

# 明德水庫下游灌區構造物改善工程測設 及灌排設施工程規劃過程之研討

## A Preliminary Study of Irrigation-drainage Project and the Measurement-design for the Improvement of Irrigation Structures in the Downstream of the Ming-Teh Reservoir

臺灣大學農業工程學系四年級學生

徐 享 崑

S. K. Hsu

### Abstract

A successful project to design irrigation and drainage engineering should consider about three major features, they are basic data collection and application, survey and Hydraulic computation. The basic data collection including soil investigation, rainfall and runoff records, topography, etc, are available to the hydraulic design, and the surveying is available to design profile and cross-section of canals.

In general, irrigation system contains storage structures, conveyance structures, regulation structures and protection structures, etc. This paper describes the procedure of hydraulic structures & lining works design along sublateral canal in the Min-Teh irrigated area. The procedure involves basic data collection, survey, hydraulic computation earth works computation and soil testing, unit price analysis and engineering cost estimation.

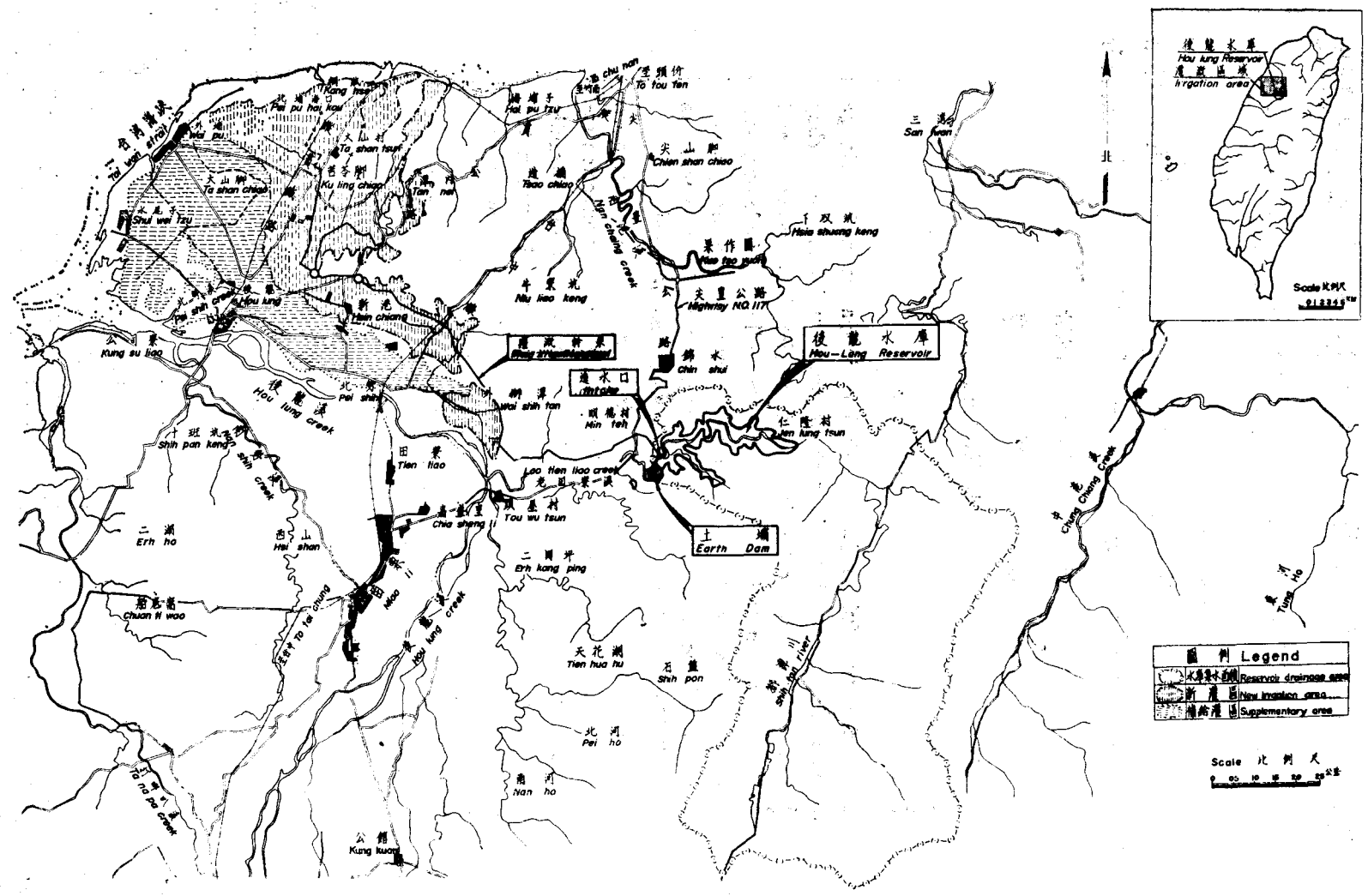
### 前 言

明德水庫位於苗栗縣頭屋鄉明德村附近，壩址在後龍溪支老田寮溪上，灌區分佈於頭屋鄉，後龍鎮，造橋鄉，灌溉總面積有3680期作公頃。其中新灌區有1682公頃，共分四大工區，31輪區 (rotation area)。灌溉幹渠之取水口在土壩附近 (標高 41.786 公尺) 穿越尖豐公路，縱貫鐵路山線，縱貫公路。至大山腳為終點 (標高 33.716 公尺)。(見圖一A. B)。幹渠全長 14,877 公尺，全部已鋪砌有混凝土內面工。側坡 1:1.25 (豎比橫)，平均縱坡度，1:3000，根據水稻及雜作之需水量，再加幹支分渠之滲漏率 25

%，幹渠之設計流量為 4.224 cms (見圖二)。同時為配合輪流灌溉及固定用水，設有自流式支渠三條及抽水機支渠二條。小給水路均為單區灌溉，全長約有 100 公里。在灌區之低窪地，地下水位較高，而使地表常呈潮濕狀態，對作物有不良之影響，故設明渠大排水系統以維持土地之生產力。全區共有三條排水幹渠，匯水注之於海。

因本區下游灌區，土壤大部份是砂質土，給水路易受豪雨之沖蝕和易受風積之埋沒。故在政府健全水利會方案及加速農村建設方案專款補助下，從事灌區輸水構造物之改善工程。以達成減輕農民負擔，增加

