

农田水利技术丛书

实例汇编

(活动閘坝、放水涵洞开关设备)

广东省水利电力厅编

1958年10月

实例彙編目錄

- 一、修正北溪兩岸排水工程技术設計書
- 二、茂名縣引淦灌溉工程攔河埧設計計算書
- 三、三洲攔河埧設計計算書
- 四、番禺縣梅隆水庫“活塞式”放水設備計算書
- 五、海豐縣黃山洞水庫放水設備設計計算書
- 六、徐聞縣大水橋水庫旋轉門蓋式放水設備計算書
- 七、興寧縣石壁水庫洩洪涵啓閉設備計算書

書 号

登記号

修正北溪兩岸排水工程技术設計書

潮 安 县 北 溪 活 动 陂

該工程於1957年6月完工后，曾先后遇到了三次洪水的考驗，閘門当洪水达12.55公尺标高时即自動旋倒，可無需人操縱，与直升閘門比較有下列的优点：（1）造价低廉，仅为直升閘門的55%。（2）开关便利，每当水位达相当高度时，即自行旋倒，如須关闭則拉起閘門也方便。（3）建筑及修理均甚簡易。缺点方面：（1）閘前虽有沉砂池的设备，但閘門关闭过久，或仍可能淤砂。（2）受洪水倒灌地区应考虑尾水对閘門的作用。（3）閘門旋倒后由於水流影响，致使閘門震动很大。（4）閘門高度超过三公尺以上，在实用上較难装置，建議不宜采用。这些缺点还待研究改善。

第一章 提要及資料

（一）提要：

本縣河內及东津兩鄉有低田約14,700市亩，又磷溪鄉有低田約3,140市亩。（高程約有8.2M至12.3M）这一地区有石坑、桂坑、北坑諸水匯流其間，至磷溪口排出北溪，其集水面积共为158.6平方公里，流逕量是相當大的，因年来北溪淤淺，排水不暢，每值韓江稍漲，（潮安水位11公尺）即受頂托或倒灌，滯患甚烈，早造不能播种的約3,760市亩，晚造沒有收成保証的有5,500市亩，群众迫切要求解决排水問題。

本縣坎下湖地区位於北溪左岸，石丘头村之北，有低田約5,600市亩（高程自4.3至8.0M）集水面积20.4平方公里內滯自由石丘頭關排出，年来因北溪淤淺，當潮安站水位達10.7M至10.8M，即受頂托不能排出，（卅年前水位曾達8.274M，1951年为7.436m受浸廿余天，普遍受浸十餘天）早造有一千市亩經常受浸，不能开耕，一般情况受浸農田3,600~3,700市亩（包括单造田）晚造有1,660市亩沒有收成保証，解放以来群众迫切要求解决排水問題，曾經計劃过若干方案，另開排水口，但因工程艰巨，下游群众顧慮多，致未能举办。

本縣官塘，白水湖兩鄉連接汀海隆都地区，位於北溪右岸，潮安縣境內有農田5,610市亩，汀海境內有農田9,798市亩，地势低窪內滯向賴大东山關樟山關排出，年来因北溪淤淺，在潮安水位達11公尺时無法排出，致早造有2,000市亩不能开耕，晚造有4,000市亩收成沒有保証，排水問題是群众迫切要求迅速解决。

此外，本縣原磷溪区有社光洋、臥石、黄金矿三个堤圍均位於北溪左岸，共有2,570市亩，也因受北溪洪水頂托，排水困难，早造500市亩極少收成希望，晚造有1,560市亩沒有收成保証，群众也迫切要求解决排水問題。

綜合以上情况，北溪兩岸共有農田約31,000市亩，迫切要求解决排水問題，關鍵在於如何能解决江水的頂托或倒灌，为了对証下藥，拟於北溪口的潤溪地方，攔河筑陂，降低北溪水位，陂的高度，以最高洪水时不致影响韓江及其支流东西溪兩岸堤圍的安全为标准，又拟於陂旁筑閘調節水流以利灌溉及通航，同时結合水陂工程建筑桥梁，利便交通，以滿足群众多年来建筑潤桥樑的愿望。

（二）資料：

（甲）地形：1/50000 陸軍地形图。 1/10000 患滯地区地形图。
1/500 北溪口附近河床断面图。

1/500 北溪口附近地形图。
1/5000 謝渡至高厝圩河道图。

（乙）水位：

- （1）历史最高洪水位（係就1911年洪水遺跡測計）。
- （2）潮安水文站自1947年至1956年9月記錄。
- （3）潤溪水文站自1951年6月至1956年9月記錄。

（丙）雨量：

潮安縣水文站自1947年至1956年9月記錄。

（丁）地質：

陂址河床地質係中沙及細沙，深達5公尺以上。

第二章 工程规划及設計

（一）工程规划：

（1）水陂工程：

自北溪口的潤溪塔下游5公尺处，筑水陂一座，方向与溪流相垂直，脚接对岸圍地長105.85M，陂底高程为8M，陂頂高程为10.5M，陂頂接筑活动陂高2M，陂的控制方法：当上述積水地区需要排水时則把活动陂閘門關閉，使洪水在潤溪水位12.5M（潮安的相应水位为13.6M）时不能流入北溪，內滯能通暢排出，不受頂托。

曾考虑到下列三个問題：

甲、当關閉活动閘时会不会壅高水位，影响东西溪堤圍安全？查活动陂控制水位为潤溪水位12.5m，超过这个水位，便自动开閘，这时潮安站的相应水位仅为13.6m，尙在解放以來最高水位14.38m以下，0.78m。計得当閉閘时对东西溪水位的壅高最高只有0.4m，对堤圍的安全沒有影响。

乙、當遇到1911年同样的最大洪水时，虽开放活动閘，会不会壅高东西溪水位超过一公尺？查1911年最大洪水时韓江总流量为 $12800\text{m}^3/\text{sec}$ ，这时潤溪的相应水位为14.918m，北溪的分流量 $=12800 \times \frac{12}{100} = 1536\text{m}^3/\text{sec}$ ，东西溪的分流量 $=12800 - 1536 = 11264\text{m}^3/\text{sec}$ ，北溪筑陂以后，遇到同样洪水时，計得溢流量为 $1300\text{m}^3/\text{sec}$ ，（詳見下面溢流量計算）則东西溪总流量 $Q = 12800 - 1300 = 11500\text{m}^3/\text{sec}$ ，根

据引韓工程所测，韓江謝渡至高厝塘河道图第34断面（在东西溪未分流处与北溪口畧成一直綫）测得当水位达14.918m时，流水断面 $A=7080 \text{ m}^2$ 。

河寬 $b=1460 \text{ m}$ ，平均水深 $D=4.85^2 \text{ m}$ 。

按流量公式、流量系数 $K=Q/A\sqrt{D}=\frac{Q}{BD^{3/2}}=\frac{11264}{1460\times 4.85^{3/2}}=0.7236$

在北溪筑陂以后遇到同样洪水东西兩溪分流量增至11500 m^3/sec ，其时河寬 b 仍为1460m，則平均水深为：

$$D'=\left(\frac{Q}{KB}\right)^{\frac{2}{3}}=\left(\frac{11500}{0.7236\times 1460}\right)^{\frac{2}{3}}=4.92\text{m}.$$

所以北溪筑陂前后东西溪平均水深的差数为：

$$D'-D=4.92-4.85=0.07\text{m}.$$

即水位的壅高只有7公分，影响不大。

丙、当潮安站水位为13.6m时，开放活动陂讓洪水流入北溪对排涝效益有没有保证？查潮安水文站有记录以来，10年間洪峯持續在13.6m以上的只有13次，其中較長的兩次，一次为89小时，一次为37小时，其余自9~25小时不等，当潮安水位达到13.6m时才开放活动陂，各地区排水受到頂托，为时不久，且大部份内涝可於活动陂未开放之前搶先排出，虽未能澈底解决，但可算为基本解决。（請參閱后面，历年韓江洪峯超过潮安站13.5m水位的統計表）

(2) 橋樑工程：

本工程活动陂的閘門採用橫軸旋轉式開關，（開時自動）須筑啓閉工作台，为利便交通計，把該台扩寬加强，作为桥樑，以供群眾通行，並可供5公吨汽車通过为標準。

(二) 工程設計：

(1) 水陂工程：

甲、未筑陂前最大洪流量的估計：

查潮安縣水文站曾就1911年韓江最高洪水痕跡，推求其相應流量为12800 m^3/sec 。北溪最大洪流量約为韓江12%应有1536 m^3/sec 。今年我縣曾就陂址及其下游300m处所存留1911年最高洪水痕跡加以測量，結果陂址的一点为14.98m，下游300m的一点为14.801m，計得

$$\text{坡降 } i = \frac{H-H'}{C} = \frac{14.918-14.801}{300} = \frac{0.117}{300} = 0.00039$$

又测得其洩洪断面 $A=814.1 \text{ m}^2$ ，湿周 $P=164 \text{ m}$ ，糙率 n 按0.04計。用曼宁

$$\begin{aligned} \text{公式 } Q &= \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot A = \frac{1}{0.04} \times \left(\frac{814.1}{164}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.00039^{\frac{1}{2}} \times 814.1 \\ &= 25 \times 29 \times 0.019 \times 814.1 = 1120 \text{ m}^3/\text{Sec}. \end{aligned}$$

求得結果与水文站推算的有所出入，茲以1536 m^3/Sec 为未筑陂前的最大洪流量。

按1.如当地水文資料不足，可用查測洪水痕跡方法来推算洪流量；参照水利厅1957年農田水利設計規範草案第二章第一節第二項。

乙、筑陂后最大溢流量的估計

水陂頂高程为10.5m，上筑活动閘24孔，每孔淨寬3.5m，則陂身溢流部份共寬84m，又兩岸的高程为13m，高水位時可供溢流部份寬50m，拟筑为过水地面，茲將溢流量分別計算如下：

(1) 陂頂溢流量之計算：

假定筑陂后水位壅高为0.075m，則最高水位=14.918+0.075=14.993m，溢流水深 $H=14.993-10.5=4.493 \text{ m}$ ，溢流系数采用2，收縮系数采用0.9，假定溢流量为1300 m^3/Sec 。（連过水地面合計）

查照下面水位与流量關係图，得下游的相应水位为14.2m > 10.5m，应以沉溺式水陂計算。

$$h_n = 14.2 - 10.5 = 3.7\text{m}, \quad \frac{h_n}{H} = \frac{3.7}{4.493} = 0.823$$

查表得沉溺 $C_n=0.75$

$$\text{溢流量 } Q_1 = C_n \cdot \xi \cdot M b H^{\frac{3}{2}} = 0.75 \times 0.9 \times 2 \times 84 \times 4.493^{\frac{3}{2}} = 1070 \text{ m}^3/\text{Sec}.$$

$$\text{这时相应流速 } V = \frac{Q}{bH} = \frac{1070}{84 \times 4.493} = 2.82 \text{ m/Sec}.$$

(2) 兩岸过水地面溢流量之計算：

該过水地面作为寬頂溢流堰計算，溢流系数 $M=2$ 。

收縮系数 $\xi=0.9$ ，溢流水深 $H=14.993-13=1.883 \text{ m}$ ，則

$$h_n = 14.2 - 13 = 1.2 \text{ m}, \quad \frac{h_n}{H} = \frac{1.2}{1.993} = 0.6$$

查表得沉溺系数 $C_n=0.906$

$$\text{溢流量 } Q_2 = C_n \cdot \xi \cdot M b H^{\frac{3}{2}} = 0.906 \times 0.9 \times 2 \times 50 \times 1.993^{\frac{3}{2}} = 228 \text{ m}^3/\text{Sec}.$$

