

トンガ国
社会インフラ省

トンガ国
国内輸送船用埠頭改善計画準備調査
準備調査報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 I D E S

基盤
CR(1)
15-089

トンガ国
社会インフラ省

トンガ国
国内輸送船用埠頭改善計画準備調査
準備調査報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 I D E S

序 文

独立行政法人国際協力機構は、トンガ王国の国内輸送船用埠頭改善計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル・株式会社 Ides 共同企業体に委託しました。

調査団は、2014年8月22日から10月4日まで現地政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、2015年2月9日から2月19日までの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

2015年3月

独立行政法人国際協力機構
社会基盤・平和構築部
部長 中村 明

要 約

1. 国の概要

トンガ国（以下「ト」国）は、南太平洋に位置する大小 172 の島々からなる諸島国で、排他的経済水域 700,000km²、陸地面積 720km²、人口約 10 万人である。同国は、南から Tongatapu（トンガタプ）、Ha'apai（ハアパイ）、Vava'u（ババウ）、Niuas（ニウアス）の 4 つの諸島を構成しているが、そのうちトンガタプ諸島は、主に首都ヌクアロファのあるトンガタプ島（面積 259 km²、人口約 7 万人）とその南東約 40 km に位置する Eua（エウア島：面積 87 km²、人口約 5 千人）から構成され、全人口の 70 % 以上が居住している。住民は 98% がポリネシア人であり、言語はトンガ語と英語が公用語となっており、宗教はキリスト教がほとんどである。

「ト」国は、貿易風が年間を通じて絶えず吹いており 5 月～8 月の冬季は弱く、12 月～4 月の夏季は強く吹く。最多風向は、約 70% の頻度で南東または東南東からの方向である。トンガタプ島では、12 月～4 月が暑く湿った季節で平均 27℃ 程度である。降雨量も夏季が多く、特に 1～3 月では、200 mm/月以上となり、湿度も約 77% になる。一方、6 月～10 月は、涼しく比較的乾いた季節で、平均気温は 22～24℃ 程度である。また、降雨量も約 130 mm/月で少なく、湿度も 73% 程度である。年間平均気温は 25℃ で、2004～2013 年の平均降雨量は、1,800 mm/年程度である。1 月～3 月にかけて高温多湿に見舞われ、この時期がサイクロンの季節である。赤道付近で発生したサイクロンが発達しながら急速に南下する。直近の来襲では、2014 年 1 月 6 日から 12 日にかけて上陸したサイクロン「イアン」が、ハアパイ群島の北東上空を通過し、ハアパイ各地で家屋やインフラ、農作物に甚大な被害をもたらした。

「ト」国の産業は、農業および漁業の一次産業と観光が主であり、国内市場は狭く、地理的に貿易に適さない位置にあるため、産業が発達しにくい状況にある。財政状態は恒常的に赤字であり、海外援助及び出稼ぎ者からの国内送金に大きく依存し、失業は慢性的で海外に職を求めて米国、ニュージーランド、オーストラリアにそれぞれ数万人が移住していると言われている。GNI は 4.7 億米ドル（2013 年世銀）、一人当たり GNI 5,450 米ドル（2013 年世銀）である。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

(1) 「ト」国の港湾

1) 主要港湾施設

表 1 は、「ト」国の主要港湾と管理者及びその性格を示したものである。首都のあるトンガタプ島の Nuku'alofa 港（ヌクアロファ）が「ト」国における基幹貿易港で、次いでババウ島の Halaevalu 港（ハラエバル港）やハアパイ島の Taufa' ahau 港（タウファハウ港）も拠点港として貿易の一端を担っている。

ヌクアロファ港は、1998 年の「港湾公社法」によって設立されたトンガ港湾公社（Ports Authority Tonga: PAT）によって管理運営されており、その他の港湾は全て社会インフラ省（Ministry of Infrastructure: MOI）の海事港湾局（Marine & Ports Division）が管理運営している。

表1 「ト」国の主要港湾と管理者

島嶼名	港湾名	管理者	港湾の性格
トンガタブ島	ヌクアロファ港	PAT	拠点港、貿易港、国際観光港、生活港湾
ババウ諸島	ハラエバル港	MOI	拠点港、貿易港、生活港湾
ハアパイ諸島	タウファハウ港	MOI	拠点港、貿易港、生活港湾
	プロツ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
ニウアス諸島	フツ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
	パシブランギ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
エウア島	ナファヌア港	MOI	地域拠点港、生活港湾

出典：JICA 調査団

ヌクアロファ港は、国際貨物船や国内島嶼間輸送用大型船舶（以下「大型船舶」）が使用する Queen Salote Wharf（クイーンサロテ埠頭）、国際旅客船が使用する Vuna Wharf（ブナ埠頭）、国内小型船舶（以下「小型船舶」）が使用する Fua Wharf（ファウア埠頭）の3埠頭からなっている。

クイーンサロテ国際埠頭では、年間約22万トン程度の輸出入貨物を取り扱っている。その内、輸入20万トン、輸出2万トンで過去10年間その数量はほぼ横ばいである。その主要輸送ルートはニュージーランドからの輸入雑貨を積んだフィーダー・コンテナ船によるもので、概ね1回・週程度の接岸頻度である。ちなみに、我が国からは、日本～アジア航路～大洋州周回船が1回・月程度接岸している。

ヌクアロファ港内の各埠頭の概要を表2に示す。

表2 ヌクアロファ港の埠頭施設一覧

埠頭名	パース名	延長 (m)	水深 (m)	摘要
クイーンサロテ埠頭	No.1 (北)	93	11.6	コンテナ、一般貨物
	No.2 (北西)	110	12.0	コンテナ、タンカー、Ro-Ro、一般貨物
	No.3 (西)	100	8.0	国内離島向け Ro-Ro
	No.4 (西)	60	8.0	国内離島向け貨物、旅客
ブナ埠頭	No.1	120	12.0	国際クルーズ、軍船
ファウア埠頭			3.0	小型船舶、漁船、プレジャーボート

出典：PORTS AUTHORITY TONGA Home Page, Marine Operations

2) 国内島嶼間海運の現状

「ト」国の国内貨客船輸送を担う海運機関は、①日本から供与されたオトワンガオファ号を運行管理する公社 Friendly Island Shipping Agency (FISA) を始め、②韓国プサンの Seo Dong Maritime Services から購入した船舶である MV Onemto (オネモト号) をトンガタブ島とエウア島間を毎日就航させている Eua Sea Transportation Council、③Uata Shipping Line、④ South Seas Co. Ltd、⑤Trgansam Dateline Shipping Agency、⑥Forum Shipping Agency、⑦Vava'u Shipping Services (Halaevalu Wharf で港湾荷役を提供) が存在する。

FISA はトンガタブとハアパイ諸島及びババウ諸島間の国内島嶼貨客輸送を担っている。また、同ラインには民間船社である Uata Shipping Line が日本の中古船 MV Pulupaki (プルパキ号) を就航させ主要離島間の貨客輸送にあっている。国内向け大型船舶の海上輸送は、クイーンサロテ埠頭 No.3 及び No.4 バースで行われており、オトワンガオファ号とプルパキ号が島嶼間の貨客を輸送し、シトカ号は主に建築資材、ヌイバカイ号は主にエウア島からの材木の輸送を担っている。現在、クイーンサロテ埠頭を利用している国内島嶼間大型船舶を表 3 に示す。

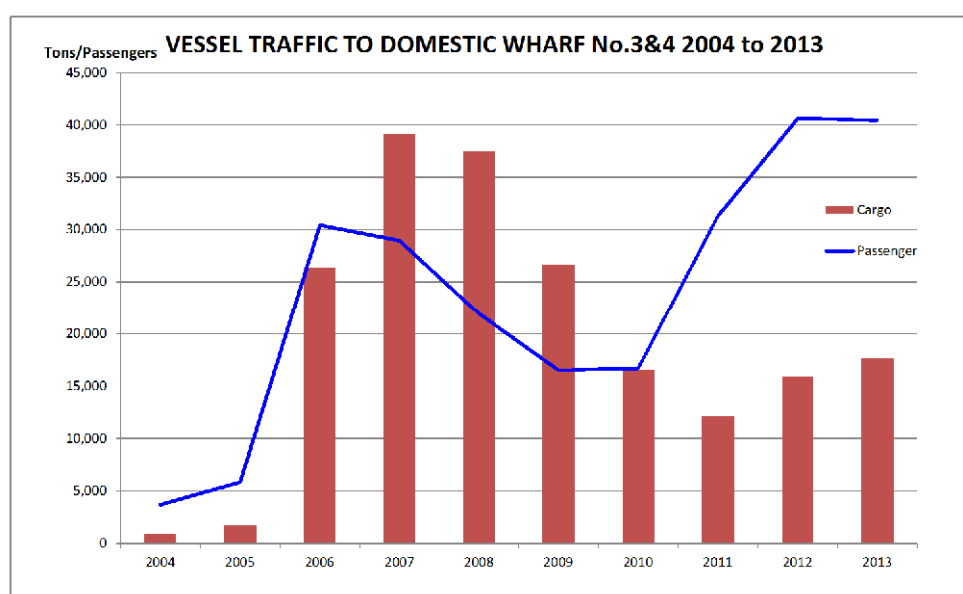
表 3 国内島嶼間フェリー

船名	オトワンガオファ号 OTUANGA'OFA	プルパキ号 PULUPAKI	シトカ号 SITKA	ヌイバカイ号 NUIVAKAI
船主	FISA社 (公社)	UATA Shipping (民間)	South Sea Shipping (民間)	FISA社 (公社)
利用形態	離島間フェリー (ヌクアロファ-ハーハイ-ババウ)	離島間フェリー (ヌクアロファ-ハーハイ)	貨物船 (主に建築資材)	貨物船 (主にエウアからの材木)
全長	53.00 m	48.50 m	42.95 m	44.75 m
幅	13.50 m	10.00 m	7.62 m	-
喫水	3.00 m	2.72 m	2.84 m	3.35 m
総トン数	1,534 G.T.	500 G.T.	289 G.T.	591 G.T.
貨物積載量	563トン	120トン	133トン	-
最大旅客数	400人	250人	-	-
建造年	2010年	1989年	1963年	-
建造国	日本	日本	デンマーク	ノルウェー

出典：JICA 調査団

3) 国内輸送船舶の取扱貨物量

過去 10 年間の国内島嶼間の貨物及び旅客数量を図 1 のグラフに示す。



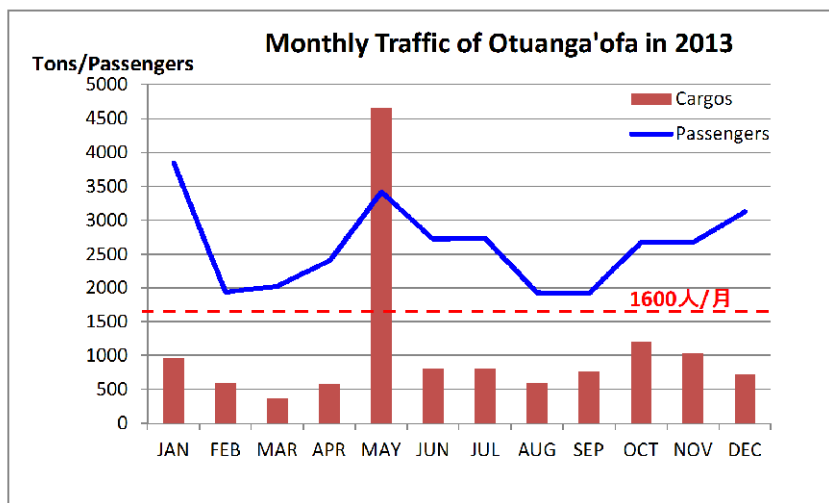
出典：JICA 調査団

図 1 過去 10 年間の国内大型船舶取扱貨客量

2006～2009年の貨物量は、離島での公共事業等による建設資機材の輸送により、貨物量が増加しているが、ここ数年は主に生活物資等が輸送されており年間2万トン弱の貨物量となっている。

旅客数は、国内フェリー船の老朽化や故障による影響で一時落ち込んだが、2010年以降はオトワンガオフア号の就航により増加傾向にあり、昨年は年間4万人の旅客を輸送している。

2013年のオトワンガオフア号の月別貨客数を図2に示す。



出典：JICA 調査団

図2 オトワンガオフア号月別取扱貨客量（2013年）

月別貨物量は、通常月当たり1千トン程度であるが、毎年5月から7月に島嶼間持ち回りで開催されるキリスト教の集会時には、会場設置準備のため大量の建設資材や機械が輸送されている。

月別旅客数は、各月ともオトワンガオフア号の通常月の旅客数1,600人/月（=400人×4航海/月）を超えており、週1回の運航は常に満席状態であることが確認できる。特に、年末年始とキリスト教集会時には、週2～3回の運航により対応していることがわかる。

(2) 国内島嶼間輸送の現状と課題

今回の検討対象である大型船舶用岸壁は、クイーンサロテ国際埠頭の一部に用意されている。「ト」国の基幹輸送モードである国内離島向け大型船舶には専用埠頭が無く、いわば間借りしている状態である。既存埠頭を利用する貨客の状況は、貨物混雑状況に加え、そのいびつなヤード形状が更に悪影響しており、旅客と出迎え車両及び貨物車両の混在、駐車車両が入り乱れ、通常期でさえ国際埠頭入口まで人と車が溢れており、非常に危険な状況である。また、港内はほとんど舗装されておらず、特に東風が卓越する際には、港内は砂埃まみれになり、港利用者や乗船待ちの旅客とその見送り者にとって劣悪な環境であり、今回実施した動向調査（旅客160名対象）での改善希望においても、港内の舗装化、屋内待合所の設置は上位に入っている。

主力2船舶の埠頭利用状況を見ると、其々直角に交差する2バースを無理に使用せざるを得ないため、複雑で危険な操船・接岸を強いる危険な状況となっている。また、これら2船舶は、

サイクロン悪天候季節において強風波浪が卓越する際、同埠頭への回折波が 2 船に大きく影響し、酷い時には沖合に出て海象条件が安定するのを待たなければならない状況で、既存の泊地はシェルター・ポート（避難港）の機能を欠いている。

これら 2 つの主力船の他、同埠頭を利用する船は 2 船ある。ひとつが、ヌイバカイ号でエウア島からの木材ログの荷卸しを行っている。接岸頻度は約 1 回・週程度で、主力 2 船を避けながら接岸・荷卸しを行っている。もうひとつはシトカ号で、主に建設資材をハアパイ、ババウ、ネイアウに運んでおり、これは比較的小型船である故、本来オトワンガオフア号のみで使用すべきバースを同船と同時に使うことが多い。

以上を整理すると、目下の国内大型船舶用埠頭が抱える課題は次の通りである。

- i. 貨客流の整流化と其々の安全性の確保、適正な駐車スペースの確保。
- ii. 貨物ヤードの拡大の必要性。
- iii. 避難港の必要性。
- iv. 安全な着離岸を可能とする水域・バース整備の必要性。
- v. 貨客船利用者の屋内待合場所の新設。

(3) 相手国政府からの要請内容

1) 当初要請

前述した国内大型船舶用埠頭の現況と課題を受け、「ト」国は、現在小型船舶用として利用されている既存ファウア埠頭を大型船舶の着岸も可能な国内船専用埠頭として改修整備し、クイーンサロテ埠頭を本来の国際船専用埠頭とすることにより、国際・国内貨物の分離、また、旅客や港湾保安の安全性の向上を図ることを計画している。

一方、エウア島は林業が盛んであるが、同島唯一の港湾であるオホヌア港（ナファヌア埠頭）の施設では、オトワンガオフア号等の大型船舶の入港・停泊ができず、現在は小型船舶により旅客・貨物の輸送を行っているため、輸送効率が悪い状況である。同島で伐採された木材を効率よく運搬し、荷役効率を向上させるためには、大型船舶が入港できるように港湾施設を改修する必要がある。

係る状況から、「ト」国政府は我が国に対し、ヌクアロファ港及びオホヌア港の港湾施設の改修にかかる無償資金協力を要請した。当初の「ト」国からの要請内容は、既存ファウア埠頭内の改修事業であり、主な内容は以下のとおりであった。

- ◆ 港口部の拡幅（15m）及び埠頭内浚渫
- ◆ 埠頭の拡幅及び延長（幅 10m×長さ 130m）
- ◆ 2 階建て旅客ターミナルビル建設
- ◆ 太陽光パネル設置
- ◆ 胸壁設置
- ◆ 乗降ランプ設置

2) 協力内容の整理

当初要請の内容、事前調査での協議事項、派遣前対処方針会議における埠頭整備案を踏まえ、現地調査において国内輸送船舶の関係者（MOI、PAT、ポートマスター、水先案内人、船会社、船長等）とヒアリング及び協議を実施した結果、以下の理由で当初要望である既存ファウア埠頭内の改修ではなく、ファウア埠頭に隣接する西側海域に、大型船舶に対応した埠頭施設を新たに整備する方向で要望内容を変更することを確認した。

- 既存ファウア埠頭内の水域が狭隘なため、年間を通じた大型船舶の安全な操船作業が困難である。
- 大型船舶対応のための港口部拡幅による波浪の進入により、港内静穏度が悪化し、現在の小型船舶用避難港としての機能が低下する。

本プロジェクトの整備対象位置の変更に伴い、施設整備の内容が変更となった。当初要望と今回実施案の対比表を表4に示す。

表4 施設整備比較表

施設名	当初要望内容	今回計画案
防波施設	胸壁 H=1.5m, L=134m	防波堤 約 L=250m
岸壁	幅 10m×延長 134m	幅 35m×延長 90m 幅 25m×延長 90m
乗降ランプ	1箇所	2箇所
浚渫工	計画水深-5.5m（現況-3.5m）	計画水深-4.0m（現況-0.6m）
撤去工	港口部 L=15m	該当なし
ターミナルビル	2階建て 50m×17m	3階建て 50m×25m
太陽光パネル	1式	1式
ヤード、道路、外構	1式	1式

出典：JICA 調査団

エウア島については、大型船舶の入港のためには、大規模な港湾改修が必要であり、要請内容の事業規模とは大きな乖離があるため、今回の案件の対象としないことを確認した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

(1) 調査期間

独立行政法人国際協力機構（JICA）は、2014年8月22日～10月4日まで調査団を派遣し、地形・深浅測量、土質調査、環境調査等を含む現地状況調査を実施するとともに、「ト」国 MOI と本計画に関する協議を重ね、要請内容、維持管理体制、予算措置等についての確認及び協議を実施した。帰国後に調査団は、日本側関係者と協議を重ねると共に、プロジェクトの概略設計を実施した。それらの結果を協力準備調査報告書（案）としてとりまとめ、2015年2月9日～2月19日まで、現地説明を実施した。

(2) 上位計画と本プロジェクトの位置づけ

「ト」国における港湾整備に関連した上位計画である「トンガ戦略的開発構想 2011-2014」では、適切に維持管理されたインフラはトンガ国民の生活水準の向上に寄与すると示しており、その中で港湾分野に関しては、「ト」国全体の発展に寄与するための適切な組織設定と安全かつ信頼性ある港湾輸送の確保の必要性や、国際基準に則った港湾輸送に係る法令順守及び安全管理体制の強化等を掲げている。

これらの戦略的目標の下、「国家インフラ投資計画（National Infrastructure Investment Plan: NIIP）」では港湾セクターの短期的な計画として2つの柱を示しており、それはヌクアロファ港を管理するPATによる同港クイーンサロテ埠頭を中心とした国際港湾物流の高規格化と、ファウア埠頭の西側に国内貨客輸送の向上のための拡張計画が掲げられており、PATがヌクアロファ港開発マスタープランとして纏めている。このマスタープランは、現政府及びインフラ整備計画立案を司るMOI内で周知・確認がなされており、その方向性は「ト」国として承認されている。

以上から、本プロジェクトによる大型国内輸送船用埠頭の整備は、上記 NIIP で掲げられている計画に合致するものと位置づけられる。

(3) プロジェクト目標及び協力対象範囲

1) プロジェクト目標

本事業は、トンガタブ島ヌクアロファ港に大型国内輸送船用の埠頭を整備することにより、国内輸送及び荷役作業の効率化並びに安全性の強化を図り、もって当国の経済発展に寄与することを目的とする。

2) 本プロジェクトによる投入（協力対象範囲）

a) プロジェクトの基本コンポーネント

「ト」国からの当初要請、2014年に実施された事前調査における協議及び、今回現地で行った調査及び協議結果を踏まえ、協力対象範囲を下記の通り整理する。

表5 プロジェクトの基本コンポーネント

番号	施設	協力内容	備考
1	防波堤	傾斜堤式防波堤の新設	延長約 250m
2	岸壁	大型船舶用 2 バース	L=90m/バース
3	乗降ランプ	2 箇所	
4	附帯施設	係船柱、防舷材、車止め等	
5	航路及び泊地	浚渫工	計画水深-4.0m
6	荷役ヤード	浚渫土による埋立、コンクリート舗装、LED ヤード照明灯 8 基	CDL+3.0m
7	旅客ターミナルビル	3F 建て RC 構造、太陽光パネル	
8	進入道路、駐車場	アスファルト舗装、道路照明	
9	外構	歩道、屋根付き旅客通路、排水工、フェンス、緑地	
10	守衛室、ゴミ集積所	1F 平屋建て、各 2 箇所	
11	航行援助施設	標識灯 2 基、誘導灯 1 基	

出典：JICA 調査団

b) 大型国内輸送船用埠頭の整備に対する各コンポーネントの位置づけ

本プロジェクトの目的と施設整備との位置づけを下記のとおり整理した。

① 船舶入出港時の航行安全の確保

- a) 適切な航路及び泊地の整備
- b) 航行援助施設の設置（港口部航路標識及びセクターライト）

② 船舶の接岸及び係留時の安全確保

- a) 防波堤設置による港内静穏度の確保
- b) 防舷材及び係船柱の整備

③ 荷役作業・旅客の安全確保

- a) 荷役ヤード及び乗降ランプの整備
- b) 貨客動線の分離
- c) 車両進入ゲート及び守衛室の設置
- d) 侵入防止フェンスの設置
- e) 駐車場の整備

④ 旅客待機場所の安全性及び快適性の確保

- a) 旅客ターミナルビル内待合所の整備
- b) 外構舗装の整備
- c) 屋根付き旅客専用通路の整備

⑤ その他（収益性向上及び景観配慮他）

- a) レストラン及び展望デッキの整備による集客力の向上
- b) ブナ道路側に緑地緩衝地帯の設置
- c) 日ト友好モニュメント等の設置
- d) 避難施設としてのターミナルビルの整備
- e) LED 照明の積極的採用

(4) 基本計画（施設計画）

以上を踏まえた大型国内輸送船用埠頭の整備に向けた計画の検討概要を表 6 に示す。

表 6 大型国内輸送船用埠頭整備に向けた計画コンセプトの検討概要

番号	施設	計画内容	目的
1	防波堤	埠頭北側に延長 250m の防波堤を整備する。構造は傾斜堤式でコンクリート胸壁を設置する。	埠頭内の静穏度（作業限界波高 0.5m 未満での荷役稼働率 97.5%以上）を確保する。
2	岸壁	延長 90m の岸壁を 2 バース整備する。岸壁構造は控え矢板式を採用する。天端高は+3.0m とする。	国内大型輸送船舶 2 隻が同時に接岸・荷役作業が可能な施設とする。
3	乗降ランプ	幅 20m の乗降ランプを 2 箇所設置する。	大型船舶の船尾荷役ランプが潮位変動に応じて設置でき、安全な荷役作業を確保する。
4	附帯施設	係船曲柱（250kN）、V 型防舷材、車止め、コーナー保護材等の附帯施設を設置する。	大型船舶の安全な接岸及び係留を確保する。
5	航路及び泊地	計画水深-4.0m、航路幅 60m、泊地（回頭半径 60m）を浚渫により整備する。	大型船舶の安全な入出港および操船水域を確保する。
6	荷役ヤード	埠頭内の荷役ヤードは全面コンクリート舗装とし、夜間作業用の LED 照明灯 8 基を設置する。	砂埃の発生防止と荷役用重機や運搬車両の安全作業を確保する。ヤードの耐久性を高め、維持管理が容易な舗装を採用する。
7	旅客ターミナルビル	3 階建て RC 構造（幅 25m×延長 50m）で屋根上に太陽光パネルを設置する。	旅客や送迎者だけでなく観光客や地元住民も安全快適に過ごせる空間を提供する。
8	進入道路、駐車場	アスファルト舗装による進入道路及び駐車場（約 100 台）を整備する。	旅客送迎車両や貨物車が安全・円滑に埠頭施設を利用できることを目的とする。
9	外構	歩道、屋根付き旅客通路、排水施設、フェンス、緑地等	旅客が安全・快適に大型船舶への乗降でき、第三者の立ち入り禁止措置や安全を確保する。
10	守衛室、ゴミ集積所	1 階平屋建て各 2 棟を進入ゲート 2 箇所それぞれ配置する。	荷役車両の管理および旅客の安全を確保するためにゲート部にガードマンを常駐させる。また、環境上、船舶からのゴミ集積施設を確保する。
11	航行援助施設	航路入口部に標識灯 2 基、航路センサーを示す誘導灯 1 基を設置する。	大型船舶が年間を通して安全に入出港できることを目的とする。

出典：JICA 調査団

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本プロジェクトの実施に必要な期間は、詳細設計、入札期間を含め 28.5 ヶ月である。概算事業費は約 31.4 億円（日本側 31.2 億円、「ト」国側 0.2 億円）である。

5. プロジェクトの評価

本プロジェクトの実施により、次の成果が期待できる。

(1) 妥当性

我が国と太平洋島嶼国は、両者の関係を強化する目的で、1997 年から 3 年に一度日本で「太平洋・島サミット」(Pacific Islands Leaders Meeting : PALM) が開催されている。太平洋島嶼国は「国土が狭く、分散している」、「国際市場から遠い」、「自然災害や気候変動等の環境変化に脆弱」などの困難を抱えていることから、太平洋・島サミットではこうした様々な課題について共に解決策を探り、太平洋島嶼地域の安定と繁栄を目指し、首脳レベルでの議論が行われている。

直近では 2012 年に第 6 回太平洋・島サミット (PALM 6) が沖縄で開催され、「沖縄キズナ宣言 (Okinawa 'Kizuna' Declaration)」が採択されている。この中で我が国は、2012 年以降の 3 年間で最大 5 億米ドルの援助を提供するために、最大限の努力をしていくことをコミットしている。本件は、「沖縄キズナ宣言」にも見られる我が国の太平洋島嶼国への援助方針に合致しており、外交的意義が高い。

また、国別援助方針においては、「ト」国の自立的・持続的な発展の後押しと二国間関係の強化のため、持続的な支援が重要であることが、援助の意義として言及されている。環境に配慮した持続的経済成長の達成と国民の生活水準の向上を大目標とする援助の基本方針のもと、基礎的な社会サービスの向上やインフラ整備を含む持続的な経済成長基盤の強化に対しても支援を行うとされている。本プロジェクトは、「脆弱性の克服」という 2 番目に掲げられた重点分野（中目標）の中で述べられている「基幹産業である観光業、農林水産業等の産業振興の環境を整備するための社会インフラの整備」に該当する案件として位置付けられている。

以上から本件は、太平洋・島サミットで採択された「沖縄キズナ宣言」に沿った案件であり外交的意義が高く、外務省の国別援助方針における協力重点分野にも合致することから、無償資金協力としての実施意義は高い。

(2) 有効性

1) 定量的効果

本プロジェクトにより期待できる有効性を表 7 に示す。

表 7 本プロジェクトにより期待できる定量的効果

指標名	基準値 (2014 年実績値)	目標値 (2021 年) 【事業完成 3 年後】
港湾施設 1,500 トン級船舶が着岸できる 回数 (回) (年間)	0	45
港湾施設 取扱い貨物量 (トン) (年間)	0	45,000
港湾施設 利用旅客数 (人) (年)	0	45,000

2) 定性的効果

- a) 接岸時間の短縮
- b) ヤード整備と貨客分離による荷役効率の向上
- c) 待合室の整備による旅客の快適性向上
- d) 旅客専用通路の設置による旅客の安全確保
- e) ターミナルビルの整備による収益向上と雇用促進等による経済効果

目 次

序 文

要 約

目 次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト

写真リスト

略語集

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-20
1-1-3 社会経済状況	1-20
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-21
1-3 我が国の援助動向	1-23
1-4 他ドナーの援助動向	1-24

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-5
2-1-3 技術水準	2-6
2-1-4 既存施設・機材	2-6
2-1-5 荷役機械	2-7
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-9
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-9
2-2-2 自然条件	2-9
2-2-3 環境社会配慮	2-28
2-2-4 環境社会の状況	2-32
2-2-5 環境社会配慮制度	2-52
2-2-6 代替案の検討	2-53
2-2-7 スコーピング	2-54
2-2-8 影響評価及び対策	2-57
2-2-9 環境管理計画及びモニタリング計画	2-60
2-2-10 ステークホルダー協議	2-65
2-2-11 結論	2-65

第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要.....	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計.....	3-3
3-2-1	設計方針.....	3-3
3-2-2	基本計画.....	3-8
3-2-3	概略設計図.....	3-49
3-2-4	施工計画.....	3-69
3-3	相手国側負担事業の概要.....	3-78
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-80
3-4-1	PAT の運営・維持管理計画.....	3-80
3-4-2	本計画による PAT の運営維持管理への影響.....	3-83
3-4-3	本計画による PAT の運営・維持管理能力.....	3-85
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3-87
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-87
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-88

第4章 プロジェクトの評価

4-1	事業実施のための前提条件.....	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4-3	外部条件.....	4-1
4-4	プロジェクトの評価.....	4-2
4-4-1	妥当性.....	4-2
4-4-2	有効性.....	4-3

[資料集]

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 基本計画に関する協議経緯（Weekly Meeting 資料）
6. オトワンガオフア号利用客動向調査
7. 公聴会議事録
8. 公聴会開催マニュアル



サイト位置図



完成予想図

■ 写真

写真 1 : クイーンサロテ埠頭 (No.3&4 バース)



写真 1-1 : 大型国内輸送船舶用岸壁全景
クイーンサロテ埠頭内 No.3&4 岸壁
エプロン背後は未舗装



写真 1-2 : 旅客待合所及びトイレ
待合所には壁も無く吹きさらしの状態



写真 1-3 : フェリー用乗降ランプ
船舶 2 隻が並行に接岸する構造。



写真 1-4 : 旅客待合所内の状況
椅子も不足しており、風雨が吹き込む。強風時は
砂ぼこりがひどい。



写真 1-5 : 旅客乗船状況
船の側舷にタラップを設置して乗り込む。



写真 1-6 : 駐車場
駐車場のスペースが不足しており、区画線も無い
ため混雑や渋滞が発生する。

写真1：クイーンサロテ埠頭



写真 1-7：オトワンガオフア号への積込状況
フォークリフトによりコンテナやバラ荷を搬入する。



写真 1-8：荷役用フォークリフト



写真 1-9：船上クレーンによる積込状況
オトワンガオフア号の 2 台のクレーンによる荷役
状況。



写真 1-10：プルパキ号乗船状況
貨物を積み込み後、プルパキ号は岸壁に横付けし、
側舷より乗船する。



写真 1-11：オトワンガオフア号係留状況

写真2：ファウア埠頭



写真 2-1：ファウア埠頭全景



写真 2-2：ファウア埠頭港口部



写真 2-3：防波護岸

現地の石山で採れた石で傾斜堤を築造している。
天端高が低いため荒天時は越波が生じる。



写真 2-4：ファウア埠頭西側

北西隅から南方向を撮影。奥に倉庫が見える。



写真 2-5：ファウア埠頭西側護岸



写真 2-6：ファウア埠頭西側海域

本プロジェクトの計画海域

写真2：ファウア埠頭



写真 2-7：ファウア埠頭西側海域
本プロジェクトの計画海域
奥にブナ道路沿いの護岸が見える。



写真 2-8：ファウア埠頭西側護岸
南から北方向を撮影。



写真 2-9：ブナ道路沿いの遊歩道



写真 2-10：ファウア埠頭西側
プルパキ号の整備用コンテナ等の雑材が置かれて
いる。



写真 2-11：ファウア埠頭西側
プルパキ号の整備用コンテナ等の雑材が置かれて
いる。



写真 2-12：ファウア埠頭西側
プルパキ号の整備用コンテナ等の雑材が置かれて
いる。

写真2：ファウア埠頭



写真 2-13：ファウア埠頭西側
使用されていない老朽船が係留されている。



写真 2-14：エウア島間フェリー乗り場
オネマト号が接岸している。



写真 2-15：オネマト号乗船状況
オネマト号は船首側から貨客が乗船する。
エウア島間を毎日1往復している。

写真3：大型国内輸送船舶



写真3-1：オトワンガオファ号

船主：FISA 社

総トン数：1534GT

貨物積載量：563 トン

最大旅客数：400 人



写真3-2：プルパキ号

船主：UATA 社、総トン数：500GT

貨物積載量：120 トン、最大旅客数：250 人



写真3-3：シトカ号

船主：SSS 社、総トン数：289GT

貨物積載量：133 トン、主に建設資材運搬



写真3-4：ヌイバカイ号

船主：FISA 社、総トン数：591GT

主にエウア島からの木材運搬

図リスト

	<u>ページ</u>
図 1-1	EEZ の領域図面 1-1
図 1-2	「ト」国の主要港湾位置図 1-2
図 1-3	ヌクアロファ港埠頭位置図 1-3
図 1-4	クイーンサロテ埠頭平面図 1-4
図 1-5	過去 11 年間の入出港船舶数（クイーンサロテ埠頭） 1-5
図 1-6	過去 11 年間の国際取扱貨物量 1-5
図 1-7	国際貨物内訳（2013 年） 1-6
図 1-8	過去 11 年間のコンテナ取扱量 1-6
図 1-9	国内島嶼間フェリーの写真 1-7
図 1-10	オトワンガオファ号の運航ルート図 1-8
図 1-11	エウア島間就航フェリーの写真 1-10
図 1-12	過去 10 年間の国内大型船舶取扱貨客量 1-11
図 1-13	オトワンガオファ号月別取扱貨客量（2013 年） 1-12
図 1-14	過去 10 年間のエウア島間取扱貨客量 1-14
図 1-15	既存ヌクアロファ港の主要用途 1-15
図 1-16	既存国内大型船舶用埠頭 1-16
図 1-17	国内大型船舶主力 2 船による既存埠頭利用状況 1-17
図 1-18	中央埠頭のフリーマーケット（毎週土曜日） 1-18
図 1-19	エウア島向けオネマト号の日常 1-19
図 1-20	ファウア埠頭の沈船とそれがオネマト号に及ぼす悪影響 1-19
図 1-21	ファウア埠頭内改修平面図（当初要請） 1-21
図 1-22	ファウア埠頭内接岸イメージ図 1-22
図 2-1	社会インフラ省の組織図 2-2
図 2-2	海事港湾局の組織・所掌事項 2-3
図 2-3	PAT の部門組織図 2-4
図 2-4	MOI、MPE および PAT の関係（計画段階～運営管理段階） 2-5
図 2-5	PAT 所有のバックホウ（2.0m ³ 積） 2-6
図 2-6	PAT 所有のグラブ浚渫船（修理中） 2-7
図 2-7	FISA 所有の修理棟 2-7
図 2-8	荷役用フォークリフト 2-7
図 2-9	我が国供与のコンテナ（右側が冷凍コンテナ） 2-8
図 2-10	既存オープンコンテナ 2-8
図 2-11	海岸沿いのブナ道路と遊歩道 2-9
図 2-12	月別気温（2004～2013 年） 2-10
図 2-13	月別平均降雨量（2004 年～2013 年） 2-11
図 2-14	月別一日当たりの最大降雨量（2004～2013 年） 2-11
図 2-15	月別一日当たりの降雨日数（2004～2013 年） 2-12

図 2-16	月別平均相対湿度（2004 年～2013 年）	2-12
図 2-17	月別風配図（2009 年～2014 年）	2-13
図 2-18	アジア・パシフィック地域の地震強度マップ（2011 年 5 月）	2-17
図 2-19	津波シミュレーション結果	2-18
図 2-20	地形・深浅範囲図	2-21
図 2-21	水深等高線イメージ図	2-21
図 2-22	深浅測量結果	2-22
図 2-23	深浅測量結果	2-22
図 2-24	土質ボーリング位置図	2-23
図 2-25	土層想定図と土質サンプル	2-24
図 2-26	国内輸送船用埠頭のレイアウト	2-28
図 2-27	旅客ターミナルの構造	2-29
図 2-28	岸壁・貨物ヤードの断面図（埠頭北側）	2-30
図 2-29	浚渫残土の取扱プロセス	2-31
図 2-30	仮設ヤードの位置及び資材の輸送経路	2-32
図 2-31	騒音調査地点	2-33
図 2-32	水質調査地点	2-35
図 2-33	底質調査地点	2-38
図 2-34	トンガタブ島周辺の海洋保護区	2-39
図 2-35	生態系調査の調査側線の位置	2-40
図 2-36	事業サイト周辺サンゴ礁のサンゴや海藻の一般的分布状況	2-41
図 2-37	事業サイト周辺のサンゴや海草の分布状況	2-41
図 2-38	沖合リーフのサンゴや海草の分布状況	2-42
図 2-39	事業サイト（側線 A と B）及びその以西（側線 C と D）のサンゴ類などの被害	2-43
図 2-40	沖合リーフの（側線 E と G）の外礁及び礁斜面のサンゴ類などの被度	2-44
図 2-41	事業サイト（測線 A と B）及びその以西（測線 C と D）のサンゴ類の生育形状 別被度	2-46
図 2-42	調査で確認された絶滅危惧種の写真	2-49
図 2-43	事業サイト周辺での土地・水利用の状況	2-51
図 2-44	「ト」国の EIA 手続きフロー	2-52
図 2-45	施設レイアウトの代替案	2-54
図 2-46	騒音モニタリングの地点	2-62
図 2-47	水質モニタリングの地点	2-63
図 2-48	サンゴモニタリングの地点	2-64
図 3-1	全体配置計画図	3-8
図 3-2	土層縦断図	3-10
図 3-3	防波堤標準断面図	3-11
図 3-4	設計波算定手順	3-12
図 3-5	越波流量の算定図(勾配 1/10、直立護岸)	3-14

図 3-6	防波堤断面図.....	3-15
図 3-7	波返工の構造例.....	3-15
図 3-8	控え矢板式岸壁断面図.....	3-23
図 3-9	ヤード照度分布図.....	3-28
図 3-10	ヤード照明灯姿図.....	3-29
図 3-11	航行援助施設配置図.....	3-30
図 3-12	航路標識灯姿図.....	3-31
図 3-13	誘導灯（セクターライト）姿図.....	3-32
図 3-14	プロジェクト計画図.....	3-50
図 3-15	防波堤計画図.....	3-51
図 3-16	東側岸壁計画図.....	3-52
図 3-17	北側岸壁計画図.....	3-53
図 3-18	南側岸壁計画図.....	3-54
図 3-19	東側岸壁標準断面図.....	3-55
図 3-20	ランプ部標準断面図.....	3-56
図 3-21	北側岸壁標準断面図.....	3-57
図 3-22	南側岸壁標準断面図.....	3-58
図 3-23	ランプ部計画図.....	3-59
図 3-24	舗装工計画図.....	3-60
図 3-25	建築施設計画概要図.....	3-61
図 3-26	旅客ターミナルビル（1階）平面図.....	3-62
図 3-27	旅客ターミナルビル（2階）平面図.....	3-63
図 3-28	旅客ターミナルビル（3階）平面図.....	3-64
図 3-29	旅客ターミナルビル（屋上）平面図.....	3-65
図 3-30	旅客ターミナルビル縦横断面図.....	3-66
図 3-31	旅客ターミナルビル（北側及び西側側面図）.....	3-67
図 3-32	旅客ターミナルビル（南側及び東側側面図）.....	3-68
図 3-33	土木施工フロー.....	3-69
図 3-34	仮設ヤード位置図.....	3-72
図 3-35	港営活動による収入額の経年変化（2010年～2013年）.....	3-80
図 3-36	PATの収入構成経年変化（2010年～2013年）.....	3-80
図 3-37	外貿埠頭での収入の経年変化（2010年度～2013年度）.....	3-81

表リスト

	<u>ページ</u>
表 1-1 「ト」国の主要港湾と管理者.....	1-3
表 1-2 スクアロファ港内各埠頭の概要.....	1-4
表 1-3 国内島嶼間フェリー.....	1-7
表 1-4 オトワンガオファ号の公式運航スケジュール.....	1-8
表 1-5 エウア島間就航フェリー.....	1-9
表 1-6 EUA 島へのフェリー運航スケジュール.....	1-10
表 1-7 ババウ諸島での貨客輸送実績（2013年）.....	1-12
表 1-8 ハアパイ諸島での貨客輸送実績（2013年）.....	1-13
表 1-9 「ト」国 GDP データ（過去5年）.....	1-20
表 1-10 施設整備比較表.....	1-22
表 1-11 「ト」国における過去の援助案件.....	1-23
表 2-1 「ト」国の公社.....	2-3
表 2-2 PAT の収支状況（2010年～2013年）.....	2-5
表 2-3 月別気温（2004～2013年）.....	2-10
表 2-4 波浪条件.....	2-14
表 2-5 トンガおよびトンガ周辺の主な地震記録.....	2-16
表 2-6 主な津波記録.....	2-18
表 2-7 トンガおよび周辺のサイクロン記録（1960年～2014年1月）.....	2-20
表 2-8 ボーリング結果要約（2014年9月）.....	2-25
表 2-9 室内試験結果（その1）.....	2-26
表 2-10 室内試験結果（その2）.....	2-27
表 2-11 埠頭主要施設の仕様.....	2-29
表 2-12 岸壁・貨物ヤードの施工手順.....	2-30
表 2-13 防波堤の施工手順表.....	2-30
表 2-14 旅客ターミナルの主な資材及び数量.....	2-31
表 2-15 主要な工事の施工スケジュール.....	2-32
表 2-16 騒音調査の結果.....	2-33
表 2-17 水質調査項目及び測定・分析方法.....	2-34
表 2-18 水質調査の結果.....	2-36
表 2-19 底質調査項目及び分析方法.....	2-37
表 2-20 底質調査の結果.....	2-38
表 2-21 AIMS のハード・コーラル類の生育形状分類.....	2-45
表 2-22 調査で確認されたサンゴ種.....	2-47
表 2-23 調査で確認された海草及び大型海藻類.....	2-50
表 2-24 スコーピングの結果.....	2-55
表 2-25 スコーピングにより抽出された影響項目の影響評価結果（工事中）.....	2-57
表 2-26 スコーピングにより抽出された影響項目の影響評価結果（供用中）.....	2-59

表 2-27	工事中に実施予定の対策	2-60
表 2-28	供用中に実施予定の対策	2-61
表 3-1	プロジェクトの基本コンポーネント	3-2
表 3-2	大型船舶用埠頭サイト選	3-4
表 3-3	全体配置計画比較表	3-9
表 3-4	堤前波算定結果一覧	3-13
表 3-5	稼働率算定結果一覧	3-16
表 3-6	PLAN 2：北側岸壁部における稼働率算定結果	3-16
表 3-7	PLAN 2：南側岸壁部における稼働率算定結果	3-17
表 3-8	標準的なバースの主要寸法	3-18
表 3-9	岸壁の標準的な天端高	3-19
表 3-10	フォークリフトの標準仕様表	3-20
表 3-11	鋼材の腐食速度の標準	3-21
表 3-12	岸壁構造形式比較表	3-22
表 3-13	矢板式係船岸計算結果	3-24
表 3-14	船舶の牽引力の標準値	3-25
表 3-15	曲柱の配置	3-25
表 3-16	各舗装構成の参考値	3-27
表 3-17	屋外照明の基準照度	3-28
表 3-18	施設関連概要表	3-33
表 3-19	旅客ターミナル棟外部仕上げ表	3-40
表 3-20	旅客ターミナル棟内部仕上げ表	3-41
表 3-21	塩ビ排水有効断面による排水負担面積表	3-45
表 3-22	設計積載荷重	3-46
表 3-23	回転貫入式鋼管杭の概要	3-47
表 3-24	資機材調達区分	3-71
表 3-25	主要施工区分	3-72
表 3-26	本事業に係る「ト」国と我が国の責任分担	3-73
表 3-27	業務実施工程表	3-77
表 3-28	PAT の収支状況（2010 年～2013 年）	3-82
表 3-29	PAT の財務報告（2012、2013 年度）	3-83
表 3-30	PAT の財務報告の評価（2012、2013 年度）	3-83
表 3-31	運用開始初年度における本計画による減価償却費用	3-84
表 3-32	本計画による収支状況の変化	3-85
表 3-33	クイーンサラテ埠頭 No.1, No.2 の収入と m 当たり収入の変化（\$ TOP）	3-85
表 3-34	日本側負担経費	3-87
表 3-35	「ト」国側負担経費	3-87
表 3-36	本計画による毎年の維持費用	3-88
表 4-1	本プロジェクトにより期待できる定量的効果	4-3
表 4-2	プロジェクト効果測定のための PDM	4-4

略語集

	略語	日本語	英語
A	ADB	アジア開発銀行	Asia Development Bank
B	BOD	生物学的酸素要求量	Biological Oxygen Demand
C	COD	化学的酸素要求量	Chemical Oxygen Demand
D	DO	溶存酸素	Dissolved Oxygen
	DWT	積載重量トン(数)	Dead Weight Tonnage
E	EBIT	利払前・税引前利益	Earnings Before Interests and Taxes
	EBITDA	利払い・税金・償却前利益	Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amotization
	EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
F	FISA	国内貨客輸送船舶運航公社	Friendly Island Shipping Agency Limited
G	GT	総トン数	Gross Tonnage
H	HAT	大潮高潮面	Highest Astronomical Tide
I	IFC	国際金融公社	International Finance Corporation
	IUCN	国際自然保護連合	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
J	JICA	独法)国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
L	LAT	大潮低潮面	Lowest Astronomical Tide
M	M/D	討議議事録	Minutes of Discussions
	MEC	環境情報省	Ministry of Environment and Communication
	MHWS	平均満潮位	Mean High Water Spring
	MLWS	平均干潮位	Mean Low Water Spring
	MOFNP	財務計画省	Ministry of Finance and National Planning
	MOI	社会インフラ省	Ministry of Infrastructure
	MOPE	公益事業省	Ministry of Public Enterprise
	MSL	平均潮位	Mean Sea Level
N	NEMO	国際緊急災害管理協会	National Emergency Management Organisation
	NIIP	国家インフラ投資計画	National Infrastructure Investment Plan
	NPA	国家空間計画省	National Planning Authority Office
	NPBT	税引前純利益	Net Profit Before Tax
	NPAT	税引後純利益	Net Profit After Tax
O	ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
	OHCA	国連人道問題調整事務所	Office for Coordination of Humanitarian Affairs
P	PAT	トンガ港湾公社	Ports Authority Tonga
S	SS	浮遊物質	Suspended Solids
T	TEU	20 フィートコンテナ換算数量	Twenty-foot Equivalent Unit
	TFP	トンガ林業公社	Tonga Forest Products
	T-N	全窒素	Total Nitrogen
	TOP	トンガ・パアンガ	Tonga Pa'anga
	TOR	付託条項	Terms of Reference
	T-P	全リン	Total Phosphorus
	TPH	石油系炭化水素	Total Petroleum Hydrocarbon
	TPL	トンガ電力公社	Tonga Power Limited

第1章 プロジェクトの背景・経緯

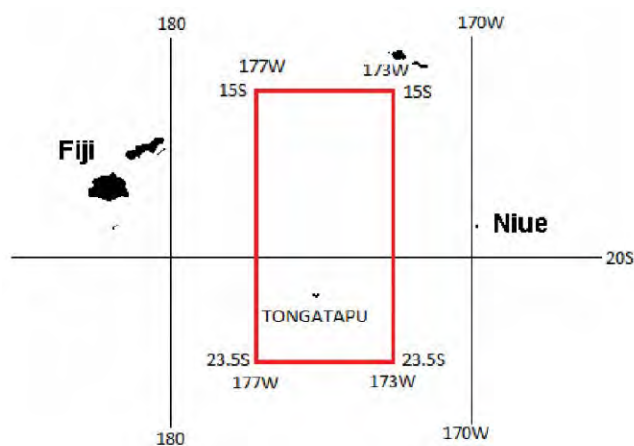
第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

1-1-1-1 トンガ国の港湾

トンガ国（以下「ト」国）は、南太平洋に位置する大小 172 の島々からなる諸島国で、排他的経済水域 700,000km²（図 1-1 参照）、陸地面積 720km²、人口約 10 万人である。

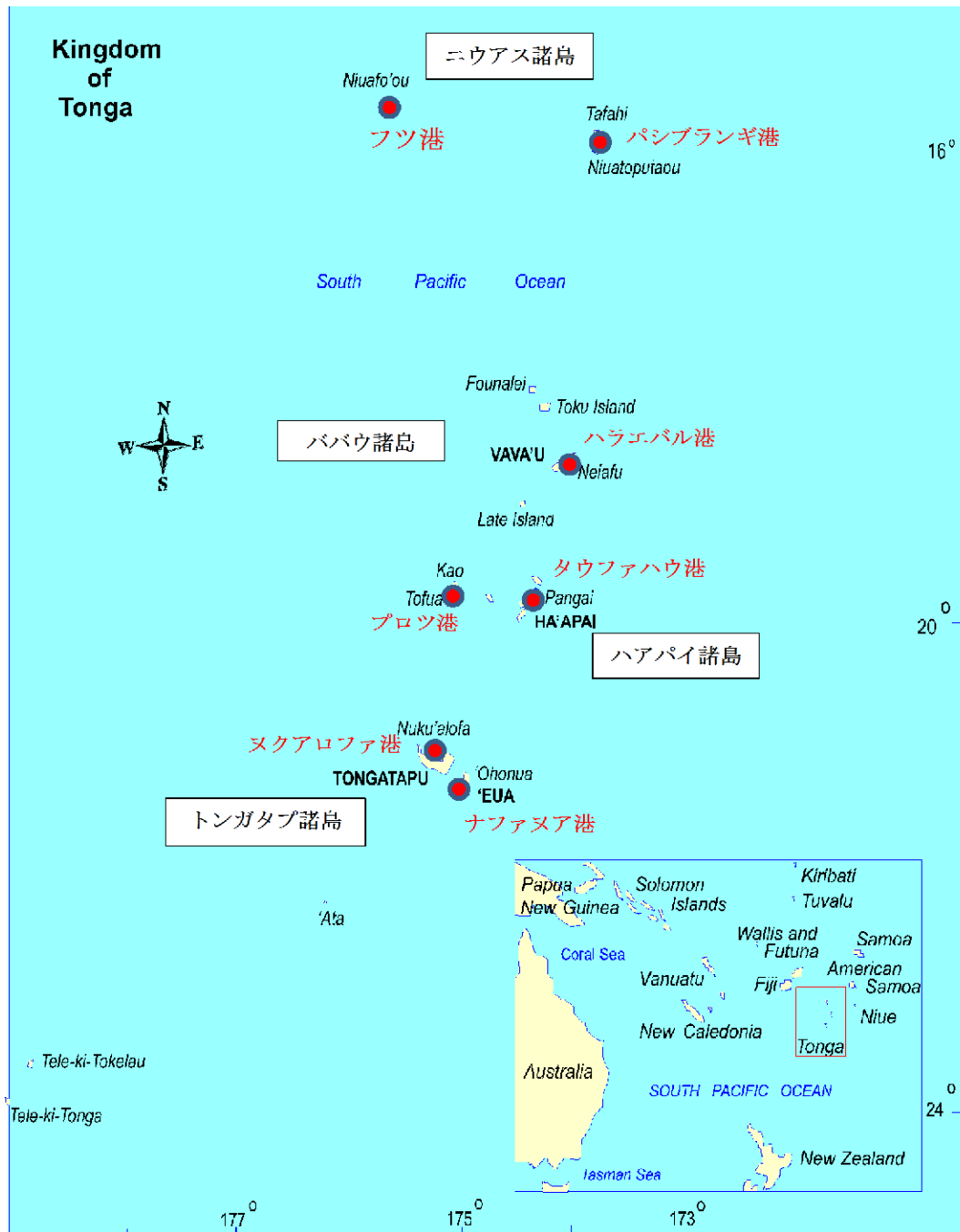


出典：Tonga Tsunami Plan June 2012

図 1-1 EEZ の領域図面

同国は、南から Tongatapu（トンガタブ）、Ha'apai（ハアパイ）、Vava'u（ババウ）、Niuas（ニウアス）の 4 つの諸島を構成しているが、そのうちトンガタブ諸島は、主に首都ヌクアロファのあるトンガタブ島（面積 259 km²、人口約 7 万人）とその南東約 40 km に位置する Eua（エウア島：面積 87 km²、人口約 5 千人）から構成され、全人口の 70%以上が居住している。

図 1-2 に示すように、「ト」国には 7 つの主要港と群小の小島を結ぶランディングスポットで構成されている。



出典：JICA 調査団

図 1-2 「ト」国の主要港湾位置図

表 1-1 は「ト」国の主要港湾と管理者及びその性格を示したものである。首都のあるトンガタプ島のヌクアロファ港が「ト」国における基幹貿易港で、次いでババウ島の Halaevalu 港（ハラエバル港）やハアパイ島の Taufa'ahau 港（タウファハウ港）も拠点港として貿易の一端を担っている。

ヌクアロファ港は、1998 年の「港湾公社法」によって設立されたトンガ港湾公社（Ports Authority Tonga: PAT）によって管理運営されており、その他の港湾は全て社会インフラ省（Ministry of Infrastructure: MOI）の海事港湾局（Marine & Ports Division）が管理運営している。

表 1-1 「ト」国の主要港湾と管理者

島嶼名	港湾名	管理者	港湾の性格
トンガタプ島	ヌクアロファ港	PAT	拠点港、貿易港、国際観光港、生活港湾
ババウ諸島	ハラエバル港	MOI	拠点港、貿易港、生活港湾
ハアパイ諸島	タウファハウ港	MOI	拠点港、貿易港、生活港湾
	プロツ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
ニウアス諸島	フツ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
	パシブランギ港	MOI	地域拠点港、生活港湾
エウア島	ナファヌア港	MOI	地域拠点港、生活港湾

出典：JICA 調査団

ヌクアロファ港は、国際貨物船や国内島嶼間輸送用大型船舶（以下「大型船舶」）が使用する Queen Salote Wharf（クイーンサロテ埠頭）、国際旅客船が使用する Vuna Wharf（ブナ埠頭）、国内小型船舶（以下「小型船舶」）が使用する Fuaa Wharf（ファウア埠頭）の 3 埠頭からなっている。（図 1-3 参照）



出典：Google Earth、JICA 調査団

図 1-3 ヌクアロファ港埠頭位置図

ヌクアロファ港内の各埠頭の概要を表 1-2 に示す。

表 1-2 ヌクアロファ港内各埠頭の概要

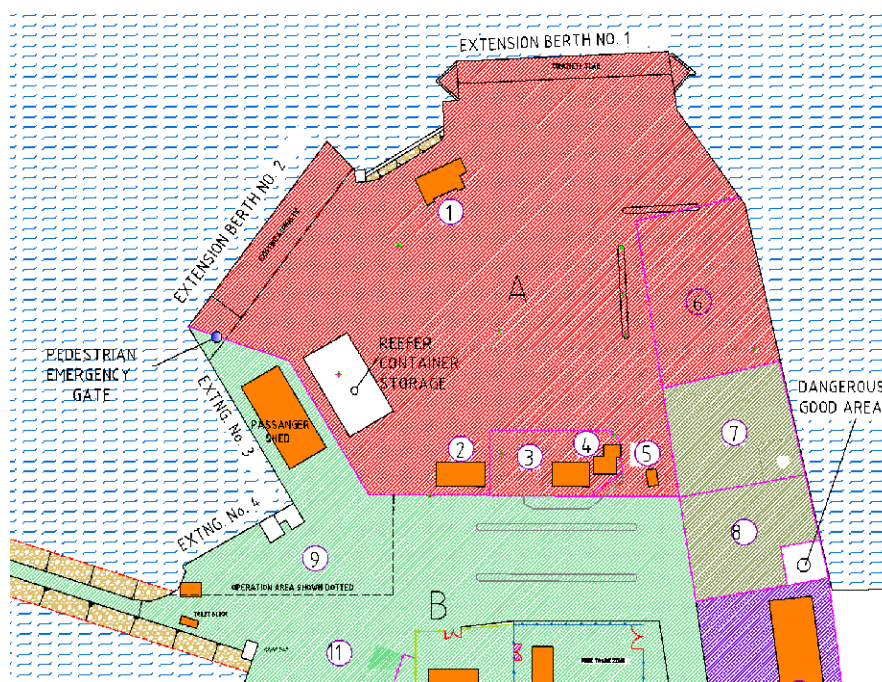
埠頭名	バース名	延長 (m)	水深 (m)	摘要
クイーンサロテ埠頭	No.1 (北)	93	11.6	コンテナ、一般貨物
	No.2 (北西)	110	12.0	コンテナ、タンカー、Ro-Ro、一般貨物
	No.3 (西)	100	8.0	国内離島向け Ro-Ro
	No.4 (西)	60	8.0	国内離島向け貨物、旅客
ブナ埠頭	No.1	120	12.0	国際クルーズ、軍船
ファウア埠頭			3.0	小型船舶、漁船、ブレイクボート

出典：PORTS AUTHORITY TONGA Home Page, Marine Operations

1-1-1-2 「ト」国の国際輸送船舶数及び取扱貨物量の状況

(1) 入出港船舶

「ト」国の国際貨物は、クイーンサロテ埠頭の No.1 及び No.2 バースで取り扱われている。クイーンサロテ埠頭の平面図を図 1-4 に示す。

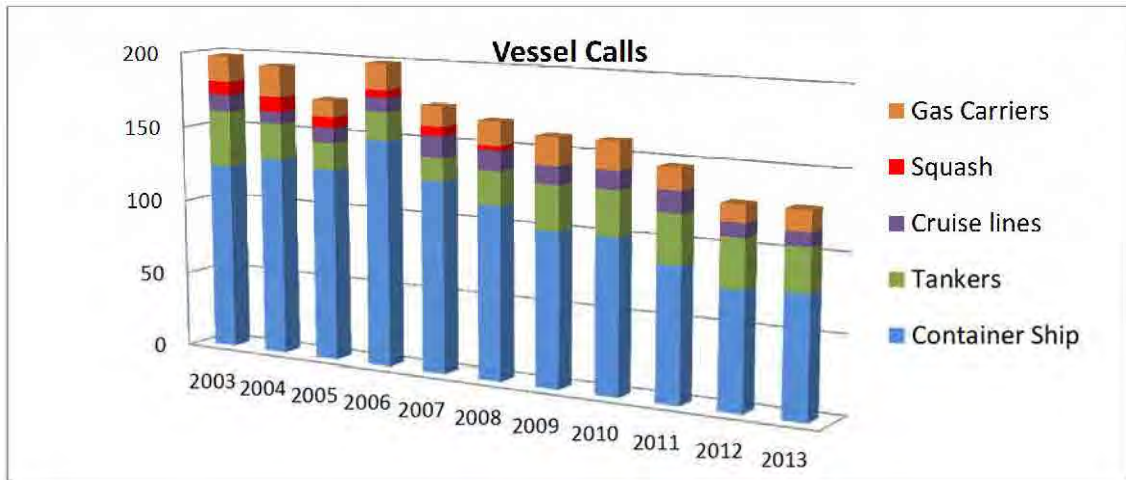


出典：トンガ港湾公社

図 1-4 クイーンサロテ埠頭平面図

図 1-5 に示す過去 10 年の入出港船舶数は 2003 年の 198 隻から昨年 128 隻と減少傾向にある。減少した船舶は、カボチャ運搬船とコンテナ船である。カボチャ運搬船は、2007 年まではカボチャの日本向け輸出で盛況であったが、その後、他国との競合で市場価値が減少したことにより、輸出量が減少し、2009 年以降カボチャ運搬船は運航していない。コンテナ船の来航隻数に

については、減少傾向ではあるがコンテナ取扱数量は増加しており、コンテナ船の大型化からこのような現象になっていると考えられる。その他ライフライン用のタンカーやガス運搬船は、人口が一定であることや産業構造の変化がないことから、この10年間ほぼ横ばい状態である。大型観光船は、2012年にブナ埠頭に専用岸壁が整備されたが、トンガ政府の積極的な観光客誘致政策がみられないためか、観光船の来港は平均で月1回以下の頻度と過去10年間大きな変化はみられない。

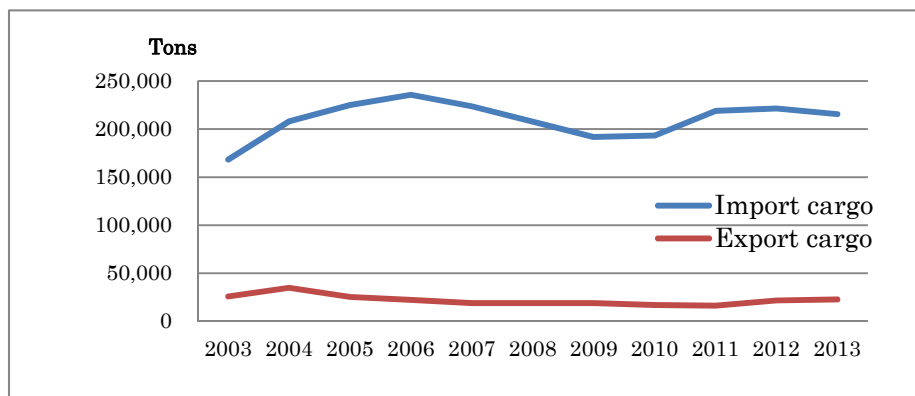


出典：JICA 調査団

図 1-5 過去 11 年間の入出港船舶数 (クイーンサロテ埠頭)

(2) 国際取扱貨物量

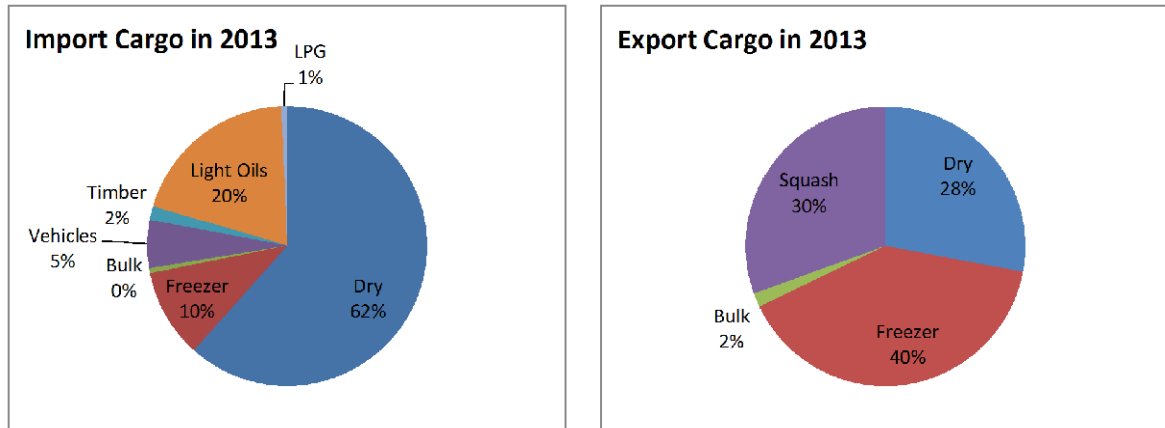
過去10年間の国際取扱貨物量は、図1-6に示すように輸出入どちらもほぼ横ばい状態で輸入が20万トン前後、輸出は2~3万トンで推移している。トンガ国内でインフラ整備事業があった2005~2007年は建設資機材等の輸入により、貨物量が若干増加している。



出典：JICA 調査団

図 1-6 過去 11 年間の国際取扱貨物量

図 1-7 に 2013 年における国際輸出入貨物の内訳を示す。

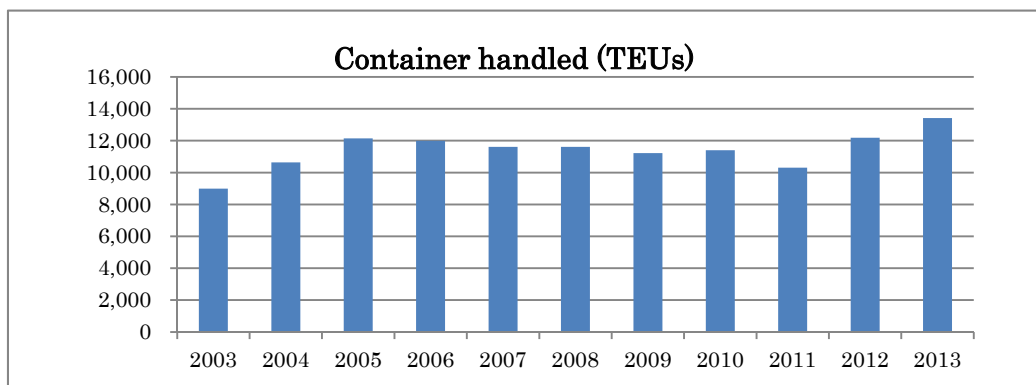


出典：JICA 調査団

図 1-7 国際貨物内訳 (2013 年)

主な輸入品の内訳は、食品・飲料、機械・機器、石油製品等が 6 割、燃料が 2 割、冷凍製品が 1 割となっており、輸入相手国はニュージーランド、豪州、フィジー、米国、日本である。輸出品としては、かぼちゃ (3 割)、冷凍魚類 (4 割)、その他 3 割がバニラ、カヴァ等で、輸出先は日本、米国、ニュージーランド、豪州、フィジーである。

コンテナ取扱量は、図 1-8 に示すように 2003 年の 9,000TEU から 2013 年の 13,000TEU に近年増加傾向にある。



出典：JICA 調査団

図 1-8 過去 11 年間のコンテナ取扱量

1-1-1-3 「ト」国の国内島嶼間海運事情

「ト」国の国内貨客船輸送を担う海運機関は、①日本から供与されたオトワンガオフア号を運行管理する公社 Friendly Island Shipping Agency (FISA) を始め、②韓国プサンの Seo Dong Maritime Services から購入した船舶である MV Onemto (オネモト号) をトンガタブ島とエウア島間を毎日就航させている Eua Sea Transportation Council、③Uata Shipping Line、④South Seas Co. Ltd、⑤Trgansam Dateline Shipping Agency、⑥Forum Shipping Agency、⑦Vava'u Shipping Services (Halaevalu Wharf で港湾荷役を提供) が存在する。

FISA はトンガタブとハアパイ諸島及びババウ諸島間の国内島嶼貨客輸送を担っている。また、同ラインには民間船社である Uata Shipping Line が日本の中古船 MV Pulupaki (プルパキ号) を就航させ主要離島間の貨客輸送にあたっている。国内向け大型船舶の海上輸送は、クイーンサロテ埠頭 No.3 及び No.4 バースで行われており、前述のオトワンガオファ号とプルパキ号が島嶼間の貨客を輸送し、シトカ号は主に建築資材、ヌイバカイ号は主にエウア島からの材木の輸送を担っている。現在、クイーンサロテ埠頭を利用している国内島嶼間大型船舶を表 1-3 および図 1-9 に示す。

