

# 蘇澳港及花蓮港風波條件之可工作機率探討

羅冠顯  
陳子健

交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員  
交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究助理

## 摘要

蘇澳港及花蓮港位處臺灣東北部海域，每年除受季風影響外，亦常遭受颱風之侵襲，海事工程施工品質、工作效率及工期長短與海氣象環境息息相關，如何掌握海域作業環境、氣候條件及可工作日，在有限作業天數內，達到最高施工效率，為專案管理者相當重要之課題。

本研究以交通部運輸研究所港研中心設置於蘇澳港及花蓮港海氣象觀測站歷年蒐集之波高及風速資料為分析依據，探討東北部海域在不同波高、風速持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率，並依月、季提出可工作機率圖表，提供港域工程、規劃單位，做為規劃工期、安排工班及趕工之參考，提升整體作業效率。

波高可工作機率分析結果，蘇澳港及花蓮港海域於波高 0.5 m 作業條件下，各月可工作機率均低於 25%，10~4 月間可工作機率最低，連續 6~24 小時可工作機率約為 0%，夏季雖為颱風好發期，整體而言，海況條件仍優於其餘 3 季，進入冬季後，海域受東北季風影響，作業條件較差，以作業波高 0.8 m 為例，蘇澳港冬夏 2 季連續作業 6 小時，可工作機率相差約 28 倍，花蓮港則相差約 34 倍。

風速可工作機率分析結果顯示，風速作業門檻為 7.9 m/s 時，蘇澳港及花蓮港連續作業 6 小時可工作機率均超過 90%，以離岸風機安裝船 Seajacks Zarat an，現場作業所允許之最大風速 13.8 m

/s 分析，四季 2 港域持續作業 6~24 小時可工作機率可達 95%。

## 一、緣起及目的

蘇澳港及花蓮港分別位處臺灣東北側海域，兩港相距約 70 公里，為我國重要之國際商港及輔助港，亦為海上運輸重要樞紐，配合港區未來發展計畫，相關工程逐漸孕育而生，由於臺灣地理位置特殊，每年易受季風及颱風影響，雖可帶來豐沛雨量，卻也使現場施工效率降低，長延時劇烈天氣變化，導致工程無法進行，而造成工期延宕。工期的管控對施工專案而言，為相當重要之環節，妥善安排工期可提高施工效率及生產力，尤以海事工程更是顯著，相較於陸地施工，海上作業需克服風、波浪等因素影響，因此，如何使工程如期(On time)、如預算(On budget)及如質(On quality)完成，為施工管理者重要之課題。

前人亦有針對港區現場可工作機率，採用不同分析方式探討，朱等人(2000)就波浪、風速及過繼時間對可工作日數之各別及共同影響進行研究，其研究目的在建立海事施工工程規劃，可工作日數分析之方法，估算各種影響因素的發生機率特性，推導可工作日數，可工作日數的估算分為風速、波高的單一因素影響、受波高與風速同時影響，及加入過繼時間的影響，並以龍洞海域實測海氣象資料為例，估算其可工作日數。陳等人(2018)採用波浪擾動模擬(MIKE 21 BW)與大範圍長期波浪模式(MIKE 21 SW)對桃園觀塘海域施工區域之不可作業時間進行分析，以不同海上作業項目做為波高標準區隔，沉箱拖放區域

以波高 0.5 m 做為標準，較大之船機設備以 0.8 m 做為標準，而對於浚深區域，則分別以 1.0、1.25 及 1.5 m 為作業標準，統計不可作業時間。黃等人(2012)以 SWAN 模式推算 1948~2008 年臺灣周邊海域可工作天數，以有義波高 0.6 m 為門檻，探討每個月波高小於該門檻並且持續 6、12、18、24 小時等四種延時條件發生機率，其方法為從重建的 60 年歷史資料庫中，分別針對臺灣東西岸找出符合可工作條件的事件次數，除以每個月的總時數，計算可工作機率的 60 年平均值。

本研究參考前人文獻，蒐集蘇澳港及花蓮港 2002~2019 年波高、風速逐時觀測資料，分析不同波高、風速門檻持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率，分析成果可提供本研究港口鄰近海域相關單位，做為現場工期規劃、工程施作及趕工安排等作業應用參考。

## 二、港區海氣象觀測系統

臺灣四面環海，位處大陸棚與西太平洋交接處，氣候多變，冬夏兩季常遭受季風、颱風、熱帶性低氣壓影響，顯示海氣象環境的複雜與特殊性。本所港研中心陸續在基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、安平港、臺中港、臺北港及馬祖港等 9 港區，設置長期性海氣象監測系統，提供港務、學術及顧問公司等產官學研相關單位，做為港埠建設、航行安全及營運維護參考依據。

本研究選用蘇澳港及花蓮港現場海氣象觀測系統歷年所觀測蒐集之波高與風速資料，執行可工作機率分析探討，各港波浪及風速觀測站係用於量測分析港區範圍內波浪與風力場之變化，所有觀測站皆採太陽能供電，控制箱內置資料記錄器、無線傳輸設備及電源控制等模組，將各測站觀測資料即時回傳儲存、加值及應用，2 港域波浪及風力觀測站位置及系統架構如圖 1~圖 2 所示。



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 1 海氣象觀測站位置示意圖

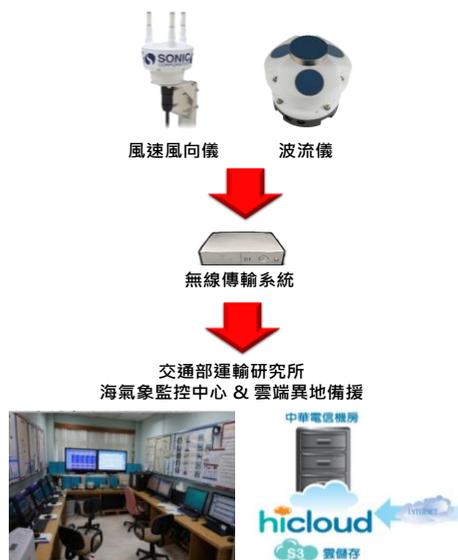


圖 2 海氣象觀測系統架構圖

### 三、港區可工作機率分析

#### 3.1 機率統計方式

考量單日資料完整性，每日至少需包含 23 筆（即 23 小時）觀測資料，統計分析至 2019 年 8 月 31 日，依此範疇篩選符合之資料，蘇澳港波浪觀測資料自 2004~2019 年 8 月共計 115,243 筆，風觀測資料自 2003~2019 年 8 月共計 121,879 筆；花蓮港波浪觀測資料自 2004~2019 年 8 月共計 117,921 筆，風觀測資料自 2002~2019 年 8 月共計 146,703 筆，如表 1 所示。

表 1 波高及風速觀測資料分析筆數表

| 港口  | 波高<br>(蒐集率)        | 風速<br>(蒐集率)        |
|-----|--------------------|--------------------|
| 蘇澳港 | 115,243<br>(85.2%) | 121,879<br>(85.8%) |
| 花蓮港 | 117,921<br>(87.4%) | 146,703<br>(97.3%) |

本研究參考陳等人(2018)，依據不同海事作業項目將波高分為 0.5、0.6、0.8、1.0 及 1.5 m 等作業條件統計分析，風速門檻值擬定參考蒲福風級表，依據不同波高所對應之風速分級，分別以 5.4、7.9、10.7、12.0 及 13.8 m/s 執行分析。作業延時之訂定，則參考黃等人(2012)之建議，以特定海氣象限制條件下持續作業 6、12、18 及 24 小時，估算可工作機率，如式(1.1)所示，季節劃分方式，12 月至 2 月間歸屬於冬季，3 月至 5 月為春季，6 月至 8 月為夏季，9 月至 11 月為秋季，以此原則執行統計分析。

$$\text{可工作機率} = \left( \frac{\text{符合連續 } N \text{ 小時筆數}}{\text{資料總筆數}} \right) \times 100\% \quad (1.1)$$

#### 3.2 每月波高可工作機率分析

蘇澳港及花蓮港海域各月於 0.5、0.6、0.8、1.0 及 1.5 m 波高條件下，持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率統計分析，如表 2~表 6、圖 3~圖 7 所示。

