

專 論

海埔地開發防潮計劃

Design of Tidal Land Development Project

黃 彩 芳 Huang Tsai-fang

The public interest has been aroused on the reclamation of tidal land since the completion of this project in Hsinchu area because the reclamation will increase the arable area to meet the population increase in Taiwan,

The design of seadike which is the main feature of the project used to prevent from sea water is discussed in this paper. The gap of the dike left for closure in the final stage is an important work. Its location and width should be selected carefully.

The design of tidal gate is discussed also.

一、前 言

臺灣地少人多，陸地開發殆至極限，為解決日趨嚴重之土地問題，西海岸五萬公頃海埔地之墾殖，已漸引起國人之重視，防潮堤之建設，以抵禦海水之侵進為目的，形狀雖似河堤，惟因所受外力有異，設計原則自不盡同，又為排除低於高潮位之墾區積水，必需併設防潮排水門，施工中又有平衡內外潮位而留設潮口及其最後封堵等等，在計劃時需先考慮之特殊因素甚多，筆者參加新竹海埔地開發計劃，承蒙中外先輩專家之指導，先後完成兩區防潮計劃付諸實施，鑒於此種堤防在本省實施先例之鮮有，乃不顧淺學，將計劃步驟報告於茲，祈諸先輩斧正，倘對甫告發足之臺灣海埔地開發事業有所裨益，則感無上榮幸。

二、防潮堤計劃線之選擇

防潮堤為海埔墾殖地之命脈，其建造工程費將佔全部開發經費之70%左右，故其計劃線之選擇，必須慎重，應就海灘地盤之高低、土質、潮位、風向、鄰接陸地之排水系統、防潮排水門之建設地點與潮口留設位置各項問題考慮，並在單位堤長範圍大面積（每公里大於50公頃）之原則下，選擇計劃線。

（一）潮位與開發範圍之關係

臺灣西部海岸線平直而少彎曲，冬季風浪勁吹期頗長，在高浪不斷冲刷下，低潮域地形變遷頗不安定，故從工程安全與經濟着想，防潮線之選擇似不宜低於平均潮位線。

新竹海埔地在小潮高潮位（High water ordinary neap tide）以上海灘地形平坦，土壤粒子較細適於墾成農地，小潮高潮位以下部份，地形變陡入海，然經潮汐風浪長期冲刷，土粒粗而均勻，不具塑性，遇浪易漂動，受風易飛揚，地形甚不穩定，通常形成數道沿岸砂洲，防潮堤受此限制選擇於小潮高潮位線。（圖1）

註：如在風浪較小地區將開發範圍擴張至平均低潮位線並非不可，但因墾區沿堤地帶地盤低窪，排水時間較短本省雨量較強，將來土地利用時為避免積水，必須填高地盤或設大型抽水機，是否可行經濟要求須慎研究。

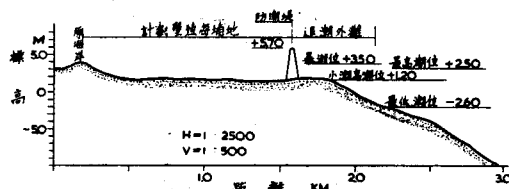


圖 1：新竹海埔地斷面圖

（二）地形、土質、風向

臺灣海埔地多屬砂質土或壤質砂土，築堤基礎問題不大，惟在海灘通常有由粘土層形成之低窪潮溝，其地形過度低窪，粘土層深厚者均將增加施工困難，應予填平，又須注意季風主要吹向，堤線不宜與其直面以免強烈波浪之長期冲刷。

（三）背後陸地之排水系統

臺灣雨量甚強，為便墾區排水計劃，陸地排水除

流量微小者可導入區內一併處理外，流量較大者，宜在舊海岸線專設渠溝承載，至於流量過大者，必須延長其流路直接導出海面，墾區因此分成數區亦所難免。

三、防潮堤設計

(一) 潮汐統計

A. 天文潮

臺灣西海岸之潮汐係具有正確週期之日雙潮，高潮週期平均 12 小時 51 分，大潮 (Spring tide) 發生於朔望後 1~3 天，小潮 (Neap tide) 發生於上下弦後 1~3 天，分點潮 (Equinoctial tide) 發生於秋分前後之大潮期，由實地長期觀測紀錄可分析各種主要潮位。(新竹海岸最高潮位為 +2.50m)

B. 氣象潮

氣象潮之主要成因為低氣壓與風力，在大潮期過境之颱風，如其最低氣壓發生時刻與高潮時刻巧合，且受正面海風時，將可引起異常暴潮，惟上述引起氣象潮之各項因素未必同時發生，故由實地觀測所得之已往最高潮位，不足代表可能發生之最高暴潮位 (圖 2)，實際設計時使用氣象資料推算者較為合理。

