

出國報告（出國類別：其他）

35 噸級巡防艇船模試驗暨主機原廠訪視 出國報告

服務機關：海洋委員會海巡署艦隊分署

姓名職稱：副分署長 吳金河

科 長 曾俊瑜

派赴國家/地區：波蘭、德國

出國期間：107 年 11 月 4 日起至 11 月 10 日止

報告日期：107 年 12 月 30 日

摘要

海洋委員會海巡署艦隊分署自 107 年度起推動辦理「籌建海巡艦艇發展計畫」各建築案招標作業事宜，其中 35 噸級巡防艇 52 艘統包案於 107 年 7 月 12 日由中信造船股份有限公司得標，並負責 35 噸級巡防艇之設計及建造工作。

為確認新一代巡防艇船型設計可滿足未來任務需求，依採購契約要求，艦隊分署規劃由副分署長吳金河及建造技術科科長曾俊瑜等 2 員，會同中信公司及船舶中心(本案專管公司)人員共同至波蘭船模試驗廠了解本型艇船模阻力試驗結果，藉以證明本艇之設計是否能滿足本案船速及續航力之要求。

另因本型艇預計搭載使用 MAN 主機，故規劃至 MAN 主機公司位於德國奧格斯堡之總部訪視，實地了解該公司主機最新技術與發展、對台灣地區使用之 MAN 主機未來維修保養零附件支援政策，及可否提供客製化之專業技術訓練服務，以達到海巡艦艇「造修合一」的全壽期運用規劃。

目錄

1. 目的	1
2. 行程表.....	2
3. 船模試驗過程	2
3.1. 確認船模試驗流程.....	2
3.2. 船型基本資料.....	3
3.2.1. 船型主要項目.....	3
3.3. 試驗項目.....	4
阻力試驗(Resistance Test).....	4
滿載吃水(even keel)，船速 10~50 節，12 個試驗點.....	4
半載吃水(even keel)，船速 10~50 節，12 個試驗點.....	4
滿載吃水(with trim)，船速 30~50 節，8 個試驗點.....	5
半載吃水(with trim)，船速 30~50 節，8 個試驗點.....	5
3.4. 試驗水槽簡介.....	5
3.5. 阻力試驗簡介.....	7
3.6. 船型阻力分析.....	9
3.7. 試驗小結.....	10
4. 主機原廠訪視過程(MAN Energy Solutions)	10
4.1. 訪視行程表.....	10
4.2. 訪視紀要.....	10
4.2.1. 公司簡介.....	10
4.2.2. 意見交流.....	12
4.2.3. 廠區參訪.....	12
5. 心得及建議.....	14
5.1. 船模試驗.....	14
5.2. 主機原廠訪視.....	14
6. 參考資料	15

1. 目的

本分署「35 噸級巡防艇 52 艘統包採購案」由中信造船股份有限公司得標，負責「籌建海巡艦艇發展計畫」35 噸級巡防艇之設計及建造工作；為確認新一代巡防艇船型設計可滿足未來任務需求，依採購契約要求，須於開工前，送審船模阻力試驗報告，試驗船況應至少包括半載及滿載狀況；且船模阻力試驗應在船東認可之國內或國外船模試驗機構實施，船模阻力試驗結果應可說明本艇之設計能滿足本案船速及續航力之要求。

本案船模阻力試驗於 CTO 試驗水槽(波蘭格但斯克)進行，該公司專業能力及水槽設備先經船舶中心(本統包採購案之專案管理公司)審認通過，並經本分署認可施作，為確實履行管理責任，爰由本分署吳金河副分署長、曾俊瑜科長派員陪同中信公司張國仁副總經理及船舶中心陳正文工程師、李宗衛工程師等人，共同參加本次船模試驗，見證本次試驗的內容及施作程序確實符合契約規範。

另因本型艇預計搭載使用 MAN 主機，故規劃至 MAN 主機公司位於德國奧格斯堡之總部訪視，實地了解該公司主機最新技術與發展、對台灣地區使用之 MAN 主機未來維修保養零附件支援政策，及可否提供客製化之專業技術訓練服務，以達到海巡艦艇「造修合一」的全壽期運用規劃。

2. 行程表

日期	起始地點	交通工具	工作摘要說明
11月4日	台北 - 德國	飛機	法蘭克福轉機
11月5日	德國-波蘭(格但斯克)	飛機	抵達波蘭(格但斯克)
11月6日	格但斯克		進行船模試驗
11月7日	格但斯克		進行船模試驗
11月8日	波蘭-德國(奧格斯堡)		主機原廠訪視
11月9日	德國-奧地利	飛機	維也納轉機
11月10日	奧地利-台北	飛機	抵達台北

