

中華民國廿四年拾月廿九日

2756

# 土木工程學人際

JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING  
NATIONAL CHEKIANG UNIVERSITY

## 本期要目

|  |     |
|--|-----|
| 錢塘江橋工程大概                                     | 羅英  |
| 今日中國之公路問題                                    | 葉家俊 |
| 灌溉事業與其他水利之關係                                 | 周鎮倫 |
| REINFORCED CONCRETE ROOF TRUSSES             | 黃中  |
| THE BECCARI PROCESS OF GARBAGE DISPOSAL      | 余勇  |
| MOMENT ANALYSIS OF 2F TYPE SUSPENSION BRIDGE | 潘碧年 |
| 江蘇省建設廳辦理疏浚鎮武運河工賑情形                           | 屠達  |
| 黃河問題之普通認識                                    | 鄒元輝 |
| 單位曲線推測流量之簡解法                                 | 蘇世俊 |
| 淮南灌溉事業之述略                                    | 徐士榮 |
| 杭州烈雨之公式                                      | 虞烈照 |

國立北平圖書館藏

第三卷 第一期



二十四年三月

國立浙江大學土木工程學會出版

# 上海 楊洪記營造廠

YONG HONG KEE CONSTRUCTION CO.

總事務所上海斜徐支路永慶里十一號

電話南市二二八八七號

分事務所杭州清泰門外滬杭公路

電話二六〇三號

蘇州盤門外裕棠橋

本廠專造道路駁岸橋樑住屋,以及一切大小鋼骨水泥工程,並可代為設計估價,如蒙惠顧,不勝歡迎。

本廠承造杭州工程如

浙江大學農學院實驗溫室  
浙江大學高農宿舍  
杭州電氣公司鼓樓大廈  
杭州中華書局大樓  
嚴官巷住宅  
龍翔橋出租市房

本廠承造蘇州工程如

蘇綸紡織廠全部工程  
西美巷住宅

國立浙江大學農學院溫室工程

本廠承造  
上海工程

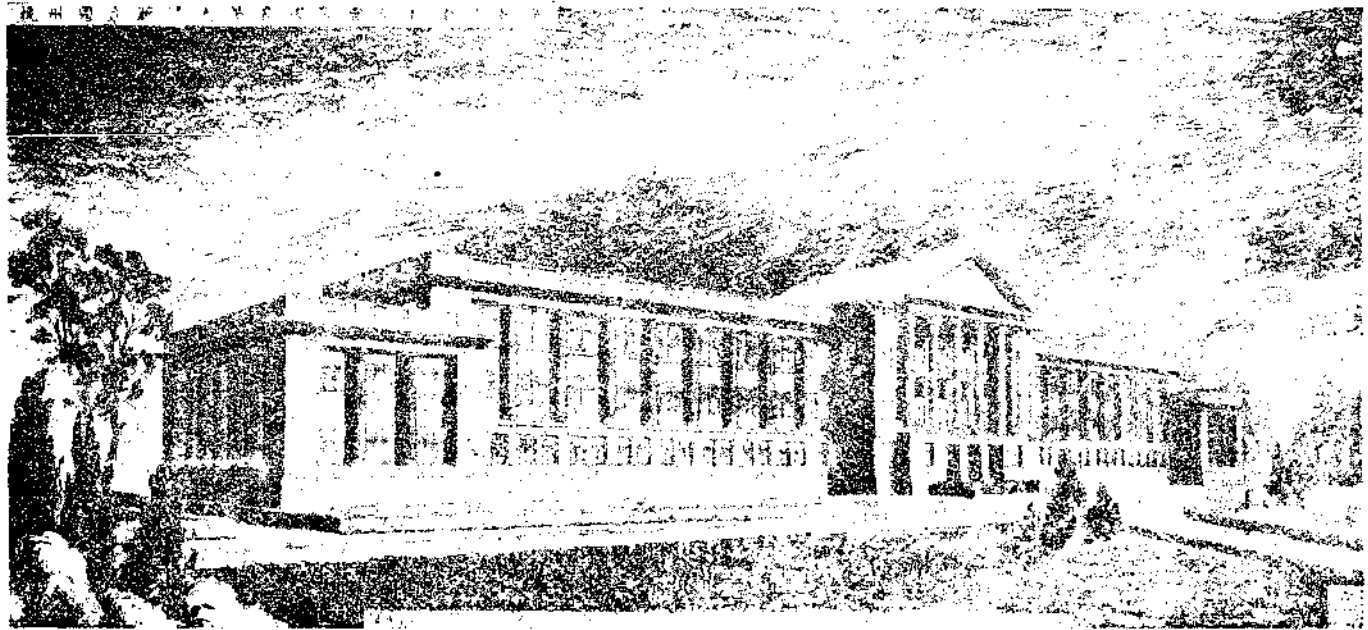
如 { 仁德紡織廠全部工程  
宏大橡膠廠全部工程  
時代印刷公司  
平涼路平涼邨  
凱旋路馬斯女士住宅  
Cafee Federal Bakery

中華民國二十三年六月  
本廠在杭州建國大學農學院溫室  
(室溫之大及規模均中焉)



K. H. Suhr Architect, Engineer  
蘇家翰建築師設計

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹



浙江大學農學院在杭州太平門外華家池

K. H. SUHR

BDA DDI

ARCHITECT, ENGINEER

SHANGHAI,

266, PEKING ROAD

TEL. 16029.

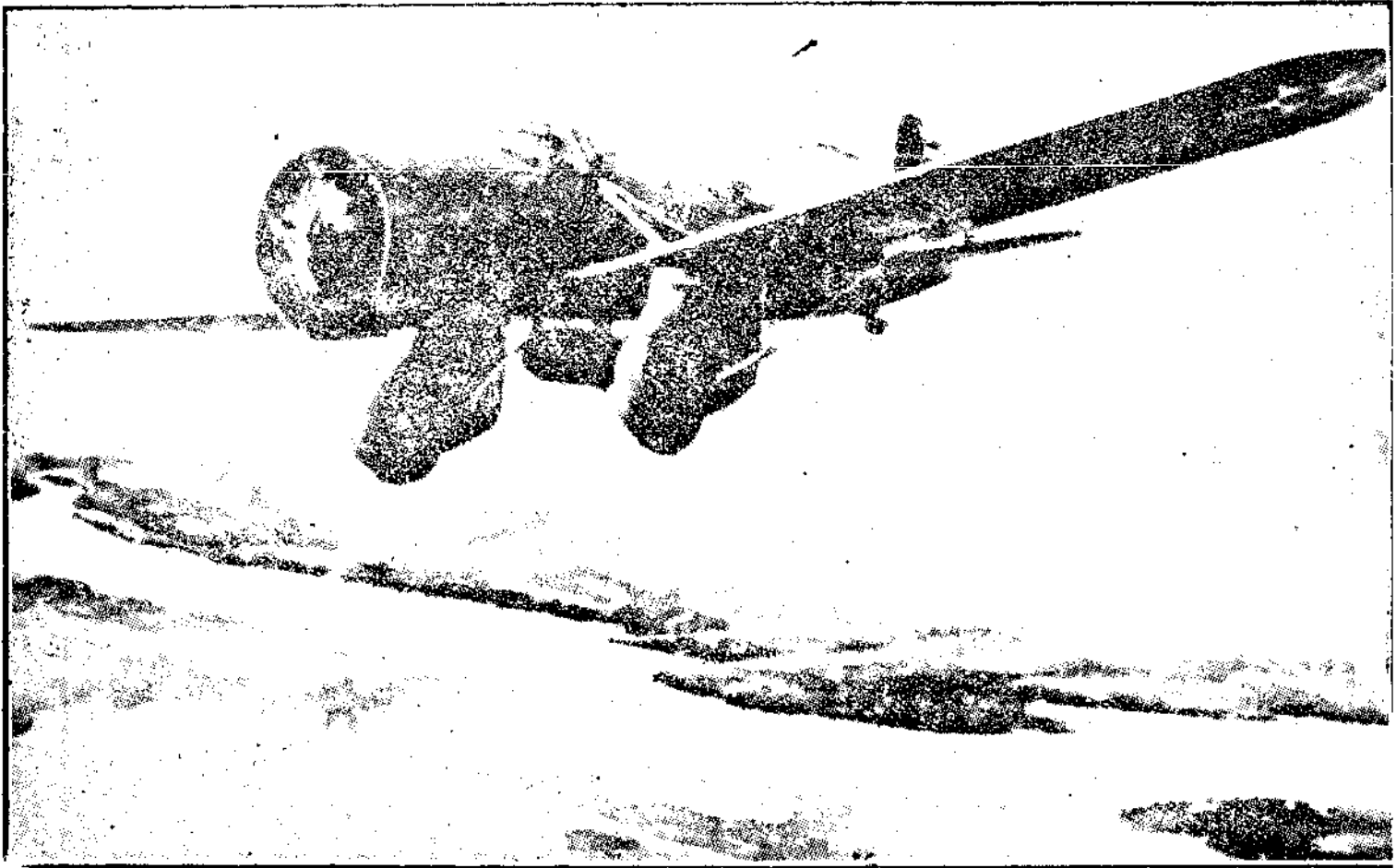
蘇家翰建築師

承辦設計繪圖

監造建築工程

上海北京路二六六號  
電話一六〇二九

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹



THE CURTISS SHRIKE

“THE TERROR OF THE SKIES”

Powered By

700 H.P. WRIGHT CYCLONE ENGINE

Standard Attack Plane Of The

UNITED STATES ARMY AIR CORPS

司 公 空 航 洲 聯

THE INTERCONTINENT CORPORATION

351 Hamilton House

Shanghai

Tel.13070

13079

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

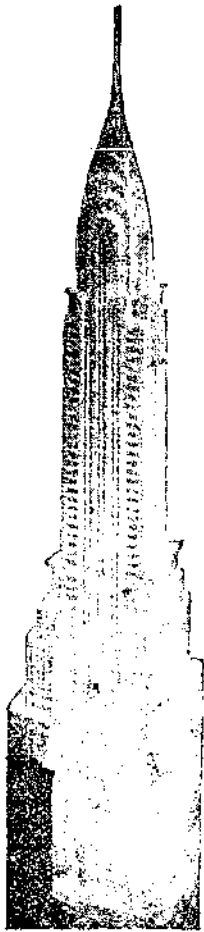
LEADING BUILDINGS

*all over the world are equipped with the*

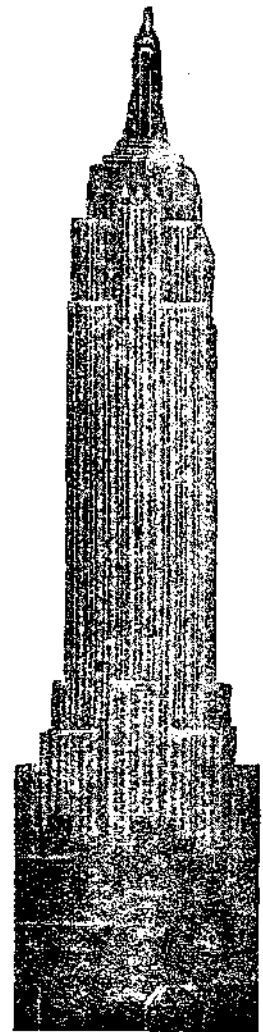
Modern Products  
of Plumbing and  
Heating

*as manufactured*

*by the*



*Chrysler Building  
New York City*



*Empire State Building  
New York City*

**A** **M** **E** **R** **I** **C** **A** **N** **R** **A** **D** **I** **A** **T** **O** **R** **&** **S** **T** **A** **N** **D** **A** **R** **D**

**S** **A** **N** **I** **T** **A** **R** **y** **C** **O** **R** **P** **O** **R** **A** **T** **I** **O** **N**

*Products distributed and Manufacturer's Responsibilities*

*guaranteed through their*

*Sole Agents in China*

**ANDERSEN, MEYER & CO.**

SHANGHAI AND OUTPORTS



請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

# —KOF A—

## AMERICAN DRUG COMPANY

Federal Inc., U.S.A.  
 SHANGHAI 120 NANKING ROAD



**Manufacturing Chemists and Dealers in Drugs, Chemicals,  
 Pharmaceuticals, Hospital and Laboratory Supplies**

ANALYTICAL REAGENTS

manufactured by **Schering-Kalhsbaum, A.-G., Berlin**

MICROSCOPIC STAINS, INDICATORS AND ANILIN DYES

manufactured by **Dr. K. Hollborn and Soehne, Leipzig**

(Original-Gruebler-Hollborn and Ciemsa Preparations)

**OUR LABORATORY SUPPLY DEPARTMENT  
 CARRIES IN STOCK:**

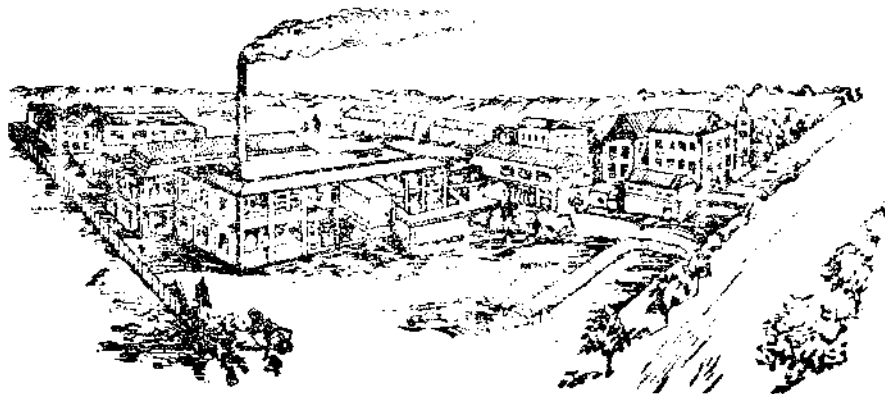
“Jena” Laboratory Classware, “Berlin”

Porcelain Ware, Reichert’s Microscopes, Laboratory

“Schleicher & Schull” Filter Paper, Analytical Balances,

Scales and Weights, etc.

*Please write for our Price Lists*



**KOF A LABORATORIES, SHANGHAI**

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

SIBER HEGNER & CO., Ltd.

# 瑞商華嘉洋行

本行獨家經理瑞士

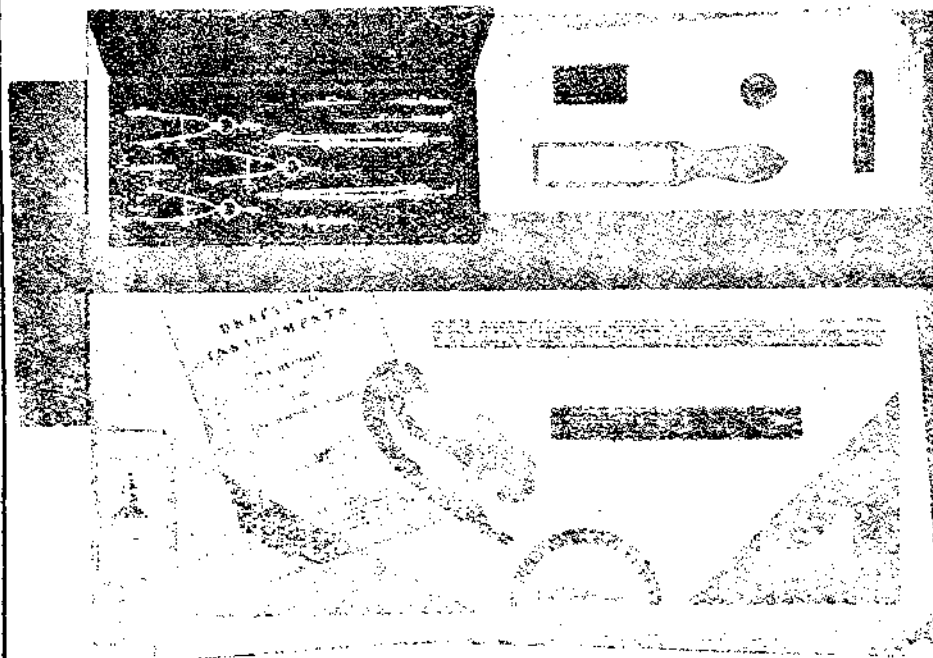
- 挨姆司拉 (Amsler) 廠之各種材料試驗機器。
- 看衡 (Kern) 廠之各種測量儀器。
- 亨利倍亞 (Henry Baer) 廠各種紡織分析儀器。

種類繁多 未能詳載

如蒙垂詢 毋任歡迎

上海廣東路念號 郵政信箱四零八號

## KEUFFEL & ESSER



K. & E.

DRAFTING OUTFITS

High grade technical drafting outfits as illustrated. Stocks carried in Shanghai of Drafting material of all kinds. Also slide rules, transits, level etc.

SOLE AGENTS FOR CHINA

ANDERSEN, MEYER & CO. LTD.

HEAD OFFICE: 21 YUEN MING YUEN RD. SHANGHAI.



請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹





# 中 國 銀 行

辦理一切銀行業務  
 歷史最久分行最多  
 通滙地點遍及海外  
 承滙迅捷取費克已  
 兼辦各種信託業務  
 並在湖墅新設倉庫  
 為顧客謀種種便利  
 各種詳章承索即奉

杭州

分行

總行設在上海  
 分行設在天津  
 北京 漢口 廣州  
 香港 汕頭 廈門  
 南京 蘇州 無錫  
 常州 南通 揚州  
 蕪湖 安慶 九江  
 長沙 重慶 成都  
 昆明 蘭州 西寧  
 迪化 哈密 喀什  
 和田 吐魯番 哈密  
 庫車 焉耆 阿克蘇  
 庫車 焉耆 阿克蘇  
 庫車 焉耆 阿克蘇

請 聲 明 山 浙 大 土 木 工 程 學 會 「 土 木 工 程 」 介 紹







# 廣告索引

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 楊洪記營造廠.....     | 封面裏   |
| 蘇家翰建築師.....     | A 1   |
| 聯洲航空公司.....     | A 2   |
| 慎昌洋行衛生部.....    | A 3   |
| 科發藥房.....       | A 4   |
| 華嘉洋行.....       | A 5   |
| 慎昌洋行測量儀器部.....  | A 5   |
| 孔士洋行.....       | A 6   |
| 中國銀行.....       | A 7   |
| 張裕泰建築事務所.....   | 正文後特面 |
| 本刊一二兩卷要目.....   | A 9   |
| 化工.....         | A10   |
| 電機工程.....       | A11   |
| 中華興業公司.....     | A12   |
| 協盛營造廠.....      | A13   |
| 馥記營造廠.....      | A14   |
| 審美建築公司.....     | A15   |
| 鑫昌營造廠.....      | A16   |
| 沈生記營造廠.....     | A17   |
| 新義記營造廠.....     | A18   |
| 山海大理石廠.....     | A18   |
| 樓發記營造廠.....     | A19   |
| 方森記營造廠.....     | A19   |
| 朱永興水電白鐵號.....   | A20   |
| 元昌電料公司.....     | A21   |
| 徐鑑記五金號.....     | A21   |
| 商務印書館.....      | A22   |
| 許一大紙號.....      | A23   |
| 龍門書局.....       | A23   |
| 孔鳳春香粉號.....     | A24   |
| 適麗洋服號.....      | A24   |
| 瑞和製服公司.....     | A25   |
| 中國建設月刊.....     | A26   |
| 工業安全雜誌.....     | A27   |
| 浙江省立圖書館印行所..... | A28   |
| 東亞建築公司.....     | 底封面   |

國立浙江大學土木工程學會會刊

程工木土

第三卷第一期目錄

|  |     |
|--|-----|
| 國立浙江大學土木工程學會全體會員錄.....   | 1   |
| 浙大工學院土木工程系概況.....吳鍾偉.....  | 3   |
| —————→  論 著  —————     |     |
| 錢塘江橋工程大概.....羅英.....   | 14  |
| 今日中國之公路問題.....葉家俊.....   | 20  |
| 空氣調節法之簡易設備.....黃述善.....  | 23  |
| 灌溉事業與其他水利之關係.....周鎮倫.....  | 26  |
| Reinforced Concrete Roof Trusses.....黃中.....   | 29  |
| The Beccari Process of Garbage Disposal.....余勇.....  | 47  |
| Moment Analysis of 2F type Suspension Bridge.....潘碧年.....  | 65  |
| 江蘇省建設廳疏竣鎮武運河工賑情形.....屠達.....   | 75  |
| 黃河問題之普通認識.....鄒元輝.....   | 91  |
| 單位曲線推測流量之簡解法.....蘇世俊.....  | 104 |
| 淮南灌溉事業之述略.....徐士燊.....   | 110 |
| 關於橋樑的一些問題.....郭仲常.....   | 115 |
| 偏心之鉚釘結合.....孫懷慈.....   | 117 |
| —————→  研 究  ————— |     |
| 杭州烈雨之公式.....虞烈照.....   | 121 |
| —————→  譯 述  ————— |     |
| 垂直面上曲線之計算.....胡傑安.....   | 132 |



## 國立浙江大學土木工程學會全體會員錄

|                |         |     |         |     |
|----------------|---------|-----|---------|-----|
| 吳馥初            | 張雲青     | 徐世大 | 沈 昌     | 陳大受 |
| H. A. Peterson | 柳叔平     | 陸鳳書 | 周 尙     | 陳體誠 |
| 王藹如            | 杜光祖     | 錢昌祚 | 吳錦慶     | 腦美亞 |
| 盧孝侯            | 陳仲和     | 錢寶琮 | 王光釗     | 丁人鯤 |
| 李紹蕙            | 徐南騮     | 黃 中 | 周鎮倫     | 余 勇 |
| 魏海壽            | 劉崇漢     | 吳沐之 | 吳光漢     | 劉俊傑 |
| 茅紹文            | 徐邦甯     | 丁守常 | 羅元謙     | 顏壽曾 |
| 陳允明            | 翁天麟     | 高順德 | 葉澤深     | 湯武鉞 |
| 胡鳴時            | 孫經楞     | 王同熙 | 王德光(已故) | 任開鈞 |
| 朱立剛            | 李兆槐     | 任彭齡 | 李恆元     | 李春松 |
| 宋夢漁            | 吳仁濟     | 金學洪 | 邵毓涵     | 翁郁文 |
| 凌熙宸            | 陳乙彝     | 曹鳳藻 | 張元綸     | 陳廷綱 |
| 張德鎰            | 湯辰壽     | 童第肅 | 董夢敖     | 蔡建冰 |
| 錢元爵            | 潘碧年(已故) | 戴 躑 | 葉震東     | 李宗綱 |
| 邵本惇            | 杜鏡泉     | 王文煒 | 吳錦安     | 張農祥 |
| 劉 楷            | 趙祖唐     | 陳允冲 | 徐世齊     | 王之炘 |
| 沈其湛            | 曹秉銓     | 洪西青 | 惲新安     | 許陶培 |
| 沈衍基            | 金培才     | 潘圭綏 | 許壽崧     | 徐學嘉 |
| 馬梓南            | 夏守正     | 項景煇 | 張允朋     | 李清增 |
| 魏紹禹            | 粟宗嵩     | 盛祖同 | 繆炯豫     | 徐仁鐸 |
| 葛洛儒            | 陳德華     | 袁則孟 | 姚寶仁     | 吳觀銓 |
| 吳學遜            | 張毓修     | 鄧才名 | 趙 璞     | 貢樹梅 |
| 路榮華            | 謝繼安     | 呂 任 | 徐洽時     | 屠 達 |

|     |     |     |      |     |
|-----|-----|-----|------|-----|
| 覃家彥 | 李 珣 | 袁桂官 | 宋 孤雁 | 蘇世俊 |
| 沈沛沅 | 趙琇孫 | 駱 騰 | 錢振蓉  | 吳沈鈺 |
| 孔廣賢 | 任以永 | 毛有倫 | 虞烈照  | 鄒元輝 |
| 石家瑚 | 丁學祖 | 邵來茂 | 陸大益  | 張季和 |
| 許志修 | 孫懷慈 | 陶承杏 | 楊 欽  | 朱世璜 |
| 璩棟華 | 溫鈞衡 | 瞿懋甯 | 馬淑閑  | 周曉山 |
| 虞升堂 | 蔣蔭松 | 胡傑安 | 黃緯福  | 楊國華 |
| 朱煥錫 | 熊友松 | 吳元猷 | 金鼎元  | 花瑞瑛 |
| 馬 乾 | 馬君壽 | 賀季恭 | 葉孝仁  | 陸欽侃 |
| 季 高 | 徐士榮 | 陳良勛 | 彭申甫  | 梁 濤 |
| 路翁如 | 譚天錫 | 侯煥昭 | 沈儒鴻  | 張毓靜 |
| 陳隆焜 | 楊筱櫟 | 許成焜 | 陳公矩  | 馬家振 |
| 吳立卓 | 龔千章 | 施漢章 | 李斯達  | 劉作霖 |
| 許灼芬 | 陳祖謀 | 汪丙旭 | 蔡錫瑞  | 張元正 |
| 周存國 | 錢克仁 | 李如南 | 金亮方  | 李 傑 |
| 陸筱丹 | 周 冕 | 俞大奎 | 金 琛  | 嚴 望 |
| 俞惠申 | 嚴自強 | 姜 劭 |      |     |

## 浙大工學院土木工程系概況

吳 鍾 偉

引言 浙大土木工程系，創立未久，年齡幼稚，社會各界人士，容有未詳悉本系內容者，茲謹述於后，以資參考，尙祈工程教育專家，讀後，如認有可改良之處，請即賜教，則本系將馨香而拜受之也。

創立 民國十六年春，浙江大學成立，將工業專門學校，改組爲工學院，除原有之電機化學二系外，決先添設土木工程系。蓋彼時國民政府，成立伊始，一切事業，將由破壞而入於建設，舉凡公路水利，以及一切土木工程事業，勢必逐漸興舉，需才之殷，可以預卜，苟不早爲之備，則一旦建築事業，風起雲湧時，恐將感到才難之苦。因是急行規劃課程，訂購儀器，而即於是年暑假，作首次之招生。

課程 本系根據工程教育之原理，實施基本學識之訓練，學理與實驗，二者並重，而對於測量手法之練習，繪圖計劃之準確，試驗動作之程序，建築施工之詳情，尤爲注意。近代歐美各國，對於工程方面之課程，除工程研究院外，漸放棄以前之縱的發展，而趨入於橫的發展。本系根據此義，規劃課程，務使各個學生，在此四學年中，得到土木工程上之相當學識，一俟學業終了，即能應用其所學，出而爲社會工程界服務，擔任任何工作。故本系課程，不再分門，即以基本課目爲必修，而以各門較深之課目爲選修，以免畢業就事時，受分門限制之困苦。本系課程表，在此八年中，屢由土木教授之修正，國內工程專家之指示，幾次改訂，茲將二十三年四月修正之課程表，附列於后。

儀器及試驗室 本系所有試驗應用儀器，劃分三種，一爲測量儀器室，一爲工程材料試驗室，一爲水力實驗室，另有附表，詳列各種儀器於后。

測量儀器，足敷每班三十人實習之用，最精密儀器，現在逐步添置中，英尺制現已廢棄，改爲公尺制，以適國情。

材料試驗室，除試驗各種金屬木材磚瓦之機器外，對於道路特種材料，如柏油地瀝青等試驗儀器，亦頗全備，曾代中央航空學校，浙贛鐵路局，浙江省公路局，電話局，杭州電氣公司等，試驗各種物料，而不取值，故對外服務之精神，尚能得社會之稱譽。

水力實驗室，設備略較簡陋，故祇能應付水力學中之學理試驗。擴充計劃，現已擬定，經費亦有相當之準備，祇須俟本系庚款水利講座，英國教授到校後，即可進行購置儀器，改建一切。

模型陳列室計劃 土木工程之各種建築物，及建築時所用機器，頗多結構繁奧者，在校學生，甚鮮目睹之機會，書本中之照片圖樣，亦多欠明晰，若有模型之助，則其結構之巧，可以盡量顯出，而各個學生，可得較深之影象，故本系現擬將各種水利及結構之建築物，製成模型，以為課業之助。

教授學生及畢業同學 本系有副教授專任者五人，兼任者一人，講師一人，助教三人，學生百餘人，畢業學生，已有四屆，第一屆十四人，第二屆廿四人，第三屆廿四人，第四屆廿六人，均服務社會，供職於水利，公路，鐵道，橋工，建築，工務等機關，頗能得工程先進之提攜，社會人士之贊許，此雖本系學生，在校時之習勤耐勞之所致，蓋亦吾國工程前輩，愛護浙大土木系之盛意也。

土木工程系二年級課程表 (民國二十三年四月訂正)

| 學 程       | 學 程<br>號 數 | 學 分 |     | 每週授課<br>及實習時數 |     | 先 修 學 程 |
|-----------|------------|-----|-----|---------------|-----|---------|
|           |            | 上學期 | 下學期 | 上學期           | 下學期 |         |
| 英 文       | 英5,6       | 1   | 1   | 2             | 2   | 英 4     |
| 應 用 力 學   | 力 1        | 4   |     | 4             |     | 理3, 數6  |
| 最 小 二 乘 方 | 數 8        | 2   |     | 2             |     | 數 6     |
| 機 械 運 動   | 力 6        | 3   |     | 3             |     | 理3, 圖2  |
| 平 面 測 量   | 101        | 3   |     | 4             |     | 104     |



|                               |      |      |      |    |    |         |
|-------------------------------|------|------|------|----|----|---------|
| 測量實習                          | 104  | 2    |      | 6  |    | 101     |
| 地質學                           | 171  | 2    |      | 3  |    |         |
| 經濟原理                          | 經 1  | 1    |      | 2  |    |         |
| 平面及測量<br>水平流及水<br>測面及實流<br>量習 | 102  |      | 2    |    | 3  | 101,105 |
|                               | 105  |      | 2    |    | 6  | 104,102 |
| 大地測量學                         | 103  |      | 2    |    | 2  | 101     |
| 材料強弱                          | 力 4  |      | 4    |    | 4  | 力1      |
| 建築材料                          | 191  |      | 1    |    | 2  | 力 4     |
| 圖形力學                          | 121  |      | 1    |    | 3  | 力 1     |
| 水 力 學                         | 131A |      | 3    |    | 3  | 11      |
| 工場管理                          | 經21  |      | 1    |    | 2  |         |
| 簿 記                           | 經 2  |      | 1    |    | 2  | 經 1     |
| 黨 義                           | 政3,4 | 1    | 1    | 1  | 1  | 政 2     |
| 軍 訓                           | 軍3,4 | 1½   | 1½   | 3  | 3  | 軍 2     |
| 野外測量                          | 四星期  |      | 2    |    |    |         |
| 總 計                           |      | 20.5 | 22.5 | 30 | 33 |         |

土木工程系三年級課程表

| 學 程      | 學 程 號 數 | 學 分 |     | 每週授課及實習時數 |     | 先 修 學 程 |
|----------|---------|-----|-----|-----------|-----|---------|
|          |         | 上學期 | 下學期 | 上學期       | 下學期 |         |
| 結構原理     | 122     | 4   |     | 4         |     | 力4      |
| 木屋架計劃    | 124     | 1   |     | 3         |     | 力4      |
| 鐵路測量及土工學 | 141     | 2   |     | 2         |     | 142,101 |

|               |        |    |    |    |    |         |
|---------------|--------|----|----|----|----|---------|
| 鐵測實習<br>及土工計算 | 142    | 1  |    | 3  |    | 142,104 |
| 水文學           | 139    | 2  |    | 3  |    | 131A    |
| 水力實驗          | 132    | 1  |    | 3  |    | 131A    |
| 鋼筋混<br>凝土學    | 161    | 3  |    | 3  |    | 力4      |
| 材料試驗          | 力11,12 | 1  | 1  | 3  | 3  | 191,力4  |
| 道路工程          | 151    | 2  |    | 3  |    | 101     |
| 土石結構<br>及基礎學  | 172    |    | 2  |    | 3  | 力4      |
| 鐵橋路<br>鋼劃     | 125    |    | 3  |    | 6  | 122     |
| 給水工程          | 135    |    | 3  |    | 3  | 131     |
| 鐵路工程          | 143    |    | 2  |    | 3  | 141     |
| 鋼筋混<br>凝土計劃   | 162    |    | 3  |    | 6  | 161     |
| 房房建築          | 192    |    | 2  |    | 3  | 191,124 |
| 熱機關           | 機11    |    | 3  |    | 3  | 理4      |
| 總計            |        | 17 | 19 | 27 | 30 |         |

土木工程系四年級課程表

| 學程         | 學程<br>號數 | 學分  |     | 每週授課<br>及實習時數 |     | 先修學程    |
|------------|----------|-----|-----|---------------|-----|---------|
|            |          | 上學期 | 下學期 | 上學期           | 下學期 |         |
| 河海工程       | 134      | 3   |     | 4             |     | 131A,B  |
| 污水工程       | 136      | 2   |     | 3             |     | 151     |
| 道橋路<br>鋼劃  | 126      | 3   |     | 6             |     | 125,122 |
| 鋼筋混<br>凝土劃 | 163      | 3   |     | 6             |     | 122,161 |
| 工程合<br>規同程 | 經3       |     | 2   |               | 2   | 四年級     |

|      |         |    |    |    |    |          |
|------|---------|----|----|----|----|----------|
| 水工計劃 | 133     | 3  |    | 6  |    | 161,131A |
| 電機大意 | 351     |    | 3  |    | 3  | 理4,數5    |
| 電機實習 | 352     |    | 1  |    | 3  | 351      |
| 雜誌報告 | 183-184 | 1  | 1  | 1  | 1  | 四年級      |
| 選科   |         | 3  | 9  | 3  | 15 |          |
| 總計   |         | 18 | 16 | 29 | 24 |          |

土木工程系選課表

| 學程        | 學程號數    | 學分  |     | 每週授課及實習時數 |     | 先修學程     |
|-----------|---------|-----|-----|-----------|-----|----------|
|           |         | 上學期 | 下學期 | 上學期       | 下學期 |          |
| 德文        | 德1,2    | 2   | 2   | 3         | 3   |          |
| 高等力學      | 130     | 2   |     | 2         |     | 122      |
| 論文        | 181-182 | 1   | 1   | 1         | 1   | 四年級      |
| 鐵路運管及行理   | 144     |     | 2   |           | 2   | 143      |
| 灌溉工程      | 140     | 3   |     | 3         |     | 131A     |
| 高等水力學     | 131B    | 3   |     | 3         |     | 131A     |
| 市政管理      | 經23     |     | 2   |           | 2   | 135,136  |
| 鋼屋架計劃     | 127     |     | 3   |           | 6   | 122      |
| 鋼筋混凝土拱橋計劃 | 164     |     | 3   |           | 6   | 161,122  |
| 道路計劃      | 152     |     | 1   |           | 3   | 141,151  |
| 水工計劃      | 138     |     | 3   |           | 6   | 161,131B |
| 高等結構原理    | 123     |     | 3   |           | 3   | 122      |
| 水力工程學     | 137     |     | 2   |           | 3   | 122,131A |

|       |      |   |   |   |   |      |
|-------|------|---|---|---|---|------|
| 鋼結構工程 | 129  |   | 1 |   | 2 | 125  |
| 德 文   | 德3,4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 德1,2 |

材料試驗室一覽

1. 設備

(甲) 試驗機器

|              |    |
|--------------|----|
| 瑞士阿瑪斯賴五萬磅試驗機 | 1具 |
| 美國立萊水泥試驗機    | 1具 |
| 美國立萊攪擊機      | 1具 |

(乙) 試驗機附件及儀器

|                        |    |
|------------------------|----|
| 彎曲度測驗儀 (Deflectometer) | 1具 |
| 金屬剪力器                  | 1具 |
| 木材剪力器                  | 1具 |
| 金屬引伸測驗儀 (Extensometer) | 1具 |
| 繩索試驗器                  | 1具 |
| 阿瑪斯賴金屬劃分器              | 1具 |

(丙) 水泥混凝土用具

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 維卡特器 (Vicat apparatus) | 5具      |
| 水泥比重瓶                  | 5具      |
| 戴戀氏標準篩                 | 一組計 21具 |
| 水泥抗強力銅模                | 10具     |
| 水泥引伸力銅模                | 10具     |
| 混凝土抗壓力模                | 20具     |
| 混凝土彎曲力模                | 20具     |

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
|     | 混凝土鋼筋拉出試驗器                       | 2具 |
|     | 混凝土沉陷試驗器                         | 3具 |
| (丁) | 油類試驗用具                           |    |
|     | 斯密斯展延機                           | 1具 |
|     | 黑伯特比重瓶                           | 1具 |
|     | 恩克戀粘度計 (Engler Viscosimeter)     | 1具 |
|     | A. S. T. M. 美國材料試驗學浮重試驗器         | 1具 |
|     | 比重計                              | 1具 |
|     | 紐約式地瀝青稠度計 (Pentrometer)          | 1具 |
|     | 開式燃燒點試驗器 (Open cup flash tester) | 1具 |
|     | 地瀝青離心分析器 (Centrifugal Extractor) | 1具 |
| (戊) | 雜件                               |    |
|     | 天秤                               | 2具 |
|     | 溫度表                              | 6具 |
|     | 量微計                              | 1具 |
|     | 電氣恆溫乾燥器                          | 1具 |

2. 試驗結果

(甲) 水泥

| 類別    | 比 重  |      | 細 度    |        | 凝 結 時 間 |       | 健全性 |
|-------|------|------|--------|--------|---------|-------|-----|
|       | 原有   | 灼熱後  | No.100 | No.200 | 始凝結     | 終凝結   |     |
| 馬 牌   | 3.05 | 3.12 | 1.8    | 16.2   | 1h52m   | 4h15m | 完 好 |
| 泰 山 牌 | 3.07 | 3.14 | 1.5    | 14.2   | 2h41m   | 5h58m | 完 好 |
| 象 牌   | 3.07 | 3.11 | 1.3    | 13.5   | 2h30m   | 5h45m | 完 好 |

## 淨水泥之抗拉及抗壓力

| 類 別   | 抗拉力#/□" |     | 抗壓力#/□" |      |
|-------|---------|-----|---------|------|
|       | 7日      | 28日 | 7日      | 28日  |
| 馬 牌   | 576     | 667 | 5330    | 7210 |
| 泰 山 牌 | 613     | 728 | 5878    | 7630 |
| 象 牌   | 631     | 737 | 6331    | 7842 |

## 1:3 膠沙之抗拉力及抗壓力

| 類 別   | 抗拉力#/□" |     | 抗壓力#/□" |      |
|-------|---------|-----|---------|------|
|       | 7日      | 28日 | 7日      | 28日  |
| 馬 牌   | 215     | 305 | 1098    | 1632 |
| 泰 山 牌 | 233     | 332 | 1124    | 1771 |
| 象 牌   | 243     | 337 | 1185    | 1790 |

上項用沙係杭市市場用沙,較標準沙為細.

## (乙) 金屬

| 類 別 | 引伸力#/□" |        | 抗壓力#/□" | 彎曲力#/□" | 剪力#/□" |
|-----|---------|--------|---------|---------|--------|
|     | 弛 點     | 極 力    | 極 力     | 極 力     | 極 力    |
| 銅   | 44200   | 65788  | 68050   | 68051   | 34230  |
| 鋼   | 62425   | 101803 | 115850  | 121730  | 67300  |
| 熟 鐵 | 49340   | 60357  | 69050   | 64350   | 43732  |
| 生 鐵 | —       | 17100  | 113200  | 35200   | 16150  |

## (丙) 木材

| 類 別 | 引伸力 # / 吋 <sup>2</sup> | 彎曲力 # / 吋 <sup>2</sup> | 壓力 # / 吋 <sup>2</sup> | 剪力 # / 吋 <sup>2</sup> |         |
|-----|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
|     |                        |                        |                       | 沿 木 紋                 | 垂 直 木 紋 |
| 木 禾 | 14300                  | 9050                   | 5568                  | 366                   | 1515    |
| 麻 栗 | 13500                  | 9940                   | 6321                  | 1000                  | 2050    |
| 木 松 | 9910                   | 6620                   | 5234                  | 344                   | 1244    |
| 洋 松 | 10960                  | 5920                   | 5032                  | 260                   | 1222    |
| 杉 木 | 5250                   | 4810                   | 3895                  | 137                   | 566     |

木材之各種應力與樣品大小及加力遲速極有關係，上項拉力樣品係 2"x $\frac{1}{2}$ " 之橫斷面，壓力樣品為 2 吋見方，即 4 平方吋之短柱。下表所列為 2 平方吋之樣品所得之壓力試驗結果，大小不同，而結果亦懸殊焉。

十三種木材之單位壓力

|     |                         |
|-----|-------------------------|
| 木 禾 | 7550 # / 吋 <sup>2</sup> |
| 麻 栗 | 8320 „                  |
| 本 松 | 6200 „                  |
| 洋 松 | 7100 „                  |
| 杉 木 | 4980 „                  |
| 紅 木 | 12800 „                 |
| 檀 木 | 8550 „                  |
| 榿 木 | 7150 „                  |
| 白 菓 | 4980 „                  |
| 樟 樹 | 5920 „                  |
| 楓 木 | 5800 „                  |
| 柳 安 | 7100 „                  |
| 柏 木 | 7450 „                  |

(丁) 磚

此間所用泥磚多係嘉興出品,各種應力差異甚大,破裂斷面不整理,多含細孔及沙粒等,吸水率亦不一致,約自14%至22%,茲將四種泥磚無顯明之裂痕者三十塊之平均結果,及其最大值及最小值分列于後。

四種泥磚之抗壓力及彎曲力

| 磚 名 | 抗 強 力   |         |         | 彎 曲 方   |         |         |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|     | 最大値     | 最小値     | 平均値     | 最大値     | 最小値     | 平均値     |
| 大青磚 | 995#/□' | 500#/□" | 801#/□" | 394#/□' | 191#/□" | 284#/□" |
| 小青磚 | 996 "   | 533 "   | 912 "   | 410 "   | 191 "   | 366 "   |
| 大紅磚 | 1395 "  | 476 "   | 1049 "  | 730 "   | 302 "   | 441 "   |
| 小紅磚 | 1316 "  | 486 "   | 817 "   | 533 "   | 187 "   | 281 "   |

(戊) 混凝土

混凝土之分子容積比例為 1:2:4, 水泥用馬牌,沙用杭市適當之沙,用工場上通用者,其均勻係數為 3,石用 1 吋以下之石灰石,加水量用沉陷法測定,其黏合力用拉出試驗。

| 抗壓力#/□" |      | 彎曲力#/□" | 鋼筋黏合力#/□" |
|---------|------|---------|-----------|
| 7日      | 28日  | 28日     | 28日       |
| 891     | 1382 | 348     | 432       |

測量儀器類

|       |    |       |    |
|-------|----|-------|----|
| 經緯儀   | 十架 | 水準儀   | 七架 |
| 精密水準儀 | 一架 | 手持水準儀 | 四只 |
| 平板儀   | 五具 | 羅盤儀   | 二具 |
| 六分儀   | 二具 | 流速儀   | 二具 |
| 裝靶水準尺 | 六支 | 自讀水準尺 | 四支 |



|       |     |       |     |
|-------|-----|-------|-----|
| 照距尺   | 十二支 | 鋼捲尺   | 十八支 |
| 接鋼捲尺器 | 一具  | 袖珍寒暑表 | 二具  |
| 縲絲公   | 三盒  | 視距計算尺 | 一支  |
| 合金水準尺 | 一支  | 彈秤拉把  | 四支  |
| 量面積器  | 一具  | 鐵道曲線板 | 一套  |
| 三角站標  | 八付  | 燈靶    | 一只  |
| 測桿    | 二十支 | 五尺桿   | 八支  |
| 測深桿   | 二支  | 浮標    | 四個  |
| 測深錐   | 六個  | 測針    | 八十支 |
| 榔頭    | 一個  | 鐵斧    | 十四把 |
| 鐵腳    | 八只  | 帆布袋   | 十二只 |
| 號旗    | 三十面 | 警笛    | 四個  |
| 測量隊綢旂 | 一面  |       |     |

水力儀器類 (概要)

|        |    |       |    |
|--------|----|-------|----|
| 打水機連馬達 | 一具 | 大鐵水槽  | 一具 |
| 鐵水塔    | 一具 | 打水輪   | 一具 |
| 水壓計    | 二只 | 畢託管   | 一個 |
| 萬透列管   | 一個 | 鈎尺    | 一具 |
| 銅水槽    | 三具 | 量水計   | 三只 |
| 白鐵水槽   | 三只 | U字水銀管 | 一只 |
| 水銀     | 二瓶 | 水行燈   | 一只 |
| 二百磅秤   | 一具 | 量水桶   | 一只 |

## 錢塘江橋工程大概

羅 英

### 〔一〕 選擇橋址

錢塘江橫亘浙省，公路鐵路均爲之中斷，建橋爲便利交通計，應選擇公路鐵路集中之杭州，洵屬無疑。蓋使浙贛鐵路、滬杭甬鐵路，以及兩岸之公路，得以最適合之銜接。就杭州地勢而論，南星橋距城市較近，且爲渡江碼頭，若建橋于此，自屬便利；惜江岸遼闊，江流無定，且潮水影響甚大，建築經費不貲。其他各處，詳加勘察，以閘口之滬杭鐵路終點爲最宜；江面較狹，沙灘亦高，且正對虎跑山谷，便於各線路之聯絡。故閘口選爲錢塘江北岸橋址，橫越河流，以達南岸浙贛鐵路靜江站之起點。（橋址形勢圖）

### 〔二〕 鑽探橋址地質

錢塘江底，淤泥流沙甚厚。二十一年十二月九日，水利局開始鑽探，共計五穴。江底石層傾斜，自北而南。橋址經去春詳細勘定後，卽於每一橋墩處鑽探一穴。共鑽二十二口，最深者達吳淞零點下一百五十八呎，最淺者亦達五十呎。所遇土質，均係淤泥細沙，柔和滲雜，間遇粗沙礫子，亦復無幾。自北岸控制綫往南一千一百呎處，其中石層在吳淞零點下四十呎至六十呎。至此，石層驟斜，再往南均在一百四五十呎之間。惟南岸控制綫附近，在吳淞零點下一百三十呎，發見粗沙礫子層甚厚，未曾探得層石。鑽探結果，於橋基設計，尙無特異之困難。（江底地質圖）

### 〔三〕 規定計劃標準

計劃之先，應考察實地需要情形，規定計劃標準，以資根據。

（甲）橋長 江面正橋，於跨過錢江控制綫間，至少長須一公里。北岸應引至山邊，由控制綫起長約七百五十呎，南岸應引至高地，不得少於二百五

十呎。共長約四千三百呎。本橋計劃，正橋十六孔，每孔二百廿呎，北岸引橋六百七十九呎，南岸引橋二百九十八呎，全橋共長四千四百九十五呎。（全橋概觀圖）

（乙）橋寬 鐵路按照部章，不得少於十六呎，公路二十呎，行人路十呎。

（丙）水面淨空 橋身距平時水面淨空不得少於三十呎。

（丁）墩距 橋墩距離，在江流深水處，最少一百六十五呎。

（戊）載重 橋樑載重，鐵路須按照部章古柏氏五十級，公路載十五噸重汽車，行人道須顧及人羣擁擠時之重量。

（己）坡度 橋面坡度鐵道最大為 0.33%，公路最大為 4%。

（庚）橋式 為顧慮國防關係，及節省建築經費起見，橋梁應取簡單格式。活動橋固不必需，所有連貫橋，翅背橋，懸橋，拱橋，及其他複式均當避免。

#### 〔四〕 計劃橋上公路鐵路之位置

公路鐵路合組一橋，其位置分單層式，雙層式兩種。單層式有公路與鐵路左右並列者，有鐵路在中，而公路用翅臂梁支持，分列兩旁者。雙層式有公路在上鐵路在下者，有鐵路在上公路在下者。兩種格式，各有利弊，當視實地情形，詳細研究，始能獲一比較合宜之建築。本橋因閘口地勢，探選雙層式，公路在上，鐵路在下，其理由如下：公路與鐵路分上下兩層而行，各不驚犯，行車便利，其利一。鋼梁上面抗風梁，利用為公路托梁，減少鋼料，較為經濟，其利二。公路路面為混凝土，如飛機擲彈，增加安全保護，其利三。公路由閘口往富陽，自東徂西，鐵路由虎跑往靜江，自北而南，在橋端適成十字形，今公路與鐵路分兩層而行，可免平線過軌危險，其利四。公路在上層分八字而出，鐵路由中間取直線而進，觀瞻壯麗，其利五。引橋直趨山邊，公路與鐵路循山坡而築，經費並不增加，其利六。綜此各由，所以探選雙層式建築，於交通經濟，雙方均獲其益。

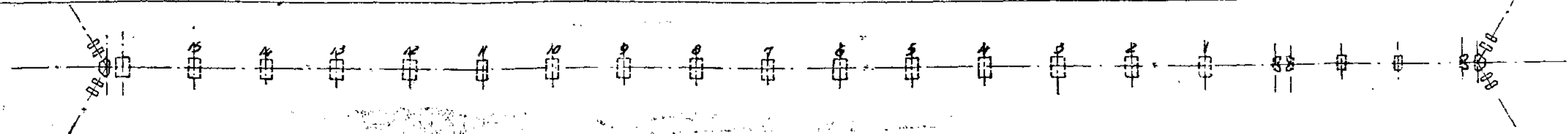
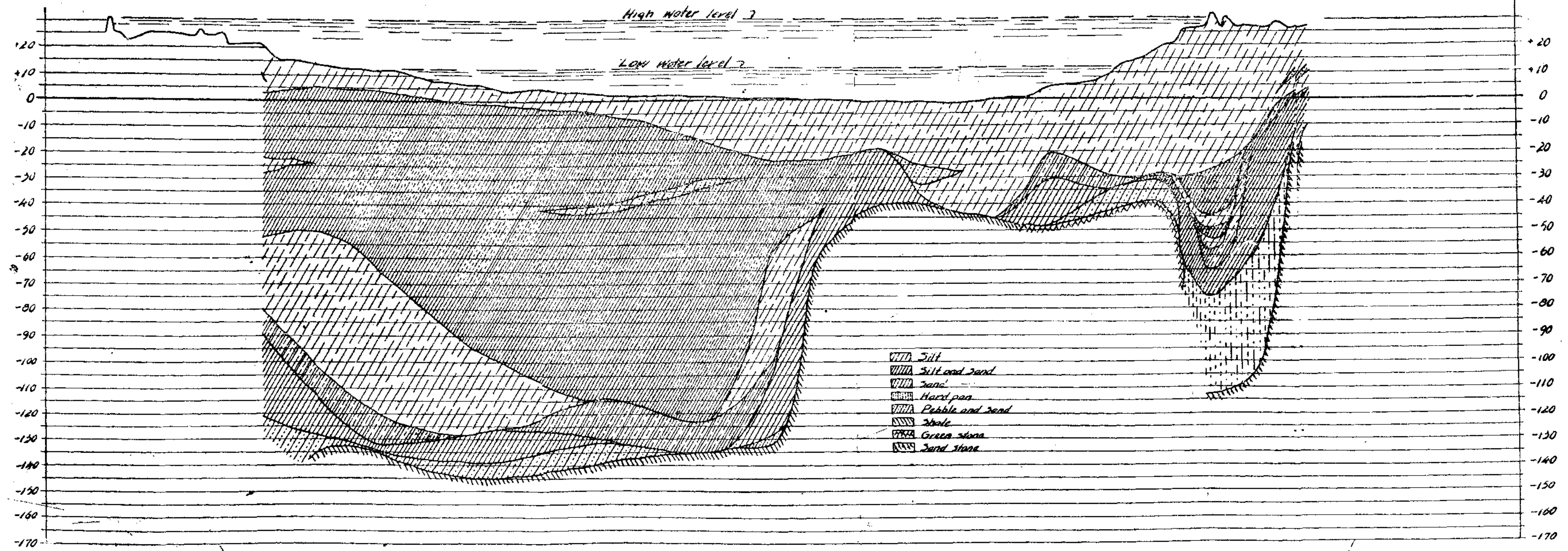
#### 〔五〕 研究正橋橋孔長度之經濟

