

平成 17 年度

シンプルシップの設計に関する調査  
報告書

平成 18 年 3 月

海洋政策研究財団

(財団法人シップ・アンド・オーシャン財団)

## ご あ い さ つ

本報告書は、競艇交付金による日本財団の平成17年度助成事業として実施した「シンプルシップの設計に関する調査」事業の成果をとりまとめたものです。

科学技術の進歩に伴い、造船業・造船関連工業の分野でも様々な技術革新が追求され、最近の船舶では、その性能がより向上し、搭載機器はさらに高度化・複雑化する傾向にあります。本来船舶に求められるべき機能は必ずしも複雑化の方向だけで達成できるものとは限りません。機能面での高付加価値化の方向とは逆に、よりシンプルな船を目指すということも重要な方向性として検討されるべきであると考えます。すなわち、従来のような、船舶性能、あるいは、経済性を中心に船舶としての価値を見出すという考え方とは別に、多少性能面、経済面での犠牲を払ったとしても、安全性を確保した上で、壊れにくく直しやすい、維持管理及び廃船処理が容易な船舶を目指すことに価値を見出すという考え方も一つの方向性として十分に考えられます。

本調査事業では、「安全で、壊れにくく、直しやすく、使いやすく、環境にも配慮した船」というイメージのもと、このような建造、維持管理、解体等が容易な船舶（シンプルシップ）の概念をまとめ、船舶が今後向かうべき新たな方向として提案するとともに、国内外への普及を促進することを目的としています。

本調査事業は、平成17年度から2年間の調査事業として計画されており、1年目には、現地調査と概念設計を実施し、2年目の試設計と普及活動につなげていくこととしています。平成17年度の調査の成果としては、「河川横断用フェリーボート」及び「河川航行用自航式貨物バージ」の2つのタイプの船舶について、「シンプルシップ」のコンセプトを取り入れた「概念設計」を実施し、ここに報告書としてとりまとめることができました。

当財団としましては、この成果を2年目の調査につなげるとともに、最終的な成果が、今回の調査対象国であるザンビア、マラウイに限らず、多くの地域において採用されていくことを期待しています。

最後になりましたが、本調査事業は、熊岸健治氏を委員長とする「シンプルシップの設計に関する調査委員会」各委員の方々の熱心なご審議とご指導により進められ、関係各位のご協力、ご尽力によって実施されたものであります。ここに、これらの方々に対しまして、心から厚くお礼を申し上げます。

平成18年3月

海洋政策研究財団

((財)シップ・アンド・オーシャン財団)

## シンプルシップの設計に関する調査委員会名簿

(順不同 敬称略)

委員長	熊岸 健治	(株)日水コン	取締役	海外本部長
委員	坂本 安三	(財)日本海事協会	テクニカルサービス部	囑託
	成瀬 健	独立行政法人	海上技術安全研究所	環境・エネルギー-研究領域 環境調和型生産技術研究グループ 主任研究員
	丸山 秀樹	(財)日本造船技術センター	海洋技術部長	
	山口 嘉弘	(社)日本中小型造船工業会	経済協力船プロジェクトチーム	座長
	渡辺 豊徳	渡辺船舶技術士事務所	所長	
関係者	名和 光博	国土交通省	海事局	造船課 国際業務室 国際第二係長
	松岡 一祥	独立行政法人	海上技術安全研究所	環境・エネルギー-研究領域 領域長
	川井 啓裕	独立行政法人	海上技術安全研究所	研究統括主幹
	竹崎 全	(財)日本海事協会	テクニカルサービス部長	
	北村 和芳	(社)日本中小型造船工業会	業務部長	
	平田 純一	(社)日本船用工業会	企画室長	
	石本 恵生	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)	代表取締役	
	飯田 一實	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)		
	岡村 憲二	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)		
	田中 和憲	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)		
	上床 和則	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)		
	仲條 靖男	オーバ-シーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルティング(株)		
事務局	工藤 栄介	海洋政策研究財団	常務理事	
	田上 英正	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長
	佐伯 誠治	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長
	玉眞 洋	海洋政策研究財団	海技研究グループ	調査役
	三木憲次郎	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長代理

## 目次

1	緒論	
1.1	はじめに	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査の方法	1
2	情報の収集（現地調査）	
2.1	情報収集（現地調査）の概要	4
2.1.1	調査対象地域の考え方	4
2.1.2	情報収集活動の概要	4
2.2	ザンビア共和国	7
2.2.1	ザンビアの概況	7
2.2.2	海事セクターの概況	8
	(1) ザンビア国の海運状況	8
	(2) 河川交通の概況	10
	(3) 湖水交通の概況	12
2.2.3	船舶維持管理施設及び組織	14
	(1) 船舶維持管理施設及び組織	14
	(2) 材料・部品調達状況	15
2.2.4	船舶に求められる機能・性能	15
	(1) 河川航行船舶に求められる機能・性能	15
	(2) 湖水航行船舶に求められる機能・性能	15
2.2.5	船舶の使用環境	16
2.3	マラウィ共和国	17
2.3.1	マラウィの概況	17
2.3.2	海事セクターの概況	18
	(1) マラウィ国の海運状況	18
	(2) 湖水交通の概況	19
	(3) 河川交通の概況	22
2.3.3	船舶維持管理施設及び組織	24
2.3.4	船舶に求められる機能・性能	25
	(1) 湖水航行船舶に求められる機能・性能	25
	(2) 河川航行船舶に求められる機能・性能	25
2.3.5	船舶の使用環境	26
2.4	現地調査結果のまとめ	28

3	概念設計実施方針の検討	
3.1	概念設計対象船舶	29
(1)	第1候補(タイプ1船舶)河川横断用フェリーボート	29
(2)	第2候補(タイプ2船舶)河川航行用自航式貨物バージ	29
3.2	設計方針	29
3.3	設計条件	30
(1)	第1候補(タイプ1船舶)河川横断用フェリーボート	30
(2)	第2候補(タイプ2船舶)河川航行用自航式貨物バージ	30
4	シンプルシップ概念設計	
4.1	概念設計(共通的な概念)	32
4.1.1	特徴及び基本構造	32
4.1.2	安全性への配慮	34
(1)	気象条件・海象条件への配慮	34
(2)	運航対象地域の地形的特長への配慮	35
(3)	乗客の安全性への配慮	35
(4)	貨物への配慮	35
(5)	浸水への配慮	36
(6)	推進装置への配慮	36
4.1.3	維持管理容易性への配慮	36
(1)	船体の維持管理	36
(2)	機関・推進装置等の維持管理	36
4.1.4	環境対策への配慮	36
(1)	有害物質への配慮	36
(2)	リサイクルプラン	38
4.2	概念設計(タイプ1船舶)河川横断用フェリーボート	39
4.2.1	特徴及び主要寸法	39
4.2.2	船体部計画	40
(1)	船体計画	40
(2)	ブロックの連結方法	41
(3)	ランプ部	43
(4)	安全設備	44
4.2.3	機関部計画	44
4.2.4	電気部計画	48
4.2.5	概略仕様書	48
4.3	概念設計(タイプ2船舶)河川航行用自航式貨物バージ	50
4.3.1	特徴及び主要寸法	50

4.3.2	船体部計画	51
(1)	船体計画	51
(2)	ブロックの連結方法	52
(3)	ランプ部	53
(4)	安全設備	53
4.3.3	機関部計画	53
4.3.4	電気部計画	54
4.3.5	概略仕様書	54
5	まとめ	
5.1	シンプルシップ実現に向けての課題	56
5.2	今後の方策と提言	56

## 添付資料

添付資料・1：現地調査写真集

添付資料・2：シンプルシップ完成予想図(2種)

添付資料・3：シンプルシップ一般配置図(2種)

## 1 緒論

### 1.1 はじめに

科学技術の進歩に伴い、造船業・造船関連工業の分野でも様々な技術革新が追求され、最近の船舶では、その性能がより向上し、搭載機器はさらに高度化・複雑化する傾向にある。

しかし、本来船舶に求められるべき機能は必ずしも複雑化の方向だけで達成できるものとは限らない。機能面での高付加価値化の方向とは逆に、よりシンプルな船を目指すということも重要な方向性として検討されるべきであると考え。すなわち、従来のような、船舶性能、あるいは、経済性を中心に船舶としての価値を見出すという考え方とは別に、多少性能面、経済面での犠牲を払ったとしても、安全性を確保した上で、壊れにくく直しやすい、維持管理及び廃船処理が容易な船舶を目指すことに価値を見出すという考え方も一つの方向性として十分に考えられる。

具体的な例としては、例えば適切な修繕施設が近隣にないこと、スペアパーツや修繕に必要な部品が入手しにくい環境にあること等の理由から、優良な船舶が十分な維持管理ができないまま酷使せざるを得ない状況にあたり、本来の活動期間よりも短い期間しかフルに使用できないという事例が見られる。また、立地上の問題から、船舶を現地に輸送することが困難であり、現地での組み立てや解体を考慮しなければならないこともある。このような地域は日本には少ないが、アジア、アフリカ、南アメリカ等の開発途上国、極東ロシア、シベリア等の地域においては往々にして見られる事情である。

本事業では、「安全で、壊れにくく、直しやすく、使いやすく、環境にも配慮した船」というイメージのもと、このような建造、維持管理、解体等が容易な船舶（シンプルシップ）の概念をまとめ、標準的な船型を具体的に設計し、船舶が今後向かうべき新たな方向として提案するとともに、国内外への普及を促進することを基本的な事業内容としている。

### 1.2 調査の目的

建造、維持管理、解体等が容易な船舶（シンプルシップ）について、中小造船業での建造を想定した船長 20～30m 程度の船舶として概念をまとめ、さらに、標準的な船型を具体的に設計することを通じて、船舶が今後向かうべき新たな方向として提案するとともに、このような「シンプルシップ」の国内外への普及を促進することを目的とする。

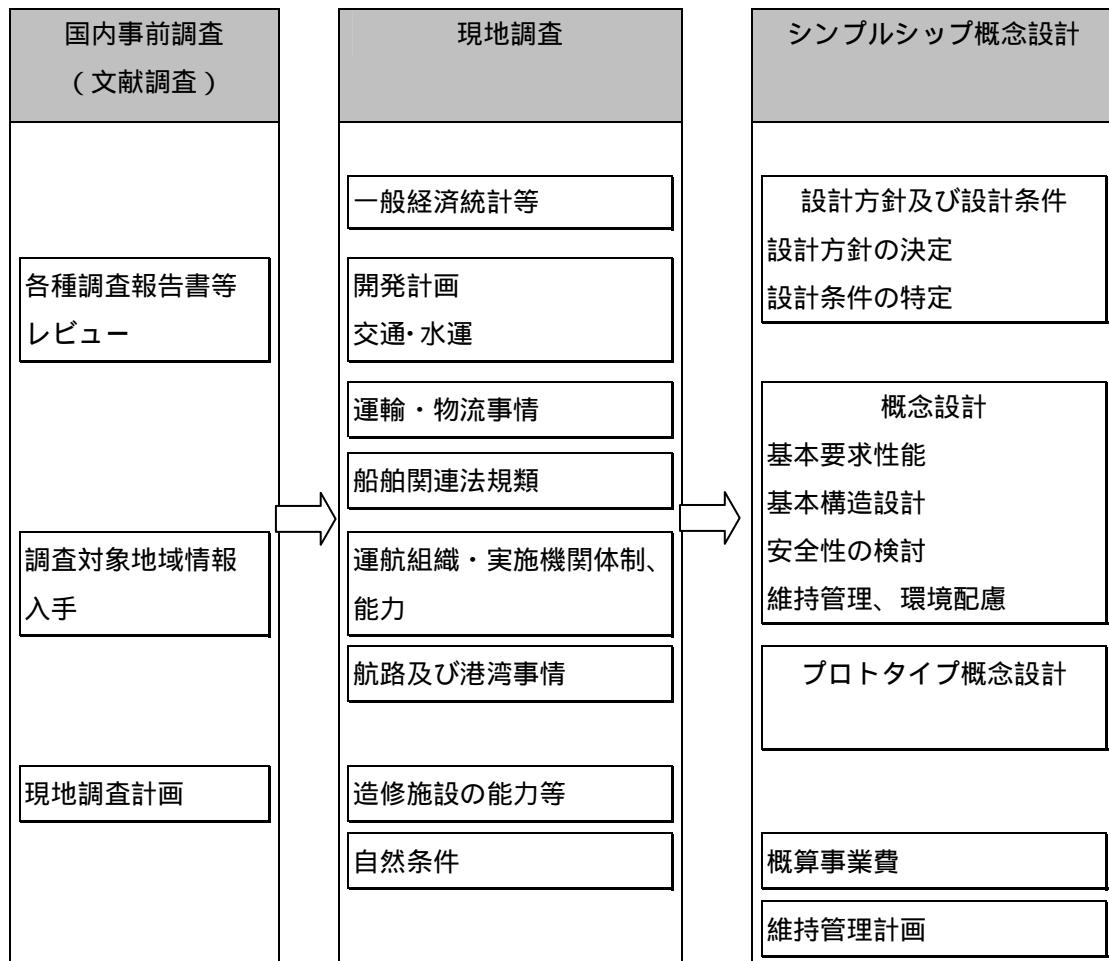
### 1.3 調査の方法

「シンプルシップの設計に関する調査」は、平成 17 年度及び平成 18 年度の 2 カ年にわたる調査事業として着手する。

平成 17 年度には、次の 3 つのフェーズで調査を実施した。

3つのフェーズとは、国内事前調査（文献調査）、現地調査、シンプルシップの概念設計である。調査業務実施の手順は以下のフローチャートのとおりである。

調査業務実施のフロー



国内事前調査（文献調査）及び現地調査においては、(i)「船舶の使用環境・要求性能等調査」と(ii)「維持管理組織・施設等調査」を実施し、その結果得られた情報に基づき(iii)「シンプルシップ概念設計」を実施した。

(i) 船舶の使用環境・要求性能等調査

文献調査により、シンプルシップの普及が有望な地域について、船舶に求められる機能・性能、使用環境、制約要因等についての情報を収集・整理する。特に普及の可能性が高いと考えられる地域（アフリカ地区を想定）については、現地調査により、船舶に求められる機能・性能、使用環境、制約要因等についての情報を詳細に収集・整理する。



(ii) 維持管理組織・施設等調査

文献調査により、シンプルシップの普及が有望な地域について、船舶の維持管理の実態及び維持管理を行うための組織、施設等の情報を収集・整理する。特に普及の可能性が高いと考えられる地域（アフリカ地区を想定）については、現地調査により、船舶の維持管理の実態及び維持管理を行うための組織、施設等の情報を詳細に収集・整理する。

(iii) シンプルシップ概念設計

(i) (ii) の調査結果を踏まえ、よりシンプルな船舶を実現するために考慮すべき項目を整理し、それらを設計に取り入れた理想の形としてのシンプルシップの概念設計を行う。その際、廃船時の機器のリサイクル、解撤の容易さ等の環境面の要素も考慮して設計を行う。

## 2 情報の収集（現地調査）

### 2.1 情報収集（現地調査）の概要

#### 2.1.1 調査対象地域の考え方

本調査事業で検討している「シンプルシップ」のニーズが特に高いと思料される地域は、アジア、アフリカ、南アメリカ等の開発途上国や極東ロシア、シベリア等である。この中で、特にアフリカ大陸については大きな河川あるいは内陸湖沼が多数あり、至る所で道路が寸断又は迂回を余儀なくされ、これらが内陸交通整備・発展の大きな妨げになっており、物資の移動、人の移動を非常に難しくしているという事情が顕著である。このように、アフリカでは船舶輸送力整備のニーズは高いにも関わらず、ニーズに合った船舶を適切に投入し、運航・維持管理する体制は、組織、施設ともに極めて不十分であり、これが現在のアフリカの経済、社会の発展障害、貧困の原因の1つになっていると考えられる。

このような事情を考慮し、現地調査では、「シンプルシップ」の需要が潜在的に高く、その実現の可能性の高い地域として想定されるアフリカ諸国を調査対象地域とした。

また、技術面から、シンプルな構造の船においては耐航性、耐波性という点ではあまり強度、安定性は要求できないため、国際的なルールが適用される外洋を航行する船舶はこの点で当対象外とし、まずは第一段階として比較的静穏な水域が確保できる内水面において使用される船舶を主な調査対象とした。

更に、具体的な現地調査対象国としては、アフリカ南部にあるザンビア共和国及びマラウィ共和国を選定したが、その理由は以下のとおりである。

ザンビア共和国は、現に内水(湖水、河川)の船舶が交通手段として利用されており、将来代替又は新規の船舶需要が見込めること、同地域にある程度の船舶又は機械の修理能力が認められること、比較的政情、治安が安定しており順調な調査が期待できる地域であること、が主な理由である。ザンビアは世界最大の人造湖カリバ湖を始め多数の湖と国境を沿って流れるザンベジ河を始めとして多数の河川があり、船舶は重要な交通手段の一つである。

マラウィ共和国は、ザンビアの隣国でありアフリカ第3の面積を持つマラウィ湖を有している。マラウィ湖は漁業も行われ定期フェリー、コンテナ輸送も行われている湖であり、ザンビア国とは異なる性格、形態の船舶ニーズがある。

以上により、ザンビア及びマラウィを最終的に現地調査対象国として現地調査に着手した。

#### 2.1.2 情報収集活動の概要

現地調査には表 2-1 の3名が参加し、2005年11月9日（ザンビア入国）から11月20日（マラウィ出国）までの12日間の日程で現地調査を実施した（表 2-2 参照）

表 2-1：現地調査団構成

	氏 名	所 属
船体設計担当	田中 和憲	オーバ-シズ アグ ロフィッシャリーズ コンサルタンツ (株)
機関計画担当	仲條 靖男	〃
事 務 局	佐伯 誠治	海洋政策研究財団