依據 2 港歷年各月可工作機率統計資料，於波高 0.5 m 作業條件下，各月可工作機率均低於 25%，10~4 月間可工作機率最低，連續 6~24 小時可工作機率約為 0%，7~8 月間雖為汛期，惟颱風仍屬非常態性事件，整體而言，仍可提供較高之可工作機率，以花蓮港為例，7 月可連續作業 6 小時機率為 24.42%（約 7.5 天），連續 12 小時為 12.21%，連續 18 小時機率為 8.83%，連續 24 小時機率為 3.90%（僅餘 1 天），工作機率隨所需作業時間延長而降低。

表 2 波高 0.5 m 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

| 月份   | 連續 6<br>小時 | 連續 12<br>小時 | 連續 18<br>小時 | 連續 24<br>小時 |
|------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 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  | 0.29%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 5 月  | 3.66%      | 0.78%       | 0.26%       | 0.26%       |
| 6 月  | 3.57%      | 0.77%       | 0.51%       | 0.00%       |
| 7 月  | 14.77%     | 9.20%       | 6.05%       | 2.42%       |
| 8 月  | 14.35%     | 6.82%       | 3.29%       | 2.59%       |
| 9 月  | 6.94%      | 2.83%       | 1.29%       | 1.03%       |
| 10 月 | 0.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 11 月 | 0.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 12 月 | 0.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6<br>小時 | 連續 12<br>小時 | 連續 18<br>小時 | 連續 24<br>小時 |
|------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 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  | 0.28%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 5 月  | 8.81%      | 2.27%       | 1.42%       | 0.85%       |
| 6 月  | 12.84%     | 2.69%       | 0.60%       | 0.30%       |
| 7 月  | 24.42%     | 12.21%      | 8.83%       | 3.90%       |
| 8 月  | 22.79%     | 13.95%      | 8.14%       | 5.35%       |
| 9 月  | 12.50%     | 5.90%       | 2.83%       | 0.94%       |
| 10 月 | 0.25%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 11 月 | 0.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |
| 12 月 | 0.00%      | 0.00%       | 0.00%       | 0.00%       |

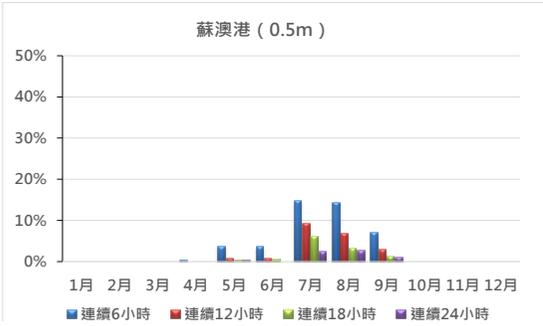
表 3 波高 0.6 m 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

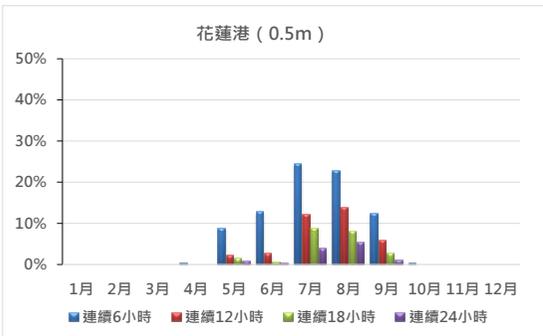
| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 2 月  | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 3 月  | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 4 月  | 0.59%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 5 月  | 14.62%  | 6.53%    | 4.44%    | 2.09%    |
| 6 月  | 14.29%  | 5.61%    | 2.30%    | 1.53%    |
| 7 月  | 25.67%  | 15.25%   | 11.38%   | 4.84%    |
| 8 月  | 23.76%  | 17.18%   | 8.71%    | 4.94%    |
| 9 月  | 17.74%  | 10.28%   | 6.17%    | 2.83%    |
| 10 月 | 1.17%   | 0.29%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 11 月 | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 12 月 | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 2 月  | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 3 月  | 0.51%   | 0.51%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 4 月  | 2.50%   | 0.83%    | 0.56%    | 0.00%    |
| 5 月  | 23.58%  | 10.80%   | 5.97%    | 3.41%    |
| 6 月  | 30.75%  | 14.03%   | 6.57%    | 2.09%    |
| 7 月  | 37.14%  | 22.86%   | 16.10%   | 10.65%   |
| 8 月  | 35.81%  | 25.12%   | 16.98%   | 9.53%    |
| 9 月  | 24.29%  | 15.09%   | 9.43%    | 6.84%    |
| 10 月 | 1.99%   | 1.00%    | 0.50%    | 0.25%    |
| 11 月 | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 12 月 | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |



(a) 蘇澳港

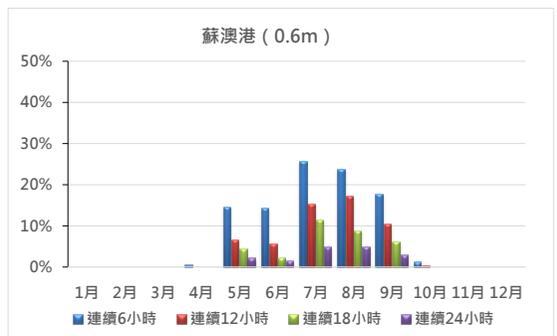


(b) 花蓮港

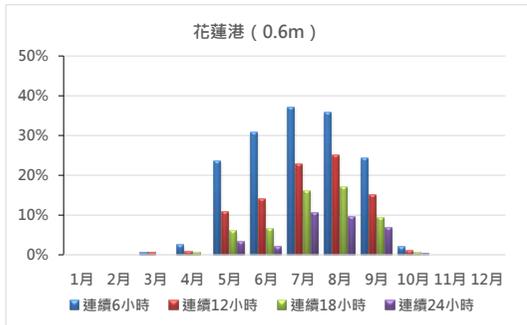
圖 3 波高 0.5 m 可工作機率分佈圖

作業條件波高 0.6 m，2 港均於 7 月可提供較高之可工作機率，蘇澳港連續作業 6 小時可工作機率为 25.67% (約 8 天)，連續 12 小時為 15.25%，連續 18 小時為 11.38%，連續 24 小時為 4.84%；花蓮港連續作業 6 小時機率为 37.14% (約 12 天)，連續 12 小時為 22.86%，連續 18 小時為 16.10%，連續 24 小時為 10.65%。

10~2 月間東部海域因受東北季風影響，可工作機率急遽下降，2 港連續作業 6 小時、12 小時、18 小時及 24 小時可工作機率趨近於 0%，工程單位如欲於花蓮港施工，於 0.6 m 波高作業條件下持續施工 12 小時，可選擇於 8 月進場，以爭取較佳之工作機率。



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 4 波高 0.6 m 可工作機率分佈圖

波高條件 0.8 m 時，蘇澳港及花蓮港海域於 6~8 月間，連續作業 6 小時、12 小時、18 小時及 24 小時均可提供較佳之可工作機率，以連續作業 6 小時分析，蘇澳港於 6~8 月間約有 45 天可工作天數，花蓮港則約有 57 天之工作天數可供進場作業；廠商如需較長工作時數，以持續作業 12 小時為例，蘇澳港於 6~8 月間約有 30 天可工作天數，花蓮港則約有 41 天可提供進場作業。

10~2 月可工作機率較低，以連續作業 6 小時估算，蘇澳港於 10~2 月間僅約有 4 天可作業，花蓮港約有 7 天；以連續作業 12 小時分析，蘇澳港可工作天數為 1 天，花蓮港為 3 天，整體而言雖將作業許可波高放寬至 0.8 m，10~2 月間蘇澳港及花蓮港海域仍不適合規劃現場作業。

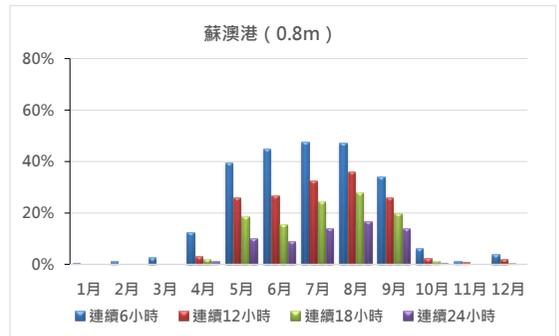
表 4 波高 0.8 m 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

