

# 高速多體船在規則波中的運動性能之研究

沈明陞\*<sup>1</sup> 李英康\* 林瑞國\*\*

\*國立臺灣海洋大學 輪機工程學系 研究生

\*\*國立臺灣海洋大學 輪機工程學系 助理教授

關鍵詞：多體船、計算流體力學、流體體積法、興波效應

## 摘要

不管是客輪因為要縮短載運旅客往返兩地的時間，又或是海巡或海軍在作戰巡邏的需求，兩者的共同點就是需要較快的航行速度，而高速航行於風浪中又能夠維持相當穩定性之多體船便受到客船船東與軍警等單位的青睞。本研究係利用計算流體力學分析模擬高速雙體客船之水動力分析，主要分析高速多體船舶在不同的航行速度之興波效應。建構船舶三維外型與基本特性，同時以台灣周邊海域實際浪況作為本研究之波浪條件設定，並針對多體船在不同的航行速度下分析船舶在三個自由度的運動行為與興波效應。對於船舶航行於寬闊水道，先建立數值航道，設定航行時間、船速等參數，加以計算後得到多體船周圍流場狀況、船體壓力分佈、阻力以及船體運動的變化，並將不同船速與波浪條件所之結果加以比較。本文研究透過利用計算軟體的技術探討多體船，於不同船速航行於寬闊海域的水動力模擬，從結果得知：本文模式可獲得良好的模擬結果，同時可節省利用船模水槽試驗耗費的人力與物力，希望藉本研究探討目前常被用於客船或是軍警之多體船，以不同船速航行於台灣附近海域，其船體的阻力、運動行為和波浪交互作用等水動力分析，以提供船東欲購置多體船時，能先對其基本性能有所認識。

## 前言

地球上寬廣的大洋讓船與人類的歷史有緊密的關係，而台灣也不例外，從早些年代的風帆船到現今的大型貨輪，都與台灣四面環海的地理條件高度的相關。同時台灣周邊的離島例如澎湖、綠島等因旅遊的興盛使得來往這些離島的交通便利性得到重視，所以航商就需要尋找適合高速航行船舶。

從外觀上看雙體船是將兩個單體船體平行放置後，再將兩者連接起來，這種船形被發現橫向穩度較優於單體船，並且相較於單體船由於雙體船型在切面的面積較小，所以能有較低的水阻，同時兩個單體船連接起來的空間也比單體船大，所以在甲板空間比單體船來得有餘裕。



圖 1.1 雙體船種類圖(資料來源:國立海洋科技博物館)

## 1. 研究動機

不論是單體船或雙體船在海上航行時，都會受到海浪所造成的六個自由度運動(6 degrees of freedom, 6DOF)，其中橫搖(rolling)和縱搖(pitching)和船行駛的安全性和人員舒適度有直接的相關。舉例來說如果船舶航行時縱搖角度大，有可能造成螺槳不完全浸入水面、甲板上浪，造成航行速度損失、螺槳受損、甲板上設備遭受海水腐蝕等問題。而橫搖角度大最除了嚴重影響船員或乘客的舒適性，乃至運輸貨物的安全性，更有可能造成船舶翻覆。

船舶在航行中與波浪的交互作用是一複雜的流固耦合問題，如果要研究一船泊在海浪中的橫搖縱搖變化，在該船上紀錄數據是最直接準確的方式，不過不是任何船舶都有多餘空間容納研究人員，並切需要花費相當的時間與人力成本。計算流體力學(computational fluid dynamics, 簡稱 CFD)因為電腦運算能力的提升多元的網格生成方式，使業界逐漸運用軟體來分析船舶運動行為，其準確度也受到認可同時也能節省時間成本。本研究使用 STARCCM+ 模擬分析高速多體船在規則波航行時 3 個自由度的

<sup>1</sup> 聯絡作者 沈明陞 ( [steven4q@gmail.com](mailto:steven4q@gmail.com) )

姿態，計算出的數據經過分析整理提供船東參考其在波浪下運動的穩度，使船東能夠做為是否選購的依據。

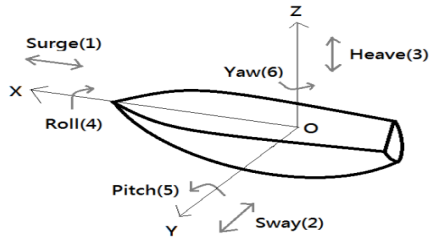


圖 1.2 船舶六自由度運動示意圖(洪凡婷,2014)

