

ブルワーク型小型漁船の海水打込み及び 放水口に関する模型実験

吉野泰平*・山本徳太郎*

Experimental Studies on the Shipping Water onto Small Fishing Boats and Effectiveness of the Freeing Port on Drawing the Water off

By

Taihei YOSHINO and Tokutaro YAMAMOTO

Abstract

Experimental studies on the shipping water onto three small fishing boat models with sponsons were conducted. The effects of the sponson and the bulwark height upon the ship motions, the relative water elevation and the shipping water were investigated. In additions, the effectiveness of the freeing port with and without scooper on drawing the water off was studied by model experiments.

The data obtained in the above are very useful for standardization of the bulwark height and the freeing port area for small ships.

1. ま え が き

総トン数20トン以下の小型漁船にはブルワーク型と称せられる大きな張出しブルワークを有するものが多い。大きな張出しブルワークは海水打込みを防ぎ、また予備復原力としても役立つ等の利点がある。しかし、その反面一度び海水打込みが激しくなると大量の滞留水を生じて復原性劣化の原因ともなる。一方、ブルワークに設けられる放水口は大きいほど滞留水の排出には有利であるが、波が大きい場合には返ってそこからの海水の逆流を招きやすい。この様にブルワークならびに放水口の大きさは矛盾した性質を持ち、適正な大きさを求めることは船の安全性を高める上で重要な課題とされている。

現在、総トン数20トン以下の小型漁船に対する復原性基準では、ブルワーク型の定義として $f+H-\frac{B}{20} \geq$

$\frac{L}{20}$ を満足すること、及び放水口の片舷面積の合計(平方メートル)が $0.0175LH_0$ 未満であることを求めている。そして、この定義されたブルワーク型に対しては海水が打込み難いことから、ブルワーク上端が水にかかる角度までの復原力も考慮することになっている。ここで L は船の長さ(メートル)、 H_0 は上甲板上のブルワーク高さ(メートル)、また、 f は出港状態の乾舷(メートル)、 H は有効ブルワーク高さ(メートル)、 B は船体主部の幅(メートル)である。

この様に、ブルワーク型小型漁船では海水打込みが起き難いという事が前提とされ、大きな放水口は返って海水が逆流するので有害であるとの考えから、上述のような上限値が設定されている。しかしながら、まれではあるが、或る条件下では海水打込みが起り得ることが知られている。こうした打込水の排水や、掃除その他の雑水の排水のためにもなにがしかの放水口が必要であることは論をまたない。しかしながら、放水口は最低限どの位あれば良いかという事になると、打込み滞留水の排水のためという目的に絞ってもデータ不足で決め手になるものが見当らない。

*運動性能部

原稿受付：昭和60年1月11日

そこで、本論文では、まず、小型漁船の海水打込みに関して、(1)どのような条件下で海水打込みが起こるのか、(2)海水打込みの頻度はどの位か、また、一回当たりどの位の量の海水が打込むか、(3)張出しブルワークの有る船と無い船とで、海水打込みに相違があるのかなどの諸点について調べることにした。次いで、小型漁船の放水口に関して(1)排水効果はどの程度であるか、(2)排水効果は放水口の数、位置でどう変るか、また船が動揺したらどうなるか、(3)スクーパーの影響はどうかなどの諸点について調べることにした。ここで、スクーパーとは、放水口の外側に設けられた一種のカバーで、海水の逆流を防ぐとともに、船速がある場合、放水口が水面下になっても負圧による吸出し効果が期待できるので、小型漁船には装備されているものが多い。

上述のように研究の目標は明確に設定できたが、その手法となると未だ確定したものがない。例えば、海水打込みについて言えば、波浪により船体運動が生じ、相対水位が変動してブルワーク高さを越えたとき海水打込み現象が起きるようになる。以上3つの段階のうちで、最初の段階の船体運動は、一般船舶に対しては現在ストリップ法によりかなりの精度で推定が可能であるが、最近の小型漁船は速度が速いため、推定精度の低下は止むを得ない。ましてや相対水位、海水打込みになると局所的な船型や動水力学の影響などがきいてきて現象が複雑になり、理論による推定は非常に難しい。一方、実験的にこれを確めるにしても尺度影響をはじめ未知の部分が多く、流体力学的に言っても完

全な実験は困難である。しかしながら、ある程度以上の大きさの模型を用いれば、海水打込みと排水とが水理実験に近い要素を持っていることから、それに似た方法で、また、それらのデータを参考に整理すれば正しい結論に導かれるものと考えた。そして、海水打込みについては角水槽での自由航走模型を用いた実験により、また、放水口の排水効果については回流水槽及び動揺水槽での2次元模型を用いた実験により調べることにした。

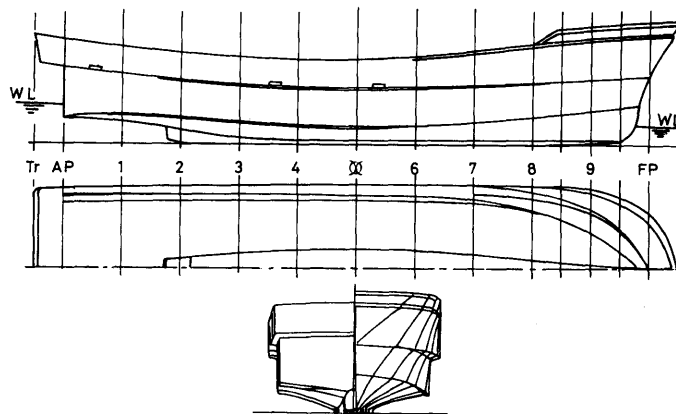
今までのこの種の実験としては大型船の放水口に関するデータ¹⁾が見られるだけで小型船については非常に少ない^{2)~6)}。本論文での実験は流体力学的というよりはかなり即物的実験という方が適切であるが、同一条件でのデータの再現性も良好で、定性的のみならず基準を設定するための定量的データとしても十分活用できるものと考ええる。

なお、この実験は日本小型船舶検査機構との共同研究として実施したものであるが、当所の研究計画02-5602「小型船の安全運航に関する研究」の一環をなすものである。

2. 自由航走模型による海水打込み実験

2.1 供試船型

小型漁船の船型には総トン数20トン以下と限定しても操業形態や地域性により多種多様である。本実験では供試船型としてブルワーク型でハードチェーンを有する27フィート級の遊漁船型を用いた。この船型は「小型漁船のブルワーク形状ならびに放水口の復原性に及



図一 A 型模型船

ぼす影響に関する調査委員会」により選定された船型である。供試船型は実在する張出し甲板を有する船型（以下 A 船型という）、A 船型の舷側張出し甲板を除去した船型（以下 B 船型という）、A 船型のブルワーク

高さを約 1/2 に切詰めた船型（以下 C 船型という）の 3 型式に改造して使用した。図-1 に A 型船、図-2 に B 型船の船型を示す。表-1 には供試模型船の喫水線から測ったブルワーク・トップの高さ、張出し甲板取付

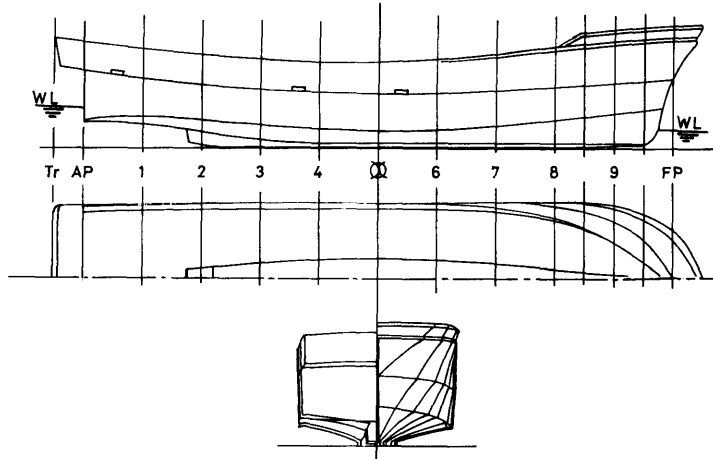


図-2 B 型模型船

表-1 ブルワーク等の喫水線上高さ

	単位 mm						
	Stem	SS.9	SS.8	SS5/2	SS.3	A.P.	Transom
1型ブルワークの高さ	455	418	335	245	234	286	310
2型ブルワークの高さ	300	263	234	174	163	223	233
張出し甲板	200	170	145	105	100	160	170
3型ブルワークの高さ	255	248	190	140	134	126	140

表-2 供試模型船主要目

	実船	A 型	A 型	B 型
排水年度		57年度	58年度	59年度
水線長 L(WL)	7.26 m	2.750 m	2.750 m	2.750 m
水線幅 B	1.87 m	0.708 m	0.708 m	0.708 m
全幅		0.786 m	0.786 m	0.708 m
喫水深さ df		0.121 m	0.121 m	0.121 m
da		0.197 m	0.197 m	0.197 m
排水量 Δ	2.786 ton	*148.0 kg	*148.3 kg	*148.0 kg
重心高さ KG	0.847 m	0.275 m	0.280 m	0.275 m
メタセンタ高さ KM	1.382 m	0.523 m	0.523 m	0.523 m
GM	0.535 m	*0.248 m	*0.243 m	*0.248 m
重心前後位置 XG	0.453 m(後)	0.172 m(後)	0.172 m(後)	0.172 m(後)
旋回半径 KY		0.770 m		
横揺周期 Tφ		*1.24 sec	*1.32 sec	*1.24 sec
張出し甲板	あり	あり	あり	なし
模型縮率 1/α		1/2.64	1/2.64	1/2.64
使用プロペラ			4翼	
			D = 1667 mm	
			P = 1730 mm	
			EAR = 0565	
			* = 計算値	

位置の高さ、ブルワーク高さ等を示す。表-2に実験時の模型船主要目を示す。縦環動半径(KY)は何れも同じと考えられる。供試船には片舷に3箇所、計6箇

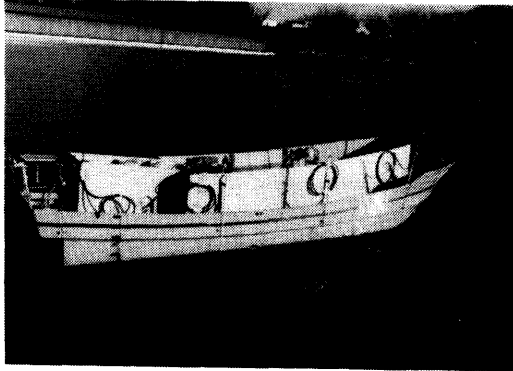


写真-1 A型模型船

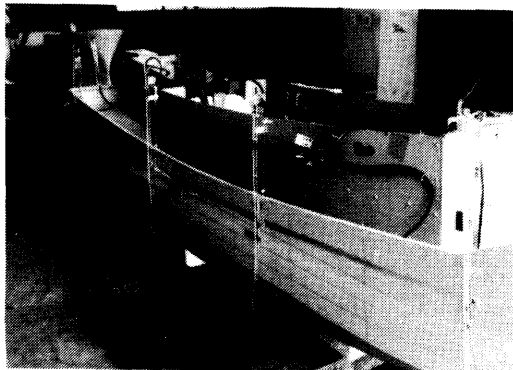


写真-2 B型模型船

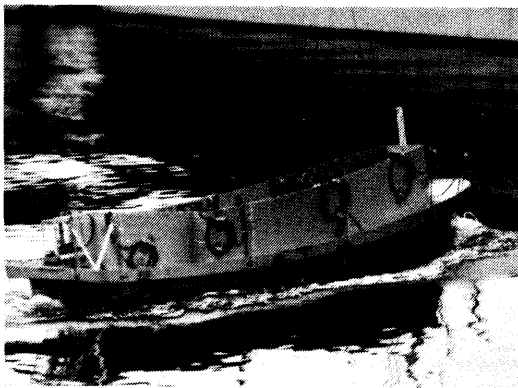


写真-3 C型模型船

所に1箇所当り 4.58cm^2 の放水口が設けられているがスクーパーは付いていない。

模型船はFRP製で操舵や船速の制御は無線で行はれ、プロペラ駆動にはガソリンエンジン(37cc, 1.75 H・P, 6500rpm)が用いられ、減速比1/2.5の減速歯車を介して伝えられる。写真-1~写真-3に各模型船の外観を示す。

2.2 実験方法及び計測器

実験は船舶技術研究所の角水槽(80×80×4.5m)で行はれた。模型船の速度制御はエンジン・スロットル位置(0はStop, 20がFull speed)を無線により加減することにより行はれるが、静水中に於てあらかじめ所定の船速が得られるスロットル位置(ノッチ数)を求めておき、波浪中に於ても同じノッチ数で航走した。従って同じノッチ数でも出合波によって船速は増減する。

実験は先づA, B, C3型式の模型船について規則波中の航走実験を行い、船体動揺及び海水打込みに対する張出し甲板及びブルワーク高さの影響を調べた。この場合、放水口は総て粘着テープで塞いで放水口からの逆流及び排水を防止している。実験に用いた規則波は波長と船の長さとの比 λ/L が0.75~2.0、波高(Hw)15cm及び25cmを主に用いた。波との出合角度(α)は 180° (向い波)から 0° (追波)まで 45° 間隔とし、右舷側をWeather sideとした。船速(V_m)はエンジン・スロットル位置(ノッチ数)を0, 1又は2, 4, Fullの4段階である。

計測項目は図-3に示すように、模型船の右舷側のS. S. 9, 8, $5\frac{1}{2}$, 3, A・P, トランサム(Tr)6箇所に容量式水位計を舷側から1cm離して取付けてある。甲板上の滞留水の量は1航走毎に計量カップで計量したが、右舷甲板上のS. S. 4に設けた水位計で滞留水の水位が計測できる。船体動揺はバーチカル・ジャイロにより縦揺れ角(θ)と横揺れ角(φ)を計測している。波長、波高は定置式波高計により、また、船速及び出合角度は超音波式航跡自画装置により計測される。その他、実験時の動揺や海水打込みの様子は目視観察によるメモの他、ビデオカメラも併用している。

A型船については上記規則波中の航走実験の他、静水中に於て横揺れ減衰係数(N係数)の測定、滞留水存在時の波浪中航走実験、崩れ波中を漂流している時の海水打込み実験なども行っている。横揺れ減衰係数測定は片方の舷側に10kgの重錘を取付けて約 8° 傾斜