錢塘江底地質，已詳於第二節。江底石層高度，南北兩段雖差百呎，但各段中之高度所差無幾，頗合每段建築一橋孔相等距離之條件。惟南段石層雖深，墩底可置於基樁，北段墩底，可直置于石層上；如此，則兩種橋墩建築費用，可不相上下。乃以全橋橋孔，均屬相等距離，非徒因構造一致，較為經濟；且如遇江流變遷，於航路亦無所碍；并以萬一某孔受損，搬移替代，又多便利；設計簡捷，觀瞻增美，尤其餘事。因此最後規定全橋橋孔距離相等，北首數墩底直置石層，南首數墩底置於基樁而達石層。照此規定，分擬各種橋孔距離之設計，自一百五十呎至三百呎，以同一之單價而比較之。至於鋼架又以各種橋孔距離，分擬炭鋼與鏡鋼兩種。炭鋼單價規定每噸二百五十元，鏡鋼每噸二百九十五元，詳細比較，炭鋼以二百十四呎為最經濟，鏡鋼以二百二十二呎為最相宜。（各種跨度及其橋身橋基價格比較曲線圖表）是以本橋橋孔距離，規定二百二十呎，并採用鏡鋼焉。

#### 〔六〕 計劃鋼架建築

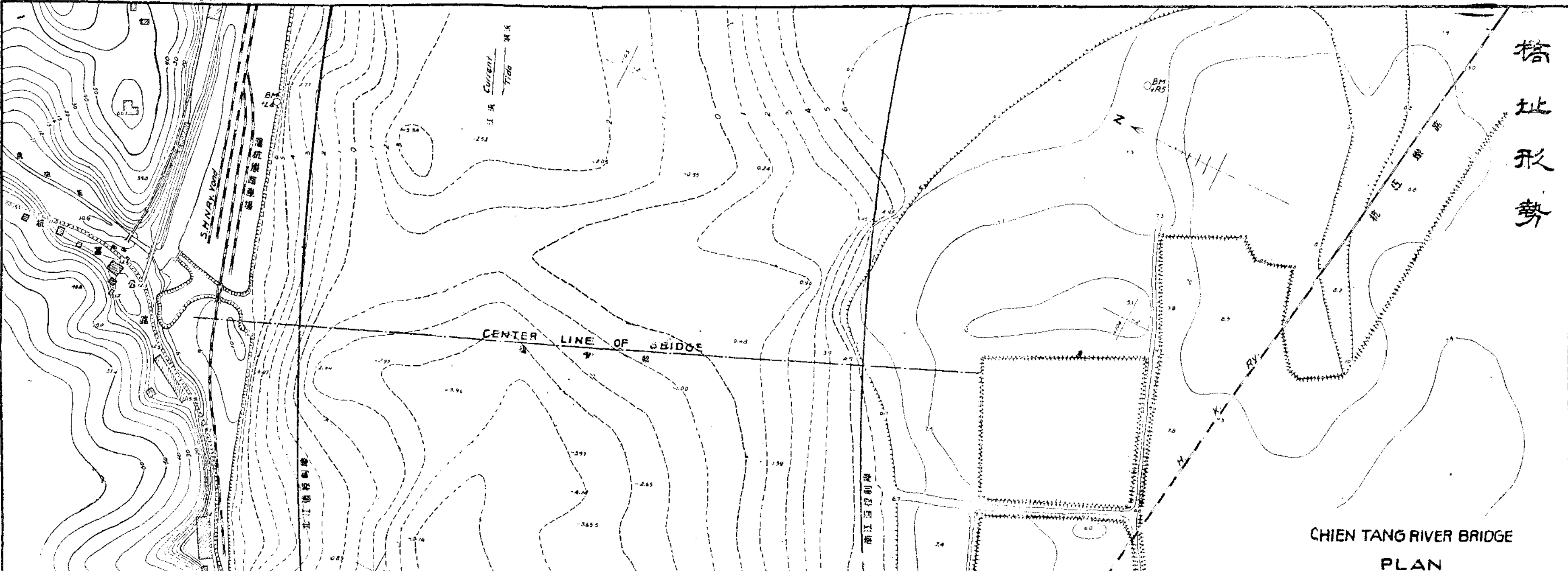
鋼架設計，概照第三節規定之標準。本橋為雙層式，應採用平行肢桿。平行肢桿，以華倫式桁架為最宜。其一，腰肢連續不斷，分配均勻，外觀較為悅目。其二，中間節點，均可受支撐，浮架及修理，均稱便利。其三，各斜柱長度相等，而直柱受同樣之抗力或壓力，設計製造，均屬簡捷。其四，公路路面甚重，活載重之反應力，影響於中間斜柱甚微。至鋼架高度，照理論約以一比六為最經濟，乃將不同高度，詳細推求，以三十五呎最為合宜。（二百十六呎下承式鋼架詳圖）（正橋鋼架支撐詳圖）本橋係承受公路鐵路合併載重，故鋼架鋼料單位應力，除直接承受載重力者如直橫托梁等外，均予增加 12.5%，蓋公路鐵路載重，同時發生極大應力之時甚鮮也。鋼梁雖採鏡鋼，但抗風梁及各細小部份，仍用炭鋼，因照部頒規範書，規定有最小尺寸者，在此限度之中，雖用鏡鋼，亦不能減小斷面，而炭鋼價廉，較為經濟。安裝方法，煞費研究。錢塘江水甚深，江底浮泥，難支臨時木架，自以翅臂法或浮船法為尚。但工作限期甚迫，

江底地質



CHIEN-TANG RIVER BRIDGE  
BORING RECORD

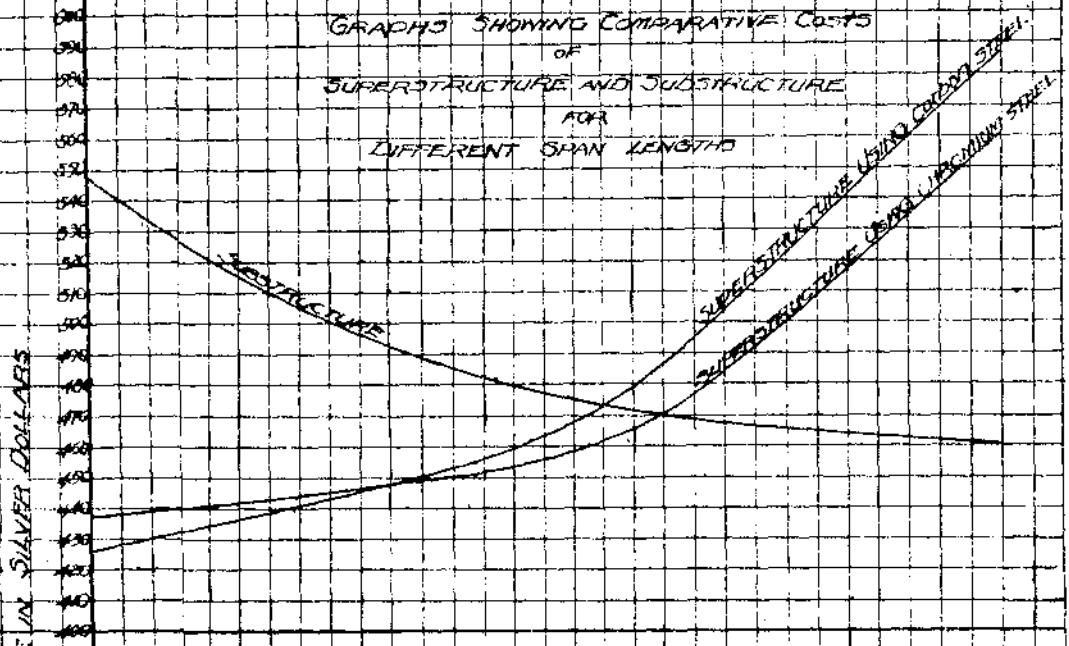
橋址形勢



CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
PLAN

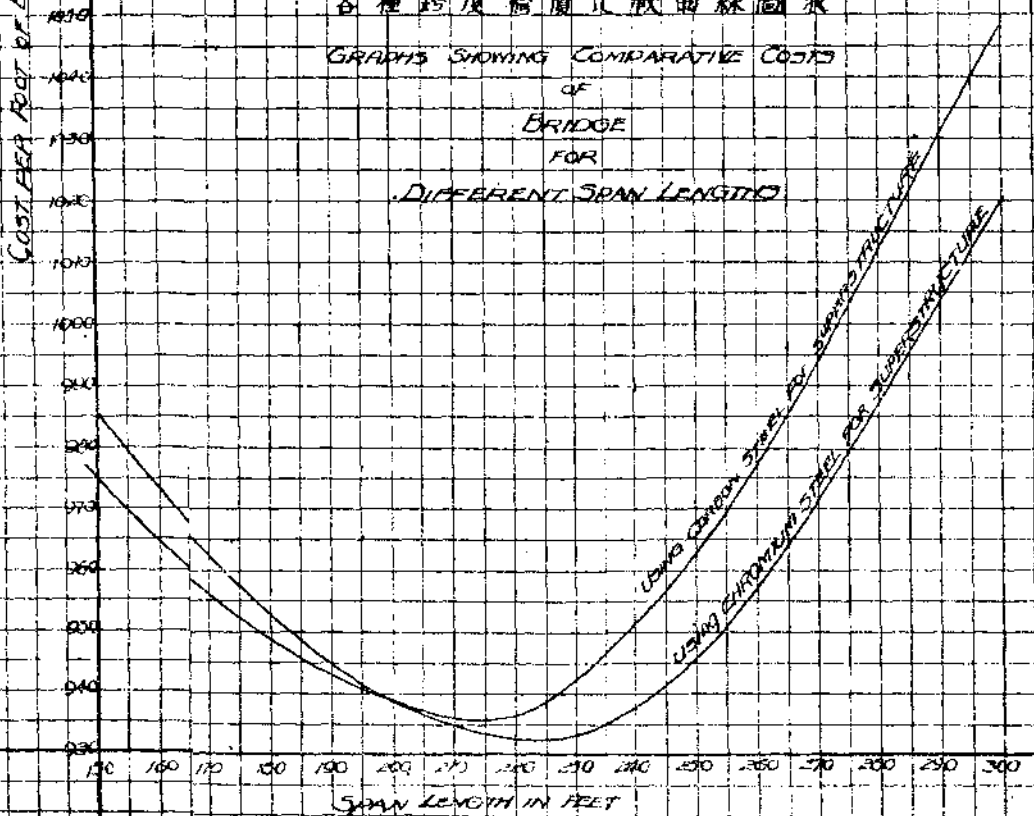
各種跨度橋身與橋基  
價格比較曲線圖式

GRAPHS SHOWING COMPARATIVE COSTS  
OF  
SUPERSTRUCTURE AND SUBSTRUCTURE  
FOR  
DIFFERENT SPAN LENGTHS

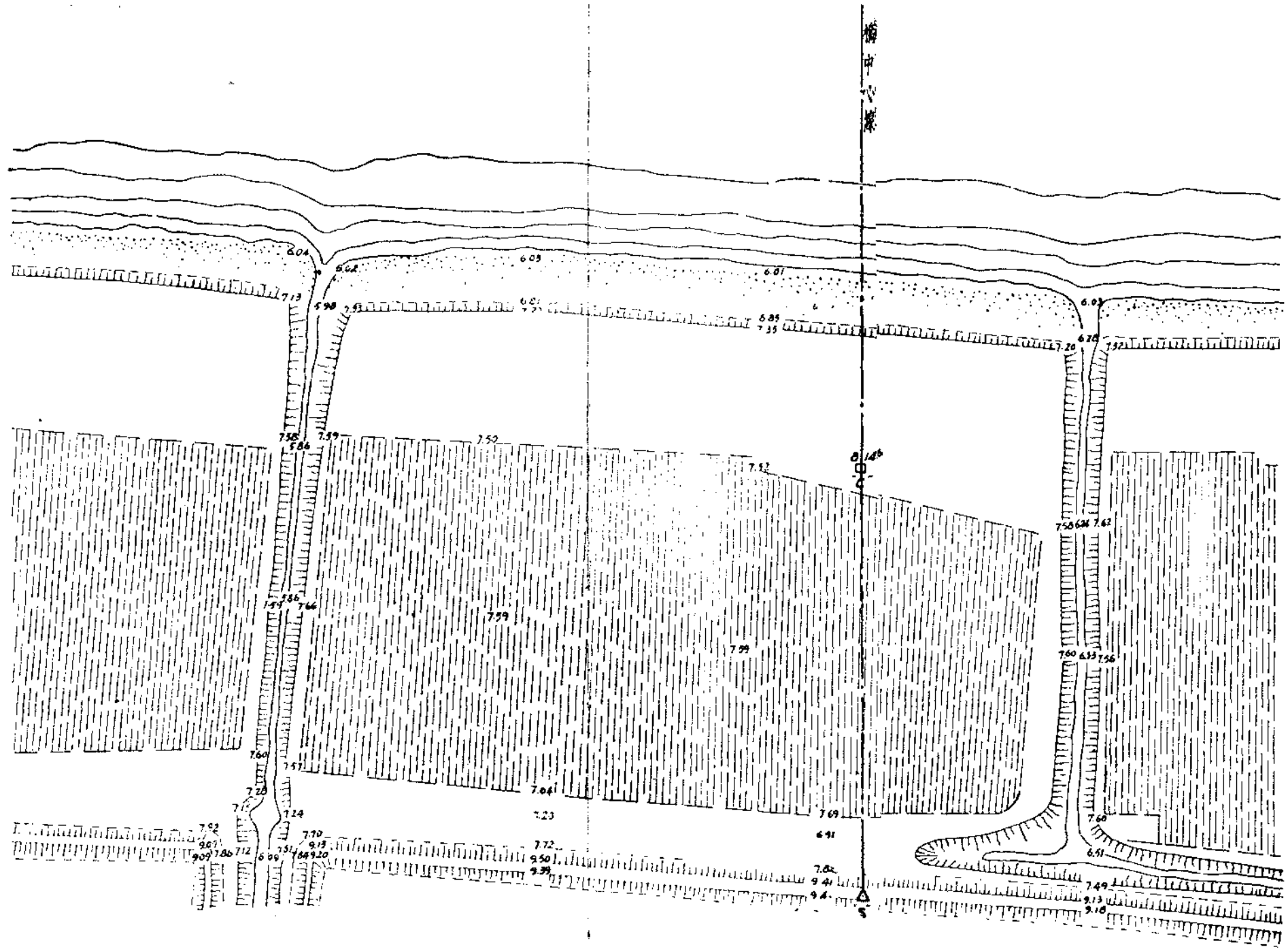
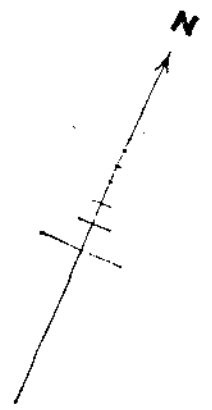


各種跨度橋價比較曲線圖式

GRAPHS SHOWING COMPARATIVE COSTS  
OF  
BRIDGE  
FOR  
DIFFERENT SPAN LENGTHS



# 塘址南岸地形圖



Scale 1:1000

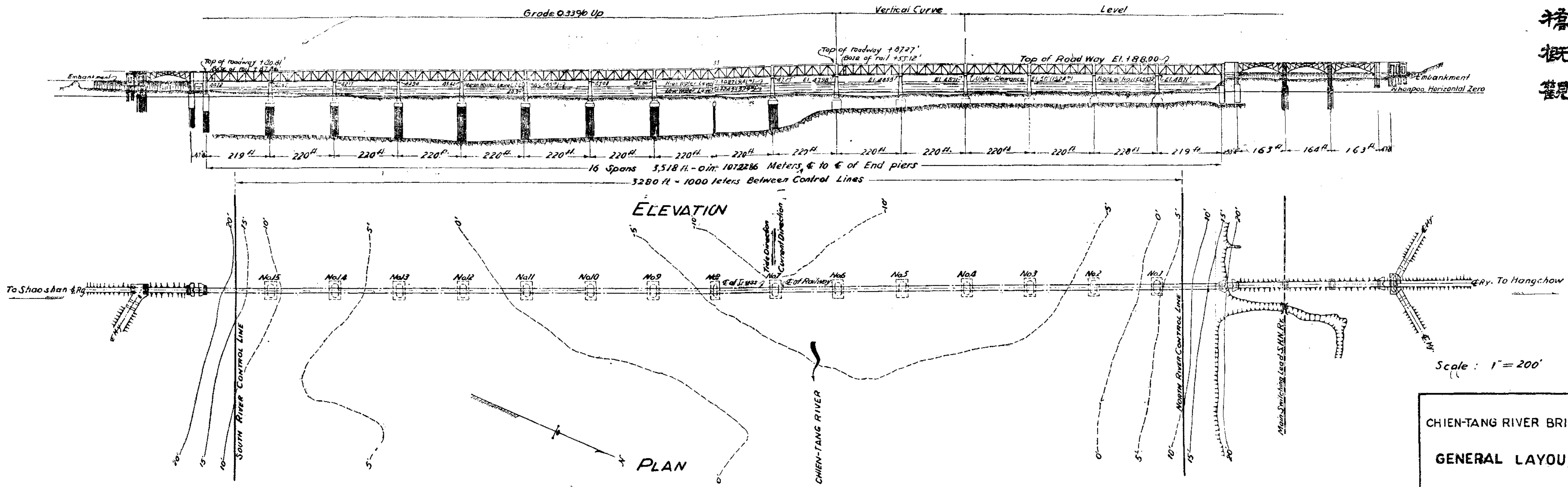


橋址北岸地形圖



CHIENTANG RIVER BRIDGE  
- COUNTER MAP  
OF  
THE NORTH APPROACH

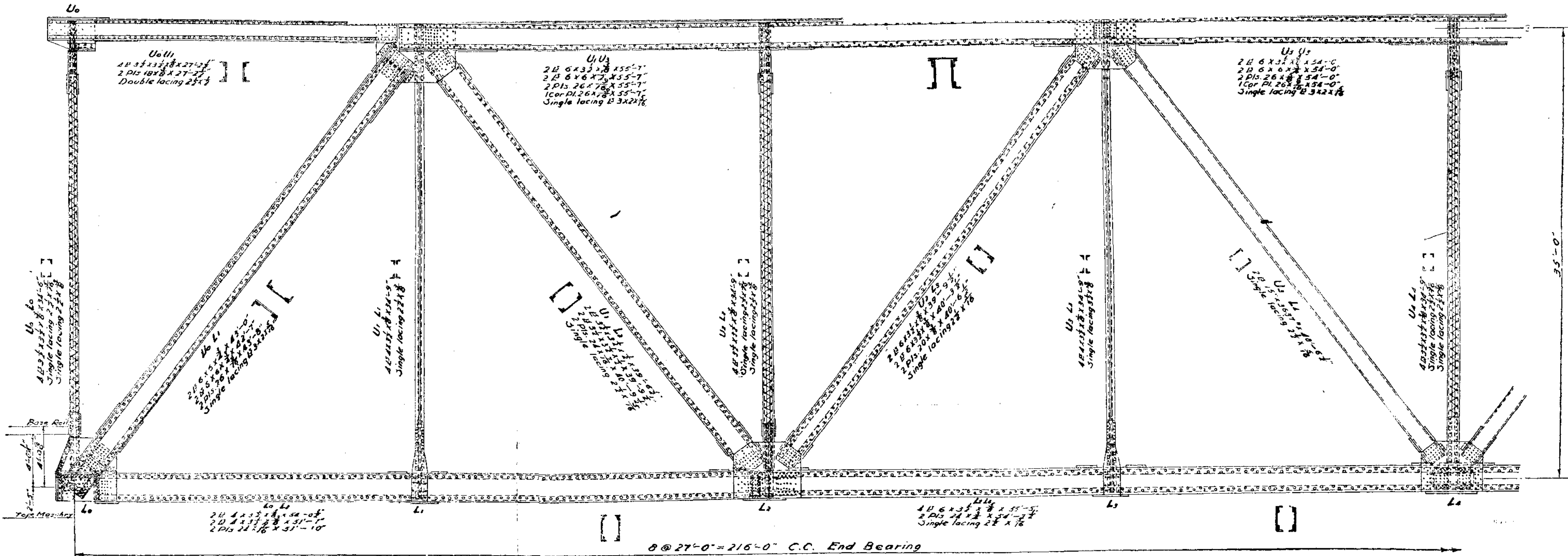
全橋概觀



Scale: 1" = 200'

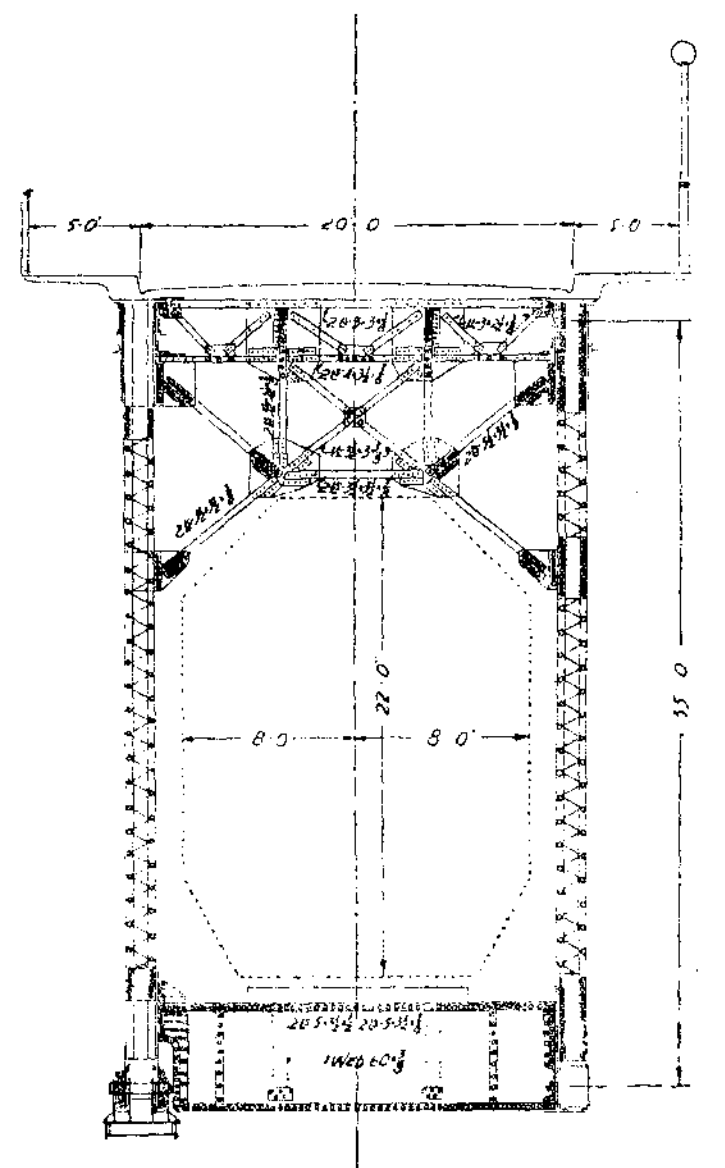
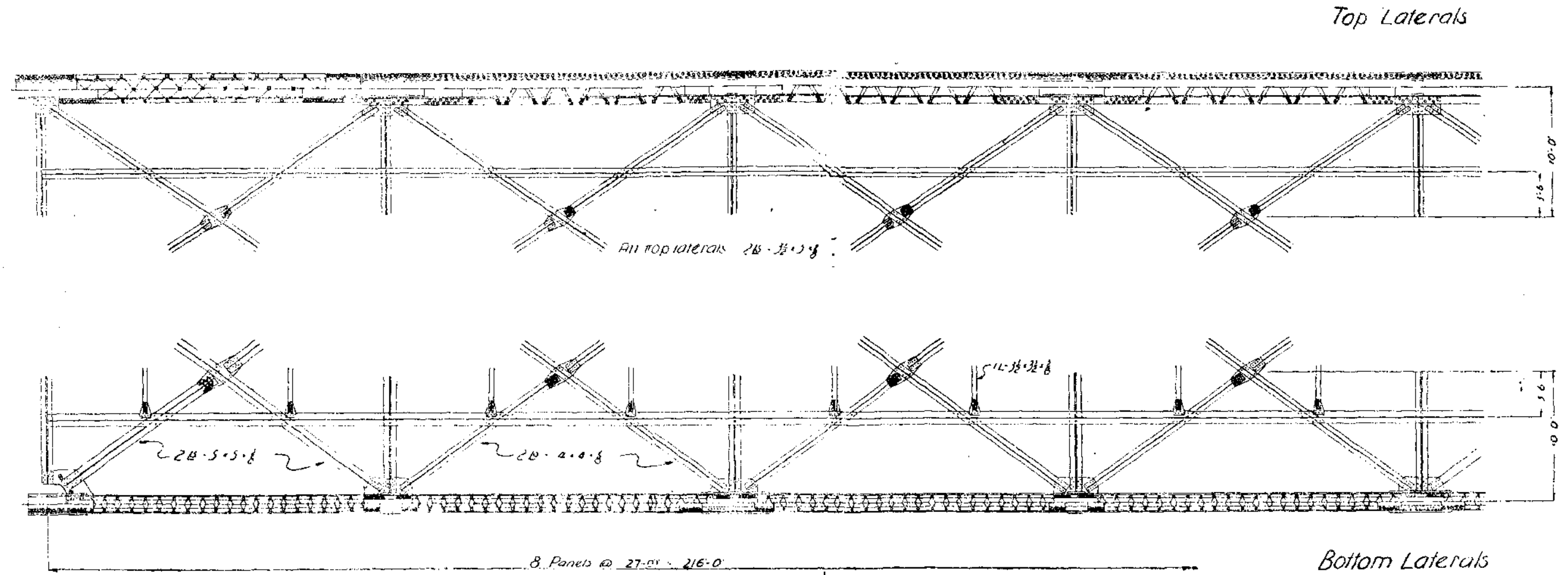
CHIEN-TANG RIVER BRIDGE  
GENERAL LAYOUT

二百一十六呎下承式鋼梁詳圖

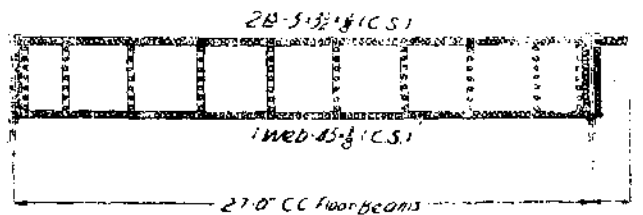


CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
 DETAILS OF  
 216'-0" THRU RIVETED SPAN

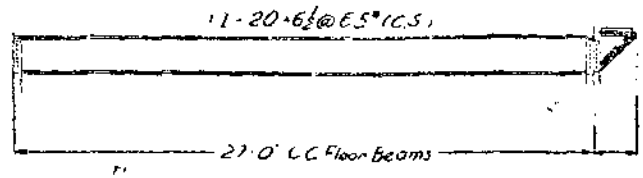
正橋鋼架支撐詳圖



Typical Cross Section



Ry Stringer



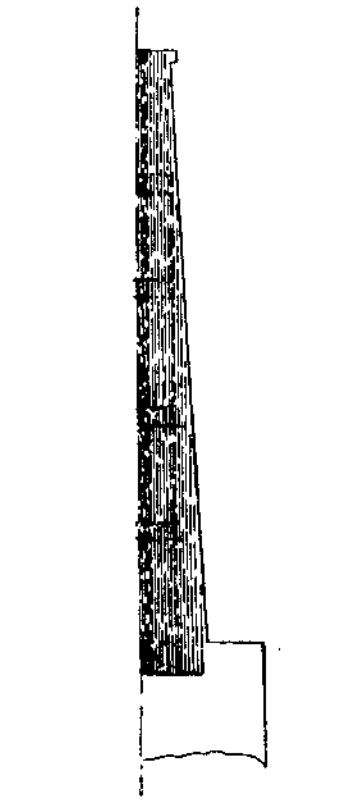
Hy Stringer

Note:  
All steel called on this sheet  
to be mild steel except pedestal:  
to be cast steel and otherwise  
noted (C.S.) to be Chromium Steel

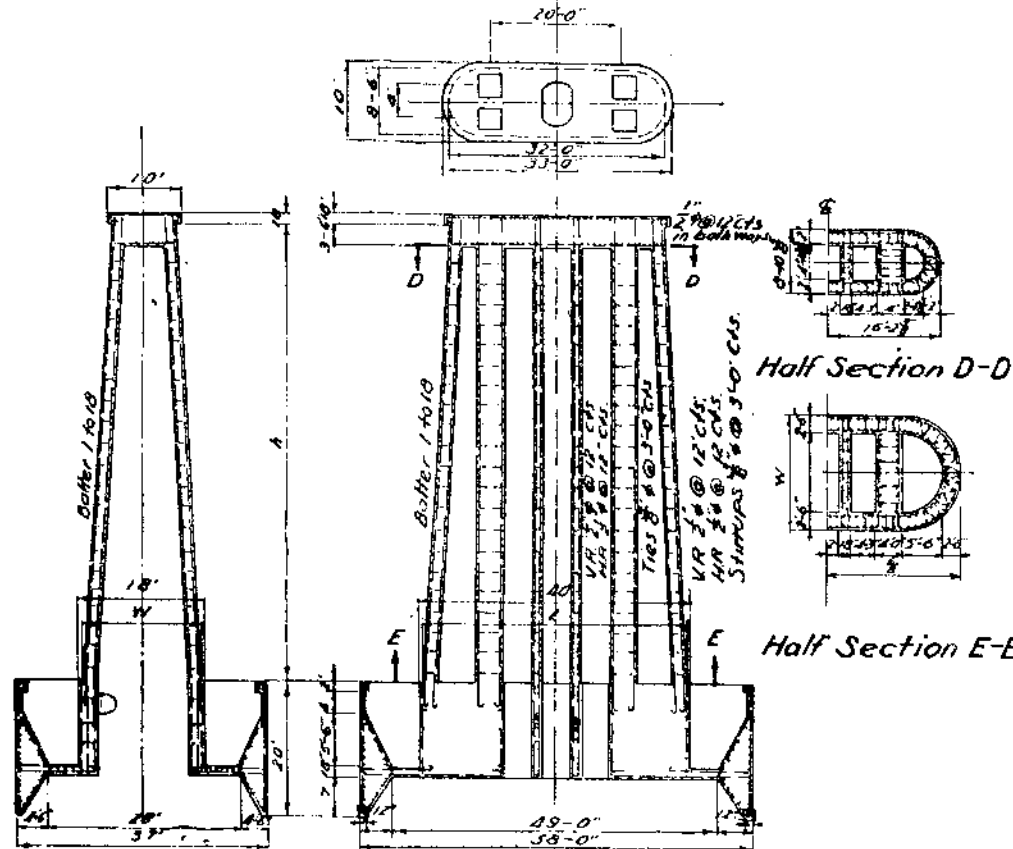
Scale:  $\frac{1}{8}'' = 1'-0''$

CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
BRACING OF  
216'-0" THRU RIVETED SPAN

# 正橋墩墩



Section Showing Vertical Reinforcement for pier 6



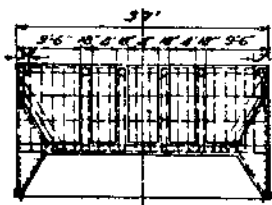
Section B-B

Section A-A

Half Section D-D

Half Section E-E

View Showing Sheet piling attached to pier

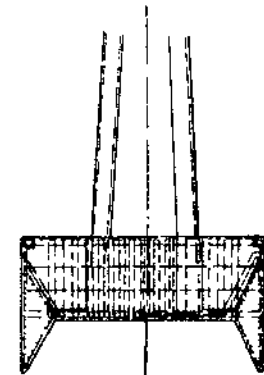


Section C-C

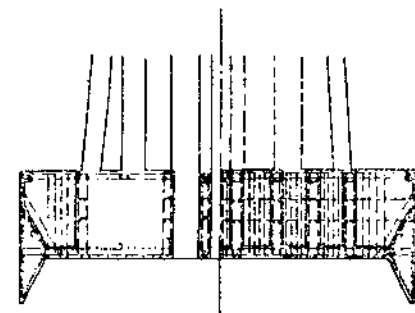


Detail of Cutting Edge

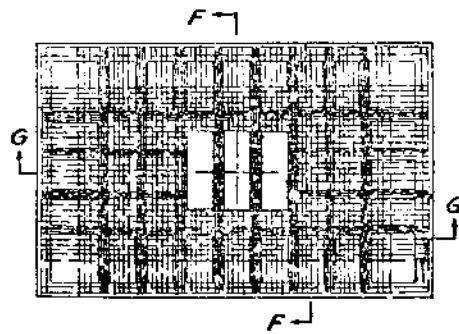
| Pier No | Top Elev. Ft. | Bottom Elev. Ft. | Total Ht. Ft. (A) | Height Ft. | Batt Length Ft. | Batt Width Ft. |
|---------|---------------|------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| 1       | +4871         | -550             | 1023-8 1/2        | 82-2 1/2   | 41-1 1/8        | 17-7 1/8       |
| 2       | +4871         | -550             | 1023-8 1/2        | 82-2 1/2   | 41-1 1/8        | 17-7 1/8       |
| 3       | +4871         | -450             | 923-8 1/2         | 72-2 1/2   | 40-0 1/2        | 16-6 1/2       |
| 4       | +4871         | -400             | 888-8 1/2         | 67-2 1/2   | 39-5 1/8        | 15-11 1/8      |
| 5       | +4853         | -500             | 988-6 1/8         | 77-0 1/8   | 40-6 1/2        | 17-0 1/2       |
| 6       | +4798         | -600             | 1077-11 1/2       | 86-5 1/2   | 41-7 1/8        | 18-1 1/8       |
| 7       | +4725         | -400             | 877-3             | 65-9       | 39-3 1/8        | 15-9 1/8       |
| 8       | +4653         | -400             | 866-6 1/8         | 65-0 1/8   | 39-2 1/8        | 15-8 1/8       |
| 9       | +4580         | -400             | 835-9 1/8         | 64-3 1/8   | 39-1 1/2        | 15-7 1/2       |
| 10      | +4508         | -400             | 835-1             | 63-7       | 39-0 1/2        | 15-6 1/2       |
| 11      | +4435         | -400             | 843-4 1/2         | 62-10 1/2  | 38-11 1/2       | 15-5 1/2       |
| 12      | +4362         | -400             | 833-7 1/2         | 62-1 1/2   | 38-10 1/8       | 15-4 1/8       |
| 13      | +4290         | -400             | 822-10 1/2        | 61-4 1/2   | 38-9 1/8        | 15-3 1/8       |
| 14      | +4217         | -400             | 822-2             | 60-8       | 38-8 1/8        | 15-2 1/8       |
| 15      | +4125         | -400             | 877-5 1/8         | 59-11 1/8  | 38-7 1/8        | 15-1 1/8       |



Section F-F



Section G-G



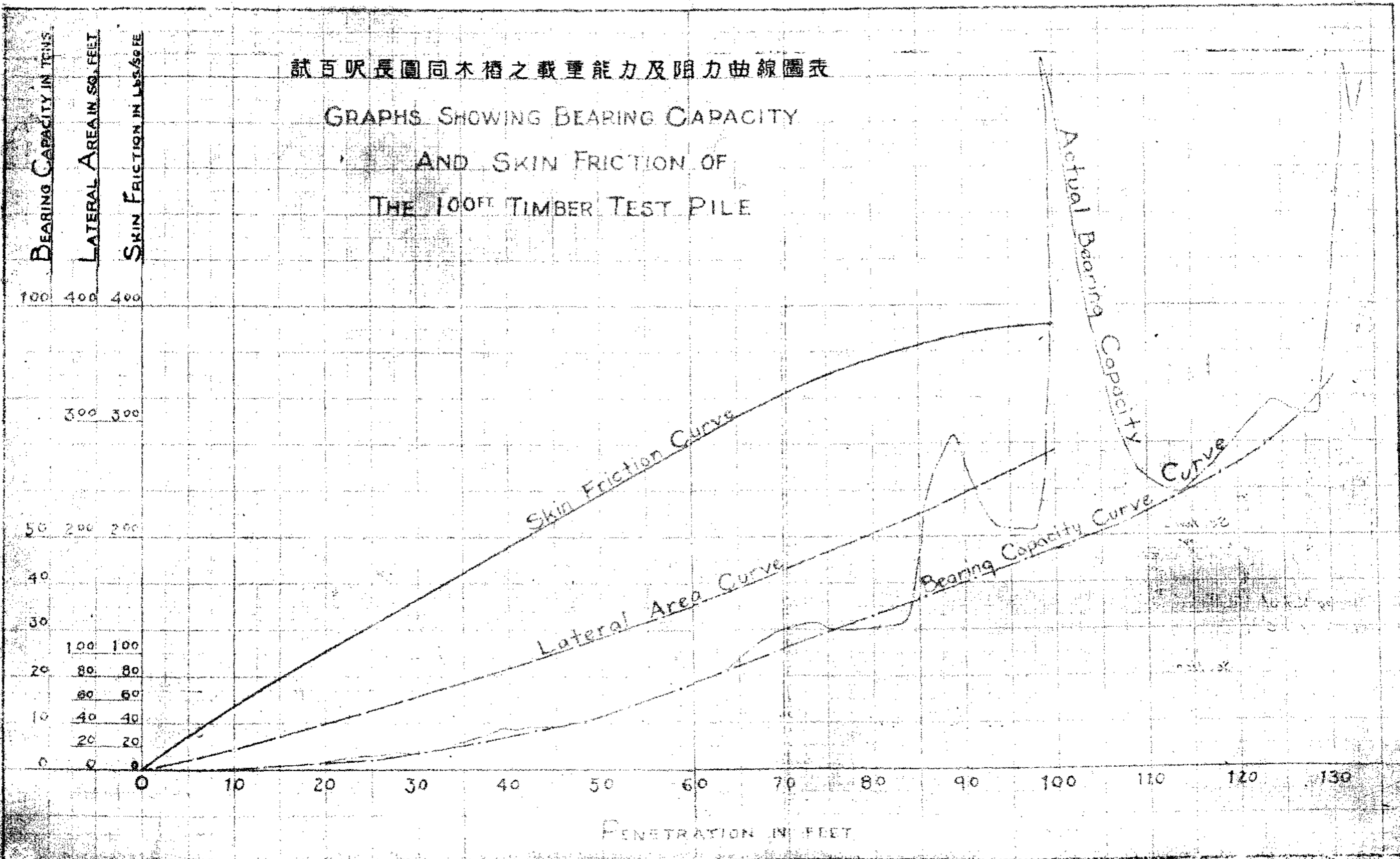
Section showing Caisson Floor

Scale 1/24" = 1'-0"

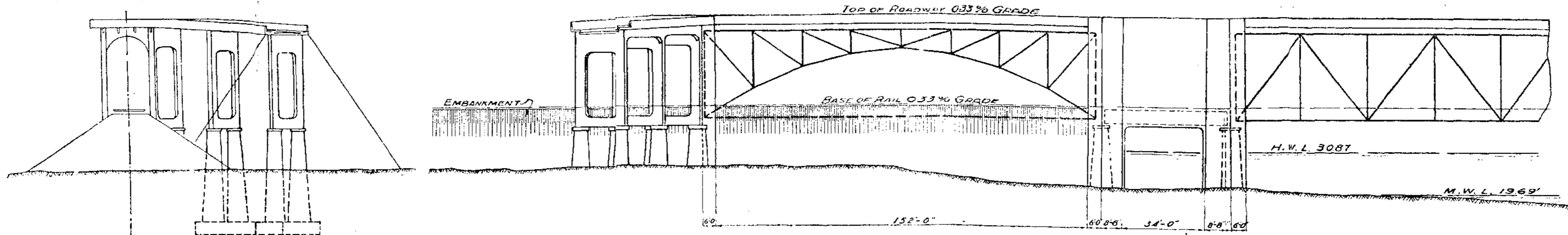
CHIEN-TANG RIVER BRIDGE  
DETAILS  
FOR MAIN PIERS

試百呎長圓同木樁之載重能力及阻力曲線圖表

GRAPHS SHOWING BEARING CAPACITY  
AND SKIN FRICTION OF  
THE 100 FT. TIMBER TEST PILE

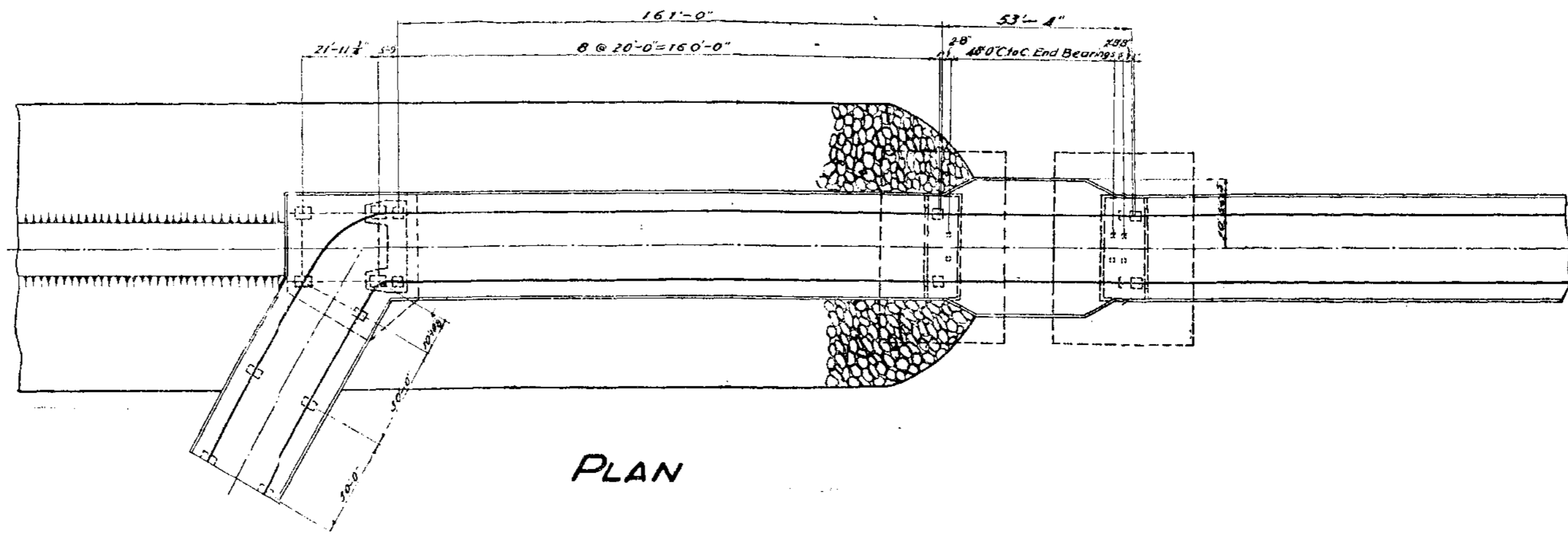


南岸引橋概觀



ELEVATION

FRONT VIEW



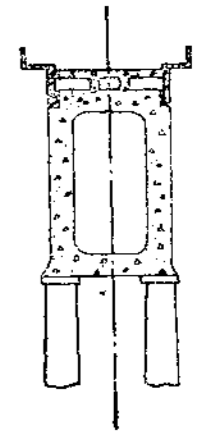
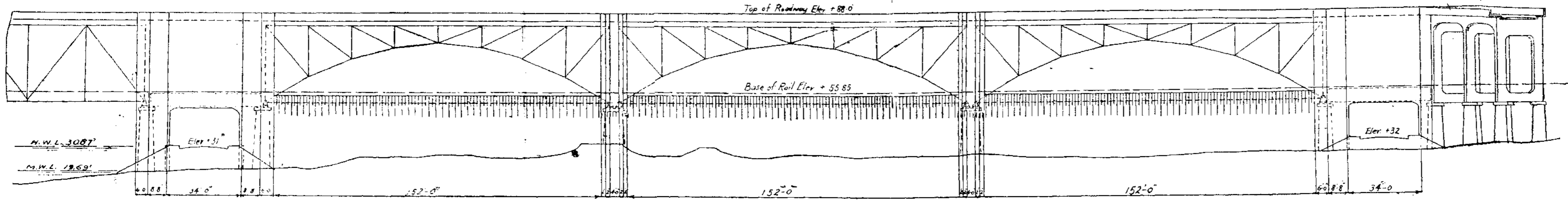
PLAN

ZAKOW

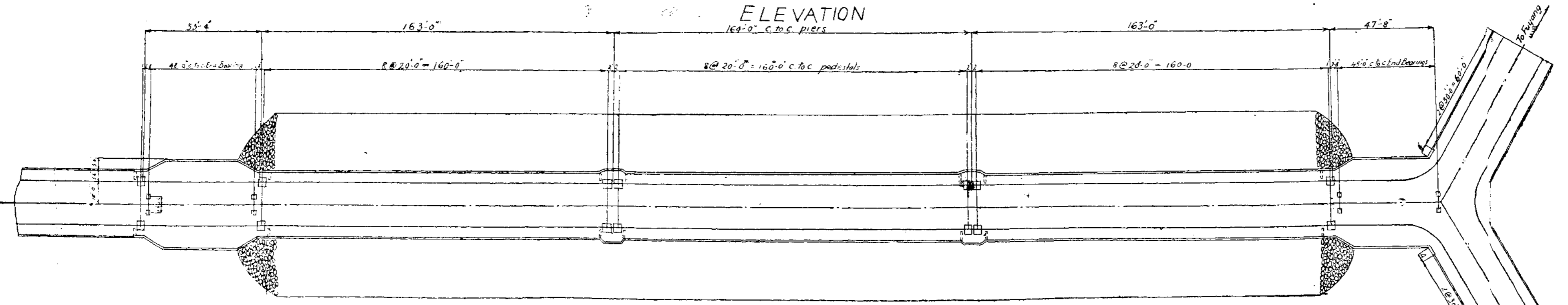
Scale: 1:360

CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
GENERAL LAYOUT  
OF SOUTH APPROACH

北岸引橋概觀



ELEVATION



PLAN

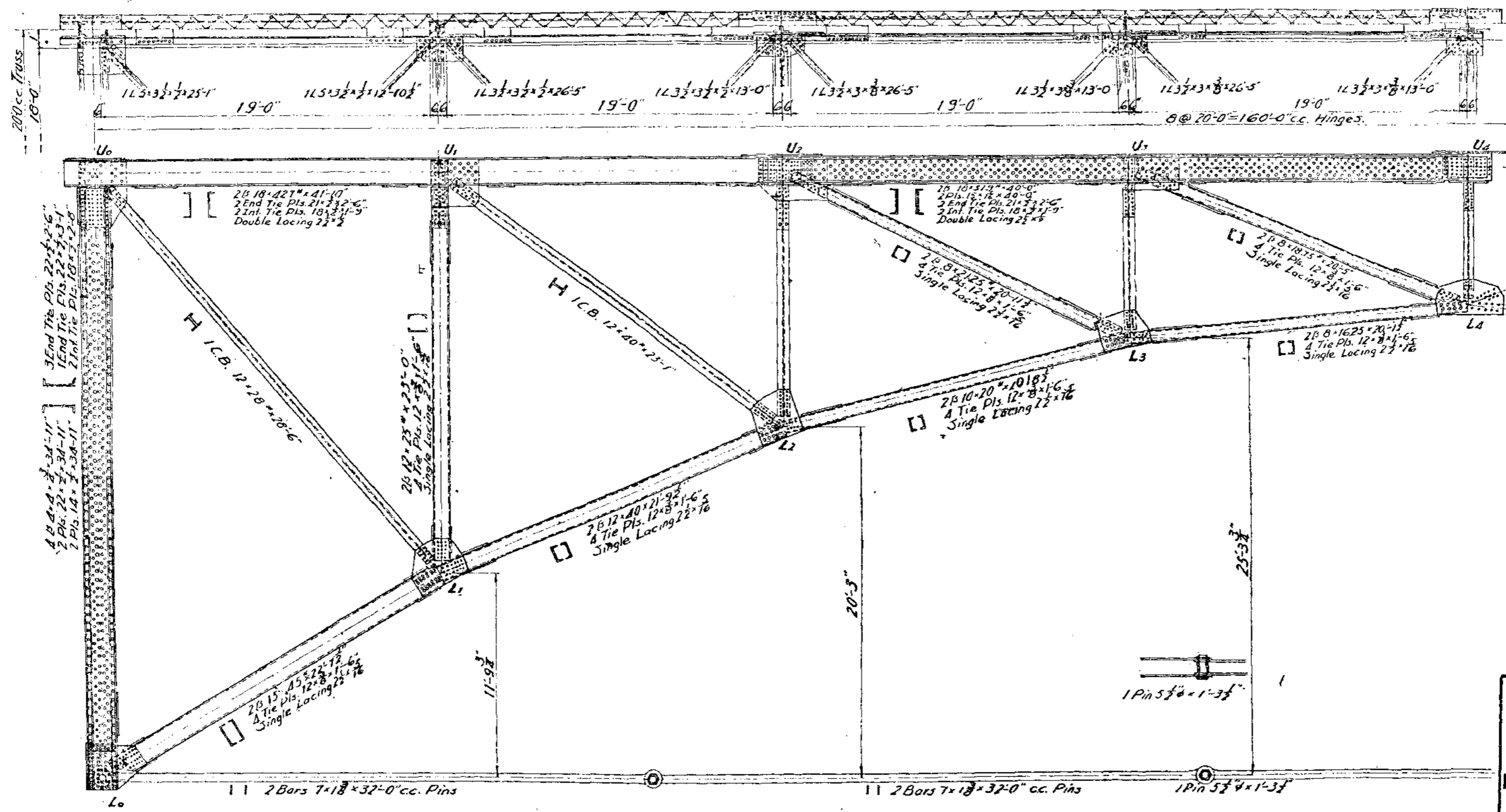
Zakon

Scale: 1:360

CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
 GENERAL LAYOUT  
 OF NORTH APPROACH



公路雙欵式拱橋詳圖



CHIEN TANG RIVER BRIDGE  
DETAILS OF  
HIGHWAY TWO-HINGED ARCH

翅臂法須按步陸續進行，實有迫不及待之勢，無已，祇有求諸浮船之法。雖在橋址處潮水不大，但平均潮水漲落，亦在二三呎之間，用浮船安裝鋼架，甚為相宜。

#### [七] 計劃橋墩建築

北首六墩，直接置於石層，其餘九墩，乃置於一百六十根之九十呎或一百呎長基樁之上，其樁脚乃深達石層，以免他日下沉之弊。墩高自八十一呎半至一百零八呎，重量甚大。為減少軟石承受墩底之壓力，及基樁之數目起見，乃做空心鐵筋混凝土墩。以若干較薄之縱橫及半圓環牆，互相連結，而成中分五孔。在壓力一邊，混凝土牆斷面之厚度，足以承受，在拉力一邊，全用鋼筋以負荷之。（正橋橋墩圖）

錢塘江底，淤泥流沙甚厚，為策施工上之安全與便利，乃採用汽壓沉箱法。北首六墩，乃將墩底製成汽壓沉箱，照普通施工法進行之。而第七至十五墩，因置於基樁上，不得不施用特別方法，先將基樁打妥。其法用七十呎鋼管接樁，將各樁由水面打入江底，其樁頂至吳淞零點下四十呎，即墩底位置高度時，或樁脚至一百三四十呎時，即抽去鋼管接樁。迨一百六十根基樁完全打妥後，乃將墩底沉箱安置於正確位置，照普通汽壓沉箱法，施工進行之。又為工作限期迫促，亦打基樁，澆做墩底沉箱，必須同時並進。故在上游靠岸水深之處，擇一空地，闢為製造墩底沉箱工場，專為澆築沉箱之用。迨各墩基樁打妥後，則墩底沉箱泗游而下，浮至準確地位而下沉之。

#### [八] 計劃引橋建築

北岸引橋，西鄰六和塔及江邊公園，北接虎跑山谷，崗峯起伏，環景優秀，引橋配合其間，必須雄偉美麗。（橋址北岸地形圖）故於江岸山坡各建混凝土平台一座，中嵌一百六十呎雙樞式拱橋三孔，以承公路，下築土台路基以載鐵路。土台兩坡，可植樹木花卉，以增美觀。（北岸引橋概觀圖）拱橋橋墩如設計完全承受斜擠力，所費甚大，乃於拱橋端樞，加鋼條以繫之。（公路雙