表 1.1 雙體船優缺點比較

優點	缺點
(a). 雙船體具有寬廣的甲板面積且穩性好可以增加甲板層數，因此有較大的甲板面積和生活、工作與裝載空間。	(a). 與排水量相同的單體船相比，雙體船的濕表面積比單體船大，因此船體的摩擦力增加且因結構強度限制，雙船體間間距不能產生有利於興波的干擾，船體間的興波幹擾增加了阻力。
(b). 雙船體穩性好：雙體船兩船體間距大，水現面的橫向慣性矩大幅增加，因此雙體船的穩性好。	(b). 雙體船因有兩個船體，為了保證連結橋的強度以及剛度，連結橋的結構尺寸較大，因雙體船的結構占總排水量的比例高於單體船，這對提高航速是不利的，因此高速雙體船一般採用重量輕強度高的材料建造。
(c). 迴轉性能好：因船體間距大且推進器軸線間距也大，兩邊的推進器一正一反推進，形成較大的迴轉力矩，便可減小船的迴轉直徑。故迴轉性能叫單體船佳。	(c). 雙體船的長寬比小，橫搖週期小，與縱搖週期頻率比較接近，因而同時產生縱搖與橫搖的耦合搖蕩，稱為扭搖。
(d). 雙船體雙槳推進器效率優於雙槳單體船：因其螺旋槳處於較多的船體伴流中，故船體效率較高。	
(e). 吃水小：在同樣重量以及航速指標下，雙體船的吃水較單體船小，因此也適合內河航行。	



穿浪雙體船沱江艦



小水面線雙體船海號

圖 1.3 穿浪雙體船與小水面線雙體船

## 文獻回顧

近年來，隨著電腦運算速度的快速提升，以及計算流體力學軟體的不斷發展，它們在流場分析中的應用日益普遍。由於與實際船模實驗相比，這些模擬所需的成本較低，因此在船舶設計領域中，高度的依賴於數值模擬。目前，通過電腦模擬設計的船舶外形可以最佳化的減少阻力，並且可以計算預估阻力、流場和結構分析。因此，本文使用一成熟

的流體力學計算軟體，藉由使用流體力學軟體執行船舶流場的數值模擬，取得了相當不錯的成果。換句話說，現在可以通過使用發展成熟的船舶流體力學軟體進行數值模擬來評估船舶流場，並獲得相當良好的結果。

二維截片理論主宰了早期線性船舶運動模式，其用來分析船體各個自由度運動，如 Kaplan[1]、Kim[2]等，優點是船模易於建立、計算速度快，所以在工程分析上受到應用，至今也有人使用截片理論處理船舶運動之問題。不過為了因應載運量等需求，船舶也發展的越來越大，與早期細長型船舶有很大的差距，同時二維截片理論計算大型船隻的結果並不如預期，所以三維勢流理論開始蓬勃發展。

何達立[13]於 2023 利用 HSC3D 三維小水線法數值工具計算小水線雙體船於規則與不規則波的運動行為，若規則波與船體產生共振，船體運動則會較非規則波劇烈，而非規則波的狀況，艫浪航向會使船舶有較顯著的橫搖與縱搖運動。顏守平[14]在 2009 使用三維源點法分析穿浪雙體船於波浪中的運動，得到船浪雙體船在較低船速約 20 節航行時，中央船體的有無對於船舶運動沒有明顯影響，而波幅較小的情形，有中央船體的船型也較為不穩定。林岱陵[15]於 2007 利用三維脈動型源點輔以小水線法分析雙體船兩個船體間的壓力，經過轉換後推導雙體船各項流體動力係數，進而求解雙體船六個自由度的運動行為，從而得到雙體船兩個船體間距越大時，其所產生的波浪越不容易互相干擾，同時當航行速度提高其波浪干擾作用往船艫移動，對船體的影響減小。林衍儉[16]在 2023 分析雙體船在規則斜浪中大振幅研究，並比較 LAMP3D 與 HSC3D 的計算結果，結果表明穿浪雙體船之船寬、船體幾何線型、中心艫長度與排水量需要對其所巡航地區之浪況做謹慎的設計，吃水的變化的影響對於縱搖運動與減少船沉的情形至關重要。2011 年陳家鈺[17]對海洋拉拉號船艫破損事件進行研究，結果表明鋁合金材料對於應力集中十分敏感，所以必須特別設計減少應力集中的狀況。2019 年邱方伶[19]將小水線雙體船頂靠離岸風機的模擬分成低速接近風機與頂靠風機需要多少摩擦力，得到小水線雙體船在低速時其摩擦阻力與剩餘阻力的比例與佛勞德數為 0.1 時相符，同時小水線雙體船在低速時升沉相較於縱傾明顯增加。2002 年郭柏志[20]使用三維勢流理論分析雙體船等速航行於規則波時其穩態與非穩態流體動力問題，作者認為在預估非穩態雙體船運動，符合物理現象，但所花費之時間資源較多。

