

ミャンマー国

全国運輸交通プログラム形成準備調査

内陸水運港湾開発・輸送船舶
改善事業協力準備調査

ファイナルレポート（要約）

平成 26 年 9 月
(2014 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
株式会社 国際開発センター
株式会社 アルメック

基盤

JR

14-187

ミャンマー国

全国運輸交通プログラム形成準備調査

内陸水運港湾開発・輸送船舶
改善事業協力準備調査

ファイナルレポート（要約）

平成 26 年 9 月
(2014 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
株式会社 国際開発センター
株式会社 アルメック

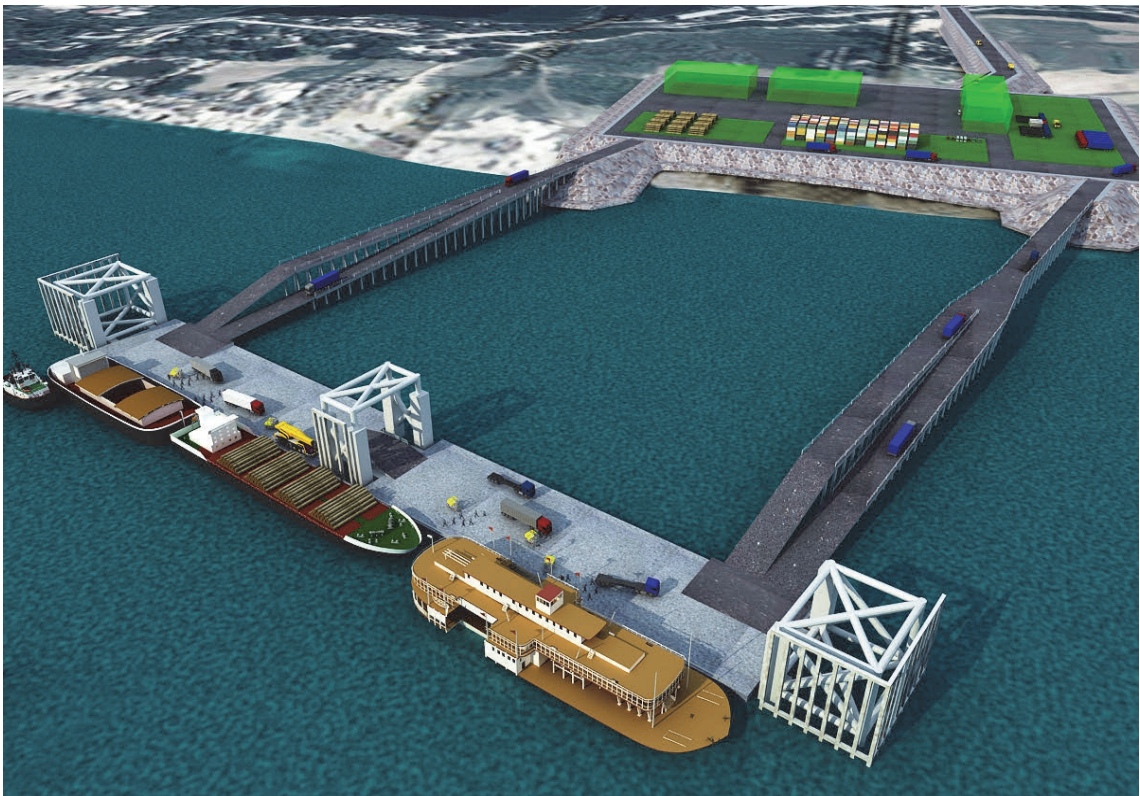
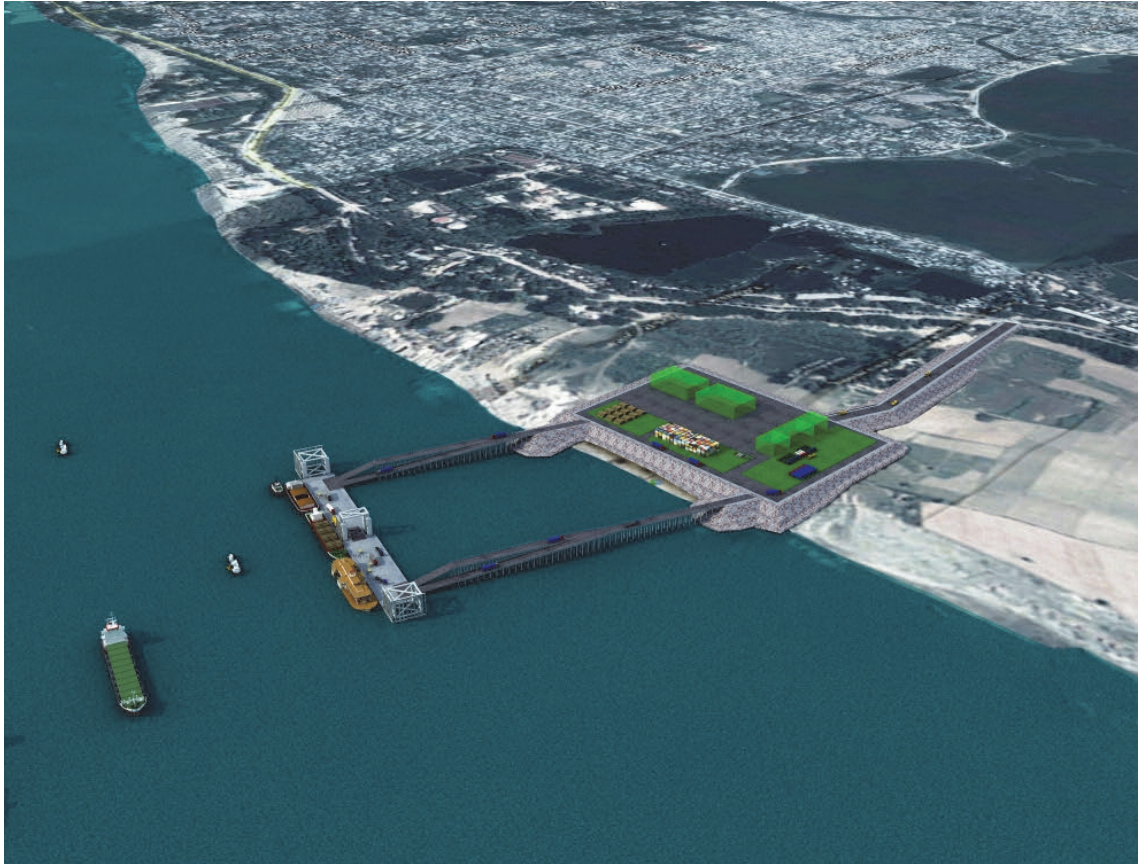
換算レート

USD 1.00 = JPY 99.2

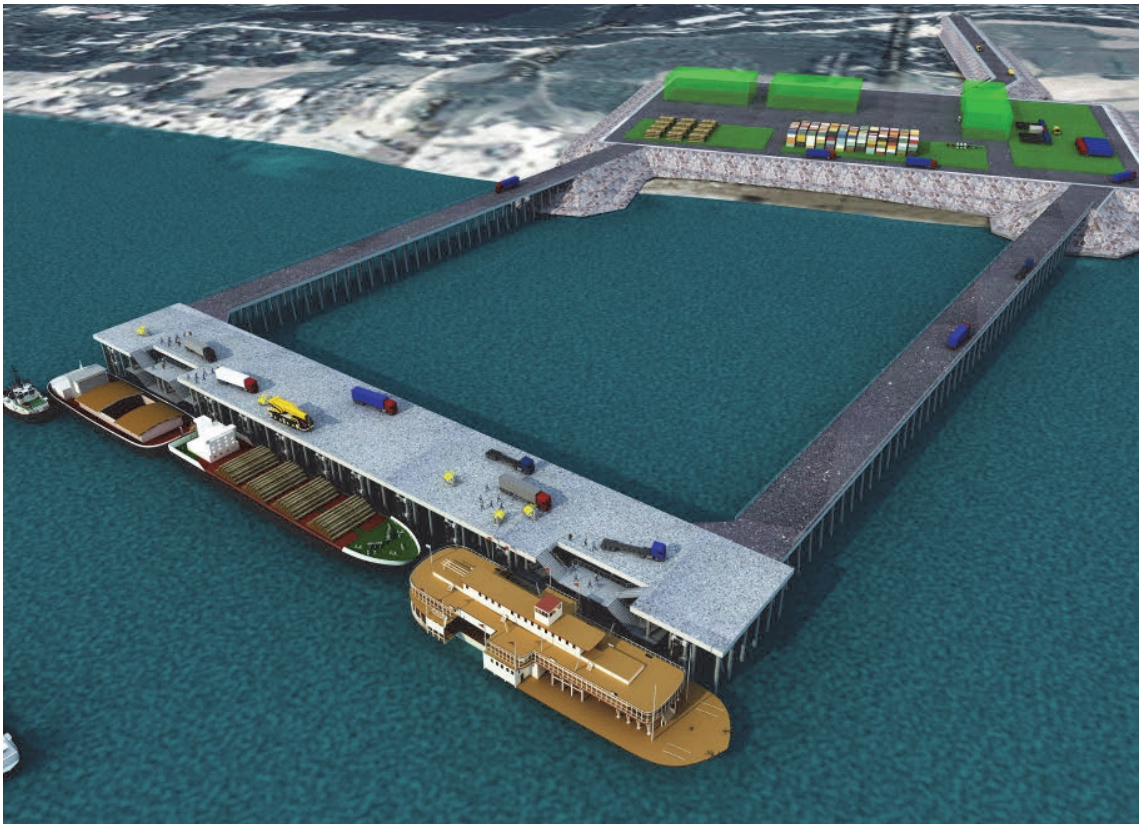
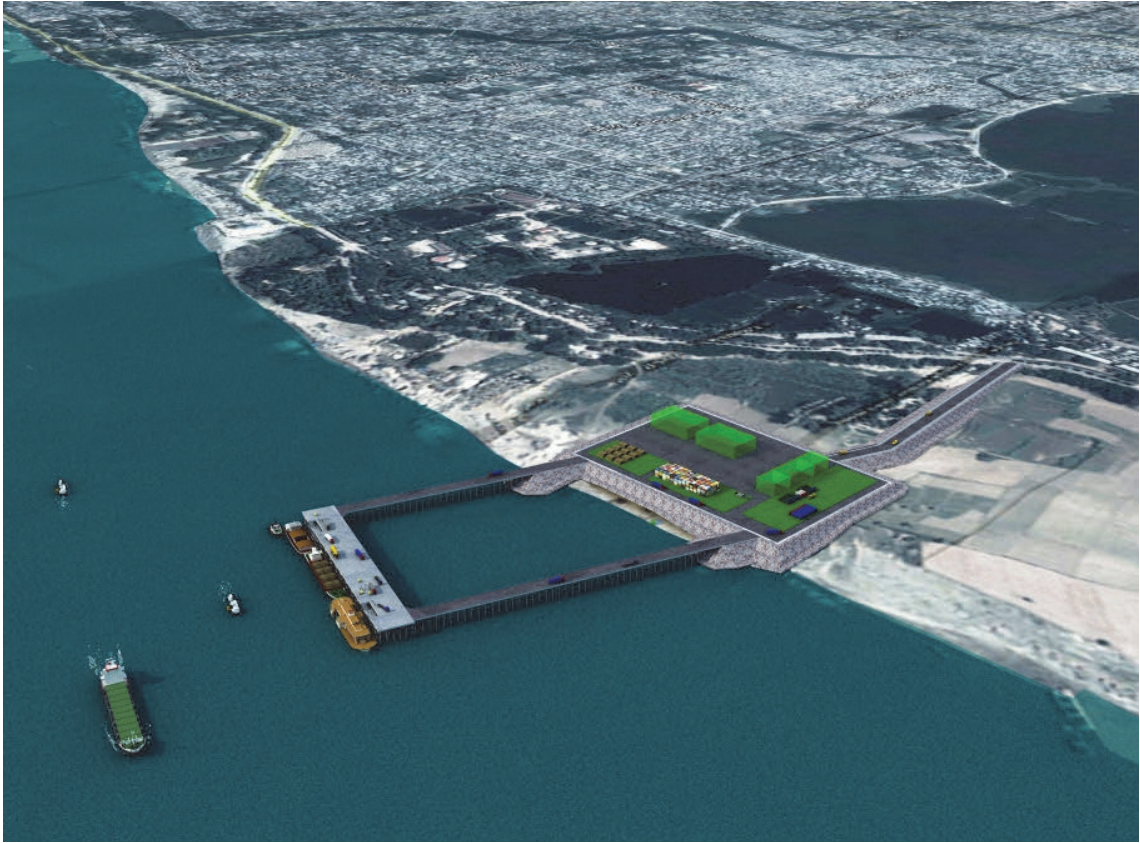
USD 1.00 = MMK 970.9

