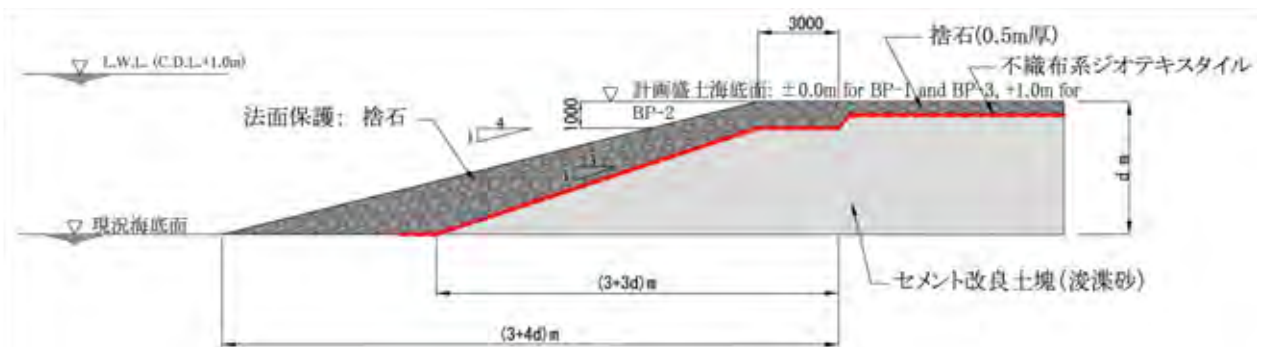


図 9.35 ボローピット埋め戻し法先部標準断面  
(中詰め：セメント改良土塊の場合)

### 9.5.3 材料採取工の検討

#### (1) 滑走路の礫材の採取

本調査においては、ツ国の通信運輸観光省 航空局 (Civil Aviation Department)、公共事業局 (Public Works Department) と計画概要の説明協議を行い、計画に当たって留意すべき事項などヒアリング調査を実施すると共に、前出 9.3.2 項の (2) 滑走路周辺の礫材の項で述べた礫材の賦存量調査を行った。

この結果、図 9.36 に示す範囲から礫材の採取が可能と考えられる。なお、ツ国の航空局、公共事業局からは、安全地帯とは言え既存滑走路の脇を掘削、土砂置換をするということで、既存滑走路に構造的な影響、安全運航に問題が及ばないように十分な配慮を求められた。特に既存滑走路周辺は、昔の湿地帯であり今なお数多くの外洋側と地下で繋がる水ミチがある為、土砂の吸い出しによる地盤の空洞化、陥没については十分な調査と対策が必要とのコメントがあった。

本計画では、既存滑走路に構造的な影響、安全運航については、既存滑走路の舗装縁部か



ら 10m の離隔距離を確保し、北端部の外洋側の汀線と掘削箇所は 30m 以上の距離を確保するものとして計画する。

また、水ミチや土砂の吸い出しによる地盤の空洞化、陥没に対しては、掘削底面に透水性が良好で、土粒子の吸い出しを防止する不織布系ジオテキスタイルを敷設するものとして計画する。なお、図 9.36 の(C)と(D)間の 200m の区間は、礫が少なく主として砂層と推定されたので、礫の採取範囲から除外した。



| Zone           | Area<br>LxBxDepth | Area<br>(m <sup>2</sup> ) | Total<br>Volume<br>(m <sup>3</sup> ) | Gravel<br>Percentage | Gravel<br>Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| (A) North End  | 70m×60m×1.5m      | 4,200                     | 6,300                                | 85%                  | 5,355                                 |
| (B)            | 370m×20m×1.1m     | 7,400                     | 8,140                                | 85%                  | 6,919                                 |
| (C)            | 100m×30m×0.7m     | 3,000                     | 2,100                                | 80%                  | 1,680                                 |
| (D)            | 100m×30m×0.7m     | 3,000                     | 2,100                                | 80%                  | 1,680                                 |
| (E)            | 430m×25m×1.0m     | 10,750                    | 10,750                               | 85%                  | 9,138                                 |
| (F) South End  | 350m×20m×1.0m     | 7,000                     | 7,000                                | 85%                  | 5,950                                 |
| <b>S/Total</b> |                   |                           |                                      |                      | <b>30,722</b>                         |

図 9.36 滑走路の礫材採取予定範囲

滑走路からの礫材の採取工事は、下記の工種からなる。

1. 礫の掘削と搬出,
2. 浚渫土を用いた置換埋め戻し,
3. 均し、締固め
4. 清掃、資機材撤収

2010年9月現在、双発プロペラ機(42人乗り)が火曜、木曜の週2便、スバ(フィジー)＝フナフチ間を定期運航している。したがって、飛行機が飛来する毎週火曜、木曜の早朝までに完了しなければならない。すなわち、上記の作業は2、3日のサイクルを繰り返すことになる。

なお、詳細設計および工事に先だっては、計画内容、工程、安全管理に関してツバル国およびフィジー国の Civil Aviation Department とも十分な説明協議が必要である。

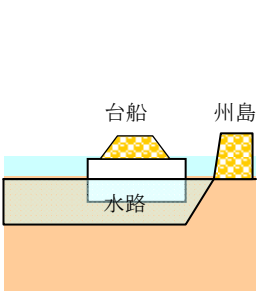
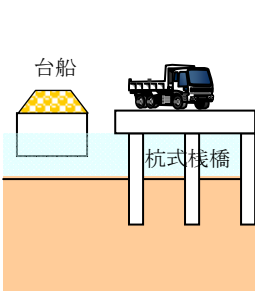
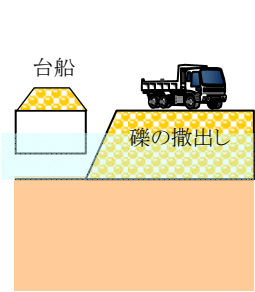
## (2) 州島の礫材の採取

工事内容は、環礁南東部にある州島(フナマヌ島の北端と南端、およびファレファトゥ島

の北端)に満潮時に静穏なラグーン側からアクセスし、台船からバックホウを降ろし上陸させ、礫をバックホウにより採取してダンプトラックで台船に積み込み、タグボートと台船によりフォンガファレ島に海上輸送する。

ここで台船に礫を積み込む為には仮設アクセス(水路、杭式栈橋、コースウェイ等)が必要となるが、仮設アクセス形式の選定については、表 9.16 に示すとおり生態系への影響、流れ、地形に与える影響、加えて採取土量と仮設費に掛かるコスト等を慎重に検討して仮設アクセス形式を選択しなければならないが、本計画では、各島で採取された礫材を浅い海岸のビーチフラット上に撒き出し台船がアクセスできる水深まで盛土したコースウェイ式として計画する。

表 9.16 仮設アクセス形式の比較

| 形式        | 掘り込み水路(掘削)   | 杭式栈橋  | コースウェイ   |
|-----------|--|---|--|
| 模式図       |  |  |  |
| 生態系への影響   | ×  | ○   | △  |
| 流れ、地形への影響 | ×  | ○   | ○  |
| コスト       | ○  | ×   | △  |
| 総合評価      | ×  | △   | ○  |

### (3) 海砂の採取(浚渫)

#### a) 浚渫場所と底質

フォンガファレ島沖では、1990年代にSOPACによりラグーン海域の海底砂を浚渫してローピットを埋める為の調査研究の一環として底質調査と小型浚渫機材を用いたパイロット浚渫プロジェクトが実施されている。図 9.37 に、SOPAC が実施したパイロット浚渫プロジェクトの浚渫範囲と底質の分布を示す。

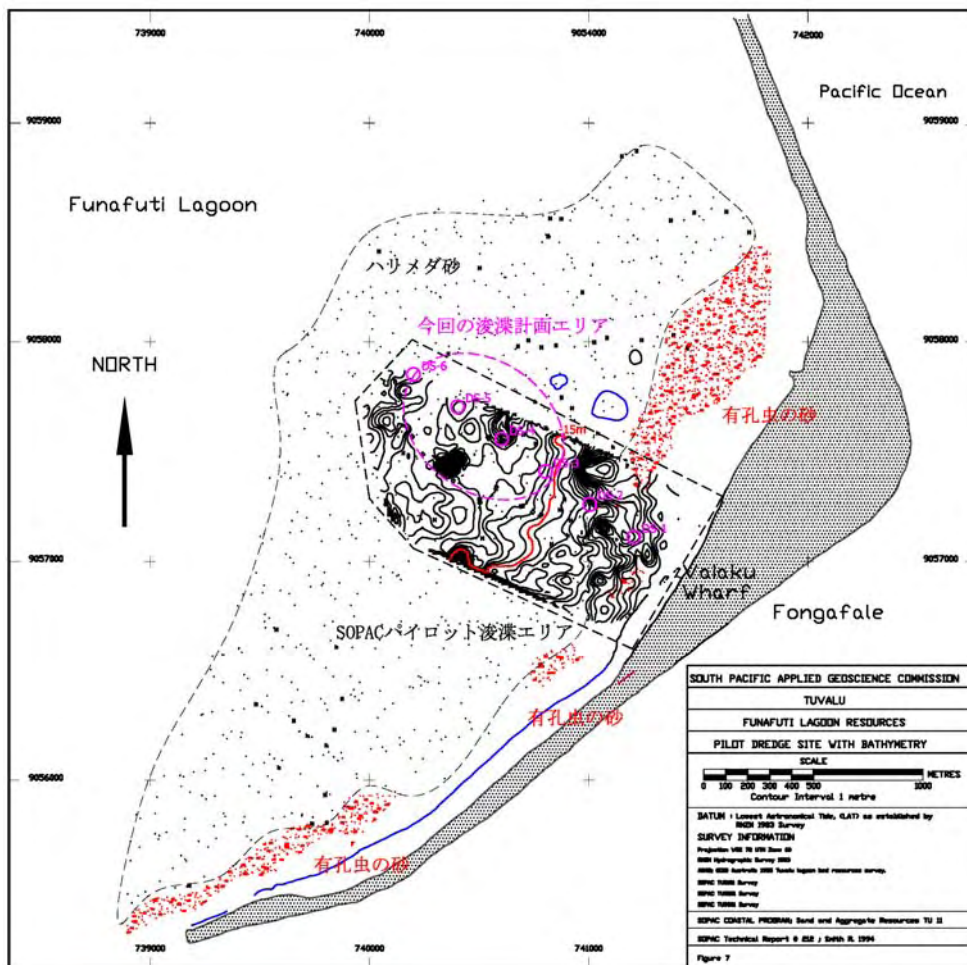


図 9.37 SOPACによるパイロット浚渫範囲と底質分布(出所：SOPAC)

ここで着目しなければならないのは底質と水深の関係である。フォンガファレ沖のラグーン底質は、ほとんどが砂質であるが、その砂の生成由来により有孔虫（Foraminifera）と石灰藻（Halimeda）の2種類に大別される。有孔虫由来の砂は、粒径1mm程度と粗く、硬く丈夫な粒子で水深の浅い所に分布しているのに比べて、石灰藻由来の砂は、石灰藻が枯れた直後は比較的大きな破片を保っているが流れや波により容易に微細砂状に砕けてしまう。その分布は、図 9.37 のとおり有孔虫由来の砂※図中ピンク色の範囲）は、比較的、水深の浅い位置に分布し、石灰藻由来（※空色の範囲）の砂は、水深の深い所に堆積している。

本計画で、浚渫を行う場合、沿岸の流れや波の影響を起さぬ為には、波や流れが海底の影響を受けて変形しないように、できるだけ水深の深い海底を浚渫すべきであるが、SOPACの報告書においては、将来本格的に浚渫を実施する場合は、砂の移動限界水深を考慮して、水深-15m以深で行うことを推奨している。また、浚渫水深が深くなれば浚渫工事にかかるコストが増大することから、水深-25m以浅までが現実的な浚渫水深であると結論しており、対象となる浚渫土は、石灰藻由来の微細砂となる。そこで、本計画においても、基本的にこれらの知見に基づいて浚渫計画を立案する。



一方、本調査において2010年9月に図9.38に示す6箇所で浚渫予定海域の底質を採取し、室内分析を行い、SOPACの調査結果の確認を試みた。

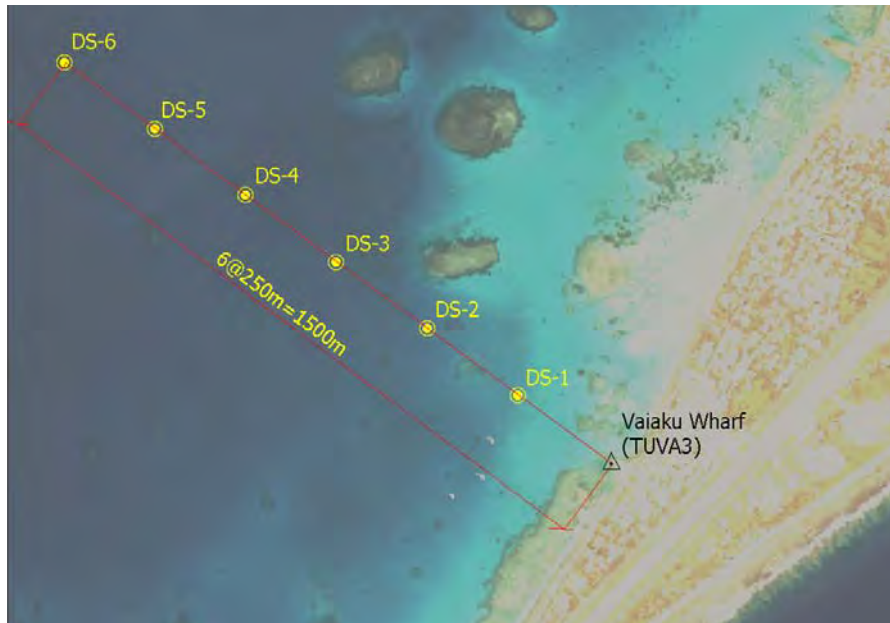


図 9.38 浚渫計画地の底質調査位置図

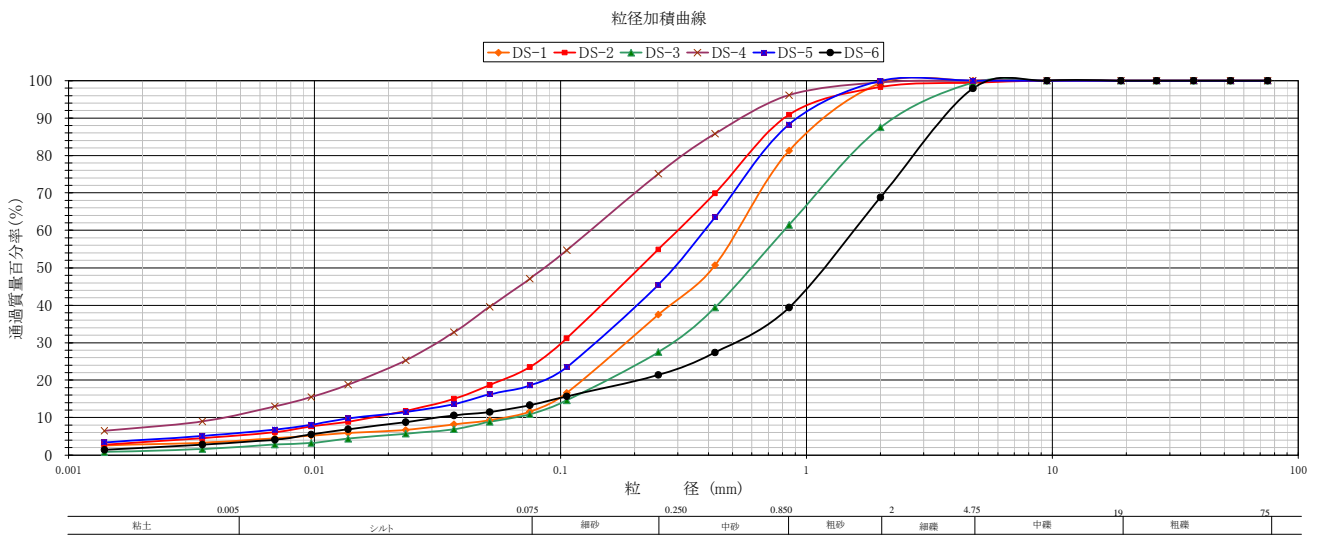




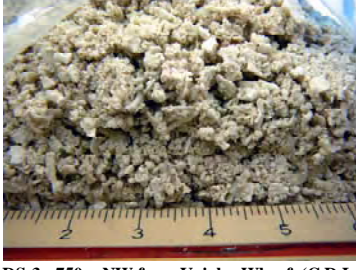



図 9.39 浚渫計画地の底質の粒度分布図

表 9.17 浚渫計画地の底質の室内分析結果

| 試料番号<br>(深さ)                 | DS-1        | DS-2        | DS-3                 | DS-4        | DS-5        | DS-6                  |
|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| 工学的分類<br>(JGS 0051-2009)     | FS<br>細粒分質砂 | SF<br>細粒分質砂 | S-FG<br>細粒分礫混<br>じり砂 | FS<br>細粒分質砂 | FS<br>細粒分質砂 | SG-F<br>細粒分混じ<br>り礫質砂 |
| 2mm ふるい<br>通過質量百分率 %         | 99.3        | 98.3        | 87.5                 | 99.5        | 99.9        | 68.8                  |
| 425 $\mu$ m ふるい<br>通過質量百分率 % | 50.7        | 69.9        | 39.4                 | 85.8        | 63.5        | 27.4                  |
| 75 $\mu$ m ふるい<br>通過質量百分率 %  | 11.6        | 23.5        | 10.9                 | 47.1        | 18.6        | 13.3                  |
| 最大粒径 mm                      | 4.75        | 9.50        | 9.50                 | 4.75        | 4.75        | 9.50                  |
| 60%粒径 $D_{60}$ mm            | 0.1325      | 0.3013      | 0.8134               | 0.1325      | 0.3861      | 1.6026                |
| 50%粒径 $D_{50}$ mm            | 0.0860      | 0.2098      | 0.6037               | 0.0860      | 0.2880      | 1.2166                |
| 30%粒径 $D_{30}$ mm            | 0.0316      | 0.1010      | 0.2843               | 0.0316      | 0.1436      | 0.5144                |
| 20%粒径 $D_{20}$ mm            | 0.0153      | 0.0591      | 0.1584               | 0.0153      | 0.0850      | 0.2104                |
| 10%粒径 $D_{10}$ mm            | 0.0043      | 0.0176      | 0.0649               | 0.0043      | 0.0140      | 0.0313                |

表 9.18 底質試料写真

|  |                         |   |   |
|--|-------------------------|---|---|
|   | 有孔虫主体<br>中砂             |   | ハリメダ主体<br>微細砂～細砂                        |
|   | 有孔虫優勢+ハリメダ<br>細砂～中砂     |   | ハリメダ主体<br>粗砂・中砂                         |
|  | ハリメダ主体(微量の有孔虫)<br>細砂～中砂 |  | ハリメダ主体<br>粗砂と細礫サイズのハリメダ破片。<br>ただし、砕けやすい |

試料番号 DS-3～D-6 が、水深－15m～－25mの底質であるが、日本地盤工学会の分類法によれば、このうち D-3 は細粒分礫混じり砂 (S-FG)、D-6 は細粒分混じり礫質砂 (SG-F) に分類され、礫を含んでいるが、DS-4、DS-5 は細粒分質砂 (FS) に分類される。いわゆる砂とシルトの境界線上にあるロームにあたる土である。

浚渫作業および浚渫土の埋戻土としての利用を考えると、今回は、礫混じりの DS-3 あるいは DS-6 の方が好都合であるが、海底の緩やかな流れによってさえ石灰藻由来の脆い礫粒子が砕けて DS-4、DS-5 の様な細粒分質砂に変化してしまっていることから、浚渫や土工作業により礫片が残った状態の土を浚渫することは困難が予想される。

従って、いずれにせよ DS-4 や DS-5 の様な細粒分質砂に変化するものとして、浚渫工法および浚渫土の取扱方法を十分に検討する必要がある。

#### b) 浚渫工法

今回は、水深－15～－25m 程度の海底から微細砂を浚渫することになる。浚渫船の多くは航路の浚渫を対象としている為、水深－20m 以深に対応する浚渫船は容易に見付からない。一般的には、本計画の小規模な浚渫土量に適する浚渫工法としては、グラブ式、サンドポンプ式、エアリフト式が考えられるが、本計画では、浚渫規模、経済性と機材の維持管

理を考慮してエアリフト式を仮定として計画する。

なお、SOPAC が実施したパイロット浚渫プロジェクトにおいても、コストと維持管理の観点からエアリフト式が採用されている。表 9.19 に3つの比較検討結果を示す。

表 9.19 浚渫方式の比較

| 形式      | グラブ式 | サンドポンプ式 | エアリフト式 |
|---------|------|---------|--------|
| 機材コスト   | ×    | △       | ○      |
| 輸送コスト   | ×    | △       | ○      |
| 運転コスト   | ×    | △       | ○      |
| 作業効率    | ○    | ×       | △      |
| 機材の維持管理 | ×    | △       | ○      |
| 総合評価    | ×    | △       | ○      |

c) 海砂採取に伴う濁りの発生による生態系への影響と回避

優先プロジェクトでは、滑走路近傍の安全沿岸における礫採取後の海砂による置換工事および沿岸ボロービッドの海砂による埋め戻し工事を実施する計画である。海砂は、過去にSOPACにより浚渫試験が実施された Vaiaku Wharf 地先の海底から採取する予定である。また、海砂を採取する海域の底質は、礫を含んでいるが、砂とシルトの境界線上にある細粒分質砂（FS）である。そのため、通常の砂に比べ、沈降作用が小さいことから、浚渫に伴う濁りがより広域に拡散することが懸念される。周辺海域にはサンゴ類はじめ多様な生物種が生息していることから、浚渫区域や浚渫砂による埋め戻し区域周辺については生態系への悪影響が生じないように汚濁防止膜を展張するなどの濁り防止対策を講じる計画である。

以上より、本プロジェクトで計画する各種対策の実施により、生態系への影響は極めて低い水準に止まるものと考えられる。しかしながら、海砂採取区域、プロジェクト区域、並びにその周辺についてはプロジェクトの実施による悪影響が生じないことを保証するために、生態系のモニタリングを実施しなければならない。

## 9.5.4 全体計画

### (1) 対策工

本計画における工区と対策工は表 9.20 に示すとおりである。

表 9.20 工区ごとの対策工のまとめ

| 工区      | 対策工の内容   |
|---------|--|
| L-C 地区: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・パラペット工(438m+317m=約 755m)</li> <li>※既存ストームリッジの嵩上げ</li> <li>・ボローピットの埋戻し(BP-1、BP-2)</li> </ul>            |
| D-1 地区: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・礫養浜(約 595m)</li> <li>・パラペット工(約 595m)</li> <li>・ボローピット埋戻し(BP-3-N)</li> <li>※BP-3-S は、現状のまま存置</li> </ul> |
| D-2 地区: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無し</li> </ul>  |
| D-3 地区: | <ul style="list-style-type: none"> <li>・礫養浜(約 367m)</li> <li>・パラペット工(約 293m)</li> </ul>  |

本計画における工区と対策工の位置図を図 9.40 に示す。

なお、自然の不確実性や礫材等の調達事情の変化により当初計画では想定していなかった事態に陥ることもあらかじめ考慮できるように、パイロット工事を実施し、その結果をモニタリングにより把握した後、優先地区全体に対策工を広げていくのが望ましいと考える。そこで、図 9.40 に示すように、養浜礫材の挙動の検証、対策工に対する住民意見の確認、ボローピットの埋戻しに当たって流況、材料、工法の実証実験を目的に、D-1 地区の北側（延長約 252m 分）においてパイロット工事を計画する。



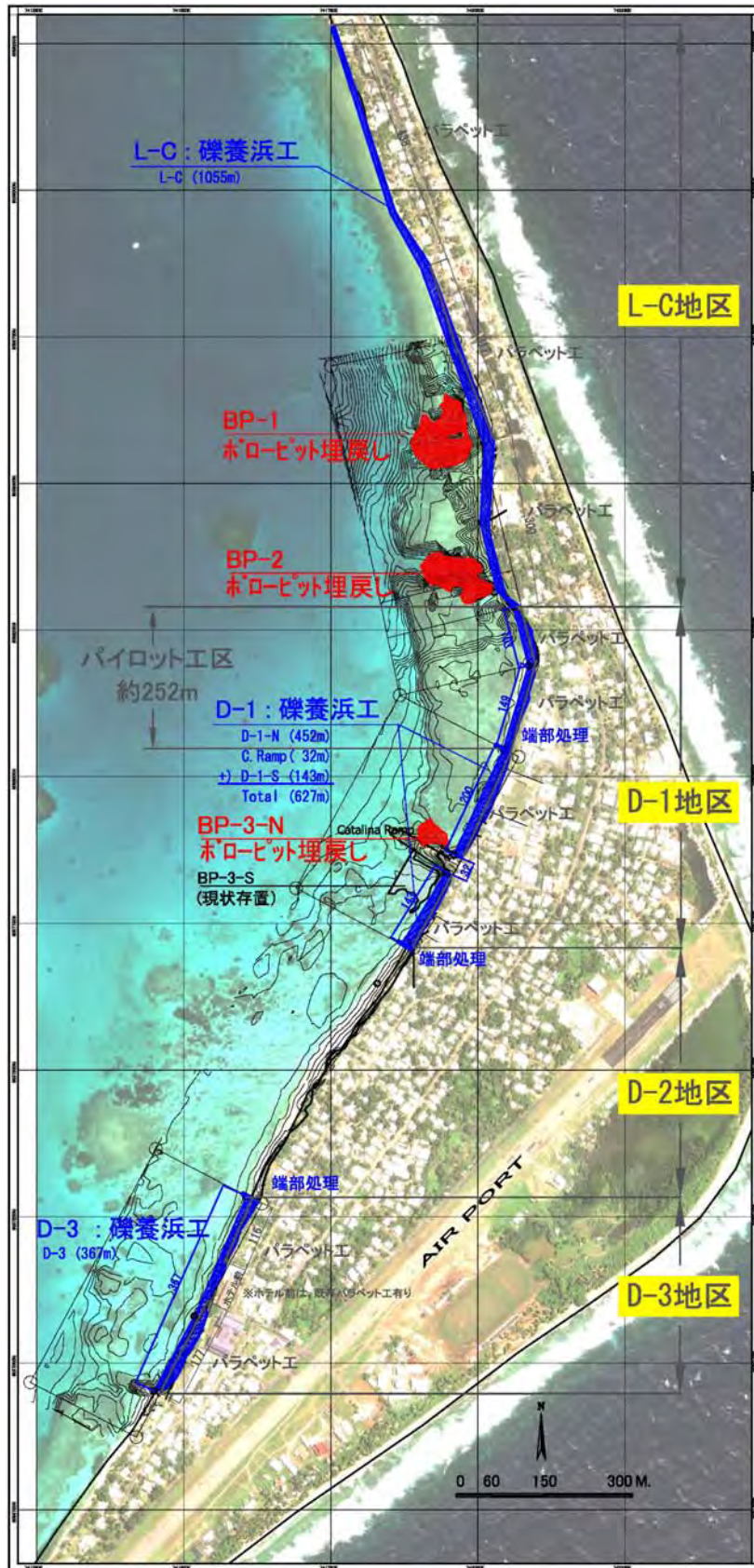


図 9.40 本計画の概要一覧

## (2) 工種の構成

対策工は、次の工種により構成される。

表 9.21 工種一覧

|       | フォンガファレ島  | 州島  |
|-------|---|---|
| 仮設工事  | a) ラグーン浚渫砂の土運船(台船)の揚陸の為の仮設栈橋、突堤                 | a) 州島礫材の運搬用コースウェイ位置のサンゴの仮撤去・工事後の復旧                  |
|       | b) 浚渫砂の仮置場の造成                                   | b) 州島砂嘴部への礫材の運搬用コースウェイ設置<br>係留杭(陸上部) / シンカー(海域部) 設置 |
|       | c) 養浜工区への礫材の運搬用仮設捨石突堤                           | c) 養浜工区への礫材の運搬用仮設路または仮設捨石突堤                         |
|       | d) 浚渫機材(ポンプ、台船等)の係留場所、給油、給電設備の整備、海域汚濁防止用フェンスの設置 |   |
|       | フォンガファレ島より                                      | 州島より  |
| 材料採取工 | a) 滑走路脇の地下の礫材を掘削採取、砂と礫のフルイ分け、分離、洗浄              | a) 州島砂嘴部の礫を掘削採取                                     |
|       | b) ラグーン海底の砂浚渫、揚陸運搬                              | b) 州島からの礫材の積出し、フォンガファレ島へ運搬、揚陸                       |
|       | 礫養浜   | ボローピットの埋め戻し   |
| 本設工事  | ① 養浜現場への礫材運搬、巻き出し                               | ① 浚渫土によるボローピットの充填<br>(大型土嚢中詰め または 浚渫土の土質改良)         |
|       | ② 法面整形、天端均し                                     | ② 養浜現場への礫材運搬、じゃ籠詰め、設置                               |
|       | ③ 付帯工(端部処理堤、船揚場、パラペット等)                         | ③ 養浜現場への礫材運搬、表層礫材敷き均し                               |
|       | ④ 植栽  |   |