鉸式拱橋詳圖) 江邊橋墩地下石層在吳淞零點下四十呎,是以將橋墩坐於開挖式沉箱上而沉箱直達石層。拱橋處係老河道,石層甚深,橋墩乃置於八十八根基樁上,其樁長計九十呎與五十呎兩種。北首平台,緊靠山脚,石層離地甚近,墩底達吳淞高度十呎即至石層。公路在北首平台處分八字而行,用混凝土框架各六十呎以接路基,結構清秀,氣象雄偉。惟建築複雜,計算維艱,圖樣細敲,十易其稿,費時數月,始得蒞事。南岸地形比較簡樸。(橋址南岸地形圖) 江岸引橋平台與北岸一律,不過一百六十呎之拱橋祇有一孔,而公路從旁拐出,亦甚自然。(南岸引橋概觀圖) 但地下石層甚深,鑽探時未曾達到,是以橋墩工作,數倍其難。江岸平台橋墩,置於開挖式之沉箱,該沉箱長五十八呎,寬三十六呎,深五十二呎,而一百零二根一百呎長之基樁,穿沉箱而打入卵石層,其樁頂打至與沉箱底相平。最南橋墩,因離岸較遠,墩底在吳淞高度十呎處,置於一百零一根七十呎長之基樁上。其銜接公路處,亦用六十呎混凝土框架以接之。北岸引橋計五百六十餘呎,而南岸祇二百餘呎。但其建築費用幾相等,因橋基工程不易之故耳。

### [九] 材料

本橋所用材料概估如下:

鋼料 四千七百二十五噸,內三千二百餘噸為鏡鋼。

木樁 五十呎者一百六十八根,七十呎者一百零一根,九十呎者四百零八根,一百呎者一千三百二十二根,共計一千九百九十九根。

混凝土 九千五百英方。

洋灰 六萬九千桶。

鋼筋 一千二百餘噸。

沙子 五千英方。

石子 九千英方。

木料 三百餘萬呎。

其他零星材料難以枚舉。

#### [十] 預算

|      |       |             |
|------|-------|-------------|
| 工程費用 | 正橋鋼梁  | \$1,465,000 |
|      | 正橋橋墩  | \$1,780,000 |
|      | 引橋工程  | \$ 733,000  |
|      | 路面軌道  | \$ 282,000  |
|      | 裝 飾   | \$ 70,000   |
|      | 檢 查 費 | \$ 13,000   |
|      | 共 計   | \$4,343,000 |

其他籌備,設計,招標,監造,購地,堤工,電燈,及總務費用約十分之一,計 \$457,000。

總共約計洋四百八十萬元,外洋材料進口關稅不在內。

#### [十一] 完工期限

本橋工程,材料器具如能按時達到,又無意外之事發生,則正橋橋墩工程,大約明年春假時,或可完竣;鋼架引橋,明年暑假時或可告畢;而路面及其他各項工作,或能於明年雙十節趕畢通車。

#### [十二] 負責人員

本橋工程均分工合作。工程人員,均屬青年有為之士,日夜工作,為近今工程機關所僅有。鋼架工作由工程司梅陽春指導,混凝土工作由工程司李學海指導,打樁工作由工程司卜如默監理。作者雖負工程上責任,但全部事項,概由本處處長茅以昇博士指揮而總其成。至於包工方面,正橋鋼料由道門朗公司供給,正橋橋墩由康益洋行承辦,東亞工程公司包修北岸引橋及路面,新亨營造廠承造南岸引橋,聚中外之材料人力,深期本橋得以早觀厥成。

## 今日中國之公路問題

葉 家 俊

年來各省公路建築事業，突飛猛進，其成功之速，進域之廣，實為全國各種建設事業之冠。然而公路築成後，對於交通之利益如何？地方之生產如何？勦匪之功效如何？及國家之經濟如何？實皆為一般人所欲知，抑亦交通當局所急待明瞭而欲藉以決定今後全國交通之整個政策者也。當今論者，有主張築路以增進勦匪之效率者，有主張築路以利便貨運者，有主張築路以鞏固邊圉者，有主張築路以利便開發內地救濟農村者，有主張築路以補助鐵路運輸者；然亦有謂勞民傷財，騷擾地方，不主張築公路者，有謂築路與地方經濟，農村復興絕無影響者；又有謂公路建築，實僅推銷外國汽車汽油，馴致資財外溢者，更有謂公路運輸，絕不經濟，究不如多築鐵路，以利交通者。統觀以上論列，率有相當理由，究竟公路之築造是否需要？在日今國難日亟，經濟日蹙之際，此項建設，是否利在多築？關於軍運勦匪等是否有效？農村復興，地方經濟是否可收補益？鐵路與公路何者較為有利？凡此種種，乃成一紛紛聚訟之中心；苟非實地觀察，祇憑理論，恐無以解決此問題。茲特將七省築路後對於勦匪及地方交通經濟農村狀況等之影響，大略分述如後，俾資參證。

查各省公路未甚發達之先，匪患日亟，民鮮安寧，匪徒利山林巖壑之險，負隅自固，雖經數十萬大軍之進勦，積年累月之屯扎，兵去匪來，迄難收平；蓋交通不便，運輸困難，彼勦此竄，無法進勦。當局鑒於交通與勦匪之關係，乃督促各省積極改良交通，初曾試用輕便鐵路，而登山越險，實非彼長，於是始力興公路，俾協助軍事之進展。故江西一省自公路築成後，前陷於匪區之數十縣，不旋踵而次第收復，凡公路所通之地，即無匪踪，其進展之速，幾如一日千里。即如豫鄂皖三省匪共之得以收平，閩變之迅速勘定，亦多賴公路交通之

便利有以致之，是公路之能協助軍事與鞏固邊圉自屬毫無疑義，惟以軍事爲目的而築成之路，利在速成，意取包圍，故工作不良，而系統尤亂，匪去後每多廢置，採用時亦須改善，是故爲整個建設方針計，建築時不可不注意路線網之聯絡及工程之設計也。

關於貨物運輸，地方財政，以及農村復興等問題，竊查七省已成公路中其能對此稍有裨益者，尙未多觀。雖築路目的，原爲利便運輸，及活動地方經濟起見，但今日之七省公路，其營業狀況，客運佔十之八九，貨運祇及一二成，推厥原因，則地方凋敝，生產不增，固其主要；而南方水道縱橫，北地騾馬馳騁，亦復影響不少。蓋目今人工尙賤，水運尤廉，以公路運率之昂，又安能使營業發達，故多仍墨守繩規，舍輸運便捷之汽車而不由；是以各省築路之後，地方未見有若何利益，徒見其損耗國帑；加以因公路運輸之便，洋貨充斥內地，內地金錢遂被吸收，復以土貨因受洋貨之壓迫，馴致一蹶不振，經濟困厄，農村破產，失業日衆，匪患日亟，是多築一里路則洋貨多一里路之運銷，多一路線則汽車多一路線之數量，他加車胎零件等之逐年增加，燃機油之逐時消耗，渺無止境；苟不力圖補救，爲害更伊於胡底！基上情形，實因產業落後之國家有此現象，若在產業邁進之國則情形適得其反。夫公路乃爲協助各種事業發展之交通利器，徒恃築成之公路，不務實際之開發，農業之改進，何能望農村經濟之復興！現國中鑛藏之富未盡開，山林之利未盡闢，漁鹽權利既無保障，絲棉市面日又衰落，倘能積極開發，獎勵農鑛，振策工商，（增加入口稅減少出口稅）改良大車馬車，利用公路之轉運，以與外貨爭衡，挽回外溢，未始無功也。

又考各省對於築路徵地徵工等事，其收用民地，多不給值，甚且既徵其地，尙照收其錢糧者，亦有就地徵工不給工資者，更有因不能借繳路款而被監押者，人民所受損失已屬不貲，而築路工人復在地方藉勢騷擾，以致民不聊生，故每築一路，動輒怨聲載道，似此情形，處目今過渡時期，各省財政支絀，

工人智識低淺，流弊所至，或難避免；但築路當局亦應顧及民間疾苦，洗革已往積弊，努力建設，則誹謗之聲自可緘默，而人民未有不樂於築路者也。

至若鐵路與公路之利弊，二者宗旨，根本不同，鐵路之建築固為利便交通，然亦為謀運輸之生利，公路之築造乃為發展地方之交通，為運輸謀經濟，其路之本身，初不必直接生利也。又鐵路以長途轉運為經濟，公路則適於較短距離，鐵路宜於大批運載，公路則利在零運分銷，建築鐵路所需金錢極多，資財外溢，而建築公路則輕而易舉，可利用土產材料，且鐵路所不能達者公路可以達之；況因聯運關係，公路可以增進鐵路業務之發達，鐵路有公路平行，票價不致隨意增加，凡此情形，可見公路與鐵路並行而不悖也。以今日民窮財盡之中國，公路之建築，似較鐵路尤切實際耳。

總上論列，為開發全國交通計，築路實為目前當務之急；但須權衡輕重，酌量利弊，其幹線之路，有利於國防經濟者須建築之，其無裨於國計民生者不宜多築，庶使用之得當，民受其利，地盡其財，則建築公路未有不盡善者也。至於公路之運輸，現宜利用騾馬大車，減少汽車載運，並應從速研究汽車之製造，及代替汽車燃料之方法，庶幾汽車汽油之消耗不致與日俱增，而杜塞漏卮，未始不無少補也。

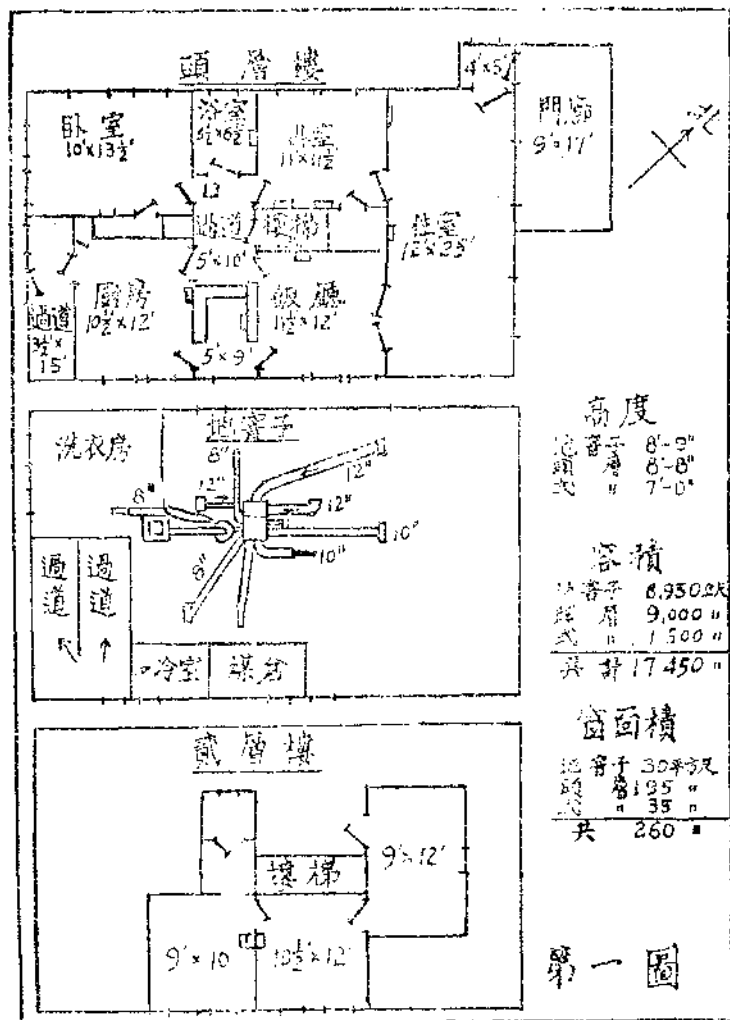
### 空氣調節法之簡易設備

黃述善

自科學昌明,世界文化,日益進步,人類生活,日求舒適,於是房屋內部,冬則有暖汽之設備,夏則有冷氣之裝置,而以空氣調節法,尤為重要。蓋其目的,同時能使室內空氣流通,且使溫度與濕度相宜,得以增加居者之愉快也,空氣調節法之設備,種類甚多。其最簡單而極經濟者,則莫若將舊式熱風爐設備,更改為熱水暖空氣式樣,而以冷水為冷氣之媒介。井水或自來水均可,其溫度以在華氏五十度為宜,此法在美國最為流行,冬夏均可利用。簡單說明於下:

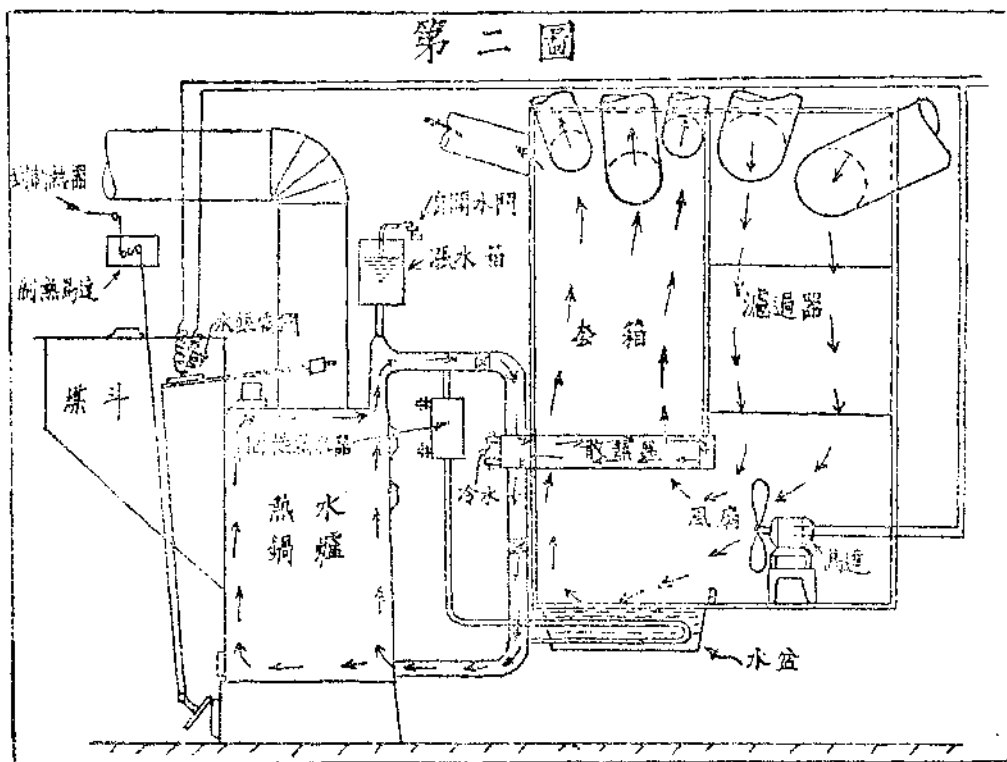
第一圖所示為房屋平面圖,其總容積為 174,50 立方英尺。原有熱風爐之設備,今利用其通風管之佈置,得更改為全年空氣調節法。

第二圖所用之熱水鍋爐,火心為十八吋見圓,後部為加煤斗,其汽爐式樣一如汽車前之散熱箱,置於一單獨套箱內,使熱水通過,室內空氣,因之流通。如在嚴寒之際,室內需要大宗暖汽時,則以風扇推進熱空氣,使之迅速流動。風扇之發動,為自動開關,蓋在鍋爐頂部沸騰之時也。此外尚有制熱器置





於室內，以司風門之啓閉。同時傳達於鍋爐上之節氣閘，使上下升降，以司風扇之開關，且以限制火力，使不得超過散熱箱之容量。故除在每日加煤及淨爐時外，該項設備，完全為自動。散熱箱之下，置有水盆，以熱水盤旋管浸入其中，使水分蒸發，室內濕度，因之增加。此冬季空氣調節之大概情形也。至夏日則將散熱箱之熱水門關閉，而以冷水通入散熱箱中，使風扇繼續開動，引導

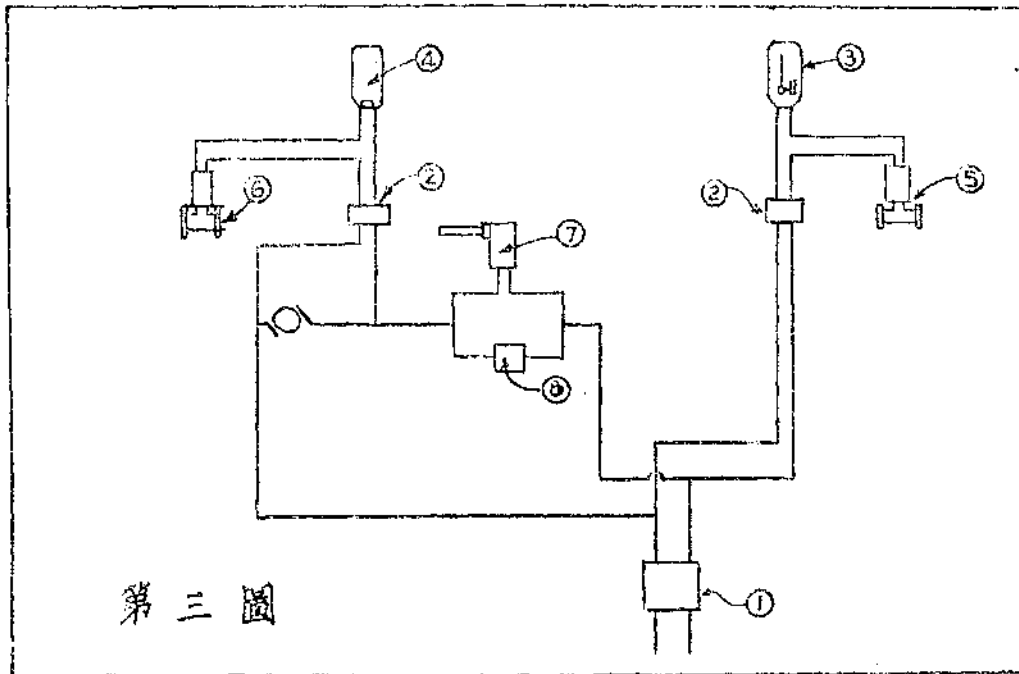


濾清之空氣，經過散熱箱空隙，由通風管以供給各室之冷氣。而空氣中之水分，因遇散熱箱而凝結，室內濕度，因以減少。此夏日空氣調節之大概情形也。而於鍋爐之旁，附有間接熱水器，專為熱水之用。故終年熱水不斷，鍋爐不易生鏽，而所費之煤不多。（冬季每日添煤一次，夏季每星期一次。）且夏季散熱箱放出之水，尚可以澆花灑地，而風扇馬達之電力不過二十分之一馬力。故較之舊式熱風爐設備，所費無多，而可收全年空氣調節之實效，洵為最簡便最經濟之法也。如用煤氣爐代煤爐，加裝噴濕機，則尤為便利。

第三圖為用煤氣熱水爐空氣調節之電氣管理法，其名稱如下：

(1) 總電門 (Main Switch)

- (2) 吸力 (Transformer)
- (3) 制熱器 (Thermostat)
- (4) 制濕器 (Humidstat)
- (5) 定熱電磁門 (Solenoid in Boiler Pilot Supply)
- (6) 定濕電磁門 (Humidifier Solenoid)
- (7) 熱氣風扇門 (Thermostatic Fan Control Switch in Boiler Water)
- (8) 冷氣風扇門 (Fan Switch for Summer Operation)



第三圖

總電門爲人工管理。總電門之外，電流線圈，分而爲兩。右爲溫度節制機關。在平時鍋爐內之煤氣，常有引火存在。如室內需要暖汽，制熱器即將定熱電門開動，使煤氣增加。經過數分鐘之後，鍋爐之水熱至相當溫度，熱氣風扇門即自動開放。馬達因而發動，熱空氣開始流通。至室內溫度滿足，制熱器復將定熱電磁門自動關閉。鍋爐水溫，隨之降低。熱氣風扇門，自動關閉，而馬達停止矣。左爲濕度節制機關，則僅以自動供給或停止噴濕機之作用，而使室內濕度調和。至夏日冷氣設備，另有電門，以司啓閉。此其大概情形也。

## 灌溉事業與其他水利之關係

周 鎮 倫

昔夏禹治水，而九河以疏，李悝築溝，而農田以溉，天下水利之創興，未有若吾國之早者。洎乎晚近，河流塞，溝澮涸，耕田沃土，有水則成澤國，顆粒無收，遇旱則變薄饒，荆榛滿目。請看今日黃河南北，何一非災民待賑之區？民食艱難，至今已極。雖天災屢降，莫可挽回；而人事不臧，實為大病。欲圖補救，舍開通溝澮，以廣灌溉，其道末由。

灌溉實行，不第旱災減少，農產增加，即與其他水利，亦有密切之關係。試申言之：

引水灌溉，必先開鑿溝渠，疏通河道，而後諸流匯注，乃能有容。如蓄水池然，吸收洪流，勿致汎溢。不觀漢唐之時，前後套施行灌溉乎？溝渠四達，水害甚稀。及屯墾廢，渠道淤，宋明六七百年，河患乃至日亟，是其明證。此灌溉與減洪之關係也。

灌溉面積，視水量多寡為依歸。河流水量，逐月不同。溉田需水，每年有定。苟供少於求，水荒立見。故非築蓄水池以資調節不為功。有蓄水池：池水滿時，若遇需水最殷，河流不足，可引池水入田，以充灌溉之用；池水盡時，若遇溪洪暴漲，汎濫成災，可放河水入池，以減洪水之量。如美國密亞美一帶，多有行之者。此灌溉與阻洪之關係也。

整理農田，施行灌溉，則河道縱橫，溝澮四達，即有淫潦，排洩亦易。古時甯夏中衛諸縣不受水災者，職是之故。此灌溉與排洪之關係也。

農田灌溉，自少旱災。將見遍地綠陰，滿場青草，土以禾根盤結，而多罅隙，水以土多罅隙，而增吸收。效如植樹，可減洪流。不若童山濯濯，一遇山洪，遂成巨浸，如今日熱省之大凌河老哈河沿岸一帶然。此灌溉與防洪之關係也。

增加農產，可施灌溉。振興工業，可用水電。事雖不同，為利則一。苟灌溉用

水,取自河之上游,則下游流量定必減少,妨礙水電發展,實為重大。若以灌溉所築之蓄水池,于洪流浩蕩之時,收蓄過量之水;一俟農事告成,嚴冬水涸,復縱水出池,以增電力,未始非廢水利用之法,此灌溉與發展水電之關係也。

居民飲水,引自河中,取其質佳而量足也,苟河流不大,水量不充,上游因灌溉而過水入田,下游必因溪枯而涓滴莫得,水量足矣,而以灌溉後土中洗滌之鹵液,流入河中,用作飲料,亦不相宜,此灌溉與飲水之關係也。

處置下水,其法甚多,最經濟者,莫若流入河中,任水冲淡。然河水冲淡下水,恆有定量,流入河中之下水,少則無害,多則非經處理,不能直接流入河槽。灌溉由河取水,減少下游河流,增厚下水密度,影響水質,實非淺鮮。故與辦上游灌溉,不可不計及冲淡下水應有之水量,而省其處理下水之費用。此灌溉與排洩下水之關係也。

同一溪河,既供溉田之水,復作航運之需。其流量必充,自可想見。若夫山溪小澗,舟駛維艱;一旦支分灌溉,導水入田,其不使溪流成涸澤者幾希?然在春雨連綿,山洪暴發之期,苟能利用灌溉蓄水池之水,排洩於隆冬水涸之時,有裨航行,實難言喻。此灌溉與航運之關係也。

連朝春雨,動輒成潦,水之來也,浪花飛濺,沙礫隨流;及其退也,波漾不興,泥濘下澱。是以每經大水,舟道恆移,始則河底淤填,水流不暢;終則岸田崩潰,冲刷成洲。自古黃河屢遷,潰決無定,即屬是因。今若建築蓄水池,調節溉田之水,則濁流可放入池,任泥沉落,庶河槽不變,洲岸毋冲。此灌溉與治河之關係也。

河水小,水量稀,上游灌溉,不特下游溉田之水,受其影響,即洗滌上游土中斥鹵之水,亦足增高下游地中水面,使低處盡變池塘;加厚下游土內鹵鹹,使膏腴立成瘠壤。此上游灌溉與下游灌溉之關係也。

地中水面,灌溉可以增高;水面坡度,灌溉可以使陡;滲透損失,灌溉可以加多;此理之自然,無或爽者,終年晴霽,溪澗不乾,羣以山上幽泉,潛流不息,實

則地中積水，滲透無休。灌溉農田，地中蓄水既增，水面坡度復陡，滲透損失又大，行見河內清流，終年不竭，下游取水，引用靡窮矣！此灌溉與河流水量多少之關係也。

曠野平原，溉田較易，山坡峻地，引水維艱。故能高灌山田，無不潤沾低地。所謂居高建瓴，順流而傾。此高處灌溉與低處灌溉之關係也。

高原土燥，窪地水多。墾植低原，非築排水溝渠，無以洩透水而培稻根。土不透水，空隙繁多；而後幼苗易長，收穫可加。即淫潦傾盆，溪洪暴發，亦可以土鬆而增收蓄矣。苟地土不耕，灌溉不興，溝渠不築，則洪流所至，收蓄無能，排洩不得，其不演成水患者幾希？此灌溉與排洩地中蓄水之關係也。

乾燥之區，河水常形不足。灌溉需水，每多鑿井汲引；汲水愈深，地中水面愈下。附近低窪，更無水浸之虞。土中斥鹵，且有下流之勢。反之，立成瘠土，如美國蒲萊思諾地方，有數處良田盡成不毛之地者，是其著例耳。此灌溉與排洩鹵水之關係也。

由上以觀，農田生產，因灌溉而益增多，治水排洪，以灌溉而益分殺，發展水電，得灌溉而益周全。求李得瓜，拋磚引玉，灌溉之有利也如是。吾國上下，苟能協力同心，殷殷提倡，啓所有之寶藏，展所有之水利；則莽莽神州，皆成沃土，蚩蚩民衆，俱化農耕。生產既多，災亂自泯。處此民生主義實業計劃高唱入雲之秋，灌溉事業豈可以忽乎哉！

---

## REINFORCED CONCRETE ROOF TRUSSES

黄 中

### I. INTRODUCTION

Reinforced concrete roof trusses have been used to a considerable extent in European practice. Now the American engineers adopt them in many ways. As the results of these structures are very satisfactory it may naturally be expected that this type of construction will come into use in this country.

We all realize that material is more efficiently used in trusses than in beams, particularly when bending moment rather than shear is the governing factor in design. At present the concrete materials are high in prices and engineers always try to reduce the cost of construction by saving materials in design; and this can generally be done in long span construction by the use of concrete roof trusses. Trusses of this type are especially adapted for places where fire-resisting construction of the best type is desired or required.

To design a reinforced concrete roof truss properly one requires not only the knowledge of the theory of trusses and the strength of materials, but also a familiarity with various types of trusses that are employed for the supports of roofs and their adaptability to different forms of roofs; and a practical knowledge of the economical spacing of the trusses and of roof construction in general and how to meet any special form of construction in the most economical manner are of great importance.

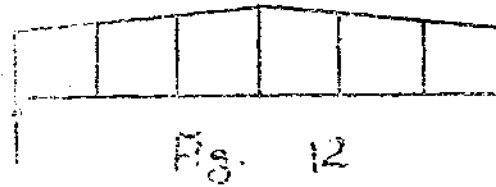
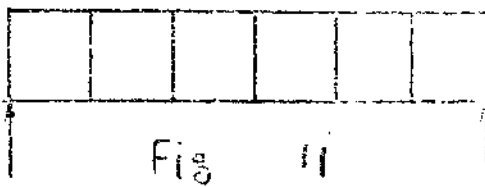
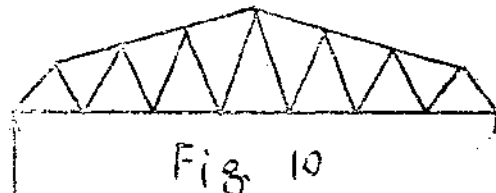
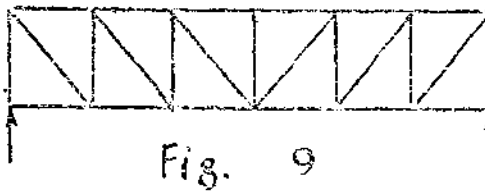
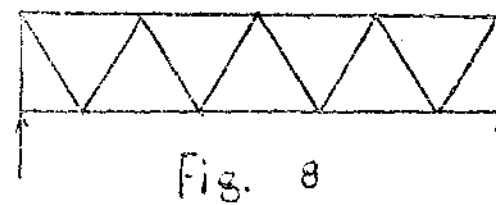
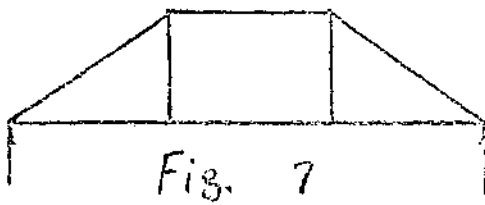
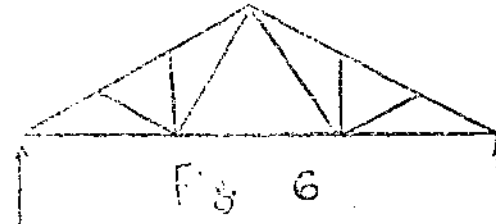
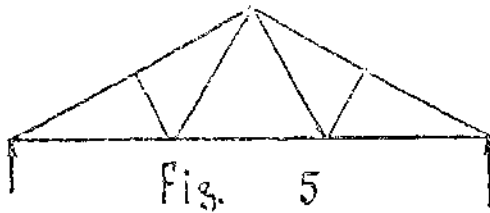
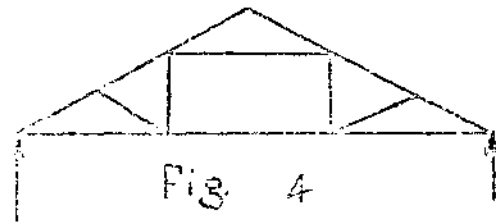
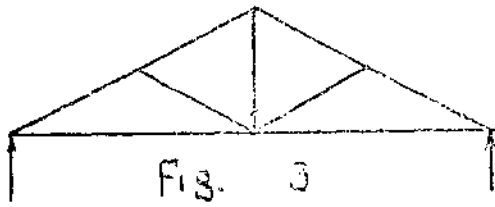
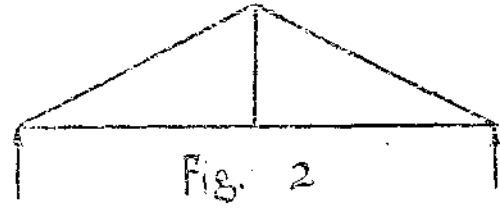
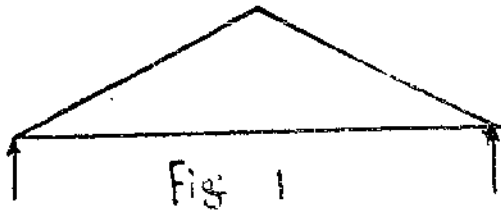
In the following pages the writer endeavors, first, to give all types of trusses that are best adapted for reinforced concrete roof construction, second, to give the general procedure for concrete roof truss design, third, to show the details of design, and finally, to compare the cost of reinforced concrete trusses with that of structural steel.

## II. TYPES OF REINFORCED CONCRETE ROOF TRUSSES

Concrete trusses are built on exactly the same principles as steel trusses, and any type that can be built of steel can also be built of reinforced concrete, but due to the different nature of the two materials, the type of trusses best adapted to steel construction may not be economical for concrete. In general it can be said that reinforced concrete trusses of the most simple types are economical.

The best form for a concrete truss, and the most economical number of braces will depend upon the clearance permitted in the architectural design, or, in the case of factory and mill buildings where required dimensions are not rigid, the truss depends upon the slope, span, ventilation, and light. The division of the upper chord of the truss into various members of panel-length depends largely upon the purlin spacing since heavy purlin loads should be transmitted to the truss at the panel points. Figures 1 to 12, showing all types of trusses best adapted for reinforced concrete construction, should enable one to select the type most economical for any particular roof.

The trusses shown by Figs. 1 to 10 are familiar to us; there is no need of any explanation. The trusses shown by Figs. 11 and 12 are known as Vierendeel trusses, after Prof. Vierendeel of the University of Louvain,





Belgium. They correspond to trusses without diagonals, whose stability is assured by the flexural rigidity of the joints between the vertical posts and the continuous chords. This type of truss is used in building construction where diagonals interfere with windows and passageways. A complete theory of Vierendeel truss may be found in the "Mémoires de la Société des Ingénieurs Civil de France" August 1900, and the same theory somewhat simplified and abbreviated in Vierendeel's "Cours de Stabilité des Constructions" Volume IV, pp. 165 and seq. There is also a book on "Statik der Vierendeelträger" by Karl Kriso in the engineering library, Chekiang University. The method of analysis as exposed in the above mentioned work is too laborious for general use. To the writer's mind Vierendeel truss can be analyzed in a very simple manner by the extension of Cross' method of moment distribution. The problem is very interesting, but does not seem of enough importance here to warrant a full discussion.

### III. GENERAL PROCEDURE OF CONCRETE ROOF

#### TRUSS DESIGN

The various steps to be pursued in designing a concrete roof truss are as follows:

1. Laying out the roof and trusses on plan and section.
2. Determining the size and purlins.
3. Computing the truss load and determining the stresses.
4. Determining the size of the truss members.
5. Detailing the joints.

The first step, of course, involves selecting the type of truss to be used, determining its shape, height, and span, the spacing of the trusses

and the manner in which the roof, or special loads are to be supported. The best layout will be that which is the simplest and most economical, while meeting the required conditions.

The determination of the size of purlins is a simple problem. It requires no explanation here.

To compute the truss loads one should have a section through the roof showing the slope of the roof, the type of the truss with location of the purlins. The next step will be the determination of loads on the truss. The loads (dead, live and wind loads) which must be considered in the design are the same as that for the design of steel or wooden roof trusses. The weight of a steel or wooden roof truss is usually calculated by some accepted formula; but for reinforced concrete roof trusses there is no formula ever derived. We know that the weight of a reinforced concrete truss increases very rapidly with an increase in number of panels; and it is obvious that the estimation of dead load in the design of any reinforced concrete truss is very important. From the superimposed loads the stresses in different members can be obtained and approximate weight of different members can reasonably be found. In case the actual weight of the truss does not agree with the estimation within a reasonable range, the design should be done over again. In long span construction the weight of the concrete truss must be known much narrower limits than in the case of short spans. The designer then resort to the cut and try method for the determination of the weight of the truss.

A few calculations of weights have been done by the writer for designed and built reinforced concrete roof trusses; the following equation

seems reasonable for determining the tentative weight of ordinary concrete roof trusses:

$$W = 0.48 A L (L^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}$$

W = total weight of truss in lbs.

L = length of truss span in ft.

A = truss spacing in ft.

R = rise or height of truss.

The method to determine stresses in different members of the different types of trusses, excepting the Vierendel truss which is only an occasional expedient in building construction, is the same as steel roof trusses. In addition to direct stresses due to truss action, all bending stresses due to dead load of the members (often neglected for short panel length), and any load placed between the panel points, should be computed. In computing bending moments the members may be considered as continuous or fixed beams supported at the panel points. The stresses due to the bending moments should be combined with direct stresses.

DESIGN OF TRUSS MEMBERS.----The conditions for the design of concrete truss members contain the following references to working stresses:

a. Allowable compression stresses.----The compression members in trusses are subject to direct compression, and the allowable unit stresses for columns should be used for design. When bending moments are considered in addition to direct stresses, the combined unit stress on concrete shall not exceed by more than 20% the value given for direct compression.

b. Allowable tension stress.----The concrete can not be counted upon to carry any tension in tension members, therefore all the tensile stresses

are resisted by the reinforcement. The stress in steel should be limited to 16000 lbs. per square in. so as to give an added factor of safety.

DESIGN OF COMPRESSION MEMBERS.—Theoretically there is no necessity to reinforce the compression members with steel. But the compression members should have some amount of steel to provide for unknown stresses. The reinforced compression members may be divided according to the method of reinforcement into:

- a. Concrete members with longitudinal bars and separate lateral ties.
- b. Concrete members with longitudinal bars and closely spaced spiral.

The method of design and limitations of the unsupported length of the above two types are exactly the same as that of concrete columns.

In some cases there are concentrated or uniform load, or both loads placed between the panel points of the top chord; the members should be designed for combined thrust with bending, same as for columns with eccentric load.

DESIGN OF TENSION MEMBERS.—Since all the tensile stresses should be resisted only by the reinforcement the required area of steel would be determined by

$$A = P/f_s$$

and the area of concrete is made only sufficient to cover the bars properly. The minimum clear distance between parallel bars should be larger than the maximum size of the coarse aggregates. If aggregates can not pass freely between bars, there is danger of voids produced by the arching of

aggregates. If the tensile stresses in bars are developed by bond such voids are dangerous.

Of course, a small number of large bars is easier to handle and makes a compact tension member, but due to the difficulty of anchoring bars at the panel points, its use is recommended only in cases where the tension member extends the full length of the truss, and finally the stresses are transferred to the concrete at the ends by nuts and anchor plates. A large number of small bars is advocated, when the tensile stresses in bars are developed by bond.

**DETAILS OF DESIGN.**—The most important in the design of reinforced concrete truss is the detail of the truss. The next few pages will be devoted to the discussion of this topic.

#### IV. DETAILS OF DESIGN

It is a radical change from a reinforced concrete girder to a truss of the same material as certain questions arise in the design of the latter. The theory of stresses in the rigid joints and other details of connections are all questions that can only be settled by tests, experience, and possibly additional theoretical data. However, our present knowledge of reinforced concrete, when combined with conservative assumptions regarding these questionable points is sufficient for safe design.

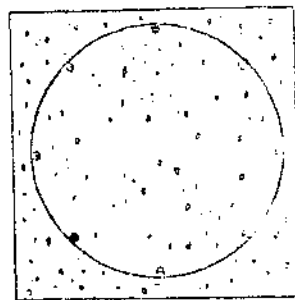
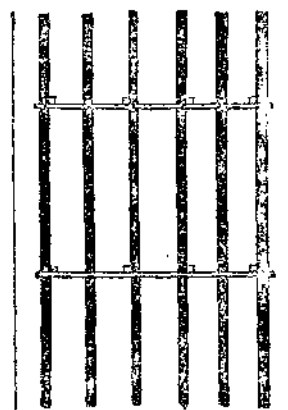
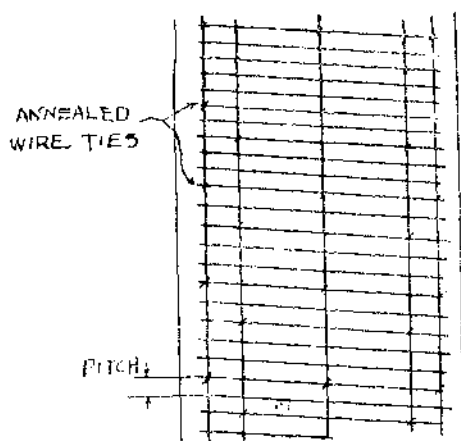
The details to be considered are:

1. The method of fixing the reinforcement.
2. Construction at intersections of members.
3. End connections.

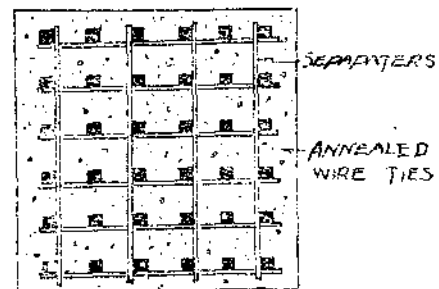
**THE METHOD OF FIXING THE REINFORCEMENT.**—In constr-

uction of reinforced concrete truss it is very important to have the reinforcement placed properly. It has been found that the reinforcing bars can be advantageously assembled and wired together before placing them in forms. This process enables the reinforcing gangs to proceed independently of the group engaging in the construction of forms.

There is no difficulty of fixing the reinforcement of the compression members with longitudinal bars and closely spaced spiral; the longitudinal bars and spiral steel can be tied together at reasonable distance apart with gauge annealed wire. Fig. 13 shows the details of this type. As for the compression members with longitudinal bars and separate lateral ties, the



LONGITUDINAL BARS WITH SPIRAL



TYPICAL SECTION OF BOTTOM CHORD

Fig 13

Fig. 14

longitudinal bars are arranged on wooden blocks laid on the deck shuttering. The bars are fixed at the correct distances apart by wedging wooden spacers between them. The ties are then placed on the bars and wired to them at alternate intersections with annealed wire. A frame of reinforcement is made of sufficient rigidity to be bodily lifted and laid in the mould.

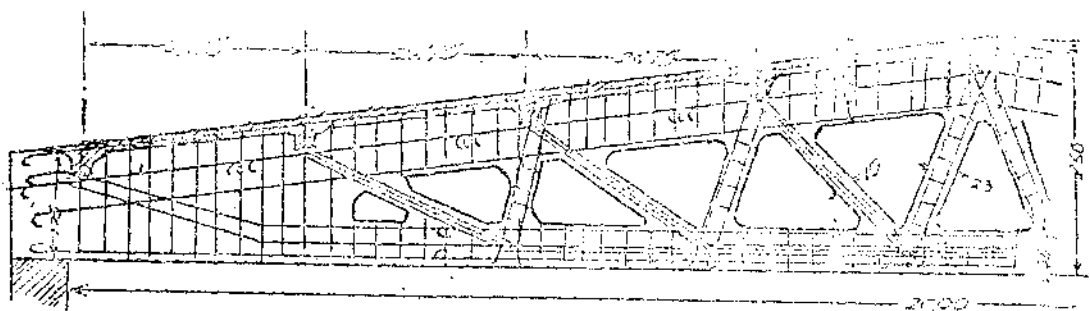
The reinforcement in the tension members can be dealt with in the similar manner. The ties are just so placed to guard against misplacement and dislodgement while concreting. The distances between the ties can be determined by judgement with reference to the size of bars. Fig 14 shows a typical section of this type.

CONSTRUCTION AT INTERSECTIONS OF MEMBERS.—The distribution of stresses at the joints is a matter of more or less conjecture. As the practice in steel riveted joints is to make such a detail stronger than the net section of the members; this practice would naturally be followed in concrete truss design, and the requisites of a good joint are:

- a. Capability of direct transfer of stress;
- b. Simplicity and ease of connecting;
- c. All stresses at the joint should be within the allowable limit specified;
- b. Due consideration given to the relation of physical characteristics of different materials used in the detail.

Splices of bars should be only made at panel points and the bars should be arranged so that only a few bars spliced at any one panel point. At the joints a bar of one member should extend into the adjoining member for a length equal to 40 diameters of the bar for deformed bars, and 50

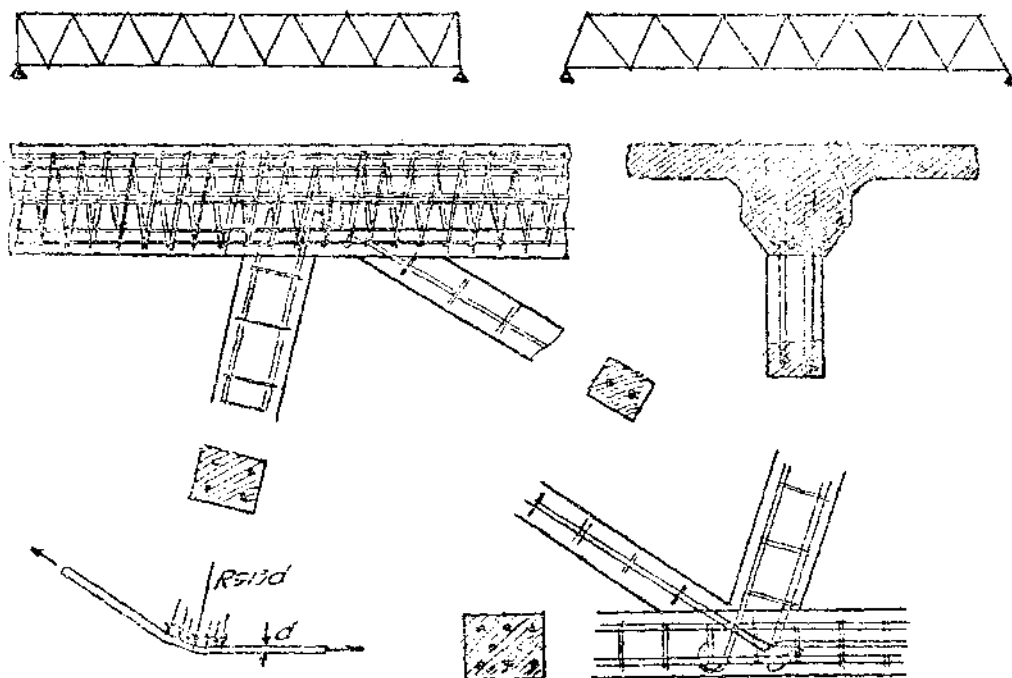
diameters for plain bars. The bars should be also terminated in a return hook of 6 in. internal diameter, as shown in Fig. 15. In cases a small number of large bars are used in the bottom chord and the bars are shorter than the length of the span, then the bars should welded together or by



(From E. Marsh "Der Eisenbetonbau II Band I Hälfte")

P. 170

Fig. 15



From E. Marsh "Der Eisenbetonbau II Band I Hälfte")

P. 168

Fig. 15



securing steel plate to the ends of the tension bars by passing these rods through the holes in the plate and anchoring them with nuts, and other possible means can be equally applied as far as the bars can develop full strength.

The connection between the web and chord members can be done by hooking the bars in web members over that in chord members, as shown in Figs. 15 and 16. For long span trusses (say greater than 50 ft. span) it may be necessary to anchor the ends of the bars in the web members with nuts to steel plates bearing on the chord reinforcement. The concrete at the joints, especially where tension and compression members meet, must be of sufficient size to transmit the stress of any one member to the other members and to take care of the secondary stresses which are likely to overstress the members at such points.

When Warren or Visintini truss is used the bars are bent up at each tension diagonal a sufficient amount of steel. The radius of the curve should be greater than or equal to 13 diameters of the bar, as shown in Fig. 16.

END CONNECTIONS.—The end connection of the upper and lower chords requires the most careful consideration. At this point, proper provision should be made for diagonal tension due to shear. The vertical area of the concrete must be sufficient to keep the unit shearing stresses from exceeding the allowable working values. As in ordinary beam design, the vertical area at the edge of the support can be determined by

$$b d = \frac{V}{v_j}, \text{ or } b d = \frac{V}{100}$$

In addition, the horizontal cross section of the joint should also be equal

to the value computed by the above formula. Diagonal stirrups must be provided to tie the bars at the joint together, and the cross section of the stirrups should be equal to the reaction divided by 16000 lbs. See Figs. 17 to 21.

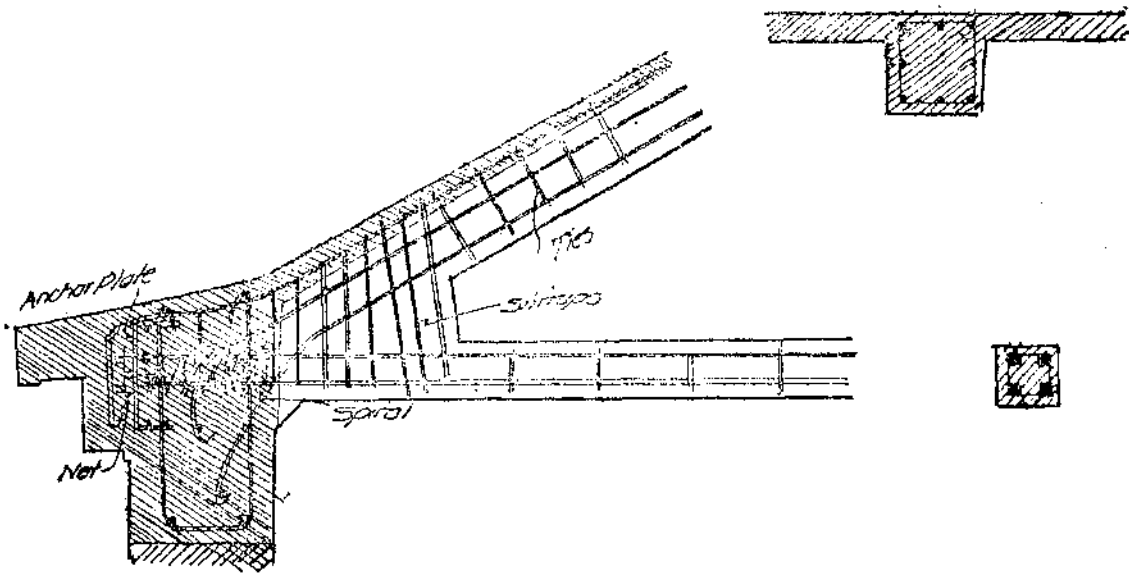
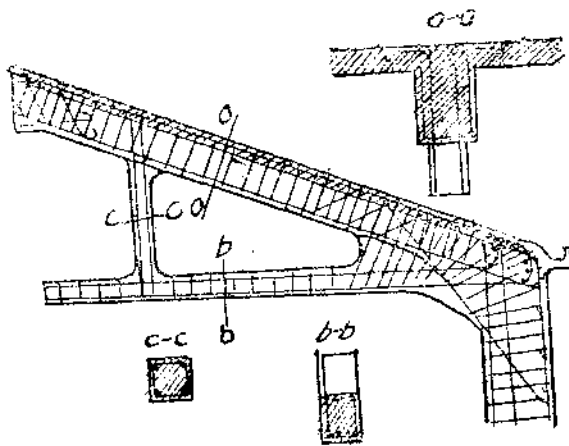
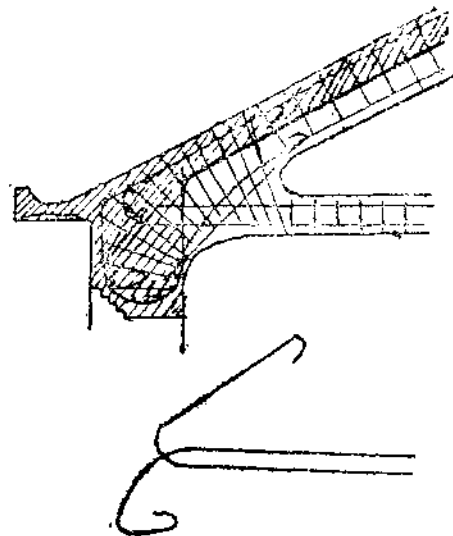


FIG. 17



From E. Mörch "Der Eisenbau II Band  
Heft I" Page 192

Fig 18



From E. Mörch's, Page 177

Fig. 19

If the reinforcement of the bottom chord consists of large bars, threads and nut and anchor plate should be provided to transfer all the stresses in bearing on the concrete, see Fig. 17. Reinforcement consisting of small bars should be provided with hooks at the ends, see Figs. 18, 19, and 20. For multiple span the end connection between trusses may be done as shown in Fig. 20.

In some cases the truss is T-shape in plan at each end so as to give ample bearing area, as shown in Fig. 21.

#### V. COMPARISON OF COST OF REINFORCED CONCRETE TRUSSES AND THAT OF STRUCTURAL STEEL

For truss design, wood, of course, has been largely superseded by structural steel due to not only advantages accruing from the higher unit stresses but also the comparatively decreased fire hazard. Reinforced concrete, in its progress now, naturally competes with steel. In construction, cost is usually the important factor; but sometimes speed after the breaking the ground is the main consideration. However, most structural steel frames to be built in this country are fabricated in foreign countries; if time of fabrication of structural steel must be included the reinforced truss can be put up in a much shorter time.

In selecting the type of materials for truss design, it is necessary to consider not only the first cost but also the average annual expense and depreciation over a term of years. Especial emphasis should be placed on the low maintenance cost of reinforced concrete trusses as compared with steel, particularly in locality where corrosion takes place rapidly if the steel is not properly protected. In permanent structures, maintenance costs are

not of slight importance. Painting is only a temporary expedient and must be continued through the entire life of the structure. It may be economical to increase the first cost for the sake of an annual saving in expense.