表 1-3 国内島嶼間フェリー

船名	オトワンガオファ号 OTUANGA'OFA	プルパキ号 PULUPAKI	シトカ号 SITKA	ヌイバカイ号 NUIVAKAI
船主	FISA社 (公社)	UATA Shipping (民間)	South Sea Shipping (民間)	FISA社 (公社)
利用形態	離島間フェリー (スクアロファハーハイバハウ)	離島間フェリー (スクアロファハーハイ)	貨物船 (主に建築資材)	貨物船 (主にエウアからの材木)
全長	53.00 m	48.50 m	42.95 m	44.75 m
幅	13.50 m	10.00 m	7.62 m	-
喫水	3.00 m	2.72 m	2.84 m	3.35 m
総トン数	1,534 G.T.	500 G.T.	289 G.T.	591 G.T.
貨物積載量	563トン	120トン	133トン	-
最大旅客数	400人	250人	-	-
建造年	2010年	1989年	1963年	-
建造国	日本	日本	デンマーク	ノルウェー

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1-9 国内島嶼間フェリーの写真

2010年我が国の無償資金協力により調達されたオトワンガオフア号は、国内離島向けの輸送の主力船であり、図1-10に示すようにトンガタブ島、ハアパイ島、ババウ島を結び、表1-4に示す過密なスケジュールを立てている。

表1-4 オトワンガオフア号の公式運航スケジュール

出港地	寄港地	運行日	出港時間	寄港時間
ヌクアロファ港	ノムカ港	火	18:00	23:00
ノムカ港	ハアフェヴァ港	水	24:00	2:00
ハアフェヴァ港	パンガイ港	水	3:00	5:30
パンガイ港	ババウ港	水	8:00	15:00
ババウ港	パンガイ港	水/木	22:00	5:00
パンガイ港	ハアフェヴァ港	木	7:00	9:30
ハアフェヴァ港	ノムカ港	木	10:30	12:30
ノムカ港	ヌクアロファ港	木	13:30	17:30

*1: ネイアフ島へは1回・月程度で運航予定。

出典: FISA



出典: JICA 調査団

図1-10 オトワンガオフア号の運航ルート図

現地調査の結果、オトワンガオフア号は、2年前より当初公式予定の月曜日のヌクアロファ港の出航を火曜日にずらしており、その結果、同一航路に就航する民間船プルパキ号と同じ日時の運航を行っている。この理由についてトンガ港湾公社及び FISA に確認したところ、月曜日の貨物集荷率が著しく低く、これは一般的にトンガ人が、月曜日に離島向けの貨物の買い物を行い火曜日に港に持ち込むためとの事で、要するに定時制の確保より需要ベースの運航が行われているということである。

エウア島就航フェリー

国立公園のあるエウア島は、観光客に人気の島であり、MV Omemato（オネマト号）、MV Alaimoana（アライモアナ号）、MV 'Ikale（イカレ号）の3フェリーがヌクアロファ港との間をファウア埠頭を起点に日曜日を除く毎日運航している。

エウア島間で就航しているフェリーを表 1-5 および図 1-11 に示す。

表 1-5 エウア島間就航フェリー

船名	オネマト号 ONEMATO	アライモアナ号 ALAIMOANA	イカレ号 IKALE
船主	エウア フェリーサービス社 (民間)	TOFA社 (民間)	UATA Shipping (民間)
利用形態	エウア島間フェリー	エウア島間フェリー	エウア島間フェリー
全長	38.00 m	21.50 m	30.48 m
幅	8.00 m	6.80 m	10.60 m
喫水	1.79 m	1.50 m	-
総トン数	95 G.T.	160 G.T.	169 G.T.
貨物積載量	93トン	64トン	68トン
最大旅客数	120人	88人	120人
建造年	-	1996年	1973年
建造国	韓国	ニュージーランド	アメリカ

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1-11 エウア島間就航フェリーの写真

オネマト号は、エウア島住民のトンガタブ島への旅客輸送の主軸として活躍しており、日曜日を除くほぼ毎日朝 10 時にファウア埠頭を出航し、同日夕方 6 時に帰港している。尚、調査期間中に観察する限り、ファウア埠頭出港時及び帰港時共に 150 人程・回の旅客を輸送している。

その他のアライモアナ号とイカレ号は、表 1-6 に示す運航スケジュールを持っているが、実態は貨客の利用状況により、その都度スケジュールを変更して運航している。

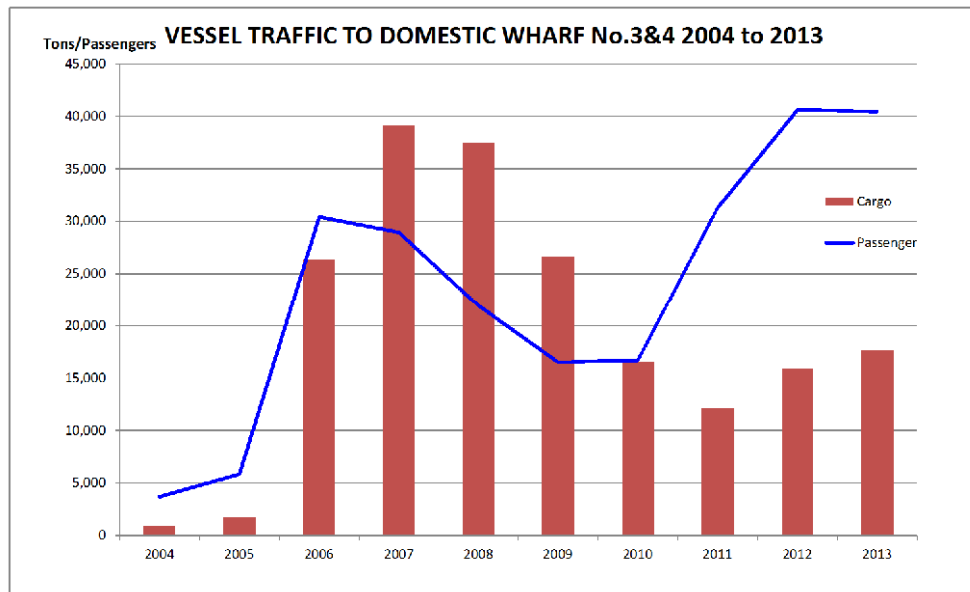
表 1-6 EUA 島へのフェリー運航スケジュール

ヌクアロファ発	運航船名	エウア発
火曜日	アライモアナ号	水曜日
木曜日	イカレ号	金曜日
金曜日	アライモアナ号	土曜日
土曜日	イカレ号	月曜日

出典：JICA 調査団

1-1-1-4 国内輸送船舶の取扱貨物量

過去 10 年間の国内島嶼間の貨物及び旅客数量を図 1-12 のグラフに示す。



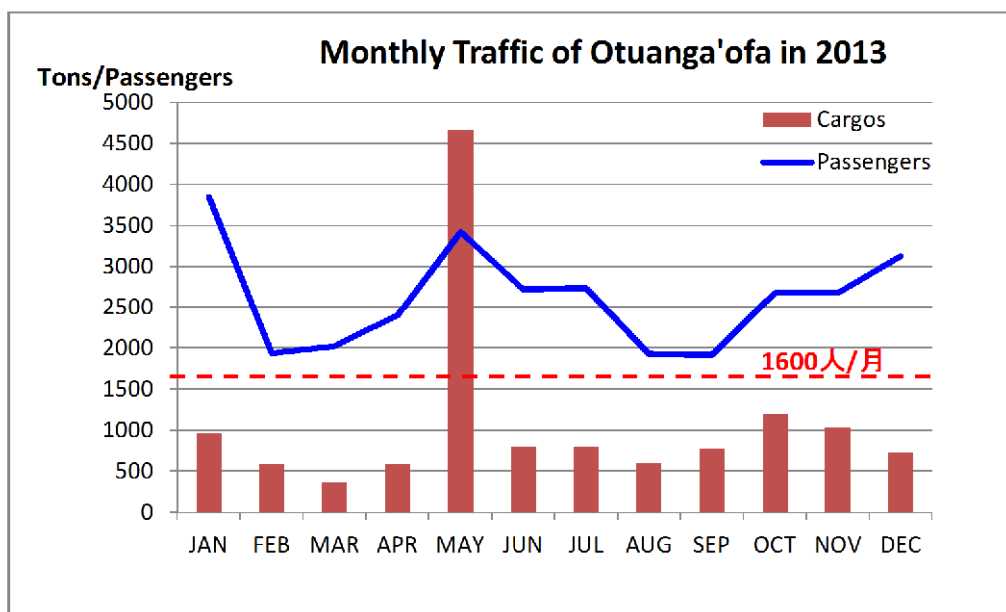
出典：JICA 調査団

図 1-12 過去 10 年間の国内大型船舶取扱貨客量

2006～2009 年の貨物量は、離島での公共事業等による建設資機材の輸送により、貨物量が増加しているが、ここ数年は主に生活物資等が輸送されており年間 2 万トン弱の貨物量となっている。

旅客数は、国内フェリー船の老朽化や故障による影響で一時落ち込んだが、2010 年以降はオトワンガオフア号の就航により増加傾向にあり、昨年は年間 4 万人の旅客を輸送している。

2013 年のオトワンガオフア号の月別貨客数を図 1-13 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1-13 オトワンガオファ号月別取扱貨客量（2013年）

月別貨物量は、通常月当たり1千トン程度であるが、毎年5月から7月に島嶼間持ち回りで開催されるキリスト教の集会時には、その会場設置準備のため大量の建設資材や機械が輸送されている。

月別旅客数は、各月ともオトワンガオファ号の通常月の運搬旅客数1,600人/月（=400人×4航海/月）を超えており、週1回の運航は常に満席状態であることが確認できる。特に、年末年始とキリスト教集会時には、週2～3回の運航により対応していることがわかる。

表 1-7 にババウ諸島での2013年の貨客輸送実績を示している。ババウ諸島への下船客数は13,112人、乗船客数は12,055人、積降貨物は7,354トン、積出貨物は2,099トンである。

表 1-7 ババウ諸島での貨客輸送実績（2013年）

LOCAL FERRIES	INWARDS	OUTWARDS
1. M.V. ÓTUANGAÓFA		
- number of passengers	12180 passengers	11607 passengers
- cargo volume	6422 tonnes	1742 tonnes
- number of calls	65	-
2. M.V. PULUPAKI		
- number of passengers	256 passengers	130 passengers
- cargo volume	42 tonnes	39 tonnes
- number of calls	4	-
3. M.V. SITKA		
- number of passengers	-	-
- cargo volume	676 tonnes	318 tonnes
- number of calls	32	-

出典：Annual Report of MOI, 2013

また、ハアパイ諸島での 2013 年の貨客輸送実績は表 1-8 に示すように、下船客数は 7,596 人、乗船客数は 5,490 人、積降貨物は 5,114 トン、積出貨物は 1,247 トンである。したがって、首都と主要諸島間では、2013 年度に年間 38,253 人の輸送人員、15,814 トンの貨物輸送が行われており、島嶼間海上輸送が「ト」国の重要な生活基盤となっていることがわかる。

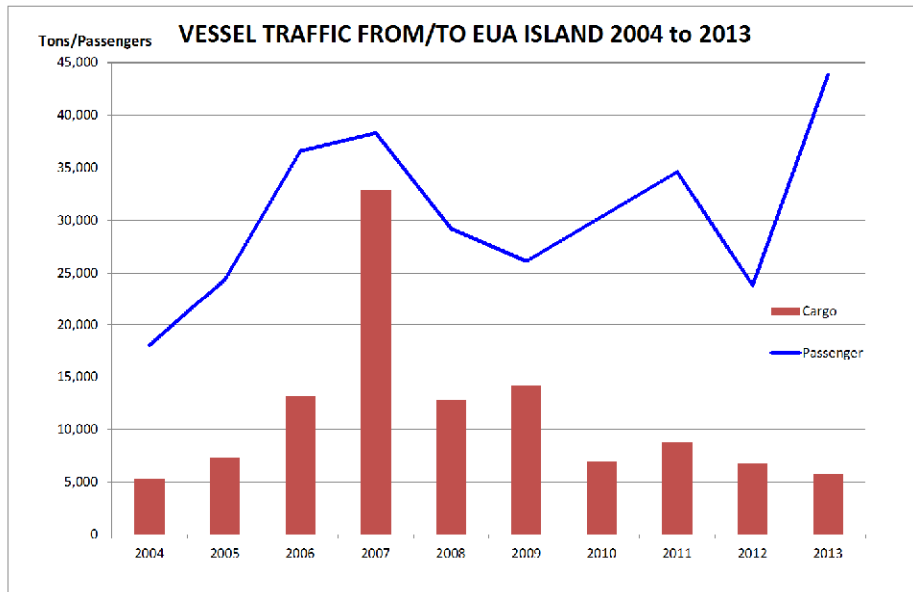
表 1-8 ハアパイ諸島での貨客輸送実績 (2013 年)

DOMESTIC VESSELS	INWARDS	OUTWARDS	TOTAL Number of Calls
1. M.V. ÓTUANGAÓFA			
- number of passengers	5234 passengers	3966 passengers	
- cargo volume	2654 tonnes	779 tonnes	
- number of calls			84 calls
2. M.V. PULUPAKI			
- number of passengers	2291 passengers	1489 passengers	
- cargo volume	1319 tonnes	400 tonnes	
- number of calls			32 calls
3. M.V. SITKA			
- number of passengers	71 passengers	35 passengers	
- cargo volume	1141 tonnes	68 tonnes	
- number of calls			34 calls

出典：Annual Report of MOI, 2013

エウア島は、観光の他、Tonga Forest Product (TFP：トンガ林業公社) による植林・林業による木材の切り出しが行われており、それは主に Yellow Pine (松種) とごく僅かながら Red Cider (杉種) も取り扱っている。これらの原木は、オネマト号やヌイバカイ号によりトンガタブ島まで運ばれ、ヌクアロファ市郊外の TFP の木材加工場で加工され、主に国内需要 (特に電柱使用) を賄っている。これら木材の運搬は、各船共に 1 回・週程度で、植樹と伐採のバランスにより、その調達は年間 900m³程度 (直径 40cm×10m で 900 本) と制限されている。

過去 10 年間のトンガタブ島とエウア島間の貨客数のグラフを図 1-14 に示す。



出典：JICA 調査団

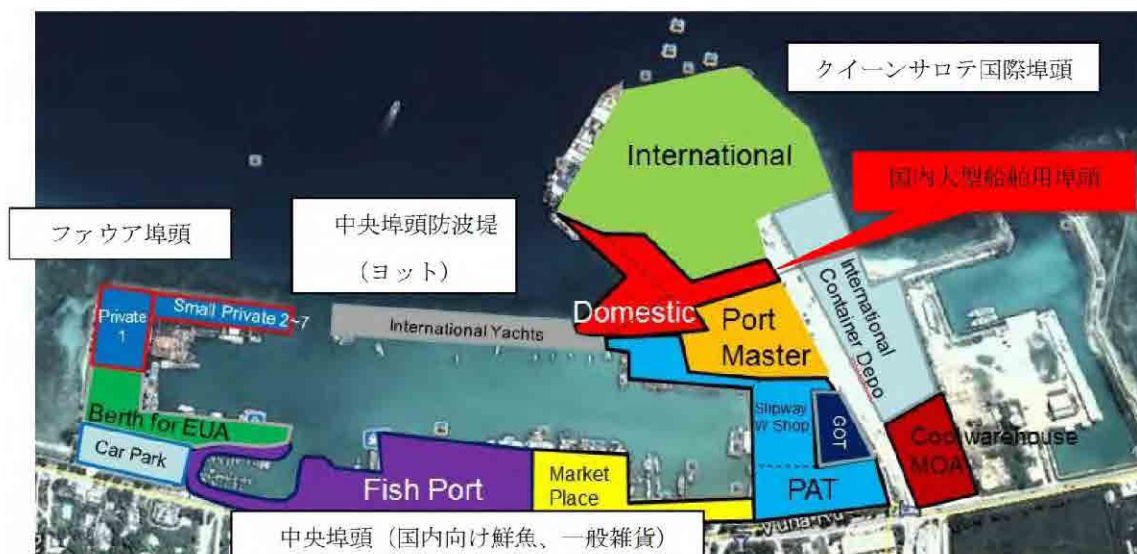
図 1-14 過去 10 年間のエウア島間取扱貨客量

貨物量は、2007 年の建設事業による増加を除いて、ほぼ 5,000～15,000 トンの中で推移している。貨物の内訳は、エウア島への生活物資、エウア島からの材木や農作物が主である。

旅客数は、年間 3 万人から 4 万人が利用している。フェリー利用者へのヒアリングによると、島民は平均月 1 回程度エウア島とトンガタブ島を往復しているようであり、エウア島住民の足として重要な輸送手段となっている。

1-1-1-5 ヌクアロファ港の現況と課題

現在、ヌクアロファ港の主要活動拠点は、国際貨物を主に扱うクイーンサロテ国際埠頭と、農産品、一般雑貨、国内用鮮魚を扱う中央埠頭、ヨット等プレジャーボート用の中央埠頭防波堤、及びトンガタブ島近隣離島であるエウア島への渡船用のファウア埠頭の 4 区画に大別される。今回の対象である国内大型船舶の埠頭は、図 1-15 の赤で示すように、クイーンサロテ埠頭の西側の一部に用意されている。



出典：Google Earth, 上書き JICA 調査団

図 1-15 既存ヌクアロファ港の主要用途

(1) クイーンサロテ国際埠頭

クイーンサロテ国際埠頭では、年間約 22 万トン程度の輸出入貨物を取り扱っている。その内、輸入 20 万トン、輸出 2 万トンで過去 10 年間その数量はほぼ横ばいである。その主要輸送ルートはニュージーランドからの輸入雑貨を積んだフィーダー・コンテナ船によるもので、概ね 1 回・週程度の接岸頻度である。ちなみに、我が国からは、日本～アジア航路～大洋州周回船が 1 回・月程度接岸している。

一方、「ト」国の基幹輸送モードである国内離島向け大型船舶には専用埠頭が無く、クイーンサロテ国際埠頭の西側の一部をいわば間借りしている状態である。

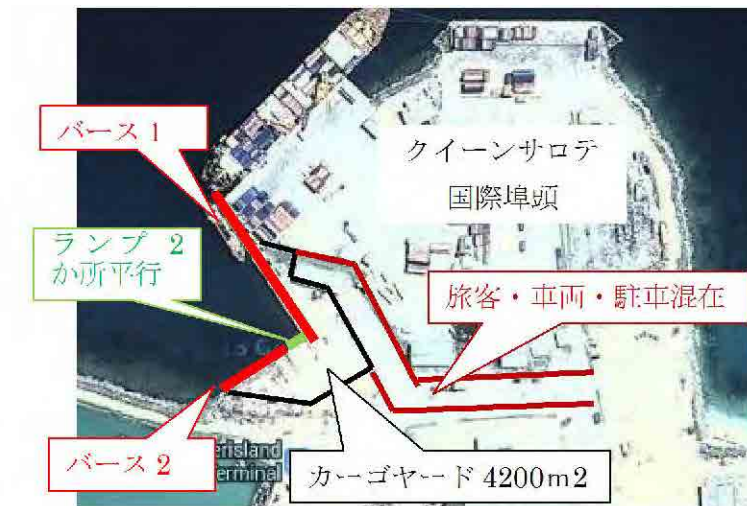
過去 10 年間の統計を見ると、国内大型船舶の利用客は年間約 4 万人、貨物は年間約 2 万トン程で安定しており、その基幹航路はトンガタブ～ハアパイ～ババウである。これらの貨客量を FISA 国営公社が運航する主力船オトワンガオフア号（最大積載 400 人、563 トン）とプルパキ号（最大積載 250 人、120 トン）によりその大部分を輸送している。

これらの 2 船は、繁忙期である 12 月を除く通常期は其々 1 回・週の頻度で、かつ同 2 船は近年同日同時刻で運航している。これは、同国の貨客輸送が定時性確保より需要ベースの運航に依存せざるを得ない結果であり、脆弱な各船社の財務状況を鑑みれば、やむを得ない状況と思われる。

過去の統計整理の結果、本 2 船の 1 回の旅客輸送実績量は、合計約 700 人となり、同 2 船の最大積載量 650 人（400+250 人）を常に上回っている状態である。

貨物に関して 1 回の輸送実績量は約 250 トンである。これに関し、同 2 船の許容積載量の合計は、683 トンで重量的には許容内であるものの、積込効率の悪い小口のバラ荷が多いため、同 2 船の貨物室の m³ 占有率は、毎回ほぼ満載状態である。

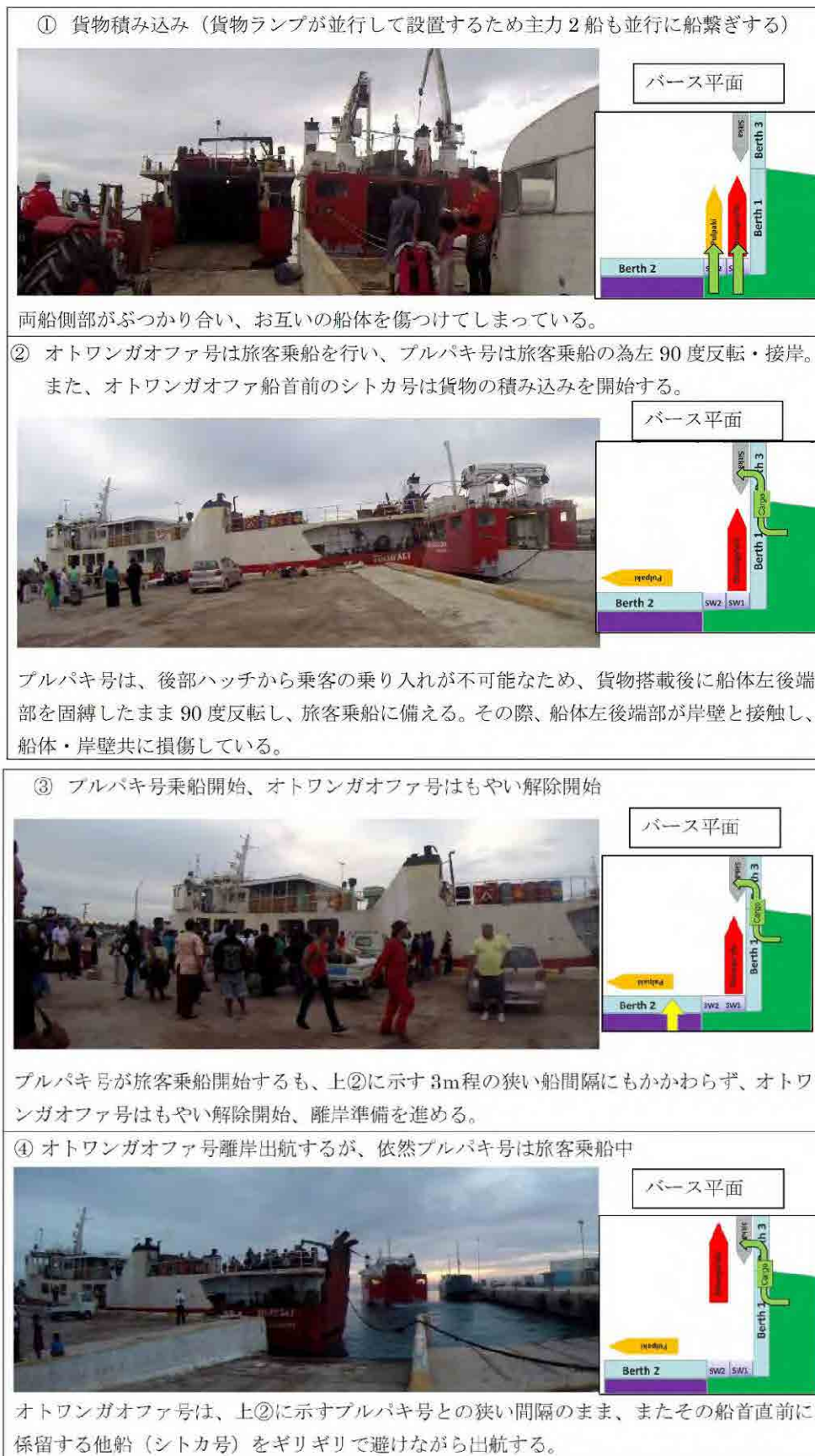
既存埠頭を利用する貨客の状況は、以上の貨物混雑状況に加え、そのいびつな地形が更に悪影響しており、旅客と出迎え車両及び貨物車両の混在、駐車車両が入り乱れ、通常期でさえ国際埠頭入口まで人と車が溢れており、非常に危険な状況である。また、港内はほとんど舗装されておらず、特に東風が卓越する際には、港内は砂埃まみれになり、港利用者や乗船待ちの旅客とその見送り者にとって劣悪な環境であり、後述の 160 名を対象に実施した動向調査での改善希望においても、港内の舗装化、屋内待合所の設置は上位に入っている。



出典：Google earth、JICA 調査団

図 1-16 既存国内大型船舶用埠頭

主力 2 船舶の埠頭利用状況を見ると、複雑で危険な操船・接岸を強いる其々直角に交差する 2 バースを無理に使用せざるを得ず危険な状況である。2 船の現在の接岸・貨客積み込みフローを図 1-17 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1-17 国内大型船舶主力 2 船による既存埠頭利用状況

また、これら 2 船は、サイクロン悪天候季節において強風波浪が卓越する際、同埠頭への回折波が 2 船に大きく影響し、酷い時には沖合に出て海象条件が安定するのを待たなければならない状況で、既存の泊地はシェルター・ポート（避難港）の機能を欠いているということになる。

これら 2 つの主力船の他、同埠頭を利用する船は 2 船ある。ひとつが、ヌイバカイ号で、図 1-16 に示すバース 2 においてエウア島からの木材ログの荷卸しを行う。接岸頻度は約 1 回・週程度で、主力 2 船を避けながら接岸・荷卸しを行っている。もうひとつはシトカ号で、主に建設資材をハアパイ、ババウ、ネイアウに運んでおり、これは比較的小型船である故、本来オトワングオファ号のみで使用すべきバース 1 を同船と同時に使うことが多い。

以上を整理すると、目下の国内大型船舶用埠頭が抱える課題は次の通りである。

- i. 貨客流の整流化と其々の安全性の確保、適正な駐車スペースの確保。
- ii. 貨物ヤードの拡大の必要性。
- iii. 避難港の必要性。
- iv. 安全な着離岸を可能とする水域・バース整備の必要性。
- v. 貨客船利用者の屋内待合場所の新設。

(2) 中央埠頭及び中央埠頭防波堤

中央埠頭は、主に国内消費向けの小規模漁業基地の役割と、一般雑貨のエウア島向け輸送基地の役割を持っているが、更にもう一つ毎週土曜日に開かれる大規模フリーマーケット用地（450m x 40m=18,000m²）としての役割も担っている。各出店者は港湾管理者である PAT に対し TOP 6\$/m²を支払うことになっており、PAT の貴重な収入源となっている。



出典：JICA 調査団

図 1-18 中央埠頭のフリーマーケット（毎週土曜日）

中央埠頭沖合防波堤には、ヨット等プレジャーボートの停泊や、Whale Swimming のツアー用栈橋としても利用されており、毎年 9 月が最盛期である。

(3) ファウア埠頭

ファウア埠頭の陸側船付場では、地域住民の足としてオネマト号が日曜日を除くほぼ毎日運航している。1 回の乗船数は 150 人程で、朝 10 時にファウア埠頭を出航し、夕方 6 時過ぎに再

び 150 人程を乗せて帰着するスケジュールである。見送り人も併せると、同船の離着岸時には 300 人以上とおもわれる相当数の人があつまり、これらの人々は現在屋外ベンチで乗船時間を待たざるを得ないが、きちんとした屋内待合所やレストランが整備できれば、利用者に対する快適性が増し、同時に経済効果も期待できると考える。

また同船は、Tonga Forest Products : TFP (トンガ林業公社) がエウア島に持つ敷地より材木を伐採して 1 回・週程度の頻度でそれらを運搬している。船体の構造上、中小規模の木材のみ輸送可能で、電柱用等の大木はより大きなヌイバカイ号が運搬している。



出典：JICA 調査団

図 1-19 エウア島向けオネマト号の日常

同地の沖側埠頭では、3 隻もの廃船が係留されているが、その内最大の船はオトワンガオフア号の供与前まで国内大型船舶の主力であったオロバハ号で、既に沈没しかけており、船底が着底している模様。これらは、前述オネマト号の安全な着離岸を大きく阻害しているだけでなく、本来有効利用できる埠頭を無駄にしているため、早期の撤去と適切な埠頭運用開始が望まれる。1 案として、これらの撤去後に、現在限られた国内埠頭をオトワンガオフア号と共に利用する、シトカ号やヌイバカイ号用泊地としての利用も十分考えられる。



出典：JICA 調査団

図 1-20 ファウア埠頭の沈船とそれがオネマト号に及ぼす悪影響

1-1-2 開発計画

「ト」国における港湾整備に関連した上位計画である「トンガ戦略的開発構想 2011-2014」では、適切に維持管理されたインフラはトンガ国民の生活水準の向上に寄与すると示しており、その中で港湾分野に関しては、「ト」国全体の発展に寄与するための適切な組織設定と安全かつ信頼性ある港湾輸送の確保の必要性や、国際基準に則った港湾輸送に係る法令順守及び安全管理体制の強化等を掲げている。

これらの戦略的目標の下、「国家インフラ投資計画 (National Infrastructure Investment Plan: NIIP)」では港湾セクターの短期的な計画として 2 つの柱を示しており、それはヌクアロファ港を管理する港湾公社による同港クイーンサロテ埠頭を中心とした国際港湾物流の高規格化と、ファウア埠頭の西側に国内貨客輸送の向上のための拡張計画が掲げられており、PAT がヌクアロファ港開発マスタープランとして纏めている。このマスタープランは、現政府及びインフラ整備計画立案を司る社会インフラ省 (MOI) 内で周知・確認がなされており、その方向性は「ト」国として承認されている。

1-1-3 社会経済状況

「ト」国の産業は、農業および漁業の一次産業と観光が主であり、国内市場は狭く、地理的に貿易に適さない位置にあるため、産業が発達しにくい状況にある。財政状態は恒常的に海外援助及び出稼ぎ者からの国内送金に大きく依存し、失業は慢性的で海外に職を求めて米国、ニュージーランド、オーストラリアにそれぞれ数万人が移住していると言われている。

「ト」国の経済統計データ (過去 5 年間) を表 1-9 に示す。

表 1-9 「ト」国 GDP データ (過去 5 年)

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
実質 GDP (億パアンガ)	7.6	7.8	7.8	7.9	8.1
1 人当りの GDP (パアンガ)	7,426	7,545	7,568	7,611	7,773
経済成長率 (実質 GDP %)	3.10	1.78	0.48	0.82	2.38
インフレ率 (%)	3.87	4.61	1.96	1.11	1.63

出典：IMF – World Economic Outlook Databases

このような経済状況の中、2019 年に South Pacific Game が「ト」国で開催される予定である。2012 年に提出されたプロポーザルによると、大会開催予算として約 70 百万米ドル (内、自国負担 20 百万米ドル、他国援助 50 百万米ドル) が計上されている。今後、数年の間に大会施設や宿泊施設の建設整備事業が本格的に動き出すことになり、本事業の実施時期と重なることから、資機材および建設労働者の供給不足による資機材費用および労務単価の高騰が懸念される。

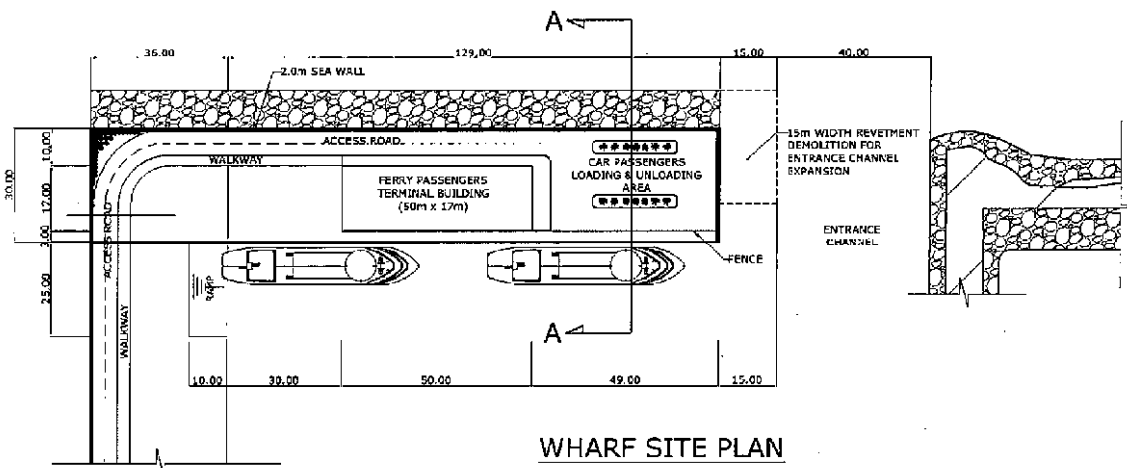
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

前述したヌクアロファ港の現況と課題を受け、「ト」国は、現在小型船舶用として利用されている既存ファウア埠頭を大型船舶の着岸も可能な国内船専用埠頭として改修整備し、クインサロテ埠頭を本来の国際船専用埠頭とすることにより、国際・国内貨物の分離、また、旅客や港湾保安の安全性の向上を図ることを計画している。

一方、エウア島は林業が盛んであるが、同島唯一の港湾であるオホヌア港（ナファヌア埠頭）の施設では、オトワンガオファ号等の大型船舶の入港・停泊ができず、現在は小型船舶により旅客・貨物の輸送を行っているため、輸送効率が悪い状況である。同島で伐採された木材を効率よく運搬し、荷役効率を向上させるためには、大型船舶が入港できるように港湾施設を改修する必要がある。

係る状況から、「ト」国政府は我が国に対し、ヌクアロファ港及びオホヌア港の港湾施設の改修にかかる無償資金協力を要請した。当初、「ト」国からの要請内容は、図 1-21 に示すように既存ファウア埠頭内の改修事業であり、主な内容は以下のとおりであった。

- ◆ 港口部の拡幅（15m）及び埠頭内浚渫
- ◆ 埠頭の拡幅及び延長（幅 10m×長さ 130m）
- ◆ 2 階建て旅客ターミナルビル建設
- ◆ 太陽光パネル設置
- ◆ 胸壁設置
- ◆ 乗降ランプ設置



出典：「ト」国要請書

図 1-21 ファウア埠頭内改修平面図（当初要請）

当初要請の内容、事前調査での協議事項、派遣前対処方針会議における埠頭整備案を踏まえ、現地調査において大型船舶の関係者（トンガ港湾公社、ポートマスター、水先案内人、船会社、船長等）とヒアリング及び協議を実施した結果、以下の理由で当初要望である既存ファウア埠頭内の改修ではなく、ファウア埠頭に隣接する西側海域に、大型船舶に対応した埠頭施設を新たに整備する方向で要望内容を変更することを確認した。

- ① 既存ファウア埠頭内の水域が狭隘なため、大型船舶の安全な離着岸作業が困難なこと（図 1-22 参照）
- ② 港口部拡幅による波浪の進入により、港内静穏度が更に低下し、避難港としての機能が確保できないこと



出典：JICA 調査団

図 1-22 ファウア埠頭内接岸イメージ図

本プロジェクトの整備対象位置の変更に伴い、施設整備の内容が変更となった。当初要望と今回実施案の対比表を下表に示す。

表 1-10 施設整備比較表

施設名	当初要望内容	今回計画案
防波施設	胸壁 H=1.5m, L=134m	防波堤 約 L=250m
岸壁	幅 10m×延長 134m	幅 35m×延長 90m 幅 25m×延長 90m
乗降ランプ	1 箇所	2 箇所
浚渫工	計画水深-5.5m（現況-3.5m）	計画水深-4.0m（現況-0.6m）
撤去工	港口部 L=15m	該当なし
ターミナルビル	2 階建て 50m×17m	3 階建て 50m×25m
太陽光パネル	1 式	1 式
ヤード、道路、外構	1 式	1 式

出典：JICA 調査団

エウア島については、大型船舶の入港のためには、大規模な港湾改修が必要であり、要請内容の事業規模とは大きな乖離があるため、今回の案件の対象としないことを確認した。

1-3 我が国の援助動向

我が国の過去の援助は、2005 年度給水施設の整備や草の根－教育関係を除き、表 1-11 に示すとおりである。

表 1-11 「ト」国における過去の援助案件

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
無償資金協力	1987～1988	ヌクアロファ護岸拡充計画	約 5.2km の石積護岸の復旧及び拡充
無償資金協力	1989～1990	ファアモツ国際空港ターミナル施設建設計画	ヌクアロファのファアモツ国際空港ターミナルビル建設
無償資金協力	1993	港湾作業船整備計画	ヌクアロファ港にタグボート供与
無償資金協力	1994～1995	トンガタブ島道路改良計画	トンガタブ島内の幹線道路の改良・新設と道路建設機材供与
無償資金協力	2004～2006 2010～2013	バイオラ病院改善計画 (第 1 次及び第 2 次)	既存病院全体の新築及び改修と医療器材の調達
無償資金協力	2008～2010	離島間連絡船建造計画	ヌクアロファ港に離島間連絡船オトワンガオファ号供与
無償資金協力	2013～2014	マイクログリッドシステム導入計画	ヌクアロファに太陽光発電モジュール、蓄電設備及びマイクログリッドコントローラーの供与

1-4 他ドナーの援助動向

現在、世銀を中心に ADB や New Zealand Aid が様々な援助を「ト」国に対し行っている。その代表的なものを次に示す。

(1) Transport Sectors Consolidated Project (TSCP) Phase1 (世銀、US\$2 million)

トンガタブ島その他、主要な離島ハアパイ、ババウ、ネイアウ島において、道路、空港、港湾セクターを対象に様々な小規模建設、資機材供与を行うことを目的とするプロジェクトで、2009年に調査が開始された。港湾セクターでは国内輸送用小規模栈橋の建設や、LOA9mの小型バージの供与等が実施され、今年12月にPhase1が終了する予定であるが、既に後続のPhase2も準備が進められている。

(2) Tropical Cyclone Ian Reconstruction and Climate Resilience Project (TCIRCRP) (世銀、合計US\$15 millionの内8millionがGrant、7millionが低金利ローン)

ハアパイ島においてサイクロン・イアンにより倒壊した家屋の復旧と道路等基礎インフラの復旧を目的とするプロジェクト。

(3) Extension of Runway for Fua Motu International Airport (世銀、US\$5million)

トンガタブ島にある国際空港の滑走路を延長するプロジェクトで、元々、上述 a) のプロジェクトにて案件発掘され、その金額の大きさから1プロジェクトとして独立したもの。

(4) Other Islands Small Jetties Project (ADB, US\$ 1 million)

離島の小規模栈橋を複数整備することを目標とするプロジェクトで2013年9月に開始され、2015年6月に完了予定。

(5) Regional Maritime Safety Project (Grant Funding Arrangement (GFA): New Zealand Aid)

海員保険の整備を目標とする準備作業の補助、並びにライフジャケット等海上安全装備・装具の供与を行うことを目標とするプロジェクト。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

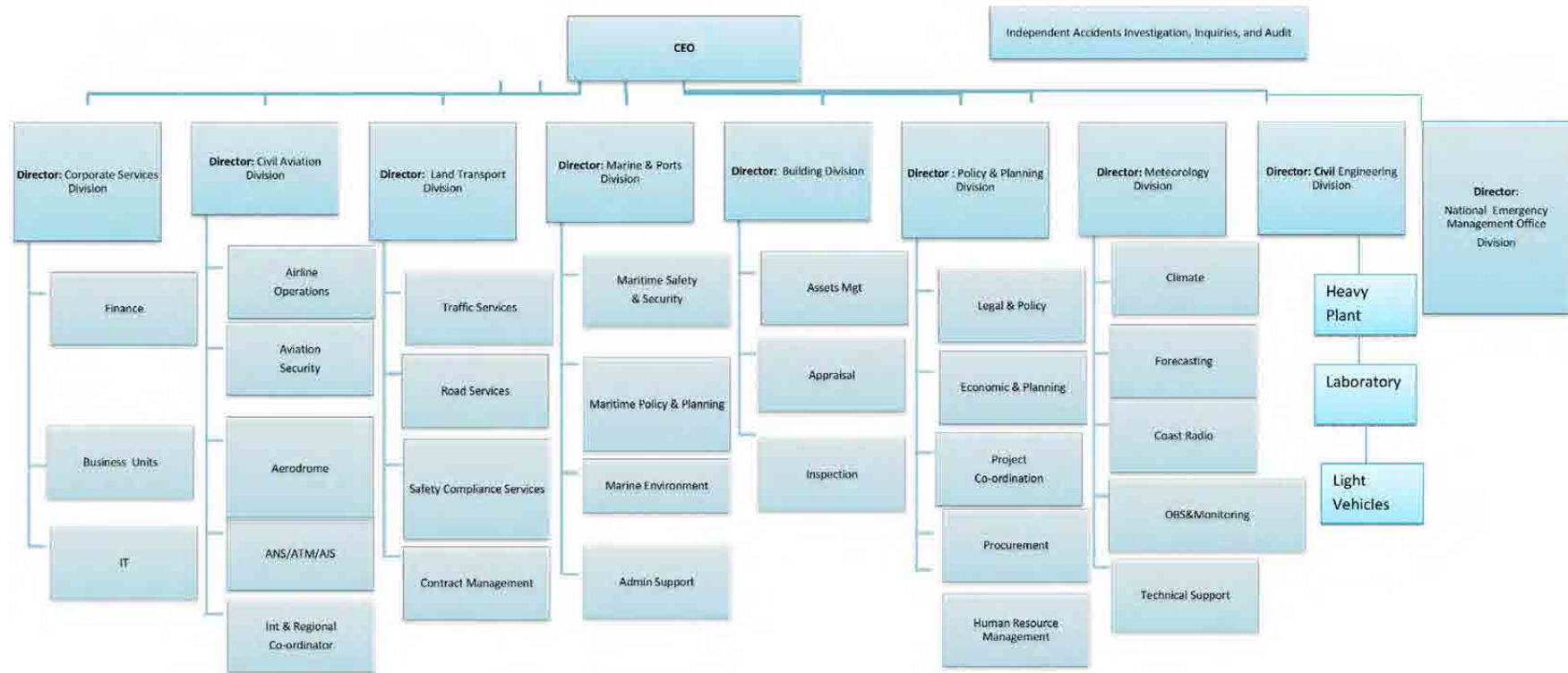
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

2-1-1-1 実施機関

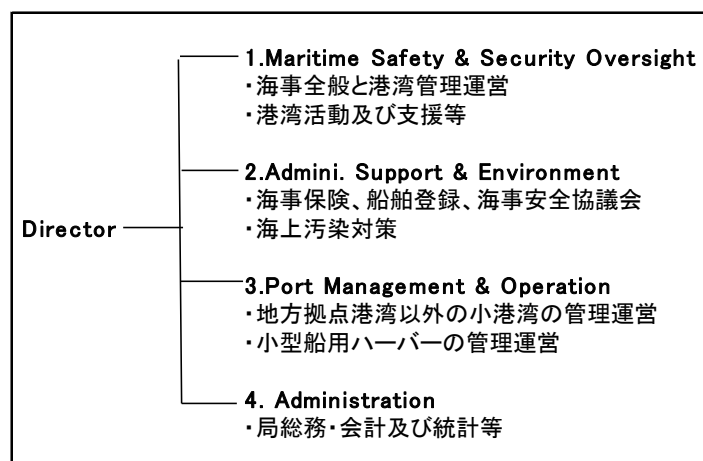
本計画の実施機関は、「ト」国の海運機能を所管する社会インフラ省であり、2011年の省庁再編で現在の体制に移管した。図 2-1 は社会インフラ省の組織図である。9 局で構成され「ト」国の基盤整備に係る事業の政策立案と実施機能を有している。このうち、本事業を直接所管する部署は、Marin & Port Division（以下、「海事港湾局」）である。

図 2-2 に海事港湾局の組織図を示す。海事港湾局は、「ト」国の産業振興と社会開発及び安全性と海洋汚染対策に配慮した海運業全体の活性化を使命とし、海運に係る政策立案と実施及び監理機能を有している。



出典：MOI

図 2-1 社会インフラ省の組織図



出典：JICA 調査団

図 2-2 海事港湾局の組織・所掌事項

2-1-1-2 運営機関

本計画の運営管理を担当するのはトンガ港湾公社（PAT）である。PAT は 1998 年の港湾公社法（Ports Authority Act、1998）に基づいて、商業会社形式の企業体としてヌクアロファ港の運営管理主体となっている。港湾公社法第 11 条により PAT の機能は港湾の施設運営に伴う諸活動（施設建設、改良、維持、運営管理、港営活動）を実施することとされている。

港湾開発計画の策定及び監理は公共事業省の責務であり、PAT はヌクアロファ港の運営管理主体という位置づけになる。PAT は設立時国庫から設立資金（\$TOP 11 百万：6.4 億円、1\$TOP=¥58）を得て、商業企業体として運営し利益還元を義務付けられている。国营公社の政策立案と監理は公益事業省（Ministry of Public Enterprise）で公益事業省へ毎年の財務報告を PAT は義務付けられている。

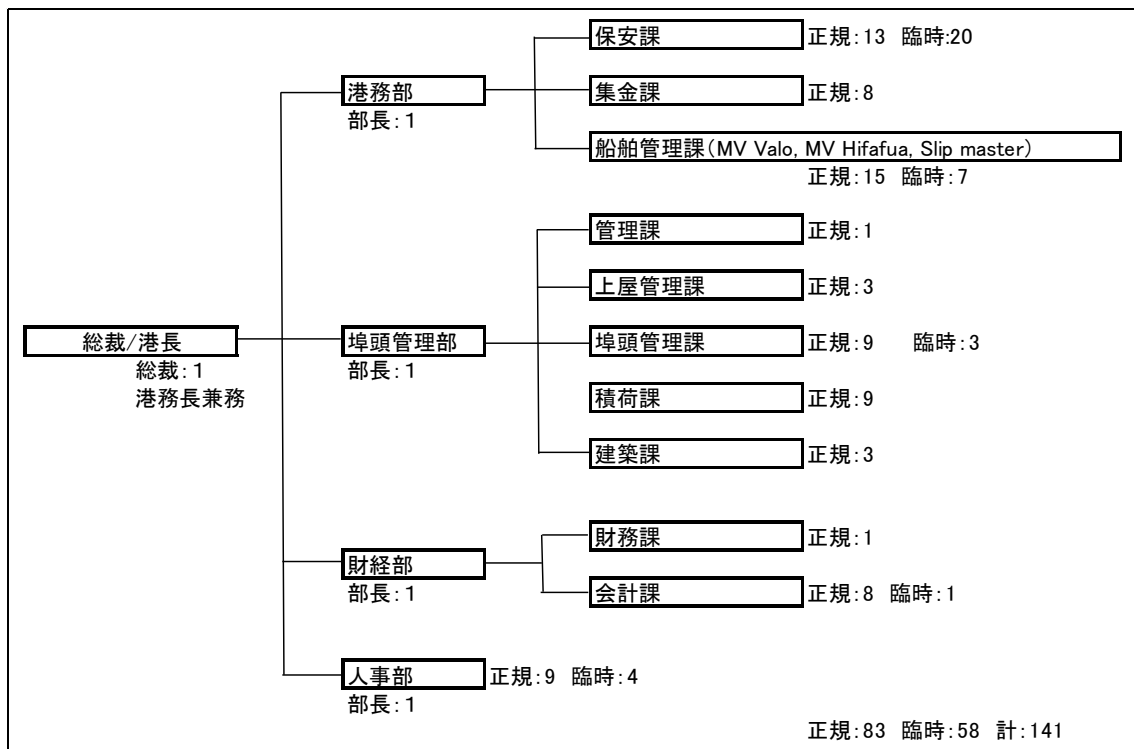
ちなみに、「ト」国では投資監理機関である公益事業省のもと現在、14 の公社が設立されている。（表 2-1 参照）

表 2-1 「ト」国の公社

FISA	Shipping Agency	TFPL	Forest Products
PAT	Ports Authority	TPOT	Tonga Post
TAL	Tonga Airport	T Power	Power Limited
TBC	TV & Radio Tonga	WAL	Waste Authority
TCC	Communications Corp.	Tonga Market Limited	
TCL	Tonga Cable Ltd.	Tonga Water Board	
TDB	Development Bank	Tonga Assets Management	

出典：JICA 調査団

PAT は 4 人の取締役会のもと、総裁（港長兼務）を長とする港務部、埠頭管理部、経財部、人事部の 4 部門で構成されている。2014 年現在の PAT 職員数は 141 人、うち 83 人が正規職員、58 人が臨時職員である。（図 2-3 参照）



出典：JICA 調査団

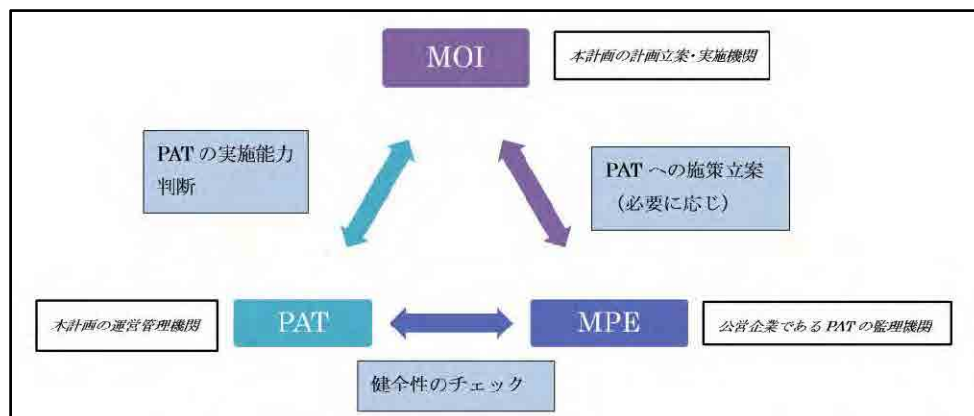
図 2-3 PAT の部門組織図

公社の目的は 1998 年の港湾公社法により商業開発と「ト」国における港湾の有効利用を図るための次の諸活動と規定されている。

- a. 港湾施設、サービス及び安全に配慮した適正かつ有効な港湾の運営管理（経営）
- b. 公社の目的に資するため、必要な貨物の取り扱い及びサービスの提供
- c. 航行ルール及び航行支援施設の管理
- d. 港湾の開発及び改良等により市場開拓と広報宣伝の実施
- e. 港湾内の運用管理の実施

2-1-1-3 社会インフラ省、公益事業省及び港湾公社の関係

本計画では社会インフラ省（MOI）、公益事業省（MPE）及び港湾公社（PAT）の三社が関係する。図 2-4 は MOI、MPE および PAT の関係を示している。



出典：JICA 調査団

図 2-4 MOI、MPE および PAT の関係（計画段階～運営管理段階）

本計画において、MOI は計画立案と実施官庁（機関）であり、PAT は運営管理機関、MPE は公営企業である PAT の監理（監督）機関であるとともに、必要に応じて MOI と協働し PAT が健全に運営管理できる状態にする施策立案機関となる。すなわち、①MOI は本計画の計画立案・実施機関、②PAT は本計画の運営管理機関、③MPE は公営企業である PAT の監理機関、という関係にある。

2-1-2 財政・予算

「ト」国の国家予算は約 170 億円であるが、本プロジェクトの実施機関である MOI の年間予算は約 4.3 億円（2013 年度）で、海事港湾局の予算はそのうちの約 8%（0.33 億円）である。MOI の収入は、約 3.4 億円であり、その 61%は自動車関連（免許、登録料、検査料等）からの収入で、海事港湾局の収入は約 11%（0.37 億円）となっている。

一方、プロジェクト完成後の運営管理機関である PAT の収支状況は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 PAT の収支状況（2010 年～2013 年）

（単位：千 \$ TOP）

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
収入	6,433	7,161	7,321	7,049
国際貨物	4,961	5,336	5,584	5,789
国内貨物	405	535	508	405
その他	1,067	1,290	1,229	855
支出	4,220	3,586	3,289	3,598
管理運営費	1,816	1,614	1,422	1,455
人件費	2,404	1,972	1,867	2,143
収支	2,213	3,575	4,032	3,451

出典：PAT Annual Report, 2010 - 2013

近年の PAT の収入は、6.4～7.3 百万 \$ TOP（3.8～4.3 億円）で、収支は 2.2～4.0 百万 \$ TOP（1.3～2.4 億円）の黒字となっている。

2-1-3 技術水準

本計画では新設される埠頭管理、ターミナルビルのメンテナンス、駐車場及び貨物と取扱施設の保安管理が必要になる。これらに係る技術者は、PATの現有組織に内包されており、現有体制と人員で対応できる。ターミナルビルの補修整備等の修理作業は、埠頭管理部に建築課を内包しており十分対応できる。岸壁及び防波堤等の基盤施設に補修工事が必要となった場合は、MOIが管理担当となる。大規模補修が必要な場合は、計画面と技術面及び資金面でMOIとPATが協同して対応することとしている。従って、港営技術面の運営・維持管理能力は十分現有されていると判断される。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 既存大型船舶

本計画で新設される埠頭を利用する予定の大型船舶は、表 1-3 及び図 1-9 に示す国内島嶼間貨客運搬船 4 隻を対象とし、港湾施設設計においては、最も船型が大きなオトワンガオフア号を設計対象船舶としている。

2-1-4-2 港湾施設維持管理機材

現在、PATがヌクアロファ港の維持管理に使用している主な機材を以下に示す。

(1) バックホウ

PATが保有しているバックホウは、図 2-5 に示す 2 台のバックホウ（バケット容量 2.0m³）で、主にファウア埠頭の石積み防波堤の補修や埠頭内の維持浚渫作業を行っている。保守点検状況は良好である。



図 2-5 PAT 所有のバックホウ（2.0m³積）

(2) グラブ浚渫船

PAT 所有のグラブ浚渫船を図 2-6 に示す。主に埠頭内や航路の浚渫作業や防波堤の補修作業を行っていたが、現在は修理中であり、部品の調達待ちの状態である。



図 2-6 PAT 所有のグラブ浚渫船（修理中）

(3) FISA 修理棟

オトワンガオフア号及び荷役機械等の修理作業を行う修理棟（FISA 所有）を図 2-7 に示す。現在、クイーンサロテ埠頭の No.4 バースの背後地にあり、本計画の埠頭完成後も当面はこの施設を使用する予定である。



図 2-7 FISA 所有の修理棟

2-1-5 荷役機械

(1) フォークリフト

大型船舶への貨物の積み込み及び積み降ろしの荷役作業は、主に図 2-8 に示すフォークリフトで行っている。常時、大型 8t 積が 2 台、小型 3t 積が 2 台稼働している。



図 2-8 荷役用フォークリフト

(2) コンテナ

バラ荷を梱包するコンテナは、図 2-9 に示す我が国が 2010 年に供与したドライコンテナ (2.44m 幅×1.83m 奥行×2.0m 高、積載重量 5.0t、コンテナ重量 1.0t、54 個) と冷凍コンテナ (2.44m 幅×1.83m 奥行×2.0m 高、総重量 6.0t、8 個)、その他に図 2-10 に示す既存のオープンコンテナ (2.44m 幅×1.83m 奥行×1.4m 高) が約 40 個使用されている。



図 2-9 我が国供与のコンテナ (右側が冷凍コンテナ)



図 2-10 既存オープンコンテナ

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

本プロジェクトサイトは、既存ファウア埠頭に隣接する未利用の西側海域に位置し、現場水域は環礁のリーフ上で水深-0.6m の浅場となっている。ファウア埠頭は、ヌクアロファの中心地に位置し、海岸沿いを走る市内の幹線道路であるブナ道路に接続しているため、交通の便は非常に良好である。(図 2-11 参照)



図 2-11 海岸沿いのブナ道路と遊歩道

電気および水道はファウア埠頭内に来ているため、新設するターミナルビル等の港湾施設への接続および供給については全く問題ない。

また、計画予定地は、PAT が管理する港湾区域内であるため、用地の手当てや社会基盤の整備状況は良好であるといえる。また、新埠頭に接続する航路についても、計画地の近くに既存航路が設定されており、リーフの外側は-10m 以上の水深となっているため、大型船舶が安全に入出港可能な航路の設定は容易である。

2-2-2 自然条件

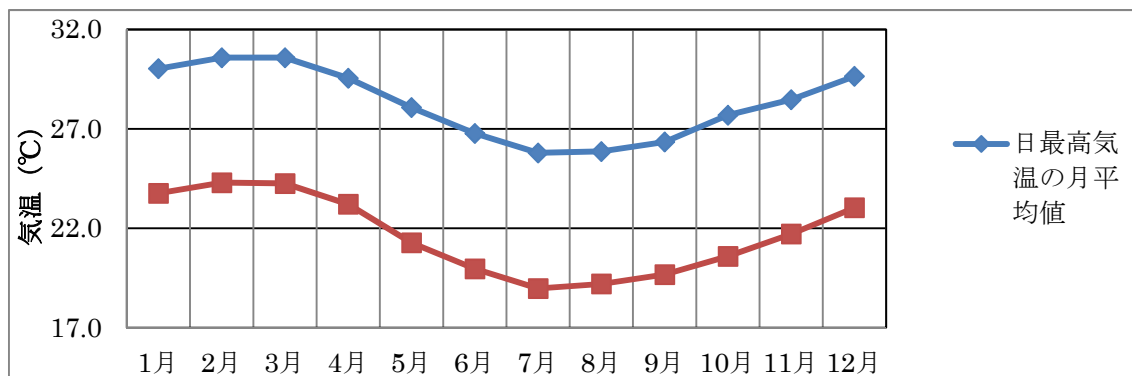
2-2-2-1 気象・海象条件

「ト」国は、貿易風が年間を通じて絶えず吹いており 5 月～8 月の冬季は弱く、12 月～4 月の夏季は強く吹く。最多風向は、約 70% の頻度で南東または東南東からの方向である。トンガタブ島では、12 月～4 月が暑く湿った季節で平均 27℃ 程度である。降雨量も夏季が多く、特に 1～3 月では、200mm/月以上となり、湿度も約 77% になる。一方、6 月～10 月は、涼しく比較的乾いた季節で、平均気温は 22～24℃ 程度である。また、降雨量も約 130mm/月で少なく、湿度も 73% 程度である。年間平均気温は 25℃ で、2004～2013 年の平均降雨量は、1,800mm/年程度である。1 月～3 月にかけて高温多湿に見舞われ、この時期がサイクロンの季節である。赤道付近で発生したサイクロンが発達しながら急速に南下する。直近の来襲では、2014 年 1 月 6 日から 12 日にかけて上陸したサイクロン「イアン」は、ハーパイ群島の北東上空を通過し、ハーパイ各地で家屋やインフラ、農作物に甚大な被害が発生した。

以下に、「ト」国トンガタブ島の気象状況についての概況を示す。

(1) 気温

トンガタブ島ファアモツ空港の気象観測所の気象資料より、気温は、年間を通じてほぼ一定しており、月別最高気温は平均で 25～31℃、月別最低気温は平均で 19～24℃である。2004～2013 年の月別最高、最低気温を図 2-12 及び表 2-3 に示す。



出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

図 2-12 月別気温 (2004~2013 年)

表 2-3 月別気温 (2004~2013 年)

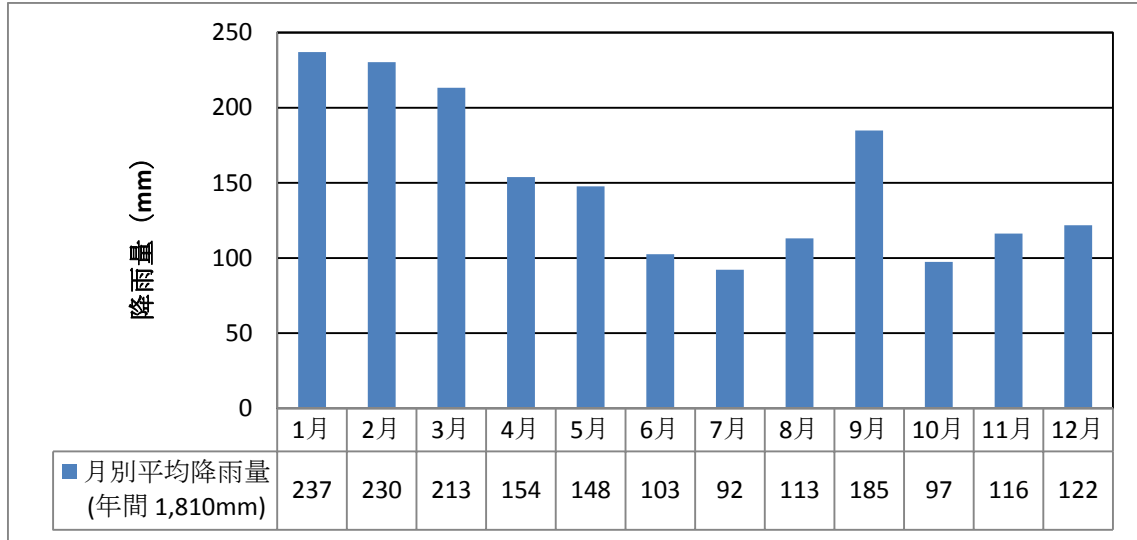
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
日最高気温の月平均値	30.0	30.6	30.6	29.6	28.1	26.8	25.8	25.9	26.3	27.7	28.5	29.6	28.3℃
日最低気温の月平均値	23.8	24.3	24.3	23.2	21.3	20.0	19.0	19.2	19.7	20.6	21.7	23.0	21.7℃

出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

(2) 降雨

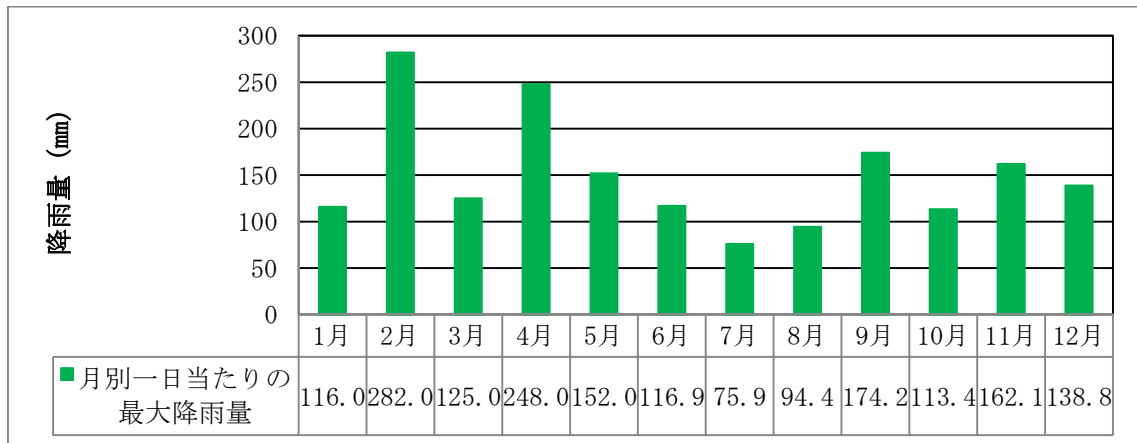
ファアモツ空港の気象観測所の気象資料より、2004 年～2013 年までの月別平均降雨量のデータを図 2-13 に、また各月における一日当たり最大降雨量のデータを図 2-14 に示す。年間降雨量はおよそ 1,800mm であり、1月～3月の降雨量は 200mm 以上であることがわかる。

年間を通じて最も雨の少ない時期は 7 月であり、もっとも降雨量の多い時期が 1 月である。また、2 月に日当たりの最大降雨量が 250mm を超えている記録がある。



出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

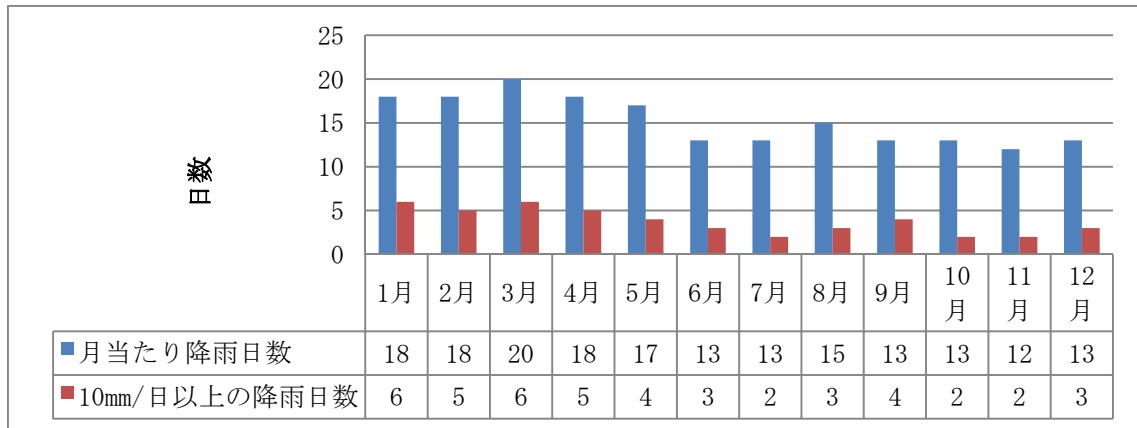
図 2-13 月別平均降雨量 (2004 年～2013 年)



出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

図 2-14 月別一日当たりの最大降雨量 (2004～2013 年)

ファアモツ空港の気象観測所での月別一日当たりの降雨日数 (2004 年～2013 年) を図 2-15 に示す。10mm/日以上降雨日数は、月当たり 2 日～6 日で、年間 45 日間である。

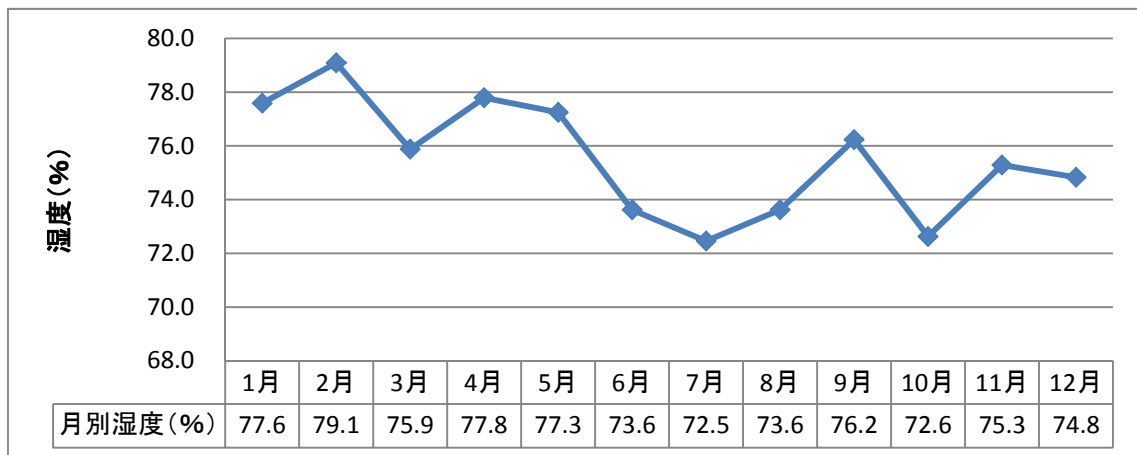


出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

図 2-15 月別一日当たりの降雨日数（2004～2013年）

(3) 湿度

ファアモツ空港の気象観測所における2004年～2013年の最小相対湿度の月別平均を図2-16に示す。年間を通じて約72～79%で推移しており、最小は7月の72.5%、最大は2月の79.1%である。

