

污水處理廠設計實例計算

楊 建 維*

一、機械清除欄污柵

1. 設計數據

1.1 該廠設置機械清除欄污柵二組，每組均能承受最大流量，其與水平傾斜角， $\theta = 75^\circ$ 。

1.2 二組輪流停用保養，以免影響處理廠之正常操作。

1.3 柵條淨距=2.5cm

1.4 雨季尖峯流量=1.321m³/sec.

旱季最大流量=0.916m³/sec.

旱季平均流量=0.441m³/sec.

1.5 在不同流量通過欄污柵之近似設計流速：

雨季尖峯流量時流速=0.9m/sec.

旱季最大流量時流速=0.6m/sec.

旱季平均流量時流速=0.4m/sec.

2. 水力設計計算

2.1 進流管水流情形：

進流管直徑，D=1.53m

進流管坡度，S=0.00047m/m

尖峯設計流量時流速，V=0.88m/sec

尖峯設計流量時，管內流水深度，d=1.18m

2.2 欄污柵池設計

A. 柵條距離及池尺寸

設欄污柵池水深與進流管水深相同(1.18m)。

$$\text{欄污柵之開口淨面積} = \frac{\text{尖峯設計流量}}{\text{通過欄柵流速}} = \frac{1.321\text{m}^3/\text{sec.}}{0.9\text{m/sec.}} = 1.47\text{m}^2$$

$$\text{欄污柵之開口淨寬} = \text{面積} / \text{水深} = 1.47\text{m}^2 / 1.18\text{m} = 1.25\text{m}$$

$$\text{柵條開口數} = 1.25\text{m} / 0.025\text{m/個} = 50\text{個}$$

*國立臺灣大學土木系畢業

柵條數=50-1=49支

柵條採用 FB-10mm×50mm

$$\text{欄污柵池寬度} = 1.25\text{m} + 10\text{mm} \times \frac{1}{1000}\text{m/mm} \times 49 = 1.74\text{m}$$

欄污柵池尺寸如圖(1)所示。

B. 欄柵間隔效率

$$\text{間隔效率} = \text{淨開口} / \text{池寬} = 50 \times 25\text{mm} / 1740\text{mm} = 0.72$$

下表為欄柵間隔效率表，根據間隔效率，亦可求得欄污柵池之寬度。如上述之計算，得

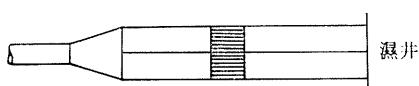
欄污柵之開口淨面積=1.47m²，由表查得柵條寬10mm，柵條淨距25.4mm之間隔效率=0.728故總面積=1.47m²/0.728=2.02m²

若水深=1.18m，則

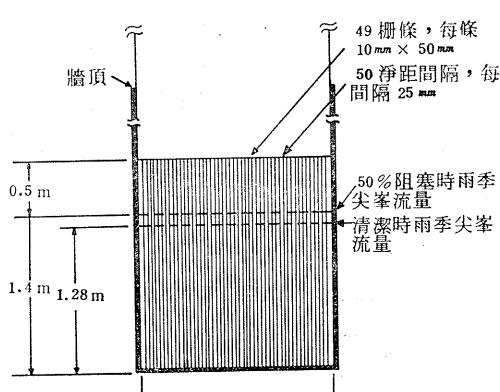
$$\text{欄污柵池寬} = 2.02\text{m}^2 / 1.18\text{m} = 1.712\text{m}$$

柵條間隔效率表：（摘錄自ENVIREX A REXNORD COMPANY, 1982）

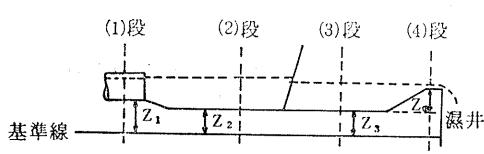
| 柵條寬 (mm) | 淨 距 (mm) | 效 率 | 柵條寬 (mm) | 淨 距 (mm) | 效 率 | 柵條寬 (mm) | 淨 距 (mm) | 效 率 |
|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| 6.3 | 12.7 | 0.667 | 10.0 | 12.7 | 0.572 | 11.0 | 32.0 | 0.741 |
| 6.3 | 19.0 | 0.750 | 10.0 | 19.0 | 0.667 | 11.0 | 38.0 | 0.775 |
| 6.3 | 25.4 | 0.800 | | | | | | |
| 6.3 | 32.0 | 0.834 | 10.0 | 25.4 | 0.728 | 12.7 | 12.7 | 0.500 |
| 6.3 | 38.0 | 0.856 | 10.0 | 32.0 | 0.770 | 12.7 | 19.0 | 0.600 |
| 8.0 | 12.7 | 0.615 | | | | | | |
| 8.0 | 19.0 | 0.705 | 10.0 | 38.0 | 0.800 | 12.7 | 25.4 | 0.667 |
| 8.0 | 25.4 | 0.768 | 11.0 | 12.7 | 0.534 | 12.7 | 32.0 | 0.715 |
| 8.0 | 32.0 | 0.803 | 11.0 | 19.0 | 0.632 | 12.7 | 38.0 | 0.750 |
| 8.0 | 38.0 | 0.828 | 11.0 | 25.4 | 0.696 | | | |