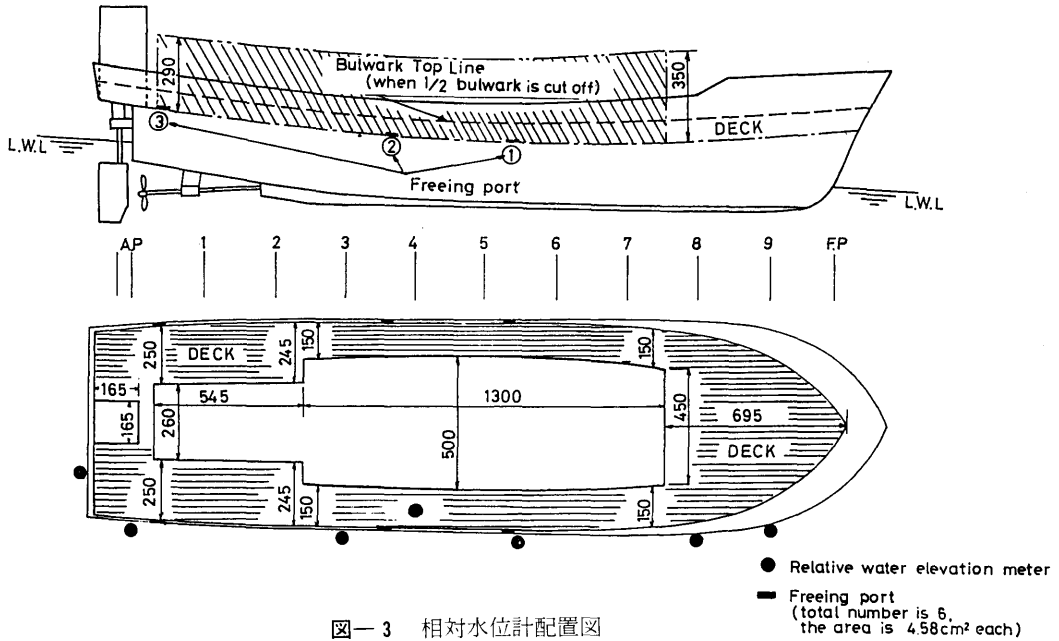


図-3 相対水位計配置図

した状態として航走し、航走中に無線信号により重錘を投下して強制横揺れを発生させた。滞留水存在時の実験は静水中に於て右舷又は左舷の甲板上にブルワーク・トップから溢れるまで (30ℓ) 水を入れて波浪中を航走し、その時の動揺、相対水位、航走後の残留滞留水量などを計測している。崩れ波による海水打込みの

実験は波長2.06m ($\lambda/L=0.75$) に定め、造波板の造波ストロークを波の崩れる辺りを中心に180mm から330mm まで30mm 間隔に変え、横波及び追波状態での海水打込みの様子を調べた。

2.3 実験結果と考察

図-4 に B 型模型船の静水中におけるエンジン・ス

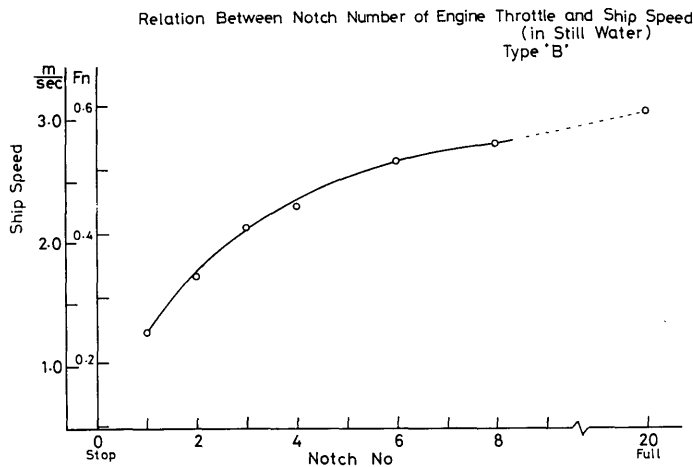


図-4 エンジンスロットル位置 (ノッチ数) に対する船速

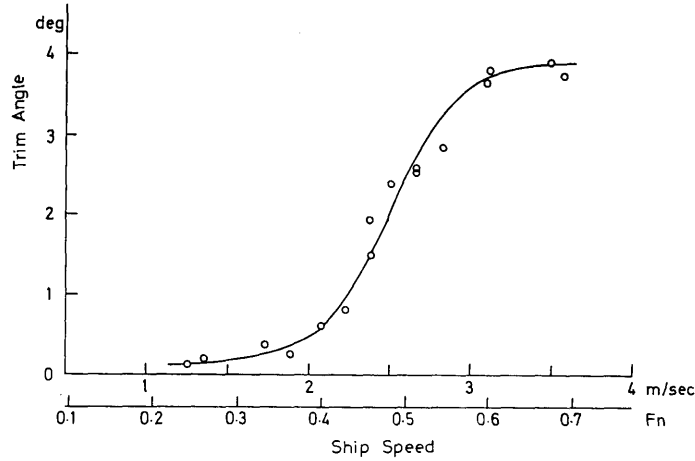


図-5 船速によるトリム角の変化 (A 型船)

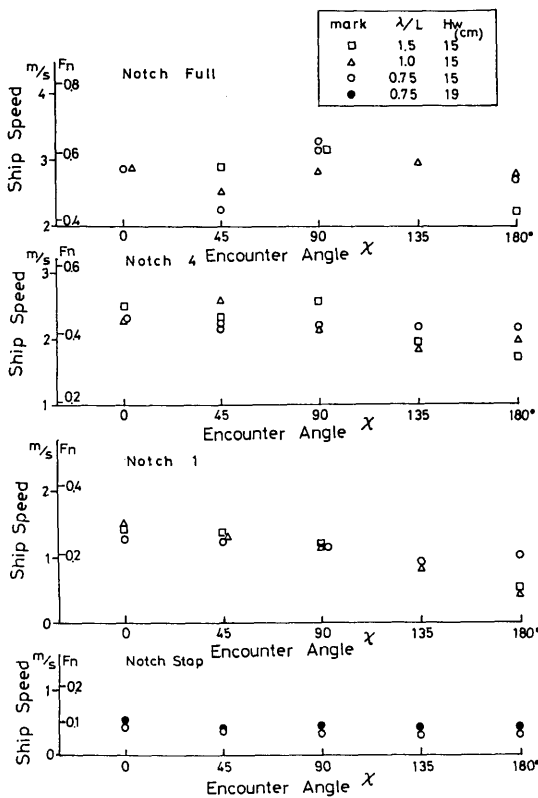
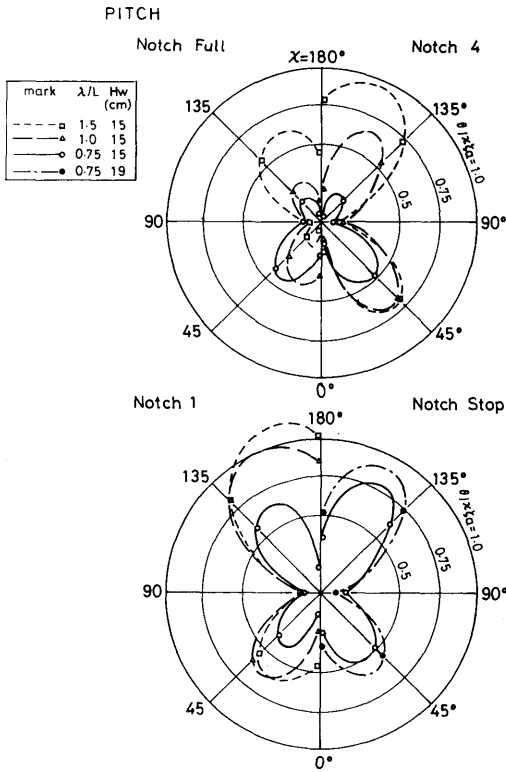


図-6 規則波中の船速

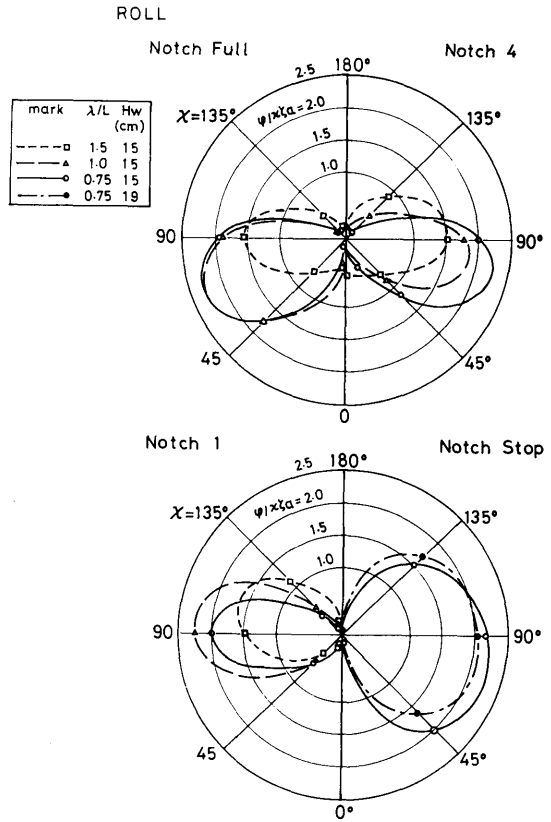
ロツトル位置 (ノッチ数) と船速との関係を示す。実験にはノッチ数 0 (停止), 1 又は 2 (低速), 4 (中速), Full (最高速) を用いているが, その場合の Fn 値はそれぞれ 0, 0.25~0.35, 0.45, 0.6 程度の速度である。図-5 に A 型船の静水中における船速とトリム角 (船首上げ) との関係を示した。B 型船の場合もほとんど同じである。この船型は Fn 値 0.4 辺りから急に船首を上げ始め, Fn 値 0.6 以上になると 4° のトリム角が付き半ば滑走状態となり, 喫水の変化は計測していないが船体は 2~3 cm 浮上していると思われる。図-6 に A 型船が波高 15cm の規則波中を航走した場合の速度を示した。横波中では静水中とほぼ等しい速度が得られるが, 向い波中では高速及び中速航走時には 15%, 低速航走時には 50% 近く速度が低下している。追波中では低速航走の場合には波により加速されているが, 高速航走時には船が波を超越するようになるため船速は低下している。図-6 の最下段には漂流速度と出合角度との関係を示してあるが, この船型は通常の場合には 100° 前後の出合角度で漂流する。

a) 動揺について

図-7 に B 型船の縦揺れ応答を示す。図は円周方向に出合角度, 半径方向に 応答の大きさを縦揺れ振幅と波傾斜との比で表わし, 円の左側と右側は船速で別けて示してある。この図から, 縦揺れ応答は長い波長の波浪中を出合角度 160° 前後で低い速度で航走する場合に大きな応答をすることが判る。高速航走時の応答が小さいのは出合周期が非常に短かく, 船の縦揺れ固有



図一七 B 型船の縦揺れ応答



図一八 B 型船の横揺れ応答

周期から大きく外れることと、船体の浮上や大きな船首上げの姿勢の影響と思われる。図-8にはB型船の横揺れ応答を示した。横揺れ応答は横波中で大きく、特に出合波周期が船の横揺固有周期1.24秒に近い $\lambda/L=1.0$ 附近で大きくなっているが、応答の値は2.5程度であり、一般の排水量型船舶に比べると非常に小さい。これは後に述べるように、この船型の横揺れダンピング係数が排水量型船舶に較べ非常に大きいことによる。漂流時の横揺れ応答(下図右側)の最大値は航走時と変わらないが、大きな応答を示す出合角度の範囲が非常に広がっている。図-9(a)にA型船とB型船の縦揺れ応答を向い波の場合について比較してある。高速航走時にはほとんど相違は見られないが、低速航走時には短波長域に於てB型船の方が大きな縦揺れ応答を示し排水量型船舶の縦揺れ応答に近い傾向となっている。即ち、張出し甲板は低速航走時には短波長の波に対しては縦揺れ応答を小さくする作用をしているが、高速航走時には船体の浮上及び大きい船首上げ姿

勢になるために張出し甲板に対する波の作用が減少し、張出し甲板の無いB型船と同じような応答を示すようになるものと思われる。図-9(b)に横波に対するA,B両船型の横揺れ応答を示す。波長の長い部分については船型及び船速の相違は余り見られないが、短波長域に於ては張出し甲板を有するA型船の方が応答は小さい。これは短波長域では横揺れ角度が大きく、A型船では張出し甲板が波頂に接触して横揺れ振幅を小さくしている様である。

この実験ではA型船について甲板上に滞留水が存在する場合の航走実験を行っている。図-10~図-13に静水面上で計測した滞留水或いは重錘で船体を横傾斜させた場合のGMの変化や横揺れダンピング係数(N5°)の変化を示してある。A型模型船では張出し甲板が水面に接する12°までのヒール角は傾斜荷重にほとんど比例しているが、張出し甲板が水没するようになるとヒール角の増加はやゝ緩やかになる。滞留水の最

