

貨物船の船型に関する系統的模型試験

造船協會正員 工學博士 重 光 族
同 工學士 山 縣 昌 夫

Abstract.

Systematic Model Experiments on the Cargo Ship Forms.

By Dr A. Shigemitsu, *Member* and M. Yamagata, *Member*.

To study the effects of fore-body form, longitudinal distribution of parallel middle body and breadth of cargo ships upon the resistance and mean annular wakes at the position of screw propeller, seventeen models are tested at Teishinsho Experiment Tank, and the results obtained are compared.

本文は曩に造船協會に報告したる“Systematic Model Experiments on the Cargo Ship Forms”(昭和5年10月刊行、造船協會々報第46號)の續報にして、貨物船の船型の前半部形狀、中央平行部の位置及び幅の變化が抵抗其の他に及ぼす影響に關して、逓信省試験水槽に於いて行ひたる系統的模型試験結果の報告である。依りて本文所載の記號、船體線圖の設計方法、模型試験の實施方法、試験結果の表現法等は前記報告所載のものと全然同一なるを以て本文に於いては之が説明一切を省略する。

猶ほ此の種模型試験は其の性質上逓信省試験水槽員一同の協力を俟ちて、初めて完成し得られたるものにて、我々は單に之が試験結果の本會に對する報告者たるに過ぎざることをお斷りして置く。

前半部形狀に関する系統的模型試験

船體の後半部形狀が一定の場合に、前半部形狀の變化が抵抗其の他に及ぼす影響を研究する目的で、次の如き9箇の模型船を製作した。

模型船番號	108	111	112	113	114	115	116	117	118
後半部形狀	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u
前半部形狀	M_m	V_m	U_m	M_v	M_u	V_v	V_u	U_v	U_u

是等の模型船に対する Pawlenko 線圖の基礎を爲す frame line directrix 及び water line directrix を Fig. 1 に、又普通線圖の正面圖を Fig. 2 に示して置いた。此の場合後半部形状として採りたる Vu は、後半部形状に関する系統的模型試験に於いて最小の抵抗を示した第 108 號模型船のものである。

(1) 抵抗

抵抗測定試験は排水量 1244 匁、933 匁及び 673 匁に相當する 3 種の等吃水状態に於いて之を行つた。各排水量に相當する吃水及び浸水表面積は次表の如し。

模型船 番 號	前半部形状	吃 水 (米)			浸 水 表 面 積 (平方米)		
		1244 匁	933 匁	673 匁	1244 匁	933 匁	673 匁
116	Vu	.3509	.2713	.2023	7.197	6.207	5.360
114	Mu	.3495	.2692	.2001	7.207	6.212	5.371
118	Uu	.3483	.2675	.1983	7.232	6.234	5.393
111	Vm	.3507	.2712	.2023	7.194	6.202	5.360
108	Mm	.3490	.2693	.2000	7.198	6.212	5.367
112	Um	.3484	.2674	.1982	7.233	6.232	5.393
115	Vv	.3509	.2707	.2022	7.209	6.211	5.371
113	Mv	.3496	.2690	.1998	7.214	6.217	5.377
117	Uv	.3495	.2681	.1981	7.252	6.253	5.397

上表に示す如く浸水表面積は frame line directrix が V より U に移るに従つて増大し、又 water line directrix が m の場合に最小で、 v の場合に最大である。吃水は frame line directrix が U より V に移るに従つて増大して居る。然し乍ら吃水及び浸水表面積は其の變化の量極めて小なるを以て、實際上一定と認めて差し支へ無い。依りて各船型の抵抗よりの優劣を判定するには摩擦抵抗を除外し、専ら r_w-v^2 曲線を比較すれば足る。猶此の浸水表面積の變化は、後述する如く r_w-v^2 曲線に依りて判定した各船型の優劣の程度を更に増大させる方向に在る。

抵抗測定試験の結果に基く r_w-v^2 曲線を Fig. 3~5 に、又其の比較を Fig. 6~8 に示して置いた。

抵抗は高速度の場合を除き大體 frame line directrix が U より V に移るに従つて減少するが、其の差は吃水の如何に關らず小さい。water line directrix に就いては全體として m が最良である。 u は低速度及び高速度に於いて抵抗小なるも、中間の必要なる速度範圍に於いて大なる抵抗を受ける。 v は中頃の速度迄は m と略同一であるが、高速度に於いて最も不良である。而して water line directrix の此の特性は吃水の小さな程顯著である。

(2) 推進器の位置に於ける伴流

伴流速度測定試験は排水量 1244 匁に相當する等吃水状態に於いて之を行つた。Fig. 9 は模型船の

速度 V_m を基線として環状平均伴流係数を比較したもので、之は模型船の速度に依りて餘り變化して居らぬ。 $V_m=1.4$ 米/秒 に於ける環状平均伴流係数を圓環の半径を基線に採りて置點し、是等の曲線を比較したものが Fig. 10 である。之に依ると環状平均伴流係数は water line directrix が v より u に移るに従つて幾分減少する傾向はあるが、一般に船體前半部形狀に依つて殆ど影響を受けぬことが判る。

中央平行部の位置に関する系統的模型試験

中央平行部の位置が抵抗其の他に及ぼす影響を研究する目的で、次の如き 6 箇の模型船を製作した。

模型船番號	中 央 平 行 部 の 長 さ(垂線間の長さの百分比)		中央平行部の中心の中央横截面よりの距離と垂線間の長さとの比 *
	中央横截面の前方にて	中央横截面の後方にて	
132	23.75	6.25	-.0875
126	22.50	7.50	-.0750
127	21.25	8.75	-.0625
108	20.00	10.00	-.0500
128	18.75	11.25	-.0375
129	17.50	12.50	-.0250

* 負號は中央横截面より前方を意味す

即ち M_m 型前半部及び V_u 型後半部を有つ第 108 號模型船を基準に採り、其の中央平行部の位置を移動させたのである。

中央平行部の移動は water line directrix のみを前後に移動させて行ひ、各模型船に對する water line directrix を Fig. 11 に示して置いた。frame line directrix は總て第 108 號模型船と同一にして、前半部に於いては M 型、後半部に於いては V 型である。

(1) 抵 抗

抵抗測定試験は排水量 1244 匁、933 匁、及び 673 匁に相當する 3 種の等吃水狀態に於いて之を行つた。各排水量に相當する吃水、浸水表面積及び浮力の中心の中央横截面に對する相對位置 $l.c.b$ (浮力の中心の中央横截面よりの距離を垂線間の長さにて除したるもの) は次表の如し。

模 型 船 番 號	吃 水(米)			浸 水 表 面 積(平方米)			$l.c.b$ *		
	1244 匁	933 匁	673 匁	1244 匁	933 匁	673 匁	1244 匁	933 匁	673 匁
132	.3498	.2702	.2012	7.205	6.220	5.378	-.0315	-.0364	-.0410
126	.3495	.2698	.2006	7.215	6.223	5.385	-.0247	-.0292	-.0334
127	.3502	.2704	.2011	7.220	6.232	5.397	-.0185	-.0227	-.0263
108	.3490	.2693	.2000	7.193	6.212	5.367	-.0117	-.0151	-.0181
128	.3503	.2700	.2007	7.216	6.226	5.382	-.0051	-.0080	-.0109
129	.3489	.2684	.1997	7.205	6.214	5.350	.0016	-.0013	-.0034

* 負號は中央横截面より前方を意味す

吃水及び浸水表面積は其の變化小にして殆ど一定と看做し得るを以て、各船型の抵抗よりの優劣は r_w-v^2 曲線を比較して判定することが出来る。

抵抗測定試験の結果に基く r_w-v^2 曲線を Fig. 12~14 に、又其の比較を Fig. 15 に示して置いた。猶 Fig. 16 は中央平行部の中心の中央横断面に對する相對位置を基線とした r_w の曲線を示すものである。

圖に依りて明瞭なる如く、浮力の中心が比較的前方に在るものは低速度に於いて抵抗小にして良好であるが、高速度に於いては大なる抵抗を受ける。之に反し浮力の中心が比較的后方に在るものは低速度に於いて不良で、高速度に於いて良好である。

(2) 推進器の位置に於ける伴流

伴流速度測定試験は排水量 1244 匁に相當する等吃水状態に於いて之を行つた。Fig. 17 は環狀平均伴流係数の比較を示すもので、之に依ると環狀平均伴流係数は模型船の速度には殆ど無關係で一定であるが、浮力の中心が前方に移るに従つて減少することが判る。

船體の幅に関する系統的模型試験

船體の幅の増減が抵抗其の他に及ぼす影響を研究する目的で、次の如き 4 箇の模型船を製作した。

模型船番號	111	121	122	124
幅 (米)	0.80	1.00	0.90	0.75
垂線間の長さ(米)	6.00	6.00	6.00	6.00

即ち第 111 號模型船を基準に採り、其の幅を系統的に増減させたのである。而して中央横断面に於ける彎曲部圓弧の半徑を 0.065 米に、又底面の上昇高さを 0.006 米に保ち、frame line directrix は總て第 111 號模型船と同一とし、water line directrix は各模型船の載貨排水量 1244 匁に於ける吃水が略々等しくなる様に決定したので、之を Fig. 18 に示して置いた。

猶ほ是等の模型船の幅、中央平行部の長さ及び載貨排水量 1244 匁に相當の吃水に對する方形肥瘠係數等は次の通りで、是等の基準條件は第 121、122 及び 124 號模型船に就きては前段迄の模型船のものと相異して居る。

模型船番號	第 124 號	第 111 號	第 122 號	第 121 號
幅 (米)	0.75	0.80	0.90	1.00
中央平行部の長さと 垂線間の長さとの比	0.40	0.30	0.15	0
方形肥瘠係數	0.783	0.739	0.665	0.593
<i>l. c. b.</i>	-0.0086	-0.0101	-0.0105	-0.0112

(1) 抵抗

抵抗測定試験は排水量 1244 匁、933 匁及び 673 匁に相當する 3 種の等吃水状態に於いて之を行つた。各排水量に相當する吃水及び浸水表面積は次表の如し。

模 型 船 番 號	幅(米)	吃 水 (米)			浸 水 表 面 積(平方米)		
		1244 匁	933 匁	673 匁	1244 匁	933 匁	673 匁
124	0.75	.3530	.2721	.2020	7.213	6.222	5.370
111	0.80	.3507	.2712	.2023	7.194	6.202	5.360
122	0.90	.3463	.2702	.2035	7.099	6.145	5.318
121	1.00	.3492	.2727	.2053	7.118	6.161	5.320

吃水は夫々異つて居るが、平均値よりの偏差は約 1% 以下なるを以て、實際上實驗は總て同一吃水に於いて行はれたものと看做し大過無い。浸水表面積は第 122 號模型船のものが最小で、第 124 號模型船のものが最大であるが、平均値よりの偏差は前同様 1% 以下なるを以て、大體一定と看做することが出来る。

抵抗測定試験の結果に基く r_w-v^2 曲線を Fig. 19~21 に、又其の比較を Fig. 22 に示して置いた。猶 Fig. 23 は幅を基線とした r_w の曲線であるが、之に依ると模型船の幅は大體 0.8 乃至 0.9 米が最適と認められる。

次に浸水表面積の差異をも考慮して比較する爲めに、水温攝氏 15° の場合に換算した模型船の相對全抵抗 r_m を求め、 r_m-v^2 曲線の比較を前記の Fig. 23 中に示して置いたが、之は r_w-v^2 曲線の比較の場合と殆ど同一の結果を示して居る。

(2) 推進器の位置に於ける伴流

伴流速度測定試験は排水量 1244 匁に相當する等吃水状態に於いて之を行つた。Fig. 24 は各模型船に對する環狀平均伴流係数の曲線を示すもので、此の場合にも環狀平均伴流係数は模型船の速度には殆ど無關係である。猶一般に抵抗小なる模型船、即ち幅が 0.8 乃至 0.9 米のものに於いて環狀平均伴流係数は小となつて居る。

附記 本報告には紙面の節約上船體の形狀及び測定結果を示す數値を掲げなかつたが、之は逓信省管船局船舶試験所「船型試験報告」第二號に記載して置いたから必要に應じて御参照を願ひ度い。