a. 平面圖



c. 正面圖



b. 剖面圖

圖(1) 欄污柵平面、剖面、及正面概略圖

C. 在尖峯設計流量時，欄污柵池中實際水深及流速。

池中在欄污柵上游之實際水深，如圖(1b)所示(1)(2)兩段，以能量方程式表示如下：

$$Z_1 + d_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + d_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

式中 Z_1, Z_2 = 基準線上高程，m

V_1, V_2 = (1)、(2)兩段之流速，m/sec.

d_1, d_2 = 在(1)、(2)兩段處之水深，m

h_L = 總水頭損失，m

同時假設：1. 池底面爲水平。

2. 基準線在池底面上（即 $Z_2=0$ ）。

3. 進流管之仰拱在基準線上 8cm。

$$4. h_L = k_c \left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

式中 k_c = 損失係數 = 0.3

$$\text{故 } 0.08\text{m} + 1.18\text{m} + \frac{(0.88\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} = d_2 + \frac{\left(\frac{1.321\text{m}^3/\text{s}}{1.74\text{m} \times d_2\text{m}}\right)^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2}$$

$$+ 0.3 \times \left[\frac{(0.88\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} - \frac{\left(\frac{1.321\text{m}^3/\text{s}}{1.74\text{m} \times d_2\text{m}}\right)^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} \right]$$

化簡上式得 $d_2^3 - 1.288d_2^2 + 0.021 = 0$

以代入嘗試法 (Trial and Error) 得近似值

$$d_2 = 1.28\text{m}$$

$$V_2 = \frac{1.321\text{m}^3/\text{s}}{1.74 \times 1.28\text{m}} = 0.59\text{m/sec.}$$

D. 通過欄柵淨開口面積之實際流速

$$V = \frac{\text{尖峯流量}}{\text{欄柵淨開口面積}} = \frac{1.321\text{m}^3/\text{s}}{1.25\text{m} \times 1.28\text{m}} = 0.83\text{m/sec.}$$

此數值較設計值 0.9m/sec. 稍低，有些設計者可能再修正欄柵開口數爲 48 或 49，則池寬將減少，惟通過欄柵之流速較高，將發生困難。

E. 通過欄柵之水頭損失

當欄柵清潔時，可用下列二式計算：

$$H_L = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \times \frac{1}{0.7} = \frac{(0.83\text{m/s})^2 - (0.59\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2} \times \frac{1}{0.7}$$

$$= 0.025\text{m}$$

$$\text{或 } H_L = \beta \left(\frac{W}{b} \right)^{4/3} \times h_r \times \sin \theta$$

式中 β = 柵條斷面形狀係數，如下表：

| 柵條斷面形狀 | β 值 |
|----------|-----------|
| 方形銳緣 | 2.42 |
| 方形上流面半圓 | 1.83 |
| 圓形 | 1.79 |
| 方形上下流面半圓 | 1.67 |
| 淚珠形 | 0.76 |

W =總柵條斷面上流側寬度，m

b =總柵條淨距，m

hr =接近柵柵時速度水頭，m

Q =柵柵與水平傾斜角度

$$H_L = 2.42 \times \left(\frac{49 \times 10 \text{mm}}{50 \times 25 \text{mm}} \right)^{4/3} \times \frac{(0.83 \text{m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{m/s}^2} \times \sin 75^\circ = 0.024 \text{m}$$

F. 櫛柵下游池水深及流速

能量方程式：

$$d_2 + \frac{V_2^2}{2g} = d_3 + \frac{V_3^2}{2g} + h_L$$

式中 d_2 , V_2 =柵柵上游池中水深及流速，

d_3 , V_3 =柵柵下游池中水深及流速，

h_L =通過柵柵水頭損失

$$\text{故 } 1.28 \text{m} + \frac{(0.59 \text{m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{m/s}^2} = d_3 + \frac{\left(\frac{1.321 \text{m}^3/\text{s}}{1.74 \text{m} \times d_3 \text{m}} \right)^2}{2 \times 9.81 \text{m/s}^2} + 0.025 \text{m}$$

