

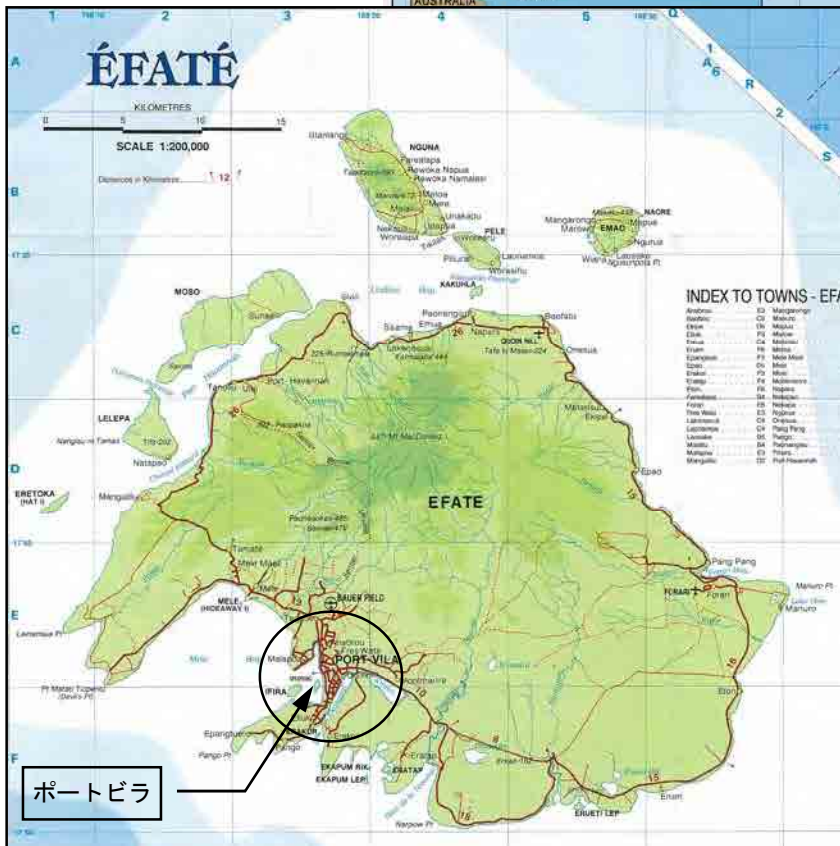
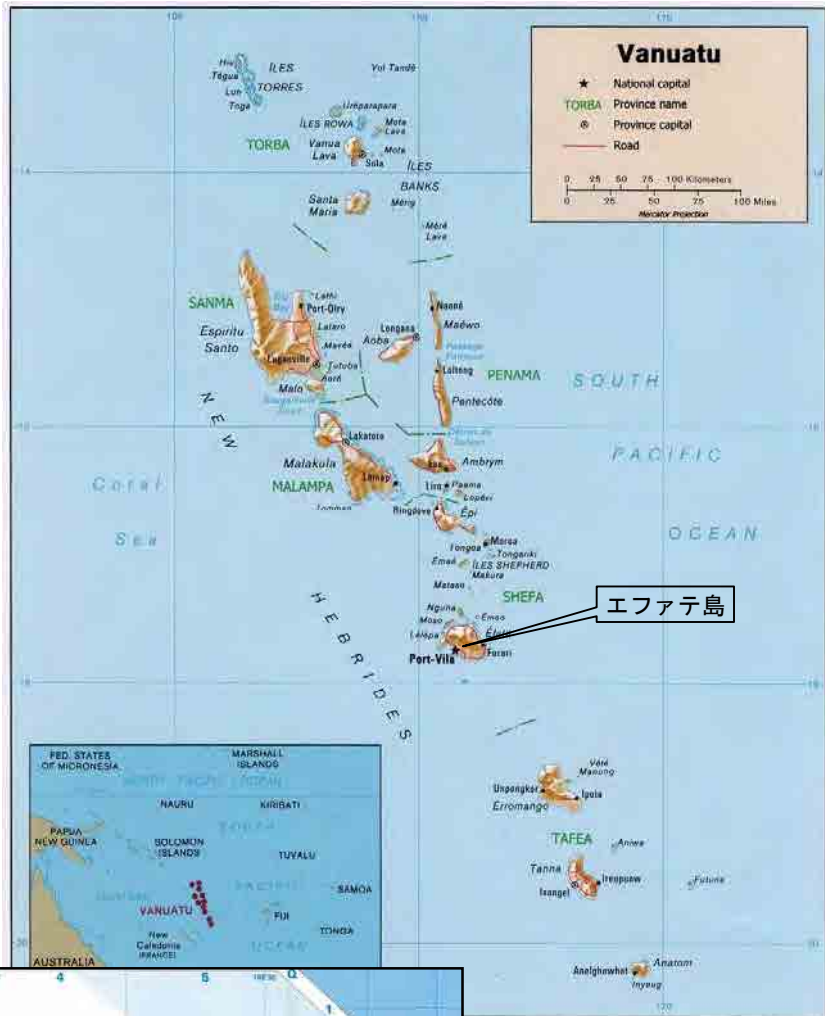
バヌアツ国
財務・経済企画省
インフラ・公共事業省

バヌアツ国
ポルトビラ港国際多目的埠頭整備事業
準備調査（その1 積算見直し）
報告書

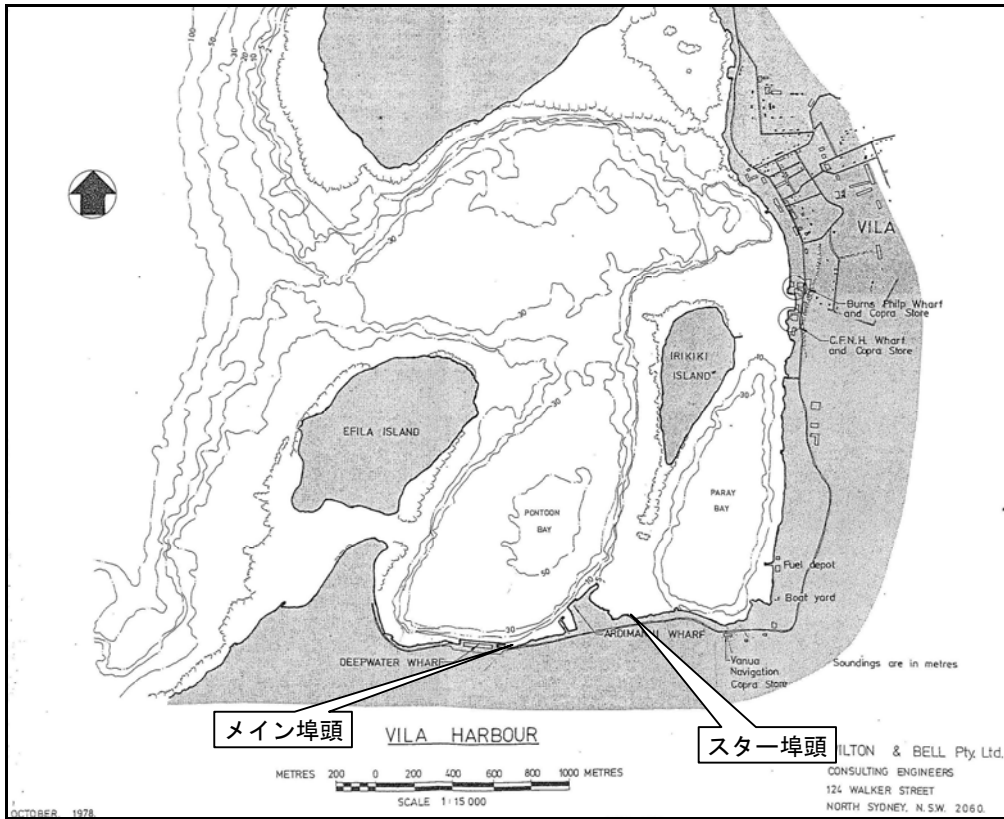
平成23年12月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社エコー



バヌアツ国エファテ島及びポートビラ位置図



メイン埠頭 VILA HARBOUR スター埠頭

ビラ港メイン埠頭及びスター埠頭位置図



スター埠頭整備計画平面図

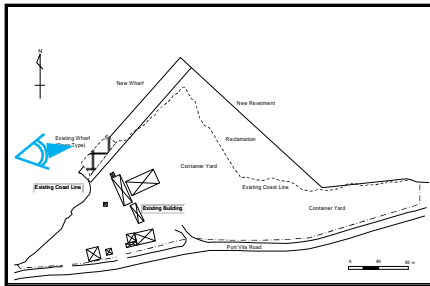


写真-1 ビラ港スター埠頭の全景

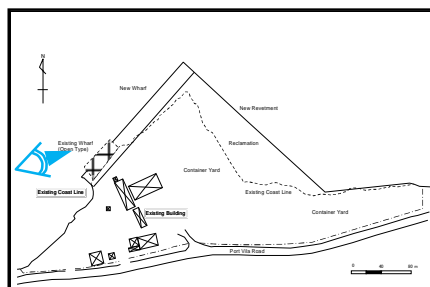


写真-2 メイン埠頭に立地する国内埠頭の状況



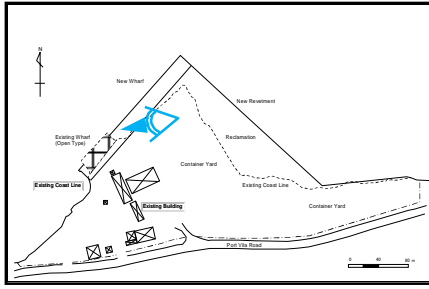


写真-3 老朽化した国内埠頭の状況

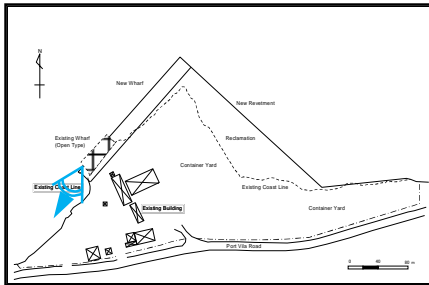


写真-4 国内埠頭南側の護岸の状況

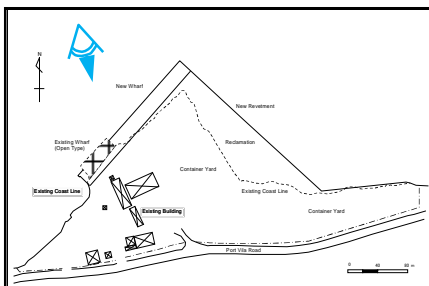


写真-5 国内埠頭及び北側の護岸の状況



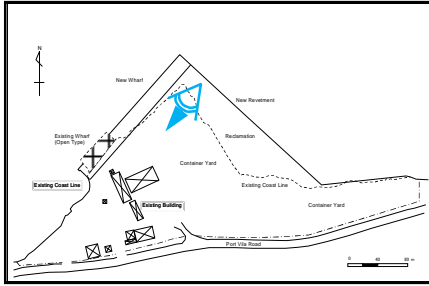


写真-6 国内埠頭背後のヤードの状況

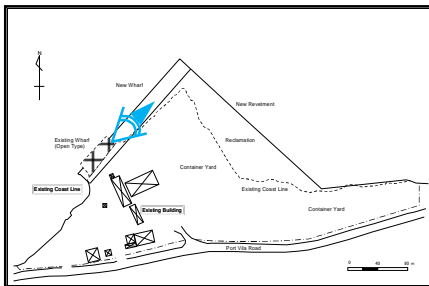


写真-7 国内埠頭北側の護岸の状況

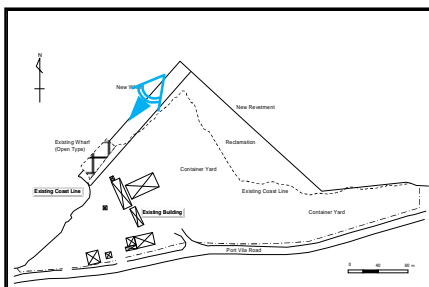


写真-8 国内埠頭北側の護岸の状況



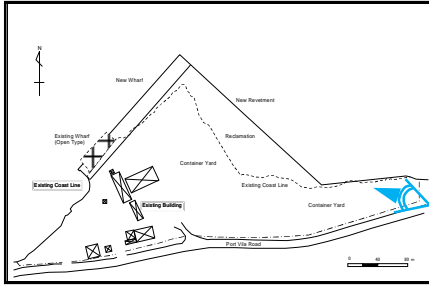


写真-9 スター埠頭の東側の状況

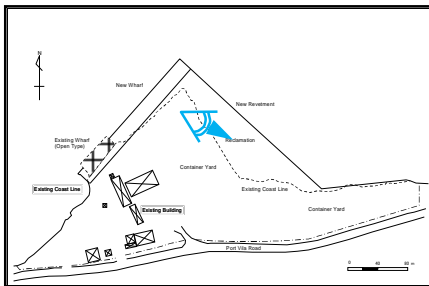


写真-10 スター埠頭東側の護岸の状況

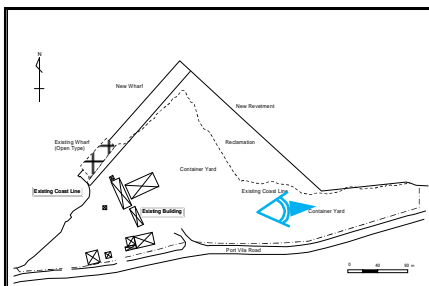


写真-11 スター埠頭東側のヤード及び護岸の状況



目 次

1. プロジェクトの背景等	1-1
1.1 プロジェクトの背景	1-1
1.2 ポートビラ港の現状	1-1
2. スター埠頭の計画概要	2-1
2.1 スター埠頭の整備効果	2-1
2.2 計画施設・機材の概要	2-1
2.3 岸壁施設の計画概要	2-2
2.4 事業費積算の概要	2-5
2.5 岸壁部分の事業費	2-7
3. 埠頭棧橋構造概略設計の見直し	3-1
3.1 設計条件	3-1
3.2 岸壁構造形式の選定	3-2
3.3 棧橋構造の概略設計	3-12
3.4 その他土木構造物の設計	3-31
3.5 建築施設の設計・積算見直し	3-32
4. 施工計画/調達計画（酒井）	4-1
4.1 施工計画	4-1
4.2 資機材調達計画	4-7
5. プロジェクト概算事業費	5-1
5.1 全体事業費	5-1
5.2 調達パッケージの検討	5-3
6. 調達方法の留意事項	6-1
6.1 バヌアツ国における港湾土木工事の調達事情	6-1
6.2 コンサルタント雇用	6-1
6.3 施工建設会社の選定方針	6-2

図リスト

図 1.2-1	Great Bali Hai の寄港ルート	1-4
図 1.2-2	Swire Shipping の寄港ルート	1-4
図 1.2-3	コンテナの荷役フロー	1-5
図 1.2-4	スター埠頭の施設	1-6
図 2.2-1	スター埠頭整備計画の施設配置概要図	2-2
図 2.3-1	Tasman Mariner の係留状況	2-4
図 2.3-2	South Islander の係留状況	2-4
図 2.3-3	岸壁施設の構造断面図	2-5
図 3.1-1	新岸壁法線方向・位置（既設岸壁法線との比較）	3-1
図 3.1-2	ボーリングの位置と岸壁法線との距離	3-2
図 3.2-1	重力式係船岸の設計例（ケーソン式）	3.3
図 3.2-2	矢板式係船岸の設計例（控直杭式）	3-4
図 3.2-3	横棧橋形式の設計例（直杭式）	3-4
図 3.2-4	水中ストラット工法の概要	3-7
図 3.2-5	鋼管矢板式岸壁の標準断面（比較案1）	3-10
図 3.2-6	鋼管杭（直杭式）の標準断面（比較案2）	3-10
図 3.2-7	水中ストラット式鋼管杭岸壁の標準断面（比較案3）	3-11
図 3.3-1	水中ストラット式棧橋の検討断面	3-12
図 3.3-2	水中ストラット式棧橋の検討平面図	3-12
図 3.3-3	解析モデルの概要	3-13
図 3.3-4	作業時の杭列変位及び断面力	3-14
図 3.3-5	接岸時の杭列変位及び断面力	3-15
図 3.3-6	地震時（←）の杭列変位及び断面力	3-16
図 3.3-7	地震時（→）の杭列変位及び断面力	3-17
図 3.3-8	解析モデル（海側杭列）	3-22
図 3.3-9	解析モデル（中央杭列）	3-22
図 3.3-10	解析モデル（陸側杭列）	3-22
図 3.3-11	法線方向杭列（海側）の変位及び断面力図	3-23
図 3.3-12	法線方向杭列（中央）の変位及び断面力	3-24
図 3.3-13	法線方向杭列（陸側）の変位及び断面力	3-25
図 3.3-14	スター埠頭岸壁の標準断面図と平面図	3-30
図 3.4-1	浚渫土の投棄範囲と護岸位置	3-31
図 3.4-2	護岸構造（BF/S の提示案）	3-31
図 3.4-3	浚渫土投棄区域の岸壁構造（新規提案構造）	3-31

表リスト

表 1. 2-1	ポートビラ港の月別寄港船舶数	1-3
表 1. 2-2	コンテナ船とクルーズ船の入港スケジュール	1-4
表 1. 2-3	ポートビラ港メイン埠頭のクルーズ船の寄港数	1-5
表 2. 2-1	計画施設及び機材の概要	2-2
表 2. 3-1	コンテナ船を対象とした岸壁の諸元	2-3
表 2. 3-2	岸壁の計画水深の設定	2-4
表 2. 4-1	BF/S による事業費総括表	2-6
表 2. 4-2	為替レートによる事業費の変動	2-7
表 2. 5-1	岸壁部分の事業費概算表	2-8
表 3-2-1 (1)	ポートビラ港の月別寄港船舶数	3-8
表 3-2-1 (2)	ポートビラ港の月別寄港船舶数	3-9
表 3. 3-1	作業時の断面応力の照査	3-18
表 3. 3-2	接岸時の断面能力の照査	3-19
表 3. 3-3	地震時 (←) の断面能力の照査	3-20
表 3. 3-4	地震時 (→) の断面能力の照査	3-21
表 3. 3-5	海側杭列の性能照査	3-26
表 3. 3-6	中央杭列の性能照査	3-27
表 3. 3-7	陸側杭列の性能照査	3-28

写真リスト

写 1. 2-1	ポートビラ港の航空写真	1-2
写 1. 2-2	ポートビラ港メイン埠頭の航空写真 (2010 年 3 月施設完成直後)	1-3
写 1. 2-3	コンテナムーバーの作業状況	1-5
写 1. 2-4	現在のスター埠頭の状況	1-6
写 1. 2-5	以前のスター埠頭の状況	1-6
写 1. 2-6	フォークリフトの作業状況	1-7
写 1. 2-7	2009 年ころのコンテナヤードの状況	1-7
写 1. 2-8	島嶼間フェリーの接岸状況	1-7
写 1. 2-9	国内埠頭での荷役状況	1-7
写 2. 3-1	Tasman Mariner (Swire Shipping)	2-3
写 2. 3-2	South Islander (Great Bali Hai)	2-3

1 プロジェクトの背景等

1 プロジェクトの背景等

1.1 プロジェクトの背景

バヌアツ国（以下「バ」国）は、近年建設関連産業と観光業に牽引され、高い経済成長を達成している反面、道路、港湾等の経済基盤の整備が追いついておらず、開発上の課題となっている。そこで「バ」国政府は、国家の長期計画である優先行動議題（Priorities & Action Agenda 2006-2015）及び中期計画（2007～2011年）において、ポートビラ港の港湾施設の改善を最重要課題として掲げている。特に、同港は国際的な安全基準である ISPS Code (The international Ship and Port Security Code)を満たしておらず、またコンテナ貨物に対応できない構造となっていたことから、我が国は無償資金協力「ポートビラ港埠頭改善計画」（2007～2009年）を実施し、緊急対応として同港の安全性の強化や国際用埠頭におけるヤードの改修（バラ荷貨物用→コンテナ貨物用）等の機能の強化を図った。

しかし、同港では近年、経済発展に伴って取扱い貨物量が急増する一方で、大型観光船を始めとした船舶の入港も急増している。観光船は、貨物船よりも優先度が高く、観光船の入港によって貨物船の荷役の中断や沖待ちを余儀なくされるケースが多発している。そこで、「バ」国政府は、国際貨物用の栈橋やヤードの規模を拡張するため、国内用埠頭も含めた同港の総合的な開発を計画し、AusAID に国際貨物用埠頭の開発に係るフィージビリティ・スタディ（以下 F/S）の実施を要請し、2010年7月に完成した。その後、同政府は同 F/S に基づいて、2010年9月にその事業化に係る円借款を我が国政府に要請した。

同要請を受けて、JICA は2011年2月にファクトファインディング調査団を派遣し、要請内容の確認や円借款に係る基本的事項の確認を行うとともに、同年3月に港湾施設、港湾開発、財務分析及び環境社会配慮の4分野の専門家を「バ」国に派遣し、上記 F/S のレビューに係る技術指導を行った。これらの結果に基づき、プロジェクトの妥当性の検討を行ったところ、F/S で提案されている栈橋の構造は、鋼管杭式栈橋構造となっているが、我が国で一般的に採用されている鋼管杭式栈橋構造とは断面構造が異なっており、コスト面での構造比較が行われていないことが判明した。さらに、提案されている構造について分析したところ、我が国の一般的な杭式栈橋構造の方が材料費の面でコストが安くなる可能性があることが判明した。

本調査では、比較検討対象として我が国の杭式栈橋方式を取り上げ、F/S のデータをベースに同方式の設計断面を再検証して再積算を行い、F/S で提案されている構造との間で比較検討を行うことを目的とする。

その趣旨に従い、明らかに不都合があると思われるもの以外は、設計条件については BF/S で決定したものを使用して、再設計を行うものとする。

1.2 ポートビラ港の現状

(1) ビラ港の現状

ビラ港は、Santo 島の Luganville 港と並ぶバヌアツ国の主要国際貿易港である。同港は、写 1.2-1 に示すようにポートビラ市街地の東側に位置し、背後には山が迫っていることから、陸

域部への拡張は困難な地形となっている。スター埠頭は、コンテナ船が接岸するメイン埠頭の東側 500m に立地しており、国際貨物用のコンテナヤードとして利用されている。メイン埠頭において陸揚げされたコンテナは、ただちにスター埠頭に移送され、蔵置されている。同埠頭の東側には、老朽化した栈橋を含む国内貨物埠頭が立地し、バヌアツ国の島嶼部を結ぶ国内フェリーやニューカレドニアのヌーメアを結ぶ小型の国際フェリーが利用している。

ビラ港には、従来バラ積み用の埠頭しかなく、コンテナ貨物の取扱量の急増に対応できていない課題を有していたことから、メイン埠頭のコンテナ貨物用への改修が我が国による無償資金協力「ポートビラ港埠頭改善計画」が 2010 年 3 月に完成したところである。計画内容は、岸壁とコンテナヤード間のアプローチを改善、コンテナヤードの舗装、バラ荷倉庫の改修等からなっている。本計画については、弊社が基本設計調査から詳細設計、施工監理までの一連のコンサルタント業務に参画している。

また、施設整備につづいて、2011 年 4 月から、JICA シニアボランティアが港湾局に派遣され、港湾の管理運営のソフト面からの支援が行われている。



写 1.2-1 ポートビラ港の航空写真

(2) ビラ港メイン埠頭の現状

1) 港湾施設の概要

写 1.2-2 は我国の無償資金協力で実施したメイン埠頭改修計画の完成直後の航空写真である。この写真に示すように栈橋型式の岸壁施設の背後に、コンテナヤード、バラ荷倉庫、管理施設等が立地している。それぞれの港湾施設の概要は、以下に示すとおりである。

- ・岸壁 : 延長 213m、前面水深-10.7m
- ・コンテナヤード : 舗装面積 7,000m²
- ・バラ荷倉庫 : 延べ床面積 1,100m²
- ・管理施設 : 床面積 280m²

また、同港では水先案内人と乗船とタグアシストが必須であることから、港湾施設の改修に併せて、寄港船舶の航行安全性の向上のため、タグボート及びパイロットボートが導入さ

れている。

- ・ タグボート : 全長 31m, 250GRT, 主機関馬力 1,600 馬力×2 機
- ・ パイロットボート : 全長 12m, 11GRT, 主機関馬力 180 馬力×2 機