MMK 1.00 = JPY 0.102

(2013年10月時点)



マンダレー港開発計画イメージ鳥瞰図（浮棧橋案）



マンダレー港開発計画イメージ鳥瞰図（固定栈橋案）

ミャンマー国全国運輸プログラム形成準備調査

内陸水運港湾開発・輸送船舶改善事業協力準備調査

ファイナルレポート（要約）

目次

第 1 章 調査の概要.....	1-1
第 2 章 内陸水運セクターの現状と課題.....	2-1
2.1 内陸水運航路	2-1
2.2 内陸水運港湾	2-1
2.3 内陸水運輸送船舶.....	2-2
第 3 章 マンダレー港における港湾開発.....	3-1
3.1 マンダレー港の概要.....	3-1
3.2 港湾の建設位置.....	3-3
3.3 港湾開発コンセプト.....	3-4
3.4 自然条件調査	3-4
3.5 取り扱い貨物の需要予測.....	3-4
3.6 ターミナル計画.....	3-5
3.6.1 計画方針.....	3-5
3.6.2 計画取扱い貨物量.....	3-5
3.6.3 ターミナル緒元.....	3-6
3.6.4 荷役機械.....	3-7
3.7 概略設計と建設費.....	3-7
3.7.1 岸壁の構造形式の事例検討.....	3-7
3.7.2 河床変動の予測と対策.....	3-8
3.7.3 岸壁構造形式の建設コスト比較.....	3-9
3.7.4 建設費	3-9
3.8 経済・財務分析.....	3-10

3.9	港湾管理運営体制.....	3-11
3.10	我が国の援助スキーム.....	3-11
3.11	環境社会配慮.....	3-12
3.12	事業計画.....	3-12
第4章 内陸水運輸送船舶改善事業.....		4-1
4.1	輸送船舶の現状.....	4-1
4.2	事業コンセプト.....	4-1
4.3	旅客・貨物の需要予測.....	4-1
4.3.1	旅客需要.....	4-1
4.3.2	貨物需要.....	4-2
4.4	改善すべき船舶の検討.....	4-3
4.4.1	新船投入航路の検討.....	4-3
4.4.2	新船計画の考え方.....	4-3
4.5	船舶の概略設計.....	4-4
4.5.1	旅客船.....	4-4
4.5.2	貨物船.....	4-5
4.6	船舶建造計画と建造費積算.....	4-5
4.6.1	建造計画隻数.....	4-5
4.6.2	新船舶調達スケジュール.....	4-5
4.7	新船舶建造費.....	4-6
4.8	経済・財務分析.....	4-6
4.9	管理運営体制.....	4-7
4.10	環境社会配慮.....	4-7
4.11	事業計画.....	4-7
第5章 結論及び提言.....		5-1
5.1	河川港開発.....	5-1
5.1.1	港湾統計の整備.....	5-1
5.1.2	港湾計画の必要性.....	5-1
5.1.3	港湾建設の事業主体.....	5-1
5.1.4	港湾運営管理体制と民営化.....	5-2
5.1.5	適切な港湾料金の設定と管理.....	5-2
5.1.6	施設維持管理の重要性.....	5-2

5.1.7	浮体岸壁の採用に関する継続的検討の必要性.....	5-3
5.2	輸送船舶.....	5-3
5.2.1	旅客輸送.....	5-3
5.2.2	貨物輸送.....	5-3
5.2.3	船舶の更新に係る日本の技術協力.....	5-4
5.3	内陸水運事業全体に関する提言.....	5-4
5.3.1	水運シャトル輸送パイロット事業の奨め.....	5-4
5.3.2	内陸水運全体を統括する政府組織の必要性.....	5-4
5.3.3	モーダルシフトと環境負荷低減効果.....	5-4
5.3.4	我が国の技術活用の可能性.....	5-5
5.4	今後実施すべき事業.....	5-5
5.4.1	マンダレー港建設事業.....	5-5
5.4.2	その他の河川港湾建設事業.....	5-5
5.4.3	河川航路の改善事業.....	5-5
5.4.4	航行安全対策事業.....	5-6
5.4.5	公共船舶の更新事業.....	5-6
5.4.6	技術協力による支援事業.....	5-6

表目次

表 1	マンダレー港の月別貨物取扱量.....	3-3
表 2	マンダレー港取扱貨物の需要予測.....	3-5
表 3 (1)	マンダレー港建設概算工事費（浮棧橋構造）.....	3-10
表 3 (2)	マンダレー港建設概算工事費（固定橋構造）.....	3-10
表 4	事業実施スケジュール.....	3-12
表 5	旅客需要予測.....	4-2
表 6	ヤンゴン・マンダレー間の内陸水運貨物輸送の需要予測.....	4-3
表 7	船舶調達に関する概略積算.....	4-6
表 8	新造船運用における環境影響.....	4-7
表 9	事業実施スケジュール.....	4-8

図目次

図 1	マンダレー港と旅客・貨物の往来のある全国の港湾位置.....	3-2
図 2	港湾建設位置.....	3-3
図 3	ターミナル計画方針.....	3-5
図 4	目標計画ターミナル取扱量.....	3-6
図 5	河床変動解析に用いた 50 日間の水位変動データ.....	3-8
図 6	棧橋構造の選定フロー.....	3-9
図 7	2030 年の貨物輸送需要予測（全ての輸送モード）.....	4-2
図 8	旅客船外形図.....	4-4
図 9	貨物船外形図.....	4-5

略語集

略語	英語表記	和訳
ACD	Above Chart Datum	基本水準面上の高さ
BH	Borehole	土質ボーリング孔
BHN	Basic Human Needs	基本的人間要請、基本的人間ニーズ
CD, CDL	Chart Datum, Chart Datum Level	海図基準面、基本水準面
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
DAC	Development Assistance Committee, OECD	開発援助委員会
DMA	Department of Marine Administration (Myanmar)	海事局（ミャンマー運輸省）
DOT	Department of Transport (Myanmar)	運輸局（ミャンマー運輸省）
DWIR	Directorate of Water Resources and Improvement of River Systems	水資源・河川開発公社（ミャンマー）
DWT	Dead Weight Tonnage (Ship)	載貨トン数（船舶）
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響調査
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率（経済分析）
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率（財務分析）
FY	Fiscal Year	会計年度
G/A	Grant Aid Agreement	無償資金協力契約、無償資金協力協定
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
Gr.	Grade	評価
H.W.L	High Water Level	高水位
ha	hectare, 1 ha = 10,000 m ²	ヘクタール、1ヘクタール = 10,000 m ²
HQ	Headquoter	本部、本社
hr	hour	時間
ICD	Inland Container Depot	内陸部コンテナターミナル
IWT	Inland Water Transport	内陸水運公社（ミャンマー）
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
kh	design horizontal seismic coefficient	設計水平震度
kt, knot	knot, 1 knot = 0.514444 m/s	ノット、1ノット = 0.514444 m/s

略語	英語表記	和訳
kv	design vertical seismic coefficient	設計鉛直震度
L.W.L	Low Water Level	低水位
L/A	Loan Agreement	借款契約、借款協定
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
LOA	Length overall (length of ship)	船長（船の長さ）
M&R	Maintenance & Repairing	維持管理・補修
m/s	meter/second	秒速
MCDC	Mandalay City Development Committee	マンダレー市開発委員会
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Japan)	国土交通省（日本）
MMID	Mandalay Myotha Industrial Development	マンダレー・ミョタ工業団地開発
MOC	Ministry of Construction (Myanmar)	建設省（ミャンマー）
MOF Japan	Ministry of Foreign Affairs Japan	外務省（日本）
MOT	Ministry of Transport (Myanmar)	運輸省（ミャンマー）
MPA	Myanma Port Authority	ミャンマー港湾公社
N, N-value	N-Value, Standard Penetration Test	N 値、標準貫入試験
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織、非政府団体
O&M	Operation & Management	運営管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
PIANC	the World Association for Waterborne Transport Infrastructure	国際航路協会
R/D	Record of Discussions	政府間技術協力プロジェクト合意文書
SCF	Standard Conversion Factor (Economic Analysis)	経済費用換算係数
SEZ	Special Economic Zone	経済特別区、特別経済区域
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
t, ton	tonnage	トン
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit	コンテナ量単位 (20ft コンテナ換算)
φ	Diameter	直径

第 1 章 調査の概要

本調査「内陸水運港湾開発・輸送船舶改善事業協力準備調査」は、ミャンマー連邦共和国（以下「ミ」国）の全国交通計画マスタープランを作成するための「ミャンマー国全国運輸交通プログラム形成準備調査（以下 MP 調査）」の一部として実施された調査である。MP 調査は 2012 年 12 月に開始され、調査の初期段階において、緊急に実施する優先度の高いプロジェクトが調査団と「ミ」国政府側とで協議された。協議の中で、内陸水運港湾の開発事業と公共輸送船舶の更新事業が「ミ」国政府側から提案され、調査団はこの提案内容の妥当性について事前調査し、「ミ」国政府側との協議、及び国際協力機構（JICA）の合意を経て、マンダレー港の開発事業と旅客船・貨物輸送バージの調達事業について協力準備調査が実施された。協力準備調査では、円借款案件形成を目標とし、無償資金協力等、他の援助スキームの適用可能性についても検討を行った。

