

わが国における巨大船の建造について

日立造船KK造船基本設計部* 片 坐 泰 治

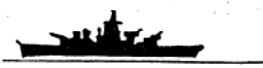
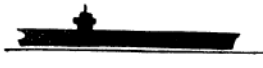
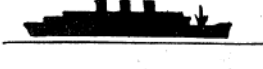
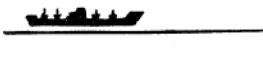
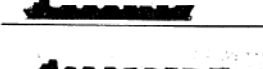

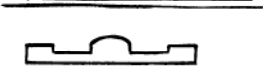
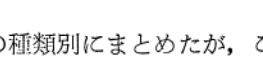
1. はしがき

最近の造船界の話題の焦点でもあり、また直接造船にたずさわっていない方々にも聞えている「巨大船」とは一体何を指しているのでしょうか。

表1には1966年までに建造された代表的な大型船を船

されていなかった。その後1947年には2万6千DWT級のタンカーが出現し、1948年には米国において2万8千DWTの優秀タンカーが建造された。これらは当時スーパータンカーと称され全世界の注目を浴びたが、以降タンカーは大型化の一路をたどり図1のような経過を経て今日に至っている。

表1 大型船舶の種類別大きさ

船の大きさの比較	船 種	船 名	L×B×D (メートル)	排水量△ (トン)	建造年
	戦 艦	大 和	244.0×38.9×18.9	67,180	1942
	空 母	エンタープライズ	317.1×40.54×30.3	85,350	1961
	客 船	クィーン・エリザベス	299.5×36.1×20.8	GT (83,670)	1940
	貨 物 船	プレジデント・ポーク	160.8×23.17×13.56	21,090	1965
	鉱 石 船	イナヤマ	241.0×36.8×17.9	97,800	1963
	バルク キャリア	セドロス	286.5×43.3×24.69	DWT (144,000)	1966
	タンカー	出光丸	326.0×49.8×23.2	DWT (205,000)	1966
	(東京駅)	—	—	—	—

の種類別にまとめたが、これにみるように戦艦や空母の最大船はすでに1940年代に建造され、現在なおその地位を守っている。しかし今日世界の造船界で話題となっている「巨大船」とはこのような軍艦や客船ではなく、鉱石船、バルクキャリア、タンカーなどのいわゆる大型専用船についてであり、特にその内で最大の大きさを誇るタンカーの場合に最も多く用いられる言葉で「マンモスタンカー」ともいわれている。

そこでタンカーの歴史について少し振り返ってみると、第2次世界大戦前に建造されたタンカーは全世界でもせいぜい1万2千DWT程度までの大きさであり、第2次世界大戦中でも1万6千DWTまでのタンカーしか建造

注) DWT=dead weight ton 運航に必要な燃料、水なども含めた載貨重量をいう。

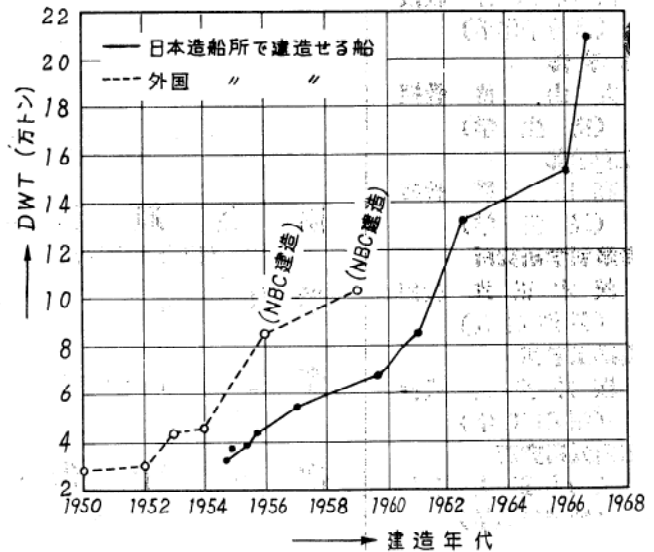


図1 大型タンカーの出現年代

* 大阪市西区江戸堀1の47

このようにタンカーの大型化は最近急速に進められ、いわゆる jump up して出現したものであり、現在では20万 DWTはおろか30万 DWTというような巨大船まで計画され建造される予定になっている。ここではこのような「マンモスタンカー」についての諸問題やわが国における建造状況について述べることにする。

