

年

卷

期

11

5

第

第

E16

✓

第十一卷 第五期

中華民國二十五年十一月

要 目

- 土工試驗於新基工設計之應用
- 水工試驗與土工
- 美國之灌溉事業
- 勘查漢水日記
- 參觀四川灌縣水利工程記
- 中國河渠書提要【五】

中國水利工程學會

總幹事通訊處：

杭州南城脚下六號

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	高鏡瑩	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	高鏡瑩	戴 祁	鄭肇經
		須 愷	許心武	張 焜	孫輔世
		蔡 振			
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	邇開瀛
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

預約書

左列各書在全部出齊以前繼續發售預約

書名	冊數	出書情形	定價	預約價	國內郵費
萬有文庫第二集	二千册	已出二千册	六百八十元	四百七十六元	四十四元
國學基本叢書二集	一千二百册	已出八百册	五百四十元	三百七十八元	三十二元
漢譯世界名著二集	四百五十册	已出四百册	二百七十元	一百八十九元	十八元
自然科學小叢書初集	三百册	已出九册	一百八十五元	一百三十元	八元
現代問題叢書初集	五十册	已出四十一册	九十元	六十三元	五元
佩文韻府	二十一册	正書一册待續出齊	二十六元	十九元	一元五角
叢書集成初編	七千册	宋引一册待續出齊	一百二十元	八十四元	九元
道林紙本	四千册	已出一千二百册	七十元	四十二元	三元
新聞紙本	四千册	書於本年十二月續出	四百元	二百九十元	六十四元
縮本四部叢刊初編	平裝本四百册	已出二百四十册	四百元	二百八十元	五十元
精裝本一百册	已出六十册	書於本年十二月續出	二百元	一百六十元	十元
最新化學工業大全	三十册	已出二十册	二百五十元	二百十元	十元
中學生自然研究叢書	三十册	已出二十册	三十元	二十三元	三元九角
各國社會經濟史叢書	八十册	已出五册	十六元	十一元五角	一元

價加須另函書備均·編初刊叢部四本縮·編初成集書叢·集二第庫文有萬

華安合羣保壽公司

總公司 上海 靜安寺路
分公司 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
電話九〇七六

上海

西門子電子機械廠

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

Hydraulic Engineering

The Journal of The Hydraulic Engineering Society of China

Vol. XI

November. 1936

No. 5

CONTENTS

Editorial by Mr. Woodson Wang.....	P.228
22 The application of Soil mechanics to Foundation Designing dy Mr. Y. C. Sha.....	P.229
23 The Importance of Soil element in Hydraulic model experiment by Mr. C. T. Fong.....	P.245
24 The Irrigation works of U.S.A. by Mr. Q. T. Chang.....	P.256
25 A Trip to the Han River, by Mr. F. S. Sung.....	P.262
26 Inspection to the Kwan Hsien Irrigation district in Province of Szechuen. by Mr C. Y. Chiang.....	P.281
27 Review of Chinese Classics on River and Canals—V, by Mr. N. W. Mao.....	P.292

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 第五期

中華民國二十五年十一月

目 錄

本刊文責由著者自負

編輯者言 (汪胡楨)	228頁
22 土工試驗於新基工設計之應用 (沙玉清)	229頁
23 水工試驗與土工 (方宗岱)	245頁
24 美國之灌溉事業 (張光斗)	256頁
25 勘查漢水日記 (孫輔世)	262頁
26 參觀四川灌縣水利工程記 (姜紀元)	280頁
27 中國河渠書提要【五】 (茅乃文)	292頁

編輯者言

1. 沙君玉清『土工試驗於新基工設計之應用』文中，介紹新的學理甚多，均為國內工程書報所未載，本刊得首先露佈，實為一可慶之事。

2. 水工試驗與土工一文，係武漢大學工科研究院方君宗岱所著。本其研究之結果，知水工試驗尚有理論與事實上之缺點。蓋欲使從事水工試驗者，設法避免，以符精益求精之旨。

3. 張君光斗在美研究灌溉工程。所著『美國之灌溉事業』一文，於美國灌溉事業之過去現狀及未來趨勢摘要敘述，足為吾國之借鑑也。

4. 本期刊布實地考察之文字二篇，一為孫輔世君之勘查漢水日記，一為姜紀元君之參觀四川灌縣水利工程記。均翔實美備，足資瀏覽。

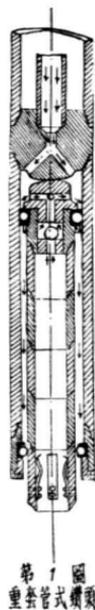
土工試驗於新基工設計之應用

沙 玉 清

1. 新基工土質之試探。
2. 地基土質圖繪製法。
3. 平基之支持力。
4. 樁基之支持力。
5. 基礎地基之支持力。
6. 基礎沉陷之分析法。

一 新基工土質之試探

往昔於地基土質之探驗，不外試壓及鑽探二法。試壓法僅加力於地基表面，影響之範圍，至為有限，無從探知內在整個之性質，固不足論。即如舊有之鑽探法，雖可深入地中，然所得之土樣，已破壞不堪，原有之性狀盡失，亦不足作精確設計之根據。故近代之鑽探法，須採用『重套管式鑽頭』（第1圖）且將鑽徑增至100mm以上，雖於軟弱之粘土層地基，亦能探得完全原狀之土樣，而定其性質。

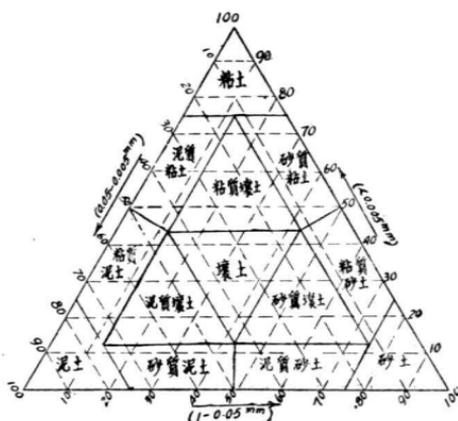


二 地基土質圖之繪製法

將鑽探所得之原狀土樣，在試驗室中，經各種物性試驗，定其粒配度，稠性，比重，抗壓強度，凝聚力及摩擦角等值，即可作一『地基土質圖』

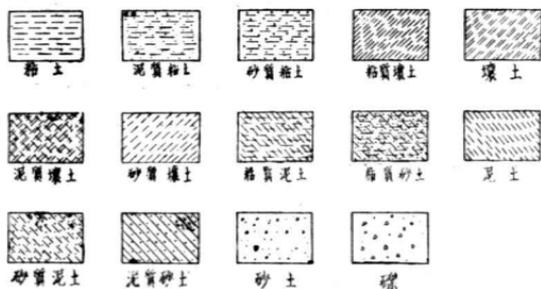
(第4圖)若是則該地層所有之性質強度等,均可一目了然!

地基土質圖之繪製法,先根據土樣之粒配度,在『三角座標土質名稱分類圖』(見第2圖)內,(按關於土質之名稱及分類法,我國尚無



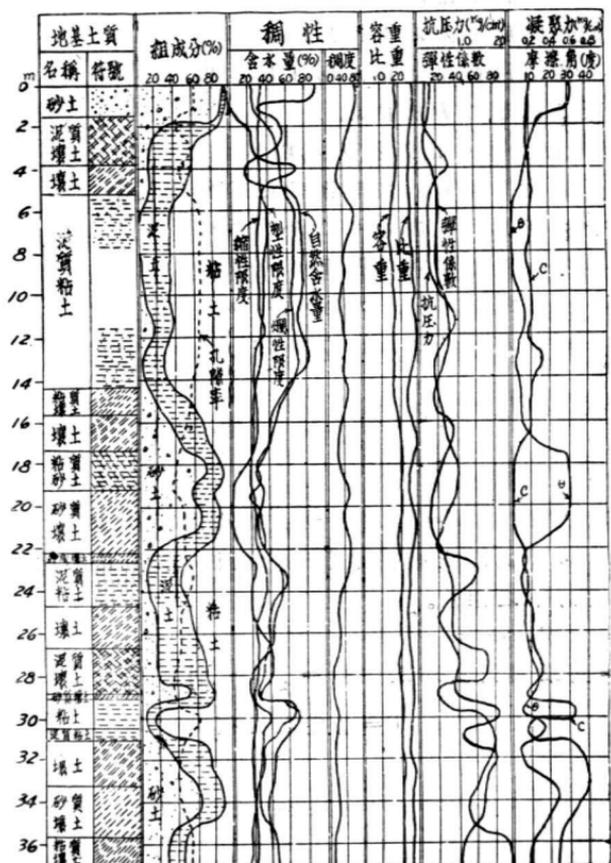
第2圖 土質名稱分類圖

一定標準,此圖係作者所擬譯)定出該土質之名稱,第2圖為土質斷面作圖之符號,依各土質之深度,填入左端第一及第二項內,以示各層



第3圖 土質斷面作圖之符號

土質之種類,其他各種物性試驗結果,亦均按次填入。故各層土質之性質,均得由圖上直接讀出之。(見第4圖)



第4圖 地基土質圖

三 平基之支持力

一 圓底平基之支持力

第 5 圖示圓底平基之支持狀態，基下地基受壓後，所生之滑面，呈圓錐形，向下陷入，由表面之摩擦及凝聚二力，抵抗之。

(1) 由摩擦力所生之抵抗力為 P_1

圓錐面上之抵抗力 q ，與該面垂直線所交之角，即等於摩擦角 θ ，其水平之分力為 e ，（按此水平壓力，須於直立之壁面，始可採用，茲為簡化計，故用之。）垂直分力為 $e \tan(\alpha + \theta)$ ，故得由摩擦力所生之抵抗力如下：

$$P_1 = \int_0^{H'} e \tan(\alpha + \theta) df$$

$$\text{因 } e = \gamma \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right)(H+x)$$

式中 γ = 土之容重， H = 自地面至基礎底之深度。 $\tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right)$ 為 Coulomb 或 Rankine 公式之土壓係數，（但須地面為水平，且與壁面垂直者） x 為自基底向下之深度。

$$df = 2\pi r dx \sec \alpha$$

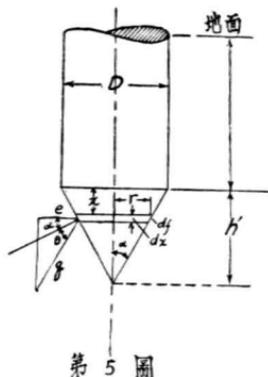
$$r = \text{圓錐體任意點之半徑} = \frac{D}{2}\left(1 - \frac{x}{h'}\right)$$

$$\frac{D}{2} : \gamma = h' : h' - x \quad D = \text{基礎之直徑}$$

$$\text{故 } P_1 = \int_0^{H'} \gamma \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right)(H+x) \tan(\alpha + \theta) 2\pi \frac{D}{2}\left(1 - \frac{x}{h'}\right) dx \sec \alpha$$

$$= \pi \gamma \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right) \tan(\alpha + \theta) \sec \alpha D \int_0^{H'} (H+x) \left(1 - \frac{x}{h'}\right) dx$$

$$\text{但因 } \int_0^{H'} (H+x) \left(1 - \frac{x}{h'}\right) dx$$



$$\begin{aligned}
 &= \int_0^{h'} H dx - \int_0^{h'} \frac{H}{h'} x dx + \int_0^{h'} x dx - \int_0^{h'} \frac{x^2}{h'} dx \\
 &= Hh' - \frac{H}{h'} \cdot \frac{h'^2}{2} + \frac{h'^2}{2} - \frac{1}{h'} \cdot \frac{h'^3}{3} = \frac{1}{2} Hh' + \frac{1}{6} h'^2
 \end{aligned}$$

因 $h' = \frac{D}{2} \cot \alpha$

故 $\frac{1}{2} Hh' + \frac{1}{6} h'^2 = \frac{1}{4} DH \cot \alpha + \frac{1}{24} D^2 \cot^2 \alpha$

得 $p_1 = \pi \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \sec \alpha D \left\{ \frac{1}{4} DH \cot \alpha + \frac{1}{24} D^2 \cot^2 \alpha \right\}$

2. 由凝聚力所生之抵抗力 P_2

將圓錐體之面積，垂以單位凝聚力， c 取其垂直分力，即得凝聚力之抵抗力。故

$$\begin{aligned}
 p_2 &= \int_0^{h'} c df = \int_0^{h'} c 2\pi \gamma \sec \alpha dx \\
 &= c \pi D \sec \alpha \int_0^{h'} \left(1 - \frac{x}{h'} \right) dx = c \pi D \sec \alpha \left(h' - \frac{1}{2} h' \right) \\
 &= \frac{1}{2} c \pi D \frac{D}{2} \cot \alpha \sec \alpha = \frac{1}{4} c \pi D^2 \operatorname{cosec} \alpha
 \end{aligned}$$

3. 圓底平基之支持力 $P = P_1 + P_2$

按 $p_1 = \frac{1}{4} \pi D^2 H \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \operatorname{cosec} \alpha$
 $+ \frac{1}{24} \pi D^2 \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \cot \alpha \operatorname{cosec} \alpha$

此公式之應用，設基礎之底面，適在地面時，即 $H=0$ ，則其第一項無實數可得。設基礎面深入地中，則此第一項及第二項之和，當較 $H=0$ 時為大。故於實際設計時，雖基礎深入土中者，亦應假設 $H=0$ 為宜，蓋在安全的一方面也。該時 P_1 值為最小值，其相應之 α 值，可查閱第 1 表。 P_1 最小值時 θ 與 α 值之曲線，如第 5 圖。

$$\begin{aligned}
 &= \int_0^{h'} H dx - \int_0^{h'} \frac{H}{h'} x dx + \int_0^{h'} x dx - \int_0^{h'} \frac{x^2}{h'} dx \\
 &= Hh' - \frac{H}{h'} \cdot \frac{h'^2}{2} + \frac{h'^2}{2} - \frac{1}{h'} \cdot \frac{h'^3}{3} = \frac{1}{2} Hh' + \frac{1}{6} h'^2
 \end{aligned}$$

因 $h' = \frac{D}{2} \cot \alpha$

故 $\frac{1}{2} Hh' + \frac{1}{6} h'^2 = \frac{1}{4} DH \cot \alpha + \frac{1}{24} D^2 \cot^2 \alpha$

得 $p_1 = \pi \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \sec \alpha D \left\{ \frac{1}{4} DH \cot \alpha + \frac{1}{24} D^2 \cot^2 \alpha \right\}$

2. 由凝聚力所生之抵抗力 P_2

將圓錐體之面積，垂以單位凝聚力， c 取其垂直分力，即得凝聚力之抵抗力。故

$$\begin{aligned}
 p_2 &= \int_0^{h'} c df = \int_0^{h'} c 2\pi \gamma \sec \alpha dx \\
 &= c \pi D \sec \alpha \int_0^{h'} \left(1 - \frac{x}{h'} \right) dx = c \pi D \sec \alpha \left(h' - \frac{1}{2} h' \right) \\
 &= \frac{1}{2} c \pi D \frac{D}{2} \cot \alpha \sec \alpha = \frac{1}{4} c \pi D^2 \operatorname{cosec} \alpha
 \end{aligned}$$

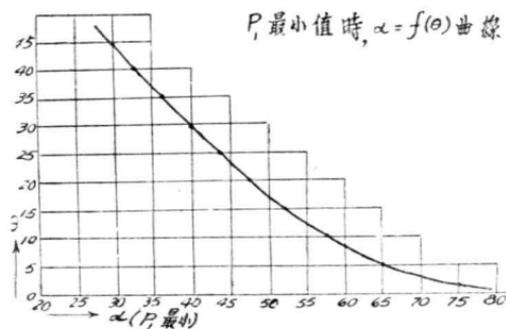
3. 圓底平基之支持力 $P = P_1 + P_2$

按
$$\begin{aligned}
 p_1 &= \frac{1}{4} \pi D^2 H \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \operatorname{cosec} \alpha \\
 &\quad + \frac{1}{24} \pi D^2 \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \cot \alpha \operatorname{cosec} \alpha
 \end{aligned}$$

此公式之應用，設基礎之底面，適在地面時，即 $H=0$ 。則其第一項無實數可得。設基礎面深入地中，則此第一項及第二項之和，當較 $H=0$ 時為大。故於實際設計時，雖基礎深入土中者，亦應假設 $H=0$ 為宜，蓋在安全的一方面也。該時 P_1 值為最小值，其相應之 α 值，可查閱第 1 表。 P_1 最小值時 θ 與 α 值之曲線，如第 5 圖。

第 1 表

θ	α	$\tan(\alpha + \theta)$	$\cot \alpha$	$\operatorname{cosec} \alpha$	$\tan(\alpha + \theta) \cot \alpha \operatorname{cosec} \alpha$
1°	76°	4.331	0.249	1.030	1.105
5°	65°	2.747	0.466	1.103	1.412
10°	58°	2.475	0.625	1.179	1.824
15°	53°	2.475	0.753	1.252	2.330
20°	48°	2.475	0.900	1.345	2.954
25°	44°	2.605	1.035	1.440	3.865
30°	40°	2.749	1.192	1.556	5.080
35°	36°	2.904	1.376	1.701	6.793
40°	33°	3.271	1.540	1.836	9.245
45°	30°	3.732	1.732	2.000	12.925