低氣壓影響之潮位上昇

$$h_1 = \frac{\Delta P \gamma_m}{1000 \gamma_s}$$

風力影響之潮位上昇

$$h' = 0.0005 F \frac{V^2}{D} \cos \theta \quad (\text{Colding 公式})$$

$$h^2 = 0.7 h' = 0.00035 F \frac{V^2}{D} \cos \theta$$

氣象潮偏差

$$\Sigma h = h_1 + h_2 \geq 1.00m$$

式中 h_1 : 低氣壓影響之水面上昇 (m)

h_2 : 風力影響之水面上昇 (m)

h' : 風頭與風尾兩側之水位差 (m)

ΔP : 水銀柱所示之氣壓降下量 (mm)

γ_s : 海水比重 = 1.03

γ_m : 水銀比重 = 13.6

F : 風吹方向之風域距離 (km)

D : 同上風域內之平均水深 (m)

V : 風速 (m/sec)

Q : 風吹方向與海岸線垂線之交角

設 $\Delta P = 40mm$ (即氣壓 720mm) $F = 120km$,

$D = 80m$, $V = 25m/sec$ $Q = 0^\circ$ 時氣象潮偏差為:

$$h_1 = \frac{40 \times 13.6}{1000 \times 1.03} = 0.53m$$

$$h_2 = 0.00035 \times 120 \times \frac{25^2}{80} \times 1.00 = 0.33m$$

$$\Sigma h = 0.53 + 0.33 = 0.86m \quad (\text{實用 } 1m)$$

新竹海岸天文潮最高潮位為 +2.50m，則在颱風過境中可能發生之暴潮位為 +3.50m。

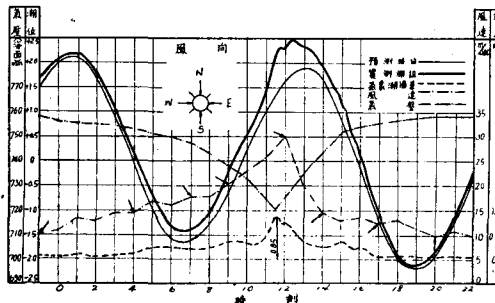


圖 2: 潮位與氣象之關係

註: 圖 2 內氣象潮最大偏差 0.85m 發生於 11 時 35 分，實測最高潮位為 +2.45m，如低氣壓中心於 0 時 40 分到達，則暴潮位可達 (+) $2.15 + 0.85 = +3.00m$ 。

C. 平均海面之變化

在整理潮汐觀測資料時可發現平均海面高度具有顯著之季節性變化，似與氣壓、海水溫度等有關，臺灣海峽每年七、八月最高，一、二月最低，變域約為 25-30cm，此種現象在防潮堤工程施工計劃上頗為重要，尤其潮口最後封堵工作，選在冬春天小潮期實行較為容易。

(二) 波浪

風浪可分為季風波浪與颱風波浪，臺灣西海岸季風風速強勁吹期長，深海波浪甚高，但因季風多與海岸線並行，波浪在進行中曲折衝擊防潮堤之力量並不嚴重。

颱風在進行中經常保持反鐘方向旋轉，臺灣海岸線為南北方向，故通過計劃地點之北方，由東向西進行之颱風，將可持久數小時之西向暴風威脅防潮堤。

A. 深海波

設風速 $V = 25m/sec$ ，風吹繼續時間 $t = 8hr$ ，對岸距離 $F = 120km$ 時，由下列公式求得可能發生之深海波為

1. Stevenson 公式 $F > 76km$ 時

$$H_0 = \frac{1}{3} \sqrt{F}$$

$$= \frac{1}{3} \times \sqrt{120}$$

$$= 3.65\text{m}$$

2. Moritor 公式 $F > 32\text{km}$ 時

$$H_0 = 0.061 \sqrt{VF}$$

$$= 0.061 \sqrt{25 \times 12} = 3.35\text{m}$$

3. S-M-B 圖法 (Sverdrup-Munk-Bretschneider)

$$H_0 = 6.40\text{m} \text{ (圖 3)}$$

$$T = 10\text{Sec} \text{ (波週)}$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = \frac{9.8 \times 10^2}{2 \times 3.14} = 156\text{m}$$

註：S-M-B 圖法所示者為有義波，約在20分鐘觀測所得波浪中由波高最大者順取全波數之 $\frac{1}{3}$ 波數，將此平均所得波高為有義波高，並將此波浪相連所得波群之平均週期為週期。