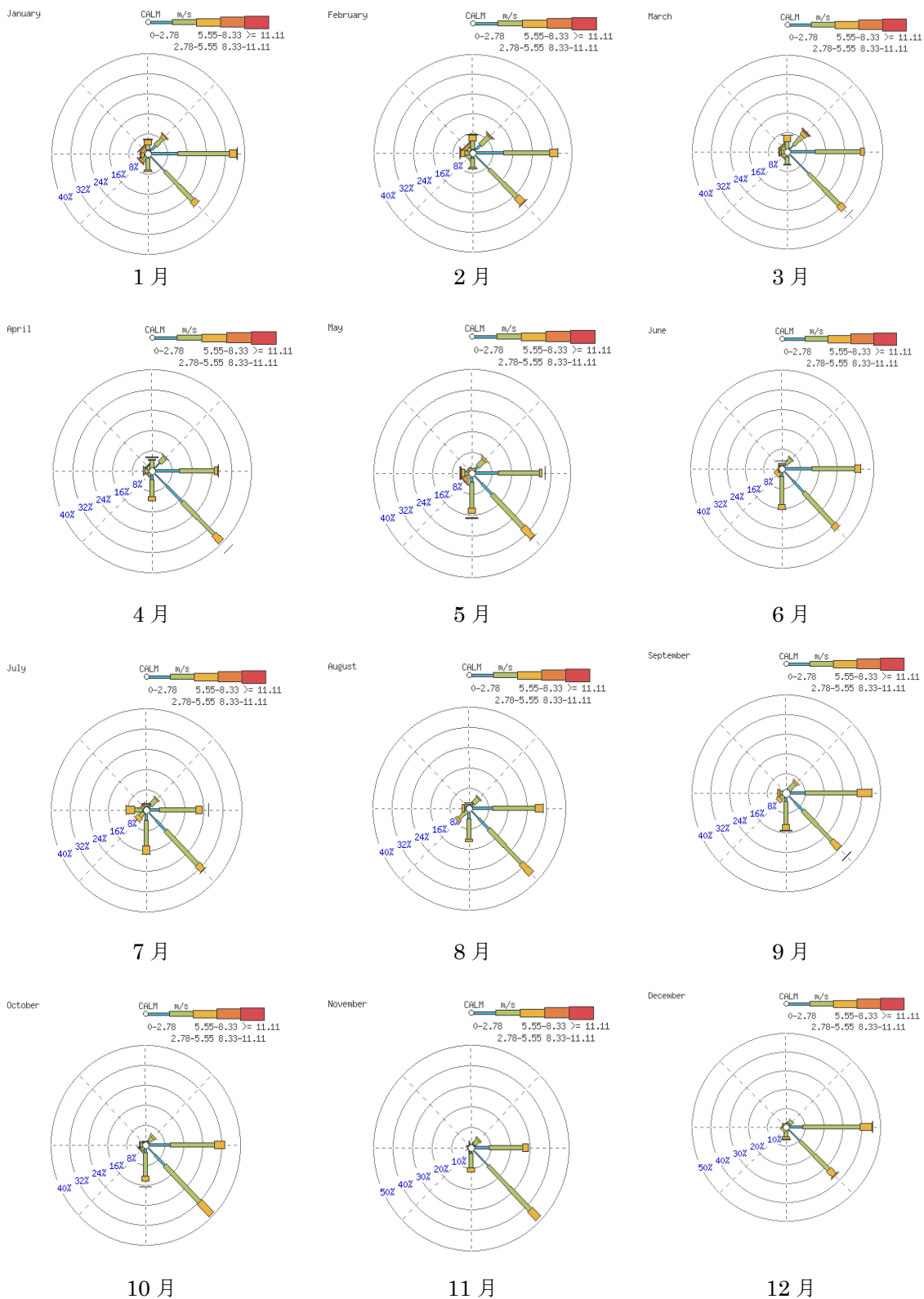


出典：Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

図 2-16 月別平均相対湿度（2004年～2013年）

(4) 風況

年間を通じて貿易風による東風、南東が卓越する。風速10m/sec以下の風の出現頻度が大半を占めている。2009年～2013年のファアモツ空港の風速データでは10m/sec以上の風速は1月、2月、3月にて発生する傾向にあり、年間の70%を占めている。



出典 : Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

図 2-17 月別風配図 (2009年~2014年)

(5) 海象

1) 潮汐及び潮位

ヌクアロファ港の潮位は、一日二回潮であり、年間の干満差は約 1.5m である。ヌクアロファ港の潮位測定は、トンガ気象局(Meteorology & Coast Radio Services)が 1993 年から観測している。以下は、潮位記録からの抜粋である。

- 最高潮位 (2014 年 3 月 1 日) +2.146m
- 過去 5 年間(1993~2013 年)の平均最高潮位 +1.854m
- 平均潮位 (Mean Sea Level) +0.000m
- 過去 5 年間 (1993~2013 年) の平均最低潮位 +0.275m
- 最低潮位 (2014 年 3 月 1 日) -0.071m

なお、潮位計の 0 は、ベンチマークの TON1 から 2.069m 下に設定してある。トンガ気象庁は、各月の潮位表を発行しており、2014 年の潮位表の最高潮位は、+1.880m、また、最低潮位は、+0.13m である。

2) 波浪

既往報告書（トンガ王国ヌクアロファ護岸拡充計画基本設計調査報告書）によれば、ヌクアロファ港の護岸は、設計対象サイクロンに、“アイサック”を選定し、設計波高の推算をウィルソン法により、以下のように波高推算を実施している。

表 2-4 波浪条件

	波高	周期	波向
沖波	11.6m	12.6sec	NE (北東)
Queen Salote Wharf 前面	3.0m	-	-

出典：JICA 調査団

2-2-2-2 自然災害

トンガ諸島は、東にトンガ海溝（総延長約 1,200km、最深部 10.85km）が走り、太平洋プレートが部分的に裂けて、インド・オーストラリアプレートに年間約 20cm で沈み込み、そのスラブ沿いは、世界でも有数の地震発生帯として知られており、また、多くの火山噴火を生んでいる太平洋をぐるりと囲む環太平洋火山帯の上に位置している。南太平洋の火山帯は、世界で一番活発なプレート上昇地点（南太平洋スーパープレート）であり、今後数十万年での巨大噴火が予想されている。さらに、トンガ諸島は、過去の記録よりエルニーニョ発生時期では、年に 1.9 回、エルニーニョ以外の時期は年に 1.6 回、サイクロンの影響を受けている。

国連大学が発行している「ワールドリスクレポート 2014 年」では、トンガは、地震、サイクロン、洪水等の「自然災害への遭遇度合い」は、世界第 2 位となっている。ちなみに日本は、世界第 4 位で、トンガと同様自然災害への遭遇度合いは非常に高い。

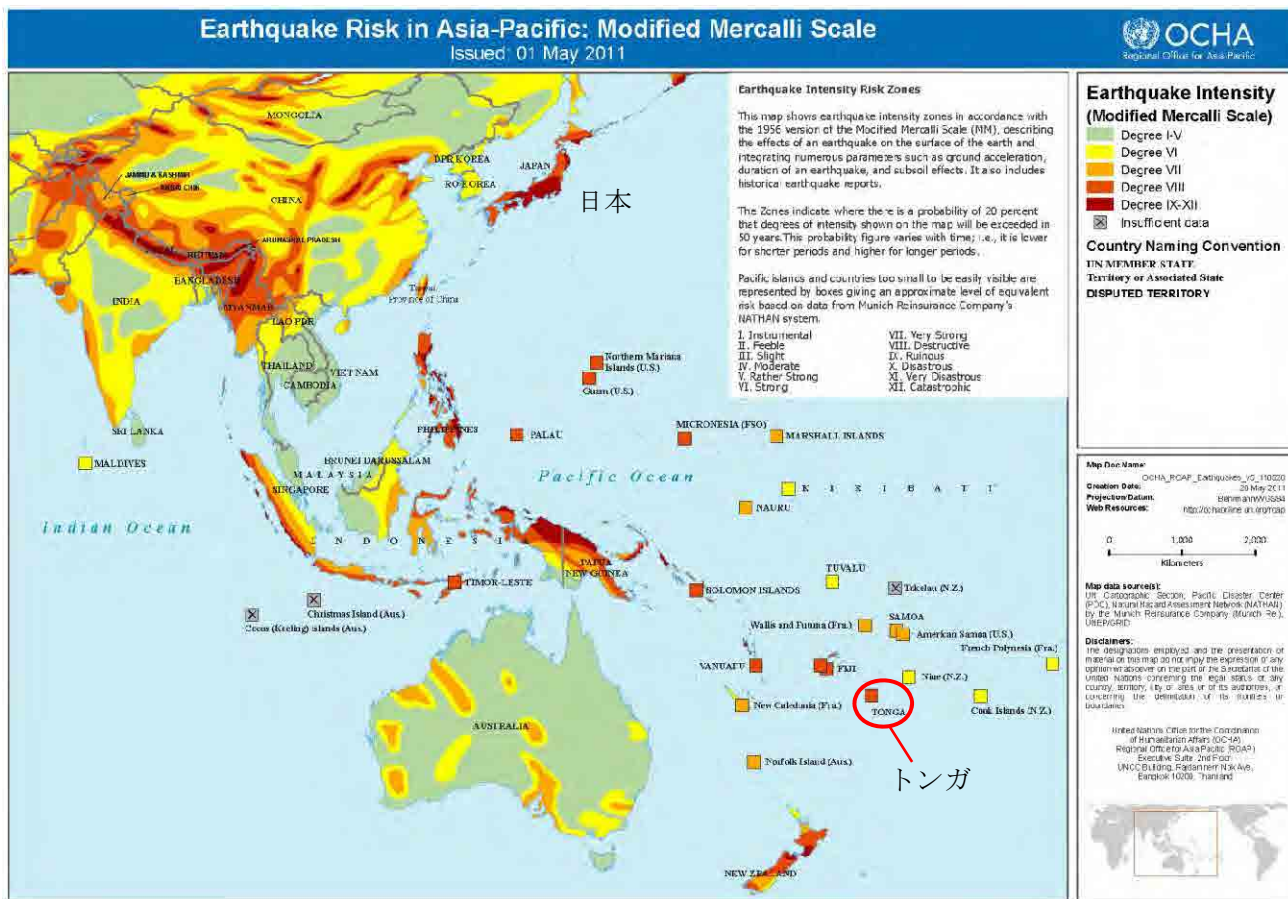
(1) 地震・津波

主なトンガおよびトンガ周辺に発生したマグニチュード6以上の地震記録(1962年から2014年9月)を表に示す。トンガ周辺は、世界で最も地震活動が活発な場所であり、52年間で174回のマグニチュード6以上の地震が発生している。(表 2-5 参照)

国連人道問題調整事務所(OHCA)発行のアジア・パシフィック地域の地震強度マップによると、トンガ地域はDegree VIII(Destructive:破壊的、大きな災害起こす)である。ちなみに日本は、Degree VIIからDegreeXIIで、DegreeVIIIは、北海道中部、東北日本海側、九州、沖縄地域となっている。(図 2-18 参照)

表 2-5 トンガおよびトンガ周辺の主な地震記録

NO	地震発生日			震源地				NO	地震発生日			震源地					
	年	月	日	緯度	経度	深さkm	M _a マグニチュード*		場所	年	月	日	緯度	経度	深さkm	M _a マグニチュード*	場所
1	1962	4	30	-18.33	-175.84	7.2	6.5	トンガ	88	1994	2	24	-17.46	-174.18	125.5	6.0	トンガ
2	1965	1	5	-20.51	-173.91	4.3	6.8	トンガ	89	1994	4	27	-21.52	-173.56	40.3	6.2	トンガ
3	1965	3	18	-19.92	-175.94	225.2	6.3	トンガ	90	1995	4	7	-15.34	-173.43	32.5	7.4	トンガ
4	1965	3	22	-15.34	-173.18	32.2	6.5	トンガ	91	1995	4	8	-15.36	-173.32	32.9	6.1	トンガ
5	1965	3	23	-15.35	-173.09	34.0	6.5	トンガ	92	1995	7	28	-21.27	-175.24	99.3	6.3	トンガ
6	1965	7	21	-20.77	-175.62	5.0	6.0	トンガ	93	1995	8	29	-21.14	-174.22	20.1	6.0	トンガ
7	1965	8	20	-22.84	-176.10	79.7	6.0	フィジー島南部	94	1995	10	6	-20.04	-175.84	201.3	6.3	トンガ
8	1967	1	1	-15.27	-173.56	33.1	6.6	トンガ	95	1996	2	25	-22.34	-175.70	13.2	6.0	トンガ地域
9	1968	3	11	-16.19	-173.87	111.3	6.3	トンガ	96	1996	11	14	-21.33	-176.44	189.7	6.0	フィジー地域
10	1968	7	29	-22.50	-174.90	57.2	6.0	トンガ地域	97	1997	2	7	-19.89	-173.11	28.0	6.4	トンガ
11	1968	9	26	-20.96	-176.85	249.9	6.0	フィジー地域	98	1997	5	27	-15.37	-173.09	20.5	6.3	トンガ
12	1968	10	6	-15.06	-175.31	21.9	6.0	トンガ	99	1997	8	29	-15.24	-175.41	7.8	6.4	トンガ
13	1968	10	6	-14.85	-175.35	10.3	6.0	サモア島地域	100	1997	10	14	-22.26	-176.63	163.4	7.7	フィジー島南部
14	1970	7	16	-19.21	-173.30	15.0	6.0	トンガ	101	1998	11	15	-21.63	-176.38	152.6	6.2	フィジー地域
15	1970	7	17	-21.93	-174.63	11.6	6.2	トンガ	102	1998	12	27	-21.77	-176.20	146.5	6.8	フィジー地域
16	1972	5	22	-17.83	-175.01	224.6	7.2	トンガ	103	1999	1	24	-21.14	-174.45	13.0	6.0	トンガ
17	1972	8	28	-21.34	-174.24	1.5	6.0	トンガ	104	1999	2	3	-20.32	-174.16	9.0	6.2	トンガ
18	1972	9	9	-15.36	-175.57	15.0	6.1	トンガ	105	1999	4	13	-21.51	-176.32	161.6	6.8	フィジー地域
19	1974	6	4	-15.95	-174.99	275.4	6.1	トンガ	106	1999	12	7	-15.95	-173.92	140.1	6.3	トンガ
20	1974	6	7	-15.45	-175.28	45.3	6.0	トンガ	107	2000	1	8	-16.94	-174.09	155.0	7.2	トンガ
21	1974	12	21	-14.57	-174.93	15.0	6.1	サモア島地域	108	2000	1	26	-17.32	-173.86	55.0	6.2	トンガ
22	1975	5	18	-20.91	-173.88	3.9	6.0	トンガ	109	2000	9	11	-15.91	-173.57	118.0	6.3	トンガ
23	1975	9	24	-20.49	-173.96	27.8	6.5	トンガ	110	2000	9	26	-17.27	-173.78	56.0	6.3	トンガ
24	1977	6	22	-22.91	-175.75	64.2	8.1	トンガ地域	111	2000	10	21	-17.37	-175.05	287.5	6.2	トンガ
25	1977	7	24	-15.31	-173.06	15.0	6.3	トンガ	112	2000	10	31	-18.04	-175.17	15.5	6.2	トンガ
26	1977	8	11	-17.67	-174.29	118.6	6.7	トンガ	113	2001	4	28	-18.10	-176.90	361.0	6.8	フィジー地域
27	1977	9	13	-15.47	-173.21	12.5	6.0	トンガ	114	2001	7	4	-21.79	-176.59	180.0	6.5	フィジー地域
28	1978	3	3	-15.28	-173.46	54.5	6.2	トンガ	115	2001	10	2	-16.20	-173.69	98.0	6.1	トンガ
29	1978	3	4	-21.86	-174.70	12.8	6.0	トンガ	116	2002	1	28	-15.40	-173.07	27.4	6.2	トンガ
30	1978	6	11	-15.23	-173.52	48.8	6.0	トンガ	117	2002	5	8	-18.01	-174.48	132.9	6.2	トンガ
31	1978	7	2	-15.29	-175.40	15.0	6.5	トンガ	118	2002	8	9	-16.38	-176.06	364.0	6.1	フィジー地域
32	1978	7	17	-14.96	-175.78	297.7	6.5	サモア島地域	119	2002	10	13	-14.57	-175.28	18.7	6.0	サモア島地域
33	1979	7	24	-20.45	-174.13	18.1	6.1	トンガ	120	2003	3	14	-17.45	-175.07	275.0	6.3	トンガ
34	1979	11	24	-18.90	-176.56	4.4	6.3	フィジー地域	121	2003	3	28	-15.32	-173.42	41.0	6.1	トンガ
35	1980	3	31	-20.41	-173.68	4.3	6.0	トンガ	122	2003	5	3	-15.24	-173.56	34.0	6.2	トンガ
36	1980	6	18	-15.26	-173.51	36.4	6.3	トンガ	123	2003	7	27	-21.11	-176.44	213.0	6.6	フィジー地域
37	1980	8	24	-15.22	-173.44	35.2	6.2	トンガ	124	2003	9	2	-15.30	-173.10	19.0	6.4	トンガ
38	1980	10	9	-15.43	-173.29	52.1	6.1	トンガ	125	2004	1	25	-16.87	-174.09	135.0	6.6	トンガ
39	1980	11	30	-19.49	-175.79	238.0	6.3	トンガ	126	2004	2	23	-14.84	-175.46	31.0	6.1	サモア島地域
40	1980	12	19	-21.21	-174.36	18.5	6.1	トンガ	127	2004	4	24	-21.90	-174.82	8.0	6.1	トンガ
41	1981	6	1	-16.13	-173.56	33.0	6.0	トンガ	128	2004	9	3	-15.23	-173.27	12.0	6.0	トンガ
42	1981	9	1	-15.11	-173.02	17.1	7.5	トンガ	129	2005	3	19	-20.49	-174.19	26.4	6.1	トンガ
43	1981	11	4	-20.02	-174.20	35.7	6.5	トンガ	130	2005	5	18	-15.34	-173.17	4.3	6.2	トンガ
44	1982	6	11	-17.64	-174.32	125.8	6.8	トンガ	131	2005	8	6	-19.61	-175.79	202.4	6.0	トンガ
45	1983	1	8	-15.41	-173.22	43.7	6.2	トンガ	132	2005	10	5	-20.55	-174.20	11.6	6.0	トンガ
46	1983	3	21	-21.53	-175.28	61.6	6.7	トンガ	133	2006	2	26	-15.28	-176.19	32.5	6.0	フィジー地域
47	1983	5	15	-18.93	-175.51	15.0	6.7	トンガ	134	2006	3	5	-20.10	-175.62	205.8	6.1	トンガ
48	1983	6	1	-17.08	-174.52	182.4	6.5	トンガ	135	2006	4	30	-15.54	-173.03	10.0	6.0	トンガ
49	1983	10	17	-20.54	-173.85	0.6	6.0	トンガ	136	2006	5	3	-20.15	-174.10	55.0	8.0	トンガ
50	1984	4	18	-15.94	-174.30	150.8	6.4	トンガ	137	2006	7	7	-15.27	-173.55	35.0	6.0	トンガ
51	1984	6	15	-15.86	-174.75	257.2	6.6	トンガ	138	2006	8	15	-21.17	-176.17	154.0	6.1	フィジー地域
52	1984	10	15	-15.87	-173.56	127.0	7.1	トンガ	139	2006	11	30	-21.39	-174.52	12.5	6.0	トンガ
53	1984	10	30	-17.08	-174.00	142.3	6.6	トンガ	140	2007	8	26	-17.42	-174.32	127.4	6.0	トンガ
54	1984	11	17	-18.33	-175.62	25.1	6.2	トンガ	141	2008	1	22	-15.28	-175.35	6.0	6.0	トンガ
55	1985	6	3	-15.35	-173.39	46.4	6.6	トンガ	142	2008	1	22	-15.42	-175.59	10.0	6.1	トンガ
56	1985	10	12	-21.65	-176.31	157.8	6.1	トンガ	143	2008	4	16	-18.61	-175.70	10.0	6.3	トンガ
57	1986	6	28	-20.06	-175.95	223.1	6.5	トンガ	144	2008	6	26	-20.77	-173.34	38.0	6.2	トンガ
58	1986	8	18	-20.48	-174.13	25.8	6.0	トンガ	145	2008	8	19	-15.09	-173.48	8.0	6.1	トンガ
59	1986	10	30	-21.67	-176.55	189.5	7.2	トンガ	146	2008	10	19	-21.86	-173.82	29.0	6.9	トンガ
60	1987	1	9	-19.43	-176.43	5.7	6.5	トンガ	147	2008	10	22	-18.41	-175.35	233.4	6.4	トンガ
61	1987	3	19	-20.36	-176.09	212.5	6.5	トンガ	148	2008	11	8	-15.22	-174.23	121.0	6.0	トンガ
62	1987	10	8	-19.61	-173.03	15.6	6.2	トンガ	149	2009	9	29	-15.36	-173.16	10.0	6.0	トンガ
63	1987	11	3	-17.15	-173.73	98.7	6.1	トンガ	150	2009	10	2	-16.34	-173.47	8.0	6.1	トンガ
64	1988	1	15	-20.77	-175.98	218.6	6.4	トンガ	151	2009	10	14	-14.91	-174.82	10.0	6.3	サモア島地域
65	1988	2	6	-16.19	-173.77	121.5	6.1	トンガ	152	2009	11	24	-20.71	-174.04	18.0	6.8	トンガ
66	1988	4	2	-15.39	-173.02	20.3	6.2	トンガ	153	2010	2	9	-15.05	-173.49	10.0	6.1	トンガ
67	1988	6	11	-15.14	-173.42	42.6	6.0	トンガ	154	2010	2	13	-21.90	-174.77	11.0	6.1	トンガ
68	1988	7	19	-19.55	-174.99	144.2	6.3	トンガ	155	2010	4	10	-20.11	-176.22	273.2	6.0	フィジー地域
69	1988	12	5	-15.30	-173.42	42.8	6.2	トンガ	156	2010	4	21	-15.27	-173.22	35.0	6.1	トンガ
70	1989	1	2	-18.62	-174.51	116.7	6.1	トンガ	157	2010	9	4	-17.37	-174.00	69.0	6.1	トンガ
71	1989	3	11	-17.79	-174.73	234.8	6.9	トンガ	158	2010	11	3	-20.47	-174.28	18.0	6.1	トンガ
72	1990	2	24	-15.39	-175.16	1.3	6.0	トンガ	159	2011	1	31	-22.01	-175.62	76.0	6.0	トンガ地域
73	1990	5	20	-18.16	-175.16	231.6	6.2	トンガ	160	2011	2	12	-20.88	-175.67	85.0	6.1	トンガ
74	1990	6	23	-21.50	-176.46	185.2	6.9	フィジー地域	161	2011	9	5	-15.30	-173.62	37.0	6.2	トンガ
75	1990	12	11	-15.38	-173.09	18.3	6.1	トンガ	162	2011	9	22	-15.44	-175.31	10.0	6.4	トンガ
76	1990	12	21	-20.54	-173.94	15.3	6.0	トンガ	163	2011	12	26	-16.20	-173.86	90.0	6.0	トンガ
77	1991	1	8	-18.07	-173.45	33.7	6.1	トンガ	164	2012	4	28	-18.69	-174.71	134.7	6.6	トンガ
78	1991	3	3	-21.87	-175.00	14.9	6.1	トンガ	165	2013	5	11	-17.9				



出典：国連人道問題調整事務所（OCHA）

図 2-18 アジア・パシフィック地域の地震強度マップ（2011年5月）

地震あるいは火山噴火による津波被害記録を表 2-6 に示す。国家津波計画 2012 年（National Tsunami Plan 2012）では、津波警報とともに高台（Evacuation Center）に避難する計画を立案している。

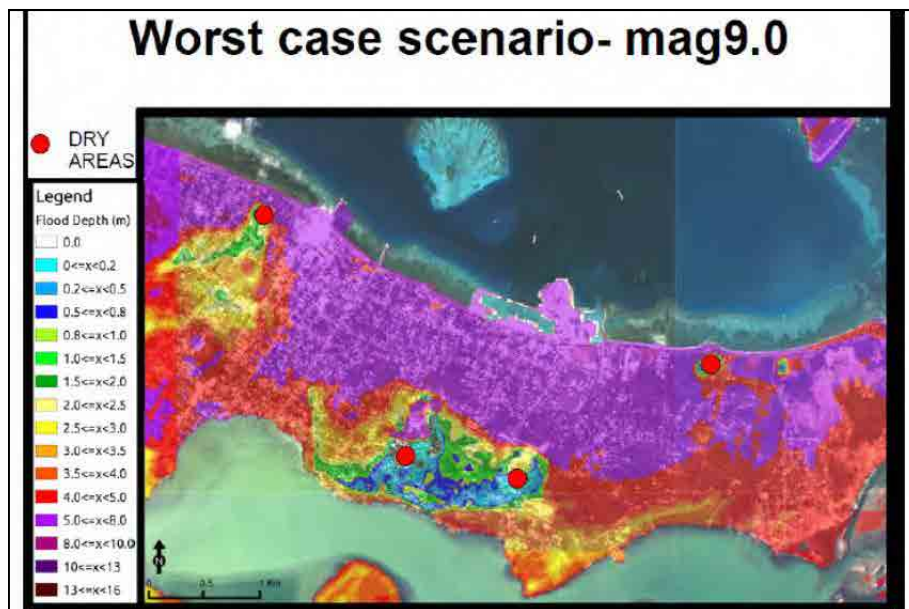
近年では、2009 年 9 月 30 日、サモア諸島付近を震源とする地震が発生し、トンガ王国北部のニウアトプタブ島とタファヒ島が津波による被害が発生し、遡上高 17m の津波が押し寄せ、家屋の崩壊、死者 9 名が確認された。

また、NEMO（National Emergency Management Office）が実施した津波シミュレーションの結果を図 2-19 に示す。この結果から、今回の設計対象区域における想定津波高は最大で 8m 程度であると思われる。

表 2-6 主な津波記録

Year	Date	Cause	Source	Comments
1853	24 Dec	Tech-tonic	Tongatapu Island	Changes in land level and flooding
1855	17 Nov	Tech-tonic	Tonga Islands	1 meter wave height at reported Tau near Tongatapu
1881	24 Nov	Tech-tonic	Tonga Islands	Land subsided but no tsunami reported
1901	9 Aug	Tech-tonic	Tonga Islands	No information on extent of damage
1908	1 Jan	Volcanic	Tonga Islands	Submarine volcano eruption but extent of damage not known
1919	30 Apr	Tech-tonic	Tonga Islands	2.5m wave height in Ha'apai and no information of damage from other islands
1928	19 May	Volcanic	Ha'apai Islands	Earthquake felt, tsunami wave appeared and pumice littered the shores
1948	16 Sep	Tech-tonic	Tonga Islands	Small Pacific wide tsunami recorded
1963	10 Dec	Tech-tonic	Tonga Islands	Strong swell reported in Tahiti
1968	25 Jul	Tech-tonic	Kermadecs Is	0.1 m tsunami recorded in Suva
1977	2 Apr	Tech-tonic	Tonga Trench	3 tsunami waves observed
2009	30 Sep	Tech-tonic	Niutoputapu	17 meter waves washed up in Niutoputapu and Tafahi Islands in Northern Tonga killing 9 people

出典：National Tsunami Plan(2012), National Tsunami Working Group, NEMC



出典：National Emergency Management Office

図 2-19 津波シミュレーション結果

(2) サイクロン

1960年から現在までのトンガおよびその周辺で発生したサイクロン、ストーム、強風の記録を表 2-7 に示す。

近年のサイクロン被害は、2014年1月にカテゴリー5の「イアン」がハーパイ群島を襲い甚大な被害が生じた。また、2012年2月にサイクロン「ジャスミン」と「シリル」が連続してトンガを襲い大規模な洪水が発生している。2010年のカテゴリー4の「リン」は、トンガを襲い、農作物の被害が出ている。

最大の被害は、1982年に発生したサイクロン「イザーク」は、トンガタプ島の住居区域 23km²を浸水させ、6名死亡、45,000人に影響を与えた。

表 2-7 トンガおよび周辺のサイクロン記録 (1960年～2014年1月)

Name	Active Date	Min P	Area	Extreme Wind	Name	Active Date	Min P	Area	Extreme Wind
Nil	17-19 Jan 1960		NTT/VV	Est. 60kt gust 90kt(Storm)	1989-1990				
Nil	14-19 Mar 1961		VV/HP/TBU	100kt gust 150kt(Severe)	'Ofa	30Jan-10Feb	987	Tonga(Ntt), Niue, Samoa	Est. gust 140kts (Hurricane)
Nil	22-23 Nov 1964		S/Tonga	40kt gust 55kt(Minor)					
Nil	25/26 Feb 1969		S/Tonga	N/A	1990-1991				
1969-1970 (El-Nino)					Sina	24-Nov-4Dec	960	Tonga(TBU/ HP), Niue, Fiji,	65kt gust 100kt(Hurricane)
Nil	11-12 Jan 1970	990(NZ)	Tonga	Gale					
Dolly	11-25 Feb 1970	965(NZ)	Tonga, Niue, Samoa	Gale	1991-1992 (El-Nino)				
Gillian	8-11 Apr 1970	980(NZ)	Tonga	Hurricane	Val	4-13 Dec	940	Tonga(NTT), Samoa, Tokelau	Est. 50kt(Hurricane)
Helen	13-16 Apr 1970	990(NZ)	Tonga, Wallis & Futuna	Storm					
1970-1971					1992-1993				
Nil					Joni	6-13 Dec	940	Tongatapu, Fiji, Tuvalu	Hurricane
1971-1972					Nina	23Dec-5Jan	955	Nfo/Ntt/Vv, Fiji (Rotuma)	Hurricane
Nil	18-24 Jan	990	Tonga, Niue	Storm	Kina	26Dec-5Jan	955	Tongatapu, Fiji	gust 120kt(Hurricane)
					Mick	5-9 Feb	987	Vv/HP, Fiji	Storm
1972-1973 (El Nino)									
Bebe	19-28 Oct	945	S/Tonga, Fiji, Tuvalu	Hurricane	1993-1994 (El-Nino)				
Collete	2-3 Nov	990	N/Tonga, W & Futuna	Storm	1994-1995 (El-Nino)				
Elenore	31Jan-7Feb	980	N/Tonga, Niue, Smoa, S/Cooks	Hurricane	1996-1997				
Juliette	3-4 April	980	S/Tonga(Ha'apai), Fiji	50kt gust 75kt(Hurricane)	Hina	12 -21Mar	970	TBU/'Eua	50kt gust 90kt (Hurricane),
					Keli	10-15 Jun	955	Nfo, Ntt, Fiji, Tuvalu	Est. gust 100kt (Hurricane)
1973/1974									
Lottie	5-12Dec	960(NZ) 963(NC)	S/Tonga, New C, Fiji	Hurricane	1997-1998 (El-Nino)				
1974-1975					Ron	1-8 Jan	900	Niuafo'ou, Samoa, Wallis	Est. gust 125kt (Hurricane),
Val	29Jan-5Feb	945	Tonga, Samoa, Fiji, W&Futuna	Hurricane	1998-1999				
1975-1976					Cora	23-30Dec	960	Tv/HP/'Eua, Fiji, Wallis	47kt gust 73kt (Hurricane)
Nil					1999-2000				
1976-1977					Mona	8-10 Mar 2000	960	Tv/HP/'Eua	44kt gust 65kt (Hurricane)
UN-Named	3-9 Feb	990	S/Tonga, Fiji	Storm	2000-2001				
Pat	15-18Mar	980	Tonga, Niue	Hurricane	Paula	26Feb-8 Mar	930	Tv/HP/'Eua, Fiji, Vanuatu,	40kt gust 60kt (Hurricane)
1977-1978 (El-Nino)					2001-2001-2002				
Anne	25-31Dec	980	Tonga, Niue, Fiji Futuna	Hurricane	Waka	29Dec01-1Jan02	930	Nfo/ Ntt/ Vv,	100kt gust 140kt (Hurricane)
Ernie	16-23Feb	980	Tonga, Fiji	Hurricane					
					2002-2003 (El-Nino)				
1978-1979					Yolande	5-Dec-02		Tonga waters, no land areas	gale
Leslie	21-23Feb	980	Southern Tonga	Hurricane	Ami	110-15 Jan2003	950(FJ), 994(TBU)	TT/EUA, Fiji	40kt gust 60kt (Hurricane)
Meli	24-23Mar	920(FI)	Northern Tonga	Hurricane	Cilla	27-28 Jan2003	993(Hp)	Tonga(Ha'apai)	28kt gust 58kt (Gale)
					Eseta	13-14 March03	994(TBU)	TT/HP	40kt gust 60kt (Gale)
1979-1780					Fili	16-Apr-03		Tonga Waters,	Gale
'Ofa	10-15Dec	980	Northern Tonga	Hurricane					
					2003-2004				
1980-1981					Heta	5-6 Jan2004		Nfo/Ntt, Niue, Samoa	Est 80kt gust 100kt
Betsy	30 Jan-3 Feb 1981	990	Tonga, Niue	40kt gust 52kt(Storm)					
Cliff	8-15 Feb	970	Tonga, Niue, Vanuatu, N/Caledonia	Hurricane	2004-2005				
Un-named	16-20 Feb	990	Tonga, Fiji, Niue, S/Cooks	Storm	Lola	30Jan05-1Feb06	997(Tbu)	Tbu & 'Eua	26kts gust 47kts
Daman	20-24 Feb	980	Northern Tonga	Hurricane					
					2005-2006				
					Tam	12-13 Jan2006	991(Nfo)	Niuafo'ou	40-45kts gust 50kts
1981-1982					Urmil	14-15 Jan2006	994(Ntt)	Niuaotupapu	40-45kts gust 60kts
Issac	27Feb-5Mar	930	Hp/ TBU	90kt gust 130kt (Hurricane)	Vaianu	11-15 Feb2006		All of Tonga	35kts gust 54kts
1982-1983 (El-Nino)					2009-2010 (El Nino)				
NIL					Mick (Cat 2)	Dec 3-15, 2009	975	Fiji, Tonga	
1983-1984									
Lance	3-8Apr	985	Tonga, Wallis	Hurricane	Rene (Cat 4)	Feb 9-17, 2010		Samoa, Tonga (Most damage to vegetation, fruit trees etc, rain)	
Un-named	22-30 Mar		Tonga	40kt gust 53kt					
1984-1985					Tomas (Cat 4)	Mar 9-18, 2010	930	(Fiji most affected, Tonga only strong winds mainly affects vegetation, few buildings)	
Drena	11-14 Jan	987	Niuaotupapu	Est. 50kt gust 70kt (Storm)					
Eric	14-20Jan	955			2010-2011				
1985-1986					Wilma (Cat 4)	Jan 19-28, 2011	930	(Samoa, Fiji, Tonga)	185km/hr
Keli	8-12Feb	987	Tonga, Fiji, Vanuatu	50kt gust 70kt (Storm)					
Lusi	2-10Mar	990	Tonga, Vanuatu, N/C	Storm	2011-2012				
Martin	10-14 Apr	970	Ha'apai, Fiji	40kt gust 60kt (Hurricane)	Cyrril	6 - 7 Feb, 2012		Vv, Hp, TBU, 'Eua	50kts gust to 60kts
					Jasmine (Cat 1)	13-16 Feb, 2012		Vv, Hp, TBU, 'Eua	Gust up to 50kts,
1987-1988 (El-Nino)					(recorded at Fua'amotu on the 14th Feb)				
					2012-2013				
1988-1989					Evan	13-16 Dec 2012		North of Niuafoou	
Un-named	7-14 Feb	987	Tonga, Fiji	35kt gust 50kt (Storm),					
Kerry	29 Mar-3Apr	985	Tonga, Fiji	50kt gust 65kt (Hurricane)	2013-2014				
					Ian (Cat 5)	6-9 Jan 2014		Haapai	

出典 : Meteorology & Coast Radio Services, Fua'amotu Airport (HQ)

2-2-2-3 地形・深淺測量

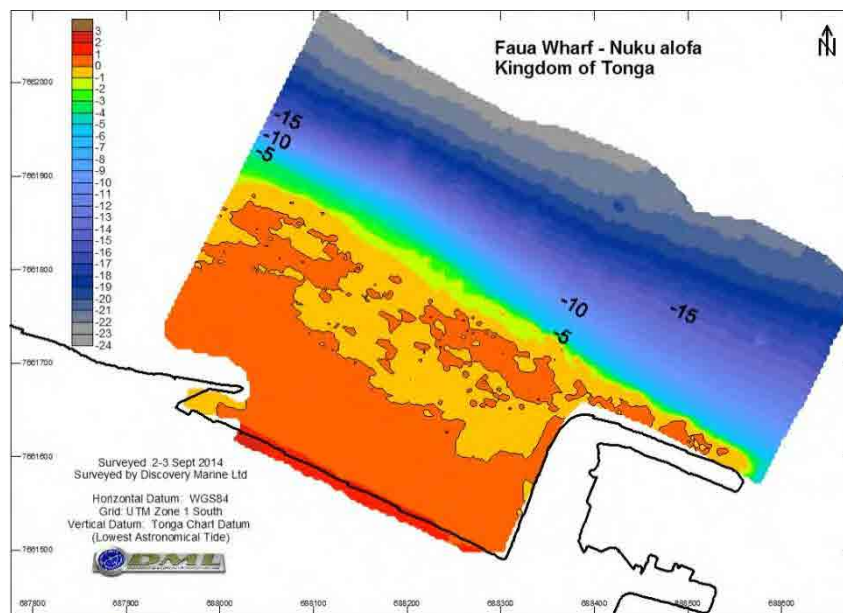
現地での地形・深淺測量は、現地再委託により9月1日～9月6日に実施した。図2-20に地形・深淺測量範囲図を示す。



出典：調査団

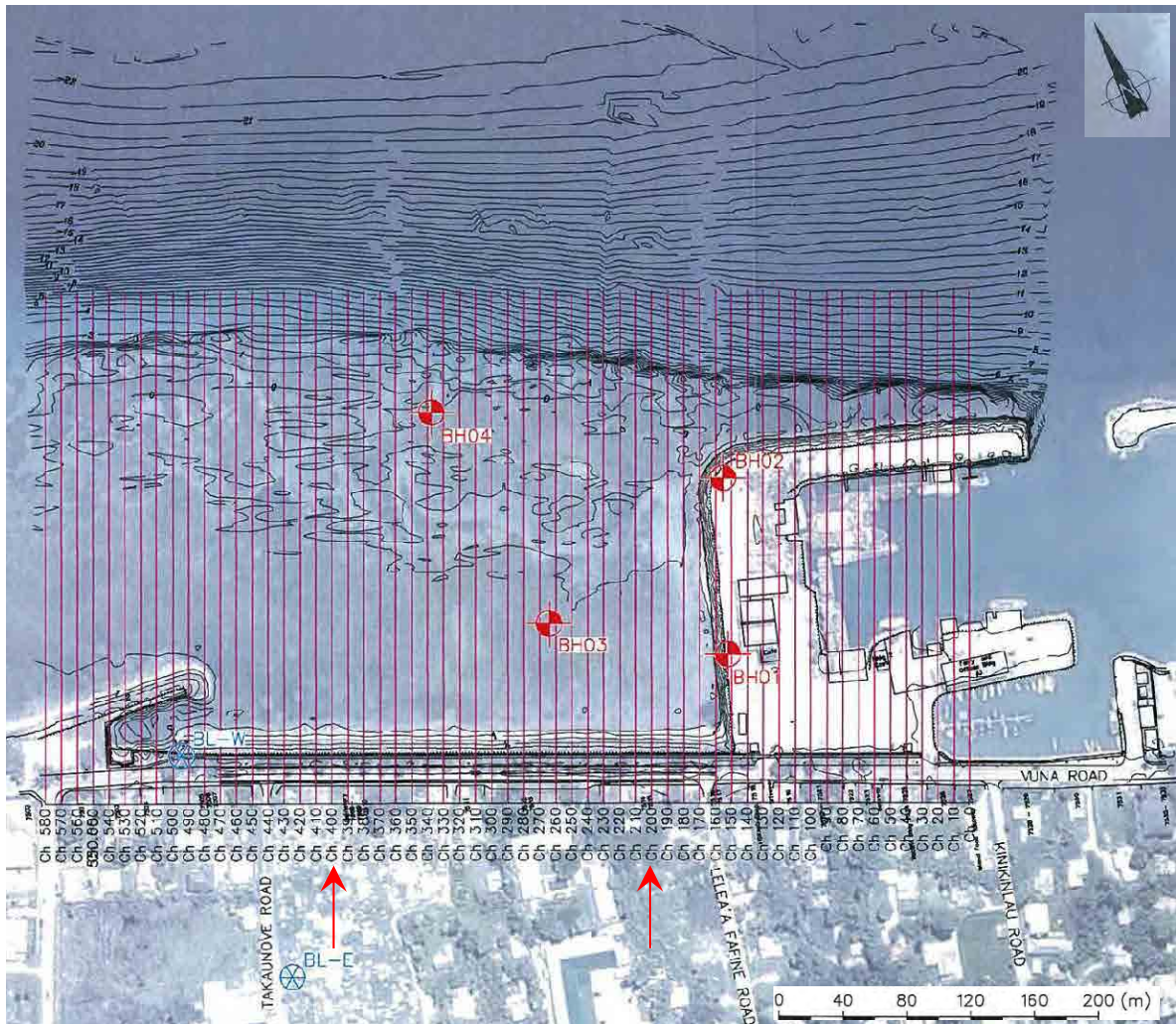
図2-20 地形・深淺範囲図

図2-21、図2-22、図2-23に、それぞれ水深等高線イメージ図、深淺図、断面図を示す。裾礁の平坦部分の幅は、海岸線より220m～270mで、その後水深20mまで急激なスロープとなっている。



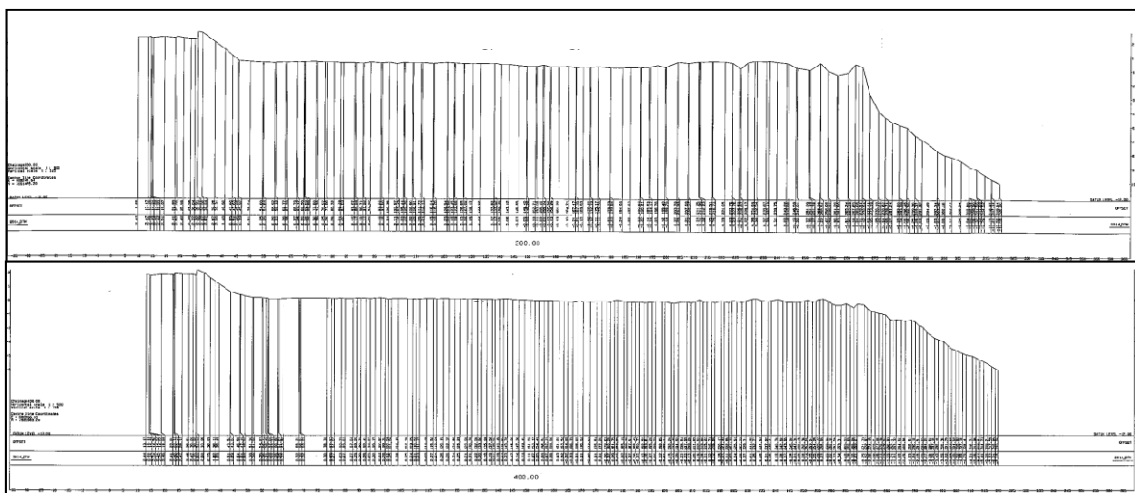
出典：調査団

図2-21 水深等高線イメージ図



出典：調査団

図 2-22 深浅測量結果

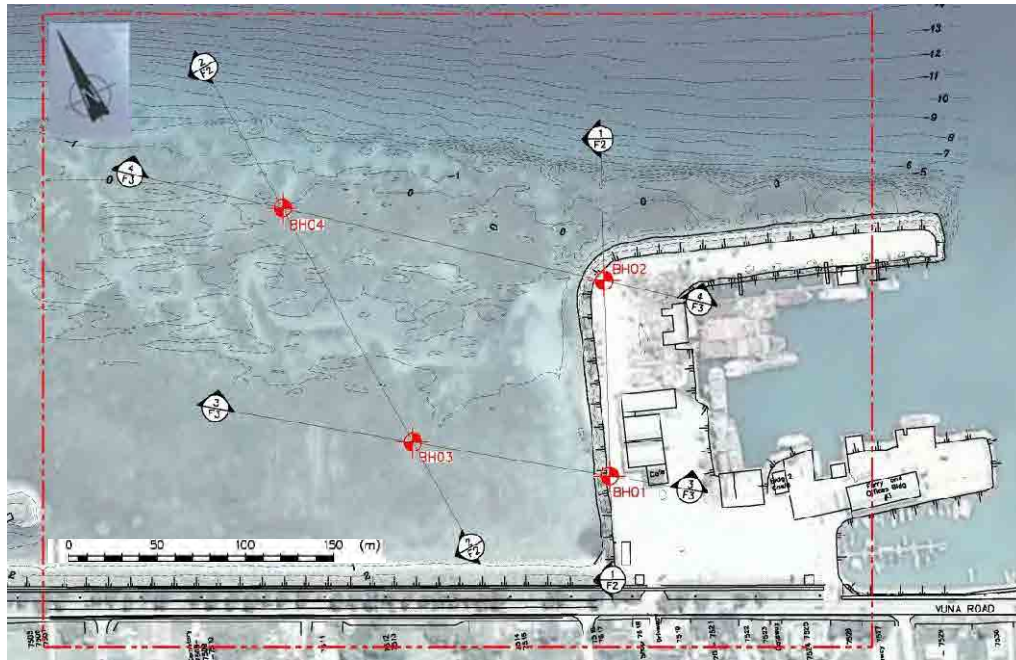


出典：調査団

図 2-23 深浅測量結果

2-2-2-4 土質調査

トンガタブ島の地形は、緩やかに隆起する珊瑚島で、陸地はとても平坦で、火山灰の層が土地の表面に堆積している。今回、フェリー埠頭候補地の陸上部 2 箇所、海上部 2 箇所の合計 4 箇所の土質調査を、現地再委託で、9 月 2 日～9 月 20 日に実施した。土質ボーリング位置図を以下の図 2-24 に示す。



出典：調査団

図 2-24 土質ボーリング位置図

各ボーリングの土質状態の特性より、土質は、埋立土（BH01、BH02）、海洋堆積物、サンゴ石灰岩の 3 層に分けられる。

海洋堆積物は、各ボーリングの標高 0m～-12m の範囲にあり、ほとんどシルトで、深くなるほど徐々に軟弱が固さを増している。

N 値が 50 以上のサンゴ石灰岩は、-9m～-11m から存在するが、サンドイッチ状に空隙を伴ったサンゴ石灰岩の層が見られる。このサンゴ石灰岩の間隙率は、約 30%程度である。

図 2-25 に土層想定図と土質サンプルを示す。

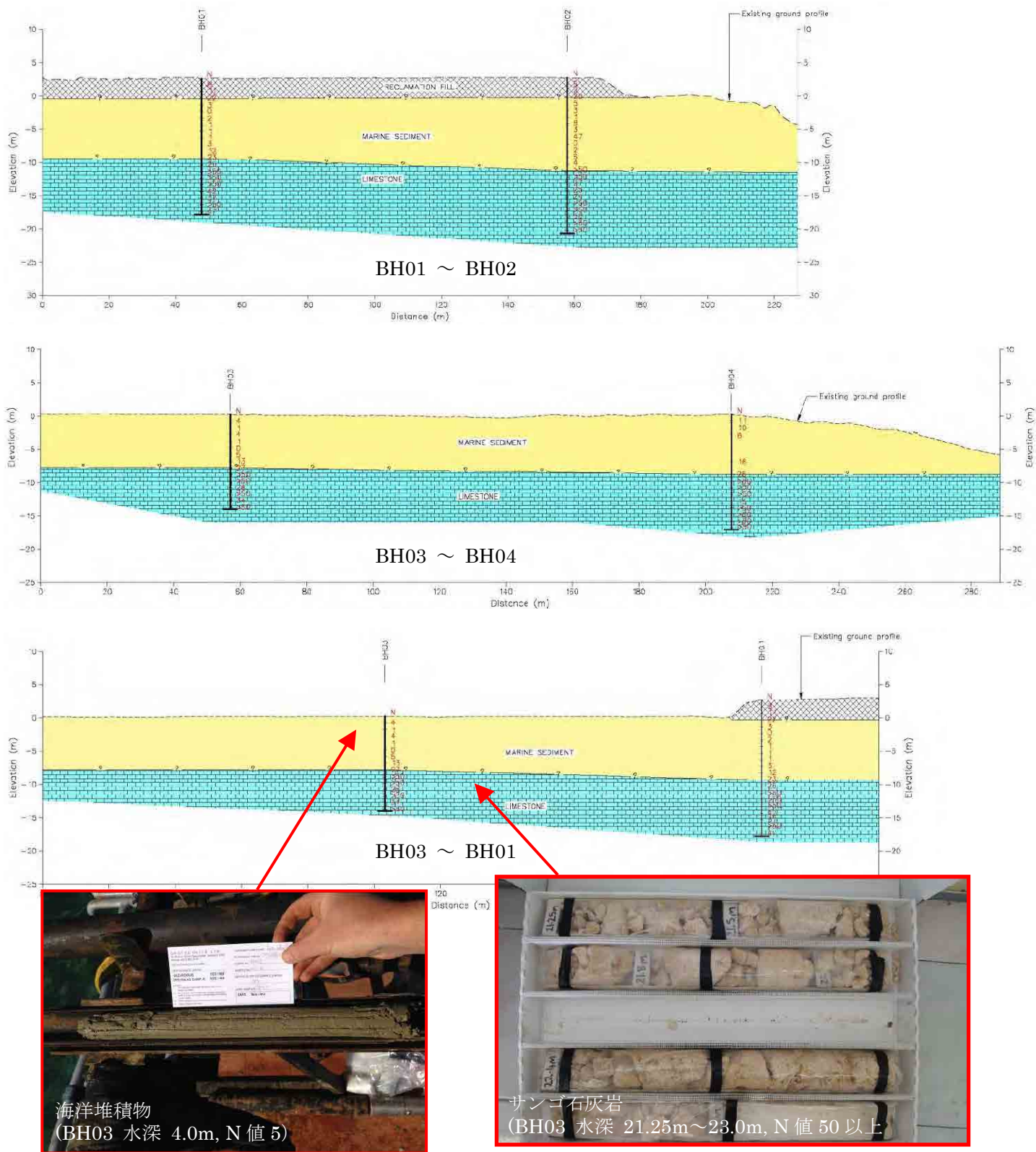


図 2-25 土層想定図と土質サンプル

以下の表 2-8 に今回の 4 箇所 のボーリング結果要約を示す。

表 2-8 ボーリング結果要約 (2014 年 9 月)

ボーリング No.	地盤高	N 値	地盤の状態
BH 01 (陸上ボーリング)	地表+2.7m~-0.3m	8<N<22	埋立土
	-0.3m~-6.3m	0<N<3	海洋堆積物 (やわらかいシルト)
	-6.3m~-8.3m	3<N<12	灰と砂の混合層
	-8.3m~-10.3m	23<N<25	サンゴの欠片
	-10.3m~-17.3m	37<N<50	サンゴ石灰石
BH 02 (陸上ボーリング)	地表+2.8m~-0.2m	8<N<22	埋立土
	-0.2m~-10.2m	0<N<3	海洋堆積物 (やわらかいシルト)
	-10.2m~-12.2m	50≤N	サンゴ石灰石
	-12.2m~-16.2m	24<N≤27	
	-16.2m~-20.2m	50≤N	
BH 03 (海上ボーリング)	海底-0.6m~-1.6m	N=4	砂
	-1.6m~-6.6m	0<N<5	海洋堆積物 (やわらかいシルト)
	-6.6m~-7.6m	N=13	サンゴの欠片
	-7.6m~-8.6m	N=27	脆いサンゴ石灰石
	-8.6m~-17.6m	N=28、50≤N	サンゴ石灰石
BH 04 (海上ボーリング)	海底-0.6m~-1.6m	N=11	砂
	-1.6m~-8.6m	0<N<22	海洋堆積物
	-8.6m~-9.6m	N=26	サンゴの欠片
	-9.6m~-12.6m	50≤N	サンゴ石灰石
	-12.6m~-13.6m	N=15	脆いサンゴ石灰石
	-13.6m~-17.6m	50≤N	サンゴ石灰石

出典：調査団

室内試験の粒度試験結果を表 2-9 に、また、粒度試験以外の物理試験 (比重、含水比、液性限界、塑性限界)、力学試験、圧密試験 (粘性土) を表 2-10 に示す。

表 2-10 室内試験結果 (その 2)

No.	Borehole No.	Depth of Sample		Natural Moisture Content	Specific Gravity	Unit Weight		Liquid limit	Plastic limit	Plasticity Index	Unconfined Compressive Test			Consolidation Test		Unconsolidated-Unconfined Compression Test Performed	Consolidation Test Performed		
		From	To			Natural	Dry				U.C.S	Modulus of Elasticity	Axial Strain	Effective Friction Angle	Effective Cohesion				
																		W	rw
		m	m			%	g/cm ³				g/cm ³	%	%	%	kPa			kG/cm ²	%
1	BH01	1.00	1.45	23.3	2.82														
2		2.00	2.45																
3		3.00	3.45	30.9	2.82														
4		4.00	4.45		2.80			75	34	41									
5		5.00	5.45	50.1	2.83														
6		6.00	6.45		2.80			59	25	34									
7		7.00	7.45	49.9	2.85														
8		7.50	7.62					73	27	46								◎	
9		7.62	7.76	50.0	2.91									45	0			◎	
10		8.00	8.45		2.80			42	22	20									
11		9.00	9.45	65.5	2.84														
12		10.00	10.45		2.80			136	48	88									
13		10.50	10.70	109.0	3.04			156	62	94									
14		10.72	10.85	119.0										37	3				
15		10.86	10.99																
16		11.00	11.45	62.4	2.82														
17		12.00	12.45																
18		13.00	13.45	15.1	2.72														
19		17.00	17.45																
20		17.50	17.60	10.1		2.80	2.55			14.452	1.728	0.87							
21	18.00	18.45	16.9	2.72															
22	19.00	19.34																	
23	20.00	20.45	20.1	2.73															
24	BH02	1.00	1.45	42.2															
25		3.00	3.45	26.6	2.81														
26		6.00	6.45	51.0	2.83														
27		7.00	7.45	43.6															
28		8.00	8.45		2.80			81	25	56									
29		9.00	9.45	47.9	2.84														
30		10.00	10.45		2.80			100	31	69									
31		10.50	10.70															◎	
32		11.00	11.45	67.0	2.88														
33		12.00	12.45																
34	13.00	13.45	79.4	2.91			142	43	99										
35	14.00	14.45	21.3																
36	16.83	16.80	5.5		2.00	1.90				8,269	938	1.14							
37	18.70	18.80	9.4		1.98	1.81				6,255	1,101	0.84							
38	BH03	1.00	1.45	44.4	2.84														
39		1.50	1.95		2.85														
40		2.00	2.45	60.1	2.89														
41		2.50	2.95																
42		3.00	3.45	52.8	2.91														
43		4.00	4.45		2.85			111	27	84									
44		4.50	4.70															◎	
45		5.00	5.45	72.5	2.93														
46	6.00	6.45	76.8	2.94															
47	7.00	7.95	32.0	2.79															
48	BH04	0.50	0.95	26.0	2.87														
49		1.00	1.45	29.8															
50		1.50	1.95	35.2	2.88														
51		2.00	2.45																
52		2.50	2.95	27.2	2.88														
53		3.00	3.45	36.6	2.89														
54		3.50	3.95	48.9	2.90														
55		4.10	4.30															◎	
56		4.50	4.95	64.7	2.94														
57		5.50	5.95	63.2				91	27	64									
58		6.50	6.95	59.1	2.94														
59		7.50	7.95	57.2	2.94														
60		8.50	8.95	52.6	2.94														
61		9.00	9.45																
62	14.00	14.15	6.1		2.17	2.05				15,846	2,570	0.8							
Total No. of Tests				41	39	4		11		4		2		1	4				

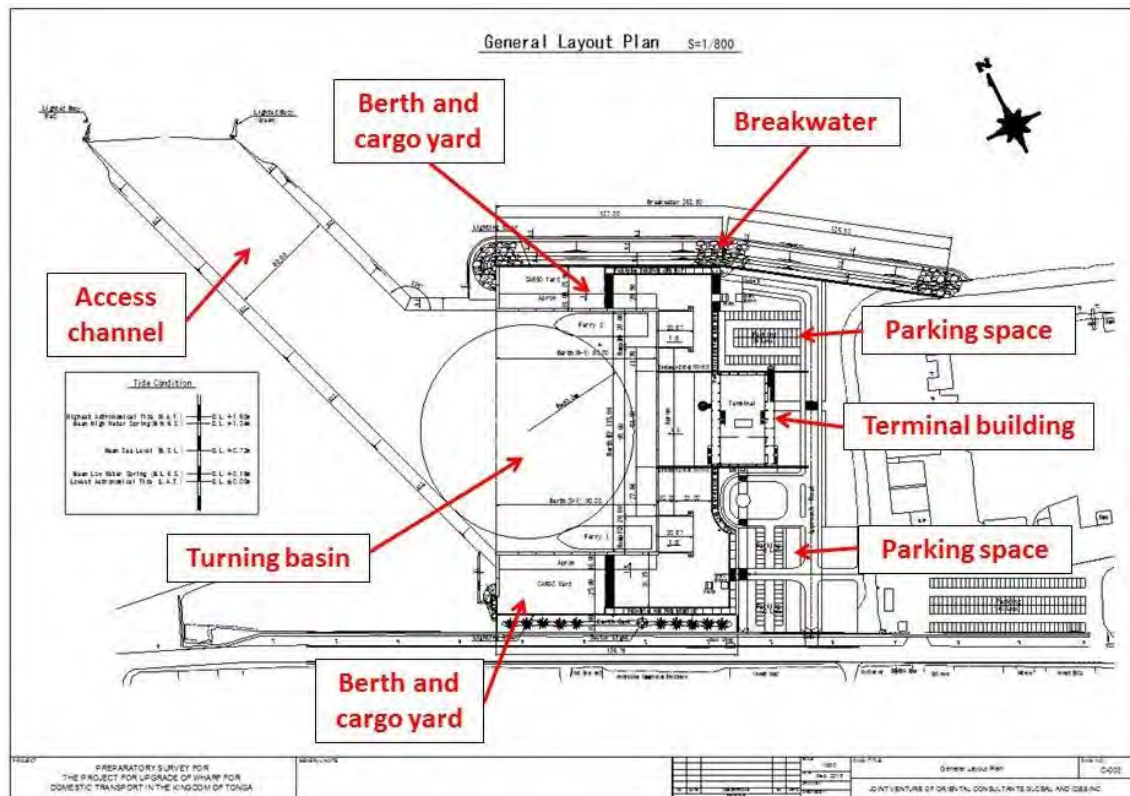
出典：調査団

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境社会影響に与える事業コンポーネントの概要

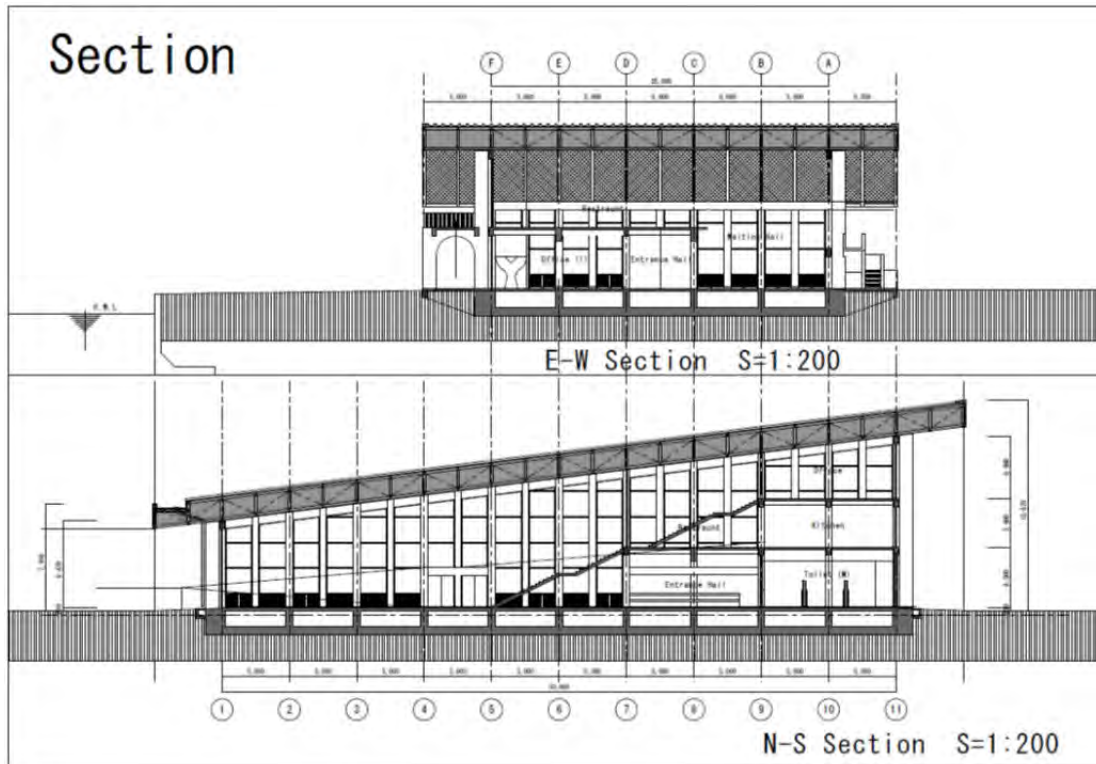
(1) 主要施設の概要

国内輸送船用埠頭は、ヌクアロファ港ファウア埠頭の西側リーフ上に建設される予定である。埠頭には、90 m 延長の岸壁が北側と南側の 2 箇所に整備され、背後のスペースは貨物ヤードとして利用される。船舶は、新しく整備されるアクセス航路を經由して入出港するが、そのために 153,000 m³ 相当の浚渫が必要になる。浚渫土は、埠頭の埋立土として利用される。さらに港内の静穏域を確保するため、延長約 250 m 防波堤を建設する。埠頭の東側中央には、3 階建ての旅客ターミナルが建設され、700 人相当の旅客を収容することが可能である。1 階には発券カウンターと待合室、2 階には食堂、そして 3 階には事務所が整備される。旅客ターミナルの北側と南側には、計 100 台分の駐車場が整備される。図 2-26 に埠頭のレイアウトを示す。図 2-27 に旅客ターミナルの構造を示す。表 2-11 に主要施設の仕様を示す。



出典：JICA 調査団

図 2-26 国内輸送船用埠頭のレイアウト



出典：JICA 調査団

図 2-27 旅客ターミナルの構造

表 2-11 埠頭主要施設の仕様

主要施設	仕様
岸壁（北側・南側）	延長：90 m
貨物ヤード（北側・南側）	面積（北側）：90 m×25 m 面積（南側）：90 m×35 m
防波堤	延長：約 250 m
アクセス航路	水深：- 4 m
旅客ターミナル	面積：50×25 m 高さ：約 15 m

出典：JICA 調査団

(2) 主要施設の施工方法

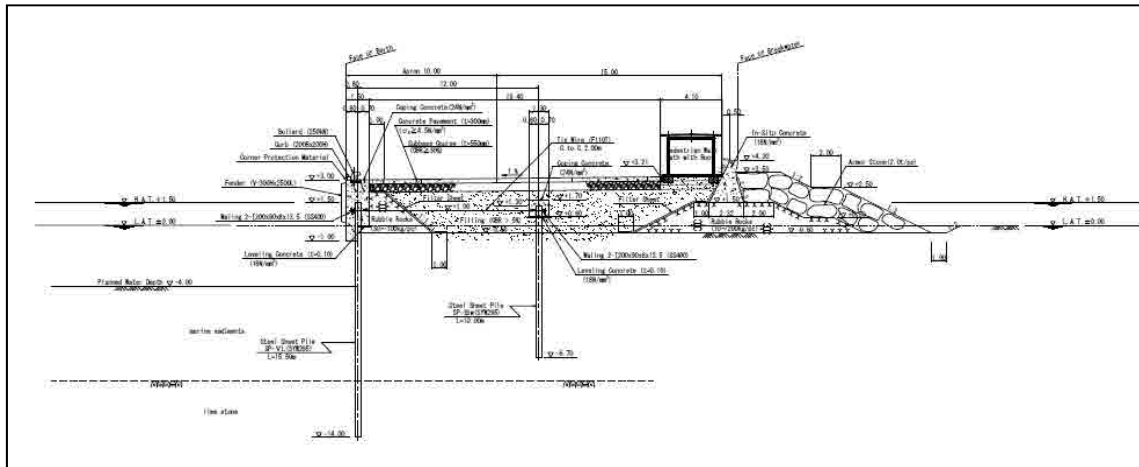
1) 岸壁・貨物ヤード

表 2-12 に岸壁・貨物ヤードの施工手順を示す。杭打工及び埋立工は海上施工となる。図 2-28 に岸壁・貨物ヤードの断面図を示す。

表 2-12 岸壁・貨物ヤードの施工手順

	施工手順	主な建設機械
Step 1	鋼矢板の杭打ち	バイプロハンマー、クレーン、台船
Step 2	捨石による裏込め (約 2,700 m ³)	バックホー、ダンプトラック
Step 3	浚渫土による埋立 (約 77,000 m ³)	バックホー、台船
Step 4	上部工	コンクリート車
Step 5	コンクリート舗装	コンクリート車

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2-28 岸壁・貨物ヤードの断面図 (埠頭北側)

2) 防波堤

防波堤は傾斜堤構造になり、基本的に陸上施工となる。表 2-13 に防波堤の施工手順を示す。

表 2-13 防波堤の施工手順表

	施工手順	主な建設機械
Step 1	捨石の投入 (約 8,200 m ³)	バックホー、ダンプトラック
Step 2	被覆石の設置 (約 6,200 m ³)	バックホー、ダンプトラック
Step 3	コンクリート胸壁の設置 (約 900 m ³)	-

出典：JICA 調査団

3) アクセス航路

アクセス航路は台船に載せたバックホーで浚渫する。浚渫土は埠頭の埋立てに利用するが、約 30,000m³の残土が発生する。残土は、ファウア埠頭で乾燥させた後、ダンプトラックでクイーンサロテ埠頭南側の未利用地に輸送・保管する。将来的に残土は、資材として有効利用される予定。図 2-29 に浚渫残土の取扱プロセスを示す。



