

臺中港不同風速管制基準機率探討

羅冠顯³ 李俊穎² 蔡立宏¹ 廖慶堂⁴ 陳子健⁵ 陳孟宏⁵

¹交通部運輸研究所港灣技術研究中心主任

²交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長

³交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

⁴交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員

⁵交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究助理

摘要

本研究分析交通部運輸研究所港灣技術研究中心臺中港北堤綠燈塔及 31 號碼頭風速觀測站資料，針對方案 1(綠燈塔測站觀測風速)及方案 2(綠燈塔及 31 號碼頭測站觀測風速平均)兩情境，探討不同月份、季節及時段暫停船舶進港機率。「方案 1」5~8 月暫停船舶進港機率趨近於 0%，秋冬兩季暫停船舶進港機率最高，船舶調度及航程規劃，需不斷滾動式檢討，夏季暫停船舶進港機率最低，但仍需注意颱風動態，避免因臨時性暫停船舶進港，而造成航程延誤，衍生額外損失。「方案 2」1~9 月及 11 月全時段暫停船舶進港機率為 0%，12 月為暫停船舶進港機率最高之月份，此統計結果與方案 1 相同，春、夏兩季全時段暫停船舶進港機率均為 0%，秋季暫停船舶進港機率均低於 2%，冬季暫停船舶進港機率為四季中最高，與方案 1 分析結果相同。本研究分析成果可提供臺中港航管中心與航商，做為船舶管理調度及航程規劃之應用參考。

一、緣起及目的

109 年 3 月 9 日香港籍貨櫃船「騏龍輪」與我國「永華 6 號」引水船，於臺北港港內發生碰撞，造成「永華 6 號」引水船翻覆及 2 名人員死亡，國家運輸安全調查委員會針對此次碰撞事件，建議交通部航港局及相關單位協商訂定各港於「天候不良」及「特殊狀況」引水人無法出港口接船之標準。根據臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司 111 年 11 月「臺中港船舶交通服務指南」，將臺中港船舶進出港管制基準定義如下：

1. 風力依據之次序：

- (1) 北防波堤及南防波堤海氣象儀測得平均風力之平均值。
- (2) 航管中心（以下簡稱為 VTS）海氣象儀測得平均風力。
- (3) 中央氣象局梧棲氣象站資料。

2. 平時期間：

- (1) 測得平均風力達 20 m/s 以上（約蒲福風級 8 級上限）時，並觀測持續 2 小時或預測風速趨勢持續往上者，得暫停船舶進港作業（遇非強制引水或緊急進港船舶，得依實際海氣象狀況彈性調整），如環境情況許可，經船長及引水人確認安全無虞者得酌予放寬；未超過 20 m/s 時，引水人亦可視當時引領船舶操縱性能、拖船供給能量、漲退潮、海流及碼頭水域位置，決定是否可以立即引領。
- (2) 實施暫停船舶進港作業後，當平均風力低於管制基準值（20 m/s）持續 2 小時或預測風速趨勢持續往下時，得恢復船舶進港作業。
- (3) 液化天然氣船（簡稱 LNG 船）應依「臺中港液化天然氣船進出港與繫泊作業規定」辦理。

3. 能見度受限期間：

- (1) 白天或夜晚之能見度，自信號臺無法目視到南內堤燈塔或燈塔發光點時，即暫停船舶進、出港航行作業。
- (2) 白天或夜晚之能見度，自信號臺能目視到南內堤燈塔或燈塔發光點，但無法目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進、出港航行作業。
- (3) 船舶應遵守「國際海上避碰規則」有關能見度受限制時之規定，並應保持 VHF 第 14 頻道及第 16 頻道無線電話守聽，加強人員瞭望，注意附近水域航行船舶之動態，以維護各航行船舶之安全。
- (4) 當瞬間濃霧產生或能見度受限制時，船長應立即採取最安全之措施以維護航行安全。
- (5) 當能見度恢復，自信號臺可目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時，則全面開放船舶進、出港航行作業。

4. 颱風期間：依據「臺中港颱風期間船舶進出港航行與靠泊作業規定摘要表」辦理。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)於臺中港區北防波堤綠燈塔（以下簡稱綠燈塔測站）、中突堤 31 號碼頭（以下簡稱 31 號碼頭測站）、工專二防波堤及防風林等 4 處均有設置二維超音波式風速風向觀測站（如圖 1 所示），本研究係取綠燈塔及鄰近南防波堤之 31 號碼頭測站歷年所蒐集 10 分鐘平均風速資料，參考「臺中港船舶交通服務指南」平時期間船舶進出港管制基準，分析臺中港船舶在不同風速測站（方案 1：綠燈塔測站觀測風速，方案 2：綠燈塔及 31 號碼頭測站觀測風速平均）、月份、季節及時段暫停船舶進港機率（Probability），分析成果可提供臺中港航管中心或航商，做為船舶管理調度及航程規劃應用參考。



圖 1 臺中港風力觀測站位置圖

二、不同風速管制基準機率分析探討

根據「臺中港船舶交通服務指南」平時期間船舶進出港管制基準，將臺中港區風力管制基準訂為 20 m/s，當風速高於 20 m/s，且持續 2 小時即暫停船舶進港作業，暫停船舶進港機率估算公式如式(1)所示。

$$\text{機率 } P = \left(\frac{\text{符合連續 2 小時筆數}}{\text{資料總筆數}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

有關季節定義，12 月至 2 月為冬季，3 月至 5 月為春季，6 月至 8 月為夏季，9 月至 11 月為秋季，並將每日劃分為 T1 (00:00~05:59)、T2 (06:00~11:59)、T3 (12:00~17:59) 及 T4 (18:00~23:59) 共 4 時段，為確保分析資料可信度，各別時段風速資料蒐集率需達 9 成，未達此標準不列入統計分析樣本。風速測站資料分析區間為綠燈塔測站：2017 年 1 月~2022 年 10 月，計 277,049 筆風速資料；31 號碼頭測站：2020 年 8 月~2022 年 10 月，計 99,891 筆風速資料，風速測站 10 分鐘分析資料樣本數，如表 1 所示。

表 1 風速測站 10 分鐘分析資料樣本數統計表

月份	綠燈塔測站		31 號碼頭測站	
	樣本數	蒐集率 (%)	樣本數	蒐集率 (%)
1 月	18,448	68.88	7,085	79.36
2 月	18,527	76.13	8,063	99.99
3 月	22,985	85.82	8,535	95.60
4 月	25,474	98.28	4,321	50.01
5 月	25,426	94.93	4,464	50.00
6 月	24,320	93.83	4,320	50.00
7 月	26,565	99.18	8,127	91.03
8 月	23,447	87.54	7,737	57.77
9 月	25,186	97.17	12,899	99.53
10 月	26,699	99.68	13,389	99.98
11 月	20,963	97.05	8,635	99.94
12 月	19,009	85.17	8,913	99.83
總計	277,049	90.33	96,488	81.52