簡化上式得 $d_3^3 - 1.273d_3^2 + 0.029 = 0$

以嘗試代入法得近似值

$$d_3 = 1.25 \text{m}$$

$$V_3 = \frac{1.321 \text{m}^3/\text{s}}{1.74 \text{m} \times 1.25 \text{m}} = 0.61 \text{m/sec.}$$

G. 櫛柵阻塞50%時，流經柵柵之水頭損失

當柵柵阻塞50%時，柵柵之淨面積亦即減半，由能量方程式：

$$d_2' + \frac{V_2'}{2g} = d_3 + \frac{V_3^2}{2g} + h_{L50}$$

式中 d_2' , V_2' =柵柵阻塞50%時，柵柵上游之水深及流速，

$h_{L50}=50\%$ 阻塞時，流過柵柵之水頭損失。

柵柵下游之水深及流速，受排放渠道出口之控制，而渠道出口之控制為固定溢流不變，故 d_3 及 V_3 與前柵柵清潔時之計算值相同。

$$h_{L50} = \frac{(流經欄柵開口流速)^2 - V_2'^2}{2g \times 0.7}$$

欄柵阻塞50%時，流經欄柵流速

$$= \frac{1.321m^3/s}{1.25m \times d_2' m \times 0.5} = 2.114/d_2' m/sec.$$

$$\text{又 } V_2' = \frac{1.321m^3/s}{1.74m \times d_2' m} = 0.759/d_2' m/sec.$$

$$\begin{aligned} \text{故 } d_2' m + \frac{(0.759/d_2')^2}{2 \times 9.81m/s^2} &= 1.25m + \frac{(0.61m/s)^2}{2 \times 9.81m/s^2} \\ &+ \frac{(2.114/d_2')^2 - (0.759/d_2')^2}{2 \times 9.81 \times 0.7} \end{aligned}$$

$$\text{簡化上式得: } d_2'^3 - 1.269d_2'^2 - 0.254 = 0$$

以嘗試代入法求得近似值：

$$d_2' = 1.4m$$

$$V_2' = \frac{1.321m^3/s}{1.74m \times 1.4m} = 0.54m/sec.$$

$$h_{L50} = 1.4m - 1.25m = 0.15m$$

阻塞50%時，流經欄柵之流速

$$V_{50} = \frac{2.114}{1.4} m/sec. = 1.51m/sec.$$

有些設計者亦常以近似值分析計算，即當欄柵阻塞50%時，其面積減半，流經欄柵之流速即加倍。故

$$h_{L50} = \frac{(2 \times 0.83m/s)^2 - (0.59m/s)^2}{2 \times 9.81m/s^2 \times 0.7} = 0.18m$$

欄柵阻塞後，水頭損失約增加至 15cm，此時欄污柵清耙週期必須增加，以防受湧浪滿溢負荷。正常走道滿溢出水高程為 0.5m，但此設計之欄污柵係深入地下，不會有滿溢走道之慮。

流速及水頭損失如下表

| 欄 柵 情 況 | 欄 柵 上 游 | | 流 經 欄 柵 流 速 (m/sec.) | 欄 柵 下 游 | | 水 頭 損 失 (m) |
|------------------|------------------|--------------------|--|------------------|--------------------|-------------------------|
| | 水 深 (m) | 流 速 (m/sec.) | | 水 深 (m) | 流 速 (m/sec.) | |
| 清 潔 | 1.28 | 0.59 | 0.83 | 1.25 | 0.61 | 0.025 |
| 阻 塞 50 % | 1.40 | 0.54 | 1.51 | 1.25 | 0.61 | 0.15 |

2.3 欄污柵下游排放渠坡度

在以上計算圖(1b)中(1)、(2)及(3)段池中之水深及流速，均係假設排出渠中流水在正常情況下計算。因排出渠至濕井係自然流下，故流入排出渠中實際水深，較先前計算之正常深度較小，同時流過欄柵之流速亦較大，故排出渠底必須稍提高，以保持