2. 巨大船建造の意義およびその船型

石油の需要量およびその見通しについてはそれぞれの専門誌にゆだねるが、1948年頃からの世界経済の復興および石油化学工業の発達は大量の石油を必要とし、年々その需要量を増大させている。加うるに中近東油田の開発と石油の消費地精製主義は大量の原油の長距離輸送を必要ならしめ、またこれに呼応して造船界も新しい設備の拡充とともに造船技術の発展を促進させてきた。

このように需要と供給が相俟って大量の船舶が建造されたのであるが、しからば最近何故巨大船形が採用されるようになったのであろうか、

この問に対する答は一口でいうと大型化することによって運送費が低下し、低価格の石油を提供することができるということである。いいかえれば巨大船の採用により経済性が強調され、あらゆる面で小型のタンカーより多くの利潤を期待しうるためである。

そこでいまタンカーの経済性の目安を知るために、大型化に伴う 1 DWT 当りの船価および運航費の変化

表2 船価および運航総経費の変化

載貨重量	7.6万 DWT (D)	10.0万 DWT (D)	12.0万 DWT (D)	15.0万 DWT (T)	19.0万 DWT (T)
船 価 / DWT	100	91	89	87	84
運航総経費 / DWT	100	89	85	83	79

注 1) 上表は7万6千 DWT型タンカーを 100とした場合の比率で示す。

2) 記号, (D) : ディーゼル主機搭載
(T) : タービン主機搭載

3) 船舶振興会“船舶近代化第4巻”より抜粋

を示すと表2のようになる。これは要するに運送すべき一定の原油量に対し、大きいタンカーほど造船所側からみれば割安に建造できるし、運航者側からいえばその割に経費がかからないし、また石油業界にとっても安価な原油が入手できる一手段となってくるということである。

次に船価の内訳について、船殻、艀装、機関および電気などの各部門の船価に占める割合の1例を示すと表3

表3 船 価 内 訳

載貨重量	船 殻	艀 装	機関及び電気	計
2 万 DWT	33%	28%	39%	100%
6 万 DWT	41	23	36	100
10 万 DWT	47	19	34	100
15 万 DWT	51	16	33	100
20 万 DWT	53	15	32	100
25 万 DWT	55	14	31	100

のようになる。すなわち船価に占める船殻鋼材費およびこれに伴う工作費の割合は船の大きさとともに増大し、船殻重量は巨大船の船価を決定づける第1の要因となってくる。

一方この所要鋼材量は船の主要寸法比によっても大きく異なる。この影響をみるため図2には与えられた DWT と速さの船に対し B および d を種々変化させ、L と C_bはこれに対する最適値が得られるようにしたときの船価の変動率を示した。これからわかるように L を短かくして B, d を大きくするほど、いいかえれば太くて短かいいわゆる「ずんぐり船型」とすればするほど船全体の船価が安くなってくる。しかし与えられた船の速さに対してあまり「ずんぐり船型を強調すると、船殻重量は減

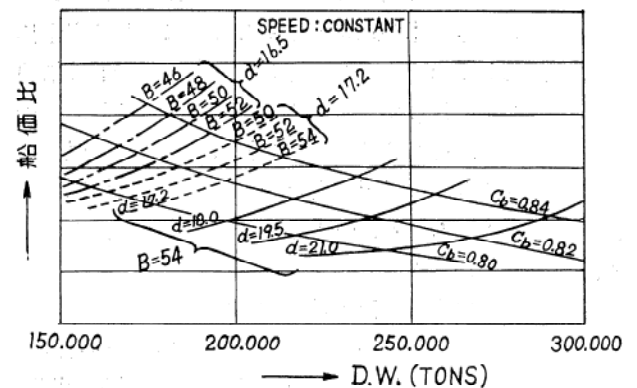


図2 船 価 比

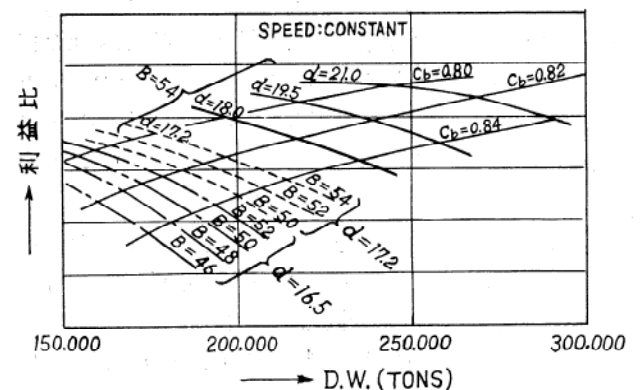


図3 利 益 比

注) L : 船の長さ, B : 船の幅, D : 船の深さ, d : 船の喫水, $C_b = \frac{\text{排水量}}{L \times B \times d \times \text{海水の比重}}$

