

臺灣五大商港海域之波浪觀測與長浪之辨識

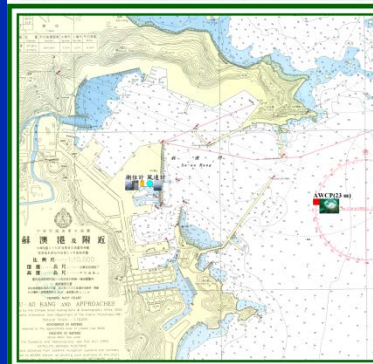
莊文傑、曾相茂

交通部運輸研究所/港灣技術研究中心 研究員

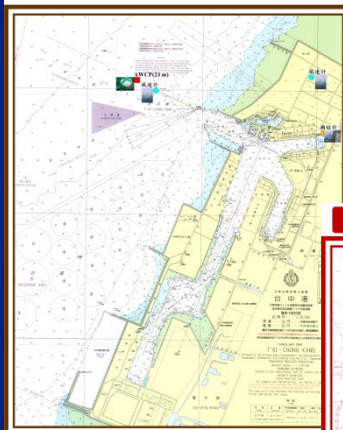
基隆港海氣象觀測儀佈置示意圖



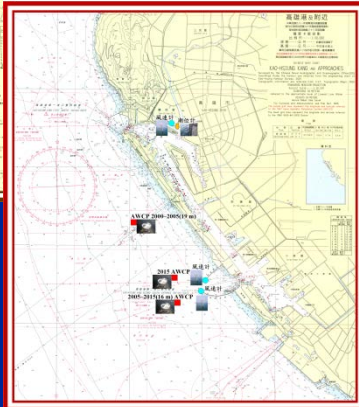
蘇澳港海氣象觀測儀佈置示意圖



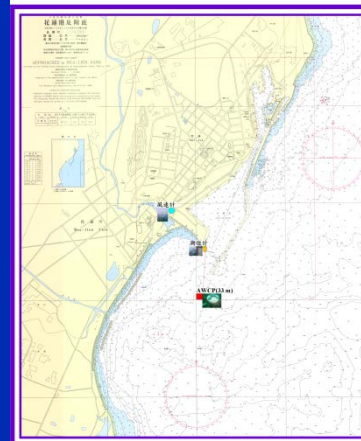
臺中港海氣象觀測儀佈置示意圖



高雄港海氣象觀測儀佈置示意圖



花蓮港海氣象觀測儀佈置示意圖



臺灣五大商港海域之波浪監測

- 港研中心五大商港海氣象(風、浪、潮、流)即時監測與傳輸顯示系統(曾等, 2015)。
- 高雄港(2000/12~)、基隆港(2001/6~)、花蓮港(2001/8~)、蘇澳港(2002/7~)、臺中港(2003/6~)即已分別使用挪威NORTEK公司出品之超音波式波向波高與剖面海流儀器(AWCP)_同時掛載壓力計。
- 波浪監測係以**1 Hz**之取樣率, 逐序從每小時第十分鐘開始, 逐時**施測2048筆紀錄**。
- 經儀器自身之分析及後處理功能, 可直接測得示性波高(H_s)、最大波高(H_{max})、1/3最大波高($H_{1/3}$)、1/10最大波高($H_{1/10}$)、主波向、次波向、以及主頻週期(T_p)、二階譜週期(T_{m02})、平均週期()等波浪代表特性。
- 既有系統係以**示性波高(H_s)**及**主頻週期(T_p)**顯示監測波浪之特性。

