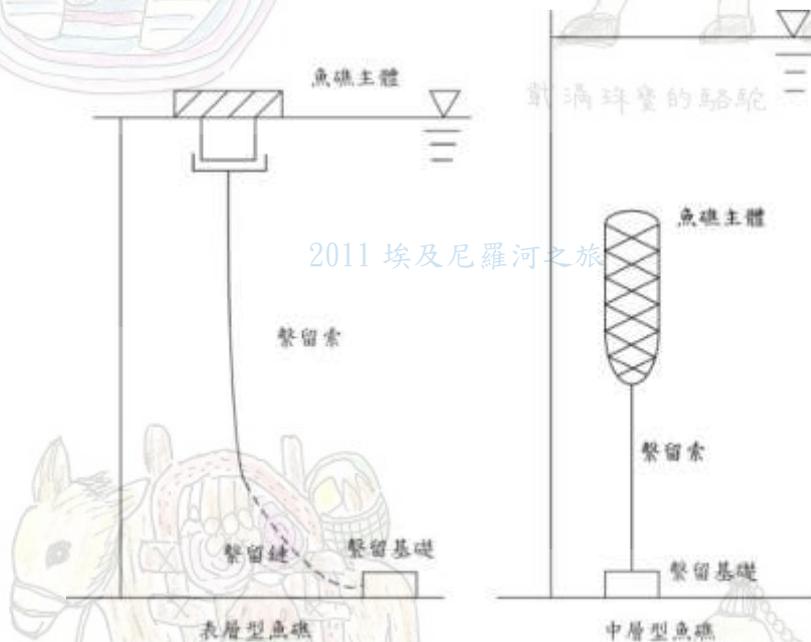


浮魚礁

1 設計基本方針

浮魚礁是利用鮪魚，鰺魚(青甘)，鰹魚，三保公魚(魷魚)等大型迴游魚會聚集在漂流於海上流木等漂流物的習性，以蝟集、滯留、誘導魚類為目的的外海漁場設施。

浮魚礁基本上是以有效地蝟集魚類為主要目的，但是有時會配置漁場環境觀測裝置而具有多功能性。以結構形狀可分為浮體(魚礁主體)浮在海面的表層型浮魚礁及浮在海中的中層型浮魚礁等2種，通常適用於外海水深150公尺以深的深水深域。表層型浮魚礁的繫留索採緩繫留，中層型浮魚礁採緊張繫留。