第 6 圖

實例一 設有一圓形橋墩，載重為 32 t (公噸)。該基礎之直徑為 5m。由鑽探試驗結果，知其地基土質情形，如第 2 表，問該基礎之支持力若干？該橋墩底面，應造至何種深度？

第 2 表

號 目	深 度(m)	各 層 厚 度 (m)	凝 聚 力(t/m ²)	摩 擦 角 (度)
1	2.05	2.05	3.1	14°15'
2	6.85	4.80	2.6	15°40'
3	11.60	4.75	7.8	44°42'

按圓底平基之支持力 $P=P_1+P_2$ 。設 $H=0$ 時，則

$$P_1 = \frac{1}{24} \pi D^2 \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha + \theta) \cot \alpha \operatorname{cosec} \alpha$$

$$P_2 = \frac{1}{4} \pi D^2 c \operatorname{cosec} \alpha$$

將 D, γ, α 諸值代入，解之，得第 3 表。

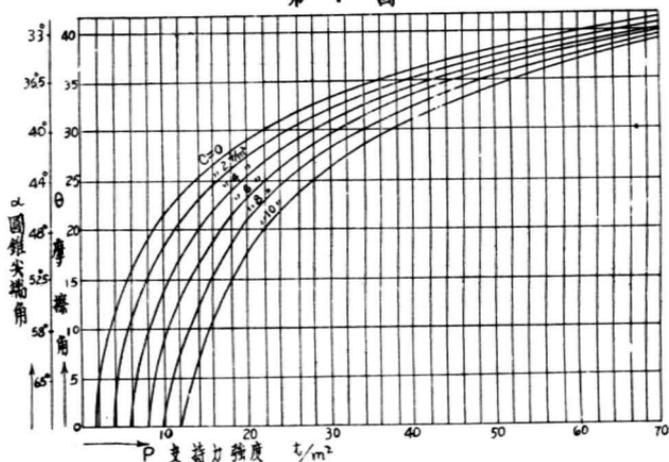
第 3 表

θ	$P_1(t)$	$P_2(t)$	θ	$P_1(t)$	$P_2(t)$
0°	30.73	$c \times 20.26$	25°	264.50	$c \times 28.27$
5°	46.75	$c \times 21.65$	30°	423.50	$c \times 30.54$
10°	71.92	$c \times 23.14$	35°	695.00	$c \times 33.07$
15°	109.90	$c \times 24.57$	40°	1,181.50	$c \times 36.03$
20°	167.20	$c \times 26.40$	45°	2,092.50	$c \times 39.25$

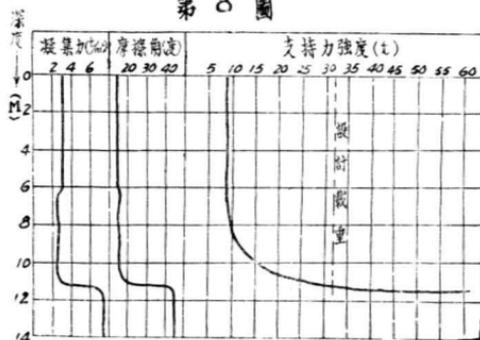
設地基土質之摩擦角 θ ，及凝聚力 c 為已知，代入上列第 3 表，即可求得 P_1 及 P_2 今就基礎支持力 P ，摩擦角 θ ，凝聚力 c ，及圓錐尖端角 α ，四者之關係，作曲線如第 7 圖：

根據本問題地基之土質，就各種深度，計算其支持力，結果如第 8 圖所示，可知該橋墩基礎之深度，至少須在地面下 12m 處。該處地基之支持力始在 $32t/m^2$ 以上。

第 7 圖



第 8 圖

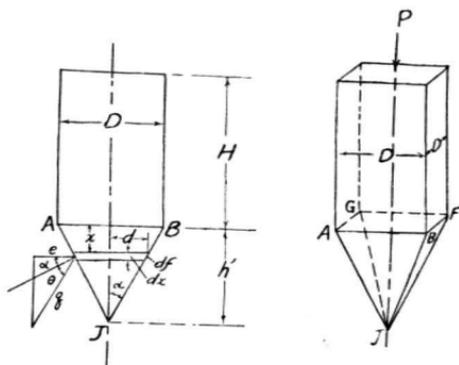


2. 方底平基之支持力

方底平基支持力之計算原理，概與圓底平基者同，惟圓底者之滑面呈圓錐形。今則改呈方錐形。（見第 9 圖）所不同者，僅在面積之改變耳。

即

$$df = 2d \, dx \sec \alpha = 4D \left(1 - \frac{x}{h'}\right) \sec \alpha \, dx$$



第 9 圖

故

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \int_0^{h'} \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) (H+x) \tan(\alpha+\theta) 4D \left(1 - \frac{x}{h'}\right) \sec \alpha \, dx \\
 &= D^2 H \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha+\theta) \operatorname{cosec} \alpha \\
 &\quad + \frac{1}{6} D^2 \gamma \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \tan(\alpha+\theta) \cot \alpha \operatorname{cosec} \alpha \\
 p_2 &= \int_0^{h'} c \, df \\
 &= c D^2 \operatorname{cosec} \alpha
 \end{aligned}$$

此方底之 P_1, P_2 與前圓底之 P_1, P_2 相較，確成 $\pi/4$ 與 1 之比。換言之，即等於直徑 D 之圓周長，與 D 邊方形周長之比。可見方底平基之支持力，為圓底平基者之 $4/\pi$ 倍，即 1.274 倍也。

四 樁基之支持力

第10圖(甲)示地基土質,呈均一性質者,樁之支持力可依下式計算之:

$$P = A \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) \gamma h + \frac{1}{2} L \gamma h^2 \tan \delta + L c h$$

式中

A = 樁端之面積

L = 樁之周圍長度

c = 土之凝聚力

θ = 土之摩擦角

γ = 土之容重

h = 樁入土之深度

δ = 土與樁皮面之摩擦角

上式第一項及第二項,係由摩擦
力所生之樁端及樁皮之抵抗力,
第三項由樁皮與土凝聚力所生之抵抗力。

第10圖(乙)示地基之土質,由各種不同性之地層,互積而成者,其支持力P之計算法,如次:

在第I層:

$$p_1 = A \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta_1}{2} \right) \gamma_1 h_1 + \frac{1}{2} L \gamma_1 h_1^2 \tan \delta_1 + L c_1 h_1$$

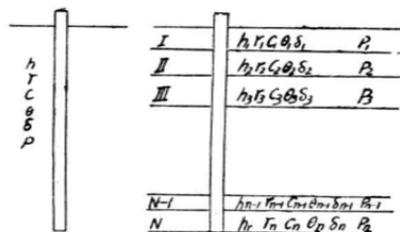
在第II層:

$$p_2 = A \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta_2}{2} \right) (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2) \\ + \frac{1}{2} L (2\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2) h_2 \tan \delta_2 + L c_2 h_2$$

在第N層:

$$p_n = A \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta_n}{2} \right) \sum_1^n \gamma h \\ + \frac{1}{2} L (2 \sum_1^{n-1} \gamma h + \gamma_n h_n) h_n \tan \delta_n + L c_n h_n$$

第 10 圖



(甲)

(乙)

可見設樁端達第N層之底，則其支持力，應等於 P_n 之第一項，加 P_1 至 P_n 之第二項及第三項，所得之總和也。

實例二 根據第11圖之地基土質圖，應用上列樁基支持力計算公式，求一直徑 15mm 之樁基，下達各層應有之支持力設已知 $\phi = \frac{\theta}{3}$ 其結果如第11圖所示。

五 基礎地基之支持力

根據土質之凝聚力及摩擦角，以計算地基之支持力，向為極困難之問題，最近始經法人 Caquot 氏之研究，發表 *Équilibre des massifs à frottement interne, Stabilité des Terres pulvérulentes ou cohérentes, Paris 1934* 一文，在『土工力學』中，放一異彩，頗堪注意，茲特介紹如下：

1. 基礎底在地面以下。

(甲) 砂層(無凝聚力)(第12圖)

$$p = \gamma h \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta}$$

式中 $P =$ 支持力 (kg/cm² 或 t/m²)

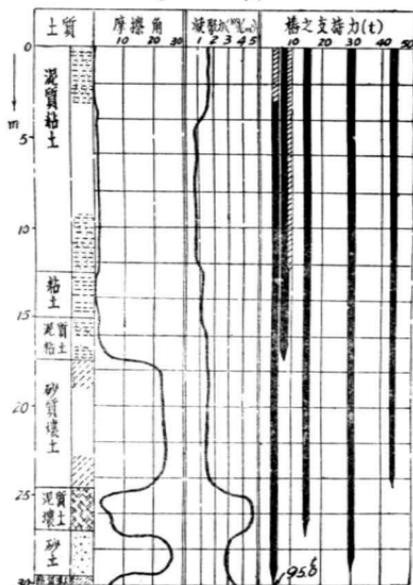
$\theta =$ 砂之摩擦角

$\gamma =$ 砂之容重

(乙) 砂層有地下水時(第13圖)

乾砂之容重 = γ

第 11 圖



因普通砂之比重 = 2.7

故 $\gamma = 2.7(1-v)$

式中 v 為砂之孔隙率

故地下水中砂之容重

$\gamma' = (2.7 - 1.0)(1-v)$

設 $v = 0.4$ 則 $\gamma = 1.62$, $\gamma' = 1.02$

$$\therefore p = (1.62h_1 + 1.02h_2) \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta}$$

(丙) 有凝聚力之土質時(第 14 圖)

於第 14 圖 $f = n \tan \theta + c$, $H = \frac{c}{\tan \theta}$

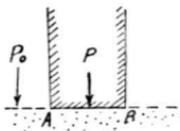
故 H 可視為增加之水壓。

$$p + H = (\gamma h + H) \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta}$$

$$\therefore p = \gamma h \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta} + \frac{c}{\tan \theta} \left\{ \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta} - 1 \right\}$$

式中 c = 凝聚力 (kg/cm^2)

2. 基礎底適在地面(第 15 圖)



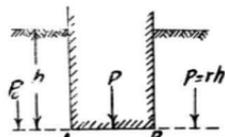
第 15 圖

因 $P_0 = 0$, 故上式之 $\gamma h = 0$

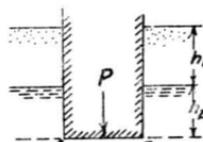
$$\therefore p = \frac{c}{\tan \theta} \left\{ \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta} - 1 \right\}$$

【實例三】今有一地基經鑽探試驗, 結果如第 16 圖, 用 Caquot 氏公式, 求該地基之支持力若干? 按 Caquot 氏之支持力公式

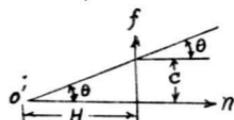
$$p = \gamma h \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta} + \frac{c}{\tan \theta} \left\{ \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) e^{\pi \tan \theta} - 1 \right\}$$



第 12 圖



第 13 圖



第 14 圖

上式第一項，係由摩擦力所生之支持力，第二項則為凝聚力所生者。

本問題地基，最下一層之土質，試驗之結果如次：

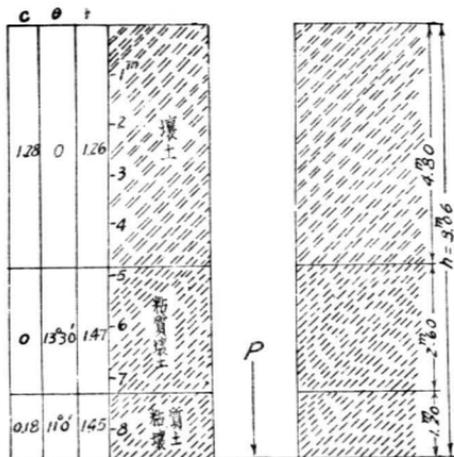
土深 $h = 8.60\text{m}$

容重 $\gamma = 1.45 \text{ gr/cm}^3$

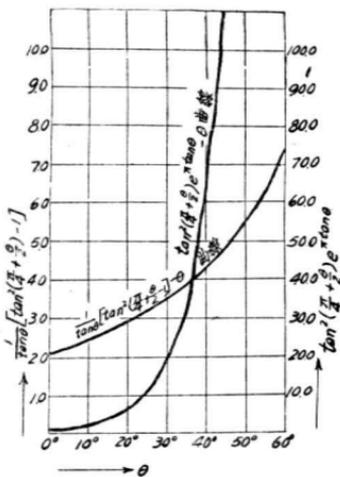
摩擦角 $\theta = 11^\circ 0'$

凝聚力 $c = 0.18 \text{ kg/cm}^2$

計算之結果如下：(參考第 17 圖)



第 16 圖



第 17 圖

$$\tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right) = 1.5$$

$$c \cdot \tan \theta = 1.8$$

$$\frac{c}{\tan \theta} = 0.928$$

$$\therefore P = \left\{ 860 \times 0.00145 \times 2.7 + 0.928 \times (2.7 - 1) \right\}$$

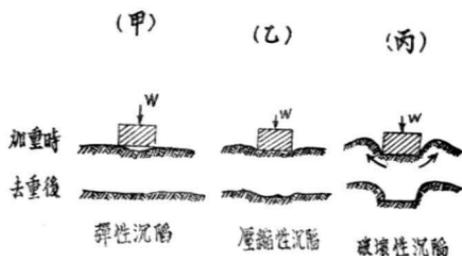
故得

$$\text{支持力} = 3.37 + 1.59 = 4.96 \text{ kg/cm}^2 = 49.6 \text{ ton/m}^2$$

六 基礎沉陷之分析法

基礎沉陷之主因,可分三類:(見第18圖)

第 18 圖



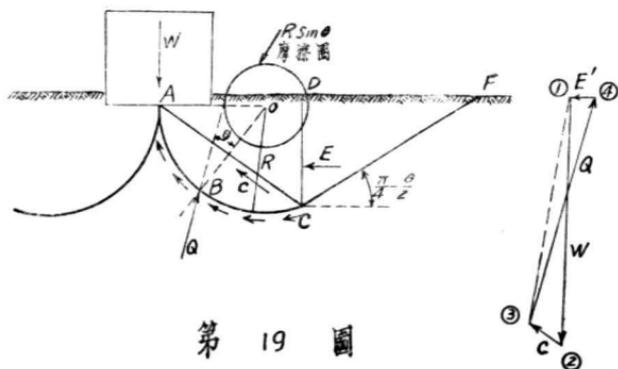
甲、地基彈性之變形
乙、地基受壓之收縮
丙、地基平衡之破壞發生滑動

凡彈性之沉陷,去其重荷,仍復原狀,壓縮性沉陷則由於土質受壓,失水收縮所致,其程度視土質之受壓透水率而定。普通均為害較淺,至

於破壞性沉陷,地基內力,已失均勢,直接影響建築物之安危,不可不深加注意!

