



特別寄稿・長距離航海に適したヨットの選び方

林賢之輔

今年始め、林賢之輔先生（林賢之輔ヨット塾塾長）が「長距離航海に適したヨットの選び方」というテーマで外洋ヨットマンを対象に講演した。以下はその講演内容を記述したものである。

【主な内容】

- 転覆、座礁、衝突などの事故におけるハル、キール、舵、リギン等々の損傷例
- 安全のための線型、船体の材料や工法、セールやリギンなどの選び方
- 事故等による損傷の修理方法と注意点

外洋ヨットの基本的要素

1、外洋ヨット(セールボート)の基本的な要素

帆走性能-----最小限: 危険水域からの脱出

安全性-----構造強度、復原性、操縦性能

自活能力-----他からの援助が期待できない

居住性-----快適さ、乗り心地

適応性-----目的、水域、天候、個人的要素

2、外洋ヨットの構成要素(妥協？調和)

船型-----L,B,D, Draft, Displ, 断面型(復原性、動揺周期)

キール・バラスト-----バラスト(重心位置、復原性)、水面下翼、喫水・座礁問題

舵・操舵装置-----方向舵、水面下可動翼、リーウェイ、ヘルム・バランス

マスト・リギン・セール-----推進力、水面上翼、リグ形状、人力操作(原則的)

船体構造-----材質、工法、職人、疲労強度

船内居住空間、内装-----容積、3D、人体の寸法(艇の大きさ)、衣食住設備

密閉(閉所)空間、換気

デッキギ装-----ギ装品の効率、容易さ、操縦席(コックピット)、空間の取合

補機(エンジン)-----出入港、風対策、危険回避、発電機

電気系統・配管系統-----DC,AC,バッテリー、清水タンク、燃料タンク

装備品-----設備規程、航海用具、係船、消火、無線、救命

特別規程、落水者救助、救急医薬品・処置法

3、船体各部に加わる力

静的荷重-----水圧、風圧、慣性力(排水量に比例)、流体力(面積・速度2乗に比例)

動的荷重-----衝撃荷重、

シートロード セールに加わる荷重(RM に比例、セール面積に比例、風速2乗に比例)

標準的な艇	Va=24kt	LOA ft	Jib sheet	Main sheet
		28	300 kgf	800 kgf
		32	600 kgf	1200 kgf
		42	900 kgf	1500 kgf
		60	1500 kgf	2500 kgf

4、スピードの要素

推進力と推進抵抗力のバランス、 2流体力のバランス、 揚力、抗力
長さ-----フルード数(造波抵抗)、レイノズル数(摩擦抵抗)
排水量-----排水量長さ比
セール面積-----リグ形状の効率、アスペクト比、キャンバー(ドラフト)
復原力-----排水量、幅、重心上下位置

標準的な艇	$V_t=12\text{kt}$	plus 10%	Speed gain
	L	plus	0.7%
		minus	0.4%
	S	plus	1.3%
	RM	plus	0.4%

5、転覆現象

復原性---復原艇、復原力曲線、復原力消失角、自己復原性(起上がり小法師)

重心復原力、形状復原力、救命艇(タートルデッキ)

転覆-----波浪(碎波)による現象、(風力による現象:小型艇) :動的現象

転覆エネルギー、復原エネルギー、回転軸まわりの慣性モーメント

沈没-----艇体破損、浸水沈没、 不沈性能(multi-hull 他)

6、安全危機管理

生存すること---危険な状態、予知能力、回避、自己責任、

事故例--何が危険か、状況把握、対処法を考える、ヒューマンエラーは必ず起る
座礁、火災、落雷、けが(打撲、骨折)火傷、船酔い、熱射病、メンテナンス中事故
マスト(高所)作業中事故、転覆、浸水、落水(死亡率抜群、要注意)

ヨットレース中の事故例

1979 Fastnet Race : 参加 303 隻、完走 85, 棄権 194, 船体放棄 19, 沈没 5, 死者 15 名

1992 Japan-Guam Race : 参加 9 隻、完走 5, 棄権 2, 沈没 2, 死者 14 名(生存者 3)

1998 Sydney-Hobart Race : 参加 115 隻, 完走 40, 棄権 70, 船体放棄 5, 死者 6 名

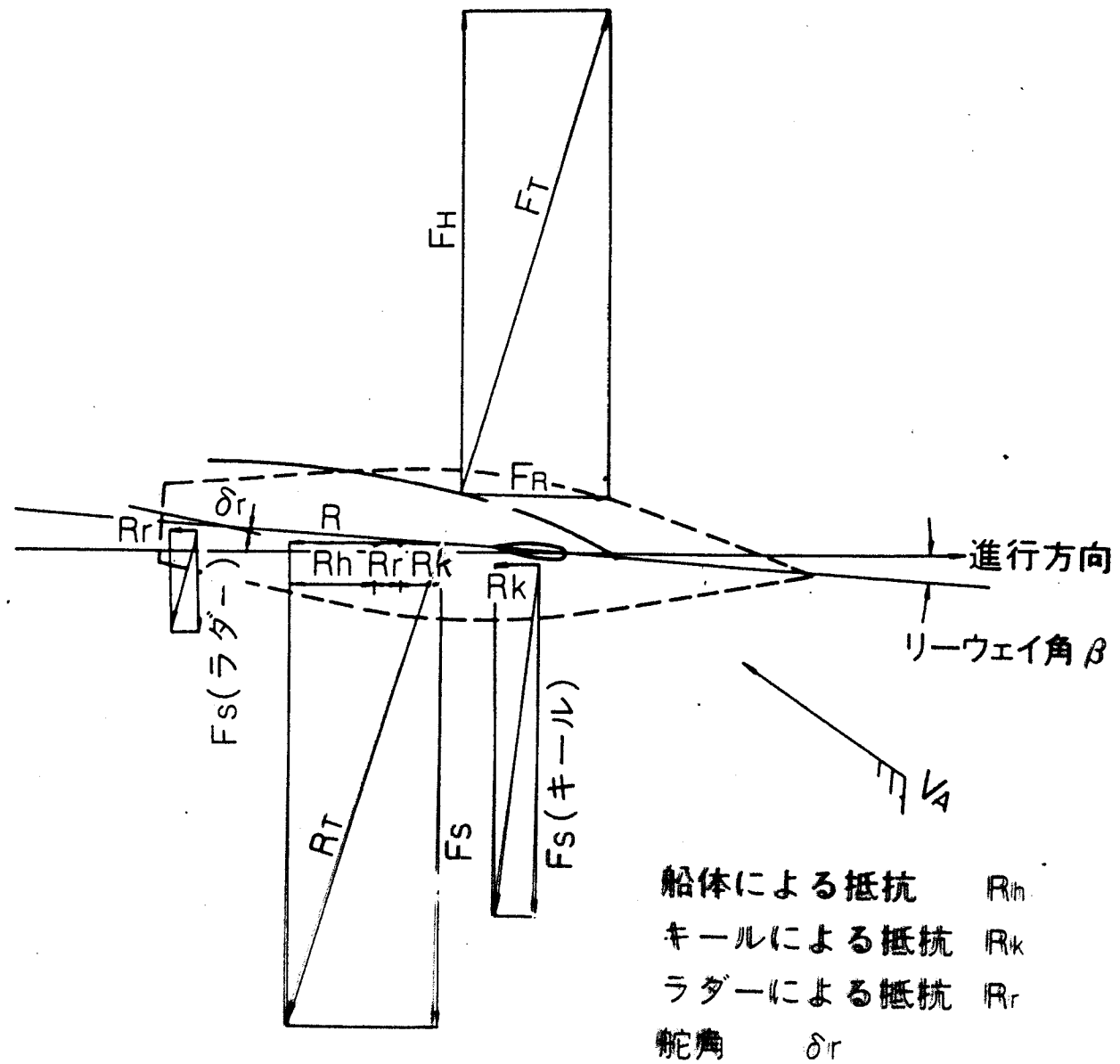
爆弾低気圧(18hpa 低下 / 24hr)

“Perfect Storm” ’91 大西洋: 64hpa / 24hr 波高実測値 30m

人的要素と船の要素

総合的な安全性は両者の掛け算(一方が 100 でも他方が 0 なら評価は 0)

危険の回避: 基本に忠実----天気予報確認、見張り、縮帆、ライフハーネス着用、
ライフジャケット着用、位置確認、避難



自分の艇を選ぶために

クルージング・ヨットの基本的な条件として、次の5項目があります。

- 1、帆走性能
- 2、快適さ
- 3、安全性
- 4、操船の容易さ
- 5、他からの援助を期待しない自活能力

使用目的にたいする条件として、次の4項目があります。

- 1、水域への適応性
- 2、天候条件にたいする適応性
- 3、将来おこりうる改造等にたいする適応性
- 4、各人の独自の目的にたいする適応性

これらの条件をすべて満たす艇があれば、それは理想的なヨットです。カタログや実艇を見ながら、どのように評価し、判断すればよいのでしょうか？そのためには、ヨットの構成要素を理解する必要があります。

ヨットを構成する要素は、次の10項目に分けることができます。これらは、お互いに密接に関係し合い、場合によっては、「あちらを立てればこちらが立たず」というところもあります。

