

# 海上箱網養殖天然災害風險及對策

黃材成 陳陽益

海洋環境及工程學系

國立中山大學

## 摘要

海上箱網養殖為我國栽培漁業重要的一環，也是世界水產養殖發展之新趨勢。不但具有紓解陸上漁塭對水土資源之依賴，彌補沿海漁業資源之枯竭，同時因應加入世界貿易組織(WTO)所帶來的漁業國際化、自由化之壓力。在此關鍵時刻，海上箱網養殖已成為我國漁業再發展之重要踏腳石。藉此帶動我國相關海洋產業之發展，進而為台灣之永續發展注入活力與希望。然台灣位處亞熱帶每年約有 4 次颱風侵襲，如何防止颱風災害，增加箱網內魚群之安全性，則有賴養殖業者對颱風及箱網工程設施之瞭解。本文將就箱網結構及其常見之天然災害詳述於後並列舉一些因應對策。

關鍵字：箱網、天然災害、防颱對策

## 一、前言

漁業是人類最早開發海洋資源的方式之一，自本世紀以來，由於漁撈技術的突飛猛進加上人類毫無節制之濫捕，海洋孕育漁業資源的自然生產力已逐漸枯竭，為維護生態保育及漁業的永續經營，1982 年「聯合國海洋法公約」賦予沿海國家設立兩百海浬專屬經濟區的權力，使世界上 36% 的海域置於沿海國家管轄之下，而這片海域中囊括了世界上 90% 的漁業資源。在近海漁業資源日漸枯竭及遠洋漁業受漁業權的限制下，未來只能以人工養殖的方式來增加漁業資源。早期陸上養殖魚塭的發展給了漁業一線生機，但是無法避免的是超抽地下水導致地層下陷、土地鹽化、海水倒灌等等問題，所帶來的社會成本難以估計，因此陸上養殖魚塭並非最好的漁業資源發展方式。而台灣早期的箱網養殖開始於水庫或內灣如大鵬灣等地，養殖過剩的餌料會污染水源、使藻類大量繁殖造成優氧化導致魚、蝦等生物大量暴斃、養殖魚種的肉質不佳等等原因，才開始有了海上箱網養殖。有鑑於此，政府遂鼓勵民間從事海上箱網養殖，以減少陸上魚塭對環境的衝擊，除了可以增加漁業資源外，又可以充分開

發台灣四面環海所擁有之專屬經濟海域。

如今海上箱網養殖已成為我國栽培漁業重要的一環，也是世界水產養殖發展之新趨勢。不但具有紓解陸上漁塭對水土資源之依賴，彌補沿海漁業資源之枯竭，同時因應加入世界貿易組織(WTO)所帶來的漁業國際化、自由化之壓力。在此關鍵時刻，海上箱網養殖就成為我國漁業再發展之重要踏腳石。藉此帶動我國相關海洋產業之發展，進而為台灣之永續發展注入活力與希望。然台灣位處亞熱帶每年約有 3-4 次颱風侵襲，如何防止颱風災害，增加箱網內魚群之安全性，則有賴養殖業者對颱風及箱網工程設施之瞭解。因此本文將就箱網結構及其常見之天然災害詳述於後並列舉一些因應對策。

