


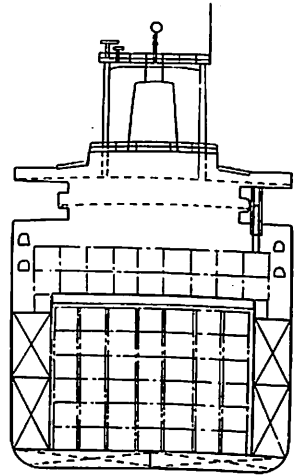
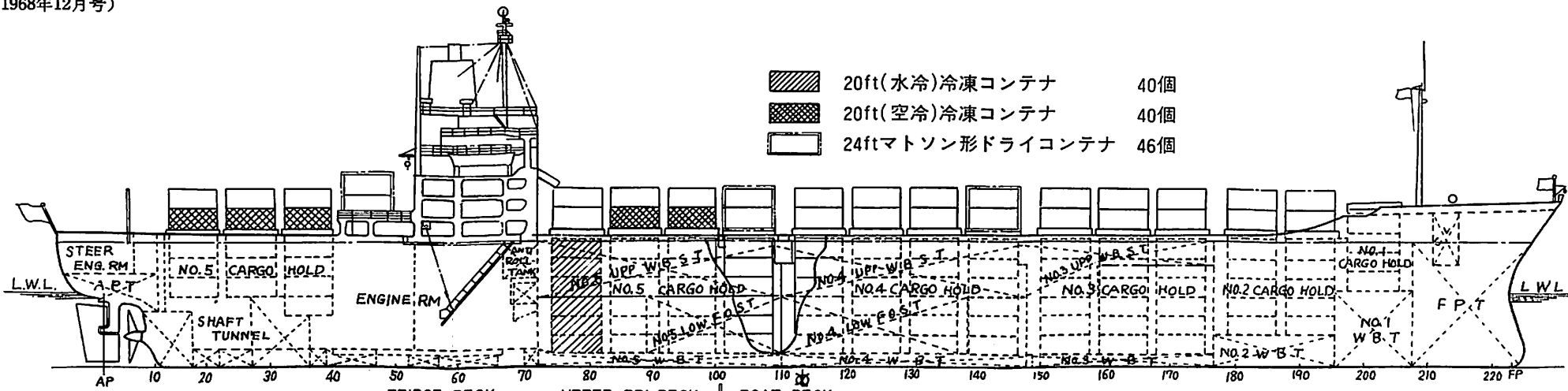
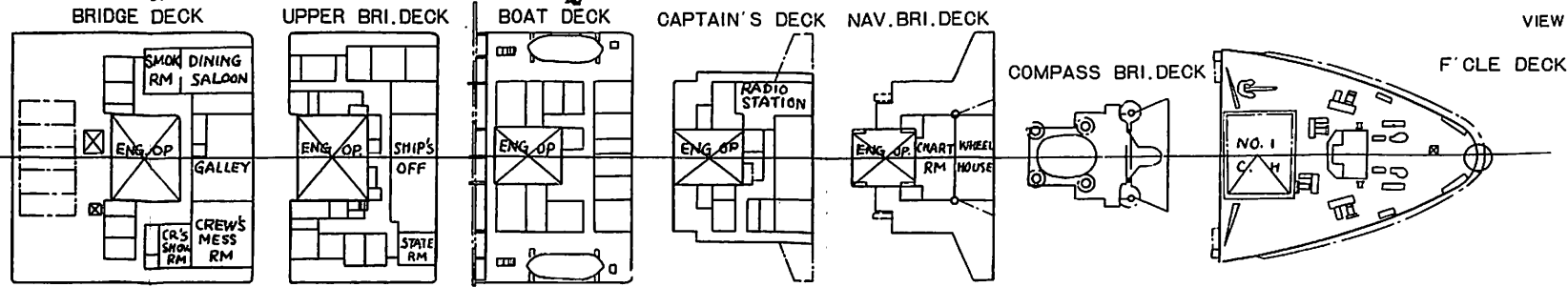


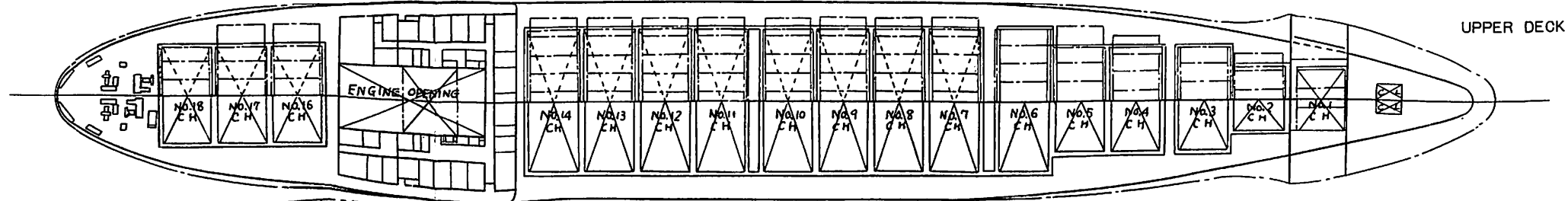
-  20ft(水冷)冷凍コンテナ 40個
-  20ft(空冷)冷凍コンテナ 40個
-  24ftマトソン形ドライコンテナ 46個