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-29 浚渫残土の取扱プロセス

4) 旅客ターミナル

旅客ターミナルの建設は、埋立工の終了後に開始し、完成まで約 1 年を要する。表 2-14 に主な資材及びその量を示す。

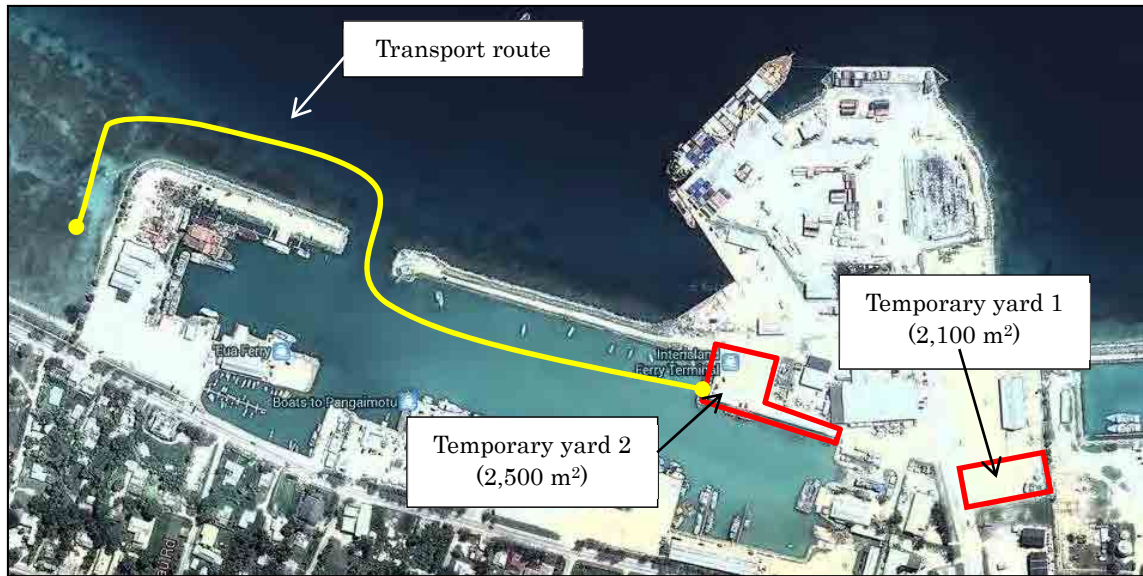
表 2-14 旅客ターミナルの主な資材及び数量

資材	数量
Steel bar	350 t
Steel frame	300 t
Concrete	2,100 m ³
Concrete pile	120 t
Aluminum door & window	1,000 m ²
Steel roof	2,100 m ²

出典：JICA 調査団

5) 仮設ヤード

建設資材の保管などのため、既存港内 2 箇所に仮設ヤードが設けられる。建設資材は基本的に台船で工事現場に輸送する。図 2-30 に仮設ヤードの位置及び資材の輸送経路を示す。



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-30 仮設ヤードの位置及び資材の輸送経路

6) 施工スケジュール

工事は約 2 年間で終了する予定である。表 2-15 に主要な工事の施工スケジュールを示す。

表 2-15 主要な工事の施工スケジュール

No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Preparation works	■	■	■																					
2	Breakwater			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Berth			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Dredging & Reclamation		■	■							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Port accessories																■	■	■	■					
6	Terminal building																								
7	External works																								
8	Site clean up																								

出典：JICA 調査団

2-2-4 環境社会の状況

(1) 自然環境

1) 気候

ヌクアロファは亜熱帯気候に属し、12月～4月は高温多湿で、台風シーズンでもある。一方、5月～11月は比較的気温は低く雨量も少ない。ヌクアロファの年間雨量は、平均して1,800 mm程度である。風は、東～南東風が卓越する。

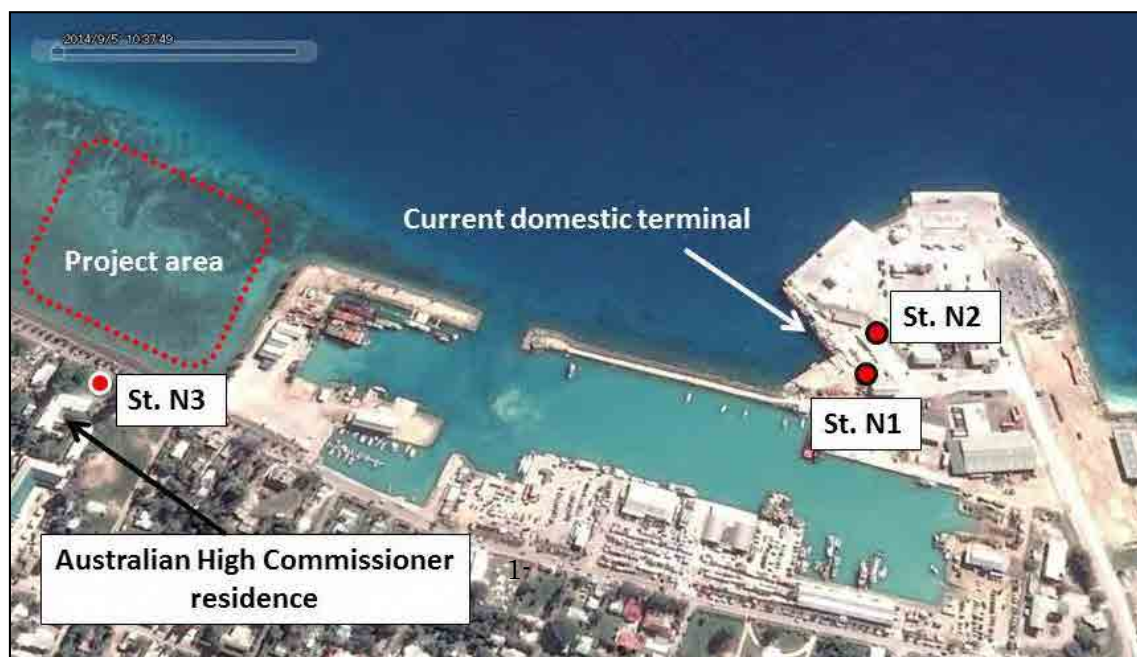
2) 大気質

プロジェクトサイト周辺の大気質データは存在しないものの、汚染源が限られることから比較的良好な状態にあると考えられる。しかし、港内は一部未舗装であるため、強風時などは粉塵の飛散が見られ、国内船の利用者からも問題として指摘されている。

3) 騒音

クィーンサロテ埠頭の国内線ターミナルおよびオーストラリア大使公邸の前面道路脇で騒音調査を2014年11月に実施した。図2-31に騒音調査地点を示す。

地点N1及びN2は、2014年11月4日(火曜日)にオトワンガオフア号の出港前に実施し、地点N3は2014年11月4日と8日(土曜日)に実施した。地点N3では、交通量も同時にカウントした。騒音測定はIEC規格に適合した騒音計(リオンNL-27)を使用し、10分間の等価騒音レベル(L_{eq})を測定した。表2-16に騒音調査の結果を示す。



注：地点N1及びN2は、岸壁から約40m離れている。

出典：JICA調査団、Google Earth

図2-31 騒音調査地点

表2-16 騒音調査の結果

地点	日時	L_{Aeq} (dB)	主な騒音源
N1	2014/11/4 (17:20-17:30)	69.1	船舶、フォークリフト、車
N2	2014/11/4 (17:40-17:50)	65.9	船舶、フォークリフト、車
N3	2014/11/4 (18:00-18:10)	63.4	車 (10台/分)
	2014/11/8 (10:20-10:30)	63.8	車 (15-20台/分)
	2014/11/8 (10:40-10:50)	66.8	車 (15-25台/分)

出典：JICA調査団

国内線ターミナル(地点N1及びN2)の騒音レベルは概ね65~70 dBの範囲にあり、主な騒音源は、船舶、フォークリフト及び車であった。オーストラリア大使公邸の前面道路脇の騒音レベル(地点N3)は概ね63~67 dBの範囲にあり、主な騒音源は、ブナ道路の通行車両であった。

トンガには騒音基準がないため、地点 N3 の調査結果を日本国の騒音基準（道路に面する商業・居住地域）と比較した。基準値は 65 dB であるため、地点 N3 は概ね基準値以下であるが、交通量が多い時は超過する傾向にある。

4) 水質

事業サイト周辺の水質を把握するため、2014 年 9 月 4 日に現地再委託（ニュージーランドのコンサルタント）を通して水質調査を実施した。図 2-32 に調査地点を示す。表 2-17 に調査項目及び測定・分析方法を示す。水温、pH 及び DO は、ポータブル水質計で現場測定した。その他の項目は、採水後、ニュージーランドのラボ（International Accreditation NZ 認証の Hill Laboratories）で分析した。調査は表層及び底層を対象としたが、水深が 1 m 以下の地点（地点 W8 及び W9）は表層のみとした。

表 2-17 水質調査項目及び測定・分析方法

	項目	測定・分析方法	検出限界値
1	水温	水質計（YSI ProDO）で現場測定	-
2	塩分	分析方法：APHA 2520B	0.2
3	濁度	分析方法：APHA 2130B	0.10 NTU
4	浮遊物質（SS）	分析方法：APHA 2540D	3 mg/l
5	pH	水質計（Eutech 35）で現場測定	-
6	溶存酸素（DO）	水質計（YSI ProDO）で現場測定	-
7	化学的酸素要求量（COD）	分析方法：APHA 5520D	6 mg O ₂ /l
8	全窒素（T-N）	分析方法：APHA 4500	0.05 mg/l
9	全リン（T-P）	分析方法：APHA 4500	0.004 mg/l
10	石油系炭化水素（TPH）	分析方法：US EPA 8015B	0.10-0.7 mg/l
11	大腸菌	分析方法：(APHA 9222)	1 cfu/100 ml

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-32 水質調査地点

水質調査の結果を表 2-18 に示す。トンガには水質環境基準がないため、適宜結果を他国の基準と比較した。以下に調査の主な結果を示す。

- 水温及び塩分は、全ての地点及び層で概ね同値であったことから、躍層の形成はないと考えられる。
- 沖合地点(地点 W1～7 及び W11)の表層濁度は、0.11～0.22 NTU の範囲(平均 0.15 NTU)にあった。底層の濁度は、表層と同等または僅かに高い傾向にあった(地点 W2 の底層濁度は高いが、採水時の砂泥巻き上げによると考えられる)。リーフ上の地点(W8 及び W9) 及びファウア埠頭内の地点(W10) の濁度は、沖合より高い傾向にあるが、海水交換が少ないことや底砂泥の巻き上げに起因すると考えられる。
- SS 濃度は比較的濁度と高い相関が見られた。傾向としては沖合の表層 SS は低く、リーフ上及びファウア埠頭内の地点で高い。
- DO 濃度は概ね 8～9 mg/l の範囲にあり基準値を十分に満足している。リーフ上の地点(W8 及び W9) の DO 濃度は 5～6 mg/l と比較的低いですが、測定時には流れが停滞していたことと、夜間における海草の酸素消費に起因すると考えられ、特段の問題はない。
- 全窒素及び全リンは、概ね全地点で基準値あるいは検出限界値以下であったことから、富栄養化の兆候は見られない。地点 W2 の底層で全リン濃度が基準値を超えているが、これは採水時の砂泥巻き上げに起因すると考えられる。
- TPH は、全地点で検出限界値以下であったことから、油汚染の兆候は見られない。
- 大腸菌は、全地点で基準値以下であったことから、し尿汚染の兆候は見られない。
- 調査の結果、特段の汚染は確認されなかったことから、港周辺の水質は比較的良好な状態にあると考えられる。

表 2-18 水質調査の結果

	Layer	Depth (m)	Temp. (°C)	Salinity (‰)	Turbidity (NTU)	SS (mg/l)	pH	DO conc. (mg/l)	DO sat. (%)	COD (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	TPH (mg/l)	E. Coli (cfu/100 ml)
W1	S	-	23.1	36	0.11	3	8.2	9.67	112.9	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
	B	20	23.0	36	0.24	9	8.1	9.60	112.0	< 300	< 0.3	0.006	< 0.7	< 1
W2	S	-	23.3	36	0.11	< 3	8.2	9.52	111.6	< 300	< 0.3	0.006	< 0.7	< 1
	B	15	22.9	36	9.0	10	8.2	9.55	111.0	< 300	< 0.3	0.074	< 0.7	< 1
W3	S	-	23.1	36	0.17	6	8.2	9.51	112.9	320	< 0.3	0.007	< 0.7	< 1
	B	25	23.3	36	0.22	8	8.1	9.55	112.5	< 300	< 0.3	0.010	< 0.7	< 1
W4	S	-	23.0	36	0.12	5	8.2	9.62	112.0	< 300	< 0.3	0.009	< 0.7	1
	B	12	22.9	36	0.29	11	8.1	9.60	111.7	< 300	< 0.3	0.006	< 0.7	< 1
W5	S	-	23.2	36	0.16	4	8.0	8.81	103.2	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
	B	7	22.9	36	0.27	9	8.1	9.50	110.8	< 300	< 0.3	0.006	< 0.7	1
W6	S	-	23.2	36	0.19	6	8.1	7.96	93.1	< 300	< 0.3	0.004	< 0.7	< 1
	B	7	22.9	36	0.42	9	8.2	9.50	110.8	< 300	< 0.3	0.008	< 0.7	< 1
W7	S	-	23.1	36	0.18	5	8.2	9.40	109.7	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
	B	15	23.1	36	0.17	< 3	8.2	9.53	112.6	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
W8	S	< 1	23.1	36	0.64	10	7.9	6.61	77.3	< 300	< 0.3	0.009	< 0.7	5
W9	S	< 1	23.3	36	0.71	13	7.8	5.62	66.4	< 300	< 0.3	0.007	< 0.7	1
W10	S	-	23.2	36	0.41	10	8.1	8.84	106.6	< 300	< 0.3	0.007	< 0.7	9
	B	5	23.0	36	14.3	47	8.1	9.01	106.1	< 300	< 0.3	0.020	< 0.7	15
W11	S	-	23.3	36	0.22	7	8.2	9.52	112.7	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
	B	10	23.4	36	0.16	7	8.1	9.49	112.8	< 300	< 0.3	0.005	< 0.7	< 1
ANZECC 2000*1			-	-	-	-	8.0-8.4	-	> 90	-	0.1	0.015	-	-
Japan Fisheries Standard*2			-	-	-	-	7.8-8.4	> 6.0	-	-	0.3	0.03	-	-
EU 2006*3			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250

S : 表層、B : 底層

*1 : Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality - Aquatic Ecosystems (Tropical waters)

*2 : 日本水産用水基準 (2005)

*3 : European Union Bathing Water Directive (2006/7/EC) - Good quality coastal waters

注 : 基準値を満足しない結果は、灰色でハイライトした。

出典 : JICA 調査団

5) 底質

ヌクアロファ港及び浚渫予定地の底質を把握するため、2014年9月3日に現地再委託（ニュージーランドのコンサルタント）を通して底質調査を実施した。表 2-19 に調査項目及び分析方法を示す。全ての項目は、採泥後、ニュージーランドのラボ（International Accreditation NZ 認証の Hill Laboratories）で分析した（粒度組成のみニュージーランドの Geotechnics Ltd. で分析）。図 2-33 に調査地点を示す。調査は表層のみを対象とし、採泥はダイバーが行った。

表 2-19 底質調査項目及び分析方法

	項目	分析方法	検出限界値
1	含水率	NZS 4402:1986	-
2	粒度組成	NZS 4402:1986	-
3	全有機炭素 (TOC)	Elementar Combustion Analyser	0.05 g/100 g dry wt
4	ヒ素 (As)	ICP-MS analysis	0.010-0.4 mg/kg dry wt
5	カドミウム (Cd)	ICP-MS analysis	
6	クロム (Cr)	ICP-MS analysis	
7	銅 (Cu)	ICP-MS analysis	
8	鉛 (Pb)	ICP-MS analysis	
9	水銀 (Hg)	ICP-MS analysis	
10	ニッケル (Ni)	ICP-MS analysis	
11	亜鉛 (Zn)	ICP-MS analysis	
12	全 PCBs	GC-MS analysis	0.0010-0.02 mg/kg dry wt
13	石油系炭化水素 (TPH)	GC-FID analysis (US EPA 8015B)	8-60 mg/kg dry wt
14	トリブチルスズ (TBT)	GC-MS SIM analysis	0.003-0.007 mg/kg dry wt

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-33 底質調査地点

表 2-20 に底質調査の結果を示す。トンガには底質環境基準がないため、適宜結果をオーストラリアの浚渫土砂評価基準（Australian National Assessment Guidelines for Dredging 2009）と比較した。

表 2-20 底質調査の結果

	Unit	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Ref.*
Water cont.	%	41.1	37.3	136.0	51.2	37.7	40.8	-
Grain size	% silt	6	5	67	4	7	2	-
	% sand	85	86	32	91	56	86	-
	% gravel	9	9	1	5	37	12	-
TOC	g/100 g	1.8	1.6	1.8	1.5	1.3	0.9	-
Ar	mg/kg	15.7	15.1	33	10.8	15.4	8.7	20
Cd	mg/kg	< 0.02	< 0.02	0.04	0.02	0.03	< 0.03	1.5
Cr	mg/kg	6.6	7	20	17.9	14	4.5	80
Cu	mg/kg	1.3	1.8	26	33	24	0.6	65
Pb	mg/kg	1.48	1.61	8.1	31	29	1.23	50
Hg	mg/kg	< 0.02	< 0.02	0.04	< 0.02	0.03	< 0.03	0.15
Ni	mg/kg	4.5	4.4	8.2	6.6	6.0	4.2	21
Zn	mg/kg	4.6	5.5	57	64	59	3.7	200
PCBs	mg/kg	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	23
TPH	mg/kg	< 70	< 70	< 90	< 70	< 70	< 70	550
TBT	mg/kg	< 0.004	< 0.004	< 0.004	0.007	0.079	< 0.004	0.009

Ref.* : National Assessment Guidelines for Dredging 2009 のスクリーニング値

注：スクリーニング値を超過する結果は、灰色でハイライトした。

出典：JICA 調査団

以下に調査の主な結果を示す。

- 浚渫予定地（S1 及び S2）では、汚染は確認されなかった。
- ファウア埠頭内（S3）で基準値を超えるヒ素濃度が確認されたが、原因は不明である。
- クィーンサロテ埠頭の前面（S5）で基準値を超える TBT 濃度が確認され、船舶の船底塗料に起因すると考えられる。

6) 保護区

海洋保護区が、Parks and Reserve Act 1988 及び Fisheries Management (Conservation) Regulations 2008 で指定されている。図 2-34 にトンガタブ島周辺の海洋保護区を示す。事業サイトに最も近い海洋保護区は、北東方面に約 3 km 離れた Panagaimotu Reef Reserve である。



出典： Parks and Reserve Act 1988 及び Fisheries Management (Conservation) Regulations 2008、
Google Earth.

図 2-34 トンガタブ島周辺の海洋保護区

7) 保護動物

Birds and Fish Preservation Act 1988 の下、11 種の鳥類及び 1 種のウミガメが保護動物に指定されている。事業サイト周辺には、これらの動物は確認されていない。

8) 沿岸生態系

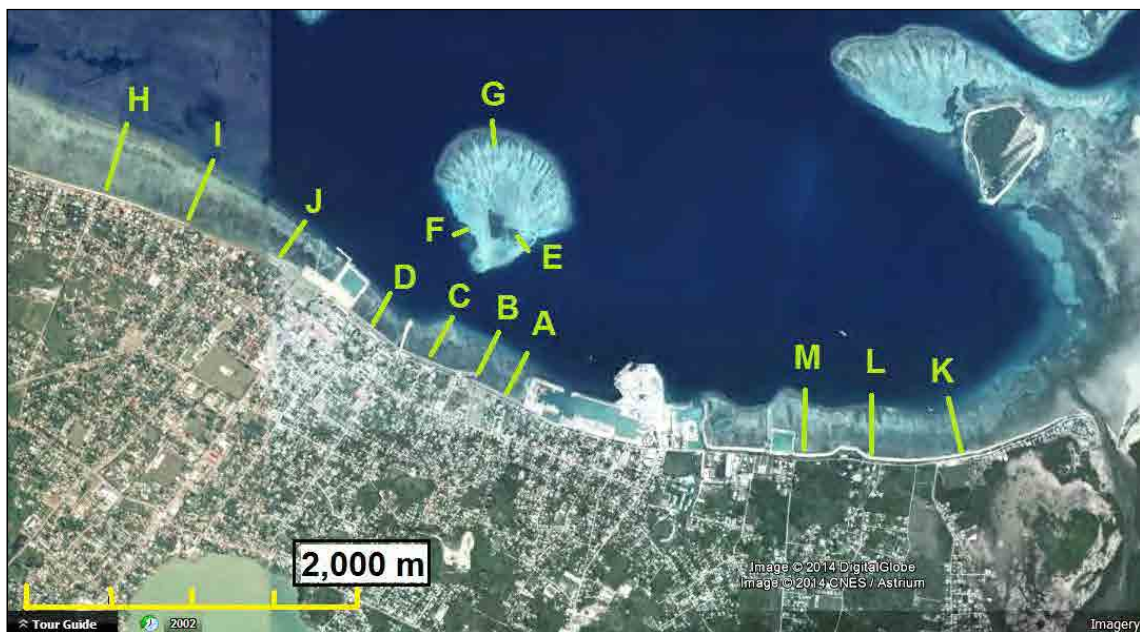
本事業が立地するトンガタブ島の北側海岸域は 200 m 幅程の裾礁（海岸部に接して発達したサンゴ礁）で囲まれている。事業サイトおよび周辺のサンゴ礁の状況を把握するため、生態系調査（2014 年 9 月 15～18 日）を南太平洋での調査経験が豊富な環境コンサルタント（Marine

Ecology Consulting 社) に委託して実施した。調査の主な目的を以下に示す。

- サンゴや海草類の分布状況の把握
- サンゴ類の被度および多様性の把握
- 貴重種の有無の確認

a) 調査方法

事業サイトを中心に東西約 5 km の範囲のサンゴ礁を対象に潜水による測線調査を実施した。図 2-35 に調査測線の位置を示す。事業サイト (測線 A と B) 及び隣接エリア (測線 C、D、G、E) では、サンゴ類の被度および多様性を詳細に把握するため、内礁、外礁及び礁斜面の代表的地点で、東西方向に 20 m 幅程の測線を引き、サンゴ類の被度及び生育形状 (Lifeform)¹ を 0.5 m 間隔で記録した。調査の際は、サンゴ類の同定も極力行っているが、現地での同定が困難な種は、カメラで撮影し、現地調査終了後に文献や専門家への照会を通して同定した。なお時間などの制約上、調査範囲内の全てのサンゴ類の同定は行っていない。その他に魚類及び大型底生生物の出現状況も記録した。その他の測線 (F、H、I、J、M、L、K) に関しては、サンゴや海草の分布状況のみを調査した。



出典 : JICA 調査団、Google Earth

図 2-35 生態系調査の調査側線の位置

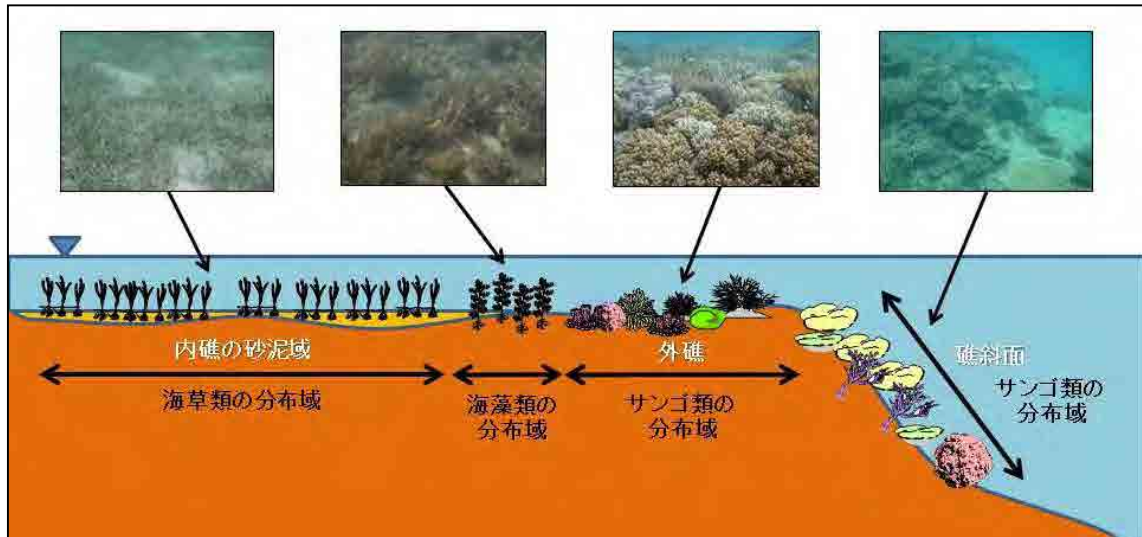
b) 調査結果

i) サンゴ及び海草の分布

サンゴ及び海草は、リーフ上の概ね同じような範囲に分布する。サンゴは主に外礁及び礁

¹ サンゴ類は、現地での種の同定は困難なため、本調査では Australian Institute of Marine Science (AIMS) が定義するサンゴ類の生育形状に基づき多様性を評価している。

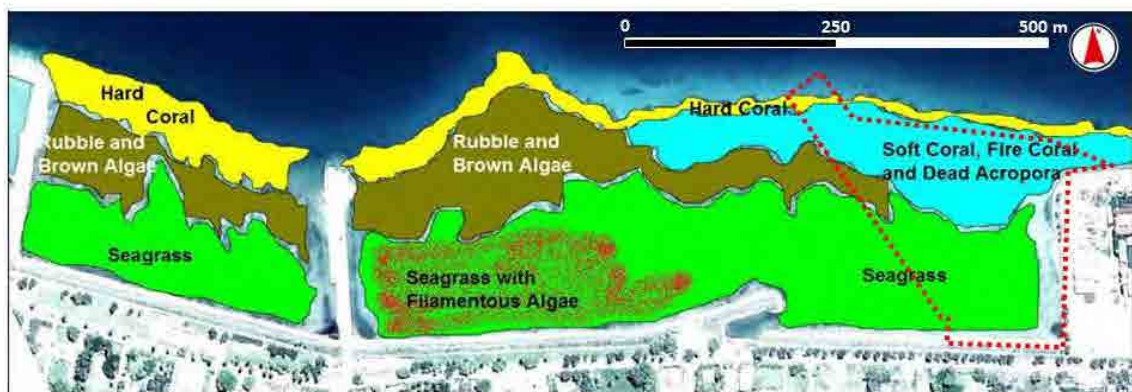
斜面に分布し、礁斜面から砂泥域の沖合に進むに従い分布はパッチ上となる。海草は内礁の砂泥域に分布する。海草場からサンゴ場に移行する海底には海藻類や礫が分布する。図 2-36 に事業サイト周辺サンゴ礁のサンゴや海草の一般的な分布状況を示す。



出典：JICA 調査団

図 2-36 事業サイト周辺サンゴ礁のサンゴや海藻の一般的な分布状況

図 2-37 に事業サイト周辺のサンゴや海草の分布状況を示す（分布図は、測線調査の結果及び Google Earth 画像に基づき作成）。事業サイト内（赤点線内）では、外礁の比較的広い範囲（水色）でソフト・コーラル及びファイア・コーラルが卓越し、またミドリイシ科サンゴの死骸も点在する。このことから、事業サイトの外礁域は、ハード・コーラル類の生息には比較的適さない自然条件下にあることが示唆される。海草（緑色）はリーフの内礁域に高密度で分布する。



赤点線：事業サイトの範囲

出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-37 事業サイト周辺のサンゴや海草の分布状況

図 2-38 に沖合リーフのサンゴや海草の分布状況を示す。サンゴは主に、リーフ北側の外礁及び礁斜面に分布している。海草は主に、リーフの西及び東側に分布している。

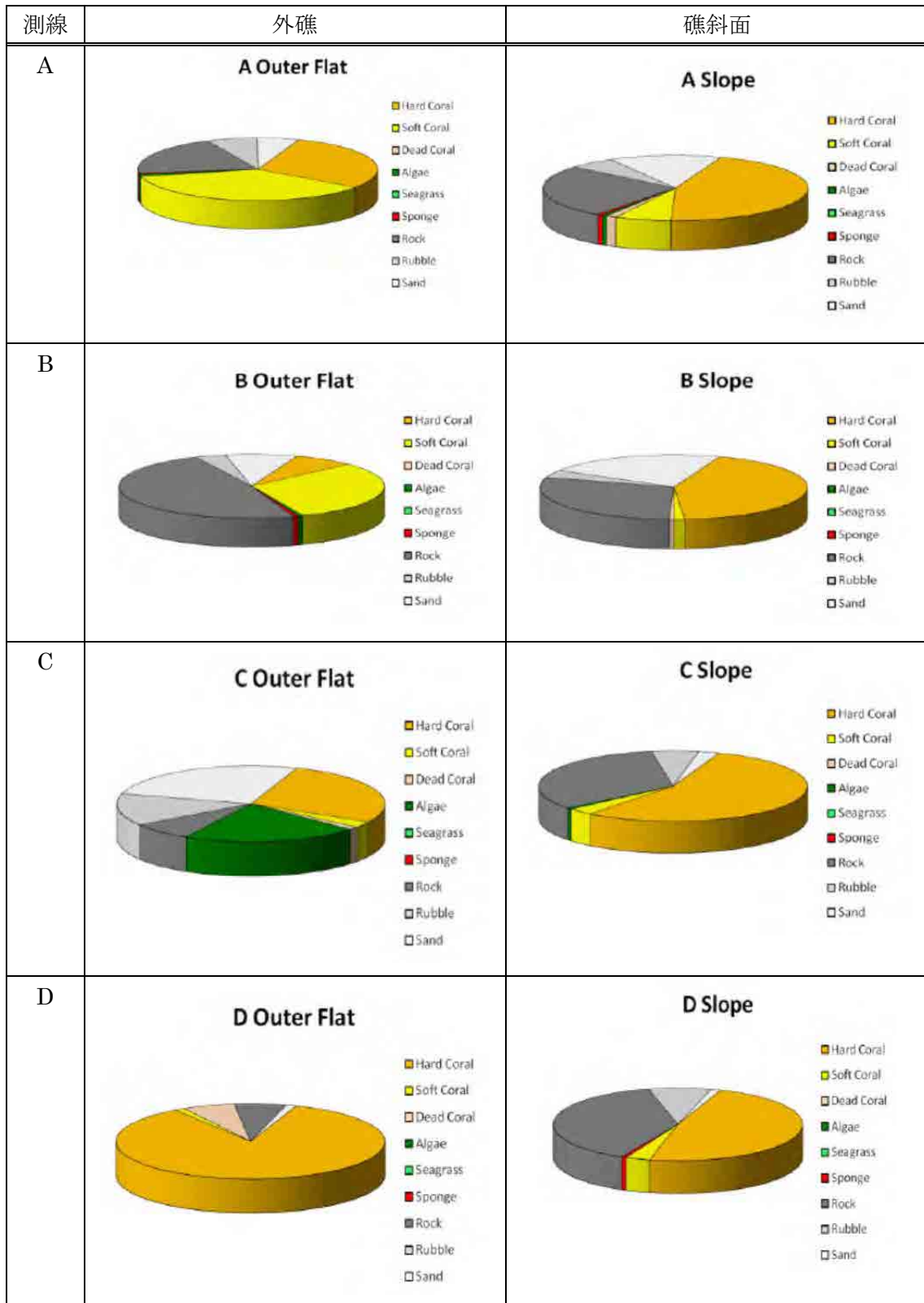


出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-38 沖合リーフのサンゴや海草の分布状況

ii) サンゴの被度

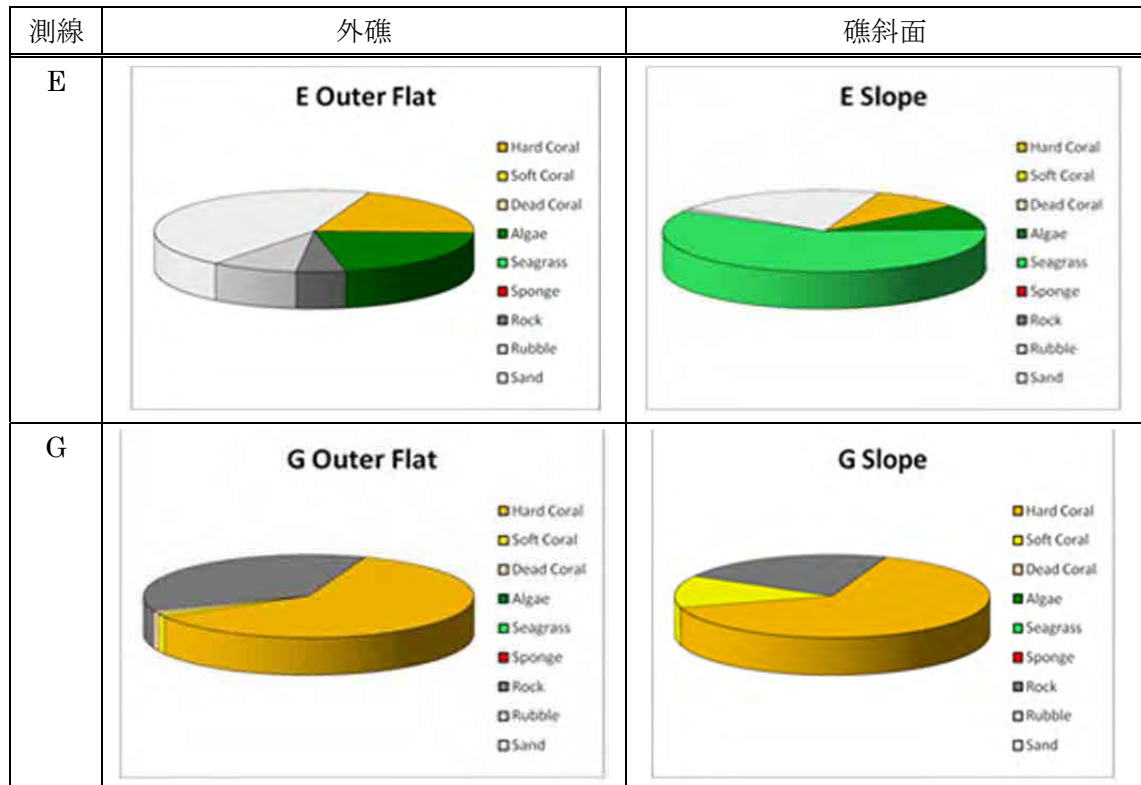
図 2-39 に事業サイト（測線 A と B）及びその以西（測線 C と D）の外礁及び礁斜面のサンゴ類などの被度を示す。外礁域のハード・コーラル類の被度（オレンジ色）は、7～85%の間を推移するが、西側に移行するにつれ被度が高くなる傾向がある。測線 A のハード・コーラル類の被度は比較的高いが（29%）、それはファイア・コーラル類が含まれているためである。一方、ソフト・コーラル類の被度（黄色）は、事業サイト（測線 A と B）で高く（30%前後）、西側に移行するにつれ被度が顕著に減少する（2%以下）。礁斜面のハード・コーラル類の被度は、約 40～50%の間を推移し、測線間の変動は比較的少ない。礁斜面のソフト・コーラル類の被度は、全ての測線で 10%以下である。



出典：JICA 調査団

図 2-39 事業サイト（側線 A と B）及びその以西（側線 C と D）のサンゴ類などの被害

図 2-40 に沖合リーフの（測線 E と G）の外礁及び礁斜面のサンゴ類などの被度を示す。測線 E のハード・コーラル類の被度は、外礁及び礁斜面でそれぞれ 20%と 8%と比較的低い。一方、測線 G のハード・コーラル類の被度は、外礁及び礁斜面でそれぞれ 61%と 65%と、調査範囲内で最も高い。



出典：JICA 調査団

図 2-40 沖合リーフの（測線 E と G）の外礁及び礁斜面のサンゴ類などの被度

iii) サンゴの多様性

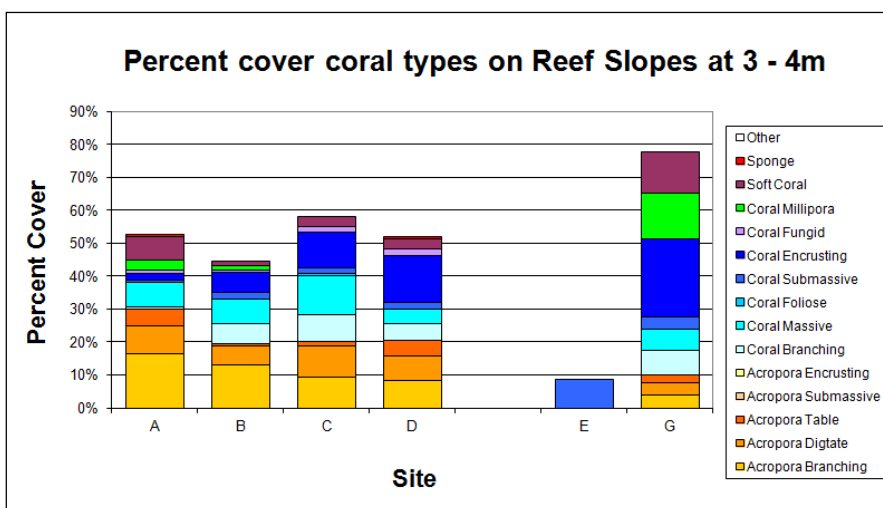
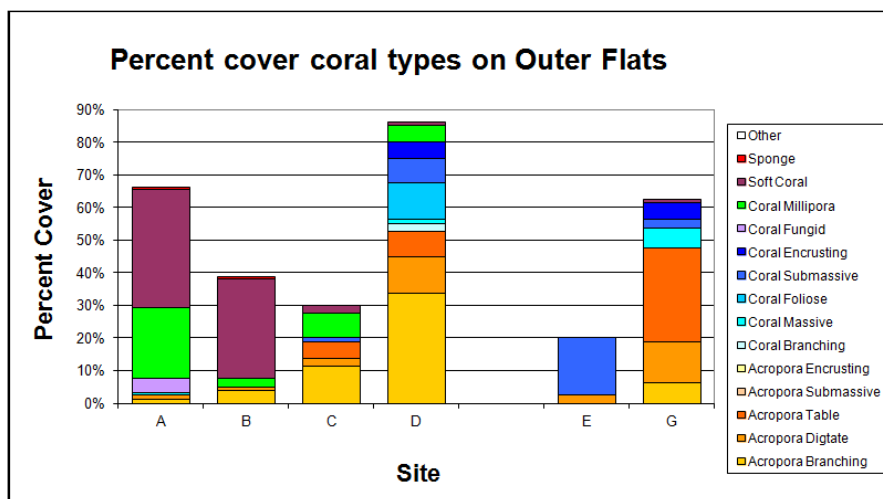
ハード・コーラル類の多様性を Australian Institute of Marine Science (AIMS) が定めている生育形状の分類に基づき調査した。一般的に、生育形状の多様性が高い程、種の多様性が高く、健全なサンゴ場であると言える。表 2-21 に AIMS のハード・コーラル類の生育形状分類を示す。

表 2-21 AIMS のハード・コーラル類の生育形状分類

	AIMS lifeform categories	Code
1	<i>Acropora</i> branching coral	ACB
2	<i>Acropora</i> digitate coral	ACD
3	<i>Acropora</i> tabular coral	ACT
4	<i>Acropora</i> encrusting coral	ACE
5	<i>Acropora</i> submassive coral	ACS
6	Non- <i>Acropora</i> coral branching	CB
7	Non- <i>Acropora</i> coral massive	CM
8	Non- <i>Acropora</i> coral encrusting	CE
9	Non- <i>Acropora</i> coral foliose	CF
10	Non- <i>Acropora</i> coral submassive	CS
11	Non- <i>Acropora</i> coral fungoid (mushroom)	CMR
12	Non- <i>Acropora</i> coral <i>Millipora</i> (fire)	CME
13	Non- <i>Acropora</i> coral <i>Heliopora</i> (blue)	CHE

出典：JICA 調査団

図 2-41 に事業サイト（測線 A と B）及びその以西（測線 C と D）のサンゴ類の生育形状別被度を示す（比較のため、沖合リーフの測線 E と G も示す）。外礁域では、事業サイト（測線 A と B）で、ソフト・コーラル（紫色）とファイアーコーラル（緑色）が優占しており、ハード・コーラル類の多様性は低い。ハード・コーラル類の多様性は西側に移行するにつれ高くなり、測線 D では、ミドリイシ科の枝状・卓状サンゴを初め、多様な形状のサンゴ類が比較的均一に混在しており、健全なサンゴ場が形成されていることが示唆される。礁斜面では、測線 E を除く全ての測線で多様性が概ね同じように高く、事業サイトも含め、健全なサンゴ場が形成されていることが示唆される。



出典：JICA 調査団

図 2-41 事業サイト（測線 A と B）及びその以西（測線 C と D）のサンゴ類の生育形状別被度

iv) 貴重サンゴ種

表 2-22 に調査で確認されたサンゴ種（ソフトコーラル含む）を示す。計 60 種程を確認し、その内 5 種は IUCN レッドリストで絶滅危惧 II 種（Vulnerable）に指定されている。なおこれらの絶滅危惧種は事業サイトでは確認されていない。図 2-42 に確認された絶滅危惧種の写真を示す。

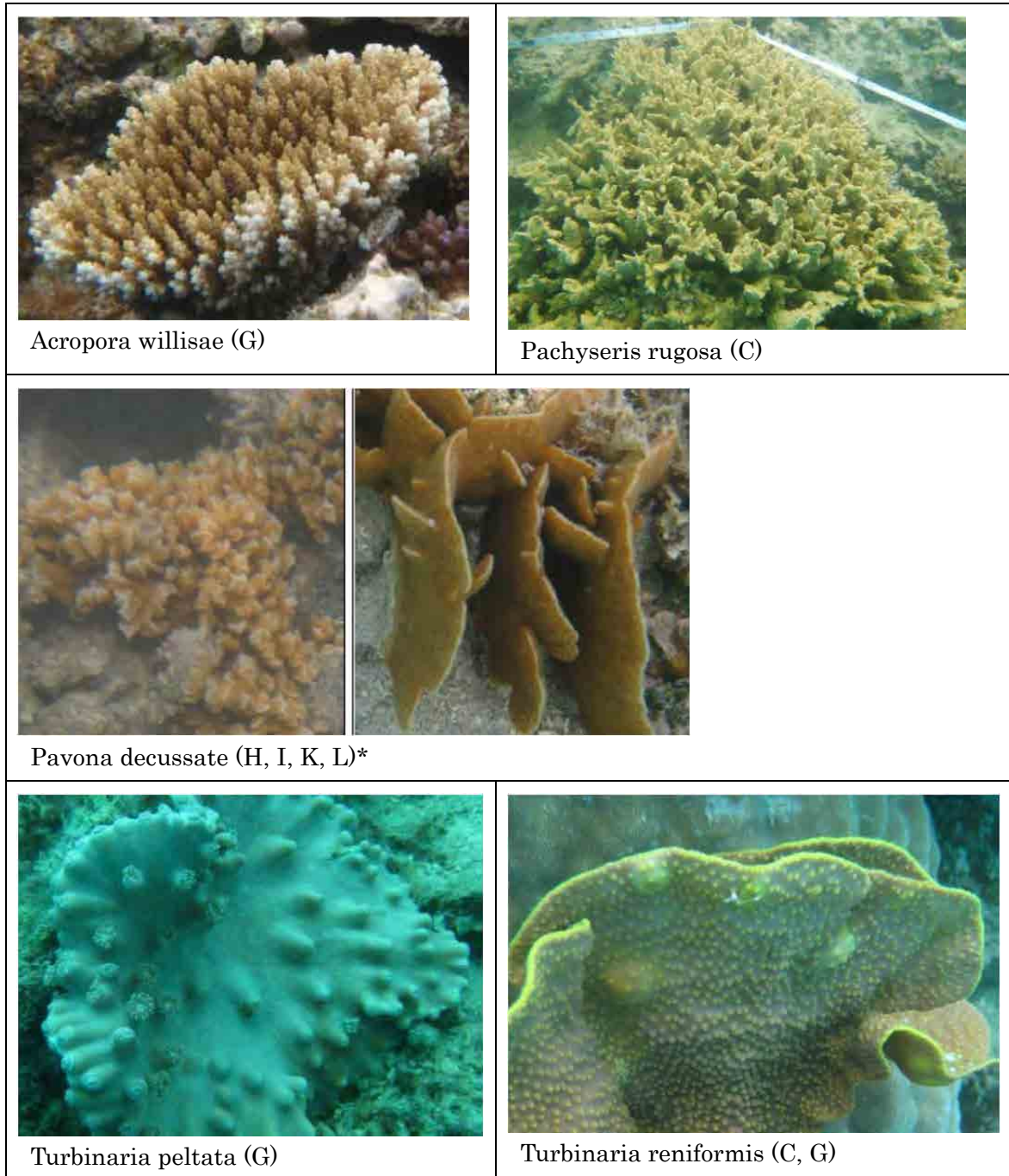
表 2-22 調査で確認されたサンゴ種

	Genus	Species	Red list	Transect													
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Acropora	abrotanoides	LC			X											
2	Acropora	exquisita	DD	X													
3	Acropora	florida	NT			X											
4	Acropora	formosa	NT	X						X	X	X					
5	Acropora	longicyathus	LC	X			X										
6	Acropora	loripes	NT	X			X			X							
7	Acropora	microphthalma	LC	X												X	
8	Acropora	nobilis	LC	X	X	X											
9	Acropora	secale	NT							X							
	Acropora	digitifera	NT	X				X		X	X						
1	Acropora	gemmifera	LC	X	X					X							X
12	Acropora	humilis	NT							X							
13	Acropora	millipora	NT							X							X
14	Acropora	prostrata	DD	X			X			X	X						
15	Acropora	rosaria	DD	X	X		X										
16	Acropora	sarmentosa	LC	X		X											
17	Acropora	secale	NT							X							
18	Acropora	tenuis	NT							X							
19	Acropora	willisae	VU							X							
20	Acropora	hyacinthus	NT	X	X	X	X			X	X	X	X				
21	Acropora	latisella	LC	X	X		X			X	X	X					X
22	Montipora	digitata	LC								X						
23	Montipora	stellata	LC														X
24	Pachyseris	rugosa	VU			X											
25	Porites	cylindrica	NT	X	X	X	X			X	X						
26	Tubastrea	micrantha	-	X						X							
27	Astreopora	listeri	LC		X												
28	Echinophyllia	echinata	LC		X		X										
29	Echinophyllia	hirsutissimus	LC	X	X												
30	Favia	routumana	LC		X		X				X						
31	Favites	abdita or complanata	-	X		X			X								
32	Favites	flexuosa	NT				X										
33	Galaxea	fascicularis	NT							X							
34	Goniastrea	U/I Species	-							X							
35	Goniastrea	reliformis	LC	X	X					X							x
36	Goniastrea	pectinata	LC	X		X	X										
37	Lobophyllia	corymbosa	LC			X											
38	Merulina	ampliata	LC			X				X							
39	Montastrea	magnistellata	NT			X	X			X							
40	Mycedium	elephantotus	LC	X						X							

	Genus	Species	Red list	Transect												
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
41	Oxypora	lacera	LC								X					
42	Pachyseries	speciosa	LC				X									
43	Pavona	varians	LC	X							X					
44	Psammocora	superficialis	LC								X					
45	Pavona	decussata	VU													X
46	Podabacia	crustacea	LC				X									
47	Turbinaria	peltata	VU								X					
48	Turbinaria	reniformis	VU			X					X					
49	Diaseris	distorta	-													X
50	Fungia	concinna	LC	X		X										
51	Fungia	fungites	-	X	X											X
52	Fungia	horrida	LC	X											X	X
53	Polyphyllia	novaehiberniae	NT													
54	Echinopora	hirsutissima	LC													X
55	Gonipora	columnella	NT		X											
56	Montipora	spumosa	LC	X							X					
57	Pavona	decussata	VU								X	X			X	
58	Pocillopora	damicornis	LC	X			X	X								
59	Pocillopora	verrucosa	LC										X			
60	Lobophytum	sp.	-								X					X X
61	Sarcophyton	sp.	-											X	X	
62	Sinulaira	flexibilis	-											X		
63	Sinularia	sp.	-	X	X	X					X				X	X X

注：灰色でハイライトされた種が絶滅危惧種。*Pavona decussata*は2つの生育形状で確認されたため重複してリストされている。

出典：JICA 調査



* : Pavona decussate は 2 つの生育形状で確認

出典 : JICA 調査団

図 2-42 調査で確認された絶滅危惧種の写真

v) 海草及び海藻

表 2-23 に調査で確認された海草及び大型海藻類を示す。海草類は 4 種確認され、その中にはウミジグサ (*Halodule uninervis*) が最も広く分布している。確認された全ての種は、IUCN レッドリストの絶滅危惧種には指定されていない。

表 2-23 調査で確認された海草及び大型海藻類

	Genus	species	Transect												
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Seagrass	Halophila	ovalis											X		
	Halophila	ovalis bullosa	X	X	X	X	X								
	Halodule	uninervis	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	Syringodium	isoetifolium	X												
Red algae	Hypnea	espereri	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
	Colpomenia	sinuosa		X											
	Galaxaura	cohaerens								X	X				
Brown algae	Hydroclathrus	clathrus	X												
	Lyengaria	stellata		X	X	X									X
	Padina	santae-crucis		X	X	X				X	X	X	X	X	X
	Turbinaria	spicifera		X		X				X	X	X	X	X	X
	Sargassum	odontocarpum								X	X	X			
	Sargassum	sp.			X	X				X	X	X	X	X	X
Green algae	Codium	bulbopilium								X	X	X			
	Halimeda	borneensis		X				X							

出典：JICA 調査団

vi) 魚類

調査では計 95 種の魚類が確認され、スズメダイ科、チョウチョウウオ科、ニザダイ科及びベラ科の魚類が最も一般的であった。ハタ科、イサキ科、アジ科、サバ科などに属する水産重要種は確認されなかった。確認された全ての種は、IUCN レッドリストの絶滅危惧種には指定されていない。

9) 流況

トンガタブ島北側海域は、環礁内に位置するため、海流による影響は少なく、SOPAC (2008) ²によれば、流況は潮汐、波浪、風の相互作用により形成される。環礁内は、大潮時など潮位差が大きい時期は、潮汐の影響が卓越する。そして、それ以外の時期は、風の影響が卓越する。港周辺の流況は、通常時は、波浪の影響が少ないため、主に潮汐と風の相互作用により変動すると考えられる。

² SOPAC (2008), Tonga Technical Report, Hydrodynamic Model of Fanga'uta lagoon: Water Circulation and Applications

(2) 社会環境配慮

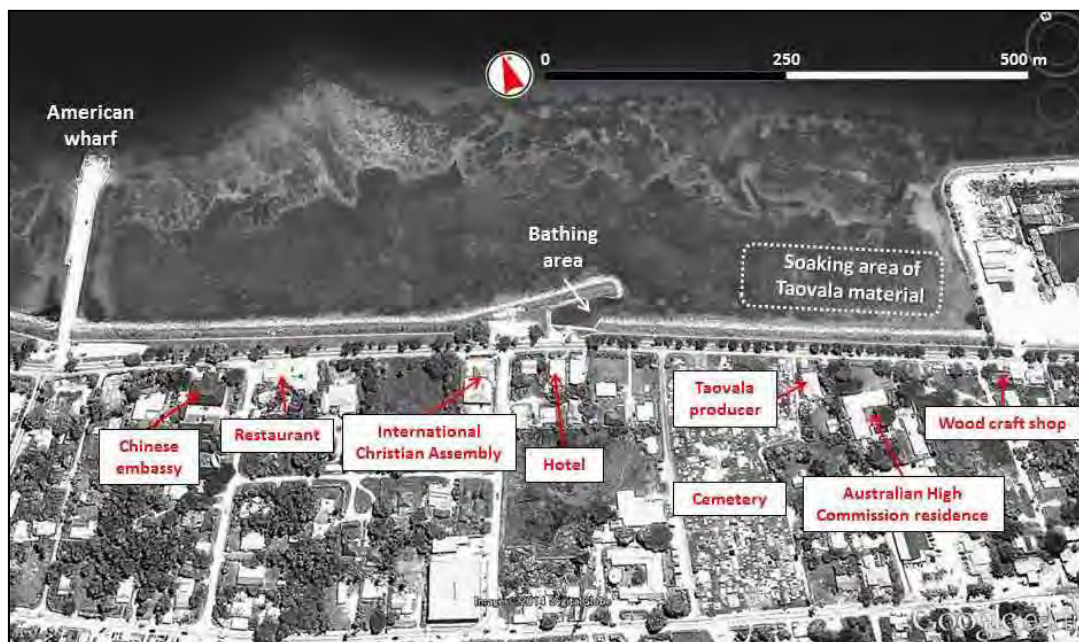
1) 人口

Ministry of Lands Survey and Natural Resources から入手したレポートによれば、ヌクアロファの人口は約 35,000 人で、全国人口の約 3 分の 1 を占める。2030 年には 45,000 人程に増加すると予測されている。

2) 土地及び水利用

事業サイト周辺は、Vuna Road を挟んで、住居を中心として、ホテル、墓地、レストラン、集会所、小売店、空地などが点在する。またオーストラリア大使公邸が、事業サイトの前面に立地している。Vuna Road の海沿いは遊歩道になっており、そこでは露天商が食料品や薪などを販売している。

水利用に関しては、事業サイト内の浅場（約 200 m x 50 m の範囲）で、「ト」国の伝統衣装である Taovala（腰巻）の生産者が、その生地を使う材料（タコノキの葉など）を柔らかくするため、海底に立てた短冊に葉を結び海水に一定期間（1 週間ほど）浸す作業をしている。事業サイトの背後に住む生産者によれば、20 人ほどが事業サイト内で作業をしている。その他の水利用としては、港と American wharf の間に設置されている波除堤内の静穏水域が子供の水浴びなどに利用されている。図 2-43 に事業サイト周辺での特徴的な土地・水利用の状況を示す。



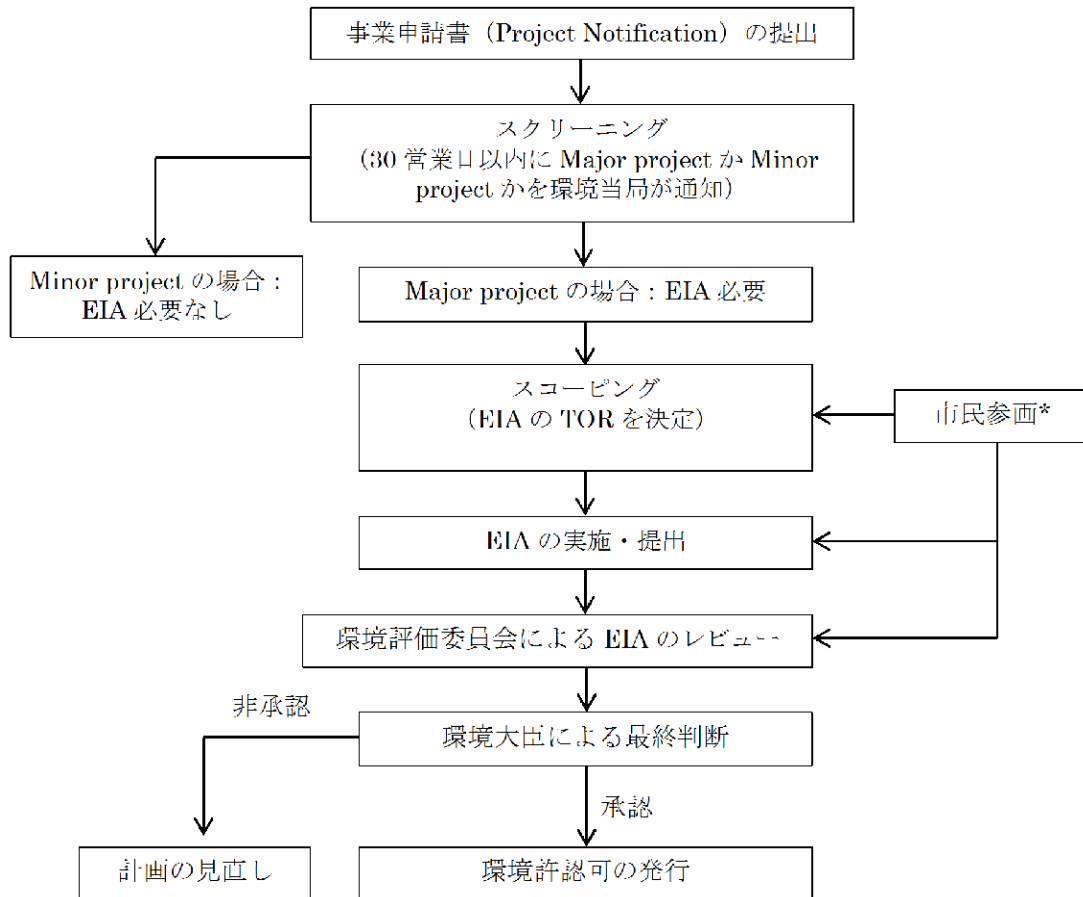
出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-43 事業サイト周辺での土地・水利用の状況

2-2-5 環境社会配慮制度

(1) EIA 制度

「ト」国では 2003 年に施行された Environmental Impact Assessment Act, 2003（以下、EIA 法）により、特定の開発を行う際は EIA の実施が義務付けられ、EIA の具体的な手続き、要求事項などについては、Environmental Impact Assessment Regulations, 2010（以下、EIA 規則）に規定されている。図 2-44 に EIA 手続きのフローを示す。



* : 市民参画の実施タイミング例

出典 : EIA 規則および環境当局へのヒアリングに基づき作成

図 2-44 「ト」国の EIA 手続きフロー

MOI は、調査団の支援の下、2014 年 9 月末に事業申請書を環境当局（Ministry of Environment and Communications : MEC）に提出している。本事業は、EIA 法に基づく「Major Project」に該当することから EIA の対象となる。

住民参画に関しては、EIA のスコーピング、作成および審査過程などで適宜行うことが EIA ガイドラインに明記されているが、その時期、回数や方法は、MEC の意見も踏まえ、プロジェクトベースで決める。本事業に関しては、スコーピングも兼ねて、EIA の作成過程で MOI が 2014 年 11 月 6 日に公聴会を開催している。また EIA 提出後の審査期間中には、情報公開の一環として、MEC のウェブサイトで一定期間 EIA が公開される。

EIA の審査に要する期間は規定されていないが、MEC によれば環境評価委員会（EAC）による審査を含め、最大で 2 ヶ月程要する。本調査の M/D（8 月 29 日署名）では 2015 年 2 月中に環境許認可を取得することが明記されているため、調査団は MOI に EIA 案を 2014 年 12 月末に提出している（EIA 案は英語版報告書に添付）。

EIA 規則によれば、事業申請時および EIA の提出時にそれぞれ 10 パンガと 250 パンガの申請費を MEC に支払う必要がある。また環境許認可の発行の際は、事業費の 1% を MEC に支払う必要がある。支払額が、10,000 パンガを超える場合は、MEC に減額申請をすることができる（MOI は、支払額について MEC と協議予定）。

「ト」国の EIA 制度を精査した結果、住民参画・情報公開の機会も含まれており、JICA 環境社会配慮ガイドラインと大きな乖離はない。

なお、本プロジェクトの EIA は、2015 年 3 月 31 日付で MEC から環境承認を受領している。

(2) 環境基準

「ト」国には、汚染に係る環境基準が整備されていないため、EIA では適切な国際基準を適用する。したがって EIA では、日本、周辺諸国あるいは世銀などで設定されている環境基準を適宜適用することとする。

2-2-6 代替案の検討

国内輸送船用埠頭は、当初ファウア埠頭の改修後、同埠頭に移転することが計画されていたが、大型船舶の安全な操船が困難であるなどの理由により、計画の再検討が求められた。検討の結果、代替策としてファウア埠頭西側海域に新埠頭を建設することが決定された。ヌクアロファ港の東側海域は軍港があるため、新埠頭の建設地には適さない。

事業サイトが決定した後、港湾利用の観点から 3 パターンの施設レイアウトが検討された。図 2-45 に施設レイアウトの代替案および各案の長所・短所を示す。検討の結果、代替案 1 が最も長い岸壁延長及び貨物ヤード・スペースを確保できるため最適案として採用された。なお代替案 1 は、貨客の動線が交差する問題があるが、旅客専用の通路を設置し、貨物積込完了後に旅客を乗船させることで旅客の安全性を確保する。

<p>代替案 1</p> <p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 直線的で長い接岸スペースを確保でき、様々な船舶に対応できる。 3か所の貨物ヤードを大きく確保でき汎用性がある。 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 客動線と貨物動線が交差する。 旅客動線が長い。 	
<p>代替案 2</p> <p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 貨物動線と旅客動線が交差しない。 旅客動線が短く機能的である。 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 接岸スペースが比較的短い。 荷捌き場が比較的狭い。 汎用性に欠ける 	
<p>代替案 3</p> <p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 貨物動線と旅客動線が交差しない。 旅客動線が短く機能的である。 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> 接岸スペースが比較的短い。 荷捌き場が比較的狭い。 汎用性に欠ける 	

出典：JICA 調査団

図 2-45 施設レイアウトの代替案

2-2-7 スコーピング

本事業のスコーピングを JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010）に基づき実施した。表 2-24 のスコーピングの結果を示す。スコーピングを通して負の影響の可能性があると評価された項目（A-、B-、C-と評価された項目）については、次節で影響評価を実施した。

表 2-24 スコーピングの結果

	項目	評価		根拠
		工事	供用	
汚染	大気質	B-	B-/B +	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 建設機械や工事車両からの排気ガスにより、工事サイト周辺の 大気質が悪化する可能性がある。 石材輸送用のダンプトラックが市街を通行するため、道路沿い の大気質が悪化する可能性がある。 埋立場からの粉塵飛散。 【供用】 <ul style="list-style-type: none"> 貨物車両、一般車両、荷役機械及び船舶からの排気ガスにより、 道路及び港周辺の大気質が悪化する可能性がある。 埠頭のコンクリート舗装により粉塵飛散が抑えられる（正の影響）
	騒音	A-	B-	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 杭打作業に伴う騒音が、周辺居住区に影響する可能性がある。 石材輸送用のダンプトラックが市街を通行するため、道路沿い の騒音レベルが増加する可能性がある。 【供用】 <ul style="list-style-type: none"> 貨物車両、一般車両、荷役機械及び船舶からの騒音により、道 路及び港周辺の騒音レベルが増加する可能性がある。
	振動	B-	D	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 杭打作業に伴う振動が、周辺居住区に影響する可能性がある。 【操業】 <ul style="list-style-type: none"> 特段の振動源はない。
	水質	A-	B-	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 浚渫や埋立工事による濁りの拡散。 【供用】 <ul style="list-style-type: none"> 船舶及び旅客ターミナルからの汚水排水（生活排水、油水など） により港周辺の水質が悪化する可能性がある。
	土壌	D	D	【工事・供用】 <ul style="list-style-type: none"> 土壌に影響を及ぼす作業はない。
	底質	D	B-	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 底質に影響を及ぼす作業はない。 【操業】 <ul style="list-style-type: none"> 船舶の船底塗料の溶出により底質が汚染される可能性がある。
	悪臭	B-	D	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 浚渫残土に含まれる有機物の分解に伴い悪臭が発生する可能性 がある。 【供用】 <ul style="list-style-type: none"> 特段の悪臭発生源はない
	廃棄物	B-	B-	【工事】 <ul style="list-style-type: none"> 工事廃棄物の発生（固形廃棄物、有害廃棄物、鉄クズ、し尿汚 泥など） 【供用】 <ul style="list-style-type: none"> 船舶及び旅客ターミナルからの廃棄物（固形廃棄物、有害廃棄 物、食品残渣、し尿汚泥など）
	地盤沈下	D	D	【工事・供用】 <ul style="list-style-type: none"> 地盤沈下を誘発する要素はない。

	項目	評価		根拠
		工事	供用	
自然環境	保護区	D	D	【工事・供用】 • 最も近い保護区は 3 km 以上離れているため、影響は想定されない。
	生態系	A-	B-	【工事】 • 工事サイト内のサンゴ場の消失 • 浚渫などに伴う濁りの拡散により、周辺サンゴ場に影響が及ぶ可能性がある。 【供用】 • 船舶や旅客ターミナルからの汚水が影響する可能性がある。
	水文	C-	D	【工事】 • 浚渫により海水が地下淡水レンズ層に侵入する可能性がある。 【供用】 • 防波堤により流況が変化するが港周辺に限られる。
	地形	D	D	【工事】 • 浚渫予定地以外は特段の地形変化は想定されない。 【供用】 • 地形変化は想定されない。
社会環境	住民移転	D	D	【工事・供用】 住民移転は発生しない。
	原住民	D	D	【工事・供用】 事業サイト周辺に原住民は存在しない。
	生活・生計	B-/B+	B+	【工事】 • Taovala 生産場の移転が必要になる。 • 工事労働者の地元雇用（正の影響） 【供用】 • 旅客ターミナルが地域のサービス業及び雇用の促進する。
	土地利用	D	D	【工事・供用】 既存土地利用の改変は生じない。
	水利用	B-	D	【工事】 • 水浴び場の利用が制限される可能性がある。 【供用】 • 既存水利用の改変は生じない。
	社会インフラ・サービス	D	D	【工事・操業】 社会インフラ・サービスへの特段の影響は想定されない。
	文化遺産	D	D	【工事・供用】 事業サイト周辺に文化遺産は存在しない。
	景観	B-	B-	【工事】 • 工事により、海を主体とした自然景観が妨げられる。 【供用】 • 新埠頭により、海を主体とした自然景観が港景観に変わる。
感染症	D	D	【工事・供用】 大半の労働者は地元住民であるため感染症の万延リスクは低い。	

A+/+：顕著な正負の影響が想定される。

B+/+：ある程度の正負の影響が想定される。

C+/+：正負の影響の程度は現時点では不明。

D：影響は想定されない、または軽微。

出典：JICA 調査団

2-2-8 影響評価及び対策

(1) 工事中

表 2-25 にスコーピングにより抽出された影響項目(負の影響のみ)の影響評価の結果を示す。影響の度合いは、予定している対策の効果も含め評価している。(予測を含めた影響評価の詳細は、英語版報告書添付の EIA 案第 6 節を参照)

表 2-25 スコーピングにより抽出された影響項目の影響評価結果(工事中)

	項目	評価		根拠
		スコーピング時	影響評価後	
汚染	大気質	B-	D	下記理由により、大気質への影響は軽微と考える。 <ul style="list-style-type: none"> 建設機械や工事車両を定期的に検査・メンテナンスすることにより、過剰な大気汚染物質の排出を抑制する。 石材輸送用ダンプトラックの交通量は、1時間あたり2台程度であるため、大気汚染への寄与は限定的である。また極力脆弱な地域を避けるルートを通行する。 散水により埋立場からの粉塵飛散を抑える。
	騒音	A-	B-	杭打作業からの騒音を軽減するため、低騒音型杭打機であるバイプロハンマーを使用する。バイプロハンマーからの騒音減衰を予測した結果、事業サイト背後の居住区境界の騒音レベルが日本国の騒音基準(65 dB)を5 dB程超過する。予測は、居住区に最も近い場所での杭打ち時であるため、超過する時期は限られると考えられるが、ある程度の騒音影響は予見される。したがって工事中は騒音モニタリングを実施する。 石材輸送用ダンプトラックの騒音影響は、上記「大気質」で記載した理由により影響は軽微と考える。
	振動	B-	D	バイプロハンマーからの振動減衰を予測した結果、最悪ケースでも工事境界の振動レベルは日本国の振動基準(75 dB)を下回る(予測値:60 dB)。したがって振動による影響は想定されないが、念の為、工事中は騒音モニタリングを実施する。
	水質	A-	B-	浚渫や埋立工事による濁りの拡散を抑えるため、工事中は汚濁拡散防止膜を設置する。また同時に濁度のモニタリングを実施し、設定閾値を超過する場合は対策を見直す。対策及びモニタリングが効果的に実施されれば、顕著な水質影響は避けられると考える。
	悪臭	B-	D	浚渫残土からの悪臭が居住区に届かないよう、極力居住区から離れた場所(ファウア埠頭の北側)で浚渫土を乾燥させた後、保管場所(クィーンサロテ埠頭の未利用地)に輸送するため悪臭の影響は発生しないと考える。
	廃棄物	B-	D	工事廃棄物は、飛散や流出を防ぐため所定の場所にて保管した後、以下の方法で処理・処分する。 <ul style="list-style-type: none"> 固形廃棄物(無害): トンガタブ島の処分場にて処分。 有害廃棄物(廃油、廃バッテリーなど): 現地業者に処理・処分を委託する。現地で処理・処分できない有害廃棄物は他国で処理・処分する。 鉄クズ: 現地業者にリサイクルを委託する。 し尿: 簡易トイレを設置し、汚泥はトンガタブ島の処分場にて処分する。 上記方法により廃棄物を管理すれば、廃棄物による汚染などは発生しないと考える。