## 研究方法

本研究探討一艘全尺寸之雙體船在波浪中運動之姿態變化與阻力預估，本文使用計算流體力學套

裝軟體 STARCCM+求解流場，背景網格使用六面體網格，重疊區域則使用多面體網格。求解器選用一階隱式非穩態、流域體積法、K-Epsilon 紊流，同時啟用三個自由度分別是 X、Y 軸旋轉與 Z 軸平移。

## 1. 船舶阻力種類

對於水面運動之載具而言，船舶阻力大小對船速及推進馬力有極大的影響，也影響到船舶負載及燃油消耗，因此在設計船舶時均希望達到最小阻力的目的，是以船舶設計者不斷從事各方面研究來減少船體阻力，船體所產生各種阻力，其關係甚為複雜，一般為便於計算常將阻力分成：表面摩擦阻力、黏性壓差阻力、興波阻力、空氣阻力及附屬物阻力，以下分別說明：

### 1.1 表面摩擦阻力(Friction Resistance)：

當流體流經物體或載具時，由於流體具有黏滯性，因此將造成流體與載具接觸的一層流體以同等的速度前進，距接觸面愈遠則速度梯度愈小，直至速度梯度為零為止，這層因邊界剪應力影響到速度變化調邊界層(boundary layer)。在邊界層內流體有黏附於物體表面的傾向，而使流體被迫調整其動量，以使其在物體表面能和物體達成無滑動狀態(no-slip condition)，而邊界層外之流體則完全不受流體黏性之影響，邊界層內動量之改變是需要能量之供給，故對於水下運動之物體就必需消耗其本身之動能，以提供周遭之流體以達成其動量改變之現象，克服由於黏性阻力所造成的動能消耗改變。動量的消耗反應在流體施加一阻力於載具上，且使其在鄰近表面的流速減低。而摩擦阻力大小乃是取決於水中載具表面粗糙度、面積、相對速度、流體黏滯性及密度。

### 1.2 興波阻力(Wave Making Resistance)：

興波阻力是載具於水面運動時，不斷製造波浪所消耗的能量，其中一部分為船體外形造成波之波形阻力，另一部分則是形成浪花之浪花阻力。在船舶阻力計算常將興波阻力及黏性壓差阻力合併稱之為剩餘阻力(residuary resistance)。

### 1.3 空氣阻力(Air Resistance)：

由於船體水面以上部分受空氣所造成的摩擦及空氣渦流阻力合稱之為空氣阻力，在無風情況下，空氣阻力約為水阻的 2-4%，在船模計算上一般都忽略不計。

## 1.4 附屬物阻力(Appendages Resistance)：

船舶附屬物阻力主要乃指其水線以下之附屬裝備，如穩定翼(stabilizer)、舵(rudder)、軸架(shaft bracket)等物體在水下經流體運動因其形狀及表面粗糙度而產生摩擦、壓差及興波阻力之總和稱之為附屬物阻力。由於附屬物相對於船長長度甚小，且在水中運動時其雷諾數與船舶不同，因此為了不使其在船模阻力試驗上造成困擾，通常以不帶附屬物之裸船模型作阻力試驗，然後再把經驗公式求得之附屬物阻力加上，其誤差不大，而附屬物阻力約為裸船阻力的 10%。

## 1.5 總阻力(Total Resistance)：

船舶之總阻力  $R_T$  便是剩餘阻力  $R_R$  與摩擦阻力  $R_F$  之合( $R_T = R_R + R_F$ )。

## 2. 統御方程

本研究所使用的方程組係指在紊流模式下，分析二相流體的統禦方程，將紊流視為暫態流體(unsteady flow)，以此觀念發展出之方程式，使得所使用之統禦方程式也適用於紊流模式中。這個統禦方程式是由質量、動量及在非等熵流的能量守恆下所組成的方程組，又稱為雷諾平均 Navier-Stokes 方程，通式如下：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) + \nabla \cdot (\rho\vec{v}\phi - \Gamma\nabla\phi) = S \quad (1)$$

其中  $\rho$  為密度(density)、 $t$  為時間(time)、 $\vec{v}$  為速度向量(velocity)、 $\phi$  為變數， $\Gamma$  為耗散數與  $s$  為源項，該方程組分為連續(continuity)、動量(momentum)及能量(energy)等傳輸方程如下：