## (3) 全体運土計画

図 9.41 に、本計画の全体運土計画図を示す。

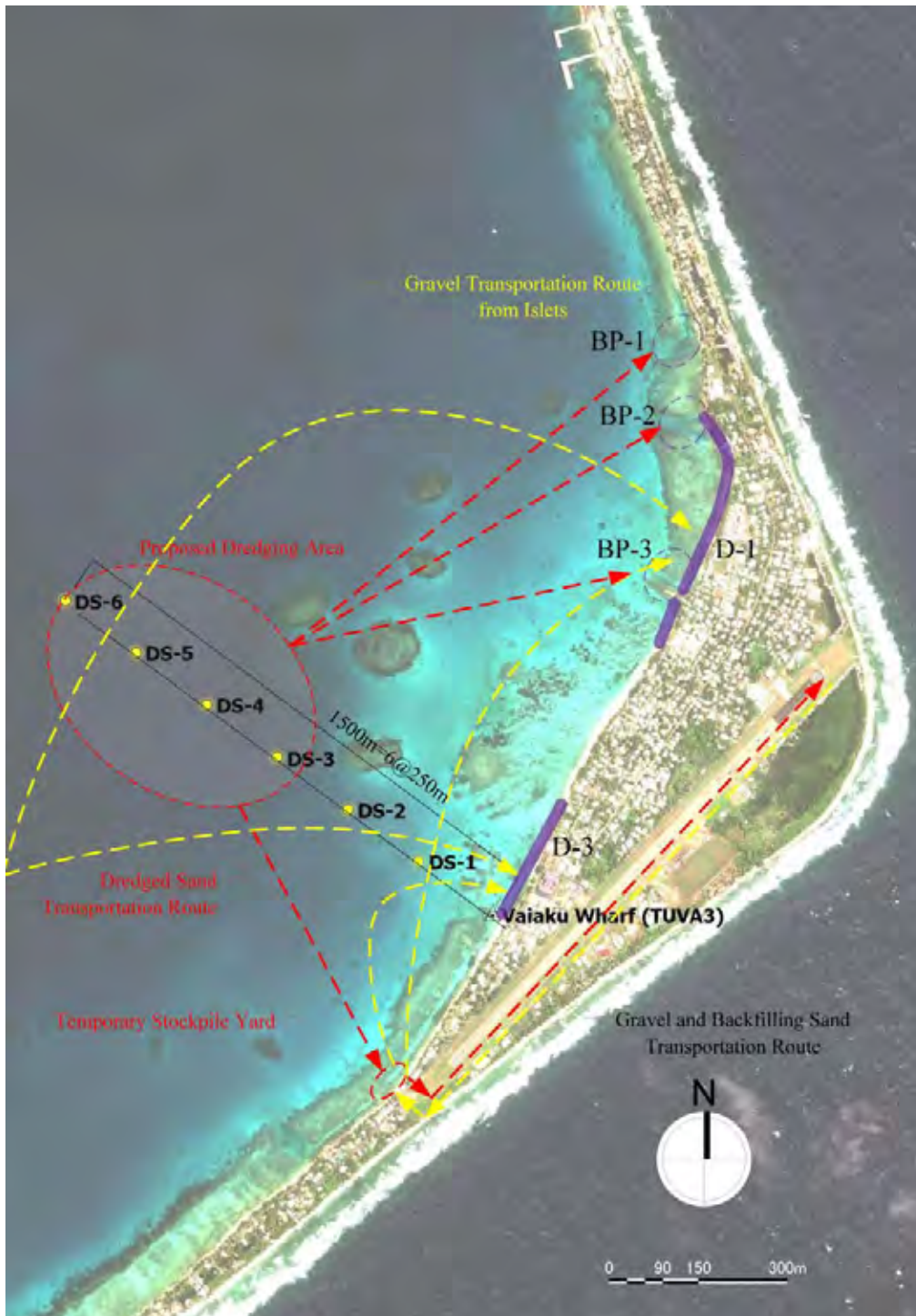


図 9.41 全体の運土計画図

表 9.22 に本計画の第 4 案の場合、表 9.23 に第 3 案を実施した場合の土工数量を示す。

表 9.22 全体土工数量表

| 項目                    | 工区名称      | 合計所要土量<br>(m <sup>3</sup> )   | 礫の所要土量<br>(m <sup>3</sup> ) | 砂の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )  |                               |                            |
|-----------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>A. 対策工</b>         |           |                               |                             |                              |                               |                            |
| A-1 礫養浜工              | L-C-N     | 0                             | 0                           | 0                            |                               |                            |
|                       | L-C-S     | 0                             | 0                           | 0                            |                               |                            |
|                       | D-1       | 31,018                        | 25,362                      | 5,656                        |                               |                            |
|                       | D-2       | 0                             | 0                           | 0                            |                               |                            |
|                       | D-3       | 21,173                        | 21,173                      | 0                            |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>52,191</b>                 | <b>46,535</b>               | <b>5,656</b>                 |                               |                            |
| A-2 パラベット工            | L-C-N     | 263                           | 263                         | 0                            |                               |                            |
|                       | L-C-S     | 814                           | 814                         | 0                            |                               |                            |
|                       | D-1       | 357                           | 357                         | 0                            |                               |                            |
|                       | D-2       | 0                             | 0                           | 0                            |                               |                            |
|                       | D-3       | 176                           | 176                         | 0                            |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>1,610</b>                  | <b>1,610</b>                | <b>0</b>                     |                               |                            |
| A-3 ボロービット埋戻し工        | BP-1      | 15,505                        | 4,016                       | 11,489                       |                               |                            |
|                       | BP-2      | 7,119                         | 2,902                       | 4,217                        |                               |                            |
|                       | BP-3-N    | 1,140                         | 709                         | 431                          |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>23,764</b>                 | <b>7,627</b>                | <b>16,137</b>                |                               |                            |
| <b>A対策工合計</b>         |           | <b>77,565</b>                 | <b>55,772</b>               | <b>21,793</b>                |                               |                            |
| 項目                    | 工区名称      | 礫の採取可能土量<br>(m <sup>3</sup> ) |                             | 礫の推定賦存量<br>(m <sup>3</sup> ) |                               |                            |
| <b>B. 礫材の賦存量</b>      |           |                               |                             |                              |                               |                            |
| B-1 州島                | フナマス島     | 北端                            | 11,110                      | 11,110                       |                               |                            |
|                       | フナマス島     | 南端                            | 11,946                      | 11,946                       |                               |                            |
|                       | ファレファトゥ島  | 北端                            | 5,089                       | 5,089                        |                               |                            |
|                       | ファレファトゥ島  | 南端                            | 0                           | 1,461                        |                               |                            |
|                       | マテイカ島     | 北端                            | 0                           | 4,915                        |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> |                               | <b>28,145</b>               | <b>34,521</b>                |                               |                            |
| B-2 滑走路               | (A) 北端    |                               | 5,355                       | 5,355                        |                               |                            |
|                       | (B)       |                               | 6,919                       | 6,919                        |                               |                            |
|                       | (C)       |                               | 1,680                       | 1,680                        |                               |                            |
|                       | (D)       |                               | 1,680                       | 1,680                        |                               |                            |
|                       | (E)       |                               | 9,138                       | 9,138                        |                               |                            |
|                       | (F)南端     |                               | 5,950                       | 5,950                        |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> |                               | <b>30,722</b>               | <b>30,722</b>                |                               |                            |
| <b>B. 礫材の推定賦存量 合計</b> |           |                               | <b>58,867</b>               | <b>65,243</b>                |                               |                            |
| 項目                    | 工区名称      | 合計所要土量<br>(m <sup>3</sup> )   | 礫の所要土量<br>(m <sup>3</sup> ) | 砂の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )  | 礫の採取可能土量<br>(m <sup>3</sup> ) | 礫材の収支<br>(m <sup>3</sup> ) |
| <b>総 計</b>            |           | <b>77,565</b>                 | <b>55,772</b>               | <b>21,793</b>                | <b>58,867</b>                 | <b>△ 3,095</b>             |

表 9.23 土工数量表 (第3案)

| 項目                    | 工区名称      | 合計所要土量<br>(m <sup>3</sup> )   | 礫の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )    | 砂の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )  |                               |                            |
|-----------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>A. 対策工</b>         |           |                               |                                |                              |                               |                            |
| A-1 礫養浜工              | L-C       | 0                             | 0                              | 0                            |                               |                            |
|                       | D-1       | 31,018                        | 25,362                         | 5,656                        |                               |                            |
|                       | D-2       | 0                             | 0                              | 0                            |                               |                            |
|                       | D-3       | 21,173                        | 21,173                         | 0                            |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>52,191</b>                 | <b>46,535</b>                  | <b>5,656</b>                 |                               |                            |
| A-2 バラベット工            | L-C-N     | 1,077                         | 1,077                          | 0                            |                               |                            |
|                       | D-1       | 357                           | 357                            | 0                            |                               |                            |
|                       | D-2       | 0                             | 0                              | 0                            |                               |                            |
|                       | D-3       | 176                           | 176                            | 0                            |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>1,610</b>                  | <b>1,610</b>                   | <b>0</b>                     |                               |                            |
| A-3 ボロービット埋戻し工        | BP-1      | 15,505                        | 4,016                          | 11,489                       |                               |                            |
|                       | BP-2      | 7,119                         | 2,902                          | 4,217                        |                               |                            |
|                       | BP-3-N    | 1,140                         | 709                            | 431                          |                               |                            |
|                       | <b>小計</b> | <b>23,764</b>                 | <b>7,627</b>                   | <b>16,137</b>                |                               |                            |
| <b>A対策工合計</b>         |           | <b>77,565</b>                 | <b>55,772</b>                  | <b>21,793</b>                |                               |                            |
| 項目                    | 工区名称      | 礫の採取可能土量<br>(m <sup>3</sup> ) | 砂の所要土量<br>置換用(m <sup>3</sup> ) | 礫の推定賦存量<br>(m <sup>3</sup> ) |                               |                            |
| <b>B. 礫材の賦存量</b>      |           |                               |                                |                              |                               |                            |
| B-1 州島                | フナマヌ島     | 北端                            | 11,110                         |                              | 11,110                        |                            |
|                       | フナマヌ島     | 南端                            | 11,946                         |                              | 11,946                        |                            |
|                       | ファレファトゥ島  | 北端                            | 5,089                          |                              | 5,089                         |                            |
|                       | ファレファトゥ島  | 南端                            | 0                              |                              | 1,461                         |                            |
|                       | マテイカ島     | 北端                            | 0                              |                              | 4,915                         |                            |
|                       | <b>小計</b> |                               | <b>28,145</b>                  |                              | <b>34,521</b>                 |                            |
| B-2 滑走路               | (A) 北端    |                               | 5,355                          | 5,355                        | 5,355                         |                            |
|                       | (B)       |                               | 6,919                          | 6,919                        | 6,919                         |                            |
|                       | (C)       |                               | 1,680                          | 1,680                        | 1,680                         |                            |
|                       | (D)       |                               | 1,680                          | 1,680                        | 1,680                         |                            |
|                       | (E)       |                               | 9,138                          | 9,138                        | 9,138                         |                            |
|                       | (F)南端     |                               | 5,950                          | 5,950                        | 5,950                         |                            |
|                       | <b>小計</b> |                               | <b>30,722</b>                  | <b>30,722</b>                | <b>30,722</b>                 |                            |
| <b>B. 礫材の推定賦存量 合計</b> |           |                               | <b>58,867</b>                  | <b>30,722</b>                | <b>65,243</b>                 |                            |
| 項目                    | 工区名称      | 合計所要土量<br>(m <sup>3</sup> )   | 礫の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )    | 砂の所要土量<br>(m <sup>3</sup> )  | 礫の採取可能土量<br>(m <sup>3</sup> ) | 礫材の収支<br>(m <sup>3</sup> ) |
| <b>総 計</b>            |           | <b>77,565</b>                 | <b>55,772</b>                  | <b>52,515</b>                | <b>58,867</b>                 | <b>△ 3,095</b>             |

このとおり第4案を実施した場合、浚渫土の使用方法を工夫しても礫材は▲32,995m<sup>3</sup>不足する為、輸入に頼ることになるが、第3案の場合は、浚渫土を工夫して使用することですべて国産の土砂材料で賄うことが可能である。



## (4) 資機材計画

本計画の実施に必要なと考えられる主要資機材を表 9.24 に示す。

表 9.24 主要資機材

| 資機材          |                   | 数量 | 単位 |
|--------------|-------------------|----|----|
| 1. 作業船       |                   |    |    |
| 押し船          | 州島用(19t)          | 1  | 隻  |
|              | ラグーン砂浚渫用(19t)     | 1  | 隻  |
| 台船           | 州島 土運搬 (700t 積)   | 2  | 隻  |
| 浚渫ポンプ用台船     | ラグーン砂用 (30t 積)    | 1  | 隻  |
| 交通船          | 管理用 30PS, 3t      | 1  | 隻  |
| 揚錨船          | 全体共通 3t 吊り        | 1  | 隻  |
| 2. 車両系建設機械   |                   |    |    |
| バックホウ        | 1.4m <sup>3</sup> | 1  | 台  |
|              | 0.7m <sup>3</sup> | 4  | 台  |
| ホイールローダー     | 1.0m <sup>3</sup> | 5  | 台  |
| ダンプトラック      | 10t               | 6  | 台  |
| 3. その他、仮設資機材 |                   |    |    |
|              | 発電機               | 2  | 台  |
|              | サンドポンプ            | 1  | 台  |
|              | コンプレッサー           | 2  | 台  |
|              | コンクリートミキサー        | 1  | 台  |
|              | その他 工具            | 1  | 式  |
|              | 仮設宿舎、事務所          | 1  | 式  |
|              | 水質汚濁防止膜           | 1  | 式  |

### 9.5.5 工程計画

図 9.42 に全体の工程計画案を示す。

◆第1案 (延べ工期：11.5ヶ月、現地実質工期：9.0ヶ月)

| 工種            | 工事数量<br>(m <sup>3</sup> ) | 作業量<br>(m <sup>3</sup> /d) | 日数  | 月数  | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|               |                           |                            |     |     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 現地工期          |                           |                            |     | 9.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 調達・準備・輸送      |                           |                            |     | 4.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 州島礫採取         | 28,145                    | 250                        | 113 | 4.5 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 滑走路礫採取        | 18,923                    | 250                        | 76  | 3.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 浚渫            | 24,579                    | 250                        | 98  | 3.9 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 礫養浜 (礫)       | 46,535                    | 500                        | 93  | 3.7 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 5,656                     | 160                        | 35  | 1.4 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| バラベット工        | 533                       | 10                         | 53  | 2.1 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ボロービット埋戻し (礫) | 0                         | 250                        | 0   | 0.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 0                         | 250                        | 0   | 0.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

◆第2案 (延べ工期：19.0ヶ月、現地実質工期：12.0ヶ月)

| 工種            | 工事数量<br>(m <sup>3</sup> ) | 作業量<br>(m <sup>3</sup> /d) | 日数  | 月数   | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|               |                           |                            |     |      |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 現地工期          |                           |                            |     | 12.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 調達・準備・輸送      |                           |                            |     | 4.0  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 州島礫採取         | 28,145                    | 250                        | 113 | 4.5  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 滑走路礫採取        | 26,550                    | 250                        | 106 | 4.2  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 浚渫            | 48,343                    | 250                        | 193 | 7.7  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 礫養浜 (礫)       | 46,535                    | 500                        | 93  | 3.7  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 5,656                     | 160                        | 35  | 1.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| バラベット工        | 533                       | 10                         | 53  | 2.1  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ボロービット埋戻し (礫) | 7,627                     | 250                        | 31  | 1.2  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 16,137                    | 250                        | 65  | 2.6  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

◆第3案 (延べ工期：21.5ヶ月、現地実質工期：15.0ヶ月)

| 工種            | 工事数量<br>(m <sup>3</sup> ) | 作業量<br>(m <sup>3</sup> /d) | 日数  | 月数   | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|               |                           |                            |     |      |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 現地工期          |                           |                            |     | 15.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 調達・準備・輸送      |                           |                            |     | 4.0  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 州島礫採取         | 28,145                    | 250                        | 113 | 4.5  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 滑走路礫採取        | 30,722                    | 250                        | 123 | 4.9  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 浚渫            | 52,515                    | 250                        | 210 | 8.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 礫養浜 (礫)       | 46,535                    | 500                        | 93  | 3.7  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 5,656                     | 160                        | 35  | 1.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| バラベット工        | 1,610                     | 10                         | 161 | 6.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ボロービット埋戻し (礫) | 7,627                     | 250                        | 31  | 1.2  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 16,137                    | 250                        | 65  | 2.6  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

◆第4案 (延べ工期：21.5ヶ月、現地実質工期：15.0ヶ月)

| 工種            | 工事数量<br>(m <sup>3</sup> ) | 作業量<br>(m <sup>3</sup> /d) | 日数  | 月数   | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|               |                           |                            |     |      |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 現地工期          |                           |                            |     | 15.0 |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 調達・準備・輸送      |                           |                            |     | 4.0  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 州島礫採取         | 28,145                    | 250                        | 113 | 4.5  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 滑走路礫採取        | 30,722                    | 250                        | 123 | 4.9  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 浚渫            | 52,515                    | 250                        | 210 | 8.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 礫養浜 (礫)       | 82,625                    | 500                        | 165 | 6.6  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 5,656                     | 160                        | 35  | 1.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| バラベット工        | 1,610                     | 10                         | 161 | 6.4  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ボロービット埋戻し (礫) | 7,627                     | 250                        | 31  | 1.2  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| (砂)           | 16,137                    | 250                        | 65  | 2.6  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

図 9.42 全体工程表 (案)

※注： 1, 2, 3月は、雨期の西風が卓越するフォンガファレ島のラグーン沿岸域が高波浪シーズンとなる。フナフチ周辺には、高波浪来襲時に海上作業船団が安全に避難できる港湾、泊地が確保されない為、安全の為、この期間、工事は中断し作業船団はフィジーに戻し、4月から再開するものとして計画する。

## 9.6 維持管理・運営計画

### 9.6.1 維持管理計画

#### (1) 維持管理に必要な項目

優先プロジェクトとして計画する対策工は、以下のとおりである。

- ① フォンガファレ島中央部における礫浜養浜工およびパラペット工
- ② 礫養浜による後浜地の植栽工
- ③ 沿岸のボロービットの埋め戻し工

本計画では、これら対策工により環礁が本来持っていた伝統的な海岸形状が回復することを目指している。養浜される礫は、沖合への土砂移動はほとんどないものの、沿岸方向へは移動することから、礫浜の形状は施工直後に比べ多少変化する。特に、10年確率波を超える波が作用した場合、パラペット周辺まで礫が打ち上がったり、施工されていない砂浜海岸へ一部の礫が移動したりすることにより浜幅が後退し、越波防止の効果が低下することが考えられる。従って、適切な維持管理を行わないとその効果が低下する場合がある他、不適切な利用がなされた場合には住民の生活空間にそぐわない沿岸も作り出しかねない事態も想定される。

施工した海岸保全施設の維持管理として必要な項目は、次のようなものが考えられる。

- ① 陸域に礫が打ち上がった場合の礫の回収と礫浜への再投入
- ② 海岸での礫、砂の採取の禁止と取り締まりの実施
- ③ パラペットや端部処理等の付帯施設の補修
- ④ パラペットや端部処理等の付帯施設の破壊行為の禁止と取り締まり
- ⑤ 許可なき護岸、栈橋、防波堤の建設及び浚渫、海岸掘削等、ストーム・リッジを含む海岸形状を変更する行為の禁止と取り締まりの実施
- ⑥ 海岸植栽の実施と更新
- ⑦ 海岸植栽の不法伐採禁止と取り締まりの実施
- ⑧ 対策工の効果や環境への影響を把握するためのモニタリング調査

#### (2) 維持管理組織の設置

施工した海岸保全施設の維持管理に必要な規制や取り締まりの幾つかは、カウプレがカウプレ法に基づき、島の海浜保全の一環として既に実施されている。よって、本計画により施工される礫浜や植栽の維持管理主体はカウプレとすることが最適と考えられる。しかしながら、維持管理に関わるマンパワーや予算の不足、さらに地域住民の維持管理に対する認識の

不足等により、それらは効果的に機能していない。このような現状を考えると、海岸保全施設をよりよく維持・改良していくには、住民を巻き込んだ維持管理やモニタリングの仕組みづくりが必要である。そのための「海岸維持管理組織（仮称）」の設置とその取り組みについて表 9.25 に提案する。なお、この組織は当調査団の提案であり、記述した各関連団体と実施に関する調整等を行っていない。この「海岸維持管理組織」は、各方面からの協力や住民の積極的な参加と内容についての主体的な検討作業が必要である。「海岸維持管理組織」の立ち上げの時期については、本計画の実施が確定後、初期段階で関係機関と協議する必要がある。なお、表中にあるモニタリング調査グループの体制や活動内容については、後述する。

表 9.25 海岸保全施設を新設する地区の維持管理手法案

|                   | 課 題          | 検討すべき内容   | 具体的な実施方法   | 対象地区                        |
|-------------------|--------------|---|--|-----------------------------|
| 施設<br>の<br>保<br>全 | 礫養浜施設本体の維持   | ・海岸保全施設形状の維持方法、補修方法<br>・私的な海岸礫利用の具体的な排除方法   | <b>1) J-PACE</b> 事業の必要性についての住民意識の一致を図り、全ての主体が本事業の目的を基本的に理解、支援する必要がある。そのため、住民による施設の維持管理、維持管理組織の重要性について認識してもらう。<br><b>2) 海岸維持管理組織（仮称）の立ち上げ</b><br><b>3) 組織の目的の明確化</b><br><b>4) 海岸維持管理実施計画（仮称）の策定</b><br>a) 検討すべき内容（左欄）の確認<br>b) 維持管理組織の体制（案）の決定<br>i) 執行部：政府、Fale Kauple、Fnafuti Kauple からも参加を得、組織を統括する。<br>ii) モニタリング調査グループ<br>iii) 礫の維持管理グループ<br>iv) パラペットの維持・改良・生活利用グループ<br>v) 植栽グループ<br>vi) 漁業グループ<br>vii) アマツク連絡船グループ<br>viii) 法制度・条例グループ<br>ix) 会計<br>c) 島内各主体（女性・漁業者・青年団、Alapi, Senala, Vaiaku 住民、各出身島組織等）の役割の決定<br>d) 各グループおよび全体会合の頻度、各主体の取組の効果についての報告と他のグループとの調整、今後の計画の策定<br>e) 費用の負担者<br>f) 維持管理に必要なルール／法制度の整備 | Senala,<br>Alapi,<br>Vaiaku |
|                   | パラペット        | ・パラペットの維持管理計画策定<br>・役割の分担（誰が補修？誰が改善計画を策定？誰が管理費を支払うのか？）  |  |                             |
|                   | 植栽           | 植栽の維持管理計画の策定（施肥、剪定、追加植栽の計画、誰が費用を負担するのか）   |  |                             |
| 利<br>用            | 漁業と海岸保全施設の共存 | ・揚船、係留、捕獲した魚の陸揚げ施設の改良検討   |  |                             |
|                   | 生活利用との共存     | ・認める行為（ハンモックの設置、干物作りなど）と認めない行為（家や物置の建設、植生の伐採、礫の採取、パラペット天端低下などの破壊行為、ゴミや汚物の廃棄・焼却など）についての合意と周知、違反者対策の検討と実施 |  |                             |
| 所有<br>権           | 礫養浜の天端所有権確定  | ・所有権の明確化、不法占有への対処方法の決定  | 法制度（Fnafuti Kauple/Tuvalu ツバル政府）による公共地化  |                             |

### (3) 礫浜の所有権

本計画の主たる対策工は礫浜養浜であり、工事の実施により前浜に埋め立て地が造成される。「前浜及び土地埋立法(Foreshore and Land Reclamation Ordinance)」により、前浜及び海底の所有権は国家に属するため、すべての埋め立て地の所有権は国家に属するとされている<sup>1</sup>。しかし、地主による自分の土地に全部又は一部がかかる前浜の埋め立て地は例外として地主による所有権が認められている<sup>2</sup>。このため、埋め立て地部分の借地料に関して地主と借地者との間で法的係争になっている事例がある。この事例は法的には最終決着されていないが、仮に地主の権利が認められることになると、本計画の実施に大きな阻害要因となる。本計画実施の前提として、本計画により埋め立てられる海浜には隣接地主の所有権が及ばないこと、公的機関（国家または Kaupule）が所有権を有することを明確にした法令の整備が必要である。

## 9.6.2 モニタリング計画

### (1) モニタリング項目

各対策工の実施により、以下のような効果や影響が予想される。

表 9.26 対策工による期待される効果と工事中および施工後の影響

|       | 期待される効果            | 工事中・施工後の影響  |
|-------|--------------------|---|
| 礫浜養浜工 | 越波防止<br>砂の堆積の促進    | 工事中<br>・水質（濁り）、騒音<br><br>施工後<br>・礫の陸への打上<br>・礫浜の変形、周辺海岸への散乱 |
| 植栽工   | 礫浜の占め固め<br>景観向上    |   |
| 埋め戻し工 | 越波防止<br>砂の移動・堆積の促進 |   |

各対策工による効果や影響を把握するために、以下のようなモニタリング調査を計画する必要がある。

<sup>1</sup> Foreshore and Land Reclamation Ordinance、第9条(1)項

<sup>2</sup> Foreshore and Land Reclamation Ordinance、第11条(1)項



表 9.27 モニタリング項目と調査概要

| 調査項目         | 調査目的   | 調査概要   |
|--------------|--|--|
| 水質           | ・ 工事中の礫投入による濁りの拡散状況の把握                             | 代表地点において、濁度調査を実施   |
| 地形測量         | ・ 礫養浜実施前後の地形変化状況の把握<br>・ 礫採取後の周辺地形への影響把握           | 礫養浜後の代表側線において、汀線の内陸側約30m地点から沖合100m程度の範囲における地形測量および定点写真撮影<br>礫採取地域における代表測線の深淺測量 |
| 底質調査         | ・ 礫養浜実施前後の礫の拡散状況等の底質状況の把握                          | 養浜礫の沖側境界における写真撮影および位置の測定（基点からの距離）  |
| 海洋生物調査       | ・ 礫養浜実施前後の海洋生物（サンゴ、藻類、底生動物等）や海底状況の把握               | 潜水目視観察による生物・底質状況の観察を行い、生物や底質の変化状況等を考慮して写真撮影による記録を整理                            |
| 植生・景観調査      | ・ 礫養浜実施前後の植生および景観の変化状況の把握                          | 代表地点において、植栽したパンダナス等の植生状況および景観について写真撮影による記録を整理                                  |
| 海岸利用者ヒアリング調査 | ・ 本事業による海岸利用への影響や効果その他問題点の把握                       | 本事業による影響等について、漁業者はじめ地域住民へヒアリングを実施（モニター制度の導入；予めモニターを決めて情報を提供してもらうようにする）         |
| 礫養浜の効果・影響評価  | ・ 礫養浜が計画通りの変形に収まり、防災上の効果を発揮しているか評価<br>・ 周辺海岸への影響評価 | 計画時の予測と調査結果を比較検討し礫養浜の効果・影響を評価し、必要に応じて修正計画を立てる。                                 |
| 公聴会          | 礫養浜実施後の住民の意見を聞き、必要に応じて修正計画を立てる。                    | 調査時に実施した各グループ別に住民ヒアリングを実施し、礫養浜実施後の問題点・課題を整理する。                                 |

## (2) モニタリング実施体制

工事中と施工後のモニタリング実施体制としては、以下のような体制が望ましい。

### 工事中の環境調査のモニタリング体制

工事中の環境調査のモニタリングは、工事業者が実施し、監督機関であるツバル政府の環境局（DOE）およびKaupuleが連絡報告を受け、現場及び周辺を巡回監視することにより、工事による環境への影響を確認することが必要と考えられる。また、モニタリング結果は、関係者および住民に対し、連絡協議会やラジオでのアナウンス等を通じて適宜報告を行う。

施工後のモニタリング体制

長期的視点に立った持続的な海岸管理を実施するうえで、施工後のモニタリング体制において官民協働による仕組みを取り入れることは、非常に重要である。

施工後のモニタリングについては、以下のような組織で実施することが望ましい。しかしながら、ツバルの公共機関（政府機関、カオプレ（Kaupule））は、これら項目に関するモニタリング調査経験がほとんど無い。さらに、地域住民においても、住民参加型のプロジェクトや環境モニタリングの経験が乏しい。今後、このような官民協働によるモニタリング体制を構築するうえで、これらのモニタリング技術に関する能力強化（キャパシティ・ディベロップメント）が必要である。

表 9.28 施工後のモニタリング実施機関

| 調査項目         | モニタリング実施機関                |
|--------------|---------------------------|
| 地形測量         | 土地測量局（DOLS）               |
| 底質調査         | Kaupule                   |
| 海洋生物調査       | 水産局（DOF）                  |
| 植生・景観調査      | 環境局（DOE）、Kaupule、NGO、地域住民 |
| 海岸利用者ヒアリング調査 | 環境局（DOE）、Kaupule、NGO      |

なお、本事業に関するモニタリング情報の共有化を図り、関係者間のパートナーシップを高め、継続的なモニタリングを実施するうえで、以下のような組織からなる連絡協議会を設置することが望ましい。

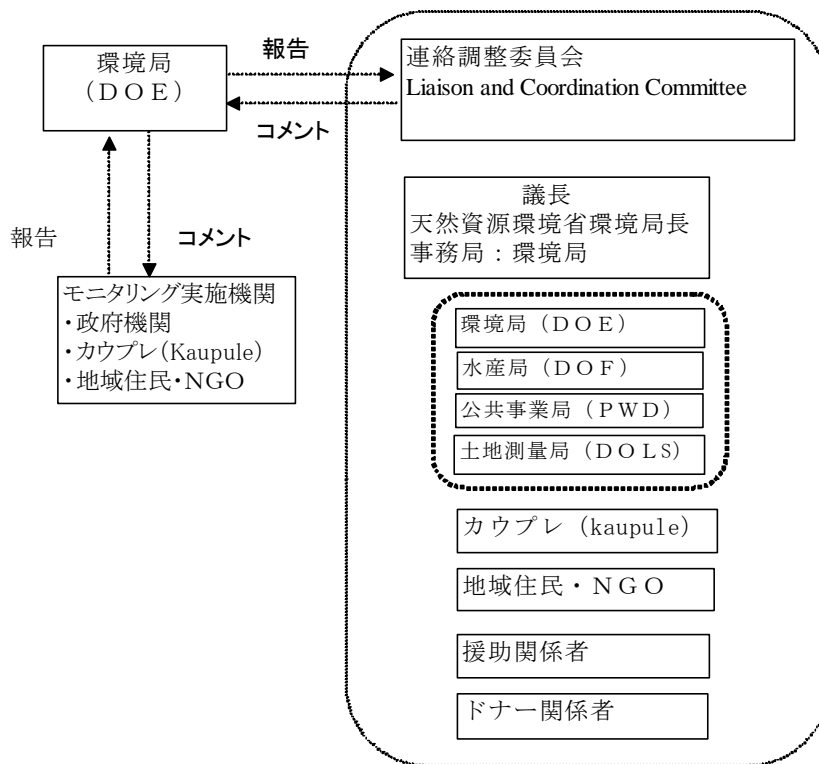


図 9.43 モニタリングに関する連絡協議会の体制

(3) モニタリング計画

モニタリングの調査内容、実施時期を表 9.29 に調査位置を図 9.44、図 9.45 に示す。また、調査工程を表 9.30 に示す。調査工程は、第一年次にパイロット工事を実施し、ラグーン側で高波浪となる雨季を経てモニタリングを実施し、礫養浜の効果・影響の評価、住民に対する公聴会を行い必要に応じて計画に反映させるものとする。モニタリング調査は、第一段階として、日本の技術者とツバル国の技術者の双方で技術移転を兼ねて実施し、第二段階ではツバル国の技術者が行なうものとする。