## 二、箱網基本構造

箱網設施的組成元件因不同型式而有所不同，但仍可將其區分為兩大系統，一是錨碇系統，另一為蓄養系統。

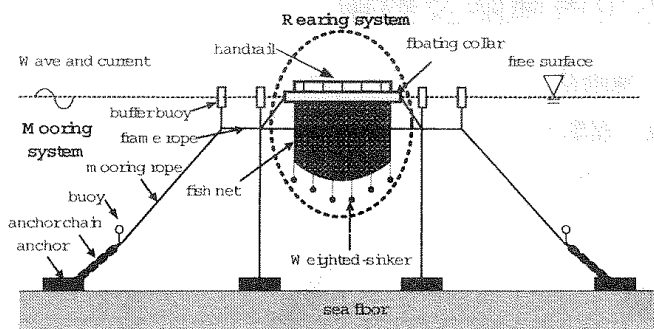


圖 1、箱網養殖設施示意圖

### (一) 錨碇系統(mooring system)

海上箱網養殖設施佈置時，為避免受到風浪及海流的侵襲而流失，須以錨碇系統將其固定在海床上，錨碇系統包括錨碇物(anchor)、錨鍊(anchor chain)、浮球(buoy)、錨碇纜繩(mooring rope)、架構纜繩(frame rope)及緩衝浮球(buffer buoy or distance buoy)等，如圖 1 所示。

錨碇物種類主要為重力式(deadweight anchor)、嵌入式鐵錨(embedment anchor)及樁式錨(pile anchor)，在不同的海域底床使用上，各有其適用性與優缺點，關於錨碇物的取決原則由海底底質及施工技術決定。錨碇纜繩指的是連接錨碇物與浮球(或箱網框架)之間這段纜繩，較常使用的有尼龍繩、特多龍等，國內部份業者以尼龍繩與鐵鍊並用，在錨碇物與尼龍繩之間加設鐵鍊以增加錨碇端的耐磨性及抗拉力。鐵鍊與錨碇纜繩之間的小浮子，則用來避免錨碇纜繩與底床摩擦(纜繩容易因摩擦而斷裂)。緩衝浮子(或稱中間浮子)主要用途為減緩波浪對箱網的衝擊力，當箱網受到波流衝擊反應在纜繩時的瞬間張力可能造成纜繩斷裂，藉由浮球的浮力上下震盪可達到緩衝的效果，緩衝浮子的設計大小會直接影響箱網運動及纜繩張力，因此須配合纜繩受力計算結果來設計浮子所需的尺寸大小。

### (二) 蓄養系統(rearing system)

蓄養系統主要作用是飼養魚群並防止魚群逃跑，因此蓄養系統是箱網養殖設施之重要部份，其組成有浮框(floating collar)、扶手管(handrail)、網袋(fishnet)及配重(sinker)等。

浮框部份主要作用是撐開網袋。網袋的容積大小直接影響養殖魚類的生命及成長空間，其材質一般採用尼龍網，由於網袋由尼龍線所編織而成，其比重(1.14)與水比重相似，故不易維持其形狀，網袋容積常隨波流而改變，因此以配重來固定其形狀以獲得穩定飼養空間，配重的型式有重錘式及沈框式，經研究發現沈框式對於維持網袋容積有較佳的效果。

## 三、台灣箱網主要型式

台灣箱網型式大致因使用地區可分成二大型式分述如下：

### (一) 半軟式箱網

主要分佈在澎湖的箱網養殖區如嵵裡、菜園、通梁、竹灣、大果葉等地(其中以通梁及竹灣較具規模)，如圖 2，這些區域絕大部分的水深在 5 至 15 公尺內，屬於內灣淺水區域。由於受到內灣的保護，水面波浪較為平穩，海流約在 20 cm/s 以內，故網具也就相對簡單，如圖 3。其發展是由澎湖傳統硬式箱網延伸而來，僅除去角材框體的部份。蓄養空間的規格有 7×7×4 m 及 10×10×4 m 兩種，由於每口箱網之間隔僅約 60 公分，遇上較大之風浪恐有網袋互相糾結的情況發生，因此有業者採間隔的方式蓄養。

