

## 六邊形中層人工浮魚礁之力學特性探討

林俊辰

高雄分所

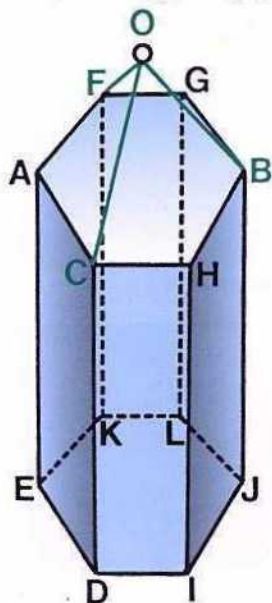
### 一、前言

本研究之主要目的有二，一為希望能使日漸萎縮之近海及沿岸漁場恢復舊有面貌，進而創造出更理想之漁場，提供漁民作業，而設置人工浮魚礁乃為重要又直接的良好手段，但是根據過去本分所投放人工浮魚礁之經驗得知，表層之人工浮魚礁，由於易受風浪及人為破壞之影響，經常流失，因此設計不易受上述因素影響之中層人工浮魚礁，乃極為迫切之研究課題；二為上年度對於三角錐形之中層人工浮魚礁作過探討，但是中層人工浮魚礁之形狀，除了三角錐之外，是否仍有其他形狀亦適合作成中層人工浮魚礁，因而選擇六邊形作為本研究之主題，與三角錐形作力學特性上之比較。

### 二、材料與方法

本研究利用比重較輕之鋁合金棒，設計成縮小五分之一之六邊形人工浮魚礁模型，上、下之六邊形的邊長各為10.8cm、12.5cm及14.1cm，如圖1所示，每種模型均以帆布包住六面

中之四面，中間之CHID面及FGLK面空著未包帆布，於上端之六邊形結附3支鋁合金棒（OC、OF及OB），相交於其上方，此交點作為連結支持棒或繫纜繩之用，並於模型上結附浮子，使浮魚礁體模型在水中垂直於繫纜繩。於民國82年4月10日-5月20日，利用國立成功大學造船系之環流水槽及大型造波水槽，分別進行中層浮魚礁受水流及波浪作用之力學特性試驗，在環流水槽中，以馬達之rpm控制流速（照片1），而以照片2之電磁流速計測定流速，流速之變化範圍為0.20~1.0m/s，變化模型之攻角為0°、10°、35°及45°，將三分力計橫向固定於水槽上方之昇降桿上（照片3），以測定浮魚礁體之抗力及垂直向上之揚力，照片4為作者正操作實驗儀器之設備，由左方起，分別為三分力計之電壓訊號放大器、三分力計之2次校正器、筆記型電腦、磁碟機、滑鼠及電磁式流速計之顯示器，三分力計所測得之抗力及揚力，經修正支持棒之抗力及揚力後，以下列式子求出抗力係數( $C_D$ )及揚力係數( $C_L$ )：



Type	A F (cm)	A E (cm)	O C (cm)
A	10.8	45.4	18.7
B	12.5	43.3	21.6
C	14.1	40.8	24.4

圖1 六邊形浮魚礁體模型之構造及尺寸

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad \text{----- (1)}$$

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad \text{----- (2)}$$

式中D、L分別為浮魚礁體受流作用之抗力(kgw)及揚力(kgw)， $\rho$ 為水之密度(kgw · s<sup>2</sup> / m<sup>4</sup>)，S為浮魚礁體之最大投影面積(m<sup>2</sup>)，V為流速(m/s)。雷諾數N<sub>R</sub> (Reynolds number)之求法如下：

$$N_R = \frac{d \cdot V}{\nu} \quad \text{----- (3)}$$



照片1 在成大造船系之環流水槽中控制流速之主控盤



照片2 本分所新購置之三向電磁流速計，可同時測定X, Y, Z軸之流速



照片3 將三分力計橫向固定於水槽上方之昇降桿上，下方藍色部份為六邊形浮魚礁體

式中d為浮魚礁之高度(m)， $\nu$ 為動粘性係數(m<sup>2</sup>/s)，其值可根據當場之水溫查表而得。照片5 為六邊形浮魚礁體在水中攻角為0°時與支持棒連結之情形，為瞭解六邊形浮魚礁體之力學特性，故亦與三角錐形浮魚礁體(照片6)作比較。

在波浪試驗方面，於成大之造波水槽(長100m、寬8m、深2.6m)，進行人工浮魚礁體在無支持棒固定之情況下，受波浪作用之力學特性，荷重置於水槽底部，荷重上面之眼環連結張力計，上方連結由鐵鏈、pp繩及尼龍繩所構成之繫纜繩，其上方再結附浮體，而浮體於靜水狀態時之深度為0.13m，於繫纜繩上亦分別結附中層人工浮魚礁模型於水面下0.69m及1.35m之處，只結附一個礁體時係連結於後者，六邊形及三角錐形之模型各選用一種，變化波浪斜度(波高/波長)，以張力計記錄繫纜繩受波浪作用之張力，對只有繫纜繩而未結附任何浮魚礁體(照片7)、繫纜繩結附一個浮魚礁體(照片8)及結附二個浮魚礁體(照片



