

小型船舶の復原性に関する調査研究報告書

平成27年8月

日本小型船舶検査機構

「小型船舶の復原性に関する調査研究報告書」

目 次

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 1 | 調査研究の目的及び実施方法 | 1 |
| 1.1 | 調査研究の目的 | 1 |
| 1.2 | 調査研究の内容及び実施方法 | 1 |
| 1.3 | 委員会等について | 1 |
| 1.3.1 | 委員会の構成 | 1 |
| 1.3.2 | 委員会の開催 | 2 |
| 2 | 小型船舶の復原性基準 | 4 |
| 2.1 | 検討に至る経緯 | 4 |
| 2.2 | 一般船に適用される復原性基準 | 7 |
| 2.3 | 旅客船に適用される復原性基準 | 9 |
| 2.4 | 小型船舶の定員(実績値) | 11 |
| 2.5 | 内水面を航行する小型船舶に適用される復原性基準 | 12 |
| 2.6 | 諸外国の安全性規制 | 13 |
| 2.7 | 小型船舶安全規則における不沈性要件 | 16 |
| 3 | 新算定方法案 | 17 |
| 3.1 | 一般船における新算定方法案 | 17 |
| 3.2 | 新算定方法案の基準案 | 18 |
| 3.3 | 旅客船に対する数値解析による定員の推定と運航状況等の実態調査 | 20 |
| 4 | 海上技術安全研究所による気象海象データ解析調査 | 21 |
| 4.1 | 調査概要 | 21 |
| 4.2 | 調査目的 | 21 |
| 4.3 | 調査内容 | 21 |
| 4.4 | 各海域の距岸毎の平均値 | 26 |
| 4.5 | 発生頻度分布を用いた波岨度の解析 | 42 |
| 4.5.1 | 有義波高と有義波周期の発生頻度分布表 | 42 |
| 4.5.2 | 平均波岨度の解析 | 43 |
| 4.6 | 小型船舶の適切な船尾乾舷の検討 | 51 |
| 4.6.1 | 現行の縦波中余裕乾舷 | 51 |
| 4.6.2 | 適切な余裕乾舷の検討 | 54 |

| | | |
|-------|------------------------------------|-----|
| 5 | 田辺技術士事務所による旅客船の復原性分析調査 | 57 |
| 5.1 | 調査概要 | 57 |
| 5.2 | 現状の把握と問題点 | 57 |
| 5.2.1 | 本検討に使用した復原性データ | 57 |
| 5.2.2 | 現状の把握と問題点 | 58 |
| 5.3 | 総トン数5トン未満と5トン以上の限定沿海旅客船の検討 | 60 |
| 5.3.1 | 船種と最大搭載人員との関係 | 60 |
| 5.3.2 | 5トン未満船の最大搭載人員を決定する小安則第103条について | 61 |
| 5.3.3 | N1式による5トン未満船と5トン以上線のN1値の比較 | 62 |
| 5.3.4 | 小安則第101条の限定沿海旅客船のC係数 | 63 |
| 5.4 | 附属書[2-2]適用船の検討 | 66 |
| 5.4.1 | 附属書[2-2]適用船と第103条適用船の主要寸法の比較 | 66 |
| 5.4.2 | 附属書[2-2]適用船の最大搭載人員 | 67 |
| 5.4.3 | 附属書[2-2]の計算式について | 68 |
| 5.5 | 総トン数5トン以上平水区域旅客船の検討 | 69 |
| 5.5.1 | 総トン数5トン以上平水区域旅客船の船型別旅客定員の比較 | 69 |
| 5.5.2 | 細則附属書[11]第1号書式(旧船舶復原性規則第1号書式)について | 70 |
| 5.5.3 | 附属書[11]第1号書式と小安則第103条式による最大搭載人員の比較 | 72 |
| 5.6 | 考察 | 74 |
| 5.6.1 | 乾舷Fの調整による最大搭載人員の制限 | 74 |
| 5.6.2 | 米国連邦規則46CFR170.170について | 76 |
| 5.6.3 | 総トン数5トンを境とした平水旅客船の定員について | 78 |
| 5.6.4 | 小安則第103条N1式を基準にした比較について | 79 |
| 6 | 一般船における乾舷要求式 | 101 |
| 6.1 | 現行の中央乾舷 | 101 |
| 6.2 | 現行の船尾乾舷 | 102 |
| 6.3 | 代替措置における中央乾舷 | 104 |
| 6.3.1 | 10度横傾斜に関する乾舷要求式 | 104 |
| 6.3.2 | 乗員搭載に関する乾舷要求式 | 104 |
| 6.3.3 | 縦波に関する乾舷要求式 | 105 |
| 6.3.4 | 海域別距岸別の波岨度の最大値 | 107 |
| 6.3.5 | 気象海象データ(最大波岨度値)による乾舷計算式 | 108 |
| 6.4 | 代替措置における船尾乾舷 | 109 |
| 6.5 | 航行区域制限(5海里制限) | 111 |
| 6.6 | 長さ制限(2.8m) | 111 |
| 6.7 | 新算定方法案による検証(一般船) | 112 |

| | | |
|-----|-------------------------|-----|
| 7 | まとめ | 113 |
| 7.1 | 小型船舶の復原性基準 | 113 |
| 7.2 | 旅客船における復原性基準 | 117 |
| 7.3 | 内水面を航行する小型船舶に適用される復原性基準 | 117 |
| 8 | 結言 | 118 |

参考資料

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 参考資料1 | 日本小型船舶検査事務規程及び同細則 | 1 |
| 参考資料2 | 復原性基準の比較(一般船) | 5 |
| 参考資料3 | 復原性基準に関する問題点の事例 | 6 |
| 参考資料4 | 復原性基準の比較(旅客船) | 12 |
| 参考資料5 | 米国の安全規制における最大搭載人員の決定について | 13 |
| 参考資料6 | ISO規格における不沈性について | 30 |
| 参考資料7 | 日本舟艇工業会におけるミニボート技術指針について | 35 |
| 参考資料8 | 有義波高と有義波周期の発生頻度表 | 42 |
| 参考資料9 | 距岸別気象海象データ解析調査 | 別冊 |

1. 調査研究の目的及び実施方法

1. 1 調査研究の目的

小型船舶の安全確保に対し復原性能は最も重要な要素であり、小型漁船以外の小型船舶については、小型船舶安全規則（以下「小安則」という。）及び日本小型船舶検査機構検査事務規程細則（以下「細則」という。）にその基準が定められているところである。

上述のとおり、小型船舶の復原性の基準は、小安則及び細則によるところであるが、特に単胴船体について、旅客定員が12名以下の船舶は、長さ3.3mを境に基準が異なり、また旅客定員が12名を超える船舶は、総トン数5トンを境に異なる基準が適用されることとなり、算定の結果、詳細基準より簡易基準の方が、復原性に係る定員をより多く与える場合がある。

このため、適用基準が異なる各境界付近の定員数の調査などにより、各基準の分析、諸外国の基準との比較検証、基準策定のためのシミュレーション等から代替基準案の策定を目的とする。

1. 2 調査研究の内容及び実施方法

「小型船舶の復原性に関する検討委員会」を設置し、次の調査、研究を行った。

- ① 現行の復原性基準の実態の調査による課題整理
- ② 諸外国の基準との比較
- ③ 試算（基準策定のためのシミュレーションなど）
- ④ 解析（沿岸域の気象海象データ解析、旅客船の復原性分析など）
- ⑤ 代替基準案の検討・策定等

1. 3 委員会等について

1. 3. 1 委員会の構成（委員50音順）

| | | |
|--------|------------------|--|
| 委員長 | 田口 晴邦 | 国立開発研究法人海上技術安全研究所 流体性能評価系 耐航性能研究グループ グループ長 |
| 委員 | 石井 哲郎 | 一般財団法人日本造船技術センター 海洋技術部主幹 兼 技術課長 |
| 委員 | 内野 一弘 | 一般社団法人日本マリン事業協会 技術委員長 |
| 委員 | 田辺 靖夫 | 一般財団法人舟艇協会 監事 |
| 関係官庁 | 金子 栄喜 (加藤 光一) | 国土交通省 海事局 安全政策課長 同上前任者) |
| 関係官庁 | 岩本 泉 (園田 敏彦) | 国土交通省 海事局 検査測度課長 同上前任者) |
| オブザーバー | 黒田 貴子 | 国立開発研究法人海上技術安全研究所 流体性能評価系 耐航性能研究グループ |

| | | |
|------------|-------------|--------|
| 日本小型船舶検査機構 | 理事 | 秋田 務 |
| (以下、事務局) | 監事 | 遠藤 健一 |
| | 業務部 業務部長 | 重富 徹 |
| | 業務部 登録測度課長 | 大澤 広起 |
| | 業務部 検査検定課長 | 山本 眞佐夫 |
| | 業務部 検査検定課係長 | 伊南 靖尚 |
| | 業務部 検査検定課 | 青木 宏太 |
| | 業務部 調査企画課長 | 三野 雅弘 |
| | 業務部 調査企画課 | 河村 輝義 |
| | 業務部 調査企画課 | 金子 知布 |

1. 3. 2 委員会の開催

第1回 委員会

- ① 開催年月日 平成 26 年 1 月 29 日(水)
- ② 開催場所 日本小型船舶検査機構 第一会議室
- ③ 出席者
委員:田口 晴邦(委員長)、石井 哲郎、内野 一弘、田辺 靖夫
関係官庁:岡井専門官(代理:安全政策課長)、竹原検査官(代理:検査測度課長)
- ④ 議事次第
 - (1) 委員長の選出
 - (2) 事業計画について
 - (3) 現行の復原性基準に関する問題点について
 - (4) 諸外国の安全規制における最大搭載人員の決定について
 - (5) 基準作成案の基本的な考え方と今後の検討課題について

第2回 委員会

- ① 開催年月日 平成 26 年 6 月 25 日(水)
- ② 開催場所 日本小型船舶検査機構 第一会議室
- ③ 出席者
委員長:田口 晴邦
委員:石井 哲郎、内野 一弘、田辺 靖夫
関係官庁:岡井専門官(代理:安全政策課長)、竹原検査官(代理:検査測度課長)
- ④ 議事次第
 - (1) 現行の基準の問題点の整理について
 - (2) 問題点への対応案について

第3回 委員会

- ① 開催年月日 平成 26 年 12 月 18 日(木)
- ② 開催場所 日本小型船舶検査機構 第一会議室
- ③ 出席者
委員 長:田口 晴邦
委員 員:石井 哲郎、内野 一弘、田辺 靖夫
関係官庁:岡井専門官(代理:安全政策課長)、竹原検査官(代理:検査測度課長)
- ④ 議事次第
(1) 現行基準についての対応確認

第4回 委員会

- ① 開催年月日 平成 27 年 5 月 18 日(月)
- ② 開催場所 日本小型船舶検査機構 第一会議室
- ③ 出席者
委員 長:田口 晴邦
委員 員:石井 哲郎、内野 一弘、田辺 靖夫
関係官庁:森吉専門官(代理:安全政策課長)、山澤統括(代理:検査測度課長)
- ④ 議事次第
(1) 距岸別気象海象データの解析調査結果
(2) 小型艇の定員逆転現象の対応
(3) 内水面を航行する大型艇についての対応
(4) 報告書骨子案

第5回 委員会

- ① 開催年月日 平成 27 年 8 月 24 日(月)
- ② 開催場所 日本小型船舶検査機構 第一会議室
- ③ 出席者
委員 長:田口 晴邦
委員 員:石井 哲郎、内野 一弘、田辺 靖夫
関係官庁:森吉専門官(代理:安全政策課長)、岡井検査官(代理:検査測度課長)
- ④ 議事次第
(1) 報告書(案)について
(2) 今後の展開について

2 小型船舶の復原性基準

2.1 検討に至る背景

(1) 旅客定員が 12 名以下の小型船舶

長さ 3.3m 以上の旅客定員が 12 名以下の小型船舶(以下「一般船」)は、小型船舶安全規則(以下「小安則」)第 102 条及び第 103 条が、長さ 3.3m 未満の一般船は、小型船舶検査機構検査細則第 1 編附属書[2-6] (参考資料 1)が適用され、復原性に関する最大搭載人員が決定される。すなわち、長さ 3.3m を境として復原性基準が異なることから、長さ 3.3m 付近の一部の船舶にあつては、長さの長い船舶より短い船舶の方が、多くの定員を与える場合が存在する(図 2-1)。現場の検査員からは、3.3m 未満の小型の船舶の方が多くの定員が確保できる場合、受検者からの質問に対して説明に苦慮する場合はあるとの報告がある。

このため、本調査では 3.3m 未満の復原性基準(細則第 1 編附属書[2-6])の見直しを視野におき、小安則第 102 条及び第 103 条における定員算定の結果等を踏まえて、境界における両基準が整合するような基準の検討を行った。

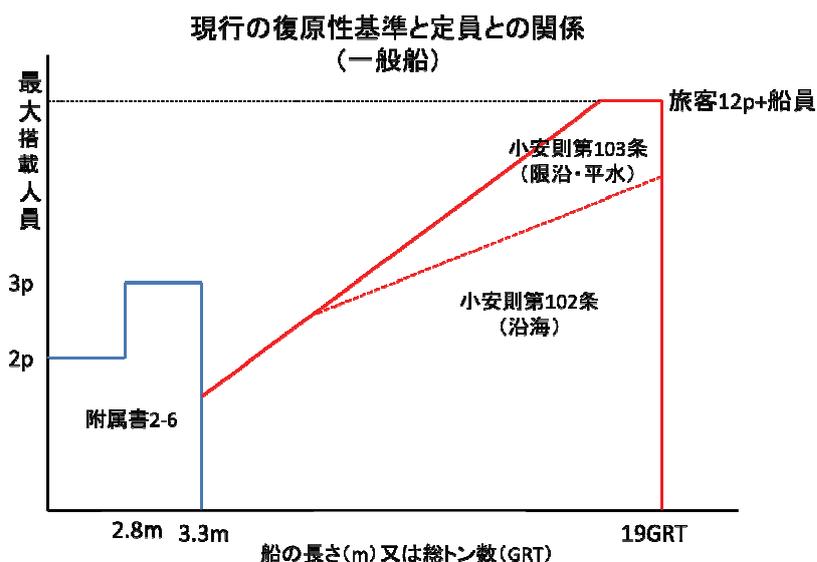


図 2-1 最大搭載人員と復原性準との関係(一般船)

昭和 60 年当時、長さが 3m 程度の船舶については、小安則第 102 条及び同第 103 条による定員算定を実施した場合、受検者が満足する定員付与が困難な状況にあったことから、日本小型船舶検査機構は、「小型船舶の復原性基準等に関する調査研究(S61.3)」において検討を行った。当時、現存する船舶データから定員 3 名(又は 2 名)を確保することを目的として検討が行われた結果、長さ 3.3m 未満の船舶に対し、有効乾舷の確保及び十分な幅を有することが要求され、いずれか一方を満たさない場合は、定員を 1 名減じる内容の基準が策定された(附属書[2-6])。

● 小安則第103条に対する船尾乾舷の要求について

小安則第103条の(ii)式は、縦波による船尾乾舷の減少を想定し、最小乾舷をL/40としている。

$$(ii)式: N \geq \frac{LB(F_2 - 0.025L)}{0.33}$$

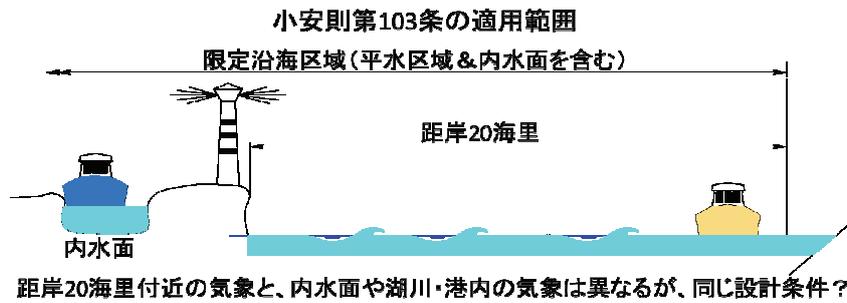


図 2-3 内水面を航行する小型船舶に適用される条件

2.2 一般船に適用される復原性基準

(1)適用される復原性基準の比較

旅客定員 12 名以下の小型船舶に適用される復原性基準を表 2-1 に示す。小型船舶の復原性基準については、航行区域や長さに応じて 3 つの基準が存在する。

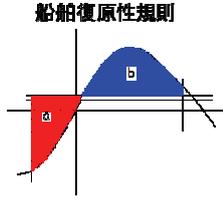
沿海区域を航行する一般船は、小安則 102 条の 3 つの算式に対する有効乾舷により定員が定められている。3 つの算式とは、「乗員の横移動」、「航行中 10° の船体横傾斜」、「縦波の影響 ($\lambda=L/40$) と乗員の縦移動」である。限定沿海区域及び平水区域を航行する一般船は、小安則第 103 条の「航行中 10° の船体横傾斜」を除く 2 つの算式に対する有効乾舷により定員が定まる。

したがって、小安則第 102 条、第 103 条ともに、船体が大きく有効乾舷が大きければ大きい程、多くの定員となる。なお、一般船の要件として旅客定員が 12 名以内に制限される。

長さが 3m 程度の船舶については、昭和 60 年当時、小安則第 102 条及び小安則第 103 条により定員を算定した場合、現存船が満足する定員を与えることが困難な状況にあったため、前述のとおり「小型船舶の復原性基準等に関する調査研究」において、当時の現存船のデータから定員 3 名若しくは 2 名を確保できるよう検討が行われた。この結果、船舶の幅と一定の乾舷を確保できれば、定員 3 名若しくは 2 名が確保できることとなった。ただし、この適用の範囲は長さ 3.3m 未満の船舶である。

なお、小安則第 101 条は、長さ 24m 以上の沿海区域を航行する船舶及び近海区域以上を航行する船舶に適用される。これらの船舶は船舶復原性規則が適用され、国の検査対象船舶である。(参考資料 2)

表 2-1 復原性基準の比較(旅客定員 12 名以下の小型船舶)

| 適用条文 | 適用される復原性基準 | | | | |
|------|---|--|------------|------------------------|------------------------|
| | 第101条(小安則) | 第102条(小安則) | 第103条(小安則) | 附属書2-6(検査事務規程細則) | |
| | | | | $2.8m \leq L < 3.3m$ | $L < 2.8m$ |
| 適用船舶 | 沿海(長さ24m以上に限る) 近海 | 沿海 (限定沿海区域を除く) | 平水 限定沿海 | 平水 | 限定沿海 |
| 基準 |  $C = b/a \geq 1.0$ | $N \leq CLB F$ | 同左 | $N \leq 3$ | $N \leq 2$ |
| | | $N \leq \frac{LB(F_1 - f)}{0.096}$ | | F 及び $F 2 \geq 0.26$ | F 及び $F 2 \geq 0.23$ |
| | | $N \leq \frac{LB(F_2 - 0.025L)}{0.33}$ | 同左 | $B \geq (0.1L + 0.8)$ | 同左 |

(2)復原性基準の境界付近での適用事例

長さ 3.3m 付近の船舶における復原性基準の適用事例を図 2-4 に示す。事例の小型船舶は、艇体長が 4.25m で登録長さは 3.83m である。14ft の軽合金製の平底ボートで、小則第 103 条で定員を算定した場合、定員は 2 名となる。本船は、船体中央部からトランサムにかけて船型に大きな変化はないことから、仮に船尾部を 2ft (61cm) 切り詰めた場合、艇体長が 3.64m となり登録長は 3.28m となる。この場合、附属書[2-6]の対象船舶として同基準により定員を算定すると定員 3 名となる。

現場の検査員は、このような事例が起こり得ることから、受検者から、長さが短い船舶の方が、多くの定員を与えられるのかという質問に対して苦慮するとの報告がある。

(参考資料 3)

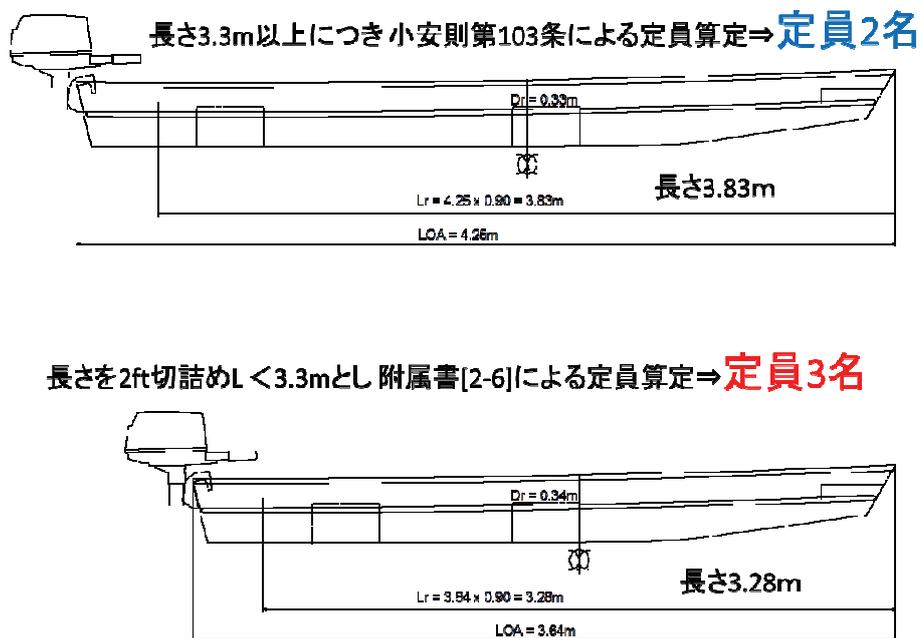


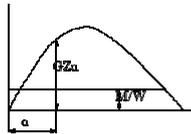
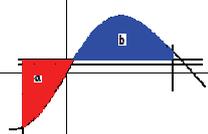
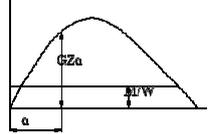
図 2-4 復原性基準の境界付近での定員の計算例(一般船)

2.3 旅客船に適用される復原性基準

(1)適用される復原性基準の比較

旅客船に適用される復原性基準の適用を表 2-2 に示す。総トン数 5 トン以上の旅客船(旅客定員 13 名以上の船舶)は、小安則第 101 条により、船舶復原性規則(注:船舶復原性規則は H20 年に改正され、現在、同法第 17 条の特殊の旅客船として従前の船舶復原性規則が適用される。)に基づく定員の算定が要求されているが、総トン数 5 トン未満の旅客船については、一般船と同様、小安則第 102 条、第 103 条による定員算定基準が適用される。(参考資料 4)

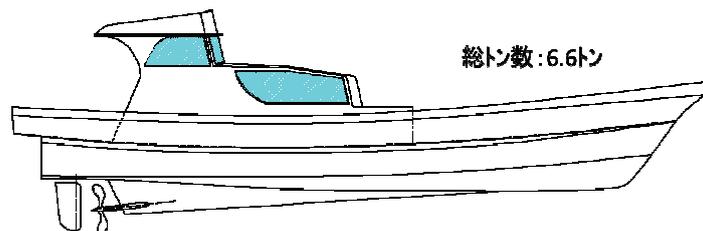
表 2-2 復原性基準の比較(旅客定員 13 名以上の小型船舶)

| 適用される復原性基準 | | | | |
|------------|---|--|--|--------|
| 適用条文 | 第101条(小安則) | | 第102条・第103条(小安則) | |
| 適用船舶 | 沿海(総トン数5トン以上) 限定沿海(") | | 平水(総トン数5トン以上) 沿海(総トン数5トン未満) 限定沿海及び平水 (") | |
| 基準 | <p>甲基準</p>  $GZ\alpha \geq M/W$ | <p>乙基準</p>  $C = b/a \geq 1.0$ $GZ_{max} \geq 0.0215B$ <p>(0.275m)</p> | <p>甲基準</p>  <p>20トン未満の一般的な単胴船は、GZ曲線図に代え</p> $W \times GM \times F/B' \geq \frac{1.07A \times H + 0.134 \sum [7 - (n/a)] n \times b}{100}$ <p>の算式で判定</p> | 一般船と同じ |

(2)復原性基準の境界付近での適用事例

旅客船における復原性基準の適用事例を図 2-5 に示す。本船は船舶復原性規則による定員算定をした場合、要求定員 22 名で復原性の判定で必要な C 係数基準を満足し($C=1.15 \geq 1$)、定員 22 名が算定される。仮に、当該船舶が減トン工事を実施した場合、小安則第 103 条の適用となる総トン数 5 トン未満の船舶となり重心査定試験時の喫水計測の値を用いて小安則第 103 条での定員算定を実施した場合の定員を推定してみた。完成された船舶に対する減トン工事は実態的ではないが、上部構造物を可能な限り撤去したとする場合、本船の総トン数は 4.6 トンとなり、定員 45 名と計算された。(参考資料 3)

総トン数5トン以上につき船舶復原性規則による定員算定⇒定員22名



減トン工事实施により総トン数5トン未満とし小安則第103条による定員算定⇒定員45名

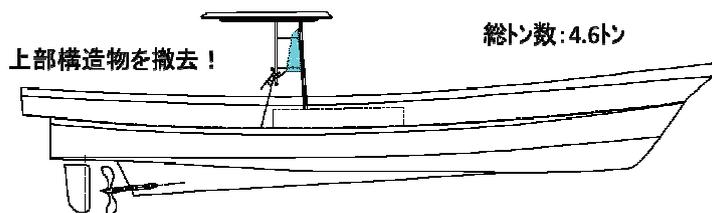


図 2-5 復原性基準の境界付近での定員の計算例 (旅客船)

2.4 小型船舶の定員(実績値)

旅客船の最大搭載人員と航行区域の関係を以下に示す。今回調査の対象とした旅客船は、昭和62年10月1日以降に建造された船舶(総トン数5トン以上の旅客船については船舶復原性規則の準用が規定されている。)であり、平成25年9月25日現在、有効な船舶検査証書を有する2,038隻を対象とした。右図は、適用される基準の境界となる5トン付近について拡大した図である。なお、図中の赤点は、附属書[2-2]による定員算定を示す。

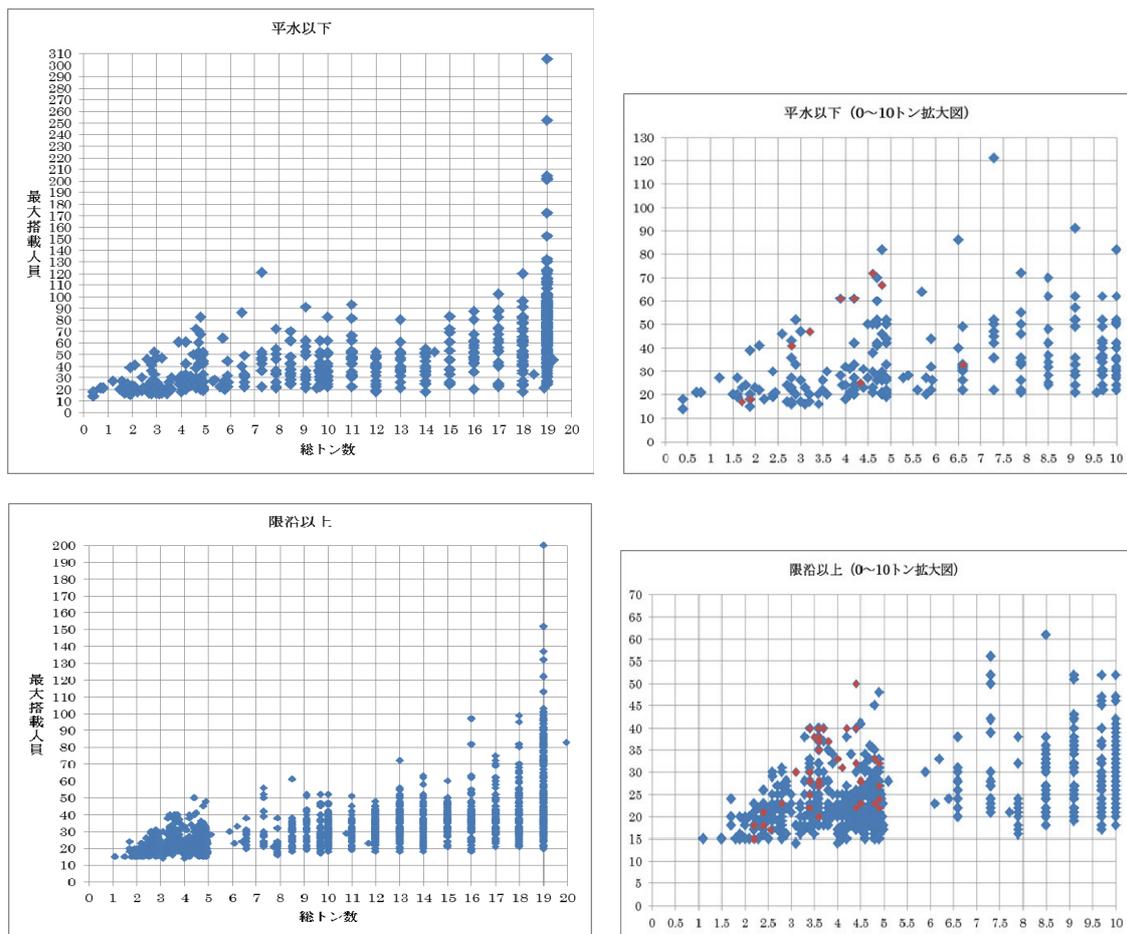


図 2-6 旅客船の最大搭載人員と航行区域の関係(右は 5 トン付近の拡大図)

2.5 内水面を航行する小型船舶に適用される復原性基準

小安則第 103 条は、限定沿海区域以下を航行区域とする小型船舶(総トン数 5 トン以上の旅客船を除く)の復原性算定基準で、以下の 2 式を満足することにより復原性に関する定員を定めている。

$$(i) N \leq CLBF \quad (ii) N \leq \frac{LB(F_2 - 0.025L)}{0.33}$$

- (i) 式は、乗員の横移動による横傾斜に対し、有効な乾舷(中央乾舷)を有することを定義している。
- (ii) 式は、船外機又は船内外機を搭載する艇は、船尾トリムになる傾向があり、かつ、艇体が軽量なことから乗員の縦移動と航行中の縦波の影響($\lambda=L/40$)に対し、有効な乾舷(船尾乾舷)を有することを定義している。

内水面を航行する小型船舶(19 トン程度)では(ii)式を満足しない船舶が存在する。このような船舶については、上位規則である船舶復原性規則で定める平水区域の復原性基準(復原性基準第 1 号書式)を準用して定員(旅客定員は 12 名以下)を算定し対応している。(ii)式の($F_2-0.025L$)によって計算される長さが必要な船尾乾舷との関係(定員が 0 となる限界乾舷)を以下の表に示す。

表 2-3 長さが必要な船尾乾舷との関係

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 長さ:L(m) | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 | 14.00 |
| 必要な船尾乾舷 F_2 (m) | 0.250 | 0.275 | 0.300 | 0.325 | 0.350 |

ここで、船尾乾舷が要求される(ii)式は、本基準策定時に船外機艇及び船内外機艇を対象として検討されたこと、縦波の影響($\lambda=L/40$)による船尾乾舷の減少を想定(風速 15m/s、吹走時間 1 時間、吹走距離 10km という条件下で発生する波が、船の長さ方向から到来した場合に船内に海水が流入しない(参考資料 2 参照。))したことに鑑みると内水面や湖川・港内のみを航行する船舶に対しては過剰な要求となっていると考えられることから、このような平穏な水域を航行する小型船舶に関する基準について検討する。

2.6 諸外国の安全規制

(1) 米国

米国では、海難事故発生頻度が高い小型艇(艇体長 20ft 未満の艇)に対し、米国連邦規則(CFR)により、表 2-4 に示す強制要件(製造者要件)が課せられている。このうち、定員算定については、最大積載量要件と不沈性及び不沈安定性要件(参考資料 5)に基づき決定されている。

表 2-4 米国連邦規則例

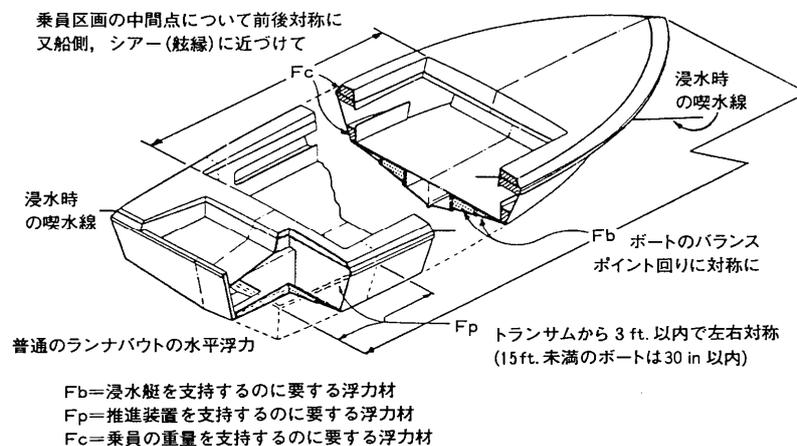
| | 艇体長 20 フィート未満(注 2) | | | 艇体長 20 フィート以上 | |
|--|-------------------------|-------|-------|---------------|-------|
| | 手漕ぎボート | 船外機艇 | 船内外機艇 | 船外機艇 | 船内外機艇 |
| 製造者認証:33CFR181Subpart B | * | * | * | * | * |
| 最大積載量表示:33CFR183Subpart B | * | * | * | | |
| 最大積載量要件:33CFR183Subpart C | * | * | * | | |
| 適正出力要件:33CFR183Subpart D | * | * | * | | |
| 不沈性要件:33CFR183Subpart F | | | * | | |
| 不沈安定性要件:33CFR183Subpart G,H | * | * | | | |
| 電気設備要件:33CFR183Subpart I (ガソリン機関のみ) | | | * | | * |
| 燃料システム要件:33CFR183Subpart J (ガソリン機関のみ) | | | * | | * |
| 通風要件:33CFR183Subpart K (ガソリン機関のみ) | | (注 3) | * | | * |
| HIN(注 1):33CFR181Subpart C | 全ての艇に HIN を表示しなければならない。 | | | | |

(注 1):カヌー、カヤック、膨脹式ボートについては、全てのボート安全基準の適用が免除されているが HIN は表示しなければならない。

(注 2):ガソリン船外機と、常設のガソリン発電機又は固定式若しくは持運び式の燃料油タンクを備えていない限り、帆船には製造者要件は適用されない

(注 3):閉囲された区画に燃料タンクを備え付ける場合には、船外機艇にも通風要件が適用される。

不沈安定性要件: 33CFR183Subpart G,H



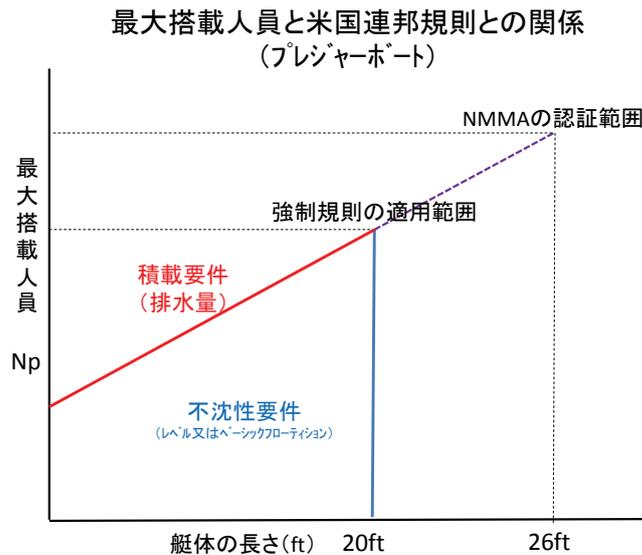


図 2-7 最大搭載人員と米国連邦規則との関係 (プレジャーボート)

なお、米国におけるプレジャーボートに関する安全規制の体系(図 2-7)は、我が国と異なり、各製造事業者は、連邦規則(CFR)に適合するボートであることを自己認証することで市場にボートを供給している。連邦政府(USCG)は、市場に供給されたボートを対象に立入検査等を実施し、不適合が発覚した場合や構造上の欠陥による海難事故が発生した場合、連邦政府は製造事業者に対して市場回収命令(リコール)を発令させる仕組みである。

また、民間の認証機関である NMMA(米国舟艇協会)は、艇体長 26 フィート未満のボートを対象として、連邦規則(CFR)より厳しい民間規格(ABYC 規格)を採用した NMMA 標準を会員(製造事業者)に提供し、この標準に適合しているボートに対し NMMA 認証を与えている。NMMA は、PL 等の訴訟に対し製造事業者側の証人として法廷に専門家を派遣していることなど、連邦規則への適合根拠として、NMMA の認証を受ける製造事業者も多い。

- * 米国では、プレジャーボートに対する定期的検査は存在しないが、連邦政府及び沿岸水域を管轄する州政府の随時立入検査(コンプライアンスプログラム)とリコール制度によって、プレジャーボートの安全規制が実施されている。
- * 各製造事業者は、法令遵守の証明と訴訟等に対抗する目的として、任意で NMMA のプログラムに沿った規格に基づきボートの建造を実施することが一般的である。

(2)欧州

欧州では、1998年に施行されたRCD指令により、艇体長2.5m以上から24m以下のレクリエーションボート及び、その関連部品について、RCD指令に基づく技術要件に適合したボートでなければEU域内(EU加盟国)において流通できないこととなっている。

RCD指令に基づく技術要件とは、EN規格のことでありレクリエーションボートに関する規格はISO規格を採用しているため、欧州におけるレクリエーションボートの技術要件は実質的にはISO規格による。レクリエーションボートに対するISO規格は、構造・復原性・消防/防火等で構成され、定員算定に関しては、座席等の収容設備と復原性能から決定される。

定員算定については、座席等の収容設備の能力から導かれた人数と、復原性能(海水流入高さ・オフセットロード時の傾斜角・復原力曲線図・風による傾斜角・浮力等)から導かれた人数のうち、いずれか少ない定員とすることとなっているが、艇体長6m未満の小型艇に関する復原性能については、ISO12217-3(参考資料6)において設計区分に応じた6種類のオプションによる同等性評価(不沈性及び不沈安定性等)が規定されている(表2-5)。

表2-5 艇体長6m未満の小型艇に関する復原性能(欧州)

| オプション | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------|-------|------|------|-----------|---|------|
| 設計区分 | C及びD | C及びD | D | C及びD | D | C及びD |
| 適用範囲(艇体長さ) | 6m未満 | | | 4.8m～6m未満 | | |
| 適用範囲(機関出力) | | | ≤3kW | | | |
| 適用範囲(機関方式) | | | | | | 船内機 |
| 適用範囲(甲板要件) | | 全通甲板 | | 部分甲板 | | |
| 海水流入高さ試験 | *(注1) | * | * | * | * | * |
| オフセットロード試験 | *(注2) | * | | * | * | * |
| 不沈性試験 | | | | | | * |
| 不沈安定性試験 | *(注3) | | | | | |
| 転覆回復試験 | | | * | | | |

(注1)海水流入高さ:満載状態(計画トリム)において、喫水線から海水流入口までの最小高さが0.30m以上あること。船外機艇にあつては、軽荷状態において乗員1名(質量75kg)を配置した状態で、最小高さが0.10m以上であること。

(注2)オフセットロード:満載状態(計画トリム)において、全ての乗員(1人当たり75kg)が片舷に移動した状態(想定した状況)で、海水流入高さが0.10m以上であること。

(注3)不沈安定性:冠水後、1名が排水場所に乗船し、排水可能な残余乾舷を有すること。
冠水状態で45°以上の傾きがないことと、船体長さの2/3以上が水面上にあり、ほぼ水平に浮かんでいること。

* 注1～注3については、試験又は計算によることができる。

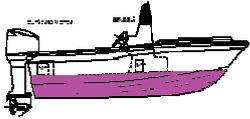
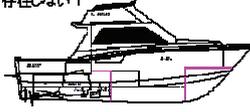
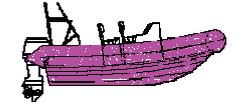
ISO規格に対する適合認証については、第3者認証機関(Notified Body)が行うこととなっているが、設計区分(航行区域)等により自己認証も認められている。また、米国と同様に市場に供給されたプレジャーボートに対する定期的検査は存在せず、各国が随時立入検査を実施し、不適合が発覚した場合は、その内容を加盟国に報告する仕組みとなっている。

2.7 小型船舶安全規則における不沈性要件

前項では、米国や欧州における小型艇の定員算定時において、不沈性要件が導入されていることを述べたが、我が国の関係規則における不沈性要件について、表 2-6 に示す。

小安則第 7 条で要求される船首水密甲板の代替措置として、不沈性能が認められている。ただし、不沈性で代替えた場合は、航行区域を距岸 5 海里以内に制限される。米国から輸入される無甲板の小型艇については、この代替措置が多数適用されている。一般船については、小安則第 15 条で要求される船首水密隔壁と機関室前端隔壁の代替措置として不沈性能を認められるが実績は殆どない。膨脹式ボートの技術要件を規定している膨脹式ボート特殊基準では、不沈性と類似の浮力が、定員を決定する要件とされている。なお、業界の技術指針であるミニボート技術指針には、不沈性を含む要件が示されており、当該技術指針を満足するミニボートの建造を推奨している。(参考資料 7)

表 2-6 小安則における不沈性能の比較

| 船種 | 航行区域 | 不沈性による要件又は代替要件 | 備考 |
|---|------------------------------------|--|--|
| 一般船 不沈性能を有する米国製無甲板船  | 限定沿海5海里 以内の水域に 制限 | <ul style="list-style-type: none"> ● 小安則第7条に規定される「船首水密甲板」の設置に対する代替 小安則第7条第2項の「検査機関が差し支えないと認める場合」として内部浮体による不沈性能が代替措置とされているほか、ISO12217-3の要件(オプション)及びCにおける設計区分Cの浮力要件(浮力)による同等効力を認めている。 | 不沈性の確認は以下のとおり <ul style="list-style-type: none"> ● 附属書[7]「小型船舶の不沈性能及び安定性試験の方法」または ● 内部浮体が配置されていることを証明書又は計算書により確認できること。(例えば、米国ボート安全規則(33CFR183 Subpart E,F,G,H(不沈性又は不沈安定性)への適合) ● ISO12217-3:オプション)及びCにおける設計区分Cの浮力要件への適合をメーカーが提供した証明書により確認できること。 |
| 旅客船以外の小型船舶 ※ 実態では、不沈性による船首隔壁・機関室前端隔壁の代替措置を実施した船は存在しない。  | 沿岸区域 | <ul style="list-style-type: none"> ● 小安則第15条に規定される「船首水密隔壁・機関室前端隔壁」の設置に対する代替 小安則第15条第5項の「旅客船以外の小型船舶にあっては、検査機関が差し支えないと認める場合」として内部浮体による不沈性能が代替措置とされている。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 細則第1編11.5(a)(2)に規定する「一分の内部浮体」の要求値を満足させること。 |
| 膨脹式ゴムボート  | 限定沿海5海里 若しくは4海里 以内の水域に 制限 | <ul style="list-style-type: none"> ● 膨脹式ゴムボートは、小安則第4条の「特殊な小型船舶」に該当し、膨脹式ボート特殊基準[II]技術基準において最大搭載人員の法定は、「浮力」と「搭載場所」によることとされている。 | 膨脹式ボートに要求される「浮力」とは、一般船に対する不沈性で要求されている浮力(内部浮体(固定浮力体))とは異なり、ゴムチューブで構成される空気室による浮力を「浮力」として算入している。 |

3 新算定方法案

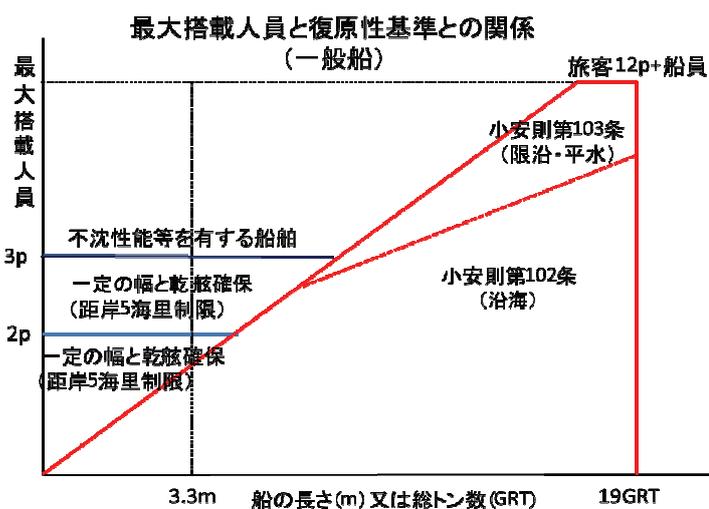
3.1 一般船における新算定方法案

一般船の復原性基準は、乗員の横移動に伴う船舶の横傾斜・乗員の縦移動に伴う船尾トリムの増加及び縦波の影響($\lambda = L/40$)に対する有効乾舷を要求している小安則第 103 条による
ところである。長さ 3.3m 未満の船舶にあつては、小安則第 103 条で要求される乾舷の確保が
困難なものが多く、小安則第 103 条の要求に代えて一定の長さ・幅、一定の乾舷により定員 3
名を上限に付与できる基準とされている。

欧米では、特に小型の船舶については不沈性の要求が重要な要件とされる。多少の海水
は打ち込むが、不沈性により沈没には至らず、仮に大量の海水打込みがあつて船舶が浸水状
態となつても、当該船舶が救命用浮器となつて救助まで待機することが可能であるという基本
的な考え方である。

また、米国ではプレジャーボートに対し定期的検査は存在しない、また、プレジャーボートに対する
航行区域の概念はない。一方、連邦政府(USCG)及び州政府(パークレンジャー等)による航域規
制(パトロール)が頻繁に行われており、連邦政府は沿岸 3 海里以遠の水域・5 大湖・内水面にお
ける重要な水路を担当し、州政府は州内の沿岸 3 海里以内の水域・内水面を担当している。
米国では、長さ 6m 未満のプレジャーボートについては連邦規則により不沈性能の強制要件(製
造者要件)が課せられており、これらのボートの航域は、その殆どが州政府の管轄となる沿岸 3
海里以内の水域で運航されている。

今般、3.3m 未満の小型船舶の復原性基準の代替基準を検討するにあつて、小安則第
103 条で定員 3 名を満足しない場合、小安則第 103 条より一定の緩和された有効乾舷及び
GM 確保のための一定の幅を有し、かつ、不沈性能及び航行区域制限を導入することで、定
員 3 名を付与できるという仮定で検討を行った。なお、一定の有効乾舷は不沈性能を有するこ
とを理由として中央乾舷と船尾乾舷での要求値とし、定員は 3 名を上限とする。



3. 2 新算定方法案の基準案

今般の検討においては、具体的な出口を附属書[2-6]の改正を視野におき、「長さ 3.3m 未満の船舶に適用される。」という適用範囲について「乾舷は低い、ある一定の高さを確保し、海水の打込みによっても、極端な浮力の損失が認められない構造の船舶」に置き換えて検討を行った。

(1) 乾舷に関する基準案

「乾舷が低い、ある一定の高さを確保し」とは、乾舷等の不足により、小安則第 103 条において、定員 3 名を確保できないが、「小型船舶の復原性基準等に関する調査研究」における、特に小型の船舶の要件として検討された以下の乾舷及び幅の 2 つの要求式を満足する船舶をいう。

$$\text{乾舷の要求式: } F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$$

L : 船の長さ (m)、 B : 船の幅 (m)、 N : 最大搭載人員 (m)、
 F : 軽荷状態の中央乾舷 (m)