前面計算流入欄污柵池之水深。詳如以下計算。

A. 排出渠中臨界水深 (Critical Depth)

方形渠之臨界水深，由下式計算：

$$Q = A_c \sqrt{g \times d_c} = b \sqrt{g} d_c^{3/2}$$

$$d_c = \left(\frac{Q}{b \sqrt{g}} \right)^{2/3}$$

式中 Q = 渠水流量， $m^3/sec.$

d_c = 臨界水深，m

b = 渠寬，m

A_c = 臨界水深處之斷面積， m^2

設在尖峯設計流量 $1.321 m^3/sec.$ ，及渠寬 $1.74 m$ 時之臨界水深：

$$d_c = \left(\frac{1.321 m^3/s}{1.74 m \times \sqrt{9.81 m/s^2}} \right)^{2/3}$$

$$= (0.242)^{2/3} = 0.39 m$$

$$\text{臨界流速, } V_c = \frac{1.321 m^3/s}{1.74 m \times 0.39 m} = 1.95 m/sec.$$

由實驗已知臨界水深通常發生於從自由流下點，距離 $3 \sim 10$ 倍 d_c 處。

B. 排出渠底高程之近似值

如圖(1b)中(3)、(4)兩段，以能量方程式計算：

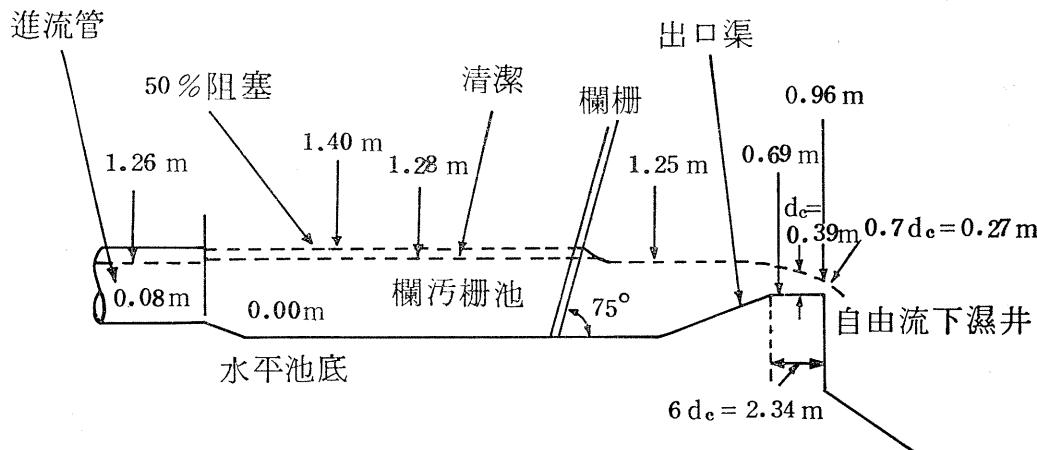
$$Z_3 + d_3 + \frac{V_3^2}{2g} = (Z_3 + Z_c) + d_c + \frac{V_c^2}{2g} + h_L$$

設摩擦水頭損失 h_L 不計，以 d_3 、 V_3 、 d_c 及 V_c 各值代入上式，得

$$0 + 1.25 m + \frac{(0.61 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2} = (0 + E_c) + 0.39 m + \frac{(1.95 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2}$$

