

年

卷

期

11

3

第

第

中華民國二十五年九月四日

E16



# 第十一卷 第三期

中華民國二十五年九月

## 要 目

- 流量比率曲線與黃河在潼關最大流量之探討
- 土力學試驗之實例
- 佛勒斯諾灌溉區參觀記
- 中國河渠書提要【三】

## 附 錄

- 魏凱致李會長函
- 方修斯公子致李會長函

(國立北平圖書館藏)

# 中國水利工程學會

總幹事通訊處：

杭州南城腳下六號

出版委員會通訊處：

南京梅園新村三十號

## 董 事 會

李儀祉	張含英	陳懋解	須 愷	李書田	沈百先	張自立
孫輔世	汪胡楨	陳洪恩	徐世大	彭濟羣	高鏡堃	許心武
鄭肇經						

## 執 行 部

會 長 李儀祉      副會長 李書田      總幹事 張自立

## 特 種 委 員 會

出版委員會	汪胡楨(委員長)	顧世楫	李儀祉	張含英	周鎮倫
		武同舉	高鏡堃	戴 祁	鄭肇經
		須 愷	許心武	張 炯	孫輔世
		蔡 據			
職業介紹委員會	須 愷(委員長)	孫輔世	宋希尚	李書田	陳懋解
會員委員會	陳洪恩(委員長)	洪 紳	陳澤榮	徐世大	蕭開瀛
會所委員會	陳懋解(委員長)	須 愷	汪胡楨		
基金保管委員會	李儀祉(委員長)	張自立	孫輔世		

## 機 關 會 員

建設委員會 江蘇省建設廳 導淮委員會 華北水利委員會 永定河河務局 中央大學 唐山工程學院 河北省建設廳 浙江省建設廳 揚子江水利委員會 山東省建設廳 陝西省水利局 河北工業學院 浙江省水利局 建設委員會模範灌溉管理局 北洋工學院 南京市工務局 全國經濟委員會水利處 黃河水利委員會 湖南大學 浙江大學 廣西省政府經濟委員會 全國經濟委員會水利委員會 福建建設廳水利總工程處 全國經濟委員會江漢工程局 廣東國民大學

## 本刊國外通信編輯

(美國)	黃文熙	張光斗	(荷蘭)	李丕濟
(德國)	陳克誠	薛履坦	(安南)	粟宗嵩
(英國)	孫士熊		(印度)	王鶴亭

商務印書館出版

# 水利及河港工程學

## 水力學

(大學叢書)

一册精裝三元二角

平裝二元二角

張含英著 著者現任黃河水利委員會兼秘書長，本書討論水力學中之一切根本原理，并略述其在工程上之應用。文字力取簡明，理論務求賅備，都凡十餘萬言，插圖二百餘幅，并詳列參考書名各種單位對照表及公式之圖解方法等。誠學校中之良好教本，工程師之參考指南也。

## 農田水利學

沙玉清著 一册一元四角

本書共六編：(一)基本的知識，(二)灌溉，(三)排水，(四)放淤及洗碱，(五)墾澤，(六)農田水利的事業。凡關於農田水利技術之原理，應用之方法，以及我國農田水利事業將來發展之途徑，莫不縷述無遺。附圖二百餘幅，所有計算公式，均一一舉例詳為解釋，為本書最大之特色。作為農業水利專科學校教本，至為適宜，並可供熱心農田水利事業者參考研究之用。

## 灌溉

(工學小叢書)

馮維著 一册一角五分

本書首論灌溉之水源及灌溉用水之品質，次論取水、蓄水、輸水、配水諸設備，再論灌溉水壓及過量之害，末後則討論灌溉法律及經濟方面之問題，言簡意賅，極切實用。

## 河工學

(大學叢書)

精裝一册四元

平裝二册三元二角

鄭肇經著 著者曾從德國特萊司登大學教授恩格司氏 (Engelke) 研究水利，回國後任河海工科學教授多年。恩氏為世界著名之治河專家，在河工學理方面發明甚多，著作亦極豐富。著者曾親承恩氏教益，本書內容多以恩氏學說為本，並旁參中外水利名著及我國治河理論與實例，摘精華以期完備，選擇專門名詞，亦頗審慎。後附錄河工模型試驗概要一篇，全書內容豐富，堪充大學教材。

## 河工

(工學小叢書)

馮維著 一册五角五分

## 水力學

(工學小叢書)

王壽寶編 一册五角

## 水力機

(工學小叢書)

蔡昌平著 一册三角五分

## 實業計劃水道要論

(小叢書) 一册五角

陳源楷著 總理「實業計劃」一書，關於山水統系尚缺簡明瞭潔之書，學者皆探索之煩，而難得其要領。本書以山系及水道為綱，詳為敘述，更旁及於氣候、土宜、交通、經濟，而於國境河流之歷史及海岸港灣之形勢，莫不瞭如指掌。其關於水道改良計劃，并多徵引近代名家意見，折衷於總理之言，全書統分三編：(一)流域概論，(二)流域各論，內容宏博，體裁新穎，尤稱傑作。



# 華安合羣保壽公司

總公司  
上海靜安寺路  
各省各埠及國外洋南等處共百餘處

## 爲各界服務

查人壽保險爲社會進步之合作事業亦個人經濟家庭生計之唯一保障歐美日本諸先進國且藉此集中民間資財以充實國家經濟力量故國勢強盛我國外侮日逼民力凋敝若非積極謀經濟之充裕不足以抗強敵而欲謀經濟充裕又非提倡人壽保險不爲功蓋壽險事業有集中資財之効力也

本公司爲國人自營之唯一保壽公司創立於民國元年慘淡經營規模具備聘請專家辦理各種人壽保險頗蒙社會讚許如荷

各界以保壽事項見詢或惠予投保無不竭誠歡迎

上海總公司  
電報「羣」五〇二八  
電話九四〇〇七六

上海

西門子電機廠

本廠代表世  
界馳名之德  
國鋼鐵聯合  
公司承辦各  
種最優等鋼  
鐵材料並供  
給各種電  
機電器  
電料管子  
及著名賴生  
鋼板樁等



一卷至十卷

水利月刊合訂本發售

自創刊號起至二十五年六月止每卷一冊用沖皮脊包角布面  
燙金裝訂高5公分闊19公分每卷實價國幣三元郵費在內存  
書無多欲購從速

中國水利工程學會出版委員會總發行

南京梅園新村三十號

我國水利書之鉅製

# 重印 正續行水金鑑 開始預約

在各種建設中，惟有水利工程為具有長久歷史的。行水金鑑為吾國水利工程惟一的史書，上自遠古，下逮清代，源源本本，贖舉無遺。研究水利工程者不可不備此一書。原書傳本已稀，木板書多至數百冊售價已在三百元以上。今由本會托上海商務印書館重印，廉價出售，以期普及。

1. 本書用五號鉛字上等道林紙印刷高市尺五寸二分寬三寸五分全書共約一萬面凡五百萬言
2. 預約本書每部二十元（外加郵費國內二元國外二十元自取者免）預約本書者請將書費及郵費一次繳付本會出版委員會出版時即按址寄奉
3. 預約本書以本會會員為限如非會員應由會員介紹
4. 本書定本年九月底出書一次出齊
5. 本會永久會員於本年九月底以前付清永久會費者贈送一部但郵寄國外者郵費自理
6. 由各地上海銀行滙款至出版委員會者免收滙費

## 預約本書辦法

中國水利工程學會出版委員會啓

南京梅園新村三十號

## 論文委員會啓事

貴會員台鑒逕啓者本會第六屆年會已定於本年雙十節在西安舉行宣讀論文爲年會會程中重要節目亦本會研究能力之唯一表現惟查會員論文之可貴在乎作者之普遍與實之質精彩苟能人人憑積年之心得作一報告則尤足以發揮研究之精神而促學術之進步本委員會有鑒於此故對於本屆論文除長篇鉅製以外尤盼每一會員均作一短文報告平時工作上所遇富有研究趣味之問題所有論文均請先將題目見示並於會期一個月以前將稿寄交本會以便付印此頌

著祺

中國水利工程學會第六屆年會論文委員會謹啓

委員長 汪胡楨

委員 顧世祺 張含英 周鎮倫 高鏡堃

須愷 許心武 孫輔世 蔡振

陸士基

# Hydraulic Engineering

The Journal of The Hydraulic Engineering Society of China.

Vol. XI

September, 1936

No. 3

## CONTENTS

- Editorial by Mr. Woodson Wang ..... P. 122
12. Flood Discharge and Rating curve of the Yellow River at Tung-Kwan,  
by Mr. P. K. Yang ..... P. 123
14. Practical Soil Mechanics at Muskingum. (Chinese translation) by  
Messrs. T. T. Knappen & R. R. Philippe ..... P. 127
15. Visit to the Fresno Irrigation District, by Mr. Q. T. Chang ..... P. 159
16. Review of Chinese Classics on Rivers and Canals-III by Mr. N. W.  
Mao ..... P. 172

---

## Appendix

Letters by Messrs Han Weicker & Klaus Franzius

---

Editor, Woodson Wang; Circulation and Advertising Manager N. L. Hsu. The "Hydraulic Engineering" is Published Monthly by the Hydraulic Engineering Society of China 30 Plum Garden, Nanking, China. Yearly Subscription Payable in Advance China \$2.40 Elsewhere, \$ 3.60 (Chinese Currency). Single Issues. \$0.20 Special Numbers at Special Price.

# 水 利 月 刊

第十一卷 第三期

中華民國二十五年九月

## 目 錄

本刊文責由著者自負

編輯者言（汪胡楨）	122頁
13 流量比率曲線與黃河在潼關最大流量之探討（楊炳堃）	123頁
14 土力學試驗之實例（段幹，王永鎮合譯）	127頁
15 佛勒斯諾灌溉區參觀記（張光斗）	159頁
16 中國河渠書提要【三】（茅乃文）	172頁

## 附 錄

魏凱致李會長函	184頁
方修斯公子致李會長函	186頁

## 編 輯 者 言

1. 流量比率曲綫爲表示流量與水位關係之曲綫，故首當假定河川近于等速流，次當假定水面比降河流剖面糙率等均有合乎規律之演變，庶流量與水位間有合理的規律可循。苟背乎此理，則此曲綫即失其根據。每見世人貿然將此曲綫延長，以求洪水量，其愚蓋猶刻舟以求劍，詳不爲通人所笑。楊君炳堃就黃河潼關實地經驗，以證實曲綫讀數與實際之差異。且其差數乃達百分之五十以上，則昔時推定之黃河洪水流量，是否可恃，實爲一可以研究之問題矣。

2. R. R. Phillippe 氏爲今日土力學權威學者之一，現任美國 Soil Mechanics Laboratory, U. S. Engineer Office, Zanesville, Ohio 之主任。茲與 Engineering Division 組長 T. T. Knappen 合著 Muskingum 土力學試驗實例一文，連載于本年三四月間 Engineering News-record。爲研究土力學者所不可不讀。爰命段王兩君譯登本刊。

3. 張光斗君子美國研究灌溉之暇，參觀灌溉工程甚多，茲先載其佛勒斯諾參觀記于本刊。

4. 方修斯先生逝世，水工學術界失一泰斗，在我國尤失一好友。茲錄魏凱先生及方公子致本會李會長函，俾國人咸知方氏疾革之前兩週，猶拳拳於導淮治黃事業，瀟留之際，稱念中國不置。回顧國人，對於導淮治黃計畫，反漠然視之，使方氏九泉有知，不瞑目矣。悲夫！

# 流量比率曲線與黃河在潼關最大流量之探討

楊 炳 莖

吾人測驗流量，最好以實測為準確，惟以事實所限，大水時反不能實測，不得已乃用浮標比降等法，或取平時測得之結果，製為流量比率曲線，測估其近似值，但黃河變遷極大，小水與大水情形特異，各人心理經驗不同，估計之數，時有歧異，連年黃河決溢為災，治本計劃，急待依據，吾人誠不宜忽視，茲將個人測估情形，筆為此文，或可作關心研究者之小助也。

(一) 先論流量比率曲線 按學理在極規律之河流，可本平時實測水位與流量之關係，作一流量比率曲線，視水位之高低，可大致決定流量之多寡，雖不十分準確，但可極為近似，惟黃河，尤其在潼關之黃河，遷徙無常，淤刷不定，水位與流量，有時竟脫離關係，且小，中，大水時，河床情形及水面坡度，均截然不同，日常所測，朝夕懸殊，且只及於中水位，如取而作為曲線，以估計不同水位及洪水流量，有時竟與實際相差甚遠，例如曲線 2 在未改正前，係根據自八月二十一日至九月六日實測之數所，九月十日早，水位漲至 322.60 公尺，按曲線可得流量每秒 5600 立方公尺，但當日用流速計實測，其結果僅為 4,000.00 秒立方公尺。又查本年八月七日下午一時，水位達 324.48 公尺，彼時用浮標測量為每秒 9,798.00 立方公尺，(詳後) 但用曲線 1,2 讀得之數，可至 18,000 至 18,500.00 秒立方公尺，伸長此線至二十二年最高水位 325.85 時之流量，則達 35,000.00 至 45,000.00 秒立方公尺，二十二年大水時，惜未觀測，惟事後約估，不過 21,000.00 秒立方公尺而已，是知流量比率曲線之



可靠與否，殊成疑問。

(二) 再說断面形勢及最大面積 潼關測流断面，在東門外直對鳳陵渡，先年黃渭洛交匯於潼關上游十五公里之三河口，其後逐漸下移，二十二年大水後，黃河上游由朝邑附近，流經平民城邊，折而西南，至趙渡鎮又一折，轉東南直至潼關，在西關附近與渭河交匯距断面過近，以致河身遷徙無常，河床淤刷不定，惟断面附近，尚能保持平直狀態，兩岸南為潼關護城石堤，北為鳳陵渡膠泥高岸，河幅除小水時可縮窄至 300.00 公尺外，大水時常保持其 800.00 至 820.00 公尺之寬度，断面附近河床，北為亂石，南為膠泥，至相當限度後，即不再冲刷。

(三) 水面坡度 (s) 及河底粗糙系數 (n) 黃河在潼關，上游彎曲甚大，水面坡度甚小，平時恆在 0.0001 至 0.00025 之間，惟在盛漲之時，全断面之水面，恆不一律，(大流處恆較小流處水面為高) 水準測量，以波浪甚大，極不準確，惟據實測有時至 0.00045，n 之值有時尚不及 0.01，似覺過小，平時則在 0.010 至 0.017 之間，但與克特 Kutter 氏實驗天然河流之值，尚不及遠甚，姑參酌陝州所試定之值，假定為 0.013 或相近似。

(四) 進而估算本年及二十二年最大流量 本年八月七日上午十時起水位突漲，下午一時漲至 324.48 公尺，為本年最高紀錄，查考流量曲線，竟顯示每秒 18,000.00 立方公尺之流量，心焉疑之，但用浮標測得水面最大流速，為 4.88 秒公尺，參酌八月四日用流速計實測記載，最大流速每秒 3.58 乘以系數 0.7，約相當全断面平均流速 2.52 秒公尺，乃用系數 0.7 乘 4.88 得 3.42，查得浮標上下断面 (相距 200.00 公尺) 得平均面積 2865.00 平方公尺，以之相乘，得流量 9798.00 秒立方公尺，同時再用比降法計算比較當時以水面坡度，屢測不準，乃折中用 0.00040，n 之值用 0.013 水幕半徑 R 為 3.54，用克特 Kutter 氏公式

$$Q = AV \quad V = C\sqrt{RS}$$

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

代入  $n, S, R$ , 值得

$$C=87.6 \quad V=3.33\text{m/sec}, \quad Q=2900 \times 3.33=9657.00 \text{ c.m./sec.}$$

再用曼般Manning氏公式

$$Q=AV \quad V=\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}=77 \times 2.32 \times 0.02=3.58\text{m/sec.}$$

$$Q=2900.00 \times 3.58=10382.00 \text{ cm./sec.}$$

三數比較,可知本年最大流量約 10,000.00 秒立方公尺,倘取三流速數而平均之,得 3.44 秒公尺,假定河正漲時,河床漸刷深,面積加為 3,200.00 平方公尺,則流量可估為 11,000.00 秒立方公尺,考之龍門約 6,000.00, 華州約 3,500.00 汾洛及華山各峯約 1,500.00 之總數,尚相近也。

復次,吾人按面積曲線,知水位達 325.85 時,面積為 4,100.00 平方公尺,二年前河床稍低,估面積為 4,500.00 方公尺,用克特氏公式知

$$V=4.23\text{m/sec.} \quad Q=4500.00 \times 4.23=19035.00\text{c.m./sec.}$$

倘面積估為 5,000.00 平方公尺,則二十二年最大流量可估為 21,000.00 秒立方公尺。

本年及二十二年之最大流量已如前述,如按照曲線顯示之數,則以面積不能再十分加大,流量之增加,完全依照流速之增大,則全斷面平均流速,將達 6 至 9 秒公尺,其正溜水面流速,每秒將達 9 至 13 公尺,若然,則洪水波之推進,三小時即可及陝州,考之實際,殊不然也。兩年來比較曲線與實測數值之結果,摘作如下表。