(3) 北溪总流量 $Q=Q_1+Q_2=1070+228=1298 \text{ m}^3/\text{Sec}$ 。（接近假定数）

丙、陂身結構的設計：

陂頂寬：因陂高 $P=2.5 \text{ m}$ ，溢流水深 $H=4.5 \text{ m}$ ，則

$$\text{陂頂寬 } b = \frac{\sqrt{P} + \sqrt{H}}{1.8} = \frac{\sqrt{2.5} + \sqrt{4.5}}{1.8} = 2.06 \text{ m}.$$

（为要布置活动陂閘墩加寬至3.5m。）

$$\text{陂底寬：照矮陂計算，因行近流速 } V_0 = \frac{Q}{A} = \frac{1300}{112 \times (2.5+4.5)} = 1.6 \text{ m/Sec}$$

$$\text{則陂底寬 } B = \frac{P+H+\frac{V_0^2}{2g}}{\sqrt{s}} = \frac{2.5+4.5+\frac{1.6^2}{2 \times 9.81}}{\sqrt{1.5}} = \frac{7.13}{1.225} = 5.8 \text{ m}.$$

（为要布置活动陂閘墩加寬至7.5m。）

陂身基础定为厚0.6m，全部用漿砌塊石，（为節省計裏面1:1.6水泥貝灰沙，沙漿砌，內面改用1:2.9）

这种結構經过力学分析，（詳見計算書）当閉閘时傾覆安全率最少为1.95，滑行安全率最少为1.23，合力着点均在陂底中三分之內，地基承载力最大为7768 kg/m^2 （在陂頂有桥墩处最大为16550 kg/m^2 ），当开閘而迁到最大洪水时傾覆安全率最少为15，滑行安全率最少为7，合力着点均在陂底中三份之內，地基承载力最大为8800 kg/m^2 （在陂頂有桥墩处最大为19,200 kg/m^2 ）。

丁、活动陂之設計：

活动陂結構：活动陂筑於水陂頂上，由23个桥墩分成24孔，每孔淨寬3.5m，閘板高2m，於孔的中央筑支座，孔的兩旁設支点，以支持閘板的企樑，企樑与支座的联結：於板高 $\frac{1}{2}$ 处用鋼板及橫鋼軸構成活动關節，以便旋轉，當開閘时，閘板垂直於陂面，利用橫軸上下兩部份靜水压力力矩平衡，使其直立拦阻洪水，及水位超过板高（湍溪水位12.5m以上）軸上部份水压，大过軸下部份，則閘板上部自动繞旋軸向下游旋倒，讓韓江水流入北溪。及到水位回落到12.5m时，則借机械起重力把企樑上端的鋼絲繩拉起，使閘板垂直於陂面，攔阻洪流。茲將各部份設計如下：

(1) 閘板：用杉木厚6cm，長350cm，串成一片，总高2m，外加6×20cm直板条。用螺栓与企樑联結。

(2) 企樑：用硬木在中央的用一根20×15cm，在兩旁的用一根13.5×15cm，高2m，在 $\frac{1}{2}$ 高处夾鉄板，

分別用 $\phi 55$ 及 $\phi 45$ mm鋼軸貫穿，中央軸夾持於鋼板上，兩旁軸則嵌入橋墩內，構成向下游旋轉的關節。

(3)鋼鉄夾板：中央企樑用鋼板二片夾持，板的断面为 16×100 mm. 长度为 900 mm. 一端貫穿企樑的鉄板及旋軸，另一端用 $\phi 22$ mm. 螺栓三根固定於支座上。

(4)支座：用鋼筋 140 級混凝土作矮墩，断面为 20×100 cm. 长度为 1.5 m. 伸出坡頂的长度为 0.64 m. 其余部份埋入坡身，以支承閘板的企樑，其受力情况以悬臂樑計算。

(5)開關設備：閘門要開時，利用水力自動，要關時，計得需要用起動力为 1400 kg. 須有机械設備，拟於每一閘板配备鋼絲繩，(6股24絲)一根，繞過工作台上預先安設之滑輪，其一端連結於企樑上端，另一端連結於波洛的鐵鍊，(安設於工作台上游近边处)，閉閘時拉動波洛的小鐵鍊，便可開閘，為恐開閘時，閘板自動倒落太驟，溢流洶湧，亦由波洛控制，使其緩緩開放。

戊、工作橋(即交通橋)之設計：

(1)工作橋高程及結構：採用鋼筋混凝土板橋(為恐阻水不採用板樑橋)，全長 110.75 m. 分24跨，每跨淨長 3.5 m. 另一跨過船閘的一孔，淨跨为 3.3 m. 橋的淨寬为 4 m. 連欄杆計，共寬 4.24 m. 架於砌石橋墩上，橋面高程 13.83 m. 使達到有水文紀錄十年来的最高水位 13.48 m. (潮安站水位 14.72 m.) 不致淹沒橋腹，且當水位 11 m. 可通航時，“楓溪條”船能够順利通過船閘，橋的強度以能够在橋上安全地啓閉閘門并能安全通行 5 吨汽車或密隊伍為準，茲將各部份設計如下：

(2)橋面：中間部份架於墩上，寬 2.8 m. 厚 23.5 cm. 每寬 1 m. 所需主鋼筋为 $\phi 19$ mm. 的与 $\phi 12$ mm. 的相間配置，中至中 12 cm. 每長 1 m 所需付鋼筋为 $\phi 9$ mm. 的 4 根，兩旁为行人部份，各架於墩上枕樑的外伸部份，每边寬 0.72 m. 厚 22.5 cm. 主鋼筋用 $\phi 12$ mm. 中至中 8 cm. 每長 1 m. 需用付鋼筋为 $\phi 9$ mm. 的 4 根。(本工程分得鋼筋只有 $\phi 19$ mm. 和 $\phi 12$ mm. 二种，只能量材使用)。

(3)欄杆：欄杆用鋼筋混凝土，建築高 1 m. 断面 15×10 cm. 每根需鋼筋 $\phi 12$ mm. 的一根，柱中至中 1.5 m. 每根留徑 4 cm. 眼孔 3 个以備貫穿硬木，作为橫杆。

(4)起重裝置：於對正下面中央企樑处的上游橋边，安裝滑輪，并於直對下游橋板边处，筑矮墩，作为悬挂波洛之用，以便起重。

(5)橋台：用 $1:1:6$ 水坭貝灰沙漿砌塊石建築， $1:3$ 洋灰沙漿勾縫，台頂高程为 13.6 m. 寬 4.5 m. 因左右兩岸情况不同，分別設計如下：

左岸：在 10.5 m. 高程以下有坡端支持，可以抵消台后土压，頂厚为 0.7 m. 在 10.5 m. 以下厚为 2.3 m. 全高 6.42 m. (包括基础 0.6 m. 在內)。

右岸：台前为船閘閘底高程为 7.0 m. 台后在 10 m 高程以下靠塔脚石岩沒有土压，以上是新填土，定为頂厚 0.7 m. 在 10 m. 高程处为厚 2.8 m. 全高 7.02 m. (包括基础 0.8 m. 在內)。

己、护坦設計：

(一)消能計算：当坡下流無水活動坡初開放時，溢流最为洶湧，因溢流係經由各閘柱間流出，应計及收縮，收縮系数 ϵ 採用 0.9 因坡形系寬頂的，溢流系数 M 採用 2 . 坡頂長度除橋墩位置外，淨長 84 m. 这时溢流水深 H 为 2 m.

$$\text{溢流量 } Q = \epsilon M b H^{3/2} = 0.9 \times 2 \times 84 \times 2^{3/2} = 438 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

$$\text{坡下游河槽淨寬 } b = 107 \text{ m. 則單位寬流量 } g = \frac{Q}{b} = \frac{438}{107} = 4.1 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

$$\text{临界水深 } h_k = \sqrt[3]{q^2/g} = \sqrt[3]{4.1/9.81} = 1.19 \text{ m.}$$

$$\text{先計得躍前水深 } h_1 = 0.75 \text{ m. 則 } K_1 = \frac{h_1}{h_k} = \frac{0.75}{1.19} = 0.63$$

即收縮斷面上的水深用下面公式試算之：

$$\frac{q^2}{2g\varphi^2} = h_c^2(H_0 + p - h_c)$$

查表得 $K_2 = 1.481$

$$\text{躍後水深 } h_2 = h_k K_2 = 1.19 \times 1.481 = 1.762 \text{ m.}$$

$$\text{水躍長度 } l_n = 2.5(1.9h_2 - h_1) = 2.5(1.9 \times 1.762 - 0.75) = 6.5 \text{ m}$$

因溢流由坡頂孔口下降。水舌下降的距离

$$l_1 = l + 2\sqrt{H(p_d + 0.32l)} = 2 + 2 \times \sqrt{2 \times (3.5 + 0.32 \times 2)} = 7.75 \text{ m.}$$

依邱托烏沙夫公式护坦長为

$$l_k = l_1 + \beta l_n = 7.75 + 0.8 \times 6.5 = 12.95 \text{ m.}$$

自坡脚起做消力池深 1 m. 長 14 m.

(二)防滲計算：建築水坡的地基係細沙及中沙質拟做反濾層，其滲径系数 C 採用 σ 当活動坡關閉時，上下游水位差 $h = 4.5$ m. 拟於坡跟及消力池尾及上下游护坦尾各做隔水牆一度深各一公尺，上游护坦長 20 m. 下游护坦長 25 m. (包括消力池) 則应有滲径

$$l = ch = 6 \times 4.5 = 27 \text{ m.}$$

$$\text{有效滲径 } l_1 = 20 + 7.5 + 25 + 3 \times 2 + 1.3 + 1.3 = 61 \text{ m.}$$

$$\text{安全率} = \frac{l_1}{l} = \frac{61}{27} = 2.26 \text{ 倍}$$

$$\text{下游护坦起点处的厚度 } d = \frac{27 - 10 - 7.5 - 2 \times 2}{27} \times \frac{4.5}{1.5} \times 1.1 = 0.68 \text{ m.}$$

(为抵禦急流冲刷加厚至 0.9 m.)

下游护坦离坡脚 $3 \sim 14$ m. 一段厚度 0.6 m. (受益戶代表根据各地經驗建議部份加厚至 0.9 m)
下游护坦离坡脚 $14 \sim 25$ m 一段厚度 0.35 m (受益戶代表根据各地經驗建議部份加厚至 0.6 m)

护坦用料：

上游护坦鋪粘土厚 1.0 m.

下游护坦鋪 $1:2:9$ 漿砌塊石，用 $1:1:3$ 貝灰三合土垫底厚 0.15 m.

隔水牆用料：在上游的用粘土，在坡跟的用 90 級混凝土断面为 20×140 cm. 在下游的用 $1:2:9$ 水泥貝灰沙漿砌石(兩端各嵌入兩岸硬地)。

庚、反滤層設計：

反濾層寬 4 m 上面鋪塊石厚 0.35 m 下面鋪碎石，(或卵石)厚 0.25 m. 再下面粗沙厚 0.25 m.