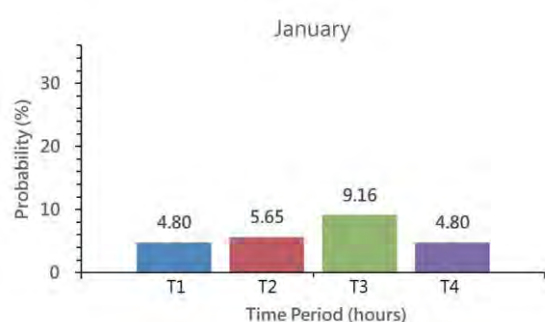
2.1 綠燈塔測站暫停船舶進港機率 (方案 1)

臺中港綠燈塔測站 1~12 月暫停船舶進港機率，如表 2 及圖 2~圖 3 所示，5~8 月臺灣為春末至夏季，海氣象環境受西南季風及颱風影響，此期間 T1~T4 時段均呈現相當低之暫停船舶進港機率（趨近於 0%），平均暫停船舶進港機率為 5 月 0.57%、6 月 0%、7 月 0%及 8 月 0%，探究其原因，西南季風由臺灣南部吹拂至臺中港海域，季風能量大幅降低，對於臺中港區之影響已較微弱，而颱風係屬於偶發性事件，雖於短時間內使海氣象環境產生劇烈變化，但對於長期性統計資料影響甚微，船商規劃於此期間進出臺中港區，不易受到氣象所影響，但仍需注意颱風襲擾所造成之臨時性暫停船舶進港。9~2 月暫停船舶進港機率最高時段均落於 T3(其餘月份呈現不規則分佈)，即午後至日落前，分別為 9 月 6.86%、10 月 20.43%、11 月 19.33%、12 月 30.88%、1 月 9.16%及 2 月 12.03%，其中又以 10~12 月機率最高，平均暫停船舶進港機率為 23.55%，如需於此時間進出港，應儘量避開 T3 時段。T1~T4 全時段平均暫停船舶進港機率，以 12 月 23.47%最高，11 月 14.56%及 10 月 14.80%次之，亦表示此期間臺中港海氣象條件較嚴苛，對於船舶調度及航程規劃，需不斷滾動式檢討，以利相關作業執行。

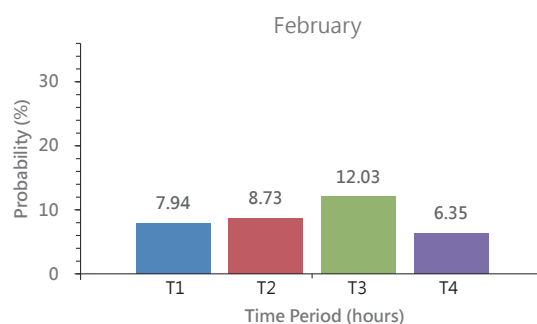
1~2 月東北季風吹風強度逐漸減弱，隨著平均風速降低，各時段暫停船舶進港機率均有明顯下降之趨勢，1 月(T1：4.80%、T2：5.65%、T3：9.16%、T4：4.8%)，2 月(T1：7.94%、T2：8.73%、T3：12.03%、T4：6.35%)，全時段平均暫停船舶進港機率(1 月：6.10%、2 月 8.76%)僅次於 10~12 月。根據港研中心綠燈塔測站 2017 年 1 月~2022 年 10 月期間 10 分鐘平均風速統計資料，1 月為 12.37 m/s、2 月 11.26 m/s，惟於圖 2 綠燈塔測站 T1~T4 時段全年逐月暫停船舶進港機率分佈圖可發現，平均風速與暫停船舶進港機率呈現負相關，即平均風速較高之 1 月，其暫停船舶進港機率卻低於平均風速較低之 2 月，分析 1、2 月數據，2 月平均風速雖低於 1 月，資料分析期間該月大於管制基準值 20 m/s 筆數為 1,710 筆，1 月則為 1,317 筆，且於不同時段均高於 1 月，使 2 月全時段暫停船舶進港機率大於 1 月，T1(2 月-1 月=3.14%)、T2(3.08%)、T3(2.87%)與 T4(1.55%)。12 月及 1 月 10 分鐘平均風速為 12 月 14.63 m/s、1 月 12.37 m/s，風速差為 2.26 m/s，而暫停船舶進港機率卻呈現相當大之差異，資料分析期間 12 月 10 分鐘平均風速大於 20 m/s 筆數為 5,091 筆，較 1 月高出 3,774 筆，此筆數上之差異使 12 月及 1 月 T1~T4 時段機率差產生較大之落差(T1：19.78%、T2：22.56%、T3：21.72%及 T4：17.42%)，12 月及 1 月臺中港均面臨東北季風影響，惟 12 月時東北季風穩定且吹風延時長，因而產生較高之暫停船舶進港機率，1 月期間東北季風對臺中港區影響雖尚未減弱，但其吹風延時已大幅縮減，使機率相較於 12 月份下降許多，因而形成平均風速差小，卻產生較大機率差之現象。

表 2 綠燈塔測站 T1 ~ T4 時段月暫停船舶進港機率 (%)

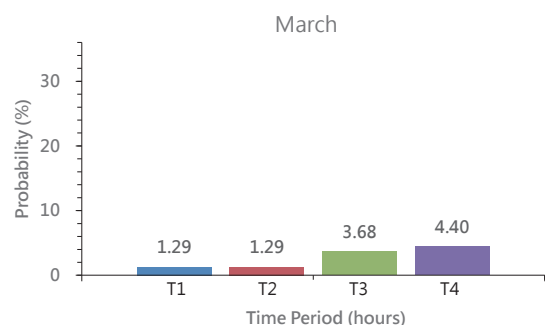
月份	T1	T2	T3	T4
1 月	4.80	5.65	9.16	4.80
2 月	7.94	8.73	12.03	6.35
3 月	1.29	1.29	3.68	4.40
4 月	2.84	1.70	2.81	2.29
5 月	0.00	0.00	0.00	0.57
6 月	0.00	0.59	0.59	0.00
7 月	0.54	0.00	0.00	0.00
8 月	0.00	0.00	0.00	0.00
9 月	0.57	1.71	6.86	3.43
10 月	8.65	12.90	20.43	17.20
11 月	11.11	14.18	19.33	13.61
12 月	24.58	28.21	30.88	22.22