年 月	份 日	二 十 三 年			十 四 年		備 考
		七月廿七日	七月廿九日	八月三日	九月十日	九月十七日	
流量 c.m./sec.	曲線讀數	3 600.00	3,200.00	4,400.00	5 600.00	4 200.00	
	實測數	2,496.00	1,988.00	3 052.00	4 000.00	3 100.00	

觀上表,吾人可得一關係系數,即以曲線讀得之數,除小水時期外,

水位在 323.00 公尺以上,乘以系數 0.7, 在 324.00 公尺以上,乘以 0.6, 在 325.00 以上,乘以 0.5,則極相近,其然乎?願質之高明。

## 禹 貢

(半月刊)

編輯者：顧頡剛 馮家昇

第五卷 第十一期(回教與回族專號)

民國二十五年八月一日出版

中國回教與成達師範學校	馬松亭阿衡
三十年來之中國回教文化概況	趙振武
回教民族說	金舍堂
回族回教辯	王日蔚
創建清真寺碑	日本桑原鷹著 牟潤孫譯
從怛邏斯戰役說到伊斯蘭教之最早的華文記錄	白壽彝
十三世紀前中國海上阿拉伯商人活動	德國夏德等著 安文倬譯
說陝甘「回亂」初起時之地理關係	單化普
陝甘劫餘錄	單化普

【本期定價三角】 價目：每期零售洋貳角。預定半年十二期，洋一元伍角，郵費一角伍分；全年二十四期，洋三角，郵費三角。國外全年郵費二四元角。

發行者：北平成府蔣家胡同三號禹貢學會

# 土力學試驗之實例

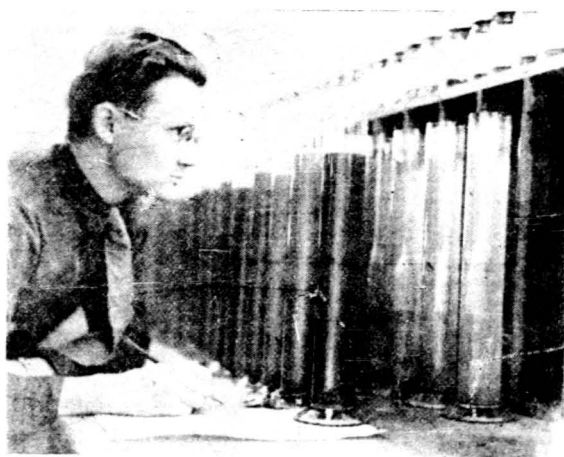
## 馬斯金加姆(MUSKINGUM)之實驗土力學

T.T. Knappen與R.R. Philippe著

段幹 · 王永鎮 · 合譯

### 一 合理研究之根據

馬斯金加姆河谷防洪土壩之設計問題,多根原於其流域內之地質狀況。其西北為一冰川遺留物地帶;中間為冰川沖洗物地帶,其東南



圖一 Muskingum 土力學試驗室內景  
用各種 Hydrometer 以測定密度



特山 (Pleasant Hill) 三壩，大部皆建築於冰川遺留物之上，其基礎均具有適當之堅實與不透水性。除在查理茲密爾壩基礎之下，曾將近代所填積之缺乏結實性淤泥，挑掘移去之外，此三壩均係建於冰川境內，雖其主要建築物，從土壤之情形觀之，比較簡單，然其較小建築物，因皆建立於近代沉澱之泥炭之上，其深約有二十呎左右，此則為吾人最感困難之問題也。

(二) 菩里發爾 (Bolivar) 俾赤城 (Beach City) 及摩豪克 (Mohawk) 三壩，皆係建於冰川沖洗物地帶之內，此為沿冰川境界東南方之一長條地帶，此種基礎之性質，為極易透水之潔沙與砂礫，其深約在河谷下一百至一百二十呎左右，其表面則非此種極易透水之物，乃覆以極薄之沙狀淤泥。計劃壩身之時，該處地層之滲透程度，必先確定，而後依滲透之大小與作用以作設計之根據，庶能免壩身建築物發生不安定之影響。

(三) 其他各土壩，均係建於阿勒亨奈高原之內，其基礎均含有缺乏結實性之淤泥與黏土，深度約從五呎至七十呎之間，下層多為細砂或他種安定之沉澱物。普通言之：在壩身重量負載之後，其基礎之安全，仍有問題；縱然此處之淤泥與黏土比較尚淺，其滲透作用，又常加以研究。利斯維拉 (Leesville) 塔班 (Tappan) 與克雷得林 (Clendening) 三壩皆屬此類，而彼德蒙特 (Piedmont) 與塞利卡發爾 (Senecaville) 壩在安定一方面已發生問題。威爾士克利壩 (Willscreek) 則發生兩方面之問題，一部份為壩身建立於透水砂礫之地，而其他部份為建立於第二期填積之泥沙與黏土，即現今河床之填積物之上。

由以上之情形觀之，在使防洪之能得到有效力之程度，而決定建壩之地址以後，土壤之初步踏勘，為設計之第一步工作，踏勘測量可使各種不相同之極限重力問題，易於覺察，而為決定計劃之用。其顯著之事實：為缺乏結實性之淤泥黏土而成之基礎，在負載壩身重量之後，皆因所受剪內力過大，而致破壞。例如：拉法夷脫 (Lafayette) 壩建築之演變，

與密士失必河低地建築高堤時，此種情形已常見不鮮。倘因某地基將有失敗之危，致棄而不用，勢必耗費過大。反而言之：若必待能擇得一堅定可靠，且適合於設計之基礎時，然後建壩於此，雖其安定可無問題，而建築物之費用，必將無必要之增加矣。

內有建立于透水基礎上之二壩，建築高大。其一為摩豪克壩，高達一百一十五呎，或能稱為一切砂礫基礎上之最高建築。若不計及基礎之透水性，此種建築物完成之後，亦難擔保無虞。且壩身材料又係各處皆異。當建築溢水道與出水孔等時，所需挖掘之泥土，綿長達數兆碼；可利用之以為建壩之用。是則泥土之特性，自先應完全明瞭諳練，庶使計劃能達於完善，而施工時之規範，亦得藉以預定之。

由此觀之：可知計劃之最初步，則為能通澈應用最新發展之土力學理；再加以需要之高深研究，使所得結果，愈能詳盡。則以此為根據而設計之壩，必能安定與經濟。欲達到此目的，土力實驗室之成立，在所必需。詳言之：可分述其設備於下：(一)分析土壤與其分類能迅速完成，此為一切其他研究之基本工作。(二)測定未受擾動之基礎樣品，與以築壩材料造成模型之滲透性。利用適宜之設備，能以模型之試驗，研究任何特殊問題。(三)測定未受擾動基礎樣品之結實性及其剪割力。以築壩材料造成之模型，亦當作相同之試驗。(四)研究築壩材料之結實性，與測定築土時所需要之濕度。

有土力實驗室之為用。可從實地與室內作土壤之初步之研究，根據其結果，以決定某地點之是否合於築壩。且可藉以擬定一能符合安定條件之初步計劃，即指以全部建築之挖掘情形及其基礎狀況，而擬定為估計之用之初步計劃。

#### 獲得實地樣品之初步工作

鑽驗地質，如用包工，則必須明訂：探鑽基礎樣品之法，以用夯入鑽與空心鑽二種為限，鑽孔於不同之地點。下鑽數目之多寡，恆視地質情形之需要為定。如橫過河谷或每橋礮之下，二三鑽已可足夠。夯入鑽所

得之樣品，係用數推進管，在套管之下，驅之而入，使套管下墜與物質上升。空心鑽多用於岩石之地，為雙圓筒錐尖，具有金剛石或合金之小頂。若某地之性質既由初步鑽孔之法，詳細求得，則在最後計劃中可能建立之建築物，亦可推知。若某地為建溢水閘地基之用，研究基礎之範圍，必應擴大鑽孔之數目，亦因之增加。出水門基礎之情形，亦必如是之詳盡。欲得較探鑽更精確之情形與更多之資料，可從借土坑內與河谷內之填積物中，以求之。

在挖掘與借土坑地面以內，下鑽之數目甚多，可以用手鑽器採取之。挖掘時所取得五磅重一袋與一磅重而封於瓶內之樣品，除作土壤分類之張本以外，日後又可供模型之試驗，以定其特性。手鑽之為用，又可藉以詳細考察河谷表面上，天然覆蓋泥土之範圍深度及其普通性質。因其可助以閉塞下層之透水地層之用。封於瓶內之樣品，則為測定該土壤含水量之標本。

着手於某地基礎研究之時，必求獲得一種未受擾動之樣品。此種樣品亦有二式：一種為試驗滲透性之用，一種為試驗結實性與剪內力之用。第一種泥土，在實驗室內之樣品，無須保持其原有之濕度，但求取得樣品之際，勿使其感受擾動而已。第二種樣品，當其入實驗室之際，應使其勿受擾動而且勿變更其原有之水份。故當採集之時，在工場掘得之後，應立即置之瓶內，以石蠟嚴封。以上二者，均為在計劃建壩基礎之地上，挖掘試驗土坑，而獲得之樣品。

#### 實驗室內之土壤分類

桑斯發爾 (Zanosville) 實驗室，土壤初步分類之工作：為土壤濕度之測定，與顆粒大小之分析。此二者之合用，始能知土質之大約式樣與作用。僅以顆粒大小之分析，當不能得知土質結實性之程度，在已知粗糙之飽和土質內，含有水量之多寡，最能為安定與否之表示。直接用以築壩之土，其安定性亦可視含水量之多寡以為斷。

實驗室內於收到樣品之後，即交往分類桌上，土壤技師從封固之





## 初試設計之可能

由利用樣品而得之土壤分類，與測定之每種所含有之水量。依地質學者由研究岩石內部，所測得之狀況，沿計劃建築物之中心綫，作一地質橫斷面圖。此外與壩身軸垂直之各處地質切面圖，亦應繪製。建築分水閘與出水門之地，此種圖樣，亦不可少。

其次為壩身初步設計。壩身初步計劃時，必須設法盡量利用挖掘處所有可用之土質，再以該地借土坑內之最良好之土料，補其不足。至此始可將此計劃中之壩身切面加諸各地質切面之上。因建築物最後之安定，均視壩身與地質之能否結合為一體以為斷。以上從滲透與堅實之觀點所得之一切研究，皆屬直接影響於安定性者也。

依據此種研究可改進壩身之計劃，或為岸坡之改平，或為洩水之較宜，或為從壩身透水層之上，蓋覆薄土一層，延至上方河段，使透水路與水頭間有適當之比率，使基礎之狀況較前更善。若壩身下層全部或一部份，或因透水性過大，或物質不堪負重。在合乎經濟之處置為挖掘此透水或無力之土質，此法亦能改善基礎之狀況。基礎改善又可以混凝土、鋼板樁或土截以增固之。但今後研究上，可將壩身與基礎視為一整體之物矣。

進一步之研究，則需要實地探測之工作較多；以供給所有需用之資料。其目的在求：

(一) 設計中之壩身及其基礎之特性。如滲透性與滲漏及其防止發生穿洞與泥坑之安全設計。

(二) 基礎土質之特性。如：結實性之大小及比率，由壩身重量而生之剪割力，以及基礎具有之抵抗力。

(三) 挖掘地或借土坑之土，用以築壩時之是否適宜，及其使用情形。

以上三者之測定，其設備與方法上之發展，下列三節內，再將敘述及之。

## 二 滲漏使土壤不安定之影響

接續前在馬斯金加姆所作之土壤初步研究，其後感覺關於土岸及基礎中之滲漏，須另作特別之探討。在土壩設計中，關於滲漏之問題，第一為水流量，第二為是種水流使土壩不安定之影響。無害之滲漏量，乃以該壩預計之用途及式樣決定之，自屬顯而易見。舉例以明之，同一滲漏量，在發水力壩中，可非常重要，但在攔洪壩中，則幾無影響。

在馬斯金加姆之水庫計劃，首要用途乃在治理洪水，雖在數種情形下，大量之蓄水貯藏，亦曾建議，但即在是等情形下，所蓄水之價值，並不甚大，除為建築安定計，並不須有限制基礎中水流滲漏之繁重設備。尤有進者，事實上並未有一大蓄水池，在該池中，最小之河流量，不足以補償滲漏之損失者。故此問題可歸結如下：無害之滲漏量，決之於該種流量對於此建築安定之影響。關於管狀滲透之問題，是以最為重要。

### 何謂管狀滲透

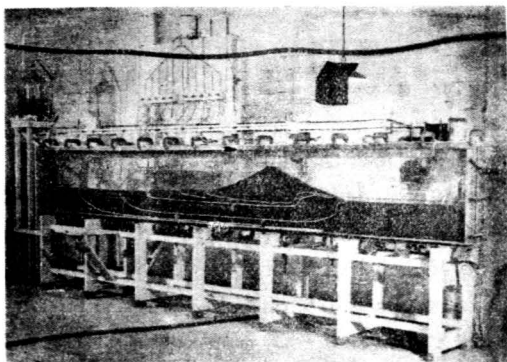
對於如何組成此管狀滲透，有一明確之認識，實為解決此類問題之必備條件。當滲漏水加於土壤上之力，大於土壤之抵抗力時，管狀滲透之現象，即將發生。在無黏性之土壤中，有向上之水流，當每呎水頭之損耗，等於或大於該呎材料浸水中之有效重量時，移動之現象，即將發生。例如每立方呎土壤之重量為一二五磅，其鬆性為〇、四一，浸水中時之重量為六二、五磅，故假定有一呎之水頭損耗，在直立方向經過此呎之建築，水力即等於六二、五磅，是已達平衡狀態，移動隨時即可發生。是故有向上之水流，而水坡又如上述時，管狀滲漏即可發生。循此理推論之，在某種固定情形下，苟滲透之途徑，有足夠之長度時，管狀滲漏可不致發生。

土岸中水流之情形，在達捨 (Darcy) 定則中，表達之如下： $Q=kiA$ ，此處  $Q$  為  $t$  時內之水流量； $k$  為滲透係數； $i$  為水坡，以在滲透途徑全長上之水頭損耗計之； $A$  為水流之表面面積。用此法以求滲漏，自必須

用數學上之方法以解決之。在事實上，此種解法之發展，尚僅限於同性質均勻之材料。此種情形在馬斯金加姆計劃中，並不存在。惟幸而此問題之解法，可以模型試驗使之簡單化，僅須應用若干相當之相似律即可。

#### 滲透係數之試驗

關於滲透問題，欲得一解決，首須決定在實在建築之土岸及基礎中，每種材料之滲透係數。在此計劃中，此種係數係應用水頭降落滲透



圖四 用染料以示在模型壩中水流滲漏之情形。圖中於一十四呎長玻璃側面之試驗水壩中注染料所示滲漏，可知在土岸及基礎中俱有水滲漏。

計 (Falling-head Permeameter) 之原理決定之。此法係先在模型樣品上，建立一水頭，確定其尾水之水平面。因而造成水流經過此材料樣品之情形。在已知溫度情形下，上水水面之降落，用時間計之，即供給用以解達捨定則必須之根據。此種式列之解法，可寫作：
$$K = \frac{aL}{At_1} \log_e \frac{H_0}{H_1}$$

此處， $a$  = 立管水櫃之面積， $A$  = 模型樣品之橫截面積， $L$  = 模型樣品之長度， $H_0$  = 最初之水頭， $H_1$  = 在  $t_1$  時之水頭。

滲透係數，除其他因素外，尚基於所研究土壤之密度及構造。是故為求得實在建築中各種材料之基本滲透係數，須先取得土岸及基礎材

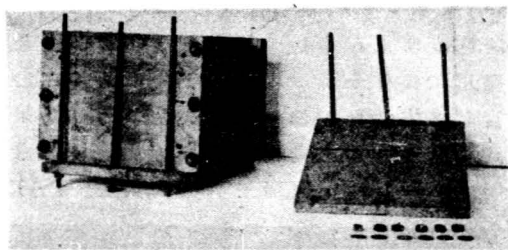
料未被擾動之樣品。因是種試驗之進行，在做土岸之前，為求實在建築土岸之滲透數，僅能先選用材料之預計為用者，做成模型，使成設計中土岸之情形。欲求基礎材料之滲透數，須在真實建築地點，取得未被擾動之樣品，並試驗之以愈近自然界真實情形愈佳。



圖五 土壤岸借材料之滲透係數各型材料用各式之滲透計以決定之

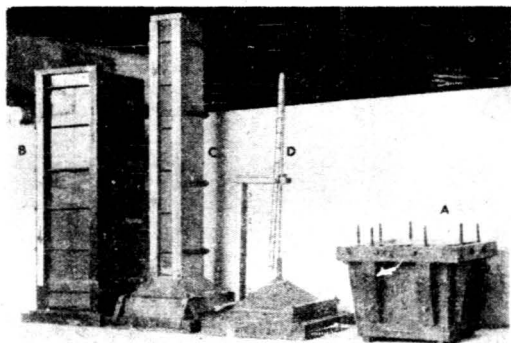
借用材料之模型試驗，係用滲透計試驗之如第五圖所示，其各種式樣，係用以適合各種情形及材料者。在每種情形之下，欲試驗之樣品，先行輕輕搗下，然後使其因毛細管作用而浸透，其後再加一水頭，而開始量其變化。此試驗須反復行之，用數種不同之密度，由此滲透數及密度之關係，可以確定。用空隙比例對滲透數，作圖於對數坐標上，可得一直線。因置於土岸中之材料，已近其粘性限度，此處之空隙比例，即可用以確定其密度。其需要之準確性，視所考慮之情形而定，例如欲決定在透水基礎上不透水土岸之滲透數，其準確性並不須極大，蓋大部之水，流經基礎，該處之水流，乃係須準確決定者也。

