

农田水利技术丛书

实例汇编

(涵 閘 船 閘)

广东省水利厅

1958年8月

目 录

海丰县东關联安围防潮排灌工程技术設計虎頭溝水閘結構設計

联安围防潮排灌工程水口引水壩三孔进水閘設計計算書

南海順德县第二联围工程計劃三洪奇水閘結構設計

中順大围海洲進水閘設計計算書

中山县馬新联围团范水閘設計計算書

番禺县石樓围七沙水閘設計計算書

番禺县石樓围石樓水閘設計計算書

惠陽县平潭围合山門涵洞設計計算書

順德第一、二、六區联围工程計劃黃麻涌船閘設計計算書

揭阳县新西河水庫灌溉工程三洲攔河埧船閘設計書

海丰縣東關聯安圍防潮排灌工程技术設計及虎头溝水閘結構計算

框形涵洞設計实例

整編意見:

1. 按照断面厚度已定, 需求出鋼筋断面面积时則应根据下式 $A = \frac{KM}{bh^2_0}$ 先求得系数 A 然后查表得与 A 同列的 γ 代入 $Fa = \frac{KM}{\sigma_T \gamma h_0}$ 求得鋼筋断面面积, 原計算涵身鋼筋断面一律采用 $\gamma = 0.95$ 代入上式來求計算工作稍可簡單, 但結合下条則逐一运算以求 Fa 可节省一些鋼筋。

例如:

断面1.

$$M = 3.61 \text{ T-M} = 361,000 \text{ kg-cm}$$

$$A = \frac{KM}{bh^2_0} = \frac{1.8 \times 361,000}{100 \times 35^2} = \frac{6500}{1225} = 5.31$$

查表得

$$\gamma = 0.981 \quad Fa = \frac{1.8 \times 361,000}{2,500 \times 0.981 \times 35} = 7.57 \text{ cm}^2$$

断面2.

$$M = 2.60 \text{ T-M} = 260,000 \text{ kg-cm}$$

$$A = \frac{1.8 \times 260,000}{100 \times 35^2} = \frac{4680}{1225} = 3.82$$

查表得

$$\gamma = 0.981 \quad Fa = \frac{1.8 \times 260,000}{2500 \times 0.981 \times 35} = 5.45 \text{ cm}^2$$

2. 根据广州勘测設計院編制的水工建築物結構設計規範彙編 39 頁, TV. 少鋼筋混凝土結構 26. (二)条的規定, 受彎, 偏心受拉及偏心受压之少鋼筋混凝土結構构件, 其强度取决于受拉的强度者, 允許按下列的指示进行計算:

(二)当受拉鋼筋含量大于表0404列數值之50%时, 可按鋼筋混凝土构件計算, 并采用表0406所規定之安全系数。

則上条的断面 2 鋼筋用量 5.45 cm^2 大于

$$0.50 \times 0.2\% \times 100 \times 35 = 3.5 \text{ cm}^2$$

故上述計算的安全系数不須更改时, 鋼筋用量已是按既定厚度求出的, 故可不必要更改, 此种情况对于板厚由于結構需要决定, 但按受力情况計算鋼筋不需最小鋼筋用量的規定时, 可获得节省, 請閱者注意校核。

3. 涵身縱向补强假定涵身支承于涵口的密排桩上, 从計算上把涵洞所受的彎矩加大了, 建議必需进行縱向补强核算时, 可考虑均匀分布于地基上, 逐段求出其彎矩。

4. 关于偏心受压构件鋼筋用量的計算, 本設計是引用 Concrete Culverts and Conduits 的公式轉化成公制和相应的按破損阶段把 K 值乘在彎矩上的算式, 今后有关偏心受压計算建議根据按破損阶段計算的苏联有关鋼筋混凝土書籍和規範彙編进行。

5. 本計算所引用的应力系数是由同4.条書中的系数表轉化为公制, 其与一些工程手册及教本中所的稍有不同, 主要是一般手册中假定涵墙厚度 $t = \frac{S}{12}$, 但水利工程实际使用中涵墙大多受限制于連載接門軸門斗等較 $\frac{S}{12}$ 为厚, 故引用本計算所附的应力系数表較為切合。

6. 鋼筋的屈伏强度应根据能否使用冷拉加强的先进工作方法, 选用 $\sigma_T = 3,500 \text{ kg/cm}^2$

設計技术

(一)提要

海丰东关联安围工程目的有三, (1)抵禦高潮(2)排除积水(3)灌溉民田及梅隴农場, 面积94,500亩。

1. 防潮工程

培修联安堤綫以防御 1957 年 9 月 1 日, 暴潮水位为标准堤頂标高临大海堤段超出暴潮水位 1 公尺, 其余超出暴潮水位 0.5 公尺, 加强堤綫共长 13,690 公尺土方 70,802 公方, 背水坡鋪草皮方共 93,000 平方公尺, 有重点地加强险工, 3+778~4+350 段及 5+450~6+000 段, 因受风浪割脚甚烈, 计划局部鋪砌斜墙石护坡, 共长 1,122 公尺, 石方約 2,500 公方。

2. 排水工程

计划排水工程, 分为民田与梅隴农場两个系統, 民田排水面积計平地 77.17 平方公里, 山地 68.255 平方公里, 由新陂, 三江庙, 虎头沟, 尖尾, 东澳五个閘排出 (閘孔大小, 詳工程规划第二节附表) 梅隴农場排水面积計 13,555 平方公里, 分由联安农場 (岩前) 与东关农場兩閘排出, 排水对象系以 1954 年 11 月 6 日海丰暴雨紀錄 273.5 公厘为标准, 民田部分共計积水量为 34,220,000 公方, 积水位为 105.825 (比調查所得之积水位略低) 以排至 105.00 公尺标高为安全水位, 除东澳閘系石基, 設計用重力式牆墩, 鋼筋三合土盖板外, 其余六閘地基淤泥相当深厚, 采用鋼筋三合土箱涵, 以減少重量, 三江庙原有之两公尺寬混凝土閘保留并加修理。

此外为擴寬虎头沟之控制面大壩对面之堤綫須退建, 把河面加寬至 120 公尺, 土方估計 74,800 公方, 开通斗界坡, 引向虎头沟排出, 土方約 7,784 公方, 东澳至尖尾及田寮村前至尖尾之水道, 应加疏浚, 其中竹符, 砲台, 田寮附近之控制面酌加擴寬坡仔头至唐王水道, 应開闢水沟貫通南北, 务求水暢其流減少积水威胁, 堵塞虎头沟原河道, 計土方 9,100 公方, 堵塞梅隴河在新陂附近出口之原河道, 計土方約 7,000 公方, 考虑当地財力勞动力不敷, 土方工程可因綫急分期辦理。

3. 灌溉工程

选择 54 年旱情作灌溉规划对象, 包括水口坡灌溉总渠, 黃山洞水庫及梅隴农場四部分。

(二)緣由

东关联安围位于海丰县治之西南, 括括第三区大部分, 及第四、十两区之一部分, 南濒洋海, 西北均枕叢山, 原系海洋冲积平地帶, 捍卫田亩 94,500 市亩 (包括国营农場 18,000 市亩) 人口 72,533 人, 气候适宜, 土地肥沃, 有海丰谷仓之称, 过去羣众曾分散地沿海岸修筑堤围, 但缺乏整体计划, 堤綫彎曲, 高低不一, 堤面寬約 1 公尺, 內外均无边坡, 堤身薄弱, 又难期鞏固, 排水方面虽旧有涵洞九座, 新筑木涵十五座, 但一般均为临时式, 涵身短, 填土薄, 寿命短, 恐經不起颶风大潮之考驗, 至于虎头沟及新坡两处, 河口未經堵塞洪水潮水仍可侵入围內造成災害, 加以水源不足灌溉設備欠週雨水稍愆, 亢旱之患立至, 由于水旱災害未盡根除, 农作物受災情况, 依然嚴重, 当地人民的生命、

财产仍受威胁，因而排水救灾的要求，至为迫切。

本着兴利除害以提高农业生产的方针，根据当地自然情况，与现有具体条件，防咸排渍引淡逐步实施，首先是防止咸潮入围，其次排除内涝积水，进而灌溉农田，粤东行政公署于五二年曾拨款修筑自海丰第四区石南乡属之东澳山起至尖尾村止，全长八公里至东关围，及53年再由省拨款修成由尖尾村前至田心之临河堤段，共长16.5公里，计已完成土方447,195立方公尺，草皮方230,337.3平方公尺石方1,310公方沙1,130公方堤围修成后会起着极大的防潮作用，53年9月1日发生百年罕见的大潮水，居民借堤围之保障，得以安枕无忧，我廳于53年冬派出测量队到当地测量，54年夏在新陂和长沙分别设立水位站，观测各级潮水位，54年冬派队查勘及钻探，以作规划的根据，55年春提出东关联安围防潮排水灌溉工程计划任务书报请华南分局农村工作部审批准备今冬明春施工，现根据测验钻探及查勘，所得的资料，分析研究经过，规划设计后而提出本工程的技术设计（包括初步设计内容）如下：