### (a). 連續方程(continuity)

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho\vec{v}) = 0 \quad (2)$$

### (b). 動量方程(momentum)

$$\frac{\partial\rho\vec{v}}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho\vec{v} \otimes \vec{v}) = B + \nabla \cdot \sigma \quad (3)$$

將上式(3)中應力發散耗散項置於等號左邊，可寫成對流耗散方程式，如下式：

$$\frac{\partial\rho\vec{v}}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho\vec{v} \otimes \vec{v}) = B - \nabla p' + \nabla \cdot (\mu(\nabla\vec{v})^T) \quad (4)$$

其中， $p'$  是壓力修正項，如下所示：

$$p' = p + \left[ \frac{2}{3} \times \mu - \xi \right] \nabla \cdot \vec{v} \quad (5)$$

若流體為不可壓縮流時  $\Delta\vec{v}=0$ ，故  $p'=p$ ，且分子之黏滯性變數  $\mu$  為常數，並從應力發散之後隨著消失。對於層流來說，其黏滯性變數  $\mu$  與剪力率(shear rate)相關，如同在非牛頓性流體中， $\mu$  值在非等溫流體中與溫度相關。

### 3. 邊界條件

邊界條件必須要合理的設定才能符合實際上的物理狀況，同時能夠減少模擬產生的誤差並使模擬獲得良好的收量。本研究入口邊界為船舶上游延伸一倍船長，並設定為速度入口，速度的條件為五階波的波速，船體頂部與底部的邊界從船體底部向兩側延伸三分之一倍船長，並且設定速度入口條件，速度同為五階波的波速，船體兩側邊界為船舶縱向中心線向兩側延伸一倍船長，都設定為對稱邊界，出口邊界則由船艏向船尾延伸二倍船長，設定為壓力出口，壓力條件是五階波的靜壓力，同時開啟阻尼波設置，阻尼波波長為兩倍波浪波長。

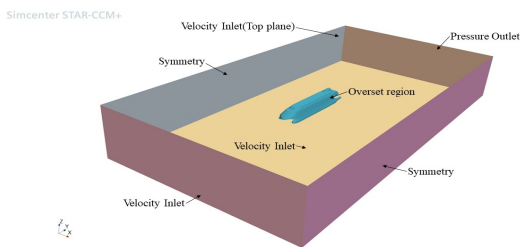


圖 3.1 計算域與邊界條件

### 4. 相關模擬設定

本研究使用 STARCCM+動網格模擬船舶於波浪中之運動行為，其原理是藉由背景網格的接受單元與重疊網格的捐贈單元進行數據交換後將兩個區域耦合起來，同時在設定上 1 個背景網格最好能夠包含 3 個重疊網格。數值分析上使用有限體積法，耦合方壓力和速度的方式為 SIMPLE，加速收斂速度，下表為此研究所用設定：

表 4.1 本研究之模擬設定

參數	設定
紊流模型	Realizable K-Epsilon
連續方程耦合方式	SIMPLE
求解方法	分離流求解器
多項流模型	流域體積法
時間步長	0.02s
時間離散	一階
多項流對流法則	HRIC
每個時間步迭代次數	10

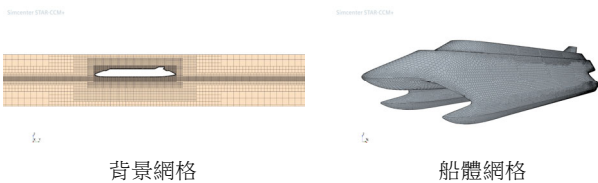


圖 3.2 船體網格與背景網格

### 模擬結果與分析

本研究利用數值模擬方法，使用 SolidWorks 建立雙體船船舶，並採用實際船體比例 1:1 的模式來進行模擬，船體模型建立後，使用 STARCCM+ 建立數值水槽並對其進行網格化，並適當加密流場變化較大的區域，例如船體周圍、液氣交接面等，同時網格數目必須兼具電腦運算能夠負擔的同時也要保證模擬的準確性與收斂性。

表 5.1 高速雙體船航行速度

節(knots)	公里/小時(kph)	公尺/秒(m/s)
20	37.040	10.289
25	46.300	12.861
30	55.560	15.433
35	64.820	18.006
40	74.080	20.578