	項目	評価		根拠
		スコア リング時	影響 評価後	
自然環境	生態系	A-	B-	埠頭の建設に伴い、工事サイト内にあるサンゴ場が約 300 m の範囲で直接消失するが、その影響は以下理由により限定的と考える。 <ul style="list-style-type: none"> 消失するサンゴ場の規模は、トンガタブ島北岸のサンゴ場全体に比べると 1%程度と僅かである。 消失するサンゴ場は、多様性が低く、絶滅危惧種も存在しないことから生態的価値は比較的低い。 一方、工事サイト周辺に分布するサンゴ場は、工事サイト内と比べると被度や多様性が高く、絶滅危惧種も 2 種確認されている。これらのサンゴ場が、浚渫などに伴う濁り拡散の影響を受ける可能性があるが、汚濁拡散防止膜の設置により影響を最小限に抑える予定である。またサンゴのモニタリングを実施し、サンゴに顕著な影響が確認された場合は対策を見直す。以上のことから、工事サイト周辺に分布するサンゴ場が対策を通して保全されれば、影響の程度は顕著ではないと考える。
	水文	C-	D	浚渫により海水が地下淡水レンズ層に侵入することが懸念されるが、以下理由によりそのリスクは低い。 <ul style="list-style-type: none"> 浚渫予定地はリーフ上のため、淡水レンズ層の境界外にある。 浚渫予定地の土質は、大半が非浸透性のシルト層で構成されているため、海水が淡水レンズ層に侵入することは考えにくい。
社会環境	生活・生計	B-	D	約20人が工事サイト内で Taovala に使う生地を海水に浸す作業をしており、作業場を移転する必要がある。代替の作業場は、隣接するリーフを初め、近くに十分存在することから移転による影響は軽微と考える。なお MOI による関係者へのヒアリングによれば、一部の作業者が移転に懸念を示しており、工事開始前までに合意形成を図っていく予定である。また移転後の状況を確認するため、モニタリングを実施する。
社会環境	水利用	B-	D	Taovala 生地の浸水作業に加え、工事サイトの西側にある波除堤内の静穏水域が、子供の水浴びなどに利用されている。工事中は安全上その利用が制限される可能性がある。代替の水浴場は、American wharf を初め近くに十分存在することから利用制限による影響は軽微と考える。
	景観	B-	D	Vuna 道路に面する工事サイトには安全及びセキュリティ上フェンスが設置されるため、海の眺めが阻害される。しかしフェンスの設置範囲は 200 m 程であり、背後にはホテルなどの観光施設も存在しないことから影響は軽微と考える。

- A-：顕著な負の影響が想定される。
 B-：ある程度の負の影響が想定される。
 C-：負の影響の程度は現時点では不明。
 D：影響は想定されない、または軽微。

出典：JICA 調査団

(2) 供用中

表 2-26 にスコアリングにより抽出された影響項目(負の影響のみ)の影響評価の結果を示す。影響の度合いは、予定している対策の効果も含め評価している。(予測を含めた影響評価の詳細は英語版報告書添付の EIA 報告書第 6 節を参照)

表 2-26 スコーピングにより抽出された影響項目の影響評価結果（供用中）

	項目	評価		根拠
		スコーピング時	影響評価後	
汚染	大気質	B-	D	<p>国内船舶の入出港時には、貨物車両、一般車両、荷役機械及び船舶からの排気ガスにより、港周辺の大気質が悪化する可能性があるが、以下理由により影響は軽微と考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内船舶の入出港は、週 2 回程に限定される。 旅客数および貨物量は現状より顕著に増加しない見込みのため、貨物車両及び一般車両の道路交通量は現状と大きく変わらない。したがって貨物車両及び一般車両からの排気ガス量は現状と大きく変わらない。 荷役はフォークリフトを使うため排気ガス量は限定的である。 排気ガスは、卓越する南東風により海方面に希釈される。
	騒音	B-	D	<p>貨物車両、一般車両、荷役機械及び船舶からの騒音により、道路及び港周辺の騒音レベルが増加する可能性があるが、以下理由により影響は軽微と考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内船舶の入出港は、週 2 回程に限定される。 旅客数および貨物量は現状より顕著に増加しない見込みのため、貨物車両及び一般車両の道路交通量は現状と大きく変わらない。したがって貨物車両及び一般車両からの騒音は現状と大きく変わらない。 荷役はフォークリフトを使うため騒音は限定的である。
	水質	B-	D	<p>船舶及び旅客ターミナルからの汚水対策を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> 船舶からの汚水（ビルジ水、生活排水など）は、国内法（Marine Pollution Prevention Act, 2002）及びマルポール条約に基づき、港内での排水は禁止。 旅客ターミナルからの汚水（生活排水、厨房排水）は曝気型浄化槽で処理した後、世銀基準である BOD 値 30 mg/l 以下で防波堤の沖側に排水する。 <p>上記対策が確実に実行されれば、水質影響は軽微と考える。</p>
	底質	B-	C	<p>船舶の船底塗料に起因すると考えられる底質汚染がクィーンサロテ埠頭で確認されていることから、新埠頭も同様に汚染されるリスクがある。Marine Pollution Prevention Act, 2002 では、全長 30 m 以下の船舶に対して TBT の使用を規制しているが、新埠頭の対象国内船舶は 30 m 以上あるので適用されない。今後は同法の適用範囲の拡張または自主規制が期待されるが、現時点では不透明なため評価は「C」とする。</p>
	廃棄物	B-	D	<p>廃棄物は旅客ターミナル及び埠頭の要所に設置される廃棄物保管庫に一時保管した後、以下の方法で処理・処分する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 固形廃棄物（無害）：トンガタブ島の処分場にて処分。空缶などリサイクル可能な物は現地業者に提供する。 有害廃棄物（廃油、廃バッテリーなど）：現地業者に処理・処分を委託する。 食品残渣：現地畜産業者に家畜肥料として提供する。 し尿：浄化槽で処理し、汚泥はトンガタブ島の処分場にて処分する。 <p>上記方法により廃棄物を管理すれば、廃棄物による汚染などは発生しないと考える。</p>
自然環境	生態系	B-	D	<p>船舶や旅客ターミナルからの汚水が上記「水質」で記載した方法で適切に処理・処分されれば、影響はないと考える。</p>

	項目	評価		根拠
		スコア リング時	影響 評価後	
社会環境	景観	B-	D	新埠頭により、Vuna 道路沿いからの海の風景が港を主体とした風景に変わるため歩行者や背後住民にとって不快に感じる可能性がある。したがって Vuna 道路沿いに面する部分には緑地帯を設け影響を軽減する予定である。

- A：顕著な負の影響が想定される。
 B：ある程度の負の影響が想定される。
 C：負の影響の程度は現時点では不明。
 D：影響は想定されない、または軽微。

出典：JICA 調査団

2-2-9 環境管理計画及びモニタリング計画

(1) 対策

表 2-27 に工事中に実施予定の対策を示す。

表 2-27 工事中に実施予定の対策

項目	影響	対策	実施時期	責任主体	
汚染	大気質	工事サイトからの粉塵飛散	<ul style="list-style-type: none"> 散水 	必要に応じて全工事期間中	工事業者
		工事機械及び工事車両からの排気ガス	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な検査・メンテナンスの実施 石材輸送は、脆弱なエリアを避けて輸送 	全工事期間中	工事業者
	騒音	杭打機からの騒音	<ul style="list-style-type: none"> 低騒音型杭打機であるバイプロハンマーを使用 騒音のモニタリング 	杭打時	工事業者
		工事機械及び工事車両からの騒音	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な検査・メンテナンスの実施 石材輸送は、脆弱なエリアを避けて輸送 	全工事期間中	工事業者
	振動	杭打機からの振動	<ul style="list-style-type: none"> 振動のモニタリング 	杭打時	工事業者
	水質	浚渫工事などによる濁りの拡散	<ul style="list-style-type: none"> 汚濁拡散防止膜の設置 濁度のモニタリング 	浚渫時	工事業者
	悪臭	浚渫残土からの悪臭	<ul style="list-style-type: none"> 極力居住区から離れた場所（ファウア埠頭の北側）で浚渫土を乾燥 	浚渫時	工事業者
	廃棄物	工事廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> 飛散や流出を防ぐため所定の場所にて保管した後、廃棄物管理計画に基づいて処理・処分。 	全工事期間中	工事業者
自然環境	生態系	浚渫などに伴う濁りの拡散によるサンゴへの影響	<ul style="list-style-type: none"> 汚濁拡散防止膜の設置 サンゴのモニタリング 	浚渫時	工事業者
社会環境	生計	Taovala 作業場の移転	<ul style="list-style-type: none"> Taovala 関係者のモニタリング 	全工事期間中	MOI

出典：JICA 調査団

表 2-28 に供用中に実施予定の対策を示す。

表 2-28 供用中に実施予定の対策

項目	影響	対策	実施時期	責任主体	
汚染	水質	船舶からの汚水排水	<ul style="list-style-type: none"> 船舶からの汚水排水の禁止 	全供用期間中	MOI 及び 港湾管理者
		旅客ターミナルからの汚水排水	<ul style="list-style-type: none"> 曝気型浄化槽で処理した後、世銀基準である BOD 値 30 mg/l 以下で防波堤の沖側に排水 浄化槽の定期的な検査・メンテナンス 	全供用期間中	MOI 及び 港湾管理者
	廃棄物	船舶及び旅客ターミナルからの廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 旅客ターミナル及び埠頭の要所に設置される廃棄物保管庫に一時保管した後、廃棄物管理計画に基づいて処理・処分。 	全供用期間中	MOI 及び 港湾管理者

出典：JICA 調査団

(2) モニタリング計画

工事中は以下のモニタリングを実施する。モニタリングの結果次第では、施工方法や対策を見直す。

- 騒音のモニタリング
- 振動のモニタリング
- 水質のモニタリング
- サンゴのモニタリング
- Taovala 生産者のモニタリング

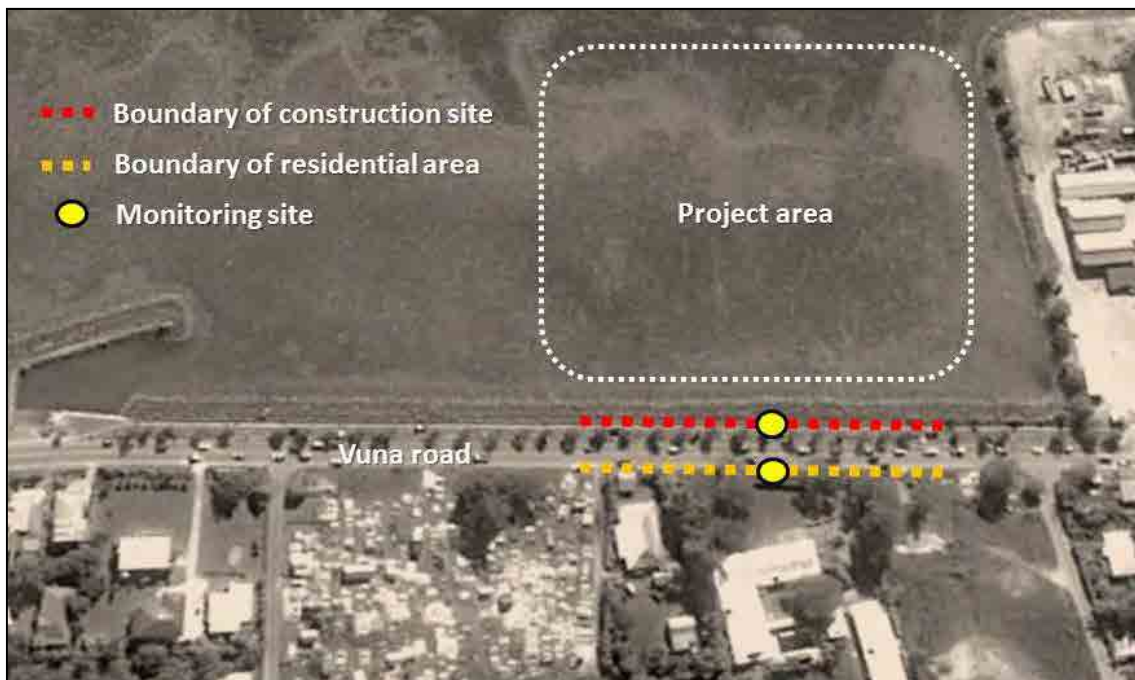
上記モニタリングの詳細を以下に示す。

1) 騒音のモニタリング

目的：杭打作業の騒音による周辺居住区への影響を確認

場所：以下 2 地点（地点は図 2-46 参照）

- Vuna 道路に面する工事境界
- 道路に面する居住区の境界



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-46 騒音モニタリングの地点

- 頻度**：杭打作業時は 1 日 2 回（午前と午後）及びその他施工管理者の要請に応じて実施。
- 項目**：等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）
- 方法**：日本国環境基本法で規定された方法
- 閾値**：工事に起因して、以下レベルを超過する場合は追加対策を検討・実施する。
- 工事境界：85 dB（日本国騒音規制法の基準値）
 - 居住区境界：65 dB（日本国環境基本法の基準値）

責任主体：工事業者

報告方法：週 1 回モニタリングの結果を施工管理者及び MOI に報告する。また必要に応じて MEC に報告する。

費用：約 US\$ 5,000

2) 振動のモニタリング

目的：杭打作業の振動による周辺居住区への影響を確認

場所：以下 2 地点（地点は騒音モニタリングと同一）

- Vuna 道路に面する工事境界
- 道路に面する居住区の境界

頻度：杭打作業時は 1 日 2 回（午前と午後）及びその他施工管理者の要請に応じて実施。

項目：振動レベル（ L_{v10} ）

方法：日本国振動規制法で規定された方法

閾値：工事に起因して、以下レベルを超過する場合は追加対策を検討・実施する。

- 工事境界：75 dB（日本国振動規制法の基準値）

責任主体：工事業者

報告方法：週 1 回モニタリングの結果を施工管理者及び MOI に報告する。また必要に応じて MEC に報告する。

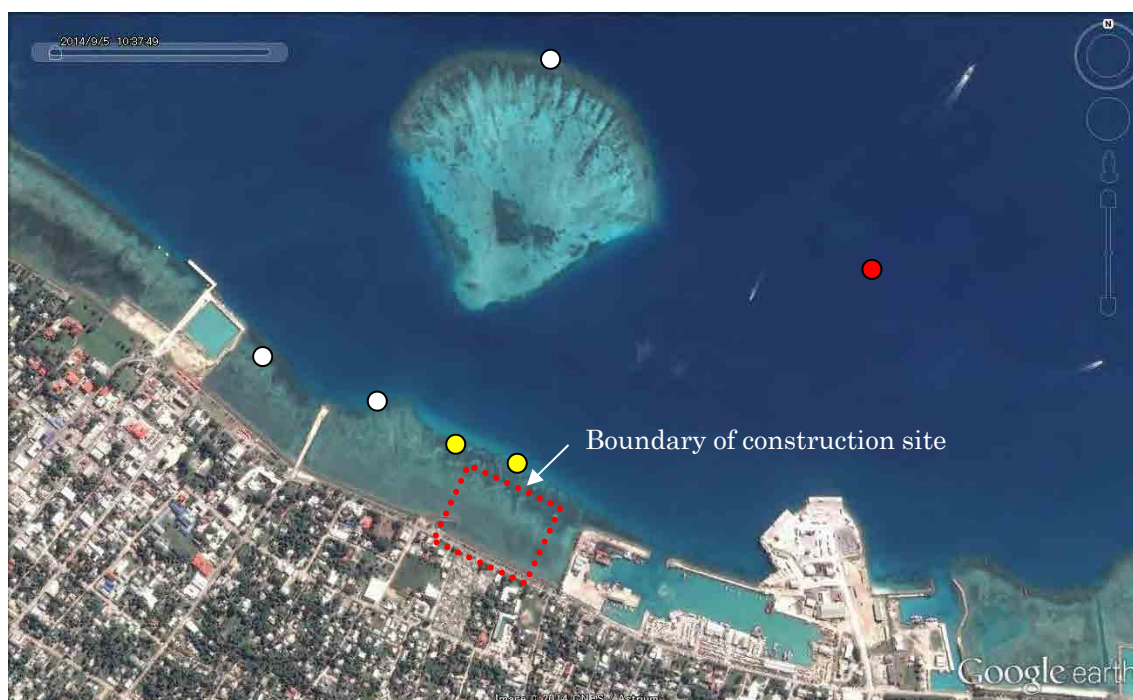
費用：約 US\$ 5,000

3) 水質のモニタリング

目的：浚渫作業などに伴う濁りが、周辺サンゴ場まで拡散しているかを確認

場所：以下 6 地点（地点は図 2-47 参照）

- 3 地点：サンゴ場（白丸）
- 2 地点：工事境界（黄色丸）
- 1 地点：バックグラウンド（赤丸）



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-47 水質モニタリングの地点

頻度：浚渫・埋立工事時は 1 日 1 回及びその他施工管理者の要請に応じて実施。

方法：濁度計で表層濁度を測定

閾値：工事に起因して、サンゴ場の濁度が 6 日間の内 3 日間 2 NTU³を超過する場合は追加対策を検討・実施する。

責任主体：工事業者

報告方法：週 1 回モニタリングの結果を施工管理者及び MOI に報告する。また必要に応じて MEC に報告する。

費用：約 US\$ 20,000

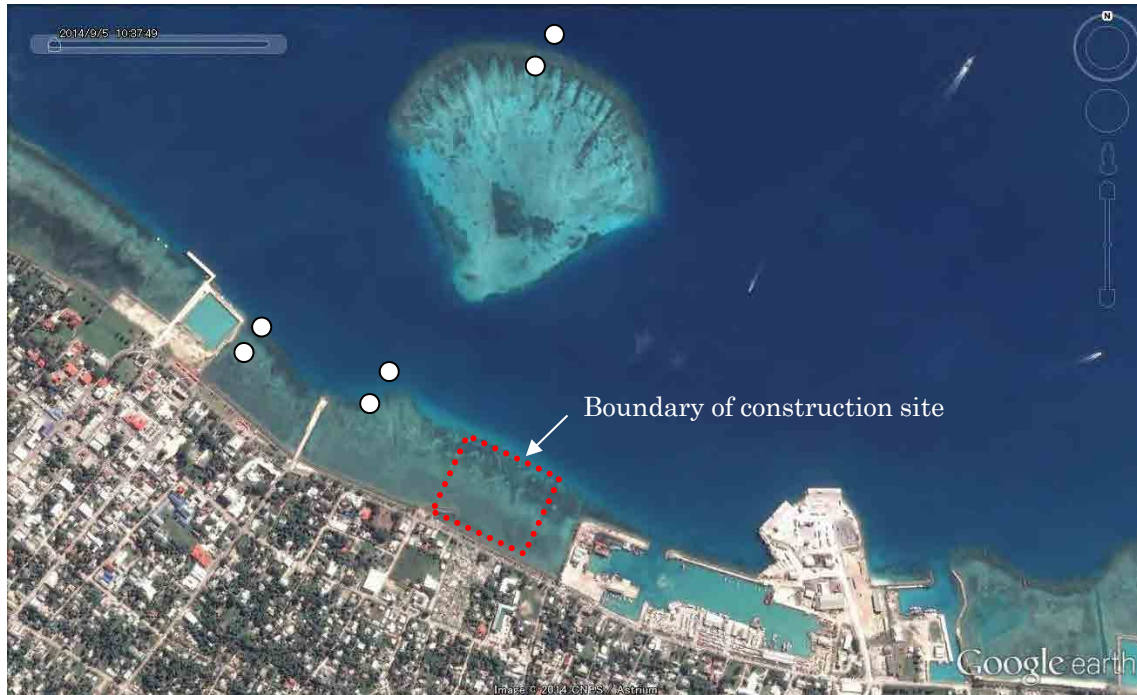
³ 閾値の 2 NTU は水質調査及び以下文献に基づいて設定：P.L.A. Erftemeijer et al., (2012), Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals, Marine Pollution Bulletin 64. サンゴモニタリングの状況などを踏まえ、閾値が高いまたは低いと判断される場合は、変更可とする。

4) サンゴのモニタリング

目的：浚渫作業などに伴う濁りが、周辺サンゴ場に影響していないかを確認

場所：以下 6 地点（地点は図 2-48 参照）

- 外礁エリア 3 地点および礁斜面エリア 3 地点



出典：JICA 調査団、Google Earth

図 2-48 サンゴモニタリングの地点

頻度：浚渫・埋立工事時は月 1 回及びその他施工管理者の要請に応じて実施。

方法：

【事前調査】

工事前に方形枠（例：2 m x 2 m）をモニタリング地点に設置する。モニタリングの対象サンゴ種は、国内外の専門家の協力の下、濁度に脆弱な種あるいは絶滅危惧種を選択する。そして各モニタリング地点では、サンゴの被度、白化率及び健康状態を記録し、同時に撮影する。

【モニタリング調査】

各モニタリング地点で以下を観測する。

- 生サンゴの被度
- 白化率
- サンゴのストレス指標：過剰な粘液の分泌、変色、土砂堆積

仮に生サンゴの被度やサンゴのストレス状態が観測される場合は、追加対策を検討・実施する。サンゴのストレス状態の評価は、国内外の専門家に打診する。

【事後調査】

浚渫・埋立工事の終了後 2 週間以内に、サンゴを再モニタリングし、事前調査の状況を比較する。

責任主体：工事業者

報告方法：月 1 回モニタリングの結果を施工管理者及び MOI に報告する。また必要に応じて MEC に報告する。

費用：約 US\$ 10,000

5) Taovala 生産者のモニタリング

目的：作業場の移転による Taovala 生産者への影響を確認

頻度：6 か月に 1 回

方法：インタビュー調査

責任主体：MOI

報告方法：必要に応じて MEC に報告する。

2-2-10 ステークホルダー協議

本事業の内容、環境影響及び対策の説明及び意見聴衆を目的に、MOI は 2014 年 11 月 6 日に公聴会を、調査団の支援の下、開催している。関係機関などのステークホルダーは、レターで招待し、地元コミュニティー（Maufanga 及び Fasimoeafi）は、Town officer からの伝達あるいはラジオ（11 月 4 日、5 日、6 日）で周知した。公聴会には、Maufanga 住民、店主、政府機関を含め 30 人程が参加し、またトンガのテレビ局も取材に来ている。

参加者からは主に事業立地、交通混雑、浚渫土の利用方法などについて懸念が示されたが、懸念事項への回答を得た後、事業に反対する声は挙がらなかった。公聴会の議事録を資料集-7 に示す。

MOI は、今回のような市民自由参加型の公聴会開催の経験は少なかったことから、準備に多少非効率な面があった。したがって調査団は、今後の開催可能性を踏まえ、今回で得られた教訓を基に公聴会の開催マニュアルを策定した（資料集-8 参照）。

2-2-11 結論

新埠頭の建設は、トンガ国の主要輸送手段である国内船舶の安全及び質を飛躍的に向上するものである。また工事作業や旅客ターミナルは新規雇用を創出するため、国内の高い失業率の改善にも貢献する。

工事中に関しては、騒音、水質、サンゴなどへある程度の影響が及ぶことが想定されるが、適切な対策及びモニタリングを実施することにより影響を最小限に抑える予定である。供用中は、船舶及び旅客ターミナルからの汚水排水や廃棄物による汚染の可能性があるが、適切な汚染対策及び廃棄物管理により影響を回避することができると思われる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「ト」国トンガタプ島スクアロファ港は、主に国際貨物船や大型国内輸送船が使用するクイーンサロテ埠頭、国際旅客船が使用するブナ埠頭、小型国内輸送船が使用するファウア埠頭からなっており、国内輸送船は船体の大きさによって異なる埠頭を利用している。国内輸送船の役割は、日常生活物資、建築資材、燃料油等あらゆるものをライフラインとして離島に供給し、人々を往来させることにある。首都スクアロファから各群島の中心地への生活物資の輸送及び人々の往来は、航空輸送と海上輸送がライフラインの役割を担っているが、大量で経済的な国内輸送船による海上輸送がライフラインの根幹をなしている。

このような状況のもと、「ト」国における島嶼間旅客・貨物輸送の中心的役割を担っている大型国内輸送船オトワンガオファ号（我が国 2008 年度無償資金協力にて供与：総トン数 1,500 トン、貨物積載重量 560 トン、乗客定員 400 人）等は、クイーンサロテ埠頭 No.3 及び No.4 バースに着岸している。しかしながら、貨客ヤードは国際コンテナヤードの一面をフェンスで仕切っただけの狭隘で変形したスペースであり、この中で乗客の乗降や貨物の積み降ろし作業を行っている。そのため、同埠頭では旅客と貨物が混在・輻輳し、旅客の安全性、貨物の荷役効率に支障をきたしている。更に、国際・国内貨物が混在した同一の進入路を使用しているため、アクセス道路の混雑や港湾保安上も問題となっている。

こうした現状の課題に対して、「ト」国政府は、将来の港湾開発計画として、クイーンサロテ埠頭を中心とした国際港湾物流の高規格化と、国内貨客輸送の効率化と安全性の向上を目標としている。この中で本プロジェクトは、避難港を兼ねた大型国内輸送船舶専用埠頭を新たに整備することにより、国内輸送及び荷役作業の効率化並びに旅客の安全性の強化を図り、「ト」国の経済発展に寄与することを目的としている。また、本事業は、「ト」国が 2010 年に策定した「トンガ戦略的開発構想 2011-2014」にて掲げられている「インフラ開発と維持」に合致するとともに、PRIF (Pacific Region Infrastructure Facility：大洋州のインフラ支援に関する援助協調の枠組み)の協力のもと、2013 年に策定した「国家インフラ投資計画 2013-2023」でも本事業は優先事業の一つとされている。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、ファウア埠頭の西側海域に大型国内輸送船舶専用埠頭の整備を行うとともに、オトワンガオファ号等の大型船舶の離接岸及び避難港としての機能と旅客ターミナルビルの建設を実施することとしている。これにより、国際・国内貨物の分離、国内輸送及び荷役作業の効率化並びに旅客及び船舶の安全性の強化が期待されている。

本プロジェクトの主な協力対象事業は、①防波堤及び埠頭（大型船舶用岸壁 2 バース他）の新設、②航路及び泊地の整備、③旅客ターミナルビルを建設し、太陽光パネル及び航路標識等を調達するものである。基本コンポーネントは表 3-1 の通りである。

表 3-1 プロジェクトの基本コンポーネント

番号	施設	協力内容	備考
1	防波堤	傾斜堤式防波堤の新設	延長約 250m
2	岸壁	大型船舶用 2 バース	L=90m/バース
3	乗降ランプ	2 箇所	
4	附帯施設	係船柱、防舷材、車止め等	
5	航路及び泊地	浚渫工	計画水深-4.0m
6	荷役ヤード	浚渫土による埋立、コンクリート舗装、LED ヤード照明灯 8 基	CDL+3.0m
7	旅客ターミナルビル	3F 建て RC 構造、太陽光パネル	
8	進入道路、駐車場	アスファルト舗装、道路照明	
9	外構	歩道、屋根付き旅客通路、排水工、フェンス、緑地	
10	守衛室、ゴミ集積所	1F 平屋建て、各 2 箇所	
11	航行援助施設	標識灯 2 基、誘導灯 1 基	

出典：JICA 調査団

また、当初の要請書には、エウア島オホヌア港に大型船舶が入港できるように港湾施設を改修する計画も含まれていたが、大規模な港湾改修が必要であり、要請書記載の事業規模（予算額）に対して、想定される事業費との間に大きな乖離があるため、今回の案件の対象としないこととなった。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本プロジェクトの目的は、現在クイーンサロテ埠頭を利用している大型国内輸送船専用の港湾施設を新たに整備し、年間を通じて港湾利用者や船舶の安全を確保できる避難港としての機能を有することである。そのため、荒天時においても大型船舶が安全に操船するために必要な航路や泊地を確保し、防波堤を整備することで年間を通じて静穏な水域を提供する。サイクロン時には大型フェリーだけでなく大型貨物船も係船可能な係留施設も整備する。また、本埠頭の利用者だけでなく隣接するエウア島フェリー利用者を含めた旅客や歓送迎者が安心・快適に利用できる旅客ターミナルビルの整備を行う。更に、貨物と旅客の動線を分離し、旅客が安全に乗降できる施設配置とする。

「ト」国からの当初要請案は、既存のファウア埠頭内に大型国内輸送船用施設を整備するものであったが、表 3-2 に示す比較検討及び現地調査における国内輸送船の関係者（社会インフラ省、トンガ港湾公社、ポートマスター、水先案内人、船会社、船長等）とのヒアリング及び協議を実施した結果、以下の理由でファウア埠頭西側海域に新たに大型船舶専用埠頭を整備する方針となった。

- 既存ファウア埠頭内の水域が狭隘なため、年間を通じた大型船舶の安全な操船作業が困難である。
- 大型船舶対応のための港口部拡幅による波浪の進入により、港内静穏度が悪化し、現在の小型船舶用避難港としての機能が低下する。

設計対象船舶は、現在就航中のオトワンガオファ号とし、同規模の大型船舶 2 隻が常時停泊できるように、岸壁及び乗降ランプは 2 バース整備する。「ト」国には大型船舶を整備点検するドライドックが無い場合、大型船舶は 2 年に 1 回の定期点検をフィジーのドライドックで受けている。また、年末年始及びキリスト教集会等の繁忙期には、1 隻の船舶では貨物の運搬が賅いきれないため、大型船舶は最低でも 2 隻が常時就航する必要がある。対象船舶の将来の大型化の可能性については、「ト」国の過去 10 年間の人口変動および貨物数の輸送トレンドがほぼ一定であることから、船舶の大型化の可能性は低いと考えられる。仮に、将来の貨物数が増加した場合でも、現行の 2 隻による週 1 回航海を 2~3 航海に増加することで十分対応可能である。（2007 年トンガ国離島間連絡船建造計画基本設計調査報告書にて検討済）

表 3-2 大型船舶用埠頭サイト選

	①当初要請案（ファウア埠頭内海側）	②ファウア埠頭内陸側案	③代案（ファウア埠頭西側海域新設）	④ファウア埠頭内改良案
計画平面図				
整備計画の概要	大型船舶入港のため、ファウア埠頭の西側防波堤先端部を15m撤去し、湾口部を55mに拡幅する。西防波堤の背後に幅30m×長さ130mの岸壁を整備し、大型船舶を係留する。 また、西側防波堤上に胸壁を設置し、サイクロン時の波浪から港湾施設を防御する。	ファウア埠頭湾口部は①案と同様に拡幅する。大型船舶用の岸壁は、安全性及び操船の容易さを考慮して、埠頭内陸側部に整備する。	ファウア埠頭の西側海域に大型船舶専用の新設埠頭を建設する。 ・防波堤L=270m ・岸壁延長L=80m×2ヶ所 ・乗降ランプ2ヶ所 ・浚渫V=110,000 m ³ ・埋立ヤード幅50m×延長150m	ファウア埠頭湾口部の拡幅及び大型船舶用岸壁は、①案と同じであるが、最少回頭径2Lを満足するために、既存陸側埠頭施設を撤去する。また、埠頭内の静穏度を確保するため、既存東側防波堤を沖側に約200m延長する。
港内海象条件への影響	×湾口部が拡幅されることにより、サイクロン時には北側からの回折波が、現況よりもより広範囲に埠頭内に侵入する。 5/20	×同左 5/20	○新設防波堤により、通年にわたり港内静穏度が確保される。 20/20	○既存防波堤を沖側に延伸することで、通年にわたり港内静穏度が確保される。 20/20
港湾施設整備の特徴	×最少回頭径2L(=120m)が取れないため、大型船舶の自力操船が困難である。(特に強風、波浪時) ×サイクロン時は埠頭内に回折波が進入するため、既存陸側岸壁及び小型船舶船溜まりの静穏度が悪化する。 ×大型船舶用避難港としての機能を満足できない。 ×海側に整備されている既存係船設備を撤去する必要がある。 ×沈船や廃屋等の撤去が必要。 5/20	△同左であるが、①案に比べ安全性及び操船性にやや優れている。 ×同左 ×同左 ×陸側に整備されている既存係船設備を撤去改修する必要がある。 ×沈船や廃屋等の撤去が必要。 10/20	○サイクロン時の大型船舶用避難港としての機能は満足される。 ○将来の大型船舶数の増加による港湾施設の増設に対応可能である。 ×他案に比べ浚渫土量が多いため、陸上部の廃屋等の撤去が必要。 20/20	○同左 ×延伸する防波堤の設置水深が深いため、防波堤構造の規模が大きくなる。 ×既存陸側施設を撤去するため、埠頭内港湾施設の大規模な改修や港湾施設配置計画の大幅見直しが必要となる。 ×沈船や廃屋等の撤去が必要。 ×追加の土質調査等が必要。 15/20
工事期間中の影響	△施工手順を調整することで、他船舶の運航や安全性への影響を少なくすることは可能。 10/20	△同左 10/20	○既存埠頭の外側であり、他船舶の運航や安全性への影響は生じない。 20/20	×既存港湾施設を大規模に改修するため、他船舶の運航や安全性への影響が大きい。 5/20
環境への影響	○環境カテゴリーBの既存港内の改修であり、環境への影響は少ない。 ×浚渫土砂の処分に課題がある。 15/20	○同左 ×同左 15/20	×新規整備事業となるため、環境カテゴリーの見直しが必要である。 ×同左 5/20	○環境カテゴリーBの既存港内の改修であり、環境への影響は少ない。 ×同左 15/20
経済性	12億円 20/20	15億円 15/20	30.5億円 10/20	55億円 5/20
総合評価	× (55点)	× (55点)	○ (75点)	△ (60点)

本プロジェクトの目的と施設整備との位置づけを下記のとおり整理した。

- ① 船舶入出港時の航行安全の確保
 - a) 適切な航路及び泊地の整備
 - b) 航行援助施設の設置（港口部航路標識及びセクターライト）
- ② 船舶の接岸及び係留時の安全確保
 - a) 防波堤設置による港内静穏度の確保
 - b) 防舷材及び係船柱の整備
- ③ 荷役作業・旅客の安全確保
 - a) 荷役ヤード及び乗降ランプの整備
 - b) 貨客動線の分離
 - c) 車両進入ゲート及び守衛室の設置
 - d) 侵入防止フェンスの設置
 - e) 駐車場の整備
- ④ 旅客待機場所の安全性及び快適性の確保
 - a) 旅客ターミナルビル内待合所の整備
 - b) 外構舗装の整備
 - c) 屋根付き旅客専用通路の整備
- ⑤ その他（収益性向上及び景観配慮他）
 - a) レストラン及び展望デッキの整備による集客力の向上
 - b) ブナ道路側に緑地緩衝地帯の設置
 - c) 日ト友好モニュメント等の設置
 - d) 避難施設としてのターミナルビルの整備
 - e) LED 照明の積極的採用

3-2-1-2 自然環境条件

「ト」国特有の自然環境条件に留意して設計および施工計画の立案を実施する。「ト」国は、年間を通じて東からの貿易風が吹いており、特に12月～4月の夏季に強く吹き、1月～3月にかけては高温多湿でサイクロンが通過する。よって、設計に用いる風速は「ト」国の設計基準に準じた数値を用いるものとする。また、「ト」国では、ヌクアロファ港の設計波が確立されていないため、今回の調査で波浪解析を行い、防波堤の設計や港内静穏度解析に用いる設計波を算出する。その他、当該地域の津波高や地震力についても、「ト」国の基準や指針、類似施設の設計事例等を考慮して適切に設定するものとする。

当該地区は、リーフ上の浅瀬に位置しており、土質条件は環礁地盤特有の地層からなっている。今回実施した土質調査の結果を基に、浚渫埋立土量の算定や港湾施設及び建築構造物の適切な設計を実施する。

3-2-1-3 社会経済条件

「ト」国の経済状況は、農業と漁業が主要産業であり、ここ 10 年間の国内外の貨物取扱量はほぼ横ばい状態である。本プロジェクトの建設予定地は、トンガタブ島ヌクアロファの中心地に位置しており、エウア島フェリー乗り場や島内のメイン道路であるブナ道路にも隣接しており、国内貨客が集まりやすい場所にある。そのため、旅客ターミナルビルの設計においては、大型船舶の利用者だけでなく、エウア島フェリー利用者や観光客、地元住民等も年間を通じて気軽に利用できる集客力の高い施設を念頭に設計を実施する。本施設が収益性の高い施設となり、「ト」国の雇用促進や経済発展の一端をになうことができるような設計を目指す。また、「ト」国と日本は歴史的にも友好関係にあり、「ジャポネスク感」を取り入れた計画を行う。

2019 年に「ト」国で開催が予定されている South Pacific Game 時には、本埠頭は国内貨客船のゲートウェイとなり、旅客ターミナルビルは「ト」国の玄関港を象徴するモニュメントとなることを意識して建築物の意匠設計を行う。

3-2-1-4 建設／調達事情

「ト」国の港湾施設は、港湾構造物の設計基準が整備されていないため、これまではニュージーランド等の施設供与国の設計基準に準拠して設計されている。本プロジェクトにおいては、基本的に日本の港湾基準に準拠して設計を行うが、ヌクアロファ港の既存港湾施設の設計事例を参考に設計条件を決定する。建築構造物については、「ト」国の建築基準類に準拠し、未整備な基準については日本の基準を適用する。

また、島嶼国特有の建設及び調達事情を十分に配慮して、現地に合った適切な設計を行う。現地調査で得られた現地調達可能な資機材や現地の建設会社やサプライヤー等からのヒアリングを基に、現地条件に適合した無理のない施工が可能な施設設計を策定する。

3-2-1-5 運営・維持管理

本プロジェクトにより整備された港湾施設の運営及び維持管理は、トンガ港湾公社（Ports Authority Tonga: PAT）が実施することとなる。PAT の運営・維持管理予算、組織、人員及び技術レベルの実態を考慮し、PAT による運営維持管理が実施可能な施設とする。また、可能な限りメンテナンスフリーとなる施設設計を実施する。防波堤構造は、現地調達可能で補修が容易である石材を主体に用いた傾斜堤式構造とする。照明設備に関しては、初期投資費用は高くなるが、灯具の寿命等 50 年間の維持管理費を考慮し、ライフサイクルコストで有利な LED 電灯方式を積極的に採用する。更に、旅客ターミナルビル内には収益性のあるレストラン等を設置し、集客力を増やすことでテナント収入等をあげ、施設の維持管理費に充当することも考える。

3-2-1-6 環境社会配慮

JICA 環境社会配慮ガイドラインおよび「ト」国の EIA 制度に則り、適切な手続きを実施する。本プロジェクトは、市の中心部に位置し、トンガタブ島の主要幹線道路であるブナ道路に面しているため、工事期間中に周辺住民生活への影響が少ない施工計画を立案する。更に、現在未利用の海面に埠頭を建設するため、海洋生物等への影響も配慮した設計や施工計画を策定する。

3-2-1-7 施設のグレードの設定

当該プロジェクトの目標を踏まえ、上述の方針を総合して主要施設のグレードを以下のように設定する。

(1) 防波堤

50年確率波に対して、年間荷役稼働率 97.5%以上を確保する構造及び配置とする。

(2) 航路

対象大型船舶がすれ違い可能な航路幅と水深を確保する。また、船舶の航行安全を確保するため、航行援助施設を設置する。

(3) 泊地

対象大型船舶が回頭操船可能な水域と水深を確保する。

(4) 岸壁

対象大型船舶 2 隻が同時荷役でき、荒天時には大型貨物船も避難係留が可能な岸壁を整備する。

(5) ターミナルビル

大型貨客船 2 隻とエウア島フェリーの利用者を収容可能な容積を持ち、レストランや切符売り場、船会社事務所等を設置する。更に、避難施設としての機能も持つものとする。屋根には太陽光パネルを設置し、昼間の電力の一部を賄う構造とする。

(6) 荷役ヤード

荷役作業や旅客の乗降の安全性を確保し、荷役効率を向上するため、旅客専用通路や照明設備を設置し、荷役作業に必要なヤード面積を確保する。ヤード舗装は耐久性に優れ、維持管理が容易なコンクリート舗装とする。

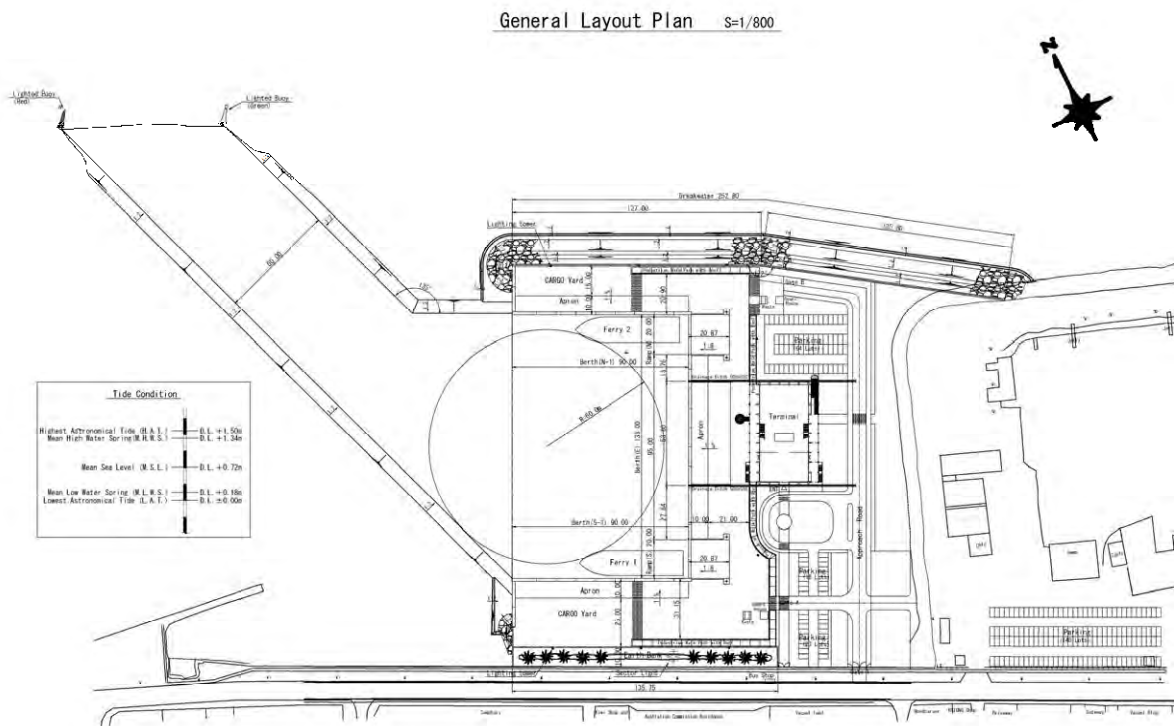
3-2-1-8 工法／調達方法、工期

施工方法は、「ト」国での実績を考慮し、現地において汎用性のある工法を採用する。建設資機材は、現地調達可能なものを優先的に使用し、工費削減のため国外からの輸送品を極力減らすように配慮する。施工機械も現地調査の結果を踏まえ、国外からの調達はできるだけ最小限とするよう、大型重機を使用しない施工方法を検討する。工期は、2019 年秋に予定されている South Pacific Game の開催を念頭に、2018 年初頭の完成を目標とし、施工期間は 24 か月以内に収まるように計画する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体配置計画

現地調査によって得られた情報及び港湾関係者との協議・ヒアリングを基に、次ページ表 3-3 に示す配置案の比較検討を行った。その結果、安全性、船舶操船性、利用性等を配慮し、図 3-1 に示す全体配置計画を策定した。



出典：JICA 調査団

図 3-1 全体配置計画図

表 3-3 全体配置計画比較表

	Case. A	Case. B	Case. C
平面図			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ オトファンゴワファ号とブルパキ号を完全に分ける事が可能。 ・ 2隻を分ける事で荷物、乗員が交差する事が無い。 ・ 東側の岸壁を避難港として利用が可能。 ・ 十分な旋回領域を確保する事が可能。 ・ 船舶の航行の交差が発生しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ターミナルビルから船舶の距離が近く、乗員の歩く距離が短くて済む。 ・ 2隻の貨物は完全に分ける事が可能。 ・ 防波堤側に船舶を係留しない為、荒天時の越波を懸念しなくて済む。 ・ スペースが限られるために避難港として利用できるスペースが少ない。 ・ 防波堤側の浅瀬が必要になり、防波堤構造が大規模になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ターミナルビルから船舶の距離が近く、乗員の歩く距離が短くて済む。 ・ 2隻の貨物は完全に分ける事が可能。 ・ スペースが限られるために避難港として利用できるスペースが少ない。
港の安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時利用する2隻の船舶が離れているため、荷役作業や乗船、航行の安全性が高い。 ・ 主な風向きに対して船舶が縦方向に係留されるため、横揺れによる損傷等の被害が少ない。 ・ 横揺れが少ないことで荷役作業もスムーズに行える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2隻の航行方向が重なるため、同時出航は不可能である。 ・ 一方の岸壁は主な風向きに対して横付けになるため、横揺れが激しくなる可能性が高い。 ・ カーゴスペースは離れているために荷役作業の安全性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 船首を向き合わせた係留は安全性が確保されない。 ・ 主な風向きに対して2隻とも横付けになり、横揺れが激しくなる可能性が高い。 ・ カーゴスペースが離れているために荷役作業の安全性は高い。
船舶の操作性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旋回領域も十分に確保されており、航行に支障となる物が無い。 ・ 出航は前進で行えるため、安全確認等を確実に行える。 ・ 港内に旋回領域を設けることで、入港してしまえば荒天時であっても安全に旋回する事が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2隻の航行方向が重なることで、出航時には船首を十分に振る必要がある。 ・ 旋回後に後進して係留する際、スペースに余裕が少ない。 ・ 風速によっては、航行時でも船側に強風が作用しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2隻の航行方向が重なることで、出航時には船首を十分に振る必要がある。 ・ 旋回後に後進して係留する際、スペースに余裕が少ない。 ・ 風速によっては、航行時でも船側に強風が作用しやすい。
港の利用率	<ul style="list-style-type: none"> ・ 乗船の際、旅客の歩行距離が長い。 ・ 2隻ともに、荷役や乗船スペースに余裕がある。 ・ デッドスペースが無い。 ・ 荷役作業動線と旅客の動線が交差するため、荷役作業後に旅客を乗船させる分割方式をする必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 乗船の際の歩行距離は短くて済む。 ・ ターミナルビル周辺に荷物、乗客が集中しやすく、混雑する可能性が高い。 ・ 荷役と乗船を同時に行えるが、事故につながる可能性が高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 乗船の際の歩行距離は短くて済む。 ・ 防波堤側は荷物、乗客が集中しやすくなり、混雑する可能性が高い。 ・ 荷役と乗船を同時に行えるが、事故につながる可能性が高くなる。
総合評価	◎ (避難港としての役割、安全性、操作性に優れている。)	○ (船舶航行の危険性があり、デッドスペースが多い。)	△ (船舶航行の危険性が高く、操作性に劣る。)

3-2-2-2 土木施設

(1) 設計基準

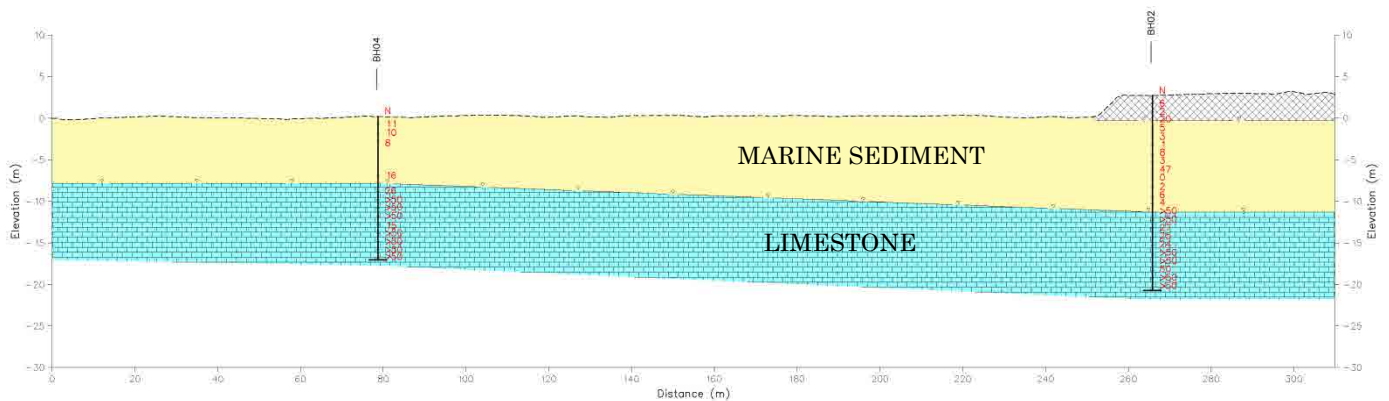
「ト」国では、港湾施設設計に関わる基準等が整備されていないことから、基本的に我が国の港湾基準（港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年 7 月）に準拠するものとする。

(2) 防波堤

1) 構造形式

ファウア埠頭の既設防波堤は、傾斜堤式で表層に約 2t/個の被覆石を設置している。現地調査の結果、過去にこの構造形式で大きな被災報告も無く、長期的に安定した防波堤となっている。本設計においても、この実績を重視し、傾斜堤式を基本とした構造形式を採用する。

今回実施した土質調査の結果、図 3-2 に示すように当該地区の-8~-12m 付近ではシルト混じり砂～砂礫層（Marine Sediment）が存在することが確認された。

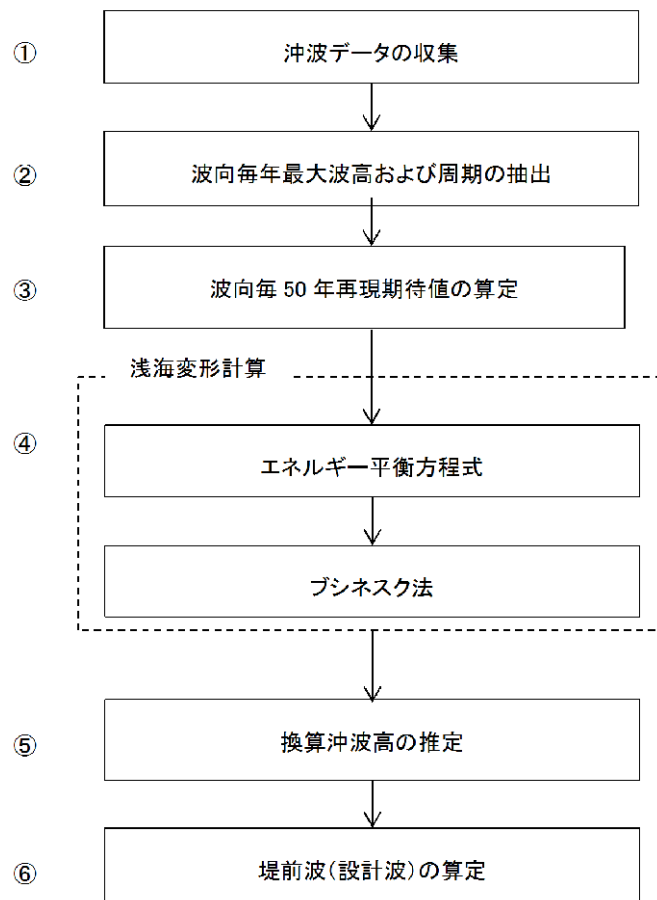


出典：JICA 調査団

図 3-2 土層縦断図

この層は、粒度の粗い土性ではあるが、その成分は海洋堆積物（主にサンゴの死骸）であり、シルトを含んだ N 値の低い土層が混在する事から、地盤条件に大きく影響する重力式の構造形式では地盤の支持力が不足する可能性が高い。よって、構造物を安定させるために地盤改良工法もしくは大規模な置換工が必要となり、経済性に劣る事は明確である。この点から、他の防波堤構造に比べ接地圧が小さく、既設防波堤と同形式であるとともに、現地で調達可能な石材を使用する「傾斜堤式」が最適であると判断した。

防波堤の標準断面図を図 3-3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-4 設計波算定手順

設計対象地点における堤前波は前述した手法により算定した。堤前波算定対象波浪は各沖波において換算沖波高が最も大きくなった Point を採用し、波高が大きくなる H.W.L.潮位について算定した。堤前波算定結果一覧表及び採用した設計波を表 3-4 に示す。

表 3-4 堤前波算定結果一覧

項目	値				備考	
	NW	NNW	N	NNE		
沖波向						
換算沖波高 H_o' (m)	0.69	0.93	1.24	0.72		
周期 T_o (s)	16.3	14.7	14.2	13.7		
波長 L_o (m)	414.48	337.10	314.56	292.80		
波形勾配 H_o'/L_o	0.0017	0.0028	0.0039	0.0025		
浅海波向 $\alpha(N^\circ E)$	33	32	33	34		
海底勾配 $\tan\theta$	1/10	1/10	1/10	1/10		
潮位 H.W.L.(m)	1.50	1.50	1.50	1.50		
堤前波	地盤高	0.30	0.30	0.30	0.30	
	水深 h (m)	1.80	1.80	1.80	1.80	
	h/H_o'	2.609	1.935	1.452	2.500	
	$H_{1/3}/H_o'$	2.490	2.043	1.610	2.390	
	$H_{1/3}$ (m)	1.72	1.90	2.00	1.72	有義波高
	地盤高	0.30	0.30	0.30	0.30	
	水深 $(h)_{max}$ (m)	1.80	1.80	1.80	1.80	
	$(h)_{max}/H_o'$	2.609	1.935	1.452	2.500	
	H_{max}/H_o'	3.499	2.739	2.171	3.330	
	H_{max} (m)	2.41	2.55	2.69	2.40	最大波高
5波高前までの最大値	地盤高	0.45	1.00	1.30	0.45	
	水深 $(h)_5$ (m)	1.95	2.50	2.80	1.95	
	$(h)_5/H_o'$	2.826	2.688	2.258	2.708	
	$(H_{1/3})_5/H_o'$	2.529	2.370	2.102	2.432	
	$(H_{1/3})_5$ (m)	1.75	2.20	2.61	1.75	有義波高
	地盤高	0.30	0.95	1.30	0.40	
	水深 $(h)_{max,5}$ (m)	1.80	2.45	2.80	1.90	
	$(h)_{max,5}/H_o'$	2.609	2.634	2.258	2.639	
	$(H_{max})_5/H_o'$	3.499	3.384	2.954	3.424	
	$(H_{max})_5$ (m)	2.41	3.15	3.66	2.47	最大波高

※ は、天端高算定に使用。

※ は、被覆材重量算定等に使用。

出典：JICA 調査団

3) 所要天端高の算定

本防波堤は、防波堤直背後の荷役ヤードや旅客歩行通路の護岸としての機能を兼ねており、護岸として必要な所要天端高を設定するものとする。一般に、堤防（護岸）の設置位置による必要天端高の算定方法は、以下のとおりである。

- ① 設置位置が汀線よりも沖側にある場合には、越波流量から算定する。
- ② 設置位置が汀線よりも陸側にある場合には、波の打上げ高から算定する。

上記より、当該護岸については、護岸の設置位置が汀線よりも沖側に位置することから、**越波流量による算定**を基本とする。

[許容越波流量による算定]

[検討条件]

換算沖波波高 : $H_o'=1.24\text{m}$
 周 期 : $T=14.2\text{s}$
 波 長 : $L_o=314.56\text{m}$ ($1.56T^2$)
 潮 位 : C.D.L+1.50m (H.W.L.)
 海 底 勾 配 : 1/10
 護岸の設置位置 : C.D.L±0.00m
 許容越波流量 : $q=0.01\text{m}^3/\text{m/s}$

[計算過程]

$H_o'/L_o=1.24/314.56=0.004 \rightarrow 0.012$ のグラフ (港湾基準 p.168) を使用
 $h/H_o'=1.50/1.24=1.21$

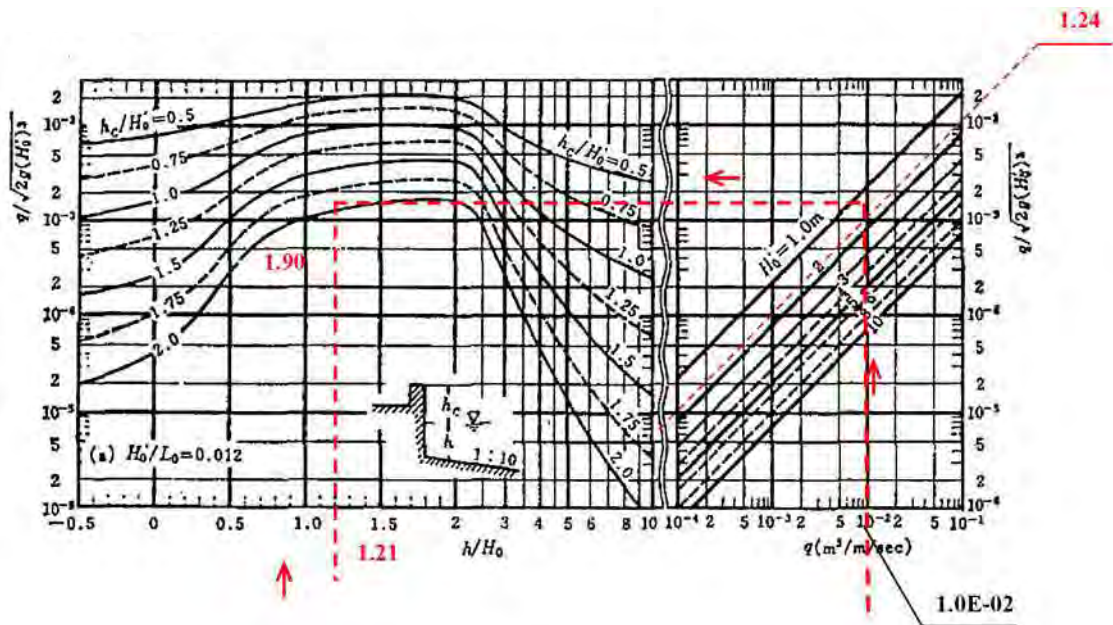


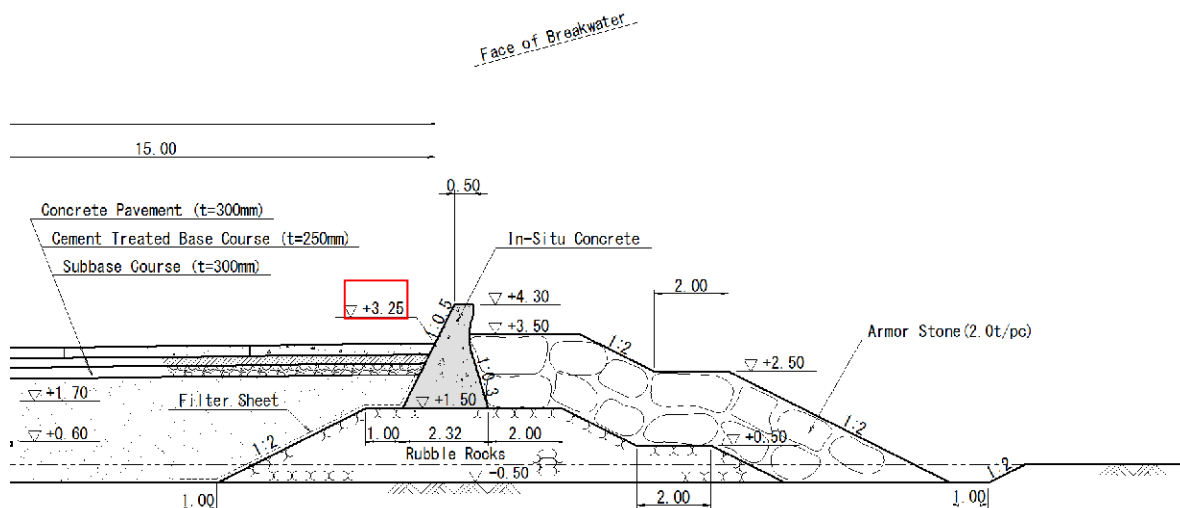
図 3-5 越波流量の算定図(勾配 1/10、直立護岸)

図 3-5 より、護岸の必要高さは、下式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} hc/H_o' &= 1.90 \\ \therefore hc &= 1.90 \times 1.24 = 2.356\text{m} \\ \text{C.D.L} + 1.50\text{m} + 2.356\text{m} &= \text{C.D.L} + 3.856\text{m} \end{aligned}$$

上記で求めた必要天端高に余裕高 (10cm 単位に丸め) を考慮すると C.D.L+3.90m となる。

一方、図 3-6 に示す通り、岸壁からエプロン勾配 (1.0%) を考慮すると、護岸の本土工位置でのエプロン高は C.D.L+3.25m であり、必要胸壁高は 0.65m となる。



出典：JICA 調査団

図 3-6 防波堤断面図

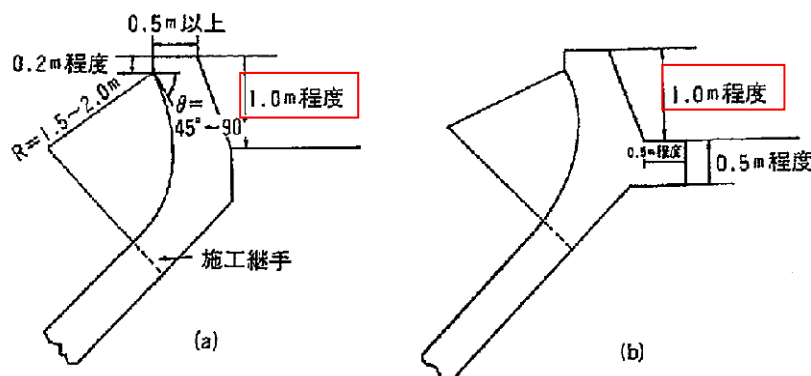
しかし、計算上では再現しきれない強風時の飛沫や越流が発生する可能性が考えられることや、直背後が荷役ヤードであり、旅客や作業員が往来するスペースであることから、利用者の安全性、安心感等を考慮すれば、波返しを兼ねた 1.0m 程度の胸壁を設ける事が望ましいと考える。(下記基準を参照)

②波返工の構造

波返工が堤防天端より突出する部分の高さは、1 m程度とすることが多い。波返工の高さを高くすれば、相対的に堤防水叩部の天端高は低くすることができ、一般的には工費は安くなる。しかしながら、波返工自体は相対的にその断面が細長いものとなり、作用する波圧に対して安全性を確保できない構造となるおそれがある。

ただし、堤体との一体性が確保でき、波圧に耐えられるのであれば波返工を1 mよりさらに高くしてもよい。

出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説 p.3-58



出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説 p.3-58

図 3-7 波返工の構造例

よって、本体工（胸壁）天端高を $+3.25\text{m} + 1.0\text{m} = +4.25\text{m} \doteq \text{C.D.L} + 4.30\text{m}$ とし、前述した護岸としての所要天端高（+3.90m）を満足する事となる。

4) 防波堤延長の設定

防波堤の延長は、防波堤背後を岸壁として使用する事から、岸壁の必要延長（L=90m）以上とする。設定手法としては、算出した設計波から波高比を整理することで、沖波の時刻歴データを施設前面波へと変換し、稼働率を算定した。

稼働率算定結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 稼働率算定結果一覧

防波堤配置案	計算位置	荷役稼働率 (%)	備考
PLAN 1 (50m 延した場合)	北側岸壁部	100.0	限界波高=0.50 (m)
	南側岸壁部	100.0	限界波高=0.50 (m)
PLAN 2 (岸壁と同じ場合)	北側岸壁部	100.0	限界波高=0.50 (m)
	南側岸壁部	100.0	限界波高=0.50 (m)

出典：JICA 調査団

以上より、防波堤延長を岸壁（L=90m）から突出しない場合であっても、荷役限界波高 0.5m 以下となる荷役稼働率は 100%を確保できる結果が得られた。従って、本防波堤延長は、岸壁と同様の L=90m とする。

表 3-6 及び表 3-7 に、防波堤延長 L=90m の場合の稼働率算定結果を示す。

表 3-6 PLAN 2：北側岸壁部における稼働率算定結果

CARGO Yard HI/3 RANK(m)	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	Calm	frequency		Cumulative	
											Num.	Rate(%)	Num.	Rate(%)
Calm									61	195,908	195,969	74.5	263,024	100.0
0.00 ~ 0.05									61		61	0.0	67,055	25.5
0.06 ~ 0.10	741	220	33	15	30	196	1,164	7,471	27,219		37,089	14.1	66,994	25.5
0.11 ~ 0.15	184	470	797	793	1,468	2,693	4,465	5,630	7,565		24,065	9.2	29,905	11.4
0.16 ~ 0.20	17	50	373	509	1,058	967	696	336	573		4,579	1.7	5,840	2.2
0.21 ~ 0.25			132	207	219	104	100	28	48		838	0.3	1,261	0.5
0.26 ~ 0.30			25	100	83	41	5	8	10		272	0.1	423	0.2
0.31 ~ 0.35			12	47	20	14					93	0.0	151	0.1
0.36 ~ 0.40			8	21	22						51	0.0	58	0.0
0.41 ~ 0.45			7								7	0.0	7	0.0
0.46 ~ 0.50											0	0.0	0	0.0
0.51 ~ 0.55											0	0.0	0	0.0
0.61 ~ 0.60											0	0.0	0	0.0
0.71 ~											0	0.0	0	0.0
TOTAL	942	745	1,387	1,692	2,900	4,015	6,430	13,473	35,476	195,908	262,968			
Excess	Num.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Operation rate(%)	
	Rate(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	

出典：JICA 調査団

表 3-7 PLAN 2 : 南側岸壁部における稼働率算定結果

Multi Purpose Yard H1/3 RANK(m)	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	Calm	frequency		Cumulative	
											Num.	Rate(%)	Num.	Rate(%)
Calm										195,908	195,908	74.5	262,968	100.0
0.00 ~ 0.05											0	0.0	67,060	25.5
0.06 ~ 0.10	487	38				8	11	1,463	17,275		19,282	7.3	67,060	25.5
0.11 ~ 0.15	403	519	476	224	466	1,327	3,465	9,745	15,898		32,523	12.4	47,778	18.2
0.16 ~ 0.20	42	158	629	785	1,292	1,785	2,400	2,051	2,071		11,213	4.3	15,255	5.8
0.21 ~ 0.25	10	28	128	343	821	729	413	178	198		2,848	1.1	4,042	1.5
0.26 ~ 0.30		2	110	172	176	97	129	30	25		741	0.3	1,194	0.5
0.31 ~ 0.35			22	97	71	46	12	6	9		263	0.1	453	0.2
0.36 ~ 0.40			8	40	52	20					120	0.0	190	0.1
0.41 ~ 0.45			4	28	3	3					38	0.0	70	0.0
0.46 ~ 0.50			10	3	19						32	0.0	32	0.0
0.51 ~ 0.55											0	0.0	0	0.0
0.61 ~ 0.60											0	0.0	0	0.0
0.71 ~											0	0.0	0	0.0
TOTAL	942	745	1,387	1,692	2,900	4,015	6,430	13,473	35,476	195,908	262,968			
Excess	Num.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Operation rate(%)	
	Rate(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	