依照美國太平洋岸之觀測例，最大波高為有義波高之 1.87 倍，有義波高為平均波高之 1.57 倍。

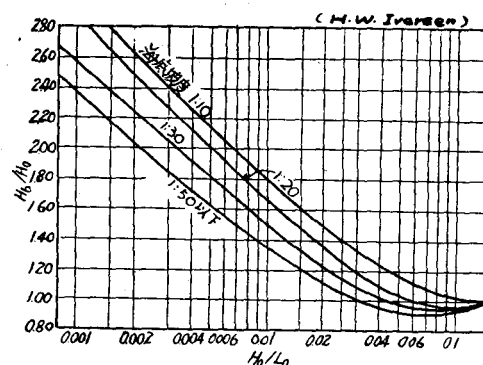


圖4-1：深海波與碎波波高關係

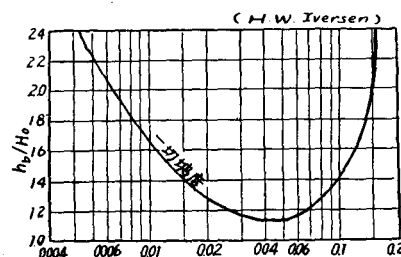


圖4-2：深海波與碎波水深關係

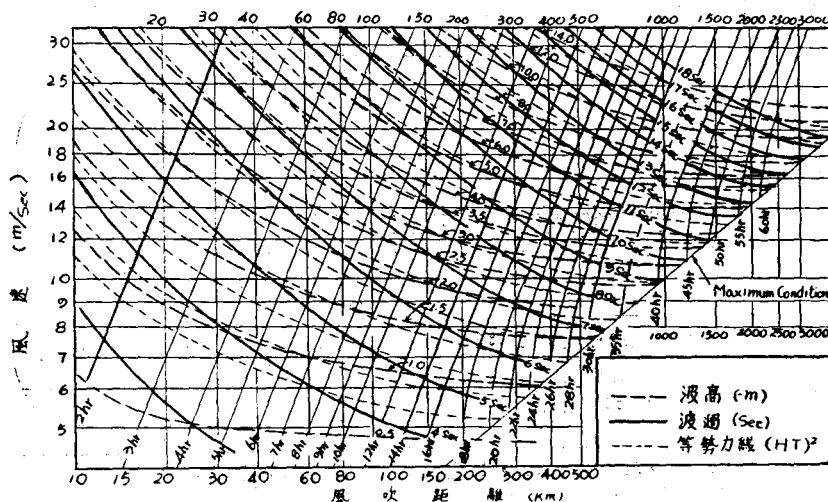


圖 3：S-M-B 風波預報圖

$$= 1.1 \times 6.40 = 7.10\text{m}$$

暴潮位為 +3.50m 時碎波應發生於 -3.60m 處，然臺灣海埔地防潮堤通常設在平均海面以上，故深海波不致直接衝擊堤防。

C. 堤前波浪

深海波浪在向海岸傳播中，幾經崩碎減小波高後終可達到防潮堤計劃線，此時波高若干，應在實地觀測或經水工模型試驗方可決定，但如堤前水深較淺時可由實驗式求得該處最

B. 碎波

深海波在向海岸傳播中，由于水深漸淺，波形逐漸尖銳，至一定水深時將要崩碎，由圖 4-1，圖 4-2 求得碎波波高與水深為

$$\frac{H_0}{L_0} = \frac{6.4}{156} = 0.041$$

$$H_b = 0.95H_0$$

$$= 0.95 \times 6.40 = 6.10\text{m}$$

$$d_b = 1.1H_0$$

大波高：

$$H = \frac{d}{1.28} \text{ (Munk實驗式)}$$

d ：水深

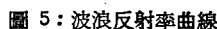
H ：在水深 d 處可發生之最大波高。

新竹海埔地防潮堤計劃線之海灘標高為 +1.90m，則在暴潮位 +3.50m 時

$$d = 3.50 - 1.90 = 2.20\text{m}$$

$$H = \frac{2.20}{1.28} = 1.70\text{m}$$

防潮堤以抵抗波浪之外面保護工形狀，而可分成緩坡式與直立式之兩種，緩坡式堤防可利用平緩外坡緩和波浪沖擊力，波浪在其較長坡面上昇中摩擦損失勢能，將減上昇高度，又波浪沖擊時之反射率較低（圖5）可緩和堤前地盤之淘刷力，構造較為合理，但所需護坡材料較多，荷蘭、西德防潮堤多屬此型，直立式堤防係利用外坡保護工之本體重量自立安定抵抗波浪壓力，由於所受波壓甚大，保護工必須堅牢，且