辛、护岸工程：

在 10.5 高程以下筑擋土牆，均採用 $1:2:9$ 水泥貝灰砂漿及 $1:1$ 貝灰沙漿砌塊石，表面用 $1:3$ 水泥沙漿勾縫，在 $10.5 \sim 12.5$ 高程則採用 $1:15$ 干砌石护坡。

修正北溪兩岸排水工程計算書

甲、資料

1. 材料單位重量

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 一、濕土 = 1900 kg/m ³ | 二、鋼筋混凝土 = 2400 kg/m ³ |
| 三、混凝土 = 2,300 kg/m ³ | 四、漿砌塊石 = 2500 kg/m ³ |
| 五、濕杉 = 800 kg/m ³ | 六、鋼材 = 7850 kg/m ³ |
| 七、水 = 1000 kg/m ³ | 八、粘土在水中 = 900 kg/m ³ |

2. 土質

- 中沙 准許載重力 = 25 T/m²
 沙壤土 靜止角 $\phi = 33^{\circ}42'$

3. 材料實用应力

- 一、140級鋼筋混凝土：
 $f_s = 1250 \text{ kg/cm}^2$ $n = 15$ $f_c = 56 \text{ kg/cm}^2$
 $K = 0.402$ $P = 0.009$ $J = 0.866$
 $R = 9.75$ $V_c = 4.2 \text{ kg/cm}^2$ (無腰筋而縱筋有特別錨着)
 $V = 8.4 \text{ kg/cm}^2$ (光面鋼筋特別錨着)
 $V = 12.6 \text{ kg/cm}^2$ (竹節鋼筋特別錨着)
- 二、1:1:6 水泥貝灰沙漿砌塊石壓应力 = 12 kg/cm²
 1:1:6 水泥貝灰沙漿砌塊石拉应力 = 1.2 kg/cm²
 1:2:9 水泥貝灰沙漿砌塊石壓应力 = 10 kg/cm²
 1:2:9 水泥貝灰沙漿砌塊石拉应力 = 1.0 kg/cm²
 1:1 貝灰沙漿砌塊石壓应力 = 7 kg/cm²
 1:1 貝灰沙漿砌塊石拉应力 = 0.7 kg/cm²
- 三、木材拉应力 = 100 kg/cm²
 鋼材剪应力 = 700 kg/cm²
- 四、杉木抗張抗拉应力 $f_w = 100 \text{ kg/cm}^2$
 杉木剪应力 $V = 7 \text{ kg/cm}^2$
 杉木跨木紋柱壓力 $Q = 15 \text{ kg/cm}^2$
- 五、硬木抗張抗壓应力 $f_w = 120 \text{ kg/cm}^2$

4. 設計資料

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 一、洞溪最高洪水位 15m. | 二、洞溪陂頂高程 10.5m. |
| 三、護坦面高程 8.0m. | 四、消力池底高程 7.0m. |
| 五、活動陂閘板頂高程 12.5m. | 六、船閘底高程 7m. |

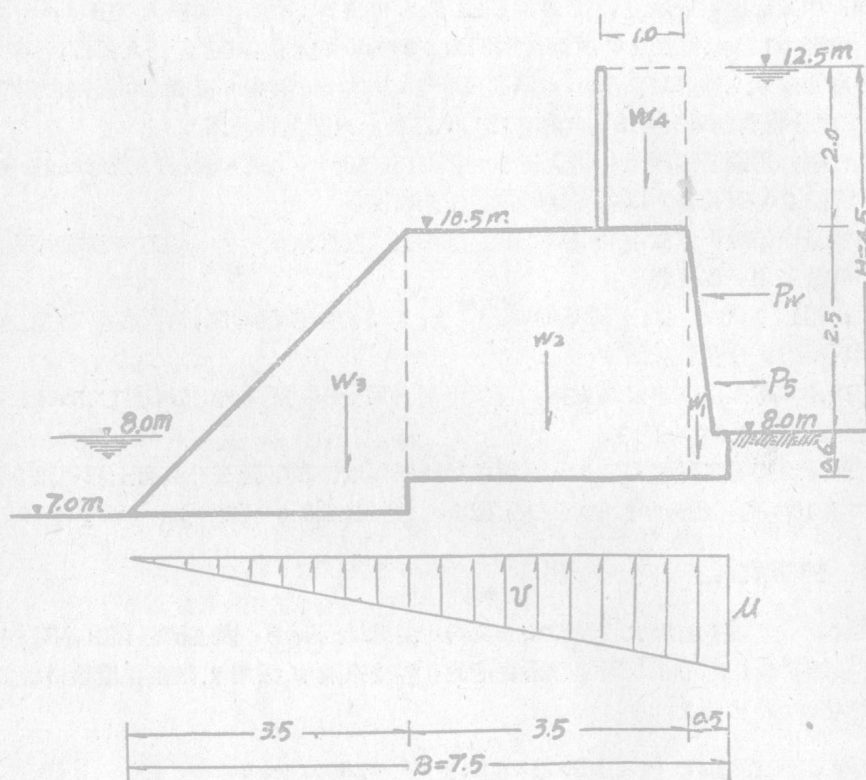
七、陂身結構

- 頂寬 $b = 3.5 \text{ m}$. 底寬 $B = 7.5 \text{ m}$. 陂高 $h = 2.5 \text{ m}$.
 總高 $H = 4.5 \text{ m}$. 活動陂高 $h' = 2 \text{ m}$.
 陂背傾斜用漿砌塊石。

乙、水陂工部程份

(1) 陂身結構的力學分析：

(一) 當關閉活動陂而下游無水時 (情況如圖)



$$\text{靜水壓力 } P_w = \frac{1}{2} W H^2 = \frac{1000 \times 4.5^2}{2} = 10100 \text{ kg}$$

$$\text{作用點離底 } \frac{H}{3} = \frac{4.5}{3} = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{淤壓力 } P_s = C W_s h_s^2 = 0.3 \times 1000 \times 2.5^2 = 1880 \text{ kg}$$

$$\text{作用點離底 } \frac{h_s}{3} = \frac{2.5}{3} = 0.83 \text{ m}$$

浮托力在陂跟处强度 $u = WH = 1000 \times 4.5 = 4500 \text{ kg/m}_2$

假设为直线分布至陂趾为零, 则

$$\text{总浮托力 } U = \frac{1}{2} WHB = \frac{1000 \times 4.5 \times 7.5}{2} = 16880 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 $\frac{2}{3} B = \frac{2}{3} \times 7.5 = 5 \text{ m}$.

陂身重 $W_1 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 3.1 \times 0.5 = 1938 \text{ kg}$

作用点离陂趾 $3.5 + 3.5 + \frac{1}{3} \times 0.5 = 7.167 \text{ m}$.

$W_2 = 2500 \times 3.5 \times 3.1 = 27125 \text{ kg}$

作用点离陂趾 $3.5 + \frac{3.5}{2} = 5.25 \text{ m}$.

$W_3 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 3.5 \times 3.5 = 15310 \text{ kg}$

作用点离陂趾 $\frac{2}{3} \times 3.5 = 2.33 \text{ m}$.

水重 $W_4 = 1000 \times 2 \times 1 = 2000 \text{ kg}$

作用点离陂趾 $3.5 + 2.5 + 0.5 = 6.5 \text{ m}$.

兹将作用于陂身各力计算如下表:

力	别	力 (kg)	力 臂 (m)	力 距 kgm
倾覆力距	静水压力 P_w	10100	1.50	15150
	淤压力 P_s	1880	0.83	1560
	浮托力 U	16880	5.0	84400
	合 计	28860		101,110
抵禦力距	陂 身 W_1	1938	7.167	13890
	陂 身 W_2	27125	5.25	142400
	陂 身 W_3	15310	2.33	35670
	水 重 W_4	2000	6.50	13000
	合 计	46373		204960

若不计算浮托力, 则

合力着点与陂趾之距离为

$$x = \frac{\text{抵禦力距} - P_w \text{力距} - P_s \text{力距}}{\Sigma W} = \frac{204960 - 15150 - 1560}{46373} = 4.06 \text{ m} > \frac{B}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{B}{2} - x = \frac{7.5}{2} - 4.06 = -0.31 \text{ m}.$$

$$\text{地基承载力 } P = \frac{\Sigma W}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \frac{46373}{7.5} \times \left(1 \pm \frac{6 \times (-0.31)}{7.5} \right) \\ = 6180 \times \frac{0.752}{1.248} = \frac{4547}{7712} \text{ kg} \begin{matrix} \text{(陂趾)} \\ \text{(陂跟)} \end{matrix}$$

$$\text{倾覆安全率} = \frac{\text{抵禦力距}}{\text{倾覆力距} - U \text{力距}} = \frac{204960}{101110 - 84400} = 12.3 \text{ 倍} > 2$$

$$\text{滑行安全率} = \frac{F \Sigma W}{P_w + P_s} = \frac{0.5 \times 46373}{10100 + 1880} = 1.92 \text{ 倍} > 1.5$$

若计算浮力, 则

合力着点与陂趾之距离为

$$x = \frac{\text{抵禦力距} - \text{倾覆力距}}{\text{垂直力总和}} = \frac{204960 - 101110}{29493} = 3.52 \text{ m} > \frac{B}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{B}{2} - x = \frac{7.5}{2} - 3.52 = 0.23 \text{ m}.$$

$$\text{地基承载力 } P = \frac{\text{垂直力总和}}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \frac{29493}{7.5} \left(1 \pm \frac{6 \times 0.23}{7.5} \right) \\ = 3932 \times \frac{1.184}{0.816} = \frac{4656}{3209} \text{ kg/m}_2 \begin{matrix} \text{(陂趾)} \\ \text{(陂跟)} \end{matrix}$$

$$\text{倾覆安全率} = \frac{\text{抵禦力距}}{\text{倾覆力距}} = \frac{204960}{101110} = 2.03 \text{ 倍} > 2$$

$$\text{滑行安全率} = \frac{F \times \text{垂直力总和}}{P_w + P_s} = \frac{0.5 \times 29493}{10100 + 1880} = 1.23 \text{ 倍} < 1.5$$

(二) 当最大洪水时(情况如图)

上游静水压力: $P_{w1} = \frac{1}{2} Wh^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 2.5^2 = 3125 \text{ kg}$

$$\text{作用点距底} = \frac{2.5}{3} = 0.833 \text{ m}.$$

$$P_{w2} = Whh' = 1000 \times 2.5 \times 4.5 = 11250$$

$$\text{作用点距底} = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ m}.$$

$$\text{下游静水压力: } P'_{w1} = \frac{Wh^2}{2} = \frac{1000 \times 2.5^2}{2} = 3125 \text{ kg}$$

$$\text{作用点距底} = \frac{2.5}{3} = 0.833 \text{ m}.$$

$$P'_{w2} = wh_1' h_2' = 1000 \times 2.5 \times 3.7 = 9250 \quad \text{作用点离底} = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ m}$$

各上下静水压力中 $P_{w1} = P'_{w1}$ 同在一水平面, 方向相反, 互相抵消, 可以不计, 只存 P_{w2}

及 P'_{w2} 二力合计得 $P_w = 2000 \text{ kg}$ 作用点离底 $= \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ m}$.

淤压力: $P_s = C w_s h^2 = 0.3 \times 1000 \times 2.5^2 = 1875 \text{ kg}$ 作用点离底 $= 2.5/3 = 0.833 \text{ m}$

浮托力: 设在陂跟的强度为 u

$$u = w(h - h_2) = 1000 \times (4.5 - 3.7) = 800 \text{ kg}$$

则总浮托力 $U = \frac{1}{2} u B = \frac{1}{2} \times 800 \times 7.5 = 3000 \text{ kg}$

$$\text{作用点离陂趾} = \frac{2B}{3} = \frac{2 \times 7.5}{3} = 5 \text{ m}.$$

$$\text{陂身重: } W_1 = \frac{1500 \times 3.1 \times 0.5}{2} = 1163 \text{ kg}$$

作用点离趾 7.167 m.

$$W_2 = 1500 \times 3.5 \times 3.1 = 16275 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 5.25 m.

$$W_3 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 3.5 \times 3.5 = 9186 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 2.33 m.