表 2-2：現地調査日程及び面談者

日順	月日	曜日	行動及び調査内容
1	11/ 8	火	成田発 (シンガポール経由)
2	11/ 9	水	ルサカ着 (ザンビア) (ヨハネスブルグ経由)
3	11/10	木	AM：運輸通信省表敬 (Bobby M. Samakai 次官、Mukwasa 次官補) 内陸水運海事局打合せ (David Kema 局長) PM：カフエ河河川水運調査
4	11/11	金	カリバ湖水運調査 (Kabeleka 船舶検査官) シアボンガ (カリバ湖) 船舶造修施設調査 チアワ フェリー調査
5	11/12	土	AM：ルサカ発 (車移動) PM：バングウェル湖水運調査、サムフィア フェリー調査
6	11/13	日	AM：チェンベ フェリー (ザンビア/コンゴ民主共和国国境) 調査 PM：ルサカ戻り
7	11/14	月	AM：エンジニアリングサービス会社 (ESCO) 打合せ PM：中央統計事務所資料収集 在ザンビア日本大使館表敬 (古賀書記官、財津書記官) 財務省にて資料収集
8	11/15	火	ルサカ発 リロングウェ着 (マラウイ) PM：運輸公共事業省海事局打合せ (Mswoya 海事局長、V. Lungu 計画局長)
9	11/16	水	AM：運輸公共事業省表敬 (F. B. Chinsinga 次官) PM：モンキーベイへ移動、チポカ港調査、マラウイレイクサービス (MLS) 調査 (A. Botes 社長)
10	11/17	木	AM：MLS 調査、海事学校調査 PM：プランタイヤ移動、MLS 会長表敬
11	11/18	金	AM：シレ河河川交通調査 PM：リロングウェ戻り、現地コンサルタント打合せ
12	11/19	土	AM：運輸公共事業省海事局打合せ PM：資料整理
13	11/20	日	リロングウェ発 ヨハネスブルグ着
14	11/21	月	ヨハネスブルグ発
15	11/22	火	成田着

ザンビア、マラウィそれぞれにおいて面談した関係者は以下のとおり。

( 1 ) ザンビア共和国

Ambassador Bobby M. Samakai	運輸通信省次官 (Permanent Secretary)
Mr. Mukwasa	運輸通信省次官補 (Deputy Permanent Secretary)
Mr. David Kema	運輸通信省内陸水運海事局長
Mr. Alfred Kabeleka	運輸通信省内陸水運局船舶検査官
Mr. Raymond D. Mupela	エンジニアリング・サービス・コーポレーション (ESCO) 社長
Mr. Clifford Banda	財務経済開発省計画局副局長
古賀 達郎	在ザンビア日本国大使館一等書記官
財津 知亨	在ザンビア日本国大使館一等書記官

( 2 ) マラウィ共和国

Mr. Francis B. Chinsinga	運輸公共事業省次官 (Principal Secretary)
Mr. A.D.B. Msowoya	運輸公共事業省海事局長
Mr. Victor Lungu	運輸公共事業省運輸計画局長
Mr. Anton Botes	マラウィレイクサービス (MLS) 社長
Capt. Jones Kazembe	マラウィ海事学校副校長
Mr. Kassam Okhai	マラウィレイクサービス (MLS) 会長
Mr. Neil Garden	Mant Consultants 社社長

## 2.2 ザンビア共和国

### 2.2.1 ザンビアの概況

ザンビア国は、1964年に英領ローデシア・ニヤサランド連邦より独立したアフリカ大陸南部の内陸国で、周辺をアンゴラ、コンゴ、タンザニア、マラウイ、モザンビーク、ジンバブエ、ボツワナ、ナミビアの8カ国に囲まれた国であり、国土の大部分が海拔1000～1600mに位置している。人口は1120万人（2005年）、首都はルサカで、経済の中心は銅・鉛、農産物（とうもろこし）の輸出等となっている。経済成長率は年率5%程度で緩やかな回復基調にある。同国の主要経済指標は以下のとおり。

表 2-3：ザンビア国主要経済指標

経済（単位 米ドル）	
1. 主要産業	（農）とうもろこし、たばこ、落花生、綿花 （鉱）銅、コバルト、亜鉛、鉛、石炭 （工）食品加工、繊維、建築資材、肥料
2. GNI（実質）	3,900 百万米ドル（2003年：世銀）
3. 一人当たり GNI	380 米ドル（2003年：世銀）
4. 経済成長率	5.1%（2003年：世銀）
5. 物価上昇率	21%（2002年）
6. 失業率	不明 雇用は就労人口の30%をカバーしているにすぎないと言われている。（IMF資料）
7. 総貿易額（2003年）	（1）輸出 1,137 百万ドル （2）輸入 1,338 百万ドル
8. 主要貿易品目	（1）輸出 銅、コバルト （2）輸入 機械類、石油、肥料、電力等
9. 主要貿易相手国（2001年）	（1）輸出 マラウイ（10%）、タイ（9.2%）、日本（9.1%） （2）輸入 南ア（64.4%）、米国（3.7%）、中国（5.6%）
10. 通貨	クワチャ（ZMK）
11. 為替レート	1ドル = 4,655ZMK（2005年6月現在）

出展：外務省各国地域情勢

図 2-1：ザンビア共和国地図



## 2.2.2 海事セクターの概況

### (1) ザンビア国の海運状況

ザンビア国には、湖、河川が多数存在し、水運の合計距離は 2250Km で、タンガニーカ湖 (Lake Tanganyika)、ムウエル湖(Lake Mweru)、カリバ湖(Lake Kariba)、バングウェル湖(Lake Bangweulu)、ザンベジ (ZAMBEZI)河、ルアプラ(LUAPURA)河、カフエ (Kafue)河等で行われている。また、ムウエル湖ではザンビア/コンゴ国境、カリバ湖はザンビア/ジンバブエ国境、更にタンガニーカ湖はタンザニア/ザンビア/コンゴの3カ国の国境に跨っており域内の貿易が行われている。

ザンビア国におけるすべての輸送分野に対する内陸水運の占める割合は低い。2004年の Economic Report によれば 2004 年の GDP 総額は 259,170 億クワチャ (約 56 億 US\$/6,650 億円) で、鉄道、道路、航空輸送の GDP 値は表 2-4 のとおり。内陸水運の数値は無い。

表 2-4 : ザンビア国 2004 年の輸送分野別 GDP

	GDP(億クワチャ)	比率(%)
鉄道	956	0.4
道路	4,640	1.8
航空	2,011	0.8

参考値として、2004 年の輸送統計では鉄道による貨物輸送が 180 万トン、旅客が 117 万人であり、航空による旅客輸送（国内及び国際の合計）は 61,500 人である。同報告書によれば港湾施設等のインフラが未整備であることと必要な船舶の不備、建設機械等の不足が水運の低迷の要因としている。また、タンガニーカ湖のムプルング (Mpu lungu) 港及びアンゴラ国境に近いザンベジ河のフェリーの輸送値として下記の値が示されている。

表 2-5 : 2003,2004 年水運統計

	2003	2004
ムプルング港貨物輸送量 (トン)	70,814	60,000
ムランバ港旅客数 (人)	8,336	2,172
ムランバ港貨物輸送量 (トン)	1.9	36.9

ザンビア国の主な港湾施設は表 2-6 のとおりである。

表 2-6 : 各湖の港湾施設の概要

サイト	港湾能力
バングウェル湖	サムフィア港 運輸通信省及び ESCO(郵政省所有)フェリー発着岸壁 荷役機材無し
カリバ湖	シアボンガ港 運輸通信省フェリー発着岸壁、修理工場 荷役機材無し 民間ボート建造修理所 × 1
タンガニーカ湖	ムプルング港 60T 移動クレーン 2 台、120T 移動クレーン 1 台 倉庫 2 棟 (EU 支援)
ムウェル湖	ウチェレンゲ港 民間水産会社水きり岸壁 × 1 フェリー発着スロープ × 1

ザンビアの水運は、内陸湖水を航行する船舶及び河川を航行する船舶に分類される。また、船舶の種類別では住民の移動、貨物輸送及び漁業に供される伝統的な丸木船、バナナボートと呼ばれる小型 FRP 船、小型木造船と、公共事業省傘下のフェリー運航

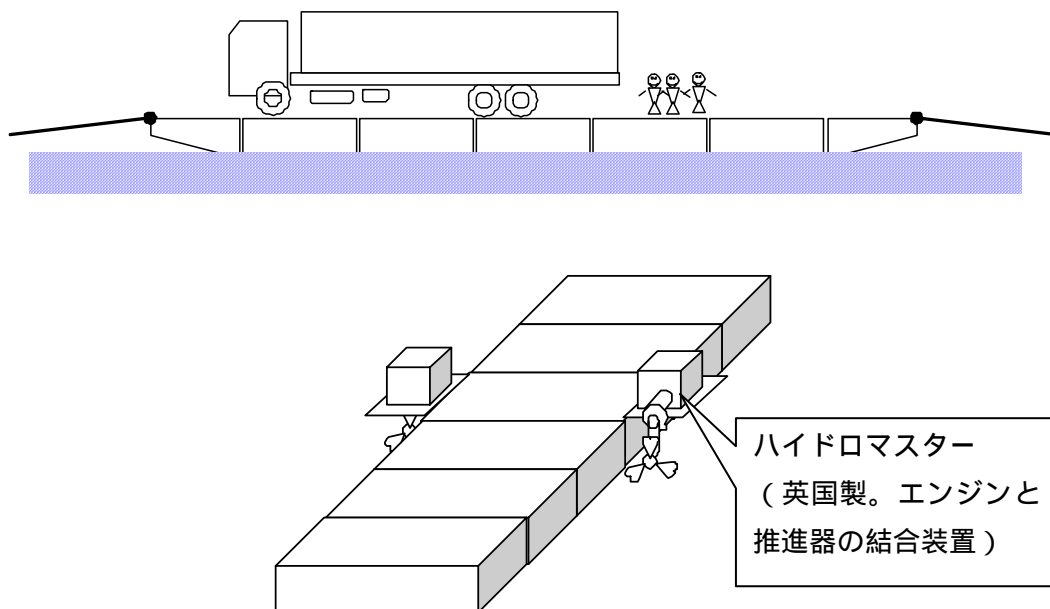
機関が運航・管理する動力付き河川フェリー（現地ではポンツーンと呼ばれる）及び公共事業省道路開発局が運航・管理する河川フェリー（動力無し）、湖水フェリー、民間運航の観光船及び個人所有のボートに分かれる。

## （２）河川交通の概況

河川の水運活動は、主に漁業、渡船（河川フェリー）、レジャー用ボートであり、ザンベジ河、カフエ河及びその支流において多数運航している。漁船は伝統的な丸木舟及びバナナボートを使用した投網漁が中心である。観光船は水生野生動物等の観察用に幾つかの地域で運航されている。

河川フェリーはポンツーンと称され、ザンビア国政府が100%株を保有する企業 ESCO（Engineering Services Corporation Ltd.）が推進器付きのフェリーを6箇所計9隻運航している。ポンツーンと称される理由は船体が下図のようにポンツーンを底部はピン結合、側面を75mm程度のL字型フランジによるボルト締め連結した構造であり、推進器として船体横にハイドロマスター（アクアマスター）を装備して運航する構造のためである。ESCO 管理下の推進器付きフェリーの最大船型は、カズングーラ（Kazungula）フェリーの長さ41m、幅7.2mであり、チェンベ（Chembe）フェリーでは長さ30m、幅6.1mである。

図 2-2：ポンツーン概略図



ESCO によるポンツーンの運航箇所は次のとおり。

- カズングーラ(Kazungula) （2隻：2隻稼働、ザンベジ河）
- チェンベ(Chembe) （2隻：1隻稼働、1隻スタンバイ、ザンベジ河）



- セナンガ(Senanga) (2隻: 1隻稼働、1隻スタンバイ、ザンベジ河)
- ザンベジ(Zambezi) (1隻、ザンベジ河)
- チャブマ(Chavuma) (1隻、ザンベジ河)
- ナムワラ(Namwala) (1隻、カフエ河)

公共事業省道路開発局及びESCOが運航するフェリーはいずれも06:00~18:00の12時間を運航時間帯としている。同時間帯で決まった運航スケジュールは無く、車両、人の集まり具合により適宜運航している。調査を実施したチアワ(Chiawa)及びチェンベ(Chembe)フェリーの仕様、運航状況の概要は次のとおり。

なお、チアワは、ジンバブエとの国境付近のカフエ河のフェリーサイトであり、チェンベは、コンゴ民主共和国との国境を流れるルアプラ(Luapula)河のフェリーサイトである。

表 2-7：現地調査フェリーの概要

		Chiawa	Chembe
河川状況	川幅	約 100m	約 300m
	流れ	約 1 ノット	約 1 ノット
	水深	浅い	浅い
	発着場	コンクリートスロープ	コンクリートスロープ、レール埋込み有り(ランプ用)
フェリーの仕様	全長	17.5m	30m
	幅	6m	6.1m
	乾舷	0.8m	0.8m
	駆動	手巻きウインチ	120PS×2機(ハイトマスタ)
運航状況	運航時間	06:00~18:00	06:00~18:00
	横断時間	約 10 分(荷卸、荷積約 5 分)	約 10 分(荷卸、荷積約 5 分)
	貨物種類	大型トレーラー、乗用車、自転車、人	大型トレーラー、乗用車、自転車、人
操船状況	操船者数	5人(ウインチ巻き取り4人)	3人(機関操作2人)
	操船方法	ガイドロープに沿って河川を横断	両舷の推進器を個別に操作し運航、離岸、接岸を行う。
維持管理状況	船体	ランプ先端の破損、一部ポンツーン内浸水、ランプ昇降用ウインチ無し。	ランプ先端の破損、一部ポンツーン内浸水
	機関	航行用ウインチワイヤ用キャブスタン損耗	プロペラ先端破損及び曲り、機関駆動部品一部破損

これらフェリーの構造の特徴は、前記のとおりポンツーンを連結したものであり、連結部は75mm程度のアングルをフランジとして船側部で連結していることである。この技術は英国の河川横断用の仮設橋梁の技術を応用したもので、ザンビア国内でポンツーンの製造と組み立てを行ったとのことである。最大許容加重は最大級のカズンゲラフェリーで60トンである。

### (3) 湖水交通の概況

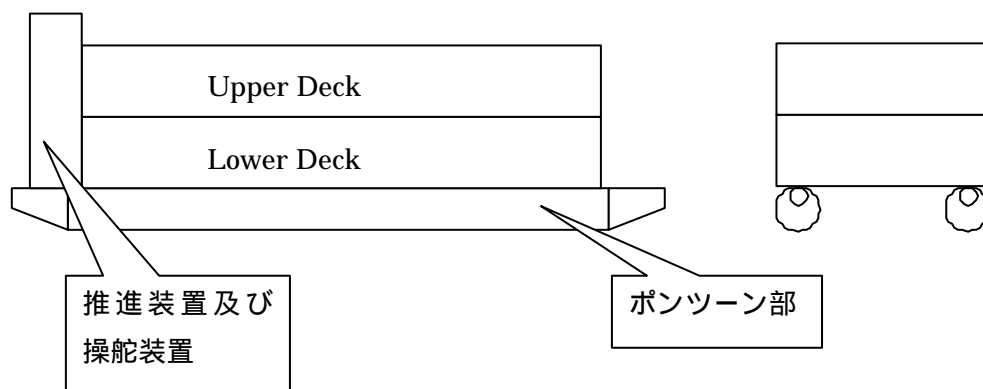
湖水を運航するフェリー、客船、貨物船等は、カリバ湖、バングウェル湖、ムウェル湖及びタンガニーカ湖で見られる。各湖で運航されている船舶のサービス別実態は概ね次のとおりである。

表 2-8：湖別の船舶サービスの種類

地域	船舶サービスの種類
カリバ湖	観光船、漁船（鋼船及び木造、FRP 船）、フェリー、レジャーボート、
バングウェル湖	フェリー、漁船（鋼船及び木造、FRP 船）、小型木造交通船
ムウェル湖	漁船（鋼船及び木造、FRP 船）、小型木造交通船
タンガニーカ湖	貨物船、フェリー、漁船（鋼船及び木造、FRP 船）、小型木造交通船

調査を実施したカリバ湖は、ザンベジ河を堰き止めた世界最大の人造湖であり、湖中央にジンバブエとの国境を有す。東端はカリバダムであり、ジンバブエ及びザンビアの電力を賄い、西端にはヴィクトリアの滝を有す観光地でもある。船舶は観光を中心としたものであり、小型ポンツーン型漁船も見られるが、公共交通としての湖岸輸送は、かつて運輸通信省が行っていたものの、現在は運航されていない（船舶の故障による）。カリバ湖の観光船、運輸通信省のフェリー共に円柱形のポンツーンを両舷に配し、デッキを乗せたカタマラン又はトリマランの簡易的な構造船である。

図 2-3：カリバ湖の旅客フェリー構造



バングウェル湖では、現在運輸通信省が運航しているフェリーが湖内の島及び沿岸の町を巡回する航路を週一回のみ運航しているほか、ESCO が運航を受け持ち、郵政省が保有するフェリーの計 2 隻が公共輸送フェリーとして運航されている。フェリーが運航されない期間、島民、沿岸住民等は同湖の中心地であるサムフィア(Samfya)まで小型木造交通艇で移動している。同湖は雨季に荒れることがあり、伝統的船舶(バナナボート) 小型木造船等はしばし転覆等の事故を起こしている。事故は報告されないものが多いが、その頻度は高いとのことである。

ザンビア国運輸通信省が運航している同湖のフェリー“Friend Ship”は、1968 年に中国で建造されたものである。郵政省保有のフェリー“Bangweulu”と共に以下に概要を記す。