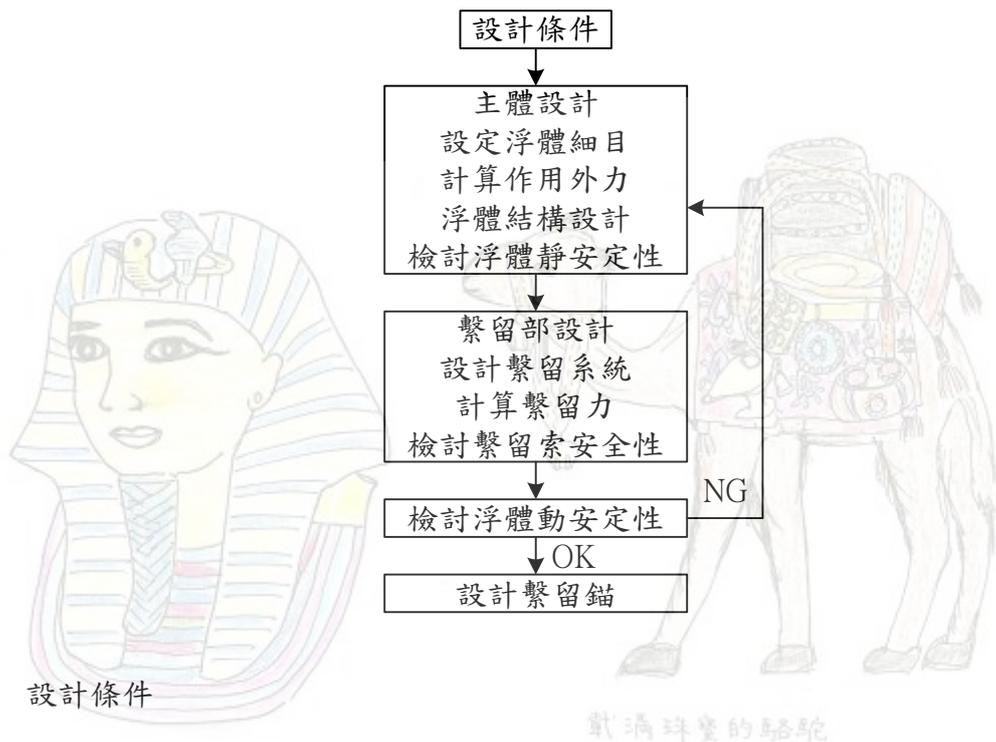


浮魚礁的構成材料大致為鋼材、塑鋼、ABS樹脂及合成纖維等，使用鋼材時，應考量10年分的腐蝕及消耗。

浮魚礁的設計流程如下

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈



浮魚礁的設計條件依實測資料，無時利用數值方法估算。

- ① 流考量海流、潮流及吹送流。埃及尼羅河之旅
- ② 波。
- ③ 表層型魚礁的**設計風**，為該海域設計再現期的對應風速。
- ④ 預測設置海域生物附著狀況，評估其影響。
- ⑤ 考量繫留錨設置地點的地質條件。

3 表層型浮魚礁

1) 作用外力

① 作用於浮體流體力

- ① 作用於浮體的流及波引起的定常外力 P_w ，若不考量浮體對波影響時可依下式計算

$$P_w = \frac{\gamma_w}{2g} C_D A_w \left(V^2 + \frac{1}{2} \beta V_m^2 \right)$$

γ_w : 海水單位體積重量

C_D : 浮體抗力係數

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈

A_w : 浮體投影面積

V : $V = v + v_b$

v : 海、潮流流速

v_b : 吹送流速每小時平均風速 U_{60} 的 3%，

$U_{60} = 0.95U_{10}$ ，

U_{10} : 10 分鐘平均海上風速，設置位置無實測資料時，可參考附近陸上觀測站資料，依下式計算

$U_{10} = 1.5U'_{10}$ ， U'_{10} : 10 分鐘平均陸上風速

V_m : 有義波引起海面最大流速

$$\beta = \begin{cases} 1 & V > V_m \text{ 時} \\ \frac{\pi - 2\alpha - \sin 2\alpha + 8(V/V_m)\sin\alpha - 4\alpha(V/V_m)^2}{\pi} & V \leq V_m \text{ 時} \end{cases}$$

$$\alpha = \cos^{-1}(V/V_m)$$

- ① 計算最大作用於浮體最大流體力時，必須考量波與流的相互作用，依下式計算

$$P_F = P_D \left(\sin\theta + \frac{V}{V_m} \right)^2 - P_M \cos\theta$$

V_m : 繫留索方向波引起最大水粒子速度

對上式，依上節所述方法覓得 P_F 為最大時的相位 θ ，即可計算出最大流體力。

- ② 進行表層型魚礁的浮體結構設計時，可依類似船體受波壓作用概念計算。

- ② 作用於繫留部流體力

作用於繫留索的流體力 P_k 可以下式計算

$$P_k = \frac{\gamma_w}{2g} \int_0^h C_D A_k V_z^2 dh$$

A_k : 繫留索的投影面積

V_z : 海底算出高度 z 處海、潮流流速

$$V_z = \begin{cases} \text{水深} h \leq 100\text{m 時} & V_0 \left(\frac{z}{h}\right)^{1/7} \\ 100\text{m} < \text{水深} h \leq 700\text{m 時} & V_0 \frac{z}{h} \\ \text{水深} h > 700\text{m 時} & V_0 \left(1 + \frac{z-h}{700}\right) \quad (z > h-700) \\ & 0 \quad (z > h-700) \end{cases}$$

V_0 : 海上海、潮流流速

③ 浮力

浮體所受浮力 P_L 可依下式計算

載滿珠寶的駱駝

$$P_L = \gamma_w V_w$$

V_w : 靜止水中浮體浮遊時排除水容積

④ 附著生物載重

從海面至水深 60 公尺處，與海水接觸表面會有生物附著，必須考量其重量、體積及投影面積等的增加，通常附著重量以 80N/m^2 (水中) 計算，盡可能實測設置海域的生物附著量。