據『土工力學』原理,以分析此種地基之破壞性沉陷,可就二種情形討論之。

1. 滑弧面自基礎之中心發生 (第19圖)



第 19 圖

圖中 ABC 為滑弧面,中心為 O,位於基礎之水平線 CF 為滑平面,其與水平所生之傾度,為 $\frac{\pi}{4} - \frac{\theta}{2}$ 該滑平面上部土塊,即於垂直面 DC 發生受動土壓力者。ABC 弧之半徑,係分析時隨意擬定者。

先由 Coulomb 或 Rankine 之土壓公式,計算 DC 面上之受動土壓力 E 次計算建築物之半部重量及 ABCD 土塊重量之荷,得 W。此總重量 W,即為發生滑動之主力,抵抗此力者,則為受動土壓力 E,凝聚力 c,及沿 ABC 弧面之摩擦力 Q。在實際計算時,可假定 c 沿 AC 平面作用。

因摩擦抵抗力 Q 及受動土壓力 E 之方向,均為已知,故可作一分力圖 (1) (2) (3) (4) 其中 (3) (1) 為 W 及 c 之合力,故將 (3) (1) 沿已知之 Q 及 E 方向,分析之,得 $E' = (4) (1)$

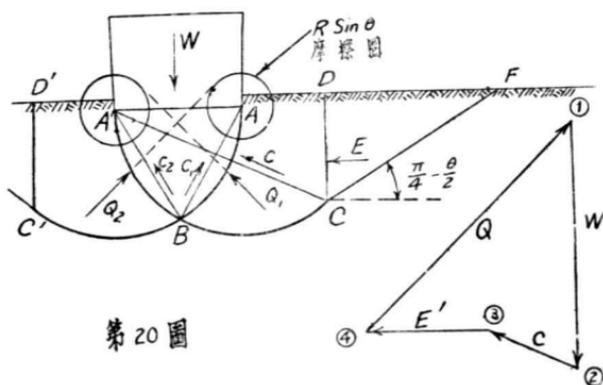
設 $E' < E$ 則建築物穩固安定

$E' = E$ 則建築物適在平衡狀態

$E' > E$ 則建築物將不安定

變更滑弧面之半徑,即可作多次之分析,以定 E' 之最小值,及最危險之滑面。

2. 滑弧面由基礎之兩側發生 (第 20 圖)



第 20 圖

A B C 爲滑弧面, C F 爲受動土壓力之滑平面, 爲前例(I)。

設建築物及 A B C D 土塊之重量爲 W , c 爲沿 ABC 弧面之凝聚力, (其值約等於 $c \times AC$ 式中 c 爲單位凝聚力) Q 爲摩擦抵抗力, 此力必經過 E 及 A C 之交點, 且切於摩擦圈上, 該圈之半徑爲 $R \sin \theta$, θ 爲摩擦角。次作一分力圖 (1) (2) (3) (4) 圖中 W , c 及 Q 之方向, 均爲已知。定 E' 之值, E' 爲水平向之土壓力。

設 $E' < E$ 則建築物可穩固安定

經數次之分析, 即可探知其最危險之滑面。

總之, 此種圖解分析法, 必先探得地基之原狀土樣, 經剪力試驗, 定其摩擦角 θ 及凝聚力 c , 用此二值, 作一分力圖, 比較 E' 及 E 之值, 即可定該地基是否安全, 而免意外之不測也。

水工試驗與土工

方宗岱

一 導 言

水工試驗為新興之應用科學，輔助于水利工程者，殊非淺鮮，國內水利學者均感有此項設備之需要，故有天津中國水工試驗所之建設，今尙在建築者，尙有數處，一為中央水工試驗所，位于南京清涼山附近，係由全國經濟委員會主辦，一為黃河露天水工試驗場，擬建于豫皖黃河沿岸，蓋以利用其天然環境，以增其精確性也，一為華中水工試驗所，位于武漢大學工學院南首，係由湖南湖北兩省政府江漢工程局與武漢大學集資合辦者，現正在加緊建造，不久當可告竣矣。至于關於此項著作，在國內各工程雜誌發表者甚多，尤其于理論部分更多譯述，本篇不作另述，今所述者僅將水與土之關係，加以說明，而推及水工試驗，以求增加水試驗之準確性也。單由理論之推演與技術上之差誤，水工試驗結果已有二大錯誤：

(一) 理論上之錯誤：蓋欲求原型與模型真真相似，此乃事實所不許，委曲求全，祇能由動力相似性關係中，以求其近似值，如萊諾爾數 (Reynold's number) $\frac{LVP}{\mu}$ ；福勞特數 (Froude's number) $\frac{V^2}{gL}$ ；及威白數 (Weber's number) $\frac{LVP}{\sigma}$ 之使用是也。

(二) 技術上之錯誤，因原型事物之各項量度，甚為龐大，易于量算，而在已縮小之模型中，其各項量度過小，難于量測，雖用極精確之儀器，而錯誤仍多，況在試驗中差之毫厘而原型中則失之千里矣。因其中

關係甚大，實不可不慎測也。

據作者試驗之經驗，咸水工試驗除此兩錯誤外，尚有一絕大缺點，即土工情形之難獲相似也。倘失此而言試驗，雖獲結果亦難使用于原型也。如吾人言治河，亦劃分兩大部分，一為水力部分，如流量之多寡；流速之大小；水流之方向，水面坡度；河床坡度；橫斷面等等皆屬之，一為土質問題，如河身之地質結構；土層之分佈；土質之硬性及稠性；沙粒之形狀及大小等等均屬之。故河患之起，非由水量之過多即為挾沙之過重，實則兩者相輔而起，互為因果也。有者水患較重于土患，有者土患反重過水患，如吾國黃河為災其癥結在于沙而不在于水，此乃人所盡知，倘吾人作黃河試驗，僅著重水力部分，及少顧及土質問題，未免舍本逐末，徒勞而無功也。

二 天然與試驗中河身土質之比較

在天然河身之土質各河不同，常不能用一語以括之，即以一河而論，亦應分段探討，普通將全河分為上中下三部，上部為河水之源，荒溪會集而成支流，其間河身土質多屬岩石，不易浸蝕，而中游部分，則因受上游風化作用影響，多為塊石與沙粒混合而成，而下游部分，則多為細沙，粘性甚弱，以致硬度不強，偶受風浪或水浪衝擊，即遭坍塌，如黃河之數次改道，均在出口附近，即其實證也。反觀吾人在水工試驗中，不論其為中游或下游，多用細沙之河身以試之。（德國黃河試驗係用瀝青炭層以代土質則不在此例）；雖略加泥土，蓋僅利用其富于可塑性故也。若欲用岩石製成之河身以代上游，此乃事實所不許，至于中游部分，雖可用粗細不同之沙粒混合而代之，但仍乏粘性，硬度頗弱，即使和以粘以增其硬度，為量之多寡，實一困難問題，如何能使天然土質硬度與此硬度相似，更為一困難問題也。況天然河岸之泥土，因其沉積甚久，雖乏粘土，而硬度亦甚強，故沉積之時間亦為泥土硬度之一因素也。換言之，河岸泥土之各物理及化學性質，如粒沙之形狀及大小；粘性土質之種

類及多寡；土層之分佈及配粒度等等均可一一加以檢驗，獲得結果，而沉積之時間則甚難計算也。

三 含水量與泥土稠性之關係

由上節所述，吾人知天然河身與試驗河身土質之差異，竟達如此之巨，不但土質之不同，土質結構之難獲相似，沉積時間之差異，似尚有一較大問題，則含水量與土質之關係也。蓋普通某種土質之稠性與該土質之含水量有密切之關係，單指普通泥沙而言，若將其所含之水分完全蒸出，其含水量為零，此時該沙之稠性甚微，或竟低至零度，以致欲塑不能，倘略加水分，而稠性稍強，俟後愈加愈大，但過某一限度時，而稠性反逐減少，以後愈加愈弱，漸而漸之，稠性又不復存在矣。蓋水量過多與泥沙混合而成流體矣。欲求稠性與含水量之關係，似一極複雜而困難之問題，往往因儀器不精而所得不確，新近美國土壤學者，創一簡接法以求之。此新法即應用靜摩擦係數（Coefficient of Static friction）之原理，因靜摩擦係數與該面積之大小無關，僅與該面之垂直分力成正比而已。若以公式表之，則為靜摩擦係數 \times 摩擦面之垂直分力 = 摩擦力。

今取任何大小一堆泥土，參以若干水分，則含水量之多寡自可計及。旁以木板推之，此堆泥土受此推動力後，上部泥土則向對方移動，設上部移動泥土之重為 W ，而適足能使上部泥土向對方移動之旁推力為 F ，靜摩擦係數為 f ，以公式表之，則得

$$f = \frac{F}{W}$$

設該泥土之含水量為零，則 F 即等于該面各沙粒摩擦力之總和，以 F' 表之，故含水量為零時，則

$$F = F'$$

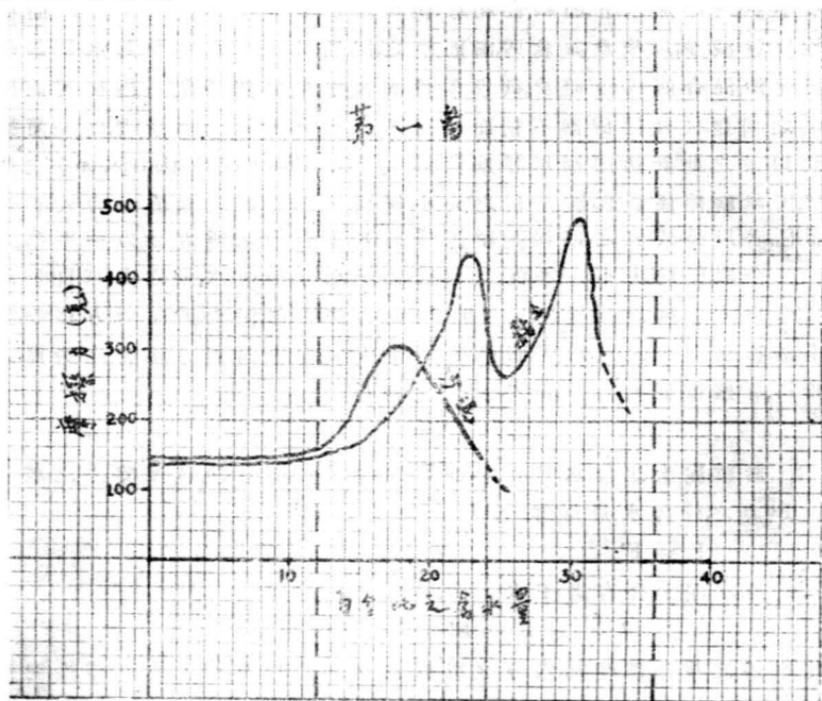
但該泥土含有若干水量時，則

$$F > F' \quad \text{或} \quad F = F' + F''$$

此 F'' 值之增加即受加水分之影響也。亦即增加黏性（或可塑性稠性

之表現也。為便利計算起見，設此內摩擦力 F' 與含水量之多寡無關，吾人自可求得該靜摩擦係數與泥土之黏性適成正比，若將細沙含吸不同之水量，由以上方法，則各各 f 之值即可一一求出，再將 f 之值與含水量之關係，畫成一曲綫，換言之，即 f 之值為該土含水量之函數也。但由上所述，吾人知 f 與黏性成正比，則該泥沙之含水量與其黏性之關係自然易于求得也。

關於此項工作，國內學者似甚少試驗，無從參考，茲錄美國學者試驗之結果，以供參閱，惟限于時間與篇幅不能將各種泥土一一列出，今僅就水工試驗時常使用之泥土與沙泥二種之結果，以應國內水工試驗者之參閱也。



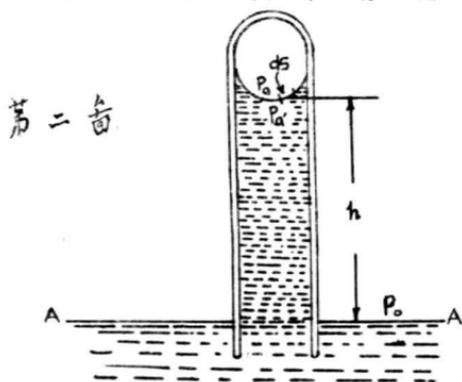
由上圖所示，吾人知沙泥含水量在百分之十一以內，其摩擦力為一常數，超過此限而至百分之十七時，其摩擦力增加甚大，蓋此所加之水量係增加其黏性而防其流滑也。但過百分之十七，此時含水量之增加，則呈有使其潤滑之效用，其摩擦反逐漸減少，故百分之十七之含水量，為此沙泥黏性最強之處，吾人可名之為含水量極限也。若再加至百分之廿三時，下部沙質已乏支撐（Bearing）之力，則無法求得矣，視曲線之趨勢，含水量增至百分之二十五六時，其摩擦力將降至零點，即無黏性之存在也。至于泥土與含水量之關係，大致與沙泥與含水量之關係相似，所不同者，即泥土之摩擦力有二度升高，即有二處含水量極限，此乃泥土之特徵也。尙可注意者，在含水量為零時，沙泥之摩擦力為160gm左右，而泥土則在140gm左右，此數即為 F' 之值，亦即該土之內摩擦力也。故含水量甚微時，泥土與沙泥之黏性相差無異，但含水量增至百分之十五以上時則相差甚巨也。

四 微細滲透之影響

在屢次試驗中均感覺河岸之易坍塌，實甚于天然者，故挾沙量劇增，以致所試結果不確，其理由除泥土不堅，含水量過多外，尙有一極大原因，值得吾人探討者，此因為何，即微細滲透現象也。此問題為含水量問題中之一部分，因其關係重要，故分別論之。

在未討論其他問題時，先將微管動運基本理論，加以解釋，蓋較易明悉也。

設想水管一支，內含着水與水氣，管頂加以閉塞，下端插入一水槽內如第二圖所示。



設 $h = ds$ 處距自由水面 $A-A$ 之高

$P_0 =$ 在自由水面之大氣壓力

$P_a = ds$ 面上部之壓力

$P_b = ds$ 面下部之壓力

$\Delta P = P_b - P_a =$ 生效壓力 (Net Pressure)

$g =$ 地心吸力加速度

$\rho =$ 水之密度

$D =$ 在 h 高時之水氣密度

$D_0 =$ 在自由水面之水氣密度

由白諾利原理 (Bernoulli's Theorem) 吾人知:

$$P_0 = P_a + \rho gh \dots \dots \dots (1)$$

但水氣之密度隨 h 而變則:-

$$P_0 = P_a + \int_0^h Dg dh \dots \dots \dots (2)$$

而 $\Delta P = P_b - P_a = \rho gh - \int_0^h Dg dh \dots \dots \dots (3)$

設 $dP = -Dg dh$

$$\therefore h = - \int_{P_0}^P \frac{P dP}{gD} \dots \dots \dots (4)$$

但由波義耳完律 (Boyle's law) 知密度與壓力成反比則 $D/D_0 = P/P_0$

將此式代入(4)式則得

$$h = - \int_{P_0}^P \frac{P}{P_0} \frac{P_0 dP}{gD_0 P} = - \frac{P_0}{gD_0} \int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = - \frac{P_0}{gD_0} \log \frac{P}{P_0} \dots \dots \dots (5)$$

又因 $-\int_0^h Dg dh = (P - P_0) \dots \dots \dots (6)$

將 5, 6 兩式代入 3 式則得:-

$$\Delta P = - \frac{\rho P_0}{D_0} \log_e \left(\frac{P}{P_0} \right) - (P_0 - P) \dots \dots \dots (A)$$

但由拉伯拉氏之微細管現象方程式 (Laplace Capillary equation)

$$\Delta P = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \dots \dots \dots (B')$$

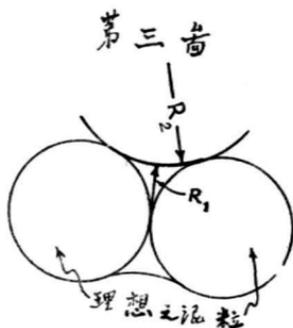
試式中之 ΔP =生效壓力即使水上升之壓力

σ = 水之表面張力

R_1 與 R_2 為吸水面之曲率半

徑如右圖所示;

通常 R_2 之值逐漸增加,俟吸水飽滿時,則 R_2 之值為無窮大,故將 $\frac{1}{R_2}$ 可視為零,則(B)式應變成:-



$$\Delta P = \sigma \left(\frac{1}{R_1} \right) \dots\dots\dots (B)$$

因 $\Delta P = \Delta \rho$, 由 A, B, 兩式則得

$$\frac{\sigma}{R_1} = - \left(\rho \frac{P_0}{D_0} \right) \log_e \left(\frac{P}{P_0} \right) - (P_0 - P) \dots\dots\dots (C)$$

但由 5 式知 $h = - \frac{P_0}{gD_0} \log_e \frac{P}{P_0} = - \phi'(P)$

上式中之 ϕ 即數學函數之意義也。同理可將 (C) 之 $\frac{\sigma}{R_1}$ 亦可寫成 h 之函數即

$$\frac{\sigma}{R_1} = \phi(h) \dots\dots\dots (D)$$

由 D 式之所示,知沙粒之半徑與微細滲透之水高適成反比。即細沙受微細滲透水柱較高,而塊石與粗沙則反是也。

天然河岸其滲透水柱除因沙粒較粗外,尚有一要因也。即多含黏性泥質之故也。因泥土較多,所各粒之間之空隙,均為閉塞,雖水分可由底部上昇,而空氣則不能從上面排出,內中氣壓甚大,故水分上昇甚難也。

觀天然河岸之情形,因其沙粒較粗,泥質尤多,故滲透水柱不高,含水量不多,黏性甚大,硬度亦強,而吾人在試驗中所用者,則多相反;含水量過多,往往超過含水極限,雖無狂浪衝擊,亦易流滑也。凡試驗挾沙量或

浸蝕等問題，對於此類錯誤，實為一大障礙也。倘任其自然，不設法以資糾正，其結果何能與原型相似。

五 浮力之影響

吾人在設計堤壩時，欲求不致移滑 (Sliding)，其唯一之方法，即在增加堤壩底部之壓力或增加底部之摩擦係數，普通兼二者而用之，而堤壩底部之單位壓力仍為一重要因子也。若以 W 代之，則

$$F = f W$$

此式中之 f 為堤底部之摩擦係數， F 為摩擦力。即以阻止堤身之移動也。惟此 W 之值，與該堤之含水量有重大關係，普通求 W 之值，應先計及堤壩本身每單位容量之重，以 W' 代之，及堤內之空隙係數，以 P 代之，而所有空隙，均儲藏水分，而水之浮力又適與堤之重力相向，故 W 之值則為

$$W = W' - (1 - P) 62.5$$

普通沙泥之空隙係數為 30 左右，代入上式即得

$$W = W' - (1 - 0.30) 62.5 = W - 43.7$$

即堤壩每立方尺，應減少 43.6 磅之重量也。

在模型試驗之中，其空隙係數之多寡，雖未經細測，而較多于原型，亦為不可否認之事實，故 W 之值必較小于原型，況含水量過多而堤底部或任何平面之摩擦係數則逐漸減少（由第三節所述），以致 F 之值更加渺小，試驗河岸之易于坍塌，實為意中事也。