- 1、船型
- 2、キール・バラスト
- 3、舵と操舵装置
- 4、船体構造
- 5、デッキ・コックピット・デッキ上構造物
- 6、船内居住空間と内装
- 7、マスト・リギン・セール
- 8、補機(エンジン)
- 9、電気系統・配管系統
- 10、装備品

構成要素を、もう少し詳しく見てみましょう。

船型：文字どおり船の形を表します。船の主要寸法といわれるものは、長さ・幅・深さ(L・B・D)排水量(Displacement)喫水(Draft)などです。長さと排水量(総重量と同じ)は、性能を評価する時によく用いられるもので、長く、軽いほど、速度の上限が大きくなります。長さを増せば重量も増えますから、排水量と長さの比を用い、軽排水量型とか重排水量型と称しています。では、軽ければ軽いほど良いか？スピード第一主義のレーサーには必要なことですが、軽い船ほど、重量増加に対する性能の劣化が激しく、十分な長さがないと、クルージングに必要な積載能力に欠けることになります。重量は構造によって異なり、適正なエンジニアリング無しに軽量化すると、脆弱な船となり、壊れたり、寿命が短くなります。

幅と深さも排水量を決める要素ですが、復原性能や横揺れ特性とより密接な関係にあります。幅の広い船は、ヒール角が小さい範囲における復原モーメントが大きく、大きなセールを展開することが可能となり、この関係が保たれる風速の範囲では、それだけ速く走ることが可能になります。同じ排水量を保ちながら幅を増した時には、深さを減す必要があり、浅いフラット・ボトムの船型ができます。レーサーの一般的な船型です。

フラット・ボトム型は、幅の狭いVボトム型より、横揺れ周期が短くなり、波浪の影響を大きく受けるため、快適さに欠けることがあります。波のある所でパワーボートを停めてみると、ひどく揺れて目が回ってしまいましたが、

これと似たような現象です。

船の動きには、上下動（ヒービング）、前後動（サージング）、横揺れ（ローリング）、縦揺れ（ピッチング）、旋回動（ヨーイング）があります。横揺れと縦揺れは、直接、乗り心地に影響すると共に、推進抵抗とセールによる推進力に影響を及ぼします。回転軸周りの「慣性モーメント」といわれる量に関係しています。ヨーイングは、主として、セールとキール・ラダー（水面上と水面下の翼）のバランス（ヘルム・バランス）によって生じるものですが、ヒールした時の船体の左右非対称性、横流れ角（リーウェイ）からも、生じてくるものです。

キール・バラスト：キールは水面下の翼としてクロスホールドの帆走性能に大きな影響を及ぼします。同時に、重量重心位置を低く保ち、大きなヒール角における復原性を確保するものです。いろいろな形がありますが、翼としての効率を考慮すると、伝統的なロングキールを採用することは得策ではありません。岩礁に乗り上げた時に多少頑丈かなといった程度です。むしろ、クロスホールドの性能が悪いために岩礁を避けられなかった、という結果になり得ます。

翼としても、重心位置としても、深いキールが有利ですから、走る水域や入港する港の喫水制限が無いならば、なるべく深い喫水が好ましいと云えます。通常、大きな港湾であれば水深最低3mが確保されていますが、小さな漁港などでは1.8mまたはそれ以下の所もあります。南の珊瑚礁はさまざまで、2m未満、できれば1.5mくら

いなら、多くの場所に入ることができます。材質は鋳鉄か鉛鋳物、またはその組合せによって作られています。鉛は比重も高く最良です。コスト高ですが、材質が柔らかいため衝突のショックを吸収する役目も果たします。

舵と操舵装置：現在多く見られる舵は、フルバランス・ラダー、ハーフバランス(ハーフスケグ)ラダー、フルスケグ・ラダーです。それぞれ利点、欠点がありますが、いずれも、キールと共に水面下の可動翼として働き、船をコントロールしています。これらのダメージは重大な結果になり兼ねません。従って強度上、十分余裕のある設計であるべきです。

舵柄(テイラー)や舵輪によって操舵しますが、舵柄は単純明快な装置で軽量ですから、小型艇に多く用いられます。舵輪を使う場合は、デッキ下にリンク装置(ワイヤーやロッドなど)が必要となり、高価で重量もかさみます。またメンテナンスにも注意が必要ですが、コックピットのスペースを有効に使えるという利点もあります。(舵柄の場合は、その動作範囲がクリアである必要があります)マリーナ内の限られた水面の中で離着岸する時など、低速時でも、舵効きが良くないと他艇に迷惑をかけたりしがちです。十分な大きさがあり、かつ、長時間舵を持っても疲れることの無い、バランスの良さが大切です。

船体構造：現在、多くの船がFRP製になっています。通常、ファイバーグラス(ガラス繊維)をポリエステルや

エポキシなどのプラスチック樹脂によって張り合せて積層し、成形します。

一口にFRPと云っても、材料、工法によって、製品にはさまざまなグレードがあり、化学製品ですから温度湿度管理をはじめとする品質管理や工程管理、職人さんの腕によって、大きな差が出てきます。

FRP製品の特長として、金属製品よりも疲労し易い、ということがあります。繰返しストレスを受けた時、初期に持っていた強度が次第に低下し、半分になる繰返し回数が、金属の場合より、約ひと桁小さいのです。「ひと桁」の違いは、たとえば3年に対し30年の差を意味しています。

初期値をもとに構造設計を行うか、疲労強度を念頭に構造設計を行うかは、船のタイプによって異なり、また、設計思想によって異なります。たとえば、レースボートでは極力軽量化する必要があり、耐用年数も限りがありますから、初期値を使うことになります。また、普通のファミリークルーザーで、年間1000マイル以上走る艇は少数派に属します。繰返し荷重を受ける回数は走行距離(時間)に比例すると考えても良く、長距離レースや太平洋横断などのクルージングをする艇は、その期間中に、ファミリークルーザーが受ける何年分ものストレスを受けるわけです。従って、疲労強度を念頭において設計を進める必要があり、コスト高になってしまいますが、結果的に撓みの小さい、頑丈で長寿命の船が出来あがります。もちろん、どの場合でも安全率を取りますから、すぐに壊れてしまうということは起りません。(帆走中に船体が折れて沈んだAC艇がありましたが、例外中の例外ですね)

産業廃棄物問題や環境保護の観点からも、「スクラップ・アンド・ビルト」の時代は終わりました、寿命の長い製品を目指したいものです。セーリングヨットの船体が受ける外力には、水圧や波による衝撃の他に、マストやリギンによる張力と圧縮力、バラストやラダー周辺に加わる外力などの集中荷重があります。これらは、排水量や速度の二乗に比例する値となります。

不沈構造を要求される場合もありますが、これを複数の水密隔壁によって実現しようとする、かなり大型の船でないと難しく、使い勝手が悪くなってしまいます。通常は船首部（衝突などによって壊れる可能性がある）付近に水密隔壁を設けて対応しています。

誰も好んで座礁する人はいません。危険水域を予め調べていてもヒューマン・エラーは必ず起り、座礁の程度によっては、船が大破してしまいます。この時に、少なくとも乗員が逃げ出す時間的余裕を与えることができる程度の構造上の強度を持っているべきです。

デッキ・コックピット・デッキ上構造物：これらの形状は船内居住空間を決定すると共に、帆走するための艀装品を効率よく配置できることが求められます。レーサーの場合には、いつも最高スピードで走らせることができるように、乗員の最適位置、作業性の良いスペースを確保することが、居住空間よりも優先され、ハイクアウトのためのスペースも用意します。結果的に凹凸が少なく、広いコックピットが出来あがります。

一方、クルージングボートの場合には、小人数で乗っていること、荒天での身体の確保などの点から、コーミングで囲まれ、座席と背当てのあるコックピットが必要です。外洋を目指すボートは、必ず自動排水コックピットを持っていますが、荒天時に満水になる可能性があることを考えれば、あまり大きくない方が好ましいことになります。コックピットがトランサムまで伸びて開いている艇では、このような心配はありませんが、船全体の捻り剛性が低下することがあります。

通常、90° 傾斜時にハッチなどが水没しないことを要求され、さらに大傾斜、究極的には180° の転覆状態も考慮する必要があります。180° 転覆は、自重より大きい波の塊が高速で船体を直撃し、船を跳ね飛ばして波の谷間へ突き落とした時に起ります。デッキは勿論、デッキ上の構造物、ハッチや窓なども頑丈でなければなりません。

船内居住空間と内装 : 居住空間は、船の全長によって大きく左右されます。長さ・幅・深さを同じプロポーションで拡大したとすると、長さを2倍にすれば、容積は8倍になるからです。限られた空間を、上手に利用することが求められます。

船が大きくなっても小さくなくても、人間の大きさは変わりませんから、バース(寝台)の大きさなどから、ある程度、画一的な船内配置(間取り)が多く見られます。船の前後端は幅が狭くなり、船底も浅くなるため、平面図で

は無駄なスペースに見えても実際には、いくらも残されていません。レーサーでは重量集中によって慣性モーメントを小さくし、ピッチング等の無駄な動揺を極力押さえるため、前後端はカラになっています。