表 9.29 モニタリング計画

| 調査項目 | 調査内容   |                  | 実施時期                    |
|------|--|------------------|-------------------------|
|      | 第一段階<br>(技術移転)   | 第二段階<br>(ツバル国実施) |                         |
| 水質   | 濁度調査による濁りの拡散状況を把握<br>L03IN、L06IN (対照地点)<br>L042IN、L052IN (養浜エリア)<br>以上4測線において汀線より沖へ 50m、100m および 150m 地点で実施。 | なし               | 工事期間中の大潮期の干潮時に実施 (月2回)。 |

|              |  |   |   |
|--------------|--|---|---|
|              | (4 測線×3 地点×水面下 1m、1/2 水深、底上 1m の 36 箇所、 <b>図 9.44</b> 参照)。   |   |   |
| 地形測量         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礫採取地域<br/>礫採取後の周辺海域を含めた地形変化を把握む</li> <li>・ 礫養浜地域<br/>深浅・汀線測量による礫の挙動、養浜礫の変形を把握<br/>F/S で実施した測線について 40m 間隔で実施。54 測線。<br/>汀線より陸側約 30m、沖側約 100m。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礫養浜地域<br/>汀線測量による礫の挙動、養浜礫の変形を把握<br/>F/S で実施した測線について 40m 間隔で実施。54 測線。<br/>汀線より陸側約 30m、沖側約 50m(C. D. L. 0m 付近)。</li> </ul> | 雨期の明けた 4 月から 5 月に実施。  |
| 底質調査         | 沖側礫境界の位置測定(基点からの距離)および写真撮影<br>地形測量と同じ 54 測線。   | 同左  | 雨期の明けた 4 月から 5 月に実施。  |
| 海洋生物調査       | ラインセンサスによる有孔虫、サンゴ、海藻類の被度分布、出現種の分布状況の把握<br>L02IN、L03IN (対照地点)<br>L042IN、L052IN (養浜エリア)<br>L06IN、L07IN (対照地点)<br>以上 6 測線<br>( <b>図 9.44</b> 参照)  | なし  | 工事前：本開発調査結果を利用<br>工事後：年 1 回、開発調査で実施した時期に合わせて 9 月から 10 月に実施。 |
| 植生・景観調査      | 定点写真撮影による植生・景観調査<br>10 地点程度  | 同左  | 年 2 回   |
| 海岸利用者ヒアリング調査 | 本事業による影響等について、漁業者はじめ地域住民へヒアリングを実施(モニター制度の導入；予めモニターを決めて情報を提供してもらうようにする)<br>10 名程度   | なし  | 年 1 回   |
| 礫養浜の効果・影響評価  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礫養浜が計画通りの変形に収まり、防災上の効果を発揮しているか汀線変化予測モデルの再構築を行なうとともに波のうちあげ高を評価する。</li> <li>・ 周辺海岸への影響評価<br/>調査結果から礫養浜の効果・影響を評価し、必要に応じて修正計画を立てる。</li> </ul>               | なし  | 年 1 回   |

|     |  |    |          |
|-----|--|----|----------|
| 公聴会 | 調査時に実施した各グループ別に住民ヒアリングを実施し、礫養浜実施後の問題点・課題を整理する。 | なし | 礫養浜実施後2回 |
|-----|--|----|----------|

注 1) L042IN、L052IN は本開発調査で実施した測線 L04IN、L05IN の測線を養浜エリアよりはずらして設定

注 2) 水質、海洋生物はグローバルな環境の変化によっても変化するため、礫養浜の影響を受けにくいと考えられる測線についても調査を実施し、バックグラウンドを把握する。

表 9.30 調査工程


| 内容                 | 1年次   | 2年次  | 3年次   | 4年次  | 5年次  | 6年次以降   |
|--------------------|---|--|---|--|--|---|
| 工事                 | <br>(4-12月)<br>パイロット |  | <br>(4-12月)<br>本工事 | <br>(4-8月)<br>本工事 |  |   |
| モニタリング調査<br>(第1段階) |   | <br>(4-7月) | <br>(4-7月)        | <br>(4-7月)      | <br>(4-7月) |   |
| モニタリング調査<br>(第2段階) |   |  |   |  |  | <br>(4-7月) |



図 9.44 礫養浜地区におけるモニタリング調査位置図



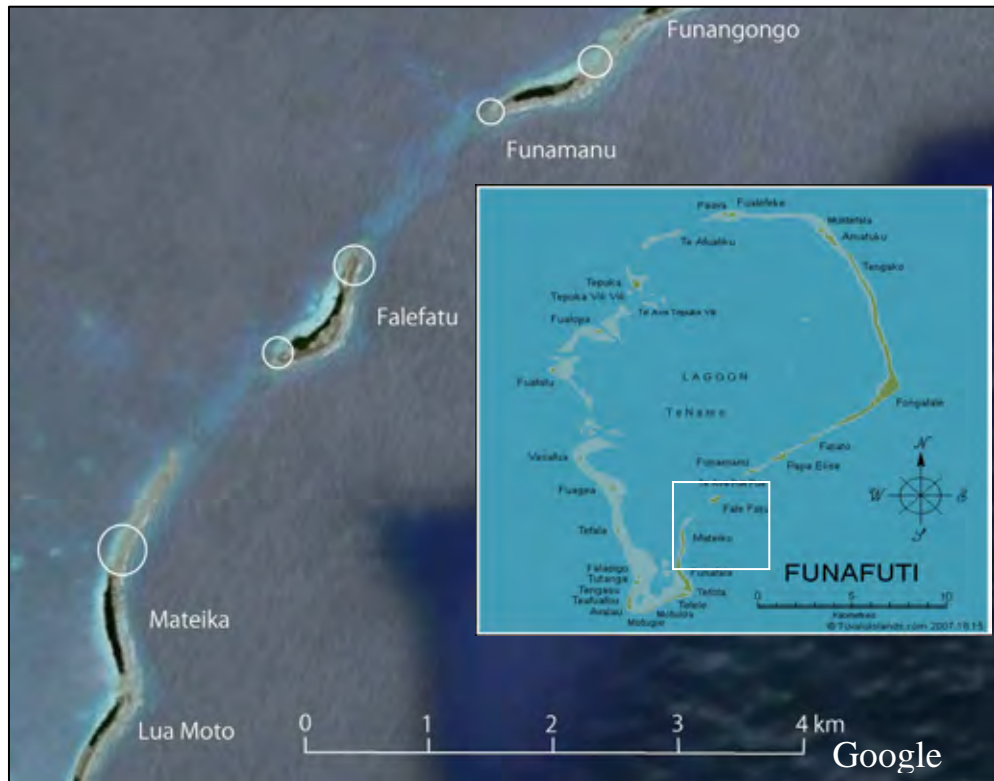


図 9.45 礫採取地域におけるモニタリング調査位置図

### 9.6.3 運営計画

#### (1) 全島の海岸防災に関するソフトコンポーネント

カウプレが骨材不法採取対策や不法伐採対策を実施しているとはいえ、それらは効果的に機能していない。その原因はカウプレの監視体制の不備もあるが、住民自身の海岸保全に対する骨材不法採取や不法伐採の悪影響への認識が低いこと、海岸保全の意識が低いことになっている部分が多い。単なる取り締まりの強化では、これらの対策の実効性は高まらないと思われる。

なお、先に実施したアンケート調査結果からもわかる通り、地球的な海面上昇とフォンガファレ島で発生している海岸災害についての関連性についての島民の理解が浅い反面、住民の将来の海面上昇に対する恐怖感が非常に大きいことから、アウェアネスの一環として正しい海岸災害の実態についての理解を得る作業を行った後、海岸災害対策として必要な準備の検討を住民主体で行うことが必要と考えられる。表 9.31 には、全島民による海岸防災対策（越波対策）のソフトコンポーネントを示した。これらのソフトコンポーネントの実施においては、本プロジェクトの CP 機関であり、海岸防護・再生計画に係る本邦研修の経験もあるツバル政府天然資源省の関係者が講師などにあたることが望ましい。

表 9.31 全島住民に係る災害対策コンポーネント

|        | 課題               | 検討すべき内容                           | 具体的な実施方法  | 対象 |
|--------|------------------|-----------------------------------|---|----|
| 防<br>災 | 海面上昇に対する住民の恐怖感   | ・海面上昇に関する正しい情報の提供                 | ラジオ、セミナー、学校、女性団体等单位で海面上昇時期と現在の傾向について、海岸工学の見地から学習を行うことにより、海岸災害の発生原因と安全対策についてのアウェアネス実施  | 全島 |
|        | ハリケーン等低気圧接近時の高波浪 | 〔事前の対策計画〕<br>高波浪の危険性についての正しい情報の提供 | ・危険地域のゾーニングと周知。高波浪の危険性の情報共有：Bebe や近年発生したツバル近傍の Manihiki 島のハリケーン被災体験談の共有<br>・ストームリッジの保全対策（掘削の禁止、回復）<br>・海岸植生の保全（植生の効果の認識、伐採など背後住民の安全と直結する危険行為の周知と改善方法の検討と植林計画の策定と実施→JICA が種苗や添木、植栽に必要な肥料、用具を用意する？） | 全島 |
|        |                  | 〔緊急時の対策〕                          | ・甚大な越波災害発生時の避難計画の検討と実施訓練（緊急時の対応の検討と周知：危機情報伝達手段の確立、被災時の要支援者の事前の把握、命令系統の確立、指示伝達手段、各団体の責務と行動計画、住民の避難経路、避難場所の選定、支援物資の確保計画）  |    |

## (2) ツバル政府の役割

維持管理に関わる財政支援はツバル政府から多くを期待できない。ツバル政府予算のうち、維持管理費予算は事業費予算の6%から13%程度で、年間20万AU\$程度となっている。特にリーマンショックによる金融危機以降、ツバル信託基金の価値が下落し、基金からの収入利益が見込まれない状況が続いており、ツバル政府は事業予算の削減が強いられており、維持管理費予算の増大は見込まれない。表 9.32 にツバル政府のカテゴリー別予算を示す。

表 9.32 ツバル政府予算（カテゴリー別）

|              | (単位: AU\$)     |                |                |                |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              | 2005年          | 2006年          | 2007年          | 2008年          | 2009年          |
| 職員人件費        | 740,410        | 751,223        | 727,509        | 776,403        | 923,156        |
| 旅費通信費        | 48,232         | 82,417         | 70,051         | 58,844         | 60,700         |
| <b>維持管理費</b> | <b>118,200</b> | <b>138,160</b> | <b>135,880</b> | <b>264,666</b> | <b>201,484</b> |
| 購買費          | 75,600         | 97,138         | 29,718         | 45,400         | 704,850        |
| その他支出        | 305,000        | 305,000        | 1,333,436      | 865,015        | 1,089,949      |
| 事業予算計        | 1,287,442      | 1,373,938      | 2,296,594      | 2,010,327      | 2,980,139      |
| 投資           | 482,218        | 11,276,485     | 1,000          | 220,000        | 466,000        |
| 歳出合計         | 1,769,650      | 12,650,423     | 2,297,594      | 2,230,327      | 3,446,139      |

出典：Tuvalu National Budget 2009

公共施設の維持管理を業務に含む公共事業局(PWD)の維持管理予算は、道路の破損箇所の部分補修を主とした維持管理、政府庁舎の修繕維持管理のみを対象としており、毎年割り当てられる 10 万 AU\$ から \$20 万 AU\$ 程度の予算規模では、大規模な補修工事は期待できない。

表 9.33 公共事業局維持管理予算推移

| 年度   | 道路維持管理          | 政府庁舎維持管理      | PWD 合計         | 備考                |
|------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|
| 2000 | \$ 28,434.54    | \$ 192,165.17 | \$220,599.71   |                   |
| 2001 | \$ 5,996,583.05 | \$ 43,004.55  | \$6,039,587.60 | 道路建設計画により予算は増大した。 |
| 2002 | NA              | NA            | NA             |                   |
| 2003 | \$ 19,894.45    | \$ 209,990.49 | \$229,884.94   |                   |
| 2004 | \$ 12,125.00    | \$ 112,456.26 | \$124,581.26   |                   |
| 2005 | \$ 9,636.23     | \$ 56,104.08  | \$65,740.31    |                   |
| 2006 | NA              | NA            | NA             |                   |
| 2007 | \$ 13,696.65    | \$ 226,370.39 | \$240,067.04   |                   |
| 2008 | \$ 25,000.00    | \$ 203,069.00 | \$228,069.00   |                   |
| 2009 | \$ 22,000.00    | \$ 100,000.00 | \$122,000.00   |                   |
| 2010 | \$ 22,000.00    | \$ 170,000.00 | \$192,000.00   |                   |

出典：PWD

ツバル国政府に求められていることは、政府でできる範囲の維持管理計画に対する財政支援の他に、本計画実施の前提として整備すべき法令の立法化と施工後のモニタリングにおいて主導的な役割を果たすことである。

## 9.7 概算事業費

本計画を実施した場合の概算事業費は、表 9.34 のとおりとなる。

表 9.35 に内訳を示す。

表 9.34 対策工（4案）のコンポーネント構成と概算事業費

| 対策工               | 第1案   | 第2案   | 第3案   | 第4案     |
|-------------------|-------|-------|-------|---------|
| 直接工事費             |       |       |       |         |
| L-C 工区            |       |       |       |         |
| 礫養浜               |       |       |       | ○       |
| パラペット             |       |       | ○     | ○       |
| ボローピット BP-1       |       | ○     | ○     | ○       |
| BP-2              |       | ○     | ○     | ○       |
| L-D 工区 (D-1, D-3) |       |       |       |         |
| 礫養浜               | ○     | ○     | ○     | ○       |
| パラペット             | ○     | ○     | ○     | ○       |
| ボローピット BP-3N      |       | ○     | ○     | ○       |
| 概算事業費(百万円)        | 555.3 | 923.1 | 994.3 | 1,424.4 |

また、養浜礫材の砂の挙動の検証、対策工に対する住民意見の確認、ボローピットの埋戻しに当たって流況、材料、工法の実証実験を目的にパイロット工事として、D-1 地区の北側（延長約 252m 分）の礫養浜とパラペット工を実施した場合の事業費は、礫材の調達方法によって下記のとおりとなる。

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| パイロット第1案（滑走路の礫材）： | 約 1 5 3 . 4 百万円 |
| パイロット第2案（州島の礫材）：  | 約 8 4 . 6 百万円   |
| パイロット第3案（輸入の礫材）：  | 約 1 1 7 . 0 百万円 |

表 9.36 にパイロット工事の内訳を示す。

表 9.35 概算事業費のまとめ

| ●第1案                        |          |    |             |           | ●第2案                 |                    |                   |             |           | ●第3案                 |                   |                    |                |                   | ●第4案                 |          |                   |                    |               |                |                   |  |  |  |  |
|-----------------------------|----------|----|-------------|-----------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------|-----------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|----------------------|----------|-------------------|--------------------|---------------|----------------|-------------------|--|--|--|--|
| EX.Rate to JPY= 48.9        |          |    |             |           | EX.Rate to JPY= 48.9 |                    |                   |             |           | EX.Rate to JPY= 48.9 |                   |                    |                |                   | EX.Rate to JPY= 48.9 |          |                   |                    |               |                |                   |  |  |  |  |
| 項目                          | 数量       | 単位 | 単価          | 金額 (FJS)  | 換算邦貨(円)              | 数量                 | 単位                | 単価          | 金額 (FJS)  | 換算邦貨(円)              | 数量                | 単位                 | 単価             | 金額 (FJS)          | 換算邦貨(円)              | 数量       | 単位                | 単価                 | 金額 (FJS)      | 換算邦貨(円)        |                   |  |  |  |  |
| <b>A 準備、仮設、輸送</b>           |          |    |             |           | <b>311,000</b>       | <b>15,207,900</b>  |                   |             |           |                      | <b>503,000</b>    | <b>24,596,700</b>  |                |                   |                      |          | <b>530,000</b>    | <b>25,917,000</b>  |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 宿舍                       | 9.0      | 月  | 4,000.0     | 36,000    | 1,760,400            | 12.0               | 月                 | 4,000.0     | 48,000    | 2,347,200            | 15.0              | 月                  | 4,000.0        | 60,000            | 2,934,000            | 15.0     | 月                 | 4,000.0            | 60,000        | 2,934,000      |                   |  |  |  |  |
| 2) 備品費                      | 9.0      | 月  | 2,000.0     | 18,000    | 880,200              | 12.0               | 月                 | 2,000.0     | 24,000    | 1,173,600            | 15.0              | 月                  | 2,000.0        | 30,000            | 1,467,000            | 15.0     | 月                 | 2,000.0            | 30,000        | 1,467,000      |                   |  |  |  |  |
| 3) 事務所                      | 9.0      | 月  | 3,000.0     | 27,000    | 1,320,300            | 12.0               | 月                 | 3,000.0     | 36,000    | 1,760,400            | 15.0              | 月                  | 3,000.0        | 45,000            | 2,200,500            | 15.0     | 月                 | 3,000.0            | 45,000        | 2,200,500      |                   |  |  |  |  |
| 4) 旅費(延べ20人)                | 40.0     | 往復 | 1,625.0     | 65,000    | 3,178,500            | 40.0               | 往復                | 1,625.0     | 65,000    | 3,178,500            | 40.0              | 往復                 | 1,625.0        | 65,000            | 3,178,500            | 40.0     | 往復                | 1,625.0            | 65,000        | 3,178,500      |                   |  |  |  |  |
| 5) 資機材海上輸送費(フィジー→フナフチ)      | 1        | 式  | 85,000.0    | 85,000    | 4,156,500            | 2                  | 式                 | 85,000.0    | 170,000   | 8,313,000            | 2                 | 式                  | 85,000.0       | 170,000           | 8,313,000            | 2        | 式                 | 85,000.0           | 170,000       | 8,313,000      |                   |  |  |  |  |
| 6) 資機材撤収海上輸送費(フナフチ→フィジー)    | 1        | 式  | 80,000.0    | 80,000    | 3,912,000            | 2                  | 式                 | 80,000.0    | 160,000   | 7,824,000            | 2                 | 式                  | 80,000.0       | 160,000           | 7,824,000            | 2        | 式                 | 80,000.0           | 160,000       | 7,824,000      |                   |  |  |  |  |
| <b>B 州島からの礫採取</b>           |          |    |             |           | <b>2,309,510</b>     | <b>112,935,039</b> |                   |             |           |                      | <b>2,309,510</b>  | <b>112,935,039</b> |                |                   |                      |          | <b>2,309,510</b>  | <b>112,935,039</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 仮設コースウェイ                 | 27,636.0 | m3 | 15.5        | 428,358   | 20,946,706           | 27,636.0           | m3                | 15.5        | 428,358   | 20,946,706           | 27,636.0          | m3                 | 15.5           | 428,358           | 20,946,706           | 27,636.0 | m3                | 15.5               | 428,358       | 20,946,706     |                   |  |  |  |  |
| 2) 礫採取/積み込み/運搬              | 28,145.0 | m3 | 21.5        | 605,118   | 29,590,270           | 28,145.0           | m3                | 21.5        | 605,118   | 29,590,270           | 28,145.0          | m3                 | 21.5           | 605,118           | 29,590,270           | 28,145.0 | m3                | 21.5               | 605,118       | 29,590,270     |                   |  |  |  |  |
| 3) 荷卸し                      | 28,145.0 | m3 | 8.8         | 247,676   | 12,111,356           | 28,145.0           | m3                | 8.8         | 247,676   | 12,111,356           | 28,145.0          | m3                 | 8.8            | 247,676           | 12,111,356           | 28,145.0 | m3                | 8.8                | 247,676       | 12,111,356     |                   |  |  |  |  |
| 4) 仮設コースウェイ撤去               | 27,636.0 | m3 | 15.5        | 428,358   | 20,946,706           | 27,636.0           | m3                | 15.5        | 428,358   | 20,946,706           | 27,636.0          | m3                 | 15.5           | 428,358           | 20,946,706           | 27,636.0 | m3                | 15.5               | 428,358       | 20,946,706     |                   |  |  |  |  |
| 5) サンゴ礁仮移設、復旧               | 3        | 箇所 | 200,000.0   | 600,000   | 29,340,000           | 3                  | 箇所                | 200,000.0   | 600,000   | 29,340,000           | 3                 | 箇所                 | 200,000.0      | 600,000           | 29,340,000           | 3        | 箇所                | 200,000.0          | 600,000       | 29,340,000     |                   |  |  |  |  |
| <b>C 浚渫</b>                 |          |    |             |           | <b>1,974,629</b>     | <b>96,559,358</b>  |                   |             |           |                      | <b>2,870,532</b>  | <b>140,369,015</b> |                |                   |                      |          | <b>3,027,816</b>  | <b>148,060,202</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 浚渫/運搬                    | 24,579.0 | m3 | 16.0        | 393,264   | 19,230,610           | 48,343.0           | m3                | 16.0        | 773,488   | 37,823,563           | 52,515.0          | m3                 | 16.0           | 840,240           | 41,087,736           | 52,515.0 | m3                | 16.0               | 840,240       | 41,087,736     |                   |  |  |  |  |
| 2) 揚土                       | 24,579.0 | m3 | 12.2        | 299,864   | 14,663,350           | 48,343.0           | m3                | 12.2        | 589,785   | 28,840,487           | 52,515.0          | m3                 | 12.2           | 640,683           | 31,329,399           | 52,515.0 | m3                | 12.2               | 640,683       | 31,329,399     |                   |  |  |  |  |
| 3) 作業船運航                    | 24,579.0 | m3 | 9.5         | 233,501   | 11,418,199           | 48,343.0           | m3                | 9.5         | 459,259   | 22,457,765           | 52,515.0          | m3                 | 9.5            | 498,893           | 24,395,868           | 52,515.0 | m3                | 9.5                | 498,893       | 24,395,868     |                   |  |  |  |  |
| 4) 浚渫機材                     | 1        | 式  | 1,000,000.0 | 1,000,000 | 48,900,000           | 1                  | 式                 | 1,000,000.0 | 1,000,000 | 48,900,000           | 1                 | 式                  | 1,000,000.0    | 1,000,000         | 48,900,000           | 1        | 式                 | 1,000,000.0        | 1,000,000     | 48,900,000     |                   |  |  |  |  |
| 5) 係留設備                     | 1        | 式  | 48,000.0    | 48,000    | 2,347,200            | 1                  | 式                 | 48,000.0    | 48,000    | 2,347,200            | 1                 | 式                  | 48,000.0       | 48,000            | 2,347,200            | 1        | 式                 | 48,000.0           | 48,000        | 2,347,200      |                   |  |  |  |  |
| <b>D 清走路の礫採取</b>            |          |    |             |           | <b>800,444</b>       | <b>39,141,712</b>  |                   |             |           |                      | <b>1,123,065</b>  | <b>54,917,879</b>  |                |                   |                      |          | <b>1,299,540</b>  | <b>63,547,506</b>  |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 掘削/運搬                    | 18,923.0 | m3 | 14.6        | 276,276   | 13,509,896           | 26,550.0           | m3                | 14.6        | 387,630   | 18,955,107           | 30,722.0          | m3                 | 14.6           | 448,541           | 21,933,655           | 30,722.0 | m3                | 14.6               | 448,541       | 21,933,655     |                   |  |  |  |  |
| 2) 浚渫土運搬/埋戻し                | 18,923.0 | m3 | 9.5         | 179,769   | 8,790,704            | 26,550.0           | m3                | 9.5         | 252,225   | 12,333,803           | 30,722.0          | m3                 | 9.5            | 291,859           | 14,271,905           | 30,722.0 | m3                | 9.5                | 291,859       | 14,271,905     |                   |  |  |  |  |
| 3) 清掃/後片付け                  | 18,923.0 | m3 | 2.2         | 41,631    | 2,035,756            | 26,550.0           | m3                | 2.2         | 58,410    | 2,856,249            | 30,722.0          | m3                 | 2.2            | 67,588            | 3,305,053            | 30,722.0 | m3                | 2.2                | 67,588        | 3,305,053      |                   |  |  |  |  |
| 4) ジオテキスタイル敷設               | 18,923.0 | m2 | 16.0        | 302,768   | 14,805,355           | 26,550.0           | m2                | 16.0        | 424,800   | 20,772,270           | 30,722.0          | m2                 | 16.0           | 491,552           | 24,036,893           | 30,722.0 | m2                | 16.0               | 491,552       | 24,036,893     |                   |  |  |  |  |
| <b>E 礫養浜</b>                |          |    |             |           | <b>2,493,971</b>     | <b>121,955,182</b> |                   |             |           |                      | <b>2,493,971</b>  | <b>121,955,182</b> |                |                   |                      |          | <b>2,493,971</b>  | <b>121,955,182</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 礫運搬/敷き均し/整形              | 46,535.0 | m3 | 22.6        | 1,051,691 | 51,427,690           | 46,535.0           | m3                | 22.6        | 1,051,691 | 51,427,690           | 46,535.0          | m3                 | 22.6           | 1,051,691         | 51,427,690           | 46,535.0 | m3                | 22.6               | 1,051,691     | 51,427,690     |                   |  |  |  |  |
| 2) 浚渫土運搬                    | 5,656.0  | m3 | 21.0        | 118,776   | 5,808,146            | 5,656.0            | m3                | 21.0        | 118,776   | 5,808,146            | 5,656.0           | m3                 | 21.0           | 118,776           | 5,808,146            | 5,656.0  | m3                | 21.0               | 118,776       | 5,808,146      |                   |  |  |  |  |
| 3) 大型土壌工                    | 5,656.0  | m3 | 234.0       | 1,323,504 | 64,719,346           | 5,656.0            | m3                | 234.0       | 1,323,504 | 64,719,346           | 5,656.0           | m3                 | 234.0          | 1,323,504         | 64,719,346           | 5,656.0  | m3                | 234.0              | 1,323,504     | 64,719,346     |                   |  |  |  |  |
| 4) (輸入)礫運搬/敷き均し/整形          |          | m3 |             |           |                      |                    | m3                |             |           |                      |                   | m3                 |                |                   |                      | 36,090.0 | m3                | 170.1              | 6,138,909     | 300,192,650    |                   |  |  |  |  |
| <b>F ボローピット埋戻し</b>          |          |    |             |           | <b>0</b>             | <b>0</b>           |                   |             |           |                      | <b>4,287,305</b>  | <b>209,649,215</b> |                |                   |                      |          | <b>4,287,305</b>  | <b>209,649,215</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 浚渫土運搬                    | 0.0      | m3 | 21.0        | 0         | 0                    | 16,137.0           | m3                | 21.0        | 338,877   | 16,571,085           | 16,137.0          | m3                 | 21.0           | 338,877           | 16,571,085           | 16,137.0 | m3                | 21.0               | 338,877       | 16,571,085     |                   |  |  |  |  |
| 2) 大型土壌工                    | 0.0      | m3 | 234.0       | 0         | 0                    | 16,137.0           | m3                | 234.0       | 3,776,058 | 184,649,236          | 16,137.0          | m3                 | 234.0          | 3,776,058         | 184,649,236          | 16,137.0 | m3                | 234.0              | 3,776,058     | 184,649,236    |                   |  |  |  |  |
| 3) 礫運搬/敷き均し/整形              | 0.0      | m3 | 22.6        | 0         | 0                    | 7,627.0            | m3                | 22.6        | 172,370   | 8,428,893            | 7,627.0           | m3                 | 22.6           | 172,370           | 8,428,893            | 7,627.0  | m3                | 22.6               | 172,370       | 8,428,893      |                   |  |  |  |  |
| <b>G パラベット工</b>             |          |    |             |           | <b>367,770</b>       | <b>17,983,953</b>  |                   |             |           |                      | <b>367,770</b>    | <b>17,983,953</b>  |                |                   |                      |          | <b>1,110,900</b>  | <b>54,323,010</b>  |               |                |                   |  |  |  |  |
| 1) 練り石積み                    | 533.0    | m3 | 690.0       | 367,770   | 17,983,953           | 533.0              | m3                | 690.0       | 367,770   | 17,983,953           | 1,610.0           | m3                 | 690.0          | 1,110,900         | 54,323,010           | 1,610.0  | m3                | 690.0              | 1,110,900     | 54,323,010     |                   |  |  |  |  |
| <b>H 端部処理</b>               |          |    |             |           | <b>3.0 箇所</b>        | <b>261,960</b>     | <b>12,809,844</b> |             |           |                      |                   | <b>3.0 箇所</b>      | <b>261,960</b> | <b>12,809,844</b> |                      |          |                   |                    | <b>9.0 箇所</b> | <b>785,880</b> | <b>38,429,532</b> |  |  |  |  |
| 1) 蛇籠工                      | 1箇所当たり   |    |             | 87,320    | 4,269,948            | 1箇所当たり             |                   |             | 87,320    | 4,269,948            | 1箇所当たり            |                    |                | 87,320            | 4,269,948            | 1箇所当たり   |                   |                    | 87,320        | 4,269,948      |                   |  |  |  |  |
| 2) コンクリート・ブロック、土間           | 348.0    | m3 | 90.0        | 31,320    | 1,531,548            | 348.0              | m3                | 90.0        | 31,320    | 1,531,548            | 348.0             | m3                 | 90.0           | 31,320            | 1,531,548            | 348.0    | m3                | 90.0               | 31,320        | 1,531,548      |                   |  |  |  |  |
|                             | 56.0     | m3 | 1,000.0     | 56,000    | 2,738,400            | 56.0               | m3                | 1,000.0     | 56,000    | 2,738,400            | 56.0              | m3                 | 1,000.0        | 56,000            | 2,738,400            | 56.0     | m3                | 1,000.0            | 56,000        | 2,738,400      |                   |  |  |  |  |
| <b>小計I (A~H)</b>            |          |    |             |           | <b>8,519,284</b>     | <b>416,592,988</b> |                   |             |           |                      | <b>14,217,113</b> | <b>695,216,826</b> |                |                   |                      |          | <b>15,321,002</b> | <b>749,196,998</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| <b>I 諸経費 (A~H)x20%</b>      | 1        | 式  |             | 1,703,857 | 83,318,607           | 1                  | 式                 |             | 2,843,423 | 139,043,385          | 1                 | 式                  |                | 3,064,200         | 149,839,380          | 1        | 式                 |                    | 4,396,766     | 215,001,857    |                   |  |  |  |  |
| <b>建設費 小計I (A~I)</b>        |          |    |             |           | <b>10,223,141</b>    | <b>499,911,595</b> |                   |             |           |                      | <b>17,060,536</b> | <b>834,260,210</b> |                |                   |                      |          | <b>18,385,202</b> | <b>899,036,378</b> |               |                |                   |  |  |  |  |
| <b>J コンサルタント費 (A~I)x10%</b> | 1        | 式  |             | 1,022,314 | 49,991,155           | 1                  | 式                 |             | 1,706,054 | 83,426,041           | 1                 | 式                  |                | 1,838,520         | 89,903,628           | 1        | 式                 |                    | 2,638,060     | 129,001,134    |                   |  |  |  |  |
| <b>K モニタリング(ソフトコンポーネント)</b> | 1        | 式  |             | 110,000   | 5,379,000            | 1                  | 式                 |             | 110,000   | 5,379,000            | 1                 | 式                  |                | 110,000           | 5,379,000            | 1        | 式                 |                    | 110,000       | 5,379,000      |                   |  |  |  |  |
| <b>コンサルタント費 小計(I+K)</b>     |          |    |             |           | <b>1,132,314</b>     | <b>55,370,155</b>  |                   |             |           |                      | <b>1,816,054</b>  | <b>88,805,041</b>  |                |                   |                      |          | <b>1,948,520</b>  | <b>95,282,628</b>  |               |                |                   |  |  |  |  |
| <b>総計</b>                   |          |    |             |           | <b>11,355,455</b>    | <b>555,281,750</b> |                   |             |           |                      | <b>18,876,590</b> | <b>923,065,251</b> |                |                   |                      |          | <b>20,333,722</b> | <b>994,319,006</b> |               |                |                   |  |  |  |  |