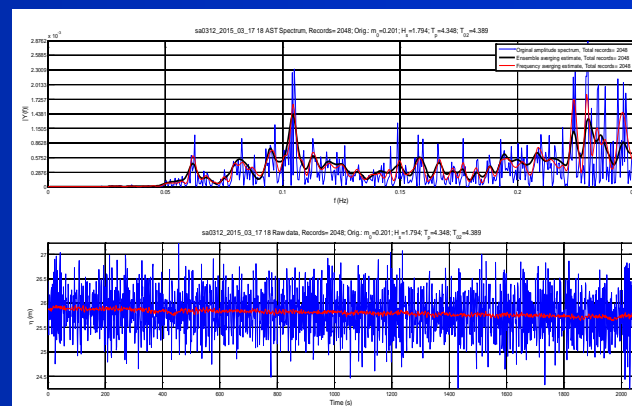
$$H_s = 4 \sqrt{m_o} ; H_{1/3} = 3.77 \sqrt{m_o} ;$$

$$H_{1/10} = 4.73 \sqrt{m_o} ; H_{max} = 1.8 H_{1/3} .$$

$$H_{max} / H_{1/3} = 1.4 \sim 2.2 ; H_{1/10} / H_s = 1.2 ;$$

$$H_{1/3} / H_s = 0.9$$

$$T_p / T_m = 1.0 \sim 3.0 ; T_{m02} / T_m = 0.9 \sim 1.0 ;$$



近岸海域監測之波浪及風力

近岸監測之波浪

➤ 風浪：

- 在海洋中，因風(移動風暴、颱風、或強烈季風)而起之波浪，統稱為風浪。
- 主要週期大多小於30秒。
- 在近岸區，直接受風吹襲所引起之波浪，波高一般較小。

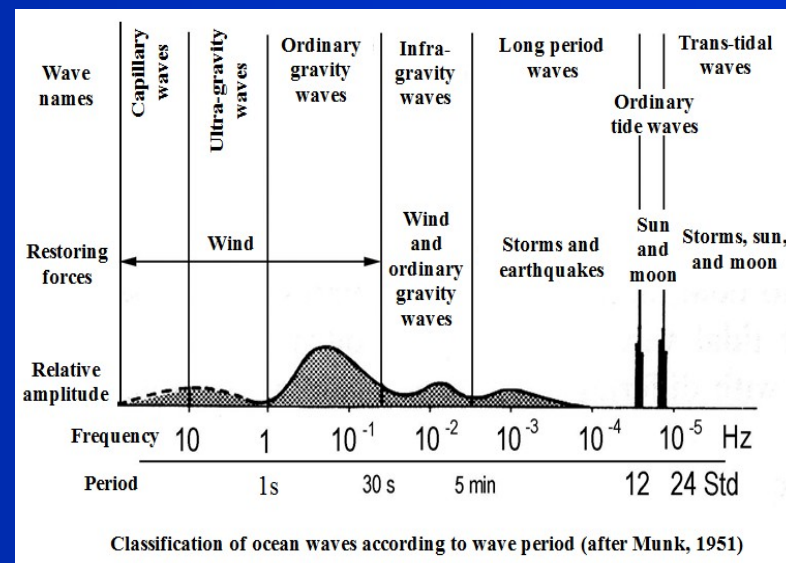
➤ 湧浪(長浪)：

- 專指離開風域或失去原生風力影響之風浪。
- 一般而言，由於其比風浪具有較規則之波動或較長之週期，因此，通俗上亦稱為“長浪”。
- 通常與颱風或強烈季風之存在息息相關。
- 長浪是近岸區大浪之主要構成成分，在風和日麗天氣下，它常會導致近海波濤洶湧，甚至是突然之巨浪，或瘋狗浪。