#### 1. 船速在 25 節時之分析

本研究選用一雙體客船船模，設定此船以 25 節與 35 節航行，分析其阻力、船舶運動狀況、自由液面的速度場等物理量。

##### 1.1 縱向切面水體積分率

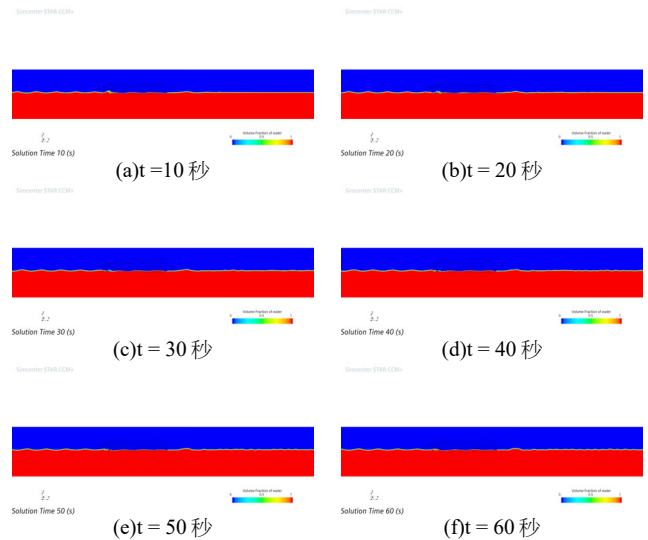
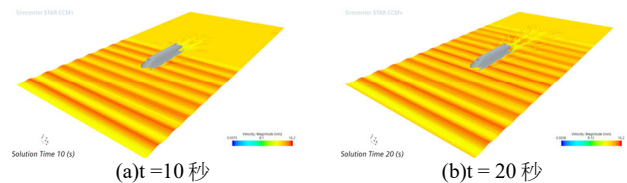