表 9.36 パイロット工事の概算事業費のまとめ

| 項目                             | ●パイロット1: 滑走路礫材 EX.Rate to JPY= 48.9 |           |             |           |            | ●パイロット2: 州島礫材 EX.Rate to JPY= 48.9 |         |             |          |            | ●パイロット3: 輸入礫材 EX.Rate to JPY= 48.9 |             |          |           |            |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------|-----------|------------|------------------------------------|---------|-------------|----------|------------|------------------------------------|-------------|----------|-----------|------------|
|                                | 数量                                  | 単位        | 単価          | 金額 (FJS)  | 換算邦貨(円)    | 数量                                 | 単位      | 単価          | 金額 (FJS) | 換算邦貨(円)    | 数量                                 | 単位          | 単価       | 金額 (FJS)  | 換算邦貨(円)    |
| <b>A 準備、仮設、輸送</b>              |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>235,250 11,503,725</b>           |           |             |           |            | <b>235,250 11,503,725</b>          |         |             |          |            | <b>186,250 9,107,625</b>           |             |          |           |            |
| <b>B 州島からの礫採取</b>              |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>0 0</b>                          |           |             |           |            | <b>660,226 32,285,035</b>          |         |             |          |            | <b>0 0</b>                         |             |          |           |            |
| 1) 仮設コースウェイ                    | m3                                  | 15.5      | 0           | 0         | 0          | 7,132.0                            | m3      | 15.5        | 110,546  | 5,405,699  | m3                                 | 15.5        | 0        | 0         | 0          |
| 2) 礫採取/積み込み/運搬                 | m3                                  | 21.5      | 0           | 0         | 0          | 7,892.2                            | m3      | 21.5        | 169,682  | 8,297,464  | m3                                 | 21.5        | 0        | 0         | 0          |
| 3) 荷卸し                         | m3                                  | 8.8       | 0           | 0         | 0          | 7,892.2                            | m3      | 8.8         | 69,451   | 3,396,172  | m3                                 | 8.8         | 0        | 0         | 0          |
| 4) 仮設コースウェイ撤去                  | m3                                  | 15.5      | 0           | 0         | 0          | 7,132.0                            | m3      | 15.5        | 110,546  | 5,405,699  | m3                                 | 15.5        | 0        | 0         | 0          |
| 5) サンゴ礁仮移設、復旧                  | 箇所                                  | 200,000.0 | 0           | 0         | 0          | 1                                  | 箇所      | 200,000.0   | 200,000  | 9,780,000  | 箇所                                 | 200,000.0   | 0        | 0         | 0          |
| <b>C 浚渫</b>                    |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>1,345,536 65,796,707</b>         |           |             |           |            | <b>0 0</b>                         |         |             |          |            | <b>48,000 2,347,200</b>            |             |          |           |            |
| 1) 浚渫/運搬                       | 7,892.2                             | m3        | 16.0        | 126,275   | 6,174,857  | 0.0                                | m3      | 16.0        | 0        | 0          | m3                                 | 16.0        | 0        | 0         | 0          |
| 2) 揚土                          | 7,892.2                             | m3        | 12.2        | 96,285    | 4,708,329  | 0.0                                | m3      | 12.2        | 0        | 0          | m3                                 | 12.2        | 0        | 0         | 0          |
| 3) 作業船運航                       | 7,892.2                             | m3        | 9.5         | 74,976    | 3,666,322  | 0.0                                | m3      | 9.5         | 0        | 0          | m3                                 | 9.5         | 0        | 0         | 0          |
| 4) 浚渫機材                        | 1                                   | 式         | 1,000,000.0 | 1,000,000 | 48,900,000 | 0                                  | 式       | 1,000,000.0 | 0        | 0          | 式                                  | 1,000,000.0 | 0        | 0         | 0          |
| 5) 係留設備                        | 1                                   | 式         | 48,000.0    | 48,000    | 2,347,200  | 0                                  | 式       | 48,000.0    | 0        | 0          | 1                                  | 式           | 48,000.0 | 48,000    | 2,347,200  |
| <b>D 滑走路の礫採取</b>               |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>333,840 16,324,779</b>           |           |             |           |            | <b>0 0</b>                         |         |             |          |            | <b>0 0</b>                         |             |          |           |            |
| 1) 掘削/運搬                       | 7,892.2                             | m3        | 14.6        | 115,226   | 5,634,557  | 0.0                                | m3      | 14.6        | 0        | 0          | m3                                 | 14.6        | 0        | 0         | 0          |
| 2) 浚渫土運搬/埋戻し                   | 7,892.2                             | m3        | 9.5         | 74,976    | 3,666,322  | 0.0                                | m3      | 9.5         | 0        | 0          | m3                                 | 9.5         | 0        | 0         | 0          |
| 3) 清掃/後片付け                     | 7,892.2                             | m3        | 2.2         | 17,363    | 849,043    | 0.0                                | m3      | 2.2         | 0        | 0          | m3                                 | 2.2         | 0        | 0         | 0          |
| 4) ジオテキスタイル敷設                  | 7,892.2                             | m2        | 16.0        | 126,275   | 6,174,857  | 0.0                                | m2      | 16.0        | 0        | 0          | m2                                 | 16.0        | 0        | 0         | 0          |
| <b>E 礫養浜</b>                   |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>174,947 8,554,889</b>            |           |             |           |            | <b>174,947 8,554,889</b>           |         |             |          |            | <b>1,316,744 64,388,786</b>        |             |          |           |            |
| 1) 礫運搬/敷き均し/整形                 | 7,741.0                             | m3        | 22.6        | 174,947   | 8,554,889  | 7,741.0                            | m3      | 22.6        | 174,947  | 8,554,889  | m3                                 | 22.6        | 0        | 0         | 0          |
| 2) 浚渫土運搬                       | m3                                  | 21.0      | 0           | 0         | 0          | m3                                 | 21.0    | 0           | 0        | 0          | m3                                 | 21.0        | 0        | 0         | 0          |
| 3) 大型土壌工                       | m3                                  | 234.0     | 0           | 0         | 0          | m3                                 | 234.0   | 0           | 0        | 0          | m3                                 | 234.0       | 0        | 0         | 0          |
| 4) (輸入)礫運搬/敷き均し/整形             | m3                                  |           |             |           |            | m3                                 |         |             |          |            | 7,741.0                            | m3          | 170.1    | 1,316,744 | 64,388,786 |
| <b>F ポロービット埋戻し</b>             |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>0 0</b>                          |           |             |           |            | <b>0 0</b>                         |         |             |          |            | <b>0 0</b>                         |             |          |           |            |
| 1) 浚渫土運搬                       | 0.0                                 | m3        | 21.0        | 0         | 0          | 0.0                                | m3      | 21.0        | 0        | 0          | 0.0                                | m3          | 21.0     | 0         | 0          |
| 2) 大型土壌工                       | 0.0                                 | m3        | 234.0       | 0         | 0          | 0.0                                | m3      | 234.0       | 0        | 0          | 0.0                                | m3          | 234.0    | 0         | 0          |
| 3) 礫運搬/敷き均し/整形                 | 0.0                                 | m3        | 22.6        | 0         | 0          | 0.0                                | m3      | 22.6        | 0        | 0          | 0.0                                | m3          | 22.6     | 0         | 0          |
| <b>G パラペット工</b>                |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>104,328 5,101,639</b>            |           |             |           |            | <b>104,328 5,101,639</b>           |         |             |          |            | <b>104,328 5,101,639</b>           |             |          |           |            |
| 1) 練り石積み                       | 151.2                               | m3        | 690.0       | 104,328   | 5,101,639  | 151.2                              | m3      | 690.0       | 104,328  | 5,101,639  | 151.2                              | m3          | 690.0    | 104,328   | 5,101,639  |
| <b>H 端部処理</b>                  |                                     |           |             |           |            |                                    |         |             |          |            |                                    |             |          |           |            |
|                                | <b>3.0 箇所 0 0</b>                   |           |             |           |            | <b>3.0 箇所 0 0</b>                  |         |             |          |            | <b>3.0 箇所 0 0</b>                  |             |          |           |            |
| 1) 蛇籠工                         | 1箇所当たり                              |           |             | 0         | 0          | 1箇所当たり                             |         |             | 0        | 0          | 1箇所当たり                             |             |          | 0         | 0          |
| 2) コンクリート・ブロック、土間              | m3                                  | 90.0      | 0           | 0         | 0          | m3                                 | 90.0    | 0           | 0        | 0          | m3                                 | 90.0        | 0        | 0         | 0          |
|                                | m3                                  | 1,000.0   | 0           | 0         | 0          | m3                                 | 1,000.0 | 0           | 0        | 0          | m3                                 | 1,000.0     | 0        | 0         | 0          |
| <b>小計 (A ~ H)</b>              | <b>2,193,901 107,281,739</b>        |           |             |           |            | <b>1,174,750 57,445,288</b>        |         |             |          |            | <b>1,655,322 80,945,251</b>        |             |          |           |            |
| <b>I 諸経費 (A ~ H)x 20%</b>      | 1                                   | 式         |             | 438,780   | 21,456,348 | 1                                  | 式       |             | 234,950  | 11,489,058 | 1                                  | 式           |          | 331,064   | 16,189,050 |
| <b>建設費 小計 (A ~ I)</b>          | <b>2,632,681 128,738,087</b>        |           |             |           |            | <b>1,409,700 68,934,345</b>        |         |             |          |            | <b>1,986,387 97,134,301</b>        |             |          |           |            |
| <b>J コンサルタント費 (A ~ I)x 15%</b> | 1                                   | 式         |             | 394,902   | 19,310,713 | 1                                  | 式       |             | 211,455  | 10,340,152 | 1                                  | 式           |          | 297,958   | 14,570,145 |
| <b>K モニタリング(ソフトコンポーネント)</b>    | 1                                   | 式         |             | 110,000   | 5,379,000  | 1                                  | 式       |             | 110,000  | 5,379,000  | 1                                  | 式           |          | 110,000   | 5,379,000  |
| <b>コンサルタント費 小計 (I + K)</b>     | <b>504,902 24,689,713</b>           |           |             |           |            | <b>321,455 15,719,152</b>          |         |             |          |            | <b>407,958 19,949,145</b>          |             |          |           |            |
| <b>総計</b>                      | <b>3,137,583 153,427,800</b>        |           |             |           |            | <b>1,731,155 84,653,497</b>        |         |             |          |            | <b>2,394,344 117,083,446</b>       |             |          |           |            |

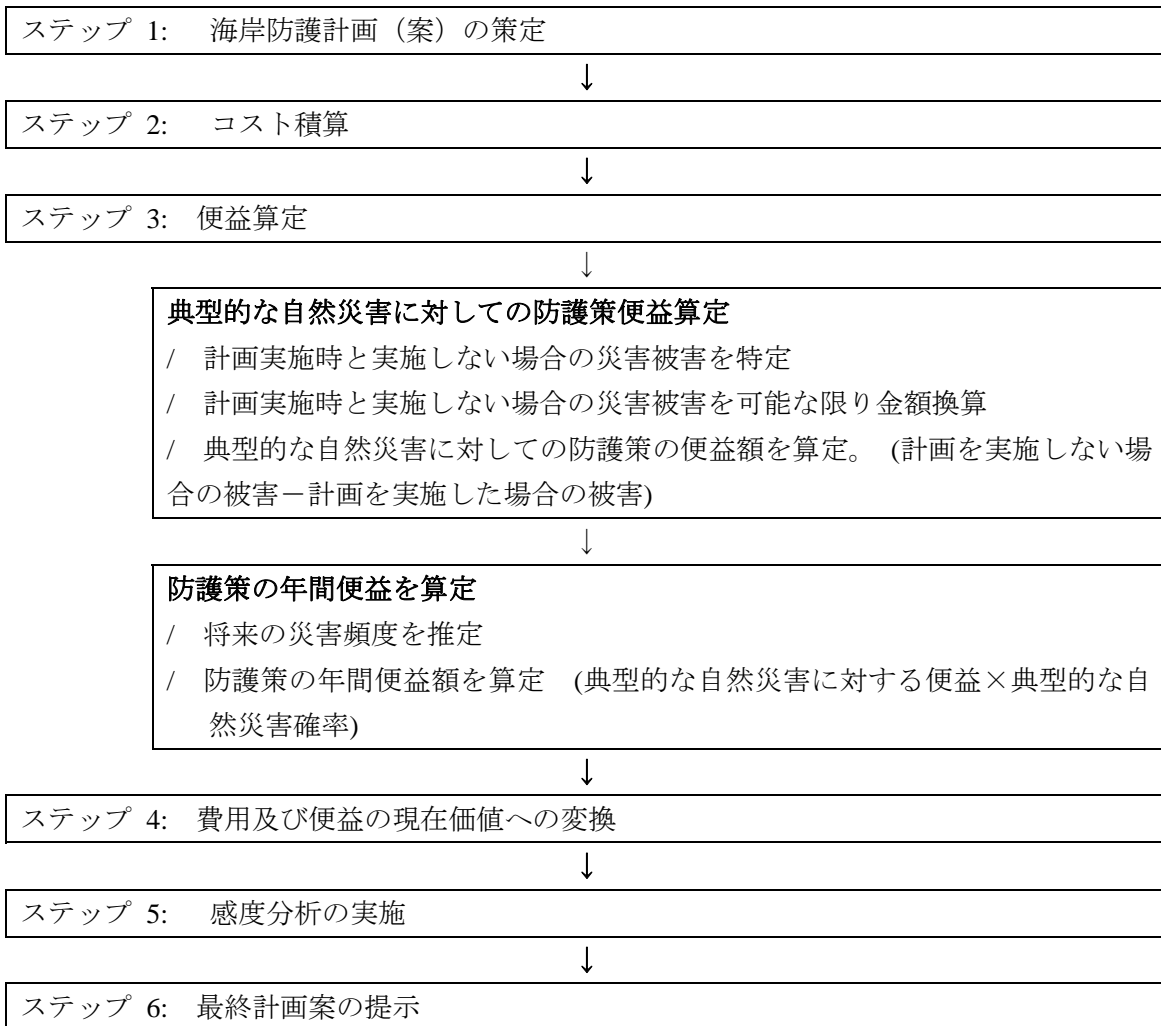


## 10 財務経済分析

### 10.1 費用対効果分析の方針

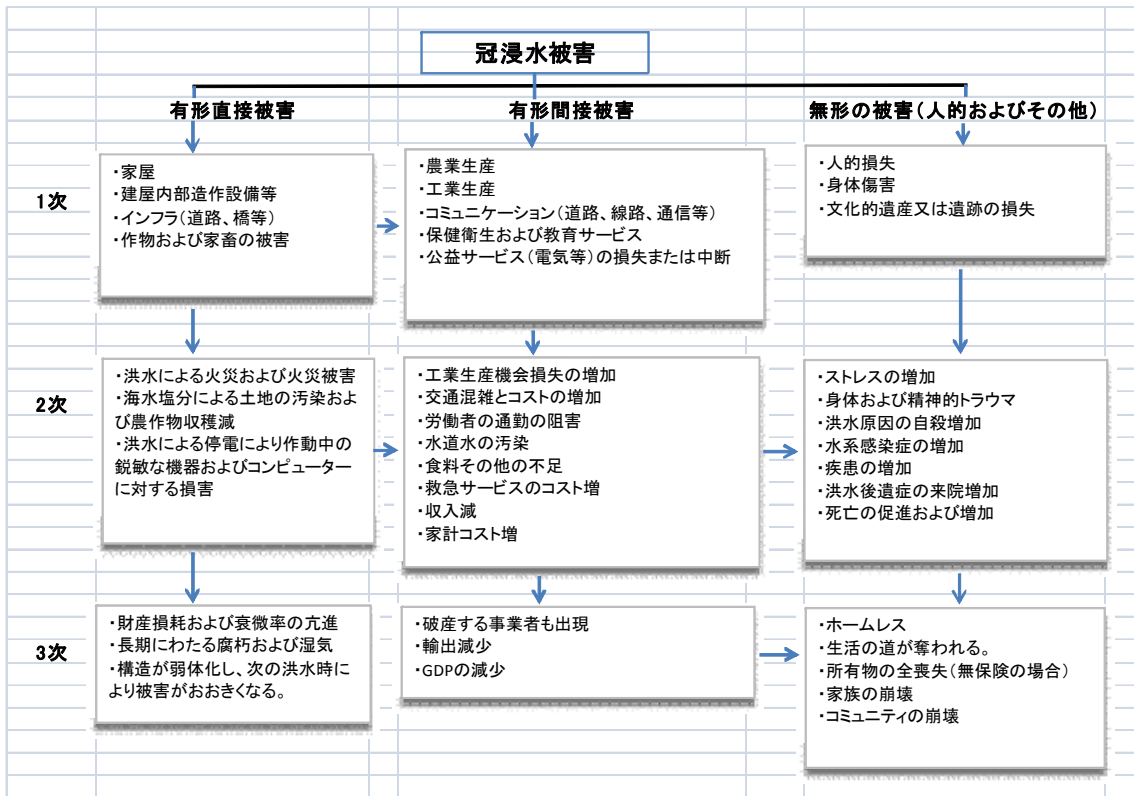
#### 10.1.1 費用対効果分析の手順

本計画の費用対効果分析は次の手順で実施する。



#### 10.1.2 便益

海岸域の越波や越流による冠浸水被害は、家屋やインフラ（道路、橋等）等の具体的なものに対する直接的な被害だけでなく、それらの損傷を要因とする農業生産や工業生産の低下、コミュニケーションの遮断等の間接的な被害及び人命喪失、傷害、病気疾患の増加等の人的被害にも及んでいる。次に典型的な冠浸水被害をカテゴリー別に示す。



出典：Conducting Flood Loss Assessments, A tool for Integrated Flood Management, Mar 2007, World Meteorological Organization/ Global Water Partnership

図 10.1 冠浸水による被害

我が国の「海岸事業の費用便益分析指針<sup>1</sup>」では、対象とする便益を次の5項目に大別している。便益とは、効果を貨幣価値換算したものであり、指針では海岸事業による効果のうち、現在の知見によって貨幣換算可能なものを便益として計測するとしているが、指針に提示していなくても計測可能な便益があれば、これを計上してもよいとされており、海岸防護策に土地造成が不可欠である場合、造成される土地の増加価値は便益として計測できる。

① 浸水防護便益

高潮、波浪、津波等による浸水から背後地の資産等を守ることにによる便益である。

② 侵食防止便益

海岸侵食による土地消失や資産被害が防止・軽減されることによる便益である。

③ 飛砂・飛沫防護便益

<sup>1</sup>海岸事業の費用便益分析指針（改訂版）平成16年6月、農林水産省 農村振興局、水産庁、国土交通省河川局、港湾局

飛砂や飛沫による背後地の資産や農作物の被害、生活環境の悪化（付加労働の発生）が防止・軽減されることによる便益である。

#### ④海岸環境保全便益

生態系や水質などの自然環境が保全されること、良好な景観形成による地域住民の生活環境が向上することなどによる便益である。

#### ⑤海岸利用便益

海水浴やレクリエーションなどの海岸利用が促進されることなどによる便益である。

### 10.1.3 評価対象期間

評価対象期間は、基本的には事業が開始された時点から、施設の機能が失われるまでの期間とし、指針では原則として計算期間を「事業期間+50年（供用期間）」とされている。本事業の評価目標年は2020年であるが、構築された海岸は残存するため、本計画の評価対象期間は50年とする。

### 10.1.4 便益の算定方法

海岸防護策の便益は原則的に次の等式に基づいて算定される。

$$\begin{aligned}
 \text{海岸防護策便益} &= \text{浸水防護便益} + \text{侵食防止便益} + \text{飛砂・飛沫防止便益} + \text{海岸環境保全便益} \\
 &\quad + \text{海岸利用便益} + \text{土地増加便益} \\
 &= \text{避けられる災害被害} + \text{対策により新たに増加する便益} \\
 &= (\text{計画実施しない場合の被害額} - \text{計画実施した場合の被害額}) + \text{増加便益}
 \end{aligned}$$

ツバルにおいては、公共事業局(PWD)の維持管理予算は、道路の破損箇所の部分補修を主とした維持管理、政府庁舎の修繕維持管理のみを対象としており、災害時の復旧費用等は首相府の災害調整官が管轄している。災害調整官においても、災害後のドナーとの援助調整が主たる業務であり、過去の災害の被害額が収集整理されておらず、既存資料からでは被害額の推定は困難である。このため、海岸防護対策実施計画地域住民の生活状況、家財道具及び交通手段所有状況、農業および事業状況等と住民生活の実態を把握するため、生活実態アンケート調査を実施した。

生活実態アンケート調査で得られたデータを基に、我が国の「治水経済調査マニュアル<sup>2</sup>」を参考にし、被害額を推定する。また、けがや洪水後の病疾患等の人的損失については、英国環境食料地方局のガイドライン<sup>3</sup>を参考にして被害額を推定する。

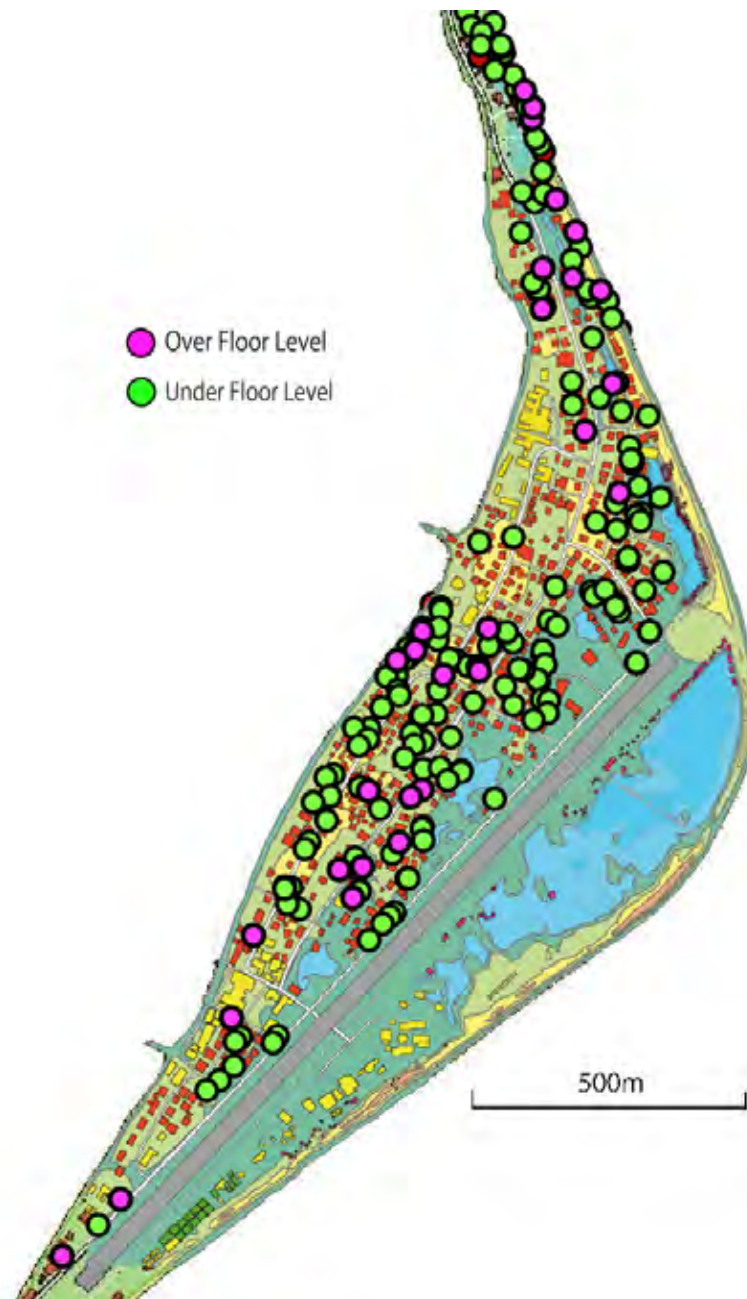
<sup>2</sup> 治水経済調査マニュアル(案)、平成17年4月、国道交通省河川局

<sup>3</sup> Flood Risks to People, Phase 2, Guidance Document, May 2008, Department of Environment, Food and Rural Affairs.

## 10.2 対策地域の住民生活・資産実態

### 10.2.1 アンケートによる対策地域住民生活実態調査

主として対策工実施地域を対象とした本生活実態アンケート調査に先立って 2009 年 10 月に実施されたフォンガファレ全域を対象とした海岸災害アンケート調査による浸水被害家屋の位置を図 10.2 に示す。



(出典：Yamono et al., Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. Global and Planetary Change 57 (2007) より作成)

図 10.2 浸水被害家屋の位置図

これらの浸水被害のうち、ツバル・ロード周辺及び東側の地域については、外洋からの越波または地中よりの湧出水による浸水とみなされる。ラグーンからの越波による浸水被害地域はセナラ、アラピ及びバイアク地区のラグーン側であり、ラグーンとフォンガファレ・ロード及び病院から北側のツバル・ロードまでの地域にある住宅が主たる被害家屋であり、本生活実態アンケート調査では、アンケート対象家屋をこれらの被害家屋に絞って実施した。アンケート実施家屋位置を下図<sup>4</sup>に示す。

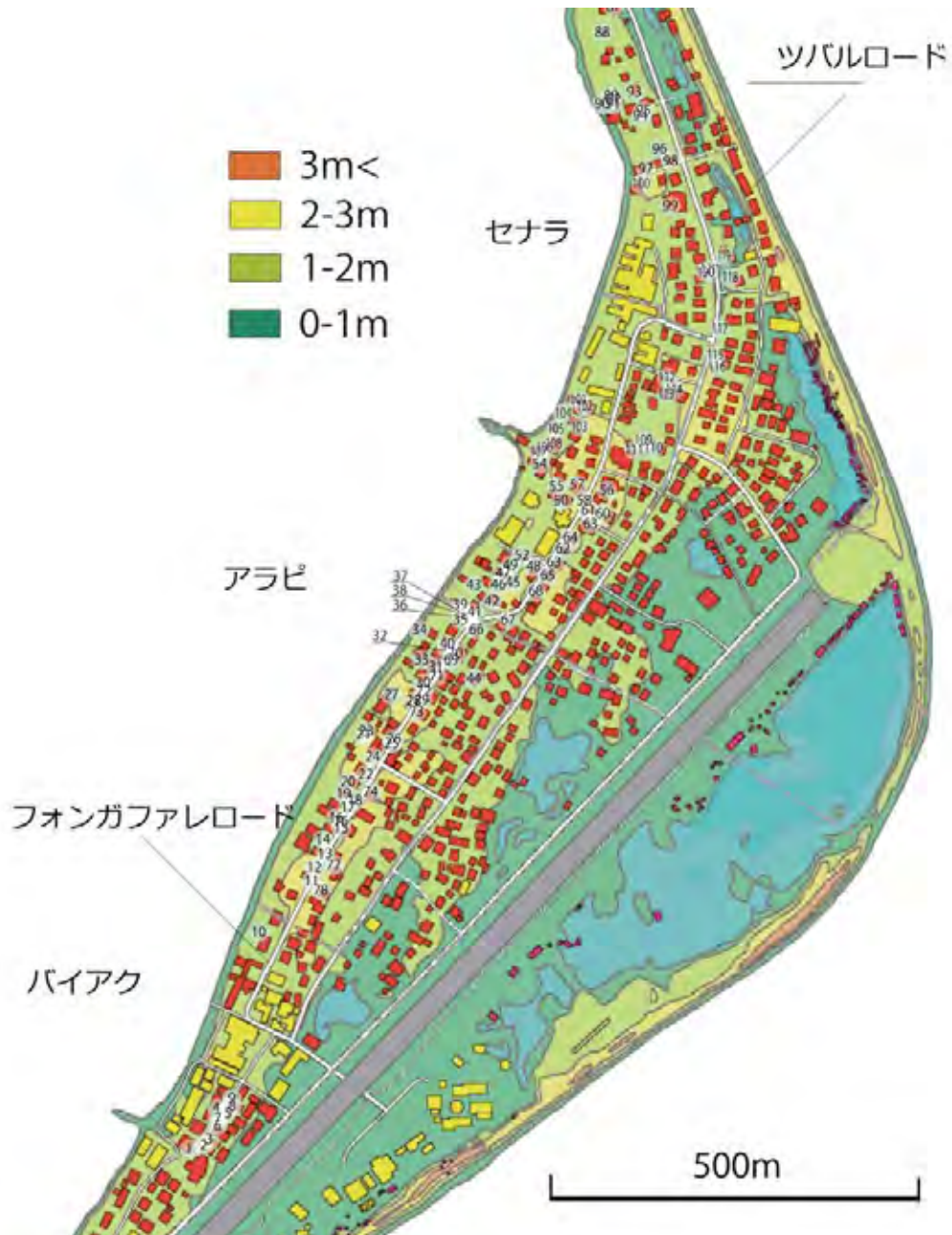


図 10.3 生活実態調査アンケート対象家屋位置図

<sup>4</sup> Yamono et al., Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Global and Planetary Change* 57 (2007) より作成

### 10.2.2 アンケート調査の概要

アンケート調査は2010年6月9日(水)に Senala、Alapi 及び Vaiaku 地区のラグーン側住居家屋を調査員が訪問し、居住者に質問票内容を質問し、口頭でなされた回答を調査員が筆記する手法で実施し、あわせて回答者の住居位置情報を GPS で得、対策工に応じて C 地域、D-1 地域、D-2 地域、D-3 地域及び対策地域外に分けて整理した。(図 7.9 参照) 得られた有効回答数は調査地域合計 118 であったが、調査時間が平日昼間であったため、居住していることが明確な住宅の内、2 割の住宅では居住者が留守であった。このため、調査地域内の居住中の住宅数は C 地域 8、D-1 地域 71、D-2 地域 44、D-3 地域 18、調査地域全域合計 141 とみなされる。質問票を Supporting Report の Part VII (Section2: Data Book)に示す。対象地域住民へのアンケート調査結果の概要は次の通りである。

#### (1) 居住年数

家屋の居住年数は、5 年未満 20.4 %、5-10 年 17.7%、10 年以上 61.9%となっており、10 年未満の居住者が約 4 割を占めている。フナフチに近年最大の被害をもたらした 1972 年のハリケーン Bebe の被災経験がない住民が多数を占めている。

表 10.1 地域別居住年数比率

|        | C 地域  | D-1 地域 | D-2 地域 | D-3 地域 | 調査地域計 |
|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 5 年以下  | 42.9% | 18.6%  | 3.8%   | 38.5%  | 20.4% |
| 5-10 年 | 14.3% | 16.3%  | 19.2%  | 30.8%  | 17.7% |
| 10 年以上 | 42.9% | 65.1%  | 76.9%  | 30.8%  | 61.9% |
| 合計     | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%  |

D-1、D-2、D-3 地域は古くからの住民が多く、特に D-2 地域では 10 年以上居住者が 76.9%と大多数を占め、5 年以下の居住者が 3.8%と少ない。逆に C 地域及び D-3 地域は 5 年以下の居住者が約 4 割を占めている。

#### (2) 住宅

住宅の構造は木造が 57.5%、ブロック造が 30.1%、鉄筋コンクリート造が 12.4%となっている。C 地域は木造住宅が約 85%を占めている。建築後 20 年以上年数が経っている家屋が 50%を占めている。しかし、D-1 地域は築後 20 年以上の住宅は 34.9%であり、10-20 年経過住宅の 39.7%を下回っている。また全体では 15-20 年経過住宅が 8%、10-15 年経過住宅が 17.9%となっており、10 年以上経過住宅が全体の 3/4 を占めている。