第2章 内陸水運セクターの現状と課題

2.1 内陸水運航路

内陸水運水路は「ミ」国にとって重要な交通網である。全国に 6,650km に及ぶ航行可能な水路がある。中でもエーヤワディー川は、全長 2,170km に及び、国土の中央を南北に縦断している。エーヤワディー川の航行可能水路長は、デルタ地域に無数に広がる支流の水路を含め、3,938km に及んでいる。エーヤワディー川の水路を經由して、ヤンゴンからピエ、マンダレー、バモー等の主要都市へ航行が可能である。

主要河川であるエーヤワディー川では、乾季と雨季で水位の変化が大きく、例えばマンダレーで 8m、モニワでは 9m の水位差がある。乾季の航路水深は浅く、マンダレーから下流のエーヤワディー川では水深 1.5m、マンダレーより上流、バモーまでの水路では水深 1.1m とさらに浅くなる。エーヤワディー川にマンダレーの南で合流するチンドウィン川の水路水深はさらに浅く、乾季水深 1m 未満である。

現在の河川水運では、航行安全のため貨物輸送船は夜間航行が禁止されている。毎年、雨季乾季で水位の著しい変化が繰り返されることから、河川航路は安定しない。1988 年と 1993 年に UNDP が実施した調査で、エーヤワディー川とチンドウィン川の内陸水運河川航路の改修が提案されているものの、測量資料は古く更新が必要である。また、政府資金での治水事業（堤建設）の進捗は十分でない。

河川航路の改善は、輸送効率の向上と航行安全の確保の両面から重要である。港湾施設建設と荷役の機械化と同時に、河川航路の調査、改善計画の立案、および優先順位の高い事業から順次実施していくことが急務である。

2.2 内陸水運港湾

「ミ」国の河川港では、クレーン等による機械荷役は全く行われておらず、荷役作業は全て人力による。

接岸施設としては、小型の浮き栈橋が設置されている場所も見受けられるが、大部分の河川港では、自然河岸に係留された船舶にその都度木板歩道を人力で設置し、旅客の乗降や貨物の運搬が行われている。

貨物は傾斜した河原に無秩序に置かれている。河原には舗装された敷地はなく、車両が通るたびに細砂が舞い上がり、仮置きされた貨物は砂ぼこりで汚れてしまう。

全ての河川港は乾季と雨季で6m～10m以上の水位差があるため、乾季に荷役場所として利用される河岸は雨季には水没し、荷役場所は水際線とともに移動する。マンダレー港のように、荷役河岸に道路が隣接している場所では、雨季に道路わきで荷役が行われるため、道路交通に支障が生じる場所も多い。

これまで港湾施設整備が進まなかった大きな原因の一つとして、全国の河川港で共通して水位の季節変化が大きく、通年使用できる接岸施設の建設が容易ではなかったことが指摘できる。水運貨物輸送は生活必需品の輸送手段として機能しているにもかかわらず、港湾には接岸施設や貨物ヤードが存在しない。河川港に近代的な港湾施設を建設することは、内陸水運セクターにおいて重要かつ緊急性を持つ課題である。

また、人力荷役しか貨物の積み込みと積み下ろしの手段がないため、輸送貨物も人力で扱える貨物に限られている。本来、水運輸送は、大量輸送やトラック輸送に不向きな大型貨物や重量貨物の輸送に適しているが、荷役機械が導入されていないため、水運輸送の利点が活かされていない。現在の人力荷役の効率は、機械荷役に比べて約30%程度だと考えられる。港湾整備を行うと同時に、初期投資額回収のために相応しい荷役効率が必要と考えられる。人力荷役を機械荷役に転換することは、今後必要不可欠な課題である。

さらに、「ミ」国の河川港湾では、実質的な港湾施設が存在しないため、港湾施設を建設し、運営・管理した実績もなく、そのために相応しい組織も存在しない。内陸水運公社(IWT)は、自社船の運行（主に貨客混載船）と民間への貸出し（主に貨物バージ）を主な管轄業務としており、小規模な浮き桟橋（廃船を係留して旅客用に使用等）を除いて港湾施設を持たない。一方、水資源・河川開発局(DWIR)は河川航路の維持を管轄業務としているものの、組織の設立目的は治水事業であり、河川港を港湾として管理しているわけではない。河川港湾の建設と同時に、建設及び運営・管理に係る政府の管理体制を整備する必要がある。

2.3 内陸水運輸送船舶

近年のモータリゼーションの普及により「ミ」国の内陸水運の利用は減少傾向であるが、災害対策が不十分であることなどから、雨季には道路交通網が遮断される地域が多数ある。このような状況の中、一年を通して安定的な旅客・物資の輸送を可能とする内陸水運の役割は重要である。

IWTが所有する公共輸送船舶は老朽化が進んでおり、半数は建造から40年を経過しており、60年以上経過している船舶が全体の18%を占める。旅客船の場合、船舶の老朽化により、運行速度と船内の快適性の面でサービス水準が低下している。貨物バージやタグボートも老朽化により輸送の安全性が低下している。

利用者が年々減少しているとはいえ、料金の安い水運輸送を利用する旅客は多く、老朽化した船舶は早急に更新する必要がある。貨物輸送についても、IWTが廉価で民間事業者

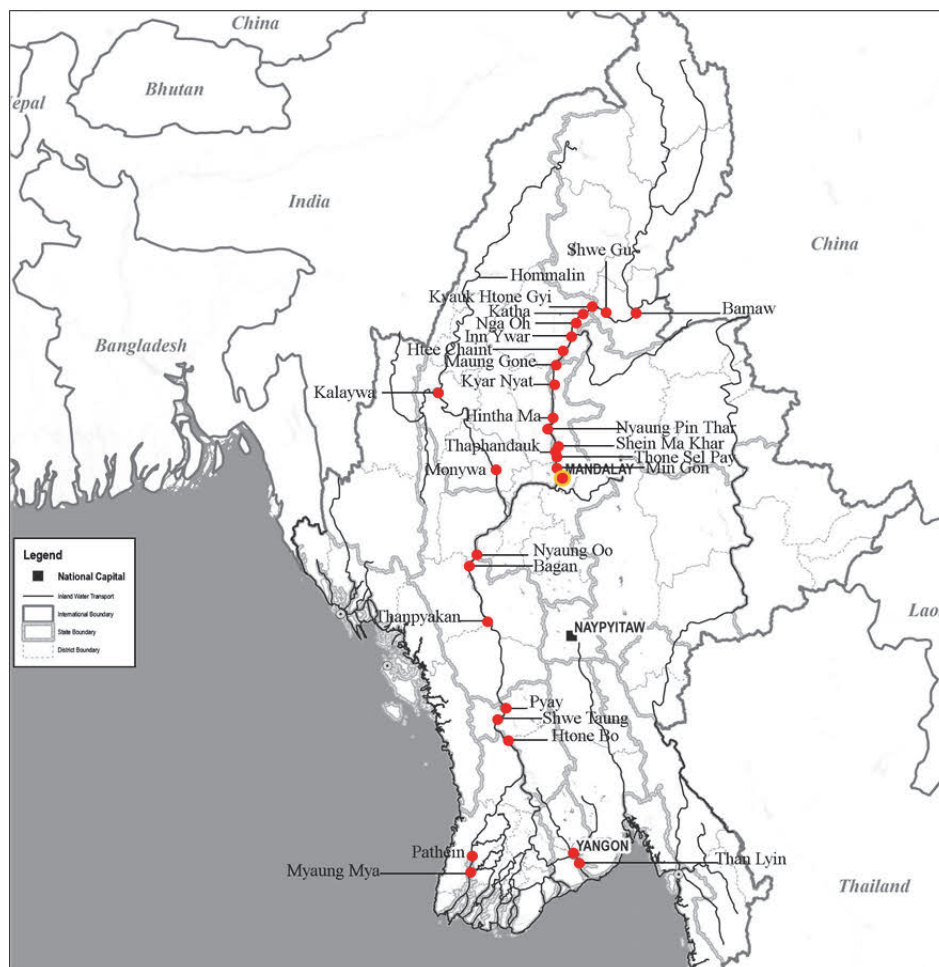
にバージ等を貸し出すことにより、経営基盤の脆弱な民間輸送産業を保護・育成する効果が期待できることから、老朽化したバージやタグボートは更新する必要がある。

第3章 マンダレー港における港湾開発

3.1 マンダレー港の概要

マンダレーのエーヤワディー川河岸では、全国の河川港湾と同様、貨物荷役施設は無く、延長約 6km の自然河岸で荷役が行われている。船舶は川岸に停泊し、河原から木板を船に渡し、旅客の乗船や貨物の人力荷役が行われている。河原には河川沿いの道路からトラックが乗り入れ、貨物の積降が行われる。雨季と乾季の水位差は 8m であり、季節により河原の面積が変わる。雨季には水位の上昇により河原が狭くなり、荷役作業が道路交通の混雑を引き起している。

マンダレー発着の旅客・貨物船の往来のある港湾は、エーヤワディー川上下流からチンドウィン川流域まで全国各地に及ぶ。（図 1）



出典：調査団作成

図 1 マンダレー港と旅客・貨物の往来のある全国の港湾位置

マンダレーの取扱貨物量は、内陸水運公社（IWT）取り扱いが年間約 10 万トン、民間の取り扱いが年間約 50 万トンと推定できる。（表 1）貨物種は、50kg 袋入りの米、豆、セメントが大部分を占め、その他、肥料、野菜類、鋼材、生活物資等多岐にわたる。

表 1 マンダレー港の月別貨物取扱量

(1) IWT の運行路線

月	貨客混載船による輸送		
	移入 (t)	移出 (t)	合計 (t)
2012年4月	4,203	5,171	9,374
2012年5月	5,497	5,597	11,094
2012年6月	4,717	5,486	10,203
2012年7月	2,629	5,460	8,089
2012年8月	2,122	4,713	6,835
2012年9月	2,418	5,110	7,528
2012年10月	2,068	4,970	7,038
2012年11月	2,098	4,193	6,291
2012年12月	2,309	4,238	6,547
2013年1月	2,959	4,678	7,637
2013年2月	4,473	5,804	10,277
2013年3月	4,901	5,590	10,491
合計	40,394	61,010	101,404

