

自航推進試驗 技法의 開發

梁 承 一* · 金 恩 燦*

Self-Propulsion Testing Technique in KRIS Towing Tank

Abstract

With installation of the computerized data acquisition system on the towing carriage of KRIS towing tank, the testing techniques of resistance test, propeller open-water test, self-propulsion test and wake survey at propeller disk were remarkably improved and automated.

For the self-propulsion test a new method was developed with aid of a digital desk-top computer. This method is based on extracting advantages both from British method and Continental method, that is, the accuracy from the constant speed method and the efficiency from the constant load method. The KRIS method has been successfully practiced with the improved accuracy, stability and efficiency. Details of the new method are described in this paper.

1. 序 論

設計 조건에 대한 最適의 船體 및 프로펠러의 形狀을 결정하기 위하여는 먼저 抵抗試驗에 의해 적당한 船型을 선정한 후 프로펠러를 취부할 위치에서의 伴流分布測定 결과에 따라 設計, 製作된 模型프로펠러를 模型船에 설치하여 自航推進試驗을 실시함으로써 最適 形狀을 결정하고, 實船의 所要馬力을 推定하고 있다. 그러나 抵抗試驗에서 最小의 抵抗을 갖는 船型이 프로펠러와의 推進試驗에서도 반드시 最高의 성능을 보여 주리라고 기대할 수는 없다. 이는 주로 프로펠러의 suction과 伴流分布에 의한 推進效率의 변화에 기인하는 것으로 船體의 형상은 프로펠러와의 相互作用을 고려한 종합성능을 分析, 評價하여 결정하여야 함을 뜻한다. 船型試驗중 가장 중요한 것은 모형선과 모형프로펠러의 綜合試驗으로 自航推進試驗(self-propulsion test)을 들 수 있다.

Froude가 船體와 프로펠러의 相互作用에 따른 성능을 조사하기 위하여 프로펠러 船後試驗(behind model test)을 고안하여 실시한 것은 1870年代의 일로써 그 試驗技法과 精度에 있어서는 현재의 自航推進試驗과

비교도 안되지만 “프로펠러 船後試驗은 抵抗試驗, 프로펠러 單獨試驗과 함께 수행하여 船體效率 즉, 推力減少係數 및 伴流係數를 구하는 것을 目的으로 한다”는 着想은 현재까지도 변함이 없다.

韓國船舶研究所(KRIS) 船型試驗水槽에서는 自航推進試驗을 수행하기 위한 資料取得시스템으로 英國式 方法[1]에 의한 “SPB” 프로그램과 大陸式 方法에 의한 “SPC” 프로그램을 개발하여 지금까지 사용하여 왔다. 이제 이 두가지 방법의 長點을 흡수하고, 보유 機器, 裝備의 性能과 既存 資料 등을 최대한 활용할 수 있는 새로운 試驗法을 개발하였다[2].

2. 自航推進試驗法 概要

自航推進試驗은 自由表面을 가진 水槽에서 실시되므로 Froude의 比較法則을 따라 模型船의 Froude數를 實船에 맞추어 실시한다. 그러나 잘 알려진 바와 같이 摩擦抵抗係數는 이 法則에 따르지 않고 Reynolds數에 따라 결정되므로 模型船의 마찰저항 계수는 實船에 비해 큰 값이 된다. 따라서 自航推進試驗에서 實船對應의 推力으로 프로펠러를 작동시키기 위하여는 마찰저항계수의 차이에 相當하는 힘을 曳引車가 前方으로

接受日字: 1980年 7月 2日, 再接受日字: 1980年 8月 21日

*正會員, 韓國船舶研究所

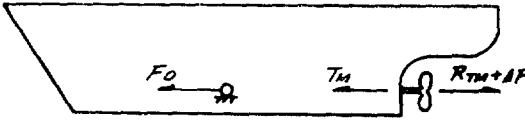


Fig. 1. Force diagram of the model

加해주고, 그 나머지 저항만을 프로펠러에 의한 推力으로 相殺시켜 주어야 한다. 이 마찰 수정량은 다음과 같이 구할 수 있다[3]. Fig. 1에서 각 힘의 수평방향 성분을 종합하면

$$R_{TM} + \Delta F - T_M - F_D = 0 \text{ 혹은, } \frac{R_{TM} - F_D}{T_M} = 1 - \frac{\Delta F}{T_M} \quad (1)$$