少するが主機の所要馬力が増大し、逆に船価高の原因となり運航費も増大してくる。この関係をうまく調和させ、後述のような外的な寸法制限を考慮して船としての経済性を最高度に発揮させた船型を称して「経済船型」というが、巨大船ほどその必要性が要望されてくる。

図3には運賃、船価、運航費、金利など種々の因子を考慮したときの投資に対する利益率を図2に対応して示したが、この範囲ではBおよびdの値の大きいほど利益率も高くなっていることがわかる。

このような傾向をさらに船の寸法比についていうと、船は大型化されるにつれて L/B は小さくなり、従来 $L/B=7$ くらいであったタンカーも3年ほど前からは $L/B=6$ 程度となり、現在では後述の喫水制限によっても異なるが、 $L/B=5.5$ 程度のものまで考えられている。

3. 技術的諸問題

以上のようにタンカーの巨大化は jump upして進められ「ずんぐり船型」が採用されるようになったが、これはただ簡単に船の主要寸法を変えてきたのではなく、建造に際してはこれに伴う設計上、建造上の諸問題をその都度解決し、種々の困難に打克って今日に至ったものである。このとき日本の造船界は幸なことに昔から産学協同の全国的な委員会組織を多く有し、各造船所も技術的な問題に関しては互にフランクに討議し、啓蒙しあう場をもっていた。そしてこのような組織が戦後の困難な時代にもめげず今日の世界一と自他ともに許す造船国に生長させた一因ともなり、巨大船の諸問題解決の促進剤ともなってきたのである。

今後のさらに大きい巨大船の建造に関しても各所で研究されているが、現在昭和40年12月17日造船技術審議会より運輸大臣の諮問第12号「巨大船建造上の技術的問題点ならびにその対策如何」に対して行なわれた答申にもとずき、運輸省の主催で巨大船総合研究委員会が発足した。この委員会は船型小委員会、船体小委員会および機関小委員会の下部組織をもち20万DWT および50万DWT タンカーの試設計を行なって巨大船の建造に関する種々の問題点と取上げ研究しようとするもので、次のような検討項目を挙げている。

船型および運航性能関係——主要寸法の決定、推進性能（1軸および2軸船、多翼プロペラの問題も含む）、操縦性能、運航性能、安全性、その他

構造関係——波浪による外力基準、縦強度、横強度（ウイングタンクの剪断変形、長大油槽の問題なども含む）、各種構造様式（内部構造部材配置）、振動、材料、その他

主機および軸系関係——大型ディーゼル機関およびマルチプルディーゼル機関、蒸気タービン機関、減速歯車装置、ボイラ、その他

これらの諸問題の中には従来から複雑、難解とされていた問題と巨大化に伴って新しく発生した問題の両者を含んでいるが、今日では電子計算機などの利用により解決手法も一段と向上しているのでより多くの成果が期待される。

しかし、現在このような研究解明すべき諸問題があるために巨大船が建造できないということではなく、船としての経済性、安全性をさらに向上するための問題の解決を必要としているのであって、これを無視すれば現在の造船技術で50万DWTはおろか100万DWTのタンカーでも建造することが可能であろう。

4. 船舶の巨大化に対する種々の制約

タンカーの巨大化は現在なお進展しているが、これは対し何んの制約も受けることなく設計するというわけには行かない。ここでは外的条件から受ける種々の制約について考えてみよう。

(1) 主要航路による制約

ロイド船級協会の調査によれば3万DWT以上の外航タンカーの1964年10月1日における現在位置を図4のように推定している。これにみるように世界のタンカーの90%以上が「中近東—西欧」および「中近東—日本」の2航路に従事している。これはアメリカおよびソ連が石油の産出国であり、西欧および日本のような石油を産出しない国の消費量を考えれば当然のことといえよう。ここではさらにこの2航路について考えてみる。