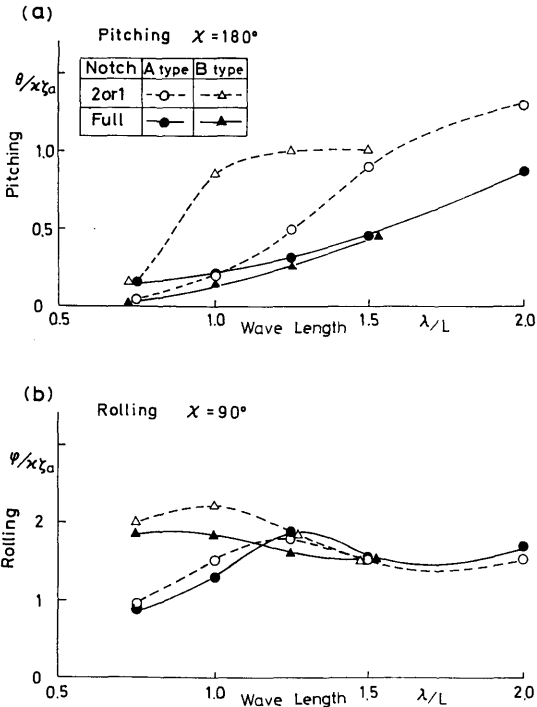


図-9 A, B 両船型の動揺比較

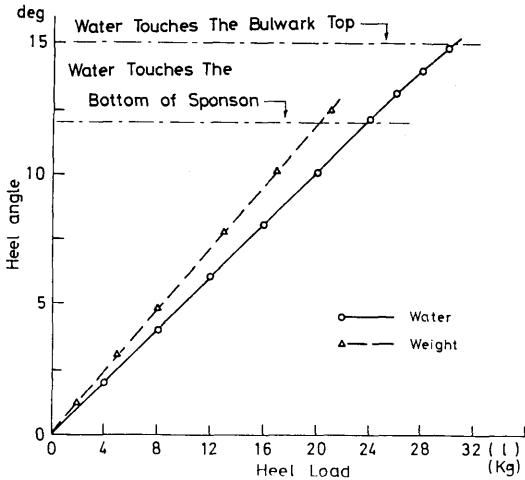


図-10 A 型船の横傾斜荷重に対するヒール角の変化

大水量は30ℓで、その時のヒール角は15°である。B 型模型船の最大滞留水量は30ℓで、その時のヒール角は10°である。ヒール角度と GM との関係は図-12に示すように、GM はヒール角度の増加とともに減少して行く

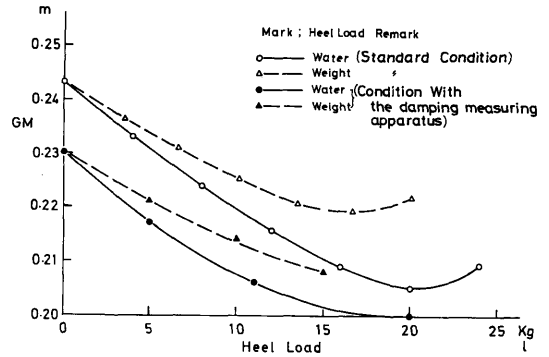


図-11 A 型船の横傾斜荷重による GM の変化

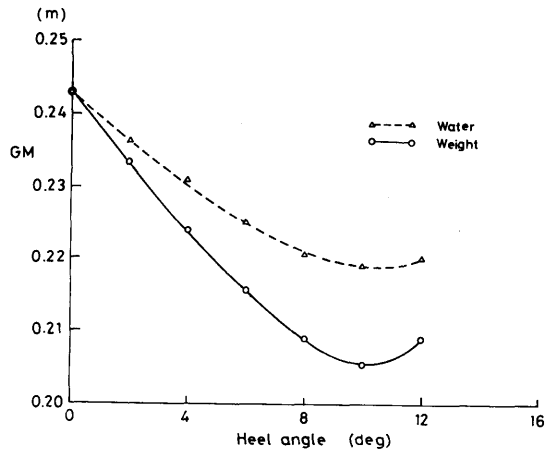


図-12 A 型船のヒール角と GM との関係

が、張出し甲板が水面に没するようになると増加に転ずる。この A 型模型船ではヒール角が10° (滞留水量 20ℓ) の場合に GM は最も小さくなっている。図-13は A 型船の横揺れダンピング係数と横揺れ周期の計測結果で基準状態とヒール角を与えた場合について示してある。この船型では停船中でもダンピング係数 (N 5°) は0.05で一般の排水量型船舶よりかなり大きく、船速が高くなるに従って N 係数は次第に大きくなり Fn 値0.4では0.09に達する。しかし、更に高速になると N 係数は下降を示すようになり、その理由としては船体の浮上やトリム角の変化が考えられる。ヒール角を与えた場合のダンピング係数は低速航走時には基準状態より小さく、高速航走時には大きくなる傾向を示している。航走時の横揺れ固有周期は速度の増加とともに僅かではあるが長くなる。図-14は滞留水が存在す

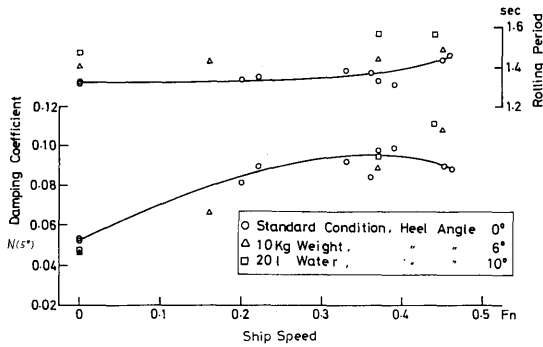


図-13 船速と横揺れダンピング係数の関係

る場合と存在しない場合の縦揺れ及び横揺れを比較した図である。滞留水量は初めに30l入れたが計測時には25l前後に減少していると推定される。滞留水が存在すると縦揺れ応答は短波長域で大きくなる傾向が見られる。横揺れに対する滞留水の影響は短波長域での応答を小さくしているが、滞留水による初期ヒール角(本実験の場合は10°~13°)を加えると滞留水が在る

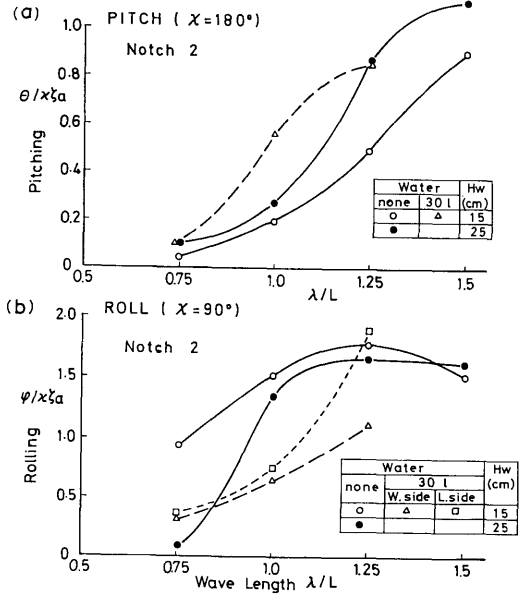


図-14 滞留水の有無による動揺応答の変化 (A型船)

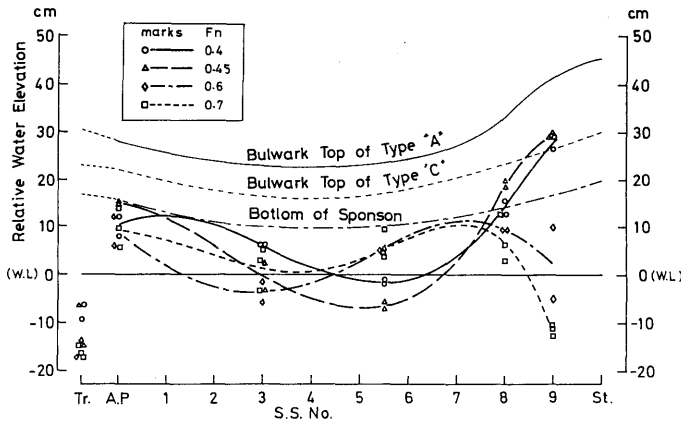


図-15 静水中航走時の相対水位縦方向分布 (A型船)

側のブルワーク・トップが水没する程の大傾斜を生じやすい。特に Lee side に滞留水が在る場合の長波長域では注意する必要がある。

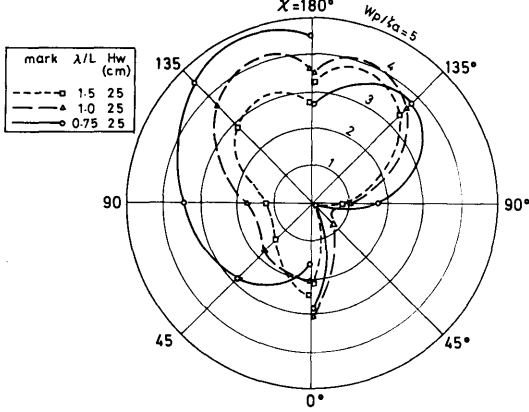
b) 相対水位について

図-15に静水面を航走中のA型船の相対水位の縦方向分布を示した。図にはA型船及びC型船のブルワーク・トップの位置並びに張出し甲板の位置も記入してある。相対水位の大きくなる位置は船速によって大き

く変化するが、相対水位の上昇する高さは船首部以外では張出し甲板以下に納まっている。S.S. 8より前の水はスプレー状で、高速になると相対水位が下がっているが、これは船体の浮上、船首上げの姿勢によりスプレーが横方向に飛ぶようになる結果と思われる。トランサム直後の相対水位は常に負の値を示している。図-16~図-21にA型船が波高25cmの規則波中を航走した場合の相対水位の応答を船体の Square Section (S.

Rel. Water S.S. 9

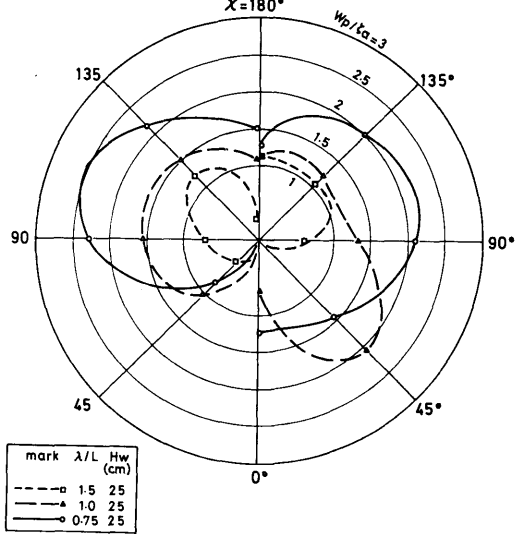
Notch 2 Notch Full



図一16 A 型船の相対水位の応答 (S. S. 9)

Rel. Water S.S. 5 1/2

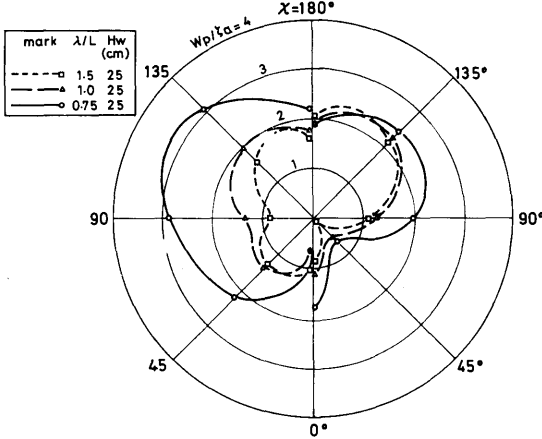
Notch 2 Notch Full



図一18 A 型船の相対水位の応答 (S. S. 5 1/2)

Rel. Water S.S. 8

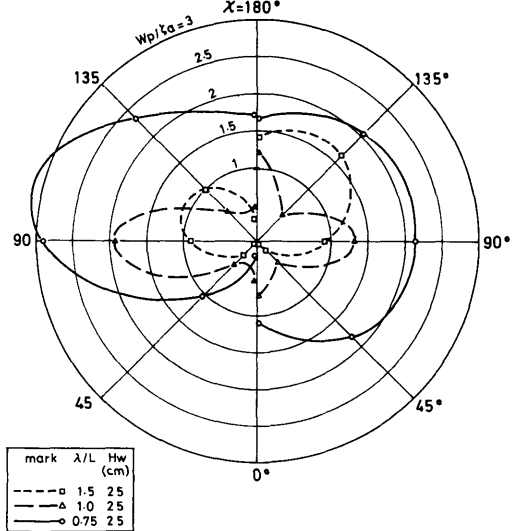
Notch 2 Notch Full



図一17 A 型船の相対水位の応答 (S. S. 8)

Rel. Water S.S. 3

Notch 2 Notch Full



図一19 A 型船の相対水位の応答 (S. S. 3)

S.)毎に示した。図は円周方向に出合角度(α), 半径方向に相対水位の応答の大きさを静止時の喫水線から計った相対水位の上昇量(W_p)と波振幅($\xi_a = Hw/2$)との比で表示してある。従って, 船体の浮上や姿勢の変化などの影響も含まれている。また, 円の左側は低速航走時, 円の右側は高速航走時の応答を示している。相対水位応答が最も大きい位置は船首に近い S. S. 9 附近であり, 波振幅の約 5 倍の上昇を示すが, その他の位置では 2.5~3 倍程度である。出合角度による相対

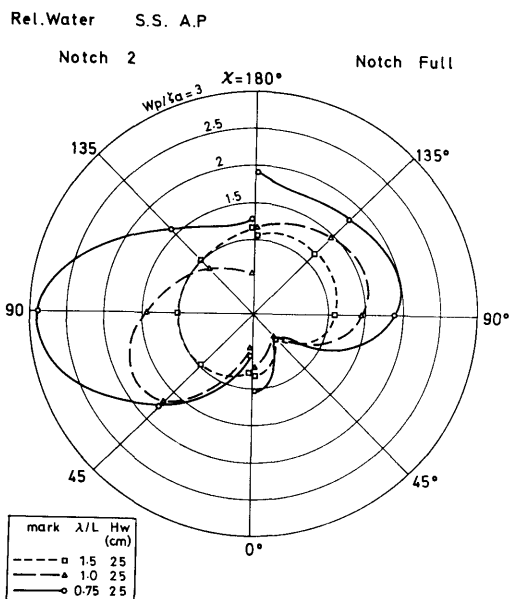


図-20 A 型船の相対水位の応答 (A. P)

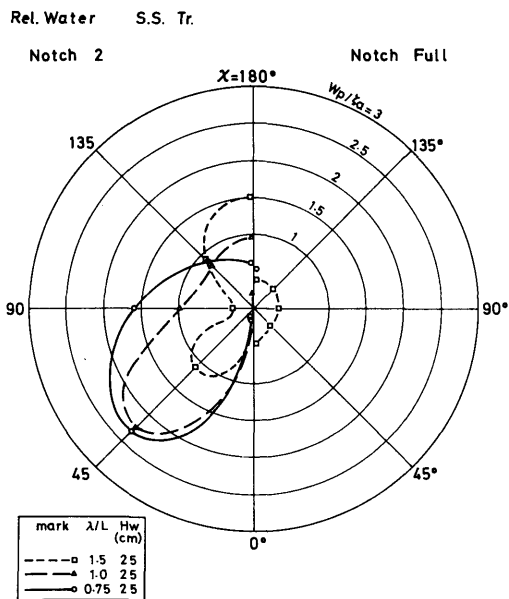


図-21 A 型船の相対水位の応答 (トランサム)