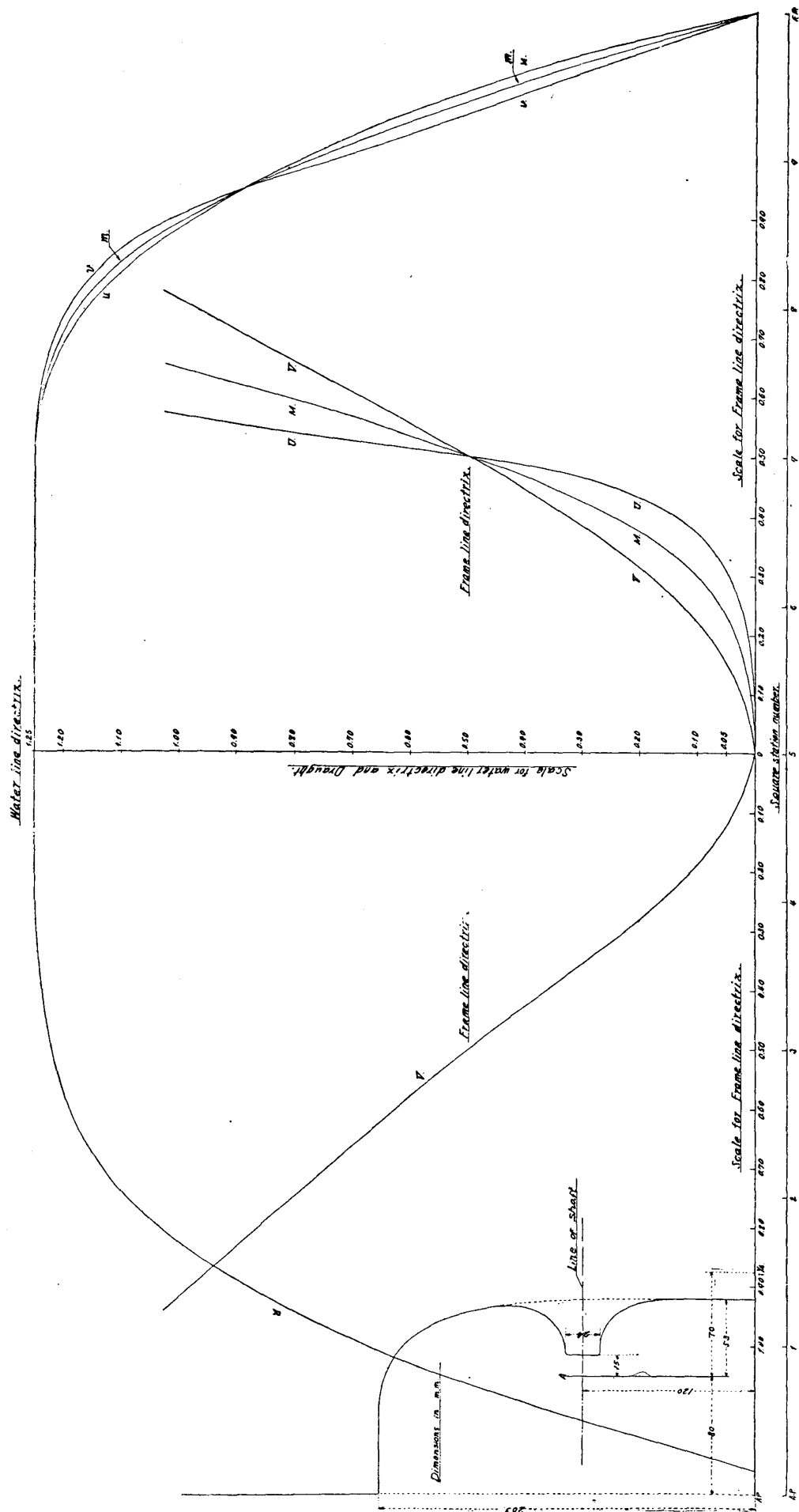


Fig 1

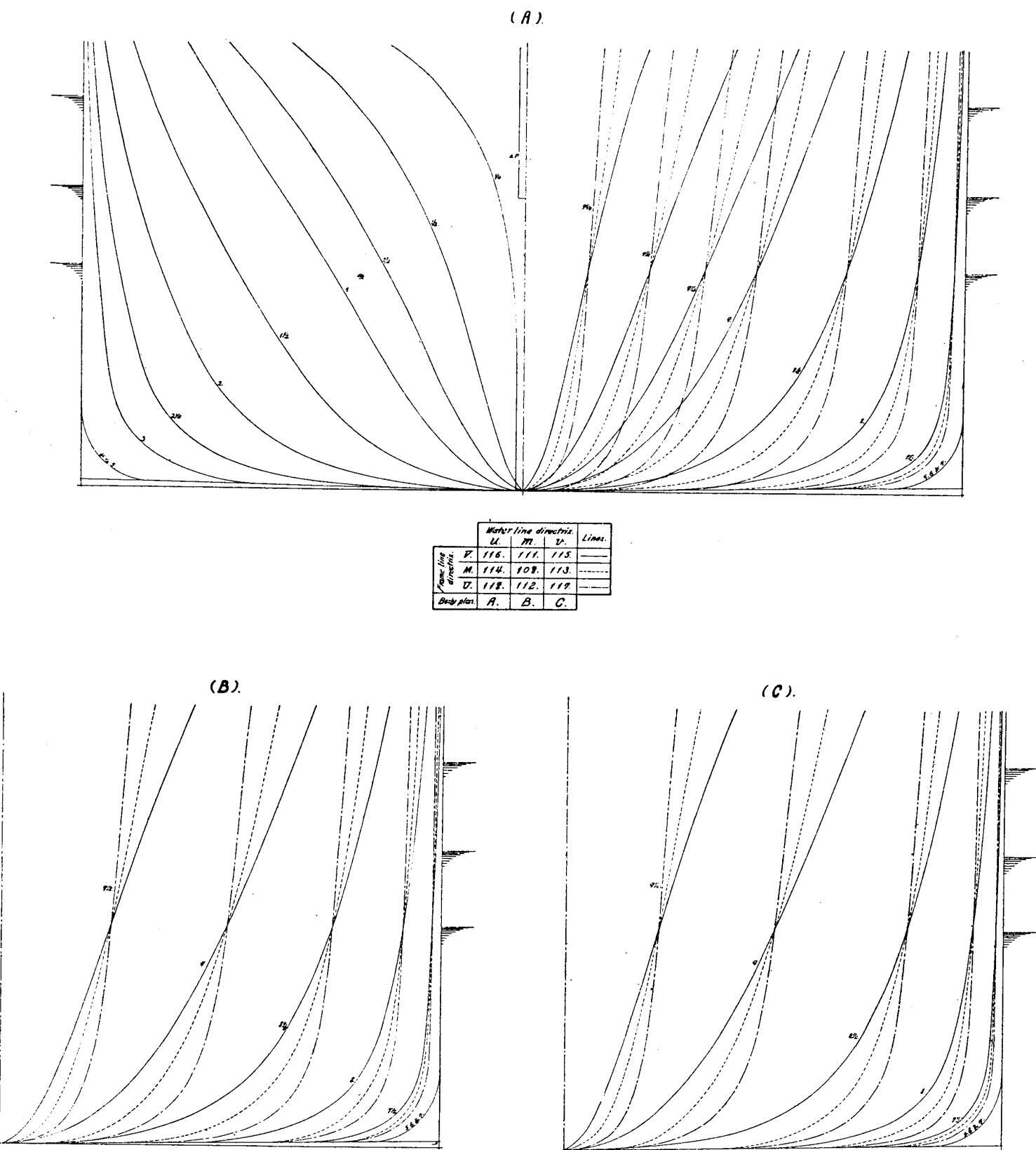


Fig. 2

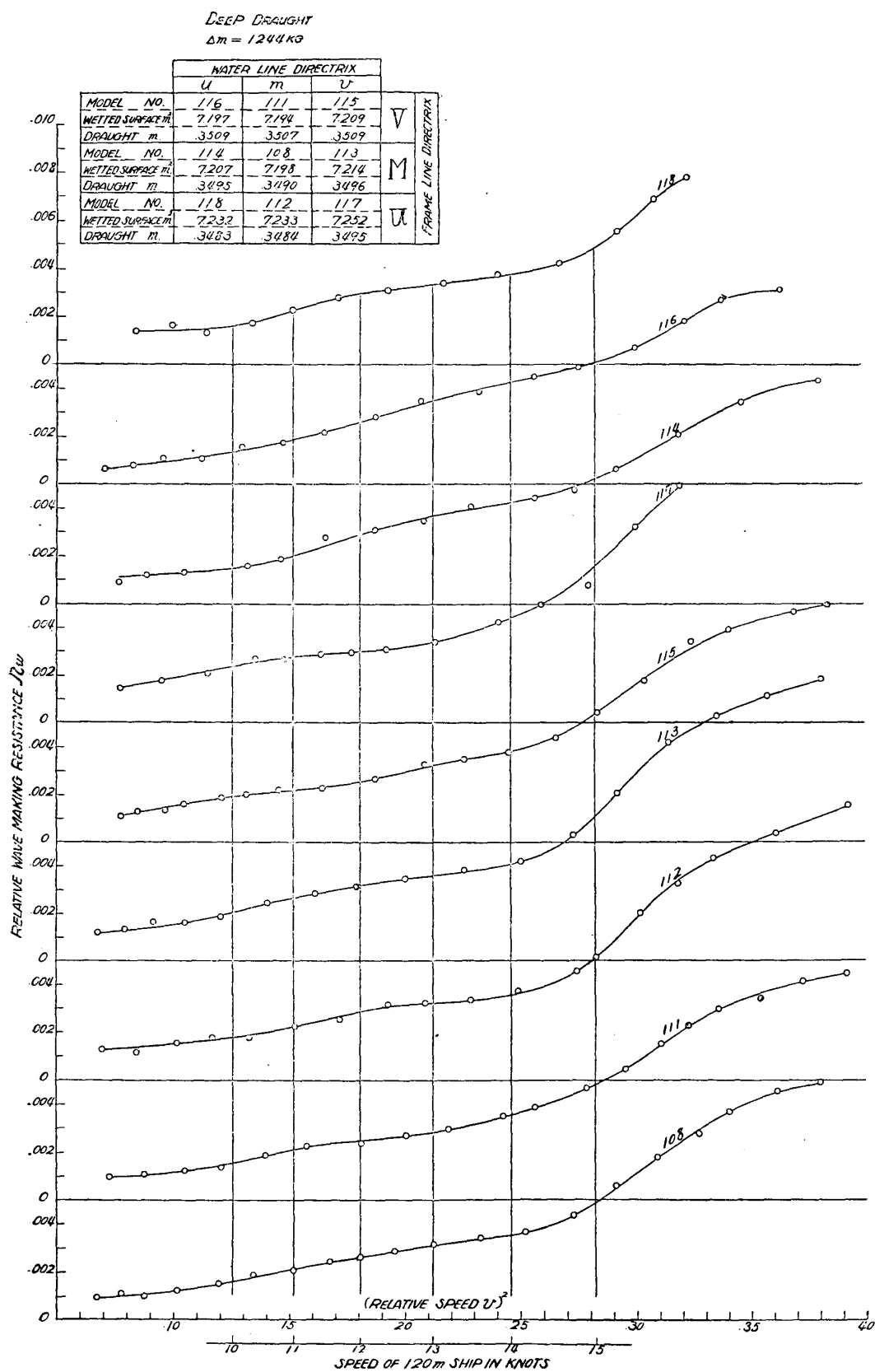


Fig. 3

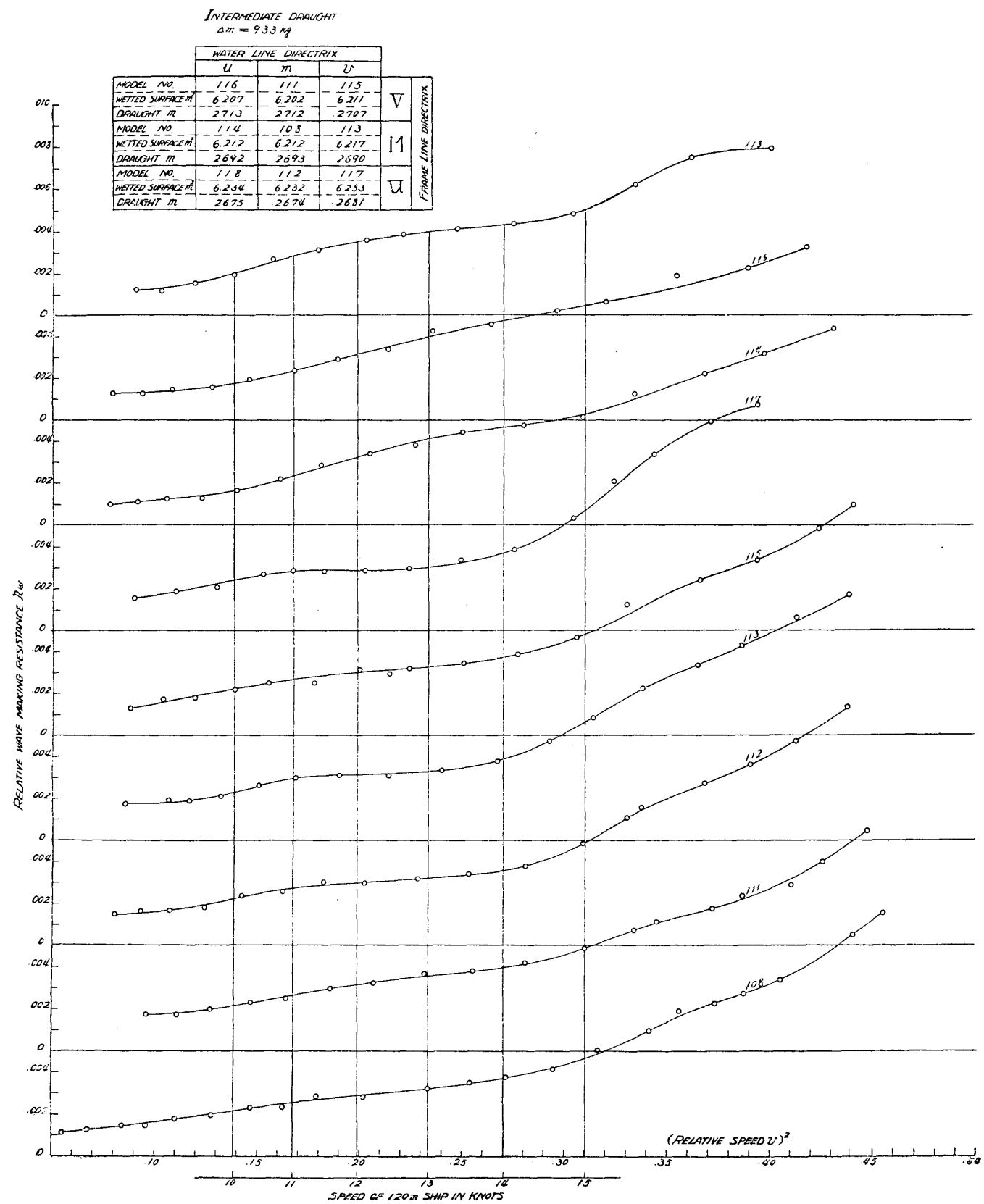


Fig. 4

LIGHT DRAUGHT
 $\Delta m = 67.3 \text{ t}$

WATER LINE DIRECTRIX					
	U	M	V		
MODEL NO	116	111	115	V	FRAME LINE DIRECTRIX
WETTED SURFACE m^2	5.360	5.360	5.371		
DRAUGHT m	.2023	.2023	.2022		
MODEL NO.	114	108	113	M	
WETTED SURFACE m^2	5.371	5.367	5.377		
DRAUGHT m	.2001	.2000	.1996		
MODEL NO.	118	112	117	U	
WETTED SURFACE m^2	5.393	5.393	5.397		
DRAUGHT m	.1983	.1982	.1981		