出典:IWT

(2) 民間の運行路線

月	貨客混載船による輸送			バージ輸送			合計 (t)
	移入(t)	移出 (t)	合計 (t)	移入(t)	移出 (t)	合計 (t)	
2013年2月	343	11,490	11,833	33,291	1,155	34,446	46,279
2013年3月	356	12,665	13,021	35,721	3,598	39,319	52,340
2013年4月	651	10,478	11,129	20,838	2,985	23,823	34,952
2013年5月	720	10,846	11,566	24,422	1,965	26,387	37,953
2013年6月	621	12,898	13,519	32,547	1,685	34,232	47,751
2013年7月	573	11,308	11,881	21,299	4,456	25,755	37,636
TOTAL	3,264	69,685	72,949	168,118	15,844	183,962	256,911

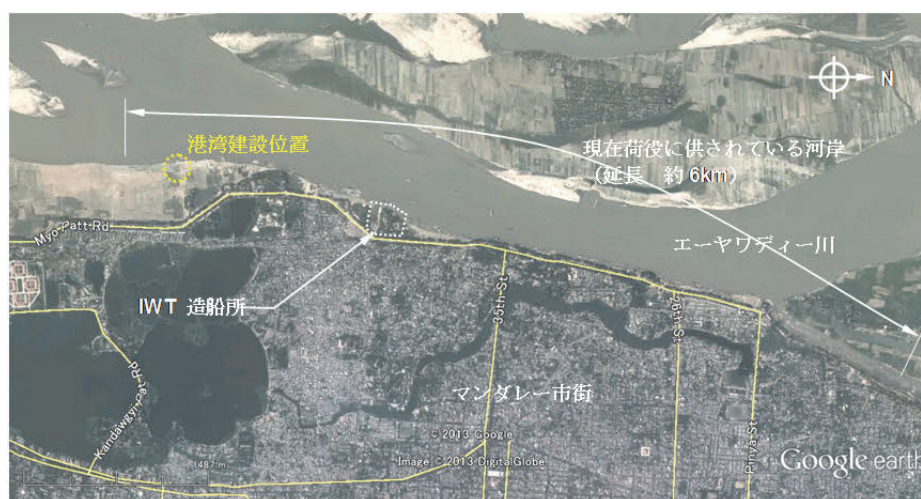
注)液体貨物、木材、石材、砂を除く

出典:DMA

3.2 港湾の建設位置

マンダレー港の建設位置は、マンダレー市の開発計画（MCDC、MOC プラン）、将来の開発余地、河岸の不法居住者の数等を調査・分析した結果、市街地の南側の位置を選定した。

(図 2)



出典：Googleearth イメージに調査団が記入

図 2 港湾建設位置

3.3 港湾開発コンセプト

新しく開発する港湾は、荷役作業の機械化を目指し、港湾システムの近代化を図る計画とする。荷役の機械化のためには、まず河原荷役から岸壁荷役への転換、次に荷役機械や運搬機械の導入が必要である。現在のマングレー港の荷役実態から、年間 60 万トンの取扱い貨物を短期間にすべて機械荷役に転換するのは、財政的にあるいは既存の船舶仕様や荷役労働者の雇用問題からも容易ではないと考えられる。従って、港湾開発のコンセプトは、現在の人力荷役の一部の機械化を想定し、荷役システムの効率化を段階的に実現するための最初のパイロット事業と位置づける。

港湾取扱い能力は、現在内陸水運公社の取扱量（約 10 万トン）に、民間取り扱いを段階的に取込んでいくに十分な能力として、年間 25 万トン程度の開発規模を想定した。

3.4 自然条件調査

港湾建設位置の検討、及び港湾施設の概略設計を目的として、以下の自然条件調査を実施した。

- 1) 土質調査： ボーリング 7 地点 及び 採取サンプルの物理試験及び力学試験
- 2) 地形測量： 延長約 6km のエーヤワディー川左岸の地形測量
- 3) 深浅測量： 延長約 6km のエーヤワディー川左岸、幅 100~200m の範囲の水深測量
- 4) 河川横断測量： 河川沿い 8 km 延長において、1,000m 及び 250m 間隔で実施した。
- 5) 底質調査： 3 地点の河床の土砂サンプル採取と物理試験
- 6) 流速調査： 7 地点の流速調査

土質調査の結果から、港湾建設位置の土質は砂質土で、地盤から 20m 付近で $N > 30$ 程度の支持地盤に達する。アクセス道路付近では表層から 25m 程度の粘性土層が分布する。

地形測量の結果から、岸壁建設位置の水深は約 CDL-2.0~3.0m である。底質調査から、河床は砂質土である。流速調査から、河川中央付近で、3~4knot 程度の流速が観測された。

3.5 取り扱い貨物の需要予測

マングレー港の貨物需要の予測結果は表 2 の通りである。需要予測は、本調査で実施した全国交通 OD 調査の結果、DMA と IWT の貨物輸送データをもとに、各地の GRDP の成長率を評価することにより算出した。予測モデルには、各輸送モード別に輸送コストと輸送時間を変数として組み込み、全体の輸送需要をモード別に振り分けている。表 2 の「with case」とは、現在計画中の高速輸送鉄道、及び既存の高速道路の改良が加えられ、輸送速度が改善された場合の予測値を示している。

表 2 マンダレー港取扱貨物の需要予測

単位: ton/day

年	without case			with case		
	移入	移出	合計	移入	移出	合計
2015	1,485	750	2,235	1,485	750	2,235
2020	1,796	984	2,780	1,610	906	2,516
2030	2,430	1,614	4,044	2,237	1,519	3,756
2040	3,649	2,464	6,113	3,449	2,341	5,790

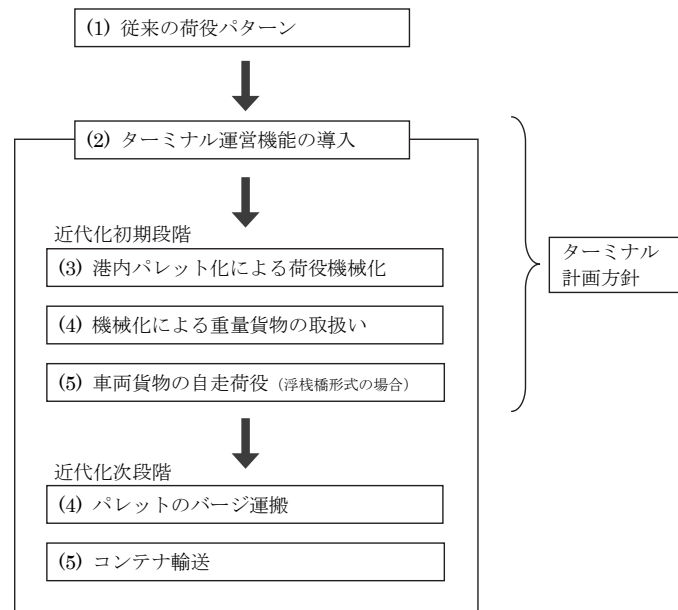
note1: 「with case」は、2020年にヤンゴン～マンダレー間の高速貨物鉄道と高速道路が貨物輸送に供される場合

出典：調査団

3.6 ターミナル計画

3.6.1 計画方針

マンダレー新港のターミナル計画方針として、従来の荷役パターンの効率化に対応すると共に、将来のパレット輸送とコンテナ輸送の普及に備えた施設整備を目指す。（図 3）



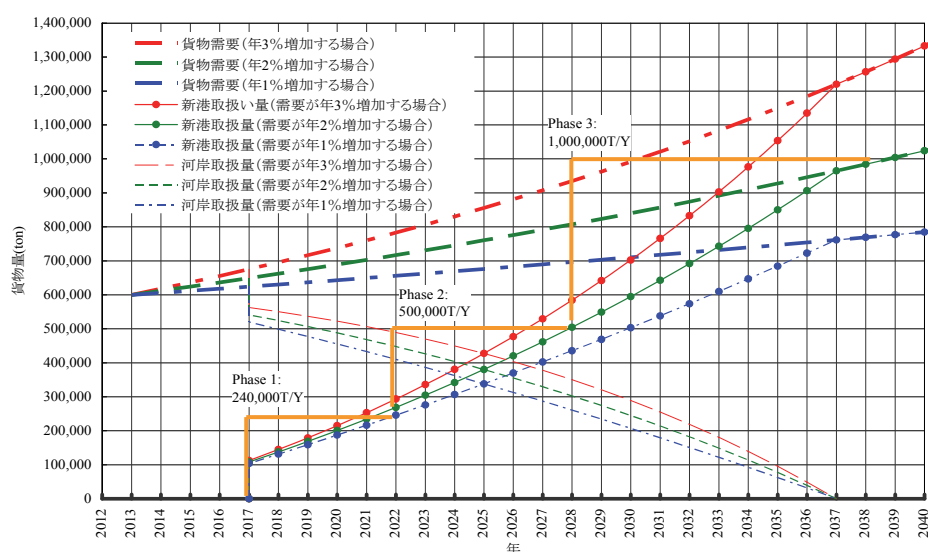
出典：調査団作成

図 3 ターミナル計画方針

3.6.2 計画取扱い貨物量

マンダレー港の開発計画は、自然河岸の人力荷役を機械荷役へ転換するためのパイロットプロジェクトと位置付ける。中規模の公共ターミナルを計画・運営開始し、その後の需要の伸びを見ながら、必要に応じて拡張していく計画とする。図 4 は、計画で想定する需要の伸びと計画取扱能力との関係を示している。計画には以下の条件を設定した。

- ・ マンダレー港の2013年時点の取扱貨物量を60万トン（内IWT10万トン）と仮定する。
- ・ 将来の貨物需要は年率1～3%程度の伸びを仮定する。
- ・ 新港では、開港時にIWTの公共輸送貨物をすべて取扱うものとする。
- ・ 開港後、民間輸送貨物の内、毎年5%を新港に誘致する計画とし、約20年かけて河岸人力荷役すべてを機械荷役へ転換することを目標とする。
- ・ 初期のターミナル能力は年間25万トン程度とし、その後の需要の伸びに応じて拡張していく計画とする。



出典：調査団

図4 目標計画ターミナル取扱量

3.6.3 ターミナル緒元

年間24～25万トンの取扱量を想定して検討したターミナル緒元は以下のとおりである。岸壁計画では、建設当初の機械化率50%、荷役時間は1日8時間 x 2シフト作業を仮定した。また、ヤード計画では、設計年間取扱量を30万トンとし、20万トンは倉庫に仮置き、10万トンは屋外ヤードに仮置きするものと仮定した。

- 岸壁： 水深2m、延長164m
- 埋立地面積： 3ha
- 倉庫： 47m x 24m 倉庫 計画2棟のうち1棟を開港時に建設
- 屋外貨物ヤード： 35m x 60m = 2,100m²
- コンテナヤード： 2,800m² (約10,000TEU 想定)

