

# 実証試験報告書

## I 課題名

遠洋鰹一本釣漁船対象の推進性能向上装置等装備による省エネ効果の実証

## II 実施主体名

旭漁業株式会社

## III 実証試験の内容

### 1 目的

昨今の急激な燃料油の高騰により、漁労経費に占める燃料費の割合が高い遠洋鰹一本釣り漁業では事業採算性が落ち込み危機的状況に追い込まれた。現時点では燃料費は落ち着いているものの、今後の燃料費の状況は不透明であり、早急な対策が必須の状況となっている。そこで中小型内航船で導入が進んでいる省エネ装置『フレンドフィン』の装備及び造波抵抗減少装置『バウキャップ』の装備により推進性能を向上させて主機関燃料費節減対策に資することを目的とする。

### 2 導入技術の概要

#### (1) 導入技術

船首部に大型バルバスバウの採用

船尾部プロペラボス部にフレンドフィンの採用

技術提供メーカー MHI マリンエンジニアリング株式会社（水槽試験及び設計）

#### (2) 技術導入の方法（手法）

##### 1) 試験船 第11旭丸（平成10年7月建造：船齢11年）

総トン数 499GT

499GT型鰹一本釣漁船

長さ（垂線間長）＝56.770m

船幅（型）＝9.500m

深さ（型）＝4.450m

計画喫水（型）＝4.000m

主機出力（最大）＝2,000ps x (680/176) rpm

計画速力＝13.1ノット

##### 2) 技術導入前後の試験船の比較 P29～33

### 3 実証試験の方法

#### (1) 実施手順

##### 1) 設計 1 1 月（水槽試験用初期計画）

3D-CAD 設計ツールによる綿密なプロペラ面での流れ予測及びフィンの設計、大型バルバスバウの採用に当っては過去の実績を踏まえ垂線間長の約 4.1%（長さ）で計画。

##### 1 2 月（工船用詳細設計）

現場工船用として詳細構造図及びフィン詳細図作成

##### 2) 工事 平成 22 年 1 月 21 日～1 月 29 日

施工場所 山川造船鉄工株式会社

##### 3) 実証化 平成 22 年 1 月 18 日及び 2 月 1 日

今回の実証化試験を行うにあたり、船体外板状態を同一として省エネ装置の効果を調査することが必要であるが、諸般の事情により、今回の対象船である第十一旭丸を省エネ装置取付前に入渠させ船底クリーニングを実施することができなかった。

本船と船型・主機・プロペラが全く同一の第八旭丸が本船の前週に入渠し、定期点検・修理・船底クリーニングが実施済であったので、省エネ装置の付かない第八旭丸を用いて試運転を行い、その結果を第十一旭丸の省エネ装置取付前の性能とみなすこととした。

#### (2) 試験項目、計測手法

改装前(第八旭丸) 実航走（平成 22 年 1 月 18 日） 5 分間航走×6 回

改装後(第十一旭丸) 実航走（平成 22 年 2 月 1 日） 5 分間航走×4 回

上記改装前後のデータについて下記項目の計測を行い、比較検討を行った。

##### 1) 計測項目、計測方法

①喫水：船首部、船尾部、船中央部における喫水を岸壁にて目視により計測し記録した。

②針路：ブリッジに設置された方位計により計測し記録した。

③船速：本船常備の DGPS により 30 秒間隔で計測した。

④プロペラ・主機回転数：本船常備の回転計により 30 秒間隔で計測した。

⑤相対風向、風速：本船常備の風向、風速計により 30 秒間隔で計測した。ただし第八旭丸では風向、風速計が設置されていないため記録できなかった。

⑥燃料ラック目盛：主機側部に設置された燃料ラック目盛を目視により読み取り記録した。6 シリンダーの平均値を求め主機陸上運転結果との対比より主機出力を算出した。





## 5 導入のあり方

本装置の導入により燃料消費量の削減並びに付帯効果として凌波性、居住性の向上が図られ初期の目的が達成された。船首バルバスバウについては、現在少数の漁船に採用されているが、適正な形状にて装備されているかは不明である。

適正な形状を求めるためには、設計者の経験や実ノウハウが必要であり、更に水槽試験において形状の最適化の試験を行い、間違いのない形状にしなければ逆に船体にとって抵抗になると思われる。また効果については原型の形状、航走フルード数などの条件によりその効果が大きくなることも小さくなることもあり、ケースバイケースであるため慎重な検討が必要である。

フレンドフィンについては漁船における装備実績が少ないため、今回は水槽試験による確認を行いその形状、取付角度等を決定した。今後の普及に当り船種、船型を考慮し、水槽試験も含めた事前の確認を行う必要があると思われる。今後普及することにより理論的な解析による装備も可能と思われるが、開発メーカーとの十分な事前検討が必要と思われる。

## 6 水槽試験

### (1) 本船主要目等

499GT 型鯉一本釣漁船	
長さ（垂線間長）	= 56.770m
船幅（型）	= 9.500m
深さ（型）	= 4.450m
計画喫水（型）	= 4.000m
主機出力（最大）	= 2,000ps x (680/176) rpm
計画速力	= 13.1 ノット

### (2) 水槽試験

1) 試験実施日	平成21年12月18日～25日	
2) 試験場所	三菱重工業（株）長崎研究所 曳航水槽	
3) 模型船	縮尺比=1/15.5534 垂線間長=3.650m	
4) 試験状態	満載状態	dm=4.000m 1.500m 船尾トリム
	新造時試運転状態	dm=2.363m 1.500m 船尾トリム

### 5) 試験内容

- ① 改装前船型のプロペラ位置流場計測試験

- ② 改装前船型の抵抗・自航試験
- ③ 改装前船型、フレンドフィン装着、抵抗・自航試験
- ④ バウキャップのみ装着船型の抵抗試験
- ⑤ バウキャップ及びフレンドフィン装着船型の抵抗・自航試験

(3) 改装場所及び日時

山川造船鉄工株式会社 平成22年1月21日～29日

(4) 試験要領

- 1) 改装前対応の模型船を制作し、船首部及び船尾プロペラボス部は取外し可能とした。バウキャップ及びフレンドフィンは別途製作し各々の試験時に装着した。
- 2) フレンドフィンについては、プロペラ位置流場計測試験より得られた伴流分布を基に、取付位置及び取付角を決定した。
- 3) バウキャップについては、本船の航走フルード数を考慮し、造波抵抗の低減を図ることを狙って、その形状を決定した。

(5) 水槽試験結果

水槽試験は上記記載の通り、満載状態及び本船新造時の試運転対応状態に対して実施した。

今回の供試模型船の写真を写真1に、フレンドフィンを写真2にバウキャップを写真3に示す。

又、プロペラ位置流場計測試験より得られた満載状態の伴流分布図を図-1に示す。

更に、改装前、満載状態、船速13ノット、14ノットにおける船側波形写真を写真4に示す。また同状態におけるバウキャップなし（改装前）、バウキャップ付（改装後）船型の船首付近の船側波形写真を写真5,6に示す。

バウキャップにより、船首付近の波の盛り上がりが増減し、船側における波面の傾斜が緩やかになっていることが認められる。

水槽試験結果をもとに馬力計算を実施した。得られた馬力曲線を図2に示す。バウキャップ及びフレンドフィンの装着により、満載状態、船速13ノットにて約7.2%、船速13.5ノットにて約7.5%の馬力低減が示された。

このうち、フレンドフィンによる馬力低減は約3%程度であり、バウキャップによる馬力低減は約4.2%～4.5%程度である。

EXPT. TANK	
	Mitsubishi
Dec. 18, 2009	

# WAKE FRACTION CONTOUR CURVES

M.8060

FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

TWL.1141 8PYZ-N DATE - 2009.12.18

VM= 1.709 M/SEC VS= 13.1 KN W.T.= 15.4 °C

POSITION - PROPELLER CENTER

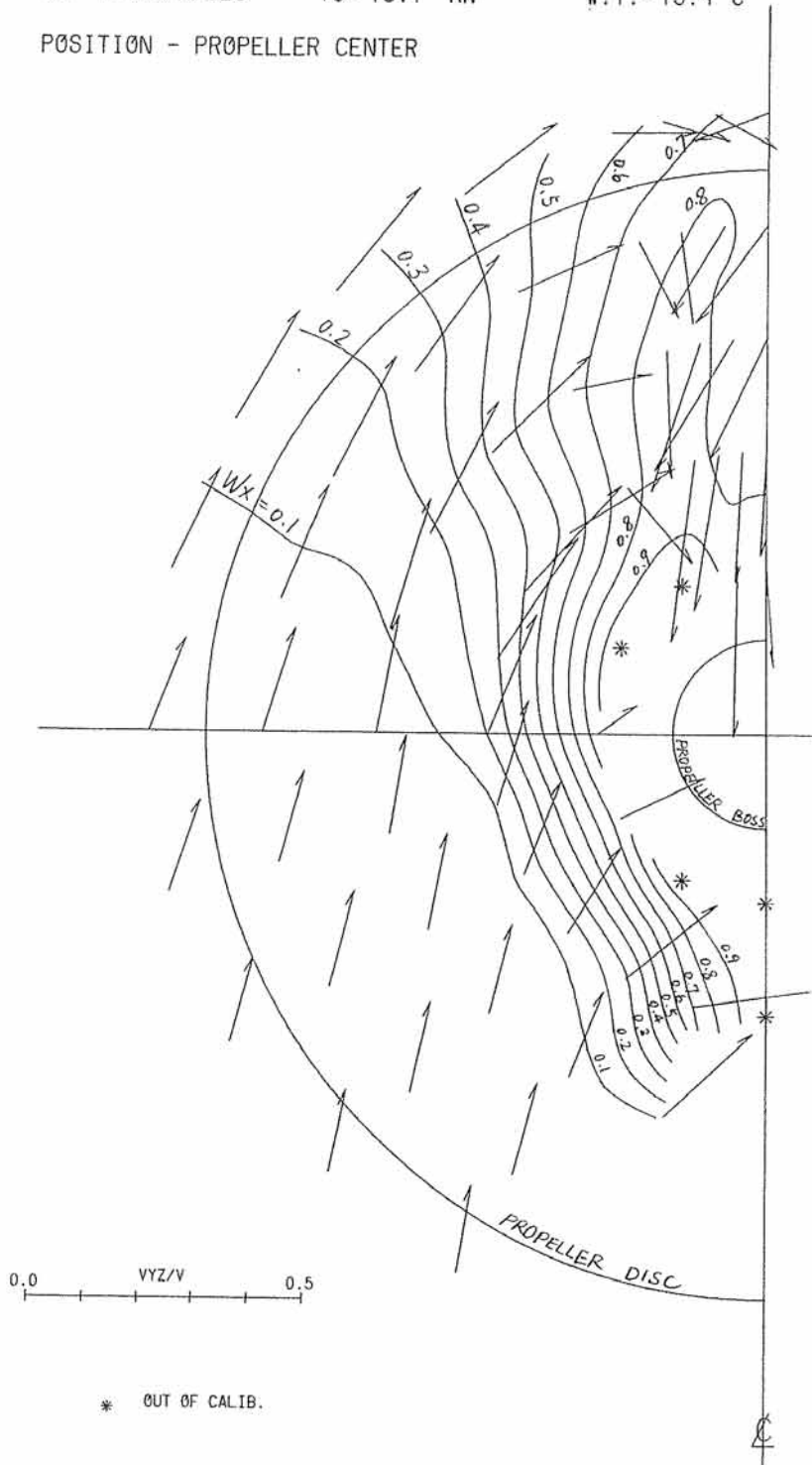


図-1 満載状態の伴流分布

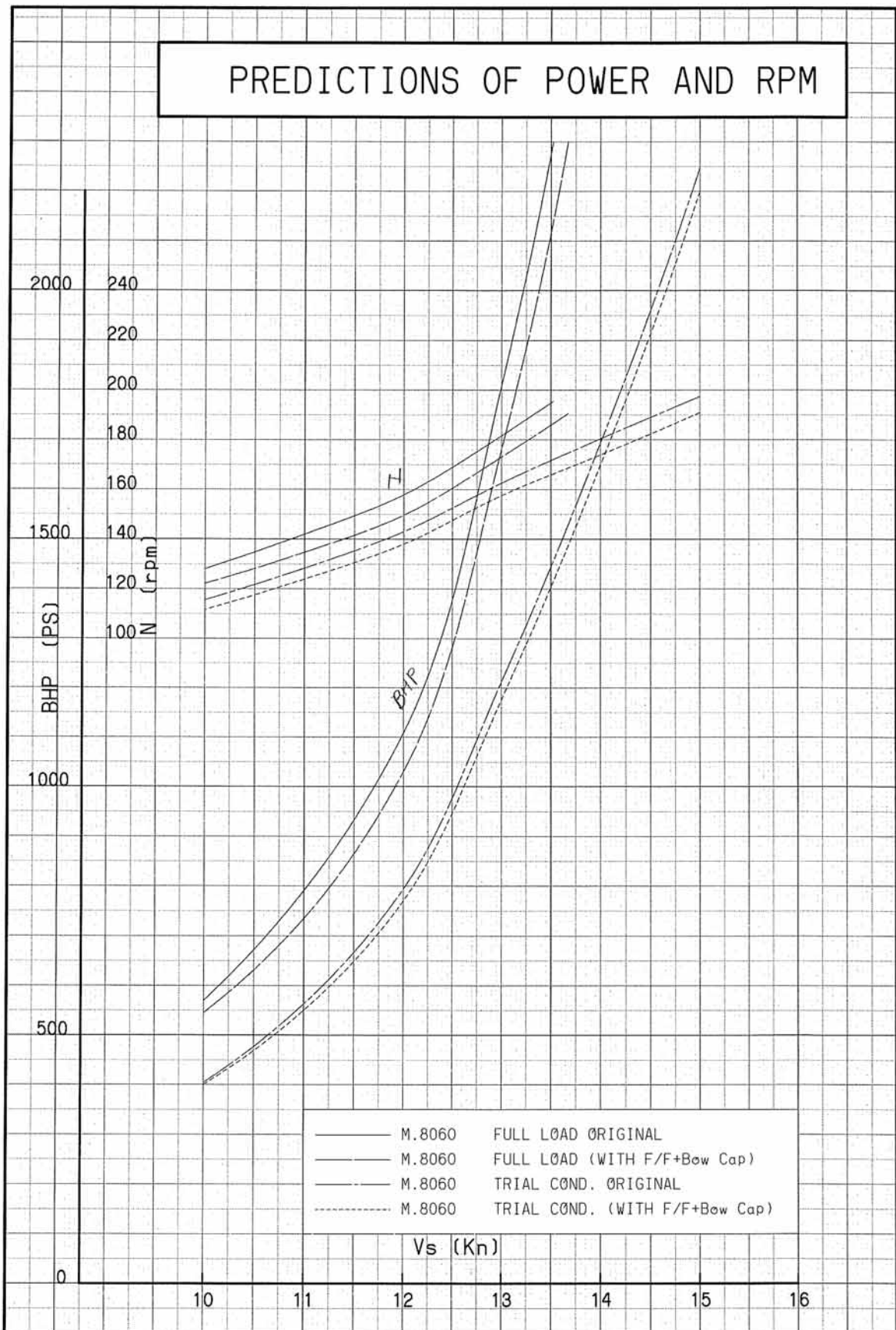


図-2 馬力曲線(バウキャップ+フレンドフィン)



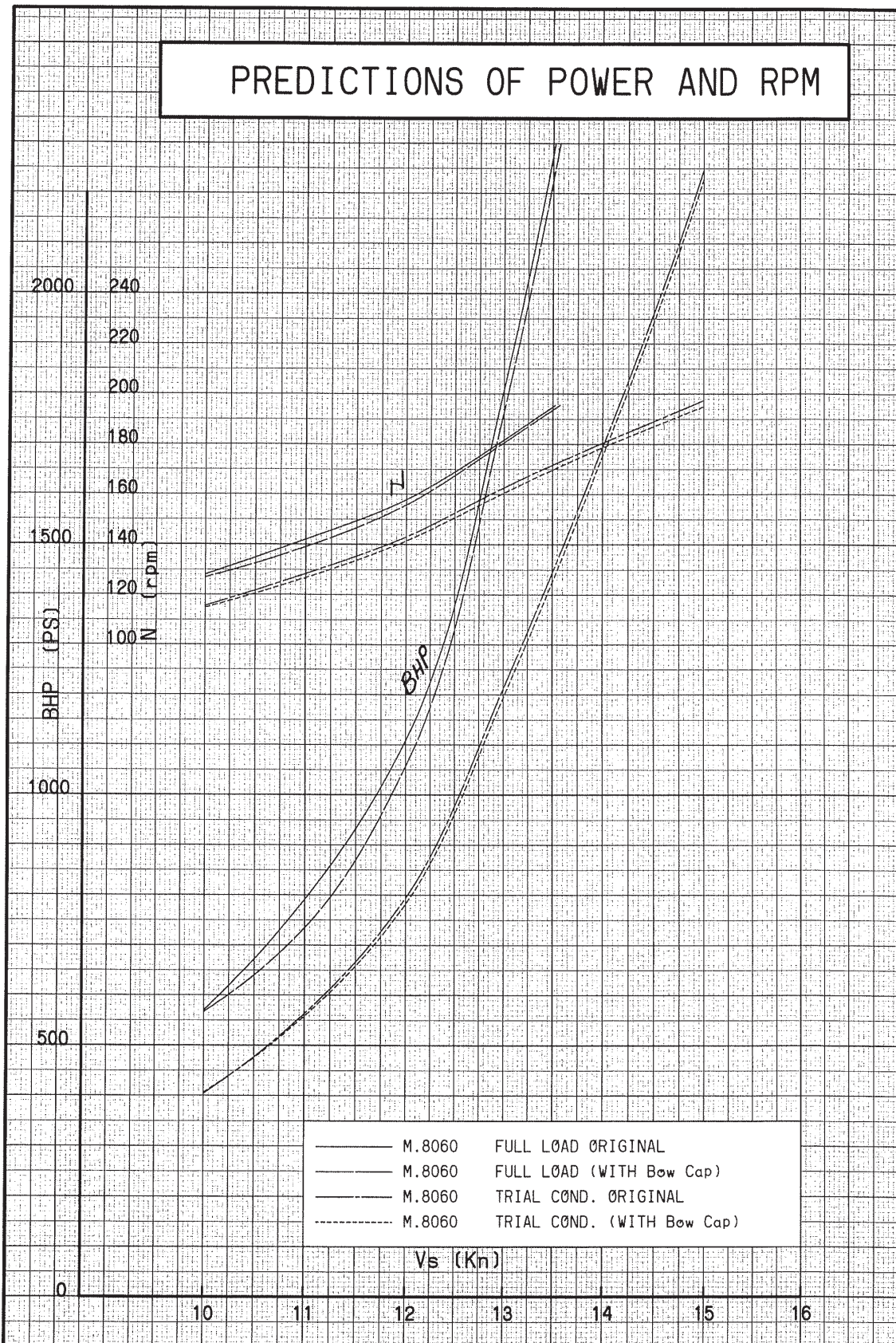


図-3 馬力曲線(バウキャップ)

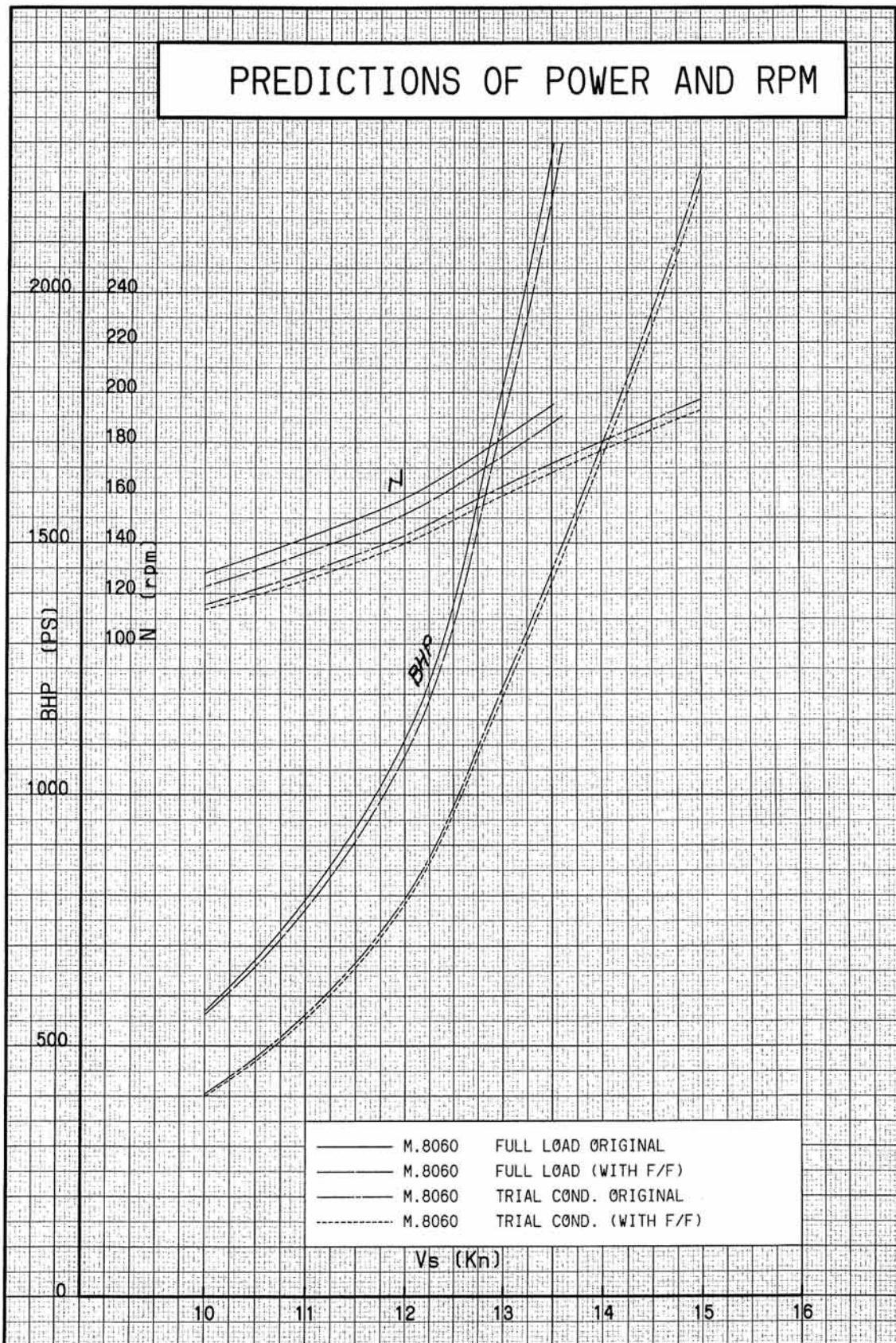


図-4 馬力曲線(フレンドフィン)

# Photographs of Ship Model

(M8060)



写真 1

# Photographs of Ship Model

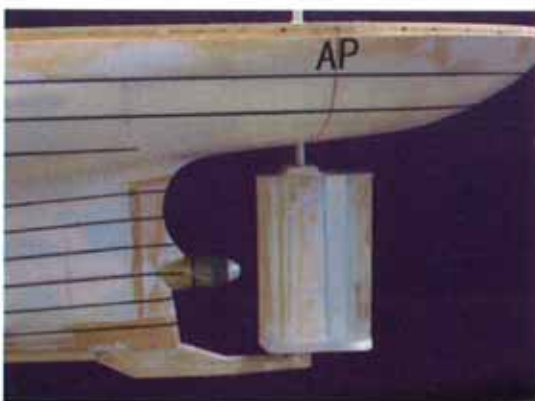
(M8060)



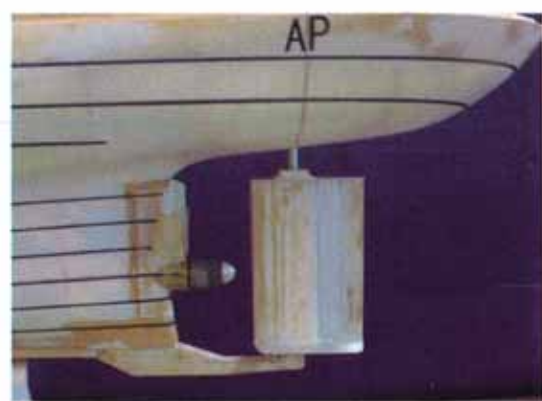
Friend Fin



Friend Fin 付



Friend Fin 無

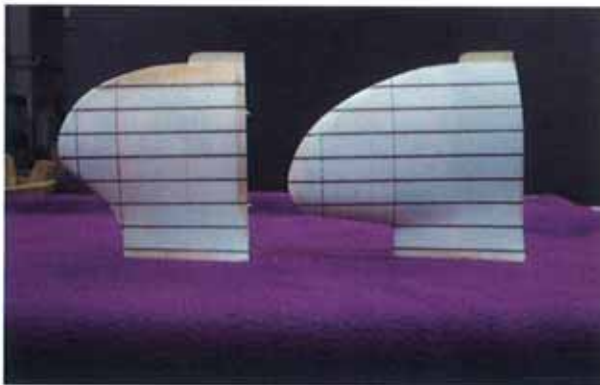


Friend Fin 付

写真 2

# Photographs of Ship Model

(M8060)



原型

Bow Cap



原型

Bow Cap



原型



Bow Cap

写真 3

WAVE PROFILE

M.8060(APPP.)

FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

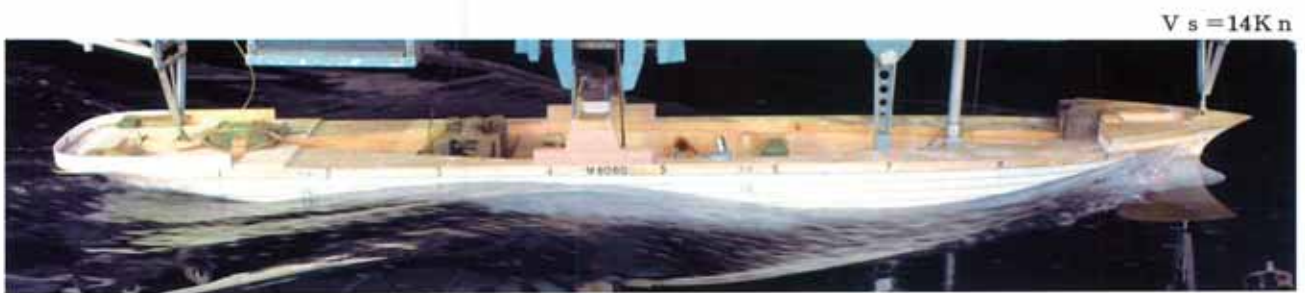


写真 4

バウキャップ有無に関する抵抗試験

船首部波形

M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=13Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



写真 5

# バウキャップ有無に関する抵抗試験

## 船首部波形

M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=14Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



写真 6



参考資料

実証試験結果

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第1回目 方位=195° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:00

排水量  $\Delta$ =1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	12.90	160		
30秒	13.00	160		
1分	13.00	160		
1分30秒	12.90	160		
2分	12.90	160		
2分30秒	13.00	160		
3分	13.00	160		
3分30秒	12.90	160		
4分	13.00	160		
4分30秒	13.00	160		
5分	13.00	160		
平均	12.96	160		

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第2回目 方位=15° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:20

排水量  $\Delta$ =1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	12.50	160		
30秒	12.50	160		
1分	12.40	160		
1分30秒	12.40	160		
2分	12.40	160		
2分30秒	12.40	160		
3分	12.40	160		
3分30秒	12.40	160		
4分	12.40	160		
4分30秒	12.30	160		
5分	12.30	160		
平均	12.40	160		

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第3回目 方位=195° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:40

排水量  $\Delta$ =1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	13.50	176		
30秒	13.50	176		
1分	13.50	176		
1分30秒	13.50	176		
2分	13.50	176		
2分30秒	13.50	176		
3分	13.60	176		
3分30秒	13.50	176		
4分	13.50	176		
4分30秒	13.50	176		
5分	13.50	176		
平均	13.51	176		

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第4回目 方位=15° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 11:00

排水量  $\Delta$ =1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	12.90	176		
30秒	12.90	176		
1分	12.90	176		
1分30秒	12.90	176		
2分	12.90	176		
2分30秒	12.90	176		
3分	12.90	176		
3分30秒	12.80	176		
4分	12.80	176		
4分30秒	12.80	176		
5分	12.80	176		
平均	12.86	176		

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第5回目 方位=195° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 11:20

排水量  $\Delta$ =1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	13.70	182		
30秒	13.70	182		
1分	13.70	182		
1分30秒	13.70	182		
2分	13.70	182		
2分30秒	13.70	182		
3分	13.70	182		
3分30秒	13.70	182		
4分	13.70	182		
4分30秒	13.70	182		
5分	13.80	182		
平均	13.71	182		

日付: 2010/1/18

場所: 指宿沖

船名 第八旭丸

第6回目 方位=15° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 11:40

排水量 Δ=1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	13.10	182		
30秒	13.10	182		
1分	13.10	182		
1分30秒	13.10	182		
2分	13.10	182		
2分30秒	13.00	182		
3分	13.00	182		
3分30秒	13.00	182		
4分	13.00	182		
4分30秒	12.90	182		
5分	13.00	182		
平均	13.04	182		

船名

第八旭丸

2010/1/18

燃料ラック目盛

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	平均	BHP
1回目	21.0	22	21	22	21	21.5	21.4	1,275
2回目	21.5	22	21.5	22.5	21	21.5	21.7	1,320
3回目	24.5	25	25	25.5	24	24	24.7	1,760
4回目	25.0	25	25	25	24.5	24.5	24.8	1,775
5回目	26.0	26.5	26.5	27	25.5	25.5	26.2	1,950
6回目	26.5	26.5	26	26.5	25.5	26	26.2	1,950



日付: 2010/2/1

場所: 指宿沖

船名 第十一旭丸

第1回目 方位=210° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:00

排水量 Δ=1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	13.70	160	S20°	11
30秒	13.70	160	S20°	10
1分	13.70	160	S10°	10
1分30秒	13.70	160	S10°	9
2分	13.70	160	S10°	8
2分30秒	13.70	160	S10°	9
3分	13.70	160	0	10
3分30秒	13.70	160	0	10
4分	13.70	160	0	10
4分30秒	13.70	160	0	11
5分	13.70	160	0	11
平均	13.70	160	S7°	9.9

日付: 2010/2/1

場所: 指宿沖

船名 第十一旭丸

第2回目 方位=30° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:15

排水量 Δ=1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	12.80	160	S40°	2
30秒	12.80	160	S60°	2
1分	12.80	160	S50°	2
1分30秒	12.80	160	S50°	2
2分	12.80	160	S60°	2
2分30秒	12.80	160	S40°	2
3分	12.80	160	S50°	2
3分30秒	12.80	160	S50°	2
4分	12.80	160	S40°	2
4分30秒	12.80	160	S50°	2
5分	12.80	160	S60°	2
平均	12.80	160	S50°	2

日付: 2010/2/1

場所: 指宿沖

船名 第十一旭丸

第3回目 方位=210° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:30

排水量 Δ=1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	14.00	176	P10°	11
30秒	14.00	176	P10°	11
1分	14.00	176	P10°	11
1分30秒	14.00	176	P10°	11
2分	14.00	176	P10°	12
2分30秒	14.00	176	P10°	12
3分	14.00	176	P10°	12
3分30秒	14.00	176	P10°	12
4分	14.00	176	P10°	12
4分30秒	14.00	176	P10°	12
5分	14.00	176	P10°	12
平均	14.00	176	P10°	11.6

日付: 2010/2/1

場所: 指宿沖

船名 第十一旭丸

第4回目 方位=30° dF=2.65m dA=4.35m dM=3.50m

開始時間 10:42

排水量 Δ=1,341t

	船速 (knot)	プロペラ回転数 (rpm)	相対風向 (m/s)	相対風速 (m/s)
0分	13.20	176	S15°	0
30秒	13.20	176	P90°	0
1分	13.20	176	P120°	1
1分30秒	13.20	176	P110°	0
2分	13.20	176	P110°	0
2分30秒	13.20	176	S120°	0
3分	13.20	176	S150°	0
3分30秒	13.20	176	S20°	0
4分	13.20	176	S180°	2
4分30秒	13.20	176	S120°	2
5分	13.20	176	S120°	2
平均	13.20	176	S27°	0.6

船名 第十一旭丸

---

2010/2/1

燃料ラック目盛

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	平均	BHP
1回目	25.0	25	26	25.5	25	25.5	25.3	1,700
2回目	25.0	25	26	25.5	25	25.5	25.3	1,700
3回目	27.5	27.5	28	28	27.5	28.5	27.8	2,000
4回目	27.5	27.5	28	28	27.5	28.5	27.8	2,000
5回目								
6回目								

## 参考資料

省工ネ装置装着工事等写真

# バウキャップ装着前状況



バウキャップ装着完了状況





フレンドフィン装着前状況



フレンドフィン装着完了状況

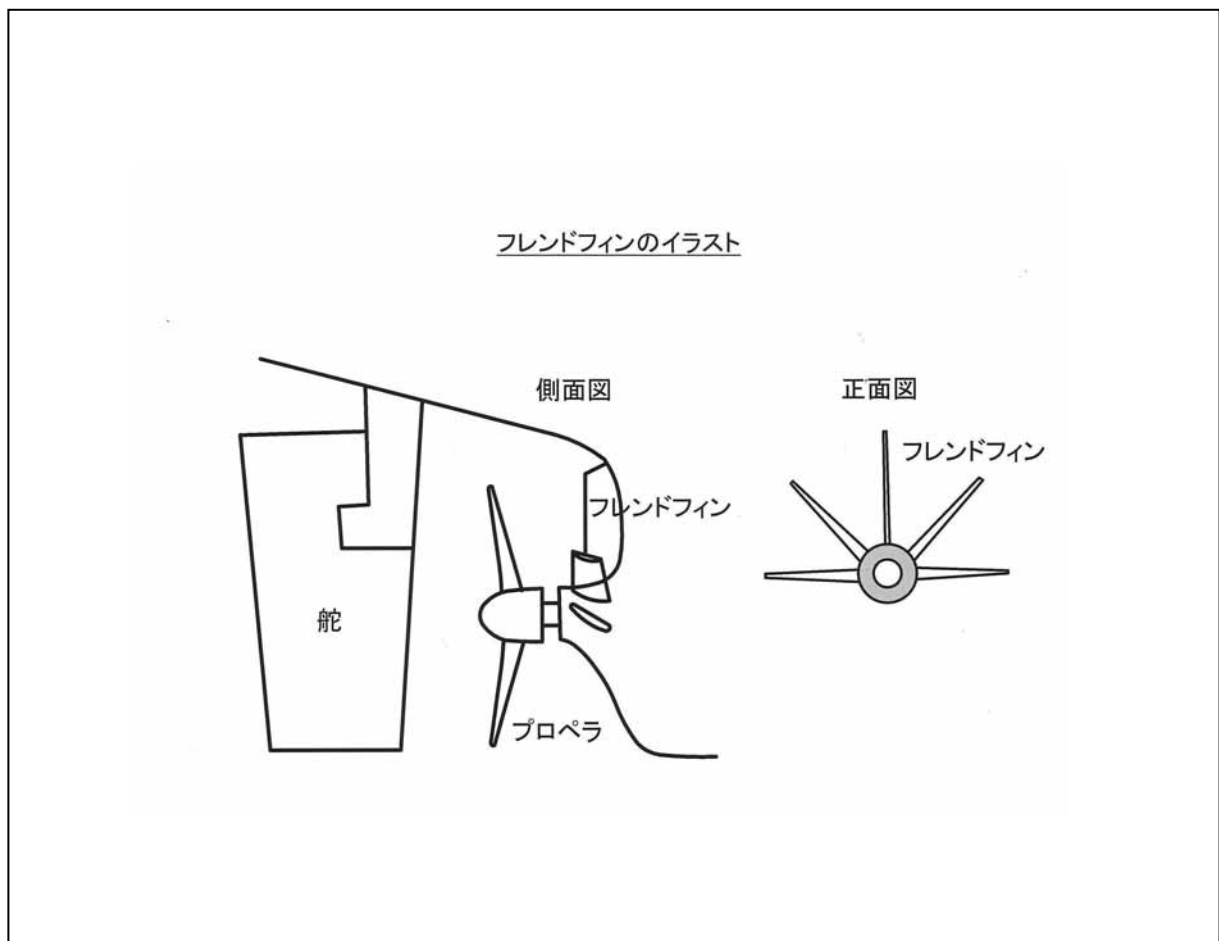


## 参考資料

省エネ装置のメカニズム概要

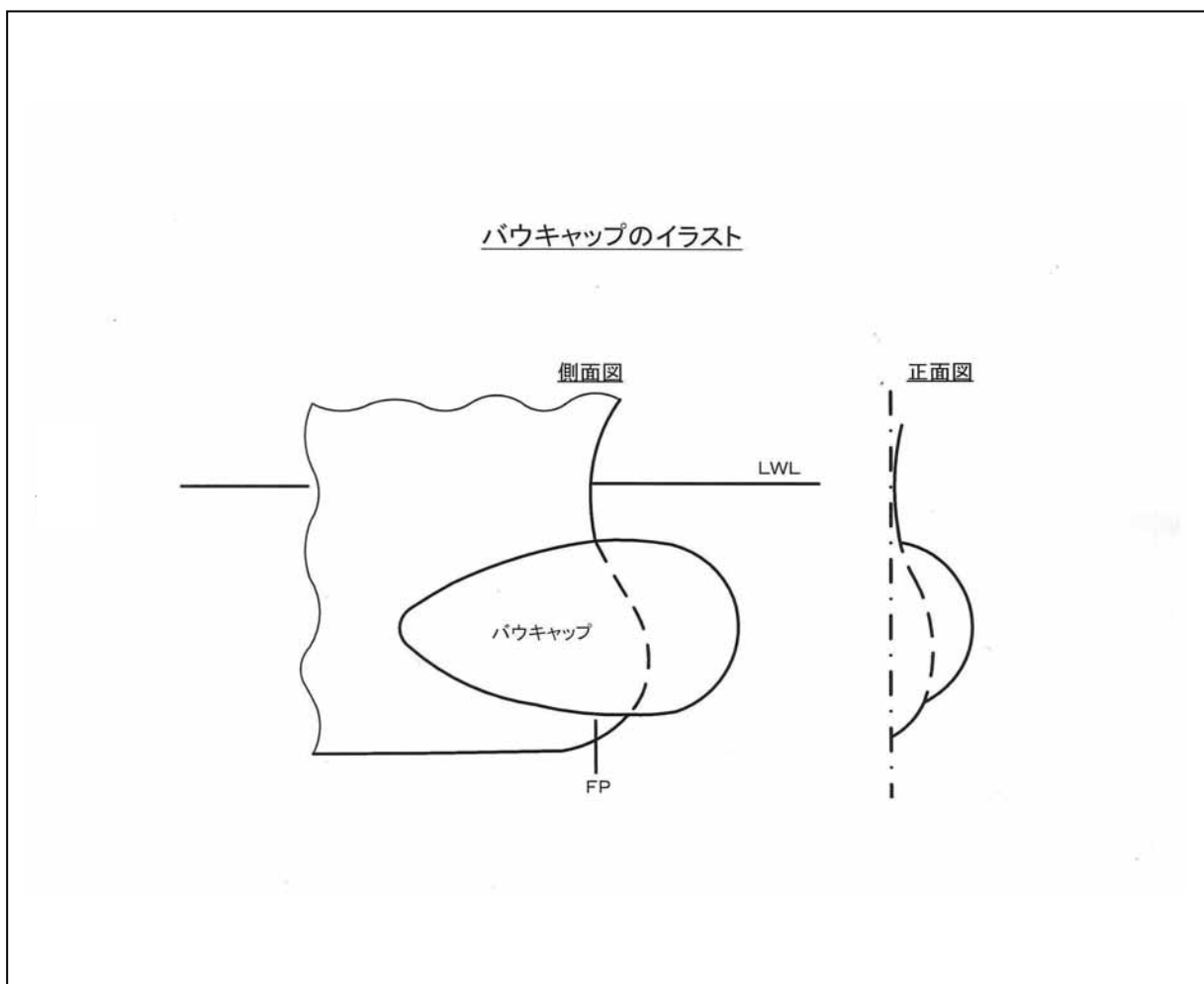
フレンドフィン

プロペラ直前でプロペラ回転と逆向きの流れを生成してプロペラに送り込むことによってプロペラ後方回転流が低減され、その結果推進効果が向上することになる。翼はプロペラ面内の全域ではなく、流速の遅い伴流の大きい上方域に設定して設けるほうが、回転流の減少効果は多少小さくなくてもフィン自体の固有抵抗の減少効果が上回り結果的に推進効率を向上させる。



バウキャップ

バウキャップは船首付近より生ずる波の発生起点を船首端方向へ移動させ、かつ波の位相（造波干渉作用を生む）を変化させる。その結果船首付近から後方へ伝播する波は減少し造波抵抗の低減に寄与することとなる。





## 499 トン型鰹一本釣漁船の省エネに関する水槽試験

本成績書は、頭書船における省エネ装置フレンドフィン、バウキャップの省エネ効果の調査に関する抵抗自航試験結果及びプロペラ位置流場計測結果をとりまとめたものである。

### 1. 船体主要目等

本船の船体主要目、主機出力等は以下の通りである。

模型縮尺比=1/15.5534

	実 船	模型船 (M.8060)
長さ (垂線間長) $L_{PP}$	56.770	3.650 m
幅 $B$	9.500 m (型)	610.80 mm (型)
計画喫水 $d$	4.000 m (型)	257.18 mm (型)
計画排水量 $\Delta a$	1570.6 t	407.25 kg
主機出力	MCR : 2,000 ps(1,471kw) × (680/176)rpm	
計画速力	Vs = 13.1kn	

副 部 : シリング舵、シューピース、ビルジキール

### 2. 模型プロペラ

自航試験には下記要目のストックプロペラを使用した。

プロペラ番号	P.1035	
直 径 $D$	206.90 mm (3.218 <sup>(*)</sup> m)	
ピッチ比 <sub>(0.7R)</sub> $P$	0.8133	
展開面積比 $A_e/A_d$	0.5201	
翼厚比 <sub>(0.7R)</sub> $t/c$	7.120%	
ボス比 $d/D$	0.1670	
翼 数 $Z$	4	

(\*) 実船対応値

### 3. 試験

本試験は、三菱重工（株）長崎研究所 推進性能水槽にて実施した。本船 M.8060 の試験状態及び試験の種類は以下の通りである。

#### 3-1 試験状態

フレンドフィン無しの抵抗自航試験、バウキャップおよびフレンドフィン付の抵抗自航試験を下表の通り行った

Cond.	Full Load	Trial Cond.
平均喫水 [m]	4.000	2.363
トリム [m]	1.50 A	1.50 A
排水量 [t]	1571	812.0
原型	$T_R T_S T_w$	$T_R T_S T_w$
フレンドフィン付	$T_R T_S$	$T_R T_S$
バウキャップ付	$T_R$	$T_R$
フレンドフィン+バウキャップ付	$T_R T_S$	$T_R T_S$

副部 : シリング舵、シューピース、ビルジキール

※ 表中の値は実船対応値を示し、

$T_R$  は抵抗試験を示す。

$T_S$  は自航試験を示す。

$T_w$  はプロペラ位置流場計測試験を示す。

### 4. 所要馬力計算

所要馬力計算については、水槽試験における剰余抵抗係数及び自航要素を使用し夫々行った。その際、実船対応プロペラ特性は当所所有の MAU プロペラチャートにより推定した値を使用した。尚、馬力及びプロペラ回転数の計算に用いた実船対応のプロペラ要目は下記の通りである。



直 径	D	3.200m
ピッチ <sub>(0.7R)</sub>	P	0.8172
展開面積比	Ae/Ad	0.5509
翼厚比 <sub>(0.7R)</sub>	t/C	4.290%
ボス比	d/D	0.1690
翼数	Z	4

省エネ（フレンドフィン+バウキャップ付）効果としては、Full Loadにて船速 13.5kn にて約7.5%、13kn にても7.2%馬力低減が得られた。

目 次  
( Contents )

項 目 ( Item )	頁 ( Page )
用語定義表 ( Nomenclature )	6,7
プロペラ位置流場用語定義表 ( List of Symbols for Numerical Data of Wake Survey )	8
試験要目表 ( Principal Item of Tests )	9
原型の抵抗自航試験 及び流場計測試験結果	10
剰余抵抗係数曲線図 ( Residual Resistance Coefficient Curves )	11
船体浮沈曲線図 ( Dipping Curves )	12
プロペラ単独試験結果 ( 自航試験解析用 ) ( Propeller Open-Water Test Results )	13
自航係数曲線図 ( Self-Propulsion Test Results )	14,15
自航要素曲線図 ( Self-Propulsion Factors )	16
プロペラ位置流場計測 ( Wake Fraction Contour Curves )	17,18
プロペラ位置流場計測結果 ( Results of Wake Measurement )	19~22
フレンドフィン付の抵抗自航試験 結果	23
剰余抵抗係数曲線図 ( Residual Resistance Coefficient Curves )	24
船体浮沈曲線図 ( Dipping Curves )	25
自航係数曲線図 ( Self-Propulsion Test Results )	26,27
自航要素曲線図 ( Self-Propulsion Factors )	28

バウキャップ <sup>o</sup> 付の抵抗試験結果	29
剰余抵抗係数曲線図 ( Residual Resistance Coefficient Curves)	30
船体浮沈曲線図 ( Dipping Curves )	31
フレンドフィン+バウキャップ <sup>o</sup> 付の抵抗自航試験結果	32
剰余抵抗係数曲線図 ( Residual Resistance Coefficient Curves)	33
船体浮沈曲線図 ( Dipping Curves )	34
自航係数曲線図 ( Self-Propulsion Test Results )	35,36
自航要素曲線図 ( Self-Propulsion Factors )	37
プロペラ単独特性 (馬力計算) (Open-Water Characteristics for Pridictions of Power and RPM))	38
馬力回転数曲線図 (Pridictions of Power and RPM )	39
供試模型写真 (Photographs of Ship Model )	40~42
波形写真 ( Photographs of Wave Profile )	43~63

## 用語定義表

### Physical Constants

$\rho$	density of water
$g$	gravitational acceleration
$\nu$	kinematic viscosity

### Hull Dimensions

$L_{pp}$	length between perpendiculars
$L_{WL}$	waterline length
$d_{BL}$	draught
$\Delta$	displacement weight
$\nabla$	displacement volume
$C_{b_{pp}}$	block coefficient
$C_{p_{pp}}$	prismatic coefficient
$C_m$	midship coefficient
$S$	wetted surface area
$l_{cb_{pp}}$	center of buoyancy, (distance from F.P.)/ $L_{pp}$

### Propeller Dimensions

$D$	propeller diameter
$P$	pitch
$p$	pitch ratio
$A_e/A_d$	expanded area ratio
$d/D$	boss ratio
$t/c$	thickness chord ratio
$Z$	number of blades

### Resistance Test

$v$	ship speed
$Fn$	Froude number = $v / \sqrt{gL_{WL}}$
$R$	resistance of hull
$R_r$	residual resistance
	$= R - C_{f_m} \frac{1}{2} \rho v^2 S$
$C_{f_m}$	skin friction coefficient of model (Prandtl-Schlichting's formula)
	$= 0.455 / \left( \log_{10} \frac{vL_{WL}}{\nu} \right)^{2.58}$
$Cr$	residual resistance coefficient = $R_r / \frac{1}{2} \rho v^2 \nabla^{2/3}$

### Propeller Open-water Test

n	propeller revolution
T	propeller thrust
Q	propeller torque
$K_T$	thrust coefficient at open-water test $= T / \rho n^2 D^4$
$K_Q$	torque coefficient at open-water test $= Q / \rho n^2 D^5$
J	advance coefficient = $v_p / nD$
$v_p$	advance speed of propeller
s	slip ratio = $1 - J / p$
$e_p$	propeller efficiency
I	immersion of propeller shaft center

### Self-propulsion Test

Ca	total resistance coefficient at self-propulsion test $= (R_m - \text{SFC}) / \frac{1}{2} \rho v^2 \nabla^{2/3}$
SFC	skin friction correction $= \left[ 0.455 \left( \log_{10} \frac{v_m L_{WLm}}{v_m} \right)^{-2.58} - 0.490^* \left( \log_{10} \frac{v_s L_{WLS}}{v_s} \right)^{-2.58} \right] \frac{\rho}{2} v_m^2 S_m$

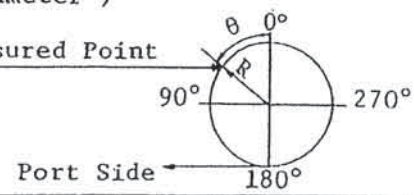
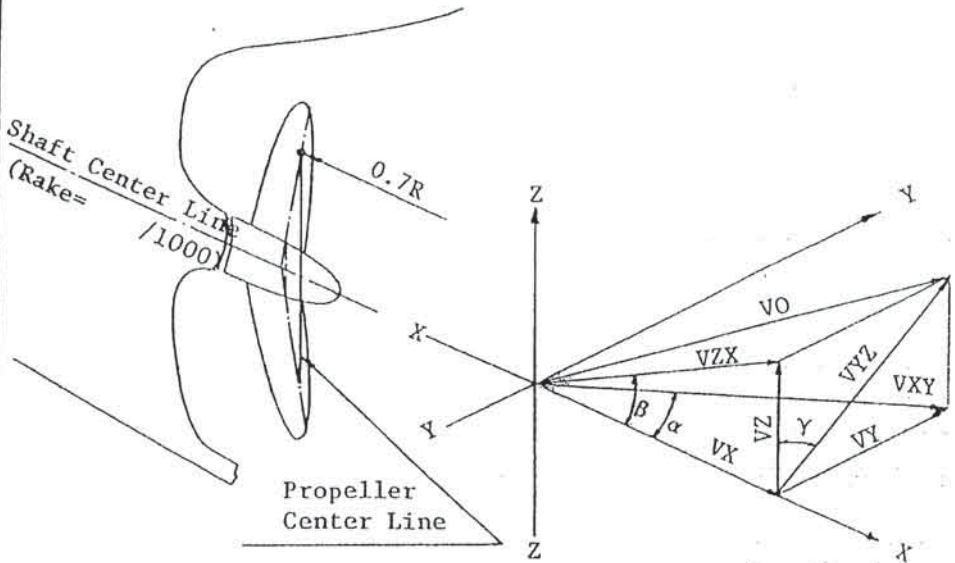
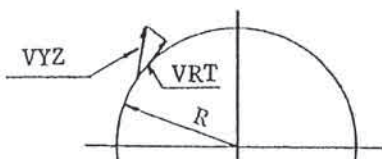
(\* our empirical coefficient for self-propulsion test at ship point)

$k_t$	thrust coefficient at self-propulsion test = $T / \frac{1}{2} \rho v^2 \nabla^{2/3}$
$k_p$	power coefficient at self-propulsion test = $2\pi nQ / \frac{1}{2} \rho v^3 \nabla^{2/3}$
$k_n$	revolution coefficient at self-propulsion test = $n \nabla^{1/3} / v$
t	thrust deduction factor
$w_m$	wake fraction coefficient
$e_r$	relative rotative efficiency