この算式は、満載状態において 10° の横傾斜と同時に、 $\lambda=L/40$ の縦波の影響を受けても浸水しない乾舷を要求している。

$$\frac{0.177B}{2} : 10^\circ \text{ 横傾斜に関する要求量 (} m \text{)}$$

$$\frac{0.096N}{LB} : \text{乗船者に関する要求量 (} m \text{)}$$

$$0.025L : \text{縦波の影響 (} \lambda=L/40 \text{) に関する要求量 (} m \text{)}$$

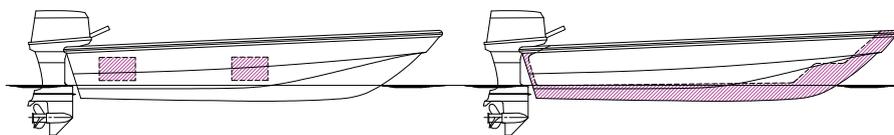
$$\text{幅の要求式: } B \geq 0.1L + 0.8$$

この算式は、実船による満載時の GM 値を検討した結果、従来の平均的な実績定員 (3 名) を与えても支障がないとする最小の幅を要求している。

(2) 不沈性能・浮力に関する基準案

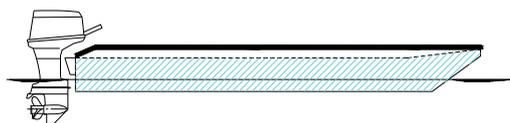
「海水の打込みによっても、極端な浮力の損失が認められない構造の船舶」とは、以下の 2 とおりを検討する。

- ① 定員 3 名を保持することができる不沈性能 (艇体の内部に配置された浮力体による十分な浮力) を有する船舶をいう。



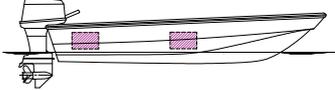
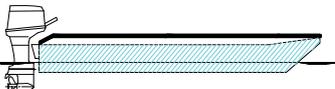
細則第1編15.5(a)(2)の「十分な内部浮体」、米国連邦規則33CFR183 Subpart Hの要求を満足する「内部浮体」、国際標準規格ISO12217-1及び12217-3の要求を満足する「内部浮体」のいずれかが、艇体の内部に配置されていること。

② 定員3名を保持することができる十分な浮力(船体と満載状態であっても水没しない水密構造の甲板及び水密構造の隔壁により構成される区画(空気室)による十分な浮力)を有する船舶をいう。



ただし、空気室による不沈性の確認は、細則第1編附属書[7]による不沈性試験(エアタンクを浮体として使用する場合は、大きな容量のエアタンク2個を開放して試験を実施する)によることとなるため、最低3区画以上の空気室が必要となる。

表 3-1 新算定方法案の概要

| 航行区域 船舶の構造 | 限定沿海区域 (距岸5海里以内) | 備考 |
|---|--|--|
| 不沈性能を有する船舶  ハッチング部分は、船体内部に配置された浮力体 | <ul style="list-style-type: none"> ● 次式を満足すること $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$ $B \geq 0.1L + 0.8$ <ul style="list-style-type: none"> ● 「不沈性能」を有すること | 一定の有効乾舷及び幅と、船体の内部に配置された浮力体により、3名以上の浮力を保持できる構造の船舶。 |
| 十分な浮力を有する船舶  ハッチング部分は、水密区画による空気室 | <ul style="list-style-type: none"> ● 次式を満足すること $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$ $B \geq 0.1L + 0.8$ <ul style="list-style-type: none"> ● 「十分な浮力」を有すること (水密区画による空気室も可。ただし3区画以上の水密区画が必要) | 一定の有効乾舷及び幅と、満載状態であっても、水没しない水密構造の甲板及び隔壁により構成される区画の容積により、3名以上の浮力を保持できる構造の船舶。 |

(3)縦波による乾舷基準案

現行基準の縦波による乾舷減少量 0.025L は、船内に海水が入らないために必要な乾舷値として、風速 15m/s、吹送時間 1 時間、吹送距離 10km で発生する波などの条件から策定されている。これらの条件については、どのような海域においても同要件となっていることから、今回の検討においては、日本周辺海域の波高や波岨度等の気象海象条件等を調査分析し、これらの分析結果について航行区域の制限を含めて検討した。本調査は国立研究開発法人海上技術安全研究所に委託した。(第4章 海上技術安全研究所による気象・海象データ解析調査参照)

3. 3 旅客船に対する数値解析による定員の推定と運航状況等の実態調査

旅客船にあつては、総トン数 5 トンを境に復原性に関する基準が異なることから、浮力の小さな総トン数 5 トン未満の旅客船が、総トン数 5 トン以上の旅客船を超える定員を与えている場合がある。このため、船舶復原性規則が課せられている総トン数 5 トン以上の旅客船のうち比較的小さな船舶(5 トン～10 トン)の復原性試験データ及び総トン数 5 トン未満の旅客船(4.0 トン～4.9 トン)の乾舷計測データから、総トン数 5 トン未満の旅客船に対する適正な定員を検討する。

総トン数 5 トン未満の平水航行及び沿岸小型船舶等の旅客船は、小安則第 103 条によって復原性に関する定員が算定されるが、小安則第 103 条では乾舷が大きい程、定員が与えられる算定式となっている。しかしながら、小安則第 103 条には重心上昇の要素がないことから多くの定員が与えられている船舶の復原力については重心上昇の影響が存在すると考えられる。

一方、総トン数 5 トン以上の旅客船は、復原性試験を行い重心高さを査定していることから、今回の検討においては、これらのデータとの比較により総トン数 5 トン未満の旅客船に対する妥当な復原性の指標を検討し、定員算定の評価を行った。

本調査では、旅客定員が算定される総トン数 5 トン未満と 5 トン以上の限定沿海旅客船等の復原性データの分析を行った。本調査は田辺技術士事務所に委託した。(第5章 総トン数 5 トンを境とした旅客船の定員について参照。)

4 海上技術安全研究所による気象海象データ解析調査

4.1 調査概要

全国の距岸 5 海里までの沿岸海域における気象海象データを統計解析し、その結果を基に距岸別の波高等を整理し、海域毎の平均値等を示した。また、有義波高と波周期の発生頻度を示し、波高、距岸毎の平均波呷度を解析した。さらに解析結果を基に小型船舶の適切な余裕乾舷について検討を加えた。

4.2 調査目的

小型船舶の安全確保に対し復原性能は最も重要な要素であり、小型漁船を除く小型船舶については小型船舶安全規則等により、その基準が定められている。小型船舶(旅客定員が12名以下)の復原性基準については、長さ3.3mを境に基準が異なるが、3.3m以上の船舶に適用される詳細な基準より、それ以下で適用される簡易基準による方が、定員を多く与える現象が生じている。このため、適用基準が異なる境界付近の定員数について基準の分析、船舶の構造要件に応じた航行区域の条件の検討等を行う必要がある。そこで、これら分析・検討用の資料を整備するため距岸別の気象海象の解析を行うとともに、解析結果を基に、小型船舶の復原性基準における要件の一つとなっている余裕乾舷について検討を加える。

4.3 調査内容

(1) 距岸別気象海象データ解析

本調査では上記の目的に従い、沿岸海域における距岸 2、3、4、5 海里での有義波及び 10^{-2} 超過確率波の波高、波周期、波呷度及び平均風速、風向等の平均値を海域ごとに計算した。なお、ここでの有義波呷度は有義波高 $H_{1/3}$ / 有義波周期相当規則波長 $\lambda'_{1/3}$ であり、 $\lambda'_{1/3}$ は平均波周期から(1)式に示す無限水深の規則波の関係式を用いて算定したものである。また、 10^{-2} 超過確率波呷度も同様である。

$$\lambda'_{1/3} = \frac{gT_{1/3}^2}{2\pi} \quad (1)$$

風向 Wind dir. は東西風速、南北風速のベクトル平均として求めている((2)式)。

$$\text{Wind dir.} = \tan^{-1}(\bar{V}_{WE} / \bar{V}_{SN})$$

$$\bar{V}_{WE} = \frac{1}{n} \sum_i^n V_{WE(i)} \quad (2)$$

$$\bar{V}_{SN} = \frac{1}{n} \sum_i^n V_{SN(i)}$$

ここで i は各地点での 10 年分のデータ、 n はデータ総数である。また、平均風速 $V_{ave} \neq \sqrt{\bar{V}_{WE}^2 + \bar{V}_{SN}^2}$ である。

本調査で解析した項目を表 4-1 に示す。

表 4-1 解析項目一覧

| | | | |
|-------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 有義波高 | $H_{1/3}$ | 10^{-2} 超過確率波高 | $H_{10^{-2}}$ |
| 有義波周期 | $T_{1/3}$ | 10^{-2} 超過確率波周期 | $T_{10^{-2}}$ |
| 有義波長* | $\lambda'_{1/3}$ | 10^{-2} 超過確率波長** | $\lambda'_{10^{-2}}$ |
| 有義波岨度 | $H_{1/3} / \lambda'_{1/3}$ | 10^{-2} 超過確率波岨度 | $H_{10^{-2}} / \lambda'_{10^{-2}}$ |
| 平均風速 | V_{ave} | 10^{-2} 超過確率風速 | $V_{10^{-2}}$ |
| 風向 | Wind dir. | | |

*)有義波周期相当規則波長

**) 10^{-2} 超過確率波周期相当規則波長

使用したデータベースは海上技術安全研究所の日本近海の波と風データベースであり、これは気象庁が 1 日 2 回 6 分格子間隔で配信する日本沿岸波浪 GPV (Grid Point Value) を基に、(財)日本気象協会が地形による遮蔽と局所的な風波を加味し、緯度・経度 2 分格子間隔に内挿した平成 6 年以降の 10 年間の波浪推算値を用いて当所が波と風を統計解析し、データベース化したものである。

本調査では日本沿岸を 13 地域 37 海域に分けて解析した。表 4-2 に解析した地域と海域の区分と範囲を、図 4-1 に日本全体の地図上での区分を示す。図 4-1 の図中の赤、水色で示す点は、それぞれ距岸 2、4mile 地点を示している。また、37 海域のうち、陸奥湾(海域 7)、東京湾(海域 13)、駿河湾(海域 15)、三河湾(海域 17)、伊勢湾(海域 18)、鹿児島湾(海域 23)、富山湾(海域 31)は平水区域である。

表 4-2 解析した地域と海域の区分

| 地域 | | 海域 | 範囲 | | | | | |
|----|------|----|--------|--------|---|--------|---|----|
| A | 北海道東 | 1 | 網走沖 | 宗谷岬 | ～ | 知床岬 | | |
| | | 2 | 根室海峡 | 知床岬 | ～ | 納沙布岬 | | |
| | | 3 | 釧路沖 | 納沙布岬 | ～ | 襟裳岬 | | |
| | | 4 | 日高沖 | 襟裳岬 | ～ | 尻屋崎 | | |
| | | 5 | 内浦湾 | 室蘭チキウ岬 | ～ | 駒ヶ岳松屋崎 | | |
| | | 6 | 津軽海峡 | 尻屋崎 | ～ | 竜飛岬 | ～ | 松前 |
| B | 東北東 | 7 | 陸奥湾 | | ～ | | | |
| | | 8 | 三陸沖 | 尻屋崎 | ～ | 黒崎 | | |
| | | 9 | 仙台湾 | 黒崎 | ～ | 鶺ノ尾岬 | | |
| | | 10 | 常磐沖 | 鶺ノ尾岬 | ～ | 大洗岬 | | |
| C | 関東 | 11 | 鹿島灘 | 大洗岬 | ～ | 犬吠埼 | | |
| | | 12 | 房総沖 | 犬吠埼 | ～ | 野島崎 | | |
| | | 13 | 東京湾 | 洲崎 | ～ | 剣崎 | | |
| | | 14 | 相模灘 | 野島崎 | ～ | 石廊崎 | | |
| D | 東海 | 15 | 駿河湾 | 石廊崎 | ～ | 御前崎 | | |
| | | 16 | 遠州灘 | 御前崎 | ～ | 伊良湖岬 | | |
| | | 17 | 三河湾 | 伊良湖岬 | ～ | 師崎 | | |
| | | 18 | 伊勢湾 | 師崎 | ～ | 鳥羽 | | |
| E | 近畿 | 19 | 熊野灘 | 鳥羽 | ～ | 潮岬 | | |
| | | 20 | 紀伊半島西岸 | 潮岬 | ～ | 日ノ御崎 | | |
| F | 四国 | 21 | 四国沖 | 蒲生田岬 | ～ | 佐多岬 | | |
| G | 南九州 | 22 | 日向灘 | 関崎灯台 | ～ | 都井岬 | | |
| | | 23 | 鹿児島湾 | 立目崎 | ～ | 長崎鼻 | | |
| | | 24 | 鹿児島沖 | 都井岬 | ～ | 阿久根 | | |
| | | 25 | 長崎沖 | 阿久根 | ～ | 平戸瀬戸 | | |
| H | 北九州 | 26 | 玄界灘 | 平戸瀬戸 | ～ | 鐘ノ岬 | | |
| | | 27 | 響灘 | 鐘ノ岬 | ～ | 川尻岬 | | |
| I | 山陰 | 28 | 山陰沖 | 川尻岬 | ～ | 経ヶ岬 | | |
| J | 北陸 | 29 | 若狭湾 | 経ヶ岬 | ～ | 越前岬 | | |
| | | 30 | 能登沖 | 越前岬 | ～ | 鳥ヶ首岬 | | |
| | | 31 | 富山湾 | 大泊鼻 | ～ | 生地鼻 | | |
| | | 32 | 佐渡沖 | 鳥ヶ首岬 | ～ | 波渡崎 | | |
| K | 東北西 | 33 | 秋田沖 | 波渡崎 | ～ | 竜飛岬 | | |
| L | 北海道西 | 34 | 檜山沖 | 松前 | ～ | 積丹岬 | | |
| | | 35 | 石狩湾 | 積丹岬 | ～ | 雄冬岬 | | |
| | | 36 | 留萌沖 | 雄冬岬 | ～ | 宗谷岬 | | |
| M | 南西諸島 | 37 | 南西諸島 | | ～ | | | |

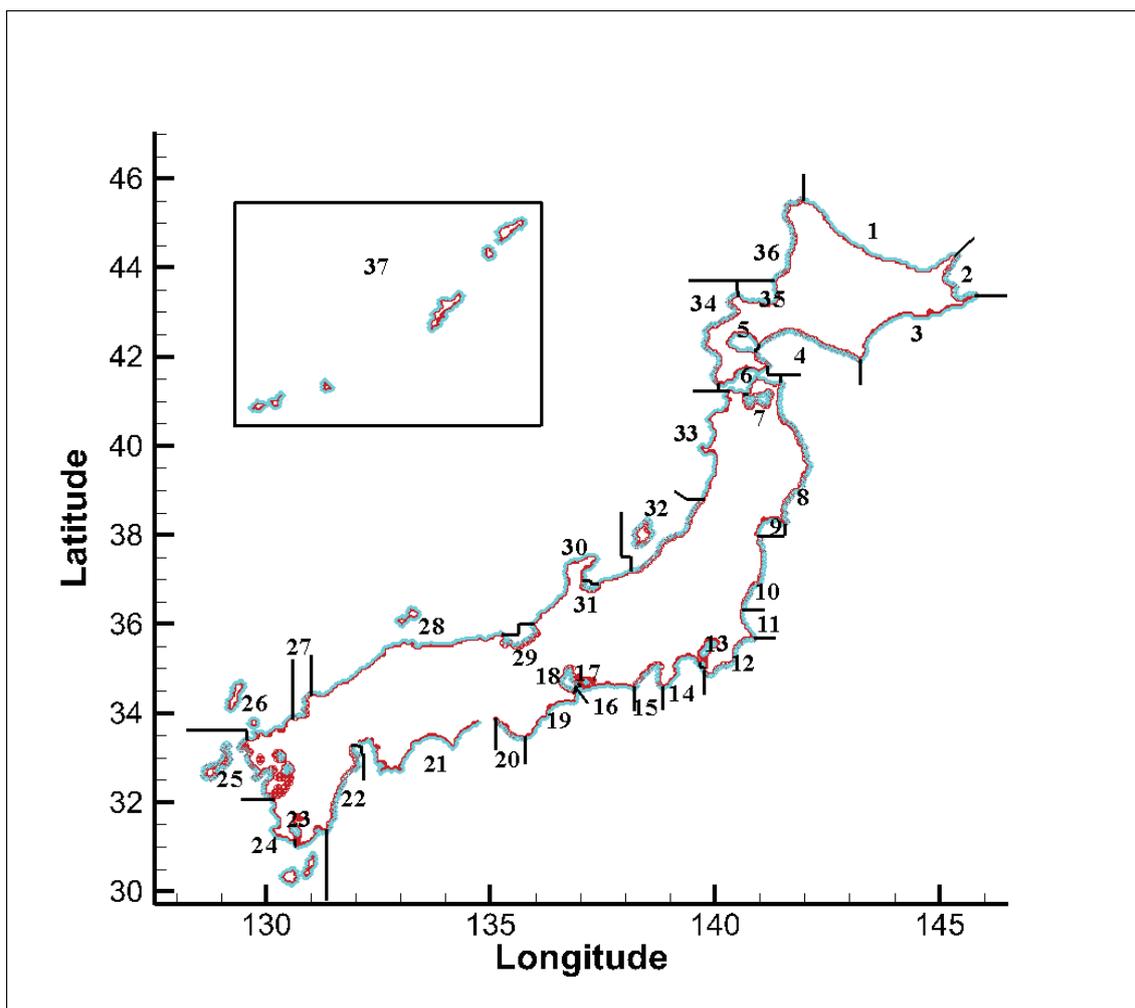


図 4-1 解析した日本沿岸の海域区分

(2) 小型船舶の適切な乾舷の検討

距岸 5 海里までの沿岸海域における気象海象データの解析結果を基に、小型船舶の縦波に対する余裕乾舷として規定されている L (船長)/40 の設定海象条件である波呷度 1/20 について検証する。次に、距岸 5 海里までの海象の解析結果をもとに縦波に対する適切な余裕乾舷について検討する。

4.4 各海域の距岸毎の平均値

表 4-3 から表 4-39 に各海域での距岸毎の各項目の平均値を数値で示す。

日本近海の波と風データベースは 2 分格子のデータため、3、5 海里の値は 2、4、6 海里地点のデータを用いて内挿で求めた。なお、 $(H_{1/3}/\lambda'_{1/3})^{-1}$ 、 $(H_{10^{-2}}/\lambda'_{10^{-2}})^{-1}$ はそれぞれ有義波波度及び 10^{-2} 超過確率波波度の逆数である。

有義波と平均風速の 37 海域全体の平均値を表 4-40 に、平水区域である 7 海域(陸奥湾、東京湾、駿河湾、三河湾、伊勢湾、鹿児島湾、富山湾)を除いた 30 海域の平均値を表 4-41 に、平水区域の 7 海域での平均値を表 4-42 に示す。 10^{-2} 超過確率波と風速の場合も同様に全国平均、平水区域を除く全国平均及び平水区域の平均を表 4-43、44、45 にそれぞれ示す。

A : 北海道東エリア

表 4-3 [A 北海道東-1 網走沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.68 | 4.76 | 5.59 | SW | 35.3 | 0.019 | 52 | 2.43 | 8.93 | 13.07 | 124.3 | 0.020 | 51 | |
| 3 | 0.77 | 4.88 | 5.40 | | 37.1 | 0.021 | 48 | 2.63 | 8.80 | 13.31 | 120.8 | 0.022 | 46 | |
| 4 | 0.86 | 5.00 | 5.21 | SW | 39.0 | 0.022 | 45 | 2.84 | 8.67 | 13.55 | 117.4 | 0.024 | 41 | |
| 5 | 0.88 | 4.94 | 5.52 | | 38.0 | 0.023 | 43 | 2.94 | 8.70 | 13.66 | 117.9 | 0.025 | 40 | |

表 4-4 [A 北海道東-2 根室海峡]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.61 | 4.50 | 6.17 | W | 31.6 | 0.019 | 52 | 2.00 | 9.47 | 14.99 | 139.9 | 0.014 | 70 | |
| 3 | 0.68 | 4.57 | 6.24 | | 32.6 | 0.021 | 48 | 2.19 | 9.31 | 15.19 | 135.2 | 0.016 | 62 | |
| 4 | 0.76 | 4.64 | 6.31 | W | 33.6 | 0.023 | 44 | 2.38 | 9.15 | 15.39 | 130.6 | 0.018 | 55 | |
| 5 | 0.80 | 4.70 | 6.34 | | 34.5 | 0.023 | 43 | 2.51 | 9.18 | 15.59 | 131.4 | 0.019 | 52 | |

表 4-5 [A 北海道東-3 釧路沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 1.13 | 6.07 | 5.94 | W | 57.4 | 0.020 | 51 | 3.10 | 10.66 | 14.17 | 177.2 | 0.017 | 57 | |
| 3 | 1.20 | 6.06 | 6.00 | | 57.2 | 0.021 | 48 | 3.26 | 10.49 | 14.43 | 171.7 | 0.019 | 53 | |
| 4 | 1.26 | 6.05 | 6.07 | W | 57.0 | 0.022 | 45 | 3.42 | 10.32 | 14.69 | 166.3 | 0.021 | 49 | |
| 5 | 1.32 | 6.09 | 6.12 | | 57.8 | 0.023 | 44 | 3.56 | 10.32 | 14.99 | 166.0 | 0.021 | 47 | |

表 4-6 [A 北海道東-4 日高沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.91 | 5.46 | 5.54 | W | 46.6 | 0.020 | 51 | 2.51 | 10.37 | 13.34 | 167.8 | 0.015 | 67 | |
| 3 | 0.97 | 5.47 | 5.69 | | 46.6 | 0.021 | 48 | 2.62 | 10.20 | 13.59 | 162.2 | 0.016 | 62 | |
| 4 | 1.02 | 5.47 | 5.84 | W | 46.6 | 0.022 | 46 | 2.74 | 10.02 | 13.85 | 156.6 | 0.017 | 57 | |
| 5 | 1.07 | 5.51 | 5.89 | | 47.4 | 0.022 | 44 | 2.83 | 10.02 | 14.09 | 156.5 | 0.018 | 55 | |

表 4-7 [A 北海道東-5 内浦湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.54 | 4.53 | 5.52 | W | 32.1 | 0.017 | 59 | 1.51 | 9.27 | 11.77 | 134.1 | 0.011 | 89 | |
| 3 | 0.58 | 4.54 | 5.54 | | 32.1 | 0.018 | 55 | 1.60 | 9.26 | 11.94 | 133.7 | 0.012 | 84 | |
| 4 | 0.62 | 4.55 | 5.56 | W | 32.2 | 0.019 | 52 | 1.69 | 9.24 | 12.11 | 133.3 | 0.013 | 79 | |
| 5 | 0.66 | 4.61 | 5.59 | | 33.1 | 0.020 | 50 | 1.80 | 9.48 | 12.61 | 140.1 | 0.013 | 78 | |

表 4-8 [A 北海道東-6 津軽海峡]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.70 | 4.50 | 6.42 | W | 31.5 | 0.022 | 45 | 2.12 | 8.62 | 14.64 | 115.9 | 0.018 | 55 | |
| 3 | 0.74 | 4.49 | 6.45 | | 31.5 | 0.024 | 42 | 2.23 | 8.40 | 14.76 | 110.1 | 0.020 | 49 | |
| 4 | 0.79 | 4.49 | 6.48 | W | 31.5 | 0.025 | 40 | 2.34 | 8.18 | 14.88 | 104.5 | 0.022 | 45 | |
| 5 | 0.82 | 4.54 | 6.51 | | 32.1 | 0.026 | 39 | 2.45 | 8.17 | 15.05 | 104.0 | 0.024 | 43 | |

B : 東北東エリア

表 4-9 [B 東北東-7 陸奥湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.35 | 3.11 | 5.44 | W | 15.1 | 0.023 | 43 | 1.22 | 5.63 | 12.27 | 49.5 | 0.025 | 41 | |
| 3 | 0.38 | 3.14 | 5.45 | | 15.4 | 0.024 | 41 | 1.24 | 5.39 | 12.28 | 45.3 | 0.027 | 37 | |
| 4 | 0.40 | 3.17 | 5.47 | W | 15.7 | 0.025 | 39 | 1.25 | 5.15 | 12.29 | 41.3 | 0.030 | 33 | |
| 5 | 0.41 | 3.18 | 5.42 | | 15.8 | 0.026 | 39 | 1.28 | 5.10 | 12.22 | 40.6 | 0.031 | 32 | |

表 4-10 [B 東北東-8 三陸沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.93 | 6.02 | 5.88 | W | 56.6 | 0.016 | 61 | 2.69 | 10.45 | 13.69 | 170.5 | 0.016 | 63 | |
| 3 | 1.03 | 6.02 | 5.94 | | 56.5 | 0.018 | 55 | 2.92 | 10.34 | 13.86 | 166.9 | 0.018 | 57 | |
| 4 | 1.13 | 6.02 | 5.99 | W | 56.5 | 0.020 | 50 | 3.16 | 10.23 | 14.03 | 163.4 | 0.019 | 52 | |
| 5 | 1.20 | 6.03 | 6.02 | | 56.8 | 0.021 | 47 | 3.31 | 10.19 | 14.25 | 162.0 | 0.020 | 49 | |

表 4-11 [B 東北東-9 仙台湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.82 | 5.98 | 5.09 | W | 55.8 | 0.015 | 68 | 2.31 | 10.98 | 11.88 | 188.2 | 0.012 | 82 | |
| 3 | 0.90 | 5.95 | 5.20 | | 55.2 | 0.016 | 61 | 2.51 | 10.74 | 12.10 | 180.0 | 0.014 | 72 | |
| 4 | 0.98 | 5.91 | 5.32 | W | 54.6 | 0.018 | 56 | 2.71 | 10.50 | 12.32 | 172.0 | 0.016 | 63 | |
| 5 | 1.04 | 5.95 | 5.39 | | 55.1 | 0.019 | 53 | 2.85 | 10.41 | 12.65 | 169.1 | 0.017 | 59 | |

表 4-12 [B 東北東-10 常磐沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 1.10 | 6.47 | 5.35 | W | 65.2 | 0.017 | 59 | 3.00 | 10.78 | 12.60 | 181.4 | 0.017 | 60 | |
| 3 | 1.17 | 6.43 | 5.38 | | 64.6 | 0.018 | 55 | 3.19 | 10.58 | 12.73 | 174.5 | 0.018 | 55 | |
| 4 | 1.24 | 6.40 | 5.42 | W | 63.9 | 0.019 | 51 | 3.37 | 10.37 | 12.87 | 167.8 | 0.020 | 50 | |
| 5 | 1.29 | 6.42 | 5.44 | | 64.2 | 0.020 | 50 | 3.48 | 10.35 | 13.10 | 167.2 | 0.021 | 48 | |

C : 関東エリア

表 4-13 [C 関東-11 鹿島灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 1.10 | 6.24 | 5.99 | N | 60.8 | 0.018 | 56 | 2.93 | 10.41 | 13.70 | 168.9 | 0.017 | 58 |
| 3 | 1.17 | 6.23 | 6.06 | | 60.5 | 0.019 | 51 | 3.14 | 10.28 | 13.95 | 164.9 | 0.019 | 53 |
| 4 | 1.25 | 6.21 | 6.14 | N | 60.2 | 0.021 | 48 | 3.34 | 10.16 | 14.20 | 160.9 | 0.021 | 48 |
| 5 | 1.33 | 6.28 | 6.16 | | 61.4 | 0.022 | 46 | 3.52 | 10.23 | 14.35 | 163.1 | 0.022 | 46 |

表 4-14 [C 関東-12 房総沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 1.32 | 6.17 | 7.12 | NW | 59.3 | 0.022 | 45 | 3.56 | 10.46 | 16.50 | 170.7 | 0.021 | 48 |
| 3 | 1.40 | 6.19 | 7.14 | | 59.7 | 0.023 | 43 | 3.72 | 10.34 | 16.61 | 166.8 | 0.022 | 45 |
| 4 | 1.48 | 6.20 | 7.16 | NW | 60.0 | 0.025 | 41 | 3.88 | 10.22 | 16.72 | 162.9 | 0.024 | 42 |
| 5 | 1.56 | 6.28 | 7.19 | | 61.6 | 0.025 | 39 | 4.05 | 10.26 | 16.93 | 164.1 | 0.025 | 41 |

表 4-15 [C 関東-13 東京湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.43 | 3.63 | 5.34 | NW | 20.5 | 0.021 | 47 | 1.49 | 8.41 | 12.82 | 110.3 | 0.013 | 74 |
| 3 | 0.40 | 3.47 | 5.06 | | 18.8 | 0.021 | 48 | 1.51 | 8.11 | 12.71 | 102.7 | 0.015 | 68 |
| 4 | 0.36 | 3.32 | 4.78 | NW | 17.2 | 0.021 | 48 | 1.53 | 7.82 | 12.61 | 95.3 | 0.016 | 62 |
| 5 | 0.76 | 4.29 | 5.91 | | 28.8 | 0.026 | 38 | 2.46 | 8.96 | 14.80 | 125.2 | 0.020 | 51 |

表 4-16 [C 関東-14 相模灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.88 | 5.42 | 6.11 | NW | 45.8 | 0.019 | 52 | 2.60 | 10.85 | 14.18 | 183.7 | 0.014 | 71 |
| 3 | 0.95 | 5.41 | 6.24 | | 45.7 | 0.021 | 48 | 2.77 | 10.62 | 14.52 | 175.8 | 0.016 | 63 |
| 4 | 1.02 | 5.40 | 6.37 | NW | 45.6 | 0.022 | 44 | 2.94 | 10.38 | 14.87 | 168.1 | 0.017 | 57 |
| 5 | 1.09 | 5.48 | 6.49 | | 46.9 | 0.023 | 43 | 3.09 | 10.34 | 15.30 | 166.8 | 0.019 | 54 |

D : 東海エリア

表 4-17 [D 東海-15 駿河湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.83 | 5.26 | 5.71 | NW | 43.1 | 0.019 | 52 | 2.55 | 11.02 | 13.55 | 189.3 | 0.013 | 74 | |
| 3 | 0.91 | 5.32 | 5.84 | | 44.2 | 0.021 | 49 | 2.75 | 10.86 | 13.87 | 184.0 | 0.015 | 67 | |
| 4 | 0.99 | 5.38 | 5.97 | NW | 45.2 | 0.022 | 46 | 2.94 | 10.71 | 14.19 | 178.8 | 0.016 | 61 | |
| 5 | 1.07 | 5.48 | 6.12 | | 46.9 | 0.023 | 44 | 3.12 | 10.70 | 14.56 | 178.5 | 0.018 | 57 | |

表 4-18 [D 東海-16 遠州灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 1.13 | 6.00 | 6.52 | NW | 56.2 | 0.020 | 50 | 3.37 | 10.84 | 14.97 | 183.3 | 0.018 | 54 | |
| 3 | 1.19 | 5.97 | 6.58 | | 55.6 | 0.021 | 47 | 3.51 | 10.67 | 15.15 | 177.5 | 0.020 | 51 | |
| 4 | 1.26 | 5.94 | 6.64 | NW | 54.9 | 0.023 | 44 | 3.64 | 10.50 | 15.32 | 171.9 | 0.021 | 47 | |
| 5 | 1.30 | 5.96 | 6.70 | | 55.3 | 0.023 | 43 | 3.72 | 10.43 | 15.57 | 169.8 | 0.022 | 46 | |

表 4-19 [D 東海-17 三河湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.45 | 3.60 | 5.87 | NW | 20.2 | 0.022 | 45 | 1.42 | 8.14 | 13.75 | 103.3 | 0.014 | 73 | |
| 3 | 0.51 | 3.71 | 5.94 | | 21.5 | 0.024 | 42 | 1.53 | 7.91 | 13.87 | 97.6 | 0.016 | 64 | |
| 4 | 0.56 | 3.83 | 6.01 | NW | 22.8 | 0.025 | 41 | 1.65 | 7.68 | 14.00 | 92.0 | 0.018 | 56 | |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

表 4-20 [D 東海-18 伊勢湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.50 | 4.40 | 5.26 | NW | 30.2 | 0.016 | 61 | 1.60 | 10.16 | 12.55 | 160.9 | 0.010 | 100 | |
| 3 | 0.54 | 4.44 | 5.33 | | 30.7 | 0.017 | 57 | 1.70 | 10.03 | 12.74 | 156.8 | 0.011 | 92 | |
| 4 | 0.58 | 4.48 | 5.41 | NW | 31.3 | 0.019 | 54 | 1.79 | 9.89 | 12.92 | 152.6 | 0.012 | 85 | |
| 5 | 0.63 | 4.55 | 5.57 | | 32.3 | 0.019 | 52 | 1.91 | 9.83 | 13.38 | 150.6 | 0.013 | 79 | |

E : 近畿エリア

表 4-21 [E 近畿-19 熊野灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ³ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ³ |
| 2 | 1.10 | 6.26 | 5.93 | NW | 61.1 | 0.018 | 56 | 3.47 | 10.74 | 14.15 | 179.8 | 0.019 | 52 |
| 3 | 1.18 | 6.23 | 6.00 | | 60.6 | 0.020 | 51 | 3.69 | 10.59 | 14.47 | 174.8 | 0.021 | 47 |
| 4 | 1.26 | 6.20 | 6.07 | NW | 60.0 | 0.021 | 47 | 3.92 | 10.43 | 14.80 | 169.8 | 0.023 | 43 |
| 5 | 1.32 | 6.23 | 6.11 | | 60.5 | 0.022 | 46 | 4.05 | 10.41 | 15.09 | 169.2 | 0.024 | 42 |

表 4-22 [E 近畿-20 紀伊半島西岸]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ³ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ³ |
| 2 | 1.06 | 5.92 | 6.00 | N | 54.6 | 0.019 | 51 | 3.40 | 11.23 | 13.85 | 196.5 | 0.017 | 58 |
| 3 | 1.15 | 5.93 | 6.09 | 0 | 54.8 | 0.021 | 48 | 3.61 | 10.97 | 14.08 | 187.7 | 0.019 | 52 |
| 4 | 1.24 | 5.93 | 6.18 | N | 54.9 | 0.023 | 44 | 3.83 | 10.72 | 14.32 | 179.1 | 0.021 | 47 |
| 5 | 1.30 | 5.96 | 6.28 | 0.00 | 55.5 | 0.023 | 43 | 3.94 | 10.61 | 14.68 | 175.5 | 0.022 | 45 |

F : 四国エリア

表 4-23 [F 四国-21 四国沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.91 | 5.55 | 5.99 | N | 48.1 | 0.019 | 53 | 3.16 | 10.77 | 14.60 | 181.0 | 0.017 | 57 |
| 3 | 0.97 | 5.57 | 6.04 | | 48.4 | 0.020 | 50 | 3.34 | 10.63 | 14.79 | 176.3 | 0.019 | 53 |
| 4 | 1.04 | 5.59 | 6.08 | N | 48.8 | 0.021 | 47 | 3.52 | 10.49 | 14.99 | 171.7 | 0.021 | 49 |
| 5 | 1.11 | 5.68 | 6.14 | | 50.3 | 0.022 | 45 | 3.69 | 10.53 | 15.23 | 173.0 | 0.021 | 47 |

G : 南九州エリア

表 4-24 [G 南九州-22 日向灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} | |
| 2 | 0.97 | 5.79 | 5.77 | N | 52.3 | 0.019 | 54 | 3.26 | 10.69 | 13.69 | 178.1 | 0.018 | 55 | |
| 3 | 1.04 | 5.81 | 5.84 | | 52.7 | 0.020 | 51 | 3.48 | 10.59 | 14.00 | 175.0 | 0.020 | 50 | |
| 4 | 1.11 | 5.84 | 5.92 | N | 53.1 | 0.021 | 48 | 3.70 | 10.50 | 14.30 | 171.9 | 0.022 | 47 | |
| 5 | 1.16 | 5.89 | 5.96 | | 54.1 | 0.021 | 47 | 3.84 | 10.56 | 14.56 | 174.1 | 0.022 | 45 | |

表 4-25 [G 南九州-23 鹿児島湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} | |
| 2 | 0.36 | 3.50 | 5.09 | N | 19.1 | 0.019 | 53 | 1.27 | 8.56 | 12.20 | 114.3 | 0.011 | 90 | |
| 3 | 0.40 | 3.54 | 5.16 | | 19.5 | 0.020 | 49 | 1.34 | 8.23 | 12.38 | 105.6 | 0.013 | 79 | |
| 4 | 0.44 | 3.58 | 5.23 | N | 19.9 | 0.022 | 46 | 1.41 | 7.89 | 12.56 | 97.2 | 0.015 | 69 | |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

表 4-26 [G 南九州-24 鹿児島沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} | |
| 2 | 0.98 | 5.43 | 6.55 | N | 46.0 | 0.021 | 47 | 3.12 | 9.83 | 15.09 | 150.6 | 0.021 | 48 | |
| 3 | 0.87 | 5.00 | 6.31 | | 39.0 | 0.022 | 45 | 3.35 | 9.68 | 15.32 | 146.2 | 0.023 | 44 | |
| 4 | 0.76 | 4.57 | 6.08 | N | 32.5 | 0.023 | 43 | 3.59 | 9.54 | 15.55 | 141.9 | 0.025 | 40 | |
| 5 | 1.02 | 5.10 | 6.46 | | 40.63 | 0.02 | 40.01 | 3.73 | 9.57 | 15.73 | 142.7 | 0.03 | 38 | |

表 4-27 [G 南九州-25 長崎沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} | |
| 2 | 0.52 | 3.77 | 5.50 | N | 22.2 | 0.024 | 42 | 1.77 | 7.90 | 13.03 | 97.3 | 0.018 | 55 | |
| 3 | 0.65 | 4.06 | 5.83 | | 25.8 | 0.025 | 40 | 2.10 | 8.13 | 13.61 | 103.1 | 0.020 | 49 | |
| 4 | 0.78 | 4.35 | 6.15 | N | 29.6 | 0.026 | 38 | 2.43 | 8.36 | 14.20 | 109.0 | 0.022 | 45 | |
| 5 | 0.88 | 4.55 | 6.45 | | 32.3 | 0.027 | 37 | 2.71 | 8.62 | 14.69 | 115.8 | 0.023 | 43 | |

H : 北九州エリア

表 4-28 [H 北九州-26 玄界灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} |
| 2 | 0.80 | 4.55 | 6.48 | N | 32.3 | 0.025 | 40 | 2.40 | 7.71 | 14.83 | 92.6 | 0.026 | 39 |
| 3 | 0.88 | 4.64 | 6.56 | | 33.5 | 0.026 | 38 | 2.56 | 7.69 | 15.01 | 92.2 | 0.028 | 36 |
| 4 | 0.95 | 4.72 | 6.64 | N | 34.8 | 0.027 | 37 | 2.72 | 7.67 | 15.18 | 91.7 | 0.030 | 34 |
| 5 | 1.00 | 4.80 | 6.68 | | 36.0 | 0.028 | 36 | 2.83 | 7.74 | 15.33 | 93.3 | 0.030 | 33 |

表 4-29 [H 北九州-27 響灘]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ^{1.5} | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ^{1.5} |
| 2 | 0.57 | 4.55 | 4.89 | N | 32.2 | 0.018 | 56 | 2.01 | 7.43 | 12.00 | 86.1 | 0.023 | 43 |
| 3 | 0.64 | 4.61 | 4.93 | | 33.1 | 0.019 | 52 | 2.18 | 7.43 | 12.09 | 86.2 | 0.025 | 40 |
| 4 | 0.71 | 4.67 | 4.98 | N | 34.0 | 0.021 | 48 | 2.35 | 7.44 | 12.17 | 86.3 | 0.027 | 37 |
| 5 | 0.78 | 4.77 | 5.10 | | 35.5 | 0.022 | 45 | 2.55 | 7.54 | 12.38 | 88.6 | 0.029 | 35 |

I: 山陰エリア

表 4-30 [I 山陰-28 山陰沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.91 | 4.97 | 6.04 | NW | 38.5 | 0.024 | 42 | 2.84 | 7.90 | 14.33 | 97.4 | 0.029 | 34 |
| 3 | 0.97 | 4.99 | 6.12 | | 38.9 | 0.025 | 40 | 2.98 | 7.92 | 14.50 | 97.9 | 0.030 | 33 |
| 4 | 1.02 | 5.02 | 6.19 | NW | 39.3 | 0.026 | 38 | 3.13 | 7.95 | 14.68 | 98.5 | 0.032 | 31 |
| 5 | 1.07 | 5.08 | 6.25 | | 40.2 | 0.027 | 38 | 3.26 | 8.03 | 14.89 | 100.5 | 0.032 | 31 |

J: 北陸エリア

表 4-31 [J 北陸-29 若狭湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.70 | 4.77 | 5.26 | NW | 35.5 | 0.020 | 51 | 2.37 | 8.11 | 12.76 | 102.6 | 0.023 | 43 | |
| 3 | 0.78 | 4.84 | 5.33 | | 36.6 | 0.021 | 47 | 2.61 | 8.15 | 12.81 | 103.7 | 0.025 | 40 | |
| 4 | 0.86 | 4.92 | 5.40 | NW | 37.8 | 0.023 | 44 | 2.85 | 8.19 | 12.86 | 104.7 | 0.027 | 37 | |
| 5 | 0.93 | 4.99 | 5.51 | | 38.9 | 0.024 | 42 | 3.06 | 8.29 | 13.21 | 107.1 | 0.029 | 35 | |

表 4-32 [J 北陸-30 能登沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.78 | 4.92 | 5.23 | W | 37.8 | 0.021 | 48 | 2.53 | 8.28 | 13.06 | 106.9 | 0.024 | 42 | |
| 3 | 0.84 | 4.97 | 5.27 | | 38.5 | 0.022 | 46 | 2.70 | 8.33 | 13.25 | 108.1 | 0.025 | 40 | |
| 4 | 0.90 | 5.01 | 5.32 | W | 39.2 | 0.023 | 44 | 2.88 | 8.38 | 13.43 | 109.4 | 0.026 | 38 | |
| 5 | 0.95 | 5.07 | 5.35 | | 40.1 | 0.024 | 42 | 3.04 | 8.46 | 13.56 | 111.7 | 0.027 | 37 | |

表 4-33 [J 北陸-31 富山湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.37 | 3.95 | 4.01 | W | 24.4 | 0.015 | 67 | 1.21 | 8.06 | 9.83 | 101.3 | 0.012 | 84 | |
| 3 | 0.41 | 4.07 | 4.18 | | 25.8 | 0.016 | 64 | 1.29 | 8.13 | 10.20 | 103.0 | 0.013 | 80 | |
| 4 | 0.45 | 4.19 | 4.34 | W | 27.3 | 0.016 | 61 | 1.37 | 8.19 | 10.57 | 104.7 | 0.013 | 76 | |
| 5 | 0.46 | 4.21 | 4.36 | | 27.6 | 0.017 | 60 | 1.42 | 8.19 | 10.69 | 104.6 | 0.014 | 73 | |

表 4-34 [J 北陸-32 佐渡沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ | |
| 2 | 0.76 | 4.85 | 5.35 | W | 36.7 | 0.021 | 48 | 2.58 | 8.07 | 13.48 | 101.6 | 0.025 | 39 | |
| 3 | 0.82 | 4.90 | 5.38 | 0.00 | 37.4 | 0.022 | 46 | 2.76 | 8.09 | 13.58 | 102.0 | 0.027 | 37 | |
| 4 | 0.88 | 4.95 | 5.41 | W | 38.2 | 0.023 | 43 | 2.94 | 8.10 | 13.69 | 102.4 | 0.029 | 35 | |
| 5 | 0.93 | 5.01 | 5.43 | 0.00 | 39.2 | 0.024 | 42 | 3.10 | 8.19 | 13.83 | 104.7 | 0.030 | 34 | |

K : 東北西エリア

表 4-35 [K 東北西-33 秋田沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ³ | H ₁₀ ⁻² [m] | T ₁₀ ⁻² [s] | V ₁₀ ⁻² [m/s] | λ ₁₀ ⁻² [m] | H ₁₀ ⁻² /λ ₁₀ ⁻² | (H ₁₀ ⁻² /λ ₁₀ ⁻²) ³ | |
| 2 | 0.82 | 4.81 | 6.05 | W | 36.1 | 0.023 | 44 | 2.75 | 7.61 | 14.28 | 90.2 | 0.030 | 33 | |
| 3 | 0.90 | 4.88 | 6.07 | | 37.2 | 0.024 | 41 | 2.98 | 7.75 | 14.43 | 93.8 | 0.032 | 31 | |
| 4 | 0.98 | 4.96 | 6.08 | W | 38.4 | 0.026 | 39 | 3.21 | 7.90 | 14.58 | 97.4 | 0.033 | 30 | |
| 5 | 1.06 | 5.06 | 6.19 | | 39.9 | 0.027 | 38 | 3.42 | 8.08 | 14.78 | 101.9 | 0.034 | 30 | |

L : 北海道西エリア

表 4-36 [L 北海道西-34 檜山沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.88 | 4.74 | 6.55 | W | 35.1 | 0.025 | 40 | 2.74 | 7.57 | 14.41 | 89.3 | 0.031 | 33 |
| 3 | 0.95 | 4.80 | 6.63 | | 36.0 | 0.026 | 38 | 2.90 | 7.64 | 14.55 | 90.9 | 0.032 | 31 |
| 4 | 1.02 | 4.86 | 6.71 | W | 36.9 | 0.028 | 36 | 3.06 | 7.71 | 14.69 | 92.6 | 0.033 | 30 |
| 5 | 1.08 | 4.95 | 6.78 | | 38.2 | 0.028 | 35 | 3.23 | 7.83 | 14.88 | 95.7 | 0.034 | 30 |

表 4-37 [L 北海道西-35 石狩湾]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.69 | 4.50 | 5.51 | W | 31.5 | 0.022 | 46 | 2.40 | 7.51 | 12.51 | 88.1 | 0.027 | 37 |
| 3 | 0.75 | 4.53 | 5.58 | | 31.9 | 0.023 | 43 | 2.55 | 7.53 | 12.63 | 88.4 | 0.029 | 35 |
| 4 | 0.81 | 4.55 | 5.64 | W | 32.4 | 0.025 | 40 | 2.69 | 7.54 | 12.74 | 88.7 | 0.030 | 33 |
| 5 | 0.85 | 4.61 | 5.69 | | 33.2 | 0.026 | 39 | 2.83 | 7.63 | 12.84 | 90.8 | 0.031 | 32 |

表 4-38 [L 北海道西留萌沖-36 留萌沖]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 0.80 | 4.80 | 6.00 | W | 35.9 | 0.022 | 45 | 2.50 | 7.69 | 13.22 | 92.2 | 0.027 | 37 |
| 3 | 0.87 | 4.85 | 6.06 | | 36.6 | 0.024 | 42 | 2.66 | 7.70 | 13.39 | 92.4 | 0.029 | 35 |
| 4 | 0.94 | 4.90 | 6.12 | W | 37.4 | 0.025 | 40 | 2.82 | 7.71 | 13.57 | 92.7 | 0.030 | 33 |
| 5 | 0.98 | 4.95 | 6.17 | | 38.1 | 0.026 | 39 | 2.94 | 7.79 | 13.72 | 94.6 | 0.031 | 32 |