クルージングでは船内で生活することになりますから、バース、ギャレー(台所)、トイレが必需設備です。ギャレーとトイレは、航海中でも使い易い場所、合羽のまま使えるように濡れてもよい場所が選ばれます。バースは濡れては困りますが、停泊中に使い勝手が良いバースでも、航海中には使いにくい場合もあり、落ち止め(リーボード)などが必要になります。

収納スペースは、なるべく多いほうが良く、ヒールしても物が飛び出してこないように、しっかりしたラッチが必要です。

内装の仕上げ方法はさまざまです。コストにも関係します。プロダクション・ボートでは一般的にFRPの内張り(イナーモールド)を用い、コスト削減に努めていますが、将来に起り得る配置の変更は制限され、修理が必要になった時など邪魔になります。やはり小さい時から慣れている木材を使い、木工家具仕上にする、いつまでも飽きのこない落ち着いた仕上げにすることができます。

各部の寸法は最小限に押さえられますが、海外で生産されたボートの中には日本人の平均的寸法に合わない所も見受けられます。

外洋セーリング・ヨットは、基本的に船体部、甲板部ともに水密構造になっていますから、船内への換気方法を、

別に用意する必要があります。普通はキセル型(カウルヘッド)ベンチレーターによる自然換気が用いられます。夏の夜、船内では暑くて寝られない、というのはベンチレーターの数が不足していることも原因の一つです。また、係留中に船内が、蒸し風呂状態になるのも同様です。換気が十分に行われないと、日本の気候では、湿気を帯び黴が生えたり、電気製品がダメになったり、船全体の寿命にも影響が出てきます。

マスト・リギン・セール : マストやスタンディングリギン(静索)には、最大値として、排水量(自重)と同じオーダーの引張り力や圧縮力が加わりますから、それに相当する強度を持っていることが必要です。それらを支持する船体側も同様です。

当然のことながら、セール面積を大きくすると軽風域では、明らかに速く走ることができます。風速が上がってきたらリーフ(縮帆)すれば良いという考え方もあります。水域の特徴、たとえば夏の瀬戸内海では風が弱い、に合わせることも必要でしょう。

現在IMSレーサーと呼ばれる艇は復原性も良く、大きなセール面積を持ち、高い平均スピードを持っていますが、トップスピードで走らせるためには、経験と腕力が必要です。これに引きずられて、レースを目的としていない艇でも、大きなセールを持つ傾向が見られます。しかし、小人数でクルージングに行く時、なるべく労力を省きたいし、セーリング・ルートを通る航海を考えるなら、風力3～4の風がコンスタントに吹いており、過大なセールは無

駄なのです。

現在、マストヘッド・リグとフラクショナル・リグ(中間リグ)によるスループが圧倒的に多く、前者は後者よりもシンプルで、コントロール・ラインが少なくよく、やや重量が大きくなります。後者はレース志向の艇に採用されることが多いのですが、クラスルールやハンデキャップ上有利なことも影響しています。

ジブ・ファーラーやメインファーラーの信頼性も高くなり、小人数セーリングには欠かせない道具となってきました。何事もそうですが、セーリングは基本を忠実に実行することが大事です。風の流れは直接目に見えませんが、テルテールなど注意深く見ていると、わかるようになります。レース規則は人力以外の動力の使用を禁止しており、デッキ上の艀装品やブロック類(滑車)などは、人力で操作できるように作られています。クルージング・ボートでは電動や油圧駆動の装置を利用することもできますが、故障する可能性もあり、保守点検箇所が増えることになります。

補機(補助エンジン)： 風は、私達の思いどおりになりません。風になった時、潮が早くて危険な時、狭い港の出入りなど、補助エンジンはありがたい味方です。相当に大型艇でないと、発電機を搭載するスペースが不足ですから、エンジン直結のオルタネーターを利用してバッテリーに充電するシステムを作ります。船外機で充電機能を持つものもありますが、通常は船内機を搭載します。現在では殆ど軽油を使うジーゼルエンジンです。

従来型のシャフト・ドライブとセール・ドライブと称するヨット用に開発されたタイプがあり、従来型に比べて振動や騒音レベルが低くなっていますが、ギアによる馬力ロスは、従来型より少し多いようです。

ヨットの補助エンジンとしては、大馬力エンジンを必要とするわけではなく、船の重量1トン当たり3～5馬力あれば十分と考えられます。特に機走スピードを要求される場合でも、この値は7～10馬力程度です。パワーボートのように滑走しないヨットタイプの船型では、自ら造り出す波によって最高スピードが制限されるからです。これは抵抗曲線に大きな「こぶ」ができるハンプ・スピードと呼ばれています。

冷却装置として、海水冷却と清水(間接)冷却があり、清水冷却方式では温水を取り出すこともできます。

電気系統・配管系統 : 電気系統は、直流12Vシステムが多く、陸からコードで接続して交流100Vを利用できるようにする場合もあります。大型艇では別置き発電機を搭載しDC・AC両用にすることもあります。

バッテリーはエンジンスタート専用のもので、汎用のものを用意し、それぞれ独立にチャージできる回路を設けます。エンジンパネル、配電盤を設置し、メインスイッチは完全にバッテリーを切り離せるようにして、係留中のバッテリーの放電を防ぎます。バッテリーは車載用ではなく、完全密閉のゲルタイプで繰り返し充電が効くデープサイクル・バッテリーが有用です。

電動ウィンドラスを設置する場合は、大きな電流が流れるので(車のスターターモーターと同じ)、独立した配線

が必要です。

無線機等のアース配線、マストからの避雷配線、海水による電飾防止のための同電位配線などがあります。

配管系統は、清水配管、LPG配管、冷蔵庫の配管、ビルジ配管、エンジン関係配管（燃料、排気冷却水、給気）、トイレの配管、などがあります。

清水タンクや燃料タンクの容量は、航海計画に基づいて決定し、これらは船内配置の中で重量重心を考慮しながら、納めていきます。外洋を目指すなら、念のため清水タンクは複数用意すべきでしょう。最近では造水機を積む艇もあります。

船体を貫通する配管にはシーコックを設けますが、必ず手が届くことと、非常用の木栓を用意することが必要です。

装備品： 航行区域（航海を予定する区域）によって、備えるべき備品が決められています。（日本小型船舶検査機構＝JCI、の検査備品）この他に、外洋ヨットのインターナショナルな組織であるORC（Offshore Racing Council）が推奨する備品リストがあり、経験に基づいた有用なアドバイスとなっています。特別規定（Special Regulations）というパンフレットが発行されており、誰でも入手（有料）できます。落水者救助方法、低体温症状、救急医薬品とその取扱い処方、その他、ヨッティングが自己責任で行うスポーツであることを、考えさせてくれま

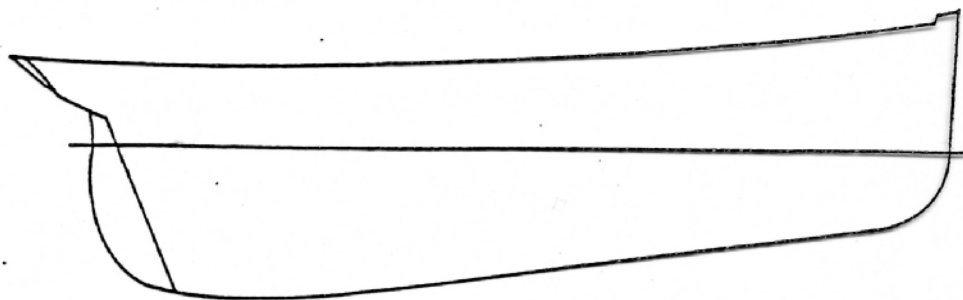
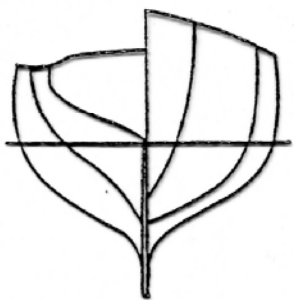
す。

さて、長々とヨットの構成要素について述べてきました。これらをベースに、当初に述べたヨットの基本的条件、および目的にたいする条件について、採点して下さい。自分の求めるヨットの姿が浮かんでくると思います。ヨットの楽しみ方は、人により様々ですが、自分の遊び方、すなわち、セーリングの他になにをするのか、釣り、ダイビング？、ウィークエンドのセーリングの範囲はどこまでか、将来どこまで行きたいのか？、クルーが妻や子供である場合、家庭の状況が現在と未来とでは、どのように変化していくのか？などを考えることも、一過性の遊びではないだけに、大事なことだと思います。海に風と波はつきものだ、と云った先輩がいましたが、これに天候が加わった自然条件は単純な形で捉えることができません。いつも変化しています。たかが遊び、されど遊びですが、ヨットは安くありませんし、命を預ける乗り物です。一生懸命名前を考えて命名するのも、遊び道具以上の何かがあるからではないでしょうか。