欲解決某一特別基礎之問題，其未被擾動基礎材料之真實滲透數，必須準確得到，有如上述。欲得此結果，基礎材料未被擾動之樣品，可用下法取得之：先在該建築地點，掘沉下試驗坑 (Sinking test pits)，用一十二吋平方面積之箱 (見圖六) 置於坑內，掘去其四週之土壤，以使其漸次下沉，因而在箱內，圍住一未被擾動之樣品。將此類樣品帶至試驗室中，依次去箱之各邊，樣品之四邊，則封以石蠟。然後將此樣品，封入一



圖六 從風速中取未受擾動之土質樣品係先放一油於坑底將其四周挖掘因之地下流時圍住一未被擾動之土質核心

二端開口之試驗箱 A 中(見圖七)在此箱之二端,置有砂及細礫石濾

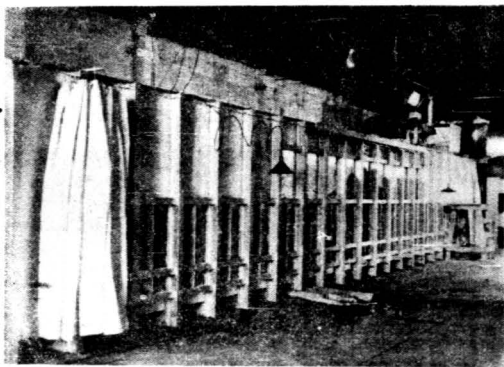


圖七 用立管 B, C 或 D 來表於 A 箱上油內盛土質樣品即成滲透計  
可用以測定未受擾動土質之滲透係數

水器之設備。此箱如是裝好後,乃浸入一盛水之盆中,使為水所浸透,然後再塞入一立管,封於此箱之頂部,管內再盛以水,所用立管之橫截面積,視所試材料之粗細而異,粗者用大管,細者用小管,其差異自一〇〇平方吋至〇・〇六平方吋。試驗時記下立管內水柱降落之速率,求解達捨定則所需之根據,即已得到。

## 滲漏之模型試驗

上述討論，已說明求在達捨公式中滲透係數  $k$  之基本原則。目前達捨公式之應用，在純粹分析法之方式下，尚不能用之於材料不均勻之情形。惟用實驗之方法，此類滲漏可以確定。欲得此結果，應用普通相似律之模型試驗，實為必需。其設備有二種不同之模型水櫃，其一為一面有玻璃隔板之鋼箱，長四十呎，闊三呎，深六呎（見圖八）。其二為玻璃



圖八 有玻璃隔板之鋼箱長四十呎闊三呎深六呎有帶用以作滲漏之巨型模型試驗

側面之水櫃，長十四呎，深二呎，闊一呎半（見圖四）。

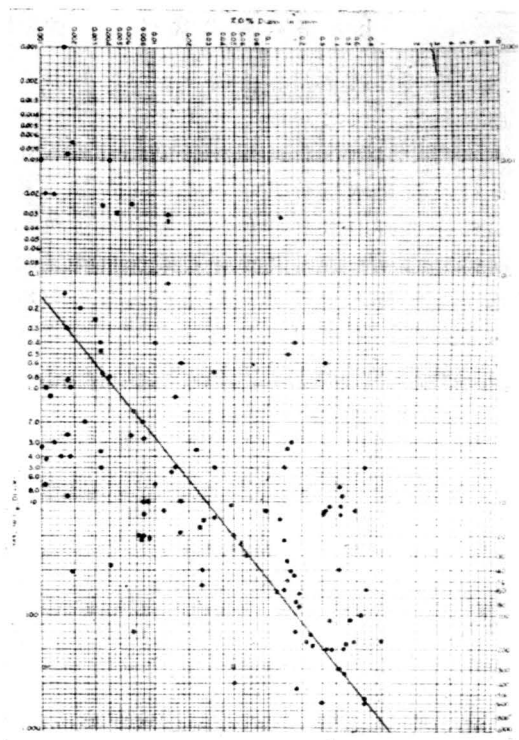
第一種水櫃有氣壓表之裝置，用以測全模型多處之壓力。惟因在此大水櫃中作模型實驗之困難，除極少數情形外，此法常不被採用。此水櫃巨大之容積，須用比較大量之材料，且小心安放此等材料，所需時間與費用俱極巨大，故在大多數情形下，此種水櫃之應用，為不經濟。常因裝置及進行一組之試驗，需時極大，以致所得結果，不復能用作設計之根據。又因研究從此種水櫃所得之結果與從玻璃水櫃模型試驗所得之結果，其最後結果相仿，故大多數之實驗工作，俱以較小之玻璃水櫃行之。

在較小水櫃中裝置模型，用作基礎及土岸之材料，與在自然界之材料及相互間，俱須有相似之滲透數。其  $k$  之值小於  $20 \times 10^{-4}$  每秒公分者，不用於小水櫃中，以免因在此類材料中之毛細管作用，而擾亂其結果。在放置材料於模型水櫃時，其細小者，係用薄層先行輕輕敲搗適合，層復一層，並保持水櫃內水面，約在前一層之平面，賴毛細管作用，而水得升上至剛搗放之層，並擠出其中空氣。其較粗者（粗過六五號篩者）則放於水下，並擾動之以擠出空氣，而得沉澱均勻。水櫃上另裝有一組溢水虹吸管，以保持水櫃中模型上下，正常不變之水面，如圖四所示。此外另裝有設備，以量自模型下方吸出之水量。

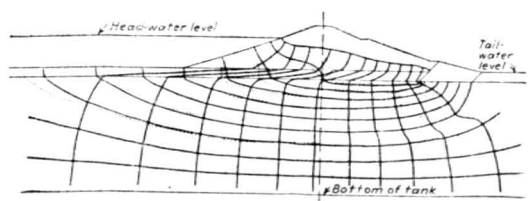
欲為設計之土岸及基礎，作一滲漏特性之研究，其基礎及土岸俱摹仿重演之於模型水櫃中，使其滲透數與自然界中者成正比例。於是苟照預定計劃做去後之自然界情形，完全真實仿演之於此，其度量俱可以比例尺得之。在模型中先造成將在自然界中存在之上水及尾水水面，而用虹吸管裝置，使在全試驗期中，保持此二水面。觀察正在進行試驗之模型，可發見是否在模型中有管狀滲透，或有此傾向，因而可希望其發生於真實建築中。在模型中飽和綫可以染料綫踪跡之，有如後述。惟欲在模型試驗中，求得量的結果，以引用之於真實建築，須先造成一流綫網，庶幾造捨定則可以應用也。

流綫網者，簡單言之，即為自上水至尾水等力綫及相關水流滲透綫之描畫也。等力綫與流綫互成正交，並須畫出後，能得相類之多數矩形。在大水櫃中，壓力綫可直接求得之，已如上述，蓋在此水櫃之鋼板側面上，設有氣壓表之開空也。在狹小之玻璃水櫃中，此法不能行。但流綫可以下法得之，沿水櫃之面，引入染料，然後蹤跡染色經過模型之路徑。圖四即表示沿土岸及基礎等方面上所插染料管，與玻璃面之交截，及染料為滲漏水帶經模型之途徑。以此等染料綫為準繩，塔班壩 (Tappan Dam) 之流綫網可作成如圖十所示。由此流綫網，真實建築之滲漏，可以計算得之。知所用材料之滲透數，及上水尾水之高度，再用下列公式：





圖九 未被擾動土樣之滲透係數試驗結果圖示與平均線之巨大差異



圖十 塔班達模型試驗所定等力線及滲漏水流線之流線圖

$$Q = K_b \frac{N_1}{N_2} H$$

此處  $Q$  =  $t$ 時內之水流量,  $K_b$  = 基本滲透數  $N_1$  = 水流管之數,  
 $N_2$  = 等力降落之數,  $H$  = 淨水頭

除其他各項研究外,爲此計劃,曾取數百未被擾動之樣品,作滲透數之決定。每種樣品必先經過機械分析。經研究後,業已證實百分之二十之容積(即謂樣品中有百分之二十之容積較此爲細)比其他較大之容積,更能表顯出其滲透數,較此更細之容積,亦不能用,因在大多數材料中,百分之二十之容積,如用此處所述之法,已近能迅速選出之最小容積也。

圖九表示一平均曲線,係用此等結果畫出者。有須申明者,即此曲線係多數結果之平均,因之個別之結果,可與此平均曲線相差甚遠。故此曲線僅能用之於下列情形,即用以繪入曲線之百分之二十之容積,係從多數基礎樣品中所得之平均。基此理以往,此曲線對於滲透數之研究,有極大助力。爲初步研究之用,此曲線尤堪推薦。爲最後之探討,則苟能取得未被擾動之材料樣品,以實地求得其滲透數爲宜。用此曲線求得之滲透數,與從試驗坑抽水試驗計算所得之結果相核對,二者之值極相近也。

與其他爲摩豪克壩 (Mohawk Dam) 研究同時舉行者,另有八個模型試驗,該壩計高一五呎,係築于一二呎深之砂及礫石之基礎上。從此等研究所得之結果於是有上游覆蓋物及下游石坡排水系統之發展,圖四即示其中一組研究正在進行之狀。

#### 模型實驗之價值

在進行土壩設計時,滲透數模型實驗之價值,殊難估價太高。惟板樁、覆蓋物、石坡下游排水及土岸斷面之設計等,其效力影響如何,可于此明白顯出。在此計劃之多數情形下,早前俱覺有用某種繁複截水牆之可能。但從模型試驗所示,則除一例外情形外,截水牆決不能以合理

之經費築成，而能對於滲漏有可觀之影響，在另一方面，用較小之經費，以延長一不透水之覆蓋物至上游，自壩之不透水斷面起，並與此斷面相連結，反能得更有利之結果。除上述一例外，此種關係之發生，全因土岸常築於極深之豁谷填土上。在大多數築於深谷填土上之土岸中，沿二旁壩墩，俱築有混凝土之栓牆。蓋沿墩山石接近表面，此牆所以連結土岸之不透水層至山側石層，後者則再用灰漿之法以封之。

此等研究，另一有價值之應用，係關於在水庫面積內，城鎮中堤岸之設計，該處為防滲漏需要之抽水容量，可以決定之，其結果之準確性，亦在情理之內。在每種情形下，模型試驗俱表出如築土岸一若倒裝之濾水器，則其效極大，其意即謂取就近可用之材料，近上游面處，為最不透水者，再依次排列，至下游面為最透水者。

此等模型試驗，用極合理之經費，即可於玻璃水槽中之行。為每一個別斷面所作之研究，大概需時二至三日。如從所得結果，覺有變更計劃之需要，則每一個別土岸斷面，為各種設計，須行數種不同之研究。就善利發爾及摩豪克二土岸而論，行此等研究後，發覺包入一石坡，並無所得。該石坡係在甚高之礫石臺地上，而此臺地，則填滿二土岸原計劃地址豁谷之一部份。在摩豪克，苟照原定設計，則在臺地之下游面，將有管狀滲透之現象發生。補救之法，為延長上游人工所作之覆蓋物，在臺地之坡足處，換以石坡，並在臺地回坡下部，及臺地下游面與土岸本身斷面之連結處，填以石塊。其他尚有多數例子，可以引證因小心應用模型試驗，而設計得以改進，經費得以減少。其最有價值之結果，乃有如上述，為發覺引用上游覆蓋物，以代截水牆，極為經濟。

### 三 基礎之抵抗強度

馬斯金加姆河所建各壩之中，有數處之基礎，尚屬可疑，前節業已論及。蓋因大部份壩基，均係不結實之淤泥與粘土所填積之河谷。若值此種情形，必先從計劃中算得壩身重量，作為基礎上之荷重；再求在此

荷重下，基礎上所生作用爲如何？其準確結果，必賴試驗方法以測定之。此爲設計上不可忽視之事。

前節所論滲透性與滲漏中，試驗與計劃之深遠關係，已可概見。今基礎強度與設計之研究中，其目的亦無稍異。故所求者：爲利用以前高深研究中之卓絕工作，以善於啓發運用之技術，應用其結果以解決各項實際問題。使基礎之結構設計，皆具有合理之根基。惟此種工作已漸入高深，爲近代結構計劃中分析內力之攝影彈性法(Photo-Elastic Method)，及其對於基礎問題之應用。此有合理或試驗之方法，爲每基礎問題得一答案之假定，已屬普遍。再應明曉者：

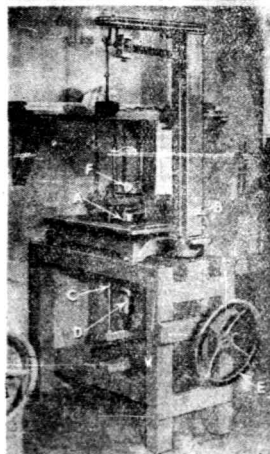
以上所論僅爲此工作之發軔，而多數其他工作，當技術上之採取與應用於普通實際問題之時，必將加以變化與增進。塌身與基礎計劃中，尙有數問題，未得解決之道；其中一部份在此已獲解決途徑；而其他一部份各實驗室正從事研究。但今所欲論列者，爲基本問題之解決也。

#### 沉陷爲第一問題

當安載荷重之後，其下泥土：即變結實，而比重增加，體積縮小，空隙中之水，亦被擠而出。倘土質飽和，如常見之基礎然，其結實之或急或緩，恆視土質與基礎之洩水性而異。至若泥土之最大結實，此處設計中：有數塌係僅根據暫時之實地情形而計，其餘則由多年情形而估計，其中之一已得九十九年之根據。

今所求者：爲在計劃中荷重之下，基礎將發生之結實總量；與在建築過程中隨

圖十一 結實試驗裝置。由左至右：(A) 試驗台，(B) 試驗土，(C) 試驗器，(D) 試驗器之底座，(E) 試驗器之底座之調整螺絲。此圖顯示了試驗裝置的各個部分，包括試驗台、試驗土、試驗器、底座以及調整螺絲。



時結實之量。以此二者之差，加諸建造時壩身餘高之內，則當基礎受重大結實之後，壩身亦不致低於設計中之拱頂斜度。建造時基礎之結實比率亦應確知，以求測定當增加每一荷重之後，基礎物質上將生之剪力強度。若土質之為粒狀者，如砂與砂礫，吾人可無須研究，蓋因其結實程度較小，其縮小之量，於壩身建築之期，即將出現也。故所堪資吾人悉心研究者，僅淤泥與黏土二者而已。

基礎之結實特性，可取其不同地層未受擾動之樣品而試驗之。試驗之法，以實驗室所設備之結實機行之。(圖十一) 機之造：為臺秤 (Platform Scales) 小輪加重器 (Truck Jacks) 與指盤儀 (Dial gages) 各部合成。構造低廉，結果精確頗符實用。其効用在用均佈而不變之荷重於樣品之上，能相持數日。且隨時可更換其荷重強度。被試驗樣品係安置於 14 吋深，與 14 吋直徑之青銅圓圈內。初將未受擾動之樣品，切成與銅圈內空相等之尺度 (銅圈僅作模板之用) 頂底兩面，均有一多孔石之平圓板，其直徑略小於銅圈直徑；以為試驗時洩水之用。

試驗機測定樣品結實性時，其上應安放并保持其垂直之垂重，以所欲用之荷重，置於千磅臺秤 (1000-Lb Plat form) 橫桿之端。樣品上所加之荷重，係由一担桿 (yoke) 以二噸半螺旋高度之加重器 (2½-ton Screw-type high grade truck jack) 傳達之。將秤桿上之停止器移去，使橫桿能依標本發生變形而動，可由此而使保持一均佈荷重，因橫桿之水平位置，可變動加重器以回復之。樣品結實之量，在指盤儀 (Dial gage) 上讀出。

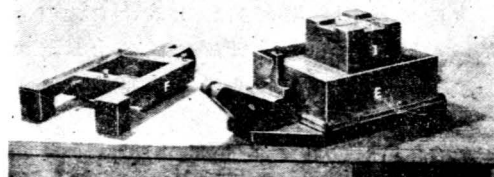
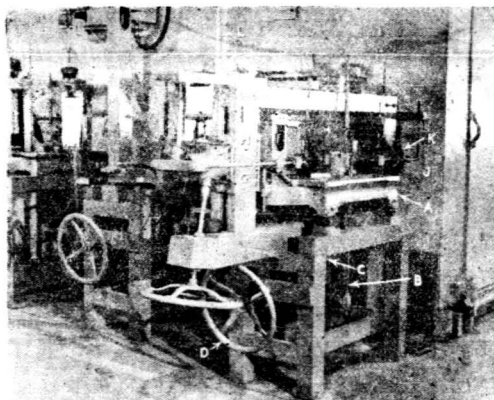
此種試驗之結果：可測定某一樣品之結實時間比率，與應力變形關係。倘某一樣品係採自深十呎地層之下，其上之荷重為計劃建築物之重量，結實率為百分之五。則此地層最大結實必為十呎之百分之五或半呎。每一地層均依此法測定，則基礎最大結實之總量，必為數者之和。結實比率在相當限度以內，係與洩水面邊界間之距離成正比。設上述十呎深之地層，其下有通行無阻之洩水質，則此地層之結實時間，為

