

紹介記事

自動車専用運搬船「第十とよた丸」の運航性能と自動車積み設備について

川崎重工業株式会社 神戸造船事業部

1. まえがき

川崎汽船株式会社御注文の自動車運搬船「第十とよた丸」は、昭和45年7月9日、当社神戸工場において竣工した。同船はトヨタ自動車販売株式会社の積荷保証の下に、トヨタの自動車を主として米国へ輸出するため建造されたもので、わが国最初の外航自動車専用運搬船である。従来の外航自動車運搬船は、当社建造の「第一とよた丸」をはじめ、すべて、自動車/撒積兼用船であった。

本船は7月11日、名古屋港トヨタ埠頭において、トヨペット コロナ、クラウン、カローラなど1,958台を満載して、ロサンゼルスへ向け出航、8月はじめ、無事処女航海を終えた。

引続いて、2隻の同型船、「第十一とよた丸」(川崎汽船・日本汽船共有)および「第十二とよた丸」(それぞれ本年9月および10月に竣工の予定である。なお、本船より一まわり大きな専用船も、近々起工の予定である。

2. 安全運航上の性能

2.1. 航海時の風圧影響

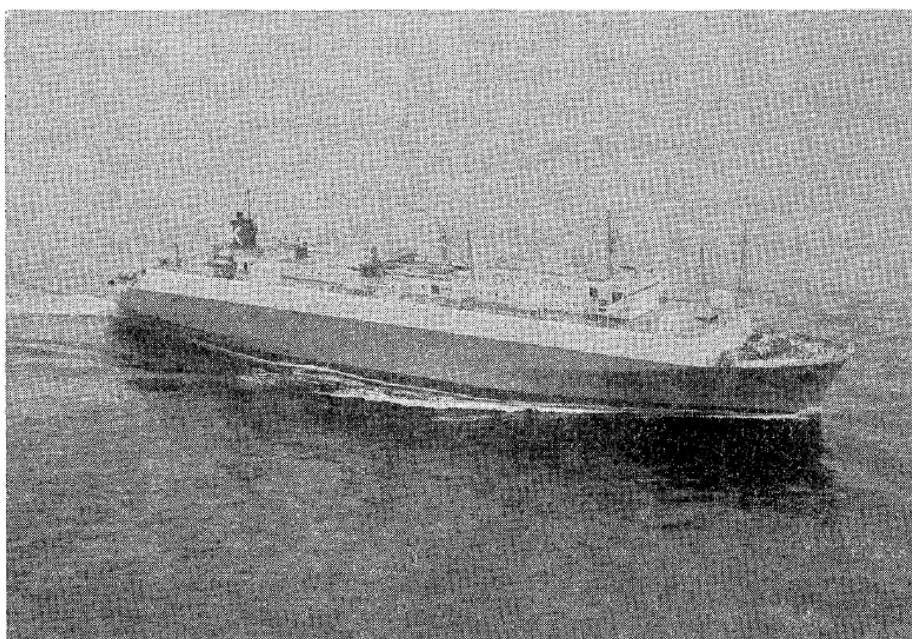
本船は水中側面積に比し、水面上の風圧側面積が大きいので、通常船型の船舶より風の影響を受けやすい。

数多くの模型試験を含む研究、調査の結果、舵面積を面積比1/45まで増加させ、しかも舵の下端にフィンをつけることにより、通常の船舶と同程度の保針性を持たせている。

表1は風圧側面積および舵面積について他船との比較を行なったものである。

風圧影響は風向および風速により異なる。

模型試験の結果本船の場合、相対風向が船の進行方向に対して135度となるとき風向影響は最大となる。要とする風速、すなわち直進不可能となる寸前の限界風速は満載航海状態で約40m/sとなり定期貨物船クラスと同程度の数値となっている。