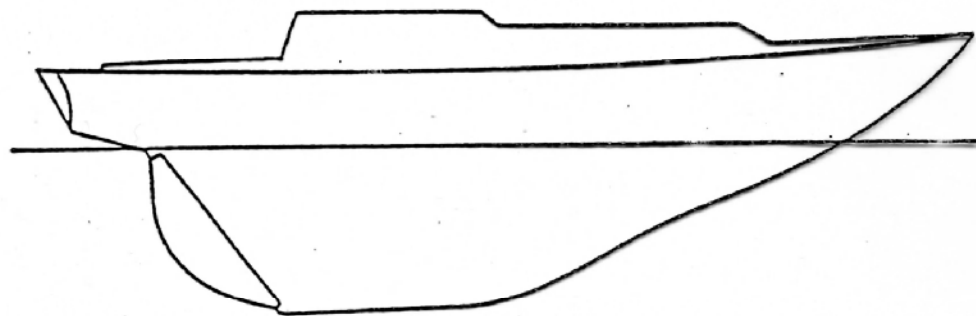
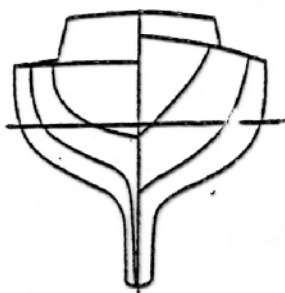
皆様の航海の安全を祈ります。

2002.09.10. 林 賢之輔

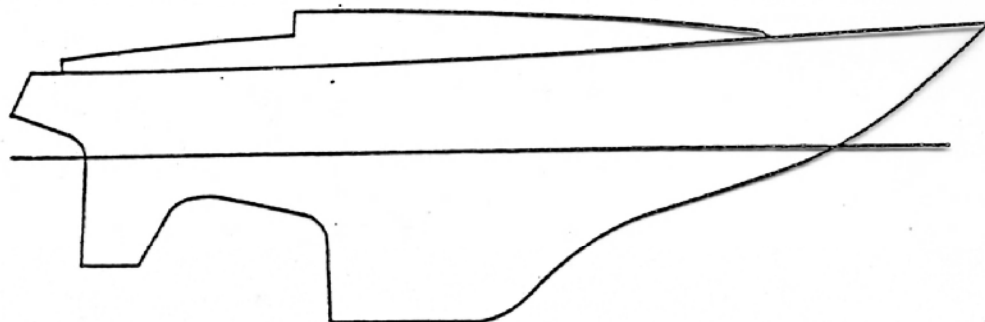
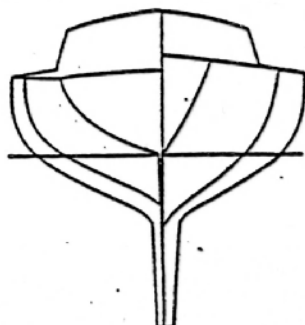
FIGURE 1 Development of Sailing Yacht Hulls
 (δ = Displacement (tons)/0.01 LWL³)



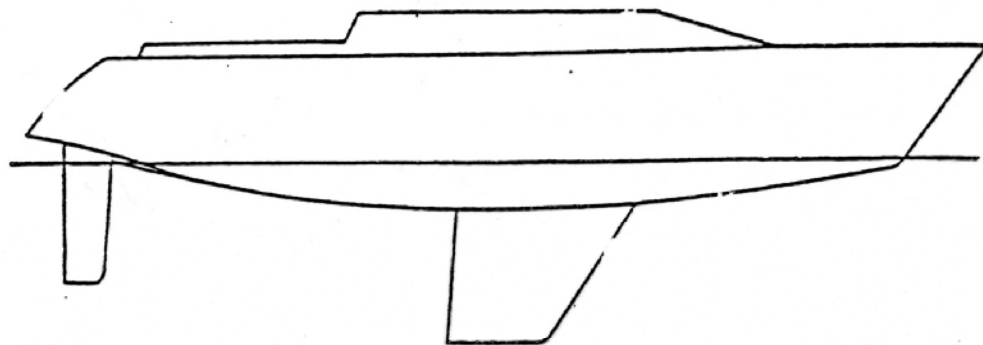
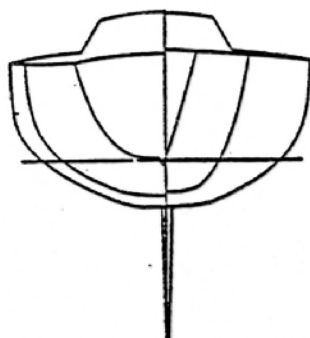
Design No.1 (1899) δ = 524



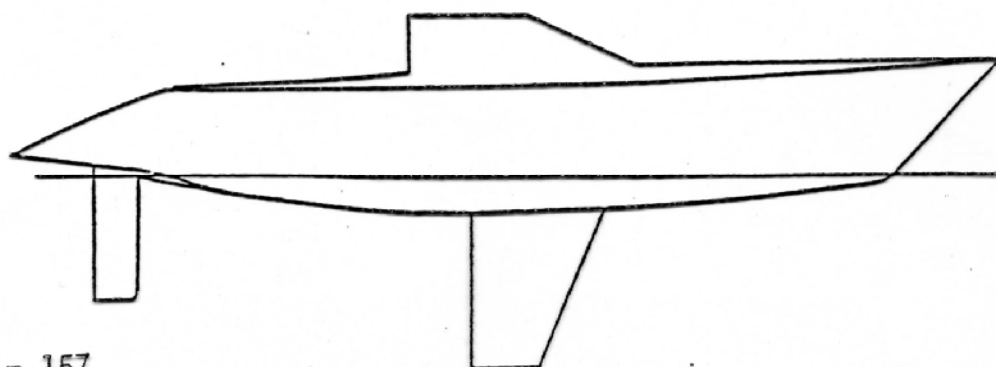
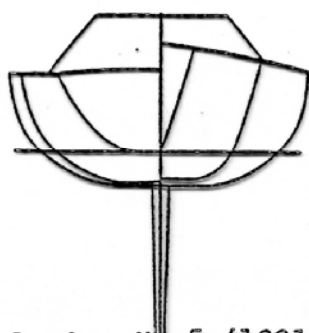
Design No.2 (1963) δ = 434



Design No.3 (1972) δ = 326



Design No.4 (1978) δ = 255

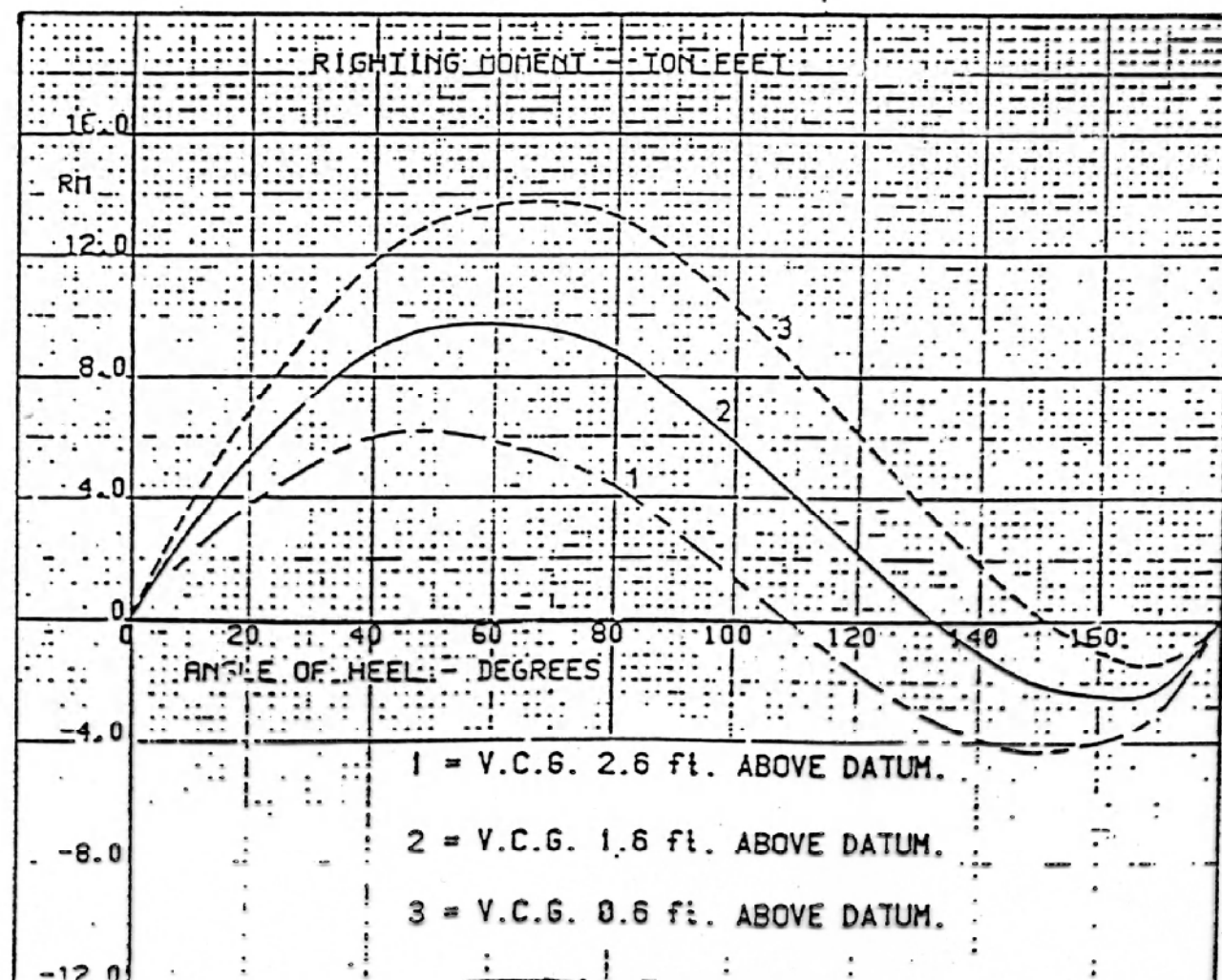
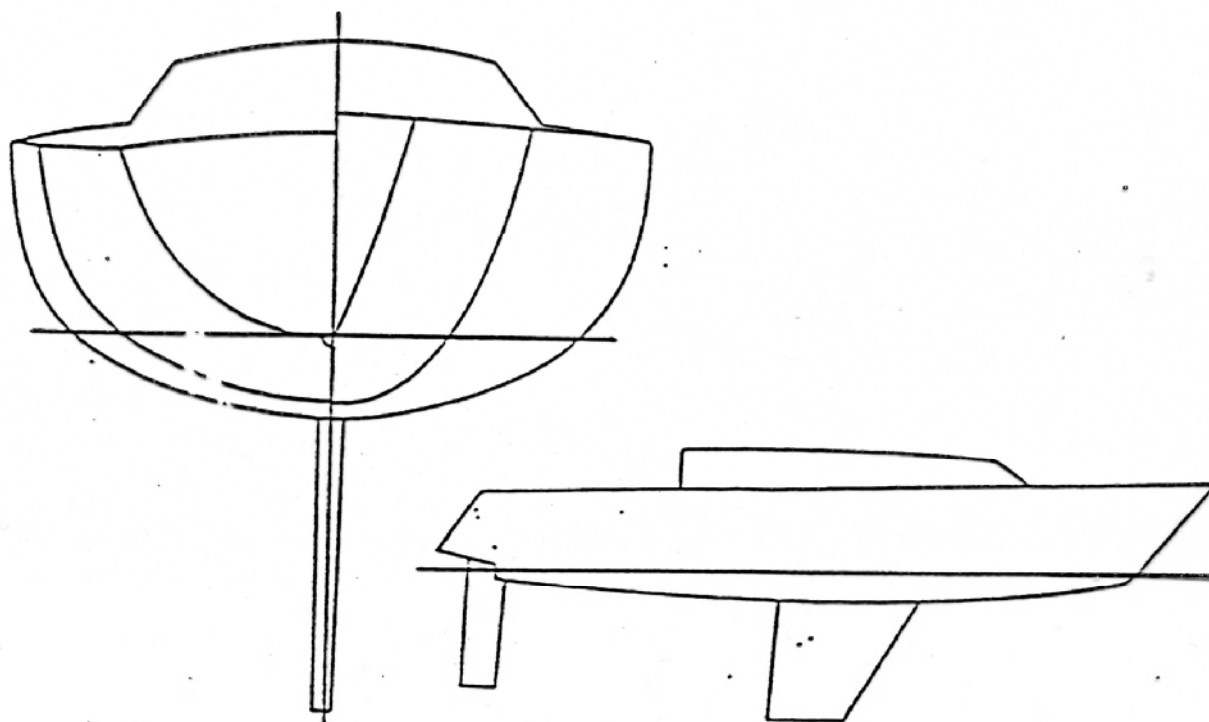