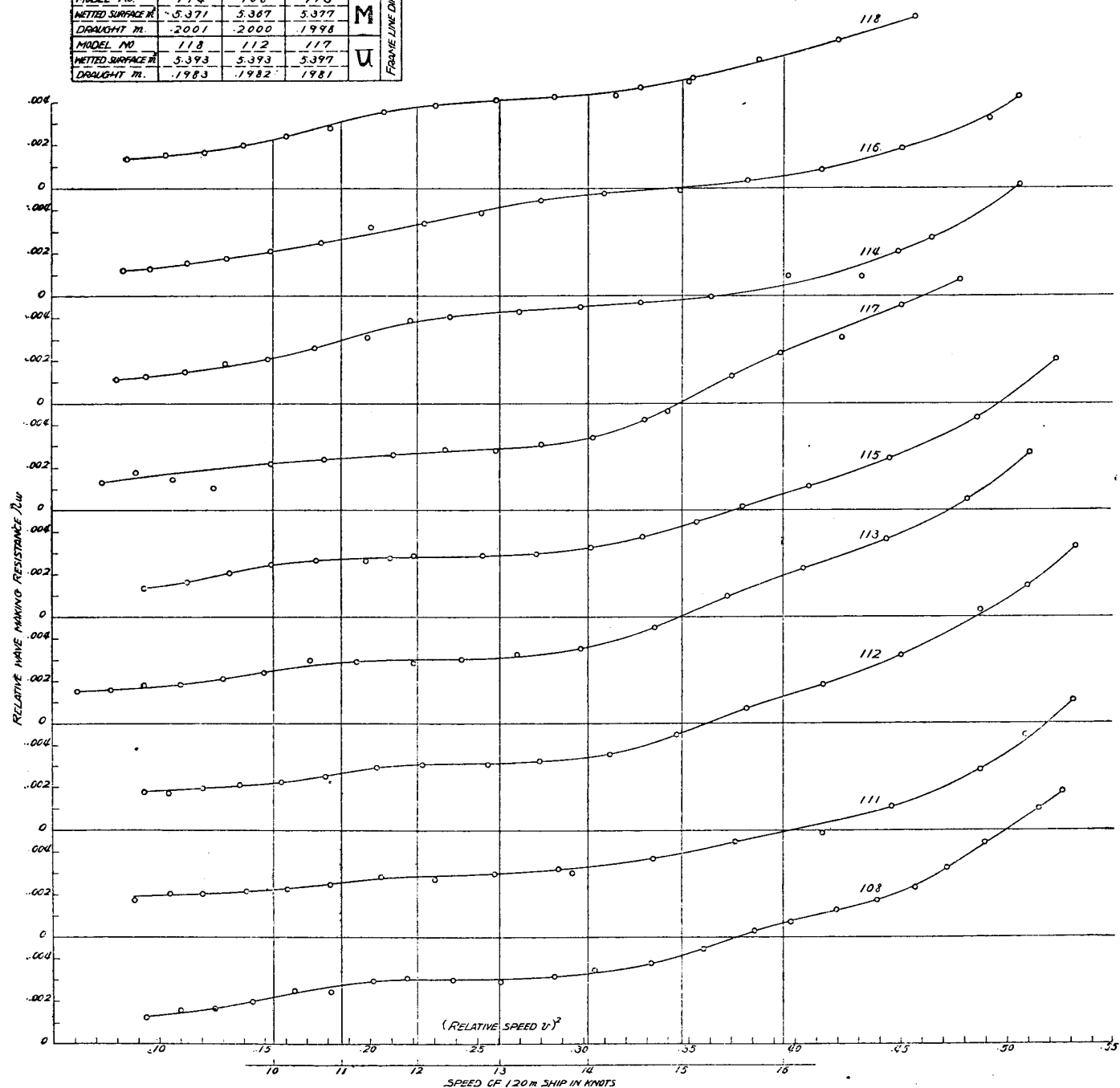


Fig. 5

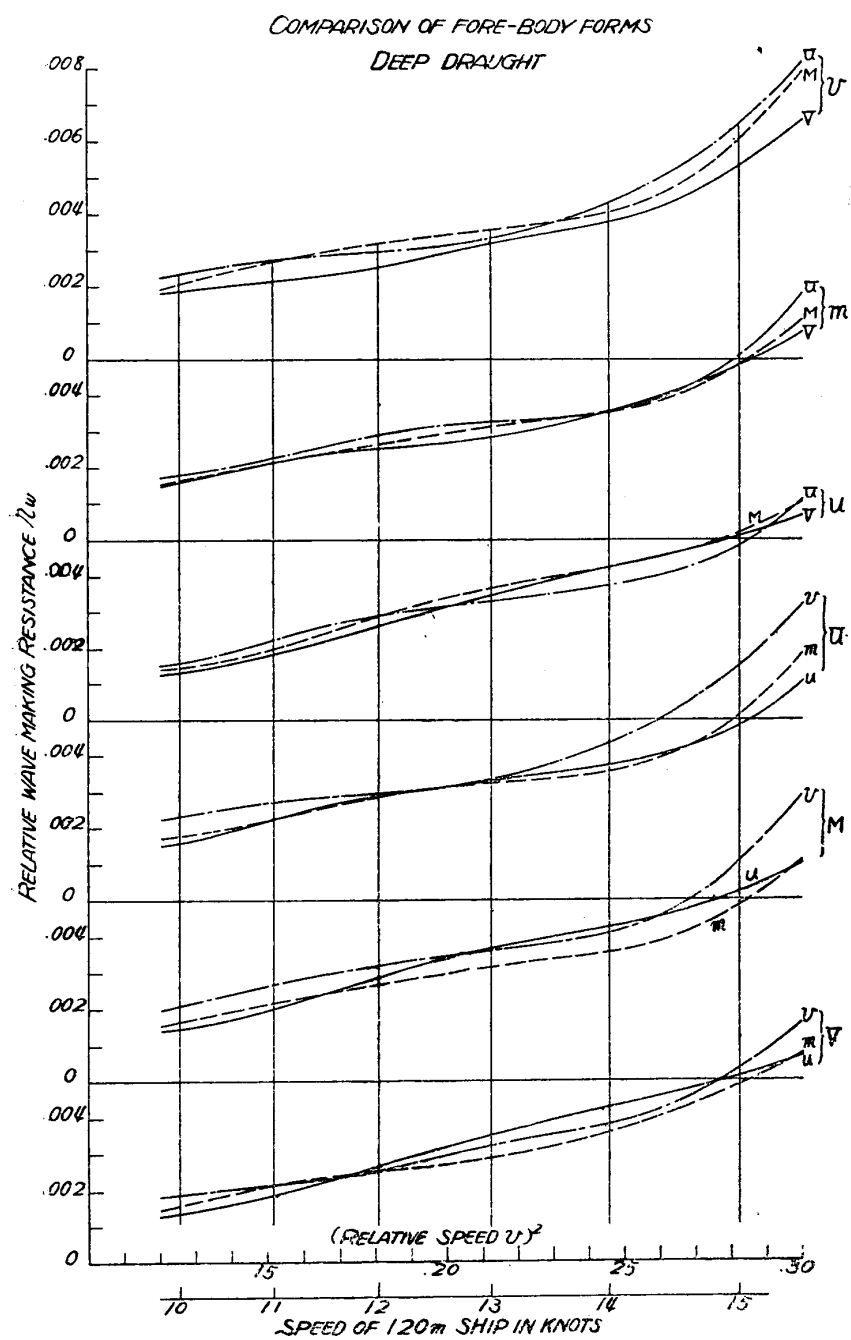


Fig. 6

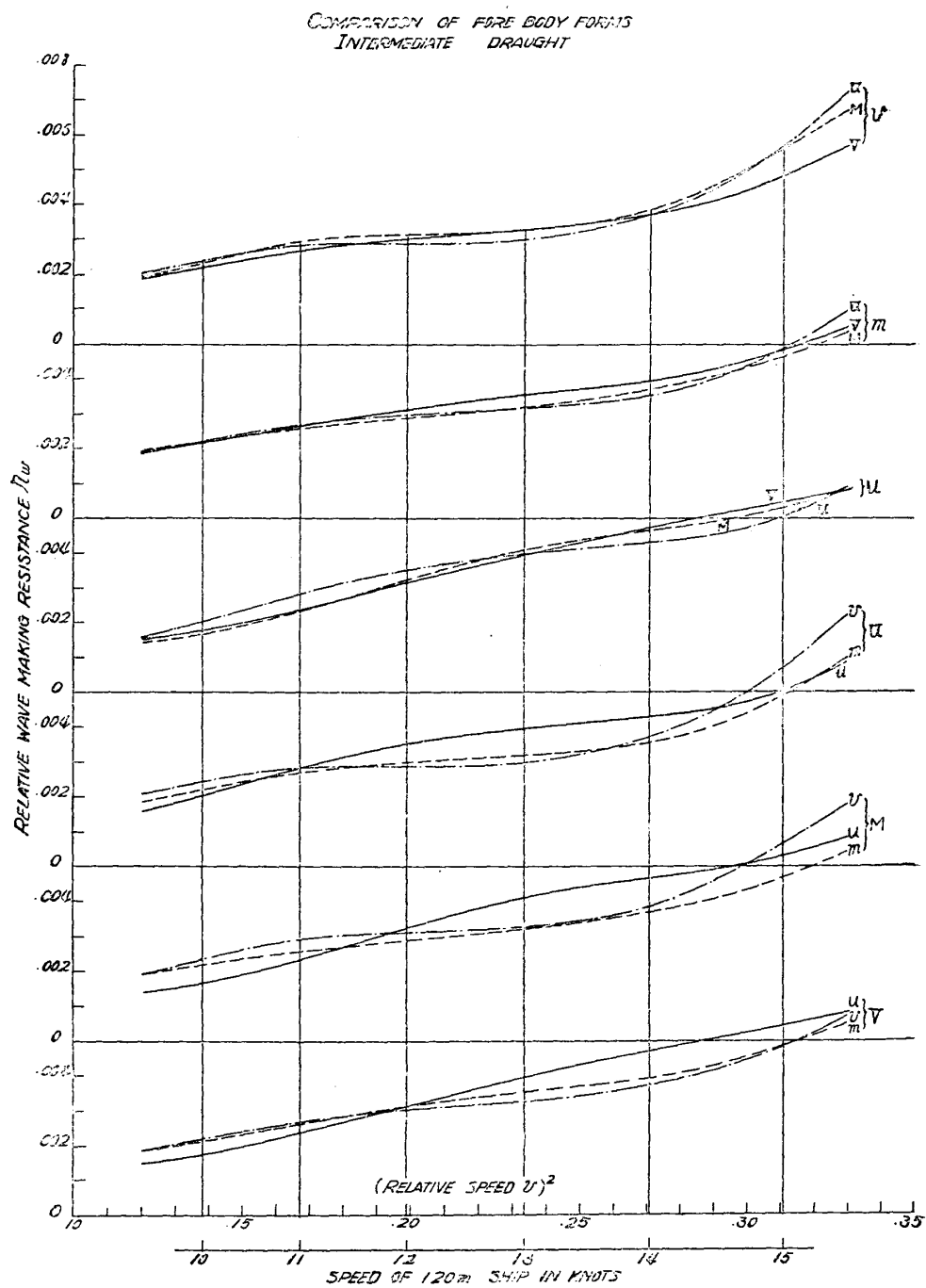


Fig. 7

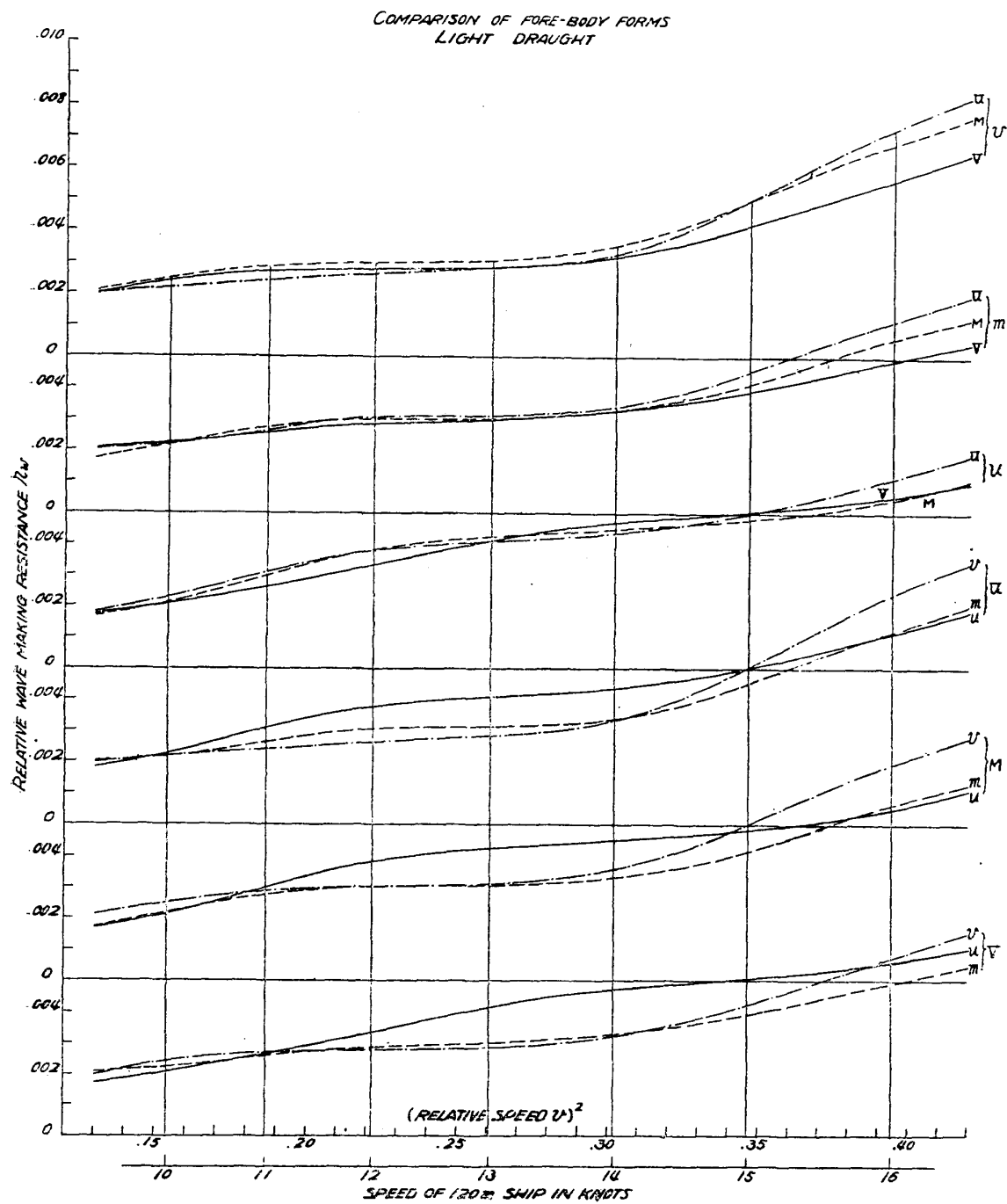