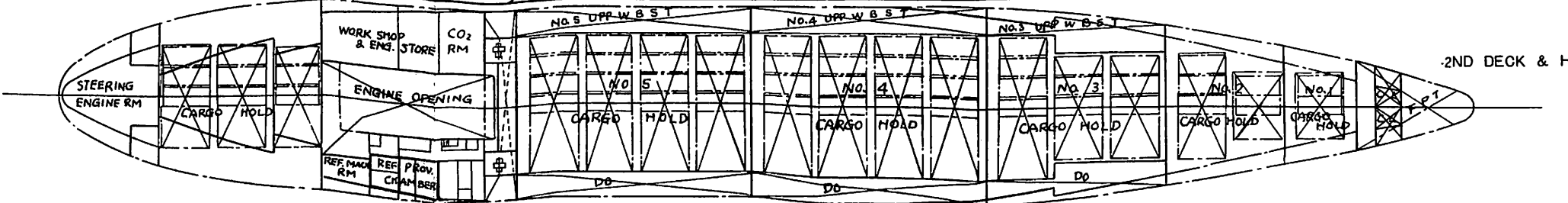
VIEW OF BRIDGE FRONT & HOLD SECTION



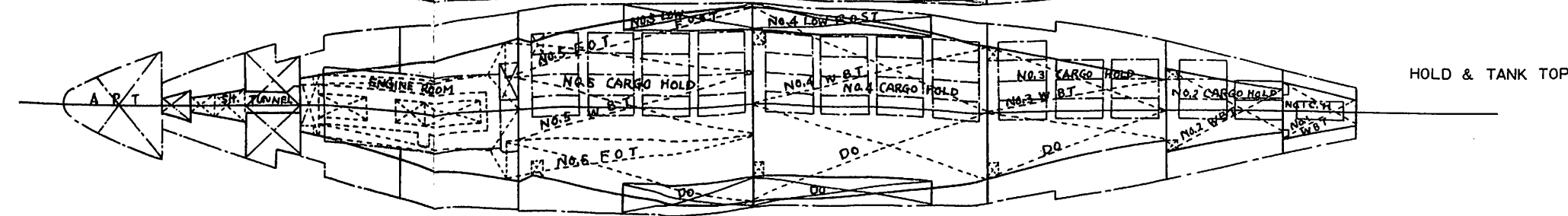
- LPP 175.00m
- BMLD 26.00m
- DMLD 15.50m
- dMLD 9.50m
- D.W 16.306t
- コンテナ数 752
- 主機 ディーゼルK10Z93/170E 27,800PS
- 航海速度 22.6kn
- 最高速度(試運転)26.0kn



UPPER DECK



2ND DECK & HOLD

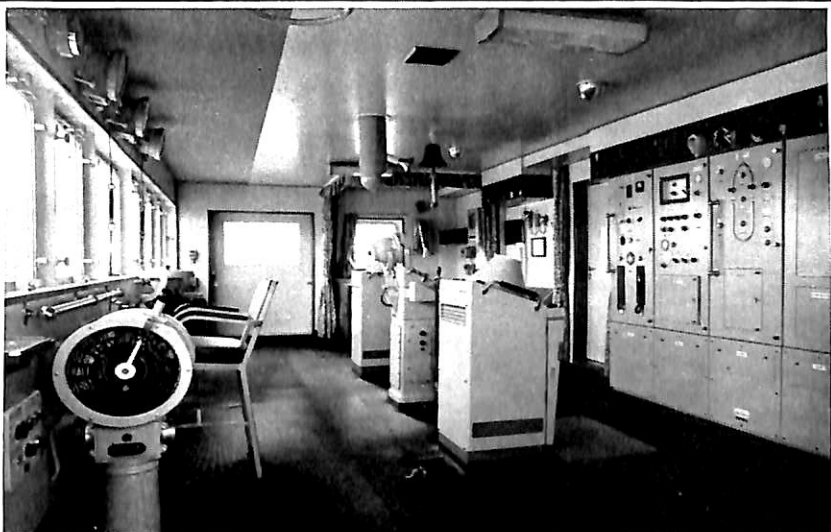


HOLD & TANK TOP

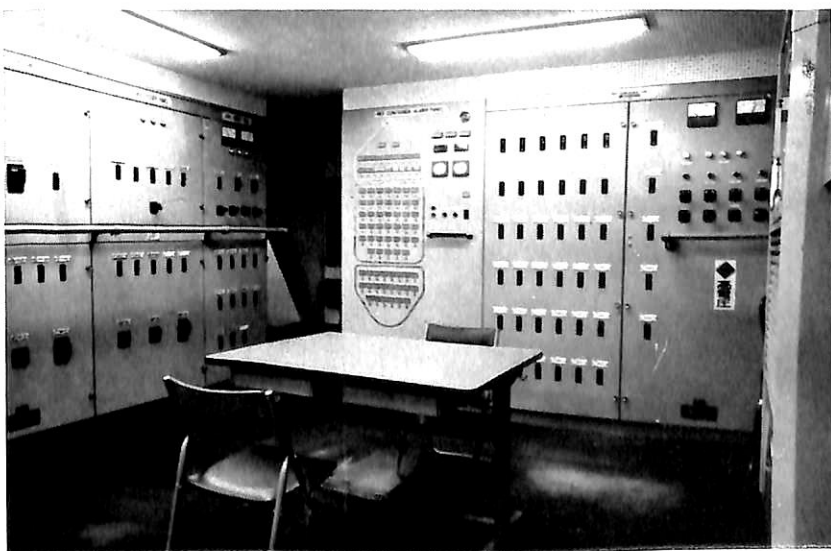
日本郵船コンテナ船 箱根丸 一般配置図  
 三菱重工業株式会社神戸造船所建造



日本郵船初のフルコンテナ船  
箱根丸 (HAKONE MARU)  
三菱重工業・神戸造船所建造



操舵室



機関制御室 (中央に見えるのが高圧電力用コンテナ警報装置)