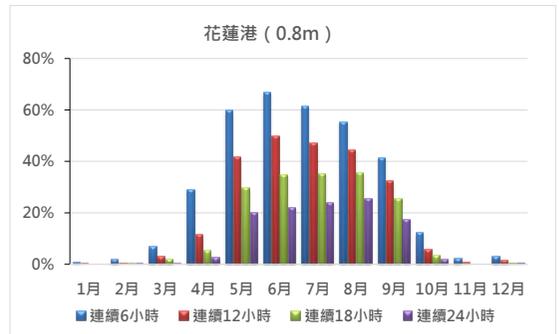
| 月份  | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|-----|---------|----------|----------|----------|
| 1月  | 0.34%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 2月  | 0.96%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 3月  | 2.39%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 4月  | 12.35%  | 2.94%    | 1.76%    | 0.88%    |
| 5月  | 39.43%  | 25.59%   | 18.28%   | 9.92%    |
| 6月  | 44.90%  | 26.53%   | 15.31%   | 8.93%    |
| 7月  | 47.46%  | 32.20%   | 24.46%   | 13.80%   |
| 8月  | 47.06%  | 35.76%   | 27.76%   | 16.71%   |
| 9月  | 33.93%  | 25.71%   | 19.54%   | 13.62%   |
| 10月 | 6.14%   | 2.05%    | 0.88%    | 0.29%    |
| 11月 | 0.88%   | 0.59%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 12月 | 3.62%   | 1.95%    | 0.28%    | 0.00%    |

(b) 花蓮港

| 月份  | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|-----|---------|----------|----------|----------|
| 1月  | 0.72%   | 0.24%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 2月  | 1.75%   | 0.29%    | 0.29%    | 0.29%    |
| 3月  | 6.82%   | 3.03%    | 2.02%    | 0.25%    |
| 4月  | 28.89%  | 11.39%   | 5.28%    | 2.50%    |
| 5月  | 59.66%  | 41.76%   | 29.55%   | 19.89%   |
| 6月  | 66.87%  | 49.85%   | 34.63%   | 22.09%   |
| 7月  | 61.30%  | 47.01%   | 35.06%   | 23.90%   |
| 8月  | 55.35%  | 44.42%   | 35.35%   | 25.58%   |
| 9月  | 41.27%  | 32.31%   | 25.47%   | 17.45%   |
| 10月 | 12.19%  | 5.72%    | 3.48%    | 1.74%    |
| 11月 | 2.11%   | 0.60%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 12月 | 2.99%   | 1.38%    | 0.46%    | 0.46%    |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 5 波高 0.8 m 可工作機率分佈圖

作業波高放寬至 1.0 m 時，5~8 月可提供較高可工作機率，如於蘇澳港需連續作業 6 小時，5~8 月間可工作機率均可達 6 成，尤以 6 月可工作機率 71.43% (約 22 天) 最高，5 月 68.93% (約 21 天) 次之，亦表示於 6~8 月間，如需於現場持續作業 6 小時，每月均有 2 星

期作業時間可提供海域規劃作業。12~1月可工作機率較差，連續作業6小時可工作機率均低於10%（約2天）。

花蓮港5~8月連續作業6小時可工作機率为70~80%，以可工作機率最高之6月為例，可工作天數約25天，5~8月連續作業12小時可工作機率为約60~70%，連續作業18小時可工作機率为仍約50%；可工作機率为較低之月份為12月，連續作業6小時機率为7.82%，整體而言，10~2月可工作機率为仍屬較差之月份，工程單位，如需於本海域作業，在允許作業波高1.0 m條件下，規劃於5~8月施工可獲得較佳之作業海況，提升整體工作效率。

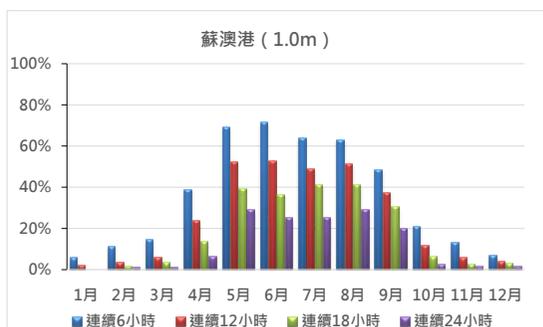
表5 波高1.0 m可工作機率为統計表

(a) 蘇澳港

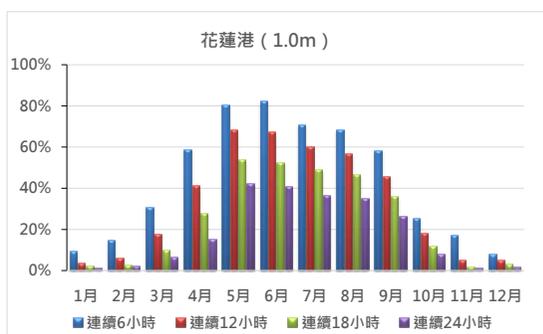
| 月份  | 連續6小時  | 連續12小時 | 連續18小時 | 連續24小時 |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| 1月  | 5.70%  | 2.01%  | 0.00%  | 0.00%  |
| 2月  | 10.90% | 3.53%  | 1.60%  | 0.96%  |
| 3月  | 14.36% | 5.85%  | 3.46%  | 1.06%  |
| 4月  | 38.53% | 23.53% | 13.53% | 6.47%  |
| 5月  | 68.93% | 52.22% | 39.43% | 28.98% |
| 6月  | 71.43% | 52.55% | 36.48% | 25.00% |
| 7月  | 63.68% | 48.67% | 40.92% | 25.42% |
| 8月  | 63.06% | 51.29% | 40.94% | 28.94% |
| 9月  | 48.33% | 37.28% | 30.33% | 19.79% |
| 10月 | 21.05% | 11.70% | 6.14%  | 2.34%  |
| 11月 | 12.98% | 5.60%  | 2.65%  | 1.47%  |
| 12月 | 6.96%  | 3.90%  | 3.06%  | 1.39%  |

(b) 花蓮港

| 月份  | 連續6小時  | 連續12小時 | 連續18小時 | 連續24小時 |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| 1月  | 9.16%  | 3.61%  | 2.17%  | 1.20%  |
| 2月  | 14.58% | 6.12%  | 2.62%  | 2.04%  |
| 3月  | 30.81% | 17.68% | 9.85%  | 6.31%  |
| 4月  | 58.61% | 41.11% | 27.78% | 15.00% |
| 5月  | 80.40% | 68.18% | 53.69% | 42.05% |
| 6月  | 82.39% | 67.16% | 52.54% | 40.90% |
| 7月  | 70.65% | 60.00% | 48.83% | 36.62% |
| 8月  | 68.37% | 56.51% | 46.28% | 34.88% |
| 9月  | 58.25% | 45.52% | 35.61% | 26.18% |
| 10月 | 25.12% | 18.16% | 11.94% | 7.96%  |
| 11月 | 17.22% | 5.14%  | 1.81%  | 1.21%  |
| 12月 | 7.82%  | 5.06%  | 2.99%  | 1.38%  |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖6 波高1.0 m可工作機率为分佈圖

波高限制為1.5 m時，各月可工作機率为有明顯上昇之趨勢，蘇澳港連續作業6小時全年度可工作機率为為55~95%，連續作業12小時機率为為30~90%，以4~6月可工作機率为最高，4月連續作業6小時機率为為92.94%，連續12小時為79.71%，5月連續6小時機率为為95.04%，連續12小時為89.56%，6月連續作業6小時機率为94.13%，連續12小時為84.44%。可工作機率为最低之月份為12月，連續作業6小時機率为為54.32%，連續18小時為20.89%。

花蓮港4~6月可工作機率为最高，單月連續作業6小時機率为約95%，連續工作12小時機率为為90%，連續18小時為70~80%，連續工作24小時約60~70%，可工作機率为較差之月份與蘇澳港分析結果相同，以12月可工作機率为最低，連續作業6小時機率为為47.59%，連續12小