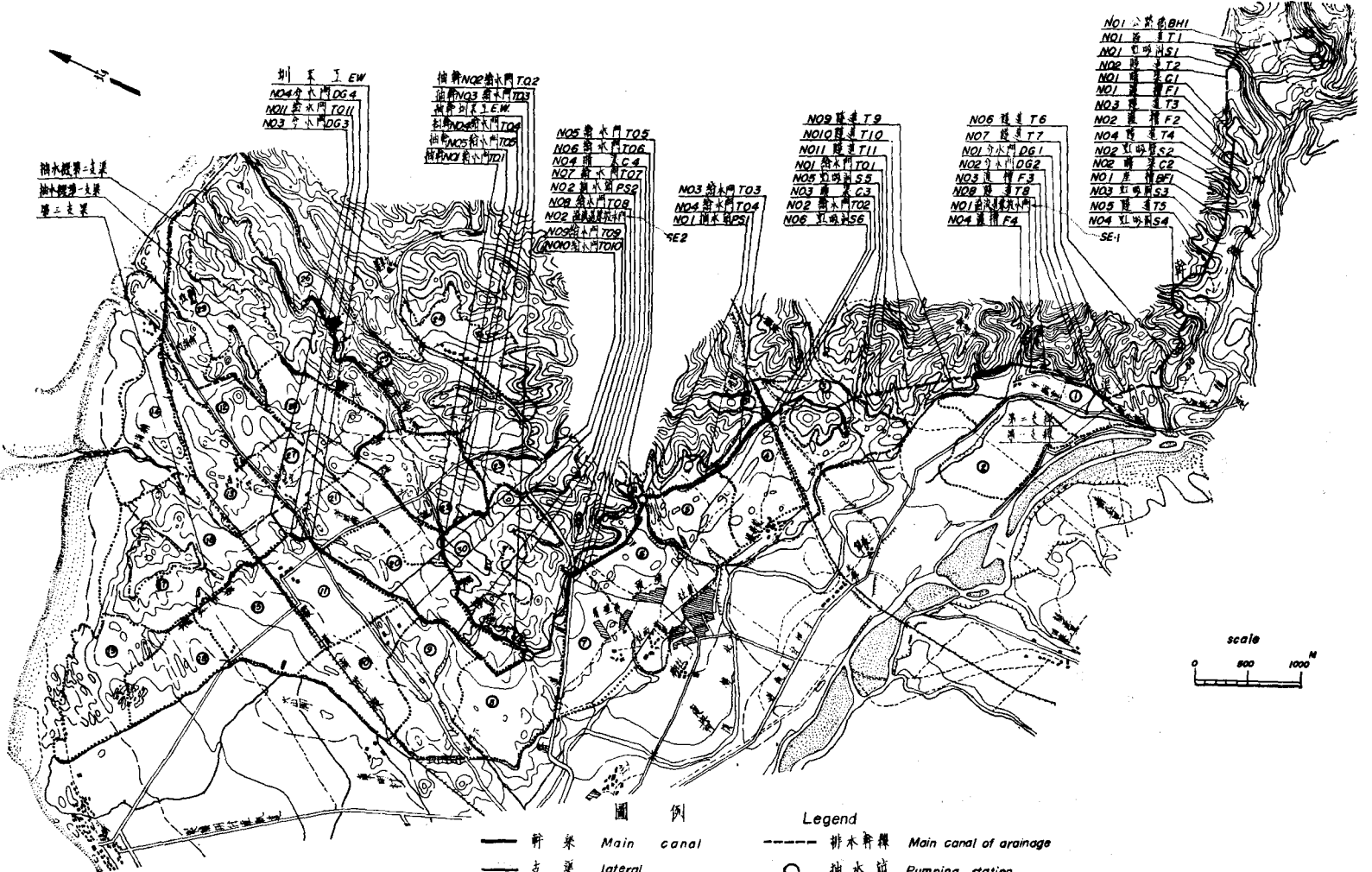
圖一 (A) 明德灌區位置圖



圖例 Legend

	水庫集水區 Reservoir drainage area
	新灌區 New irrigation area
	補助灌區 Supplementary area

Scale 比例尺  
0 50 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

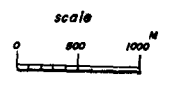


圖一 (B) 明德灌區灌溉計劃平面圖

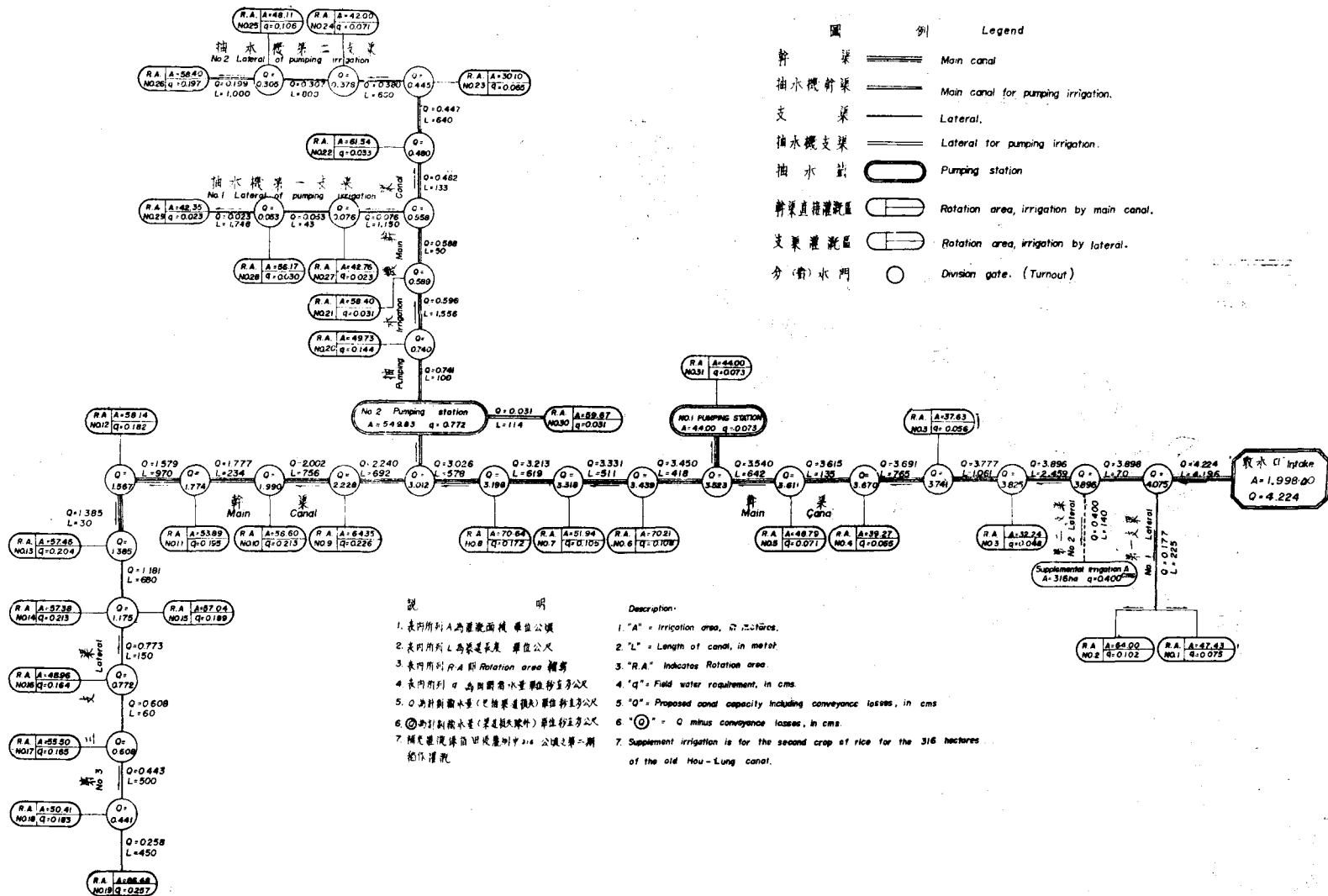
- |       |     |               |       |      |                        |
|-------|-----|---------------|-------|------|------------------------|
| ——    | 幹渠  | Main canal    | ----- | 排水幹渠 | Main canal of drainage |
| ——    | 支渠  | Lateral       | ○     | 抽水站  | Pumping station        |
| ..... | 輪灌區 | Rotation area | ==    | 公路   | Highway                |
| □     | 取水口 | Intake        | ——+—— | 鐵路   | Railway                |
|       |     |               | ■     | 建築物  | Building               |