出典：JICA 調査団

5) 被覆材の重量算定

傾斜堤表層の被覆材として安定する必要重量を算定する。

被覆材の必要重量算定

被覆材の必要重量はハドソン式により算定する。

$$\begin{aligned}
 \text{被覆材} &= \text{自然石} \\
 \text{波高 } H &= 2.61 \\
 \text{斜面となす角度 } \tan \theta &= 2.00 \leftarrow \text{法勾配} \\
 \text{ブロック及び石の単重 } \gamma &= 2.60 \\
 \text{安定定数 } KD &= 3.50 \\
 \text{海水の単重 (t) } \gamma_w &= 1.03 \\
 &(\text{計算の便宜上、従来単位を仕様}) \\
 \text{必要重量 (t)} \\
 W &= 1.865 \text{ t/個以上}
 \end{aligned}$$

$$W = \frac{\rho_r \rho_w^3 H^3}{K_D (\rho_r - \rho_w)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots (式 2-4-17)$$

ここに、

W：捨石または異形ブロックの最小質量 (t)

ρ_r ：捨石または異形ブロックの密度 (t/m³)

ρ_w ：海水の密度 (1.03 t/m³)

θ ：のり面が水平となす角度 (°または rad)

H：構造物設置位置における設計有義波高 (m)

K_D ：被覆材によって定まる安定数

名 称	被覆層数	積み方	K_D 値		実験者	
			砕 波	非砕波		
自然石	表面が滑らかなもの	2	乱 積	2.1	2.4	ハドソン
	"	3以上	"	2.8	3.2	"
	表面が粗いもの	2	"	3.5	4.0	"
	"	3以上	"	3.9	4.5	"

(3) 岸壁

1) バース水深

バース水深は、港湾基準に準拠した場合 (表 3-8) は、対象船舶の総トン数 (1,534GT) より、バース水深 4.5m 程度が標準とされている。しかし、対象船舶の満載喫水が 3.0m であり、喫水に 1 割の余裕を見込んだ場合であっても 3.3m 以上の水深を確保すれば良いことになるが、港内波高 H=0.50m を考慮すれば 3.80m 以上を確保する必要がある。

よって、対象船舶の喫水を重視し、**バース水深は 4.0m** とする。

表 3-8 標準的なバースの主要寸法

7-1 中短距離フェリー (航路距離 300km 未満)

総トン数 GT (トン)	船首尾係船岸のある場合		
	バースの長さ (m)	船首尾係船岸長 (m)	バースの水深 (m)
400	60	20	3.5
700	80	20	4.0
1,000	90	25	4.5
3,000	140	25	5.5
7,000	160	30	7.0
10,000	190	30	7.5
13,000	220	35	8.0

(全て国内総トン数)

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.946

なお、当該設計範囲は現況水深が-0.6m 程度と浅く、浚渫を行って水深を確保する事となる。この点から、浚渫時の余掘り (砂系：0.50m) を考慮し、構造検討に用いる設計水深は-4.50m とする。

2) バース長

バース長については、対象船舶の総トン数（1,534GT）から表 3-8 の数値を採用すれば 90m～140m が必要になり、トン数で案分すると 110m のバース長となる。しかし、対象船舶は L=53m で標準的な国内フェリー（L=80～124m）に比べて短いことから、総トン数 GT の 1,000 トンのバース長（L=90m）で荷役作業等は可能と判断した。11 月の追加現地調査時に相手国港湾関係者に説明し協議した結果、バース長 L=90m とすることで合意した。

なお、対象船舶は船尾に貨物用の乗入ゲートがついていることから、表 3-8 及び現況施設の構造に準拠し、幅 20m の乗降ランプを設置するものとする。

3) 岸壁天端高

岸壁の計画天端高は、H.A.T.に表 3-9 の値を加えた高さとする。

$$\text{H.A.T.} + 1.50\text{m} + 1.5\text{m} = +3.00\text{m}$$

表 3-9 岸壁の標準的な天端高

	潮位差 3.0m 以上	潮位差 3.0m 未満
大型岸壁 (水深 4.5m 以上)	+0.5～1.5m	+1.0～2.0m
小型岸壁 (水深 4.5m 未満)	+0.3～1.0m	+0.5～1.5m

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.946

4) エプロン

本岸壁の計画水深は-4.0m であるため、下記基準よりエプロン幅員は 10m が標準である。

また、エプロン背後に幅 20m 程度の荷役ヤードを設けるため、フォークリフトの往来に問題はない。

(1) 通常の係留施設のエプロンの幅員の値としては、一般的に表-9.18.1 の数値を参考にすることができる。

表-9.18.1 エプロンの幅員

バース水深 (m)	エプロン幅員 (m)
～4.5未満	10
4.5以上 7.5未満	15
7.5以上～	20

(2) エプロンの幅員は、雑貨ふ頭においては、一般にクレーンのためのスペース、仮置きスペース、荷さばきスペース、交通路などを考慮する。背後に上屋があり、フォークリフトを使用する場合は15～20m以上、背後が道路、野積場に接しエプロンにトラックを乗り入れ、本船と直接積降す場合は10～15m以上とすることが望ましい。

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.1225

エプロン勾配は、通常 1～2%程度で海側に勾配をつける。当該地では、エプロン上をフォークリフト等が往来するため、できる限りフラットな勾配が適していると考えられる。この点から、エプロン勾配は 1.0%で海側に勾配を付けるものとする。

5) 設計震度

設計震度は、近隣の港湾施設（クイーンサロテ国際埠頭の-12m 矢板式岸壁 Kh=0.15）の設計値等を踏まえ、下記の設計震度を用いるものとする。

設計水平震度；Kh=0.15

6) 荷重条件

岸壁エプロンに作用する上載荷重については、既存最大荷積用フォークリフト（TCM80 型）が既存のコンテナ満載時の重量を考慮して設定する。

フォークリフトの自重は 11.55t であり、載荷面積は長さ 2.50m×幅 1.80m である。

コンテナは満載時で 6.0t（自重込み）である。

表 3-10 フォークリフトの標準仕様表



■ 標準仕様		FD60-3	FD70-3	FD80-3	FD100-3	
性能	最大荷重	kg	6,000	7,000	8,000	10,000
	荷重中心	mm	600	600	600	600
	最大揚程	mm	A	3,000	3,000	3,000
	フリーリフト	mm	G	205	215	205
	マスト傾斜角(前/後)	deg	D-E	6/12	6/12	6/12
	上昇速度(無負荷/負荷)	mm/s		550/530	550/530	500/480
	走行速度(無負荷/負荷)	km/h		29.0/27.0	29.0/27.0	28.0/26.0
	登坂能力(無負荷/負荷)	%		20/34	21/34	20/28
	最小旋回半径	mm	K	3,380	3,440	3,690
	直角轉付距離幅	mm	R	5,250	5,300	5,650
寸法	全長	mm	L	4,790	4,860	5,230
	全幅	mm	M	2,005	2,005	2,175
	全高(マスト)	mm	B	2,500	2,500	2,800
	全高(ヘッドガード)	mm	J	2,550	2,550	2,660
	最大揚高時高さ	mm	C	4,420	4,420	4,420
	軸距	mm	I	2,300	2,300	2,500
	フォークオーバーハング	mm	H	615	625	720
	フォーク寸法	mm	F	1220×150×60	1220×150×70	1220×180×75
	フォーク調整間隔	mm	N	300-1,700	300-1,700	360-1,800
	最低地上高(マスト下部)	mm		200	200	240
重量	車両重量	kg	8,720	9,590	11,550	
	型式		いずれも 4HK1-TC	いずれも 4HK1-TC	いずれも 4HK1-TC	
エンジン	排気量	cc	5,193	5,193	5,193	
	定格出力	kW/rpm	98.0/2,200	98.0/2,200	98.0/2,200	
	最大トルク	N·m/rpm	550/1,500	550/1,500	550/1,500	
タイヤ	前輪	-	8.25-15-14PR(I)	8.25-15-14PR(I)	9.00-20-14PR(I)	
	後輪	-	8.25-15-14PR(I)	8.25-15-14PR(I)	9.00-20-14PR(I)	

よって、上載荷重は下記のとおりとなる。

荷 重；11.55t+6.0t=17.55t

面 積；5.23m×1.80m=9.414m²

上載荷重；17.55t/9.414m²=1.86t/m² ≒ 2.0t/m²

7) 腐食代

L.W.L.-1.00 mm 以下の鋼矢板の腐食速度は、下記の表 3-11 より 0.15 mm/年とする。また、L.W.L.-1.00m 上部については、コーピングコンクリートにより巻き立てられことから、腐食代は考えないものとする。

表 3-11 鋼材の腐食速度の標準

腐食環境		腐食速度 (mm/年)
海 側	H.W.L.以上	0.3
	H.W.L.~L.W.L.-1m まで	0.1~0.3
	L.W.L.-1m~海底部まで	0.1~0.2
	海底泥層中	0.03
陸 側	陸上大気中	0.1
	土中 (残留水位以上)	0.03
	土中 (残留水位以下)	0.02

出典；港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻） p.438

8) 岸壁構造

現地で得られた調査結果を踏まえ、当該箇所に適した岸壁構造形式 3 案を抽出し、比較検討を行った。抽出した構造形式を下記に示す。

Case 1：控え矢板式

前面に鋼矢板を打設し、控え工によって前面鋼矢板に発生する応力を補う工法。
既設岸壁は大半が控え矢板式であり、実績が多く、当該箇所に適していると判断される。

Case 2：方塊ブロック式

基礎マウンドを形成し、本土工に方塊ブロックを積み重ねる工法。
現地ではコンクリート等の材料が容易に入手する事が可能であるとともに、工種が少なく単純な工法である。

土質調査の結果では、-10m 付近に軟弱な層が存在し、地盤支持力が弱いために、基礎マウンドを厚く、広い肩幅が必要になる。

Case 3：L型ブロック式

基礎マウンドを形成し、本土工に L 型ブロックを用いる工法。
現地ではコンクリート等の材料が容易に入手する事が可能である。
配筋が必要になるため、L 型ブロック製作では配筋を熟知した指導員が必要になる。

L 型ブロック製作後は連続して据付ける事で壁面が完成するため、据付以降の施工は容易である。

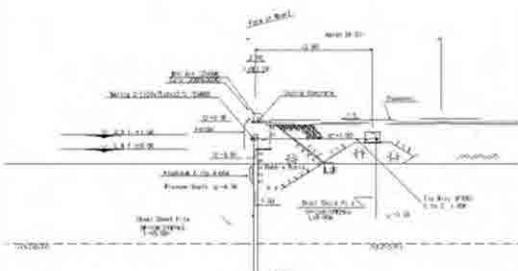
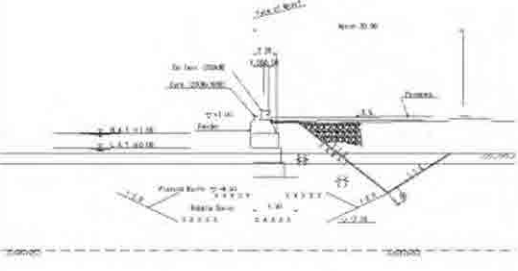
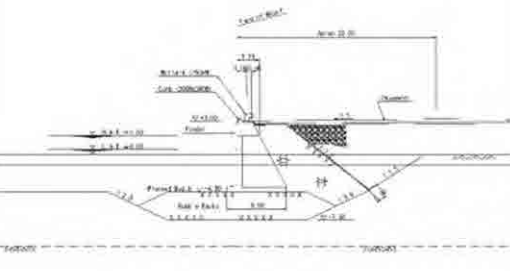
Case2 と同様に、-10m 付近の軟弱な層により地盤支持力が弱いため、厚く広い肩幅の基礎マウンドが必要になる。

以上の各構造の特性を踏まえ、次頁表 3-12 に各断面の特徴、経済性等を示した比較検討結果を示す。

検討の結果、**Case 1：控え矢板式**を最適構造として採用する。

表 3-12 岸壁構造形式比較表

評価：◎(優れる、有利(3点))、○(普通、問題はない(2点))、△(劣る(1点))

		Case 1 ; 控え矢板式案	Case 2 ; 重力式 (方塊ブロック式) 案	Case 3 ; 重力式 (L型ブロック式) 案	
標準断面図					
構造形式の特徴		<ul style="list-style-type: none"> 前面鋼矢板に発生する変位を控え工が補う事で構造全体を安定させる。 前面鋼矢板の腐食は電気防食を施す事で対応する。 基礎工が不要であり、掘削等が小規模である。 基盤層まで打設する事で軟弱地盤対策としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 方塊ブロックを積み重ねる事で高さを確保し、構体の重量で安定性を図る。 基礎工を設けることで地盤の影響を低減する。 工種が少なく、単純な構造である。 基礎捨石を厚くすることで軟弱地盤対策とする。 	<ul style="list-style-type: none"> L型のブロック上に載荷する土の重量を構体重量とみなす事ができる。 構体の重量によって安定性を図る。 基礎工を設けることで地盤の影響を低減する。 工種が少なく、単純な構造である。 基礎捨石を厚くすることで軟弱地盤対策とする。 	
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 連続性のある作業であるため、施工性に優れる。 鋼矢板打設後に液灌を行うため、海上作業が少なく済む。 ブロック製作等の作業ヤードを必要としない。 鋼矢板の打設がメインであり、施工期間を短縮する事ができる。 	◎(3点)	<ul style="list-style-type: none"> 多様な方塊ブロックを多数制作する必要があるため、広い作業ヤードを必要とする。 下層になるにつれ方塊ブロックが大型となり、重量に合わせた大型の重機を必要とする。 	○(2点)
液灌・残土		<ul style="list-style-type: none"> 鋼矢板を基盤層まで打設する事で基礎工等が不要であり、液灌範囲も小規模で済む。 埋立地に埋め戻す数量と液灌土の差異が殆ど出ないため、残土は殆ど発生しない。 	◎(3点)	<ul style="list-style-type: none"> 基礎捨石を厚くする必要があるため、大規模な液灌が必要となる。 残土が大量に発生する可能性が高い。 	△(1点)
信頼性		<ul style="list-style-type: none"> 周辺実績も多く、信頼性が高い。 基盤層まで鋼矢板を打設することで、安定性に優れる。 重力式に比べて地盤の影響を受けにくい。 	◎(3点)	<ul style="list-style-type: none"> 既存施設での実績が無く、当該地区での信頼性に劣る。 地震の影響を受け易く、想定外の大地震発生時には方塊ブロックのズレが懸念される。 	△(1点)
経済性	1m当たり	¥1,396,000円/m (直接工事費)	◎(3点)	¥1,649,000円/m (直接工事費)	△(1点)
総合評価(順位)		1 (合計点数: 12点)	3 (合計点数: 5点)	2 (合計点数: 6点)	

※-7m~-10m以内にシルト層(軟弱地盤)が存在するため、重力式の場合には基礎捨石を厚くすることで対応するものとしている。
 ※重力式の基礎捨石を小規模にするためには、軟弱層の地盤改良が必要となるが、当該国及び周辺国での実績が無く、非現実的である。

出典: JICA調査団

9) 基本断面

前項の比較検討で選定した『控え矢板式』の断面図を図 3-8 に、安定計算結果を表 3-13 に示す。

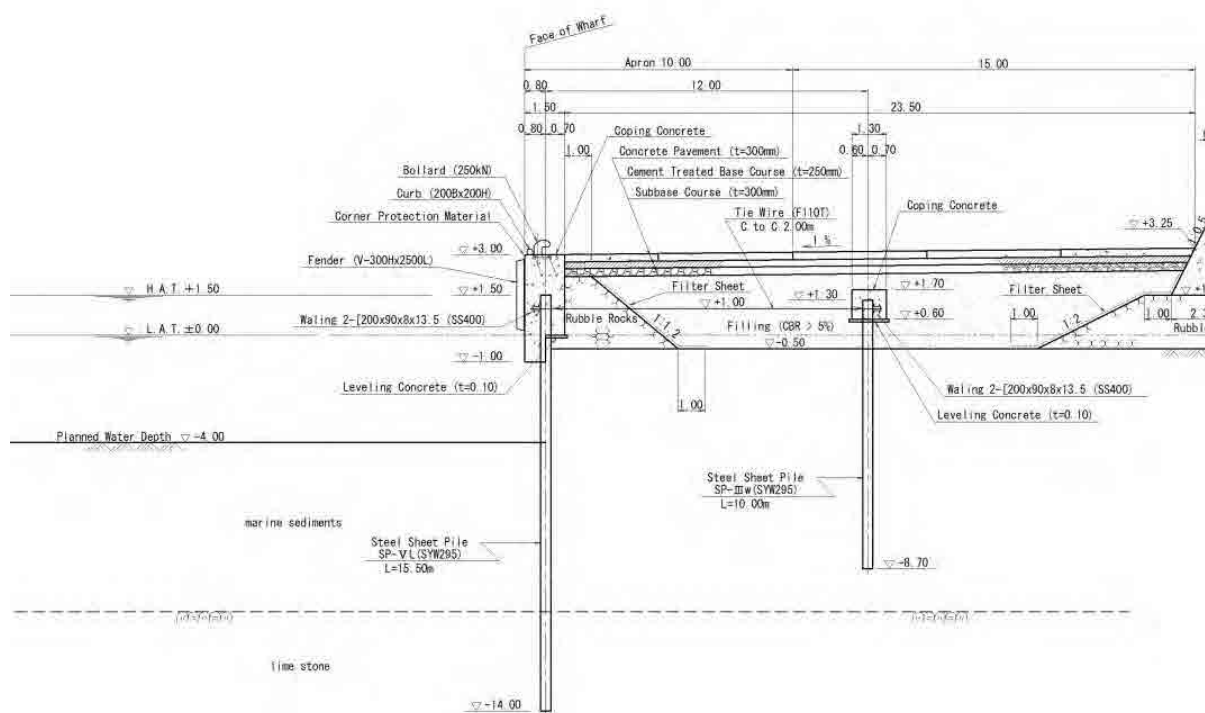


図 3-8 控え矢板式岸壁断面図

表 3-13 矢板式係船岸計算結果

＜矢板式係船岸計算結果＞			
前面矢板：SP-VL			
	永続状態	変動状態 (L1地震動)	
応力度 (N/mm ²)	104.5	143.5	
	≦ 295.0 OK	≦ 295.0 OK	
根入れ深度 (m)	-12.834	-13.051	
施工根入れ深度 (m)	-14.000		
タイプル:F110T			
	永続状態	変動状態 (L1地震動)	変動状態 (けん引力)
降伏荷重 (kN)	297.954	525.055	494.193
	≦ 485.2 OK	≦ 746.6 OK	≦ 746.6 OK
タイ材長さ (m)	9.719	11.954	9.713
施工タイ材長さ (m)	12.000		
腹起こし (前面矢板側) :2[200×90×8.0×13.5			
	永続状態	変動状態 (L1地震動)	変動状態 (けん引力)
応力度 (N/mm ²)	167.5	141.4	133.1
	≦ 235.0 OK	≦ 235.0 OK	≦ 235.0 OK
腹起こし (控え工側) :2[200×90×8.0×13.5			
	永続状態	変動状態 (L1地震動)	変動状態 (けん引力)
応力度 (N/mm ²)	167.5	141.4	133.1
	≦ 235.0 OK	≦ 235.0 OK	≦ 235.0 OK
控え工：SP-IIIW			
	永続状態	変動状態 (L1地震動)	変動状態 (けん引力)
応力度 (N/mm ²)	110.5	97.8	90.9
	≦ 295.0 OK	≦ 295.0 OK	≦ 295.0 OK
変位量 (cm)	1.523	1.660	1.506
	≦ 5.000 OK	≦ 3.000 OK	≦ 5.000 OK
根入れ深度 (m)	-7.997	-8.094	-7.985
施工根入れ深度 (m)	8.700		

出典：JICA 調査団

(4) 付帯設備

1) 防舷材

防舷材の配置については、下記の基準に示すように一般的には5～20m程度である。

対象船舶の船幅が13.5mである事を考慮して **10m 間隔で設置**するものとする。

なお、端部（隅角部）の10m部分については、安全側に考えて5m間隔とする。

(1) ゴム防舷材は、一般に5～20m間隔に取り付けられている。船舶が接岸する時は船首付近か船尾付近が係船岸にまず接触する。接岸する舷側は曲面となっているので、防舷材間隔が大きすぎると、防舷材が接岸エネルギーを十分吸収する前に船体の一部が係船岸の防舷材を取り付けていない部分に直接接触することになるので注意しなければならない。通常の場合、間隔が5m程度であれば問題はないが、間隔が10m以上の場合で船体の一部が係船岸の防舷材を取り付けていない部分に直接接触するおそれがある場合には、防舷材取付部の上部コンクリートを他の部分より0.2～0.5m突出させる必要がある。また、ゴム防舷材の前に木片を下げて、他の面より突出させておくのも一つの方法である。

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.1179

2) タラップ

ゴム製タラップは、岸壁からの落下時等の安全対策として、100m に 1 箇所程度設置するものとする。設置位置は岸壁の両端に設置する。

3) 係船柱

係船柱の規格については、表 3-14 を参照し、船舶の牽引力から設定する。

表 3-14 船舶の牽引力の標準値

船舶の総トン数	直柱に作用する牽引力 (kN)	曲柱に作用する牽引力 (kN)
200 を超え 500 以下	150	150
500 を超え 1,000 以下	250	250
1,000 を超え 2,000 以下	350	250
2,000 を超え 3,000 以下	350	350
3,000 を超え 5,000 以下	500	350
5,000 を超え 10,000 以下	700	500
10,000 を超え 20,000 以下	1,000	700
20,000 を超え 50,000 以下	1,500	1,000
50,000 を超え 100,000 以下	2,000	1,000

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.410

表 3-14 を基に、当該設計に使用する係船柱は下記のとおりとなる。

直柱；350 kN/基、曲柱；250 kN/基

表 3-15 曲柱の配置

対象船舶総トン数	曲柱の最大間隔 (m)	1 バース当たりの 最低設置個数(個)
2,000未満	10~15	4
2,000以上 5,000 "	20	6
5,000 " 20,000 "	25	6
20,000 " 50,000 "	35	8
50,000 " 100,000 "	45	8

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.1173

表 3-15 に示す基準に従うと設置個数は最低 4 個以上が必要である。対象船舶であるオトワングオフア号は、係船索を利用して接岸するため、海象状況や泊地内の状況に合わせて係船位置が変化する可能性も考えられることから、バース全体に係船柱を設置する事とする。なお、設置間隔としては、曲柱設置間隔の最大値を用いて 15m 間隔とする。

また、直柱については、大型船舶の船尾側に係船索を張れる位置に各 2 基ずつ設置するものとする。

4) 車止め

車止めは、現地で使用されている形状を用いるものとする。

高さ H=200mm、幅 B=200mm

長さは施工性を考慮し最大長の 4.0m とする。ただし、エプロン上の雨水排除のために 30cm 程度の間隔を開けて設置する。

9. 7. 2 性能照査

(1) 車止めの取付間隔は、エプロンを利用する荷役機械や車両の車輪間隔より小さくする必要があるが、一般に、エプロン上の雨水排除のため30cm程度とすることができる。ただし、係船柱をはさむ車止めの間隔は、1.5~2.5mとすることが望ましい。なお、柵等を設置することにより車両の通行を禁止する場合等車両の通行が予想されない場合は、車止めを設置しなくてもよい。

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.1199

5) コーナー保護材

現地の既存岸壁は、上部工角が係留索等の擦れにより欠損している状況が目立っている。この点から、上部工角部にはコーナー保護材を設置するものとする。

(5) 貨物ヤード

南側貨物ヤードは、現況の貨物ヤード (45m×60m=2,700m²) に対し、約 1.5 倍の 35m×110m=3,850m² を確保する。北側貨物ヤードとしては、現況と同等の 25m×110m=2,750m² とする。

1) 舗装構成

ヤード舗装は、耐久性に優れ、維持管理が容易なコンクリート舗装とする。

表 3-16 に、舗装構成 (コンクリート版厚、路盤厚) を示す。

表 3-16 各舗装構成の参考値

表-9. 18.3 岸壁等のエプロンでのコンクリート舗装の作用条件の参考値

作用の分類	作用の種類		作用 (kN)	接地半径 (cm)	
CP ₁	フォークリフトトラック	2t	25	10.6	
	トラクタトラレーラ	20ft, 40ft用	50	17.8	
	フォークリフトトラック	3.5t	45	13.8	
CP ₂	フォークリフトトラック	6t	75	17.8	
CP ₃	トラック	25t積積	100	17.8	
	フォークリフトトラック	10t	125	22.2	
	ストラドルキャリア		125	22.2	
	フォークリフトトラック	15t	185	26.8	
CP ₄	移動式クレーン (トラッククレーン、ラフテレーンクレーン、オールテレーンクレーン)		20型	220	19.9
	フォークリフトトラック	20t	245	30.7	
CP ₄	移動式クレーン (トラッククレーン、ラフテレーンクレーン、オールテレーンクレーン)		25型	260	20.3

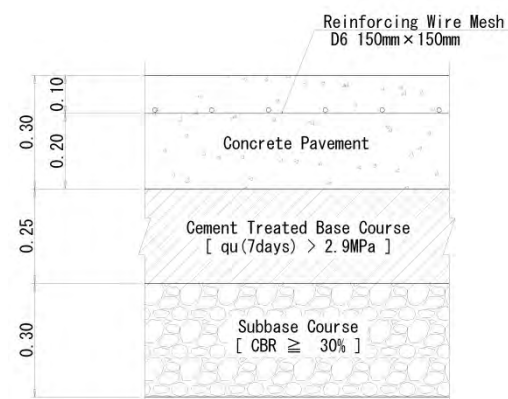
表-9. 18.6 コンクリート版厚の参考値

作用の分類	コンクリート版厚 (cm)
CP ₁	20
CP ₂	25
CP ₃	30
CP ₄	35
栈橋スラブ上	10

表-9. 18.5 コンクリート舗装の路盤厚の参考値

設計条件 路床の設計支持力係数 K ₅₀ (N/cm ²)	路盤厚 (cm)				合計路盤厚
	上層路盤		下層路盤		
	セメント安定処理	粒調材	粒調材	クラッシュラン等	
50以上70未満	-	40	-	20	60
	20	-	20	-	40
	25	-	-	30	55
70以上100未満	-	20	15	-	35
	-	20	-	20	40
	15	-	15	-	30
100以上	15	-	-	15	30
	-	20	-	-	20
	15	-	-	-	15

Section of Concrete Pavement



出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説

2) 照明施設

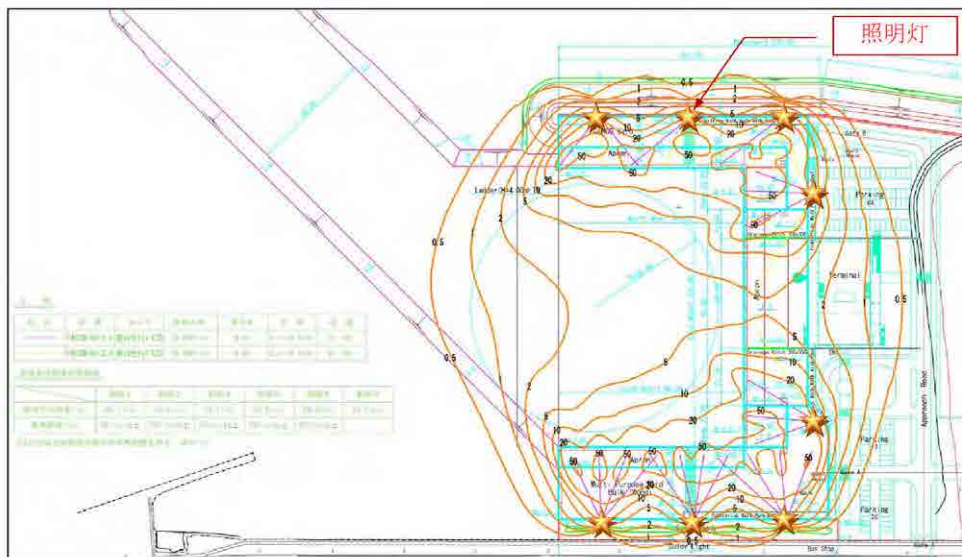
港内の照明について、下記の通りに設定する。

表 3-17 屋外照明の基準照度

施 設		基準照度 (lx)	
ふ頭	エプロン	旅客、車両、プレジャーボートの係留施設 及び一般貨物、コンテナバース	50
		プレジャーボートの斜路、 パイプラインで危険物を扱うエプロン	30
		パイプライン、ベルトコンベヤによる 単純な作業のエプロン	20
	ヤード	コンテナ、一般貨物の置場及び荷積降し、 移動ヤード	20
	通 路	旅客及び車両の乗降口	75
		旅客及び車両の通路	50
		その他の通路	20
保 安	全ての施設	1~5	
道路 公園	道 路	主要道路	20
		その他の道路	10
	駐 車 場	フェリー用	20
		その他	10
公園緑地	園路	3	

出典：港湾の施設の基準上の基準・同解説 p.1185

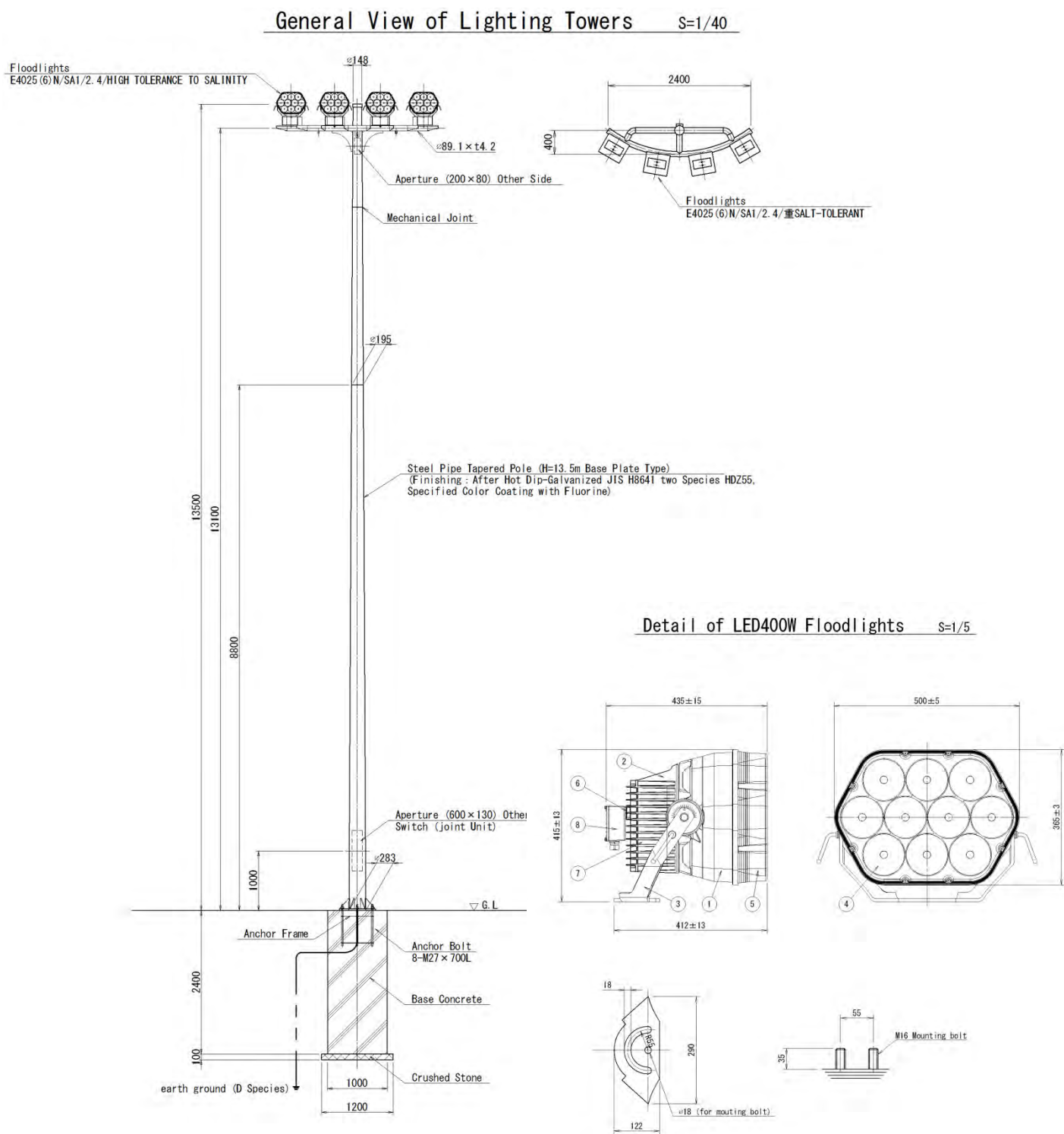
表 3-17 より、エプロン部分（岸壁法線より 10m 陸側範囲）は 50lx、通路部分は 20lx、その他エリアは保安上 3lx 以上を確保するものとし、基準照度を満足する照明配置の検討を行い、8 基の照明灯を配置した。照明配置計画（照度分布）図を図 3-9 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-9 ヤード照度分布図

LED 照明器具及びポールの詳細図を図 3-10 に示す。



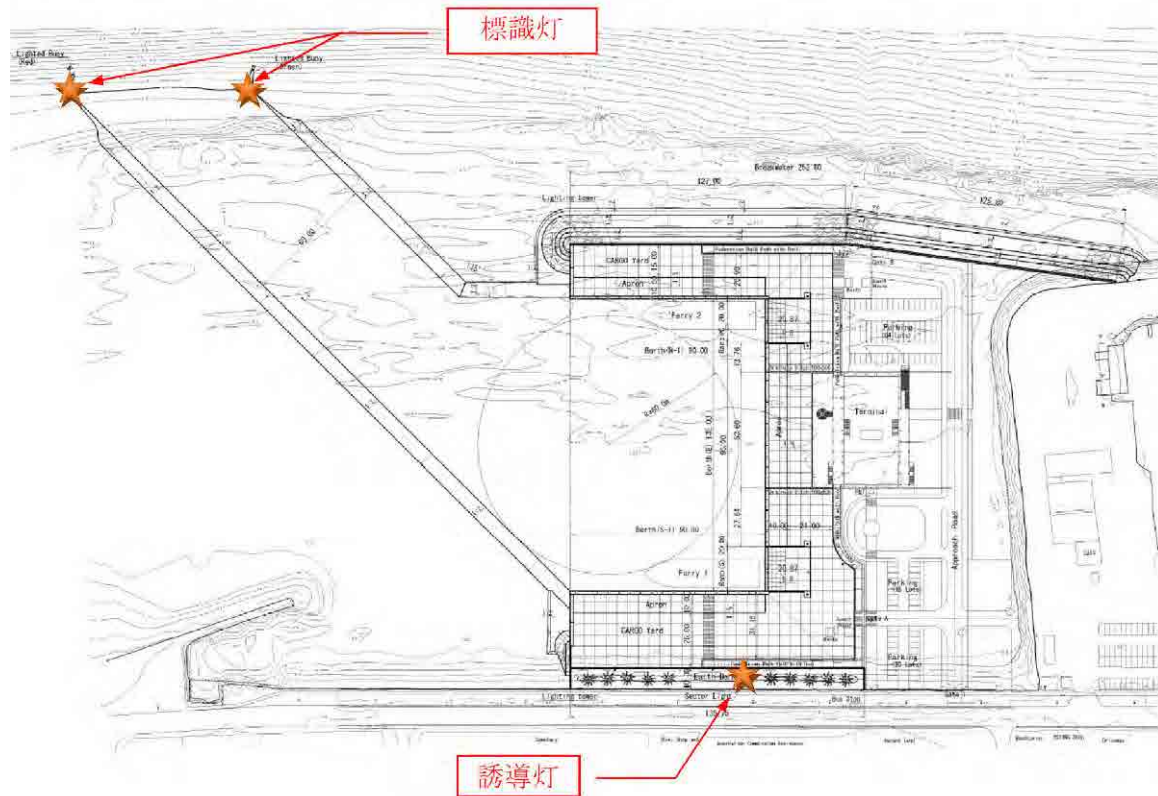
出典：JICA 調査団

図 3-10 ヤード照明灯姿図

(6) 航行援助施設

新設する航路及び泊地は浅瀬を浚渫して設けることから、航行援助施設を設置する必要がある。また、航路沖側 1km 程度の位置にも広大な浅瀬があり、入港する際は広大な浅瀬を迂回する形で入港する事となる。そのため、航路入口部に標識灯 2 基を設置し、陸上に設置した誘導灯により航路中心法線の確認ができるように計画する。

図 3-11 に標識灯および誘導灯の設置を示す。

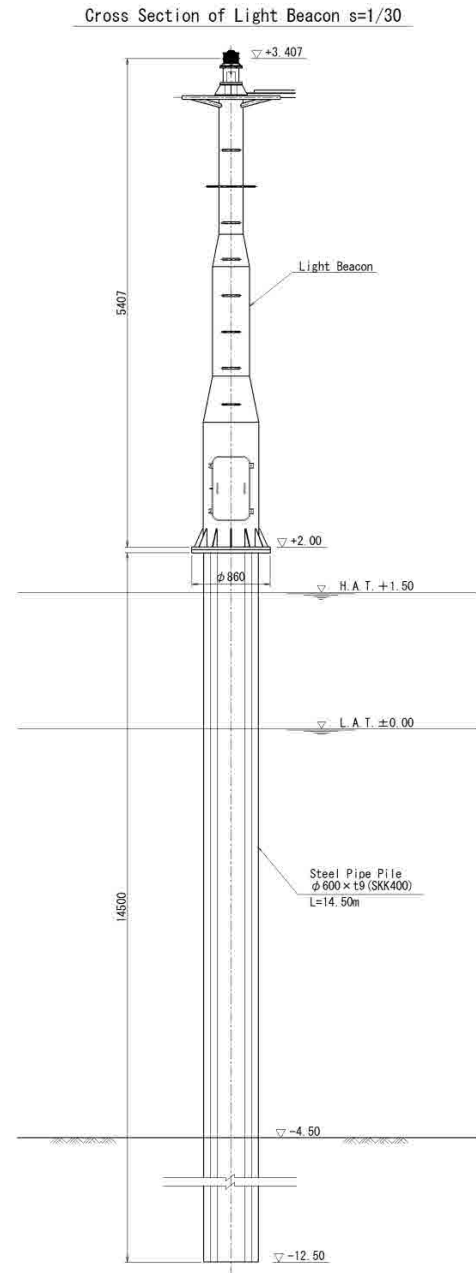


出典：JICA 調査団

図 3-11 航行援助施設配置図

1) 標識灯

航路標識灯の姿図及び基礎杭の計算結果を図 3-12 に示す。



鋼管杭の検討 $\phi = 600$ (SKK400)

水平力 : 11.83 (kN)
作用位置 : 6.42 (m)
ヤング係数 : $2E+07$ (N/cm²)
設計地盤～天端までの距離 : 12.00 (m)
たわみ量 ($\delta 3$) 算出時の分母 (QH^3) : 140227 (cm/m)
根入長算出時の分子 : 3

・断面の検討

ϕ (mm)	t (mm)	Δt (mm)	Z (cm ³)	Z' (cm ³)	I (cm ⁴)	I' (cm ⁴)	kh (N·cm ³)	β (m ⁻¹)	Lm1 (m)	Mmax (kN·m)	y0 (cm)	i0 (rad)	σs (N/mm ²)	σsa (N/mm ²)	鋼管杭応力度 (N/mm ²)
600	9	0.0	2432	2432	72974	72974	20.0	0.3786	6.67	78.47	0.26	0.0017	32	140	32 < 140

・変位量の検討

ϕ (mm)	t (mm)	Δt (mm)	Z (cm ³)	Z' (cm ³)	I (cm ⁴)	I' (cm ⁴)	kh (N·cm ³)	β (m ⁻¹)	Lm1 (m)	Mmax (kN·m)	y0 (cm)	i0 (rad)	$\delta 1$ (cm)	$\delta 2$ (cm)	$\delta 3$ (cm)	$\Sigma \delta$ (cm)	頭部変位量 (cm)
600	9.0	0.0	2432	2432	72974	72974	20.0	0.3786	6.67	78.47	0.26	0.0017	0.26	2.04	1.92	4.22	4.22

・根入れ長の検討

ϕ (mm)	t (mm)	Δt (mm)	Z (cm ³)	Z' (cm ³)	I (cm ⁴)	I' (cm ⁴)	kh (N·cm ³)	β (m ⁻¹)	Lm1 (m)	Mmax (kN·m)	y0 (cm)	i0 (rad)	仮想面 (m)	杭天端 (m)	根入長 (m)	杭下端 (m)	杭長 (m)	杭長 (m)
600	9.0	0.0	2432	2432	72974	72974	20.0	0.3786	6.67	78.47	0.26	0.0017	-4.50	2.00	7.92	-12.42	14.42	L=14.50m

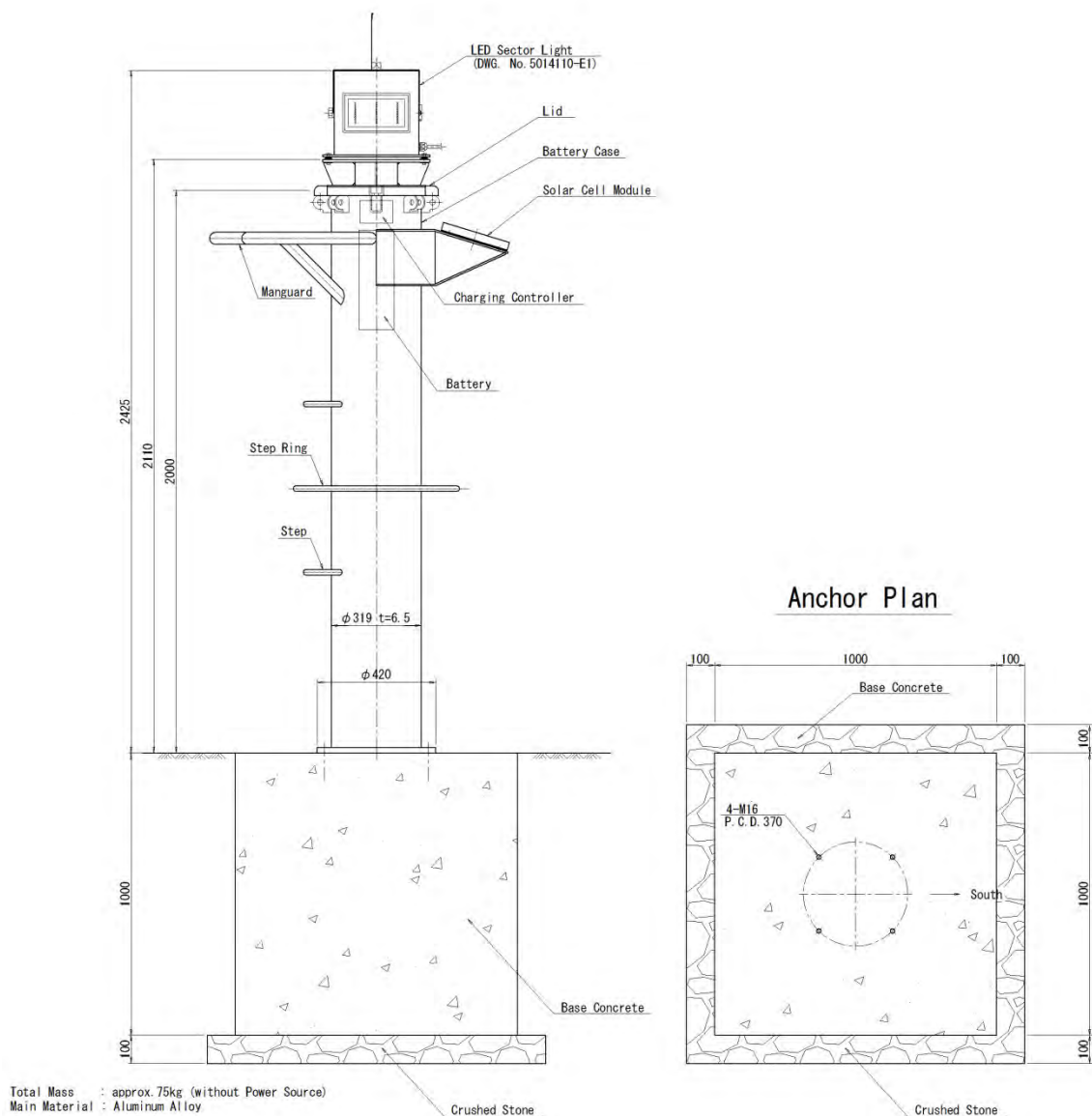
出典 : JICA 調査団

図 3-12 航路標識灯姿図

2) 誘導灯 (セクターライト)

誘導灯の姿図および基礎構造を図 3-13 に示す。

LED Sector Light and pole s=1/10



出典：JICA 調査団

図 3-13 誘導灯 (セクターライト) 姿図

3-2-2-3 建築施設

(1) 運営施設の概要

施設関連の概要表を表 3-18 に示す。

表 3-18 施設関連概要表

No	施設名	施設概要		
1	旅客ターミナル棟	1 棟	鉄筋コンクリート造地上 3 階、屋根鉄骨造トラス、鋼管杭	
		床面積	1 階 1,610.74m ² 2 階 926.23m ² 3 階 342.31m ² 総計 2,879.28m ²	
		仕上	屋根	丸馳折板(ガルバリウム鋼板)葺き、フェルト 4mm 裏打ち、断熱材 t=100mm
			外壁	柱・梁:鉄筋コンクリート打放し+外部塗装仕上げ 壁:CB モルタル+外部塗装仕上げ
			床	3 階 事務室、廊下:300 角タイル貼
				3 階 トイレ:ウレタン塗膜防水、300 角タイル貼り
				2 階 レストラン:600 角タイル、機械室:防塵塗料
				2 階 厨房:ウレタン塗膜防水、ノンスリップ 300 角タイル貼り
				2 階 トイレ:ウレタン塗膜防水、300 角タイル貼り
				1 階 玄関ホール、待合:600 角タイル貼
				1 階 トイレ:300 角、600 角磁器質タイル貼り
				1 階 事務室、切符売場:300 角タイル貼
			1 階 機械室:階段:ノンスリップ 300 角タイル貼り	
			内壁	コンクリートブロック積モルタル金鏝+塗装仕上
			天井	制御室、事務室、バッテリー室:化粧石膏ボード張り
		倉庫、ケーブルピット室、ポンプ室、EPS:コンクリート打ち放し		
		便所:セメントボード貼り		
		階段: 塗装仕上げ		
		電気設備	機器	LED 照明、自火報、弱電設備、TR、非常用発電機、屋外照明設備
		機械設備	機器	エアコン、換気扇、給排水、衛生、受水槽、雨水貯留槽、ポンプ、浄化槽
太陽光発電	機器	太陽光パネル、架台、パワーコンディショナー		

No	施設名	施設概要		
2	その他工事 渡り廊下 (1),(2),(3),(4)	4棟	鉄骨造平屋、ポリカーボネイト折板屋根	
		床面積	1階	195.0+186.95+105.0+264.0
			総計	795.95m ²
		仕上	床	インターロッキングブロック舗装
			柱・梁	H型鋼
			屋根	ポリカーボネイト折板葺き
天井	コンクリート打ち放し			
3	その他工事 警備小屋	2棟	鉄筋コンクリート造平屋建、屋根鉄骨、屋根:ガルバリウム鋼板	
		床面積	1階	48.00m ² ×2棟=96.00m ²
			総計	96.00m ²
		仕上	屋根	ガルバリウム鋼板ルーフデッキ
			外壁	コンクリートブロック t=200+モルタル金罫 塗装 仕上
			床	300角タイル
			内壁	コンクリートブロック t=200+モルタル金罫 塗装 仕上
			天井	化粧石膏ボード t=9.0mm
設備	機器	換気扇、照明、便所		
4	その他工事 エントランス キャノピー	1棟	鉄骨造平屋、ガラス屋根	
		床面積	1階	75.00m ²
			総計	75.00m ²
		仕上	屋根	ガラス t=5
			床	インターロッキングブロック舗装
天井	ガラス			
5	その他工事 外構	コンクリート舗装	港湾岸壁内t=300	
		アスファルト敷き	構内道路 アスファルト t=40+50mm 路盤砕石 t=300	
		インターロッキングブロック	構内歩廊	
		排水溝	道路排水、及び構内道路排水	
		ゲート(1) W=12m	構内道路入り口	
		ゲート(2) W=4m	歩廊入り口	
		ゲート(A) W=7m	港湾岸壁入り口	
		ゲート(B) W=7m	港湾岸壁入り口	
日本庭園	石庭 白砂敷き詰め、影石			
6	先方負担工事	不要物撤去		
		敷地内緑地植栽、引き込み柱、通信ケーブル、厨房冷蔵庫、冷凍庫設備		

総延床面積=3,846.23m²

(2) 設計方針

施設計画は社会条件、建設・調達条件、実施機関の維持管理能力、我が国の技術協力、無償資金協力に基づく建設工期等を勘案し、以下の設計方針に基づいて行う。

1) 基本方針

- ① 施設計画の策定にあたっては、新施設に求められる機能を踏まえ、関係者との協議の上検討を進める。
- ② 運営維持管理が過大な負担とならないように留意し、自然採光自然換気等容易なメンテナンス、光熱費の低減化を考慮した設計とする。
- ③ 無償資金協力の実施に際し、今後の予定(DD→入札→着工→竣工→引渡し)については、新施設の運営開始時期を十分留意して計画する。
- ④ 資機材調達は現地材を原則とするが、調達が困難、品質・納期に不安要素が考えられるものについては日本国調達とする。

2) 自然条件に対する方針

当該施設は「ト」国の首都トンガタブ島の中心地沿岸にあり、点在する小島とリーフに囲まれた内海に面する。標高は 1.5～2.0m、熱帯性気候であり、当該気象条件を踏まえ、使用する材料・仕様・工法等の選定をする。

a) 主な自然（気象）条件は下記とする。

- ① 温度 : 平均 25℃ 設計最高外気温度 35℃とする。
- ② 平均気温 : 5.0 m/秒
- ③ 最大風速 : 70.0 m/秒
- ④ 降雨量 : 月最大 400 mm
- ⑤ 地震力 : 環太平洋火山帯の末端に位置する地震国である。2009 年マグニチュード 8.3 の地震があり、現地政府が採用している設計水平力として 0.25G を採用する。
- ⑥ 雨 期 : 12 月～3 月にサイクロンが 3 年に一度来襲することがあるが、施工工期に影響はない。

b) 地形

埋立地である。現状は干潟である。航路建設のため浚渫を行う。浚渫土砂を使い新港湾の埋め立てを行う。鋼矢板を打ち込み囲みを作り、その中に浚渫土を埋める工法となる。

c) 土質

地質調査より、地耐力を算出する。堆積シルト層が (GL=HWL+1.8m) GL-12.0～14.0m まで続き、N 値 50 以上の支持地盤が現れる。中間層に摩擦力も期待できないことから、GL-12～14.0 のこの層を支持地盤とする杭基礎とする。

3) 社会経済条件に対する方針

本計画対象地周辺はオーストラリア大使官邸を含む良好な住宅地となっている。そのため工事中の騒音振動、工事車両の交通の障害、搬出土砂による粉塵など極力障害が出ないように注意する。建設工事の作業開始に当たっては、事前に近隣住民に広報すると共に、本計画の実施への理解を高める必要がある。

また、このことは同時に工事完成後の広報性の高いプロジェクトであることを意味する。そのため港湾施設全体の屋外模型と竣工記念プレートをターミナル 2 階外部に記念デッキを設置することとする。

4) 施工情報に対する方針

本計画対象地は首都における工事であるが、小規模な各種商業施設や事務所ビル等の建設工事が行われているものの、建設工事における施工事情は良いとはいえない。杭、杭打機、鉄骨、サッシ、屋根材、家具に至るまで、現地調達は期待できない。

5) 現地建設業者、現地資機材の活用に対する方針

地質の項で述べたように地表地盤が弱く杭工事が必須となる。またオーストラリア大使公邸を含む住宅地が近接しており、騒音振動に注意を必要となる。そのうえ大空間を確保するため屋根を鉄骨トラスで構成しており、鉄骨建て方にも細心の注意が必要となる。そのため、一般的な建設工事ではなく、かなり高度な技術、工程管理能力が要求されるので、本邦技術者による統括が不可欠であり、施工体制の構築にあたっては、これらに留意する。

なお、「ト」国では土木・建築工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は現地調達が可能であることから、本計画では可能な限り現地調達資材を採用する。

6) 実施期間の維持・管理能力に対する方針

トンガ港湾局は、本協力対象事業のような大規模な設備投資には苦慮しているものの、既存港湾の運営維持管理を安定的に行っており、施設維持管理についても一定の技術水準を有している。今回の施設も「ト」国で適用されてきた施設維持管理の技術水準を超えるものではない。しかしながら電力料金、水道料金については可能な限り低減を図れるよう、無駄な電力を使わない省エネを旨とした施設とする必要がある。

7) 施設・資機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上述の諸条件を考慮し、本計画で調達する資機材、及びその据付け範囲、並びに技術水準については以下の方針に基づき策定する。

- ① 無駄な空調は行わない。
- ② 自然採光、自然換気を原則とする。
- ③ 照明の照度は極力抑える。
- ④ 照明は LED を原則として使用し、耐用年数を増やし、使用電力を抑える。

- ⑤ 環境保護の観点から導入することとした浄化槽、雨水利用のタンクからの給水ポンプ等の運用電力は屋上に設置する太陽光発電で賄うように計画する。
- ⑥ 資機材の仕様は可能な限り国際規格に準拠した標準品を採用し、少品種化により資材の互換性を図り、必要最小限の仕様、数量を選定する。

8) 工法／調達方法、工期に係わる方針

本計画は、我が国の無償資金協力のスキームに基づいて実施されるので、交換公文及び贈与契約の期限内に据付けを完了する必要がある。また、所定の工期内で完工させ、旅客ターミナルの建設により期待される効果を発現させるためには、日本側工事と「ト」国側負担工事工程の協調が取れ、かつ円滑な輸送方法、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

本計画では、港湾の建設と旅客ターミナルの建設を引き続き実施することから、適切な班編成により、効率的な工事を実施するよう工程計画を立てるとともに、現地業者や技術者の精通した工法を採用し、安全かつ迅速に工事が進捗するよう実施体制を構築する必要がある。

(3) 建築施設計画

1) 旅客ターミナル

a) 機能

国内旅客フェリーターミナルである。主たる機能はフェリー旅客の乗船手続、乗船までの待合、そして整然とした乗船動線の確保である。従たる機能は乗船手続を行うため切符売場及びその受付事務室、乗客と見送り客及び従業員のための便所、長時間の待合に必要な食堂及びその厨房、そしてターミナル全体の運営にかかわる事務室及び電気機械室等である。送迎客に対するサービスの提供も重要であり、食堂は一般客にも開放されるよう計画する。

b) 規模

対象となる船舶はオトワンガオフア号（定員 400 名）、プルパキ号（定員 250 名）であるが、PAT の希望としてはシトカ号（定員 120 名）、オネマト号（定員 120 名）、アライモアナ号（定員 88 名）の乗客も同ターミナルで扱う意向を示している。

2) 待合室

対象となる最大の船舶であるオトワンガオフア号の乗客が座って待つことができるスペースを確保する。通路を含め $400 \text{ 人} \times 1.5 \text{ m}^2/\text{人} = 600 \text{ m}^2$ 程度となる。週に 2 回プルパキ号と運行が重なるが、その場合の旅客 $250 \text{ 人} \times 1.5 \text{ m}^2/\text{人} = 375 \text{ m}^2$ は食堂にも収容することを想定し、そのための規模拡大は行わない。したがって待合室と食堂を合計して $600 \text{ m}^2 + 375 \text{ m}^2 = 975 \text{ m}^2$ の規模を設定する。待合室の機能に必須となる可動型椅子を家具備品工事で設置する。

3) トイレ

現地調査によるとオトワンガ号、プルパキ号の同時運行当日、周辺には 100 台を超える乗用

車、軽トラックが駐車する。この台数を旧日本道路公団のパーキングエリアのトイレ数算定基準（日本建築学会・編 建築資料集成「生産・交通」P80）を当てはめてトイレ必要個数を算出した。女子トイレ 20 ブース、男子トイレ 5 ブース+小 15 と設定する。また身障者用トイレを 2 つ用意する。公共施設の陶器製男子小便器は破壊されることが多く、また現地で採用されることと多い連結型小便流しは衛生面で問題があることから、ステンレス製小便器を設置することとする。

4) 食堂

待合室の項で前述。厨房は食堂の 1/3 程度とし、100m² と設定する。食堂の機能に必須の椅子とテーブルを家具備品工事で設置する。また厨房機能に必須となるステンレス流し、ガス調理台、棚等の厨房機器を家具備品工事で設置する。

屋外の送迎デッキにレストランブースを設け屋外型の飲食スペースを提供する。屋外型テーブル、椅子、テントを家具備品工事で設置する。

5) エントランスホール

エントランスは発券カウンターと共用とする。100 名程度が発券手続待ちを行えるように 100m² 程度確保する。待合用のベンチを家具備品工事で設置する。

6) 発券カウンター及び受付事務所

数社が同時利用できるように長さ 10m のカウンターを 2 か所用意し、奥行 15m の業務スペースを計画する。この発券カウンターの間仕切りの裏に一般経理事務を行う事務所スペースを確保する。何社で利用するか、現時点では決定していない。

7) 事務室

ターミナル全体の運営及びフェリー運航のための事務スペースを 3 階に用意する。2 部門あるいは 2 社が入ることを想定し、100m² の事務室が 2 つとれるように全体で 200m² 程度を確保する。

8) サイクロンシェルター

トンガ国は環太平洋火山帯の南端に位置し、周辺海域では地震が頻発している。2009 年 5 月にはマグニチュード 8.3（リヒタースケール）が記録されている。また毎年 12 月から 4 月はサイクロンシーズンであり、最大瞬間風速 70m という猛烈な風が記録されている。こうしたことから、海岸間近に位置するフェリーターミナルは必然的にこうした被害からの避難シェルターの役割を持つことになる。想定される地震に対して十分な耐震性を持ち、想定される強風に対して十分な耐風強度を持つことはもちろん、サイクロンによる高潮とから避難する避難デッキを 2 階に設ける。また内部はもちろん外部からもアプローチできるように屋外階段と車椅子用にスロープを計画する。この避難デッキは通常は送迎客用の送迎デッキとして利用される。

想定される最大の津波高さは、2009年のマグニチュード8.3の地震により、10mに引き上げられた。その対策として緊急時には3階事務所を避難に使用できるように計画する。3階床面の海面（H.W.L.）からの高さは $1.5\text{m}+0.5\text{m}+4.5\text{m}+3.6\text{m}=10.1\text{m}$ 確保する。

またこうした観点からターミナル全体の変電設備、配電盤設備、非常電源設備、太陽光発電の変換設備等の重要設備は1階に設置せず、2階に計画することとし、1階が水没しても必要なインフラが機能を喪失しないように配慮する。

9) 太陽光発電

後述するように本計画では北に約7度傾斜した $2,000\text{m}^2$ を超す大屋根を持つことになる。ここに太陽光発電パネル設置する。通常時の照明と給水ポンプ、浄化槽ブロワー及び排水ポンプ、事務室エアコンの容量を賄える80kw、 400m^2 程度の設置を計画する。余剰電力はトンガ電力公社（TPL）の送電線に接続し送電する。

10) 外構

旅客ターミナル用の駐車場	: 普通自動車 100 台程度
歩行者通路	: インターロッキングブロック幅員 2.5~4.0m 程度
アプローチ構内道路	: コンクリート舗装 幅員 12m (両側歩道 2.5m を含む)
渡り廊下	: インターロッキングブロック 幅員 3.0m 程度 (屋根付き)
荷捌きエリア	: 2 か所 コンクリート舗装
緑地緩衝帯	: 幅員 10.0m 既存土留め、新設コンクリート土留め、土盛り 1.5m 程度。植栽は「ト」国負担
フェンス	: H=2.5m 鉄条網付程度
警備小屋	: 2 か所 ゴミ集積、積荷寸法測定場を含む。

(4) 建築基本設計

1) 基本事項及び計画内容

旅客ターミナル棟を今回計画で埋め立て造成する約 $35,000\text{m}^2$ の埠頭中央部分に建設する。1階に456席収容の旅客待合室、発券カウンターを備えた玄関ホール、旅客、従業員兼用の男子女子便所、発券作業を行う事務室、及び上水用受水槽室、雨水用受水槽室を備える。1階床面積は前述の通りである。2階には旅客用の食堂及び厨房と従業員兼用の男子女子便所、及び建屋全体の受変電施設、非常用発電機、配電盤室、太陽光発電パワーコンディショナーと機械室関連メンテナンスのための作業室を備える。2階床面積は前述の通りである。3階には事務室及び男子女子便所を設ける。3階の床面積は前述の通りである。1階待合室、2階食堂、3階事務室は大屋根でおおわれ一つのアトリウムを形成する。各階は内部の開放階段でつながれるが、避難は建屋に並行して設けられる2つの屋外階段、屋外スロープ及び屋外開放デッキを通して地上に導かれる。

主要施設の概要は以下の通りである。

a) 主要施設

旅客ターミナル棟：地上3階、鉄筋コンクリートラーメン構造、屋根鉄骨トラス造
建築面積 2,100m²、延床面積 2,879.28m²

諸施設の主な外部仕上げは表 3-19 のとおりである。

表 3-19 旅客ターミナル棟外部仕上げ表

施設名	部位	仕様
旅客ターミナル棟	屋根 (1)	丸馳折板Ⅱ型アルミ亜鉛合金フッ素樹脂鋼板t=0.8mm 裏打ち：ポリエステル系繊維不織布張りガラス繊維フェルト t=5mmポリエステル
	屋根 (2)	コンクリート直押え (勾配 1/50) の上ウレタン塗膜防水
	軒天	木製ルーバー防腐処理 キシラデコール (屋外仕様) 程度
	外壁	コンクリート打ち放しの上外部用吹き付けタイル
	2階送迎デッキ床	300角ノンスリップタイル
	レストランプース	木材プラスチック再生複合材 (発砲ムク材) 2層発砲デッキ (EW0001程度)
	1階乗船デッキ床	300角ノンスリップタイル
	屋外階段	300角ノンスリップタイル
	窓	アルミサッシ既製品
	玄関・通用口	ステンレス框戸
	搬入口ドア	ステンレス框戸
	竪樋	アルミ竪樋 150φ
	ルーフドレイン	アルミ落とし口
		ごみ容器置き場

主要施設の設備仕様と諸施設の主な内部仕上げは表 3-20 のとおりである。

表 3-20 旅客ターミナル棟内部仕上げ表

階	部屋名	床	壁	天井	照明	火報	空調	換気
GF	旅客待合室	600角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	木製ルーバー防腐塗装キ シラデコール (室内仕様) 程度	○	○		
	玄関ホール	600角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○		
	発券カウンター (1)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	
	発券カウンター (2)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	
	受付事務室 (1)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	○
	受付事務室 (2)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	○
	受水槽ポンプ室 (1)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地穴開 CB6mmEP グラスウールマット t=100	○	○		○
	受水槽ポンプ室 (2)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	同上	○	○		○
	男子便所 (1)	300角タイル貼 ウレタン塗膜 防水の上コン クリート t=80	300角タイル 貼り	コンクリート打ち放し EP	○	○		
女子便所 (1)	同上	同上	同上	○	○			
1F	食堂	600角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	木製ルーバー防腐塗装キ シラデコール程度	○	○		
	厨房	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 CB6mmEP 塗 装	○	○		○
	男子便所 (2)	300角タイル貼 ウレタン塗膜 防水の上コン クリート t=80	300角タイル 貼り	軽鉄下地 CB6mmEP 塗 装	○	○		○
	女子便所 (2)	同上	300角タイル 貼り	軽鉄下地 CB6mmEP 塗 装	○	○		○
	作業室	モルタル金鍍 ウレタン塗床	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地穴開き PB12mm EP グラスウールマット t=100	○	○		○
	非常用発電機室	モルタル金鍍 ウレタン塗床	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地穴開き PB12mm EP グラスウールマット t=100	○	○		○
	変圧器室	モルタル金鍍 ウレタン塗床	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地穴開き PB12mm EP グラスウールマット t=100	○	○		○
	配電盤室	モルタル金鍍 ウレタン塗床	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地穴開き PB12 mm EP グラスウールマット t=100	○	○		○

階	部屋名	床	壁	天井	照明	火報	空調	換気
1F	階段 (1)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装		○	○		
	階段 (2)	同上	同上		○	○		
2F	事務室 (3)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	
	事務室 (4)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○	○	
	男子便所 (3)	300角タイル貼	300 角タイル 貼り	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○		○
	女子便所 (3)	300角タイル貼	300 角タイル 貼り	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○		○
	廊下	300角タイル貼	300 角タイル 貼り	軽鉄下地 PB12mmEP 塗 装	○	○		
	階段 (3)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装		○	○		
	階段 (4)	300角タイル貼	モルタル金鍍 EP 塗装		○	○		

主要施設の設備仕様は以下のとおりである。

主要設備概要

- 受変電設備 : 屋内型キュービクル 150～250 kVA
- 非常用発電機 : ディーゼル発電機 35 kW 屋外オイルタンク 500 l
- 太陽光パネル : 80 kW 約 400m²
- 太陽光発電用蓄電池 : 不要
- 非常照明 : 照度 10 lx 程度とする。
- 避難誘導灯 : 非常口にバッテリー内蔵型を設置する。
- 自動火災報知設備 : バイオラ病院に設置されており、今回も設置する。
- 屋内外灯 : ハイウェイ灯、庭園灯程度。特殊外灯は港湾工事 (配線は建築) とする。
- 受水槽 10 トン 2 台 : 上水用 : 市水メインパイプ 300 φ より引き込み、圧送ポンプにて各階洗面台及び厨房に給水 (飲料水)
- 中水用 : 雨水貯留槽よりフィルターを通して受水槽に貯留後、圧送ポンプにて各階トイレに給水。
- 地下雨水貯留槽 : 屋外歩廊地下部分に 15 m³×16 か所=240m³、圧送ポンプにてトイレ排水用及び掃除用に給水 (洗浄水)
- 200 人浄化槽 : 合併処理槽 排水 20 ppm (世銀排出基準 30ppm 以下)
- 一般照明照度 : 事務所 180 lx 程度 (本邦基準の 1/3 程度)
ホール 100 lx 程度 (本邦基準の 1/3 程度)

2) 外構及び駐車場計画

旅客ターミナル棟入り口正面にバス停留所を計画（2014.10.01 公共事業省合意）、そこからの幅員 5 m の歩行者用通路を主軸として全体の外構計画を行う。貨物用アプローチ道路は、この主軸の東側 35 m の位置に、南北に並行に計画し、旅客ターミナル棟脇を通り第 2 フェリー貨物エリアに直線的にアプローチできるルートを設定する。車道幅員は 7.0 m、両側に 2.5 m の歩道を設け合計幅員を 12.0 m とする。第 1、第 2 貨物エリア共、出入口部分に警備事務所を設け、荷物計量、警備等を行うとともに、ゴミ集積場を併設する。旅客ターミナル棟から送迎デッキ下を通り、フェリーまでの乗船ルートに屋根付きの渡り廊下を計画する。