六 沙浪之形成

在屢次試驗中，感水工試驗之二種顯然之錯誤，一為河岸之易于坍塌，一為河底沙浪之形成，吾人知在天然河流中，不論其水流為速為慢；土質為堅為鬆，河底部分均無沙浪發生，偶或有之，往往顯於海口等處，因受潮漲潮落之影響也。而在水工試驗中，若水流甚慢，河底尚見平坦，但流速超過某限度時，此時河底沙粒逐漸移動，漸成皺紋，此即所謂

沙浪也，在水工試驗中，此種沙浪之構成，依作者推測，似由以下兩因而

(一) 水力部分之原因

吾人在未論及沙浪在試驗中發生之原因以前，先將普通沙浪之成因略予一述，當河水流速不大，動量甚微，水面波紋不起，平滑異常，雖經流之時間甚久，而河底仍極平坦，但流速大於 \sqrt{gd} 時（此式中之 g = 地心吸力加速度； d = 水躍半徑；）略受阻擊，則發生水躍（Hydraulic jump），因之河底泥沙挾帶上昇，及至躍頂（Jump Crest）則挾帶能力消失，而逐漸減落。因受河水流動之影響，故沙粒則沿河身下降，成一綫形，如此一上一下，泥沙隨之上昇下降，久而久之，沙浪因之而生矣。然天然河流與試驗河槽中均有水躍之發生，而後者則呈沙浪現象而前者獨無，其故為何？欲解此問題，似甚易也。蓋天然河水較深，偶有水躍發生甚難影響及于河底，此種理論則完全與熱之傳導性（Heat-conductivity）完全相同，因其距離愈大，影響愈微也。反觀在水工試驗中，水深最多不過一呎餘，雖水躍不及天然河流之大，因其河底與水躍之距離甚小，故影響仍大，沙浪隨之而生矣。

關於以上所述各種關係，吾人亦可用數學方法以證之，因其過煩，故從略之。

(二) 土質部分之原因

在天然河床，大多為大小不同之塊石兼以泥沙而成，蓋塊石間所有之空隙，均為泥沙匿藏之所，因之附着力甚大，不易受流水衝散，雖水流甚急，水躍時生，終不能使塊石上躍，而匿住空隙間之細沙，因上昇能力受塊石擋阻，亦不易上昇，偶或有之，而為量不多，影響甚微，以致沙浪之難于出現也。而在試驗時，各項條件，則完全相反，蓋河床均為細沙，且大小相差甚微，既無空隙可匿，更無他物代為擋阻，且沙粒與沙粒間之空隙，則均為水分所佔據，單指河床底層而言，含水量豐富實較天然河床為大，黏性甚弱，易于移動，故水躍一起，即隨之上昇，俟向上能力全失，又隨之落下，如此循環不已，沙浪起矣。一言以蔽之，欲使沙浪不能在試

驗中存在，依上所述，僅有兩法可以使用，一為減低流速，使水躍不起，則力源斷絕，一為堅強河底土質，使沙粒不易上昇，惟更用前者時，流速不大，往往在於臨界速度（Critical Velocity）以下，而沙粒不動，過于穩定殊失去試驗之本意也。不如使用後法于河床底部土質，加以慎細選擇，較為妥當也。

七 結 論

水工試驗本為精細工作，理論上既欠精確，于技術上實應精益求精，以求與原型適合，若不慎察而行，殊失成效。本節所論，僅及水與泥土部分，以引起模型結果差誤之各項關係，略加伸述，尤其于河床之刷深或淤積；河水之挾沙；河岸之浸蝕等等問題，更不能漠視以上所述各點，作者限于學力，不能用一普通公式以表其錯誤之多寡，惟能按以上各項關係加以推測，而更正也。設吾人試驗某河之挾沙問題，其所得結果，往往超出實際甚巨，吾人既知其錯誤之癥結在于河岸含水量之過多；泥土之不適；河底與河岸土壤結構之差異等等，其間各項錯誤成分之多寡，自可分別求得，將其原有結果，加以更正，自當較為準確也。

參 考 書 籍

- (1) Bernard A. Keen: The physical properties of the Soil
- (2) "The Soil-Moisture System" on Soil Science Vol 28 No.6
- (3) "Static Friction Measurement in the Study of Soil Moisture Relationships" on Soil. Sci. Vol 41 No. 1
- (4) "Sorpton in an Ideal Soil" Soil Sci. Vol 41 No.3
- (5) Freeman: Hydraulic laboratory practice
- (6) Buckingham: "Model Experiment to the Form of Empirical Equation" Trans of A.S.C.E. Vol 37
- (7) "Practical River Laboratory Hydraulic" Proceeding of A.S.C.E. Nov.1933.

-
- (8) "The analytical approach to experiment Hydraulic" Am. Civil Engineering
Nov. 1934.
- (9) "The Critical depth of flow in open Channel" on Selected Engineering paper
No. 124
- (10) "The Suspension of Solid in flowing water" Trans. of A.S.C.E. Vol
36, 1896.
- (11) "The transport of Silt by a stream" on Phi. magazine. Vol 17 No. 116.
- (12) "Transportation of Sediment in Suspension" by Civil Engineering of A.S.
C. E. Vol 6, No. 5 (may 1936)

美國之灌溉事業

張 光 斗

美國灌溉至為發達，其灌溉面積佔全世界十分之一，皆屬最近一世紀內興辦，其發展過程，組織辦法，經費來源等逐漸改進，務使適合環境。其以往情形，以後趨勢，似有研究之價值，作他山之助。茲將世界各地灌溉面積列表如下，以作引。

地 名	灌溉面積 (英畝)
印 度	56,000,000
中 國	50,000,000
美 國	20,000,000
蘇 俄 (在亞洲內)	8,000,000
爪 哇	8,000,000
日 本	7,000,000
法 國	6,000,000
埃 及	5,000,000
意 國	3,900,000
西 班 牙	3,500,000

洲 名	灌溉面積 (英畝)
亞 洲	140,754,000
北 美 洲	26,834,000
歐 洲	14,800,000

非洲	10,310,000
南美洲	6,613,000
海洋島嶼在五洲之外者	1,270,000
總計	200,581,000

(以上數字根據一九二九年美國商部之統計)

以往情形

美國西部天氣亢旱，灌溉事業集中於此，迄一九二八年灌溉之地約二千萬英畝，為時僅八十年，而其半數猶在最近三十年內成之。其邁進原因有二，一為一八四八年加州發現金礦，吸引移民。一為一八四七年摩門宗教徒殖居 Salt Lake，舉辦灌溉，以利農田。

其初灌溉事業，由各人獨辦，田主感雨水不足，乃挖渠引水，惟一人之力微，不易成事，且不經濟，乃合數人同辦，以溉其田。私人及合股組織 (Individual and Partnership) 現雖失其重要性，但美國灌溉之地，在此組織下者為最多。

凡易於灌溉者必先舉辦，灌溉愈趨發達，工程愈趨艱鉅，合股之力不足，乃集合地理上可在同一灌溉工程下者組合作公司 (Mutual Water Company) 建築工費及管理開支按股攤派，每英畝作一股，工成之後僅交管理費用。此項組織非營業性質，為農民自有，其優點為易於組合，設情形適宜，工程不艱，頗有可取。美國既地屬於此組織者至多，且有蒸蒸日上之勢。其缺點為田主資力有限，難成鉅工。設有數田主不願加入或資力不足者，則此種組織不能成立。

資本家及銀行家見灌溉事業之有利可圖，爭建工程，售水牟利。此種組織係營業性質，用水者交納水費，以抵工費本息及利潤。售水方式可大別有二。其一為發售永久灌溉權，每年復徵收管理費用。名為合同公司 (Contract Company)，其水權費應抵工費及利潤，與合作公司所異者係由公司墊本，建造工程，一切損益與農民無涉。其一為按年徵收水費，

其價格由政府規定，須將一切用費，按年分償。此種組織名之曰公用公司 (Public Utility Company)。

政府感覺灌溉事業之重要，遂通過加雷條例 (Carey Act) 規定亢旱各州有權開發荒廢公地一百萬英畝，將此地面交與承造者充作公費。於是各州招尋包工，建造工程，召集居民，墾殖土地農民向包工購地，其價格由政府規定，每人至少購一百六十英畝，每畝價半元至十元。此種組織與合同公司相似，惟田價低廉，農民負擔較輕，惟需墾植人工耳。此條例之實行，在表面上似國家送去公地，但增加農產，解決民生，豐裕稅收，其間接之利固什倍也。

私人公司之缺點為易於破產，灌溉事業發展較遲，情形最佳者，亦需於工成後十餘年，使全區灌溉其早年開支之費普通達工費之半數。先前公地法律，允許購置區內田地，不用渠水，投機者于建造工程之後，購大批田地，不事耕種，抬高價格，轉售農民。因田價較昂發展愈遲，公司因無顧客，以致虧本而倒閉，而投機者以廉價收買，坐享其利，可無庸冒工程建造之損失。於是政府規定法律，凡領購區內田地者必須於數年內用水耕種，但仍難促進發展。故私人公司現已失其重要矣。

灌溉區別 (Irrigation District) 應時而生，係由農民自動組織，自行辦理，政府居於監督及保護地位。灌溉區之界域以地形而定，凡可以同一工程灌溉者皆屬其分子。成立步驟，先由農民投票決定其需要與否，通過後即選舉董事，聘請工程師，設計工程，估計工費，規定公債數額及償還計劃等，呈送州政府，經批准後即可發行公債，開工建造放水之後，按畝徵捐，以償工費本息及管理費用，至還清為止。如有擴充及改進等等，須經農民表決。

灌溉區域異於其他組織者為經費之採集，區內土地，皆為其分子，無論耕種與否，皆須照納水捐。設區內發展較遲，荒地仍多，則水費之徵收亦感困難。但灌溉區域仍較他法為善，目前至為風行，將來亦頗有希望。

于一九〇二年中央政府通過涸地法,由政府建造工程,放水之後,征收水費,分年還本。原法規定還本期為十年,至一九一四年延長至二十年,因工費日漲,于一九二六年重定為四十年。經費之來源為(一)公地之放領(二)公地油礦租稅之一部份(三)雜稅。最近數年涸地局至為活動,因大規模工程較為經濟,而非政府不能勝任也。

茲將美國各組織下之溉地面積,列表如下,可見其大概。

組織	一九一九年		一九〇九年		增加于總增加中之百分數
	英畝	百分數	英畝	百分數	
私人及合股	6,848,807	35.7	6,594,614	45.7	5.3
合作公司	6,581,400	34.3	4,634,539	32.2	40.7
商營公司	1,822,000	9.5	1,809,379	12.5	0.3
灌溉區域	1,822,877	9.5	528,624	3.7	27.2
加雷條例	523,929	2.7	288,553	2.0	4.9
涸地局	1,254,569	6.5	359,646	2.7	18.1
印地安人涸地局	284,552	1.5	172,912	1.2	2.3
州縣經營	53,572	0.3			1.2
總計	19,191,716	100	14,433,285	100	100

自一九二九年以後,美國受不景氣影響,灌溉事業發展較緩,故面積數字與今日無大變更。且其正確與否,亦非吾人所注意也。

由上表可見合作公司,灌溉區制及涸地局進步較其他組織為速。

水 權

灌溉發達,水源因之寶貴,水權問題,日趨嚴重,政府不得不謀補救之道。美西諸州屬半乾旱者,如 California, Nebraska, Oregon Texas, 及 Washington 採用沿河水權 (Riparian Right) 為水法一部份,沿河主義者,沿河地主有權永遠享受不減天然流量及不損水質之河水,河水可用作家用或以拖動機器,但用過之後,仍需還諸河中。此律原行于英國,其地雨量

豐富，農田不虞缺水，故此法可適用。但在灌溉區域，河水用作植物營養，有損水量，此法顯然不能採用。各州政府乃規定請求水權條例 (Law of Appropriation) 河水屬國有，取用河水，必須向政府請得水權，其請求手續。(一) 向州政府請求水權，詳呈河名地名，擬用水量，作何目的，工程計劃等，由政府批准。(二) 照計劃進行建造。(三) 呈報工程告竣，請政府驗明。(四) 給與水權。請求水權有二種，一係附帶于田地者，有水權者必有田地。一係與田地分立者，有水者不必有田。二法各有利弊，前者少伸縮性，水量之多寡，頗難補救，後者使投機者操縱水權，故公認附地水權為佳。

請求水權之目的，在利用水源至最高效率，使無虛糜。政府作通盤統計，減少農民紛爭。在實行之前須確知河流水量，以免濫發水權。

水利工程之發達，使水權問題益為複雜，開發水電，貯蓄水量，莫不須取得水權。河流橫貫數省，各省間之用水權亦有衝突，故中央政府出而解決，最近 Colorado 河之用水協定，即其一例。

亢旱諸州如 Colorado, Arizona, Idaho, Montana, Nevada, New Mexico, Utah 及 Wyoming 俱採用請求水權，半乾旱區則與沿河法兼用，水權糾紛，日趨嚴重，法庭亦無定律可作依據，此種現象惟有取消沿河法以補救之。

以 後 趨 勢

全國可澆地約五千萬畝，設灌溉方法改良可增至七千萬畝，而現所成者不及三分之一，工程愈趨艱難，故工價日昂。

年 份	每畝工價(元)
一九〇九	15.85
一九一〇——一九二〇	65.6
一九二〇——一九三〇	50——100

(按每畝約等于六·六畝，每美元約等三國元，設每畝工價 66 美元，則每畝約合 22 國元，吾國現時每畝工價約三元，與美國一

九〇九年相近)。

美國灌溉事業之趨勢,可概述如下列數則。

1. 工程範圍較大,溉地愈多,單價愈廉,則愈經濟。如 Imperial Valley Project yakima project, Minidoka project 等,其面積為 600,000 畝, 340,000 畝,及 762,000 畝。
2. 建築水庫,貯洪待用。上述諸渠之水庫數為一,六,三,順序為準。在一八九九年至一九一九年全美國之水庫量為 2,516,000 畝呎,迄一九一九年增至 23,878,000 畝呎。
3. 利用水庫,作防洪之用,則溉田工費益可減小。
4. 使水電與灌溉並進,灌溉之利多在農家,水費所入,不足抵工價。售電所得,輒能補其不足,使工程能舉辦。且二者有連帶關係,灌溉發達,購買力增厚,電力市場興盛,水電收入,可擴充其他灌溉工程。Boulder Dam 即用以兼作防洪水電灌溉,去泥之用者,其所以能舉辦者,全賴 Los Angeles 一帶之電力市場,可籌其工費也。
5. 灌水入田,植物所用者極微,大部皆滲入地層,可抽出重用,以水源之稀少,電力之價廉,美國溉地賴地下水源者占百分之七。蘊濕之地,須先排水後,始可耕種,排水量用以灌溉,亦為最近之趨向。Turlock Project 利用自發電力,排洩礮濕之地,用以溉旱田,即為一例。

勘查漢水日記

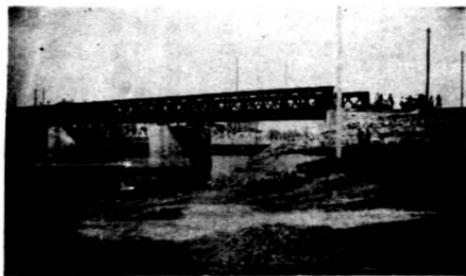
孫 輔 世

民國二十四年襄河盛漲，鍾祥三四弓潰決，其下游京山，漢川，天門，漢陽，漢口等處，受害甚深。輔世奉命向漢水中上游查勘，謀所以根本根治之道。除勘察結果另有正式報告外，關於沿途所見所聞，其未曾備具於報告之內者，再將所記日記，略加整理，送達本會月刊，以供關心襄河水利者之參考焉。

四月十五日

是日下午，偕劉工程師崇謹乘汽車至劉家廟車站，向平漢鐵路工程處借搖車視察。該家磯頭道橋，二道橋及三道橋。查三橋均為淪河之出口，而淪河實為天門河，沮水及澗水之下游。淪河自新溝通漢水，故遇漢水盛漲，且常分洩漢水。又漢水河身小而流量巨，漫溢潰決之事，年有所聞。其左岸因地勢底窪，更覺嚴重。其洪流常順天門河淪河經張公堤後自該家磯以入江。此所以每遇漢水盛漲而張公堤每為漢口嚴重之所在也。

頭道橋計有橋洞三，每個寬三十公尺，共九十公尺。其上下游僅略具河形，平時水流已中斷。



(頭道橋)

二道橋有橋洞五、六十公尺者一、三十公尺者四，合計一百八十公尺。橋上下游河身較暢，實為淪河之主流。

三道橋有橋洞六、六十公尺者二、三十公尺者回，合計二百四十公尺。其上下游已無河形。

按張公堤後本為湖泊，夏秋雖常被水浸，然春季麥作之種植頗為普遍。淪河本屬遺留之深泓，但淤塞曲折殊甚耳。



(譙家磯淪河入江處)

