

合理的な乾舷設定法に関する研究

小川 剛孝*、田口 晴邦*、石田 茂資*、渡辺 巖*、
沢田 博史*、辻本 勝*、南 真紀子*

Study of a Rational Method of Assigning Freeboard

by

Yoshitaka OGAWA, Harukuni TAGUCHI, Shigesuke ISHIDA, Iwao WATANABE,
Hiroshi SAWADA, Masaru TSUJIMOTO and Makiko MINAMI

ABSTRACT

In Japan, the navigation area for domestic voyage ships had been divided two, namely the coastal area and the greater coastal area. The rule on load lines for the domestic voyage ship is relaxed compared to the international rule. Considering the difference of sea condition and so forth, the requirements for the rule in the greater coastal area are severer than that for ships in the coastal area. Recently, a new navigation area "the limited greater coastal area", which is located among the coastal area and the greater coastal area, has been introduced for the efficiency of domestic transportation. In the present, rule for the greater coastal area is applied to the ships in the limited greater coastal area in spite of the difference of sea condition. The setting of the rational rule for them is needed.

It is well known that deck wetness is one of factors for the basis of the rule on load lines. Deck wetness sometimes causes serious damage to the bow deck itself and structures on the deck. Many studies have been carried out on this phenomenon. It was found that the occurrence of deck wetness could be determined by the comparison of relative water height at stem with bow top height. However, only a few of the studies gave us quantitative information about water volume on deck, impulsive load and the relation between them and ship motion. A practical prediction method, which can be made use of by designers and rule-making people, is needed.

An experiment was carried out using a Japanese domestic tanker and a cargo ship model in regular and irregular waves in order to measure the shipping water load and so forth. Based on experimental results, prediction methods for shipping water height distribution and its load are proposed.

Using these prediction methods, estimation of the freeboard and bow height for ships navigating in the limited greater coastal area was carried out from the viewpoint of deck wetness.

*運動性能部

原稿受付 平成12年 7月11日

審査済 平成12年11月15日

目次

1. 緒言
2. 満載喫水線基準の役割及び評価指標
 - 2.1 はじめに
 - 2.2 満載喫水線基準の役割
 - 2.3 安全レベルの考え方
 - 2.4 まとめ
3. 内航船の乾舷設定法
 - 3.1 はじめに
 - 3.2 内航船の実態調査
 - 3.2.1 調査方法
 - 3.2.2 内航船の構成
 - 3.2.3 内航船の船型
 - 3.2.4 長さ及び総トン数毎の隻数分布
 - 3.2.5 船種と暴露甲板高さの関係
 - 3.3 満載喫水線規則の現状
 - 3.4 限定近海船の乾舷設定手順
 - 3.4.1 限定近海船の乾舷値
 - 3.4.2 限定近海船に対する乾舷指定条件
 - 3.5 まとめ
4. 日本周辺の波浪特性
 - 4.1 はじめに
 - 4.2 データソース
 - 4.3 データの検証
 - 4.4 波浪発現頻度
 - 4.5 日本周辺の海象と航行区域の関係
 - 4.5.1 平均波高
 - 4.5.2 平均波周期
 - 4.5.3 平均風速
 - 4.6 まとめ
5. 内航船の船体応答推定法
 - 5.1 はじめに
 - 5.2 実験方法
 - 5.2.1 規則波中実験
 - 5.2.2 不規則波中実験
 - 5.3 規則波中実験結果
 - 5.3.1 船体運動及び相対水位変動
 - 5.3.2 甲板荷重及び甲板水位
 - 5.4 不規則波中実験結果
 - 5.5 まとめ
6. 甲板荷重及び甲板上水位の推定法
 - 6.1 はじめに
 - 6.2 甲板荷重の推定法
 - 6.3 甲板上水位の推定法
 - 6.4 推定法の評価及び考察
 - 6.5 まとめ
7. 甲板荷重の長期予測法
 - 7.1 はじめに
 - 7.2 甲板荷重の短期予測

- 7.2.1 甲板荷重の超過確率
- 7.2.2 計算例
- 7.3 甲板荷重の長期予測計算
- 7.4 まとめ
8. 限定近海船の乾舷に係る技術的検討
 - 8.1 はじめに
 - 8.2 計算対象船及び計算条件
 - 8.3 計算結果
 - 8.3.1 限定近海で必要となる乾舷
 - 8.3.2 限定近海で必要となる船首高さ
 - 8.4 限定近海船に対する乾舷指定条件
 - 8.5 まとめ
9. 結言

1. 緒言

船舶が必要とする最小の乾舷及び船首高さは、満載喫水線条約及び国内規則である満載喫水線規則で規定されている。これらの基準は主として経験則に基づくものであり、制定後30年以上が経過して現在の船型及び航行実態が当時のそれとは異なってきたことなどから、見直し作業が行われつつある。また、この見直し作業においては、工学的手法を用いた合理的な基準の策定が望まれている¹⁾。

このうち国内規則に関しては、内航海運の効率化を図るため従来からの航行区域である沿海、近海等の他に限定近海という区分が平成7年に設けられた(図1.1参照)。このことから、国内基準の見直し作業として、限定近海を航行する船舶の乾舷及び最小船首高さを新たに設定することが検討されている。