Fig. 8

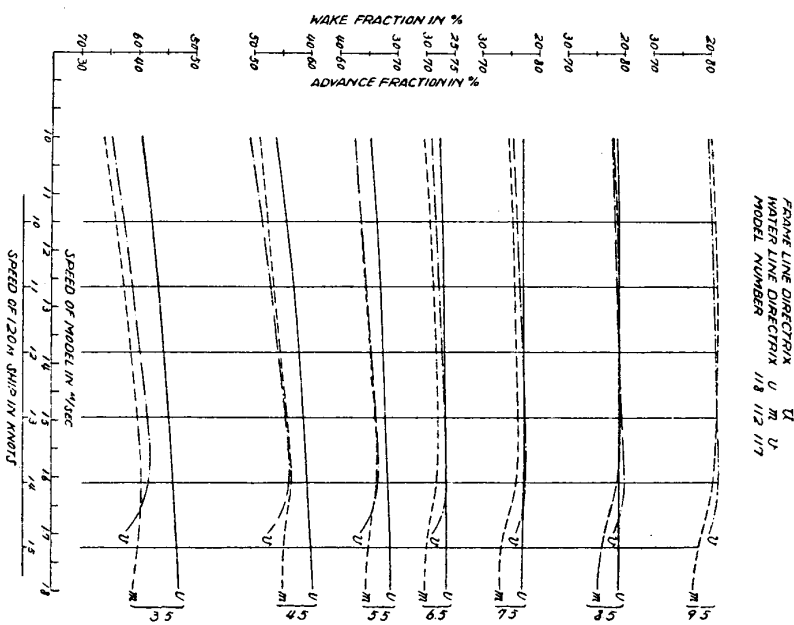
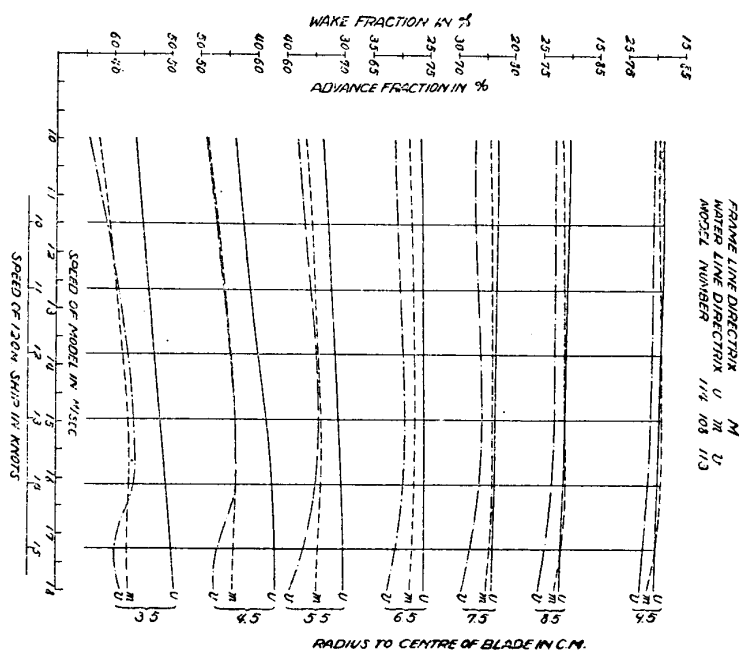
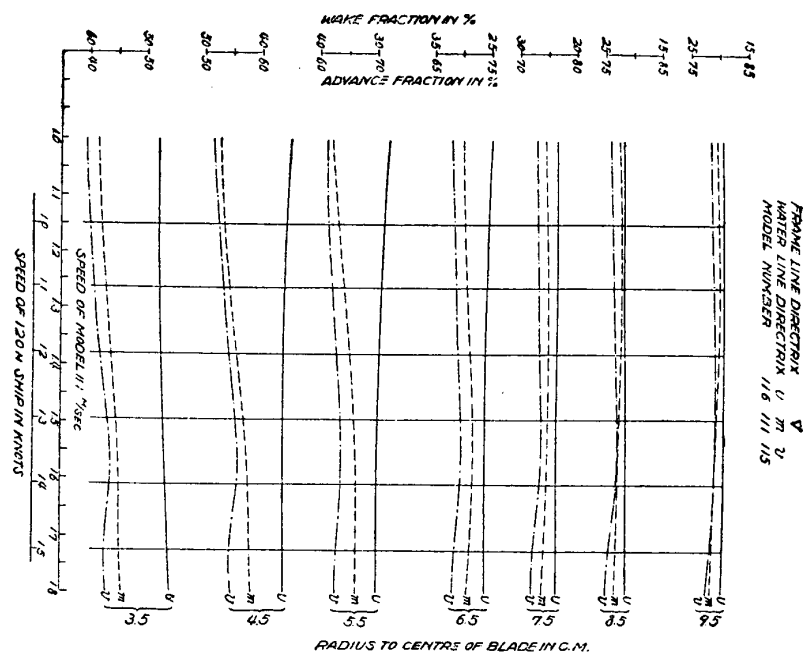
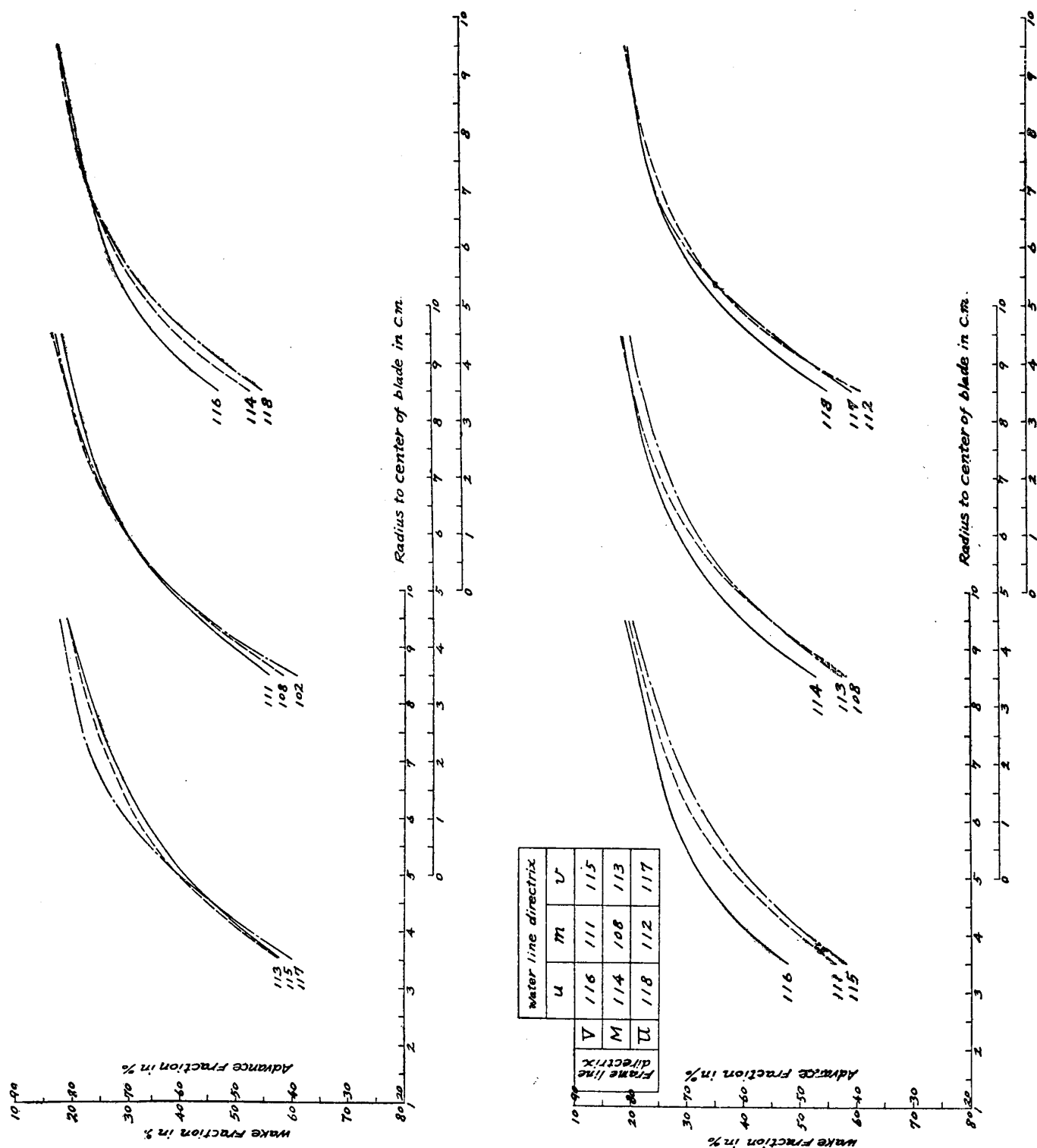