圖例

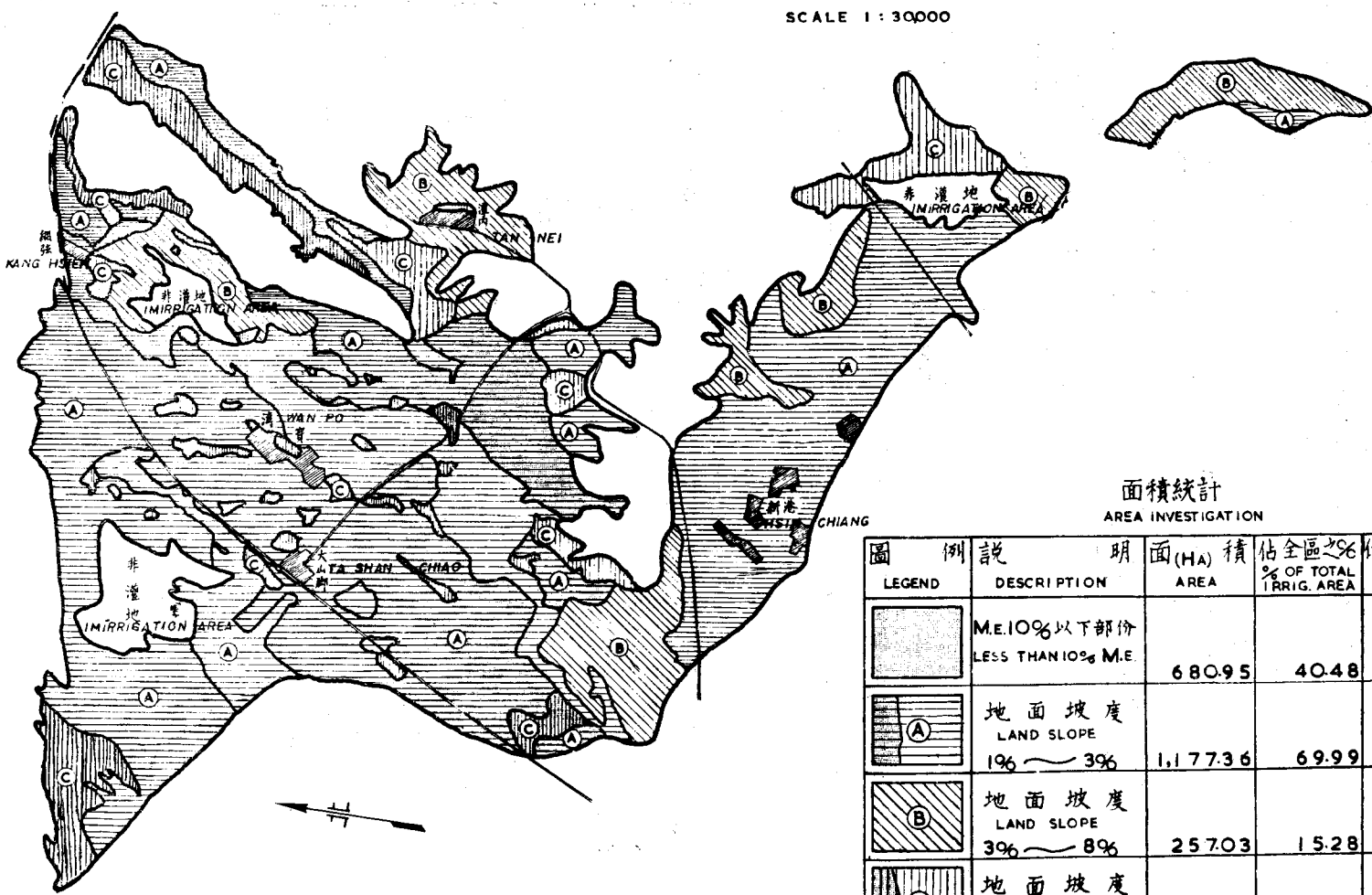
Legend



圖二：明德灌區灌溉系統圖



SCALE 1 : 30000



圖三 灌區地面坡度及 M. E. 10% 以下部分分佈  
 MAP OF LAND SLOPE AND MOISTURE  
 EQUIVALENT LESS THAN 10% IN THE IRRIGATION AREA

面積統計  
 AREA INVESTIGATION

圖例	說明	面積 (HA)	佔全區 %	備註
LEGEND	DESCRIPTION	AREA	% OF TOTAL IRRIG. AREA	REMARK
	M.E. 10% 以下部份 LESS THAN 10% M.E.	680.95	40.48	
	地面坡度 LAND SLOPE 10% ~ 30%	1,177.36	69.99	
	地面坡度 LAND SLOPE 30% ~ 80%	257.03	15.28	
	地面坡度 LAND SLOPE 80% ~ 150%	247.80	14.73	

農產之雙重目的。筆者承系方介紹到中華農工技術顧問公司作二個半月的暑假實習。辦理明德水庫新灌區改善工程及銅鑼與隆下埔圳復灌工程之測設工作。於理論研討外，得有機會參與田間實際作業殊覺印象深刻，心得叢生，乃不揣淺陋，搜羅各項資料，予以整理及再研究，遂為此篇。

蓋一成功的灌排設施之經辦，必須經過三項主要之步驟，即調查，測量與資料之整理，據此方能著手分析研究與設計施工。故本文之重點乃在於：

(一)基本資料之調查與蒐集。

(二)測量。

(三)設計。

茲以明德水庫下游灌區改善工程為例，分述該三項要點如后。

### 一、基本資料之調查與蒐集

基本資料之搜集為灌排規畫設計之首要工作，其

資料之準確性，常可直接或間接地影響工程設計及施工之成敗甚鉅。諸如地形，地質，土壤（導水性，鹽鹼土）及降雨逕流等水文資料必得詳加蒐集和分析方可竟其全功。而本區（明德水庫灌區）之情形是這樣的：

1.地形 (Topography)——後龍灌區可畫分為自流與抽水灌溉區，灌溉範圍北起中港溪南岸，至後龍溪下游北岸，東接竹南丘陵西臨臺灣海峽，南北九公里，東西七公里，為扇形之沖積及風積地。其地勢大致東南高而西北低，地面坡度自 1/100 至 15/100 不等，灌溉地形有 1/2,500 的地形圖，其概略如圖三。

2.土壤分佈 (Soil distribution)，——根據水利局第十工程處之土壤調查報告可得如表一、表二、表三之結果。

表一 各土型物理測驗結果表

土 系	土 型	真 比 重	假 比 重	空 隙 率	水 當 量	凋 萎 數	田 間 容 量
		Rs	As	P	Me	Wp	Fc
		g/cm <sub>s</sub>	g/cm <sub>s</sub>	%	%	%	%
一 大 雅 系	1 粉質粘壤土	2.65	1.50	43.27	32.63	17.73	31.30
	2 粉質壤土	2.61	1.53	41.31	19.92	10.82	21.80
	3 壤 土	2.62	1.64	37.36	19.10	10.38	21.20
	4 極細砂質壤土	2.64	1.66	37.16	13.93	7.57	17.40
	5 細砂壤土覆蓋相	2.60	1.66	36.27	13.82	7.51	17.30
二 造 橋 系	6 粘質壤土	2.70	1.43	47.03	24.30	13.20	25.10
	7 細砂壤土 覆蓋相	2.68	1.49	44.78	12.21	6.63	16.00
	8 細砂土 複合區	2.66	1.63	38.80	12.21	6.63	16.00
	9 細砂壤土沖刷相	2.61	1.45	44.26	15.41	8.37	18.40
三 苗 栗 系	10 極細砂質壤土	2.63	1.43	43.88	16.96	9.22	19.60
	11 壤土薄層相	2.66	1.46	45.03	20.83	11.32	22.50
四 中 港 系	12 細砂質壤土	2.66	1.51	43.36	12.02	6.53	16.00
	13 壤質細砂土	2.66	1.53	42.49	9.24	5.02	13.80
五 大 山 脚 系	14 細砂質壤土	2.65	1.66	37.53	9.19	4.99	13.70
	15 壤質細砂土	2.67	1.52	42.96	6.12	3.32	11.70
	16 細 砂 土	2.65	1.58	40.54	4.25	2.31	10.20
	17 細砂土——峻坡相	2.67	1.47	44.88	3.77	2.05	9.80

表二 後龍灌區各類土壤分佈面積表

土類	土系	土(相)型	面積(公頃)	佔調查面積之%
I 紅 棕 壤	一、大雅系	1. 坩質粘壤土	11.85	0.70
		2. 坩質壤土	46.43	2.76
		3. 壤土	107.79	6.41
		4. 極細砂質壤土	62.59	3.72
		5. 細砂壤土—覆蓋相	29.12	1.73
		小計	257.78	15.32
II 黃 棕 壤	二、造橋系	6. 芥質壤土	56.52	
		7. 細砂壤土 } 覆蓋相 細砂土 } 複合區	67.34	4.00
		8. 礫質砂壤土—冲刷相	0.77	0.05
		9. 細砂質壤土—覆蓋相	95.82	5.70
		小計	220.45	13.11
III 冲 積 土	三、苗栗系	10. 極細砂質壤土	43.61	2.59
		11. 壤土—薄層相	67.82	4.03
		小計	111.43	6.62
IV 風 積 土	四、中港系	12. 細砂質壤土	49.89	2.97
		13. 壤質細砂土	256.33	15.24
		小計	306.22	18.21
	五、大山脚系	14. 細砂質壤土	59.20	3.52
15. 壤質細砂土		83.07	4.94	
16. 細砂土		601.71	35.77	
17. 細砂土—峻坡相		42.33	2.51	
小計	736.31	46.74		
總計			1,682.19	100.04