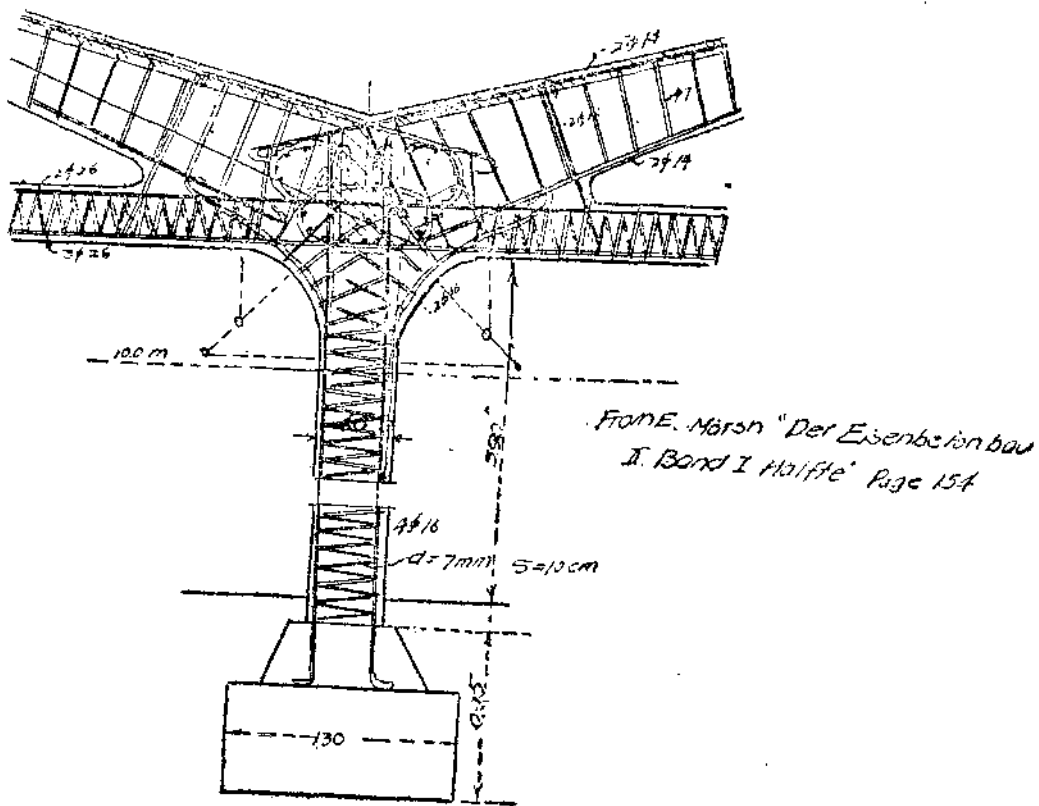
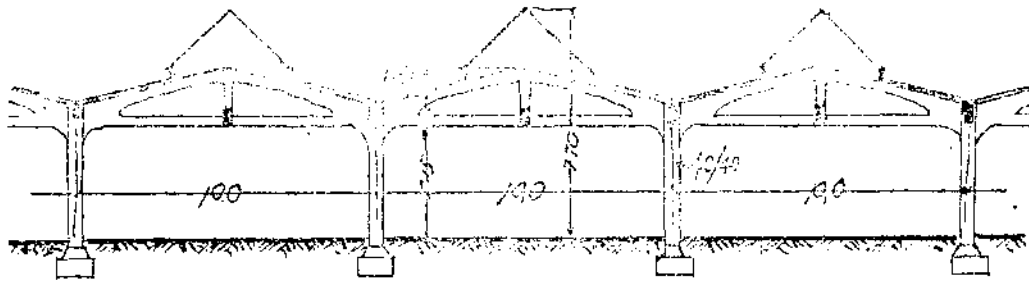
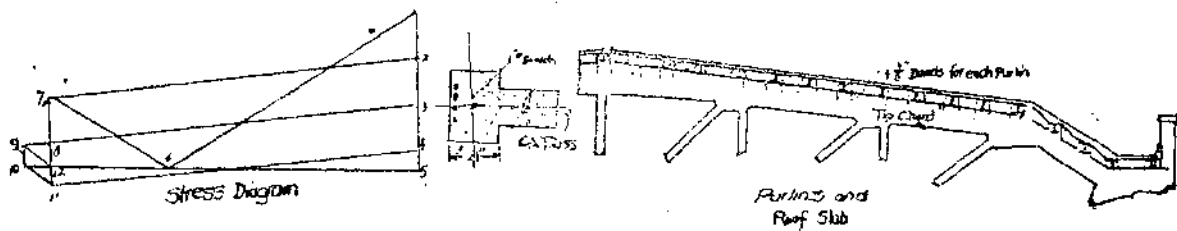
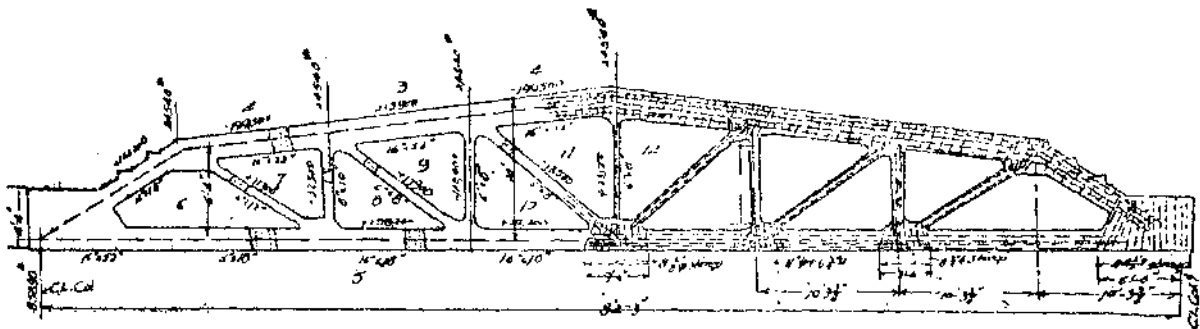


FIG. 20

Fireproofed steel construction is almost invariably more expensive in first cost than reinforced concrete.

The first cost of a reinforced truss depends, to a considerable extent, on the locality where the truss to be built and type of truss to be used. Reinforced concrete truss may cost more than steel one, but in some cases it has been proved to be cheaper than structural steel.



CONCRETE ROOF TRUSSES IN EUCLID THEATER

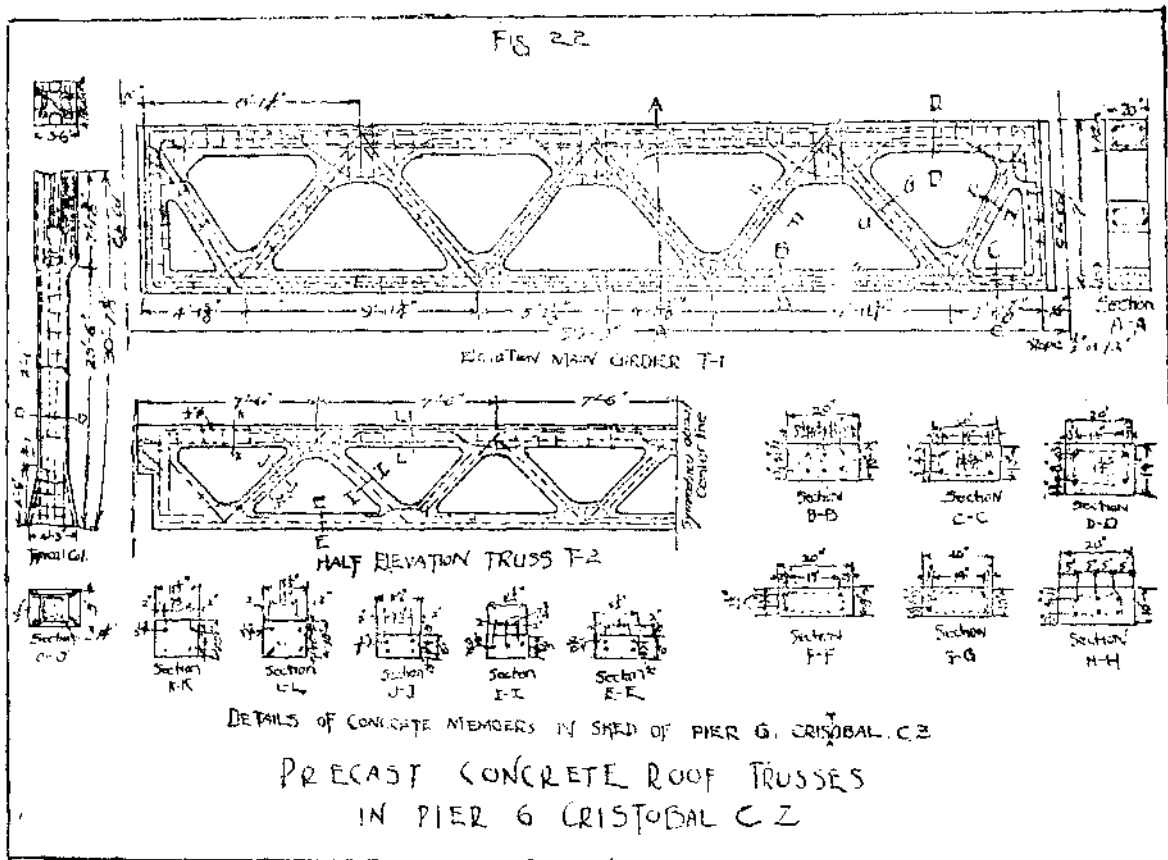
CLEVELAND, OHIO, U.S.A. (From Eng'g News Record  
Sept. 23, 1920)

FIG. 21

Here, the writer may mention the remarkable saving effected in the construction of the pier shed for Pier 6,\* one of the shipping piers at Cristobal, Canal Zone. (See Fig. 22). Reinforced concrete trusses of Warren type are used for the shed roof construction. The total cost was 360,000 dollars. A calculation indicates that had the shed of this pier been executed in structural steel trusses it would have cost at least 560,000 dollars. It

\*Engineering News Record, June 24, 1920,

is, therefore, evident that the employment of concrete trusses effected a saving of approximately 200,000 dollars or over one third of the anticipated cost of the project.



Another case that may be mentioned is the construction of concrete trusses in Euclid Theater\* at Cleveland, Ohio, U. S. A. (see Fig. 21). The roof of the theater is supported by four concrete trusses 82 ft. 3 in. long and 10 ft. deep between centers of chords. Steel trusses were included in the original design, but on completion of the work, it was found that this construction had effected a saving of 4,000 dollars.

With the existing high price of steel in this country, the writer can

\*Engineering News Record, Sept. 23, 1920,

assure that in many cases roof trusses of reinforced concrete can be built cheaper than that of structural steel.

### VI. CONCLUSION

In the foregoing discussion reinforced concrete trusses have been proved to be adaptable to roof construction. Since it is durable, fireproof, and economical in first cost it holds a unique position for future development.

The theoretical analyses of concrete trusses can be based on our present knowledge of concrete and conservative assumptions. The distribution of stresses in the rigid joints, the amount of steel necessary in compression members, and other details of connections are all questions that can only be settled by further investigation.

## 浙贛鐵路局沙樣本系代試結果

### 沙粒細度試驗

### 1:3 膠沙試驗

(用標準篩分析)

(水泥：泰山牌，日期：二星期。)

| 篩孔徑<br>吋 | 經過篩孔百分值 |       | 單位<br>拉<br>力     | 第一袋沙                 | 第二袋沙                 |
|----------|---------|-------|------------------|----------------------|----------------------|
|          | 第一袋     | 第二袋   |                  |                      |                      |
| 0".263   | 99.0%   | 98.5% | 單<br>位<br>拉<br>力 | 416 $\frac{1}{2}$ "  | 420 $\frac{1}{2}$ "  |
| 0.185    | 96.5    | 97.0  |                  | 450                  | 380                  |
| 0.131    | 92.0    | 93.5  |                  | 470                  | 435                  |
| 0.065    | 70.0    | 74.0  |                  | 435                  | 445                  |
| 0.046    | 57.0    | 60.5  |                  | 450                  | 375                  |
| 0.0232   | 28.5    | 30.5  |                  | 450                  | 420                  |
| 0.0116   | 6.0     | 6.0   | 單<br>位<br>壓<br>力 | 3230 $\frac{1}{2}$ " | 2380 $\frac{1}{2}$ " |
| 0.0058   | 1.0     | 1.0   |                  | 3380                 | 3380                 |
|          |         |       |                  | 3320                 | 2570                 |

## THE BECCARI PROCESS OF GARBAGE DISPOSAL.

余 勇

### INTRODUCTION

The problem of garbage disposal has often confronted the City engineers with great difficulties because of limited funds for the purpose. This is particularly true in many Cities in China. The Beccari Process of garbage disposal is a simple and economical process in cities where it can be successfully adopted. It utilizes a bio-chemical process which is capable of changing the otherwise unstable organic particles into a stable humus which can be used as a fertilizer.

The subject of Beccari Process of Garbage Disposal is very little known to China. It may be ventured to say that this is the first publication concerning the process appearing in Chinese journals. This article is abstracted from a thesis entitled "Investigation of Beccari System of Garbage Disposal", by Yu Young and C. L. Reasoner. It is hoped that this article will be of some aid to those who are facing the problem of an economical method of garbage disposal. Of course it is understood that the article is written for the American conditions, but it may be easily adapted to Chinese conditions if some investigations can be made in regard to the problem.

### PUBLIC HEALTH AND REFUSE DISPOSAL

Refuse disposal is tremendously important from the standpoint of pu-



blic health. Proper disposal of unsightly filth, fly and insect breeding places, and bacterial sources rids germs and carriers of disease germs. The destruction of garbage destroys the food sources of bacteria and prevents the multiplication of flies and insects or the so-called carriers of disease germs. Typhoid fever, diphtheria, malaria, dysentery and cholera have been dreaded diseases for ages. Due to modern scientific refuse disposal, the sources for these diseases have been decreased considerably. To guard the public health the modern sanitary engineer shoulders a great responsibility.

#### Methods of Disposal of Refuse

In considering the methods of disposal of refuse there are two important factors which must be taken into account:

1. economy
2. sanitation

The character of the refuse, the climate, the topography, and the population of the community determine which method is a preferably one.

(1) Dumping at sea: Dumping the garbage at sea is quite an economic method. Cities adjacent to sea coast naturally tend to adopt this means of disposal. However, there are several serious objections to it. Floating materials are often swept to shore and beaches which are for recreation purposes.

(2) Dumping on Land: This is a common practice, that small villages dump their refuse on land, near their vicinity. This is, of course, a simple and convenient method of getting rid of the refuse; however, danger to public health will follow unless it is supervised and done scientifically. Usually deep trenches are dug, and the garbage buried is covered with se-

veral inches of sand.

(3) Hog Feeding: Garbage is sometimes utilized to feed hogs. This method of disposal is quite convenient and at the same time promises rewards. However, it necessitates large investment and constant care of the animals. Water supply must be abundant, and shelters have to be built and kept clean always. Negligence in protecting the hogs from heat and cold or disease will result in great loss from deaths.

(4) Reduction: Besides hog feeding, garbage may be utilized in another way. Garbage contains a large amount of fat and nitrogen compounds. The fat can be extracted by organic solvents, and used to make soap and candles. Whether this method is a profitable one depends on the character of the garbage and the magnitude of operation and the market price of the products obtained from extraction.

(5) Reclamation: Rubbish may be utilized to prepare commercial products if its constituents are separated. Bottles can be fused into new glass, and papers may be changed into pulp. Metallic substances can be melted and re-used. Reclamation is quite a satisfactory method, because it leaves practically no residue. If the reclamation plant is operated on a large scale and managed with great efficiency, it may prove to be profitable.

(6) Incineration: Incineration is probably the best method of disposal from the standpoint of sanitation. The present tendency has been to do away with the other methods, such as hog feeding and reduction. However, incineration is rather an expensive process. If the economic factor could be neglected, it would be the most satisfactory method of disposal.

(7) The Beccari Process: Garbage may be fermented by the Beccari

process. This method requires few mechanical equipments and constant attention. After the garbage has been treated for some forty days in the Beccari cell, the digestion is complete, and the humus obtained may be utilized as fertilizer.

It is the Beccari process to which this paper is devoted. In the following pages details of this method will be given with discussions and comments.

## THE BECCARI PROCESS

### Technical and Economic Importance

The Beccari process is of importance both in its technical and its practical or economic aspects. From the technical standpoint, it has significance because it utilizes biochemical physical activities which are of scientific interest. From the practical and economic standpoint, its worth lies in the fact that it is capable of manufacturing an innocuous end-product of real value as a fertilizer out of organic substances such as manure and municipal garbage, including dead animals. These things are practically the only unstable decomposable elements of municipal refuse and the only ones which have hygienic or sanitary significance. These elements, only, cause objectionable odors through decomposition, afford a breeding place for flies and serve as food for rats and other animals. In the absence of these elements, municipal refuse, mainly rubbish, can be readily disposed of by incineration or as filling on low lands. Garbage in America, because of its typically high moisture content, is the most difficult element of municipal refuse to incinerate or destroy by combustion and in that process is the

only source of objectionable odors.

The incineration process is perfectly satisfactory but it is expensive due to the enormous amount of heat required. The reduction and reclamation methods are also quite satisfactory: however, they are not always economically practical, requiring special machinery and plant location. The Beccari process, on the other hand, requires little mechanical equipment on attendance, and no special location.



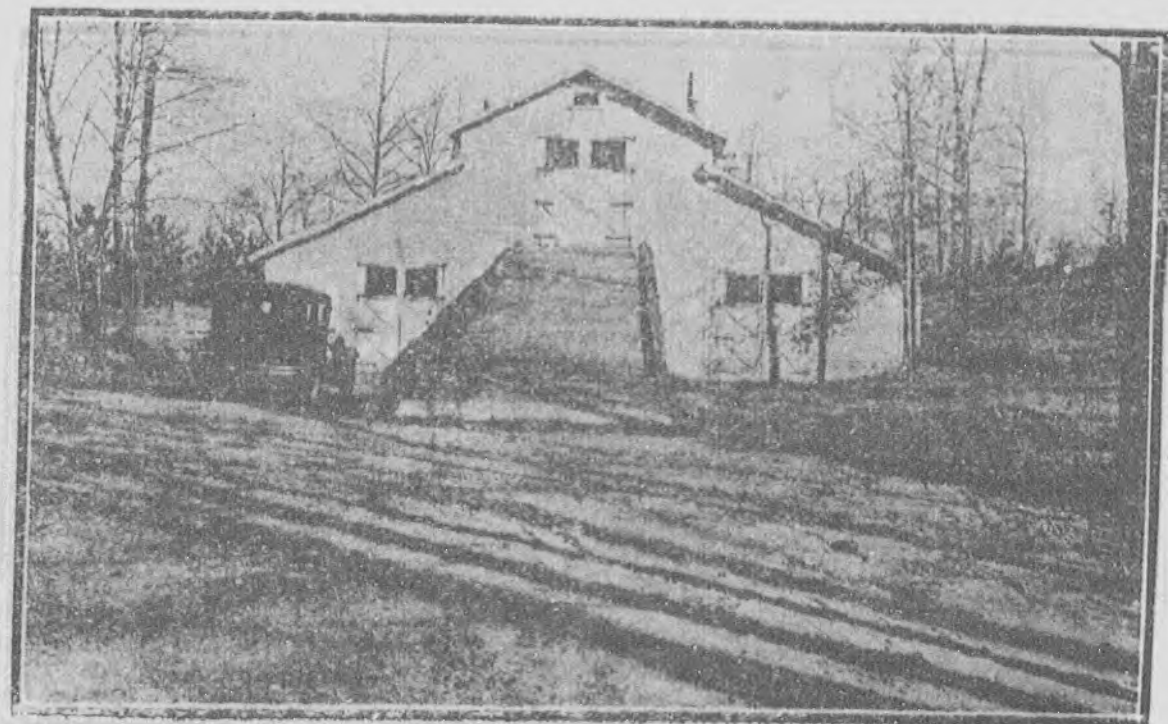
8-Cell Beccari Plant from the North Showing Charging Floor At top of Cells. Scarsdale, Wetchester County, New York.

#### History of the Beccari Process

The Beccari process was developed two decades ago by Dr. Giuseppe Beccari of Florence, Italy. It is essentially a process of breaking down the organic matter in the mass of garbage by the activity of thermophilic bacteria.

Dr. Beccari was a man of science, always taking interest in problems

of public health. He carried a series of experiments to investigate satisfactory methods of production of fertilizer from farm manure. In the course of his experiment he observed that when manure was fermented in closed cells great number of thermophiles was developed, and that the temperature inside the cell was raised to a point at which all types of pathogenic organisms were destroyed. The humus left from the process of digestion was fairly dry and contained a high nitrogen content. Immediately Dr.



8-Cell Beccari Plant from the South Showing Ramp. Scarsdale, Westchester County, New York.

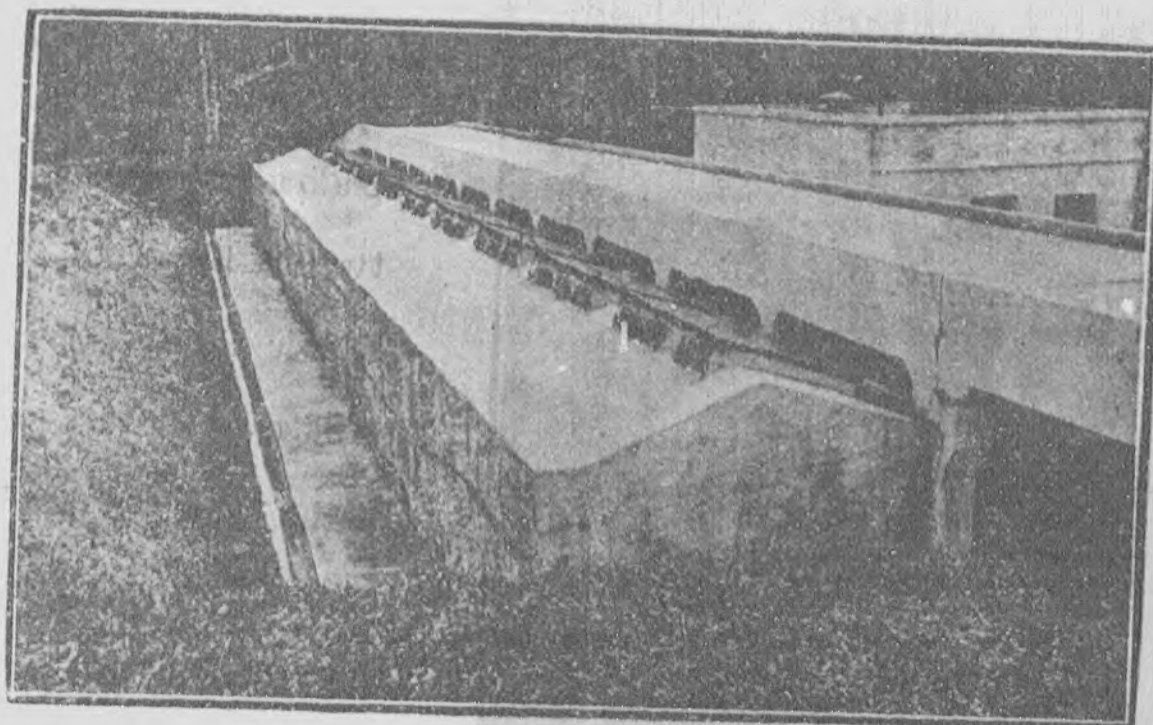
Beccari applied this closed cell method in disposing of municipal garbage. He carried further experiments to investigate the process and they proved to be entirely successful. In 1914 the process was put into practice, and two cells were constructed near Florence. By 1920 the plant at Florence was enlarged to a size of 208 cells.

The employment of the Beccari process to treat municipal garbage has

spread from Italy to many European countries and America. Groningen (Holland), Villeneuve (France), Napoli, San Remo (Italy), Belleair, and Dunedin of Pinellas county, Florida, Scarsdale of Westchester county, New York,.....All of these places have constructed Beccari cells for treatment of their garbage.

#### Bio-chemical phenomena of the Beccari Process

The Beccari process of digestion of organic matter may be described



General View Along Ramp from Entrance End.

11 Cells at Left. Grinder House at Right.

South Jacksonville, Duval County, Florida.

as comprehending two distinct phases. The first phase extends over a period of 6 to 12 days and the second over a period of 18 to 34 days, depending upon a number of circumstances, including the character of the material charged into the cell, the temperature of the outside air and the temperature developed within the cell. The complete cycle from raw garbage to humus requires from 30 to 35 days or more. Under normal cir-

circumstances the period required for the production of a satisfactorily dry humus from raw organic material is about 35 days.

Shortly after a cell is tightly closed, the temperature begins to rise rapidly. It reaches a maximum of about 155°F. The Scarsdale a temperature of 155°F. was reached in 3 days while at Florence 20 days were



Unloading Gallery Between Rows of Cells Below Ramp. Grinder House at Left Center. Note Cell unloading Doors. South Jacksonville, Duval County, Florida.

required to arrive at the maximum. Thereafter the temperature falls, slowly at first and then more rapidly.

No studies of the biological phenomena occurring within Beccari cells have been made in America. The only available information is that secured by Dr. Beccari and other scientists in Italy. The results showed that the

numbers of thermophilic bacteria increased from practically zero at the start to the following values: On the fifth day to over 10 million per gram, on the tenth day to about 75 million per gram and on the fifteenth day to about 100 million per gram. The maximum number of 110 million was reached on the twentieth day. Thereafter it began to fall slowly until on the sixtieth day it was approximately 75 million per gram.

Complimentary micro-flora, starting with numbers ranging from 100 million to 250 million per gram, dropped rapidly during the first eight days at the end of which time they were present to the extent of only about one million per gram. Thereafter they remained nearly constant in numbers, but with some minor fluctuations, until the fiftieth day. After the fiftieth day they increased rapidly until on the sixtieth day they ranged between about 350 and 500 million per gram.

All other organisms, including the non-liquifying bacteria of putrefaction, the liquifying bacteria of putrefaction, the *Bacilli coli*, and anthrax, together with animal parasites and larvae, starting with numbers ranging from 10 million to more than one billion per gram were rapidly destroyed. For the most part their destruction was completed during the first eight days, only *Bacilli coli* and anthrax spores surviving in significant numbers for a longer period.

Repeated studies have shown that all pathogenic organisms, including anthrax spores are positively destroyed long before the normal period of digestion is completed. The larvae of flies and fleas and the larvae of various parasitic insects are quickly killed, while the germinative power of seeds of all kinds is checked or destroyed.



During the first phase of thermophilic digestion the garbage is broken down and parts with a large proportion of its contained moisture.

Throughout the second phase, the thermophiles continue their activity. Venting the cells and establishing aeration therein effect a further drying of the mass so that it finally constitutes but a fraction of its original bulk and weight. putrefactive decomposition eventually ceases and a stable organic material containing from 10 to 15% of moisture is evolved. The moisture drained from the garbage is presumably very rich in organic matter and biological organisms.

It is important that the material as placed in the cells shall have a proper degree of moisture. If the garbage is too dry it should be moistened, preferably with the liquor drained from other cells in full fermentation. If there is an excess of moisture the putrefactive phenomena are caused to be unduly protracted, requiring a longer period for digestion, especially during the drying-out phase.

Numerous observations have been made relative to the destruction of the bodies of dead animals placed in Beccari cells. It has been demonstrated that carcasses can be entirely consumed with the exception of the bones and hair. Even the bones were softened so that they were broken up without difficulty.

In loading a cell for the first time it is very desirable that humus from other working cells be scattered through the mass of garbage. If this is not done two or more cycles may be required before the full normal digestion capacity of the cells is attained.

Hydrated lime is regularly used at certain Beccari process plants to

correct the excessive acidity of the garbage and to hasten digestion. At Scarsdale ammonium sulfate is employed for the purpose of stimulating anaerobic action.

Beccari system plants are practically odorless and inoffensive. The only detectable odors are those of fresh garbage while loading and a slight, quickly dissipated ammoniac odor, present when any cell is unloaded.

#### Present day Structure of Cell

The present day structure of the American Beccari cell is amazingly simple, the cell having become more simple rather than more complicated as experience in its operation has gained. Certain changes have taken place since the cell was first constructed in America, but these changes have all tended toward simplicity and efficiency.

There are six essential features of a Beccari cell as recently constructed in America. These are:

1. The cell proper, a simple cubical, having usual interior dimensions as follows: width 8'-0", depth, front to rear 9'-0", height, floor to roof 6'-6" or more;
2. Three to five tiers of removable wooden racks, comprised of slats on edge, in sections easy to handle;
3. Two sets of ventilation openings, one group just above the floor and one just below or in the roof;
4. A standard floor drain having connection with a sewer;
5. A loading hatch with tight cover, in the roof of the cell;
6. An unloading door through a side wall.

The net capacity of a cell having the stated horizontal dimensions ranges from 18,000 to 25,000 pounds of raw garbage, depending on the moisture content of the material and the effective height of the cell.

The cells may be constructed of concrete, reinforced where necessary, of brick walls with concrete floor and roof; or hollow tile walls with concrete floor and roof. Attached, or built into two opposite side walls are cleats or other similar end supports for the removable racks. These racks may be constructed of plain or creasoted lumber of widths easily handled.

The American cell is provided with 2 or more vent openings just above the floor, and in either the front or rear wall, or in some cases in both. The upper vents may also be made through the roof itself, if more convenient. In general, these vent openings, if located in the side walls are each 6" wide and 4" high. They are equipped with tight fitting covers and with fly screens to prevent flies or other insects, and rodents from entering or leaving the cells. This screening material should be either non-metal or stainless steel. Roof ventilators may be more economically and conveniently constructed in a cylindrical shape. There appears to be no information available concerning the most efficient area and size of vent openings.

The cell floors must be sloped to drain to a single point where a suitable floor drain should be provided. The floor drain should be readily accessible from one of the lower vent openings so that if it should become clogged during the closed cycle cell it can be cleaned without disturbing the cell contents or affecting the biological activity therein. The floor drain should be equipped with a removable perforated screen, preferably of cast

iron or other corrosion resisting metal.

The loading hatches of American plants have usually been very large, covering nearly the entire cell area. This practice has compelled heavy and clumsy covers which become warped and fail to fit tightly. On the other hand, if small hatches are employed it becomes difficult to load the cell to its roof. The best solution to this problem may be found in the provision of relatively small hatches and an additional head room whose only function will be to provide comfortable working space in loading the cells. This additional wall height will add to the cost of construction, but the cost of Beccari cells is so low that any reasonable additional expense to improve operating conditions should not be prohibitive.

The unloading doors of all municipal Beccari system plants in America, as in Europe, are very large. In all cases they are exterior doors attached to the outside faces of the cell walls. They have all been constructed of wood and have become warped so that it has become virtually impossible to maintain a tight contact with the faces of the cells. The result has been that the cells have only with difficulty been made sufficiently tight to insure anaerobic digestion and to prevent the leakage of water of condensation from dripping to the floor of the unloading gallery.

Much thought has been given to this most important feature of cell design and construction. The available evidence indicates that these doors can be made much smaller without adding materially to the cost or difficulty of unloading the cells. In the case of large cells it is possible that two unloading doors will be found more satisfactory. The test cell at Tampa is provided with a relatively narrow refrigerator-type door having

a small gutter at the bottom to catch the condensate and discharge it back into the cell. An inner slatted door to relieve the pressure of the cell contents against the main door which must be maintained gas and water tight has been suggested. The main cell doors, in this case with no internal pressure against them, could be of the box or refrigerator type carrying an encircling steel channel in which could be placed a rubber tube capable of being expanded under pressure. To obtain gas and water tightness it would be necessary only to blow up the tube with the required pressure. Release of the pressure would permit the tube to collapse and the door to be opened. The "fit" would be secured easily and permanently and an otherwise necessarily expensive type of close fitting door would be obviated.

Every large Beccari system plant should be equipped with permanently mounted temperature indicating and recording devices showing the performance in respect to the temperature of certain typical cells.

#### Operation of the Beccari Cell

The normal program of operation of a Beccari cell treating a typical American garbage involves four simple steps. These are:

1. loading
2. operation as a tightly closed cell
3. operation as a vented cell
4. unloading

The loading of a cell with garbage should preferably be accomplished during the course of a working day. It is believed that the more quickly a cell is filled the better it is for the process of digestion. If a protracted

period is required for loading, the time cycle is correspondingly increased from empty to empty condition and the output of the cell during the course of a year reduced in like measure. With small plants having few cells and with a required normal digestion period of 35 days, it is obvious that the period of charging must be greatly prolonged else there would be no cells available for filling at certain intervals. The supply of garbage to certain American plants is so limited in comparison with the size of the cells that a week or more is required to fill a single cell. In small communities better results will be obtained with a comparatively large number of small cells rather than with a cell capacity of equivalent volume in a small number of units.

As soon as a cell is loaded, it is closed tightly and so maintained for a period of from 6 to 12 days, the average period being 7 or 8 days.

The third step involves simply the opening of the tap and the bottom vents to permit aerobic action to succeed the anaerobic action of the closed cell period. The aerobic and drying out period lasts for 18 to 30 days and the average about 27 to 28 days.

The fourth step is to remove the contents of the cell. If the product is sufficiently dry, it can at once be pulverized and sacked for sale as fertilizers, or the ground material can be stored in bins ready for sale in bulk. If it is too moist to be sent at once to the pulverizer it can be spread out upon a floor or drying platform for a few days.

In the smaller plants the cells are usually loaded by the scavengers and are sealed and vented at the proper times by the plant foreman. The unloading of a typical cell charged with 18,000 to 20,000 pounds of garbage

and producing from 1,800 to 3,000 pounds of humus is stated to require about two hours.

In some plants the material on all but the top rack is sufficiently dry to go at once to the pulverizer upon removal from the cells. The top layer must be floor dried for a brief period. It is believed that this condition prevails only in plants where the cell roofs are level and the condensate drips upon the mass of digesting garbage. A slight pitch of the roof will cause the condensed moisture to flow to and down the side wall toward which the roof slopes thereby relieving the top layer of excessive moisture.

No particular care in the setting of the racks is required during loading, provided that in all cases the racks are located above their end supports. Each successive layer can be placed in the cells and made just sufficiently smooth and level to permit the laying of the racks upon that surface. Shortly after the process of digestion is established the mass of garbage begins to shrink in bulk and the racks come to rest upon their respective end supports.

#### Amount, Character and Value of Beccari Humus

Data showing actual percentages by weight of humus produced from the raw garbage at all American plants are unavialable. Since, however, the humus produced is weighed for purposes of sale it is possible to obtain some data concerning the output of humus per unit of population.

Humus is produced at Dunedin at the rate of 12.5 ton per year per 1000 persons, at South Jacksonville at the rate of 11.2 ton per year per 1000 persons.

At Scarsdale the output of humus in terms of weight is said to be from 10 to 16% and at Dunedin from 15 to 20% of the weight of the raw garbage placed in the cells.

The humus produced at all of the plants has the same general characteristics although it varies somewhat in appearance. It differs in color, as between plants and seasons at the same plant. It also varies in texture after grinding as related to the size and shape of the particles and the amount of fibrous material contained. An item of significance as respects appearance is the amount of paper delivered with the garbage. If the garbage is wrapped in paper, the appearance and texture of the final product will naturally be affected. Although it has a characteristic odor immediately upon removal from the cells the humus is quite without odor when dry.

The percentage of moisture in the humus as taken from the cells varies with the amount of moisture in the original charge, with the characteristics of the garbage itself, irrespective of its moisture content, with the length of the period of digestion and with the degree of biological activity in the cells.

There is no method by which the true merit of a fertilizer containing organic matter can be evaluated other than by actual field tests with the crops and soils with which it is to be used. The chemical analysis can not give complete evidence.

The actual use of Beccari humus has demonstrated its serviceability as a fertilizer. It is especially valuable for floriculture, lawns and truck gardening. It has been successfully employed in orchards and vineyards.



for shrubbery including roses, and in general for all purposes where a high grade humic fertilizer is desirable.

At all of the American plants the material taken from the cells, after additional drying if necessary, is ground in hammer-type pulverizers operated at high velocity. These units contain screens or sieves through which the ground material is passed.

Beccari humus from all American plants find ready sale. The sale prices vary from 15 to 25 dollars per ton in bulk and from 22 to 27 per ton in sacks.

Based upon its chemical composition alone these sale prices are high in comparison with other fertilizers. However, its advantages from the point of view of ease of application and suitability for use in intensive types of agriculture would tend to off set a slightly higher price.

### 滬杭一帶通用建築材料重量表

| 公斤/立方公尺 |         | 磅/立方呎 |       | 公斤/立方公尺   |         | 磅/立方呎 |  |
|---------|---------|-------|-------|-----------|---------|-------|--|
| 生鐵      | 7200    | 450   | 鍊鋼    | 8000      | 490     |       |  |
| 松木      | 600-700 | 35-45 | 硬木    | 800       | 50      |       |  |
| 花崗石     | 2600    | 165   | 砂石    | 2500      | 155     |       |  |
| 磚牆      | 1750    | 110   | 泥土    | 1600-2100 | 100-130 |       |  |
| 鋼筋三和土   | 2400    | 150   | 水泥三和土 | 2250      | 140     |       |  |
| 灰漿三和土   | 1750    | 110   | 煤屑三和土 | 1450      | 90      |       |  |

## MOMENT ANALYSIS OF 2F TYPE SUSPENSION BRIDGE

潘碧年遺著

編者謹按：本會畢業會員潘君碧年，為人沉毅寡言，任事忠勇盡心。前年起供職福建省公路局，屢為公務遠奔，危徑峻嶺，從無難色。去歲八月間，又因公他行，不期突遭匪綁，屈居匪窟，待遇惡劣不堪，因是深種病根。迨十二月設法贖出，方幸東歸，再効勞於社會。何如適值國軍圍剿之時，交通阻梗，以致抱病之身，步行六日。甫抵建陽麻沙，精力已疲憊不堪，竟爾在二十六日長逝途次。潘君為民衆之福利而捐其軀矣！噩耗遽傳，曷勝悲悼！潘君平素頗多研究心得，章帙滿目，此文即其一也。整理之間，覺其字裏行間，手澤猶新，而焉知潘君英魂，竟縈繚於武夷山畔耶！

Moment analysis of suspension bridge is a long and tedious work. Instead of working panel by panel only moments at each tenth or each twentieth point of the span will be determined.

Analysis based on the Elastic Theory will be taken as a preliminary consideration and that based on the Deflection Theory will then be investigated with,

Formulas applied will be given hereafter with brief explanation accompanied.

By the Elastic Theory:

1. The cable.

The cable is assumed to be perfectly flexible and taking no moment, i. e.

$$Mc = 0 = M_s - Hy.$$

H = horizontal tension of the cable (for a given loading, it is a constant at any section of the span.);

y = lever arm from the closing chord to cable;

$M_s$  = bending moment produced at any section of the span by the suspender loads and the reactions, calculated as for a simple beam.

The cable tension at any section is

$$T = H \sec \phi.$$

where  $\phi$  is the inclination of the cable to the horizontal at any point.

For parabolic cable, the lever arm is

$$y = \frac{4fx}{l^2} (l-x)$$

The origin of coordinates is taken at the left support, and

f = sag of cable,

l = span of cable,

At Support,

$$\tan \phi = \frac{4f}{l} = 4n.$$

$n = f/l$ .

Length of cable in main span is

$$\begin{aligned} L &= 2 \int_0^{\frac{l}{2}} [1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2]^{\frac{1}{2}} dx \\ &= \frac{l}{2} (1 + 16n^2)^{\frac{3}{2}} + \frac{l}{8n} \log_e [4n + (1 + 16n^2)^{\frac{1}{2}}] \end{aligned}$$

L may also be calculated approximately by

$$L = l \left(1 + \frac{8}{3} n^2\right)$$

2. The horizontal cable tension, H.

The horizontal cable tension, H, is statically indeterminate. It may be expressed as

$$H = - \frac{\int \frac{M'm}{EI} dx}{\int \frac{m^2 dx}{EI} + \int \frac{u^2 ds}{EI}}$$

where  $M'$  = bending moments in the stiffening truss under given loads, for  $H=1$ .

$m$  = bending moments in the stiffening truss with zero loading, for  $H=1$ .

$u$  = direct stresses in the cables, towers, and hangers with zero loading, for  $H=1$ .

$I$  = moments of inertia of the stiffening truss.

$A$  = areas of cross-section of cables, towers and hangers.

The bending moment in the stiffening truss may be expressed as

$$M = M' - M_s = M' - Hy$$

With zero loading,  $M = -Hy$ .

For  $H=1$ ,  $m = -y$ .

The stress at any section of the cable for  $H=1$  is

$$u = \frac{ds}{dx}$$

After substituting,

$$H = \frac{\frac{1}{EI} \int M'y dx}{\int \frac{y^2 dx}{EI} + \int \frac{ds^3}{EA dx^2}}$$

For 2F type with cable section uniform over all three spans,

$$\int_0^1 \frac{y^2}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int_0^1 \frac{16f^2 x^2 (1-x)^2 dx}{l^4} = \frac{8}{15EI} f^2 l.$$

$$\int \frac{ds^3}{EA dx^2} = \frac{2}{EA} \int_0^{l/2} \left(1 + 16 \frac{f^2 x^2}{l^4}\right)^{\frac{3}{2}} dx + \frac{2}{EA} \int_0^{l_2} \sec^2 \alpha dx.$$

$$= \frac{l}{EA} (1 + 8n^2) + \frac{2l_2}{EA} \sec^3 \alpha, \quad (\text{approx.})$$

Therefore

$$H = \frac{\frac{1}{EI} \int_0^1 M' y dx}{\frac{8f^2 l}{15EI} + \frac{l(1+8n^2)}{EA} + \frac{2l_2 \sec^3 \alpha}{EA}}$$

$$= \frac{\frac{3}{f^2 l} \int_0^1 M' y dx}{\frac{8}{5} + \frac{3l(1+8n^2)}{f^2 l A} + \frac{6l_2 \sec^3 \alpha_1}{f^2 l A}}$$

$$= \frac{\frac{3}{f^2 l} \int_0^1 M' y dx}{N}$$

$$N = \frac{8}{5} + \frac{3l(1+8n^2)}{f^2 l A} + \frac{6l_2 \sec^3 \alpha_1}{f^2 l A}$$

For single concentration P at a distance kl from either end,

$$\int_0^1 M' y dx = \frac{P}{3} f l^2 k (1 - 2k^2 + k^3) = \frac{P}{3} f l^2 B(k)$$

$$B(k) = k(1 - 2k^2 + k^3)$$

Then 
$$H = \frac{(3/f^2 l) \frac{P}{3} f l^2 B(k)}{N} = \frac{P}{N n} B(k)$$

For uniform load of P per unit length extended from the end to kl,

$$H = \frac{P}{N n} \int_0^k B(k) l dk = \frac{P l}{5 N n} F(k)$$

$$F(k) = \frac{5}{2} k^2 - \frac{5}{2} k^4 + k^5$$

3. Moments in the stiffening truss.

The moment at any section is  $M = M' - Hy$

when the main fully loaded,

$$\begin{aligned} \text{Total } M &= \frac{1}{2} px(1-x) - Hy \\ &= \frac{1}{2} px(1-x) - \frac{Pl}{5Nn} [F(k)]^{k=1} \frac{4fx(1-x)}{l^2} \\ &= \frac{1}{2} px(1-x) \left[ 1 - \frac{8}{5N} \right] \end{aligned}$$

To show the relations of the maximum, the minimum, and the total moments, influence lines must be constructed. The basic equation for the construction of the influence line is

$$M = M' - Hy = y \left( \frac{M'}{y} - H \right).$$

It may be shown that the graph of  $\frac{M'}{y}$  is a triangle with a height of  $\frac{l}{4f}$  at the section.

The graph of  $H$  is plotted through the equation  $H = \frac{1}{5Nn} B(k)$

By superposing  $M'/y$  on  $H$ , the required influence line will be then obtained. This influence line will have the form as shown below.

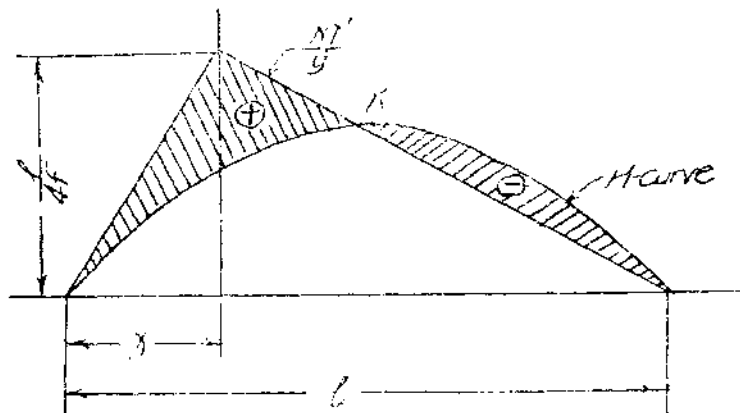


Fig. 1

Multiply any portion of the shaded areas by  $py$ , the corresponding moment may be obtained. The negative area gives the negative moment and the positive area gives the positive moment. The critical point  $k$  is given by the relation

$$c(k) = k + k^2 - k^3 = Nn \cdot \frac{x}{y}.$$

The maximum negative moment or the minimum moment will be

$$\text{Min. } M = -\frac{2px(1-x)}{5N} D(k),$$

where  $D(k) = (1-k)^2 [2-k-4k^2+3k^3]$

The maximum moment will be

$$\text{Max. } M = \text{Total } M - \text{Min. } M.$$

All formulas necessary are shown as above. The following example is worked to show their applications.

#### Example I.

By The Elastic Theory.

[1] Data and Dimensions.

$l = \text{Main span} = 50 \text{ at } 20' = 1,000'$

$l' = \text{Dist. c. to c. cable supports} = 1,000'$

$l_2 = \text{Dist. from tower to anchorage} = 300'$

$f = \text{Cable sag} = 100'$

$$n = \frac{f}{l} = \frac{1}{10}$$

$d = \text{Height of stiffening trusses} = 20'$

Mean chord section (gross):

top = 84□"

bottom = 132□"

I = Mean moment of inertia of truss section

$$= 84(12.23)^2 + 132(7.77)^2 = 20,560 \text{ in.}^2 \text{ ft.}^2$$

Width c. to c. of trusses = 32'

A = Cable section = 85□"

$$\tan \alpha_1 = \tan \phi_1 = 4n = 0.4$$

w = D. L. Per foot of cable = 2,540#

P = L.L. = 1,600 #/ft. of cable.

t = temperature variation = ±60°F

E = 30,000 kips/□"

Ewt = 11,720#\_c"

[2] Stress in cable

$$H_{D.L.} = \frac{wl^2}{8f} = \frac{2540 \times 1,000^2}{8 \times 100} = 3,175 \text{ kips.}$$

Total length of cable between anchorages is

$$\begin{aligned} L &= l \left( 1 + \frac{8}{3} n^2 \right) + 2l_2 \sec \alpha_1 = 1,000 \left[ 1 + \frac{8}{3} \left( \frac{1}{10} \right)^2 \right] + 2 \times 300 \times 1.077 \\ &= 1,026.667 + 646.200 = 1,672.867' \end{aligned}$$

more exactly,

$$\begin{aligned} L &= \frac{l}{8n} \left\{ \tan \phi_1 \sec \phi_1 + \log_e (\tan \phi_1 + \sec \phi_1) \right\} + 2l_2 \sec \alpha_1 \\ &= \frac{1000}{8} \left\{ 1.077 \times 0.4 + \log_e (1.477) \right\} + 646.200 \\ &= 1,250 \{ 0.408 + 0.3900 \} + 646.200 = 1026.025 + 646.2 = 1,672.225' \end{aligned}$$

$$N = \frac{8}{5} + \frac{3I}{Af^2} \cdot \frac{l'}{l} (1 + 8n^2) \cdot \frac{6I}{Af^2} \cdot \frac{l_2}{l} \sec^3 \alpha_1$$



$$= 1.6 + \frac{3 \times 20560}{85 \times 100^2} \times \frac{1000}{1000} (1 + 8 \times \frac{1}{10^2}) + \frac{6 \times 20560}{85 \times 100^2} \times \frac{300}{1000} \times 1.077^3$$

$$= 1.6 + 0.0784 + 0.0543 = 1.7327$$

$$H_{L.L.} = \frac{Pl}{5Nn} = \frac{1600 \times 1000}{5 \times 1.7327 \times \frac{1}{10}} = 1,847 \text{ kips.}$$

$$H_t = \frac{3EIwtL}{f^2Nl} = \frac{3 \times 11720 \times 20560 \times 1672.225}{100^2 \times 1.7327 \times 1000} = 70 \text{ kips}$$

$$\text{Max } H = H_{D.L.} + H_{L.L.} + H_t = 3175 + 1847 + 70$$

$$= 5092 \text{ kips.}$$

Max. Tension  $T_1 = H \sec \alpha_1 = 5092 \times 1.077 = 5490 \text{ kips at } 50.000\%$ ,  
req'd cable area =  $84.4 \square$ ", provided area =  $85 \square$ "

[3] Moments in the stiffening truss.

When the main span fully loaded,

$$\text{Total } M = \frac{1}{2} px(1-x) (1 - \frac{8}{5N}) = \frac{1}{2} ) Px (1-x) (1 - \frac{1}{5 \times 1.7327})$$

$$= \frac{1}{2} Px (1-x)(0.077)$$

Here we see that the stiffening truss takes only 7.7% of the bend moment.

At center of the span,

$$M = 0.077 \times \frac{Pl^2}{8} = 0.077 \times \frac{1600 \times 1000^2}{8} = 15,400 \text{ ft. kips.}$$

At other sections, the moments are proportional to the parabolic ordinates  $y$ .

Total Moments at sections in Main Span.

| Section( $\frac{x}{l}$ ) | Parabolic coefficients | Total Moment in ft. kips |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 0                        | 0.00                   | 0                        |
| 0.1                      | 0.36                   | +5,550                   |
| 0.2                      | 0.64                   | +9,860                   |
| 0.3                      | 0.84                   | +12,930                  |
| 0.4                      | 0.96                   | +14,780                  |
| 0.45                     | 0.99                   | +15,260                  |
| 0.5                      | 1.00                   | +15,400                  |
| 0.55                     | 0.99                   | +15,260                  |

For maximum and minimum moments, the critical points are found by solving

$$c(k) = Nn \frac{x}{y} = 0.17327 \frac{x}{y}$$

The minimum moments will be

$$\begin{aligned} \text{Min. } M &= -\frac{2Px(1-x)}{5N} \quad D(k) = \frac{-4}{5N-8} (\text{Total } M)[D(k)] \\ &= -6.06 (\text{Total } M) [D(k)]. \end{aligned}$$

Minimum Moments.

| $\frac{x}{l}$ | $\frac{y}{l}$ | $\frac{x}{y}$ | c(k) | k    | D(k)                  | Min. M (ft. kips) |
|---------------|---------------|---------------|------|------|-----------------------|-------------------|
| 0             | 0             |               |      |      |                       | 0                 |
| .1            | .036          | .278          | .482 | .390 | .437                  | -14,700           |
| .2            | .064          | .312          | .541 | .435 | .331                  | -19,800           |
| .3            | .084          | .557          | .618 | .496 | .230                  | -18,000           |
| .4            | .096          | .417          | .723 | .582 | .115                  | -10,300           |
| .45           | .099          | .455          | .788 | .641 | .065 + .002<br>= .067 | -6,200            |
| .5            | .100          | .500          | .867 | .724 | .025 + .025<br>= .050 | -4,670            |
| .55           | .099          | .555          | .962 | .857 | .002 + .065<br>= .067 | -6,200            |

For All sections between  $x = \frac{N}{4} l = .433 l$  and the symmetrical point  $x = .567 l$ , a correction is made in the above table for the 2nd. critical point.