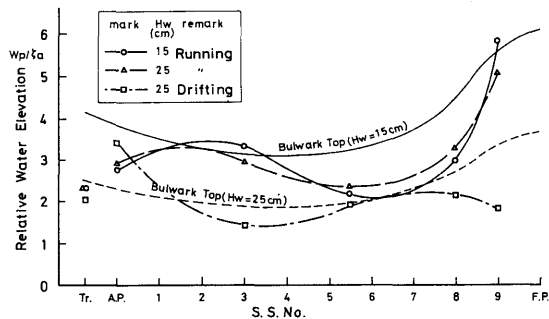


図-22 A 型船の相対水位応答 (最大値) の縦方向分布

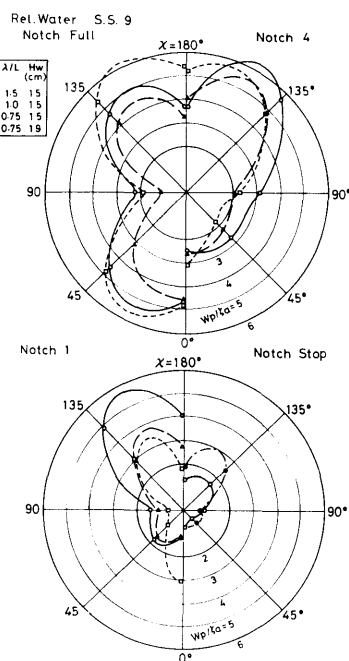


図-23 B 型船の相対水位の応答 (S. S. 9)

水位応答が大きくなる位置の変化を見ると、出合角度が向い波に近い場合には船首部の応答が大きく、横波から追波へと出合角度が小さくなるに従って応答の大きくなる位置が船体中央部から船尾部へと移行していることが判る。波長による応答の変化を見ると、波長が短い方が応答は大きい。図-22に A 船が波高15cm 及び25cm の規則波中を出合角度及び船速を変えて航走した場合の相対水位の最大値の縦方向分布を示した。最大値の分布の形は図-15に示した静水面に於ける低速航走時の相対水位の最大値の分布に非常によく似

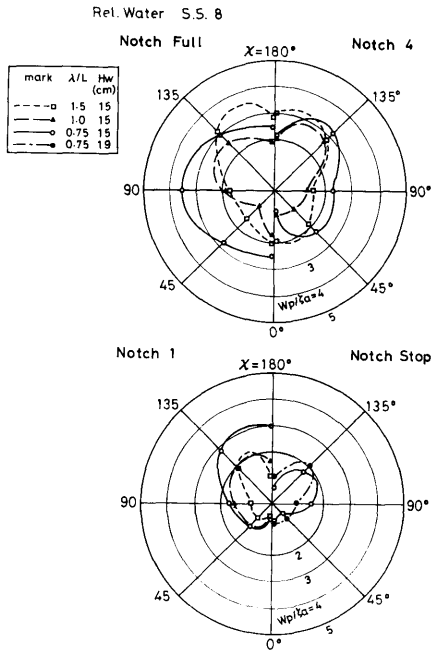


図-24 B型船の相対水位の応答 (S.S. 8)

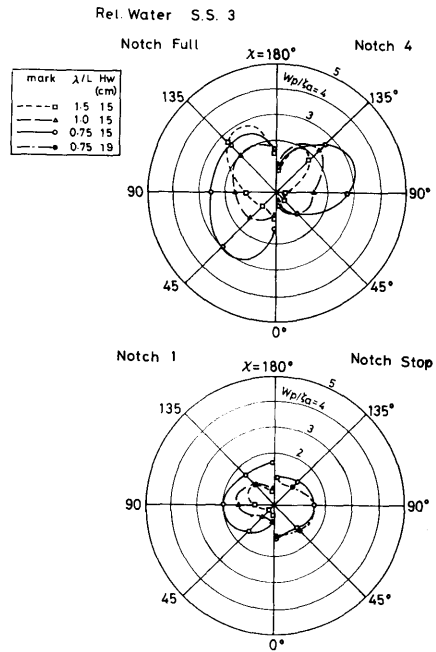


図-26 B型船の相対水位の応答 (S.S. 3)

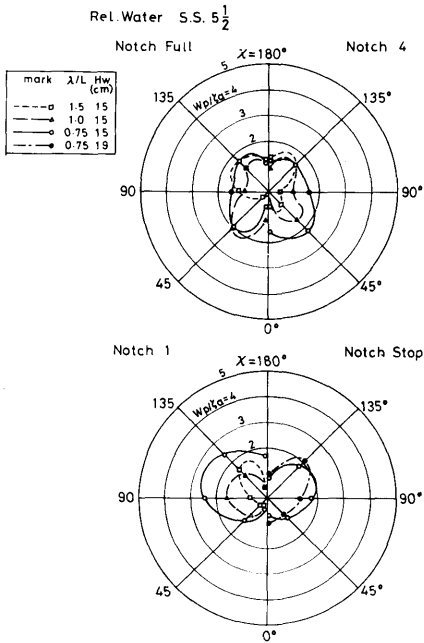


図-25 B型船の相対水位の応答 (S.S. $5\frac{1}{2}$)

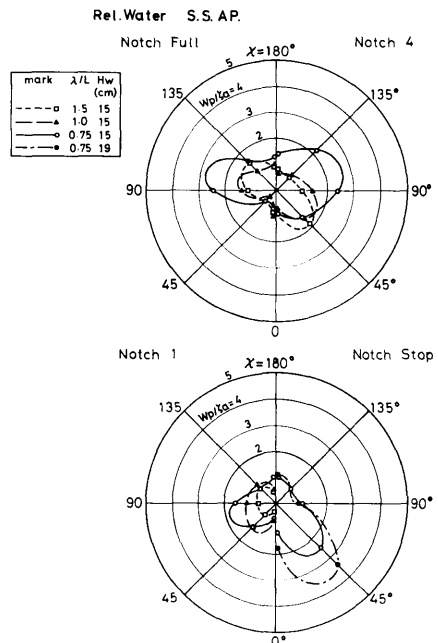


図-27 B型船の相対水位の応答 (A.P.)

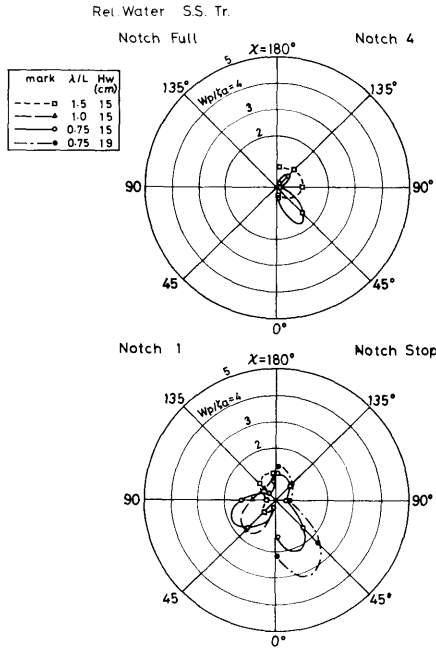


図-28 B型船の相対水位の応答 (トランサム)

ていて、波高による応答の大きさには余り差は見られない。図中には波高15cm及び25cmの場合に対するブルワーク・トップに相当する位置も記入してあり、これと比較すると波高25cmの場合には船体の全域にわたってブルワークより高く水が上昇しており、波高15cmの場合でも S. S. 2 から 3 付近で海水打込みの可能性が強いことが判る。また、漂流時には波高15cmでは海水打込みは生じないが、波高25cmの場合には船尾の S. S. 1 から A・P 付近で打込みの生じやすいことが知られる。図-23～図-28には張出し甲板の無い B 型船の相対水位の応答を示した。図の表現方法は A 型船と同じである。図-28のトランサムに於ける高速航走時の応答が記入されていないのは、ほとんどの場合に負の値となるためである。B 型船の相対水位の応答は傾向、値ともに A 型船と大きな相違は見られず、斜め波中の高速航走時に S. S. 9 の応答が A 型船よりやや大きくなっている。図-29に A 型船及び B 型船の相対水位応答の最大値の分布、並びに B 型船の漂流時の相対水位応答の最大値の分布を示す。両船の相対水位応答は S. S. 9 に於て B 型船の方がやや大きいが、その他の位置ではほとんど同じである。B 型船の漂流時の相対水位応答は波高を15cmから19cmに上げた為船首と船

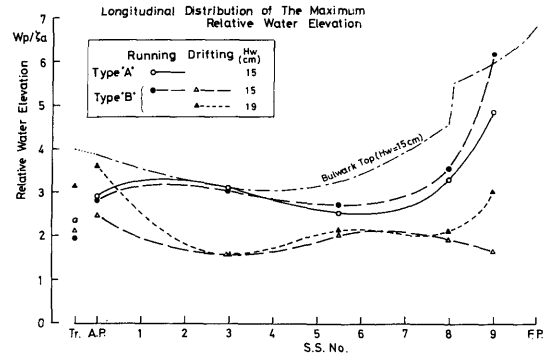


図-29 A, B 両船の相対水位応答 (最大値) の比較

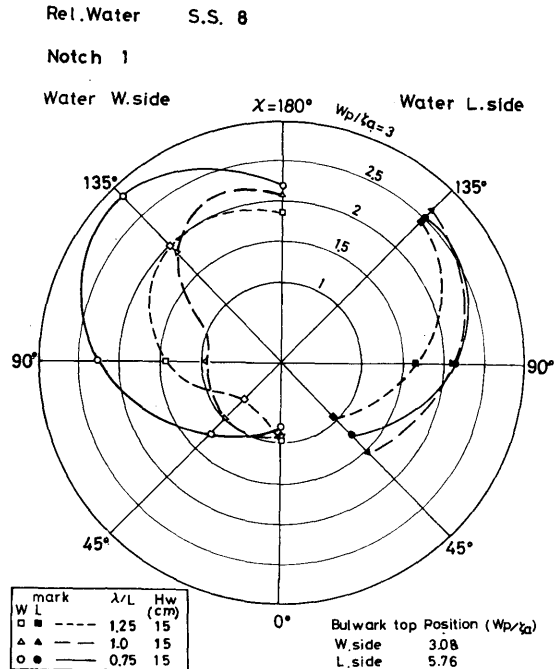


図-30 滞留水存在時の相対水位応答 (A型船 S.S. 8)

尾で急に大きくなり、A・Pではブルワーク・トップ ($W_p/\xi_a=3.15$) を越えるようになる。図-30～図-34には A 型船の甲板上に大量の滞留水 (20ℓ前後) が存在し、10°近いヒール角がある場合の Weather side の相対水位の応答を示した。図の左側は滞留水が Weather side に在る場合、右側は Lee side に在る場合である。これらの図から、滞留水が何れの側に在っても Weather side の相対水位は同じ様な応

Rel. Water S.S. 5 1/2

Notch 1

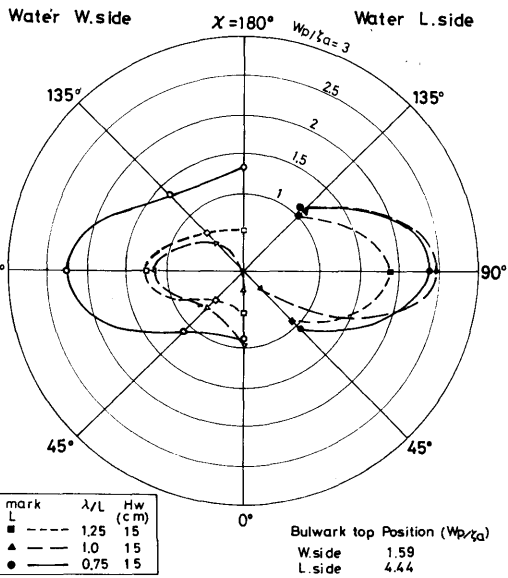


図-31 滞留水存在時の相対水位応答 (A型船 S.S. 5 1/2)

Rel. Water S.S. A.P

Notch 1

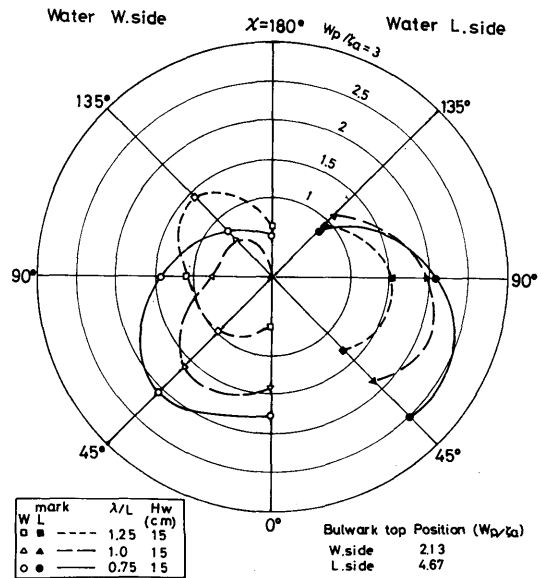


図-33 滞留水存在時の相対水位応答 (A型船 A.P)

Rel. Water S.S. 3

Notch 1

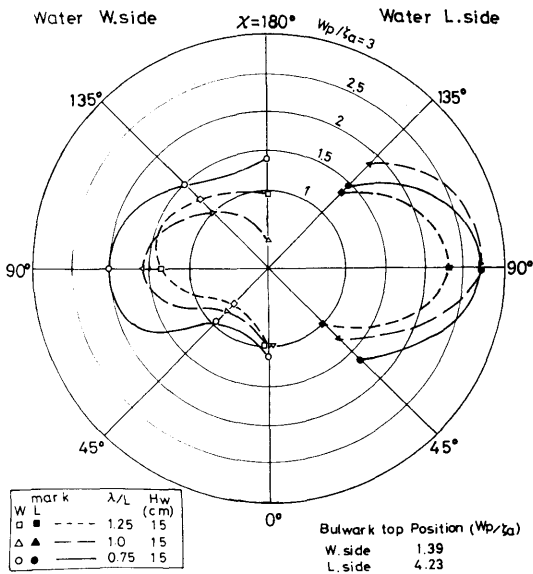


図-32 滞留水存在時の相対水位応答 (A型船 S.S. 3)