3.6.4 荷役機械

開港時に必要とされる荷役機械は以下のとおりである。

クレーン (50 t)	2 台
フラットベッド・トレーラー+トラクターヘッド	1 台
トラック	3 台
フォークリフト (3 t)	3 台

3.7 概略設計と建設費

概略設計において最も重要な点は、8m の水位の季節変動に対応する接岸施設の構造形式の選定である。本稿「要約」編では、構造形式の選定から設計、事業費の比較に関する検討経緯を述べる。

3.7.1 岸壁の構造形式の事例検討

マンダレー港の荷役作業の現状分析から、開港時には人力荷役と機械荷役が混在すると想定される。岸壁構造形式は両方の荷役方法が可能な形式とすべきである。河川港において大きな水位差に対応する構造形式の事例調査から、以下の4例の適用性について評価した。

- 1) 多段式岸壁 岸壁を多段式にして高水位時は上部の岸壁を使用し、低水位時は下部の岸壁を使用する方式。上下の岸壁は斜路で接続され、荷役車両がスロープを通り貨物を運搬する。「ミ」国のカラダン川プロジェクトで採用され、現在建設中である。
- 2) 斜路岸壁 岸壁自体に傾斜を持たせ、荷役は斜路の上にクレーン等を設置して行う。ラオス・ビエンチャン港で採用され、現在供用中である。
- 3) 固定栈橋 高水位時に水没しない高さに岸壁エプロンを構築する方式でごく一般的な構造形式。例えばカンボジア・プノンペン港はこの形式で供用されている。
- 4) 浮栈橋 栈橋を浮体構造とし、水位の変動に合わせて岸壁エプロンが上下に昇降する構造形式。インドネシア・ジャンビ港で採用され、現在も供用中である。

多段式や斜路式の構造は、貨物量が比較的小規模な場合に適しているが、マンダレー港のように年間 60 万トンを超える貨物量の港湾には適さない。荷役の機械化が進展する過渡期に、人力荷役と機械荷役の両方に最も適しているのは浮栈橋形式と考えられる。機械荷役が十分に普及すれば、固定栈橋が適していると考えられる。

岸壁構造を浮栈橋とした場合、設置位置での水深が比較的浅いため、毎年繰返される水位の季節変動による河床の変化から、浮栈橋が河床に着底するリスクがある。このリスク

を評価するため、河川の流況解析を実施した。さらに、大型の浮棧橋の製作方法と建設コストについて検討し、その適用性について評価した。

3.7.2 河床変動の予測と対策

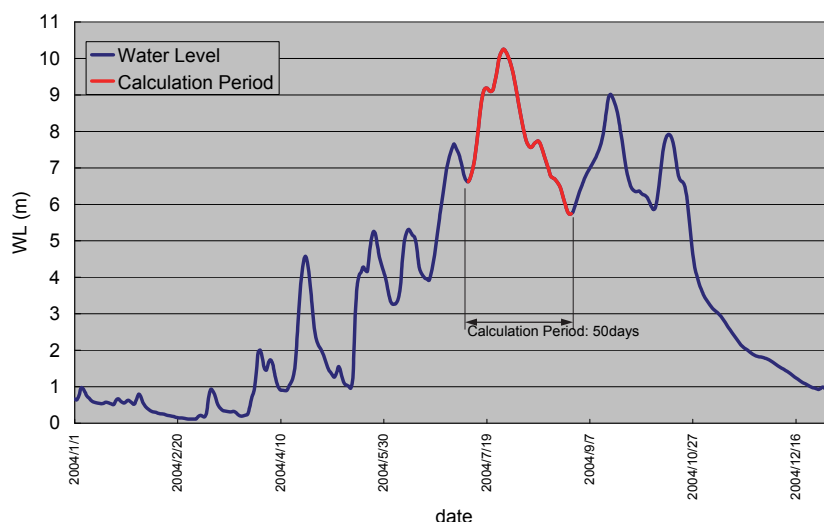
予測解析手法として、平面二次元不定流河床変動解析モデルを用いて河床変動の予測を行った。解析モデルは自然条件調査から得られた地形情報、流速、河床材料のデータを用いて作成し、過去 10 年間の最大洪水期間（50 日間）の水位変動を条件として解析を行った。

解析の結果、流速ベクトル方向に土砂が移動し、浮棧橋設置計画付近で 1~2m の土砂が堆積する傾向となった。対象箇所は、流速が低下する箇所であることから、上流からの土砂が堆積しやすい傾向がある。

岸壁設置位置の現状水深は、1.9m~2.7m である。浮棧橋構造の喫水を 1.3m~1.5m と仮定すると、設置時に浮体底面と河床のクリアランスは 0.4m~1.4m であるが、ここに、1~2m の堆積が起これば、乾季に浮体底部が河床に着底してしまう危険がある。

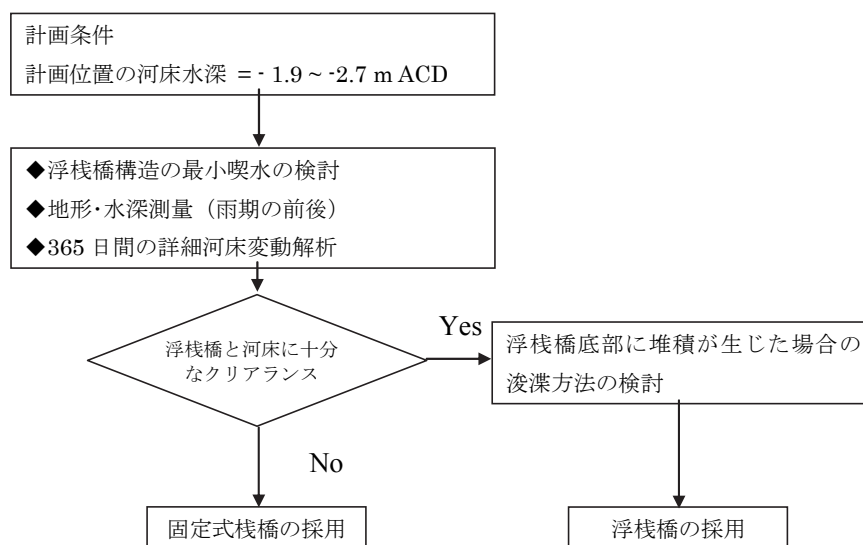
河床の堆積量を制御するために、岸壁上流に制水工を設置して解析を行った結果、制水効果は洪水開始から 20 日程度の期間に限られ、その後（50 日めまで）は堆積土砂が制水工を乗越えて堆積するため、有効な堆積防止効果は認められなかった。

ただし、解析期間 50 日間は、洪水 1 サイクルの期間である反面、実際の洪水期はこのサイクルが 1 年に何度か繰返されている。（図 5）また、解析結果から、河床の土砂は、雨期の高水位時に移動し、乾季の低水位時に安定する傾向が見られる。地形測量は乾季后半の 1 回しか実施していないため、雨期の前後での地形変化が十分に観測されていない。従って、構造形式の最終的な選定のためには、雨期の前後での地形測量、365 日間の詳細な河床変動解析が必要である。今後実施すべき棧橋選定の作業フローを図 6 に示す。



出典：調査団

図 5 河床変動解析に用いた 50 日間の水位変動データ



出典：調査団

図 6 棧橋構造の選定フロー

3.7.3 岸壁構造形式の建設コスト比較

固定式棧橋と浮棧橋について、建設コストを概算比較した結果、岸壁部分の建設コストは、固定式棧橋の場合が約 8.4 億円、浮棧橋の場合が約 16 億円という結果が得られた。浮棧橋のコストが増加したのは棧橋部分を国外製作する条件で検討したためであり、ミャンマー国内製作が可能ならば固定式棧橋の価格とほぼ同等なコストで建設できる可能性がある。

「ミ」国の造船をはじめ鋼構造物製造技術は今後急速に向上する可能性があり、構造形式の検討では、今後 1～2 年の「ミ」国の技術進歩の過程をモニターし、建設コストの再検討をすべきと考えられる。

3.7.4 建設費

建設費は、岸壁を浮棧橋構造とした場合、および固定式棧橋構造とした場合の 2 ケースについて試算した。内訳は以下のとおりである。

表 3 (1) マンダレー港建設概算工事費（浮棧橋構造）

ID.	Item No.	Work Description	Unit	Quantity	Local Portion (Kyat)		Foreign Portion (USD)		TOTAL in JPY	Remarks
					Unit Rate	Amount	Unit Rate	Amount		
A		<i>Construction Expenses</i>								
	1	Preparation, Temporary Yard, Vessels	LS	1	243,616,275	243,616,275	0	0	24,848,000	
	2	Reclamation	m3	96,653	6,921	668,907,577	0	0	68,228,000	
	3	Access Road	m	304	4,767,968	1,449,462,235	0	0	147,845,000	
	4	Cargo Yard (140m x 211m)	LS	1	5,966,686,830	5,966,686,830	0	0	608,602,000	
	5	Access Trestle	LS	1	2,132,478,718	2,132,478,718	3,968,966	3,968,966	611,234,000	
	6	Floating pontoon	no	2	306,235,834	612,471,668	7,770,522	15,541,045	1,604,143,000	
	7	Approach Bridge	no	4	128,265,028	513,060,111 0	255,502	1,022,006	153,715,000	
	8	Buildings and Utilities	LS	1	820,144,043	820,144,043	0	0	83,654,000	
	9	Equipment	LS	1	135,375,000	135,375,000	1,675,255	1,675,255	179,993,000	
		Total construction expenses (A)				12,542,202,457		22,207,272	3,482,262,000	
B		Price escalation	%	-		2,129,976,909		999,359	316,394,000	Local: 4.9%, Foreign: 1.3%
C		Physical contingency (5%)	%	5		733,608,968		1,160,332	189,933,000	
		Sub total (A+B+C)				15,405,788,334		24,366,963	3,988,589,000	3,988,589,000
D		Consulting Service	%	8		1,232,463,067		1,949,357	319,087,000	
E		Administration Cost	%	0.5		184,834,142			18,853,000	
F		Commercial Tax	%	5				1,110,364	110,148,000	
		GRAND TOTAL				16,823,085,543		27,426,683	4,436,677,000	