3. 過程

3.1. 確認船模試驗流程

本分署與中信公司、船舶中心人員與抵達波蘭格但斯克後，立即前往 CTO 公司，該公司全名為 CENTRUM TECHNIKI OKRĘTOWEJ S.A. (簡稱 CTO；英文為 Ship Design and Research Center)，於正式船模試驗前，再次確認試驗流程，由該公司研究專員 Adam Grzonka 及高級研究助理 Michał Wawrzusiszyn 說明試驗細節及注意事項，並操作解說試驗使用之場地、機具及設備等項目，俾使次日船模試驗全程順利。

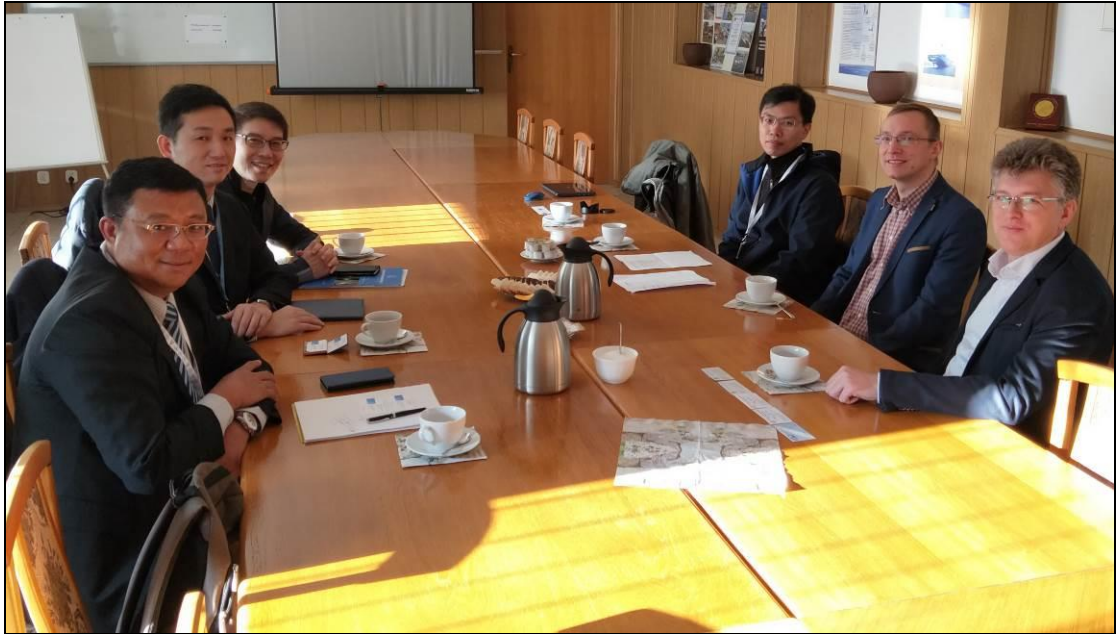


圖 3.1-1：船模試驗流程討論（左起吳金河副分署長、曾俊瑜科長、張國仁副總經理、陳正文工程師、Michał Wawrzusiszyn、Adam Grzonka）