To find the maximum moments,

$$\text{Max. } M = \text{Total } M - \text{Min. } M$$

#### Maximum Moments

| x<br>l | Total M<br>(ft.kips) | Min. M<br>(ft. kips) | Max. M<br>(ft. kips) | Temperature<br>moments<br>$M_t$<br>(ft. kips) | Max. $M + M_t$<br>(ft. kips) |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|---|------------------------------|
| 0      | 0                    | 0                    | 0                    | 0   | 0                            |
| •1     | +5,500               | -14,700              | +20,250              | $\pm 2,520$                                   | +22,770                      |
| •2     | +9,860               | -19,800              | +29,000              | $\pm 4,480$                                   | +33,480                      |
| •3     | +12,930              | -18,000              | +30,930              | $\pm 5,870$                                   | +36,800                      |
| •4     | +14,780              | -10,300              | +25,080              | $\pm 6,720$                                   | +31,800                      |
| •45    | +15,260              | -6,200               | +21,460              | $\pm 6,920$                                   | +28,380                      |
| •5     | +15,400              | -4,670               | +20,070              | $\pm 7,000$                                   | +27,070                      |
| •55    | +15,260              | -6,200               | +21,460              | $\pm 6,920$                                   | +28,380                      |

The values of  $M_t$  in the fifth column are calculated by the formula  $M_t = -H_t y$ . As calculated previous  $H_t = 70$  kips.

At center of span,

$$M_t = -H_t f = -70 \times 100 = -7,000 \text{ ft. kips.}$$

(未完)

## 江蘇省建設廳疏浚鎮武運河工賑情形

### 層 達

- [一] 緒言
- [二] 設計情形
- [三] 測勘經過
  - (甲) 水準測量 (乙) 断面測量 (丙) 水位調查
- [四] 土方估計
- [五] 施工原則
- [六] 施工情形
- [七] 施工技術
  - [A] 築壩工程
    - (甲) 種類 (乙) 原則 (丙) 方法
  - [B] 戽水工程
    - (甲) 戽水機 (乙) 水車 (丙) 掃水機
  - [C] 土方工程
    - (甲) 土工困難 (乙) 挖土方法 (丙) 壩箱開挖
- [八] 災工
- [九] 行政系統
  - (甲) 工賑處組織法 (乙) 各段辦事細則
- [十] 經費預算
- [十一] 變更與擴充
  - (甲) 變更 (乙) 擴充
- [十二] 結論

## 〔一〕 緒言

談起江南，沒一個不說是富庶之區，但是近年來，因為受到農村經濟的崩潰，洋貨傾銷的影響，富庶已經早就談不到了。然而江南出產比較豐富，農村仍多副業，養蠶等的利益，雖然沒有從前的好，總還得勉強維持，不過大家都在鬧窮而已。自從去年的空前大旱光臨之後，那個情景可就完全不同了！我很奇怪，近來常常看見一羣羣的鄉下婦女，背着一個個的布包，在城市裏東奔西跑的找工作做，她們的希望很小，只要三餐沒有問題便足夠了。這次因為沿河測量斷面，又順便的看到，聽到，東村的人，在吃草皮，西村的人，在吃糊粥！因此提起了好奇心，我便作一個這次受災的損失統計，咳！實在太可怕了！受災的田畝面積有 49,453,000 市畝，受災的人口有 6,552,000 人，主要農作物的損失在 218,000,000 元以上。

江蘇省政府，看到這種空前的慘旱，覺得實在不應該坐視着一般愚庸而規矩的農民餓死。一方面恐怕農民在不能生活的狀態下，發生意想不到的事變；他方面因為受了這次大旱災的警告，總要作將來的預防。雖然此刻修明水利，無異於賊出關門，然而“亡羊補牢未為晚也”，因此當局便下了一個最大的決心，在這民窮財盡的當兒，用着九牛二虎之力，發行了二千萬的所謂水利建設公債，又化盡心血向上海銀行團抵押現款一千零二十萬元，以尾數二十萬元修理興築公路，以六百萬元導淮入海，以三百萬元分辦疏浚鎮武運河，宜溧金丹，和赤山湖的工賑，以一百萬元分助各縣河流的疏浚，規定自十一月起到五月底上，一律完成。

鎮武運河，自鎮江江口至武進止，雖然不如從前漕運時候的那麼重要，可是在商運上，鎮市的交通上，仍舊有牠相當的地位。最初，這運河本來是一年一小挑，六年一大挑，後來因為漕運廢了之後，津浦鐵路貫通，南北交通並不靠牠，所以漸漸的一段段淤塞起來了。在遜清光緒二十八年，也是因為運河不修，為害農田，易成旱災，為了這緣故，清廷便派撫台剛毅來開浚，那時也

因為鎮江到武進一段，淤塞較甚，就專開這段。這件事情距今不過三十年，當時開浚的一班員工，仍舊在着，我逢路遇着他們詢問，據說那時疏浚的新河底是五丈，每方土的價格是二百五十文，（當然一方是一裁方，合 4.28 公方。當時的洋價大約一千一百文）平均連難工不過三百文一方，是廿八年十月開工，到廿九年的二月底完竣，一切工程都由當地士紳主持，士紳們並不取一文錢的生活費，真是有服務桑梓的精神。總結起來，自鎮江小京口起到武進無錫交界的五牧村止，共計用了六十八萬千文，大約六十萬元的光景。當時最感困難的便是戽水，因為沒有戽水機，是用人工車水的緣故。以上可說是關於疏浚鎮武段的由來和歷史。

## 〔二〕 設計情形

疏浚本段運河之先，便組織了一個整理運河討論會，集合了很多的富於經驗長於學識的專家來研究。研究的結果，照目前政府所辦得到的經濟力量，規定了最低的希望，希望終年能容九百噸以上的船隻，底寬至少二十公尺，終年水深在三公尺以上，但是要實行這個計劃，便要使運河底浚深到太湖最底水位以下三公尺，庶使太湖裏的水，可以逆行而上，並且在通長江的各個地方，設堰閘以限制江水的倒流；或者在鎮江石塘灣地方建船閘，維持兩閘間的水位至少在六公尺以上。以上所說的兩個方法雖然是極好，但第一個方法需要挖二千萬立方公尺的土，而且沿河的岸都是很高，不易出土，加之還要築通江各口的堰閘，約計要六百八十五萬元左右。就是第二個方法，也要一百五十萬元，而政府方面的經濟力量僅有百萬元。尤其是工賑的目的是在救濟災民，最好每一文錢都能到災民手裏，但是造閘等的工程費，和災民偏沒有直接的關係，所以在不得已和沒有辦法的當中想一個比較有益的辦法，就是把鎮武段範圍劃定，自鎮江平政橋起，到武進東門外東倉橋止，並且加浚丹陽練湖，丹陽小城河，和丹徒支河，總長約有八十五公里，河底寬因為經濟的關係改二十公尺為十四公尺，深度仍舊照原定計劃一

律浚到最低水位以下三公尺,全河縱坡規定與實測歷年最低水位綫相並行,約計是 1:77030 (武高鎮低)。共計約有土方五百萬方,按照工賑單價合銀五十萬元,外加築壩,戽水,管理與預備等費,共約八十萬元,沿河並不建造船閘;另外二十萬元整理練湖,一共需一百萬元。

### 〔三〕 測勘經過

本段運河開浚的計劃既已決定,而且經費也已有着落,所以建設廳就在十一月初組織測量隊,從鎮江平政橋起,一直測到武進東門外東倉橋止。原定二十天,連同測量繪圖等事情一律趕完,因為其中有七八天下雨,先後共計有一個月才完結,爲了急於開工,而且主要的目的是疏浚,所以平面測量是省去了,這次測量的主要工作便是水準和斷面。

(甲) 水準測量 全河測量的範圍自鎮江平政橋起,到武進東倉橋止,計長 88.326 公里,丹陽小運河計長 2.3 公里,丹徒支河計長 0.93 公里,總共長度是 91.556 公里,所有水準高度都以吳淞平均海水零點做標準,借用太湖水利會,京滬鐵路,江蘇水利局等的已成水標 (B. M.) 高度來斷定河身的高低,並且在沿途相距適當的遠度,選舊建築物做臨時水標。

(乙) 斷面測量 在測量時期,因為河水較高而且自呂城起到奔牛武進一帶,極爲擁擠, (俗名擠河) 所以測量斷面很不容易,因此爲迅速起見,特組織兩組同時進行。規定每距一百公尺,測一個橫斷面,如果遇到河面彎曲的時候,按據實際情形,酌量增加斷面,運河幹綫中共有斷面 877 個,丹陽小城河 25 個,丹徒支河 11 個,一共實測 913 個。

(丙) 水位調查 這次測量,沿途探聽水位的高低,然而終久因爲不能詳細週密,後來展開太湖水利委員會歷年水位的記載,和這次測量所得的經驗,得到下面的水位表。

| 地 點 | 最 高 水 位      |           | 最 低 水 位      |           | 觀 測 時 期   |      |
|-----|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------|------|
|     | 吳淞零點<br>以上公尺 | 年 月 日     | 吳淞零點<br>以上公尺 | 年 月 日     | 年月日起      | 年月日止 |
| 鎮 江 | 7.82         | 20, 8, 25 | 1.48         | 23, 2, 10 | 19, 3, 7  | 迄 今  |
| 丹 陽 | 7.63         | 20, 7, 14 | 2.70         | 23, 2, 21 | 17, 7, 16 | 迄 今  |
| 奔 牛 | 6.14         | 20, 7, 10 | 2.22         | 15, 2, 6  | 11, 7, 20 | 迄 今  |
| 武 進 | 5.59         | 20, 7, 25 | 2.38         | 14, 5, 9  | 12, 2, 6  | 迄 今  |
| 無 錫 | 4.70         | 20, 8, 11 | 1.92         | 23, 8, 26 | 12, 1, 1  | 迄 今  |
| 蘇 州 | 4.00         | 20, 7, 31 | 1.82         | 23, 8, 26 | 13, 1, 1  | 迄 今  |

#### [四] 土方估計

因爲河底形狀並不是一個直綫形,所以求面積比較困難,這次我們爲省時起見,一律用求積器繪算.先將每個斷面的面積求出,乘以距離,得到土方.土方估計的結果,自鎮江平政橋起到南門計 209,942 公方,到武進東倉橋 3,399,111 公方,丹陽小城河 94,129 公方,丹徒支河 59,148 公方;共計需開挖 3,762,330 公方;其他的如練湖的圍堤約 180,000 公方,練湖沖溝約需出土 230,000 公方.

#### [五] 施工原則

本段運河既已有一定的預算,又有實測的斷面,所以商定了四大原則.根據這四大原則,看當地情形,的量的放大或縮小.

- (1) 新河底一律高出吳淞平均零點以上半公尺.
- (2) 河底寬度一律爲十四公尺,但是在市鎮區域可以酌量減狹,藉免拆去房屋太多.
- (3) 兩岸坡度一律浚成 1 與 2 的比例.
- (4) 遇到兩岸過於陡峻的地方,河底寬度改成十公尺,岸級仍舊用 1 比 2, 或者 1 比 1.25.

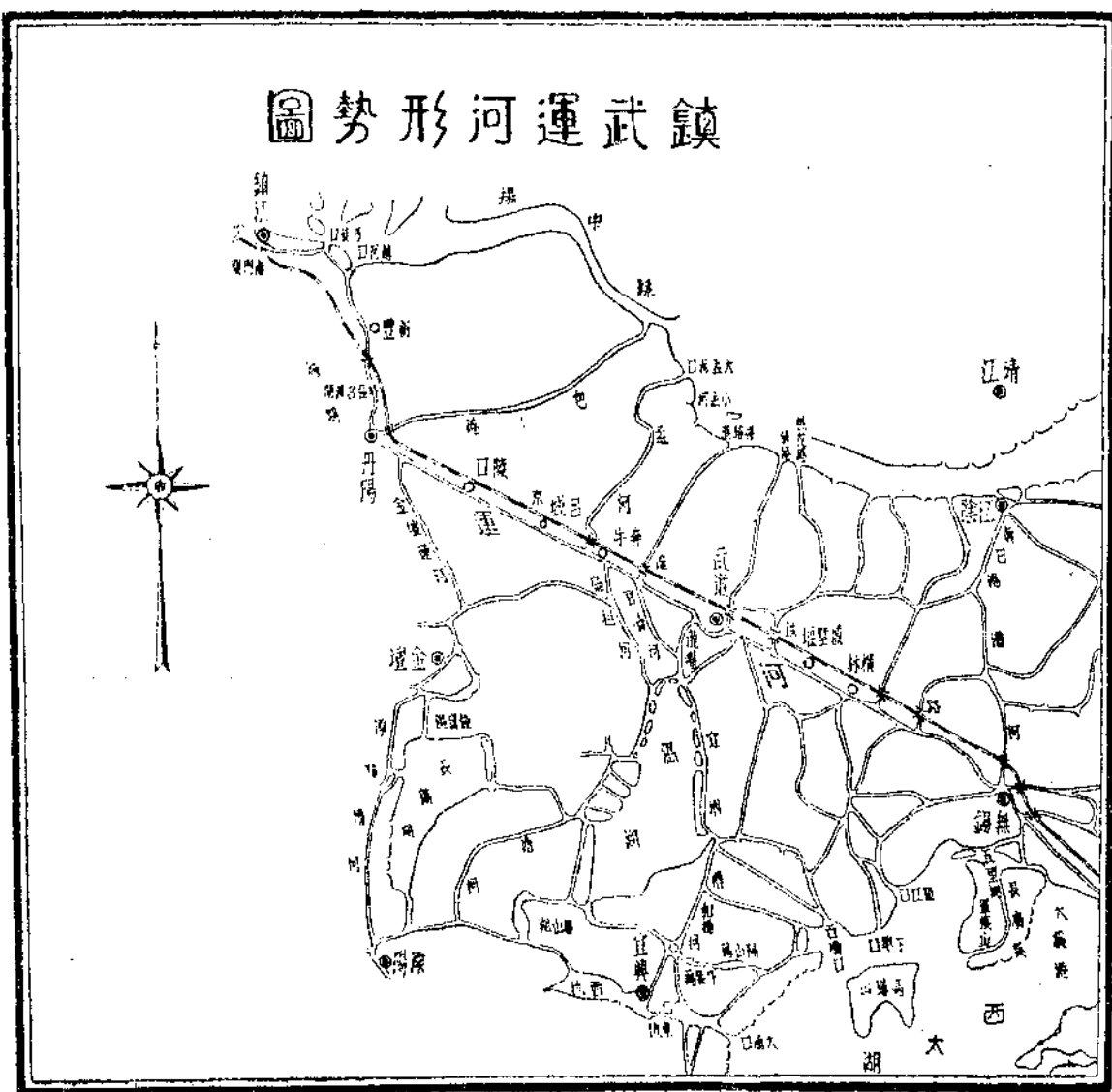


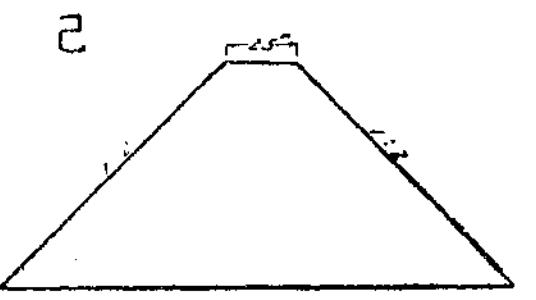
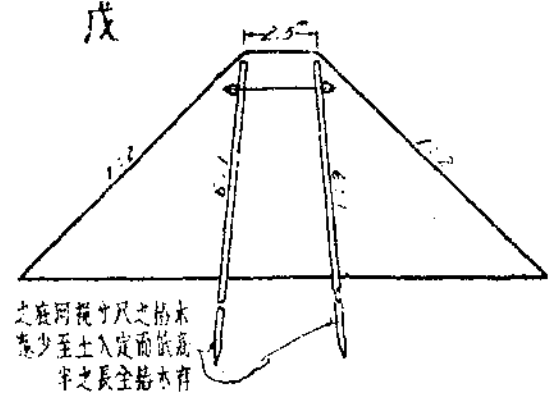
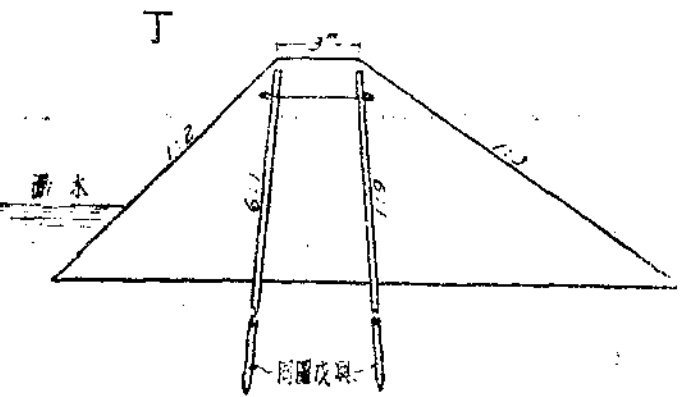
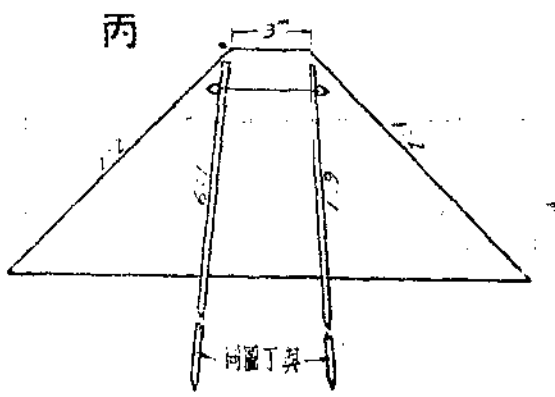
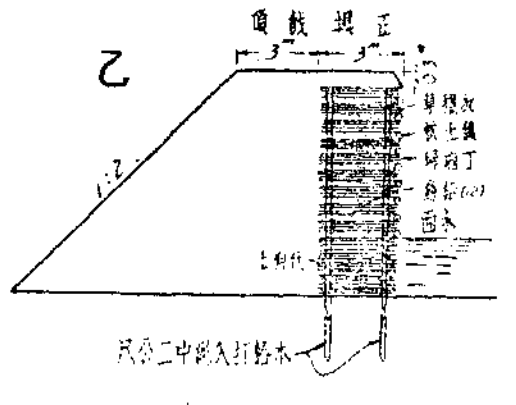
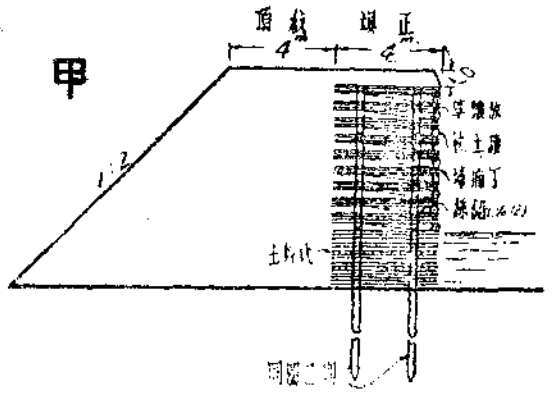
## 〔六〕 施工情形

鎮武段的運河所需要疏濬的，長約九十多公里，決非幾個人所能動工，爲着收分工合作的効果起見，分成七段，連丹陽練湖一共八段。後來因爲河底改成十四公尺，土方減少，將七段改成六段。除第一段外每段約開土方七十萬方。鎮丹間的單位土方較多，路綫較短，靠武進的單位土方較少，路綫便長到二十多公里。廳令各縣召集災民共計有四萬人，在九十個晴天中，預備完竣。

各古縣災工的召集，是根據各縣災情的輕重，和地點的遠近而支配。這次應募的工夫，計鎮江 9600 人，丹陽 8000 人，武進 9600 人，宜興 3600 人，金壇 6000 人，句容 4800 人，共計 41600 名。至於各段的分配，因爲工程的，經濟的，地理的關係，分別如下面：第一段自鎮江平政橋起到南門水閘止，僅長 4.226 公里，開挖的土方約計有二十多萬公方，但是因爲在市區範圍以內，路綫雖短，工程倒不容易。而且以前運河討論會，對於原有的運河路綫，因爲房屋沿河的太多，不易發展運輸力，有過改道的表示，而改道和普道的交點又在距舊河共二十多公里的地方，所以當時第一段暫緩興工，而第二段就先從二十多公里的地方做起。第三第四兩段以丹陽鎮江兩縣交界處分界。第五第六段以丹陽武進交界處做分界。丹徒支河歸併在第二段中。丹陽的小城河劃到第四段中。因爲丹陽的大城河就是運河的幹線，所以爲便利居民的飲水問題起見，先開大城河，將大城河的水打入小城河，將來大城河完工的時候，再開小城河。第四第五段交界的地方在丹陽縣東的寶塔灣，到八里橋大概三公里多，相傳有翻砂，非但隨開隨起，而且掘土困難，泉水上湧，抽水極端的不易，將來或者空出，待四五兩段將完工時，用兩段的人力機力來合作完成牠。第六段自武進丹陽交界起到武進東倉橋止，長約 27.5 公里，除呂城奔牛一段外，其餘都靠鎮澄路，運輸監督，都較便利，而且出土的岸級也不十分高，是各段中最易的一段；不過工程雖然簡單，而接近武進，船隻木排終年淤積，斷

# 鎮武運河形勢圖

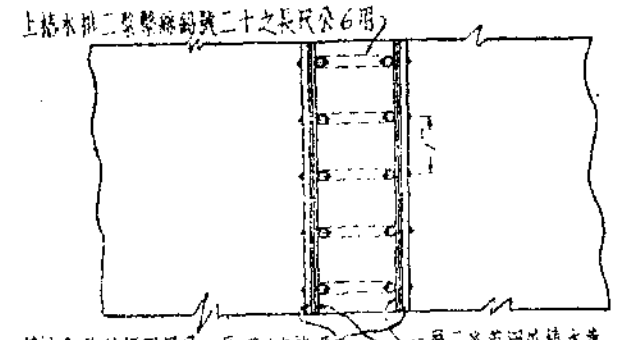
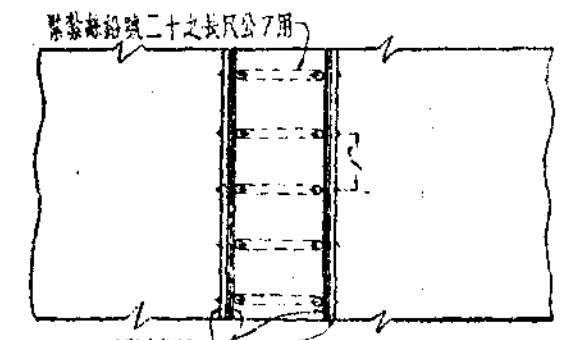
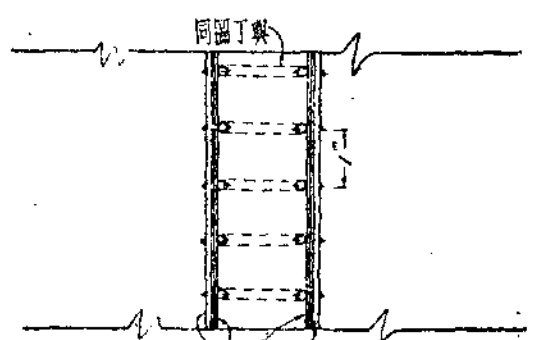
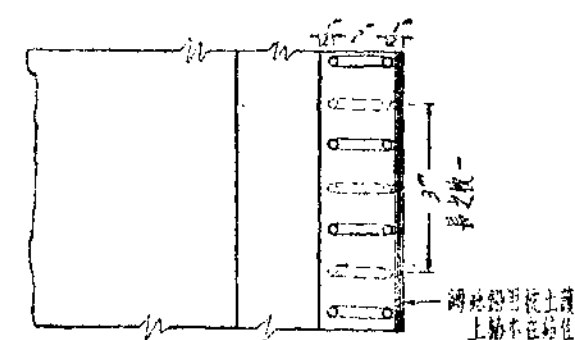
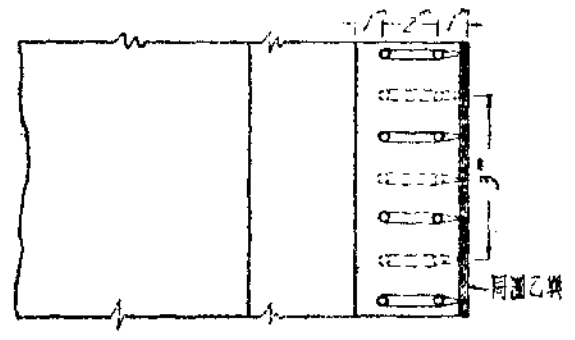




面

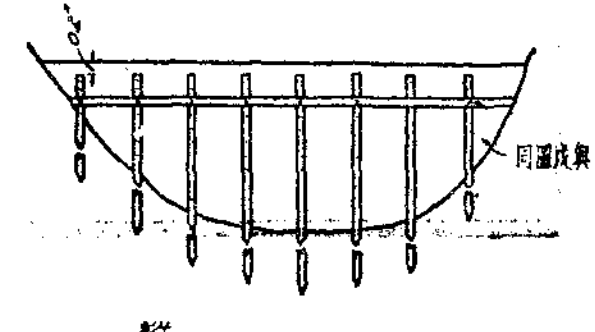
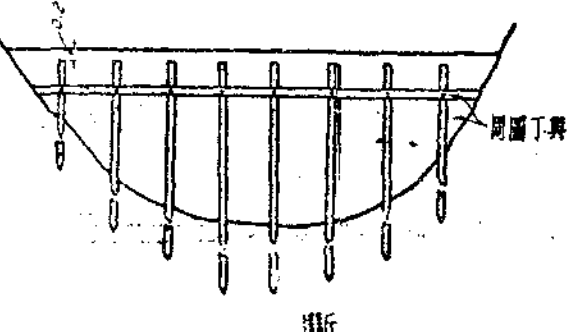
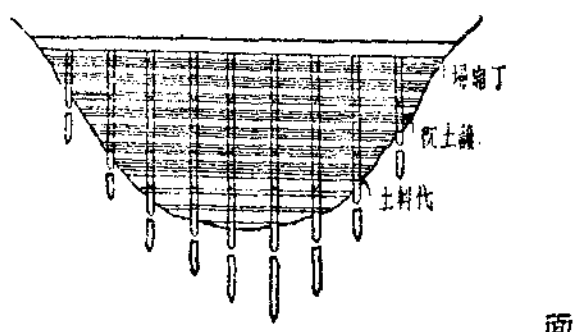
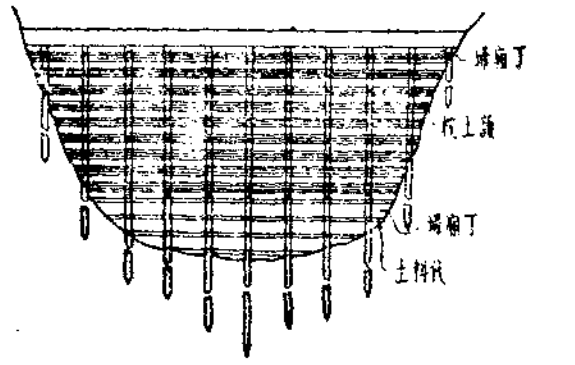
斷

橫



面

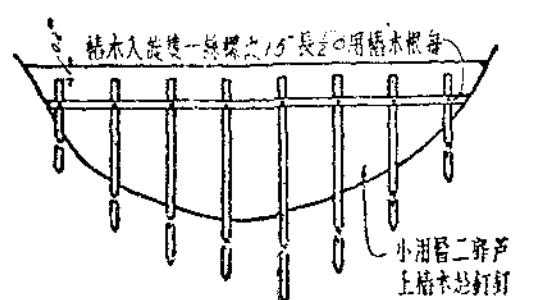
平



面

斷

縱

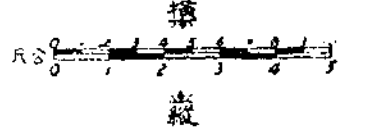


明說  
 高處出高定規度高頂端(1)  
 尺公一依水  
 湖吳定規度高頂端現分(2)  
 半尺公區上吹袋季  
 參度高頂端之定規端各(3)  
 表計估互壩基本款

### 霧賑互河運武鎮設訊

### 畫劃計互壩

尺例比



月一十年三廿國民

流戽水,却很困難。

### [七] 施工技術

這次我們的目的是“疏浚”,所以一切的設施以“疏通”“浚深”為目的。換句話說,就是只管深淺通流,而不管河身的曲折和塌漲。因此工程方面倒是很簡單的,施工的技術大抵可以分為三種。

[A] 築壩工程 因為要疏通和浚深,所以先設法斷各方面的支流,使水源不通,然後再將水抽乾。支河有大小,有的有潮水,有的僅僅是淤水壩工的大小,也就因之而定。

(甲) 種類 壩工而適合于運河工程的,本工程處採用兩種樣子,一種叫草土壩,一種叫土壩。草土壩是朝水面用柴草木樁等一類的東西,用牠來分散水浪的力量,背水面是仍舊用土壩的。土壩是專門用土夯實的,或者在土壩的當中打二排樁,樁上加以蘆屏等物,用來擋泥,不過這種土壩即使有樁木也只宜用在小支河,或沒有潮水的河,因為潮水每次的擊打,可以使土壩上的泥土帶去,結果發生危險,甚至塌倒的。

(乙) 原則 築壩的原則大抵有四種:

(1) 各支河口的壩頂高,應當高出歷年所得的最高水位以上一公尺,因為土壩頂不能有一次的被水沖過,假如一旦水流上沖,那麼壩基一壞,便是永遠的無法收拾。

(2) 各壩的木樁務必打入土中一半,或者近乎一半,假如土太少,仍舊有被土推倒的危險。

(3) 草土壩頂的寬度大約是四公尺三公尺兩種,土壩頂寬大概用三公尺或二公尺半,這都視河面而定。

(4) 因為增加木樁的効率起見,將木樁打成六比一的斜坡。

(丙) 方法 在沒有築壩以前,先勘定築壩地點,而這築壩地點的選擇,也是很值得注意的。第一件要注意的,是這壩築了以後,水位的增高,是不

是妨害農田,第二件要注意的,這壩基是否穩固,河底下有沒有翻砂現象,第三件要注意的,這個斷面的大小,是否在這支河裏最經濟的一個斷面。至於築壩的方法應當注意者為:

(1) 材料的購取 不論土壩,草土壩,都有用材料的地方,而尤其重要的便是其中的木樁,凡是削梢,中空的木樁,一律不得用。

(2) 打樁的方法 樁木的打入極應當注意,一定要防止工人偷挖漕子,而樁頭上一定要用鐵箍套住,以防打樁時的損壞。

(3) 草土壩築法 草土壩的築法,比較土壩稍許複雜些,最初看河面的寬狹,和河流平行的釘兩三排木樁,每排木樁大抵四五根,在岸灘上也釘幾個木橛的小樁,在河中的木樁上釘一根橫檔木,在岸上的每一個木樁上繫一根繩,另一個繩頭便繫在河中的排樁的一個木樁上,有幾根樁便有幾根繩,在小樁上的繩頭是擊死的,在河中的排樁上的繩是可以鬆動的,繩既已繫好,便將一捆捆的蘆柴放在繩上,放滿一層,就在柴上挑些泥土,土與柴的比例是二與八。如此類推的,一層柴,一層土,放了兩三層,再拿繫在河中排樁上的繩各根同時放下,使這些柴土下水。又恐怕這柴土等的漂流,所以草土壩的朝水面和背水面放幾個騎馬後尾橛,兩排打入土中,(這個土便是方才挑在草柴上的)這是在水面下底,在水面的也是用這個方法,但是土柴的比五與五。而且出水以後為防止浪水的衝擊,將來泥土的被帶去,又在朝水的一頭橫加些草枕,到距原定壩頂少三十公分時候,便用三十公分的保險土。(見壩工圖甲)

(4) 土壩的築法 土壩的築法比較草土壩更便當,如果不用樁木的土壩,便只要拿土每堆三十公分夯一法便夠了,堆成一個梯形的土壩。如果用木樁,那麼便麻煩一些,木樁分二排,排與排的當中相隔三公尺,每排木樁都用橫檔木,用螺絲釘釘緊,在橫檔木和木樁之中,夾兩層蘆扉,蘆扉用小釘釘在木樁上,一切都完備了,再拿十二號鉛絲將二排木樁繫緊,上面再加土,做

成梯形的形狀。

[B] 戽水工程 講到戽水工程,的確在這科學昌明的時代,並不是一樁難事情,不過事雖不難,而因戽水而發生的枝節問題却也極多。

(甲) 戽水機 用戽水機戽水當然是很快,而且駕駛也很易,不過用戽水機也須有幾種顧慮。

(1) 戽水機只便利於抽水高位的時候,因為水位較低或者極低的時候,河底總是高低不平,水不能流通,或者水流太緩,水量不足,不夠吸收戽出。

(2) 戽水機的地位困難,戽水機需要一個較大較平坦的地方,而且戽水機一開便有振動,在河邊每不易找到一個平坦而堅固的地方,萬一不幸進水管在翻砂附近,那簡直是麻煩極了。

(3) 戽水機的普通抽水量,如用吾國出品柴油抽水機,出水量大概如下表。

| 抽水機<br>管直徑 | 抽水高度 |      |      |     |      |     |     |      |     |      |      |     |
|------------|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|
|            | 12呎  |      |      | 20呎 |      |     | 28呎 |      |     | 36呎  |      |     |
|            | I    | II   | III  | I   | II   | III | I   | II   | III | I    | II   | III |
| 6吋         | 650  | 525  | 4.0  | 820 | 640  | 7   | 980 | 750  | 11  | 1100 | 840  | 16  |
| 8吋         | 560  | 800  | 5.5  | 710 | 1050 | 11  | 840 | 1150 | 17  | 950  | 1300 | 24  |
| 6吋         | 490  | 1150 | 8.0  | 615 | 1508 | 15  | 740 | 1600 | 24  | 830  | 1800 | 34  |
| 11吋        | 440  | 1650 | 10.5 | 550 | 2150 | 20  | 650 | 2400 | 34  | 730  | 2600 | 48  |

表中 I 為抽水機每分鐘週轉數,II 為每分鐘出水量(加侖),III 為拖動需用之馬力。

(乙) 水車 水車雖然是一個很舊很笨的人工方法,但是便於移動,所以在戽水機力所不能達到的地方,也是非常的需要。

(1) 自河底中的低處水打到高處。

(2) 便於吸收岸水機不能屏的水量。

利用以上的方法,河水雖然不易吸乾,也將近吸乾了。

(丙) 掃水枕 河水決不會乾,而且屏水機,水車的力量一定不能夠抽水抽到完淨,所以又想出一個掃水枕。掃水枕可以用稻草捆成一大扎,中間放些重的東西,使枕的重量可以增加。用人力將這個掃水枕放在河中心沿着拖,這一來,雖極細極微的水量,也可以到龍溝裏去。

[C] 土方工程 土方工程原來是極簡單,不過因為挖土的工人,大部份是招自鄉間,他們沒有挖土的工程經驗,所以這次關於土方的開挖,除釘定中心樁外,再釘坡樁, (Slope stake) 釘了坡樁仍恐不夠,在坡樁之外,更劃一條灰線。

#### (甲) 土工困難

(1) 翻沙 河底情形,實在是可以左右開挖工程,有時新底中發現翻砂,便可使工程受到極大的障礙。目前應付翻砂的河底,除掉多雇些人員開挑外,其餘的方法還沒有健全的發明。

(2) 泉水 第二個困難問題就是泉水。泉水的份量雖然不致於使已乾的河流漲滿起來,但是能將盡而未盡的水,永遠盤旋在河底裏,使河中的泥不易開挑。

(3) 峻岸 第三個困難問題便是沿河兩岸的峭坡。在本段運河丹陽的新豐,武進南門的懷德橋一帶,除掉河底裏應走的幾十步外,還要挑一百三十多階的山坡,這種天然的困難也極容易阻礙工程的速展的。

(4) 市區 第四個困難問題,便是市區運河的出土問題。沿市區的河岸雖然是很平坦,可是商店林立,簡直找不到一個堆土的地方,即使有一塊小小的平地,又是有相當的地價,況且,沿河全是房屋,連一條小弄也很難找,所以這個問題也很困難的。

因為有以上的四大困難,所以實施土方工程的時候,為補救峻岸和市

區的出土困難起見，採取不同的單價，為避免泉水的阻礙工作起見，在河底開一個水溝，俗稱“龍溝”使泉水滲水，都流入龍溝中，再用抽水機將溝內的水洩不斷的抽打。

(乙) 挖土方法 出土問題固然以龍溝，或者增高單價而解決，不過在施工技術上的改良，成效當然更宏大。現在將出土的三種方法分述：

(1) 兩岸情形相同者 凡是遇到河岸兩邊都是相同的時候，或者兩邊同時可以出土的時候，如圖(Ⅰ)，可以先拿 1 挖去，挖到設計的深度，做洩水溝；再將 2 挖去，留下小土埂 3；第三步再去小土埂。

(2) 右岸出土困難者 凡是遇到右岸出土困難的時候，如圖(Ⅱ)，先挖 1 運送到左岸，再將水放到 1 中，分層挖 2，留下土埂 3，防止水浸到 2，等到 2 已經挖完，再去 3。

(3) 左岸出土困難者 開挖步驟和(2)同，不過左右次序適相反。

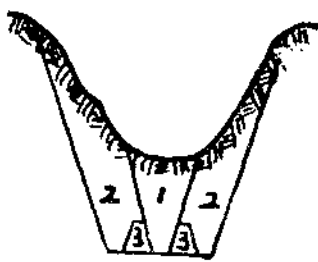


圖 一

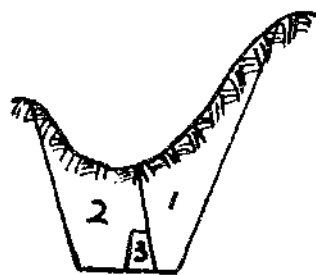


圖 二

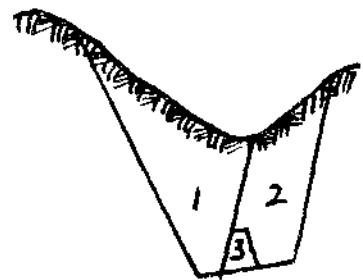


圖 三

(丙) 壩箱開挖 挖土工程完竣的時候，便要打算通流。換句話說，就要開壩。但是俗話說“築壩容易開壩難”，築壩的時候大抵水位很低，而開壩的時候，水位一定是較高，所以拆壩也要想和築壩一般一担担的泥挑出來，那是事實上所不允許的。一部份的泥土既不能挑出來，而唯一的開壩方法，便是藉水力來沖洗掉，因此這部份被沖洗的泥土的留藏，不得不預先做一個凹低的潭，使泥土被沖後落入潭中，對整個的河底仍舊沒有影響。這種



潭的設施,就叫做壩箱,在土方開挖將完的時候就應當準備這種設備。

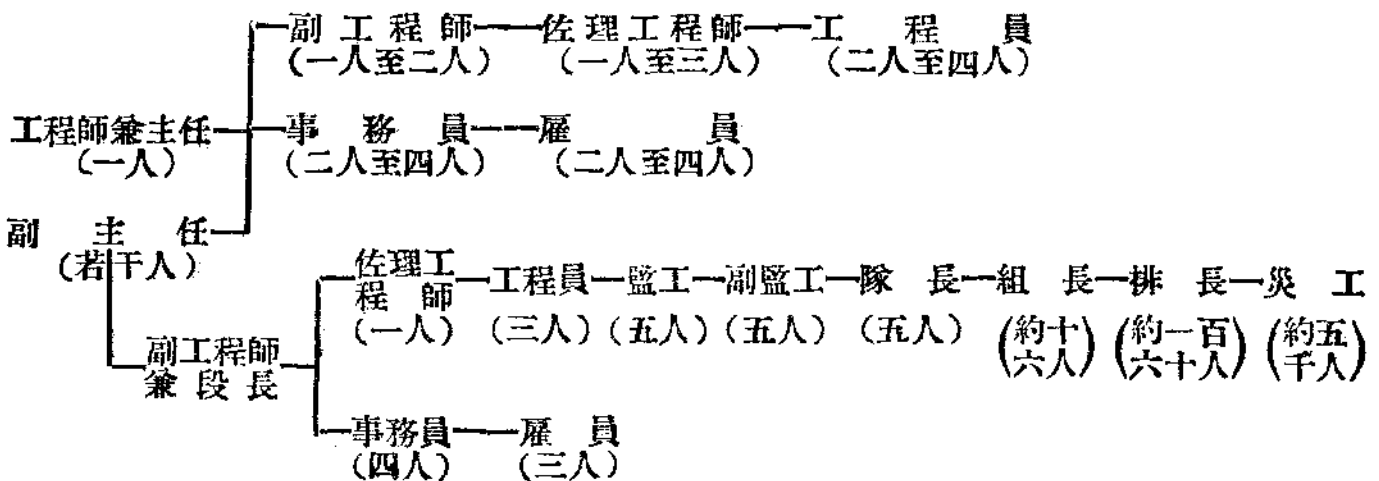
[八] 災工

工賑的目的在使受災的人民有吃飯的機會,所以這次規定凡是四鄉各鎮的災民,祇要能耐勞苦,願來操作,都可以接收。但是工賑處對災工的編制,因為事情既是麻煩,而且各段對於當地的農民又各不接近,所以省方就委定有關係的各縣縣長擔任副主任,專任募集災工的事情。至於災工的組織,為增加工作效率起見,編制一律軍隊化,每三十人稱為一排,一排設排長一人,經營金錢伙食及接洽的事情。此外在有空暇的時候,也須要操作。十排成一組,每組設組長一人,每三組或四組成為一隊,每隊設隊長一人。組長和隊長由縣長擇定有關係的區長,鄉長,鎮長充任,不取賑糧,由工賑處給予津貼,十五元,二十元,為防止工夫在地方上滋擾起見,再由縣政府派定護工隊,來防止意外。

[九] 行政系統

行政系統的規定,是經過二十三年九月七日江蘇省政府第六百八十七次會議所通過。現在本處上下,一概按照所規定的實行,確是一種實是求是的進行。

(甲) 工賑處組織法 工賑處及分段組織系統表列如次:



(乙) 各段辦事細則 茲將所定細則擇要摘錄數條如下:

(1) 主任職掌事項列要如次:擬具測量及施工計劃,實施工程並督率進行(本處工程至少每週巡視一次),承領並督發賑糧賑款,彙編一切報告,會同有關縣長辦理招集編配及管理工夫,協商有關縣長維護工作及處理工賑與地方有關事項,編造經費及發賑預決算表冊,領購工具材料,統理本處其他一切事項。

(2) 副主任商同主任主辦招集編配及管理工夫,維護工作及處理工賑與地方有關事項。

(3) 各段段長職掌事項列要如次:辦理測量計算土方,實施工程並督率進行(本段工程至少每三日巡視一次),領發賑糧賑款,編造一切報告,會同有關區鄉鎮長辦理編配及管理工夫,協商有關區鄉鎮長維護工作及處理與工賑與地方有關事項,復核及驗收土方,保管工具材料,統理本段其他一切事項。

(4) 副工程師佐理工程師工程員各承長官之命辦理一切技術事項,事務員雇員各承長官之命辦理發賑及一切事務。

(5) 正副監工承長官之命監督及收量土方並管理其他有關工程,正監工並應負所轄隊工作全責。

(6) 各職員及排組隊長應絕對服從長官命令。

(7) 各職員除因疾病或特別事故外,概不得請假,其請假在一星期以上者,應委人員須先呈廳核准;薦委或處委人員須責令覓相當人員代理。

(8) 星期日及例假概不休息。

#### [十] 經費預算

本段的土以單價每方一角為限,連加各項經費合計銀壹百萬元,現在將疏浚鎮武運河經費預算書錄下:

| 項 目        | 預算數(元)    | 備 註  |
|------------|-----------|--|
| 普通浚河土方費    | 376,233   | 運河土方合計 3,762,330 公方,每公方以一角計。                         |
| 難工浚河土方費    | 96,000    | 丹陽以西,河岸峻峭,計有難工土方 2,400,000 公方,每公方加四分。                |
| 運河口改道增加土方費 | 112,000   | 運河改道,需增加土方 800,000 公方,開挖深度,平均有 16 公尺,自屬難工,每公方以一角四分計。 |
| 練湖土方費      | 41,000    | 遵照廳令預算。  |
| 練湖開涵費      | 140,000   | 遵照辦令預算。  |
| 施工測量費      | 2,749     | 鎮武運河測量費 1,749 元,練湖測量費 1,100 元。                       |
| 開辦費        | 1,800     |  |
| 築壩拆壩費      | 30,000    |  |
| 厚水費        | 50,000    |  |
| 搭棚費        | 17,000    |  |
| 跳板費        | 5,000     |  |
| 雜費         | 5,000     |  |
| 隊長津貼       | 3,500     | 隊長 35 人,每人月支 20 元,以五個月計算                             |
| 組長貼津       | 10,200    | 組長 136 人,每人月支 15 元,五個月計算。                            |
| 處段經常費      | 85,710    |  |
| 預備費        | 23,808    | 運河新道及練湖,為未測量,或有溢出之處,及其他警衛等費。                         |
| 共 計        | 1,000,000 |  |

### [十一] 變更與擴充

本段運河,原定計劃,因環境關係,或有不能適用處,成立迄今,改革甚多。

(甲) 變更 在沒有測量之前,先估計鎮江到武進的土方,約計為五

百萬方，以每方一角計合洋五十萬元，後來因為實測的結果，僅有三百七十多萬方，與原來土方相差壹百五十萬方之多。而據武進民衆的要求，要開挖武進到無錫的一段，所以在這有餘力的情況下，便接受了這個要求，因即增設第七段，自武進東倉橋起至洛社爲止。第七段在元旦後成立，現已測繪完竣，合計三十餘萬方。總工程處又以第七段土方較少，第六段路線較長（27.5公里），將第六段的武進城區劃入第七段，所以現在第七段共長三十一公里，第六段二十公里，第七段土方四十四萬方，第六段四十五萬方。但是因為江南民性好逸，不能耐苦，實驗的結果，以一角錢一方的單價，泥夫吃飯都不能飽，因此，泥夫迫於飢餓，棄工作而走，結果工程停頓。廳方有鑒於此，就將兩岸較峭的土方單價增高到平均每方一角三分；但爲預算所限止，這錢又無從開支，祇得忍痛將河底提高半公尺，就是新河底在吳淞零點以上一公尺，以少挖半公尺的土方單價來補原定價格之不足。惟第七段原有河底已經不及吳淞零點以上壹公尺的，仍照原定規則（在吳淞零點以上半公尺）。

（乙）擴充 廳方因為看見各縣的浚河將次第完成，爲使江南何流打成一氣起見，覺得江陰的運河和黃田港的疏浚也很重要，所以在二月中旬，又成立第九段，（練湖爲第八段）專門辦理江陰黃田港及運河工程，在作者寫此文的時候，測量方才完竣，戽水尙未進行，土方等也未有統計。

### 〔十二〕 結論

這次疏浚鎮武段運河，因為籌備得很遲，而且又限於經費，所以有許多地方，不能如理想的完備，再加以這次疏浚是由建設廳主辦，當地人民，每多在旁觀望，因此一切工作都有事倍功半的情形。就斷壩一事而論，地方上與工程處竟多有爲難之處。當地老百姓，對我們支河壩的工程，不是嫌太大，便是嫌太高，他們固然是熟悉家門口河流的歷年水位，但我們確也根據着民國二十年最高水位的記錄所定。這次的浚運工程，深深的使我引爲遺憾的，就是沒有徵集當地曾經辦過或熟悉河流的人員，組織一個研究式的會，所

謂集思廣益的討論一下。假如這一步辦到,我相信,工程經費或許可以省却一點,工作成效或許可以增加一些!

最後要聲明的,作者並不是本處的主要人員,不過對於工程方面,負責的地方很多,而且正在實地工作,因將大概情形,作以上的實陳。

## 一種新的鋪路面法

錢振蓉

在紐約某街上,因為常有很重的貨車經過,最近改造一種新式的,不滑的,較有永久性的路面。這種路面,是用12吋×12吋×5吋的特製混泥土磚鋪在很堅實的混泥土路基上而成的牠們的中間夾着一吋厚已經篩過的乾的膠漿。鋪的情形是把磚一行一行的排列着,使牠們的縫交叉着,縫闊約四分之一吋,等到縫裏灌滿土瀝青後,用路輾壓平,就算完畢。

特製磚造法略如下:先把大約五吋平方二吋半高的花崗岩塊,放在12吋×12吋×5吋的模型底裏,放滿為止,再用1:1的水泥漿來填滿石塊之間的空隙,其餘的地方用1:1 $\frac{1}{2}$ :3的混泥土倒滿。為增加牠們的密度起見,在倒混泥土的時候把模型時時動動。這樣的磚經試驗結果,異常優良,可以受每平方吋7000磅到10000磅的擠壓。

據紐約州公路處報告,這種路面造的工價每平方碼不到20分,用的土瀝青每平方碼約7分,乾的膠漿每平方碼約13分。牠和正塊花崗岩鋪的路面有同樣利益,但是造價祇有 $\frac{2}{3}$ 。

如係改修,可先把舊的磚路面拆掉一半,將路肩的裏邊刷清,在路基上鋪一吋厚的乾膠漿,而後以混泥土磚一排一排的鋪在上面,磚的長邊和路肩垂直。一半路面改造好後,上面稍加一層沙,就可以通車了。所以這種方法改築路面,時間又是最省。

## 黃河問題之普通認識

鄒元輝

### 一 引言

黃河爲患我國，史不絕書，自大禹治水以來，終夏后之世，四百餘載無水患；而殷周以降，河患頻仍。歷十百年必一潰，是故治河特設專司，歷代重視。承平之世，民富力足，每遇潰決，猶可大舉堵築，然大都祇求苟安於一時，而不圖治本之策，一朝忽於修守，災患立致！若夫亂離之季，則民生凋敝，救亡不暇，天災之來，朝野騷然，莫知所措，目視千丈黃流，橫掃萬家廬舍，噫！豈天厄中國乎？奈何有此厥凶也！

河流爲天然之賜予，航行所資，灌溉是賴；上古之民，逐水草而居，故大河所在，文化常源焉，埃及之尼羅，印度之恆河，皆其例也。我國古代文化，實黃河之賜，然則黃河豈終不能爲利乎？在人之治理不得其道耳！

民國以還，河患日亟！最近廿二年夏，河決三十餘處，冀魯豫三省二萬方里平原沃野，淹沒殆盡！人爲魚，屋爲墟，災情之重，爲清光緒十三年鄭州河決後所未有。舉國人士，觀此浩劫，始憬然悟因循防堵之非計，而籌所以治本之策；於是泰西水利專家，與夫中國工程學者，各抒偉論，倡用科學新法，務求一勞永逸之計，然而意見紛殊，其論不一，確定根本治理方案，尙待繼續研究。我儕初窺工程學之門，對此關係國計民生之黃河問題，自應有相當之認識，爰不揣謏陋，蒐集中外專家宏著偉論，並略及黃河之大概情形，草成此篇，所以邀國人之注意，並供讀者之溜覽，掛一漏萬，在所難免，維讀者正之。

### 二 黃河在地理上之形勢

黃河長四四七三公里，稱世界第六大河，發源於青海高原，流經甘肅，寧夏，綏遠，山西，陝西，河南，河北，山東八省而入於渤海，流域之廣，罕與倫比；然以

其災患屢作也，外人錫以佳號曰「中國之憂」(China's Sorrow)我國亦有諺曰「黃河百害，惟利一套」。所謂套者，即河套是也。蓋河自甘肅寧蘭以下，即漸屈而北流，至甯夏出長城，經綏遠境，再南入長城，為山西、陝西二省之分界，抵永濟縣南，始復折而東流，其間形成一大套，河套之內，得河水灌溉之利，田野肥腴，水草豐美，水波不興，航運稱便，故曰「惟利一套」也。

黃河上游高地，大半沙壤黃土，故水中多挾泥沙；上流水急，不易停積，一入豫境，則地勢平坦，且河道遼闊，故水流緩弱，上流所挾之沙，遂多淤積於此，百患遂生焉。史載黃河六大變遷，皆肇禍於豫，非偶然也。

黃河沿岸無一湖泊，支流亦少，故每遇洪水，不能分其水勢。下游冀、魯、豫三省，均位於華北平原，以河水所挾之泥，歷年淤墊，馴至河高於岸，水行於地上，非築堤不能束其流，此誠河流之特異現象；蓋下流一帶，莫非千萬年前河水沖積所成，故地勢坦闊平原千里，每遇潰決，則奪流改道，為患無窮，南及徐、淮，北盡燕、趙，皆有為河道之可能也。

### 三 歷史上之六次改道

黃河為害，數千年來史冊所載，代不絕書，其最甚者，則為前後之六次改道。自帝堯八十年而後，歷千六百載，時當周定王五年，河決黎陽（今濬縣），宿胥口東門漯川，至長壽津（今滑州東北），始與漯別行；至大名，約與今衛河平行，至滄縣與漳河合，至天津以入渤海，河乃東南徙，此為有史以來第一次改道。

漢時河患甚殷，成帝曾詔求治河者，賈讓上上中下三策，惟多崇空言，無見諸實行。至王莽篡位建國三年，河決魏郡，經清河以東，平原濟南數郡，北流至千乘入海，河更東南徙大伾（今濬縣境）以東，舊迹幾盡消失。此為第二次改道。

東漢明帝永平十三年，王景治河，或，多開水門，復河注分治舊跡，河患略靖；及至宋仁宗慶歷八年，河決商胡（今濮陽縣東北），而橫隴（今濮陽東）

之京東故道塞，北流合永濟渠，注青縣境，又東北經獨流口，至天津入海，越十五年河分於大名，遂分爲爲股，一股經德平，樂陵，海豐入海。至哲宗元符二年，東流斷絕，此二第三次改道。

河道三徙而後，時值金宋交兵，連歲荒亂，河無防守之司，且各利河爲險，互作攻守之具，河道失其正規；至南宋光宗紹熙五年，河遂決於賜武故堤，歷長垣，荷澤，濮縣，范縣諸縣，至壽中注梁山，灤分爲二股，北股自北清河（即今黃河）入海，南股由南清河入海。距上徙只一四六年，此爲第四次改道。

當時金人擬以河病宋，故縱使南下，與北清河並行。迄元世祖至元時，河決陽武，南徙益劇。明孝宗時，主東西分治，後劉大夏主治上游，濬賈魯河，由曹出徐以殺水，濬孫家坡，開新河七十餘里，導使南行，又經長垣，東明，曹單諸縣，下盡徐州築金堤，長三百六十里，北流遂絕，沿淤黃河自雲梯關入海。時明孝宗宏治六年也，此爲第五次改道。

清代末葉，河患頻仍，咸豐五年，河決銅瓦廂，洪水北流，奪大清河入海，卽爲今道，此爲第六次改道。

綜上觀之，河道之遷徙無常，下游冀魯豫三省及蘇之北部，地勢平坦，故一朝防守失時，任何處皆有爲河道之虞，所幸下游新道（即大清河故道）在昔水流尚暢，然灣曲過多，河底淤墊日高，連年決溢，險象環生。清咸豐五年銅瓦廂決口前，河患情形，與今日頗爲相似，然則七次改道之期，正難臆測，可不慄慄危懼乎哉。

茲將歷次改道，參以西曆，簡錄如下：

1. 帝堯八十年——周定王五年（2278—602 B. C.）
2. 定王五年——新莽建國三年（602 B. C. —11 A. D.）
3. 建國三年——宋仁宗慶歷八年（11—1048）
4. 慶歷八年——南宋光宗紹熙五年（1048—1194）
5. 紹熙五年——明孝宗弘治六年（1194—1498）



## 6. 弘治六年——清咸豐五年 (1493—1855)

## 四 今昔中外專家治河意見

黃河之害,沙實爲之,此人所共知者也,上中游坡度較大,水流湍急,黃土或經雨水洗制由土山田地溪溝間接流入河內,或直接由河身兩岸被急流冲崩而下;水挾沙而趨下游,及其至下游也,因地勢平坦,水流緩弱,於是所挾之沙,不免於下沉,河身歷年積墊,甚至高出兩岸於是河行於地上,不得不束堤以防之,雙堤以內,淤積未有已時,而堤高難與俱增,危險情形,可想而知!