写 1.2-2 ポートビラ港メイン埠頭の航空写真 (2010年3月施設完成直後)

2) 寄港船舶の概要

ビラ港には、国際コンテナ船、タンカーのほか、クルーズ船が入港しており、非常に混雑した状況を呈している。

2010年にビラ港へ寄港した船舶数は、表 1.2-1 に示すように 168 隻であった。このうち、クルーズ船の寄港数が 78 隻と、全体のほぼ 1/2 を占めている。入港の優先順位は、クルーズ船、緊急船舶、貨物船、タンカーの順となっており、コンテナ船やタンカー等の優先順位の低い船舶は、クルーズ船の入港日には岸壁を使用することができないことから、寄港順序を変更して近隣のサント港に入港することがある。

表 1.2-1 ビラ港の月別寄港船舶数

月	2010年												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
クルーズ船	8	5	10	7	4	7	5	6	5	7	6	8	78
コンテナ船	5	5	7	5	5	7	6	6	5	5	6	5	67
タンカー	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	3	21
調査船	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
合計	15	11	19	13	11	16	13	13	12	16	13	16	168

Source: Dept. of Port and Harbor

ビラ港に寄港するコンテナ船の定期航路及び主な寄港地は、以下に示すとおりである。日本からは、Greater Bali Hai が配船しており、オーストラリアからは主に Swire Shipping となっている。

- ・ Greater Bali Hai (釜山→横浜→タラワ→フィジー→ヌーメア→ビラ→サント→ホニアラ)
- ・ Swire Shipping (ブリスベン→ヌーメア→ビラ→フィジー→サモア→米サモア→タラワ)
- ・ Pacific Direct Line (オークランド→ヌーメア→フィジー→ビラ→サント)
- ・ Sofrana Shipping (オークランド→ブリスベン→ポートモレスビー→ホニアラ→ビラ)
- ・ Neptune Pacific Line (シドニー→ブリスベン→ビラ→ノロ→ホニアラ)



図 1.2-1 Greater Bali Hai の寄港ルート



図 1.2-2 Swire Shipping の寄港ルート

表 1.2-2 は、それぞれの船社の配船スケジュールから、9月のビラ港への入港スケジュールを作成したものである。このほか、オイル及びガスタンカーが入港する。月間の岸壁占有日数は14日ほどとなっており、コンテナ船の入港時期は航行途中に頻繁に変更となることから、入港時期が重複する可能性があることを示している。また、表中には、クルーズ船の入港時期を合わせてしてしている。9月中旬に入港予定の Swire Shipping と Sofrana Linen の入港予定日はクルーズ船と重なっており、スケジュールの変更を迫られる。クルーズ船の入港が頻繁となる季節には、寄港日の調整がさらに多く求められる。

表 1.2-2 コンテナ船とクルーズ船の入港スケジュール

2011	Cruise Ship	Shipping Line					Port Occupancy	
		Swire Shipping	Sofrana	Pacific Direct Line	Neptune Pacific Line	Greater Bali Hai		
Sept. 01		↑					↑	Forum Fiji
02		↓					↓	
03								
04								
05				↑	↑		↑	Southern Fluor
06				↓	↓		↓	
07								
08	◎ Pacific Dawn						◎	Pacific Dawn
09								
10								
11								
12								
13	◎ Pacific Jewel		↑				◎	Pacific Jewel Sofrana Saville
14		↑	↓				↑	Capt. Tasman
15	◎ Pacific Dawn	↓					◎	Pacific Dawn
16					↑		↑	
17					↓		↓	
18								
19								
20								
21								
22								
23				↑			↑	Southern Fluor
24				↓			↓	
25								
26								
27						↑	↑	South Islander
28						↓	↓	
29								
30								
Frequency	2 ship calls/month	2 ship calls/month	1 ship calls/month	2 ship calls/month	(2 ship calls/month)	1 ship call/month		6 ship calls/month
In-port Days	6 days/month	6 days/month	4 days/month	6 days/month	(6 days/month)	2 days/month		14 days/Month

ポートビラ港に寄港するクルーズ船の月別隻数は、表 1.2-1 から 2010 年の年間寄港数は 78 隻であり、2012 年には 114 隻の入港が予定されており近年増加傾向にある。ポートビラ港に最も多く配船している船社は、P&O Cruises (現 Carnival Line) で、Pacific Dawn, Pacific Jewel 及び Pacific Sun が多く配船されている。ビラ港へのクルーズ船の寄港隻数は、P&O Cruises のみで月平均 7 回の頻度となっており、その他の船社のクルーズもあることから、さらにクルーズ船の寄港隻数は増えることとなる。

ちなみに、Pacific Dawn の船舶諸元は、以下のとおりである。

- ・全長 245.1m, 70,285GRT, 喫水 7.0m
- ・旅客定員 2,050 人、乗組み員 696 名

表 1.2-3 ビラ港メイン埠頭のクルーズ船の寄港数

船名\月	2010年												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Pacific Dawn	3	1	3	2	1	3	2	3	3	3	3	4	31
Pacific Jewel	3	1	1	3	1	2	2	3	2			1	19
Pacific Sun			2	1	1	2	1				1	2	10
Dawn Princess					1					2			3
Phapsody											2	1	3
Volendam	1			1						1			3
Sun Princess	1									1			2
Albatross			1										1
Balmoral		1											1
Bosei Maru			1										1
Clipper Odyssey		1											1
Orion			1										1
Pacific Princess			1										1
Voyager		1											1
合計	8	5	10	7	4	7	5	6	5	7	6	8	78

Source: Dept. of Port and Harbor

4) コンテナの荷役状況

コンテナ荷役は、岸壁部分に荷重制限があつて、大型フォークリフトが進入することができない。コンテナの荷役フローは、図 1.2-3 に示すとおりで、コンテナ船から荷降ろしされた実入りコンテナは、写 1.2-3 の軸荷重の小さいコンテナムーバーによって背後のコンテナヤードに小運搬され、その後、大型フォークリフトによってトレーラーに積込まれてスター埠頭のコンテナヤードに移送される。また、メイン埠頭では、クルーズ船が入港したときにコンテナ荷役ができないことから、メイン埠頭内にコンテナの蔵置はできない状況である。

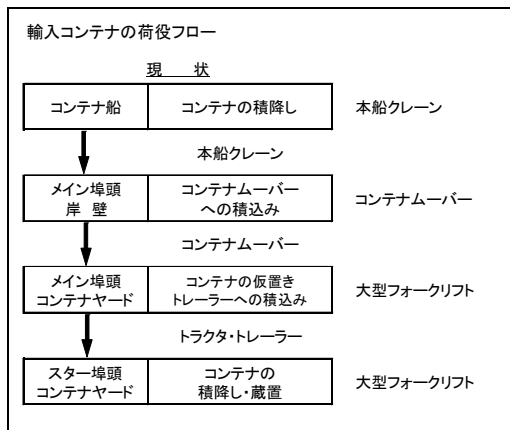


図 1.2-3 コンテナの荷役フロー

写 1.2-3 コンテナムーバーの作業状況

Sofrana Shipping の Sofrana Surville からのコンテナの積み降ろし状況を視察した結果、コンテナ 1 本当りのサイクルタイムは早い場合に 5 分で、遅い場合には 10 分以上もかかることもあった。本船クレーンの作業効率は他の港湾と変わらないが、この非効率性は陸上運搬機械数が効率的な稼働の所要数に達していないことに起因している。

したがって、メイン埠頭におけるコンテナの荷役効率は、岸壁の荷重制限や荷役機械の制約による荷役時間の遅さ、コンテナのスター埠頭への横持ち移動などが影響して、非常に非

効率となっていることがわかる。

(3) スター埠頭の現状

1) スター埠頭の概要

スター埠頭は、図 1.2-4 に示すようにコンテナヤードと国内貨物埠頭が立地し、IPDS (Ifira Port Development Service Co., Ltd.) が管理・運営している。国内貨物埠頭は、西側部分に立地しており、コンテナヤードとネットフェンスによって隔離されている。スター埠頭の西側の海域は、急深の海底地形となっており、岸壁施設の延長が困難な水深分布となっている。これに対して、東側は Iririki 島との間に分布するトンボロ状地形が形成されており、水深が比較的浅く、船舶の航行はできず、岸壁整備には適さない。

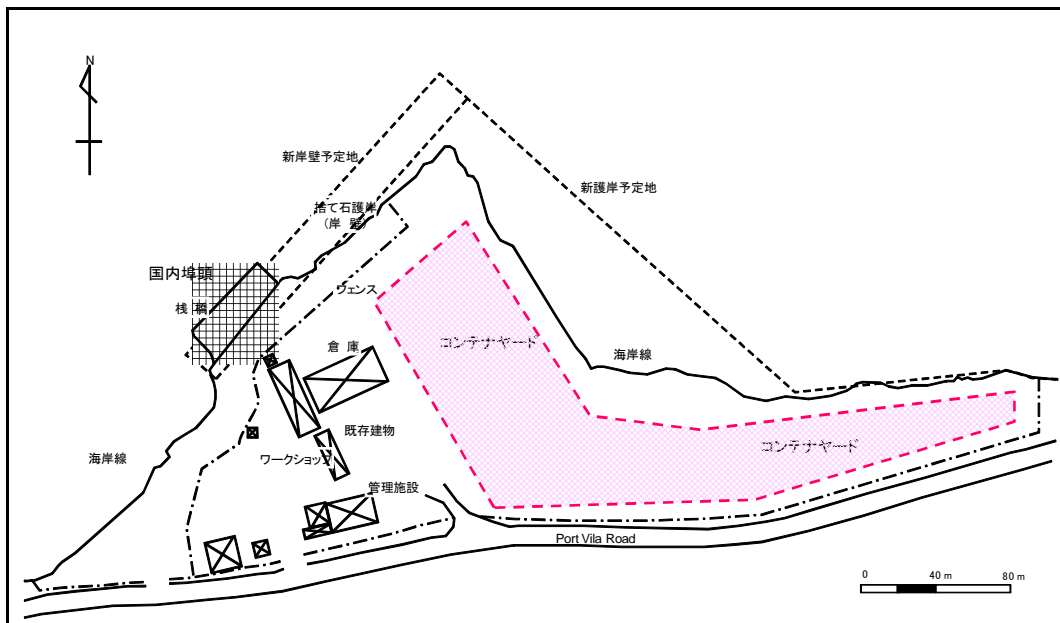


図 1.2-4 スター埠頭の施設

スター埠頭の現在の航空写真を写 1.2-4 に、撮影年は不明なもの 1987 年以前と思われる航空写真を写 1.2-5 に示す。スター埠頭は、当初π型の埋立て形状をしていたものが、その後徐々に埋立て拡張されていることがわかる。また、西側の入り口部分には小舟溜まりのような施設が認められるが、現在は埋立てられている。



写 1.2-4 現在のスター埠頭の状況



写 1.2-5 以前のスター埠頭の状況

2) コンテナヤードの概要

コンテナヤードは、図 1.2-4 に示すように、スター埠頭の東側のほとんどの領域を占めている。西側の国内埠頭に隣接する区域には、管理施設及びワークショップ等が立地している。コンテナヤードは、写 1.2-6 に示すように舗装されておらず、不陸が多いことからフォークリフト等のコンテナ荷役機械の故障の原因となっており、コンテナの荷役作業の効率性の低下を招いている。また、コンテナの取扱い中に泥がコンテナに付着することから、空コンテナの輸出前には、検疫面から外部に付着した泥の水洗いが必要となっている。

写 1.2-7 は、2008 年頃のスター埠頭の写真で、コンテナヤードはコンテナで混み合っており、道路上まで蔵置されていることがわかる。2010 年完成の日本の無償資金協力によるメイン埠頭の改修に加えて AusAID によるコンテナ荷役専門家の派遣によって、コンテナヤードは有効活用され、コンテナ荷役の効率性及び安全性は以前に較べて格段に向上している。



写 1.2-6 フォークリフトの作業状況



写 1.2-7 2009 年ころのコンテナヤードの状況

3) 国内埠頭の状況

国内埠頭は、スター埠頭の西側の新岸壁の建設区域に立地しており、Ifira グループの Ifira Shipping 関連の国内航路に就航する船舶が利用している。国内埠頭施設は、非常に老朽化した栈橋がある程度で、旅客ターミナル等の陸上施設やサービス施設は全く整備されていない。栈橋施設は、老朽化によってあまり利用されておらず、島嶼間フェリーは写 1.2-8 に示すように、栈橋北側の捨て石護岸を利用して接岸している。「バ」国は、80 あまりの島々が南北約 1,200km にわたって広がる群島国であり、国際貨物埠頭はビラ港と Santo 島の Luganville 港に限られており、国際港と離島とを結ぶ国内貨物及び旅客用の埠頭の整備が重要である。



写 1.2-8 島嶼間フェリーの接岸状況



写 1.2-9 国内埠頭での荷役状況

国内貨物埠頭は、ニュージーランド国政府及びアジア開発銀行（ADB）の協調融資によって別途整備が計画されている。建設予定地は、写 1.2-1 に示すように、スター埠頭の東側の比較的浅瀬である。国内埠頭整備計画は 2011 年 10 月 ADB により詳細設計のコンサルタント募集が開始された段階である。

スター埠頭整備にあたっては既存の国内埠頭がポートビラに存在しなくなることから、本事業実施にあたっては国内埠頭施設の完成後に既存国内埠頭の撤去工事に着手しなければならない。この点は両プロジェクトの工程調整が必要であることは「バ」国政府は認識しており、本事業の実施上の障害にはならないと思われる。

2. スター埠頭の計画概要

2. スター埠頭の計画概要

ポートビラ港国際多目的埠頭整備事業に係わる F/S は、「バ」国政府の要請により AusAIDS が SOROS ASSOCIATES に委託して 2010 年 7 月に完成している。以下にその施設計画の概要を示す。

2.1 スター埠頭の整備効果

メイン埠頭は、前述したようにスター埠頭の西側 500m にあり、現在国際コンテナ船をはじめとする貨物船及びクルーズ船が寄港している。「バ」国政府は、港湾施設の改善を最重要課題と位置付け、我が国に無償資金協力「ポートビラ港埠頭改善計画」を要請した。その結果、緊急対応として同港の安全性の強化や国際用埠頭におけるヤードの改修等の機能の強化を図ることとし、2010 年に施設整備が完了した。

我が国の実施したメイン埠頭の改修整備と本案件との整合性について以下の事項が考えられ、本案件の実施によってポートビラ港の重要な課題が解決される。

- ・ ビラ港の岸壁占有率は 64% を超え、コンテナ船及びクルーズ船の寄港頻度は、今後も増加することが予見されることから、新しい埠頭の整備が必要となっている。
- ・ 優先順位の最も高いクルーズ船の寄港中は貨物船の接岸ができず、貨物船の荷役に支障が発生する。さらに、観光客の安全確保の面からメイン埠頭におけるコンテナの荷役作業は禁止される。
- ・ メイン埠頭の岸壁は、荷重制限が行われており、コンテナの荷役に不可欠な大型フォークリフトなどの荷役機械が使用できず、コンテナヤードへの仮置き作業が必要となる。
- ・ メイン埠頭内のコンテナヤードは、面積の制約から、コンテナの仮置き場としての機能に限られ、スター埠頭への横持ち運搬が不可欠で、荷役作業が余分に必要となる。

スター埠頭に係わる本案件の実施によってコンテナ船の専用埠頭が整備されることとなって、上記の問題点が解消される。メイン埠頭は、主にクルーズ船用の埠頭となるが、以下のような活用を図ることが考えられる。

- ・ コンテナ船の寄港が重複したときの予備バースとして活用する。
- ・ スター埠頭のコンテナヤードの予備的なスペースとして活用する。
- ・ スター埠頭のバラ荷倉庫については、通関上ボンドされて荷受けがされず、長期間の保管の必要な貨物を保管する。

2.2 計画施設・機材の概要

スター埠頭整備に係わる F/S において検討されている港湾施設・機材の概要は、表 2.1.2-1 に示すとおりで、図 2.1.2-1 にそれぞれの施設配置を示す。これらのうち、事務所棟施設及び荷役機材は、「バ」国政府が別途実施することとなっており、本事業には含まれない。

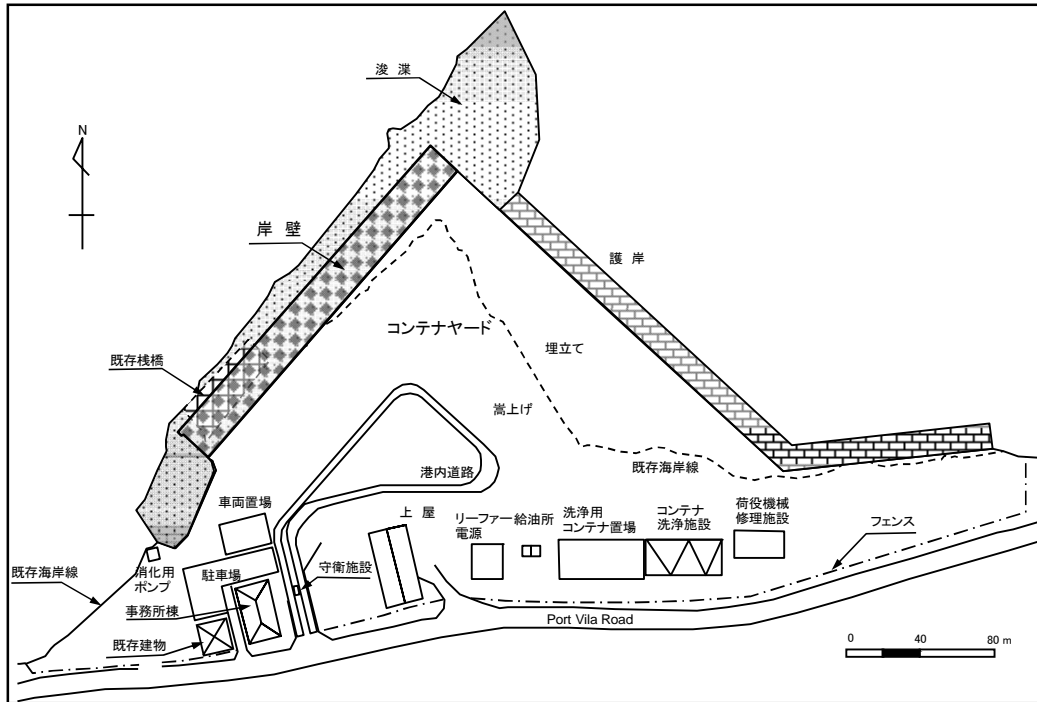


図 2. 2-1 スター埠頭整備計画の施設配置概要図

表 2. 2-1 計画施設及び機材の概要

工 種	施 設 名	数 量
1) 土木施設	Wharf	200 m × 20 m
	Dredging	62,500 m ³
	Reclamation	31,000 m ³
	Revetments	30,400 m ²
	Pavement	32,700 m ²
	In-port Road	1,200m ²
2) 建築施設	Warehouse Building	Approx. 40m × 20m
	Workshop Building	Approx. 27m × 14m
	Administration Building	Approx. 40m × 18.2m (3 Stories)
	Reefer Container Power Tower	Approx. 6m × 3.5m
	Container Wash Bay	Approx. 39m × 17m
	Drains	Approx. 550m
	Gatehouse	Approx. 3m × 2m
	Refueling Station, Leakage Containment Tank, Fense, others	
3) 荷役機材	Mobile Harbor Crane	
	Heavy ForkLifts	
	Empty Container Handle	

2.3 岸壁施設の計画概要

本調査の主な見直し対象となっている岸壁施設の計画諸元は、以下に示すとおりで、日本の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」と比較して、計画諸元の妥当性について検討する。

- ・ 岸壁延長 : 200m
- ・ 岸壁幅員 : 20.0m
- ・ 岸壁水深 : -12.3m
- ・ 岸壁天端高 : +3.9m

ちなみに、「港湾の設計上の基準・同解説」では、対象船舶を特定できない場合のコンテナバースの主要諸元として、表 2.1.2-2 のように設定されており、30,000DWT クラスのコンテナ船用の岸壁は、延長 250m、水深-12.0m と設定されている。

表 2.3-1 コンテナ船を対象とした岸壁の諸元

2. コンテナ船

載貨重量トン数 DWT (トン)	バースの長さ (m)	バースの水深 (m)	(参考) 積載可能 コンテナ個数 (TEU)
10,000	170	9.0	500 ~ 890
20,000	220	11.0	1,300 ~ 1,600
30,000	250	12.0	2,000 ~ 2,400
40,000	300	13.0	2,800 ~ 3,200
50,000	330	14.0	3,500 ~ 3,900
60,000	350	15.0	4,300 ~ 4,700
100,000	400	16.0	7,300 ~ 7,700

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説

(1) 計画対象船舶

計画対象船舶は、ビラ港に定期配船されているコンテナ船となっており、以下に示す Swire Shipping の Challenger クラスのコンテナ船と Greater Bali Hai の Ro-Ro 船を設定している。

- ・ Tasman Mariner : 載貨重量トン 25,561(DWT), 全長 184.9m(Loa),
(China Navigation) 満載喫水 10.6m(Draft), 船幅 27.6m(B)
- ・ South Islander : 載貨重量トン 17,800(DWT), 全長 160.73m(Loa),
(Greater Bali Hai) 満載喫水 9.38m(Draft), 船幅 25.0m(B)



写 2.3-1 Tasman Mariner (Swire Shipping)



写 2.3-2 South Islander (Greater Bali Hai)

(2) 岸壁の計画延長

図 2.3-1～2 は、それぞれの計画対象船舶が岸壁に接岸したときの係留状況を示したものである。Tasman Mariner (China Navigation)の場合には、岸壁延長 200m に対して全長(Loa)が 184.9m となっており、船首側及び船尾側の余裕が 8m 程度しか確保できず、係留索のための 20m 程度の余裕が必要なものの、なんとか係留が可能と判断される。また、South Islander (Greater Bali Hai)の場合には、全長(Loa)が 160.73m で船尾及び船首側に 20m 程度の余裕があるものの、船尾に車両の搬出用の接続橋が配置されており、船首に若干シフトして接岸する必要がある。この場合にも、船首側に十分な係留索用の余裕が十分でないものの、船舶の係留は可能と判断される。

したがって、岸壁の計画延長は、計画対象船舶の諸元を考慮した場合には、若干不足しているものの、計画対象船舶の係留には支障がないものと判断される。

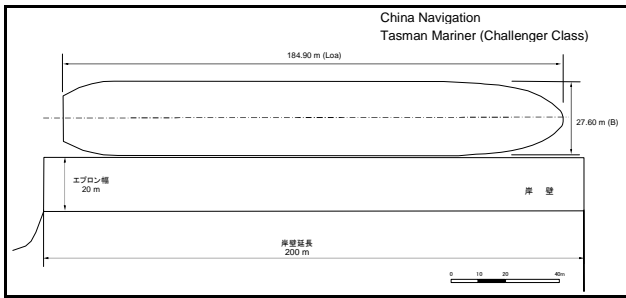


図 2.3-1 Tasman Mariner の係留状況

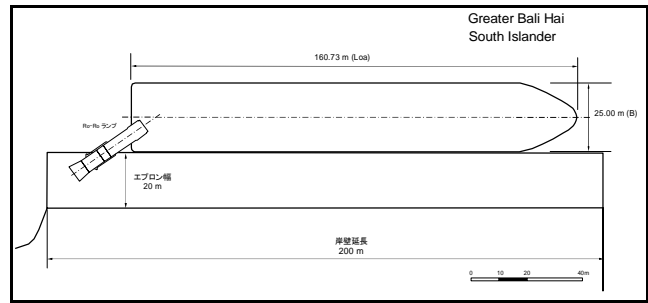


図 2.3-2 South Islander の係留状況

(3) 岸壁の計画水深

岸壁の計画水深は表 2.3-2 に示すように、計画対象船舶の最大喫水をもとに、10%の船舶の動揺に対する余裕及び軟質地盤に対する余裕 0.5m 等を含めて、-12.3m に設定している。