(三) 资料

(1) 气象及水文——本地区内气象水文资料两感缺乏，仅有距离地区约三十公里之海丰县汕尾站，短期气象纪录及我廳專为本工程而设之新陂、长沙两站之潮水位纪录，现将各种资料，择要整理如下。

甲、汕尾气象站气象纪录（资料由广东气象局供给）

1952年

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总量
蒸发量 (月計 mm)								140.0	140.6	187.2	165.8	92.5	
降水量 (月計 mm)								424.8	573.1	4.30	T	32.6	
最多降水量 (日計 mm)								84.1	243.9	2.8		12.6	
最大日雨量 发生日期								21	13	30		3	
备 考			T 为	微跡									

1953年

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总量
蒸发量 (月計 mm)	(98.8)	(74.9)	110.1	83.8	(105.0)	(150.1)	(188.3)	174.2	(117.0)	(126.6)	110.0	93.8	1432.6
降水量 (月計 mm)	27.2	95.7	123.6	116.1	1303.6	337.4	278.5	320.6	(523.1)	98.8	28.5	36.0	2289.1
最多降水量 (日計 mm)	13.0	50.0	35.9	40.6	73.0	80.1	89.3	87.4	125.4	23.7	11.6	18.9	
最大日雨量 发生日期	31	28	7	15	18	6	25	14	19	2	4	2	
备 考	表上有()者，因受影响，不够十分准确												

1954 年

月 分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总 量
蒸发量 (月計 mm)	(75.5)	(65.6)	84.7	80.6	161.8	126.8	175.6	154.7	161.5	169.9	109.0		
降水量 (月計 mm)	42.3	26.7	52.3	109.7	48.8	511.0	148.1	1386.4	165.2	5.2	487.1		
最多降水量 (日計 mm)	30.7	11.3	27.1	26.1	26.7	164.9	40.3	89.4	77.9	2.7	273.5		
最大日雨量 发生日期	25	2	9								6		
备 考	表上有()者因受影响不够准确												

1952~1954年海丰汕尾区较大日雨量次数统计表

年 分 日雨量公厘	1952	1953	1954	合計发生次数
50~100	8月21日	2月28日 5月18日 6月6日 7月25日 8月14日	8月1次 9月1次	8
101~150	/	9月19日	/	1
151~200	/	/	6月1次	1
200 以上	9月13日	/	11月6日	2

1953年海丰汕尾区大风统计表（资料来源：广东省气象局供给）

出 現 日 期	最大风力的风向	最大风速
5月27日	SSW	7级以上
9月1日	NNW	7级以上
9月2日	NNE	50-0公尺/每秒
9月18日	ENE	7级以上

乙、潮汐——此地潮汐因季节而异，农历一月至四月潮水最低海潮与风向有关，每逢吹东北风或东风则海潮较大，又与晴雨有关，有雨潮较大吹西风及南风与天气晴朗，则潮水较低，春季俱系日潮而较低，端阳以后潮水渐大，至九月即转为夜间高潮，冬季潮位最高。此为一般规律，据海丰县志载述“潮汐分五节晦（农历每月三十日），望（农历每月十五日）后三日为平潮，又三日为落潮，又三日为涨潮，此为自长而消之规律，又三日为起潮，又三日为旺潮，此为自消而长之规律，平潮夏在辰，冬在午，春秋在巳其汐夏在戌，冬在子，春秋在亥，此为四时之规律”

在工程地区附近，过去无潮位观测，为了解该地潮汐情况，使对工程规划有所依据，我廳特于五四年夏在新陂，长沙乡（砲台）两地设潮水位站观测，兹将其结果择要整理如下：

(甲)新陂长沙两潮位站1954年6月~11月最高潮位及退落速度表

月 日	潮 峯 时 間 时:分		最 高 潮 位 (公尺)		潮 谷 时 間 时:分		最 低 潮 位 (公尺)		历 时 (分)		潮 差 (公尺)		每20分鐘平均降落 (公分)		每降落5公分 平均所需時間 (分)	
	新 陂	长 沙	陂 坡	长 沙	陂 坡	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙
6.1	8:50	9:20	105.73	105.57	19:20	15:40	104.05	103.63	630	380	1.68	1.94	5.3	10.2	18.8	9.8
7.1	9:30	9:10	105.64	105.53	20:00	16:15	104.30	103.59	630	425	1.34	1.94	4.1	9.1	23.5	11.0
8.29	11:10	11:00	106.03	106.07	16:00 300 (5:00)	15:15 308 (2:40)	105.31 (104.20)	105.22 (104.07)	290 (1070)	255 (940)	0.72 (1.83)	0.85 (2.00)	5.0 (3.4)	6.7 (4.3)	20.0 (29.3)	15.0 (23.5)
9.12	7:00	8:30	105.61	105.51	16:00	14:20	104.27	104.10	420	350	1.34	1.41	6.4	8.1	15.7	12.4
10.13	22:20	21:40	105.97	105.92	14日 6:20	14日 4:00	104.44	104.34	480	380	1.53	1.58	6.4	8.3	15.7	12.0
11.11	21:40	21:40	106.14	106.15	12日 7:40	6:40	104.54	104.16	600	540	1.60	1.99	5.3	7.4	18.8	13.5
平均數									512 (642)	388 (5.03)	1.37 (1.55)	1.62 (1.81)	5.4 (5.2)	8.3 (8.0)	18.8 (20.5)	12.3 (13.7)

附註: (8.29行) 本月最高潮位, 当退潮至某一点时, 有些微回涨有()号內數字是回涨后再退落至潮谷。

說明: 1. 从上表可知长沙站潮峯一般較新陂站早到10~30分鐘, 而最高潮位相差約几公分, 但潮谷時間长沙站較新陂站早达1:00~2:40, 而新陂站退潮历时較长, 比长沙站平均多2小时, 此点新陂較长沙有利。

2. 从降落速度看, 长沙站退落較快, 此点长沙站比新陂有利。

3. 从1.2两点看, 在新陂及长沙两地附建筑閘排水, 都各有其利, 都有可能建閘。

由于台风时山洪暴发, 复受潮水頂托之影响其退落速度比一般高潮之退落速度慢1倍以上, 故水閘排水能力計算, 采用1954年11月6日起潮水位曲綫。

月 日	潮 峯 时 間 时:分		最 高 潮 位 (公尺)		潮 谷 时 間 时:分		最 低 潮 位 (公尺)		历 时 (分)		潮 差 (公尺)		每20分鐘平均降落 (公分)		每降落5公分平均 所需時間 (分)	
	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙	新 陂	长 沙
11.6	5:20	5:20	105.91	105.95	10:40 7日 (0:40)	10:00 (23:00)	105.26 (104.79)	105.29 (104.62)	320 (1160)	280 (1060)	0.65 (1.12)	0.68 (1.33)	4.1 (1.93)	4.9 (2.5)	24.6 (51.7)	20.6 (39.8)

附註: 最高潮位当退潮至某一点时, 有些微回涨有()号內數字是回涨后, 再退落至潮谷, 当时該地区发生台风雨, 山洪暴发。

乙、附新陂、长沙两水位站1954年11月6日~8日潮水位曲綫比較图。

丙、东关联安, 历年最高最低洪水位調查。

地 点	时 間	最高潮位	最高风浪位	最低潮位	备 考
二 八 壩	10月14日冬沙(农历)	106.002			1953年6月1日及
	53年9月1日台风	106.768	106.853		9月1日各处最高
	1937年9月1日	106.460	107.68		潮水位, 由海丰工
三 联 壩	1953年9月1日	106.500			程組供給。

联安堤綫	1953年9月1日	106.312			
(3+000) 5+000	1953年9月1日	106.370	107.18		
岩 前	1953年9月1日	106.77	106.85		
騎 沟 壩	1937年	106.605			
三 联 壩	每年10.11.12月份普通情形	106.104			
涂 头 壩	每年3.4.5.6.7.月份风平浪靜时	105.307			
三 江 庙	1953年9月1日	106.201		103.574	
	1937年9月1日	106.286	106.68		

新 陂	1953年6月1日	106.69		103.605 (2月22日) 照堤
渡 头 市	1953年6月1日	106.339		綫縱剖面图
下許小庙	1953年6月1日	106.191		
涂 头	1953年6月1日	105.939		
南 山	1953年2月22日			103.632

2. 水、旱、潮災害情况

考諸海丰县誌及当地老农口述，东关联安围历代遭受水、旱、潮災害情况，約如下述：

- (1) 康熙五十七年（公元1718年）五月廿八日，海丰县大水，梅隴鎮（即現時港尾圩附近位置）居民溺死万余，房屋成垸禾稼尽毀。
- (2) 乾隆三十四年（公元1769年）秋颶引咸潮上田淹伤禾稼。
- (3) 嘉庆二十四年（公元1819年）九月风變水災，禾稻失收，海舟多溺。
- (4) 道光二十八年（公元1848年）淫雨數月，颶风大作，县城垣东南西南連崩七处，計寬約三十余丈。
- (5) 咸丰六年（公元1856年）四月，大雨經旬，浸种損禾，水涨至龙津橋（即今海丰县城中山紀念橋）石栏杆上。
- (6) 同治十三年（公元1874年）八月十一日，颶风咸潮，冲坏土堡，沿海禾没殆尽，船只房舍，亦多損毀。
- (7) 1937年台风里挾暴潮，冲入围內，田围庐舍全部摧毁。
- (8) 1953年五月二十九日，三十，三十一几天大雨，造成數百年来罕見的洪災，联安围中部，頓成泽国，各处积水，淹浸時間，輕者三至四天，如新厝乡，較嚴重者八至十天，如新寮乡，最嚴重者达十四天，如东港乡，茲将实地調查較嚴重災区情况列后。