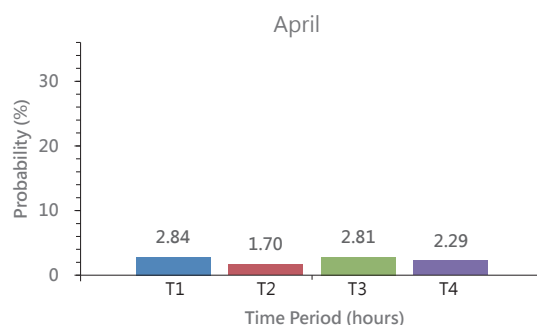
(a) 1 月



(b) 2 月

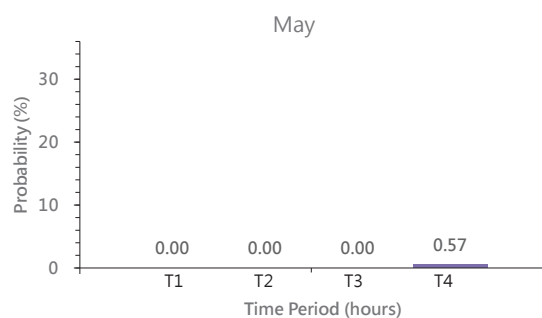


(c) 3 月

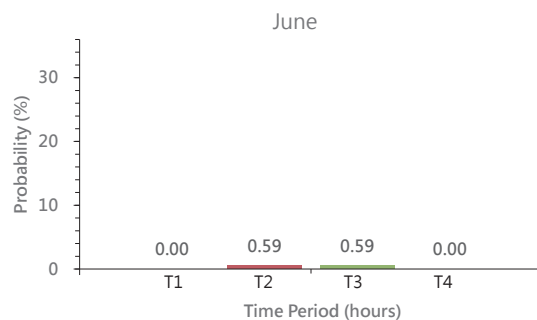


(d) 4 月

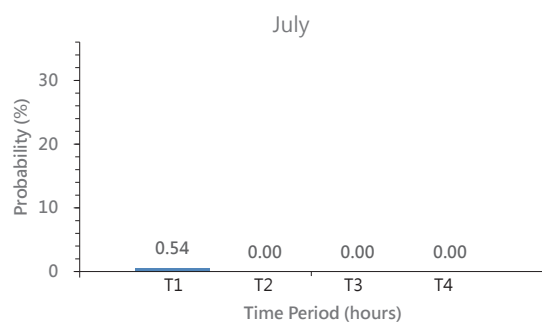
圖 2 綠燈塔測站 T1 ~ T4 時段月暫停船舶進港機率分佈圖



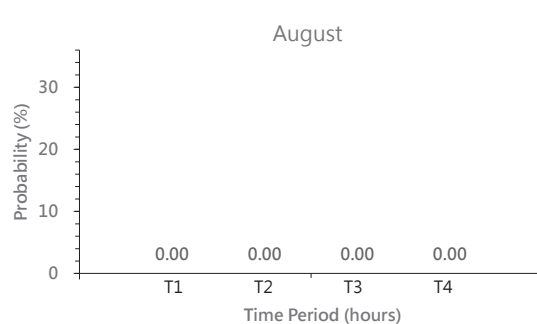
(e) 5 月



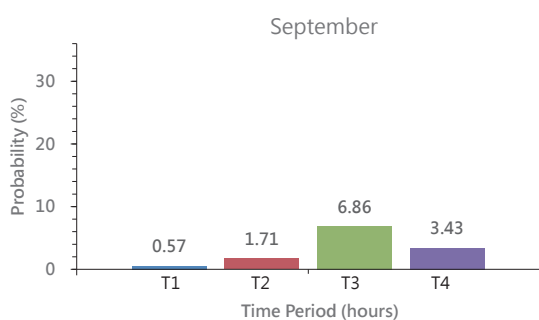
(f) 6 月



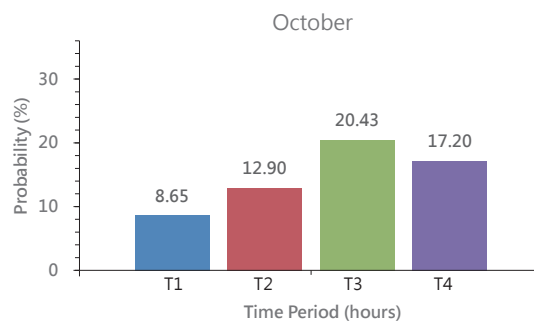
(g) 7 月



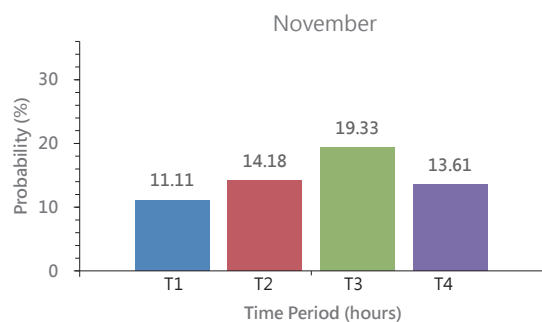
(h) 8 月



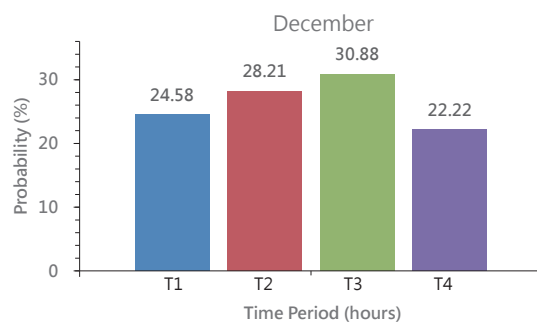
(i) 9 月



(j) 10 月



(k) 11 月



(l) 12 月

圖 2 綠燈塔測站 T1 ~ T4 時段月暫停船舶進港機率分佈圖(續)