表 3 (2) マンダレー港建設概算工事費（固定橋構造）

ID.	Item No.	Work Description	Unit	Quantity	Local Portion (Kyat)		Foreign Portion (USD)		TOTAL in JPY	Remarks
					Unit Rate	Amount	Unit Rate	Amount		
A		<i>Construction Expenses</i>								
	1	Preparation, Vessels	LS	1	243,616,275	243,616,275	0	0	24,848,000	
	2	Reclamation	m3	96,653	6,921	668,907,577	0	0	68,228,000	
	3	Access Road	m	304	4,767,968	1,449,462,235	0	0	147,845,000	
	4	Cargo Yard (140m x 211m)	LS	1	5,966,686,830	5,966,686,830	0	0	608,602,000	
	5	Access Trestle	LS	1	2,425,959,279	2,425,959,279	4,664,562	4,664,562	710,172,000	
	6	Pile Pier	m	164	8,875,222	1,455,536,329	42,452	6,962,067	839,101,000	
	7	Buildings and Utilities	LS	1	820,144,043	820,144,043	0	0	83,654,000	
	8	Equipment	LS	1	135,375,000	135,375,000	1,675,255	1,675,255	179,993,000	
		Total construction expenses (A)				13,165,687,568		13,301,884	2,662,443,000	
B		Price escalation	%	-		2,200,588,157		595,321	283,515,000	Local: 4.9%, Foreign: 1.3%
C		Physical contingency (5%)	%	5		768,313,786		694,860	147,298,000	
		Sub total (A+B+C)				16,134,589,512		14,592,065	3,093,256,000	
D		Consulting Service	%	8		1,290,767,161		1,167,365	247,460,000	
E		Administration Cost	%	0.5		151,510,128			15,454,000	
F		Commercial Tax	%	5				665,094	65,977,000	
		GRAND TOTAL				17,576,866,801		16,424,525	3,422,147,000	

Note: TOTAL amount in Japan Yen is the amount of rounddown below 1,000 JPY

出典：調査団

3.8 経済・財務分析

マンダレー港整備事業は、国民経済への貢献の観点からは投資をする意味を持つ。同事業の EIRR は 14.7%で、経済的に実施可能と評価する目安となる 12%を超えるレベルである。一方、FIRR はマイナス 3.4%で、名年の運営では収益を上げることができるが、初期投資や更新投資の費用を完全にはカバーできない水準である。従って、財務的な視点からは、初期投資が政府自己資本または無償資金協力でまかなわれない限り、融資を受けて建設運営することは困難である。

FIRR がソフトローンによる割引率と考えられる 0.1%を超えるためには、投資費用及び運営維持管理費用が現行の水準を維持し、プロジェクトの収入が約 1.6 倍に増加しなければならない。または、投資費用の負担を 35%まで下げる必要がある。これらの条件を満たすことができたとき、本事業は財務的な視点からも投資をすることが可能となる。

また、本事業の分析は基本的に固定栈橋を活用することを想定していたが、雨期と乾期の間で水位差が 8 メートルあるマンダレー港においてスムーズで安全な人力荷役を行うために浮栈橋を導入することを考えることができる。しかし、現在のところミャンマーでは浮栈橋は生産することはできず、海外から導入することになるので、財務価格で見ても経済価格で見ても事業費が 94 億チャット（約 9.6 億円）増加することになる。その結果、FIRR はマイナス 4.5%、EIRR は 11.1%まで低下することとなる。

3.9 港湾管理運営体制

「ミ」国の河川港には実質的な港湾施設は存在せず、港湾管理の実態も見当たらない。本調査を契機として、運輸省（MOT）内部で基礎的な協議が行われ、以下の方向性が確認されている。

- 1) マンダレー港建設の事業主体は、水資源・河川開発局（DWIR）が担当する
- 2) 建設された施設の所有者は DWIR となる
- 3) 運営管理には内陸水運公社が関与し、民間セクターを活用して運営を行う

今後、管理運営を担っていく IWT は、プロジェクトが採択され施設が供用開始されるまでに、組織規程を見直したうえで、港湾管理に責任を持つ部局を新たに設立していくとともに、貨物取扱業務を担う民間の港運業者の育成を図る必要がある。

3.10 我が国の援助スキーム

以上の検討結果から、マンダレー港の開発は、全国の全ての河川港湾に先駆け、機械化を実施するパイロット事業と位置付け、無償資金協力で実施するのが妥当だと考えられる。政府が主導するパイロット事業としての目的は以下のとおりである。

- 1) 港湾機械荷役を導入し、人力荷役から機械荷役への転換を図る
- 2) 港湾運営機能を導入し、内陸水運輸送の合理化・輸送コストの低減を図る
- 3) パレットやコンテナを導入し、貨物のユニット化を図り、これらの民間への普及を促進する
- 4) 港湾料金体系を導入し、適切な料金体系を確立すると共に全国の河川港湾への普及を図る

パイロット事業は、最終的には輸送事業と港湾建設・運営事業の民営化を目指す試験的事業とすべきと考えられ、事業の実施段階では、そのための課題解決を政府主導で行うべきである。

第4章 内陸水運輸送船舶改善事業

4.1 輸送船舶の現状

IWTは現在413隻の船舶を所有しているが、主要船舶である旅客貨物兼用船は146隻で、その過半数は老朽化している。また、IWTの船舶のサイズが各就航地の自然条件に対し大きすぎるケースが多くみられる。一方、柔軟な営業が可能な民間企業は浅喫水の小型船の複数就航で対応している。

4.2 事業コンセプト

IWTが使用している船舶の多くは老朽化しており、それらの更新・新規調達について、わが国に有償資金協力の要請が出されている。本調査では、この内容を精査し、必要な船舶の調達を行うための計画策定を行う。

旅客船については、ニーズが高く、既存の民間営業を圧迫することが無い、公共性の高い路線を選定し、IWTの意向に配慮しつつ必要な調達計画を策定する。貨物輸送船については、需要の多い、または潜在需要の高いルートを確認し、輸送効率の向上と輸送経費の低減を目的とした船舶を検討する。提案する船舶の形式は、利用状況、自然条件を考慮し、IWTの意向に配慮しながら、決定する。

本調査は、有償資金協力の適用を前提に検討を進めるが、無償資金協力の適応の可能性も視野に入れて調査を進めることとする。

4.3 旅客・貨物の需要予測

4.3.1 旅客需要

旅客需要の検討は、対象路線の選定の結果(4.4参照)ヤンゴンとデルタ地域の3港(ピャーポン、ラブッタ、及びチョンマゲイ)間の需要を予測した。

表 5 旅客需要予測

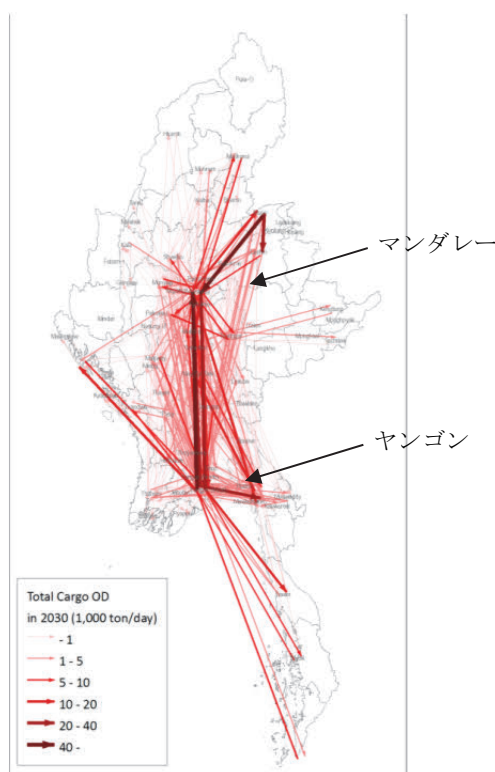
単位:人/日

年	発	Yangon			Kyonema Ngay	Laputta	Pharpone
	着	Kyonema Ngay	Laputta	Pharpone	Yangon		
2013		97	170	356	93	180	435
2015		108	191	387	103	203	473
2020		133	241	470	128	256	575
2030		213	341	690	204	361	844

出典: 調査団

4.3.2 貨物需要

貨物需要の対象路線はヤンゴン～マンダレー間とした。表 6 に示されるように、地域間の貨物輸送需要は、同路線が最も大きい。



出典: 調査団

図 7 2030 年の貨物輸送需要予測（全ての輸送モード）

マンダレー・ヤンゴン間の水運貨物需要の予測結果は表 6 の通りである。需要予測は、本調査で実施した全国交通 OD 調査の結果、DMA と IWT の貨物輸送データをもとに、各地の GRDP の成長率を評価することにより算出した。予測モデルには、各輸送モード別に輸送コストと輸送時間を変数として組み込み、全体の輸送需要をモード別に振り分けている。表 6 の「with case」とは、現在計画中の高速輸送鉄道、及び既存の高速道路の改良が加えられ、輸送速度が改善された場合の予測値を示している。

表 6 ヤンゴン・マンダレー間の内陸水運貨物輸送の需要予測

単位: ton/day

年	without case			with case		
	M→Y	Y→M	合計	M→Y	Y→M	合計
2015	160	873	1,033	114	519	633
2020	220	1,605	1,825	158	908	1,066
2030	229	2,901	3,130	165	1,512	1,677
2040	214	4,278	4,492	142	2,179	2,321

note1: 「with case」は、2020年にヤンゴン～マンダレー間的高速貨物鉄道と高速道路が貨物輸送に供される場合

note2: M: マンダレー, Y: ヤンゴン

出典: 調査団

4.4 改善すべき船舶の検討

「ミ」国の旅客輸送と貨物輸送について、それぞれ検討を行った。

4.4.1 新船投入航路の検討

(1) 旅客船

旅客船の援助対象航路の選定については、ニーズが高く同国の発展に寄与すること、公共性が高く民業を圧迫しない事を条件とする。対象航路を選定するに当たり、民間旅客船の定期航路が無く、IWT 公共輸送のみが定期航路を運行している路線を調査した。このような対象路線の利用者は、バスを利用しない貧困層に限られると想定できる。その結果、デルタ管区内のヤンゴン～ピャーポン、ラブッタ、チョンマゲイの3航路を選定した。

(2) 貨物船

IWT の旅客貨物兼用船による貨物輸送のデータによると、貨物取扱量が最も多いのはヤンゴン、次いでマンダレーである。「ミ」国の経済発展には、同国第一・第二の都市であるヤンゴン～マンダレー間の貨物輸送能力の改善が最も重要である。将来の貨物需要予測からも、同路線の需要が最も顕著に伸びる結果となった。

これまでヤンゴン～マンダレー間の貨物輸送の大部分が道路輸送に依存していた大きな理由は、機械荷役を行う港湾施設が存在しなかったことである。本来、水運輸送は大量貨物や重量貨物の輸送に適しており、現在は輸送単価の安い水運輸送の長所が活かされていない。施設整備が進めば、これら水運にふさわしい貨物の需要が創出され、道路から水運へのモーダルシフトが進む可能性は高い。

貨物水運に対する公共輸送の役割を考えた場合、定時制のあるヤンゴン～マンダレー間の水運シャトル輸送サービスを公共機関がパイロット事業として実施し、民間輸送の参入促進を図ることが望ましいと考えられる。

4.4.2 新船計画の考え方

今回提案する船舶の造船は、造船所設備、造船労働者技術の観点から検討した結果、日

本国内で建造を行い、それを「ミ」国に輸送することとする。航行安全設備は、必要最低限の装備を考慮する。なお、これらの機器の操作方法等の習得は、マニュアルだけでは不十分であり、専門家の派遣が望ましい。