M : 南西諸島エリア

表 4-39 [M 南西諸島-37 南西諸島]での距岸毎の平均値

| mile | 有義値(1/3), 平均値(ave) | | | | | | | 10 ⁻² 超過確率(10 ⁻²) | | | | | |
|------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | H _{1/3} [m] | T _{1/3} [sec] | Vave[m/s] | Wind dir. | λ _{1/3} [m] | H _{1/3} /λ _{1/3} | (H _{1/3} /λ _{1/3}) ⁻¹ | H _{10⁻²} [m] | T _{10⁻²} [s] | V _{10⁻²} [m/s] | λ _{10⁻²} [m] | H _{10⁻²} /λ _{10⁻²} | (H _{10⁻²} /λ _{10⁻²}) ⁻¹ |
| 2 | 1.27 | 5.78 | 7.45 | E | 52.1 | 0.024 | 41 | 3.74 | 9.77 | 16.87 | 148.8 | 0.025 | 40 |
| 3 | 1.35 | 5.79 | 7.41 | | 52.3 | 0.026 | 39 | 3.96 | 9.64 | 16.92 | 144.9 | 0.027 | 37 |
| 4 | 1.42 | 5.80 | 7.36 | E | 52.6 | 0.027 | 37 | 4.19 | 9.51 | 16.98 | 141.0 | 0.030 | 34 |
| 5 | 1.50 | 5.91 | 7.37 | | 54.5 | 0.027 | 36 | 4.36 | 9.58 | 17.03 | 143.1 | 0.031 | 33 |

有義波と平均風速

表 4-40 全国での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 全国 | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $H_{1/3}$ [m] | 0.84 | 0.92 | 1.01 | 1.08 | 1.15 |
| $T_{1/3}$ [s] | 5.03 | 5.11 | 5.20 | 5.30 | 5.41 |
| V_{ave} [m/s] | 5.97 | 6.06 | 6.15 | 6.23 | 6.31 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 39.5 | 40.8 | 42.1 | 43.9 | 45.7 |
| $H_{1/3}/\lambda'_{1/3}$ | 0.021 | 0.023 | 0.024 | 0.025 | 0.025 |

表 4-41 平水区域を除く全国での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 全国（平水区域除く） | | | | |
|--------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $H_{1/3}$ [m] | 0.88 | 0.96 | 1.04 | 1.10 | 1.17 |
| $T_{1/3}$ [s] | 5.15 | 5.22 | 5.28 | 5.36 | 5.44 |
| V_{ave} [m/s] | 6.03 | 6.12 | 6.21 | 6.27 | 6.34 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 41.4 | 42.4 | 43.5 | 44.8 | 46.2 |
| $H_{1/3}/\lambda'_{1/3}$ | 0.021 | 0.023 | 0.024 | 0.025 | 0.025 |

表 4-42 平水区域での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 平水区域 | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $H_{1/3}$ [m] | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.68 | 0.79 |
| $T_{1/3}$ [s] | 3.91 | 4.00 | 4.08 | 4.37 | 4.66 |
| V_{ave} [m/s] | 5.35 | 5.38 | 5.42 | 5.57 | 5.72 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 23.9 | 24.9 | 25.9 | 29.8 | 33.9 |
| $H_{1/3}/\lambda'_{1/3}$ | 0.020 | 0.021 | 0.022 | 0.023 | 0.023 |

10⁻²超過確率波と風速

表 4-43 全国での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 全国 | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H_{10}^{-2} [m] | 2.61 | 2.83 | 3.05 | 3.24 | 3.43 |
| T_{10}^{-2} [s] | 9.09 | 9.05 | 9.00 | 9.09 | 9.18 |
| V_{10}^{-2} [m/s] | 13.98 | 14.22 | 14.46 | 14.72 | 14.99 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 128.8 | 127.6 | 126.4 | 128.9 | 131.4 |
| $H_{10}^{-2}/\lambda'_{1/3}$ | 0.020 | 0.022 | 0.024 | 0.025 | 0.026 |

表 4-44 平水区域を除く全国での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 全国（平水区域除く） | | | | |
|------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H_{10}^{-2} [m] | 2.61 | 2.83 | 3.05 | 3.26 | 3.47 |
| T_{10}^{-2} [s] | 9.09 | 9.05 | 9.00 | 9.10 | 9.19 |
| V_{10}^{-2} [m/s] | 13.98 | 14.22 | 14.46 | 14.75 | 15.04 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 128.8 | 127.6 | 126.4 | 129.0 | 131.7 |
| $H_{10}^{-2}/\lambda'_{1/3}$ | 0.020 | 0.022 | 0.024 | 0.025 | 0.026 |

表 4-45 平水区域での距岸毎の有義波と平均風速の平均値

| 距岸[mile] | 平水区域 | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H_{10}^{-2} [m] | 1.56 | 1.67 | 1.78 | 2.06 | 2.33 |
| T_{10}^{-2} [s] | 8.54 | 8.38 | 8.21 | 8.57 | 8.94 |
| V_{10}^{-2} [m/s] | 12.63 | 12.71 | 12.79 | 13.19 | 13.58 |
| $\lambda'_{1/3}$ [m] | 113.8 | 109.4 | 105.1 | 114.6 | 124.6 |
| $H_{10}^{-2}/\lambda'_{1/3}$ | 0.014 | 0.015 | 0.017 | 0.018 | 0.019 |

4. 5 発生頻度分布を用いた波岨度の解析

日本全国 37 海域の有義波高と有義波周期の発生頻度分布を用いて、平均波岨度を発生頻度分布より有義波高毎の加重平均で求めた有義波周期を使って解析した。

発生頻度分布は日本近海の波と風データベースを用いて解析した。

平均波岨度は海域毎に有義波高 $H_{1/3}=0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0\text{m}$ の区分における有義波周期の発生頻度を用いて加重平均で距岸 2、4、6 海里の有義波高毎の平均有義波周期 $\overline{T_{1/3}}$ を求め、(1)式を用いて相当規則波長 λ' に換算し有義波高毎の平均波岨度 $H_{1/3}/\lambda'$ を計算した。距岸 3、5 海里の波岨度は距岸 2、4、6 海里での値を内挿して求めた。さらに全国 37 海域、平水区域 7 海域を除く全国 30 海域、平水区域 7 海域での距岸 3、5 海里の平均波岨度を有義波高毎に求めた。

4. 5. 1 有義波高と有義波周期の発生頻度分布表

距岸 5 海里までの波岨度を有義波高と有義波周期の発生頻度分布の結果から求めるために、日本近海の波と風データベースを用いて日本沿岸 37 海域での 2、4、6 海里地点の有義波高と有義波周期の発生頻度を解析した。

各海域での距岸 2、4、6 海里毎の有義波高と波周期の発生頻度分布を解析した結果を参考資料 8 の有義波高と有義波周期の発生頻度表の表 A8-1 から表 A8-111 (以下、単に表名のみ表示)に示す。表中、縦軸は有義波高、横軸は波周期及び波長をとり、発生頻度が示されている。また、平水区域の海域では $H_{1/3}=0.5\text{m}$ の区分に、その他の海域では有義波高 $H_{1/3}=2.0\text{m}$ の区分の有義波周期の発生頻度を色掛で示している。

表 A8-112 から表 A8-114 に全国 37 海域全体での有義波高と有義波周期の発生頻度表を、表 A8-115 から表 A8-117 に平水区域 7 海域を除く全国 30 海域での発生頻度表を、表 A8-118 から表 A8-120 に平水区域 7 海域での発生頻度表を示す。

4. 5. 2 平均波岨度の解析

現行規則では出港限界風速を 15m/s として、この風速が 1 時間吹送したときの波岨度を設定しているが、波高に関する基準はない。出港限界風速 15m/s は復原性規則の限定沿海の設定風速と一致している。また、航行区域と ISO 設計区分の対応について検討を行った結果、表 4-46 に示すように限定沿海区域における有義波高 $H_{1/3}$ は 2.0m 以下、平水区域では最大有義波高 0.5m とされた¹⁾。そこで、平水区域では有義波高 $H_{1/3}=0.5m$ での平均有義波周期 $\overline{T_{1/3}}$ を発生頻度の加重平均で求めて平均波岨度を算出し、その他の海域では有義波高 $H_{1/3}=2.0m$ での平均有義波周期 $\overline{T_{1/3}}$ を発生頻度の加重平均で求めて平均波岨度を算出した。表 4-47 に日本全国 37 海域での距岸毎の平均波岨度を平水区域では $H_{1/3}=0.5m$ で、その他の海域では $H_{1/3}=2.0m$ で算出した結果を示す。色掛のセルで示す海域は平水区域の海域である。距岸 6 海里までの平水区域を除く海域では玄界灘の距岸 2 海里で平均波岨度 0.039、平水区域では陸奥湾の距岸 2 海里で平均波岨度 0.031 が最も大きいことが分かる。一方、全国平均及び平水区域全体の平均波岨度は距岸が離れてもほとんど変化しない。

表 4-46 航行区域及び ISO 設計区分の対応

| 航行区域 | | ISO設計区分 | | | |
|---------------------------|---|---|------|--|------------------------|
| 航行区域 | 風速(m/s) | 風速(m/s) | 設計区分 | ビュフォート風力階級 | 有義波高(m) |
| 遠洋区域 近海区域 | 32m/s | 28m/s | A | ISO12217 10以下 ISO/DIS12215 9以下 (RCD8超) | ISO7m以下 (RCD4m超) |
| | 【26m/s】 (ビュフォート風力階級10に相当) 上段：突風 下段：定常風 | 【26.5m/s】 上段：突風 下段：平均風速 (対応するビュフォート風力階級における) | | | |
| 沿海区域 | 23m/s | 21m/s | B | 8以下 | 4m以下 |
| | 【19m/s】 (ビュフォート風力階級8に相当) | 【19m/s】 | | | |
| 限定沿海区域 | 18m/s | 17m/s | C | 6以下 | 2m以下 |
| | 【15m/s】 (ビュフォート風力階級7に相当) | 【12.5m/s】 | | | |
| 平水区域 (ビュフォート風力階級 4 以下) | 15m/s | 13m/s | D | 4以下 | 0.3m以下 最大波高 0.5m |
| | 【10m/s】 (ビュフォート風力階級5に相当) | 【7m/s】 | | | |

15m/s →

10m/s →

← $H_w = 2m$

← $H_w = 0.5m$

注) 平水区域については、突風と定常風の比(突風率)を1.5とし、それ以外は $\sqrt{1.5}$ である。

今回検討する新基準での航行区域は、可搬型小型船舶の航行区域が 5 海里の技術要件を満足した上で 3 海里に制限されていることを参考に設定されることである。そこで距岸 2 海里から 6 海里までの波高毎の平均波呷度を表 4-48 から表 4-52 に示す。どの海域でも有義波高が大きくなると平均波呷度が大きくなる。平水区域以外の海域では $H_{1/3}=2.0\text{m}$ の平均波呷度は玄界灘及び津軽海峡が大きく、 $H_{1/3}/\lambda' = 0.037 \sim 0.039$ である。平水区域の海域では陸奥湾の平均波呷度が大きく、 $H_{1/3}=0.5\text{m}$ での平均波呷度は $0.030 \sim 0.031$ 、 $H_{1/3}=2.0\text{m}$ では $H_{1/3}/\lambda'_{1/3} = 0.043 \sim 0.048$ になる。ただし、平水区域での $H_{1/3}=2.0\text{m}$ の発生頻度は低いことに留意する必要がある。

表 4-47 距岸毎の平均波岨度（平水区域は $H_{1/3}=0.5\text{m}$ 、 他は $H_{1/3}=2.0\text{m}$ ）

| 波岨度($H_{1/3}/\lambda'$)一覧 | | 有義波高 [m] | 距岸 [mile] | | | | | |
|------------------------------------|------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 2.0 | 0.031 | 0.031 | 0.032 | 0.032 | 0.032 |
| | | 2 根室海峡 | 2.0 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.034 | 0.034 |
| | | 3 釧路沖 | 2.0 | 0.025 | 0.026 | 0.026 | 0.027 | 0.027 |
| | | 4 日高沖 | 2.0 | 0.030 | 0.030 | 0.031 | 0.031 | 0.031 |
| | | 5 内浦湾 | 2.0 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.035 | 0.035 |
| | | 6 津軽海峡 | 2.0 | 0.037 | 0.037 | 0.037 | 0.037 | 0.038 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.5 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.030 |
| | | 8 三陸沖 | 2.0 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.025 | 0.026 |
| | | 9 仙台湾 | 2.0 | 0.022 | 0.023 | 0.024 | 0.024 | 0.024 |
| | | 10 常磐沖 | 2.0 | 0.022 | 0.023 | 0.023 | 0.024 | 0.024 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 2.0 | 0.026 | 0.026 | 0.026 | 0.026 | 0.026 |
| | | 12 房総沖 | 2.0 | 0.026 | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.027 |
| | | 13 東京湾 | 0.5 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.021 | 0.017 |
| | | 14 相模灘 | 2.0 | 0.027 | 0.028 | 0.028 | 0.029 | 0.030 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.5 | 0.014 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 |
| | | 16 遠州灘 | 2.0 | 0.025 | 0.026 | 0.027 | 0.027 | 0.027 |
| | | 17 三河湾 | 0.5 | 0.026 | 0.025 | 0.025 | - | - |
| | | 18 伊勢湾 | 0.5 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.016 | 0.016 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 2.0 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.026 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 2.0 | 0.026 | 0.026 | 0.027 | 0.027 | 0.027 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 2.0 | 0.036 | 0.031 | 0.027 | 0.027 | 0.026 |
| G | 南九州 | 22 日向灘 | 2.0 | 0.025 | 0.025 | 0.026 | 0.026 | 0.027 |
| | | 23 鹿児島湾 | 0.5 | 0.025 | 0.026 | 0.026 | - | - |
| | | 24 鹿児島沖 | 2.0 | 0.036 | 0.033 | 0.030 | 0.031 | 0.031 |
| | | 25 長崎沖 | 2.0 | 0.036 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.035 |
| H | 北九州 | 26 玄界灘 | 2.0 | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 | 0.037 |
| | | 27 響灘 | 2.0 | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.032 | 0.031 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 2.0 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 |
| J | 北陸 | 29 若狭湾 | 2.0 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.029 |
| | | 30 能登沖 | 2.0 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.029 |
| | | 31 富山湾 | 0.5 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 |
| | | 32 佐渡沖 | 2.0 | 0.032 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.031 |
| K | 東北西 | 33 秋田沖 | 2.0 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.032 | 0.032 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 2.0 | 0.035 | 0.035 | 0.035 | 0.034 | 0.034 |
| | | 35 石狩湾 | 2.0 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 |
| | | 36 留萌沖 | 2.0 | 0.034 | 0.034 | 0.034 | 0.034 | 0.033 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 2.0 | 0.031 | 0.031 | 0.031 | 0.031 | 0.030 |
| 全国平均 | | | 2.0 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.030 |
| 全国平均(平水区域除く) | | | 2.0 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.030 |
| 平水区域(陸奥, 東京, 駿河, 三河, 伊勢, 鹿児島, 富山湾) | | | 0.5 | 0.021 | 0.021 | 0.021 | 0.020 | 0.019 |

表 4-48 距岸 2 海里の有義波高毎の平均波岨度

| 波岨度($H_{1/3}/\lambda_{1/3}$)一覧 | | 有義波高 $H_{1/3}$ [m] <2mile> | | | | | | |
|----------------------------------|------|----------------------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 0.015 | 0.022 | 0.028 | 0.031 | 0.032 | 0.035 |
| | | 2 根室海峡 | 0.017 | 0.026 | 0.032 | 0.035 | 0.037 | 0.039 |
| | | 3 釧路沖 | 0.012 | 0.017 | 0.022 | 0.025 | 0.028 | 0.031 |
| | | 4 日高沖 | 0.012 | 0.019 | 0.026 | 0.030 | 0.031 | 0.035 |
| | | 5 内浦湾 | 0.015 | 0.026 | 0.033 | 0.036 | 0.038 | 0.040 |
| | | 6 津軽海峡 | 0.017 | 0.027 | 0.034 | 0.037 | 0.038 | 0.040 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.031 | 0.041 | 0.045 | 0.048 | 0.053 | 0.048 |
| | | 8 三陸沖 | 0.010 | 0.015 | 0.020 | 0.023 | 0.026 | 0.027 |
| | | 9 仙台湾 | 0.010 | 0.015 | 0.019 | 0.022 | 0.025 | 0.027 |
| | | 10 常磐沖 | 0.010 | 0.015 | 0.019 | 0.022 | 0.025 | 0.027 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.031 |
| | | 12 房総沖 | 0.013 | 0.018 | 0.022 | 0.026 | 0.029 | 0.031 |
| | | 13 東京湾 | 0.024 | 0.031 | 0.035 | 0.036 | 0.037 | 0.038 |
| | | 14 相模灘 | 0.013 | 0.019 | 0.024 | 0.027 | 0.029 | 0.032 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.014 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.028 | 0.030 |
| | | 16 遠州灘 | 0.013 | 0.017 | 0.022 | 0.025 | 0.027 | 0.028 |
| | | 17 三河湾 | 0.026 | 0.031 | 0.033 | 0.032 | 0.030 | 0.029 |
| | | 18 伊勢湾 | 0.016 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.032 | 0.033 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 0.011 | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.028 | 0.028 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 0.012 | 0.017 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.028 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 0.023 | 0.028 | 0.033 | 0.036 | 0.036 | 0.037 |
| G | 南九州 | 22 日向沖 | 0.013 | 0.016 | 0.022 | 0.025 | 0.027 | 0.028 |
| | | 23 鹿児島湾 | 0.025 | 0.032 | 0.034 | 0.035 | 0.036 | 0.034 |
| | | 24 鹿児島沖 | 0.021 | 0.028 | 0.033 | 0.036 | 0.036 | 0.037 |
| | | 25 長崎沖 | 0.023 | 0.028 | 0.033 | 0.036 | 0.036 | 0.037 |
| | | 26 玄界灘 | 0.017 | 0.028 | 0.034 | 0.039 | 0.038 | 0.041 |
| H | 北九州 | 27 響灘 | 0.016 | 0.025 | 0.030 | 0.034 | 0.036 | 0.037 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 0.015 | 0.024 | 0.029 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| J | 北陸 | 29 若狭湾 | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.030 | 0.031 | 0.033 |
| | | 30 能登沖 | 0.015 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.032 | 0.033 |
| | | 31 富山湾 | 0.016 | 0.024 | 0.032 | 0.039 | 0.044 | 0.046 |
| | | 32 佐渡沖 | 0.015 | 0.023 | 0.028 | 0.032 | 0.034 | 0.035 |
| K | 東北西 | 33 秋田沖 | 0.016 | 0.025 | 0.031 | 0.034 | 0.035 | 0.037 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 0.017 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.037 | 0.038 |
| | | 35 石狩湾 | 0.018 | 0.025 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| | | 36 留萌沖 | 0.015 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.037 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 0.013 | 0.020 | 0.027 | 0.031 | 0.034 | 0.035 |
| 全国平均 | | 0.017 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | |
| 全国平均(平水区域除く) | | 0.016 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | |
| 平水区域(陸奥、東京、駿河、三河、伊勢、鹿児島、富山湾) | | 0.021 | 0.026 | 0.027 | 0.029 | 0.030 | 0.031 | |

表 4-49 距岸 3 海里の有義波高毎の平均波呺度

| 波呺度($H_{1/3}/\lambda$)一覧 | | 有義波高 $H_{1/3}$ [m] <3mile> | | | | | | |
|------------------------------------|------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 0.016 | 0.023 | 0.028 | 0.031 | 0.033 | 0.035 |
| | | 2 根室海峡 | 0.017 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.037 | 0.039 |
| | | 3 釧路沖 | 0.012 | 0.017 | 0.022 | 0.026 | 0.029 | 0.031 |
| | | 4 日高沖 | 0.013 | 0.020 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.035 |
| | | 5 内浦湾 | 0.016 | 0.026 | 0.033 | 0.036 | 0.038 | 0.039 |
| | | 6 津軽海峡 | 0.017 | 0.028 | 0.034 | 0.037 | 0.038 | 0.040 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.031 | 0.040 | 0.045 | 0.046 | 0.051 | 0.049 |
| | | 8 三陸沖 | 0.011 | 0.016 | 0.020 | 0.023 | 0.025 | 0.027 |
| | | 9 仙台湾 | 0.011 | 0.015 | 0.020 | 0.023 | 0.025 | 0.028 |
| | | 10 常磐沖 | 0.011 | 0.015 | 0.020 | 0.023 | 0.025 | 0.028 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.031 |
| | | 12 房総沖 | 0.014 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.031 |
| | | 13 東京湾 | 0.025 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.036 | 0.038 |
| | | 14 相模灘 | 0.014 | 0.019 | 0.024 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.015 | 0.019 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.031 |
| | | 16 遠州灘 | 0.014 | 0.018 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.029 |
| | | 17 三河湾 | 0.025 | 0.030 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.031 |
| | | 18 伊勢湾 | 0.016 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.032 | 0.034 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 0.013 | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.029 | 0.029 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.029 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 0.019 | 0.023 | 0.028 | 0.031 | 0.033 | 0.034 |
| G | 南九州 | 22 日向灘 | 0.013 | 0.017 | 0.022 | 0.025 | 0.028 | 0.029 |
| | | 23 鹿児島湾 | 0.026 | 0.031 | 0.033 | 0.035 | 0.036 | 0.034 |
| | | 24 鹿児島沖 | 0.018 | 0.024 | 0.030 | 0.033 | 0.034 | 0.035 |
| | | 25 長崎沖 | 0.021 | 0.028 | 0.033 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| H | 北九州 | 26 玄界灘 | 0.017 | 0.028 | 0.034 | 0.038 | 0.038 | 0.041 |
| | | 27 響灘 | 0.016 | 0.024 | 0.030 | 0.034 | 0.036 | 0.037 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 0.016 | 0.024 | 0.029 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| J | 北陸 | 29 若狭湾 | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.030 | 0.031 | 0.033 |
| | | 30 能登沖 | 0.016 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.031 | 0.033 |
| | | 31 富山湾 | 0.017 | 0.024 | 0.031 | 0.036 | 0.041 | 0.044 |
| | | 32 佐渡沖 | 0.016 | 0.023 | 0.028 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| K | 東北西 | 33 秋田沖 | 0.016 | 0.025 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 0.017 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| | | 35 石狩湾 | 0.018 | 0.025 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| | | 36 留萌沖 | 0.016 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.035 | 0.037 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 0.013 | 0.020 | 0.027 | 0.031 | 0.034 | 0.035 |
| 全国平均 | | 0.017 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | |
| 全国平均(平水区域除く) | | 0.016 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | |
| 平水区域(陸奥, 東京, 駿河, 三河, 伊勢, 鹿児島, 富山湾) | | 0.021 | 0.025 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.032 | |

表 4-50 距岸 4 海里の有義波高毎の平均波岨度

| 波岨度($H_{1/3}/\lambda'_{1/3}$)一覧 | | | 有義波高 $H_{1/3}$ [m] <4mile> | | | | | |
|-----------------------------------|------|-----------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 0.017 | 0.023 | 0.029 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| | | 2 根室海峡 | 0.017 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.038 |
| | | 3 釧路沖 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.031 |
| | | 4 日高沖 | 0.013 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.032 | 0.034 |
| | | 5 内浦湾 | 0.016 | 0.026 | 0.033 | 0.036 | 0.037 | 0.039 |
| | | 6 津軽海峡 | 0.018 | 0.028 | 0.034 | 0.037 | 0.038 | 0.040 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.030 | 0.040 | 0.044 | 0.043 | 0.048 | 0.050 |
| | | 8 三陸沖 | 0.013 | 0.016 | 0.020 | 0.023 | 0.025 | 0.028 |
| | | 9 仙台湾 | 0.013 | 0.016 | 0.021 | 0.024 | 0.025 | 0.028 |
| | | 10 常磐沖 | 0.012 | 0.016 | 0.020 | 0.023 | 0.026 | 0.028 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.031 |
| | | 12 房総沖 | 0.014 | 0.019 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.032 |
| | | 13 東京湾 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.035 | 0.037 |
| | | 14 相模灘 | 0.015 | 0.020 | 0.024 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.015 | 0.020 | 0.024 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| | | 16 遠州灘 | 0.015 | 0.019 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.030 |
| | | 17 三河湾 | 0.025 | 0.029 | 0.031 | 0.031 | 0.032 | 0.033 |
| | | 18 伊勢湾 | 0.017 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | 0.034 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 0.014 | 0.016 | 0.021 | 0.025 | 0.029 | 0.031 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 0.014 | 0.019 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.031 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 0.015 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.030 |
| G | 南九州 | 22 日向沖 | 0.014 | 0.018 | 0.023 | 0.026 | 0.028 | 0.029 |
| | | 23 鹿児島湾 | 0.026 | 0.030 | 0.033 | 0.036 | 0.037 | 0.035 |
| | | 24 鹿児島沖 | 0.015 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 |
| | | 25 長崎沖 | 0.020 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| H | 北九州 | 26 玄界灘 | 0.017 | 0.027 | 0.033 | 0.038 | 0.038 | 0.041 |
| | | 27 響灘 | 0.016 | 0.024 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 0.016 | 0.025 | 0.029 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| J | 北陸 | 29 若狭湾 | 0.017 | 0.022 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| | | 30 能登沖 | 0.016 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| | | 31 富山湾 | 0.017 | 0.024 | 0.030 | 0.032 | 0.038 | 0.042 |
| | | 32 佐渡沖 | 0.016 | 0.023 | 0.028 | 0.031 | 0.033 | 0.035 |
| K | 東北西 | 33 秋田沖 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.033 | 0.034 | 0.036 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 0.018 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| | | 35 石狩湾 | 0.019 | 0.025 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| | | 36 留萌沖 | 0.017 | 0.026 | 0.030 | 0.034 | 0.035 | 0.036 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 0.014 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.035 |
| 全国平均 | | | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 |
| 全国平均(平水区域除く) | | | 0.016 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 |
| 平水区域(陸奥、東京、駿河、三河、伊勢、鹿児島、富山湾) | | | 0.021 | 0.025 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.032 |

表 4-51 距岸 5 海里の有義波高毎の平均波幅度

| 波幅度($H_{1/3}/\lambda$)一覧 | | 有義波高 $H_{1/3}$ [m] <5mile> | | | | | | |
|------------------------------|------|----------------------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| | | 2 根室海峡 | 0.017 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.038 |
| | | 3 釧路沖 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.032 |
| | | 4 日高沖 | 0.013 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.032 | 0.034 |
| | | 5 内浦湾 | 0.016 | 0.025 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.038 |
| | | 6 津軽海峡 | 0.018 | 0.029 | 0.034 | 0.037 | 0.038 | 0.040 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.030 | 0.039 | 0.044 | 0.044 | 0.047 | 0.049 |
| | | 8 三陸沖 | 0.013 | 0.018 | 0.021 | 0.025 | 0.026 | 0.028 |
| | | 9 仙台湾 | 0.013 | 0.017 | 0.021 | 0.024 | 0.026 | 0.028 |
| | | 10 常磐沖 | 0.012 | 0.016 | 0.020 | 0.024 | 0.026 | 0.028 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 0.010 | 0.017 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.030 |
| | | 12 房総沖 | 0.013 | 0.020 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.032 |
| | | 13 東京湾 | 0.021 | 0.028 | 0.031 | 0.034 | 0.033 | 0.036 |
| | | 14 相模灘 | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.015 | 0.020 | 0.024 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| | | 16 遠州灘 | 0.015 | 0.019 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.031 |
| | | 17 三河湾 | - | - | - | - | - | - |
| | | 18 伊勢湾 | 0.016 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | 0.034 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 0.014 | 0.017 | 0.021 | 0.025 | 0.029 | 0.031 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.029 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 0.014 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.030 |
| | | 22 日向灘 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.030 |
| G | 南九州 | 23 鹿児島湾 | - | - | - | - | - | - |
| | | 24 鹿児島沖 | 0.015 | 0.021 | 0.027 | 0.031 | 0.033 | 0.034 |
| | | 25 長崎沖 | 0.019 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| H | 北九州 | 26 玄界灘 | 0.017 | 0.027 | 0.033 | 0.037 | 0.038 | 0.041 |
| | | 27 響灘 | 0.015 | 0.022 | 0.028 | 0.032 | 0.035 | 0.036 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 0.016 | 0.025 | 0.029 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| | | 29 若狭湾 | 0.017 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| J | 北陸 | 30 能登沖 | 0.016 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| | | 31 富山湾 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.032 | 0.036 | 0.041 |
| | | 32 佐渡沖 | 0.016 | 0.023 | 0.027 | 0.031 | 0.033 | 0.035 |
| | | 33 秋田沖 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.032 | 0.034 | 0.036 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 0.018 | 0.027 | 0.032 | 0.034 | 0.036 | 0.037 |
| | | 35 石狩湾 | 0.019 | 0.026 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| | | 36 留萌沖 | 0.017 | 0.026 | 0.030 | 0.034 | 0.035 | 0.036 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 0.014 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.035 |
| 全国平均 | | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | |
| 全国平均(平水区域除く) | | 0.016 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | |
| 平水区域(陸奥、東京、駿河、三河、伊勢、鹿児島、富山湾) | | 0.020 | 0.024 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 | |

表 4-52 距岸 6 海里の有義波高毎の平均波岨度

| 波岨度($H_{1/3}/\lambda'_{1/3}$)一覧 | | 有義波高 $H_{1/3}$ [m] <6mile> | | | | | | |
|-----------------------------------|------|----------------------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|
| 地域 | 海域 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | |
| A | 北海道東 | 1 網走沖 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| | | 2 根室海峡 | 0.016 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.039 |
| | | 3 釧路沖 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.032 |
| | | 4 日高沖 | 0.013 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.033 | 0.035 |
| | | 5 内浦湾 | 0.016 | 0.025 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.038 |
| | | 6 津軽海峡 | 0.018 | 0.029 | 0.034 | 0.038 | 0.038 | 0.039 |
| B | 東北東 | 7 陸奥湾 | 0.030 | 0.039 | 0.044 | 0.044 | 0.047 | 0.048 |
| | | 8 三陸沖 | 0.013 | 0.019 | 0.022 | 0.026 | 0.027 | 0.029 |
| | | 9 仙台湾 | 0.013 | 0.017 | 0.021 | 0.024 | 0.026 | 0.029 |
| | | 10 常磐沖 | 0.012 | 0.017 | 0.020 | 0.024 | 0.026 | 0.029 |
| C | 関東 | 11 鹿島灘 | 0.011 | 0.018 | 0.022 | 0.026 | 0.028 | 0.030 |
| | | 12 房総沖 | 0.013 | 0.020 | 0.023 | 0.027 | 0.030 | 0.032 |
| | | 13 東京湾 | 0.017 | 0.024 | 0.028 | 0.032 | 0.031 | 0.035 |
| | | 14 相模灘 | 0.015 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 |
| D | 東海 | 15 駿河湾 | 0.015 | 0.020 | 0.024 | 0.028 | 0.031 | 0.033 |
| | | 16 遠州灘 | 0.015 | 0.019 | 0.024 | 0.027 | 0.030 | 0.032 |
| | | 17 三河湾 | — | — | — | — | — | — |
| | | 18 伊勢湾 | 0.016 | 0.026 | 0.031 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| E | 近畿 | 19 熊野灘 | 0.014 | 0.017 | 0.021 | 0.026 | 0.029 | 0.032 |
| | | 20 紀伊半島西岸 | 0.014 | 0.019 | 0.024 | 0.027 | 0.031 | 0.032 |
| F | 四国 | 21 四国沖 | 0.014 | 0.018 | 0.022 | 0.026 | 0.029 | 0.031 |
| | | 22 日向灘 | 0.013 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.030 |
| G | 南九州 | 23 鹿児島湾 | — | — | — | — | — | — |
| | | 24 鹿児島沖 | 0.015 | 0.021 | 0.027 | 0.031 | 0.033 | 0.034 |
| | | 25 長崎沖 | 0.018 | 0.027 | 0.032 | 0.035 | 0.036 | 0.037 |
| H | 北九州 | 26 玄界灘 | 0.017 | 0.027 | 0.033 | 0.037 | 0.038 | 0.041 |
| | | 27 響灘 | 0.014 | 0.020 | 0.026 | 0.031 | 0.034 | 0.035 |
| I | 山陰 | 28 山陰沖 | 0.016 | 0.025 | 0.029 | 0.033 | 0.035 | 0.037 |
| | | 29 若狭湾 | 0.017 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| J | 北陸 | 30 能登沖 | 0.016 | 0.023 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.033 |
| | | 31 富山湾 | 0.017 | 0.024 | 0.028 | 0.031 | 0.034 | 0.041 |
| | | 32 佐渡沖 | 0.016 | 0.023 | 0.027 | 0.031 | 0.033 | 0.035 |
| | | 33 秋田沖 | 0.017 | 0.024 | 0.029 | 0.032 | 0.034 | 0.035 |
| L | 北海道西 | 34 檜山沖 | 0.017 | 0.027 | 0.031 | 0.034 | 0.037 | 0.037 |
| | | 35 石狩湾 | 0.019 | 0.026 | 0.030 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| | | 36 留萌沖 | 0.017 | 0.026 | 0.031 | 0.033 | 0.035 | 0.036 |
| M | 南西諸島 | 37 南西諸島 | 0.014 | 0.020 | 0.026 | 0.030 | 0.034 | 0.035 |
| 全国平均 | | 0.016 | 0.022 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | |
| 全国平均(平水区域除く) | | 0.016 | 0.021 | 0.026 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | |
| 平水区域(陸奥、東京、駿河、三河、伊勢、鹿児島、富山湾) | | 0.019 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.033 | |

4.6 小型船舶の適切な乾舷の検討

小型船舶安全規則(小安則)第 103 条で要求されている乾舷の確保が難しい小型艇(船長 3.3m 未満)は、小安則 4 条(特殊な小型船舶)の規定に基づき検査細則第 1 編附属書[2-6]において要求する一定の乾舷を有することで定員の付加が認められている。附属書[2-6]は小安則第 103 条に対して緩和された基準になっていることから、適用範囲の境である船長 3.3m を境に小さい船舶の方が定員がとれる現象が生じている。そこで、この現象をなくすためにこれら船舶に対する適切な乾舷基準の設定に関する検討が行われている。

ここでは、4.4 節、4.5 節に示した 5 海里沖までの気象海象データの解析結果を基に、小型船舶の乾舷基準で縦波に対する余裕乾舷とされている $L/40$ の規定の妥当性について検証するとともに、5 海里沖までの海象に対応する縦波に対する適切な余裕乾舷について検討を行った。

4.6.1 現行の縦波中余裕乾舷要求

小安則第 103 条に規定された最小船尾乾舷基準で考慮されている縦波に対する余裕乾舷 δ_w は、風速 15m/s、吹送時間 1 時間、吹送距離 10km の条件下で発生する波(想定海象)を考えた場合に縦波中で船内に海水が流入しないための必要最小乾舷²⁾である。 δ_w は以下のような計算を行って求められている。

① 考え方

縦波中における静的な平衡状態での相対水位変動量(波面上昇量－船体の上昇量)より乾舷が大きければ船内に海水は流入しない。

② 計算の仮定

計算では、縦波の波形は正弦波、船体は縦波中でトリムしない状態を考えるとされている。よって、船体は前後対称で垂直舷側であり、船体中央に波の山が位置する状態が想定されていると考えられる。

③ 計算式

①、②の条件から縦波に対する余裕乾舷 δ_w は次式で表すことができる。

$$\delta_w = \frac{H_w}{2} - \frac{1}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{H_w}{2} \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right) dx \quad (3)$$

ここで、 H_w :波高、 L :船長、 λ :波長であり、右辺第 2 項は縦波中における船体の上昇量(静水面を基準とした平行浮上量)を示す。

右辺の積分計算を行うと(4)式となり、縦波に対する余裕乾舷 δ_w は波高 H_w 、船長 L 、波長 λ の関数で与えられる。

$$\delta_w = \frac{H_w}{2} \left\{ 1 - \frac{\lambda}{\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \right\} \quad (4)$$

次に、想定海象の波嶮度を Sverdrup-Munk の波浪予測を使って求める。条件は風速

U=15m/s、吹送時間 t=3,600s(1h)、吹送距離 10km である。この条件では発達段階であるため、Sverdrup and Munk の Duration Graph (図 4-2)を用いて波齢 c(波速)/U(風速)を求める。図 4-2 より $gt/U=2.35 \times 10^3$ での c/U を読み取ると 0.23 である。次に波齢・波呺度グラフ (図 4-3)より波齢 $\beta (=c/U)=0.23$ での波呺度 $\delta (=H_w/\lambda)$ を読み取ると 0.05(1/20)である。

想定海象における波呺度から $H_w=0.05 \lambda$ ($H_w/\lambda=1/20$)とすると、(4)式の関係は(5)式となり、縦波に対する余裕乾舷 δ_w は、船長 L、波長 λ によって変化する。

$$\delta_w = \frac{\lambda}{40} \left\{ 1 - \frac{\lambda}{\pi L} \sin \left(\frac{\pi L}{\lambda} \right) \right\} \quad (5)$$

(5)式で最も厳しい状態となるのは、波長船長比 $\lambda/L=1.0$ の場合²⁾であり、現行の最小船尾乾舷基準で考慮されている縦波に対する余裕乾舷は、(5)式で $\lambda/L=1.0$ とした (6)式の値が規定されている。

$$\delta_w = 0.025L = L/40 \quad (6)$$

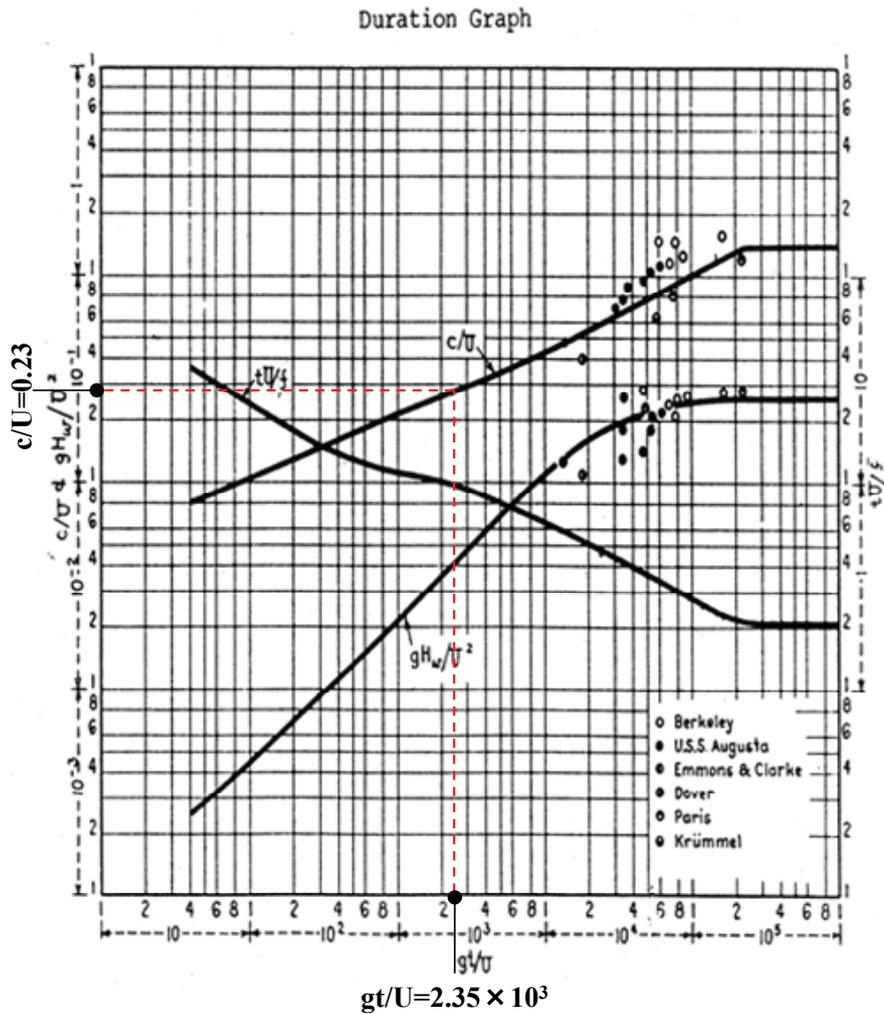


図 4-2 発達段階の波齢

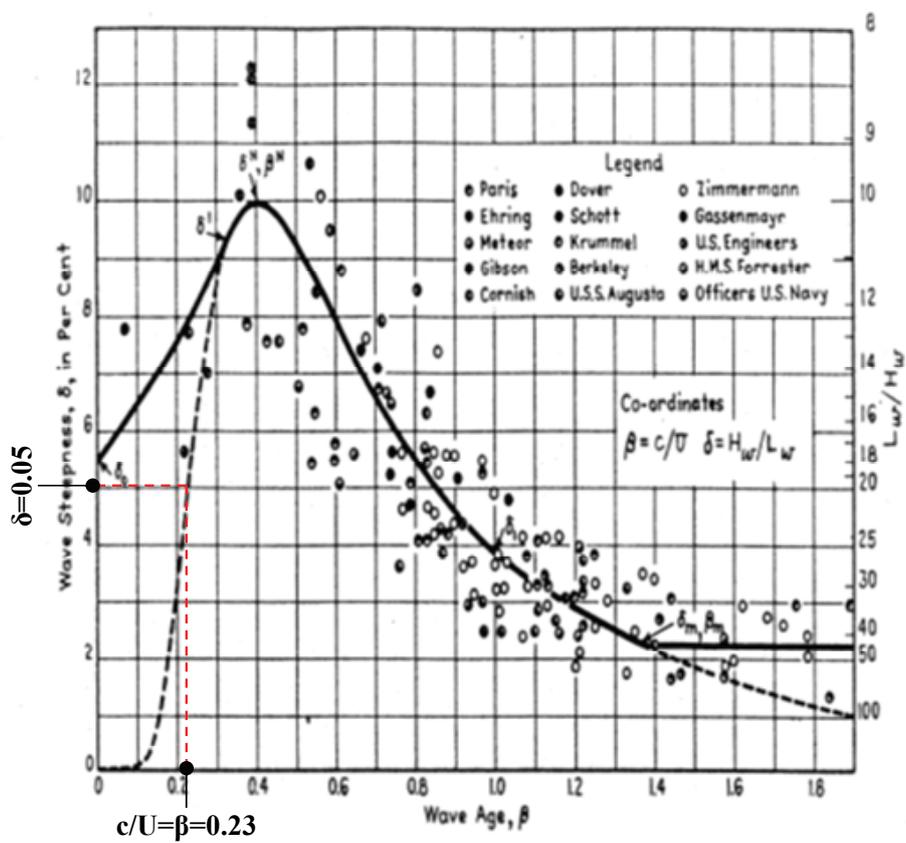


図 4-3 有義波の波齢-波呷度曲線

4.6.2 適切な余裕乾舷の検討

1) 現行規定の検証

5 海里沖までの気象海象データの解析結果を基に、小型船舶の乾舷基準で縦波に対する余裕乾舷として規定されている $L/40$ の規定の妥当性について検証する。

4.6.1 節に示したように現行の乾舷基準では縦波の影響に対する必要乾舷を計算する際に想定海象の波呷度を $H_w/\lambda=1/20$ としたので、(4)式より縦波の影響に対する余裕乾舷は $L/40$ とされた。

一方、表 4-40～4-42 に示した日本全国の沿岸の有義波高と有義波周期の平均値(以下、「全国平均」と言う。)から求めた有義波呷度の解析結果では、距岸 5 海里までの波呷度の最大値は 0.025 であり、現行基準で使用されている波呷度(0.050)より小さい。この海象で距岸 5 海里までを航行する場合、(4)式を用いると縦波の影響に対する余裕乾舷は $L/80$ 確保すれば良いことになる。

現行の乾舷基準で用いられている波呷度 $H_w/\lambda=1/20$ は、風速 15m/s、吹送時間 1 時間、吹送距離 10km の条件下(想定海象)で発生する波を考えて設定されている。この想定海象は、平水区域を航行区域とする小型船舶は出港しない、あるいは回避するものとされており、現行の船尾乾舷基準では比較的厳しい海象を想定して縦波の影響に対する余裕乾舷が設定されていると考えられる。

一方、「全国平均」は、解析対象とした全ての海域で発生する波浪の特性を平均的な海象として反映したものとなっており、日本沿岸の平均的な海象で距岸 5 海里までを航行する場合、縦波の影響に対する余裕乾舷は現行基準($L/40$)に比べて小さくても安全性が確保できると考えられる。

2) 適切な余裕乾舷の設定

4.4 節、4.5 節に示した距岸 5 海里までの沿岸海域における海象に対応する縦波に対する適切な余裕乾舷については、波呷度(H_w/λ)を設定することで、(4)式を用いて長さ L の小型船舶に対して現行基準と整合性を持って求めることができる。

前述したように、現行規則は出港限界風速 15m/s が 1 時間吹送したときの波呷度を設定しているが波高の基準はない。波呷度は表 4-47 から表 4-52 に示すように、海域、距岸距離、波高によって異なることが分かる。余裕乾舷を求める波呷度は安全側の評価として対象海域の中で最も厳しい値を採用するのが望ましい。小型船舶が航行する距岸 5 海里内で平水区域以外の海域では $H_{1/3}=2.0\text{m}$ 、平水区域では $H_{1/3}=0.5\text{m}$ での波呷度のうち最も大きいのは平水区域以外の海域では玄界灘、平水区域では陸奥湾である。表 4-53 に玄界灘の $H_{1/3}=2.0\text{m}$ での距岸毎の波呷度を、表 4-54 に陸奥湾の $H_{1/3}=0.5\text{m}$ での距岸毎の波呷度を示す。

表 4-53 玄界灘の波呷度($H_{1/3}=2.0\text{m}$)

| | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 距岸[mile] | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 波呺度 $H_{1/3}/\lambda'$ | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 |

表 4-54 陸奥湾の波呺度($H_{1/3}=0.5\text{m}$)

| | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 距岸[mile] | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 波呺度 $H_{1/3}/\lambda'$ | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 |

波呺度が大きいのは玄界灘の距岸 2 海里で $H_{1/3}/\lambda' = 0.039$ 、陸奥湾の距岸 2 海里で $H_{1/3}/\lambda' = 0.031$ である。この値は 4.4 節に示した 37 海域の有義波周期を平均値で求めた波呺度よりも大きい。表 4-55 に全国平均、平水区域を除く全国平均および平水区域の距岸 5 海里内で、4.4 節の表 4-40～表 4-42 に示した有義波周期と有義波高を平均値で求めた場合の最大平均波呺度(上段)と 4.5 節の表 4-47 に示した $H_{1/3}=2.0\text{m}(0.5\text{m})$ での有義波周期を加重平均で求めた場合の最大平均波呺度(下段)を示す。玄界灘の $H_{1/3}/\lambda' = 0.039$ 、陸奥湾の $H_{1/3}/\lambda' = 0.031$ が他の海域より大きいことが分かる。

表 4-55 日本全国、平水区域を除く全国及び平水区域の平均波呺度

| 波呺度 $H_{1/3}/\lambda'$ | 日本全国 | 平水区域を除く全国 | 平水区域 |
|--|-------|-----------|-------|
| 平均 $T_{1/3} \cdot H_{1/3}$ での $H_{1/3}/\lambda'$ | 0.025 | 0.025 | 0.023 |
| $H_{1/3}=2.0\text{m}(0.5\text{m})$ ・加重平均 $T_{1/3}$ での $H_{1/3}/\lambda'$ | 0.030 | 0.030 | 0.021 |

小型船舶に海域制限はないので値の最も大きい玄界灘の $H_{1/3}/\lambda' = 0.039$ を使って縦波に対する余裕乾舷 δ_w を求める。(4)式に波呺度 $H_w/\lambda=0.039$ を代入すると(7)式になる。

$$\delta_w = \frac{0.039\lambda}{2} \left\{ 1 - \frac{\lambda}{\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \right\} \quad (7)$$

ここで、波長船長比 $\lambda/L=1.0$ とすると次式のように表わせる。

$$\delta_w = 0.0195L \cong 0.02L \quad (8)$$

よって、縦波に対する余裕乾舷 δ_w は $1/50L$ となる。

余裕乾舷を求める際に平均的な海象に対する波呺度を設定すると、出港限界、航行限界

に対応する比較的厳しい海象を航行する際の安全性を確保することは困難となると考えられる。上述したように航行する海域の海象の解析結果をもとに厳しい波呷度を採用することで縦波の影響に対して通常航行時には、比較的大きな安全性の余裕を確保できると考えられる。