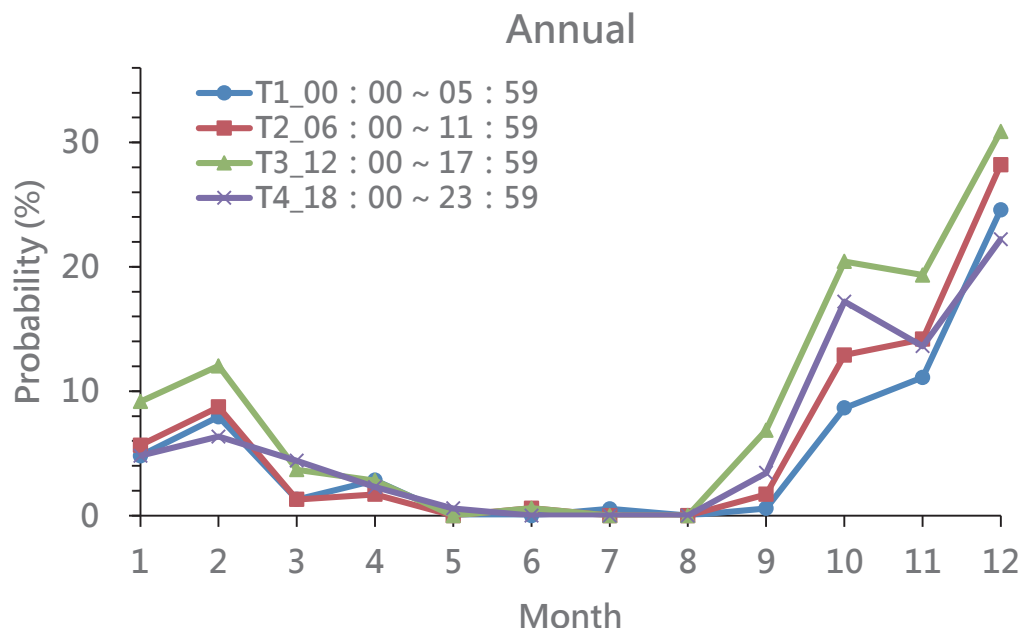


圖 3 綠燈塔測站 T1 ~ T4 時段全年逐月暫停船舶進港機率分佈圖

綠燈塔測站四季暫停船舶進港機率，如表 3 及圖 4~圖 5 所示，機率最高之季節為冬季，各時段機率為 T1：12.44%、T2：14.20%、T3：17.36%及 T4：11.12%，以 T3 時段 17.36% 機率最高，如需於冬季進出港，應儘量避開本時段，秋季 T1~T4 時段暫停船舶進港機率僅次於冬季，為 T1：6.78%、T2：9.60%、T3：15.54%及 T4：11.41%，秋冬兩季臺中港區因受東北季風影響，而產生較高之機率。夏季暫停船舶進港機率最低，各時段為 T1：0.18%、T2：0.20%、T3：0.20%及 T4：0%，機率均趨近於 0%。四季 T1~T4 全時段平均暫停船舶進港機率為春季 1.74%、夏季 0.15%、秋季 10.83%與冬季 13.78%，可發現臺中港進入秋冬季后，機率急遽增加，春季時東北季風趨緩，逐漸轉為西南季風，冬春兩季全時段機率差約 8.70%~15.2%(T1：11.06%、T2：13.20%、T3：15.20%、T4：8.70%)。

如將單日劃分為 T1~T2 及 T3~T4 兩時段，四季平均暫停船舶進港機率為春季(T1~T2：1.19%、T3~T4：2.29%)、夏季(T1~T2：0.19%、T3~T4：0.10%)、秋季(T1~T2：8.19%、T3~T4：13.48%)及冬季(T1~T2：13.32%、T3~T4：14.24%)，根據此統計結果，T3~T4 午後至入夜時段，除夏季外，平均暫停船舶進港機率高於 T1~T2 時段，以秋季差異 5.29% 最高，此季節如要規劃進出臺中港，建議可選擇於中午前 T1~T2 時段，減少因暫停船舶進港作業所產生之影響。冬季 T1~T2 及 T3~T4 兩時段平均暫停船舶進港機率差異較小，兩時段相差約 0.92%，船舶於此季節進出臺中港，選擇任何時段差異不大，均需面臨 13~14% 機率。春季處於東北-西南季風轉換之季節，暫停船舶進港機率相較於秋冬季下降許多，選擇於上午前 T1~T2 時段進出臺中港平均暫停船舶進港機率可減少 1.1%，T1~T2 及 T3~T4 兩時段平均機率均低於 3%。夏季 T1~T2 及 T3~T4 兩時段平均暫停船舶進港機率均低於 0.5%，選擇任一時段進出港均可，但仍需注意颱風動態，避免因臨時性暫停船舶進港，而造成航程延誤，衍生額外損失。

港區營運與海氣象環境息息相關，臺中港因季節變化，所面臨的海氣象條件及風險因子有所不同，航管中心與航商於不同季節必需有相對應之調度及規劃策略，茲將臺中港四季海氣象特性敘述如後。春季，正處東北-西南季風轉換期，港區海氣象環境未如秋冬季惡劣，臺中港海域海氣象條件相對穩定，各時段暫停船舶進港機率約 1~2%。夏季時，西南季風由臺灣西南方吹拂至中部海域，因吹風距離長，吹風能量減弱，對臺中港區影響較輕微，此季節需注意偶發性颱風事件所帶來之劇烈天氣變化，而造成之臨時性暫停船舶進港。秋季時，季風型態由西南逐漸轉換為東北，亦屬於季風轉換過渡期，平均風速逐漸增加，隨著時間進入秋末，東北季風增強並趨於穩定，各時段機率大幅上升，增加航管中心調度壓力與航商航程規劃不確定性。進入冬季，港區受強烈東北季風影響，T1~T4 時段均維持 10%以上暫停船舶進港機率，航商如於此季節進出臺中港，建議調度及航程規劃需不斷滾動檢討，避免因長時間暫停船舶進港而導致航程延宕，造成額外之損失。整體而言，東北季風對臺中港區所造成之影響較西南季風顯著。

表 3 綠燈塔測站 T1~T4 時段四季暫停船舶進港機率 (%)

月份	T1	T2	T3	T4
春季	1.38	1.00	2.16	2.42
夏季	0.18	0.20	0.20	0.00
秋季	6.78	9.60	15.54	11.41
冬季	12.44	14.20	17.36	11.12