表三 後龍灌區表土質地等級之分佈面積表

質地等級別	質地別	面積(公頃)	%
中細質地土壤	1. 坩質粘壤土	11.85	3.36
	2. 粘質壤土	56.52	0.70
	小計	68.37	0.06
中質地土壤	3. 坩質壤土	46.43	2.76
	4. 壤土	175.61	10.44
	5. 極細砂質壤土	106.20	6.31
	小計	328.24	19.51

中粗質地土壤	6. 細砂質壤土	301.37	17.92
	小計	01.337	17.92
粗質地土壤	7. 壤土細砂土	339.40	20.18
	8. 細砂土	644.04	38.28
	9. 礫質砂壤土	0.77	0.05
	小計	984.21	58.51
總計		1,682.19	100.00

由上三表可知該區粗質地土壤(尤其是細砂土)居多,灌排構造物之修建乃刻不容緩之工作。這樣,減少溝渠之滲漏率,增加輸水容量,並使冲刷可(erosion)減至最少。

3. 降雨逕流:自高地流至低地之地表水,其去向有三(Rainfall Runoff)

(一)由地表作物吸收。

(二)由表土經次層土而成地下水。

(三)自地表繼續下流之水。

一般(一)項被用為作物需水量(Consumptive use)而(二)、(三)兩項皆為排水。故降雨及逕流乃灌排規畫時必得審慎從事及預估之一環,茲以明德灌區之情形討論如下:

#### A. 雨量分析(Rainfall Analysis)

因灌區內無雨量站,乃利用後龍站 32 個年份之雨量記錄為參考,分析灌區內降雨之情形。其年降雨第一期作(二~六月)及第二期作(七~十月)降雨頻率曲線如下圖所示。

由上圖知第一期作比第二期作降雨較多

#### B. 逕流(Runoff)

暴雨逕量依集水區之地形,土質,地表覆蓋,土地利用及暴雨性質等而異,一般設計流量取小於最大流量之值,偏採 10~25 年之頻度。(頻度愈大,工程費愈高),常用逕流量公式是: Mcmath 公式

$$Q = 0.0023 C_i S^{1.75} A^{4.75}$$

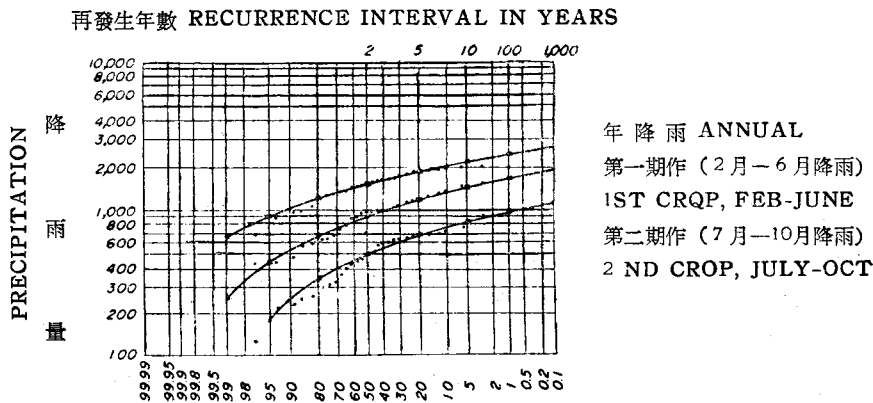
式中 Q = 洪水流量 (CMS)

C = 逕流係數

i = 某暴雨頻度內之降雨強度 (mm/hr)

S = 排水溝之坡度,每 1,000 公尺下降之公尺

A = 流域面積 (公頃)



大於所示值發生百分率 (%) PERCENT OF TIME  $\geq$  INDICATED AMOUNT

圖四 後龍站降雨頻率曲線 (利用 Kimball Method 計算)

PRECIPITATION FREQUENCY CURVES FOR HOU-LUNG RAINFALL STATION

一般逕流係數之決定值如下表四

逕流等級	地面覆蓋	土 質	坡 度
低	0.08 (良好)	0.08 (砂質土)	0.04 (平坡)
中等	0.12 (良好)	0.12 (輕質土)	0.06 (緩坡)
平均	0.16 (良好至尚可)	0.16 (中質土)	0.08 (緩坡至陡坡)
高	0.22 (尚可至稀少)	0.22 (重質土)	0.11 (陡坡至急坡)
特高	0.30 (稀少至裡地)	0.30 (堅實至岩石)	0.15 (急坡)

而明德灌區之幹渠設計容量 (Qmax) 為 4.224 CMS 灌區平均坡度不大, 且砂質土居多, 地面覆蓋良好故暴雨逕流量不大, 渠道設計時之出水高度 (Free Board) 為水深  $\frac{1}{2}$  即可。

## 二、測量 (Surveying)

在設計規畫之前, 須先明瞭灌區內之地形狀況, 即需要測量。一般常用之測量分為三種: 勘察, 初測及施工測量。在較小面積單獨農場之規畫, 初測及施工測量常可合併為之。

勘察所包涵的項目有如下:

1. 流域之面積及形狀。
2. 地區之降雨記錄及地水滲透之數量。
3. 溝渠定位所需之地形圖。
4. 土地所有權。
5. 計畫中之耕地及未來耕地之面積。
6. 天然排水道之位置及大小。
7. 渠道設計容量 (Q 值)。
8. 種植之作物種類及等級。
9. 地形高低, 地面坡度, 自然排水方向等。

勘察完後, 乃進行初測。即沿幹支渠給水路中心線之縱橫斷面測量。在明德灌區, 水路皆在重劃時設好 (土渠), 今欲於各水路中鋪砌內面工等襯砌, 故沿水路中心釘線。祇行縱橫斷面水準測量。但在銅鑼與隆下埔圳時, 因該地區屬山區, 缺地形圖, 且要在該圳上游取水口築一攔河堰, 乃從事經緯儀, 水準儀平板儀之測量。以獲取地形之全貌。睽諸一般灌排設施之規畫, 主要之測量項目還是縱橫斷面之水準測量, 故本文謹就該項陳述。

### (一) 縱斷測量 (Profile Leveling)

1. 目的: 在測定號碼樁和加點樁的地面高度。
2. 使用儀器: 水準儀, 箱尺(2), 卷尺, 木樁 (或竹片) 鐵錘 (或大木槌) 記錄簿。
3. 用 語:
  - a. 標高 (Elevation): 亦為海拔, 係自測點至水準基面之垂直距離。局部測量時可任意假定一平面為水準基面, 凡以此假定平面為根據之測點均謂假定標高。
  - b. 高程差 (Difference In elevation), 乃兩點間之垂直距離。



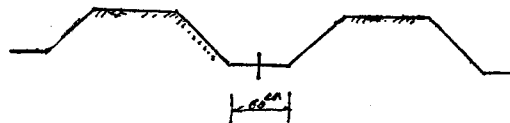
- c. 儀器高 (Instrument height)，又稱視線高，即水準儀基軸與水準基面之垂直距離。
- d. 後視 (Back Sight)：照準已知標高點所立水準尺，並讀視線切於尺上之讀數，用以求得器高。
- e. 前視 (Fore Sight)，照準欲求高程測點所立水準尺，讀數用以計算測點之高程差。
- f. 轉點 (T. P)：凡一測點兼作前視及後視者。
- g. 中間點 (I. P)：凡一測點其目的純為測其高度者。
- h. 水準點 (B. M)：地面上之點其水準基面之高差為已測知，埋石以為測定其他各點高度之依據者。

#### 4. 進行步驟

- (1) 釘線：通常縱斷水準測量，以經緯儀標定方向，用量距尺量距沿中心線每隔20~50公尺（視需要而異）及坡度突變之處釘立木樁，樁號書之如：12 幹農 1 0+350.....
- (2) (茲舉圖五及表五為說明例)
  - a. 豎立標尺在基點 0+625 上。
  - b. 擇一適當的轉點 T. P. I. 豎立標尺
  - c. 在 0+625 與 TPI 間某一適當點設置儀器，讀取 0+625 觀測值為 1.428m 記載於記錄簿之後視欄內。
  - d. 讀取 T. P. I 之觀測值 1.831 m，暫記載於備考欄內。
  - e. 將標尺移到 0+642.43，讀取觀測值 1.672 m 接著依序豎立標尺於 0+649.05,..... 0+655.66.....各點上，分別讀取觀測值 1.802 m, 1.785 m.....並把它記載於記錄簿之前視（中間點）欄內。
  - f. 將 (d) 項暫記在備考欄之值 1.831 m 記入轉點欄內。
  - g. 將標尺立於 T. P. 2 上。
  - h. 儀器設置於 T. P. 1 與 T. P. 2 之中間適當點上，讀取 T. P. 1 之後視得 2.276