(a) 中近東—西欧航路

図4にみるようにこの航路の船舶は大部分スエズ運河を通過しているが、この航路の船の巨大化の障害となっているのがこの運河である。この運河の通航可能な船舶は現在では $B \times d$ が $39\text{m} \times 11.6\text{m}$ ($128' \times 38'$)までのものであり、将来は漸次拡張され1970年以降には船の長さ 304.8m ($1,000'$)、幅 47.2m ($155'$)、喫水 13.7m ($45'$)の大きさの船まで通航が可能になるといわれている。したがって往復航ともスエズ運河を通航するタンカーとしては8万DWT程度までの大きさのものが考えられるが、「中近東—西欧」の航路にあっては何もスエズ運河のみを通航する必要もない。

それでいま往航（空荷状態）はスエズ運河通航、復航（油満載）はるばるケープタウン廻りとして船を設計すると17万DWT級のタンカーまで可能となる。現在シエル石油が建造を予定している表7のタンカーがこれで

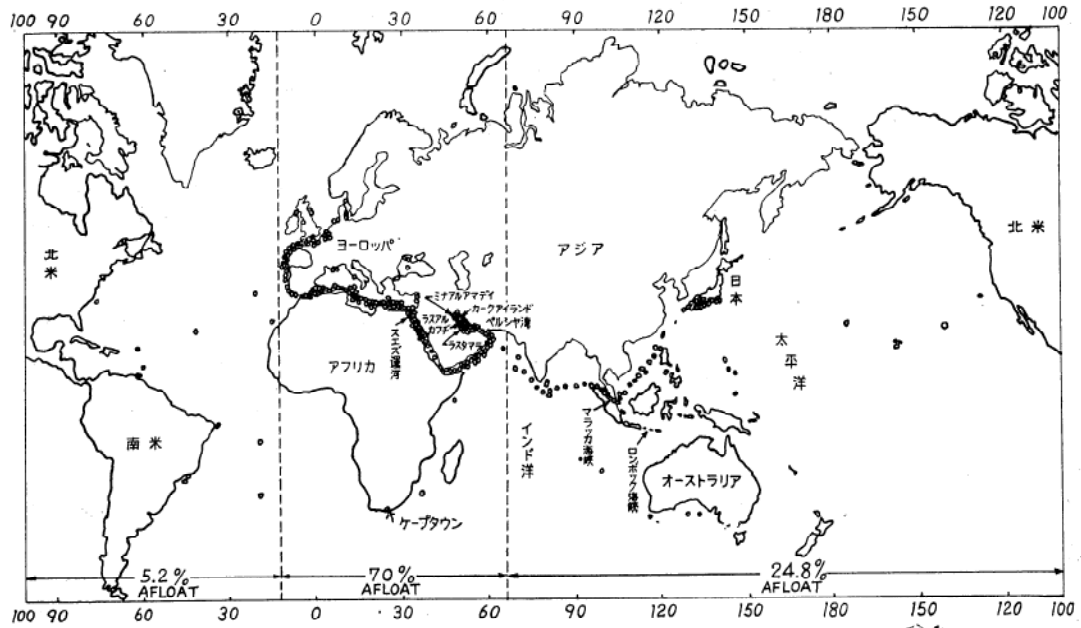


図4 3万DWT以上のタンカー250隻の推定位置 (Ist. Dct1964) ロイド資料

ある。また往復航ともケープタウン廻りとして計画すれば何んの制限もなく、現に表7のNBC社が発注している27万DWTタンカーがこれに相等する。このような船は巨大化するほど経済性が高く、航海日数の増大による航海回数の減少や運航諸経費の増大などを考慮に入れても十分ペイできる見通しのもとに計画されているのである。

(b) 中近東—日本航路

現在「中近東—日本」の航路に従事する船舶はすべてマラッカ海峡を通過している。このマラッカ海峡は図4にみるようにマレー半島の西側に位置するが、この東南にあるシンガポール海峡は low tide で水深が21mであり、この海峡を通過する船舶の巨大化をはばむ一つの障壁となっている。このような浅海をある程度の速さで船が通過する際にはベルヌーイの定理による船は海底に引き寄せられて喫水が増加する現象が生じ、その沈下量は船の速さや海底と船底との距離によって異なるが、大型船では1mから2m程度になるときもある。またこの海峡が極めて峽隘でしかも交通量が多いことと相まって、ここを通過する大型船の船長の気苦労は並大抵のものではないと言われている。したがってマラッカ海峡の通航可能な最大喫水は現在では17.5m程度までと考えられており、これに応じた経済的なマンモスタンカーは20万DWT程度までとなる。もちろん「中近東—日本」航路において、これ以上の巨大船が考えられないわけではなく、印度洋からジャワ島東のロンボック海峡を経由して太平洋に至る航路を考えれば、マラッカ海峡経由の航路より2日程度の余分の航海日数を費すのみで、さらに喫