樣品結實時間之  $\frac{120^2}{1.25^2} = 9210$  倍，若樣品之結實需要十小時，則此地層必需要 92100 小時，或 3840 日，或  $10\frac{1}{2}$  年。同法可測定在任何時期內，所結實之量。由此結果之推測，常建築之際，或完工之後，其應預為防範之沉陷，亦可得一精確合理之估定。

#### 應力與強度之關係

其次欲討論者：為壩基上應力與強度關係之測定。第一為基礎土質剪力強度之測定；次則為壩身之設計，必使其應力適低於基礎土質之強度。研究基礎各斷面：若遇淤泥與黏土式含水甚高之土質，則相異土質之剪力均應分別試驗，以測定之。其試驗之法：與測定結實性者相似，均需要一未受擾動之樣品。故此二者通常試驗之標本，多取材於同一樣品。砂與砂礫之土質，於此節所論之關係，常無使人注意之點；因荷重之後即行結實而強度甚高。淤泥與黏土式土質之樣品較易於採集；因此種土質皆為天然不透水之物質，故挖試驗土坑，可利用甚小之抽水機穿之而下。試驗剪力之標本，為基礎下取得未受擾動之樣品割切而成。

剪力試驗機 (Shearing test machine) 圖十二。係實驗室特為剪力試驗而設。其所求者有二：一為試驗時內，使垂直荷重為均勻不變之方法。二為剪荷重安放與度量之方法。機之構造與結實機相似，均係利用標準製造之規定。放置試驗樣品之剪力箱，分為頂底兩部，當樣品夾於其中，則兩部份稍相離開。此箱放置於千磅臺秤之上，其垂直荷重之安放亦與結實機無異，剪應力係以第二加重器，自橫方向加於箱之底部。標本內所受之總應力，係由箱之頂部，經一担桿傳於空氣箱上，此空氣箱所受之壓力，可從壓力計量得之，所欲加上之垂直重量，則加於臺秤之橫桿上，若使橫加重器每次所加之荷重，能得相等之橫向變形，而以每十五秒鐘一次之速率加增，則總剪力將在四分鐘內得之。當試驗時荷重之以此速率增加，其結實性之測定，雖在事實之可能，亦不宜同時舉行。



之受推受頂壓轉大受未應品之故置放  
 置之G其於也力使口置置使  
 驗部E按之而力使口置置使  
 驗力直探卸通具與而F E其位品使  
 與跨加一半再強亦有固則部與定使  
 力無受由底上之E上能F半收以道中  
 力金身則之之力即而木條上之故道中  
 騎百得直轉K馬路則標厚半在行性將入  
 之四填制力矩與孔凹驗治上騎平轉驗裝  
 大約由轉轉與裝之此裝時其委有裝裝  
 及圖保之於空所力在使到內下亦廢裝裝  
 及通重致力於肉可在裝品之上即以裝裝  
 備算材標導源本面裝裝身行由空防其下將  
 驗之直D而J標身行由空防其下將  
 試操運轉動背置穿而平使箱裝裝上之將  
 力比其手推度F置之木力運裝裝上之將  
 剪裝上以之推度F置之木力運裝裝上之將  
 二 剪之并H用此角之推度F置之木力運裝裝上之將  
 十 本 剪而剪則L之推度F置之木力運裝裝上之將  
 運 標 台 能 加 半 力 力 之 形 受 座 之 上 相 旋 行 驗 裝 至 此

有  $4 \times 4 \times \frac{9}{16}$  吋之多種標本均係未受擾動之樣品割切而成。應以  
 互不相同之垂直荷重以試驗之。如是則剪力強度與垂直荷重之變化，  
 始可測定。圖十三所示，為某一種樣品之標本，由試驗而定得之曲線。垂

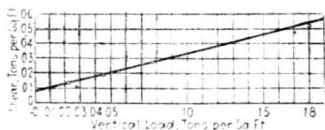
直荷重爲零時之強度,可視爲土質之黏着力。曲線之傾斜,則爲土質之內磨阻角度 (Angle of internal friction)

常壩身建造之際,基礎上即因而結實。可使任何樣品剪力強度增加。此原未有可資試驗之法,將其完全測定。僅有一近似此問題之法:爲假定當建造之時,並不結實,必在有效荷重之下,經過一定時期之後,再發生結實作用,在此條假定之下,進行試驗。其作用影響於剪力關係者爲當增加荷重之時,其由結實而增之強度,爲數最小。此爲守舊之分析法。剪力之關係,既經確定,在任何指定期中,則必須估計此垂直荷重對於所研究土質之作用。

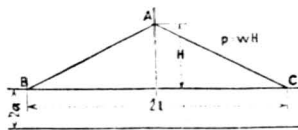
初步理論,即可指明:當安放荷重之一霎,主應力係完全由水而生(設土質已飽和)。剪應力由顆粒間之黏力而生。但稍遲之後,其水則依土質之厚度與滲透之比率而被擠出。其主應力始能傳達於分子之上。當此主應力發生作用之後,則土質本身之強度必因之增加。欲求試驗之精確,第一步即須確定原型之結實性與有效透水性之關係;並想像每一樣品試驗過程中之情形。自昔此種步驟未發展運用之時,其採用者,爲一安全而近似之方法。

#### 基礎上應力之測定

基礎土質之特性,既可以實驗法測出。現所求者,則爲在壩身重量之下,基礎所受應力之測定。圖十四爲三角形壩身荷重,最大者爲圖中A處之下。其爲零時,則在壩足B或C處之下。A處與B或C處基礎上

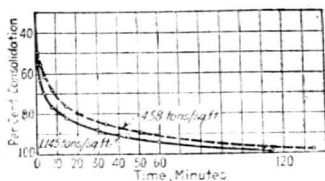


圖十三 各種樣品上不同垂直荷重下之剪力試驗圖中所示荷一件樣品試驗之結果



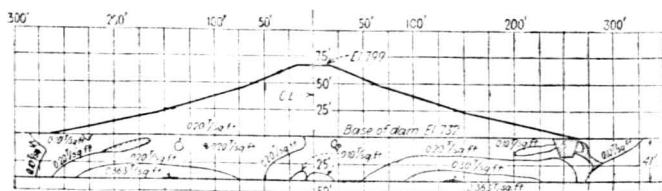
圖十四 示朱哲蓮公式中所用之各代名字





圖十五 克雷得林與之時間總實試驗。此為規定填身速率比率之用。

圖十六 填身內剪應力之分布。係根據圖十七之攝影彈性試驗圖而得。



荷重之差，即為其剪應力。此剪應之求得情形有二：

一——基礎下可疑土質之深度，為無限深，實際應用之目的，可視為可疑土質之深，等於或大於壩身之寬。若為建立高大壩身之用，此種公式採用者極鮮。朱哲遜博士 (Dr. Jurgenson) 在一九三四年七月波士頓工程師協會雜誌第二十一卷三號內，討論科盧西爾士公式 (Corryth's formula) 之應用，最大剪應力之公式為  $c=0.256p$ ， $c$  為最大剪應力， $p$  為中心線上壓力之單位強度。

二——可疑之土質深度，較壩身寬度為小，此為較常見之情形，倘可疑土質未超過基礎寬度十分之一時，朱哲遜所用之公式為  $c=\frac{a}{L}p$ ， $c$  為剪應力， $p$  為在壩身最高處下之壓力， $a$  為可疑土質深度之半， $L$

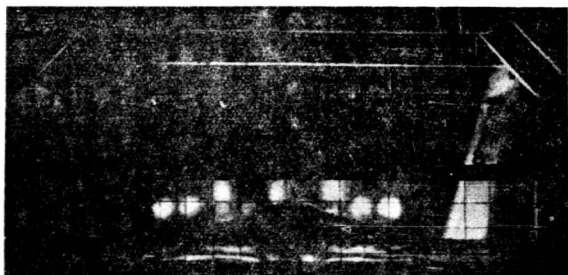
爲壩身基面寬度之半。

上述二式所能概括之極限以內，並未有其他簡單分析之解法，以定此基礎上之應力。近來朱哲遜有一複雜解法，係由科盧西爾士基本式推演而來，但其運用之艱難，非實際應用者所能採用，可爲現所用之實驗方法供一最良善之覆核。朱哲遜上列二公式，並不能求定基礎上之最大應力帶之地位，爲應用此公式能安全起見，假定最大應力係在可疑土質最弱之處，此法可僅問壩身之大小，以代入上式，而求其最大應力之值，至若既知土質之剪力強度，求對抗由各種最劣之綜錯情形而失敗之安全率，乃屬一簡單部分之事。

#### 攝影彈性應力之測定

上述二式之僅爲兩限度情形而用者，亦祇能在三角形之壩身荷重下應用，但爲非三角形荷重或超出此二限度以外實例之解析方法，尙未得見，爲覆核之目的，朱哲遜公式之解析與其推演方法，可用以括及限度以外之例，實驗室中常用攝影彈性法以測定應力之分配，其法係以膠質(Gelatin)爲基，鉛粒(Lead Shot)爲壩，因此物質爲市中質料之甚重而甚宜於所欲求之結果者也。

攝影彈性分析之確立理論，實驗中均應用及之，圖十七即爲一幅



圖十七 模型壩基面中剪應力等高綫之分佈，攝取以極光照得之攝影

試驗之攝影圖，表明剪應力等高綫(Shear Stress, Coutours)之分佈，如上述

之試驗然，在每一種情形之下，必舉行一定次數之試驗，以已知之剪力荷重加於膠質樣品之內與模型物質同時鑄造，以圖測定某期間內剪應力之等力綫距，等高綫距既經測定，最大應力可依下法定之：先計算等力綫之數目，至最大應力之點，再乘此以等高綫距即得，其結果為攝取以極光照得模型之映影所表明，同時由模型上之顯露，可繪一彩色略圖，其應力之分佈從此推得，如圖十六所示。

由模型上所得最大剪應力之強度與地位，則原型(Prototype)上剪應力強度與地位，亦可得定。為覆核模型實驗法與分析解決法之結果，及其比較，在三角形壩身之荷重下，所測定之實例甚多，據十餘次覆核試驗之結果中，此二種方法間，最大之變化為百分之十九，平均變化為百分之六，因此種變化，適在所採用之安全率限度以內，若能以經驗富足之人，謀精細之實驗，則以實驗方法所得之結果，自屬完全可靠。

膠質為惟一可資攝影彈性之用之物質，吾人已發現其對於模型研究上有合宜之關係，若利用其他物質，則生困難，因其他可資攝影彈性之用者，均為強度太高，在實驗室所能用之荷重之下，不能獲得應力等高綫之足夠數目，且需要在商場中能購得之物質中之最重者，為模型壩身構造之用，此物即鉛粒是也。

所宜注意者：此法內應力之分析，係基於彈性上之假定，假定之真實理論，非本節所討論之範圍。在研究基礎之不同狀況中，每一界綫之情形，試驗之結果，均足以表明此基礎之實在情狀——或失敗，或安全。如此研究而來之結論，雖原假定微有差誤，但適在此工作所能及之準確程度以內。此分析又可預防基礎上任何一部分發生過重之應力，倘常有發生過重應力可能之時，而在最大應力之點，物質尚足以平衡此應力，基礎上其他部份之受應力者，除已有荷重之外，尚可增加，則增加之剪應力，必將分佈於基礎上其他各部。僅當大部份過度荷重之下，所有之總應力，超過全基面總強度時，始能使基礎全部失敗。失敗之初步為過度之沉陷與壩趾處泥土之起伏不平，最後乃為基礎之損壞及其

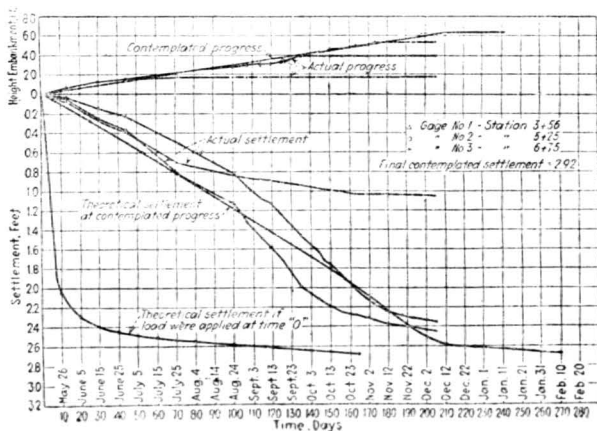
荷重之沉落。

實際設計時，對抗超過應力之安全率常用一·五，對抗破壞之安全率約二·六，此種安全率，似覺較小，但當建築完成之後，因基礎之日漸結實，可使其強度日益增加，安全率亦當與時俱增，故倘一壩建成之後，自無容慮其之將敗壞也。

常見某種基礎之土質，當試驗時安放荷重之一霎，即呈安全率甚低之態。某處地層較薄，其洩水層多為砂或砂礫，在荷重安放之後，其土質之結實快，故使對抗由剪力而失敗之強度，因之亦大，圖十五示時間結實曲線，可由此定得結實之量，與當建造時所採用之建築方式下，其強度之增加；有數種情形，所用之建造比率需要限制，始可得到此所追求之安全率。如克雷得林壩 (Clendenin Dam) 之建造比率，為每週限定建高四呎，堪資例證。

建造之時，為覆核基礎之結實，以謀確定其可保持之安全率起見，多數壩上均有沉陷計之設置，圖十八示克雷得林壩建造時，由計算而

圖十八 克雷得林壩建造時計算上之基礎結實與突地結實之關係



來之結實，與實地量得之結實之關係，此圖形，在建造期間須加以注意，其實地結實至少亦能如計算上結實者之大。

#### 四 土岸材料之選擇及控制

以前數節已討論者，計有一，研究及分類之法，以使對馬斯金加姆設計中所含之問題有一印象；二，預計建築在其基礎上滲透及滲漏特性研究之方法；三，從結實，強度，應力強度及分配觀點以分析基礎構造特性之方法，此最後一節，將討論土岸材料之選擇及控制，並將對實驗室工作費用作一分析。

選擇及應用土岸材料，為土壩設計中重要項目之一，欲求經濟，從必須挖掘處所得之材料，應全用之於土岸中，不常稍有不必須之浪費，又僅用以完成施工必須之材料，始能從借土坑得之，如挖掘之材料，能完全用以築土岸者，則常能利用巨大溢水處所挖掘之材料，非常經濟。前述滲漏之模型試驗，常用以解決實際之設計，在是等設計中，各地就近可用之材料，常利用之以應各種目的。

就普通而論，苟能放置適當，不溶於水之材料，幾俱能用之於土岸之一處或他處；但必須明悉各種材料之特性，例如用羊足形滾壓筒 (Sheepsfoot rollers) 以滾壓，須先求得在何種濕氣含分下，能得合宜之結實度，如濕氣含分不夠，則在放置或鋪開之前，加以水，當然即可合適，但如此材料有過多之水，則此材料或須捨棄，或先使其乾，始能用之於土岸中，此種要求，常決定在借土坑中所能挖掘之深度，及在所需挖掘處所能利用之深度，如在必須挖掘處，大量之材料必須捨棄，則變更設計或可節省浪費也。

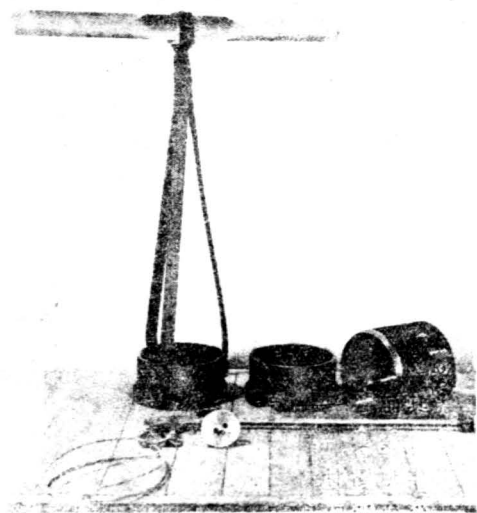
#### 土岸之結實性

在最近數年內，使土岸結實之方法，在工程職業界，已受極大注意，在施工時，使土岸有適宜之結實，極為需要，此已為大眾所公認，普羅克忒 (Proctor) 氏，在工程新聞紀錄雜誌 (Engineering News-Record) 發表之

一組節目中，定出數條規條及方法，以使土岸能得最大之密度，彼所定方法，說出濕氣含分，羊足形滾壓筒之重量，及滾壓次數三者相互間之關係，是數者即決定任何材料之結實度者也