乡 名	受 災 面 积 (市亩)	总 产 量 (市斤)
梅 簪	1404	94,494
东 港	3008	327,947
仓 兜	2347	193,079
梅 东	371	36,221
梅 联	949	41,203
新 寮	1135	80,769
新 厝	615	51,710
月 池	889	73,760
屿 岭	470	35,752
合 計	11,188	934,935

至于联安围东部联南，联爱唐厝寮乡均受水淹，据当地羣众口述，洪水时有百分之六十洪水来自西部，因澳一带堤围，尚未建閘，积水迂迴經新陂出海，山洪暴发时，大液河水位比梅隴河高，梅隴河受大液河頂托約三至四天，故积水相当嚴重。

围內河道枯水流量极少，因此經常患旱，每年在三、四月間七、八月間及十、十一月間均有一

次，当旱災时溪澗几全部干涸以致农作物无法下种，或則种下后即枯死，甚至人畜的食水，亦难解决，搶水糾紛很多，过去如1943年直至农历四月才开始降雨，禾稻失收，大飢随至，而反动政府对羣众疾苦漠不关心，因此只本围中部各乡餓死者四百余人，怨前毖后，解决灌溉問題实不容或緩。

3. 围內情况

本围位于海丰县治之西南，有公路貫通灌区，距海丰县仅十余公里，航道距汕尾約三十公里，交通称便，本围南北相隔长度十一公里，东西寬度十七公里，面积158.98平方公里，計民田部分毛面积佔77.17平方公里，包括106高程以上高地7.631平方公里，106高程以下耕地69.541平方公里，山地佔68.255平方公里，农場部分毛面积佔13.56平方公里，包括东关农場佔6.32平方公里，联安农場佔7.24平方公里，計民田76,500市亩，农場約18,000市亩，人口总数72,533人，农业人口佔80%强。

4. 測 量

53年12月由我廳派測量队前往測量，至54年秋測量完毕，另由海丰工程組及設計查勘組补測一部分，其目的及成果如下列：

(甲)目的：(1) 庫址測量：確定水庫范围淹沒損失水位与面积及容量之关系作为工程规划之依据。

(2) 陂渠閘址測量：了解建筑物基址地形，从而確定工程布置及設計。

(3) 河道断面測量：搜集水文研究之有关資料。

(乙)成果：(1) 全区地形图（1:10,000）內包括平安洞黄山洞兩水庫地形图。

(2) 平安洞黄山洞水庫填址地形图（1:1000）填址橫断面图。

(3) 梅隴河横断面图。

(4) 东澳（即南山）尖尾（即梅簪）虎头联安（即岩前）三江庙新陂等閘閘址地形图（海丰工程組測）。

东关农場閘址地形图及三江庙补測地形（1:1000查勘組測）。

(5) 水口陂填址地形（1:1000）及水口陂灌溉总渠改綫部分地形图（1:1000）；

水口陂灌溉总渠縱横断面图（查勘組測）。

5. 鉆探試驗

为了解各建筑物地基土質情况，以作規設的根据，曾分別举行鉆探或試坑試驗，茲将土質資料整理如下：

各排水閘址及堵口位置地質鉆探資料

名 称	共鉆孔或孔數試坑	閘底标高	土 层 情 况	到达10市时的高程	备 註
尖尾水閘	4	鉆探	104~88 88~87 灰色淤土，灰色沙質淤土，灰白沙	86.60	地質柱状图詳見各閘閘址地形图
虎头沟水閘	6	鉆探	104~100 100~95 深灰色淤土，灰色蠟壳淤土	88.45	
岩前(即联安)水閘	4	鉆探	95~88 灰色粘土，黃色沙質粘土	89.80	
三江庙水閘	4	鉆探	灰色淤土，灰色粘土，灰黑粘土，紅黃粘土	96.80	
新陂水閘	4	鉆探	灰色淤土，灰色粘土，黃褐色粘土，砂砾卵石粘土	98.10	到 达 87.57 高程时 仅三市
东澳水閘	4	試坑	灰黑色淤土，灰色砂砾卵石		
			試坑号數到达石层标高 1 104.4 2 104.09 3 103.07 4 104.06		
虎头沟堵口	3	鉆孔	灰色蠟壳淤土，灰色粘土，灰砂質淤土，灰黃砂質粘土，灰黃砂砾粘土		
新陂堵口	3	鉆孔	灰褐細砂，灰色淤土，淡黃砂質粘土	98.10	

(四)工程规划

本工程兴办的方针，是根据了我省五四年农林水利會議所决定的方针結合本地区实际情况，在党在过渡时期总路綫的照耀下，适应今后农业生产互助合作运动的要求，在統籌兼顧，通盤考虑的原則下，有计划有步骤地兴利除害，使本地区約十万亩农田，保产增产，因此必須巩固原有堤防充分发挥效用，并积极兴建較大的永久性水閘和水庫工程，排除积水解决旱災逐年減輕水旱災害，逐步增强防潮防洪排水抗旱能力，同时充分利用荒地因地制宜开闢国营农場，蓄淡洗碱，改良土壤，抽水灌溉，增加商品粮食为国家农业的社会主义改造創造条件，为国家社会主义工业化奠定基础。

计划之具体規模如下：

1.防潮工程

防潮工程包括东关联安围之培修及部分之石护坡工程，其中东关围工程今春已由县按照原计划标准，培修完竣，本计划不再列入，联安围于五四年初修筑竣工，由于堤基系屬淤土，固結沉縮頗大，現计划培修至原定标准，即以1937年9月1日最高风浪位为对象，临大海堤段，堤頂标高以超过暴潮水位1公尺，其余堤綫，堤頂标高以超过暴潮水位5公分为标准，并有重点地加强险工，如海堤部分，由3+778~4+350段及5+450~6+000段因受风浪冲刷甚烈，计划局部鋪砌斜墙石护坡共石方2,500公方至于5+175~5+450段亦有受割現象，惟外面坦地較寬计划种防浪植物以資保护。

2.排水工程

计划之排水工程分为民田与国营农場两个系統，民田部分計平地77.172平方公里，山地68.255平方公里由新坡，三江庙，虎头沟尖尾，东澳五个閘排出，农場方面，排水面积共13.555平方公里，分由岩前(联安农場)与东关农場兩閘排出，排水对象系以1954年11月6日暴雨量273.5公厘为标准(此數字为海丰地区有纪录以来之最大日雨量复受颶风影响潮位)平均逕流系数从实测积水量求出为0.86，民田部分共計积水量为34,200,000公方，积水位为105.825(此調查所得之水位略低)以排至105.00公尺标高为安全水位，閘外之潮位过程选择1954年11月6日至8日之潮水位曲綫——該日期內，当地遇颶风雨日雨量273.5公厘，山洪暴发潮位受颶风影响，降落甚緩，以排水而言，系一恶劣情况作为计划标准各閘所負担之排水量計新坡閘佔13.2%，三江庙閘佔14.6%，虎头沟閘佔46.4%，尖尾閘佔16.3%，东澳閘佔9.5%，以此試算結果，求得各閘之尺寸如下：

排水閘統計表

閘名	堤頂高	原有排水渠底高	閘底标高	閘孔尺寸孔數—淨寬×高	形式	至105.825时原有閘孔排水面积	至105.825时現时計劃閘孔排水面积	排水历时
新坡	107.18	101.16	103.20	3—2.8×2.8	鋼筋三合土箱涵	2.29平方公尺缺口及灘地未計	22.05	1日17小时40分
三江庙	107.18	104.57	104.00	4—2.0×2.0 1—2.0×2.0	同上	12.10平方公尺	18.25	
虎头沟	108.10	102.50	103.20	10—2.8×2.8	同上	73.91	73.50	1日8小时28分
尖尾	108.54	104.12	104.00	6—2.0×2.0	同上	8.39	21.90	
东澳	108.68	104.40	103.50	3—2.0×2.5	重力式墙鋼筋三合土蓋板涵		13.95	1日10小时8分
联安农場(岩前)	107.72	104.05	103.50	3—2.0×2.0	鋼筋三合土箱涵	12.05	至105.160 9.96平方公尺	2日7小时14分
东关农場(梅光)	108.68	104.40	104.00	2—2.0×2.0	同上		至105.911 7.64平方公尺	1日9小时9分
備考						共計108.74	民田排水閘面积合計149.65	三江庙尖尾排水历时，在新坡虎头沟东澳等三閘之間不超过二天

由于民田排水系統与农場排水系統划分故完成上項排水閘工程时，需同时于民田与农場分界处，筑一子堤頂标高为106.325(比积水高出0.5公尺)其意图有二。

1.使围內蓄水灌溉计划，不受影响，联安农場地势較低，积水应排到104.70高程，始达到安全水位，但围內蓄水工程为105.00发生矛盾祇有将排水系統划分，方免顧此失彼之虞。