Rel. Water S.S. Tr

Notch 1

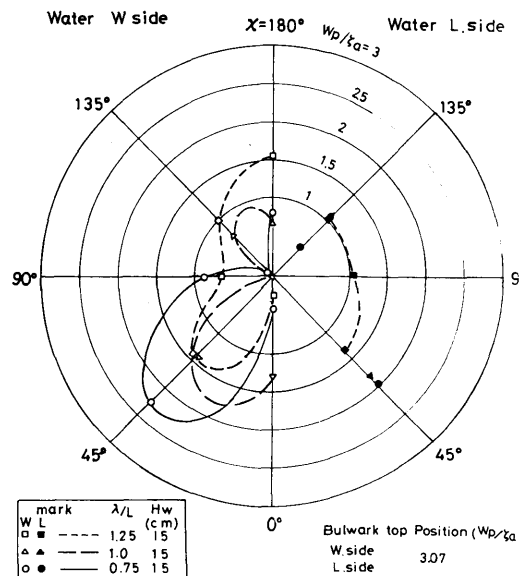


図-34 滞留水存在時の相対水位応答 (A型船 トランサム)

表一三 A 型船の海水打込み水量

Hw (cm)	λ/L	180°				135°				90°				45°				0°			
		S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F
15	2.0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
	1.5		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
	1.25		0	0	1.1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
	1.0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2.0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
	1.5	0	2.1	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.25	0	16.7	0	1.5	0	3.5	0.7	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.0	0	0.3	0	4.1	0	0	1.7	2.0	0	0	0	0	0	4.1	0.5	2.1	0	0	0	0
	0.75	0	0.8	1.1	8.9	0	1.4	1.5	1.8	0	10.6 3.4	3.8	4.8	0.1	0.4	1.8	1.5	0	2.2	0.5	2.3

表一四 B 型船の海水打込み水量 (波高15cm)

λ/L	χ	180°				135°				90°				45°				0°				
		S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	
2.0	右舷			0	0.15			0	0							0	0					
	左舷			0	0.12			0	0							0	0					
	合計			0	0.27			0	0							0	0					
1.5	右舷		0	0	0.31		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	0
	左舷		0	0	0.45		0	0	0		0	0	0		0	0	0.75		0	0	0	0
	合計		0	0	0.76		0	0	0		0	0	0		0	0	0.75		0	0	0	0
1.25	右舷	0	0	0	0.41	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	左舷	0	0	0	0.39	0	0	0	0.70	0	0	0	0	0	0	0	1.51	0.25	0	0	0	0
	合計	0	0	0	0.80	0	0	0	0.85	0	0	0	0	0	0	0	1.51	0.25	0	0	0	0
1.0	右舷		0	0	0.60		0	0.17	0.50		0	0	0		0	0	0		0	0	0	0
	左舷		0	0	0.40		0	0	0.73		0	0	0		0	0	1.20		0	0	0	0
	合計		0	0	1.00		0	0.17	1.23		0	0	0		0	0	1.20		0	0	0	0
0.75	右舷	0	0	0.95	0	0	0	0.16	0.56	0	0	0	0.05	0	0	0	0.16	0.57	0	0	0.20	0
	左舷	0	0	0	0	0	0	0.28	0.60	0	0	0	0.22	0	0	0	0.45	0.32	0	0	0	0
	合計	0	0	0.95	0	0	0	0.44	1.16	0	0	0	0.27	0	0	0	0.61	0.89	0	0	0.20	0

答をしていることが判る。図の右下にブルワーク・トップに相当する位置を W_p/ξ_0 の値で示してある。この値を相対水位応答の値と比較すると、滞留水が Weather side にある場合の横波中では S. S. 3 及び S. S. 5 ½ での相対水位はブルワーク・トップを越えている。滞留水が Lee side に在る場合には Weather side から海水が打込むことは無いが、Weather side と Lee side の相対水位応答が同じと假定すれば横波中に於て Lee side の S. S. 3 及び S. S. 5 ½ から海水打込みが生ずることになる。事実、目視観察では海水打込みが観察されている。

c) 海水打込み水量について

表-3 に張出し甲板のある A 型模型船が波高15cm 及び25cm の規則波中を航走した時の打込み水量を示してある。航走距離は斜め波では約60m, その他の場合は約40m 程度である。この表から波高15cm の場合には海水打込みはほとんど見られないが、波高25cm では打込みが激しくなっている。海水打込みが生じやすい航走条件は向い波が最も多く、斜め向い波、斜め追

波がこれに次ぎ、完全な追波では海水打込みは生じ難いこと、また、船速が早い時に打込みやすいことが判る。この様な傾向は相対水位の応答の様子とほぼ一致している。表-4 及び表-5 には張出し甲板の無い B 型模型船の波高15cm 及び25cm の規則波中の打込み水量を示した。B 型船では波高が15cm の場合にも相当頻繁に発生しており、張出し甲板が無いために海水打込みが起きやすくなったことが判る。波高25cm にすると(表-5) 当然海水打込み水量は増加するが、表-3 の A 型船の打込み水量と比較して見ると明瞭な差違は無い。即ち、波高が低い中は張出し甲板が海水打込みの防止に効果があるが、或る程度以上波高が高くなると張出し甲板の効果は減少するようである。表-6 は A 型船のブルワーク高さを ½ 切詰めた C 型模型船の海水打込み水量である。波高は15cm であり、表-3 と比較するとブルワーク高さの減少により海水に打込みやすくなったことが判る。以上、ほぼ一定距離を航走する場合の打込み水量について述べたが、表-7 には合波 1 波当りの打込み水量を cm^3 単位で示した。この

表-5 B 型船の海水打込み水量 (波高25cm)

λ/L	X ノッチ	180°				135°				90°				45°				0°			
		S	2	4	F	S	2	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F
1.25	右舷			0.10	0.20			0.45	1.64		0.27	0	0		0	1.70	0.42		0	0	0
	左舷			0	0.30			0.93	1.30		0	0	0		0	0.95	0.75		0	0	0
	合計			0.10	0.50			1.38	2.94		0.27	0	0		0	2.65	1.17		0	0	0
1.0	右舷		0.15	0.20	0.38		0.84	0.95	2.83		1.10	0.08	0.48		0.07	0.58	1.30		0	0	1.26
	左舷		0.20	0.09	0.80		0.65	0.17	1.42		0	0	0		0.17	1.03	0.91		0	0	0.72
	合計		0.35	0.29	1.18		1.49	1.12	4.25		1.10	0.08	0.48		0.24	1.61	2.21		0	0	1.98

表-6 C 型船の海水打込み水量 (波高15cm)

Hw (cm)	X λ/L N	180°				135°				90°				45°				0°				
		S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F	S	2	4	F	
15	2.0		0	0	1.6		0	0	1.2		0		0		0	0	0		0		0	
	1.5		2.7	2.0 1.0	3.1		1.4	0.9	4.3		0		0		0	0	0		0	0	0	
	1.25	0	0	1.7	2.3	0	0	0	2.9	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	
	1.0	0	0	2.5	3.8	0	0.8	2.5	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3.0	2.1	0.7
	0.75	0	0	1.5	2.3	0	0.5	1.0	2.7	0	2.2	8.4 2.3	1.2	0.1	1.6	1.2	8.9 3.0		0	0	0	0

表一 7 1 波当りの海水打込み量 (B 型船)

Hw (cm)	x $\lambda/L \times N$	180°				135°				90°				45°				0°				
		S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	S	1	4	F	
15	2.0				23																	
	1.5				48																	375
	1.25				50 45				43													755 250
	1.0				50			6	60													400
	0.75			31				16	40					27								203 297
25	1.25			3	25			58	140			16										530 1170
	1.0			15	10	54		51	42	177		42	7	60				14	322	737		990

表から、1 回当りの打込み水量は向い波から横波にかけては少なく、斜め追波及び追波では非常に多いことが判る。これは主として海水打込みの様式の相違によるもので、目視観察並びにビデオカメラの記録で見ると、波と船との相対速度が高い向い波や斜め向い波中ではスプレー型の打込みが多く、相対速度の低い追波や斜め追波中では流入型の打込みが多い。横波中では両者が混在する状態である。向い波や斜め向い波中で

も流入型の打込みが生ずる場合がある。それは向い波中で縦揺れが大きくて船首が波を掬い込む様な場合、或いは斜め向い波中で縦揺れ横揺れが共に大きく、Weather side の S. S. 3 附近から流入する場合である。表- 3 の $x=180^\circ \lambda/L = 1.25N$ (ノッチ) = F の 1.1 l は前者の例、 $x=135^\circ, \lambda/L \times 1.25, N=2$ の 16.7 l は後者の例である。

以上、航走中の海水打込み水量について記したが、次に甲板上滞留水の最大限度を計測した結果について述べる。図-35は放水口を塞いだ A 型模型船の甲板上に 30 l の水 (ブルワーク・トップから溢れるまで)を入れて規則波中を航走し、打込み水量と溢れた水量とがバランスした時の滞留水量を計測した結果である。上の図は Weather side に滞留水を入れて置いた場合、下の図は Lee side に滞留水を入れた場合である。初めに 30 l 入れた水のうちブルワーク・トップから流れ出す量は縦波中では 5 l 程度、最も多量に流れ出す横波中では 10 l 程度 (約 $1/3$) であり、残りの滞留水の排出は放水口に頼らねばならないことが判る。初期水量より大きな値となる場合もあるが、これは初期滞留水の反対舷甲板上にも滞留水が生じた結果である。

ここで相対水位と打込み水量の計測値との関連について附記する。今回の実験では相対水位と打込み水量の計測を同時に行っており、相対水位の応答と打込み水量とは傾向的には一致する結果を得ているが、相対水位の応答から打込み水量を推定できるような結果は得られていない。例えば波高 15cm の波に対する相対水位の応答は A 船型と B 船型とはほとんど同じである (図-29) にもかかわらず A 船型では海水打込みはほとんど無く、B 船型では頻りに打込みが見られる。この

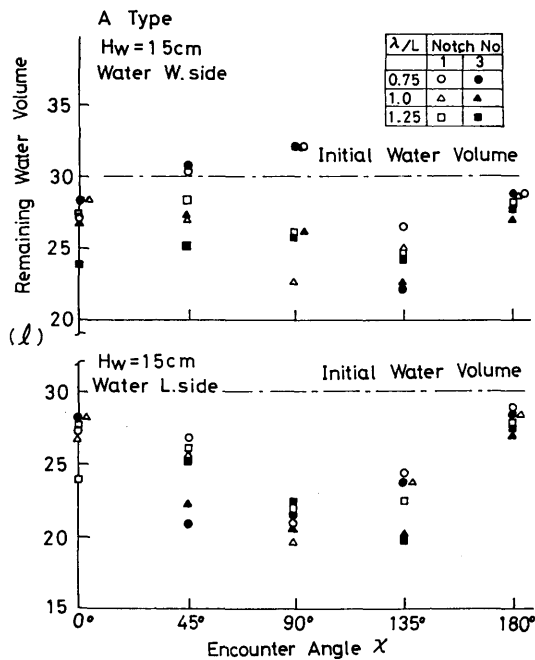


図-35 規則波中航走時の最大滞留水量 (A 型船)

相違が生じた原因は相対水位計が船殻表面の相対水位を十分に捕捉していない（目視観察によれば船殻表面の水位が計測値より更に10cm以上跳ね上る場合もある）ばかりでなく、相対水位の計測値がブルワーク・トップを越えても海水打込みが生ずるとは限らず、スプレー状の海水打込みのメカニズムが非常に複雑で捉え難いことにも原因がある。

d) 崩れ波による海水打込み

海水打込みは比較的短い波長の波で生じやすいことが判ったので、波長を一定とし ($\lambda = 2.06\text{m}$, $\lambda/L = 0.75$) 波の岨度の影響を調べた。供試船はC型船である。表-8は各造波ストロークに対する波高であり、写真-4～写真-6に造波ストローク240mm, 270mm, 330mmの場合の波面の様子を示した。ストローク240mmは崩れる直前の波である。図-36及び図-37には造波ストローク180mm～330mmの波に対する船体運動ならびに海水打込水量の計測値を示した。図には

表-8 崩れ波の造波ストロークと波高

造波ストローク (mm)	波 高 (Hw cm)			岨 度 (Hw/λ)
	平均	最大	最小	
180	16.2	19.1	13.7	1/12.7
210	18.3	20.9	16.0	1/11.3
240	20.7	24.6	17.4	1/9.9
270	21.3	26.0	16.3	1/9.7
300	22.3	28.2	15.7	1/9.2
330	20.4	25.8	15.1	1/10.1

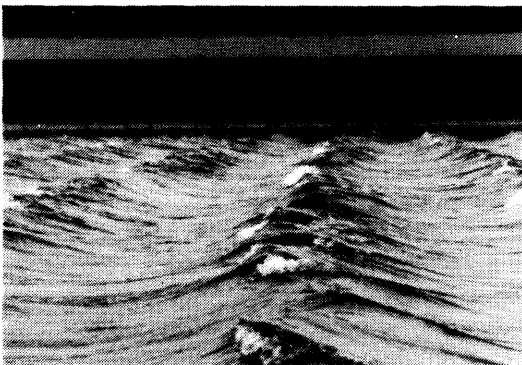


写真-4 崩れ波の波面 ストローク240mm

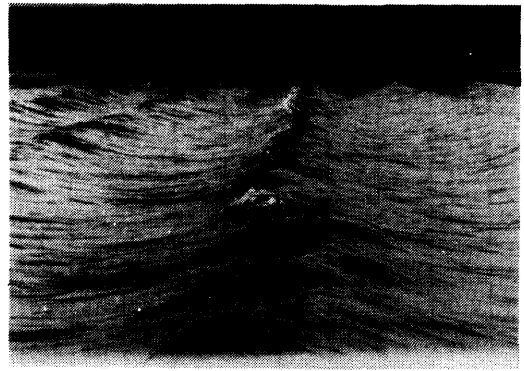
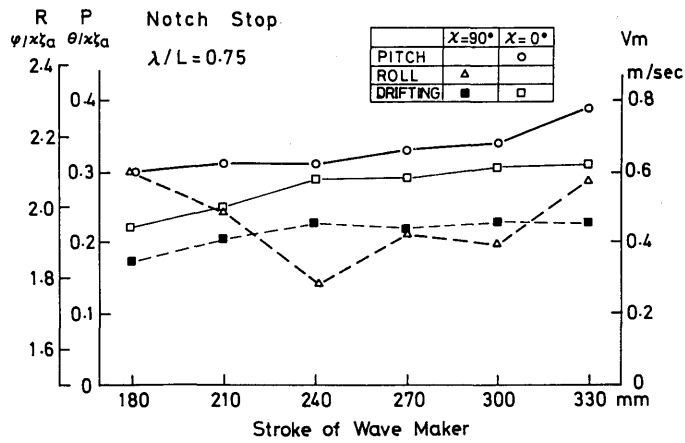