여기서 $\frac{\Delta F}{T_M}$ 을 t_M 이라 하면

$$\frac{R_{TM} - F_D}{T_M} = 1 - t_M \quad (2)$$

또한 λ 를 길이 축적비라 하면

$$\begin{aligned} R_{TM} &= \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 M \left(\frac{R_{TS}}{\frac{1}{2} \rho_S S_S V_S^2} + C_{FM} - C_{FS} - C_A \right) \\ &= \frac{\rho_M}{\rho_S} \cdot \frac{1}{\lambda^3} \cdot R_{TS} \\ &\quad + \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 M (C_{FM} - C_{FS} - C_A) \\ &= \frac{T_M}{T_S} \cdot R_{TS} \\ &\quad + \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 M (C_{FM} - C_{FS} - C_A) \end{aligned} \quad (3)$$

이제

$$\begin{aligned} F_{D_i} &\equiv R_{TM} - T_M(1 - t_M) \text{라 하면} \\ F_{D_o} &= T_M \left[\frac{R_{TS}}{T_S} - (1 - t_M) \right] \\ &\quad + \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 M (C_{FM} - C_{FS} - C_A) \end{aligned} \quad (4)$$

그런데 $\frac{R_{TS}}{T_S} = (1 - t_S)$ 이므로 (4)식의 제 1 항은 $T_M [(1 - t_S) - (1 - t_M)]$ 가 되고 $t_S = t_M$ 이라 가정하면,

$$F_{D_o} = T_M \cdot 0 + \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 M (C_{FM} - C_{FS} - C_A) \quad (5)$$

이 마찰 수정량을 고려해 주는 방법에 따라서 英國式(British method)이라 불리우는 一定速度方法(constant speed method)과 大陸式(Continental method)이라 불리우는 一定負荷方法(constant loading method)이 있다.

英國式 方法에서는 하나의 曳引車 속도에서 回轉數를 여러가지로 바꾸면서 일련의 실험을 반복하여 모형선의 自航에 필요한 推力 以上과 推力 以下에 걸쳐서

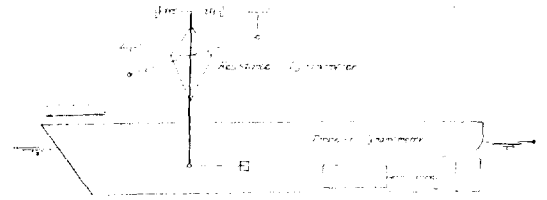


Fig. 2. Self-propulsion test by British method

광범위하게 실험결과를 취한다. Fig. 2와 같이 抵抗動力計는 모형선의 일정한 속도를 유지하기에 필요한 曳引力の 부족량 혹은 초과량을 보완하는데 이용되어 推力和 증가된 抵抗 사이의 差異를 기록한다. 이 값들은 回轉數에 대한 곡선으로 나타낸 후 계산된 마찰 수정량에 대응되는 회전수를 읽음으로써 實船 또는 模型船의 自航點을 정확하게 알아 낼 수 있다. 大陸式 方法에서는 주어진 속도에서 $(C_{FM} - C_{FS} - C_A)$ 로 표시되는 抵抗係數의 차이를 모형선의 크기로 환산한 후 모형선에 이 마찰 수정량을 공급해 주기 위하여 Fig. 3과 같이 적절한 重量의 추를 摩擦修正裝置(抵抗動力計)위에 올려 놓는다. 그리고 일정한 에인차 속도에서 抵抗動力計의 눈금이 零이 되도록 프로펠러의 회전수를 조절하면 프로펠러는 實船과 같은 推力係數에서 작동하게 된다.