表 2-9：バングウェル湖のフェリー仕様

		“Friend Ship”	“Bangweulu”
仕様	全長	30.32m	
	幅	6.2m	
	喫水	0.9 (2.4 深さ)	
	乗員数	3 人	
	乗客数	100 人	
	主機	190PS×2 機 Cat	
	DW	60t	
	船速	約 8 ノット	
運航状況	運航スケジュール	週 1 回、木曜 10 時発、金曜 (復航) 14 時着 (湖内巡回)	別表参照 湖内各地巡回
	貨物種類	乗用車、自転車、旅客	旅客のみ
操船状況	操船者数	3 人	不明
	操船方法	舵故障により左右舷の主機出力を個別制御して転進している。	不明
維持管理状況	船体	1968 年中国製 1998 年中古船として購入	1990 年ダーメン社ライセンスによりザンビアにて建造 状態は良い
	機関	主機は数年前に交換済み。 操舵装置は故障のまま放置。	不明

表 2-10：フェリー “ Bangweulu ” の運航スケジュール

出発		到着	
Samfya	06:00	Mbaballa	08:00
Mbaballa	09:00	Chishi	10:30
Chishi	11:00	Muchinshi	12:00
Muchinshi	12:30	Santamaria	13:30
Santamaria	14:00	Samfya	19:00

### 2.2.3 船舶維持管理施設及び組織

#### (1) 船舶維持管理施設及び組織

ザンビア国の船舶造修施設は、カリバ湖のシアボンガ周辺に民間ポートビルダーが 2 箇所あり、運輸通信省の修理施設が 1 箇所ある。また、バングウェル湖フェリー発着場に簡単な修理工場があるのみである。ただし、運輸通信省の修理施設は僅かな機械設備があるのみで、船台等はない。

河川フェリーは、前記のとおりザンビア国内で製造組み立てしており、かつては首都のルサカの鉄工所で建造していたが、既に同施設はない。また、バングウェル湖で就航中の郵政省所有フェリーはオランダのダーメン社の設計の元、同国カップーベルト州ルアンシャ (Luanshya) の Codeco 社で 2 隻建造されたが、現在は同社も存在していない。

カリバ湖の Lake Harvesters 造船所 (ポートビルダー) では、運輸通信省発注のムウェル湖向け小型フェリーポート (全長 14.8m、幅 3.8m) を建造中であるが、同造船所にはエンジニアはおらず、経験により簡単な図面を起こし船体を建造、主機は自動車のディーゼル、推進軸も車両用を利用して製作している。同社は南アフリカから移住した親子がエンジニアリングを担当し (親子共に元は美術家)、ワーカーが 10 名程度である。設備は鋼板加工場、機関修理場、木工工場及びクレードル (自動車のトレーラーを改造) であるが、溶接、ガス切断器、ボール盤等簡易な工作機以外に目立った機械はない。船台は無く湖に向かう坂を利用して船を進水させている。

カリバ湖の別のポートビルダーではボンツーン式漁船 (A フレームによる網漁) 及び小型交通船と船外機の修理等を中心に行っている。小型船を上架できる船台を有している。同社も南アフリカ人の社長と数名のワーカーで営業を行っている。設備は機械加工場 (ボール盤、プレス機、小型旋盤等) と船台 (コンクリート打ち) 、クレードルのみである。

河川フェリーを運航する ESCO はルサカ本社にサービス工場を有しているが、これは主に自動車等の補修に使用されている。フェリー発着地点では調査地点においては修理施設は持っていない。

## (2) 材料・部品調達状況

ザンビア国では鋼材等の材料調達は比較的容易である。一方で船用機関、部品、艀装品等の調達はそれ程容易ではないようである。ただし、レジャーボート等の需要により船外機は例外のようである。

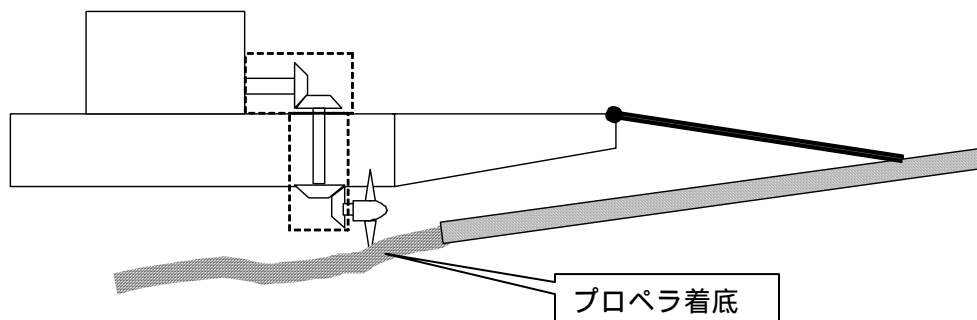
### 2.2.4 船舶に求められる機能・性能

#### (1) 河川航行船舶に求められる機能・性能

ザンビア国における河川航行船舶のうち、特に河川横断フェリーに求められる機能は次のとおりであろう。

- 操船の容易性
- スタビリティ
- 推進器の保護

図 2-4：ハイドロマスターによるプロペラの損傷



現在利用されているザンビア国フェリーで使用されているハイドロマスターはポンツーンに張り出しデッキを設けるだけで装備できるため、設置の簡易性は高いが、取り付け位置が左右舷中央であり、操船が難しい。また、浅喫水では推進効率は悪い。更に、離着岸地点近辺の浅喫水でプロペラを河底の石等にぶつけて曲げ、破損を起こしており、プロペラ保護の観点からは改善の余地が多い。

また、2004年にカズンゲーラフェリーにて過積載のトレーラーが乗り込んだ際にポンツーンが沈み、トレーラーが転覆、運転手と乗客6名が死亡するという事故が発生している。過積載は論外であるが、実情として過積載のトラック、トレーラー運行は当然のように行われている。このため、スタビリティの向上（安全率の向上）が必要であろう。また、現在は車両の両脇の1m幅ほどのスペースに乗客が乗っており、乗客保護のための対策、構造と救命胴衣、筏等の装備の規定と徹底が必要であろう。

#### (2) 湖水航行船舶に求められる機能・性能

ザンビア国における湖水の条件は比較的穏やかであるが、2003年8月にはバングウ

エル湖で 20 名の乗客が船舶の転覆により死亡、同年 11 月にはムウェル湖にて強風であおられたフェリーが転覆し 40 名の乗客が死亡した事故が報告されている。これらは過積載であったことも報告されている。従って、平水域の航行船よりスタビリティの高いフェリーが必要である。

しかし、湖の着岸施設は極めて貧弱であり、水深も浅いため一方で浅喫水の船舶が求められる。郵政省保有のフェリー“Bangweulu”の構造は上記の観点から見ると喫水が深すぎ（軽貨重量が重い）淡水（湖）に適していないとの使用者側の声が聞かれた。

また、エンジン故障等により容易に運航停止を余儀なくされる状況であるため、機関艙装等はシンプルな構造とし、操船、メンテナンスが容易な船舶が求められる。更に、主機は 1 機が故障しても運航可能なように 2 機が望ましい他、操舵系統は電気、油圧等は避け、機械式が望ましい。船速は 10 ノット程度あれば十分であろう。

また、運輸通信省運航のフェリー“Friend Ship”にも救命設備はライフジャケットのみであり、定員数は確保されていない。強風及び波高が 1.5m 程度ある場合の危険性を考慮して安全装備の充実が必要である。

#### 2.2.5 船舶の使用環境

ザンビアの湖水(タンガニーカ湖を除く)の最大波高はヒアリングでは 1.5m 程度であり、平水の使用条件と考えて問題は無い。ただし、前記のように強風による転覆事故が発生しており、小型船の運航にはこれらを考慮する必要がある。また、水温 25 度、気温は 40 度を超えることを考慮して居住環境、機関関係の設計を行う必要がある。

また、発着場の設備が極めて貧弱である。水深も十分確保されているとはいえない。従って、水深の浅い発着場への対応を考慮する必要がある。

河川の最大流速は 2m 程度と考えられる。(調査時は乾季のため雨季の流速は不明)また、雨季の河川の増水による河川幅の増加等使用環境の変化を考慮する必要がある。

フェリーの運航環境で考慮すべきは、発着場のスロープがいずれの場所も壊れており水深が十分でないことであり、ランプの構造、推進器付きの場合の推進器保護対策を考慮する必要がある。

船員の養成機関はザンビアには無い。船員の証書を有している人間は 8 名であり、タンザニアのダルエスサラーム又はエジプトの船員学校を利用している。このため、操船は専ら経験に依存しているところが多いと思量される。

過積載によってバランスを失うことによる事故が発生しないよう運航管理面の人材及び組織の教育も必要であろう。

## 2.3 マラウィ共和国

### 2.3.1 マラウィの概況

マラウィ国は、ザンビアと同様 1964 年に英領ローデシア・ニヤサランド連邦より独立した内陸国であり、南北に 850 キロメートルに対して東西は 150 キロメートルと、国土は細長く、その東側に南北約 600 キロメートル、東西約 80 キロメートルの広大なマラウィ湖が位置している。首都はリロングウェ、人口 1200 万人である。同国は重債務最貧国（HIPC）に属し、経済は農業に基盤を置き（GDP の約 40%、輸出の 90%）、労働人口の 85% が農業及び農業関連事業に従事している。タバコ、紅茶、砂糖等の農産物が全輸出の 85% を占めており、これら農産物価格の国際市況に外貨収入を左右されている。近年は旱魃に見舞われ、旱魃救済支援のため政府の財政は厳しいものとなっている。また国民の 90% は地方に居住している。同国の主要経済指標は以下のとおり。

表 2-11：マラウィ国主要経済指標

経済（単位 米ドル）	
1. 主要産業	（農）タバコ、茶、綿花、落花生、桐油、コーヒー （工）繊維、石鹸、製靴、砂糖、ビール、マッチ、セメント
2. GNI	1,800 百万米ドル（2003 年：世銀）
3. 一人当たり GNI	170 米ドル（2003 年：世銀）
4. 経済成長率	5.9%（2003 年：世銀）
5. 物価上昇率	6.9%（2003 年：世銀）
6. 失業率	不明
7. 総貿易額	（1）輸出 369 百万米ドル（2003 年：マラウィ中銀） （2）輸入 486 百万米ドル（2003 年：マラウィ中銀）
8. 主要貿易品目	（1）輸出 タバコ、紅茶、砂糖等 （2）輸入 工業用原料、石油、資本財
9. 主要貿易相手 国 （2002）	（1）輸出 米国（17.4%）、ドイツ（13.5%）、南ア（10.2%）、エジプト（6.3%） （2）輸入 南ア（43.9%）、ザンビア（12.6%）、米国（5.5%）、インド（4.2%）
10. 通貨	マラウィ・クワチャ（MWK）
11. 為替レート	1 米ドル = 124.930MWK（2005 年 6 月現在）

出展：外務省各国地域情勢

図 2-5 : マラウィ共和国地図



### 2.3.2 海事セクターの概況

#### (1) マラウィ国の海運状況

マラウィ国は内陸国であり、同国貿易はベイヤ回廊を通過してモザンビークのベイヤ(Baira)港及びナカラ(Nacala)港に抜ける道路輸送に依存してきた。しかし1970年以降のモザンビーク内戦により同ルートは使用が不可能となり、現在も内戦により破壊された道路、鉄道等輸送インフラの整備はあまり進んでいない。このため、南アフリカのダーバン又はタンザニアのダルエスサラーム港を利用しており、輸送コストの負担は同国経済の弱点となっている。

マラウィ国の輸送モード別貨物、乗客輸送実績を次表に示す。

表 2-12 : マラウィの輸送統計 (×1000)

輸送モード		1996	1997	1998	1999	2000
鉄道	貨物 ton-km	252	303	341	364	418
	乗客 Pax-km	339	452	349	522	420
湖上	貨物 ton-km	13	10	14	11	5
	乗客 Pax-km	191	133	115	94	81
航空	貨物 ton	6,779	5,595	5,964	5,607	5,382
	乗客 Pax	321	339	344	319	311



表 2-12 に示すようにマラウィ湖の貨物輸送量は他輸送モードに比較して多くない。これは商船隊の能力、港湾設備の能力及び他輸送モードとのアクセスの不備等が要因であるが、湖上輸送の開発は陸上輸送に比較して大幅なコスト削減が期待できるため、マラウィ国政府は海運（水運）の開発にも力点を置いている。マラウィ湖の東岸の一部はモザンビーク及びタンザニア領となっており、隣接国との水運による貿易圏形成の上で、重要な役割が期待されている。また、マラウィ湖は漁場として重要であり、同湖の水産物はマラウィ国の動物性たんぱく質消費の 75%を賅っている。マラウィ湖の南部では小型機船漁業が行われており、乱獲も指摘されている。

マラウィ湖は南北約 600km を超える湖であり、大小の港湾や小規模な棧橋が 70 程度あるが、主要港はチポカ(Chipoka)港、モンキーベイ (Monkey Bay) 港、ンカタベイ (Nkhata Bay) 港及び北部玄関港チルンバ(Chilunba)港である。各港は道路と連結しているが、唯一チポカ港には鉄道が引き込まれタンザニア鉄道、モザンビークのセナ鉄道に連絡している。主要港の施設は以下のとおり。

表 2-13：マラウィ湖主要港湾施設

港湾名	港湾施設
チポカ港	1 バース 倉庫 500 m <sup>2</sup> 、ワークショップ、管理事務所 ガントリークレーン
モンキーベイ港	1 突堤 船舶造修所(引き上げ船台)70m、500t 引き上げ能力 管理事務所、ワークショップ 1000t 浮きドック(独援助)

マラウィ湖以外ではザンベジ河に繋がるシレ (Shire) 河を利用したの河川運搬が 1970 年までに行われていたが、モザンビークの内戦を機に中断され、現在は運航されていない。しかし現大統領ムタリカは陸上輸送の代替プランとして「シレ・ザンベジ水路輸送計画」の開発を大きな開発目標として据えている。

## (2) 湖水交通の概況

マラウィ湖で水運を実施している企業は Malawi Lake Services (MLS) である。MLS は運輸公共事業省(Ministry of Transport and Public Works)の運営により 2002 年まで湖上の貨物、旅客輸送を行って来たが、2002 年以降政府が 100%株を保有する公共輸送会社となった。MLS の船隊は表 2-15 のとおりであり、貨客船 3 隻(うち 1 隻は船齢 100 年以上、現在非稼動)、タンカー 1 隻、コンテナ船 1 隻、貨物船 2 隻、貨物バージ 4 隻、タンカーバージ 1 隻、タグボート(バージ牽引) 1 隻、作業船 1 隻、浚渫船 1 隻を保有している。MLS はマラウィ湖の南北交通及びタンザニア国との交通を行い、

乗客は主に南北交通を、貨物は南北及び東西を運んでいる。

取り扱い貨物は主に、砂糖、メイズ(とうもろこし)、セメント、建設資材、飲料、燃料等である。MLSの2005年の7月、8月の輸送統計を以下に示す。年間を通じても貨物輸送月平均トン数は約200トンと推定、乗客は月平均5500人程度と推定される。

主要取扱貨物について、本年は早魃の影響でメイズ等の生産量が減少しているため、輸送トン数は減少している。

表 2-14:MLS 統計貨物、乗客輸送量

	乗客(人)	貨物(トン)
2005年7月	5,210	205.5
2005年8月	6,628	192.0
2003年1~6月平均	5,965	359.7

マラウィ湖の水上輸送の開発計画としては、タンザニア東岸のムトゥワラ港(Mtwara)をゲートポートとして内陸国の産物輸出と同港からの物資輸入のための内陸回廊整備計画の一環として「ムトゥワラ回廊開発計画」がある。同計画によればマラウィ湖周辺の農産物及び鉱物資源、木材、肥料等の生産物を300~700トン級R0/R0バージを使用して年間約140万トンの輸送需要が見込まれる。このうち湖の南北輸送で5~60万トン、東西輸送で80万トンと推定されている。

本計画の主な輸送ルートは、南北にチボカ港、ンカタベイ港、チルンバ港をフィーダーで結び、輸出入はタンザニアのバンバベイ港からマラウィのンカタベイ港間の東西ルートとしている。

表 2-15 : Malawi Lake Services 商船隊一覽表

Name	Type	Year of Built	No. of Passenger	Cargo Capa (t)	Tanker Capa (t)	Power (kW)	Speed (kt)	No. of Crew	L x B x D
Ilala	Pass/Cargo	1951	460	75	-	309 x 2	10	42	52.4 x 9.3 x 2.2
Mtendere	Pass/Cargo	1980	420	45	-	366 x 2	10.5	39	50.9 x 9.7 x 2.4
Karonga	Dry Cargo	1974	12	300	-	184	7	12	43.1 x 7.4 x 2
Ufulu	Tanker	1983	-	30	290	366 x 2	10.5	15	44.3 x 8.5 x 2.6
Katundu	Container	1991	-	720t/48TEU	-	450 x 2	10	12	61.5 x 12.5 x 2.4
Viphya	Tug	1976	12	-	-	552	6	10	
Viphya Barge	Dump Barge	1975	-	600t/25TEU	150	-	-	-	53 x 12 x 1.55
Nkhwazi	Cargo	1955	12	200	20	280	9	14	34.6 x 8.2 x 2.2
Chauncy Maples	Pass/Cargo	1899/1968	180	20	-	243 x 2	10	30	38.4 x 6.1 x 2
OP1	Liquid Barge	1965	-	-	24	-	-	-	12.2 x 5.7 x 1.4
Seacare	Dredger	1971	-	-	-	-	-	-	
Ncheni	Workboat	1957	12	12	-	?	7	3	
Burge 91	Dump Barge	1950	-	25	-	-	-	-	
Burge 201	Dump Barge	1956	-	-	-	-	-	-	
Burge 300	Dump Barge	1966	-	60	-	-	-	-	23.3 x 5.5 x 1.5

図 2-6 : マラウィ湖主要輸送航路



### (3) 河川交通の概況

マラウィの河川交通は、イギリスが統治した 19 世紀時代に既にシレ河及びザンベジ河を経由してポルトガル植民地であったモザンビークと交易に使用されていた。当時の港は、マラウィ国の最南部、シレ河に面した現在のンサンジェ (Nsanje) であり、当時はポートヘラルド (Port Herald) と呼ばれていた。