水重:

$$W_4 = \frac{1000 \times 0.5 \times 2.5}{2} = 625 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 2.33 m.

$$W_5 = 1000 \times 4.5 \times 1.5 = 6752 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 7.33 m.

$$W_6 = 1000 \times 3.7 \times 2.5 = 9250 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 4.75 m.

$$W_7 = 1000 \times 3.7 \times 3.5 = 12950 \text{ kg}$$

作用点离陂趾 1.75 m.

$$W_8 = 1000 \times \frac{2.5^2}{2} = 3125 \text{ kg}$$

作用点离趾距 1.833 m.

$$W_9 = 1000 \times 1 \times 2.5 = 2500 \text{ kg}$$

作用点离趾距 0.50 m.

茲將作用于陂身各力計算如下表:

力 別	力 (kg)	力 臂 (m)	力 距 (kg/m)
傾覆力距	靜水壓力 P_w	2000	1.250
	淤壓力 P_s	1879	0.833
	浮托力 U	3000	5.000
	合 計	5379	19030
抵抗力距	陂身重 W_1	1163	7.167
	陂身重 W_2	16275	5.250
	陂身重 W_3	9186	2.330
	水 重 W_4	625	2.330
	水 重 W_5	6752	7.300
	水 重 W_6	9250	4.750
	水 重 W_7	12950	1.750
	水 重 W_8	3125	1.833
	水 重 W_9	2500	0.500
	合 計	56200	237178

如不計算淨托力則

合力着点与趾距之距为

$$x = \frac{\text{抵禦力距} - P_w \text{力距} - P_s \text{力距}}{\Sigma W} = \frac{237178 - 2500 - 1530}{56200} = 4.13 \text{ m} > \frac{B}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = B/2 - x = \frac{7.5}{2} - 4.13 = -0.38 \text{ m}$$

$$\text{地基承载力 } P = \frac{\Sigma W}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) = \frac{56200}{7.5} \left(1 \pm \frac{6 \times (-0.38)}{7.5}\right) = 7500 \times \frac{0.695}{1.395} = 5200 \text{ kg/m}^2 \quad \begin{matrix} \text{(趾距)} \\ \text{(跟距)} \end{matrix}$$

$$\text{傾覆安全率} = \frac{\text{抵禦力距}}{\text{傾覆力距} - U \text{力距}} = \frac{237178}{19030 - 15000} = 59 > 2$$

$$\text{滑行安全率} = \frac{F \Sigma W}{P + P_s} = \frac{0.5 \times 56200}{2000 + 1879} = 7.25 \text{ 倍} > 1.5$$

如計算浮托力則

合力着点与趾距之距为

$$x = \frac{\text{抵禦力距} - \text{傾覆力距}}{\text{垂直力总和}} = \frac{237178 - 19030}{53200} = 4.0 \text{ m} > \frac{B}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{B}{2} - x = \frac{7.5}{2} - 4 = -0.25 \text{ m}$$

$$\text{地基承载力 } P = \frac{\text{垂直力总和}}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) = \frac{54700}{7.5} \times \left(1 \pm \frac{6 \times (-0.25)}{7.5}\right) = 7300 \times \frac{0.75}{1.25} = 5475 \text{ kg/m}^2 \quad \begin{matrix} \text{(趾距)} \\ \text{(跟距)} \end{matrix}$$

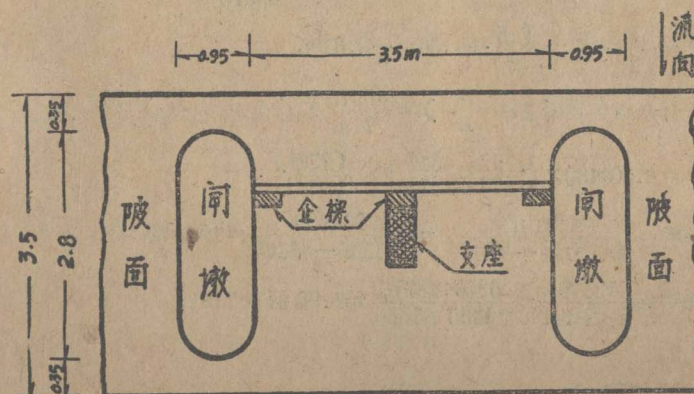
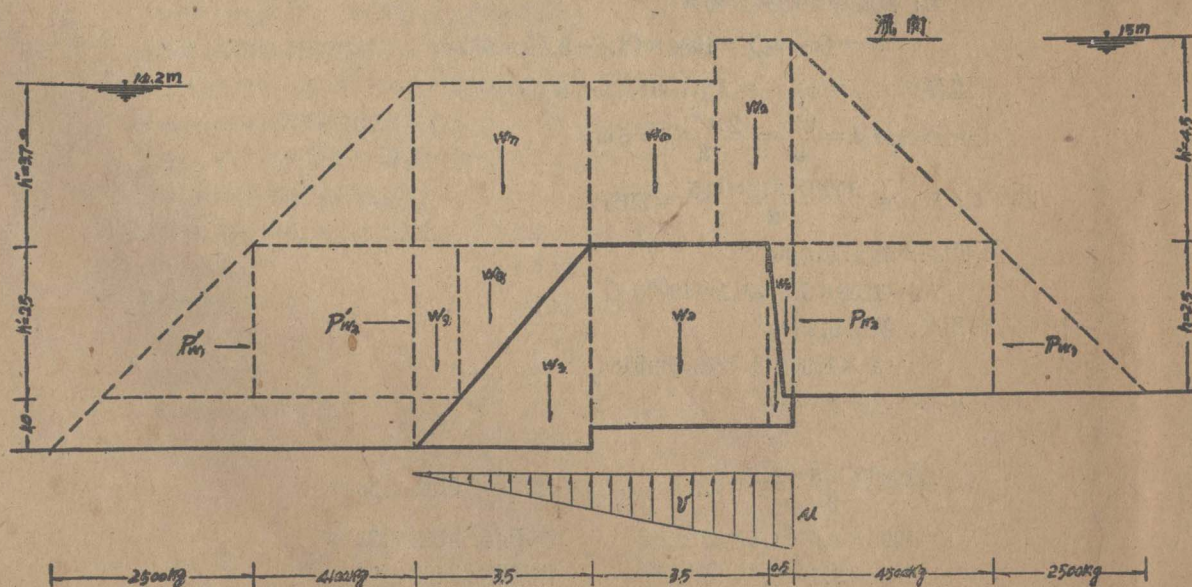
$$\text{傾覆安全率} = \frac{\text{抵禦力距}}{\text{傾覆力距}} = \frac{237178}{19030} = 12.4 \text{ 倍} > 2$$

$$\text{滑行安全率} = \frac{F \times \text{垂直力总和}}{P_w + P_s} = \frac{0.5 \times 53200}{2000 + 1879} = 6.9 \text{ 倍} > 1.5$$

(2) 活动陂計算:

每个閘孔淨寬3.5m. 欄水高度2m. 每孔中央設支座以支持閘板中央的企樑, 閘開時板与陂面垂直, 開閘時板与陂面平行, 中央企樑与支座的聯結, 用鉄軸及鉄板構成關節, 兩旁企樑与插入閘墩的鋼軸及夾樑鐵板構成關節, 以便旋轉, 各企樑之支点設於板高1/2处 (即离陂頂0.667m.) 使水位漲達洞溪水位12.5m 時可以自动向下游旋倒, 讓洪水流入北溪及到水位回退至12.5m 時, 拉动企樑上边的拉繩, 使閘板仍豎立起来, 把閘門關閉。

茲將各部份分別計标如下:



1. 杉木閘板:

当閉閘時，所受之水压 $P = Wh = 1000 \times 2 = 2000 \text{ kg/m}$

跨距 $l = 1.5 \text{ m}$ (以淨距計)

$$\text{最大弯矩 } M = \frac{Pl^2}{8} = \frac{2000 \times 1.5^2}{8} = 560 \text{ kg/m.}$$

$$\text{所需厚度 } d = \sqrt{\frac{6M}{b}} = \sqrt{\frac{6 \times 560}{100 \times 1}} = 5.8 \text{ cm. 用 } 6 \text{ cm 厚}$$

$$\text{剪力覆核: 总剪力 } V = \frac{Pl}{2} = \frac{2000 \times 1.5}{2} = 1500 \text{ kg}$$

$$\text{单位剪应力 } v = \frac{V}{bd} = \frac{1500}{100 \times 6} = 2.5 \text{ kg/cm}^2 < 7$$

2. 硬木企樑: 以悬臂樑計

$$\text{在中央的: 其支点以上的水压 } P = \frac{wh^2b}{2} = \frac{1000 \times 1.33^2 \times 1.75}{2} = 1548 \text{ kg}$$

$$P \text{ 的着力点与支点之距离 } l = \frac{h}{3} = \frac{1.33}{3} = 0.44 \text{ m.}$$

$$\text{最大弯矩 } M = Pl = 1548 \times 0.44 = 681 \text{ kgm.}$$

用矩形樑，先假定平行於坡身的一些寬 $b = 20 \text{ cm}$. 則

$$\text{垂直於坡身的一边 } d = \sqrt{\frac{6M}{f_w b}} = \sqrt{\frac{6 \times 681}{120 \times 0.2}} = 13.1 \text{ cm.}$$

加大至 15 cm .

用 $20 \times 15 \text{ cm}$ 的矩形樑，高 200 cm .

$$\text{剪力覆核: 总剪力 } V = P = 1548 \text{ kg}$$

$$\text{单位剪应力 } v = \frac{V}{bd} = \frac{1548}{15 \times 20} = 5.13 \text{ kg/cm}^2 < 11$$

$$\text{在两边的: 其支点以上的水压 } P = \frac{wh^2b}{2} = \frac{100 \times 1.33^2 \times 0.875}{2} = 774 \text{ kg}$$

$$P \text{ 的着力点与支点之距 } l = \frac{h}{3} = \frac{1.33}{3} = 0.44 \text{ m.}$$

$$\text{最大弯矩 } M = Pl = 774 \times 0.44 = 341 \text{ kgm}$$

用矩形樑，先假定平行於坡身的一边 $b = 13.5 \text{ cm}$. 則

$$\text{垂直於坡身的一边 } d = \sqrt{\frac{6M}{f_b}} = \sqrt{\frac{6 \times 341}{120 \times 0.135}} = 12.7 \text{ cm.}$$

为使他与中央企樑同厚用 15 cm .

用 $13.5 \times 15 \text{ cm}$ 矩形樑全高 200 cm .