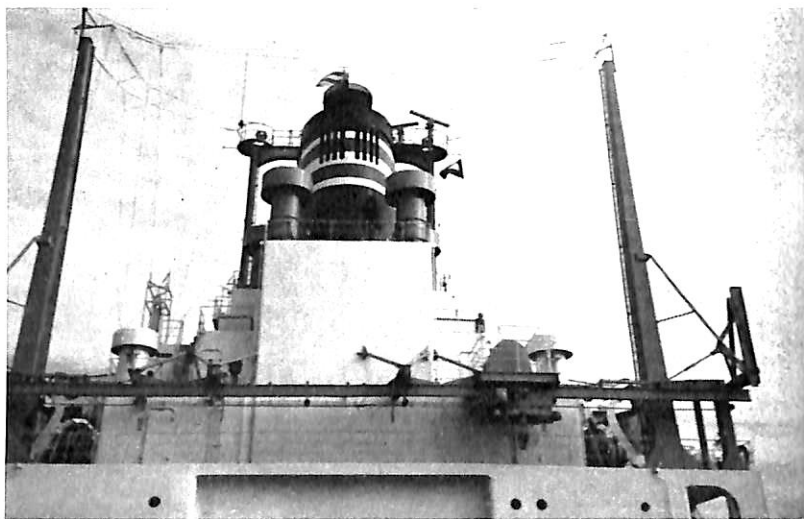


船台上で建造中の箱根丸

コンテナ船  
箱根丸



初航海を前に初荷コンテナを積込む箱根丸



船橋後部 ↑

←船橋後部の第5船艙の第8～10ハッチカバー

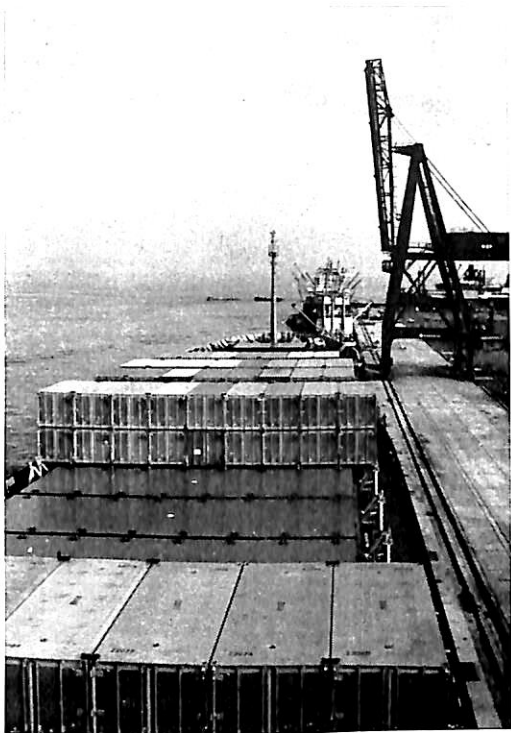


箱根丸の船尾

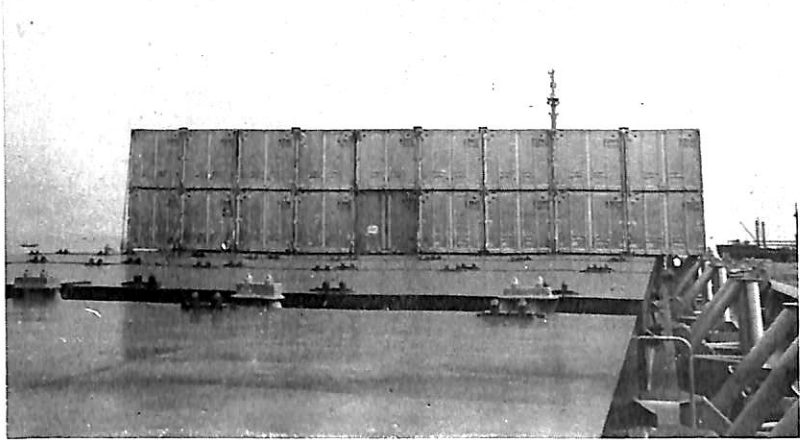


箱根丸の船首部（上甲板にコンテナ積載）

箱根丸のコンテナ積載



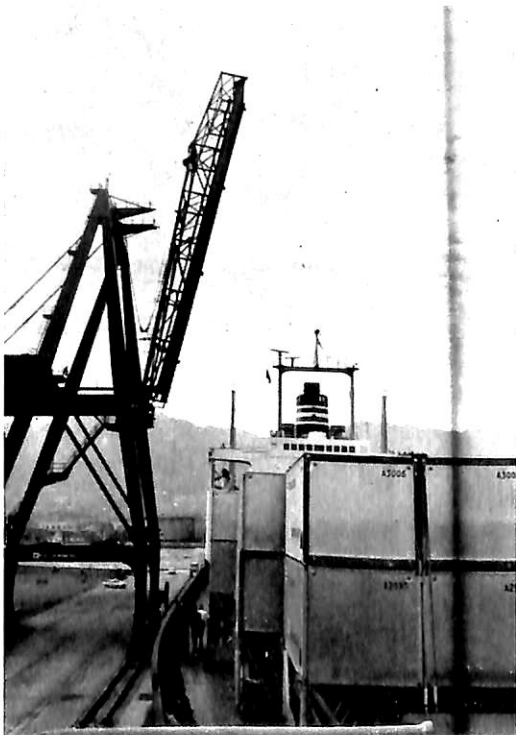
神戸摩耶埠頭コンテナ・ターミナルでの  
コンテナ積載



上甲板ハッチカバー上のコンテナ積載（2段積の状況）



ハッチカバー上のコンテナ2段積み（ポジショニングコーン  
でコンテナを固着する）



上甲板ハッチカバー上のコンテナ積載



ハッチカバー上の内蔵型冷凍コンテナ

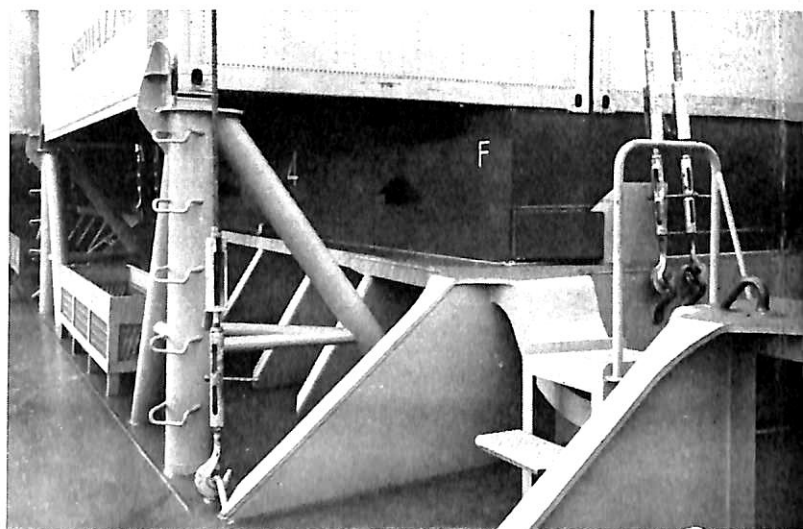
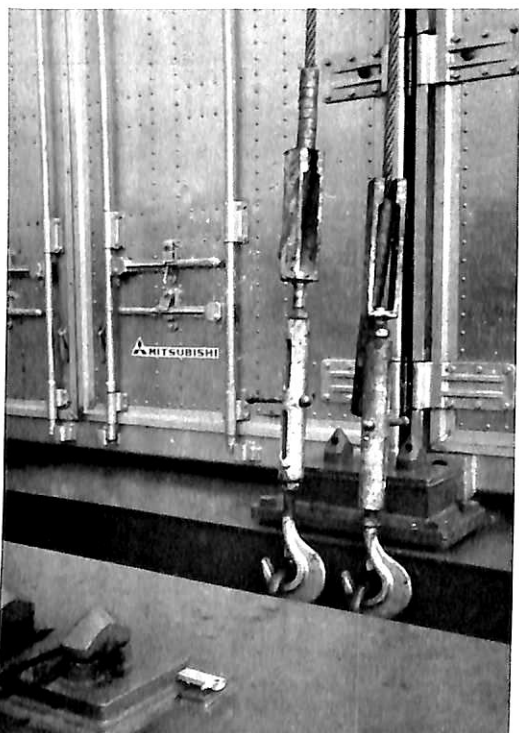




コンテナ船艙内のセル構造



上甲板ハッチカバーに積載したコンテナ



ハッチカバー上のコンテナ回縛装置

箱根丸のコンテナ積載設備

ハッチカバー上のラッシングワイヤと  
ポジショニングコーン

# コンテナ船「箱根丸」について

三菱重工業株式会社  
神戸造船所 造船設計部

## 1. はじめに

第23次計画造船として日本郵船株式会社から当社に発注された「箱根丸」は、当社神戸造船所において昭和43年2月9日に起工され、5月17日進水、8月27日竣工したわが国最初のコンテナ専用船である。本船は、今秋末には勢揃いする邦船各社のコンテナ船隊の一番手として、9月2日東京港から晴れの処女航海の途についた。

当社では、かねてコンテナリゼーションによる流通機構改革の重要性を認識し、総合力のある当社の長を生かすべく「流通機構専門委員会」を設けて、コンテナ・ターミナルの計画、建設への参画、コンテナおよび関連機器の開発、製作などを強力に推し進めてきた。一方、船舶部門では、まず新造船に先立ちマトソン社のフル・コンテナ船改造を成功させ、今また日本で初めてのフル・コンテナ船建造の栄光に浴することができた。