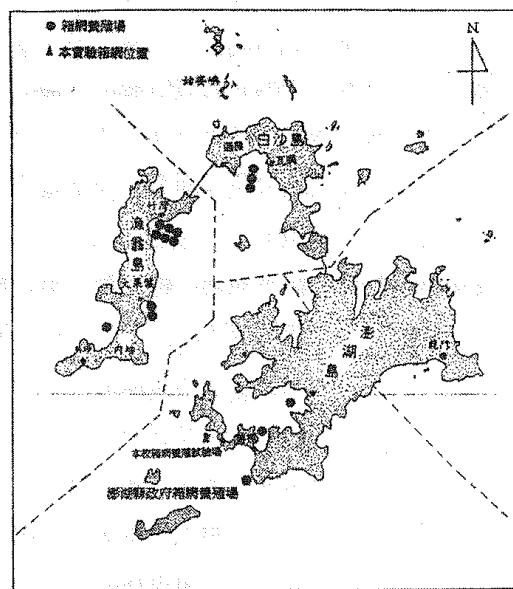


圖 2、澎湖箱網養殖區分布位置  
(資料來源：澎湖技術學院)

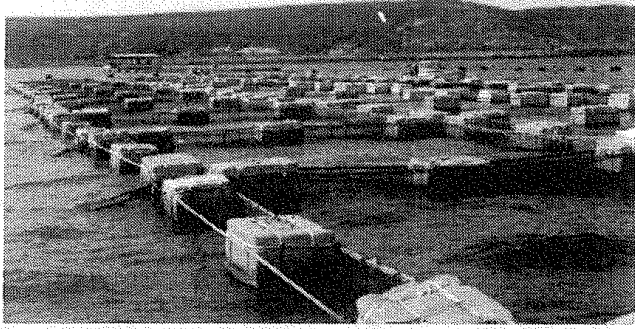


圖 3、半軟式箱網照片

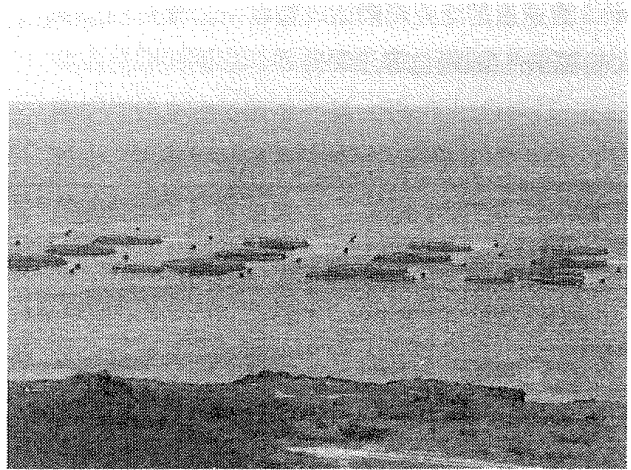


圖 5、圓形箱網照片(屏東小琉球海域)

## (二) 圓形箱網

屏東的箱網養殖區主要分布在楓港、竹坑、海口及小琉球等，如圖 4，這些區域絕大部份座落於水深 20 至 70 公尺之沿岸公共海域，因此有別於過去在東港大鵬灣小規模之內灣箱網養殖，另外澎湖內垵之箱網也是屬於圓形箱網。