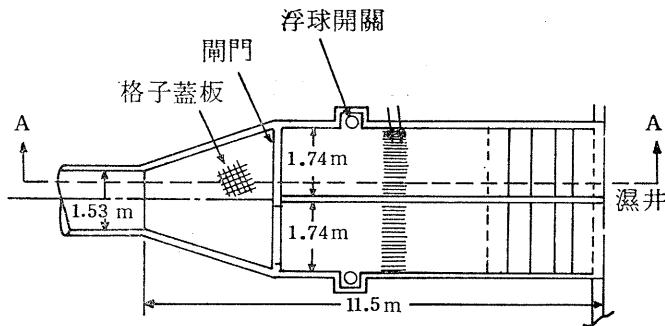
$$E_c = 0.69 m$$

即渠底應提高 $0.69 m$ ，如圖(2)所示。

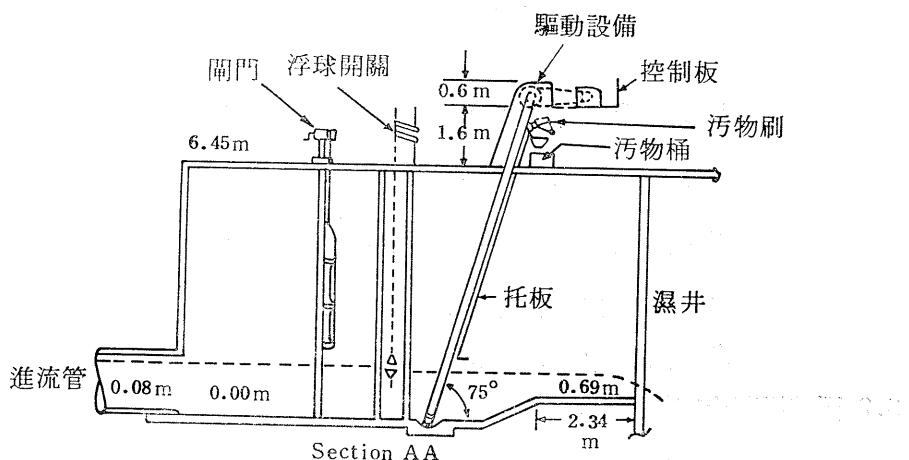


圖(2) 流經欄污柵之水力剖面圖

渠底提高後，當流量降低時會產生污泥砂沉積於渠底情形，必須於渠頂以人工耙鈎使其流入濕井內。另外一方法，將一 0.2m 直徑鑽孔之直管，傾斜向濕井埋置於渠底，並於出口處裝一閘式閥，以連桿於渠頂控制排放。有些工程師已成功地設計巴氏槽 (Parshall Flume)，或比例堰 (Proportional Weir) 用於欄污柵下游，使沉積泥砂自動排入濕井中。



圖(3) a 欄污柵配置平面圖

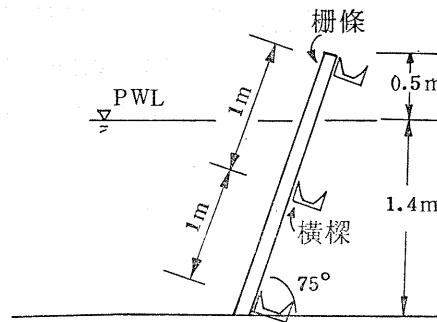


圖(3) b 欄污柵配置剖面圖

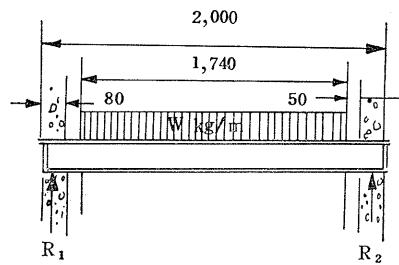
3. 欄污柵結構強度計算

3.1 橫樑強度及規格

欄污柵池寬 = 1.74m 尖峯設計流量時水深 = 1.4m 設橫樑採用溝形鋼，其允許彎矩應力為 $1,000\text{kg/cm}^2$ 。



圖(4) 欄污柵橫樑及柵條配置圖



圖(5) 作用於橫樑之負荷

$$\text{最大彎矩} = \frac{wl^2}{8} \text{ kg-cm} = \frac{1,400 \text{ kg/m} \times 1.74 \text{ m} \times 174 \text{ cm}}{8} \\ = 52,983 \text{ kg-cm}$$

$$\text{橫樑需要剖面模數} = \frac{M_{\max}}{\delta_6} = \frac{52,983}{1,000} = 53 \text{ cm}^3$$

橫樑採用 $125 \times 65 \times 6t$.

其剖面模數 $= 68 \text{ cm}^3 > 53 \text{ cm}^3$ ok.

3.2 兩壁混凝土支撑壓力

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2} (1,400 \times 1.74) = 1,218 \text{ kg}$$

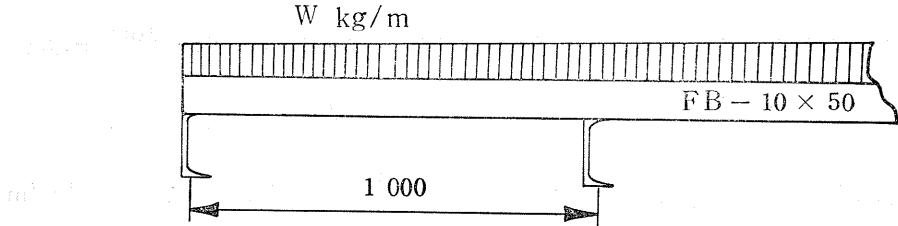
設兩壁採用壓應力 $\delta_c = 30 \text{ kg/cm}^2$ 混凝土

則可支撑壓力 $= 30 \text{ kg/cm}^2 \times 8 \text{ cm} \times 6.5 \text{ cm} = 1,560 \text{ kg} > 1,218 \text{ kg}$ ok.