## 2. 概要

リフトオン・リフトオフ方式で船倉にセル構造を採用したコンテナ専用船「箱根丸」は、主としてI. S. O. 形の20'コンテナを搭載するよう計画されているが、マトソン社とのジョイント・サービスの関係上、一部マトソン社の24'コンテナも搭載できるように配慮されている。また、将来I. S. O. 形40'コンテナの需要が多くなった場合にも容易に改造できるようになっている。

本船は、東京、神戸、名古屋—サンフランシスコ、ロサンゼルスとの2国間をその就航航路とし、4週間で1ラウンドする計画のものであり、スケジュールは緊密、運航はスピーディーであることが要求されている。そのため、航海速度は22.6knという、従来の超高速定期貨物船「加賀丸」形をしのぐ高速力を誇る一方、各機器の信頼性、保守点検の容易さなどに重点を置き建造した。

当社では「箱根丸」に引続いて、昭和海運・日本郵船共同発注のコンテナ第2船「榛名丸」を建造したが、「箱根丸」と同一航路に就航する。

主要寸法および船型は、構造上の制約、推進性能上の要求、復原性の確保など、コンテナ船特有の要求を満足するよう十分に検討のうえ決定したものである。

また振動上不利な条件が多いので、防振については特

に注意が払われ、居室配置も防振対策を主眼として決定した。本船の荷役は岸壁の専用クレーンで行なわれるため、荷役装置は全く装備しておらず、機関部品および船用品積込用として設けられたモノレール・クレーンが、本船に装備された唯一の積込装置となっている。

バラスト・タンクにはタールエポキシ・ペイント、清水タンクにはビュアエポキシ・ペイントを塗装し、保守の容易さを期している。

コンテナを搭載するために設けられた倉内のセル構造は、厳しい精度が要求されるので、従来の船舶（特に商船）の建造では類を見ないほど寸法精度の確保が必要であった。機関、電気関係の特別な装置としては、冷凍コンテナ関係の諸装置がある。

主機をはじめ、その他補機類が全般的に従来のライナーに比べ大形化しているにもかかわらず、構造配置などの関係でスペース的に制約を受けるため、点検容易な配置とするよう十分配慮した。