旅客送迎用の駐車場を旅客ターミナル棟周辺に 100 台程度整備する。

対象は普通乗用車とし、1 台のスペースは奥行 5.0 m、幅員 2.5 m を標準とする。

場内通行路は幅員 6.0m を標準として整備する計画とする。場内通路は 1 方通行を原則とする。

普通自動車駐車場及び通行路：アスファルト舗装 アスコン t=40+50mm 砕石 t=300

貨物車両通行路及び荷積み荷卸し作業エリア：コンクリート舗装 コンクリート t=300mm
溶接金網 砕石 t=150mm+300mm

道路、駐車場縁石：コンクリート縁石：150/200×400mm \times 600 捨コン t=50 砕石 150mm

歩道：インターロッキングブロック t=80mm 砂層 t=50mm 砕石 t=100mm

渡り廊下：ターミナルビルからの旅客動線を風雨から保護するため、通路上部に屋根を設置する。

植え込み：腐植土 t=500mm（トンガ側工事）

3) 家具備品計画

a) 家具工事

エントランスホール：4 人用ベンチ型椅子 4 脚

待合ホール：ベンチ型椅子 476 人分

食堂（室内）：丸テーブル 16 本、椅子 64 脚、カウンターテーブル 10 本、カウンター椅子 30 本

食堂（屋外）：屋外型テーブル 8 本、屋外型椅子 48 脚

b) 厨房機器工事

業務用ステンレス流し、業務用ガス調理台、ステンレス作業テーブル、食品庫等

4) その他

記念プレート及び港湾全体模型を設置する。

(5) 設計基準

1) 浄化槽設置基準

建築物の用途別による尿尿浄化槽の処理対象人員算定基準（JISA3302-2000）に基づき算定する。本表ではフェリー旅客ターミナルに該当する用途が掲載されていないため、1号イ項公会堂と7号イ項駐車場関係・サービスエリアそれぞれに該当するものとして計算し、適切な数値を取ることにする。

<1号イ項公会堂>

算定式 $n=0.08A$ n : 人員 (人) A : 防火対象延べ床面積=2,092m²であるため、
 $n=0.08 \times 2,100=168$ したがって 168人

<7号イ項駐車場関係・サービスエリア>

算定式 $n=2.55P$ n : 人員 (人) P : 駐車ます数 (ます) =84台
 $n=2.55 \times 84=214.2$ したがって 214人

以上より、214人槽はないことから215人槽とする。

2) スプリンクラー、屋内消火栓設置基準

消防法施行令第12条、第19条他の防火対象物の別（令別表一）の基づき適用するか判断する。今回の計画建屋は表中第10項 車両の停車場、船舶又は航空機の発着所に該当する。

スプリンクラーは、6000m²を超える当該施設に設置義務が生じるため、今回の2070m²の規模では該当しない。

屋内消火栓は2100m²を超える当該施設（耐火構造で内装制限したもの）について設置義務が生じるため、今回の規模は該当しない。

3) 自動火災報知機設備

建築物用途別の設置基準一覧表に基づき判断する。第(10)項建物（船舶等の発着場）に該当、1000m²以上、対象人員400名以上であるため、自動火災報知設備設置が必要となる。

2007年に無償供与された「ト」国バイオラ病院でも自動火災報知設備を導入し、消防本部にも通報するシステムを備えていることから、本プロジェクトでも同様の対応とする。

4) 非常照明設備基準

建築基準法施行令に基づき判断する。特殊建築物であり、500m²以上、3階以上とすべての条件で該当することから、設置が必要と判断する。

5) 避難口誘導灯設置基準

消防法施行令に基づき判断する。第(10)項建物（船舶等の発着場）に該当し、規模にかかわらず避難口誘導灯が必要となるため、各階非常出入口すべてに避難口誘導灯設置が必要となる。

6) 屋根雨水排水基準

塩ビドレイン継手の排水有効断面積から算定された、落とし口 1 か所当たりの適応投影屋根面積は表 3-21 のように計算結果がある。この表に従って堅樋の径を求める。

表 3-21 塩ビ排水有効断面による排水負担面積表

ドレイン継手	排水有効断面積(m ²)	排水能力(l/s)	降雨強度別落とし口 1 か所当たりの適応投影屋根面積(m ²)				
			100mm/h	120mm/h	140mm/h	160mm/h	180mm/h
呼径 50 φ	0.00204	2.9	106	88	76	66	59
呼径 75 φ	0.00465	6.7	241	201	172	150	134
呼 100 φ	0.0785	11.4	410	342	293	256	228
呼 125 φ	0.01227	17.8	640	534	457	400	356
呼 150 φ	0.01227	24.36	876	734	626	548	487
100 角	0.00465	6.7	241	201	172	150	134
125 角	0.00785	11.4	410	342	293	256	228

大屋根の屋根投影面積は 2100m²、堅樋は 6 本計画されている。1 本あたりの負担域は 350m² である。180mm/時の雨は通常考えにくいだが、意匠性と耐久性を考慮し、そうした記録的な強度の雨にも対応できるものとして内径 150 mm (実径 165 mm) のアルミ堅樋を選定する。

< 軒樋排水検討 >

180mm/h の降雨時の軒樋の排水能力を検討する。

時間当たりの総降雨量：0.18m/h × 2100m² = 378m³・・・①

時間当たりの堅樋排水能力 150 φ/本：0.024m³ × 3600 = 86.4m³

時間当たりの総排水能力：86.4m³ × 6 本 = 518.4m³ ≥ ①378m³

軒樋容量：0.1 × 1.1m = 0.11m³/m 35m × 0.11m³ = 3.85m³

(バッファとして考慮する)

数字上は堅樋排水能力と降雨総量はバランスするが、目詰まり等で生じる事態に対処するため、オーバーブロー管アルミ 100 φ を 6 か所に設置する。

7) ガラス強度

財団法人日本建築防災協会 機能ガラス普及推進協議会発行の 8 章早見表による算定による。

建築物高さ：最高高さ 15.6m、最低高さ 7.9m $H=(15.6+7.9)/2=11.75m \rightarrow 11.0m$

基準高さ 11m とする。

最大ガラス面積：A=1.9m × 1.8m = 3.42m²

上記単板ガラス・フロート t=8mm の場合の許容風圧力 P

$P=300 \times k1 \times k2/A \times (t+t^2/A)$ k1：品種別係数 1.0, k2：構成別係数 1.0, t：ガラス厚

$P=300 \times 1.0 \times 1.0/3.42 \times (8+8 \times 8/3.42)=2,352.94 \text{ N/m}^2$

建築基準高さ 11m で最大ガラスの最高部高さは 10.0m の場合、表 A によると
基本風圧力 $W=1,758 \text{ N/m}^2$ となる。

トンガの最大瞬間風速は 70 m/s であり、基準風速は $70/1.5=46 \text{ m/sec}$ (沖縄と同等) となり、
早見表の基準風速 30 m/sec の 1.53 倍の強度が必要となる。

そのため基本風圧力は $1.758 \times 1.53 = 2,695 \text{ N/m}^2 \geq \underline{2,352.94 \text{ N/m}^2}$ となり、 $t=8 \text{ mm}$ では不
足する。

したがって GL+0m~6m のガラス厚は $t=8 \text{ mm}$ 、GL+7m 以上は $t=10 \text{ mm}$ とする。

8) 構造設計基準

最大瞬間風速 : 70 m/sec (トンガ空港気象台観測の最大値)

地震係数 : 0.25 G (一般値 0.20 G 又は 0.25 G の大なる数値)

(6) 荷重条件

下記を基本に検討する方針である。

1) 施設の供用年数

新設構造物の供用年数 : 30 年

2) 設計積載荷重

設計積載荷重は、表 3-22 の通り計画する。

表 3-22 設計積載荷重

積載荷重	法定
待合室 (集会室同等)	500kg/m ² (日本では 360kg)
玄関ホール (同上)	500kg/m ²
事務室	300kg/m ²
機械室他	500kg/m ² (機器重量確認)

3) 構造計画

a) 構造形式

旅客ターミナル棟の構造形式は、現地工法で多く施工されている、鉄筋コンクリートラ
メン構造とする。大屋根は鉄骨トラス構造を採用し、天井のメンテナンスを考慮し斜材のな
いフィーレンゲールトラスを採用する。旅客歩廊の構造形式は鉄骨造とする。

b) 基礎型式

旅客ターミナル棟は杭基礎とし、杭長は 11 m とする。旅客歩廊、エントランスキャノピー
は独立基礎とし、警備小屋はベタ基礎とする。

<杭工法の選定>

「現場造成杭」は現地水位が GL-1.5 m と高く又排出残土が多いことから本計画には適切でない。

「PHC 杭」は、以下の理由により不採用とする。

- ① 比較検討の対象となるニュージーランド製の角型プレキャスト杭の杭長が 6 m で、2～3 本継となり、接合部の精度維持が難しい。
- ② 中間層のシルト層が軟弱で、引き抜き時の摩擦力が期待できない。
- ③ 油圧ハンマー打設による「一般鋼管杭」と同様の理由で引き抜き時の摩擦力が期待できない。

「回転貫入式鋼管杭」は低騒音・低振動・完全無排土が可能で、羽根があるため先端支持力が大きく取れる。また引抜力に性能証明があり、今回の計画に相当と判断した。

表 3-23 に採用工法の概略を記載する。

表 3-23 回転貫入式鋼管杭の概要

工法	回転貫入式鋼管杭
工法概要	鋼管先端に羽根が溶接された鋼管杭で、専用重機で回転させ地中に貫入させ、支持地盤に固定する。
メーカー	日本（新日鉄、旭化成、三誠）
重機	専用小型重機（日本から）
発生残土	無排土◎
使用セメント量	使用しない◎
振動騒音	ほぼ無騒音無振動◎
周辺環境	搬出車両なし◎
杭継	自動溶接またはカップリング◎
杭径	318.5 φ、267.4 φ
支持層確認	PR 値（貫入量）確認○
引抜力	性能証明◎
フーチング	小さい◎
施工精度	リーダーを使って○
施工機械	小さい○
施工日数	25 日
工事金額	5300 万円（先端に羽根がついているため先端支持力が大きく取れる）

出典：JICA 調査団

c) 使用材料

i) コンクリート

種類：普通コンクリート（レディーミックス）

設計強度：主要部材 $F_c=25 \text{ N/mm}^2$

土間コンクリート $F_c=18 \text{ N/mm}^2$

上記以外 $F_c=15 \text{ N/mm}^2$

骨材：現地調達材であるが、JIS規格に準ずる品質管理をする。

ii) 鉄筋

規格：異形棒鋼 SD295A、SD345 に準じた材料とする。

4) 設備計画

a) 電気設備

電気設備は幹線動力設備、照明設備、電灯コンセント設備を計画する。

b) 機械設備

機械設備は空調・換気設備、給排水・衛生設備を計画する。

3-2-3 概略設計図

本プロジェクトの主な概略設計図は下記の通りである。

- 図 3-14 プロジェクト計画図
- 図 3-15 防波堤計画図
- 図 3-16 東側岸壁計画図
- 図 3-17 北側岸壁計画図
- 図 3-18 南側岸壁計画図
- 図 3-19 東側岸壁標準断面図
- 図 3-20 ランプ部標準断面図
- 図 3-21 北側岸壁標準断面図
- 図 3-22 南側岸壁標準断面図
- 図 3-23 ランプ部計画図
- 図 3-24 舗装工計画図
- 図 3-25 建築施設計画概要図
- 図 3-26 旅客ターミナルビル（1階）平面図
- 図 3-27 旅客ターミナルビル（2階）平面図
- 図 3-28 旅客ターミナルビル（3階）平面図
- 図 3-29 旅客ターミナルビル（屋上）平面図
- 図 3-30 旅客ターミナルビル縦横断面図
- 図 3-31 旅客ターミナルビル（北側及び西側側面図）
- 図 3-32 旅客ターミナルビル（南側及び東側側面図）

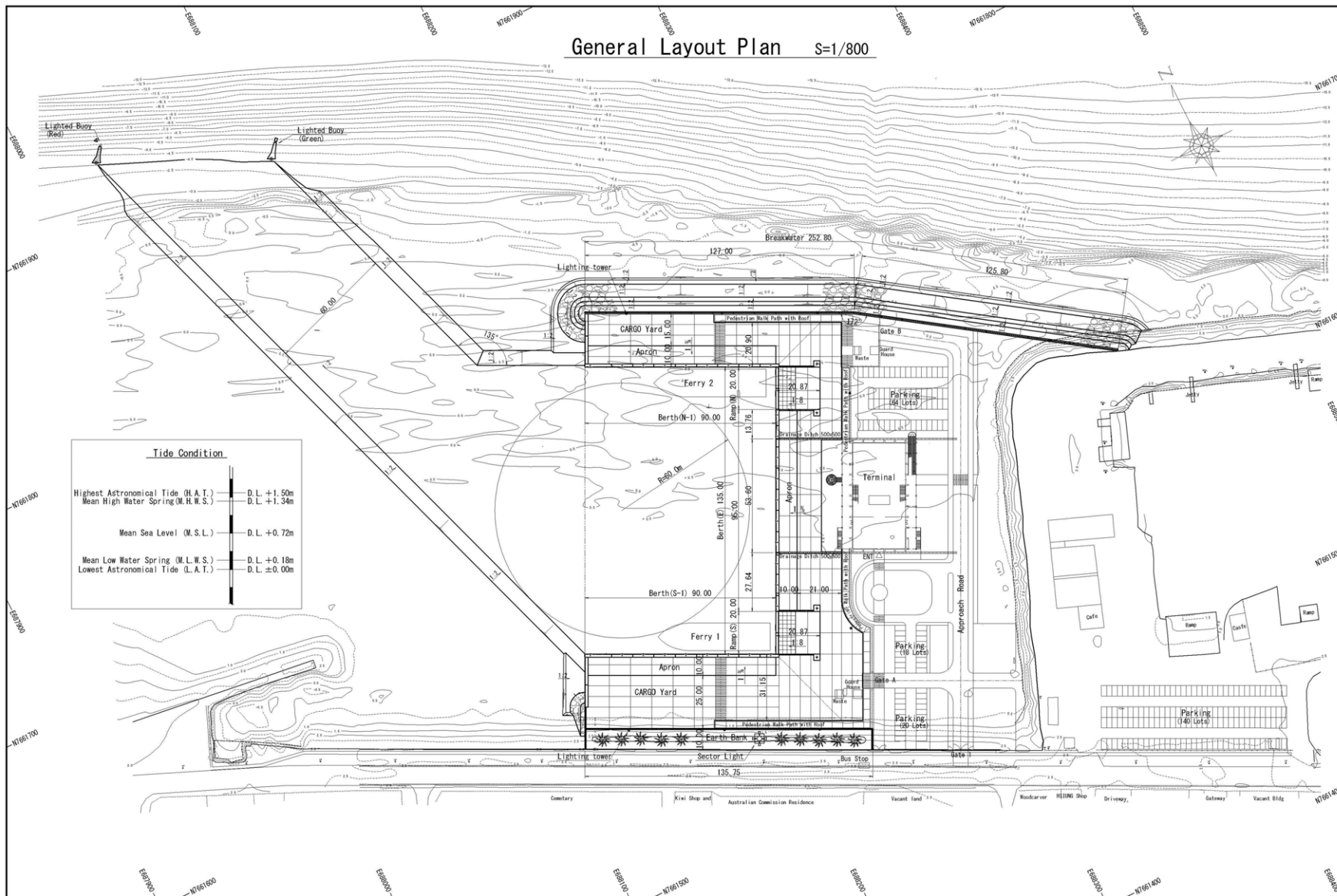


図 3-14 プロジェクト計画図

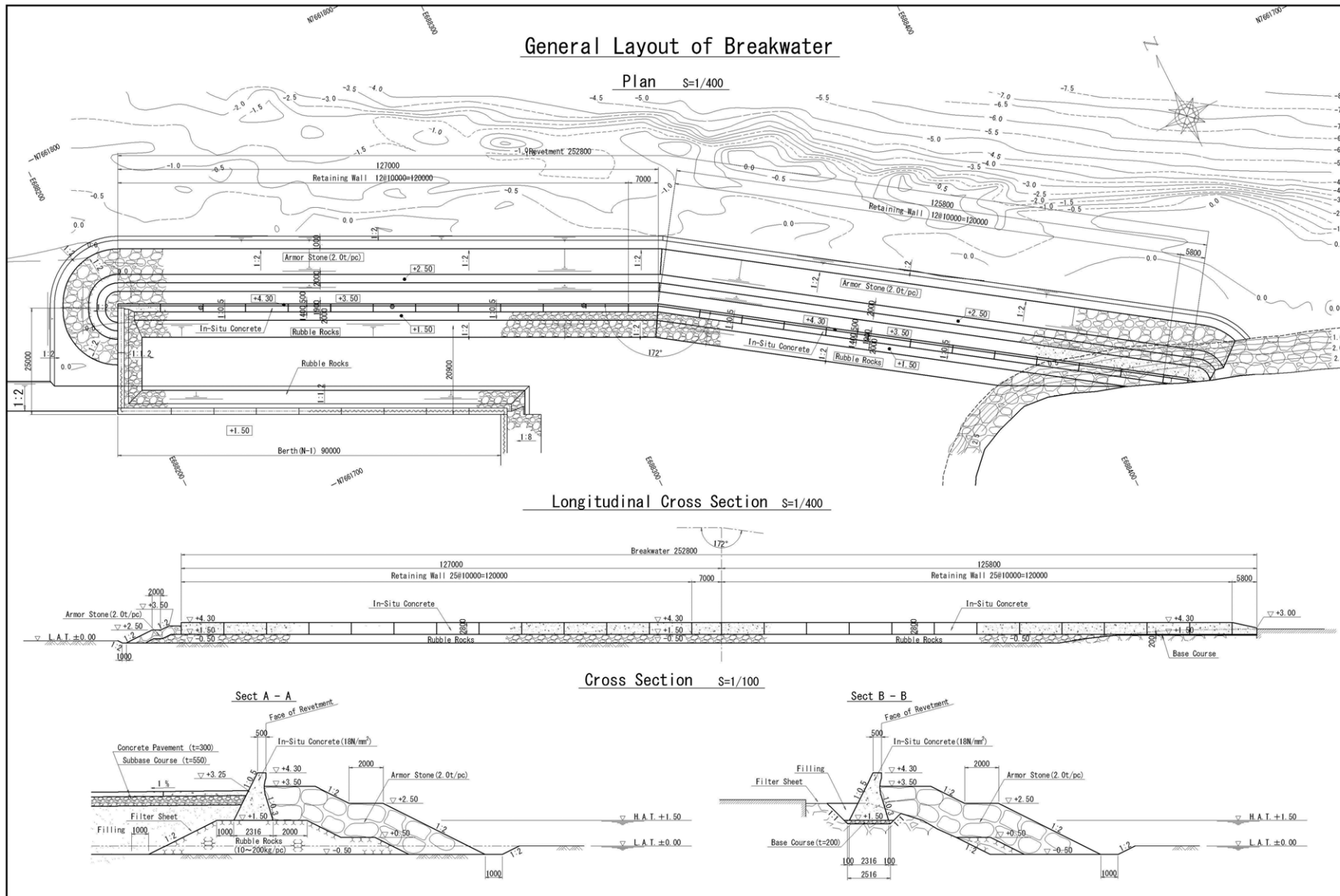
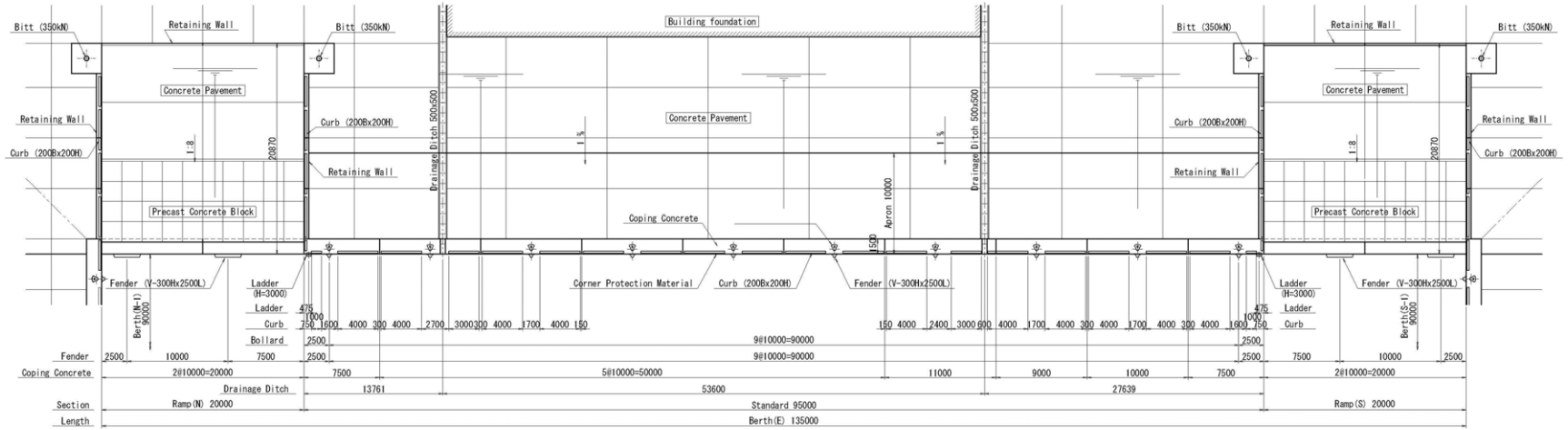


図 3-15 防波堤計画図

Layout of Berth(E) S=1/200

Plan



Front View

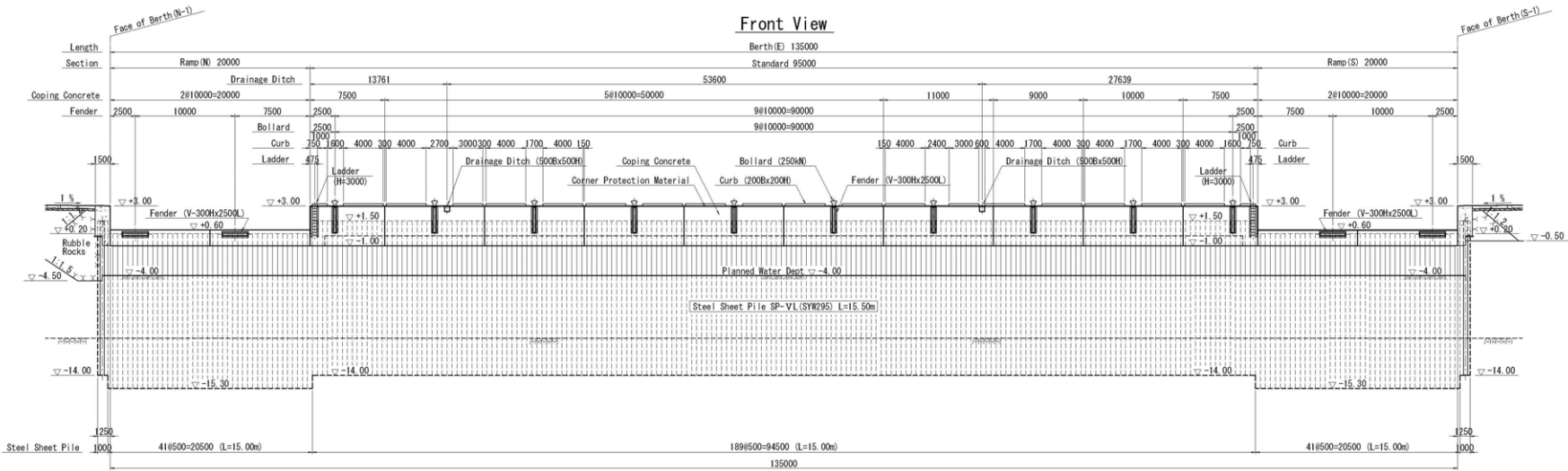


図 3-16 東側岸壁計画図

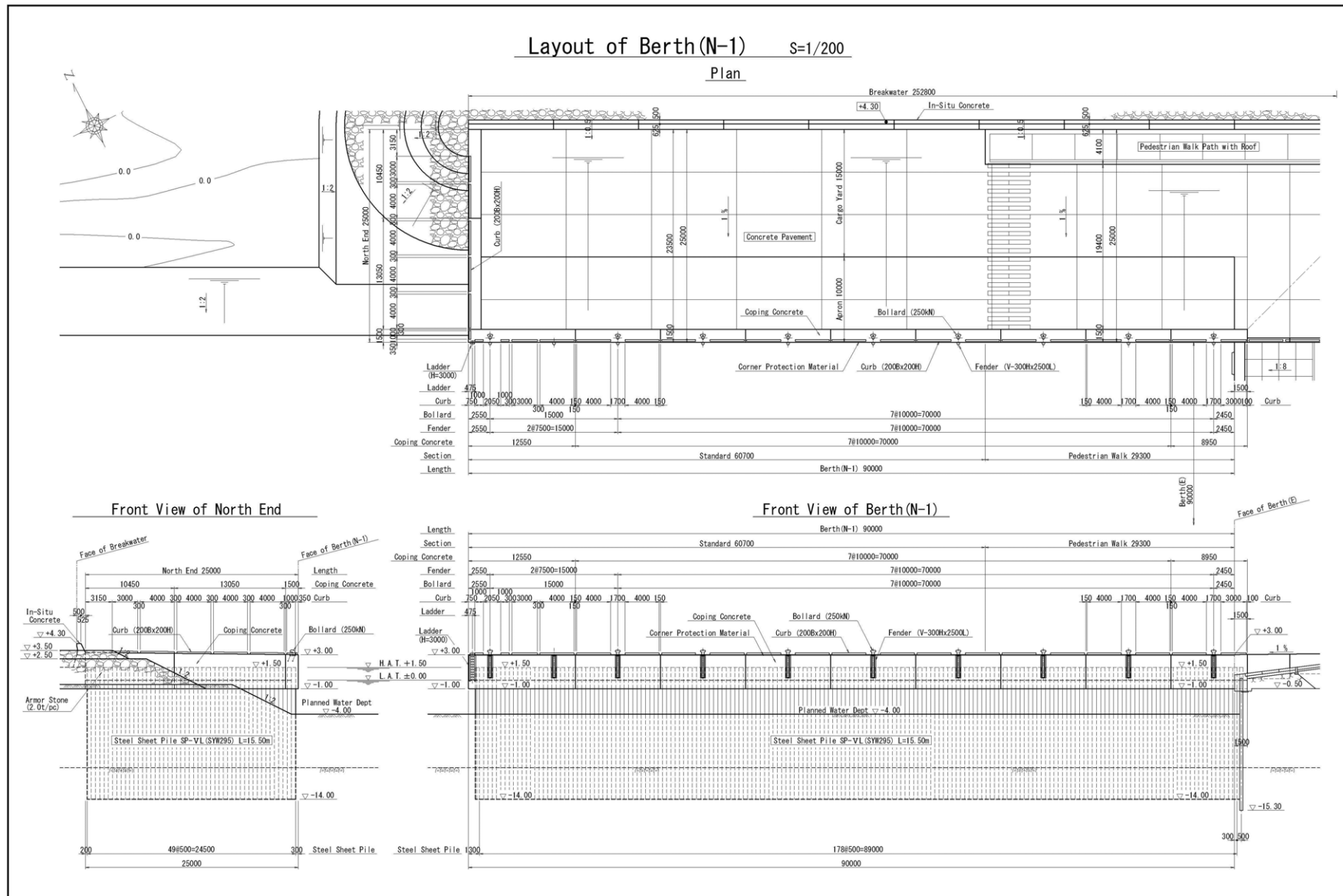


図 3-17 北側岸壁計画図

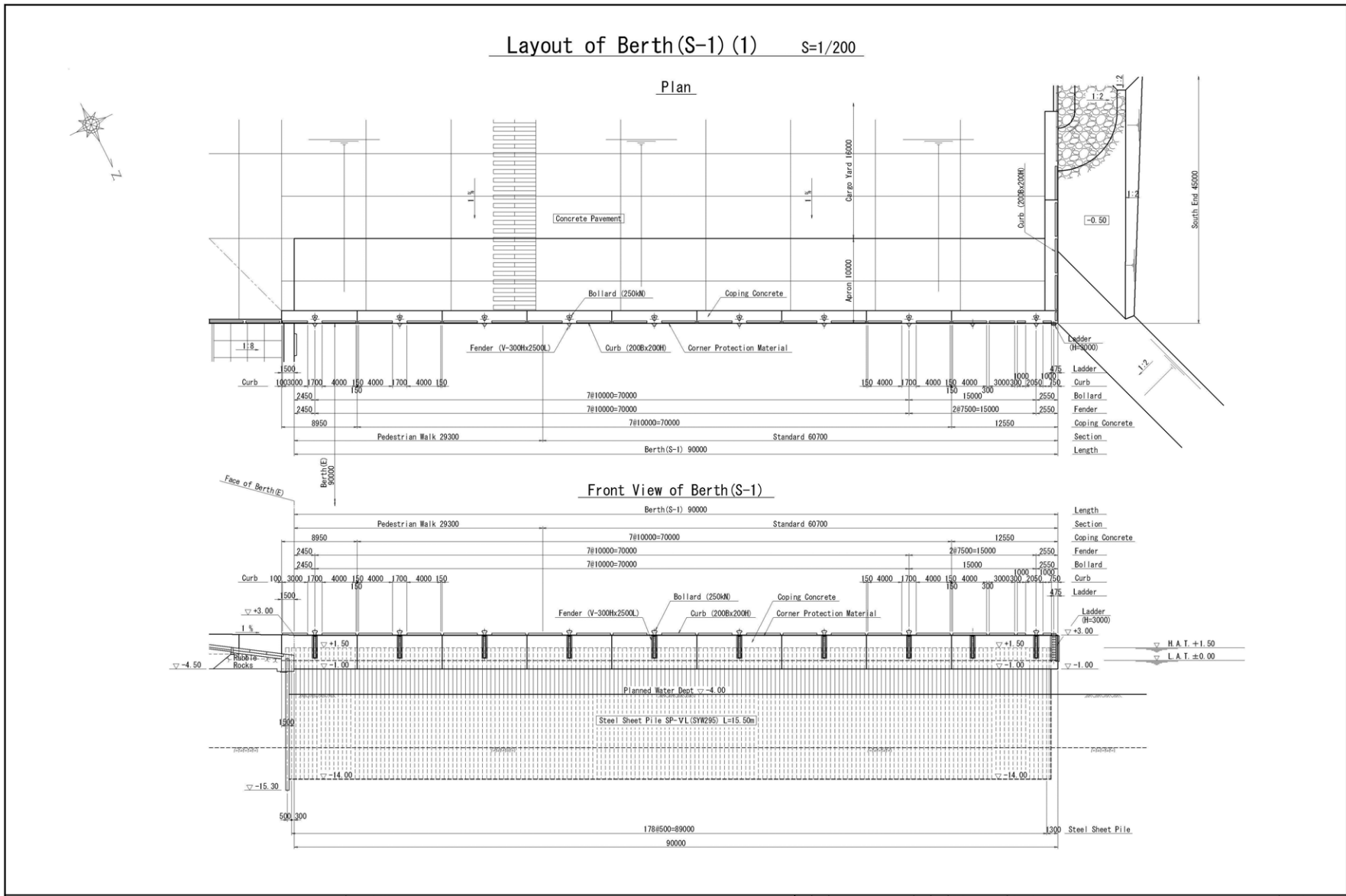


図 3-18 南側岸壁計画図

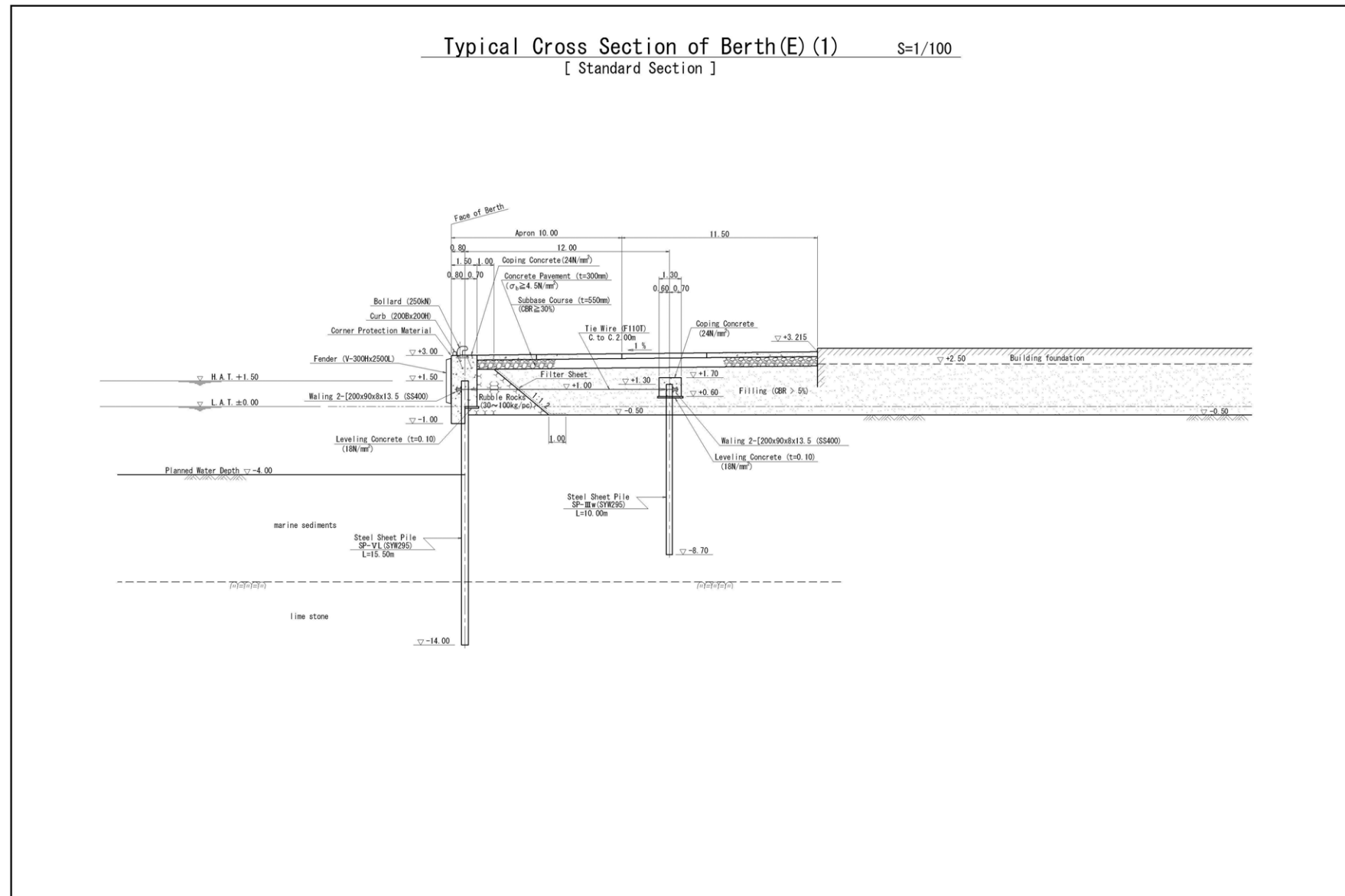


图 3-19 東側岸壁標準断面図

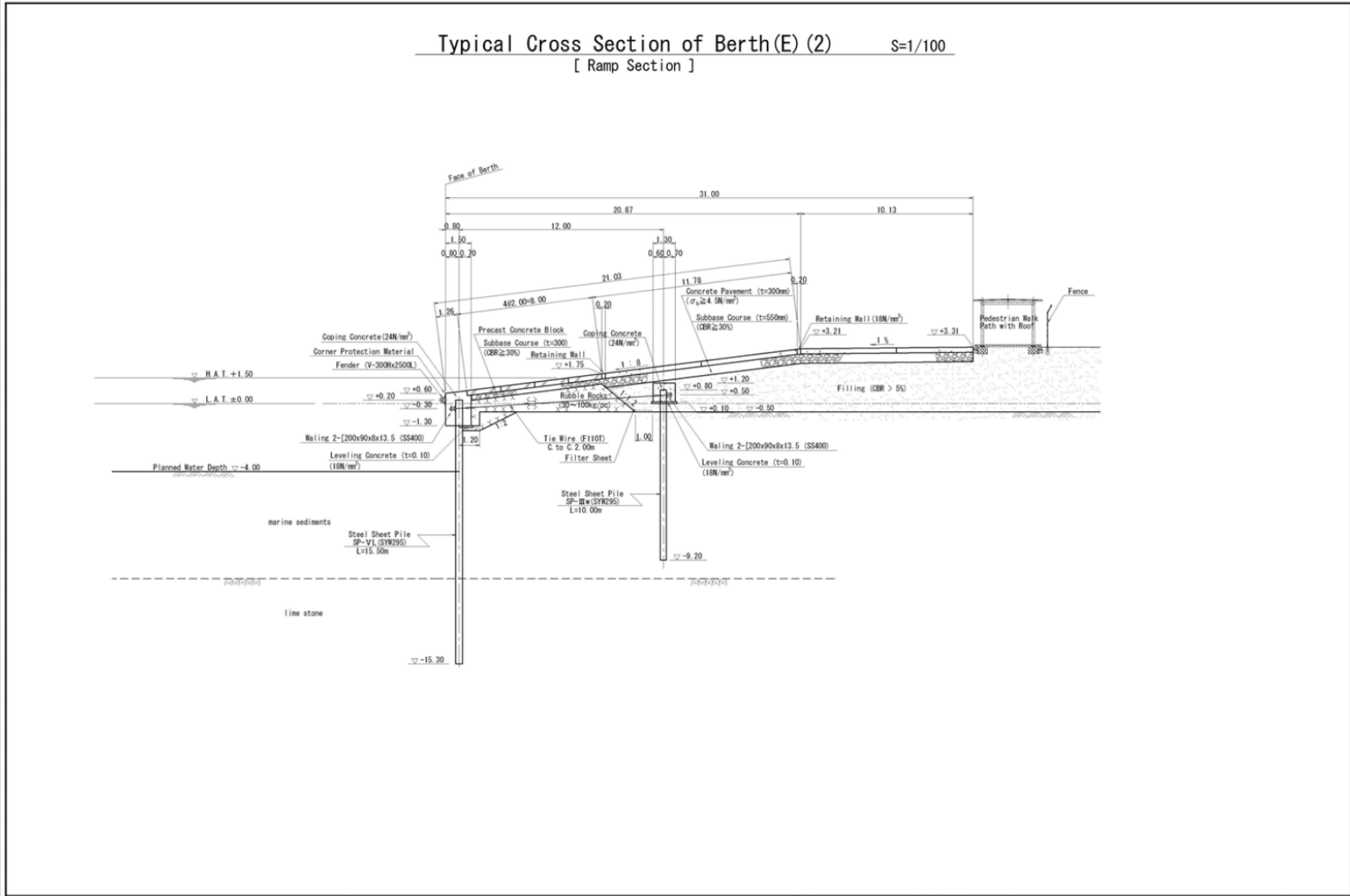


図 3-20 ランプ部標準断面図

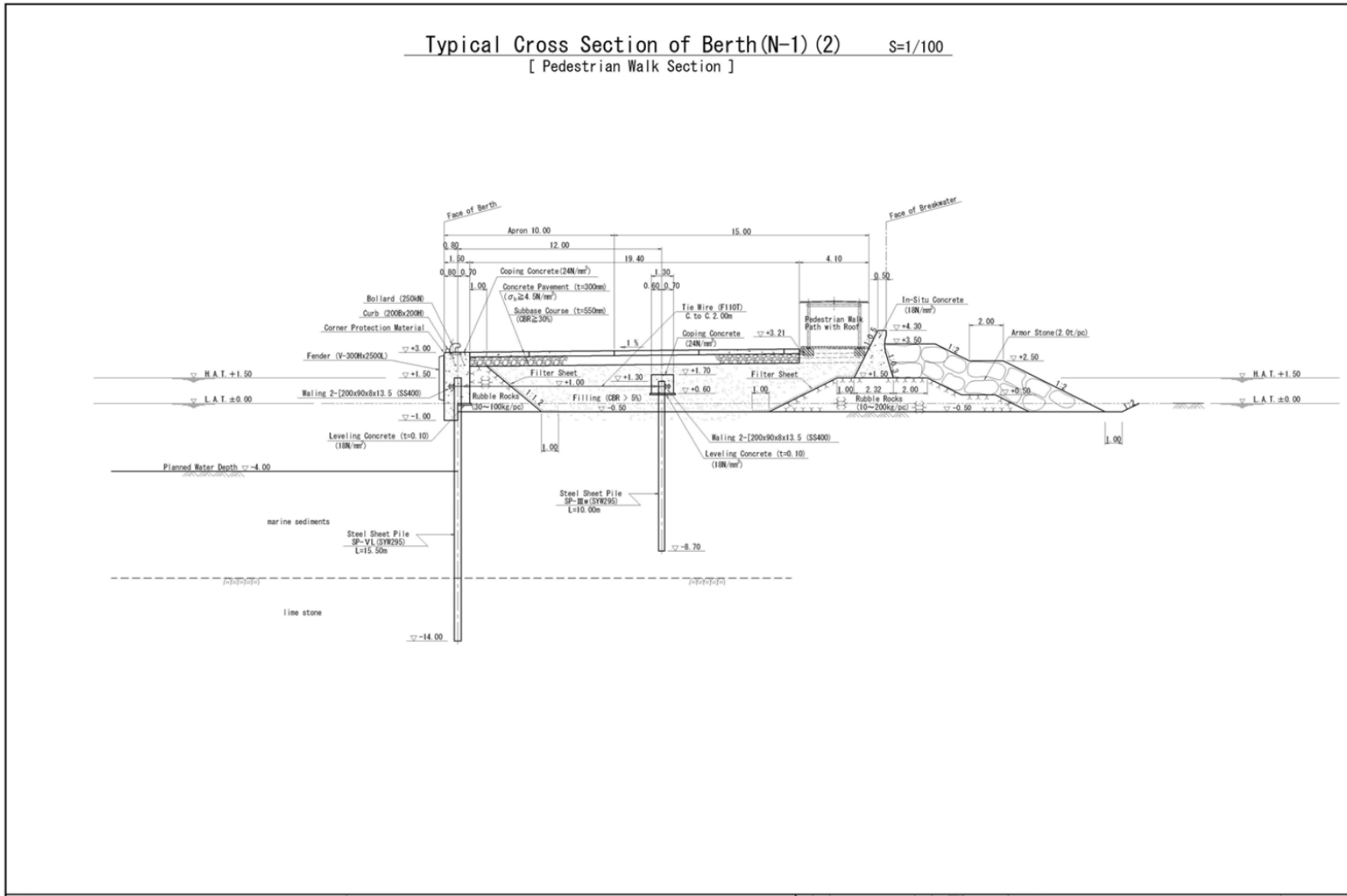


图 3-21 北側岸壁標準断面图

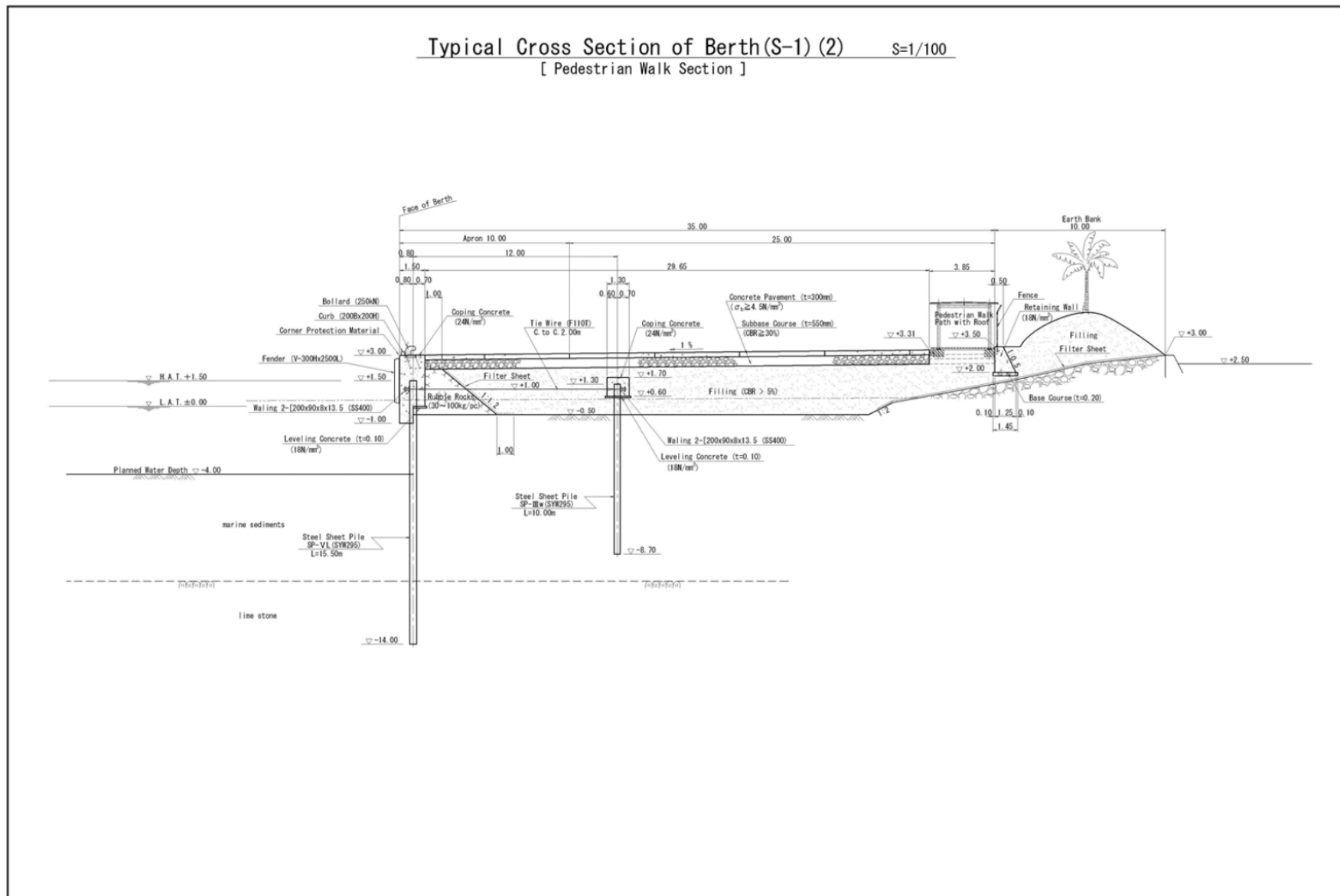


图 3-22 南侧岸壁标准断面图

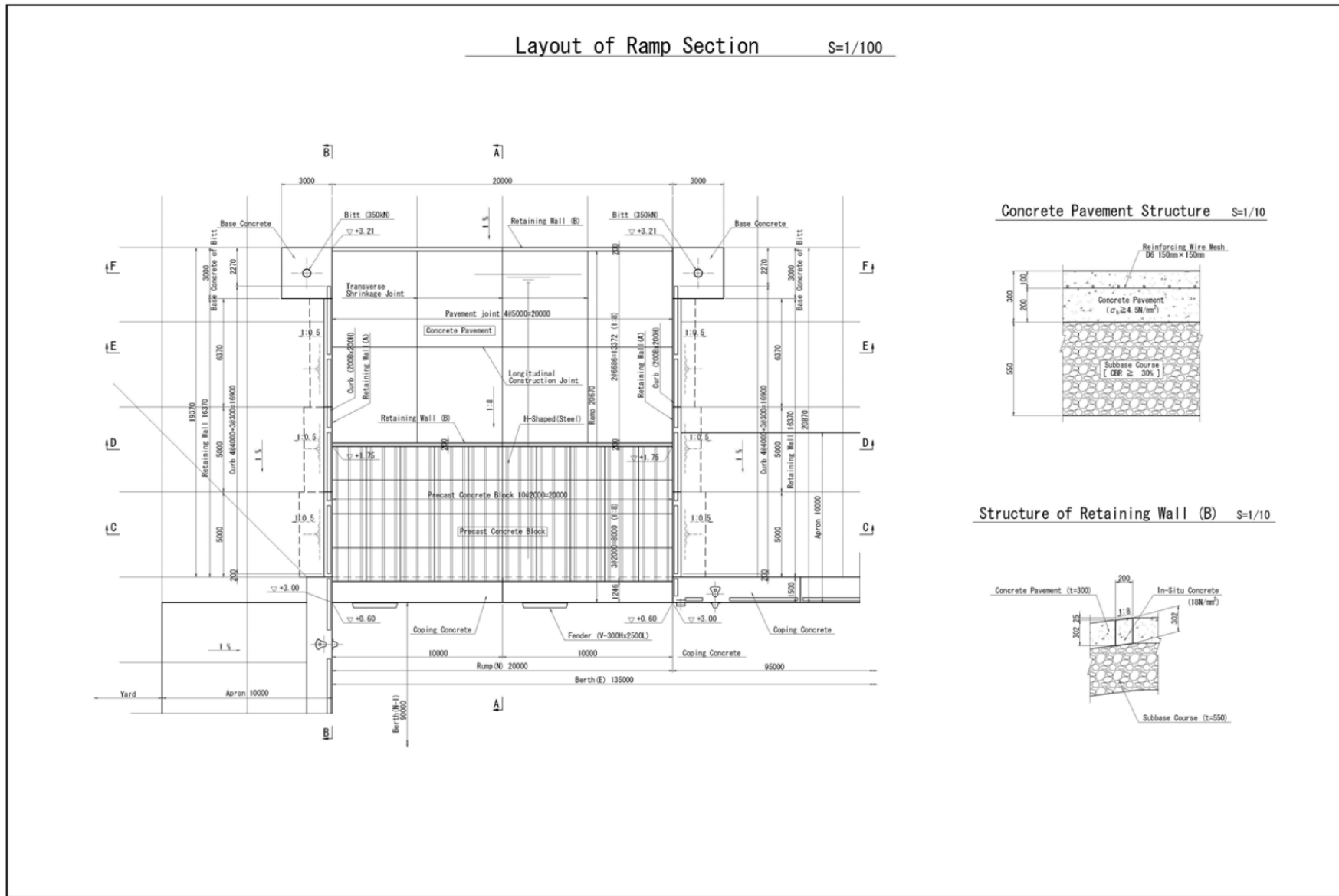


図 3-23 ランプ部計画図

Layout of Pavement s=1/400

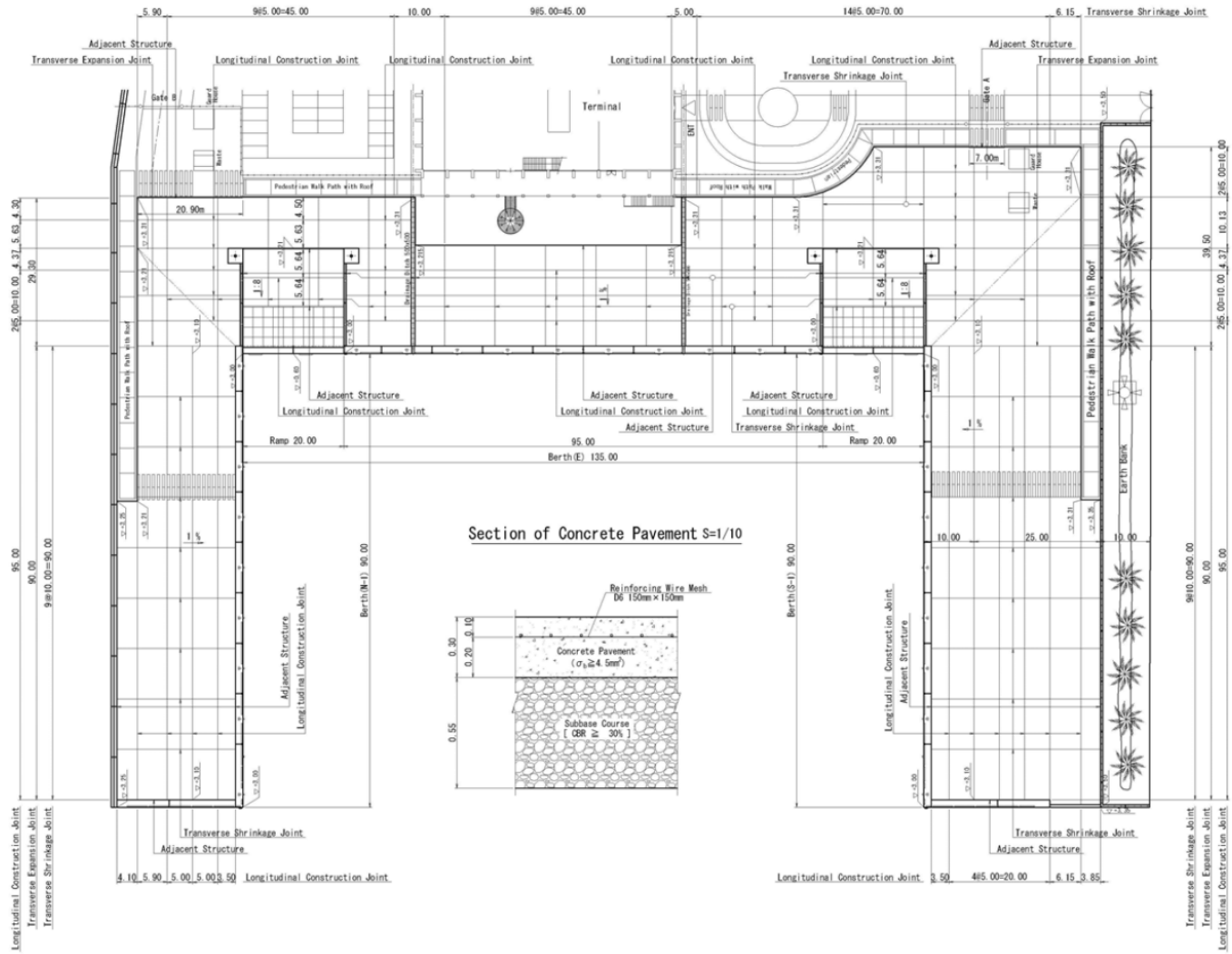
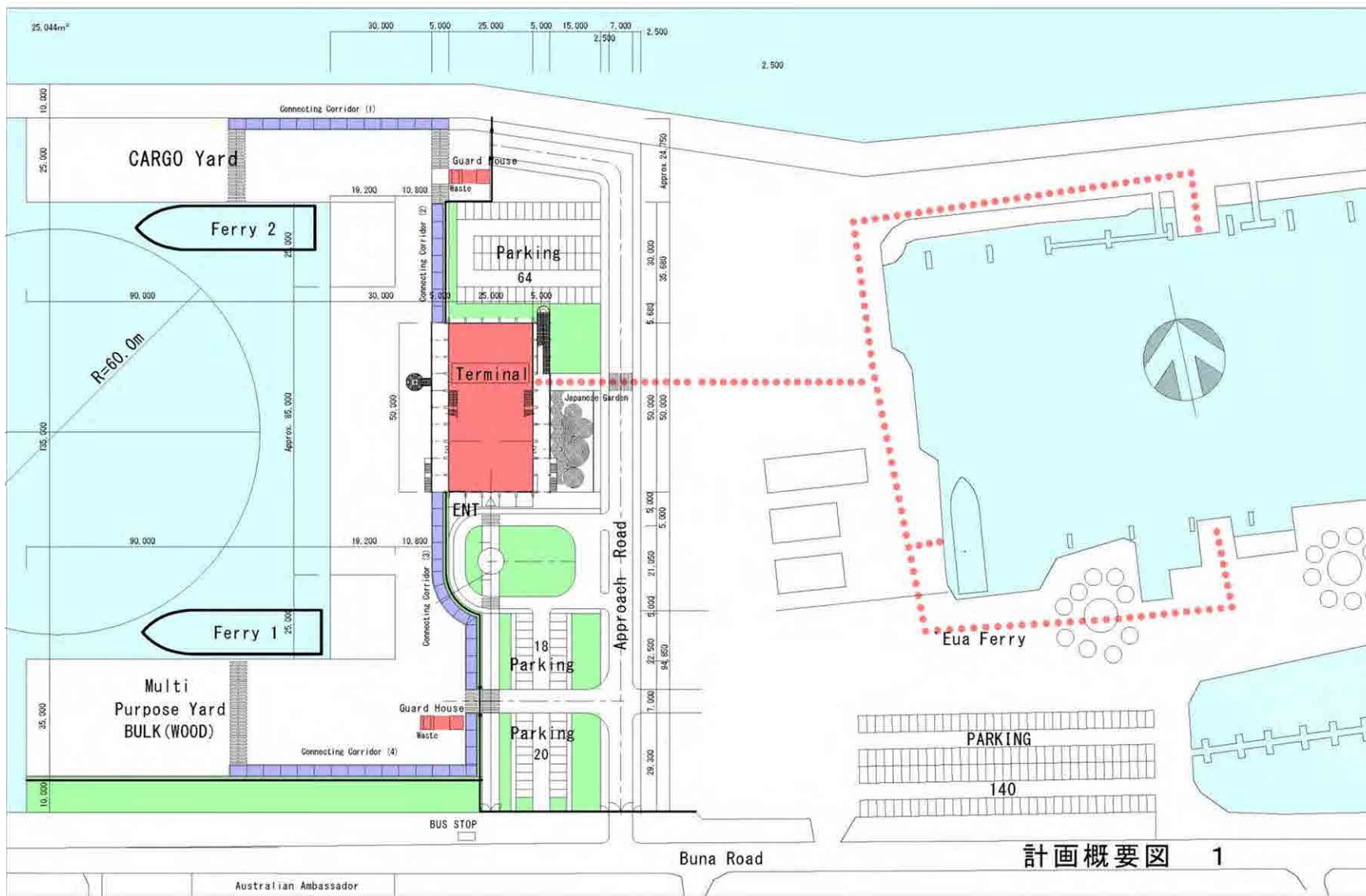
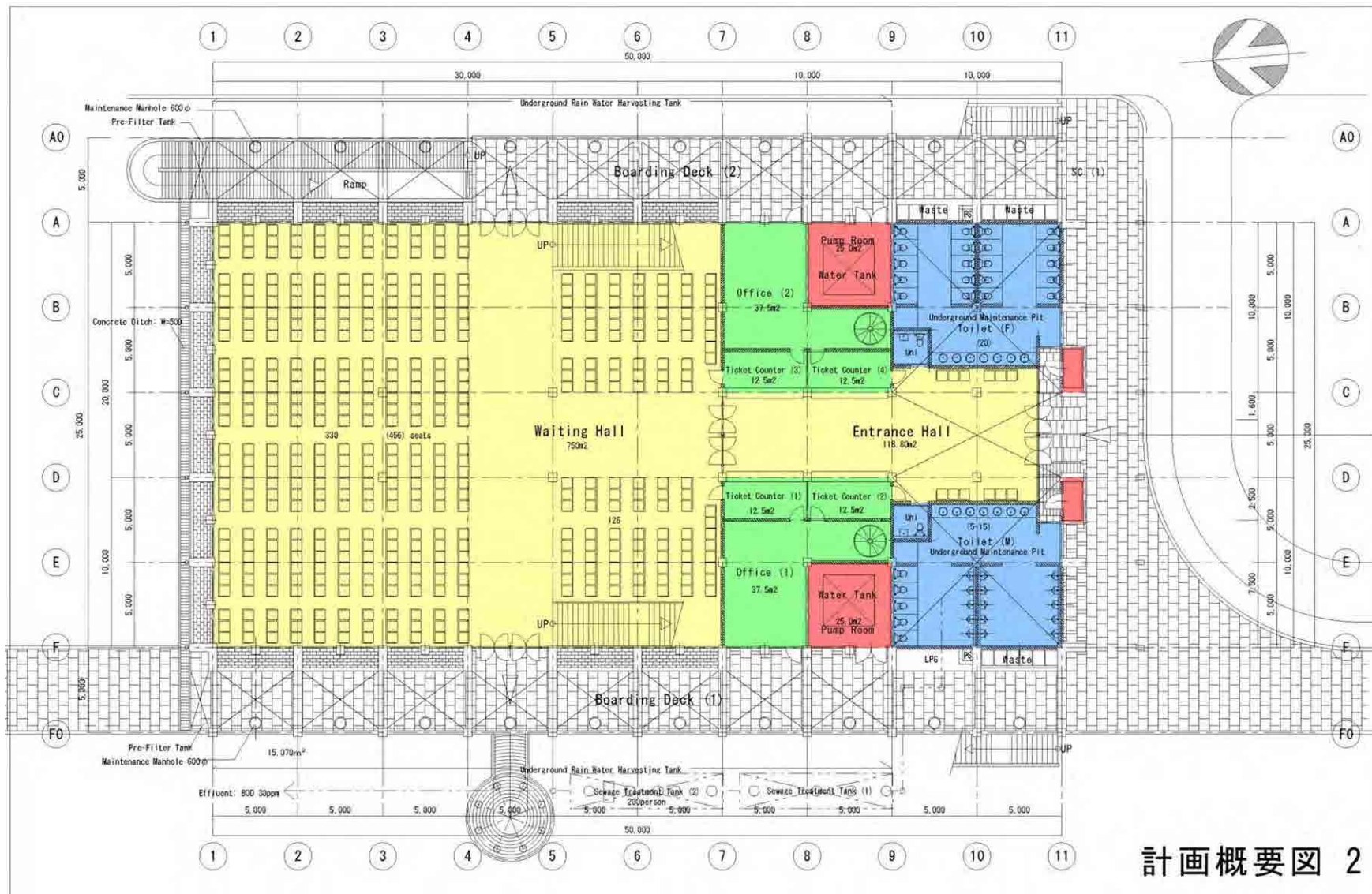


