

海上技術安全研究所水槽の自動化と オンラインモニタリングシステム

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 流体設計系 流体制御研究グループ
一ノ瀬 康雄





1. 自動運転システムの概要紹介
2. 水槽オンライン立会システムの紹介
3. 曳引車上の機器配置等のシステム詳細の紹介

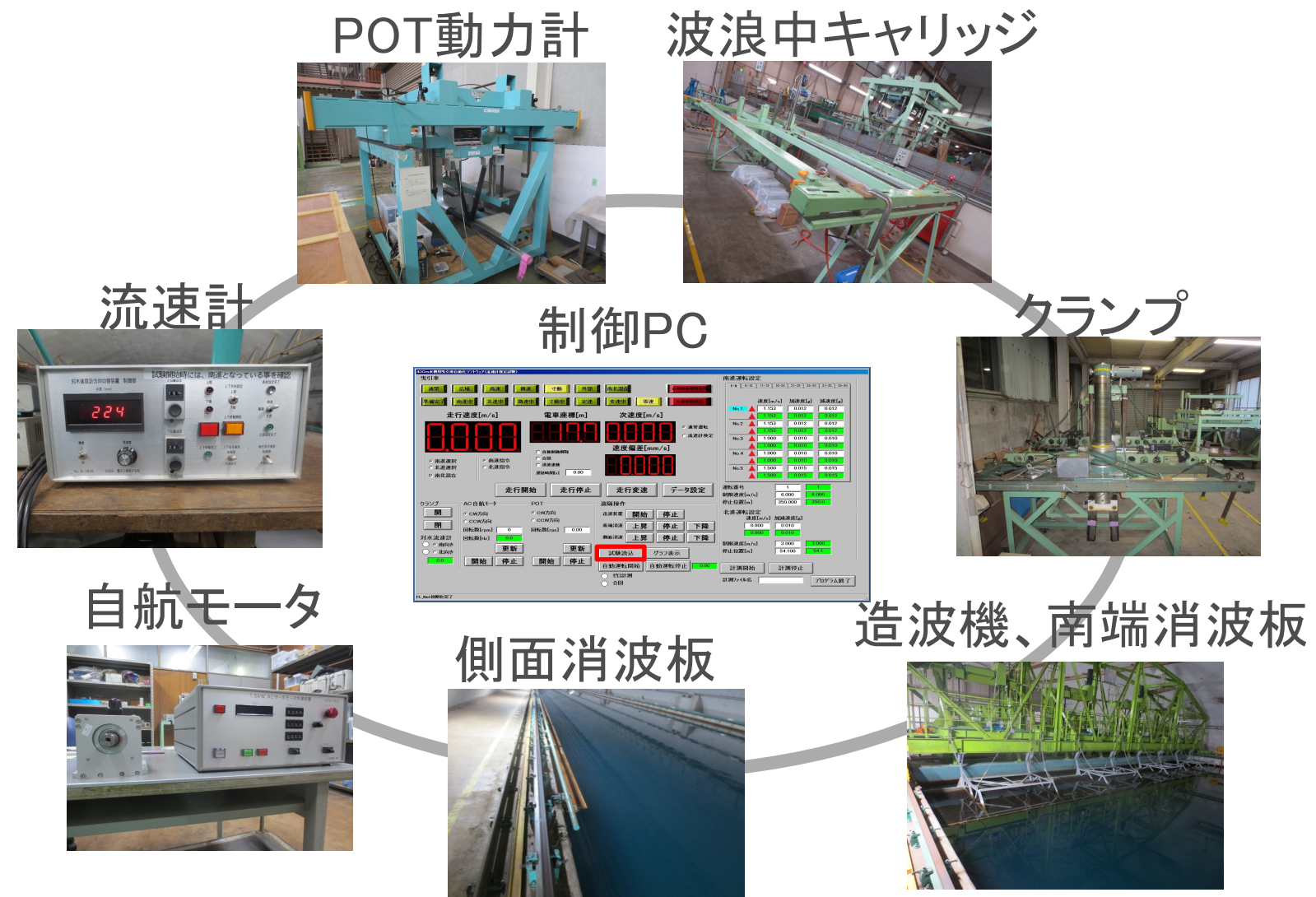
動画をもちいて、曳引車上での無人運転の様子、配信カメラの設置状況等を紹介

自動計測システム



自動計測によるメリット

推進性能試験の効率化・計測精度の向上・再現性の向上による品質向上
400m水槽とともに中水槽の自動計測システム(→自律計測・無人化)の整備も進めている。



試験装置の仕様



試験装置の制御仕様は次のとおり

試験装置	
装置名	制御
曳引車	発進、加速、減速、停止
流速計	南向、北向
クランプ	開、閉、フィードバック信号
自航モータ	回転数、回転方向、開始、停止
POTモータ	回転数、回転方向、開始、停止
波浪中キャリッジ	定常力、ばね定数、開始、停止
造波機	波高、波長、造波時間、開始、停止、造波信号転送
南端・側面消波板	昇、降、停止

計測・制御ボードの仕様



計測システム		
	400m水槽	中水槽
A/D	48CH (PCI-3176 × 3枚)	48CH (PCI-360116 × 3枚)
パルスカウンタ	4CH (PCI-6201 × 1枚)	3CH (PCI-360116 × 3枚)
DIO	32点 (PCI-2726CM × 1枚)	32点 (PCI-2726CM × 1枚)
D/A	8CH (PCI-3340 × 1枚)	8CH (PCI-3340 × 1枚)

2軸船波浪中自航試験の計測(例)		
	計測・制御項目	使用CH数
A/D	抵抗 × 2、横力 × 2、前後揺れ、上下揺れ × 2、横揺れ、縦揺れ、スラスト × 2、トルク × 2、波高	14CH
パルスカウンタ	対水流速、プロペラ回転数 × 2	3CH
DIO	対水流速向き(4点)、クランプ開閉(4点)、自航モータ(3点)	11点
D/A	プロペラ回転数、定常力、ばね定数	3CH

※圧力計測やその他の試験装置制御などの拡張に十分対応。

自動計測システムソフトウェア



400m水槽用曳引車自動化ソフトウェア(流速計検定試験)

曳引車

通常 広域 高速 微速 寸動 外部 南北混在 自動制動解除有効

準備完了 南進中 北進中 微速中 寸動中 定速 変速中 零速 自動制動解除無効

走行速度[m/s] 0.000 電車座標[m] 0000 次速度[m/s] 0.000

速度偏差[mm/s] 0000

通常運転
流速計検定

南進選択 南進指令
北進選択 北進指令
南北混在

自動制動解除
合図
造波連動
遅延時間[s] 0.00

走行開始 走行停止 走行変速 データ設定

クランプ 開 閉

AC自航モータ CW方向 CCW方向
回転数[rpm] 0 回転数[rps] 0.00
回転数[Hz] 0.0 更新 更新

対水流速計 南向き 北向き
0.0 開始 停止 開始 停止

POT CW方向 CCW方向
回転数[rps] 0.00 更新 更新

遠隔操作 造波装置 開始 停止
南端消波 上昇 停止 下降
側面消波 上昇 停止 下降

試験読込 グラフ表示

自動運転開始 自動運転停止 0.00

ゼロ計測 合図

FL_Net初期化完了

南進運転設定

	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
No.1	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	速度[m/s]	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153
	加速度[g]	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
	減速度[g]	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
No.2	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	速度[m/s]	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153
	加速度[g]	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
	減速度[g]	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
No.3	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	速度[m/s]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	加速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	減速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
No.4	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	速度[m/s]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	加速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	減速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
No.5	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	速度[m/s]	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	加速度[g]	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
	減速度[g]	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

北進運転設定

	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
速度[m/s]	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
加速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
減速度[g]	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
制限速度[m/s]	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
停止位置[m]	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100