参考文献

- 1) 日本小型船舶検査機構, 平成 15 年度調査研究「船舶安全法の航行区域と ISO 設計区分の関係評価に関する調査研究報告書」, 2003
- 2) 海上技術安全研究所, 日本小型船舶検査機構 H26 年度委託研究「距岸別気象海象データ解析調査報告書」, 2014(参考資料 9,別冊)

5. 田辺技術士事務所による旅客船の復原性分析調査

5.1 調査概要

旅客船の定員が、総トン数5トンを境に異なる復原性基準によって定員決定がなされるため、5トン近傍の旅客船においては、往々にして総トン数の小さな船が大きな船より多くの定員を取り得ることがある。

この現象に対し、小型船舶安全規則第101条(以下、小安則第101条という。)により旅客定員が算定される総トン数5トン以上の限定沿海区域の旅客船と、小型船舶安全規則第103条により旅客定員が算定される総トン数5トン未満の限定沿海旅客船の復原性データを検討し、本現象の実態把握に努め、総トン数5トン未満の限定沿海旅客船に対する妥当な復原性の指標(案)を検討しようとするものである。

5.2 現状の把握と問題点

総トン数5トンを境として旅客船の定員が5トン未満の方が多くとれる現象が生じていると言われるものの、その実態は定かではない。従って、本検討を進めるに当たり、できるだけ現状を正確に把握し、問題点を明確にすることが重要と思われる。

そのためには、可能な限り広範に渡る多くの正確なデータを時間をかけて解析することが不可欠であるが、今回の検討においてはそのための十分な時間等がないので、できる範囲内の机上の検討に止めることとなった。

5.2.1 本検討に使用した復原性データ

本検討に際し、使用した復原性データは、表5-1 に示すとおりである。表中、①～④は日本小型船舶検査機構より貸与されたデータであり、⑤は田辺技術士事務所のデータである。

①～④は、各船毎の詳細なデータではなく、各船の復原性に関する要目を一覧にした要目一覧表というべきものであるが、③は復原性試験成績書の一部を含む。⑤は総トン数 8.5～14 トンと、本検討用にしては総トン数が大き過ぎるが、他に適当なものがないので、止む無く使用した。これらは総トン数5トン以上の限定沿海旅客船のC係数詳細検討用のものである。本来ならば④の各船につき C 係数の詳細な検討が必要であるが、そのためには各船につき排水量等数値表、GZ 数値表、風圧側面積数値表及び海水流入角数値表等の膨大なデータを駆使して複雑な計算をしなければならない。

従って、これらのデータを日本小型船舶検査機構から借用し、それらを PC 入力して用いることは、種々の事情から非常に難しいため、田辺技術士事務所の PC に保存されている上記データを使用したものである。

表 5-1 本検討用に使用した復原性データ

| No. | 適用規則 | 隻数 | 総トン数 | 航行区域 | 船の種類 |
|-----|-------------------------------------|-----|---------|---------------------------|---|
| ① | 小安則第103条 | 287 | 4.0~4.9 | 限定沿海 | 遊漁船(264)、旅客船(D.ポート含む、23) |
| ② | 細則1編附属書[2-2] (以下、附属書2-2と いう。) | 38 | 1.7~4.9 | 平水(5)、限沿(32) 限沿5哩以内(1) | 兼用船(6)、和船(18)、 旅客船(3)、不明(11) |
| ③ | 小安則第101条(細則 附属書[11])(平水) | 52 | 5.1~9.7 | 平水 | 兼用船(11)、遊漁船(4) 交通船(13)、川下り(14) 屋形(8)、その他(2) |
| ④ | 小安則第101条(細則 附属書[11])(限沿) | 44 | 5.5~10 | 限定沿海 | 遊漁船(35)、旅客船 (D.ポート含む、9) |
| ⑤ | 〃 | 4 | 8.5~14 | 限定沿海 | 遊漁船(3)、旅客船(1) |

注) 隻数は貸与された隻数を示す。一部データに矛盾があり、使用しなかったものも含む。

5. 2. 2 現状の把握と問題点

図5-1「総トン数-実際の最大搭載人員N(限定沿海のみ)」は、現状を把握・確認し、問題点を認識するために作成したものである。

X軸の総トン数GTの限定沿海旅客船に対し、適用規則毎に実際の最大搭載人員Nをプロットしたものである。ここに「実際の最大搭載人員N」とは、必ずしも規則上許容される最大搭載人員ではなく、船主が規則の許容範囲内で任意に選択した最大搭載人員の実績値を意味する。

適用規則は、5トン未満船に対しては小安則第103条(図中、5T未満限沿と表示)又は小安則附属書[2-2](図中、附属書[2-2]と表示)であり、5トン以上船に対しては小安則第101条(図中、5T以上限沿と表示)である。

さて、図5-1において、5トン以上船は5トン未満船より容積が大きいにもかかわらず、実際の最大搭載人員は5トン未満船と殆ど変わらない。全体的に5トン以上船のデータが少なく、特に問題とされる5~6トンの船が2隻しかないので断定し難いが、5トン以上船より多数の最大搭載人員を有する5トン未満船はかなり多い。概して実際の最大搭載人員はトン数に比例しているとは言い難く、5~10トンの船でも最大搭載人員は5トン未満船と大差ない。

上記は小さいトン数の方が定員が多い現象が現れ、特に5トン近傍では適用規則の境目なので目立ち、船主等から疑問が呈されることもあると聞く。ただし実際の最大搭載人員Nは、船主意向により採用されるもので、必ずしも規則上とり得る最大搭載人員を示すものではない。従って、本図のみでこのような現象を論じるのは、早計かつ不正確である。

図5-2は、図5-1の実際の最大搭載人員Nに関係なく、各規則毎に規則上とり得る最大値Nmaxを推定計算により求めたものである。

計算に際しては、適用規則により N_{max} を求める方法が異なることや、正確な試算のためには詳細な実船データが必要となるので、ある種の仮定を用いている。これらの詳細については次節以降の記述を参照されたい。

本図の N_{max} の図5-1 の N に対する増加率は、相対的に5トン以上船の方が高い。その結果として、上述の逆転現象はあまり目立たなくなり、総トン数に対する比例関係も多少顕著になったと言える。

5トン以上船の増加率が高いのは、比較的余裕をもって実際の搭載人員 N が決定されていることになるが、5トン以上の限沿船の検査が比較的厳しく、 C 係数にある程度の余裕をもたせよとすることも関係しているかもしれない。

また、図中附属書[2-2]船の増加率が低いが、これは実際の最大搭載人員 N を増やすために N_{max} に極力近づけたいという意向の船が多いためと思われる。

図5-3 は、図5-1 に平水区域の旅客船の実際の最大搭載人員を、附属船[2-2]船と5トン以上船について追加したものである。附属船[2-2]船の平水船は、1~5 トン間にて各トン数における最大値を示す5点であり、5トン以上平水船は△印で示されている。

敢えて平水船を追加したのは、下記理由による。

- (1) 本来の検討対象は5トン未満・第103条適用の限沿旅客船であるが、第103条の計算式には平水、限沿の区別はない。従って、本検討対象である5トン未満・第103条適用の限沿船を、平水船とみなせば全く同じ最大搭載人員を得る。
- (2) 前述の如く5トン以上旅客船の最大旅客数に影響する C 係数の計算は複雑で、各船について計算することはできず、従って近似計算により規則が許容する最大値を推定で求めた。その信頼性が低いので、5トン以上平水旅客船と比較することにより、信頼性を補強したいと考えたためである。

図において、追記した平水船は、予想通り概して限沿船より多い搭載人員となっている。ただし、総トン数の全域を通じて比例関係にあるかは、微妙なところである。

図5-4 は、図5-2 と同様に、平水船に対しても規則が許容する最大値 N_{max} を推定計算し、図5-2 上にプロットしたものである。全体として、限沿船と平水船を区別して見ても、あまり違和感はない。5トン以上船の平水船と限沿船の関係もほぼ妥当と考えられる。

なお、追記した附属書[2-2]船の N_{max} は、全て実際の最大搭載人員 N と一致している。これは、実際の最大搭載人員 N に、規則上の許容最大値 N_{max} が採用されていることになる。

いずれにしても、本図の規則上の最大値 N_{max} においては、実際の最大搭載人員 N に見られるような顕著な逆転現象は現われていないことが、平水船によっても裏付けられたと言える。

以上、現状をできるだけ定量的に把握するための検討結果の概略を述べたが、本検討においては次のような問題点がある。

- (1) 5 トン未満の定員の方が多く現象を正確に把握するためには、詳細なデータを使用した綿密な検証が必要である。特に、総トン数 5～6 トンの限沿船のデータが少ない。
- (2) 今回の検討では種々の制約から多くの仮定を用いざるを得なかったため、信頼性に多少の問題はある。しかし検討結果の本筋が覆されるようなことはないと考ええる。
- (3) 技術的な背景にとどまらず、最大搭載人員決定に関する運航、採算及び受検等に係る船主側等の意向も調べる必要があろう。

5.3 総トン数 5 トン未満と 5 トン以上の限定沿海旅客船の検討

ここでは、本検討の主題ともいべき小安則第 103 条適用の総トン数 5 トン未満限沿旅客船と、小安則第 101 条適用の 5 トン以上限沿旅客船について詳細な検討を行う。

元々適用規則や大きさの異なる船について、同一の場で分析・比較・検討をせざるを得ないので、種々の前提条件が必要となる。まずは、検討を進めやすい仮定や条件の設定から始めることとする。

5.3.1 船種と最大搭載人員との関係

図5-5 は、小安則第 103 条適用の 5 トン未満限沿旅客船(以下 5 トン未満船と言う)と、小安則第 101 条適用の 5 トン以上限沿旅客船(以下 5 トン以上船と言う)の実際の最大搭載人員(以下 N と言う)を船種別に総トン数(以下 GT と言う)をベースとしてプロットしたものである。

注) 本検討において、通常旅客船と言うときは、上記のように規則上の旅客船を指すことが多い。しかし、この旅客船データは、船種別内訳として遊漁船と(遊漁船以外の)旅客船に分類されているものが多い。従って、同じ旅客船でも意味合いが違う場合があるので、注意されたし。

図5-6 は、図5-5 の GT 毎の N の平均値をプロットしたものである。船種による区別はしていない。図5-5 より次のことが言える。

- (1) 船種による N の値に顕著な差はない。従って、今後は特に必要のない限り船種を区別しての検討はしない。
- (2) 総体的には、5 トン以上船の N は 5 トン未満船より大きくなっているが、両者の GT に対する比例関係や連続性は明確でない。
- (3) 5 トン未満船ではデータ数が多く同一 GT おける N のばらつきも大きい。一方 5 トン以上船のデータは比較的少なく、特に 5 トン近傍で少ない。そのため、5 トン未満船が 5 トン以上船よりも多くの N を得るという逆転現象も珍しくなく、これが違和感として捉えられることもあり得る。ただし、各 GT における N の大きなばらつきを考慮すれば、この現象は少なくとも 図5-5 では生じるべくして生じる現象ともいえる。

図5-6 の平均値のグラフでは、ほぼ比例関係が保たれていると言える。図5-5 ではば

らつきのためにばらばらに見えたが、平均値では緩やかに上昇する比例関係が認められる。しかし、GTが大幅に増える割には、Nの増加率は小さいと言える。

5.3.2 5トン未満船の最大搭載人員を決定する小安則第103条について

前節において、5トン未満船と5トン以上船の実際の最大搭載人員Nは、Nを平均化してみれば大きな問題はないものの、個別にみるとN値のばらつきのために、両船の間に5トン未満の方が定員が多くとれる現象が生じ得ると述べた。

そこで、5トン未満船の計算上の最大搭載人員が決定される小安則第103条の2式について調べることにする。

第103条の2式のうち、 $N \leq CLBF$ の式をN1式と称し、その計算結果をN1と称することとする。また、 $N \leq LB(F_2 - 0.025L) / 0.33$ 式と計算結果をそれぞれN2式、N2と称することとする。

図5-7は、第103条適用の5トン未満全船(遊漁船+旅客船)について、実際の最大搭載人員Nをベースに、第103条の2式の計算結果であるN1とN2の関係を調べたものである。

図中、N1、N2の全プロット点は、当然N以上の大きな値となるので、Nの直線より上方に位置する。N2の多くは対数表示にせざるを得ないほど大きな値を有し、N1の大半はN2値に比べて非常に小さく、全点の約9割はN1の方が小さくなっている。よって実際の最大搭載人員Nの決定には、概ねN1値が支配的であると考えられる。

表5-2は、図5-7を具体的数値をもって説明するものである。全287隻中34隻(約12%)のN2がN1より小さい値となっているが、その差は図5-8に示されるように概して小さい。

図5-8は、N1とN2の関係を視覚的に分かりやすくするために作成したものである。

$N2/N1 < 1$ となっている34隻のうち、多くが $N2/N1 > 0.8$ の範囲内に収まっている。

更に詳細に調べると、5トン未満船の計算上の最大搭載人員を決定する34隻のN2のうち、N1より6人以上少なくなるのは7隻のみであり、最大差は16人である。また、N2の値そのものはそれほど大きくはなく、例外的に4.9トン旅客船1隻に $N2=62$ ($N1=68$ 、 $N=48$)という大きな値があるが(実はこれが5トン未満船の計算上の最大値68人を有する船)、その他はN2が30を超えるのは36、36、37人の3隻だけであり、これらを除いた全30隻のN2の平均値は24.9である。

以上より、第103条適用5トン未満船の計算上の最大搭載人員決定には、N1が支配的に寄与すると判断し、今後はN1式及びN1値についてのみ検討を進めることとする。

5. 3. 3 N1式による5トン未満船と5トン以上船のN1 値の比較

前節の検討結果より、5トン未満船の計算上の最大値については、N1式に基づくN1 値のみを考慮することとしたが、このN1式を5トン未満船の比較対象である5トン以上船にも適用し、N1式という同一の立場にて双方の船の傾向を比較してみることにする。

図5-9 は、5トン未満船と5トン以上船の実際の最大搭載人員NをGTベースで比較するものであり、図5-10 は、図5-9 のNに代えてN1式による計算上の最大搭載人員N1を示すものである。両図には参考用に最小二乗直線を示したが、これはデータ数の圧倒的に多い5トン未満船の影響を非常に強く受けている点を留意する必要がある。

図5-10 において、5トン未満船と5トン以上船共にN1の値は、総体的に図5-9 のNよりかなり大きくなり、GTの増加と共にN1が増加する比例関係は、図5-9 より顕著に表れている。

これより、同一条件下で比較するならば、両船のGTに見合った比例関係がほぼ成立すると推測される。ただし、5トンを境とする現象は解消されているとは言えない。

しかし、5トン以上船においては、7隻の船についてN1の方がNより小さくなるという現象が生じている。即ち、5トン以上船にN1式を適用したら、小安則第101条の限沿式適用の場合より最大搭載人員が減ってしまうケースもあることになる。

このことは、“N1式は小安則第101条の限沿式よりも緩やかである”という認識が覆されるケースがあることを意味すると同時に、N1式と小安則第101条の限沿式とは、当然ながら相容れない部分があることが窺える。

この現象が生じているのは主にN1式に原因があるようである。概ね7隻のBは他船に比べて小さく、Dは多少大きめの船が多くてD/Bも大きくなり、結果としてCが小さくなっている。このBとCが小さいことは、N1式において直接N1の減少に反映されるので、その値は小さくなる。

一方、小安則第101条の4号書式では、必ずしもB、Dの影響は直接受けるとは限らず、例えば7隻のうち3隻はKGが低く、他の4隻はKG以外のいろいろな要因でNがN1より大きくなる傾向にある。

さて、N1式は

$$N1 \leq CLB F$$

ここに F:満載状態から人を除いた状態での船中央における乾舷

$$\text{ただし、} F \leq B/5.5 + 0.09$$

$$C: C = 2.69 - 5.31(D/B)^2$$

で示されるので、N1を決定するC、L、B、D、Fについて5トン未満船と5トン以上船の値を比較検討してみることにする。

図5-11～図5-16は、それぞれGTに対する船の長さL、幅B、深さD、N1式の係数C、修正前の乾舷F及び修正後の乾舷Fの関係を示したものである。

図5-11において、5トン未満船と5トン以上船のLは、境界の5トンでもほぼ連続性を保ちな

がらGTに比例していると言える。ただし、5トン以上船の遊漁船のLは旅客船より長く、その差は歴然としている。両船のB、Dには顕著な差がないので、遊漁船に比べ旅客船の上部構造が大きいのかも知れない。

図5-12のBも、境界の5トンでもほぼ連続性を保ちながらGTに比例している。船種による顕著な差はない。

図5-13のDは、5トン以上船の平均値を推定して5トン以下に展開してみると、5トン未満船の下端を通るようである。即ち、5トン以上船のGTに対するDは、5トン未満船より小さい傾向にあると思われる。これは、後述の5トン未満船の乾舷Fが大きいことに符合する。

図5-14のCは無次元値の係数なので、GTに関係なく、双方の船の値はほぼ妥当と考えられる。

図5-15の修正前の乾舷Fとは、第103条N1式の $F \leq B/5.5 + 0.09$ を無視した場合のFである。FのGTに対する値は、明らかに5トン以上船において小さく、特に5トンにおいて連続性が保たれていない。

図5-16では、修正により5トン未満船の上方部のFが一様に小さくなったが、5トン以上船では殆ど変化していない。不連続性は解消していない。

図5-15、16より、5トンを境界とする定員の不連続現象には、Fが深く関係していることが推定される。

図5-11～図5-16の結果より次のことが言えよう。

- (1) 5トン未満船と5トン以上船のL、Bの値は、GTに対する比例関係と連続性がほぼ保たれている。Dについては、5トン未満船の値が大きい傾向にあり、Fについては明らかに5トン未満船の値が大きい。
- (2) D、Fには差異がみられるものの、C、L、Bには大きな差はなく、5トン未満船と5トン以上船の間には、適用規則が異なるが主要寸法的には極端な違いはないと推定される。よって、図5-6に見られるような傾向が保たれ、また、 $N1 \leq CLBF$ 式の計算結果では図5-10のように、ある程度の連続性が保たれているものと考えられる。
- (3) 5トンを境にしての5トン未満の方が定員が多くとれる現象の主要因は、5トン未満船において相対的にFが大きく、しかもばらつきが非常に大きいことによると推定される。これについては、第5.6節の考察で詳しく触れる。

5.3.4 小安則第101条の限定沿海旅客船のC係数

総トン数5トン以上の限定沿海旅客船には、小安則第101条により船舶復原性規則が準用され、それに基づいて細則附属書[11]が適用される。即ち、復原性試験の成績に基づいて、いわゆる復原性基準第3号書式及び同第4号書式が適用される。

復原性基準第3号書式は、限界傾斜角における復原てこが、風圧と旅客移動による傾斜偶力てこ以上であることを要求するものである。詳細な計算方法は異なるが、後述する5トン以上

の平水旅客船に適用される復原性基準第1号書式と考え方は同じである。

復原性基準第4号書式は、船体が横揺れ中に最大横揺れから反対方向へ復原する際に、復原方向に規定の風を受けると仮定し、その際の傾斜偶力と復原力の仕事量の関係からC係数なるものを定義し、 $C \geq 1$ を満足することを条件とするものである。このC係数を求めるためには、排水量等計算は勿論、GZ計算、海水流入角計算、風圧側面積計算等を行った上で、複雑な計算が要求される。

この第3号書式と第4号書式においては、普通は第4号書式の方が厳しく、最大搭載人員は第4号書式で決められることが多い。ただし、非常に多くの旅客を搭載する場合において、第3号書式の方が厳しくなる場合もある。

図5-17 は、第103条適用の5トン未満限沿船と小安則第101条適用の5トン以上限沿船の実際の最大搭載人員NをGTベースにプロットし、5トン以上限沿船は、Nが採用された際のC係数の値範囲を示してプロットしたものである。

図において、再三述べてきたように5トン境界付近では、5トン以上船より多いNを有する5トン未満船は非常に多い。5トン境界付近での5トン以上船のデータが非常に少ないが、これも図中での逆転現象を生じ易くしているといえるだろう。

しかし、これらNは、船主が規則上とり得る最大搭載人員の範囲内で任意に選択したものであり、船によって人員の余裕のとり方はばらばらである。従って、図5-17で逆転現象を論じるのは不正確であり、本来は規則上とり得る最大搭載人員で逆転現象が生じるか否かを確認すべきであろう。

図5-18 は、上記見解に基づき規則上とり得る最大搭載人員 N_{max} をGTベースに示したものである。5トン未満船については、第103条の $N1$ 式によるものであり、5トン以上船についてはC係数の修正計算を行い、全船につき $C=1$ のときの最大搭載旅客数 N_{max} を示したものである。C係数の修正方法については後述する。

図において、5トン未満船、5トン以上船とも規則上とり得る最大搭載人員が示されているが、図5-17 に比べて5トン以上船の人数増加率が高い結果、顕著な逆転現象は見られなくなったと言ってよいだろう。

次に、C係数の修正方法について述べる。本来ならば正確を期して、C係数の修正を各船について行うべきであるが、前述のように膨大な資料と時間を有するので、今回の検討においては時間的、予算的に無理である。しかしC係数の修正は本検討に不可欠である。

よって、精度上の問題はあるが、検討を進めるためにある設定条件を基にC係数の修正を行い、5トン以上船の規則上搭載可能な旅客数を推定することとした。

検討に使用したのは、田辺技術士事務所のPC内に必要データが収められているGT8.5トン、9.7トン、13トン、14トンの4隻であり、第3号書式と第4号書式による計算がプログラムで自動的に実施される。いずれも本検討の目的には船が大き過ぎるが、当所には小さな船のデータがないので、止む無く使用することとした。下記の表5-3 に4隻の簡単な要目を示す。

表 5-3 C係数修正用に使用した船の要目

| No. | 船の種類・材質 | 総トン数 | L×B×D | 旅客×船員 | 満載入港のC係数 |
|-----|---------|------|-----------------|-------|----------|
| ① | 遊漁船・FRP | 8.5 | 12.04×3.82×1.10 | 20×1 | 1.07 |
| ② | 遊漁船・FRP | 9.7 | 13.70×4.08×0.85 | 20×1 | 1.14 |
| ③ | 旅客船・Al | 13 | 13.90×4.10×1.75 | 40×1 | 1.23 |
| ④ | 遊漁船・FRP | 14 | 11.95×4.30×1.30 | 48×3 | 1.18 |

計算方法は、各船の満載入港状態において、旅客数を変えることによりC係数が1になるまで繰り返し計算を行って、C=1.0のときの旅客数を求め、元のC係数に対するCの減少率と元の旅客数に対する増加率を計算した。また、このようにして求めたC=1.0の状態にて第3号書式を満足するか否かを確認した。

検討隻数が少ないので、排水量等数値表やGZ数値表の表示範囲が広くて計算可能な船については、満載出港状態を別の船の満載入港状態とみなし、また9.7トンの船については、作為的にKGを下げた状態を作り、それを別の船とみなすことにより、見掛けのデータ数を増やした。

図5-19「C係数=1.0にした時の旅客増加率」は、上記計算結果をプロットしたものである。結果はほぼ直線となったので、直線近似した。プロット点の最小二乗近似直線は破線で示すが、この直線は(1, 1)を通らないので、(1, 1)を通る実線の修正直線である次式を採用した。

$$y=3.9813x-2.9813$$

図中×印の点は、上記手順でC=1.00としたときに、第3号書式を満足しなかったことを意味する。ただし、計算に使用した船のうち3隻は、3号書式で余裕がある際によく採用される旅客移動の傾斜偶力が最大となる簡易計算を行っている。これを詳細計算に代えれば、×点の出現は更にC係数の大きくなる方向に移動すると推定される。

C=1.0で第4号書式を満足しても、旅客数が増え過ぎると第3号書式を満足しなくなる場合もある。図においてプロットした結果から、C係数の比が1.3以上の場合は、第3号書式を満足しなくなると仮定し、旅客増加率の上限を2.19と設定した。

図の見方は、例えばC係数1.20を1.00にしたときは、X軸の1.20における直線との交点のY軸の値1.80が旅客の増加率となる。

話が前後するが、C係数に応じて上記旅客増加率を図5-17の5トン以上船のNに乗じた結果が図5-18のNmaxとなる。

5.4 附属書[2-2]適用船の検討

本項では、小安則 第 103 条 によらず、附属書[2-2]「主要寸法比の特殊な船舶及び旅客搭載場所が2層以上にわたる船舶の復原性」が適用された 5 トン未満旅客船の最大搭載人員について簡単な検討を行った。

第 103 条適用船を検討するに当たり、5 トン未満旅客船でありながら第 103 条の適用を受けず、附属書[2-2]が適用された船の検討も不可欠と考えたためである。

附属書[2-2]は、標準的な船の平均的なデータから導かれた第 103 条を適用するには無理がある特殊な船に対し、復原性試験を実施することによりその船に適切な最大搭載人員を決定することを本来の目的としたものと考えられる。しかし、実際には特殊な船に限定されず、より精度の高い結果を求めてこの附属書[2-2]の適用を受ける船もあるようだ。

附属書[2-2]適用船は 38 隻分のデータがあるが、同型船や矛盾のあるデータを除いて、本検討に使用するのは 26 隻分のデータとした。

5.4.1 附属書[2-2]適用船と第 103 条適用船の主要寸法の比較

第 103 条に代えて附属書[2-2]の適用を受けようとする経緯が定かでないので、両適用船について主要寸法の比較を行うこととした。

図5-20～図5-25 は、附属書[2-2]適用船と第 103 条適用船の主要寸法等を総トン数(GT)を X 軸にしてプロットしたものである。

図5-20、図5-21 に示されるように、附属書[2-2]適用船と第 103 条適用船の船の長さ L、幅 B は共に GT にほぼ比例して増大し、両者相互の整合性に違和感はないが、附属書船の GT3～4 トンの B が高めに見える。

図5-22 の深さ D は、GT3～4.5 トンにおける附属書船の値が高く、図5-23 の乾舷 F は、GT3～4.5 トンにおいて附属書船の値が明らかに高くなっている。F は、附属書[2-2]適用船、第 103 条適用船共に人を搭載しない満載状態の値で、 $B/5.5 + 0.09$ の修正は行っていない。

一方、図5-24 の喫水 d は、GT3～4 トン間において第 103 条船より浅くなっている。これと前述の D の関係が、附属書船の F が高い理由と考えられる。なお、d は附属書[2-2]適用船、第 103 条適用船共に人を搭載しない満載状態での喫水である。

図5-25 の $L \cdot B \cdot D$ は、上部構造物の大きさを推定するためにプロットしたものである。ここに、GT3～4.5 トン間における附属書船の $L \cdot B \cdot D$ が高いようであるが、これは GT に対し $L \cdot B \cdot D$ の値が大きい、即ちその分第 103 条船に比べて附属書船の上部構造物が小さいとも推定される。これは上述の相対的に喫水が浅いことにも符合する。

以上の検討結果から、本検討における附属書[2-2]適用船は、主要寸法において多少第 103 条適用船と異なるが、附属書で言う「主要寸法比の特殊な船舶」に該当するとは思えない。よって、「旅客搭載場所が2層以上にわたる船舶」もしくはその他の理由により、附属書[2-2]の適用を受けたものと推定される。

5. 4. 2 附属書[2-2]適用船の最大搭載人員

図5-26 は、GTをベースに附属書[2-2]適用船と第 103 条適用船について、いずれも第 103 条の $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式により求めた最大搭載人員 N_1 を比較したものである。

結果は、5.4.1 節で述べた主要寸法の影響がそのまま表れ、ほぼGT3~4.5 トンにおいて附属書船の最大搭載人員が第 103 条船より多い傾向にあるのが分かる。また、本検討の対象とした附属書船は、少なくとも附属書[2-2]を適用するほどの特殊な主要寸法比を有しているとは思えないので、 $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式によって求めた値は、第 103 条適用船との整合性がほぼ保たれている。

なお、GT1.7トンの $N_1=12$ 、2.8トンの $N_1=32$ 、3.9トンの $N_1=58$ 、4.6トンの $N_1=60$ というGTに対し非常に大きな N_1 値を有する船は平水船であり、これらを除いて第 103 条適用船(限定沿海)と比較すれば、更に整合性が増す。

図5-27 は、附属書船について、その実際の最大搭載人員 N と第 103 条の $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式により求めた最大搭載人員 N_1 とを比較したものである。多くの船で実際の最大搭載人員 N の方が N_1 より多くなっているようである。

図5-28 は、附属書船について、附属書[2-2]の式による最大搭載人員 N_{max} と $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式による最大搭載人員 N_1 とを比較したものである。

ここに附属書[2-2]の式による最大搭載人員 N_{max} とは、附属書[2-2]に示された計算式に従って得られた計算上最大の搭載人員のことである。

附属書[2-2]では、計算手順として、先ず小安則第 8 章により旅客定員 n を定め、これを基に $M(=W \cdot GM)$ の式を満足することを確認し、満足しない場合には n を順次減らして満足するまで計算することを示している。

全ての船についてこの手順が守られていれば、上記の最終的な n が最大人員となる。しかし上記手順を踏まず、最初に小安則第 8 章による旅客定員 n より少ない n を設定し、これが M 式を満足する場合にあっては、この n は計算上の最大搭載人員よりも少ない可能性が高い。

本検討においては、各船について最初に設定された旅客定員が小安則第 8 章により求められた最大値か否かは判定できないので、全ての船について小安則第 8 章による最大旅客定員が初期値に設定されていると仮定してその後の計算を進め、計算上の最大搭載人員 N_{max} を推定したものである。

図5-28 において、殆どの船で附属書[2-2]の式による N_{max} が多くなり、 $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式の値が多くなるのは、僅かに1隻である。

図中 GT1.7トンの $N_{max}=17$ 、2.8トンの $N_{max}=40$ 、3.2トンの $N_{max}=47$ 、3.9トンの $N_{max}=61$ 、4.6トンの $N_{max}=72$ は、いずれも平水船であり、それ故にこのような大きな値を得ているとも言えよう。

図5-29 は、図5-27 と 図5-28 のグラフをひとつにまとめたものである。図より、前述したように殆どの船において、附属書[2-2]の計算値 N_{max} は第 103 条の計算値 N_1 より多くなっていることがよく分かる。

また、実際に採用された最大搭載人員と $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式のそれとを比較すると、やはり附属書[2-2]に基づく最大搭載人員の方が多いが、 $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ 式のそれと大きな差がないことも分かる。

以上より、本検討の対象の附属書船は、第 103 条の代わりに附属書[2-2]の適用を受けることによって、大部分の船が第 103 条による定員以上の最大搭載人員を得ていると言えよう。

今回対象とした僅かな隻数の検討結果から、乱暴ではあるが附属書[2-2]適用船の最大搭載人員が第 103 条船より多くなる原因を推定してみると、附属書[2-2]の最大搭載人員計算法は、復原性試験に基づいているので、第 103 条近似式の計算結果より信頼性が高い分、人数が多くとれる傾向にある、ということが考えられる。

以上の検討結果に基づき、前述の 図5-1 及び 図5-2 上に、附属書[2-2]の式による最大搭載人員 N_{max} をプロットした。ただし、平水船のデータは除いてある。

図5-2 において、附属書[2-2]という別規則適用のプロット点ではあるが、ほぼ第 103 条のプロット点との整合性がとれている。ただし、附属書[2-2]の性格のためか、値は第 103 条のそれより若干大きくなっている。

図5-3、4 には、平水船の N_{max} もプロットした。図5-4 において、5 トン以上平水船との整合性もほぼ保たれている。

5. 4. 3 附属書[2-2]の計算式について

附属書[2-2]に示された最大搭載人員を求めるための計算式は、復原性試験を実施することにより、小安則第 102 条及び第 103 条の近似推定式を補う精度の高い式と言える。

即ち、附属書[2-2]の式は、小安則第8章の規則が求める旅客収容スペース等によって定められた最大定員以下の定員に対し、下記2式を満足し、

$$N \leq L \cdot B (F_1 - f) / 0.096 \quad (\text{沿海船のみ})$$

$$N \leq L \cdot B (F_2 - 0.025L) / 0.33 \quad (\text{平水、限定沿海、沿海船})$$

その上で、復原性試験結果に基づく復原てこが傾斜偶力てこより大きいことを要求している。この復原てこ傾斜偶力てこに基づく最大搭載人員 N を求める式が、第 102 条、第 103 条の $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ に相当する。

ここに、上記傾斜偶力てこは、第 102 条、第 103 条と同様に風圧によるものを含まず、旅客の移動によるもののみを考慮している。

附属書[2-2]と同様に復原性試験を実施し、復原性の検査を簡易的に行う基準としては、5トン以上の平水旅客船に適用される旧船舶復原性規則の第1号基準(小安則附属書[11]「船舶復原性に関する規則」に記述されている)があり、この基準の傾斜偶力てこには、風圧と旅客移動の双方を考慮することになっている。

附属書[2-2]は、この第1号基準の旅客移動による傾斜偶力てこのみを考慮した式に近いが、それよりも若干緩やかな式となっている。

いずれにしても、この附属書[2-2]により求められた最大搭載人員を有する船は、そのデ

一人数が少ないことや、実際の適用状況がはっきりしない等の難点はあるものの、本検討における5トン未満旅客船の適切な最大搭載人員を調べる上で非常に参考となるデータとなり得る。

5.5 総トン数5トン以上の平水区域旅客船の検討

今回の「総トン数5トンを境とした旅客船の定員逆転現象に関する検討」を開始するに当たり、J C I から船舶復原性規則準用船として「総トン数5トン以上の限定沿海区域の旅客船」のデータと、小安則第103条適用船として「総トン数5トン未満の限定沿海区域の旅客船」のデータが提供された。いずれも限定沿海船である。

即ち J C I の意図としては、「限定沿海区域の旅客船を中心に検討する」ということであるが、限定沿海区域の総トン数5トン以上旅客船を詳細に解析するためには、C係数に関する計算が不可欠である。

しかし、C係数の計算を各船について実施するためには膨大な資料と手間が必要となり、今回の検討においては時間等の制約上非常に困難である。

従って、船舶復原性規則が適用されるが、その解析がC係数に比べて容易な「総トン数5トン以上の平水区域の旅客船」のデータを別途提供していただき、その検討結果を「総トン数5トン以上の限定沿海区域の旅客船」検討のための補足資料に資するよう、試みることにした。また、このデータには船の重心位置 KG の影響が反映されていることも、使用する大きな理由である。

5.5.1 総トン数5トン以上の平水旅客船の船型別旅客定員の比較

図5-30～図5-32 は、細則附属書[11]第1号書式(旧船舶復原性規則の第1号書式)による旅客定員を船型別に種々の条件毎に調べたものである。各図において、船型の「その他」には、交通船、作業船、その他の船を含むが、作業船とその他が各1隻で、他は全て交通船である。

図5-30 「実際の旅客数N」は、新造時の1号書式の計算書に最終的に記載された全旅客数Nを、総トン数GTのX軸上にプロットしたものである。この場合の「実際の旅客数」は、船主が最終的に採用した実際の旅客数と異なる場合もあるが、1号書式では計算開始時に希望する旅客数を入力し、これが第1号書式の条件を満たせばこれを実際の旅客数とすることが一般的なので、実際の旅客数とみなして大差はない。

普通は上述の方法で実際の旅客数が求められるので、計算上の搭載可能な最大旅客数よりも少なくなる場合が多い。

図5-31 「最大の旅客数 $N_{max}(a/n \geq 0.3)$ 」は、計算上の搭載可能な最大旅客数 N_{max} を推定計算し、その結果をプロットしたものである。

前述の実際の旅客数は、旅客搭載場所と復原力に余裕を持たせている場合が多いので、旅客搭載場所または復原力のいずれかが限界に達するまでの旅客数を繰り返し推定計算し、

これを計算上の搭載可能な最大旅客数 N_{max} としたものである。

旅客搭載場所が限界に達する推定計算に際し、実船の搭載場所の詳細が分からないので、旅客数 n に対する旅客搭載場所面積 a が、 $a/n \geq 0.3$ なる条件を満たすことを旅客算定の必須条件に設定した。 $a/n \geq 0.3$ としたのは、小安則第76条により沿海以下の座席及び立席の一人当たり必要面積が 0.3 m^2 以上であることによるものである。

図において、最大旅客数 N_{max} は実際の旅客数 N より平均 $10 \sim 30$ 人程度増えている。GT 5.7トン、7.9トン及び8.5トンにて突出した N_{max} を有する船があるが、これについては後に詳述する。

図5-32「復原力の限界のみで決定した最大旅客数 N_s 」は、旅客搭載場所の制限を考慮せず、即ち旅客搭載場所面積を無限大と仮定し、復原力のみの制限で最大旅客 N_s を推定計算したものである。

この計算において、1号書式の旅客移動による傾斜偶力は、

$$0.134\{\Sigma(7-n/a)n \cdot b\} / 100$$

で与えられるので、 n のみ増加させた場合 $(7-n/a)$ が負数になったり、おかしな値になる可能性がある。よって、 n の増大と共に a も増大し、常に $a/n \geq 0.3$ 即ち $n/a \leq 10/3$ が維持されるよう、 $n/a = 10/3$ として計算した。この場合、 $n/a = 10/3$ は n/a のとり得る値の最大値なので、 $(7-n/a)$ は最小値、即ちその n において旅客移動による傾斜偶力が最小となる a ということになる。この計算法の利点は、図5-31の説明にて述べた方法に比べ、計算が楽な点である。

図5-31と図5-32を比較し、図5-31の N_{max} より図5-32の N_s が増えている船は、その船の最大旅客 N_{max} が決定される要因となる限界が、旅客搭載場所の面積であることが分かる。

さて、これら3種類のグラフから次のことが言えよう。

- (1) データ数は少ないが、船型による旅客定員に顕著な傾向は見出せない。よって、今後の検討においては、船型による差は考慮しないものとする。
- (2) 図5-30の実際の旅客数 N は、計算上の搭載可能な最大旅客数よりかなり低めに抑えられている。また、図5-32の復原力の限界のみで決定した最大旅客数 N_s は、旅客搭載場所面積を無視しているので、現実から乖離する恐れがある。

以上より、今後は船型の違いは考慮せず、図5-31の計算上の搭載可能な最大旅客数 N_{max} について検討を進めることとする。

5.5.2 細則附属書[11]第1号書式(旧船舶復原性規則第1号書式)について

旧船舶復原性規則の第1号書式と小安則第103条の傾斜偶力に関する考え方の違いは、第1号書式は風圧による傾斜偶力を考えている点である。

旧船舶復原性規則第11条第1項による旅客船の傾斜偶力 W は、次式で与えられる。

$$\{ 1.71A \cdot H + 0.214 \Sigma(7-n/a)n \cdot b \} / 100W \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

限界傾斜角 α は

$$\tan \alpha = 0.8 \tan \beta$$

で与えられるが、上式を満足する α として、 β は下記のうち最も小さい値とする。

- (1) 直立状態から舷端が水面に達する迄の横傾斜角
- (2) 20度
- (3) 海水流入角

限界傾斜角 α に於ける復原てこGZは、平水区域の船で管海官庁が差支えないとしたときは、次式としてよい。

$$GZ = GM \cdot \tan \alpha$$

平水区域航行の総トン数5トン以上20トン未満の旅客船に対しては、以上の規則が適用されるが、これにより次の計算式が導き出される。

$$GZ = GM \cdot \tan \alpha = GM \cdot 0.8 \tan \beta \geq \{1.71A \cdot H + 0.214 \Sigma (7-n/a)n \cdot b\} / 100W$$

$$\therefore W \cdot GM \cdot 0.8 \tan \beta \geq \{1.71A \cdot H + 0.214 \Sigma (7-n/a)n \cdot b\} / 100$$

ここに、 $\tan \beta = f / (B' / 2) = 2f / B'$ ($\leq \tan 20^\circ = 0.3640$) であるから

$$W \cdot GM \cdot 0.8 \cdot 2f / B' \geq \{1.71A \cdot H + 0.214 \Sigma (7-n/a)n \cdot b\} / 100$$

$$\therefore W \cdot GM \cdot f / B' \geq \{1.07A \cdot H + 0.134 \Sigma (7-n/a)n \cdot b\} / 100 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

但し、 $2f / B' \leq 0.3640$ であるから

$$f / B' \leq 0.1820 = 1 / 5.495 \approx 1 / 5.5$$

即ち、 f が $B' / 5.5$ より大きいときは $f = B' / 5.5$ とすること。

上記の如く、附属書[11]の第1号書式の式②が導かれる。また①式は、GT5 トン以上の限定沿海旅客船に適用される第3号書式にも用いられている式である。

なお、平成 20 年 10 月に船舶復原性規則が改正され、①式は下式に変更となり、その他にも大幅に規則が改正されている。(ただし、長さ24m未満の小型船舶については、復原性規則第16条の2を適用することとして旧基準の取扱いである。)

$$\{ 1.71A \cdot H + 0.268 \Sigma (7-n/a)n \cdot b \} / 100W$$

上記②式右辺において、第1号書式の風圧による傾斜偶力と旅客移動による傾斜偶力が示されている。風圧による傾斜偶力は、前述の小安則第 103 条及び附属書[2-2]では考慮されていない。

それでは、第1号書式の風圧による傾斜偶力が旅客定員に及ぼす影響とはどの程度のものか、それを調べたのが 図5-33 「風圧の有無が最大旅客数 N_{max} に及ぼす影響」と図5-34 「風による傾斜偶力と旅客移動による傾斜偶力の割合」である。

図5-33 は、第1号書式が規定する風圧と旅客移動の傾斜偶力(図中「風圧あり」と称す)と、旅客移動のみによる傾斜偶力(「風圧なし」)が作用する場合について、それぞれ計算上の最大旅客数 N_{max} を求めたものである。船型は考慮せずに全船をプロットしたが、「風圧あり」のプロット点は、図5-31 の全船に相当するものである。

風圧を無視することによって増加する旅客数は、近似直線より推定して、平均 10 人もしくは 10 人弱程度であり、風圧の影響がそれ程大きくないことが分かる。

図中、「風圧あり」と「風圧なし」が重なっている船(10 隻)は、風圧は最大旅客数 N_{max} の決定に関与していない、即ち全体の傾斜偶力の減少が最大旅客数 N_{max} に影響していないことになる。これは、復原力が十分あり、傾斜偶力の増減に関係なく、最大旅客数 N_{max} は旅客搭載場所面積によって決定されていることを意味する。

図5-34 は、風圧による傾斜偶力と旅客移動による傾斜偶力の大きさを比較したものである。図5-33 で述べた最大旅客数 N_{max} が旅客搭載場所面積によって決まる船と、傾斜偶力によって決まる船についてプロットしてみたが、その差はないようである。

図より、「風の偶力/旅客移動の偶力」の値は、0.5 より小さい船の方が明らかに多い。全体の平均値を計算した結果は、0.366 であった。これより、全体の傾斜偶力のうち旅客移動による傾斜偶力が占める割合が非常に高いことが分かる。このことは、図5-33 で示された結果とも一致する。

5. 5. 3 附属書[11]第1号書式と小安則 103 条式による最大搭載人員の比較

図5-35 は、5 トン以上の平水旅客船に対し、小安則第 103 条の $N \leq C \cdot L \cdot B \cdot F$ の計算を行い、その計算結果である最大搭載人員 N_1 と第 1 号書式の計算上搭載可能な最大旅客数 N_{max} とを比較したものである。

もとより、第 1 号書式と第 103 条式とでは、適用される船が異なるので、同一の場で比較すること自体に無理があるが、GT5トン近傍の船については無意味ではなからう。

図中、5~10トンの範囲では、平均約 10~15 人ほど第 1 号書式の最大旅客数 N_{max} の方が多くなっている。当然ながらトン数が大きいほど定員の差は開くが、5~7 トンの範囲ではその差はかなり小さくなっている。5.7トンの船の定員が突出して多く、双方の計算結果の差も大きい。これについては後で詳述する。

データ量が乏しい中で乱暴な推論だが、5 トン近傍の船では双方の計算結果には大きな差は出ないものと推定される。

上記の突出した定員を有する 5.7トンの船の要目と計算結果は下記の通りである。

$$L \times B \times D \times d_f = 11.90 \times 3.81 \times 0.92 \times 0.476$$

交通船、実際の最大搭載人員:64名(旅客62名)

第 1 号書式の計算結果:最大旅客数 $N_{max}=93$

($N_{max}=94$ で $a/n < 0.3$ となる。復原力は十分余裕ある。)

第 103 条式の計算結果: $N_1=58$ (船尾乾舷による最大搭載人員 $N_2=100$)

突出して N_{max} が大きい理由は、このクラスの他船に比べて船の幅 B が非常に大きく、傾斜試験の結果も $W_o \cdot GoM$ の値が驚くべきほど大きいためである。

なお、上記の他にも N_1 、 N_{max} が突出しているGT7.9トン及び8.5トンの2船も、 B が非常に広い結果として $W_o \cdot GoM$ の値も非常に高い。また、この8.5トンの船は、船底に2.3トンの固定バラストを搭載している。

図5—36 は、GTに対する船の幅 B と $L \cdot B$ の値をプロットしたものである。

前述の突出した N_{max} を有するGT5.7トン、7.9トン及び8.5トンの船は、 B が非常に広く、その割には L も短くないので、 $L \cdot B$ の値も非常に大きくなっている。

よって、これらの船は他船に比べ、十分な復原力を有するとともに旅客搭載場所スペースも十分に確保されている結果、突出するほどの N_{max} を有するものと考えられる。

従って、これら3隻については、他船に比べてかなり特殊なので、一般船と区別すべきであろう。

5.6 考察

船主が規則の許容範囲内で任意に採用した実際の最大搭載人員 N は、総トン数に必ずしも比例せず、特に規則の境目となる5トン前後では、定員の逆転現象を生じている。

この逆転現象は、5トン近傍における5トン未満限沿旅客船のデータ数が多く、しかも N のばらつきが大きいのに対し、5トン以上限沿旅客船のデータ数が少ないことや異なる規則での対応の仕方にも、起因しているようだ。

これらの N は、船主意向、設計者判断及び検査機関の対応等の影響を受けることも多く、決定基準の多様性や曖昧さがある。本来なら、規則上定められる許容最大値で両船の最大搭載人員を比較することが妥当であろう。

従って、本検討では、限られた範囲内ではあるが上記趣旨での検討も試みた訳である。その結果として、実際の最大搭載人員 N の比較にて見られた定員の逆転現象は、緩和され、大きな問題となる程の顕著な傾向は認められなかった。

よって、この問題のための抜本的な対策は不要と考えられる。

しかしながら、5トン未満限沿旅客船の規則上の最大搭載人員 $N1$ のばらつきは、 N のばらつきより拡大し、まれにはあるが異常に多過ぎるとされる定員の船も出現している。

このような船に対しては、安全上何らかの対策が必要と考えられるので、以下に簡単に考察を加えてみたい。

なお、前述したが、今回の検討における上記結論の重要な根拠となった細則附属書[11]の C 係数の修正については、大筋では間違いないが、種々の理由で対象船にふさわしい詳細かつ十分な検討ができなかった。従って、今後精度上の確認のために、対象船について具体的な計算を施す必要がある。

5.6.1 乾舷 F の調整による最大搭載人員の抑制

5.3.3 節の図5-15 と 図5-16 の説明(63頁)で、5トンを境にしての逆転現象の主要因が乾舷 F である可能性があることを述べた。

これに考察を加えるために、図5-37 ~ 図5-39 を作成した。

図5-37 は、第103条適用の5トン未満限沿遊漁船について示したもので、 $N \leq CLBF$ 式の計算値 $N1$ に対する C 、 L 、 B 、 F のそれぞれの平均値に対する割合を示したものである。つまり、 $N1$ の増加に対する C 、 L 、 B 、 F の影響の強さを無次元値で示すものである。

図より、 F/F_{mean} の傾斜が最も強く、 F の増加率が明らかに格段の強さで $N1$ の増加に影響していることが分かる。図中右下に示してある式は、 F/F_{mean} の直線式である。

図5-38 は、同様に第103条適用の5トン未満限沿船(遊漁船+旅客船)のうち、種別が旅客船のものについて示したもので、図5-37 と同じ傾向にある。

図5-39 は、同様に5トン以上の限沿全船(遊漁船+旅客船)の C 、 L 、 B 、 F の平均値に対する割合をまとめて示したものだが、各値とも殆ど同様の小さな傾斜で、5T 未満船のような F/F_{mean} の突出は見られない。

以上のことより、第 103 条適用の 5 トン未満限沿船において、N1 値のばらつきが大きい主な原因は乾舷Fにあると推定される。このFの値にばらつきが大きいのが、人為的なものか否かは定かでない。

ところで、第 103 条の式は、次元解析的手法を用いて式を導き出し、その係数を多数の船の重査に基づく実績データより求めたものである。従って、実績データの平均的な意味合いが強いと思われる。平均的な主要寸法から逸脱した寸法を効果的に選べば、N1の増大を図ることも可能であろう。

即ち、最大搭載人員決定に支配的なN1式において、設計者が多くのN1値を望む場合、まずFの増大に着目すると想定される。(ここにおいて、Fの増大→Dの増大へと走ると仮定した場合、N1増大に伴うKGの上昇が気になるところである。)

一方、5トン以上限沿船の最大搭載人員については、その船固有の復原性試験結果に基づくKGや実際のGZ値、風圧モーメント、旅客移動モーメント等によりC係数等を計算し、それに基づいて最大搭載人員Nを確認しているの、信頼性が高い。しかし、C係数の余裕を多くとる傾向にあり、実際の最大搭載人員Nが少な目であることにも注目しなければならない。C係数を論ぜずしてNを論ずることは困難である。

さて、以上の検討結果より、改めて乾舷Fに着目し、突出するN1に対するFによる修正方法について以下に考察してみる。

第 103 条では、 $N \leq CFLBF$ 式において、人を搭載しない状態の中央乾舷Fに、次のような上限を設けている。

$$F \leq B/5.5 + 0.09$$

ここに $B/5.5$: 20° 傾斜で舷端に達する乾舷

0.09 : 人を搭載した時に減少する乾舷の量

(JCI 資料「小安則 101,102,103 条について」S.63 年 3 月)

上式の 0.09 は、搭載する人数の平均値又は最大値を想定しているのか、定かではない。

この 0.09 が旅客何人分に相当するかは、水線面積係数を 0.78、一人の重量を 70kg とすれば、

$$\delta F = 0.07N / (0.78L \cdot B) = 0.09$$

$$\therefore N = 0.09 \times 0.78L \cdot B / 0.07 = 1.003L \cdot B$$

$L \cdot B$ を第 103 条適用の 5 トン未満限沿遊漁船の平均値とすると、 $L \cdot B = 33.15$ となり、 $N = 33.25 \rightarrow 33$ 人を得る。

この 33 人が何を意味するか今一つ明確でないが、第 103 条で明記されている 0.09 に基づく値であるから、これを基準とし、次の設定をする。

即ち、最初の計算値N1が 33 人を超えた場合には、その根拠となったFに対し、超えた人数分の δF を差し引き、差し引かれたFを用いてN1を再計算する。このとき超過 1 人分のF減少量は、

$$0.07 \times 1 / (0.78 \times 33.15) = 2.707 \times 10^{-3}$$

ただし、超過人数分に対してはある程度厳しく対応するために、上記 2.707×10^{-3} に定数Kを乗ずるものとすれば、33 人を δN 人超えた場合の再計算用の乾舷F'は

$$F' = F - 2.707 \times 10^{-3} K \cdot \delta N$$

となる。ここに、Kは1以上の整数とする。

上記式において、K=1,2,3 とした場合の修正されたF'に基づく修正最大搭載人員N1'を図5-40 に記号△、□、*で示す。N1=33 人以下では修正を行わないので、各記号が重なって表示されている。

図5-41 は、上記のFによるN1の修正を 5 トン未満限沿旅客船に施した例で、計算過程の各値は次の通りである。

$$L \cdot B \text{の平均値} = 32.69$$

$$N = 1.003L \cdot B = 32.79 \rightarrow 32$$

$$1 \text{人分の} F \text{減少量} = 0.07 / (0.78 \times 32.69) = 2.745 \times 10^{-3}$$

$$F' = F - 2.745 \times 10^{-3} K \cdot \delta N$$

以上は、一例を示すもので、抑制する基準人数の 33 人を変えたり、基準人数を設定せずに抑制する等、いろいろな方法が考えられる。今後の検討課題としたい。

5. 6. 2 米国連邦規則 46CFR 170.170 について

JCIより提供された資料(仮訳)では、風圧を求める係数が船舶復原性規則と比べてかなり違うので、単位系を確認するために、インターネットより次の原文をダウンロードした。

§170.170 Weather criteria.