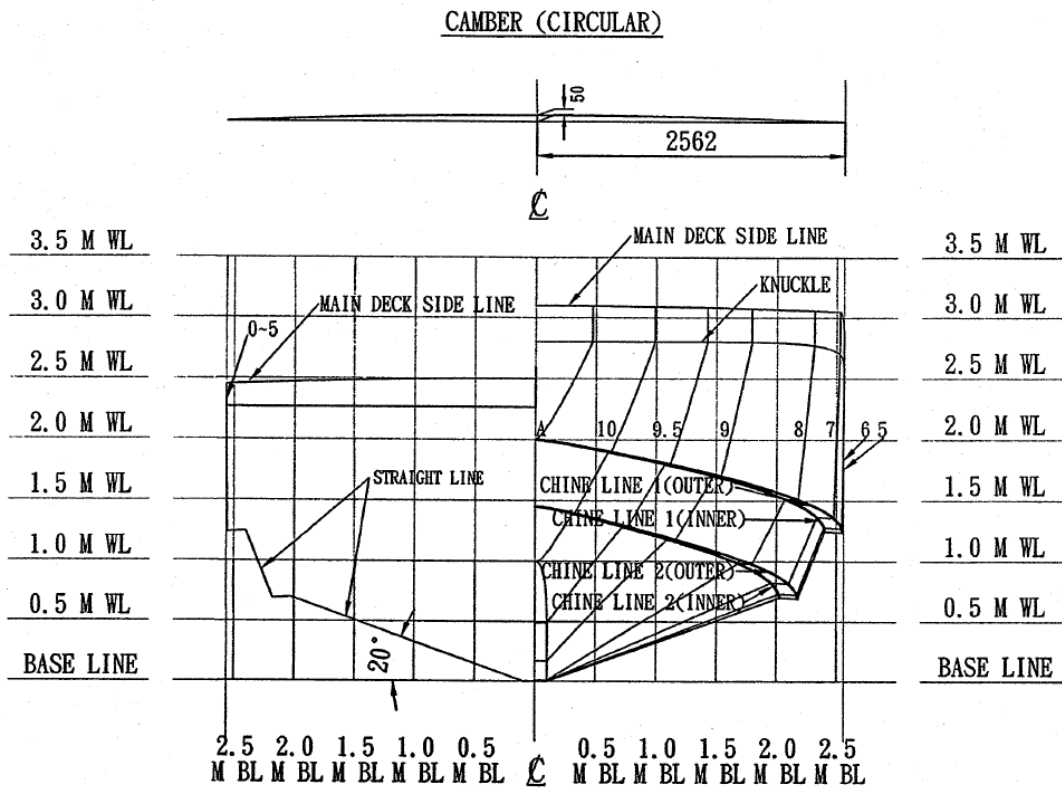
圖 3.1-2：訪視 CTO 公司（左起吳金河副分署長、陳正文工程師、李宗衛工程師、張國仁副總經理）

3.2. 船型基本資料

本案係採統包採購，本艇之船型設計為得標船廠(中信公司)所發展。根據需求規範本艇船型具有斜艏材與橫截艏，採用硬稜深 V 全滑航船型。

3.2.1. 船型主要項目

全長約	約 22.35	m
水線長	19.00	m
船寬	5.124	m
船深	2.722	m
設計吃水	1.00	m
試俾排水量	38.371	t
滿載排水量	43.349	t



3.3. 試驗項目

阻力試驗(Resistance Test)

滿載吃水(even keel)，船速 10~50 節，12 個試驗點

半載吃水(even keel)，船速 10~50 節，12 個試驗點

滿載吃水(with trim)，船速 30~50 節，8 個試驗點

半載吃水(with trim)，船速 30~50 節，8 個試驗點

3.4. 試驗水槽簡介

本次船模試驗於 CTO 船模試驗水槽執行，經查詢國際試驗水槽會議 ITTC (International Towing Tank Conference) 網站[1]，CTO 為該會議的成員之一。

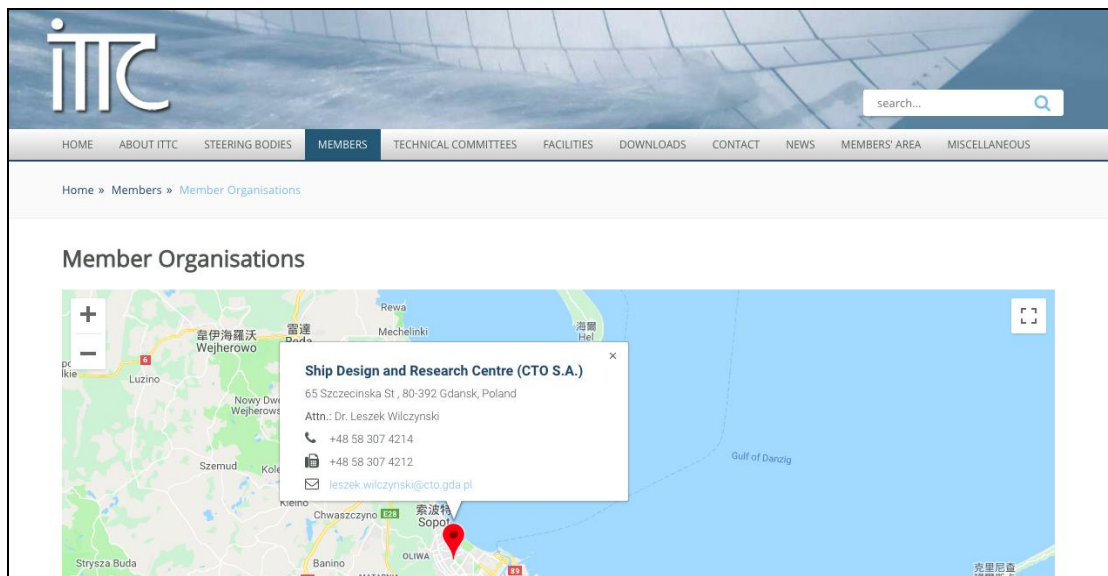


圖 3.4-1 ITTC 網站有關 CTO 公司相關資料[1]