三橋相距各數公里不等，歷次上游決口其洪流雖已漫流路基之上，然因橋梁較高，故均在橋底梁下一公尺左右也。而橋梁之所以未被毀者亦以此。

四月十六日

上午七時偕楊君思廉、史君篤培、顧君鼎及測隊自漢口乘汽車赴襄陽。此路自漢口之橋口起至長江埠一段，即用前川漢鐵路路基，該路車站涵洞橋梁等大半已完成，而中止建築，殊甚可惜也。去年大水沖毀甚鉅，迄今尙未能完全恢復，加以本無路面，故甚覺崎嶇難行。

行三十四公里至新溝，漢水自此分流入淪河。再七公里至辛亥渡，天門河及沮水匯流處也。

再四十三公里至雲夢縣，漢口至此凡八十四公里。沿途四望，一片平陽，均無邊際，其前為大澤，實無疑義，即現在每年夏秋亦尙屬為洪水所被淹也。依地形之勘察，雲夢縣城，實濱沿此大湖，自此再西北行，地形始漸行高亢矣。

自長江埠以北（與漢宜路在此分路）以迄隨縣，路線均沿沮水而行，至隨縣即幾已達沮水之發源地矣。觀沮水之中上游接近武漢，雲

夢以北，漸爲邱陵，實有開發水力以供給武漢之可能，以其離工商繁盛區域之近，與河流大小之適中，實值得予以深切之研究也。

過隨縣即越涓水及唐白河之分水嶺，此分水嶺爲一高原，地形極平坦。至唐縣鎮，東北望，可見桐柏山，淮河之發源地也。

渡昆水之上游至棗陽，昆水者，唐白河之一支流也。車過棗陽即沿昆水折向西行，至雙溝鎮已遙見唐河。車沿兩河分水嶺下行。按唐白河流域爲一平均坡降之高原，（約二千分之一）故極望甚遠，無際之青綠色固全屬小麥也。

唐白河流域面積計二萬六千餘平方公里，約估最大流量四千四百餘秒立方公尺，如以流域面積計，實爲漢水第一大支流。若能設計攔洪，關係自巨。但查該河山嶺遠在河南南召方城，且流域全部幾盡屬膏肥之壤，而爲河南農產之重要區域，如南陽、新野、鄧縣，唐縣各屬堰渠灌溉之利又溥。故地形既屬不許，而地盡墾闢更非所宜也。

至張家灣，爲唐白河入漢水之口，河口帆檣林立，俱見唐白河航運之重要。昔日平漢鐵路未通，且爲黃河流域及揚子江流域交通之捷徑也。

晚宿交通旅館，尙潔淨。自漢口抵此計三百四十五公里。若以水程計，則遠四百九十六公里。

四月十七日

七時起身，渡江至襄陽。二十四年大水襄陽樊城受災殊深，水位於數小時內驟漲三四公尺，高至 70.6 公尺，較民二十 68.08 公尺者高出二公尺餘。普通房舍，僅露屋脊，故居民不及逃避，因而死



（自襄陽望樊城）

亡者甚多，襄陽水及城牆之半，因搶護得力，故城內得幸免。漢水在此寬約五六百公尺，然此次大水漫溢兩岸，寬達十公里，其速率，均在一公尺以上，據史篤培君估計約在三萬五千秒立方公尺以上，實為宋元以後，數百年所未有。

襄陽城垣緊靠江岸，且適當水流之衝，坍陷甚長，現雖在修護，然城牆及駁岸裂痕甚多，挽救恐非易易。江漢工程局在此耗十七萬餘元進行復堤工程，（老龍堤及城垣之救護）由陳君璞主其事。



（襄陽河岸坍陷情形）

繼赴第八區專員公署，請派隊護送上行，當蒙允撥保安隊二十名隨行。

四時許乘汽車沿漢水北岸西行七十四公里，歷二小時，抵老河口。沿途村舍，大平均經洪水所沖毀。田畝亦多為黃沙所淤積而廢棄。南岸除十里老龍堤外均屬山岡，北岸則較為平坦也。

晚寓鄂北飯店，八時大雷雨，十一時始止。

四月十八日

晨起老河口商會譚主席等邀約勘察老河口沿河護岸情形。按老河口在漢水北岸，而適當水溜之衝。去年大水損毀甚鉅，沿岸雖曾拋壘石，但以欸緇尚無相當辦法也。

老河口屬光化縣，離縣城八里，為漢水中游商業之中心，蓋豫南農產品之輸出大半由此，且屬漢水出山峽入平原之口，其地位似揚子江之宜昌也。貿易向以棉花桐油為主，年在千萬以上，現有人口約五萬。據云較之民十五情形衰落頗鉅。古時名鄴陽，漢蕭何封鄴侯即是地也。

老河口雖屬鄂省，然飲食均多豫省風味，且多食麵，居民陝川豫均

有，而金融方面則又受川省之影響也。

今日因路途泥濘，車不能進，故不得已再停留一宿。

測量隊即留此，先行着手施測水準。蓋江漢局水準接至襄陽爲至也。

四月十九日

晨起據云草店及老河口間，有一橋尙未能修復。余等以不克久候，決仍前進。十時出發，渡漢水，因連日水落，波船阻於沙灘，耗三小時，二車方得渡，其餘一車即以西來車相換。延至下午二時許，方抵穀城縣。

雇人力車出西門至南河河邊，沿河上行約十里至猴兒岩。自此以上兩岸皆山，此山口即頗適合於築攔洪壩，但因無廣大之山谷，故蓄水量並不鉅。查南河流域面積八千七百餘平方公里，約估最大洪水流量每秒三千九百餘立方公尺，爲漢水右岸自下而上之第一支流。如設計在此攔止每秒三千立方公尺，則壩高約需六十餘公尺，水勢倒漾約三四十公里。估計涵洞流速約達每秒二十餘公尺，於混凝土建築上實不甚相宜也。

漢水在中游陝鄂邊界一帶，因耕地缺乏，故食糧極感不足，而水稻又爲僅見，惟南河流域則以產米稱，故在此築壩關係附近民食者至鉅也。

南河航運，南可達楊日灣，西可達青峰鎮，計航線一百三十餘公里，惟冬春水淺則僅通行竹筏木排耳。

五時許乘車西行二十餘公里至石花街，晚宿石溪小學。

四月二十日

晨七時由石花街起程，老白路工程處有工程員一人同行。蓋老白路自去秋大水沖毀，迄未能修復，最近勉強通車至均縣，但又爲日前雷雨所毀，尙在趕修中也。

自石花街開出，路線曲折沿山溪迴旋於萬山中。橋梁既無，車乃涉溪而過。其中且多即在溪澗中行也。迨離草店三公里，中復隔一泥潭，藉附近居戶之門板及保安隊士之推挽，歷二時許，三車始通過。至草店知已不能再行前進，祇得停留候明晨乘轎再行。

草店離老河口計九十公里，向北二十公里至均縣。

自草店向南十餘里為武當山，道教勝地也。供奉真武祖師，開殿宇建築甚宏麗，明永樂所造。明永樂在均縣共建八宮，在武當山者乃其一，蓋聞均縣有王氣，周建文出奔，道出此間，故築宮以鎮之，且所以訪建文也。八宮建築均由內廷宮監督造，而督造者於八宮之外，無不



(草店周府廡)

私建府第。至清代則盡淪為廡，離草店二公里有周府廡，即舊日太監周某之府地也。

周府廡房屋亦極宏敞，有古柏六，其二且盤生如藤，但已因築公路而毀其一矣。又有桂四棵，均四百年左右之物也。

四月二十一日

晨由草店乘轎出發，仍沿老白公路而行。二十五公里至六里坪午餐。天氣奇熱，又如仲夏，沿途山嶺，多植桐樹，及麥，然未能築成階田，而泥土均經肥鬆，故一遇天雨，泥沙沖刷而下。下游河道之內既增沙量，而此山坡微薄之土層，不過二三年，即已石質暴露不能種植，實屬最不經濟之辦法，自應設法築成階田，庶兩被



(周府廡前古柏)

其益也。

老白公路現正在徵工修復，但一切工事，因經費缺乏，均屬臨時應付之計。故稍遇山雨即復阻絕，政府乃重行徵修，如此勞民而無功，是非計之得也。

沿途大小鎮市，去年均蒙水害。又歷年經匪共之擾亂，故居民甚苦。此間一帶因屬鄂陝川豫四省之交界，向稱多匪。石花街以上，以迄陝南，自民國十六年以來，向不為政令之所能及，或為匪共，或為土劣，各以勢力之多寡，以定其霸佔之範圍。且因天然之險阻，正式軍隊每為所困。聞岳維峻前曾有軍隊一旅在六里坪之西，為匪所繳械也。迄二十四年始漸陸續平定，自保甲制度興，兼以電話四通公路得達，現在治安大致已可無虞，一年來之進步亦殊甚迅速也。

午後自六里坪起程，氣候更熱，至四時許，烏雲密布，雷聲殷殷，至馬家口子雨已大至，乃於路旁竟一居戶停宿，但因人伙衆多，食住均極費周章，余等得是家之攔樓雖積塵寸許，然尚總覺寬敞靜適得自意外也。

是日共行五十公里，晚雷雨甚大。



(桐花)



(黃龍鎮堵水及西流河交會處)

四月二十二日

晨起雨已霽，行約十餘公里至十堰鎮。自此分路至鄖陽約三十公里。鎮尚繁盛，沿途所見堰渠甚多，此或十堰為名之所由來，但大抵範圍甚小，此亦因地勢所限耳。

自十堰鎮以上，鄉村情形似較昨日所經各地爲佳。堰渠既隨處可見，山嶺之上亦不再如墾餘之石山，桐漆之繁殖更廣，而居戶亦漸密集矣。行三十公里至黃龍鎮，鎮沿堵水，適在西流河交流之處，而今日所行，則全沿西流河而行也。晚宿福音堂。

四月二十三日

晨起即赴堵水邊視察，查堵水長二百九十八公里，流域面積約一萬五千平方公里，再大流量約在每秒六千立方公尺。自此至堵河口約二十餘公里。堵水沿岸均屬崇山峻嶺，極少平原，黃龍鎮附近，實爲唯一平坦之處，且適當西流河及大小峽水匯流之處，故於此築壩實有一較大之蓄水處所，惟黃龍鎮人口甚多，且西流河農產頗豐，似應予以考慮者耳。

渡堵水沿大峽河西行，沿河居民多有利用水力造紙者，材料即取之山中之竹，但紙質極粗糙耳。

至十時許天雨，冒雨而行，一時許抵小花葉園午餐，然雨益大。遍索全市僅得雞蛋十六枚，乃加以自帶之餅干，聊以果腹。此處匪患後，尙未能恢復，故情況殊冷落也。

飯後再冒雨前進，幸雨稍止，沿途景色漸佳，樹木繁盛，山水清秀，頗有川中景象，行五十公里至鮑家店，投宿於區公所旁之小學。天氣驟寒，較之前日相差幾一季。晚與區長閒談，知山嶺之內，仍多匪警，學校恢復亦尙未久也。

數日陸行所經各地，每見農民常常遠避此大隊之行人，而余等行徑人跡稀少，山勢險惡之處，偶於山巔見一二人之瞭望，亦不能不有戒心。每至一地終以區公所爲目的地，蓋亦所以



(用以造紙之水輪)

免除意外之誤會也。

四月二十四日

晨起天晴，即再起程向西北行，沿途山色秀麗，其景色酷似巫峽，二十餘公里至板橋河口漢水邊。渡河後即午餐，老白公路自此亦即沿漢水北岸而行，計十五公里再渡漢水乃至白河縣城。

今晨自鮑家店起程即與一椰人貝德滿君同行。貝君乘自行車自阻陽至白河，渠在阻陽任牧師，在中國已十餘年，對於陝南鄂北情形知之頗詳。據云沿漢水頗不靜，下水乘船尚須結伴外，上水則甚可慮，頗渠寧繞道陸行也。

白河縣屬陝西，濱沿漢水，但其北岸仍屬湖北，蓋以河為界。縣城倚山而築，濱河為河街，商業區域也。各旅店則因適逢軍隊調防，故均告客滿，後免強在一土棧之三樓借得一間，以作住宿之所。按陝西禁烟程序較緩，故尚販買售吸也。

白河縣昔亦為匪所據者數年，現該匪已在川改編為正式軍隊，然聞臨行帶走之票，常未得全部贖回也。

自老河口至此二百三十公里，漢口抵此共計六百四十九公里，但此係公路里程計。若以水程計則達二千二百四十里。

在老河口與地方人士談及均鄙白河等情，無不以生活貧苦，日用所需均極缺乏，且隨時隨地匪患可慮。西行之後，實覺所言亦多過其實，但各地食糧不足，即日用所需，亦均運自遠方。以白河一縣而言，年產穀粟豆麥芝麻苞穀，共僅二萬餘石，其中苞穀均佔十分之四，不敷該縣人民四個月之需，故生活既苦，且極昂貴也。

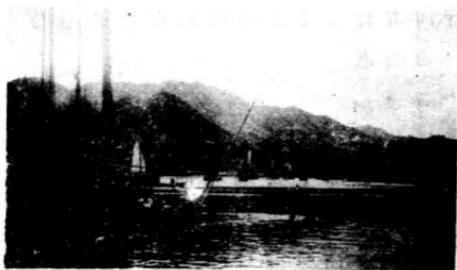
四月二十五日

晨赴縣政府晤縣長楊君楚材，楊君蘇宜興人，年已花甲，談悉均屬鄉人，異常款洽，遠客異地，忽聞鄉音，宜其然也。據談白河在明末始設縣

治，全縣幾無田賦，但桐油及漆產生尙富耳。當請其代雇楸子兩隻，以備下午起程順流東下。

楸子爲船名，按漢水各地，船隻種類極多，有老鴿，鳴船，登耳子等，蓋依其船隻之形狀以命名也。

漢水下行船隻，現多裝運桐油，以每隻二百斤之桐油，運至老河口，可得運價二元，船大者可載十萬斤，普通則以三四萬斤者爲多。故每船例得三四百元之運費也。按白河現時油價每百斤四十二元，至老河口可售七十元左右，故除去運費一元，捐稅一元七角，運費一元有零，頗有餘利也。



(白河縣附近之漢水)

漢水航行，沿途向多戒心，又以上水舟行遲緩，每虞強暴，反不如陸行爲妥。但下水則以舟行迅速，自較安穩，然仍多結隊而行，並須約駐軍保護也。

下午四時啓旋行十五里至木瓜勾，泊舟過夜，是處昨晚駐軍巡夜誤斃緝私隊士一人，尙陳屍未殮。晚間隨行保安隊戒備頗嚴，中夜固迭爲吆喝口令之聲所驚醒也。均鄉以上，盡屬山嶺，地瘠民貧，民性強悍，又爲四省交界，宜其多匪也。

五日以來，因陸行不便，故皆就地購買灰麵以果腹，今日晚餐在船以由漢口帶來之白米煮飯，同行者食之無不覺異常甘香爲得未曾有。晚宿舟中，然因船小人多，餘人均借鄰舟以作臨時停宿之處焉。

四月二十六日

晨六時即啓旋，行三十五公里經大名灘，再三公里至天門河口，自此可達西縣。再三公里過金漆料灘，均屬險灘。又行十公里復爲淺灘所

阻，經舟子及軍士之極力在水中推挽者一時許，方始得過，但查船之吃水實不過一尺半也。

過令牌石（因江邊有石如令牌）至楊泗廟，舟子上岸殺雞放砲竹敬神，以求水行之平安。按沿河楊泗廟甚多，但據云以此廟為最靈應。破屋三間，滿掛扁額，其中有一間且為扁額所構成也。

行至塞河口上游十公里左右處，天已昏黑，乃停泊過宿。自此再下行，河道有接連之曲折，頗宜於築壩。乃上岸於暮色蒼茫中登山巔瀏覽一週而返。

四月二十七日

晨起即上坡，遍歷河曲折處之山巔，附近山峰最高者，約高出水面二百餘公尺，對於何處作涵洞、洩水道，及壩基均作初步之勘察。自此下行三公里至堵河口。

在堵河口，漢水中有大孤山，適當堵河口，分漢水水道為二。如在此處築攔洪壩，於建築時，實可得不少之便利，且同時得攔



（大孤山遠望）

堵河之水。大孤山高出水面約九十餘公尺。若欲於漢水之主流築攔洪工程，此處實最值得研究。但計算迴水頗遠，深入陝境，且航運問題，亦不易解決耳。不過自此以下，山勢較平，更難得相當地點矣。



（自大孤山頂望堵河口）

泊船於大孤山下後，即上山巔勘察一週而下。

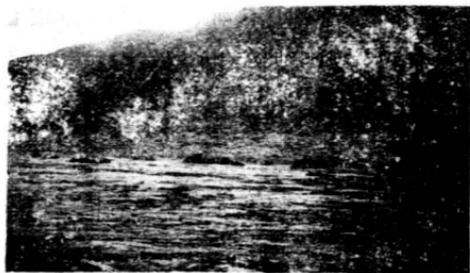
堵河口上有險灘，名走馬出洞，漢水航行每遇險灘，向例均須臨時僱用當地熟悉航道者領導，名曰灘工，其代價自數角至一元不等。

至遼瓦店，其下為鮎魚灘，長達二十里，其時風暴雨驟，灘工不敢前進。三時許風稍息，乃下行。沿途怪石磷列，水流湍急，舟行巖石間，殊為之慄慄也。每年船隻遇險者常有，去歲洪水過後，航道甚多變遷，故出險者更時有所聞云。