(a) Each vessel must be shown by design calculations to have a metacentric height (GM) that is equal to or greater than the following in each condition of loading and operation:

$$GM \geq \frac{PAH}{W \tan (T)}$$

Where—

P=.005+(L/14,200)² tons/ft² . . . for ocean service, Great Lakes winter service, or service on exposed waters.

P=.055+(L/1309)² metric tons/m² . . . for ocean service, Great Lakes winter service, or service on exposed waters.

P=.0033+(L/14,200)² tons/ft² . . . for Great Lakes summer service or service on partially protected waters.

$P=.036+(L/1309)^2$ metric tons/m² . . . for Great lakes summer service or service on partially protected waters.

$P=.0025+(L/14,200)^2$ tons/ft² . . . for service on protected waters.

$P=.028+(L/1309)^2$ metric tons/m² . . . for service on protected waters.

L=LBP in feet (meters).

A=projected lateral area in square feet (square meters) of the portion of the vessel and deck cargo above the waterline.

H=the vertical distance in feet (meters) from the center of A to the center of the underwater lateral area or approximately to the one-half draft point.

W=displacement in long (metric) tons.

T=either:

- (1) the lesser of either 14 degrees heel or the angle of heel in degrees at which one-half the freeboard to the deck edge is immersed; or
- (2) for a sailing vessel, T = the lesser of either 14 degrees or the angle of heel in degrees to the deck edge.

The deck edge is to be taken as the intersection of the sideshell and the uppermost continuous deck below which the sideshell is weathertight.

単位系は、船舶復原性規則と同じ MKS 系である。

46CFR170.170 は、あくまでも Weather Criteria で、風圧のみによる傾斜偶力に対して船の復原性を確認しようとするものようだ。

一方、我が国では、5 トン未満旅客船に適用される小安則第 103 条や附属書[2-2]において、旅客の移動のみによる傾斜偶力に対する復原性を規定している。従って、両者の考え方は全く異なるものである。

この Weather criteria は、5 トン以上限沿旅客船に適用される C 係数にあたる。C 係数はもっと厳しいが、外力として風圧のみを想定しているので Weather criteria である。しかし我が国では、Weather criteria に加えて第 3 号書式で旅客と風圧による傾斜偶力に対する復原性も要求している。

46CFR170.170 を何らかの形で使用する場合は、上記資料の

$$P=.036+(L/1309)^2 \text{ metric tons/m}^2 \quad \text{又は}$$

$$P=.028+(L/1309)^2 \text{ metric tons/m}^2$$

が使用されることになると思うが、この値は前述のように船舶復原性規則に比べてかなり大きいし、しかも限界傾斜角も 46CFR170.170 の方が小さい。

P は風速に対応した風圧を決定する係数と思われるが、これは簡単に計算でき、因みに船舶復原性規則では、P に相当するものは、下記値である。

平水と限沿 0.0171 t/m² (定常風速 15m/s)

沿海 0.0274 t/m² (定常風速 19m/s)

近海以上 0.0514 t/m^2 (定常風速 26m/s)

上記より、46CFR170.170 のPは、定常風でなく突風(船舶復原性規則では定常風速の 1.5 倍)を想定しているか、または旅客移動による傾斜偶力も含めた値と取れなくもない。

以上より、第 103 条や附属書[2-2]を補う意味で、これらに加えて更に 46CFR170.170 でチェックすることも考えられなくもない。しかしこの場合、上記資料のPの値や適用の仕方を詳細に検討する必要がある。また、GM に対する規制値だから、基本的には傾斜試験が必要となるので、これも問題である。

いずれにしても現時点では、46CFR170.170 の式を用いて 5 トン未満旅客船の最大搭載人員をチェックするためには、更に詳細な調査が必要と思われる。46CFR170.170 と併用すべき他のものが別途存在するのかもしれない。

5. 6. 3 総トン数5トンを境とした平水旅客船の定員について

「総トン数5トンを境とした平水旅客船の定員」における同様の検討は、今回の目的ではない。しかし、限定沿海旅客船の定員を検討する過程で、その検討結果を補強するために平水旅客船の調査も必要に応じて行ってきた。

ここでは、今までの検討結果から、平水旅客船の定員についてまとめてみる。

図5-42 は、附属書[2-2]適用の 5 トン未満平水船と、小安則第 101 条適用の 5 トン以上平水船の実際の最大搭載人員NをGT軸上にプロットしたものである。参考用に、第 103 条適用の 5 トン未満限沿船を薄色点で示してある。

図5-42 において、薄色点の 5 トン未満限沿船を 5 トン未満平水船に変えると、その最大搭載人員Nは別途JCI資料(小型船舶の定員(実績値) 第 1 回「小型船舶の復原性に関する検討委員会」参考資料 1-9)によれば、ほぼ 20~80 程度の範囲に分布している。

これより、平水旅客船の実際の最大搭載人員Nは、5 トンの境界にて、データ数が比較的多い分限沿船ほど顕著ではないが、5 トン未満の定員の方が高い現象が生じている。

また限沿船と同様に、5~10トンの範囲のNは 4~5トンと大差ない値となっている。

図5-43 は、附属書[2-2]適用の 5 トン未満平水船と、小安則第 101 条適用の 5 トン以上平水船の規則上搭載可能な最大搭載人員 N_{max} をプロットしたものである。これらの計算方法については、5.4 節及び 5.5 節を参照されたい。参考用に、第 103 条適用の 5 トン未満限沿船について N_1 式による N_1 値を薄色点で示してある。

第 103 条適用の 5 トン未満平水船の N_1 値は不明だが、上記JCI資料と大幅には変わらないと思われる。因みに、附属書[2-2]適用の 5 トン未満平水船はNと N_{max} の値は、全く同じである。

以上 図5-43 の結果より、平水旅客船では限沿旅客船と同様に、規則上搭載可能な最大搭載人員 N_{max} の比較においては、実際の最大搭載人員Nにおけるような顕著な5トン未満の定員が多い現象は生じず、ほぼ総トン数に比例する傾向にあると言える。

5. 6. 4 小安則第103条N1式を基準にした比較について

以上の検討においては、小安則第 103 条N1式の計算結果を他の規則の計算式に対する比較・判断基準の様に用いてきた。その結果を最終的にまとめると、次のようなことが言えると思う。

5.5 節では、図5-35 において、総トン数 5 トン以上平水船について、小安則第 101 条第1号書式と第 103 条N1式による計算結果の比較を試み、両式の計算結果はほぼ同じ傾向を示し、第1号書式の方が値は大きめに出るとの結論を得ている。

また、船の大きさは異なるが、5. 4節では図5-28 において、附属書[2-2]適用の 5 トン未満船について、附属書[2-2]と第 103 条N1式との比較を試みているが、ほぼ図5-35と似たような傾向となることが分かる。双方とも傾斜試験に基づく方が大きめになっている。

一方、肝心の 5 トン以上限沿船については、第 103 条N1式の図5-10 とC係数修正に基づく 図5-18 の比較において判断される。この場合、図5-18 は大きな仮定に基づくので、図5-10 との同一のグラフ上で比較することは遠慮した。しかし、C係数修正に基づくNmaxと第 103 条N1式の計算結果N1との関係は、Nmax が大きいとは言い難いが、上記第1号書式と第 103 条N1式との関係及び附属書[2-2]と第 103 条N1式との関係に似た傾向にあると言える。

このことから、図5-18 の結果はほぼ妥当なものであり、ひいては図5-2及び図5-4の結果も頷けよう。

適用規則毎の最大搭載人員(限定沿海のみ)

図5-1 総トン数-実際の最大搭載人員 N(限定沿海のみ)

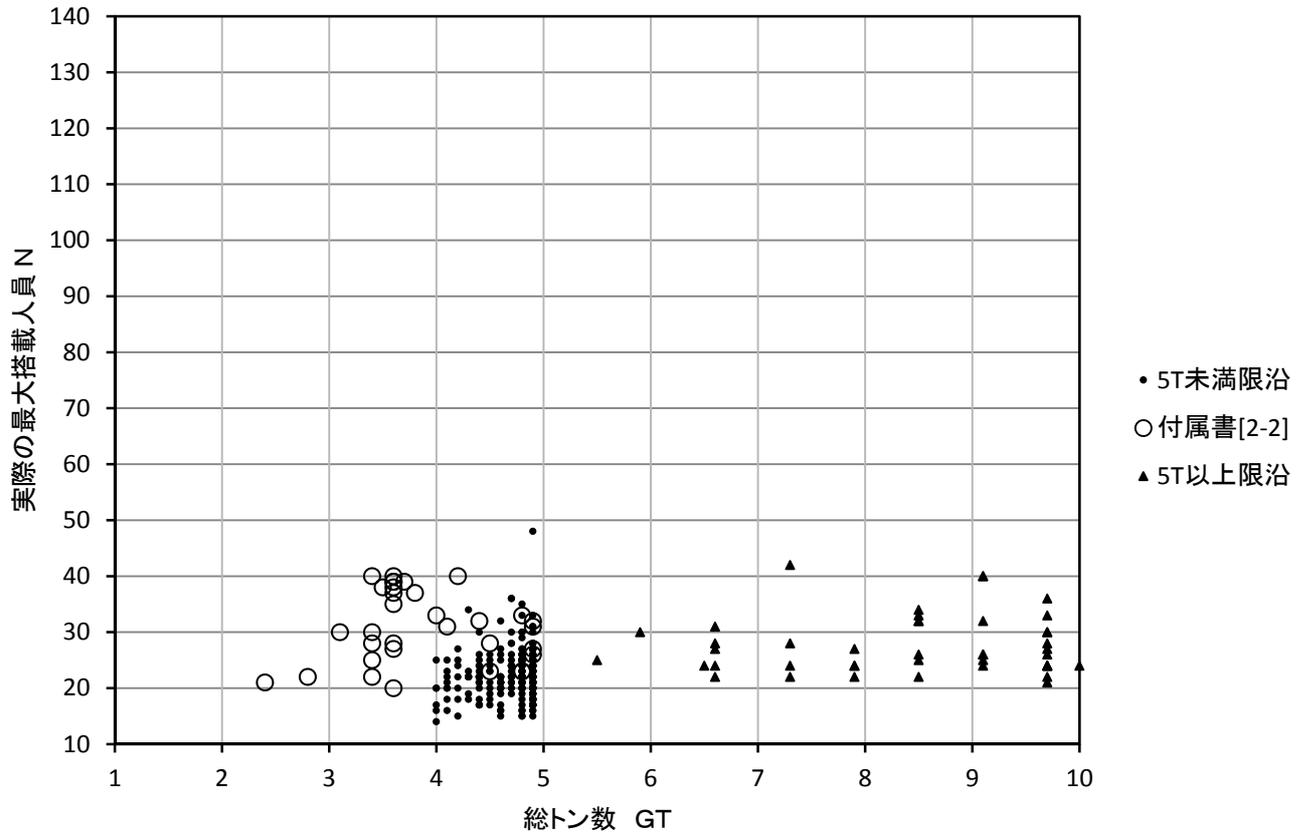
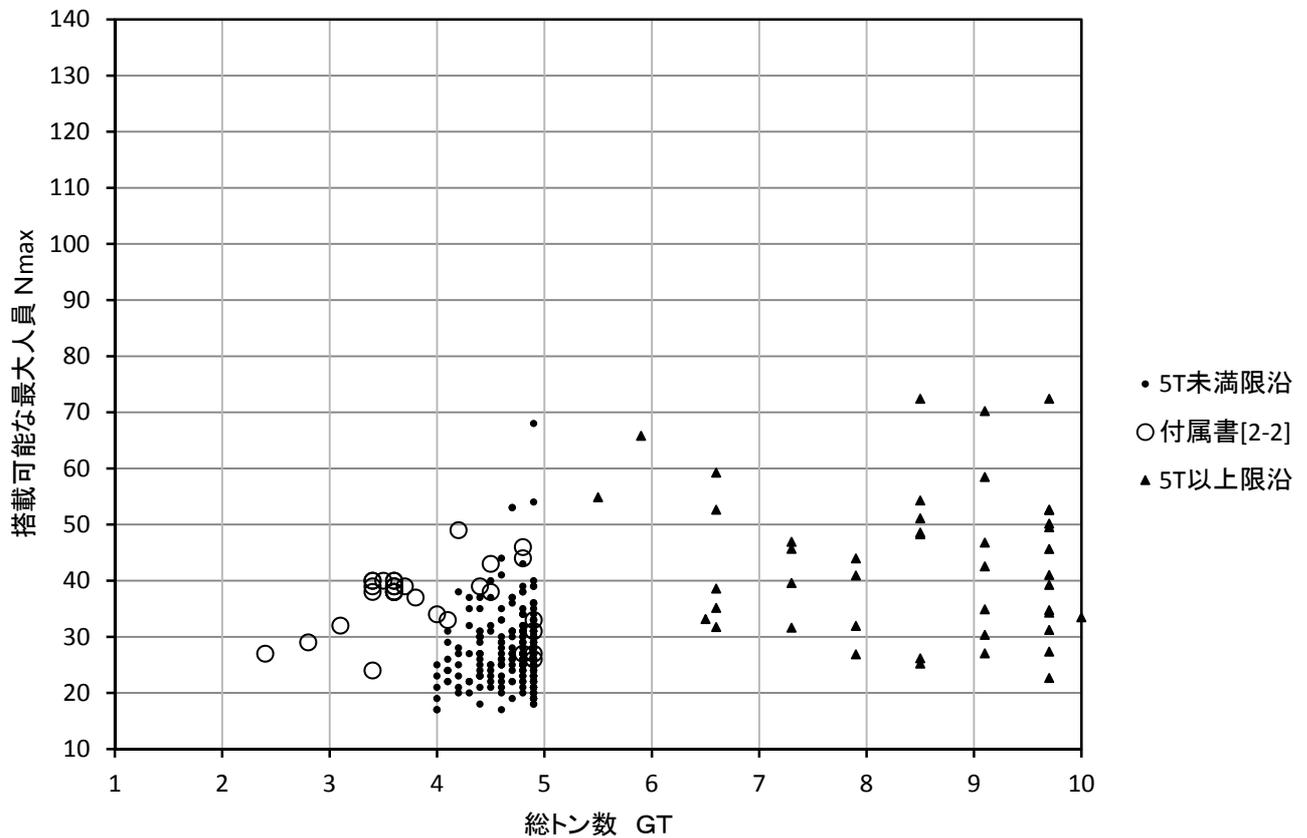


図5-2 総トン数-搭載可能な最大人員 Nmax(限定沿海のみ)



適用規則毎の最大搭載人員(平水を含む)

図5-3 総トン数-実際の最大搭載人員 N(平水を含む)

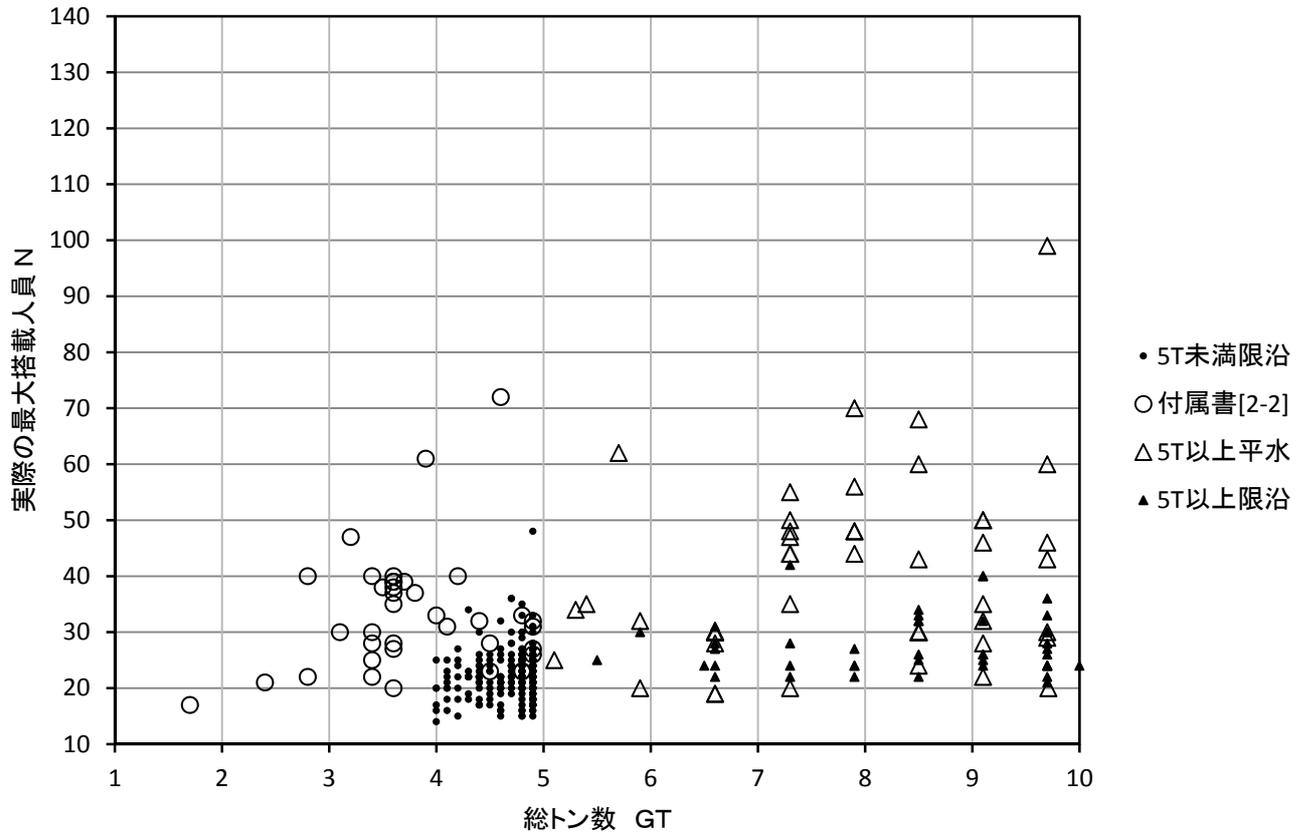
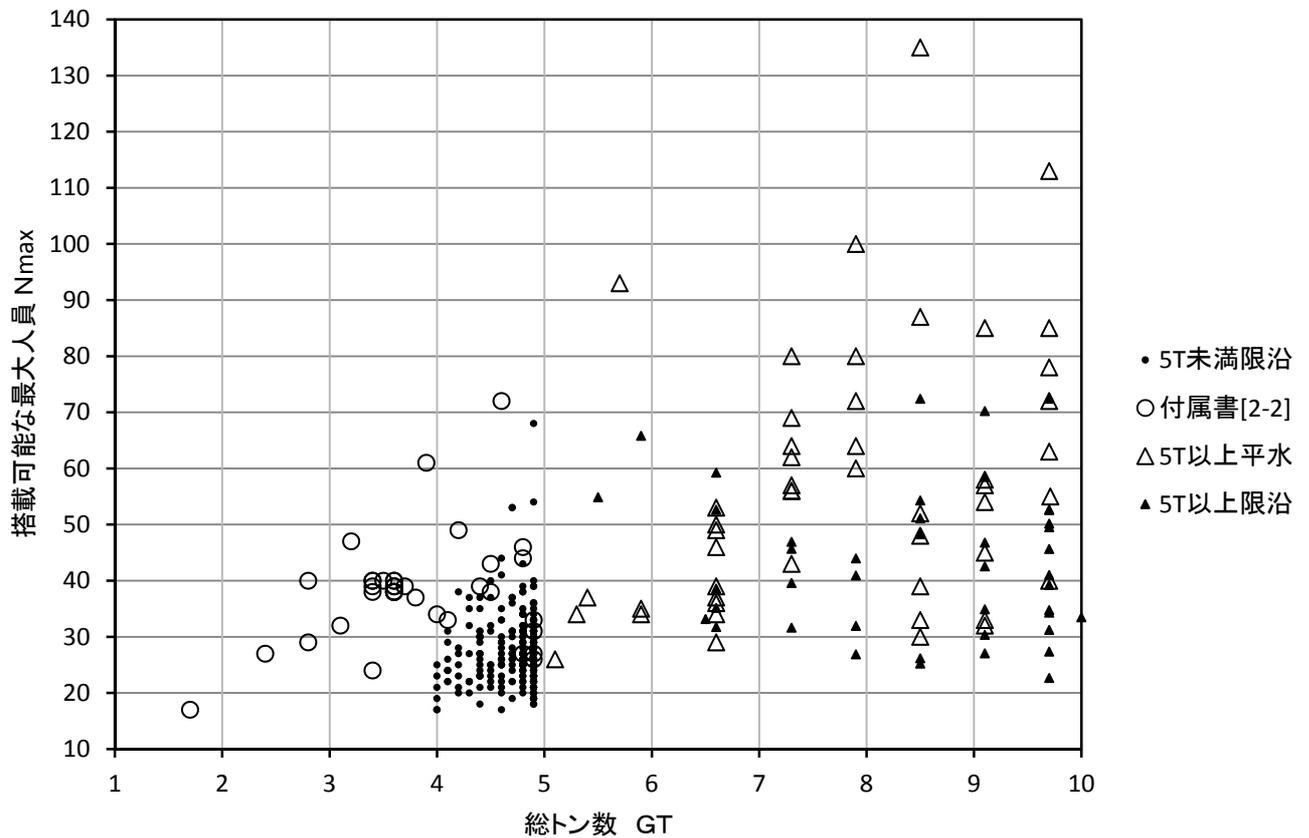


図5-4 総トン数-搭載可能な最大人員 Nmax(平水を含む)



5トン未満限沿船と5トン以上限沿船の実際の最大搭載人員N

図5-5 実際の最大搭載人員 N

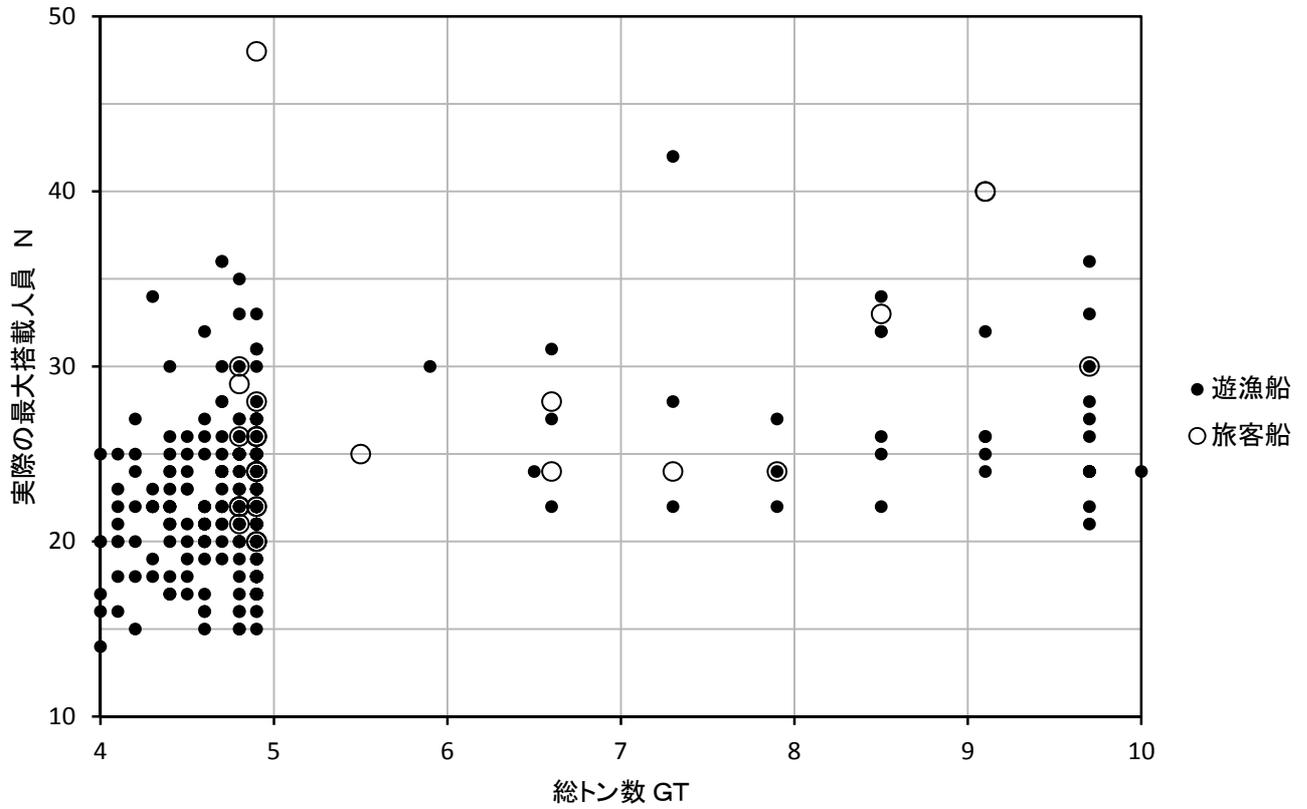
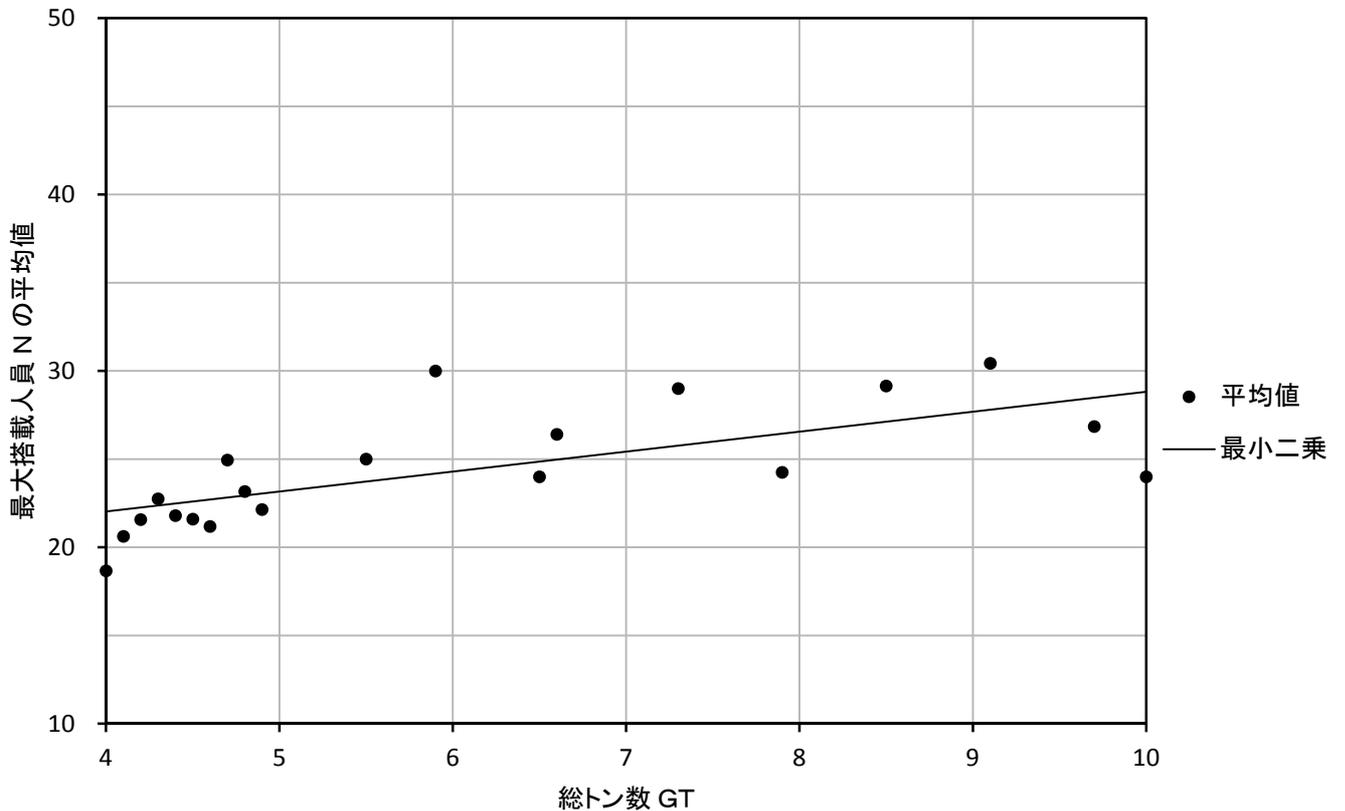


図5-6 実際の最大搭載人員 N の平均値(全船)



限定沿海5トン未満船のN, N1 及び N2 との関係

図5-7 N に対する N1、N2 との関係

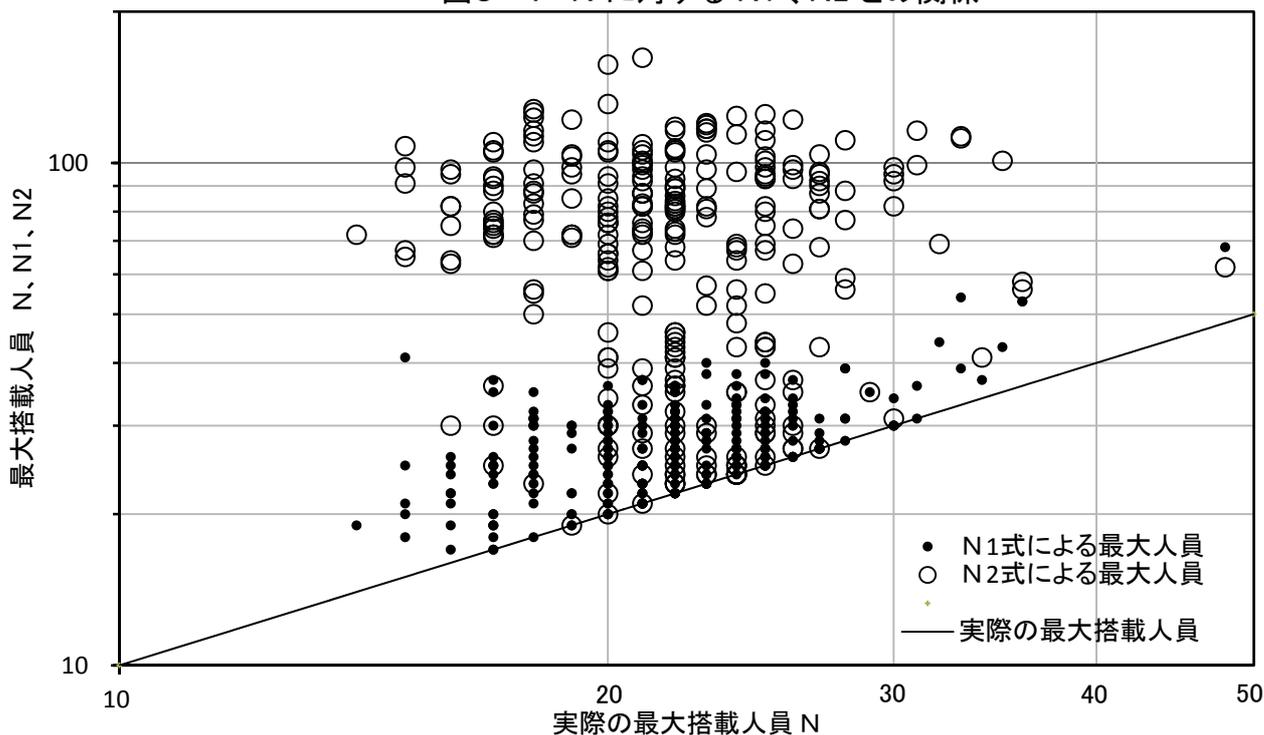


表5-2 N1 < N2となる隻数

| | 全隻数① | N1 < N2となる隻数② | ②/① |
|-----|------|---------------|-------|
| 遊漁船 | 264 | 237 | 0.898 |
| 旅客船 | 23 | 16 | 0.696 |
| 合計 | 287 | 253 | 0.882 |

図5-8 N1 に対する N/N1、N2/N1 との関係

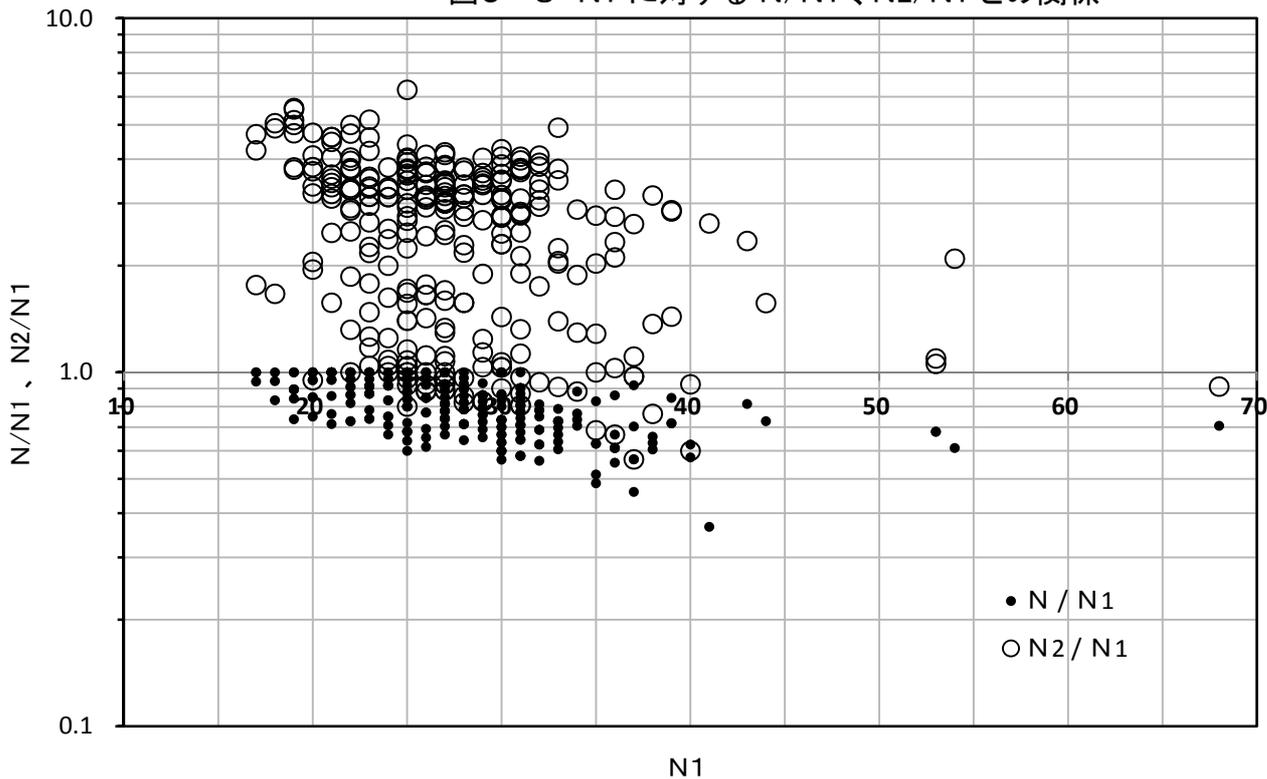


図5-9 総トン数-実際の最大搭載人員 N

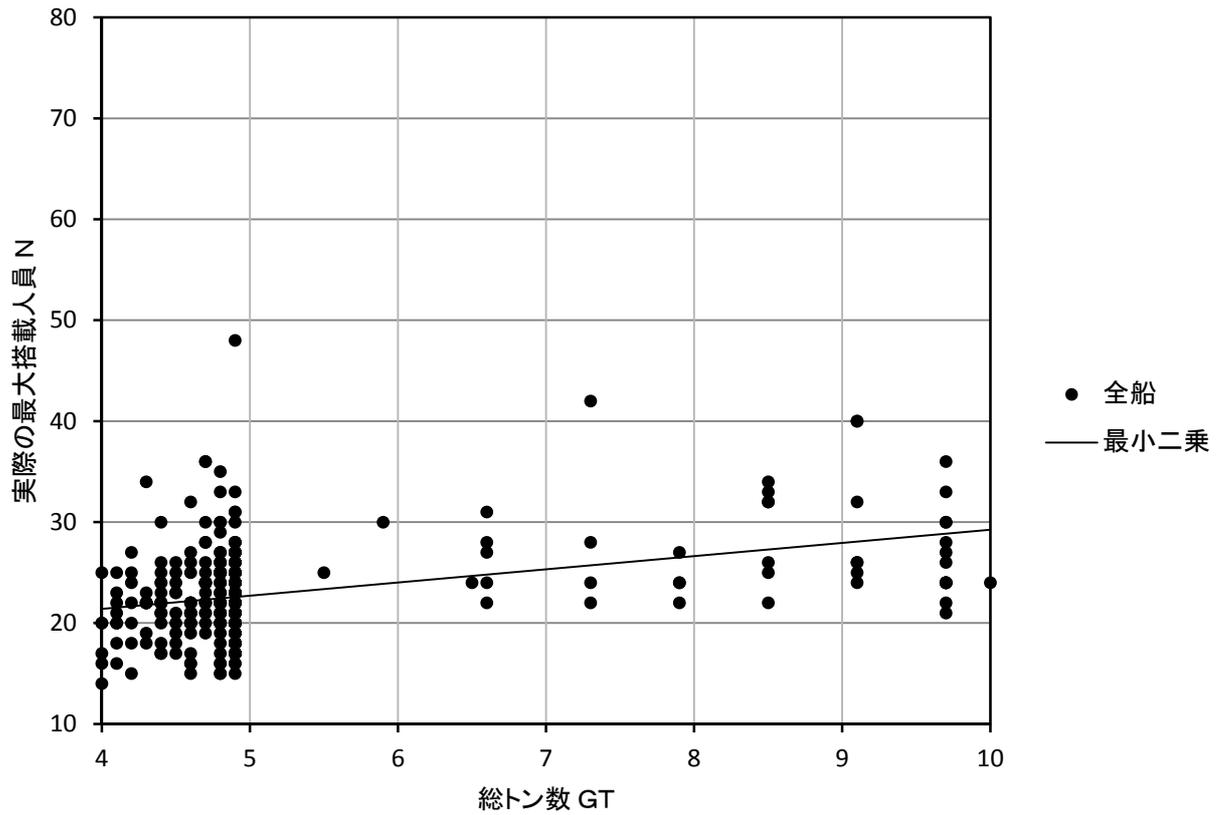
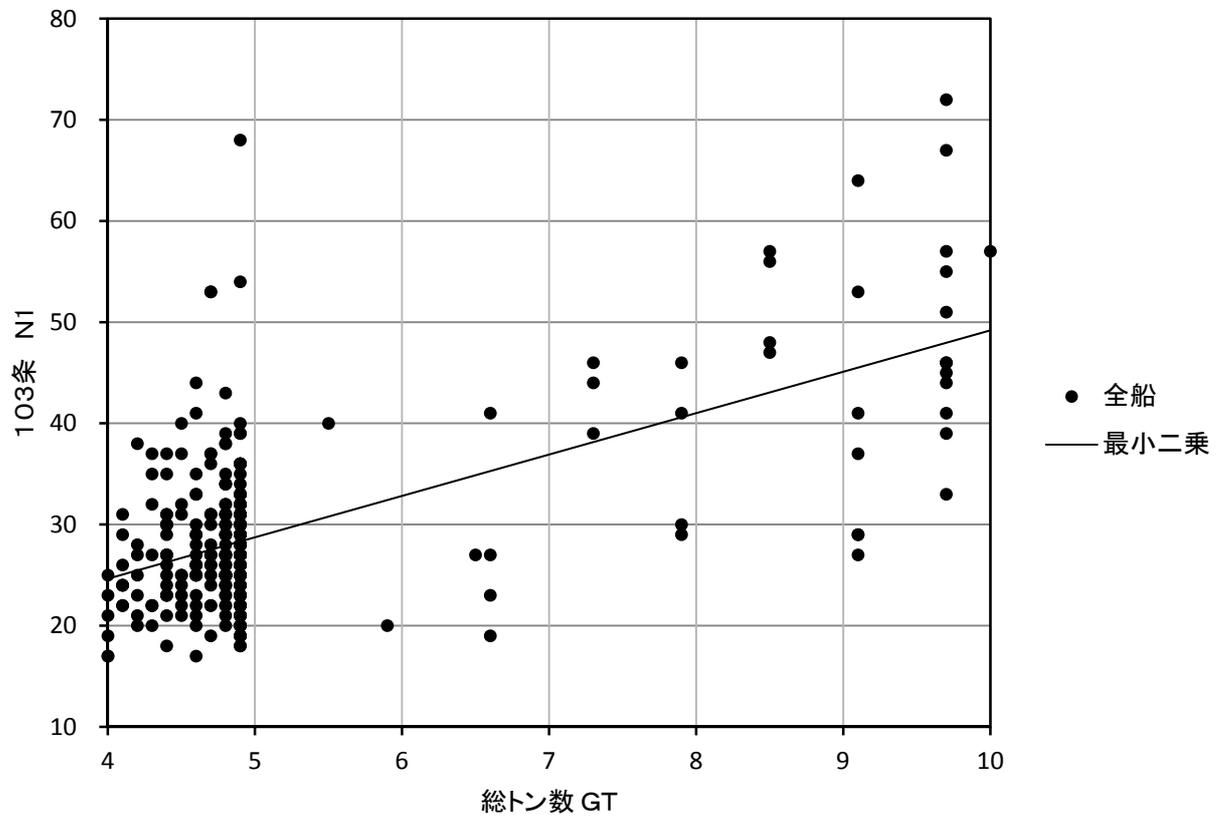


