

第二章 操船模擬機系統

2.1 操船模擬機用於操航安全評估原理

真時操船模擬之主要特點在於結合「本船」、「港灣環境佈置」及「操船者」三大要素而形成之操船安全評估系統。在操船模擬試驗室之執行試驗過程中，常將已設定的「船舶」，如散裝貨輪、油輪、貨櫃輪、液態天然氣船、汽車船及郵輪或各類型艦船等，在安排的「港區環境」，諸如新加坡港、基隆港、高雄港、臺中港等港灣環境區域內，執行航行船副/值更官、船/艦長、領港等「人員」相關操船之訓練。

船型之適切性評估則在已知的港域環境限制下，由具有實際操船經驗之領港、資深船長等執行真時模擬操船試驗，在一座與實船尺度相同及佈置相仿之駕駛台內，操作由一數學模式描述具船舶操縱特性之本船，藉由航行資料統計分析等評估作業，探討安全操作程序與航行安全性。

港口設計之評估作業，其特色在於以資深領航員，藉由其對船舶特性之熟悉與船舶操縱之專長經驗，配合適當選定之船舶模式，於模擬機內進行模擬實船之航行狀況，航行於電腦模擬類似真實之港域環境，其中包含新增設之擴建或修正港池環境內(例如港口防波堤延伸擴建、新增之港池水域或濬挖航道等)，經由航行資料之統計分析結果，可獲取該新增港池水域之操航安全性評估資訊，用以判斷港口設計之優劣。

由於操船者與電腦模擬之港域環境佈置互動關係，近似於實際操船景觀影像，只要模擬之本船特性與真實船舶特性相當，則在真時操船模擬機所進行之相關操船模擬試驗，即可用來替代具有風險且費用昂貴之實船測試。因此，操船模擬試驗可從操演過程中，發現港灣設計或改善佈置方案中船舶操縱滯礙難行之問題，及時提出修正方案，得以避免港灣設施改建或重建之疑慮，在港灣配置之安全可行性評估上，扮演極其重要角色。前述之各項業務與船舶操縱三要素間之關聯性，詳如圖 2.1-1 所示。

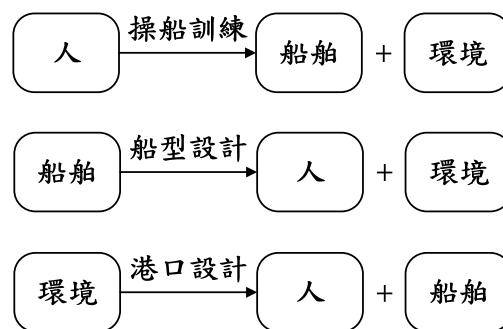


圖 2.1-1 操船模擬中心三項業務

「操船者」為領港或船長，在給定之風向、海況等實驗條件下進行操船模擬操演。於執行(1)維持預定航線、(2)進港、(3)迴旋減速與(4)靠泊時，可依領港之操作需要，下達本船與拖船之操作口令，由操船模擬中心指導員控制站(ICS)之操作人員控制拖船之推頂、後拉、移位等動作配合進行。因此，真時操船模擬機提供一近似於真船操演的環境，將海上實船之動態顯現於實驗室內，並藉由重複測試及重現操演過程，分析、研判、統計，以進行相關操船試驗。真時操船模擬係配合操船實務專家進行真時操演，本研究所有操演航次均由中油公司繫泊船長、臺中港領港、臺北港領港及其他具實際引領 LNG 船進出經驗之領港協助完成。

2.2 海洋大學操船模擬機系統介紹

本計畫之真時操船模擬將委由國立臺灣海洋大學海事發展與訓練中心操船模擬組辦理，國立臺灣海洋大學目前所使用的操船模擬機系統為 Transas 廠的 NT Pro-5000 型模擬器 (Navi-Trainer Professional-5000)，相關說明如后。

(一) NT Pro-5000 型操船模擬機介紹

NT Pro-5000 屬全功能操船模擬機，屬俄羅斯聯邦運輸部監督下核准的證書型模擬設備，於 2007 年 10 月由挪威認證(船級)協會(DNV)依據 STCW 78 公約規則 I/12 簽發 2.14 號證書，確認其符合國際海事組織(IMO)所規範之「A 等級」標準的海事模擬器。該型模擬器亦得到烏克蘭船級協會頒授認證證書。國立臺灣海洋大學採購之 NT Pro-5000 全功能操船模擬機亦取得 DNV 之認證證書，如圖 2.2-1 所示。

DNV Id No.: 126194
Certificate number: 001/130204



DET NORSKE VERITAS

PRODUCT CERTIFICATE

This Certificate consists of 2 pages

This is to Certify that the product
Bridge Operation Simulator

with class notation
TUG

and type designation
Navi-Trainer Professional 5000
NTPRO 5000, version 5.01

Manufactured by
TRANSAS Limited
 Little Island, Cork, Ireland

In use for simulation at
National Taiwan Ocean University

is found to comply with
 Class A- Standard for Certification of Maritime Simulators No. 2.14 January 2011

Application
 The above Standard is based on requirements in the STCW Convention, Regulation I/12.