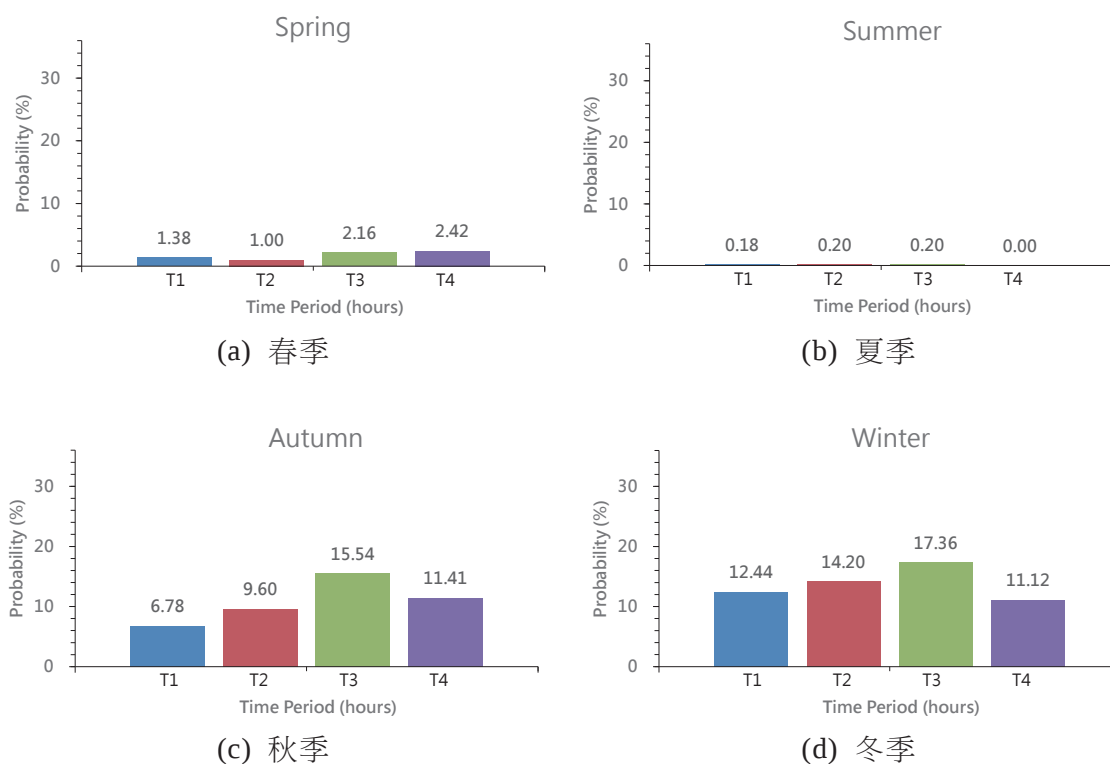


圖 4 綠燈塔測站 T1~T4 時段四季暫停船舶進港機率分佈圖

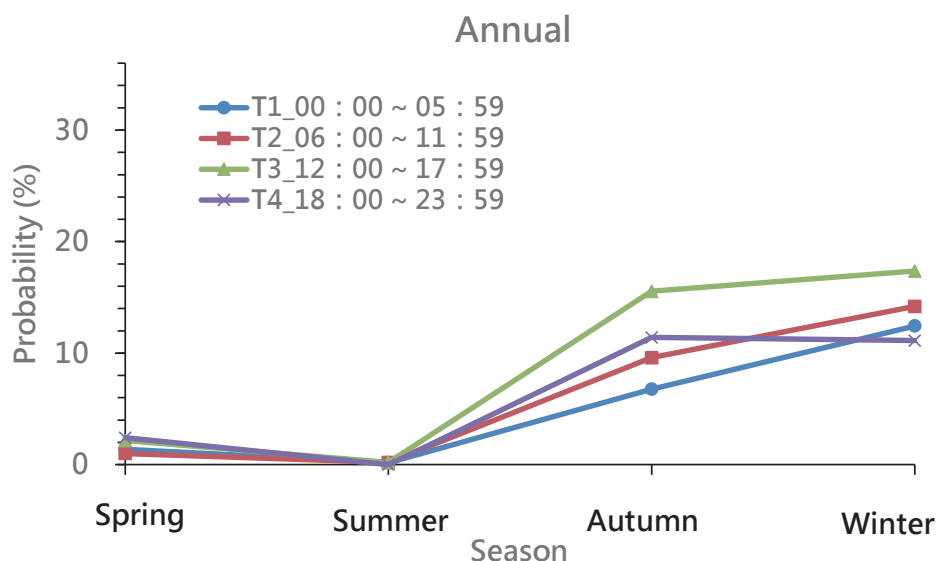


圖 5 綠燈塔測站 T1 ~ T4 時段全年四季暫停船舶進港機率分佈圖

2.2 綠燈塔及 31 號碼頭測站風速平均後暫停船舶進港機率 (方案 2)

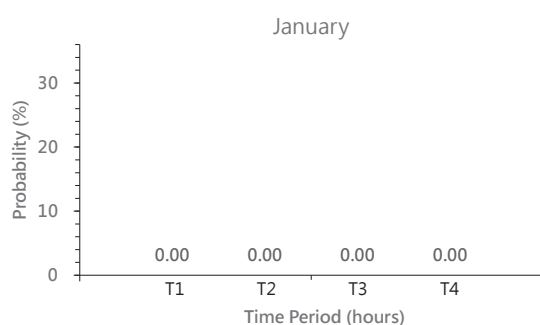
本研究分析期間，臺中港南防波堤風速觀測系統尚未架設完成，爰選取距離南防波堤約 2.3 km(如圖 1)31 號碼頭測站觀測資料進行分析。表 4 及圖 6~圖 7 為綠燈塔測站及 31 號碼頭測站加總後之平均風速，於 T1~T4 時段暫停船舶進港機率統計資料，資料分析區間兩站均由 2020 年 8 月~2022 年 10 月，可發現各時段機率與表 2 僅考慮綠燈塔測站時，分佈上有明顯之差異，31 號碼頭位於臺中港中突堤，分析期間 10 分鐘平均風速 5.90 m/s，較綠燈塔測站 9.73 m/s 減少 3.83 m/s，且經本研究統計，31 號碼頭測站於資料分析期間 10 分鐘平均風速超過管制基準值 20 m/s 僅 6 筆，均發生於 2022 年 10 月 17 日，反觀綠燈塔測站則有 7,711 筆，因而使方案 1 及方案 2 機率呈現出較大之差異性。比較表 2 及表 4 全時段暫停船舶進港機率，10 月暫停船舶進港機率差(方案 1-方案 2)為 T1:7.56%、T2:8.60%、T3:16.13%與 T4:13.97%，差異最大時段為 T3，差異最小時段為 T1 時段，12 月東北季風影響逐漸增強，機率差愈加明顯，T1 機率差 12.58%，為機率差異最小時段，T2 機率差為 15.71%，T3 機率差為 21.58%，為差異最大之時段，T4 時段機率差為 12.70%，機率差異最大及最小之時段，與 10 月分析結果相同。

表 4 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1~T4 時段月暫停船舶進港機率顯示，1~9 月及 11 月全時段機率為 0%，10 月各時段機率均低於 5%，T1:1.09%、T2:4.30%、T3:4.30%與 T4:3.23%，機率最高時段為 T2(日出至正午)及 T3(午後至日落)，T4 時段次之，機率最低時段為 T1，航商如於 10 月規劃至臺中港進卸貨，於此管制基準下，建議可安排於正午前 T1~T2 時段，減少因暫停船舶進港所造成之影響。12 月為暫停船舶進港機率最高之月份，此統計結果與 2.1 節相同，臺中港因受到強烈東北季風影響，機率較 10 月增加約 5~11%，T2 時段機率 12.50%為各時段最高，T1 時段 12.00%次之，T4 時段機率為 9.52%，T3 時段機率 9.30%，亦為各時段最低。11 月臺中港雖受東北季風影響，惟暫停船舶進港機率於各時段分析結果均為 0%，探究其原因，綠燈塔與 31 號碼頭相距約 4 km，綠燈塔測站位於臺中港最西側，風場所受影響較小，可充分發展，31 號碼頭位於臺中港中突堤，位處內陸且港區