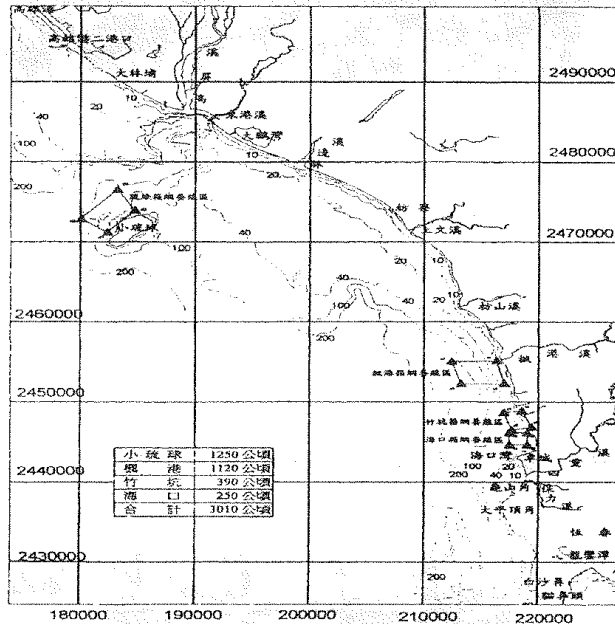


圖 4、屏東箱網養殖區分布位置

小琉球業者首先由挪威引進適用外海風浪的箱網養殖設施，也就是所謂的挪威可沈式箱網，圖 5。此種箱網最大的特色便是浮框部份為空心的高密度聚乙烯(HDPE)，框體上有進排水孔與進排氣孔，平時框體內部充滿空氣而浮在水面上，當颱風來襲前將框體上的孔口打開讓海水流入，當框體內的海水累積到一定程度後，整個框體就會緩慢的往下沈降，約可沈降至水面下 6-10 公尺，足以大大降低颱風對箱網結構的威脅，當颱風過後再將空氣經由輸氣管打入框體排出框內之水便可浮至水面。其錨碇系統部份有中間浮子，可以緩衝波浪的衝擊，降低錨碇系統承受之張力。蓄養系統為圓柱形，網袋一般採用尼龍材質的無結網。但有部分業者嫌操作麻煩，將浮管填充保利龍改成不可沈之浮式箱網。所以圓形箱網又分為浮式箱網與可沈式箱網兩種。

## 四、箱網養殖區之天然災害

過去因颱風造成的災害如表 1 所示，主要有：1986 年韋恩颱風(中度)直接侵襲澎湖列島，使該地內灣箱網約 90%受到嚴重損害(黃友義，1998)。1998 年瑞伯颱風(強烈)及民國 89 年象神颱風(中度)也對小琉球、楓港等地造成損害(黃材成，1998)。2001 年奇比颱風(中度)再次侵襲澎湖列島，使竹灣及通梁地區箱網幾乎全毀(黃材成，2001)。2005 年海棠颱風(強烈)也對小琉球、海口及部分澎湖等地造成損害。此外今年(2005 年)3 月 30 日小琉球強勁海流約 3 節(1.5

m/s) 流速重創泛亞箱網造成整場箱網流失，也算是重大箱網事件(陳陽益等, 2005)。

表 1. 歷年對台灣箱網養殖造成損害之颱風

| 日期         | 颱風 | 強度 | 重創地區 |
|------------|----|----|------|
| 8/22/1986  | 韋恩 | 中度 | 澎湖   |
| 10/16/1998 | 瑞伯 | 強烈 | 屏東   |
| 11/01/2000 | 象神 | 中度 | 屏東   |
| 6/23/2001  | 奇比 | 中度 | 澎湖   |
| 7/18/2005  | 海棠 | 強烈 | 屏東   |

## 五、箱網受創形式及原因探討

箱網受創形式大致可分為下列幾種：

### (一) 網袋變形或破裂造成魚群刮傷死亡或脫逃

原因：網袋受海流衝擊後會往上提升成歪斜狀，迎流(upstream)網面呈緊繃狀；此時若加上波浪作用，表面浮球或浮框將隨水面同步起伏，而網袋因底網受水阻滯而呈緩慢下沉，形成上下夾擊之情況而縮小原有空間。同時網袋魚群極易驚慌亂竄與網袋碰觸而刮傷死亡，圖 6 及圖 7。網袋若與漂流木或浮框摩擦也易發生破裂情況，造成魚群脫逃。

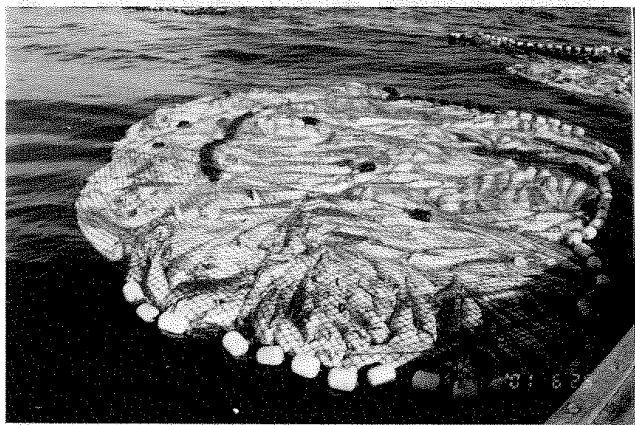


圖 6、網袋變形造成魚群大量死亡  
(2001 年奇比風災澎湖海域)