Fig. 6



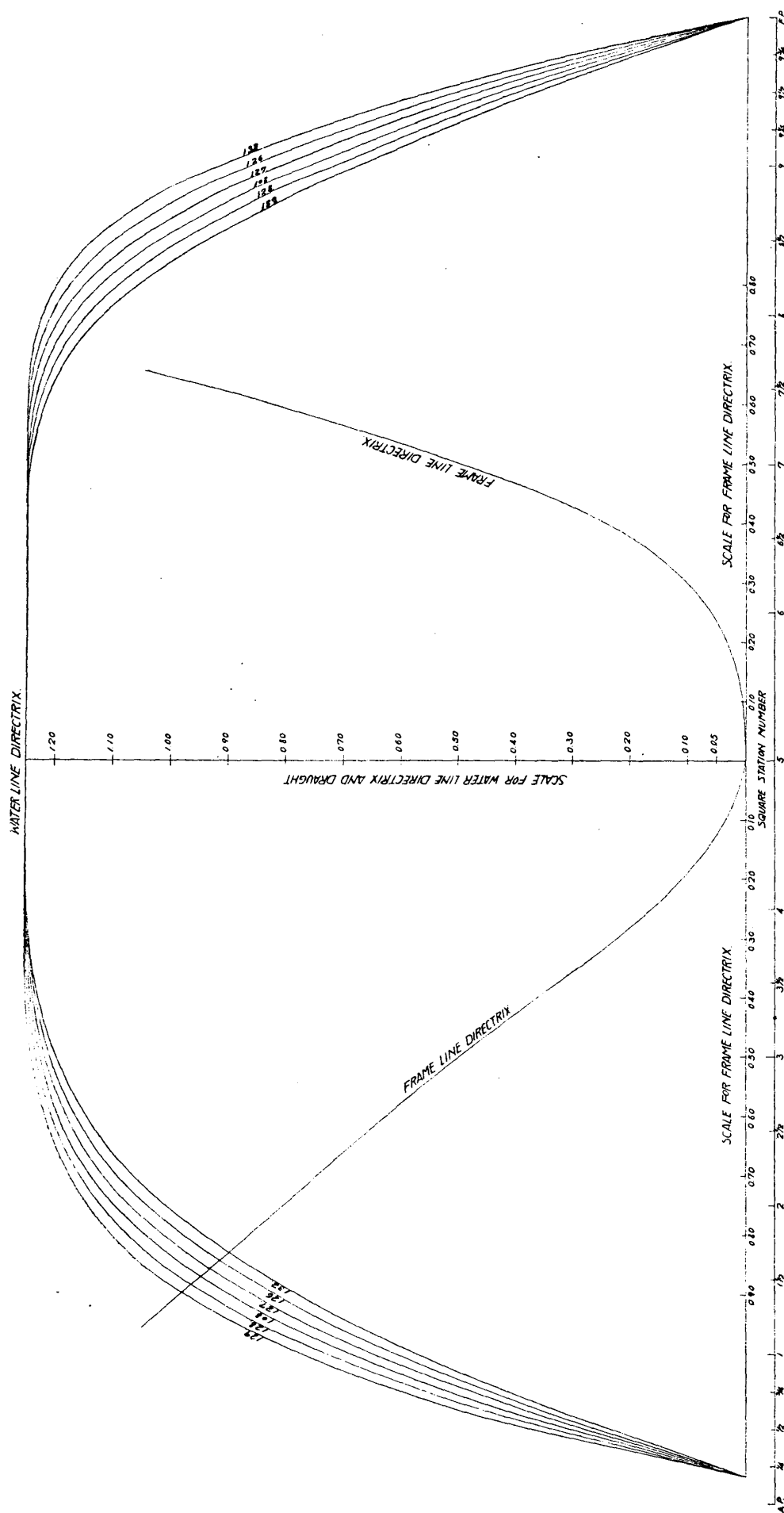


Fig. 11

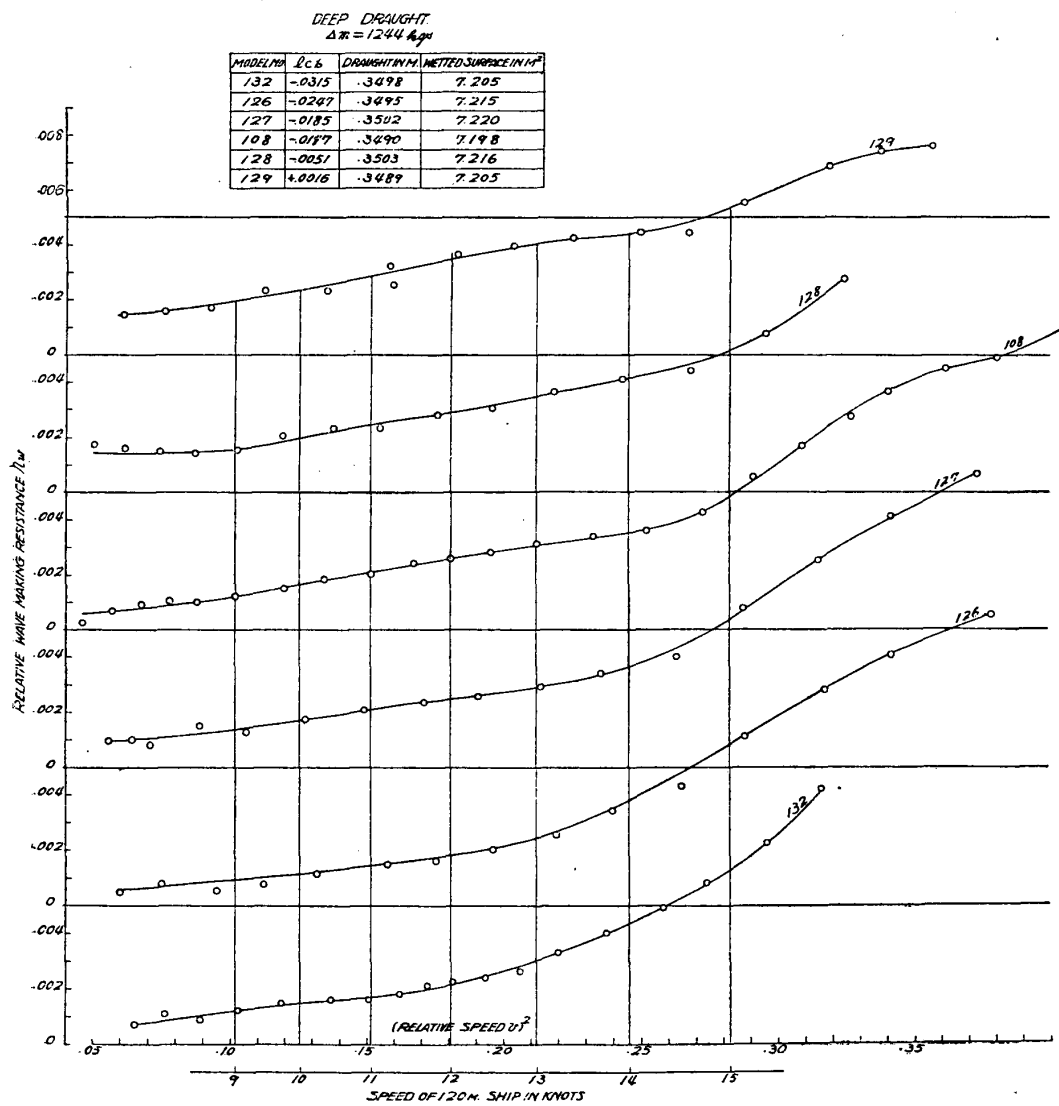


Fig. 12

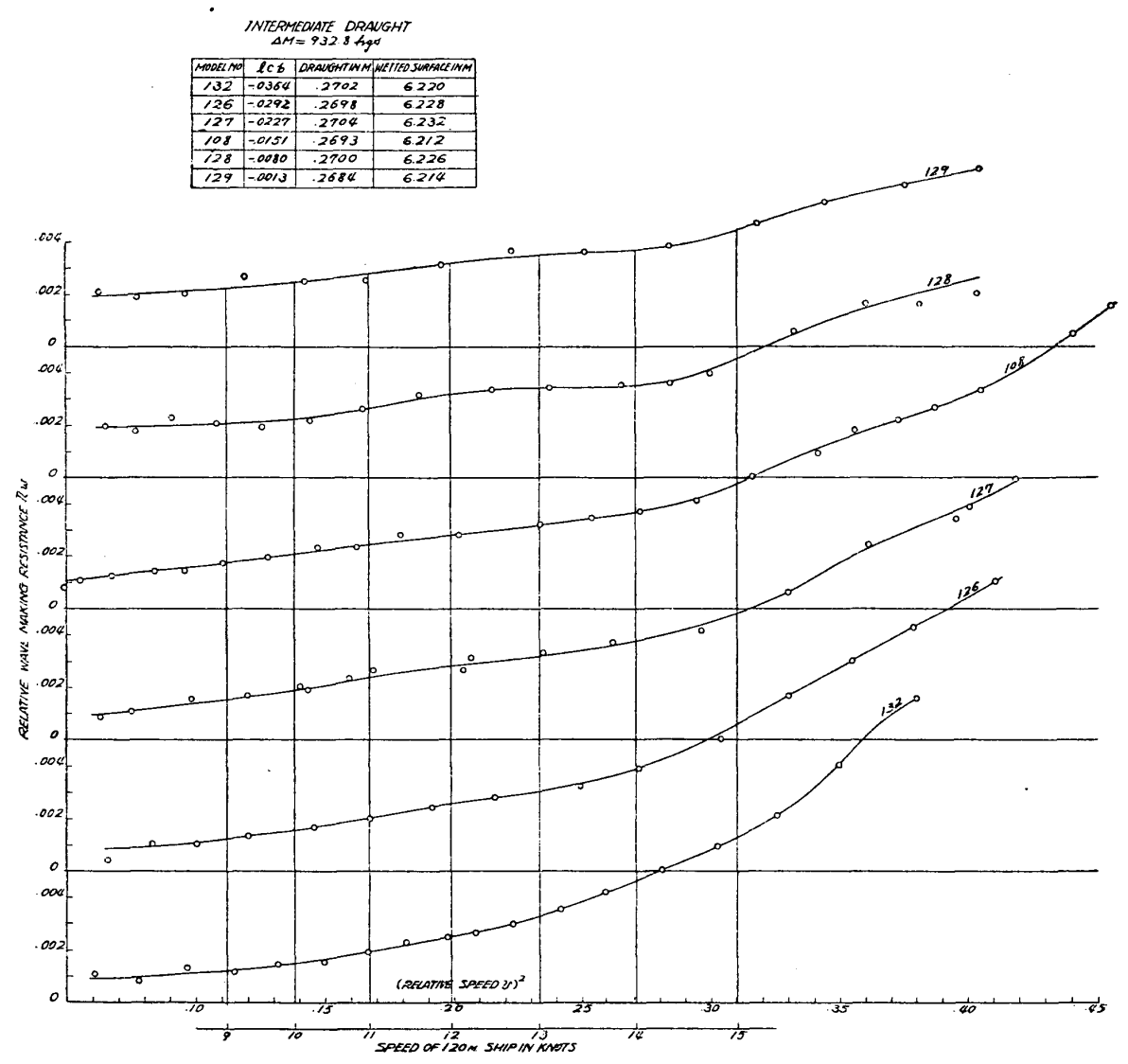


Fig. 13

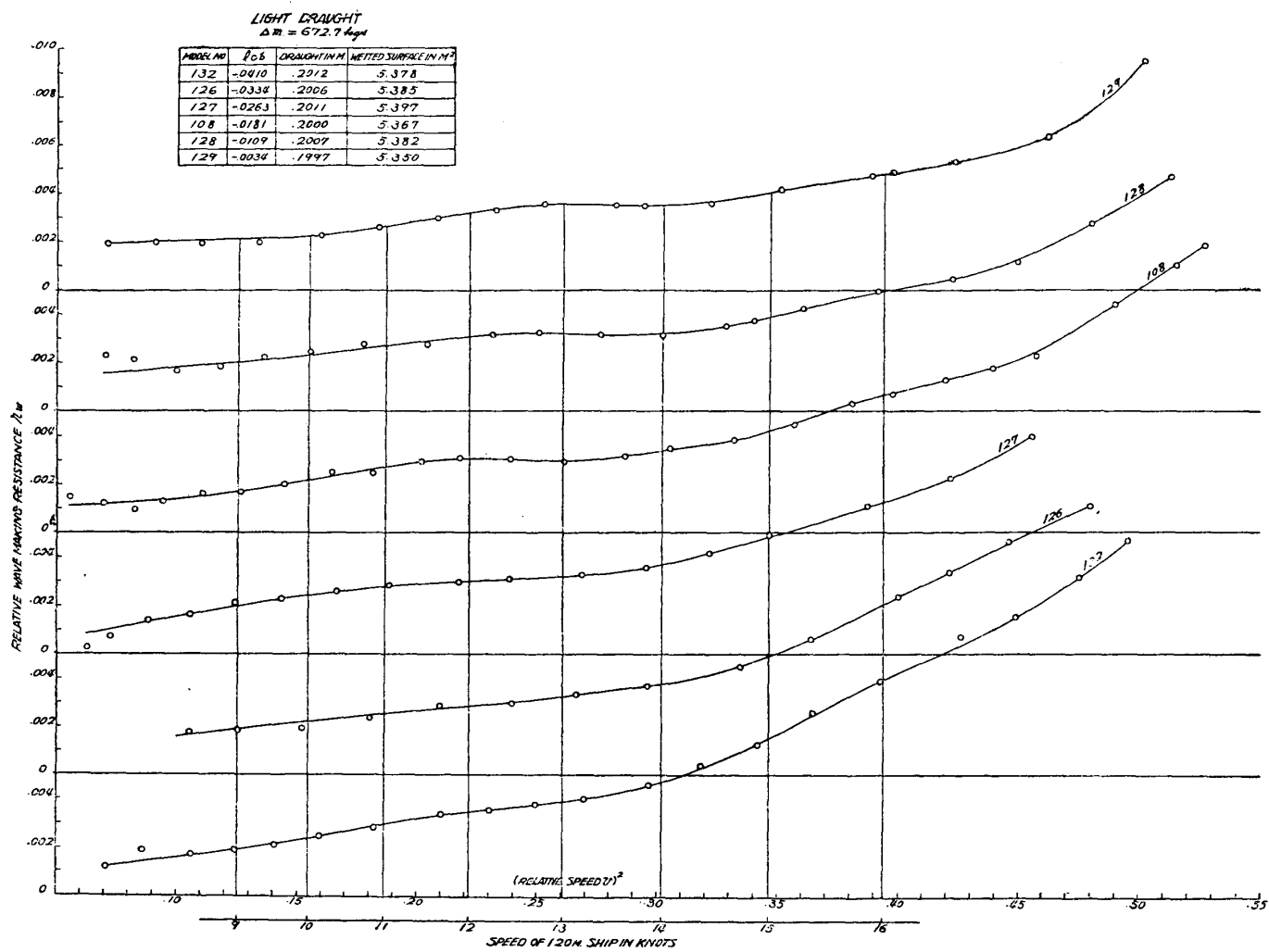


Fig. 14

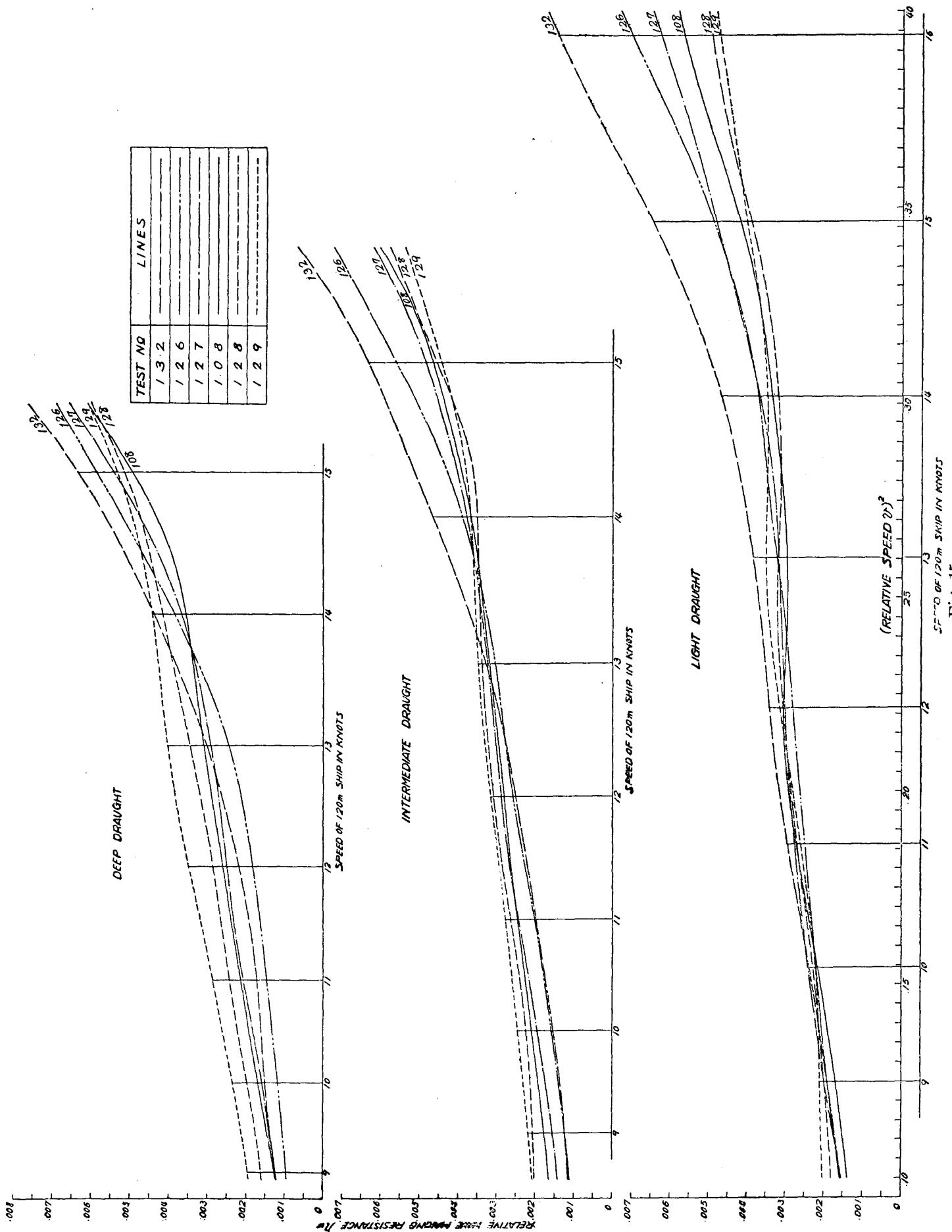