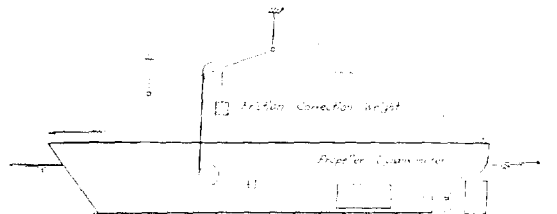


Fig. 3. Self-propulsion test by Continental method

3. KRIS式 自航推進試驗 技法

KRIS 水槽의 여건에 적합한 새로운 自航推進試驗의 資料取得시스템 "SPK"를 개발하기 위하여 英國式에서 信憑性, 大陸式에서 經濟性 등의 長點을 따르고 기존 資料와 裝備의 最大活用을 시도하였다. 즉 KRIS式 自航推進試驗法은 定常航走狀態를 얻는 면에서는 英國式의 기본적인 방법을 채택함과 동시에 試驗遂行能率 및 종래의 試驗結果와의 관련 등에서는 大陸式의 長點을 채택하였다.

裝備의 배치는 Fig. 4와 같이 英國式과 동일하게 설치함으로써 모형선은 試驗 수행중 抵抗動力計를 통해

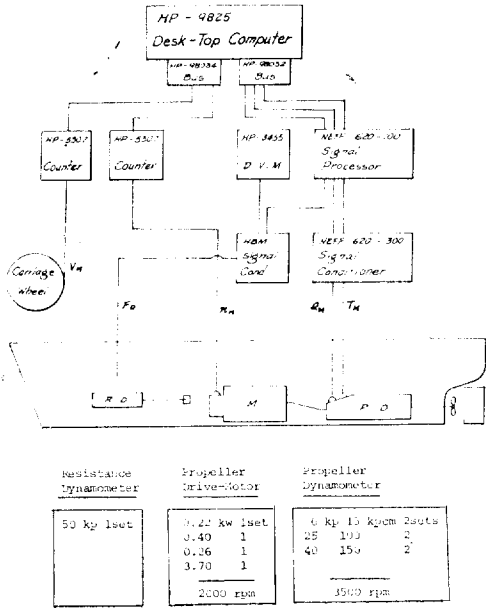


Fig. 4. Self-propulsion test by KRIS method

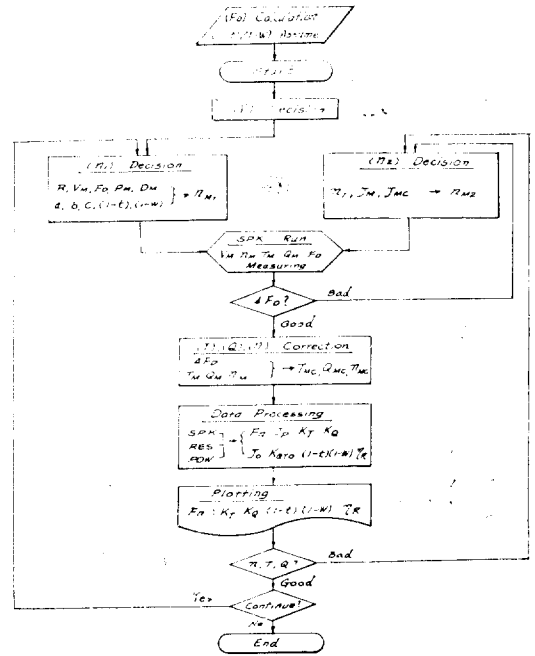


Fig. 5. Flow chart of self-propulsion test by KRIS method

曳引되는 형태를 취하고 동시에 프로펠러를 작동시키게 된다. 이때曳引力을 측정하는 방법은 抵抗試驗時와 같고, 프로펠러에 걸리는 推力, 토크 및 프로펠러 회전수는 모형선 내에 설치된 프로펠러 動力計 및 回轉速度計에 의해 측정된다.