風力：

- 颱風：颱風形成及海、陸上颱風警報期間。
- 季風：隨冬夏季節大規模轉變方向的風。
- 海陸風

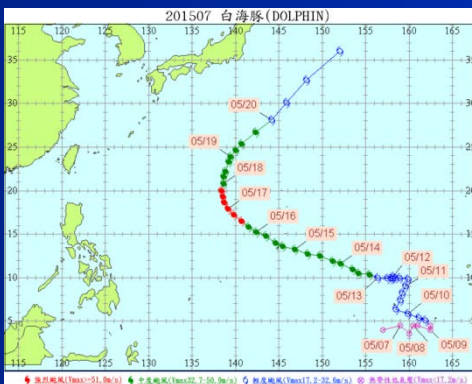
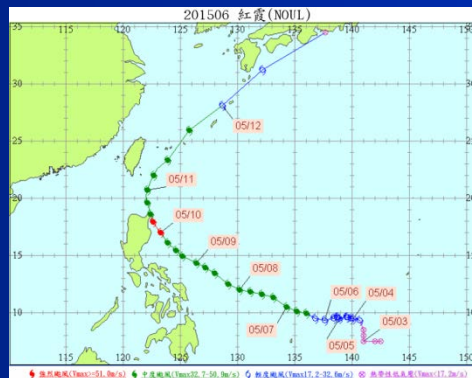
- 明確具有日週期之變動性；
- 每日較小風速，約在2 m/s以下；較大風速，則約介在6~10 m/s間，並且約發生於每日正午(12時)之前後約2小時。
- 海陸風速越強，代表天氣愈晴朗。



颱風期間監測波浪之演化歷程

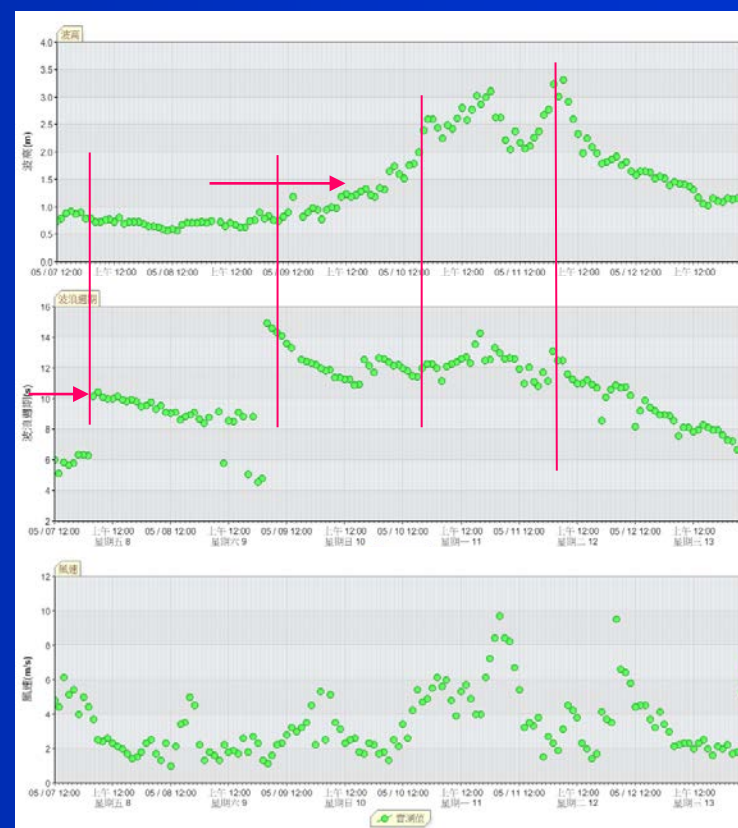
- ❑ 檢選今(2015)年5月4日及5月9日，在太平洋海域接連形成之第06號中度颱風「紅霞」及第07號輕度颱風「白海豚」為例。
- ❑ 「紅霞」颱風_發布海上颱風警報；「白海豚」颱風_無颱風警報。

- 颱風影響前之平常時期，示性波高小於1公尺；主頻週期在10秒以下。
- 蘇澳及花蓮港監測波高與週期之演化歷程，甚相近似。
- 監測波高與週期之演化歷程，可以蘇澳港作代表。
- 蘇澳港波浪之演化，當主頻週期自一般小於10秒躍昇至大於10秒後，示性波高即會漸漸增大。
- 基隆、台中、高雄監測波高與週期之演化歷程相對於東部近海較不明顯。
- 台中港具有最大之風力。