表 2.3-2 岸壁の計画水深の設定

Depth Factors	(metres)
Max loaded draft (MV Tasman Mariner)	10.6
Movements due to waves (assume vessels will leave the berth well before 0.66Hs for large vessels at Tp> 10 secs is reached)	0.0
An allowance of 10% of the loaded draft, for under-keel clearance (UKC) for trim, atmospheric pressure	1.1
Allowance for berth siltation	0.0
Character of bottom, soft	0.50
Sounding accuracy – assume a best case scenario of 0.1 m for echo sounding	0.1
Minimum water depth below LAT	12.3

我が国の基準では、一般的に計画対象船舶の最大喫水の 10%の余裕を考慮して設定することが望ましいとされており、基準にしたがって計画水深を設定した場合には、以下のように水深-12.0m となる。また、表 2.3-1 に示したように対象船舶を特定できない場合の 30,000DWT コンテナ船用の岸壁の水深は、水深 12.0m と設定されている。

$$\begin{aligned} \text{岸壁の計画水深} &= \text{計画船舶の最大喫水} + \text{余裕 (最大喫水の 10\%)} \\ &= 10.6\text{m} + 10.6\text{m} \times 0.1 = 11.7\text{m} \rightarrow 12.0\text{m} \end{aligned}$$

「バ」国政府関係者によると、寄港船舶の将来の大型化に備えるとともに、計画対象地は岸壁への土砂の堆積が懸念される水域であることから、将来岸壁水深の確保のための維持浚渫が必要となるものの、国内には浚渫機材・作業船がないことから、土砂の堆積に対する余裕を確保するためにも、岸壁水深を大きく取りたいとの意向であった。

ちなみに、現 2011 年 3 月 17 日に寄港した計画対象船舶と同等の「Tasman Provider」の入港時の喫水は、船首が 6.8m、船尾が 7.2m であった。

BF/S で設定した岸壁水深-12.3m については、上記のように設計思想には検討の余地があるが、本調査の趣旨から岸壁水深は-12.3m として本邦の設計基準に基づいて検証するものとする。

(4) 岸壁の計画天端高

岸壁背後のコンテナヤードは、将来の地球温暖化にともなう海面上昇に備えるため、現地盤高を 0.9m 嵩上げするとして、DL+3.9m とし、岸壁の計画天端高も同等に設定している。我が国の基準によると大型係留施設で、潮差が 3.0m 未満の場合には、朔望平均満潮面上+1.0～2.0m が良く使用されている。ビラ港の朔望平均満潮面は DL+1.6m であることから、最大値をとると DL+3.6m となり、0.3m ほど高くなっているものの、コンテナ船舶の利用に関して問題はないものと思われ、妥当と判断される。

(5) 岸壁の構造断面

F/S 報告書では、以上の計画諸元をもとに、図 2.3-3 に示す鋼管杭式構造が提案されている。F/S を担当した SOROS 社によると、この構造断面はオーストラリアを始めヨーロッパ、アメリカ等の先進国で良く実施されている断面とのことである。この構造型式の採用にあたっては、通常の鋼管杭式横棧橋構造、上記の鋼管杭式横棧橋構造、ケーソン構造及び矢板式構造を比較している。しかし、比較設計は、机上検討のみのようで、各構造型式の概算工事費を比較するような経済性に係わる検討がされていないようである。

日本の港湾の場合には、種々の構造型式から、概算工事費を根拠とした経済性や施工性等を勘案して、適切な構造型式を選定している。したがって、比較設計によってさらに経済な断面が得られる可能性があるものを思われる。

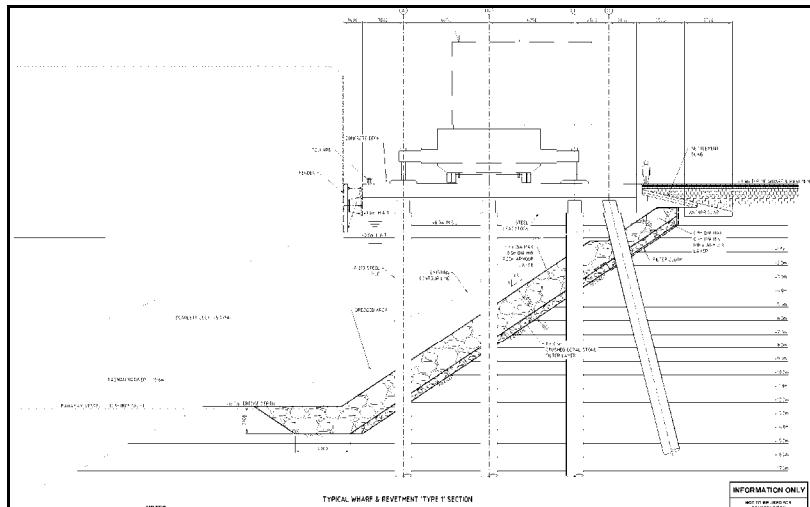


図 2.3-3 岸壁施設の構造断面図

2.4 事業費積算の概要

(1) 積算結果の概要

事業費の積算は、別途調達される荷役機械及び管理棟を除いて行われており、積算結果の概要は、表 2.4-1 に示すとおりである。

本案件の発注形態は、FIDIC の工事契約約款のうち Silver Book (EPC 契約) を前提としていることから、Red Book による詳細設計・施工監理業務と工事の分離発注と異なり、Engineering (詳細設計) と Construction Management (施工監理) のための費用が工事費に含まれている。

F/S を担当した **SOROS** によれば、事業費の積算は、計画に含まれる岸壁施設及び陸上施設の標準断面図等から工事数量を算定し、積算単価を乗じて積算している。積算単価は、オーストラリア国における材料単価表 (**Australian Construction Handbook**) や過去の類似業務の単価、さらにオーストラリアの建設会社 3 社とパヌアツの 1 社の見積りから設定している。また、栈橋の杭打ち作業は、海上杭打ちに較べて陸上からの杭打ちが 30%程度安くなることから、陸上からの施工を前提としている。

事業費総括表から、以下の事項が読み取られる。

- **Price Escalation** は、早急のプロジェクト実施を前提とおり、事業費に含まれていない。
- **EPC 契約**を前提としているためか、**Physical Contingency** を 15%としており、建設契約の場合の通常 5%程度に較べて大きくなっている。
- **Overhead**は、日本の場合には工事原価が 30 億円を超える事業で、土木工事が原価の 6.90%、建築工事が 7.56%ほどで、低く設定されている。
- **Profit**として 10.0%が算入されており、日本の積算基準の場合には、利益を見積り項目に含んでいない。

表 2.4-1 BF/S による事業費総括表

Area	Description	Civil & Concrete	Structural Steel	Totals (US\$)
1	General Site	1,876,259		1,876,259
2	Building Earthworks	112,348		112,348
3	Building Concrete	1,484,111		1,484,111
4	Marine Earthworks	23,767,550		23,767,550
5	Marine Concrete	8,750,759		8,750,759
6	Warehouse		182,262	182,262
7	Workshop		120,849	120,849
8	Container Wash		168,852	168,852
9	Refrigerated Module		38,999	38,999
10	Container Storage		505,916	505,916
11	Loading Area		0	0
12	Administration		0	0
13	Refuelling		9,186	9,186
14	Demolition		890,873	890,873
15	Wharf		2,675,220	2,675,220
	Labour & Materials Totals	35,991,027	4,592,156	40,583,184
	Engineering			918,600
	Client Representation			
	Construction Management		5.00%	2,029,159
	Contractor Mobilization/Demobilization (Piling & Dredging including Marine Earthworks)			459,300
	Construction Equipment Rental (Crane for building assembly)			459,300
	Concrete & Compaction Testing			156,162
	Field Backcharges		0.00%	
	Sales & Use Tax			
	General Liability Insurance		0.72%	292,199
	Freight			1,923,774
	Permits			542,560
				133,700
				27,558
				142,383
	Escalation		Excluded	
	Subtotal 1			47,667,880
	Contingency (subtotal 1)		15.00%	7,150,182
	Subtotal 2			54,818,062
	Overhead (subtotal 2)		5.00%	2,740,903
	Profit (subtotal 2)		10.00%	5,481,806
	Grand Total		US\$	63,040,771

(2) 材料単価

建設材料は、コンクリート以外のほとんどが、オーストラリア国からの調達を前提としている。報告書には、単価表が含まれていないことから、材料単価として読み取れるのは、以

下の項目に限られる。これらの単価は、「Australian Construction Handbook (Rawlinsons 編)」に、「バ」国の材料単価が掲載されており、引用されているものと考えられる。参考のため、以下にそれぞれの US\$単価及び円貨に換算した単価を以下に示す。

コンクリート	US\$ 202.10/m ³	JP¥18,444/m ³ (US\$ 1.00= JP¥ 91.26)
鉄筋	US\$ 1,222/ton	JP¥111,520/ton
梁部材用鋼材	US\$ 2,985/ton	JP¥272,411/ton

鋼材や鉄筋は、調達国がオーストラリア国の場合には、日本等の海外からの輸入となることから、単価は高くなるようである。ちなみに、日本からの調達した場合には、鉄筋が JP¥80,000/ton、構造用鋼材が JP¥150,000/ton 程度となる。

(3) 為替変動による事業費の変化

事業費の積算は、2010年3月時点で行われており、その後 US\$及び AU\$が大きく変動していることから、為替変動による事業費の変化について検討する。表 2.4-1 に示した事業費は、AU\$ベースで積算され、その後以下の為替レートで US\$に変換している。

積算時点： 2010年3月16日

為替レート： AU\$ 1.00 = US\$ 0.9186、US\$ 1.00 = JP¥90.05

為替変動のによる事業費の変動を確認するため、2012年10月以前の6ヶ月平均レートによる事業費を比較して下表に示す。

表 2.4-2 為替レートによる事業費の変動

積算時点	2010年3月	2011年10月
為替レート	JP¥90.05	JP¥79.67
US\$		
事業費 (US\$)	US\$63,041,000	US\$63,041,000
事業費 (円貨)	¥5,676,800,000	¥5,019,955,000

2.5 岸壁部分の事業費

F/S 報告書に含まれる工種ごとの積算内訳表をもとに、岸壁の事業費を抽出すると、表 2.5-1 に示すように US\$43,293,000 (JP¥3,950,000,000) となり、全体工事費 US\$63,041,000 (JP¥5,677,000,000)の約 70%に相当する。岸壁面積 (延長 200m×幅 20m=4,000m²) 当りの単価を算定すると、約 100 万円/m²となる。

岸壁の事業費は、計画サイトの施工条件や岸壁の規模 (計画水深, 延長) などによって変動することとなり、それぞれの岸壁ごとの積算結果は異なる。本案件の場合には、栈橋の杭打ち工事を陸上から実施することとし、回航費の必要となる外部調達の杭打ち船団を導入しないことによって工事費の節減を図っており、妥当な施工方法と考えられる。しかし、既往の無償資金協力による栈橋建設案件と比較すると、やや高い事業費になっている感がある。

表 2.5-1 岸壁部分の事業費概算表

Area	Description	Civil & Concrete	Structural Steel	Totals (US\$)	Totals (Yen) US\$1.00=¥91.26
1	General Site (Site Survey, Geotech, Site Cleaning)	765,193		765,193	¥69,832,000
2	Building Earthworks	0		0	
3	Building Concrete	0		0	
4	Marine Earthworks (Dredging & Piling)	16,453,395		16,453,395	¥1,501,537,000
5	Marine Concrete (Wharf Deck)	8,750,760		8,750,760	¥798,594,000
6	Warehouse		0	0	
7	Workshop		0	0	
8	Container Wash		0	0	
9	Refrigerated Module		0	0	
10	Container Storage		0	0	
11	Loading Area		0	0	
12	Administration		0	0	
13	Refuelling		0	0	
14	Demolition		0	0	
15	Wharf (Box Beam, Fender, Bollard)		2,215,919	2,215,919	¥202,225,000
	Labour & Materials Totals			28,185,267	¥2,572,188,000
	Engineering		2.2%	620,076	¥56,588,000
	Client Representation				
	Construction Management		5.0%	1,409,263	¥128,609,000
	Contractor Mobilization/Demobilization (Piling & Dredging incl in Marine Earthworks)			367,400	¥33,529,000
	Construction Equipment Rental (Crane for building assembly)			367,400	¥33,529,000
	Concrete & Compaction Testing			78,081	¥7,126,000
	Field Backcharges		0.00%		
	Sales & Use Tax				
	General Liability Insurance		0.72%	202,934	¥18,520,000
	Freight		Steel	1,282,516	¥117,042,000
			Pavers	0	¥0
			Containers	80,200	¥7,319,000
	Permits		Buildings	0	¥0
			Environmental	142,383	¥12,994,000
	Escalation		Excluded		
	Subtotal 1			32,735,520	¥2,987,444,000
	Contingency (subtotal 1)		15.00%	4,910,328	¥448,117,000
	Subtotal 2			37,645,848	¥3,435,560,000
	Overhead (subtotal 2)		5.00%	1,882,292	¥171,778,000
	Profit (subtotal 2)		10.00%	3,764,585	¥343,556,000
	Grand Total		US\$	43,292,725	¥3,950,894,000

Exchange Rate: AU\$ 1.00 = US\$ 0.9186 (March 16, 2010, Proposed by BF/S)

Exchange Rate: US\$ 1.00=¥en 91.26 (March 16, 2010, Rate @JPN Bank)

3 スター埠頭棧橋構造概略設計の見直し

3 スター埠頭棧橋構造概略設計の見直し

3.1 設計条件

前章では BF/S の計画条件について検証し、概ね妥当な計画であることを確認していることから、本施設構造に関する概略設計の見直し作業に用いる計画岸壁諸元や利用条件は、基本的に BF/S で使用された値を準用する。

また、設計計算に資する自然条件についても基本的に妥当であると思われるが、土質条件については、限られた本数のボーリング結果を使用したと推察され、F/S レベルの設計としては概ね妥当な土質情報であろう。ただし、設計に使用した各土層の土質諸元は明示されていないことから、与えられた土質柱状図等の情報から推定したものを使用した。

(1) 岸壁諸元と利用条件

1) 岸壁諸元

- a) 延長： L= 200m
- b) 天端高： CDL+3.9m
- c) 水深： CDL-12.0m
- d) 棧橋幅： 20m
- e) 岸壁法線： 下図参照

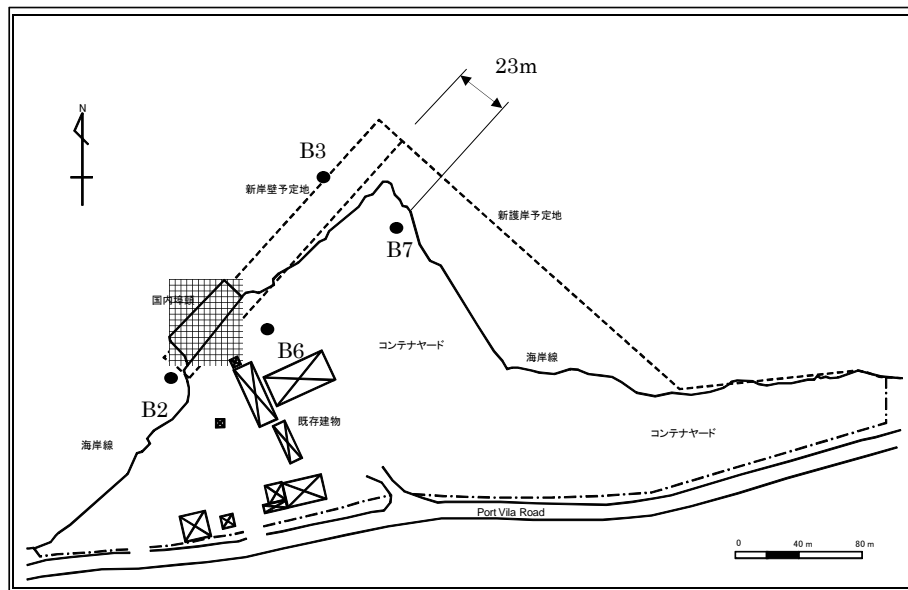


図 3.1-1 新岸壁法線方向・位置（既設岸壁法線との比較）

2) 利用条件

- a) 対象船舶： 25,561DWT, Loa = 184.9m, Breadth = 27.6m
- b) 船舶牽引力： 1,000kN
- c) 上載荷重： 30kN/m²
- d) 活荷重： トップリフター：最大輪荷重 前輪 540kN, 後輪 145kN
- e) 耐用年数： 50年

3) 自然条件

下記の条件は土質条件を除き概ねメイン埠頭の計画時に検討されたデータを使用しており、妥当な数値であると判断する。土質条件についてはボーリング結果のうち、新岸壁の法線位置とボーリング位置を勘案し、前頁図 3.1-1 に示す B3-B7 の横断面を中心として想定した。

a) 潮位

Highest Astronomical Tide	HAT	+1.6 m	
Mean High Water Springs	MHWS	+1.3 m	
Mean Sea Level	MSL	+0.9 m	
Mean Low Water Springs	MLWS	+0.4 m	
Lowest Astronomical Tide	LAT	0.0 m	: Chart Datum

(Tide levels are referred to chart datum)

b) 波浪: $H_{1/3} = 0.9\text{m}$, $T = 12\text{sec}$

c) 震度: 設計震度係数 $K_h = 0.2$

d) 土質: 下記は CD (海図基準面) からの深度を示す。(BF/S では MSL との相対深度表示)

<p>RL-1.1m</p> <p>Filling material $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 30^\circ$</p> <p>平均 N = 2</p>
<p>RL -6.1m</p> <p>Sandy gravel $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 35^\circ$</p> <p>平均 N=10</p>
<p>RL-12.1m</p> <p>Beach deposits (サンゴ片・貝殻混じり小石)</p> <p>$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 35^\circ$</p> <p>平均 N=6</p>
<p>RL-21.1m</p> <p>Bioclastic limestone (サンゴ混じり石灰岩)</p> <p>$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 35^\circ$</p> <p>平均 N > 30 or 50</p>

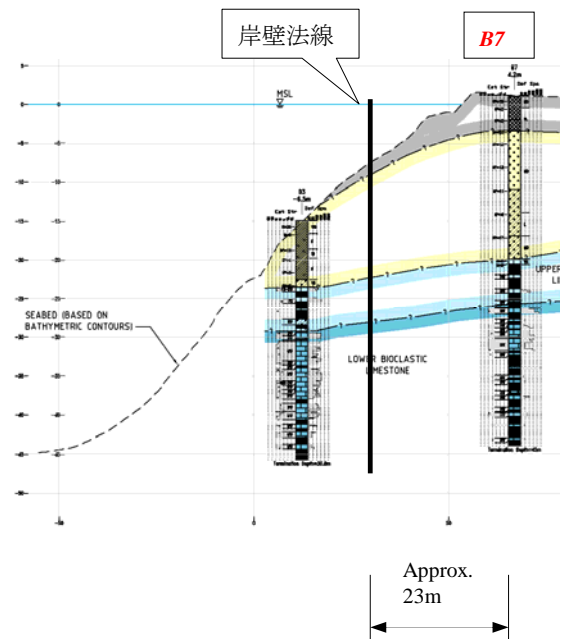


図 3.1 - 2 ボーリング位置と岸壁法線との距離

3.2 岸壁構造形式の選定

(1) 岸壁施設の構造型式

日本の港湾の場合には、重力式係船岸、矢板式係船岸、棚式係船岸、セル式係船岸や杭式栈橋などさまざまな構造型式のなかから岸壁の構造型式が選択可能で、これらのなかから岸

壁水深や地盤条件、施工条件を勘案して、適切な構造型式を選定している。

我国における港湾施設設計の基準を示した「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(日本港湾協会)に、以下のような係留施設の構造型式の特徴及び設計手法が紹介されている。

- ・重力式係船岸 : ケーソン式, L型ブロック式, セルラーブロック式, ブロック式
- ・矢板式係船岸 : 通常の矢板式, 二重矢板式係船岸, 鋼管矢板式, 自立矢板式
- ・横棧橋及び棧橋 : 杭式, 円筒又は角筒式, 橋脚式
- ・棚式係船岸
- ・セル式係船岸 : 鋼矢板セル式, 鋼板セル式
- ・浮き棧橋 : 鉄筋コンクリート製ポンツーン式, 鋼製ポンツーン式

スター埠頭の設計岸壁水深は-12.3m と比較的大きいことから、適用可能な構造型式は、重力式構造であればケーソン式、鋼矢板構造であれば鋼管矢板式、横棧橋構造であれば直杭式が比較設計の対象となる。このうち、直杭式構造については鋼管杭形式と PC 杭形式についても検討を行うものとする。

本件の岸壁構造については上記の構造形式について比較検討を行い、最適な構造形式を選定する。

(2) 比較対象となる岸壁構造形式の概要

重力式係船岸：ケーソン式

重力式係船岸は、土圧、水圧等の外力に対して壁体重量とその摩擦力によって抵抗するものである。図 3.2-1 は、ケーソン式係船岸の設計例を示したものである。岸壁水深が大きい場合には、ケーソン式係船岸が良く用いられており、施工面で日本の強い分野である。施工には、フローティングドックあるいはドライドックが必要となる。

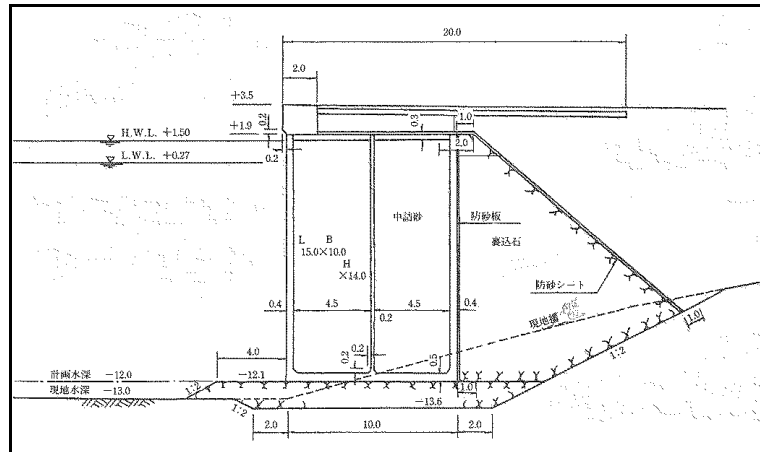


図 3.2-1 重力式係船岸の設計例 (ケーソン式)

鋼管矢板式係船岸

矢板式係船岸は、矢板を打込んで土留壁とした係船岸である。矢板の材料には鋼、鉄筋コンクリート、プレストレスコンクリート及び木材があるが、スター埠頭のような岸壁水深では建設費用の最小化と容易な維持管理の目的から鋼矢板あるいは鋼管矢板が最も多く用いられている。鋼矢板あるいは鋼管矢板は許容応力度が大きく、断面係数も大きなものが製作されているので、水深の大きい係船岸にも使用可能である。通常用いられる鋼矢板の断面形状は、U形、箱形及び鋼管に継手を設けたものである。図3.2-2は、通常の矢板式係船岸の設計

例を示したものである。

岸壁水深が大きい場合には鋼管矢板式を用いることとなり、鋼管矢板の工場製作が可能な日本の独自性の強い構造とされている。

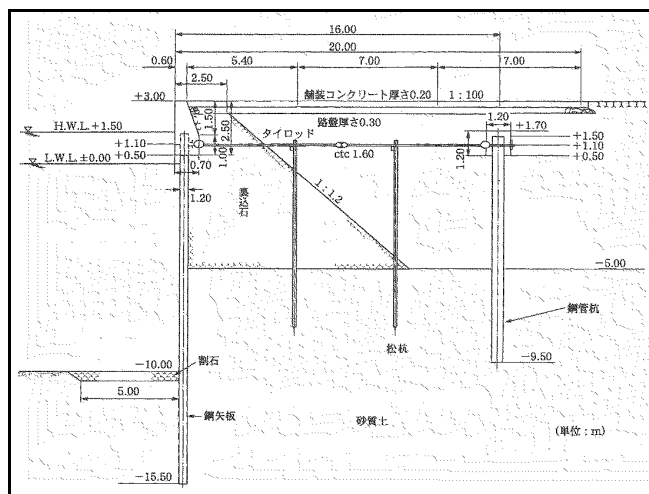


図 3.2-2 矢板式係船岸の設計例 (控え直杭式)

横棧橋

横棧橋は、一般に土留護岸の前面に棧橋を設けたものである。土留護岸は斜面及び土留壁で構成された背後の土圧及び滑りに抵抗する構造が多い。

メイン埠頭は、横棧橋型式であり、国内あるいは世界的にもよく普及している構造である。スター埠頭で提案されている構造は、基本的に鋼管杭を使用しており、この型式から派生したものと考えられる。