2.保証国营农場安全生产。农場地势低洼，尤以联安場为甚，如同一排水系統水性就下，必至以邻为壑，农場势必积水难消排水時間可能延长，妨碍場內作物。

滿足羣众悬切的要求，打通斗界縱，而将积水引至虎头沟排出，以期縮短流水路程，加快排水时期，此点并无加重虎头沟閘之排水負担，而实际按現在之計劃完成后虎头沟閘已減少由东澳閘所排洩之全部，交尖尾閘加寬后增洩之一部分排水負荷已此以前大为減輕按計算可于1日8小时将积水排至安全水位，总言之，此举对民田固有利而无害，而对于国营农場耕地之完整，及耕作上之利便，亦护良好之保証，因为国营农場为一机耕农場如場內之排水沟，縱橫交錯將場內分为數段，可能造成耕作上之困难。

此外，为擴寬虎头沟之控制面大壩对面之堤綫須退建适量地将河面加寬东澳及田寮村前至尖尾之水道，应加疏浚适量地把其中控制断面如竹筒，炮台，田寮附近加寬区内淤填，应儘量废除，坡仔头至唐王水道应开闢水沟，貫通南北务求水暢共流，減少排水時間，虎头及新陂原有河道，应加堵塞考虑当地財力及勞动力不足，土方工程，得視緩急分期辦理。

(五)工程設計

1.防潮、防洪工程

土堤标准：海堤部分(0+000~10+000)堤頂寬2.0公尺，临水坡1:3，背水坡1:2，河堤(10+000~15+985)堤頂寬2.0公尺，迎水背水兩坡均为1:2，堤頂高程东关堤因前濒大海吹程大而浪势汹，故計劃堤頂标高超出1937年最大风浪位1.0公尺，联安堤有鷄籠山作掩护，且进入长沙塔以后吹程不大，故計劃堤頂标高超出1937年暴潮水位0.5公尺，与河堤超高相同，計联安堤起点(0+000与东关围連接处)为108.68(比調查所得之1937年9月1日暴潮水位107.68高出一公尺)以 $\frac{1}{5000}$ 之坡降向上游降落至5+000(岩前)堤頂高程为107.68，(比1937年9月1日暴潮水位

107.18高出0.5公尺)改用 $\frac{1}{10000}$ 比降至10+000(三江庙)堤頂高程为107.18公尺(比1937年9月1

日暴潮水位106.68高出0.5公尺)由10+000至14+500堤頂平，以后改用 $\frac{1}{2000}$ 比升，至堤綫終点15+985，堤頂高程为107.923。

(实际堤頂标高比1953年6月1日最高洪水位107.27高出0.5公尺以上)

培修土方如下表：

桩号	海堤 0+000至 10+000	河堤 10+000至 13+690	合計	備註
迎水坡	1:3	1:2	—	1.土堤在背水坡加寬。
土方(公方)	67,188	3,621	70,809	2.背水坡加鋪草皮。
长度(公尺)	10,000	3,690	13,690	3.虎头沟及新陂兩預留閘址及堵口之土方不包括在上表內。
平均每公尺长应填土方	6.7188	0.9813	—	
草皮方(平方尺)	68,000	25,000	93,000	

土堤受风浪冲刷部分局部鋪砌石护坡厚度共40公分，內分粗沙卵石垫底厚10公分，干砌块石厚度30公分，平均砌石500公尺，需用石方如下。

桩号		3+778~4+350	5+450~6+000	合 計
长 度		572	550	1,122
石面 (公方)	块 石	972	935	1,907
	卵 石	286	275	561

为着保持东关、联安两农场交通便利，設計尖尾及虎头沟两閘頂填土寬度，将来均擴張为30公尺（农业廳馬泽同志供給資料）以利拖拉机在閘頂上行驶，惟須經過較長久的時間，俟閘頂填土完全沉实后方可着手砌結护土墙，擴展堤頂寬度万不能操之过急，以致引起工程上的返工浪費。

2. 排水工程

計劃任务書提出排水涵閘拟采用木質結構后，經实地查勘該处有蛀木海虫土名曰“蠟”，蛀蝕木料，減短木結構的寿命，有一年而失效者，經比較研究如采用永久式的鋼筋混凝土結構在設計上力图節約下，其工費与木結構相差很微，而工程的安全及寿命的垂久則还在木結構之上，故改采用永久式的結構。

虎 頭 溝 水 閘 設 計

第一部分：水力計算

根据实地情况规划上将排水区域按自然、地势划分經虎头沟水閘排除內水的佔46.4%，設定水閘断面为10孔方框形每孔尺寸为 2.8×2.8 （見规划部分），排水运算是按結構布置采用不隆起的閘頂堰，并按水头差的大小是否大于涵內水深的 $\frac{1}{3}$ 来判別它是屬於沉溺式或自由式的堰流，引用柯莫夫（周邦立譯）：水力学224頁巴夫洛斯基院士的意見 $\varphi = 0.95$ ； $\Phi = 4.21$ ； $M = 1.62$ ；和 $\varepsilon = 0.95$ 作排水的試算，詳見虎头沟水閘排水能力試算表。

水力运算表的計算方法簡單說明：

各閘形式，以东澳閘系石基設計用重力式牆墩，鋼筋三合土盖板位置靠近山边，围外之排水沟引靠山边，并利用挖土在沟之两旁，培成子基以防平常潮水之挟帶泥沙，淤积水沟，其余尖尾屬虎头沟等六閘均采用鋼筋混凝土框架式，因为以上閘基均为深厚之淤土层（見工程规范第五項），施打基桩摩擦力小效率甚微难保安全，經過考虑及討論始決定采用框架式，以其体量輕盈刚度又大，所需地基支承载力較小，且計劃破堤建閘无異以框架替代等体积之泥土負荷重不会增加或增加很少，已經沉定之堤基上建閘如施工时能审慎处理，地基不会扰动基地土質減核其承载力，在理不致引起嚴重的沉陷，同时为防范淤土之流动在閘基前后施打密排短桩閘頂填土分期完成，即先按堤身标准填至离計劃堤頂一公尺高处再筑一頂寬一公尺，两旁边坡均为1:1之子埝以暫防潮水，待經過相当时期，填土沉实后，再培修至原計劃标准，以防范因地基沉陷而影响安全。

当地海水中发现有“蠟”虫对木材侵害性大，故閘寬二公尺之閘門試用鋼筋混凝土制造，至于閘寬2.8公尺之閘門重量較大，則仍用木制，不排水时流速頗大，最大流速達3.5公尺，計劃于閘外坦設消力塘以消能。

各閘位置計东关农场水閘，設在联安围起点附近，原有木閘以西破堤建閘，尖尾閘設在排水木閘以北之堤身下，两面引渠稍加疏挖，虎头沟閘設在原預留閘址以北之堤綫上，两面加挖引渠，并堵塞虎头沟原河道計土方9100公方联安农场（岩前）閘址設在魚塢屋前，三江庙閘設在原有木閘以南之堤綫上，两面开挖部分引渠（所有以上各閘引渠均詳閘址地形圖），并保留原有之两公尺寬混凝土閘，加以修理，新坡閘址設在梅蘭河之靠渡头圩岸边堤身下，堵塞原河道計土方17,000公方在水閘工程完成后，对原有排水木涵閘，須加以堵塞或废除。

1. 根据涵閘結構布置情况选定各有关系数如表头所列出的計算式。
2. 假定时段末涵內水位，以涵內水位減外水位得水头差。
3. 将本时段水头差与上时段水头差求得平均水头差即表內（ ）內數字。
4. 依式代入表內进行运算，最后得排除水量。
5. 上时段剩余水量減排水量得本时段剩余水量，查出相应的涵內水位核查与原假定的是否相符，如不符合，应如上述再行假設运算直至相符或很接近为止。

整編意見：用試算法計水閘出流时，假定时段末的水位后，用这一水位求出相应的时段末出流流量，而以上时段末的出流流量为本时段的开始流量，这两个始末流量平均，得出本时段的平均出流流量，然后乘時間，得排除水量比較准确。