防潮堤工程所需費用甚高，故需先調查附近可得到之廉價豐富材料，並斟酌堤基地盤之良否與高低及波浪沖擊情形等決定安全又經濟之堤防型式。

圖 6：新竹海埔地防潮堤原計劃斷面

表 1：新竹海埔地防潮堤斷面各種方案比較表

計劃案別		外 坡 保 護 工	堤頂標高 m	堤 防 主 體	每公尺工程費 新臺幣元
原計劃案		漿砌塊石 大潮高潮位以下 1:8, 以上拋物線, 平均坡度 1:4, 砌石下墊鋪礫石 60cm	+6.50	以實地灘土築堤, 基寬 31m	3,350
修 改 計 劃 案	第一案	“ 大潮高潮位以下坡度 1:8, 以上 1:4, 砌石下層墊鋪礫石 60cm	+6.50	同上, 基寬 37m	3,710
	第二案	“ 1:8至+1.50m, 1:3至+2.50m, 1:4至+4.00m, 1:3至堤頂, 砌石下墊鋪礫石30cm粘土30cm	+6.50	同上, 基寬 32m	3,400
	第三案	“ 大潮高潮以下 1:8, 以上平均 1:3, 設阻浪小階10段砌石下墊鋪礫石 60cm	+6.50	同上, 基寬 30m	3,280
	第四案	“ 除在暴潮位處加設 2m寬, 平台外其餘與第三案同	+6.50	同上, 基寬 33m	3,580
	第五案	乾砌塊石 坡度全段 1:7, 砌石下層墊鋪礫石60cm	+5.70	同上, 基寬 36m	3,200

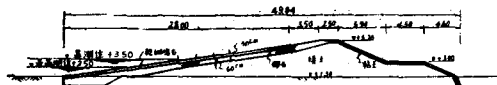


圖 7：新竹海埔地防潮堤修改斷面

A. 設計原則

1. 在工程安全範圍內力求經濟藉以降低開發成本。
2. 堤防高度以可防止波浪實質都份爲度，波浪

飛沫容許越堤。

3. 以實地灘土（砂質土）為築堤主體，並以寬濶堤基防止海水滲透。
4. 使用附近頭前溪之豐富廉價天然石料（運距塊石 15km 礫石、7.5km）施做外護保護工。
5. 配合上項材料特性，設計緩坡断面以緩波浪衝擊力，並使堤土可得安定坡度。
6. 外坡保護工採用漿砌塊石，以其透水性吸收部份波水，減小冲昇高度，砌石下墊鋪60cm天然級配礫石，以防波浪冲擊力傳及堤土。

B. 外坡坡度之決定

1. 在築堤計劃線上堆填灘土，經過十天高潮淹浸（此間風浪甚小）後測其自然坡度為1:6.9。
2. 由圖5所示傾斜角在8°左右（坡度1:7）以下時波浪反射率甚小，僅約10%，但大於此值時則見急激增加。
3. 經就安定角範圍內設計 1:7、1:7.5 與1:8三種断面比較結果各断面所需工程費為
1:8 3,460元/m
1:7.5 3,330元/m
1:7 3,200元/m

基於上列資料將外坡坡度決定為 1:7。

C. 堤防高度之決定

1. 由荷蘭經驗公式計算波浪冲昇高度為

$$R = 2.7 H \sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} \sin \alpha \quad (\text{適用範圍})$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{8}$$

$$= 2.7 \times 1.7 \times \sqrt{\frac{3.14}{2 \times 0.142}} \times 0.141$$
$$= 2.15\text{m}$$

$$R = 8H \tan \alpha$$

$$= 8 \times 1.7 \times 0.143 = 1.95\text{m}$$

2. 由水工模型試驗推算波浪冲昇高度為

$$R = 2.18\text{m} \quad (\text{圖 8})$$

式中 R：靜水面上之波浪冲昇高度

H：入射波之波高

α ：堤坡與水平面之交角

前列公式及水工試驗均代表不透水性坡面之數值，本防潮堤實用乾砌塊石，波浪冲昇高度可減小約10%，但為安全計，仍照用所求數值，

因計劃暴潮位為 +3.50m，故堤頂標高應為

$$\text{堤頂標高} = (+)3.50 + 2.20 = (+)5.70\text{m}$$

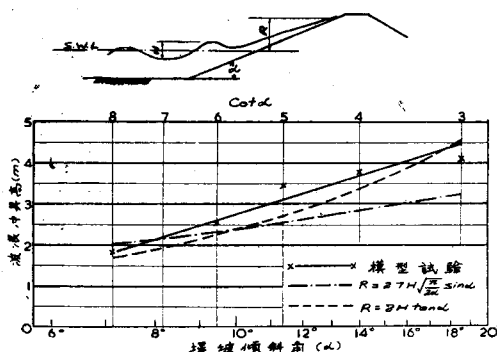


圖 8：堤坡傾斜角與波浪冲昇高之關係

D. 其他事項

1. 內坡坡度斟酌灘砂之安息角設計為 1:2.2，並在表面加鋪黏土 30cm 種草以防雨水及波浪飛沫冲刷。
2. 內坡在標高 + 3.00m 處留設錢道兼為防汛道路，並藉加寬堤基俾足防止海水滲透。
3. 依照上列所定之內坡，經用臨界圓法證實對於滑動之安定。
4. 緩坡防潮堤足可緩和波浪衝擊力，不致淘刷堤基，在 48 年度完成之實驗區防潮堤已證實，故本堤基脚不另設防淘構造。
5. 面向河流部份堤防，所受波浪較小，外坡坡度改為 1:4，堤高降至 +5.00m，惟將受流水淘刷，乃按緩流河川加設稍料沉床與丁堤保護基脚。