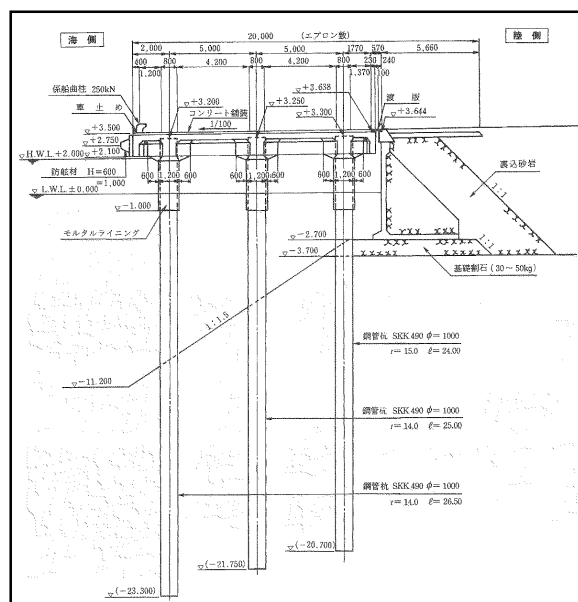


図 3.2-3 横棧橋形式の設計例 (直杭式)

(3) 岸壁構造形式の比較検討

上述の3タイプの岸壁構造形式についてそれぞれの優劣を検討し、スター埠頭構造として最適な形式を選定する。構造形式の優劣の判断基準となるのは、それぞれの構造的特性は無論であるが、ポート・ビラにおける建設機械や材料等の調達条件、現地における自然及び地形条件等を総合的に勘案し、構造形式適用の得失、施工上の得失、輸送上の得失及び工事費の比較により、スター埠頭の構造として最適な形式を選定する。

1) ケーソン式

*構造

サイトの土質条件では基盤となる地層が深いことから、ケーソン躯体を支持するためにはサンドコンパクション等による基盤層上の地盤改良が必要となる。そのための船団が必要で必然的に工事費の増加を伴う。ケーソン躯体は大きな地震力を考慮することから大きな構造躯体となる。また、他の構造と比して現地盤の掘削土量が多くなり、より広い土砂処分面積を必要とするので、工事費の増加要因となる。

*施工

製作したケーソンを仮置きのためのマウンドが必要であるが、湾内の海底地形とサンゴ等の生物相への影響を考慮すると、適切な仮置場の確保は困難と思われる。ケーソン製作には良質なコンクリートが必要であるが、バヌアツでは良質なコンクリート用骨材の調達にやや難があり、極力コンクリート量は少ない工法が望ましい。

*輸送

施工機械特にケーソン製作に必要なフローティングドック(FD)は日本周辺からのみの調達となり、サイクロン時を避けた安全な回航が求められる。また、FDの長期にわたる拘束期間はコストの増大をもたらす。

2) 鋼管矢板式

*構造

後述の鋼管杭式に比して基盤根入れ長が長く必要管径が鋼管杭と同等であるため、必然的に鋼材重量が約3倍必要とすることから、経済的構造とは言えない。

*施工

鋼管杭と同等の杭打施工機械が適用出来る。浚渫・掘削土量が最も少ない構造であるが、所要コンテナヤード面積を確保するために他の場所から埋立土砂を調達する必要がある。

*輸送

ケーソン製作に比して施工機械はやや小規模となり、施工機械と材料をチャーター船で輸送することより輸送コストの縮減が図ることは可能である。

3) PHC 杭式

*構造

鉄筋コンクリート製のパイルは強度上使用できず、 $\phi 1200\text{mm}$ のプレテンション高強度コンクリートパイル (PHC パイル) を使用する。輸送上の都合から長さ約30mのパ

イルは3分割されており、現場において2か所現場接合が必要である。適切な接合管理のため、パイル頂部からのグラウト注入を行うが、その検査時には海域へのグラウト流出が想定されるので拡散防止対策が必要である。パイルの強度上基盤にはハンマーで打設できないことから、打設位置にプレボーリングが必要で工事費の増加が懸念される。杭には船舶の接岸力・牽引力により生じる曲げ応力が繰返し作用することから、マイクロあるいはミクロクラックの発生が避けられない。それゆえ、PC鋼材の錆を誘発するのでパイルの耐久性に難がある。

＊施工

杭重量が約39tであり鋼管杭(約10t)に比して過大な重量となるため、施工のためより大型のクレーンが必要となり、施工性からクレーン付き台船からの海上打設となる。また、杭の積込み、運搬、打設の作業段階でひび割れ発生頻度が高く、品質管理上問題が多い。

＊輸送

鋼管杭と同等の口径が必要であることから、重量の軽い鋼管杭より必然的に輸送費は高くなる。

4) 鋼管杭式(直杭式)

＊構造

上記の構造形式に比して、より汎用的な構造で世界的に広く採用されている。BF/Sで検討された栈橋構造は、岸壁法線方向の杭の頂部をH鋼で連結し剛性を高めたものである。電気防食等の防錆対策を施せば所要耐用年数は確保できるが、維持管理費はコンクリート製の構造物より高くなる。

＊施工

PHC杭の打設クレーンより吊能力は少ないもので施工可能である。施工性を考慮してクレーン付き台船を使用した海上打設となる。PHCに比して品質管理上の問題は少なく、高い作業性は確保される。

＊輸送

施工機械はやや規模を小さくできる。施工機械と材料をチャーター船で輸送することより輸送コストの縮減が図ることは可能である。

5) 水中ストラット工法(直杭+鋼管斜材)

＊構造

本工法は我が国で開発された栈橋型式の特許工法であり、杭間隔を従来の直杭式に比して広く配置できる優位性を持っている。したがって使用する鋼材数量を少なくできることから、比較設計の対象として含めた。この工法は、鋼管杭や鋼管矢板によって構成された根入れ式ラーメン構造を海中部において「水中ストラット部材」で補強した工法で、護岸や岸壁、防波堤に適用が可能である。この工法の特長として、杭の本数が少なく、工場製作部材に使用による施工の簡略化ができ、急速施工が可能となる特徴を有している。スター埠頭に適用するものとして検討した断面構造を図3.2-4に示す。

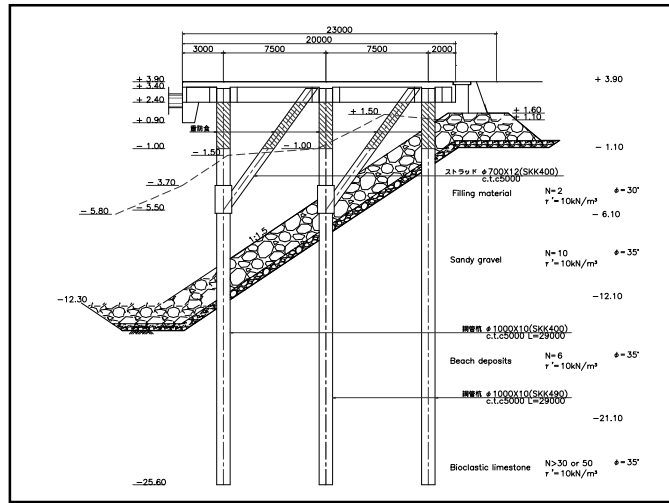


図 3.2-4 水中ストラット工法の概要

* 施工

PHC 杭の打設クレーンより吊能力は少ないもので施工可能である。施工性を考慮してクレーン付き台船を使用した海上打設となる。PHC に比して品質管理上の問題は少なく、高い作業性は確保される。また、ストラットの固定部である格点へのグラウト注入は比較的簡易な方法で行えるので、構造的な品質管理は容易であると言える。

* 輸送

施工機械はやや規模を小さくできる。施工機械と材料をチャーター船で輸送することより輸送コストの縮減が図ることは可能である。

上記の構造形式の得失と工事費の比較を取りまとめて、表 3.2-1 に示す。この表中では鋼管杭式栈橋の工事費を 100 とするを相対的評価を行った。

表 3.2-1(1) 岸壁構造形式の比較検討

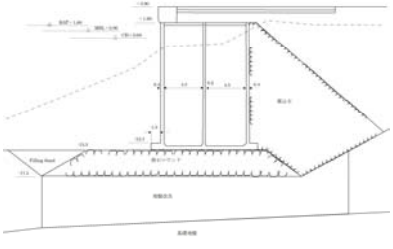
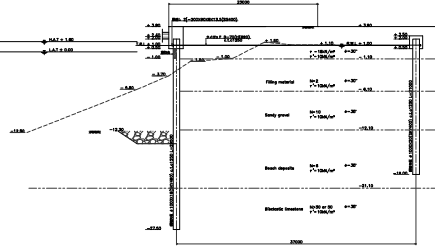
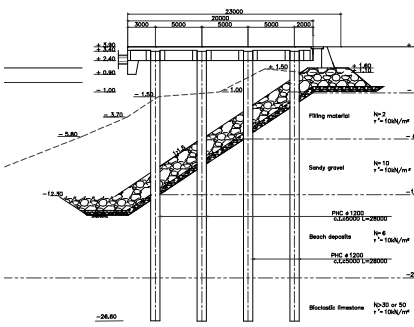
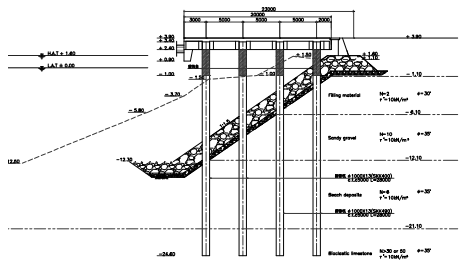
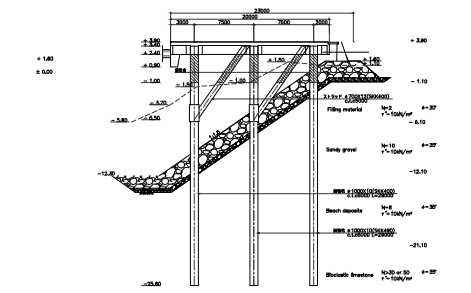
構造形式	評価の視点		評価
<p>ケーソン式</p> 	<p>構造上の得失</p>	<p>支持基盤までの地盤改良が必要。腐食に対して鋼材より強い。耐震性を考慮するため大きな構造躯体となる。他工法より掘削量が多い。</p>	5
<p>施工上の得失</p>	<p>製作したケーソンの安全でかつ環境への影響の作法化できる仮置場の確保が困難。多量の良質なコンクリート骨材確保に難あり。</p>		
<p>輸送上の得失</p>	<p>サイクロン期を考慮したFDの安全な曳航に難あり。FDの拘束期間のコストが高くなる。</p>		
<p>工事費</p>	<p>120</p>		
<p>鋼管矢板</p> 	<p>構造上の得失</p>	<p>鋼管杭式に比して基盤根入れ長が長く、使用鉄量が他の構造よりに多くなる。</p>	3
<p>施工上の得失</p>	<p>杭打ち用のクレーンは必要であるが、陸上施工も可能であり最小限の機械数で施工可能</p>		
<p>輸送上の得失</p>	<p>比較的少ない機械の輸送ですみ、多量の鋼管輸送は必要であるが、輸送方法の工夫によりコスト削減は可能。</p>		
<p>工事費</p>	<p>118</p>		
<p>PHC 杭式</p> 	<p>構造上の得失</p>	<p>PHC パイルは基盤へのプレボーリングが必要。繰返し曲げ応力への耐久性に難がある。杭の継続的維持管理が必要(構造躯体のひび割れ対策)。</p>	4
<p>施工上の得失</p>	<p>杭重量が鋼管より重い上、打設時の吊上げに大型クレーンが必要。作業中のひび割れ頻度が高く、杭長 30m の現場での運搬、打設には困難を伴う。</p>		
<p>輸送上の得失</p>	<p>鋼管に比して重量が大きいため輸送費が増大。</p>		
<p>工事費</p>	<p>106</p>		

表 3.2-1 (2) 岸壁構造形式の比較検討

構造形式	評価の視点		評価
<p>鋼管杭式</p> 	構造上の得失	PHC 杭に比して繰返し曲げ応力への耐久性は高い。防錆対策により耐用年数の機能維持は可能。	2
	施工上の得失	杭打ち用のクレーン付き台船は必要であるが、最小限の機械構成で施工可能。	
	輸送上の得失	比較的少ない機械の輸送ですみ、多量の鋼管輸送は必要であるが、輸送方法の工夫によりコスト削減は可能。	
	工事費	鋼管杭式の工事費：100	
<p>水中ストラット付鋼管杭式</p> 	構造上の得失	杭間隔を広く取れる。ストラット部材により変位量を小さくできる。ゆえに、使用する鉄量は上記形式の中で最小化できる。	1
	施工上の得失	ストラットの固定部のグラウト注入は比較的簡易な方法で行えるので、品質管理は容易。直杭式より工期短縮可能。	
	輸送上の得失	施工機械は上記鋼管形式と同様。鉄材運搬量はそれらの中で最小である。	
	工事費	95	

以上の検討の結果、上記5形式のなかでケーソン形式とPHC杭形式は他の鋼製構造形式に比して施工や工事費の観点から評価は低いものとならざるを得ない。したがって、スター埠頭岸壁の構造形式は鋼管矢板形式、鋼管杭(直杭)形式、水中ストラット付鋼管杭形式の3形式について仮設計を行なった。その結果を図3.2-5～図3.2-7に示す。

BF/Sでは護岸工の勾配は1:1.5(図2.3-3参照)としており、この設計では岸壁法線位置の制約、ヤードとコンクリート上部工への渡橋部分を最短とする方針からこの護岸勾配を選択したと思われる。しかし、この護岸について円形スベリ計算を行った結果、所要安全率が確保できないことが判明した。本調査ではその改善策としてヤード側の土留壁の厚み幅を図3.3-6～7のように4.2mとし、かつ安全策としてコンテナ蔵置限界を上部工コンクリート法線から7m下げることが適当と考えられる。この点については詳細設計時に、測量図上の正確な岸壁位置と追加ボーリング調査で得られる土質データを基に、詳細に検討することが求められる。

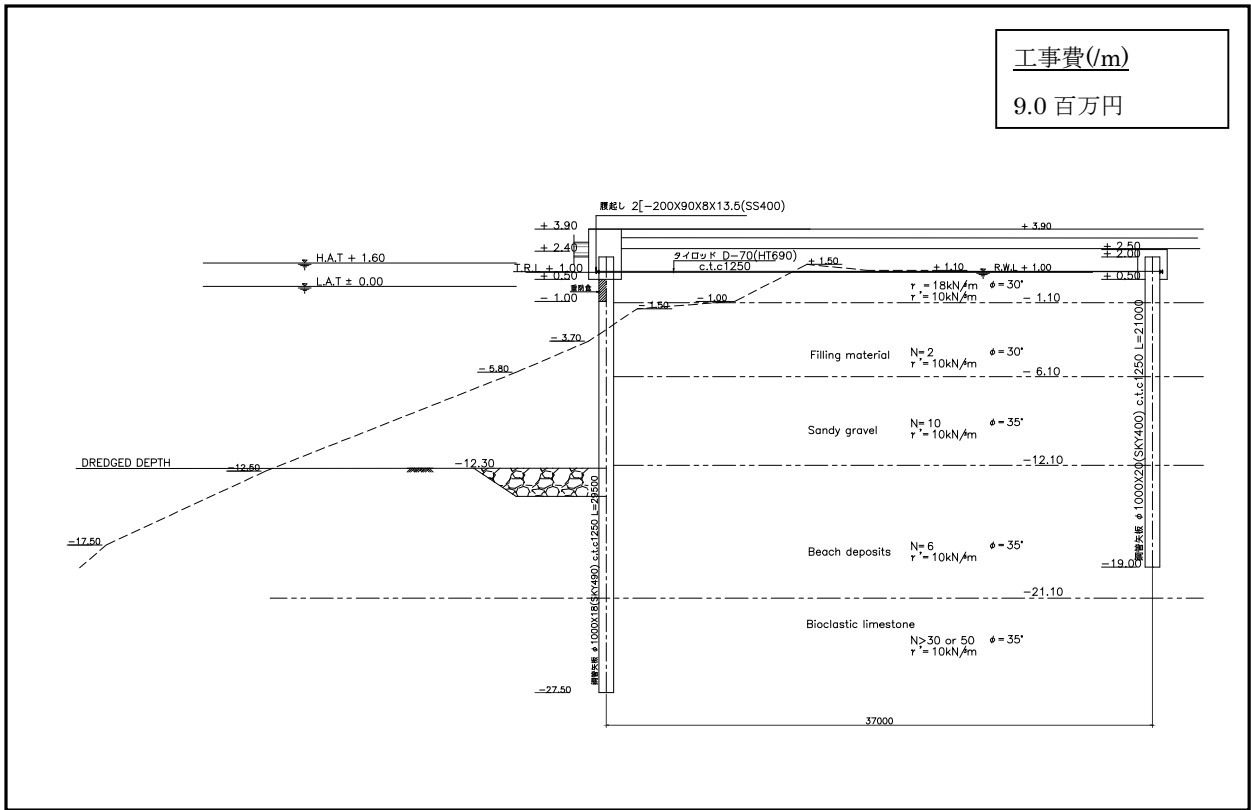


図 3.2-5 鋼管矢板式岸壁の標準断面(比較案 1)

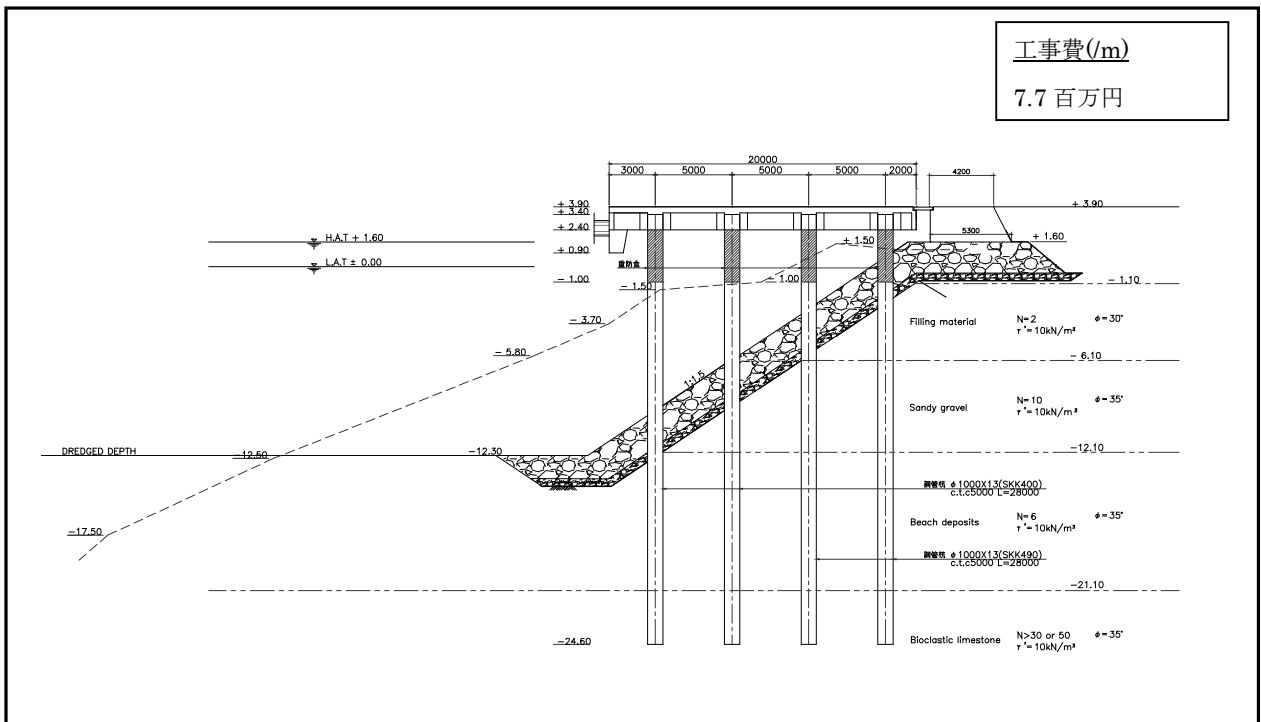


図 3.2-6 鋼管杭(直杭)式岸壁の標準断面(比較案 2)

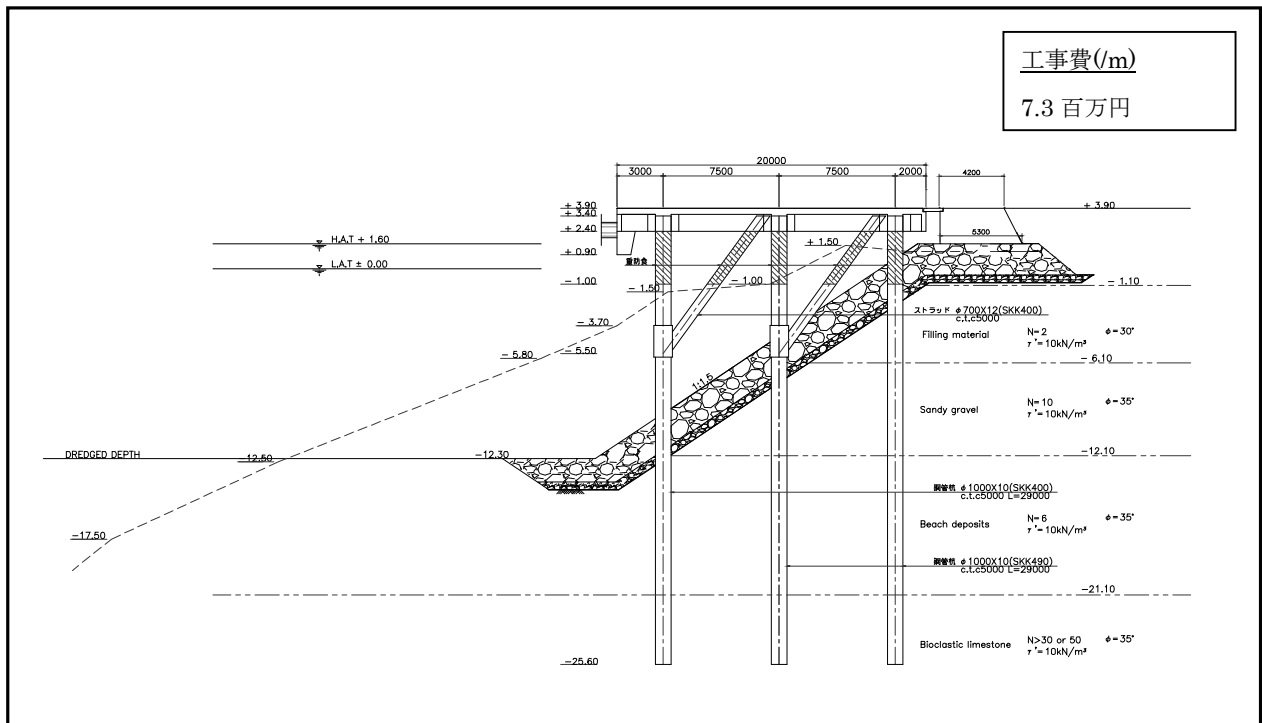


図 3.2-7 水中ストラット式鋼管杭岸壁の標準断面(比較案 3)

上記の仮設計の検討結果から、水中ストラット工法による岸壁構造は現地の建設環境を前提にした最小の工事費が期待される。また、この方法は直杭式鋼管栈橋構造(図 3.2-6)に比して杭の打設本数が少ないことから、工事期間を短縮できるという利点も有している。したがって、スター埠頭岸壁の構造形式として水中ストラット工法が適切と判断される。

3.3 棧橋構造の概略設計

前述のように本報告では「水中ストラット式の直杭鋼管形式」の棧橋構造を最適なものとして選定した。ここでは「3.1 設計条件」に記述した設計条件を基に本棧橋構造について概略設計を行う。