(拉 灘)

晚六時許，抵鄖陽。自白河至此，計水程二百八十里。抵埠後大雨，冒雨上坡入城。鄖陽舊為府治，城垣整齊，街道寬廣，實較勝於蘇浙一帶之府治也。歷年匪共騷擾甚久，不過城區因防守得力，故尚幸免耳。全城人口約三萬餘。



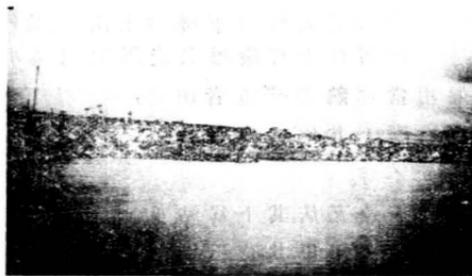
(險灘之一)

在一豫菜館晚餐後，即仍冒雨返舟，經城門口稽查甚嚴。顯王劉三君宿江漢局水文站，故舟中地位稍裕，然一夜雨未稍停，滲漏堪虞，終未能十分安眠也。

四月二十八日

晨起雨仍未止，未能成行，上午往專員公署，晤秘書傅君，略談鄖陽狀況，據云：堵河流域實為鄖陽精華之所在。鄂北一帶，昔日向稱為產烟

區域，然現幾完全禁絕。此次沿途未見些許嬰花，實足以證明其語之非虛。按櫻花與桐花開放之時相同，於此春末夏初之際，田畝之間紅白相襯，蔚為奇觀，而今不復有此美景矣。鴉片禁絕以後，對於食糧之生產，關係頗巨，因



(鄖陽城)

在此食糧缺乏之區域能增加種植米麥之面積最屬重要也

下午另雇得大楸子一艘，而天又轉晴，乃於三時許，再起程下行，氣候驟冷，又如深秋，河水亦漲幾一公尺。鄖陽附郭頗多平原，下行十餘公里，復有山陵，然已不如上游之峻險，而已屬邱陵性之平原，其高度常在二十公尺也。故如欲在漢水中上游，幹流築攔洪壩，則其地位決在鄖陽之上，是無疑義也。行三十餘公里至安陽鎮停泊。

四月二十九日

晨五時即啓旋下行，過黑石灘，青槽石，石灰窰等險灘。大平均屬巖石，羅列江中，十一時許抵均縣，自鄖陽至此計水程一百六十里。

入城游淨樂宮，前述八宮之一也。雖已毀敗不堪，但觀其遺跡實不亞於北平之清宮。繼訪縣長華君，談及均縣情形與鄖陽相仿，食糧以包穀（玉蜀黍）為主，副以米麥。但生產數量有限，不足以供給本地需要。大半由丹江



(均縣城)

及唐白河，自河南輸入以補充。二十三年以前，此間亦屬匪共之區，而為

省政府政令所不及也。

返舟再下駛，經石門灘及黃瓜架二險灘。前述在鮑家店相遇挪威牧師，即曾乘舟在石門灘觸礁，漂流里許而始得救。漢水礁石皆不甚巨，且低水位時，漢水並不甚深，設法炸去妨礙航行之礁石，實非難事也。

行九十里至青山港。

四 月 三 十 日

晨五時許，自青山港下行，二十餘里至丹江口。丹江發源於陝西秦嶺，為昔日鐵路未通以前，東南各省赴西安之要道。流域面積一萬五千二百平方公里，其面積僅次於唐白河流域也。在漢水各支流中，以此河含沙最多。江口山勢，高不過二三十公尺左右，以估得丹江流量，約有每秒六千立方公尺之鉅，山之高度實不足以築攔洪壩也。據江漢工程局報告，自荆紫關以上，則盡屬山谷，且兩岸人烟稀少，築攔洪庫較為相宜，可資研究，惟太在上游效力必微耳。

自丹江口下行，漢水兩岸山勢，益形平遠。十一時許抵老河口，則已入平原矣。

至汽車站，擬雇車至襄陽，知因連日陰雨，汽車不通者已將一週，今日第一次通車，但不知是否能安全到達。蓋鄂省公路皆無路面，天雨即不通，行旅既感不便，而公路營業損失亦頗鉅也。鄂北公路貨運甚盛，但大半皆為上行者，因上行水運甚緩，且上行貨物大半為零星洋貨布疋等，頗適合於車運也。但下行則大半空放，故公路局已將下行貨運運費減低，以期增加營業焉。

晚仍宿鄂北飯店，並應光化縣耿縣長及老河口公安局段局長之邀，在公安局晚餐。

五 月 一 日

晨四時半起身，五時許乘汽車出發，天已微雨，冒雨而行，路途已泥

濤不堪，八時抵樊城，即渡江至襄陽，而雨更猛，乃至江漢局襄陽水文站休息。往詢前往沙市汽車，則復因雨不通。乃決買舟下行，至五時許船始整備就緒，行三十里至董津灣歇宿。余等抵襄陽後，因沿途保安隊護送耗費過巨，即已令其歸隊，不再用隊伍隨行。然到董津灣後知以下沿河一帶甚不安靜，故復由此間區公所派壯丁隊四名護送。

離襄陽三十里為隆中，諸葛亮高臥處也。其地牡丹頗盛，風景甚佳，春夏之交，游人極多，且有汽車路可通，余等因雨所阻，遂未能一游。

五 月 二 日

晨六時起程船行向速。自襄陽以下，漢水俗稱襄河，河面遼闊，山嶺離河遠近不一，沿河大都無堤，低水之時，淺灘林立。如逢稍漲，則又浩闊如湖泊，一望無際。

下午二時許，忽起南風，船身橫轉尺寸難行，幸離宜城祇數里，勉強埠頭已無法再行前進，乃停泊焉。以船行之不可靠，乃復擬改陸行，上岸行四里入城，復出西門至汽車站。詢知汽車明日可行，乃囑站長電襄陽，明晨定備汽車一輛，或代留客位。



(宜城縣附近之襄河)

宜城為古鄆國，去年大水，城內外水深丈許，人畜房屋損失亦頗鉅也。

晚仍宿舟中。

五 月 三 日

晨五時起，風向轉北，順風趨流，本極合宜。乃因已約雇汽車，決仍趨

車站。及抵站方悉襄陽已無空車，而襄陽南開客車僅一輛，且已極擁擠，不得已乃再返舟，往返跋涉，以及電訊往返，延至十時許，始再下駛。此次所以貽誤而徒勞往返，實因襄陽車站並無電話，且須請示段長於沙市，未能遙決所致也。

今日天象陰晦，風勢東北且極烈，舟行奇速，迨五時許，共行二十里至鄒家咀停泊焉。

晚風更大，終夜水聲風聲，殊令人不能成寐也。

五月四日

晨五時起行，風向西北，適與今晨行駛之方向相同，可稱幸事，十時許抵鍾祥，自襄陽抵此計水程三百里。

漢水鍾祥以下始有幹堤，而下游地勢漸趨低窪，西岸尚多山岡，東岸則千里平原，故如有疏虞，則其下京山、天門、漢陽、漢口等縣均受大害。

鍾祥城南十餘里襄河形成一大灣，水勢頂沖，遂成爲襄河最重要險工之所在。歷史上所載決口于此附近者，已數見不鮮也。

午刻在江漢局鍾祥測站午餐後，即乘測隊小舟，下行十公里至三四弓，轉入去歲潰口之口門，計寬約四公里，（在下游十一弓另有一潰口）至堵口壩處登岸，步行七公里至羅漢寺。遙堤自此作起點，南至白口，共長十八公



（三四弓潰口內之遺跡堵口壩羅漢寺道中所見）

里。現正徵工民夫十二萬人冀于大汛前完成，約需費二百五十萬元，土方計一百八十萬市方。

自羅漢寺沿堤行二公里，再乘來迎之汽車至沙港襄堤工程處休息，沙港本為一小村，以其在遙堤之中點，故工程處設於此，而遂成一關市焉。

晚石專員及天門、漢川、京山、鍾祥四縣長邀請晚餐。是夜宿工程處。

五 月 五 日

上午在工程處休息，並略談工程進行狀況。午刻席局長邀午餐，飯後即乘馬赴十一弓，計程八公里。沿途但見林舍為墟，耕田毀棄，河沙衍綿，當時水勢之洶湧可知，至十一弓改乘小划沿襄河三公里之馬良勘察沿河山勢，再七公里至王家營登水利輪。

自沙港出發即大雨，沿途迄未稍止，計前後四小時淋漓盡致，衣履皆溼。自王家營下駛二十公里至沙洋，沙洋為襄河下游一商務重地，輪運之終點，但因二十年大水及歷年匪患，已不堪回首矣。冒雨上岸至江漢局第七公務所，晤李主任爾毅，當在所晚餐，十時返輪。

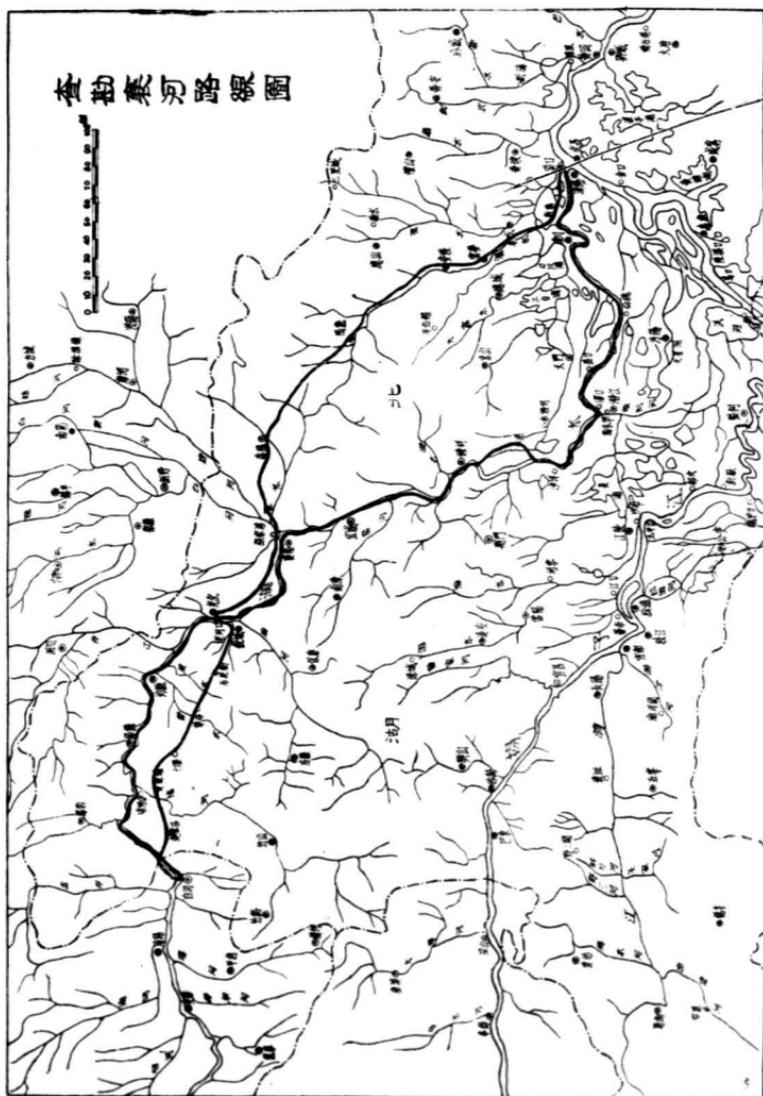
五 月 六 日

晨八時自沙洋下行一百二十里至澤口，東荆河自此分洩漢水水量，分由沌口（在漢口上游十公里）及新灘口（在脾洲灣）流入揚子江。其最大流量可達五千立方公尺。按漢水自沙洋以下，河身漸狹，經東荆河更為東小，與鍾祥老河口間情形大異矣。

自澤口再行一百八十里至仙桃鎮停泊，今日共行三百里。沿漢兩岸自沙洋以下，人口漸密，鎮市亦繁，全以農產為中心，棉花、米、麥為其大宗，實為鄂省富庶之區也。

五 月 七 日

中夜十二時，即自仙桃鎮下駛經脈日右鎮，漢川縣新溝蔡甸以至漢口，計程亦三百餘里，於十一時到達。



參觀四川灌縣水利工程記

姜紀元

在報紙雜誌上不是常常看到水災的慘况嗎？現在大汛期屆，沿長江黃河各省的居民，恐怕又在提心吊膽了。筆者在宜昌時，親身經過水災的危險，知之甚詳，記得去年七月三四號，大雨傾盆已經有了三四天了，大家焦燥着盼望天晴，到五號晚間，院中的水忽然急速地升高了，不到二小時，竟爾平地水深四五尺，樓下的人們趕忙搬運衣物到樓上來，男男女女擠在幾間小屋中，看院中花木都被水淹沒了，大門也沖倒了，木器箱籠馬桶等亂七八糟的東西漂了滿院，這時，大家憂慮着怕樓坍了，怕水再升高淹沒了住所，在極度恐慌中渡過這一夜。夜裏聽四面呼船喊救的聲音不絕於耳。次晨還好，樓既未坍，水也沒有更升高，却有一件要緊的事使大家着急，慌亂中只帶上些米，沒有煤柴鍋竈，仍然吃不到口。附近房屋牆壁連二接三的倒坍；往日的街道，如今變作河道了。在短牆上可行舟，在屋瓦上可以撐船，只不過一天一夜的光陰，不知喪失了多少生命。多少財產，我們到第二日才脫險。驚心動魄之餘，使我腦中留下一個深深的印象——堤防太不可靠——堤防是水患的治標辦法，凡是河水挾沙太多容易淤集的川流如永定河黃河皆有此患。（國聞週報十三卷八期有某君著以堤治河之失策一文可以參閱）

去年剿共之役，筆者隨軍入川，駐成都將近一載，居曾巡行廣漢新都郫灌各縣，看這些地方的田產異常豐富，年獲三次——油菜，稻米，菸草——每畝可有六七十元之收益。人民衣食住行優於北方，在民國廿餘年中川閩橫征暴斂之下居然尚能保持如此繁榮，不能不說是一個

奇蹟。在歷史上記載，成都是有名的沃壤，素有天府之國的雅號。土地何以會這樣肥沃呢？最重要的原因恐怕要算是二千年來灌溉水利的充分利用。

成都平原十四縣（灌、溫江、華陽、成都、郫、崇寧、金堂、新都、廣漢、新繁、彭、新津、崇慶、雙流）的農田用水，完全來自岷江，其分水口在灌縣之都江堰。此堰有節制水流之功，使各縣農田用水合宜，不致有旱潦之虞：去年四月得友人羅君澤榮、毛君家祺及諸同事之助，得以到灌縣一遊，藉以參觀此項工程，略誌梗概，一以誌諸友之惠，一以供一得之愚。

灌縣在成都西北百二十里，以都江堰水利工程著名。為中外人士所注意，如國聯經委會、申報、大公報，均曾派遣專人來灌參觀。考都江堰之功用，在分一江為二江，更由二江引出十餘支流，數千溝洫，以灌溉川西數十縣農田。並可通行舟楫，用水多寡，用特種建築調劑之，不使有乾旱或泛濫之虞。而其總源是為岷江。岷江由松潘理番茂縣經萬山叢錯中流至灌縣。秦代蜀太守李冰命其子二郎鑿離堆開寶瓶口作堰，分岷江為內外二江，引灌農田數百萬畝，年可獲稻千數百萬石，蜀都殷富，號稱天府，蜀人歲有培修。明代丁文誠公寶楨曾大修一次，以迄於今。民國二十二年上游疊溪地震山崩河壅，村鎮為墟，桑田瞬變滄海，旋積水湧出，將此項工程或沖毀或淤填，以致各縣成災極重。自盧作孚氏長建設廳後，決定三年大修計畫，自廿四年十一月起至本年四月止，徵民修築，計作二十七萬餘工，費資僅十五萬元——買材料及民工伙食——因適值農閒，又與農民有切膚利害，故民皆樂從，踴躍從事。

乘汽車由蓉至灌約須一小時半，一路油菜極多，為川省燃燈飲食所不可缺者。菜花黃嫩一望無際，空氣清新，沁人心脾，真是碧雲天黃花地，北雁南飛，曉來誰架霜林醉，總是離人淚，異鄉的游子，怎會不俯仰天地悵惘不已。五十里至郫縣，辣豆瓣為該地特產，考郫縣為古鸛叢杜育二帝故都，當時夏秋間成都濬地每遭水患，故成都誌有杜育率人民到青城避水等語。又載杜育死，其魂化為鳥，名曰杜鵑，一名子規，於初夏時

開始啼鳴，徹夜不畢，其聲淒厲云。由此亦可證明成都舊地在古代並非樂土。一路稻田畝間溝壑縱橫，雜草均已拔去，現在雖尚乾涸，再過二日至四月八日後，都江堰放水，則千支萬脈均有水流，如電鍵開放，所聯各綫均有電流通過。過崇義堡後約二十八分鐘遙望遠山橫翠，雉堞依稀，則已至灌縣。下榻於水利局，承張局長劉工程師熱誠招待，供給材料，頗為便利。茲將數日調查所得，分條列舉，並將工程攝為照片，詳誌於下：