虎头溝水閘排水能力試算表

閘內水位 H_n	閘外水位 h_n	水頭差 Z_n	当 $Z_0 < \frac{1}{3}(H_n - 103.2)$ 时, 上时段 h_{n-1} , 本时段 h_n , $\frac{h_n + h_{n-1}}{2} = h_{c.p.}$ $h = h_{c.p.} - 103.2$	当 $Z_0 < \frac{1}{3}(H_n - 103.2)$ 时用沉溺式閘頂堰公式 $Q = \varepsilon \Phi b h \sqrt{Z_0}$ $\varepsilon = 0.95, \Phi = 4.21$ $Q = 0.95 \times 4.21$ $\times 28 h \sqrt{Z_0}$ $= 112 h \sqrt{Z_0}$	当 $Z_0 > \frac{1}{3}(H_n - 103.2)$ 时, 上时段 h_{n-1} , 本时段 H_n , $\frac{H_n + h_{n-1}}{2} = H_{c.p.}$ $H = H_{c.p.} - 103.2$	当 $Z_0 > \frac{1}{3}(H_n - 103.2)$ 时用自由式閘頂堰公式 $Q = \varepsilon M b H^{3/2}$ $\varepsilon = 0.95, M = 1.62$ $Q = 0.95 \times 1.62 \times 28$ $\times H^{3/2}$ $= 43.2 H^{3/2}$	排水時間 (秒)	排除水量 Q	剩餘水量	備註
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	
105.825	105.825	0							15,433,000	1954年11月6日6时12分开始排水。
.824	.79	(0.017) 0.034	2.6075	38.0			467	17,600	15,415,200	本閘淨寬 = 28 公尺。閘底标高103.2公尺。
.822	.73	(0.063) 0.092	2.56	71.8			1,200	86,200	15,329,000	附註:
.818	.72	(0.095) 0.098	2.525	87.0				104,400	15,224,600	1. 原計算未將閘內水位容積关系曲綫及閘外潮水位过程綫繪製送出
.814	.69	(0.111) 0.124	2.505	93.3				111,800	15,112,800	現系按本表补製目的在說明計算过程。
.809	.66	(0.1365) 0.149	2.475	102.3				122,600	14,990,200	2. 表內第一行的剩餘水量系根据虎头沟閘所負担排水量46.4%
.804	.56	(0.1956) 0.244	2.41	119.5				143,400	14,846,800	$34,200,000 M^3 \times 46.4\% = 15,350,000 M^3$
.798	.52	(0.261) 0.278	2.34	133.5				160,400	14,686,400	表內15,433,000系按积水高程查出与按雨量×面积×逕流系数=集水量的結果相差不遠故采用按积水高程查得的數字。
.792	.46	(0.305) 0.322	2.29	141.5				169,700	14,516,700	3. 第三栏的()内數字是平均水头差=(上时段水头差+本时段的水头差)×1/2。
.785	.35	(0.3835) 0.435	2.205	152.5				183,300	14,333,400	
.777	.29	(0.461) 0.487	2.12	160.7				193,000	14,140,400	
.769	.28	(0.488) 0.489	2.085	162.7				195,500	13,944,900	
.763	.27	(0.491) 0.493	2.075	162.5				195,000	13,749,900	
.755	.27	(0.489) 0.485	2.07	162.0				194,500	13,555,400	
.747	.38	(0.426) 0.367	2.125	154.9				186,000	14,369,400	
.741	.35	(0.379) 0.391	2.165	149.0				178,800	13,190,600	
.734	.39	(0.3675) 0.344	2.17	147.0				176,500	13,014,100	
.727	.47	(0.3005) 0.257	2.23	136.5				163,800	12,830,300	
.721	.47	(0.254) 0.251	2.27	127.9				153,500	12,696,800	
.715	.48	(0.243) 0.235	2.275	125.4				150,500	12,546,300	
.709	.43	(0.357) 0.279	2.255	127.6				153,400	12,392,900	
.703	.45	(0.266) 0.253	2.24	129.0				154,800	12,238,100	
.696	.43	(0.2595) 0.266	2.24	127.5				153,000	12,085,100	
.690	.41	(0.273) 0.280	2.22	129.6				155,500	11,929,600	
.684	.38	(0.292) 0.304	2.195	132.6				159,000	11,770,600	

105.677	105.41	(0.2855) 0.267	2.195	131.0				157,300	11,613,300	
.671	.38	(0.279) 0.291	2.195	129.6				155,600	11,457,700	
.665	.40	(0.278) 0.265	2.19	129.2				155,000	11,302,700	
.657	.36	(0.281) 0.297	2.18	129.0				154,900	11,147,800	
.651	.40	(0.274) 0.251	2.18	127.5				153,000	10,994,800	
.645	.41	(0.243) 0.235	2.205	121.4				145,700	10,849,100	
.639	.40	(0.237) 0.239	2.205	119.5				143,800	10,705,300	
.634	.41	(0.2315) 0.224	2.205	118.4				142,100	10,563,200	
.626	.38	(0.235) 0.246	2.195	118.9			1200	142,600	10,420,600	
.620	.40	(0.233) 0.220	2.19	118.4				142,000	10,278,600	
.614	.35	(0.242) 0.264	2.175	119.5				143,500	10,135,100	
.607	.39	(0.2405) 0.217	2.17	118.9				142,700	9,992,400	
.602	.39	(0.2145) 0.212	2.19	113.4				136,000	9,856,400	
.596	.33	(0.239) 0.266	2.16	118.1				141,700	9,714,700	
.590	.35	(0.253) 0.240	2.14	120.4				144,500	9,570,700	
.584	.29	(0.267) 0.294	2.12	122.4				146,900	9,423,300	
.576	.27	(0.300) 0.306	2.08	127.4				152,700	9,270,500	
.568	.25	(0.312) 0.318	2.06	128.5				154,300	9,116,300	
.562	.25	(0.315) 0.312	2.05	128.5				154,400	8,961,900	
.555	.19	(0.3385) 0.365	2.02	131.4				157,700	8,804,200	
.546	.09	(0.4105) 0.456	1.94	139.0				166,800	8,637,400	
.538	104.09	(0.502) 0.548	1.84	145.6				174,800	8,462,600	
.530	.87	(0.604) 0.660	1.73	150.3				180,300	8,282,300	
.521	.81	(0.6855) 0.711	1.64	151.6				182,000	8,100,300	
.513	.76	(0.732) 0.753	1.585	151.5				181,800	7,918,500	
.504	.71	(0.7735) 0.794			$h > H/3$ 2.3085	150.5		180,600	7,737,900	$V = 0.9 \times 4.43 \times \sqrt{\frac{2.3085}{3}} = 3.5m/s$
.495	.62	0.875			2.2995	149.5		179,500	7,558,400	
.485	.65	0.835			2.29	148.6		178,500	7,379,900	
.475	.69	0.785			2728	147.7		177,400	7,202,500	

105.466	104.70	0.766			2.2705	146.6		176,200	7,026,300	
.456	.72	(0.751) 0.736	$h < H/3$ 1.51	146.3	2.261			175,500	6,850,800	
.446	.78	(0.701) 0.666	1.55	144.9				174,000	6,678,800	
.436	.84	(0.631) 0.596	1.60	142.9				171,500	6,505,300	
.427	.86	(0.5815) 0.567	1.65	140.6				168,800	6,336,500	
.417	.91	(0.537) 0.507	1.685	138.0				165,600	6,170,900	
.407	.94	(0.487) 0.467	1.725	134.5				161,500	6,009,400	
.398	.97	(0.4475) 0.428	1.755	131.3				157,500	5,851,900	
.389	105.00	(0.4085) 0.389	1.785	127.6				153,100	5,698,800	
.380	.02	(0.3745) 0.360	1.81	123.7				148,500	5,550,300	
.372	.06	(0.336) 0.312	1.84	119.2				143,000	5,407,300	
.364	.10	(0.288) 0.264	1.88	112.7				135,400	5,271,900	
.355	.15	(0.2345) 0.205	1.925	104.2				125,000	5,146,900	
.348	.17	(0.1915) 0.178	1.96	95.9			900	86,300	5,060,600	
.344	.22	(0.151) 0.124	1.995	86.7			900	78,000	4,982,600	
.340	.25	(0.107) 0.090	2.035	74.5			600	44,700	4,937,900	
.335	.25	(0.0875) 0.085	2.05	67.6			1200	81,300	4,856,600	
.331	.22	(0.098) 0.111	2.035	71.2			900	64,000	4,792,600	
.325	.20	(0.118) 0.125	2.01	77.2				69,400	4,723,200	
.320	.18	(0.1325) 0.140	1.99	80.9				72,800	4,650,400	
.315	.19	(0.1325) 0.125	1.985	80.8				72,700	4,577,700	
.307	.15	(0.141) 0.15	1.97	82.7			1200	99,300	4,478,400	
.300	.10	(0.1785) 0.200	1.925	90.9				109,000	4,369,400	
.292	.08	(0.206) 0.212	1.89	95.8				115,000	4,254,400	
.282	.06	(0.217) 0.222	1.87	97.3				116,600	4,137,800	
.274	.04	(0.228) 0.234	1.85	98.7				118,500	4,019,300	
.264	.00	(0.249) 0.264	1.82	101.5				121,900	3,897,400	
.255	104.93	(0.2945) 0.325	1.765	107.0				128,500	3,768,900	
.243	.88	(0.344) 0.363	1.705	111.7				131,100	3,634,800	
.232	.84	(0.3775) 0.392	1.66	114.0				136,800	3,498,000	