3.3 柵條強度及規格

柵條強度及規格 柵條採用扁鋼 FB $10 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ 柵條之節距 $= 25 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$
 $= 35 \text{ mm}$

$$\text{最大彎矩 } M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{1,400 \text{ kg/m}^2 \times 0.035 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 100 \text{ cm}}{8} = 612.5 \text{ kg-cm}$$



圖(6) 作用柵條之負荷

柵條所需剖面模數 = $612.5 \text{kg}\cdot\text{cm} / 1,000 \text{kg/cm}^2 = 0.61 \text{cm}^3$

$$\text{採用 FB-10mm} \times 50\text{mm 之模數} = \frac{1}{6} \times B \times H^2$$

$$= \frac{1}{6} \times 1.0\text{cm} \times (5\text{cm})^2 = 0.83\text{cm}^3 > 0.61\text{cm}^3 \quad \text{ok}$$

4. 驅動馬力設計

$$\text{撈起能力 } Q = \frac{V \times S \times r \times 60}{P}, \text{T/Hr}$$

式中 V = 把鈎撈起污物容積, m^3

S = 把鈎上升速度 (鏈條速度), $\text{m/min} = 3\text{m/min}$ (假設)

r = 汚物虛表比重, $\text{T/m}^3 = 0.8\text{T/m}^3$

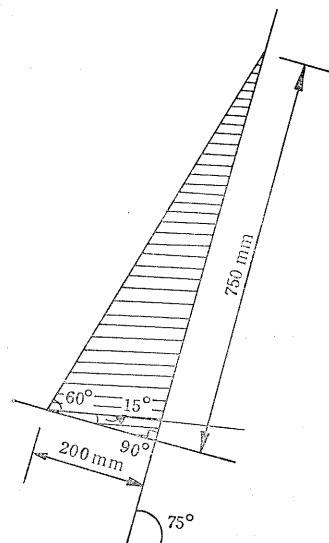
P = 把鈎節距, m

設耙鈎寬 200mm , 一般污物由耙鈎撈起時, 其靜止角與水平成 60° , 如圖(7)所示。

$$\text{一次撈起容積 } V = \frac{0.2 \times 0.75}{2} \times B$$

式中 B = 欄污柵寬 = 1.74m

$$V = \frac{0.2 \times 0.75}{2} \times 1.74 = 0.13\text{m}^3$$



圖(7) 耙鈎撈起污物斷面

耙鈎鏈條全長約18m (參考圖(3b)) 假設有耙鈎二個，則節距 $P = \frac{18m}{2} = 9m$

$$Q = \frac{0.13m^3 \times 3m/min \times 0.8T/m^3 \times 60min/Hr.}{9m} = 2.1T/Hr.$$

又設 $W = \text{撈起污輸送每m重量, kg/m} = \frac{1,000 \times Q}{60 \times S} \text{ kg/m} = 16.7 \times \frac{Q}{S} \text{ kg/m}$
 $= 16.7 \times \frac{2.1}{3} \text{ kg/m} = 11.69 \text{ kg/m}$

$W = \text{鏈條及耙鈎平均每m重量, kg/m} \approx 25 \text{ kg/m}$

$f_c = \text{鏈條與軌道摩擦係數} = 0.1 \sim 0.2$

$C = \text{兩鏈輪中心距離, } = 8.64m$

$D_v = \text{鏈輪中心垂直距離} = 8.35m$

$D_h = \text{鏈輪中心水平距離} = 2.24m$

$Q = \text{欄柵與水平夾角} = 75^\circ$

故撈起污物上升側鏈條之張力

$$\begin{aligned} T' &= [(W + \omega) \sin \theta + f_c (W + \omega) \cos \theta] \times C \\ &= (W + \omega) \times (\sin \theta + f_c \cos \theta) \times C \\ &\times (W + 16.7 \times \frac{Q}{S}) (D_v + f_c D_h) \end{aligned}$$

撈起污物時下降側鏈條張力

$$\begin{aligned} T'' &= (W \sin \theta - W \times f_c \cos \theta) \times C \\ &= W (D_v - f_c \times D_h) \end{aligned}$$

故撈起污物時鏈條實際上最大張力

$$\begin{aligned} T &= T' - T'' \\ &= (W + 16.7 \times \frac{Q}{S}) (D_v + f_c \times D_h) - W (D_v - f_c \times D_h) \\ &= (25 + 11.69)(8.35 + 0.2 \times 2.24) - 25(8.35 - 0.2 \times 2.24) \\ &= 125.33 \text{ kg} \end{aligned}$$