Design No.5 (1981) δ = 157

Hydrostatic Stability Curves of Standard Series with Parametric Variations

Fin Keel Parent Model (Low Freeboard)

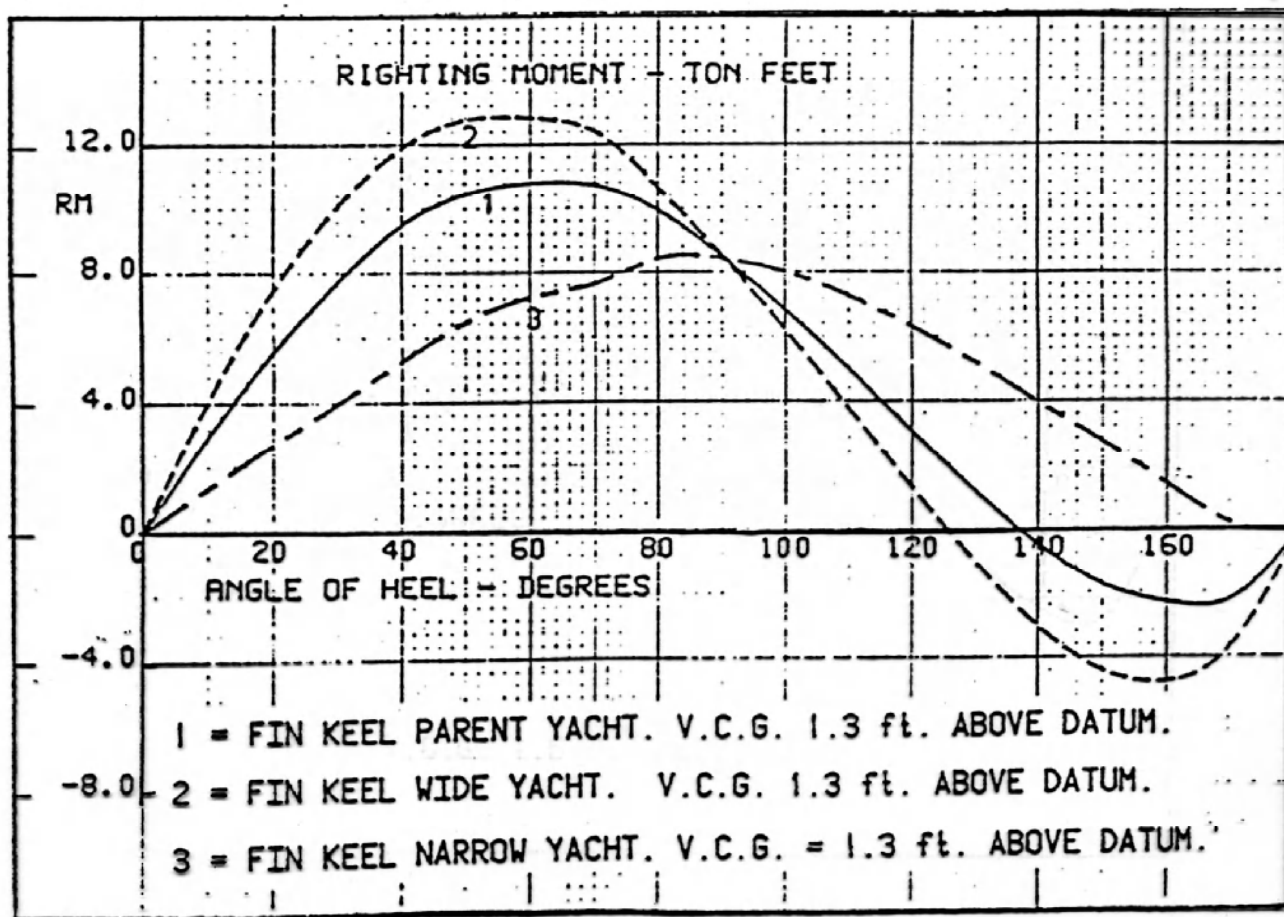
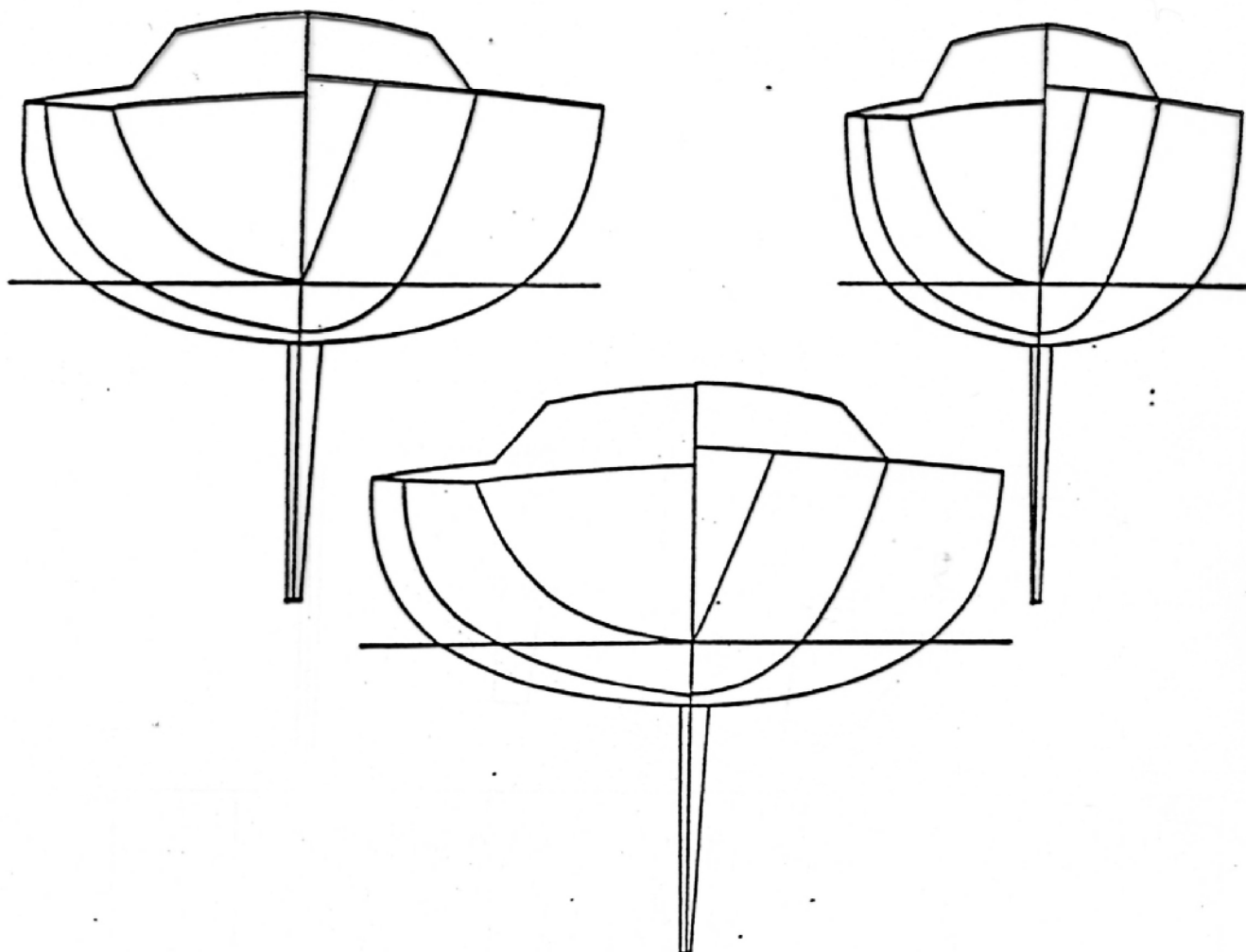
LOA 32.8' LWL 26.5' Beam 10.8' Displacement 4.5 tons