### Suffixes

a	with appendages
n	without appendages
m	model value
s	full scale ship values

### List of Symbols for Numerical Data of Wake Survey

Symbols	Explanation
R/RO	$RO = D/2$ ( D : Propeller Diameter )
THETA	$THETA = \theta$ 
ALPHA BETA GAMMA VM V VO VX VY VZ VXY VYZ VZX	<p>VM ; Ground Speed of Ship Model, V ; Water Speed of Ship Model</p>  <p>ALPHA = <math>\alpha</math>      BETA = <math>\beta</math>      GAMMA = <math>\gamma</math></p>
WX	$WX = 1 - V_x/V$
VRT DEL·N	 $DEL \cdot N = \frac{VRT}{2\pi R}$

# Principal Items of Tests

SHIP 499トノ型 鯉一本釣漁船

M. 8060 x P.1035

LOAD COND.		FULL LOAD		TRIAL COND.	
$\Delta a$ (t)		1570.6		811.98	
$d_{BL}$ (m)		4.000		2.363	
TRIM (%)		2.64	A.	2.64	A.
$Sa/\nabla a^{2/3}$		6.363		6.982	
LWL/Lpp		1.0654		0.9783	
$10^2 \nabla n/LWL^3$		0.6916		0.4613	
B/d		2.375		4.020	
Cbpp		0.7094		0.6201	
Cppp		0.7381		0.6638	
Cm		0.9611		0.9341	
TR No.	ORIGINAL	TRL.12717	TSL.0177	TRL.12718	TSL.0178
		TWL.1141		TWL.1142	
TS No.	FRIEND FIN	TRL.12719	TSL.0179	TRL.12720	TSL.0180
TW No.	BOW CAP	TRL.12721		TRL.12722	
	FRIEND FIN + BOW CAP	TRL.12723	TSL.0181	TRL.12724	TSL.0182
DATE OF EXPT		2009/12/18~2009/12/25			
REMARKS					
APPENDAGES ;		BLGEKEELS,SCHILLING RUDDER & SHOE PIECE			
P1035__TOS8367					

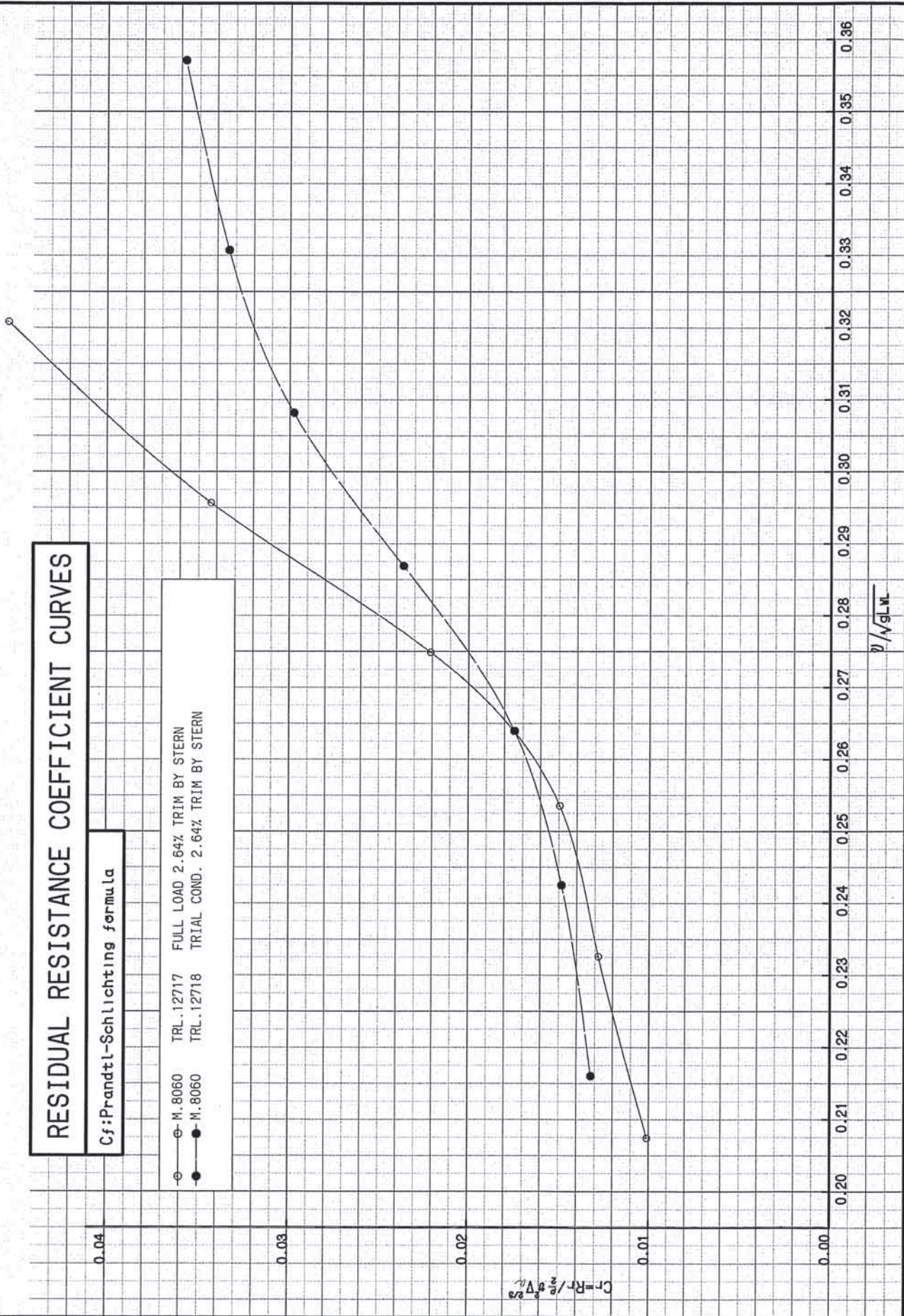
## 原型の抵抗・自航試験及び流場計測試験結果



# RESIDUAL RESISTANCE COEFFICIENT CURVES

Cf: Prandtl-Schlichting formula

○ M. 8060    TRL. 12717    FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN  
 ● M. 8060    TRL. 12718    TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN



M. 8060

SHIP 499ton FISHERY SHIP

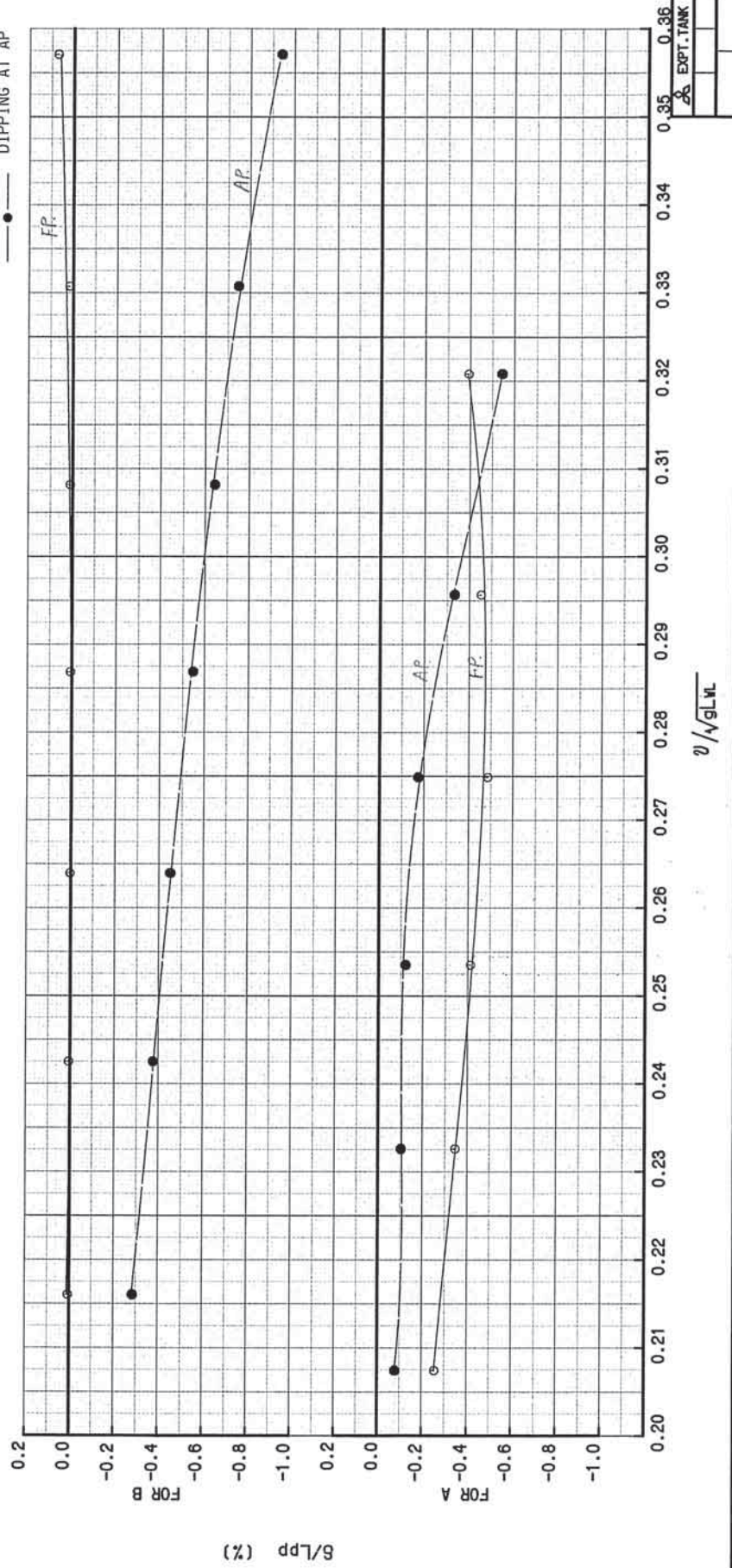
3.650<sup>M</sup> X 610.80<sup>M</sup> INC. SKCH

56.77<sup>M</sup> X 9.500<sup>M</sup> H.L.D

### DIPPING CURVES

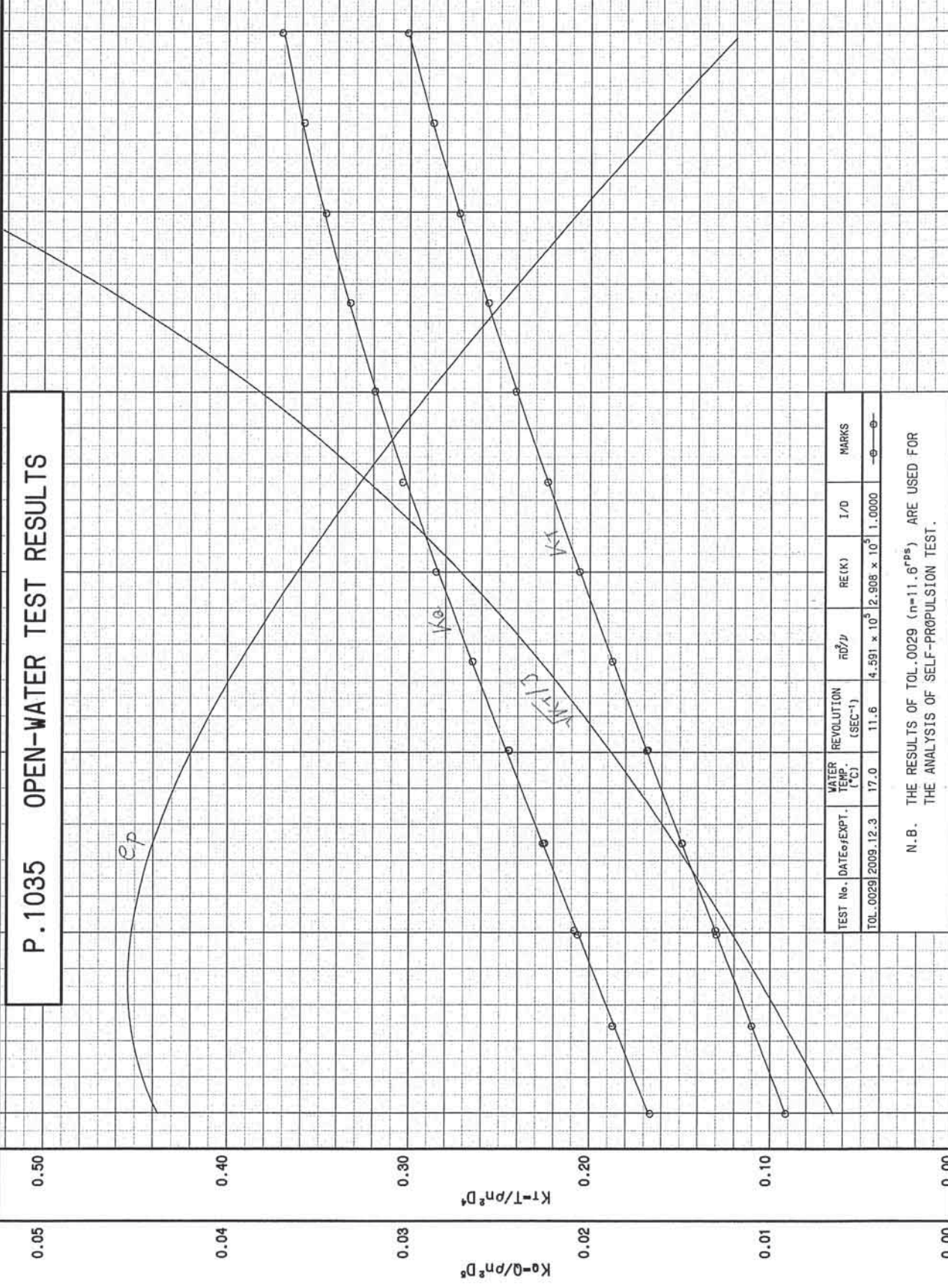
	LOAD CONDITION	TEST NO.
A	FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN	TRL. 12717
B	TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN	TRL. 12718

○ ——— DIPPING AT FP  
● ——— DIPPING AT AP



# P.1035 OPEN-WATER TEST RESULTS

PARTICULARS	
D (mm)	206.30
P/D (mm)	168.27
P/D (c/r)	0.8133
Ad (m <sup>2</sup> )	0.03362
Ae (m <sup>2</sup> )	0.01749
Ae/Ad	0.5201
d (mm)	34.55
d/D	0.1670
r/c (10.7R (%))	7.120
SECTION	AEROFOIL
Z	4
φ (deg.)	RIGHT



TEST No.	DATE of EXPT.	WATER TEMP. (°C)	REVOLUTION (SEC <sup>-1</sup> )	$\rho D^2 \nu$	RE(K)	I/D	MARKS
TOL.0029	2009.12.3	17.0	11.6	$4.591 \times 10^5$	$2.908 \times 10^3$	1.0000	—○—

N.B. THE RESULTS OF TOL.0029 ( $n=11.6^{rps}$ ) ARE USED FOR THE ANALYSIS OF SELF-PROPULSION TEST.

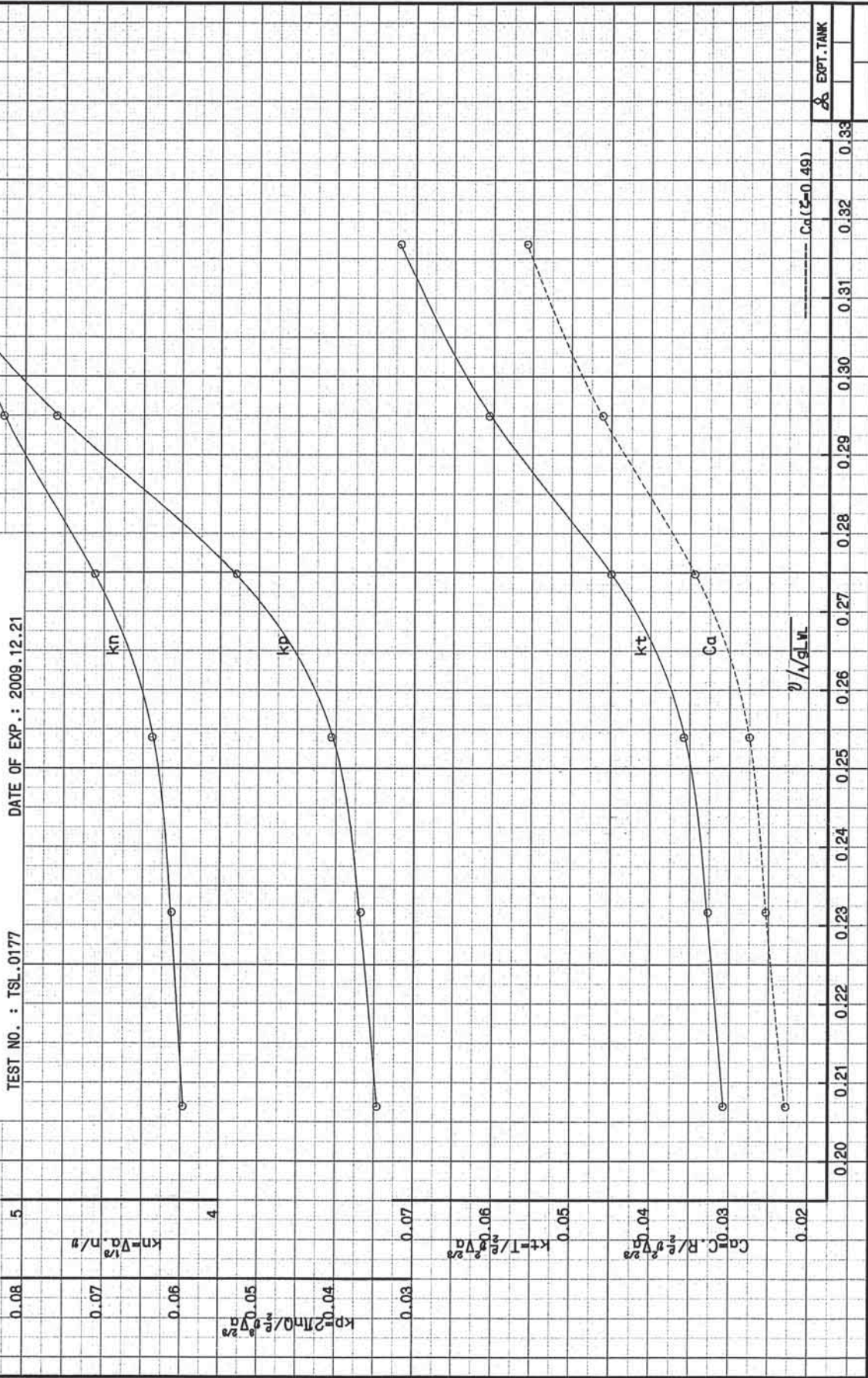
# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M. 8060 x P. 1035

FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

TEST NO. : TSL-0177

DATE OF EXP. : 2009.12.21



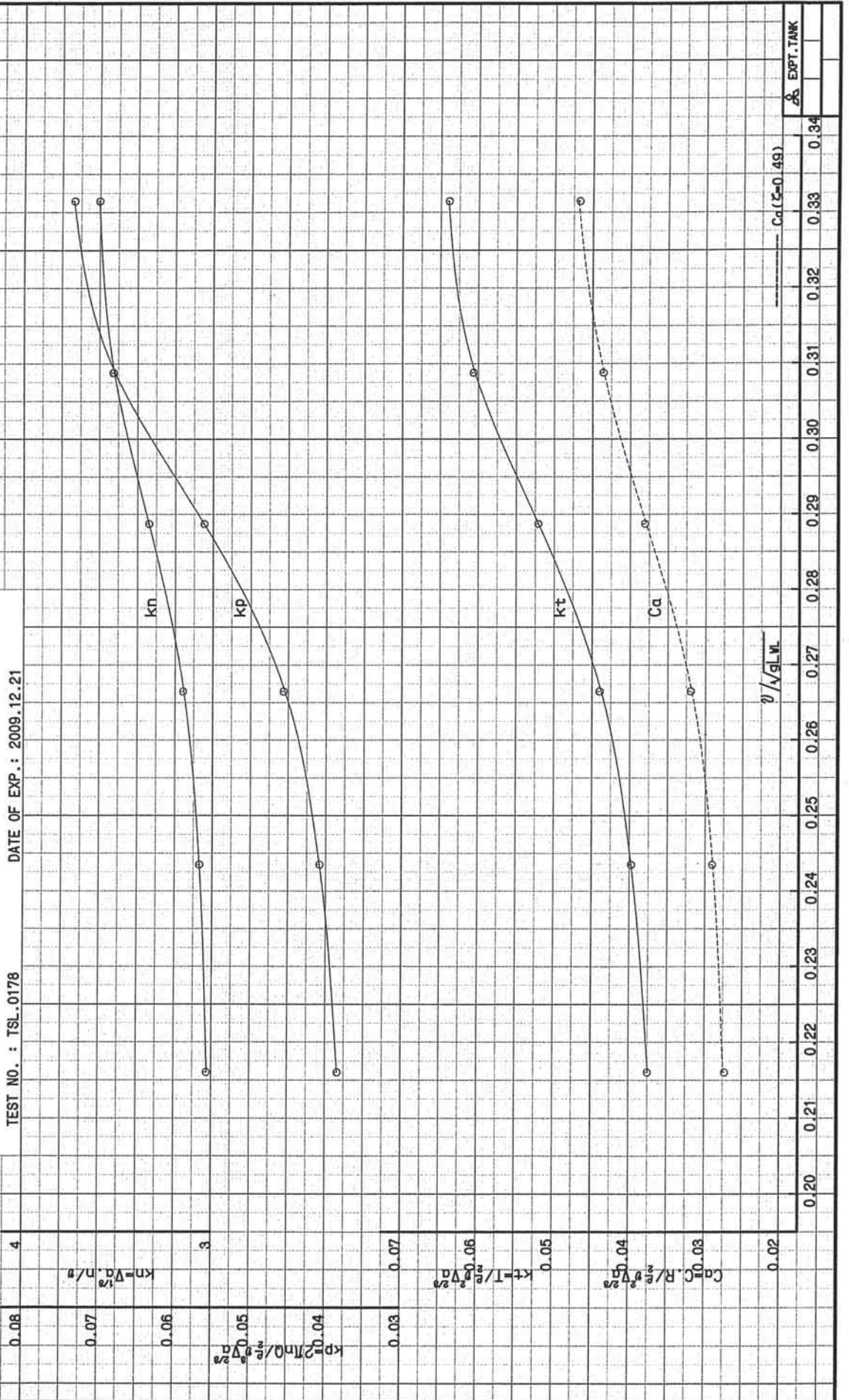
# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M. 8060 x P. 1035

TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

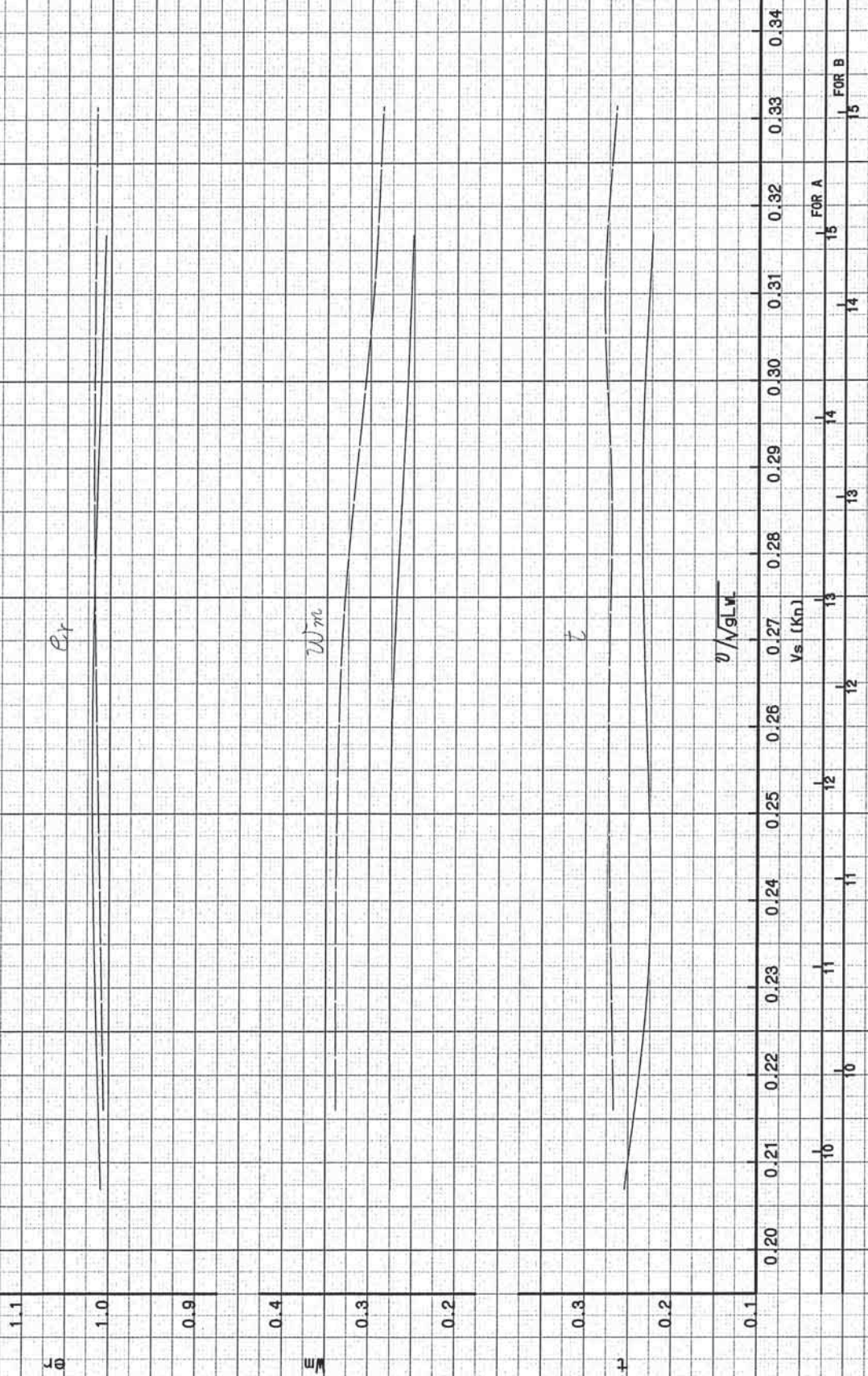
TEST NO. : TSL.0178

DATE OF EXP. : 2009.12.21



# SELF-PROPULSION FACTORS

M.8060 TSL.0177 TRL.12717 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN (W/O F.FIN)  
 M.8060 TSL.0178 TRL.12718 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(W/O F.FIN)