時為 32.41%，連續 18 小時為 20.92%，持續作業 1 整天機率則為 12.87%。

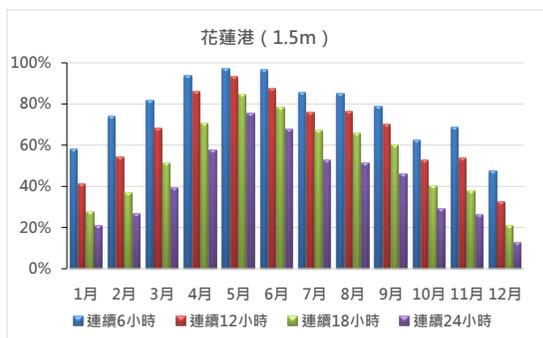
表 6 波高 1.5 m 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 61.74%  | 42.95%   | 27.85%   | 20.47%   |
| 2 月  | 62.82%  | 45.19%   | 31.73%   | 18.59%   |
| 3 月  | 77.39%  | 57.45%   | 39.89%   | 24.47%   |
| 4 月  | 92.94%  | 79.71%   | 65.29%   | 47.65%   |
| 5 月  | 95.04%  | 89.56%   | 80.68%   | 68.67%   |
| 6 月  | 94.13%  | 84.44%   | 73.47%   | 56.89%   |
| 7 月  | 82.81%  | 74.58%   | 63.20%   | 45.28%   |
| 8 月  | 79.29%  | 72.47%   | 64.71%   | 48.00%   |
| 9 月  | 75.06%  | 65.55%   | 56.30%   | 37.02%   |
| 10 月 | 59.65%  | 50.29%   | 38.01%   | 21.35%   |
| 11 月 | 60.47%  | 45.13%   | 35.10%   | 23.01%   |
| 12 月 | 54.32%  | 32.87%   | 20.89%   | 10.03%   |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 58.07%  | 40.96%   | 27.71%   | 20.96%   |
| 2 月  | 73.76%  | 54.23%   | 36.73%   | 26.53%   |
| 3 月  | 81.57%  | 67.93%   | 51.26%   | 39.39%   |
| 4 月  | 93.61%  | 86.11%   | 70.83%   | 57.78%   |
| 5 月  | 97.16%  | 93.18%   | 84.66%   | 75.57%   |
| 6 月  | 96.42%  | 87.46%   | 78.51%   | 67.76%   |
| 7 月  | 85.45%  | 76.10%   | 67.01%   | 52.73%   |
| 8 月  | 85.12%  | 76.28%   | 65.81%   | 51.40%   |
| 9 月  | 78.77%  | 70.05%   | 60.14%   | 45.99%   |
| 10 月 | 62.44%  | 52.49%   | 40.05%   | 29.10%   |
| 11 月 | 68.58%  | 53.47%   | 37.76%   | 26.28%   |
| 12 月 | 47.59%  | 32.41%   | 20.92%   | 12.87%   |



(b) 花蓮港

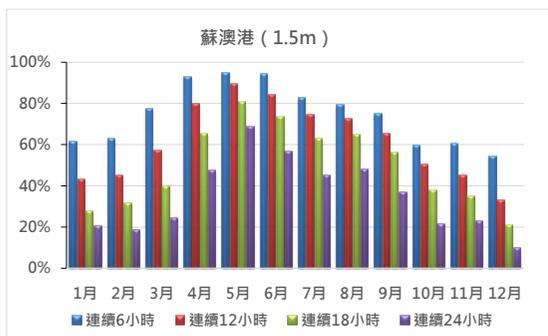
圖 7 波高 1.5 m 可工作機率分佈圖

### 3.3 每季波高可工作機率分析

蘇澳港及花蓮港相距約 70 公里，依據各月波高可工作機率分析結果，2 港成正相關，將分析資料區分為春（3~5 月）、夏（6~8 月）、秋（9~11 月）及冬（12~2 月）四季論述，如表 7 及圖 8 所示。

蘇澳港及花蓮港分析結果，大致以夏季可提供較高之可工作機率，以連續作業 6 小時為例，蘇澳港於波高 0.5 m 作業限制下，可工作機率為 10.90%，波高 0.6 m 機率為 21.24%，波高 0.8 m 機率為 46.47%，波高 1.0 m 機率則為 66.06%，花蓮港於波高 0.5 m 可工作機率為 20.02%，波高 0.6 m 機率為 34.57%，波高 0.8 m 為 61.17%，波高 1.0 m 機率為 73.80%，工程單位應選擇於夏季施工，可獲得最佳之作業條件。冬季 2 海域因受東北季風影響，依據本所「108 年國際商港風波潮流觀測與特性分析」報告統計成果，蘇澳港及花蓮港歷年冬季波高平均同為 1.5 m，於此波場下，冬季可工作機率低於各季，以連續作業 12 小時條件分析，蘇澳港作業波高 0.5 m 可工作機率為 0.00%，波高 0.8 m 為 0.65%，波高 1.0 m 為 3.15%，花蓮港作業波高 0.5 m 可工作機率同為 0.00%，波高 0.8 m 為 0.64%，波高 1.0 m 為 4.93%。

夏季雖為颱風好發期，整體而言海況條件仍優於其餘 3 季，進入冬季後，東北季風對蘇澳港及花蓮港海域影響顯



(a) 蘇澳港

著，海域作業條件相對較差，以作業波高 0.8 m 為例，蘇澳港冬夏 2 季連續作業 6 小時，可工作機率分別為 1.64% (冬季)、46.47% (夏季)，2 者相差約 28 倍，花蓮港為 1.82% (冬季)、61.17% (夏季)，相差約 34 倍，足以顯示施工進場時機重要性，此分析成果可提供港域工程、規劃單位，做為工期規劃、工班安排及趕工評估之參考，提升整體作業效率。

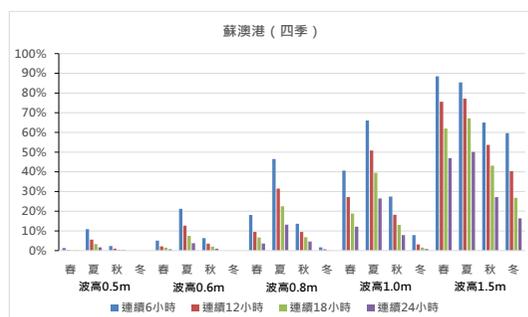
表 7 波高四季可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

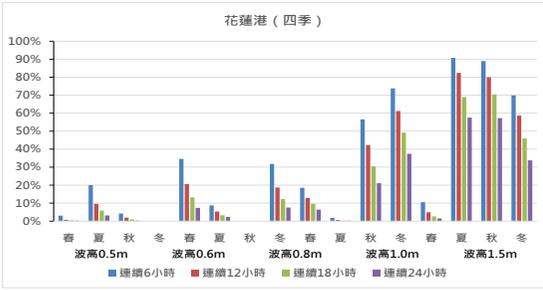
| 波高 0.5 m |         |          |          |          |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 1.32%   | 0.26%    | 0.09%    | 0.09%    |
| 夏        | 10.90%  | 5.60%    | 3.28%    | 1.67%    |
| 秋        | 2.31%   | 0.94%    | 0.43%    | 0.34%    |
| 冬        | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 波高 0.6 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 5.07%   | 2.18%    | 1.48%    | 0.70%    |
| 夏        | 21.24%  | 12.68%   | 7.46%    | 3.77%    |
| 秋        | 6.30%   | 3.52%    | 2.06%    | 0.94%    |
| 冬        | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 波高 0.8 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 18.06%  | 9.51%    | 6.68%    | 3.60%    |
| 夏        | 46.47%  | 31.50%   | 22.51%   | 13.15%   |
| 秋        | 13.65%  | 9.45%    | 6.81%    | 4.64%    |
| 冬        | 1.64%   | 0.65%    | 0.09%    | 0.00%    |
| 波高 1.0 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 40.61%  | 27.20%   | 18.81%   | 12.17%   |
| 夏        | 66.06%  | 50.84%   | 39.45%   | 26.45%   |
| 秋        | 27.45%  | 18.19%   | 13.04%   | 7.87%    |
| 冬        | 7.85%   | 3.15%    | 1.55%    | 0.78%    |
| 波高 1.5 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 88.46%  | 75.57%   | 61.95%   | 46.93%   |
| 夏        | 85.41%  | 77.16%   | 67.13%   | 50.06%   |
| 秋        | 65.06%  | 53.66%   | 43.14%   | 27.13%   |
| 冬        | 59.63%  | 40.34%   | 26.82%   | 16.36%   |