表 10.2 地域別構造別住宅比率

|       | C 地域  | D-1 地域 | D-2 地域 | D-3 地域 | 調査地域計 |
|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 木造    | 86.0% | 50.0%  | 54.0%  | 80.0%  | 58.0% |
| ブロック造 | 14.0% | 32.0%  | 37.0%  | 13.0%  | 30.0% |
| RC 造  | 0%    | 18.0%  | 9.0%   | 7.0%   | 12.0% |
| 計     | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%  |

表 10.3 地域別住宅建造後経過年数比率

| 建造後経過年数 | C 地域  | D-1 地域 | D-2 地域 | D-3 地域 | 調査地域計 |
|---------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 1 年未満   | 0%    | 1.6%   | 2.9%   | 6.7%   | 2.7%  |
| 1-2 年   | 0%    | 0%     | 2.9%   | 6.7%   | 1.8%  |
| 2-3 年   | 14.3% | 4.8%   | 5.9%   | 0%     | 4.5%  |
| 3-5 年   | 0%    | 4.8%   | 0%     | 6.7%   | 3.6%  |
| 5-10 年  | 42.9% | 14.3%  | 8.8%   | 6.7%   | 11.6% |
| 10-15 年 | 28.6% | 28.6%  | 2.9%   | 6.7%   | 17.9% |
| 15-20 年 | 0%    | 11.1%  | 2.9%   | 6.7%   | 8.0%  |
| 20 年以上  | 14.2% | 34.9%  | 73.5%  | 60.0%  | 50.0% |
| 合計      | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%  |

## (3) 居住者

調査地域内住宅の居住人数の中位数は 7 人、平均は 7.2 人であるが、1 住宅に 10 人を超えて居住している住宅が、全体の 20%を超えている。調査地域の住宅には、1 年以上の長期にわたり病臥している患者が同居している住宅が 18.8%、75 歳以上の老人が同居している住宅が 15.3%ある。次表に 1 年以上長期病臥者、75 歳以上老人の地域別居住者比率を示す。

表 10.4 1 年以上長期病臥者、75 歳以上老人の地域別居住者比率

|          | C 地域 | D-1 地域 | D-2 地域 | D-3 地域 | 調査地域計 |
|----------|------|--------|--------|--------|-------|
| 1 年以上病臥者 | 2.0% | 1.9%   | 3.4%   | 2.8%   | 2.6%  |
| 75 歳以上老人 | 4.0% | 2.1%   | 1.5%   | 1.9%   | 2.0%  |

図 10.4 に長期病臥者、75 歳以上老人の居住位置を示す。(黄色：老人、橙色：病臥者)



図 10.4 長期病臥者・70歳以上老人の居住地

## (4) 家財道具

住宅内の家具、家財道具類ではいす(234%)、テーブル(126.8%)、ベッド(115.7%)の普及率が100%を超えており、(ガス/ケロシン/電気)レンジ(85.1%)、電気扇風機(74%)、ラジオ(74%)、冷蔵庫(70.6%)、電気洗濯機(68.9%)、TV(62.1%)、DVD/CDデッキ(63%)、電話(50.2%)、冷凍庫(46%)、ミシン(46%)がそれらに続いている。次表に地域別家庭用品普及率を示す。

表 10.5 地域別家庭用品普及率

|        | 冷蔵庫   | レンジ   | 炊飯器   | 冷凍庫   | 電子レンジ |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C 地域   | 75.0% | 90.0% | 60.0% | 30.0% | 0%    |
| D-1 地域 | 69.3% | 89.6% | 64.2% | 43.9% | 6.8%  |
| D-2 地域 | 65.5% | 81.8% | 32.7% | 49.1% | 2.7%  |
| D-3 地域 | 86.7% | 73.3% | 26.7% | 53.3% | 0%    |
| 調査地域計  | 70.6% | 85.1% | 49.4% | 46.0% | 4.3%  |

|        | 洗濯機    | 扇風機   | ミキサー  | ミシン   | トースター |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| C 地域   | 75.0%  | 60.0% | 15.0% | 60.0% | 30.0% |
| D-1 地域 | 67.6%  | 77.7% | 6.8%  | 47.3% | 30.4% |
| D-2 地域 | 57.3%  | 65.5% | 0%    | 38.2% | 13.6% |
| D-3 地域 | 100.0% | 86.7% | 0%    | 53.3% | 6.7%  |
| 調査地域計  | 68.9%  | 74.0% | 4.3%  | 46.0% | 22.1% |

|        | 電気ジャー | ベッド    | テーブル   | いす     | 安楽椅子  |
|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| C 地域   | 30.0% | 90.0%  | 135.0% | 240.0% | 30.0% |
| D-1 地域 | 30.4% | 125.1% | 163.9% | 267.0% | 55.8% |
| D-2 地域 | 21.8% | 100.9% | 76.4%  | 188.2% | 13.6% |
| D-3 地域 | 26.7% | 126.7% | 100.0% | 213.3% | 0%    |
| 調査地域計  | 27.2% | 115.7% | 126.8% | 234.0% | 34.0% |

|        | TV    | ステレオ  | DVD/CD | ラジオ    | 固定電話  |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| C 地域   | 75.0% | 0.0%  | 90.0%  | 105.0% | 45.0% |
| D-1 地域 | 60.8% | 0%    | 65.9%  | 76.1%  | 55.8% |
| D-2 地域 | 65.5% | 21.8% | 62.7%  | 76.4%  | 38.2% |
| D-3 地域 | 53.3% | 13.3% | 40.0%  | 46.7%  | 60.0% |
| 調査地域計  | 62.1% | 8.5%  | 63.0%  | 74.0%  | 50.2% |

#### (5) 交通運搬手段

交通運搬手段としては、バイクの普及率が高く、全体で 132.2%に昇っている。70.3%の住宅でバイクを所有しており、それらの住宅の 47%は 2 台以上所有している。自転車の普及率は 48.3%、乗用自動車は 11.6%、トラックは 5.9%、バンは 1.7%である。

表 10.6 地域別車両普及率

|        | 自転車   | バイク    | 乗用車   | トラック  | バン   |
|--------|-------|--------|-------|-------|------|
| C 地域   | 28.6% | 200.0% | 14.3% | 0%    | 0%   |
| D-1 地域 | 35.6% | 144.1% | 11.9% | 5.1%  | 1.7% |
| D-2 地域 | 56.8% | 108.1% | 13.5% | 2.7%  | 2.7% |
| D-3 地域 | 86.7% | 113.3% | 6.7%  | 20.0% | 0%   |
| 調査地域計  | 48.3% | 132.2% | 11.9% | 5.9%  | 1.7% |

#### (6) 事業

38.6%の住宅では敷地内でなんらかの事業を行っている。これらの事業のうち割合広く行われている事業は、雑貨店(事業のうち 22.7%)、バイク修理(11.4%)、貿易(11.4%)であり、バイク、自動車、トラックのレンタル業(合計 13.7%)、DVD レンタル(4.6%)が続いている。これらの事業のほとんどがきわめて小規模に営まれており、償却資産、在庫品併せて、事業資産 AU\$500 以下の事業者が 39.5%を占めている。事業資産 AU\$500-1,000 以下の事業者は 14%、AU\$1,000-5,000 以下の事業者は 23.3%、AU\$5,000-10,000 以下の事業者が 23.3%となっている。それぞれの地域の事業者数住宅数比と調査地域の平均事業資産を次表に示す。

表 10.7 地域別事業者数住宅数比及び平均事業資産

| 地域       | C 地域       | D-1 地域 | D-2 地域 | D-3 地域 | 調査地域計 |
|----------|------------|--------|--------|--------|-------|
| 事業者数住宅数比 | 25.0%      | 39.4%  | 29.5%  | 55.6%  | 37.6% |
| 平均事業資産   | Au\$ 5,656 |        |        |        |       |

## (7) 農作物

全体の 32.5%に相当する住宅で家庭菜園により、野菜、根菜、果実などの収穫を行っている。D-1 地域が家庭菜園普及率 39.1%と高く、D-3 地域が 23.0%と低い。バナナ(農家の中の 60.5%が栽培)、タロ(47.4%)、キュウリ(44.7%)、トマト(36.8%)、チャイニーズキャベツ(36.8%)などが主な栽培農作物である。

表 10.8 地域別家庭菜園普及率

|        | 家庭菜園普及率 |
|--------|---------|
| C 地域   | 28.6%   |
| D-1 地域 | 39.1%   |
| D-2 地域 | 30.7%   |
| D-3 地域 | 23.0%   |
| 調査地域計  | 32.5%   |

表 10.9 地域別主要農作物年間推定収穫量

|        | バナナ | タロ  | キュウリ | トマト | チャイニーズキャベツ |
|--------|-----|-----|------|-----|------------|
| C 地域   | 23  | 48  | 18   | 0   | 12         |
| D-1 地域 | 595 | 211 | 196  | 40  | 121        |
| D-2 地域 | 48  | 19  | 17   | 22  | 14         |
| D-3 地域 | 54  | 11  | 7    | 2   | 2          |
| 調査地域計  | 720 | 289 | 238  | 64  | 149        |

(単位 : kg)

## 10.3 直接被害額の算定

## 10.3.1 直接被害額の算定方針

被害額の算定は対策工を施工する地域である C 地域、D-1 地域及び D-3 地域を対象とする。対策工を地域内では施工しない D-2 地域については対象としない。越波による浸水被害を被ると見込まれる対策地域内の家屋数は 97 である。

治水経済調査マニュアルでは、直接被害の対象資産として、下記を挙げている。

1. 家屋 : 居住用および事業所用の建物
2. 家庭用品 : 家具・家電製品・衣類・自動車等
3. 事業所償却・在庫資産 : 工作機械、事務用機器などの償却資産および在庫資産
4. 農漁家償却・在庫資産 : 農機具等の生産設備および在庫資産
5. 農作物 : 出納および洪水期における畑作物
6. 公共土木施設等 : 公共土木施設（道路、橋梁、下水道および都市施設）、公益事業施設（電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設）、農地および水路等の農業用施設

各資産の海水による浸水被害の被害率は下表の値を採用する。本計画による対策工は 10 年確率波により引き起こされる被害をなくすことを目標としており、被害が軽減されるのは年 3 回程度起きている高潮時の 10 年確率波までの高波浪を原因とする平均水深 10cm 程度の床下浸水により引き起こされる洪水被害及び越波被害である。

表 10.10 高潮による浸水被害の資産被害率一覧表

| 浸水深等の規模<br>資産種類等 | 床下浸水  | 床上浸水    |         |         |         |          |       |
|------------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|
|                  |       | 50cm 未満 | 50-99cm | 100-199 | 200-299 | 300cm 以上 |       |
| 家屋               | 0.045 | 0.151   | 0.229   | 0.480   | 1.000   | 1.000    |       |
| 家庭用品等            | 0.021 | 0.189   | 0.489   | 0.889   | 1.000   | 1.000    |       |
| 事業所              | 償却資産  | 0.101   | 0.278   | 0.589   | 1.000   | 1.000    | 1.000 |
|                  | 在庫資産  | 0.056   | 0.166   | 0.401   | 1.000   | 1.000    | 1.000 |
| 農漁家              | 償却資産  | 0.000   | 0.187   | 0.308   | 0.416   | 1.000    | 1.000 |
|                  | 在庫資産  | 0.000   | 0.259   | 0.555   | 0.859   | 1.000    | 1.000 |

出典：治水経済調査マニュアル(案) : 治水経済調査マニュアル(案)の被害率に、イギリスの海岸整備効果測定マニュアルで使用されている海水による被害係数（淡水の被害額に乗じる係数）を乗じたもの。

### 10.3.2 家屋被害

フナフチにおける標準的な住宅の構造別建築コスト及び耐久年数を次表に示す。

表 10.11 標準住宅建築費及び耐久年数

| 住宅構造        | 住宅標準建築費 <sup>5</sup> | 耐久年数 <sup>6</sup> |
|-------------|----------------------|-------------------|
| 木造住宅        | Au\$ 40,364          | 22 年              |
| ブロック造住宅     | Au\$ 45,546          | 38 年              |
| 鉄筋コンクリート造住宅 | Au\$ 60,728          | 47 年              |

<sup>5</sup> Funafuti Kaupule 及び PWD からの聞き取り（2010 年 8 月）

<sup>6</sup> 日本の所得税法による建物の耐用年数表による。

表 10.2 の各地域別の住宅構造比率、表 10.3 の住宅建造後計画年数比率、表 10.11 の標準住宅建造費より、各地域別住宅資産価額は以下のように算定される。

表 10.12 各地域別住宅資産価額合計

|          | C 地域    | D-1 地域    | D-3 地域  | 対象地域計     |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 木造住宅計    | 155,435 | 538,710   | 188,112 | 882,257   |
| ブロック造住宅計 | 37,829  | 656,195   | 64,355  | 758,378   |
| RC 住宅計   | 0       | 544,875   | 51,846  | 596,720   |
| 合計       | 193,264 | 1,739,780 | 304,313 | 2,237,355 |

(単位：AU\$)

各地域の住宅資産額合計に表 10.10 の高潮による浸水被害の資産被害率一覧表より、家屋の床下浸水の被害率 0.045 を乗じた家屋被害額を次表に示す。

表 10.13 家屋被害額（初年度）

| 地域     | 浸水 1 回あたり被害額 | 年間被害額   |
|--------|--------------|---------|
| C 地域   | 8,697        | 26,091  |
| D-1 地域 | 78,290       | 234,870 |
| D-3 地域 | 13,694       | 41,082  |
| 家屋被害額計 | 100,681      | 302,043 |

(単位：AU\$)

住宅はそれぞれの耐用年数経過後、それぞれ更新投資されるとしたときの評価対象期間 50 年間の住宅資産残存価額及び家屋被害額の推移を Supporting Report の Part VII (Section2: Data Book) に示す。

### 10.3.3 家庭用品被害額

各地域のそれぞれの家庭用品数に購入価格<sup>7</sup>を乗じて得た地域別の家庭用品資産額を次表に示す。

表 10.14 地域別家庭用品資産額

| 地域       | 家庭用品資産額 |
|----------|---------|
| C 地域     | 29,682  |
| D-1 地域   | 269,436 |
| D-3 地域   | 69,258  |
| 家庭用品資産額計 | 368,376 |

(単位：AU\$)

<sup>7</sup> フナフチの商店からの聞き取り調査による平均価格（2010年6月）

各地域の家庭用品資産額合計に表 10.10 の高潮による浸水被害の資産被害率一覧表による家庭用品等の床下浸水の被害率 0.021 を乗じた、家庭用品等被害額を次表に示す。

表 10.15 家庭用品被害額（初年度）

| 地域       | 浸水 1 回あたり被害額 | 年間被害額  |
|----------|--------------|--------|
| C 地域     | 623          | 1,871  |
| D-1 地域   | 5,658        | 16,974 |
| D-3 地域   | 1,454        | 4,363  |
| 家庭用品被害額計 | 7,736        | 23,208 |

(単位：AU\$)

家庭用品等の平均耐用年数を 6 年とし、耐用年数経過後、更新購入されるものとしたときの評価対象期間の家庭用品資産残存価額及び家庭用品被害額の推移を Supporting Report の Part VII (Section2: Data Book)に示す。

#### 10.3.4 事業資産被害

対象地域内住宅数、表 10.7 の地域別事業者数住宅数比及び平均事業資産及び表 10.10 の高潮による浸水被害の資産被害率一覧表より算定される各地域別の事業資産被害額を次表に示す。なお、現状の事業規模から償却資産の比率はかなり低いと見なし、在庫資産の被害率 0.056 を一律に適用した。

表 10.16 事業資産被害額

| 地域       | 浸水 1 回当たり資産被害額 | 年間被害額  |
|----------|----------------|--------|
| C 地域     | 633            | 1,900  |
| D-1 地域   | 8,869          | 26,606 |
| D-3 地域   | 3,167          | 9,502  |
| 事業資産被害額計 | 12,669         | 38,008 |

(単位：AU\$)

#### 10.3.5 農漁家資産被害

農漁家資産については、漁船及び船外機以外には償却資産はほとんど所有しておらず、在庫資産もほとんど無いため、被害額は計上しない。

#### 10.3.6 農作物被害

農作物の被害率については治水経済調査マニュアルに基づき下表の被害率を採用する。



表 10.17 農作物浸水深別被害率

| 事項        | 冠浸水     |        |        |                  |           |        |        |                  |         |        |         |                  | 土砂埋没       |                   |            |
|-----------|---------|--------|--------|------------------|-----------|--------|--------|------------------|---------|--------|---------|------------------|------------|-------------------|------------|
|           | 0.5m 未満 |        |        |                  | 0.5-0.99m |        |        |                  | 1.0m 以上 |        |         |                  | 地表からの土砂堆積深 |                   |            |
| 浸水日数      | 1<br>～  | 3<br>～ | 5<br>～ | 7<br>日<br>以<br>上 | 1<br>～    | 3<br>～ | 5<br>～ | 7<br>日<br>以<br>上 | 1～<br>2 | 3<br>～ | 5～<br>6 | 7<br>日<br>以<br>上 | 0.5m未<br>満 | 0.5<br>～<br>0.99m | 1.0m<br>以上 |
| 作物種類      | 2       | 4      | 6      | 以上               | 2         | 4      | 6      | 上                |         | 4      |         |                  |            |                   |            |
| 畑作物<br>平均 | 27      | 42     | 54     | 67               | 35        | 48     | 67     | 74               | 51      | 67     | 81      | 91               | 68         | 81                | 100        |

出典：治水経済調査マニュアル(案)

(単位：%)

対象地域内農作物収穫量及び表 10.17 の農作物浸水深別被害率に基づき、次表の農作物被害額を算定した。なお、冠浸水深は 0.5m 未満、浸水日数は 3 日とし、樹木になる果実類は対象外とした。

表 10.18 農作物被害額

| 地域      | 浸水 1 回当たり被害額 | 年間被害額 |
|---------|--------------|-------|
| C 地域    | 156          | 469   |
| D-1 地域  | 957          | 2,870 |
| D-3 地域  | 58           | 174   |
| 農作物被害額計 | 1,171        | 3,514 |

(単位：AUS)

### 10.3.7 公共土木施設等被害

公共土木施設等については、治水経済調査マニュアルでは、一般資産被害額(各項の総和)に公共土木施設等の被害額の一般資産被害額に対する比率を乗じて公共土木施設等被害額を算定する、としている。マニュアルによる公共土木施設等被害額の一般資産被害額に対する比率を次表に示す。

表 10.19 公共土木施設等被害額の一般資産被害額に対する比率

| 施設  | 道路   | 橋梁  | 下水道 | 都市施設 | 公益  | 農地   | 農業用施設 | 小計    |
|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-------|-------|
| 被害率 | 61.6 | 5.7 | 0.4 | 0.2  | 8.6 | 29.1 | 65.8  | 169.4 |

出典：治水経済調査マニュアル(案)

(単位：%)

対象地域内には、橋梁、下水道、都市施設、公共土木施設としての農地、農業用施設は存在しないため、公共施設被害としては、道路及び公益施設の被害が挙げられる。一般資産被害額に対する被害額比率を道路被害 61.6%、公益施設 8.6%として算定する。対象地域

の公共土木施設被害額を次表に示す。

表 10.20 公共土木施設被害額(初年度)

| 地域         | 道路被害額   | 公益施設被害額 | 公共土木施設被害額計 |
|------------|---------|---------|------------|
| C 地域       | 18,683  | 2,608   | 21,272     |
| D-1 地域     | 173,294 | 24,194  | 197,488    |
| D-3 地域     | 33,955  | 4,740   | 38,695     |
| 公共土木施設被害額計 | 225,932 | 31,542  | 257,475    |

(単位：AU\$)

公共土木施設被害額の推移を Supporting Report の Part VII (Section2: Data Book)に示す。

#### 10.4 間接被害額の算定

治水経済調査マニュアルでは、対象とする間接被害として下記を挙げている。

1. 営業停止損失
2. 家庭における応急対策費用
3. 事業所における応急対策費用

##### 10.4.1 営業停止損失

治水経済調査マニュアルでは、「産業ごとの従業者数に営業停止・停滞日数および1人1日あたりの付加価値額を乗じ、産業ごとの営業停止損失額を求めその総和を算定する」とされているが、対象地区における産業ごとの1人1日あたりの付加価値額の算定が困難なため、本項目は算入しない。

##### 10.4.2 家庭における応急対策費用

治水経済調査マニュアルでは、「世帯数に清掃労働対価評価額等乗じ、家庭における清掃労働対価および代替活動等に伴う支出増を算定すること。」としている。

$$\text{世帯数} \times \text{労働対価評価額} \times \text{清掃延べ日数}$$

ここで、世帯内の15歳未満の子供及び70歳以上の老人以外は清掃活動に携わるとし、清掃に必要な日数を道路の礫回収作業と同じ6日間とすると、家庭における応急対策費用は次表になる。

表 10.21 地域別家庭における応急対策費用

| 地域         | 家庭における応急対策費用                      |
|------------|-----------------------------------|
| C 地域       | 8 世帯×4.5 人×\$2×7 時間×6 日=\$3,024   |
| D-1 地域     | 71 世帯×4.5 人×\$2×7 時間×6 日=\$26,838 |
| D-3 地域     | 18 世帯×4.5 人×\$2×7 時間×6 日=\$6,804  |
| 家庭の応急対策費用計 | \$36,666                          |

(単位：AU\$)

### 10.4.3 事業所における応急対策費用

治水経済調査マニュアル(案)では、「事務所数に浸水深に応じた代替活動に伴う支出負担単価を乗じ、代替活動等に伴う支出額を算定する。」とされているが、対策地域における事業所の代替活動に伴う支出負担単価の算定が困難であり、本項目については算入しない。

## 10.5 人的被害額

### 10.5.1 人的被害額算定の方針

計画対象地域において計画実施により防護され得る 10 年確率波以下の波浪で引き起こされると想定される越波、浸水による人的被害の推定をする。洪水危険度（浸水深、流速、障害物ファクター）、地域脆弱度（洪水警報の整備率、洪水の拡がりの早さ、地域特性）、人的脆弱度（75 歳以上の老人の居住者比率、長期病臥者の居住者比率）の各ファクターにより、洪水時の死傷者と浸水期間及びその後の疾病者等の人的被害について推定<sup>8</sup>し、貨幣換算をする。

### 10.5.2 洪水危険度(HR)

洪水危険度(HR)は、次の式により得られる。

$$HR = d \times (v + 0.5) + DF$$

ここで、d= 浸水深 (m)、v= 流速 (m/sec)、DF= 障害物係数、障害物係数(DF)は次による。

<sup>8</sup> Flood Risks to People, Phase 2, Guidance Document 及び The Flood Risks to People Methodology, DEFRA(Dep. for Environment Food and Rural Affairs, UK), March 2006 に基づき、Revision to Economic Appraisal on :Appraisal of Human Related Intangible Impacts of Flooding, DEFRA Flood Management Division, July 2004 を参考とした。

表 10.22 障害物係数(DF)

| 水深または流速           | 牧草地/耕作地 | 林野  | 市街地 |
|-------------------|---------|-----|-----|
| 0 - 0.25m         | 0       | 0   | 0   |
| 0.25 - 0.75m      | 0       | 0.5 | 1   |
| d>0.75m 及び/又は v>2 | 0.5     | 1   | 1   |

出典：DEFRA, Flood Risks to People, Guidance Document

洪水危険度は次の基準により、危険度が判定される。

表 10.23 洪水危険度(HR)

| HR        | 洪水危険度 | 概要                           |
|-----------|-------|------------------------------|
| <0.75     | 低     | 注意 “浅い浸水地域または深くても流れのない地域”    |
| 0.75-1.25 | 中     | 一部（小児等）に危険 “危険：速いまたは深い洪水地域”  |
| 1.25-2.5  | 大     | 多くの人に危険 “危険：深く、流れの洪水地域”      |
| >2.5      | 極大    | すべての人に危険 “非常に危険：深く速い流れの洪水地域” |

出典：DFRA 前掲書

計画対象地域の越波による浸水初期速度は

$$v = \sqrt{g \times h} \text{ で得られる。}$$

ここで、v: 浸水速度、g = 9.8m/s/s、h: 越流水深(m)

平均越流水深を 20cm とすると、平均浸水速度  $v = 1.4 \text{ m/s}$

対象地域の平均浸水深を 10cm とすると、洪水危険度は次の通りである。

$$HR(C) = d_1 \times (v_1 + 0.5) + DF_1 = 0.1 \times (1.4 + 0.5) + 0 = 0.19$$

$$HR(D-1) = d_1 \times (v_1 + 0.5) + DF_1 = 0.1 \times (1.4 + 0.5) + 0 = 0.19$$

$$HR(D-3) = d_3 \times (v_3 + 0.5) + DF_3 = 0.1 \times (1.4 + 0.5) + 0 = 0.19$$

C、D-1 及び D-3 地域の洪水危険度は“低”と判定される。

### 10.5.3 地域脆弱度(AV)

地域脆弱度は浸水初期速度、地域特性及び洪水警報普及度の合計とされている。

表 10.24 地域脆弱度(AV)

| パラメーター                             | 1：低危険地域  | 2：中度危険地域                | 3：高危険地域                             |
|------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------------------|
| 浸水初期速度                             | 初期速度が非常に緩やか（数時間）   | 初期速度が緩やか（1時間程度）         | 急速な浸水                               |
| 地域特性                               | 高層アパートメント  | 典型的住宅地域（2階建て住宅）；商業、工業施設 | 平屋建住宅、モバイル住宅、繁華な道路、公園、平屋建学校、キャンプ地等。 |
| 洪水警報普及度                            | 洪水警報普及度 = $3 - (P1 \times (P2 + P3))$<br>ここで P1 = 警報提供地域目標達成度（%）<br>P2 = 警報発出時間達成度（%）<br>P3 = 災害防護活動開始時間目標達成度（%） |                         |                                     |
| 地域脆弱度（AV）= 浸水初期速度、地域特性及び洪水警報普及度の合計 |  |                         |                                     |

出典：DEFRA 前掲書

対象地域の地域脆弱度を次表に示す。

表 10.25 各地域の地域脆弱度(AV)

|        | 浸水初期速度 | 地域特性 | 洪水警報普及度 | 地域脆弱度 |
|--------|--------|------|---------|-------|
| C 地域   | 2      | 3    | 3       | 8     |
| D-1 地域 | 2      | 3    | 3       | 8     |
| D-3 地域 | 2      | 3    | 3       | 8     |

#### 10.5.4 人的脆弱度 (PV) 及び人的被害額の算定

##### (1) 負傷者

洪水による負傷者予想数は次の式により算出する<sup>9</sup>。

$$N(I) = 2 \times N \times X \times Y$$

ここで、

N(I)：負傷者予想数

N：対象地域住民数

X：被災可能住民数比率 X = (HR × AV) %

Y：人的脆弱度(75歳以上の老人の居住者比率+長期病臥者の居住者比率)

対象地域の住民数、洪水危険度(HR)地域脆弱度及び人的脆弱度より算定される洪水時の負傷予想者数を次表に示す。

<sup>9</sup> The Flood Risks to People Methodology, DEFRA, March 2006

表 10.26 対象地域の負傷者予想数

| 地域     | 地域内住民数 | 被災可能住民数比率 |    | 人的脆弱度 |       | 負傷者予想数   |
|--------|--------|-----------|----|-------|-------|----------|
|        |        | HR        | AV | 老人比率  | 病臥者比率 |          |
| C 地域   | 58     | 0.19      | 8  | 4.0%  | 1.9%  | 0.1042≒0 |
| D-1 地域 | 511    | 0.19      | 8  | 2.1%  | 1.9%  | 0.6214≒1 |
| D-3 地域 | 130    | 0.19      | 8  | 1.9%  | 2.8%  | 0.1824≒0 |

D-1 地域内では本計画を実施すれば防護できる越波による浸水で、1 回当たり 1 名の負傷被害者がでており、C 及び D-3 地域内ではでていないと推定される。洪水による負傷者の傷害程度を膝骨折程度と見なせば、浸水 1 回当たりの傷害による被害額は AU\$,4,412 となる<sup>10</sup>。

表 10.27 負傷被害額

|        | 浸水 1 回当たり負傷被害額 | 年間負傷被害額 |
|--------|----------------|---------|
| C 地域   | 0              | 0       |
| D-1 地域 | 4,412          | 13,236  |
| D-3 地域 | 0              | 0       |
| 負傷被害額計 | 4,412          | 13,236  |

(単位: Au\$)

## (2) 死亡被害者

洪水による死亡被害者予想数は次の式により算出する<sup>11</sup>。

$$N(F) = f(N(Z), HR, AV, PV) = N(ZE) \times 2Y \times 2HR$$

ここで、

N(F) : 死亡被害者予想数

N(Z) : 洪水地域人口

HR : 洪水危険度

AV : 地域脆弱度

PV : 人的脆弱度(Y)、Y = 75 歳以上の老人の居住者比率+長期病臥者の居住者比率

N(ZE) : 地域内の被災人数  $N(ZE) = N(Z) \times X$ 、 $X = (HR \times AV)\%$

対象地域の住民数、洪水危険度(HR)、地域脆弱度(AV)及び人的脆弱度(PV)より算定される洪水時の死亡被害者予想数を次表に示す。

<sup>10</sup> The Criminal Injuries Compensation Scheme (2008), Criminal Injuries Compensation Authority, UK による。ポンド表示を 2010 年 8 月時点での為替変換率で AU\$に変換した。

<sup>11</sup> Supplementary Note to Operating Authorities, Assessing and Valuing the Risk to Life from Flooding for Use in Appraisal of Risk Management Measures, DEFRA, May 2008

表 10.28 対象地域の死亡被害者予想数

| 地域  | 地域内住民数<br>N(Z) | HR   | AV | X =HR×AV<br>(%) | N(ZE) | 人的脆弱度<br>(Y) | 死亡者予想数<br>N(ZE)×2Y×2HR |
|-----|----------------|------|----|-----------------|-------|--------------|------------------------|
| C   | 58             | 0.19 | 8  | 1.52            | 0.88  | 6.0%         | 0.0396≒0               |
| D-1 | 511            | 0.19 | 8  | 1.52            | 7.77  | 4.0%         | 0.2361≒0               |
| D-3 | 130            | 0.19 | 8  | 1.52            | 1.97  | 4.7%         | 0.0693≒0               |

対象地域内においては、本計画を実施すれば防護できる浸水程度では、死亡被害者はないと推定される。

### (3) その他の人的被害

家庭では、直接被害の他に、洪水によりもたらされるストレス、健康被害、思い出のある物の喪失等の無形被害も非常に重要である。特に高所等の逃げ場のない環礁の中で、高潮時には C.D.L.5m の高さに達する波の越波により、自宅やその周辺が浸水し、増水してくる恐怖とストレスは子供や弱者にとって大きな精神的後遺症を残すと思われる。このような被害に対して、対策工が対象とする波等の再現期間別に、避けられる世帯年間便益額= 防護策実施前の被害額－実施後の被害額をまとめた表<sup>12</sup>を次に示す。