普通我人堆置土岸材料，終希望堆至一適宜之結實度，使土岸施工後，可無減縮之虞，此種結實度，可以決定之如下：取借土坑材料樣品，做成模型，放于使結實之器具中，加不同之荷重以結實之，每立方呎材料之乾燥重量，在任何上加土岸之高度下，俱可決定，改正含水成分，最小可能之土岸重量，可以決定，此所得之重量，使監工者知之，以核對土岸重量，其法在建築地點，取未被擾動圓筒形之樣品，所用器具如圖十九所示，就普通情形而論，欲得大於最小數之重量，毫無困難。

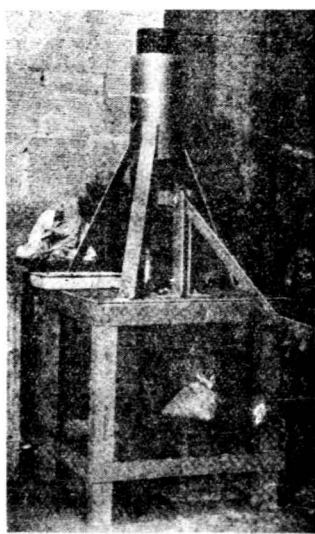
圖十九 未被擾動之土岸材料，由此結實度及土岸重量可以決定，保用此處所示之簡單專用器具取得之



裝樣品之器具，計包括一堅強無縫之管狀器，一端之邊緣，切成斜角，其容量為整十分之一之立方呎，在工作地樣品之重量，係用提秤權之，其取法係先將圓筒之切邊壓入土內，當圓筒下沉時，再在其四周挖掘以助之，為核對此法計，及在土岸材料中有過多之卵石礫石時，材料樣品另用下法取之，先在土岸之一處做成平面再小心切下樣品，權其重，容積則用已知單位容積重量之乾砂，傾入挖掘處量之，就普通而論，此二法核對，結果極相近也。

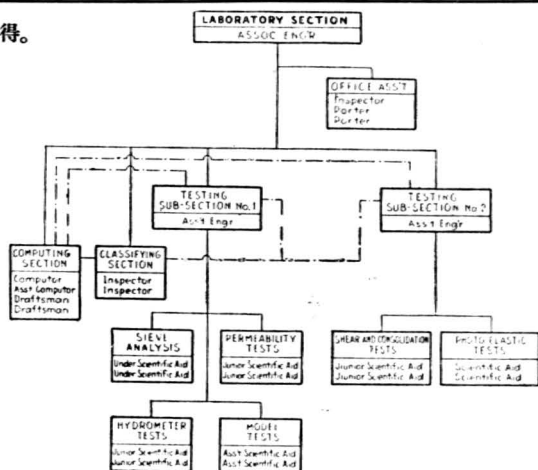
#### 濕氣含分之決定

為決定適當之濕氣含分，以得良好之結實度，在實驗室中有一種搗敲材料之器具，摹仿羊足形滾壓筒之動作，圖廿即示此機械，均勻及已知含水量之材料，放下時每層厚三吋並每次用搗棒之足搗敲三次，於是移去頂部之環圈，括去多餘之材料，使所裝材料，完全與此圓筒之度量相合，然後再權其重，減去已知圓筒之重，因已知其含水量，此樣品之乾燥重量，可從總重量中得之，此法在各種含水量下，重複行之，即可作出如圖廿二所示之曲綫，表示在每一種含水量下，由上述試驗法所得之結實度，此處可注意者，黏土及淤泥之類，適宜之含水量，僅略小於阿忒柏(Atterberg)氏黏性限度之含水量，就所用之器具而論——指羊足形滾壓筒——此曲綫實給與一簡捷之方法，以查核工作地點材料之情形。從實驗所得，知變化黏性限度試驗之限制度量，對於含水量之適當控



圖二十 摹仿羊足形滾壓筒作用之變備用以預備土樣以定適宜結實度之濕氣含分者

制即可獲得。

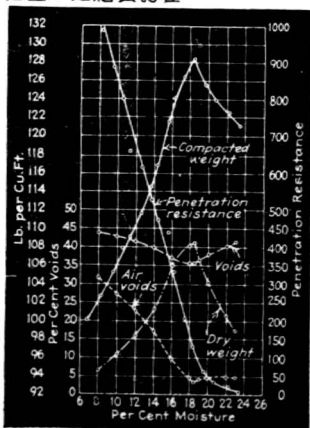


圖二十一 一簡單之工作組織即足以處理在馬斯金加姆實驗室中多種之試驗

均勻之淤泥黏土類材料，在土岸中之每立方呎重量，常自一一八至一二五磅不等。分類甚均勻之材料，自石片或礫石以至黏土容積，如能得到，其重量自一二五磅至一四五磅不等，亦有少數達每立方呎一五六磅者，材料中有甚大之淤泥容積，並有百分之廿五以上為黏土容積者，殊難處置，故須避免使用。在此區域內，因所挖掘及借土坑內之材料，其中差異極大，加水於借土坑中，不能實行，亦不能加入任何確定之水量至土岸中。

在即將傾倒及鋪開之前，加水於前一層之表面，在滾壓之前，各層俱鋪開至

圖二十二 普羅克忒(Proctor)氏曲線表示土壤在某一荷重及某種處置下之結實特性





約六吋厚，監工者督察加水，以便此材料能達一最大結實度時所需之含水量，積若干經驗後，監工者即能熟練於決定所需之潮潤量矣，常取土岸材料樣品以權之，彼等即能核對其結果，又彼等所用為估計之準繩者，乃阿忒柏氏黏性限度試驗，及材料在滾壓筒下與搬運器內所現之情形，又有須加速者，即經曝化後之頁岩，苟如上法行之，已證實為極佳不透水之土岸材料。

土 壤 實 驗 室 之 開 辦 費 表

Equipment	Zanesville Laboratory			Laboratory for Single Dam		
	No.	Unit Cost	Total Costs	No.	Unit Cost	Total Costs
<b>Furniture</b>			\$238.96			\$95.00
Scales and weights	2	\$69.44	132.88	1	\$ 69.44	69.44
Glassware	..	..	169.80	..	..	80.00
Miscellaneous	..	..	26.62	..	..	15.00
<b>Sieve Analysis</b>						
Rotap	2	237.10	474.20	1	237.10	237.10
Sieves (29 sieves, top and pan)	3-sets	83.45	250.35	1set	83.45	83.45
Furniture, scales and ovens	..	..	273.47	..	..	130.00
Balances and weights	2sets	22.24	44.48	1set	22.24	22.24
Miscellaneous	..	..	46.77	..	..	25.50
<b>Hydrometer Analysis</b>						
Furniture, scales and ovens	..	..	498.16	..	..	217.35
Glassware hydrometers	..	..	505.24	..	..	155.20
Balances, weights and watches	..	..	225.87	..	..	100.00
<b>Permeability Tests</b>						
Furniture, scales, etc.	..	..	226.06	..	..	200.00
Glass and rubber tubing, etc.	..	..	292.53	..	..	100.00
Lumber	..	..	56.84	..	..	20.00
Miscellaneous	..	..	74.25	..	..	30.00
<b>Model Tanks</b>						
Steel tank (40x7x3 ft.)	1	..	1,850.00	..	..	..
Glass tank (14x21x1 in.) by contact	..	..	216.19	..	..	216.19
Wooden flume (piping)	..	..	75.00	..	..	..
<b>Consolidation Tests</b>						
Consolidation machines	4	117.14	468.16	2	117.14	234.08
Glassware, tools, etc.	..	..	53.02	..	..	26.00
<b>Shear Tests</b>						
shear machine	1	343.45	343.45	1	343.45	343.45
Glassware, tools, etc.	..	..	36.90	..	..	20.00
Polarimeter and Equipment	1	127.50	127.50	..	..	..
<b>Humid Room</b>						
Humidifier	1	26.05	26.05	1	26.05	26.05
Lumber, paint and hardware	1	102.03	102.03	1	102.03	102.03
Electrical work	..	..	228.60	..	..	150.00
Plumbing	..	..	250.00	..	..	150.00
Office furniture	..	..	313.50	..	..	175.00
			\$7,595.88			\$3,020.98

在規定滾壓方法如下（用和水石子羊角形滾壓筒—Water-balled Sheepfoot roller—壓滾六次，）適宜之濕氣含分，視所用土岸材料而異，砂質材料為百分之十，有百分之廿五為黏土容積之材料，則為百分之三十五。

控制土岸結實度方法之討論，可行之於材料之較為不透水者，如

分等均勻之材料，或材料之含有較高淤泥或黏土成分者是也，用於土岸外殼之砂及礫石材料，為得一適宜之結實度，大量之用水及平常之滾壓筒即可，如係石塊填塞，則普通習慣為先傾倒石塊至五呎之高度，再用拖運器在此高處工作，應用一良好之水流，對於得一結實之填塞大有助力。

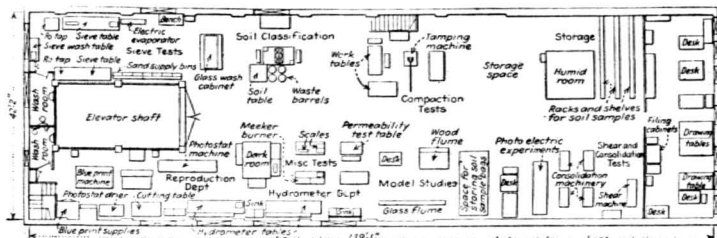
有須特別指出者，即材料過分結實時，有一重行彈回之傾向，此彈回將取旁側膨脹之方式，材料之可視為有大膨脹係數者，苟如是堆置，則嚴重之結果，即可隨之而至，材料之含有大量之黏土者，即屬此類，除非有足夠之石塊或礫石外殼，搗實是等材料時，須非常留意，是等材料即用極輕之滾壓，亦非常不透水，故在適當設計之壩中，對於此等材料，不須有澈底完全之搗實也。

#### 實驗室之計劃及費用

實驗室之組織，如圖廿一列表所示，此計劃之研究設計及施工，係在美國工程組之指導下，陸軍中將馬卡姆 (E. M. Markham) 為總工程師，大佐羅澤保挨爾 (Roger Powell) 為段工程師，處理此工作之桑斯維爾 (Zanesville) 工程區，係在陸軍少校阿塔爾 (J. D. Arthur) 段工程師指導下，並有作者之一克那普恩 (Theodore T. Knappen) 亦負該工程區之責，為正工程師，該工程區之土力學實驗室，係受另一作者非利普 (Robert R. Philippe) 之指揮，為副工程師，歧爾善愛博士 (Dr. Glennon Gilboy) 麻省理工科學院土力學副教授，為對於實驗室之設計及施工之顧問工程師，對於多數技術之發展，有所指導，開斯實用科學學校之普拉麥 (Fred L. Plummer) 副教授，對於基礎分析之攝影彈力法 (Photo-elastic method) 曾助其進行。

圖廿三為實驗室之平面圖，表示設備之分佈及各項地盤面積之需要，實驗室中所有設備之總值，包括承造及裝置之費用，約為九千元，附表列舉設備之主要分類，並示其值，實驗室之試驗及建築費，至設計期之底為止，共為三萬二千元，有須注意者，此實驗乃用以處理十四個

蓄水庫之設計及建築者，其價值估計為四千萬元，為此計劃，核心鑽驗螺鑽驗及試驗坑之費，共為廿二萬五千元，上述之三萬二千元，再加為



圖二十三 馬斯金加姆行進土質試驗室平面圖

地質研究用之一萬二千元，用此項費用後，從此等實地考察所得根據，以用之於此計劃之設計者，即可減少。計劃之工作較少者，實驗室之建立及試驗費，俱將大為減少，為處置一個或二個壩實驗室之最小建立費，約為四千五百元，材料費用之細目，俱載於附表中。

為實施馬斯金加姆計劃之設計，此實驗室已視為並用作設計組織中一整體之一部份，其設計及建築，俱係用以應此計劃之需要者，在此計劃中，所包括之問題，性質差異，所涉範圍極廣，然土力學工作之數方面，在我僑設施中，尚極少應用，液體限度及收縮限度試驗，盛行之於公路工作者，對於此處無關，在此計劃中，無水填法所築之壩，故無專為控制彼等之設備，雖大多數所需者，已覺俱能齊備矣。余等之經驗，已使余等證明，對於土力學上每一問題，必能從實驗室中獲一答覆，又此等問題在實驗室中之解答，使土工能得適當之設計及建築，可補償多倍之其所費，是故實驗室之應用，以理智行之，可使臆測之方法，不復能在土壤工程中，居優越之地位，且使此等問題之解法，可與其他更進步之工程設計，同置於合理之地位。

# 佛勒斯諾灌溉區參觀記

(Fresno Irrigation District)

張 光 斗

佛勒斯諾灌溉區(簡稱佛區)位于美國加利福尼亞州San Joaquin valley中部之佛勒斯諾縣。業務發達,著稱於世,在加州全省僅居Yuma灌溉區之次,而後者為政府所辦,故佛區為全省民有者之冠。其所發公債于一九三二年還清,美國無債之灌溉區,尚不多見。

佛縣在五十年前,尚屬荒地,紅印第安人世居於此。而今日城市繁榮,農村富庶,其商業之興盛,市政之優良,生活之安樂,非紐約芝加哥等都市之外強中乾,罪惡淵藪,所能比擬。步出郊外,則果園遍地,阡陌縱橫,農家散居,鷄鳴犬吠,置身其中,不知世外之紛爭,灌溉之功大矣哉,作者深願吾國農村有此一日。

佛區係逐漸發展者,初由各公司及農民挖渠引水,及一九二〇年始由農夫將所有渠道收買,組成灌溉區,將全部工程通盤計劃,加以改良及修理,迄今非特工程完成,其工費亦已逐年還清,現農民所付者,僅溉渠之修理與運用費,灌溉工程至此時期,可謂成熟矣。

Fresno灌溉區頗多貢獻,如Fresno Scraper即因挖渠而發明,Calco Measuring Gate為新近發明,用作斗門,兼以量水。本文偏重其特別而有價值諸點,普通工程則不述也。

## 概 况

佛區面積約 242,000 英畝，(每畝合六·五畝)。縱橫五十與二十哩，形如摺葉，其灌溉面積占百分之九十。土質係粘壤土 (Clay loam)，營養豐富，耕種無需肥料，土層厚約八呎，合宜栽植較深根之楠柑等樹。下層土質係砂土，粒粗而勻，排水暢盛，連年抽用地下水源補河水之不足，故地下水面極低，排水決無問題。南部極小面積稍含鹼性，但屬白鹼，無大妨礙。

全年雨量平均約十五吋，大部降於冬末春初，溫度約在華氏三十五度至一百度之間，但農作物生長時期係在夏季，故灌溉為必需。

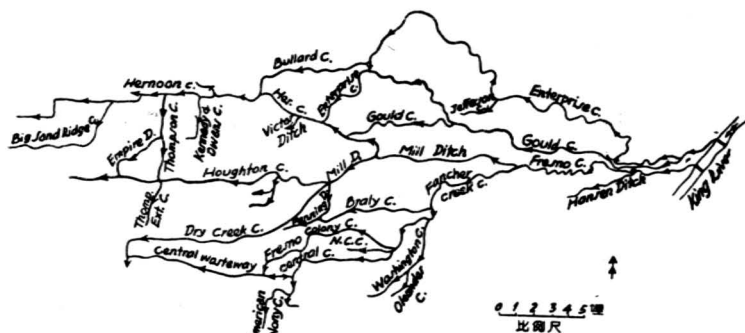
植物多屬柑橘桔橙之類，五穀及菜蔬極少。其所產橘子葡萄聞名于世。全年需水量平均三十吋，若得三十六吋，收穫當益豐也。

水源取自 Kings River，其行水時期，恆在春夏之交，在灌溉時期之流量平均約二千秒呎，祇能供給全區需用三分之二，其餘則抽吸地下水補充，但仍未足。每年抽水機費用，為數可驚，地下水面，日益低降，五十年前水面在地下五呎，迄今有數處已達九十餘呎，循此以往，抽水灌田，將不經濟，故開發水源為目前之急務。現有 Kings River Water District 計劃興築 Flat Pine 水庫，蓄洪濟旱。按加州全省計劃，係建造 Friant 水庫于 San Joaquin 河上游，以 San Joaquin River Kern County Canal 引水至本區，補充溉水云。

## 灌 溉 系 統

本區地形較為平整，大致而言，東北高西南低，幹渠自東向西流，支渠則自北向南流。全區共有幹渠三，攔河堰二，堰間相距約二哩，所以用二堰者，因上堰灌山麓之區，下堰灌平原，而後者先造，於是不得不另築上堰也。進水口下即可耕種灌溉，無引水渠。Gould 渠在省堰前引水，沿山麓行約二哩，分幹渠各 Enterprise，西流復一哩，與次堰引水之 Fresno

渠幾相遇,因此處地形成谷狀,渠道必經之,由此而後幹渠即分佈全區。Enterprise 渠沿山麓行, Gould 渠溉中部, Fresno 渠溉南區,其灌溉系統,如下圖所示。(圖一)