根據 CTO 公司網站[2]介紹，該公司位於波蘭格但斯克，成立於 1972 年，目前有 140 個員工，主要營業項目為：實驗設備設計、執行船模及浮體結構物的試驗、環境測試與測量、產品認證、醫療工程、船舶設計及研究開發等。

該公司主要實驗設施包含深水拖曳水槽、空蝕水槽、風洞、海洋工程實驗室、動態測試實驗室、振動與噪音實驗室、防火實驗室等。

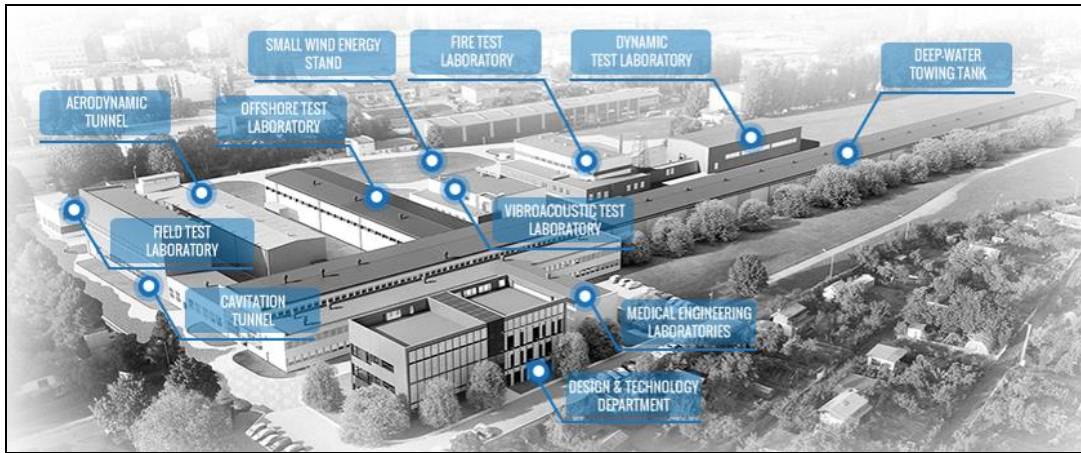


圖 3.4-2 CTO 實驗設施[2]