四、潮口之留設

海灘原有潮水定期漲退，惟在防潮堤施工中隨於工程之進展，潮水流路漸被縮小，區內潮水不能與外海潮水同時漲退，而在兩者之間發生落差，致進出潮水流速漸見湍急，將對築堤基盤發生淘刷作用，故在開工初期，選擇適當地點留設潮口妥加保護防刷，乃為施工計劃上必需而重要之措施，應注意風向、潮流與基礎地盤等，選定潮水容易進出之地點，通常在天然形成之潮溝處，可滿足前項條件，但對於防潮堤施工計劃與最後封堵工作，有否抵觸，應慎重檢討。

潮口寬度通常以壑區面積每百公頃 30~50m 為標準，應根據潮位曲線與區內蓄水曲線計算進出水量與最大流速，以憑決定容許流速（3m/sec 為限）內所需之最小寬度。否則寬度過大時封堵工作困難，寬度過小時潮口地基保護將遭困難。

新竹海埔地防潮堤工程潮口留設在順風南側之潮溝上，為全區地盤最低處，漲潮時之區內蓄水量約為 $2,00,000\text{m}^3$ ，潮口地盤標高在施工初期為 -1.20m ，封口前被刷深至 -1.60m ，潮口原計劃留設 100m ，但為緩和潮口流速以期封口工作容易，將此縮為 50m ，並另在地盤較高地段 ($+0.50\text{m}$) 處留設高位部潮口 200m 一段，因此低位部潮口在大潮期中之最大流速經實測僅為 1.20m/sec ，節省保護材料不少，兩處潮口均能在一退潮期中 (約 6 小時) 一氣呵成封堵至標高 $+2.00\text{m}$ (是日為小潮期高潮位預測為 $+1.30\text{m}$ ，實際 $+1.25\text{m}$)。

五、防潮排水門計劃

防潮排水門之效用為防潮與排水，墾區耕地低於高潮位，水門必需附設高潮倒灌之防潮措施，然區內積水僅在有限退潮時間內方可排出海面，故排水門容量將較一般標準略大。

(一) 排水範圍

- (1) 墾區灌溉洗鹽時之田間排水與雨水。
- (2) 鄰接陸地之田間排水與雨水。
- (3) 由防潮堤基礎滲入或水門洩漏之潮水。

其中第三項較第一、二項為量甚微可不計列，但如臺灣多雨地帶，鄰接陸地雨水可導入區內一併處理者應以墾區面積之二倍為限，流域面積大於此值時應另設承水路或河道直接導出。

(二) 排水量之決定

排水量通常以 $10\sim 30$ 年頻度之日最大或二日連降最大雨量於一天或二天內排除為標準，但應視墾區計劃作物之種類與住宅之有無而定之。

(三) 排水門位置之選擇

為使發生充分效能應注意下列事項選擇適當位置：

- (1) 以設在防潮堤計劃線上地盤最低處為原則，但如潮溝過度低窪施工困難時，可移設附近較高地點，並於完工後開挖溝渠連絡。
- (2) 臺灣海埔地季風強烈，漂砂嚴重，水門位置選擇時應注意漂砂移向，以免出口淤塞影響排水機能或門扉不開之情形發生，又逆風而設之吊門 (Flap gate) 將受風壓影響排水。
- (3) 儘量設向河道，藉以利用河流沖力，保持出口深槽便於排水。
- (4) 為使施工容易與水門安定，儘量選擇地基良

好之處。

(四) 水門門檻高度之決定

低設門檻將可增加排水能力，但過度放低時除增加施工困難外反有在旱季長久閉門期間中出口淤塞，致在緊急時門板不開之虞。區內排水溝平常水位，通常計劃在最低田面下 $10\sim 20\text{cm}$ ，故防潮排水門門檻，應設在最低田面下 $50\sim 60\text{cm}$ 。

(五) 水門斷面之決定

排水量、排水時間與水門門檻高度決定後應由潮位曲線、區內蓄水曲線、降雨強度分佈曲線 (墾區積水無需即時排出，故視為等強度分佈亦可) 決定排水門所需之斷面，潮汐依日期、季節而異，應視各該地方之降雨強度、作物生長與淹水損害之季節性關係選用適當潮位曲線，臺灣每年 $5\sim 9$ 月為強雨月份，如種植作物為水稻而在出穗至成熟間之淹水損失最為嚴重，則應選用 $5\sim 7$ 月份之大潮期潮位曲線。排水計算另舉新竹海埔地防潮排水門計算例說明。