0.00	-0.50	0.00	0.10	0.50	0.00	0+50	0.00	0.50	0.10	0.00	-0.60	0.00
0.40	0.50	1.00	0.20	0.50	0.30		0.30	0.50	0.20	1.00	0.60	0.40

其斷面略圖如下：



（將縱橫斷面測量之結果繪製於方格描圖紙上如圖五、六以供設計之用。

m，並記載於後視欄內。

- i. 以下順序觀測 T. P. 2 及各中間點之觀測值。

#### 5. 計算整理

- a. 儀器高 = 地面高 + 後視
- b. 地面高 = 儀器高 - 前視
- c. 核算：(Σ 後視 - Σ 轉點) = (最後地面高 - 最初地面高)
- d. 誤差之界限

採用公式  $W = c\sqrt{k}$  校核，其中 W = 閉合差，C = 係數 k = 準線之長度，以公里計之。

而 C 之值視測量性質及所要求精度而定，通常一等水準測量為 4 mm，二等水準測量 10 mm，支線水準為 24 mm。

- e. 誤差之分配：

若核算結果在容許誤差以內，可用下式求出改正值，以改正地面高。

$$e_1 = E \frac{l_1}{L} \quad e_n = E \frac{l_n}{L}$$

其中 e：改正量，E：閉合差，L：總距離，l：追加距離。

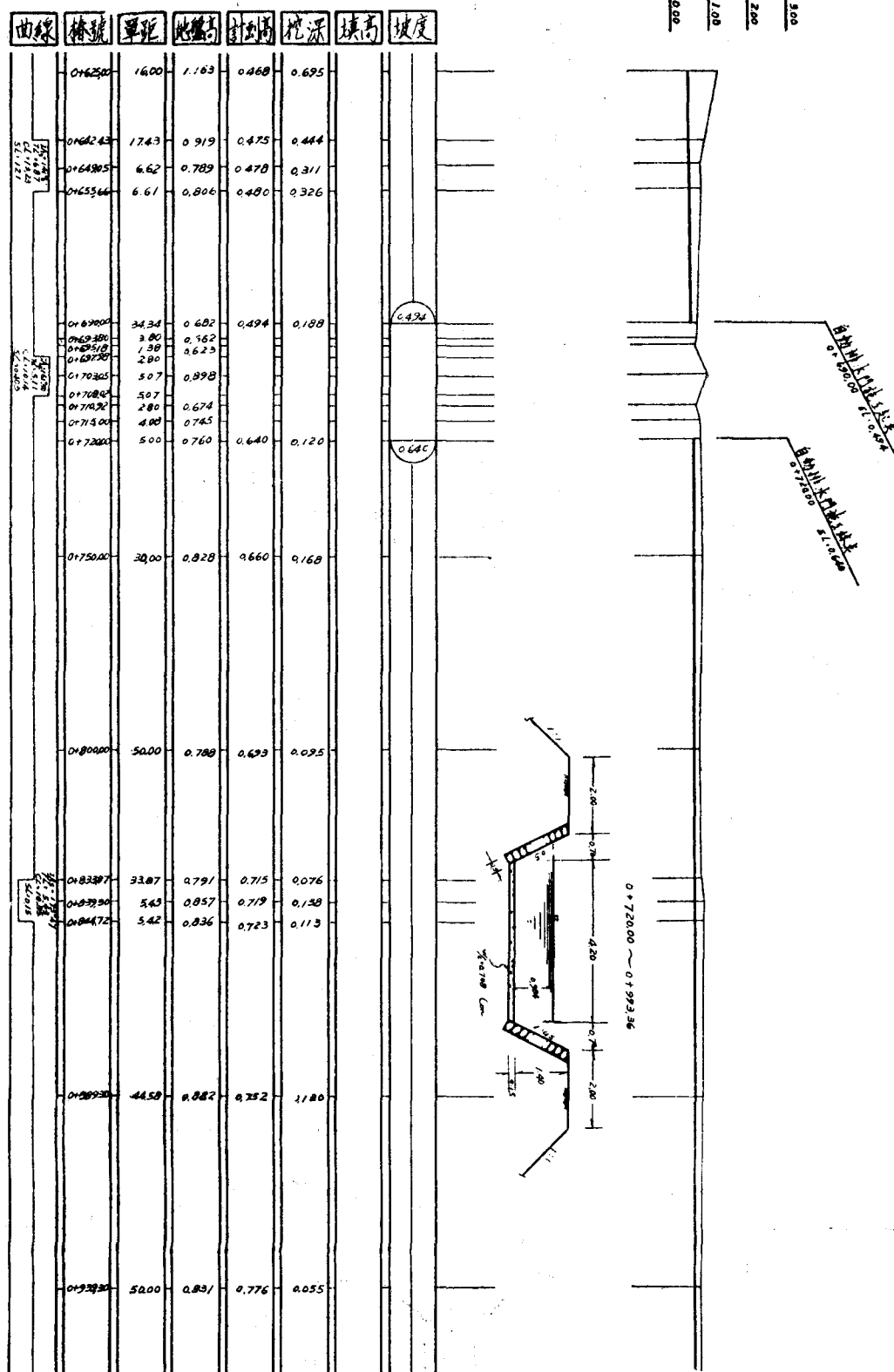
#### 6. 注意事項：

- a. 記錄簿之記載，應避免將後視前視（轉點，中間點）顛例誤記。
- b. 在縱斷測量，約距每 1 公里設 B. M. (Bench Mark) 預先定其標高，再於其間分段施測。
- c. 施測進行方向，儘量能形成一閉合導線網，以便隨時核驗其精度。

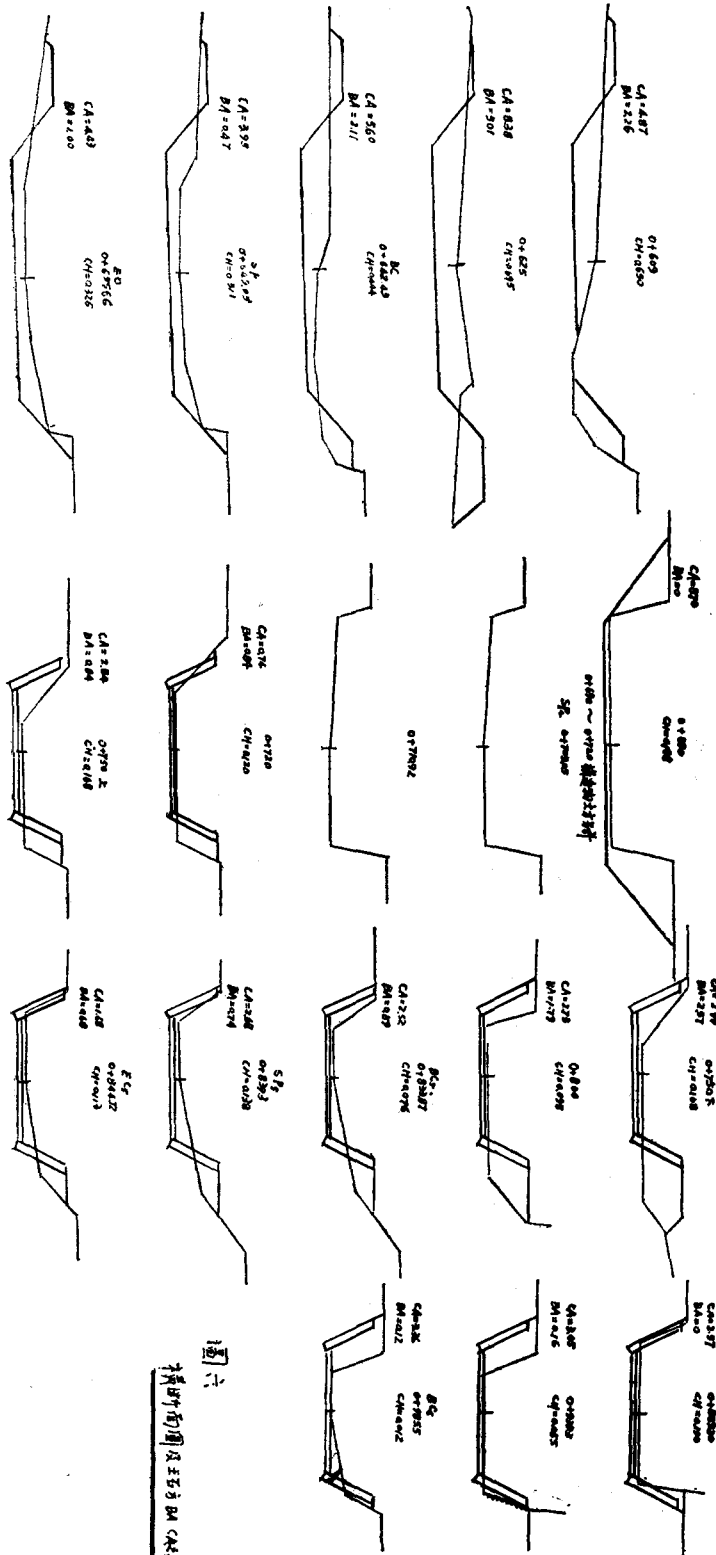
#### (二) 橫斷面水準測量 (Cross-section leveling)