図5-10 総トン数-103条 N1式による最大搭載人員N1



5トン未満船と5トン以上船における L、B、D、C、F の比較

● 遊漁船

○ 旅客船

図5-11 GT-船の長さ L

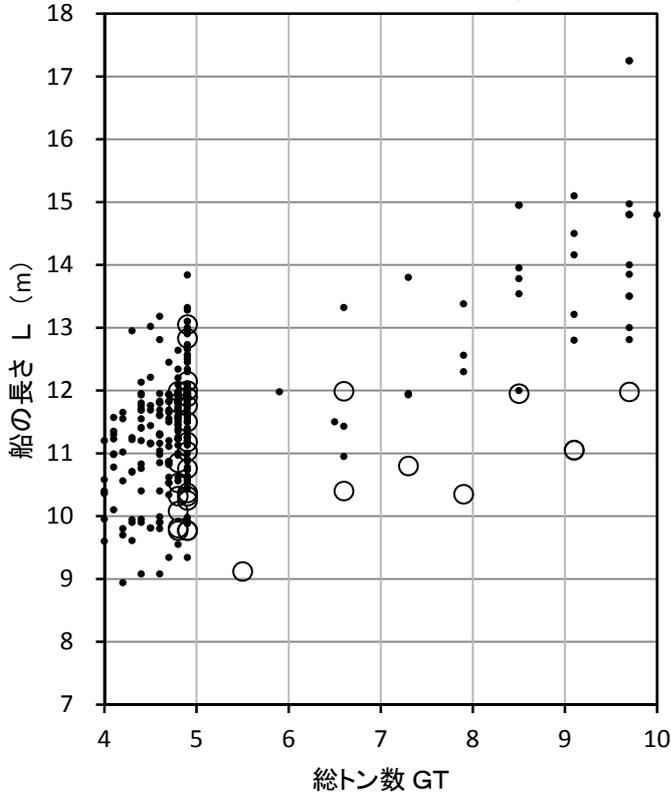


図5-12 GT-船の幅 B

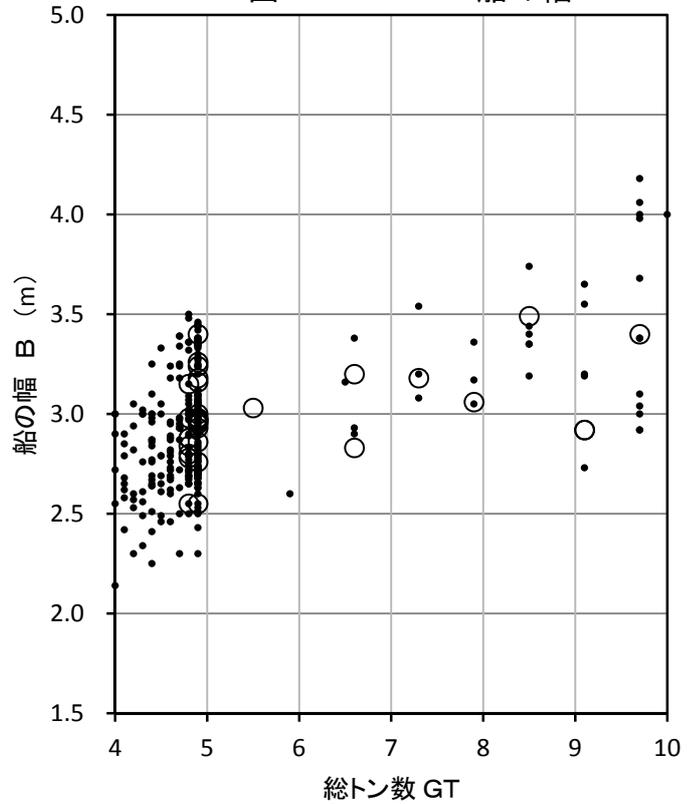


図5-13 GT-船の深さ D

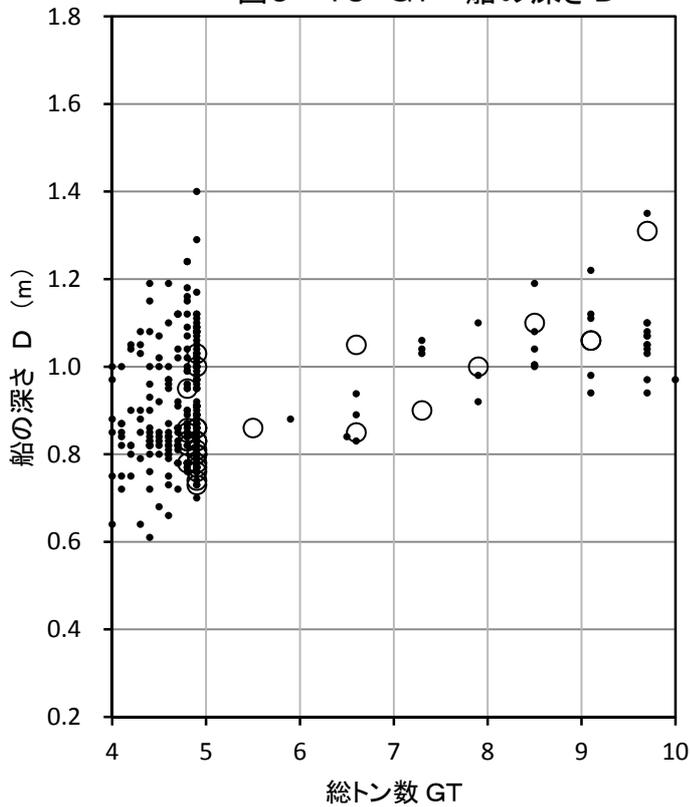
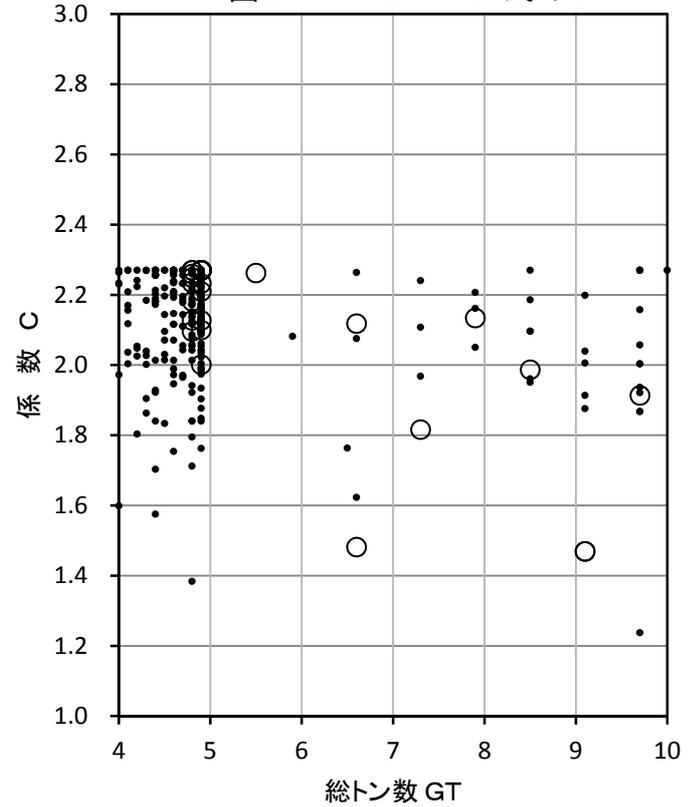


図5-14 GT-N1式の C



5トン未満船と5トン以上船における L、B、D、C、F の比較

• 遊漁船

○ 旅客船

図5-15 GT-修正前の乾舷 F

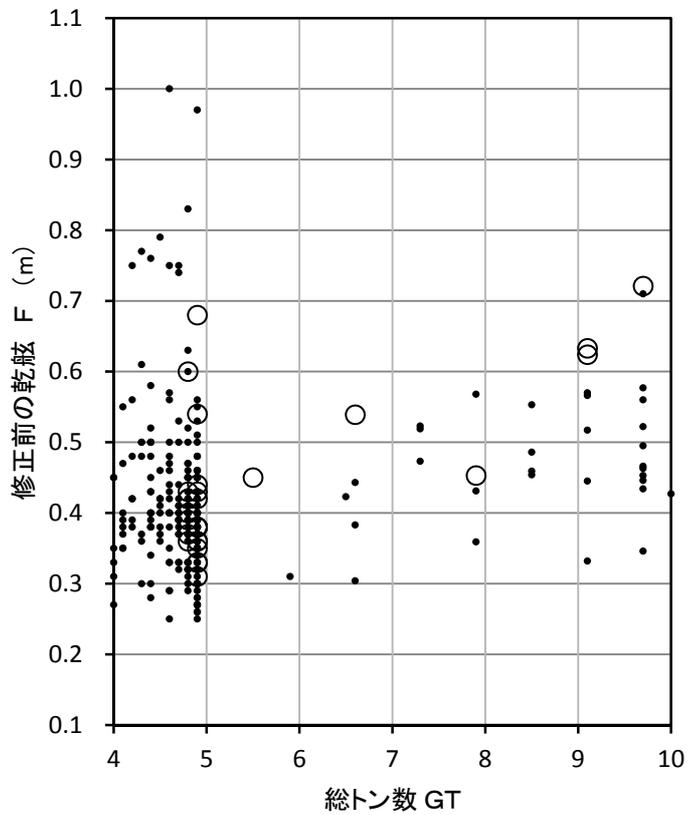
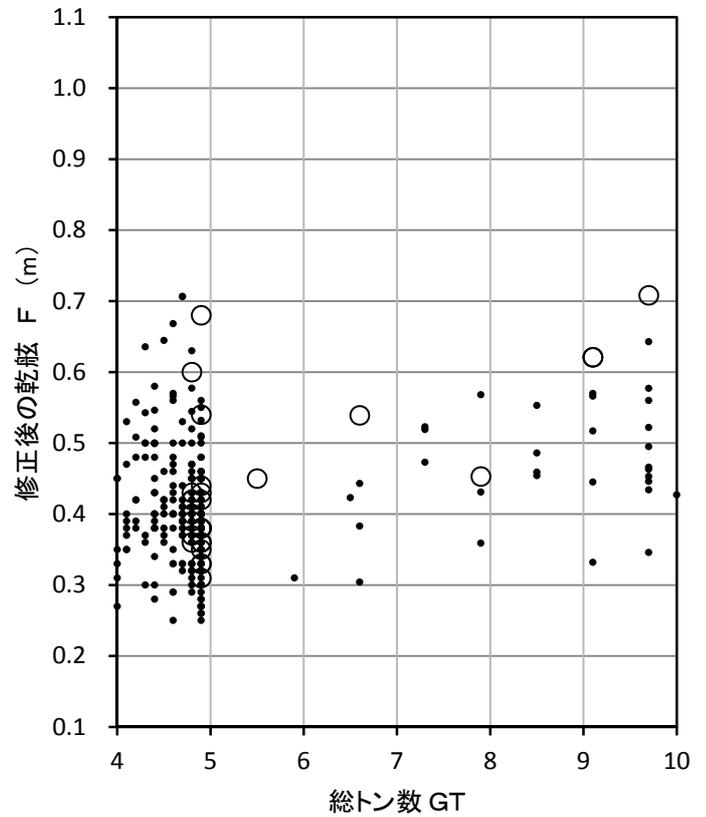


図5-16 GT-修正後の乾舷 F



実際のC係数と C係数=1.0 における5トン以上船の最大旅客数

図5-17 GT—実際の最大搭載人員 N

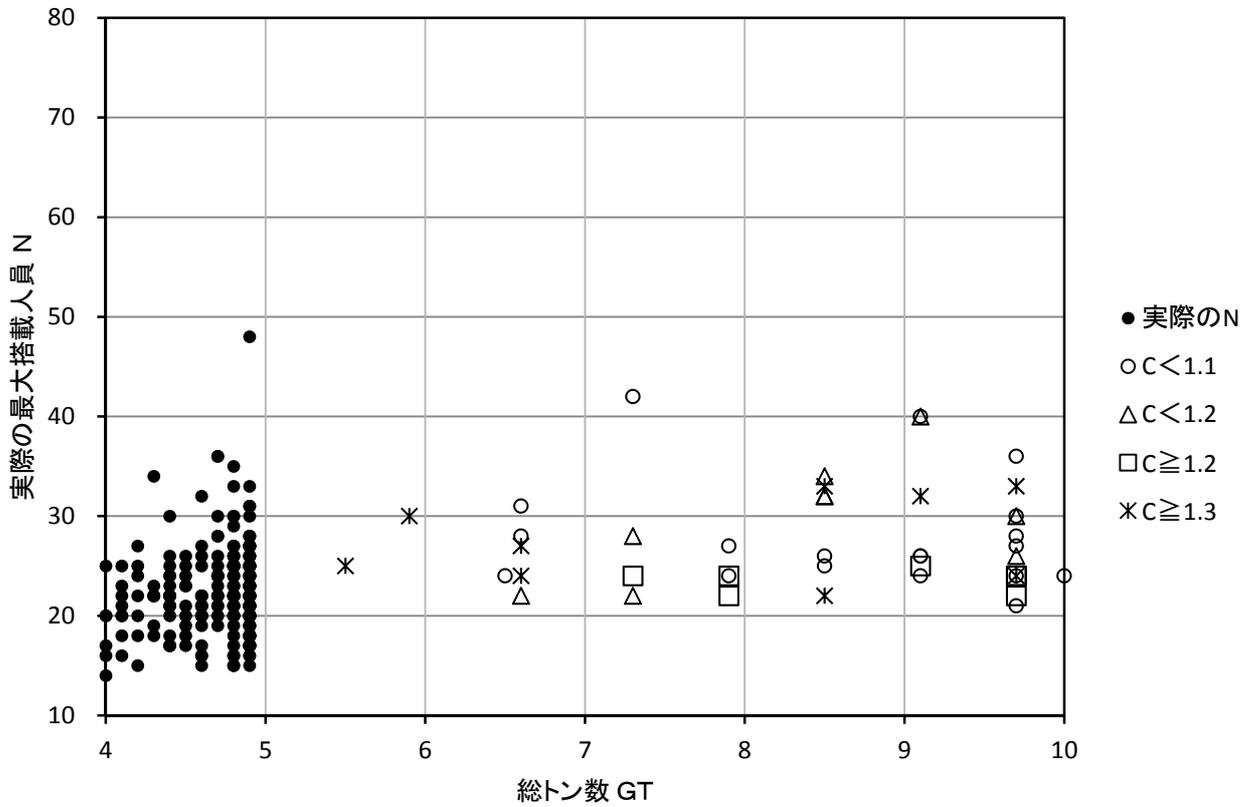


図5-18 GT—N1(5トン未満船)、Nmax(5トン以上船)

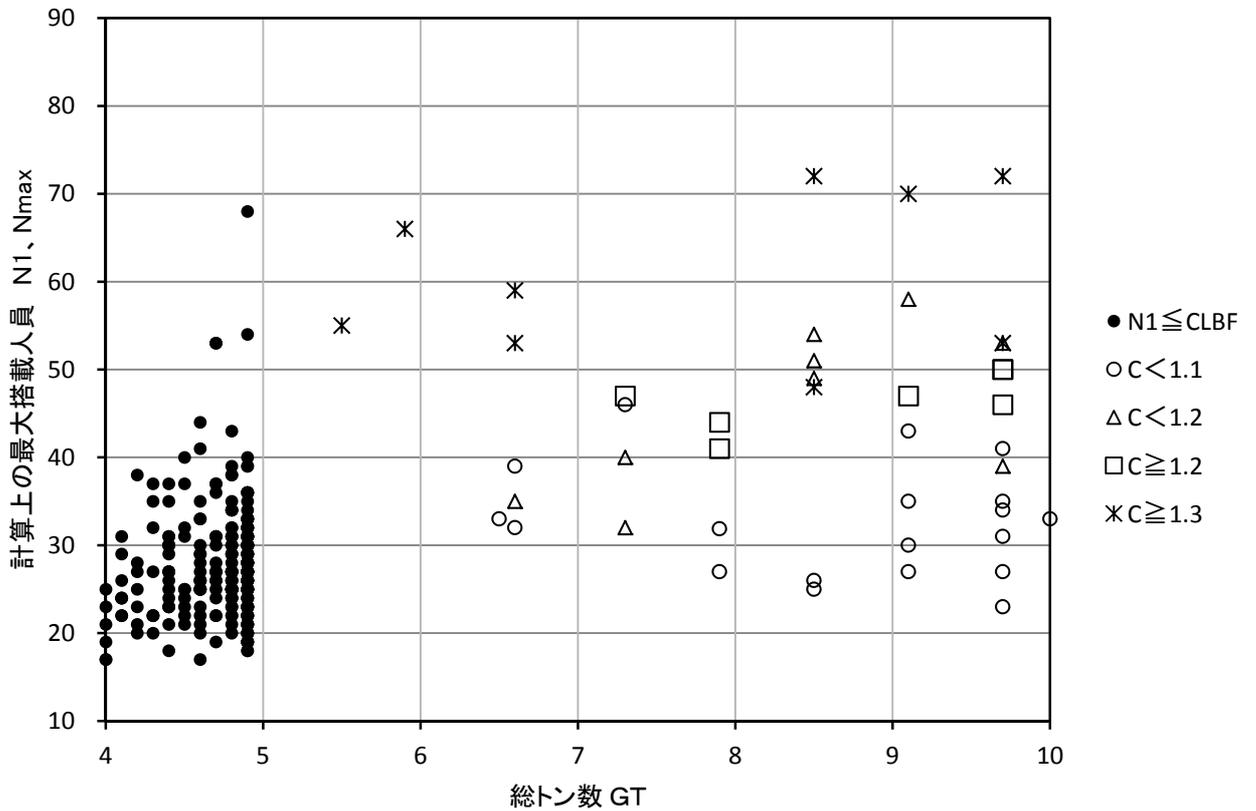
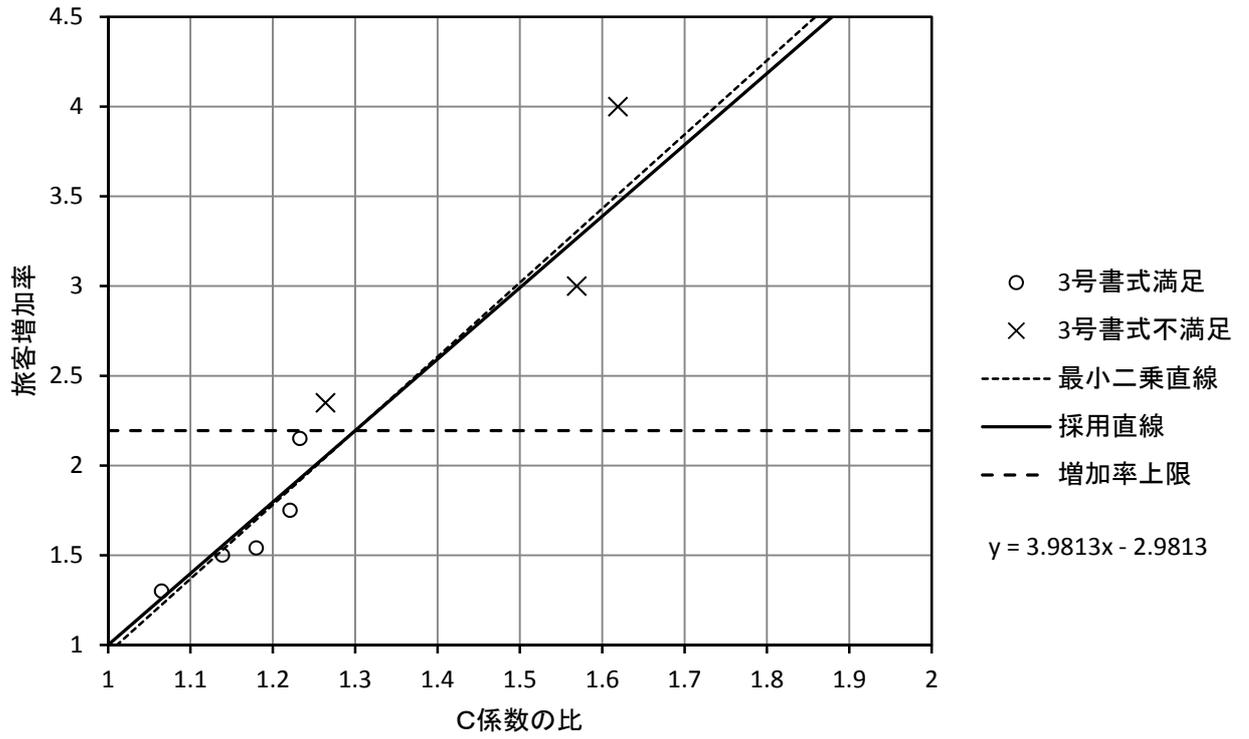


図5-19 C係数=1.0にしたときの旅客増加率



附属書[2-2]適用船と103条適用船の主要寸法比較

図5-20 附属書適用船と103条適用船におけるLの比較

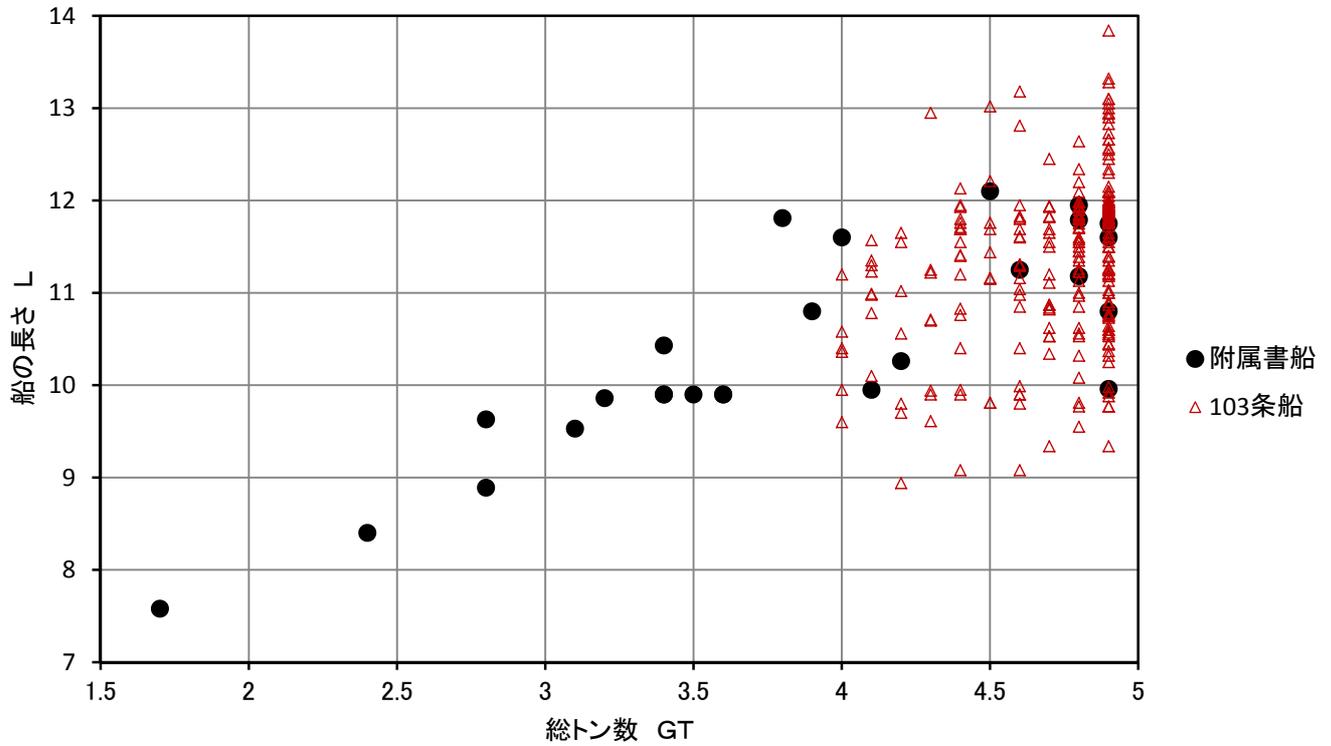
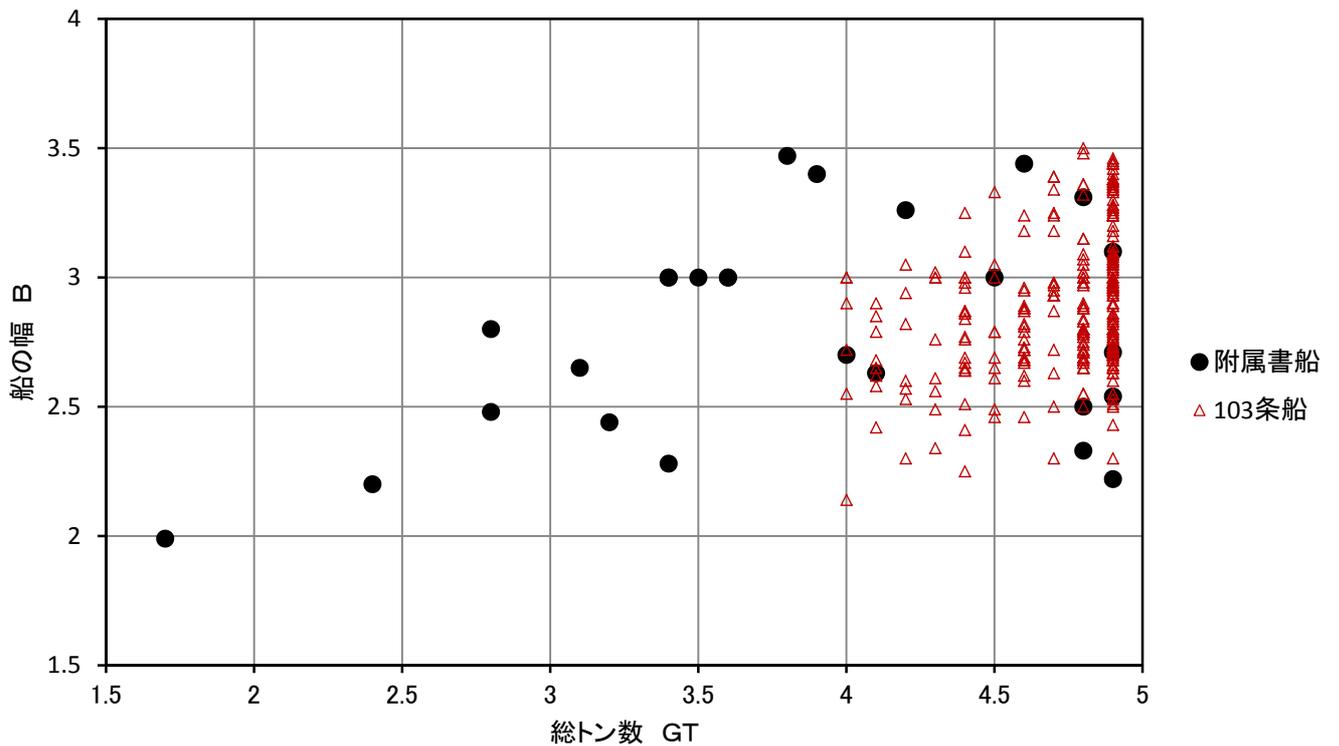


図5-21 附属書適用船と103条適用船におけるBの比較



附属書[2-2]適用船と103条適用船の主要寸法比較

図5-22 附属書適用船と103条適用船におけるDの比較

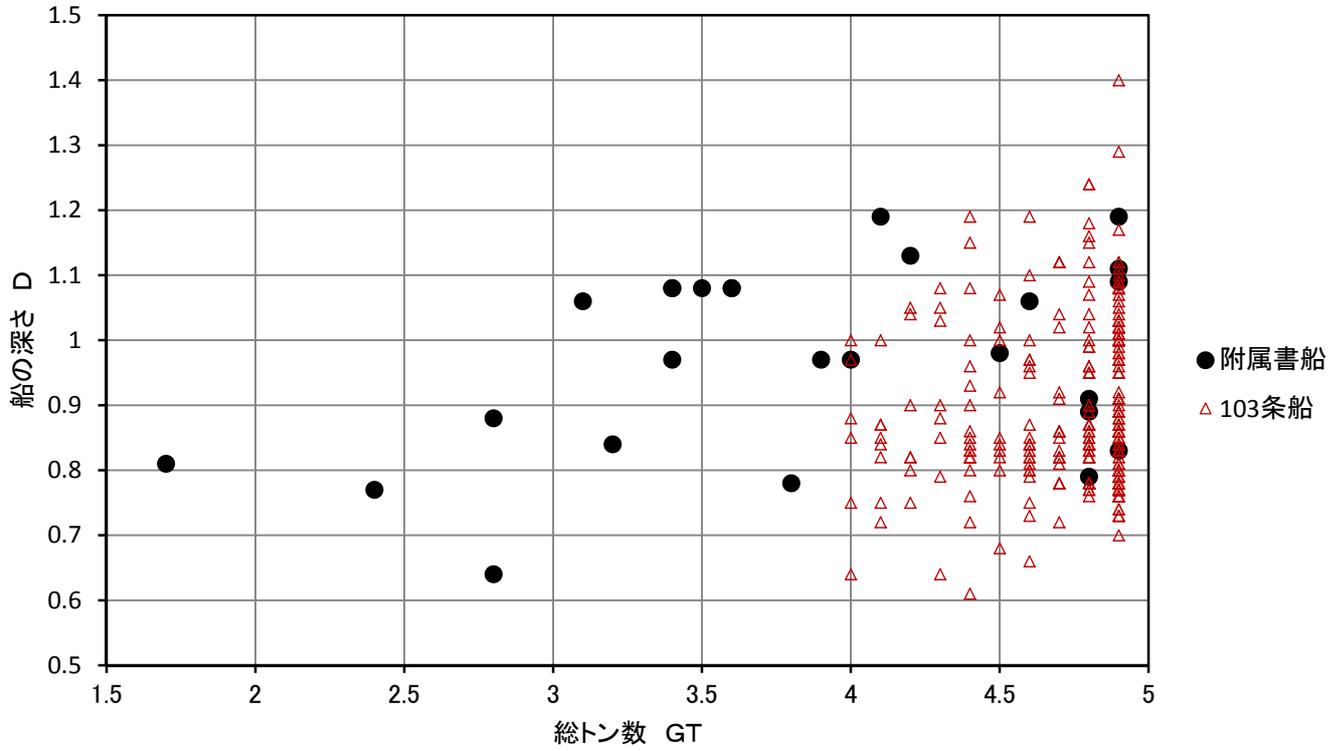
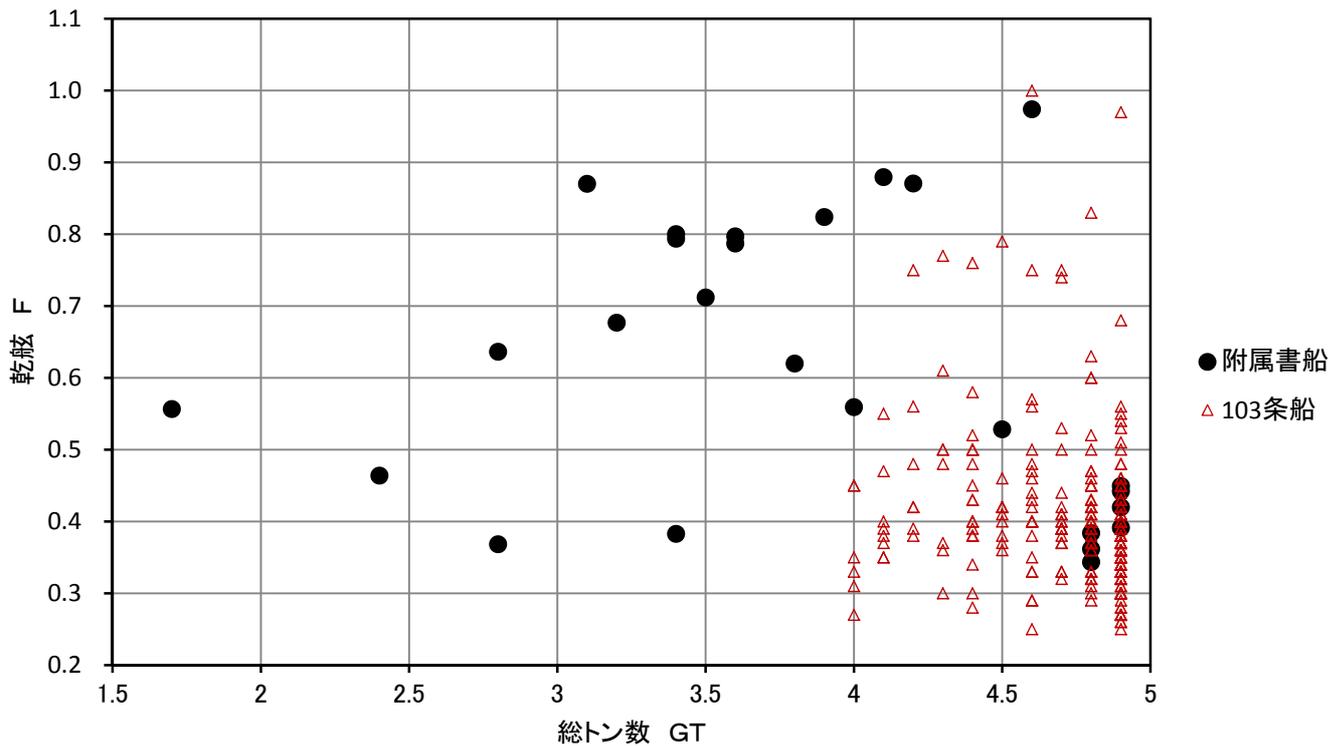


図5-23 附属書適用船と103条船におけるFの比較



附属書[2-2]適用船と103条適用船の主要寸法比較

図5-24 附属書適用船と103条適用船における d の比較

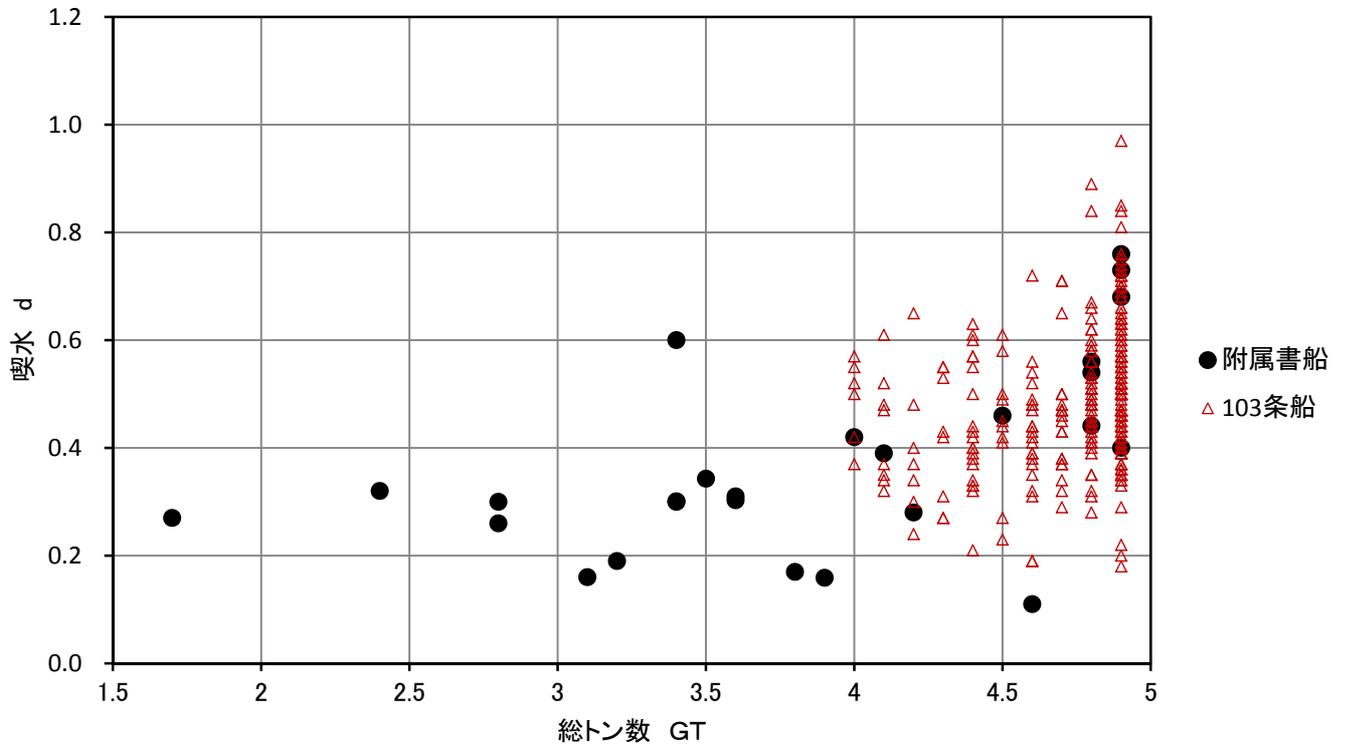


図5-25 附属書適用船と103条適用船における $L \cdot B \cdot D$ の比較

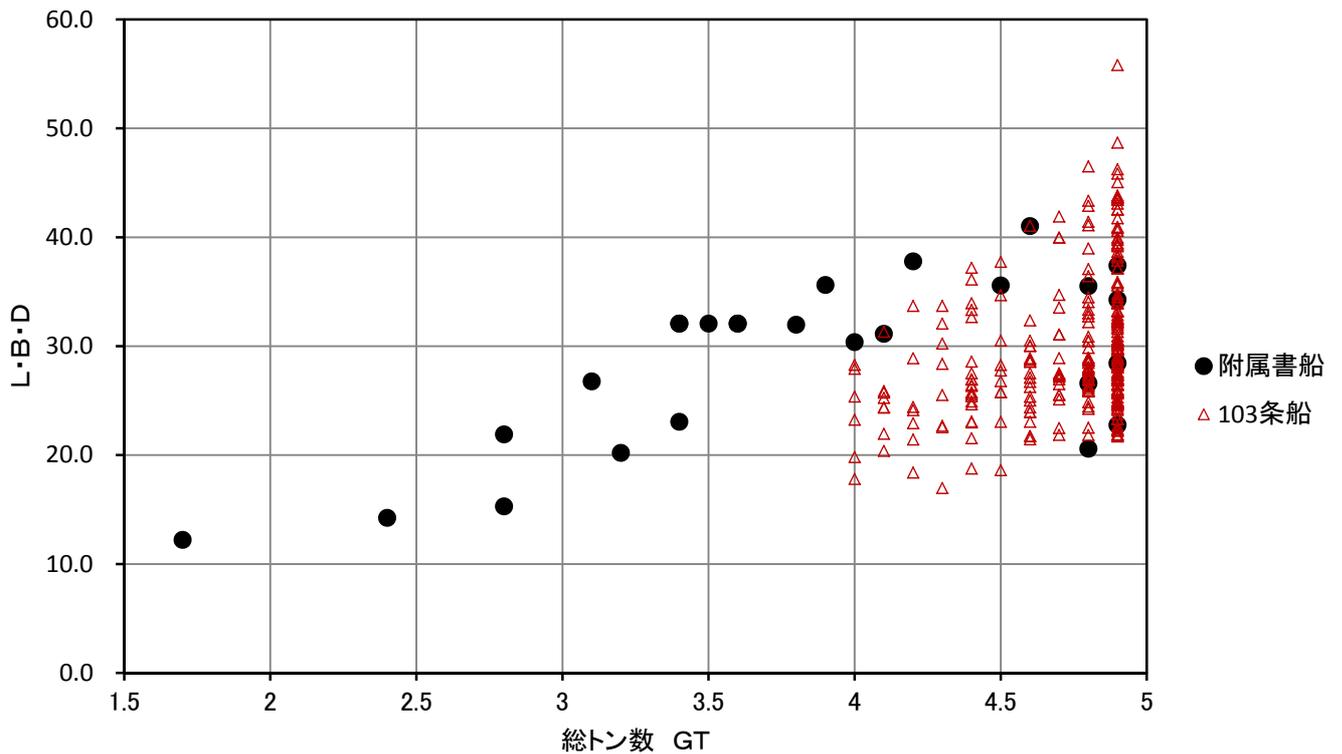


図5-26 附属書適用船と103条船のいずれも103条式で求めたN1の比較

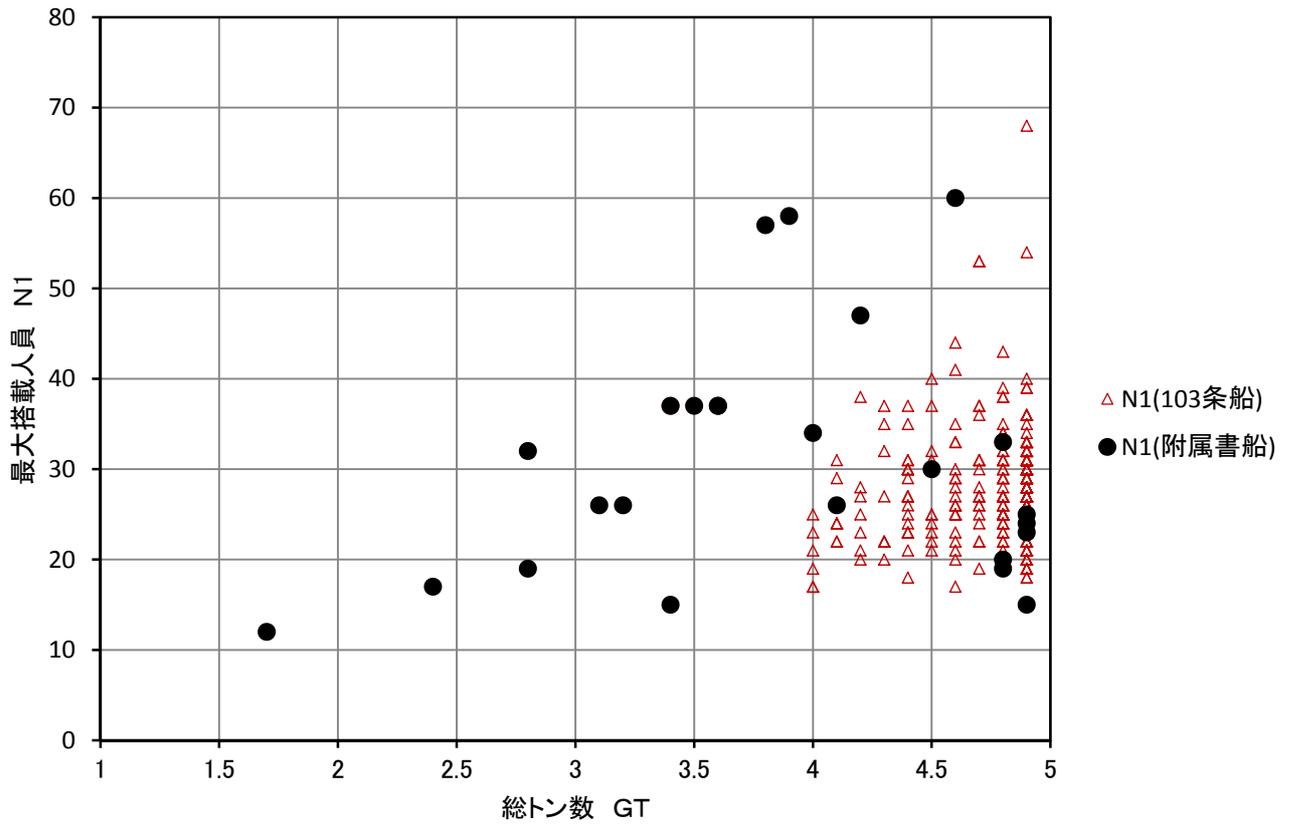


図5-27 附属書適用船の実際最大搭載人員Nと103条式によるN1

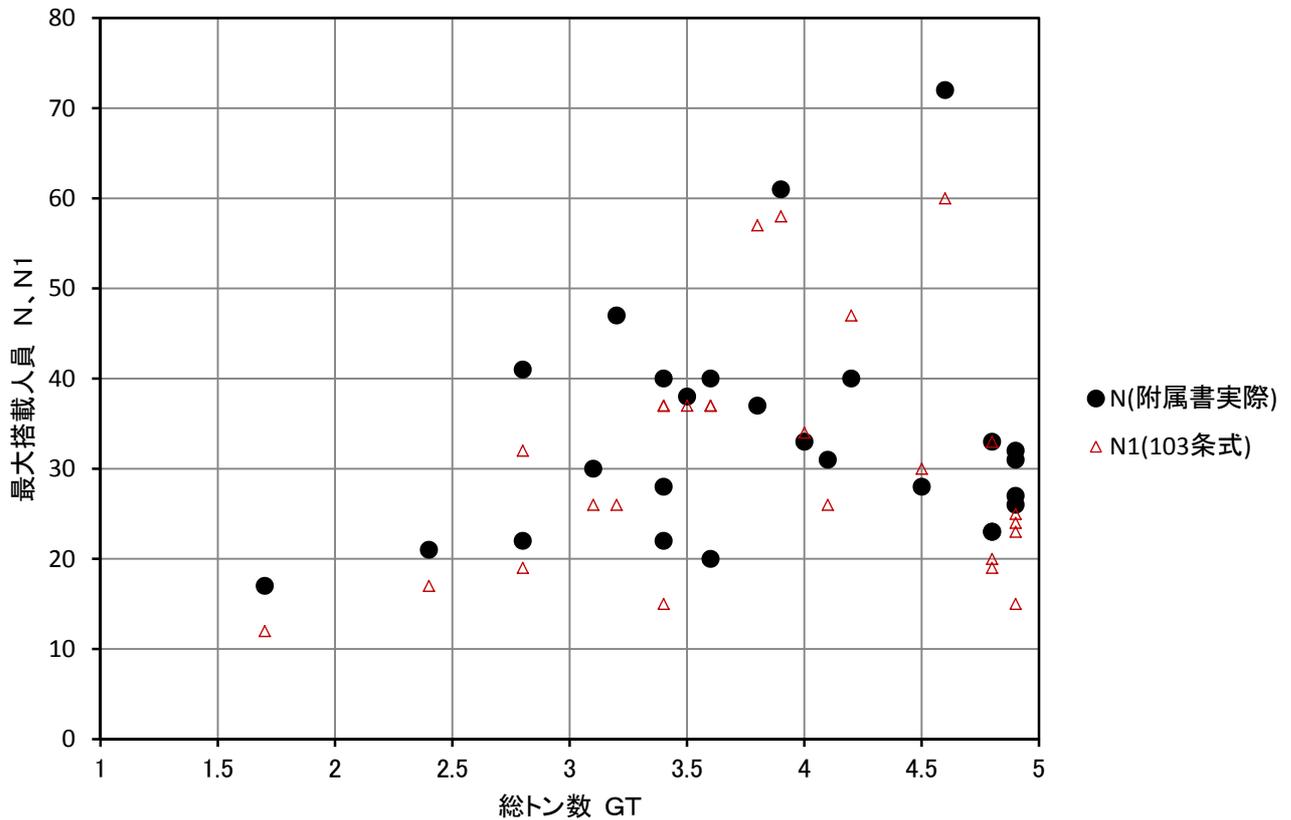


図5-28 附属書適用船の附属書による最大搭載人員Nmaxと103条によるN1

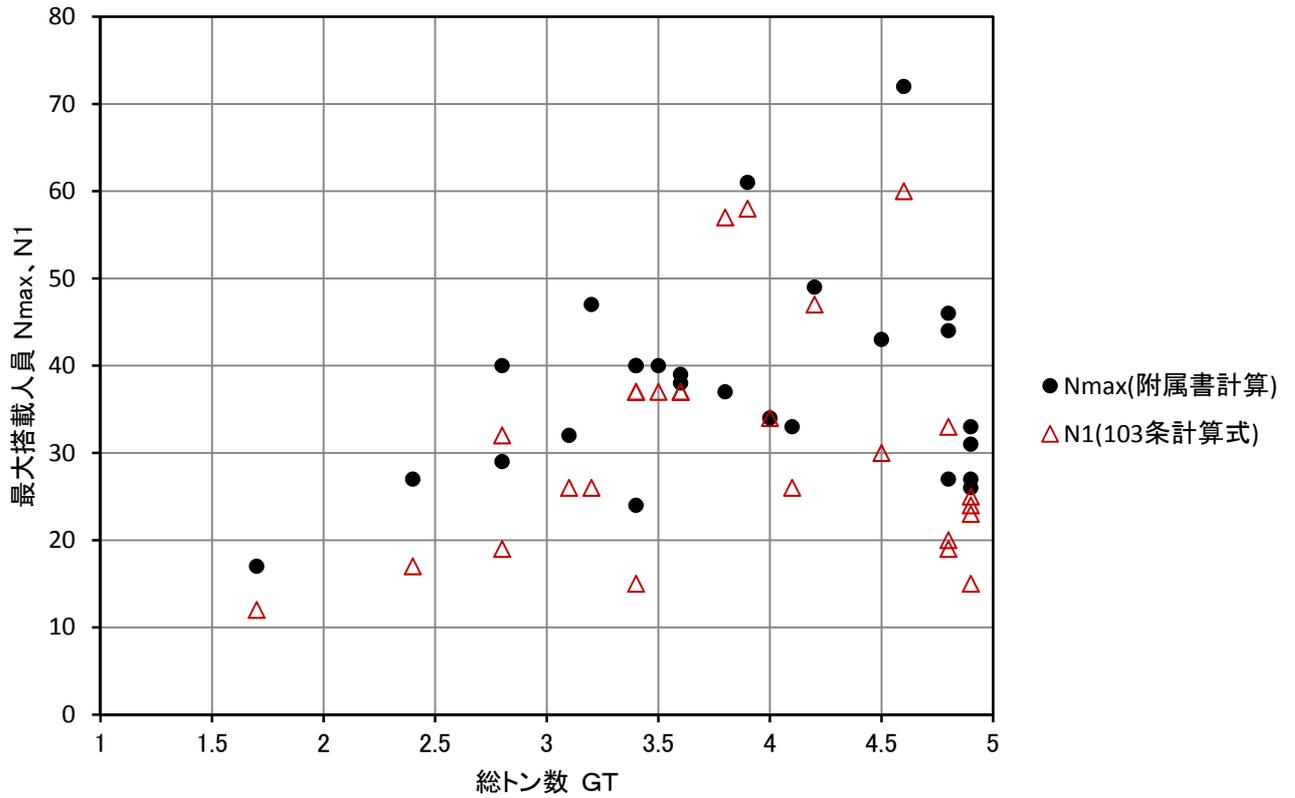
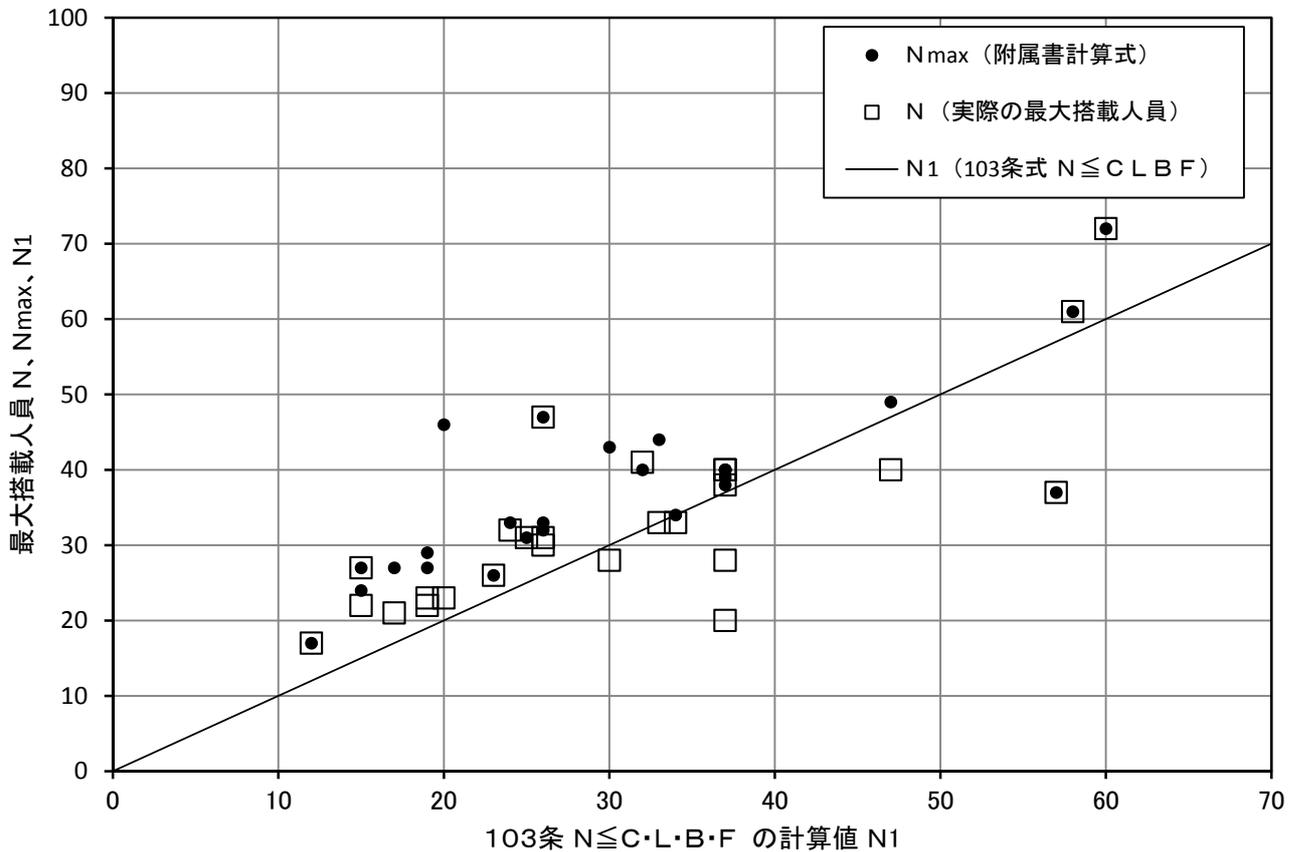