3. 支承企樑的鋼軸: 該在中央的軸，貫穿夾板支承企樑，構成活動關節，可使閘板向下游旋倒，当閉閘時，中央鋼軸所支承的水压

$$P = \frac{wh^2l}{2} = \frac{1000 \times 2^2 \times 1.75}{2} = 3500 \text{ kg}$$

$$\text{最大弯矩 } M = \frac{Pl}{4} = \frac{3500 \times 0.2}{4} = 175 \text{ kg. m.}$$

$$\text{軸徑 } d = \sqrt[3]{\frac{17500}{0.0982 \times 1250}} = 5.22 \text{ cm 用 } \phi 55 \text{ m.m.}$$

$$\text{軸端剪力 } V = \frac{P}{2} = \frac{3500}{2} = 1750 \text{ kg}$$

$$\text{剪应力 } v = \frac{V}{A} = \frac{1750}{\frac{5.5^2}{4} \times 3.1416} = \frac{1750}{23.7} = 74 \text{ kg/cm}^2 < 700$$

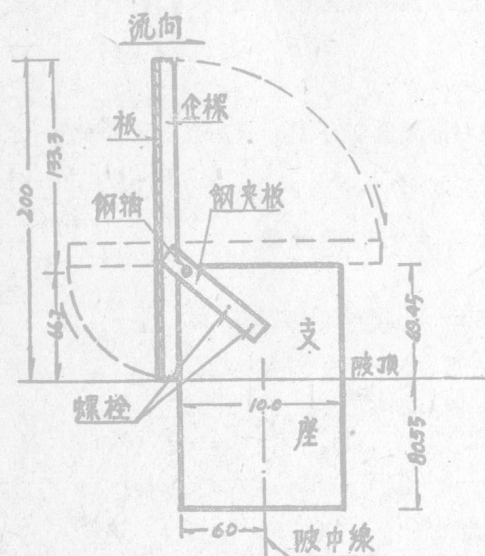
在两边的鋼軸所支承水压

$$P = \frac{1000 \times 2^2 \times 0.875}{2} = 1750 \text{ kg}$$

$$\text{最大弯矩 } M = \frac{1750 \times 0.15}{2} = 131 \text{ kg m}$$

$$\text{軸徑 } d = \sqrt[3]{\frac{13100}{0.0982 \times 1250}} = 4.74 \text{ cm 用 } \phi 46 \text{ m.m.}$$

4. 夾持鋼軸的鉄板: 用鋼板二片，厚 16 m.m. 以螺栓 3 根固定於支座的兩側，其斜伸部份夾持鋼軸兩端。如下图:



在中央的:

橫軸所支承的水压，傳遞於兩端夾板則每板所支承的水压为

$$P = \frac{P}{2} = \frac{3500}{2} = 1750 \text{ kg}$$

其無支長度 $l = 0.25 \text{ m}$.

$$\text{最大弯率 } M = Pl = 1750 \times 0.25 = 437.5 \text{ kg m.}$$

$$\text{假定用厚 } 16 \text{ m.m. 扁鋼則所需扁鋼寬 } d = \sqrt{\frac{6M}{bf}} = \sqrt{\frac{6 \times 43750}{1.6 \times 1250}} = 11.5 \text{ cm 取 } 12 \text{ cm}$$

用 $16 \text{ m.m.} \times 120 \text{ m.m.}$ 鋼板長 900 m.m. 另用鋼板 2 片厚 9 m.m. 寬 200 m.m. 長 245.5 m.m. 栓定于企樑上，其另一端为鋼軸貫穿構成旋轉關節。

在兩边的:

用鋼板 2 片厚 9 m.m. 寬 120 m.m. 長 240 m.m. 栓定于企樑上，其另一端为插入桥墩的鋼軸所貫穿構成旋轉關節。

5. 閘板支座: 在中央的用鋼筋混凝土，作成構件，安設於坡頂其前緣距离坡中綫 60 cm ，全高 150 cm 嵌入坡內深度为 80.55 cm ，伸出坡頂高度为 69.45 cm 。支承閘板的企樑，以悬臂樑計:

在中央的: 当閉閘時支承水压力为

$$P = \frac{wh^2l}{2} = \frac{1000 \times 2^2}{2} \times 1.75 = 3500 \text{ kg}$$

$$\text{最大弯矩 } M = P \cdot \frac{h}{3} = 3500 \times \frac{1}{3} = 2333 \text{ kg m.}$$

座的寬度須与企樑配合 $b = 20 \text{ cm}$. 則

有效厚度 $d = \sqrt{\frac{M}{Rb}} = \sqrt{\frac{2333}{9.75 \times 0.2}} = 34.6 \text{ cm}$. 加保护层 5 cm. 共 39.6 cm. 为使开閘时企鵝

有所垫托, 加厚至 100 cm. 所需鋼筋斷面 $A_2 = \frac{M}{f \cdot J \cdot d} = \frac{233300}{1250 \times 0.866 \times 34.6} = 6.2 \text{ cm}^2$

用 $\phi 19 \text{ mm}$. 二根(虽實用鋼筋斷面只 5.7 cm^2 但因厚度 d 比計算得的增加强度是够)

剪应力覆核: 总剪力 $V = P = 3500$

剪应力 $V = \frac{V}{bjd} = \frac{3500}{20 \times 0.866 \times 95} = 2.13 \text{ kg/cm}^2 < 4.2$

抗滑力 $u = V / \Sigma ojd = 3500 / 2 \times 6 \times 0.866 \times 95 = 3.5 \text{ kg}^2 < 8.4$

在兩边的: 用混凝土作成長方柱体構件 $25 \times 25 \times 95 \text{ cm}$. 預留鋼軸眼孔, 先砌入閘墩內, 安門时把鋼軸穿入, 兩端各突出 19 cm, 以閘墩为相鄰兩閘孔的公共支点。

按2.鋼筋砼的計算, 仍用彈性理論应改用先進的塑性理論。

6. 閉閘时所需的上提力: 關閘时閘板朝上游拉起, 与流水成相反方向, 所需之上提力, 等於流水压力, 但關節以下部份(面积 A_1)流水压力是要使閘板關閉的。關節以上部份(面积 A_2)的流水压力, 是要使閘板打开的, 这时承受流水压力的面积为

$$A = (A_2 - A_1) = 3.5 \times (1.33 - 0.69) = 2.31 \text{ m}^2$$

先計算出这时的陂頂溢流量求得其流速 V . 假定这时溢流量 Q 为 $415 \text{ m}^3/\text{sec}$. 查北溪流量~水位關係表得下水水位为 11.2 m.

$$\text{則 } \frac{h_n}{h'} = \frac{11.2 - 10.5}{2} = 0.35 \quad \text{查表得沉溺係数 } C_n = 0.96 \text{ 得流量}$$

$$Q = C_n \cdot 3 \text{ MbH}^{\frac{3}{2}} = 0.96 \times 0.9 \times 2 \times 84 \times 2^{\frac{3}{2}} = 415 \text{ m}^3/\text{sec}. \text{ (与假定数相符).}$$

$$\text{則流速 } V = Q/A = \frac{415}{84 \times 2} = 2.47 \text{ m/sec.}$$

流水压力係数 $K=70$. 得流水压力为

$$P = KV^2A = 70 \times 2.47^2 \times 2.31 = 990 \text{ kg}$$

因这时上提力的方向与閘板成 45° 角, 則所需上提力为

$$[F = \frac{P}{\sin 45^\circ} = \frac{990}{0.707} = 1400 \text{ kg}]$$

按3: 本例題是假定下游(閘外)水深为零的边界条件来進行計算, 但在實際上此种情况甚少, 因而自动开啓閘門其承軸的位置, 亦不常在閘門高的三分点上, 应隨閘外不同水深的边界条件而改变, 故在設計此項閘門时, 建議根据閘外水深, 和閘門高度來計算門軸位置, 其公式如下:

$$L_1 = \frac{h^3 - z^3}{3(h^2 - z^2)}$$

式中: L_1 —— 压力中心与基面的距离
 h —— 上游水面与基面的距离
 z —— 下游水面与基面的距离

按4: 本例題的設計是把支点安裝於压力中心上, 我們認為这种装置, 可能当上游水位到达了閘門頂时, 由於閘門的自重作用和支点摩擦的影响, 閘門不会立即开啓, 實際上能使閘門开啓时, 閘門頂上应有一定的水流超高(水面高出閘門頂的高度)。如果畧为改進, 把閘門支点安裝在压力中心以下的适当位置, 使閘上達到設計水位时, 恰好使閘門平衡, 这样閘墩可再行减低和更有效地控制上游設計水位, 不致因过份超高而危及上游。建議用下列公式計算支点的适当位置。

$$X = \frac{Gd_1 + fd_2 \sqrt{G^2 + P^2}}{K \cdot P}$$

式中: X —— 压力中心以下至支点的距离

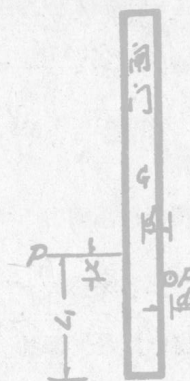
G —— 閘門自重

P —— 靜水总压力

d_1 —— 閘門重心至支点的距离

d_2 —— 承軸半徑

f —— 摩擦係数, 其值为 $0.1 \sim 0.2$



支点安装在这个位置將十分靈敏, 可能会因風浪等影响而致閘門在水面未超出閘門頂以前开啓。为避免产生这种情况, 我們採用安全因素 K , 其值建議採用 $1.05 \sim 1.10$ (可参考工程建設 1955 年 12 期, 即总第 69 期第 52~53 頁)

按5: 當閘門拉起与水平成 α 角时, 作用於閘門上的压力如下:

a. 动水压力:

$$P = k \cdot \gamma \cdot b \cdot n \cdot s \cdot \cos^2 \alpha$$

$$M_{R1} = \frac{1}{2} k \cdot \gamma \cdot b \cdot n^2 \cdot s \cdot \cos^2 \alpha$$

式中 K 值可取为 1.5, γ 为水重 = 1000 公斤, 其餘各值如圖:

b. 靜水压力:

$$W = \frac{\gamma \cdot b}{2 \cos \alpha} \left[(a+h)^2 - a^2 - s^2 \right]$$

$$M_a = \frac{\gamma \cdot b}{6 \cos \alpha} \left[(a+h)^3 - a^3 - s^2 \left\{ 3(a+h) - 2s \right\} \right]$$

$$e = m - \frac{M_a}{W} \quad \text{由於閘門係由开平后拉起, 故水压力中心与門軸的距离 } e \text{ 在門軸上方。}$$

$$M_{R2} = W \times e$$

c. 閘門重力:

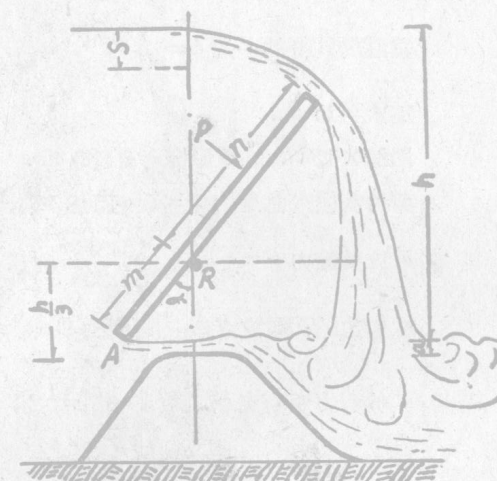
設閘門的重量为 G .

$$\text{則 } M_{R3} = \frac{1}{6} \cdot G \cdot h \cdot \sin \alpha$$

d. 閘門承軸摩擦力:

$$T = f \cdot (P + W + G)$$

$$M_T = f \cdot \left(\frac{2P + 3G \sin \alpha}{4} \right) + \frac{W(n-e)}{n} \cdot \frac{\gamma}{2}$$



式中: f 为滑动摩擦系数, r 为承轴半径。

由於作用於閘門上有上列的動水壓力, 靜水壓力, 和閘門重力及承軸摩擦力等, 故拉起閘門所需之力為:

$$M_F = M_{R1} + M_{F2} + M_{R3} + M_T$$

$$F = \frac{M_F}{n}$$

7. 開關設備: 鋼絲繩: 因可能購到的鋼絲繩只有 $\phi \frac{1}{2}$ " (即 $\phi 12.7$ m.m. 六股24絲) 一種, 其標準破斷力為 6.35 噸, 安全係數採用 3, 則實用拉力 = $6.35/3 = 2.12$ 噸 > 1.40 噸。

這鋼繩一端聯結於中央企樑, 另一端與波碌鍊聯結。

另用鋼絲繩 $\phi \frac{5}{16}$ " 即 $\phi 7.937$ m.m. 一條, 先把其兩端與兩邊的企樑頂端聯結, 再聯結於中央企樑的鋼繩, 免中央企樑單獨受力。

滑輪: 於每跨橋板中央的上游邊緣外, 築鋼筋混凝土的滑輪支架一個, 懸出 23 cm. 寬 45 cm. 厚 22.5 cm. 輪的軸心比橋板低 4 cm. 滑輪用鑄鐵, 距離橋板邊 11 cm., 輪的直徑 $d = \text{鋼絲徑} \times 200 = \frac{1}{8} \times 200 = 133$ m.m. 取用 15 cm > 13.3 cm.