(1) 検討構造断面と平面形

検討すべき構造断面と平面形状を以下に示す。

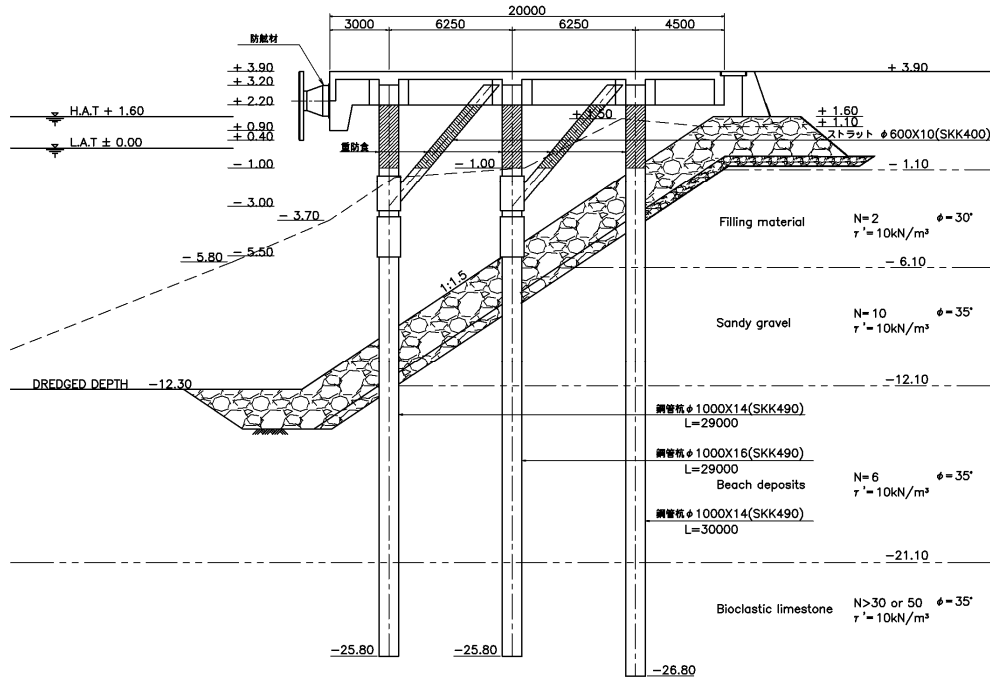


図 3.3-1 水中ストラット式棧橋の検討断面

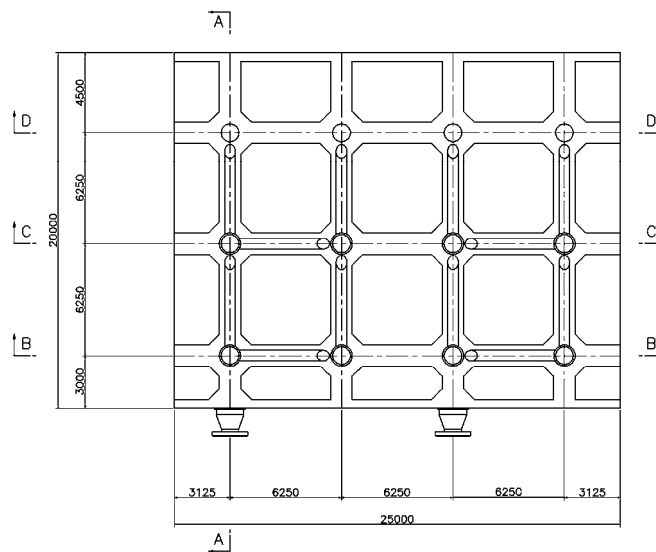


図 3.3-2 水中ストラット式棧橋の検討平面図

(2) 構造解析検討

前項の構造比較で明らかなように、本工法の大きなメリットは鋼管間隔を広くすることが可能であり、その結果鋼管杭の本数を減じることができることである。上図に示すように岸壁の法線方向、直角方向とも杭間隔を6.25mとして検討する。

ストラット部材の必要数・位置を設計するため、構造検討では栈橋法線に対して直角方向（横断報告）と法線方向（縦断方向）に分けて計算するものとする。

1) 法線直角方向の検討

断面構造の検討のため、仮定構造のモデル化に関して構造解析を行う。

解析モデルを以下に示す。

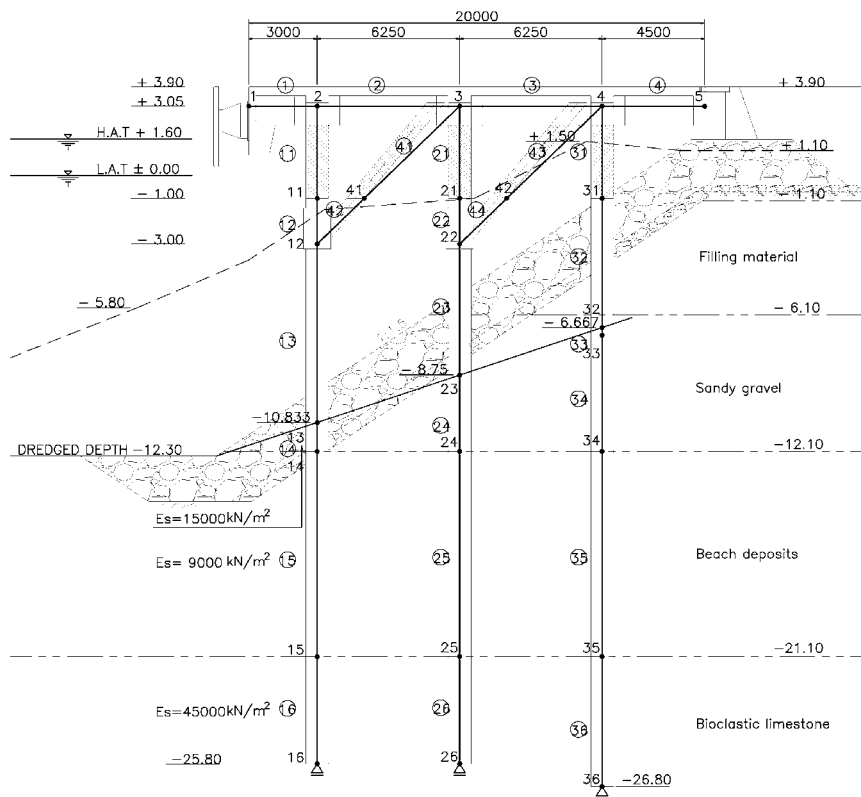


図 3.3-3 解析モデルの概要

各断面の検討は荷重条件の違いを考慮して、以下の4ケースについて検討を行う。

- a) 常時：船舶外力無し、ヤード荷重のみ作用（作業時）
- b) 常時：船舶接岸力+ヤード荷重（接岸時）
- c) 地震時：沖方向への変位時（地震時←）
- d) 地震時：岸方向への変位時（地震時→）

これらの解析結果を以下の図 3.3-4~7 に示す。

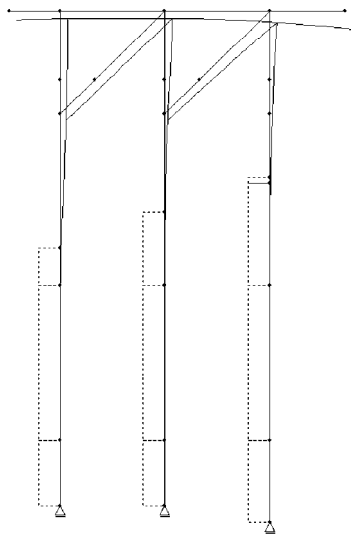
a) 作業時

変位量 : $\delta = 0.67\text{cm} < 5.0\text{cm}$

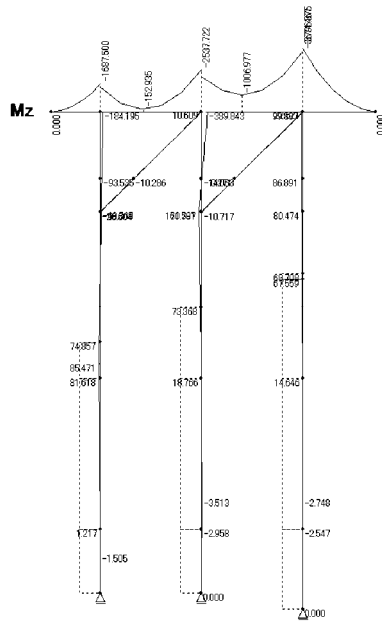
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③
押し込み側	作業時	2130.2	2367.1	3002.7
	許容値	2583.0	2635.0	3364.0
	判定	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$

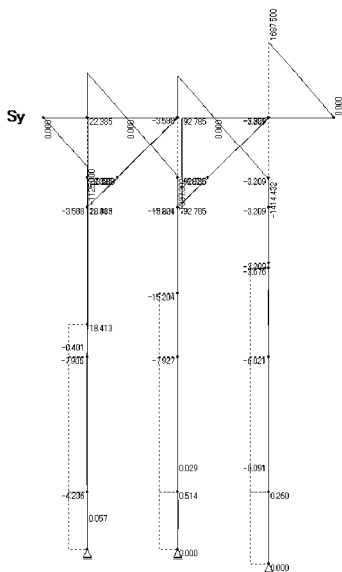
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

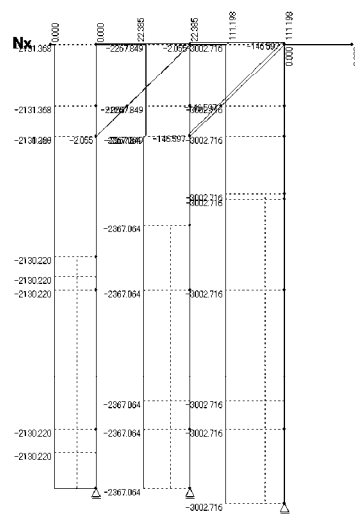


図 3.3-4 作業時の杭列変位及び断面力図

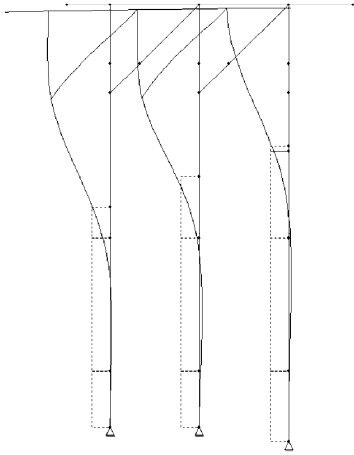
b) 接岸時

変位量 : $\delta = 6.60\text{cm} < 10.0\text{cm}$

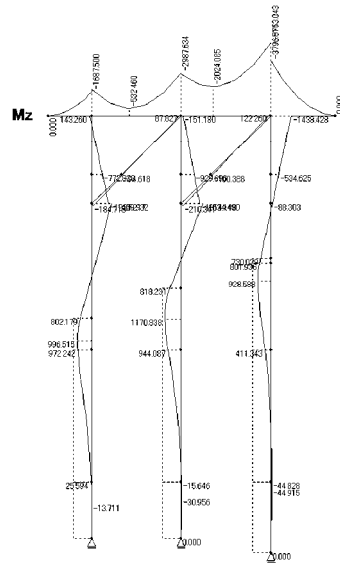
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③
押し込み側	作業時	1575.8	2080.9	3843.3
	許容値	4304.0	4392.0	5607.0
	判定	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$

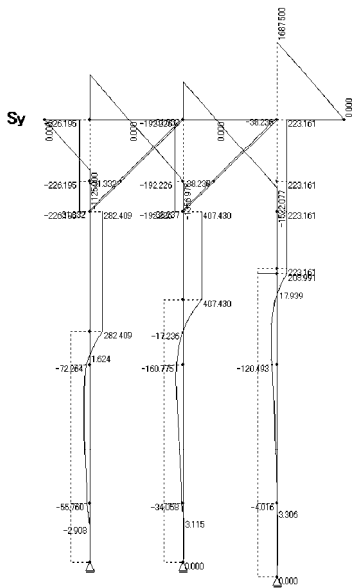
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

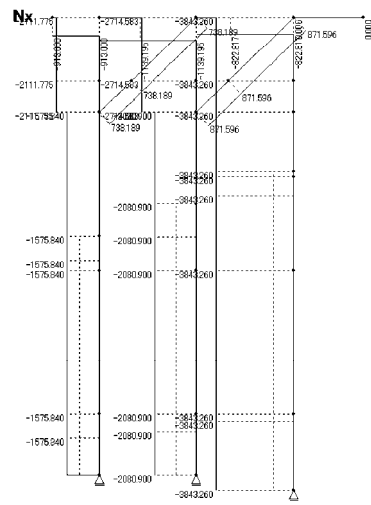


図 3.3-5 接岸時の杭列変位及び断面力図

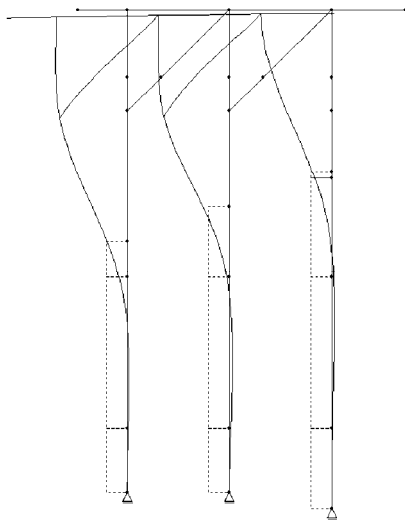
c) 地震時 (←)

変位量 $\delta = 6.77\text{cm} < 10.0\text{cm}$

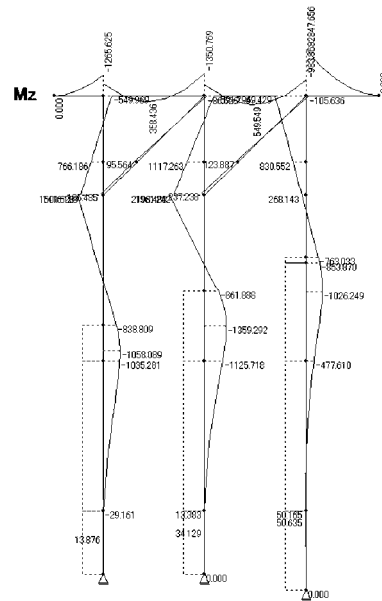
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③
押し込み側	作業時	2280.7	2128.5	1215.8
	許容値	4304.0	4392.0	5607.0
	判定	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$

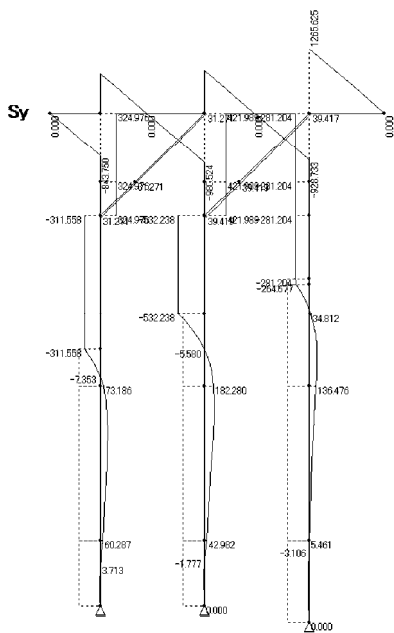
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

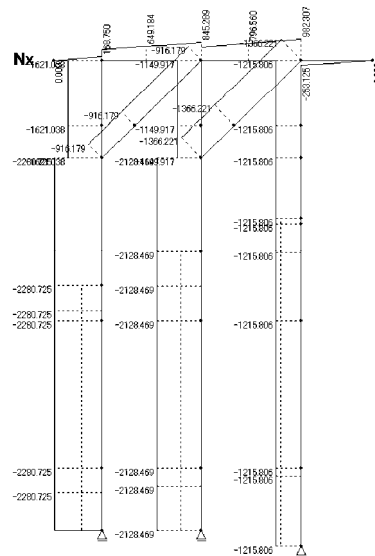


図 3.3-6 地震時 (←) の杭列変位及び断面力図

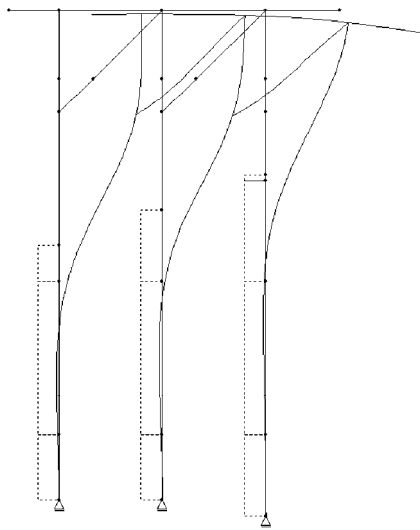
d) 地震時 (→)

変位量 $\delta = 7.78\text{cm} < 10\text{cm}$

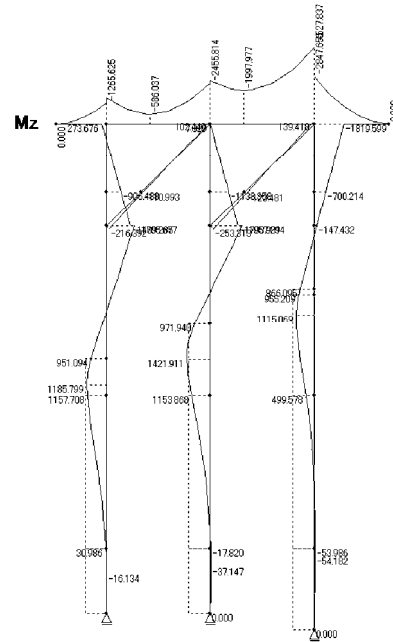
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③
押し込み側	作業時	914.6	1422.1	3288.3
	許容値	4304.0	4392.0	5607.0
	判定	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$

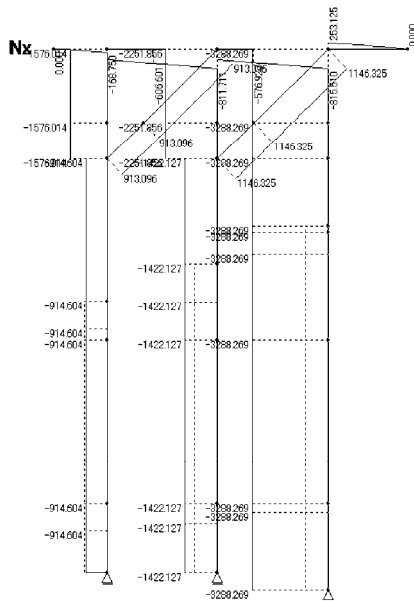
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

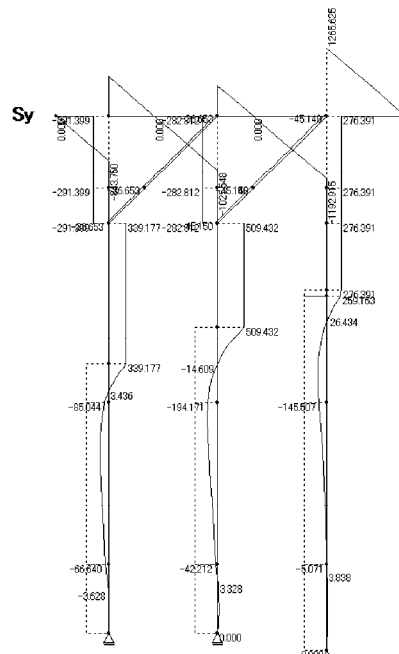


図 3.3-7 地震時 (→) 杭列変位及び断面力図

また、各部材の断面の応力度の照査結果を表 3.3-1~4 に示すように、各部材に関して性能照査を行った結果、各部材とも適切な断面諸元であると言える。

表 3.3-1 作業時の断面応力の照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	433.7	494.6	433.7	185.4
		Z (cm ³)	10542	11976	10542	2689
		r (cm)	34.9	34.8	34.9	20.9
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.8	33.9	27.8	41.6
	断面力	部材番号	11	21	31	43
		N (kN)	2131.368	2267.849	3002.716	146.597
		M (kNm)	184.195	389.843	99.887	22.521
	応力度	σ (N/mm ²)	49.1	45.9	69.2	7.9
		σ b (N/mm ²)	17.5	32.6	9.5	8.4
	許容値	σ a (N/mm ²)	156.5	163.5	170.8	120.6
		σ ba (N/mm ²)	185.0	185.0	185.0	140.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.409	0.456	0.457	0.125	
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	
海中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	410.1	471.1	410.1	171.2
		Z (cm ³)	9970	11405	9970	2484
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	20.8
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.9	33.9	27.9	41.8
	断面力	部材番号	12	22	32	44
		N (kN)	2131.368	2267.849	3002.716	146.597
		M (kNm)	93.535	171.507	86.891	10.717
	応力度	σ (N/mm ²)	52.0	48.1	73.2	8.6
		σ b (N/mm ²)	9.4	15.0	8.7	4.3
	許容値	σ a (N/mm ²)	156.3	163.5	170.7	120.5
		σ ba (N/mm ²)	185.0	185.0	185.0	140.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.383	0.376	0.476	0.102	
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	
地中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	429.0	489.9	429.0	
		Z (cm ³)	10428	11862	10428	
	断面力	部材番号	14	24	34	
		N (kN)	2130.220	2367.064	3002.716	
		M (kNm)	85.471	73.368	68.708	
	応力度	σ (N/mm ²)	49.7	48.3	70.0	
		σ b (N/mm ²)	8.2	6.2	6.6	
	許容値	σ a (N/mm ²)	185.0	185.0	185.0	
σ ba (N/mm ²)		185.0	185.0	185.0		
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.313	0.295	0.414		
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok		

表 3.3-2 接岸時の断面応力の照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	433.7	494.6	433.7	185.4
		Z (cm ³)	10542	11976	10542	2689
		r (cm)	34.9	34.8	34.9	20.9
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.8	33.9	27.8	41.6
	断面力	部材番号	11	21	31	43
		N (kN)	2111.775	2714.583	3843.260	871.596
		M (kNm)	772.828	929.696	1438.428	122.260
	応力度	σ (N/mm ²)	48.7	54.9	88.6	47.0
		σ b (N/mm ²)	73.3	77.6	136.4	45.5
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.7	245.3	256.2	210.0
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.472	0.504	0.838	0.440	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
海中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	410.1	471.1	410.1	171.2
		Z (cm ³)	9970	11405	9970	2484
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	20.8
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.9	33.9	27.9	41.8
	断面力	部材番号	13	23	33	44
		N (kN)	1575.840	2080.900	3843.260	871.596
		M (kNm)	1409.932	1524.490	730.029	210.341
	応力度	σ (N/mm ²)	38.4	44.2	93.7	50.9
		σ b (N/mm ²)	141.4	133.7	73.2	84.7
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.5	245.3	256.0	210.0
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.673	0.662	0.630	0.646	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
地中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	429.0	489.9	429.0	
		Z (cm ³)	10428	11862	10428	
	断面力	部材番号	14	24	35	
		N (kN)	1575.840	2080.900	3843.260	
		M (kNm)	996.515	1170.838	928.588	
	応力度	σ (N/mm ²)	36.7	42.5	89.6	
		σ b (N/mm ²)	95.6	98.7	89.0	
	許容値	σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	
σ ba (N/mm ²)		277.5	277.5	277.5		
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.477	0.509	0.644		
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok		

表 3.3-3 地震時 (←) の断面応力の照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	433.7	494.6	433.7	185.4
		Z (cm ³)	10542	11976	10542	2689
		r (cm)	34.9	34.8	34.9	20.9
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.8	33.9	27.8	41.6
	断面力	部材番号	11	21	31	43
		N (kN)	1621.038	1149.917	1215.806	1366.221
		M (kNm)	766.186	1117.263	1969.429	123.887
	応力度	σ (N/mm ²)	37.4	23.2	28.0	73.7
		σ b (N/mm ²)	72.7	93.3	186.8	46.1
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.7	245.3	256.2	180.9
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.421	0.431	0.783	0.627	
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
海中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	410.1	471.1	410.1	171.2
		Z (cm ³)	9970	11405	9970	2484
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	20.8
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.9	33.9	27.9	41.8
	断面力	部材番号	13	23	32	44
		N (kN)	2280.725	2128.469	1215.806	1366.221
		M (kNm)	1601.623	2198.480	830.552	237.238
	応力度	σ (N/mm ²)	55.6	45.2	29.6	79.8
		σ b (N/mm ²)	160.6	192.8	83.3	95.5
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.5	245.3	256.0	180.7
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.816	0.879	0.416	0.896	
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
地中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	429.0	489.9	429.0	
		Z (cm ³)	10428	11862	10428	
	断面力	部材番号	14	24	35	
		N (kN)	2280.725	2128.469	1215.806	
		M (kNm)	1058.089	1359.292	1026.249	
	応力度	σ (N/mm ²)	53.2	43.4	28.3	
		σ b (N/mm ²)	101.5	114.6	98.4	
	許容値	σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	
σ ba (N/mm ²)		277.5	277.5	277.5		
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.557	0.570	0.457		
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok		