EXPT. TANK
7/2/2009
Dec. 18, 2009

# WAKE FRACTION CONTOUR CURVES

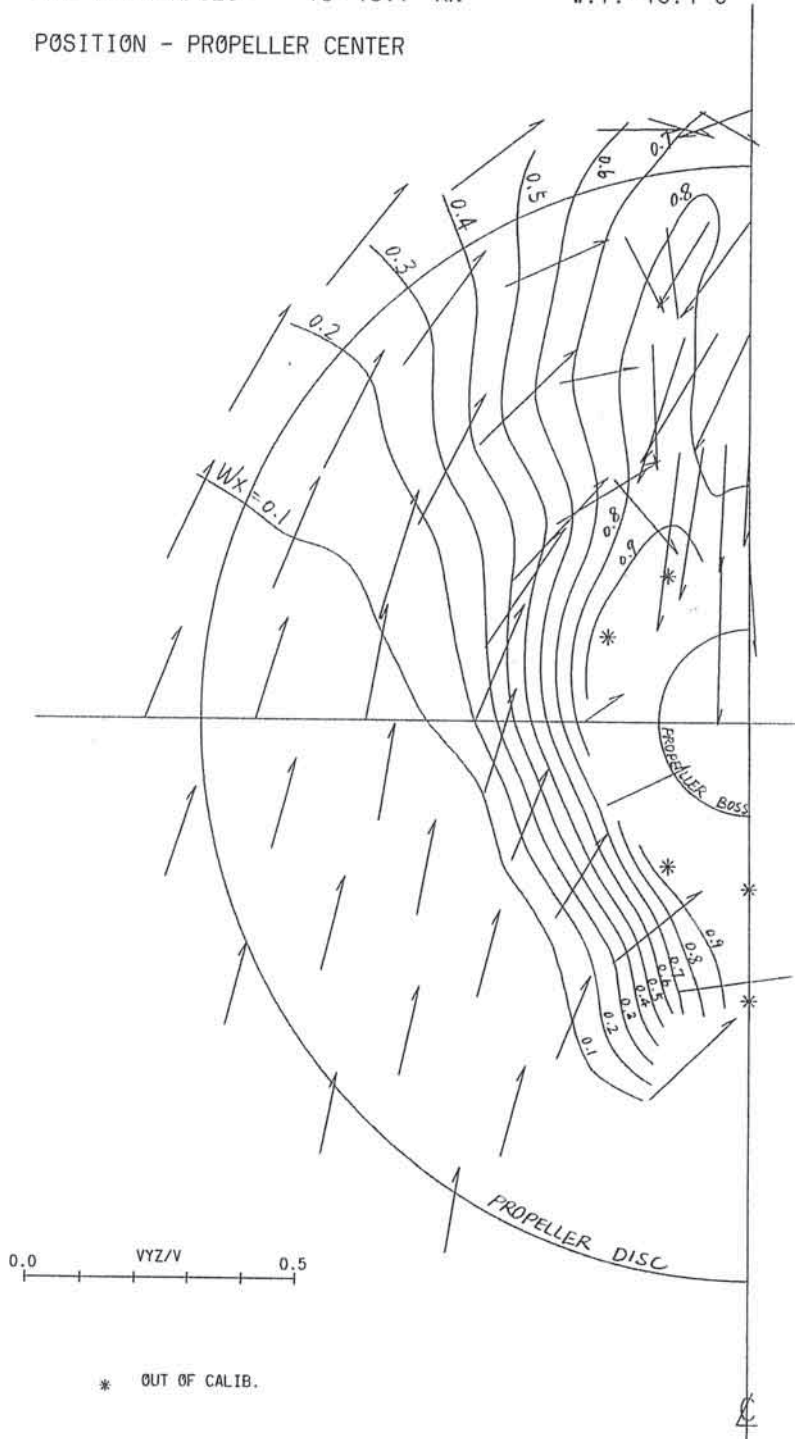
M.8060

FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

TWL.1141 8PYZ-N DATE - 2009.12.18

VM= 1.709 M/SEC VS= 13.1 KN W.T.=15.4 °C

POSITION - PROPELLER CENTER



EXPT. TANK	
	Masda
Dec. 21, 2009	

# WAKE FRACTION CONTOUR CURVES

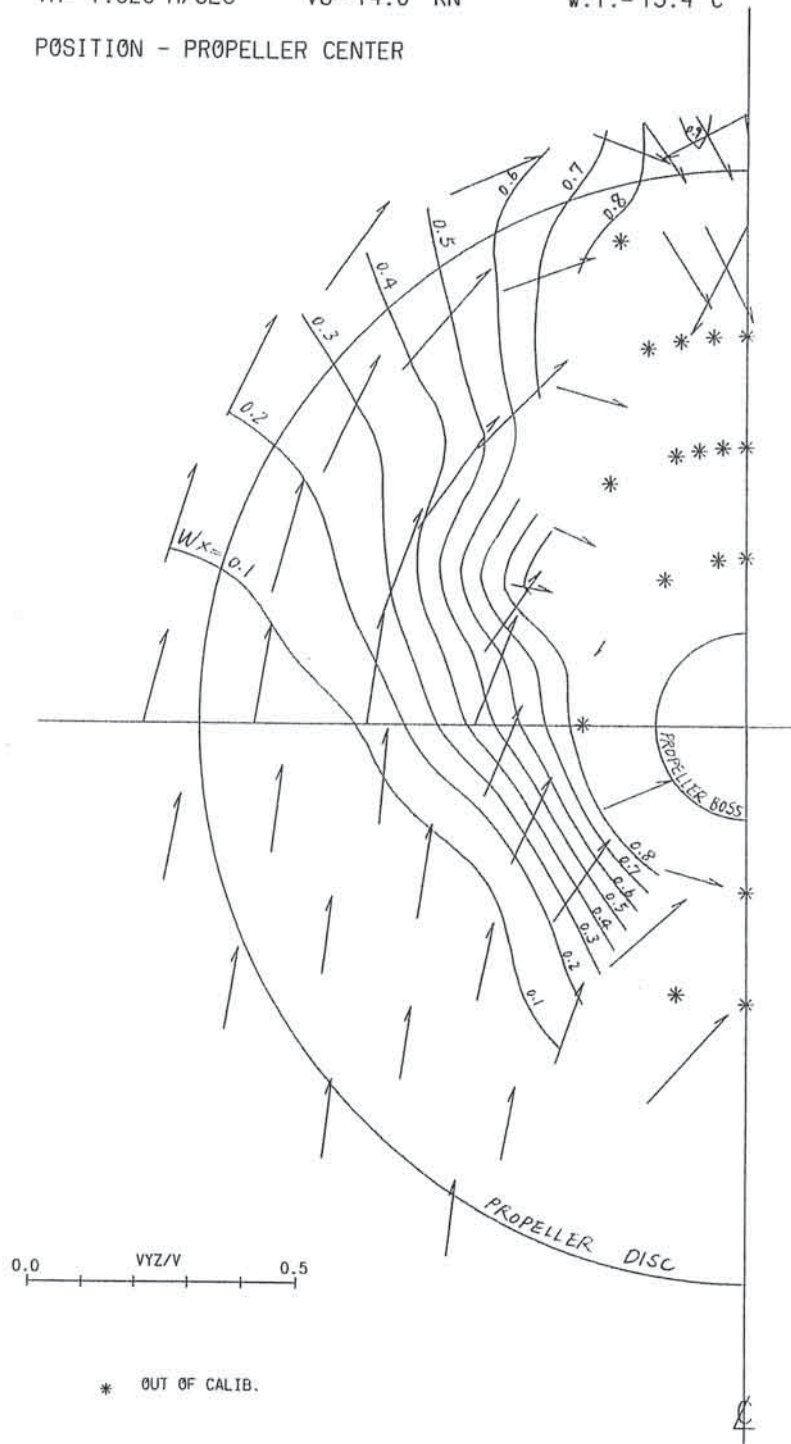
M.8060

TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

TWL.1142 8PYZ-N DATE - 2009.12.18

VM= 1.826 M/SEC VS= 14.0 KN W.T.= 15.4 °C

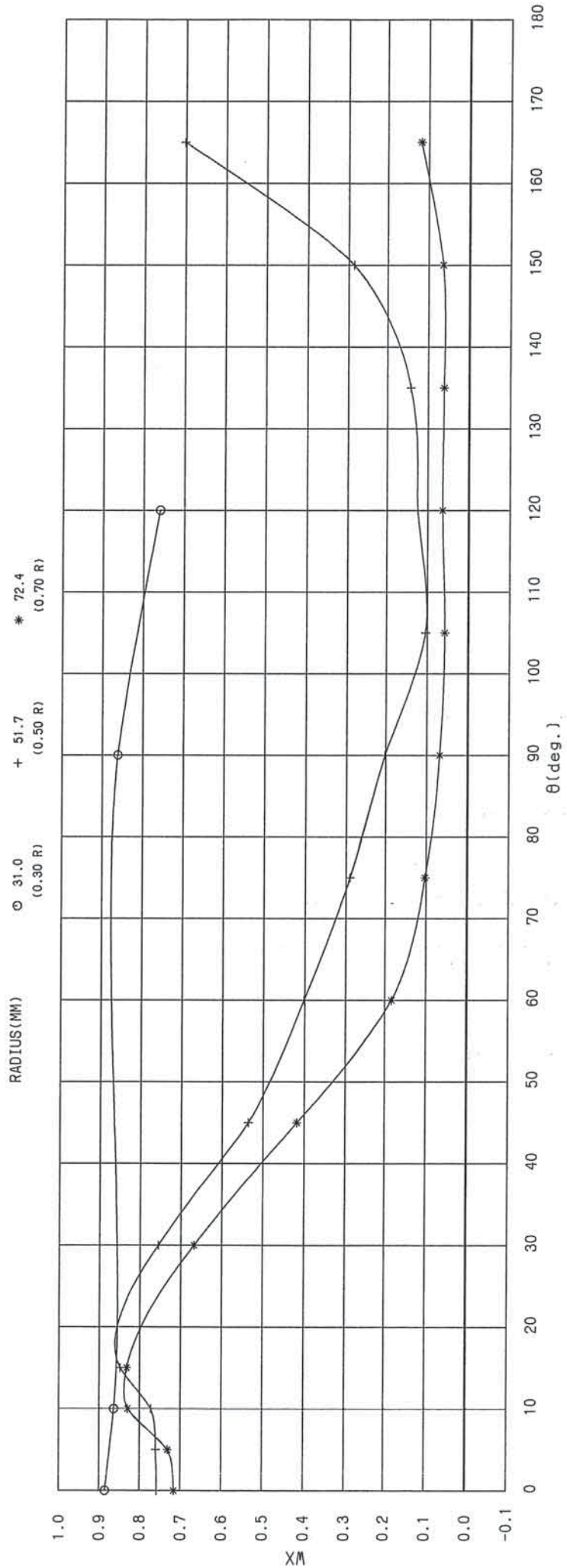
POSITION - PROPELLER CENTER





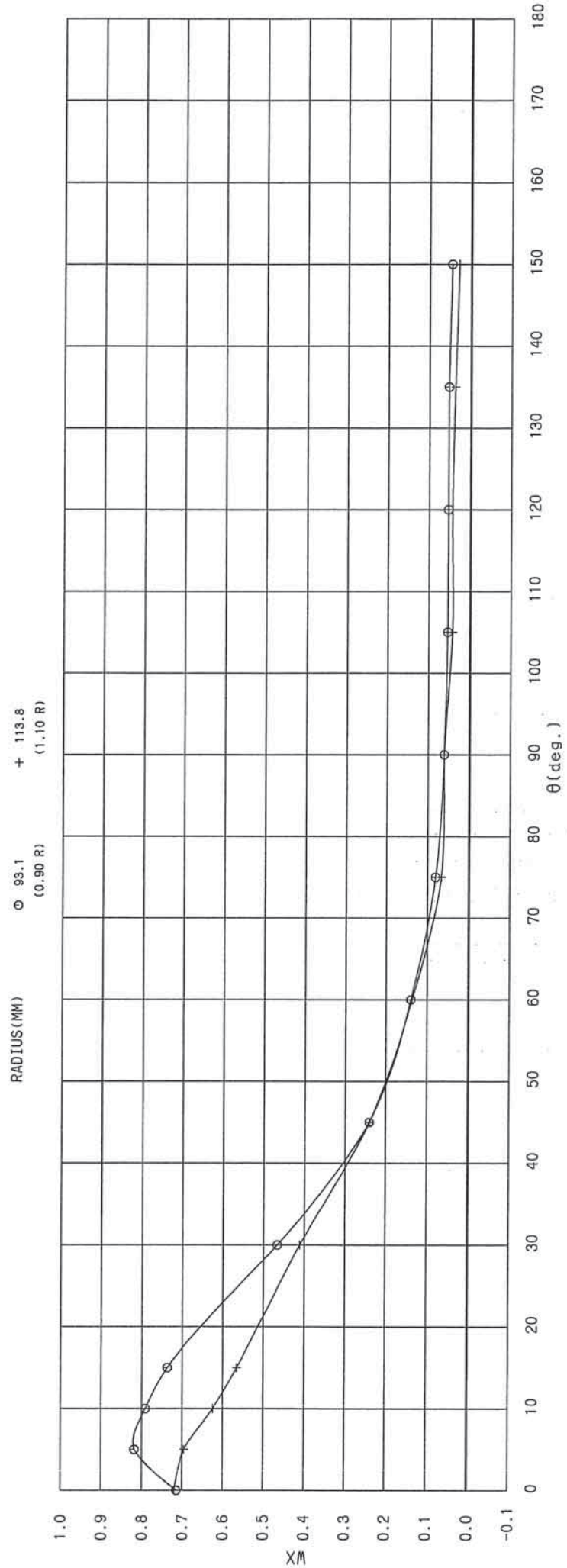
# RESULTS OF WAKE MEASUREMENT

M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN  
 TW L.1141 8PZY-N DATE OF EXP. - 2009.12.18  
 VM = 1.709M/SEC VS = 13.1KN W.T. = 15.4° C  
 POSITION-PROPELLER CENTER



# RESULTS OF WAKE MEASUREMENT

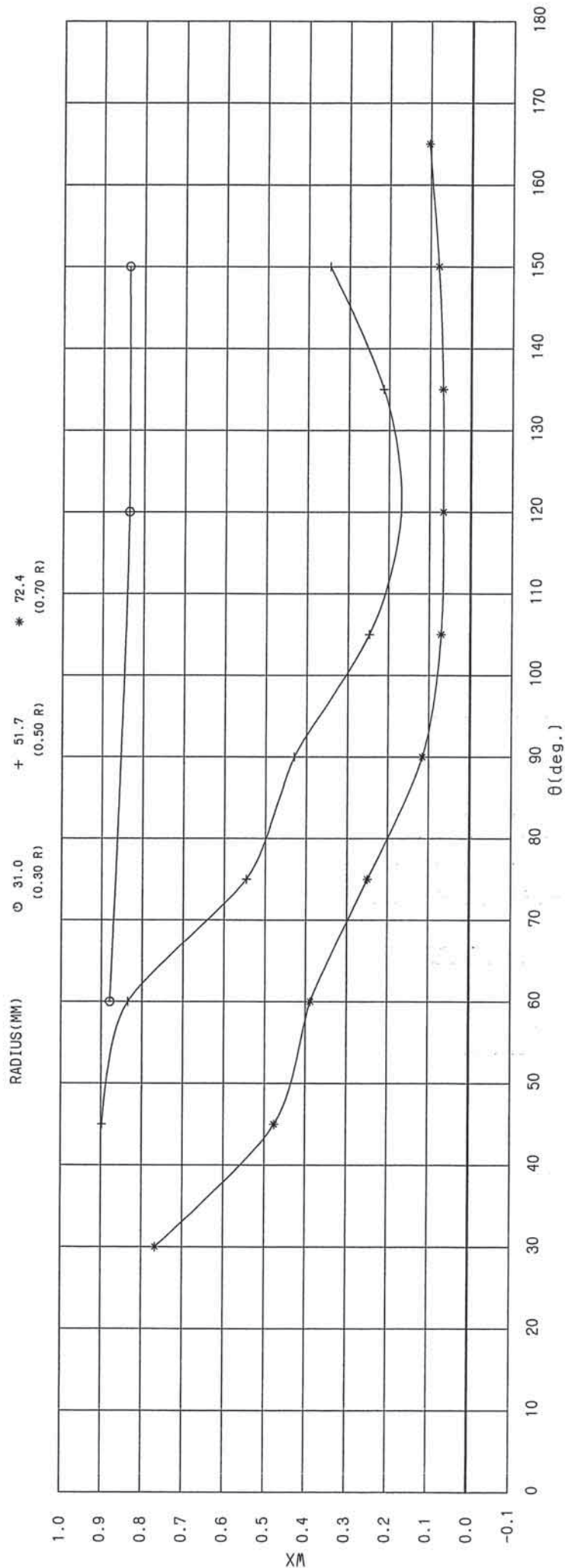
M. 8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN  
 TW L. 1141 8PZ-N DATE OF EXP.- 2009.12.18  
 VM = 1.709M/SEC VS = 13.1KN W.T. = 15.4°C  
 POSITION-PROPELLER CENTER



EXPT. TANK	
	Wetlab
	Dec 21 2009

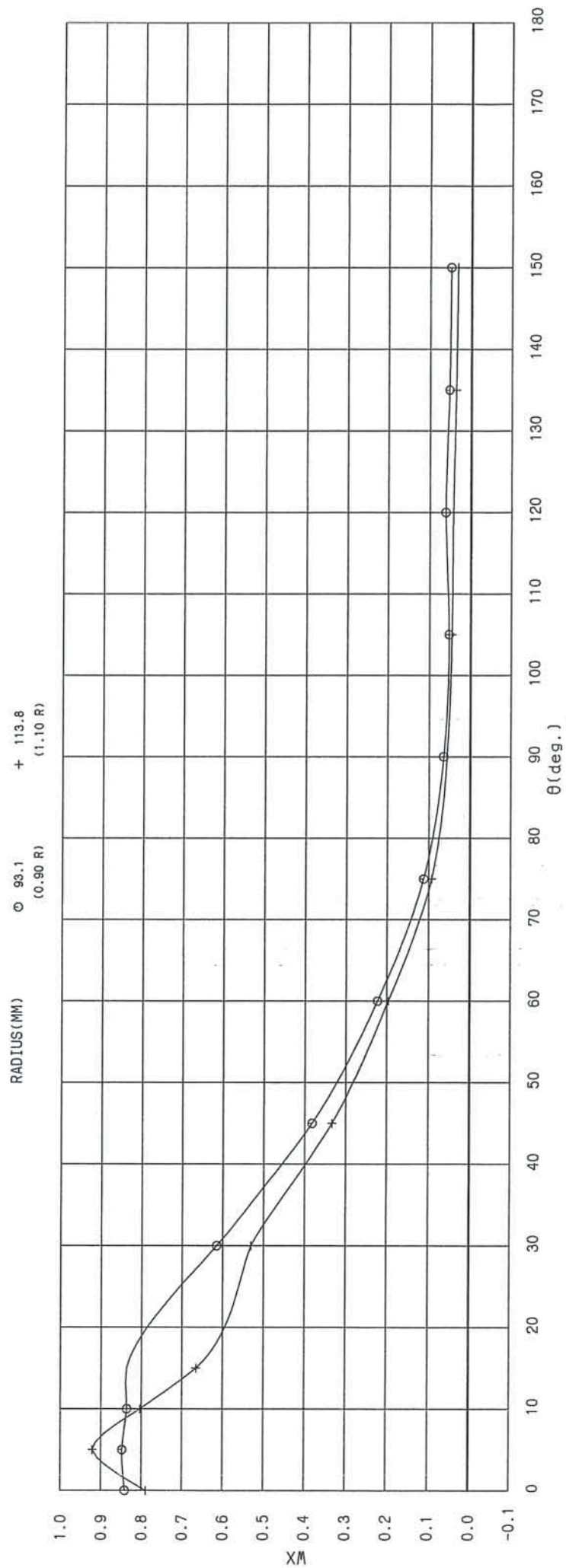
# RESULTS OF WAKE MEASUREMENT

M. 8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN  
 TW L. 1142 8PZ-N DATE OF EXP. - 2009.12.18  
 VM = 1.826M/SEC VS = 14.0KN W.T. = 15.4° C  
 POSITION-PROPELLER CENTER



# RESULTS OF WAKE MEASUREMENT

M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN  
 TW L.1142 8PZ-N DATE OF EXP. - 2009.12.18  
 VM = 1.826M/SEC VS = 14.0KN W.T. = 15.4°C  
 POSITION-PROPELLER CENTER

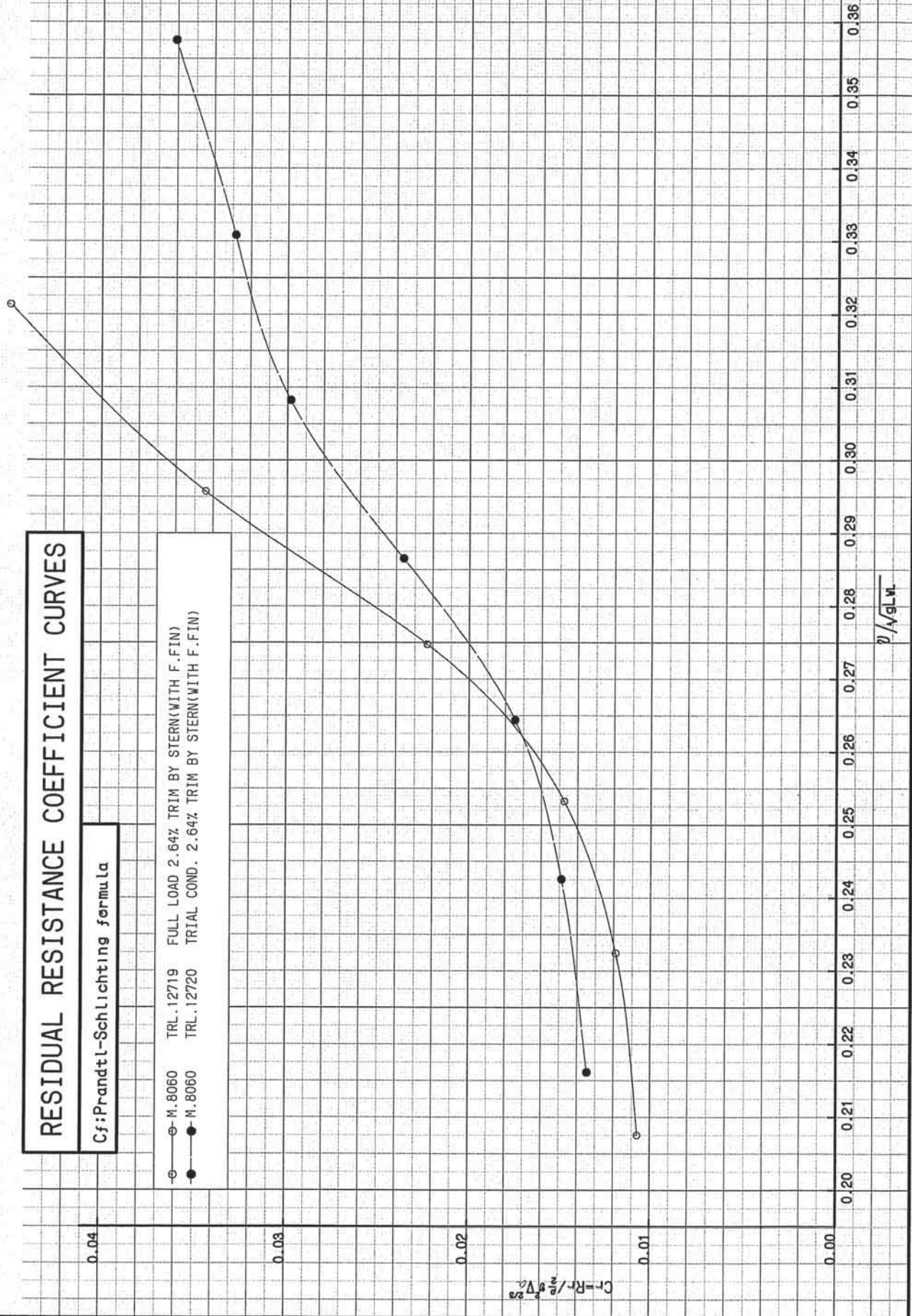




# RESIDUAL RESISTANCE COEFFICIENT CURVES

$C_f$ : Prandtl-Schlichting formula

○ M. 8060    TRL. 12719    FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN)  
 ● M. 8060    TRL. 12720    TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN)