圖 5.1 船速 25 節時切面水體積分率

##### 1.2 速度場





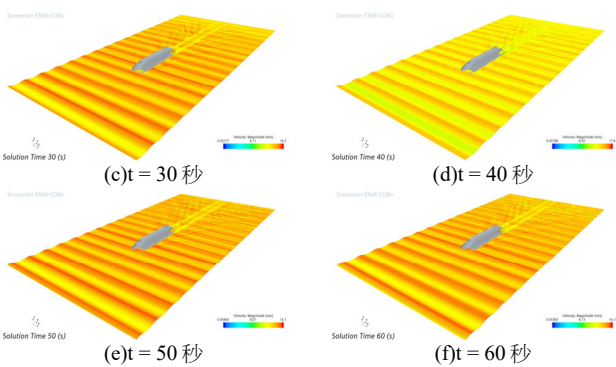


圖 5.2 船速 25 節時自由液面之速度場

### 1.3 船體表面總壓力

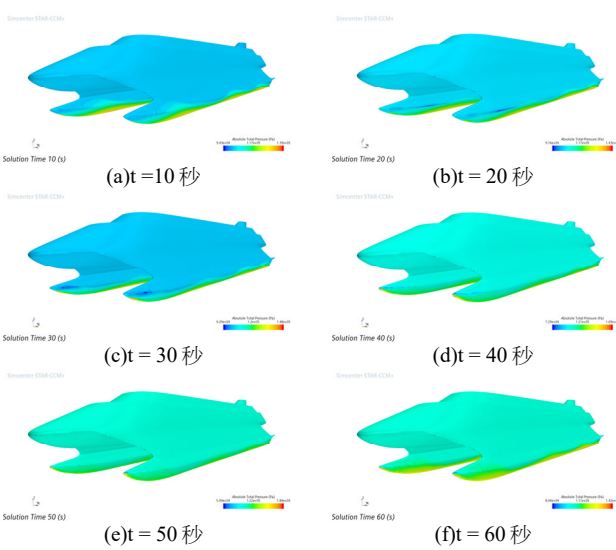


圖 5.3 船速 25 節時船體表面總壓力

## 2. 船速在 35 節時之分析

### 2.1 縱向切面水體積分率

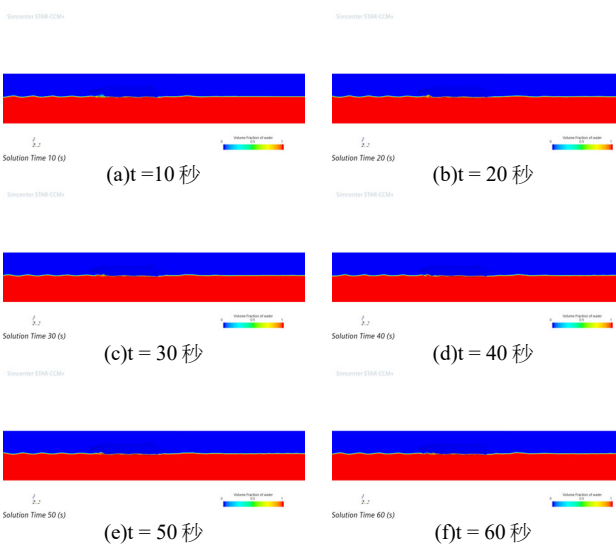


圖 5.4 船速 35 節時切面水體積分率

### 2.2 速度場

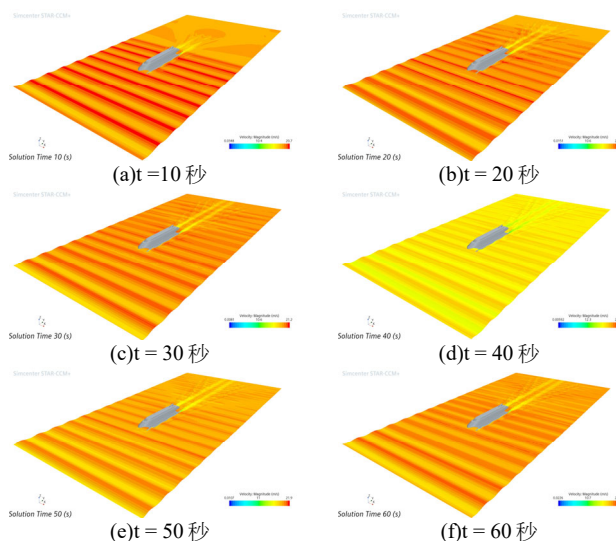


圖 5.5 船速 35 節時自由液面之速度場

### 2.3 船體表面總壓力

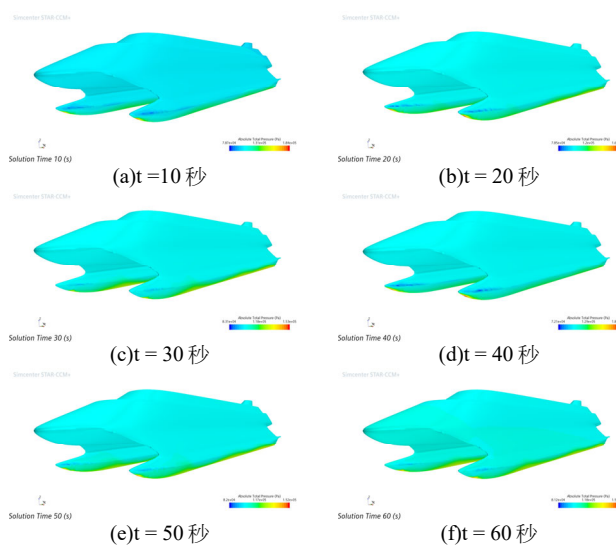
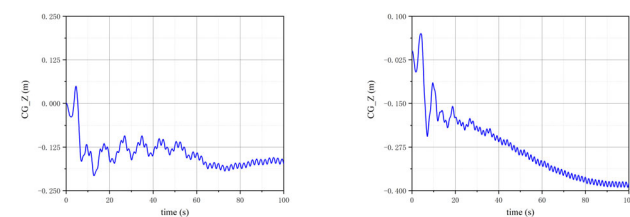


圖 5.6 船速 35 節時船體表面總壓力

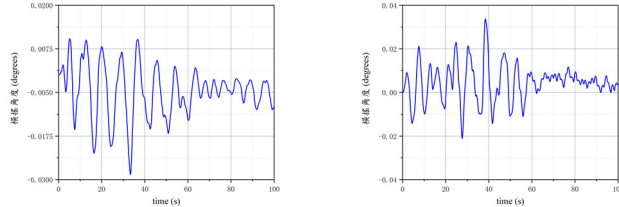
## 3. 船速在 25 節與 35 節之運動比較

### 3.1 重心位置變化



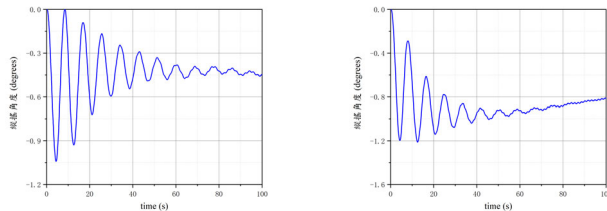
(a)船速 25 節 (b)船速 35 節  
圖 5.7 船體重心 CG\_Y 位置變化