本次試驗於CTO公司的深水拖曳水槽執行，該水槽長度270m、寬度為12m、深度為6m，試驗台車速度最高可達12m/s。

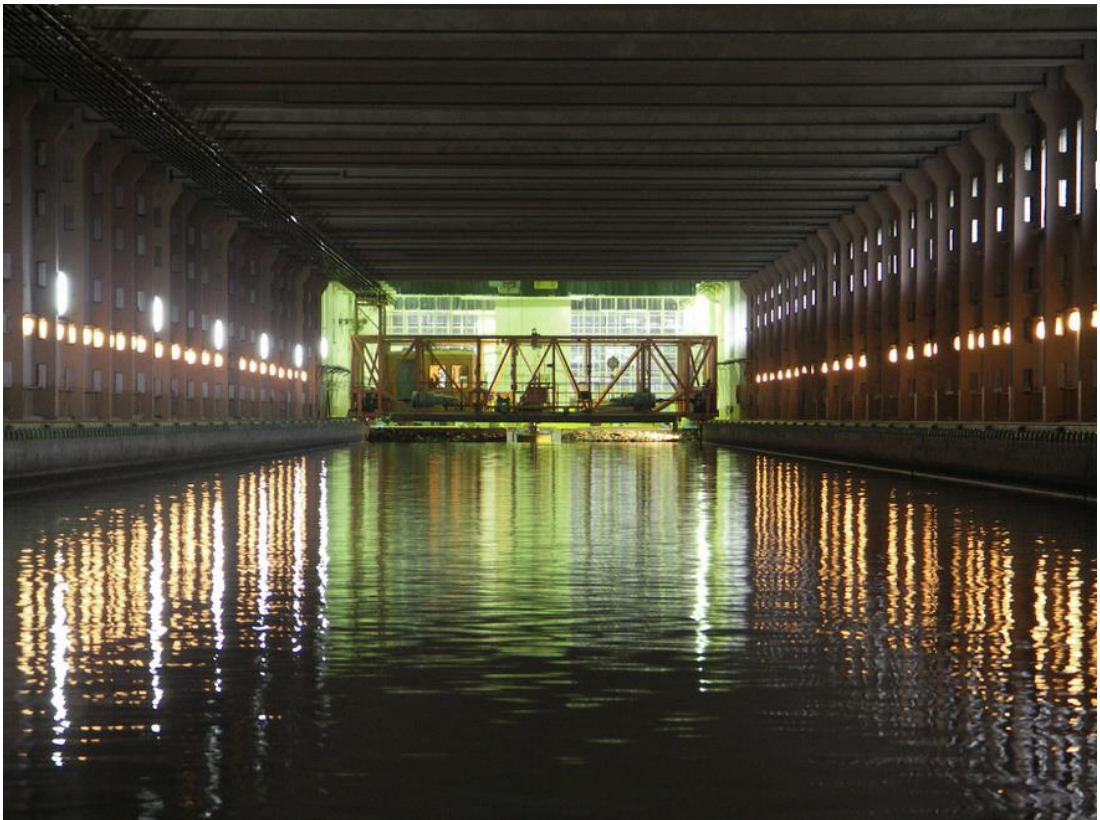


圖 3.4-3 CTO 深水拖曳水槽[3]



圖 3.4-4 CTO 拖曳水槽台車[2]

3.5. 阻力試驗簡介

阻力試驗的目的，在於求得本船於不同船速時，由於船體興波、流體黏性與風阻等種種影響所產生之阻力。其分析方法為佛勞德氏於 1868 年所提出之二維比較律為基礎，分析如下：

$$C_{tm} = (C_{fm} + C_a) + C_{rm} \quad \text{則}$$

$$C_{rm} = C_{tm} - (C_{fm} + C_a)$$

$$\text{令 } C_{rs} = C_{rm} \quad \text{則}$$

$$C_{ts} = C_{fs} + C_{rs} + C_a$$

$$R_{\text{bare}} = 0.5 * \rho_w * V_s^2 * S * C_{ts}$$

$$R_{\text{air}} = 0.5 * \rho_a * V_a^2 * A_v * C_{aa}$$

$$R_{\text{app}} = 0.5 * \rho_w * V_s^2 * S * (C_{fs} + C_a) * d_{ft}$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{bare}} + R_{\text{air}} + R_{\text{app}}$$

$$\text{EHP} = R_{\text{total}} * V_{ts}$$

其中：

C_{tm} 船模總阻力係數

- C_{fm} 船模黏性阻力係數
- C_{rm} 船模剩餘阻力係數
- C_{ts} 實船總阻力係數
- C_{fs} 實船黏性阻力係數
- C_{rs} 實船剩餘阻力係數
- D_{rt} 實船附加阻力係數
- ρ_w 水密度
- ρ_a 空氣密度
- R.bare 裸船阻力
- R.air 空氣阻力
- R.app 附加阻力
- R.total 總阻力
- EHP 有效馬力

阻力試驗裝置簡圖如圖 3.5 所示，試驗台車(Carriage)以速度 V 於軌道上移動，由機械裝置帶動實驗船模於拖曳水槽中移動，機械裝置限制船模可以上下起伏(Heave)及俯仰(Trim)但無法左右橫向移動，藉由動力計(Dynamometer)測量船模以速度 V 移動時之阻力 R 。