自航推進試驗을 수행하기 위해 일반적으로 다음과 같은 준비가 필요하다. 즉,

- 模型船 縮尺 및 使用裝備, 機器 選定
- 模型船, 模型프로펠러 設計 및 製作
- 抵抗試驗, 프로펠러 單獨試驗 遂行 및 結果解析
- 曳引力 計算
- 最初 프로펠러 回轉數 計算을 위한 推進要素(t 와 w) 推定

試驗節次는 다음과 같다. 既存 類似船型이나 實驗이 실시된 다른 速度에서 推定된 推力減少係數 t 와 伴流係數 w 로부터 프로펠러 回轉數 n_1 을 계산하여 이 回轉數로 1次 實驗을 수행하여 曳引速度 V_M , 프로펠러 回轉數 n_M , 推力 T_M , 토크 Q_M 및 曳引力 F_D 를 측정한다. 이때 측정된 曳引力 F_D 와 계산된 曳引力 F_{D_0} 의 差 ΔF_D 로부터 修正된 回轉數 n_2 를 계산하여 이 回轉數에서 2次 實驗을 수행하고 그 결과 ΔF_D 가 크다고 판단될 경우 또다시 n_2 를 계산, 試驗을 반복한다. 이 과정은 Fig. 5의 흐름도에서 보여주고 있다.

회전수 n_1 은 추정된 t 와 w 의 값으로부터 다음과 같이 계산한다. 즉, 模型프로펠러 單獨性能곡선에서 전진비 J 의 2次式으로 표시된 K_T 곡선으로부터 推力係數 K_{TM} 과 n_M 과의 관계를 구한다.

$$K_{TM} = \frac{T_M}{\rho_M \cdot n_M^2 \cdot D_M^4} = aJ^2 + bJ + c \quad (8)$$

또한, 다음과 같은 관계식으로부터

$$T_M = \frac{R_M - F_{D_0}}{1 - t} \quad (9)$$

$$F_{D_0} = \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 (C_{FM} - C_{FS} - C_A) \quad (8)$$

$$J = \frac{V_{aM}(1-w)}{n_M D_M} \quad (9)$$

회전수 n_1 은

$$n_1 = \frac{-b \cdot V_{aM} + \sqrt{b^2 \cdot V_{aM}^2 - 4c(a \cdot V_{aM}^2 - \frac{T_M}{\rho_M D_M^2})}}{2 \cdot c \cdot D_M} \quad (10)$$

어떤 속도에서 豫定한 回轉數 n_1 을 이용한 1次實驗을 실시하여 計測된 曳引力 F_D 를 計算된 曳引力 F_{D_0} 와 일치시킨다는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 이때 발생된 F_D 와 F_{D_0} 의 差로부터 回轉數 n_2 를 새로이

計算한다. 계측된 예인력 F_D , 推力 T_M , 토크 Q_M 및 프로펠러 회전수 n_M 로부터 계산된 예인력 F_D 에 對應하도록 修正된 推力, 토크 및 회전수 T_{MC} , Q_{MC} , n_{MC} 는 다음과 같이 표시된다.

$$\Delta F_D = F_D - F_{D_s} \quad (11)$$

$$\Delta T_M = T_M - T_{MC} \quad (12)$$

$$\Delta Q_M = Q_M - Q_{MC} \quad (13)$$

수정된 추력은 (7)식으로부터 $\Delta T_M = \frac{-\Delta F_D}{1-t}$ 라는 관계를 얻어서

$$T_{MC} = T_M + \frac{\Delta F_D}{(1-t)} \quad (14)$$

또 (3)식으로부터

$$T_S = \frac{R_{TS}}{1-t} = \frac{\rho S}{\rho_M} \cdot \lambda^3 \cdot T_{MC} \quad (15)$$

$$\left(\frac{K_T}{J^2}\right)_M = \frac{T_M}{\rho_M \cdot V_{aM}^2 \cdot D_M^2} \quad (20)$$

$$\left(\frac{K_T}{J^2}\right)_{MC} = \frac{T_{MC}}{\rho_M \cdot V_{aM}^2 \cdot D_M^2} \quad (21)$$