このような検討に対応するため、当部では平成9年度より指定研究「合理的な乾舷設定法に関する研究」を開始した²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。はじめに、満載喫水線基準の役割を整理し、耐航性理論を用いた乾舷設定法について検討を行った。つぎに、限定近海を安全に航行するために必要となる最小の乾舷及び船首高さを設定するために必要となる入力データの整備及び評価手法の開発を行った⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

入力データの整備として、日本周辺の詳細な波浪データの解析を行い、長期予測計算を行うための波浪発現頻度表を作成した。その結果、限定近海の海象の特性は近海・遠洋よりもかなり沿海に近い等の知見を得た。また、評価手法の基本となる船体応答の推定法についても検討を行い、Strip法等の既存の推定法でも実用上十分であることを確認した。

さらに、船首高さの評価指標の一つである甲板荷重を定量的に評価するための推定法及び長期予測法の開発を行った。これにより、甲板荷重を精度良く推定することができることがわかった。

最後に、これらの入力データ及び評価手法を用いた設定法にもとづき、限定近海船の乾舷及び最小船首高さの設定を行ったので、以下に報告する。

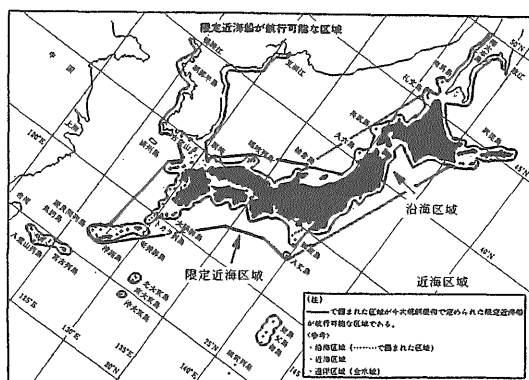


図 1.1 航行区域

2. 満載喫水線基準の役割及び評価指標

2.1 はじめに

ここでは、満載喫水線基準の役割及びその安全レベルの考え方について整理する。

2.2 満載喫水線基準の役割

現行の満載喫水線基準では、一定以上の水密性及び船員の保護設備等を備えた船舶において、最小の乾舷及び船首高さを規定することにより、満載喫水線より上部の水密区画の容積（予備浮力）や乾舷甲板等の海面からの高さが安全上適切なものとなるように定めている。その結果、復原力の重要な要素である予備浮力が確保されるとともに、甲板上への海水打ち込みが制限され、転覆の防止、開口部からの浸水の防止（ひいては沈没防止）や暴露甲板上で作業する船員の保護等の安全性が担保されることになる。これらの関係を図2.1に示す。また、海水打ち込みの制限は、復原性や暴露甲板上の構造設備の強度等に関する基準の前提条件としての役割も持っている。

これらのことから、海水打ち込みの制限は船の安全性確保に対して満載喫水線基準の果たす主要な機能の1つと言える。

2.3 安全レベルの考え方

海水打ち込みの制限から乾舷を考えた場合、打ち込みが全く生じないような乾舷値を要求するのは合理的ではない。前述した通り、海水打ち込みの制限は、復原性や暴露甲板上の構造設備の強度等に関する基準の前提条件となっている。よって、現行の満

載喫水線基準が担保している安全性を推定し、最低限これを満足するように設定することが妥当と考えられる。

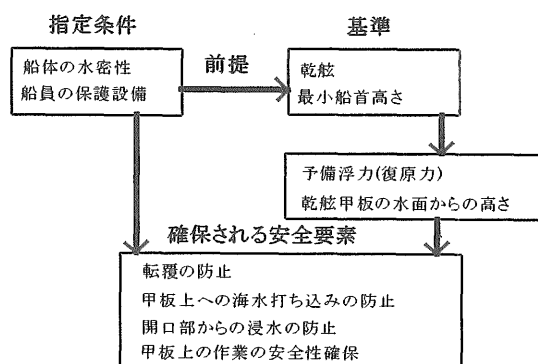


図2.1 満載喫水線基準と船の安全要素との関係

安全性を考える場合、予備浮力については、打ち込み頻度で評価できると考えられるが、甲板荷重を考慮する場合は荷重の大きさを定量的に評価することが望ましい。しかし、甲板荷重を定量的に評価するための既存の実用的手法はなく、甲板荷重は波が乾舷を越えた高さ（越波高さ）に比例するものとして荷重の評価を行っているのが実情である。

また、船首部と船体中央部では海水打ちこみとの関連が異なると考えられる。船体中央部は打ち込み水による衝撃荷重の発生はほとんどないと考えられる。後述する本研究で行った模型実験で、船体中央部甲板上における上下方向水圧を計測し、その事を確認している。これらのことより、船体中央部の乾舷を検討する際は甲板荷重ではなく主に水没性や予備浮力の観点から検討を行うのが適当であると考えられる。その際、復原性は他の規則で担保されているので、要求基準の設定においては復原力そのものの確保を考慮しないこととする。