M. 8060

3.650<sup>M</sup> X 610.80<sup>M</sup> INC. SKIN  
PP

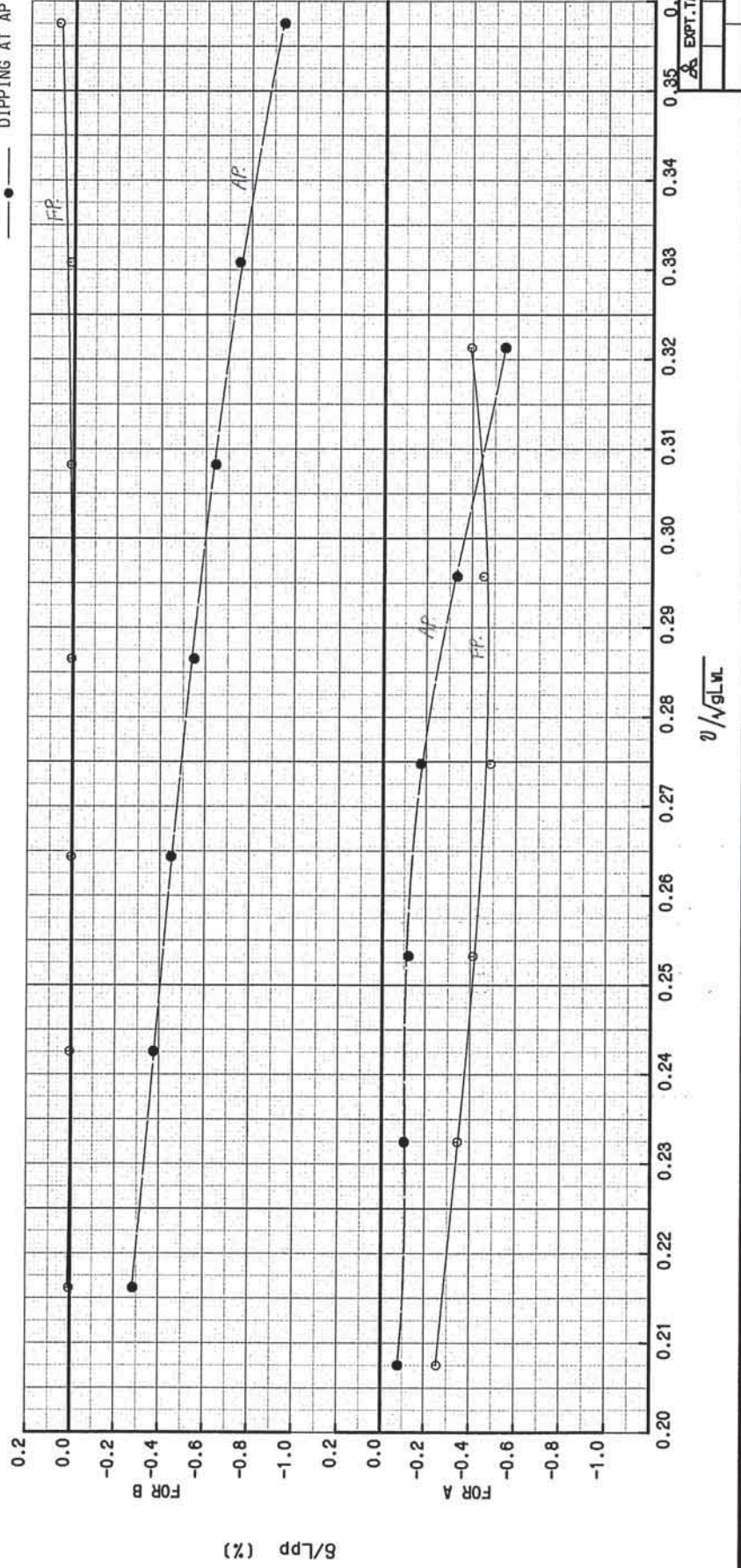
SHIP 499ton FISHERY SHIP

56.77<sup>M</sup> X 9.500<sup>M</sup> I.L.D.  
PP

### DIPPING CURVES

LOAD CONDITION	TEST NO.
A FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN)	TRL.12719
B TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN)	TRL.12720

○ ——— DIPPING AT FP  
● ——— DIPPING AT AP



0.35 0.36  
EXPT. TANK

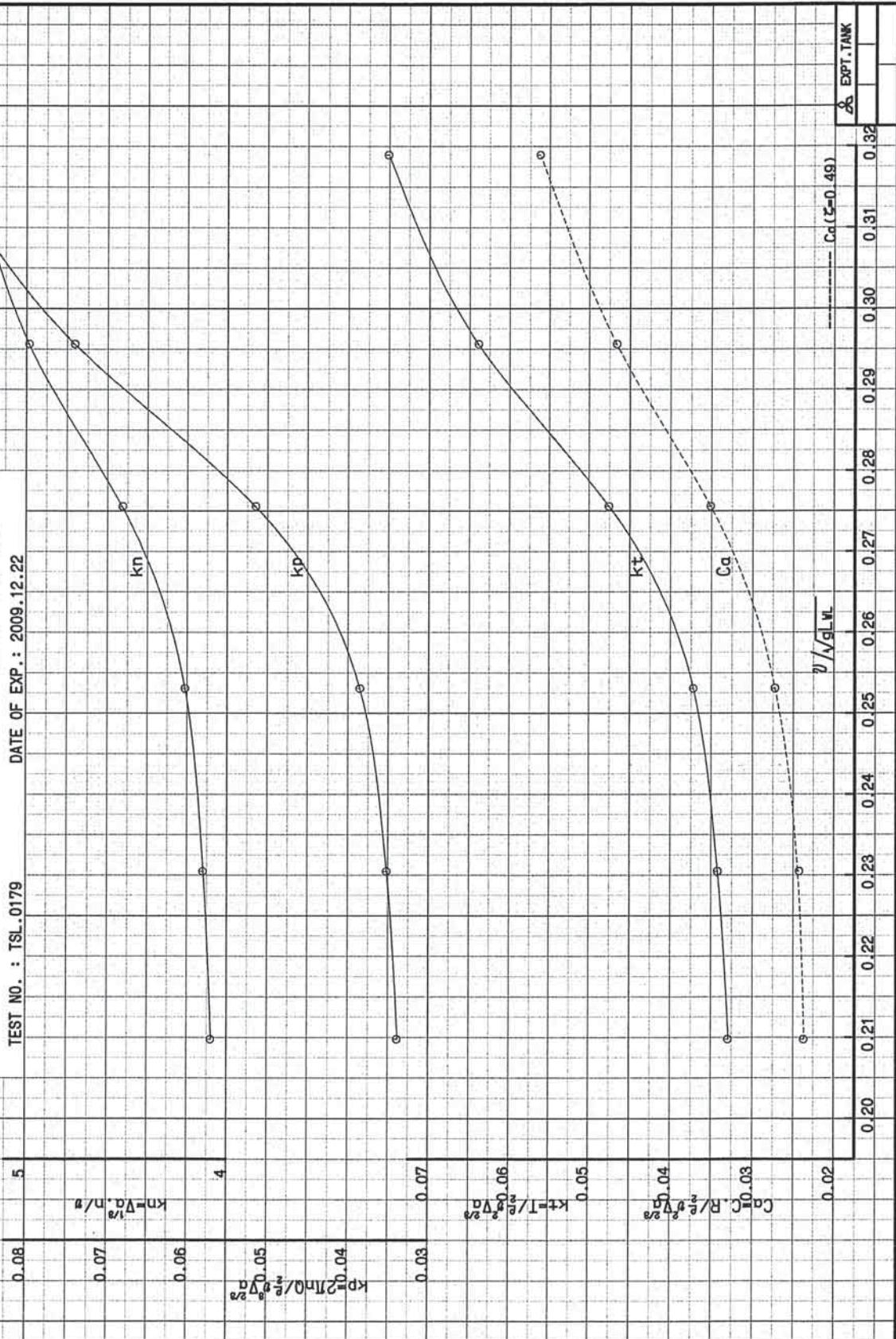
# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M.8060 x P.1035

FULL LOAD 2.64% A.T. (WITH F.FIN)

TEST NO. : TSL-0179

DATE OF EXP. : 2009.12.22





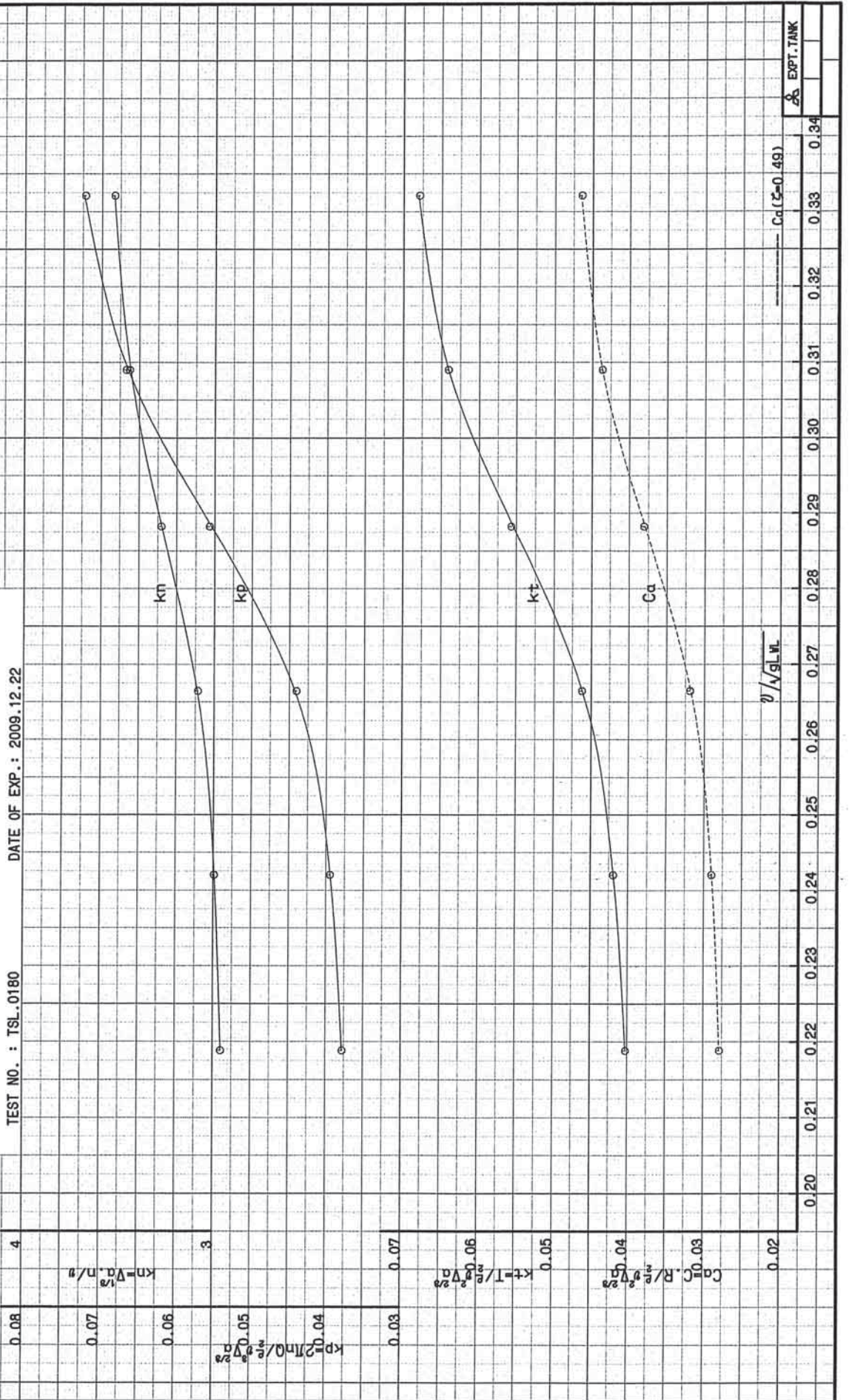
# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M. 8060 x P. 1035

TRIAL COND. 2.64% A.T. (WITH F.FIN)

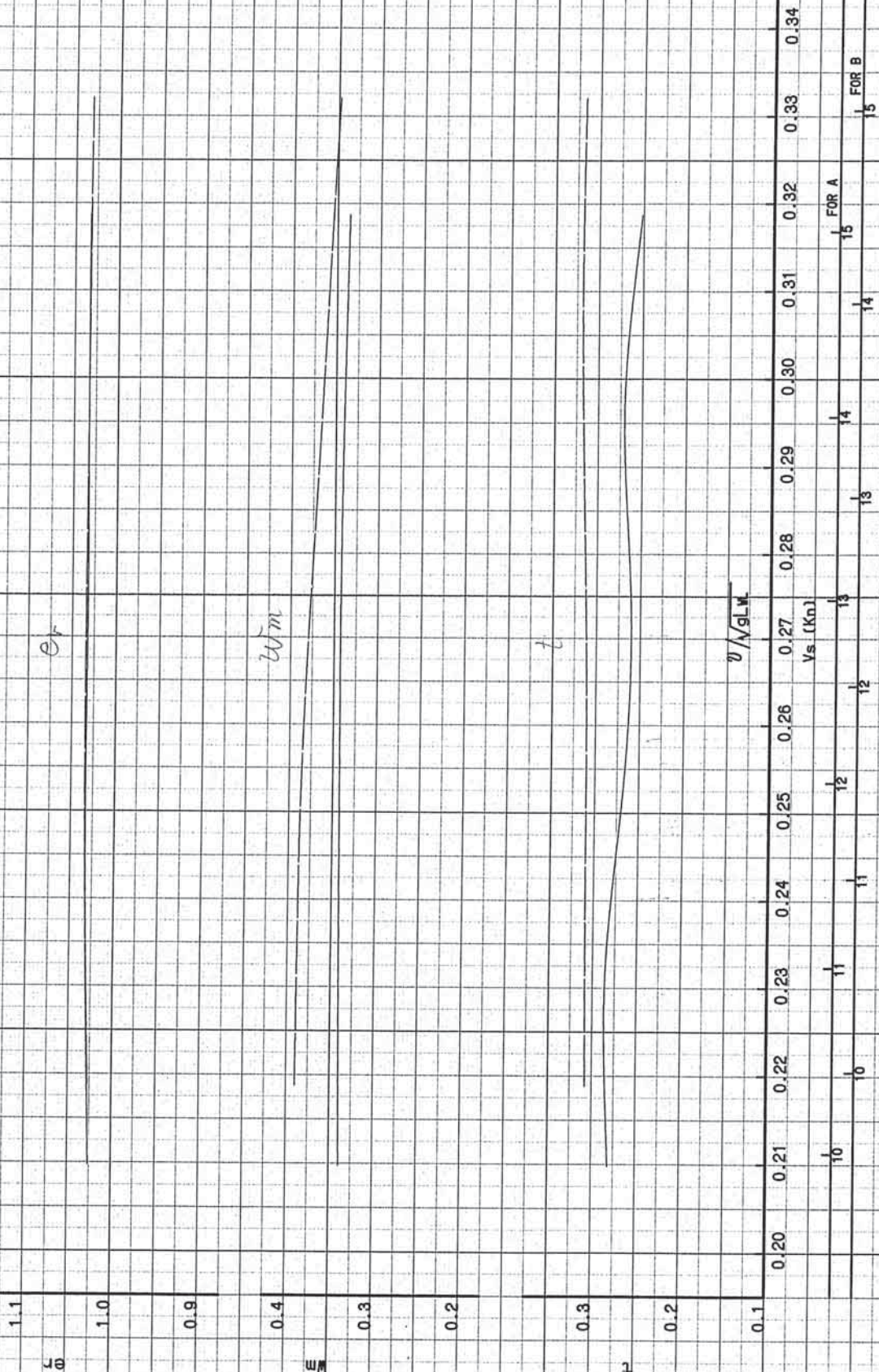
TEST NO. : TSL.0180

DATE OF EXP. : 2009.12.22



# SELF-PROPULSION FACTORS

M.8060 TSL.0179 TRL.12719 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN (WITH F.FIN)  
 M.8060 TSL.0180 TRL.12720 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN)

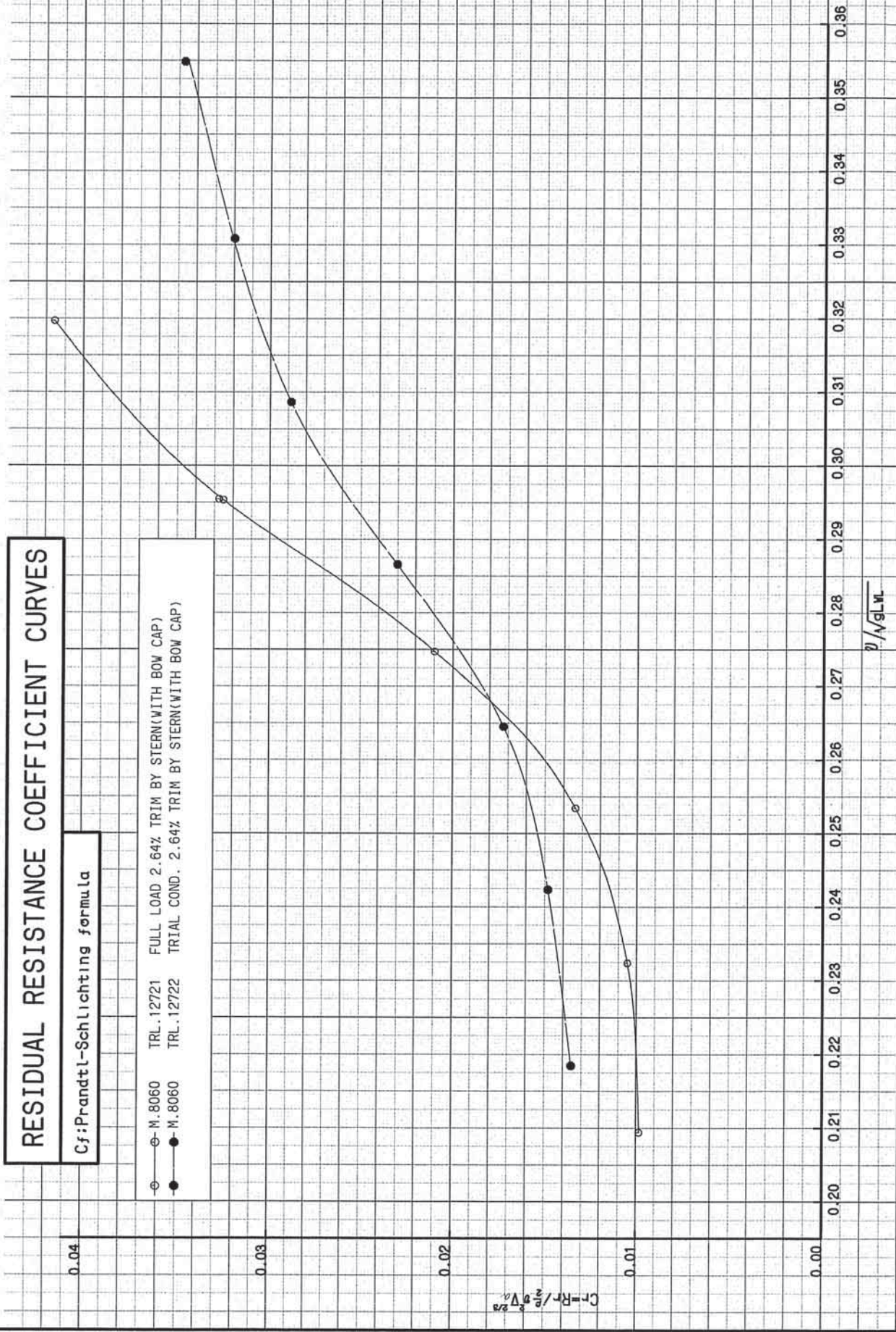


## バウキャップ付の抵抗試験結果

# RESIDUAL RESISTANCE COEFFICIENT CURVES

$C_f$ : Prandtl-Schlichting formula

- M. 8060 TRL. 12721 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(WITH BOW CAP)
- M. 8060 TRL. 12722 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH BOW CAP)



M. 8060

SHIP 499ton FISHERY SHIP

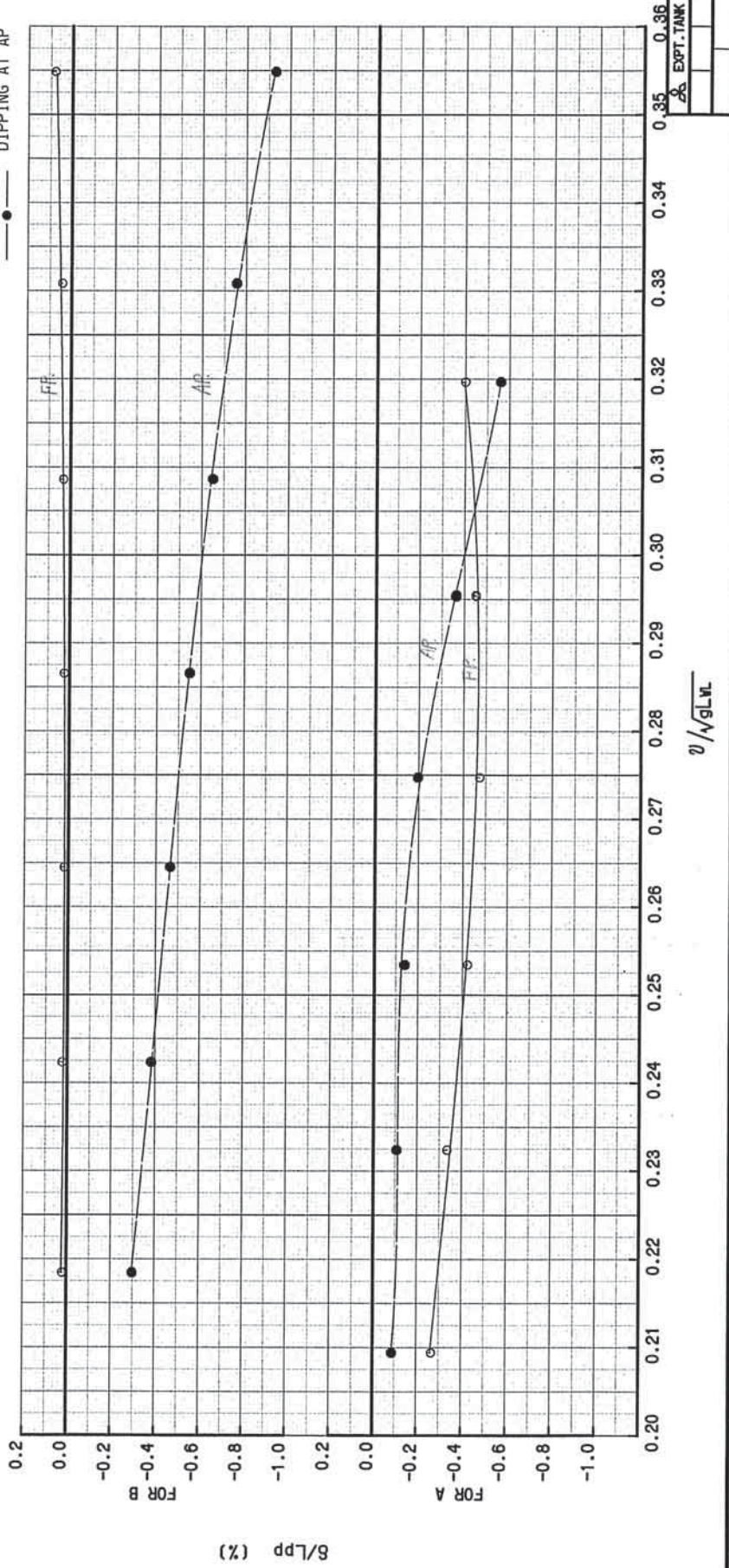
3.650<sup>M</sup><sub>PP</sub> X 610.80<sup>M</sup><sub>INC.800H</sub>

56.77<sup>M</sup><sub>PP</sub> X 9.500<sup>M</sup><sub>ILD</sub>

DIPPING CURVES

	LOAD CONDITION	TEST NO.
A	FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(WITH BOW CAP)	TRL. 12721
B	TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH BOW CAP)	TRL. 12722

○ — DIPPING AT FP  
● — DIPPING AT AP

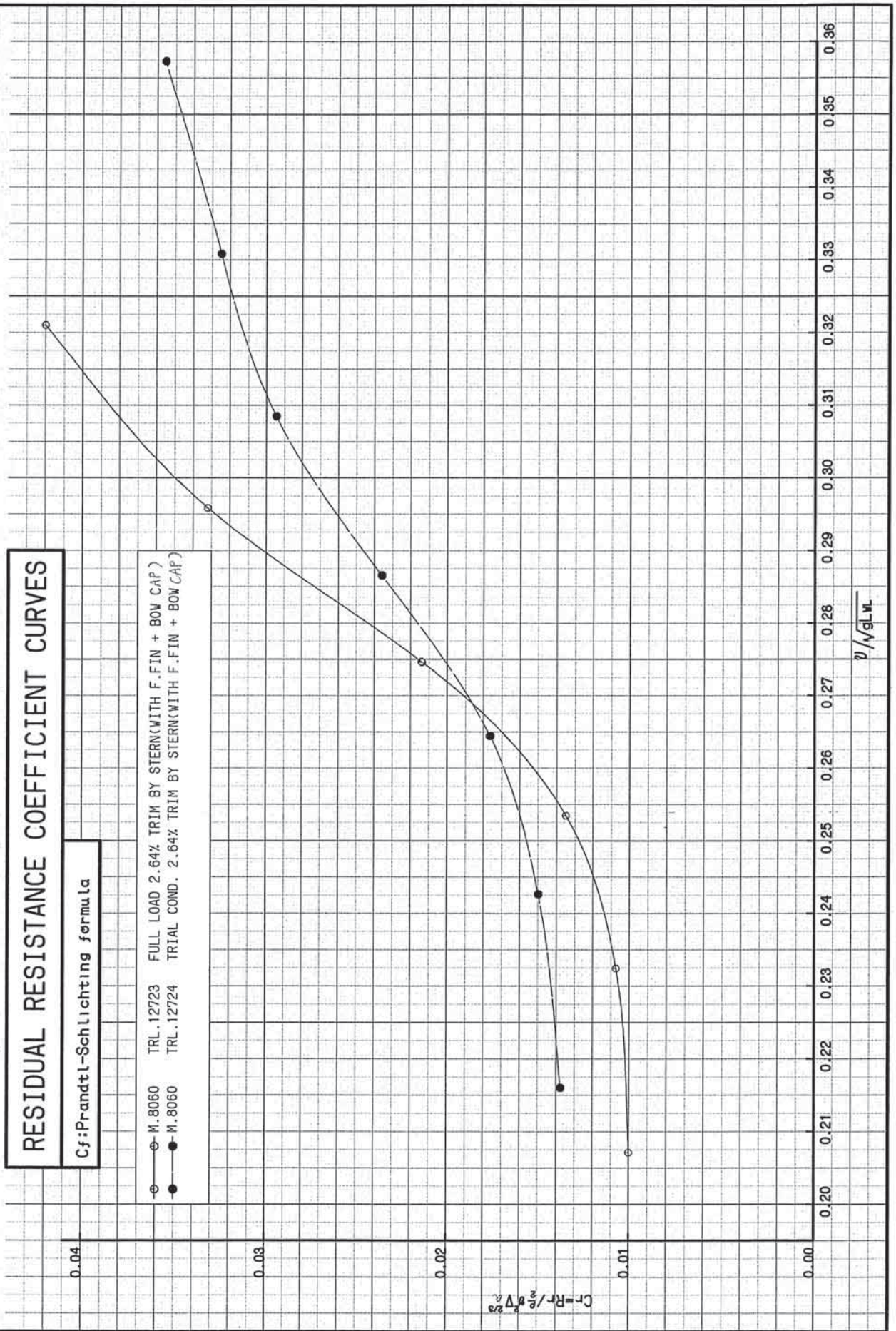


## フレンドフィン+バウキャップ付の 抵抗・自航試験結果

# RESIDUAL RESISTANCE COEFFICIENT CURVES

Cf: Prandtl-Schlichting formula

○ M. 8060      TRL. 12723      FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(WITH F. FIN + BOW CAP)  
 ● M. 8060      TRL. 12724      TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH F. FIN + BOW CAP)