表 3.3-4 地震時 (→) の断面応力の照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	433.7	494.6	433.7	185.4
		Z (cm ³)	10542	11976	10542	2689
		r (cm)	34.9	34.8	34.9	20.9
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.8	33.9	27.8	41.6
	断面力	部材番号	11	21	31	43
		N (kN)	1576.014	2251.856	3288.269	1146.325
		M (kNm)	906.488	1138.358	1819.599	139.418
	応力度	σ (N/mm ²)	36.3	45.5	75.8	61.8
		σ b (N/mm ²)	86.0	95.1	172.6	51.8
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.7	245.3	256.2	210.0
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.465	0.528	0.918	0.541	
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
海中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	410.1	471.1	410.1	171.2
		Z (cm ³)	9970	11405	9970	2484
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	20.8
	座屈長	L (cm)	1388.3	1180.0	971.7	869.9
		L/r	39.9	33.9	27.9	41.8
	断面力	部材番号	13	23	33	44
		N (kN)	914.604	1422.127	3288.269	1146.325
		M (kNm)	1705.677	1957.294	866.095	253.313
	応力度	σ (N/mm ²)	22.3	30.2	80.2	67.0
		σ b (N/mm ²)	171.1	171.6	86.9	102.0
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.5	245.3	256.0	210.0
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	210.0
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.712	0.742	0.626	0.804	
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
地中部	使用部材	鋼管杭 (径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×16	φ 1000×14	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	429.0	489.9	429.0	
		Z (cm ³)	10428	11862	10428	
	断面力	部材番号	14	24	35	
		N (kN)	914.604	1422.127	3288.269	
		M (kNm)	1185.799	1421.911	1115.069	
	応力度	σ (N/mm ²)	21.3	29.0	76.6	
		σ b (N/mm ²)	113.7	119.9	106.9	
	許容値	σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	
σ ba (N/mm ²)		277.5	277.5	277.5		
照査判定	σ / σ a + σ b / σ ba	0.487	0.537	0.662		
		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok		

2) 法線方向の検討

栈橋法線方向には3列の鋼管が配置されていることから、各列の鋼管杭列について下記の解析モデルを設定して構造解析を行う。検討する荷重条件は断面検討の結果を基に地震時のケースの条件とする。

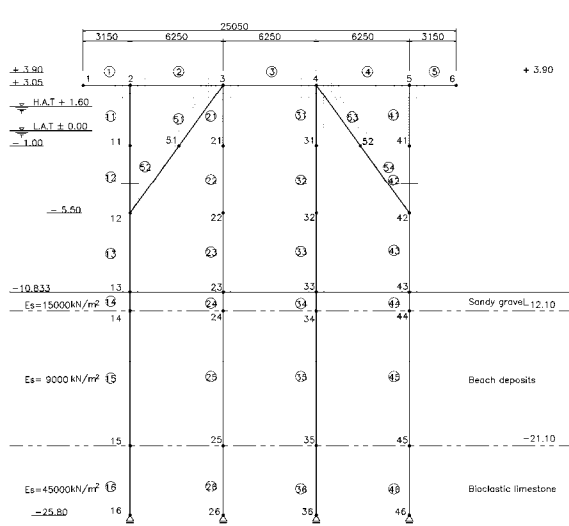


図 3.3-8 解析モデル (海側杭列)

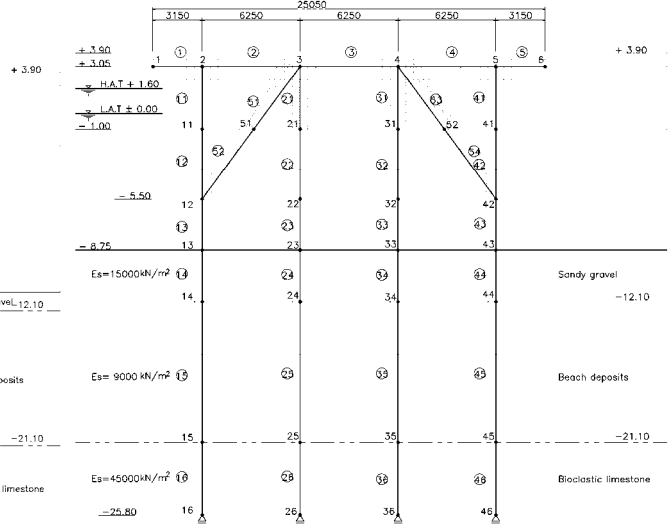


図 3.3-9 解析モデル (中央杭列)

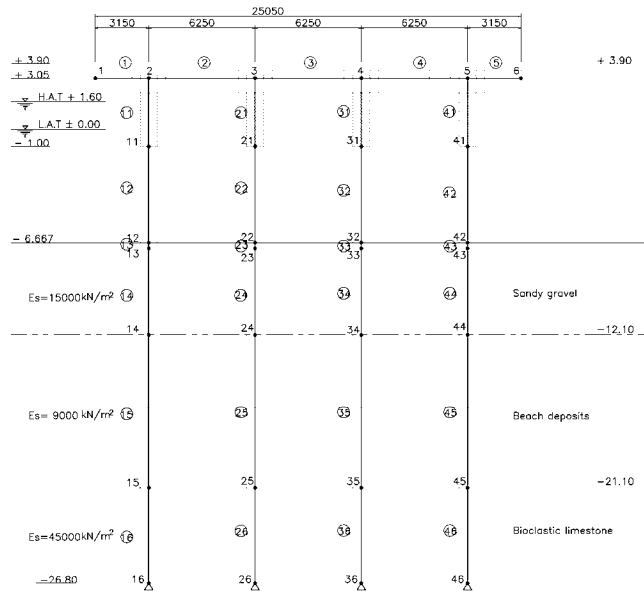


図 3.3-10 解析モデル (陸側杭列)

解析結果は図 3.3-11～13 に示す。

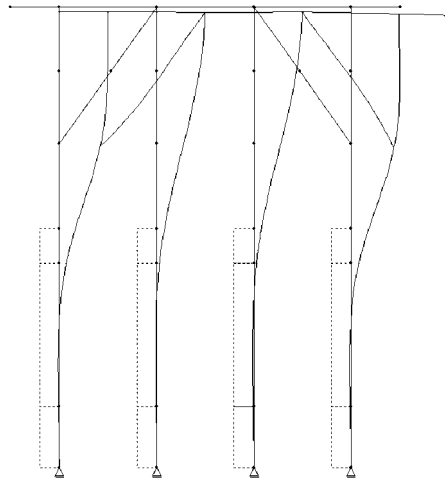
a) 海側杭列

変位量 : $\delta = 6.96\text{cm} < 10.0\text{cm}$

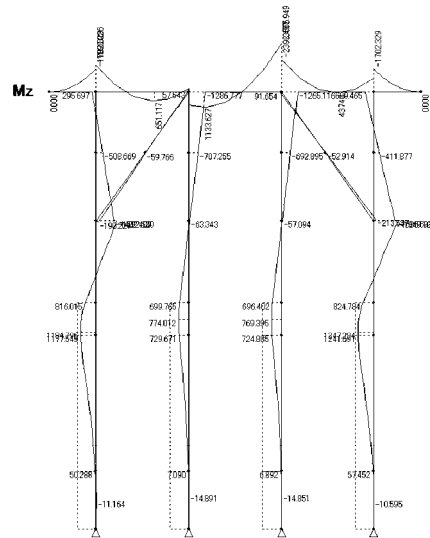
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④
押し込み側	作業時	1500.0	2074.1	1982.1	3039.1
	許容値	4304.0	4304.0	4304.0	4304.0
	判定	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$

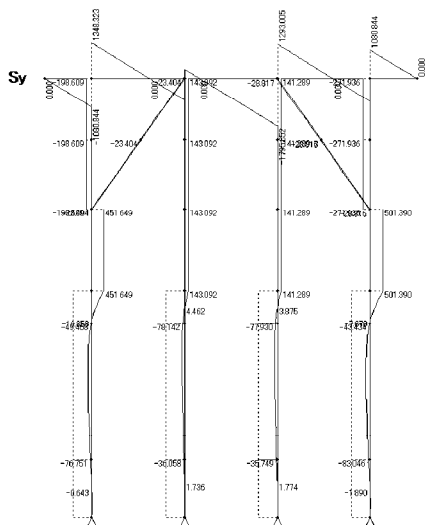
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

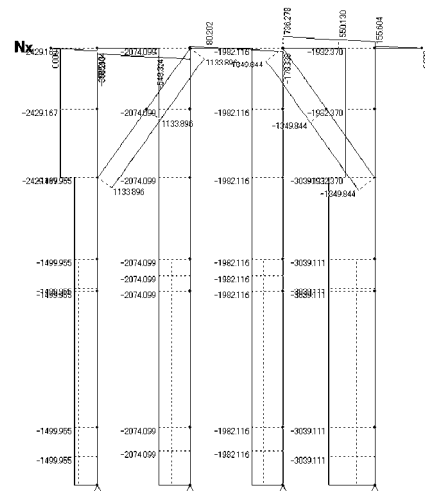


図 3.3-11 法線方向杭列 (海側) の変位及び断面力図

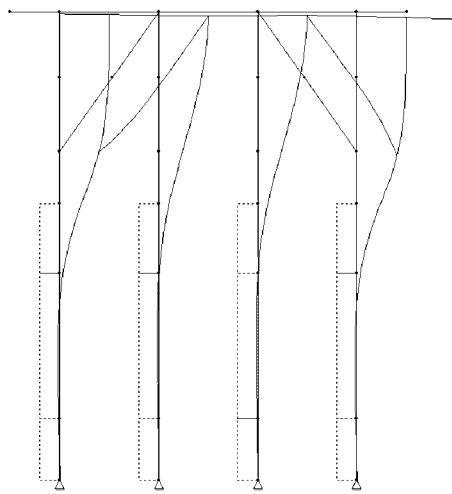
b) 中央杭列

変位量: $\delta = 6.95\text{cm} < 10.0\text{cm}$

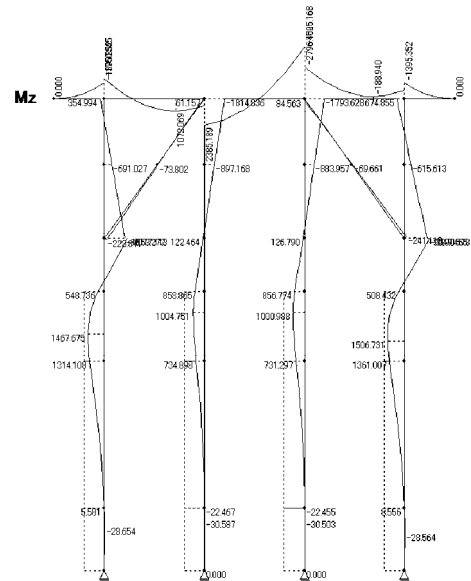
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④
押し込み側	作業時	641.7	1778.5	1526.2	3098.9
	許容値	4392.0	4392.0	4392.0	4392.0
	判定	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$	$\leq 1.0 \cdots \text{ok}$

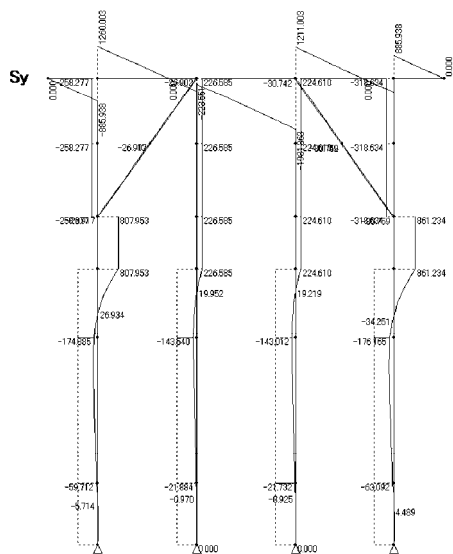
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

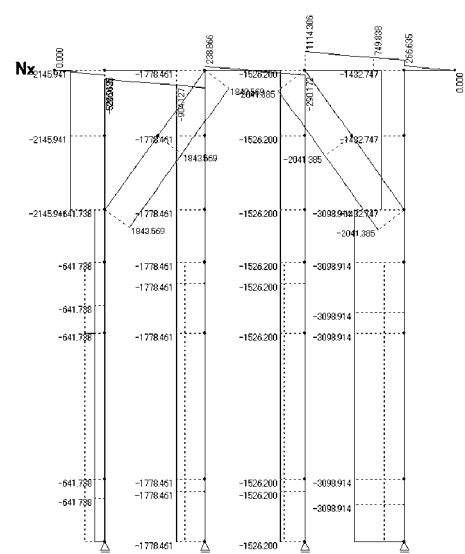


図 3.3-12 法線方向杭列 (中央) の変位及び断面力図

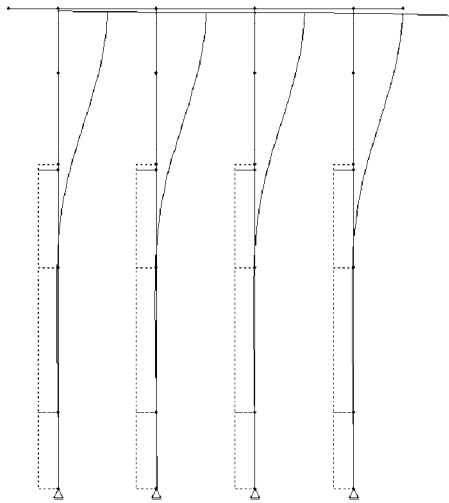
c) 陸側杭列

変位量: $\delta = 6.97\text{cm} < 10.0\text{cm}$

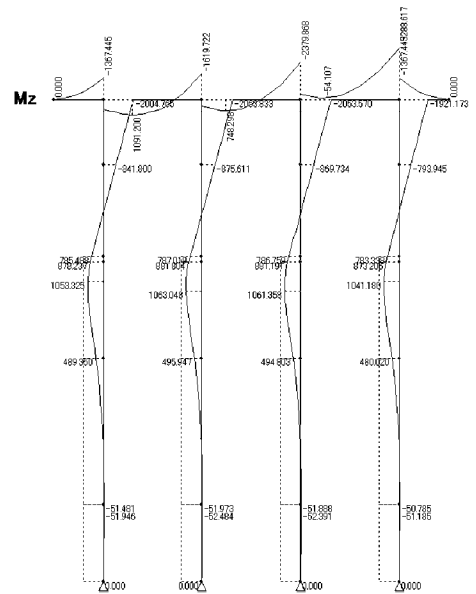
支持力

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④
押し込み側	作業時	1368.4	1631.9	1700.5	2203.5
	許容値	5607.0	5607.0	5607.0	5607.0
	判定	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$	$\leq 1.0 \dots \text{ok}$

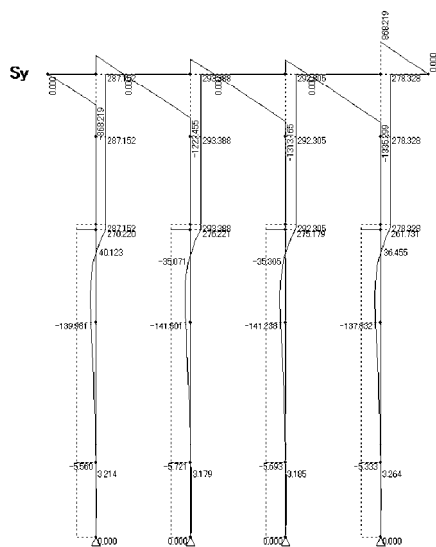
変位図



曲げモーメント図



せん断力図



軸力図

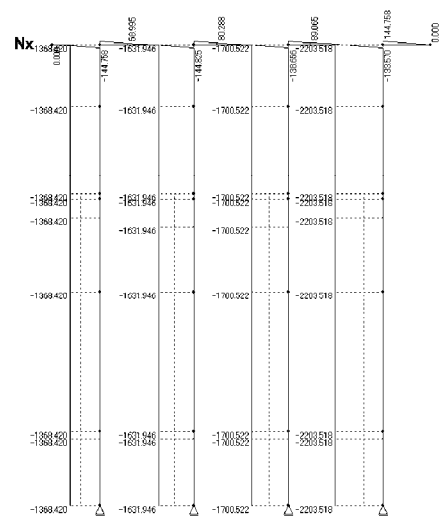


図 3-3-13 法線方向杭列(陸側)の変位と断面力図

また、上記の解析結果に基づいて各部材の断面応力に関して性能照査を行い、所要条件を満足していることを確認した。その結果を表 3.3-5~7 に示す。

表 3.3-5 海側杭列の性能照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	433.7	433.7	433.7	433.7	185.4
		Z (cm ³)	10542	10542	10542	10542	2689
		r (cm)	34.9	34.9	34.9	34.9	20.9
	座屈長	L (cm)	1388.3	1388.3	1388.3	1388.3	1059.1
		L/r	39.8	39.8	39.8	39.8	50.7
	断面力	部材番号	11	21	31	41	53
		N (kN)	2429.167	2074.099	1982.116	1932.370	1349.844
		M (kNm)	508.669	1286.777	1265.116	689.465	91.654
	応力度	σ (N/mm ²)	56.0	47.8	45.7	44.6	72.8
		σ b (N/mm ²)	48.3	122.1	120.0	65.4	34.1
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.7	234.7	234.7	234.7	169.8
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.413	0.644	0.627	0.426	0.591	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
海中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	410.1	410.1	410.1	410.1	242.9
		Z (cm ³)	9970	9970	9970	9970	4107
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	34.8	24.3
	座屈長	L (cm)	1388.3	1388.3	1388.3	1388.3	1059.1
		L/r	39.9	39.9	39.9	39.9	43.6
	断面力	部材番号	13	22	33	43	54
		N (kN)	1499.955	2074.099	1982.116	3039.111	1349.844
		M (kNm)	1592.630	707.255	696.402	1849.128	213.537
	応力度	σ (N/mm ²)	36.6	50.6	48.3	74.1	55.6
		σ b (N/mm ²)	159.7	70.9	69.8	185.5	52.0
	許容値	σ a (N/mm ²)	234.5	234.5	234.5	234.5	178.5
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.732	0.471	0.458	0.984	0.559	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
地中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	429.0	429.0	429.0	429.0	
		Z (cm ³)	10428	10428	10428	10428	
	断面力	部材番号	14	24	34	44	
		N (kN)	1499.955	2074.099	1982.116	3039.111	
	応力度	M (kNm)	1184.796	774.012	769.395	1247.294	
		σ (N/mm ²)	35.0	48.3	46.2	70.8	
	許容値	σ b (N/mm ²)	113.6	74.2	73.8	119.6	
		σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.535	0.442	0.432	0.686		
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok		

表 3.3-6 中央杭列の性能照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④	ストラット	
頭部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	494.6	494.6	494.6	494.6	185.4
		Z (cm ³)	11976	11976	11976	11976	2689
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	34.8	20.9
	座屈長	L (cm)	1180.0	1180.0	1180.0	1180.0	1059.1
		L/r	33.9	33.9	33.9	33.9	50.7
	断面力	部材番号	11	21	31	41	53
		N (kN)	2145.941	1778.461	1526.200	1432.747	2041.385
		M (kNm)	691.027	1814.836	1793.628	674.855	84.563
	応力度	σ (N/mm ²)	43.4	36.0	30.9	29.0	110.1
		σ b (N/mm ²)	57.7	151.5	149.8	56.4	31.4
	許容値	σ a (N/mm ²)	245.3	245.3	245.3	245.3	169.8
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.385	0.693	0.666	0.321	0.798	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
海中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 600×10
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	SKK400
	断面性能	A (cm ²)	471.1	471.1	471.1	471.1	242.9
		Z (cm ³)	11405	11405	11405	11405	4107
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	34.8	24.3
	座屈長	L (cm)	1180.0	1180.0	1180.0	1180.0	1059.1
		L/r	33.9	33.9	33.9	33.9	43.6
	断面力	部材番号	13	23	33	43	54
		N (kN)	641.738	1778.461	1526.200	3098.914	2041.385
		M (kNm)	2077.113	858.865	856.774	2290.578	241.113
	応力度	σ (N/mm ²)	13.6	37.8	32.4	65.8	84.0
		σ b (N/mm ²)	182.1	75.3	75.1	200.8	58.7
	許容値	σ a (N/mm ²)	245.3	245.3	245.3	245.3	178.5
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	210.0
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.712	0.425	0.403	0.992	0.750	
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	
地中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	φ 1000×16	
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490	
	断面性能	A (cm ²)	489.9	489.9	489.9	489.9	
		Z (cm ³)	11862	11862	11862	11862	
	断面力	部材番号	14	24	34	44	
		N (kN)	641.738	1778.461	1526.200	3098.914	
		M (kNm)	1467.675	1004.751	1000.988	1506.731	
	応力度	σ (N/mm ²)	13.1	36.3	31.2	63.3	
		σ b (N/mm ²)	123.7	84.7	84.4	127.0	
	許容値	σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5	
σ ba (N/mm ²)		277.5	277.5	277.5	277.5		
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.493	0.436	0.416	0.686		
判定		≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok	≤ 1.0...ok		

表 3.3-7 陸側杭列の性能照査

		鋼管杭①	鋼管杭②	鋼管杭③	鋼管杭④	
頭部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490
	断面性能	A (cm ²)	433.7	433.7	433.7	433.7
		Z (cm ³)	10542	10542	10542	10542
		r (cm)	34.9	34.9	34.9	34.9
	座屈長	L (cm)	1180.0	1180.0	1180.0	1180.0
		L/r	33.8	33.8	33.8	33.8
	断面力	部材番号	11	21	31	41
		N (kN)	1368.420	1631.946	1700.522	2203.518
		M (kNm)	2004.765	2063.833	2053.570	1921.173
	応力度	σ (N/mm ²)	31.6	37.6	39.2	50.8
		σ b (N/mm ²)	190.2	195.8	194.8	182.2
	許容値	σ a (N/mm ²)	245.4	245.4	245.4	245.4
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.814	0.859	0.862	0.864	
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	
海中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490
	断面性能	A (cm ²)	410.1	410.1	410.1	410.1
		Z (cm ³)	9970	9970	9970	9970
		r (cm)	34.8	34.8	34.8	34.8
	座屈長	L (cm)	1180.0	1180.0	1180.0	1180.0
		L/r	33.9	33.9	33.9	33.9
	断面力	部材番号	12	22	32	42
		N (kN)	1368.420	1631.946	1700.522	2203.518
		M (kNm)	841.800	875.611	869.734	793.945
	応力度	σ (N/mm ²)	33.4	39.8	41.5	53.7
		σ b (N/mm ²)	84.4	87.8	87.2	79.6
	許容値	σ a (N/mm ²)	245.3	245.3	245.3	245.3
		σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5
照査	σ / σ a + σ b / σ ba	0.440	0.479	0.483	0.506	
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	
地中部	使用部材	鋼管杭(径, 板厚)	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14	φ 1000×14
		材質	SKK490	SKK490	SKK490	SKK490
	断面性能	A (cm ²)	429.0	429.0	429.0	429.0
		Z (cm ³)	10428	10428	10428	10428
	断面力	部材番号	14	24	34	44
		N (kN)	1368.420	1631.946	1700.522	2203.518
	応力度	M (kNm)	1053.325	1063.048	1061.358	1041.180
		σ (N/mm ²)	31.9	38.0	39.6	51.4
	許容値	σ b (N/mm ²)	101.0	101.9	101.8	99.8
		σ a (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5
	照査	σ ba (N/mm ²)	277.5	277.5	277.5	277.5
σ / σ a + σ b / σ ba		0.479	0.504	0.510	0.545	
判定		≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	≤1.0…ok	

(3) 構造形式の概要

以上の水中ストラット式栈橋形式の検討の結果、本施設として提案する断面、平面を図 3.3-14 に示す。栈橋延長を 200m として計画することから、平面形状としては施工地を 25m 毎に配置し、8 ブロックに分割して施工するものとして計画する。