圖一 Fresno District 幹渠系統

### 幹渠系統

由上圖可見渠綫之複雜,計共有大小幹渠長 264 哩,支渠 282 哩,其餘分配渠道則由農民自挖。本區系統之特點,在渠道相互連接,往往得較高之效率,且易於統制。因水量入各渠雖有閘門分配,但不能恰如所需,設農民臨時改變用水量,愈多變動。在此制內,則高渠剩餘之水,復得流入低渠再用,消耗減小。同時連接渠道,允許水量第二次第三次之分配,因供水不敷需水之量,用此制度,則全區無滴水虛糜矣。

渠道之命名仍探舊制個別命名之法,已失其時代化,但為農民習慣關係,頗難更改,于管理方面稍感麻煩也。

### 灌溉渠道之特點

Kings River 發源于岩石山谷,而其下游河床又屬塊石石子,河水

極清，惟入渠之後，因坡度傾斜平均每哩六呎， $\left(\frac{1}{1000}\right)$ ，流速達五秒呎，而土質疏鬆，侵蝕極烈。在二十餘年前，渠身僅十呎，而今止及三十呎，渠底有數處係硬泥，未被冲刷，其與現在渠底之上下懸殊，可見蝕泥之多。於渠道下端，坡度稍減小，泥即淤積。下游渠道坡度極小，流速僅一秒呎，故砂泥盡在渠中，每年護渠挑挖之費居養護費之大宗。

補救原則，務須防止上游之冲刷，則下游之淤積問題隨之解決，防冲刷之辦法不外護岸工程，護岸之道，或全部鋪砌護面，或將坡降集中數處，而于其附近鋪砌護面。

以往工程採取前法，以鉛絲樹枝鐵桿等平鋪渠面，其目的在減小流速，促進淤積，在下游則設法將砂泥取出，結果冲刷當較少，但效率既微，護岸之修理頗費，挑渠工程仍難免，故不得不另圖他法。

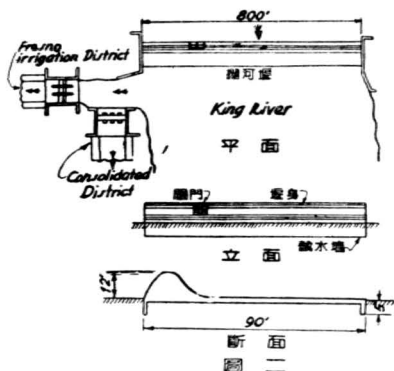
繼擬用混凝土護面，但工費過昂，不甚經濟，最後決採用跌水法，設計結果，共須建跌水十六七座，每座約八千美金，則共需工費十二萬八千美元，分年建造之。

跌水為抬檻式 (Raised sill type) 但檻非固定，以閘板為之，以便節制水流。渠身並不變動，聽其自行填高。現第一座已於二月前完工，其形式與普通攔渠閘無異，故名之曰緩流閘 (Velocity Check gate)。其作用固兼跌水與節流也。將來渠量增加，可用混凝土護岸，而閘前淤泥，設法挖去，於是此閘正式成為攔渠閘矣。

## 灌 溉 建 築

### 攔 河 堰

Kings River 攔河堰有二座，下堰較上堰為大，而式樣則一，故僅觀下堰。堰為 Ogee 式，高約十二呎；長約八百呎，寬約九十呎，堰之上下游置截水牆各一道，深約五呎。堰之中段略偏右邊，建有關門二孔，總寬不及三十呎，中置閘板，惟現已不用，終年常閉。(圖二)



此堰建築在四五十年前，其設計頗有可訾議處，堰基係粗砂及石子，照作者判斷，其滲徑係數約十，按布蘭氏公式則滲徑應為一百二十呎，現堰滲徑 =  $90 + 2 \times 2 \times 5 = 110$  呎，可認為足夠。按布蘭氏建議：

$$\text{堰寬} = 4C \sqrt{\frac{H}{13}} \quad \text{堰下護岸} = 0.355 C \sqrt{H_b q} - 4 C \sqrt{\frac{H}{13}}$$

$H = H_0 =$  水頭，  $C =$  滲徑係數， $q =$  每尺堰長之洪水洩量，

$$\text{堰寬} = 4 \times 10 \sqrt{\frac{12}{13}} = 38.4 \text{ 呎}$$

$$\text{洪水量為 } 45,000 \text{ 秒呎，每百年一次，} \quad q = \frac{45000}{800} = 56 \text{ 秒呎，}$$

$$\text{堰下護岸} = 0.355 \times 10 \sqrt{12 \times 56} - 38.4 = 53.9 \text{ 呎，}$$

今堰寬 90 呎，幾等需要堰寬及護岸長之和， $38.4 + 53.9 = 92.3$  呎，故此堰材料太費。今日築堰法，主張將滲徑着重于截水牆，照上式計算，則應用截水牆深 =  $(90 - 40) \times \frac{1}{4} = 12.5$  呎，(假定上下游牆同深)。現此堰僅用五呎似嫌不足，應添加七呎板樁。此種低堰，築于砂基上，採用 Ogee 式，似不甚值得，如採用印度直跌式，使以衝擊力消滅水頭，似較妥善。再于堰趾造小挑水峯 (Deflector)，則下游冲刷可無慮矣，若再鋪以 20 呎護岸，則



愈妥善。故照作者意，此堰断面應改如下圖。(圖三)

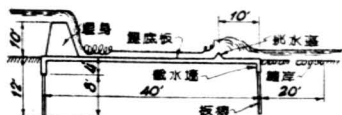


圖 三

今堰中開門二孔，似無用處。因容量太小，不足以洩一部份洪水。離距開又遠，又不足以言冲刷河底。置此二開，反足減小堰之安全，似應堵塞。

### 渠 閘

Fresno 渠閘有五孔，係下流式 (Under shot type)，其容量為二千秒呎。全部建築以混凝土造，輔以鋼筋。閘墩厚僅一呎，係梯形橫面，兩側設門槽。閘墩間距約十呎，閘底築底板，高于河底約三呎，低于渠底約一呎，底板下端築截水牆與渠底平，以消滅流速，防止冲刷。閘之上下游兩端俱造三、四呎深截水牆。閘座係混凝土牆，寬與底板同，兩端置翼牆。

閘門以木製，用鐵條將木板連成一片，中置螺絲門柱，通至閘頂，穿於平放齒輪內。閘頂有橫軸 (Shaft)，有斜面齒輪 (Bevel gear) 與平放齒輪相聯，閘下置水輪，由水流推動旋轉，以皮帶聯動閘頂橫軸，平放齒輪隨之旋轉，于是閘門可以上下移動矣。斜面齒輪有二副，以司啓閉。

水輪僅有一具，置于閘之中孔。如欲開閘，則先用人力將門提起少

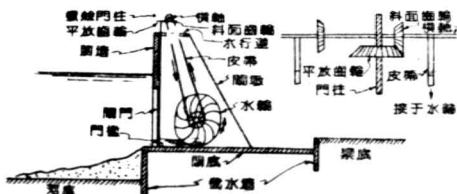


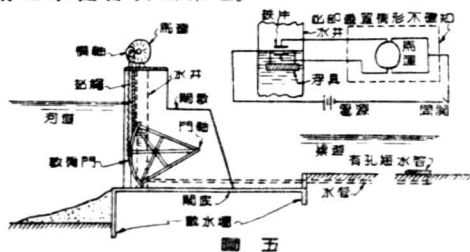
圖 四

許，使水下流，推動水輪於是閘門可徐徐上升無庸人力。至需要高度時，將橫軸向旁移動，使齒輪脫離，閘門遂靜止。如欲關閉，則將橫軸移動，使另一齒輪與柱輪聯接。此種設備，可省人工，但僅可用于流量變化不大之河道，否則閘門啓閉遲緩，入渠流量難于節制。

Consolidated 渠之渠閘適在附近，順便參觀。此關係新建，完全近代化，允稱最新式者。閘閘結構與 Frosno 閘大致相似，惟閘門及動力，運用方法等不同。閘門係敦德式 (Taintor gate)，其目的在增大孔寬以減少阻力。閘門以鉛繩繫于閘頂橫軸，軸置齒輪，由馬達旋動，每二門用一馬達。設馬達損壞，或電力中斷等，則另有設備，以人力開閉。

閘門係自動式，務使渠內流量不變，即保持一固定渠內之水位。法以鐵片二塊，平行裝於盒內，其間距離約一時，以中線放于需要渠內水面。二鐵片各以電綫通于馬達，另用一浮具，放于渠內，隨水面上下，浮具亦有一鐵片，並與馬達以電綫相連。設渠內水位在需要高度時，則浮具鐵片與其他鐵片俱隔離，馬達靜止。設渠內水位過高，則浮具鐵片，與上鐵片相連，電流流動，馬達旋動，將門關閉，至需要水位止。設水位過低，則與下鐵片相對，將門開啓。鐵片盒可上下移動，使渠內有需用流量。電路中設有開關，隨時可以中斷電流。

為避免水之波動起見，上述設備放於井內，而以水管通至渠閘下游約一百呎處，橫放渠底，更以八具有孔短水管與水管連接，縱放渠底，如是所得之渠道水位當較正確也。



圖五

### 總 幹 渠

總幹渠容量約二千秒呎，(一秒公尺 = 35.3 秒呎)，經數十年冲刷，其容量將數倍于此，而渠道已成河溪形狀，犬牙彎曲，不知者決不以此為灌溉渠道也。其較整齊處，尚具渠形。渠為寬淺式 (Broad shallow type)，寬約七八十呎，深約十一二呎，岸坡因被冲刷，故極斜峻，約為  $\frac{2}{3}:1$ 。現用護岸工程，以防冲刷。法於鐵桿插入岸脚渠底繫以鉛絲網，網後置樹枝草皮等物。

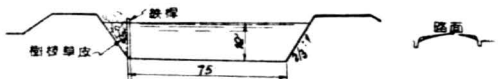


圖 六

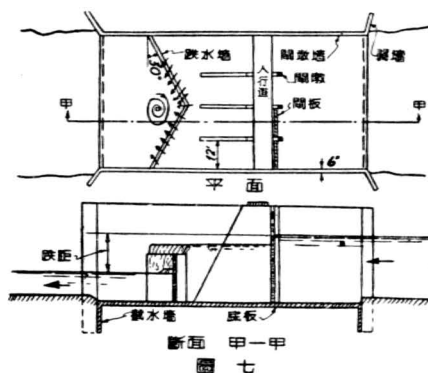
### 緩 流 閘

緩流閘之作用，以如前述。一為節制水流，一為使水直跌，減少流速。而緩流閘之結構亦分二部，其前部為閘門，後部為跌水。閘門以閘板為之，共分四孔，每孔約十餘呎寬，閘墩及閘座牆之厚度約六寸，以鋼筋混凝土築造。閘板以人力啓閉，閘頂置人行道。底板兩端，築截水牆。閘之長度，似嫌過長，大約用以作滲徑者，如用兩排短木板樁則安全與經濟上俱可增進。

跌水部份係 V 形牆，係新近發明者。V 牆之峰向上游，其目的使水流趨向中部，互相衝擊，以消滅其水頭。照理論言之，水流過牆，注于下游水池內，可消失一部份水頭而水流由三面集中，互相衝擊，而成漩渦，水頭可消去大部。因中部水面後高，故水流分散以至下游渠道，則流速不大，可無冲刷之患矣。此法已用于較小跌水，結果至為滿意。本閘完工僅三月，迄今尚無不良現象，過本年度後即可見其大概。本渠其他各閘擬照本閘結果，加以改良而建造。

此種跌水乃普通之抬橋跌水式，不過橋形彎曲耳。其上游閘門，用以節制水流，設將閘門築于跌水牆之上，其效相同。普通閘渠閘下如用

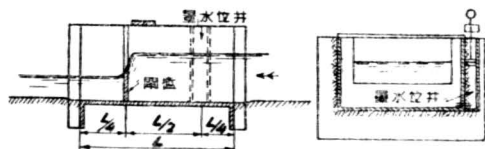
V形擋水牆 (Baffle Wall), 其結果當亦較優也。



量水閘及量水站

渠道水量之節制則賴渠閘, 而其流量則以量水閘及量水站定之。各幹渠渠閘下擇平直地段建量水設備, 並自動計載其水位, 以便推算其流量。

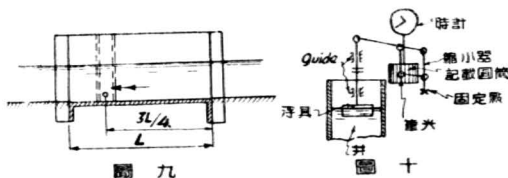
量水閘之構造與普通閘門略同, 惟無閘墩, 下置閘檻, 兩側有短牆凸出, 使水流稍縮狹。閘之流量, 須以標準堰板 (Weir) 或流速計 (Current Meter) 校準, 畫流量曲線, 不可用普通堰式計算。量水閘適用於渠坡較大之處, 允許水頭損失。



量水站即將普通渠道加築底板旁牆翼牆及截水牆等, 使渠道保

持常態，于是在某一水位其流量為一定，故流量可由水位求出。量水站無水頭損失，惟站內易有淤積，使結果不確，故時須清除。站側築井管，以便自動記載水位。

自動計載水位器係由自製，至為簡單以時計轉計載筒，以浮具及筆尖上下移動，於是時間為坐標，水位為豎標，任何時之水位皆可記錄矣。惟水位變動至大，須用縮小器減縮其升降度，以便記載。



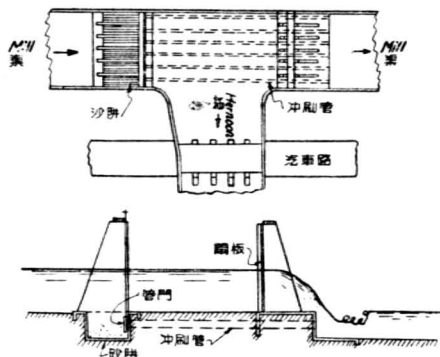
### 分水閘

分水閘用以分配水流至各渠者，通常用閘板節制，與攔渠閘無異。本節所述，為 Mill 渠與 Hernoon 渠相接處之分水閘，其佈置稍特別。自幹渠以下，冲刷至烈，Mill 渠含沙極多。至上述二渠相接處，Hernoon 渠引水沿高地向西北行，Mill 渠仍順地形向西南行，故 H 渠之坡度較 M 渠為小，流速亦緩，為減少淤積困難起見，須將大部沙泥輸入 M 渠，更擇相當地點置積沙池，除去含沙。因本區採輪灌制，可于停水時以機器挖除之。

分水閘之佈置，共有閘三座，鼎足而立，其二在 M 及 H 渠之首，其一在 M 總渠之尾，用以攔沙。閘底設砂研，以綑紋鉛管十二個通至 M 渠閘下游，管口有門，待砂研將淤滿時開放，將淤泥冲至 M 渠。

此閘完成已五六年，工作尚能滿意，惟砂研能除之砂，僅渠底推移質，其浮游部份，仍分洩二渠。

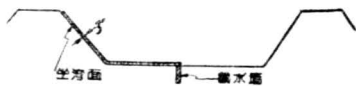
為保護渠道免於淹沒計，在閘旁置有警戒設備，法於渠旁造一井，與渠相通，內有浮具，至規定水位時，使電路接建，附近渠夫得聞電鈴聲，出外設法補救。



圖十一 (比例極不準確)

### 渠道護岸

總幹渠護岸工程已如上述。其餘幹渠護岸工程可分兩種，一以保護渠道防止冲刷者，僅用于彎曲及鬆土部份，以混凝土鋪於渠岸，厚約三吋，渠底往往聽其自然。一以防止滲漏者，由麓渠道，渠水常滲流至下坡土地，致成水漬，或因地下水面過高，而鹹質上昇，法以混凝土鋪面或將片石嵌砌。護岸工程皆於需要時為之，可免無謂耗費。



圖十二

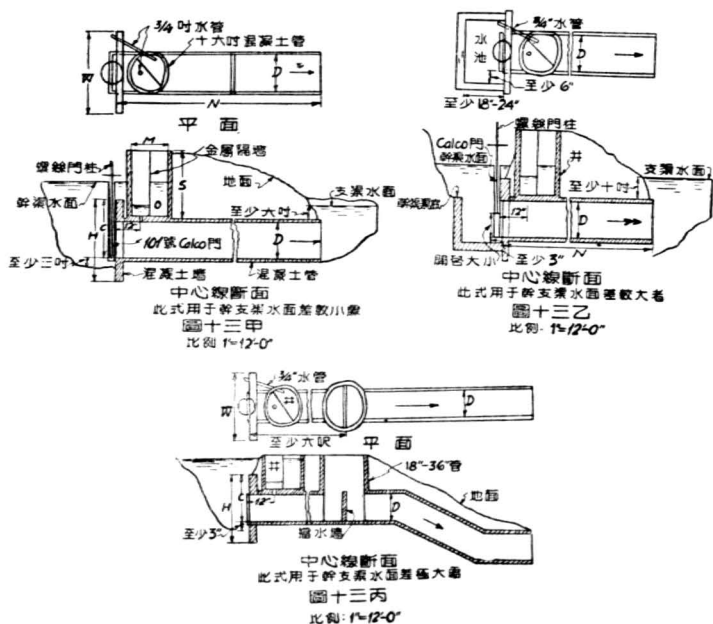
### 斗 門

佛區斗門，大部用 Calco 式，兼以量水。此法尚係新近採用，經二年餘之試驗，規定斗門裝置法；測定各種大小斗門，在各種水頭及開啓大才時之洩量，製成表格，於是需要水流可以斗門適合之。門係鐵製，由加州鋼管公司承造，其標號為一百零一。此法逐漸普遍，採用者日多。惟其弱