写真-5 崩れ波の波面 ストローク270mm

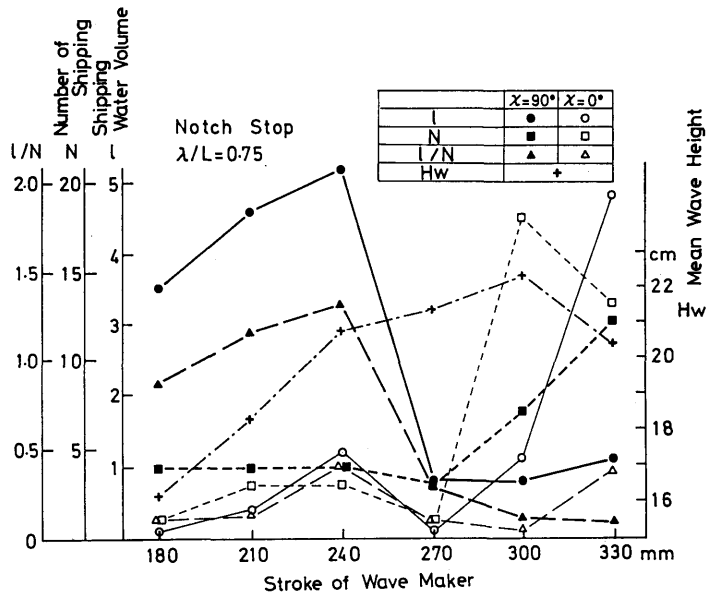


写真-6 崩れ波の波面 ストローク330mm

出合角度0°の場合の計測値も記入されている。この船型は自然に放置すると追波状態にはならず100°前後の出合角度で漂流するが、船尾からの海水打込みを調べるために外部から船首方向を修正しながら漂流させたものである。出合波の数は何れの波の場合も29波である。図-36に見られるように、漂流速度はストロークの増加に従って早くなり、横波中より追波中の方が約20%早い。縦揺れ応答はストロークの増加と共に大きくなっているが、横揺れ応答はストローク240mmまでは低下の傾向を示し、更にストロークを増すと上昇に転ずる。即ち、波が崩れ始めるまでの横揺れ応答は波の岨度が増すに従って小さくなるが、波が崩れて後は岨度は余り変わらないのにストロークの増加と共に大きくなって行く。然し、横揺れ振幅そのものは終始ストロークの増加とともに大きくなる。図-37には海水打込みの回数、打込水量、平均波高などを示した。平均波高は波が崩れ始めるとストロークの増加に対する波高の割



図—36 崩れ波中の動揺と漂流速度 (C型船)



図—37 崩れ波中の海水打込み (C型船)

合が少なくなり、波高のバラツキが増してくる。ストロークが最も大きい330mmでは平均波高は減少を示している。横波に対する海水打込みは、波が崩れるまでの打込み回数は余り変らないが、打込み水量はストロークの増加とともに増加し、従って1回の打込み水量は増加する。しかし、波が崩れ始めるストローク270mmでは打込み水量は急激に減少している。この急激な打込み水量の減少の理由は不明である。造波ストロ

ークを更に大きくすると打込みの頻度は急に増加するが水量は余り多くはならない。追波による海水打込みは波が崩れ始めるまでは造波ストロークの上昇とともに増加し、ストローク270mmで一度減少する傾向は横波の場合と同じであるが、打込み水量は横波の場合よりはるかに少ない。しかし、波が崩れた後は急に打込み水量が増加し、横波の場合より多くなる傾向が見える。即ち、横波による海水打込みは波が崩れ始めるま

で大きく、追波の場合には波が崩れた後に大きくなる。

漂流時の海水打込みは波と船体との相対速度に大きく影響される。今回の実験ではこの事についての調査は行われていないが、漂流速度を抑制すると海水打込みが急に激しくなることが観察されている。従って漁網やシーアンカー等の投入、或いは追波中での後進などに際しては海水打込みに対する注意が必要であろう。

3. 放水口に関する実験

3.1 放水口及びスクーパーの模型

総トン数25トン以下のブルワーク型小型漁船の放水口には円形、長方形などがあり、その大きさは円形の場合直径2~9 cm にわたるが、4~5 cm のものが一般的であると言われる。また、放水口に設けられるスクーパーは長方形のものが多く用いられ、その大きさは長さ30cm、幅15cm、厚さ4~5 cm 程度が一般的であると言われる。スクーパーとは放水口の外側に設けられる覆いで外側に脹みを持ち、船尾方向だけが開口している。従って、船首方向から横方向の波に対して水の逆流を阻止すると共に、船速がある場合には開口部に負圧を生じて排水を促進する効果があると言われる。実験に用いたスクーパー模型は実物の1/3縮尺、即ち15mm 径の丸型放水口(面積1.77cm²)と、これと比較するために3倍の面積を有する長方形の放水口(35.3×15mm、面積5.3cm²)の2種を用意した。放水口は写真-7及び図-38に示すような滞留水槽(500×450×150mm)の前面下部に明けられている。スクーパー模型は図-39に示すような長方形(100×50×15mm)で、開口部面積は約6.75cm²であり、何れの放水口にも着脱できる。滞留水槽の両脇には回流水槽での実験に備え、図-38及び写真-8に示すような整流壁が取付けられるようになっている。

口(35.3×15mm、面積5.3cm²)の2種を用意した。放水口は写真-7及び図-38に示すような滞留水槽(500×450×150mm)の前面下部に明けられている。スクーパー模型は図-39に示すような長方形(100×50×15mm)で、開口部面積は約6.75cm²であり、何れの放水口にも着脱できる。滞留水槽の両脇には回流水槽での実験に備え、図-38及び写真-8に示すような整流壁が取付けられるようになっている。

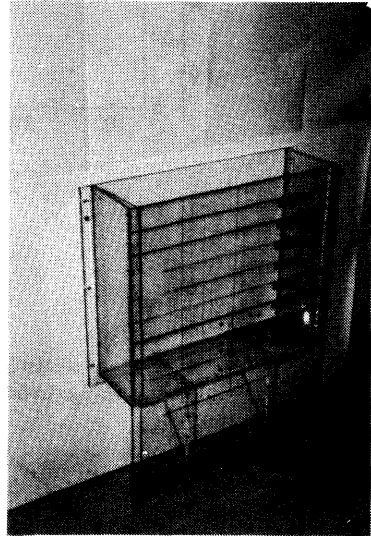


写真-7 滞留水槽

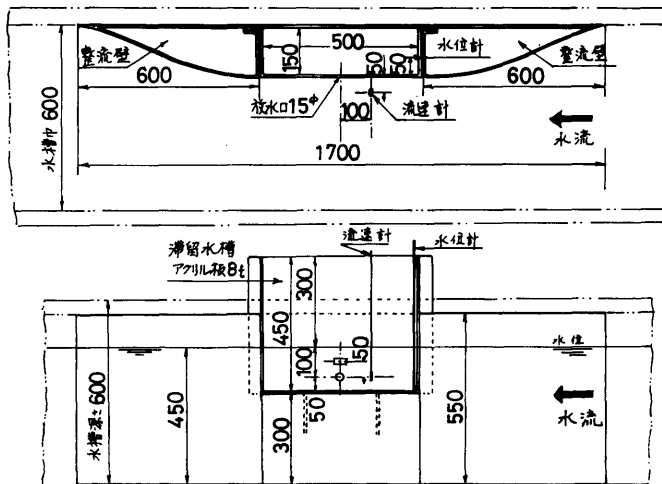


図-38 放水口模型概要図

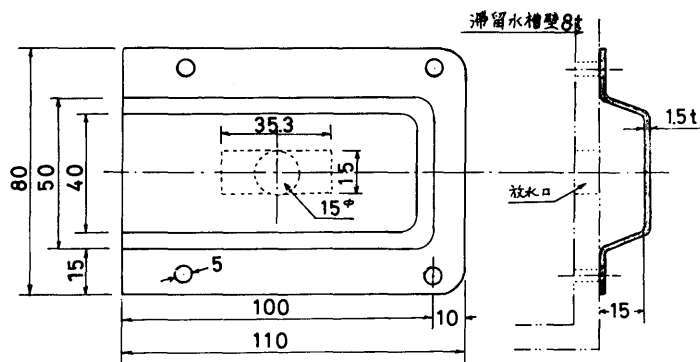


図-39 スクーパー模型寸法

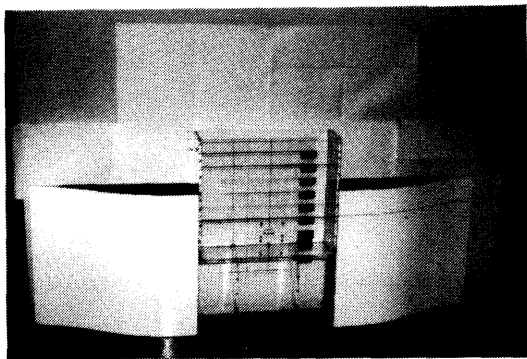


写真-8 滞留水槽と整流壁

3.2 実験方法及び計測器

放水口に関する実験は放水口模型による海水打込み実験及び排水実験のほか、A型模型船を用いた波浪中での排水実験も行っている。

放水口からの海水打込み実験は滞留水槽を動揺試験水槽に定置した曳航台車に取付け、放水口に規則波を当てて滞留水槽に流入した水量を計測した。放水口には長方形放水口を用い、波長、波高、出合角度、スクーパーの有無などの影響を調べている。用いた規則波は波長(λ) 1~4 m、波高(H_w) 10, 20cmで出合角度(α)は 90° (正面波) 120° (斜め向い波) 60° の3方向とした。滞留水槽の正面には壁面から1 cm離して水位計を取付けて相対水位を計測している。滞留水槽内に流入した水量は計量カップで測り、出合波の数は流入量の多少により8~30波に変えている。その他打込みの状況をビデオカメラで撮影し、目視観察の補助としている。

放水口からの排水実験は放水口が空中にある場合と

水中にある場合について行った。水中にある場合の実験は図-38に示した様に滞留水槽の両脇に整流壁を配して回流水槽(計測部 長 $200 \times$ 巾 $60 \times$ 深 45 cm, 最大流速 2.0 m/s)に取付け、水流の速さを $0 \sim 1.9$ m/sに変えて滞留水の排出時間の变化を調べた。放水口は丸型、長方形の両方を用いている。放水口が水中にある場合の放水口の位置は水面下 10 cmとし、滞留水槽内の初期水頭は 20 cmとしている。滞留水槽内には水位計が設置されており、滞留水の水位が計測できる。流速の計測には 20 mm径の翼車型流速計を用いた。

A型模型船についての排水実験は模型船の放水口を塞いで船の片舷甲板に 20 lの水を入れておき、波高 10 cm、波長船長比 $0.75 \sim 1.5$ の規則波中を漂流させながら放水口を開き、滞留水が減少して行く経過をS.S.4の甲板に設置した水位計により計測し、排水に要する時間と波長及び出合角度との関係を調べた。

3.3 実験結果と考察

図-40に放水口の位置を水面上 5 cmとして放水口の正面($\alpha = 90^\circ$)及び斜め($\alpha = 60^\circ$)から規則波を当てた場合の波長と放水口の附近の水位の上昇量との関係を示す。正面波に対する壁面の水位上昇量は波長が長い場合には波振幅(半波高)にほぼ等しいが、波長が短くなると壁面で水が跳ね上りようになり、水位の上昇は急に大きくなる。しかし、 $\alpha = 60^\circ$ の斜め波に対しては水の跳ね上りは余り見られなくなる。また、崩れた波の場合($\lambda = 1.5$ m, $H_w = 15$ cm, $\lambda = 1.0$ m $H_w = 10$ cm)にも水の跳ね上りは生じにくく、水位の上昇量は小さい。図-41に放水口の水面上の高さを変えて正面波を当てた場合の1波当りの打込み水量を示した。放水口の水面上高さに対して波高が大きく、かつ波長が長い場合の打込水量は余り波長の影響を受けな

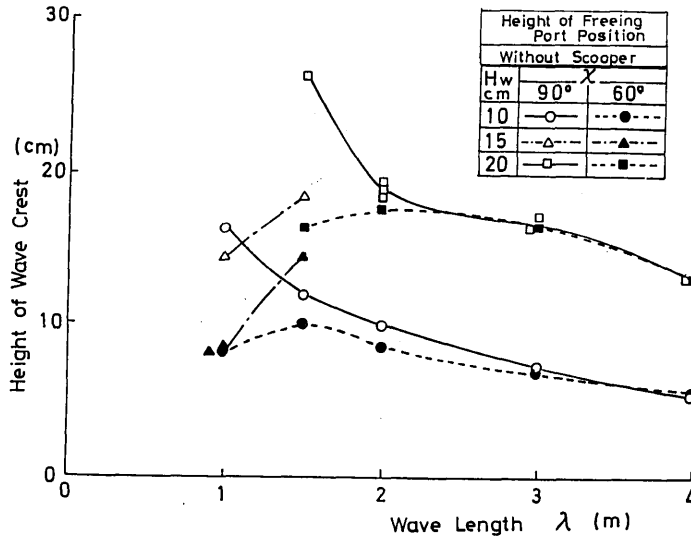


図-40 波長と相対水位上昇量との関係

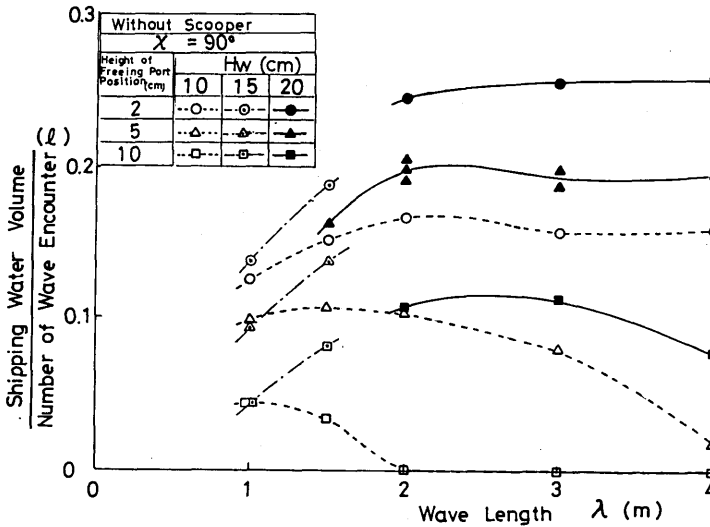


図-41 正面波による放水口からの海水打込み

い。放水口高さより波振幅が小さいにもかかわらず打込みが見られるが、これは壁面での水の跳ね上りによって生じたものであるが、跳ね上りによる打込水量は少ない。図-42及び図-43は海水打込に対するスクーパーの効果を示した図で、それぞれの波高は10cm及び20cmである。スクーパーの開口部は船尾方向に開いているものとする。図に見られるように、スクーパー