### (二) 錨碇系統鬆脫或斷裂造成整組結構變形或流失

原因：箱網連結部分主要靠鐵環及卸扣，極易因浪流之作用而磨損甚至斷裂。輕者造成網具結構變形，重者造成箱網錨碇系統受力不均勻發生斷纜之骨牌效應而整組箱網流失。施工不確實，纜繩材質老化也是造

問題發生之原因之一，如圖 8。

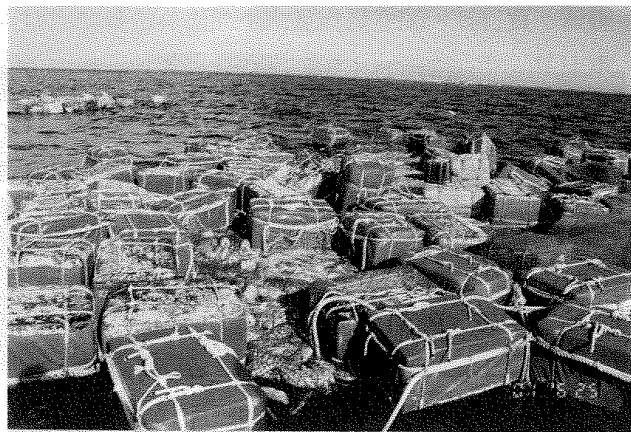


圖 7、錨碇系統崩潰造成整組箱網攪在一起  
(2001 年奇比風災澎湖海域)



圖 8、錨碇系統崩潰造成整組箱網攪在一起  
(2005 年屏東小琉球海流流速暴增之流失事件)

### (三) 浮框彎曲變形或折斷造成魚群死亡或脫逃

原因：颱風來襲時浮框若不灌水下沉到水面下，極易遭受波浪及海流衝擊而變形或折斷分解。固然浮框材質有改善空間，然大自然波浪之衝擊力是難以預測的，與其硬碰硬不如避開浪頭來得妥當，如圖 9。



圖 9、浮框變形折斷 (2005 年海棠風災屏東小琉球)



#### (四) 其他

如颱風豪雨帶來山洪爆發夾帶大量泥沙及漂流木。泥沙與河水會改變海水鹽度與濁度對魚群有不良影響，如圖 10；漂流木則會破壞浮在水面之箱網。

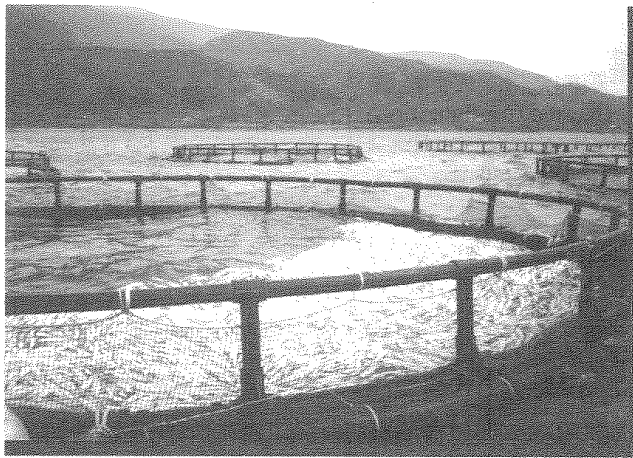


圖 10、海水混濁造成魚隻大量暴斃  
(2000 年象神風災過後楓港海域)