## 3. 船体部

### 3.1 主要目

船型	長船首楼付平甲板船	
船級	NK: NS* MNS*	
全長	187.00	m
垂線間長	175.00	m
幅(型)	26.00	m
深さ(型)	15.50	m
吃水(型)	9.50	m
載貨重量	16,306	kt
総トン数	16,240.13	T
純トン数	8,367.62	T

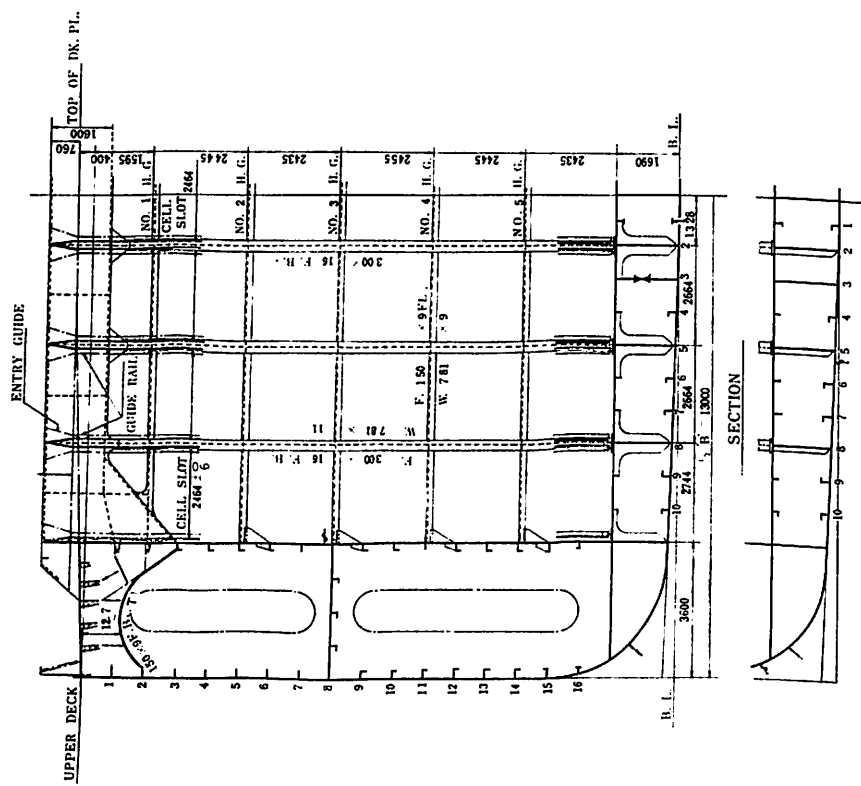
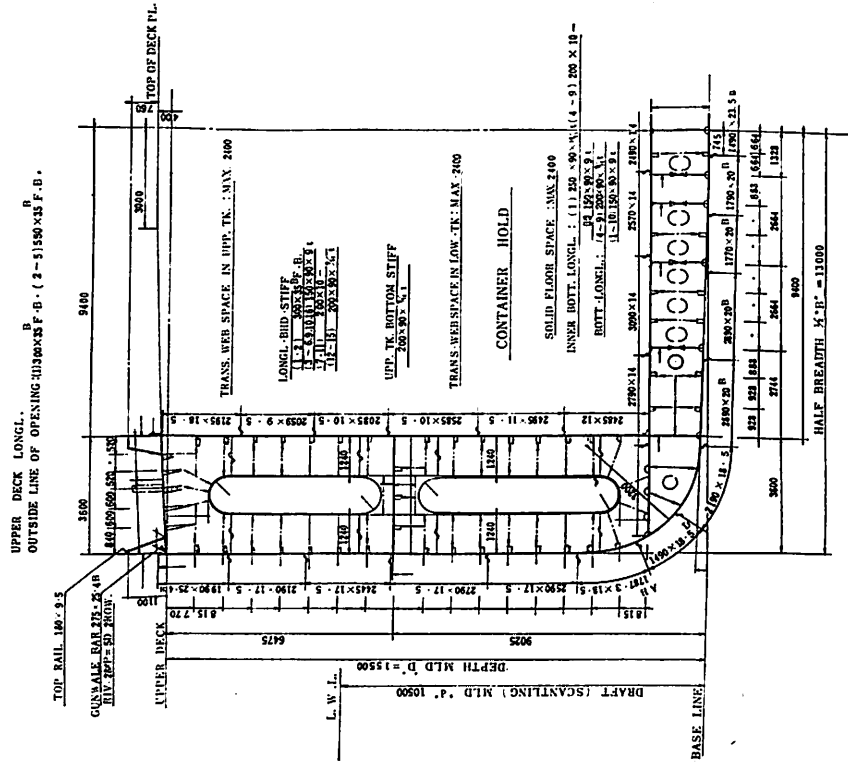
### コンテナ搭載数

I. S. O. 形 20' コンテナ	甲板上	266 個
	倉内	486 個
	計	752 個

(ただし甲板上266個のうち46個は、マトソン形24'コンテナも搭載可能)

I. S. O. 形 20' 冷凍コンテナ

(上記20'コンテナ数のうち)



中央断面図

七儿構造図

甲板上	40 個
倉 内	40 個
計	80 個
燃料油タンク容積	2,911.7 m <sup>3</sup>
潤滑油タンク容積	67.6 m <sup>3</sup>
清水タンク容積	338.6 m <sup>3</sup>
バラスト・タンク容積 (アンチローリング・タンクを含む)	6,772.2 m <sup>3</sup>
試運転時最大速力	26 kn
満載航海速力	22.6 kn
航続距離	15,000 浬
定員	46 名

(見習、予備、船客および作業員16名を含む)