水を増大させて大きな船型とすることも可能である。

(2) 積出港、揚地港およびその付近の海峡、水道などによる喫水制限

中近東には多くの原油積出港があるが、15万DWT程度のマンモスタンカーが就航でき原油の積載が可能な港は1966年末現在ではわずか4港にすぎない。これを表4に示す。ペルシャ湾自体については水深が深く今のところ問題はないが、各港への入港可能な最大船舶は主として途中水路や係留岸壁の水深によって左右されている。そこで諸港も早くより船の大型化に対処して施設を拡張してきたが、さらに将来の船の巨大化に備えての増強も計画しているようであり、すでに日本に発注されているNBC社の27万DWTタンカーの強度喫水は将来に備えて24.1m(このとき31万DWTとなる)で計画されている。

一方日本における精油所の大部分は太平洋沿岸に面した表日本および瀬戸内海沿岸にあるが、浦賀水道、友ヶ島、明石海峡などでは浅喫水や船混み上問題となる所が多く、15万DWT以上のマンモスタンカーが油を満載して接岸できるのは外洋に面した沿岸および豊予海峡のみを通過する瀬戸内海沿岸の諸港にしばらくられるようである。現在精油所のある港で水深が16m以上のもの9カ所、その内18m程度のものは3カ所くらいであり、決して満足した状態とは言えない。また欧州においても同様であり、揚地港の水深が船の巨大化の一つのガンとなっている。

しかしこのような積出港、揚地港の水深の問題も sea berth や Imodoco buoy などの One point mooring

表4 中近東における積出港 (15万DWT以上のタンカー)

港名	国名	積出し可能最大船舶	途中水路水深	停留岸壁水深	備考
KHARG ISLAND	イラン	約30万DWT	21.3m(70')以上	19.8m(65')	1966.9 完成予定
RAS TANURA	サウジアラビア	約20万DWT	18.3m(60')以上	25.9m(85')	1966年中に水路の再調査を行なう予定。65'~70'程度と期待されている。
MINA AL AHMADI	クエイト	約20万DWT	20.1m(66')以上	16.8m(55') 17.7m(58')………	荷役施設より本船マニフォールドの低潮位面よりの制限, 19m(62.5'), 将来沖合いに本格的巨大船用バース検討中
RAS AL KHAFJI	中立地帯	約16万DWT	18.6m(61')以上	18.9m(62')	One point mooring buoy 1966末に完成予定

terminalの開発, 増設によって沖合での荷役作業を可能ならしめることができ, しかも船の巨大化による merit を考えるとき, これら陸上諸設備への投資は十二分に償却することができる。したがって現在中近東の諸積出港や日本あるいは欧州の揚地港においても設備の拡張あるいは共同荷役場所, 方法の開発など真剣に考えられているようである。

(3) 巨大船のリスクの問題

20万 DWT, 30万DWT といったような巨大船がもし衝突, 爆発, 火災あるいは航海器具の損傷による海難などを起せばどうなるであろうか。船は綿密に計画され建造されるとはいえ, 生身の人間が建造し, 運航させるのであるから不測の重大事故が全く生じないとはいきせず, このような事態に至れば船自体の損害はいうにおよばず, 巨大船ほど他におよぼす影響も大きくなってくる。それゆえにこそ巨大船の安全対策が強く要望され, 諸設備はもちろん, われわれ造船業にたずさわる者にとっても十分注意して設計建造しているのである。また不測の重大事故とまで行かなくても局所的な事故のために停船, 補修の期間が多くても運航停止による損害は非常に大きい。

外国資本ではたとえば NBC 社の27万DWT タンカーのように一社で6隻もの建造にふみ切った会社もあるが, 日本の海運業界にとっては上記のようなリスクは死活の問題である。このため建造費自体もさることながら, 不測の事故による損害保証を数社で分担するように巨大船を共同出資, 共同保有する考えもでてくるのであり, 現にこれを実施している所もある。

次に巨大船の景気変動に処する対策はどうであろうか。タンカー市況も経済情勢によっては世上一般の景気の変動にみまわれるが, もしこのような事態がくれば巨大船ほどそれによる影響は大きく, 受ける損害も甚大となる。このようなことに対処するため巨大船は普通精油所との間に10年, 15年といった長期用船契約が結ばれ景気変動の波を受けないように計画され, 建造されるのである。

