

# 清淨海洋大策略大聯盟 - (一)技術研發與宣導 成果報告

海洋大學 輪機工程系 華健 [huajian@ntou.edu.tw](mailto:huajian@ntou.edu.tw)

## 摘要

本計畫完成一套設置在海面，藉由風能驅動旋渦式垃圾收集器的垃圾清除系統。我們在水槽中進行試驗，觀察整體系統所形成渦流，對海上垃圾的收集效果。結果顯示，以圓圈導罩與螺槳結合後轉動所形成的漩渦，可得到最佳聚集水面垃圾的效果。為適應海上嚴峻環境挑戰，本系統採用自行研發的竹塑複合材料，作為主要結構。我們接著在海岸邊完成**實體系統設置與測試**。

## 一、研究目的

為有效解決海洋垃圾問題，本計畫整體目的，在於建立人對垃圾的正確態度與思維，以改變人導致垃圾氾濫的行為，進而減少陸、海垃圾產量及進入海洋機會。我們首先針對已進入海洋垃圾的清除，建立可行且符合經濟有效的技術。接著我們藉著該技術的擴大展示，對社會大眾進行有助於從源頭減少垃圾產生的宣導。

## 二、研究方法

本計畫第一年在於建立一套清除海洋垃圾系統，並對其進行相關試驗與改進。此垃圾收集系統的部件包括：結合風機與海流機的驅動、垂直軸螺槳漩渦製造及垃圾暫存收集籠等主要部件。

本計畫第二年在於結合第一年實驗中所得到的結果，製作一套設置在海面，藉由風能驅動旋渦式垃圾收集器的垃圾清除系統，並設置在海上進行運轉。

### 結構材料

為適應海上嚴峻環境挑戰，本系統採用自行研發的新材料。此材料由塑膠管與竹竿組合而成，其特色在於：便宜、耐海洋環境、質輕、強韌、易加工、操作安全。

此材料已經過各項強度測試，符合此清除系統所需要的結構強度要求。

## 海上設置考量

顧及吊運與海上設置的困難，此系統由一至六個單元，採取水域現場組裝方式完成。我們後續將選擇海大儲木池等水域，進行現場測試。

## 從源頭減少垃圾宣導

在完成實體海上測試後，我們將在系統上安裝一套以太陽光電驅動，得以在海面獨立運轉的宣導看板。並透過網路，舉辦能引發討論的相關活動，進行宣導。

## 三、研究成果及討論

在實驗過程中，我們觀察到的結果包括：

1. 在自然環境當中，風、水流、水深、受測垃圾項目等因素交互影響、干擾，要收集到足以解釋垃圾收集器與垃圾收集效果間關係的量化數據，並不可能。
2. 要建立上述關係，至少必須有效控制驅動出力。
3. 試驗結果顯示，螺槳在水面下一定深度轉動所形成的漩渦，可有效聚集各類型垃圾。
4. 系統中的收集籠可有效捕捉聚集的垃圾，進而暫存在籠內。
5. 比較各類型螺槳對垃圾的聚集效果，曲面螺槳表現最佳。
6. 以圓圈導罩與各類型螺槳結合後轉動所形成的漩渦，可明顯提升聚集水面垃圾的效果。

## 新結構材料性能

我們針對新開發竹複合圓柱結構材料進行壓縮與撓曲性能試驗。壓縮試驗結果顯示，最大壓縮力量為 3772 至 5162 kgf，平均力量為 4274 kgf。圖 1 為竹複合管壓縮力曲線和竹複合管受力變形之照片。

竹複合管試片撓曲試驗同壓縮試驗方式，實驗結果顯示最大壓縮力量為 343 至 474 kgf，平均為 425 kgf。圖 2 為竹複合管撓曲力量變化曲線和竹複合管受力變形之照片，在試片受到最大撓曲力量時，可看到受力點 PVC 管明顯變形，也明顯聽到竹子斷裂聲，但因受到 PVC 管的保護，竹竿仍留在 PVC 管內。