This Certificate is valid until 2017-12-31, provided the requirements for the retention of the Certificate will be complied with.

Issued at Kaohsiung, Taiwan on 2013-02-04


Wu, James
 Regional Advisory Manager
 Regional Greater China

for Det Norske Veritas AS


KAHSIUNG


Wu, Edward Wen-Jen
 Principle Surveyor

This Certificate is subject to terms and conditions overleaf. Any significant change in simulation performance may render this Certificate invalid.

If any person suffers loss or damage which is proved to have been caused by any negligent act or omission of Det Norske Veritas, then Det Norske Veritas shall pay compensation to such person for his proved direct loss or damage. However, the compensation shall not exceed an amount equal to ten times the fee charged for the service in question, provided that the maximum compensation shall never exceed USD 2 million. In this provision "Det Norske Veritas" shall mean the Foundation Det Norske Veritas as well as all its subsidiaries, directors, officers, employees, agents and any other acting on behalf of Det Norske Veritas.

DET NORSKE VERITAS AS, Veritasveien 1, NO-1322 Høvik, Norway, Tel.: +47 67 57 99 00, Fax: +47 67 57 99 11, Org.No. NO 945 748 931 MVA www.dnv.com

Form No.: 40.070a Issue: October 2011 Page 1 of 2

圖 2.2-1 國立臺灣海洋大學全功能操船模擬機 DNV 認證證書

NT Pro-5000 型操船模擬機除可滿足航海人員之訓練外，系統之功能亦得以執行任何航行之操航模擬訓練及行為評估，其中內含：

- 1.航行計畫與執行，並確定船位；
- 2.使用 ECDIS(電子海圖與資訊顯示系統)，AIS(船舶自動識別系統)和 SSAS(船舶安保系統)等儀器，維持航行當值；
- 3.使用雷達和 ARPA 維護航行安全；
- 4.應對突發事件的反應處置；
- 5.應對海上求救信號的處置；
- 6.運轉船舶；
- 7.透過對講機和超高頻無線電話進行與他方之溝通；
- 8.計畫航程及進行導航；
- 9.使用任何方法判定船位與產生定位之精確度；
- 10.羅經誤差的判定；
- 11.統籌與協調搜救行動；
- 12.建立值班安排與程序；
- 13.使用雷達、ARPA 與現代導航系統維護航行安全並得以支援指揮決策；
- 14.所有條件下的船舶運轉和操縱；
- 15.主機推進的遙控裝置和機器系統的操作作業；
- 16.冰區導航。

此外，系統亦可在任何環境條件下，經精確的調整系統之船舶數學參數後，即可真實地反應船舶的動態，以執行泊靠、拖帶等港口業務所需的行為。當執行「動態定位操作員」(Dynamic Positioning Operator Training)培訓時，則可依照英國倫敦航海協會(The Nautical Institute)要求，NT Pro-5000 型可提供與 IVCS-2002-DPS 系統的整合產品，因此，可被視為一個 DPS(動態定位系統)模擬器。根據國際海事組織 DP 的標準和要求，NT Pro-5000 足以提供下列的控制模式和功能：

- 1.動態定位模式與手動艏向，自動艏向或偏離軸線手動/自動控制。

- 2.FFU steering 的自動駕駛模式，旋鈕直接控制舵。
- 3.軌跡控制模式，有低/高速，自動或手動保持，為後續過程中的航線(軌道)描述一組路徑點(轉向點)。
- 4.ROV(Remotely Operated Vehicles)的跟隨模式，手動或自動航向控制的觀察圈。
- 5.DGPS sensor 差分全球定位系統傳感器混合提供準確及穩定運行。可變旋轉中心。
- 6.自動風、浪、流的補償，以符合實際航行情況中，DPS 重新構建和分析複雜的航行能力；在實際航行情況中，NT Pro-5000 並有能力重新構建和分析複雜的航行情況，其中亦包括緊急情況。