### 3.2 橫搖角度



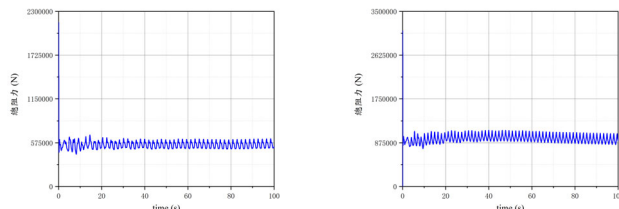
(a)船速 25 節 (b)船速 35 節  
圖 5.8 船體橫搖角度變化

### 3.3 縱搖角度



(a)船速 25 節 (b)船速 35 節  
圖 5.9 船體縱搖角度變化

### 4. 船速在 25 節與 35 節之總阻力比較



(a)船速 25 節 (b)船速 35 節  
圖 5.10 船體縱搖角度變化

### 結果與討論

於本研究使用 STARCCM+進行模擬，分析雙體船在相同波浪狀況下以不同速度航行，其橫搖、縱搖、升沉與阻力等物理量的差異。首先從阻力可以明顯看出以 35 節速度航行，其阻力峰值大約是 1100kN，而 25 節的阻力峰值大約在 600kN，所以阻力隨著航行速度提高而有顯著的增加。船體運動的部分，重心位移在兩個速度下，隨著模擬時間的增加逐間趨於穩定震盪，同時高速航行時重心下沉較低速多。在橫搖的部分，由於本研究船舶是頂浪航行，在兩個速度下橫搖角度都非常的小，25 節速度的橫搖角度最大只有 0.002degree 左右，有此可知此雙體船在頂浪航行下，其橫向穩度優異。縱搖角度也隨著模擬時間推進而逐漸至一值小幅度震盪，兩個速度比較下 35 節縱搖的角度較大。

本研究只針對不同速度相同波浪條件作探討，而船舶與波浪交互作用是一複雜問題，尚有許多層面可以探討，如未來需繼續深究此類問題，可以比較不同波浪週期、使用不規則波或不同的波浪入射角等來探討雙體船運動之模式，並與其他文獻結果做比對，得以更深入的分析各種狀況下之運動行為。

### 參考文獻

1. Kaplan, P. and Raff, A.I., "Evaluation and Verification of Computer Calculation of Wave-induced Ship Structural Load", *Ship Structures Committee Report No.299* (1972).
2. Kim, C.H, Chou, F.S, and Tien, D., "Motions and Hydrodynamic Load of a Ship Advancing in Oblique Waves", *Transactions of the Society Of Naval Architects and Marine Engineers*, Vol.88 (1980).
3. Moraes, H. B., Vasconcellos, J. M. and Latorre, R. G. "Wave resistance for high-speed catamarans", *Ocean Engineering*, Vol. 31 (2004).
4. Chen, P. F., Huang, C. H. "An inverse hull design approach in minimizing the ship wave", *Ocean Engineering*, Vol. 31, pp. 1683-1712 (2004).
5. Hirt C. W., Nichols B. D., "Volume of Fluid (VOF) method for free boundaries", *Journal of Computational Physics*, Vol. 39 (1981).
6. Centeno, R., Varyani, K. S., and Guedes Soares, C., Experimental Study on the Influence of Hull Spacing on Hard-Chine Catamaran Motions, *Journal of Ship Research*, Vol.45, No. 3 (2001).
7. Lee, C. M., Prediction of Motion, Stability, and Wave Load of Small-Waterplane-Area, Twin-Hull Ships, *SNAME Trans.*, Vol.85, pp.94-130 (1977).
8. Fang, M. C., Lee, M. L. and Lee, C. K., Time Simulating of Water Shipping for a Ship Advancing in Large Longitudinal Waves, *Journal of Ship Research*, Vol.37(2), pp. 126-137 (1993).
9. Wilson R.V., Carrica P.M. and Stem Fred. Simulation of ship breaking bow waves and induced vortices and scars, *International Journal for Numerical Method in Fluids*, Vol. 54, pp. 419-451 (2007).
10. Campana E.F., Peri D., Tahara Y. and Stern F., Shape optimization in ship hydrodynamics using computational fluid dynamics, *Computer Methods in Apply Mechanics and Engineering*, Vol. 196, pp. 634-651 (2006).
11. Lo D. C, Su Dong-Taur and Chen Jan-Ming, Application of computational fluid dynamics simulations to the analysis of bank effects in restricted waters, *Journal of Navigation*, Vol. 62, pp 477-491 (2009).
12. Chen, P. F., Huang, C. H., Fang, M. C. and Chou, J. H. An inverse design approach in determining the optimal shape of bulbous bow with experimental verification, *Journal of Ship Research*, Vol. 50(1), pp. 1-14 (2006).
13. 何達立, "小水面線雙體離岸風電人員運輸船隻耐海性能統計評估模式研究", 碩士論文, 國立臺灣海洋大學, 基隆, 2023。