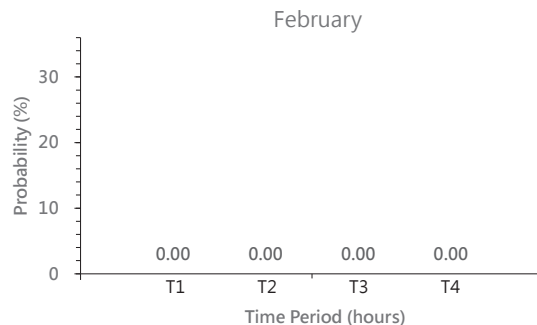
構造物林立，風場受到干擾而使風速大幅減弱。31 號碼頭分析期間，11 月 10 分鐘平均風速為 6.81 m/s，10 分鐘平均風速超過 20 m/s 為 0 筆，綠燈塔測站 10 分鐘平均風速 12.55 m/s，10 分鐘平均風速超過 20 m/s 則為 1,366 筆，兩測站因平均風速及平均風速逾 20 m/s 筆數上之差異，而使 11 月機率分析結果產生此特殊之現象。

表 4 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1~T4 時段月暫停船舶進港機率 (%)

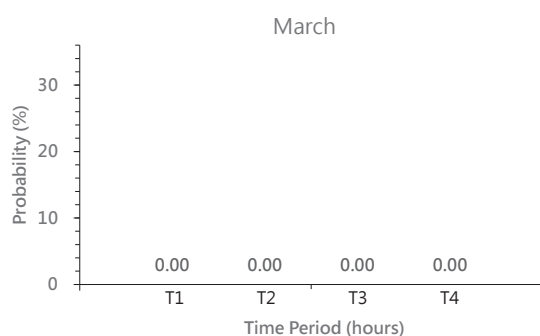
月份	T1	T2	T3	T4
1 月	0.00	0.00	0.00	0.00
2 月	0.00	0.00	0.00	0.00
3 月	0.00	0.00	0.00	0.00
4 月	0.00	0.00	0.00	0.00
5 月	0.00	0.00	0.00	0.00
6 月	0.00	0.00	0.00	0.00
7 月	0.00	0.00	0.00	0.00
8 月	0.00	0.00	0.00	0.00
9 月	0.00	0.00	0.00	0.00
10 月	1.09	4.30	4.30	3.23
11 月	0.00	0.00	0.00	0.00
12 月	12.00	12.50	9.30	9.52



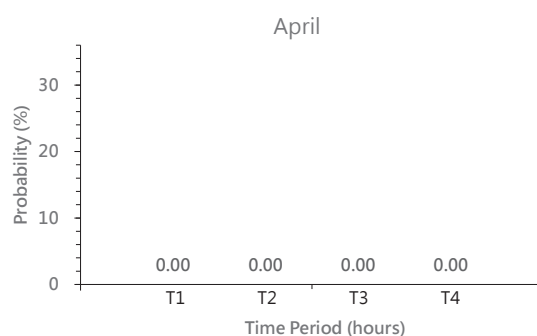
(a) 1 月



(b) 2 月

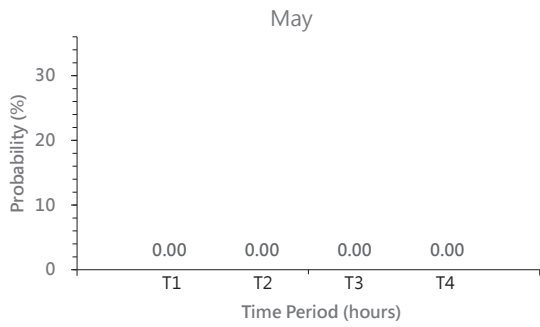


(c) 3 月

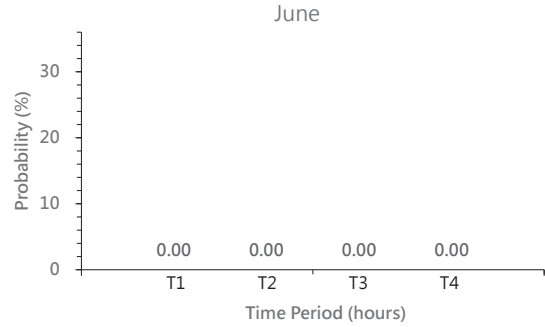


(d) 4 月

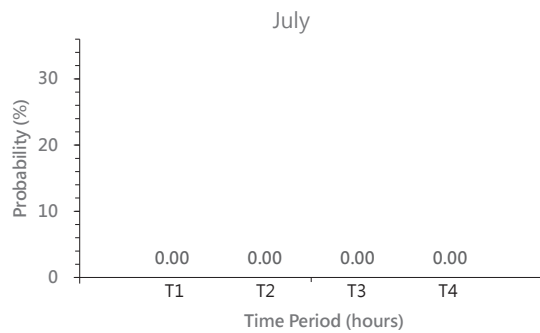
圖 6 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1~T4 時段月暫停船舶進港機率分佈圖