の海水打込み防止効果は向い波中で大きく、追波中では小さくなる。また、波高が大きくなると効果は減少する傾向を示すが平均的には打込み水量を1/2程度に抑止していることが判る。

以上、放水口からの海水打込みの実験結果について記したが、次に放水口からの排水実験結果について述べる。図-44は滞留水槽に放水口上30cmまで水を入れ

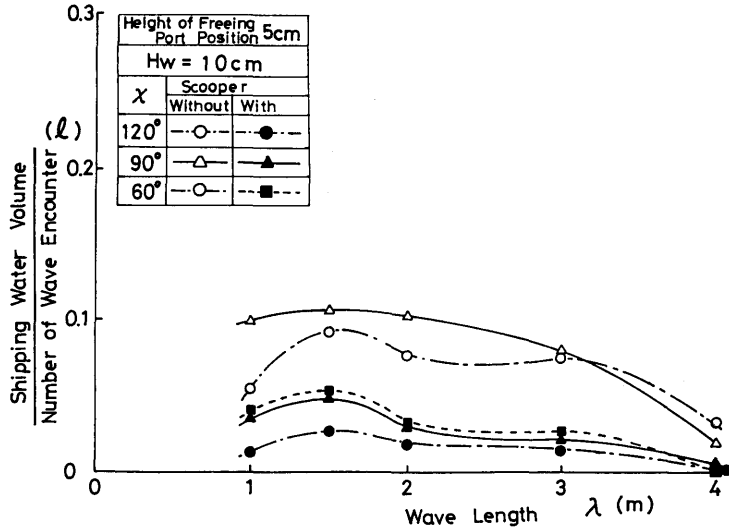


図-42 スクーパーの有無による打込み水量の変化 (波高10cm)

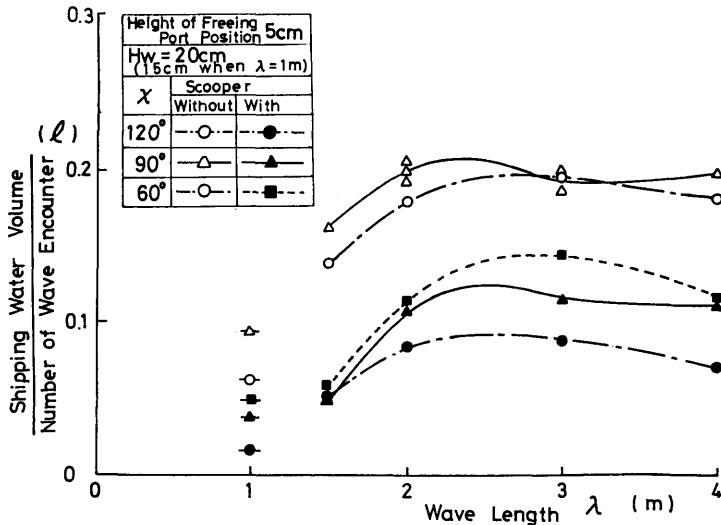


図-43 スクーパーの有無による打込み水量の変化 (波高20cm)

て放水口から排水した場合の排水の様子を示した図で、滞留水の水位が大きいうちは急速、かつ直線的に排水され、滞留水の水位が2 cm程度に小さくなると急激に排水が悪くなることが判る。この実験結果から水頭が20cmから2 cmに減少するまでの平均流量係数を求めてみると、丸形放水口は約0.48、長方形放水口では約0.44となる。図-45は滞留水槽を図-38に示す

ように回流水槽に設置して水流を起した時の放水口附近の水面の様子をスケッチしたもので、回流水槽の流路が滞留水槽及び整流壁で絞られているため流速が早くなると水面が傾斜するようになる。そこで放水口が水中にある場合の放水口位置は放水口の中心の真上の水深が10cmになるようにしている。図-46は放水口の正面で計測した流速分布である。放水口から5 cm以

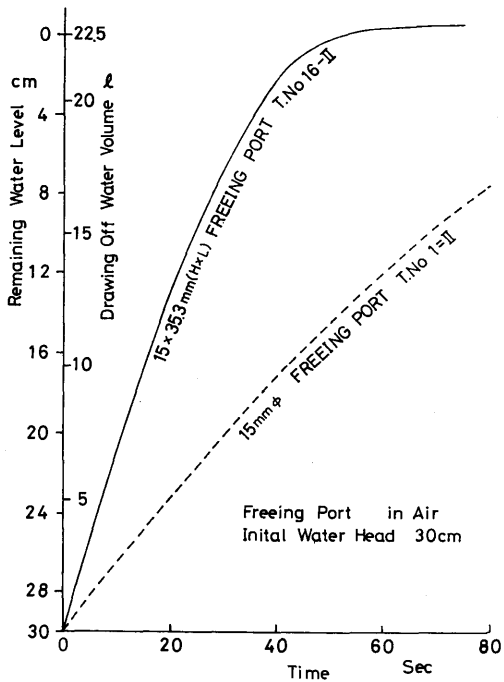


図-44 放水口の排水速度曲線 (放水口：空中)

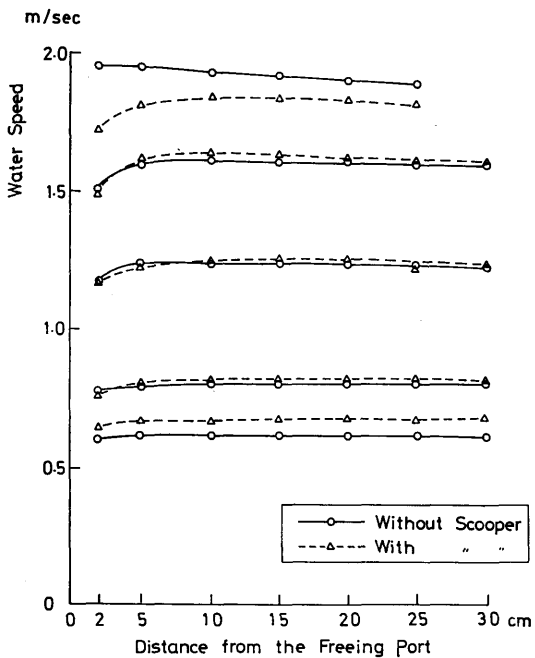


図-46 回流水槽の流速分布

Circle Type Freeing Port, 15mm φ, Without Scooper

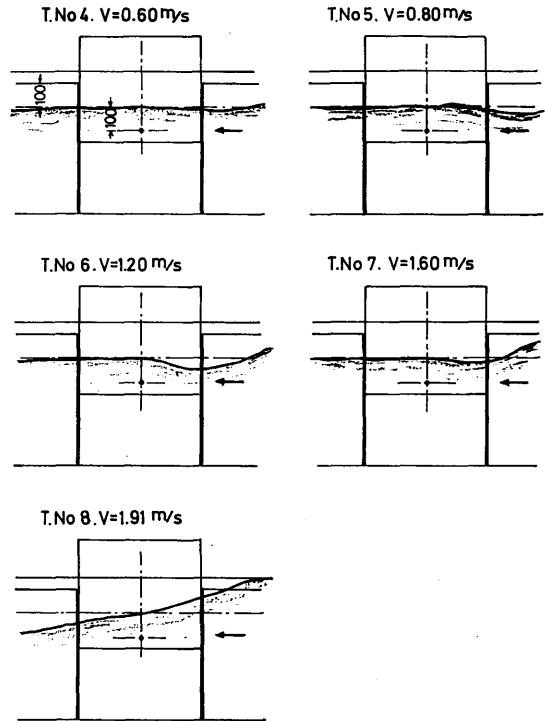
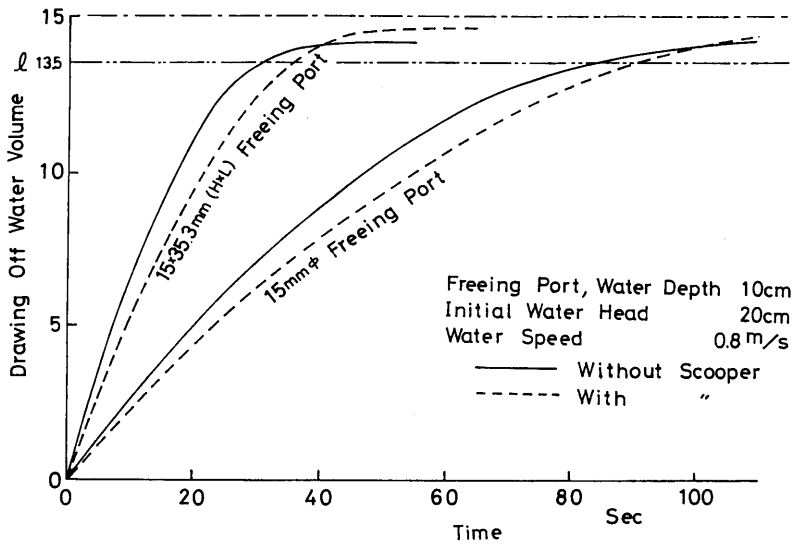
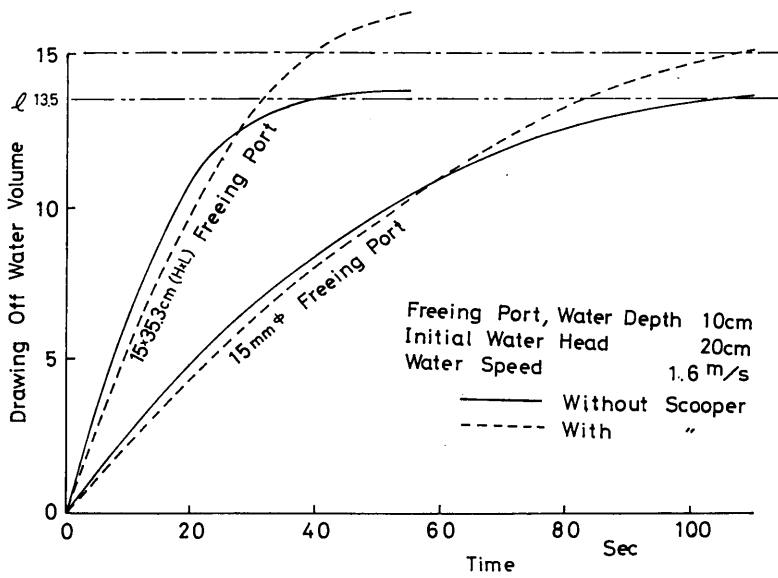


図-45 流速による回流水槽水面の変化

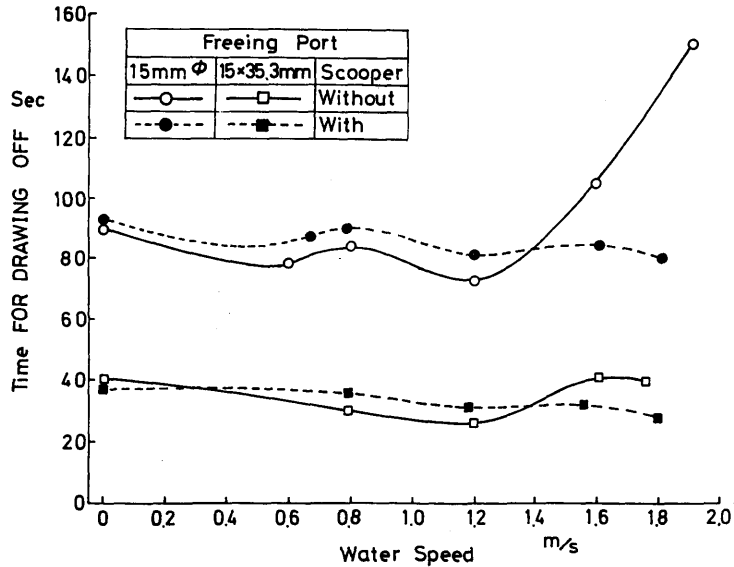
上離れるとほぼ一定の流速となっている。以下に示す実験結果の流速の表示は 5 cm の位置の値を用いるが、放水口の極く近い所ではこの値より 0.1~0.2m/s 低いものと推定される。図-47及び図-48に放水口を流速 0.8m/s 及び 1.6m/s の流水中に置き、初期水頭 20 cm (水量 15ℓ) から排水した場合の排水速度曲線を示した。排水水量 13.5ℓ の 2 点鎖線は水頭 2 cm に相当する。これらの図から放水口にスクーパーを取付けると、水頭が大きいときにはスクーパーは排水を防いでいるが、水頭が小さくなってからは排水時間を短くする効果があり、また、この効果は流速が早いほど効果が大きいことが判る。図-44で述べたように水頭が小さくなると排水が悪くなり、排水終了の時点が不明確になる。そこで水頭 20cm から 2 cm になるまでの排水所要時間を流速及びスクーパーの有無について示したのが図-49である。スクーパーを付けない放水口の場合には流速が低いときは流速の増加とともに排水所要時間は短くなって行くが、流速 1.2m/s を過ぎると時



図一47 放水口の排水速度曲線 (流速0.8m/s)