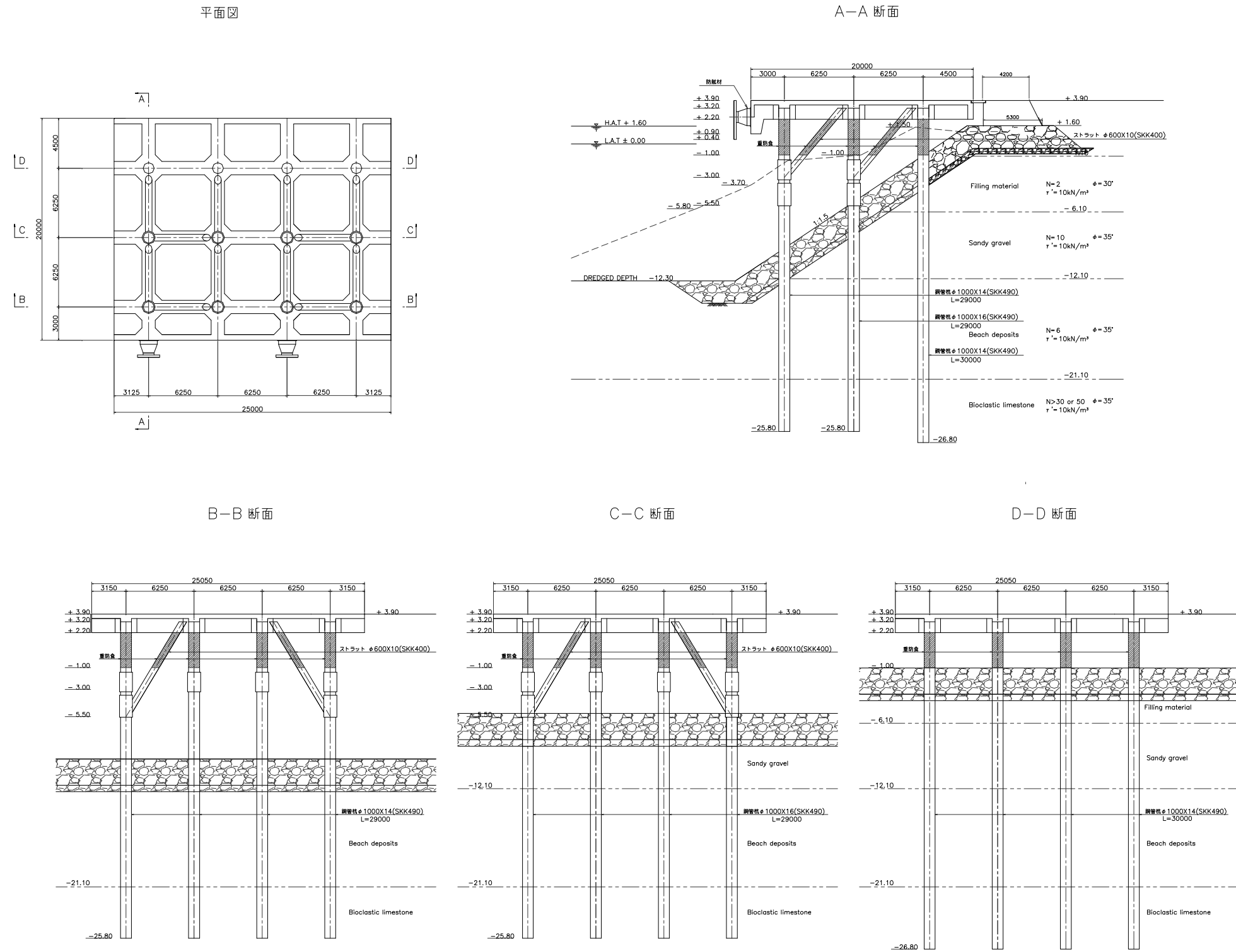


図 3.3-14 スター埠頭岸壁の標準断面図と平面図

3.4 その他土木構造物の設計

BF/S 報告書では下図に示すように浚渫土は海洋への汚濁拡散を防止するために、AREA 2 に投棄されるとしている。しかしながら、その護岸は図 3.4-2 に示すように、海洋への汚濁拡散防止できる構造とはなっていない。

本検討業務ではこの不適切な構造を変更して、浚渫時に海洋への汚濁拡散を防止する図 3.4-3 のような捨石マウンド形式を採用することとする。

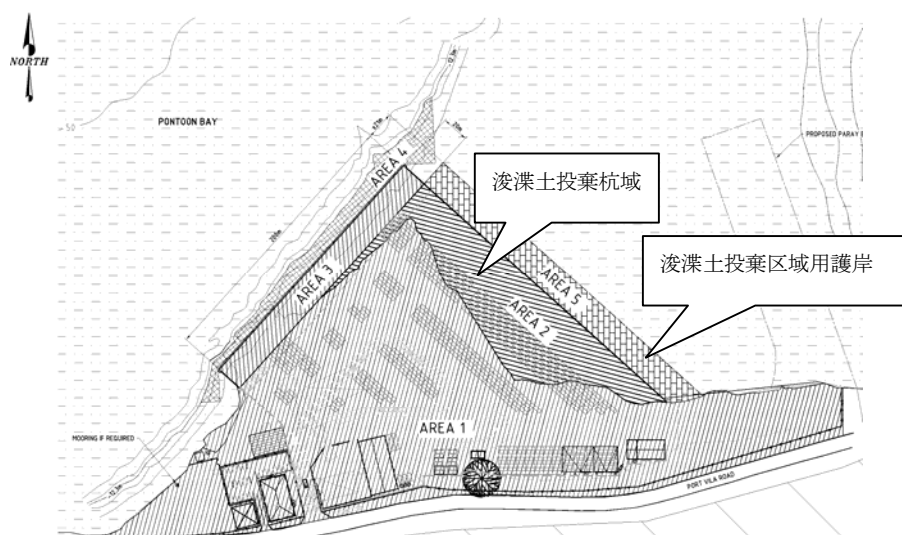


図 3.4-1 浚渫土の投棄範囲と護岸位置

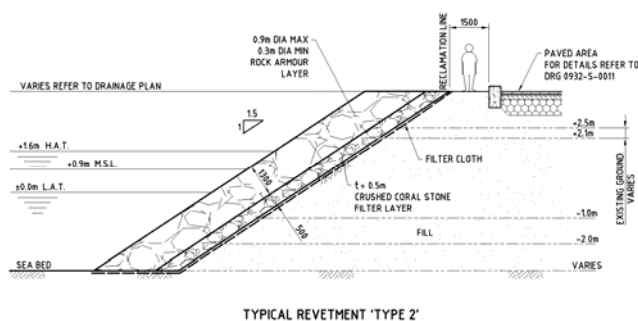


図 3.4-2 護岸構造 (BF/S の提示案)

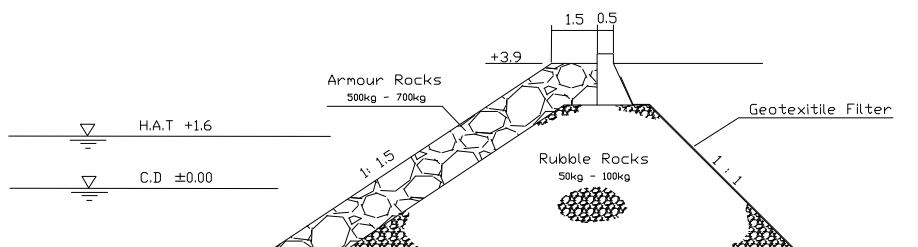


図 3.4-3 浚渫土投棄区域の護岸構造 (新規提案構造)

3.5 建築施設の設計・積算見直し

本来、積算は設計図書から個々の工事の必要数量の拾い出し及びその数量に対応する金額を計算し、それらを掛け合わせる形で進行するものである。本プロジェクトの設計図書は参考図書としての意味合いが強く、数量等不明瞭な部分がある。例えば、建築物の長さ・幅・高さに関する記述はあるが、鉄骨等部材の寸法は記されていない等々。そこで、日本で通常使用される部材を基準として想定の上、数量を計算した。その結果、鉄筋量・鉄骨量に関しては若干の差異があることは否定できない。

このように BF/S 報告書の建築関連の積算には以下に示すような問題が内在しているように思われることから、ここでは同報告書の図面と内訳書をもとに項目・数量を拾いだし、再度積算しなおした。

以下にこの建築設計及び積算に関しての問題点を挙げる。

(1) 設計に関する問題点

➤ 便所数の不足

全体的な動線を考えた時に、管理棟 (Administration Building) が削除された影響として、この敷地内に便所を設ける必要がある。

➤ 鉄骨量の削減

鉄骨造の建築物及びの部材はサイズ等が未記入であるため、今回の積算は図面の絵を基に過去の経験から鉄骨サイズを設定した上で数量を算出したが、日本の工法で設計し直すことで、より少ない鉄骨量で設計可能となると考えられる。

➤ 太陽光発電システム

原設計によると、発電パネルの規格が必要電力量に対して2倍になっており、その半分を蓄電して夜間に使用する計画と思われる。Warehouse の 3.5kw タイプでは発電パネルが 72 枚計画されているが、通常日本のメーカー製の物で 160~190W / 枚程度で、 $160 \times 72 = 11,520$ 、 $190 \times 72 = 13,680$ となり、約 11kw~13kw/日の発電が可能となる。バッテリーの数量は充分かどうか検討の余地がある。また、原設計のように 9 つのモジュールとして扱うのではなく、全体的に一式のシステムを構築することで、経済設計が可能となる。また、バッテリーに関してはその置き場を図面上で明示していない。バッテリーの数量から判断するとかなりのスペースが必要と考えられる。バッテリーのために他の用途の空間が削られることを考慮すると、Workshop と Warehouse に計画されている 2 系統のバッテリーを纏めて 1 ヶ所収納するなどの再検討が必要となる。電解液の漏洩の影響を防ぐために置き場の床の仕上げは防水が必要となり、原設計では、金額的にも大きな物になる恐れがあり、蓄電能力のより大きなバッテリーを使用するなどの改善策を講じてその置き場の省スペース化を図り、経済設計をすべきである。

(2) 積算書上の問題点

オーストラリア版の積算書類を検討してみると下記のような問題点が確認された。

- 積算書類に計上されていない建築に関する内容は以下の通りである。
 - a) 仮設工事費： 外部足場・遣り方・墨出し等
 - b) 仕上げ工事費： 鋼板屋根材・鋼板製外壁材・建具工事費・左官工事費・塗装工事費等
 - c) 電気工事費： 受電盤・分電盤・ケーブル・照明器具・太陽光発電システムその他建築物に必要な一切の電気工事費
 - d) Gate House： Gate House の建築に関わる全ての工事費
 - e) 型枠面積： コンクリート打設に必要な型枠面積が極端に少ない。

- 積算の手法が日本のそれと異なり、同一建築物を上下に分けて、上部構造体に関してはそれぞれの建築物ごとに計上し、基礎に関する部分は全ての建築物の数量を加算した数字を基に積算している。それゆえ、建家毎に比較すると日本側の数字の方が大きく見えるが、前述の積算上欠落している箇所を”contingency”に含むような方法で、一般の人間には金額的にかなり低く見えるように計算していると考える。

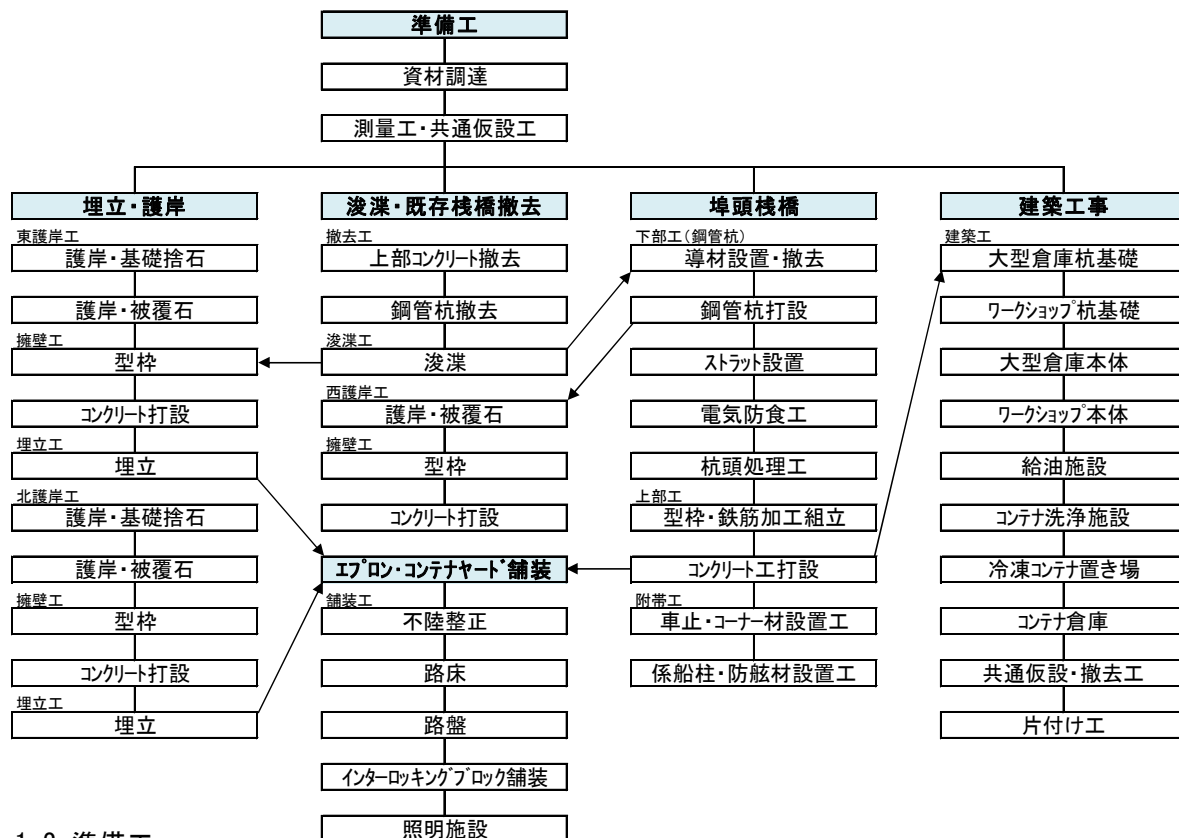
4 施工計画/調達計画

4 施工計画/調達計画

4.1 施工計画

4.1.1 工事施工フロー

本工事の施工フローを以下に記す。



4.1.2 準備工

(1) 資機材調達準備

工事に必要となる資機材の手配・準備を行う。

日本国内または第三国においては、鋼管杭などの資材の発注・工場製作、船舶機械等の製作・整備、及び輸送の手配を行う。

現地においては、掘削機械等、現地で調達可能な建設機械及び石材（基礎捨石及び被覆石等）などの資材の手配を行う。

建設機械は、現地で調達できる建設機械に限りがあり、日本または第三国から調達する必要がある。

輸送費を削減するためには、できる限り流用が可能な建設機械を選定し、必要最小限の機械で施工する計画にすることが必要となる。また、輸送の面では、オーストラリアやニュージーランドの定期船の輸送費と比較し、安価で機能的（長尺物や超重量物が運搬可能）なヘビリーリフトチャーター船を使用すること必要となる。必要な建設資機材をオーストラリアやニュージーランドよりも安価な日本から調達し、輸送ボリュームをまとめることとした。

(2) 測量工

工事着手に当り、BM（ベンチマーク）の再確認・仮BMの設置・基本測量を実施し、施工区域・仮設ヤードに関して、特定と関係者との敷地境界等を明確にする。

4.1.3 直接工事

4.1.3-1 浚渫・既存施設撤去工

(1) 既存棧橋取壊し及び撤去

既存棧橋のコンクリート杭（鋼矢板を2枚張合わせたものにコンクリートを充填したもの）及びコンクリート梁・スラブは、新埠頭棧橋の鋼管杭打設の前に大型ブレーカーを使用し、細かく切断する。海底に落ちた破砕コンクリートは、クローラクレーンに装着したクラムシェルバケットまたはオレンジピールバケットで陸揚げし、バックホウ及びダンプトラックで積込・運搬し、現場から約10km離れた政府の産廃処分場へ運搬して処分する。

機種	規格	台	用途
大型ブレーカ	1,300kg	1	構造物取壊し
空気圧縮機	3.5～3.7 m ³ /min	1	構造物取壊し
クローラクレーン	150ton 吊り	1	構造物取壊し、ガラ引揚
クラムシェルバケット	3m ³	1	構造物取壊し、ガラ引揚、ガラ積込
オレンジピールバケット	3m ³	1	構造物取壊し、ガラ引揚
バックホウ	0.6m ³	1	構造物取壊し、ガラ積込
ダンプトラック	10t 積	5	ガラ運搬

(2) 浚渫工

浚渫は海上施工で行う。スパッド付台船にクローラクレーンを艀装し、転石はオレンジピールバケットで除去し、クラムシェルバケットにて浚渫を行い、浚渫土は土運船で運搬する。浚渫土を抜気し、バックホウ及びダンプトラックにて積込・運搬し、良質なものは埋立に流用し、残土は現場から約10km離れた政府の産廃処分場へ運搬して処分する。

機種	規格	台	用途
スパッド付台船	1,000ton	1	浚渫
クローラクレーン	150ton 吊り	1	浚渫
クラムシェルバケット	3m ³	1	浚渫
オレンジピールバケット	3m ³	1	浚渫
曳船兼揚錨船	500HP	1	浚渫（台船移動）
土運船	500m ³	1	浚渫土海上運搬
バックホウ	0.6m ³	1	浚渫土積込
ダンプトラック	10t 積	5	浚渫土陸上運搬

4.1.3-2 埋立・護岸工

(1) 東・北護岸工

1) 基礎捨石

陸側よりバックホウ及びダンプトラックが通れるように、進入路を兼ねて天端幅 3m で天端高+1.6m まで上部コンクリートの下部工の基礎捨石を行い、仮設進入路として使用する。基礎捨石（10～100kg）は、現地で調達可能なダンプトラックにて運搬し、バックホウを用い

て基礎捨石を投入する。

水中部の基礎捨石投入管理及び指示は潜水士が行う。基礎捨石を投入後、バックホウ、送気・監視のための潜水士船を使用し、潜水士によって水中部の均しを行う。陸上部はバックホウにより行う。

機 種	規 格	台	用 途
バックホウ	0.6m ³	1	基礎捨石投入
ダンプトラック	10t 積	1	基礎捨石運搬
潜水士船	70ps	1	基礎捨石均し (水中部)

2) 被覆石

500～700kgの被覆石をダンプトラックにて運搬し、陸側からバックホウを用いて投入する。

水中部の被覆石投入管理及び指示は潜水士が行う。被覆石を投入後、バックホウ、送気・監視のための潜水士船を使用し、潜水士によって水中部の均しを行う。陸上部はバックホウ及びラフテレーンクレーンにより行う。

機 種	規 格	台	用 途
バックホウ	0.6m ³	1	被覆石投入
ダンプトラック	10t 積	1	被覆石運搬
潜水士用小型船	70ps	1	被覆石本均し (水中部)
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	被覆石本均し (陸上部)
オレンジピールバケット	3m ³	1	被覆石投入 (水中部)・本均し (陸上部)

3) 型枠・コンクリート工

コンクリートは現地で調達可能な生コンを使用する。コンクリートミキサー車により現場に搬入された生コンの打設には、ラフテレーンクレーン、コンクリートバケット及びパイプレータを使用する。また、型枠、鉄筋などの資材の運搬にはクレーン付トラックを使用する。

機 種	規 格	台	用 途
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	コンクリート打設
コンクリートバケット	1.0m ³	1	コンクリート打設
パイプレータ	φ 45mm	3	コンクリート打設
クレーン付トラック	4ton 積、2.9ton 吊り	1	資材運搬

(2) 西護岸工

1) 基礎捨石

浚渫、鋼管杭打設完了後、ラフテレーンクレーン及びバックホウを使用し基礎捨石 (10～100kg) を投入する。基本的には東・北護岸と同様の施工となるが、水深が深いこと及び既に鋼管杭が打設されていることから、施工には細かな配慮が必要となる。

機 種	規 格	台	用 途
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	基礎捨石投入・均し
クラムシェルバケット	3m ³	1	基礎捨石投入・均し
バックホウ	0.6m ³	1	基礎捨石投入・均し
ダンプトラック	10t 積	1	基礎捨石運搬
潜水士船	70ps	1	基礎捨石均し (水中部)

2) 被覆石

基本的には東・北護岸と同様の施工となるが、水深が深いこと及び既に鋼管杭が打設され

ていることから、被覆石の投入、本均しには細かな配慮が必要となる
陸上部はバックホウ及びラフテレーンクレーンにより行う。

機 種	規 格	台	用 途
ダンプトラック	10t 積	1	被覆石運搬
潜水士用小型船	70ps	1	被覆石投入・本均し (水中部)
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	被覆石投入 (水中部)・本均し (陸上部)
オレンジピールバケット	3m ³	1	被覆石投入 (水中部)・本均し (陸上部)
バックホウ	0.6m ³	1	被覆石積込・投入・本均し (陸上部)

3) 型枠・コンクリート工

東・北護岸と同じ。

(3) 埋立

東護岸の基礎捨石の埋土側に吸出し防止シートを敷設した後、ブルドーザにより、敷均し・締固めを行う。1層の巻出し厚は30cmとし、敷均し・締固めを繰り返しながら所定の高さまで施工する。

機 種	規 格	台	用 途
ブルドーザ	21ton	1	敷均し・締固め
散水車	5,000～6,000L	1	敷均し・締固め

4.1.3-3 埠頭棧橋工

(1) 下部工

1) 導材設置・撤去

鋼管杭打設の前に、導材を設置する。導杭の打設にはスパッド付台船、クローラクレーン、バイブロハンマ、発電機を使用し、海上からの施工とする。また、導杭の海上運搬のために台船、曳船兼揚錨船、導杭を積込ためのラフテレーンクレーン及びセミトレーラを使用する。なお、導材の設置・撤去には海上からクローラクレーン、バイブロハンマ、溶接機を使用する。

機 種	規 格	台	用 途
スパッド付台船	1,000tom	1	導杭打設、導材設置・撤去
クローラクレーン	150ton 吊り	1	導杭打設、導材設置・撤去
バイブロハンマ	120kW	1	導杭打設
発電機	500kVA	1	導杭打設
溶接機	D300A	1	導材設置・撤去
曳船兼揚錨船	500HP	1	導杭打設 (台船移動)、導材運搬
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	導材積込 (現場)、導杭打設補助
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	導材積込 (資材置場)
台船	500ton	1	導材海上運搬
セミトレーラ	20ton	1	導材陸上運搬

2) 鋼管杭打設

鋼管杭打設にはスパッド付台船、クローラクレーン、バイブロハンマ、油圧ハンマ、発電機を使用し、海上からの施工とする。また、鋼管杭及びストラットの海上運搬のために台船と曳船及び積込用のラフテレーンクレーン及びセミトレーラを使用する。なお、ストラット

の設置にはクローラクレーン、溶接機、グラウト注入装置を使用する。

機 種	規 格	台	用 途
スパッド付台船	1,000ton	1	鋼管杭打設、ストラット設置
クローラクレーン	150ton 吊り	1	鋼管杭打設、ストラット設置
バイプロハンマ	120kW	1	鋼管杭打設
油圧ハンマ	7.1ton	1	鋼管杭打設
発電機	500kVA	1	鋼管杭打設
溶接機	D300A	1	ストラット設置、電気防食設置、杭頭処理
グラウト注入装置		1	ストラット設置
曳船兼揚錨船	500HP	1	鋼管杭打設 (台船移動)、ストラット運搬
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	鋼管杭・ストラット積込、電気防食設置
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	鋼管杭・ストラット積込 (資材置場)
台船	500ton	1	鋼管杭・ストラット海上運搬
セミトレーラ	20ton	1	鋼管杭・ストラット陸上運搬
潜水土用小型船	70ps	1	電気防食設置

(2) 上部工

1) 型枠・鉄筋加工組立及びコンクリート工

ラフテレーンクレーンを使用し、支保工を設置する。支保工完了後、型枠設置、鉄筋組立を行う。コンクリートの打設には、ラフテレーンクレーンを使用する。また、陸上から届かない場合は海上のスパッド付台船に艀装されたクローラクレーンを使用し、海上から打設する。なお、型枠や鉄筋などの運搬にはクレーン付トラックを使用する。車止め・コーナ材も同様に施工する。