橫斷面水準測量係測定與中心線成直角方向之地面高度以明瞭其斷面地勢起伏變化之情形，進而計算土方。

通常多在縱斷面測量後，利用縱斷面上各樁，藉直角架或直角儀測定各樁之橫斷面方向相當寬度之斷面圖其記錄形式如下：（橫線上記垂距，上為正，下為負，橫線下記水準距離）



圖五 縱斷面圖及設計線



圖六  
橫斷面圖及土石方 BA, CA 之計算

表 五

測 點	距 離 (m)	後 視 B. S. (m)	儀 器 高 (m)	前 視 F. S. (m)		地 面 高	備 考
				轉 T. P.	中 間 視 I. P.		
0+625	0	1.424	2.591			1.163	
0+642.43	17.43				1.672	0.919	TP 1. 0+720
0+649.05	6.62				1.802	0.789	TP 2. 0+833.87
0+655.66	6.61				1.785	0.806	
0+690.00	34.34				1.909	0.682	
0+693.80	3.80				1.929	0.662	
0+695.18	1.38				1.968	0.623	
0+697.98	2.80						
0+703.05	5.07				1.693	0.898	
0+708.02	5.07						
0+710.92	2.80				1.917	0.674	
0+715.00	4.08				1.846	0.745	
0+720.00	5.00	1.276	3.036	1.831		0.760	
0+750.00	30.00				2.208	0.828	
0+800.00	50.00				2.247	0.789	
0+833.87	33.87	2.532	3.323	2.245		0.791	
0+839.30	5.43				2.466	0.857	
0+844.72	5.42				2.487	0.836	
0+889.30	44.58				2.441	0.882	

三、設 計

(一)設計準則：

- 1.給水路由上游沿下游設計，而排水路則由水口上溯而設計。
- 2.定設計線時，必需考慮挖填方之最經濟方案。
- 3.確保渠道之安全通水為要。(即 Q 要控制好)

(二)水力計算：

- 1.利用從斷面圖，再配合各圳路構造物建設之需要情形，可定出設計線，水路中心之計畫高，及坡度 (S)。
- 2.根據橫斷面圖，及該圳路流量 (Q) 可定出內面工底寬 (b)，利用等速渠流之公式，求  $\frac{Qn}{b^{5/3} s^{1/2}}$  之值，查表，可得 h/b 值，由是，h 之值算出，其中 n 是粗糙係數，一般混凝土內面工 n=0.014，漿砌塊石內面工 n=0.025，磚砌 n=0.015，由已知之 h，列出 A. P. R. D 等水力要素以供設計內面工高度之參考。效舉一例說明：

Q=0.096 CMS b=0.4Λ，漿砌塊石，其坡度

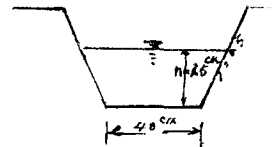
為 1:0.5 n=0.025 S=1:200

則  $\frac{Qn}{b^{5/3} s^{1/2}} = \frac{0.096 \times 0.025}{0.4^{5/3} (0.005)^{1/2}} = 0.391$  查表

$\frac{h}{b} = 0.614$

$h = 0.2456 \approx 0.25 \Lambda$

$F = 0.15 \Lambda$



$A = (0.40 + 0.25 + 0.40) \times 0.25 \times \frac{1}{3}$   
 $= 0.13125 \Lambda^2$

$P = 0.959$

$R = 0.137$

$r = 0.750$

$Q = 0.096$  (O. K)

$D = \frac{A}{T} = 0.202$

- 3.由上項求得之 A, P, R, D, h 值，再假設所需內面工之厚度及 W/C，可得一完整設計圖如

圖五。

(三)土方之計算：

1. 橫斷測量所繪得之橫斷面圖，以水中心為基準，及縱斷面圖所定之挖深，填高之情形（渠底），套繪標準設計之（內面工）斷面於圖上，然後計算挖填之土方，如圖五、六所示。
2. 效舉一例：某大排渠道工程0+625~0+939.30部份如表 8~10。
3. 計算得之土石方數量，再來以各類其基本單價，可得挖填土方之工程費。

(四)其他灌排構造物之設計，如涵洞 (culvert)，倒虹吸 (Inverted Siphon) 渡槽 (Flume) 跌水工 (Drop) 分水工 (Division works) 等，皆按美國墾務局之設計標準來設計，在此不予贅述。

(五)單價分析及工程估價之計算法如后之表

A. 基本單價分析 (按水利局標準)

一、基本工資

普通工 85 元 牛車工 300 元 坑工 180 元  
半技工 95 元 技工 115 元

二、土方單價

1. 普通挖方，平均高度 1.20 呎 (普通土)  
純挖 0.125 工/呎<sup>3</sup> 裝卸 0.06 工/呎<sup>3</sup>  
搬運 (超運平均 20 呎) 0.08 工/呎<sup>3</sup>  
即  $(0.125+0.06+0.08) \times 85 = 22.50$  元/呎<sup>3</sup>
2. 水中挖方，平均挖深 0.5 呎  
純挖 0.633 工/呎<sup>3</sup> 裝卸 0.08 工/呎<sup>3</sup>  
超運 (20 呎) 0.08 工/呎<sup>3</sup>  
即  $(0.633+0.08+0.08) \times 85 = 67.40$  元/呎<sup>3</sup>
3. 權度平均單價  
 $22.5 \times \frac{2}{3} + 67.4 \times \frac{1}{3} = 37.47 = 37.5$  元/呎<sup>3</sup>
4. 挖基土 以普通土挖方加斷面整修工資  
即  $22.50 + (0.08 \times 85) = 29.30$  元/呎<sup>3</sup>
5. 填方  
純挖 0.112 工/呎<sup>3</sup> 裝卸 0.06 工/呎<sup>3</sup>  
搬運 0.08 工/呎<sup>3</sup> 整平夯實 0.12 工/呎<sup>3</sup>  
即  $(0.112+0.06+0.08+0.12) \times 85 = 31.60$  元/呎<sup>3</sup>
- (6) 挖填方  
純挖 0.125 工/呎<sup>3</sup> 裝卸 0.06 工/呎<sup>3</sup>  
搬運 0 整平夯實 0.12 工/呎<sup>3</sup>  
即  $(0.125+0.06+0.12) \times 85 = 25.90$  元/呎<sup>3</sup>
7. 回填方  
純挖  $0.125 \times \frac{1}{2} = 0.0625$  工/呎<sup>3</sup>  
裝卸 0.06 工/呎<sup>3</sup> 整平夯實 0.12 工/呎<sup>3</sup>

即  $(0.0625+0.06+0.12) \times 85 = 20.60$  元/呎<sup>3</sup>

三、砂石單價

1. 洗砂

- (1) 砂石之購買視時價而定，假設 60 元/呎<sup>3</sup>
- (2) 卡車搬運 (設 4 km)  
 $2.30 \times 4.0 \times 1.50 = 13.80$  元/呎<sup>3</sup>
- (3) 卡車裝卸  $0.08 \times 85 = 6.80$  元/呎<sup>3</sup>
- (4) 牛車搬運 (設 400 呎)  
 $300 \div (19 \times 0.7) = 22.56$  元/呎<sup>3</sup>
- (5) 人工搬運及裝卸  
 $(0.11 \div 0.04) \times 85 = 12.75$  元/呎<sup>3</sup>  
小計  $60.0 + 13.80 + 6.8 + 22.56 + 12.75$   
 $= 115.91 = 116.0$  元/呎<sup>3</sup>