その後も河川交通は内陸国マラウィの直接的な外洋への交通路として 1970 年まで利用されていた。ただし、取り扱い貨物量等は不明である。

現在新政権下での最重要開発課題の一つは「シレ・ザンベジ水路輸送計画」The Development of The Shire-Zambezi Waterway Project であり、マラウィ国最南端部

のンサンジェからシレ河を下り、ザンベジ河と合流（モザンビーク国内）更に下り、ザンベジ河口のチンデ（Chinde）に向かう計 238km の河川交通と、更にチンデから貿易港であるベイラ（Beira）港までインド洋沿岸を南下する貿易航路の開発計画である。本計画は航路の整備（河川の浚渫、狭隘部の拡幅）、港湾設備の整備、鉄道のリハビリ及び各種河川航行船舶の投入を含んでいる。

運輸公共事業省では、輸送貨物需要としてコンテナ、燃料、雑貨、肥料、メイズ、乗客等を目論んでおり、必要な船舶は約 55m 長、喫水は 2.3~3.4m（河川 2.3m、沿岸で 3.4m との説明）のバージが必要と考えている。

図 2-7 : The Development of The Shire-Zambezi Waterway Project

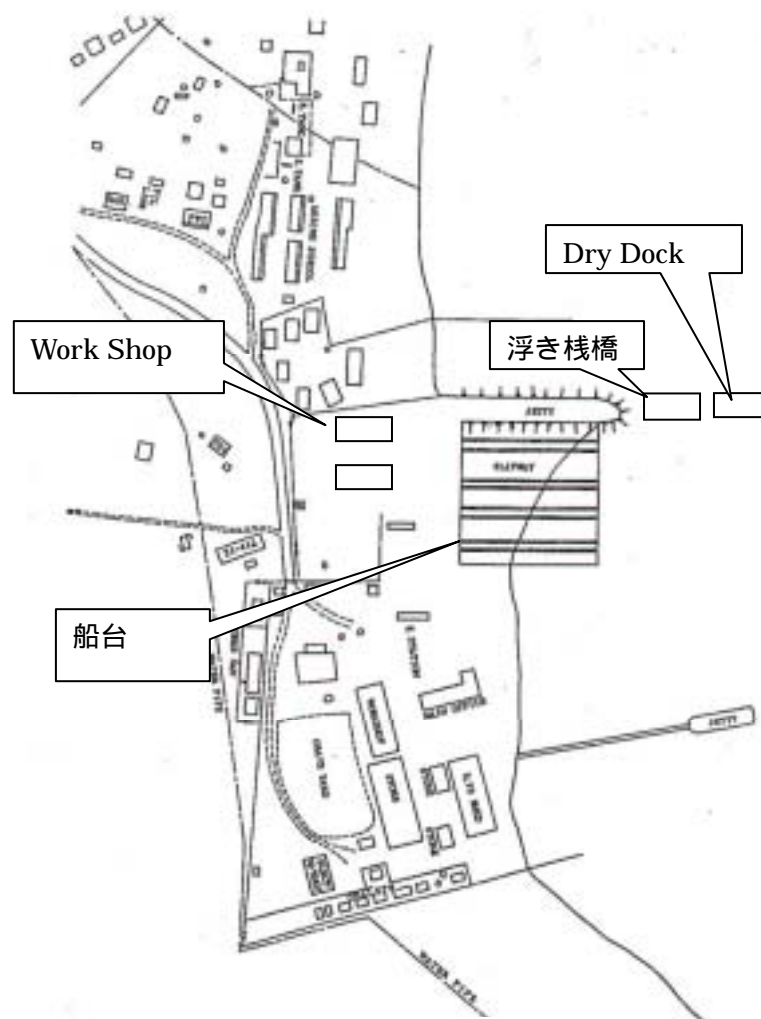


### 2.3.3 船舶維持管理施設及び組織

マラウィ国における船舶維持管理組織は Malawi Lake Services (MLS) 社のみである。モンキーベイにある同社施設は、修繕岸壁の他、幅約 100m × 奥行き約 50m の船台があり、引き上げ用電動ウインチが 6 機ある。本施設でコンテナ船“Katundu”の建造をドイツの技術協力のもとで実施し、1990 年に完成している。また、修繕用の浮きドック（約 40m 長 × 15m 幅）も有しており船台への引き上げとともにドライアップが可能である。

船台の他、機械工場、木工工場があり、機械設備として 3 トン天井走行クレーン、旋盤、フライス盤、ボール盤、プレーナー、溶接機、切断機等十分な機材を備えている。MLS では、船舶の運航の他、修繕工事、機械加工を時間単位で請負っている。調査時はパトロールボートの修理、主機関の開放清掃、自社船舶体修理等を実施しており、貨客船“Ilala”が 1951 年建造でありながら、機関取替え等で現在も稼動していることから、必要なメンテナンスは十分実施できる技術と能力を有していると判断される。

図 2-8 : MLS 社モンキーベイ施設



#### 2.3.4 船舶に求められる機能・性能

##### (1) 湖水航行船舶に求められる機能・性能

マラウィにおける湖水航行船舶は、海を航行する船舶と同様の性能を求められる。マラウィ湖の海象は時に波高 6m にも達すると言われており、長距離(1週間の航海スケジュール)の航海も行わなければならない。実際に 1990 年建造のコンテナ船も船級規則の沿海の適用を受けている。ただし、海水ではないため、船体、機関の腐食に関しては特別な考慮をする必要は無いと思われるが、外気温 40 度超に対する考慮が必要である。

今後、同湖において必要とされる船舶は「ムトゥワラ(Mtwara)回廊開発計画」に伴う、RO/RO 型自航バージ及び各種雑貨を運ぶフィーダーボート、老朽船“Ilala”の代替船であろう。

「ムトゥワラ回廊開発計画」で必要とされる各種船舶は、今後の貨物需要を分析して最適な船型を考慮する必要がある。湖上輸送は陸上輸送を中継するものであるため、道路、鉄道等積み地、荷卸地の輸送モード及び港湾施設を考慮して最適な船型を決定すべきである。

RO/RO は港湾の貨物取り扱い施設が不要であり、港湾開発計画に左右されず運航できる利点がある。港でトレーラーと牽引車を切り離し、シャーシのみをバージ輸送する方式が現在考えられている。タンザニアのバンバベイ港での貨物取扱いは道路及び鉄道により、マラウィのンカタベイ港は道路による取り扱い、チポカ港は道路及び鉄道による貨物輸送が考えられているためである。

“Ilala”号の代替船は住民の移動と観光振興目的で重要である。ただし、現在のようには北行き航路、南行き航路のような長距離の航路ではなく、中継港へのフィーダーサービスのような形で便数を増やし、人、貨物、車両等をタイムリーに運ぶことができる船舶がより望ましいであろう。

##### (2) 河川航行船舶に求められる機能・性能

河川航行船舶の需要としては、先に記した「シレ・ザンベジ水路輸送計画」がある。潜在貨物需要、乗客需要は不明であるが、運輸公共事業省ではコンテナ、燃料、雑貨、肥料、メイズ、乗客等の輸送を計画している。

航路の状況もシレ河にて浅水深、狭隘部分があるようであるが、水路調査を待たなければならない。航路状況が不明であるが、運輸公共事業省によれば、必要な船舶は約 55m 長、喫水は 2.3~3.4m(河川 2.3m、沿岸で 3.4mとの説明)のバージが必要と考えている。

河川港も同様に設備が未整備であり、現在ンサンジェ港も小区画の浚渫を行ったのみであり、港湾施設は何も無い。今後も港湾施設の整備状況、連絡道路の整備状況により船舶の最適な船型を考慮する必要がある。

### 2.3.5 船舶の使用環境

マラウィ湖の概要は表 2-16 のとおり。水深は湖岸から急に 200m 近くまで深くなっている地点が多い。表層の水温は年間を通して 25～28 度である。下表では通常の波高は 1.8m となっているが、前記のとおり最大波高は 6m にも達する場合があるとの報告もあり、船舶の運航には注意を要する。

表 2-16：マラウィ湖の概要

表面積 [km <sup>2</sup> ]	22,490
水量 [km <sup>3</sup> ]	8400
最大水深 [m]	706
平均水深 [m]	292
水位	一定
通常波高[m]	0.7-1.8
湖岸距離 [km]	2450

荒天時の航行に注意を要する以外は、長距離航路を運航するため燃料他補給の確保に留意する必要がある。モンキーベイの着岸施設はポンツーン及び岸壁、チポカ港も岸壁が整備されているが、砂の堆積により水深が浅くなっており浚渫を要する箇所がある。

河川の航行環境については、シレ河、ザンベジ河を含む南部アフリカの河川はしばし氾濫により流域、水深が劇的に変化する場合があります、常に航路条件が一定でないため船舶の航行は注意が必要である。最低限の航路標識も今後整備する必要がある。

マラウィ国内のシレ河の河川幅は最大で 200m 程度と推定される。狭隘部で 20m 程度の箇所も有るようであるが、航空写真による観測では全体に通行可能であるとのことである。流速は約 2 ノット程度であり、水質は濁っている。

船員の能力、資格についてはモンキーベイに Marine Training College があり、航海科及び機関科でそれぞれ次のコースを設けている。

#### 航海科

- Able Seaman (部員)
- Officer Navigational Watch (職員)

#### 機関科

- Motor Man for Engine Watch (部員)
- Engineer officer (職員)

部員教育コースは 6 週間、職員は 3 年(うち 1 年は乗船実習)で、入校資格は 8 年の Primary



School 及び 4 年の Secondary School (計 12 年)を卒業後、試験に合格したものが入学可能である。現在の生徒数は 18 名、うち 7 名が職員、11 名が部員コースである。開校時からの卒業生の総数は 196 名である。

教育の施設、設備は日本の技術協力等により比較的整備されているが、GMDSS のシミュレーターが無く、STCW 条約における必須項目のため、早急な整備が必要である。(マラウイは STCW 条約批准国であり、ホワイトリスト国である。)

船員の資格は英国方式に倣っており、次のとおりに分かれている。船員の総数は不明。

表 2-17 : マラウイの船員資格

	航海科	機関科
Class4	小型船舶	小型船舶
Class3	500GT 以下の船長又はそれ以上の場合の 3rd Mate	500GT 以下の機関長又はそれ以上の場合の 3rd Engineer
Class2	3000GT 以下の船長	3000GT 以下の機関長
Class1	Unlimited	Unlimited

これらの教育、訓練のシステムができていること、世界海事大学にも学生を派遣していることから、船員は一定のレベルを有しているものと評価できる。

## 2.4 現地調査結果のまとめ

アフリカ南部に位置するザンビアとマラウィは、ともに英国領ローデシア・ニヤサランド連邦より独立した内陸国であり、その海事セクターの状況は似かよったものではないかと予想していたが、調査の結果では非常に対照的であることが分かった。

ザンビアは、造船能力、修繕能力、船員養成能力ともに未発達であり、海事分野の技術協力の必要性が高いと言える。これに対し、マラウィは、マラウィ・レイク・サービス(MLS)が船舶の運航だけでなく、簡単な造船、維持管理の業務を実施できる施設をも備えている他、これに隣接して船員を養成するための学校も整備されている。

ザンビアは、ザンベジ河とその支流を中心に、国内に多数の河川が存在し、道路を分断しているため、河川横断のために船舶を使用するニーズが高い。また、大きな4つの湖において、人及び貨物の輸送のための湖水航行船舶の必要性が高い。

一方、マラウィは、国内の水運の中心は、マラウィ湖(琵琶湖の約3.5倍の面積)における貨物及び人の輸送である。河川の横断については、主要な箇所には橋がかかっているため、ザンビアのような河川横断フェリーの必要性は乏しい。河川を利用した水運については、内陸国であるマラウィから、シレ河、ザンベジ河を経由してインド洋に至る河川航行水路(約238km)の開発が、外洋への最短輸送ルートの整備という観点から、国家として優先度の高い計画として位置付けられているが、実現のためには、需要予測や水路の航行可能性調査等各種調査を踏まえて取り掛かる必要がある。

以上より、シンプルシップのコンセプトはザンビアにおいてより有効性が高いと考えられ、特に、河川横断用フェリーボートでの普及が可能であると思われる。マラウィにおいては、将来的な案件ではあるが、シレ・ザンベジ水路輸送計画で投入される河川航行用自航式貨物バージが、十分な維持管理体制を確保しにくい使用環境にあることから、シンプルシップのコンセプトに適したものになる可能性があると言える。

### 3 概念設計実施方針の検討

#### 3.1 概念設計対象船舶

アフリカ地区における現地調査の結果を踏まえ、次の2つのタイプの船舶について概念設計を実施することとした。

(1) 第1候補(タイプ1船舶) 河川横断用フェリーボート

ザンビアにおける河川横断用フェリー(人及び車両の輸送)を想定したもので、川幅200~300m程度の区間を頻繁に往来する両頭タイプのフェリーボート。

(2) 第2候補(タイプ2船舶) 河川航行用自航式貨物バージ

マラウィにおける「シレ・ザンベジ水路輸送計画」で構想されている貨物バージを想定したもので、マラウィ国内の河川港とインド洋の港湾との間の長距離貨物輸送を担う船舶をイメージした船舶。本計画自体は、更に各種の調査を経た上で具体化されると考えられるため、同計画に特化した設計条件を詳細に詰めることは現時点では適当ではないが、アフリカ諸国全体の河川交通においても利用可能な河川航行船として一定の条件のもとに概念設計を実施することとした。

#### 3.2 設計方針

「シンプルシップ」とは、ある特定の基本要件(基本思想)に基づいて設計された船舶を総称するものであるが、そこには、様々な用途、様々な船種、様々なサイズ、様々な要求性能を有する無数の「シンプルシップ」が存在し得る。概念設計の実施にあたっては、現地調査によって得られた知見をもとにして、ある程度個別具体的な事例を設定して、その条件に合う「シンプルシップ」を提示していくこととした。

以下の「シンプルシップ」の基本要件は、現地調査を通じて有効であることが確認されたので、これを概念設計を行う上での設計方針とした。

##### 「シンプルシップ」の基本要件

- 1) 全長20~30mの範囲内のサイズとする。
- 2) 比較的静穏な海域・水域で航行することを前提とする。
- 3) 使用者の要求を満たし船舶としての基本性能を維持した上で船体形状の単純化を図る。
- 4) 以下の各項目を満たすために、船体、機関等を20ftコンテナで搬送可能なサイズ(ユニット)に分けられるものとする。

現地での建造(組み立て)を可能とし、修理も容易とする。

ユニットに分解して移動させることを容易にする。(災害時等にも機動的に対応で

きるものとする。)

解体を容易にする。

- 5) 船舶の解体後のパーツ等は、できる限り再利用可能なものとする。
- 6) 維持管理において技術的な複雑さを伴わず、容易に維持管理が行えるものとし、補修部品等の入手も容易なものとする。
- 7) 主要な部分は、可能な限り互換性のある設計を行い、使用目的の変更に容易に応じられるものとする。
- 8) 使用する海域、水域において安全に航行できるものとする。
- 9) 有害物質リストを徹底する等、環境への影響の防止を図る。
- 10) 以上を通じて、維持管理体制が十分でない地域においても長期間有効に使用することができるものとする。

### 3.3 設計条件

#### (1) 第1候補(タイプ1船舶) 河川横断用フェリーボート

河川横断用フェリーボートの設計条件については、以下のように考える。

- ザンビアの河川横断フェリーにおいては、短い距離を頻繁に往復するような運航形態に最も適した船型とし、川幅は200~300m程度を想定し、岸壁ではコンクリートで固めたスロープに乗り上げる形で接岸する方式として設計する。
- 河川は水深が特に乾季において浅いため、船型はなるべく浅喫水とし、なおかつ載荷量及び復原性の十分な船型とする。
- 積載能力は現状の河川横断フェリーと同程度とし、乗船者は最大100名、車両2台(大型トラック2台)の輸送が可能とする。積載重量は、概略70トン(車60トン、人10トン)程度を想定する。
- 船体の材質については、鋼の他、木製、FRP製等も候補として考えられるが、現地での材料の入手性、加工の容易性、リサイクル方策等を考慮して材料を選定する。
- 推進器及びエンジンは現地で部品調達が可能な、なるべく簡便なシステムを選定することとする。
- 推進器及び船体の破損への対策を考慮すべきこと、運航する場所が十分な保守・整備に適さない場所であることに留意する。
- どこでも組み立て、解体作業が行えるよう配慮する。
- 救命設備に関し、現地の特殊性に配慮する。

#### (2) 第2候補(タイプ2船舶) 河川航行用自航式貨物バージ

河川航行用自航式貨物バージの設計条件については、以下のように考える。

- 使用形態が、シレ・ザンベジ河に沿って長距離を移動するということであるから、往復 600 海里の距離を運航することが可能であることを条件とする。また、流量の多い河川でも対応できることとし、流速 2m/s 以上の河川を航行可能とする。
- 河川は氾濫により航路が一定しないため、浅水域でも航行可能なようにできるだけ浅喫水船型とする。
- また、河川が蛇行しているため、操船性のよい船舶とする。
- ザンベジ河河口では汽水と接するため船体外板の腐食に配慮をする。
- 船体の材質については、河川横断用フェリーと同様に現地での材料の入手性、加工の容易性、リサイクル方策等を考慮して材料を選定する。
- 貨物の種類としては、コンテナ、木材、食料（メイズ袋積み）を想定し、貨物 200 トンを積載可能とする。また、十分な港湾施設が整っていない場合でも荷揚げが可能となるよう荷役を考慮した船型とし、スロープでの接岸は考えない。
- 推進器及びエンジンは現地で部品調達が可能な、なるべく簡便かつ信頼性の高いシステムを選定することとする。
- 推進器及び船体の破損への対策を考慮すべきこと、運航する場所が十分な保守・整備に適さない場所であることに留意する。
- どこでも組み立て、解体作業が行えるよう配慮する。
- 各種トラブル等に関する代替措置を設け、運航休止が生じないように配慮すること、が挙げられる。