Hydrostatic Stability Curves of Standard Series with Parametric Variations

Fin Keel Yacht Beam Series

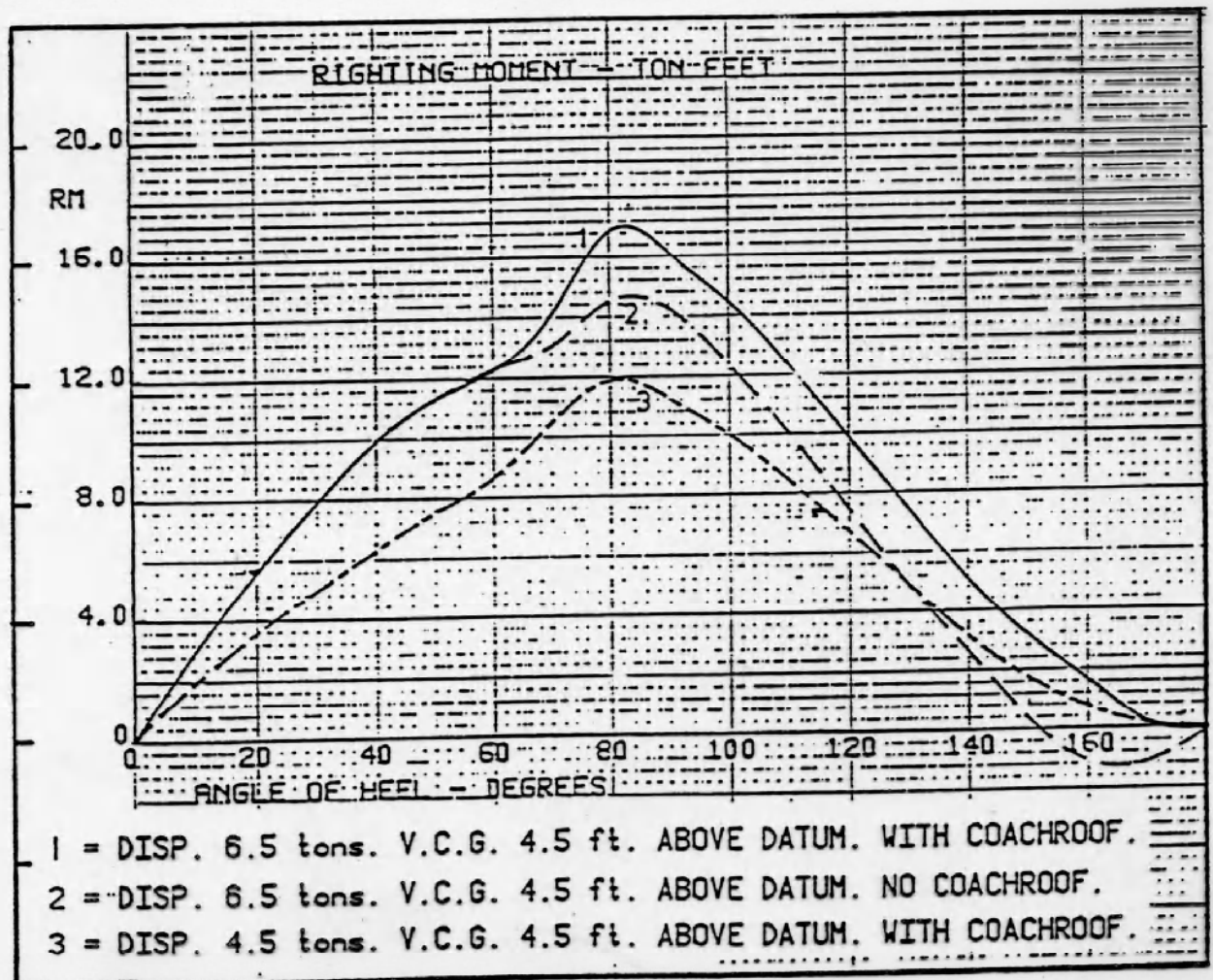
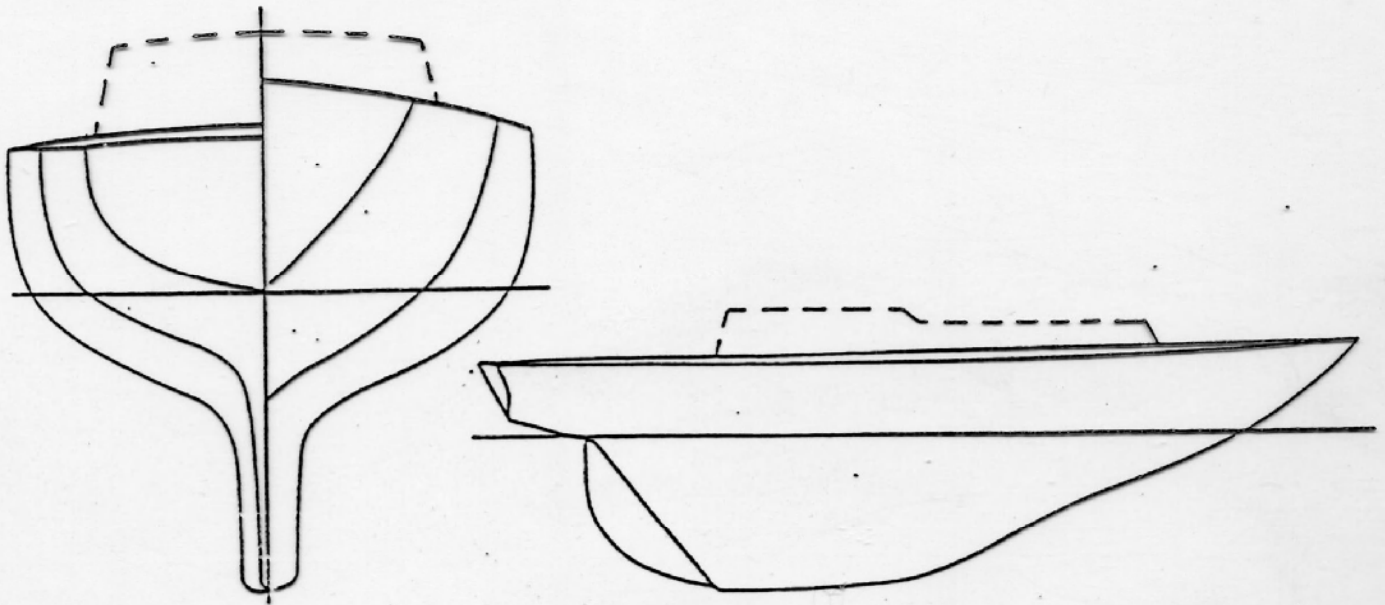
Displacement 4.5 tons