一、都江堰 又稱新工魚嘴，為分流之主要工具，其構造係用石條洋灰築成，將岷江分為內外二江，內江河面較寬，故用橋樑橫截江心（自魚嘴至百丈堤共用五十九個），春季用水時將中間橋樑砍斷十餘個，以後以各縣農田用水量之多寡而增砍之，其構造詳見照片說明甲。



都江堰魚嘴(即新工魚嘴)

此為其基礎工程計全長 100 公尺，頭部作半橢圓形，流線型，用石料修築，混泥土填心，其外密栽木樁三排，籠石數十層，以資保護，詳細見另文說明。此處水力在夏季時極猛，明代曾置一人字形鐵牛重七萬斤，用以分水，但後竟被水沖去，其力之猛可知。想而知。

二、橋樑 為截江修河之用，冬季水量小時，欲修內江則用橋樑約六七十個，將內江口截住，使水全流入外江，其構造為直徑尺許巨木三根，上用竹索縛緊，向水之二木橫以較細之木，其外用細竹所編之簾鋪之，更外用竹片簾遮之，最外用粘土約尺許厚附之，則水可不致透入，三巨木之中用鵝卵石盛於竹篋中，壓定橋樑不使移動（見照片乙）。

三、金鋼堤 計長一六〇七尺，全用大石砌成，位置在都江堰以下，沿內江兩岸。

橋 槎 ⇨

欲江即用緊用片之鴨移
時內片爲縛外竹附用不
小將照遺索其用厚中使
量調此構竹木再許之槎
水十江其用之外尺木構
季七外也上細更約巨定
冬六入部根較之土三際
用約流一三以鋪結入中
之槎全之木橫常用透篋
河橋水槎巨木之外致竹
修則使橋許二編最不於
江江住江尺之所之可盛
截內或內徑水竹遮水石
爲修口截直向細並則期動



⇨ 橋槎全景

此爲截內江由新工魚嘴（即都江堰魚嘴）至百丈堤之橋槎此時岷江總流全灌入外江橋槎之後可以行人（即圖中1處）

2. 爲西岸石堤

3. 爲外江

四、平水漕 爲內江宣洩洪水之主要建築，民二十二年壘溪積水潰決，被砂石淤塞，失其宣洩效能，今年大修計漕長上方二十丈，下方二十一丈，共洩河方四千八百三十方，其底較內江河底高約二三尺，故春季水量小時可完全由內江流入寶瓶口，再入各河灌溉成都、郫、崇、金堂、廣漢、新都、新繁等十四縣，夏季洪水時可將內江多餘之水排入外江，以免內江泛濫，爲害農田，平水漕入口處係用洋灰卵石修築，名曰埂工（見照片丙）

五、飛沙堰 亦爲內江宣洩洪水之主要建築，爲竹籠修築之滾水壩（竹籠長三丈直徑一尺八寸內裝發卵石）。定則寶瓶口水則達十三畫以上，內江各縣農田水量即足敷用，多餘之水即由該堰排入外江，以故籠之高低須與對岸鳳棲窩河牀有一定之準則（即籠堰較河

底高五尺)。方可保持內江水量並滄去餘水，該堰關係內外江極大，本



平水漕

爲內江宣洩洪水之主要建築，二十二年查產淤積水費決被砂石淤塞，其龍老後能今年大修計漕長上方二十丈下方廿一丈共洩河方四千八百三十方，其底較內江可底高約二三尺，故春季水量小時可完全由內江流入寶瓶口再入各河灌漑，成都崇金堂廣漢新繁新繁等十四縣夏季洪水時可將內江多餘之水滲入外江，以免內江泛濫爲害農田入口處係用堰工。

年大修，計長一百二十餘丈，寬六丈至七丈，高五尺至六尺，戕椿一千零十二根，籠萬條。（照片丁）

飛沙堰

爲內江宣洩洪水重要建築，爲竹籠修築之滾水壩（竹籠長三丈直徑一尺八寸，內裝鵝卵石），定例寶瓶口水則逾十三畫以上內江各縣農田水量即足敷用，多餘之水即由該堰滲入外江，以故龍之高低須與對岸鳳樓高河牀有一定之準則（即龍堰較河底高五尺）方可保持內江水量並滄去餘水，該堰關係內外江極大，本年大修計長一百二十餘丈，寬六丈至七丈，高五尺至六尺，戕椿一千〇十二根，籠萬條。



六、人字堤 爲接近飛沙堰龍堤工程，該堤常離壩水勢迴漩之處，洪水時亦係滄水河漕之一。

七、飛沙堰探鑿工作 飛沙堰關係內外兩江極重，欲謀根本設施，非修築永久工程不爲功。在未施工之前，須將該堰河牀之性質探測明瞭，以後基礎及上部修建工程，始得作有效之計劃。此次探鑿地點，採取距三道岩十七丈，第四道魚嘴龍側，探鑿人工用探金夫，工具用四馬力吸水機，龍骨車，龍桿，橫寬二十尺，縱十八尺，概係大小卵石及黑砂，深達五尺七寸時，發現石墩二，枕木十餘根，鐵銀錠二個，螞蝗絆（即雙頭

釘)二個,以上發現各物係前清光緒四年丁文誠公寶楨大修時建築飛沙堰石堤之基址,未被沖毀之一部,該基址低於鳳棲窩河牀四尺五寸,基址以下仍係大小卵石及黑砂。

八、離堆 在灌縣南門外,上有離堆公園及伏龍觀,堆之極端,下臨寶瓶口,內側爲象鼻石,孤石立水中,上端微與離堆相連,形狀奇特,爲灌縣名勝,此處水流激湍,歷年船筏在此遇險者甚多,故堆側垂有鐵練以備船夫揉升,愚民不察,謂係下鎖孽龍,禁人撥動,引導者謂若當夏季洪水暴發時,人在堆上相隔丈許,雖高聲喊叫,不能相聞,且覺地土搖動云云,其功用爲分水,使內江之一部水量流出飛沙堰滙入外江。



有○爲伏龍觀
作者同二個道地四川人有×處爲象鼻石



自伏龍觀下瞰內江一帶

九、寶瓶口 左側山石上刻有水則共二十二畫,水面齊十三畫時,內江各縣農田水量即足敷用。若不足時則多砌堰槎,使流量增加,寶瓶口爲灌溉各縣之總樞紐。

十、鳳棲窩 位於飛沙堰東,因張犀虎頭,兩岩之掩蔽,水流趨行飛沙堰,該處年淘年淤,舊制有鐵樁三(已失一)以爲修淘深淺之準則,本年以飛沙堰滙水河漕過深,鉄樁河牀尙比較過高,測度情形加深

一尺七寸，以免該處深淤危害飛沙堰，計挖掏上段河方三六四六方，中段二六八七方，下段二一九五方。

十一、二王廟護岸工程 二王廟下正常激流，為免沖刷淤塞起見，加裝護岸籠工數道，二王廟祀李冰及其子二郎，廟內有石刻字，蓋係李氏遺法，治河要訣，今抄於下並加解釋。



王 廟

俗稱二郎廟秦守李冰命子二郎鑿離堆引水出寶瓶口以灌溉十餘縣農田民以殷富世稱成都平原沃野者蓋皆此河渠縱橫之功效也蜀人食利至今年年祭祀於此廟食千秋遺功萬世方今之治水專家年耗巨款（甚有貪財以飽私囊者）而仍不免年年泛濫成災以致百萬同胞輾轉於水深火熱中亦覺有愧於衷乎

深淘灘（鳳棲窩下河牀必須深淘水乃暢流），低作堰（人字堤飛沙堰若築得太高則夏季洪水入內江後無處宣洩，將盡流入寶瓶口，內江各縣有泛濫之虞），六字旨，千秋際，挖河沙，堆堤岸，砌魚嘴，安羊圈（防水籠工名稱），立湃缺（指平水漕而言），留漏罐（即暗溝排水法）。籠編密，石裝健（即充實籠石之意）。分四六（春季使岷江水之六成入內江，四成入外江，夏秋洪水時，六成入外江，四成入內江），平潦旱。水畫符（指水則而言），鐵椿見（鳳棲窩下作為修淘準則之鐵椿）。歲勤修，預防患。遵舊制，毋擅變。旁有一聯為遇灣截角（河道務宜平直不宜曲折太多以防淤集）逢正抽心（河道正直之一段將河底中溜一部深淘使水暢流），正殿之前有聯為：百千年大匠宗師是仁政亦巧工

豈僅比秦代城長隋朝渠廣，億萬姓買絲繡像看當前與過去何處尋王家碑淚孟氏棠思。後殿供有丁文誠公像。

十二、索橋 爲夏秋間兩岸交通孔道，現僅豎立樁架，橋名安瀾，係以大竹索爲之，繩粗若碗口，平列九條，橫鋪木板，兩旁加以數索作欄，用防危險，惟行此橋時，每因擺蕩太甚，令初至者輒生懼心，有索橋歌曾紀其事云：

上索橋，下索橋，兩橋相隔五里遙，風飄飄，雨瀟瀟，川爲長帶虹作腰，我在橋上斯須立，天風簸蕩水怒號，神昏目眩心胆裂，橋不自搖人自搖，旁人語我神妙訣，東顧西盼心轉懼，昂頭直視信步行，大道坦坦無蹉跌，我聞此語真快絕，世間萬事敗遲疑，坐失時機空嘆舌，請君寄語當道人，若欲國強同胞福，先把身家念斷絕（閱附照片戊）。



灌縣索橋

十三、百丈堤 爲束正水勢使內外江分水適度而建，長一百七十八丈，上寬四丈，下寬五丈，平均高六尺，埧方（即混凝土石塊合築）每方丈需石灰五百斤。

十四、都江堰內外兩江水量新紀錄 筆者草此文時已在五月卅日，茲將五月八日灌縣水利局用流速儀實測得者記錄於下，此種紀錄略合內六外四原則，內外兩江流量總數不及岷江正流，當係飛沙堰及金堤堰漏水，沿河及河底漏水所致之故。

河流	測法	測量地	水位	流速(每秒)	橫斷面積	每秒流量	百分比
岷江正流		百丈堤	二·一公尺	一·七二公尺	三七四·四一平方公尺	六四三立方公尺	100%
外江		河口	二·一公尺	二·六四公尺	一一六·八七平方公尺	三〇八立方公尺	14%
內江		南橋	一·八公尺	三·六五公尺	九〇·〇〇平方公尺	三二八立方公尺	51%

十五、都江堰功用之簡明介紹 春季水小，岷江流至新工魚嘴，分爲內外二江，水經橋樑缺口處流入內江，入寶瓶口分爲走馬河，蒲陽河，柏條河，再分若干小河流至各縣，再於小河中築攔河堰使水位提高灌溉農田，夏秋洪水時內江各縣水有潦之處，於是飛沙堰平水漕顯其功用。飛沙堰與平水漕底均較內江河底爲高，其相差程度，以各縣用水多寡而定。換言之，即假設內江水量超過需要時，立即由飛沙堰平水漕滙入外江，外江爲正流，另於下流設魚嘴及堰以利用之，茲不復贅。



都江堰鳥瞰

1. 岷江
2. 外江
3. 內江
4. 橋樑開通處
5. 金鋼堤
6. 平水漕
7. 百丈堤

十六、總結 四月七日，盧廳長，各用水縣縣長，成都士紳軍政各界來者甚夥。日間遊覽各工程，晚間在二王廟開會討論徵民工辦法，及用水之分配，並擬利用水力設一大發電廠以改良川西交通，夜十二時始散會，時夜色沉沉，細雨迷濛，沿山路經玉壘關乘滑桿返城，玉壘關爲一古跡。唐杜甫有詩詠之云：花近高樓傷客心，萬方多難此登臨，錦江春色來天地，玉壘浮雲變古今。即詠此關也。從樹隙中俯瞰內江一帶，燈火明滅，民工澈夜不休，尙作最後努力，担土挑石，如蟻列陣，嘈嘈之聲，不絕於耳。力與力團結，人與水奮鬥，令人敬佩，彷彿電影名片——大路之外景也。四月八日午前祭伏龍觀二王廟，正午舉行開堰禮，在萬衆歡呼聲中砍斷十餘橋樑，外江之水如牆直下，典禮告成，四月九日返成都。

九月八日補記於北平

四川省都江堰歷年河方比較 民國廿五年四月建設廳第二科

江 別	方 數 年 度	歷年修淘方數					十四年 擬修淘方數
		十九年	二十年	廿一年	廿二年	廿三年	
外	外江河口	995	874	2031	3034	14464	4000
	大壩子					408	
	沙溝河	396	232	134	812	1240	1000
	黑石河	112	298			285	4000
	徐堰河	149	149	180	336	252	300
	江安堰	1302	1701	646	854	161	
	瀾沙堰		347	47		312	500
	中泝缺		645		1861	967	2000
	湯家溝			258			1500
	正南江	452	564	612	1311	676	18000
	向家林	2385			△6219	△9625	
	林巷子				359	310	1000
	布袋口	2114			356	137	1000
張家灣				*1456	591	1500	
	3015					5000	
內	平水溝						7000
	內江河口					2227	3000
	鳳樓窩	687	1167	537	1709	3161	8000
	走馬河口	310	1684	1376	1618	1589	3000
	三泊河	25	42	46	39	30	100
	蒲陽河	133	608	813	878	790	1500
	玉帶橋	1143	876	1296	1664	969	3000
	沙于河	20	24	60	31	20	100
	柏木河	27	28	60	48	25	100
	羊子堰	24	20		143		500
	油子堰	33	62		129	100	500
	懋農亭	20	70	22	29	270	5000
	農壇堰			96	336	366	1000
	柏條河	1961		218	340	37	25000
	南橋						3000
	徐堰河						500
	磨底河						1000
觀音嘴				207	1210	8000	
百丈堤	744					7000	
預備方						7720	

二十四年度都江堰大修工程

外江各縣民工成績及工具物品消耗比較表

自24年11月起至25年2月外江開水之日止

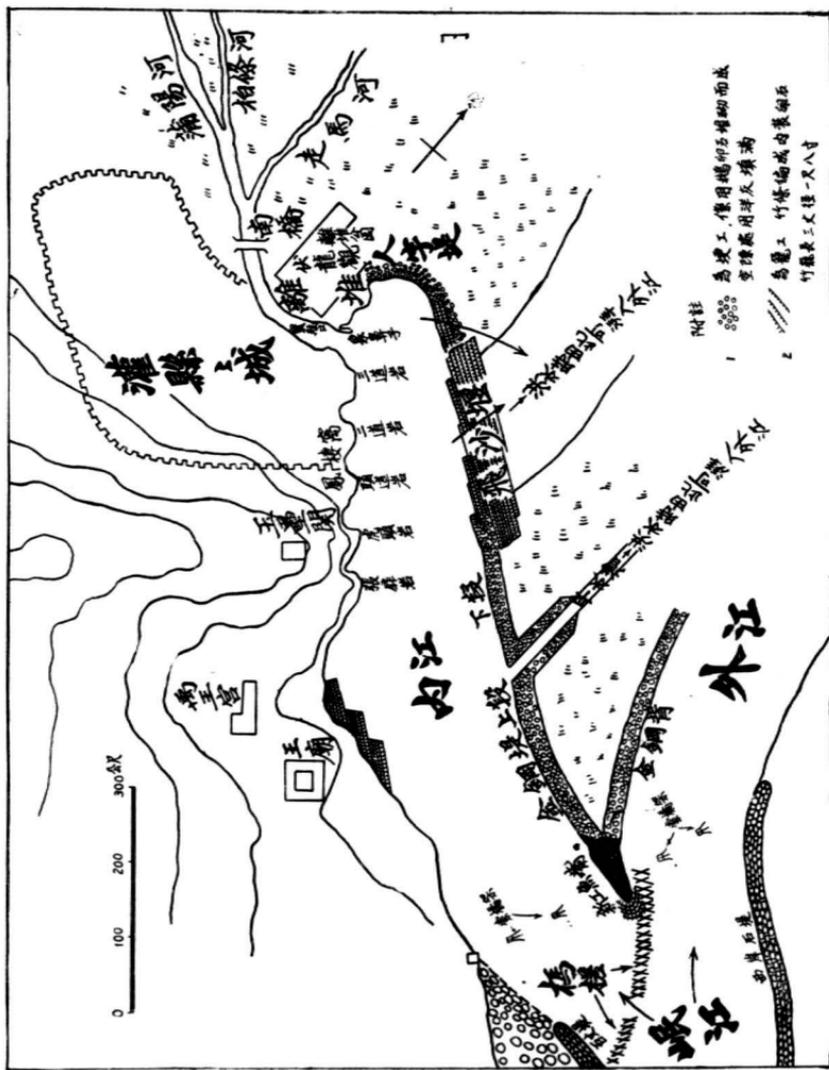
類 別 名	累積工作 數	實作數	平均每方 所費工數	平均每千方消耗各種重要工具及其他物品					
				鹿 叉	鋤 柄	擔 筒	慈 竹	谷 草	鉄 鋤
崇 慶	30350	10627	2.85	66把	無根	無根	659斤	780斤	0.6把
溫 江	16401 △ 220.0	7064.6 220.0	2.25	144	3.1	1.1	1230	428	28.8
郫	19553	6370.8	3.06	177	7.8	5.1	1286	567	7.0
新 津	17827 △ 1064.0	4411.1 1064.0	3.25	103	3.7	0.3	1058	230	1.6
雙 流	25430	9667.6	2.62	219	23.5	7.5	1118	554	8.3
華 陽	13905	6627.3	2.10	31	0.6	0.9	1247	1130	0.3
灌	16115 △ 1040	* 3609.2 520.0	4.46 2.00	117	4.8	7.0	300	784	3.8