表 10.29 世帯の人的被害に関わる年間便益

|                                |            | 防護策実施後の標準年間浸水確率 |                |               |               |              |               |              |             |
|--------------------------------|------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
|                                |            | 再現期間(年)         |                |               |               |              |               |              |             |
| 防護策実施前の標準年間<br>浸水確率 - 再現期間 (年) |            | 0.007<br>(150)  | 0.008<br>(125) | 0.01<br>(100) | 0.013<br>(75) | 0.02<br>(50) | 0.033<br>(30) | 0.05<br>(20) | 0.1<br>(10) |
|                                | 1 (1)      | 385             | 379            | 353           | 270           | 129          | 44            | 21           | 9           |
|                                | 0.1 (10)   | 378             | 371            | 344           | 261           | 120          | 37            | 14           | 0           |
|                                | 0.05 (20)  | 364             | 356            | 332           | 249           | 106          | 23            | 0            |             |
|                                | 0.033 (30) | 341             | 334            | 309           | 226           | 83           | 0             |              |             |
|                                | 0.02 (50)  | 256             | 251            | 224           | 141           | 0            |               |              |             |
|                                | 0.013 (75) | 115             | 109            | 83            | 0             |              |               |              |             |
|                                | 0.01 (100) | 32              | 26             | 0             |               |              |               |              |             |
| 0.008 (125)                    | 7          | 0               |                |               |               |              |               |              |             |

出典：DEFRA 前掲 Revision to Economic Appraisal, July 2004

(単位：AU\$)

備考：(英ポンド表示の金額を 2010 年 8 月時点の換算率で AU\$ に換算した。)

本計画が対象としているのは再現期間 10 年の波浪であり、上表から年間 1 世帯あたり AU\$9 の無形人的被害が軽減されるとみられる。地域別の無形人的被害額を次表に示す。

<sup>12</sup> Supplementary Note to Operating Authorities, Revision to Economic Appraisal on : Appraisal of Human Related Intangible Impacts of Flooding, DEFRA, July 2004



表 10.30 無形人的被害額

|          | 無形人的被害額 |
|----------|---------|
| C 地域     | 72      |
| D-1 地域   | 639     |
| D-3 地域   | 162     |
| 無形人的被害額計 | 873     |

(単位: AU\$)

## 10.6 被害の軽減以外で新たに増加する便益

### 10.6.1 土地造成に伴う便益

本計画の礫養浜により、ラグーン側海岸部に新たな土地が造成される。フナフチにおける最大の借地者はツバル政府であり、2010年のツバル政府の借地料は AU\$3,000/1 エーカー/年であるので、これを土地増加便益単位とする。なお、我が国の場合、地代の利回りは地域性や個別性に左右されるが、一般的には住宅地の地代の期待利回りは 1.5%~2.0%程度だとされている。「国際エーカー」は 4,046.856 m<sup>2</sup> である。本計画の養浜工によって新たに造成される土地は D-1 地域 14,025 m<sup>2</sup>、D-3 地域 6,194 m<sup>2</sup>、計 20,219 m<sup>2</sup>である。土地造成に伴う利益を次表に示す。

表 10.31 土地造成による利益

| 地域         | 土地造成による利益 |
|------------|-----------|
| C 地域       | 0         |
| D-1 地域     | 10,397    |
| D-3 地域     | 4,592     |
| 土地造成による利益計 | 14,989    |

(単位: AU\$)

### 10.6.2 海岸利用便益

本計画で造成される土地はフォンガファレ島中心部の住宅等密集地のラグーン側海岸部であり、10m から 15m 幅の住宅等の建たない更地が増加する。これらの土地は住民のスポーツやレクリエーションのための広場として利用できる。また、将来この礫浜の上に砂が堆積すれば、ツバルの観光スポットのひとつの環礁砂浜海岸として観光客誘致に役立つことができる。しかし、これらの便益については、現在の段階で貨幣換算できるだけの基礎データが得られない。

### 10.6.3 海岸環境保全便益

ラグーン側海岸部に礫浜が造成されることにより、環礁の伝統的な風景がよみがえり、良好な景観が形成される。このことにより、地域住民の生活環境が向上する。この便益に

についても現在の段階で貨幣換算できるだけの基礎データが得られない。

#### 10.6.4 侵食防止便益

ラグーン側海岸部では波浪により土地が侵食されている。既存海岸部の前面に礫浜養浜を行うことにより、既存の土地を防護し、波浪が礫浜で減衰されることにより侵食作用が弱まり、侵食を防止できる。この便益についても現在の段階で貨幣換算できるだけの基礎データが得られない。

### 10.7 財務分析

#### 10.7.1 純現在価値

初年度における便益の合計を下表に示す。

表 10.32 便益（初年度）

|                | C 地域          | D-1 地域         | D-3 地域         | 対象地域計          |
|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 家屋被害額          | 26,091        | 234,870        | 41,082         | 362,043        |
| 家庭用品被害額        | 1,870         | 16,974         | 4,363          | 23,208         |
| 農作物被害額         | 469           | 2,870          | 174            | 3,514          |
| 事業資産被害額        | 1,900         | 26,606         | 9,502          | 38,008         |
| 公共土木施設被害額      | 21,292        | 197,488        | 38,695         | 278,766        |
| 家庭応急対策費用       | 3,024         | 26,838         | 6,804          | 39,690         |
| 負傷被害額          | 0             | 13,236         | 0              | 13,236         |
| 無形人的被害額        | 72            | 639            | 162            | 873            |
| <b>被害軽減額合計</b> | <b>54,718</b> | <b>519,522</b> | <b>100,782</b> | <b>699,338</b> |
| 土地増加便益         | 0             | 10,397         | 4,592          | 14,989         |
| <b>便益総計</b>    | <b>54,718</b> | <b>529,919</b> | <b>105,374</b> | <b>714,327</b> |

（単位：AU\$）

洪水対策事業の社会的割引率をいくりにするかは議論が分かれており、アメリカのある研究では 3%とし、感度分析を 0%から 7%で実施することとされ<sup>13</sup>、連邦危機対策庁は 7%としている。我が国の海岸事業の費用便益分析指針では 4%<sup>14</sup>とされている。太平洋島嶼国の危機対策事業については過去の同様な経済分析で使用された割引率か、該当国で実際に使われている利率にすることが推奨<sup>15</sup>されている。SOPAC が実施したフナフチのラグーン内礫採取の経済分析<sup>16</sup>では 10%、7%、3%を適用している。2010 年 9 月現在のツバル国立銀行

<sup>13</sup> US Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine

<sup>14</sup> 海岸事業の費用便益分析指針(改定版)、農林水産省農村振興局他、平成 16 年 6 月

<sup>15</sup> Economic Impact of Natural Disasters on Development in the Pacific, Volume 2: Economic Assessment Tools, AusAid, May 2005

<sup>16</sup> A preliminary economic analysis of extracting aggregate from the Funafuti Lagoon, SOPAC Project 10-22

貯蓄口座利率は1.5%/年である。本分析では1.5%を適用し、感度分析で10%、7%、3%の利率で試算する。

純現在価値 (Net Present Value : NPV) は、便益の現在価値から費用の現在価値を差し引いた値であり、これが正の値であれば便益の現在価値が費用の現在価値を上回ることを意味し、検討中のプロジェクトは実施するに十分な経済性を持つとされる。NPV は下記の式より算定される。

$$\text{純現在価値(NPV)} = \text{便益累計現在価値} - \text{費用累計現在価値}$$

各年次及び累計の費用及び便益を Supporting Report の Part VII (Section2: Data Book)に示す。割引率1.5%としたときの各案の純現在価値を次表に示す。

表 10.33 純現在価値 (NPV)

|     | 割引率 1.5%        |
|-----|-----------------|
| 第1案 | Au\$ 17,820,194 |
| 第2案 | Au\$ 15,032,475 |
| 第3案 | Au\$ 14,109,739 |
| 第4案 | Au\$ 8,540,302  |

第1案のNPVが最大であり、最小は第4案である。

### 10.7.2 費用便益比率 (Cost Benefit Rate : CBR)

費用便益比率は便益累計現在価値を費用累計現在価値で除した値であり、費用に対し便益が何倍であるかを意味し、この値が100%以上で、大きいほど検討中のプロジェクトは経済性が高いことを意味する。割引率1.5%の時の各案のCBRを次表に示す。

表 10.34 費用便益比率 (CBR)

|     | 割引率 1.5% |
|-----|----------|
| 第1案 | 348 %    |
| 第2案 | 226 %    |
| 第3案 | 210 %    |
| 第4案 | 146 %    |

### 10.7.3 財務的内部収益率

内部収益率 (Internal Rate of Return) は将来予想されるキャッシュフローの純現在価値が現在の投資額と等しくなる割引率であり、各案の財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of

Return : FIRR) を次表に示す。

表 10.35 財務的内部収益率(FIRR)

|     | FIRR   |
|-----|--------|
| 第1案 | 9.60 % |
| 第2案 | 5.93 % |
| 第3案 | 5.42 % |
| 第4案 | 3.25 % |

第1案のFIRRが最大であり、最小は第4案である。

#### 10.7.4 感度分析

##### (1) 割引率の違いによる感度分析

割引率が3%、7%、10%の場合のNPVを下表に示す。

表 10.36 NPV (割引率感度分析)

|     | 割引率 3%          | 割引率 7%           | 割引率 10%           |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|
| 第1案 | Au\$ 11,060,998 | Au\$ 2,470,677   | - Au\$ 279,962    |
| 第2案 | Au\$ 7,739,486  | - Au\$ 1,531,760 | - Au\$ 4,501,122  |
| 第3案 | Au\$ 6,816,750  | - Au\$ 2,454,496 | - Au\$ 5,423,858  |
| 第4案 | Au\$ 1,247,315  | - Au\$ 8,023,933 | - Au\$ 10,993,294 |

割引率が3%、7%、10%の場合のCBRを下表に示す。

表 10.37 CBR (割引率感度分析)

|     | 割引率 3% | 割引率 7% | 割引率 10% |
|-----|--------|--------|---------|
| 第1案 | 254 %  | 134 %  | 96 %    |
| 第2案 | 165 %  | 87 %   | 62 %    |
| 第3案 | 153 %  | 81 %   | 58 %    |
| 第4案 | 107 %  | 56 %   | 40 %    |

第1案では割引率10%、その他の案では割引率7%及び10%で便益は費用を下回る見通しである。

##### (2) 養浜材を輸入した場合

本計画の養浜工事主材料である礫はフナフチ環礁内の離島及び滑走路脇の安全地帯より入手する計画となっている。しかし、これらの礫材が環境配慮または航空安全上の配慮で入手できないとき、養浜材料である礫を輸入せざるを得ない。仮に、礫を全量フィジーか

ら輸入した場合、割引率 1.5%での NPV は第 3 案が最大 Au\$ 14,751,454 となり、第 4 案が最小の Au\$ 8,964,418 となる。CBR も第 3 案が最大で 221%、第 4 案が最小で 150 %となる。この場合の FIRR は第 1 案 4.85 %、第 2 案 3.91 %、第 3 案 5.83 %、第 4 案 3.47%となる。次表に礫材を輸入した場合の各案の NPV、CBR、FIRR を示す。

表 10.38 感度分析（礫材を輸入した場合）

|            | 第 1 案           | 第 2 案           | 第 3 案           | 第 4 案          |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| NPV (1.5%) | Au\$ 11,599,283 | Au\$ 10,180,407 | Au\$ 14,751,454 | Au\$ 8,964,418 |
| CBR (1.5%) | 186 %           | 161 %           | 221 %           | 150 %          |
| FIRR       | 4.85 %          | 3.91 %          | 5.83 %          | 3.74 %         |

国内材料調達に比べ、礫養浜材全量を輸入に頼った場合は第 1 案及び第 2 案では財務的経済性が劣るが、第 3 案及び第 4 案では財務的経済性に優る。ただし、輸入礫材には病害虫駆除のための燻蒸処理が義務づけられており、大量に海中に投入する場合の環境影響評価が必要である。また、国内で利用できる資材を輸入することの是非についての検討が必要である。

### (3) ボロ-ピットの埋め戻しをしない場合

ボロ-ピットの埋め戻しをしない場合の建設費は AU\$7,427,796<sup>17</sup>であり、割引率 1.5%での NPV は Au\$17,583,178、CBR は 339%となる。この場合の FIRR は 9.279%となる。

## 10.8 経済分析

### 10.8.1 標準変換係数(Standard Conversion Factor : SCF)

開発途上国の経済においては、いろいろの理由から市場メカニズムが欠如していたり、あるいは歪んでいたりとすることが多く、市場が正常に機能していた場合に成立していたであろう、資源の効率的な配分を導くためのシステムや情報に欠けている。このため、現実の“市場価格”は歪んでいると考えられ、これらを是正し、本来あるべき価格である潜在価格(Shadow Price)により経済分析がなされなければならない。

国内市場価格を潜在価格に変換するため、標準変換係数を算定する。

標準変換係数の簡易算出法として、ADB では次の数式を提唱している<sup>18</sup>。

$$SCF = \frac{\text{輸入総額(cif)} + \text{輸出総額 (fob)}}{(\text{輸入総額} + \text{輸入関税額}) + (\text{輸出総額} - \text{輸出税額})}$$

<sup>17</sup> 同上

<sup>18</sup> Shadow Exchange Rates for Project Economic Analysis: Toward Improving Practice at the Asian Development Bank, ERD Technical Note No.11, ADB, February 2004

ここで cif = 運賃・保険料込み条件価格、fob = 本船甲板渡し条件価格

表 10.39 標準変換係数(SCF)

|            | 2002 年 | 2003 年 | 平均 |
|------------|--------|--------|----|
| 輸入総額 (cif) | 20.4   | 24.0   |    |
| 輸出総額 (fob) | 0.4    | 0.4    |    |
| 輸入関税       | 2.9    | 2.7    |    |
| 輸出税        | 0      | 0      |    |
| SCF        | 0.8776 | 0.9003 |    |

出典: 2006 Tuvalu Economic Report, ADB

(Unit: AU\$million)

## 10.8.2 移転費用

### (1) 輸入関税

輸入関税、売上税をはじめとする移転費用は、国家への単なるキャッシュの移動に過ぎず、社会的費用と見なされないため、経済分析においては計算から除外する必要がある。

現行の輸入関税の内、主たる項目を下表に示す。

表 10.40 主たる品目の輸入関税率

| 品目    | 輸入関税 |
|-------|------|
| 礫     | なし   |
| ガソリン  | 8%   |
| ディーゼル | 4%   |
| 鋼材    | なし   |
| 建設重機類 | なし   |
| クレーン車 | 19%  |
| 船舶    | なし   |

出典: Tuvalu Customs Department

### (2) 売上税

一部生活必需品を除き、現行の売上税の税率は 5%<sup>19</sup>である。

### (3) 個人所得税

ツバル人の個人所得税は 30%、外国人の個人所得税は 40%<sup>20</sup>である。

### (4) 法人所得税

<sup>19</sup> Tuvalu Sales Tax Act, Schedule

<sup>20</sup> Tuvalu Income Tax Act, Schedule 5

ツバル法人の法人所得税は 30%、外国法人の法人所得税は 40%<sup>21</sup>である。

#### (5) 外国人燃油販売税

外国人（法人）がツバル国内で燃油を販売するときは 10%の燃油販売税<sup>22</sup>がかかる。現況では BP が唯一の燃油輸入業者であり、すべての燃油製品に燃油販売税がかかっている。

#### (6) 潜在労賃

ツバル政府の統計上ではフナフチの失業率は 8.9%(男性 6.6%、女性 12.0%)とされているが、実質の失業率はより高く、49.6%としている例<sup>23</sup>もある。国勢調査(2002 年)の調査結果では、フナフチの男性の労働力人口の 37.34%は就業していない。このため、潜在労賃(Shadow Labor Cost)は正規労賃の 75%が経済的価値である<sup>24</sup>とされている。次表にフナフチ住民の就業状況を示す。

表 10.41 フナフチ住民の非就業率

| フナフチ      | 男性     | 女性     | 計      |
|-----------|--------|--------|--------|
| ツバル人居住者人口 | 1,994  | 1,968  | 3,962  |
| 15 歳以上人口  | 1,269  | 1,287  | 2,556  |
| (内中学校就学者) | 38     | 47     | 85     |
| 労働力人口     | 1,231  | 1,240  | 2,471  |
| 就業者       | 771    | 494    | 1,265  |
| (被雇用者)    | 731    | 480    | 1,211  |
| (雇用主)     | 17     | 5      | 22     |
| (自家就業者)   | 23     | 9      | 32     |
| 就業率       | 62.63% | 39.84% | 51.94% |
| 非就業率      | 37.34% | 60.16% | 48.81% |

出典：Tuvalu 2002 Population and Housing Census, Secretariat of the Pacific Community, 2005

### 10.8.3 経済評価結果

上記の条件と想定条件の下、各案の経済分析を行った結果を次表に示す。

<sup>21</sup> Tuvalu Income Tax Act, Schedule 5

<sup>22</sup> Tuvalu Income Tax Act, Schedule 4

<sup>23</sup> A preliminary economic analysis of extracting aggregate from the Funafuti Lagoon, March 2009, SOPAC Project Report 137

<sup>24</sup> Toolkit for Assessing Costs and Benefits of Disaster Risk Management, USP Solutions, USP & SOPAC, April 2005

表 10.42 経済分析（礫材を国内調達：割引率 1.5%）

| 評価指標 | 第1案             | 第2案             | 第3案             | 第4案             |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| NPV  | AU\$ 19,034,353 | Au\$ 16,896,621 | Au\$ 16,245,361 | Au\$ 11,390,156 |
| CBR  | 419 %           | 267 %           | 251 %           | 173 %           |
| EIRR | 11.60 %         | 7.25 %          | 6.77 %          | 4.28 %          |

第1案の経済性が EIRR 11.6%と最も良好である。第2案及び第3案の EIRR は 6 % を超えており事業実施に経済性があるが、第4案の EIRR は 5 % を下回っており、公共事業としての経済性は低い。

割引率が 3%、7%、10% の場合の NPV を次表に示す。

表 10.43 割引率感度分析)

|     | 割引率 3%          | 割引率 7%          | 割引率 10%         |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 第1案 | Au\$ 12,274,858 | Au\$ 3,683,898  | Au\$ 932,719    |
| 第2案 | Au\$ 9,603,362  | Au\$ 331,448    | -Au\$ 2,638,374 |
| 第3案 | Au\$ 8,952,103  | -Au\$ 319,812   | -Au\$ 3,291,698 |
| 第4案 | Au\$ 4,096,898  | -Au\$ 5,175,017 | -Au\$ 8,144,838 |

割引率が 3%、7%、10% の場合の CBR を次表に示す。

表 10.44 CBR（割引率感度分析）

|     | 割引率 3% | 割引率 7% | 割引率 10% |
|-----|--------|--------|---------|
| 第1案 | 305 %  | 162 %  | 116 %   |
| 第2案 | 195 %  | 103 %  | 74 %    |
| 第3案 | 183 %  | 97 %   | 69 %    |
| 第4案 | 126 %  | 67 %   | 48 %    |

次表に礫材を輸入した場合の各案の経済分析結果を示す。

表 10.45 経済分析（礫材を輸入した場合）

| 評価指標 | 第1案(輸入)         | 第2案(輸入)         | 第3案(輸入)         | 第4案(輸入)         |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| NPV  | AU\$ 18,009,359 | Au\$ 17,089,842 | Au\$ 26,928,918 | Au\$ 26,928,918 |
| CBR  | 357 %           | 273 %           | 259 %           | 163 %           |
| EIRR | 9.86 %          | 7.41 %          | 6.99 %          | 3.95 %          |

礫材を輸入した場合には、第1案の経済性が EIRR 9.86%と最も良好であるが、礫材を国内調達した場合と比較すると低くなっている。



第2案及び第3案のEIRRは礫材を輸入した場合の方が良好である。ただし、燻蒸処理された輸入礫材を大量に海中に投じた場合の環境影響評価と国内で調達可能な資材の輸入の是非の検討が必要である。

第4案は礫材を輸入した場合の方が礫材を国内調達した場合よりもEIRRが一層低くなっており、経済性は低い。

## 11 環境社会配慮

### 11.1 ツバルの環境関連の方針・法規

#### 11.1.1 ツバルの環境社会配慮の担当部局

ツバルにおいて環境影響評価は“Environment Protection (Environmental Impact Assessment) Regulations 2007” (EIA ガイドライン) によって義務付けられることになっているが、担当大臣である自然資源環境省大臣の署名が得られておらず、現時点（2010年2月）においてはその発効が待たれている段階にある。EIA ガイドラインは環境保護法の第18条と39条に基づくものであり、承認後は法的な拘束力を持つものである。環境影響評価書の審査を担当するのは天然資源環境省環境局であり、最終的な事業の許認可は自然資源環境省大臣が行うことになっている。

表 11.1 環境影響評価担当部局

|         |       |
|---------|-------|
| 自然資源環境省 | 農業局   |
|         | 漁業局   |
|         | 土地測量局 |
|         | 環境局*  |

\*EIA 担当

また環境影響評価審査委員会(Environmental Assessment Task Force)が EIA ガイドラインに基づき召集されることになっている。環境影響評価審査委員会は、各セクターの技術的な課題について配慮できるよう横断的な体制をとるものであり、委員は以下の7名である。

- ・ 自然資源環境省事務次官(議長)
- ・ 自然資源環境省環境局長(もしくは環境局代表者)
- ・ 司法長官(もしくは司法長官室代表者)
- ・ 保健省保健局長(もしくは保健局代表者)
- ・ 財政経済企画省計画局長(もしくは計画局代表者)
- ・ 自治・地方開発省地方開発局長(もしくは地方開発局代表者)
- ・ その他、一人を環境局長が国家環境委員会から選任

#### 11.1.2 ツバルの環境関連の方針・法規

ツバルの環境関連の方針と法規を分野ごとに分類・列記すると以下の通りであり、施設形状の具体化に伴い随時参照する必要がある。

##### (1) 環境関係の方針

- ・ Tuvalu’s National Adaptation Programme of Action 2007 (国家適応行動計画)
- ・ Tuvalu National Environmental Management Strategy :NEMS (国家環境管理戦略)
- ・ Biodiversity Conservation in Tuvalu (ツバル生物多様性に関する方針)

- The National Biodiversity Strategy and Action Plan Project : NBSAP (生物多様性国家戦略)

## (2) 関連する環境関係法規

### 〔総合／環境影響評価〕

- Environment Protection Act 2007 (環境保護法)
- Environment Protection (Environmental Impact Assessment) Regulations 2007 (環境影響評価ガイドライン (案))

### 〔海岸・土地所有関連〕

- Native Lands Ordinance [Cap 22] (固有の土地に関する法律)
- Native Lands (Amendment) Act 2005 (固有の土地に関する[改定]法律)
- Neglected Lands Ordinance [Cap 23] (放棄された土地に関する法律)
- Crown Acquisition of Lands Ordinance [Cap 24] (土地接收法)
- Foreshore and Land Reclamation Ordinance [Cap 26] (前浜及び土地埋立法)
- Tuvalu Lands Code (L.N. 27/62) (ツバル土地法規)

### 〔海洋・漁業関連〕

- Fisheries (Amendment) Act 1990 (漁業法)
- Fisheries (Amendment) Act 1991 (漁業法)
- Fisheries Ordinance [Cap 45] (漁業条例)
- Marine Pollution Act 1991 (海洋汚染法)
- Marine Resources Act 2006 (海洋資源法)
- Marine Zones Act (海洋区域法)
- Harbours Ordinance [Cap 88] (港湾条例)
- Marine Zones (Declaration) Act 1983 [Cap 24A] (海洋区分[宣言]法)

### 〔野生生物・生息地域保全関連〕

- Wildlife Conservation Act (野生生物保護法)
- Wildlife Conservation Ordinance [Cap 47] (野生生物保護条例)
- Conservation Areas Act 1999 (保護地区法)

### 〔植生関連〕

- Plants (Amendment) Act 1991 (植生(改正)法)
- Plants Ordinance [Cap 39] (植生条例)
- Plants (Prevention of Disease and Citation Pests) Regulations (植生[伝染病・寄生虫]条例)

### 〔公害関連〕

- Oil Pollution (Compulsory Insurance) Regulations 1976 (流出油公害[強制保険]条例)
- Petroleum (Amendment) Act 1990 (原油[改正]法)
- Marine Pollution Act 1991 (海洋汚染法)

### 〔水供給関連〕

- Water Supply Act (水供給法)
- Water Supply (Delivery of Bulk Supplies) Regulations (水供給[大量輸送]条例)

## 11.2 環境影響評価の手順

環境影響評価ガイドライン 2007（案）によれば、環境影響評価の審査手順は図 11.1 に示す通りである。

### 11.2.1 環境影響評価の対象となる事業

環境影響評価の対象となる事業は EIA ガイドラインに添付の一覧表に記されている。以下は一覧表からの公共事業の項の抜粋である。

|  |
|--|
| <p><b>9. 公共事業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 埋立て</li> <li>(b) インフラ開発</li> <li>(c) リサイクル施設、回収施設を含む廃棄物処理施設</li> <li>(d) 土壌侵食対策、海岸侵食対策、シルト流出対策</li> <li>(e) 水力発電計画、脱塩施設</li> <li>(f) 貯水池開発</li> <li>(g) 空港開発</li> <li>(h) コーズウェイ、排水路</li> <li>(i) 浚渫</li> <li>(j) 水源管理</li> <li>(k) 堤防／干拓</li> <li>(l) 航路</li> <li>(m) 港湾施設と停泊地</li> <li>(n) 発電施設</li> <li>(o) 5 隻以上を対象としたマリーナ（ポンツーン、栈橋、埠頭、揚船施設、係留施設を含む）</li> </ul> |
|--|

上記の通り、公共構造物はその維持・補修以外は全て審査対象となる。

### 11.2.2 初期環境影響評価（PEA）

図 11.1 に示した手順によれば、施設形状がほぼまとまった段階で初期環境影響書を提出する必要がある。ここで大きな影響がないと判断されると事業計画は認可される。一方、計画している事業が環境に大きな影響を及ぼすと判断された場合は、環境影響評価（EIA）を実施することになっている。PEA に記述すべき内容は以下の通りである。本調査の場合の環境影響評価実施者（事業申請者、Project Proponent: PP）はツバル政府になる(the Scope of Work)。

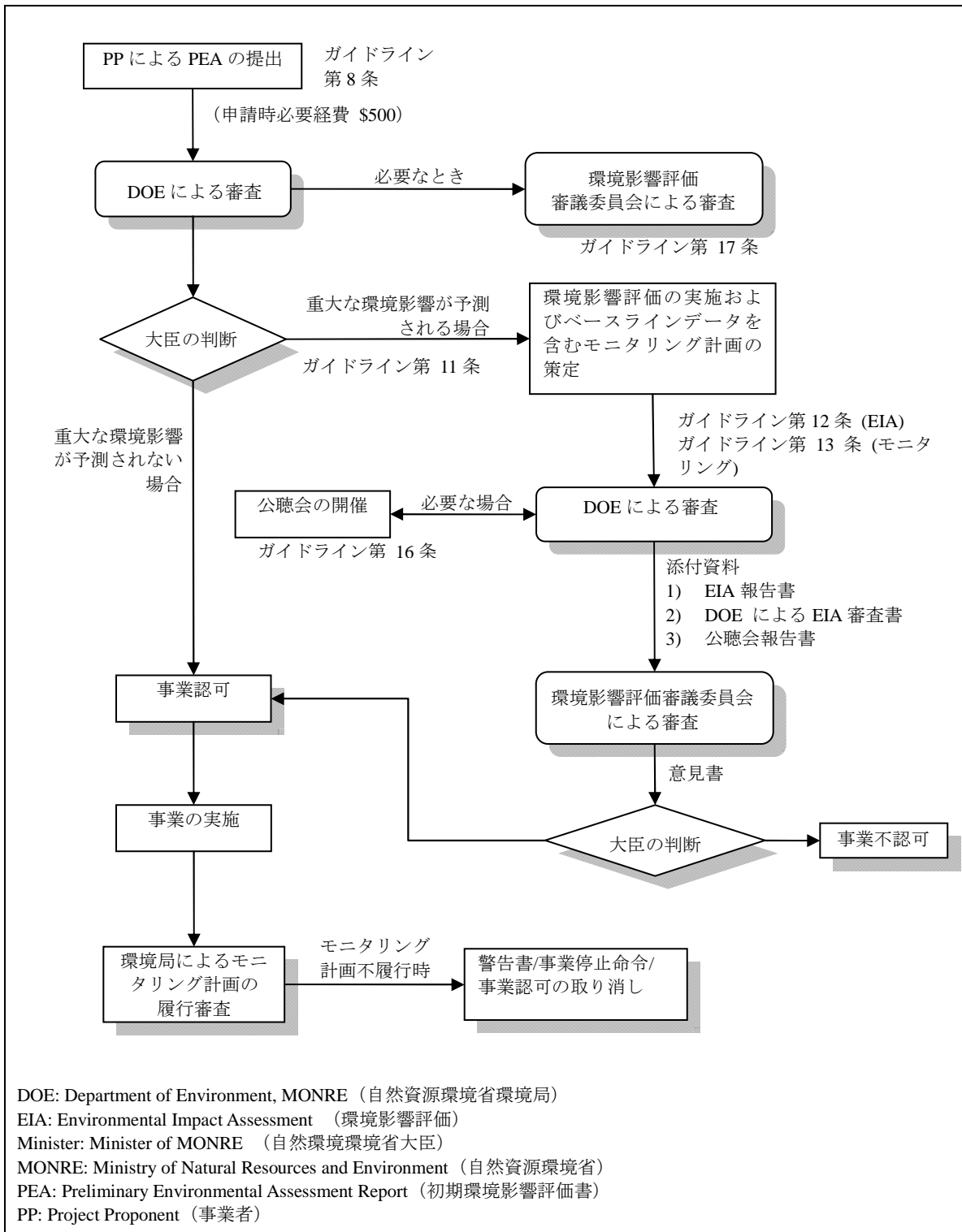


図 11.1 環境影響評価（案）実施の流れ

## 初期環境影響評価（PEA）報告書の構成

- (a) 事業概要
- (b) プロジェクトサイト概要（位置図と構造図を含む）
- (c) 事業の必要性
- (d) 予見される全ての一時的および二次的な好影響と悪影響、短期的および長期的な影響
- (e) 環境影響を緩和するための他の事業の選択肢
- (f) 事業者が実施する環境影響回避策および緩和策