輪軸用鋼桿 $\phi 2.54$ cm. 長 23.5 cm.

波碌: 於每跨橋板中央的下游一邊築鋼筋混凝土支座一個, 座上裝鉤, 以便懸掛波碌, 座高 26 cm. 寬 20 cm. 頂厚 15 cm. 底厚 20 cm. 波碌起重能力用 1.5 噸或 2 噸的。

(3) 工作橋(即交通橋)的計算:

橋面高程:

①查潮安水文站十年記錄中, 潮安最高水位為 14.72 m. 推算涵溪十年來的最高水位為 13.48 m. 則橋腹高程應勿低於 13.5 m.

②查工作橋須跨過船閘, 經與航運站協商工程築成後在涵溪 11 m 水位以下, “楓溪條” 船可以通過船閘, 則橋腹最低高程, 等於通航最高水位, 加船高減最淺吃水深度, 等於 $11 + 2.88 - 0.35 = 13.53$ m. 根據上列二個條件, 決定工作橋腹高程為 13.6 m. 假定橋板厚為 0.22 m. 則橋面高程 = 13.82 m.

橋的結構:

橋墩(也即墩臺)用 1:1.6 水泥貝灰沙漿砌條石, 上下游均作成半圓形, 高度 = $13.6 - 10.5 = 3.1$ m. 正面寬 $b = 0.95$ m. 側面寬 $B = 2.8$ m. 兩墩中至中 = 4.45 m. 橋面石用鋼筋混凝土(140級)板, 全寬 4.24 m. (中央 2.8 m 架於墩頂, 兩邊各寬 0.72 m. 架於橋面墩上的外伸托樑), 淨寬 4 m, 兩邊欄杆柱高 1 m. 斷面 15×10 cm. 留眼孔三個, 預備插入硬木作杆, 必要時撤除之, 以免攔積洪水的飄流物。

茲分別計算如下:

架於墩頂的橋板: 假定厚度為 22 cm, 淨跨度 $l = 3.5$ m

算跨度 $l' = 1.05 l = 1.05 \times 3.5 = 3.675$ m

板本身重 $W_1 = 2400 \times 0.22 = 528$ kg/m²

均布活重 $W_2 = 400$ kg/m²

因要通過 5 噸汽車後輪集中重 $P = \frac{4000}{4} = 2000$ kg

又加衝力 30/100

當密集隊伍通過時最大彎矩為

$$M_1 = \frac{w l'^2}{8} = \frac{928 \times 3.675^2}{8} = 1560 \text{ kgm.}$$

當汽車通過時最大彎矩為

$$M_2 = \frac{w l'^2}{8} + \frac{P l'}{4} = \frac{528 \times 3.675^2}{8} + \frac{2000 \times 3.675 \times 1.3}{4} = 890 + 2400 = 3290 \text{ kgm.}$$

$$\text{最大剪力 } V = \frac{w l'}{2} + 1.3 P = \frac{528 \times 3.675}{2} + 2600 = 3570 \text{ kg}$$

$$\text{有效厚度 } d = \sqrt{\frac{M_2}{R_b}} = \sqrt{\frac{3290}{9.75 \times 1}} = 18.35 \text{ cm.}$$

以 18.5 cm 計, 加保護層 4 cm. 全厚 22.5 cm.

$$\text{需用鋼筋斷面 } A_s = M_2 / f_s j d = \frac{329000}{1250 \times 0.866 \times 18.5} = 16.4 \text{ cm}$$

因配給鋼筋共有 $\phi 19$ m.m. 及 $\phi 12$ m.m. 二種用 $\phi 19$ m.m. 和 $\phi 12$ m.m. 相間配置。中至中 12 cm.

$$\text{剪應力 } v = V / b j d = 3570 / 100 \times 0.866 \times 18.5 = 2.23 \text{ kg/cm}^2 < 4.2$$

$$\text{抗滑力 } u = V / \sum o j d = \frac{3570}{(6+4) \times \frac{100}{24} \times 0.866 \times 18.5} = 5.4 \text{ kg/cm}^2 < 8.4$$

副鋼筋用 $\phi 9$ m.m. 中至中 25 cm.

架於外伸托樑的橋板: 假定厚度為 22 cm. 跨度 $l = 3.5 + 0.95 = 4.45$ m.

板身重 $W_1 = 528$ kg/m² 均布重 $W_2 = 400$ kg/m²

$$\text{最大彎矩 } M = \frac{w l^2}{8} = \frac{928 \times 4.45^2}{8} = 2300 \text{ kgm.}$$

$$\text{最大剪力 } V = \frac{w l}{2} = \frac{928 \times 4.45}{2} = 2060 \text{ kg}$$

$$\text{有效厚度 } d = \sqrt{M / R_b} = \sqrt{\frac{2300}{9.75 \times 1}} = 15.4 \text{ cm (以 16 cm 計)}$$

加保護層 4 cm. 全厚為 20 cm.

$$\text{需用鋼筋斷面 } A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{230000}{1250 \times 0.866 \times 16} = 13.6 \text{ cm}^2$$

用 $\phi 12$ m.m. 中至中 8 cm.

$$\text{剪應力 } v = V / b j d = 2060 / 100 \times 0.866 \times 16 = 1.49 \text{ kg/cm}^2 < 4.2$$

$$\text{抗滑力 } u = V / \sum o j d = \frac{2000}{\frac{100}{8} \times 4 \times 0.866 \times 16} = 2.9 \text{ kg/cm}^2 < 8.4$$

副鋼筋用 $\phi 9$ m.m. 中至中 25 cm.

為因架於托樑外伸部份的橋板, 要安裝滑輪架及波碌支座, 須要加強, 又為使橋面有橫斷坡度, 利便排水, 橋板中央增厚至 23.5 cm 橋板兩邊增厚至 22.5 cm 做成拋物綫面, 所用鋼筋, 除上述外, 於離橋中綫 1.7 m 處各加 $\phi 22$ m.m. 鋼筋一根, 使車輪偶然越出車道部份時, 足夠支承。

按 6: 交通橋建議採用石墩木面的半永久式橋。

枕樑: 架於墩頂部份長 2.8 m. 兩端伸出墩外部份各長 0.72 m. 假定斷面為寬高各 30 cm. 懸出部份計算長度為

$$l = 0.72 \times 1.05 = 0.75 \text{ m.}$$

樑本身重 $W_1 = 0.3 \times 0.3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

支承橋板重 $W_2 = (528 + 400) \times 4.45 = 4150 \text{ kg/cm}$

樑端欄杆其集中重 $P = 35 \text{ kg}$

最大弯矩 $M = \frac{wl^2}{2} + Pl = \frac{4866 \times 0.75^2}{2} + 35 \times 0.75 = 1247 \text{ kg}$

有效高度 $d = \sqrt{M/Rb} = \sqrt{\frac{1247}{9.75 \times 0.3}} = 20.8 \text{ cm}$

以 21 cm 計加 4 cm 保护层，全高 25 cm。

所需鋼筋断面 $A_s = M/f_s j d = \frac{124700}{1250 \times 0.866 \times 21} = 5.5 \text{ cm}^2$

用 $\phi 19 \text{ m.m.}$ 三根。

剪力覆核：因枕樑与橋板係同时澆灌。d 值可增至 29 cm。

剪应力 $v = V/bjd = \frac{4150 \times 0.75 + 35}{30 \times 0.866 \times 29} = 42 \text{ kg/cm}^2$

抗滑力 $u = V/\Sigma ojd = 3175/3 \times 6 \times 0.866 \times 29 = 7 \text{ kg/cm}^2 < 8.4$

桥墩結構的力学分析：

墩高 = 3.1 m. 正面宽 $b = 0.95 \text{ m}$. 侧面宽 $B = 2.8 \text{ m}$.

上下游做成半圆形。

①当閉閘时情况如图：

水高 $h = 2 \text{ m}$.

桥墩可受靜水压力 $P = \frac{Wbh^2}{2}$
 $= \frac{1000(0.95 + 1.75) \times 2^2}{2} = 5400 \text{ kg}$

力臂 $y = \frac{h}{3} = \frac{2}{3} = 0.667 \text{ m}$.

最大弯矩 $M = Py = 5400 \times 0.667 = 3602 \text{ kgm}$.

桥墩重 $W_1 = 2500 \times 3.1 \times (0.95 \times 1.85 + \frac{0.95^2 \pi}{4}) = 19125 \text{ kg}$

$X_{W1} = 1.4 \text{ m}$.

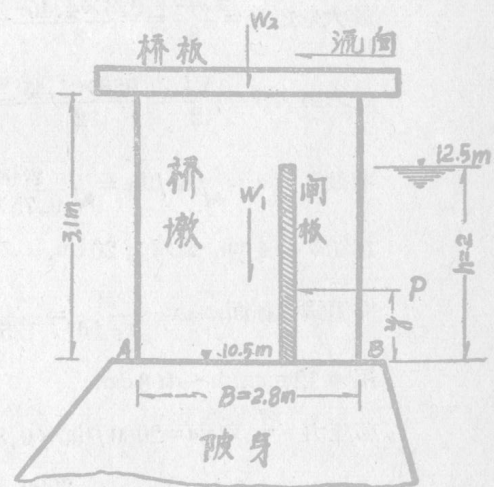
$M_{W1} = 19125 \times 1.4 = 26775 \text{ kgm}$.

桥板重 $W_2 = 2400 \times 4.24 \times 0.23 \times 4.45 = 10800 \text{ kg}$

$X_{W2} = 1.4 \text{ m}$.

$M_{W2} = 10800 \times 1.4 = 15100 \text{ kg}$

茲將作用於桥墩各力計算如下表：



力 別	力 (kg)	力 臂 (m)	力 矩 (kgm)
傾覆力矩 靜水压力 P	5400	0.667	3602
抵禦力矩 桥墩重 W_1	19125	1.400	26775
桥板重 W_2	10800	1.400	15100
合 計 W	29925		41875

合力着点与墩址之距 $x = \frac{41875 - 3602}{29925} = 1.28 \text{ m} > \frac{2.8}{3}$

偏心距 $e = \frac{2.8}{3} - 1.28 = 0.12 \text{ m}$.

墩底压应力 $P = \frac{29925}{2.8 \times 0.95} \times (1 \pm \frac{6 \times 0.12}{2.8}) = 11250 \times \frac{1.26}{0.74} = \frac{14200}{8300} \text{ kg/m}^2$ (A) (B)

傾覆安全率 $= \frac{41875}{3602} = 11.6 \text{ 倍} > 2$

滑行安全率 $= \frac{0.6 \times 29925}{5400} = 3.37 \text{ 倍} > 1.5$

②当初開閘时情况如图：

这时上游水位为 12.5 m. 下游無水。

其水位差 $h = 2 \text{ m}$.

桥墩可受靜水压力为

$P_1 = \frac{Wbh^2}{2} = \frac{1000 \times 0.95 \times 2^2}{2} = 1900 \text{ kg}$

力臂 $y = h/3 = 2/3 = 0.667 \text{ m}$.

最大力矩 $M = P_1 y = 1900 \times 0.667 = 1267 \text{ kgm}$

桥墩所受之流水压力 $P_2 = KV^2 A = 35 \times 2.47^2 \times 0.95 \times 2 = 405 \text{ kg}$

力臂 $y = h/2 = 2/2 = 1 \text{ m}$.