(二)NT Pro-5000 型操船模擬機功能

軟體方面：

- 1.網絡運算管理；
- 2.本船、目標船、漂流物(Drifting objects)、拖船，風引起的 3D 波浪模塊，繫泊纜繩與碰墊等數學計算模組；
- 3.指導站的主顯示螢幕；
- 4.操控臺的顯示螢幕；
- 5.視覺頻率；
- 6.雷達與 ARPA 功能(Bridge Master II - 340，Bridge Master E，Bridge Master E Tactical，Nucleus 2，Furuno)；
- 7.無線電導航系統(GPS/DGPS, Loran-C, U AIS MKD, SSAS and Direction Finder)；
- 8.電子海圖系統(Navi-Sailor 4000 ECDIS-I)；
- 9.操航結果分析與歸檔；
- 10.NT Pro-5000 模擬機的船模、港模軟體發展系統係一自動化的工具，可產生綜合的數據庫，以調校模擬的船舶模型和建構模擬操航的海域、港灣；
- 11.與實船的介面連結；

12. 與 Transas 其他模擬器的介面連結。

硬體方面：

任務操船模擬機 (FMSS, Full Mission Shiphandling Simulator)，本系統乃結合瑞典 Transas 公司承製；其具備 240 度寬視界投影螢幕，與實際船舶駕駛台相似之佈置，並可即時監控及記錄整體操船行為；整體模擬器系統組成分為：

1. 全功能操船模擬機平面配置圖如圖 2.2-2 所示。
2. 教師台控制室配置實景如圖 2.2-3 所示。
3. 全功能操船模擬機駕駛台操控室如圖 2.2-4 所示。
4. 可視化投影機。
5. 聲學效果系統。
6. 模擬與真實導航設備。
7. 物件與海域資料庫系統。
8. 數據庫編輯工具系統。

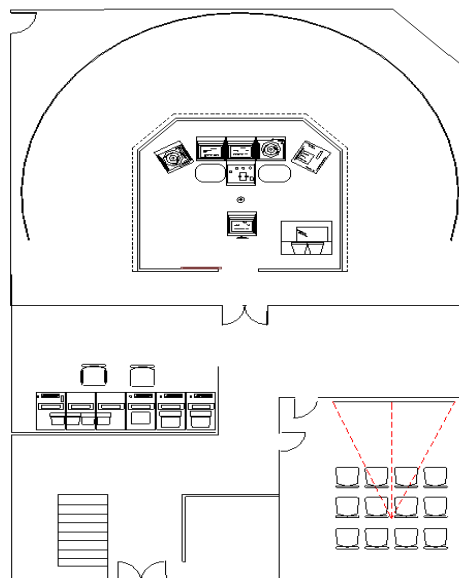


圖 2.2-2 全功能操船模擬機平面配置圖



圖 2.2-3 教師台控制室配置實景



圖 2.2-4 駕駛台操控室實景

2.3 作業流程

本工作係以國立臺灣海洋大學海事發展與訓練中心之全功能操船模擬機(Full Mission Shiphhandling Simulator, FMSS)進行真時操船試驗，以真時(Real-time)操船模擬之結果來評估；就理論而言，船舶運轉受到三項因素之影響：操船者、船舶、航行環境。真時操船的安全評估即在探討三者之間的相容性關係。故在模擬機系統中，必須先建立模擬操船所用之本船(Own ship)模式，以及航行環境之模式；將環境需求(水深、橋樑、港堤、岸基、港口航道、靠泊碼頭席位、進出水域及迴船池等佈置)，以數值方式輸入模擬機資料庫系統建構成操船模擬之環境設置，再置入內、外港之風力及潮流等環境變數，交由操船模擬室所組成之研究團隊執行企劃研究，並邀請臺中港、臺北港引水人與中油資深船長進行操航試驗。研究團隊將依據操船過程較為困難之港區位置設定統計分析閘門線(Gate line，簡稱閘門線)，計算船舶通過閘門線時之船速與船位的平均值及標準差等，以便由統計分析得知操船的困難度，並進而評估其安全性。歷經整體所有航次的操演紀錄資料，依照操航航跡及適時之俾、舵、主機轉速、拖船配置等數位紀錄，交由試驗室資深船長進行評估分析，並咨請駐港領港指導協助，而完成評估報告。其全程流程如圖 2.3-1 所示。此外，操船者主觀的意見亦是評估上的重要參考依據。因此，本工作之進行步驟如下：

1. 確認各項模擬條件：進行操船試驗之前，本公司、研究團隊將與臺中港資深領港黃玉輝主任召開工作會議，就本操船模擬試驗工作之詳細項目、步驟、方法與流程進行溝通與討論。
2. 確認本船模式並校準操航特性：有關本船模式之建置，本試驗將參考船舶資料庫與航海模擬機製造廠商「Transas」公司之船模資料庫定出本船船模設計的主要尺寸，並與臺中港資深領港研討後，於本工作計畫書提送經 貴公司核備。隨後即展開船舶操縱性能參數數值模擬計算，本船數學模型建置與聘請臺中港資深領港測試與調校等工作。
3. 建立觀塘港影像資料：依據觀塘港港口防波堤、航道及碼頭船舶