(六) 水門門扉之種類

門扉施設之目的為防止潮水倒灌，由其型式可分為

- (1) 懸吊式：以鉸環懸吊於水門上端，利用內外水壓差自動開關。
- (2) 捲揚式：以捲揚機或滑車配合人力或動力上下開關。
- (3) 橫拉式：按於鋼軌或滑輪上，以人力或動力橫向拉動開關。
- (4) 合拿式：兩扉為一組，分裝於涵洞之兩側，以水壓差自動水平開關，關閉時兩扉成為水平角約 160 度之八字形。

(七) 新竹海埔地防潮排水門排水計算例

集水面積：區內面積 218ha 、區外面積 0

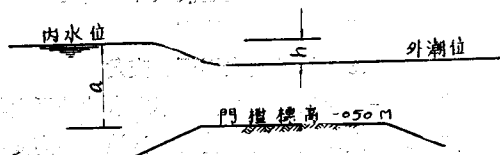
計劃雨量：30年頻率日最大雨量 300mm 於二潮期間 (24小時51分) 排除完畢。

最低田面： $+0.50\text{m}$

計劃內水位： $+0.40\text{m}$

排水門門檻： -0.50m

使用公式：



$$h_{n-1} + h_n < \frac{1}{3} (a_{n-1} + a_n) \text{ 時}$$

$$\Delta q_n = C \sqrt{2g \frac{(h_{n-1} + h_n)}{2} \frac{(a_{n-1} + a_n) - (h_{n-1} + h_n)}{2}} \cdot B \cdot T_n$$

$$= 1.57 C \sqrt{h_{n-1} + h_n} [(a_{n-1} + a_n) - (h_{n-1} + h_n)] B T_n$$

$$h_{n-1} + h_n \geq \frac{1}{3} (a_{n-1} + a_n) \text{ 時}$$

$$\Delta q_n = C \sqrt{2g \cdot \frac{1}{3} \left(\frac{a_{n-1} + a_n}{2} \right) \cdot \frac{2}{3}} \cdot \frac{a_{n-1} + a_n}{2} B T_n$$

$$= 0.603 C (a_{n-1} + a_n)^{3/2} B T_n$$

式中 h : 內外水位差 (m)
 a : 水門門檻上之內水位水深 (m)
 C : 流量係數 採用 0.5
 B : 水門淨寬 (m)
 Δq_n : $t_{n-1} \sim t_n$ 間之排水量 (m^3)
 T_n : $t_{n-1} \sim t_n$ 間之時間 (sec)

計算步驟：

- (1) 由壑區地形圖繪製集水量曲線 $\Sigma Q-H$
- (2) 由 $R = R_{24} \cdot \sqrt{\frac{t}{24}}$ 繪製集水量曲線 $\Sigma Q-T$
- (3) 以本海岸 5~7 月之大潮平均潮位繪製潮汐曲線 (高潮 + 2.23m, 低潮 - 2.13m)。
- (4) 假定水門淨寬為 10m, 依前列流量公式試算結果在一天內可排完計劃日雨量, 乃將水門寬度決定為 10m。
- (5) 17 時 31 分漸昇中之內水位與漸降中之外潮位, 均至標高 +0.87m 保持平衡,

此時區內積存水量為 168,400 m^3 , 從此門扉即自動啓開, 區內積水向外排出, 假定 18 時區內水位可降至 +0.85m, 則此間之排出水量為

$$17 \text{ 時 } 31 \text{ 分 內水位 } +0.87 \text{ m } a_{n-1} = 1.37 \text{ m}$$

$$\text{外潮位 } +0.87 \text{ m } h_{n-1} = 0$$

$$18 \text{ 時 } 0 \text{ 分 內水位 } +0.85 \text{ m } a_n = 1.35 \text{ m}$$

$$\text{外潮位 } +0.37 \text{ m } h_n = 0.48 \text{ m}$$

$$h_{n-1} + h_n = 0.48 \text{ m} < \frac{1}{3} (1.37 \text{ m} + 1.53 \text{ m}) = 0.91 \text{ m}$$

$$\Delta q_n = 1.57 C \sqrt{h_{n-1} + h_n} [(a_{n-1} + a_n) - (h_{n-1} + h_n)] B T_n$$

$$= 1.57 \times 0.5 \times \sqrt{0.48} [(1.37 + 1.35) - (0 + 0.48)] \times 10 \times 1740 = 21,200 m^3$$

由 $\Sigma Q-T$ 曲線 (虛線部份) 查得 17 時 31 分至 18 時間之降雨集水量為 $\Delta Q = 7000 m^3$, 則 18 時之積存水量應為

$$Q_n = Q_{n-1} + \Delta Q_n - \Delta q_n$$

$$= 168,400 + 7,000 - 21,200 = 154,200 m^3$$

由 $\Sigma Q-H$ 曲線查得相對區內水位為 +0.85m 與假定一致。

以下逐次計算至 24 時 51 分區內水位下降至 +0.40m 排完全降雨量 (表 2, 圖 9)。計在兩潮期內之集水總量及排水總量均為

$$\Sigma Q = \frac{R_{24}}{1000} \cdot \sqrt{\frac{24.85}{24}} \cdot 10000 A$$

$$= \frac{300}{1000} \times \sqrt{\frac{24.85}{24}} \times 10000 \times 218 = 665,000 m^3$$