2.4 まとめ

満載喫水線規則の持つ役割及び安全レベルの考え方について整理した結果以下のことがわかった。

- (1) 満載喫水線基準が船の安全性確保に対して果たす主要な機能は海水打ち込みの制限である。これは、復原性や暴露甲板上の構造設備の強度等に関する基準の前提条件としての役割も持っている。
- (2) 船体中央部の乾舷を検討する場合は主に予備浮力の観点から打ち込み頻度により設定するのが適当であると考えられる。
- (3) 船首部は、予備浮力だけでなく甲板荷重の観点から評価することが必要である。そのためには甲板荷重を定量的に推定する手法の開発が必要となる。

3. 内航船の乾舷設定法

3.1 はじめに

現在運航されている内航船について船型等の現状を調査した。これらの結果をもとに、限定近海船に対する満載喫水線基準の検討方法の整理を行った。

3.2 内航船の実態調査

3.2.1 調査方法

(社)日本海運集会所発行の内航船舶明細書(1996年版)を用いて、1995年6月30日に現存した内航船計5,038隻について、船種、航行区域、船型等を調査し、内航船の現状を明確にした。

3.2.2 内航船の構成

内航船の船種及び航行区域ごとの隻数を表3.1に示す。現在、満載喫水線規則が適用されている内航船は、航行区域が遠洋区域または近海区域の船舶及び沿海区域を航行区域とする長さ24m以上の船舶である。表3.1から規則の対象船は約4,500隻で、そのうち貨物船が約43%、タンカーが約18%を占め、ケミカルタンカー(約13%)を含めると、規則対象の内航船の約73%がこの3船種となることが分かる。

3.2.3 内航船の船型

内航船の船型を各船種ごとにまとめると図3.1のようになる。貨物船は主に二層甲板の遮楼甲板型等であり、タンカー及びケミカルタンカーは主に一層甲板の凹甲板型である。

3.2.4 長さ及び総トン数ごとの隻数分布

内航船全体の長さ及び総トン数ごとの隻数分布を図3.2及び図3.3に示す。長さベースで70m未満の船、総トン数ベースでは1,000GT未満の船が全体の約9割を占めている。総トン数ベースでは199GT型、499GT型、699GT型、999GT型の船が多数あることが分かる。沿海船の船長は一番長いものでも垂線間長 $L_{pp}=130m$ 未満であった。

3.2.5 船種と暴露甲板高さの関係

図3.4及び図3.5に貨物船及びタンカーについて、型深さから満載喫水を差し引いた値を横軸に垂線間長をとって示す。また、図中には満載喫水線規則で定められている基本乾舷と最小乾舷を点線で示す。全ての船は基本乾舷以上の乾舷を有する必要があるが、各船毎に現行規則で定められる諸修正が施されるため最小乾舷以上で基本乾舷以下の乾舷を有する船舶も存在する。貨物船は主に二層甲板船であるため喫水線から暴露甲板までの高さが比較的大きく、

海水打ち込みの観点から見るとタンカー等の他の船型と比較して有利な船型となっている事がわかる。

3.3 満載喫水線規則の現状

国内規則である満載喫水線規則では沿海及び近海・遠洋規定においてそれぞれ基本乾舷及び基準乾舷が船の長さ及び方形係数により定められている。これにより最低限の乾舷が確保される。さらに、これらの上に各船の構造配置に応じて各船固有の修正が施されて各船毎の乾舷が定められている。これらの規定を表3.2に示す。

3.4 限定近海船の乾舷設定手順

規則で基本的に担保されている安全性は、基本(基準)乾舷値と考えられるので、これらをもとに考えることとする。設定した安全性から限定近海船の基本的な乾舷を設定した後、諸修正を施すといった現行の枠組みを踏襲して行うことが適当と考えられる。

また、船首高さの取り扱いとして、遠洋・近海区域では乾舷と区別して規則を定めているのに対し、沿海区域では特に規定がない。前述のとおり、船首部と船体中央部の乾舷はその性質が若干異なると考えられる。そこで、限定近海での乾舷値を設定する際には、船首部と船体中央部の取り扱いを区別して考える。また、現在規定のない沿海船の船首高さについても同様の手法により設定を試みることにする。

3.4.1 限定近海船の乾舷値

現行の沿海船について、打ち込みに関する諸量(打ち込み頻度及び甲板荷重)の長期予測計算を行い、基本及び基準乾舷が担保する安全性を推定する。そして、これと同等の安全性で限定近海を航行するために必要となる乾舷値を設定する。船首部は甲板荷重及び打ち込み頻度の観点から検討し、船体中央部は予備浮力の観点から打ち込み頻度で検討する。

この際、海象条件が限定近海よりも相対的に厳しいと考えられる近海の基準を満足している二層甲板の貨物船については、特に検討を行わない。ここではタンカー等の沿海規定で定められている乾舷で沿海を航行する船舶についてのみ設定する。

3.4.2 限定近海船に対する乾舷指定条件

表3.3に乾舷値を決める前提条件となる水密性等の沿海及び近海における基準をそれぞれ示す。船長30m以上の船舶の場合、沿海と近海の基準はほとんど同じであるが、機関室口囲壁出入り口の敷居高さ等の基準が沿海と近海では異なる。よって、限定近海の基準を設定する際は、これらについての基準を検討する。