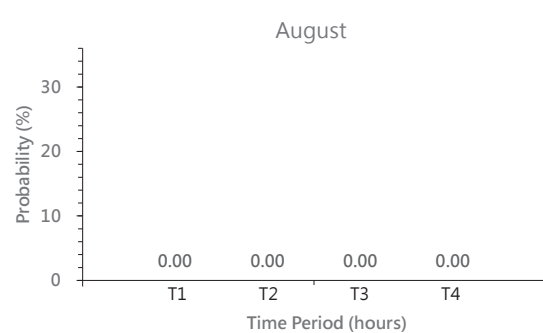
(e) 5 月



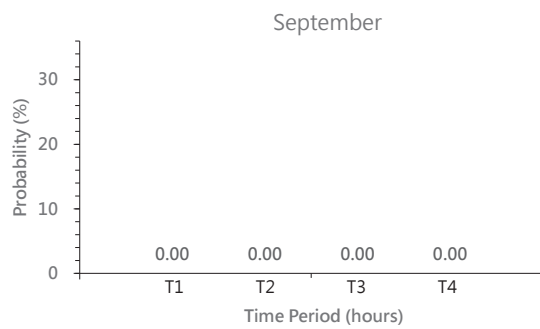
(f) 6 月



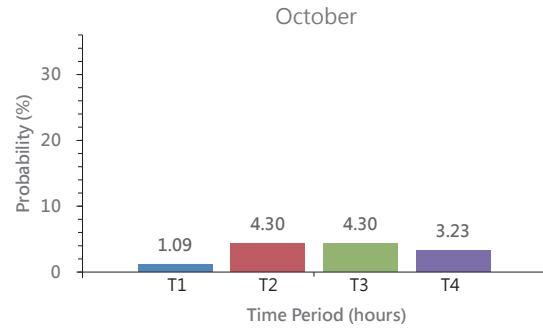
(g) 7 月



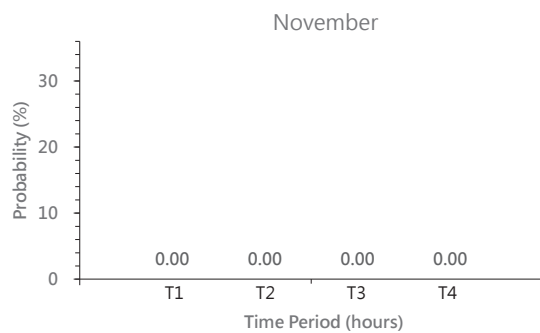
(h) 8 月



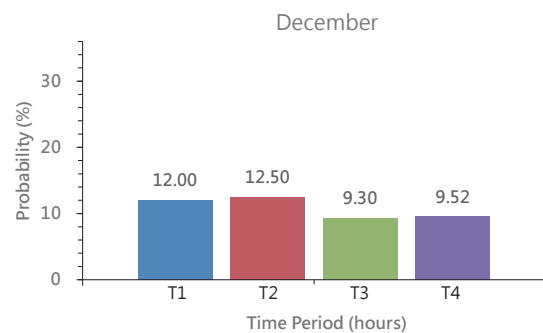
(i) 9 月



(j) 10 月



(k) 11 月



(l) 12 月

圖 6 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1 ~ T4 時段月暫停船舶進港機率分佈圖(續)

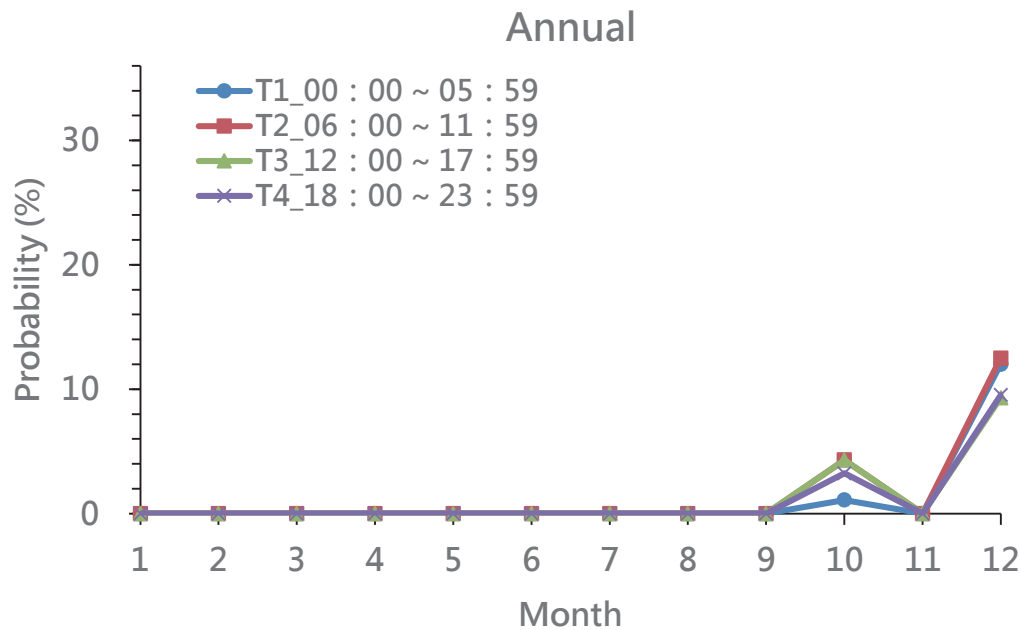


圖 7 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1 ~ T4 時段全年逐月暫停船舶進港機率分佈圖

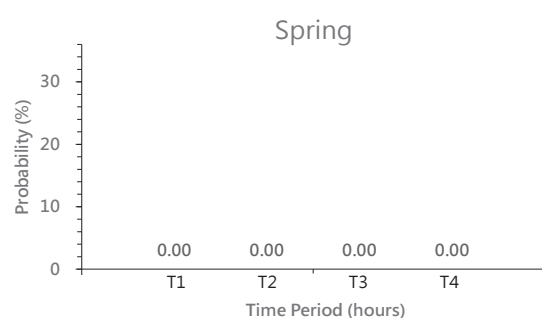
綠燈塔測站及 31 號碼頭測站加總後之四季平均風速如表 5 及圖 8~圖 9 所示，春、夏兩季西南季風吹至臺中港，吹風能量減弱，且 31 號碼頭地處臺中港內陸，風場受到建物及貨櫃等影響，而使風速降低，T1~T4 時段暫停船舶進港機率均為 0%。於方案 2 條件下，秋季暫停船舶進港機率均低於 2%，T2、T3 機率同為 1.43%，為各時段最高，T1 機率 0.36% 為各時段最低，T4 機率則為 1.08%，方案 1 及方案 2 機率差為 T1：6.42%、T2：8.17%、T3：14.11%與 T4：10.33%。冬季暫停船舶進港機率為四季中最高，與 2.1 節分析結果相同，以 T2 機率 4.17%為全時段最高，T1 時段 4.00%次之，T4 時段為 3.17%，T3 時段機率 3.10%，為各時段最低，方案 1 及方案 2 機率差為 T1：8.44%、T2：10.03%、T3：14.26%及 T4：7.95%，方案 2 秋冬季各時段機率差分別為 T1：3.64%、T2：2.74%、T3：1.67%及 T4：2.09%。將單日分為 T1~T2 及 T3~T4 兩時段，秋季平均暫停船舶進港機率為(T1~T2：0.90%、T3~T4：1.26%)，兩時段平均暫停船舶進港機率差 0.36%，冬季平均暫停船舶進港機率為(T1~T2：4.09%、T3~T4：3.14%)，兩時段平均暫停船舶進港機率差 0.95%，航商如需於秋冬季進出臺中港，選擇 T1~T2 或 T3~T4 任一時段暫停船舶進港機率均差異不大。

因臺中港南防波堤風速觀測系統於本研究分析期間尚未架設完成，爰選用距南防波堤東南方約 2.3 km 處 31 號碼頭風速測站予以分析，分析結果顯示，31 號碼頭因地理位置較處內陸，風場發展受碼頭區構造物影響，平均風力較綠燈塔測站減少許多，反觀位於港區最西側綠燈塔測站，周遭無高聳之港區建物，風場不受遮蔽可充分發展。在方案 2 條件下，以綠燈塔及 31 號碼頭測站 10 分鐘風速加總平均，做為船舶進出港區管制基準，31 號碼頭因風場受到遮蔽，平均風速與超出船舶管制基準值 20 m/s 筆數減少，而使 T1~T4 時段暫停船舶進港機率大幅降低。惟 31 號碼頭與南防波堤間畢竟仍相距約 2.3 km，且南防波堤周