図5-29 附属書船の実際、附属書式及び103条式による最大搭載人員



船舶復原性規則第1号書式による船型別の旅客定員

図5-30 実際の旅客数 N

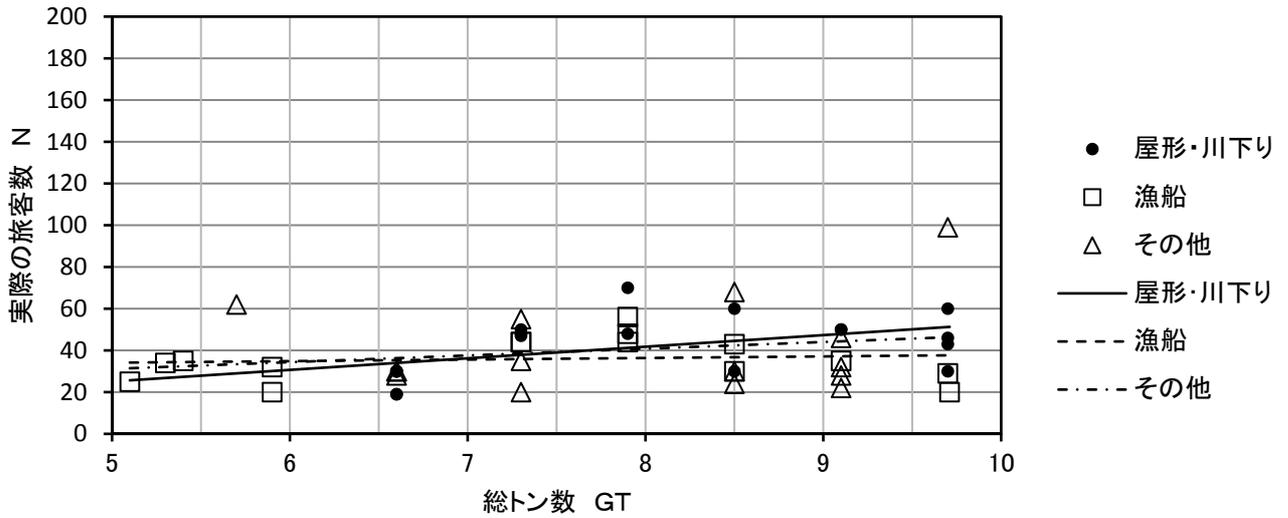


図5-31 最大の旅客数 $N_{max}(a/n \geq 0.3)$

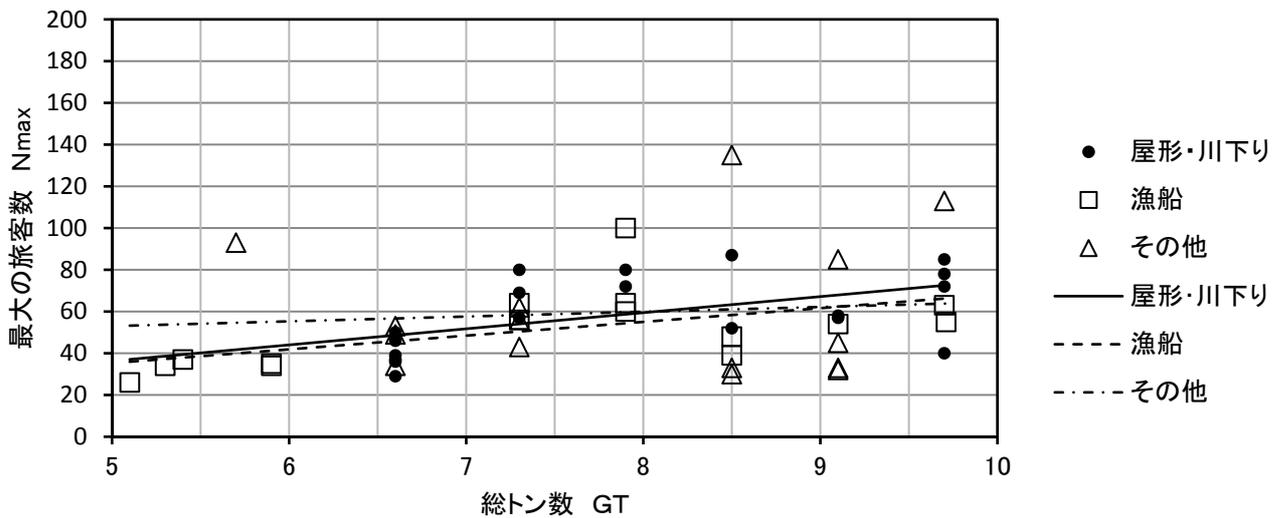
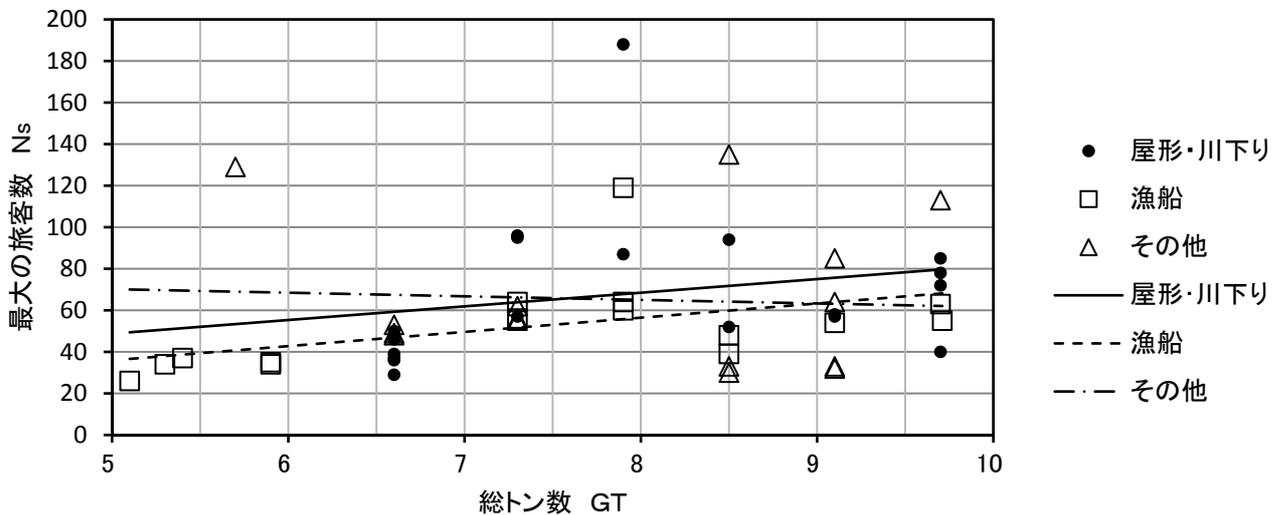


図5-32 復原力の限界のみで決定した最大の旅客数 N_s



船舶復原性規則 第1号書式における風圧の影響

図5-33 風圧の有無が最大旅客数 N_{max} に及ぼす影響

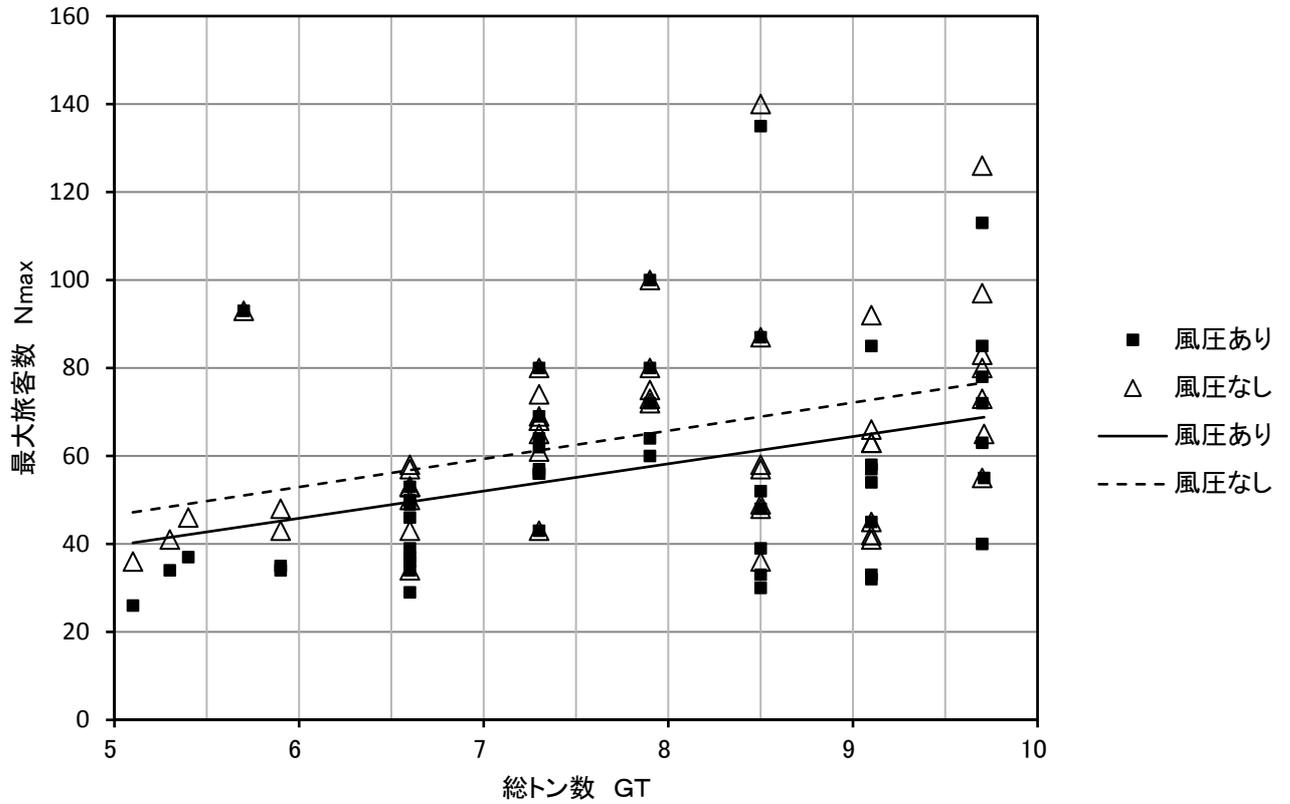


図5-34 風による傾斜偶力と旅客移動による傾斜偶力の割合

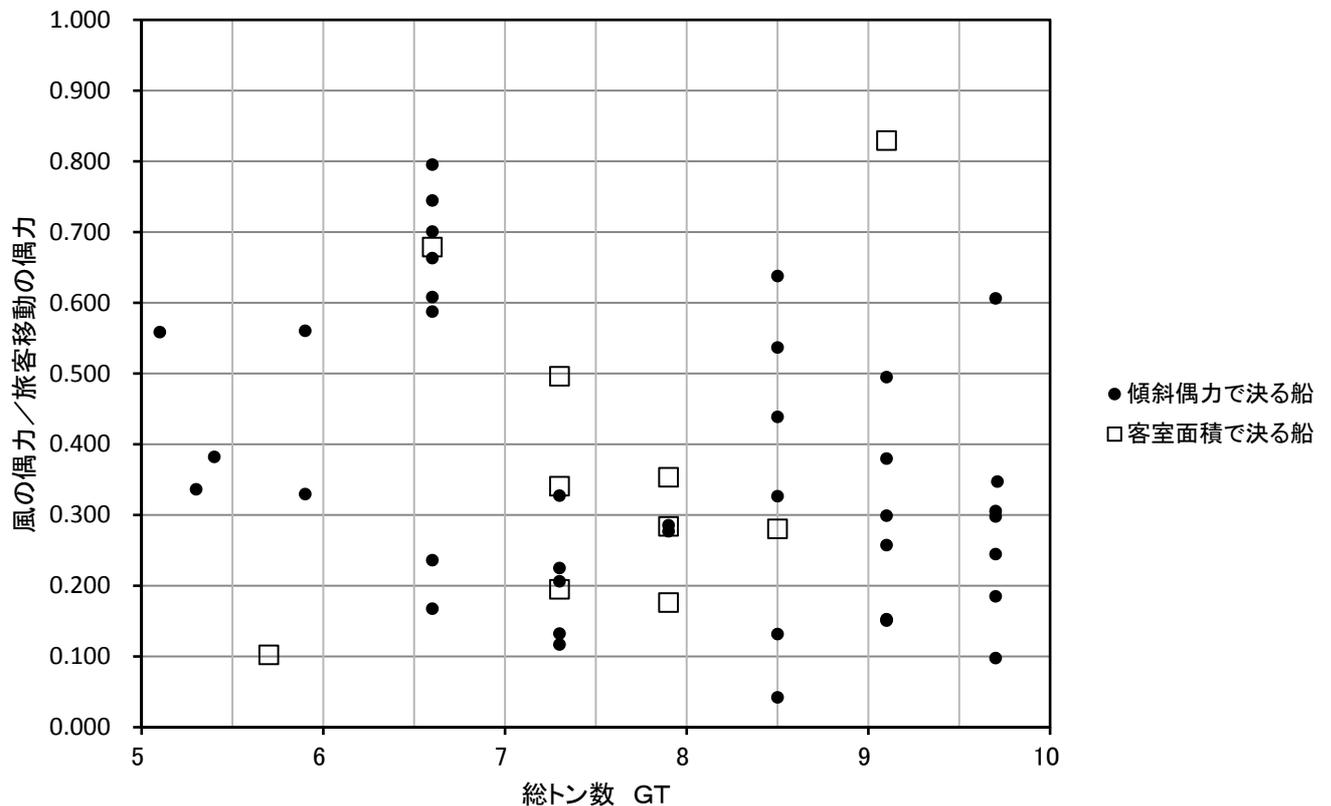


図5-35 1号書式と103条式の計算値の比較

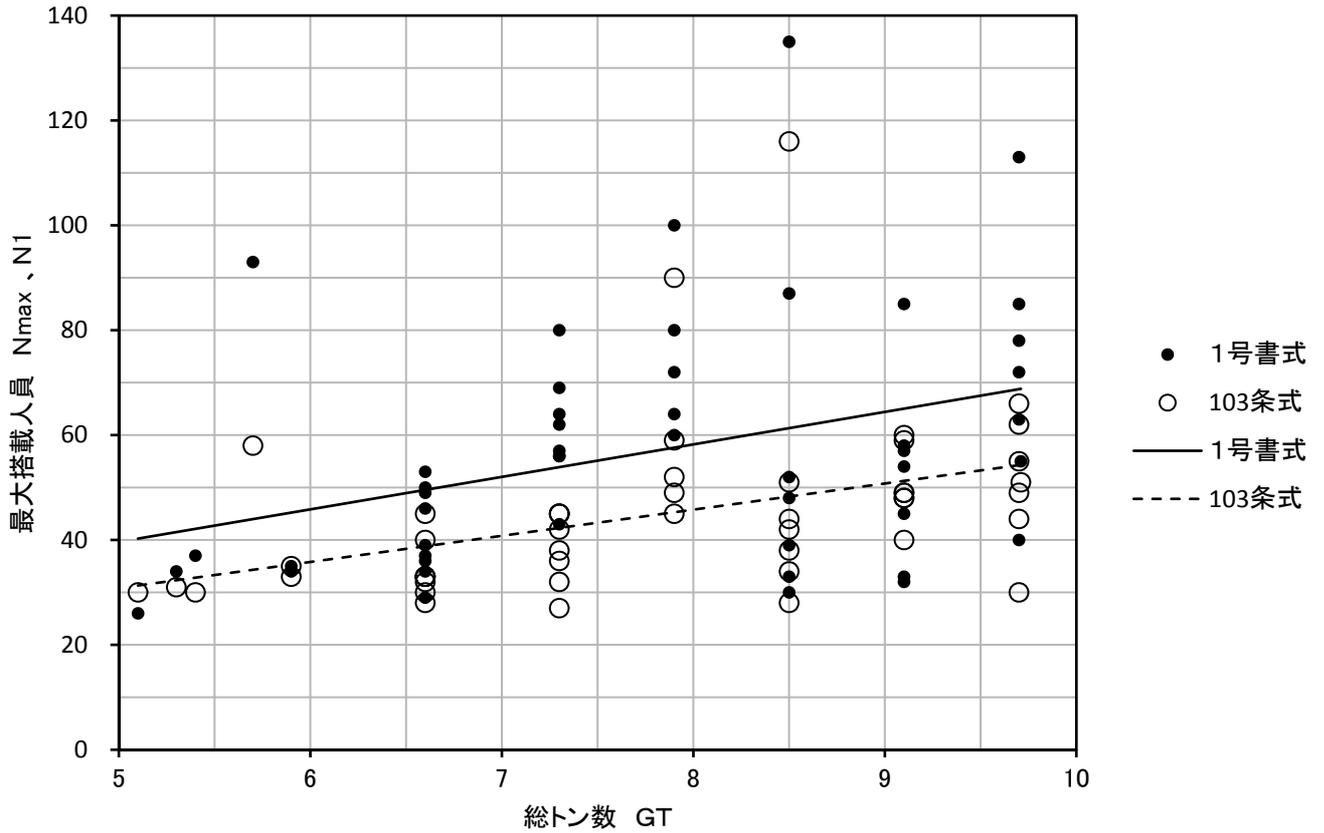


図5-36 総トン数とB、L・Bの関係

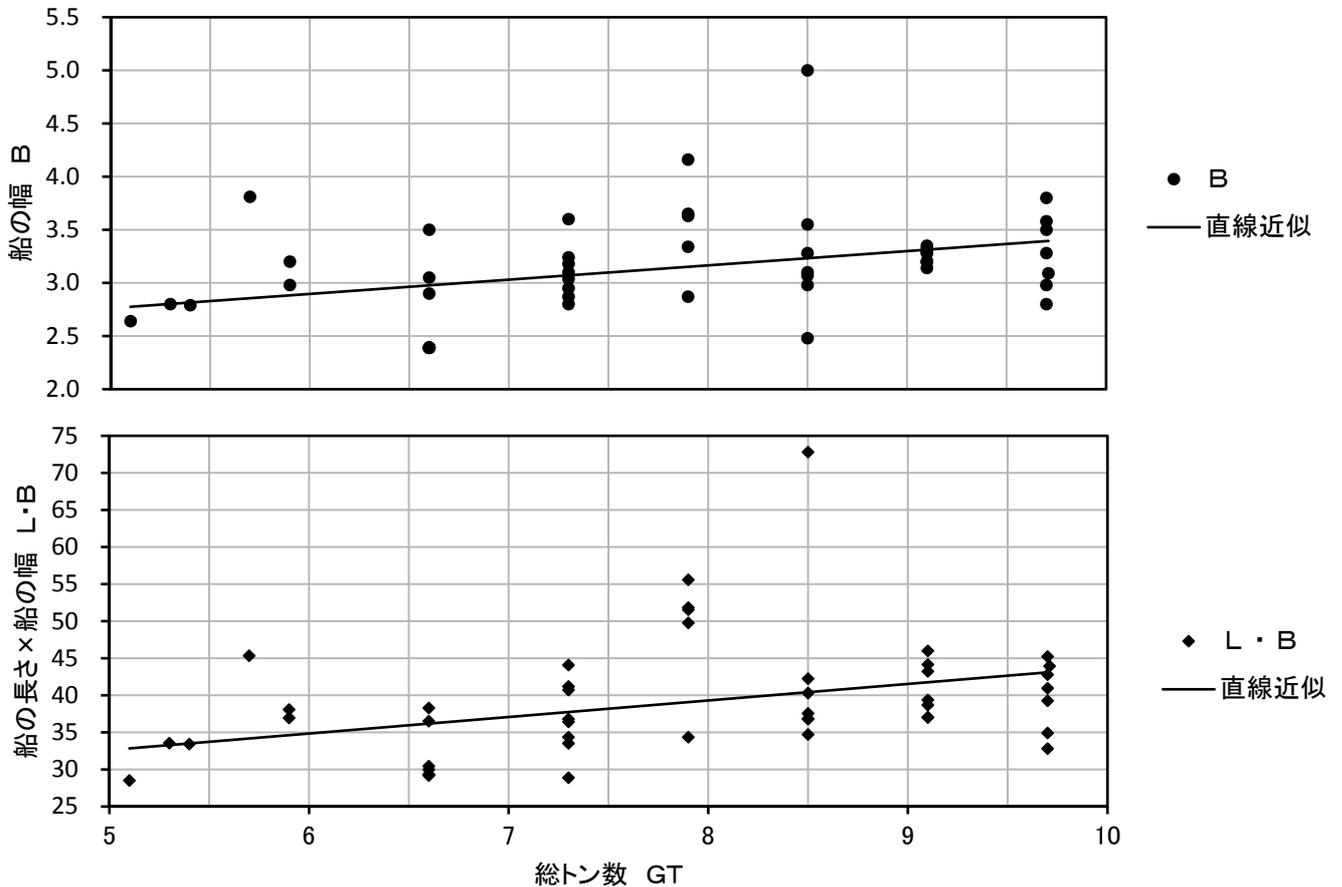


図5-37 C、L、B、F の計算値N1 に及ぼす影響(5トン未満遊漁船)

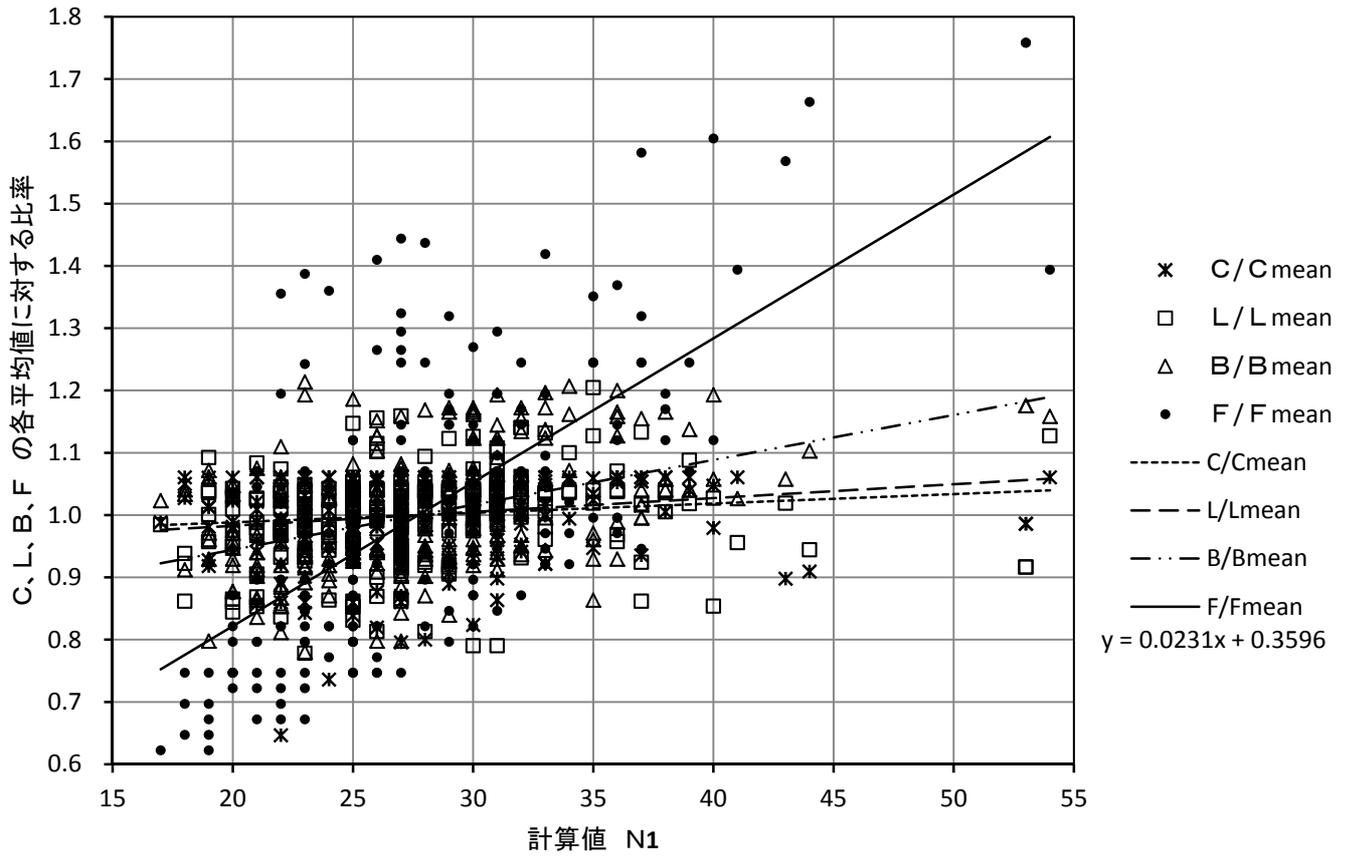


図5-38 C、L、B、F の計算値N1 に及ぼす影響(5トン未満旅客船)

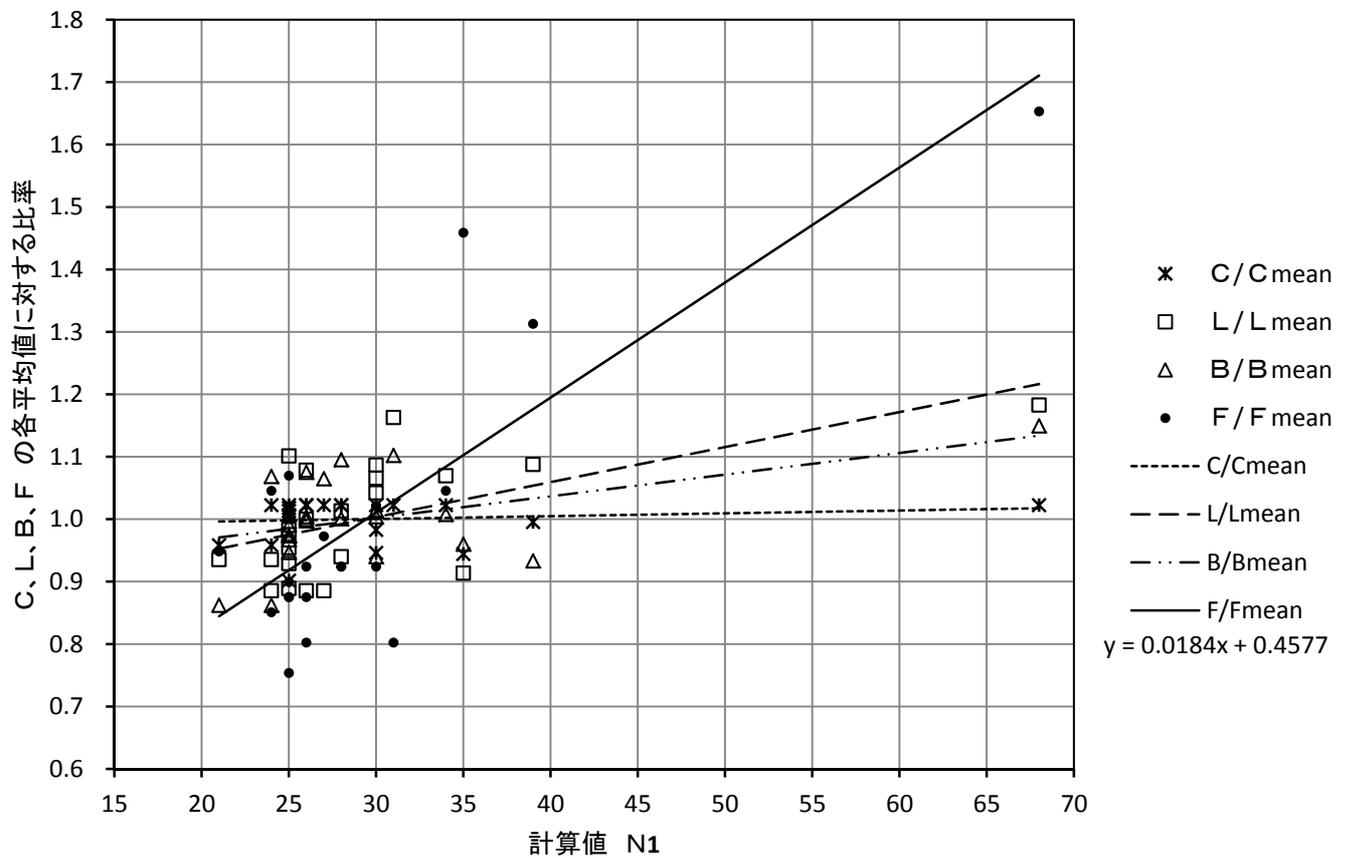


図5-39 C、L、B、F の計算値N1 に及ぼす影響(5トン以上全船)

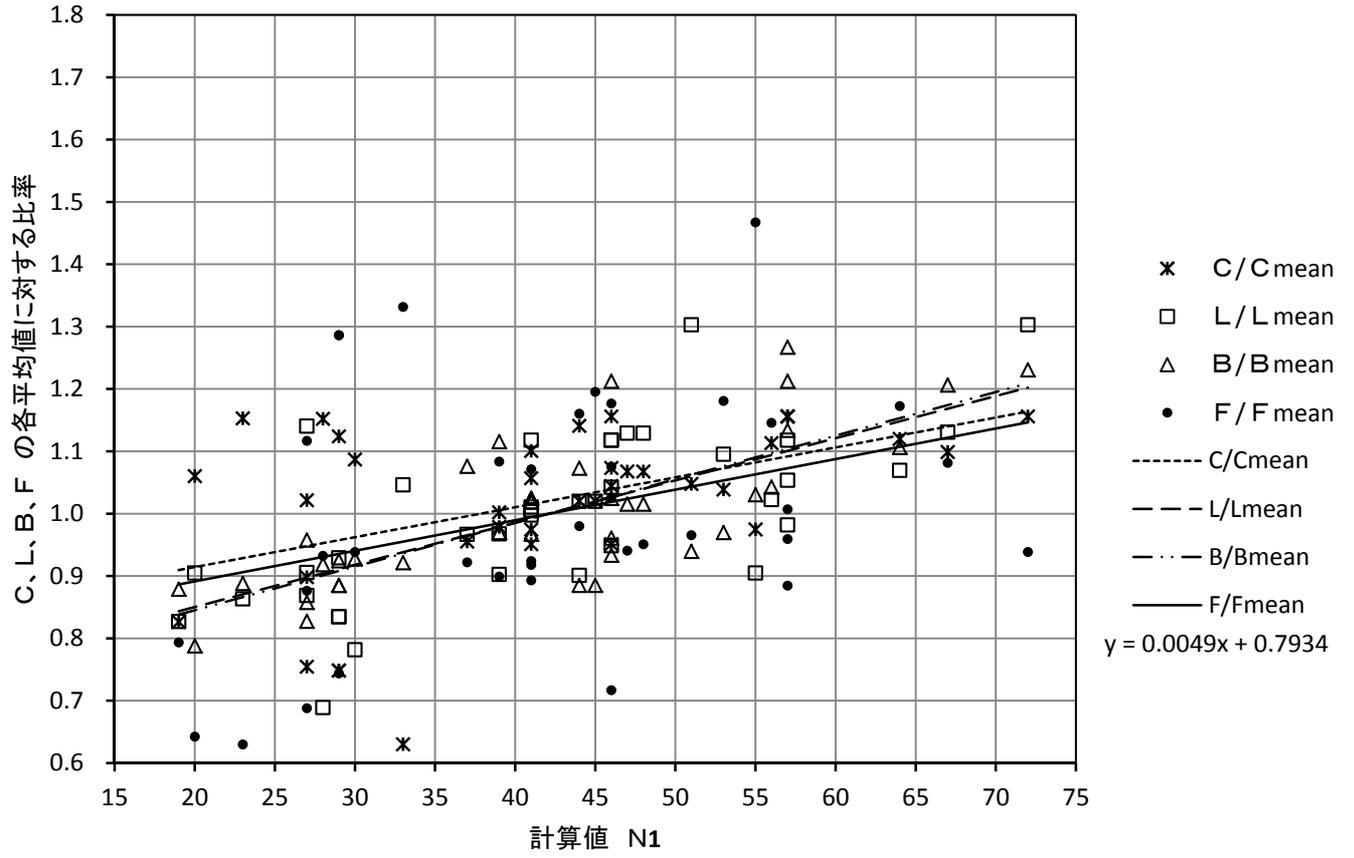


図 5-40 $N_1 > 33$ に対し F で N_1 を調整した例(5トン未満遊漁船)

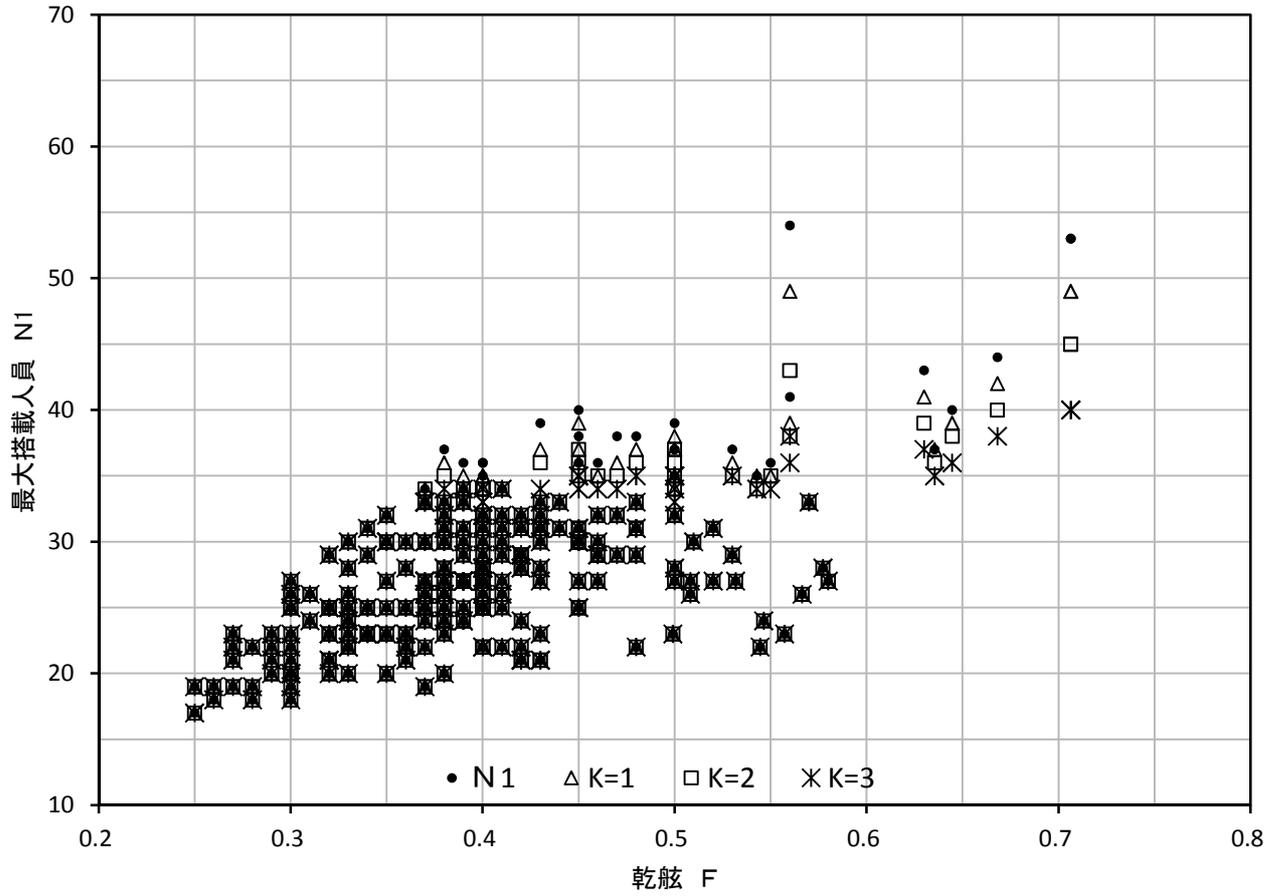
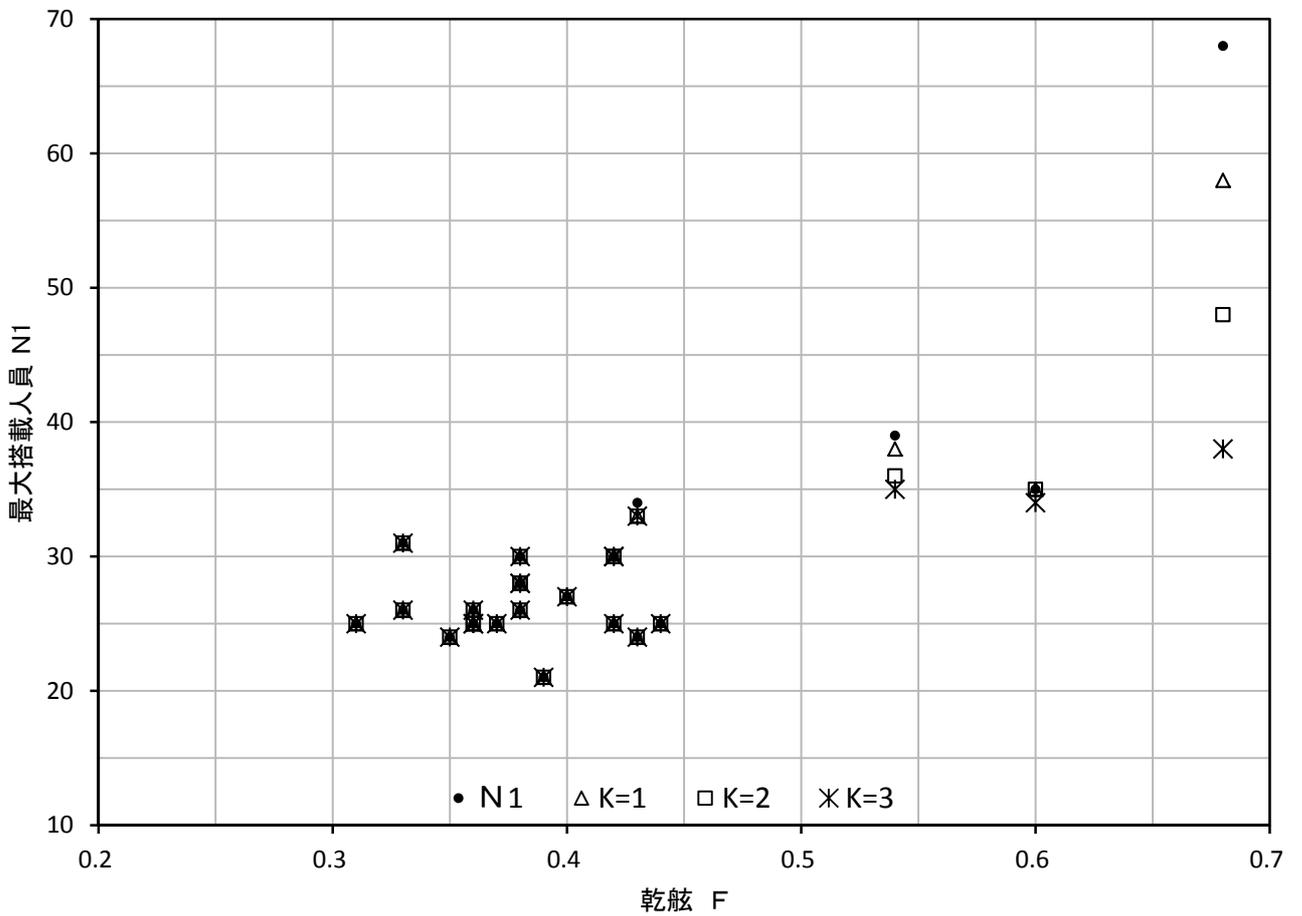


図 5-41 $N_1 > 32$ に対し F で N_1 を調整した例(5トン未満旅客船)



適用規則毎の最大搭載人員(平水)

図5-42 総トン数-実際の最大搭載人員 N(平水を含む)