點為價值過昂，非水量寶貴，產物利厚者，不克用之。吾國當無仿行之可能，但可以木製斗門，照式製置，而另行測定其流量，結果雖不正確，在吾國已足夠，此法美國採用者甚多，其裝置則與 Calco 式不同，結果亦甚滿意。

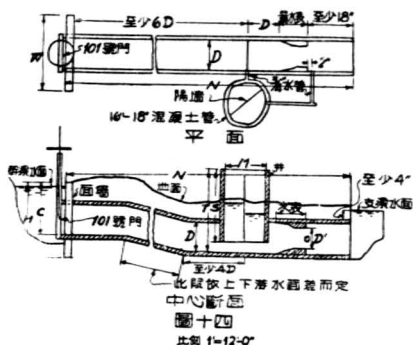
茲將斗門裝置法略述于次。

1. 以斗門量水之裝置法。



上下游水位差，于井內量得，斗門之開啓大小可由螺絲門柱上昇距離量之，於是可在表上求得流量矣。

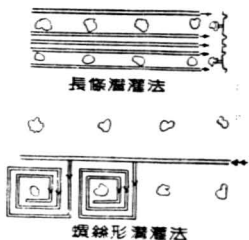
2. 以水管量水之裝置。



上下游水位差由井內量得，即可由表求得流量矣。

### 灌溉情形

佛區灌溉採輪灌制，在每年初由各田主填送請求用水單，因灌溉區規章凡在區內者無論用水與否，皆須納水費，故請求用水單內祇須註明田地畝數，莊稼種類，需水量及時期等，公司不得拒絕給水，但如私有渠道未清理整潔可停止給水，而仍收保水費。每年初排定灌溉程序，不得更改。一切事宜，由總工程師負全責。灌溉面積約二四二，〇〇〇英畝，共僱渠夫三十名，管理給水事宜，每人負責八千英畝，在美國汽車路發達，汽車異常普遍，故管理八千英畝，毫無困難，在國內則不可能也。



灌溉法視莊稼及土質而異，大概牛草 (Alfalfa) 用分條灌法，取其簡便，佛區農事發達，四地平順，坡度適宜，故無分水不均之事。糖芋及其他根類植物亦採上法。葡萄及瓜果則採溝管法。果樹則採長條溝管法或螺絲形溝管法，如上圖所示。



# 中國河渠書提要【三】

茅 乃 文

至正河防記一卷

學海本 水利珍本叢書本

元歐陽玄，元延祐間進士，官至翰林學士。先是元至正四年，河決白茅堤金堤，帝命大臣訪求治河方略，都漕運使賈魯奉旨詣河上，相視驗狀爲圖，以二策進獻。一議修築北堤以制橫潰，一議疏塞並舉，挽河使東行以歸故道。丞相脫脫薦魯於帝，大稱旨，遂命魯以工部尚書充河防使，是月二十二日鳩工，七月疏鑿成，八月決水故河，九月舟楫通行，十一月水土工畢，諸壩諸堤成，河乃復故道，南匯於淮，東入於海。帝召魯還京師，論功，命玄製河平碑文以旌勞績。既成，玄又自以爲司馬遷班固記河渠溝洫，僅載治次之道，不言其方，使後世任斯事者無所考。則乃從魯訪問方略，及詢過略，質吏牘而成斯篇，蓋記魯當時之功績也。元史河渠志載其事，並錄其文，河防諸書亦均列入名論。各本文字均有訛脫，水利珍本叢書曾以各本校刊，並有斷句。

河防通議二卷

四庫本 守山閣本 明辨齋本

元沙克什撰，沙克什原名瞻思，各本均依四庫著錄改正。提要云沙克什色目人，官至秘書少監，事蹟具元史本傳。又云「沙克什系出西域，達於經學天文地理鐘律算術無不通曉，至元中嘗召議河事，蓋於水利

亦素所究心，故其書分門者二，門各有目，凡物料工程丁夫輸運以及按椿下絡疊帶修堤之法，條列品式，粲然咸備。」原書前有自序，序云「水功有書尙矣，禹貢垂統於上，而河渠書溝洫志續緒於下，後世間亦有述。逮宋金而河徒加數，爲害尤劇，設備益盛，而立法愈密。其疏導則踐禹跡而未臻，其壅塞則擬宣防而過之矣。金時都水監有書詳載其事，目曰河防通議，凡十五門，其體制類今簿領之書，不著作者名氏，殆胥史之紀錄也。今都水監亦存而用之，愚少嘗學算術於真定壕寨官張祥瑞之授以是書，且曰，此監本也，得之於太史若思。後十五年復得汴本，其中全列宋丞司點檢周俊河事集，視監本爲小異，雖無門類，而援引經史，措辭稍文，論事略備，條目纖悉，則弗若之矣。署云朝奉郎尙書屯田員外郎騎都尉沈立撰，愚思二本之得失互見，其叢雜紛糾，難於討尋，因暇日摘而合之爲一，削去冗長，考訂舛訛，省其門，析其類，使相有條貫，以便觀覽，而資實用。」云云。據其序所述，知是書係以宋沈立汴本及金都水監本彙合而成。沈立之河防通議，顧祖禹古今方輿目，宋史本傳均有著錄。本傳云，「沈立字立之，歷陽人，舉進士，簽書益州判官，提舉商胡埽，采遮大河事迹，古今利病，爲書曰河防通議，治河者悉宗爲法。」云云。原書已佚，今幸賴是書及沙氏之序，尙可知其概。全集所錄雖系前代令格，其間地形改易，人事遷移，未必一一可行，而欲研究宋金元三代之河防制度，見具於此集中矣。

今傳各本文字均有訛誤。如造船物料有桅杆一條，長一尺或尺二寸，徑四寸一語，按船之桅杆決不止一尺及尺二，當係一丈及丈二之誤，其他名詞之訛誤亦頗不鮮。守山閣及明辨齋本均據庫本校印，庫本據提要著錄，據永樂大典本鈔錄，而守山閣本又缺物料第三標目，當爲校印者之脫落。末有至元四年亞中大夫嘉興路總管兼管內勸農事和元昇跋，跋中有云「僕忝郡真定，嘗得而推行之。茲來嘉禾，鐫梓於學，以廣其傳。」云云。則是書至元四年殆有刻本也。可知矣。工程之書構造制度名詞，不能有絲毫之誤。今原本失傳，不能一校今本之訛，整理河工古籍

者當引爲憾事也。

### 河南管河道事宜一卷

晒印明金聲玉振集刊本

明商大節撰。大節嘉靖間漢南人，明史本傳不詳其官河南管河道事績，其書即輯錄當時所上河務條陳而成。惟全篇皆關經費，而罕及工事。首列黃河圖，起自河源，以及河南全境，繪圖極簡，未有嘉靖丙午年自跋，以述其作書緣起，跋云「黃河源派暨歷代修治損益，治河通考已蒐輯詳盡。惟國朝引水達徐以濟運道，則黃河所系視歷代尤重，故修河之費視歷代獨繁。河南郡邑西自閿鄉，東至虞城，相距幾千里，皆黃河經遠之地，每歲夏秋水泛，非滄沒州縣，則損傷運道，當其事者實難運籌，獨惜中州一區封壤未廣，每年修河之費一十三萬有奇，皆出於常賦之外。邇來水旱相仍，虜患並作，徵求日重，民不堪命，節職專河道，務求節省，仰承察院目擊時艱，加意窮困，悉准條呈。總理素翁于老先生，又欲刊刻成書，遂以職守事宜，採集酌量，華於詞藻，則規制未詳，撮其要略，則語言未盡，乃以呈請公移通篇，備錄以俟稽考。若夫豪傑之才，憫時制變，自有經濟筌蹄，陳物祇爲案牘之資耳云云。

存素堂書目，及北平圖書館書目，均作治河事宜，本書原跋及書口亦作治河事宜。今以其書內容，只及河南河務，故依首頁之名，而曰河南管河道事宜焉。

### 淮南水利考二卷

北平圖書館藏天尺樓鈔本 南京國學圖書館藏明刊本

明胡應思撰。原書不錄撰者名氏，丁晏石亭紀事，胡應思淮南水利考序，記述是書內容，極相吻合，故可斷言即胡氏所撰原書。丁序云，「應思號西畹，沐陽人，嘉靖時歲貢生，官合浦知縣，故言淮南水利甚詳，誠有用之書，而吾鄉文獻之微也。所引嘉定山陽縣志，今皆不傳，又載鄉人胡

效謨請復舊制書，效謨爲南津侍郎之長子，以恩蔭仕至潁江府，是書洞悉淮之水利，當時亭林、臚、明、潘、邱諸先生甚重其書，故稱引之。」云云。

全書凡二卷，首載禹貢，而哀公九年後悉採自通鑑以下史志，及河渠諸書，凡歷代治淮南之水者，軼年紀載，迄於明萬曆五年，而記述明平江伯陳瑄開運河築堤堰修插壩諸事功，尤爲詳備。前有殘存序，亦未載姓氏，疑爲著者自序，大意贊頌陳氏功績，或爲著書之立意也。應恩之言淮南水利曰：夫運河爲邗江，自成周以來，史傳明白，我朝直名曰清江，又何疑乎？或以爲盱眙曾通運，又以爲洪澤在盱眙，甚以爲揚城以北非邗江者何也，高加堰淮揚之第一防也。曰可修者什一，曰不可修者什九何也？蓋運河至淮城之西，屈曲而北，又屈曲而西，又屈曲而西北，以出清江口，中間於南鎮壩設抽分廠於西門，外設浮橋于板閘，分南署於清江，分二署於淮北，立分司於馬頭，設巡司重關疊防，有人守之，而於鎮城之中，開府設帥，分署參藩臬，列郡縣衛所，而臺察以時察，殆以漕運爲國家之大計，課額以資京邊稅料，以助漕艘至緊也。今私鱈之家，及利稅料之漏者，以此爲大忌，夏秋之間大浸，稽天士君子方以爲戚，而彼風帆便利，自黃浦以北，抽分廠以南，凡攔卒不到之處，任意南北，出入堰口，故以爲運河在盱眙在洪澤，而曰非邗江，曰堰不可修。其言如此，其心必欲無閘也，無堰也，無官府也，而後快。今上司坐牙皆彼所不顧之地，而彼所自縱之地一切無禁，其詖邪之黨，謬言日出，上之人方降顏色以來之，層疊出以詢之，噫，我懷禹稷之虛心，而豈知其爲桀跖之說間也。愚以爲言之不詳，則上之人無由聞知，上不知矣，安能復漕規三百年之舊衍，而救淮揚數千里之溺。嗟夫，私鱈走漏之利，歸橐少而豪奪多，彼豈樂爲之乎？良由田浸而賦急，不忍以肌膚甘伍伯，引妻孥易質纆，激而爲此，抑大不得已，無聊之計也。使堰開修而漕運利，民沾餘漑，有桑田以育妻子，安佚老死，無挑河築塘之累，彼豈不願，但嗷嗷不可得也。吁，淮之民苦亦甚矣。」

是書南京國學圖書館藏有明刊本，尙未及見今所見者爲天尺樓抄本，錯字頗多。丁氏序又謂「顧氏郡國利病書江南十四，備載其書，謹

抄合爲一帙，時梓以行，而序其緣起如此。」云云。殆丁氏尙有重刊本也。

### 曹時聘治河疏(原名關沕奏疏)

北平圖書館藏鈔本

明曹時聘撰。乾隆獲鹿縣志卷十一人物志云，「少司公曹公諱時聘，字希尹，號嗣山，隴慶庚午舉人，辛未進士，任總理河道，提督軍務。……出守臨洮，爲墨撫所劾逮問，事白起守鳳陽。……擢山東副憲，而濟寧諸宿役，立破民產，一旦震洗，甚爲印川潘先生推重。陞任徐州兵備，與當事爭河議，省輿作鉅萬，遂有總河之命。初視事，閱工，周度具悉機宜，於泇濬淺溜，鑿石堰，以身程督，刻期竣工，漕艘銜尾而濟於黃，塞蘇莊決口，乘力大挑朱莊口，以達小浮橋，延袤百七十里，而百餘年間開塞無常之河道一朝全復。其先黃河南徙，徐邳之流幾斷，修補之需，歲費屢萬。公乃節縮鑄錢，與丁卒同勞苦，風餐露宿，歷盡艱辛，始集事時，公丁太夫人憂去，天子聞黃沕事宜，公疏對鑿鑿，以治河比之治兵，以所條列守十事，下所司舉行。湯賓尹所稱黃治則沕治，沕治則漕可無虞。余考曹公設施奏議，誠先後治河者之宗也。」

按其書凡六疏，前卷二疏爲展拓沕河之書。所謂沕河之役，肇於壬辰之洩水湖，關於辛丑之達沂河，而避河鑿石，遂成通津者，亦總河李化龍之議，而時聘繼以成者。後半爲萬曆三十二年河決朱旺口，北徙南陽，運道被灌，時聘題準大挑朱旺口，以達小浮橋，延袤一百七十里之挽河諸疏，惟多關經費，而罕及工事。

原書封面原題爲挽河奏疏，蓋指後半卷而言，故改名曹時聘治河疏。

### 靳文襄公奏疏八卷

清嘉慶刊本

清靳輔原稿，子治豫編。輔有治河方略已著錄，奏疏四庫入詔令奏

議類。按輔於康熙間累官總河，故所有奏疏亦多關河事者。提要云：輔自安徽巡撫，擢授河道總督，時值河患方棘，洪流逆溢，高堰橫潰，合淮水而東注，故道反湮。輔疏言河水挾沙而行，易於壅閼，惟賴清水注刷，始能無滯，當審其全局，徹首尾而合治之，不可漫為施工，堵使東築西決，終歸無益，因條具八事，入告。聖祖仁皇帝悉俞其請，於是疏濬運河及清口，以至海口河道，又開白洋清河以東引河水，而黃流始暢，開清口濶汎淺諸引河，而淮水始出敵黃。築河崖遙堤縷堤，修高堰堵霍壩，置減水六壩，而宣洩咸有所恃。至開中河卑河諸役，尤其設施之大者。其持論以築堤岸，疏下流，塞決口，有先後而無緩急數語為綱領，故在事十年，具著成績，諸疏具在集中，無不指陳原委，言之鑿鑿。至今論治河者尤稱輔焉。」云云。

治河方略僅錄前後經理河工十六疏，餘則未採輯也。末有撫皖題稿三通，為驛站錢糧諸疏，卷前有張大有序。

### 河防述言一卷

治河方略本 青照堂叢書本

北平圖書館藏抄本 四庫本 切問齋本

清陳潢原意，同里張鶴生重編。四庫已著錄，附見靳輔撰治河奏摺書，提要云：「河防述言一卷，為張鶴生所撰，皆追述其友陳潢之論，故曰述言。潢字天一，號省齋，錢塘人，為輔之幕客，輔治河多資其經畫。康熙甲子，聖駕南巡，輔以潢功上聞，特賜參贊河務，按察使僉事銜。其書凡十二篇，一曰河性，主於順而利導之。二曰審勢，謂凡有所患，當推其致患之所以然。三曰估計，謂省工省料，其壞必速，所費較所省為更大。四曰任人，主於慎選擇，明賞罰，而歸本於正已以率屬。五曰源流，謂河水本清，其淤漲，由挾中國之水。六曰隄防，主潘季馴以隄束水，以水刷沙之說，而尤以減水壩為要務。七曰疏濬，主於覈實料，主於預備。九曰因革，今昔形勢不同。十曰善守，謂黃河無一勞永逸之策，在時時謹小慎微，而歸重於河員之久任。十一曰雜誌，述治河之委曲。十二曰辨惑，則駁當時之異議也。其言

往往中理，與新輔書足相發明。前冠黃河圖，乃寓生自作。雖不及欽定河源紀略之明確，而遠勝篤什之所記。」云云。據張氏引言，謂其圖曾參考周竹岡繪河圖，全陝方輿圖，並訪之於河源使者，彙編而成。除庫本外，北平圖書館藏抄本，有黃河全圖引，原圖則已殘缺，其他各本均未將圖刊入。抄本並有康熙三十七年張寓生自序，爲他本所無，彌足珍貴也。