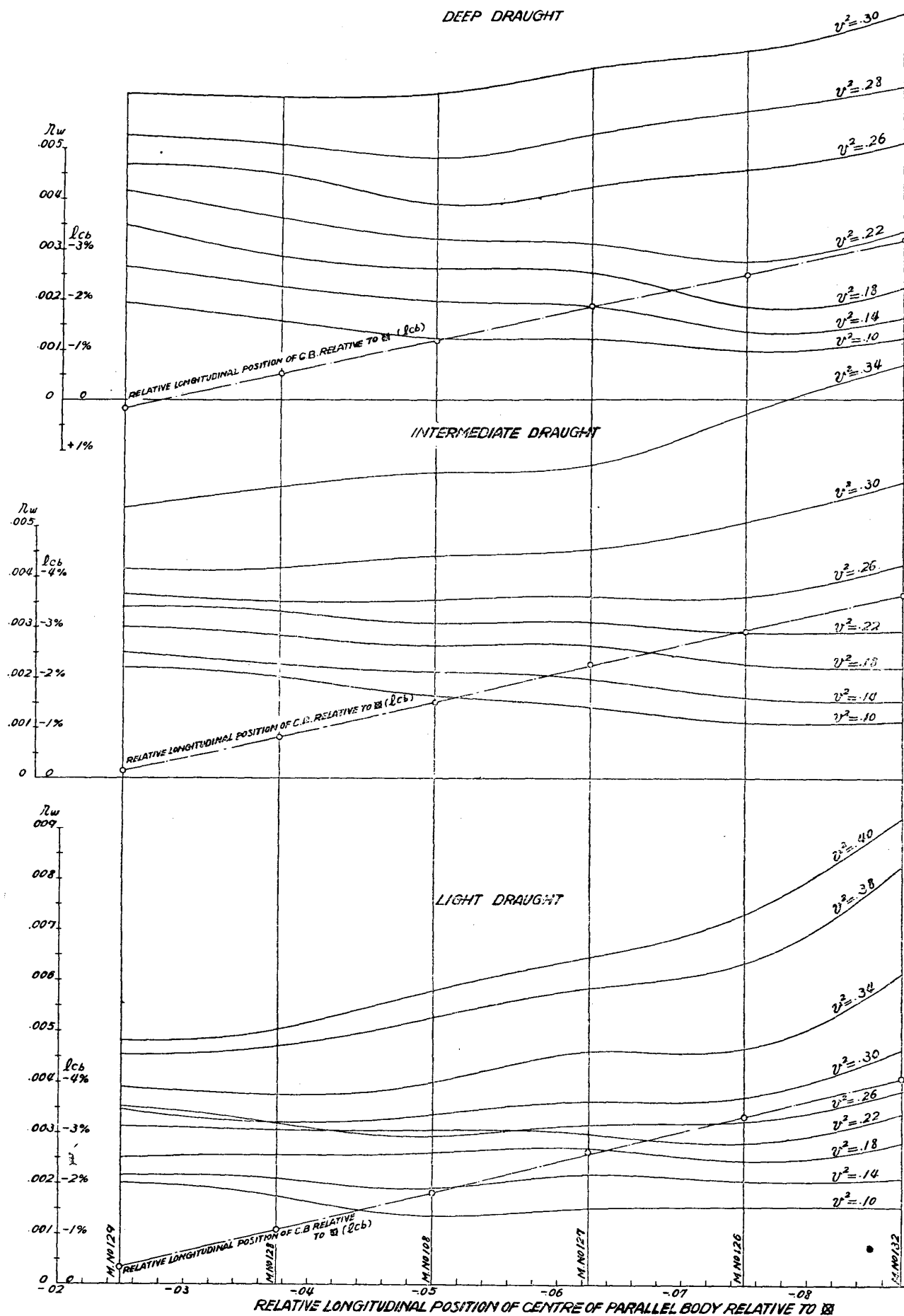


Fig. 15



MODEL NO.	LINES
132	---
126	---
108	---
128	---
129	---

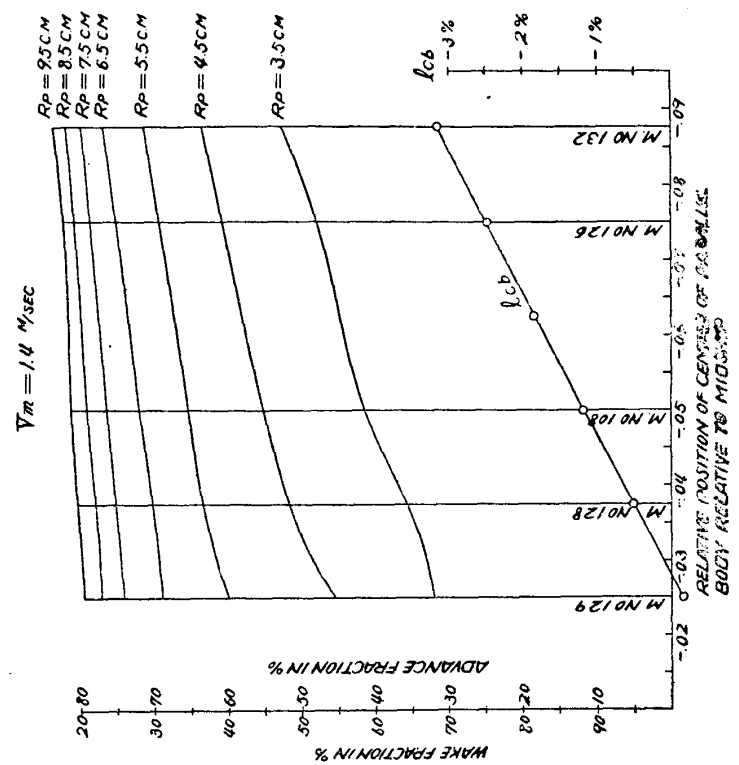
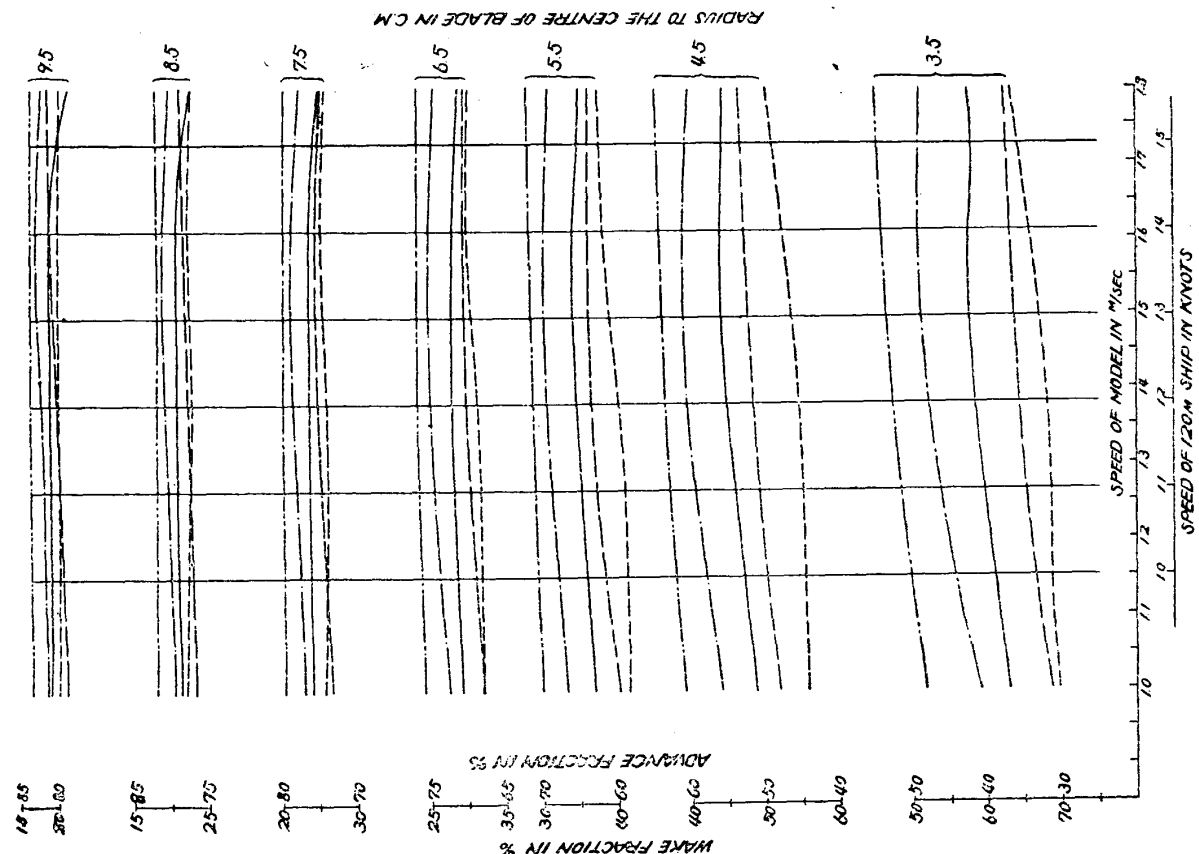
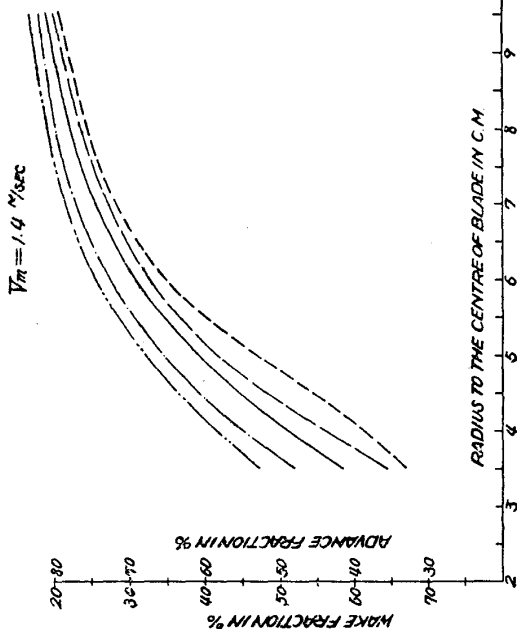