最大力矩 $M = P_2 y = 405 \times 1 = 405 \text{ kgm}$

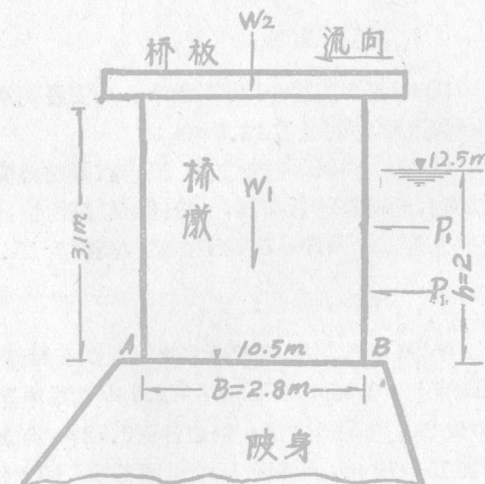
桥墩重 $W_1 = 1500 \times 3.1 \times (0.95 \times 1.85 + \frac{0.95^2 \pi}{4}) = 11400 \text{ kg}$

$X_{W1} = 1.4 \text{ m}$.

最大力矩 $M = 11400 \times 1.4 = 14800 \text{ kgm}$.

桥板重 $W_2 = 2400 \times 4.24 \times 0.23 \times 4.45 = 10800 \text{ kg}$. $X_{W2} = 1.4 \text{ m}$.

最大力矩 $M = 10800 \times 1.4 = 15100 \text{ kgm}$.



茲將作用於橋墩各力計算如下表:

力 別	力 (kg)	力 臂 (m)	力 矩(kgm)
傾覆力矩	靜水壓力 P_1	1900	0.667
	流水壓力 P_2	405	1.000
	合 計	2305	1672
抗抵力矩	橋墩重 W_1	11400	1.400
	橋板重 W_2	10800	1.400
	合 計	22200	29900

$$\text{合力着点与墩趾之距 } x = \frac{29900 - 1672}{22200} = 1.27 \text{ m} > \frac{2.8}{3} \text{ m.}$$

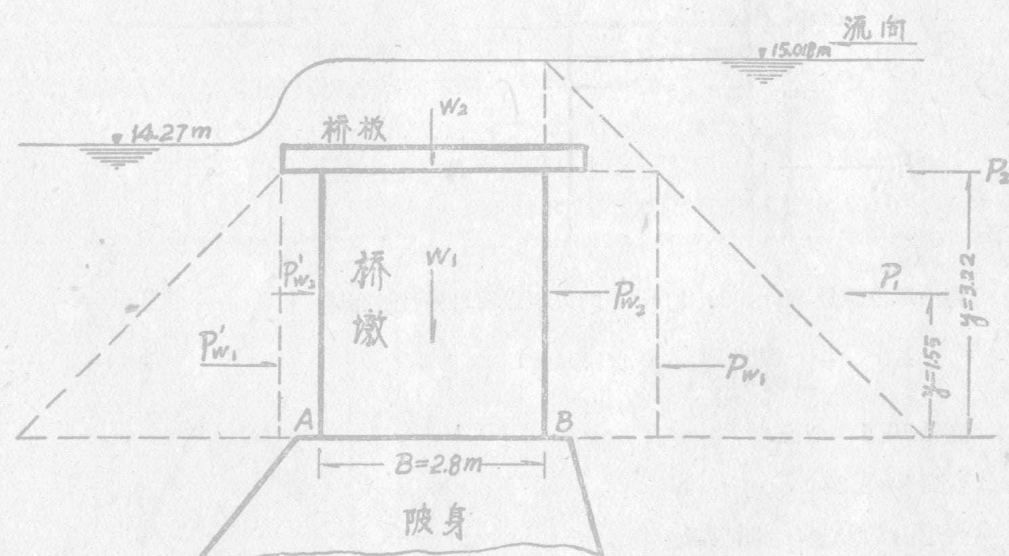
$$\text{偏心距 } e = \frac{2.8}{2} - 1.27 = 0.14 \text{ m.}$$

$$\text{墩底压应力 } P = \frac{22200}{2.8 \times 0.95} \times (1 \pm \frac{6 \times 0.14}{2.8}) = 8360 \times \frac{1.3}{0.7} = \frac{10900}{5850} \text{ kg/m}^2 \quad \begin{matrix} (A) \\ (B) \end{matrix}$$

$$\text{傾覆安全率} = \frac{29900}{1672} = 13.7 \text{ 倍} > 2.$$

$$\text{滑行安全率} = \frac{0.6 \times 22200}{2305} = 5.8 \text{ 倍} > 1.5$$

③当最大洪水时, 情况如图:



这时墩上游水位为 15.018 m. 下游为 14.27 m. 則

上游水深(至墩脚) $h = 15.018 - 10.5 = 4.518 \text{ m.}$

下游水深(至墩脚) $h' = 14.27 - 10.5 = 3.77 \text{ m.}$ 則

橋墩靜水壓力 P_{W1} 与 P'_{w1} 压力相等, 而方向相反, 可抵消不計。

$$\text{橋墩靜水压力 } P_W = P_{W2} + P'_{w2} = (1418 - 670) \times 0.95 \times 3.1 = 2203 \text{ kg}$$

$$\text{其力臂为 } y = \frac{4.5}{3} = 1.5 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩 } M = 2203 \times 1.5 = 3305 \text{ kgm.}$$

$$\text{橋墩流水压力 } P_1 = KV^2A = 35 \times 2.69^2 \times 0.95 \times 3.1 = 750 \text{ kg}$$

$$\text{其力臂为 } y = \frac{3.1}{2} = 1.55 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩 } M = 750 \times 1.55 = 1160 \text{ kg m.}$$

$$\text{橋板靜水压力 } P = 0.23 \times 4.45 \times (1418 - 670) = 764 \text{ kg}$$

$$\text{其力臂为 } y = 3.1 + \frac{0.23}{2} = 3.22 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩 } M = 764 \times 3.22 = 2460 \text{ kg-m.}$$

$$\text{橋板流水压力 } P_2 = KV^2A = 70 \times 2.69^2 \times 0.23 \times 4.45 = 524 \text{ kg}$$

$$\text{其力臂为 } y = 3.1 + \frac{0.23}{2} = 3.22 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩 } M = 524 \times 3.22 = 1687 \text{ kg m.}$$

$$\text{橋墩重 } W_1 = 1500 \times (1.85 \times 0.95 + \frac{0.95^2 \pi}{4}) \times 3.1 = 11400 \text{ kg}$$

$$X_{W1} = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{最大力矩 } M = 11400 \times 1.4 = 14800 \text{ kg m.}$$

$$\text{橋板重 } W_2 = 1400 \times 4.24 \times 0.23 \times 4.45 = 6070 \text{ kg}$$

$$X_{W2} = 1.4 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩 } M = 6070 \times 1.4 = 8500 \text{ kg m.}$$

茲將作用於橋墩各力計算如下表:

力 別	力 (Kg)	力 臂 (m)	力 矩 (Kg-m)
傾覆力矩	橋墩靜水压力 P_W	2203	1.50
	橋墩流水压力 P_1	750	1.55
	橋板靜水压力 P	764	3.22
	橋板流水压力 P_2	524	3.22
	合 計	4241	8612
抵抗力矩	橋墩重 W_1	11400	1.40
	橋板重 W_2	6070	1.40
	合 計	17470	23300

$$\text{合力着点与墩趾之距 } x = \frac{23300 - 8612}{17470} = 0.87 \text{ m} < \frac{2.8}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{2.8}{2} - 0.87 = 0.53\text{m.}$$

$$\text{墩底压应力 } P = \frac{17470}{2.8 \times 0.95} \times (1 \pm \frac{6 \times 0.53}{2.8}) = 65500 \times (-0.1) = -560 \text{ kg/m}^2 \begin{matrix} (A) \\ (B) \end{matrix}$$

注：墩跟 B 發生拉力 $560 \text{ kg/m}^2 = 0.06 \text{ kg/cm}^2$ 尙小於 0.8 kg/cm^2 施工時該部份灰漿應特別注意。

$$\text{傾覆安全率} = \frac{23300}{8612} = 2.71 \text{倍} > 2$$

$$\text{滑移安全率} = \frac{0.6 \times 17470}{4241} = 2.48 > 1.5$$

④ 當閘門先後啓閉（或閘板旋動發生故障）一孔溢流而鄰孔無水時情況如下圖：



$$\text{这时桥墩側受水压力 } P = \frac{wh^2}{2} = \frac{1000 \times 2^2}{2} = 2000 \text{ kg.}$$

$$\text{其力臂 } y = h/3 = 0.667 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩为 } M = Py = 2000 \times 0.667 = 1334 \text{ kgm.}$$

$$\text{桥墩重 } W_1 = 2500 \times 3.1 \times (0.95) = 7363 \text{ kg.}$$

$$x_{w1} = \frac{0.95}{2} = 0.475 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩为 } M = 7363 \times 0.475 = 3497 \text{ kgm.}$$

$$\text{桥板重 } W_2 = 2400 \times 4.45 \times 0.23 = 2450 \text{ kg.}$$

$$x_{w2} = \frac{0.95}{2} = 0.475 \text{ m.}$$

$$\text{最大力矩为 } M = 2450 \times 0.475 = 1160 \text{ kgm.}$$

合力着点与桥墩側面之距为：

$$x = \frac{(3497 + 1160) - 1334}{7363 + 2450} = 0.338 \text{ m} > \frac{0.95}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{0.95}{2} - 0.338 = 0.137 \text{ m.}$$

$$\text{墩底两侧压应力 } P = \frac{9813}{0.95} \times (1 \pm \frac{6 \times 0.137}{0.95})$$

$$= 10400 \times \frac{1.860}{0.140} = \frac{19300}{1500} \text{ kg/m}^2 \begin{matrix} (B) \\ (A) \end{matrix}$$

$$\text{傾覆安全率} = \frac{4657}{1334} = 3.5 \text{倍} > 2$$

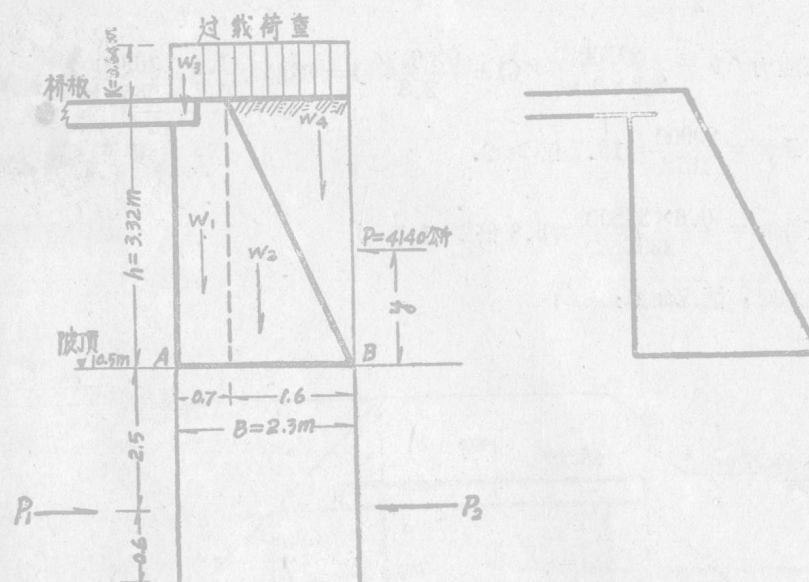
$$\text{滑移安全率} = \frac{0.6 \times 9813}{2000} = 2.94 \text{倍} > 1.5$$

觀察以上四種情況，對傾覆及滑移均有足夠之安全率，除第三種情況外，合力着點也均在中三分以內，但在第三種情況下，計算得墩跟所受拉力極微，遠在 1:1.6 水泥貝灰沙漿砌石單位容許拉應力之下，尙屬無礙。

橋台計算：

① 左岸：台前有陂身側面擋住，10.5m 以下，台背土壓可以抵消，只須計 10.5m 以上的土壓及行車時的集中過載荷重，假定斷石如下圖：

5 噸汽車後輪集中重 $P = 4000 \text{ Kg}$. 衝擊力 = 30%. 分佈寬度 $b = 4.24 \text{ m}$.