### 3.2 一般配置

コンテナ総数をできるだけ増すよう機関室および船橋を船尾寄りに配し、その前方に5倉、後方に1倉のコンテナ倉を設けている。第3コンテナ倉の前端隔壁から機関室後端隔壁までの両舷側には縦通隔壁を設け、その隔壁の外側は、燃料油タンクおよびバラスト・タンクとして利用する。各コンテナ倉はI.S.O.形20'コンテナを1~4行積載できるようになっており、ポンツーン形のスチール・ハッチ・カバーが、その各行ごとに1枚ずつ装備されている。船体の中央部において、倉内1行には7列6段の42個、ハッチ・カバー上1行には、9列2段18個のI.S.O.形20'コンテナが搭載可能であり、第4および第5コンテナ倉の最前行のハッチ・カバー上および船橋甲板には、マトソン形24'のドライ・コンテナが搭載可能となっている。

また、第5コンテナ倉の最後端倉内1行、および中央部2行のハッチ・カバー上1段目、第6コンテナ倉各行のハッチ・カバー上1段目には、冷凍コンテナが搭載できる設備を有している。

### 3.3 船型

コンテナ船は、荷役の合理化に対応して高速化を要求されるため、優秀な船型の採用、効率の良いプロペラの選定などが重要な問題であった。船型は、高速ライナーの先駆となった「山城丸」、「加賀丸」の船型をもとに、当社長崎研究所船型試験場において、造波抵抗理論、波形分析など近代船舶学の粋を集めて開発され、水槽試験によりその優秀な性能が確認されたものである。

本船の場合、船型の決定とともに、最適プロペラの選定には問題があった。すなわち主機の大馬力化、船体の大形化の割に比べ、吃水が浅いためにプロペラ・アパーチャが十分に採れず、プロペラ直径が制限を受けることになり、展開面積比が大きくなること、推力が大きいこ

とによりキャビテーションが発生しやすいことなどが問題であった。これらの問題を解決するため、船型試験場において相似プロペラによるオープン・テスト、キャビテーション・テストなどを行ない、これらの結果を詳細に解析・検討して、最適プロペラを決定した。推進性能とは別に、船型を決定するうえで重要な問題は、海水打込みと、コンテナ甲板積みに関連した動揺の減少などである。海水の打込みによるコンテナの損傷を防ぐために、長船首楼を採用し、船首楼を高くして、バウ・フリーボードを十分確保するとともに、第1ホールドを完全に保護することとした。また船首楼外壁には大きなフレアーをつけて、浚波性の向上に努めた。

なお、本船のようなやせ形の船型は動揺が激しいので、減揺を期してアンチローリング・タンクを設置した。これは当社長崎研究所が開発したもので、機関室区域の前端に設けられている。

### 3.4 船殻構造

新しい構造様式の船ということで船体強度、剛性については特に慎重な検討がなされた。本船の構造設計は、構造強度の課題については広島および神戸研究所、振動問題については長崎研究所の協力のもとに、研究検討が加えられた。また船体精度、特にコンテナ・セルの精度確保の工作上的解決については、設計・工作両部門の周到な事前検討により施工し、所期の成果をあげることができた。以下船殻構造の特質につき概説する。

#### 3.4.1 縦強度部材

大倉口一層甲板船であることから、縦強度部材の有効断面積を確保するために、上部舷側タンクを船体中央部に連続させる構造を採用した。また上甲板の板厚は、縦通梁に大形スラブを採用することにより、適切な寸法を選定し、溶接能率の向上を図った。

#### 3.4.2 ねじり強度…倉口間構造と倉口すみ部形状

この種の大倉口船では船体のねじり剛性が低下し、船体のねじれに基づく倉口変形が一般貨物船の場合より大きくなるので、ハッチ・カバーの水密性、倉口間構造の強度が問題となる。本船就航時の倉口変形量を正確に把握するために、外力および応答の問題につき理論および模型実験研究を実施し、その成果をもとに設計が行なわれた。

倉口すみ部の形状については、それが直ちにコンテナ積載効率に影響をおよぼすので、船体のねじりによって生じる倉口間構造端部の曲げ、および剪断応力を考慮した倉口すみ部の応力集中の問題を模型実験で検討し、倉口の配置に応じて種々のすみ部形状を採用した。

またねじり剛性の低下を防ぐため、本船では上甲板に



は高張力鋼は使用せず、船側には、ねじり変形減少に最も効果のある船体中央部にのみ縦通隔壁を設けた。

### 3.4.3 二重底および船側構造

広大な二重底構造、また上甲板の支持効果の低い船側構造の強度については、立体強度計算により検討した。この結果、船倉中央にはコンテナ・セルの下部にディープ・フロアを設け、二重底強度の向上を図った。また縦通隔壁と内底板との交差部は、模型により疲労強度実験を行ない、溶接要領を決定し、さらにリブを設けるなど疲労強度の向上を図った。

### 3.4.4 セル構造

セル構造は、コンテナ荷役時の外力や船体運動による動荷重に対して十分に耐えうるよう設計された。また、ガイド・レールには通常のアングル材が使用され、セル・スロットの精度確保のため、セル構造とセル・アングルは、細かい精度管理のもとに特別な治具により一体に組立てられ搭載された。この結果、満足の成績を収めることができた。

### 3.4.5 船体振動

大馬力主機対策として、主機バラシングを検討するとともに、船体ねじり水平振動について、理論および模型実験研究を行なう一方、上部構造、機関室ならびにファインな船尾構造などの振動特性の検討を行ない、各構造部の剛性を上げるなど、十分な配慮がなされた。

以上の研究諸検討は、さらに本船引渡前に行なわれた船体強度および振動に関する大々的な実船実験により、その成果が確認された。これら多くの研究により合理的な構造様式が採用され、この船型では最大限と考えられるコンテナ数の確保に成功した。