105.220	104.75	(0.4137) 0.470	1.595	117.0				140,500	3,357,500	
.208	.67	(0.504) 0.538	1.51	119.7				143,700	3,213,800	
.196	.60	(0.567) 0.596	1.435	120.7				145,000	3,068,800	
.182	.57	(0.604) 0.612	1.385	120.3				144,400	2,924,400	
.170	.51	(0.636) 0.660	1.34	119.5				143,500	2,780,900	
.155	.46	0.678 0.696			$h > H/3$ $H=1.963$	117.8		141,500	2,639,400	
.142	.43	0.712			1.949	116.7		140,110	2,499,300	
.130	.43	0.700			1.936	115.5		138,600	2,360,700	
.115	.44	(0.6875) 0.675			1.9225	114.4		137,400	2,223,300	
.100	.48	(0.6475) 0.620			1.9075	113.0		135,600	3,087,700	
.084	.50	(0.602) 0.584	$h < H/3$ 1.29	111.7				134,200	1,953,500	
.068	.54	(0.556) 0.528	1.32	110.0				132,000	1,821,500	
.054	.59	(0.496) 0.464	1.365	107.5				129,000	1,692,500	
.038	.65	(0.426) 0.388	1.42	103.5				124,400	1,568,100	
.022	.69	(0.360) 0.332	1.47	98.5				118,200	1,449,900	
.002	.75	(0.292) 0.252	1.52	91.8				110,100	1,339,800	
104.992	.79	(0.227) 0.202	1.57	83.5				100,200	1,239,600	1954.11.7. 14:40
	.85									
	.89									

第二部份：結構計算

I. 護坦設計：

採用基底滲流直綫比例法：有反濾層防護時淤泥 $C=8.0$ （見E4扎馬林 B. B. 方捷耶夫著水工建築物上冊36頁表3）。

$$H=107.43-105.00=2.43\text{m}, \text{需要 } L=CH=8.0 \times 2.43=19.42.$$

$$\text{現有 } L=8.35+10.50+0.9+2 \times 0.6+0.9=21.85 > 19.42 \text{ (可)}$$

II. 涵身設計：

雙孔 $2.8 \times 2.8 \text{ M}$ 鋼筋混凝土方涵：

$$\text{淨跨度 } S=2.8 \text{ M} \quad \text{填土高 } H=108.10-106.00-0.40=1.70 \text{ M}$$

$$\text{假定涵身厚度 } t=0.40 \text{ M} \quad \text{土重 } \gamma=1.8\text{T}/\text{m}^3$$

涵身所受各種載重如下：（以每公尺長計算）

(1) 豎載重：

$$P=\gamma H(2s+3t)=1.8 \times 1.70(2 \times 2.8+3 \times 0.4)=1.8 \times 1.7(6.8)=20.81 \text{ 公噸。}$$

$$P(S+t)=20.81(2.8+0.4)=20.81 \times 3.2=66.56 \text{ 公尺一公噸。}$$

(2) 涵身重： $\gamma_{RC} t(S+t)=2.4 \times 0.4(2.8+0.4)=3.07$

$$\gamma_{RC} t(s+t)^2=2.4 \times 0.4(3.2)^2=9.83.$$

(3) 水壓力：（假定滿流時）

$$\gamma_{os}^2(s+t)=1.0 \times 2.8^2(2.8+0.4)=25.09.$$

(4) 均勻側土壓力： $K=\frac{1}{3}$ （回填土時）

$$K\gamma(H+\frac{t}{2})(s+t)^2=\frac{1}{3} \times 1.8(1.7+\frac{0.4}{2})(2.8+0.4)^2=0.6 \times 1.9 \times 3.2^2=11.67.$$

(5) 三角形側土壓力： $K\gamma(s+t)^3=\frac{1}{3} \times 1.8 \times 3.2^3=0.6 \times 3.2^3=19.66.$

(6) 填土內均勻側水壓力：

$$\text{最高風浪位}=107.43\text{M} \quad \text{高積水位}=105.83\text{M}$$

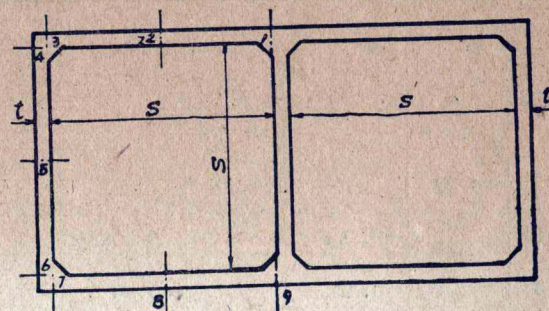
$$\text{填土內水位標高}=\frac{107.43+105.83}{2}=106.63\text{M}$$

$$106.63-(106.00+\frac{0.4}{2})=0.43\text{M} \quad \text{假定 } \alpha=0.6 \text{ 關於 } \alpha \text{ 詳 } \perp \text{ 型翼牆設計。}$$

$$(1-\alpha K)\gamma_o \times 0.43(s+t)^2=(1-0.6 \times \frac{1}{3}) \times 1.0 \times 0.43 \times 3.2^2=3.52.$$

(7) 填土內三角形側水壓力：

$$(1-\alpha K)\gamma_o(s+t)^3=1.0 \times 3.2^3 \times (1-0.6 \times \frac{1}{3})=26.21.$$



γ_0 = 水的单位重量。

q = 涵洞以上的活重。

t = 涵洞厚度。

K = 土压力侧压常数。

γRct = 钢筋混凝土重量。

P = 涵洞以上的总静重 = $\gamma H(2s+3t)$ 。

$P' = P + q$ 。

s = 涵洞净跨，方形时亦为净高。

γ = 土单位重量。

剖面	I			II			III			IV			V		
	均布垂直荷重			涵洞自重			水压力			均匀侧压力			三角形侧压力		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V	M	N	V	M	N	V
面	$P'(s+t)$	P'		$\gamma Rct(s+t)^2$	γRct	$t(s+t)$	$\gamma_0 s^2(s+t)$	$\gamma_0 s^2$		$K\gamma H(s+t)^2$	$K\gamma H(s+t)$		$K\gamma(s+t)^3$	$K\gamma(s+t)^2$	
1	$-0.056 \left[\frac{s-1.6t}{s+t} \right]$		-0.292	$-0.119 \left[\frac{(s-1.6t)}{(s+t)} \right]$		-0.600	-0.012	-0.160		+0.028	+0.5		+0.012	+0.16	
2	+0.028			+0.060			+0.006	-0.160		-0.014	+0.5		-0.006	+0.16	
3	$-0.014 \left[\frac{s-6.5t}{s+t} \right]$		+0.208	$-0.011 \left[\frac{(s-16.6t)}{(s+t)} \right]$		+0.400	+0.024	0.160		-0.056	+0.5		-0.025	+0.16	
4	-0.014	+0.208		-0.011	+0.400		$+0.024 \left[\frac{s-2.3t}{s+t} \right]$		+0.160	$-0.056 \left[\frac{s-3.5t}{s+t} \right]$		-0.5	$-0.025 \left[\frac{s-2.3t}{s+t} \right]$		-0.16
5	-0.014	+0.208		-0.049	+0.869		-0.035			-0.069			-0.035		
6	-0.014	+0.208		-0.086	+1.400		$-0.031 \left[\frac{s-4.5t}{s+t} \right]$		-0.336	$-0.056 \left[\frac{s-3.5t}{s+t} \right]$		+0.5	$-0.031 \left[\frac{s-4.5t}{s+t} \right]$		+0.34
7	$-0.014 \left[\frac{s-6.5t}{s+t} \right]$		-0.208	$-0.086 \left[\frac{s-7.3t}{s+t} \right]$		-1.400	+0.031	-0.336		-0.056	+0.5		-0.31	+0.34	
8	+0.028			+0.135			+0.008	-0.336		-0.014	+0.5		-0.008	+0.34	
9	$-0.056 \left[\frac{s-1.6t}{s+t} \right]$		+0.282	$-0.269 \left[\frac{s-t}{s+t} \right]$		+1.068	-0.006	-0.336		+0.028	+0.5		+0.016	+0.34	

应力系数计算

$$-0.056 \left(\frac{s-1.6t}{s+t} \right) = \frac{2.8-1.6 \times 0.4}{2.8+0.4} \times (-0.056) = \frac{2.16}{3.2} \times (-0.056) = -0.0378$$

$$-0.014 \left(\frac{s-6.5t}{s+t} \right) = -0.014 \times \frac{2.8-9.5 \times 0.4}{3.2} = -0.014 \times \frac{0.2}{3.2} = -0.000875$$

$$-0.119 \left(\frac{s-1.6t}{s+t} \right) = -0.119 \times \frac{2.16}{3.2} = -0.0804$$

$$-0.011 \left(\frac{s-16.6t}{s+t} \right) = -0.011 \times \frac{2.8-16.6 \times 0.4}{3.2} = -(0.011) \times \frac{-3.84}{3.2} = +0.0132$$

$$-0.086 \left(\frac{s-7.3t}{s+t} \right) = -0.086 \times \frac{2.8-7.3 \times 0.4}{3.2} = -0.086 \times \frac{-0.12}{3.2} = +0.00322$$

$$-0.269 \left(\frac{s-t}{s+t} \right) = -0.269 \times \frac{2.8-0.4}{3.2} = -0.269 \times \frac{3.4}{3.2} = -0.202$$

$$+0.024 \left(\frac{s-2.3t}{s+t} \right) = 0.024 \times \frac{2.8-2.3 \times 0.4}{3.2} = 0.024 \times \frac{1.88}{3.2} = +0.0141$$

$$+0.031 \left(\frac{s-4.5t}{s+t} \right) = 0.031 \times \frac{2.8-4.5 \times 0.4}{3.2} = 0.031 \times \frac{1.0}{3.2} = +0.00968$$

$$-0.056 \left(\frac{s-3.5t}{s+t} \right) = -0.056 \times \frac{2.8-3.5 \times 0.4}{3.2} = -0.056 \times \frac{1.4}{3.2} = -0.0245$$

$$-0.025 \left(\frac{s-2.3t}{s+t} \right) = -0.025 \times \frac{2.8-2.3 \times 0.4}{3.2} = -0.025 \times \frac{1.88}{3.2} = -0.0147$$

$$-0.031 \left(\frac{s-4.5t}{s+t} \right) = -0.031 \times \frac{2.8-4.5 \times 0.4}{3.2} = -0.031 \times \frac{1.0}{3.2} = -0.00968$$