M. 8060

SHIP 499ton FISHERY SHIP

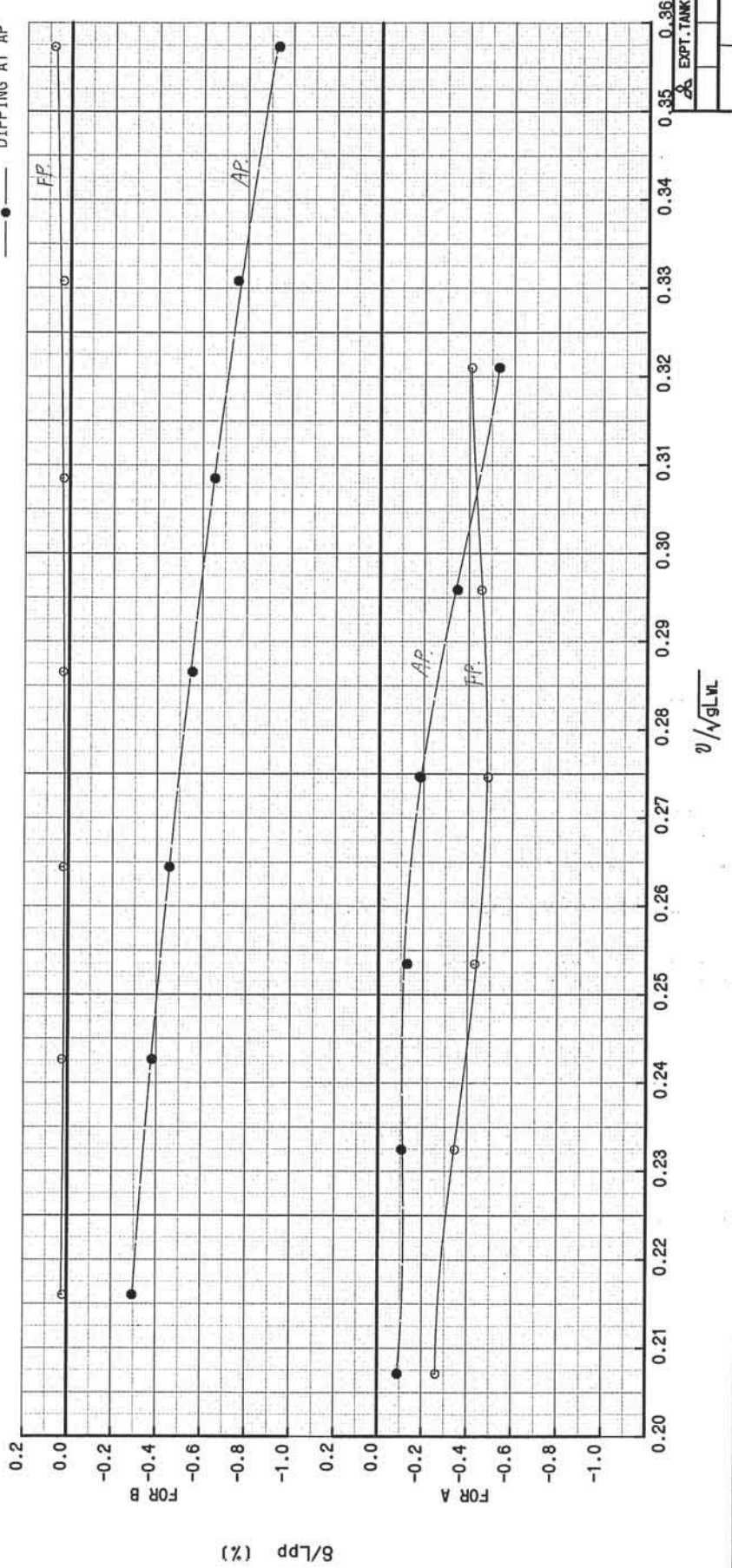
3.650<sup>M</sup> X 610.80<sup>M</sup> INC. SKIN

56.77<sup>M</sup> X 9.500<sup>M</sup> MLD

DIPPING CURVES

	LOAD CONDITION	TEST NO.
A	FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN(F.FIN + BOW CAP)	TRL. 12723
B	TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(F.FIN + BOW CAP)	TRL. 12724

—○— DIPPING AT FP  
—●— DIPPING AT AP



EXPT. TANK	



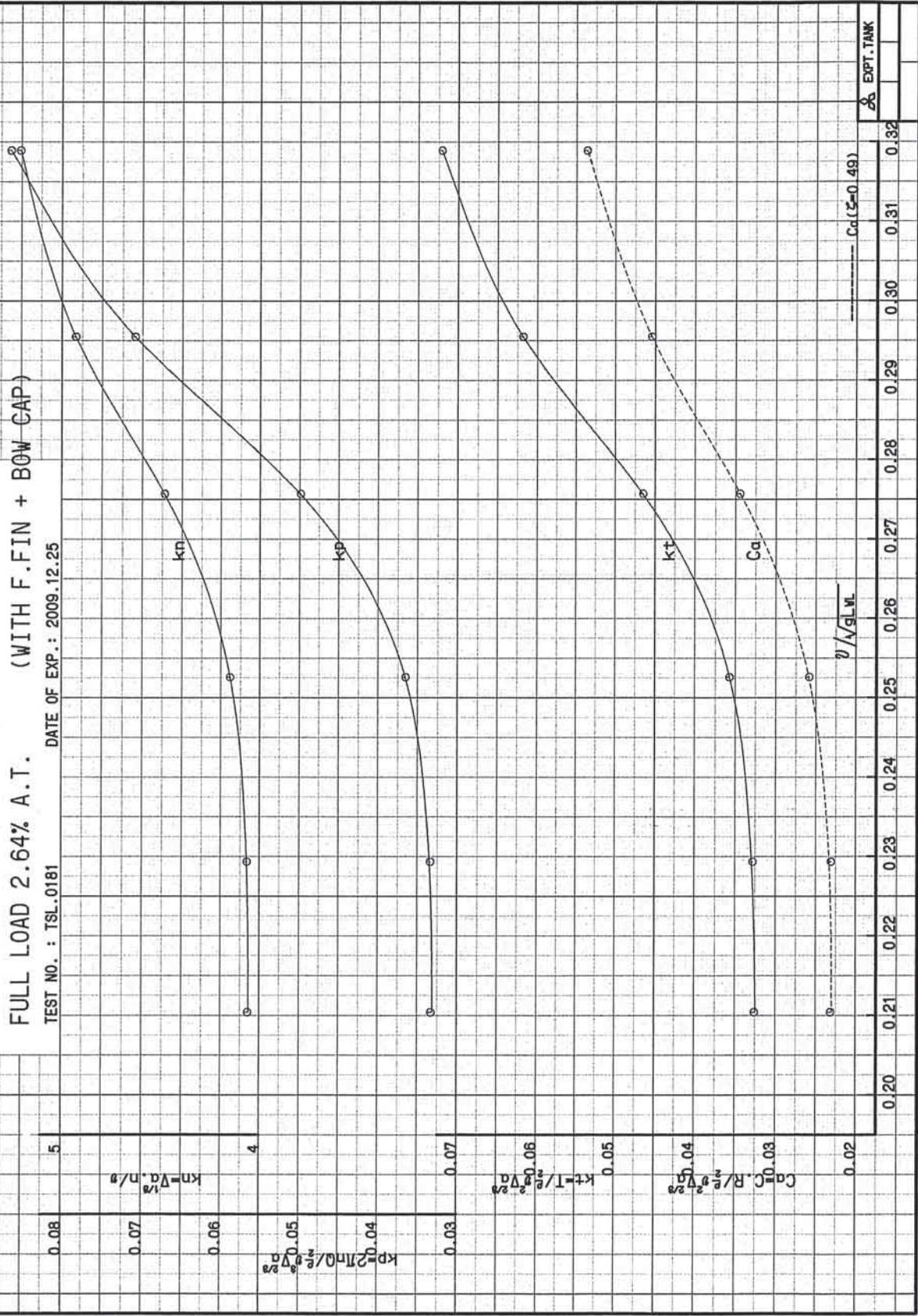
# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M. 8060 x P. 1035

FULL LOAD 2.64% A.T. (WITH F. FIN + BOW CAP)

TEST NO. : TSL.0181

DATE OF EXP. : 2009.12.25

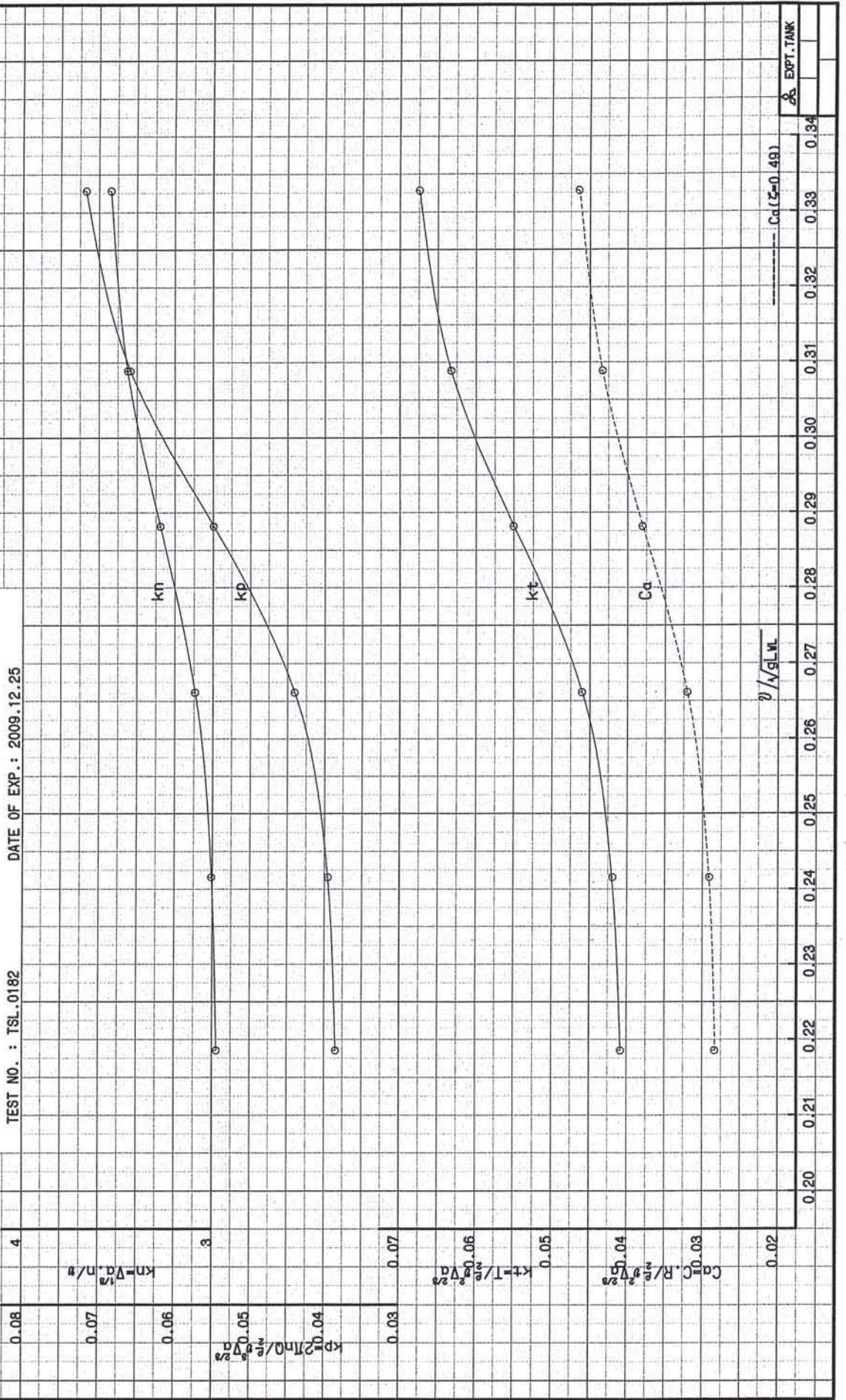


# SELF-PROPULSION TEST RESULTS

M.8060 x P.1035

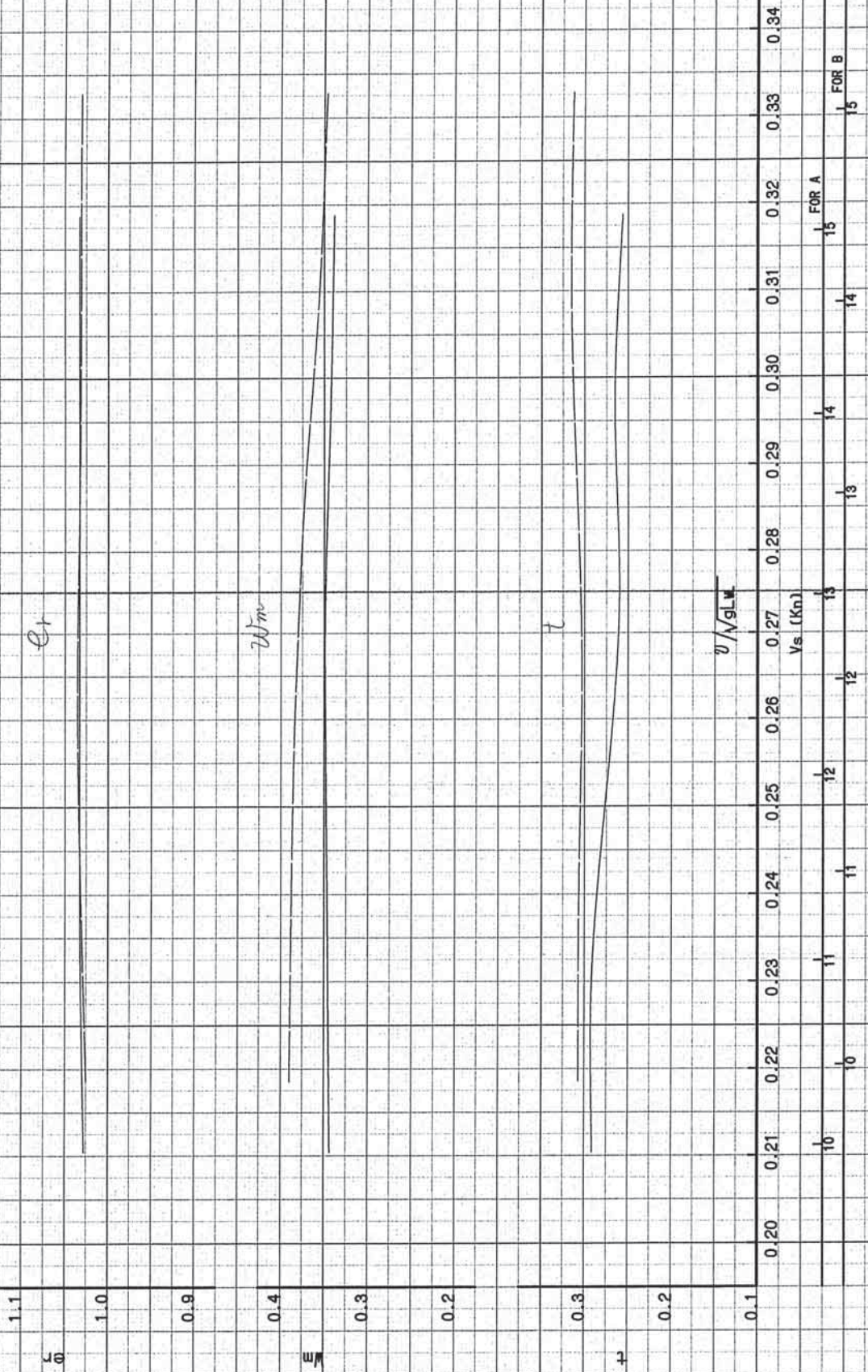
TRIAL COND. 2.64% A.T. (WITH F.FIN+BOW CAP)

TEST NO. : TSL-0182 DATE OF EXP. : 2009.12.25

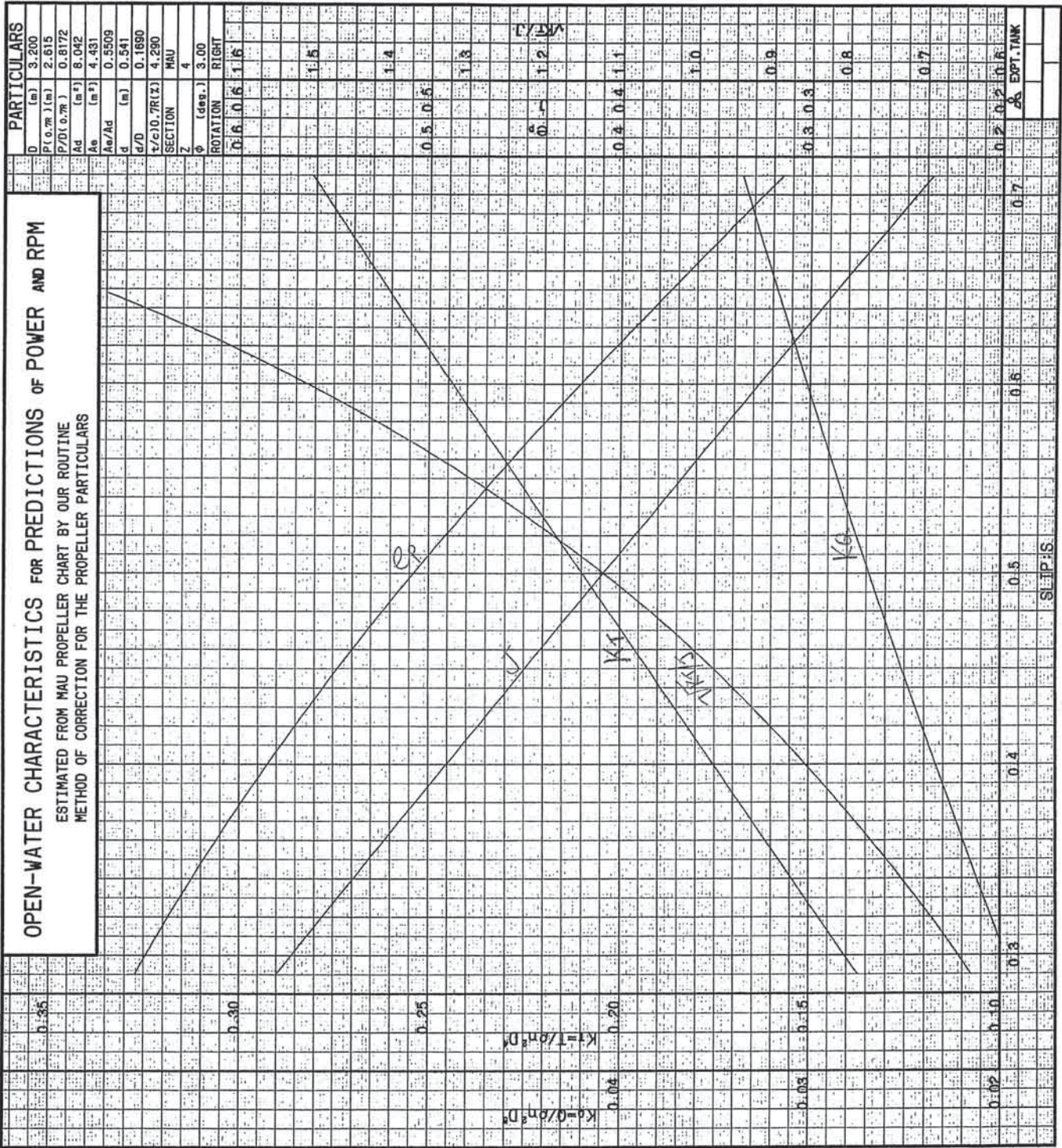


# SELF-PROPULSION FACTORS

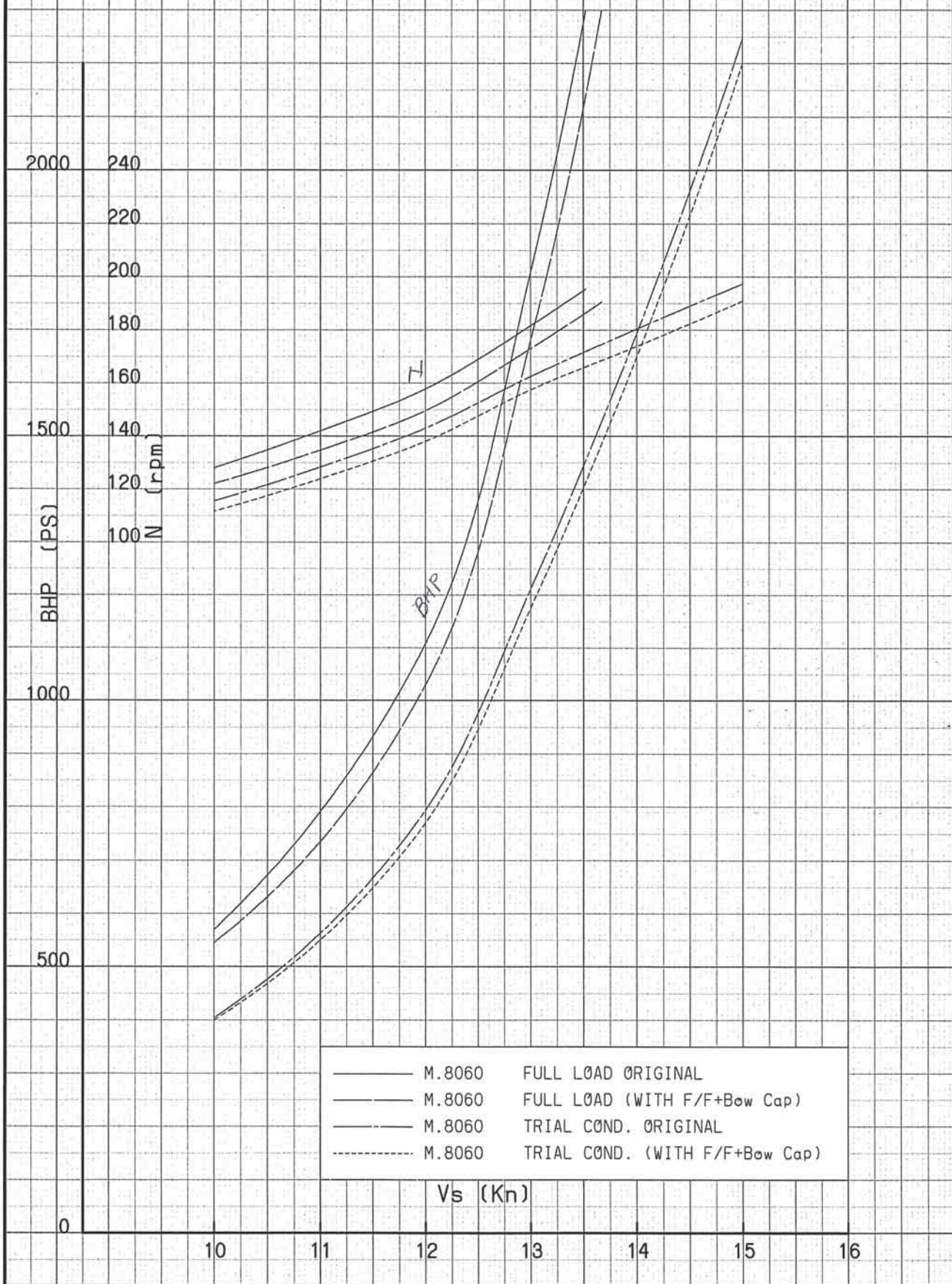
M.8060 TSL.0181 TRL.12723 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN (WITH F.FIN + BOW CAP)  
 M.8060 TSL.0182 TRL.12724 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN(WITH F.FIN + BOW CAP)