(1) 旅客船

計画に際し、IWT はより小さな船を強く希望していた。これは、基本的には民間同様、小さな船を複数船団調達し、閑散期の営業にも柔軟に対応でき、運転経費を少しでも節減したいためである。この観点から、エンジンの特性に関しては、燃費を優先して決定することにした。基本設計基準は、DMA との打ち合わせにより日本の国交省海運局の規格に基づくものとした。喫水に関しては、提案する船舶の構造、大きさの船体で可能な限り浅喫水となるよう配慮した。

(2) 貨物船

IWT の意向を尊重し、貨物専用船を提案する。船型はマンダレー港の港湾設備計画を視野に入れつつ、将来のコンテナ輸送にも対応しやすいバージ+タグボート式とし、対象河川での転回・操船の容易さから押船形式を採用する。また、操船、運用を導入後速やかにおこなうため、そのサイズは現下の IWT の最大クラスとする。喫水については、既存船を参考にしつつ、採用する規模の船舶において限界に近い浅喫水とする。

4.5 船舶の概略設計

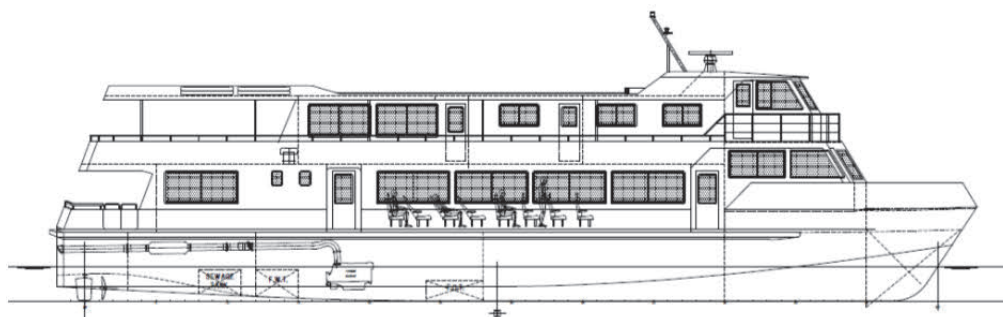
4.5.1 旅客船

(1) 概略仕様

L×B×D：32.4×7.0×2.4m、喫水：1.2m、総トン数：280GT、主機出力：500HP（368kW）
×2基

満載航海速度：10.6knot（75%Load）、乗客定員：150P

(2) 外形図



出典：JICA 調査団

図 8 旅客船外形図

4.5.2 貨物船

(1) 概略仕様

押船

L×B×D：24.8×7×2.4m、喫水：1.4m、総トン数：140ton、主機出力：850HP（625kW）
×2基

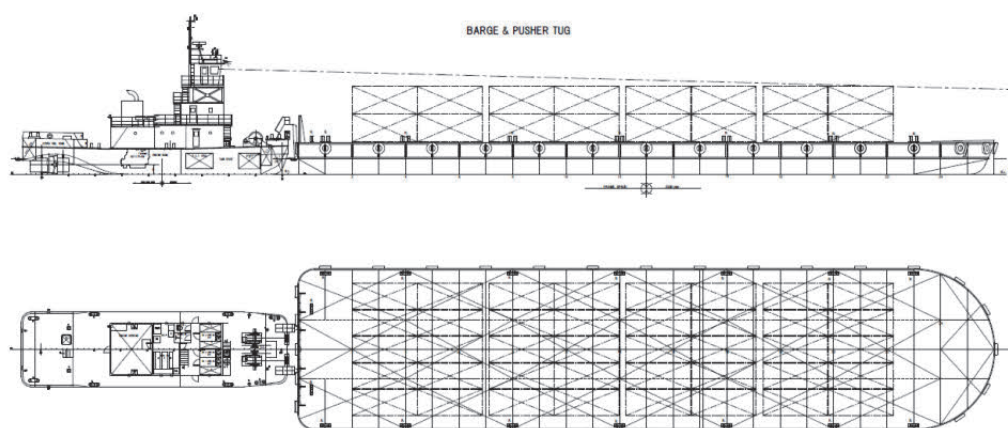
設計速度：10.6knot（75%Load）

バージ

L×B×D：65×15×3m、喫水：1.4m、最大積載重量：1000ton

タグ+バージ速度：約7knot（75%Load）

(2) 外形図



出典：JICA 調査団

図 9 貨物船外形図

4.6 船舶建造計画と建造費積算

4.6.1 建造計画隻数

旅客船については、検討の結果、ピャーポン航路：3隻、ラブッタ航路：3隻、そしてチョンマゲイ航路 2 隻の合計 8 隻となる。貨物船については、パイロット事業の趣旨により 2 船団とする。

4.6.2 新船舶調達スケジュール

合計 12 隻の調達について、日本で造船し「ミ」国に輸送する計画の場合、発注から納入までに要する期間は 20 ヶ月である。

4.7 新船舶建造費

決定した仕様をもとに船舶調達に関する概略積算を行った。その結果を次に示す。

表 7 船舶調達に関する概略積算

ID.	Item No.	Work Description	Unit	Q'ty	Local Portion (Kyat)		Forein Portion (JPY)		TOTAL in JPY	Remarks
					Unit Rate	Amount	Unit Rate	Amount		
A		Fabrication & Procurement								
	1	Fabrication of passenger ferry	no	8	0	0	242,616,384	1,940,931,072	1,940,931,000	including spare parts
	2	Fabrication of pusher tug and barge	set	2	0	0	248,410,800	496,821,600	496,821,000	including spare parts
	3	Transportaions etc	LS	1	18,440,296	18,440,296	552,108,518	552,108,518	553,989,000	including VAT in Japan
	4	General Expenses	LS	1	0	0	219,397,740	219,397,740	219,397,000	9% of fabrication cost
		Total construction expenses (A)				18,440,296		3,209,258,930	3,211,138,000	
B		Price escalation	%	-		2,746,000		94,156,000	94,436,000	Local: 4.9%, Foreign: 1.3%
C		Physical contingency (5%)	%	5		1,059,315		165,170,747	165,278,000	
		Sub total (A+B+C)				22,245,611		3,468,585,677	3,470,852,000	
D		Consulting Service	LS	1		0		208,950,000	208,950,000	
E		Administration Cost	%	0.5		173,542,600			17,701,000	
F		Commercial Tax	%	5				160,462,947	160,462,000	
		GRAND TOTAL				195,788,211		3,837,998,623	3,857,965,000	

Note: TOTAL amount in Japanese Yen is the amount of roundup below 1,000 JPY

出典：調査団

4.8 経済・財務分析

輸送船舶改善事業は、財務的にも国民経済的にも実行することが難しいという結論となった。同事業の EIRR は 7.6% で、本分析において社会的割引率と設定した 12% を下回る水準である。一方、FIRR はマイナス 11.5% で、年間の運航ではプロジェクト収入は運航維持管理費用を 16% 上回っているが、5 年ごとの定期点検を行うタイミングには、運航維持管理費用がプロジェクト収入を 2% 上回る。

本事業の経済財務分析の結果がこのような結果になった理由は、船舶の製造を日本で行い、ミャンマーまで輸送するコストが高くなったためと考えられる。製造費及び輸送費を縮小するために第 3 国で船舶を製造し、ミャンマーに輸送するなどの取り組みが必要になると考えられる。

EIRR が社会的割引率に満たない主な原因は、旅客輸送において、「ミ」国の人々の一人当たりの所得が低いため、旅行費用削減による便益が船舶の運航維持管理費の多くを占めるディーゼル燃料代をカバーすることができないためである。しかしながら、旅客船の利用者の実態を見ると、道路整備が進むに連れて船舶利用者が減少傾向にあるとは言え、移動料金の安価な水運を利用せざるを得ない低所得者は依然として存在し、経済発展の過程でそうした貧困層に公共輸送サービスを提供する政府の役割は今後も 10 年～15 年間は継続していくと考えられる。

貨物船は現在のところ運航されていないため、同区間を走るトラックのトンあたり価格より安く、かつ毎年のキャッシュフローが 20% 前後のプラスとなるような料金を設定した (1 トンあたり 29,000 チャット)。貨物船調達の FIRR はマイナスであるが、初期投資をの

ぞけば毎年のキャッシュフローはプラスとなる水準を確保しており、初期投資さえ免除されれば旅客船の運航が可能である。

4.9 管理運営体制

IWT は、その業務として「ミ」国において河川交通サービスを提供しており、船舶の運航を行うとともに、ドックヤードでの船舶の修理・建造を行っている。また、現在、ヤンゴン市渡河船の無償協力事業が進められており、IWT は将来とも内陸航行船舶を管理運営していくと考えられる。

本プロジェクトで新たに建造される船舶についても、IWT が管理運営していくこととなるが、海水域であることから、1年1回の定期検査によるメンテナンスを実施できる体制を整える必要がある。

4.10 環境社会配慮

新造船の運用における主な環境影響と緩和策を下表に概括する。

表 8 新造船運用における環境影響

環境影響	概要	緩和策
大気質	<ul style="list-style-type: none"> 排気ガスによる大気汚染 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的なメンテナンス
騒音	<ul style="list-style-type: none"> エンジンによる騒音 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的なメンテナンス 不必要な汽笛の防止
水質	<ul style="list-style-type: none"> 油の流出による汚染、トイレ等からのし尿の流出、バルク資材（建設土等）による濁水 	<ul style="list-style-type: none"> トイレの設置、し尿等生活排水の直接流出の禁止 バルク資材が飛散しないようカバーをする エンジンルームから油が流出しないよう区画を設ける
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> トイレからの廃水、生活ゴミ、バルク資材の流出 	<ul style="list-style-type: none"> ゴミ箱の設置 乗客・船員へのゴミ捨てルールの啓発

4.11 事業計画

事業をわが国の無償資金協力事業として実施すると仮定した場合の概略スケジュールを表 9 に示した。旅客船 8 隻、貨物バージ 2 船団の建造に必要な期間は 20 ヶ月である。

第 5 章 結論及び提言

5.1 河川港開発

河川港開発として、マンダレー港の建設事業を提案し、そのための協力準備調査を実施した。マンダレー港開発は、自然河岸で人力荷役が行われている全国の河川港湾に、近代的な機械荷役と港湾ターミナル機能を導入するパイロット事業と位置づける。事業の評価結果から、国民経済的な観点から実施効果が高いと結論付けられる。財務分析の結果から、本件の初期投資は、無償資金協力で支援することが望ましいと考えられる。

以下に、港湾開発に関する提言をまとめる。

5.1.1 港湾統計の整備

港湾統計は、過去の取扱量のデータから将来の港湾整備計画を立案する上で極めて重要である。「ミ」国では、内陸水運に関する統計整備を始めたばかりで、今後は以下の点に留意して進めるべきである。