프로펠러 단독성능곡선을 이용하여 J_M 과 J_{MC} 를 각각 읽어 修正된 프로펠러 회전수 n_{MC} 를 계산한다.

$$\Delta n_M = n_M - n_{MC} \quad (22)$$

$$\Delta J_M = J_M - J_{MC} \quad (23)$$

$$n_{MC} = n_M \frac{J_M}{J_{MC}} \quad (24)$$

따라서

$$n_2 = n_1 \frac{J_M}{J_{MC}} \quad (25)$$

4. 結果解析

自航推進試驗이 실시된 후 抵抗試驗과 프로펠러 單獨試驗의 結果를 함께 이용하여 結果 해석을 수행한다. 본 해석은 1978년 國際水槽會議(ITTC)에서 추천하고 있는 방법[4]을 사용하였고 그 해석기준과 가정은 다음과 같다.

推力一致法(thrust-identity method)

$$\eta_{RS} = \eta_{RM}$$

$$t_S = t_M$$

$$w_{TS} = (t + 0.04)$$

$$+ (w_{TM} - t - 0.04) \frac{(1+k)C_{FS} + C_A}{C_{FM}}$$

먼저 自航推進試驗結果로부터 推力係數 K_{TM} 과 토크 係數 K_{QM} 을 계산하고, 프로펠러 단독성능곡선으로부터 K_{TM} 에 對應하는 J_{TM} 과 K_{QTM} 을 읽어 伴流係數, 推力減少係數 및 相對回轉率을 아래와 같이 계산

한다.

$$w_{TM} = 1 - \frac{J_{TM} \cdot D_M \cdot n_M}{V_M} \quad (26)$$

$$t = 1 - \frac{R_C - F_D}{T} \quad (27)$$

$$\eta_{RM} = \frac{K_{QTM}}{K_{QM}} \quad (28)$$

이때 R_C 는 자항추진시험과 저항시험時의 수조온도차에 의한 모형선 全抵抗의 수정값이며 자항추진시험時 수조온도에 의한 마찰계수를 C_{FMC} 라 할때 다음과 같이 계산된다.

$$R_C = \frac{C_{FMC} + C_R}{C_{FM} + C_R} \cdot R_{TM} \quad (29)$$

또한, 實船 프로펠러의 단독성능은 다음과 같이 계산한다.

$$K_{TS} = K_{TM} - \Delta K_T \quad (30)$$

$$K_{QS} = K_{QM} - \Delta K_Q \quad (31)$$

이때,

$$\Delta K_T = -\Delta C_D \cdot 0.3 \cdot \frac{P_S}{D_S} \cdot \frac{C_S \cdot Z}{D_S} \quad (32)$$

$$\Delta K_Q = \Delta C_D \cdot 0.25 \cdot \frac{C_S \cdot Z}{D_S} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \Delta C_D &= C_{DM} - C_{DS} \\ &= \left[2 \left(1 + 2 \cdot \frac{t}{C_S} \right) \left\{ \frac{0.044}{(R_{nco})^{1/6}} - \frac{5}{(R_{nco})^{2/3}} \right\} \right] \\ &\quad - \left[2 \left(1 + 2 \cdot \frac{t}{C_S} \right) \left\{ 1.89 + 1.62 \cdot \log_{10} \left(\frac{C}{K_P} \right)^{-2.5} \right\} \right] \end{aligned} \quad (34)$$

實船의 伴流係數 w_{TS} 는

$$\begin{aligned} w_{TS} &= (t + 0.04) \\ &\quad + (w_{TM} - t - 0.04) \cdot \frac{(1+k)C_{FS} + C_A}{C_{FM}} \end{aligned} \quad (35)$$

한편, 實船의 프로펠러 單獨曲線으로부터 (K_T/J^2) 에 대응되는 前進比 J_{TS} 와 토크係數 K_{QTS} 를 읽은 후 다음과 같이 實船의 값들을 計算한다.