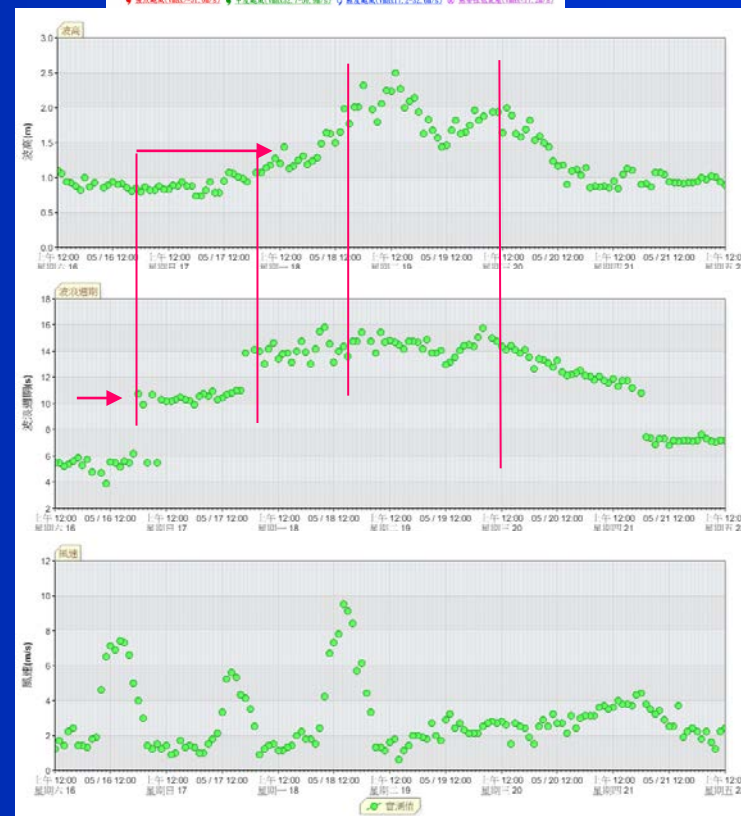
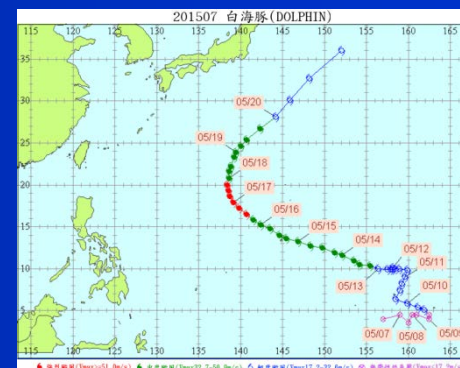
紅霞_颱風期間之長浪辨識

- ❑ **颱風形成**：颱風形成時皆屬輕度颱風等級，近中心附近10分鐘平均之最大風速，應達17.2~32.6 m/s。
- ❑ **颱風波浪傳播速度**：在原生海域係屬深水波，波浪之主頻週期 (T_p) 通常會大於10秒 ($T_p \sim 0.729 U_{19.5}$; Tucker, 1991)。若 $T_p \sim 12$ 秒，則群波傳播速度約為 809 km/day。
- ❑ **長浪演化歷程與辨識**：
 - 近岸風力之**海陸風特性(具日週期性)**甚明顯，較強風力可達約10m/s，但風力對波高與週期之影響仍甚有限。
 - 自5/04颱風形成之位置及時間起，依颱風波動傳播速度估計，長浪應約於**5/07傳達蘇澳港近海**。由於長浪僅處於前導波群到達階段，以致近海波浪屬於經常性風浪，波高小於1公尺、週期小於8秒。
 - 5/07後至約5/09，隨著颱風接近，長浪開始**群聚成長**，惟波高仍維持小於1公尺，但主頻週期已增長至8~10秒。
 - 5/09 6:00，由於先來後到長浪之**堆疊擁積**，主頻週期因而自**10秒躍昇**，示性波高，亦隨即逐漸增大，並於5/10 8:00，超越1.5公尺。
 - 自波高大於1.5m之後約10小時，即約於5/11 6:00，由於長浪之持續堆疊擁積，終致使長浪**成熟飽滿**，外加颱風近岸所引起之風浪，因而，示性波高可達2.5公尺以上，且最大可達3.5公尺。
 - 於5/11 18:00之後，示性波高逐漸降低、主頻週期自大於10秒持續減小，長浪已明顯在**減衰消退**，終至5/13 12:00後，海面再次回復至波高小於1公尺、週期小於8秒之經常性風浪。