表 2：新竹海埔地防潮排水門排水計算表

N	時 間		內水位 標 高	進口水深 a_n (m)	外潮位 標 高	出口水深 d_n (m)	h_n ($a_n - d_n$)	$h_{n-1} + h_n$ (m)	$a_{n-1} + a_n$ (m)	降雨集水量 ΔQ_n (m^3)	排出水量 Δq_n (m^3)	積存水量 Q_n (m^3)
	時 分	T_n (sec)										
1	0:00	0	+ 0.40		+ 0.40					0		0
2	1:00	3600	+ 0.82		+ 1.44					133,500		133,500
3	2:00	3600	+ 0.91		+ 2.12					55,500		189,000
4	3:00	3600	+ 0.96		+ 2.25					43,000		232,000
5	4:00	3600	+ 1.01		+ 1.83					35,000		267,000
6	4:57	3420	+ 1.04	1.54	+ 1.04	1.54	0			30,000		297,000
7	5:30	1980	+ 1.02	1.52	+ 0.48	0.98	0.54	0.54	3.06	16,000	28,800	284,200

8	6:00	1800	+ 1.00	1.50	—	0.50	1.00	1.54	3.02	14,000	28,500	269,700
9	7:00	3600	+ 0.96	1.46	—	0.50	0.96	1.96	2.96	27,000	56,400	240,300
10	8:00	3600	+ 0.93	1.43	—	0.50	0.93	1.86	2.89	24,000	55,500	208,800
11	9:00	3600	+ 0.89	1.39	—	0.50	0.89	1.82	2.82	22,500	54,600	176,700
12	10:00	3600	+ 0.84	1.34	—	0.50	0.84	1.73	2.73	21,500	50,100	148,100
13	11:00	3600	+ 0.80	1.30	—	0.50	0.80	1.64	2.64	21,000	46,700	122,400
14	12:00	3600	+ 0.75	1.25	—	0.50	0.75	1.55	2.55	19,500	44,300	97,600
15	12:30	1800	+ 0.73	1.23	+ 0.55	1.05	0.18	0.93	2.48	9,500	21,200	85,900
16	12:40	600	+ 0.73	1.23	+ 0.73	1.23	0	0.18	2.46	3,000	4,500	84,400
17	14:00	4800	+ 0.78	1.28	+ 1.90					25,000		109,400
18	15:00	3600	+ 0.80	1.30	+ 2.26					17,000		126,400
19	16:00	3600	+ 0.84	1.34	+ 2.09					17,000		143,400
20	17:00	3600	+ 0.86	1.36	+ 1.37					16,000		159,400
21	17:31	1860	+ 0.87	1.37	+ 0.87	1.37	0			9,000		168,400
22	18:00	1740	+ 0.85	1.35	+ 0.37	0.87	0.48	0.48	2.72	7,000	21,200	154,200
23	19:00	3600	+ 0.80	1.30	—	0.50	0.80	1.65	2.65	16,000	45,200	125,000
24	20:00	3600	+ 0.75	1.25	—	0.50	0.75	1.55	2.55	15,500	40,000	100,500
25	21:00	3600	+ 0.70	1.20	—	0.50	0.70	1.45	2.45	14,500	41,700	73,3000
26	22:00	3600	+ 0.64	1.14	—	0.50	0.64	1.34	2.34	14,000	39,000	48,3000
27	23:00	3600	+ 0.57	1.07	—	0.50	0.57	1.11	2.21	14,000	35,800	26,5000
28	24:00	3600	+ 0.47	0.97	—	0.50	0.47	1.04	2.04	14,000	31,700	8,800
29	24:51	3060	+ 0.40	0.90	—	0.50	0.40	0.87	1.87	11,000	21,300	0
計										665,000	665,000	