## 11.2.3 環境影響評価（EIA）

環境に甚大な影響があると判断された場合にPPはEIA報告書を作成しなければならないが（図 11.1）、このときのEIA報告書の内容は以下の通りである。

## 環境影響評価（EIA）報告書の構成

- (a) 事業計画概要
  - (i) 全てにわたる主たる結論
  - (ii) 意見の相違があった事項の概要
  - (iii) 今後解決されるべき事項
  - (iv) 選択肢のなかにおける望ましい選択とその概要
  - (v) 影響緩和措置案の詳細
- (b) 開発事業の内容（各フェーズの内容を含む）、開発事業の意図、事業者が目標とする短期的および長期的な目標
- (c) 開発事業計画についての以下の項目を含む詳細な記述
  - (i) プロジェクトサイトの最新情報を踏まえた事業内容の技術的側面、経済的側面、環境面からの特性
  - (ii) 施設計画詳細図
  - (iii) 必要な情報を付した事業の必要性・妥当性
- (d) 開発事業の環境影響のとりまとめ、実施可能な他の選択肢、およびこの章において事業者は以下に挙げる項目を記述する。
  - (i) 妥当と考えられる全ての選択肢を、位置、手法等を記述し、再評価する。このとき事業の実施をしない案も選択肢に含める。
  - (ii) 選択肢のなかで事業者が推奨する案
  - (iii) 上記推奨案に対する適切な影響緩和措置
  - (iv) 不可避の環境影響
- (e) 以下に示す影響を受ける環境
  - (i) 事業実施前のプロジェクトサイトおよび周辺の環境

（次ページにつづく）

(つづき)

- (ii) プロジェクトサイトにおける他の活動の潜在的な影響との累積・複合的影響の顕在化の可能性
  - (iii) 事業目的および計画の国家・地方・地域の土地利用と海洋海岸計画ならびに方針との齟齬や乖離の有無
- (f) 以下の項目を含む開発計画の環境影響
- (i) 直接・間接的な環境影響と、その度合いと危険性
  - (ii) 累積的な環境影響への配慮
  - (iii) 他の選択肢の環境影響への配慮
  - (iv) 必要となる社会基盤（電力、上下排水等）
  - (v) 地域特有の築造形態およびアメニティーへの影響（視的品質を含む）、歴史文化遺産や町並みへの影響
  - (vi) 地域住民と土地利用に対する社会的な影響の評価
  - (vii) 公害となり得る物質の使用の予測
  - (viii) 影響緩和措置として提案された他の選択肢の見直しと評価
  - (ix) 形状の変化、生物学的変化、または社会・文化的特性等の恒久的な変化を含むすべての回避不能な環境影響、または今後の供用中に予測される回避不能な影響の記述
  - (x) 事業計画がもたらす費用と便益の分析
  - (xi) 事業計画の実施に係り必要となる不可逆的な資源の投入の確認
- (g) 環境影響評価を行った人々のリスト、その人々の資格、所属する組織、および助言を求めた人のリスト

なおE I Aガイドラインによれば、他の国の環境影響評価ガイドラインを用いてもよいことになっているが、他国のE I Aガイドラインの適用にあたっては、自然資源環境省大臣の認可を得なければならない。

## 11.3 初期環境影響評価（PEA）報告書

### 11.3.1 プロジェクトの概要

#### [事業の名称]

「ツバル国におけるエコシステム評価及び海岸防護・再生計画調査」

“*The Study for Assessment of Ecosystem, Coastal Erosion and Protection/ Rehabilitation of Damaged Area in Tuvalu*”

### 11.3.2 目的

#### [調査の目的]

- (1) エコシステムと海岸侵食および被災地域の防護と再生方法の評価
- (2) 海岸保全と再生のための維持可能な対策の計画策定
- (3) 地域と政府の海岸管理面の能力強化

上記目的のうち、「海岸保全と再生のための維持可能な対策の計画策定」のアウトプットがツバルの初期環境評価ガイドライン案（Environmental Impact Assessment Regulations 2007）に付属する「スケジュール1」に示されている事業に該当する施設設計と土地の改変を含む。

#### [施設の設計条件]

海岸保全施設はFongafale島の中央部ラグーン側海岸における10年確率波を対象とする。本事業は緊急災害対策事業であるため、設計対象年は2020年としている。

### 11.3.3 海岸保全の手法

本事業で提案されている海岸保全施設は強固な構造物ではなく礫養浜である。礫養浜の対象区間はFongafale島背後の土地利用が集中している中央部ラグーン側で、施設断面図と位置・延長は図11.2に示した通りである。

礫養浜区間はサイトD1（Senala地区、部分的にFakai Fou地区）とサイトD3（Alapi地区とViaku地区）の2区間である。

礫の採取地は滑走路の外洋側およびフナフチ環礁のFunamanu島、Falefatu島、およびMateika島の砂嘴（礫）である。滑走路脇の礫掘削跡はラグーン中央部で採取する砂を置き換える計画である（図11.4、図11.5）。



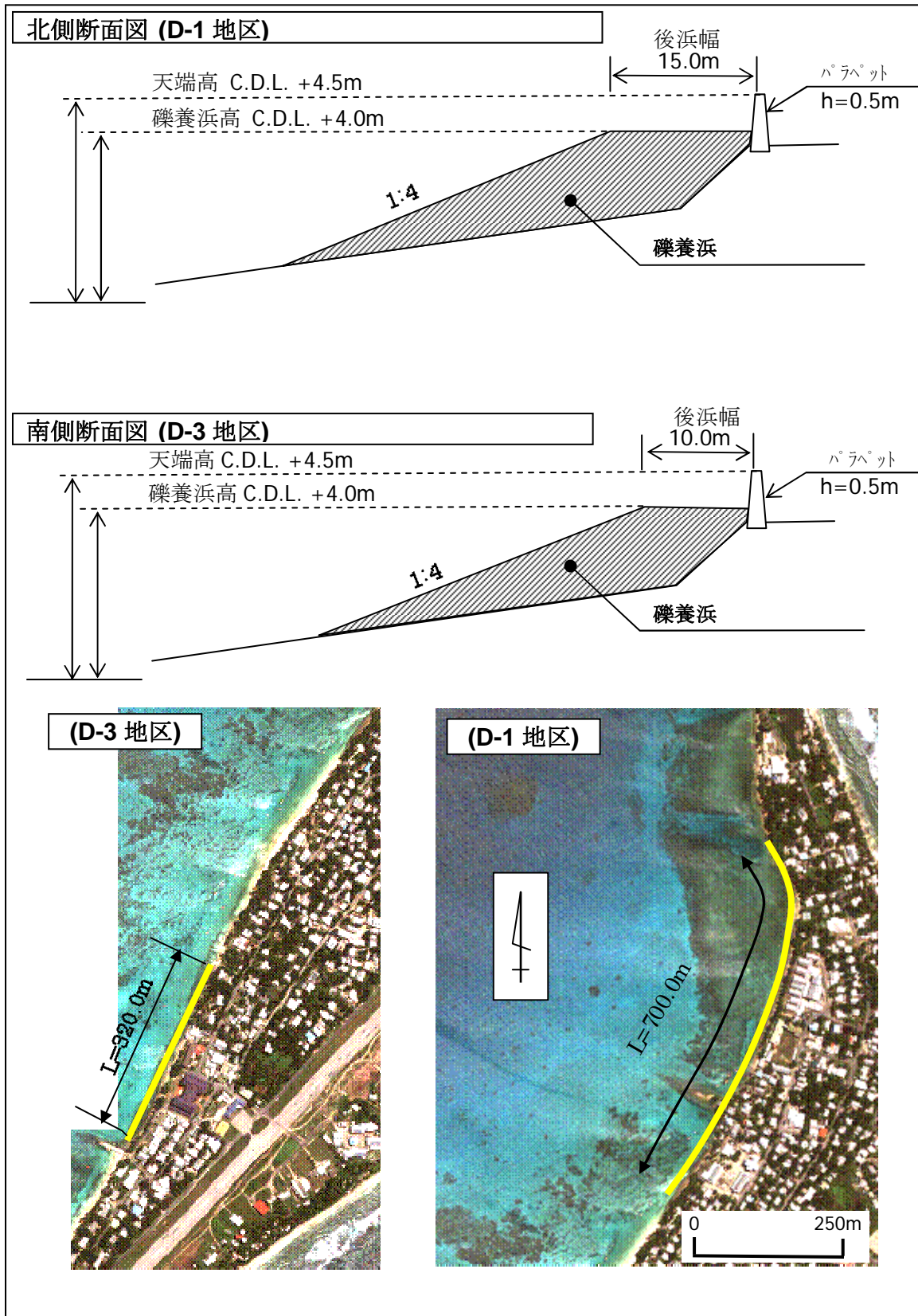


図 11.2 計画施設諸元

なお、本事業においては、礫養浜の造成とともに、沿岸の深みの埋め立ても計画に入れている。この深みは太平洋戦争時に米軍の軍港として改変された折、小型船舶の停泊地として掘り込まれた人工的なものである。現在は漁船の係留や住民の水浴び等に利用されているが、この深みは高波時に波浪を増幅していると考えられていることから、埋め戻しが提案されている。特に深い箇所はBP-1 およびBP-2である(図 11.3)。埋め戻しに必要な養浜材の量は表 11.2 に示す通りである。

表 11.2 埋め戻しに必要な養浜材の量

| 位置       | 必要量 (m <sup>3</sup> ) |
|----------|-----------------------|
| BP1      | 15,505                |
| BP2      | 7,119                 |
| BP3 (北側) | 1,140                 |
| 計        | 23,764                |

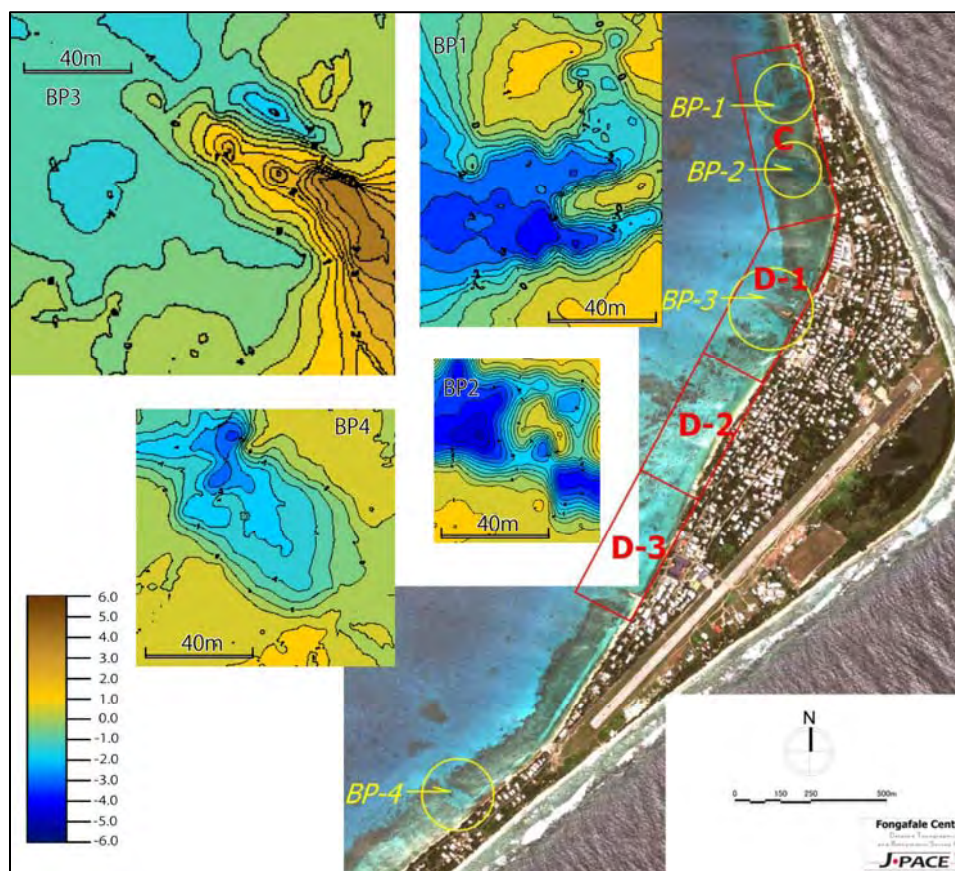


図 11.3 深みの埋め戻し対象位置





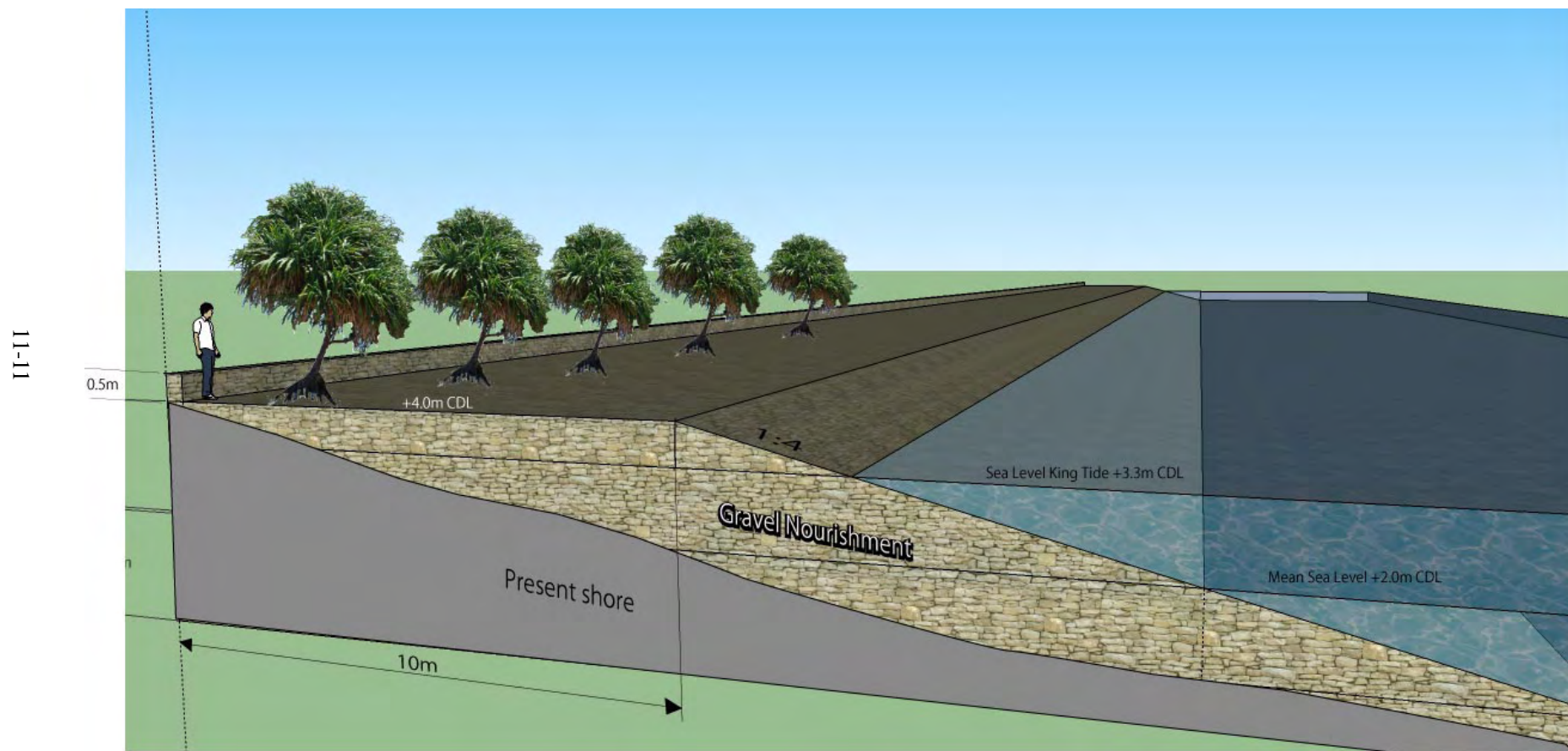


図 11.6 礫養浜完成予想図

### 11.3.4 事業計画地の概要

#### [事業計画位置]

ツバルは9つの主要な島で構成されている。事業実施予定地はツバル国の首都が位置するフナフチ環礁の Fongafale 島である。



図 11.7 ツバル島嶼とフナフチ環礁位置

表 11.3 フナフチ環礁（フォンガファレ島）の諸元

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| 人口             | 4,492                  |
| 世帯数            | 639                    |
| 面積（フナフチ環礁）     | 2.79 km <sup>2</sup>   |
| 面積（フォンガファレ島）   | 1.42 km <sup>2</sup>   |
| 人口密度（フォンガファレ島） | 3,163 /km <sup>2</sup> |
| 島嶼タイプ          | 環礁                     |
| 主要インフラ等        | ツバル政府庁舎, 国際空港, 国際港     |

出典：ツバル 2002 国勢調査

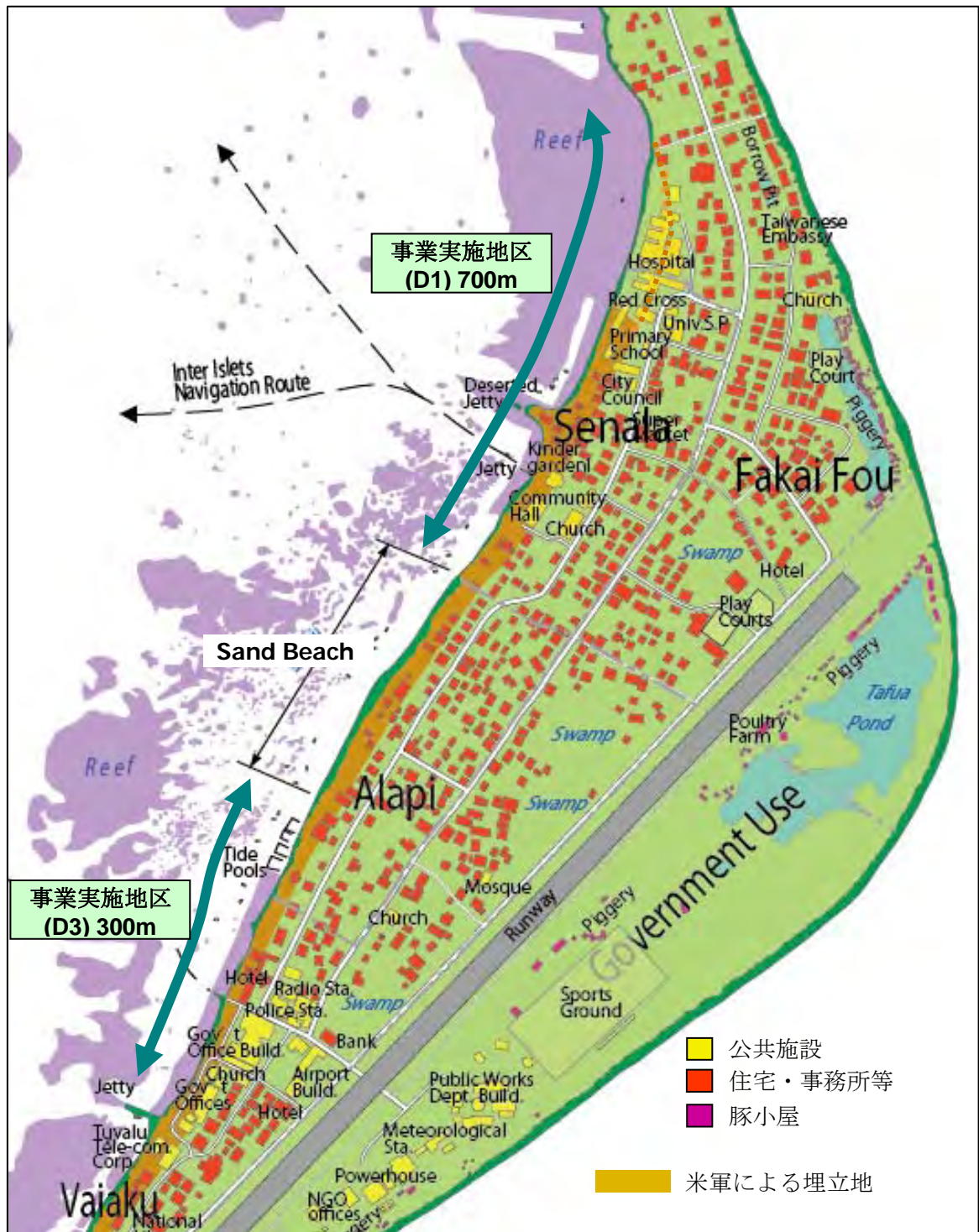


図 11.8 海岸保全施設位置図



### 11.3.5 上位計画

- (1) 第二次（持続可能な）国家開発戦略：National Strategy for Sustainable Development: 2005 – 2015 (TEKAKEEGA II)

TEKAKEEGA II は、以下の2項目を主要な環境問題を捉えている。

- 1) フナフチの都市化、および
- 2) 気候変動・海面上昇の影響による Pulaka（タロイモ）水田への塩水浸入、**海岸侵食**、および冠水

上記課題に対する戦略（2005 to 2015）は、以下の通りである。

- \* フナフチの都市開発計画、廃棄物管理計画の策定と実施
- \* 国家気候変動への**適応策**と緩和策の方針策定
- \* 京都議定書を含む国際合意への協調促進
- \* 保護地区数の増加、法規制の遵守確保

海岸保全は TEKAKEEGA II に示されている気候変動適応策のひとつである。

- (2) ツバル国家適応行動計画：Tuvalu National Adaptation Programme of Action (NAPA) (DoE, UNDP-Global Environmental Facility, 2007)

海岸侵食対策は、NAPA の示した7項目の行動計画の最初のひとつであり、6番目の「住民の災害対策」も海岸侵食対策と強い関連性がある。

#### NAPA プロジェクト 1

|      |  |
|------|--|
| 名称   | 海岸域と居住地の気候変動への耐性強化                         |
| 必要性  | NAPA の資料は島西岸の気候変動と海面上昇による侵食に起因する脆弱性を指摘している |
| 長期目標 | 海岸域と居住地の気候変動への耐性強化                         |
| 事業目標 | *侵食対策の強化<br>*海岸背後居住地の自然災害に対する安全性の強化        |

#### NAPA プロジェクト 6

|      |  |
|------|--|
| 名称   | 地域住民の災害準備と対応能力の強化                                      |
| 必要性  | ツバルの自然災害に対して極めて脆弱である上、地球的気候変動の進行は自然災害の発生頻度を今後高めるものである。 |
| 長期目標 | 地域住民の災害準備と対応能力の強化                                      |
| 事業目標 | *地域住民の災害準備と的確な対応能力を確実にする<br>*地域住民の異常気象による災害リスクの低減      |

### 11.3.6 社会環境

以下は、Fongafale 島各地区の海岸背後地の土地利用である。

Fakai Fou 地区: 主要部はプリンスマーガレット病院、北端に個人住宅

Senala 地区: プリンスマーガレット病院、フナフチプライマリースクール、フナフチ役場 (Kauple)、南太平洋大学、大公会堂、教会、個人住宅

- Alapi 地区: 個人住宅、オフィス、バイアク・ラギホテル、ラジオ局、警察署
- Viaku 地区: ツバル政府施設群
- 水産業: Alapi 地区と Senala 地区の海岸は背後地に住む漁業者が保有する多くの漁船の揚げ降ろしに利用されている。
- 交通（通勤）: ツバル海洋学校によって建設された栈橋が Senala 地区に設置されており、ツバル海洋学校関係者の通勤・通学、フナフチ役場の保護地区警備用船舶に利用されている。またバイアク・ラギホテルの前面にも栈橋があり、政府庁舎や主要ホテル（バイアク・ラギホテル）に近いことから、政府の船舶等に使用されている。

Fongafale 島の居住地は極端に低く、平均潮位より 2～3 m 高いだけである。多くの地域は毎年 2 月頃生じる大潮時に冠水する。またほとんどの家屋が 1972 年のハリケーン Bebe が来襲した際に冠水した。Fongafale 島の人口はナウルやキリバスからの帰還民や、ツバルの他の島からの移住によって急激な増加を示している。移住者の多くは比較的標高の高い旧来からの居住地以外に家屋を建てて住んでいる。

### 11.3.7 自然環境

Fongafale 島は細長い縄状を呈している島であり、サンゴの破砕片でできている。その標高はきわめて低く、多くの部分が平均海面より 1～3 m 高いだけである（図 6）。プロジェクト計画地のほとんどは太平洋戦争中に米軍によって 30 m 程度埋立てられた地区であり、船舶の着岸のため、ラグーン側に拡がっていた砂は取り除かれ、岸壁が造られた。戦前の海域は遠浅の砂地であり、背後には 1～1.5m 程の砂丘が続いていた<sup>1</sup>。海岸から取り除かれた砂は滑走路を造成するために感潮湖である Tafua Pond 等に運ばれた。戦後、木製の岸壁が老朽化して岸壁の崩壊が始まったため、ブロックを積んで護岸を築造したが、不適切な構造であったため、現在はほとんどの箇所が崩壊している（写真 11.1）。

---

<sup>1</sup> J-PACE による年輩者対象ヒアリング調査



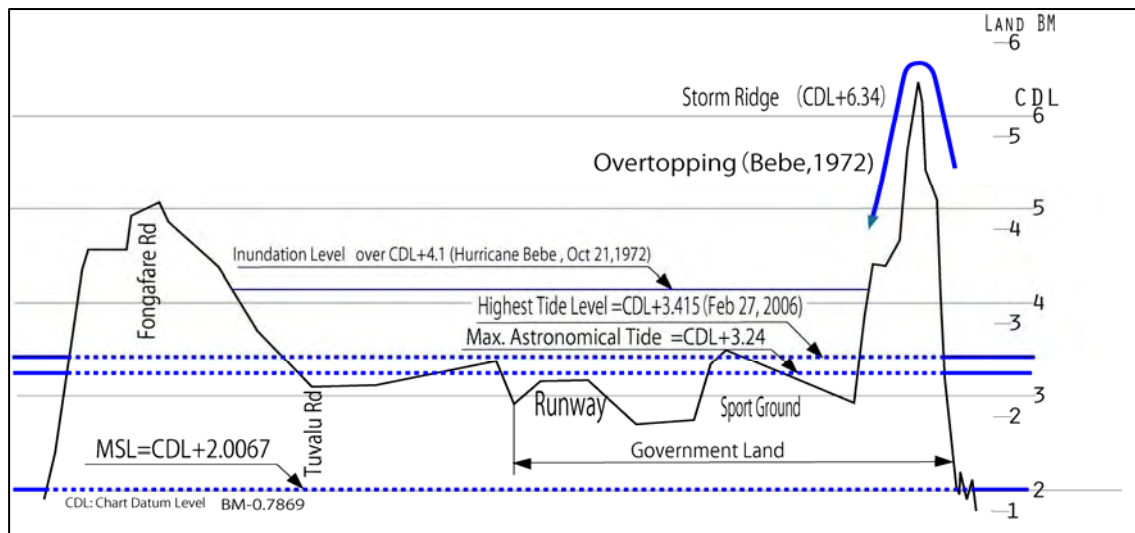
出典: Yamazaki *et al.* (2010)

図 11.9 フォンガファレ島の標高



写真 11.1 崩壊した護岸（非連結式ブロックの積上式護岸）

### 11.3.8 施設の妥当性

ツバルにおいて海岸災害対策は大きな課題である。

地元要請: フナフチ役場 (Kauple) は昨年、公式の場<sup>2</sup>において次のように述べている。「海

<sup>2</sup> 国家適応行動計画 (NAPA) Project Preparation Grant (PPG) Launch and Stakeholder

岸侵食対策はフナフチにとって最も喫緊の課題」

**NAPA:** 海岸侵食対策は7つのNAPA事業のなかで1番目に挙げられている。また6番目の住民の異常気象時の準備と対応能力の強化も海岸災害と強い関連性がある。

Fongafale島の住民は異常に標高の低い土地に居住しており、低気圧による高潮位・高波浪時には非常に脆弱な環境下にある。現在生じている「海岸侵食」は米軍の築造した埋立地の崩壊ではあるが、背後地にはすでに多くの人々によって利用されており、背後地は高波浪に対し、安全が確保されなければならない。



写真 11.2、写真 11.3、写真 11.4  
熱帯低気圧Tomasの影響下におけるフォンガファレ島ラグーン側の様子（2010年3月）

## 11.3.9 影響チェックリスト

環境社会影響チェックリストをツバル国のガイドラインも参考にして以下の通り作成し、各項目についての環境影響を予測した。

表 11.4 社会環境チェックリスト

| S/N | 項目                        | 期間  |     | マイナス/プラスの影響  |
|-----|---------------------------|-----|-----|--|
|     |                           | 建設中 | 供用中 |  |
| 1.  | 非自発的住民移転                  | -d  | -d  | 住民移転は発生しない   |
| 2.  | 地域経済（雇用・収入）               | +a  | +a  | *建設中に多くの雇用が発生する<br>*建設後は高波浪時の背後地の安全性が確保される   |
| 3.  | 土地利用及び資源利用                | -d  | -d  | 礫養浜を実施する際は、ラグーン側から施工するため、土地利用の制限はない。   |
| 4.  | 地域の住民組織、制度                | -d  | -d  | 影響は予測されない  |
| 5.  | 既存のインフラ及びサービス             | -d  | -b  | *沖側に延伸された礫浜とパラペットは漁船の揚げ降ろしの障害になる可能性がある。<br>*米軍の掘削した深い航路部分は航路と漁船の係留に使用されているが、礫による埋め戻しは既存の利用を阻害する可能性がある。<br>*礫は Amatuku 連絡線用の Luapou 栈橋を埋没させることから、この栈橋の機能を保全する必要がある。 |
| 6.  | 貧困層及び少数民族、社会的弱者、婦女子等      | -d  | -d  | マイナスの影響は予想されない。フォンガファレ島には、他の島からの移住者が多く、各島出身者の連帯感是非常につよく、島ごとの組織も存在する。フォンガファレ島組織（The Funafuti Kaupule）は他の島出身者が疎外されないよう配慮する必要がある。                                     |
| 7.  | 利益・不利益の偏向分配               | -d  | -d  | 社会不利益の偏向分配は予想されないが、礫養浜はフォンガファレ島の中央部分にしか造成されない。外洋側と北端、南端の家屋は施設の利益を受けられない。   |
| 8.  | 歴史文化遺産                    | -d  | -d  | 歴史/文化遺産は事業実施区域には存在しない。   |
| 9.  | 便益に係る地域の関係者間の係争           | -d  | -a  | 礫養浜を実施した区域の土地所有権は問題となる可能性が高い。土地所有権については建設前に帰属を明確にしておく必要がある。  |
| 10. | 水の利用、水利権、その他地域住民の有する公的権利等 | -d  | -b  | 現状における通勤・通学用船舶の発着機能（栈橋）、漁船の移動・係留環境（航路の深み）、海岸への自由なアクセスは、礫養浜後にも確保される必要がある。   |
| 11. | 公衆衛生                      | -d  | -d  | 衛生環境の劣化は生じないものと考えられる。  |
| 12. | HIV/AIDS 等感染症等リスク         | -d  | -d  | 建設労働者の流入はほとんどないことから、通常の建設事業を行っている限り感染症等のリスクは予測されない。  |