運転番号 1 制限速度[m/s] 6.000 停止位置[m] 6.000

北進運転設定 速度[m/s] 0.800 0.800 制限速度[m/s] 3.000 3.000 停止位置[m] 54.100 54.1

計測開始 計測停止

計測ファイル名 プログラム終了

1 走行で複数船速の計測が可能。

走行計画は別途作成し、読み込み利用



1. 自動運転システムの概要紹介
2. 水槽オンライン立会システムの紹介
3. 曳引車上の機器配置等のシステム詳細の紹介

動画をもちいて、曳引車上での無人運転の様子、配信カメラの設置状況等を紹介

水槽オンライン立会システム



- Webアプリ上で水槽試験の実施状況・データの確認や比較、チャット機能を用いたデータファイルの送受信、試験実施者との連絡ができる有料サービス
- 利用者メリット：社内での迅速な試験評価（馬力評価、再試）、実績データとの比較、出張費削減や試験映像の取得がリアルタイムで可能となる。
- 利用料金：40,000円/日



NMRI
Cloud

NMRI Cloud

Online observation system for the towing tank test

ⓘ After the test is finished, these data will be deleted on this web page. Please contact the NMRI staff directly for the results and any questions after the test.

Chat Download

チャット機能をONしました。
本日は、よろしくお願ひします
01/22 13:44

よろしくお願ひします。
01/22 13:45

カメラ機能をONしました。
前方・側面・後方のボタンを操作してカメラ
が切り替わるか確認してください。
01/22 13:44

確認します。
01/22 13:45

データ機能を解除しました。
初期の値を確認してください。
01/22 13:44

初期の値に問題ありません。



船舶推進性能データシステム
- 400m水槽オンライン立会システム -

水槽オンライン立会システム



- 模型船の状態表、水槽試験結果はリアルタイムで更新。
- 手持ちの実績データとの比較も可能（比較データは海技研には開示されない仕様）

Test condition