(b) 花蓮港

| 波高 0.5 m |         |          |          |          |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 3.03%   | 0.76%    | 0.47%    | 0.28%    |
| 夏        | 20.02%  | 9.62%    | 5.86%    | 3.18%    |
| 秋        | 4.25%   | 1.97%    | 0.94%    | 0.31%    |
| 冬        | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 波高 0.6 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 8.86%   | 4.05%    | 2.18%    | 1.14%    |
| 夏        | 34.57%  | 20.67%   | 13.22%   | 7.42%    |
| 秋        | 8.76%   | 5.36%    | 3.31%    | 2.36%    |
| 冬        | 0.00%   | 0.00%    | 0.00%    | 0.00%    |
| 波高 0.8 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 31.79%  | 18.73%   | 12.28%   | 7.55%    |
| 夏        | 61.17%  | 47.09%   | 35.01%   | 23.86%   |
| 秋        | 18.52%  | 12.88%   | 9.65%    | 6.40%    |
| 冬        | 1.82%   | 0.64%    | 0.25%    | 0.25%    |
| 波高 1.0 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 56.61%  | 42.32%   | 30.44%   | 21.12%   |
| 夏        | 73.80%  | 61.22%   | 49.22%   | 37.47%   |
| 秋        | 33.53%  | 22.94%   | 16.45%   | 11.78%   |
| 冬        | 10.52%  | 4.93%    | 2.59%    | 1.54%    |
| 波高 1.5 m |         |          |          |          |
| 季節       | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春        | 90.78%  | 82.41%   | 68.92%   | 57.58%   |
| 夏        | 89.00%  | 79.95%   | 70.44%   | 57.30%   |
| 秋        | 69.93%  | 58.67%   | 45.98%   | 33.79%   |
| 冬        | 59.81%  | 42.53%   | 28.45%   | 20.12%   |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 8 波高分季可工作機率分佈圖

### 3.4 每月風速可工作機率分析

本海域於風速 5.4、7.9、10.7、12.0 及 13.8 m/s 條件下，持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率統計分析，如表 8~表 12、圖 9~圖 13 所示。

根據歷年各月可工作機率統計資料，風速 5.4 m/s 作業限制，以連續作業 6 小時分析，蘇澳港可工作機率除 10 月較低（仍有 80%），整體仍可提供 85~97% 之工作機率，連續作業 18 小時，各月分析結果，仍有 40~65% 可工作機率，與波高呈現截然不同分佈型態。花蓮港連續作業 6 小時可工作機率介於 90~99%，除 12 月 89.78% 較低，其餘各月均有超過 9 成可工作機率，以連續作業 18 小時分析，各月可工作機率介於 35~60% 間。

依據「108 年國際商港風波潮流觀測與特性分析」歷年風速統計資料，蘇澳港平均風速為 3.6 m/s，花蓮港為 3.4 m/s，平均風速較低之特性，使港域全年可工作機率增加。

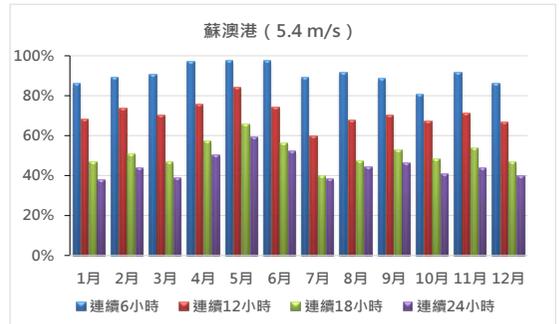
表 8 風速 5.4 m/s 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

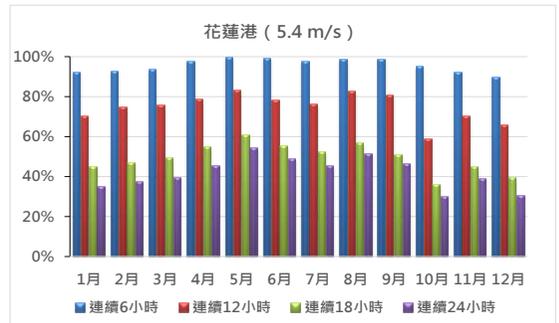
| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 85.93%  | 67.96%   | 47.01%   | 38.02%   |
| 2 月  | 89.13%  | 73.60%   | 50.93%   | 43.79%   |
| 3 月  | 90.68%  | 70.34%   | 46.61%   | 38.70%   |
| 4 月  | 97.26%  | 75.56%   | 57.36%   | 50.37%   |
| 5 月  | 97.36%  | 84.17%   | 65.95%   | 59.23%   |
| 6 月  | 97.32%  | 74.21%   | 56.45%   | 52.07%   |
| 7 月  | 89.22%  | 59.91%   | 39.66%   | 38.15%   |
| 8 月  | 91.41%  | 67.89%   | 47.44%   | 44.38%   |
| 9 月  | 88.52%  | 70.26%   | 52.69%   | 46.14%   |
| 10 月 | 80.42%  | 66.98%   | 48.35%   | 40.57%   |
| 11 月 | 91.63%  | 70.94%   | 53.94%   | 43.60%   |
| 12 月 | 85.88%  | 66.67%   | 46.89%   | 39.55%   |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 92.16%  | 70.10%   | 44.95%   | 35.05%   |
| 2 月  | 92.63%  | 74.65%   | 46.77%   | 37.56%   |
| 3 月  | 93.57%  | 75.52%   | 49.17%   | 39.42%   |
| 4 月  | 97.65%  | 78.63%   | 54.91%   | 45.51%   |
| 5 月  | 99.42%  | 83.11%   | 60.58%   | 54.17%   |
| 6 月  | 99.18%  | 78.40%   | 55.14%   | 48.56%   |
| 7 月  | 97.37%  | 76.13%   | 52.26%   | 45.30%   |
| 8 月  | 98.50%  | 82.62%   | 56.64%   | 51.40%   |
| 9 月  | 98.56%  | 80.70%   | 50.92%   | 46.41%   |
| 10 月 | 94.91%  | 58.51%   | 35.62%   | 30.14%   |
| 11 月 | 92.34%  | 70.19%   | 44.72%   | 38.92%   |
| 12 月 | 89.78%  | 65.62%   | 39.29%   | 30.26%   |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 9 風速 5.4 m/s 可工作機率分佈圖

風速 7.9 m/s 作業門檻分析，蘇澳港及花蓮港連續作業 6 小時可工作機率均超過 9 成，將現場作業時間延長至 18 小時分析，蘇澳港可工作機率較低之月份為 7 月 59.27%，其餘各月可工作機率

仍約有 8 成，連續 24 小時分析結果，7 月 57.54% 為個月最低，餘各月仍約有 70~80%。

花蓮港連續作業 6 小時可工作機率，全年各月份分析結果均超過 95%，連續作業 12 小時亦有 9 成可工作機率，連續 18 小時、連續 24 小時可工作機率略為降低，約 70~85%，可工作機率隨現場作業風速條件放寬大幅增加。

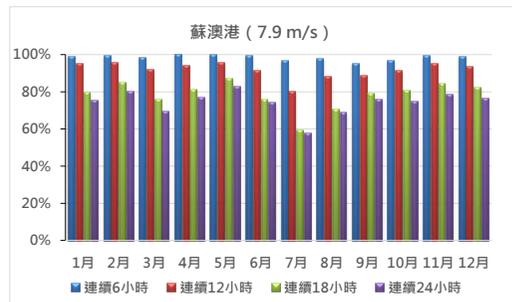
表 9 風速 7.9 m/s 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