## 4 シンプルシップ概念設計

### 4.1 概念設計（共通的な概念）

今回の調査におけるシンプルシップの対象船舶は、前章に記したように河川横断用フェリーボート及び河川航行用自航式貨物バージの2種類であり、大きな共通概念として「建造、維持管理、解体等が容易な船舶」を定義している。即ち、低建造コスト、低運航コスト、低維持・管理コスト、環境への低負荷、高度の建造・組立て・維持管理技術を要しない船舶であり、安全性を確保した上で、船体構造、推進システム等をできるだけシンプルな設計としている。

また、シンプルシップの対象使用環境としては、安全性の面からも比較的静穏な海域・水域の航行を前提としており、今回概念設計を行うシンプルシップの稼働対象候補地域は河川横断用フェリーボートがザンビア国内、河川航行用自航式貨物バージがマラウィ国及びモザンビーク国とするが、類似の自然環境・社会経済環境を有する地域、国は対象候補となりうる。

#### 4.1.1 特徴及び基本構造

シンプルシップの特徴は以下の点を主に考慮して設計されている点である。

- 自航船とするが、推進装置は極力簡便な構造とする
- 荷役は陸上施設又は人力で行うものとする
- 専門造修施設のない場所での建造(組立て)を可能とし、修理も容易なものとする
- 稼働地域を移動(陸上移動)可能とする
- 解体を容易に行えることとする
- 解体後の船体及び機器等はできる限り再利用可能とする
- 高度な維持管理技術を必要としない
- 低環境負荷である

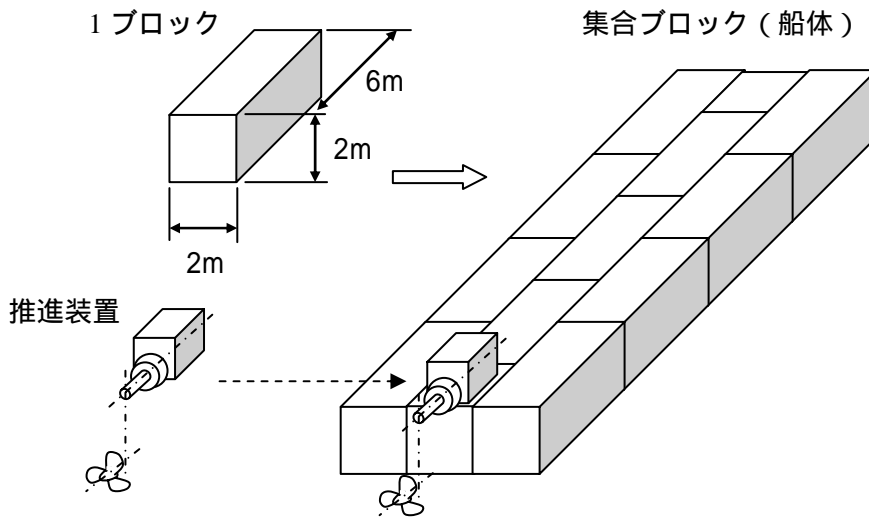
これらの特徴を具現化するためにシンプルシップの基本構造を次表のように設定した。また基本構造を図 4-1 に示す。

表 4-1：シンプルシップの特徴と基本構造

	シンプルシップの特徴	基本構造
1	自航船とするが、推進装置は簡便な構造とする	<ul style="list-style-type: none"><li>• 基本は甲板上に設置する大型舷外機式推進装置で、エンジンと推進器、舵が一体のものを採用。取り付け換装が簡単な構造とした</li></ul>

2	荷役は陸上施設又は人力で行うものとする	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷役装置は装備しない</li> <li>フォークリフトによる荷役作業が行える様ランプドアは堅牢、単純な構造とした</li> </ul>
3	専門造修施設のない場所での建造(組立て)を可能とし、修理も容易なものとする	<ul style="list-style-type: none"> <li>L×B×D、6m×2m×2m を基本とした小ブロックの組合せ構造とし、溶接をできるだけ排除</li> <li>同ブロックのサイズは 20 フィートコンテナで搬送可能なサイズである</li> <li>1 ブロックの重量は汎用トラッククレーンで吊り上げ可能であり、20 フィートコンテナに収納可能な重量とした</li> <li>強度を向上し安全な構造とするために、蟻溝やホゾによる接合法も考慮した</li> <li>推進器等は可能な限り汎用部品を選定した</li> </ul>
4	稼働地域を移動(陸上移動)可能とする	<ul style="list-style-type: none"> <li>L×B×D、6m×2m×2m を基本とした小ブロックとし、単体でトラック、鉄道輸送可能とした</li> <li>また 20 フィートコンテナでの輸送可能なサイズとする</li> </ul>
5	解体を容易に行えることとする	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブロック接合は原則ボルト締めとし、溶接は避ける</li> <li>ブロック内の機器は溶接機等の保守機器を除き原則設置しない</li> </ul>
6	解体後の船体及び機器等はできる限り再利用可能とする	<ul style="list-style-type: none"> <li>船体ブロックのポンツーン、タンクとしての再利用可能とする</li> <li>推進機の中古利用、他船への転載を可能とした</li> </ul>
7	高度な維持管理技術を必要としない	<ul style="list-style-type: none"> <li>溶接を排除、ボルト締め原則</li> <li>速力が要求される貨物バージの一部船首ブロックを除き船体構造から曲線部を排除、建造とメンテナンスを容易とする</li> <li>溶接機等の保守機器を除き、機器は暴露部に据付、日常メンテナンスにおける機器のアクセシビリティを考慮</li> </ul>
8	低環境負荷	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害物質の排除</li> <li>排気ガス基準を満足する機関の選定</li> <li>環境に影響を及ぼす可能性のある物質のリスト化</li> </ul>

図 4-1：シンプルシップの基本構造



参考にコンテナのサイズを次表に示す。

表 4-2：コンテナの寸法

外寸		20ft	40ft	40ft 背高
長さ	(mm)	6,058	12,192	12,192
幅	(mm)	2,438	2,438	2,438
高さ	(mm)	2,591	2,591	2,896
内寸法				
長さ	(mm)	5,898	12,032	12,032
幅	(mm)	2,352	2,352	2,352
高さ	(mm)	2,385	2,385	2,690
内容積	(m3)	33.1	67.5	76.3
最大計画重量 (コンテナ自重込み)	Ton	30.48	30.48	30.48

#### 4.1.2 安全性への配慮

##### (1) 気象条件・海象条件への配慮

シンプルシップ使用対象地域のザンビア、マラウィ及びモザンビークでは河川の最大流速は2ノット程度と考えられる。ただしザンベジ河は雨季に頻繁に氾濫し流速は増すと考えられる。従って河川航行用自航式貨物バージでは流速4ノットの場合でも



遡上航行可能であることとした。

シンプルシップの特徴として、船体を陸上輸送して運航地域を変更することが考えられる。同地域の湖水で運航する場合は広大なタンガニーカ湖、マラウィ湖を除いて、湖水の最大波高はヒアリングでは 1.5m 程度であり、平水の使用条件と考えて問題は無い。ただし、強風による転覆事故が発生しており、シンプルシップの復原性と船体の強度、乾舷の高さに十分な配慮を行う。

また、河川、湖水ともに平均的な水温 25～28 度、気温は 40 度を超えることを考慮して機関関係の冷却系統に注意し設計を行う。

#### (2) 運航対象地域の地形的特長への配慮

河川横断用フェリーボート、河川航行用自航式貨物バージともに雨季の河川の増水による河川幅の増加等使用環境の変化を考慮する必要がある。また、発着場の設備が極めて貧弱であり、乾季には水深も十分確保されているとはいえない。従って、水深の浅い発着場への対応を考慮した浅喫水設計とし、ランプの構造や、推進器の保護対策を考慮する必要がある。

河川航行用自航式貨物バージはシレ河及びザンベジ河の航行を想定しているが、マラウィ国内のシレ河の河川幅は最大で 200m 程度と推定される。狭隘部で 20m 程度の箇所もあるようであるが、これらの河川は護岸整備などされていないため、自然の氾濫により航路、推進が劇的に変化することがある。更にザンベジ河河口では汽水となるため、船体の腐食に配慮する。

#### (3) 乗客の安全性への配慮

シンプルシップのうち河川横断用フェリーボートでは乗客はポンツーン両側のスペースに乗船するため、ハンドレールの強化による乗客の河川への転落防止策、荷物等の転落防止策を講じる。また、救命浮環（要河川ルール確認）の必要数装備を行う。

推進器（プロペラ）は船体中央部舷側のプラットフォームに取り付けられ、水面近くでプロペラが回転するため乗客が転落した場合の保護装置が必要である。また、エンジンが暴露部に装備される部分に操舵席を設けて操舵推進区画とし、乗客が立ち入れないようにする。乗客がエンジンと接触するのを防ぎ、操船者の邪魔にならないよう配慮する。

#### (4) 貨物への配慮

ザンビアにおけるトラックの最大重量は 60 t である。これらの重量車両がランプからフェリーボートに乗下船する場合の最大アンバランスモーメントに堪えるものとする。

河川横断用フェリーボートでは車両は船体中央部に載せる配置としてバランスをとる配置を考慮する。

#### (5) 浸水への配慮

船体構造は6m×2m×2mの長方体を組み合わせたものであり、それぞれ水密区画された構造となるため、一部船体損傷による浸水が発生した場合も他の区画に浸水が広がることはないため、安全性は保持される。またそれぞれのブロックにはフラッシュハッチの形式でマンホールを装備する。

#### (6) 推進装置への配慮

シンプルシップは運航地域の特性から、浅喫水で使用される。このため選定された推進装置は水面近くでプロペラが回転し、しかも河川底からの距離も少ないため、プロペラの着底、流木等との衝突に対する保護も考慮する必要がある。

### 4.1.3 維持管理容易性への配慮

#### (1) 船体の維持管理

船体は構造用鋼板を使用し、極一部のブロックを除き曲線の曲げ加工を排除している。このため船体ブロックの補修は当て板、又は板材の交換を容易ならしめるようにしている。

河川横断用フェリーボートで最も壊れる部分はトラック等の重量物が乗り降りする度に被害を受け易いランプ先端である。ランプドア自体を堅牢、シンプルな構造とするとともに先端の補修を容易なように設計を行う。

#### (2) 機関・推進装置等の維持管理

機関及び推進装置は、アフリカ地域でもサービスが受けられ、部品等の調達が容易な機種をできるだけ選定する。シンプルシップの特徴としてエンジン・推進器・舵が一体となった推進装置を選定するため、これら装置の一部故障、損傷の場合にも1メーカーにて対応が可能となるよう機種選定に配慮する。

特に推進器は現地調査でも河底に翼先端を当てるなどにより曲げており、スケグ又はノズル等の装備によりプロペラ着底を保護するよう配慮する。

### 4.1.4 環境対策への配慮

#### (1) 有害物質への配慮

船舶における環境対策は、環境に重大な影響を及ぼす船舶内の汚油(ビルジ等)をはじめとする廃棄物等の排出の規制、運搬する油や有害液体物質等の取り扱いを定めるなど、国際条約(MARPOL73/78条約)を基に行われてきている。

新たな環境規制としては、これまでの海洋汚染対策以外に、大気環境を保全する目的での窒素酸化物等の排出規制が附属書で採択され、我が国でも2005年5月に発効

した。また、環境悪化への影響が懸念されているスズ系金属の防汚塗料の使用は、同塗料の使用を制限する条約（TBT条約）により2003年1月以降禁止されている。更にIMOでは船舶が排出するバラスト水管理条約などが採択されている。

議定書の附属書（Annex）のうち、附属書Ⅰ（油による汚染防止）及び附属書Ⅱ（有害液体物質による汚染防止）は強制附属書として議定書締約国は全て実施する義務があるが、附属書Ⅲ（容器で輸送される有害物質による汚染防止）（汚水による汚染の防止）、Ⅴ（船舶からのごみによる汚染防止）については選択附属書として実施を選択できる。

調査対象地域であるザンビア及びマラウィでは船舶の使用環境が異なるため、IMOの国際条約の批准の度合いが異なりマラウィはメンバー国であるが、ザンビアはメンバー国ではない。また、アフリカ各国のIMO各種条約の批准の現状は表4-3のとおりである。

表4-3に示すように、マラウィはMARPOL及びSOLAS条約を批准しているのに対し、ザンビアは満載喫水線条約と国際海上交通の簡略化に係る条約のみ批准しており、船舶の安全、環境保全関係の他の条約は批准していない。

シンプルシップの構造はシンプルであるが、環境に対してはできるだけ最新の国際規則を適用するものとする。即ちMARPOL条約関連では油、ビルジ等を直接船外に排出しないものとし、船体の塗料は非TBT塗料とする。またエンジンについては窒素酸化物等の排出基準を考慮して選定する。またSOLAS条約関連ではアスベストの使用はしないこととする。

更にリサイクルを考慮してIMOのシップリサイクルガイドラインに従ったGreen Passportに準拠した書類を備える。中でも下記の物質は本船を建造する場合には機器メーカーの協力を得てリスト作成を行う。

- 1) 燃料、潤滑油及び冷媒
- 2) 浮遊物(プラスチック等)
- 3) 有害化学物質（PCBなど）を含む可能性がある材料（電線被覆等）
- 4) スラッジ
- 5) 防熱材等に用いられるアスベスト



## 4.2 概念設計（タイプ1 船舶）河川横断用フェリーポート

### 4.2.1 特徴及び主要寸法

タイプ1、「河川横断用フェリーポート」は専らザンビアの河川横断及び類似した環境で用いられることを念頭に設計条件を決定した。

この結果、短い距離(川幅 300m 以下を前提)を往復する最も効率のよい船首・船尾の区別のない両頭タイプの船型とし、乗船した車両がそのまま前向きで下船が可能とした。岸壁ではコンクリートで固めたスロープに乗り上げるために両端にランプを有し、接岸する方式として設計する。

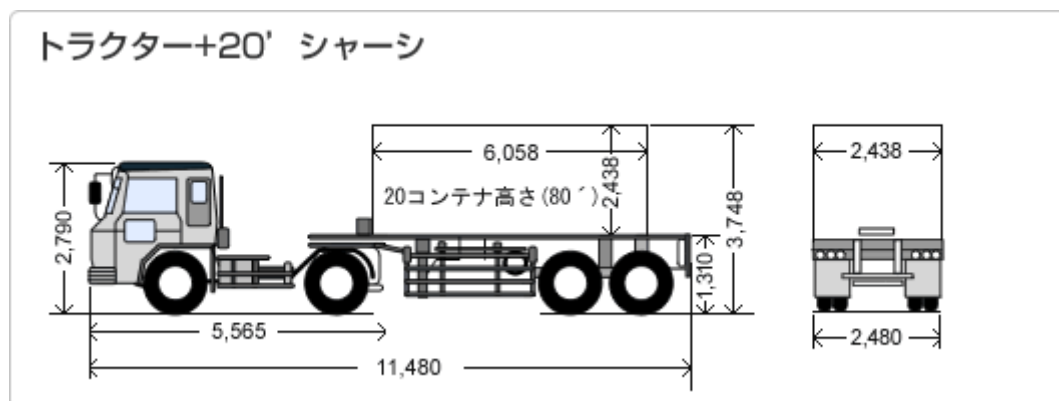
また、河川は特に乾季で水深が浅くなるほか、スロープ近辺では特に水深がないため、浅喫水の船型とし、載荷量を確保するには、水線面積の小さい双胴船タイプは載荷時に喫水が大きく変化することから不向きであり、船型は単胴船タイプとした。

ザンビアの現有フェリーポートの巡航速度は約2ノットであり、河川の流速を平常最大で2ノットとし、対岸に直角になるよう航行したとすると、流れがない箇所での船速は2.8ノットと考えられる。また雨季の流速を約4ノットと仮定すると同様に4.5ノットが必要である。

これらの使用環境とフェリーポート接岸時の衝撃緩和を考慮し、計画最大速力を必要速力の3割増しの、最大6ノットとする。

乗船者は100名、大型トラック2台を輸送が可能とする。積載重量は、概略70トン(車60トン、人10トン)として計算する。20ftコンテナを牽引する標準的なトラクターを含んだ寸法は下図のとおり。総重量は約30トンである。

図 4-2：20ft コンテナとトラクターの標準的な寸法



また、我が国の道路交通法によるトラックの寸法規定は表 4-4 のとおりである。

表 4-4：日本の道路交通法によるトラックの寸法規定

名称	全長×全幅×全高	定義
大型トラック	12m×2.5m×3.8m	最大積載量 5t 以上又は車両総重量 8t 以上
中型トラック	以内	大型・小型に当てはまらないもの

船体の材質については、鋼の他、木製、FRP 製なども候補として考えられるが、木については、材料が安価で容易に入手可能であるという点が長所であるものの、堅牢さ、取り扱い、維持管理に難しさがあり、また、現地調査を通じて鋼板の入手には問題がないことが確認されたため、特段の利点はなくなった。FRP については、軽量化による浅喫水船とすることが容易なことや船体そのものの維持管理が容易であるなどのいくつかの長所が考えられるが、摩擦に弱く、たわみやすいため、堅牢さ、取り扱いに難しさがあること、船体価格が高くなること、軽量化を図ると重量物搭載時のトリムやヒールが大きくなりやすいこと、また、解体後の再利用方策が難しくなること等から、積極的に採用する理由はない。従って、最も一般的な鋼製とする。

これらを考慮した主要寸法は以下のとおりである。

全長	L	約 24m
全幅	B	約 6m
深さ	D	約 1.6m
喫水	d	約 1.0m
最大船速		約 6 ノット
推進器		大型舷外機式推進装置 100～150PS×2 基
軽荷重量		約 65 トン
旅客定員		100 名 (10 トン)
車両重量		60 トン (大型トラック 2 台)
乗組員		4 名