$$\text{回轉數 } n_S = \frac{(1-w_{TS}) \cdot V_S}{J_{TS} \cdot D_S} \text{ [rps]} \quad (36)$$

$$\text{傳達馬力 } P_D = 2\pi \rho S n_S^2 D_S^5 \frac{K_{QTS}}{\eta_R} \cdot 10^{-3} \text{ [KW]} \quad (37)$$

$$\text{프로펠러 推力 } T_S = \frac{K_T}{J^2} J_{TS}^2 \rho S n_S^2 D_S^4 \text{ [N]} \quad (38)$$

$$\text{프로펠러 토크 } Q_S = \frac{K_{QTS}}{\eta_R} \rho S \cdot n_S^2 \cdot D_S^5 \text{ [Nm]} \quad (39)$$

$$\text{準推進效率 } \eta_D = \frac{P_E}{P_{DS}} \quad (40)$$

以上과 같은 結果 해석과정은 電算機 PDP-11/70에 의해 수행되며 Fig. 6은 그 흐름圖를 보여주고 있다.

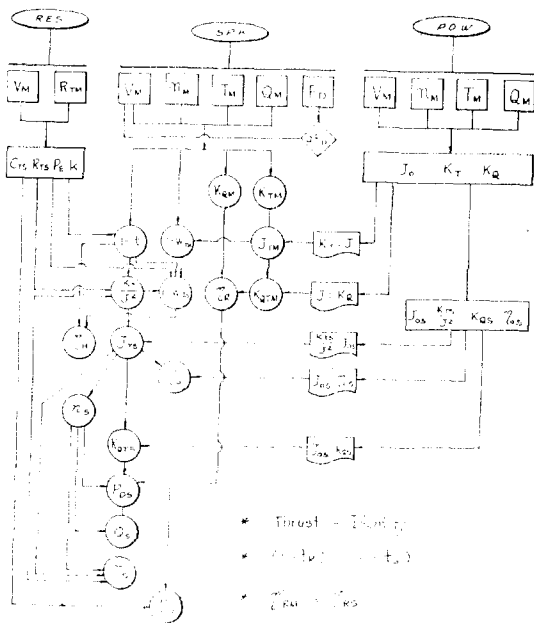


Fig. 6. Flow chart of data reduction of self-propulsion test

5. 試驗例

試驗이 수행된 船型의 主要寸法은 다음과 같다.

	ship	model
scale		1/20
Lo(m)	114.00	5.700
B(m)	20.00	1.000
T(m)	7.00	0.350
A(m ²)	11560.00	1.445
C _B	0.790	
Dia. (m)	4.00	0.200
P/D	0.735	
A _E /A _D	0.600	
Z	5	

KRIS式 自航推進試驗法에 의한 시험결과를 Table 1 과 Fig. 7에 정리되어 있다.

參 考 文 獻

[1] British Towing Tank Panel, "Standard Procedure for Resistance and Propulsion Experiments with Ship Models", 9th ITTC, 1960.