5. わが国における巨大船建造の現状

世界の造船企業は競って巨大な新造船用ドックの建設を進めているが, 日本においても同様であり, 新技術の開発のみならず世界をリードした巨大船用建造ドックの建設も行なってきた。表5には最近各社の建設したドックの大きさおよび建造可能なタンカーの大きさを示す。ここに建造可能なタンカーは船の喫水によっても異なる

表5 最近建設された新造船用ドック

造船所	長さ	幅	建造可能なタンカー
三井千葉工場	513m	45m	約13万DWT
石川島播磨横浜第2工場	330m	52m	約20万DWT
三菱長崎造船所	350m	56m	約30万DWT
日立堺工場	400m	56m	
川崎坂出工場(建設中)	380m	62m	約40万DWT

が, 主としてドックの幅によって左右されるもので大値を示してある。また表5以外にも巨大な修繕ドックを計画している所が多く日本造船所の巨大船建造能力は飛躍的に増大している。

表6には日本あるいは諸外国での昭和41年5月現在における10万DWT以上の建造船舶を示す。このうち建造予定の船舶については日本と諸外国の数値を直接比較することができないが, これをみても日本の造船界の世界に占める地位が同われよう。また表7には昭和41年7月現在の日本の造船各社で建造される15万DWT以上のタンカーを示しておいた。

このように日本における新造船の進水量は昭和31年に過去の王者英国を引離して世界第1位となり, 現在では世界のシェアの40%以上という驚異的な進歩をとげたが, この数字の主体となっているのがマンモスタンカー

表6 10万 DWT 以上のタンカーの建造実績および予定船

(昭和41年5月16日現在：運輸省船舶局資料)

DWT	日本における建造船舶				外国における建造船舶			
	完 成 船		建 造 許 可 済		完 成 船		契 約 済	
	隻 数	ト ン 数	隻 数	ト ン 数	隻 数	ト ン 数	隻 数	ト ン 数
10~12 (万)	17	180.0 (万)	6	63.1 (万)	6	63.5 (万)	7	72.9 (万)
12~14	9	112.8	7	85.9	0	0	3	36.5
14~16	2	29.4	5	75.5	0	0	1	15.2
16~18	0	0	4	65.5	0	0	7	117.4
18~20	0	0	2	38.2	0	0	0	0
20以上	1	20.5	0	0	0	0	0	0
合 計	29	342.7	24	328.2	6	63.5	18	242.0

注：建造許可済とは運輸省の許可をとったもので、未だ建造許可を申請していない契約船（契約後45日以内に申請する要あり）は含んでいない。

表7 日本における15万 DWT 以上の実績船並びに契約済船一覧

(昭和41年7月1日現在：運輸省船舶局資料)

	DWT	L×B×D×d	造船所名	船 主 名	隻数	備 考 (船名 竣工)
建 造 許 可 済	152,400	290×47.5×24.0×16.0	石川島播磨	東京タンカー	1	東 京 丸 41-1
	156,500	285×48.2×23.5×16.3	三菱重工	アンデスヤール	1	42-2
	159,500	285×48.2×23.5×16.3	"	三光汽船	1	42-8
	191,300	310×48.4×23.6×17.8	"	ベルゲッセン	2	43-3~
	205,000	326×49.8×23.2×17.3	石川島播磨	出光興産	1	出 光 丸 41-11
契 約 済	150,000	—	佐世保重工	大 洋 商 船	1	42-10
	150,000	—	"	—	1	
	162,300	290×48.16×24.0×16.46	日立造船	グーランドリス	1	43-4
	174,000	310×47.16×24.5×16.42	"	シ エ ル	3	42-12~
	"	"	三菱重工	"	3	
	"	"	石川島播磨	"	3	
	175,000	313×48.2×24.4×16.5	佐世保重工	—	3	
	"	310×47.16×24.5×16.42	日立造船	オ ナ シ ス	1	
175,940	—	石川島播磨	—	1		
273,000	330×53.3×32.0×21.9	"	N B C	3	強度喫水 24.1m	
273,000	"	三菱重工	"	3	"	
合 計	5,598,240				29	

であり、現在なお巨大船ブームにわきたっている。このような情勢をいつまでも維持し、さらに発展させるため

日本の造船界は互に協力し、産学官一体の協力体勢をとってその開発、改善に努力している現状である。