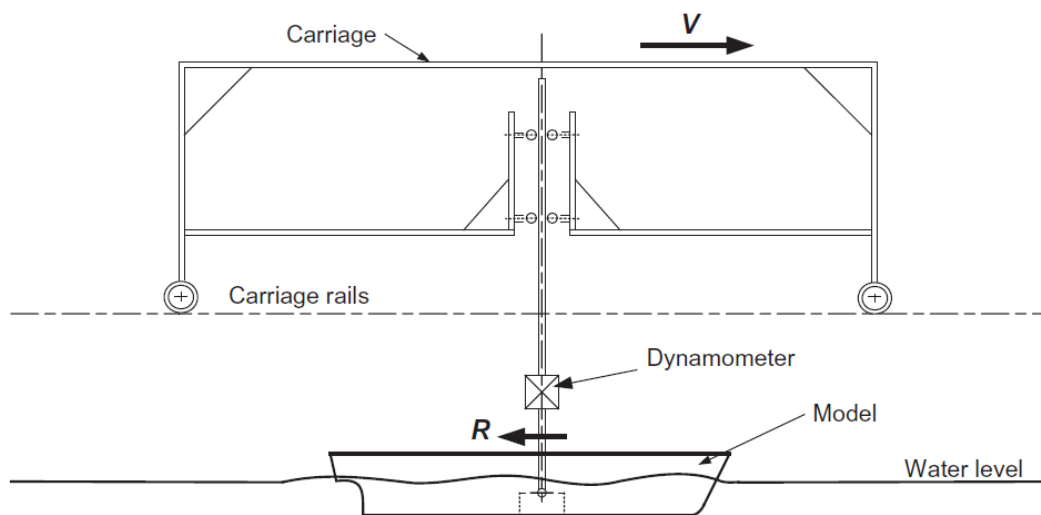


圖 3.5 阻力實驗裝置示意圖[4]

3.6. 船型阻力分析

船廠提供之船速與馬力計算書，包含本船型之初步船速與阻力估算結果，如表3.6所示。

表 3.6 船速與阻力估算

Sea trial condition		Full load condition	
Vs	Rt	Vs	Rt
Kts	kN	Kts	kN
10	25.35	10	28.68
15	32.62	15	36.38
20	41.51	20	46.00
25	49.23	25	54.93
30	53.39	30	60.15
35	55.37	35	62.49
40	57.10	40	64.11
45	59.48	45	66.22
46	60.06	46	66.75
47	60.69	47	67.32
48	61.36	48	67.93
49	62.06	49	68.58
50	62.81	50	69.28

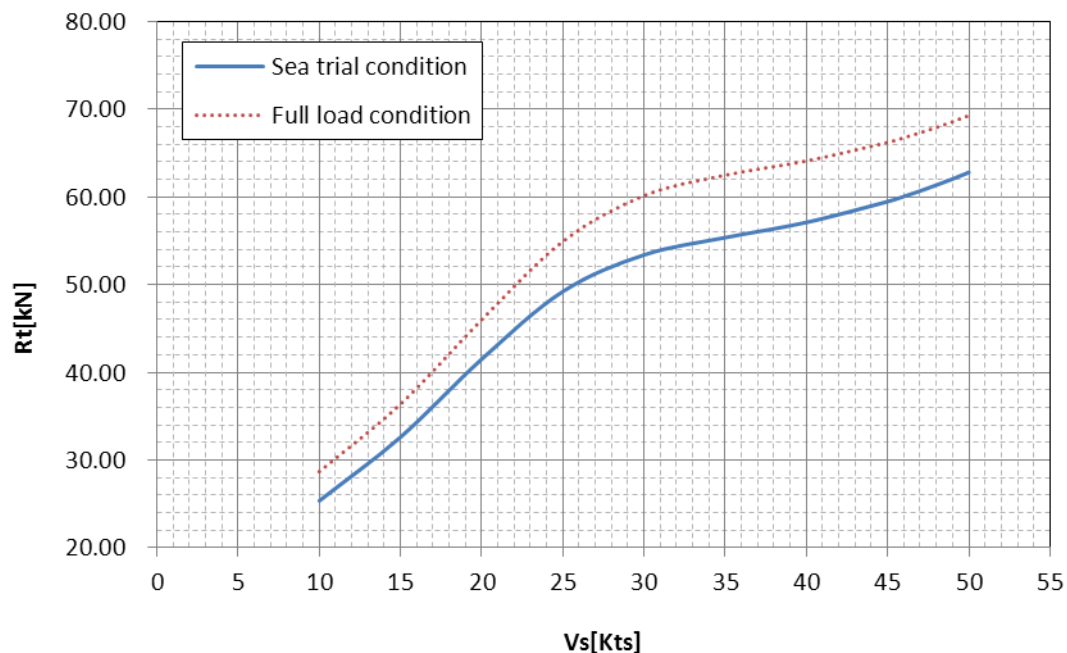


圖 3.6 船速與阻力估算

3.7. 試驗小結

本次船模試驗於 11 月 6、7 日施作項目均順利完成，取樣範圍高於本型船規劃之最高船速 45 節，有保留誤差餘裕，應能達到最佳船型設計成果，並由中信公司與船舶中心人員於 11 月 8 日賡續進行試驗數據檢視調校，就須再次確認項目重複施作後，完成全般船模試驗作業。