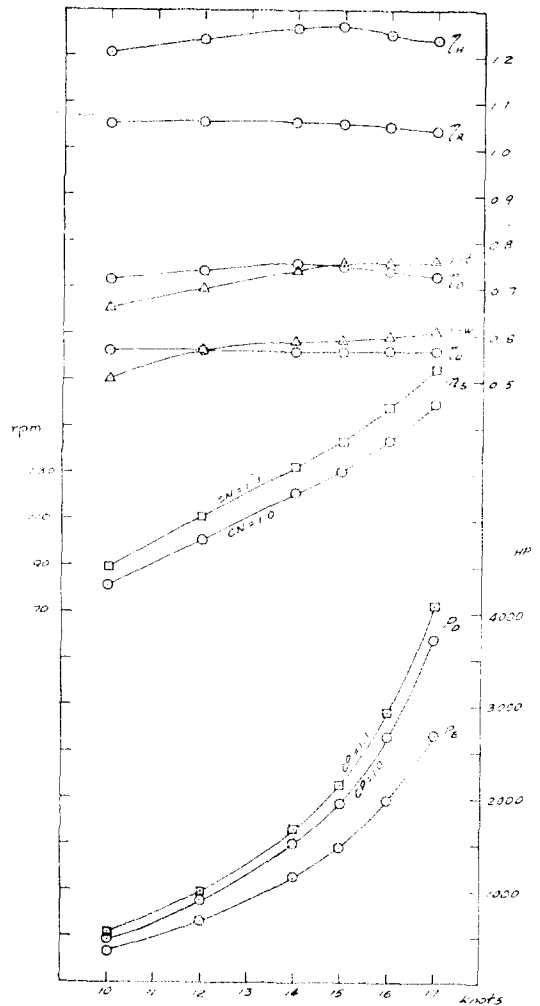


Fig. 7. Example of self-propulsion test results by KRIS method

[2] 梁承一, 金恩燦, "自航推進試驗技法 開發에 관한 研究", 韓國船舶研究所 研究報告書 UCE 57-75·80, 1980년 2월.

[3] F.H. Todd, "Tables of Coefficients for A.T.T.C. and I.T.T.C. Model Ship Correlation and Kinematic Viscosity and Density of Fresh and Salt Water", Technical & Research Bulletin 1-25, SNAME, May 1964.

[4] "Report of Performance Committee", Proceedings of 15th ITTC, 1978.

Table 1a. Calculation of delivered horsepower, input

1978 ITTC PERFORMANCE PREDICTION				ENCL:				
METHOD FOR SINGLE SCREW SHIPS				REPORT:				
INPUT DATA								
IDENTIFICATION :			SHIP:					
PROJECT :	TE-5704	LENGTH PP :	120.00 (M)					
SHIP MODEL :	ME-571	LENGTH WL :	114.00 (M)					
PROPELLER MODEL :	PE-571	DRAFT FWD :	7.00 (M)					
SCALE FACTOR :	20.00	DRAFT AFT :	7.00 (M)					
PROPELLER:		BREADTH :	20.00 (M)					
		WETTED SURFACE :	3120. (M**2)					
		DISPLACEMENT :	11560. (M**3)					
NUMBER OF PROPELLERS:	1							
NUMBER OF BLADES :	5	FRICTION COEFFICIENT CF						
DIAMETER :	4.000 (M)	CALCULATED ACCORDING TO ITTC-57						
PITCH RATIO 0.75R :	0.7350	FORM FACTOR : 0.300 (BASED ON ITTC-57)						
HULL ROUGHN.*10**6 :	150.0 (M)	BILGE KEEL AREA :	0.0 (M**2)					
PROP.BLADE ROUGHN.*10**6 :	30.0 (M)	PROJ.AREA ABOVE WL.:	110.0 (M**2)					
CHORD LENGTH OF PROP.BLADE AT X=0.75: 1.0000 (M)								
THICKNESS OF PROP.BLADE AT X=0.75: 0.0600 (M)								
DENSITY OF WATER (TANK) : 999.3 (KG/M**3)								
DENSITY OF WATER (SEA) : 1025.9 (KG/M**3)								
TEMP. OF WATER (RESISTANCE TEST) : 13.80 (CENTIGRADES)								
TEMP. OF WATER (SELF PROP. TEST) : 12.60 (CENTIGRADES)								
TEMP OF WATER (SEA) : 15.00 (CENTIGRADES)								
MODEL TEST RESULTS:				OPEN WATER CHARACT.:				
				RNC : 3.00*10**5				
SHIP SPEED KNOTS	RESIS- TANCE. N	FRICT. CORR. N	THRUST N	TORQUE NM	RATE OF REVS. RPS	ADVANCE RATIO :	THRUST COEFF. 10*KT	TORQUE COEFF. 100*KQ
10.0	14.2	7.04	11.2	29.4	6.23	0.100	3.115	3.780
12.0	20.8	9.62	16.2	42.5	7.55	0.200	2.790	3.475
14.0	28.7	12.53	22.3	58.5	8.90	0.300	2.440	3.130
15.0	33.3	14.10	26.2	69.1	9.62	0.400	2.060	2.745
16.0	39.6	15.75	32.6	86.0	10.66	0.500	1.625	2.310
17.0	47.8	17.48	40.9	108.4	11.83	0.600	1.150	1.830
						0.700	0.645	1.285