註：采自“Concrete Culverts and Conduits”第36页演化为公制

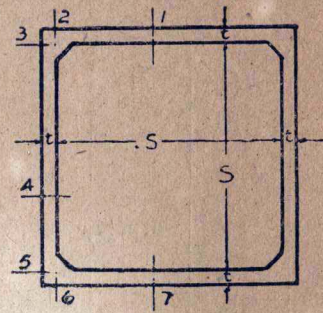
$$d' = \frac{40}{2} - 5 + 15 \text{ cm}$$

采用 $R=140 \text{ kg/cm}^2$ 安全系数 $K=1.8$ $\sigma_T=2500 \text{ kg/cm}^2$

受 力 种 类			断 面																	
			1		2		3		4		5		6		7		8		9	
			M	V	M		M		M	N	M	N	M	N	M		M		M	V
I	P=2081	系数		-0.292					+0.208		+0.208		+0.208						+0.292	
		数值		-6.08					+4.33		+4.33		+4.33						+6.08	
	P(s+t)=66.56	系数	-0.0378		+0.028		-0.000875		-0.014		-0.014		-0.014		-0.000815		+0.028		-0.0378	
		数值	-2.52		+1.86		-0.06		-0.93		-0.93		-0.93		-0.06		+1.86		-2.52	
II	γ _{RC} t(s+t)=3.07	系数		-0.6					+0.4		+0.869		+1.40						+1.068	
		数值		-1.84					+1.23		+2.67		+4.30						+3.28	
	γ _{RC} t(s+t) ² =9.83	系数	-0.0804		+0.060		+0.0132		-0.011		-0.049		-0.086		+0.0032		+0.135		-0.202	
		数值	-0.79		+0.59		+0.13		-0.11		-0.48		-0.85		+0.03		+1.33		-1.99	
III	γ _o S ² (s+t)=25.09	系数	-0.012		+0.006		+0.024		+0.0141		-0.035		+0.00968		+0.031		+0.008		-0.016	
		数值	-0.30		+0.15		+0.60		+0.35		-0.88		+0.24		+0.78		+0.20		-0.40	
IV	Kr(H+ $\frac{t}{2}$)(s+t) ² =11.67	系数	+0.028		-0.014		-0.056		-0.0245		+0.069		-0.0245		+0.056		-0.014		+0.028	
		数值	+0.33		-0.16		-0.65		-0.29		+0.81		-0.29		-0.65		-0.16		+0.33	
V	Kr(s+t) ³ =19.66	系数	+0.012		-0.006		-0.025		-0.0147		+0.035		-0.00968		-0.031		-0.008		+0.016	
		数值	+0.24		-0.12		-0.49		-0.29		+0.69		-0.19		-0.61		-0.16		+0.31	
VI	3.52	系数	+0.028		-0.014		-0.056		-0.0245		+0.069		-0.0245		-0.056		-0.014		+0.028	
		数值	+0.10		-0.05		-0.20		-0.09		+0.24		-0.09		-0.20		-0.05		+0.10	
VII	26.21	系数	+0.012		-0.006		-0.025		-0.0147		+0.035		-0.00968		-0.031		-0.008		+0.016	
		数值	+0.32		-0.16		-0.66		-0.39		+0.92		-0.25		-0.81		-0.21		+0.92	
最高水位时 I+II+III+IV+V+VI+VII			-2.62	-7.92	+2.11		-1.33		-1.75	+5.56	+0.37	+7.00	-2.36	+8.63	-1.52		+2.81		-3.75	-9.36
回填土后未放水前 I+II+IV+V			-2.74		+2.17		-1.07		-1.62		+0.09		-2.26		-1.29		+2.87		-3.87	
无侧压力影响 I+II+III			-3.61		+2.60		+0.67		-0.69		-3.29		-1.54		+0.75		+3.39		-4.91	
抽水检查时 I+II+IV+V+VII			-2.42		+2.01		-1.73		-2.01		+1.01		-2.51		-2.10		+2.66		-3.45	
$\frac{Nd}{100} = \frac{15}{100} N$										+0.83		+1.05		+1.29						
$M_s = M_t + \frac{Nd'}{100}$			-3.61		+2.60		+0.67 -1.73		-2.84		-3.34 +2.01		-3.80		+0.75 -2.10		+3.39		-4.91	
$*F_a = \frac{1.8M_s}{2500 \times 0.95 \times 35} - \frac{NK}{2500}$			-7.82		+5.63		+1.45 -3.75		-6.15	$\frac{5.56 \times 1.8 \times 1000}{2500} = 4.0$	+4.47 -7.24	5.04	-8.23	6.20	+1.03 -4.55		+7.35		-10.63	
计算需用 F _a			-7.82		+5.63		+1.45 -3.75		-2.15		-2.20		-3.03		+1.63 -4.55		+7.35		-10.63	
最小钢筋百分率			0.2%		0.2%		+0.1% -0.2%		-0.2%		0.1%		0.2%		+0.1% -0.2%		0.2%			
实用 F _a (cm ²)			7.57		7.16		+5.45 -7.14		-7.14		4.58		7.14		5.45 7.111		7.57		10.90	

* 来源是在 Concrete Culverts and Conduits 28页 原式 $A_s = \frac{12 M_b}{f_s j d} - \frac{N}{f_s}$ 式中为偏心受压构件中求钢筋断面面积的算式转为按破坏阶段计算方法时即 $F_a = \frac{KM_s}{\sigma_T \gamma h_0}$ ，后半部也按照按破坏阶段方法计算

将安全系数乘在外力 N 上分母 f_s 改为 σ_T 故得 $F_a = \frac{KM_s}{\sigma_T \gamma h_0} - \frac{NK}{\sigma_T}$