3.5 まとめ

現在運航されている内航船の現状について調査した結果をもとに、限定近海船に対する満載喫水線基準の検討方法の整理を行ったところ以下のことがわかった。

- (1) 現行の内航船は貨物船及びタンカーがその大半を占める。
- (2) タンカーは主に一層甲板の凹甲板型であり、貨物船は主に二層甲板の遮楼甲板型等である。
- (3) 貨物船は暴露甲板までの高さが比較的大きく、海水打ち込みの観点から見るとタンカー等の他の船型と比較して有利な船型となっていると考えられる。
- (4) 沿海船の船長は一番長いものでも垂線間長Lpp=130m以下である。

- (5) 現行の沿海船について打ち込みに関する諸量(打ち込み頻度及び甲板荷重)の長期予測計算を行う。これにより現行基準で定められる基本及び基準乾舷が担保する安全性を推定する。そして、これと同等の安全性で限定近海を航行するために必要となる乾舷を推定する。船首部は甲板荷重及び打ち込み頻度の観点から検討し、船体中央部は予備浮力の観点から打ち込み頻度で検討する。
- (6) 水密性等の基準は設定した限定近海の乾舷値をもとに設定する。その場合、基準として沿海基準とするか遠洋・近海基準とするか、あるいは新たに基準を設定するかについても検討する。

表3.1 内航船の構成 (船種、航行区域別)

船種\航行区域	平水区域	沿海区域	近海区域	遠洋区域	合計
貨物船	160	1,824	140	0	2,124
油送船	215	770	39	0	1,024
土砂運搬船	125	536	10	0	671
ケミカルタンカー	16	548	21	0	585
セメント専用船	15	156	18	0	189
LPG	3	122	13	0	138
その他	20	276	58	1	355
合計	554	4,232	299	1	5,086