Hydrostatic Stability Curves of Standard Series with Parametric Variations

Long Keel Yacht Parent Model

LOA 32.8' LWL 25.0' Beam 9.4' Displacement 6.5 and 4.5 tons



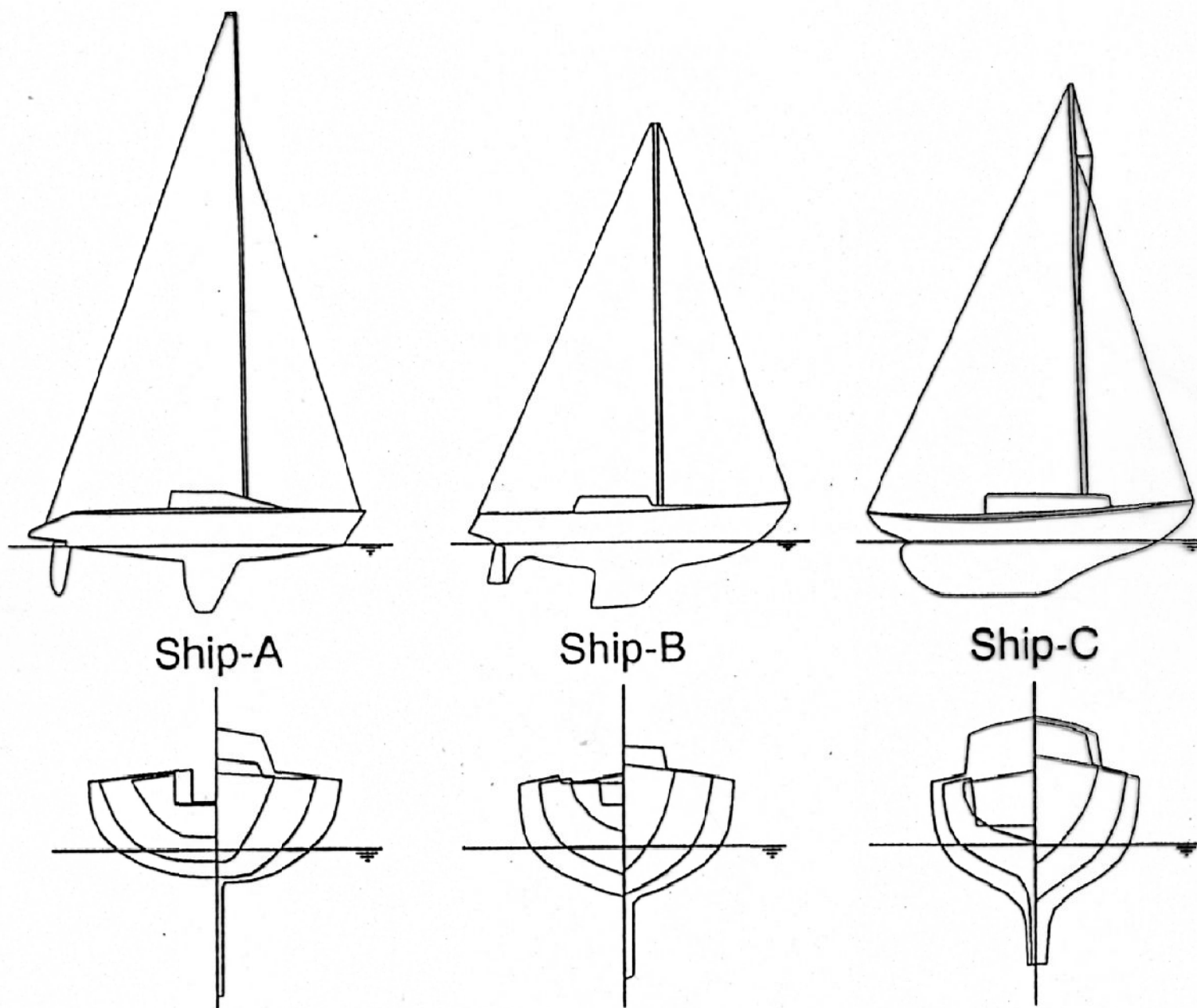


Fig. 1 Profiles and body plans of models

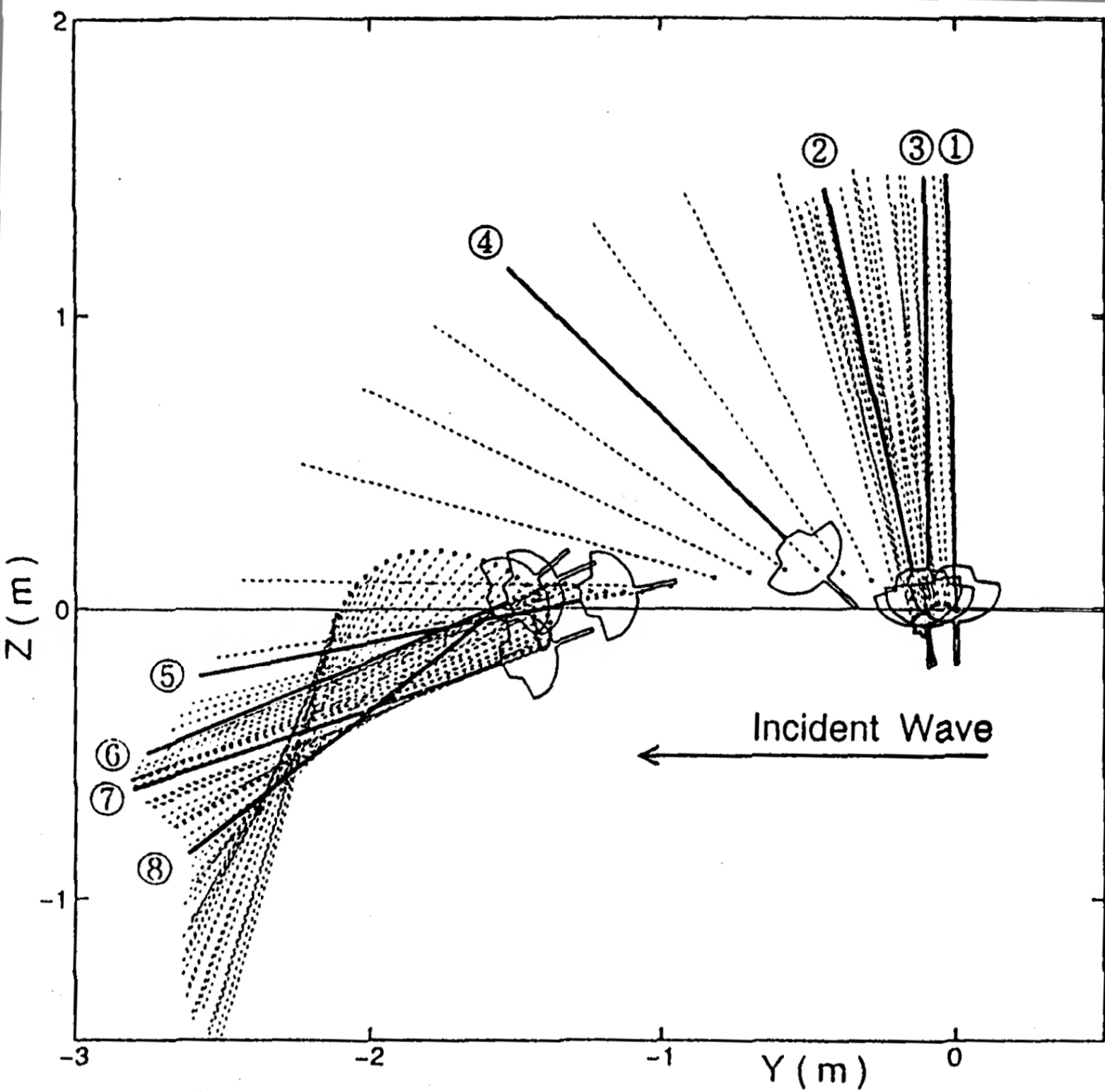