## 3.5 船体艙装

### 3.5.1 コンテナ搭載関連の設備

コンテナは、倉内ではセル・ガイドにより搭載格納されるので、コンテナの固縛装置を必要としないが、上甲板上に搭載するコンテナに対しては、適当な固縛金物を必要とする。ハッチ・カバー上のポジショニング・コーン、1、2段目のコンテナ間に挿入するパーティカル・スタッカ、最上段のコンテナ上部をつなぎ合わせるブリッジ・フィッティング、甲板等にコンテナを固縛するラッシング・ワイヤなどがそれであり、当社三原製作所がその製作にあたった。

甲板上コンテナの交通装置としては、端艇甲板前面および第6コンテナ倉後部のアクセス・タワーにヒンジ式のはしごを常設するほか、コンテナ行間用に持運び式はしご、コンテナ倉間用にハンド・レール付持運び式はしごを備えている。コンテナ倉の通風装置として、第1～

第3および第6コンテナ倉に軸流給気通風機各1台、第4コンテナ倉には軸流給気通風機2台、第5コンテナ倉には渦巻式給気通風機2台を設けている。冷凍コンテナを搭載する第5コンテナ倉の後端には、電線や冷却水管の場所と各種作業を行なう操作場所が必要なので、実物大の模型作製のうえ十分な検討を行なって構造配置を決定した。

ハッチ・カバーは、前述のように1行ごとに1枚のボンツーン形スチール・ハッチ・カバーで岸壁のクレーンで開閉を行なうため重量に制限があるほか、船体運動に対応する水密の保持方法や、カバー上の金物の据付け精度に関連する諸問題があり、その解決には十分注意を払った。

### 3.5.2 甲板機械

揚錨機	電動ポールチェンジ		
	30 t × 10m/min	1台	
係船機	電動ポールチェンジ		
	8 t × 22.5m/min	4台	
オートテンションウインチ	電動ポールチェンジ		
	10 t × 18m/min	4台	
船用品積込みホイスト	電動		
	5 t × 5m/min	1台	
舵取機	電動油圧式 (2ラム・4シリンダ・2ポンプ)		
	45kW電動機 × 2 (150t-m)	1台	

### 3.5.3 救命設備

木製合板製救命艇	47人乗	2隻	
	(1隻はモータ付き)		
膨脹式救命筏	24人乗	1隻	
救命胴衣		47個	
救命浮環		8個	
救命艇用ダビット (三菱S形動力式)		2基	

### 3.5.4 消火設備

甲板洗浄管と兼用の海水消火管を設け、所要の消火栓ホース類を設けているほか、コンテナ倉および塗料灯具庫には、自動警報付煙管式火災検知兼炭酸ガス消火装置を設けている。その検知キャビネットは操舵室に設けたが、第4および第5コンテナ倉は2系統、他は各1系統で合計9系統である。機関室にはトータル・フラッディング式炭酸ガス消火装置を設備し、さらに急速放出装置付ホース・リールを備えた。このため、45.4 kg 充填の炭酸ガスボンベ107本をCO<sub>2</sub>室内に配置したほか、3.5 kg 入携帯用粉末消火器など関連法規を満足する消火器具を設置している。

## 4. 機関部

### 4.1 機関部概要

本船の主機関として搭載される三菱MANディーゼル機関K10 Z93/170 Eは、当社横浜造船所で製作された本船にふさわしい高い信頼性と経済性を備えた機関で、最大出力 27,800 P S (115rpm) 常用出力 23,600 P S (109 rpm) である。

本船の発動機は、ディーゼル機関駆動の船用交流発電機750kVA 600kW, 3台であるが、3台中2台の並列運転で、航海時、出入港時および荷役時の使用電力がまかなえるようになっている。

補助ボイラは、重油専焼強圧送風式コーナ・チューブ・ボイラであり、排ガス・エコノマイザは強制循環コイル式である。

補助機械類は、すべて電動とし、推進用補機類は、主機関の最大出力に対して十分な容量を持ち、その他の補機類は遠洋区域を航行する貨物船として必要、十分な容量、台数となっている。

本船の自動化は、コンテナ船なるがゆえの特別な配慮はないが、従来のライナーどおり、機関室内に独立した機関部制御室を設けて、この制御室から、主機関と主要補機の遠隔監視を行なうようになっている。また、本船の運航に最も重要な主機関の潤滑油系統、冷却水系統、燃料油移送および清浄系統、発電機系統、圧縮空気系統、補助ボイラ系統、冷凍コンテナ系統およびビルジ系統には自動制御装置を採用し、必要な遠隔指示、表示、警報装置を制御室内に設けている。

### 4.2 機関室内配置

高速性能を実現するためにファインな船型とする一方、箱型のコンテナをできるだけ効率良く積載するために、セミアフトに機関室が設けられることとなったが、本船の主機は非常に大形であるうえに、前述のように振動に対する問題があるので、機関室部分の剛性を増すために、ウェブ・フレームなどで構造を固める必要があり、機関室配置が非常に制約を受けるようになった。ところが一方では、保守点検を容易に行なえるようにするため、できるだけ便利な配置にすることが要求され、発電機その他の機器も一般に大形であるほか、冷凍コンテナ用機器・補器などがあるため、機関室配置には苦しい中にも種々検討が加えられた。

### 4.3 機関部要目

#### 4.3.1 主機関

形式および数 三菱MAN K10 Z93/170E

1基

出力×回転数

最大出力 27,800 P S × 115rpm

常用出力 23,600 P S × 109rpm

直径×ストローク×シリンダ数

930mm × 1,700mm × 10

#### 4.3.2 ボイラ

形式および数 浦賀コーナ・チューブ形

UCM-18A 1基

蒸気圧力および温度 7 kg/cm<sup>2</sup>g 飽和温度

蒸発量 1,900kg/h

#### 4.3.3 軸系

中間軸 570mmφ × 7,500mm 1

570mmφ × 9,500mm 1

プロペラ軸 700mmφ × 9,950mm 1

船尾管軸受 オイルバス式

#### 4.3.4 プロペラ

形式および数 5翼一体形 1基

直径×ピッチ 6,700mmφ × 6,930mm

材質 ニッケル・アルミ・ブロンズ

#### 4.3.5 発電機

原動機 三菱神戸 8 S H24 A C 3基

900 P S × 720rpm

発電機 450 V A C 3φ 60 C 3基

600kVA × 720rpm

## 5. 電気部

### 5.1 電源

発電装置として750 kVA (600kW) ディーゼルエンジン駆動の主発電機3台を装備し、3台中2台の並行運転で各状態の常用電力をまかなうことができる。

照明、電熱通信関係のAC100Vについては、450V/105V変圧器、また冷凍コンテナ用には450V/230V変圧器を介して給電される。非常用には24Vのバッテリーが設けられており、非常灯、船内警報装置等に給電している。