白海豚_颱風期間之長浪辨識

- ❑ **颱風波浪傳播速度**：在原生海域係屬深水波，波浪之主頻週期(T_p)通常會大於10秒 ($T_p \sim 0.729 U_{19.5}$ ；Tucker, 1991)。若 $T_p \sim 12$ 秒，則群波傳播速度約為 809 km/day。
- ❑ **長浪演化歷程與辨識**：
 - 近岸風力之**海陸風特性**(具日週期性)甚明顯，較強風力可達約 10m/s，但風力對波高與週期之影響仍甚有限。
 - 自5/10颱風形成之位置及時間起，依颱風波動傳播速度估計，長浪應約於**5/15**傳達蘇澳港近海。由於長浪僅處於前導波群到達階段，以致近海波浪屬於經常性風浪，波高小於1公尺、週期小於8秒。
 - 5/15後至約5/17 12:00，隨著颱風接近，長浪開始**群聚成長**，惟波高仍維持小於1公尺，但主頻週期已增長至8~10 秒。
 - 5/17 16:00，由於先來後到長浪之**堆疊擁積**，**主頻週期因而自10秒躍升至14秒**，示性波高，亦隨即逐漸增大，並於5/18 12:00，超越1.5公尺。
 - 自波高大於1.5m之後約10小時，即約於5/19 00:00，由於長浪之持續堆疊擁積，終致使長浪**成熟飽滿**，因而，示性波高可達2.0公尺以上，5/19 01:00最大示性波高更達2.5公尺。
 - 於5/20 00:00之後，示性波高逐漸降低、主頻週期自大於10秒持續減小，長浪已明顯在**減衰消退**，終至5/21 03:00後，海面再次回復至波高小於1公尺、週期小於8秒之經常性風浪。



結 論

- 在西太平洋海域，當有西向行進之颱風形成時，對臺灣近海而言，不論其是否為發佈警報之颱風，皆會衍生長浪，且其均可透過蘇澳港近海監測波浪之主頻週期(T_p)及示性波高(H_s)之逐時演化歷程，清楚地**在時域上**直接作辨識。
- 經常性風浪，波高小於1公尺、週期小於8秒。
- 颱風長浪在蘇澳港近海之演化歷程一般可區分為下列**五個重要歷程階段**：
 1. 啟始到達：自颱風形成之位置及時間起，可應用~809 km/day之深水群波傳播速度估算；
 2. 群聚成長：波高仍維持小於1公尺，但主頻週期已增長至8~10 秒。
 3. 堆疊擁積：主頻週期自10秒躍昇至12秒以上，示性波高逐漸增大，並超越1.5公尺。
 4. 成熟飽滿：主頻週期維持在10秒以上，示性波高具有相對之最大值，一般會達2.0公尺以上。
 5. 減衰消退，示性波高自相對之最大值逐漸降低、主頻週期自大於10秒持續減小，終至海面再次回復至波高小於1公尺、週期小於8秒之經常性風浪。

❑ 誠摯 感謝 您的意見及討論！

莊文傑、曾相茂

交通部運輸研究所/港灣技術研究中心研究員