### 治河要略殘稿五卷

#### 存素堂藏原稿本

清劉士林撰。士林字子志，山陰人，事績未詳，是書乃一殘缺之稿本。第二冊冠有總目，著錄凡五卷，首列圖三，曰運河圖，黃河圖，泉河圖。次爲河源考，輯錄夏書禹貢，漢書西域志，山海經，元史河渠志，陳組經黃河源解，皆明代以前之著作也。次歷代河決考，起自周而迄於明萬曆六年間。次治河奏議，輯歷代名人治河之議論，以及奏章。次爲潘季馴河議辨惑，及徐庭璽治河疏參駁。前有自序，則稱纂輯修治之法凡十卷。今所存者爲五卷，而序文中所序各卷著述立意，則又與所存卷數相同，惟缺士林自撰之疏濬管見，疏濬管見共有幾卷，則並未說明。士林對於當時治河意見，於其序文中即可知其概。大旨主張以行所無事爲治水之法，以盡力溝洫爲治河之要。並謂當時之人盡在借河營私，而未嘗求所以治之之法。塞出海之道，堵淮河之口，使水無去路，處處沖決，於是別開引河，增築高堰，動支帑銀數十萬，未嘗有分寸之功。名謂治河，其實因治而大壞矣。書中又有指闢黃壩，此蠶賊馮佑之奸謀，堵絕黃流歸海之正路。按馮佑於康熙三十八年間，董安國任總河時，佑曾任河道。由此推想，及觀其採輯各書，又皆爲明代以前之著述，殆其成書時間亦在此時歟。

第二冊簽題有「劉士林」「子志氏」小方印各一，書口刻有「正氣堂秘書」字樣一行，故是書爲未成之原稿本也。

### 河工摘錄十八卷

## 存素堂藏舊鈔本

清黃之紀輯之紀字星巖，上元人，事績未詳。其書摘錄潘季馴河防一覽，劉天和問水集，靳輔治河方略，胡渭禹貢錐指，鄭元慶七府漕程，顧炎武日知錄，顧景范川瀆異同，張鵬翻河防志，以及史志諸書有關河事者之短篇文字。以河流分門輯錄，黃河凡十二卷，先述河源，次故道，次當時黃河形勢，次治河總論，次治河要訣，次黃河堤工，次開墾涵洞，次搶修工程，淮河源流，及治淮總論一卷。運河五卷，各卷中輯者並無攷論，其述黃河源流，與治淮總論亦未言輯自何書。全集所載大抵皆乾隆朝以前之材料，體例則不如陳潢之河防統纂。原書尙未見有刻本，第一冊首頁冠題爲「借書分類錄」殆爲從事治河研究者所輯之參考資料耳。此抄本爲王友亮舊藏，前有「王友亮」「葑亭」方印各一。友亮爲乾隆時人，著有葑亭文集，故是書成書時間，當亦在康熙乾隆之間也。

## 治河要語不分卷

切問齋本 青照堂叢書本 防河要覽本

清丁愷曾撰。愷曾字芻亭，山東日照人。光緒日照縣志人物志：「愷曾少負異才，博極羣書，爲文毫放不羈，奇氣溢行。間選拔入都，名動公卿。中年多故，遂絕意仕進，閉戶著書，著有治河要語。」云云。全書凡八篇，具論河防工事。首論堤工，次河決，次塞支，次開引河，次墾工，次墾工，次訓練，末附橋曾築石工說。

河決篇論河性謂「水無情而有性，故以下爲道，而智者順之，人之力非水之敵也。善治者不與水爭，而與水讓，會地之形，控水之馳，循次行之，而水斯不逞。」云云。

前後無序跋，其書不知作於何時，書中多引用經文，各篇所述語頗詳明，極有程序。今據日照縣志本傳所記，雖未能知愷曾是否曾歷河干，亦博覽治河諸書之所得，而筆之於書者也。



## 黎襄勤公奏議六卷

清道光五年刻本

清黎世序原稿，子學淳編。世序字淇溪，河南羅山人，嘉慶進士，歷任淮海諸道，累官南河總督。續碑傳集卷三十三錄淮安府志黎世序傳云，「其時黃強淮弱，豐工，邵工，睢工，鄆工，五營減壩，蘇家山，陳家浦，馬港口，疊次漫決，河身中飽，淮水南趨，歲漕四百萬石待之以行，顧此失彼，左絀右支，幾成瓦解土崩之勢。世序適承其敝，淡泊寧靜，一掃糜俗，修靳張之沿，以束水攻沙，蓄清敵黃爲急。其束水也，主於繕隄防，海口接築長堤，使水不散漫，而滌淤有力。其蓄清也，謹守五壩使清水長足糧艘得以浮送，而黃河隄防之守，則又恃乎閘壩。於是請建清河黃河北岸減壩，及徐州之虎山嬰減壩，以洩異漲，而保長隄。而黃水暴漲，隄工奇險，則又於壩前拋碎石，以樓護之，故能轉危爲安。蓋自嘉慶十八年迄於道光三年，南河彫敝之餘，幸成獲奏者，世序之力也。」云云。

全書凡六卷，爲其子學淳輯其官淮海道以至南河總督時所上奏議而成。前有道光孫玉庭序，末有學淳後序，序云「奏議二十四卷，具載南河成案（續編）中，先君擇其要者，比類輯錄，以備檢閱。手澤猶存，不敢妄加更定。謹將原稿付梓，而展寬徐州河面，及覆奏御史條陳積弊諸稿，則附錄於後。」云云。

## 麟慶治河奏稿不分卷

存素堂藏麟氏凝香室原稿本

清麟慶撰。續碑傳集卷三十三錄宗稷辰撰前江南河道總督完顏公墓志銘略謂「慶字見亭以十四年進士授內閣中書，升兵部主事，遷河南分巡開歸陳許河道擢江南河道，任河道十年功最多，以河水溢雀鎮論罷。未幾河決中牟，遣往工次，佐治堵築。公之初守徽穎也，即注意水利及爲河道，上慮其未習，下撫臣河臣察之，僉曰才敏能勝任。自是受主

知益，不數年遂畀全河重任，初蒞周履河湖，測地形高下，定天然隔水，則專責徐州巡道司啓閉已得宜濬之要。時議有言，疏海口挑河身者，力陳不可，一切請率由舊章，上以爲所言當期，以勤實憤勉公，益感奮。時變通河游，用灌塘，權法行之，便有議阻者，力持不改治淮向拘蓄清刷黃成說。公謂強蓄則淹鳳泗，蓄極而放則浸淮揚，乃僅留湖水丈有四尺，足以濟運而止稍過即泄之歸江，蓋得解之孟子焉。九年以安瀾奏績。」去歲曾於北平文祿堂見其奏稿全集，後爲南雄趙敦甫氏所購。此集則自道光十二年至二十二年間所上各疏，正其任南河時所作，故河疏殆居三之二焉。原書只題奏稿二字，不錄書名。

### 河工器具圖說

清道光十六年刻本

清麟慶撰，慶有治河奏稿已著錄。是書成於道光十六年，全書凡四卷，皆爲治河之宜防修游搶護儲備所用諸工器。圖凡二百八十九種，各繫以說，而推其原，條分縷析，綱舉目張，著爲研究治河工程沿革者之攷鏡資料耳。前有自序「略謂嘗於祁寒暑雨，周歷河壩，每遇一器，必詳問而深考之。有專爲乎工，而別立主名，有不專爲乎工，而修而兼用者，有類於古而實創於今者，有宜於今而無異乎古者，其名稱也小，其利用也繁，日積月累，輯爲一編。」云云。

### 黃運河口古今圖說

嘉慶二十年刻本

清麟慶撰，慶著有治河奏稿，河工器具圖說均已著錄。清人沿明代之制，治河以濟運。當時全河機樞，祇在河口咫尺之地，左湖右黃，淮貫其中，運穿其脊，交動交審，一髮全身，故治河者於清口均有所建置，改移。道光初，總河又創灌塘之法，慶任河督時，亦行此說，頗有治績。遂繪圖爲十，起自前明，迄於道光十八年，考其沿革，論其損益，並附以徐仰庭灌塘說，

沈香城河口說，大旨亦主行灌塘之法者。前有自序，書成於道光二十年。

### 河防輯要四卷

存素堂藏清宣統間鉛印本

清周家駒撰。家駒宣統間合肥人，自序略謂「幼在鄉里，嘗從事溝洫，又從其父於畿輔駐軍津東治水利。清宣統二年奉命修揚屬運河，經營半載，即事考求，本得於書，與昔所見，以證事實，益信成法莫能外也。因取言河各書，中有關實用者，分門選錄，各為一篇。」云云。今觀其書，都取材於潘季馴河防一覽，靳輔治河方略，陳潢河防述言，徐端澗紀要，安瀾紀要，及其他道光朝以後之言河諸書。共凡四卷，首列名論，次守次土工，次埽工，次石工，次搶護，次堵合壩工，子目一百有一類，非但分類精詳，而一切工程亦大粗具，所輯材料亦皆實際有關河務工程者。故不但可供初學者參考，實為河工書讀本之善本也。

### 黃運兩河修防論旨奏疏章程

故宮圖書館藏鈔本

是書為河南河防局鈔本。所錄起自咸豐五年，至宣統三年八月，凡關於黃運兩河之修防論旨，奏疏，章程，集為一書。共百四十條則，誠為黃河咸豐改道後之重要史料。按故宮登錄，謂是書舊藏清史館，殆當時續纂修史稿時徵集之材料也。

### 河防考三冊

故宮圖書館藏鈔本

按是書即民國山東通志局所纂之河渠志。故宮登錄是書，亦稱清史館舊藏，殆亦清史館所徵集材料之一也。今觀其書，大致皆採自官書以及地理諸書，凡瀕及東省河務而為黃河改道以後者，悉皆採錄。其書

首列河流變遷，自周定王五年至清光緒三十年，表列時代年分分流入海漫決地址等項。次爲河工職官，表列清光緒間職官營汛防守人員工段里數駐紮地址。次河防考，分輯三卷，上卷爲咸豐五黃河未改道以前歷代修防之制，中卷輯錄諭旨章奏，下卷東省河道流決之異，修防之制，疏濬堵塞之法，以及財用物料職官營制諸章程，而奠以小清河，運河海運諸考。故欲考近時東省河務者，當瀏覽是書也。

### 河上語一卷

清光緒二十三年刻本

清蔣楷撰。楷荆門人，清光緒中宦遊山東，精勤能治事。光緒二十年利津趙家菜園及西韓家決口，楷奉命堵塞掌壩，於河事固久諳矣。是書爲光緒丁酉年於西韓工次所成。全書皆河防實用之工程術語，引註甚詳，著爲整理水工名詞者考鏡之資料耳。未有數語述其書之程序，實亦治河工程之程序，茲錄之以供讀者之參考。

「賈魯有言，水工視土工爲難，中流視河濱爲難，決口視中流又難。楷謂塞決非難，相地形爲難，故始之以語壩，壩所以進也。次之以進占，進占以與水爭，故次之以語水。克水莫如土，故次之以土。用土止水，厥名曰堤，故次之以語堤。堤不能禦者，制之以壩，故次之以語壩。壩不能制者，挑之以壩，故次之以挑壩。挑壩不能平者，分之以引河，故次之以引河。河以載船，故次之以語船。船以載料，故次之以正料。土料肉也，樁爲之骨，故次之以語樁。有骨必有筋，繩爲之筋，故次之以語繩。樁繩皆雜料也，故次之以雜料。土料不乏，大工將合，故次之以金門。金門閉矣，畢乃事矣，誰司厥事，而可無紀，故以語工員終焉。」

黃河水利委員會病其無圖，仍恐讀者不能瞭然，因校其文覈其義而附益以圖，更名為河上語圖解，於是此冊更稱完備矣。

## 附 錄

### 魏凱 Hans Weicker 致李會長函

李君足下僕之名雖爲足下之末稔然亦非全不相識，方修斯致足下最末一函所稱之敵友非他即僕是也。（按方函稱有敵友講演「中國」於漢諾勿，稱道中國道義不置）

方修斯逝世之耗或已震驚於足下之耳，本年三月二十九日伊竟別吾儕而逝矣。方氏致足下函述及將入醫院割頸療，竟由是而致死，死之因，由其心臟過弱（Henzembolie）也，四月二日安葬，葬之日余從其意親臨窆穴致唁辭焉。

送葬者甚衆，莫不唏泣悲感以爲科學界之大損失，友朋中之大剝奪也，中國之留學於此者特以中國絹製極精之花圈，上書中文曰「敬獻於我敬愛之先生吾國之至友」獻之柩前，其平時師弟間之感情可見。

方修斯與足下非特表面之友，實心悅而誠服之，臨卒之前多日常常念及，並因足下之名以迴憶及中國，而其對中國之建樹爲其有生以來所最得意之工作，導淮治黃二事，亦與足下之名牢縛而爲一。

伊卒之前兩週，僕尙在漢諾勿，相見時輒談及黃河壑壑不倦，伊云本其最後之試驗，伊敢云伊之建議實爲解決河患挽救華北之良策，伊深望其能爲中國政府所採用之。

方又云，伊曾以其最後試驗之結果致之其所最信賴之友人手中，即足下是也，茲關於此事之往來函件，俱存僕處，計一九三五年十月二

十八日致足下一函，十一月二日令姪賦都一函，十二月二十四日致鄭君肇經一函，及數君復函，又一九三六年三月十六及十七致足下之函亦爲其生前所書最末一函，三月十八日行手術後經十一日而卒，足下曾不能爲力言之於貴國政府使其建議不至東之高閣否？蓋方氏最後數年中，年繼一年，月繼一月，日繼一日，所孜孜研究者無非黃河問題使其苦心孤詣竟此成空，不亦悲乎？

僕承方夫人之重託謹再請於足下，使方氏最後爲中國之工作得於中國獲有榮譽，僕若非誤記者，似鄭君肇經曾提及對方氏工作，以三千馬克酬勞。

按方氏十二月二十四日致足下之函，曾以全權委之足下，試一決之，此數相稱否？方氏之試驗經三年之久，且特別注意爲之，此其所可自信也。

足下爲此事之成效如何？請逕以復僕或方夫人。

足下在天津所設之試驗所，試驗成績如何？令姪工作順利否？此間之基址工及水工試驗所今已易名爲「漢諾勿工科方修斯試驗所」以誌其創建者，方氏致足下最後一函，曾述及僕已譯蔣夫人所著之英文本「新生活運動」爲德文，並爲之序，近已由柏林中國文化協會請於中國大使館許其印行矣。

魏凱謹啓一九三六·四·二七

## 方修斯公子 Klaus Franzius 致李會長函

一九三六年五月二十一日自郎府

李公足下：

公爲先父之至友，故敢以其逝世時情形詳爲報告，尤以其逝世前數日間屢念及中國，彼余不能已於言也。

五月之初醫者檢定先父頸中有癭 Mandeln, tonsils 並云最好得機取出，其時先父方爲伯林地下電車道 U-Bahn 毋覆事任審核，工作極忙，思迨事竣再行手術，乃此案忽延緩十四日，於是先父決定即入醫院，入院前余以將赴丹瑟求學隨先父至伯林，尙以象棋爲消遣，此爲余與先父最後之相聚，二日後渠返漢諾勿施手術，經二十四小時以血毒致心臟拘縮極烈 Herzkampf 其時痛苦已極，然尙望其能勝過，次日稍愈，但有時竟失知覺，及最後數日則喃喃多爲在中國之週憶，念其人物，道其文化，以不能再見爲恨，似自知其生命將終也，猶幸家仲兄先二日抵家，仲兄亦醫生也，先父見之頗爲欣慰，至其歿數時前家長兄亦歸，尙能認識，惟余一人竟未能得生前再見一面，蓋家人不料其竟如此速棄我等，至其終後始電告我也，先父心臟忽爾停閉，一切終矣，使余抱痛何極，於是公等在中國亦失一良友矣，先父在日常爲余等道及中華人士之英秀，文化之優美，常思得再涉足貴土，願余曰：勉力求學，以畢爾水工之業，余他日再歷中土，將挈爾以俱，此固亦余之所深願也，但不幸而此言成空矣，余此時亦惟勉內求學以慰先靈於地下，余初求學於丹瑟 Danzig 固公昔日求學之地也，本學期終將忍心捨此而歸漢諾勿繼續求學於彼，蓋以距家近，求學之外尙須侍奉余母也。

余敢以至誠報告先父之哀狀於其至友之前而敬謝其夙昔對先父之惠德並請大安

克勞斯再拜

# 水 利

HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會發行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEERING

SOCIETY OF CHINA

南京梅園新村三十號

30 Plum Garden, Nanking, China

代售處 生活書店 上海福州路384號

鷄鳴書屋 南京楊公井

正中書局 南京太平路

中央書局 南京太平路

印刷者 東南印刷所 南京洪武路25號

## 本 刊 定 價 表

本期零售每册二角(郵費加一)

預 定	册 數	書 價 連 郵 費	
		國 內	國 外
半 年	6 册	\$ 1.20	
全 年	12 册	\$ 2.40	\$ 3.06

精裝本(一卷至十卷)每卷三元

補購二卷至八卷各期按定價加倍一卷售罄



中華郵政特准掛號認爲新聞紙類  
內政部登記證警字第一二二二三號



# 中國水利珍本叢書

第一輯已出及將出各書

預約全年十二冊  
價洋六元郵費在內  
米色重磅道林紙印刷三十二開  
中箱本配古雅書面除影印本外均係四五號鉛裝斷句



全一冊本年一月出版



全一冊本年二月出版



全四冊本年三四五六月出版



影印本 全四厚冊本年七八九十月出版

南京梅園新村三十號  
中國水利工程學會刊行