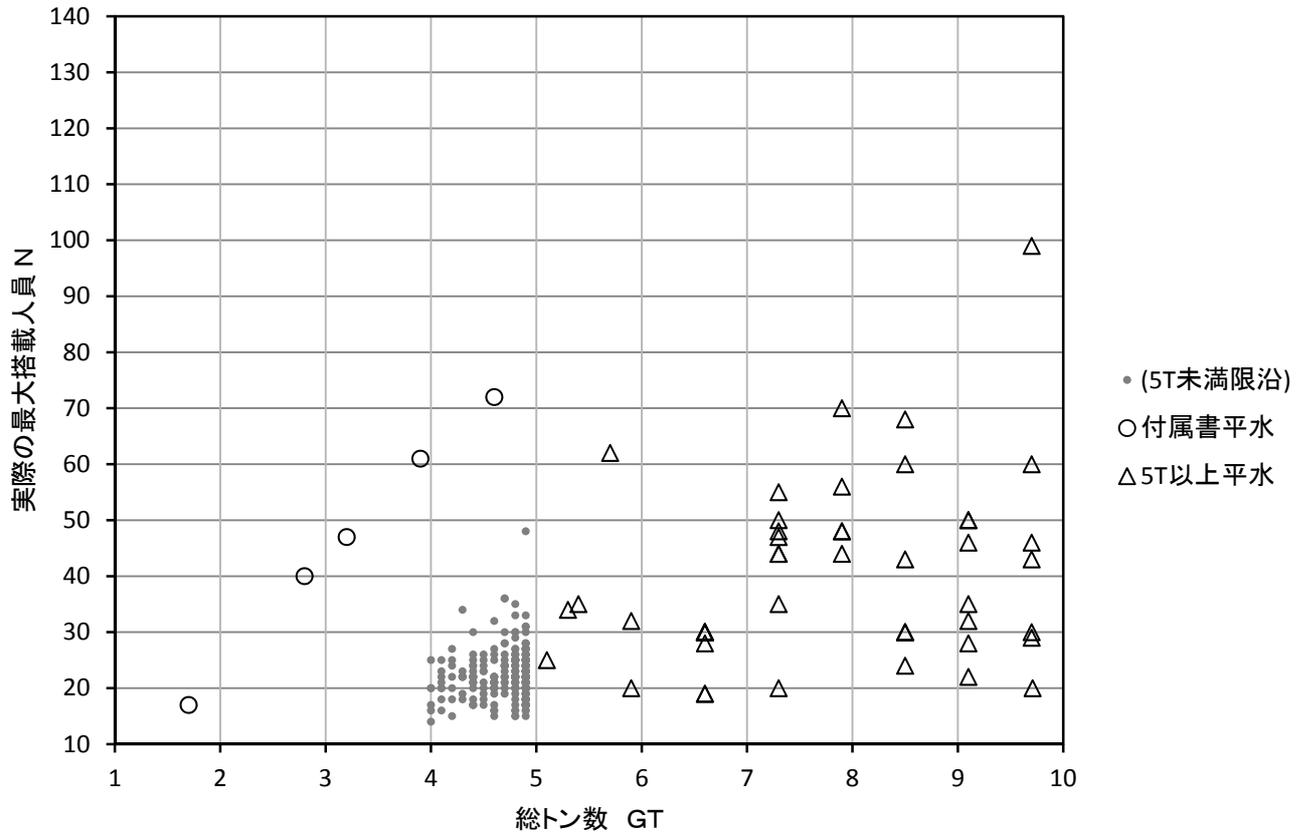
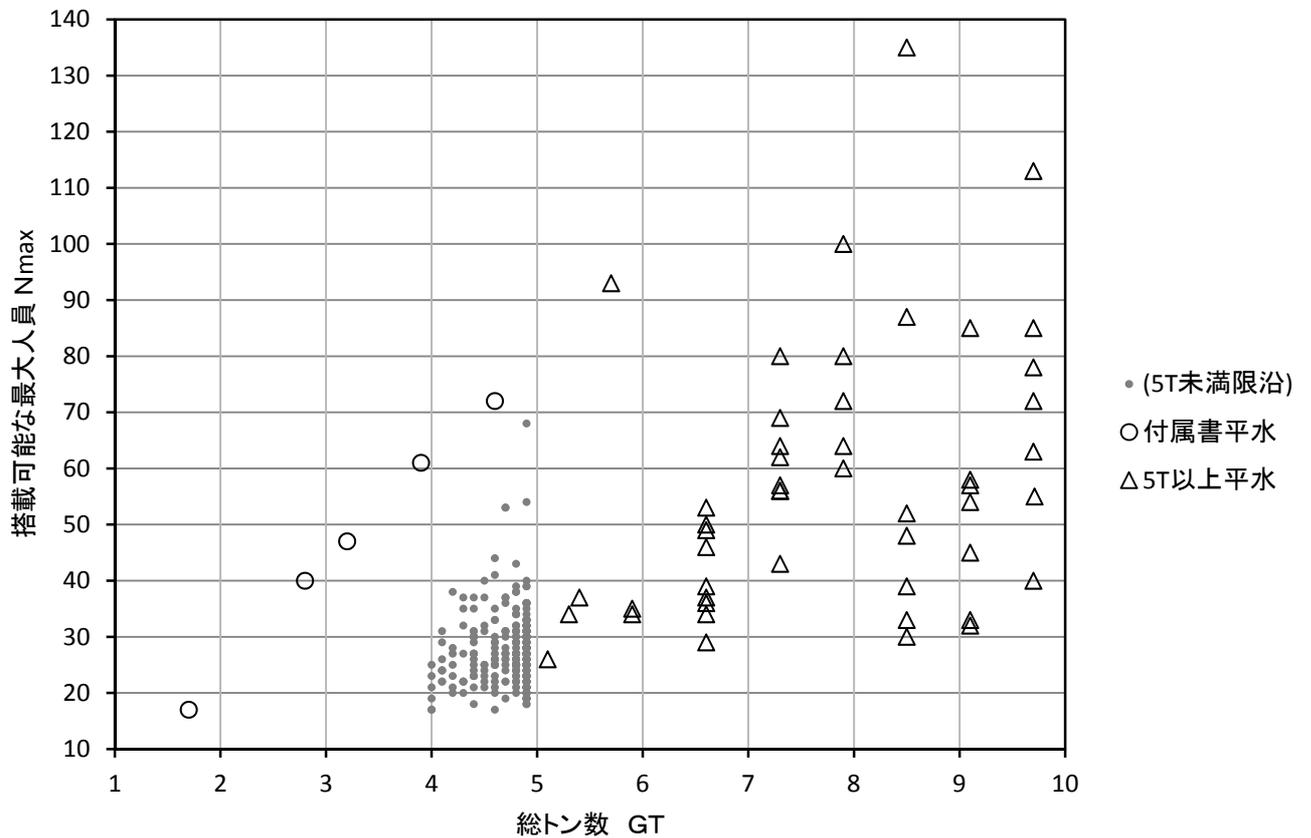


図5-43 総トン数-搭載可能な最大人員 Nmax(平水)



6 一般船における乾舷要求式

今回の検討では、小安則第 103 条で定員 3 名を確保できない船舶を対象に、船の長さに関らず定員 3 名の付与を上限とする代替措置として、不沈性、一定の乾舷及び幅の確保及び航行区域制限(距岸 5 海里)の 3 つを要件とした基準を検討している(図 6-1)。代替措置は、不沈性能を必要条件とすることに伴い、一定の乾舷確保として要求する中央乾舷 F については、現行の細則第 1 編附属書[2-6]を基に、船尾乾舷 F_2 については、現行の小安則第 103 条を基に小型艇の実態にあった内容で検討した。

6.1 現行の中央乾舷

附属書[2-6]では、満載状態において 10° の横傾斜と同時に、 $\delta_w=L/40$ の縦波の影響を受けても船内に海水が浸水しない中央乾舷を要求している。

$$\text{中央乾舷の要求式： } F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$$

① 10° 横傾斜に関する要求量

② 乗員搭載に関する要求量

③ 縦波に関する要求量

代替措置の対象となる船舶は、不沈性能を必要条件とした場合、艇体重量等との関係で、不沈性能を持たせることができる船舶の上限として、最大 25 フィート以内となる見込みである。さらに海上技術安全研究所に委託して調査が行われた我が国周辺海域における海況調査結果により、縦波の影響による乾舷要求量の検討を行った。

- 不沈性の確保：定員（3 名を上限）を支える十分な浮力
- 一定の乾舷確保： $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$
(10° 横傾斜+乗船者による沈下量+縦波の影響 ($\lambda=L/40$))
- 一定の幅確保： $B \geq (0.1L+0.8)\text{m}$
- 航行区域制限：距岸 5 海里制限

図 6-1 定員 3 名を付与するための条件

6.2 現行の船尾乾舷

現行附属書[2-6]は、平成 22 年の「超小型舟艇等の安全に関する調査研究」の報告書により、代表的な超小型艇 3 型式で実施した水槽試験の結果より、波高 0.15m における浸水限界波高 0.26m を要求船尾乾舷とすることとした。

今回の代替措置では、不沈性能を主とした代替要件の 1 つとして、一定の有効乾舷の設定を考えており、対象となる船舶については船の長さにとらわれない範囲とすることを予定している。

このため、代替措置として要求する船尾乾舷 F_2 については、現行省令である小安則第 103 条の船尾乾舷要求式を、比較的小型な艇に対応した要求式に変更することを計画している。

小安則第 103 条で要求されている船尾乾舷 F_2 は以下の算式により規定されている。

$$F_2 \geq \delta_m + \delta_a + \delta_w$$

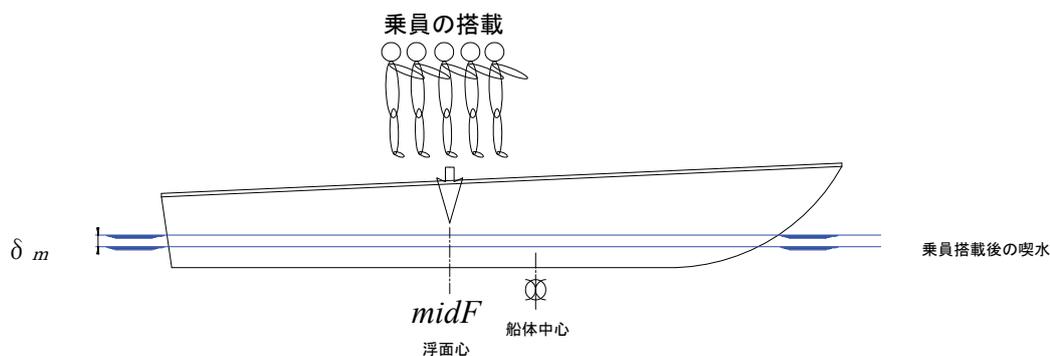
(①+②+③)

①乗員搭載による乾舷の平行沈下量 δ_m

$$\delta_m = \frac{WN}{C_w LB}$$

W : 人員 1 人当たりの体重(t)で $W=0.075t$ 、 C_w : 水線面積係数で $C_w=0.78$ と定義した結果、

$$\delta_m = \frac{WN}{C_w LB} = \frac{0.096N}{LB} \text{ となる。}$$



*乗員搭載後の喫水線は、搭載前の喫水線に対して平行に沈下することを想定しており、乗員は浮面心 $midF$ の位置に乗船していることとなる。

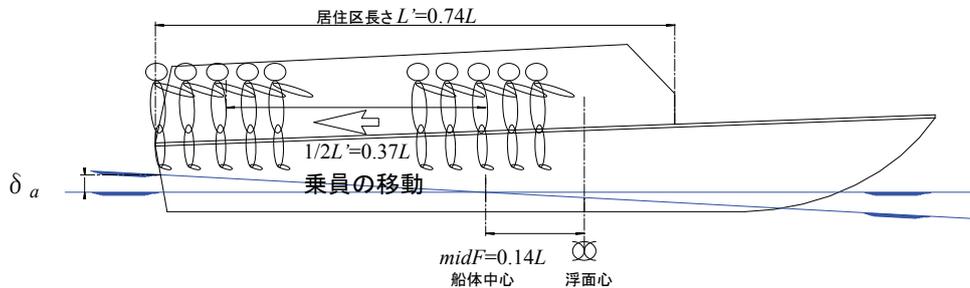
② 乗員の船尾への移動に伴う船尾乾舷の沈下量 δ_a

$$\delta_a = \frac{\frac{1}{2}L'NW(0.5 - \frac{midF}{L})}{100M_{cm}}$$

L' : 居住区長さ(m)で $L'=0.74L$ 、 $midF$: 浮面心は船体中心からの前後位置(m)で

$midF=0.14L$ 、 M_{cm} : 毎センチリムモーメント(tm)で $M_{cm} = 0.43L^2 \times B \times 10^{-3}$ と定義した結果、

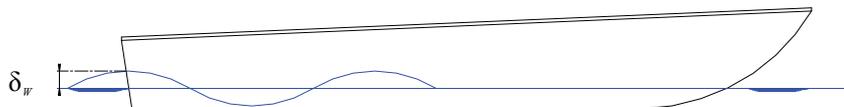
$$\delta_a = \frac{0.23N}{LB} \text{ となる。}$$



* δ_a は浮面心 $midF$ の位置に乗船した乗員が、 $L'/2$ 船尾に移動することによる船尾乾舷の沈下量

③ 縦波の影響による船尾乾舷の沈下量 δ_w

波高波長比 (Hw/λ) $1/20$ 、波長船長比 (λ/L) 1 の縦波を定義した結果、



$$\delta_w = \frac{L}{40} = 0.025L \text{ となる。}$$

以上の①～③の考え方により、小安則第 103 条で要求される船尾乾舷 F_2 は、以下の算式となっている。

$$\delta_m + \delta_a + \delta_w = \frac{0.096N}{LB} + \frac{0.23N}{LB} + 0.025L = \frac{0.33N}{LB} + 0.025L$$

$$F_2 \geq \frac{0.33N}{LB} + 0.025L$$

6. 3. 代替措置における中央乾舷

6. 3. 1 10度横傾斜に関する乾舷要求式

小安則第 103 条では、横傾斜の条件角度は 20° である。一方で小安則第 103 条での要求乾舷を満足することができない小型艇を対象とした附属書[2-6]においては、横傾斜基準を 10° に緩和している。今回の検討においては、乾舷が低い船舶に対する代替措置案であることから、緩和基準の考え方をそのまま採用することとする。

6. 3. 2 乗員搭載に関する乾舷要求式

前述の昭和 61 年の「小型船舶の復原性基準等に関する調査研究」において実船調査した小型艇の性能に関する諸係数値を用いている(表 6-1)。今回の検討にあたって小型船舶の水線面積係数 C_w の値を調査したところ、その平均値は 0.77 であり、現行の水線面積係数 C_w 値 0.78 と大きな差がないことから、現行値の 0.78 をそのまま採用した。

表 6-1 昭和 61 年の調査研究において実船調査した
小型艇の性能に関する諸係数

| S61年調査研究でのデータより、船外機艇・船内外機艇で長さ7m未満のもの26型式 | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-------|---------|-------|-------|------|--|
| 整理番号 | L | B | D | mid F | mid F/L | MTC | Mcm | Cw | |
| 16 | 3.92 | 1.63 | 0.75 | 0.580 | 0.148 | 0.008 | 0.319 | 0.80 | |
| 18 | 5.39 | 2.04 | 0.80 | 0.910 | 0.169 | 0.020 | 0.337 | 0.77 | |
| 19 | 5.95 | 2.13 | 0.93 | 0.900 | 0.151 | 0.028 | 0.371 | 0.79 | |
| 22 | 6.58 | 2.37 | 1.09 | 0.800 | 0.122 | 0.042 | 0.409 | 0.82 | |
| 26 | 4.42 | 2.00 | 0.87 | 0.750 | 0.170 | 0.011 | 0.282 | 0.55 | |
| 27 | 4.44 | 1.99 | 1.00 | 0.730 | 0.164 | 0.011 | 0.280 | 0.55 | |
| 30 | 5.21 | 2.22 | 0.99 | 0.780 | 0.150 | 0.018 | 0.299 | 0.66 | |
| 31 | 5.96 | 2.27 | 1.09 | 1.000 | 0.168 | 0.024 | 0.298 | 0.76 | |
| 54 | 3.64 | 1.44 | 0.59 | 0.563 | 0.155 | 0.008 | 0.419 | 0.82 | |
| 56 | 4.96 | 1.60 | 0.64 | 0.844 | 0.170 | 0.013 | 0.330 | 0.75 | |
| 58 | 4.18 | 1.49 | 0.64 | 0.688 | 0.165 | 0.009 | 0.346 | 0.78 | |
| 59 | 5.32 | 1.78 | 0.65 | 0.550 | 0.103 | 0.023 | 0.457 | 0.85 | |
| 60 | 6.17 | 1.77 | 0.75 | 0.952 | 0.154 | 0.025 | 0.371 | 0.76 | |
| 63 | 3.84 | 1.54 | 0.66 | 0.564 | 0.147 | 0.008 | 0.352 | 0.83 | |
| 64 | 4.44 | 1.66 | 0.83 | 0.588 | 0.132 | 0.013 | 0.397 | 0.80 | |
| 65 | 5.21 | 1.79 | 0.92 | 0.797 | 0.153 | 0.017 | 0.350 | 0.77 | |
| 66 | 6.14 | 1.91 | 0.97 | 1.063 | 0.173 | 0.023 | 0.319 | 0.79 | |
| 77 | 6.28 | 2.24 | 0.95 | 0.950 | 0.151 | 0.034 | 0.385 | 0.77 | |
| 78 | 5.63 | 1.96 | 0.87 | 0.780 | 0.139 | 0.022 | 0.354 | 0.80 | |
| 20 | 5.95 | 2.13 | 0.95 | 0.880 | 0.148 | 0.029 | 0.385 | 0.80 | |
| 23 | 6.58 | 2.37 | 1.09 | 0.790 | 0.120 | 0.049 | 0.478 | 0.84 | |
| 32 | 5.96 | 2.27 | 1.09 | 0.930 | 0.156 | 0.028 | 0.347 | 0.76 | |
| 33 | 5.78 | 2.39 | 1.37 | 1.000 | 0.173 | 0.027 | 0.338 | 0.76 | |
| 34 | 6.85 | 2.79 | 1.12 | 1.000 | 0.146 | 0.057 | 0.435 | 0.73 | |
| 79 | 6.78 | 2.21 | 1.06 | 0.770 | 0.114 | 0.043 | 0.423 | 0.83 | |
| 82 | 4.98 | 2.34 | 1.02 | 0.740 | 0.149 | 0.026 | 0.448 | 0.75 | |
| | | | | | 0.15 | | 0.367 | 0.77 | |



$$C_w = 0.77 \div 0.78$$

6.3.3 縦波に関する乾舷要求式

(1) 現行基準値について

現行基準の縦波による乾舷減少量 $0.025L$ は、風速、吹送時間、吹走距離、波岨度などの以下を条件として算定されている。

ア) 前提条件

風速 15m/s(これ以上は、出港しない)

吹送時間 1 時間、吹走距離 10km

波岨度 $H_w/\lambda = 1/20$ (波高 H_w は波長 λ の 5%)

イ) 最小乾舷 F

$$F = \frac{H_w}{2} - \frac{1}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{H_w}{2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot X\right) dX$$
$$= \frac{H_w}{2} - \frac{\lambda H_w}{2\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right)$$

H_w : 波高、 λ : 波長、 L : 船の長さ

Svedrup-Munk の有義波の波齢-岨度曲線より、 $H_w = 0.05\lambda$ として

$$F = \frac{1}{40} \lambda - \frac{\lambda^2}{40\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right)$$

..... F 式

波長=船長となる最も厳しい条件から、また、小型船舶は通常 $L < 30\text{m}$ であるので

$$F = \frac{1}{40} L = 0.025L$$

(2) 本調査の検討にあたっての前提条件

今回の検討にあたって以下を前提条件とした。

・距岸距離

103 条が適用される船舶については、航行区域 5 海里に制限されている(表 6.6 参照)ことから、距岸 5 海里沖までのデータで調査検証する。

・風速

現行基準の考え方として、出港限界 15m/s を設定しており、この風速で 1 時間吹送したときの波岨度を推定している。この風速値は、復原性規則の限定沿海の設定風速(前線風の風速)と一致しており、本検討においても出港限界 15m/s(平水海域では、風速 10m/s)とする。

・吹送時間、吹送距離

現行基準の初期条件では、吹送時間 1 時間、吹送距離 10km で発生する波を仮定しているが、海上において遭遇する波は、生まれたばかりの波から、十分に発達した波まで全ての波が存在することから、新基準の検討にあたっては、吹送時間、吹送距離に関係なく全ての波(波岨度)を対象とする。なお、調査を行った海上技術安全研究所の気象海

象データは1日2回の定時における推算データが元データとなっており、時系列での検証はできない。

・波高

現行基準では、波高に関する条件は存在しない。新基準の検討(平水を除く)においては、出港限界として風速 15m/s と設定していることから、当該風速に相当する波高を限界波高 2m とした。平水海域では、風速 10m/s に対して限界波高 50cm とした。(注1)

表 6-2 は、上記の現行基準と新基準の検討案についてまとめたものである。

表 6-2 現行基準及び新基準検討案の前提条件

| 初期条件 | 現行基準 | 検討案 | 備考 |
|------------|------------------------|--|------------|
| 距岸距離 | なし | 5 海里 | 航行区域 |
| 風速 | 15m/s | 15m/s(平水 10m/s) | 限定沿海/平水 |
| 吹送時間 | 1時間 | ※時系列解析はできない | 限定沿海/平水 |
| 波高 | なし | 2m(風速 15m/s に相当) 50cm(風速 10m/s に相当) | ISO,JCI 調査 |
| 計算方法 | Sverdrup-Munk 図表・造研 | 全国 37 海域における気象海 象データの解析値 | |
| 波呷度 | 1/20 | 限界波高 2m,50cm(平水)で の平均波呷度を計算 | |
| 船長との 関係 | $L=\lambda$ | $L=\lambda$ | |

(注1)風速と限界波高について

復原性規則では、設定風速による基準のみであり、波高に関する基準は存在しない。一方、ISO 国際規格では、設定風速に対応する波高が設定されている。機構では、復原性規則とISO 設計基準との対応を以下の表 6-3 のとおり整理している。「船舶安全法の航行区域とISO 設計区分の関係評価に関する調査研究」(平成 15 年 10 月)

表 6-3 航行区域及び ISO 設計区分の対応

| 航行区域 | | ISO設計区分 | | | |
|-------------------------|---|---|------|--|------------------------|
| 航行区域 | 風速(m/s) | 風速(m/s) | 設計区分 | ビュフォート風力階級 | 有義波高(m) |
| 遠洋区域 近海区域 | 32m/s | 28m/s | A | ISO12217 10以下 ISO/DIS12215 9以下 (RCD8超) | ISO7m以下 (RCD4m超) |
| | 【26m/s】 (ビュフォート風力階級10に相当) 上段：突風 下段：定常風 | 【26.5m/s】 上段：突風 下段：平均風速 (対応するビュフォート風力階級における) | | | |
| 沿海区域 | 23m/s | 21m/s | B | 8以下 | 4m以下 |
| | 【19m/s】 (ビュフォート風力階級8に相当) | 【19m/s】 | | | |
| 限定沿海区域 | 18m/s | 17m/s | C | 6以下 | 2m以下 |
| | 【15m/s】 (ビュフォート風力階級7に相当) | 【12.5m/s】 | | | |
| 平水区域 (ビュフォート風力階級4以下) | 15m/s | 13m/s | D | 4以下 | 0.3m以下 最大波高 0.5m |
| | 【10m/s】 (ビュフォート風力階級5に相当) | 【7m/s】 | | | |

15m/s → (限定沿海区域の左側)

10m/s → (平水区域の左側)

← H_w = 2m (限定沿海区域の右側)

← H_w = 0.5m (平水区域の右側)

注) 平水区域については、突風と定常風の比(突風率)を1.5とし、それ以外は√1.5である。

船舶安全法の航行区域と ISO 設計区分の関係評価に関する調査研究 (H15)

第4章表 4-46 再掲

6.3.4 海域別距岸別の波岨度の最大値

全国の海域で、距岸 2~5 海里地点(距岸 1 海里は陸域の影響を強く受ける)において出港限界と想定される風速 15m/s に対応する波高 2m(平水海域は波高 50cm)を含む波高毎に平均波岨度の計算を行った。この結果、太平洋側では、距岸距離が大きくなるにつれて平均波岨度も大きくなる傾向にあるが、日本海側では、距岸距離が離れても大きな変化はない結果となった。なお、日本海側の海域によっては、距岸距離が離れるにつれて平均波岨度が小さくなる場合が見受けられる。(詳細は、第4章 海上技術安全研究所による気象・海象データ解析調査参考。)

新基準の乾舷値を検討するにあたっては、全国の海域の中で最も厳しい海域の値(波岨度)を採用すべきである。平水海域を除く海域では玄海灘(2 海里沖)、平水海域では陸奥湾の値が最も大きく、表 6-4 に示すとおりであった。

ここで、新基準の乾舷値については、平水海域を除く海域と平水海域での区別はないことから、玄海灘の平均波岨度の値を採用する。すなわち、新基準の乾舷値の検討にあたっては、玄海灘の距岸 2 海里的平均波岨度 0.039 を採用する。

表 6-4 玄界灘、陸奥湾(距岸 2~5 海里)における波呷度 H/λ

| 距岸距離(海里) | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|
| 玄界灘(波高 2m) | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.037 |
| 陸奥湾(波高 50cm) | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 |

第 4 章表 4-53, 4-54 再掲

6. 3. 5 気象海象データ(最大波呷度値)による乾舷計算式

今般の検討において定数($Hw/\lambda=1/20$)としている波呷度に着目し、国内沿岸域における波呷度に関する調査を委託した結果、日本全国の距岸 5 海里以内の水域のうち、波呷度の最大値を採用することとした。なお、今回決定した波呷度については、「船舶安全法の航行区域と ISO 設計区分の関係評価に関する調査研究報告書」(平成 15 年調査研究)より風速 15m/s における有義波高は 2m 以下とされていることから、前項のとおり、波高 2m における波呷度の最大値を採用することとした。

波呷度 $Hw/\lambda=0.039$ 、波長・船長比 $\lambda/L=1$ より導いた縦波による乾舷減少量 δ_w は $0.020L$ となる。

$$\delta_w = \frac{Hw}{2} - \frac{1}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{Hw}{2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot X\right) dX = \frac{Hw}{2} - \frac{\lambda Hw}{2\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right)$$

$$\delta_w = \frac{Hw}{2} - \frac{\lambda Hw}{2\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \text{ の式に、波呷度 } Hw/\lambda=0.039 \text{ を代入}$$

$$\delta_w = 0.0195\lambda - \frac{\lambda^2}{0.039\pi L} \sin\left(\frac{\pi L}{\lambda}\right) \quad \lambda/L=1 \text{ の場合、} \delta_w = 0.0195L = 0.020L$$

以上により、代替措置における中央乾舷 F の要求式については、現行の附属書[2-6]の算定式のうち、縦波に関する乾舷要求 $\delta_w=0.025L$ のみを変更する。

$$\delta_h + \delta_m + \delta_w = \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$$

$$\therefore \text{代替措置における中央乾舷の要求式：} \quad F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$$

6.4 代替措置における船尾乾舷

小安則第103条で要求されている船尾乾舷 F_2 の算式の決定は前項のとおりであるが、代替措置の対象となる比較的小型な艇に対して妥当な要求であるか検討を行った。

(1) ①式の沈下量 δ_m について

小安則の全般において、小型船舶の水線面積係数 C_w は0.78、乗員1人当たりの質量も75kg(0.075ton)と定義している。今回の検討においては、前述のとおり0.78をそのまま使用する。

$$\delta_m = \frac{WN}{C_w LB} = \frac{0.075N}{0.78LB} = \frac{0.096N}{LB}$$

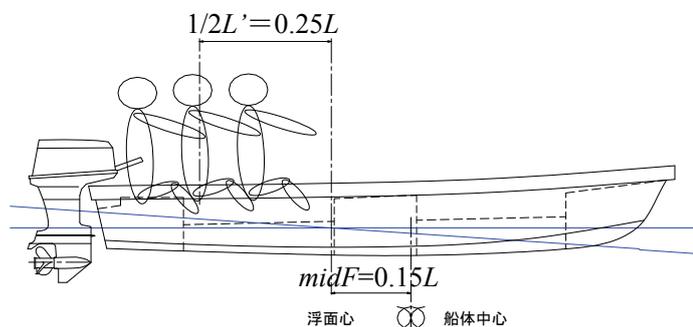
(2) ②式の沈下量 δ_a について

ア) 乗員の縦移動の距離については、乗員の搭載位置である浮面心 $midF$ から船尾に平均的な居室長さ L' の1/2の長さとなる位置を想定している。

小型艇では居室が存在するものは少なく、かつ、船尾部の幅も狭く乗員の配置はスウォート部に限定されるため、一挙に乗員が船尾に移動することは不可能であることから、乗員の縦移動の距離については浮面心 $midF$ の位置から船尾に0.25 L 程度が妥当である。これは、乗員搭載及び乗員の船尾移動について実態を勘案した。

イ) 現行基準においては浮面心の前後位置 $midF$ を0.14 L と定義しているが、実船調査で得たデータより、小型艇にあつては0.15 L が平均値とした。(昭和61年調査研究でのデータより小型艇のデータを表6-5に抜粋)

ウ) 毎センチトリムモーメント Mcm についても現行基準では $0.43L^2 \times B \times 10^{-3}$ と定義しているが、実船調査で得たデータより、小型艇にあつては $0.37L^2 \times B \times 10^{-3}$ が平均値となる。(昭和61年調査研究でのデータより小型艇のデータを抜粋)



$$\delta_a = \frac{\frac{1}{2}L'NW(0.5 - \frac{midF}{L})}{100M_{cm}} = \frac{0.25L \times N \times 0.075(0.5 - 0.150)}{100 \times 0.37 \times B \times 10^{-3}} = \frac{6.56N}{37LB} = \frac{0.177N}{LB}$$

従って、乗員の船尾への移動に伴う船尾乾舷の沈下量 δ_a は、

$$\delta_a = \frac{0.177N}{LB} \text{ とすることが妥当である。}$$

表 6-5 小型艇のデータを抜粋(昭和 61 年調査研究)

| 整理番号 | L | B | D | mid F | mid F/L | MTC | Mcm | Cw |
|------|------|------|------|-------|---------|-------|-------|------|
| 16 | 3.92 | 1.63 | 0.75 | 0.580 | 0.148 | 0.008 | 0.319 | 0.80 |
| 18 | 5.39 | 2.04 | 0.80 | 0.910 | 0.169 | 0.020 | 0.337 | 0.77 |
| 19 | 5.95 | 2.13 | 0.93 | 0.900 | 0.151 | 0.028 | 0.371 | 0.79 |
| 22 | 6.58 | 2.37 | 1.09 | 0.800 | 0.122 | 0.042 | 0.409 | 0.82 |
| 26 | 4.42 | 2.00 | 0.87 | 0.750 | 0.170 | 0.011 | 0.282 | 0.55 |
| 27 | 4.44 | 1.99 | 1.00 | 0.730 | 0.164 | 0.011 | 0.280 | 0.55 |
| 30 | 5.21 | 2.22 | 0.99 | 0.780 | 0.150 | 0.018 | 0.299 | 0.66 |
| 31 | 5.96 | 2.27 | 1.09 | 1.000 | 0.168 | 0.024 | 0.298 | 0.76 |
| 54 | 3.64 | 1.44 | 0.59 | 0.563 | 0.155 | 0.008 | 0.419 | 0.82 |
| 56 | 4.96 | 1.60 | 0.64 | 0.844 | 0.170 | 0.013 | 0.330 | 0.75 |
| 58 | 4.18 | 1.49 | 0.64 | 0.688 | 0.165 | 0.009 | 0.346 | 0.78 |
| 59 | 5.32 | 1.78 | 0.65 | 0.550 | 0.103 | 0.023 | 0.457 | 0.85 |
| 60 | 6.17 | 1.77 | 0.75 | 0.952 | 0.154 | 0.025 | 0.371 | 0.76 |
| 63 | 3.84 | 1.54 | 0.66 | 0.564 | 0.147 | 0.008 | 0.352 | 0.83 |
| 64 | 4.44 | 1.66 | 0.83 | 0.588 | 0.132 | 0.013 | 0.397 | 0.80 |
| 65 | 5.21 | 1.79 | 0.92 | 0.797 | 0.153 | 0.017 | 0.350 | 0.77 |
| 66 | 6.14 | 1.91 | 0.97 | 1.063 | 0.173 | 0.023 | 0.319 | 0.79 |
| 77 | 6.28 | 2.24 | 0.95 | 0.950 | 0.151 | 0.034 | 0.385 | 0.77 |
| 78 | 5.63 | 1.96 | 0.87 | 0.780 | 0.139 | 0.022 | 0.354 | 0.80 |
| 20 | 5.95 | 2.13 | 0.95 | 0.880 | 0.148 | 0.029 | 0.385 | 0.80 |
| 23 | 6.58 | 2.37 | 1.09 | 0.790 | 0.120 | 0.049 | 0.478 | 0.84 |
| 32 | 5.96 | 2.27 | 1.09 | 0.930 | 0.156 | 0.028 | 0.347 | 0.76 |
| 33 | 5.78 | 2.39 | 1.37 | 1.000 | 0.173 | 0.027 | 0.338 | 0.76 |
| 34 | 6.85 | 2.79 | 1.12 | 1.000 | 0.146 | 0.057 | 0.435 | 0.73 |
| 79 | 6.78 | 2.21 | 1.06 | 0.770 | 0.114 | 0.043 | 0.423 | 0.83 |
| 82 | 4.98 | 2.34 | 1.02 | 0.740 | 0.149 | 0.026 | 0.448 | 0.75 |
| | | | | | 0.15 | | 0.367 | 0.77 |

$$midF = 0.15L \quad \downarrow \quad C_w = 0.77 \approx 0.78$$

$$M_{cm} = 0.37L^2 \times B \times 10^{-3}$$

(3)③式の沈下量 δ_w について

縦波による船尾乾舷の沈下量は、海技研での委託調査の結果を踏まえ、距岸 5 海里以内の水域における波呷度の最大値(玄界灘沖 2 海里・波高 2m における波呷度 $Hw/\lambda=0.039$)を採用し、縦波による沈下量 $\delta_w = 0.020L$ とした。

よって、今回の代替措置として要求する一定の船尾有効乾舷(F_2)については、以下の算式によることとする。

$$\delta_m + \delta_a + \delta_w = \frac{0.096N}{LB} + \frac{0.177N}{LB} + 0.020L = \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$$

$$\therefore \text{代替措置における船尾乾舷の要求式: } F_2 \geq \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$$

6.5 航行区域制限(5海里制限)

現行規則では、船首水密甲板の設置と有効乾舷の確保により艇内への海水浸入を防止する考えで定員と航行区域を付与している。

これらの小型艇の構造及び復原性要件と航行区域との関係を表 6-6 に示す。船首甲板、103 条の欄が省令で規定されている要件であり、その他の欄は同等効力とされている要件である。構造要件・復原性要件共に省令要件で判定された場合は、「距岸制限ナシ」又は「距岸 5 海里」いずれかの一方が同等効力で判定された場合は、「距岸 5 海里」、共に同等効力で判定された場合は、「距岸 3 海里」となっている。

現行基準においても、船首水密甲板の設置要件の代替措置として、不沈性を認めており、不沈性による代替えを行った船舶は、船の長さ5m以上であっても原則、距岸5海里以内に制限されている。

限定沿海区域の航行区域の付与については、一般的に当該船舶の最強速力、船の長さ、船首水密甲板の有無により決定されており、最強速力 5 ノット以上で 0.13L 以上の長さの船首水密甲板を有し、船の長さ 5m 未満の船舶については距岸 5 海里以内、同条件を満足する船の長さ 5m 以上の船舶については、距岸 5 海里超えの航行区域が付与される。一方で、可搬型航行区域の付与について、距岸 5 海里以内の技術基準を満足させたいうで、慣れない水域を航行するとの理由から距岸を 3 海里に制限されている。

従って、本基準案を満たす船舶の航行区域は、距岸 5 海里が妥当であると考えられる。

表 6-6 船舶の種類と航行制限

| 船舶の種類 | 船首甲板 | 不沈性 | 103条 | 一定乾舷 | 区画破損 | 限定沿海区域(距岸制限) |
|--------------------------|------|-----|------|------|------|--------------|
| 長さ 5 m 以上の一般船 | ○ | — | ○ | — | — | 5海里超え |
| 長さ 5 m 未満の一般船 | ○ | — | ○ | — | — | 5海里以内 |
| 長さ 5 m 以上の一般船 (不沈性アリ) | — | ○ | ○ | — | — | 5海里以内 |
| 長さ 5 m 未満の一般船 (不沈性アリ) | — | ○ | ○ | — | — | 5海里以内 |

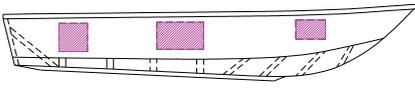
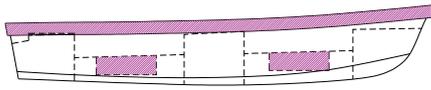
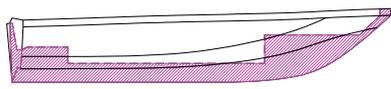
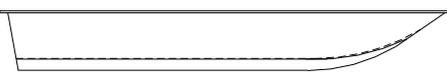
6.6 長さ制限(2.8m)

現行の附属書[2-6]において、長さ 2.8m 以下の定員を 2 名に制限した理由は、昭和 60 年の基準策定時に、実際に運航していた現存船の実績からその定員を 2 名以下に制限したとのことである。小型船舶の定員算定は、小安則第 75 条において、「乗員の搭載に充てる場所に收容することのできる乗船者数(面積定員)」と「十分と認める乾舷及び復原性を保持できる最大限の乗船者数(復原性定員)」のうち、いずれか小さい値と規定されており、船舶が小型であるほど、乗船者の收容場所と代替措置として要求する不沈性に伴う浮力体の搭載位置との関係で定員が制限されることから、代替え措置としては、長さによる定員制限は適切でないと考えている。

6.7 新算定方法案による検証(一般船)

現行の長さ 3.3m 未満の船舶を対象とした復原性基準に代えて、新算定方法によって試算した結果を表 6-7 に示す。

表 6-7 新算定方法案による定員及び要求乾舷値

| 型式名 | 現算定方法 定員及び乾舷 | 新算定方法 定員及び乾舷 |
|--|---|---|
| <p><i>Savage Wizard 365 V Boat</i> 米国製アルミ可搬型ボート(長さ 3.3m 未満) NMMA 認証ナシ</p>  <p>$L=3.24m, B=1.40m, D=0.56m,$ $F=0.44m, F_2=0.25m$</p> | <p>附属書[2-6] 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.26m, F_2=0.26m$</p> | <p>小安則第 103 条 最大搭載人員 $N=2p$</p> <p>↓</p> <p>新算定方法 (不沈性+乾舷・幅+距岸制限) 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.25m, F_2=0.25m$</p> |
| <p><i>YAMAHA W-14F</i> FRP 製和船(長さ 3.3m 以上)</p>  <p>$L=3.63m, B=1.24m, D=0.62m,$ $F=0.43m, F_2=0.27m$</p> | <p>小安則第 103 条 最大搭載人員 $N=1p$</p> <p>注:本型式艇は旧 103 条で 算定 最大搭載人員 $N=2p$</p> | <p>小安則第 103 条 最大搭載人員 $N=1p$</p> <p>↓</p> <p>新算定方法 (不沈性+乾舷・幅+距岸制限) 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.25m, F_2=0.26m$</p> |
| <p><i>Boston Whaler 9' Tender</i> 米国製 FRP 型ボート(長さ 3.3m 未満) 不沈安定性による NMMA 認証アリ(N=3p)</p>  <p>$L=2.47m, B=1.32m, D=0.48m,$ $F=0.35m, F_2=0.31m$</p> | <p>附属書[2-6] 最大搭載人員 $N=2p$</p> <p>要求 $F=0.23m, F_2=0.23m$</p> | <p>小安則第 103 条 最大搭載人員 $N=2p$</p> <p>↓</p> <p>新算定方法 (不沈性+乾舷・幅+距岸制限) 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.25m, F_2=0.30m$</p> |
| <p><i>Carolina Skiff 12</i> 米国製 FRP 型ボート(長さ 3.3m 未満) NMMA 認証ナシ</p>  <p>$L=3.19m, B=1.39m, D=0.46m,$ $F=0.40m, F_2=0.42m$</p> | <p>附属書[2-6] 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.26m, F_2=0.26m$</p> | <p>小安則第 103 条 最大搭載人員 $N=3p$</p> <p>要求 $F=0.25m, F_2=0.25m$</p> |

7 まとめ

7.1 小型船舶の復原性基準

今回の新たな復原性基準は、小安則第 103 条で判定し、定員 3 名を確保することが出来ない船舶への代替措置として、不沈性能を有することと航行区域制限(距岸 5 海里以内)により、小安則第 103 条に対して斟酌した乾舷基準を策定するとの案に至った。

新基準のポイント

新たな基準のポイントは以下のとおり。

- ◆ 船の長さにかかわらず一義的に小安則第 103 条にて定員算定を行う。
- ◆ 小安則第 103 条において定員 3 名を確保することが出来ない船舶で、不沈性能(ベリックフローテーション)を有する船舶を新算定基準の適用対象とする。
- ◆ 新算定基準の適用船舶は、航行区域を距岸 5 海里以内に制限し、定員については 3 名を上限とする。
- ◆ 新算定基準は、不沈性能を有すること、航行区域が制限されていること、小型の舟艇の実態等を勘案し、現行の附属書[2-6]で要求される中央乾舷 F と、現行の小安則第 103 条で要求される船尾乾舷 F_2 を、それぞれ斟酌した乾舷要求量とする。

不沈性能については、現行基準(細則)では、艇体の内部に浮力体を配置すること又は十分な容積の空気室による浮揚が要求されている。つまり、艇内への海水打込みの他、艇体に損傷が生じても十分な浮力を保持することができることが要求されている。新たな基準の実施にあたっては、米国基準などを参考にしつつ、不沈性能の確認方法などの課題を整理していく必要がある。

現算定方法と新算定方法案の比較表を表 7-1 に示す。

新基準での乾舷要求式について

今回の新たな算定基準では、不沈性能を有すること並びに距岸制限することにより、現行基準に対し斟酌した中央乾舷 F と船尾乾舷 F_2 を要求するものである。中央乾舷 F は現行の附属書[2-6]における中央乾舷 F を基に、船尾乾舷 F_2 は現行の小安則第 103 条における船尾乾舷 F_2 を基に、昭和 61 年の「小型船舶の復原性等に関する調査研究報告」において調査した実船データ及び海上技術安全研究所に委託して調査した日本沿岸における海況調査の結果(表 7-2)を活用し、新たな乾舷要求量を提案した。

◆ 中央乾舷

$$\text{乾舷要求式} : F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.025L$$



$$\text{新基準における乾舷要求式} : F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$$

◆ 船尾乾舷

$$\text{現行の乾舷要求式} : F_2 \geq \frac{0.096N}{LB} + \frac{0.23N}{LB} + 0.025L$$



新基準における乾舷要求式:

$$F_2 \geq \frac{0.096N}{LB} + \frac{0.177N}{LB} + 0.020L = \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$$

新たな基準では、全ての長さの船舶について同一基準で定員の判定がされることから、長さが短い船舶の方が多くの定員がとれるという現象がなくなると考えられる。

表 7-1 現算定方法と新算定方法案の比較表

| 長さ | 項目 | 現行算定方法 | 新算定方法案 |
|--------------------|------|--|---|
| 2.8m 未満 | 定員 | 2p | 3p |
| | 不沈性 | — | 不沈性 |
| | 乾舷 | $F \geq 0.23m$ $F_2 \geq 0.23m$ | $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$ $F_2 \geq \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$ |
| | 幅 | $B \geq (0.1L + 0.8)m$ | 同左 |
| | 規則 | 附属書[2-6] | 小安則第 103 条 |
| | 距岸距離 | 5 海里内 | 5 海里内 |
| 2.8m 以上 3.3m 未満 | 定員 | 3p | 3p |
| | 不沈性 | — | 不沈性 |
| | 乾舷 | $F \geq 0.26m$ $F_2 \geq 0.26m$ | $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$ $F_2 \geq \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$ |
| | 幅 | $B \geq (0.1L + 0.8)m$ | 同左 |
| | 規則 | 附属書[2-6] | 小安則第 103 条 |
| | 距岸距離 | 5 海里内 | 5 海里内 |
| 3.3m 以上 5.0m 未満 | 定員 | 2p※ | 3p |
| | 不沈性 | — | 不沈性 |
| | 乾舷 | $N \leq CLB F$ $N \leq LB(F_2 - 0.025L) / 0.33$ ※※ | $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$ $F_2 \geq \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$ |
| | 幅 | — | $B \geq (0.1L + 0.8)m$ |
| | 規則 | 小安則第 103 条 | 小安則第 103 条 |
| | 距岸距離 | 5 海里内 | 5 海里内 |
| 5.0m 以上 | 定員 | 2p※ | 3p |
| | 不沈性 | — | 不沈性 |
| | 乾舷 | $N \leq CLB F$ $N \leq LB(F_2 - 0.025L) / 0.33$ ※※ | $F \geq \frac{0.177B}{2} + \frac{0.096N}{LB} + 0.020L$ $F_2 \geq \frac{0.273N}{LB} + 0.020L$ |
| | 幅 | — | $B \geq (0.1L + 0.8)m$ |
| | 規則 | 小安則第 103 条 | 小安則第 103 条 |
| | 距岸距離 | 5 海里超 | 5 海里内 |

※現算定方法で2pのものが、新算定方法案では3pになるという意。※※新算定方法案にも同位。

表 7-2 実船データ及び海況調査結果の活用

| 項目 | 現行基準での値 | 実船の平均値 | 備考 |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 水線面積係数: Cw | 0.78 | 0.78 (0.77) | 小型艇の実船データの平均値は 0.77 となったが、小安則において一般的に使用している Cw0.78 と大きな差は生じていないため Cw については 0.78 をそのまま使用した。 |
| 浮面心の前後位置: midF | 0.14L | 0.15L | 小型艇の搭載機関は、船外機や船内外機であることから、大型艇に比べ浮面心の前後位置は船尾側に移動する。 |
| 毎センチトリムモーメント: M _{cm} | $0.43L^2 \times B \times 10^{-3}$ | $0.37L^2 \times B \times 10^{-3}$ | 小型艇の毎センチトリムモーメントは、艇体が小型ゆえ値は小さくなる。 |
| 乗員の縦移動量 | 0.37L | 0.25L | 現行基準は居住区長さを 0.74L とし、その 1/2 である 0.37L を浮面心 midF からの移動量としているが、小型艇では居室も存在せず船尾部の幅も小さいため、浮面心から 0.25L を乗員の縦移動量とした。 |
| 波呺度: Hw/λ | 0.050 | 0.039 | 日本沿岸(距岸 5 海里以内)における波高 2m (ISO 設計区分と航行区域との関係で風速 15m/s に対応した波高)での最大波呺度 0.039 を採用した。 |

7.2 旅客船における復原性基準

総トン数5トンを境に異なる復原性基準によって定員決定がなされるため、そのトン数近傍の旅客船においては、総トン数の小さな船が大きな船より多くの定員を取り得ることがある。本委員会においては、田辺技術士事務所に解析を委託し、小安則第101条により旅客定員が算定される総トン数5トン以上の限定沿海区域の旅客船と、小型船舶安全規則第103条により旅客定員が算定される総トン数5トン未満の限定沿海旅客船の復原性データを検討した。検討結果として、定員は船主の意向や設計者判断などの影響を大きく受けることから、その法定基準に係らず広く分散しており、定員が逆転しているように見えるようである。本調査では、規則上の許容最大人員での比較を行ったところ、定員のばらつきが緩和された。なお、個々の船舶によっては、稀にかなり多い定員の船舶もあり、このような船舶については、抑制すべきと思慮される場所である。

7.3 内水面を航行する小型船舶に適用される復原性基準

内水面や湖川・港内のみを航行する船舶に対しては過剰な要求となっている可能性があると考えられることから、このような平穏な水域を航行する小型船舶に関する基準について検討を行った。なお、本件調査と併せて需要隻数についても調査を行ったところ、該当隻数が年間1隻程度と非常に少なく、個別での対応で十分に対応可能であるという結論に至り、それ以上の検討は行わなかった。

8 結言

小型船舶の復原性に関しては、小型船舶安全規則(以下「小安則」という。)及び日本小型船舶検査機構検査事務規程細則(以下「細則」という。)にその基準が定められ、小型船舶の安全性に対し最も重要な要素である適切な復原性の確保が図られている。

しかしながら、小型船舶の内、特に単胴船体について、旅客定員が12名以下の船舶は、長さ3.3mを境に基準が異なり、また旅客定員が12名を超える船舶は、総トン数5トンを境に異なる基準が適用されている。そのため、定員算定の結果、小安則で規定される詳細基準より細則で規定される簡易基準の方が、復原性に係る定員をより多く与える場合があるなど、基準の運用に関して検査員が対応に苦慮する状況が現場で生じているとのことであった。

そこで、「小型船舶の復原性に関する検討委員会」を設置し、適用基準が異なる各境界付近の定員数の調査、各基準の分析、諸外国の基準との比較検証、基準策定のためのシミュレーション等を行い、その結果を基に代替基準案を策定することを目的として、以下に示す調査、研究を行った。

- ① 現行の復原性基準の実態の調査による課題整理(第2章)
- ② 諸外国の基準との比較(第2章)
- ③ 試算(基準策定のためのシミュレーションなど)(第6章)
- ④ 解析(沿岸域の気象海象データ解析、旅客船の復原性分析など)(第4章、第5章)
- ⑤ 代替基準案の検討・策定(第3章、第6章、第7章)

そして、これらの調査研究結果を基に、本委員会では、小型船舶の新たな復原性基準として、船の長さにかかわらず一義的に小安則第103条で定員を判定し、定員3名を確保することが出来ない船舶への代替措置として、不沈性能を有することと航行区域制限(距岸5海里以内)により、小安則第103条に対して斟酌した乾舷基準を適用する基準案を案出した。また、旅客船における復原性基準及び内水面を航行する小型船舶に適用される復原性基準についても、本委員会で現状の問題点を抽出・検討し、それに対する対応策を整理した。

今後これらの調査研究結果が小型船舶の復原性基準に反映され、小型船舶の適切な安全性確保に寄与することを期待する。