14. 顏守平, “以三維理論分析穿浪型雙體船在縱舭中運動之時程模擬”, 碩士論文, 國立成功大學, 台南, 2009。
15. 林岱陵, “相位轉移法應用於雙體船運動之三維分析”, 碩士論文, 國立成功大學, 台南, 2007。
16. 林衍儉, “穿浪型雙體船在斜浪規則波中之大振幅運動研究”, 碩士論文, 國立臺灣海洋大學, 基隆, 2023。
17. 陳家鉦, “高速雙體船之波浪負荷及波擊應力分析”, 碩士論文, 國立臺灣海洋大學, 基隆, 2012。
18. 吳濟民, “基於船舶減阻隻小水線面雙體船水下胴體設計優化”, 碩士論文, 國立台灣大學工學院工程科學及海洋工程學系, 台北, 2023。
19. 邱方伶, “應用計算模擬小水面雙體船與離岸風車之頂靠操作”, 碩士論文, 國立臺灣海洋大學, 基隆, 2019。
20. 郭柏志, “穩態勢流對雙體船運動之影響”, 碩士論文, 碩士論文, 國立成功大學, 台南, 2002。
21. 柳軍承, “應用粒子群法及支持向量迴歸法於船舶球型艏最佳化研究”, 碩士論文, 國立成功大學, 2015。
22. 洪添保, “規則波對貨櫃船橫搖之研究”, 碩士論文, 國立高雄海洋科技大學, 高雄, 2017。
23. 黃智偉, “自由液面影響下之水下潛體運動流場數值模擬分析”, 碩士論文, 國防大學, 桃園, 2004。
24. 周家宏, “最佳化船型預估之研究”, 碩士論文, 國立成功大學, 台南, 2002。
25. 卓永堂, “球型船艏對船舶運動與阻力之影響評估”, 碩士論文, 國立成功大學, 臺灣, 2003。
26. 陳彥志, “船舶追越與對遇的模擬研究”, 碩士論文, 國立高雄海洋科技大學, 臺灣, 2009。
27. 羅志宏, “船隻在順波中航向穩定性與運動之分析”, 碩士論文, 國立成功大學, 臺灣, 2001。
28. 林義復, “應用計算流體模擬船舶岸壁效應之研究”, 碩士論文, 國立高雄海洋科技大學, 臺灣, 2008。

# Motion Performance of High-Speed Multi-Hull Vessels in Regular Waves

*Ming-Sheng Shen*\*   *Ying-Kang Li*\*   *Reui-Kuo Lin*\*\*

\* Department of Marine Engineering, National Taiwan Ocean University, Master student

\*\* Department of Marine Engineering, National Taiwan Ocean University, Assistant Professor

*Keywords: Multihull vessel, computational fluid dynamics, volume of fluid method, wave-making effect*

## ABSTRACT

Regardless of whether it's a passenger ferry aiming to shorten travel time between destinations or a requirement for fast navigation during patrol operations by coast guard or navy, the commonality lies in the necessity for higher sailing speeds. Multi-hull vessels capable of maintaining stability amidst high-speed sailing and rough sea conditions have gained favor among ship owners and military or law enforcement agencies. This study employs computational fluid dynamics to simulate hydrodynamic characteristics of high-speed multi-hull passenger vessels, primarily focusing on the wave-making effects at various speeds.

The research constructs three-dimensional geometries and fundamental characteristics of the vessels, while utilizing actual wave conditions around Taiwan as the basis for wave simulations. Analysis is conducted on the vessel's motions and wave-making effects in three degrees of freedom under different sailing speeds. For vessels navigating in broad waterways, a numerical channel is established with parameters such as sailing time and speed. Results encompass flow field around the vessels, pressure distribution on the hull, resistance, and variations in vessel motion under different speeds and wave conditions.

This paper explores hydrodynamic simulations of multi-hull vessels sailing at various speeds in expansive maritime areas using computational software. The findings indicate that the proposed model yields satisfactory simulation results and potentially reduces the need for manpower and resources required in physical model testing. The study aims to provide insights into the resistance, motion behavior, and wave interaction of multi-hull vessels commonly used in passenger or military/law enforcement operations sailing at different speeds in the vicinity of Taiwan, thereby offering ship owners a better understanding of their basic performance characteristics before procuring such vessels.