配置資料，將研究團隊操船模擬機現有的觀塘港雷達資料及 3D 影像，藉由模式輸入資料重新配合修改，建構符合未來擴建完成後之雷達回跡及視覺影像。

4. 港區操航環境流場數值資料格式轉換並輸入模擬機。
5. 建立觀塘港水域環境資料：將操航環境流場數值資料輸入研究團隊操船模擬機的流水資料庫內，建立成操船模擬機可讀取之格式，包括水流之流向及流速。
6. 進行模擬操船試驗：邀請臺中港、臺北港引水人與中油資深船長依據上述研究內容所提出之操船條件進行模擬操船試驗，操航次數依委託契約規定至少 113 航次(不包括無環境外力作用下，作為比較基準之航次。人為疏忽之操作錯誤或儀器故障或斷電皆視為未達成次數)。
7. 分析模擬操船之資料：模擬操船資料包括航跡、船速、舵角等，撰寫電腦程式將航跡數位化，再利用統計軟體計算出前述操船資料的變化量，包括操航過程之舵角、螺槳轉速、通過控制線時之船速與船艏向，以評估各船型之操航數值，並探討分析未達成操航航次的原因。
8. 撰寫與提交報告。

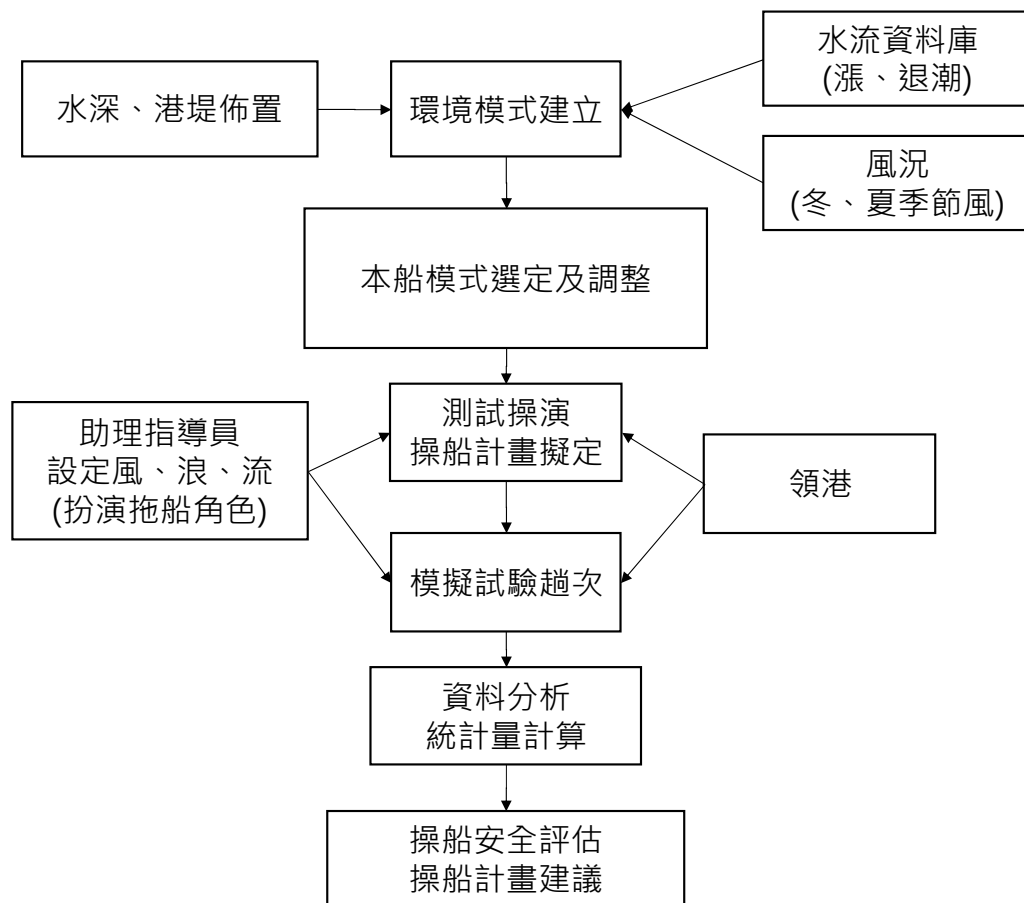


圖 2.3-1 真時操船模擬試驗流程圖