⑤ 風載重

風載重參照「風載重」，可依下式計算

$$F_w = \frac{\gamma_a}{2g} U_{10}^2 (\sum C_D A_a)$$

載滿貨品的驢子

F_w : 風壓力 (N)

γ_a : 空氣單位體積重量 (11N/m^3)

U_{10} : 10 分鐘平均海上風速 (m/s)

C_D : 各構材阻力係數

A_a : 各構材的投影面積 (m^2)



阿拉丁神燈

g : 重力加速度(m/s^2)

2) 浮體安定

① 靜安定

浮體自浮時對傾斜、翻轉的安定計算可依下式推算

$$I/V - \overline{CG} = \overline{MG} > 0$$

V : 排水容量(m^3)($V=LBD$, L : 浮體長度, B : 浮體寬度, D : 浮體吃水)

D : 吃水(m), $D=W/(\gamma_w BL)$

W : 浮體重量

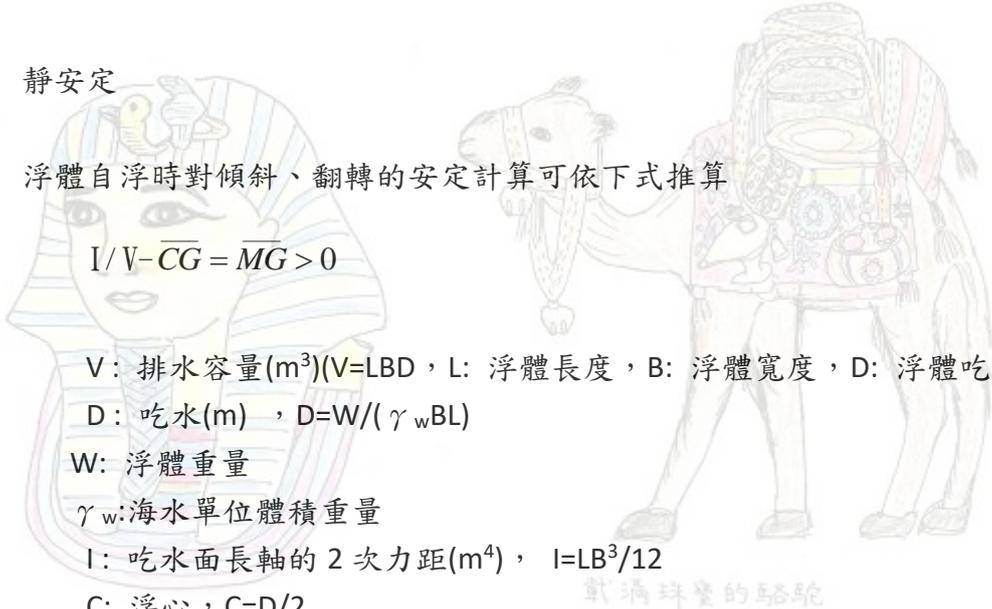
γ_w : 海水單位體積重量

I : 吃水面長軸的 2 次力距(m^4), $I=LB^3/12$

C : 浮心, $C=D/2$

G : 重心

M : 定傾中心



載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅

② 動安定

浮體在各種不同吃水時, 其傾斜角為 θ 時, 回復力矩 $R(\theta)$ 為

$$R(\theta) = W\overline{GM} \sin \theta \quad (kNm)$$

因風、潮流、繫留力等外力引起轉動力矩為 $I(\theta)$ 時, 下式必須滿足。

$$\int_0^\theta R(\theta)d\theta \geq f \int_0^\theta I(\theta)d\theta$$

$$f = \begin{cases} 1.1 & \text{異常時亦不會沉入海中} \\ 1.3 & \text{保養時} \end{cases}$$

載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

3) 繫留部設計

構成繫留構材有鏈、鋼索或合成纖維索, 考量作用於浮體的浮力及流體力而決定繫留索的種類及斷面等。在海底接地處的摩擦及海面附近與漁具間的接觸, 海底接地處及海面附近通常會使用鐵鏈。