### 5.2 配電

発電機盤、440V給電盤および100V給電盤から成る主配電盤を機関制御室に設け、主発電機の制御、配電を行なうようになっている。主配電盤はデッドフロント床置形で、その前およびその背面には水平絶縁手すりなどが設けられており、遮断器、スイッチ等はできるだけ操作が容易なように配置した。船内の動力、電熱、照明、通信および航海装置などへ適当に給電するために、分電箱を装備している。各給電回路は、過電流および短絡電流保護のため、原則として限時熱動引はずしと瞬時電磁引はずしを備えた遮断器を、主配電盤または分電盤上に設けて

いる。操舵室の後壁にはデッドフロント形の操舵室集合盤1面を装備し、つぎのような機器を組込んでいる。

- 航海灯表示器
- 自動交換電話器
- 共電式電話器
- 船内指令装置緊急盤
- 操船指令装置
- エヤホーン・タイムコントローラ
- 機関室以外の通風機非常停止スイッチ
- 非常警報スイッチ
- 各種電燈スイッチ
- 各種警報

なお、冷凍コンテナ用には、床置形副配電盤および防水レセプタクルを装備している。また冷凍コンテナ温度計警報盤を機関制御室に設け、各冷凍コンテナ側には、本信号取出用のレセプタクルを設けている。

### 5.3 照明装置

原則として蛍光灯により照明されるが、機関室局部、倉庫、ロッカ、暴露甲板上通路等には白熱灯、上甲板および機関室の全般照明用には水銀灯投光器を設けている。コンテナ・ホール内部は、冷凍コンテナを搭載する第5コンテナ・ホールのみ船尾側ハンドリング・スペースに冷凍コンテナ点検巡回用としてガード付白熱灯を設けているが、そのほかは、陸上クレーンで照明されるので照明設備を設けていない。

### 5.4 船内通信装置

船舶用30回線自動交換式電話装置を各室に設けたほか、国際VHF電話装置、および操船用電話装置と機関

部連絡装置の共電式電話装置を設けている。また、船内指令装置として、増幅器の本体を総合事務室に、主制御盤および非常警報盤を操舵室に、副制御盤を無線室に設け、各本体および各制御盤にマイクロホンを設けた。この指令装置は、総合事務室から船室および通路に設けたスピーカを通じ、サロンのステレオからラジオ放送、レコード演奏などの放送ができ、無線室からマイク放送もできる。また船内自動交換電話器で、特定ダイヤルにより船内指令のいっせい放送も可能としている。そのほかテレトーク装置、インターホン、テレグラフ、火災報知機等の船内通信装置を完備している。

### 5.5 航海装置

所要のレピータを設けたTG-100形のジャイロ・コンパスを装備しており、テレモータ・レスのジャイロ・パイロットも装備している。レーダは大形のリラティブ・モーションの2台である。そのほかロラン1台、方位測定儀1台、プレッシャ・ログ・ピトー管遠操式一式、音響測深儀一式などを装備している。また、本体は船主手配であるが、デッキ・ナビゲータを装備できるよう電源装置および空中線を施工している。

### 5.6 無線装置

主送信機は、中波、短波、中短波用の出力1kWのもの1台のほか、出力1.2kWSSB組込みのもの1台を設けた。補助送信機は、中波、短波、中短波用出力75kWのもの1台である。受信機はすべて全波用で、主受信機4台（うち1台はSSB用）、補助1台を設けた。そのほかオートアラームおよびオートアラーム・レコーダを設けている。

## ◎ 発 売 中                      コ ン テ ナ 船

日本造船研究協会編

昭和36年に、日本造船研究協会が編さんして、当協会において発行した「コンテナ船」は数年来のコンテナ船ブームでたちまち売切れとなりましたが、その後のコンテナ船に関する問題は内外ともに急速に高まり、国内においてもいよいよコンテナ船の第1船建造が実現し、すでに運航を開始しました。またコンテナおよびコンテナ船についての技術的な面も大きく変化をきていますので、ここに新たに日本造船研究協会が第303研究部会によって、コンテナ船についての各方面の権威のかたがたのご執筆をまとめて、全く新しい「コンテナ船」を発行することになりました。

わが国初のコンテナ船第1船「箱根丸」も就航し、つづいて数隻のコンテナ船が近く完成して、わが国のコンテ

ナ船による輸送革命の幕がひらかれようとしています。

本書が造船、海運、陸送関係などのコンテナ輸送に関する問題について大いに参考となるものと信じています。

主な内容はつぎのとおりです。

第1章 コンテナ輸送（ユニットロードシステムとコンテナ輸送、コンテナ海上輸送の現状と将来、運航上の諸問題と経済性、わが国のコンテナ輸送の諸問題）  
第2章 ユニットロード船 第3章 コンテナ船の設計（リフトオン／オフ、ロールオン／オフ、特殊コンテナ船）  
第4章 コンテナ 第5章 陸上施設および荷役・陸送機器

B5判 304頁 上製本 ケース入り

定価 3,000円（送料90円）

船 舶 技 術 協 会