照片4 操作實驗儀器設備之情形



照片5 六邊形浮魚礁體在環流水槽之水中之攻角為0°時與支持棒連結之情形



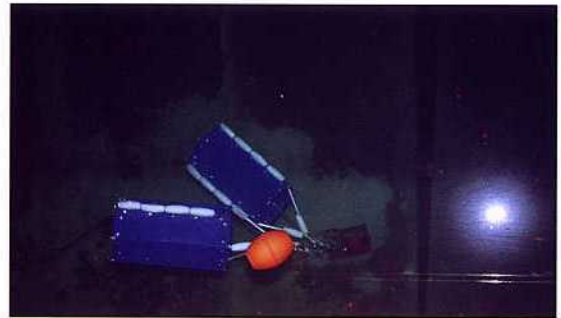
照片6 三角錐形浮魚礁體在水中攻角0°時之情形



照片 7 在造波水槽中，設置未結附浮魚礁體之浮體、繫纜繩、張力計及其電線與荷重之情形



照片 8 在造波水槽中，設置一個六邊形浮魚礁體於繫纜繩之情形



照片 9 設置兩個六邊形浮魚礁體之情形



照片 10 設置兩個三角錐形浮魚礁體之情形

9 及 10) 時之張力大小作比較，並分析繫纜繩受波浪作用之最大張力與 Keulegan-Carpenter 數 ( $= U_{max} \cdot T/d$ ,  $U_{max}$ : 水平波速之最大值,  $T$ : 波浪之週期,  $d$ : 浮魚礁之高度)、波浪斜度之關係。另外，繫纜繩上方浮體受波浪作用時之位移，則於水槽外面以 Video 攝影機記錄繫纜繩離開垂直中心線之角度，以分析浮體受波浪作用之最大水平位移與 KC (Keulegan-Carpenter) 數之關係。

### 三、結果

在穩定水流之試驗上，六邊形浮魚礁體之攻角愈大，其抗力愈大，在同一攻角時及相同流速之條件下，邊長較大之六邊形浮魚礁體的抗力稍大些，而揚力亦有類似之現象；流速愈強，浮魚礁體之抗力或揚力亦隨之增大。於雷諾數  $1 \times 10^5 - 6 \times 10^5$  之範圍內，攻角  $0^\circ$  及  $10^\circ$  時，其抗力係數小於 0.2，隨著攻角之增加而增大；揚力係數亦隨著攻角之增加而增大，但攻角在  $35^\circ$  與  $45^\circ$  時其揚力係數之差異並不大。於攻角  $0 \sim 45^\circ$  時，六邊形浮魚礁體之抗力係數及揚力係數，均大於三角錐形浮魚礁體。在波浪試驗上，未結附浮魚礁體及結附六邊形或三角錐體時之繫纜繩的最大張力，均隨著 KC 數或波浪斜度之增加而增大；KC 數相同時，以

結附兩個六邊形礁體時之繫纜繩的最大張力為最高，其次依序為結附一個六邊形礁體、結附兩個三角錐形礁體、結附一個三角錐形礁體，而以未結附礁體時之繫纜繩的最大張力為最低。在受波浪作用之浮體的最大水平位移上，未結附浮魚礁體或結附浮魚礁體，其均隨著 KC 數之增加而增大，而結附礁體及未結附礁體間之最大位移的差異並不顯著。

### 四、討論

綜合以上之結果，可知六邊形浮魚礁在穩定流及波浪之力學特性上的張力，均較三角錐形浮魚礁體為大，而於中層人工浮魚礁之設計上，須考慮繫纜繩所受張力之大小，浮魚礁體之抗力愈大，繫纜繩所受之張力亦增大，而使其在水中之耐用年限縮短，因此，可以得知，就六邊形及三角錐形之浮魚礁體而言，仍以三角錐形之礁體的抗力及波浪力較小，較適合於製作中層人工浮魚礁。在本年度，作者已根據此結論，設計了實際的三角錐形浮魚礁體，連結於浮體下方 20 m 處，浮體之深度約為 35 m，該組人工浮魚礁已設置於楓港外海、水深 400 m 之海域。

至於浮魚礁體在水槽中是以支持棒固定其

攻角，而在波浪中，攻角是否會有所變動？在本試驗中，事先已考慮到浮魚礁體在水中的攻角問題，故均結附浮子，使其在水中之重力為零，且使其在連結繫纜繩時，未造波前之攻角為零，至於造波後，其在水中之攻角是否會變動，因限於水槽無觀測窗之設施，故無法測知，但實際浮魚礁體設置於水深55 m處，根據去年的研究結果，其所受波浪之作用已很小，故其攻角的變化亦應不大。另外，台灣所生產的鋁合金管（棒）是否適用於海中使用，仍有待探討，本試驗為了減輕浮魚礁體在水中之重量，故採用鋁合金棒，根據去年投放的經驗，台灣製的鋁合金管在海中確實承受不了海流及波浪的作用，因此，本年度，在製作實際三角錐形礁體時，材質改採用鋼管，外面包 FRP，並在構造上加強固定，以改善其結構強度。有關

浮魚礁體用帆布包住，其耐用性如何的問題。在投放實際的中層人工浮魚礁體，根據去年投放的經驗，帆布的強度及材質仍有問題，因此，在實際應用時，本年度已改用網片來包，如此，可以減低其所受張力，且可延長其使用年限。至於在實驗室中的流向是可控制的，若將來投放海中，亂流的影響又如何的問題，有必要加以檢討，當然在海中的水流，不可能是單向的，只是其中最強的水流，是我們所需考慮的，而浮魚礁體與繫纜繩之連結中，使用了轉環，其可使浮魚礁體隨時轉動而向流最強之處，故其他較弱的亂流是可不必特別加以考慮的。

總而言之，以人工浮魚礁來創造漁場，是未來本省改善沿近海漁業之良策，希望大家能重視，以突破當前漁業之困境。