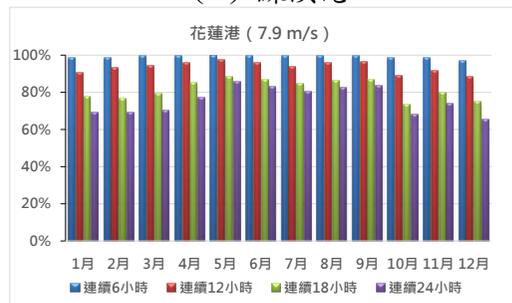
| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 99.10%  | 94.91%   | 79.64%   | 75.45%   |
| 2 月  | 99.69%  | 95.96%   | 85.09%   | 80.12%   |
| 3 月  | 98.59%  | 92.09%   | 75.99%   | 69.21%   |
| 4 月  | 100.00% | 94.26%   | 81.30%   | 76.81%   |
| 5 月  | 99.76%  | 95.68%   | 87.05%   | 82.73%   |
| 6 月  | 99.51%  | 91.48%   | 75.67%   | 74.21%   |
| 7 月  | 96.77%  | 80.17%   | 59.27%   | 57.54%   |
| 8 月  | 97.96%  | 88.34%   | 70.76%   | 68.71%   |
| 9 月  | 95.32%  | 88.76%   | 79.39%   | 75.88%   |
| 10 月 | 96.93%  | 91.27%   | 80.90%   | 74.76%   |
| 11 月 | 99.26%  | 95.07%   | 84.48%   | 78.82%   |
| 12 月 | 98.87%  | 93.50%   | 82.20%   | 76.55%   |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 98.76%  | 90.52%   | 77.94%   | 69.28%   |
| 2 月  | 98.85%  | 93.32%   | 76.73%   | 69.35%   |
| 3 月  | 99.59%  | 94.40%   | 79.46%   | 70.33%   |
| 4 月  | 99.79%  | 95.73%   | 85.26%   | 77.35%   |
| 5 月  | 100.00% | 97.48%   | 88.54%   | 86.02%   |
| 6 月  | 99.79%  | 95.88%   | 86.83%   | 83.13%   |
| 7 月  | 99.44%  | 93.98%   | 84.77%   | 80.64%   |
| 8 月  | 99.63%  | 95.70%   | 86.54%   | 82.62%   |
| 9 月  | 99.59%  | 96.30%   | 87.06%   | 83.57%   |
| 10 月 | 98.63%  | 89.24%   | 73.39%   | 68.30%   |
| 11 月 | 98.55%  | 91.51%   | 79.92%   | 73.91%   |
| 12 月 | 96.86%  | 88.41%   | 74.85%   | 65.42%   |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 10 風速 7.9 m/s 可工作機率分佈圖

最大作業風速為 10.7 m/s 時，連續工作 6~12 小時可工作機率，2 港均可達 95%。屬於颱風好發期之 7~9 月，依據分析結果，蘇澳港及花蓮港工作機率雖略為降低，單月仍有 25 天工作天數可規劃施工，以 8 月為例，蘇澳港連續 6 小時可工作機率為 99.59%、12 小時 96.93%、18 小時 93.87% 及 24 小時 92.02%，花蓮港連續 6 小時機率為 99.63%、12 小時 98.32%、18 小時 93.27% 及 24 小時 90.28%。

表 10 風速 10.7 m/s 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 99.70%   | 96.71%   | 94.91%   |
| 2 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.76%   | 96.58%   |
| 3 月  | 100.00% | 99.72%   | 95.76%   | 93.79%   |
| 4 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.51%   | 95.51%   |
| 5 月  | 100.00% | 99.76%   | 97.60%   | 95.20%   |
| 6 月  | 100.00% | 99.03%   | 94.89%   | 93.67%   |
| 7 月  | 99.35%  | 97.41%   | 92.46%   | 89.87%   |
| 8 月  | 99.59%  | 96.93%   | 93.87%   | 92.02%   |
| 9 月  | 99.06%  | 95.08%   | 92.51%   | 89.46%   |
| 10 月 | 99.76%  | 98.82%   | 97.17%   | 95.75%   |
| 11 月 | 100.00% | 100.00%  | 96.31%   | 93.35%   |
| 12 月 | 100.00% | 99.72%   | 97.46%   | 94.07%   |

(b) 花蓮港

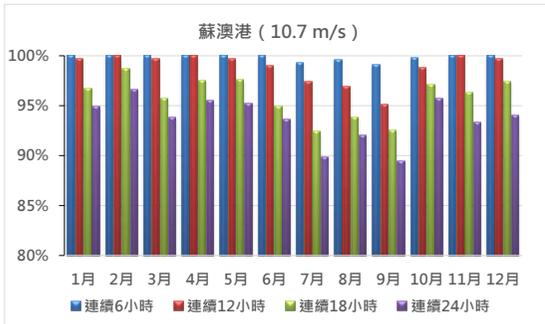
| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 99.18%   | 95.05%   | 90.93%   |
| 2 月  | 100.00% | 99.31%   | 95.39%   | 91.47%   |
| 3 月  | 100.00% | 99.79%   | 96.27%   | 91.49%   |
| 4 月  | 100.00% | 99.79%   | 94.87%   | 90.81%   |
| 5 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.48%   | 95.73%   |
| 6 月  | 100.00% | 99.18%   | 95.68%   | 92.59%   |
| 7 月  | 99.44%  | 98.87%   | 95.30%   | 91.17%   |
| 8 月  | 99.63%  | 98.32%   | 93.27%   | 90.28%   |
| 9 月  | 99.79%  | 99.18%   | 95.69%   | 93.02%   |
| 10 月 | 99.61%  | 98.63%   | 94.91%   | 91.39%   |
| 11 月 | 99.79%  | 98.76%   | 95.03%   | 92.34%   |
| 12 月 | 99.80%  | 99.02%   | 94.11%   | 89.39%   |

多數 (約 70%)，此風速分佈特性，使 2 港域於東北季風期間，在現場作業風速 12.0 m/s 條件下，仍有較高之可工作機率。

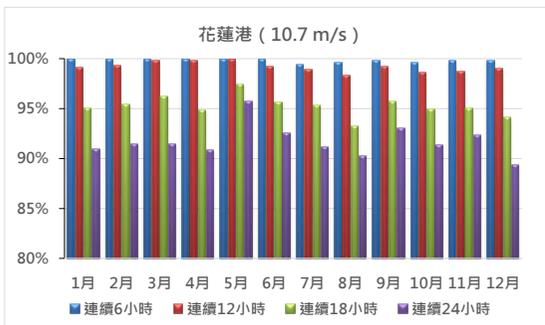
表 11 風速 12.0 m/s 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.31%   | 95.21%   |
| 2 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.76%   | 96.89%   |
| 3 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.18%   | 95.76%   |
| 4 月  | 100.00% | 100.00%  | 99.00%   | 97.26%   |
| 5 月  | 100.00% | 100.00%  | 99.28%   | 97.36%   |
| 6 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.57%   | 96.84%   |
| 7 月  | 99.57%  | 98.28%   | 94.83%   | 93.32%   |
| 8 月  | 99.59%  | 98.16%   | 95.91%   | 94.48%   |
| 9 月  | 99.53%  | 97.66%   | 94.85%   | 91.80%   |
| 10 月 | 100.00% | 99.53%   | 98.35%   | 97.17%   |
| 11 月 | 100.00% | 100.00%  | 98.03%   | 95.81%   |
| 12 月 | 100.00% | 100.00%  | 98.59%   | 95.76%   |



(a) 蘇澳港



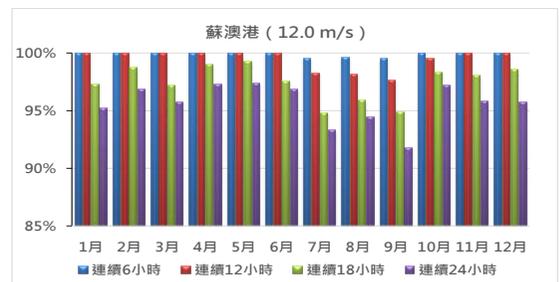
(b) 花蓮港

圖 11 風速 10.7 m/s 可工作機率分佈圖

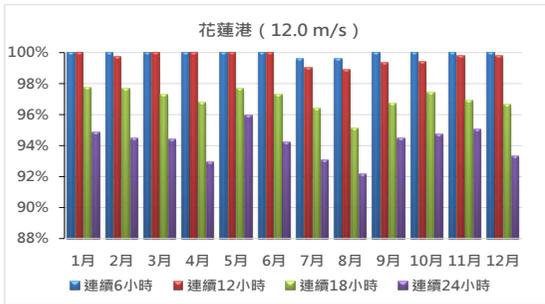
作業風速為 12.0 m/s 時，蘇澳港及花蓮港連續作業 24 小時可工作機率約為 95%，12~2 月臺灣大氣環境雖以東北季風為主，惟根據「108 年國際商港風波潮流觀測與特性分析」統計資料顯示，蘇澳港及花蓮港 12~2 月平均風速均為 3.8 m/s，且風速小於 5 m/s 以下者佔