TOYOTA MARU NO. 10 GENERAL ARRANGEMENT

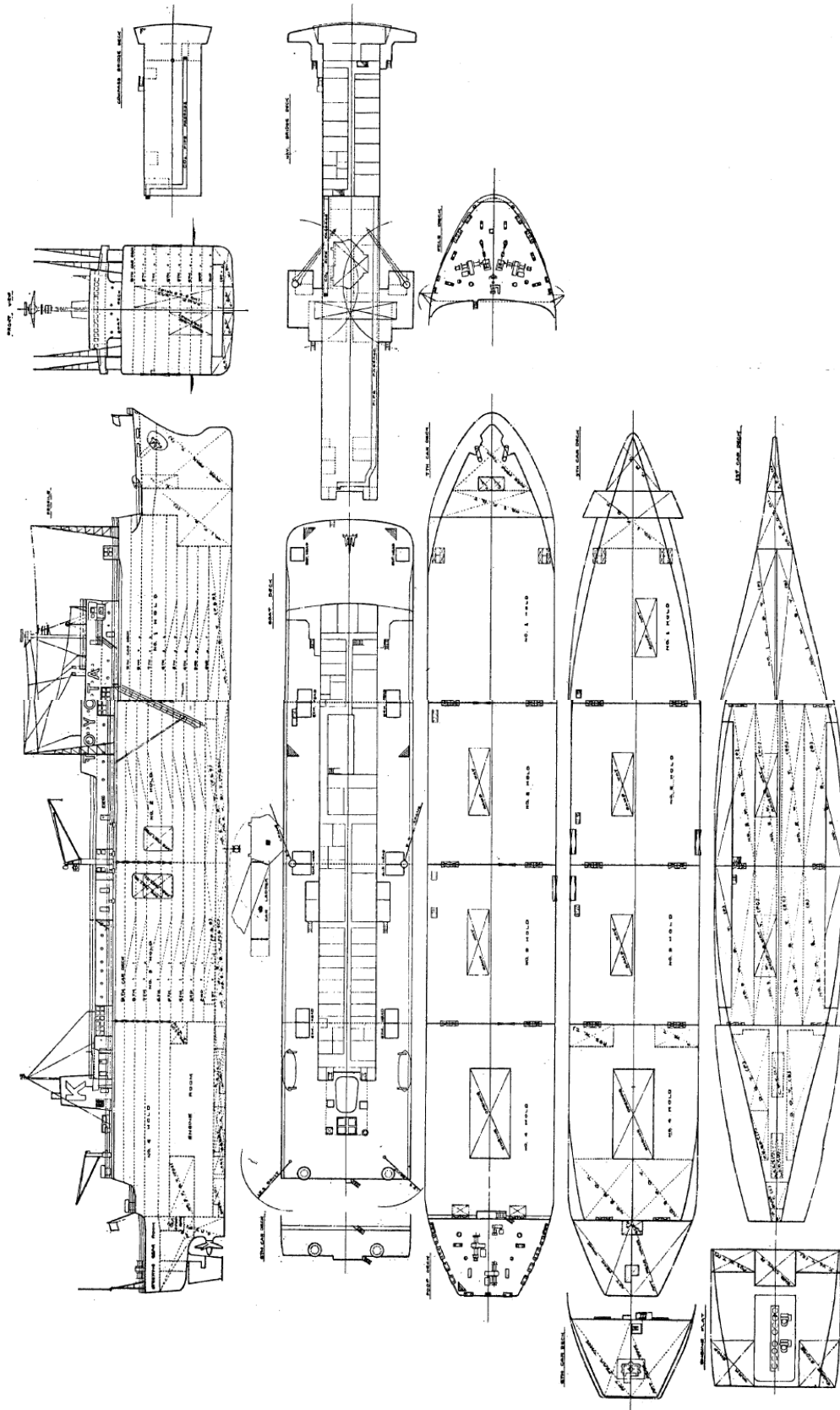


表1 風圧側面積比, 舵面積比比較

船 番	1142	1135	1128	1106
船 名	第十とよた丸	いんぐらんど丸	おうすとらりあ んしいろうだあ	ごうるでんげ いとぶりっじ
船 種	Car carrier	Cargo liner	Roll-On/off ship	Container ship
吃 水 (m)	7.00	9.08	8.23	9.50
風圧側面積 水中側面積	2.239	1.310	1.730	1.033
舵可動部面積 水中側面積	1/44.76	1/61.9	1/60.7	1/69.1
備 考	(下端fin付舵)			