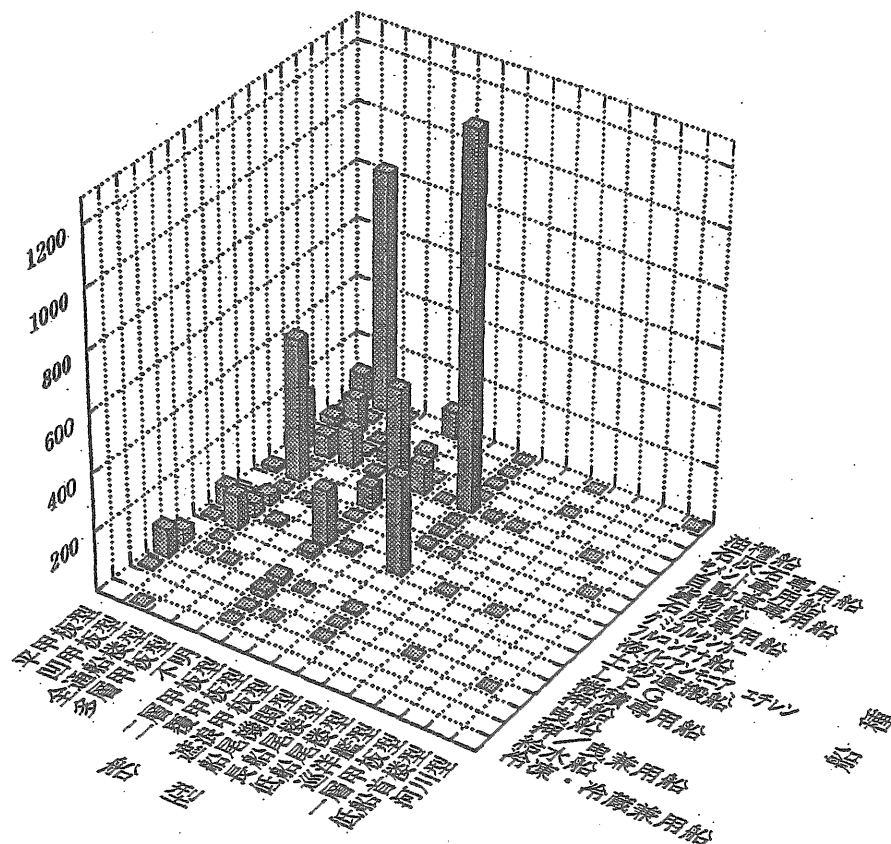


図3.1 内航船の船種毎の内訳

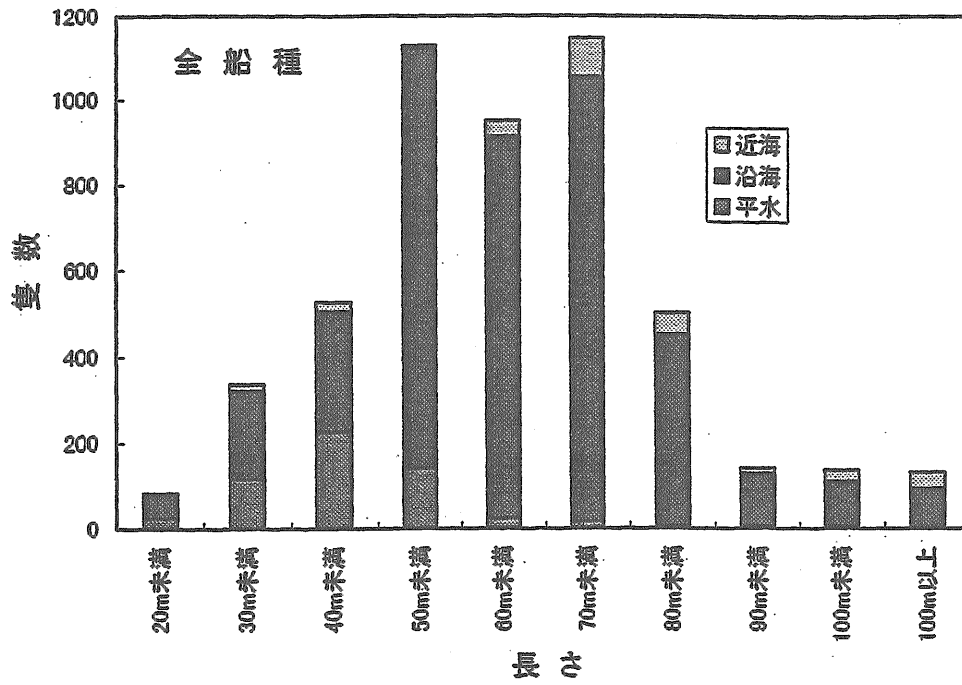


図3.2 内航船の長さ毎の隻数

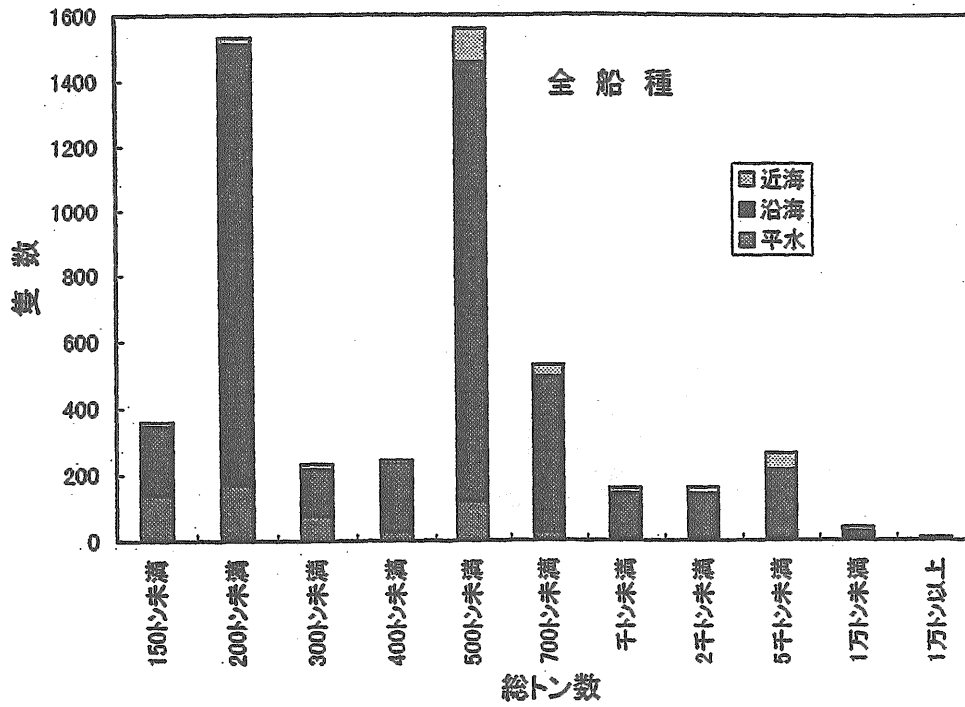