表 11.5 自然環境チェックリスト

|      | S/N   | 項目              | 期間  |                     | マイナス/プラスの影響   |
|------|-------|-----------------|-----|---------------------|---|
|      |       |                 | 建設中 | 供用中                 |   |
| 自然環境 | 13.   | 重要または価値の高い地形・地質 | -d  | -d                  | 重要または価値の高い地形・地質は存在しない。  |
|      | 14.   | 土壌（流失・侵食）       | -d  | +a                  | 礫養浜は基本的には越波対策であるが、同時に海岸侵食対策としても大きな効果がある。  |
|      | 15.   | 地下水の量と質         | -d  | -d                  | 地下水への影響は考えられない。   |
|      | 16.   | 河川流量・流況、貯水池     | -d  | -d                  | 河川、貯水池は島内に存在しない。  |
|      | 17.   | 海岸域             | -   | -                   | (他の項目を参照)   |
|      | 18.   | 植物、動物、生態系       | -b  | -d                  | 礫採取予定地として Funamanu 島、Falefatu 島、および Mateika 島の砂嘴が検討されている。これらの島に舳を接岸するとき、もしくは搬出用仮棧橋を造成するときにサンゴの生息地と交錯する可能性があるが、その場合サンゴの移植を確実に行うことが求められる。 |
|      | 19.   | 気象・気候           | -d  | -d                  | 礫養浜は周辺の気象・気候に影響しない。   |
|      | 20.   | 景観              | -d  | +b                  | 現在は崩壊した護岸ブロックが散乱しており、景観としては好ましくない状態にある。サンゴ片の礫養浜は整形が施され、アダンの植栽もされるため景観の質は向上する。   |
| 21.  | 地球温暖化 | -d              | -d  | 礫養浜からは温室効果ガスの発生はない。 |   |

表 11.6 公害チェックリスト

|    | S/N | 項目         | 期間  |     | マイナス/プラスの影響                            |
|----|-----|------------|-----|-----|--|
|    |     |            | 建設中 | 供用中 |  |
| 公害 | 22. | 大気汚染       | -d  | -d  | 建設に使用される重機の排気による影響は無視できる程度である。         |
|    | 23. | 水質汚染       | -d  | -d  | 建設中の海水水質汚濁は、通常の建設に伴う処理をしている限り発生しない。    |
|    | 24. | 土壌汚染       | -d  | -d  | 土壌汚染は建設中、供用中、ともに生じない。                  |
|    | 25. | 廃棄物量の増加    | -d  | -d  | 礫養浜により、廃棄物は増加することはない。                  |
|    | 26. | 騒音・振動の増加 I | -d  | -d  | 建設中の騒音・振動による影響は無視できる程度であると考えられる。       |
|    | 27. | 地盤沈下       | -d  | -d  | 礫養浜により地盤沈下は生じない。                       |
|    | 28. | 悪臭         | -d  | -d  | 礫養浜によって悪臭が生じることはない。                    |
|    | 29. | 土砂堆積       | -d  | +a  | 礫養浜前面の海岸における砂の堆積は本事業の目的である。            |
|    | 30. | 事故の増加      | -d  | -d  | 建設事業は海岸もしくは海上にて実施されるため、交通事故の増加は考えられない。 |

格付け:

**[マイナスの影響]**

- a: 重大な影響が予想される項目
- b: “-a”より軽微な影響が予想される項目
- c: 現段階では影響の発生が不明だが調査段階で明らかになると考えられる項目  
(プロジェクトの進捗に伴って影響が自ら明らかとなる場合、詳細調査は不要)
- d: 影響がない場合、もしくはマイナス影響は軽微で無視できる程度の項目

**[プラスの影響]**

- +a: 強いプラスの影響が見込まれる項目
- +b: プラスの影響が見込まれる項目
- +c: 現段階では影響の発生が不明だが調査段階で明らかになると考えられる項目  
(プロジェクトの進捗に伴って影響が自ら明らかとなる場合、詳細調査は不要)
- +d: 影響がない場合、もしくはプラス影響は軽微で無視できる程度の項目

### 11.3.10 施設代替案

礫養浜と選定するに当たり、他の海岸保全施設タイプが他の選択肢として比較検討された。それぞれの長所および短所を以下に示すが、これらはその短所のために選択されなかった工法である。

**[砂養浜]**

|    |  |
|----|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 太平洋戦争前は砂浜がフォンガファレ島の中心部（病院～滑走路南端）ラグーン側の本来の姿である。</li> <li>● ラグーン内で砂を採取し、事業対象エリアに養浜することは施工が容易である。</li> </ul> |
|----|--|



|    |  |
|----|--|
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 砂は養浜した場所にとどまることはないため、定期的に砂を供給する必要があるが、施工後に養浜を半永久的に実施していくことは難しい。</li> <li>● 砂は緩勾配上のみで安定する。したがって大量の砂を養浜するか、もしくは強固な構造を持った砂留工が必要となる。</li> </ul> |
|----|--|

## [セットバック／ゾーニング]

|    |  |
|----|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● セットバックやゾーニングはソフトコンポーネントであり、構造物は不必要である。</li> <li>● 海岸災害を抑止する上で効果的である。</li> </ul> |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 住民移転が必要となる。</li> <li>● 移転住民のための代替地が島内にはないため、実施は不可能である。</li> </ul>               |

## [堤防]

|    |  |
|----|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建設は比較的容易である。</li> <li>● 堤防建設を望む住民は多い。</li> </ul>  |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 堤防の建設は海岸の性状を大きく変化させる。海岸へのアクセスが難しくなり、海岸景観は全く違うものになる。海岸と背後地を分離する。</li> <li>● 堤防は波浪を防ぐ反面、波浪エネルギーを反射させ、堤防基礎部分の海岸侵食を促進する副作用がある。</li> </ul> |

## [防波堤（離岸堤含む）]

|    |  |
|----|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠浅であるため、防波堤の建設は比較的容易である。</li> <li>● 波浪の減勢能力が高い。</li> </ul>  |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 防波堤は海岸性状を大きく変えてしまう。海岸には波が届かなくなり、港湾内部のような海岸となる。</li> <li>● 波浪がなくなり、海水循環が大きく阻害されることにより、浅海域の性質が大きく変化する。水質は劣化する。</li> <li>● 海岸景観は人工的になり、地域住民や特に観光客にとって、好ましい海岸ではなくなる。</li> </ul> |

## [事業実施なし]

|    |   |
|----|---|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建設費用がかからない</li> <li>● 他の島から礫を掘削採取する必要がなくなる。</li> <li>● 緩和策として必要なサンゴの移植の必要がなくなる。</li> <li>● 緩和策として検討が必要な造成地（干拓地）の所有権を定めるルール作りの必要がない。</li> </ul> |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 毎年の高潮位期に海岸背後地は危険な状態になる。また顕著な海面上昇が生じたときに海岸災害は更に悪化する。</li> <li>● 侵食は毎年進行する。</li> </ul>   |

- 崩壊したブロックが広がる景観が継続する。

### 11.3.11 緩和策

上記のチェックリストにおいて、表5に示す項目は評価が“-a”（重大な影響が予想される項目）または“-b”（“-a”より軽微な影響が予想される項目）であり、なんらかの環境社会影響がこの事業によって発生すると考えられる事項である。それぞれの影響の緩和対策は以下の通り考えられる。

表 11.7 緩和策が必要な事業の影響一覧

| S/N | 項目                        | 期間  |     | マイナスの影響  | 影響番号 |
|-----|---------------------------|-----|-----|--|------|
|     |                           | 建設中 | 供用中 |  |      |
| 5.  | 既存のインフラ及びサービス             | -d  | -b  | 沖側に延伸された礫浜とパラペットは漁船の揚げ降ろしの障害になる可能性がある。   | (1)  |
|     |                           |     |     | 米軍の掘削した深い航路部分は航路と漁船の係留に使用されているが、礫による埋め戻しは既存の利用を阻害する可能性がある。   | (2)  |
|     |                           |     |     | 礫は Amatuku 連絡線用の Luapou 栈橋を埋没させることから、この栈橋の機能を保全する必要がある。  | (3)  |
| 9.  | 便益に係る地域の関係者間の係争           | -d  | -a  | 礫養浜を実施した区域の土地所有権は問題となる可能性が高い。土地所有権については建設前に帰属を明確にしておく必要がある。  | (4)  |
| 10. | 水の利用、水利権、その他地域住民の有する公的権利等 | -d  | -b  | 現状における通勤・通学用船舶の発着機能（栈橋）、漁船の移動・係留環境（航路の深み）、海岸への自由なアクセスは、礫養浜後にも確保される必要がある。   | (5)  |
| 18. | 植物、動物、生態系                 | -b  | -d  | 礫採取予定地として Funamanu 島、Falefatu 島、および Mateika 島の砂嘴が検討されている。これらの島に舳を接岸するとき、もしくは搬出用仮栈橋を造成するときサンゴの生息地と交錯する可能性があるが、その場合サンゴの移植を確実に行うことが求められる。 | (6)  |

#### [既存のインフラ及びサービス (S/N 5)]

マイナスの影響 (1) : 沖側に延伸された礫養浜とパラペットは漁船の揚げ降ろしの障害となる可能性がある。

## [緩和策]

- 必要箇所にコンクリートスロープを設置する、または、
- 船揚用の梯子、もしくは他形式の漁船揚降用施設を設置する
- パラペット用のランプを設置



船揚梯子



パラペットへの傾斜路の設置

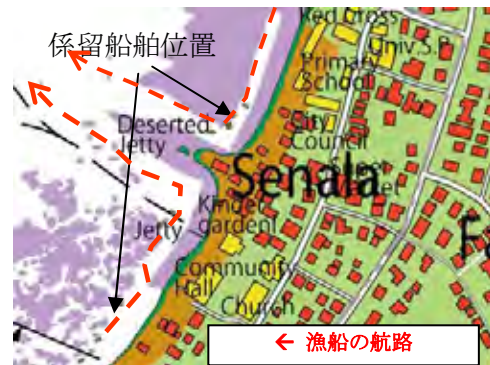
マイナスの影響 (2): 米軍の掘削航路は現在、漁船係留と干潮時の移動に使われているが、この深みは維持される必要がある。この深みが埋め戻されると、干潮時には係留しているボートが干上がってしまうことになる。干上がった漁船の船底はサンゴの干潟で傷つくことに加え、干潮時にはボートが出せなくなってしまう。

## [緩和策]

- 礫養浜の断面が漁船の係留地および航路を埋没させないように留意する。



米軍の掘削航路上に係留される漁船



マイナスの影響 (3): 礫養浜の礫が Amatuku への通勤通学用連絡船用の既存栈橋を埋めてしまう。栈橋を新設し、現有機能を確保する。

ツバル海洋学校 (TMTI) は Fongafale-Amatuku 間を 3～4 往復する連絡線を運営している。Luapou 栈橋は TMTI によって設置され、維持管理されている施設である。下図に栈橋の断面図を示す。



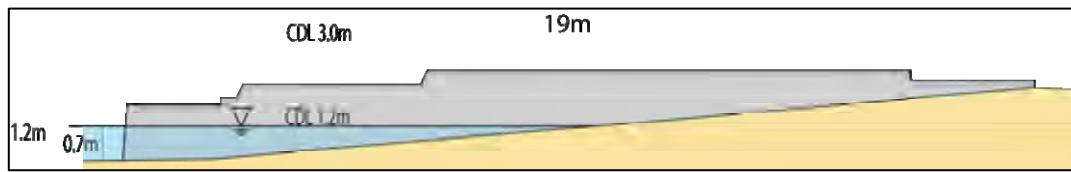


図 11.10 Luapou 栈橋 の断面図 (干潮時)

## [緩和策]

- 同じ場所に新たに栈橋を新設するなどして、現在ある船舶の発着機能を維持する必要がある。



Luapou 栈橋



Viaku 栈橋

## [便益に係る地域の関係者間の係争 (S/N 9)]

マイナスの影響 (4) : 土地所有問題が発生する可能性がある。新たに作られる土地の所有権はその帰属を着工前に明確にしておく必要がある。

背後地の土地所有者の中に、新たに造られる土地 (礫養浜) の所有権を主張する者がでてくる可能性がある。安全確保のために海岸保全施設 (緩衝帯) の個人の土地利用は抑制することが必要である。

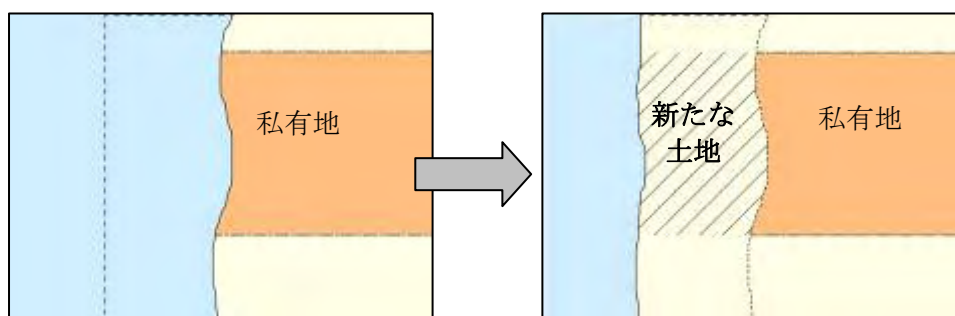


図 11.11 礫養浜による土地の増加

## [緩和策]

- 法律または条令を取り決め、礫養浜部分は公共用地 (Crown Land) であることを建設前に合意しておく必要がある。

## [水の利用、水利権、その他地域住民の有する公的権利等 (S/N 10)]

マイナスの影響 (5) : 通勤・通学、漁業・係船、海岸への自由なアクセスは確保する必要がある。上記 (2)、(3) と同様。

## [植物、動物、生態系 (S/N 18)]

マイナスの影響 (6) : 礫採取予定地として Funamanu 島、Falefatu 島、および Mateika 島の砂嘴が検討されている。これらの島に艇を接岸するとき、もしくは搬出用仮栈橋を造成するときにサンゴの生息地と交錯する可能性があるが、その場合サンゴの移植を確実に行うことが求められる。

養浜に必要な礫は図 11.5 に示す、3つの島の砂嘴から掘削・運搬される予定である。図 11.12 にはサンゴの被度の分布を示したものである。環境影響が最小かつ最適な礫運搬方法を注意深く検討する必要がある。この掘削・運搬についてはフナフチ役場および環境局等の関係機関から事前に了承を得ることが望まれる。

## [緩和策]

- 設計上の必要掘削量は最小限に抑える。
- サンゴの繁茂位置と交錯しない搬出方法を検討する。
- 搬出時に交錯が不可避のサンゴは移植し、工事後にもとの場所に戻す。

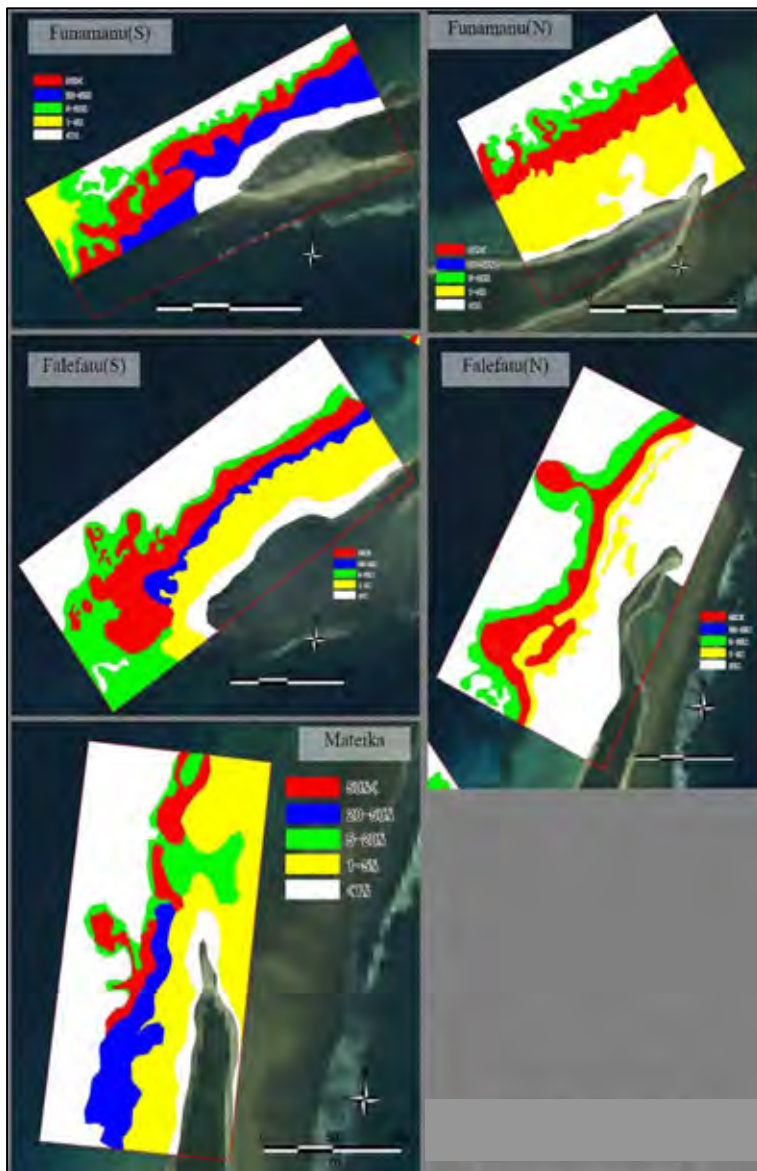


図 11.12 礫採取地付近のサンゴの被度

#### 11.4 まとめと結論

事業提案者（PP）であるツバル環境局とともに、PEA（簡易環境影響評価書）を策定した。この中で、本事業が対象となる地域およびその周辺に及ぼす影響は、表 11.7 に示した通りである。今後は評価者である（PP でもある）環境局が PEA を審査した後、所管大臣が EIA の要・不要を判断する。重大な環境があると判断された場合は、EIA ガイドライン第 12 条に基づき、EIA が実施されることになる。

## 12 まとめ

### 12.1 海岸保全対策の緊急性

フナフチ環礁の海岸保全を図るためには、島の形成・維持メカニズムに基づいた保全策を実施するとともに、そのメカニズムに悪影響を与える要因を緩和し、また、将来の海面上昇も考慮して、長期的な島の耐性の向上を考えなければならない一方で、すでに海岸侵食が進行しており、生活に影響を及ぼす箇所については、緊急的、短期的な対策が必要とされており、早急な対策事業の計画策定が求められている。特に首都フナフチのあるファンガファレ島には、「ツ」国全人口(9,652人：2006年、大洋州共同体事務局)の約45%にあたる国民が生活しており、海岸保全対策事業の立案が緊急の課題となっている。

### 12.2 海岸保全対策地域の優先度と対策工法選定方針

現地踏査、海岸災害に関するアンケート調査結果及び背後地の状況等から、フォンガファレ島の各地域別の対策方針をとりまとめた。さらに、アンケート調査で抽出された越波の被害地域を中心に、越波状況実態調査を行い、災害の状況、波の打上げ高及び背後地の状況から緊急度を整理し、地区ごとの優先順位付けを行った。順位付けは、防災上の緊急度(侵食、波のうちあげ高、災害履歴など)、地域の重要度(住宅密集度、公共施設、など)について、ランク評価したうえで総合的なマトリクス評価を行うとともに、地域の要請などを反映して設定した。背後地に重要なインフラ(庁舎、病院、学校、主要道路等)があり、人口密集度が高い地域において優先度を高くした。その結果、優先度は、政府機関や学校等の重要な公共施設のあるFonagafale 島中央部のL-D 地区が最優先となり、次にFunafuti 港とFonagafale 島中央部を結ぶ道路のあるL-C 地区が次に優先度が高い結果となった。

対象地域における対策工法の選定にあたっては、以下のような方針とする。

- 島が本来持っていた伝統的な海岸風景に合った工法とする。
- 海浜の再生を目指すべく、人為的な漂砂移動の阻止を最小限にとどめ、砂の堆積を促進できる工法とする。
- 地域住民の海岸利用状況、船舶の運航状況、及び地域の自然環境を考慮した工法とする。
- 海岸災害の軽減が最大限に図られるよう、ハード対策とともに地域住民が主体となるソフト対策を導入する。

ツバル国に適用が可能と考えられる海岸保全施設の比較検討をした結果、沖への土砂損失の恐れがなく、有孔虫による砂供給の増大による砂浜の再生の基盤となりうる礫材を用いる養浜を主とすることが最適と判断された。

### 12.3 各地域別の対策

フォンガファレ島の調査区域は 7 区域に分割して調査を進めた。各地域について、ゼロオプションを含む海浜保全復旧の代替案が作成/検討され、最適案が選択された。各地域のうち、緊急度 1 から 3 のレベルにある地域については越波対策としてハード対策とソフト対策の両方を実施し、緊急度 4 以下のレベルにある地域についてはソフト対策のみを実施する。特に、外海側で被害を受けている地域は、本来人が住むべきでないストームリッジの先端部においてストームリッジを切り崩し、人家が建設されたことにより越波被害を増大させているところが多い。このような外海側の越波対策について、規模の大きいハード対策（護岸工事等）を実施した場合には住居移転の問題が発生する可能性もあり、事業実施に多大な時間を要することになる。そこで、本プロジェクトでは、外海側の越波対策について、ハード対策としてストームリッジを一部修復（石積みによる嵩上げ）するが、基本的にはリーフェッジを形成する自然の仕組み（サンゴ礫の打上げと植生によるストームリッジの締め固め）を人為的に阻害しないように、礫材不法採取・掘削対策、植生不法伐採対策および海岸災害の発生原因と対策に関する住民啓発活動島のソフト対策を計画する。この考え方に基づいて、各小区域に対して礫浜養浜、後浜地の植栽、ボロービットの埋め戻し、ストームリッジの嵩上げの計画がそれぞれ検討され、4 代替案が立案され、概算工費が見積もられた。本事業で実施する対策工案を次表に示す。

表 12.1 本事業で実施する対策工案

| 対策工                           | 第 1 案 | 第 2 案 | 第 3 案 | 第 4 案 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 礫浜養浜工(D-1、D-3 地域)             | ○     | ○     | ○     | ○     |
| 礫浜養浜工(C 地域)                   |       |       |       | ○     |
| 後浜地の植栽工                       | ○     | ○     | ○     | ○     |
| 沿岸のボロービットの埋め戻し工(D-1、D-3 地域前面) |       | ○     | ○     | ○     |
| 沿岸のボロービットの埋め戻し工(C 地域前面)       |       | ○     | ○     | ○     |
| 石積みによる嵩上げ工（パラペット）             | ○     | ○     | ○     | ○     |
| 石積みによる嵩上げ工（ストームリッジの修復）        |       |       | ○     | ○     |

### 12.4 対策工実施の方針と実施スケジュール

本事業による効果把握、計画の見直しなど、長期的視点に立った持続的な海岸管理体制を構築するために、順応的管理（PDCA(Plan Do Check Action) サイクル）の観点からモニタリングを実施しながら対策工を順次事業を進めていくことを基本方針とする。

本プロジェクトで立案した海岸防護・再生事業は、海岸侵食等の防止に関する緊急的・短期的な対策事業であり、10年確率波相当の波浪により生じる越波災害を防止することを目的とした海浜整備事業である。目標年次は2020年としている。

本プロジェクトの実施スケジュールは、下記によることを提案する。

|        |                     |
|--------|---------------------|
| 第1年次   | 本工事の一部をパイロット工事として施工 |
| 第2年次   | パイロット工事地区のモニタリング    |
| 第3年次   | 本工事施工 及び モニタリング     |
| 第4年次   | 本工事施工 及び モニタリング     |
| 第5年次以降 | モニタリング継続            |

## 12.5 事業の実施効果と期待される成果

各対策工の実施により、以下のような効果が予想される。

表 12.2 対策工により期待される効果

|       | 期待される効果                          |
|-------|----------------------------------|
| 礫浜養浜工 | 越波防止<br>内陸側への礫移転防止<br>砂の移動/堆積の促進 |
| 植栽工   | 礫浜の締め固め<br>景観向上                  |
| 埋め戻し工 | 越波防止<br>砂の移動・堆積の促進               |

これらの対策工を施工し、その効果が発揮されることにより、本計画では次のような成果が得られる。

- ・ 毎年ラグーン側沿岸に襲って来ている10年確率波相当以下波浪の越波による、家屋浸水被害、家財道具浸水被害、事業資産被害、農作物被害、公共土木施設被害等の浸水災害を防止することができる。
- ・ 10年確率波相当以下波浪の越波による浸水で起こされる弱者の負傷や恐怖、ストレスなどの人的被害を防止することができる。
- ・ 本計画の礫養浜により、ラグーン側海岸部に約20,000 m<sup>2</sup>の新たな土地が造成され、環礁の伝統的な風景がよみがえり、良好な景観が形成される。この土地は住民のスポーツやレクリエーションのための広場として利用でき、将来この礫浜の上に砂が堆積すれば、ツバルの観光スポットのひとつの環礁砂浜海岸として観光客誘致に役立つことができる。
- ・ 礫浜養浜により、既存の土地を防護し、波浪が礫浜で減衰されることにより侵食作用

が弱まり、侵食を防止できる。

## 12.6 事業評価

プロジェクトの便益は、家屋、家財道具、農作物、公共施設等への浸水直接被害額の減少、家庭における応急対策費用の減少、人的被害額の減少、および土地造成による価値増加額として計測された。EIRR は第1案 11.6%、第2案 7.25%、第3案 6.77%と計算され、事業実施に経済性があるが、第4案の場合は 4.23%であり、経済性は低いと判断される。

本プロジェクトを施工するに当たり、住民移転等の社会的影響は発生せず、調査期間中に繰り返し開催した住民公聴会では、プロジェクトの早期実施を要請する意見が多かった。また、環境への影響は低く、工事によるラグーン内生態系に対する影響は、コーラル移植等の対策をとれば、回復可能な範囲にとどまる。

本計画は越波による浸水被害を防ぐための実行可能な対策工であり、環境への影響は回復可能であり、完成後は、逃げ場のない環礁で波の越波により自宅やその周辺が浸水し、増水してくる恐怖とストレスから住民を解放することができる。以上より、本計画実施の意義は大きいと判断される。

## 13 提言及び今後の課題

### (1) 本プロジェクトにより埋め立てられる海浜の土地所有権の明確化

本プロジェクトの実施の前提として、本プロジェクトにより埋め立てられる海浜については、隣接地主の所有権が及ばないこと、国家または地方行政組織（Kaupule）がこの海浜の所有権を有することを明確にした法令の整備が必要である。

本プロジェクトチームは、この海浜の所有権について第2次現地調査及び第3次現地調査を通じてツバル側にこの問題を提起し、意見交換を行ってきた。その結果、この海浜の所有権については、Fale Kaupule に委ねるべきとの意見が多数を占めた。また、Fale Kaupule よりツバル政府に対して、この海浜の土地所有権を Fale Kaupule とし、Community Land として位置づけることを要請するレターを提出することが提示された。

今後、ツバル政府と Fale Kaupule との協議を通じて、早急にこの海浜の所有権を明確化する法令の整備が必要である。

### (2) 滑走路安全地帯における礫の採取工事と海砂による置換え工事について

滑走路安全地帯における礫の採取工事と海砂による置換え工事については、既存滑走路の運用スケジュールに合わせて、東側の安全地帯から礫材を主とする土砂の掘削と搬出、そして、浚渫土の搬入、敷均し・転圧を完了させ、工事用資機材を全て現場から撤収、清掃作業まで完了させなければならない。現在（2010年9月）、火曜、木曜の週2便、定期運航していることから、飛行機が飛来する毎週火曜、木曜の早朝を期限とした数日間の短い作業サイクルを繰り返すことになる。

本プロジェクトチームは、これらの工事が滑走路に悪影響を与えないように、関係機関（PWD、航空局、Kaupule）と協議を始めている。

今後、詳細設計および工事の実施に先立ち、計画内容、工程、安全管理に関してツ国の Civil Aviation Department を通してフィジー国の Civil Aviation Department とも十分な説明協議が必要である。

### (3) 海岸災害に関するソフト・コンポーネント対策の実施

維持管理に必要な個々の項目は、カウプレがカウプレ法に基づき、島の海浜保全の一環として既に実施している。現在、Kaupule が礫等の骨材不法採取対策や不法伐採対策を実施しているとはいえ、それらは効果的に機能していない。その原因は、カウプレの監視体制の不備もあるが、住民自身の海岸保全に対する骨材不法採取や不法伐採の悪影響への認識が低いこと、海岸保全の意識が低いことによっている部分が多い。

住民の海岸保全の意識を高めるための海岸災害の発生原因と安全対策についてのアウェア



ネスの実施をソフト・コンポーネントとして実施することが、本プロジェクトにより実施される礫浜養浜や植栽の海岸保全効果を高めるために必要である。

#### (4) パイロット工事の実施

礫養浜は、現地調査結果から科学的根拠に基づき計画し、セミナーや公聴会を通じて地元住民の合意を得ている。しかしながら、海岸へ作用する波浪等の外力は日々変化し現在の科学技術においても完全に予測どおりの結果になるとは言えない。また、調達する礫材の特性によっても、住民がセミナーや公聴会を通じてイメージしている海岸と異なるものにならないとは限らない。

従って、自然の不確実性や礫材等の調達事情の変化により当初計画では想定していなかった事態に陥ることもあらかじめ考慮できるように、パイロット工事を実施し、その結果をモニタリングにより把握した後、優先地区全体に対策工を広げていくのが望ましいと考える。

#### (5) 維持管理組織の設置

本プロジェクト実施後、適切な維持管理を行わないと効果が低下する場合がある他、不適切な利用がなされた場合には住民の生活空間にそぐわない沿岸も作り出しかねない事態も想定される。

従って、建設された海岸保全施設をよりよく維持・改良していくことを目的とした組織・制度が必要であり、そのための「海岸維持管理組織」の設立が望まれる。なお、この「海岸維持管理組織」は各方面からの協力や住民の積極的な参加と活動内容についての主体的な検討作業が必要である。

#### (6) モニタリング技術の能力強化

各対策工による効果や影響を把握するためのモニタリング調査について、ツバルの公共機関（政府機関、Kaupule）は、調査経験がほとんど無い。さらに、地域住民においても、住民参加型のプロジェクトや環境モニタリングの経験が乏しい。

従って、このような官民協働によるモニタリング体制を構築するうえで、モニタリング技術に関する能力強化（キャパシティ・ディベロップメント）が必要である。

- ツバル政府および Kaupule 職員に対するモニタリング技術の指導
- 住民参加型のモニタリングの指導
- 住民参加型の植栽活動の技術移転

#### (7) ツバルにおける環境影響評価制度の確立

ツバルにおける環境影響評価は、“Environment Protection (Environmental Impact Assessment) Regulations 2007” (EIA ガイドライン) によって義務付けられることになっているが、担当大臣である天然資源環境省大臣の署名が得られておらず、現時点においてその発効が待た

れている段階にある。

従って、この EIA ガイドラインについて、新たに選出された自然資源環境省大臣による承認手続きを進め、早急に環境影響評価制度を確立することが望まれる。

#### (8) 船揚場の設置

優先地区には、コンクリートやブロックを積み上げて作られた船揚場が 9 箇所存在する。この内、いくつかは壊れており使用されているものか不明であるが、礫養浜を実施するとこれらの船揚場は埋没し、使用できなくなる。そのため、第 3 次現地調査で実施した公聴会では、特に漁民グループから船を陸揚げする船揚場の設置が強く求められている。

今後、船揚場の設置方法については、①端部処理を兼ねた船揚場とすることや②礫が安定形状になった後に、沿岸漂砂に与える影響が小さくなるよう礫の法先程度のものとする、等が考えられる。