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.73%   | 94.85%   |
| 2 月  | 100.00% | 99.77%   | 97.70%   | 94.47%   |
| 3 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.30%   | 94.40%   |
| 4 月  | 100.00% | 100.00%  | 96.79%   | 92.95%   |
| 5 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.67%   | 95.92%   |
| 6 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.33%   | 94.24%   |
| 7 月  | 99.62%  | 99.06%   | 96.43%   | 93.05%   |
| 8 月  | 99.63%  | 98.88%   | 95.14%   | 92.15%   |
| 9 月  | 100.00% | 99.38%   | 96.71%   | 94.46%   |
| 10 月 | 100.00% | 99.41%   | 97.46%   | 94.72%   |
| 11 月 | 100.00% | 99.79%   | 96.89%   | 95.03%   |
| 12 月 | 100.00% | 99.80%   | 96.66%   | 93.32%   |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 12 風速 12.0 m/s 可工作機率分佈圖

作業風速 13.8 m/s，此亦為「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許之最大風速，該船如需持續作業 6~24 小時，於蘇澳港及花蓮港海域可工作機率可達 95%，蘇澳港及花蓮港年平均風速分別為 3.6 m/s 及 3.4 m/s，於此風場特性下，如不考慮突發性風速劇增事件（如颱風）及波浪影響，本次所分析之蘇澳港及花蓮港海域，可提供相對較高之可工作機率及作業天數，做為 Seajacks Zaratan 團隊規劃應用。

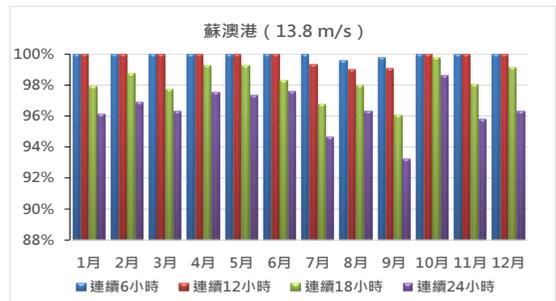
表 12 風速 13.8 m/s 可工作機率統計表

(a) 蘇澳港

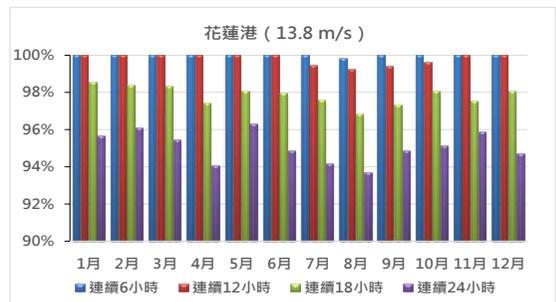
| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.90%   | 96.11%   |
| 2 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.76%   | 96.89%   |
| 3 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.74%   | 96.33%   |
| 4 月  | 100.00% | 100.00%  | 99.25%   | 97.51%   |
| 5 月  | 100.00% | 100.00%  | 99.28%   | 97.36%   |
| 6 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.30%   | 97.57%   |
| 7 月  | 100.00% | 99.35%   | 96.77%   | 94.61%   |
| 8 月  | 99.59%  | 98.98%   | 97.96%   | 96.32%   |
| 9 月  | 99.77%  | 99.06%   | 96.02%   | 93.21%   |
| 10 月 | 100.00% | 100.00%  | 99.76%   | 98.58%   |
| 11 月 | 100.00% | 100.00%  | 98.03%   | 95.81%   |
| 12 月 | 100.00% | 100.00%  | 99.15%   | 96.33%   |

(b) 花蓮港

| 月份   | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
|------|---------|----------|----------|----------|
| 1 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.56%   | 95.67%   |
| 2 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.39%   | 96.08%   |
| 3 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.34%   | 95.44%   |
| 4 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.44%   | 94.02%   |
| 5 月  | 100.00% | 100.00%  | 98.06%   | 96.31%   |
| 6 月  | 100.00% | 100.00%  | 97.94%   | 94.86%   |
| 7 月  | 100.00% | 99.44%   | 97.56%   | 94.17%   |
| 8 月  | 99.81%  | 99.25%   | 96.82%   | 93.64%   |
| 9 月  | 100.00% | 99.38%   | 97.33%   | 94.87%   |
| 10 月 | 100.00% | 99.61%   | 98.04%   | 95.11%   |
| 11 月 | 100.00% | 100.00%  | 97.52%   | 95.86%   |
| 12 月 | 100.00% | 100.00%  | 98.04%   | 94.70%   |



(a) 蘇澳港



(b) 花蓮港

圖 13 風速 13.8 m/s 可工作機率分佈圖

### 3.5 每季風速可工作機率分析

四季風速可工作機率如表 13 及圖 14 所示，以風速 5.4 m/s 分析時，蘇澳港春季可工作機率為四個季節中最高，連續 6 小時為 95.10%、12 小時 76.69%、1

8 小時 56.64% 及 24 小時 49.43%，夏秋冬 3 季可工作機率則隨作業延時不同而互有增減，連續作業 6 小時，可工作機率依序分別為夏季 92.65%、冬季 86.98% 及秋季 86.86%，連續 18 小時機率为秋季 51.66%、冬季 48.28% 及夏季 47.85%。此機率分佈特性與位處較南邊之花蓮港略有差異，花蓮港機率分佈主要可分為春夏與秋冬兩區塊，秋冬季海域受東北季風影響，可工作機率較春夏季低，風速 5.4 m/s，連續 6 小時機率为春季 96.88%、夏季 98.35%、秋季 95.27% 及冬季 91.53%，連續 18 小時可工作機率为春季 54.89%、夏季 54.68%、秋季 43.75% 及冬季 43.67%。

風速 10.7 m/s 時，蘇澳港及花蓮港連續作業 6~24 小時，各季可工作機率为均已達 90%，如花蓮港，分析作業風速 12 m/s 時，春季連續 6 小時機率为 100%、連續 12 小時 100%、連續 18 小時 97.26% 及連續 24 小時 94.42%；以「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許之最大風速 13.8 m/s 分析，2 港域持續作業 6~24 小時可工作機率为可達 95%，以蘇澳港為例，春季可工作機率为連續 6~12 小時為 100%，連續 18 小時 98.76%，持續作業 1 天(24 小時)工作機率为仍有 97.07%。

綜上所述，蘇澳港及花蓮港年平均風速約 3.5 m/s，除劇烈天氣所造成之短期風速震盪，依據歷年統計資料，2 港風速小於 5 m/s 佔全年 80%，依據本研究分析，現場作業限制風速達 10.7 m/s 時，四季連續工作 6~24 小時，港域均可穩定提供 90% 之可工作機率为，此分析數據可提供港域吊掛作業、工程規劃及施工調度應用參考。

表 13 風速四季可工作機率为統計表  
(a) 蘇澳港

| 風速 5.4 m/s  |         |          |          |          |
|-------------|---------|----------|----------|----------|
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 95.10%  | 76.69%   | 56.64%   | 49.43%   |
| 夏           | 92.65%  | 67.34%   | 47.85%   | 44.87%   |
| 秋           | 86.86%  | 69.39%   | 51.66%   | 43.44%   |
| 冬           | 86.98%  | 69.41%   | 48.28%   | 40.45%   |
| 風速 7.9 m/s  |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 99.45%  | 94.01%   | 81.45%   | 76.25%   |
| 夏           | 98.08%  | 86.67%   | 68.56%   | 66.82%   |
| 秋           | 97.17%  | 91.70%   | 81.59%   | 76.49%   |
| 冬           | 99.22%  | 94.79%   | 82.31%   | 77.38%   |
| 風速 10.7 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 99.83%   | 96.96%   | 94.83%   |
| 夏           | 99.65%  | 97.79%   | 93.74%   | 91.86%   |
| 秋           | 99.61%  | 97.97%   | 95.33%   | 92.86%   |
| 冬           | 100.00% | 99.81%   | 97.64%   | 95.19%   |
| 風速 12.0 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 100.00%  | 98.49%   | 96.79%   |
| 夏           | 99.72%  | 98.81%   | 96.10%   | 94.88%   |
| 秋           | 99.84%  | 99.06%   | 97.08%   | 94.93%   |
| 冬           | 100.00% | 100.00%  | 98.22%   | 95.96%   |
| 風速 13.8 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 100.00%  | 98.76%   | 97.07%   |
| 夏           | 99.86%  | 99.44%   | 97.67%   | 96.17%   |
| 秋           | 99.92%  | 99.69%   | 97.94%   | 95.87%   |
| 冬           | 100.00% | 100.00%  | 98.60%   | 96.44%   |