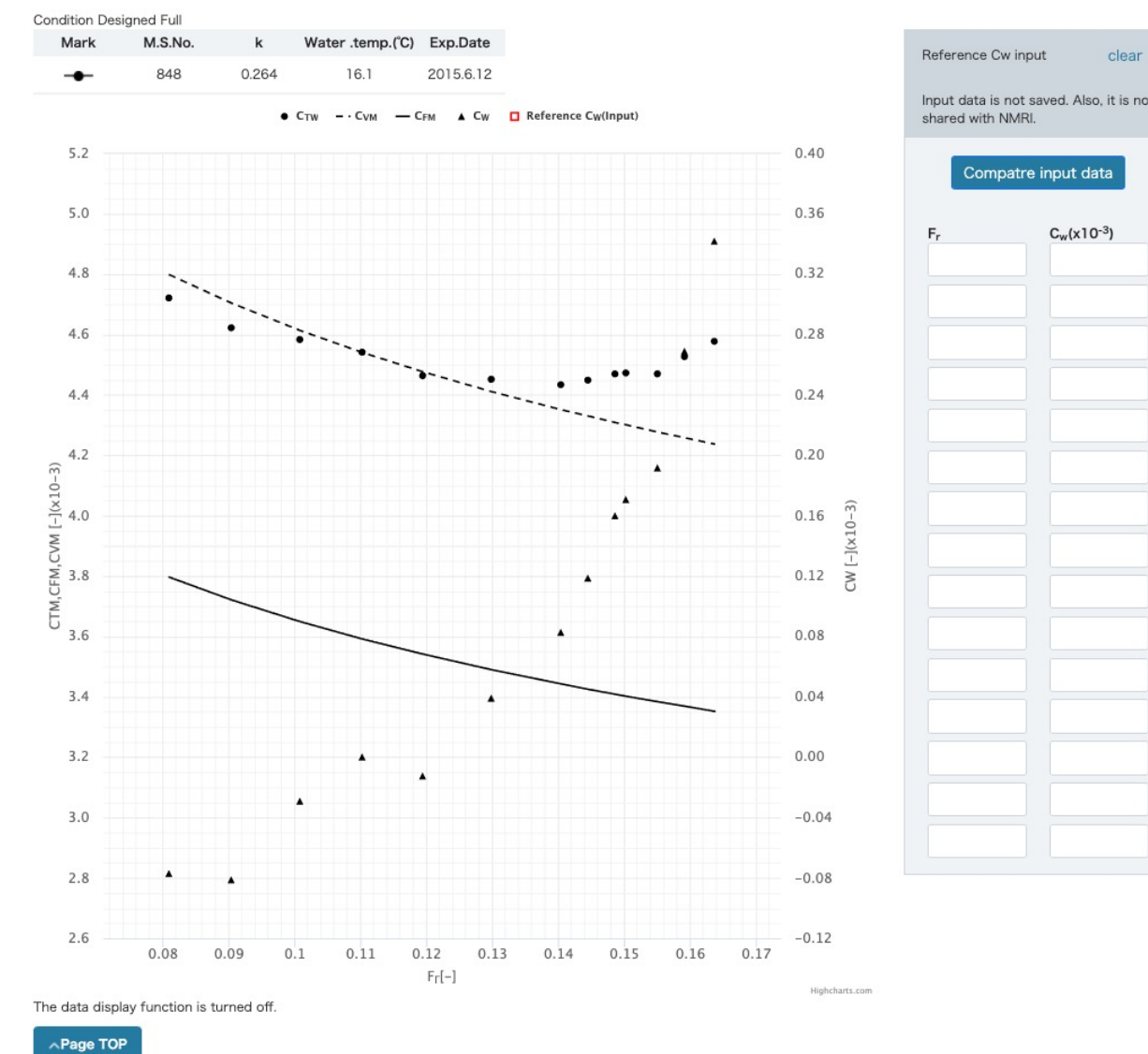
TEST CONDITION			Desigend Full		Ballast					
			MODEL	SHIP	MODEL	SHIP	MODEL	SHIP	MODEL	SHIP
DRAFT	AFT (M)	(M)	0.2473	12.20	0.1824	9.00				
	MIDSHIP (M)	(M)	0.2473	12.20	0.1926	9.50				
	FORE (M)	(M)	0.2473	12.20	0.2027	10.00				
TRIM	(M)	(M)	0.0000	0.00	-0.0203	-1.00				
DISPLACEMENT VOLUME	(M ³)	(M ³)	0.6340	76124	0.3748	45000				
DISPLACEMENT	(KT)	(KT)	0.6499	78027	0.3842	46125				
WETTED SURFACE AREA	S1 (M ²)	(M ²)	4.7438	11545	3.9034	9500				
WETTED SURFACE AREA	S (M ²)	(M ²)	4.7693	11607	3.9096	9515				
L.C.B. IN % FROM MIDSHIP	(AFT(+), FORE(-)) (%)	(%)		-2.11		-2.11				
LBP/BR				6.882		6.882				
BR/DRAFT(MIDSHIP)				2.644		3.396				
BLOCK COEFFICIENT	TOTAL (CB)	(CB)		0.871		0.850				
PRISMATIC COEFFICIENT	TOTAL (CP)	(CP)		0.874		0.852				
	AFT (CPA)	(CPA)		0.828		0.852				
	FORE (CPF)	(CPF)		0.920		0.852				
WATER PLANE COEFFICIENT	TOTAL (CW)	(CW)		0.958		0.920				
MIDSHIP SECTION AREA COEFFICIENT	(CM)	(CM)		0.958		0.920				
S1/(DISP ^{2/3})				0.958		0.920				
S/(DISP ^{2/3})				0.958		0.920				