Fig. 17

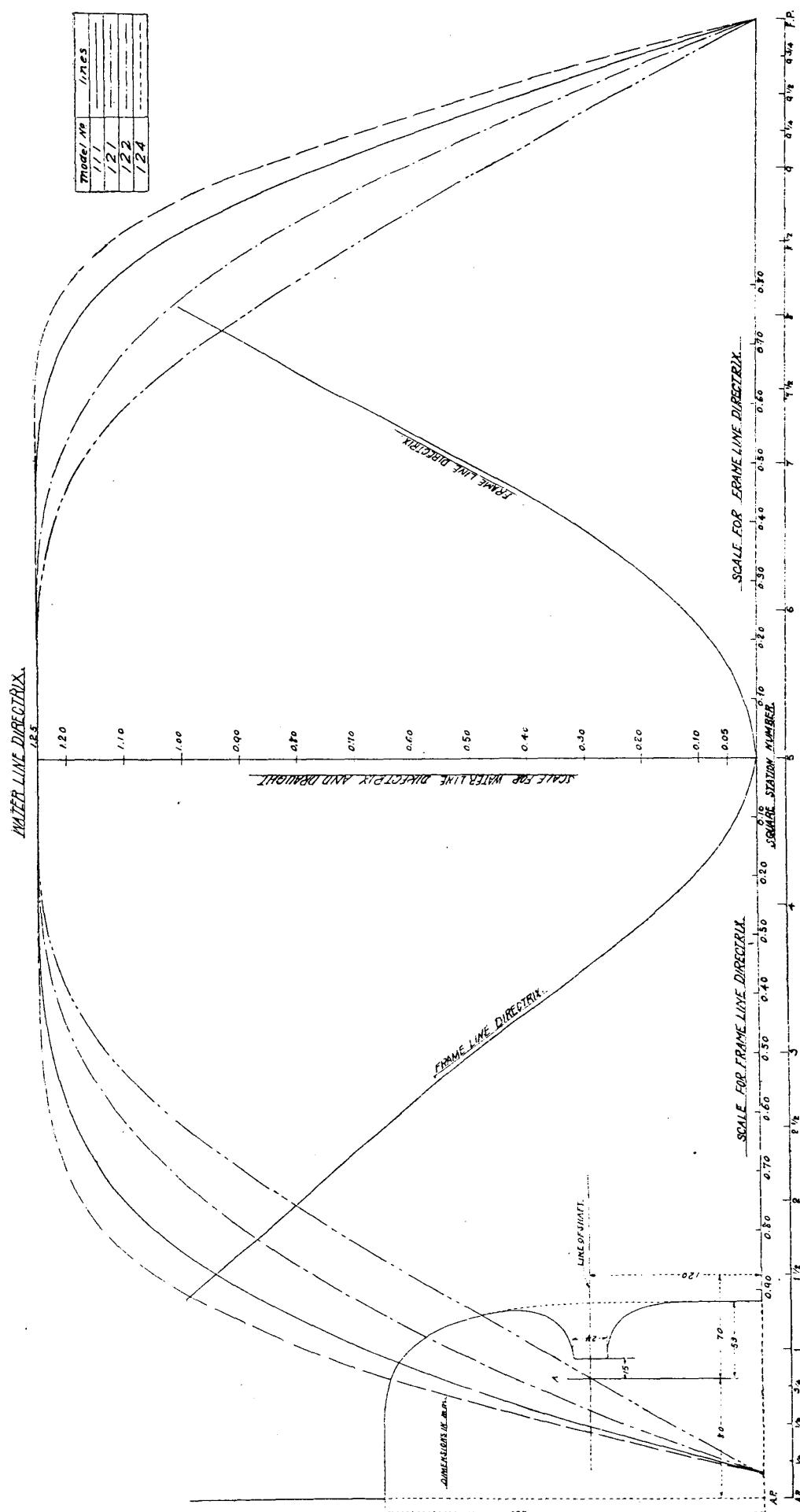


Fig. 18

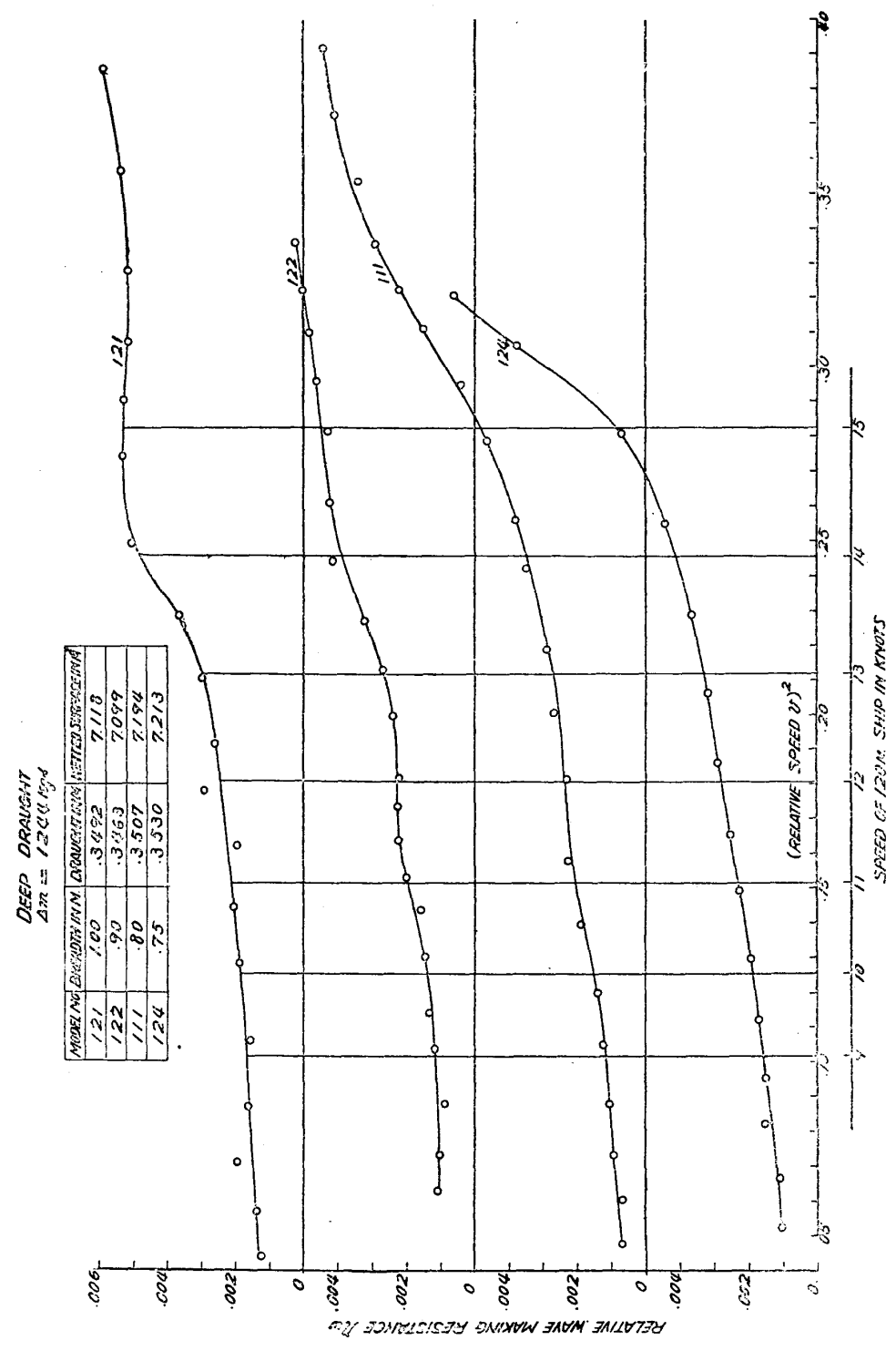


Fig. 19

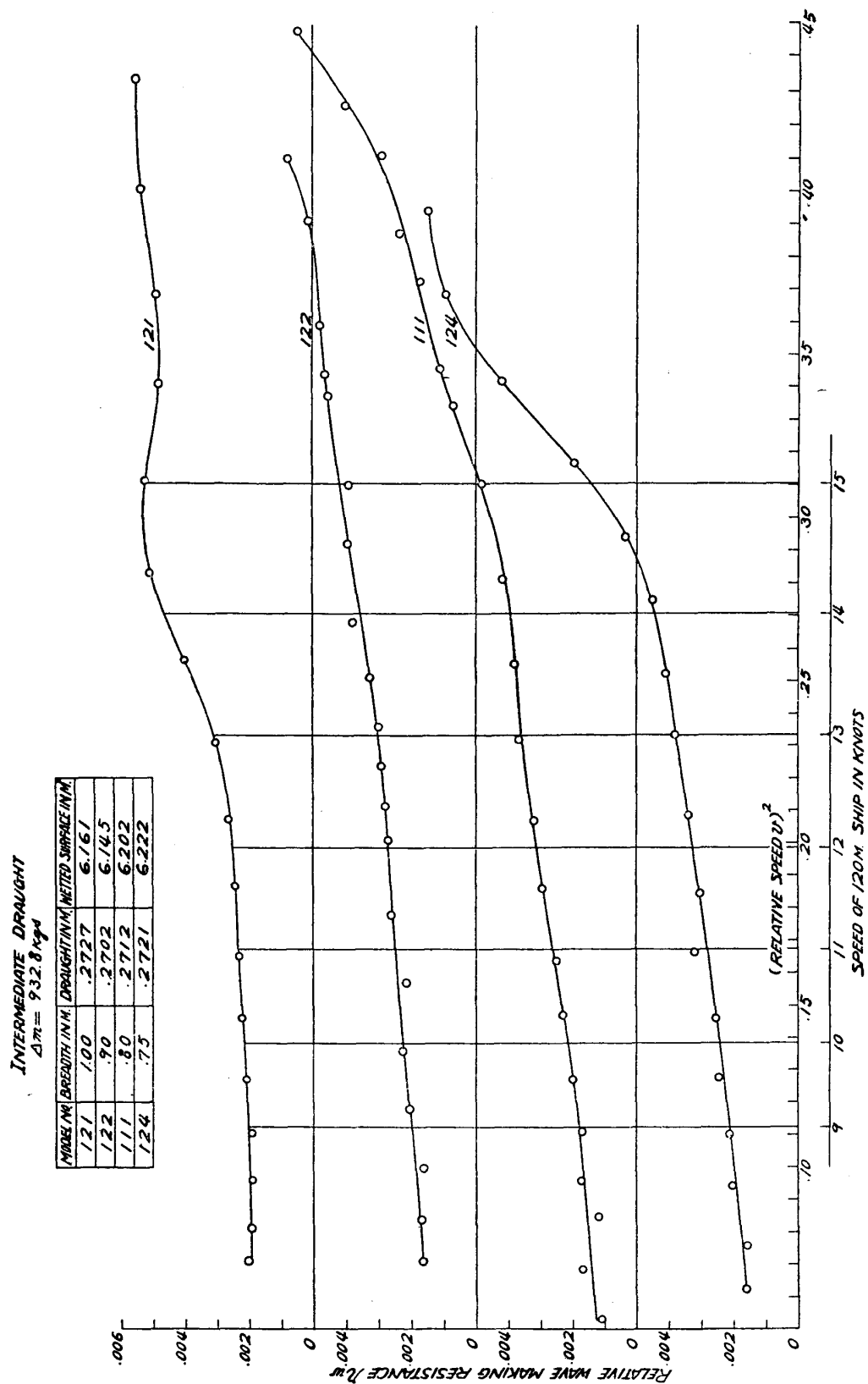


Fig. 20

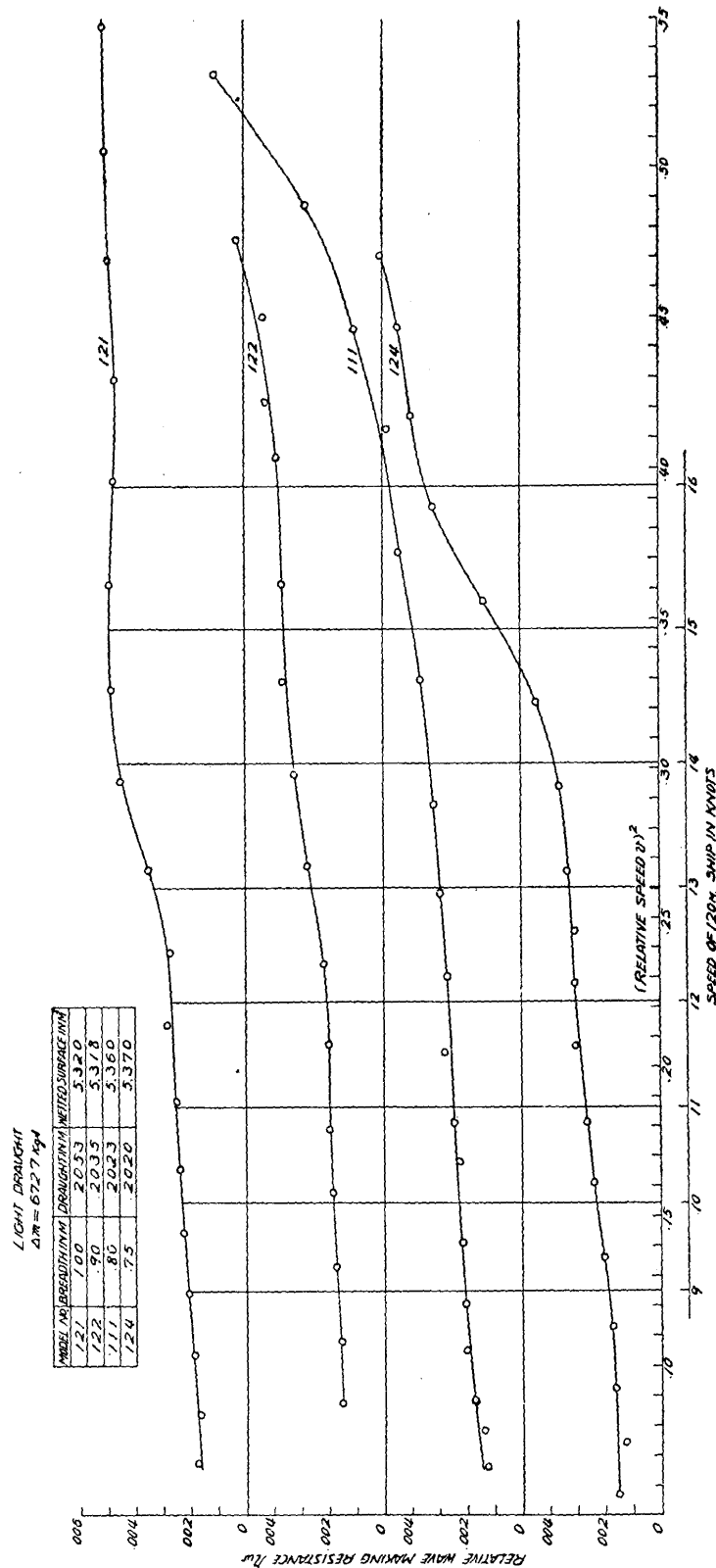


Fig. 21

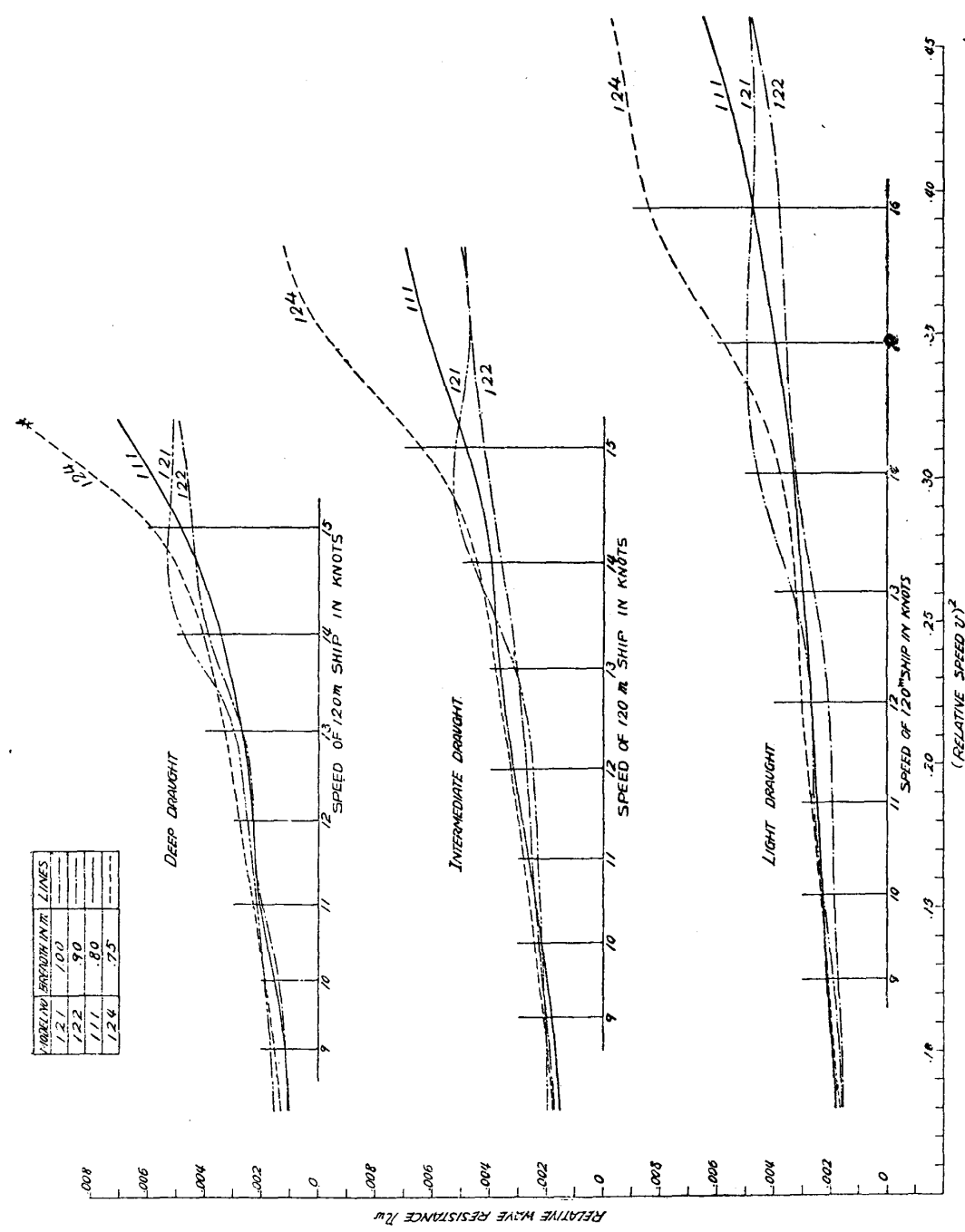


Fig. 22

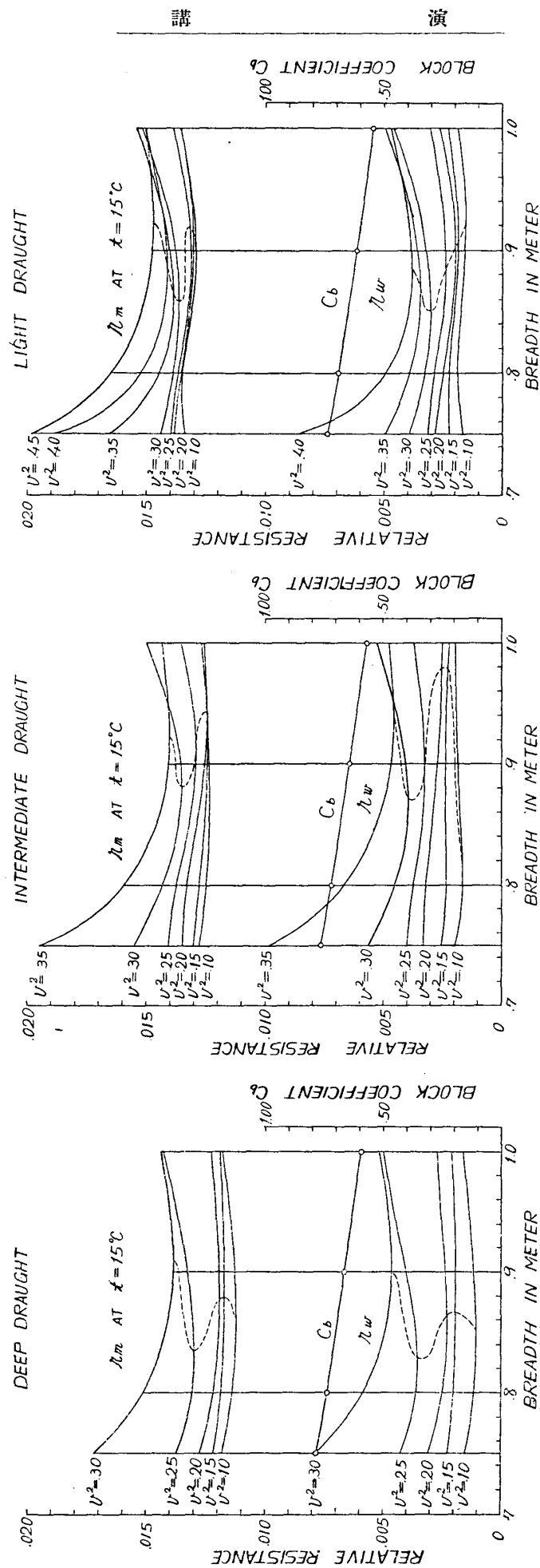


Fig. 23

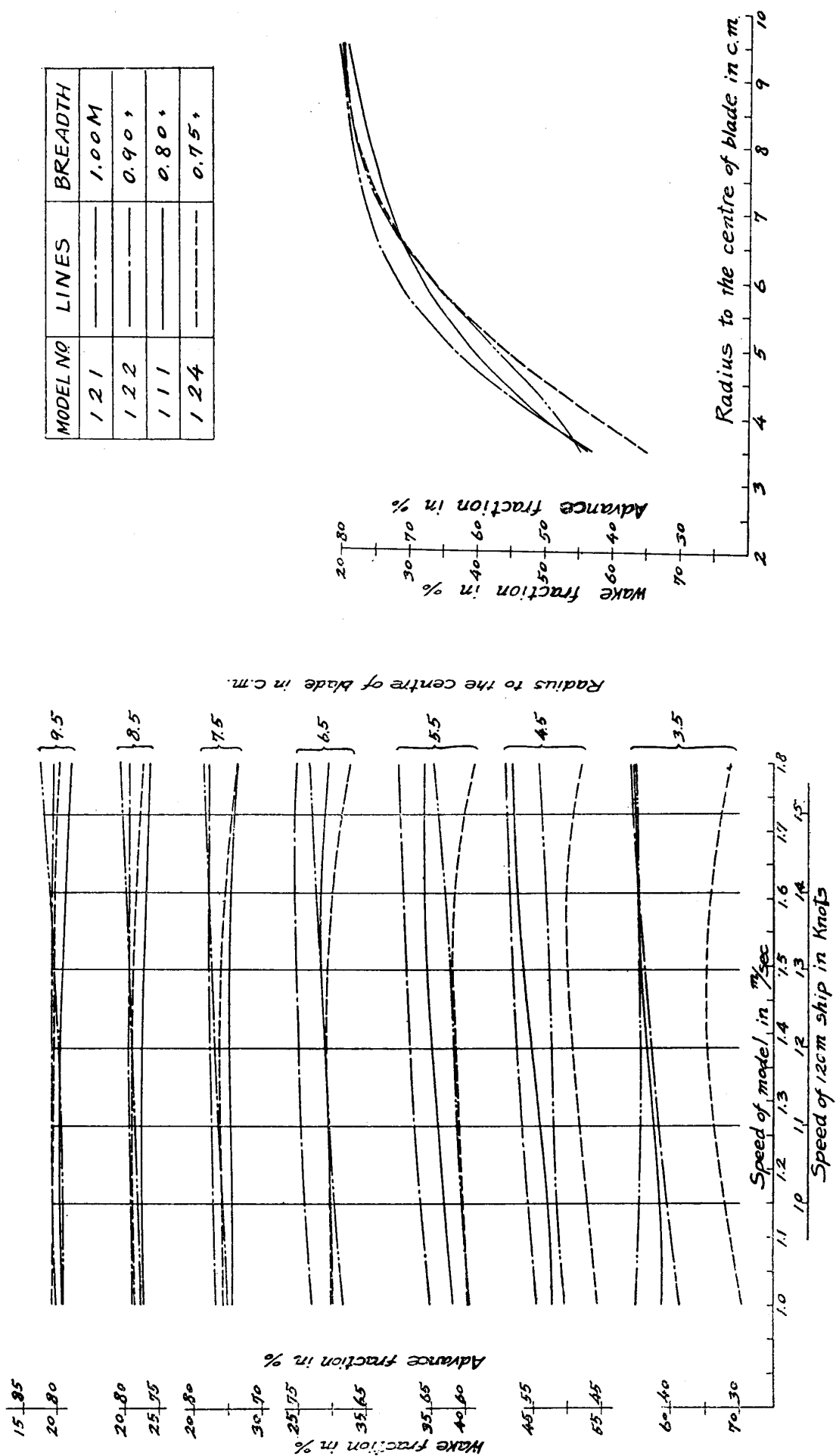


Fig. 24

討

論

○會長(今岡純一郎君) 唯今の御講演に對し御質問又は御意見のある方は御述べを願ひます。

○玉井喬介君 V. U. M 三つの shape がありますが前刷 7 頁の圖ではどの water line を取つても排水量が各々違ふ様ですが如何ですか。

○山縣昌夫君 それは或る water line を取れば勿論違ひます。

○玉井喬介君 どの water line を取つても違ふ様に思ひます、現に圖を見ても frame の U shape は V shape よりも一見して排水量が明かに大であります。

○山縣昌夫君 そんな事は無い筈です。

○玉井喬介君 7 頁の圖で各吃水で displacement を測ると皆違ふ様です。此の間遞信省の tank から出た pamphlet でも之を調べて見ましたが 1.5% 位圖上では違ひます。

○山縣昌夫君 そんな事は無い筈ですが sketch を重ね合せるとき圖がづれて違つたかも知れませんが、實際は一致して居ります。

○玉井喬介君 又もう一つ幅を増すと抵抗は減ると云はれましたが、幅を増せば fine になるから抵抗の減るのは當然だと思ひますが。

○山縣昌夫君 當然と分つてしまへば夫迄ですが、それを明にする爲に此實驗をしたのです。又夫には limit が有る譯で、ずつと幅を増せばまた抵抗も増して來ます。その limit が何の邊に有るかを調べるのが吾々の目的です。

○玉井喬介君 然し或る程度迄は幅を廣くして fine にすれば抵抗の減るのは當然の事と思ひます。

○今岡純一郎君 一寸伺ひますが同じ displacement に付て行つたのですか。

○山縣昌夫君 そうです。實際には hull weight が増すので block coefficient も變ります。

○川原五郎君 experiment の方では御説の通り幅を廣くすれば fine になり resistance は減りますが、私の一つ不思議に思つて居りますのは獨逸あたりでは澤山の experimental tank を有し、澤山の實驗を行て居るのでせうが、獨逸の船は一般に幅が狭い様です。tank test では幅の廣い我國の船の方が良いと思はれるが實際外國船は幅が狭い。餘り幅を廣くすると實際航海狀態からは air head resistance 等から妨げられ performance が良くないのではないかと思はれる。何故に獨逸等が我國の如く幅を廣くしないかと云ふ疑を持つて居ます。cargo boat のみならず吾國の船は dimension から云へば幅は max. であり performance は却て悪くなつて居るのでは無いかと思はれるが。はつきり證據立てるものが無い様です。遞信省の方も、その他の方も如何にして獨逸等か實船の幅を廣くしないかを御研究願ひたいと思ひます。