2. 塊石 設平均運距 4.5 km 牛車搬運 400 呎，人工搬運 60 呎

- (1) 採取 普通工  $0.5 \times 85 = 42.5$  元/呎<sup>3</sup>  
坑夫  $0.16 \times 180 = 28.8$  元/呎<sup>3</sup>
- (3) 卡車搬運費 (含裝卸費)  
 $2.30 \times 4.5 \times 1.6 + 0.22 \times 85 =$   
 $35.26 = 35.30$  元/呎<sup>3</sup>
- (3) 牛車搬運  
 $300/19 \times 0.65 = 24.29$  元/呎<sup>3</sup> - 24.30 元/呎<sup>3</sup>
- (4) 人工小搬運  
 $(0.19 + 0.08) \times 85 = 22.95$  元/呎<sup>3</sup> = 23.00 元/呎<sup>3</sup>  
合計 153.90 元/呎<sup>3</sup> 154.00 元/呎<sup>3</sup>  
(若需開炸塊石，再加 105.00 元/呎<sup>3</sup>)

3. 碎石 由塊石壓碎篩分為  $\phi 1\frac{1}{2}$ " 碎石時，損耗為 15%

碎石機工率 25 呎<sup>3</sup>/hr，單價 700 元/hr  
則單價為  $(154 + 700/25) \times 1.15$   
 $= 197.80$  元/呎<sup>3</sup> = 198 元/呎<sup>3</sup>

三、紅磚單價

- 擬以牛車直接搬運，平均運距 1200 呎
- (1) 牛車每日可運 9 次，每塊  $300/9 \times 350 = 0.095$  元
  - (2) 人工小搬運  $3.13 \times 0.1 = 0.313$  工/千塊  
即  $0.313 \times 85/1000 = 0.027$  元/塊
  - (3) 紅磚購買 1.2 元/塊  
合計  $0.095 + 0.027 + 1.20 = 1.322$  元/塊

四、水泥運費

- (1) 大搬運 (包括材料費 80 元/包)  
 $80 + 14.9 + 2.10 = 97$  元/包
- (2) 工地大搬運 2.3 元/包

(3)工地小搬運 1.1 元/包  
計 100.4 元/包

五、鋼筋運費

(1)大搬運 (包括材料 14,000 元/Ton)  
14,000 + 875.95 + 44.8 = 14,920.75 元/ton  
(2)工地大搬運 52.2 元/ton  
(3)工地小搬運 21.3 元/ton  
計 14,994.25 元/14,990.00 元/ton

六、鋼筋加工 1,600 元/ton

七、租路及整理費

長度合計 3,000 呎  
牛車使用寬度 3.00 × 3,000 = 9,000 呎<sup>2</sup>  
每 呎<sup>2</sup> 地上物補償費 3.00 元  
計 3,00 × 9,000 = 27,000 元/金

八、既設物拆除費

混砌石拆除 50 元/呎<sup>2</sup>  
混凝土 600 元/呎<sup>3</sup>

九、拌合機損耗及租金 28 元/呎<sup>3</sup>

十、樹木砍伐費及坡面整理 15 元/呎<sup>2</sup>

十一、放樣及坡面整修費 0.5 元/呎<sup>2</sup>

十二、模型加工及組立

(1)普通模型 100.0 元/呎<sup>2</sup>

(2)清水模型 (加防水三夾板) 150.0 元/呎<sup>2</sup>

十三、排水費，鹽工房租用費，水泥倉庫及工寮租金，瀝壽鋪設費等等。視時價及所需之場地大小，租用日數而定。

B. 基本單價分析完後，須作混凝土骨材調查及試驗、其表格如後：

表 六

細 骨 材					粗 骨 材					
篩 號	個 別 停 留 重 (g)	個 別 停 留 百 分 數 (%)	累 積 停 留 百 分 數 (%)	應 具 級 配 (累 積 停 留 %)	篩 號	個 別 停 留 重 (g)	個 別 停 留 百 分 數 (%)	累 積 停 留 百 分 數 (%)	通 過 百 分 數 (%)	應 具 級 配 (通 過 %)
No. 4	4.6	0.45	0.45	0~ 5	3"	0	7	0	0	
No. 8	101.0	9.78	10.23	10~ 20	1 1/2"	730	9.20	9.20	90.8	
No. 16	108.0	10.46	20.69	20~ 40	1"	3240	40.83	50.03	49.97	
No. 30	214.0	20.72	41.41	40~ 70	3/4"	2963	37.04	87.37	12.63	
No. 50	336.0	32.54	73.95	70~ 83	1/2"	1003	12.64	100	0	
No. 100	242.0	23.44	97.39	92~ 98	3/8"	0	0			
底 盤	27.0	2.61	100.0	89~100						
細 率			24.4							

有機物顏色試驗	較標準液為淡	漲比重 (飽和表面乾)	2.70
泥土塊量	0%	吸水性	4.65%
漲比重 (飽和表面乾)	2.63	表面水	2.04%
吸水性	2.00%	單位體積量 (鬆方)	1.420 kg/M <sup>3</sup>
表面水	1.60%		
通 過 No. 200	0.22%		
單位體積量 (鬆方)	1.440 kg/M <sup>3</sup>		

C. 混凝土骨材調查試驗完妥，乃著手計算混凝土之配料下有一算例 (W/C = 0.708)

表七 混凝土配料計算表

- (1) 由第一表選定每袋水泥應需水量為 35.4 公斤即水灰比為 0.708
- (2) 由第二表選定適宜之塌陷量為 3 吋
- (3) 由第三表選定有大石徑為 1 1/2 吋
- (4) 由第六表查得砂之百分數為 4.206 及每公方混凝土所需之水量為 179.6 公斤

$$\text{水泥袋數} = \frac{179.6}{35.4} = 5.07 \text{ 袋/公方}$$

根據第 表之附註，每公方混凝土拌和水量應增加或減少 %當，塌陷量增加或減少 時，則每公方  
 用水量應為 (1%) 公斤

水泥袋數 =  $\frac{\text{水泥總重}}{\text{每袋重}} \times \text{袋/公方}$

每公方混凝土中水泥之絕對體積 =  $\frac{5.07 \times 50}{315 \times 1,000} = 0.081$  公方

水之絕對體積 =  $\frac{179.6}{1,000} = 0.180$  公方

每公方混凝土中砂之絕對體積 =  $(1 - 0.081 - 0.180) \times \frac{42.06}{100} = 0.311$  公方

每公方混凝土中石之絕對體積 =  $(1 - 0.081 - 0.180) \times \frac{57.94}{100} = 0.428$  公方

(5) 每公方混凝土中配表面乾砂 =  $0.311 \times 2.63 \times 1,000 = 817.93$  公斤

或每袋水泥配表面乾砂重 =  $\frac{817.93}{5.07} = 161.33$  公斤

每公方混凝土中配表面乾石 =  $\frac{0.428 \times 270}{1,000} \times 1,000 = 1155.6$  公斤

或每袋水泥配表面乾石重 =  $\frac{1155.6}{5.07} = 227.93$  公斤

(6) 水份之校正 每袋水泥 每公方混凝土中

砂中含水量 =  $161.33 \times 1.6/100 = 2.58$  公斤 13.09 公斤

石中含水量 =  $227.93 \times 2.04/100 = 4.65$  公斤 23.57 公斤

濕砂重應 =  $161.33 + 2.58 = 163.91$  公斤 831.02 公斤

濕石重應 =  $227.93 + 4.65 = 232.58$  公斤 1,179.18 公斤

加水重量應 =  $35.4 - 7.23 = 28.17$  公斤 142.82 公斤

(7) 設砂之單位體積重量 = 1,440 公斤/公方 (鬆方)

石之單位體積重量 = 1,420 公斤/公方 (鬆方)