關於黃河之治導意見,自古迄今,聚論紛紜,莫衷一是,有主張注重上中游之導治,以求根本解決者;有主張着手於下游,以救危險河段爲先者。於上中游則有造林,普及溝洫,蓄水,保護河岸,改移河道諸議;於下游則有束堤攻沙,築橫壩,固定河槽,改移河身路線,分殺水怒等策。

昔我國賈讓王景治河,主張開門築渠,以分殺水怒,使民得以溉田。潘季馴斬輔主以堤束水,以水攻沙。稽曾筠則言治河必導溜而激之,激溜在設壩,所謂以壩治溜,以溜治槽,古哲之治河方案不同若此。

近代有導黃入淮入衛之說,其意亦在分殺水怒與興展灌溉事業。歐美水工專家,關心黃河之治理者,頗不乏人,而以美之費禮門(John R. Freeman),德之恩格思(Prof. H. Engels),方修斯(Prof. O. Franzius)爲尤著。

費禮門爲美國著名水工學者,曾任我國南運河及導淮顧問工程師,於治黃方策研究尤力;於其所著治淮計劃書中曾有言:「著者經終以拯救中國大患之黃河,爲胸次惟一之事」,可見其關心之切。其治河方案,主張修新窄堤,並築橫壩之護堤工程,且使全河成直形之節段,不幸先生已於三年前作古,其計劃未能睹其實行,至可嘆息!

恩格斯與方修斯二教授,均爲德有名水利學者。恩氏主張固定中水位河槽,方氏主張築堤束水攻沙,與我國明代潘季馴所主略同。兩氏均始長期之研究與試驗,然其論斷迥異,殊未能遽判其優劣,茲將兩氏意見詳述之:

### 恩格思治河意見

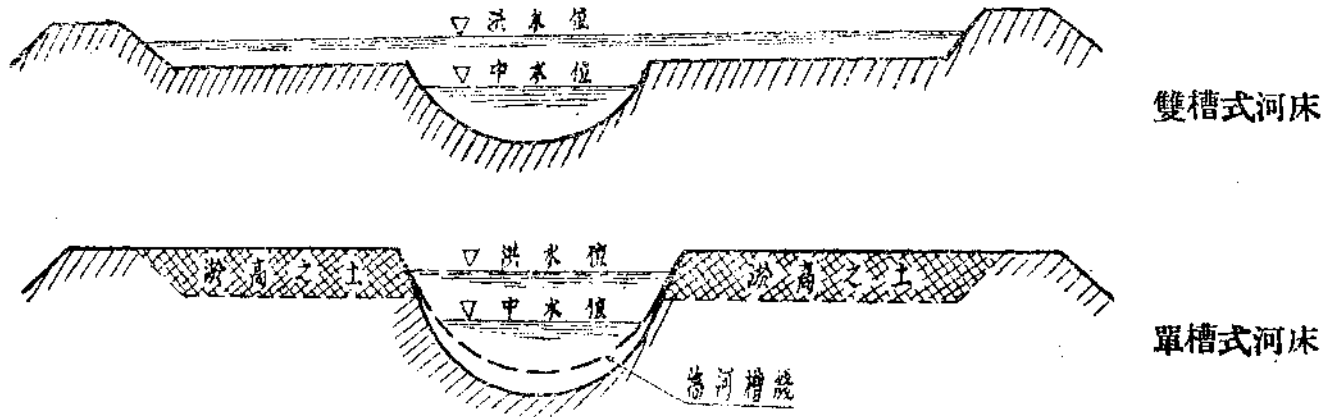
恩氏年已八秩，熱心研究我國黃河問題，垂二十年，以風燭殘年，猶爲我努力作治河之策劃；最近應我之請，在德國奧貝那赫（Obernach）之水工大模型試驗場，作治導黃河之試驗；其目的在欲研究束狹洪水堤防以後，河槽是否刷深，而洪水面之高度，是否因此降落；據其試驗結果，對於黃河之治導，擬定下列二法：

1. 保護中水槽岸，防免邊床冲刷，依河槽之冲深，以增護岸工程，河槽深至相當度程後，再以較低之堤，束窄邊床。
2. 立刻以較高之堤束窄河床而不固定中水槽岸，如此則河槽之冲深較緩，尤其因堤間河水凹線，變遷無常，足使河底位置改異，故須時加保護之。

此二者之中，畢竟孰爲優劣，須視地方情形而定，安全與經濟問題，亦須顧慮及之。

恩格思謂黃河之病，不在堤距之過寬，而在缺乏固定之中水位河槽。於是水流乃得在兩堤之間，任意紆迴，左右移動。凡任何荒川之病，黃河無不備焉。及至河流日益逼近，刷及堤根，則堤防遂不堪問矣！治理之道，宜於現有內堤之間，實施適當之護岸工程，固定中水位河槽之岸；次則裁灣（以過於灣曲者爲限）塞支，亦屬重要。誠能若此，其利有二：一爲河流在中水位時，由此得一固定不移之河槽；自此以後，水流將一變向旁冲刷之狀態，而專向深處。此外則河槽不致再逼及堤身，遼闊之灘地，賴以保全。而當洪水之後，水落沙停，灘地之上，日漸淤高。此種情形，匪特無害，甚且可喜。因固定之河槽，將由此益深，而冲刷力亦將隨之以增，所以因堤距過寬而起之不良結果，將因中水位河槽之固定而盡除。

此外堪注意者，即灘地愈廣，則洪水時，其上水流之急度必愈小；由是灘地之淤高，愈少妨礙，而大堤在洪水時所受之危險，亦可愈少。苟兩岸灘地淤



第一圖 恩格思理想中之河床變化

高至於洪水位，換言之，河床已由「雙槽式」而變為「單槽式」（如第一圖）。且因單槽式河床所需要之「比降」不及雙槽式之大，故洪水位或可由此稍稍降低。再者，水落時，苟低水位時之流速，其力足以刷沙，則沙之淤積，即河床之墊高，亦可由此停止。

依恩氏之議，兩岸灘地，是否能在相當時期內，淤高至於洪水位，是一疑問，恩氏云：苟按其建議以治河，縱不能於短期間內盡如我人之期望，但決不致有何等之妨礙，故切望我國即採用其議。其治理之法，對於現有河道及堤防之關係，殊少鉅大之更張，故工程較小，所費較省，是其特點。

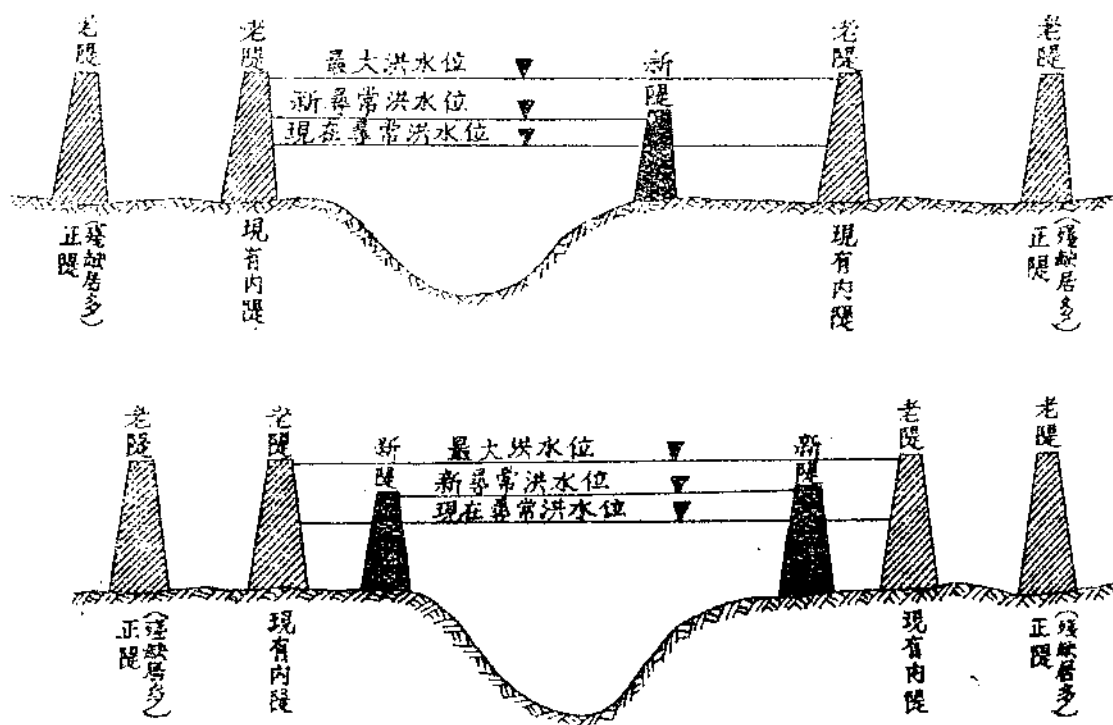
#### 方修斯治河意見

方修斯教授在黃河及其治理一文中有下列之論斷：

『黃河之所以為患，由於洪水河床之過寬，亦為一大原因。蓋黃河灘地甚廣，灘上之水甚淺，沙隨水落，與年俱積，費禮門氏嘗假定每一百年，泥沙平均墊高30公分；此數是否可靠，雖不可知；但由余觀之，猶以為太小。余敢言在若干地方，但經一度之洪水，即可使其地墊高30公分。

依余意見，固定中水位及低水位河槽之辦法，並不能作為黃河治本方案。余意整理洪水河床，乃治理黃河之第一步；此意費禮門氏，曾一再言之。務使在若干年內，洪水位可以有顯著之下落，且縱在最高洪水時，不致高過河

堤兩旁之土地。欲達到此目的，舍促進黃河本身之力量，以冲刷河床外，別無他法。



第二圖 方修斯新堤計劃示意圖

由前人所作種種對於黃河之測驗，證明河水苟有相當之約束，其力足以自行冲深其河床。余之計劃，並不欲利用最大洪水以為冲深河床之助，乃在利用年年出現之尋常中量洪水。故吾人必須認清，新河床雖有勉强容納中量洪水之量，但在起始時，決無法容納最大之洪水。必須俟若干年以後，新河床已達到其冲深之程度，而目前之洪水河床，亦一無變化，則未來之最大洪水，方可容納。河床之寬度，余意當在 400 公尺左右；但其詳細寬度，不妨留待日後規定。新堤造成以後，舊有河床仍須照舊保留，以便於最大洪水時，有備無恐，此點關係異常重要。至於新堤所佔之空間，以愈小愈佳。倘有必要，現在之堤，不妨臨時酌量加高（約 20 公分），務使舊河床內，因添築新堤而失去之容積，可以由此補償。余本此意，曾向中國國民政府建議，在現有黃河河

道內，建築一道或二道之新堤，其平均距離概為 650 公尺。凡有堅固完善可以利用之老堤，則築一堤已足；但事實上，原有之堤甚不完整，恐多數非築二堤不可，此種新堤，並無與現有內堤同樣高低之必要；做法固須力求堅固，但誠遇最大洪水，縱有決口，亦屬無妨。惟為使此種決口減少起見，不妨於多處設立滾水所在，以便異漲之水，得以由此漫溢。溢出之水，流入新堤與老堤之間，此時情形，與新堤未築前迥不相同，水已不足為患。即此一端，已使老堤外之住民，增加不少安全。』(下略)

### 五 黃河上中游之導治

黃河最善挾沙，其數量實可驚人，當洪水期內，每立方公尺水中含沙多至 5620 克，故素有一石水八斗泥之諺，世界當無第二大河可與相比。考黃土之來源，實自上中游沖洗而下；是以導治方法，在上中游當以阻止沙泥之沖洗為務，以減除河水之含沙量，茲將各方對於上中游之治理方法分述之：

#### 1. 河岸保護

前曾述及黃河挾沙之來源有二：直接自河岸之沖刷或間接由雨水沖入河內。護岸工程對於防止河岸之坍塌，以減少河水之含沙量，自有其重要之價值。然此項工程費用至大，欲全部建築，決非經濟能力所許。恩格思對此方法曾評曰：護岸工程自極重要，然其成效可疑。黃河泥量，並非全由兩岸沖洗而來，而工程之大，則不下於萬里長城。恩格思非反對該項工程，蓋渠以為着手導治下游之危險河段，乃首要之圖也。

#### 2. 改移河道

近年有導黃入渭之說，然其工程之偉大，人所共知。恩格思嘗言：導治下游最重要之預備工作，為河流縱斷面及平面之測量；改道之說，即有其相當之價值，然以缺乏研究材料，不敢作任何評論。然則在倡此說之前，預備工作如全域之各項測量，明瞭地勢之高低，河道之容積，以及該流域之地質對於含泥量之關係等，須先完備，始可研究而確定其價值。

### 3. 建設水庫

於黃河上游及各支流上游,建設水庫,可以蓄積洪水,亦防洪之道。在黃河上游入甘以先,地勢較佳,黃土亦少,建設水庫,最為適宜。

### 4. 建築節壩

在黃河及支流本身,坡度較大處,逐段建築節壩,意在節制水流,以減其流速及冲刷力,使兩岸不至冲崩,然流速減低後,含沙易沉,河身有淤墊之虞。若各節河底於淤至壩頂後,水力仍可保其弱緩之狀態,則此法即為成功。

### 5. 普及溝洫

我國之溝洫制度,傳自古代;近來此種制度,頗得外國農田水利專家之讚美。蓋利用溝洫之制,不獨能減低洪水量,且可減少河水之含沙量,於治黃及農業,均有裨益,然此種制度,首在其能普及,收效始大,否則影響甚少。

### 6. 造林

造林之利,至溥至大,人盡知之,對於河流之治理,尤有莫大之影響。蓋森林能調節流量,以樹木之作用能阻止蒸發與吸收雨水使滲漏入地;二者使驟雨減少逕流,洪水不致猝發,而旱時則源泉不竭。森林能防禦冲刷,尤為治河首要。蓋逢山洪暴發之時,湍流易挾沙以俱下,設有樹林覆地,則稀鬆之黃土為根脈所包絡,即不致被雨水冲洗而去;於是河內之含沙量即因以減低。若於河身兩岸植樹,並可代替護岸工程。總之,造林之有利於上中游之治理,無異見焉。

## 六 黃河下游之導治

黃河下游之導治,在泥沙之排洩與冲刷,使其盡量入海;使河槽為水冲深,可以蓄納洪水量,並使河道成適宜而固定之線形,堤防堅固,確有防洪之可能。上游之導治,範圍廣大,工程甚鉅,故不若先從事於下游,使其入於正軌,輸沙防淤,以減除上游所攜之弊病。各方對於下游治理之主要意見有三,茲分述於下:

### 1. 分殺水怒

昔賈讓治河，主張開門築渠，以分殺水怒，並以溉田。歷代治黃，多沿用其策，然自古迄今鮮見其效，故利用分水之法，以殺招災洪水之怒，只可救一時之急，而非治本之策。蓋水分則流緩，流緩則沙停，仍不免於淤積塞堵之虞。且黃河之水，實「禍水」也；蓋分水入渠以利灌溉，則渠爲之淤；分水入他河以便交通，則他河受其害。是故昔日運河航運未停之時，每年借黃濟運，自張秋鎮至臨清凡二百餘里，每借黃一次，運即淤塞而平，故於次年借黃時，必重新開挖。言分殺水怒以減洪水亦一也。近有主引沁入衛，引洛入淮以殺黃水之怒者，目的在與該數河之農田水利，言固合理，然黃水入淮則淮害，入運則運害，欲取用此法，須先注意黃水所及諸河之防淤及導治工作及經濟方面之考慮而後可。

### 2. 束堤攻沙

黃河堤防之過寬，爲不可否認之事實，此由於昔時未明水力學常識之故。堤狹則水深，水深則流速亦增，水力大而沙可攻矣，此普通水力學識，當時治河者當未悟及。

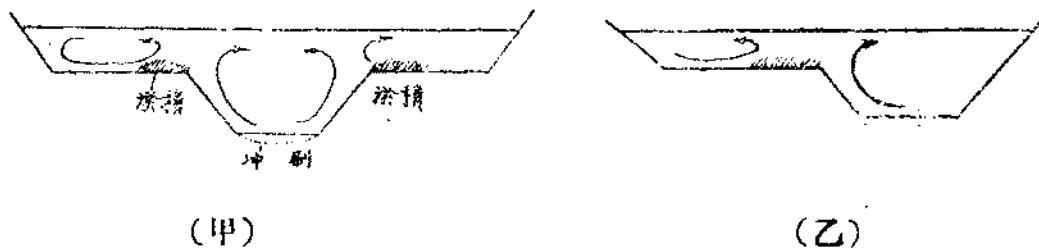
黃河於最初時，或當行於地下也；其後河底日漸淤高，河水泛濫，於是修堤之策以興。歷朝治河，多用築堤之法，且以缺乏水力學識，遂至堤防縱橫，無適宜之線形，以至水流無方，時近堤根，衝突崩蕩而致堤於危，於是黃河之患乃至無窮。

今黃河之堤不幸而爲過寬，而無適合之路線；堤愈寬，水流愈無規，淤積愈多且速，以致河槽仍不免過小，反不足以容納最大洪水，一若堤之距離仍不足寬者。方修斯乃出其束溜攻沙之策，主張修築窄隄以增加水力，或設壩導溜，使河槽沖深；視各處河床地勢之不同，以決定施行何種工程。

### 3. 固定河槽

恩格思謂黃河之病不在堤距之過寬，而其在無固定之中水位河槽，因

無固定之河槽，故水流無常，時近堤根，而易於潰決。故其治理黃河之方針，首在固定河槽，修補舊堤與改良舊堤之路線。恩氏供獻此策，係根據其多年之研究與最近之大規模試驗。蓋若能使黃河之中水河槽固定，堤防與河槽之路線適宜，則槽內流速較大，而邊床水流緩弱，大溜僅限於河槽以內，如此則堤防決無受危之虞。恩氏希望於施工之後，河槽漸次刷深，邊床漸次淤高，使全床於最後成一完美之河槽。



第三圖

經此次我國委托恩氏所作之試驗，獲悉固定河槽尚有一極大之利益，即橫流之作用是也。此種橫流式發現於含有邊床之河流，(第三圖甲)。柏林水工試驗所內之試驗證明第三圖乙所示全床之流速分配性質，足以使較深河槽內所洩水量，少於面積相同而無邊床之整個河槽者。

在有邊床之河床，其水流情勢，除順床方向者外，並有一種橫流者。此種橫流方向，與順流者成一相當之斜角，同時邊床流動較緩之水，亦因橫流作用，輸入較深之河槽內。橫流作用對於恩氏治河方案，不特因冲刷河槽，有所裨益，且邊床淤積之位置，足以促全床成一整個之河槽，且於每次大水降落時，邊床泥水亦不至流入河槽之內，增加河床之淤積。

恩格思對其建議，自信頗深，謂不須再加繼續研究與試驗，我國政府即可採納實行，以所費無多也。

### 七 河口之導治

黃河自利津甯海村以下，成一大三角洲，縱橫約六十五公里，皆泥沙淤積所成，故土壤極為肥沃。然黃河至此並無正式河道，水流無常，當洪水之際，



河即漫流於此三角洲上，故土地雖廣，泥壤雖沃，以言利益，難與崇明島及珠江三角洲相抗衡。

今就全河治理方面以論河口，或有言河口不治，則下游水流不暢，海壅河高，而上游易決，此固言之成理，而方修斯治黃計劃書中則云：「爲將來航運起見，則黃河入海口之治理，誠屬重要；而但爲治導下流，排除洪水患害計，則非必要之事。」方氏並云：「依理而言，海口當首先修治，蓋凡河流之治導，必先自海口始，以漸次推展向上，然以法之塞因與英之克萊得兩河爲例，則海口之於治河，亦不盡有關。黃河入海口，當施以一定之治理，無可疑問，但其目的則專在求水勢之改良，俟國庫充裕，開封及海口間危險河段保安以後，爲之未晚。若三角洲暫時不治，大抵須增高其現有之堤岸，因上段一加治導之後，下段之洪水位必有增加也。」方氏之言如此，恩格思於其致方氏論治河書中，亦頗表贊同，蓋其意非謂河口之不須治理，但爲經濟及成效計，應先着手治理下游危險河段，至於整理三角洲，宜以使沙確能隨水入海爲目的，不必過事他求，俟下游導入正軌，無洪水泛濫之患後，再從事於河口澈底之治理，以通海運；如此，則治河之目的，可謂完全達到；然此非易事也，無論何人不能確定其時期。故亦有主先治河口，施小規模整理工作，以能利用三角洲淤地使獲生產爲度。

據調查自清咸豐五年河決銅瓦廂，改由今口入海以來，垂八十年；淤灘每二年半約可增出一公里，現今三角洲寬約六十五公里，估計約及三百七十萬畝，此淤積荒地，土壤極爲肥美，出產爲麥豆及花生，年收一次，茂盛異常，惟以人皆懷懼洪水，故墾植甚少，未能盡其利。苟能稍爲整理，修築隄防，固定河槽，以免洪水之漫流，則此數百萬畝肥壤，大可利用之爲治河之經費也。

#### 參考材料：

制馭黃河論

恩格思

治導黃河試驗報告書

恩格思

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| 黃河及其治理                         | 方修斯              |
| 治理黃河之討論                        | 沈 怡              |
| 治理黃河工作綱要                       | 李儀祉              |
| 黃河問題                           | 李賦都              |
| 黃河河口之整理                        | 張含英              |
| Flood Flow of the Yellow River | S. Eliassen.     |
| Flood Problems in China        | John R. Freeman. |

## 一個校正鐘錶的簡便法

雄 伯

我們中國人有一個最壞的脾氣，是不守時刻。這大半固應歸咎於惡習慣的遺傳，但一部份却也因為得不到正確時計的緣故。這裏給你介紹一個極簡便的校正得鐘錶很準的方法：

擇一個有星的晚間，在曠場上，垂直豎起一根桿子，向北尋找北極星；找着了，隔相當距離另外再豎一根桿子，使兩桿和北極星正在一直線上；（如不清楚可設法在桿頂裝盞小的燈）然後在兩桿之間，用白粉作一條直線。次日，太陽光底下某桿影子，和地上的線恰正相合的時候，就是你所住地方的正午。原理是極顯明的，因為地上的線是南北正向的，與桿影相合，便是太陽在此地的子午線上了。

北極星怎樣找呢？牠的地位在北斗七星和 W 星的中間。依着北斗星斗底的兩顆星一直線指示出去，有一顆比較光亮的星就是。

此法得到的是本地時刻 (Local Time)，如要知道標準時刻 (Standard Time)，祇須查得所住地的經度合算過去便了。

## 單位曲線推測流量之簡解法

蘇 世 俊

### 引 言

美國 Engineering News - Record 一九三二年四月號中,所載叟門氏 (Sherman) 之單位曲線推測流量法, (Streamflow From Rainfall By Unit-graph Method) 對我國流量記錄缺少而水利工程積極進行中,確有實用之價值。惟此法全係計算,多而繁複,麻煩過甚。若用圖表解之,則定可減少一大部分之計算,而所得之結果毫無差異。現謹將所得簡解法貢獻于下。

### 叟門氏單位曲線法

單位曲線之定義: “一日之雨量,若在全流域上成一英吋之地面流量 (Runoff),其所分配于各日流量之曲線,即為單位曲線。”

單位曲線推測流量之原理: (一)雨量化成地面流量時,其分配于各日之流量與單位曲線上相當日次之流量成比例。換言之,某日地面流量與一時地面流量之比,及某日地面流量所分配于各日之流量與一時地面流量所分配于相當日次之流量之比相同。

設  $S_n$  = 某一日雨量所成之地面流量,

$S_1$  = 一英吋之地面流量 (即單位曲線全面積所示之總容積),

$Q_n$  =  $S_n$  地面流量所分配于某一日之流量,

$Q_1$  = 單位曲線上與  $S_n$  所分配于某日相當之日次之流量。

則  $\frac{S_n}{S_1} = \frac{Q_n}{Q_1}$   $\because S_1 = 1$   $\therefore Q_n = Q_1 \times S_n$  (見圖一)

(二) 在一流域上地面流量所分配成流量之時日為一常數,如圖一中  $oa$  時間。

單位曲線之推測方法: (一)從水文記錄中,擇一單獨不連續之一日

雨量及其相當之流量,在此流量中減去底流 (Base Flow), 即得此一日雨所分配于各日之淨流量 (Net Flow)。此各日流量之總和,乘以一日之時間,

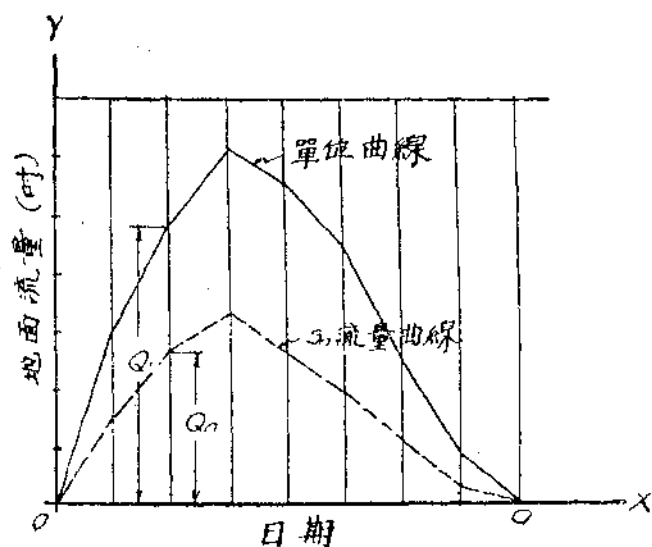


圖 一

即得此一日雨所成之淨地面流量 (Net Runoff)。故單位曲線上各日之流量即可用公式  $S_1 = Q_1$   $S_n = Q_n$  合算得之。(見表一)  
 (二) 將每日之正確雨量 (Weighted Rainfall), 列成一表。(如表二)  
 (三) 將各日之雨量, 乘以各日之地面流量率 (Runoff Coefficient), 得各日之地面流量。  
 (四) 此每日之地面流

量,再乘以單位曲線之各日流量,即得地面流量分配于各日之流量。(五) 各日地面流量所分配于某一日流量之總和,即為此日所推算得之流量。將此每日之流量畫成流量曲線 (Hydrograph), 與實測之結果相較,所差甚微。

簡解法

流量線與放射線之關係: 在一直角座標中,若 Y 軸表示容量, X 軸表示時間,則其自原點所作之各直線之坡度,即表示各種不同之流率 (Rates)。在 X 軸某時間上,各放射線所有之各縱距,即為此時間內各流率所積成之總容量。故各縱距之比,即為相當之各流率之比。在一放射線上之各縱距,係示各時間內由此流率所積成之各容量。故各縱距之比即為相當各時間之比。換言之:假定在同一放射線上之二縱距,為不同時間所積成之二總容量,則此二縱距之比,即為此已知放射線之流率與另一未知放射線之流率之比。若在一直角座標中,以 X 軸示時間, Y 軸示流量,則其所示之曲線即為流量曲線。在某時間上所示之縱距即為此時間之流量;而在放射圖上即為某

一放射線之坡度(Slope).在二確定時間中流量曲線所包括之面積,即爲此二時間內所增之容量;而在放射線圖中,則爲某一放射線在二不同時間之二縱距之差.然此面積或容量爲各時間不同之流率所積成者,故在放射圖中所指之放射線當爲各不同流率之平均流率放射線.

單位曲線與放射線: 單位曲線即爲流量曲線之一種,惟係表示其流域上一時地面流量分配于一定時日之流量曲線而已.故若將單位曲線之每日流量及其平均流量在放射圖上表示之,則在平均放射線上之各縱距,即爲各時間內所積成之各地面流量.而依據單位曲線之原理,在一流域上一日地面流量所分配于各日流量之時間爲一常數,因此在平均放射線上之各縱距即爲每日雨量所積成之地面流量.然其分配于各日之流量,與一時地面流量分配于相當各日之流量係成正比,故每日地面流量所分配于各日之流量,即與單位放射線之各坡度成正比.若放射線  $oa$  爲一時地面

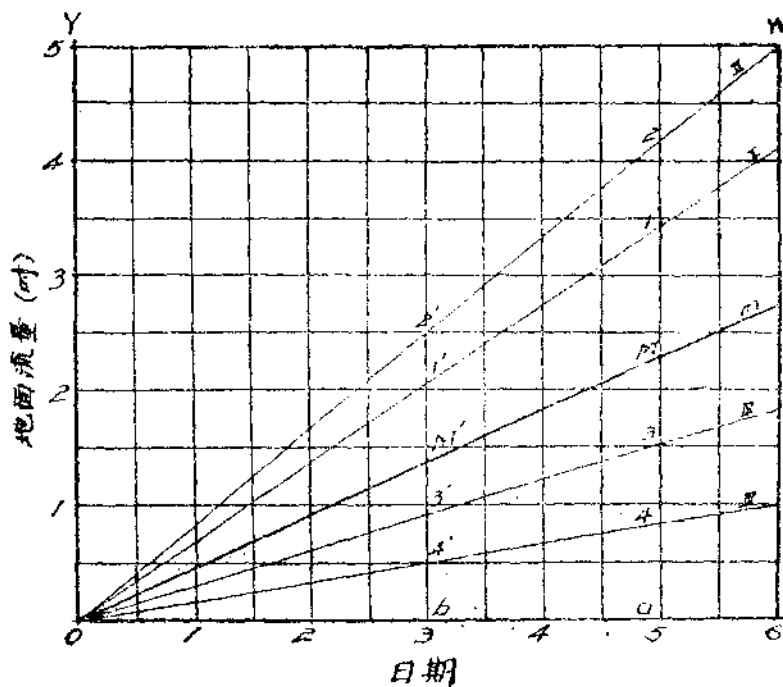


圖 二

量分配于各日流量之平均流量, I, II, III, IV, 等放射線即爲一時地面流量分配于各日之流量放射線, 假定  $oa$  爲其分佈時間, 則  $aM$  等於一時地面流量;  $a1, a2, a3, a4$  爲 I, II, III, IV, 各流量積至  $oa$  時間內之各容量. 今有一日之地面流量爲  $bm'$ , 但因任何一流域之分配時間爲

一常數, 故  $bm'$  之分配時間亦爲  $oa$ , 而非  $ob$ , 依據單位曲線之原理, 一時地面

流量與任何時地面流量之比等於一時地面流量所分配于某一日之流量與任何時地面流量所分配于相當日次之某一日流量之比故：

$$\frac{aM}{bM'} = \frac{Q_1}{Q_1'} \quad (Q_1 = \text{一時地面流量分配于第一日流量,} \\ Q_1' = bM' \text{時地面流量分配于第一日流量。})$$

$$\therefore Q_1 = \frac{a1}{oa} \quad (\text{I 線之波度}) \quad aM = 1'' \quad \therefore Q_1' = \frac{Q_1 bM'}{aM} = \frac{a1}{oa} \times bM'$$

$$\therefore \frac{bM'}{aM} = \frac{ob}{oa} = \frac{b1'}{a1} \quad \therefore b1' = \frac{a1 \times bM'}{aM} = a1 \times bM'$$

將上式二邊皆除以  $oa$ ，即得  $\frac{b1'}{oa} = \frac{a1}{oa} \times bM' = Q_1'$  同理， $Q_2' = \frac{b2'}{oa}$  ………等。

若與 Y 軸平行作一 W 軸，使其每單位等於 Y 軸上每單位（本為英吋，化成容積立方英吋）除以單位曲線圖上之分配時間，（單位秒）則可直接讀出每日地面流量所分配于各日流量（單位立方尺秒，c. f. s.）矣。

放射線之應用法：將某流域之單位曲線算出（如下例），再將其每日之流量及平均流量畫于放射圖上，並註以日次（如圖三），若欲求某日雨量所分配于各日之流量，將此日之雨量乘以估計得之地面流量率，即為此日之地面流量。若使此數與平均流量放射線上一縱距相等，則與此縱距同一直線上各放射線交點之各縱距，于 W 軸讀出，即為此日雨量分配于各日之流量（見表三）。

簡解法實例：吾國之水文記錄甚為缺少，因此欲用本國記錄舉為實例，勢所不易，同時且為證明此簡解法所得結果之正確起見，故仍用美國大墨台河（Big Muddy River）之水文記錄為根據，以便核對。該河流域之面積為 753 平方英哩。

從水文記錄中擇一九二四年四月九日之雨量為計算單位曲線之根據，因此日雨量甚大，而為單獨不連續之一日雨量。（見表一）

表一 雨量記錄表

| 日 期         | 一九二四年四月            | 四日   | 八日   | 九日   | 十四   | 十六   | 十七   | 二十七  |
|-------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 測 站         | 浮蒙(Mt. Vernon) in. | 0.16 | —    | 0.94 | 0.08 | —    | 0.04 | 0.05 |
|             | 盆通(Behton) in.     | 0.09 | 0.05 | 1.80 | —    | 0.01 | 0.02 | 0.08 |
| 正 確 平 均 雨 量 |                    | 0.12 | 0.03 | 1.42 | 0.03 | —    | 0.03 | 0.06 |

從流量記錄中,取此時期之流量,並合算單位曲線及放射線,見表二。

表二 單位曲線及放射線計算表

| 日 期    | 實測流量   | 底 流    | 淨 流 量  | 單位曲線   | 每日容量   | 十日容量  | 日 次 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 一九二四九月 | c.f.s. | c.f.s. | c.f.s. | c.f.s. | 英吋     | 英吋    |     |
| (1)    | (2)    | (3)    | (4)    | (5)    | (6)    | (7)   | (8) |
| 9      | 1440   | 150    | 1290   | 1950   | 0.0964 | 0.964 | 1   |
| 10     | 1850   | 140    | 1710   | 2590   | 0.1279 | 1.279 | 2   |
| 11     | 2360   | 130    | 2230   | 3370   | 0.1664 | 1.664 | 3   |
| 12     | 2680   | 120    | 2560   | 3870   | 0.1910 | 1.910 | 4   |
| 13     | 2440   | 100    | 2340   | 3540   | 0.1729 | 1.729 | 5   |
| 14     | 1720   | 90     | 1630   | 2470   | 0.1219 | 1.219 | 6   |
| 15     | 940    | 80     | 860    | 1310   | 0.0647 | 0.647 | 7   |
| 16     | 470    | 80     | 398    | 610    | 0.0302 | 0.302 | 8   |
| 17     | 309    | 80     | 229    | 350    | 0.0173 | 0.173 | 9   |
| 18     | 193    | 90     | 103    | 160    | 0.0079 | 0.079 | 10  |
| 19     | 140    | 90     | 50     | 80     | 0.0050 | 0.050 | 11  |
| 20     | 106    | 106    | 0      | 0      | —      | —     |     |

總流量 立方吋一秒一日 13400 20300

總容積 英吋平方哩 500 753

表中(3)為過去低水位時之每日流量估計實測時之底流(Base flow),

(4) = (2) - (3), (5) = (4) ×  $\frac{500}{753}$ , (6)為(5)列中每日之流量積至一

表三 流量曲線推測表

| 日期<br>1927年<br>4月<br>(I) | 日次<br>(II) | 雨量<br>吋<br>(III) | 地面流<br>量率<br>%<br>(IV) | 地面<br>流量<br>吋<br>(V) | 所註日次之雨量分佈于各日流量之<br>立方尺……秒<br>(VI) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 每總<br>日流<br>之量<br>立方尺<br>……秒<br>(VII) | 單線<br>位<br>曲法<br>立方尺<br>……秒<br>(VIII) | 實流<br>測量<br>立方尺<br>……秒<br>(IX) | 附<br>註             |               |             |
|--------------------------|------------|------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|-------------|
|                          |            |                  |                        |                      | (1)                               | (2)  | (3)  | (4)  | (5)  | (6)  | (7)  | (8)  | (9)  | (10) |                                       |                                       |                                |                    | (11)          | (12)        |
| 1                        | 1          | 0.45             | 15                     | 0.068                | 120                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | (III) 爲各日之雨量       |               |             |
| 2                        |            |                  |                        |                      | 175                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | (IV) 爲估計得之地        |               |             |
| 3                        |            |                  |                        |                      | 230                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | 面流量率               |               |             |
| 4                        |            |                  |                        |                      | 270                               | (2)  |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                |                    |               |             |
| 5                        | 2          | 0.25             | 15                     | 0.037                | 240                               | 75   |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | (V) = (IV) × (III) |               |             |
| 6                        |            |                  |                        |                      | 170                               | 100  | (3)  |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | (VI) 從圖三中查得        |               |             |
| 7                        | 3          | 0.16             | 17                     | 0.027                | 95                                | 125  | 55   | (4)  |      |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | 之每日雨量分             |               |             |
| 8                        | 4          | 0.38             | 27                     | 0.102                | 40                                | 145  | 70   | 200  | (5)  |      |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | 佈于各日之流             |               |             |
| 9                        | 5          | 0.25             | 32                     | 0.080                | 25                                | 130  | 90   | 265  | 160  | (6)  |      |      |      |      |                                       |                                       |                                | 量                  |               |             |
| 10                       | 6          | 0.85             | 52                     | 0.440                | 10                                | 90   | 105  | 345  | 210  | 860  | (7)  |      |      |      |                                       |                                       |                                |                    |               |             |
| 11                       | 7          | 0.15             | 55                     | 0.083                | 5                                 | 50   | 95   | 400  | 270  | 1140 | 160  | (8)  |      | 2120 | 2116                                  | 2750                                  |                                |                    |               |             |
| 12                       | 8          | 1.22             | 72                     | 0.880                |                                   | 25   | 70   | 360  | 310  | 1485 | 250  | 1720 | (9)  | 4220 | 4201                                  | 3500                                  | (VII) 爲(VI)橫行之                 |                    |               |             |
| 13                       | 9          | 0.87             | 79                     | 0.690                |                                   | 15   | 35   | 250  | 385  | 1700 | 280  | 2280 | 350  | (10) | 6295                                  | 6288                                  | 4250                           | 總和                 |               |             |
| 14                       | 10         | 1.01             | 81                     | 0.820                |                                   | 5    | 15   | 135  | 200  | 1560 | 320  | 2970 | 1700 | 1600 | (11)                                  | 8595                                  | 8580                           | 7500               | (VIII) 爲單位曲線法 |             |
| 15                       | 11         | 0.51             | 83                     | 0.423                |                                   | 3    | 10   | 60   | 110  | 1090 | 300  | 3400 | 2320 | 2120 | 830                                   | (12)                                  | 10243                          | 10229              | 9800          | 所推算得之每      |
| 16                       | 12         | 0.58             | 86                     | 0.500                |                                   |      | 5    | 40   | 50   | 580  | 210  | 3115 | 2370 | 2760 | 1100                                  | 980                                   | 11510                          | 11431              | 10500         | 日流量         |
| 17                       |            |                  |                        |                      | (13)                              |      | 1    | 15   | 30   | 270  | 110  | 2170 | 2440 | 3170 | 1420                                  | 1300                                  | 10226                          | 10224              | 11000         |             |
| 18                       | 13         | 0.05             | 80                     | 0.040                | 80                                | (14) |      | 10   | 15   | 155  | 50   | 1150 | 1700 | 2900 | 1630                                  | 1680                                  | 9370                           | 9375               | 11000         | (IX) 爲實測每日流 |
| 19                       | 14         | 0.16             | 81                     | 0.130                | 100                               | 255  | (15) |      | 5    | 70   | 30   | 540  | 910  | 2030 | 1500                                  | 1935                                  | 7375                           | 7355               | 10250         | 量           |
| 20                       | 15         | 0.04             | 81                     | 0.033                | 140                               | 340  | 65   | (16) |      | 40   | 15   | 310  | 420  | 1080 | 1050                                  | 1770                                  | 5230                           | 5196               | 9000          |             |
| 21                       | 16         | 0.09             | 81                     | 0.074                | 155                               | 440  | 85   | 15   | (17) |      | 10   | 140  | 240  | 500  | 560                                   | 1230                                  | 3375                           | 3370               | 8000          |             |
| 22                       | 17         | 0.03             | 82                     | 0.025                | 140                               | 500  | 110  | 190  | 50   |      |      | 70   | 110  | 290  | 260                                   | 660                                   | 2380                           | 2377               | 7500          |             |
| 23                       |            |                  |                        |                      | 100                               | 460  | 130  | 250  | 65   |      |      |      | 60   | 130  | 150                                   | 310                                   | 1655                           | 1640               | 5000          |             |
| 24                       |            |                  |                        |                      | 50                                | 320  | 120  | 290  | 85   |      |      |      |      | 70   | 70                                    | 175                                   | 1180                           | 1169               | 4000          |             |
| 25                       |            |                  |                        |                      | 25                                | 170  | 80   | 260  | 100  |      |      |      |      |      | 35                                    | 80                                    | 750                            | 750                | 3000          |             |
| 26                       |            |                  |                        |                      | 15                                | 80   | 45   | 180  | 90   |      |      |      |      |      |                                       | 40                                    | 450                            | 448                | 2000          |             |
| 27                       |            |                  |                        |                      | 10                                | 45   | 20   | 100  | 60   |      |      |      |      |      |                                       |                                       | 235                            | 230                | 1400          |             |
| 28                       |            |                  |                        |                      | 5                                 | 20   | 15   | 45   | 35   | (18) |      |      |      |      |                                       |                                       | 120                            | 114                | 1000          |             |
| 29                       | 18         | 1.13             | 58                     | 0.655                |                                   | 10   | 10   | 25   | 15   | 1280 | (19) |      |      |      |                                       |                                       | 1340                           | 1333               | 900           |             |
| 30                       | 19         | 0.44             | 65                     | 0.286                |                                   |      | 5    | 10   | 10   | 1700 | 560  |      |      |      |                                       |                                       | 2285                           | 2276               | 1500          |             |



H 之容積,並以全流域上所蓋之水深計之(用  $D = 0.00004945 Q$  公式計算, D 單位為吋 Q 單位為c.f.s.)