2. 2. 停泊時の風圧影響

1) 岸壁係留の場合

風速17m/sの定常風を受ける場合前後の最大風圧力は約6t, 横方向の最大風圧力は約60tである。本船はこの風圧力に耐える係船装置を装備している。すなわち, 前部に4個, 後部に4個の直接巻取式ホーサードラムを設け, 各ドラムに65mmφの合成繊維索(破断荷重30t)を備えている。

なお, スプリング用として前部に1個, 後部に1個のワイヤードラムを設け, 各ドラムに25mmφワイヤーロープ(JIS 6×24 破断荷重29t)を装備している。

2) ブイ係留および錨泊の場合

風による船体の振れ回りおよび錨鎖に働く張力を極小にすることが必要である。

強風時には, 吃水を深くすることが望ましいことはもちろんである。なお, 船首トリムにする方が船尾トリムの状態に比較して, 風圧影響が少ない。

そのため, 必要量のバラストタンクを設け, かつ台風時には船首トリムを確保しうるように, 船首部の燃料油タンクが空の場合, 海水を注入できるように配管している。なお, 本船にはAC14型のアンカーを採用している。ブイ係留においては, 係留錨鎖をある程度絞る方が有効である。

2. 3. 復原性

本船のGoMは, 表2のとおりであり, 十分な復原力を有する。

表 2

状 態	自動車	バラスト	GoM
満 載	満 載	満タンク	1.7 m
満 載	満 載	清水バラストのみ	1.1 m
バラスト	空	満タンク	2.3 m
バラスト	空	清水バラストのみ	2.2 m

横方向から風を受けた場合の傾斜角は, 風速27m/sのとき満載状態において4.6度, バラスト状態で2.5度であり, 特に大きくはない。

横動揺特性を示すN係数は表3に示すように他船と同程度となっている。

3. 自動車積みのための設備

3. 1. 搭載車種

搭載車種としては, トヨペット コロナ, トヨペットクラウンおよびカローラを想定している。第6カーデッキのみ, このほかにトヨタランドクルーザおよびトヨタハイエースダブルキャブを搭載することができる。

表3 満載状態 N 係数 (模型試験結果)

船 番	1142	1106	1060	1011
船名	第十とよた丸	ごうるでんげ いとぶりっじ	諾 威 丸	ふろりだ丸
横揺角				
10°	0.018	0.019	0.014	0.016
20°	0.014	0.018	0.010	0.016

表4

車名	トヨペット コロナ	トヨペット クラウン	トヨタ カローラ	トヨタ ランド クルーザ	トヨタ ハイエース ダブルキャブ
型式	RT43-L	MS50-D	KE-10F	FJ-43	PH-10P
全長(mm)	4,125	4,665	3,845	4,230	4,310
全幅(mm)	1,550	1,690	1,485	1,665	1,690
全高(mm)	1,420	1,445	1,380	1,970	1,930
重量 (Kg)	960	1,225	750	1,590	1,165

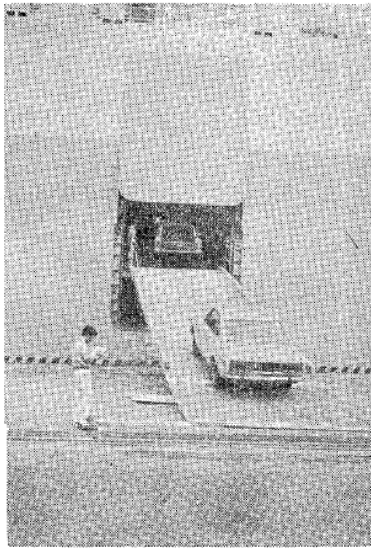


表5

	4番船倉	3番船倉	2番船倉	1番船倉	計
第9カーデッキ	63	70	68	87	288
第8 "	63	73	75	87	298
第7 "	73	72	71	87	303
第6 "	75	73	72	66	286
第5 "	69	73	73	57	272
第4 "	—	75	74	45	194
第3 "	—	71	69	36	176
第2 "	—	67	66	30	163
第1 "	—	51	51	—	102
計	343	625	619	495	2,082