表層型魚礁的繫留採用繫留索長/水深比大於 1.2 的緩繫留方式詳細設計參照「浮棧橋碼頭繫留設計」及「浮防波堤繫留設計」。

4 中層型浮魚礁

中層型浮魚礁指設置於水深大於 1/2 設計波波長以深，浮體部位置不會防礙船隻航行，以張緊方式繫留者。

1) 作用外力

張緊方式繫留時，繫留由弛緩變成張緊狀態時會產生大的衝擊，可能造成連結部或繫留索斷裂，因此必須有大於作用於浮體部垂直流體分力的「多餘浮力」。

多餘浮力 N 可依下式計算

$$N > \frac{h - z_0}{\ell} \frac{P_H + \frac{1}{2} P_{\ell H}}{\sqrt{1 - \left(\frac{h - z_0}{\ell}\right)^2}} + P_V$$

2011 埃及尼羅河之旅

h : 水深

z_0 : 從海底算起浮體深度

ℓ : 繫留索長度

P_H : 作用於浮上部流引起流體水平分力

$P_{\ell H}$: 作用於繫留索流引起流體水平分力

P_V : 作用於浮上部流引起流體垂直分力

為不使繫留索發生弛緩狀態，可設計多餘浮力 N 如下

$$N > P_{w \max} / \cos \phi$$

ϕ 表示繫留索傾斜角度，由於中層型魚礁設置水深大於設計波長的一半，可視為深海波，從海面算起 z 處波引起最大垂直方向水粒子速度為 V_m 時

$$V_m = \pi \frac{H}{T} \exp(-2\pi z / L_0)$$

$$L_0 = \frac{g}{2\pi} T^2$$

抗力 P_D 及質量力 P_M 分別為

$$P_D = C_D A_v \frac{\gamma_w}{2g} V_m^2$$

$$P_M = C_M V_0 \frac{2\pi\gamma_w}{Tg} V_m$$

A_v : 垂直方向投影面積

V_0 : 考量因生物附著、靜水壓引起變形時浮體的體積

波引起垂直方向最大波力 $P_{w \max}$ 及最小波力 $P_{w \min}$ 為：

$P_M > 2P_D$ 時

$$\left. \begin{matrix} P_{w \max} \\ P_{w \min} \end{matrix} \right\} = \pm P_M$$

$P_M < 2P_D$ 時

2011 埃及尼羅河之旅

$$\left. \begin{matrix} P_{w \max} \\ P_{w \min} \end{matrix} \right\} = \pm \left(P_D + \frac{P_M^2}{4P_D} \right)$$

2) 繫留部設計

- ① 計算作用於各部流體力時，不考量與波的共振。靜水中被繫留中層型塊作自由振動時的振動週期稱為浮魚礁的固有週期 T_0 ，可依下式計算

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \sqrt{\frac{C_{MA} + \sigma_{GA} / \gamma_w}{1 - \sigma_{GA} / \gamma_w}}$$

載滿貨品的驢子

$$\frac{\sigma_{GA}}{\gamma_w} = 1 - \frac{N}{\gamma_w V_0}$$

σ_{GA} : 魚礁整體單位體積重量

C_{MA} : 附加質量係數

載滿珠寶的駱駝

阿拉丁神燈

② 繫留索的傾斜角 ϕ 可依下式計算

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{P_0}{N} \right)$$

$$P_0 = \frac{\gamma_w}{2g} \left(\sum C_{Di} A_i \right) V^2$$

C_{Di} : 各構材的抗力係數

A_i : 各構材對流的投影面積

V : 海、潮流流速

③ 中層型魚礁受單點張緊繫留時的繫留力 T_M ，可依下式計算

$$T_M = (N + P_{w \max}) \cos \phi + (P_K + P_F) \sin \phi$$

$$P_F = P_D \left(\sin \theta + \frac{V}{V_m} \right)^2 - P_M \cos \theta$$

$$P_k = \frac{\gamma_w}{2g} \int_0^h C_D A_k V_z^2 dh$$

③ 中層型魚礁的繫留基礎通常採用重力式混凝土塊，所需重量 W 可由下式計算

$$W = \frac{T_M (F \sin \phi + \mu \cos \phi)}{\mu \left(1 - \frac{\gamma_w}{\sigma_G} \right) g}$$

μ : 混凝土塊與海底地盤間的摩擦係數

F : 滑動安全率 (=1.2)

載滿貨品的驢子 回海洋水產土木設施設計 阿拉丁神燈