図 3-24 舗装工計画図



計画概要図 1

図 3-25 建築施設計画概要図



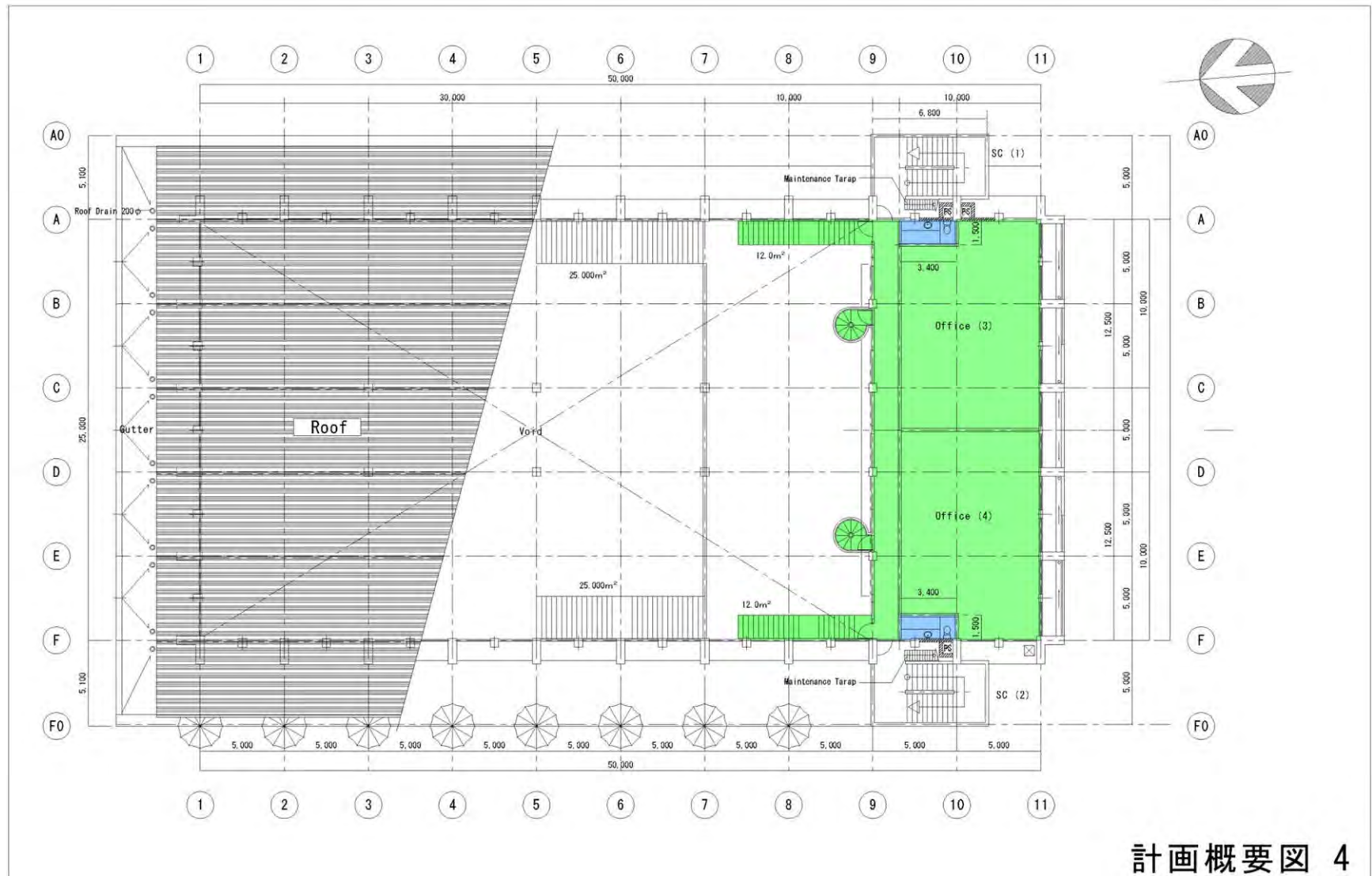
計画概要図 2

図 3-26 旅客ターミナルビル (1階) 平面図



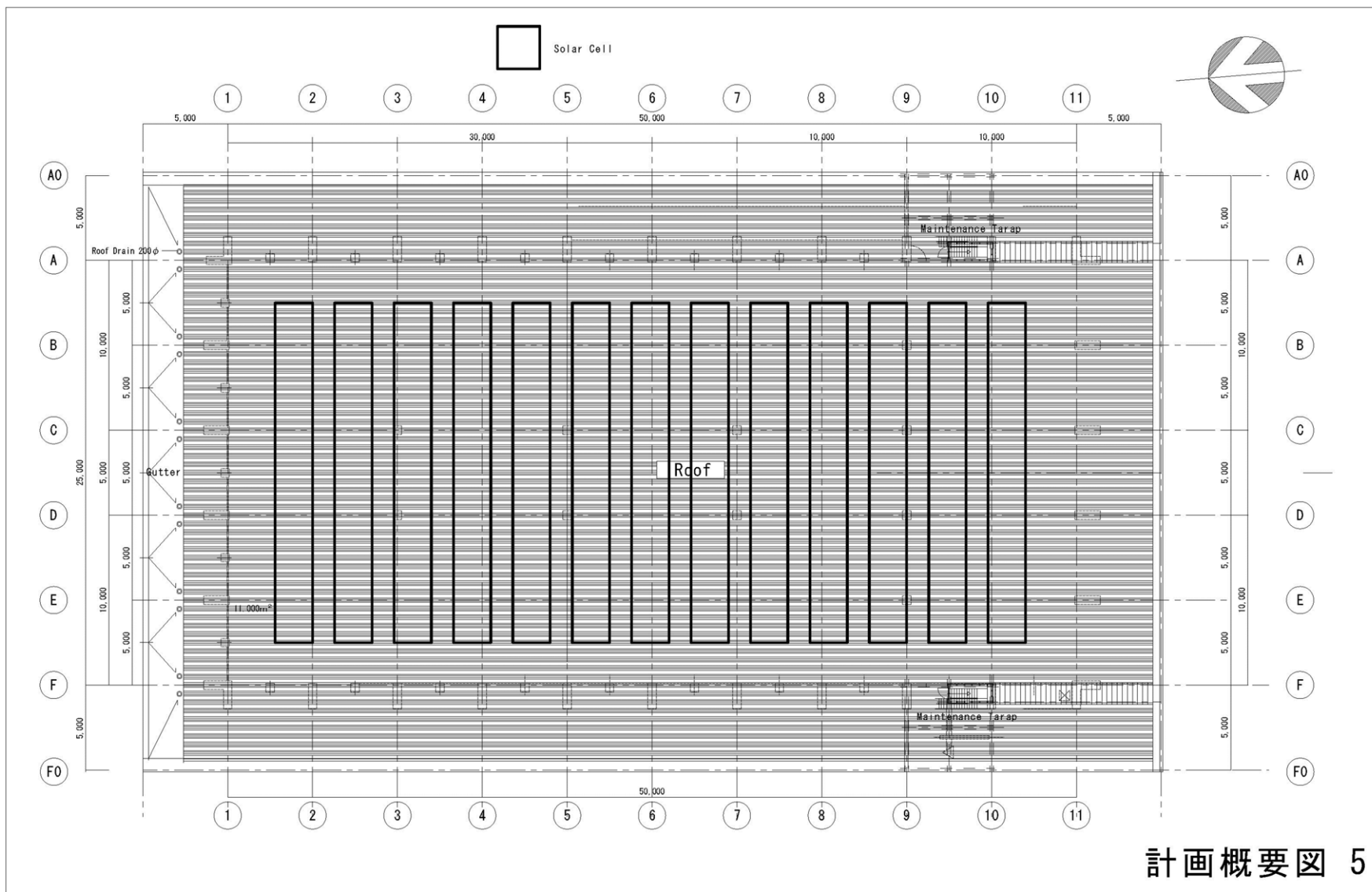
計画概要図 3

図 3-27 旅客ターミナルビル (2階) 平面図



計画概要図 4

図 3-28 旅客ターミナルビル (3階) 平面図



計画概要図 5

図 3-29 旅客ターミナルビル（屋上）平面図

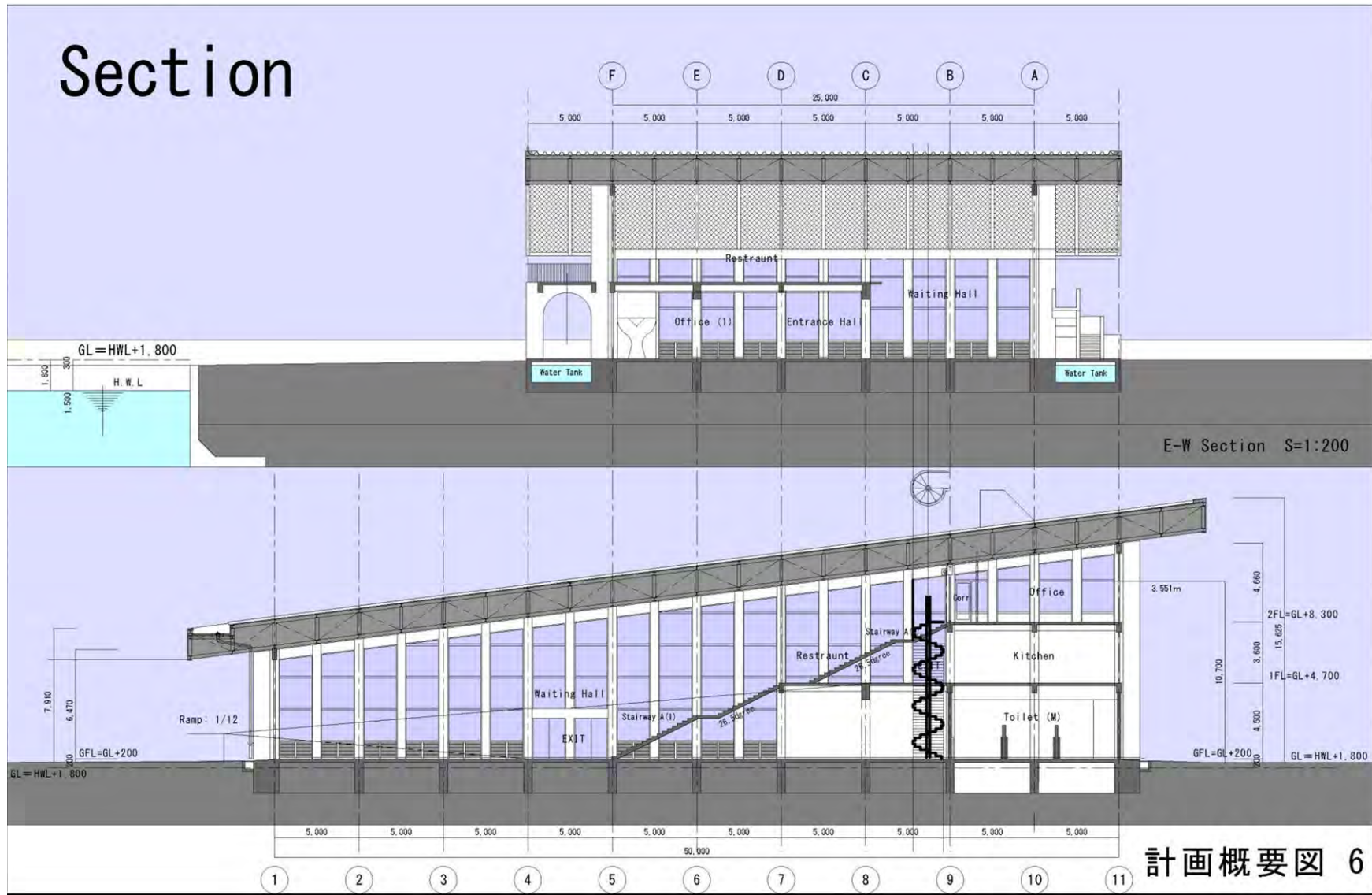


図 3-30 旅客ターミナルビル縦横断面図

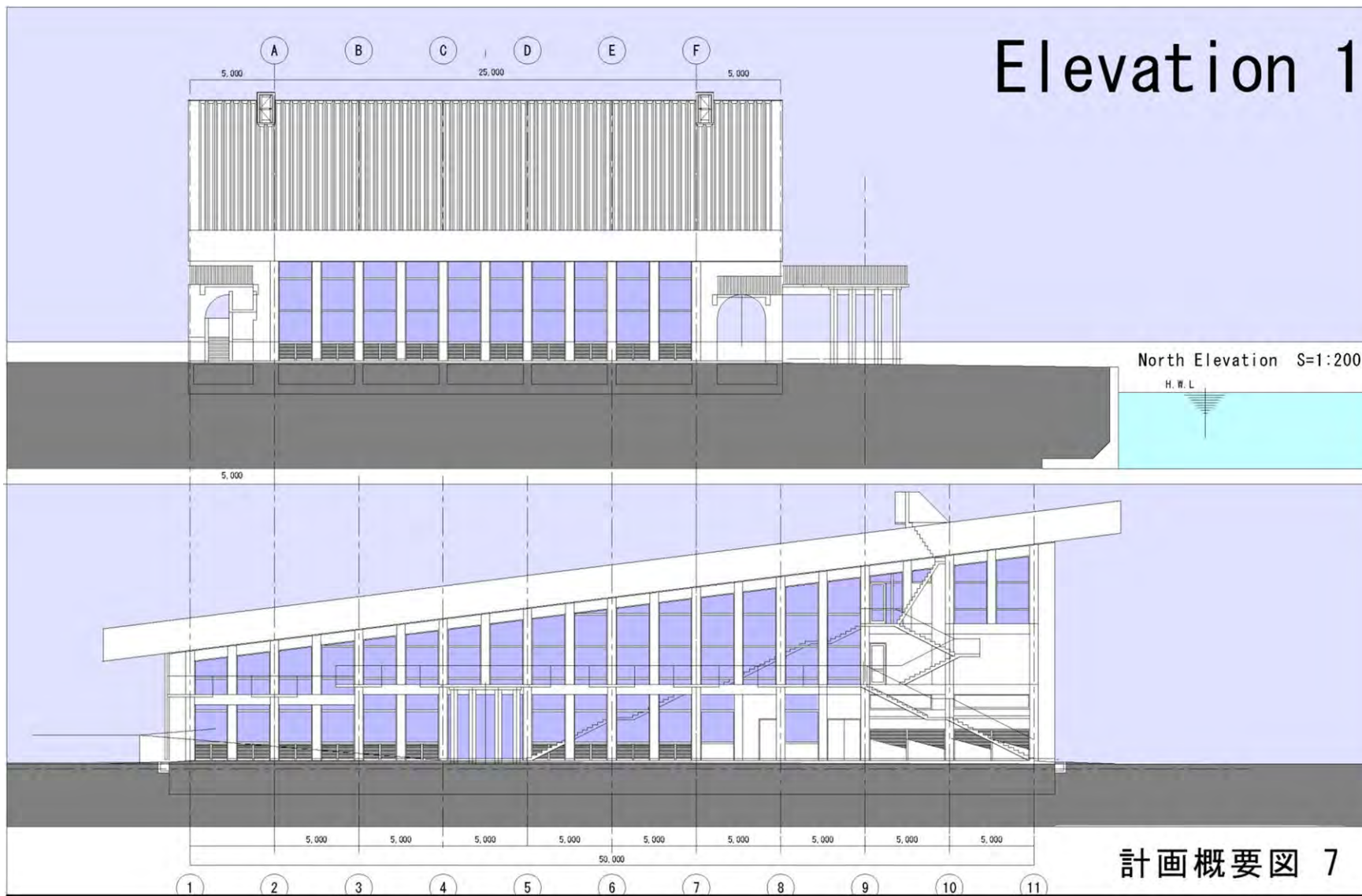


図 3-31 旅客ターミナルビル（北側及び西側側面図）

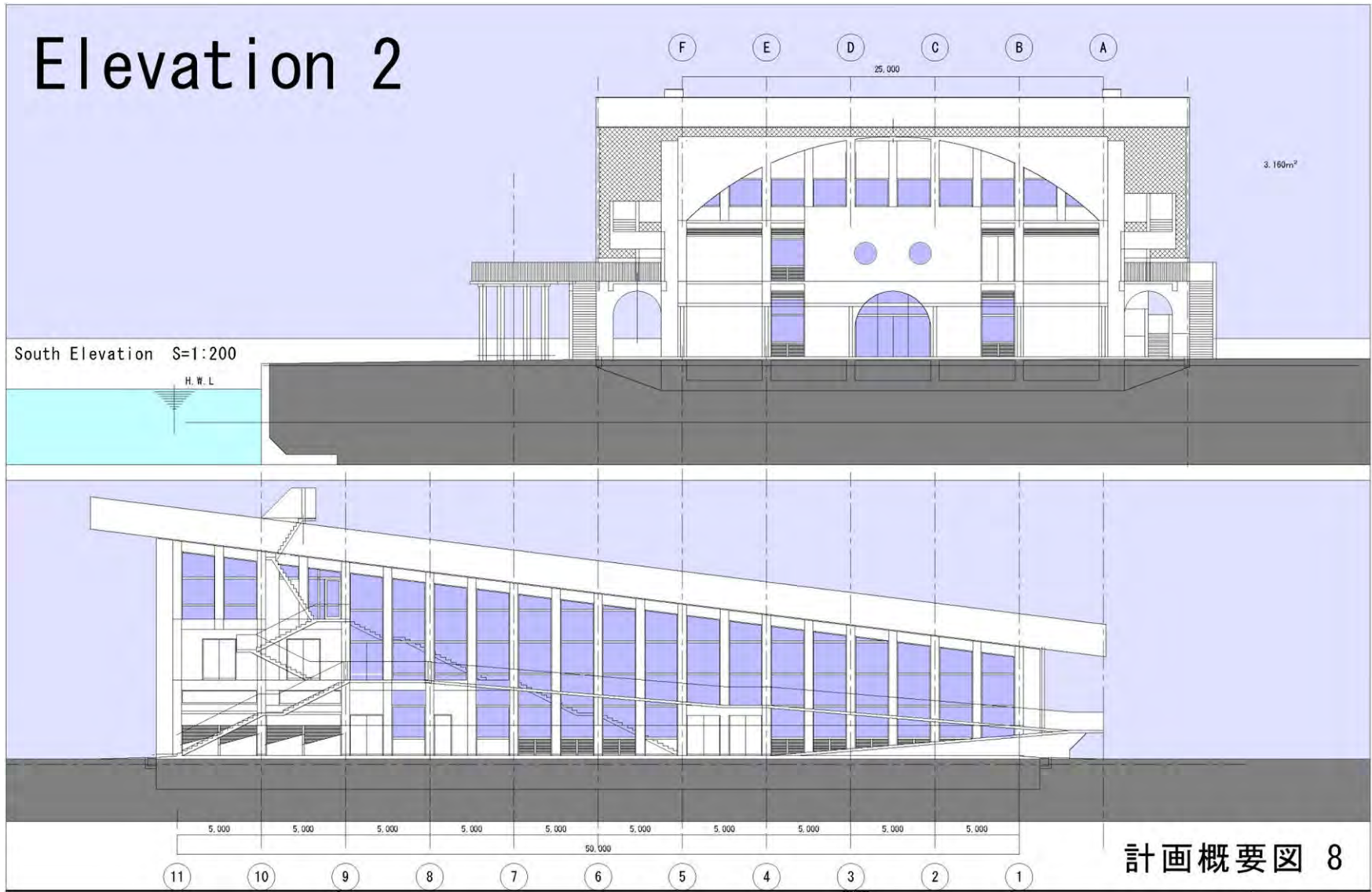


図 3-32 旅客ターミナルビル（南側及び東側側面図）

3-2-4 施工計画

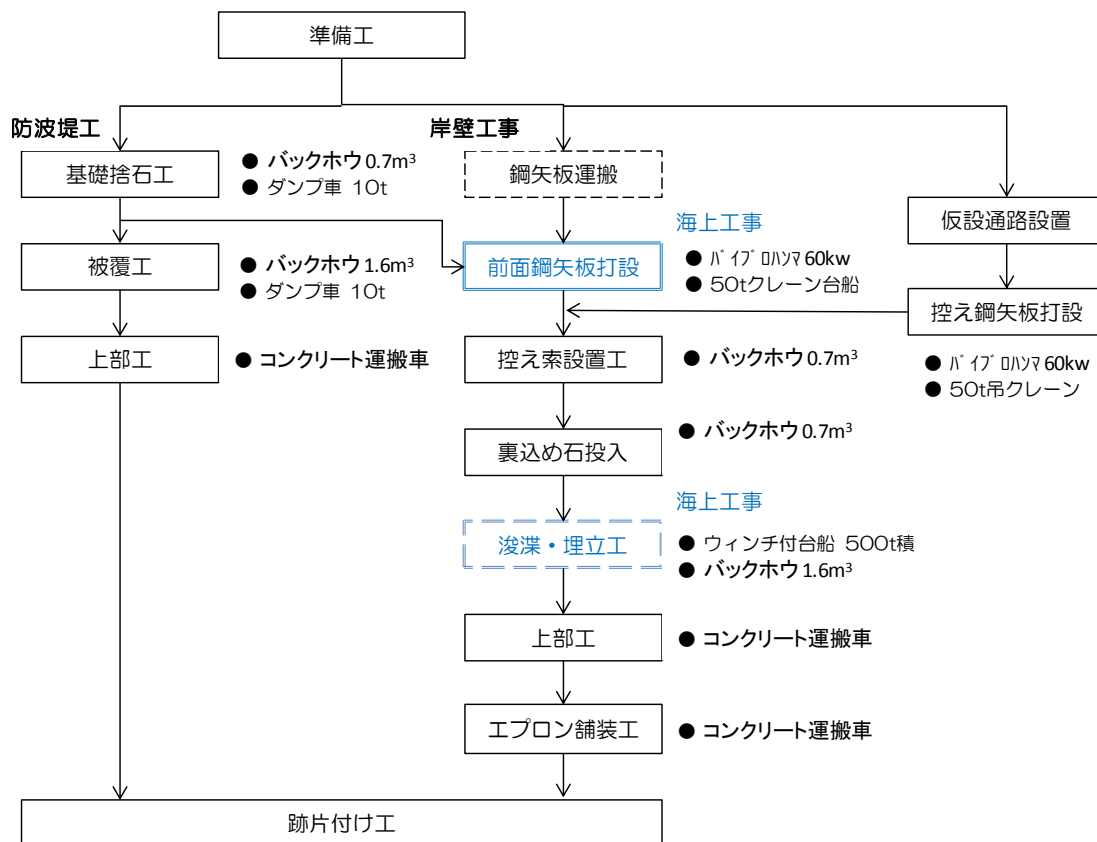
3-2-4-1 施工方針／調達方針

「ト」国の主要島トンガタブ島では5階建てのビルが最高層であり、近年2～3階建ての建築建設は増加しているものの、いずれも基礎レベルの建設である。当該事業は、特殊建設分野と認識される港湾工事であり、「ト」国では類似経験はほとんどない。これらを念頭に、調達・施工計画の基本方針を立案する必要がある。

(1) 施工方針

当該案件が同国初の大型 ODA 港湾案件であり、「ト」国民は非常に大きな期待をしている。その期待とは、雇用増加、地域経済への寄与が主である。施工計画の観点よりこれらの事象を見れば、それは施設設計の段階より「ト」国にとって親しみやすい構造とすることが重要となり、それは、現地の材料、機械、労働力、いわば現地力を最大限に活用する設計とそれに基づく施工計画が重要といえる。この点について当調査初期のコンセプトづくりの段階より意識した。

土木工事の施工フローを図 3-33 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-33 土木施工フロー

(2) 調達方針

「ト」国では建設需要が少ないため、建設資機材調達産業が極めて脆弱である。従って、材料に関しては、骨材、コンクリート等構造基礎材料のみ現地で調達できるが、それ以外のものは主にニュージーランドからの輸入に頼っている。

建設需要が少ないことから、これらの輸入材を扱う商社は存在せず、案件毎に建設業者が必要な建具等の材料の輸入を行っている。元請となる建設業者は大半がニュージーランドに本社を持つ企業で、地元建設業は一工種単位の工務店レベルの小規模なものである。

ニュージーランドから「ト」国へのフィーダー定期船は1回・1～2週間程度である。これを踏まえ、サプライヤーによる資材のストック状況を確認し、調達計画を立案する必要がある。特に建築に関しては、建具等多数のバリエーションの材料の大部分を輸入に依存しなければならず、また、商社を介さずコントラクター自ら調達を行う必要があるため、工期遵守には早めの調達が必須となり、そのためには、通常より広めのストック・ヤードの確保が必要となる。

建設機械にしても基本的なもののみ調達可能で、エクスカベーターならば0.7m³級、ダンプトラックは10トン級、クレーンは25トン級までで、その稼働数も極めて限定的である。このような条件下において、当該案件では海上クレーン台船やエクスカベーター浚渫船等の海上特殊建機の調達が必要になるが、これらの特殊建機は近隣ニュージーランド等からの調達が困難であるため、日本からの調達を計画する。

労務調達に関しては、当該国には労働基準（Labor Act もしくはそれに準じるもの）を現在整備中であるため、福利厚生も含めた労働環境は、建設案件ごとの契約に依存している。従って、労務契約の際は過去の建設案件での契約条件を精査し、トンガ国の実情に即したものとする必要があり。特に「ト」国では、安息日（毎週日曜日）が徹底されており、通常他国で行われる工程回復のための日曜日の作業は期待できないので、施工時には慎重な調達・工程管理が求められる。

主な資機材調達区分を表 3-24 に示す。

表 3-24 資機材調達区分

トンガ国	ニュージーランド	日本
材料		
建設用砂	建築建具	防舷材、係船柱、灯浮標
基礎捨石・被服石	トイレ・シンク	LED ライト類
コンクリート	タイル、ボンド、コーキング材	ソーラー・システム
型枠等木材	天井材	構造鉄骨材
建設機械		
エクスカベーター (04-07m ³)	エクスカベーター (1.6m ³)	ウインチ付 500t 台船
小型ブルドーザ (2t)	クローラークレーン (50t)	
ダンプ車 (4-10t)	ジブタワークレーン (50t)	
トレーラー (20-40ft)	バイプロハンマー (60Kw)	
トラッククレーン 25t		
労務		
軽・一般作業員	技能工	特殊技能工 (杭打・操船)
工種毎チーム・リーダー	スーパーバイザー	

出典：JICA 調査団

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

海上作業の限定化

当該案件は港湾工事が主体であるが、海上作業は気象海象の影響を受けやすく、工程管理が難しくなるリスクがある。また、作業船の調達が「ト」国の場合不可能であることから、海上工事範囲が多いほど、事業コスト高を招く大きな要因である。

一方、計画サイトは、南北方向（海陸方向）に 200m、東西方向に 200m と約 4ha もの広さを有しているため、工種の輻輳化を図ることが可能であり、海上作業を限定する施工順序・組み合わせを検討した結果、防波堤工は基本的に陸上からの施工が可能と考えられ、基本的に浚渫工と岸壁前面部の鋼矢板打設工の 2 工種のみ海上作業と考える。また、海上作業船の選定においては、汎用性の高いウインチ付台船を基本に、矢板打設時は台船上にクレーンを搭載、浚渫時はエクスカベーターを搭載することで其々の作業に対応が可能となり、機材調達コストの最小化に努めた。

以下に海陸施工区分表を表 3-25 に示す。

表 3-25 主要施工区分

	陸上施工	海上施工
1	準備・仮設（除く汚濁防止膜設置・撤去）	岸壁矢板打（除く控え矢板等）
2	防波堤（除くマウンド水中均し）	浚渫・揚土
3	岸壁控え矢板打、タイロッド取付	
4	岸壁上部コンクリート工	
5	ランプコンクリート工	
6	埋立造成・転圧	
7	建築建屋	
8	建築設備、外構	

出典：JICA 調査団

(2) 調達上の留意事項

仮設ヤード

仮設ヤード、浚渫残土ストック・ヤードは、いずれもヌクアロファ港内の PAT 管理の敷地を利用する。

「ト」国の資機材調達事情が脆弱なことから、安定した工期の確保のためにはこれら材料の早めの調達が必要になる。必要数・規模の大きな日本調達鋼材シートパイルとタイワイヤー、控え杭の保管が最大広さを必要とすることから、この調達に必要なヤード広さを基準として、後続の資材も順次空いたスペースに保管できるように配慮をした。その結果、仮設ヤードは 2 か所（仮設ヤード 1：2,100m²、仮設ヤード 2：2,575m²）に分ける必要性が確認された。

仮設ヤードの位置図を図 3-34 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-34 仮設ヤード位置図

3-2-4-3 「ト」国と我が国の施工・調達責任分担

「ト」国と我が国の施工・調達に係る責任分担は、無償資金協力の原則に基づき本調査中に協議確認した結果、表 3-26 に示す通りとなった。

表 3-26 本事業に係る「ト」国と我が国の責任分担

番号	項目	日本	トンガ
1	建設用地の確保		●
2	建設用地の整地（工事着手な状態の準備、含む仮設ヤード）		●
3	工事中仮設電力・水等プロジェクトサイトへの供給 1次電力引き込みまで 2次電力以降の設備 工事完成後の電力・水等の供給	● ●	● ●
4	調達貨物の通関手続き等 調達元からの海上輸送 資機材通関時の免税処置等 通関後の国内輸送	● ●	●
5	本建設事業に係る免税処置		●
6	本建設事業に従事する日本側関係者の円滑な入国手続きの手配等の便宜供与		●
7	本建設事業後の適切な施設運用と維持管理		●
8	既存ファウア埠頭の未利用船及び木製廃屋の撤去、仮設ヤード整地等 M/D で確認した先方政府負担事項及びそれに係る費用負担		●
9	「ト」国 EIA 関連に必要な手続き	支援	●
10	本建設事業に必要な許可等の発行		●
11	銀行へのコミッション支払 支払授權書にかかるコミッション 支払に係るコミッション		● ●

出典：JICA 調査団

(1) 日本国側負担

我が国の ODA 無償資金協力の原則に基づき、本新港建設に係る費用は原則日本側負担とする。

(2) 「ト」国側負担

ファウア埠頭の未利用船及びその周辺施設の撤去は、建設工事中のみならず完成後の安全な港湾運営上不可避であるので、確実な実行が望まれる。

3-2-4-4 施工監理計画／調達管理計画

(1) 施工監理計画

本建設事業は全体で 24 か月の施工工期を予定し、主要工種の港湾土木は 18 か月の工期を予定するが、工期短縮の観点から、建築が着工可能となる部分の埋立造成が完了した時点（建設着手後 12 ヶ月目）で建築建屋の施工を予定する。

施工監理は大きく分けて、港湾土木と建築の其々専門の監理技術者を常駐配置するだけでなく、着工直後や杭打ち等重要工事直前及びその途中、施工中間時、完了時等の施工の重要時期には各専門技術者を派遣し、目指す高品質の建設を滞りなく遂行するよう努める。

(2) 調達管理計画

周辺諸国からの材料利用に多分に依存する「ト」国での施工では、調達監理は工程管理上重要な要素となる。それは、離島国である「ト」国の物資輸送事情の脆弱性を考えれば、より早期の輸送計画立案と確認が本事業の工期内完成に非常に重要な作業となる。

本建設事業における調達監理上の主要イベントについて、其々の留意事項は次の通りである。

1) 製作図承認

コントラクターによる材料調達を開始する前に、製作図の承認を行う。対象とする資材は原則全ての製作材料とする。

特に鋼矢板に関して、着工後 4 か月目に杭打ち工事を開始する必要性から、鋼材の承認～製作～運搬に費やせる期間は 3 ヶ月間である。その内、輸送に要する期間 1 か月間と、鋼材のロットに要する期間 1.5 ヶ月を其々考慮すれば、制作図作成～承認までは 0.5 ヶ月以内で完了しなければならない。従って、コントラクター選定後、速やかに製作図作成を開始するよう指導しなければならない。

2) 中間・完成検査

製作資材の製作は、製作図の承認の後とする。製作の手戻り等ロス時間を極力減らす観点から、鋼矢板等特殊資材については中間検査を予定する。製作完了後、港への出荷前には製作工場にて完成検査を実施し、所定の性能が確保できているか確認する。

3) 船積前検査

出荷港指定倉庫にて、船積前検査を予定する。必要数の検収の他、輸送中の損傷等のリスクヘッジができていないか等の確認を行う。

4) サイト受入検査

「ト」国クイーンサロテ埠頭に輸送船が到着後、当該事業の指定仮設ヤードに材料を保管する。その際、資材に異常がないか、予定する規格諸元の材料であるか否か等、資材受け入れに必要な項目について確認検査を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

本建設事業では、現地労務資機材を極力活用することをテーマに掲げている。これは、地域経済への貢献を期待する一方で、我が国の建設業が求める高品質を確保するには、より慎重な現地材料の品質管理が重要になる。

本建設事業での品質管理上の留意項目は次の通りである。

(1) 防波堤基礎用の捨石、被覆石

「ト」国には大規模な石山が3か所あり、本建設事業の量的需要に対するキャパシティは十分確保されていると思われるが、いずれもコーラル質の比較的軽量の石材である故、受入検査時の比重確認は慎重に行う必要がある。

(2) コンクリート

トンガタブ島には日産100m³級のレディーミクストコンクリート工場が2か所ある。本建設事業では、大規模打設はないので、これら2社からの調達により量的には大きな問題が生じる可能性は低い。また、現地踏査により、いずれのコンクリート工場も塩化物含有量試験を定期的に行っており、その試験結果を閲覧する限り、アルカリ骨材反応等致命的な欠陥が生じる可能性は低いと思われるが、練り混ぜシステムは途上国でよく見られる簡易計量機を用いたミキサー練りであることから、強度のバラつきが懸念される。従って、コンクリート受け入れ時のフレッシュコンクリート試験（スランプ、温度等）の他、Xバー管理等によるコンクリートの強度管理が重要となる。

3-2-4-6 資機材調達計画（太陽光発電）

本邦製品を採用する方針である。2015年3月までにトンガタブ島（本プロジェクト対象敷地と同じ島）に完成する無償資金協力の太陽光パネルは三菱電機の製品、制御システムは富士電機を使用していることから、同等の太陽光発電システムを採用するのが、妥当と考えている。理由は以下の通り。

- a) 「ト」国で実績があること。
- b) 当該工事を担当した現地工事業者が、引き続き工事を担当することができる。
- c) 完成後のメンテナンスを当該現地業者に担当させることができる。
- d) 太陽光モジュールの性能が高く、また耐久性に優れている。

3-2-4-7 初期操作・運用の指導計画

(1) 太陽光発電

太陽光モジュール312枚、折板屋根にモジュールを設置する架台、接続ケーブル、パワーコンディショナー8台、データ計測装置、表示装置（42インチ）、日時計、気温計等からシステムが構成されている。太陽光モジュールで発電された電気はパワーコンディショナー10kw×8台で直流から交流に変換され、高圧受電設備に接続され施設内の電力消費に回される。余剰電力

は受電ケーブルを通して電力会社へ送る。運用は完全に自動運転である。メンテナンスは太陽光モジュール表面のガラスの清掃を月一度程度実施し集光能力の低下を来さないようにする。そのため屋上屋根部分に掃除用蛇口を設けモジュールの水洗いが可能なように配慮する。

工事施工に現地業者が必要となるが、前述したように 2015 年 3 月に完成する 1 メガワットの太陽光発電施設を担当した現地業者があり、ここを活用することを計画する。この業者を使い現地派遣される技能工の指導で太陽光発電設備の設置作業を行い、実施訓練で運転操作方法、メンテナンス必要箇所及び方法等の技術移転を行う。

メンテナンス必要箇所は以下の通り。

- a) 太陽光モジュールのガラス表面の清掃
- b) パワーコンディショナーの点検及び内部のコンデンサの耐用年数一般的に 10 年程度であることから、その更新及び内部のファン、フィルターの清掃。
- c) データ計測装置と表示装置の点検と清掃

パワーコンディショナーは構成機材の中では耐用年数が 17 年と短く、内部の部品のコンデンサは 10 年以内に交換が必要になる。そのため交換のための積み立てが必要となる。パワーコンディショナーのコンデンサは 1 台当たり凡そ 10 万円、8 台で 80 万円輸送費、交換費用もいれると 120 万円程度かかる。年約 15 万円程度の積み立てが必要となる。現地施工業者と年間のメンテナンス契約を結ぶことを推奨したい。

(2) 浄化槽

浄化槽は接触曝気方式の処理方式である。槽は流量調整沈殿槽と接触曝気槽に大きくわかれる。流入した汚水雑排水は流量調整沈殿槽で調整され、自然流下で接触曝気槽に流入する。接触曝気槽ではプラスチック製の濾材で接触面積を増やし、ブロワーから送り込まれ下層から放出した空気泡で好気性バクテリアを活性化させ汚水を浄化する。この際活性汚泥が形成される。活性汚泥は沈殿槽で沈殿し、年 1~2 回バキュームカーで引き抜く。浄化された処理水は消毒層を経てポンプアップされ港湾外側に設けられた浸透槽から海に放流される。運転は完全自動運転で行われるため、通常は月 1 回程度の放流水質の点検、ポンプ（計 4 か所の自動交互運転ポンプ 2 台 1 セット、機械室内の制御盤で制御される）の点検が必要となる。

工事に現地設備業者が必要となるが、「ト」国には機械設備を専門とする業者が複数あり、2010 年に無償資金協力で完成したバイオラ病院に設置された浄化槽を担当した現地業者を想定する。この業者を現地派遣される技能工(浄化槽)の指導で浄化槽設置工事を行い、実施訓練で運転操作方法、メンテナンス必要箇所方法の技術移転を行う。

メンテナンス必要箇所は以下の通り。

- a) 放流水質 目視確認 消毒槽
- b) 圧送ポンプ（警備小屋→浄化槽）2 か所
- c) 輸送ポンプ（浄化槽→浸透槽）2 か所
- d) ブロワー（受水槽室内→浄化槽）1 ヶ所

ポンプ、ブロワーとも浄化槽法の法定耐用年数は15年となっている。これはあくまでも本邦国内のメンテナンスを前提とした耐用年数であるが、当社実績では10年程度で更新が必要となる。ポンプは1台15万円程度、ブロワーは1台30万円程度であり、2台1セットであることから、

ポンプ：15万円×2台×4か所=120万円

ブロワー：30万円×2台×1ヶ所=60万円

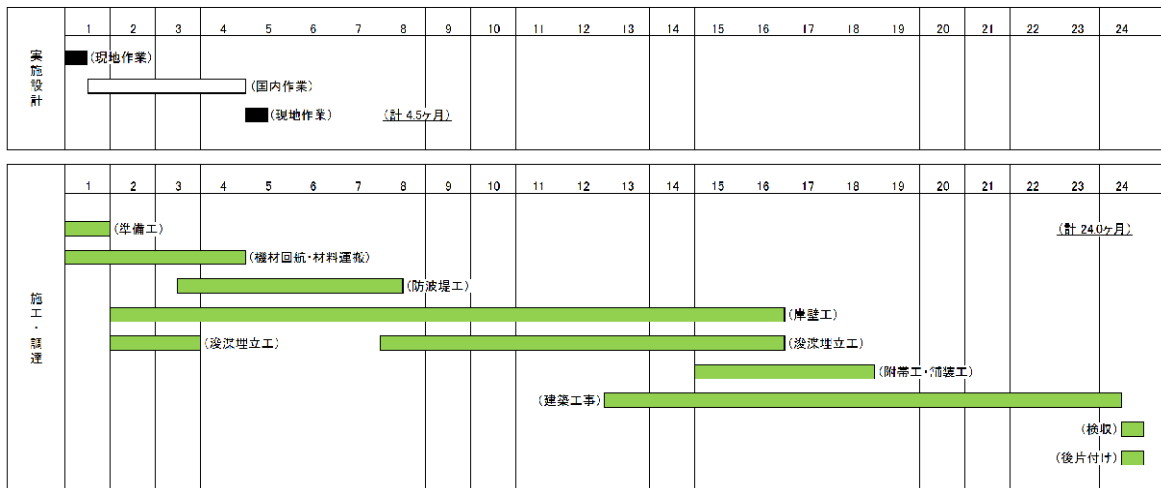
10年で更新するものとして更新機材価格合計180万円程度の積み立てが必要となる。年間18万円程度積み立てることが必要となる。

また沈殿槽の汚泥引き抜きが年2回程度必要であり、施工業者と年間のメンテナンス契約を結ぶことを推奨したい。

(3) 実施工程

本事業の実施工程を表3-27に示す。

表 3-27 業務実施工程表



3-3 相手国側負担事業の概要

先方政府が負担すべき事項は下記のとおりである。

(1) 環境許可の取得

本プロジェクトの工事開始に際して必要な環境許可の取得は先方政府責任とする。申請書類の作成およびステークホルダーミーティングの開催は MOI が実施する。ステークホルダーミーティングは、2014 年 11 月に実施され、EIA 申請書類は、2015 年 1 月に MEC へ提出された。環境許可は、2015 年 3 月に MEC により承認済みである。

(2) 建設許可及び工事許可の取得

上述の環境関連の許可、建設許可、工事許可の他、工事の実施に必要となる許可は MOI が取得する。

(3) 免税処置

調達資機材通関時および本事業に係る免税処置を実施する。

(4) 仮設ヤード

工事用資材の仮置きヤード及び残土置場については、港湾施設区域内のヤードの提供に関して、PAT の承諾を得ている。工事着手前までには、仮設ヤード予定地の提供を確認する。

(5) ファウア埠頭内の沈船及び雑材処理

既存ファウア埠頭内の沈船処理及び同埠頭上の未利用倉庫とコンテナ他散在する資材の撤去を工事着手前までに MOI の責任において実施する。

(6) 銀行手数料

銀行取極を締結した銀行に対する支払授權書の通知手数料及び支払い手数料を負担する。概算手数料として、総事業費 31.2 億円の 0.1%として、約 400 万円を想定する。

(7) その他設備関連工事

建築及び外構工事に係る以下の工事は「ト」国政府負担で実施する。

- ✓ 植栽工事（腐植土 50cm＋植栽） 合計 783 万円

$2,610\text{m}^2 \times 3000 \text{円/m}^2 = 7,830,000 \text{円}$

- ✓ 配電用電柱の移設

Tonga Power Limited (TPL) 負担工事 約 50 万円

- ✓ 電力メーターの設置

Tonga Power Limited (TPL) 負担工事 4 万円/箇所×5 箇所=20 万円

- ✓ 電話インターネット配線工事 合計 80 万円
200,000 円×4 か所=800,000 円
- ✓ 事務所家具備品類 合計 150 万円
Ferry 運航会社負担
- ✓ 厨房冷凍庫、冷蔵庫据え付け 合計 130 万円 (レストラン負担)
冷凍庫 200,000 円×2 台=400,000 円、冷蔵庫 300,000 円×3 台=900,000 円

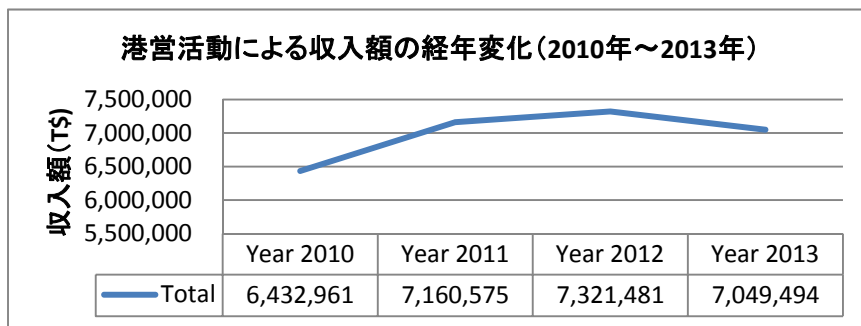
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本計画の運営・維持管理主体は PAT である。PAT の現在の運営・維持管理状況を事業収支の面から評価し、本計画による PAT の事業収支状況への影響を検討し、本計画による PAT の運営・維持管理能力を判断する。

3-4-1 PAT の運営・維持管理計画

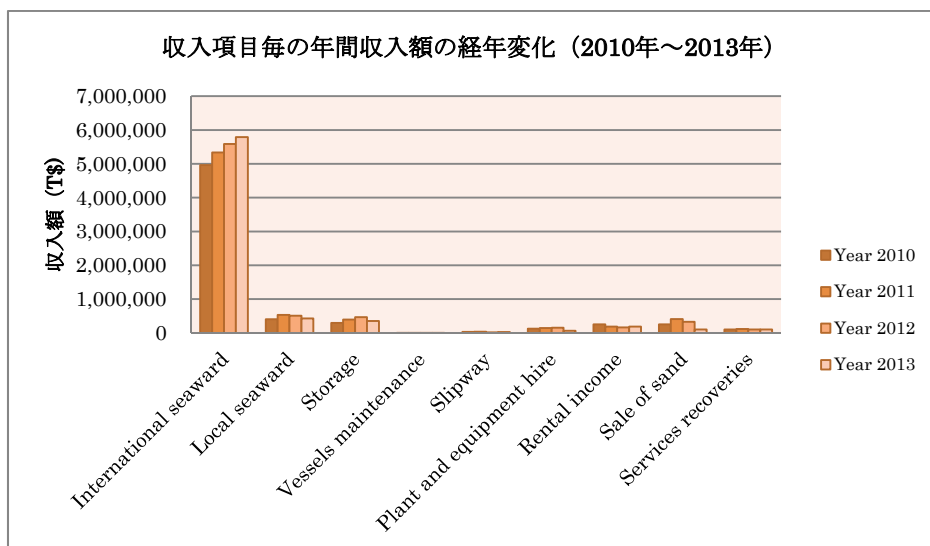
3-4-1-1 収入状況

PAT の港営活動による収入の経年変化は図 3-35 に示す通り 2013 年度は 2011 年度及び 2012 年度に比して減収である。減収の主たる原因はヌクアルファ市中心部の整備事業による国内建設資材輸送の減少によるものであるが、図 3-36 に示すように PAT の収入の大半（80%強）は外貨埠頭収入に依存しており、その収入は順調に上昇しており PAT は収入増の傾向にあるといえる。



出典：JICA 調査団

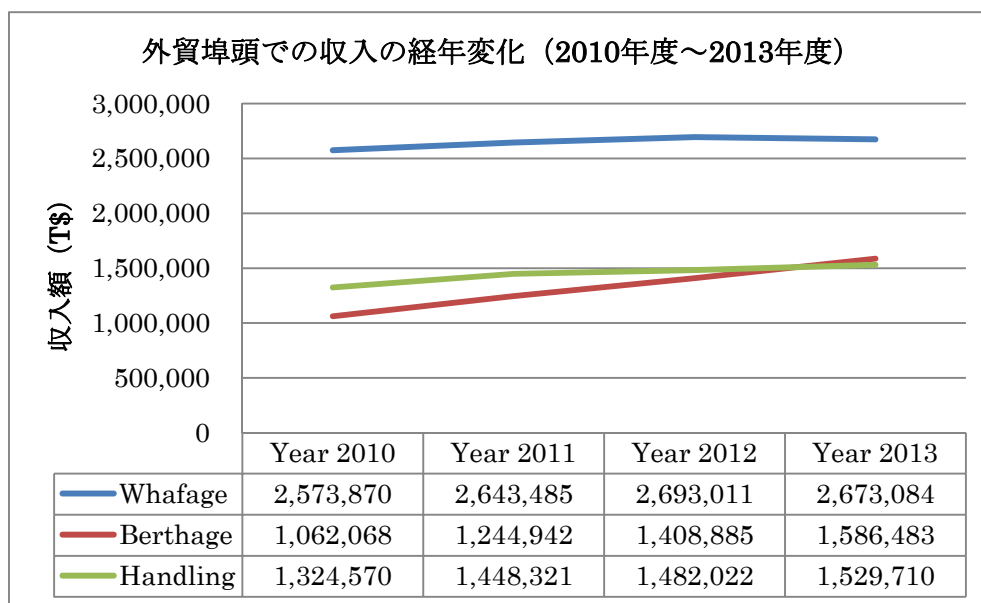
図 3-35 港営活動による収入額の経年変化（2010年～2013年）



出典：JICA 調査団

図 3-36 PAT の収入構成経年変化（2010年～2013年）

図 3-37 は外貿埠頭での収入の経年変化を示している。外貿埠頭での収入は岸壁使用料、係船料、貨物取扱料の順である。収入面からは内貿埠頭その他の港営活動の活性化が望まれる。



出典：JICA 調査団

図 3-37 外貿埠頭での収入の経年変化（2010 年度～2013 年度）

3-4-1-2 収支状況

表 3-28 は PAT の 2010 年度から 2013 年度の収支状況を示している。これによれば、毎年の収支は黒字である。収益率は 2013 年が 48%、2012 年が 55%、2011 年が 49.9%、2010 年が 34.4% である。

表 3-28 PAT の収支状況 (2010 年～2013 年)

(単位：\$ TOP)

				Year 2013	Year 2012	Year 2011	Year 2010
(a)	Revenue						
	International seaward						
	Wharfage			2,673,084	2,693,011	2,643,485	2,573,870
	Berthage			1,586,483	1,408,885	1,244,942	1,062,068
	Handling			1,529,710	1,482,022	1,448,321	1,324,570
	Local seaward			430,216	507,868	534,889	405,288
	Storage			354,807	464,963	393,944	294,937
	Vessels maintenance			622	467	450	3,352
	Slipway			24,332	19,420	35,095	31,220
	Plant and equipment hire			63,751	152,411	145,139	125,213
	Rental income			185,514	162,844	187,449	254,655
	Sale of sand			100,017	328,068	408,304	254,390
	Services recoveries			100,958	101,522	118,557	103,398
	Total			7,049,494	7,321,481	7,160,575	6,432,961
(b)	Administrative and other operating expenses						
	Allowance for uncollectability			86,876	174,254	147,140	51,774
	Auditor's remuneration						
	Prior year				12,000	27,059	2,132
	Current year			23,500	23,500	18,500	19,399
	Consultants fees			6,364	14,595	59,045	126,008
	Cost of goods sold			78,204	229,772	211,540	220,298
	Director's fees			88,231	73,000	91,943	36,159
	Donation			1,357	8,420	8,700	3,008
	Board honorarium			37,990	30,687	46,194	17,454
	Fuel			165,679	80,732	274,893	260,950
	Insurance			506,238	320,840	296,644	241,313
	Legal fees			20,244	34,738	58,860	135,687
	Loss on disposal of property, plant and equipment				74,987	2,549	369,782
	Repairs and maintenance			439,913	344,087	370,533	332,049
	Total			1,454,596	1,421,612	1,613,600	1,816,013
(c)	Personnel Expenses						
	Wages and salaries			1,585,330	1,459,221	1,430,467	1,630,211
	Superannuation contributions to National Retirement Fu			108,599	61,111	109,561	115,728
	Key management compensation- short term benefits			266,200	169,015	267,505	271,461
	Overtime and annual leaves			182,657	177,662	164,951	386,676
	Total			2,142,786	1,867,009	1,972,484	2,404,076
(d)	Balance of Revenue and Expenses						
				3,452,112	4,032,860	3,574,491	2,212,872

出典：Port Authority Tonga Annual Report, 2010-2013

表 3-29 は 2012、2013 年度の PAT の財務報告である。この実績をもとに収益性、運営の効率性及び償却前負担前運営経費率 (Working Ratio) を評価してみたのが、表 3-30 である。

表 3-29 PAT の財務報告 (2012、2013 年度)

	Actual 2012	Actual 2013	Unit: \$TOP Business plan 2013
Statement of financial performance			
Total Revenue	7,400,164	7,272,356	6,873,000
Total Expenditure	5,768,814	6,549,052	6,423,000
EBITDA	3,307,191	2,737,456	2,311,000
Depreciation	1,361,167	1,583,764	1,528,000
EBIT	1,884,228	1,153,692	783,000
Interest Income	61,721	78,496	60,000
Interest Expenses	274,496	256,006	182,000
NPBT	1,671,453	976,182	600,000
Income Tax	431,047	252,878	150,000
NPAT	1,240,406	723,304	450,000
Statement of financial position			
Total Assets	22,740,724	22,412,546	20,878,000
Total Liabilities	6,065,011	5,633,732	4,047,000
Equity (Net assets)	16,675,713	16,778,814	16,831,000
Return to Shareholders (%)			
Return on Assets	5%	3%	2%
Return on Equity	7%	4%	3%
Profit margin	17%	10%	7%
Current ratio	\$2.14: \$1.00	\$2.08: \$1.00	\$2.89: \$1.00
Capital Structure (%)			
Debt ratio (Debit/Equity)	36%	34%	24%
Interest cover ratio			
Times cover (EBIT/Interest)	7	5	4

出典：JICA 調査団

表 3-30 PAT の財務報告の評価 (2012、2013 年度)

評価項目	2012 年	2013 年	健全性の基準
収益性 (Return on assets)	5%	3%	
効率性 (Operating Expenses/ Operating Revenue)	78%	90%	≦70%~75%
償却前負担前運営経費率 (EBITDA/Total Revenue)	44.7%	37.6%	≧50%~60%

出典：JICA 調査団

効率性(Operating Ratio)は健全性の基準を上回り、償却前負担前運営経費率(Working Ratio)は若干下回っている。収益性は借入金利が7%程度で推移しているので 収益性と償却前負担前運営経費率(Working Ratio)の改善に努力する必要があるが、全体的には健全な運営がなされているといえる。

3-4-2 本計画による PAT の運営維持管理への影響

本計画は現在、クイーンサロテ埠頭で取扱っている島嶼間貨客輸送機能が新たなファウア埠頭に移管されるだけであり、PAT の収益構造に基本的な変化はない。新設されるターミナルビルは旅客ターミナル機能のほかに、島嶼産物販機能やレストランを活用したサービス機能などによる

収益増が期待されるが、ここでは減価償却費用が増加した場合と年間の維持費用を加算した場合の収支状況を予測してみる。本計画は我が国の無償資金協力事業であり本計画による PAT の借入金発生しないことから PAT の事業収支が成り立つかを判断することで本計画による PAT の運営維持管理能力の適否を判断することとした。

3-4-2-1 本計画による増加減価償却資産

本計画により PAT が減価償却資産として受け取る施設の簿価、運営初年度の減価償却費用は表 3-31 のように示される。増加減価償却資産総額は \$ TOP:51,588,787 である。初年度における減価償却額は表中の右端に示しているが、残存価格を簿価の 10%とすると、運用初年度の償却費用負担は \$ TOP68,322 となる。

表 3-31 運用開始初年度における本計画による減価償却費用

2015 0104 Estimation		Booking Cost \$TOP	Life age	Ratio of Dep. (%)	Accumulating Dep. Cost 1st year
Cost of Harbour Facilities	1. Breakwater	4,862,001	40	2.50	3038.75
	2. Berth	20,031,448	40	2.50	12519.66
	3. Dredging and reclamation	2,144,535	40	2.50	1340.33
	4. Accessories				
	4-1 Mooring posts	500,605	40	2.50	312.88
	4-2 Fender	1,191,491	15	6.67	5298.16
	4-3 Ladder	66,028	15	6.67	293.60
	4-4 Edging cover	110,850	15	6.67	492.91
	4-5 Car stopper	475,493	15	6.67	2114.36
	4-6 Floating Light beacon	274,494	40	2.50	171.56
	5. External works & Pavement				
	5-1 Concrete pavement	3,367,606	20	5.00	8419.02
	5-2 Filling works	438,720	20	5.00	1096.80
	5-3 Drainage works	47,352	20	5.00	118.38
	5-4 Lighting poles	2,722	15	6.67	12.10
5-5 Removal works	398,684	20	6.67	1329.61	
Cost of Terminal buildings	1. Terminal building	10,449,703	30	3.33	11599.17
	2. Fixing works				
	2-1 Electrical facilities	1,940,005	15	6.67	8626.56
	2-2 Water supply, Drainage & Swage plants	784,614	15	6.67	3488.92
	2-3 Air conditioner & Ventilation facilities	102,003	15	6.67	453.57
	3. Others				
	3-1 Solar panel	866,438	30	3.33	961.75
	3-2 Security hat	332,717	15	6.67	1479.48
	3-3 Boarding bridge waay	425,333	30	3.33	472.12
	3-4 Outdoor facilities	2,296,109	30	3.33	2548.68
4. Furniture	384,721	15	6.67	1710.73	
5. Others	95,115	15	6.67	422.94	
Total		51,588,787			68322.04

出典：JICA 調査団

3-4-2-2 本計画による収支状況の変化

表 3-32 は本計画による収支状況の変化を見たものである。2010 年～2013 年度の事業状況から、中庸ケースと考えられる 2013 年度をもとにした Projection1 と、一番低迷した 2010 年を Projection2、最も好調に推移した 2012 年を Projection3 とし、計画による減価償却費用増の加算と年間の維持費用を加算した場合の運営収支状況をシミュレートしてみた。これによれば、PAT は本計画の運営管理主体として 2013 年の運営収支状況を確保することが必要であることが理解できる。なお、維持費用は表 3-34 に示す。

表 3-32 本計画による収支状況の変化

Income Statement (Year 2010-2013)					Income Projection		
	Year 2013	Year 2012	Year 2011	Year 2010	By 2013 Projection 1	By 2010 Projection 2	By 2012 Projection 3
Revenue	7,049,494	7,321,481	7,160,575	6,432,961	7,049,494	6,432,961	7,321,481
Other income	222,862	78,683	104,865	643,367	222,862	643,367	78,683
Total income	7,272,356	7,400,164	7,265,440	7,076,328	7,272,356	7,076,328	7,400,164
Depreciation	1,583,764	1,361,167	1,422,856	1,370,210	1,652,086	1,652,086	1,652,086
Administrative and other operating expenses	2,392,114	2,246,475	2,150,968	2,256,733	2,392,114	2,256,733	2,246,475
Personel expenses	2,142,786	1,867,009	1,972,484	2,404,076	2,142,786	2,404,076	1,867,009
Impairment loss on property, plant and equipment	0	41,285	202,123	0	860,654	860,654	860,654
Profit from operations	1,153,692	1,884,228	1,517,009	1,045,309	224,716	-97,221	773,940
Finance income	78,496	61,721	26,142	4,577	78,496	4,577	61,721
Finance cost	256,006	274,496	274,532	335,697	256,006	335,697	274,496
Finance cost-net	177,510	212,775	248,390	331,120	177,510	331,120	212,775
Profit from operations before tax	976,182	1,671,453	1,268,619	714,189	47,206	-428,341	561,165
Income tax expense	252,878	431,047	438,663	178,547	11,801	0	140,291
Profit after tax	723,304	1,240,406	829,956	535,642	35,404	-428,341	420,874
Other comprehensive income	0	0	0	0	0	0	0
Total comprehensive income for the year	723,304	1,240,406	829,956	535,642	35,404	-428,341	420,874
					%	%	%
Profit from operations					3.2	-1.5	10.6
Profit from operations before tax					0.7	-6.7	7.7
Profit after tax					0.5	-6.7	5.7

出典：JICA 調査団

本計画によってクイーンサロテ埠頭のバース No.3 (100m) 及び No.4 (60m) は貨物埠頭として活用できる状況になる。クイーンサロテ埠頭 No.1 (93m) 及び No.2 (110m) の 2010 年～2013 年度における収入は、表 3-33 に示すようなものである。表中には m 当たりの収入額を計算しているが、4 年間の平均収入額は \$ TOP26,724/m となる。バース NO.3、No.4 は水深が 8.0m であり、着岸可能船舶規模からバース No.1、No.2 の平均収入額の 1/6 程度の売上が期待される。バース No.3、No.4 から新たにもたらされる収入は \$ TOP26,724/m × 160m × 0.16 = \$ TOP684,134/年と想定でき、2013 年の収入を確保できる可能性がある。さらに、本計画のターミナルビルではレストラン等の商業活動収入も期待できる。従って、財務面の検討から PAT は本計画を十分運営管理できると判断できる。

表 3-33 クイーンサロテ埠頭 No.1, No.2 の収入と m 当たり収入の変化 (\$ TOP)

	Year 2010	Year 2011	Year 2012	Year 2013
Revenue	4,960,508	5,366,748	5,583,918	5,789,277
Revenue/m	24,436	26,437	27,507	28,519

Average/m: \$TOP26,724/m

出典：JICA 調査団

3-4-3 本計画による PAT の運営・維持管理能力

3-4-3-1 港営技術面からの運営・維持管理能力

本計画では新設される埠頭管理、ターミナルビルのメンテナンス、駐車場及び貨物と取扱施設の保安管理が必要になる。これらに係る技術者は土木技術者を除き現有組織に内包されており、現有体制と人員で対応できる。ターミナルビルの補修整備等の修理事業は埠頭管理部に建築課を内包しており十分対応できる。岸壁及び防波堤等の基盤施設に補修が必要となった場合は、MOI が管理担当となる。大規模補修が必要な場合は計画面と技術面及び資金面で MOI と PAT が協同

して対応することとしている。従って、港営技術面の運営・維持管理能力は十分現有されていると判断される。

3-4-3-2 PAT の運営・維持管理主体としての能力

以上の検討により、本計画の運営・維持管理主体としての PAT の能力は財務計画面及び港営技術面の両面から適性があり、PAT の現有組織を大幅な変更なしに本計画は運営・維持管理可能であると判断できる。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本事業を実施する場合に必要な事業費総額は、約 31.4 億円（日本側 31.2 億円、「ト」国側 0.2 億円）となる。先に述べた日本と「ト」国側の負担区分に基づく双方の経費負担内訳は、後述の(3)に示す積算条件によれば、(1)及び(2)のとおりと見積もられる。ただし、本事業費は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

表 3-34 日本側負担経費

(単位:百万円)

項目	全体	うち無償対象(国債)			
		チーム1 (2015年度)	チーム2 (2016年度)	チーム3 (2017年度)	無償対象分 合計
建設費	2,942	1,177	1,471	294	2,942
設計監理費	173	121	35	17	173
合計	3,115	1,298	1,506	311	3,115

出典：JICA 調査団

(2) 「ト」国側負担経費

「ト」国側負担工事は、表 3-35 に示す項目が考えられる。これらに要する費用は約 291 千パアンガ（16.1 百万円）と見積もられる。この他、ファウア埠頭内の沈船撤去や雑資材処理を実施することになるが、これらは当該地区を使用している民間船社負担で実施されることとなる。

表 3-35 「ト」国側負担経費

項目	担当部署	金額 (\$TOP)
1) 銀行手数料	財務計画省	72,000
2) 植栽工事	社会インフラ省または港湾 公社	140,000
3) 電柱の移設工事	トンガ電力公社	9,000
4) 電力メーターの設置	トンガ電力公社	4,000
5) 電話、ネット回線の接続	フェリー会社	15,000
6) 事務所内家具	フェリー会社	27,000
7) 冷蔵庫、冷凍庫の購入	レルトラン経営会社	24,000
合計		291,000

出典：JICA 調査団

(3) 積算条件

積算条件は以下のとおりである。

1) 積算時点：2014年（平成26年）10月（現地調査終了月）

2) 通貨交換レート

●トンガ・パアンガ対日本円

為替レート：58.22円/\$TOP（出典：トンガ中央銀行）（TTBレート）

●米ドル対日本円

為替レート：104.83円/US\$（出典：東京三菱UFJ銀行）（TTSレート）

3) 施工・調達期間

詳細設計、工事の調達期間は、施工工程に示したとおりである。

4) その他

積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて実施した。なお、本事業は予備的経費を想定した案件となっている。但し、予備的経費の適用及び経費率については外務省によって別途決定される。

3-5-2 運営・維持管理費

本計画に伴う年間の維持費用は、表3-36に示すように約\$TOP860,000と計上される。

表3-36 本計画による毎年の維持費用

項目	建設費 (\$TOP)	毎年の 維持費用	特記事項
1. 外郭施設（建設費の1%）	22,356,944	223,569	防波堤、浚渫、外構、舗装等を除く
2. ターミナルビル（建設費の3%）	15,190,419	455,713	ターミナルビル外構施設等を除く
3. 舗装・外構等（建設費の1%）	6,646,308	66,463	外構、舗装及び外灯等
4. 航行支援施設等（建設費の3%）	2,616,239	78,487	埠頭照明及び境界盛土・植樹等
5. 環境モニタリング調査費	36,232	36,232	水質調査 年2回実施
合計		860,464	

出典：JICA 調査団

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本件実施のためには、先方政府により下記事項が確実に実施される必要がある。

- 工事開始に際して必要となる環境許可の取得が確実になされること。(2015年3月に同許可の取得完了)
- 入札公示前までに、工事許可を含む建設許可の取得がなされること。
- 建設工事に必要となる工事用資材の仮置きヤード(約4,700m²)及び残土置場が先方政府により手当され、準備されること。
- 調達資機材通関時及び本事業に係る免税処置が実施されること。
- 既存ファウア埠頭内の沈船処理及び同埠頭上の未利用倉庫とコンテナ他散在する資材の撤去を工事着手前までにMOIの責任において実施されること。
- 工事による環境影響及びその緩和策への対応としての環境モニタリングが確実に実施され、JICA事務所へ報告されること。また、必要な場合には適切な処置がとられること。
- 建築及び外構工事に係る先方政府負担工事が確実に実施されること。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入(負担)事項

本プロジェクト完了にともなう全体計画達成のためには、相手国政府により次の投入がなされることが必要である。

- 施設の維持管理に必要な予算手当と管理業務が確実に実施されること。
- 特に、旅客ターミナルビルの太陽光発電システムと浄化槽の維持管理については、適切な技術力を持った現地業者を選定すること。
- 隣接する既存ファウア埠頭の整備を進めることにより、小型船舶運航とのシナジー効果を高める。
- 大型船舶の整備及び運航管理を確実にを行い、安全・安心な国内貨客輸送システムを構築する。
- ヤード入口のゲート部に警備員を配置し、貨客の動線を管理することで、荷役効率の向上および旅客の安全を確保する。
- 旅客ターミナルビルに島嶼産物販売機能やレストランを活用したサービス機能、旅客待合ホールを活用したイベント機能等を付加することで、港湾施設の収益増と地域経済の活性化を図る。

4-3 外部条件

(1) 地方港湾の整備

島嶼間輸送システムは、基地港とそれに連絡する各地方港湾の両方が整備されて初めて本来の機能が発揮されるものである。本計画により、基幹港であるヌクアロファ港が整備されるが、ハアパイ、ババウ、ニウアス諸島の各地方港の整備状況は非常に遅れている。地方港の維持管

理は MOI が実施しているが、PAT に比べて脆弱な財政状況のため、港湾施設の劣化が進行している状況である。通常、2 隻の大型船舶が毎週、島嶼間の運航を行っているが、港内水深が浅いため沖に停泊して小舟に貨客を積み替えてピストン輸送している港もあり、夜間運航時には座礁の危険性も大きい。ヌクアロファ港に次ぐ第 2 の港湾があるババウ島でも、大型船舶 2 隻が同時に接岸できる岸壁が無く、泊地水域も狭隘なため、1 隻ごとの接岸・荷役作業を行っている。

今後、本プロジェクトの効果を発現・持続するためには、地方港湾の整備が不可欠である。特に、観光客や貨物の利用が多いババウ島の港湾整備は優先事項であり、収益性の高い国際港としての開発も視野に入れた整備計画が必要である。

(2) 新大型船舶の整備

現在就航している民間所有の大型船舶は、建造後約 25 年が経過し老朽化が進んでいる。また、民間船会社の財政難から維持管理状態も悪く、あと数年で廃船となる可能性が大きく、現状の運航状態を継続すると海難事故の発生リスクが高いと思われる。現況の利用状況および 2 年に 1 度のフィジードックでの定期点検整備を考えると、常時 2 隻の大型船舶は必要であり、安全で安定した海上輸送システムを確保するためにも、新しい大型船舶の準備が急務である。

(3) 公共修理施設の整備

現在、「ト」国には、民間の大型船舶が利用できる公共修理施設は整備されておらず、フィジーのドックと同様の大型ドックを整備することは、立地条件からも利用頻度が限られており現実的ではない。本計画の対象施設には、大型船舶や荷役機械の修理作業場の整備は含まれていない。そのため、プロジェクト完成後は、クイーンサロテ埠頭にある FISA 所有の修理場を共同で使用するようになる。しかしながら、民間が所有する大型船舶や荷役機械の安全性を確保するためにも、公共の修理場の整備が必要である。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

我が国と太平洋島嶼国は、両者の関係を強化する目的で、1997 年から 3 年に一度日本で「太平洋・島サミット」(Pacific Islands Leaders Meeting : PALM) が開催されている。太平洋島嶼国は「国土が狭く、分散している」、「国際市場から遠い」、「自然災害や気候変動等の環境変化に脆弱」などの困難を抱えていることから、太平洋・島サミットではこうした様々な課題について共に解決策を探り、太平洋島嶼地域の安定と繁栄を目指し、首脳レベルでの議論が行われている。

直近では 2012 年に第 6 回太平洋・島サミット (PALM6) が沖縄で開催され、「沖縄キズナ宣言 (Okinawa 'Kizuna' Declaration)」が採択されている。この中で我が国は、2012 年以降の 3 年間で最大 5 億米ドルの援助を提供するために、最大限の努力をしていくことをコミットしている。本件は、「沖縄キズナ宣言」にも見られる我が国の太平洋島嶼国への援助方針に合致しており、外交的意義が高い。

また、国別援助方針においては、「ト」国の自立的・持続的な発展の後押しと二国間関係の強化のため、持続的な支援が重要であることが、援助の意義として言及されている。環境に配慮した持続的経済成長の達成と国民の生活水準の向上を大目標とする援助の基本方針のもと、基礎的な社会サービスの向上やインフラ整備を含む持続的な経済成長基盤の強化に対しても支援を行うとされている。本プロジェクトは、「脆弱性の克服」という2番目に掲げられた重点分野（中目標）の中で述べられている「基幹産業である観光業、農林水産業等の産業振興の環境を整備するための社会インフラの整備」に該当する案件として位置付けられている。

以上から本件は、太平洋・島サミットで採択された「沖縄キズナ宣言」に沿った案件であり外交的な意義が高く、外務省の国別援助方針における協力重点分野にも合致することから、無償資金協力としての実施意義は高い。

4-4-2 有効性

1) 定量的効果

本プロジェクトにより期待できる有効性を表 4-1 に示す。

表 4-1 本プロジェクトにより期待できる定量的効果

指標名	基準値 (2014年実績値)	目標値(2021年) 【事業完成3年後】
港湾施設 1,500トン級船舶が着岸できる 回数(回)(年間)	0	45
港湾施設 取扱い貨物量(トン)(年間)	0	45,000
港湾施設 利用旅客数(人)(年)	0	45,000

2) 定性的効果

- i. 接岸時間の短縮
- ii. ヤード整備と貨客分離による荷役効率の向上
- iii. 待合室の整備による旅客の快適性向上
- iv. 旅客専用通路の設置による旅客の安全確保
- v. ターミナルビルの整備による収益向上と雇用促進等による経済効果

本プロジェクトの有効性、効果測定のための PDM (Project Design Matrix) を表 4-2 の通り整理する。本プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標及び、期待される成果とそれぞれの定量的、定性的評価指標は、同表に整理した通りである。

表 4-2 プロジェクト効果測定のための PDM

プロジェクト要約	定量的指標	指標データの入手手段	定性的効果／外部条件
<p>上位目標 「ト」国開発戦略の一部として、ヌクアロファ港が整備され、「ト」国の経済活動が活発化する。</p>	<p>港湾利用料等、港湾運営による収入の維持／増加 経済活動の活発化（ターミナル利用者の増加）GNP の維持／増加</p>	<p>「ト」国統計資料 PAT 統計資料等 世銀統計資料等</p>	<p>ヌクアロファ港の港湾インフラが整備され、荷役作業の安全性、快適性が増加し、港湾活動、経済活動が活発化する。</p>
<p>プロジェクト目標 国際貨物と国内貨物を分離する。 大型船舶の接岸及び係留時の安全性を改善する。 荷役作業の効率化、旅客の安全性を改善する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> クイーンサロテ埠頭の国際貨物専用化 同埠頭アクセス道路の混雑解消 大型船舶の安全な着岸回数 避難港利用船舶数 安全な取扱い貨物量 安全な旅客運搬 	<p>JICA 調査団の検討 ヌクアロファ港の港湾統計等 PAT 作成の資料</p>	<p>クイーンサロテ国際埠頭の港湾保安上の課題が解決される。 船舶入出港、安全性、快適性の向上により、港湾における諸活動が活発化する。 分離した貨客動線が明確になり、荷役効率や安全性が確保される。</p>
<p>期待される成果 港湾利用者の視点から見たクイーンサロテ港の安全性が向上する。 港湾利用者の安全性に対する満足度及び評価が向上する。</p>	<p>港湾利用者（船長、船員、船会社、旅客等）による下記施設の安全性に対する評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 接岸及び係留施設 荷役作業及び旅客乗降 待合施設 航行援助施設 	<p>港湾利用者へのインタビュー調査 (JICA 調査団/PAT)</p>	<p>船舶の入出港、接岸・係留時の安全性及び操船性が向上する。 貨物の荷役作業の効率及び安全性が向上する。 旅客の快適性、安全性が向上する。</p>
<p>活動 大型船舶専用の防波堤、岸壁、附帯施設、ヤード、ターミナルビル等が整備される。</p>	投 入		<p>維持管理に必要となる予算が計上され、維持管理補修が毎年確実に実施される。 地方港の整備 新大型船舶の整備 公共修理施設の整備</p>
	日本側	相手国側	
	<p>大型船舶専用埠頭の港湾施設の整備 航行援助施設の整備 旅客ターミナルビルの整備</p>	<p>港湾施設及び大型船舶の適切な維持管理補修の実施 既存ファウア埠頭の整備 警備員の配置</p>	

出典：JICA 調査団