Table 1b. Calculation of delivered horsepower, output

1978 ITTC PERFORMANCE PREDICTION ENCL:
 METHOD FOR SINGLE SCREW SHIPS REPORT:
 OUTPUT DATA 1

IDENTIFICATION	:	SHIP:	
PROJECT	: TE-5704	LENGTH PP	: 120.00 (M)
SHIP MODEL	: ME-571	LENGTH WL	: 114.00 (M)
PROPELLER MODEL	: PE-571	DRAFT FWD	: 7.00 (M)
SCALE FACTOR	: 20.00	DRAFT AFT	: 7.00 (M)
		BREADTH	: 20.00 (M)
PROPELLER:		WETTED SURFACE	: 3120. (M**2)
		DISPLACEMENT	: 11560. (M**3)
NUMBER OF PROPELLERS:	1		
NUMBER OF BLADES	: 5	FRICITION COEFFICIENT CF	
DIAMETER	: 4.000 (M)	CALCULATED ACCORDING TO ITTC-57	
PITCH RATIO 0.75R	: 0.7350	FORM FACTOR	: 0.300 (BASED ON ITTC-57)

SHIP MODEL:

SPEED VS KNOTS	VM M/S	RES. COEFF.	FRICT. COEFF.	THRUST DED.	MEAN WAKE	REL. ROT. EFFIC.
		TOTAL CTM*1000	CFM*1000	TM	WTM	ETARM
10.0	1.150	2.761	3.330	0.347	0.503	1.052
12.0	1.380	2.797	3.221	0.302	0.491	1.059
14.0	1.610	2.836	3.134	0.265	0.481	1.058
15.0	1.725	2.868	3.096	0.257	0.478	1.052
16.0	1.841	3.003	3.061	0.258	0.465	1.048
17.0	1.956	3.206	3.028	0.252	0.451	1.039

ITTC STANDARD PREDICTION CF=CN=1.0 :

SPEED VS KNOTS	EFF. POWER PE KW	DELIV. POWER PD KW	RATE OF REVS N RPS	THRUST T KN	TOUQUE Q KNM
10.0	252.	352.	1.360	75.	41.
12.0	482.	654.	1.682	112.	62.
14.0	833.	1110.	2.012	157.	88.
15.0	1071.	1430.	2.181	187.	104.
16.0	1445.	1959.	2.403	237.	130.
17.0	1979.	2725.	2.656	302.	163.

SPEED KNOTS	TOT. EFF. ETA0	PROP. EFF. ETA0	HULL EFF. ETAH	SHIP WAKE WTS	OPEN WATER CHAR. J	FULL SCALE 10*KT	100*KQ
10.0	0.715	0.563	1.207	0.459	0.100	3.117	3.753
12.0	0.737	0.563	1.238	0.436	0.200	2.792	3.448
14.0	0.750	0.562	1.260	0.417	0.300	2.442	3.103
15.0	0.749	0.562	1.266	0.413	0.400	2.062	2.718
16.0	0.737	0.564	1.248	0.405	0.500	1.627	2.283
17.0	0.726	0.565	1.236	0.394	0.600	1.152	1.803
					0.700	0.647	1.258

SHIP TRIALS PREDICTION CF= 1.100 CN= 1.100

SHIP SPEED KNOTS	DELIVERED POWER		RATE OF REVS.	
	KW	HP	RPS	RPM
10.0	387.	526.	1.496	89.75
12.0	719.	979.	1.851	111.04
14.0	1221.	1661.	2.213	132.80
15.0	1573.	2139.	2.399	143.92
16.0	2155.	2931.	2.643	158.60
17.0	2998.	4077.	2.921	175.29