

發展低風險航路規劃

范揚洺¹ 邱惠絹¹ 王良生¹

¹國立成功大學近海水文中心

主題: C.海洋及海岸規劃管理 (監測、防災、規劃管理與治理)

通訊作者: 范揚洺

E-mail: ymfan@mail.ncku.edu.tw

Tel: 06-209-8851 ext. 13

摘要

船舶航行期間可能因為惡劣海氣象、船舶擱淺、碰撞等因素導致生命財產損失。根據世界海運理事會(World Shipping Council, WSC) 2022 年的貨櫃遺失海報告指出 2008 年至 2021 年期間, 每年平均有 1,629 個貨櫃落海, 而 2020 年至 2021 年期間因受到惡劣海氣象影響, 每年平均落海的貨櫃顯著增加, 高達到 3,113 個。為了提高航行安全, 本研究選用等時線演算法, 並利用中央氣象局的風、波、流預報資料計算航行安全指標, 進而規劃出具有避開高風險海況功能, 提供船長最適航線, 選擇舒適且安全的航行路線。

關鍵詞: 航路規劃、預報資料、安全指標

一、研究目的

現今的航路規劃系統已具有相當豐富的資訊, 例如, 狹窄水域、沉船、航道的浮標、孤立的礁石、分道通航制等, 這些都已經清楚的標示在電子海圖上, 船長可充分利用這些已知的資訊, 來仔細規劃航路。然而, 還有些因素在規劃階段是不能精準預知, 且為航行期間船長的經驗無法完全即時掌握的, 像快速變化的天氣、惡劣海況。

國際海事組織 IMO 指出使用氣象航路 (Weather Routing) 服務至少可節省 3% 的燃料消耗, 對於特定船舶, 例如貨櫃船, 更可高達 10% (Arslan et. al., 2015)。本研究團隊過去已利用中央氣象局每天 4 次更新的 WRF 大氣預報資料與 WW3 波浪預報資料發展船舶作業風險預報與交錯波浪預報, 依據不同噸位船舶的耐海程度展示未來 72 小時內的海域上任一位置的風險程度。在此基礎下, 本研究目的是發展低

風險航路規劃系統, 提供船長舒適且安全的最適航行路線選項。

二、研究方法

前人研究指出精準的氣象航路服務有利於船舶海上航行期間避免船體因風浪造成之損害、燃油損耗、降低其航程時間, 進而提升船舶在海上航行之效率與船體安全性 (Brodli, 2017; Chen and Lee, 2008; Lu, 2014; Padhy et. al., 2008; Tsou and Cheng, 2013; Wei and Zhou, 2012; 李建興, 2006; 廖與王, 2006)。又由文獻得知用於航路規劃的主要方法包括等時線法、動態規劃、尋路與遺傳演算法, 以及人工智慧與機器學習。等時線法主要考量海氣象變化與水深; 動態規劃法、尋路與遺傳演算法主要以降低油耗為主, 其中動態規劃法若採用變分計算, 則以航行時間為主要考量; 人工智慧與機器學習主要以油耗與預計到達時間為主。由於本研究以航行安全為主要考量,

並導入海氣象預報資料，因此使用等時線法來規劃航路，並依據船級作業風險預報與交錯波浪預報來評估航路。此外，航路可分為大圈航路、安全航路、省油航路，以及洋流航路，本研究以大圈航路為基礎，利用等時線法規劃出低風險航路。

規劃航路時，利用船級作業風險預報與交錯波浪預報 2 項指標來決定航路。為了規劃避開惡劣海況的航路，以大圈航路計算出的航向角為基準，由這個角度以 15 度的間隔向左向右各擴張 45 度，共可得到 7 個一小時內的不同點位，接著分別計算 7 個點位上的「船級作業風險預報與「交錯波浪預報」，選擇低風險、沒有交錯波浪、非陸地，以及最接近大圈航路的點位，如圖 1 所示。決定完第一個時間點位後，依據前述方法逐一往下找尋航路。然而，過程中有可能會在某個時間點遭遇惡劣海況，因此會往回 3 個時間點(意即 3 小時前)，重新再規劃航路。

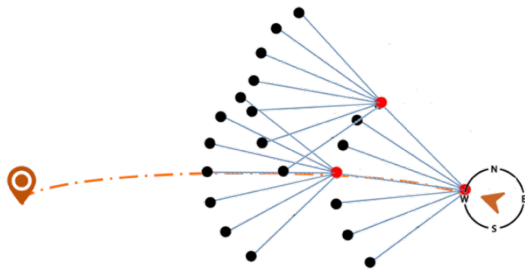


圖 1 等時線法規劃航路示意圖

三、研究結果

等時線法演算程序如圖 2 的航路規劃流程圖，為了獲得最佳的低風險航路，圖中左上角可以看出海氣象預報資料、地形水深、海底障礙物等數位資料已在計算前導入，其中海氣象預報資料將每天更新 4 次。此外，使用者也須自行輸入的相關資訊，如圖 3 所示，包括停靠港口、船舶總長度、船寬、船深、吃水，以及航行速度等條件。

以船舶自臺北港出發，停靠長崎港、上海港為例，航路規劃結果如圖 4，圖中除了展示逐時的最短距離航路(紅線)、低風險航路(藍線)資訊外，亦提供逐時的海氣象預報資料。由圖中可以看出啟航後的第 12 小時，為了要避開有風險的海域(藍色不規格區塊)，因此低風險航路往西北向再轉北向航行。而若不考慮海象安全判斷，亦即最短距離航路，雖然航行時間

會比低風險航路少，但有部分航段穿越不安全的區域。又圖中顯示藍色不規則區塊內的浪高高達 5.2 公尺，因此由航路規劃結果證實本研究發展的低航路風險規劃確實可避開高風險海況，提升船舶航行安全。

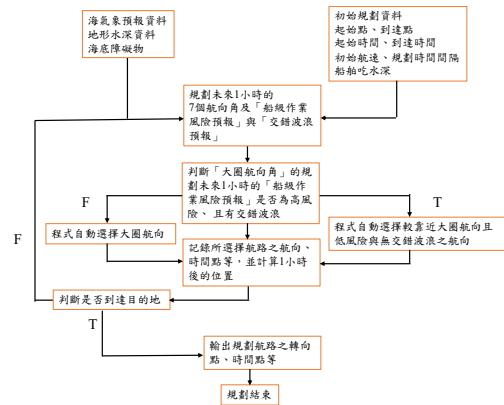


圖 2 航路規劃流程圖



圖 3 航路規劃介面設計

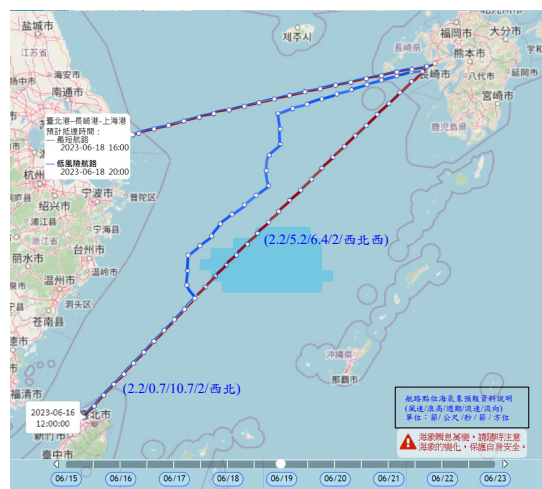


圖 4 航路規劃結果