図3.3 内航船の総トン数毎の隻数

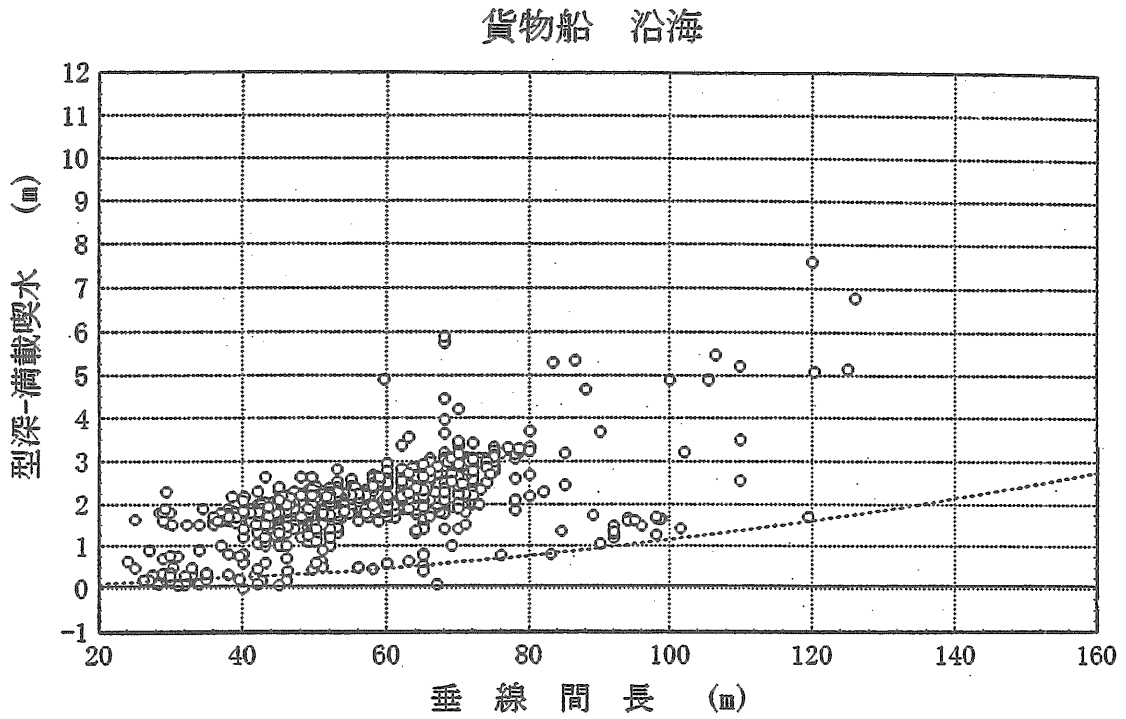


図3.4 満載喫水線から暴露甲板までの高さ (沿海区域を航行する貨物船)

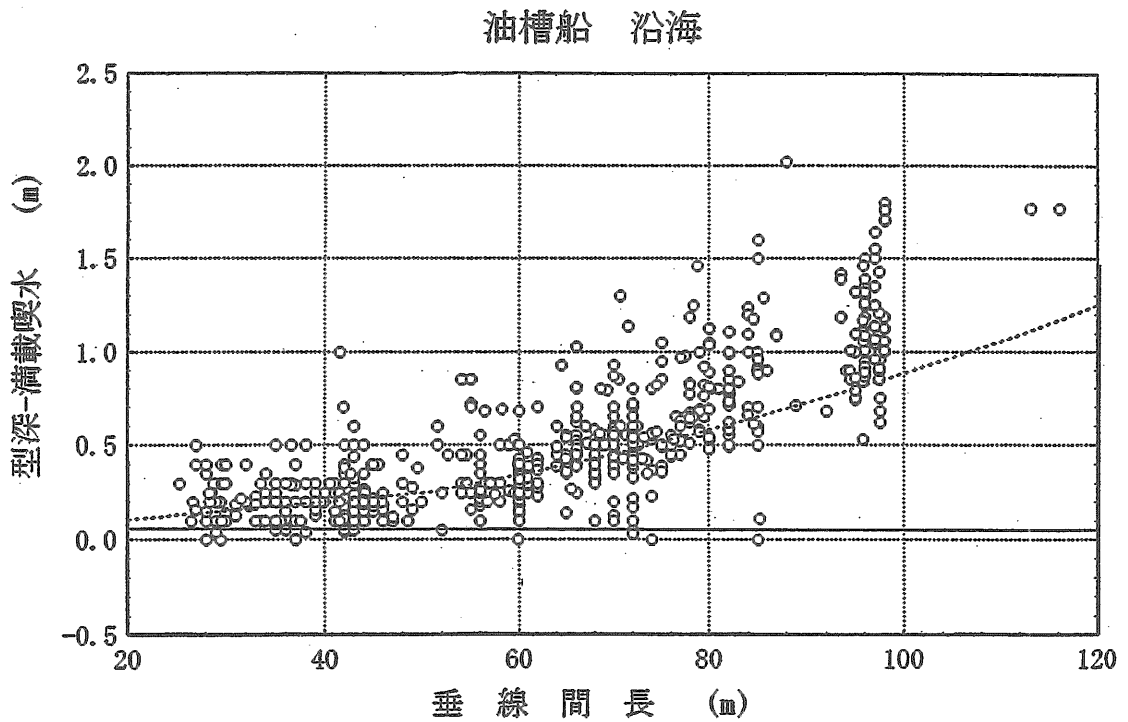


図3.5 満載喫水線から暴露甲板までの高さ (沿海区域を航行するタンカー)