將表二中第(7)列之數目于放射圖中繪出,並註以相當之日次,(如圖三)其平均流量放射線即為十二日上之一吋地面流量與原點連接之一直線。

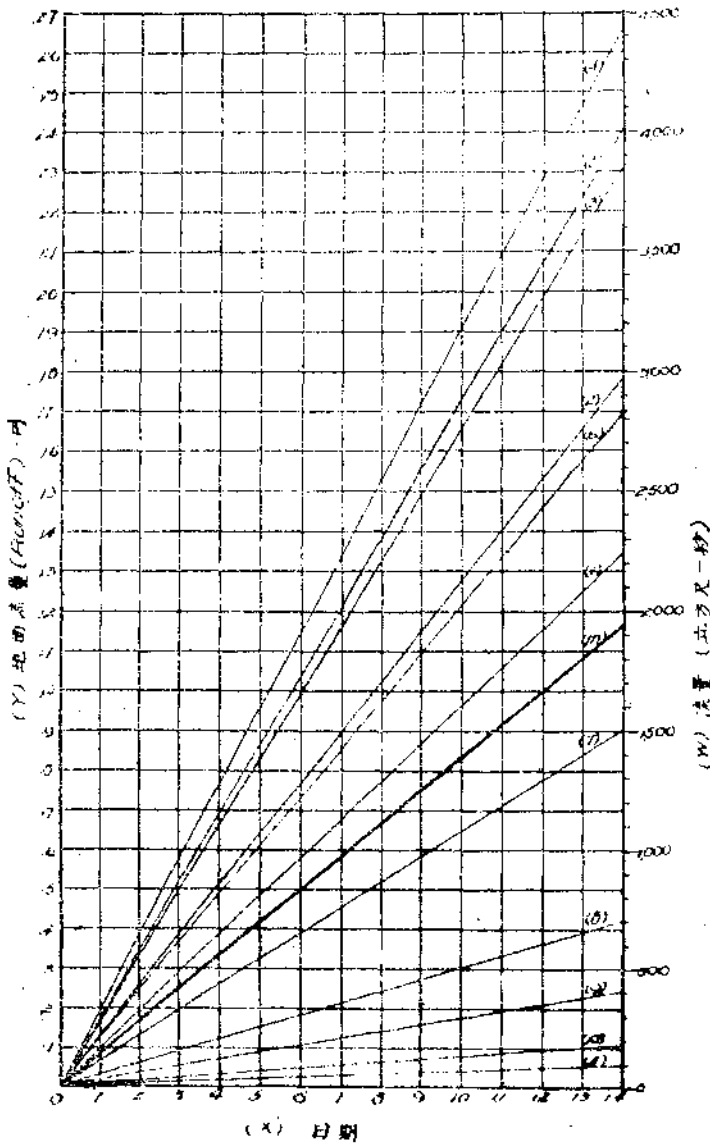
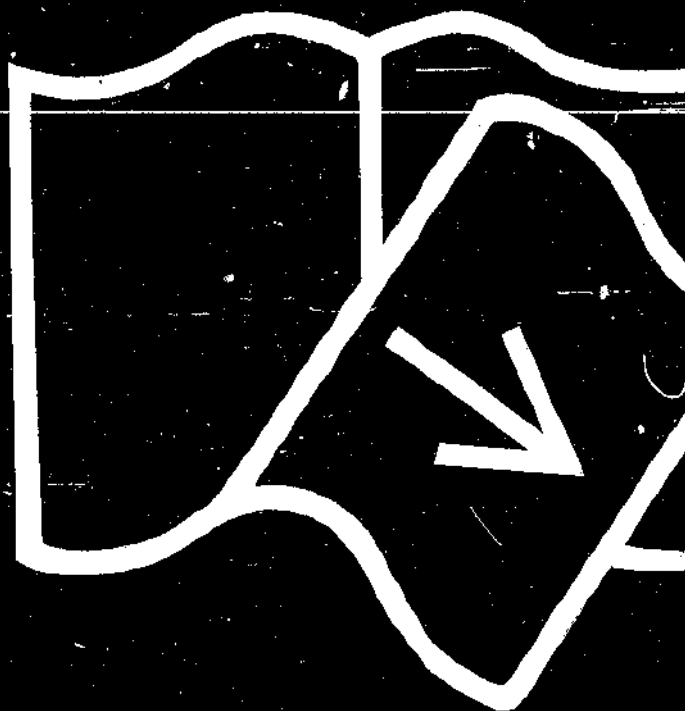


圖 三

若現欲推測一九二七年四月之流量,將此月中每日之雨量列成一表,並計算其每日之地面流量,(如表三)再將此每日之地面流量于圖三中查出各日之流量,列入表中,故每日之流量即為各日流量之總和。

表三中(7)或(8)與(9)相較,其差數雖大,然其最大數則尚相差無幾,故所得之結果尚稱滿意。其所差之數,實由于估計地面流量率之不得當,並非此法之不正確也。



原件短缺

## 淮南灌溉事業之述略

徐 士 燊

蘇省大江以北，運河以東之農田，面積迂闊，幾佔蘇北之半，而尤以范堤迤西之土壤，最為肥沃，極宜農產；其中產米區域尤廣，每值春夏之季，碧波萬頃，幽美無匹；迨新秋天氣，新穗甫脫穎而出，則芳香撲鼻，黃浪無垠，芸芸老農，靡不欣欣然有喜色；舉凡遊歷是境者，更心曠神怡，幾如置身安樂窩，不復知人世間尚有貧苦憂愁耳。此地更有一特點，蓋此僅大面積，悉係平原，往往相去數十里之遙，高度相差亦不及數尺，較之他處山地，固迥不相侔，更兼是地同胞，多重去其鄉，（因傳統的農業社會，致有此結果耳。）每有遐齡耆考，亦不解所謂山之真面目者，蓋除書籍記載與風景畫片外，固未嘗一見也。然以其無崗陵起伏之故，鑿河引水，當為輕而易舉之事；故潺潺流水，頗非罕見之物；由南徂北，自西徂東；大都溝洫縱橫，密佈於隴畝之間；即較大幹流，亦甚密邇；溯至交通方面，車馬皆不適用，惟以舟船為唯一利器，（如興化鹽城等縣，大部份呈此現象）職是之故，灌溉事業，亦因以勃興。惟無良好之固定水源，大多借重於雨水（Rainfall）之積蓄；且灌溉設備，亦沿用陳法，未見特殊之改進。第一切陳法，並非毫無價值，蓋亦千百智農，積畢生之經驗，竭其心智之結晶，凡其設施，如汲水用具之構造也，灌溉方法之精密也，令人折服之處頗夥，且有許多方法，實與現代之應用科學方法的灌溉，不謀而合；迨如輕而易舉，人盡能知能行，尤其特點。茲就觀察與調查所得，擇要書出。

水源 各河流之水量，並無特殊水源，足資調濟；大部靠雨水為之挹注，匯集成流；暨平時之積聚，作灌溉季（Irrigation Season）之使用。兼之春夏秋三季，雨量頗為豐富（大約三四十吋）；普通並無乾旱之虞。然自表面觀之，運河貫通南北，上承魯境諸流，西納淮洪之水，而運堤上涵洞甚多，似有調濟功能；其實並無多大作用（特殊之支渠，當受裨益）。蓋淮洪盛漲之期，每在春

夏之季；此時如彼之雨量足，則運堤以東之雨量，亦自無不足，固無須其流量，以資挹注；又若雨量缺乏時，則淮洪區域內，亦多缺乏；是時運河本身為維持其航運計當盡力控制運水東下；而堤東各河，固無從引水也。然在事實上，利害猶不僅此；蓋淮洪諸水，倘盛漲逾恆，則運河不克竟其輸送之功，為維持運河以西之人民生命財產計，不惜開壩東洩；（如民國十年，下河各州縣之水災）或因風濤猛惡，致堤身崩潰；（如民國二十年，運堤以東之大水災）斯時堤東固談不到灌溉之利，且使數百里膏腴地，盡成澤國，生命財產之損失，殆難以數計矣。故作灌溉用之水源，大部份惟雨量是賴，又此區域中，湖蕩之面積亦廣（如大縱湖等），不無有吐納之功。最近江蘇建設廳，劃定江北沿海一帶為懇殖區，用有開闢新運河之計劃，並聞最近即可舉辦，是河南起角斜，北迄陳家港，而范堤以東，河身以西之地帶，皆資以灌溉者也。至淮南境內之幹流約如下述（一）運河水道——自瓜州起四十里至江都，一百二十里至高郵，一百一十里至寶應，一百里至淮安，六十里至淮陰。其在邵伯湖口，分支東出，又分支從大邗子東北流，分佈下河。（二）鹽河水道——運河經淮安縣北境東出一支津曰新運河；又東南一支津曰舊運河；二者會於六塘總稱鹽河；又鹽河之支渠有六塘河及北六塘河。更有南串場河及北串場河，縱貫南北。此中支渠密佈，不可勝計。又范堤以東更有五大港，除漁鹽之利外，在灌溉上，亦有相當之價值，如東台縣境內之王竹兩港，鹽城縣境內之門龍新洋二港，及阜甯縣境內之射陽河，均皆支渠百出，有裨於農事匪淺。

起水設備 起水器械，大半應用風車；風為其唯一原動力，其構造雖簡單，然主其事者悉為普通匠人，能以數百種大小不同尺寸各異之木料與鐵器，配成一龐大之整個機構，誠非易易；且能逐漸改進蛻變，日臻完善，尤屬難能可貴。其次有洋風車（鄉人呼之曰鬼招手）礮車等類，亦皆借風為原動力者。復次有牛車，以牛挽之，現不多用。更其次則為踏車，即純用人工以汲水也。他如吊桶、筲斗之屬，間亦有用之者。最近更有試用柴油引擎汲水機者，

惟僅限於大地主耳，故不多見。此外如田中積水過多，有害於禾苗者，自須排出。其排水之法，約有二端：（一）即將汲水設備，裝置田中汲水他去，俗稱之曰倒水，或開鑿邊溝，引水入河或其他低窪之地。（二）即使用撥車以排水也。構造極簡單，純用人力推動之，其効力甚偉。茲將各種器具之平均價值暨灌溉量列表如下：

| 名 稱   | 灌 溉 面 積      | 成 本   | 數量之比較 |
|-------|--------------|-------|-------|
| 風 車   | 四十畝至六十畝      | 百元以上  | 最多    |
| 洋 風 車 | 二十畝至三十畝      | 五六十元  | 多     |
| 礮 車   | 全上           | 全上    | 多     |
| 牛 車   | 二十畝左右（視牛力而定） | 四五十元  | 多     |
| 踏 車   | 視人力而定多寡      | 二十元以上 | 少     |
| 吊桶及筲斗 | 數畝           | 甚微    | 最少    |
| 柴油汲水機 |              |       | 最少    |

灌溉方法 此區域內，皆係採用明灌法（Surface Irrigation）；就須施灌之植物言，可分二類：（一）施於菜蔬及果品之屬者（二）施於稻田者。關於第一類，施行灌菜之法不一，大別之可析為漫灌（Floodig）及漚灌（Furrow）二種。惟以生產是項植物之地畝極少，需水量亦甚微，茲不具論。關於施水於稻田者，則隨在皆是，規模甚大；其方法亦較嚴密。茲分述如下：

（甲）劃田成區——先踏勘全田高度之相差，然後依地勢之高下，劃成矩區。在一區之內，須極平坦，苟不合條件，即須平治之。其平治之法有二，一為將高處之土，用人工運輸至低處，使其高度相若，然此僅施用於高下懸殊之處。如相差甚微，則用耙面平置田中，施壓力於其上，以牛挽之；及至低處，去其壓力，如是則高處之土，漸移低處；往復數四，田自平矣。每區大小不一，自數十方

以至於數畝不等。每區周圍，築以高埂用以蓄水。如鄰區高於本區，而水又須經本區以流至鄰區者，則於本區田邊，鑿成小溝，用以輸水。又如鄰區略低，則直接由本區流入，毋須他計也。普通車口須置於田之極高處，以便輸水，然以河道關係，往往須將汲水設備裝置於較低之處者，則輸水問題，甚難解決。俗呼之曰倒梢田，其價值須降一等也。

(乙) 灌溉時期——植稻之田有二種，一為稻麥田，即夏季長稻，冬季植麥之田也。一為稻田，即每年僅植稻一次之田也。前者僅夏季須施灌溉，而後者則全年須浸入水中也。其收穫量互有長短，惟前者施肥之值則視後者為大耳。又全年須行灌溉之田，最忌乾旱，倘在夏季烈日之下，尤易龜裂。既龜裂之後，則非數載工夫，不克恢復原狀。至稻麥田亦有因瘦瘠而暫施全年灌溉，以回復其生產力者。惟不論何種施行全年灌溉之田，必須勤加犁耕，奏効方大。至施行全年灌溉之田，則以范公堤以西之農田為多，蓋因平時地下水面 (Water Table) 太高，若不施水，即有影響於田之肥饒耳。

(丙) 防止漏水——田漏為施行灌溉最大困難之點，蓋一日所汲之水有限，供給作物葉面之發散，暨地面之蒸發，已屬甚巨；更須供給其漏出之量，則欲於作物無損者，勢必減少面積以資抵補矣。故防止漏水甚為重要。其防止之法有二：一為將附近之溝渠填塞，更於田中施行深耕細耙，減少孔穴，使水不易尋道而出。一為用木製之鈴鈔，其法先以草類平鋪田中，然後將鈴鈔置於其上並加壓力，牛挽之，而裝置於鈴鈔圓軸上之長齒，即截草於深層之土中，如是施行數次，則孔隙漸少，而漏水量必銳減矣。又有多含鹼質 (Alkalies) 之田，往往利用漏水以排除其鹼質者亦甚多，迨至相當程度以後，再施行防止之手續。

植物種類 其種類甚多，大別之為水穀旱穀與菜蔬三種；水穀者，即施行灌溉，而始成長之植物，如各種稻類是也。旱穀者，即無須施行灌溉，悉賴雨水浸潤，而能發榮滋長之生物，如麥類棉花等皆是也。至稻類可別之為白

稻糯稻及黑稻，白稻之分類亦甚多，大概在范堤以西及堤東十數里之範圍內多植之。平均水之深度，須在一二寸之間，方克發揮其生長力。黑稻俗稱牛脚鳥，色黑具長芒；多植於范堤以東，有散種與插秧之別。前者水之深度不定，由乾涸以至深達一二尺許者，均能維持其生長，第收穫量較小耳。後者與白稻環境之要求相似。至菜蔬之屬，灌溉悉用工人，其需量亦甚微。

關於灌溉之權限問題 因灌溉用水而發生齟齬者時有所聞，構成是種齟齬之最大原因，不外二端：（一）因水源不足，時感缺乏；扼上游者，每於乾旱之時，施其狡計，用種種方法，壟斷水源，或加工汲水，存儲田中，以致下游用戶，不得不起而抗爭。（此種現象，多於范堤以東見之）。（二）因田產所有權轉換時，往往豪劣之徒，欺蔽鄉愚，斷絕水路，藉此敲詐，以致釀成爭端者。然泰半爭執，胥少涉訟，概由地方上之紳士或調停者解決之，蓋以現行法律，亦不易獲得一相當之良好解決耳。惟有揆情度理，各加讓步，息事寧人而已。又普通河流溝渠之所有權，兩岸地主，各佔其半，在契約上，關於田產界址之說明，均見有「至溝中流」等字樣。如此劃分，雖非公平，然此種一地方之「不成文法」，殆已深入人心，無法攻破耳。又田地之價格，胥視水道之良窳而異，其能直達幹流，與僅通支津汊港者，雖於灌溉之利，無大懸殊，而價格上則有天壤之別矣。

結論 綜上以觀，淮南之灌溉事業，雖非現代化，然其普遍性，殆已遠過他處。又就地勢度之，其所採用之汲水設備，固適合而經濟，其所採用之方法，亦未嘗不與科學的灌溉法相契合耳。第以范堤迤東，尚未盡行墾治，平疇萬畝，土質肥饒，新運河鑿成之後，儘可採用大規模最新式之灌溉計劃，則灌溉之利，必有驚人之收穫，兼之導淮計劃，業已實現（今年江蘇建設廳，大規模的徵工導淮，期一舉成功）。將來旱潦之災，既可豁免，農村復興，自有厚望。更俟墾殖區內之鐵道築成後，則交通發達，運輸稱便，行見僻處而無足重輕之江北，一躍而為江蘇首善之區矣。

## 關於橋樑的一些問題

郭仲常

橋樑在建築公路的各項工程中要算最重要了；因為牠的建築費要比其他的大，保固問題又要比其他的難，所以要怎樣才能使工程費減低，保固期延長，我們不能不加以相當的研究與討論，然後始決定要怎樣採取設計的各种條件，才可以合乎這些原則。

A. 橋位：橋位分斜(Skew)正兩種，為節省建築費與便於設計及築造，大多採用正橋，不過有時因為要顧全前後的路線，同時又要使橋的本身穩固，也有採取斜橋較正橋來得經濟妥當的，例如我們的路線非與水流(Current)成一個任意角度不可的時候，我們只有用這個角度為橋斜的度數，因為要這樣才可使水流正對我們的橋墩(Pier)與橋台(Abutment)；還有一種原因，就是基礎地質的問題，如果地質堅硬的方向是與水流成任意角度時，那亦只有用斜橋了。總之，在可能範圍內，還是用正橋為佳。

B. 橋高：橋的高度，在表面上看起來，好像是採用路基的高度(Grade line)，其實路基的高度，乃是根據橋的高度而定的，就是凡路線過河，牠的高度線是要等橋高定好後才定的。定橋高的方法，在路線跨過普通河流——普通河流，即無船舶來往者——的時候，是採用水位來定的。普通規定，是橋高較洪水位(High water level)高數公寸即可，只要最大水來的當兒，水流不從橋面上流過，那就算設計不錯了。如果路線經過有船舶的河流，先用洪水位來決定橋高後，再加上此河中往來最大船的高度，這個高度，才是我們所採用的高度。關於定橋高的困難，就是有些河流，牠的洪水位，水利機關尚沒有記載，在這種情形下，除了詢問附近的土人外，只有設法猜測了。

C. 徑間(Span)：徑間關係一個橋的經濟與穩固兩個問題，是再大沒有了！講到經濟問題，徑間長，自然要貴點，短當然要便宜點，可是因為徑間與



橋台高有密切關係,那就不一定了。據一般有經驗的人講,與其橋台高,不如徑間長來的經濟;因為長只增加所增橋面價值較橋台增高一點是便宜的多了,不過這也是有限度的增長,因為如果太長的話,大梁(Beam)根本就要增大了。總之,在設計的時候,應該設法減低橋台高,增加徑間長,才合乎經濟的原則。此外還有一個穩固的問題,就是要足瀉水,那自然也很要緊,如果流水面積(Discharge area)不足的話,那就談不到穩固了。徑間與面積成正比例,所以徑間總以大的為妙,在可能範圍內,我們總設法增加徑間的長度,萬一因為增加了徑間,要引起旁的問題,如經濟增大,橋基不固等等,那麼只有提高橋台,為的是橋台高度與流水面積亦成正比例。

D. 橋樑各部材料之選擇: 橋樑分臨時,半永久,永久式三種,所以牠的材料採用亦各個不同了。在現在的中國公路上,多用本松及洋松為臨時橋的材料,用石,混凝土,洋松及本松為半永久式的材料,用石,混凝土及鋼鐵為永久式的材料。採用材料及決定橋式,則視當地情形與經費而定。例如在窮鄉僻壤,交通不便的地方,自然以採取石及本松來建造半永久式橋,比較經濟,如必須永久式的時候,那就用石來造拱橋亦可,如祇須臨時式時,當以本松為最適當。

三月二日於浙江公路局

## 偏心之鉚釘聯結

孫懷慈

平常在計劃鉚釘聯結的時候，在習例上，最好是使各樑柱的作用力經過各鉚釘的重心點。如此，可以使各鉚釘受到平均的壓力或剪力。但此種情形有時不易達到，以致各鉚釘的應力，有偏倚的弊病，而有超出安全應力的危險。

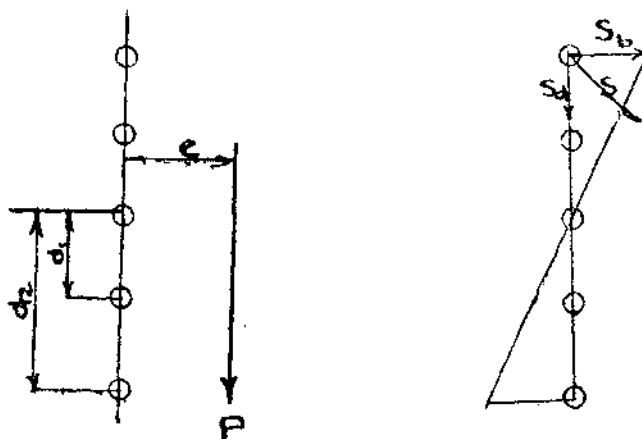


圖 1

如圖 1 所示，為一簡單的偏心聯結，這些釘除了直接應力之外，還有撓力的應力。直接應力，係由各鉚釘平均分配，而撓力係和距離重心成正比。若  $P =$  外力

$n =$  釘數

$d =$  各鉚釘與鉚釘重心之距離如  $d_1 d_2 \dots$

$d_0 =$  最遠一鉚釘與重心之距離

$e =$  偏心距

$S_d =$  直接應力

$S_b =$  撓應力

$S_{b1}$  = 在單位距離之撓應力

$S$  = 合力

$$S_d = \frac{P}{n} \dots\dots\dots(1)$$

某一鉚釘之撓力 =  $S_{b1}d^2$

而外力撓 = 內應撓

$$Pe = \sum S_{b1}d^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$S_{b1} = \frac{Pe}{\sum d^2} \dots\dots\dots(3)$$

$S^2 = S_d^2 + (S_{b1}d_o)^2$ , 故最外一釘應力之和為

$$S^2 = \left(\frac{P}{n}\right)^2 + \left(\frac{Pe b_o}{\sum d^2}\right)^2 \dots\dots\dots(4)$$

利用公式(4), 則可覆驗單行偏心之應力。

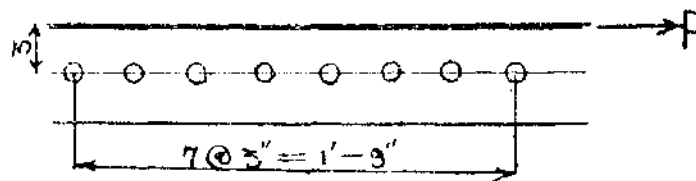


圖 2

例如圖 2, 係一角鐵之偏心聯結。如用  $\frac{7''}{8}$  鉚釘, 應力為 6010 磅, 利用公式(4), 則得

$$6010^2 = \left(\frac{P}{8}\right)^2 + \left(\frac{P3 \times 10.5}{376.5}\right)^2$$

$$36,000,000 = \frac{P^2}{64} + \frac{P^2 990}{141,000} = 0.0156P^2 + 0.007P^2$$

$$P = 40000\#$$

若撓應力不計入內, 則  $P = 48000\#$ 。

由此可知若偏心鉚釘照平常鉚釘計算則其所能受之應力相差甚巨。

如圖 3 為二行鉚釘欲計算其合力仍可利用公式(4),不過  $d$  須稍為變化。因  $d^2 = X^2 + y^2$ , 故

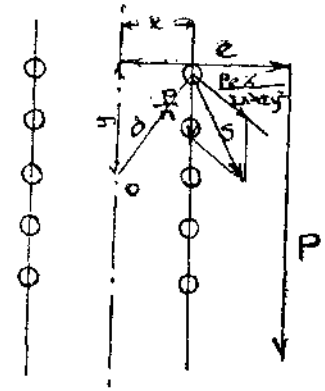


圖 3

$$\text{公式(3)變爲 } S_{bi} = \frac{pe}{\sum x^2 + \sum y^2}$$

設  $X_x, Y_x =$  最外一釘之坐標,

$$\text{公式(4)應變爲 } S^2 = \left\{ S_d + S_{bi} \sqrt{X_x^2 + y_x^2} \left( \frac{y_x}{\sqrt{X_x^2 + y_x^2}} \right) \right\}^2 + \left\{ S_{bi} \sqrt{(X_x^2 + y_x^2)} \left( \frac{X_x}{\sqrt{X_x^2 + y_x^2}} \right) \right\}^2$$

$$\text{化簡 } S^2 = \left( \frac{P}{n} + \frac{Pe y_x}{\sum y^2 + \sum y^2} \right)^2 + \left( \frac{Pe X_x}{\sum X^2 + \sum y^2} \right)^2 \dots (5)$$

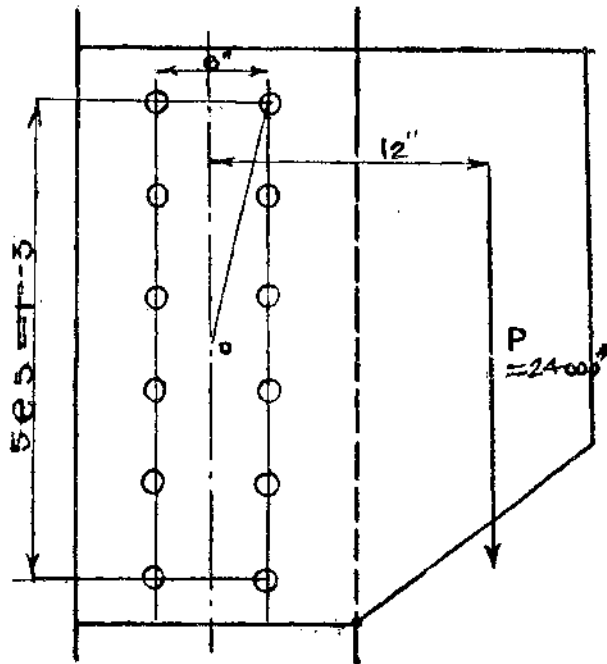


圖 4

例如圖4，為一橫樑與直柱之連結，各種尺寸均如圖載。

$$\sum X^2 = 12 \times 3^2 = 108$$

$$\sum y^2 = 4(1.5)^2 + 4(4.5)^2 + 4(7.5)^2 = 4 \times 2.25 + 4 \times 21.2 + 4 \times 55.5 = 326$$

$$S^2 = \left\{ \left( \frac{24000}{12} \right) + \left( \frac{2000 \times 12 \times 7.5}{108 + 326} \right) \right\}^2 + \left\{ \frac{24000 \times 12 \times 3}{108 + 326} \right\}^2$$

$$(2000 + 4970)^2 + 200^2 = 48,400,000 + 40,000$$

$S = 7000\#$  即最遠一釘所受之最大應力。

由此可知計劃橋樑的接頭的時候如果有偏心的釘釘，如圖5，最好把牠的應力覆驗一下。

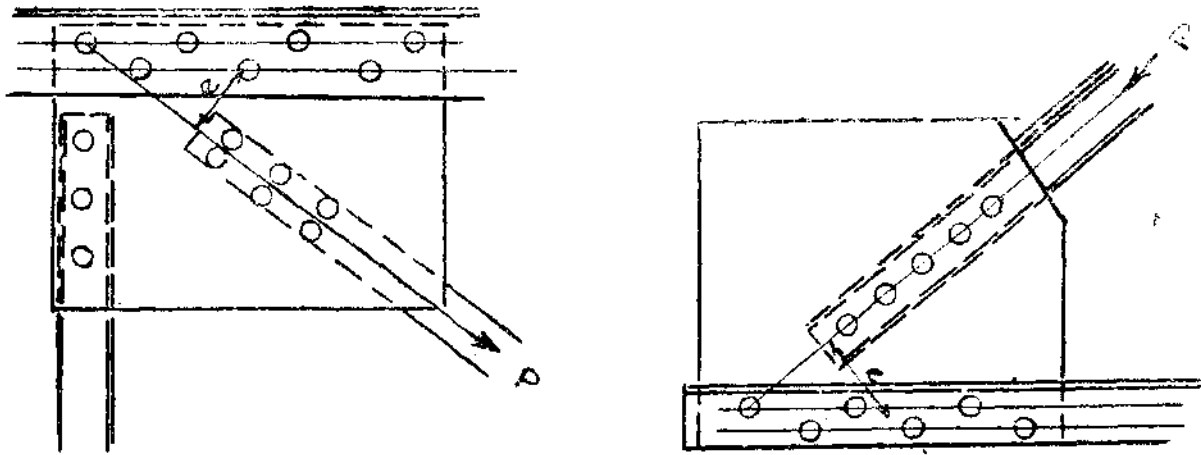


圖 5

# 杭州烈雨之公式

虞烈照

欲解決許多工程問題,如洪水之防止,溝渠之大小,洩水管之大小,壩上閘門之設計,以及其他相類似之工程,必須預先決定其可能之最大流量;然後可以着手進行工作。影響最大流量之因子頗多,其最重要之因子為降雨之烈度(Intensity)降雨時間之長短(Duration),及降雨所及之面積(Area)。故烈雨(Heavy Rainfall)之研究,對工程界實有極大之價值。

杭州之雨量記載,可供以作烈雨之研究者,僅自民國十九年始。截至民國廿二年,僅有四年之資料。雖記載之年數太少,但終可使工程師稍有所依據。比任意猜測一數為可靠也。

本篇之作,在收集杭州烈雨之記載,依大小次序排列,以求其公式。

本篇之資料,得自浙江省水利局測候所,該局自民國十九年起,始有自動量雨計(Automatic Rain Gage)之裝置。其所測得之降雨曲線,因記載年數太少,尚未整理。故作者由自動量雨計所測得之曲線上求得之,因時間偏促,未曾加以校對,或有錯誤,亦未可知,特在此處聲明。

表一將杭州四年之烈雨記載,依大小之次序排列,烈度最大者排在最先;烈度最小者排在最後。(凡烈度在  $20 \frac{\text{mm}}{\text{hr}}$  以上者本篇始稱烈雨)

表一 杭州之烈雨以大小次序排列 (1929—33)

烈度以每小時公厘數計

| 次 序 | 平均每<br>年次數 | 時 間 (以分計) |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-----|------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|     |            | 19        | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 80   | 100  | 120  |  |
| 1   | 0.25       | 150.0     | 96.0 | 72.0 | 57.0 | 50.4 | 45.0 | 33.8 | 27.6 | 23.5 |  |
| 2   | 0.50       | 150.0     | 90.0 | 65.0 | 54.0 | 49.2 | 43.0 | 33.8 | 27.0 | 23.5 |  |

|   |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 | 0.75 | 14.40 | 87.0 | 60.0 | 49.5 | 48.0 | 42.5 | 33.0 | 26.4 | 22.5 |
| 4 | 1.00 | 138.0 | 81.6 | 58.0 | 45.9 | 36.7 | 33.0 | 25.5 | 25.0 | 22.0 |
| 5 | 下 略  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |

記載之年數既為四年，則第一數之週率 (Frequency) 即為每年四分之一次；或四年一次。第二數之週率為每年四分之二次；或二年一次。第三數之週率為每年四分之三次，或  $1\frac{3}{4}$  年一次，餘類推。見表一之第二行。

若將表一最先之四列（即週率為四年一次四年二次四年三次四年四次之烈雨）繪于方格紙上，則可得不規則之折綫。此種不規則之事實，若假設係由於觀察之不完全，及觀察之差誤所致，則可以有規則之曲線表示其平均值。本篇之目的即在求此種曲線之公式。

烈雨之烈度與時間之關係若欲以公式表示之，有下列三種式樣：

$$1. \text{ Reciprocal Formula } \quad i = \frac{a}{t+b} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$2. \text{ Exponential Formula } \quad i = \frac{a}{tb} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$3. \text{ Modified Exponential Formula } \quad i = \frac{a}{(t+b)^c} \quad \dots\dots\dots(3)$$

上列三式中之  $i$  = 烈雨之烈度以每小時公厘數計 (mm per hr.)

$t$  = 烈雨所經歷時間之長短以分計 (Min)

$a, b, c$ , 為常數

(1) 與 (2) 兩式應用最廣，取其便于計算也。(3) 式則鮮見應用，因其計算之手續較為繁重故也。但 (3) 式之結果較 (1) 式與 (2) 式均佳，故在有長時期烈雨記載之地，恆有用 (3) 式者。若烈雨之記載年數不長，則用 (1) 式或 (2) 式已足夠準確，因其記錄根本不十分可靠也。

本篇僅述(1)式與(2)式常數之求法。至(3)式常數之求法,可參看 Proceedings, A. S. C. E. Feb. 1934. P. 168.

(1)式與(2)式常數之求法可分為二種:

1. 用圖形方法。
2. 用最小二乘方原理計算。

用圖形方法求烈雨之公式

A. Reciprocal Formula  $i = \frac{a}{t+b}$  .....(1)

(1)式亦可寫作

$$t+b = \frac{1}{i} \cdot a \text{ .....(1a)}$$

(1a)式中 a 與 b 為常數,若以 t 及  $\frac{1}{i}$  為變數,則 1a 式為一次

方程式繪于方格紙上,為一直線。

表二為由實際觀察而得之 t 與  $\frac{1}{i}$  之數值。

表二  $\frac{1}{i}$  之數值 (由表一算得)

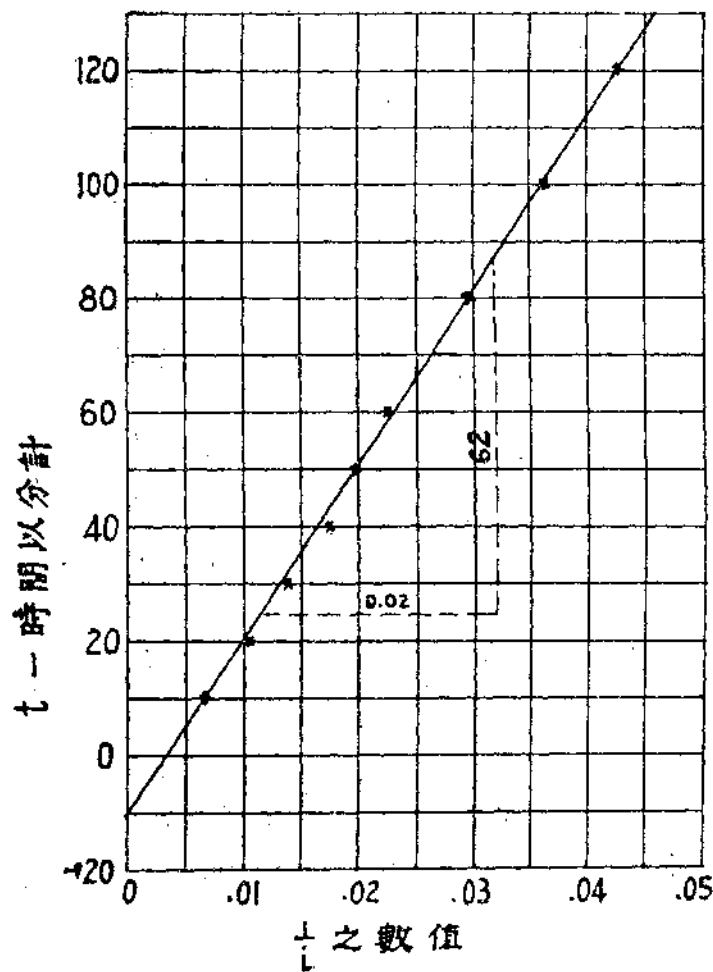
| 幾年一次<br>之烈雨 | 時 間 以 分 計 (t) |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             | 10            | 20     | 30     | 40     | 50     | 60     | 80     | 100    | 120    |
| 4           | .00667        | .01042 | .01389 | .01754 | .01984 | .02222 | .02959 | .03623 | .04255 |
| 2           | .00667        | .01111 | .01538 | .01825 | .02033 | .02315 | .02959 | .03704 | .04255 |
| 1.33        | .00694        | .01149 | .01667 | .02020 | .02083 | .02353 | .03030 | .03788 | .04444 |
| 1           | .00725        | .01225 | .01724 | .02179 | .02725 | .03030 | .03922 | .04000 | .04545 |

將表二中之數值繪於方格紙上,則各週率之烈雨均可以一直線表示



之。如圖一所示，為四年一次之烈雨之直線。圖中以  $t$  為縱坐標 (Ordinate)  $\frac{1}{i}$  為橫坐標 (Abcissa)。其直線公式之式樣既如 (1a) 則可知：

1. 此直線之斜度 (Slope) =  $a$
2. Y 軸上之截部 (Intercepts) =  $-b$



圖一 四年一次之烈雨曲線以  $t+b=\frac{a}{i}$  式表示

從圖一量得直線之斜度為  $\frac{62}{.02} = 3100 = a$ ,

Y 軸上之截部為  $-10$ ,  $\therefore b = +10$ .

故四年一次之烈雨公式為  $i = \frac{3100}{t+10}$ .

依此方法其他週率之烈雨公式均一一求出如下:

二年一次  $i = \frac{3100}{t+14.5}$

1  $\frac{1}{3}$  年一次  $i = \frac{3050}{t+15.5}$

一年一次  $i = \frac{2700}{t+18}$

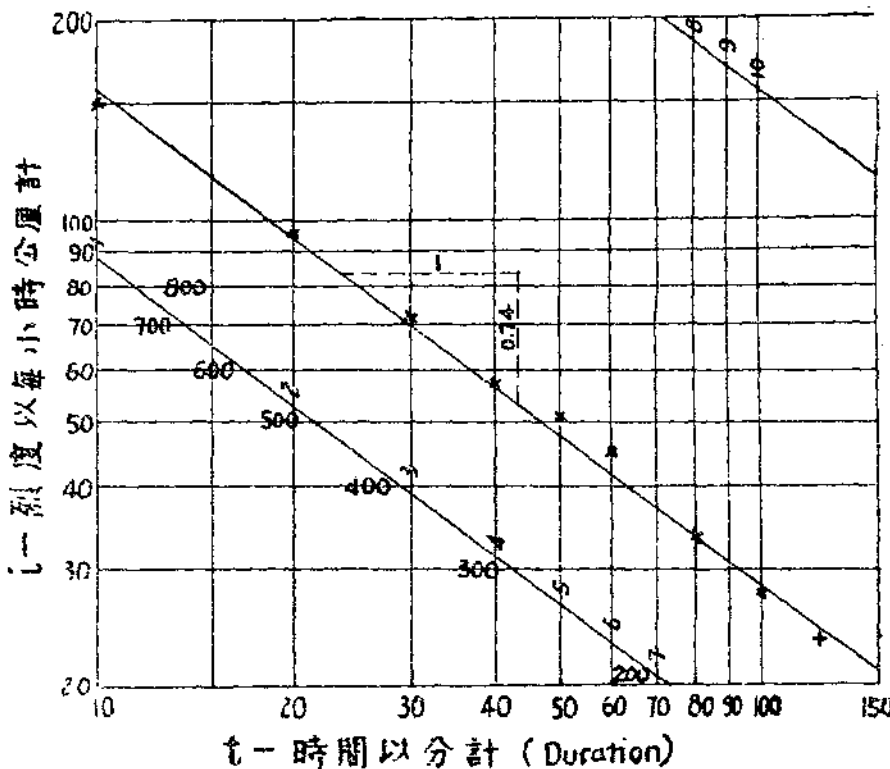
B. Exponential Formula  $i = \frac{a}{t^b}$  .....(2)

將(2)式等號兩邊各取對數,則得

$\log i = \log a - b \log t$  .....(2a)

式中  $\log a$  與  $b$  為常數,故  $\log i$  與  $\log t$  之關係亦為一次方程式。故若將  $i$  與  $t$  之數值繪於對數紙上,依理可得一直線。

將表一中之數值繪於對數紙上,則各週率之烈雨均可以一直線表示



之,如圖二所示,為四年一次之烈雨。此直線之公式既假定如(2a)式,則可知:

1. 此直線之斜度 = -b,
2. 在  $t=1$  之線上所讀得  $i$  之數即 = a.

由圖二得

$b = 0.74,$

$a = 880.$

圖二 四年一次之烈雨曲線以  $i = \frac{a}{t^b}$  式表示

故知四年一次之烈雨公式爲  $i = \frac{880}{t^{0.74}}$ .

依此方法其他週率之烈雨公式均一一求出如下:

$$\text{二年一次} \quad i = \frac{820^r}{t^{0.73}}$$

$$1 \frac{1}{3} \text{ 年一次} \quad i = \frac{745}{t^{0.72}}$$

$$\text{一年一次} \quad i = \frac{760}{t^{0.76}}$$

### 用最小二乘方之原理計算烈雨之公式

#### A. Reciprocal Formula

由觀測而得之  $i$  與  $t$  代入公式 (la), 則得

$$t + b - \frac{a}{i} = d.$$

式中  $d$  表示舛差, 各舛差平方之和爲

$$\sum d^2 = M = \sum \left[ t + b - \frac{a}{i} \right]^2$$

欲使  $M$  之數爲最小, 則

$$\frac{\partial M}{\partial b} = 0,$$

$$\frac{\partial M}{\partial a} = 0.$$

$$\frac{\partial M}{\partial b} = 2 \sum \left[ t + b - \frac{a}{i} \right] = 0,$$

即  $\sum t + nb = a \sum \frac{1}{i}$  . . . . . 第一標準式  
(First Normal Equation)

式中n表觀察之次數,此處 n=9.

$$\frac{\delta M}{\delta a} = -2 \sum \frac{1}{i} \left[ t + b - \frac{a}{i} \right] = 0,$$

即 
$$\sum \frac{t}{i} + b \sum \frac{1}{i} = a \sum \frac{1}{i^2} \dots \text{第二標準式}$$
  
(Second Normal Equation)

由第一與第二兩標準式,可計算 a 與 b 之最近似值 (Most Probable Value)。

計算之方法,以列成表式較為便利,今以四年一次之烈雨為例,說明此項計算之方法。

表三乃示標準式中各項之計算。

表三 (a)(b) 兩標準式中各項之計算 (四年一次之烈雨)

| t   | i     | $\frac{1}{i}$ | $\frac{t}{i}$ | $\left(\frac{1}{i}\right)^2$ |
|-----|-------|---------------|---------------|------------------------------|
| 10  | 150.0 | 0.00667       | 0.0667        | 0.000044                     |
| 20  | 96.0  | 0.01042       | 0.2084        | 0.000108                     |
| 30  | 72.0  | 0.01389       | 0.4167        | 0.000193                     |
| 40  | 57.0  | 0.01754       | 0.7016        | 0.000308                     |
| 50  | 50.4  | 0.01984       | 0.9920        | 0.000394                     |
| 60  | 45.0  | 0.02222       | 1.3333        | 0.000493                     |
| 80  | 33.8  | 0.02959       | 2.3672        | 0.000876                     |
| 100 | 27.6  | 0.03623       | 3.6230        | 0.001312                     |
| 120 | 23.5  | 0.04255       | 5.0160        | 0.001810                     |
| 510 |       | 0.19895       | 14.7249       | 0.005538                     |

由表三可得兩標準式如下:

第一標準式,  $510 + 9.00000 b = 0.19895 a \dots\dots\dots(a)$

$$\text{第二標準式} \quad 14.7249 + 0.19895 b = 0.005538 a \quad \dots\dots\dots(b)$$

解上列二方程式得

$$a = 3026, \quad b = 10.2.$$

故四年一次之烈雨公式爲

$$i = \frac{3026}{t+10.2}$$

與用圖形方法所求得之公式相差甚微，此因在圖形上微細之數目不易讀準故也。

表四爲四年一次之烈雨用公式  $i = \frac{3026}{t+10.2}$  計算而得之數值與實際觀測所得之數值兩相比較。

表四 公式與實際觀測之比較（四年一次之烈雨）

| t   | 由觀測而得之<br>i | 由公式算得之<br>i | 舛 差  | (舛 差) <sup>2</sup> |
|-----|-------------|-------------|------|--------------------|
| 10  | 150.0       | 150.0       | 0.0  | 0.00               |
| 20  | 96.0        | 100.2       | +4.2 | 17.64              |
| 30  | 72.0        | 75.3        | +3.3 | 10.89              |
| 40  | 57.0        | 60.3        | +3.3 | 10.89              |
| 50  | 50.4        | 50.3        | -0.1 | 0.01               |
| 60  | 45.0        | 43.2        | -1.8 | 3.24               |
| 80  | 33.8        | 33.6        | -0.2 | 0.04               |
| 100 | 27.6        | 27.6        | -0.1 | 0.01               |
| 120 | 23.5        | 23.2        | -0.3 | 0.09               |
|     |             |             |      | 42.81              |

由表四可得

$$\text{平均舛差} = \sqrt{\frac{42.81}{9}} = 2.2 \text{ 公厘/時}$$

(Average Difference)

依此方法,其他週率之烈雨公式及其與實際觀測之平均舛差均一一求出,見表五。

表五 杭州烈雨之公式以  $i = \frac{a}{t+b}$  式表示及其平均舛差

| 烈 雨                  | 公 式                       | 平 均 舛 差<br>以公厘/時計 |
|----------------------|---------------------------|-------------------|
| 四 年 一 次              | $i = \frac{3026}{t+10.2}$ | 2.2               |
| 二 年 一 次              | $i = \frac{3139}{t+14.6}$ | 7.8               |
| $1\frac{1}{3}$ 年 一 次 | $i = \frac{3054}{t+15.3}$ | 8.4               |
| 一 年 一 次              | $i = \frac{2727}{t+18.3}$ | 14.4              |
| 總 平 均 舛 差            |                           | 8.2               |

B. Exponential Formula

由觀測而得之  $i$  與  $t$  代入公式(2a) 則得

$$\log i - \log a + b \log t = d.$$

式中  $d$  表示舛差,各舛差平方之和為

$$\sum d^2 = M = \sum [\log i - \log a + b \log t]^2.$$

欲使  $M$  之值為最小,則

$$\frac{\partial M}{\partial \log a} = 0,$$

$$\frac{\partial M}{\partial b} = 0.$$

$$\frac{\partial M}{\partial \log a} = -2 \sum [\log i - \log a + b \log t] = 0,$$

即  $\sum \log i = n \log a - b \sum \log t$  .....第一標準式

$$\frac{\partial M}{\partial b} = 2 \sum \{ [\log i - \log a + b \log t] \times \log t \} = 0,$$

即  $\sum [\log i \times \log t] = \log a \sum \log t - b \sum [\log t]^2$  .....第二標準式

由第一與第二兩標準式,可計算  $\log a$  與  $b$  之最近似值。

仍以四年一次之烈雨公式之計算作例,先計算標準式中之各項,如表六所示。

表六 (c)(d)兩標準式中各項之計算(四年一次之烈雨)

| t   | log t  | [log t] <sup>2</sup> | i     | log i  | log i × log t |
|-----|--------|----------------------|-------|--------|---------------|
| 10  | 1.000  | 1.000                | 150.0 | 2.176  | 2.176         |
| 20  | 1.301  | 1.693                | 96.0  | 1.982  | 2.579         |
| 30  | 1.477  | 2.182                | 72.0  | 1.857  | 2.743         |
| 40  | 1.602  | 2.567                | 57.0  | 1.756  | 2.813         |
| 50  | 1.699  | 2.887                | 50.4  | 1.702  | 2.892         |
| 60  | 1.778  | 3.162                | 45.0  | 1.653  | 2.939         |
| 80  | 1.903  | 3.622                | 33.8  | 1.529  | 2.910         |
| 100 | 2.000  | 4.000                | 27.6  | 1.441  | 2.882         |
| 120 | 2.079  | 4.320                | 23.5  | 1.371  | 2.850         |
|     | 14.839 | 25.433               |       | 15.467 | 24.784        |

由表六可得兩標準式如下:

第一標準式,  $15.467 = 9.0000 \log a - 14.839 b$  .....(c)

第二標準式,  $24.784 = 14.839 \log a - 25.433 b$  .....(d)

解上列二方程式得

$$\log a = 2.944, \quad \therefore a = 879;$$

$$b = 0.743.$$

故四年一次之烈雨公式爲

$$i = \frac{879}{t^{0.743}}$$

以此公式與實際觀測之數值兩相比較,則得

$$\text{平均舛差} = 3.3 \text{ 公厘/時}$$

其計算之方法與表四之計算同。

依此方法,其他週率之烈雨公式及其平均舛差均一一求出,見表七。

表七 杭州烈雨之公式以  $i = \frac{a}{t^b}$  式表示,及其平均舛差

| 烈 雨                   | 公 式                         | 平 均 舛 差<br>以公厘/時計 |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------|
| 四 年 一 次               | $i = \frac{879}{t^{0.743}}$ | 3.3               |
| 二 年 一 次               | $i = \frac{820}{t^{0.733}}$ | 1.7               |
| 1 $\frac{1}{3}$ 年 一 次 | $i = \frac{746}{t^{0.720}}$ | 2.5               |
| 一 年 一 次               | $i = \frac{760}{t^{0.755}}$ | 2.3               |
| 總 平 均 舛 差             |                             | 2.4               |

結論: 表五與表七中所載杭州烈雨之公式,因記載年數太少,僅可作工程師之參考而已;

本篇以例子詳細說明求烈雨公式之計算方法,此種計算方法,各地均可應用。



## 垂直面上曲綫之計算

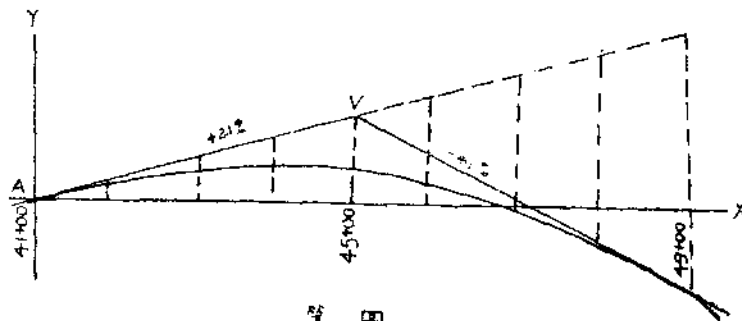
胡 傑 安

在坡度不同之二坡綫間，須聯以適宜之垂直曲綫，以使其間坡度之變遷合度，增進行車安全。此種曲綫，或為單圓曲綫，或為拋物曲綫，但前者之曲度，處處一律，不甚合於垂直面上之用；拋物曲綫可變化合意，曲綫上各點曲度又屬不同，垂直曲綫實採用此種為最廣，其計算之方法，務求簡捷合用；泰西學者常勾心鬥角，簡而求簡，實與吾人不少便利。今集其簡便之計算法數則叙之如下：

### 1. 第一第二次差法 (First and Second Differences Method)

此方法之出發點，頗為新穎，與常用課本中所載者，稍有出入，其理淺顯，應用亦稱簡便，且少計算錯誤之弊。

第一圖中，AV, BV 為坡度不同之二相交坡綫，今欲裝一適當之拋物曲綫於其間，V 為其頂點，A, B 為二切點，AV 間之水平距離與 VB 間之水平距離相等。設 A 之站序為 41+00，其高度為 560.13；V 之站序為 45+00，其高度為 568.53；B 之站序為 49+00，其高度為 551.33。每相鄰二站間之距離為 100 尺。



第一圖

設以 A 為垂直座標之中心點，過 A 點所作之水平綫及垂直綫各為其

X 軸與 Y 軸。因此曲綫係拋物曲綫，其自截綫 AV 上任何點至曲綫之支距 (Offset) 與該點隔 A 之距離的平方為正比例。故此曲綫之方程式為：

$$Y = tx^2 + rx \dots\dots\dots(1)$$

式中 t 為在 AV 上距 A 一單位長度處至曲綫之支距，r 為 AV 之坡度；r 可為正數，可為負數，視其坡度之升降而定。

上式中 AV 之坡度 r 及曲綫端點 B 之座標均為已知數值，t 之值不難自上式中求得。為便利計算起見，頂端 V 兩邊所有曲綫上之站數，常使相等。通常只須求出沿曲綫各整站之高度，但亦有求出更多點之高度者。

第一圖中，X 軸上以每站相隔距離為單位長度；遇必要時任何距離均可作單位長度之用。如此則在 42+00 處  $x=1$ ，在 43+00 處， $x=2, \dots\dots$ 。r 乃每單位長度內坡度之變遷數值，此例中 r 應為  $(568.53 - 560.13)/4 = +2.1$ ；B 點之座標應為  $X=8, Y=551.33 - 560.13 = -8.8$ ，將此數值代入 (1) 式中，得

$$-8.8 = 64t + 2.1 \times 8$$

$$\therefore t = -0.4$$

該拋物綫之方程式變為

$$Y = -0.4x^2 + 2.1x$$

如欲求站序 42+00 之高度，以  $x=1$  代入上式，得  $y = +1.70$ ；將此數加上 A 點之高度，得  $560.13 + 1.70 = 561.83$ ，此即 40+00 之高度也。其他在曲綫上各站之高度，可同樣一一求得。其計算分列於第一表中。

上式之次生誘導式 (Second Derivative) 為

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2t \dots\dots\dots(2)$$

此數乃一常數也。

表中求出之各站高度，復可用第二次差驗算。此例中之第二次差為  $2t = -0.80$ ，其第一第二次差均列記表中。

表

| 站序 | x | $-0.4x^2$ | $+2.1x$ | y     | 高 度     | 第一次差  | 第二次差 |
|----|---|-----------|---------|-------|---------|-------|------|
| 41 | 0 | 0         | 0       | 0     | 560.13' |       |      |
| 42 | 1 | - 0.40    | + 2.10  | +1.70 | 561.83  | +1.70 | -0.8 |
| 43 | 2 | - 1.60    | + 4.20  | +2.60 | 562.73  | +0.90 | -0.8 |
| 44 | 3 | - 3.60    | + 6.30  | +2.70 | 562.83  | +0.10 | -0.8 |
| 45 | 4 | - 6.40    | + 8.40  | +2.00 | 562.13  | -0.70 | -0.8 |
| 46 | 5 | -10.00    | +10.50  | +0.50 | 560.63  | -1.50 | -0.8 |
| 47 | 6 | -14.40    | +12.60  | -1.80 | 558.33  | -2.30 | -0.8 |
| 48 | 7 | -19.60    | +14.70  | -4.90 | 555.23  | -3.10 | -0.8 |
| 49 | 8 | -25.60    | +16.80  | -8.80 | 551.33  | -3.90 |      |

試將此題加以分析,得知曲綫上各站點之高度,可自第一次差及第二次差而求得。在此例中,  $t$  及其他諸常數之數值,早經求出;其第二次差應為常數,並求得為  $2t$ , 或  $-0.80$ 。其第一個第一次差即是式中  $x=1$  時之  $y$  的數值,此處為  $+1.70$ , 將此數加入  $41+00$  之高度,即得  $42+00$  處之高度。第二個第一次差為  $+1.70-0.80=+0.90$ , 將此數加入  $42+00$  處之高度,即得  $43+00$  處之高度。除此類推,各站點之高度均可求得。

縱合以上所述,得其方法如下:設  $D_1, D_2, \dots$ , 為各連續的第一次差,  $d$  為第二次差;在拋物曲綫中,此數應為常數;又  $h_1, h_2, \dots$ , 為連續各站點之高度。則  $D_1$  之數值為曲綫公式中  $x=1$  時之  $y$  的數值;且  $D_2=D_1+d$ ,  $D_3=D_2+d, \dots$ ; 又  $h_2=h_1+D_2, h_3=h_2+D_3, \dots$ 。

各數之正負號,須加注意,免生錯誤。自上式中計算出之曲綫末端  $B$  的高度,須與自截綫坡度直接算出者相符,否則各都須加覆算,以明誤點。

2. 應用計算尺法 (Slide Rule Method)

此法中利用計算尺上各種尺度 (Scale), 以計算各站點自截綫至曲綫之支距, 再自截綫之高度, 而求得曲綫上各站點之高度, 其手續如下:

A. 以曲綫之長度 (每站為一單位長度) 乘以二坡綫坡度的代數差之  $1/8$ , 為即得其中點之支距。

B. 設有曲綫上之一點, 其隔 A 之距離為  $x$ , 欲求該點高度之方法如下:

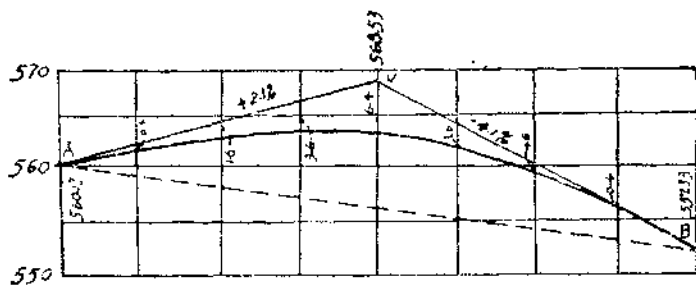
(a) 在計算尺之 A 尺度上, 將指綫 (Indicator) 放在與中點支距相等之數字上。