船体部、機関部等各部の設計概念を次に示す。

#### 4.2.2 船体部計画

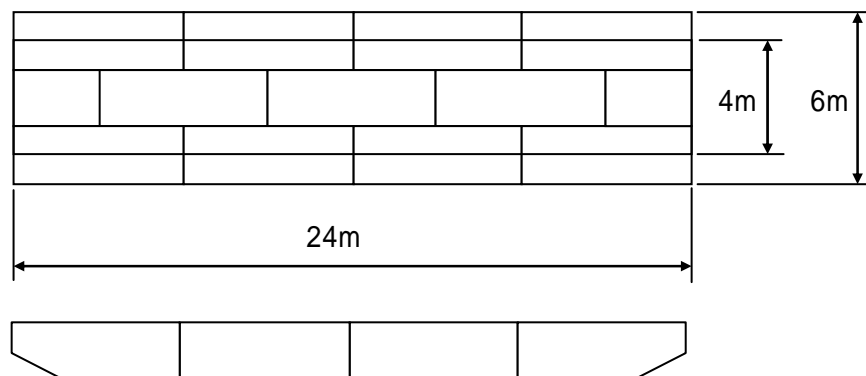
##### (1) 船体計画

河川横断用フェリーボートでは船体寸法を大型トラックの全長 12m 未満とし、最大で 2 台搭載可能な最小限の全長として 24m とした。トラックの全幅は 2.5m を基準とするが荷物の張り出し等を考慮し 3m を考え、車両搭載スペースの幅は 4m とし、両舷各 1m (計 2m) の間を乗客用スペースとした。(図 4-3 参照)

載貨能力の検討は、小ブロックの基本寸法である  $L \times B \times D$  を  $6m \times 2m \times 2m$  として深さ

2mで計画し、軽荷重量を約70トン、載貨重量を70トンとして計算の結果、満載時の喫水は1.03m半載時の喫水は0.79mとなり、満載でも乾舷が約1m取れることが分かった。また、この状態で1cm当たりの喫水変化の排水量TPC(トン/センチ)が1.44トンであり、10トンの載貨重量の差で約7cmの変化であり、かつ、現地フェリーボートの半載状態での乾舷約0.8mを参考とし、さらに乗客が落水した場合に救助する場合の乾舷高さを考慮し、深さ1.6mで再計算を実施した。その結果満載時の乾舷は0.6m、半載時の乾舷0.8mとなるが、10度傾いた状態でも舷端は没水しないので十分安全が確保でき、軽荷重量も軽減できることからブロックはL×B×Dを6m×2m×1.6mとすることとした。

図4-3：河川横断用フェリーボート船体部主要寸法(平面)



ブロック単体の板厚は上下板を8mm、側板を6mm、前後板を8mmとし、単体重量は3.8トンとなる。また両端のブロックはスロープへの接岸を考慮して傾斜底とした。また、船首尾端の船底部はスロープ又は川底の着底を考慮して増厚又はプロテクト用のパッチ当て等を考慮することとする。

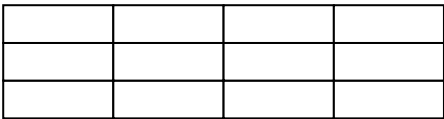
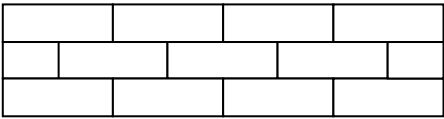
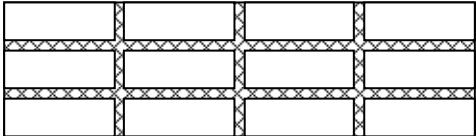
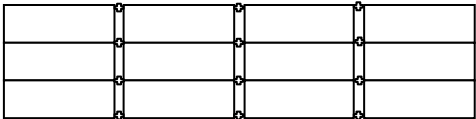
## (2) ブロックの連結方法

小ブロックサイズを6.0m(L)×2.0m(B)×1.6m(D)としてブロックの接続方法を検討した。ブロックは現地での組立て、分解が容易になり、かつ十分な曲げ強度を持たせる必要がある。このためボルト締め、ピン等による連結を優先して検討した。接合における検討事項、問題点は以下のとおり。

- 1) ブロック接合方法は、特に接合面が小さいブロックの縦面の連結で(船首尾方向)縦強度が保持できる工作、工法であること。
- 2) 上向き溶接等の高度な溶接技術を必要としない連結方法であること。
- 3) 油圧ジャッキとコロ等でブロックの移動、配置、レベル出し、ブロックの面合わせ、組み立てが可能なこと。組み立て後も同様に油圧ジャッキとコロ等で進水が可能ない工法であること。

これらを勘案した検討結果は次のとおり。

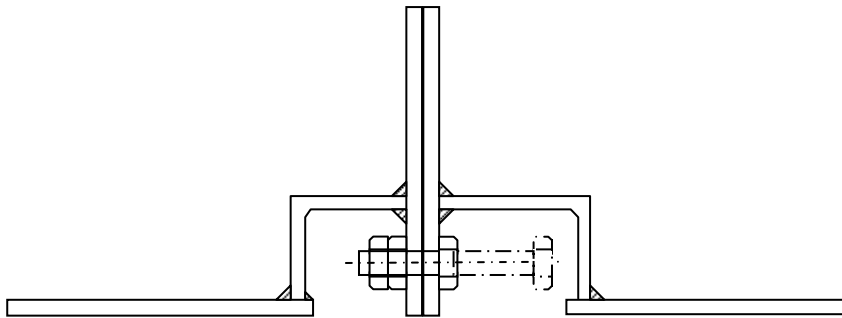
表 4-5：各種ブロック接続方法の特徴、問題点

ブロックの配列	特徴と問題点
整列配置型 (図A)	<p>整列配列では単位面積当たり最大の浮力が得られる。</p> <p>ボルト連結では、長手面のブロック接合は十分なボルト配置が可能となり強度、施工上も問題ない。ただし、接合面が小さいブロックの縦強度（船首尾方向）を十分確保するボルト数の確保が必要。接合作業は木製架台上で行う。ブロック接合後ジャッキでコロ上に船体を降ろし、浸水させる。下面はボルト接合、上面は溶接接合とする方法も考えられるが、何れにしても縦（船首尾方向）方向に十分なボルト数を配置する必要がある。</p> <p>一方溶接によるブロック接合は外側からのみとなり、下面では上向き溶接となる。全て下向き溶接でブロックの連結を行うにはブロック全体を吊り上げ、反転する必要がある。前者では溶接工の技術、後者では大型クレーンが必要となり、いずれも解決すべき問題が大きい。</p>
千鳥配置型 (図B)	<p>ブロックの側面で接合し、横方向の連結で縦強度（船首尾方向の強度）を保持する。木製架台上にブロックを並べ、船体の接合作業を行う。ボルト接合後にジャッキでコロ上に船体を降ろし、浸水させるのは前者同様である。この方法では、下面はボルト接合、上面はボルト、溶接のいずれも可能と考える。</p>
補強フレーム併用型 (図C)	<p>全体の縦横強度の大部分を担うフレームを作成し、これにブロック浮体を取り付ける。接合は、溶接、ボルトのいずれか、あるいは併用が可能と考える。ブロック組み立て後の進水方法は前者に同じ。甲板単位面積あたりの浮力（載荷重量）はAより劣る。</p>
ピン連結整列配置型 (図D)	<p>Aの整列配置型で横方向の連結を剛構造とし、前後方向（船首尾方向）はピンによる結合とする。船体長さを短くすることにより縦構造の強度メンバーが減少できる。連結部はデッキプレートで覆う。ただし、ピンの構造、取付に工夫を要す。</p>
[A] 整列配置  	[B] 千鳥配置  
[C] 補強フレーム併用配置  	[D] ピン連結整列配置  



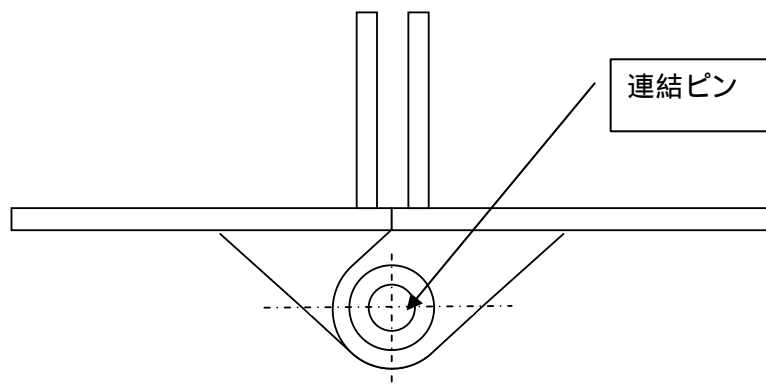
上記検討の結果、縦強度を横方向の連結で保持しやすい、千鳥配置を基本として船体を並べる。ブロックの連結方法にはボルトによる連結を原則として検討するが、上部ではデッキ上への突起を避けるためブロック内部同士での連結とし、下部では漏水の危険を避けるため、また船体抵抗と、川底への接触等を考慮した凹面の継ぎ手部分を設けブロックを接続するものとする。接続断面の例を図に示す。

図 4-4：ブロック接合部のボルト結合例



上図はボルト連結の一例であるが、強度計算上不十分と判断される場合、現地での組立の作業性を考慮した場合に、連結ピン等を連結面に沿って配する手法も下図のとおり考慮する。

図 4-5: ブロック接合部のピンによる連結例



ボルト又はピンによる接続の何れの場合も、腐食対策等に十分留意し、材料を選定する。

### (3) ランプ部

ランプ形状はL×Bを4m×4mとし幅を十分に取った。これはスロープへ着岸が直角にならない場合、大型車両のランプからの脱輪を防ぎ、なおかつ乗客の安全な乗降を

確保するためである。実際の運航では、ランプはデッキとほぼ水平位置に固定し、ランプ先端部がスロープに乗り上げ、船体の着底又はスロープへの衝突を防ぐ運用が望ましい。このためランプ底部は大幅に増厚を考慮する。また、ランプとスロープの相対角度が大きい場合は、時に大型車両がスロープを登れない等の問題が発生するため、ランプの形状、角度等はサイト状況により更に検討を行う。

ランプの上下操作はチェーンブロック又は巻き取りリール等を利用し人力で行うことを基本とする。ただし電動ホイスト等の動力可も要求があれば可能とする。

#### (4) 安全設備

乗客が乗る両舷に沿って固定式ハンドレールを設置する。また、車両スペースのガイド兼乗客スペースへのはみ出し防止のためガイドバーを設置する。

救命装置は固定救命浮器必要数及び救命浮環2個(両舷各1個)を装備する。消火設備は粉末又は泡消火器を機関周辺に適当数配備する。

#### 4.2.3 機関部計画

ザンビアのフェリーボートで用いられている推進装置は、英国製のハイドロマスター方式である。

この推進装置はディーゼルエンジンと舵、推進器が一体となっており、船尾又は舷側に装備して推力を得るものであり、船内に搭載された推進装置はない。

河川横断用フェリーボートに求められる推進装置の要件は次のとおりである。

- プロペラの取り付け深度は空気吸い込みが起きない範囲でできるだけ浅くする。
- 船体部は排水量型船舶であり、速力より推力が求められる。
- 水深が浅いため、プロペラ等の推進器の損傷の度合いが高い。従って船体を上架することなく推進装置の修理ができることが望ましい。

具体的には

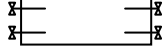


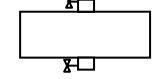
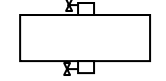
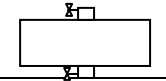
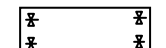

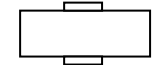
- 1) 可航水深を1.5mとすると推進器を含めたバージの喫水を1.2m以内に納める必要がある。軽荷時の喫水0.5mでプロペラの十分な没水率を得ると同時に満載時の喫水1mでも推進装置を水面下1.2m以内に納める必要がある。
- 2) この条件に対応するためには、a. 船底より0.2m以上突出しない推進装置で軽荷喫水の0.5mでプロペラが全没するか、あるいは、b. 船体の喫水変化に応じて推進器の深度が変化し、いかなる状態でも推進翼下端が水面下1.2mを超えない推進装置が必要となる。
- 3) 船体の排水量が大きいため、推進器の回転数を低くし、十分な推力を得るためにはプロペラ径を大きくする必要がある。逆に、小径、高ピッチ、高回転の推進器は効率が

悪い。

- 4) 車両搭載、浅喫水及び両頭型(ピストン型往復航)を考えると推進装置の配置は舷側が好ましい。

これらの条件を考慮し、検討対象となる推進装置は次表のとおりである。表はそれぞれの推進方式を推進効率、操作性、保守の容易性、コスト等から検討比較したものである。

表4-6：推進方式の検討

案	推進器	配置	形状	推進器の破損リスク	推進効率(経済性)	初期購入価格	維持修理費	操作性(操作人数)	部品調達容易性	堅牢性	保守点検容易性	据付解体の容易性	主機喚装の容易性	総合評価
第1案	標準のプロペラ方式	4基4軸両頭		×										×
第2案	トンネル式プロペラ方式	4基4軸両頭												
第3案	シャフト上下式	4基4軸両頭												
第4案	スタ・ンドライブ	2基両舷中央												
第5案	船外機	2基両舷中央												
第6案	ライト・マスタ-、アクマスタ-等	2基両舷中央												
第7案	ウォータージェット	4基4軸両頭												
第8案	フォトシュナイダー	2基2軸両頭												
第9案	外輪船	2基両舷中央												

上記推進装置を河川横断用フェリーボートに搭載可能か検討の結果と、それぞれの特徴と問題点は次のとおり。

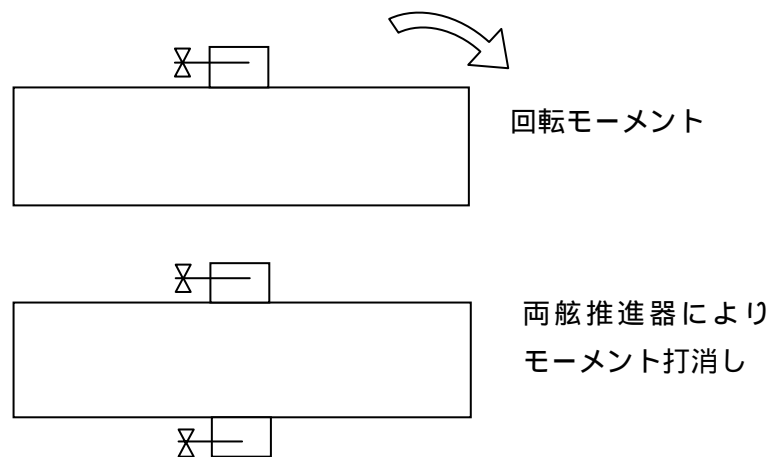
表 4-7：推進装置の形態別特徴、問題点等

案	推進器の種類	推進器の種類特徴、問題点
第1案	標準的プロペラ方式	機関・推進軸を船側配置とすれば、船体構造はそれ程複雑とはならない。主機関を150馬力程度、プロペラ径を0.7m程度と仮定するとプロペラ下端は船底より約0.5m～0.7m突出する。満載喫水を1mとすると満載時のプロペラ下端は水面下1.5m～1.7mとなり。可航水深は2m程度と大きくなる。推進器の整備には上架が必要。
第2案	トンネル式プロペラ方式	
第3案	シャフト上下式	小型漁船の推進軸の中間にユニバーサルジョイントを装備し、浜揚げ時にプロペラ軸を折り曲げ、プロペラを引き上げ格納する事で損傷を防ぐ装置。接岸時のプロペラの保護効果は期待できるが、プロペラを引き上げた状態、あるいは半引き上げの状態での運転は不可能。従い、プロペラ深度は1,2案に準じる。
第4案	スタ・ンドライブ	船外機で250馬力、スターンドライブで170馬力、マリンジェットで120馬力程度まで対応可能だが、プロペラ回転が高速で、小径、高ピッチで軽排水量、高速のレジャーボートあるいは軽排水量の漁船に使用されている。排水量型の本計画のバージではスリップが多く効率が悪い。
第5案	船外機	
第6案	大型舷外機式推進装置 (ゾツェル、ハイト・マスター、 アクアマスター、等)	甲板にディーゼルエンジンを据え付け、Z型に折れ曲がった推進軸によりプロペラを駆動する。大口径、低ピッチのプロペラで十分なスラストが発生できる。アフリカで多くの河川のフェリーボートの推進装置として使用されている。プロペラを垂直に上下できる物もあるが、喫水の変化に合わせてプロペラの角度を変えて運転可能か確認の要がある。100～500馬力程度まで対応している。高価な点と推進軸系が複雑で整備が簡易でない点に検討課題がある。
第7案	ウォータージェット	遠心ポンプの吐出水を回転可能なノズルから噴出させることにより推進力と操舵機能を得る装置で、船底からの突出はない。50～2300馬力まで対応している。本案件に理想的な推進装置だが低速ではプロペラに比較し効率が悪く、コストが高い。河川ではごみや砂等の吸い込みの問題が指摘される。また、アフリカ河川で使用実績がない。推進器の整備、修理には上架を要する。
第8案	フォイトシュナイダー	推進翼が船底から垂直に突出する形状でスラストが大きく、数千馬力まで対応しており、排水量型船型の推進装置に適している。推進翼上端を軽荷喫水線下0.3mに設置し、可航水深を1.2mとすると翼長は0.4mしか取れないが、これで十分なスラストが得られるか検討を要す。装置が巧緻で整備の困難性、異物との接触による推進装置の損傷が通常のプロペラに比べ大きくなると想像されること、推進器の整備、修理には上架を要す。
第9案	外輪船	外輪船、ミシシッピー河で多用された歴史を持つ。シンプルで故障も少なく、浅い河川での使用に適している。ただし、近年の高速機関では大減速器が必要であり、我が国での設計、製作実績が少なく、技術面で困難が予想される。