表3.2 沿海及び遠洋・近海区域を航行する船舶に係る満載喫水線規則

	沿海区域	遠洋区域又は近海区域
基準乾舷 (沿海では基本乾舷)	$\frac{Cb+0.68}{1.36} \cdot F$ で得られる乾舷 (Cbは方形係数で0.68未満の時は0.68とする。) (第70条) ○Fは以下の算式で算定した値 Lが50m以下の船舶 タンカー以外の船舶 : 0.8L タンカー : 0.5L Lが50m以上の船舶 タンカー以外の船舶 : $(L/10)^2 + L/10 + 10$ タンカー : $(L/10)^2 + L/10 + 10$	表定乾舷又は修正表定乾舷に $\frac{Cb+0.68}{1.36}$ を乗じて得られる乾舷 (Cbは方形係数で0.68未満の時は0.68とする。) (第51条)
船の深さによる修正	船の中央における型深さが船の長さの十五分の一をこえる船舶にあつては、 $R \times (D_0 - L/15)$ (cm) で算定した値を基本乾舷に加える。(第71条) L : 船の長さ(m) D ₀ : 船の中央における型深さ(m) R : 以下の通り Lが50m未満の船舶 : 20 Lが50m以上100m未満の船舶 : 0.1L + 15 Lが100m以上の船舶 : 25	乾舷用深さが船の長さの十五分の一をこえる船舶にあつては、 $R \times (D - L/15)$ (cm) で算定した値を基本乾舷に加える。(第52条) L : 船の長さ(m) D : 乾舷用深さ(m) R : 以下の通り Lが120m未満の船舶 : $1 / (0.48L)$ Lが120m以上の船舶 : 250 次の以下に該当するものについては上記の式で算定した値を減ずる。 1. 船舶の中央部に船の長さの六十パーセントの長さの閉囲船楼を有するもの 2. 全通トランクを有するもの 3. 閉囲された分立船楼とトランクとが結合して船首から船尾まで全通するもの
船楼及びトランクによる修正	閉囲された船楼又はトランクを有する船舶にあつては、 $\frac{50 \times \sum l_s \cdot h_s}{L}$ で算定した値を基本乾舷より減ずる。(第72条) l _s : 閉囲された船楼又はトランクの有効長さ(m) h _s : 閉囲された船楼又はトランクの高さ(m)	船楼の有効長さとしてトランクの有効長さとの和が船の長さより小さい船舶は、船長に応じて以下の通り減ずる。(第53条) 船長24m以下 : 350 (mm) 船長85m : 860 (mm) 船長122m以上 : 1070 (mm) (間の船長については1次補間法により算定する) 船楼の有効長さとしてトランクの有効長さとの和が船長より小さい船舶についても上記の減少幅に定める百分率を乗じた値を減ずる。(第54条)
舷弧による修正	舷弧を有する船にあつては、 $\{2.5(L+30) - 100(S_f + S_a)\} \times (0.75 - S/2L) \times (1/6)$ で算定した値を、値が正の場合はその値を基本乾舷に加え、負の場合はその値の絶対値(その値の絶対値が船の長さ(m)に0.125乗じた値より大きい時は0.125L)を基本乾舷より減ずるものとする。(第73条) L : 船の長さ(m) S _f : 船首垂線における舷弧の高さ(m) S _a : 船尾垂線における舷弧の高さ(m) S : 船の長さの範囲内にある閉囲された船楼の長さの和(m)	舷弧による基準乾舷の修正の幅は $X(0.75 - S/2L)$ (mm) で算定した値とする。(第57条) X : 舷弧の高さの不足分又は超過分 S : 閉囲船楼の合計長さ L : 船の長さ 乾舷の高さが超過分を生ずる場合において、船の中央から前方及び後方にそれぞれ船の長さの十分の一の部分に周囲船楼を有する船舶にあつては、上式の修正の幅に当該部分の範囲内にある船楼の長さの船の長さの五分の一に対する割合を乗じて定める値を、基準乾舷から減ずるものとする。この場合において、舷弧の高さの超過分による乾舷の控除の最大限は、船の長さ100mについて125mの割合とする。
鋼製ハッチカバーによる修正	鋼製ハッチカバーを有する船舶(タンカーを除く)にあつては、下記の値を基本乾舷から減ずることができる。(第74条) 船の長さL(m) Lが100m以下 : 4.0cm Lが110m : 5.0cm Lが120m : 8.0cm Lが130m : 12.0cm (船長がこの表に掲げるものの中にあるときは、一次補間法により減少幅を算定する)	
船首高さによる修正		船首高さが以下の算式で算定した値より小さい場合は、その差を基準乾舷に加えるものとする。(第58条) 船の長さLが250m未満の船舶 $56L(1-L/500) \frac{1.36}{Cb+0.68}$ (mm) Lが250m以上の船舶 $7000L \frac{1.36}{Cb+0.68}$ (mm) (Cbは方形係数で0.68未満の時は0.68とする。)

表3.3 沿海船及び近海船に係る船体の水密性等の基準

乾舷指定条件 (基準)	沿海船	近海船
(1) 船楼端隔壁の出入り口の敷居の高さ	380 mm	380 mm
(2) ハッチコーミングの高さ (貨物船) 第一位置 第二位置 (タンカー) L > 60 m で甲板口の面積が1.5m ² 未満の場合 第一位置 第二位置 L ≤ 60 m の場合 上甲板上 膨張トランク上	600 mm (L ≥ 30 m) 450 mm (L < 30 m) 450 mm (L ≥ 30 m) 300 mm (L < 30 m) 600 mm 450 mm 600 mm (L ≥ 30 m) 450 mm (L < 30 m) 300 mm (L ≥ 30 m) 適当な高さ (L < 30 m)	600 mm 450 mm 600 mm 450 mm 600 mm 450 mm
(3) 機関室口囲壁の出入り口の敷居の高さ	450 mm (暴露甲板第一位置)	600 mm (暴露甲板第一位置) 380 mm (暴露甲板第二位置)
(4) 乾舷甲板等における昇降口室の出入り口の敷居の高さ 第一位置 第二位置	450 mm (L ≥ 30 m) 300 mm (L < 30 m) 300 mm (L ≥ 30 m) 150 mm (L < 30 m)	600 mm 380 mm
(5) 通風筒のコーミングの高さ 第一位置 第二位置	900 mm (L ≥ 30 m) 760 mm (L < 30 m) 760 mm (L ≥ 30 m) 450 mm (L < 30 m)	900 mm 760 mm
(6) 空気管の高さ 暴露された上甲板 暴露された船楼甲板	760 mm (L ≥ 30 m) 760 mm (L < 30 m) 450 mm (L ≥ 30 m) 300 mm (L < 30 m)	760 mm 450 mm
(7) 放水口の面積	近海船と同じ	
(8) ブルワーク又はガードレールの高さ	近海船と同じ	
(9) 船楼端隔壁の強度	近海船と同じ	
(10) 甲板室の強度	近海船と同じ	