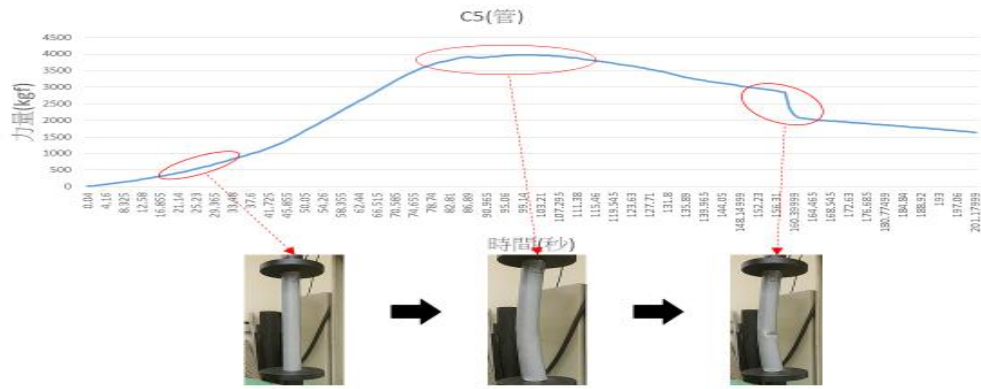


圖 1 竹複合管壓縮力量曲線圖與照片

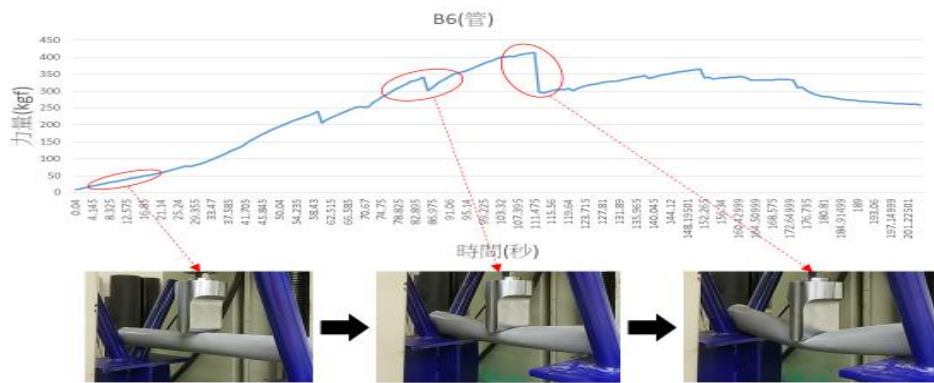


圖 2 竹複合管撓曲力量曲線圖與照片

### 系統實體設計與製作

顧及長遠持續利用此系統進行清淨海洋宣導教育的最終目標，我們以最大彈性為核心概念，所設計的整體系統如圖 3 所示。此系統可由 1 至 6 個單元(圖 4)，短時間內由 2-3 人，在水域現場組裝完成。

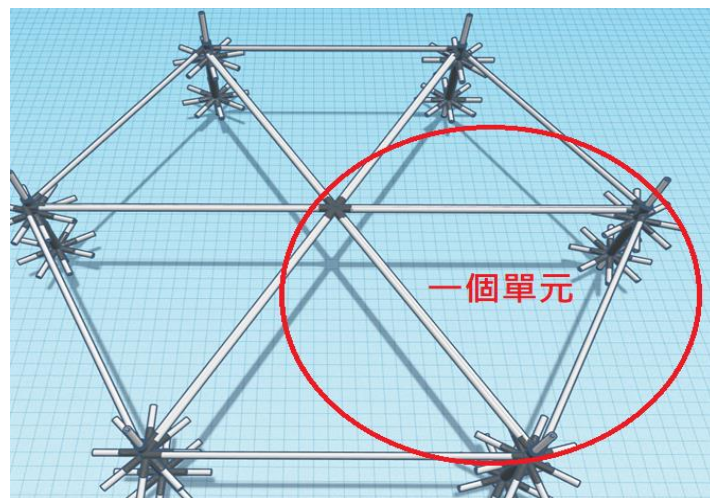


圖 3 由 1-6 個三角形單元所組合而成的垃圾收集系統示意

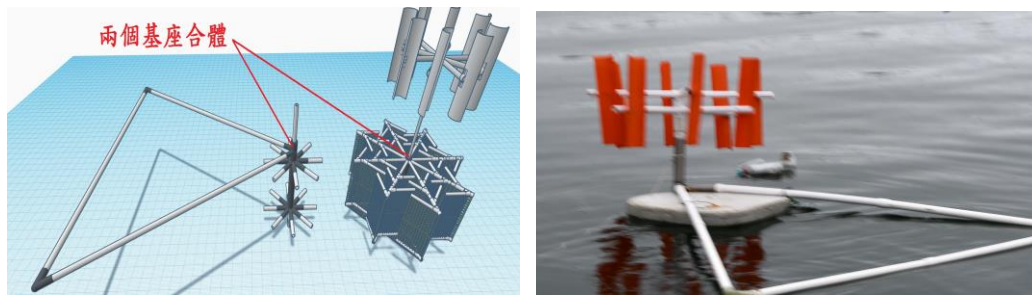


圖 4 垃圾收集系統【海星】當中的一個三角形單元

製作海上垃圾收集系統必須考量的事實包括：

- 海洋環境嚴峻 – 離岸、鹽分、酸性空氣、生物附著汙損
- 體積龐大 -- 設置不易，很可能須動用卡車運送，起重機吊放，費人力
- 未來需要長期、高頻度，不定期設置展示

因此克服挑戰，此系統至少必須：

- 輕、可漂浮
- 耐浸水、耐鹽、耐酸、耐候(風、浪、溫度)
- 容易搬運及在水面進行設置
- 最少的維護需求
- 成本低、人力需求少

在各種試驗與改進之後，我們提出的解方包括：

- 材料 -- 以夠輕、可漂浮，卻夠強的竹塑複合結構管材製作；
- 接合方式 – 分成幾個相同大單元，分別由小零件以扣件接合，使容易組合與拆解；以及
- 可輕易裝進小汽車裡，運到現場，輕鬆組裝完成，放在水面，自行隨風運轉。

此系統之設計，不僅首先顧及工作人員的安全，且成本低，風險與過程中的不確定性，皆可減至最少。而如此設計，並可兼顧此系統很可能須視天候與活動需求等實際情況，輕易拆解、搬運及重新完成組裝。在如圖 4 所示的垃圾收集系統當中的三角形單元其中一角的管接頭，除了 60 度分叉外，並在上、下各有分叉，當中套有軸承，分別安裝驅動風機，及漩渦製造螺槳與垃圾暫存籠。

本計畫後續目標在於透過完成的海洋清淨系統，擴大從源頭減少垃圾的宣傳層面。圖五所示，為東森電視舒夢蘭團隊，在海大儲木池為【海星】錄製專輯的場景。



圖五 東森電視舒夢蘭團隊錄製專輯的場景

本計畫後續工作包括：

1. 持續改進海洋清淨系統之設計，使更便宜、通俗、有趣，讓更多人想用。
2. 透過各種管道宣傳，使成為可 DIY 製作與施放的玩具與教具，普及於學校、團體及個人。
3. 在推廣過程的細節中，融入【清淨海洋 先減少垃圾】的觀念，逐漸調整消費文化。
4. 開發海洋垃圾回收利用的途徑與產品