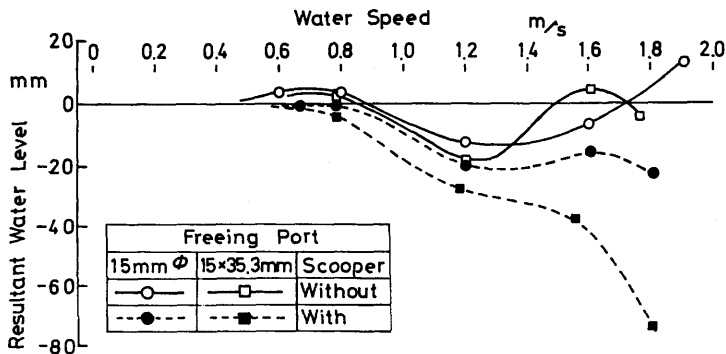
図一48 放水口の排水速度曲線 (流速1.6m/s)



図一49 流速と排水所要時間の関係 (水頭20→2 cm)

間が長くなる傾向を見せ、特に丸形放水口の場合はその傾向が著しい。しかし、放水口にスクーパーを付けると流速が1.2m/s以上になっても排水所要時間が短くなる傾向を保つことが判る。放水口を水中に置いた場合には滞留水槽内の水面は放水口の両側の水圧が釣合った時点で静止する。図-50はその時点の滞留水槽内水面の高さを回流水槽の水面の高さを基準(0)として示したもので、滞留水槽水面が回流水槽水面より高い場合を正としている。図に見られるように、放水口にスクーパーが無い場合の滞留水槽の水面位置は流

速により正になったり負になったりするが、スクーパーを付けると一貫して負になり、流速の増加とともに負の値が大きくなっている。即ち、水中にあるスクーパーは流速が小さい場合でも滞留水を吸い出す効果を持っており、流速が大きくなるにつれて効果が良くなることを示している。スクーパーを付けた場合には丸形放水口と長方形放水口の実験点は重なるのが当然と考えられるが、この実験結果では相当の違いが見られる。その原因としてはスクーパーに対する放水口の相対的な大きさ及び位置の違いによるものと考えられ、



図一50 放水口の内側と外側の圧力差

両者の関係については更に検討を要する問題である。

以上、放水口及びブスターの模型で行った実験結果について述べたが、更に A 型模型船を用いて行った排水実験結果について記述する。図-51及び図-52に静水面上に浮ぶ模型船上に30ℓの水を入れて傾けてお

き、図-3に示した片舷3ヶ所の放水口を1ヶ所、2ヶ所、及び3ヶ所を同時に開いて滞留水が減少して行く様子並びに傾斜角が減少して行く様子を示した。放水口の面積は1ヶ所当り4.56cm²である。図に見られるように、放水口を2ヶ所開いた場合は1ヶ所の場合の

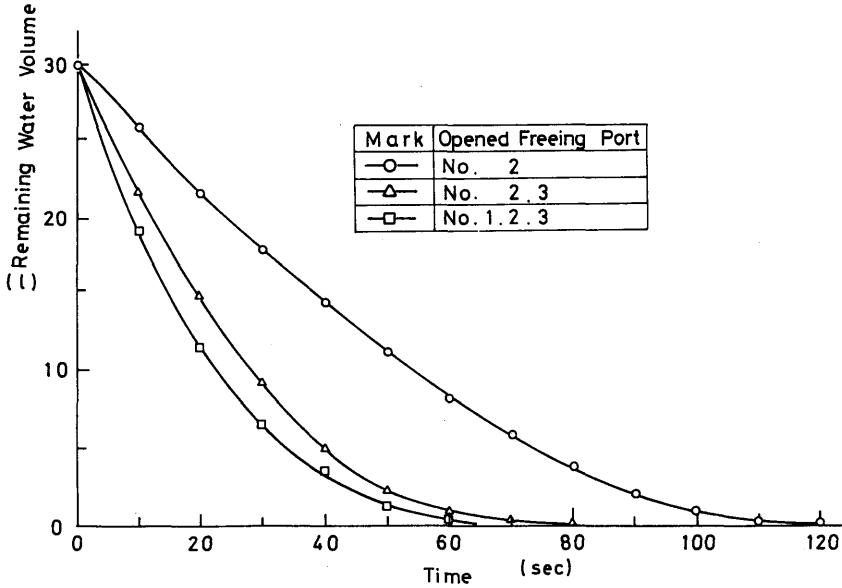


図-51 模型船の排水速度曲線 (A 型船)

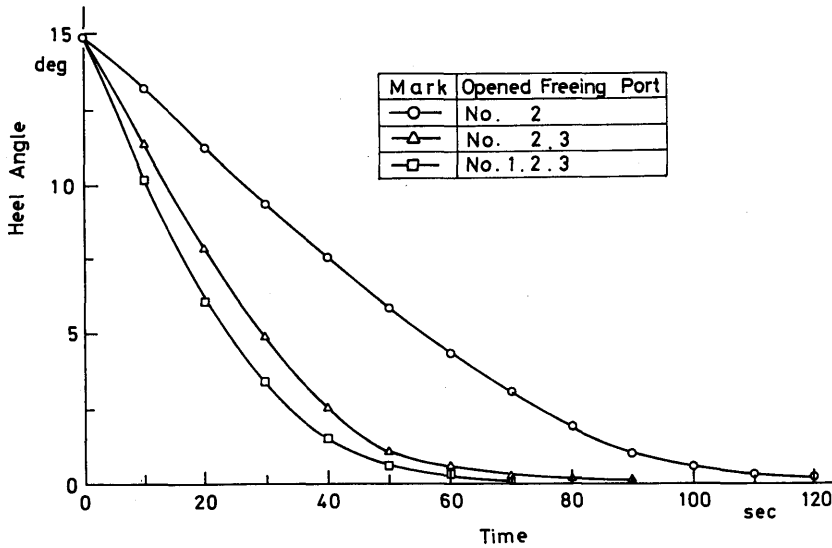


図-52 模型船のヒール角恢復速度 (A 型船)

ほぼ2倍の早さで排水しているが、放水口2ヶ所の場合と3ヶ所の場合との差は小さい。これは滞留水がNo. 2, No. 3放水口附近に留りやすく水頭が大きいことによる。この結果からはNo. 1放水口は効果が少ない様に思われるが、追波中航走時には滞留水が船首

寄りに集まることもあるので、その場合には必要な放水口である。図-53は滞留水の排出によりGMが回復して行く様子を書いた図で、GMが最も小さくなっている時の傾斜角は10°附近である。放水口が1ヶ所の場合と2ヶ所の場合にGMが0.21mから0.23mに回復

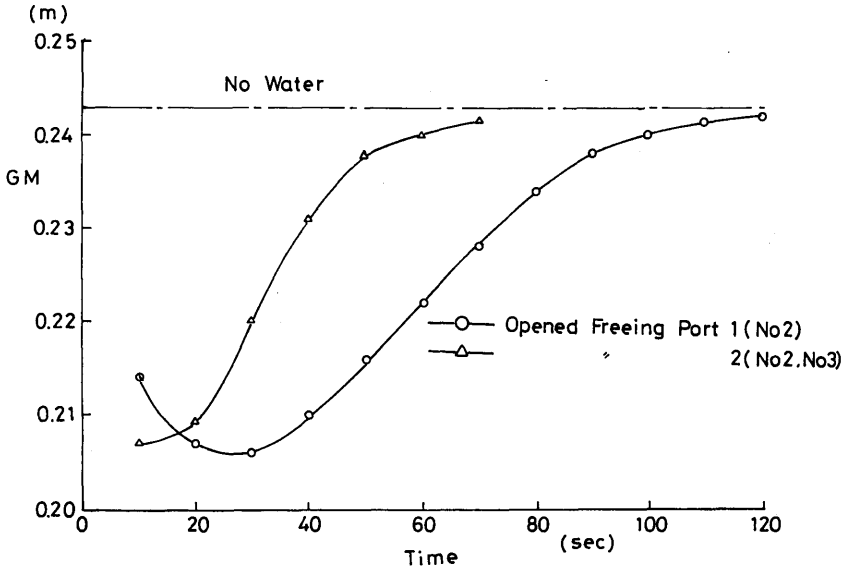


図-53 模型船のGM回復速度 (A型船)

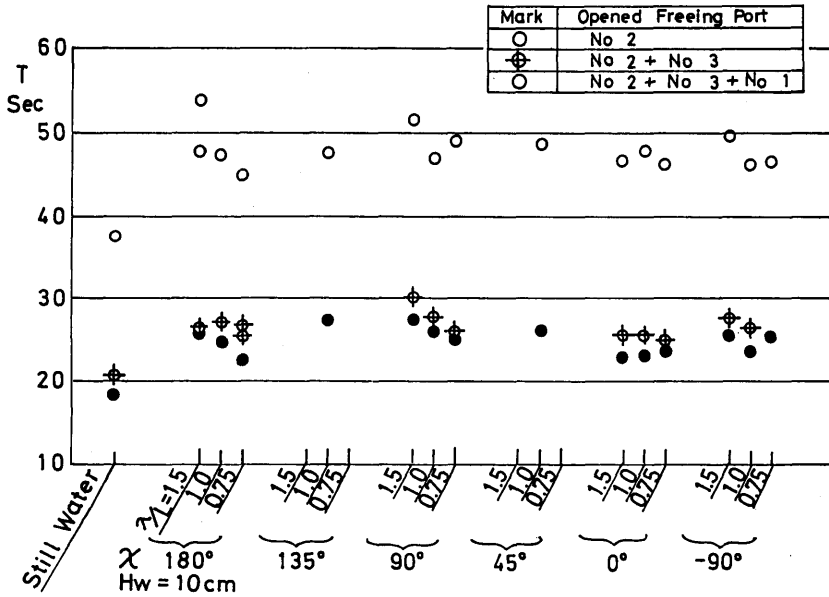


図-54 規則波中漂流時の排水速度 (A型船)

するまでの時間はそれぞれ33秒及び20秒であり、2ヶ所の場合は1ヶ所の場合の約1.6倍の早さでGMが回復している。図-54は模型船上に20ℓの滞留水（排水重量の13.3%）を入れて波高10cmの規則波中を漂流させながら放水口から排水し、滞留水量が7.5ℓ（排水重量の5%）に減少するまでの所要時間を示した図である。出合角度は滞留水をLee sideに入れた場合を正としている。なお、滞留水量7.5ℓは実船に換算すると約140ℓとなり、S.S.4附近での水深は約10cmに相当する。図の左端には静水面での計測値も記入しており、この値と波浪中での排水所要時間とを較べると、波浪中では約25%大きな値となっている。放水口の数と排水所要時間の関係は静水面上と同じ傾向である。波浪中での排水所要時間には波長及び出合角度の影響は少なく、また、滞留水がLee side、Weather sideのどちら側にあっても余り違いは無いようである。

4. ま と め

3型式のブルワーク型小型遊漁船の模型を用いて規則波中の自由航走実験を行い、海水打込みならびに動揺に対する張出し甲板の有無及びブルワーク高さなどの影響を調べ、張出し甲板が海水打込みの防止ならびに船体動揺の減少に効果のあることが判った。また、放水口及びスクーパーの模型を用いて放水口からの海水打込み及び排水についての実験を行い、スクーパーが海水打込み或いは排水所要時間の短縮に役立つことが明らかになった。この実験で得られた主な成果をまとめると下記のようなものである。

1) 張出し甲板は波長の短い波浪中での横揺れを小さくする。また、低速航走時には短波長域での縦揺れも小さくする。

2) 船体の浮上や姿勢の変化の影響を含めた相対水位の上昇は、船首部では波振幅の5～6倍、中央部前半では3倍、船体後半では4倍程度の水位上昇があり、供試船の原型であるA型船の船体後半部のブルワーク高さは前半部に較べやゝ不足気味に思われる。

3) 海水打込みが生じやすい条件は波長が比較的に短かく、向い波、斜め向い波、斜め追波で航走する場合で、船速が高いほど打込みやすい。

4) 向い波、斜め向い波中での海水打込みは主としてスプレー状の打込みで、少量づつではあるが頻繁に発生する。追波、斜め追波中での打込みは流入型で、打込頻度は低いが一度に大量に打込む。

5) 後方からの海水打込みは一度に大量に入るため、復原性の劣化が急激に起るばかりでなく針路不安定を招き危険性が大きい。

6) 甲板上の滞留水、特にLee sideの滞留水は大動揺を起す原因となり注意する必要がある。

7) 漂流時に漂流速度を抑止すると海水打込みが生じやすくなる。特に追波から横波にかけての漂流時には注意を要する。

8) スクーパーは放水口からの逆流を $\frac{1}{2}$ 程度に抑えることができ、また、滞留水が極端に多くなれば排水所要時間を短縮できて有効である。

9) 今後に残された問題としては張出し甲板の取付け部の位置と形状、スクーパーと放水口の相対的な位置及び大きさの関係などは更に研究を要する問題であり、また、海水打込み水量が推定できるような相対水位の計測方法を開発することも必要である。

本報告を終るに当り協同研究の相手方である日本小型船舶検査機構の関係各位ならびに研究遂行に当り貴重なる御助言御検討を戴いた「小型漁船のブルワーク形状ならびに放水口の復原性に及ぼす影響に関する調査委員会」の委員各位に対し深甚な謝意を表するとともに、実験の遂行に種々御指導下さった菅井和夫運動性能部長ならびに実験に終止御協力下さった艤装部の沢田博史技官に対し厚く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 富武 満ほか「玄壙放水口の流量係数」日本造船学会論文集第108号（1960）
- 2) “木船ブルワークの放水口の適正限界の研究”
(株)漁船協会 昭和33年度報告書
〃 昭和34年度報告書
- 3) “木船ブルワークの放水口の適正限界の研究”
(株)日本海難防止協会 昭和35年度報告書
- 4) 菅井和夫 “小型高速船の耐航性”
(株)日本造船学会第2回耐航性に関するシンポジウム 昭和53年12月
- 5) 吉野泰平ほか “小型船の海水打込みと放水口の効果に関する模型実験（第1報）” 船舶技術研究所 昭和58年度秋期講演集
- 6) 山本徳太郎ほか “小型漁船の海水打込み及び排水に対するスクーパーの効果について” 船舶技術研究所 昭和59年度秋期講演集