附註一 本表係根據四川省水利局第二次造壘之民工工作成績及工具消耗材料表計算

附註二 *為砌石方工作比較困難

△為挖內江河方餘均為外江河方

附註三 一方為一百立方市尺



中國河渠書提要【五】

茅 乃 文

栗恭勤公磚壩成案不分卷

存素堂藏學強恕齋筆算叢書本

清栗毓美撰。毓美山西渾源人，字友梅，嘉慶間以拔貢官河南知縣，道光時官至東河河道總督，修築堤岸創以輒易礮石，蓋清代河臣，自朱之錫靳輔張鵬翮張伯行黎世序諸人，皆有名績，然修築仍用舊法，易礮石以磚，則自毓美始。當時開歸陳許道張垣力言用磚之非，累數千言，至十七年御史李繩又奏請停燒東河磚工。全書所輯為毓美奏請改用磚塊，試用成效，磚價報銷，及當時非其議者諸奏章稟稿之成案，國朝先正事略及豫河志述其事頗詳。周馥治水述要亦云，嗣後河工謹險，凡無石之處，當以磚代也。

欽定河工則例章程

清嘉慶十三年江南河道庫刊本

清嘉慶十三年工部定例，即當時南河歲修工程物料之則例章程。首例歲修章程，次奏減則例，次碎石方價，均不分卷。次淮揚徐州兩道所各屬工料價例，計淮揚九卷，徐州五卷。

中衢一勺三卷附錄四卷

北平圖書館藏清同治重刻安吳四種本

清包世臣撰，包世榮包慎言合註。世臣字慎伯，涇縣人，嘉慶十三年舉人，少善經濟，精悍有口辨，以布衣遊於公卿間，東南大吏每遇兵荒，河漕鹽諸詎政，無不屈節咨詢，世臣亦慷慨言之。此書即其論當時河漕鹽三事得失諸作之舊稿集錄而成。書凡三卷，而論河事居三之二。各文中尤以籌河芻言及策河四略名於世，當時河道諸臣，皆有所採擇焉。今觀其芻言，大都關於經費。四略者一曰救敵要略，其目八，曰堵禦壩以澹運淤，疏運河以道湖溜，接長壩以發清勢，補順壩以殺黃怒，截港接堤以敵潮汐，外柳內芒以防激漫，對壩逼溜以攻積淤，引溜歸泓以減險工。二曰守城要略，其目六，曰課官募以慎要工，逐倡優以絕浪費，核春工以杜虛險，積梁牛以備黑汛，嚴守減閘以擊湖底，勸疏便民以備啓壩。其三曰籌款。四曰積貯。因都關於經費，蓋已詳具籌河芻言矣。其他如郭大昌傳，及南河雜記，庚辰雜著，漆室問答諸作，雖為雜錄之文，多關嘉慶道光二朝之河工，及鹽漕諸政之史料。附錄四卷，為其與當道討論來往之書札，前有自著序目，述各編著論緣起頗詳。又讀安吳四種總目原序，則曰「乙丑游袁浦，河事亟從，司河事者莫能言，後遇郭君得悉成敗之所以然。」云云。編中郭大昌傳，即其人。此書除道光活字本，及同治壬申重刻之安吳四種本外，道光初尚有單行本，則尚未及見也。

續河渠志不分卷

存素堂藏抄本

清人佚名編。全書輯錄東華錄，關凡河渠職官聖謨以及臣僚章奏，起於雍正八年，迄於乾隆六年。

河渠備徵不分卷

北平圖書館藏傅氏鈔校書校本

清傅雲龍輯錄。雲龍德清人，官至直隸候補道，全書摘錄畿輔安瀾志、清河卷上、東西兩淀河，及康熙乾隆咸豐各朝盛京通志河渠志，同治

徐州府河防考黃河編，校輯爲一書。其書雖名河渠備徵，而所錄僅及直隸東西淀河，徐州之黃河，東北諸水而已。

河上金針二卷

存素堂藏鈔本

清朱需編。需事績未詳。前有道光五年自序「余自棄舉子業，即隨家君子借籌河上，凡案牘之規矩準繩，以及形勢工料之機宜名目，悉本庭訓，初無枕中秘也。今則爾而試時，切冰兢懼，從友人處假得河防須知，河工備考兩種彙合爲一冊，斟酌時宜量加筆削，顏曰河上金針。」云云。按序文中所稱河防須知，（即存素堂所藏鈔本河幕學例）河工備考二書，光緒間邱步洲所輯之河工簡要具已輯錄，其書未有附錄註明河工章程議准施行時期，中有道光十一年嚴河台奏定碎石價一條。按朱氏此書成於道光五年，蓋爲以後補輯者。原書硃筆批校，書皮有書簽，下有小印一，曰「謹慎」二字，當是河史藏書之印也。

南河成案五十六卷續編一百零七卷

北平圖書館藏清官刊本
存素堂

不著編者名氏，前後並無序跋，其刊刻時期亦無從稽考，殆爲清代南河督署刊刻之官書。關凡南河工事之上諭，及官僚章奏，部議諸文，書中大旨賅備，各疏注有年月，依年編次，正編起自雍正四年，迄於乾隆五十六年。續編起自乾隆五十七年，迄於嘉慶二十四年，爲清代雍正至嘉慶朝最完備之河工檔案冊。考清代治河，以康乾朝爲最盛時期，嘉慶朝亦屢興大役，行水金鑑河渠紀聞等書雖可謂臚舉無遺，然皆經摹輯，不免有刪節之弊。此集均依原文輯錄，實爲研究清代河工史者之最初原料，惜未能將附奏諸圖刊入，亦此書一大缺點也。

潘彬卿方白遺稿六卷

北平圖書館藏清光緒二十二年刻本
存素堂

清潘駿文撰駿文字彬卿，安徽涇縣人。其父潘錫恩持節南河時，嘗隨侍左右參預河事。清光緒間服官山左時，嘗以河工利病陳當道，當道亦深倚任之，歷治上下游要工。清光緒十三年河決鄭州，調河南專任西壩均有治功，事績具詳清史稿本傳。

此書凡六卷。前四卷皆論豫魯兩省河務之文，及勘查工事咨稟諸稿。五六卷則為平定捻匪諸事，前有張之萬汪鳴鑾孫家鼐序，孫序云：「余嘗從容諮詢方伯治河事，方伯云，河自銅瓦廂決口，由大清河入海，此禹之故道也。三十年來淤墊日淺，東省地狹水無所容，山東直隸之間九河故道，盡屬民居，人與水爭，故患且日深，非遷民以讓水，張皇苴補，歲糜鉅款，終無善策。惟安土重遷，民難圖始，非常之舉，朝野驚疑，亦仍補苴之術耳。余維賈讓之策治河，其上策亦言徙冀州之民當水衝者，決黎陽遮害亭使北入海，不能遠泛濫期月自定，公今日之言，與古人之意何深相符合也。然河自漢以來，上策終不能用，皆因循而用下策，天運耶抑人事耶，蓋不可而知矣。」云。按黃河於咸豐五年改道東省後，當時議論頗多，或以在北穿運必致阻漕者，則主復淮徐故道。或以河流昔本在北者，則主改道即由大清河入海。今觀孫序及原書諸論，蓋潘氏力主後說，卷中姚家口工次日札，鄭工日札，均可供研究清末河工史者之參考。余侍朱桂師徵訪歷代河渠書，嘗見潘氏舊藏散佚坊間，尤以明刻河清奏疏等書，均為近世罕傳之本。是則駿文不但究心河務，而亦知留意古籍者也，惜所藏今均散佚，無從理而束之矣。

許仙屏侍郎督河奏疏十卷

存素堂藏清光緒元年刻本

清許振禕撰。清史稿列傳卷二百三十七，本傳云：「振禕字仙屏，江

西奉新人，咸豐初以拔貢生參曾國藩戎幕，同治二年成進士，授編修，出督陝甘學政，父憂歸。光緒二年起故官，授彰衛懷道，預修裏河堤防，淮海各鹽區得免水患。十六年擢東河總督，築榮澤大壩，胡家屯米童寨各石壩，河賴以無患。其尤在嚴稽查，不私財權，令七廳徑赴司庫支領，故積弊除，而工堅。十一年遷廣東巡撫。全書十卷，所錄凡百二十餘疏，皆其任內所上關於東河工事諸疏。而卷八則皆為奉旨會勘畿輔永河諸奏疏。全集起自清光緒十六年至二十年，尤以遵旨查革河工積弊，並擬改革設局，節費保險等疏，指摘清末河工弊端尤為詳盡。河南河務局纂編之豫河志，曾採錄其文。

治河議一卷

小方壺齋本

清陳虬撰。虬瑞安人，光緒間幕客東省，見治河無效，乃進三策。大致謂導源葱嶺，橫繞北徼，率順水性，循山入江，掩中朝內外之防，開塞外富強之源為上策。引河出河套，而北徙蒙古，荒漠之地，頓致富強，東南罹患之區，可慶安瀾為中策。而所謂下策者，以水出高原，而實以海為尾閘，若能於上下游分殺水勢，則水自循軌。故其主張上游多濬大渠，下游多開支河，而主河水改由流鐘口入海者，則從山東巡撫張曜舊議。其他尚有引用山陰陳繼本之說。繼本字華亭，光緒間幕游陝西，刻意考求河務，而於東省河務亦屢有所陳，是編為一策議文章，故無單行本。除此本外，廣平治略亦錄其全文。

宗孟廬行水三議不分卷

北平圖書館藏排印本 存素堂藏刻本 濟河事例

清盛沅撰。沅秀水人，光緒間官刑部主事。光緒十五年奉命辦理浙右水災，及散賑修塘諸工。十六年順直水災，奉潘文勤公之命，經理通州一帶賑務。

其第一議爲庚寅年擬乍浦開河設閘說，并舉條例，蓋欲於乍浦設閘以洩嘉湖之水而入海也。第二議爲辛卯年濬治黃河議，附述輪船濬河事宜條例，歷舉古今濬河器具，以明濬河之不可緩，並請易輪船濬河。此議會上之於朝，奉諭交山東巡撫張曜酌量辦理，諭下而張卒。第三議爲庚申年江浙會同辦理水利事宜說，其主張挖通海口引水入海，次接開內河以達海口，次開關太湖上游濬港以冲泥沙，末爲籌修刷沙善法。其書第二議即濬河事例，坊間木刻有單行本。

河工簡要四卷

存素堂藏清光緒十三年刻本

清邱步洲撰。步洲光緒間漢陽人，事蹟未詳，自序謂「丁亥秋，河溢於豫之鄭州石橋，余適聽鼓於豫，觀洪波之冲決，頗深杞人之憂，因思補救之方，總考成法，即以小見大，由粗以及精，溯流以尋源，明體以達用，爰檢舊存藏本，搜羅羣籍，日爲討論，摘其有以合乎古，而宜乎今者，彙爲一編。至簡至要，以備采擇。」云云。全書凡四卷，共七十七篇。皆記豫省黃淮諸水之源流，河防制度，而諸工則列算式較詳。雖分爲四卷，而不列門類，體例未免蕪雜，且亦不註各書所出，遠不如宣統間周家駒所編之河防輯要，較有程序。全編除輯各河防書，及當時官府頒行之例案外，又以清代河幕傳鈔之秘笈爲主。如存素堂所藏之抄本黃河初學須知，河上金針等全書均已刊入，可知是書實類似河工人員之袖珍備忘錄耳。編末有牟工雜記，蓋此書爲光緒間鄭工合龍後之作也。

河防要覽四卷

存素堂藏清光緒十四年刻本

清硯北主人輯。硯北主人不詳何許人。光緒十三年秋河決豫之鄭州，輯者有感於河工之重要而輯斯篇。大致集前人河防諸書，擇其要者錄之。書凡四卷，卷一爲源流諸論。二三兩卷爲河防修守事宜，錄自潘季

馴河防一覽之河防險要及修守事宜，張鶴生河防述言，丁藝治河要語，新輔治河前後經理十六疏，劉天和六柳法。四卷爲歷代治河文章奏議，全書蓋以輯錄爲主也。

三省黃河圖五冊

清光緒十六年上鴻文書局石印本

易順鼎劉鷗等纂，顧潮等測繪，清光緒十五年山東巡撫張曜辟襄河務，吳大澂倪文蔚於鄭工合龍後，奏調上海機器局，天津製造局，廣東輿圖局，精於測算工繪畫之委員學生，測量直魯豫三省黃河，繪圖進呈。此圖即進呈之副本縮印者，原圖尙存國立北平故宮博物院文獻館。蓋歷代黃河實測有圖，此圖尙爲初創。

全圖比例爲三萬六千分之一，遵用當時工部尺計算，每里一百八十丈，每方格作爲一里，並註經緯線，經線以北京爲本初子午線，凡兩岸曾辦大工之處，載明年月始末。未有黃河河道說，及兩岸隄工里數丈尺，分繪一百五十七幅，可以接洽。

前列倪文蔚進呈三省黃河圖奏稿，凡例十九條。後有編者述意十二條，及吳大澂序。

歷代黃河變遷圖考四卷

清光緒二十九年袖海山房原印本

清宣統二年山東河工研究會印本

清劉鷗撰。鷗字鐵雲，丹陽人，著有治河七說已著錄。光緒十六年，吳大澂倪文蔚測繪三省黃河圖，蓋鷗亦參預其事。書凡四卷，圖凡十，一曰禹貢全河圖考，二曰禹河龍門至孟津圖考，三曰禹河孟津至大陸圖考，四曰禹貢九河逆河圖考，五曰周至西漢河道圖考，六曰東漢以後河道圖考，七曰唐至宋初河道圖考，八曰宋二股河道考，九曰禹河故道圖考，十曰見今河道圖考。其書大致採自志書，及胡渭禹貢錐指，以及水經諸

書。前有山東巡撫福潤片，蓋此書亦曾進御者。

中國黃河經緯度里圖不分卷

存素堂藏學強恕齋筆算本

清梅啓照製。此圖大致採自胡林翼一統圖，縱橫每方百里，註有經緯度。經線則以北京爲本初子午綫。圖例依一統輿圖原式，其入河諸川，只及河南之渭洛諸水，河北之沛沁諸水，河東之汾河西之北洛，餘缺。運河亦只及山東境內，成圖時期約在光緒間。

整理運河工程計畫出版

運河爲吾國古代著名之工程自清季以還閘壩傾圮其效用亦即隨以失墮茲由本會會員 汪胡楨先生竭兩載之力實地考察搜集工程資料作成「整理運河工程計畫」一書以爲復興運河之南針現已由本會印刷出版全書均用米色道林紙精印共一百八十四頁插附鋅板圖二十九幅普及本每冊實價一元二角郵費在內倘蒙惠購無任歡迎

中國水利工程學會出版委員會啟
南京梅園新村三十號

禹 貢 半 月 刊

第六卷第 三四 合期(東北研究專號)

民國二十五年十月十六日出版

中國東北四省的地理基礎(東北四省略圖)	張印堂	東北海關稅設立之 過及各關	李敬敏
原始時代之東北	馮家昇	貿易之情形	洪逸生
唐代安東都護府考略	王懷中	日本對於滿州通貨之統制	王華隆
燕雲十六州考	候仁之	瀋陽史蹟	候仁之
契丹漢化略考	尹克明	讀黑龍江外記隨筆	汪聲玲
明代之遼東邊牆	潘承彬	烏桓泥爪	金毓麟
東三省京旗屯墾始末	劉選民	遼海叢書總目提要	陳鴻舜
清代地理沿革表(續,東三省)	趙泉澄	東北期刊目錄	陳鴻舜
清代漢人拓殖東北述略	龔維航	東北書目之書目	青木富太郎等輯
日人研究滿州近世史之動向	百瀾弘著 劉選民譯	東北史地參考文獻摘目	劉選民校補

價目：每期零售洋二角。豫定半年十二期，洋一元五角，郵費一角五分；全年二十四期，洋三元，郵費三角。國外全年郵費三元六角。

本期定價國幣六角。

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	冊 數	書 價 連 郵 費	
		國 內	國 外
半 年	6 冊	\$ 1.20	
全 年	12 冊	\$ 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一二二三號



中國水利珍本叢書

第一輯已出及將出各書

河防通議
合刻
至正河防記
李氏
秋印

全一冊本年一月出版

閩水集
韓因鈞題

全一冊本年
二月出版

河防一覽
葉恭綽題

全四冊本年
三四五六月
出版

河渠紀聞
林森題

影印本 全四厚冊本年七八九十月出版

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

南京梅園新村三十號

中國水利工程學會刊行