○今岡純一郎君 尙御質問なり、川原君の御質問に對する御意見なりは有りませんか、重光君の御

考へを伺ひます。

○重光 蔭君 別に何等の考へをも持ちませんが、一般に tank experiment で幅を變へる實驗は今迄多くの場合 block coefficient を同じにして displacement を變へる行り方であつたのですが、これでは一寸工合が悪く實際には参考にならない點があります。即ち與へられた displacement 及び長さに対する幅の關係を見るのに参考にならないのです。實際二三の造船所の話でも timber carrier 等で stability が足りないが幅を増すと急に resistance が高くなりはせぬかと思ひ幅を増すのを遠慮して居る様な事があります。夫なら長さを同じにして幅を増し displacement を同じにすると云ふ方法に於て、尙一層 fine にして幅を増し得る餘地があるか無いかを調べる目的で此の研究をしたので、普通なされた幅を變へる實驗の場合との區別を明かに了解して頂きたいと思ひます。

○今岡純一郎君 川原君の言はれた外國船は幅が狭まいと云ふのは貨物船ですか。

○川原五郎君 一般に外國船は幅が狭い様です。

○今岡純一郎君 英國では如何ですか。

○川原五郎君 英國でも日本ほど廣く爲つて居ない様です。tank では吾々と同じ結果を得て居るのでせうが。

○今岡純一郎君 幅を大きくすると金がかかるからでは有りませんか。

○川原五郎君 風が當つたりして speed が遅くなる爲ではないかと考へられ、其疑ひが解けません。

○玉井喬介君 日本の船の幅の廣いのは使用目的が違ふからではないかと思ひます。例へば timber carrier にせよ grain carrier にせよ幅を大きくしないと stability が足りない様に爲るからで、要するに cargo の種類、使用目的、使用方法の相違に依るのでは有りませんか。

○今岡純一郎君 併し向ふにもそう云ふ同じ目的の船が有るでせうから、夫等のものゝ幅は如何なつて居るかは面白い問題です。逕信省の方にも今後此方面の比較研究を御願ひします。

○井澤一榮君 diesel船の幅が廣くなりつゝあると云ふ事につき昨年と一昨年日本の新造船全部の統計を取りました處、 $B = L/10 + \text{constant}$ の equation では常數は 18 が max. で特種なものを除けば一般に 15 となつて居ます。外國の最近の motor ship では同一の L に對し 15~20 位で、小さい船は知りませんが 26 と云ふ様な大きなものも有ります。resistance とは違ふ話ですが今幅の話が出ましたから申述べた次第です。

○重光 蔭君 會長からの御言葉もありましたから充分研究を續行します。尙此處に standard に取つた幅はそんなに大きなものではない。free board rule 等の丁度眞中の大きさを取たもので有ります。尙外國船が幅が如何であるかも好く調べて見ます。

○會長(今岡純一郎君) 外に討論も質問もないものと認め、此 systematic なる cargo ship の船型に関する研究の發表は一般會員にとり大變有益なものと考へます。近來各方面で cargo boat の

lines は考へられ、此問題は研究され、何處の國でも續々發表され居ることは喜ばしい事で、近來の cargo ship の speed が economical に増加し得る様になつて來たのは全く此の方面の研究の賜と思ひます。今後共尙研究を續けられ本協會に發表されんことを御願ひする次第で特に遞信省の方に御願ひします。是等の御努力に對して拍手を以て感謝の意を表する事に致したいと思ひます。(一同拍手)