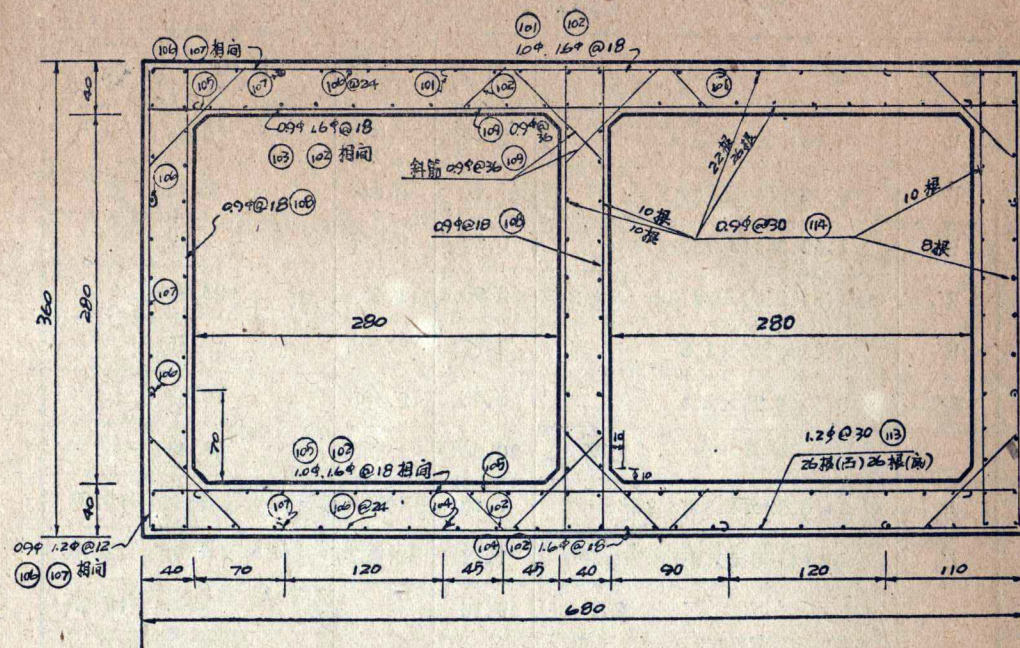
$$P' = \gamma H$$

$$P = P' (S + 2t)$$

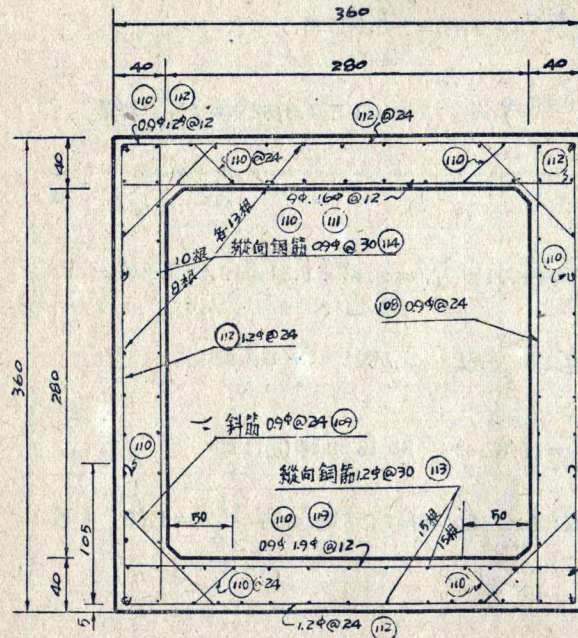
其余符号同双孔

剖面		I		II		III		IV		V	
		P	$P(S+t)$	$W't(S+t)$	$W't(S+t)^2$	$W''S^2$	$W''S^2(S+t)$	$KWH(S+t)$	$KWH(S+t)^2$	$KW(S+t)^2$	$KW(S+t)^3$
1	M		+0.0834		+0.104		+0.019		-0.0417		-0.0188
	N					-0.163		+0.50		+0.16	
2	M		$-0.0417 \left[\frac{S-5t}{S+t} \right]$		$-0.021 \left[\frac{S-11t}{S+t} \right]$		+0.019		-0.0417		-0.0188
	N					-0.163		+0.50		+0.16	
	V	+0.50		+0.50							
3	M		-0.0417		-0.021		$+0.019 \left[\frac{S-3.4t}{S+t} \right]$		$-0.0417 \left[\frac{S-5t}{S+t} \right]$		$-0.019 \left[\frac{S-3.4t}{S+t} \right]$
	N	+0.50		+0.50							
	V					+0.163		-0.50		-0.16	
4	M		-0.0417		-0.083		-0.042		+0.0834		+0.042
	N	+0.50		+1.00							
	V										
5	M		-0.0417		-0.146		$+0.023 \left[\frac{S-6.3t}{S+t} \right]$		$-0.0417 \left[\frac{S-5t}{S+t} \right]$		$-0.023 \left[\frac{S-6.3t}{S+t} \right]$
	N	+0.50		+1.50							
	V					-0.341		+0.50		+0.34	
6	M		$-0.0417 \left[\frac{S-5t}{S+t} \right]$		$-0.146 \left[\frac{S-4.1t}{S+t} \right]$		+0.023		-0.0417		-0.023
	N					-0.341		+0.50		+0.34	
	V	-0.50		-1.50							
7	M		+0.0834		+0.229		+0.023		-0.0417		-0.023
	N					-0.341		+0.50		+0.34	

受 力 种 类			断 面												备 註			
			1		2		3		4		5		6				7	
			M	N	M	V	M	N	M	N	M	N	M	V			M	
I	11.01	系数				-0.50		+0.50		+0.50		+0.50		-0.50		单孔 2.8×2.8 (公尺)		
		数值				+5.51		+5.51		+5.51		+5.51		-5.51				
		系数	+0.0834		-0.0104		-0.0417		-0.0417		-0.0417		-0.0104		+0.0834			
		数值	+3.29		-0.41		-1.66		-1.66		-1.66		-0.41		+3.29			
II	3.07	系数				+0.50		+0.50		+1.00		+1.50		-1.50				
		数值				+1.54		+1.54		+3.01		+4.61		-4.61				
		系数	+0.104		+0.0105		-0.021		-0.083		-0.146		-0.0529		+0.229			
		数值	+1.02		+0.10		-0.21		-0.82		-1.44		-0.52		+2.25			
III	25.09	系数	+0.019		+0.0188		+0.00855		-0.042		+0.002		+0.023		+0.023			
		数值	+0.40		+0.48		+0.22		-1.05		+0.05		+0.58		+0.58			
IV	11.67	系数	-0.0417		-0.0417		-0.0104		+0.0834		-0.0104		-0.0417		-0.0417			
		数值	-0.49		-0.49		-0.12		+0.97		-0.12		-0.49		-0.49			
V	19.66	系数	-0.0188		-0.0188		-0.00855		+0.042		-0.002		-0.023		-0.023			
		数值	-0.37		-0.37		-0.17		+0.82		-0.04		-0.45		-0.45			
VI	3.52	系数	-0.042		-0.0417		-0.0104		+0.083		-0.0104		-0.0417		-0.0417			
		数值	-0.15		-0.15		-0.04		+0.29		-0.04		-0.15		-0.15			
VII	26.21	系数	-0.0188		-0.0188		-0.00855		+0.042		-0.002		-0.023		-0.023			
		数值	-0.50		-0.50		-0.22		+1.10		-0.05		-0.60		-0.60			
最高洪水位时 I+II+III+IV+V+VI+VII			+3.28		-1.34	+7.05	-2.20	+7.05	-0.35	+8.52	-3.30	+10.11	-2.04	-10.12	+4.43			
回填土后未放水前 I+II+IV+V			+3.45		-1.17		-2.16		-0.69		-3.26		-1.87		+4.60			
抽水检查时 I+II+IV+V+VII			+2.95		-1.67		-2.38		+0.41		-3.31		-2.47		+4.00			
无侧压力影响时 I+II+III			+4.79		+0.17		-1.23		-3.53		-3.05		0.35		+6.12			
$\frac{Nd'}{100} = \frac{15}{100} N$								+1.06		+1.29								
$M_s = M_T + \frac{Nd'}{100}$			+4.79		-1.67		-3.44		+1.70 -4.82		-4.83		-2.47		+6.12			
$F_a = \frac{1.8 M_s}{2500 \times 0.95 \times 35} - \frac{NK}{2500}$			+10.7		-3.62		-7.45 5.06		-10.45 +3.68	6.17	-10.42		-5.35		+13.25			
计算需用 F_a			+10.7		-3.62		-2.39		4.28		-3.14		-5.35		+13.25			
最少钢筋百分率			0.2%		0.2%		0.2%		0.1%		0.2%		0.2%		0.2%			
实用 F_a (cm ²)			10.7		7.14		7.14		4.50		7.14		7.14		14.1			



280x280双孔方涵
1:50



3. 纵向补强计算

涵洞单位长度本身重 (双孔) $g = \frac{(2 \times 2.8 + 3 \times 0.4) \times (2.8 + 2 \times 0.4) - 2(2.8)^2}{2 \times 2.8 + 3 \times 0.4} \times 2.4$

$$= \frac{6.8 \times 3.6 - 15.7}{6.8} \times 2.4 = \frac{8.8 \times 2.4}{6.8} = 3.11$$

$$\gamma_1 = \gamma h_1 + g = 1.8 \times 0.3 + 3.11 = 3.65$$

$$\gamma_0 = \gamma h_0 + g = 1.8 \times 1.7 + 3.11 = 6.17$$

假设以密排桩作简支的空心板设计:

$$R = \frac{1}{2} (3.65 \times 8.1 + 2.0 \times 2.52 + 2 \times \frac{1}{2} \times 2.52 \times 3.05) = \frac{1}{2} (29.55 + 12.71) = 21.13$$

以任一密排桩的中线为力矩中心

$$M_{max} = 21.13 \times \frac{7.45}{2} - 3.65 \times \frac{4.05^2}{2} - \frac{1}{2}$$

$$\times 2.52 \times 3.05 (1.0 + \frac{3.05}{3}) - 2.52$$

$$\times 1.02 \times \frac{1}{2} = 78.5 - 29.9 - 7.75 - 1.26$$

$$= 39.59 \text{ T/M}$$

底板布置有两层纵向钢筋, 每层 26-12mm ϕ 竹节钢 $F_{a1} = F_{a2} = 28.6 \text{ cm}^2$ 计算其等代混凝土截面 $nF_{a1} = 15 \times 28.6 = 42.9 = nF_{a2}$

设中立轴距上缘为 y , 取受压区混凝土和涵底板两层纵向钢筋对中心轴的力矩

$$\text{则 } 680y \times \frac{1}{2}y = 329(3.55 - y)$$

$$+ 429(3.25 - y)$$

$$\text{即 } 340y^2 = 291,000 - 858y$$

$$y^2 + 2.52y - 856 = 0$$

$$\text{解得 } y = 28 \text{ cm}$$

$$3.55 - y = 327 \text{ mm}$$

$$3.25 - y = 297 \text{ mm}$$

矩形截面对其底边的转动惯量 $I = \frac{bd^3}{3}$

故受压区的混凝土, 钢筋的转动惯量 $I = Ad^2$

$$I_c = \frac{1}{3} (680 \times 28^3) = 4,980,000 \quad IF_{a1} = 429(297)^2 = 37,900,000$$

$$IF_{a2} = 429(327)^2 = 45,900,000 \quad \Sigma I = I_c + IF_{a1} + IF_{a2} = 88,780,000 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{MC}{I} \quad M = 39.59 \text{ T-M/每公尺长条}$$

$$= 3,959,000 \text{ kg-cm/每公尺长条}$$

$\therefore$ 全涵考虑时应乘上 6.8 M. $C = 28 = y$

$$f_c = \frac{28 \times 3,959,000 \times 6.8}{88,780,000} = 8.5 \text{ kg/cm}^2 < \frac{135}{1.8} = 75 \text{ kg/cm}^2$$