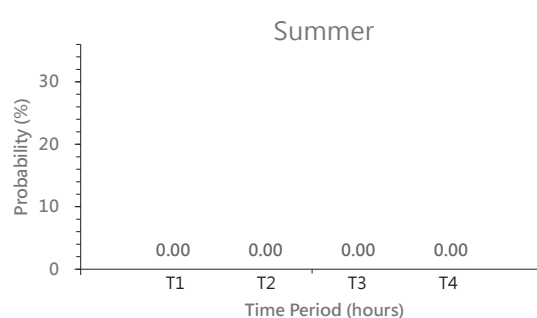
遭無高聳構造物，風場發展所受影響較小，10 分鐘平均風速及逾 20 m/s 筆數應與 31 號碼頭有所差異，建議俟南防波堤風速測站建置完成，且有完整及長期風速資料後，重新分析探討方案 1 與方案 2 於不同管制基準條件下暫停船舶進港機率，提供航管中心及航商應用參採。

表 5 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1 ~ T4 時段四季暫停船舶進港機率 (%)

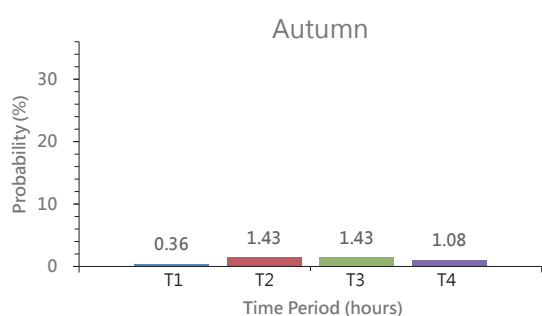
月份	T1	T2	T3	T4
春季	0.00	0.00	0.00	0.00
夏季	0.00	0.00	0.00	0.00
秋季	0.36	1.43	1.43	1.08
冬季	4.00	4.17	3.10	3.17



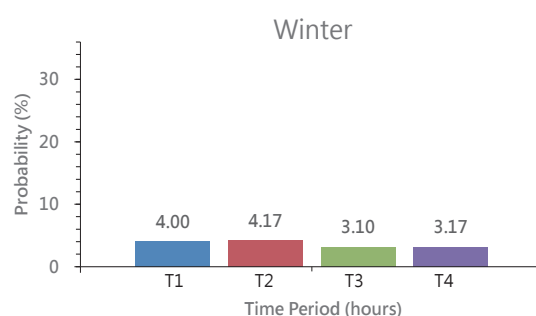
(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季



(d) 冬季

圖 8 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1 ~ T4 時段四季暫停船舶進港機率分佈圖

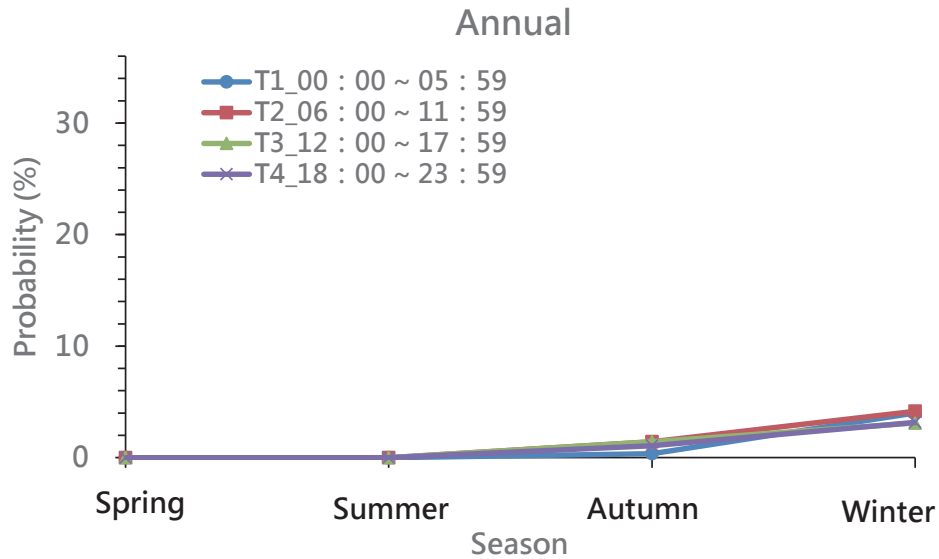


圖 9 綠燈塔及 31 號碼頭測站 T1 ~ T4 時段全年四季暫停船舶進港機率分佈圖

三、結論

本研究參考「臺中港船舶交通服務指南」平時期間船舶進出港管制基準，分析臺中港綠燈塔及 31 號碼頭測站於不同月份、季節及時段暫停船舶進港機率。方案 1 分析顯示，5 ~ 8 月機率趨近於 0%，12 月 T1~T4 全時段平均暫停船舶進港機率最高，10~11 月臺中港海氣象條件較嚴苛，對於船舶調度及航程規劃，需不斷滾動式檢討，以利相關作業執行。秋冬兩季臺中港區因受東北季風影響，而產生較高之暫停船舶進港機率，夏季機率最低，選擇任一時段進出港均可，但仍需注意颱風動態，避免因臨時性暫停船舶進港，而造成航程延誤，衍生額外損失。

方案 2 月統計各時段暫停船舶進港機率分佈與方案 1 呈現明顯差異，31 號碼頭測站 10 分鐘平均風速超過管制基準值 20 m/s 僅 6 筆，綠燈塔測站則有 7,711 筆，而使方案 1 及方案 2 機率呈現較明顯之差異。12 月為暫停船舶進港機率最高之月份，此統計結果與方案 1 相同，春、夏兩季全時段機率均為 0%，秋季於方案 2 條件下機率均低於 2%，冬季暫停船舶進港機率為四季中最高，亦與方案 1 分析結果相同。本研究分析期間臺中港南防波堤風速觀測站尚未架設完成，爰選用距南防波堤東南方約 2.3 km 之 31 號碼頭風速測站做為方案 2 分析樣本，建議於南防波堤風速測站建置完成，且有完整及長期風速資料後，重新分析探討方案 1 與方案 2 於不同管制基準條件下暫停船舶進港機率，提供港區相關單位參採應用。

參考文獻

1. 臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司，「臺中港颱風期間船舶進出港航行與靠泊作業規定摘要表」，2021 年 1 月。
2. 臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司，「臺中港船舶交通服務指南」，2022 年 11 月。