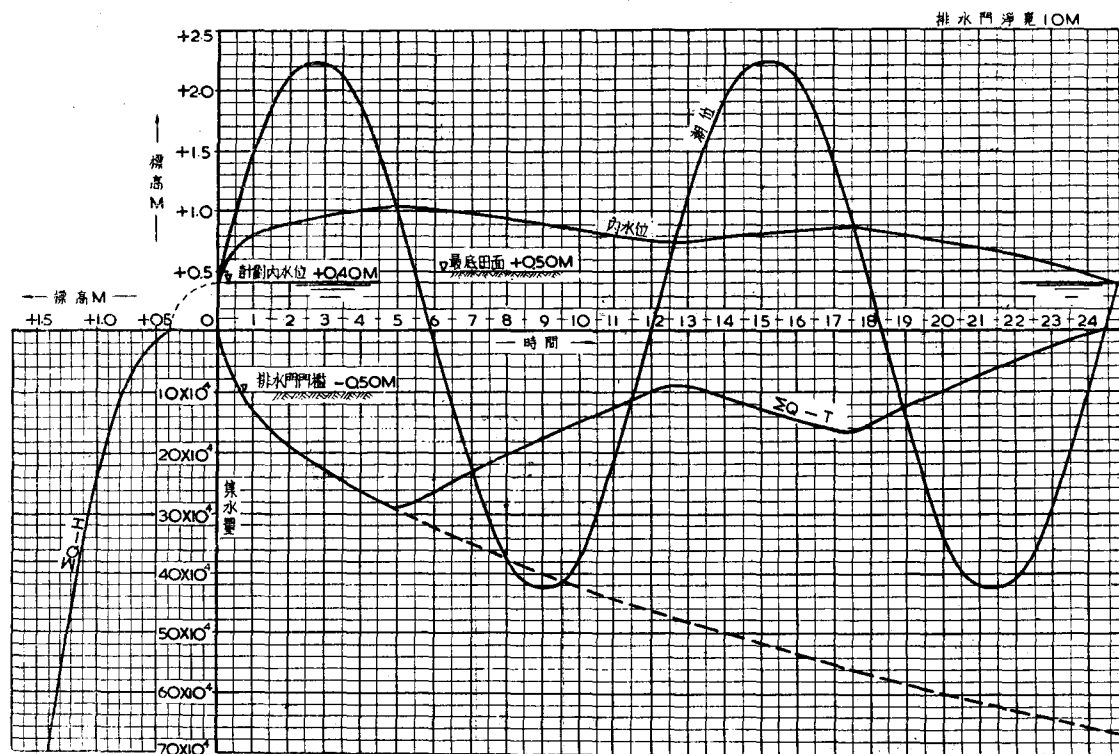
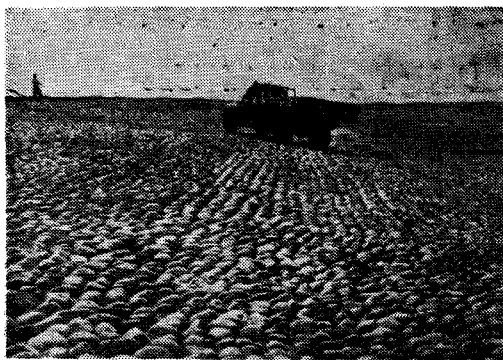
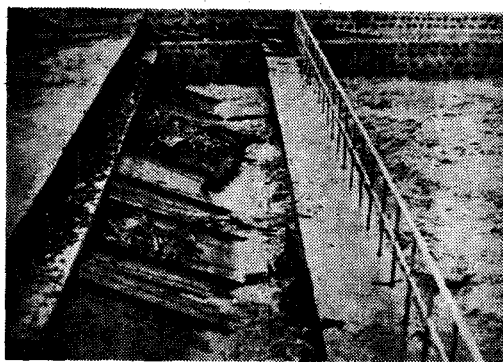


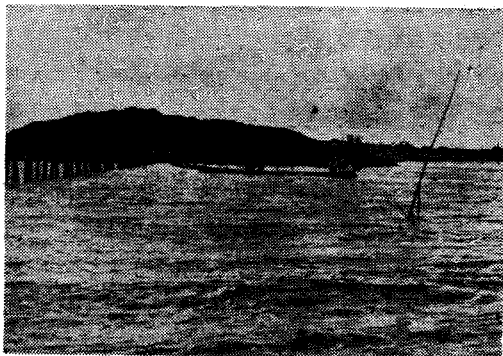
圖 9：新竹海埔地防潮排水門排水計算圖



防潮堤外坡乾砌塊石保護工



防潮排水門排水情形



防潮堤潮口流速測定



防潮堤潮口閉合瞬間

政府訂頒：「宴會及婚喪壽慶節約實施要點提示注意事項五項」：

- 一、非因公務必要不舉行宴會如必需舉行務須按照規定標準。
 - 二、婚喪壽慶切勿濫發請柬或訃聞。
 - 三、送禮應儘量採用節約禮券講求實用價值郵政節約禮券尤應加強推行。
 - 四、各單位主管同志務須以身作則並督勉所屬一致推行俾能發揮示範作用。
 - 五、運用小組會議或動員月會互相勉勵並經常檢討推行。
- 希各會員實踐力行轉移社會風氣。

代 郵

屢次接會友們來函索取以往出版之學報及通訊，因年來會員人數激增，大部分已發完，請各位見諒，如有剩餘部分，函索即寄。

學術組啓四月二十日