(b) 花蓮港

| 風速 5.4 m/s  |         |          |          |          |
|-------------|---------|----------|----------|----------|
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 96.88%  | 79.09%   | 54.89%   | 46.37%   |
| 夏           | 98.35%  | 79.05%   | 54.68%   | 48.42%   |
| 秋           | 95.27%  | 69.80%   | 43.75%   | 38.49%   |
| 冬           | 91.53%  | 70.13%   | 43.67%   | 34.29%   |
| 風速 7.9 m/s  |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 99.79%  | 95.87%   | 84.42%   | 77.90%   |
| 夏           | 99.62%  | 95.19%   | 86.05%   | 82.13%   |
| 秋           | 98.92%  | 92.35%   | 80.12%   | 75.26%   |
| 冬           | 98.16%  | 90.75%   | 76.51%   | 68.02%   |
| 風速 10.7 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 99.86%   | 96.20%   | 92.68%   |
| 夏           | 99.69%  | 98.79%   | 94.75%   | 91.35%   |
| 秋           | 99.73%  | 98.86%   | 95.21%   | 92.25%   |
| 冬           | 99.93%  | 99.17%   | 94.85%   | 90.60%   |
| 風速 12.0 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 100.00%  | 97.26%   | 94.42%   |
| 夏           | 99.75%  | 99.31%   | 96.30%   | 93.14%   |
| 秋           | 100.00% | 99.53%   | 97.02%   | 94.73%   |
| 冬           | 100.00% | 99.86%   | 97.36%   | 94.21%   |
| 風速 13.8 m/s |         |          |          |          |
| 季節          | 連續 6 小時 | 連續 12 小時 | 連續 18 小時 | 連續 24 小時 |
| 春           | 100.00% | 100.00%  | 97.94%   | 95.25%   |
| 夏           | 99.94%  | 99.56%   | 97.44%   | 94.22%   |
| 秋           | 100.00% | 99.66%   | 97.63%   | 95.28%   |
| 冬           | 100.00% | 100.00%  | 98.33%   | 95.48%   |

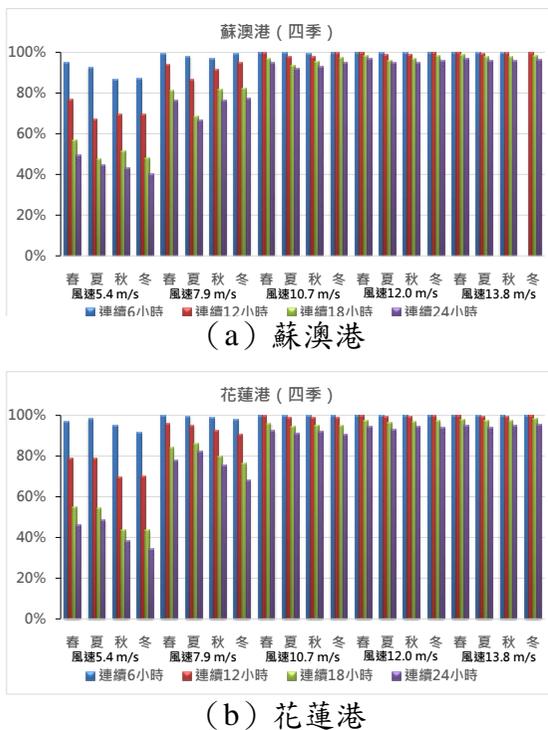


圖 14 風速分季可工作機率分佈圖

#### 四、結論及建議

本研究以交通部運輸研究所港研中心設置於蘇澳港及花蓮港海氣象觀測站，歷年蒐集之波高及風速資料為分析依據，探討東北部海域在不同波高、風速持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率，根據分析結果，蘇澳港及花蓮海域於波高 0.5 m 作業條件下，各月可工作機率均低於 25%，10~4 月間可工作機率最低，連續 6~24 小時可工作機率約為 0%，波高條件 0.8 m 時，以連續作業 6 小時分析，蘇澳港於 6~8 月間約有 45 天可工作天數，花蓮港則約有 57 天之工作天數可供進場作業，波高限制為 1.5 m 時，月可工作機率有明顯上昇之趨勢，蘇澳港連續作業 6 小時全年度可工作機率为 55~95%，花蓮港連續作業 6 小時機率約 95%。

四季波高可工作機率分析結果，大致以夏季可提供較高之可工作機率，夏季雖為颱風好發期，整體而言，海況條件仍優於其餘 3 季，進入冬季後，東北季風對蘇澳港及花蓮港海域影響顯著，海域作業條件相對較差，以作業波高 0.8 m 為例，蘇澳港冬夏 2 季連續作業 6 小時，可工作機率分別為 1.64% (冬季)、46.47% (夏季)，2 者相差約 28 倍，花蓮港為 1.82% (冬季)、61.17% (夏季)，相差約 34 倍。

根據歷年各月可工作機率統計資料，風速 7.9 m/s 作業門檻分析，蘇澳港及花蓮港連續作業 6 小時可工作機率均超過 9 成，最大作業風速為 10.7 m/s 時，連續工作 6~12 小時可工作機率，2 港均可達 95%，依據分析結果，屬於颱風好發期之 7~9 月，蘇澳港及花蓮港工作機率雖略為降低，單月仍有 25 天工作天數，以「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許之最大作業風速 13.8 m/s 分析，該船如需持續作業 6~24 小時，於蘇澳港及花蓮港海域可工作機率可達 95%。

四季風速可工作機率分析顯示，風速 10.7 m/s 時，蘇澳港及花蓮港連續作業 6~24 小時，各季可工作機率均已達 90%，如花蓮港，分析作業風速 12 m/s 時，春季連續 6 小時機率 100%、連續 12 小時 100% 及連續 24 小時 94.42%，以離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許之最大風速 13.8 m/s 分析，2 港域持續作業 6~24 小時可工作機率可達 95%，蘇澳港及花蓮港年平均風速約 3.5 m/s，風速小於 5 m/s 佔全年 80%，依據本研究分析，現場作業限制風速達 10.7 m/s 時，四季連續工作 6~24 小時，港域均可穩定提供 90% 之可工作機率。

本研究蒐集東北海域之蘇澳港及花蓮港歷年波高、風速觀測資料，以統計方式估算海域於不同月份、季節可工作

機率，分析成果可提供蘇澳港及花蓮港鄰近海域相關單位，做為現場工期規劃、工程施作及趕工安排等作業應用參考。

## 五、參考文獻

1. 朱宗蔚、錢樺、高家俊、莊士賢 (2000)「海事工程可工作日分析之探討」第 22 屆海洋工程研討會論文集，第 480-486 頁。
2. 游微娟 (2012)「台灣海域波候長期變遷趨勢研究」，建國科技大學土木與防災研究所碩士論文。
3. 黃清和、錢樺、李文欽、游微娟、洪子軒等 (2012)「台灣周邊海域可工作日數分析」，第 34 屆海洋工程研討會論文集，第 607-612 頁。
4. 莊文傑、曾相茂、張憲國 (2015)「AWCP 之波浪監測紀錄分析與其統計特性」第 37 屆海洋工程研討會論文集，第 77-82 頁。
5. 蔡立宏、羅冠顯等「105 年臺灣國際港附近海域海氣象調查分析研究」，交通部運輸研究所，2017 年 4 月。
6. 邱永芳、何良勝、廖慶堂等「105 年國內商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2017 年 4 月。
7. 邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等「2016 年 12 港域海氣象觀測資料年報」，交通部運輸研究所，2017 年 6 月。
8. 莊文傑、曾相茂 (2016)「臺灣海域之東北季風與國內五大商港海域之長浪特性」，105 年天氣分析與預報研討會論文集，A5 海象測報與應用，中央氣象局。
9. 陳宗邦、劉恩昊、張君名等 (2018)“桃園觀塘海域海上可施工日探討”，第 40 屆海洋工程研討會論文集，第 185-190 頁。
10. 邱永芳、蔡立宏、羅冠顯等「106 年國際商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
11. 邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等「106 年國內商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
12. 邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等「2017 年 12 港域海氣象觀測資料年報」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
13. 羅冠顯、蘇青和、蔡嘉和等「108 年國際商港風波潮流觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2020 年 2 月。