各車種の主要目は表4に示すとおりである。

3.2. 搭載台数

本船は4つの船倉からなり、1番船倉は8層、機関室直上の4番船倉は5層、他は9層の固定カーデッキを有する。下層より第1カーデッキ、第2カーデッキと順次命名している。4番船倉には中央に機関室囲壁があり、その周囲に自動車を格納することができる。

各船倉、各甲板ごとの搭載台数を表5に示す。台数はトヨペット コロナRT43-L型の場合を示す。

自動車格納状態における自動車と構造物との間のクリアランスおよび自動車相互間のクリアランスは、原則として下記のとおりである。

自動車一舷側間	400mm
自動車一隔壁間	1,000mm
自動車一柱間	100mm
自動車一自動車間(縦方向)	300mm
自動車一自動車間(横方向)	100mm

なお、幅550mmの主交通路を要所に確保している。

3.3. 自動車甲板

本船は第5カーデッキを乾舷甲板、第7カーデッキを測度甲板、ポート甲板を強力甲板として設計されている。構造上、ポート甲板、第9カーデッキおよび第1カーデッキ(二重底)を縦強度部材と考へて、縦通梁方式とし、その他は横肋骨方式としている。

第2カーデッキから第8カーデッキまでは台甲板と考へ、甲板を2条の甲板下縦桁で支え、さらにこの縦桁を約10m間隔に設けられた梁柱によって支持している。一般にこの種の多層甲板においては、甲板間高さに誤差が生じやすい。そのため梁柱が各台甲板を貫通する構造を採用することにより、誤差を最小限に止めるよう考へた。

上記台甲板の鋼板は、必要箇所を除き片面溶接とした。また、鋼板と横置梁との溶接は、ピッチ700mm、溶接長さ700mmの特殊な千鳥溶接を採用して、建造時の甲板歪を極力避けるように努めた。

自動車甲板には一般に6mmの鋼板を使用しており、タンク頂部および測度甲板を除く各甲板には、自

自動車固縛用ワイヤー装着のため、約1m間隔に小穴を設けている。

甲板安全荷重は第6カーデッキの場合、1車輪当り450kg、その他の甲板では350kgとなっており、前記車輛を搭載するのに十分な強度をもっている。

甲板間高さおよび最小クリアー高さは表6に示すとおりである。

表6

	甲板間高さ	最小クリアー高さ
第6カーデッキ	2.510m	2.130m
その他のカーデッキ	1.960m	1.580m

3.4. 自動車荷役

荷役については、自動車の完全自走方式を採用している。すなわち貨物は自分で本船に乗り込んで来るので、通常船におけるような意味での荷役設備は不要である。これに代って自動車の自走ができるような配慮が必要である。そのため、倉内の天井および側壁には突出物を極力排除するように設計している。

自動車の上下方向の交通のために、2番および3番船倉には上から下まで、1番船倉は第6カーデッキから第2カーデッキまでの間に、固定式のランプウェイを各貨物倉の中央部に設けている。

前後方向の交通のためには、各貨物倉の境界となる横隔壁に乾舷甲板より上方のみ開口を作り、この開口には扉を設けている。

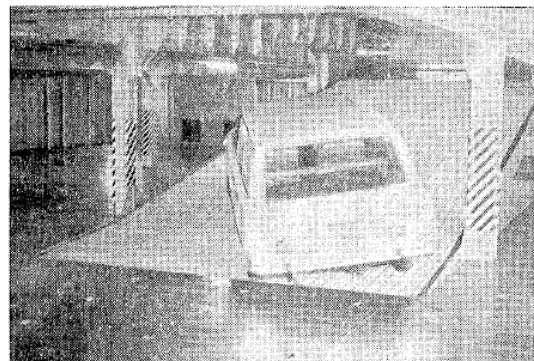
表7 開口の大きさ

	幅	高さ
第6カーデッキ	3.00m	2.15m
その他	3.00m	1.60m

3.5. 自動車用タラップ

いわゆる荷役設備は不要であるが、前記倉内交通装置のほかに、自動車が陸岸から本船に出入りするためのタラップとこれを設置するための装備が必要である。本船はこのための設備として次のものを持っている。