設各種傳動損失以20%計，則

$$\text{驅動馬力} = \frac{1.2 \times T_{\max} \times S}{4,500} = \frac{1.2 \times 125.33 \text{ kg} \times 3 \text{ m/min}}{4,500} = 0.1 \text{ HP.}$$

若欲求概算驅動馬力，可由下列經驗公式計算

$$\text{HP.} = \frac{Q \times C}{130} = \frac{2.1 \times 8.64}{130} = 0.14$$

為考慮豪雨發生不正常情形，採用3/4HP。

5. 耙鈎鏈條設計

因耙鈎將污物撈起時，作用於左右兩側鏈條張力，常因污物不平均，往往偏向於一側，故設計時以全部張力作用於一側鏈條計算，以策安全。

設鏈條使用係數為 1.4，則耙鈎撈起時作用於鏈條最大張力，

$$T_{\max} = \frac{HP \times 4,500}{S} \times 1.4, \text{kg} = \frac{0.75 \times 4,500}{3} \times 1.4, \text{kg}$$

$$= 1,575 \text{kg}$$

設採用720TAW水中用銷鏈，其節距為152.4mm，平均製斷負荷為12,500kg，重量為7.33kg/m。

$$\text{安全係數} = \frac{12,500 \text{kg}}{1,575 \text{kg}} = 7.9$$

6. 傳動鏈條設計

耙鈎鏈條速度=3m/min

720TAW節距=152.4mm

設驅動鏈輪=11齒

$$\text{則鏈輪PCD} = \text{節距} / \sin\left(\frac{180^\circ}{11}\right) = 152.4 / \sin\left(\frac{180^\circ}{11}\right) = 540.94 \text{mm}$$

$$\text{驅動軸轉數} = \frac{3 \text{m/min}}{\pi \times 0.541 \text{m/R}} = 1.77 \text{rpm}$$

設減速馬達採用： $\frac{3}{4}$ HP，3rpm，效率0.8。

傳動鏈條採用 RS-100滾子鏈，節距 31.75mm，平均裂斷強度 11,600kg。

減速馬達軸上鏈輪取23齒，其節圓直徑233.17mm。

$$\text{驅動軸上鏈輪} = \frac{3R/\text{min} \times 23}{1.77R/\text{min}} = 39 \text{齒}，\text{節圓直徑} 394.57 \text{mm}$$

傳動鏈條速度= $\pi \times 0.233 \text{m/R} \times 3 \text{R/min} = 2.19 \text{m/min}$

$$\text{作用於傳動鏈最大張力} T_{\max} = \frac{0.75 \times 0.8 \times 4,500}{2.19} = 1,233 \text{kg}$$

$$\text{傳動鏈安全係數} = \frac{11,600}{1,233} = 9.4$$

7. 傳動軸設計

7.1 傳動鏈輪軸徑作用於傳動軸最大扭矩

$$T_1 = \frac{71,620 \times HP \times \mu}{\text{rpm}} = \frac{71,620 \times 3/4 \text{HP} \times 0.8}{1.77 \text{rpm}} = 24.278 \text{kg-cm}$$