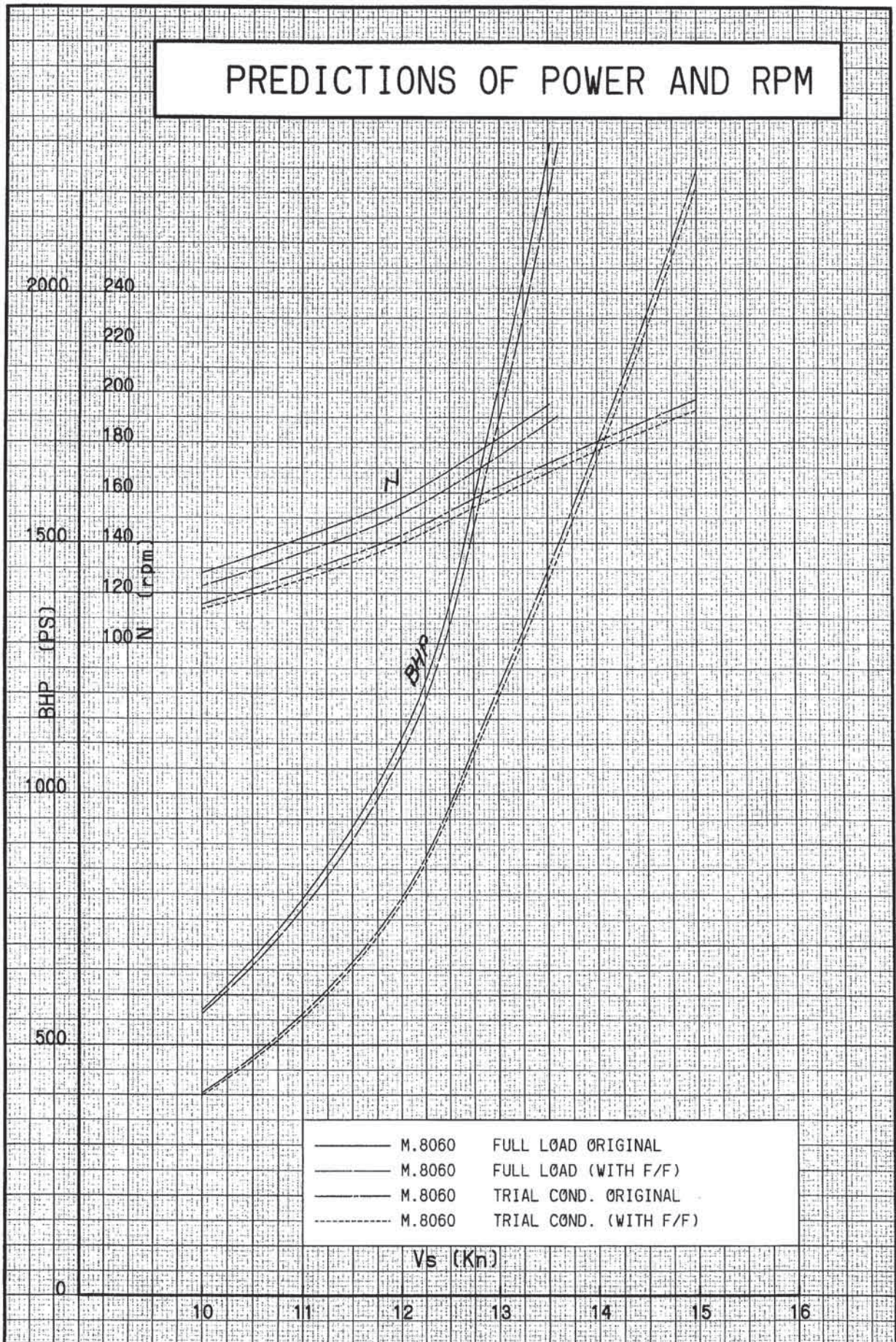
**OPEN-WATER CHARACTERISTICS FOR PREDICTIONS OF POWER AND RPM**  
 ESTIMATED FROM MAU PROPELLER CHART BY OUR ROUTINE  
 METHOD OF CORRECTION FOR THE PROPELLER PARTICULARS



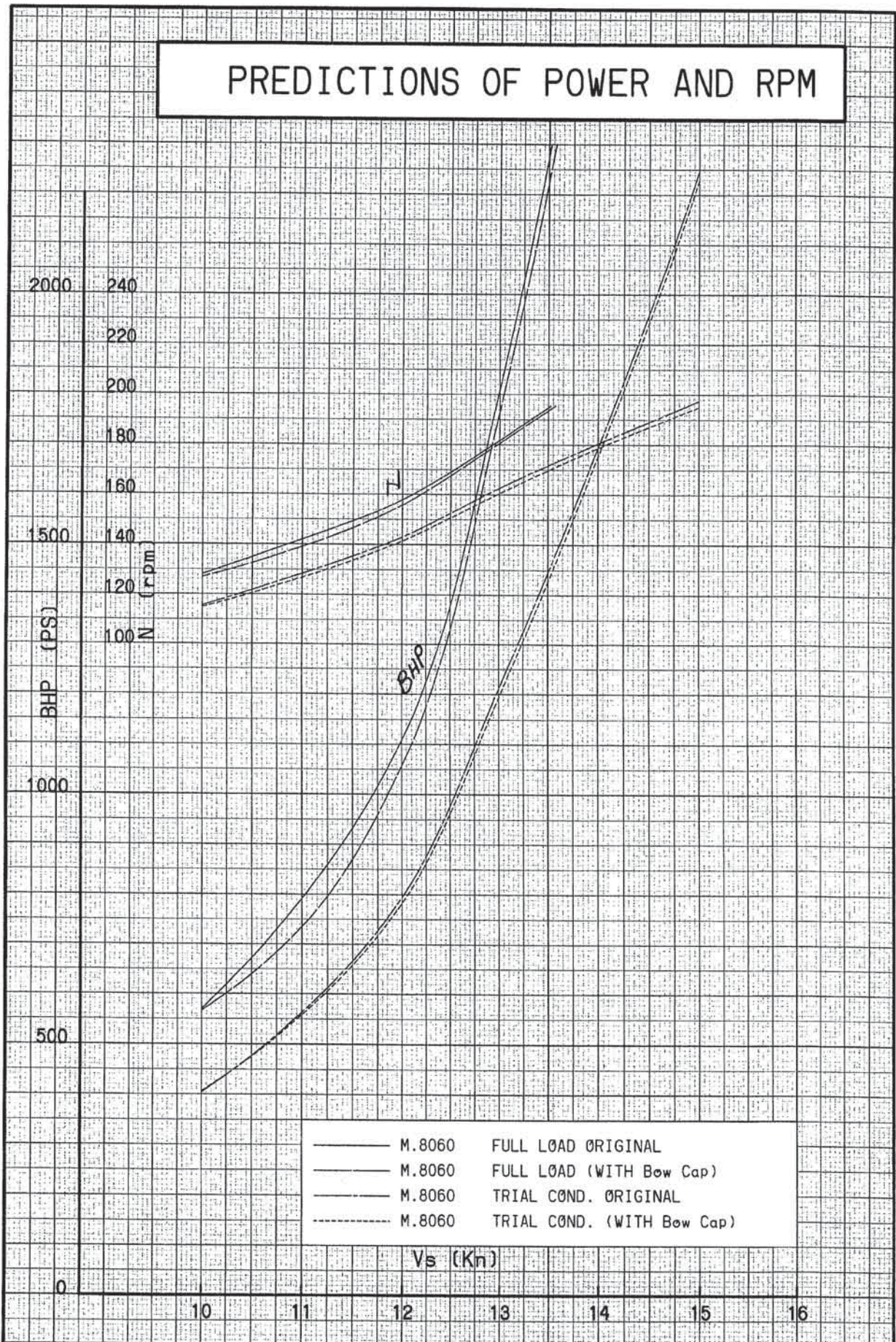
# PREDICTIONS OF POWER AND RPM



# PREDICTIONS OF POWER AND RPM

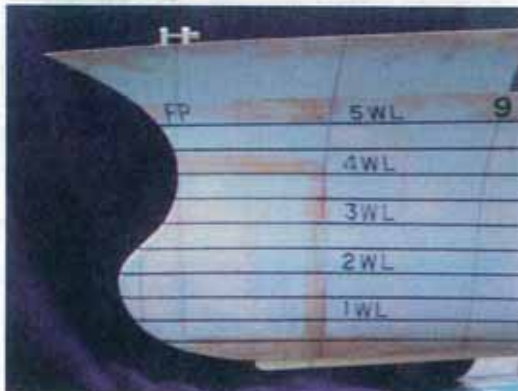
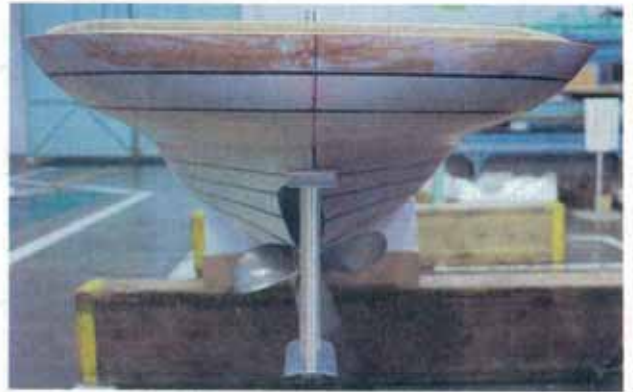
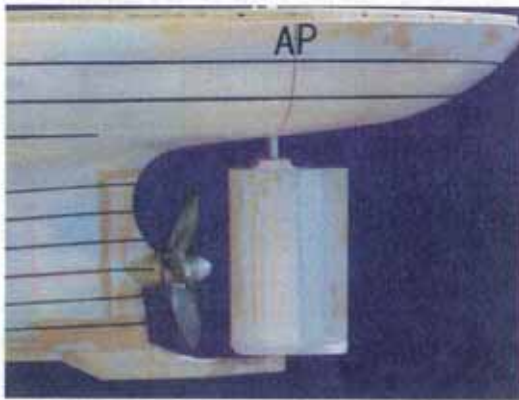


# PREDICTIONS OF POWER AND RPM



# Photographs of Ship Model

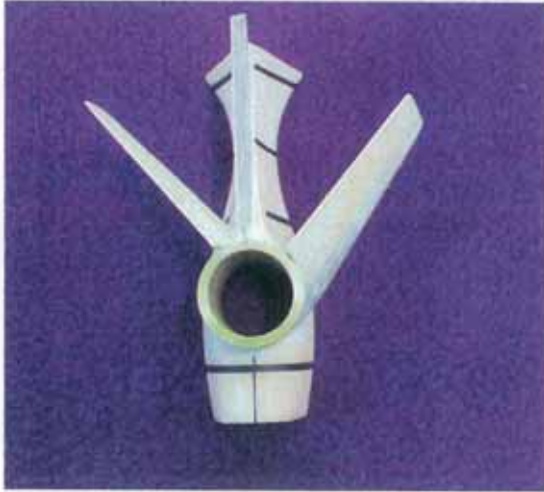
( M8060 )





# Photographs of Ship Model

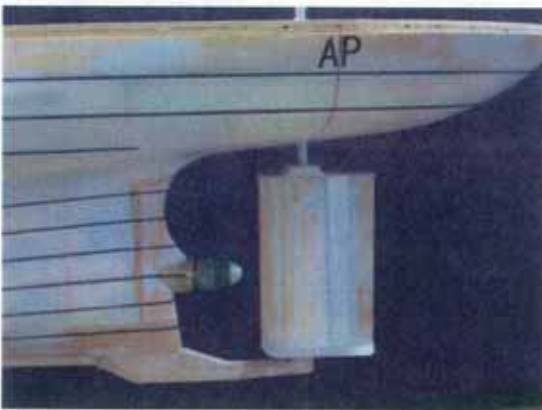
( M8060 )



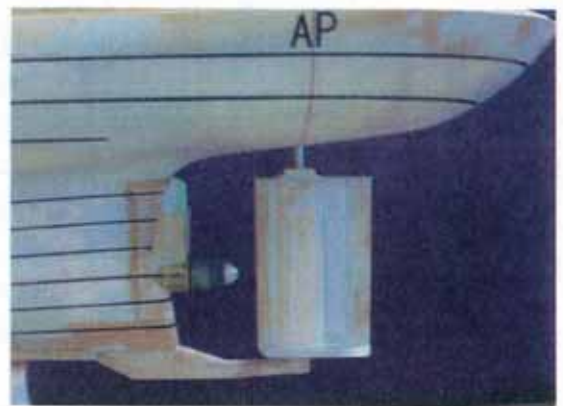
Friend Fin



Friend Fin 付



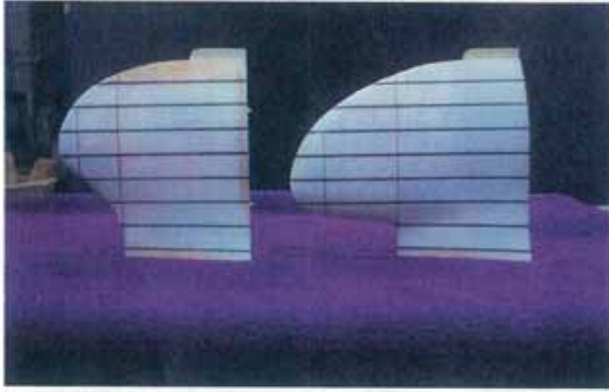
Friend Fin 無



Friend Fin 付

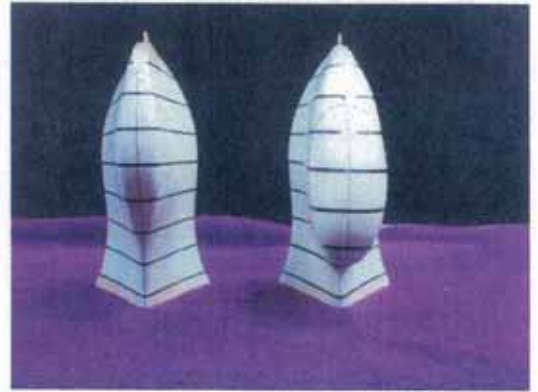
# Photographs of Ship Model

( M8060 )



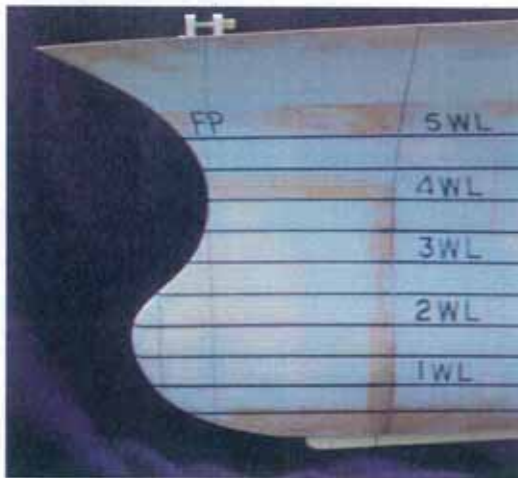
原型

Bow Cap



原型

Bow Cap



原型



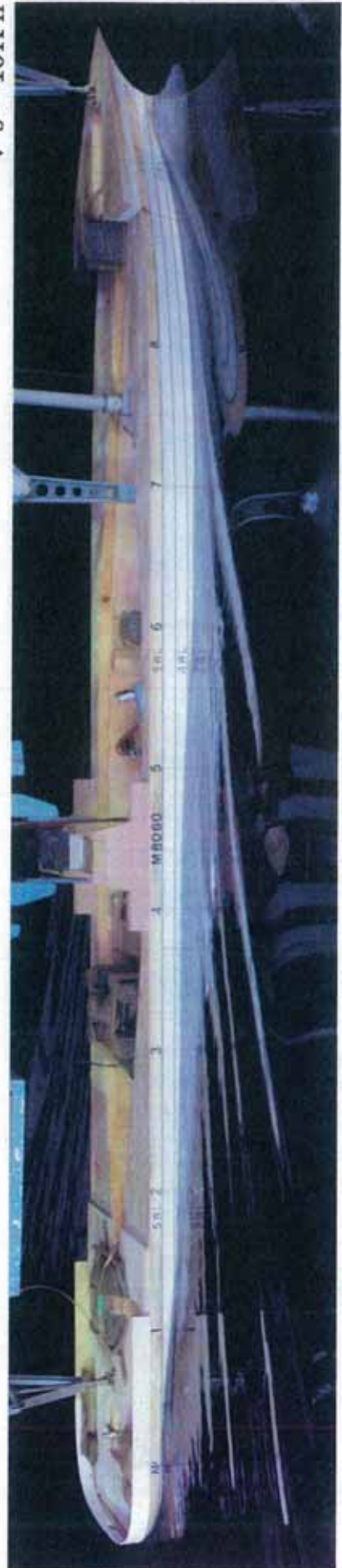
Bow Cap

WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 0K n$



$V_s = 10K n$

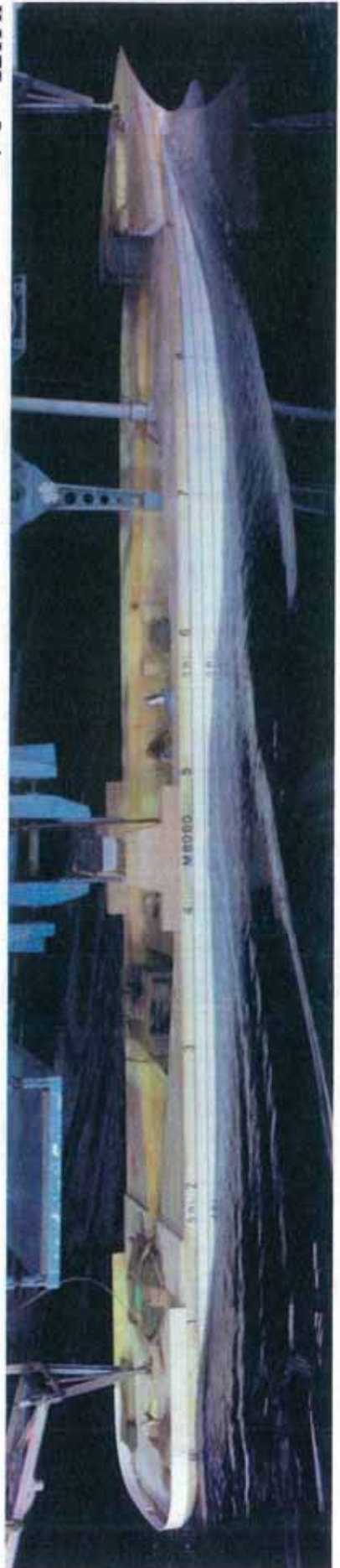


WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 11K n$



$V_s = 12K n$



WAVE PROFILE

M.8060 (APP.)

FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 13K n$

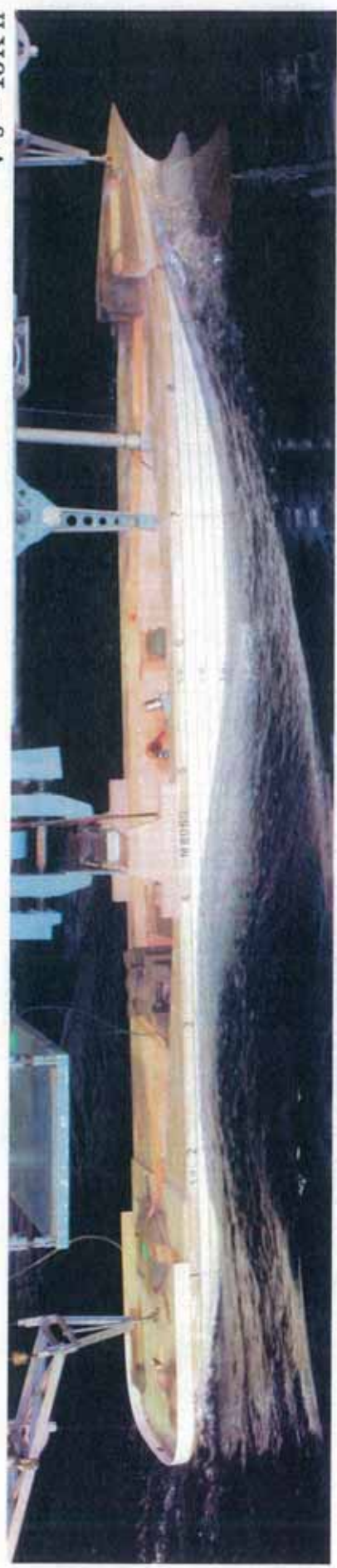


$V_s = 14K n$



WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 15K n$



WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 0K n$



$V_s = 10K n$



WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 11K n$



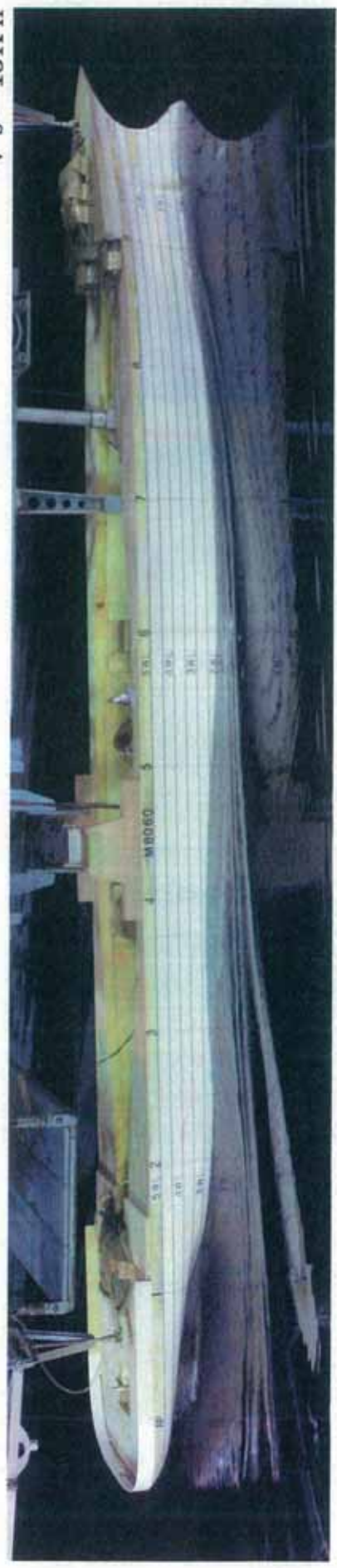
$V_s = 12K n$



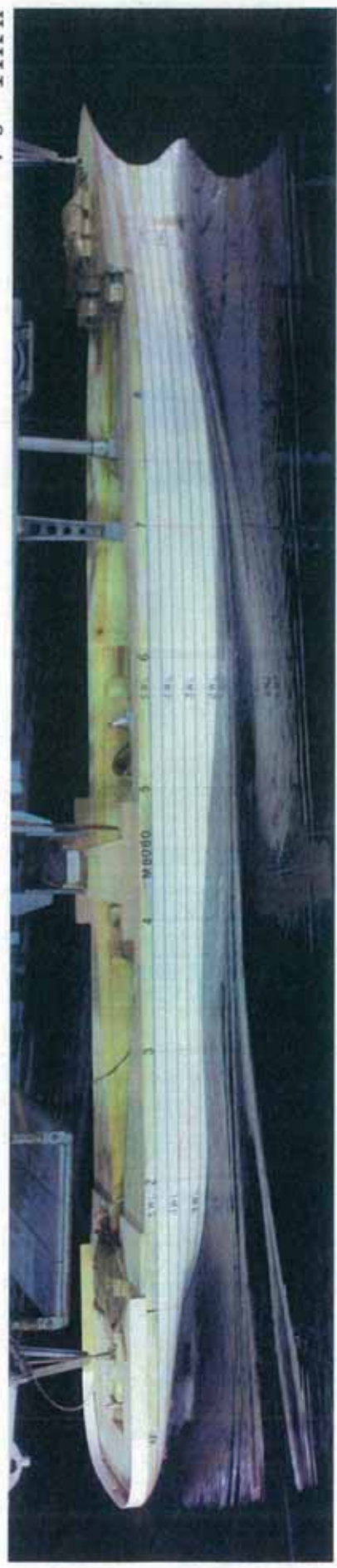


WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 13K n$



$V_s = 14K n$



WAVE PROFILE  
M.8060 (APP.)  
TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s = 15K n$



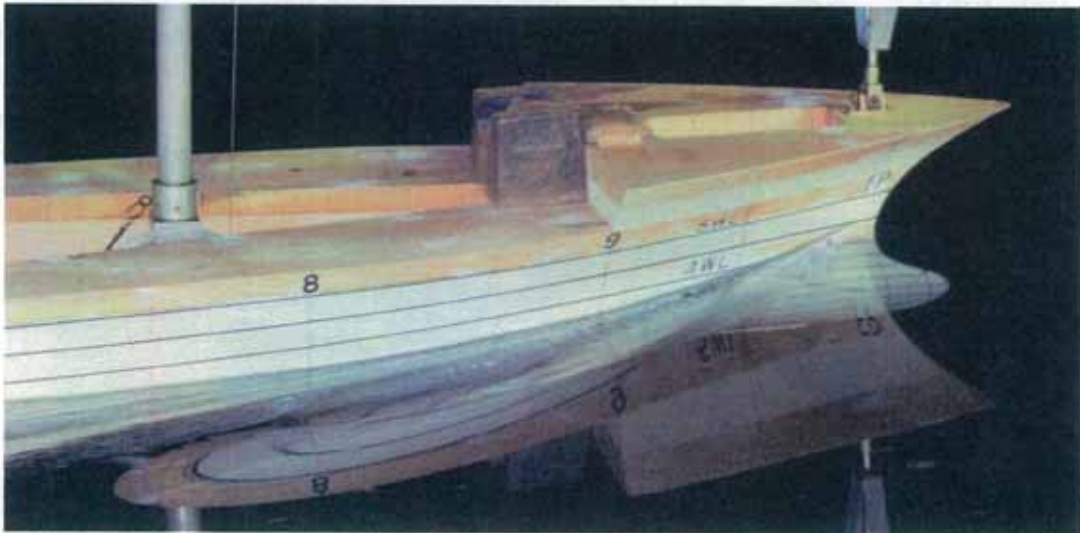
$V_s = 16K n$



バウキャップ有無の船首部波形写真  
M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=10.0Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