### 六、箱網防颱因應對策

颱風過境時，海面上波浪洶湧，除影響船隻航行和漁船作業安全外，對沿岸結構物往往具有相當大的破壞力，造成結構物毀損，導致人民財產損失。海上箱網養殖設施因長期放置在海面，在颱風來臨時無法像漁船入港避險。如箱網結構設計不佳或施工不當，箱網養殖設施無法承受波浪及海流之衝擊時，便造成流錨、斷纜、網袋破裂，使魚群大量逃脫或死亡。

以下針對此兩種箱網在颱風季節來臨之前(即五月前)提出防颱措施建議。

#### (一) 半軟式箱網

1. 檢查鐵錨是否確實埋入砂泥底質內？若發現鐵錨僅平躺地面則應從新投放務必使鐵錨插入砂泥地內以發揮抓地力。
2. 若發現箱網鐵錨重量不足時，可以並聯或串聯方式再投錨碇物於其旁，完成錨碇系統補強工作。
3. 隨時檢查錨碇纜繩、網片、浮球、重錘等構件，如有損壞應儘早更換或修補，颱風侵襲前將錨碇纜繩拉緊，以防結構鬆散造成損害。
4. 網袋應定期更換清洗，以免網片上藻類附著情況嚴重而增加流阻力，造成網袋容積變形以及增加錨碇

系統的負擔。

5. 颱風侵襲期間應降低養殖密度，可將成魚送往加工廠切片並真空包裝後冷凍，或將部份魚群移往風浪較小之區域養殖。
6. 嚴防周遭其它養殖設施(如蚵架)流錨之影響，加強其錨碇系統或設置緩衝區以策安全。

#### (二) 圓形箱網

1. 儘早將浮式箱網改成可沈式箱網，避開颱風浪頭直接侵襲。其優缺點詳如表 2，其中網底重錘式配重改成沈框式配重也有相當之助益(黃和唐, 2001)。
2. 檢查錨碇纜繩、浮框、網片、浮球、重錘、沈框等構件，如有損壞應儘早更換或修補，颱風侵襲前將錨碇纜繩拉緊，以防結構鬆散造成損害。
3. 若發現箱網錨碇塊重量不足時，可以並聯或串聯方式再投錨碇塊於其旁邊，完成錨碇系統補強工作。
4. 颱風侵襲前將浮框沈入水中，以減低颱風波浪對箱網結構的破壞力、降低錨碇系統的負擔以及減緩網袋容積變形的幅度。
5. 網袋應定期更換清洗，以免網片上藻類附著情況嚴重而增加流阻力，造成網袋容積嚴重變形以及增加錨碇系統的負擔。
6. 颱風侵襲期間應降低養殖密度，可將成魚送往加工廠切片並真空包裝後冷凍，或將部份魚群移往風浪較小之區域養殖。

表 2 箱網沉降與損失調查 (小琉球泛亞養殖場)

|                  | 浮框沉降情形 | 死亡數量比較     |            | 停料時間 | 死亡原因 |
|------------------|--------|------------|------------|------|------|
|                  |        | 重錘式配重      | 沈框式配重      |      |      |
| 譚美<br>07/13/2001 | 未沈降    | 365<br>尾/口 | 120<br>尾/口 | 4 天  | 魚體受傷 |
| 納莉<br>09/16/2001 | 已沈降    | 160<br>尾/口 | 30<br>尾/口  | 7 天  | 魚體受傷 |