作用於傳動軸最大彎矩 $M_1 = 1,233 \text{kg} \times 15 \text{cm} = 18,495 \text{kg-cm}$

故等價彎矩， $M_{01} = 0.35 \times M_1 + 0.65 \sqrt{T_1^2 + M_1^2}$

$$= 0.35 \times 18,495 + 0.65 \sqrt{(24,278)^2 + (18,495)^2}$$

$$= 26,311 \text{kg-cm}$$

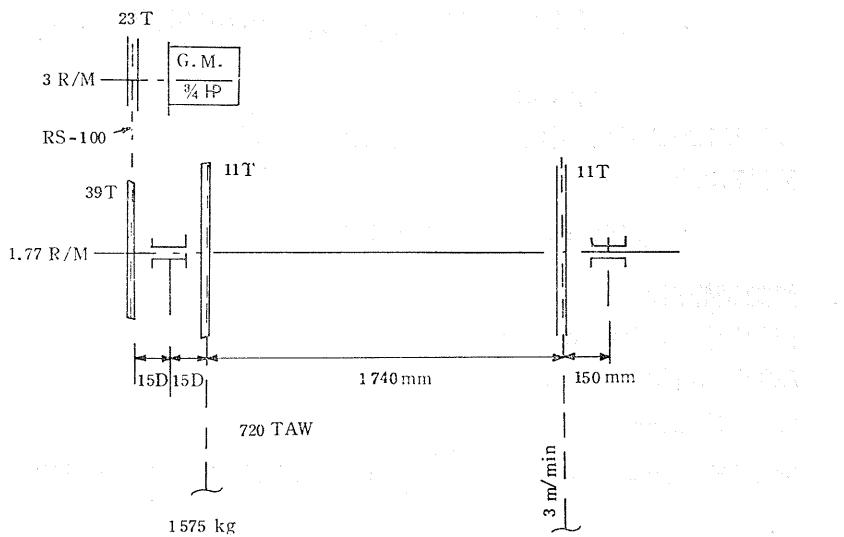
設軸鋼料強度為500kg/cm²，則

$$\text{軸徑, } d_1 = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_{01}}{\pi \cdot T}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 26,311}{\pi \times 500}} = 8.12 \text{cm}$$

7.2 耙鈎鏈條鏈輪軸徑

作用於傳動軸最大扭矩與上述相同， T_1

作用於傳動軸之彎矩



圖(8) 傳動軸配置圖

$$M_2 = 1,575 \text{ kg} \times 15 \text{ cm} = 23,625 \text{ kg-cm}$$

$$\begin{aligned} \text{故等效彎矩, } M_{02} &= 0.35 \times 23,625 + 0.65 \sqrt{(24,278)^2 + (23,625)^2} \\ &= 30,288 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$

$$\text{軸徑, } d_2 = \sqrt[3]{\frac{32 \times 30,288}{\pi \times 500}} = 8.5 \text{ cm}$$

故傳動軸採用 $100\text{mm}\phi$

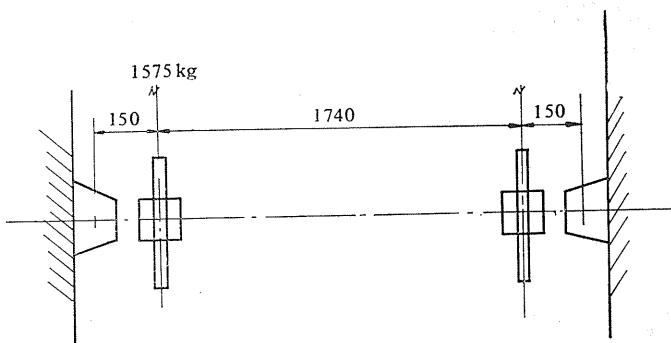
8. 水中從動軸設計

該軸為固定，鏈輪轉動。同時其僅受耙鈎鏈條之張力彎矩作用

$$M = 1,575 \text{ kg} \times 15 \text{ cm} = 23,625 \text{ kg-cm}$$

$$\text{故 } d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 23,625}{\pi \times 500}} = 7.8 \text{ cm}$$

採用 $85\text{mm}\phi$ 。

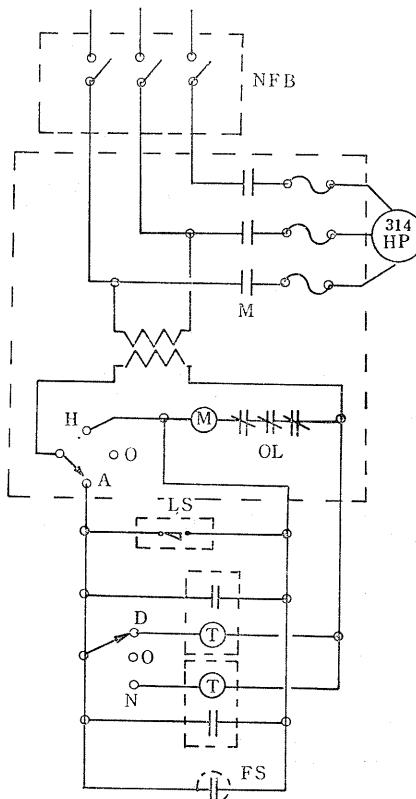


圖(9) 水中從動軸配置圖

9. 控制系統設計

攔污柵操作控制系統如圖(10)所示，可人工手動操作，及自動操作，自動操作中，由

於日間與夜間進流水量不同，分別以一計時器（T）設定其運轉週期及運轉時間。同時為預防欄柵突受阻塞水位高漲，另由一浮球水銀開關（FS）控制，隨即起動操作，不受計時器時間之限制。又為防止耙鈎停止於水中，在水面上設置一極限開關（LS），不論計時器控制或浮球控制其操作已停止，但必須待耙鈎上升至水面上，觸及極限開關始停止運轉。



圖(10) 欄污柵電力控制圖