- 1) 官民のデータを包括して統計を記録する機関が必要である。民間貨物の量が IWT 運搬貨物より規模が多いことを考えると、港湾統計は当面 DMA が整備するのが現実的だと考えられる。
- 2) 統計記録の統一フォーマットの作成と記録の電子化が必要である。
- 3) 統計記録は荷役した年月日、貨物種類、貨物量、目的地データ以外に、出入港時刻、荷役時間、停泊期間等の記録が必要である。

5.1.2 港湾計画の必要性

マンダレー港の開発を契機に、港湾管理主体を整備し、管理主体が統計を管理し、将来の拡張計画を立案する仕組みを作る必要がある。現在のところ、マンダレー港の建設事業主体は DWIR が担当する予定であり、港湾運営は民間または IWT が関与する予定である。DWIR と IWT が協力し、港湾計画を担う機関について議論することが重要である。

5.1.3 港湾建設の事業主体

現在のところマンダレー港建設の事業主体は DWIR が担当する予定である。しかしながら、DWIR は本格的な港湾建設の実績に乏しいため、今後は、詳細設計監理から施行管理ま

での業務を担当する組織内部所を新設し、マンダレー港建設事業をベースに、能力を強化していく努力が必要である。

5.1.4 港湾運営管理体制と民営化

本プロジェクトは、DWIR と IWT が実施機関となる。DWIR が整備した港湾施設を、管理委託を受けた IWT が管理運営していくこととなるが、両機関が緊密に連携を取っていくことが必要である。

港湾の管理運営を担う IWT はこれまでに港湾の施設を管理・運営した経験がなく、このための部局・スタッフもない。今後、IWT が新たに港湾の管理運営を行っていくためには、IWT の能力を強化していく必要がある。具体的には次のような項目が考えられる。

- 1) 組織規程上に港湾の管理運営を記述すること
- 2) 港湾管理運営部門についての予算・決算制度を作ること
- 3) 施設の適切な維持管理を実施すること
- 4) 安全・効率的な荷役の実現
- 5) 安全・安心と環境
- 6) 港湾統計データの取得と整理

これらを進めるにあたっては、日本の技術協力プログラム（専門家派遣、研修員受け入れ、機材供与の組み合わせ）等での援助を要請することも考えられる。

港湾での貨物取扱業務への民間企業の参画のあり方については、今後さらに議論する必要がある。

5.1.5 適切な港湾料金の設定と管理

港湾料金設定／管理は、港湾運営費用を賄うために十分な料金レベルとする必要がある反面、料金水準が高騰すると利用者の減退や水運関連産業の衰退にもつながる重要な事項である。内陸水運事業は、輸送時間が長い反面、大量輸送により輸送コストが安価となる利点を有する。こうした輸送形態の長所を生かした適切な貨物輸送システムを維持するため、港湾料金の設定と管理は公共機関が担うことが望ましい。

5.1.6 施設維持管理の重要性

公共施設の維持管理は、社会資本である公共の財産を健全に維持する必要性から重要だと言える。港湾施設の維持管理では、定期的な点検作業とそれに基づいた維持管理計画立案、適切な頻度での補修作業が必要である。施設建設と同時に、維持管理計画作成、点検補修のマニュアル作りが必要である。

5.1.7 浮体岸壁の採用に関する継続的検討の必要性

岸壁構造は、港湾荷役の機械化の初期段階として、人力荷役と機械の両方に利便性の高い浮体橋構造が好ましい。しかしながら、河床変動解析の結果、製作輸送コストの検討結果から、採用するための根拠が不十分である。今後、以下の点を調査・再検討する必要がある。

- 1) 雨季の前後で計画地点周辺の水深・地形測量を行い、水深変化の状況を確認する。
- 2) 地形変化の測量結果をもとに流況解析のキャリブレーションを行い、解析精度の向上を図る。
- 3) 本報告書では雨季の最大洪水時 50 日間の解析を行い、堆積傾向を把握したが、解析期間を雨季・乾季を含む 1 年間の解析期間で再検討する。
- 4) 現地で浮体構造を製作する方法と建設コストを再検討する。
- 5) 浮体橋構造を本採用する場合は、栈橋下の河床に堆積した土砂を取り除く具体的な方法を検討する。

5.2 輸送船舶

船舶の調達を要請している内陸水運公社 IWT は、船舶を保有し内陸輸送事業を行う船社の機能を持つ。公社船社は民間船社と同じ事業を行っており、ODA を適用するには、公共目的の明確化が重要である。

5.2.1 旅客輸送

民間が営業していないが地域住民にとって不可欠な内陸水運路線で、道路が未整備等で水運の依存度が高い路線を選定した。その結果、3 つの航路が選定され、調達する船舶数は 8 隻となった。

この提案について経済財務分析を行った結果、円借款として成り立たないことが確認されたが、需要が高いこと、公共性が高いこと、LDC 最貧国の「ミ」国においても対象住民がより貧困層であることから、BHN が満たしていないと考えられ、この船舶の更新は無償資金協力として形成する要件を満たしていると考えられる。

5.2.2 貨物輸送

「ミ」国の内陸水運では、港湾施設が未整備であり、現下の前時代的な人力荷役から機械荷役に切り換え、港湾効率を高める必要がある。港湾効率が高まれば、国内物流の 8 割を占める道路輸送に対しても、ある区間において競争力のある水運輸送が可能となり、陸上輸送から水上輸送へのモーダルシフトが生じる可能性が高い。

最も可能性がある区間とは、「ミ」国第一・第二の経済都市であるヤンゴン～マンダレー区間であり、新規の機械化対応港湾設備の整備に伴い、水運輸送の近代化パイロット事業として貨物船 2 船団の供与を提案する。

5.2.3 船舶の更新に係る日本の技術協力

日本製の船舶を「ミ」国に使ってもらうことが肝要で、その高性能な船舶を適切に運営維持管理するための技術協力プロジェクトの必要性は高い。貨物輸送に関しては、今般パイロット事業として導入する機械化荷役を効率よく行うため、港湾管理の専門家による指導、担当者の訓練等幅広い技術協力が必要と考える。また、今後内陸水運の交通量が増加すれば、高度な航行安全設備が必要になるのは必至であり、我が国による技術支援の必要性は高いと思われる。

5.3 内陸水運事業全体に関する提言

5.3.1 水運シャトル輸送パイロット事業の奨め

本調査では、「ミ」国の内陸水運セクターの近代化のための F/S のテーマとして、港湾建設ではマンダレー港の開発を、船舶調達ではデルタ地域の旅客船とヤンゴン～マンダレー間のシャトル輸送バージを想定した検討を行った。内陸水運輸送の利点を活かし、提案した事業を水運事業全体の活性化につなげるために、港湾運営とバージ輸送を組み合わせた水運貨物シャトル輸送の導入を提案する。優先度の高い路線として、ヤンゴン～マンダレー間の貨物輸送が考えられる。

5.3.2 内陸水運全体を統括する政府組織の必要性

本報告では、マンダレー港の建設・運営事業は、既存の政府組織である DWIR と IWT が連携をとりながら実施することを提案するが、将来、いくつもの河川港の近代化が進んだ場合は、内陸水運事業全体を統括する政府組織を構築することが望ましい。こうした組織は、以下の項目を管理することが望ましい。

- 1) 全国の内陸水運の輸送量・港湾取扱量の統計管理
- 2) 全国の港湾近代化の計画作成と推進
- 3) 建設した施設の維持管理
- 4) 道路建設・鉄道建設と連携した適切な水運輸送のための調査研究
- 5) 水運輸送・港湾運営に関する適切な料金体系の構築と管理
- 6) 初期投資・維持管理費を料金収入で賄う財務管理
- 7) 河川輸送事業・港湾運営事業の民営化の推進

5.3.3 モーダルシフトと環境負荷低減効果

水運輸送は環境負荷の大きい道路輸送に比べて、環境負荷の低い輸送手段である。現在の「ミ」国では、河川港湾が未整備なため、本来ならば水運輸送に適した重量貨物や車両等の運搬が行われていない。港湾施設整備やバージ輸送システムの近代化を図ることにより、適切な貨物輸送のモーダルシフトを促すことが重要である。

5.3.4 我が国の技術活用の可能性

わが国の進んだ技術を活用して「ミ」国の経済発展を支援するという視点から、以下のような技術的用の可能性がある。

(1) 港湾開発

- ・ 高品質な構造用鋼材
- ・ 大型の浮体岸壁
- ・ 栈橋におけるストラット工法
- ・ 高度な建設マネジメント技術

(2) 船舶調達

- ・ 低喫水の旅客船・貨物船建造技術
- ・ 高品質な船用部品の製造技術

5.4 今後実施すべき事業

5.4.1 マンダレー港建設事業

本調査で提案・検討したマンダレー港建設事業に関しては、今後、追加の協力準備調査を実施する必要がある。主な調査項目は以下の通りである。

- ・ 港湾建設地点の土質調査（本調査では計画地の近傍の3地点のみの土質調査を実施）
- ・ 雨季の前後での河川測量調査
- ・ 岸壁の構造形式選定のための詳細検討（河床変動解析）
- ・ 浮体構造の適用性検討（主に現地製作の方法検討と建設費積算）
- ・ 選定した構造形式の基本設計と工事費積算の見直し

5.4.2 その他の河川港湾建設事業

マンダレー港の建設と同時に他の重要港湾も順次整備していくことが重要である。優先順位の高い港湾は以下の通りである。

- ・ ヤンゴン港 河川港（ヤンゴン川またはバゴー川）
- ・ バモー港（エーヤワディー川）
- ・ モニワ港（チンドウィン川）
- ・ マグウェ港（エーヤワディー川）
- ・ パコック港（エーヤワディー川）
- ・ カレワ港（チンドウィン川）

5.4.3 河川航路の改善事業

エーヤワディー川、チンドウィン川の航行障害箇所は、2008年のUNDP調査以来測量が

なされていない。河川流路の測量とそれに基づく航路改善の計画立案を早急に実施する必要がある。

5.4.4 航行安全対策事業

現在、旅客船は夜間航行が行われているものの、航路標識等、十分な航行安全対策がとられているとは言えない。貨物船は夜間航行が禁止されている。河川港湾の近代化に伴い、航路標識、VTS 航行支援システムの導入等、安全対策事業の実施が求められる。

5.4.5 公共船舶の更新事業

内陸水運公社 IWT の老朽化した船舶の更新事業が重要である。

5.4.6 技術協力による支援事業

わが国の ODA による技術協力の対象として以下の項目が考えられる。

- ・ 港湾統計、港湾計画に係る技術協力
- ・ 港湾建設事業管理、港湾運営管理に係る技術移転
- ・ 内陸水運用船舶の造船技術、修繕技術に係る技術移転