本分署人員則於 11 月 8 日前往 MAN 主機原廠進行訪視，正式船模試驗報告預計三週後由 CTO 公司完成後寄出，俟中信公司接獲正式報告後，轉送主機及噴水推進器廠家做進一步確認，並進行後續設計核對、裝備訂購及建造作業。(船模試驗正式報告已於 12 月 12 日送交本分署及船舶中心)

4. 主機原廠訪視過程(MAN Energy Solutions)

4.1. 訪視行程表

時間	行程	負責人
09:30-09:45	Welcome	L. Nijssen
09:45-10:00	Company Presentation	T. Borngräber
10:00-11:15	Project Discussions	T. Borngräber P. Da Fieno
11:15-12:00	Quality Management & Assurance	N. Liepert
12:00-13:00	Lunch break	
13:00-14:15	Factory Tour (C19, Test rig)	T. Borngräber
14:15-14:30	Coffee break	
14:30-15:15	PrimeServ Assist	E.Schneider
15:15-16:00	PrimeServ Academy	Dr. H. Gehring

4.2. 訪視紀要

4.2.1. 公司簡介

由 MAN Energy Solutions 副總裁 Lex Nijssen 為我們介紹公司組織及業務概況；MAN 集團(MAN SE)由公司前身 Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg(奧格斯堡-紐倫堡機械工廠股份公司)的第一個字母組成，是一家總部位於德國巴伐利亞州慕尼黑的機械製造公司，業務領域涉及商用車、柴油發動機、渦輪機、汽輪機、印刷機械和其他機械，在各個業務領域都處於全球領先地位。

MAN Energy Solutions 則是德國跨國公司 MAN SE 公司的子公司，總部位於德國奧格斯堡，亦為跨國公司，生產用於船舶和固定應用的大口徑柴油發動機和渦輪機械，如船舶推進系統，發電廠應用和渦輪增壓器，成立於 2010 年，由 MAN Diesel 和 MAN Turbo 合併而成。

該公司於 2017 年時，全球計有 14318 名員工(主要在德國，丹麥，法國，瑞士，捷克共和國，意大利，印度和中國)，營收達 28 億歐元，在歐亞地區的設計及生產據點計有 14 處(歐洲 11 處、亞洲 3 處)，另外 2 行程與 4 行程的主機和渦輪增壓機，則分別有 30 個授權商。全球售後服務則有 120 處據點，可以提供全年無休的服務，其中包含一處位於台灣高雄的維修站，可以提供我國海巡所需之必要服務。

目前該公司的中速主機，主要有 MAN V28/33D STC、MAN 175D GenSet 和 MAN 175D Prop 等三型主機，輸出功率約在 1440-10000KW 之間，尺寸及性能可適用於軍艦及巡防艦。



圖 4.2.1：訪視 MAN 公司(左起曾俊瑜科長、吳金河副分署長、Wayne Jones、Lex Nijssen、Thorsten Borngräber)

4.2.2. 意見交流

與該公司各部門主管就 MAN 主機使用之經驗進行意見交流，因本分署目前使用中之巡防艦艇，有部分係採用 MAN 之主機，以往常遇有待料時間過久或在地代理商技術有限之問題，副總裁 Lex Nijssen 表示該公司也極為重視此狀況，並於 2017 年底在高雄設立一處維修站，除了將備妥常用主機料件，亦會逐步派遣原廠或經訓練合格之技師進駐，以提供海巡艦艇穩定之服務品質。



圖 4.2.2：與 MAN 公司各部門主管進行意見交流

4.2.3. 廠區參訪

計有參訪該公司主機組裝配置車間、售後服務部門及技術訓練部門；於主機組裝配置車間，由該公司展示先前介紹可運用於巡防艦之 MAN V28/33D STC 廠內試驗程序，該部主機為他國客戶訂購之主機，已配裝完成並進行到測試階段，本分署人員進入電腦操控間後，技師實際測試安全檢查、啟動測試及模擬狀況排除等程序；廠區整體空間規劃良好，雖為主機裝配及運轉測試使用區域，仍有做好人員及機具分道之安全動線，且不顯髒污及凌亂。

參訪售後服務部門(PrimeServ Assist)部分，由 Eugen Schneider 詳細介紹該公司如何結合主機處理資料蒐集、先進的資料分析技術及原廠技術的全年無休支援，提供客戶良好的售後服務，尤其其中的資料蒐集階段，是透過主機內部各項感應元件，將可能的故障訊號經由衛星及雲端設備，即時回傳 MAN 公司的處理部門，經過