泥土單位重量 $W = 1900 \text{ kg/m}^3$ 則集中重相當於過載高度

$$h' = \frac{P}{Wb} = \frac{4000}{1900 \times 2.24} = 0.64 \text{ m.}$$

高程 10.5 m 以上

台高 $h = 3.32 \text{ m}$.

台後土安息角 $\phi = 33.^\circ 41'$

土壓係數 $K = 0.286$

$$\text{依斜背過載荷重公式 } P = \frac{1}{2} Kh (h + 2h') = \frac{1}{2} \times 0.286 \times 1900 \times 3.32 \times (3.32 + 2 \times 0.64) = 900 \times 4.6 = 4140 \text{ kg}$$

$$z = \frac{h^2 + 3hh'}{3(h + 2h')} = \frac{3.32^2 + 3 \times 3.32 \times 0.64}{3 \times (3.32 + 2 \times 0.64)} = \frac{17.37}{13.80} = 1.26 \text{ m.}$$

$$M_P = PZ = 4140 \times 1.26 = 5216 \text{ kgm.}$$

$$\text{台墙重 } W_1 = 0.7 \times 3.32 \times 2500 = 5810 \text{ kg}$$

$$X_{W1} = 0.35 \text{ m.}$$

$$M_{W1} = 2034 \text{ kgm.}$$

$$\text{墙墩重 } W_2 = \frac{1.6 \times 3.32 \times 2500}{2} = 6640 \text{ kg}$$

$$X_{W2} = 1.23 \text{ m.}$$

$$M_{W2} = 8167 \text{ kgm.}$$

$$\text{桥板重 } W_3 = \frac{3.5 \times 0.22 \times 2400}{2} = 924 \text{ kg}$$

$$X_{W3} = 0.15 \text{ m.}$$

$$M_{W3} = 139 \text{ kgm.}$$

$$\text{土重 } W_4 = \frac{1.6 \times 3.32 \times 1900}{2} = 5046 \text{ kg}$$

$$X_{W4} = 1.77 \text{ m.}$$

$$M_{W4} = 8931 \text{ kgm.}$$

$$\Sigma W = 18420 \text{ kg} \quad \Sigma M = 19271 \text{ kgm.}$$

$$\text{合力着点与墙趾 A 之距 } X = \frac{M_W - M_P}{W} = \frac{19271 - 5216}{18420} = 0.76 \text{ m.} < \frac{b}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{b}{2} - X = \frac{2.3}{2} - 0.76 = 0.39$$

A B 面上的单位应压力为

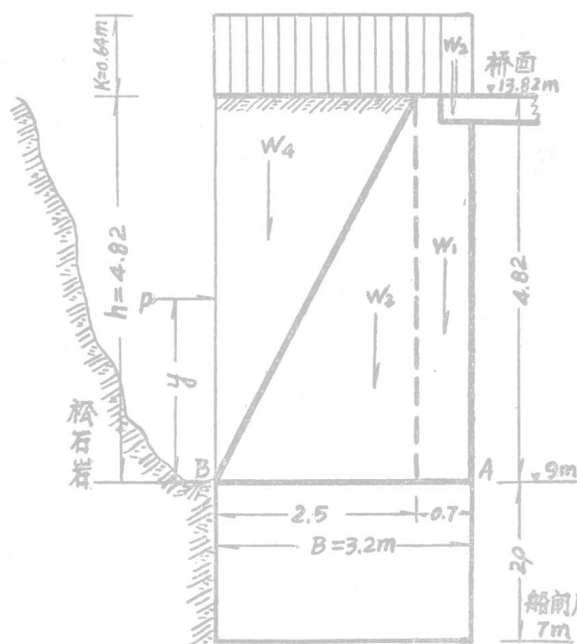
$$P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \frac{18420}{2.3} \left(1 \pm \frac{6 \times 0.39}{2.3} \right)$$

$$= 8010 \times \begin{pmatrix} 2.02 \\ -0.02 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16180 \\ -160 \end{pmatrix} \text{ kg/m}^2 \quad \begin{matrix} \text{(A)} \\ \text{(B 有微小拉力发生)} \end{matrix}$$

$$\text{倾覆安全率} = M_W / M_P = \frac{19271}{5216} = 3.7 > 2$$

$$\text{滑行安全率} = F_w / P = \frac{0.6 \times 18420}{4140} = 2.67 > 1.5 \text{ (照假定断面)}$$

②右岸：台背在 9 m 高程以下的地質係松石岩沒有土压，以上係新填土茲以高程 9 m 以上的土压及行車的集中过載荷重为計算根据，假定断面如下圖：



照左岸計算集中活重相当於过載高度

$$h' = 0.64 \text{ m}$$

高程 9 m 以上的土压 $h = 4.82 \text{ m}$

土的安息角 $\phi = 33^\circ 41'$

土压系数 $K = 0.286$

依斜背过載荷重公式：

$$P = \frac{1}{2} K W h (h + 2h') \\ = \frac{1}{2} \times 0.286 \times 1900 \times 4.82 \times (4.82 + 2 \times 0.64) \\ = 1310 \times 6.2 = 8000 \text{ kg}$$

$$y = \frac{h^2 + 3hh'}{3(h + 2h')} \\ = \frac{4.82^2 + 3 \times 4.82 \times 0.64}{3 \times (4.82 + 2 \times 0.64)} = 1.58 \text{ m}$$

$$L_P = P y = 8000 \times 1.58 = 12640 \text{ kgm.}$$

$$\text{台墙重 } W_1 = 0.7 \times 4.82 \times 2500 = 8400 \text{ kg}$$

$$X_{W1} = 0.35 \text{ m} \quad M_{W1} = 2940 \text{ kgm.}$$

$$\text{台墙重 } W_2 = \frac{2.5 \times 4.82 \times 2500}{2} = 15000 \text{ kg}$$

$$X_{W2} = 1.53 \text{ m} \quad M_{W2} = 22800 \text{ kgm.}$$

$$\text{桥板重 } W_3 = \frac{3.5 \times 0.22 \times 2400}{2} = 924 \text{ kg}$$

$$X_{W3} = 0.15 \text{ m.}$$

$$M_{W3} = 139 \text{ kgm.}$$

$$\text{土重 } W_4 = \frac{2.5 \times 4.82 \times 1900}{2} = 11400 \text{ kg.}$$

$$X_{W4} = 2.37 \text{ m}$$

$$M_{W4} = 27020 \text{ kgm.}$$

$$\Sigma W = 35724 \text{ kg.} \quad M_W = 52899 \text{ m.}$$

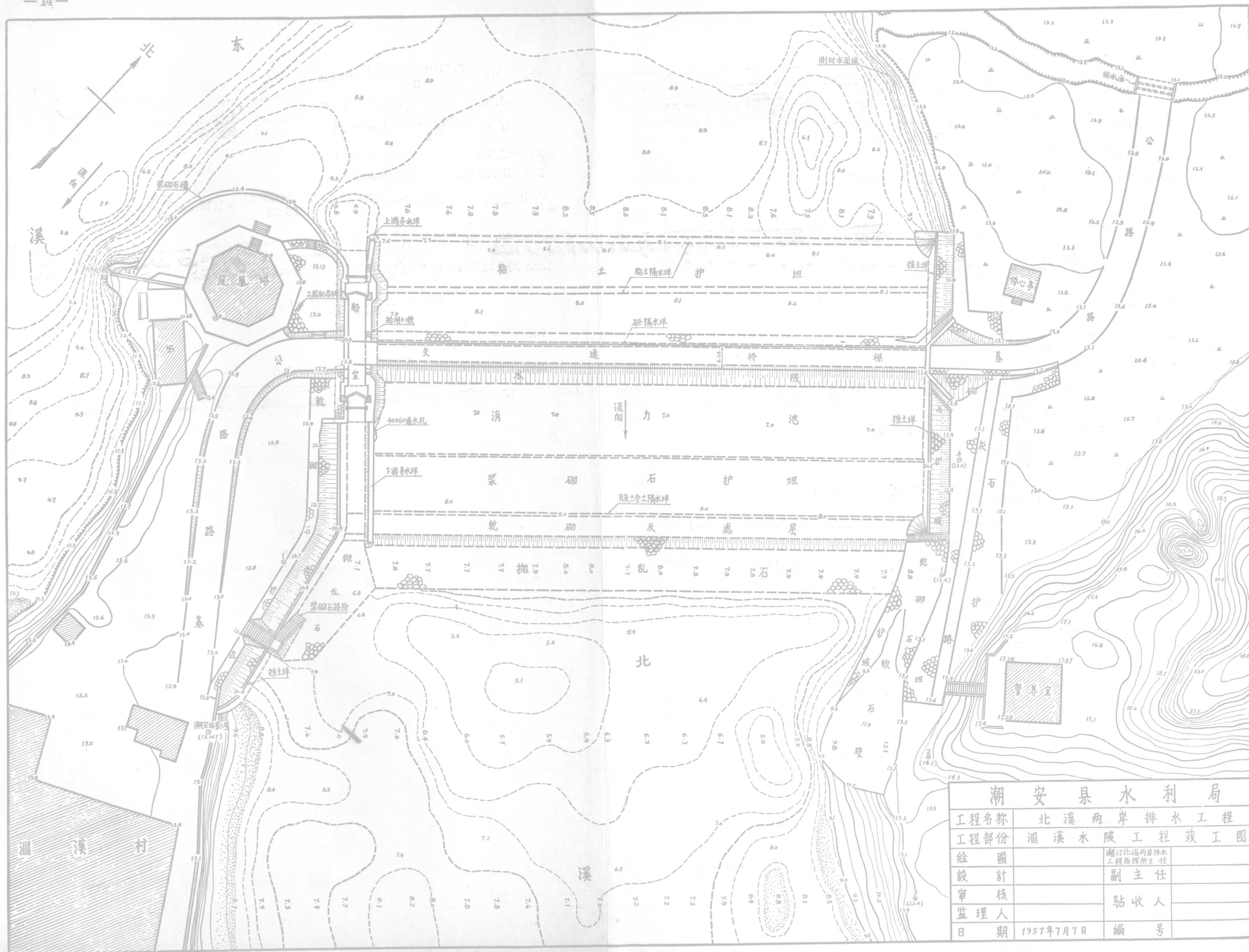
$$\text{合力着点与墙趾 A 之距 } X = \frac{M_W - M_P}{W} = \frac{52899 - 12640}{35724} = 1.13 \text{ m} > \frac{3.2}{3}$$

$$\text{偏心距 } e = \frac{b}{2} - X = \frac{3.2}{2} - 1.13 = 0.47 \text{ m}$$

$$\text{A B 面上的压力 } P = \frac{W}{b} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right) = \frac{35724}{3.5} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.47}{3.2} \right) \\ = 11200 \times \begin{pmatrix} 1.88 \\ 0.12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 21000 \\ 1340 \end{pmatrix} \text{ kg/m}^2 \quad \begin{matrix} \text{(A)} \\ \text{(B)} \end{matrix}$$

$$\text{倾覆安全率} = \frac{M_W}{M_P} = \frac{52899}{12640} = 4.2 > 2$$

$$\text{滑行安全率} = F_w / P = \frac{0.6 \times 35724}{8000} = 2.67 > 1.5$$



潮 安 县 水 利 局

工程名称	北溪兩岸排水工程		
工程部份	澗溪水陂工程竣工圖		
繪圖	潮江北溪兩岸排水工程指揮所主任		
設計	副主任		
審核	貼收人		
監理人			
日期	1957年7月7日	編號	

[illegible]

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com