上記の検討の結果、第6案の大型舷外機式推進装置(ハイドロマスター等)の両舷への搭載を前提とする。推進効率から検討すると推進器は船尾に設置されることが望ましいが、プロペラの没水率と河底への着底をなるべく防ぐため、船体中央部とする。船体中央部に推進装置を設置した場合、直進性を保つために若干不利となることが予想されるが、両舷への設置は船体の回転モーメントを打ち消し、アフリカでも使用実績が多いことから中央部への設置を原則とする。

本推進装置についてはより効率的な推進方法を含め更に詳細設計時に検討を行うものとする。

図 4-6：推進方式による操船性の違い



#### 4.2.4 電気部計画

河川横断用フェリーボートの電気部は基本的にエンジンの始動用バッテリーDC24Vを用いるのみとする。(組み立て保守用のディーゼルエンジン溶接発電機を設備するが通常は使用しない) 運航時間は危険性の回避の目的で日中のみとするが、やむを得ず日没後運航の必要がある場合に備えて灯火装置を船首尾に一式用意する。

本計画ではランプの昇降は人力で考えているが、電動ウィンチの必要性が生じた場合、直流モーター製とし、エンジンにオルタネーターを装備するなどのバッテリー充電対策を講じる。

無線、通信装置は河川横断距離が200~300mを前提しているため、装備しない。但し、河川中央部で機関停止等の事故が起こった場合の通信手段として、乗員への携帯電話等の保持を推奨する。

#### 4.2.5 概略仕様書

##### 1) 船質及び船型等

船型	平甲板・ナックル式排水量型
船質	鋼
構造	縦肋骨方式ブロック連結様式
用途	河川横断用フェリーボート
船の種類	貨客船

## 2) 主要寸法等

全長（含むランプ）		約	32.4	m
全長（船体）	Loa	約	24	m
垂線間長	Lpp	約	24	m
全幅（含む舷側張出）		約	14	m
全幅	Bmax	約	6	m
型深さ	Dmld	約	1.6	m
計画満載型喫水	dml d	約	1.0	m
舷弧	FPにて	約	0	mm
	APにて	約	0	mm
梁矢	（型幅に対して）	約	0	mm

## 3) 満載排水量及び総トン数等

載荷重量	DW	約	71	Ton
計画満載排水量	full	約	136	Ton
総トン数(国際)			40	Gross Ton

## 4) 主機関

主機関	マリンディーゼルエンジン
形式	自然吸気、重作業型
連続最大出力/回転数	105/2500 SHP/rpm
定格出力/回転数	84/2320 SHP/rpm
台数	2基

## 5) 速力等

最大速力（満載）	約	6	ノット
巡航速力（満載・定格出力）	約	2～3	ノット
最大航続時間（巡航速力・無補給）	約	22	時間
最大航続距離（巡航速力・無補給）	約	65	海里

## 6) 最大搭載人員

乗組員	4	名
旅客	100	名
その他	0	名
合計	104	名

#### 7) 容積等

燃料タンク	1000	リッター
-------	------	------

#### 8) その他

航行区域	平水区域
検査	未定

### 4.3 概念設計（タイプ2 船舶）河川航行用自航式貨物バージ

#### 4.3.1 特徴及び主要寸法

タイプ 2、「河川航行用自航式貨物バージ」はマラウイ政府の「シレ・ザンベジ水路輸送計画」に基づき検討をするものである。

シレ河及びザンベジ河の流速は設計条件で 4 ノットと設定した。計画されているンサンジェ（Nsanje）～チンデ（Chinde）間の概略の距離は約 260km で、更にマラウイ側の希望するチンデ（Chinde）～ベイラ（Beira）間の沿岸航行距離約 250km を加味すると合計約 510km(275 海里)を航走する必要がある。この間の所要時間を計算すると次表のとおりである。

表 4-7：Nsanje～Beira 間の所要時間

速力(kt)	流速(kt)	絶対速力(kt)	距離(海里)	所要時間(h)
8	4	4	275	69h(2.9 日)
9		5		55h(2.3 日)
10		6		46h(1.9 日)

上表は帰路において河川を遡上する場合の時間であるが、最大船速 8 ノットとした場合、往復約 600 海里を荷役を含め 1 週間の航程と考えられる。

輸送能力、コスト、途中給油をしないでンサンジェ～ベイラ間を航行可能な燃料を積載することを考慮して、船速を 8 ノットと仮定して計画する。また、浅水域でも航行可能なように喫水を 1.4m 程度とする。

船体の材質については、河川横断用フェリーボートより使用環境が厳しいため鋼製とし



た。

貨物の種類としては、コンテナ、木材、食料（メイズ袋積み）を想定し、180 トンを積載可能とする。港湾の荷役設備が整っていないことが基本であるが、船体に荷役装置は設けず船首部にランプを設備し、貨物は陸上からランプを利用して持ち込まれるか、コンベア等の機材とステベによる荷役を基本とする。また、本ランプから車両の運搬及びが可能とする。

貨物はすべてデッキ上に搭載可能とする。港湾岸壁への舷側接岸を基本とし、スロープでの接岸は考えない。

これらを考慮した主要寸法は以下のとおりである。

全長	L	約 30m
全幅	B	約 10m
深さ	D	約 2m
喫水	d	約 1.4m
最大船速		約 8 ノット
推進器		大型舷外機式推進装置 675PS×4 基
満載排水量		約 380 トン
荷物搭載重量		180 トン
乗組員		4 名

船体部、機関部等各部の設計概念を次に示す。

#### 4.3.2 船体部計画

##### (1) 船体計画

河川航行用自航式貨物バージでは、シレ河、ザンベジ河の航行を主とする場合に浅喫水が求められ、ザンベジ河河口からベイラまでは沿岸とはいえ、海洋を航行する場合の凌波性が要求される。河川の乾季の水深は 1.5m 以下となる箇所も考えられ、喫水は 1.4m 程度に抑える必要がある。

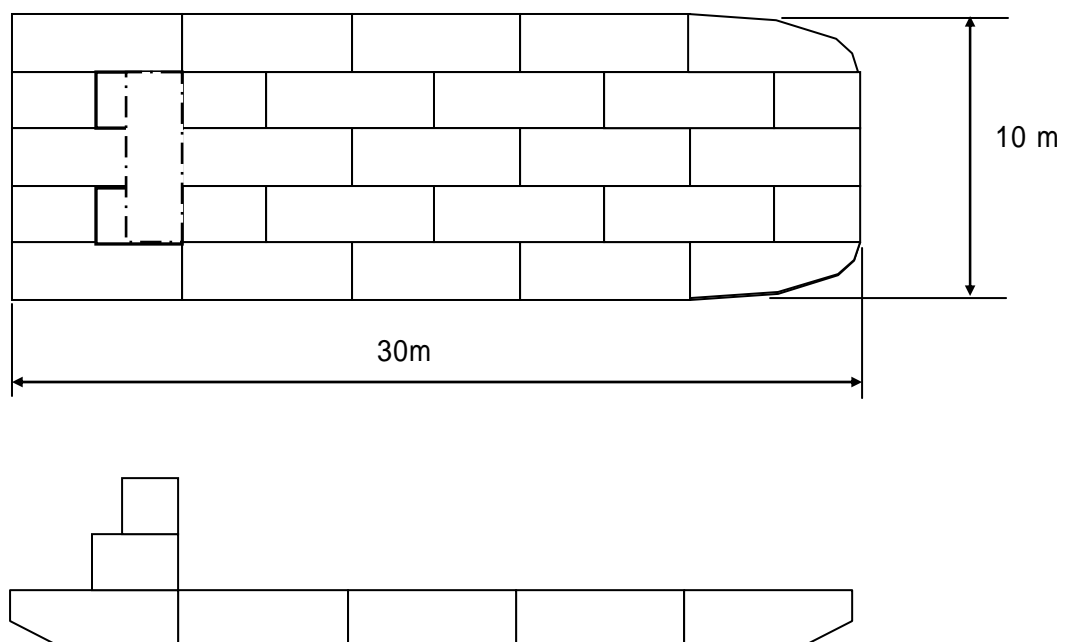
船体寸法は R0/R0 による大型トラックの積載考慮して全長 12m のトラックが 2 台以上搭載可能とし、車輛搭載デッキの長さを 18m とした。また、喫水を浅くするために幅広の船体形状とした。(図 4-7 参照)

載貨能力の検討は、小ブロックの基本寸法である  $L \times B \times D$  を  $6m \times 2m \times 2m$  として深さ 2m で計画し、軽荷重量を約 173 トン、載貨重量は燃料を約 26 トン、貨物を 180 トンとして計算の結果、軽荷時の喫水は約 0.7m、満載時の喫水は約 1.4m 半載時の喫水は

約 1m となり、満載時の乾舷は約 0.6m である。満載時の貨物中心がセンターから 1m ずれた場合の荷崩れ傾斜（約 5 度）での乾舷は約 0.2m であり、平水時の安全は確保できる。

船体形状の特徴は船首尾端ともに斜めにカットした船型とし、また、船首部の両舷ブロックは絞り、航行時の抵抗減少と凌浪性の向上を狙っている。居住区及び操舵室を設けるが同様に 6m×2m×2m のブロックを利用して構成した。デッキ両舷にはブルワークを装備し荷崩れ、転落を防止する。

図 4-7：河川航行用自航式貨物バージ船体部主要寸法（平面）



ブロック単体の板厚は上下板を 8mm、側板を 6mm、前後板を 8mm とし、単体重量は約 4.2 トンとなる。また、船首尾端の船底部は川底の着底を考慮して増圧又はプロテクト用のパッチ当て等を考慮することとする。

## (2) ブロックの連結方法

ブロックの接続方法は河川横断用フェリーボートと基本的に同じとする。ブロックは現地での組立て、分解が容易なことはもちろん、河川航行用自航式貨物バージの場合は波浪、うねりによる船体サギング、ホギング等に対する縦強度を十分に考慮する必要があるほか、荷物の積載バランスによるモーメントに留意する必要がある。

上記検討の結果、河川横断用フェリーボートと同様に縦強度を横方向の連結で保持しやすい、千鳥配置を基本として船体を並べる。ブロックの連結にはボルトまたは連

結ピン構造を使用するが、船体抵抗の面、川底への接触等を考慮した凹面の継ぎ手部分を設けブロックを接続するものとする。ただし、河川航行用自航式貨物バージの場合、上記の海象条件を考慮して強度等を考慮して連結方法、強度については更に詳細に検討を要する。

### (3) ランプ部

ランプ形状はL×Bを4m×4mとし幅を十分に取った。また、中折れ方式を採用し前方視界の確保と波除けに配慮する。

ランプの上下操作はチェーンブロック等の人力で行うことを基本とする。ただし電動ホイスト等の動力化も要求があれば可能とする。

### (4) 安全設備

上甲板両舷には堅牢なブルワークを装備し、荷物、車両の落下を防止する。

救命装置は固定型筏1艇及び救命環2個を装備する。消火設備は粉末又は泡消火器を機関周辺に適当数配備する。

## 4.3.3 機関部計画

河川航行用自航式貨物バージの場合、フェリーボートと相違し一定船速と船速に応じた機関出力が求められる。現在の船型(方形肥脊係数が0.9を超える)では船速8ノットを確保するには計算上3000馬力近い出力が必要となった。従って船速を7.5ノットに再設定し必要馬力を求めたところ2700馬力となり、675馬力の機関を4基装備することとした。

675馬力級の場合、主機関は船内機又は舷外機の選択が可能であるが、推進システムを簡潔にするためにディーゼルエンジンと舵、推進器が一体となった方式から選択する。

河川航行用自航式貨物バージに求められる推進装置の要件は次のとおりである。

- 推進器の取り付け深度は川底に着底しない範囲でできるだけ深くできること。(プロペラの場合没水率を多くとる。)
- 船体部は排水量型船舶であり、速力より推力が求められる。
- 一方で河川の最も浅い状況1.5mでプロペラ等の推進器の損傷がないように考慮する必要がある。

具体的には

- 1) 可航水深を1.5mとすると推進器を含めた満載時の喫水でも推進装置を水面下1.2m以内に納める必要がある。
- 2) この条件に対応するためには、a. 満載時は船底より突出しない推進装置で軽荷喫水の0.5mでプロペラが全没するか、あるいは、b. 船体の喫水変化に応じて推進器の

深度が変化し、いかなる状態でも推進翼下端が川底に着底しない推進装置が必要となる。

- 3) 船体の排水量が大きいため推進器の回転数を低くし、十分な推力を得るためにはプロペラ径を大きくする必要がある。逆に、小径、高ピッチ、高回転の推進器は効率が悪い。
- 4) 推進装置の配置は船尾とする。

これらの条件を考慮し検討対象となる推進装置はZ軸推進方式等による大型舷外機式推進装置となる。最善の選択は舷外機式方式で、かつ、プロペラが上下可能な方式が望ましい。

#### 4.3.4 電気部計画

河川航行用自航式貨物バージの電気部はバッテリーDC24Vを用いるのみとする。

(組み立て保守用のディーゼルエンジン溶接発電機を設備するが通常は使用しない)

本計画ではランプの昇降は人力で考えているが、電動ウィンチの必要性が生じた場合、直流モーター製とし、エンジンにオルタネーターを装備するなどのバッテリー充電対策を講じる。

無線、通信装置は運航距離から判断しVHF無線送受信機を標準として装備する。

#### 4.3.5 概略仕様書

##### 1) 船質及び船型等

船型	平甲板・ナックル式排水量型
船質	鋼
構造	縦肋骨方式ブロック連結様式
用途	河川航行用自航式貨物バージ
船の種類	貨物船

##### 2) 主要寸法等

全長(含むランプ)		約	34.2	m
全長(船体)	Loa	約	30	m
垂線間長	Lpp	約	30	m
全幅(含む舷側張出)		約	10	m
全幅	Bmax	約	10	m
型深さ	Dmld	約	2.0	m
計画満載型喫水	dmlld	約	1.4	m
舷弧	FPにて	約	0	mm

	APにて	約	0	mm
梁矢	(型幅に対して)	約	0	mm

3) 満載排水量及び総トン数等

載荷重量	DW	約	206	Ton
計画満載排水量	full	約	380	Ton
総トン数(国際)		約	123	Gross Ton

4) 主機関

主機関	マリンディーゼルエンジン
形式	重作業型
連続最大出力/回転数	675/1800 SHP/rpm
定格出力/回転数	675/1800 SHP/rpm
台数	4基

5) 速力等

最大速力(満載)	約	7.5	ノット
巡航速力(満載・定格出力)	約	7.5	ノット
最大航続時間(巡航速力・無補給)	約	58	時間
最大航続距離(巡航速力・無補給)	約	275	海里

6) 最大搭載人員

乗組員	4	名
旅客	0	名
その他	0	名
合計	4	名

7) 容積等

燃料タンク	310000	リッター
-------	--------	------

8) その他

航行区域	沿海区域相当
検査	未定

## 5 まとめ

### 5.1 シンプルシップ実現に向けての課題

シンプルシップの調査対象地域として、今回はアフリカ内陸国の河川及び湖水を中心に調査したが、公共輸送インフラ又は経済発展・維持のための物資輸送手段として様々な船舶に対するニーズが顕在することが確認された。また、これらの国では、レベルの相違はあるもののある程度の船舶の維持又は建造技術を有していることも確認された。

ニーズは河川、湖水等における生活手段として乗客・貨物の輸送から国家経済発展のための物資輸送ルート開発に供する目的として期待されているものまで様々である。

一方でこれらの地域では必要とされる船舶を維持又は建造・調達する際に共通して認められる問題点も判明した。即ち、既存船舶においては、維持管理予算の不足による船舶・機器の放置、適切なメンテナンスの欠如、不安全な船舶の運航であり、新規船舶投入計画においては、不十分な船舶投入・運航計画の立案、建造・調達のための資金不足、自国船舶建造施設・能力の不足である。

これらの問題は船を運航する機関の管理体制、技術レベル及び予算等に起因する問題であるのみならず、国又は地域的な経済発展の度合いと密接に関連するが、アフリカ等の開発途上国において、十分な運航、維持管理技術、予算及び船用関連機器のマーケットを望むことは難しい。従って我が国の技術を持って設計し、シンプルシップを投入するためには、現地における既存の船舶運航機関の能力及びマーケット事情に即して運航、維持管理ができることが大前提である。そのためにシンプルシップのコンセプトは、その構造、メカニズムにおいてできるだけ複雑さを排除し、ニーズに沿った機能に特化し“Simple is Best”を目指すことが課題である。

具体的な検討課題としては、河川横断用フェリーボート、河川航行用自航式貨物バージとともに「最適な推進システムの選択」が最重要課題である。本概念設計では幾つかの推進システムを検討しているが、与条件を完全に満足するに至っていない。これは、主に浅水深、浅喫水での使用条件とプロペラ保護の観点で更に検討を必要とするため、新たに簡便で効率的かつ安価な推進システムの検討が望まれる。

次に重要な課題は「船体の強度確保」である。今回提案したブロック結合システムは主に内陸輸送を考慮したもので、沿岸海域での使用、波浪の大きな湖水での使用の場合、外力に対する船体強度の確保について更なる検討を要する。

### 5.2 今後の方策と提言

シンプルシップの概念は今回検討したブロック連結による建造方式によるフェリーボ-

ト、貨物バージのみでなく、その使用環境・ニーズによって様々な展開が考えられる。ある程度の船舶建造施設、能力がある実施サイトにおいては、その建造方法も同一矩形のブロックでなく、大型の艀装済みブロックの使用などが考えられる。このようにシンプルシップは現地のニーズと技術レベルに合わせ柔軟に対応することが肝要であり、従来の既成概念の「船舶」イメージに執着することなく検討をする必要がある。