4. 日本周辺の波浪特性

4.1 はじめに

前章で述べた設定法で限定近海船に対する満載喫水線基準の要件を検討するためには、日本近海の波浪データを収集して航行区域ごとの海象の特徴を明らかにするとともに、船体応答推定法の入力データとして整理する必要がある。当部では、従来から船舶通報データや波浪追算データを収集し統計的に解析した結果を図表にするとともに波浪データベースとして整備している⁹⁾が、それらのデータは北太平洋全域を対象としているため、データの区分海域が広く、内航船の基準の検討に用いることは不適切であると考えられる。そこで、新たに日本近海の詳細な波浪情報を収集・整理し、長期予測法の入力データとするとともに、その統計的性質について調べたので以下に報告する。

4.2 データソース

データは、(財)日本気象協会作成の局所波浪データを用いた。これは1日2回気象庁から配信される風の現況データを基に気象協会で波浪推算を行ったデータである。現況データは6分格子で配信されるが、推算は地形による遮蔽と局所的な風波を加味した2分格子(約3.2km)で行なっている。図4.1に計算地点を示す。これらの海域についての波高、波周期、波向、風速、風向のデータが1994年2月から提供されている。

4.3 データの検証

海象データは、海象の長期変動や異常気象等により年度毎に変動することも想定される。そこで、局所波浪データを長期予測法の入力データとして整理するのに先立ち、データの信頼性を検証するために、図4.2に示す海域及び航行区域ごとにデータを抽出し、各年度ごとの平均波高、平均波周期を求めた結果を表4.1及び表4.2に示す。これにより対象とする5年間(1994年2月～1999年2月)での年度毎の変動について調べた。表から1996年及び1997年の平均波高及び平均波周期が他の年に比べて大きくなっていることがわかる。

そこで、これらの結果が実際の気象と整合性があるかどうかを調べるために、1995年～1998年の各月毎に日本周辺を通過した熱帯低気圧の延べ件数を調べた結果を表4.3に示す。表中の件数は同じ熱帯低気圧が数日間日本周辺にとどまった場合1日毎に1件として集計した。この結果、1996年及び1997年の件数が他の年度よりも多くなっており、局所波浪データの結果と整合性が取れていることがわかる。

4.4 波浪発現頻度

乾舷及び船首高さの評価計算(海水打ち込みの長期

予測計算等)の入力データとするため、限定近海区域及び沿海区域について太平洋側、日本海側、全域のデータを抽出し、波浪頻度分布表を作成した。これらを表4.4から表4.9に示す。また、図4.2に示す海域区分ごとの波浪頻度分布表を作成した。これらを付録1に表1-1から表1-25に示す。

これらの表から限定近海では沿海に比べて平均波高が大きく、平均波周期も長くなっていることが分かる。その差は平均波高で10～15cm、平均波周期で0.1～0.3秒程度となっている。また、沿海及び限定近海では10秒をこえる長周期の波は夏季及び秋季に集中していることがわかる。

海域区分の違いによる波高分布の違いを調べるために波高の超過確率を求め、北太平洋のデータ⁹⁾との比較を行った。北太平洋のデータは図4.3に示す海域区分のうち近海区域に相当するもの(図中ハッチング部分)及び北太平洋全域として全海域のデータをまとめたものを示す。通年及び四季別の超過確率を図4.4に示す。この図から沿海及び限定近海では波高にほとんど差はないこと、外洋に行くにつれて大波高の頻度が高くなることが分かる。もともっているデータは異なるものの、近海以遠と沿海及び限定近海では波高の超過確率に違いがあり、特に冬季にその差は大きくなる。これらのことから限定近海区域での海象の特性は近海及び遠洋よりもかなり沿海に近いと考えられる。

4.5 日本周辺の海象と航行区域の関係

1994年2月から1999年2月までの5年分の局所波浪データを用いて図4.1に示す領域の各計算点(緯度経度2分おき)の平均波高、平均波周期(波長)を四季別及び通年で求め、等波高線図、等波周期(波長)線図、等風速線図を作成した。これらを用いて日本周辺の海象・気象と航行区域の関係について検討を行ったのでその結果を以下に示す。

4.5.1 平均波高

通年及び四季別の等波高線図を図4.5に0.25m間隔で示す。図中には、参考のため沿海区域の境界及び限定近海船が航行可能な区域(以下、便宜上、限定近海区域と呼ぶ)の境界をそれぞれ太実線及び破線で示している。日本近海の波高の特徴に関しては、これまでも波浪データの海域区分ごとの平均値からある程度明らかになっているが、等波高線図の形で見るとより詳細な特徴が分かる。

これらの図から日本近海の波高の特徴として以下のことが挙げられる。

- (1) 陸岸からの距離と波高との関係を見ると日本海側も太平洋側もほぼ距岸20～30海里程度までは波高が急に高くなるが、それ以遠では変化の度