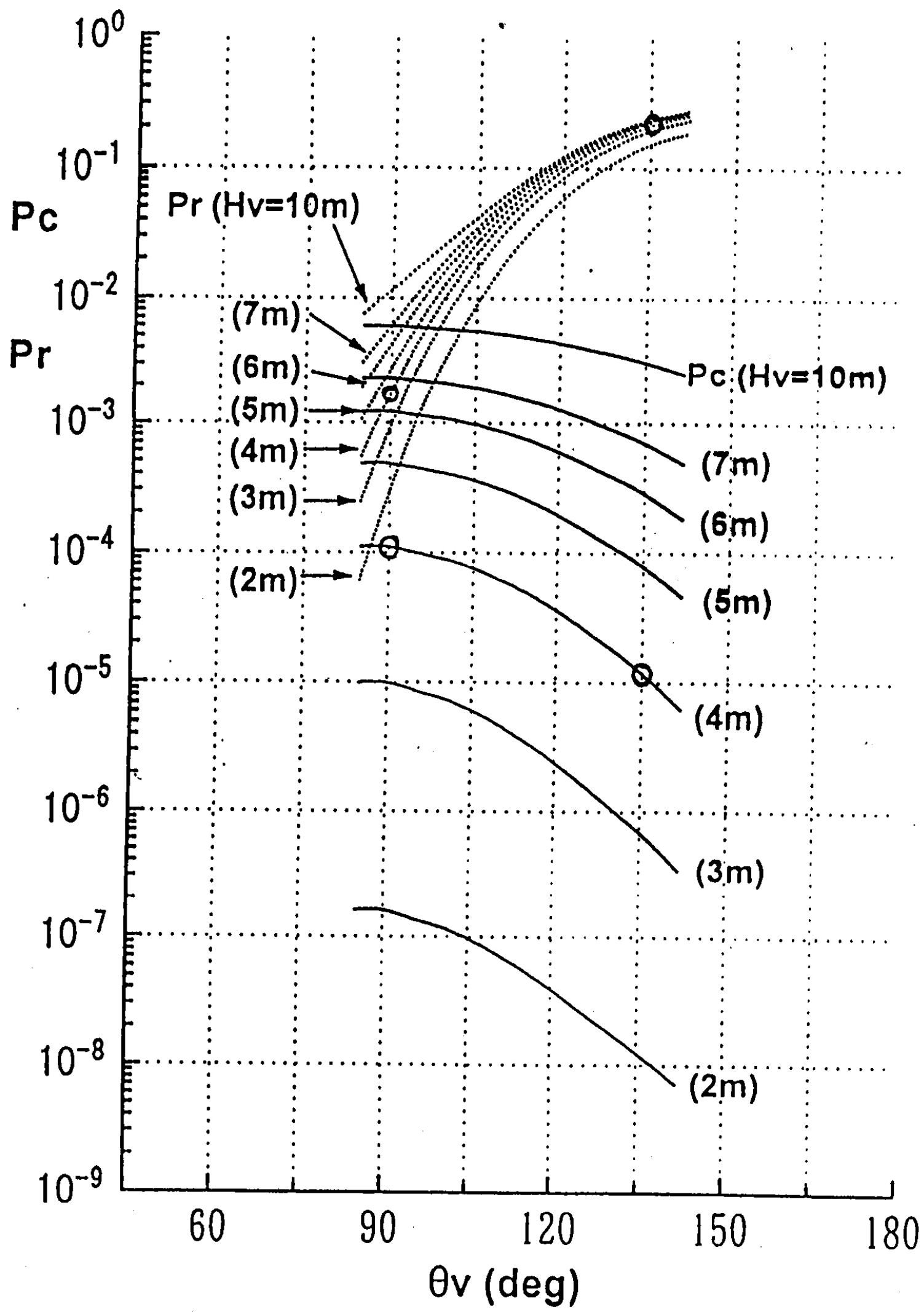
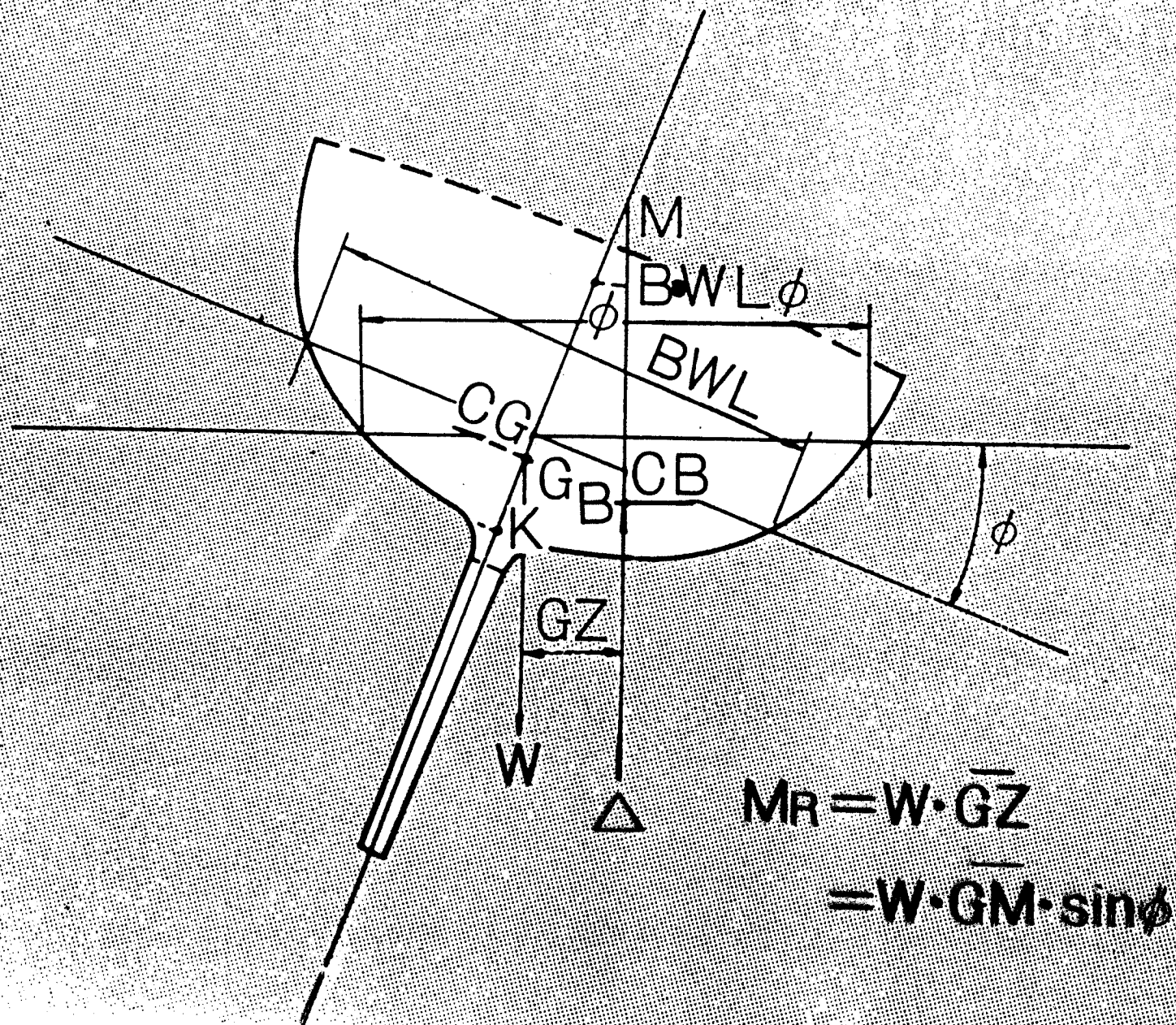
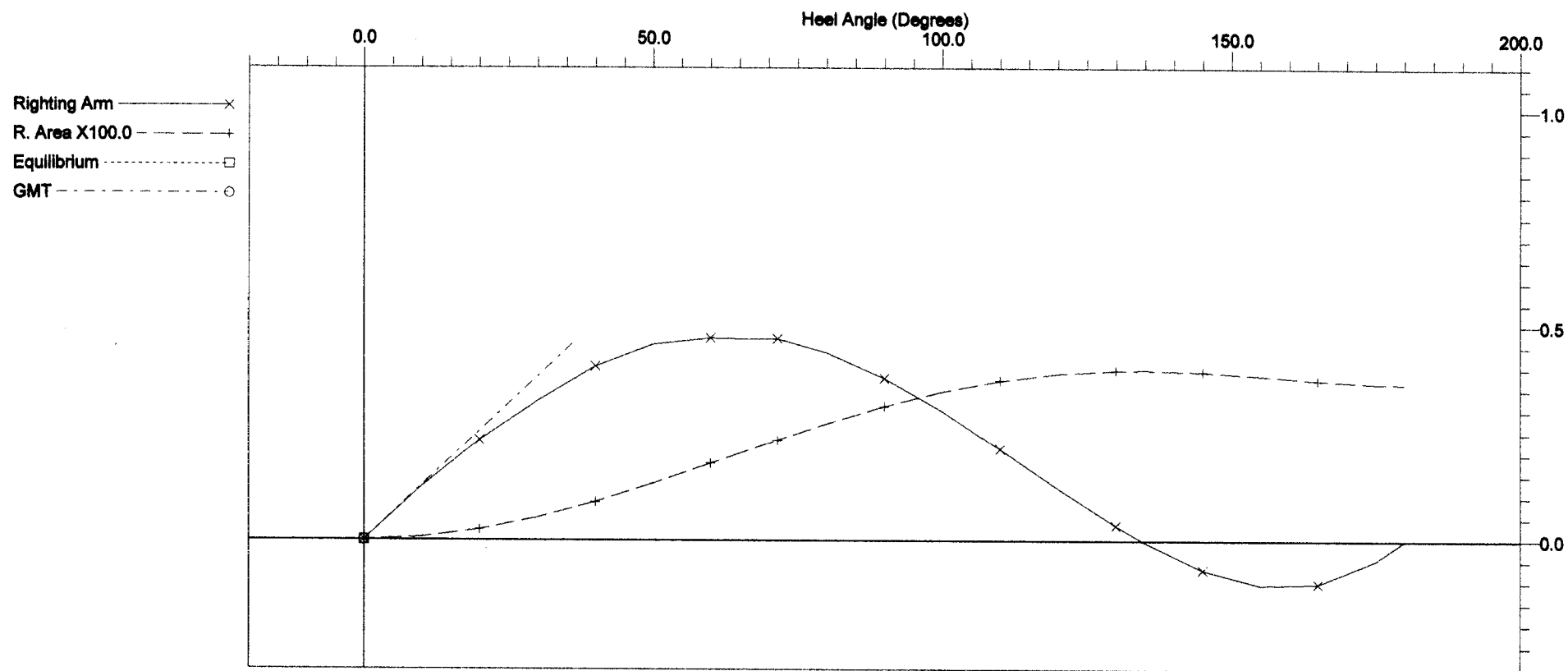


Fig. 13 Example of capsizing motion (Ship-A-3, $H_w=0.3m$)





Righting Arms vs. Heel



Fixed Weight = 3.540 MT LCG = 3.664m TCG = 0.000 VCG = 0.248
 GMT = 0.729 M

No limits defined.