このため、船舶の用途、形状、推進システムの新たな提案等を事前に盛り込んだ多種の設計を行い、多様性に優れたシンプルシップのモデルを確立する。更に艀装品についても新たな提言を継続的に行うことは有効である。例として調査地域において稼動していたフェリーボート等のランプドアの開閉は人力により行われている物がほとんどであるが、単純に電動又は油圧ウインチによる開閉とせず、小型モーターを補助動力とし、人力でウインチを駆動する所謂“ハイブリッド”型ウインチなどのアイデアも現地では喜ばれるであろう。日照が十分に期待できるアフリカ等のサイトでは駆動電源としてソーラーパネル充電式のバッテリーも非常に有効である。

推進装置は従来のカタログモデルではなく浅喫水で、かつ、効率の良い推進装置の開発が望まれる。ただし、絶対的な速力は不要であるため、ある程度の推力が確保できればよい。この観点からプロペラ推進、ウォータージェット推進等を問わず簡易な推進システムの開発検討もシンプルシップの概念として検討も考慮すべきであろう。

従って、今後本概念設計を基に前記の課題を詳細に検討し、詳細設計を実施するほか、継続してシンプルシップの展開が可能な分野の調査とアイデアの提言、シンプルシップに相応しい推進システム、艀装品等開発への提言を継続して実施すべきである。

現地調査写真集





ザンビア国カリバ湖遠景



カリバ湖沿岸交通船（ポンツーン上に居住区設置）



カリバ湖遊覧船



カリバ湖ボートビルダー  
（運輸省向け湖水フェリー製造中）



運輸省向けフェリー  
（自動車エンジンを流用した推進装置）



ザンビア国チアワフェリー



チアワフェリートラック及び乗客搭載状況とトラック下船時のランプ角



チアワフェリーのデッキ上（ボンツーン）



チアワフェリーボンツーン側面フランジ結合



チアワフェリーの人カウインチ



ザンビア国チェンベフェリー離岸状況（対岸はコンゴ共和国）



チェンベフェリーデッキ上



チェンベフェリーランプとスロープ



ハイドロマスター推進装置



プロペラ損傷状態



マラウイ湖雑貨バージ（非自航）



雑貨バージを前より見る



マラウイ湖貨客船 Ilala 号



Lake Malawi Service 船台



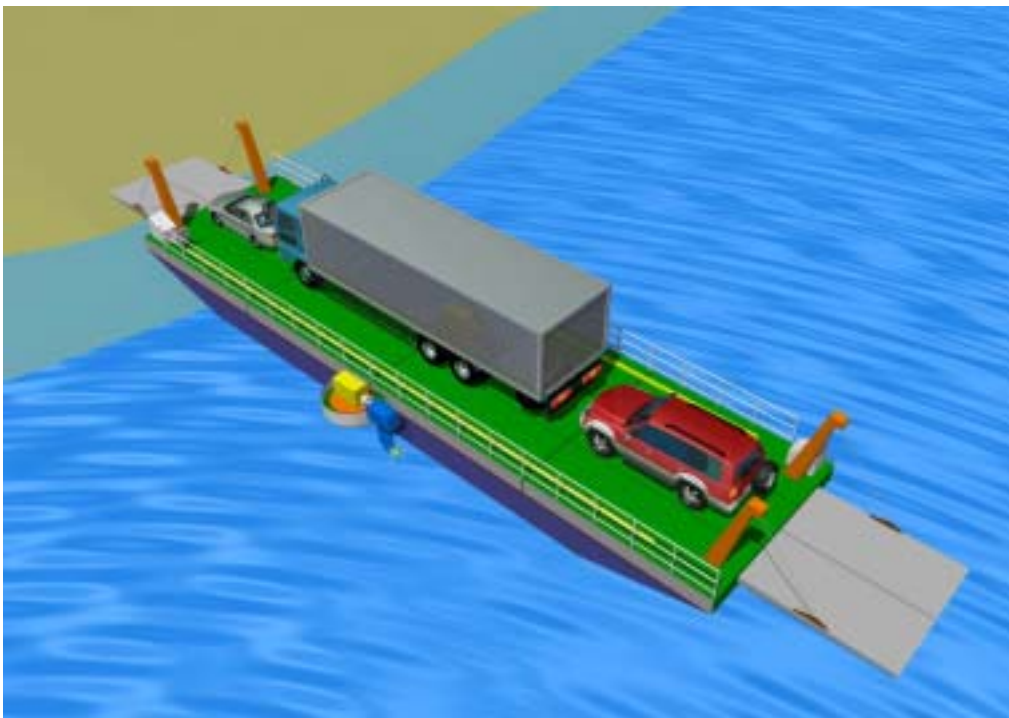
シレ河の状況（1）



シレ河の状況（2）

シンプルシップ完成予想図（2種）

シンプルシップ完成予想図



(タイプ1) 河川横断用フェリーボート



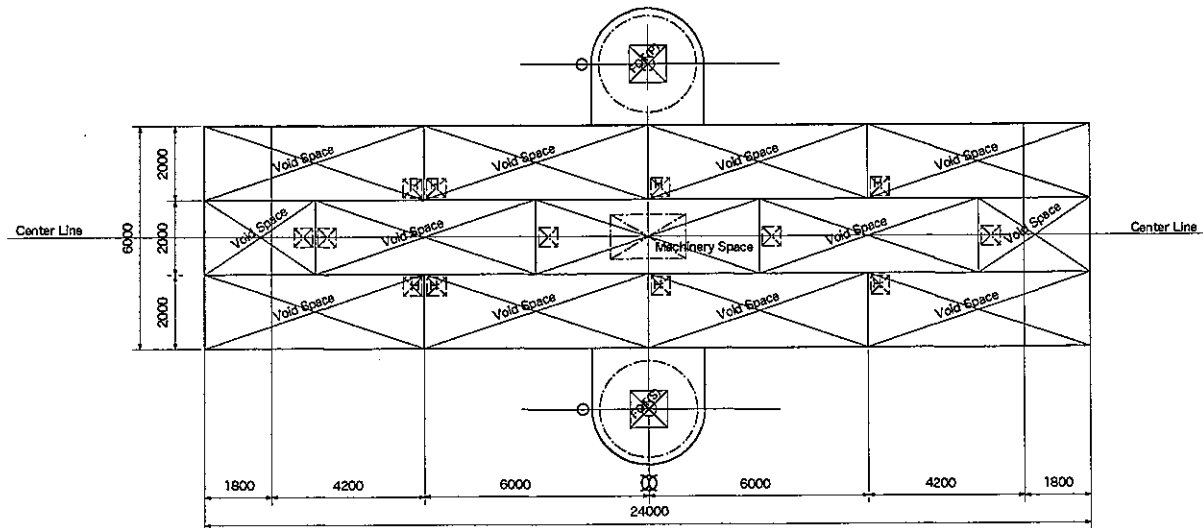
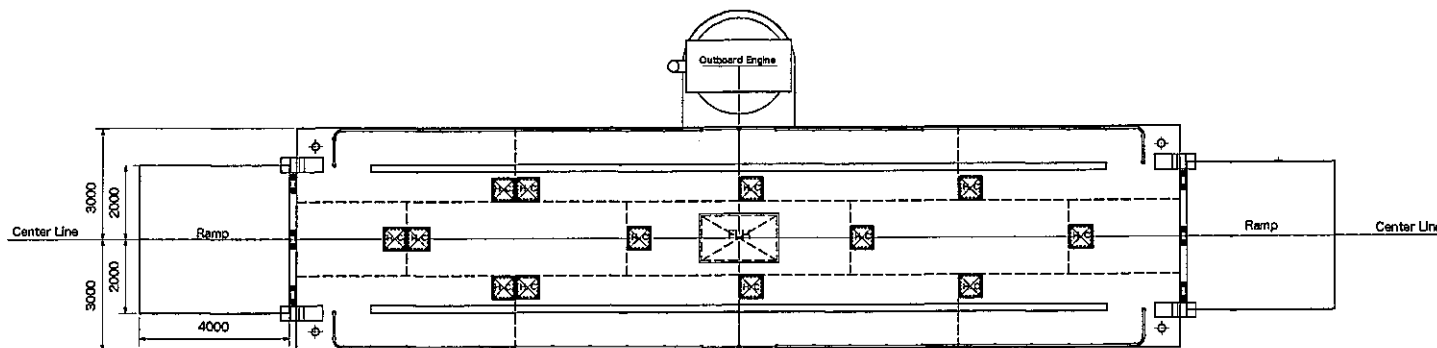
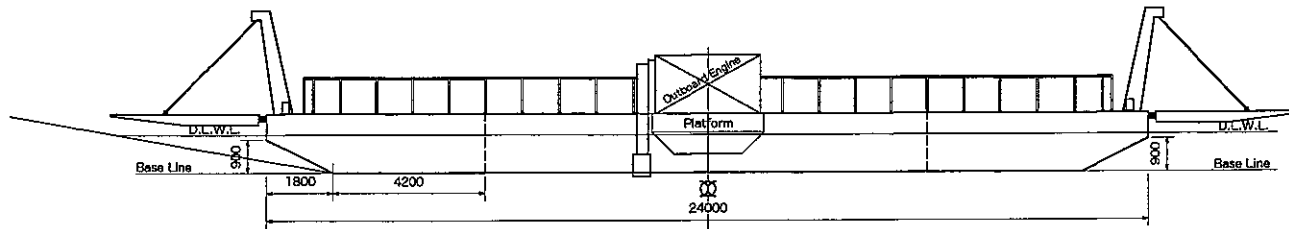
(タイプ2) 河川航行用自航式貨物バージ

シンプルシップ一般配置図(2種)



**BIBLIOGRAPHY**

'06年3月  
シンプルシップの概念設計と  
して船社に於いて作成する。



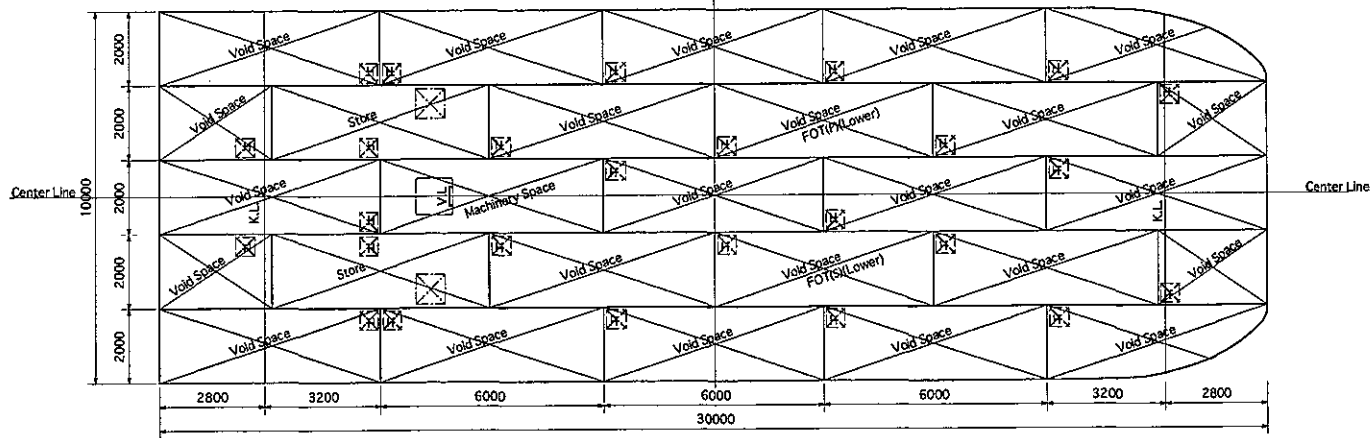
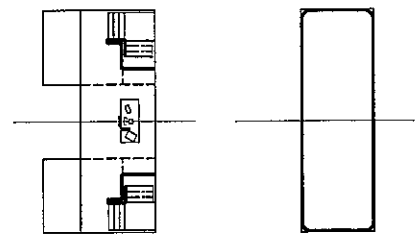
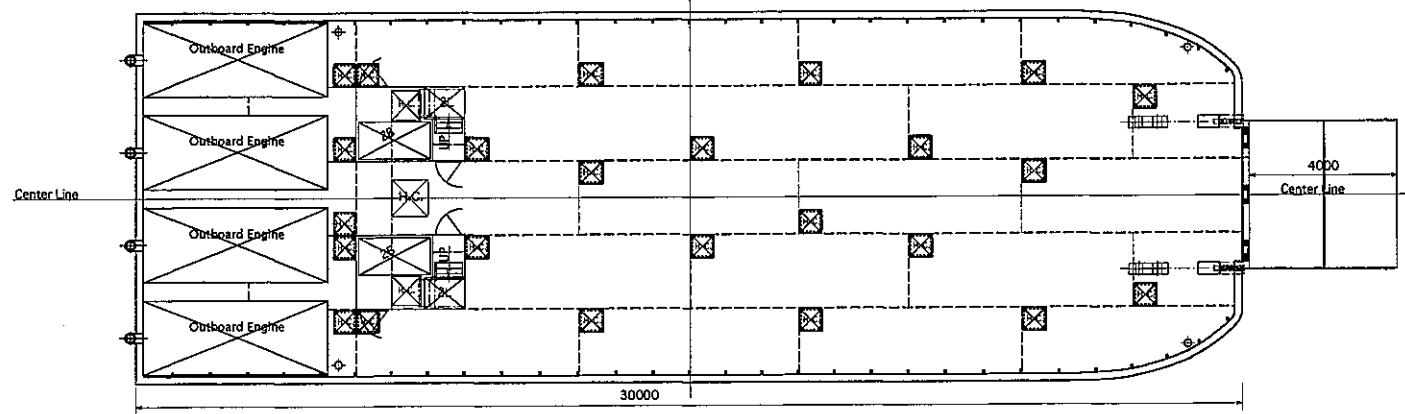
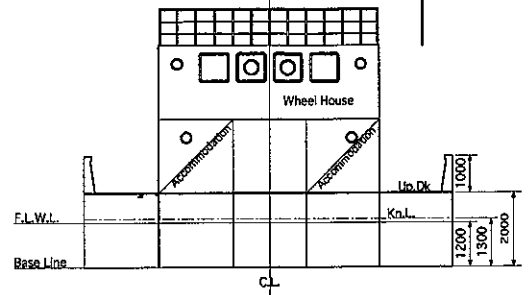
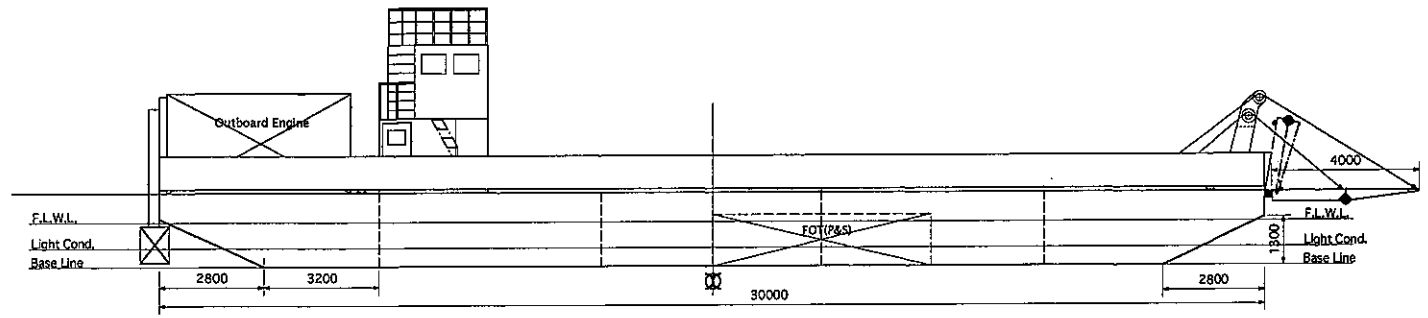
Principal Particulars.

Length max	Lmax	32.40m
Length overall	Loa	24.00m
Length in W.L.	Lwl	24.00m
Breadth max. incl. P.F.	Bmax	12.30m
Breadth max.	Bmax	6.00m
Breadth in W.L.	Bwl	6.00m
Depth moulded	Dmld	1.60m
Draft moulded	d	1.01m
Full Load Disp.	△	136t
Main Engine	Marine Diesel Engine	
Output		(100 - 150ps) x 2set
Max. Speed	Vmax	6kt
Complement	Max	100P
Fuel Oil Tank		1000Lit
Cruising Area		Inland
Gross Ton		Approx 40 Ton

D. No.	
Name	
24m型鋼製河川横断フェリーボート	
General Arrangement	
Date Drawn	Designed by
1st Mar. '06	K. Tanaka
Scale	Drawing No.
1/100	P-01
OVERSEAS AGRO-FISHERIES CONSULTANTS CO., LTD. Toranomon, Tokyo, Japan	

**BIBLIOGRAPHY**

'06年3月  
 シンブルシップ・河川航行貨物  
 バージの概念設計用一般配置図  
 として当所に於いて作成する。



Principal Particulars

Length max	Lmax	34.2m
Length overall	Loa	30.0m
Length in W.L.	Lwl	30.0m
Breadth max.	Bmax	10.0m
Breadth max.	Bmax	10.0m
Breadth in W.L.	Bwl	10.0m
Depth moulded	Dmld	2.0m
Draft moulded	d	1.4m
Full Load Disp.	△	380t
Main Engine	Maring Diesel Engine	
Output		675ps x 4set
Speed	V	7.5Kt
Cargo Weight		180ton
Fuel Oil Tank		31000Lit
Cruising Area		Inland
Gross Ton		Approx. 123 Ton

<b>D. No.</b>	
<b>Name</b>	
<b>30m型鋼製河川航行貨物バージ General Arrangement</b>	
Date Drawn	Designed by
1st Mar., '06	K. Tanaka
Scale	Drawing No.
1/100	P-01
OVERSEAS AGRO-FISHERIES CONSULTANTS CO., LTD. Toranomon, Tokyo, Japan	

平成 17 年度 シンプルシップの設計に関する調査報告書

平成 18 年 3 月発行

発行 海洋政策研究財団（財団法人シップ・アンド・オーシャン財団）  
海技研究グループ

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-15-16 海洋船舶ビル  
TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN4-88404-171-2