Resistance test

M.S.No. =848	WATER TEMPERATURE(C) =16.1
EXPDATE =2015.6.12	$\rho_s(\text{kgfs}^2/\text{m}^4)$ at 15°C Salt Water =101.957
CONDITION =Desigend Full	$\nu_m(\text{m}^2/\text{s}) =1.106\text{e-}6$
RUDDER =Mariner	$\rho_s(\text{kgfs}^2/\text{m}^4)$ at 15°C Salt Water =104.625
FORM FACTOR k =0.264	$\nu_s(\text{m}^2/\text{s})$ at 15°C Salt Water =1.189e-6
$\Delta C_F =2.060\text{e-}4$	ANALYSIS METHOD. =3 DIM.EXTRAPOLATION
Total No. of Exp.Data =13	METHOD OF NON DIM. =Wetted surface (m2)
E.S.D. =	FRICIONAL RESISTANCE COEFF. =Wetted surface (m2)

Exp.No.	Fr	V _M (m/s)	V _S (knot)	R _{RM} (x10 ⁶)	R _{NS} (x10 ⁹)	C _{FM} (x10 ⁻³)	C _{FS} (x10 ⁻³)	C _{TM} (x10 ⁻³)	C _{TS} (x10 ⁻³)	C _W (x10 ⁻³)	C _{VM} (x10 ⁻³)	EHP (PS)	EHP (kW)
2	0.0809	0.541	7.38	2.2286	0.7184	3.7968	1.5951	4.7222	2.1454	-0.0769	4.7991	951	699
3	0.0904	0.604	8.25	2.4911	0.8031	3.7212	1.5731	4.6222	2.1129	-0.0815	4.7036	1308	962
4	0.1009	0.674	9.21	2.7790	0.8959	3.6491	1.5519	4.5837	2.1387	-0.0288	4.6125	1838	1352
5	0.1102	0.737	10.06	3.0363	0.9788	3.5922	1.5350	4.5410	2.1466	0.0004	4.5406	2407	1770
15	0.1194	0.798	10.90	3.2896	1.0605	3.5418	1.5199	4.4651	2.1155	-0.0117	4.4768	3016	2218
17	0.1298	0.868	11.85	3.5777	1.1534	3.4900	1.5044	4.4506	2.1468	0.0393	4.4113	3937	2896
9	0.1404	0.939	12.82	3.8694	1.2474	3.4426	1.4901	4.4343	2.1723	0.0829	4.3514	5040	3707
10	0.1445	0.966	13.19	3.9831	1.2841	3.4253	1.4848	4.4483	2.2016	0.1188	4.3296	5572	4098
18	0.1485	0.993	13.56	4.0933	1.3196	3.4091	1.4799	4.4691	2.2366	0.1600	4.3091	6143	4518
11	0.1503	1.004	13.71	4.1404	1.3348	3.4024	1.4779	4.4721	2.2455	0.1715	4.3006	6383	4695
12	0.1550	1.036	14.15	4.2724	1.3773	3.3840	1.4723	4.4693	2.2589	0.1920	4.2773	7055	5189
13	0.1592	1.064	14.53	4.3864	1.4141	3.3686	1.4676	4.5272	2.3302	0.2692	4.2579	7876	5793
14	0.1637	1.095	14.95	4.5119	1.4545	3.3523	1.4626	4.5794	2.3969	0.3422	4.2373	8817	6485

RESULTS OF RESISTANCE TEST





1. 自動運転システムの概要紹介
2. 水槽オンライン立会システムの紹介
3. 曳引車上の機器配置等のシステム詳細の紹介

動画をもちいて、曳引車上での無人運転の様子、配信カメラの設置状況等を紹介

曳引車上の機器配置等のシステム詳細



曳引台車上のシステム解説動画
(2021年1月公開実験)





■ 自動計測システムを400m水槽、中水槽で開発・運用

- 推進性能試験の効率化・計測精度の向上・再現性の向上による品質向上を実現

■ 水槽オンライン立会システムを開発・運用

- Webアプリ上で水槽試験の実施状況・データの確認や比較、チャット機能を用いたデータファイルの送受信、試験実施者との連絡が可能。