則每公方混凝土中砂之容積 =  $\frac{831.02}{1440} = 0.58$  公方

每公方混凝土中石之容積 =  $\frac{1179.18}{1420} = 0.83$  公方

D. 按測量及水利計算，設計所計算出之數量，乘以一工程預算書則測設工作於焉完成。茲舉一計算  
 各項單價乃得一總價，集合各種工程之總價乃得 例如表 8~10。

表八 土石方計算表

樁號	距離 m	挖 方 m³			填 方 m³			挖填方 m³
		斷面積	平均	體積	斷面積	平均	體積	
0+625	16	8.38	6.63	106.00	3.01	2.64	42.16	42.16
0+642.43	17.43	5.60	6.99	121.84	2.11	2.56	44.62	44.62
0+649.05	6.62	3.98	4.79	31.71	0.47	1.29	8.54	8.54
0-655.66	6.61	4.43	4.21	27.80	1.00	0.74	4.86	4.86
0+690.00	34.34	8.70	6.57	225.44	0.00	0.50	17.17	17.17
構造物								
0+720.00	—	0.74	—	—	0.84	—	—	—
0+750.00 上	30.00	2.84	1.79	53.70	0.84	0.84	25.20	25.20
0+750.00 下	—	2.99	—	—	2.57	—	—	—
0+800.00	50.00	2.73	2.86	143.00	1.79	2.18	109.00	109.00
0+833.87	33.87	2.52	2.63	88.91	0.89	1.34	45.39	45.39
0+839.00	5.13	2.68	2.60	14.12	0.74	0.82	4.43	4.43
0+844.72	5.42	1.68	2.18	11.82	0.68	0.71	3.85	3.85
0+889.30	44.58	2.57	2.13	94.73	0	0.34	15.16	15.16
0+939.30	50.00	3.05	2.81	140.50	0.16	0.08	4.00	4.00

小計 1059.57 324.38 324.33  
 註前一樁 CA 4.87 BA 2.26

其中 0+720~0+939.30 兩岩砌塊石內面工  
 純挖方 735.19

表九 0+720~0+939.30 混凝土砌塊石  
 單價分析 每 m<sup>3</sup> w/c=0.708  $\phi$  max 石類=1½" slump=3"

工 程 項 目	說 明	單 位	數 量	單 價	總 價	附 註	
水	泥	50 kg λ	包	5.07	1.10	5.78	支 給 品
碎	石	1½"~No. 4	m <sup>3</sup>	0.83	198.00	164.34	
砂			"	0.58	116.00	67.28	
技	工		工	0.03	115.00	3.45	
普	工		"	1.30	85.00	110.50	
油	費		公 升	1.50	10.00	15.00	
機 具 損 耗 及 租 金			全	1.00	28.00	28.00	
計						394.15	

每 m<sup>3</sup> 單價計 = 394.20

每 m<sup>2</sup> 砌塊石  $\phi$  30 cm

工 程 項 目	說 明	單 位	數 量	單 價	總 價	附 註	
塊	石	$\phi$ 30 cm	m <sup>2</sup>	0.30	154.00	46.20	
混	土	W/C=0.708	"	0.08	394.15	31.53	
1:3 水 泥 漿			"	0.01	198.00	1.98	
砌	工		工	0.06	115.00	6.90	
普	工		"	0.12	85.00	10.20	
保	費		全	1.00		1.66	
計						98.47	

每 m<sup>3</sup> 單價計 = 98.50

表十 工程預算書 0+625~0+939.30 (題例)

工 程 項 目	說 明	單 位	數 量	單 價	總 價	附 註
純 挖 方	含 水 挖 土	m <sup>3</sup>	735.19	37.50	27,569.63	本 段 無
	普 通 挖 土	"	—	—	—	
純 填 方		"	—	—	—	"
挖 填 方		"	324.38	25.90	8,401.44	
回 填 方	W/C=0.708	"	—	—	—	
混 凝 土	$\phi$ 30 cm	"	138.16	394.20	54,462.67	
混 凝 土 砌 塊 石	50 ka/包	m <sup>2</sup>	760.05	98.50	74,864.93	
水 泥 運 費		包	1080.50	20.4	22,042.20	

小 計

不含特殊構造物

187,340.87 = 187,340

附：工程數量計算

兩岸砌石  $\phi$  30cm (939.30-720) × 1.55 × 1.118 × 2 = 760.05 m<sup>2</sup>

混凝土底 (W/C=0.708)

(939.30-720) × 4.20 × 0.15 = 138.16

水泥(包) 砌 石 760.05 × (0.081 × 5.07 + 0.01 × 10) = 380.03

內面工底 138.16 × 5.07 = 700.47

計 1080.50 包



灌溉排水灌設施之規畫，大都在室外工作，尤其是測量之施行，須具有高度之耐心與信心方能熬日曬跋涉之苦，年輕人所執持者，乃「幹勁十足」，且凡是學土木，水利及農業工程之人員，均需對測量工作嫺熟而精練。回溯昔日在興隆下埔圳測量設計時，因該地處山區，且是新加入水利會之一新灌區，地形圖短缺，需立地繪製，以為築欄河堰之依據。下埔圳歷史悠久該圳之舊迹猶存，為數十年前當地人以人工開鑿之圳路，全長有 4262 公尺，共有七個分汙（分水箱）經過 5 個隧洞(Tunnel) 全圳 2/3 以上是沿山壁開鑿。於該地區測量，驚險萬分，深壑青澗，山路險阻，且雜草叢生，極有「行萬峰之頂」的氣魄，工程師之工作為趨向大自然，「逢山開路，遇水搭橋」其大無畏之精神與苦幹之毅力，夙為一般人所欽敬，良有以也，勉我同道，彼此砥礪，共為國家之建設，多獻一份心血。

——上接第27頁——

- (3) 新建碾米廠設備大都減少篩網組數而增加風鼓數，即具有加強利用風鼓來做選別工作之趨勢。
- (4) 大多數之碾米廠配有兩組礮谷機，使用 10' × 10' 橡膠滾筒。
- (5) 本次調查 28 家碾米廠之結果在各碾米廠之總馬力數 (X) 與其每小時加工糙米噸數 (Y) 之關係式為  $Y = 0.4805 + 0.1833X$ ，其相關係數  $r = 0.6248$ 。半數以上之碾米廠之馬力數超過 11 馬力。
- (6) 各農會碾米廠每年加工稻谷時間不長，且都屬斷續加工性質，機械之利用率較低，維護也較難。

## 六、參 考 文 獻

1. 李慶餘、廖武正 1973 臺灣農會「政府委託業務」營運之

本文之纂寫，承恩師易任教授之鼓勵啓迪與斧正，中華農工技術顧問公司正工程師陳繼明先生之多方提供資料與指導，於此謹致最高之謝忱。

## 參考資料及書目 (Reference)

1. 明德水庫工程計劃報告 水利局叢刊之二十二號 五十二年八月
2. 新苗水利會六十五年度水利專款分配計畫報告
3. 中華農工技術顧問公司灌排設計報告書
4. 渠道水力學(上) 易任教授
5. 灌排系統構造物之設計 洪有才
6. 測量學講義 臺大農工系吳銘塘副教授
7. 測量實習 楊顯祥
8. 排水工程講義 臺大農工系施嘉昌教授
9. 灌排設計 邱裕祿
10. 高等水文學講義 易任教授

研究，中興大學農經研究所。

2. 盧福明、蘇昭山 1976 礮谷機之研究 I. 現階段農會新建礮谷設備流程之分析。農業工程學報 22(4):14-19.

## 摘 要

有關農會碾米機械之調查分析，以往大都偏重於成本分析，本文係從工程觀點，針對碾米機械構造之繁簡來探討新舊碾米機械之異同點並比較其效率。

新建碾米廠每馬力小時之加工能力和碾率較之機齡較久者為高。新建碾米廠具有加強利用風鼓進行選別工作之趨勢。大都數之碾米廠裝置有兩組礮谷機，使用 10' × 10' 橡膠滾筒。

## Summary

An investigation of 28 rice mills of different types and machine ages owned by local farmers' association was carried out in Summer of 1976.

There is an increasing trend of applying aerodynamic separation in the new-build rice mills. Both of the milling capacity and yield are found lower in the rice mills built over 20 years ago. Types and number of sets of the processing units such as the husker, fanning mill and others are also analyzed in this paper.