カーラダー	長さ	17m	幅	3.2m	2
カーラダー	長さ	8m	幅	3.2m	1
プラットフォーム					1
デッキクレーン		5t×11.5m			各玄1
サイドポート					
	幅	4.330m	高さ	5.205m	各玄2

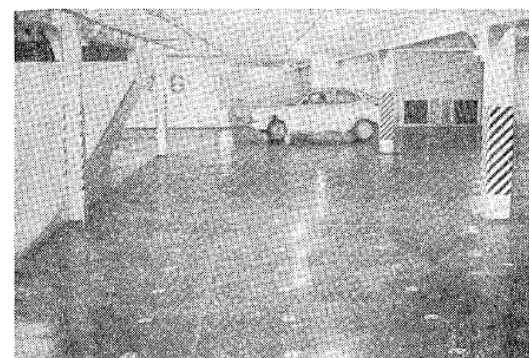


サイドポートは2番および3番船倉の各玄に1個、計4個ある。3番船倉右玄のもののみ第6および第7カーデッキからタラップをかけることができ、他は第5および第6カーデッキからこれをかけることができる。

自動車用タラップはカーラダーとプラットフォームからなる。カーラダーは本船に直角方向にかけることも、平行にかけることもできる。直角にかける場合はカーラダーを直接本船に接続する。平行にかける場合はプラットフォームを本船に持続し、さらにこのプラットフォームからカーラダーをかける。この場合カーラダーは船体に平行な位置から20度まで水平にずらしてかけることもできる。

陸岸とサイドポートの相対位置が近い場合には、短い方のカーラダーを使用する。カーラダーおよびプラットフォームは航海船橋甲板上に格納する。

以上の自動車用タラップの設置は、本船装備のデッキクレーンにより行なうことができる。



3.6. 自動車固縛装置

自動車は原則として縦方向に並べ、1台4本のラッシングワイヤーでカーデッキに固縛する。ラッシングワイヤーの長さは0.6mから1.2mまで伸縮自在である。

ラッシングワイヤーには両端にフックがついており、一端は自動車に、他端は甲板に引かける。このワイヤーを甲板にひっかけるため次のようなものを設けている。

(A) ラッシングホール

甲板全面に約1m間隔に直径100mmの小穴をあけ、これに下側から丸棒を溶接したもの

(B) クリンケルバー

波形にまげた丸棒を甲板上面に溶接したもの

(C) 三角リング(起倒式)

三角形のリングを甲板上面に溶接したもの

一般には(A)を、各倉各甲板の周囲には(B)を採用し、測度甲板およびタンク頂部には(B)または(C)を設けている。

3.7. 通風装置

日本海事協会の内規によれば、自動車運搬船の貨物倉の通風装置は、換気回数が1時間に10回以上であり、かつ、換気容量 Q が次式によって算出される値以上であることと定められている。

$$Q = 170 n$$

n : 荷役時倉内で同時に機関を働かせる最大自動車数

本船の換気回数は12回/時として計画しているので、上記最大自動車数は全倉で約50台となり、十分余裕をもっている。

4番船倉のみ自然給気、機動排気としている以外、

各船倉とも給気用および排気用通風機を各2台、ポート甲板上のケーシング内に設けている。通風機の発停は、通常配電室から行なうが、火災などの緊急の場合には、操舵室から緊急停止ができるようになっている。

通風機要目	立型軸流式
給気用	1,250/900 m^3 /min \times 33/18mmAq \times 19/7.5kw 6台
排気用	1,250 m^3 /min \times 33mmAq \times 19kw 6台
排気用	750 m^3 /min \times 45mmAq \times 15kw 2台

3.8. 照明設備

貨物倉内の照明はすべて蛍光灯とし、倉内見まわりのために必要なものは、安全増し防爆灯として常時点灯できるようにしている。このほかに貨物倉の排気ファンと連動して点滅する全閉防水型を多数装備しているので、荷役中は倉内を非常に明るくすることができる。

3.9. 消防および火災探知

倉内には次の消防設備を有する。

1. 射水装置
2. 固定式炭酸ガス消火装置
3. 持運び式消火器 (15ポンド ドライケミカル)
各倉各甲板2個ずつ

さらに煙管式火災探知装置を装備している