バウキャップ有無の船首部波形写真  
M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=11Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



バウキャップ有無の船首部波形写真  
M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

Vs=12Kn

バウキャップ無



バウキャップ付



バウキャップ有無の船首部波形写真

M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=13Kn$

バウキャップ無



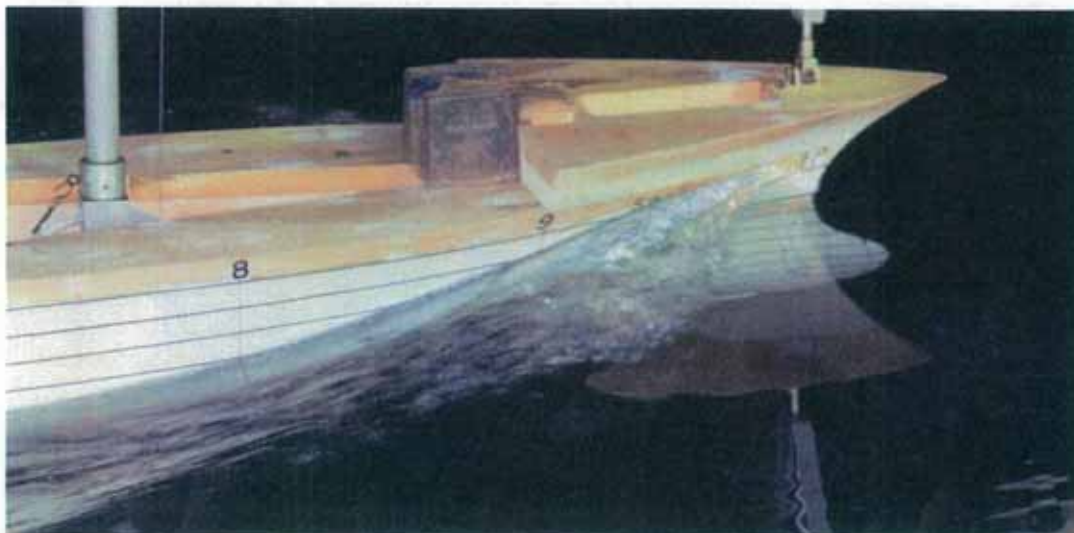
バウキャップ付



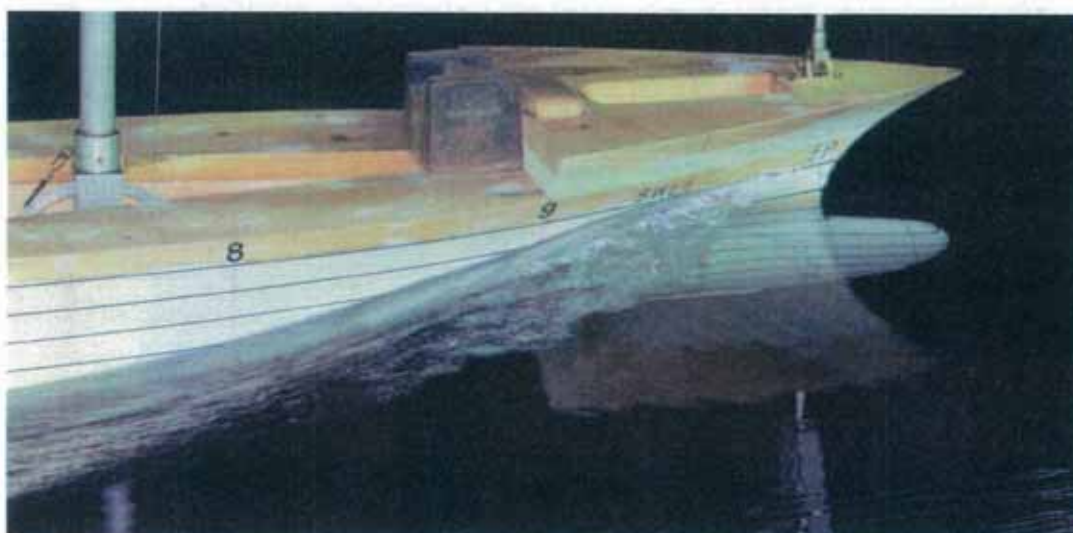
バウキャップ有無の船首部波形写真  
M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=14Kn$

バウキャップ無



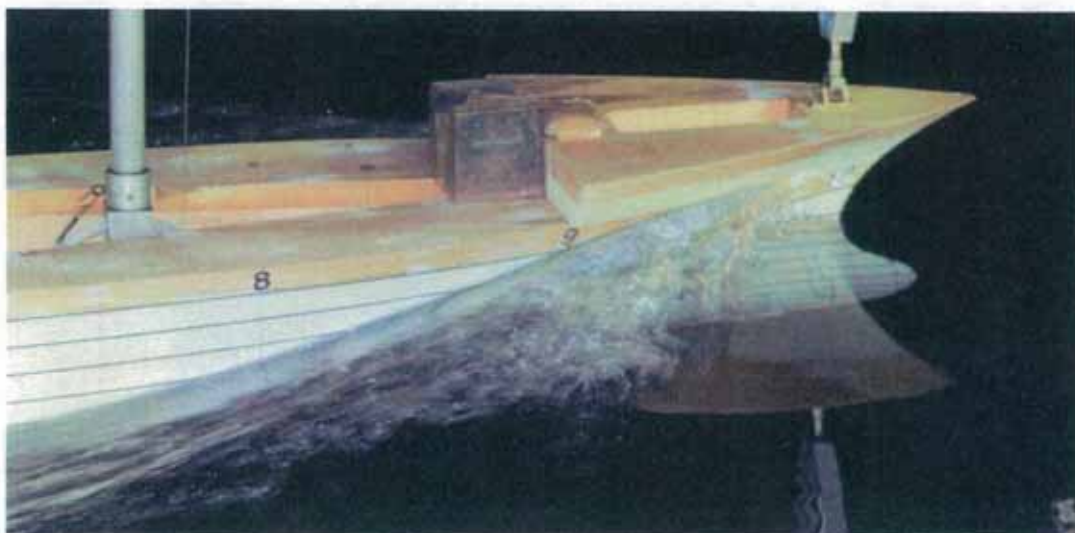
バウキャップ付



バウキャップ有無の船首部波形写真  
M.8060 FULL LOAD 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=15Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



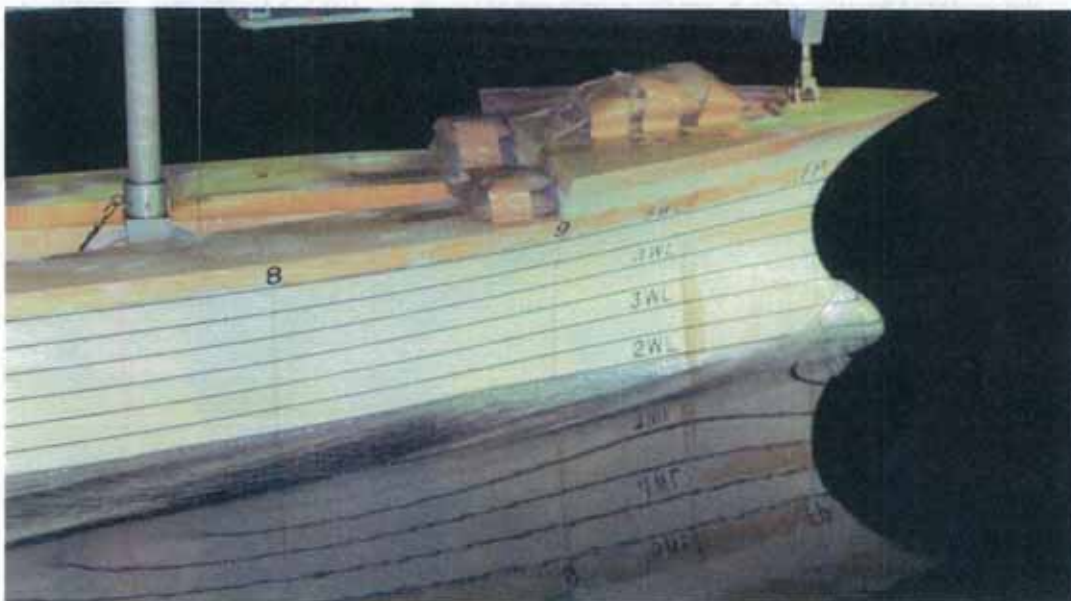


バウキャップ有無の船首部波形写真

M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=10.0Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

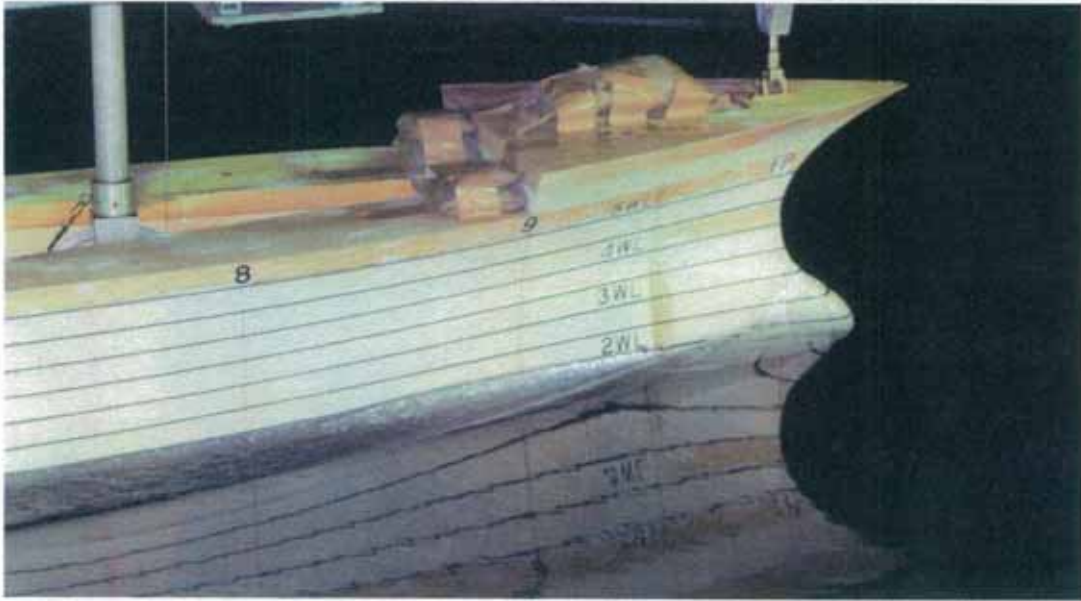


バウキャップ有無の船首部波形写真

M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=11Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

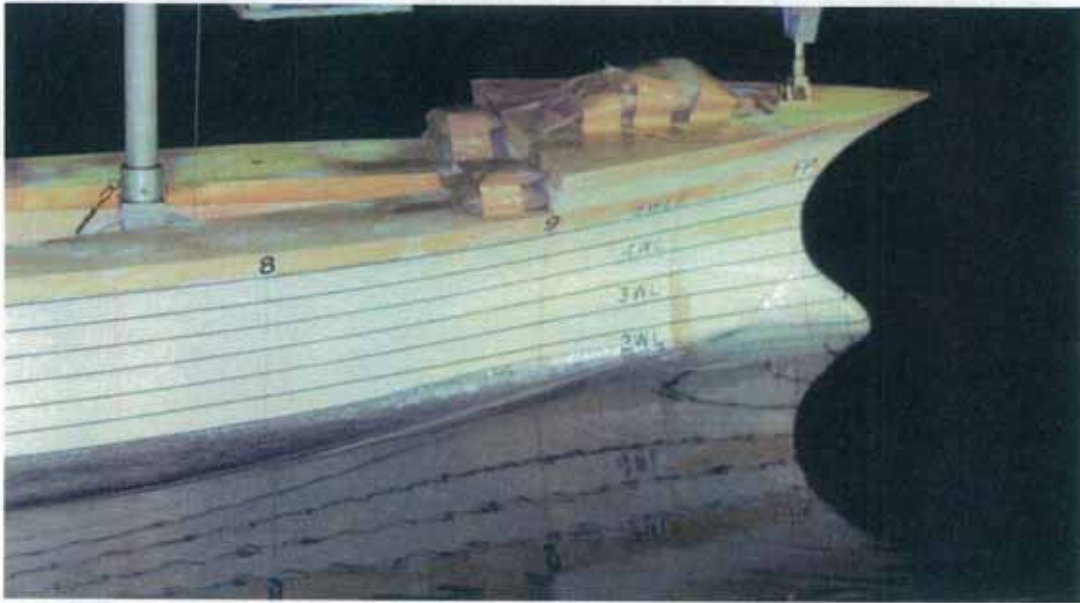


バウキャップ有無の船首部波形写真

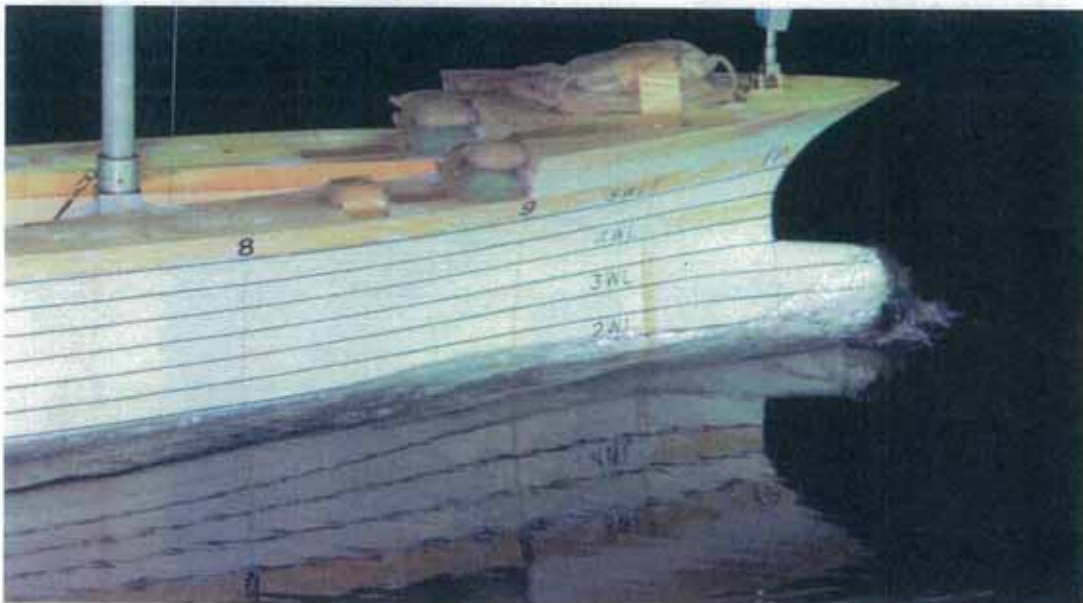
M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=12Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

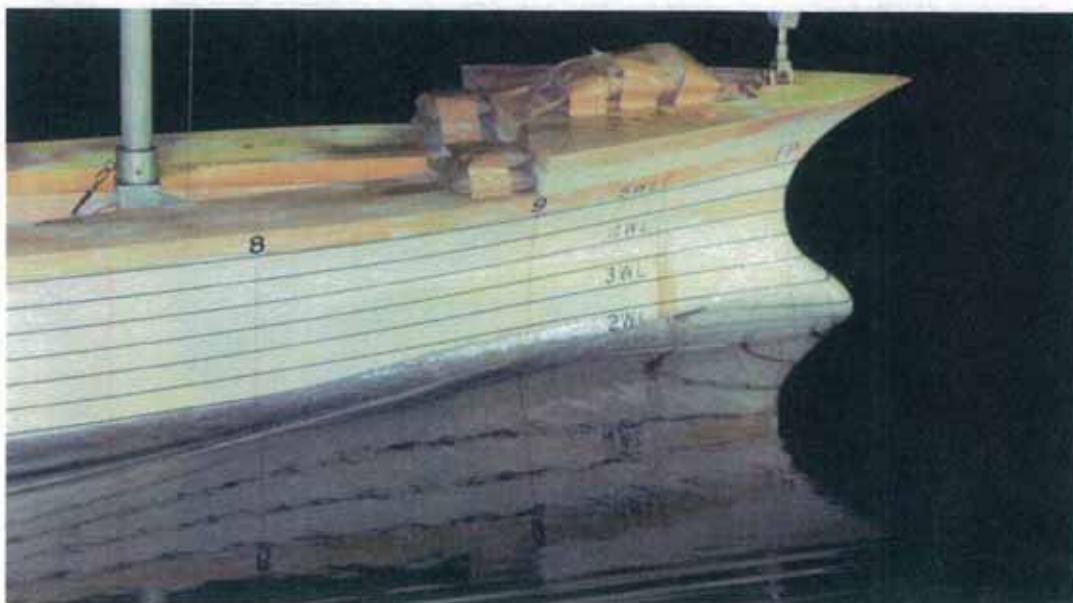


バウキャップ有無の船首部波形写真

M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=13Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

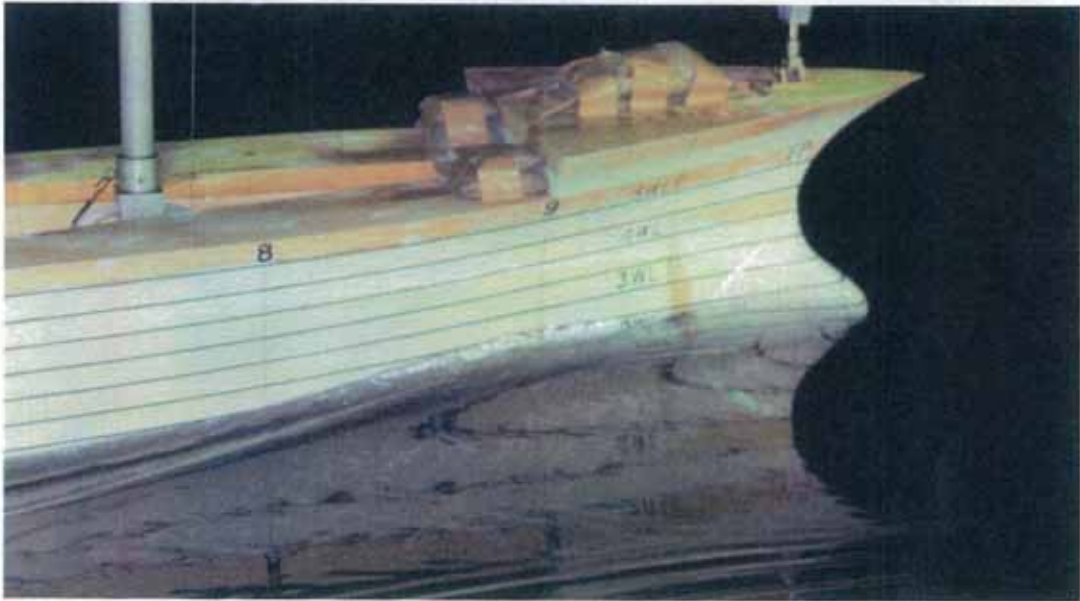


バウキャップ有無の船首部波形写真

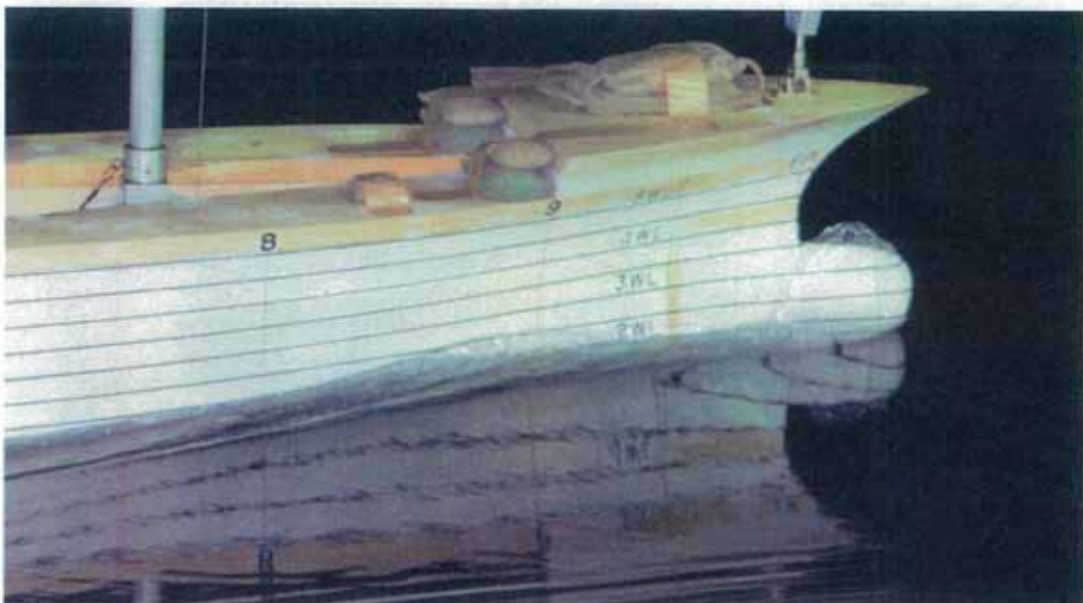
M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=14Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

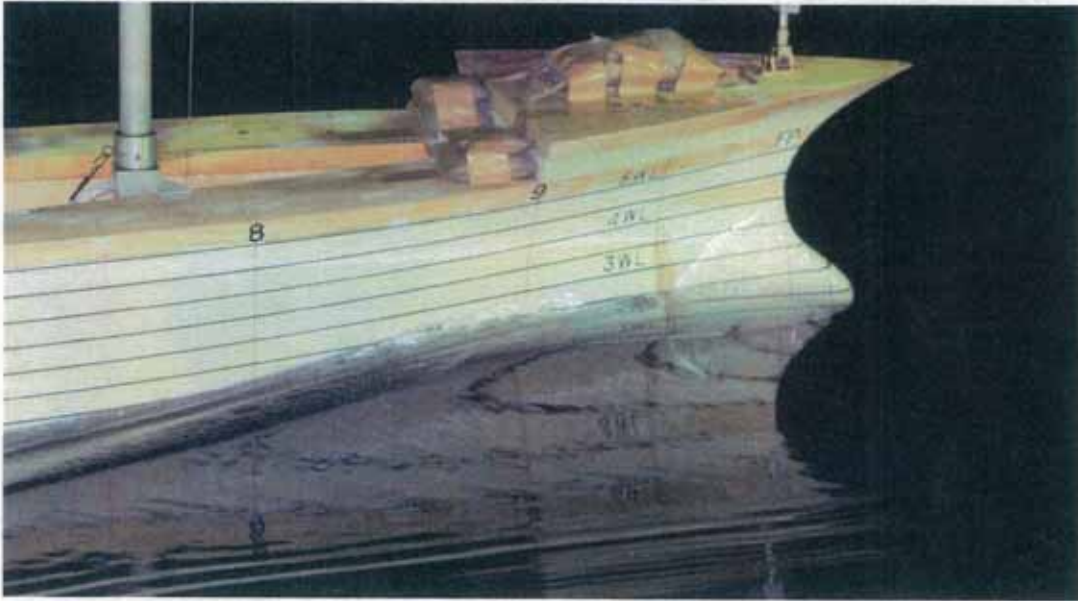


バウキャップ有無の船首部波形写真

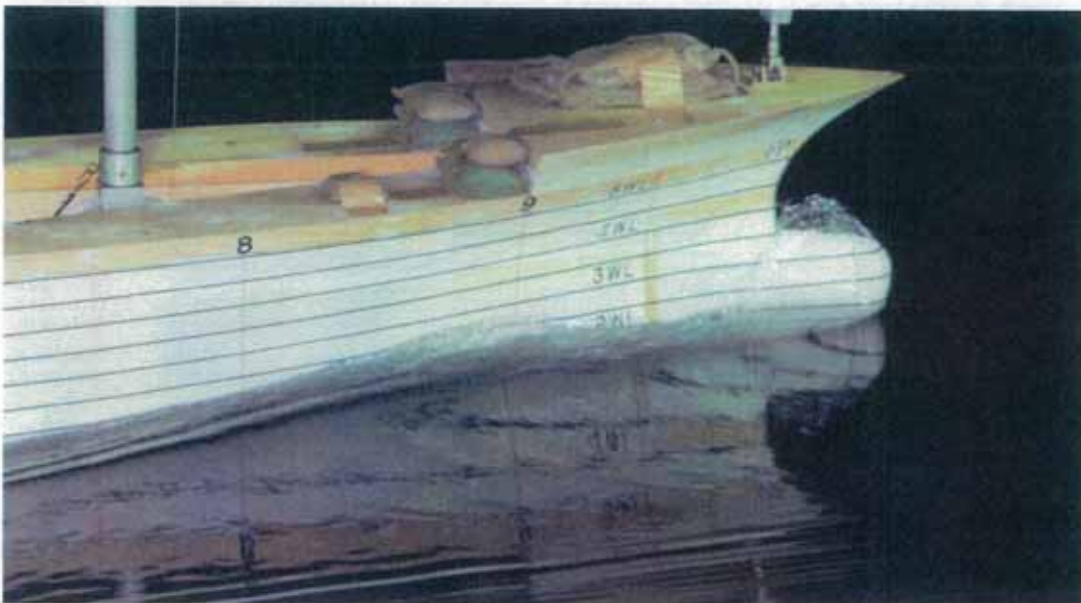
M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=15Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付



バウキャップ有無の船首部波形写真

M.8060 TRIAL COND. 2.64% TRIM BY STERN

$V_s=16Kn$

バウキャップ無



バウキャップ付