分析後，立即將建議的狀況處置方式通知客戶，甚至可以在客戶自己尚未發現主機已發生異常時，主動提醒及預先應處。

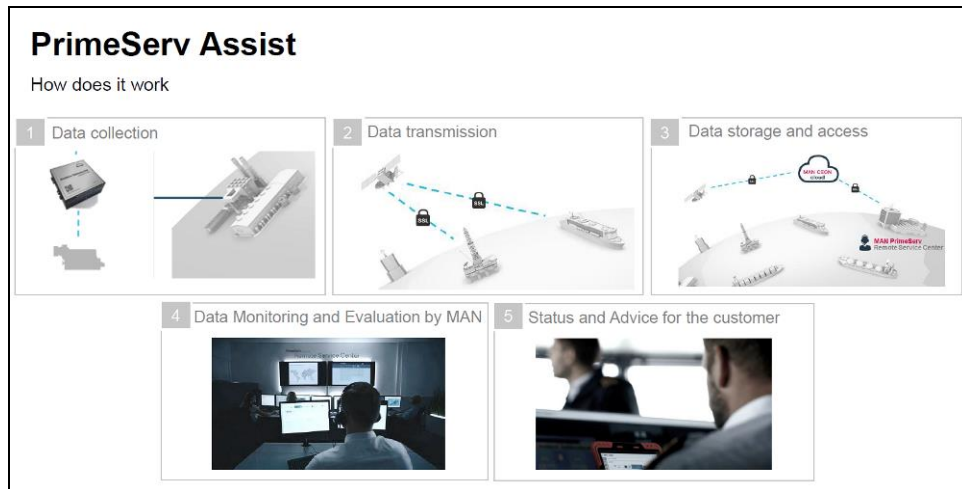


圖 4.2.3-1：PrimeServ Assist 資料蒐集處理示意圖

在技術訓練部門(PrimeServ Academy)參訪部分，則由 Dr. H. Gehring 負責介紹，該公司除了原廠建置有完整 MAN 各種類機型之訓練用主機外，另外有電腦模擬教室，除訓練該公司員工外，亦有適合商船及海軍之初階、進階與專業等級之定型化課程，可提供客戶教育訓練使用；如果客戶有需要，亦可至客戶指定地點(國家)進行技術訓練，但所需機器設備則可能不如在原廠訓練教室完整。



圖 4.2.3-1：Dr. H. Gehring 介紹 PrimeServ Academy 各項訓練設備

5. 心得及建議

5.1. 船模試驗

本次船模試驗前之前置作業，已確認 CTO 公司為符合本案之廠商，測試程序亦經專案管理廠商(船舶中心)確認無虞；由船模試驗結果推估實船有效馬力、推進效率(推進器廠家資料)及主機燃油消耗率(主機廠家資料)，應可說明本艇之設計能滿足本案船速及續航力之要求。

5.2. 主機原廠訪視

本分署現有海巡艦船艇使用主機，多數為歐系廠牌(MTU/MAN等)，雖在台灣或亞洲地區(如新加坡)多有分公司或代理商，但原廠對台灣地區公務船舶需求，以及相關營運支援策略，經由至總部實地訪視洽談，可避免層層轉達中產生誤解，並直接建立聯繫窗口，有利於未來海巡艦艇主機裝備採購之參考，例如爾後如海巡署使用MAN主機遇到須協助時機，可不經由承造船廠，直接聯繫MAN取得技術支援，以提高巡防艦妥善率及任務運用。

而在該公司提出主機資料蒐集技術時，本分署可立即告知機關需求為勤務與任務之保密性，如以衛星直接傳輸回MAN技術支援中心方式，現階段仍無法接受，該公司亦當場表示將研究把資料透過客戶端過濾後再回傳等其他思考模式，進行後續研發項目。

而在技術訓練部分，MAN公司可依海巡署人員之需求及現有機具裝備，客製化訂定訓練課程，對提升海巡人員主機操作與自力維保能力有正面助益；未來分署將規劃配合造艦計畫，選派同仁至主機原廠受訓，以持續厚植輪機部門相關能量。

6. 參考資料

- [1] <https://ittc.info/members/member-organisations/>
- [2] <http://www.cto.gda.pl/en/>
- [3] <http://www.marewint.eu/partners/full-partners/ship-research-and-design-center-sa/>
- [4] Anthony F. Molland, Stephen R. Turnock. and Dominic A. Hudson, Ship Resistance and Propulsion, 2011