機 種	規 格	台	用 途
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	支保工設置、コンクリート打設
コンクリートバケット	1.0m ³	1	コンクリート打設
パイプレータ	φ45mm	3	コンクリート打設
クレーン付トラック	4ton 積、2.9ton 吊り	1	資材運搬
溶接機	D300A	1	鉄筋組立

2) 附帯工

ラフテレーンクレーンを使用し、防舷材と係船柱を設置する。運搬にはクレーン付トラックを使用する。

機 種	規 格	台	用 途
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	支保工設置、コンクリート打設
クレーン付トラック	4ton 積、2.9ton 吊り	1	資材運搬
溶接機	D300A	1	鉄筋組立

4.1.3-4 エプロン・コンテナヤード舗装工

(1) 整地（不陸整正）、路床・路盤工

モータグレーダを使用し、整地を行う。転圧にはタイヤローラとロードローラを使用する。

機種	規格	台	用途
モータグレーダ	3.1m 級	1	整地
タイヤローラ	8～20ton	1	路床・路盤転圧
ロードローラ	マダム 10～12ton	1	路床・路盤転圧
ダンプトラック	10ton	5	路床・路盤材運搬

(2) インターロッキングブロック舗装

路盤の地耐力を確認後、インターロッキングブロックで舗装する。

機種	規格	台	用途
セミトレーラー	20ton	1	インターロッキングブロック運搬
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	インターロッキングブロック積込
クレーン付トラック	4ton 積、2.9ton 吊り	1	資材小運搬

(3) 照明施設

ラフテレーンクレーンにて照明灯を設置する。

機種	規格	台	用途
セミトレーラー	20ton	1	資材運搬
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	照明灯積込（資材置場）
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	照明灯設置

4.1.3-5 建築工

(1) 建築工事

建築工事に使用する機械は下表の通りである。

機種	規格	台	用途
バックホウ	0.6m ³	1	根切り（掘削・積込）、埋戻
ダンプトラック	10t 積	1	残土運搬
ラフテレーンクレーン	50ton 吊り	1	基礎杭打設
油圧ハンマ	7.1ton	1	基礎杭打設
セミトレーラー	20ton	1	基礎杭運搬
ラフテレーンクレーン	25ton 吊り	1	コンクリート打設、高所資材搬入
コンクリートバケット	1.0m ³	1	コンクリート打設
パイプレータ	φ 45mm	3	コンクリート打設
溶接機	D300A	1	鉄筋組立
クレーン付トラック	4ton 積、2.9ton 吊り	1	資材運搬

4.1.4 工程計画の策定

工事工程表は下図の通り、工事着工から工事完成までに 24 ヶ月を必要とする。

項目		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
準備・片付	資材製作(鋼管杭・PC桁製作)	鋼管杭製作																							
	機械整備		国内産機械整備	海外産機械整備														海外産機械整備							
	海上輸送		海外産機械(工事用)																海外産機械(工事用)						
	準備・片付け			鋼管杭	鋼管杭	鋼管杭																			片付け
土木	浚渫・埋立・護岸			埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立	埋立
	埠頭棧橋																								
	下部(鋼管杭打設)						鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設	鋼管杭打設
	上部コンクリート・付属施設								上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート	上部コンクリート
	エプロン・コンテナヤード舗装																			エプロン・コンテナヤード舗装	エプロン・コンテナヤード舗装	エプロン・コンテナヤード舗装	エプロン・コンテナヤード舗装	エプロン・コンテナヤード舗装	エプロン・コンテナヤード舗装
建築	建築工事																								
	大型倉庫																								
	ワークショップ																								
	コンテナ洗浄施設																								
	冷凍コンテナ置き場																								
	コンテナ倉庫																								
	給油施設																								

4.2 資機材調達計画

4.2.1 建設事情

(1) 建設会社

バヌアツ国には数社の建設会社があるが、その規模は非常に小さく、本プロジェクトのような本格的な港湾施設工事を単独で実施する能力はない。しかし、Fletcher Vanuatu 社と Pierre Brunet 社の2社は、日本、オーストラリア、ニュージーランド等の建設会社のサブコントラクターとしての活用は可能である。

(2) 建設機械

Fletcher Vanuatu 社と Pierre Brunet 社の2社は、汎用的な土木用建設機械を保有している。したがって、本プロジェクトで使用予定の建設機械の中で、土木工事に関する機械・資材類は、基本的には現地調達とするが、現地調達が不可能な建設機械（特に大型クレーンや浚渫船、杭打船等の海上作業船）は日本、オーストラリア、ニュージーランド等から調達する必要がある。

(3) 建設資材

Fletcher Vanuatu 社や Pierre Brunet 社の2社は、生コンプラント、石採場（砕石場）、鉄筋や石材（NZからの輸入品）など汎用的な土木用資材を保有している。したがって、本プロジェクト

トで使用予定のコンクリート、石材及び木材を除く建設資材は日本、オーストラリア、ニュージーランド等から調達する必要がある。

(4) 労務者

同国では、小規模土木や建築工事に携わる一般職工及び普通作業員の調達はエファテ島近郊で可能であるが、特殊技能工は非常に少ない。労務人口が少なく、港湾工事という特殊工事になると、他国から技能的に中心になる世話役・大型機械のオペレータなどの特殊の技能工の確保が必要となる。そのため、日本やオーストラリア、ニュージーランド等の第三国から特殊技能工を調達する必要がある。

4.2.2 資材調達計画

(1) 主要工事用資材の現地市場状況

鋼管杭、H 鋼、インターロッキングブロックなどを除く主要材料については現地での調達が可能である。

鉄筋は現地で調達が可能であるが、オーストラリアやニュージーランドから ANZ 規格に基づいた製品が輸入・販売されており、16,000VT/ton と非常に高価である。近年では中国産やマレーシア製の鉄筋が 14,000VT/ton で輸入・販売されているが、JIS や ANZ 規格に則った製品ではないため、品質に不安があることから採用しないこととする。

(2) 輸入資材の検討

輸入資材については、オーストラリア、ニュージーランド、フィジーの第3国及び日本と、経済性・品質の比較を行う。

鋼管杭や鉄筋などの鋼材については、ANZ 規格に則った製品はオーストラリアやニュージーランドが日本から輸入していること、またフィジーは、その輸入品をニュージーランド等から輸入していることから、非常に高価であり、また、腐食対策として重防食を採用するため、品質面から今回の積算では日本調達とする。

インターロッキングブロックは ANZ 規格品がフィジーで生産されており、コスト面では日本、オーストラリア、ニュージーランドと比較し優位である。今回は現地で生産しているコンクリートによる舗装と比較し、安価な舗装方法を選択する。

港湾施設特有の防舷材、係船柱等の現地調達が困難な資材については、規格、品質、価格、納期及び施工性を総合的に勘案し、今回の積算では日本調達とする。

(3) 資材の調達区分表

資材の調達区分を以下に示す。

資材調達区分一覧

区分	種類	調達区分		
		現地	日本	第三国
鋼材	鋼管杭、H鋼、鋼板、鉄筋等		○	
	ボルト、釘、結束線	○		
セメント・骨材	セメント	○	○(特殊)	
	細骨材(砂)	○		
	粗骨材(砕石)	○		○
	混和材		○	
石材・ブロック	捨石、裏込石、被覆石	○		
	砕石	○		
	栗石	○		
	インターロッキングブロック			○
木材	型枠用合板・木材	○		
油脂類	軽油	○		
	ガソリン	○		
	A重油	○		
	潤滑油	○		
防砂シート	防砂シート		○	
付帯設備	目地材		○	
	防舷材		○	
	係船柱		○	
	電気防食		○	
	照明灯		○	
	グレーチング		○	

4.2.3 工事中用機械

(1) 工事中用機械の調達方式

現地調査の結果、基本的には、同国には施工会社、リース会社、運送会社等が保有するリース可能な施工機械が非常に少ない。本計画においては、現地リースができないものに対し、長期間での使用、特殊大型機械の使用を考慮して、今回の積算では日本調達を基本とする。

(2) 工事中用機械の調達区分表

積算算定に伴う工事中用機械は、下表の通り調達する。

工事中用機械

名称	規格	数量	工種	調達区分	
				現地	日本
スパッド付台船	1,000ton	1	浚渫・鋼管杭打設		○
発電機	125kVA	1	鋼管杭打設(スパッド用)		○
発電機	500kVA	1	鋼管杭打設(ハンマ用)		○
クローラークレーン	150ton 吊り	1	浚渫・鋼管杭打設		○
油圧ハンマ	7.1tom	1	鋼管杭打設		○
ハイプロハンマ	120kW	1	鋼管杭打設		○
曳船兼揚錨船	500HP	1	浚渫・鋼管杭打設		○
台船	500ton	1	鋼管杭打設		○
オレンジピールバケット	3m ³	1	浚渫・被覆石		○
クラムシェルバケット	3m ³	1	浚渫・床掘・基礎捨石		○
土運船	500m ³	1	浚渫		○
潜水士用小型船	70ps	1	被覆石(水中均し)・水中溶接		○
ブルドーザー	21ton	1	埋立敷均し・締固め		○

バヌアツ国ポートビラ港国際多目的埠頭整備事業準備調査(その1 積算見直し)

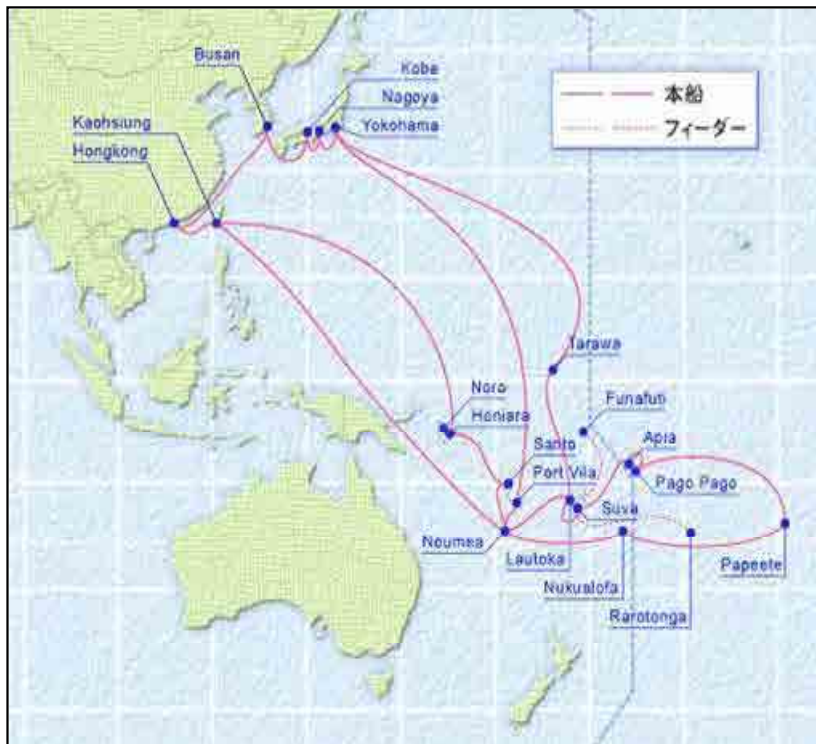
モータークレーン	3.1m 級	1	整地、舗装路盤材敷均し		○
タイヤローラ	8~20ton	1	舗装路盤材転圧		○
ロードローラ	マカダム 10~12ton	1	舗装路盤材転圧		○
散水車	5500-6000L	1	埋立・舗装		○
ラフテレーンクレーン	25ton	1	鋼材運搬・コンクリート打設・付属工	○	
ラフテレーンクレーン	50ton	1	鋼管杭打設補助		○
トレーラー	20ton	1	鋼材運搬	○	
ダンプトラック	10ton	5	基礎工・運搬工	○	
バックホウ	1.0m ³	1	埋立・護岸		○
バックホウ	0.6m ³	1	運搬・基礎	○	
コンクリートバケット	1.0m ³	1	コンクリート打設	○	
大型ブレイカ	1,300kg	1	コンクリート取壊し		○
空気圧縮機	3.5~3.7m ³ /min	1	コンクリート取壊し	○	
パイプレータ	φ 45mm	3	コンクリート打設	○	
溶接機	D300A	1	鉄筋加工、鋼管杭溶接	○	
クレーン付トラック	4t 積 2.9t クレーン付	1	資材運搬	○	

4.3 輸送梱包計画の策定

(1) 日本調達材運搬費

日本（横浜港）からバヌアツ国ポートビラ港へ資機材を海上輸送する場合は、できる限りコンテナ貨物として輸送する。日本からバヌアツ国への定期船はチャーター船を除いて協和海運の1社しか運航していない。

この系統は、寄港地の多いコンテナ船のため、ボリュームが多いもの、コンテナに入らないものはチャーター便を使用して、輸送計画することも必要となる。



海上輸送経路図（Coral Islander）

(2) フィジーからの調達材

インターロッキングブロックはフィジーからの搬入となる。重たい製品を運ぶ際には、作業の比較的容易な 20feet コンテナが一般的に使用される。

(3) 輸送計画の補足事項

本工事において輸送計画は工事の成否に影響する重要事項である。本工事は大型の建設機械や長尺鋼管など定期船などでは運搬が不可能な資材も多数あり、慎重な計画が必要となる。また、調達計画にあたって弊社で施工監理したポートビラ港埠頭改善計画や、南太平洋の離島案件であるベシオ拡張計画の積算を参考にした。

輸送貨物が少量の場合は定期船が優位であるが、輸送量が 5,000FT 以上で、12m 以上の長尺物及び 30ton 以上の重量物を取扱う場合は、ヘビーリフト付きのチャーター船を使用することが必要となる。

(4) 建設用資機材・工事用船舶機械の輸送の補足事項

【第1船(往路) ヘビーリフトチャーター船】

工事用船舶機材のうち、容積制限、重量制限により貨物船による輸送が不可能なものはヘビーリフトチャーター船(450t デリッククレーン搭載船舶)を使用して運搬する。このことにより、台船を含む重量物や長尺物の鋼管杭などを直接、輸送可能となる。ただし、搭載にあたって台船などの重量物や長尺物の鋼管杭などには吊具の取付が必要となる。

【第2船(復路) ヘビーリフトチャーター船】

船舶機械や大型特殊機械の運搬であり、現地での売却または他社への転売等の可能性が低いことから、日本への廻航費を計上する。廻航方法としては、経済性と使用完了時期を考慮し、第1船と同様にヘビーリフトチャーター船とする。

5 プロジェクト概算事業費

5 プロジェクト概算事業費

5.1 全体事業費

(1) 積算条件

- 1) 積算時点：平成 23 年 10 月
- 2) 交換レート : 1US\$ = 82.43 円
: 1VT = 0.91 円
- 3) 施工期間：詳細設計(約 12 ヶ月)
: 工事実施期間(約 24 ヶ月)
- 4) その他：積算は、我国国内の港湾工事や資機材に係る単価をベースとして、バヌアツ国や第三国における単価を加味し工事費算出を行った。

① 直接工事費

BF/S 時の積算と図面を検討した結果、日本のコンサルタントの工法及び積算方法と著しく異なる。特に建築工事においては、浄化槽設備など設備関連工種が積算書のどこかに含まれているのか、予備的経費（全体工事費の 15%）の中に含まれているのか判断できないものが多く、そのままの工種・費目で工事費の見直しを実施することが困難であった。

したがって、JICA のガイドラインに基づき、主要工事、その他工事について、概算数量を算定し、工事単価積上げ方式を用いて概略事業費を改めて算出した。

② 間接工事費

間接工事費は、共通仮設費と現場管理費からなり、港湾土木請負工事積算基準（国土交通省港湾局監修）の共通仮設費率及び現場管理費率を用いて算出した。なお、国内工事における率計上に含まれない海外渡航費や海外滞在費等については、別途、計上した。

③ 設計監理費

設計監理費は、詳細設計・施工監理費からなり、それぞれ積上げ積算を行った。詳細設計にはコンサルタントが詳細設計に必要な地形測量、深淺測量及び土質調査を計上した。また、入札資格事前審査を含む入札の実施及び入札評価の補助業務を詳細設計業務として含めている。

④ 予備費

予備費は物理的予備費（Physical Contingency）と物価上昇予備費（Price Contingency）からなる。物理的予備費として事業費に対し 5% を計上し、不確定要素をカバーする。また、バヌアツ国の物価上昇率に関しては、外貨分を 2.1%、内貨分を 5.8% と設定した。本計画の全体工事費に占める内貨ポーションは約 33% 相当で残り 67% は外貨ポーションである。コンサルタントの設計期間を考慮すれば工事着手までに 2 年間、さらに最終年度工事着手までに 3 年間に要すると思われることを考慮して物価上昇予備費を計上した。

⑤ その他

事業管理費、準備費、税金、金利等を計上する。

(2) 概略事業費

本有償資金協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、4,837 百万円となる。
なお、この額は交換公文上の限度額を示すものではない。

	項目	種別	金額
[1]	建設費		
		直接工事費	3,766,000,000
[2]	設計・施工監理費		488,000,000
	(1)	設計費	220,500,000
	(2)	施工監理費	267,500,000
[3]	予備費		583,000,000
	(1)	物価上昇予備費	354,000,000
	(2)	物理的予備費	229,000,000
[4]	事業管理費		0
[5]	準備費		0
	(1)	土地収用費	0
	(2)	補償費	0
[6]	税金		0
[7]	合計		4,837,000,000

(3) 施設に係る維持管理費

本計画の港湾施設は、基本的にはメンテナンスフリーであるが、消耗品の維持管理費用が必要となる。また、港湾荷役作業によって、インターロッキングブロック舗装の補修が必要となる場合がある。

項目	取替時期	調達国	単価	合計
防舷材	耐用年数:10年 または破損時	日本または第三国	800万円/基	12,800万円/10年
グレーティング	耐用年数:10年 または破損時	日本または第三国	7万円/基	2,000万円/10年
電気防食	耐用年数:50年	日本または第三国		6,000万円/50年
インターロッキングブロック舗装	破損時	第三国または日本	2万円/m ²	

5.2 調達パッケージ

本事業は接岸施設、コンテナヤード、ヤード運営管理施設等の整備に関するコンポーネントから構成されている。スター埠頭ではこれらの施設は未整備であり、新規に整備すべき不可分の機能であることから、本事業は一つのパッケージとして実施することが望ましい。

6 調達方法の留意事項

6 調達方法の留意事項

6.1 バヌアツ国における港湾土木工事の調達事情

(1) 我国の資金協力による港湾工事

当該セクター関連の我が国の無償資金協力は2件実施されている。詳細を下表に記す。

港湾工事は、日本では大手マリコンと称される五洋建設と東亜建設工業がそれぞれ受注している。

我が国の資金協力実績（港湾分野）

実施年度	案件名	供与限度額 (億円)	案件概要	施工業者名 (コンサルタント)
1998	タンナ島埠頭復旧計画	3.82	1994年にタンナ島を襲ったサイクロン“サラ”により被災した埠頭及びアクセス道路の復旧	東亜建設工業株式会社 (パシフィックコンサルタンツインターナショナル：現オリエンタルコンサルタンツ)
2008 ～ 2010	ポートビラ港埠頭改善計画	17.07	ポートビラ港のメイン埠頭の改良工事及びタグボート、パイロットボートの船舶機材の調達	五洋建設株式会社（施設） 金川造船株式会社（機材） (エコー・日本海洋科学JV)

(2) 他ドナーの資金協力による港湾工事

バヌアツ国の独立後はADB等による港湾工事は2件実施されている。詳細を下表に示す。当該国の港湾プロジェクトは、2件ともニュージーランドのFletcher Construction Co., Ltd.が受注している。

Fletcher社は、これらの案件をニュージーランド本社が受注し、必要な資機材はすべてニュージーランドから調達していた。現在はバヌアツ支社を置いており、建設機械は少なく（必要に応じて本社から調達）、単独での港湾土木工事の受注能力はない。しかし、生コンを含むコンクリート材料、石材及び作業員の調達は可能であり、現地請業者としての能力はある。

我国以外ドナーによる資金協力実績（港湾分野）

実施年度	案件名	金額 (千US\$)	援助形態	ドナー	協力概要	施工業者名
1989 ～ 1991	ルガンビル港埠頭棧橋	10,290	有償	ADB	ルガンビル港の埠頭棧橋の拡張	Fletcher Construction (NZ)
2000 ～ 2001	ポートビラ港埠頭棧橋及び防舷材復旧	2,000	不明	不明	ポートビラ港の埠頭棧橋の補修	Fletcher Construction (NZ)

6.2 円借款事業におけるコンサルタント雇用

円借款事業においては基本的に「円借款事業の調達及びコンサルタント雇用ガイドライ

ン」(以下「ガイドライン」)に基づいて行われる。

(1) コンサルタント雇用

1) コンサルタント業務の TOR

円借款により事業を行う場合は通常、コンサルタントが雇用される。その業務に関する TOR および必要とする金額について JICA と借入人との間で合意される。本事業の TOR には「ガイドライン」に示されているように以下の内容が盛り込まれる。

- ・プロジェクト情報
- ・技術情報、法規等の関連情報
- ・コンサルティング業務範囲（環境配慮を含む）
- ・コンサルタントに付与される権限と範囲
- ・エンジニアリング・フィー（MM、報告書内容と提出頻度等）
- ・業務の方法論（設計方針・方法、施工計画等）
- ・BF/S 報告書のレビューと追加調査

特に本調査で BF/S で行った設計・積算を見直した結果、詳細設計を行う上での不足事項を指摘した。港湾計画全体のレビューとともにこれらを次期詳細設計時に補足する調査が必要であろう。

2) コンサルタントの選定

バヌアツ国のコンサルタント会社は2社ポート・ビラ市内で営業しているが、各社とも数人のエンジニアしか在籍しない小規模であり、港湾工事に関する業務を元請で実施した経験は皆無である。したがって、本事業に従事するコンサルタントは港湾工事に関するコンサルティング業務経験を有する International Consultants の雇用が不可欠である。

その選定手続きは「ガイドライン第3章 選定手続き」に従うものとする。

3) 契約

コンサルタント雇用は「ガイドライン第4章 契約」に基づいた契約によって開始される。この契約文書にはコンサルタントの提案提案書と TOR が付加されるが、契約文書は基本的に JICA の範例である「Sample Request for Proposals under Japanese ODA Loans: Selection of Consultants」に記された契約文書を基本に契約が締結されることが望ましい。本案件ではコンサルティングサービス内容は概ね明示されるものであることから、いわゆる Lump-sum 契約とすることが合理的と思われる。

6.3 円借款事業における施工建設会社の選定方針

(1) Local Competitive Bid の採否

本案件事業の工事内容は比較的高額な契約額となること、大型の海上施工機械を使うこと、外国の市場から主要材料を調達すること等を考慮し、Local Competitive Bid により施工会社を選定することは不適切である。それゆえ、本事業では International Bid により施工会社を選定すべきである。

(2) Pre-qualification

施工会社選定のための事前資格審査は、基本的に JICA の示す「SAMPLE PREQUALIFICATION DOCUMENTS UNDER JAPANESE ODA LOANS」に従うものとする。特に、本事業では日本企業の受注可能性の向上を考慮して、完成工事経歴では邦人企業等の特許工法である水中ストラット式栈橋の施工経験を重視することを提案する。

1) 適格性 (Eligibility)

- 1.1 国籍の適格性を有すること
- 1.2 利害関係の無いこと
- 1.3 JICA による不適格性を有しないこと

2) 契約不履行 (History of Contract Non-Performance)

- 2.1 2年間に契約不履行のないこと
- 2.2 係争中の訴訟金額が純資産 50%を超えないこと

3) 財務状況 (Financial Situation)

- 3.1 財務業績 (過去 5 カ年分)
- 3.2 海上土木工事に関する年工事完成高 (100 億円以上)

4) 完成工事経歴 (Experience)

- 4.1 過去 5 カ年の海上土木工事に関する元請としての完工工事 (金額明示)
- 4.2 港湾工事の経歴 (過去 5 カ年で 3 件以上 : 金額明示)
- 4.3 大洋州における港湾工事 (過去 5 カ年 : 金額明示)
- 4.4 水中ストラット式栈橋工事の経歴
- 4.5 バヌアツにおけるコンテナ岸壁/コンテナヤード工事の経歴