### 七、結語

從過去風災經驗不難發現，養殖業者往往一時之疏忽而造成無法彌補之損失。因此建議業者要謹慎看

待颱風及強勁海流對箱網之影響，並於每年颱風季節來臨前做好防颱措施，檢查每一環節；總之，多一分準備少一分傷害在箱網養殖業而言更是如此。最後提

出箱網系統失敗可能原因一覽表，如圖 11，給社會賢達參考，也歡迎學者專家加入箱網網具研發工作，共同為我國海洋漁業資源而努力。

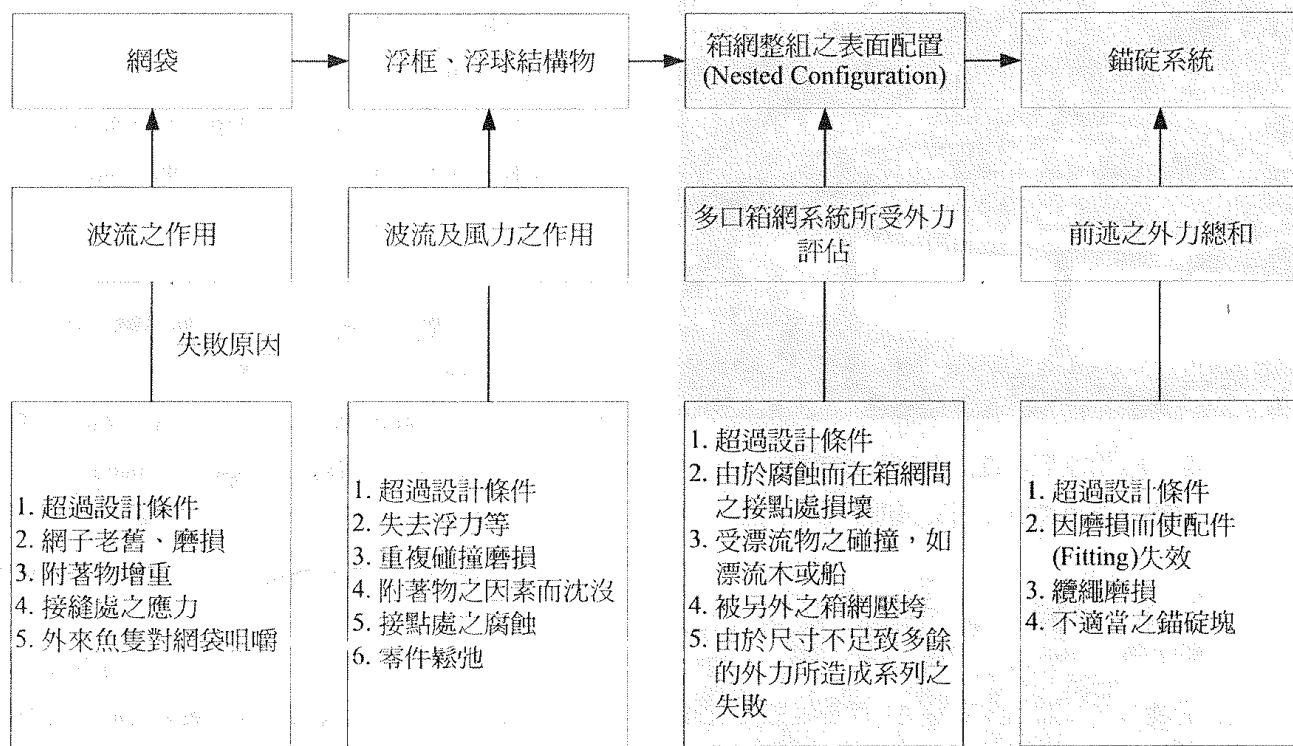


圖 11、箱網系統失敗可能原因

## 八、參考文獻

1. 黃友義, 1998: “台灣箱網養殖輔導”, 漁業推廣月刊, 141 期, 13-22
2. 黃材成, 高志銘, 1998: “單口箱網網袋變形分析”, 第二十屆海洋工程研討會, 219-224
3. 黃材成, 1998: “瑞伯颱風對屏東縣外海箱網養殖災害原因報告”, 國立中山大學漁業推廣委員會。
4. 黃材成, 鄭凱文, 2001: “奇比風災澎湖箱網設施之檢討”, 國立中山大學漁業推廣委員。
5. 黃材成, 唐宏結, 2001: “箱網容積變形改善研究”, 第二十三屆海洋工程研討會, 325-333。
6. 陳陽益等, 2005: 南方海洋園區 - 小琉球示範區 93 年度研究成果發表會, 國立中山大學。