(b) 抽移其滑動尺 (Slider), 使 C 尺度上在指綫下讀出之數為全曲綫長之半。

(c) 移動指綫, 放在 C 尺度上  $x$  數之處, 則此時指綫在 A 尺度上所讀出之數值, 即為該點之支距。

(d) 自該點在截綫 A V 上之高度減去或加上 (c) 中所得之數, 則得該點在曲綫上之高度。如曲綫為向上彎曲時當相加, 曲綫向下彎曲時, 當相減。

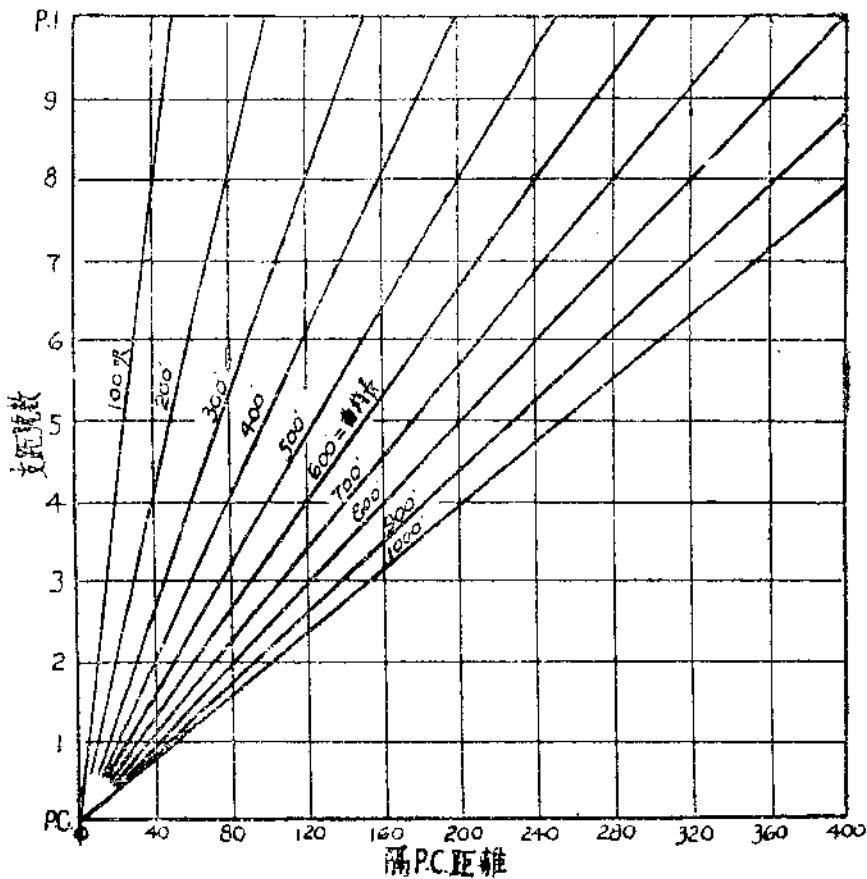
上例所述之曲綫, 依此法計算之結果如第二圖所示。



第二圖

## 3. 圖解法 (Chart Method)

此法應用極為簡單，絕少計算之苦。各站點之支距概自下列第三四兩圖中直接讀出，時間既可節省，而所得結果亦準確夠用。

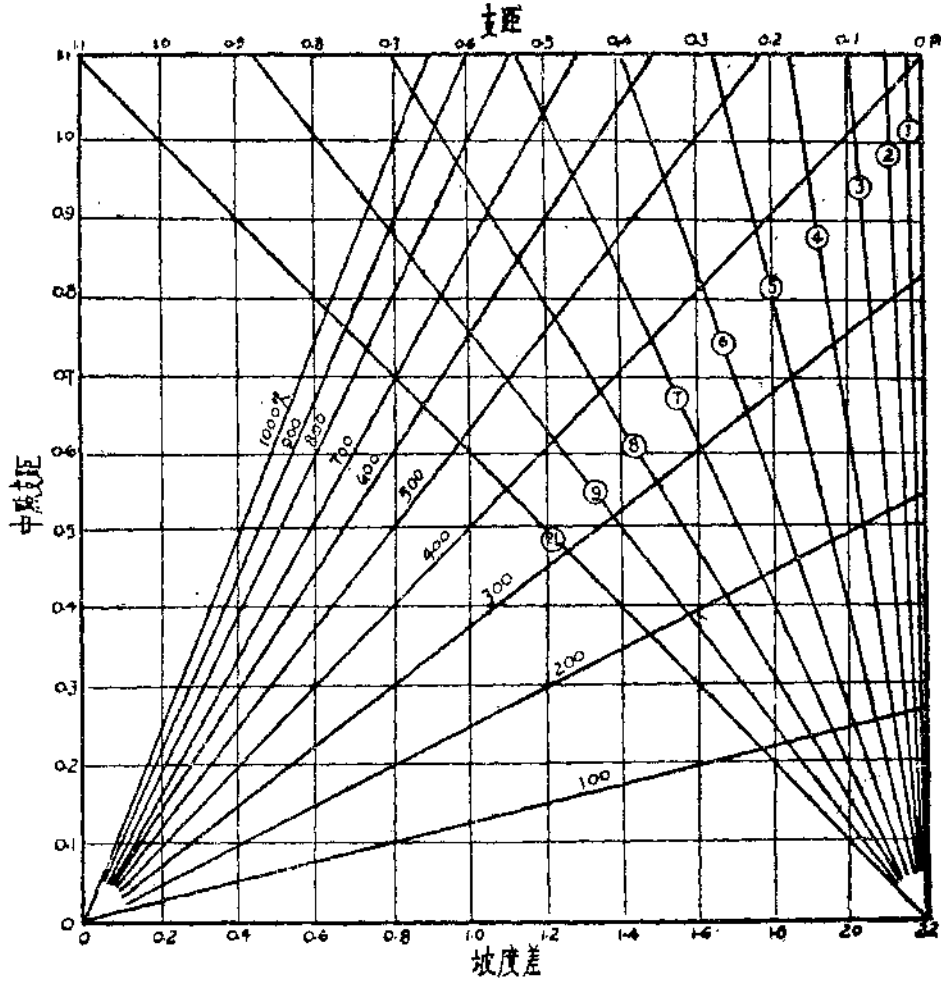


第三圖

今舉例以明其應用。

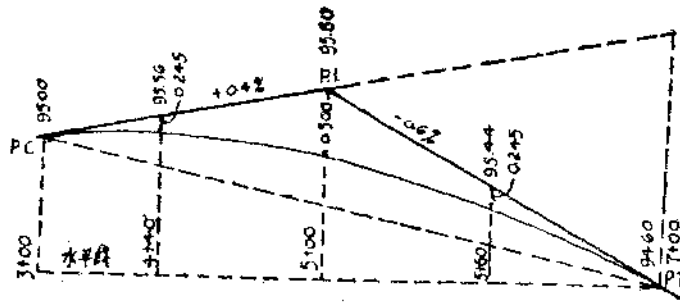
設一垂直曲綫其長為 400 呎，相交二坡綫之坡度差為 1.0%，如第五圖。今欲求曲綫上距 P.C. 140 呎處之高度。

自第三圖之底邊上檢得 140 呎之處，沿此直上，得其與 400 呎斜綫相交之點，再依此點向左方水平移動，在左邊得曲綫支距號數為 T。次於第四圖之底邊，檢得坡度差為 1.0 之坡，沿此直上，將其與 400 呎斜綫相交之點，依此點向右方水平移動，得其與曲綫支距號數為 T 之交點，再沿此點



第四圖

直上至圖頂邊,所讀得之數值為0.245呎,此即曲綫上距 P.C. 140 呎處之支距也。



第五圖

沿截綫上距 P. C. 140 呎處之高度爲 95.56 呎,故知該點在曲綫上之高度爲  $95.56 - 0.245 = 95.315$  呎,其他各站點之高度均可同樣求得。其結果如第五圖中所示。

#### 4. 坡度變遷率法 (Rate of Change Method)

拋物曲綫屬於二次曲綫,方程式爲二次式,其第一次誘導式  $\frac{dy}{dx}$  (即曲綫上各點之坡度) 爲一次式,如再微分一次,  $\frac{d^2y}{dx^2}$  則爲常數矣。換言之,即曲綫上各點之坡度變遷率爲一常數,所謂『坡度變遷率』與『第二次差』實屬同義,其值等於自一弦至等長弦間坡度之變遷量。是知第一次差即各弦之坡度也。

坡度變遷率可以二坡綫之坡度的代數差除該曲綫之長而得,曲綫之長度概以每站距離爲單位而計算。在上例中,得

$$\text{坡度變遷率} = \frac{+2.1 - (-4.3)}{8} = 0.80$$

截綫與弦間坡度的變遷爲弦與弦間坡度的變遷之半,是即爲坡度變遷率之半也。故第一個第一次差亦可自 A V 之坡度減去坡度變遷率之半而求得:即  $+2.10 - \frac{0.80}{2} = +1.70$ 。同理,如自最後一個第一次差減去坡度變遷率之半,即得 V B 之坡度:  $-3.90 - \frac{0.80}{2} = -4.30$ ,此項計算可用於檢驗以前計算有無錯誤。其他各連續第一次差,可由坡度變遷率或即第二次差誘算,曲綫上高度即可算出,如第一法中所示。

此法用於曲綫之較長而每相鄰之站間隔 100 呎者最爲適宜,因第一次差及坡度變遷率等均可用坡度之百分數表出,計算時甚爲簡便。

[尙有數則待續]

## 複式聯合架之簡解法

(Simplified Analysis of Indeterminate Frames)

駱騰譯述

普通對於複式聯合架 (Indeterminate Frames) 之解法有二種,一為單位力法 (The unit load method), 一為最小工作法 (The method of least work); 此二法各書已述之甚詳本篇所述者係一較簡單之法,並可得與上二法相全之結果,其法係依據威氏圖表 (Williot diagram) 之原理,故稱為威氏變形法 (Williot strain method), 茲分節述之如下:

### (1) 威氏變形法所應用公式之證明

設圖 1a 係表示某種組合架 (Truss) 之任一組節 (Panel), 並假定每一構材 (Member) 均受拉力 (Tension), 則各構材之變形 (Strain or Deformation) 均係伸長 (Elongation), 而為正號 (Positive sign), 然後用各構材之伸長, 畫成威氏圖表如圖 1b。

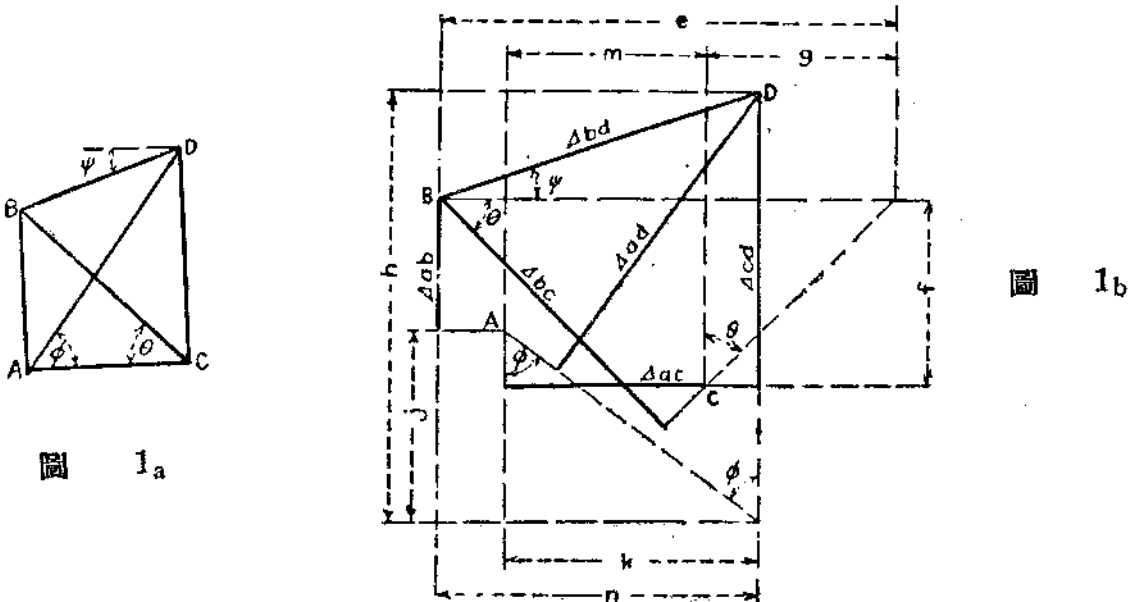


圖 1b 為圖 1a 之威氏圖表; B 點為關係點 (Reference point), B D 為關係構材 (Reference member)。



從圖 1b, 可得下列之關係:

$$e = \Delta bc \sec \theta$$

$$f = \Delta cd - \Delta bd \sin \psi$$

$$g = f \tan \theta = (\Delta cd - \Delta bd \sin \psi) \tan \theta$$

$$h = \Delta ad \operatorname{cosec} \phi$$

$$j = \Delta ad \operatorname{cosec} \phi - \Delta bd \sin \psi - \Delta ab$$

$$k = j \tan \phi = (\Delta ad \operatorname{cosec} \phi - \Delta bd \sin \psi - \Delta ab) \tan \phi$$

$$n = \Delta bd \cos \psi$$

$$m = \Delta ac$$

$$\text{同時, } e - g - m = n - k, \text{ 或 } e + k = m + n + g$$

用上列之關係代入,得

$$\Delta bc \sec \theta + (\Delta ad \operatorname{cosec} \phi - \Delta bd \sin \psi - \Delta ab) \tan \phi = \Delta ac + \Delta bd \cos \psi + (\Delta cd - \Delta bd \sin \psi) \tan \theta$$

移項整理後,得

$$\Delta bc \sec \theta + \Delta ad \sec \phi = \Delta ac + \Delta bd (\sin \psi \tan \phi - \sin \psi \tan \theta + \cos \psi) + \Delta ab \tan \phi + \Delta cd \tan \theta$$

從圖 1a 得

$$\tan \phi - \tan \theta = \tan \psi$$

代入上式,得

$$\Delta bc \sec \theta + \Delta ad \sec \phi = \Delta ac + \Delta bd \sec \psi + \Delta ab \tan \phi + \Delta cd \tan \theta \dots \dots (1)$$

設圖 1a 中,  $\psi = 0, \phi = \theta$ , 即組節 ABCD 為長方形時(如圖 2), 則式(1)變成

$$(\Delta bc + \Delta ad) \sec \theta = \Delta ac + \Delta bd + (\Delta ab + \Delta cd) \tan \theta, \quad \text{或}$$

$$(\Delta bc + \Delta ad) \operatorname{cosec} \theta = (\Delta ac + \Delta bd) \cot \theta + \Delta ab + \Delta cd \dots \dots \dots (2)$$

式(2)亦可以从長方形組節之威氏圖表中求得,此處不述及。(1)(2)

兩式原著稱為威氏變形方程式 (Williot strain equation); 應用上述原

理凡各種不同之組節，可寫成各種不同之威氏變形方程式，故式(2)僅能應用於長方形之組節如圖2；設組節之形狀如圖3，則其威氏變形方程式如下：

$$\begin{aligned}
 &(\Delta bc + \Delta ad) \sec \theta \cos \psi = (\Delta bd + \Delta ac) \cos \psi + (\Delta bd - \Delta ac) \tan \theta \sin \psi \\
 &+ (\Delta ab + \Delta cd) \tan \theta \dots \dots \dots (3)
 \end{aligned}$$

設式(3)中 $\psi = 0$ ，則式(3)與式(2)完全相同。上所述之(1)，(2)，(3)三威氏變形方程式為普通所最適用者，其各項符號(Sign)之定法，係根據各構材所受之外力如何，如係拉力，則用正號，如係壓力(Compression)，則用負號(Minus Sign)。

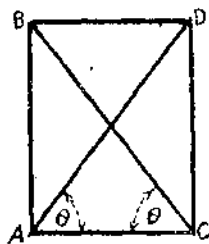


圖 2

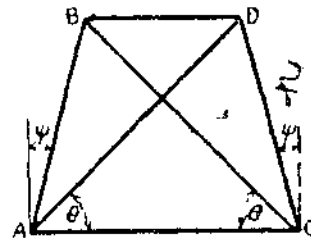


圖 3

(2) 威氏變形法之應用及與他法之比較

威氏變形法之應用，今舉一例以說明之，同時並用單位力法及最小工作法比較其結果。

今設有一複式組合架如圖4，共有四組節，載重(Loading)與配合(Size)如圖，而各構材之長度及斷面為已知，即下列各表中 $\frac{1}{A}$ 之值為已知，並假定各構材之彈率(Modulus of elasticity)為常數(Constant)；今用各法解之如下：

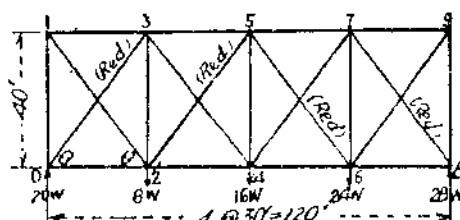


圖 4

## A. 單位力法 (Unit load method)

此法之證明及方程式之由來,各書已述之甚詳,本篇不再重寫,茲將其必須步驟,分述如下:

假定圖 4 中, 0-3, 2-5, 5-6 及 7-8 四構材為多餘構材,而

$S'$  = 各構材由於外力 (Load) 所發生之內力 (Stress), 計算時假定多餘構材所受之內力為零。

$S_{03}$ ,  $S_{25}$ ,  $S_{56}$  及  $S_{78}$  = 各多餘構材之內力 (此四數為未知數)。

$u_{03}$ ,  $u_{25}$ ,  $u_{56}$  及  $u_{78}$  = 各構材之內力, 此內力之發生, 係由於假定各多餘構材之內力為單位內力 (Stress of unity) 時, (即先假定某一多餘構材之內力為單位內力, 而其他各多餘構材之內力為零, 以計算各構材之內力, 然後再假定另一多餘構材之內力為單位內力以計算各構材之內力, 以此類推)。

下列四方程定, 係依據內工作 (Internal work) 等于外工作 (External work) 之原理而得。

$$S_{03} \left( \frac{l_{03}}{EA_{03}} + \sum \frac{u_{03}^2 l}{EA} \right) + S_{25} \sum \frac{u_{03} u_{25} l}{EA} + S_{56} \sum \frac{u_{03} u_{56} l}{EA} + S_{78} \sum \frac{u_{03} u_{78} l}{EA} + \sum \frac{s' u_{03} l}{EA} = 0 \dots\dots\dots(4)$$

$$S_{03} \sum \frac{u_{25} u_{03} l}{EA} + S_{25} \left( \frac{l_{25}}{EA_{25}} + \sum \frac{u_{25}^2 l}{EA} \right) + S_{56} \sum \frac{u_{25} u_{56} l}{EA} + S_{78} \sum \frac{u_{25} u_{78} l}{EA} + \sum \frac{s' u_{25} l}{EA} = 0 \dots\dots\dots(5)$$

$$S_{03} \sum \frac{u_{56} u_{03} l}{EA} + S_{25} \sum \frac{u_{36} u_{25} l}{EA} + S_{56} \left( \frac{l_{56}}{EA_{56}} + \sum \frac{u_{56}^2 l}{EA} \right) + S_{78} \sum \frac{u_{56} u_{78} l}{EA} + \sum \frac{s' u_{56} l}{EA} = 0 \dots\dots\dots(6)$$

$$S_{03} \sum \frac{u_{78} u_{03} l}{EA} + S_{25} \sum \frac{u_{78} u_{25} l}{EA} + S_{56} \sum \frac{u_{78} u_{56} l}{EA} + S_{78} \left( \frac{l_{78}}{EA_{78}} + \sum \frac{u_{78}^2 l}{EA} \right) + \sum \frac{s' u_{78} l}{EA} = 0 \dots\dots\dots(7)$$

此四式中各項之值列如表 1。

將表 1 之各值,代入方程式(3),(4),(5)及(6)中,並除去“E”值,則可得

下列之四方程式:

$$(50 + 128.72) S_{03} + 30.72 S_{25} + 2550.8W = 0 \dots\dots\dots(8)$$

$$30.72 S_{03} + (60 + 130.72) S_{25} + 25.6 S_{56} + 1468.8W = 0 \dots\dots\dots(9)$$

$$25.6 S_{25} + (100 + 151.76) S_{56} + 15.36 S_{78} + 603.8W = 0 \dots\dots\dots(10)$$

$$15.36 S_{56} + (30 + 79.76) S_{78} + 1952.8W = 0 \dots\dots\dots(11)$$

從上四式,即可求得多餘構材  $S_{03}$ ,  $S_{25}$ ,  $S_{56}$  及  $S_{78}$  之內力,然後再用普通力學之方法以求其餘各構材之內力。

### B. 最小工作法 (Method of least work)

如圖 4, 設  $5x$ ,  $5y$ ,  $5v$ , 各  $5z$  代表構材 0-3, 2-5, 5-6 及 7-8 之內力, 並假定各內力均為拉力; 再求出其餘各構材之內力排列如表 2。

從表 2 得

$$U = \frac{1}{E} \sum \frac{s^2 l}{2A} = \frac{1}{E} (86246W^2 + 12754Wx + 2234x^2 + 7344Wy + 2384y^2 + 3019Wv + 3147v^2 + 9764Wz + 1372z^2 + 768xy + 640yv + 384vz)$$

根據最小工作法之原理, 使  $\frac{\delta u}{\delta x}$ ,  $\frac{\delta u}{\delta y}$ ,  $\frac{\delta u}{\delta v}$  及  $\frac{\delta u}{\delta z}$  各等於

零, 可得下列四方程式

$$\frac{\delta u}{\delta x} = 12754W + 4468x + 768y = 0 \dots\dots\dots(12)$$

$$\frac{\delta u}{\delta y} = 7344W + 4768y + 768x + 640v = 0 \dots\dots\dots(13)$$

$$\frac{\delta u}{\delta v} = 3019W + 6294v + 640y + 384z = 0 \dots\dots\dots(14)$$

$$\frac{\delta u}{\delta z} = 9764W + 2744z + 384v = 0 \dots\dots\dots(15)$$

從上四方程式, 可求得  $x$ ,  $y$ ,  $u$  及  $z$  之值, 再將所得之值代入表 2 之第三列中 (即  $S$  列), 即可得各構材之內力。

在單位力法所得之 (8), (9), (10) 及 (11) 四式中若以  $5x$ ,  $5y$ ,  $5v$  及  $5z$  各代入  $S_{03}$ ,  $S_{25}$ ,  $S_{56}$  及  $S_{78}$  中, 可得與方程式 (12), (13), (14) 及 (15) 相同之四

| 構<br>材 | l<br>2A | S          | S <sub>21</sub><br>2A |         |                    |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
|--------|---------|------------|-----------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|---------------------|---------|--------------------|--------|--------|
| 1-3    | 20      | -15W-3x    | +4500W <sup>2</sup>   | +1800Wx | +180x <sup>2</sup> |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
| 3-5    | 10      | -24W-3y    | +5760W <sup>2</sup>   |         |                    | +1440Wy | +90y <sup>2</sup>  |         |                     |         |                    |        |        |
| 5-7    | 7.5     | -24W-3v    | +4320W <sup>2</sup>   |         |                    |         |                    | +1080Wv | +67.5v <sup>2</sup> |         |                    |        |        |
| 7-9    | 15      | -21W-3z    | +6615W <sup>2</sup>   |         |                    |         |                    |         |                     | +1890Wz | +135z <sup>2</sup> |        |        |
| 0-2    | 20      | -3x        |                       |         | +180x <sup>2</sup> |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
| 2-4    | 10      | 15W-3y     | +2250W <sup>2</sup>   |         |                    | -900Wy  | +90y <sup>2</sup>  |         |                     |         |                    |        |        |
| 4-6    | 7.5     | 21W-3v     | +3308W <sup>2</sup>   |         |                    |         |                    | -945Wv  | +67.5v <sup>2</sup> |         |                    |        |        |
| 6-8    | 15      | -3z        |                       |         |                    |         |                    |         |                     |         | +135z <sup>2</sup> |        |        |
| 1-2    | 25      | 25W+5x     | +15625W <sup>2</sup>  | +6250Wx | +625x <sup>2</sup> |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
| 3-4    | 30      | 15W+5y     | +6750W <sup>2</sup>   |         |                    | +4500Wy | +750y <sup>2</sup> |         |                     |         |                    |        |        |
| 4-7    | 50      | 5W+5v      | +1250W <sup>2</sup>   |         |                    |         |                    | +2500Wv | +1250v <sup>2</sup> |         |                    |        |        |
| 6-9    | 15      | 35W+5z     | +18375W <sup>2</sup>  |         |                    |         |                    |         |                     | +5250Wz | +375z <sup>2</sup> |        |        |
| 0-3    | 25      | 5x         |                       |         | +625x <sup>2</sup> |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
| 2-5    | 30      | 5y         |                       |         |                    |         | +750y <sup>2</sup> |         |                     |         |                    |        |        |
| 5-6    | 50      | 5v         |                       |         |                    |         |                    |         | +1250v <sup>2</sup> |         |                    |        |        |
| 7-8    | 15      | 5z         |                       |         |                    |         |                    |         |                     |         | +375z <sup>2</sup> |        |        |
| 0-1    | 15      | -20W-4x    | +6000W <sup>2</sup>   | +2400Wx | +240x <sup>2</sup> |         |                    |         |                     |         |                    |        |        |
| 2-3    | 24      | -12W-4x-4y | +3456W <sup>2</sup>   | +2304Wx | +384x <sup>2</sup> | +2304Wy | +384y <sup>2</sup> |         |                     |         |                    | +768xy |        |
| 4-5    | 20      | -4y-4v     |                       |         |                    |         | +320y <sup>2</sup> |         | +320v <sup>2</sup>  |         |                    |        | +640yv |
| 6-7    | 12      | -4W-4v-4z  | +192W <sup>2</sup>    |         |                    |         |                    | +384Wv  | +192v <sup>2</sup>  | +384Wz  | +192z <sup>2</sup> |        | +384vz |
| 8-9    | 10      | -28W-4z    | +7840W <sup>2</sup>   |         |                    |         |                    |         |                     | +2240Wz | +160z <sup>2</sup> |        |        |

$$\sum \frac{S_{21}}{2A} = 86246W^2 + 12754Wx + 2234x^2 + 7344Wy + 2384y^2 + 3019Wv + 3147v^2 + 9764Wz + 1372z^2 + 768xy + 540yv + 384vz$$

表 1 單位力法

| 構材         | $\frac{l}{A}$ | $S'$ | $u_{03}$ | $u_{25}$ | $u_{56}$ | $u_{78}$ | $S'u_{03} \frac{l}{A}$ | $S'u_{25} \frac{l}{A}$ | $S'u_{56} \frac{l}{A}$ | $S'u_{78} \frac{l}{A}$ | $u^2_{03} \frac{l}{A}$ | $u^2_{25} \frac{l}{A}$ | $u^2_{56} \frac{l}{A}$ | $u^2_{78} \frac{l}{A}$ | $u_{03}u_{25} \frac{l}{A}$ | $u_{03}u_{56} \frac{l}{A}$ | $u_{03}u_{78} \frac{l}{A}$ | $u_{25}u_{56} \frac{l}{A}$ | $u_{25}u_{78} \frac{l}{A}$ | $u_{56}u_{78} \frac{l}{A}$ |
|------------|---------------|------|----------|----------|----------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1-3        | 40            | -15W | -0.6     |          |          |          | +360W                  |                        |                        |                        | +14.4                  |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 3-5        | 20            | -24W |          | -0.6     |          |          |                        | +288W                  |                        |                        |                        | +7.2                   |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 5-7        | 15            | -24W |          |          | -0.6     |          |                        |                        | +216W                  |                        |                        |                        | +5.4                   |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 7-9        | 30            | -21W |          |          |          | -0.6     |                        |                        |                        | +378W                  |                        |                        |                        | +10.8                  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 0-2        | 40            | 0    | -0.6     |          |          |          | 0                      |                        |                        |                        | +14.4                  |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 2-4        | 20            | +15W |          | -0.6     |          |          |                        | -180W                  |                        |                        |                        | +7.2                   |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 4-6        | 15            | +21W |          |          | -0.6     |          |                        |                        | -189W                  |                        |                        |                        | +5.4                   |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 6-8        | 30            | 0    |          |          |          | -0.6     |                        |                        |                        | 0                      |                        |                        |                        | +10.8                  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 1-2        | 50            | +25W | +1       |          |          |          | +1250W                 |                        |                        |                        | +50                    |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 3-4        | 60            | +15W |          | +1       |          |          |                        | +900W                  |                        |                        |                        | +60                    |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 4-7        | 100           | +5W  |          |          | +1       |          |                        |                        | +500W                  |                        |                        |                        | +100                   |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 6-9        | 30            | +35W |          |          |          | +1       |                        |                        |                        | +1050W                 |                        |                        |                        | +30                    |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 0-3        | 50            | 0    |          |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 2-5        | 60            | 0    |          |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 5-6        | 100           | 0    |          |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 7-8        | 30            | 0    |          |          |          |          |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 0-1        | 30            | -20W | -0.8     |          |          |          | +480W                  |                        |                        |                        | +19.20                 |                        |                        |                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| 2-3        | 48            | -12W | -0.8     | -0.8     |          |          | +460.8W                | +4608.W                |                        |                        | +30.72                 | +30.72                 |                        |                        | +30.72                     |                            |                            |                            |                            |                            |
| 4-5        | 40            | 0    |          | -0.8     | -0.8     |          | 0                      | 0                      |                        |                        |                        | +25.60                 | +25.60                 |                        |                            |                            |                            | +25.60                     |                            |                            |
| 6-7        | 24            | -4W  |          |          | -0.8     | -0.8     |                        |                        | +76.8W                 | +76.8W                 |                        |                        | +15.36                 | +15.36                 |                            |                            |                            |                            |                            | +15.36                     |
| 8-9        | 20            | -28W |          |          |          | -0.8     |                        |                        |                        | +448W                  |                        |                        |                        | +12.80                 |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| $\Sigma =$ |               |      |          |          |          |          | +2550.8W               | +1468.8W               | +603.8W                | +123.72                | +130.72                | +151.76                | +79.76                 | +30.72                 | 0                          | 0                          | +25.60                     | 0                          | +15.36                     |                            |

式故 A. 及 B 二法所得之結果完全相同。

C. 威氏變形法 (Williot strain method)

同 B 法求得各構材之內力並列表如下:

表 3

威氏變形法

| 構材  | $\frac{l}{A}$ | S                | $E\Delta = \frac{Sl}{A}$ |
|-----|---------------|------------------|--------------------------|
| 1-3 | 40            | $-15W - 3x$      | $-600W - 120x$           |
| 3-5 | 20            | $-24W - 3y$      | $-480W - 60y$            |
| 5-7 | 15            | $-24W - 3v$      | $-360W - 45v$            |
| 7-9 | 30            | $-21W - 3z$      | $-630W - 90z$            |
| 0-2 | 40            | $-3x$            | $-120x$                  |
| 2-4 | 20            | $15W - 3y$       | $300W - 60y$             |
| 4-6 | 15            | $21W - 3v$       | $315W - 45v$             |
| 6-8 | 30            | $-3z$            | $-90z$                   |
| 1-2 | 50            | $25W + 5x$       | $1250W + 250x$           |
| 3-4 | 60            | $15W + 5y$       | $900W + 300y$            |
| 4-7 | 100           | $5W + 5v$        | $500W + 500v$            |
| 6-9 | 30            | $35W + 5z$       | $1050W + 150z$           |
| 0-3 | 50            | $5x$             | $250x$                   |
| 2-5 | 60            | $5y$             | $300y$                   |
| 5-6 | 100           | $5v$             | $500v$                   |
| 7-8 | 30            | $5z$             | $150z$                   |
| 0-1 | 30            | $-20W - 4x$      | $-600W - 120x$           |
| 2-3 | 48            | $-12W - 4x - 4y$ | $-576W - 192x - 192y$    |
| 4-5 | 40            | $-4y - 4v$       | $-168y - 160v$           |
| 6-7 | 24            | $-4W - 4v - 4z$  | $-96W - 96v - 96z$       |
| 8-9 | 20            | $-28W - 4z$      | $-560W - 80z$            |

表中“ $\Delta$ ”代表構材之變形而圖中各架構 (Panel) 之形狀與圖 2 相仿故可直接應用方程式 (2); 在圖 4 各架構中  $\text{Cosec } \theta = 1.25$ ;  $\text{cot } \theta = 0.75$ , 則可寫成下列四威氏變形方程式:



$$(\Delta_{12} + \Delta_{03})1.25 = (\Delta_{02} + \Delta_{13})0.75 + \Delta_{01} + \Delta_{23} \dots\dots\dots(16)$$

$$(\Delta_{14} + \Delta_{25})1.25 = (\Delta_{24} + \Delta_{35})0.75 + \Delta_{23} + \Delta_{45} \dots\dots\dots(17)$$

$$(\Delta_{47} + \Delta_{56})1.25 = (\Delta_{46} + \Delta_{57})0.75 + \Delta_{45} + \Delta_{67} \dots\dots\dots(18)$$

$$(\Delta_{69} + \Delta_{78})1.25 = (\Delta_{68} + \Delta_{79})0.75 + \Delta_{67} + \Delta_{59} \dots\dots\dots(19)$$

用表 3 中之類代入方程式 (16), 得

$$(1250W + 250x + 250x) \frac{1.25}{E} = (-120x - 600W - 120x) \frac{0.75}{E} + \frac{1}{E} (-600W - 120x - 576W - 192x - 192y)$$

整理移項後,得

$$1117x + 192y + 3188.5W = 0 \dots\dots\dots(20)$$

同法得

$$192x + 1192y + 160v + 1836W = 0 \dots\dots\dots(21)$$

$$160y + 1573.5v + 96z + 754.75w = 0 \dots\dots\dots(22)$$

$$96v + 686z + 2441w = 0 \dots\dots\dots(23)$$

若用 4 乘以上四式則得與方程式 (12), (13), (14) 及 (15) 相同之四式故以上所述 A, B 及 C 三法所得之結果完全相同。

## 鋼殼混凝土柱

Concrete Columns Encased In Steel Shells

Proposed by William S. Lohr

沈沛沅節譯

近世的工程家對於混凝土柱的設計，漸漸感覺到目前通行方法的不滿，主要之點，就是目前通行的設計方法，根據着一種不甚適當的假說。他們認定混凝土是有彈性的固體 (Elastic Solid)，以為牠具有固定的彈性係數 (Modulus of Elasticity)，變形 (Deformation) 的增減和荷重 (Load) 成正比，換句話說牠的內力 (Stress) 和變形的關係，完全循依着呼克定理 (Hook's Law)。但就事實的觀察，混凝土的性質可並不如此，牠沒有固定的彈性係數，內力和變形也並不全依呼克定理而變化。有時候在較小的內力之下，經過了相當的長時期，也有被降伏 (Yield) 的可能。這種的現象，可歸諸於膠性流動作用 (Plastic flow) 的一類，所以在設計混凝土構造物的時候，應當特別注意牠的黏流作用 (Viscous flow)，因為當黏流作用發生的時候，混凝土的降伏價值 (Yield value) 極低。混凝土的這種特殊性質，雖然早被發現，但在混凝土構造物的設計方面受人注意，却還是最近的事。

因為舊式的設計忽略了混凝土最重要的特性——黏流作用——，所以有種種的缺點發生。為求混凝土的構造物更趨完美起見，於是就有一種與前迥異的新式樣的發明。

這種新式樣的設計，發明者就名之曰鋼殼式 (Encased concrete)，在理論方面和實際方面都具有長處。如用這種的式樣，來設計混凝土構造物內的柱，則更較優於目前通行的鋼筋混凝土柱。鋼殼式混凝土柱的形式，正如圖一所示；荷重全部加之於用薄鋼殼包圍着的混凝土柱心上 (Concrete core)，外周薄鋼殼的長度，應當造得比中間的柱心略短，這樣，一則可使鋼

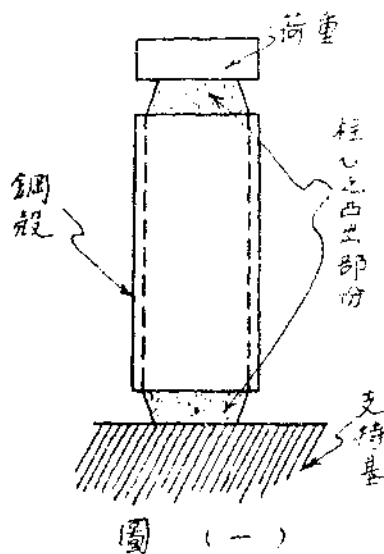


圖 (一)

殼本身不直受任何荷重,同時可以減少鋼殼和柱心間的黏附力 (Adhesion or Bond)。不過後者可以另用旁的方法,假如在鋼殼和柱心間加一層極薄而具有低黏度 (Low Viscosity) 的流動物質;或是在混凝土未倒入之前,在鋼殼的內表面包一薄層為混凝土所不能黏附的物質,也可以得同一的效果。凡此種種都無非想設法減免鋼殼的縱壓內力 (Longitudinal compressive stress),這就是鋼殼

式和舊式鋼筋混凝土柱的不同之點。

包在柱心外圍的鋼殼,具有兩種作用;第一而最明顯的,就是牠可以作為柱的模子。第二而也就是最主要的,牠能夠阻止柱的直徑因圓周拉內力 (Circumferential Tensile Stress) 的作用而增長,換句話說,牠能夠消除橫方向的變形。因為牠有次的作用,所以當柱心受重的時候,鋼殼各點發出幅射壓力 (Radial pressure), 向着柱心的縱軸起作用,使柱的強度增加。

有一點值得注意的,就是目前通行的鋼筋混凝土柱的荷重量 (Load carrying capacity),往往因着黏流作用而遞減。但鋼殼式的混凝土柱却是不同,因為牠的柱心被鋼殼密密的包圍着,假使混凝土一起黏流作用,鋼殼和柱心間的壓力將隨之增高,這種壓力的增高,將使柱的荷重效能同時增大。

在計劃鋼殼混凝土柱之前,必須先決定鋼管和混凝土的單位內力 (Unit Stress), 其次如鋼殼柱心間橫壓力 (Lateral pressure) 和柱心單位縱壓內力 (Direct Longitudinal compressive stress) 的比率,也需要預為測定。根據試驗的結果,鋼殼的單位內力通常定為  $18,000 \text{ lbs./in.}^2$ 。混凝土的單位內力定為  $2,000 \text{ lbs./in.}^2$ 。鋼殼柱心間橫壓力和柱心單位縱壓內力的比率,則假定為 0.12,至於設計上應用的公式,可分列如後:

- P = 柱的安全荷重 (Safe load on column),
- d = 鋼殼的內直徑 (Inside diameter of steel shell),
- t = 鋼殼厚 (Shell Thickness),
- p = 鋼與混凝土之斷面比率 (Steel Ratio),
- R = 鋼殼柱心間之橫壓力 (Lateral pressure between core and shell),
- f = 混凝土柱心之可容單位縱壓內力 (Allowable direct compressive unit stress in concrete Core),
- S = 鋼殼之可容單位拉內力 (Allowable tensile unit stress of steel shell),
- K = 鋼殼柱心間橫壓力與柱心單位可容縱壓力之比 (Ratio of Lateral pressure to the direct stress in concrete).

$$R = \frac{\pi}{4} d^2 f = 0.7854 d^2 f \quad d = \sqrt{\frac{P}{0.7854 f}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\therefore Rd = 2ts$$

$$\therefore t = \frac{Rd}{2S} = \frac{Kfd}{2S} \dots\dots\dots(2)$$

$$P = \frac{\pi dt}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{4t}{d} = \frac{2Kf}{S} \dots\dots\dots(3)$$

將預知的 f (=2000 lbs./in.<sup>2</sup>), S (=18,000 lbs/in.<sup>2</sup>) 和 K (=0.12) 代入上式:

$$\text{得 } d = \sqrt{\frac{P}{40}} \dots\dots\dots(4)$$

$$t = \frac{d}{150} \dots\dots\dots(5)$$

$$P = 0.0267 \dots\dots\dots(6)$$

以上各式因為包含着K, 所以和混凝土的最要特性——黏流性 (Viscous nature) ——直接發生關係。至於K的數值的求得需要長時期的荷重

試驗 (Loading Test)。將來如混凝土的流動特性能夠完全知道的話,  $K$  的常數也須可以用計算的方法求得。

上面講過,鋼殼式的混凝土柱要較優於普通鋼筋式的,牠的長處,大概有下列幾項:

(1) 因為混凝土的可容單位擠壓內力可以高,所以鋼殼式混凝土柱的柱徑,可以造得比同荷重量的普通鋼筋混凝土柱來得小。柱徑一縮小, (a) 混凝土的所需量減少,成本可減低; (b) 可以節省地位; (c) 柱的本身重量隨之減輕,而基礎工程的工和料可節省不少。

(2) 除開兩端的間隙處外,柱的全身並不需要任何裝卸的模子,工作時間和工料可以經濟。

(3) 柱外的鋼殼只受拉力的作用,在可能範圍內,得利用牠高度的單位工作內力 (Working unit stresses)。

(4) 因為不用鋼條,所以混凝土的注倒比較容易。

(5) 裝滿着混凝土的圓筒鋼殼,具有極大的彎曲抵抗力 (Bending Resistance)。

(6) 混凝土柱所需要的條件是堅韌 (Toughness), 鋼殼式的混凝土柱要比普通鋼筋式的強韌得多。

(7) 欄鋼式混凝土柱的震動抵抗力 (Shock-resisting capacity) 極大,所以用在地震地帶 (Earth-quake zone) 的建築物更顯優點。

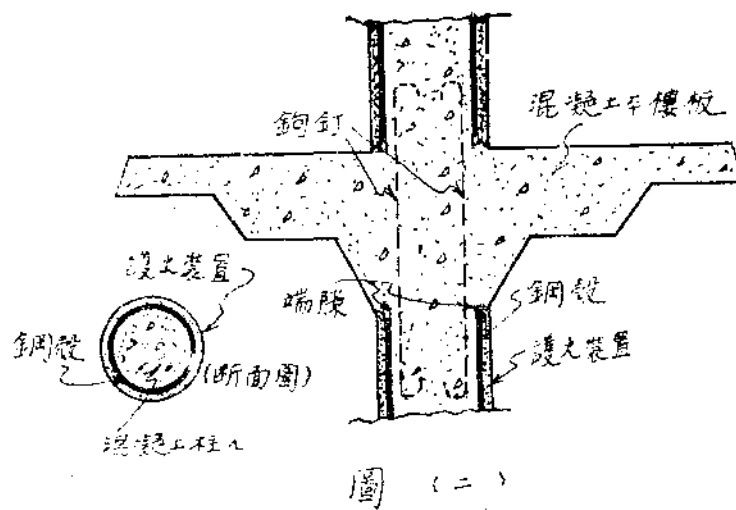
(8) 鋼殼式混凝土柱,可以比普通鋼筋式的提早承受荷重,所以用之於建築物裏,可以縮短工作時間,節省工資。

(9) 混凝土柱一經造成,當然不希望牠的長度有任何更變。普通鋼筋式的柱子混凝土和空氣接觸的機會較多,易於吸收空氣中的潮濕,使長度增加。或是混凝土中的水份被空氣吸收,而使長度縮短。但鋼殼式的混凝土柱却不然。因為柱心被鋼殼嚴密的包圍着,混凝土和空氣沒有直接接觸的

機會。

總以上所論,如混凝土的建築物裏,完全採用鋼殼式的柱子,不特建造的成本可以節省百分之四十,同時強度方面更可得滿意的結果。

天下事有利必有弊,自然鋼殼式的混凝土柱也不能出此例外。當鋼殼式的柱子用在多層式平混凝土樓板 (Flat slab) 的建築物裏,為避免鋼殼直接承受縱壓力起見,鋼殼的兩端並不直接憑靠着混凝土,所以隣層的兩柱間留有空隙,不相連絡 (如圖二所示)。因之與地板平面 (Floor level) 接近部份的強度,較用普通鋼筋式混凝土柱為差。為補救上述的缺點起見,在隣層的兩柱間,應加入相當數量的鈎釘 (Hooked dowel), 或是連續的鋼條,如圖二所示,牠的數量應當足夠抵抗由桁樑和樓板所發生的不平衡端能率 (Unbalanced End Moment)。



要使鋼殼混凝土柱用處的推廣,必須事前經過種種的試驗來證明牠的效率和節省,使一般人對於牠有相當的認識。同時設計上需要的各個常數,如 (1) 圍在鋼殼內的混凝土柱心所具有的最大安全縱壓內力 ( $f$ ), (Max. safe direct Compressive stress), 和 (2) 鋼殼柱心間橫壓力和柱心縱壓內力之比率 ( $K$ ), 必須加以正確而適當的規定。除此以外,還有許多枝節

的問題,需要繼續的研究和推攷,如

- (a) 最適當的混凝土成份配合量;
- (b) 在實際情形下,鋼殼和柱心間磨阻力 (Friction)的作用;
- (c) 最適當的鋼殼形式;
- (d) 各種長短不同的柱端隙 (End gap) 對於建築物的實在影響;
- (e) 鋼殼式混凝土柱和鋼筋式混凝土柱彎曲抵抗力 (Bending resistance) 的比較;
- (f) 鋼殼混凝土柱和鋼筋混凝土柱縱變形 (Longitudinal deformation) 的比較。

在作上述種種研究的時候,尤應當特別注意到時間的問題,務須在試驗進行的當兒,予以充份的時間,使混凝土有機會起黏流作用,使牠的特性得顯著的露示。

### 本刊編輯部徵稿啓事

結巢治水,工程昉自先民,平道開渠,福利造于後世。前修回首,不盡低徊;繼武無踪,深可惋惜。近世文明丕曜,著績工程,人事光華,奠基土木。道途修飭,不歌行路之難,橋索行空,永絕渡河之嘆。西歐渠範,北美規模,功在于人,法足式效。惟是繼絕學于古人,騁齊驅于當世;非借他山之石,攻錯爲難,不藉先進之思,突飛豈易?本誌基此精神,藉爲媒介。庶乎聚參攷之資,作印證之用。同人等學殖淺薄,具宏願而怯汲深。諸先生才識豐瞻,抽餘緒咸屬至論。所望不吝金玉,惠錫篇章。名山頌著,固當寶若連城;片羽吉光,亦屬珍同拱璧。爲一步趨之致,約其指歸,幸加提挈之功,不我遐棄!

## 柱 底 板 設 計

## Column Base-Plate Design

盛 祖 同 譯 著

柱底板之設計,本屬易舉,然因風力作用,則設計方法,亦因之而繁重,其接連處須用錨頭螺栓 (Anchor bolt) 以供其握一部份之張力,昔者常用三次方程式計算之,然各人之結果亦殊難一致,今有美教授洛塞氏 (J. E. Lotters) 以相似鋼筋混凝土樑設計法,求得一最簡之法,今譯載於本刊,以供參考。

柱底板設計之要件有四:(一)為底板之面積須足以維持其混凝土基受安全之應壓力。(二)為底板之厚度須能抵抗基礎之向上撓曲力率。(三)為錨頭螺栓之大小須能担受風力率 (Wind moment) 所生之張力。(四)為錨頭螺栓與柱之連結須能足以抵抗風力率之作用,以上二三兩項均可以普通鋼結構公式計算之,其餘如計算底板面積及錨頭螺栓之大小,頗難着手,今以相似鋼筋混凝土設計法計算,較為便利。

若在普通矩形鋼筋混凝土樑,壓力之中點,常假定在樑之頂部三角柱體形壓力分佈圖之中心線上,故柱所傳之荷重合力,亦可假定在底板下三角柱體形壓力分佈圖之中心線上,此三角柱體形之高度即其底板之闊度  $b$  是也,平形於假定風向之一邊以  $x$  表之,即相當於  $kd$  數值,其他垂直於底板而背風向 (Leeward) 之一邊即等於混凝土基適當應壓力 (Allowable compressive stress)  $f_c$ , 其底板之闊度須擇一不致超過之數值。

其面風向之錨頭螺栓 (Windward anchorbolts) 即相似於樑之拉鋼筋,為使完全相似計,可設  $d-x/3$  為撓曲率力距,即相似於矩形樑之  $jd$ ,然相似



法亦有不儘善處，即背風之錨頭螺栓 (Leeward anchorbolts) 不能同時計算，因其風壓力將底板傾壓於栓之四週而致減少其初始作用之張力 (Initial tension)。

相似於矩形樑之計算， $kd$  可先算出，壓力中心點及其樑之有效深度 (Effective depth) 或拉鋼筋之撓力率力  $jd$  亦可隨之決定矣。在底板而論，則壓力中心之位置，可先將偏心距  $e (= M/P)$  算出後而決定之。其合力之位置亦如矩形樑，通過底板下之角柱體形壓力分佈圖之中心。  $x$  之值即相仿於樑之  $kd$  是也。

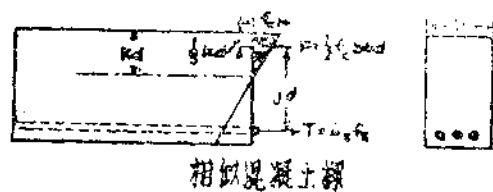
設計時應注意之情形有三：(A) 為底板上完全受壓力之作用，即  $x$  比底板之長度為大，作用於混凝土之壓力可以梯形表之。如圖所示。(B) 為一部份底板受拉力作用，即  $e$  小於  $h/2$ ，此則  $x$  小於  $h$ ，其底板下所作用之壓力成爲一三角形。

① 若撓曲力率遠大於柱傳之直接荷

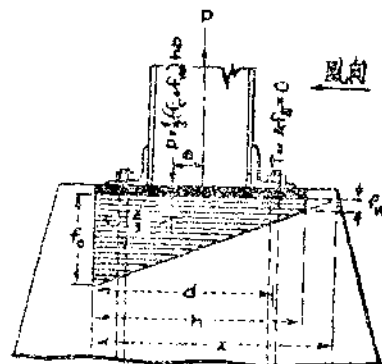
則其合力之位置必出底板之外而全底板盡爲拉力所作用矣。

底板上完全受壓力作用

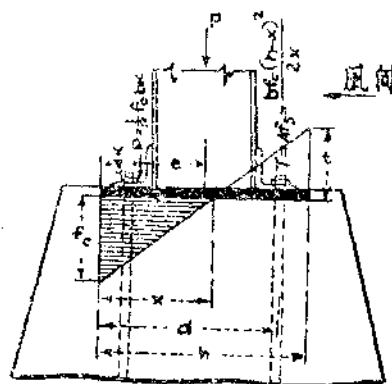
設  $P$  爲施於底板之荷重以磅計， $M$  爲風之力率以寸磅計，等值偏心距 (Equivalent eccentricity) 爲  $e$ ，等值偏心距者即柱之中心與發生  $M$  之  $P$  之距離是也。(此  $M$  係偏心荷重而生，非因風力所作用也。) 則  $Pe = M$ ，



相似混凝土樑



(A) 板上全受壓力作用



(B) 板上部份受張力作用

底板詳解圖表明三角柱體形壓力分佈圖在相似混凝土樑設計中之不同處一在樑之上端一在板之底下

$$\therefore e = M/p \dots\dots\dots(1)$$

底板之長度  $h$  須先假定,遇必要時而繼續假定之,其結果荷重須通過三角柱體形壓力分佈圖之中心,如是則比三角柱體可自向風端 (Windward end) 伸出,如圖所示,因  $e$  之距離最至結果荷重之作用點為止,則  $e + x/3 = \frac{1}{2}h$ , 故得

$$x = 3(\frac{1}{2}h - e) \dots\dots\dots(2)$$

來自柱之荷重  $P$ ,可以底板下梯形柱體式壓力分佈圖之體積表示之, (見圖中射影所示), 命  $f_c$  為底板之背風端下之纖維應力,  $f_w$  為向風端下之纖維應力,因  $x$  為已知,則  $f_w$  可以相似三角法求得之,此梯柱形體積為  $\frac{1}{2}(f_w + f_c)hb$ , 即  $P$  之值,故得

$$b = \frac{2P}{(f_w + f_c)h} \dots\dots\dots(3)$$

此  $b$  之值即相當於前所假定  $h$  之值,若此二值並非成爲合理之關係,則  $h$  可重行假定,而  $b$  之適當數值可依此程序求得之。

在 (A) 種情形下,其錨頭螺栓並非因風力作用而生力張,除非在建造或略有之,故可採用一適當之大小,以不防測,依最優之經驗,設計時可先假定此面風端錨頭螺栓可抵抗一相當於力距  $d$  之風力率,在實際上各種高大建築物,均屬 (A) 種情形之下也。

張力同時作用

(B) 種情形者即風力率  $M$  較大,則相當於  $e$  之值亦必大,而所得  $x$  必小於  $h$ , 此表明一部份底板受張力作用,爲面風端之錨頭螺栓所擔負也,在 (A) 種情形中所用求  $x$  之公式 (2), 亦可應用於此也,因  $x$  小於  $h$ , 其荷重  $P$  可以底板下三角柱體形壓力分佈圖表之 (見射影所示), 故  $P = \frac{1}{2}bf_c x$ , 而得

$$b = \frac{2P}{xf_c} \dots\dots\dots(4)$$

於是錨頭螺栓之斷面積  $A$  即可求得,在 (B) 種情形下,若  $x$  小於  $h$ , 則面

風端底板下之三角柱體形張力必全為面風端錨頭螺栓所担負,若  $P$  表三角柱形壓力同,命角柱體張力之體積為  $T$ ,張力三角形垂直於底板之一邊為  $t$ ,則

$$T = \frac{bt(h-x)}{2} \dots\dots\dots(5)$$

依相似三角形法  $t = f_c(h-x)/x$  故

$$T = \frac{bf_c(h-x)^2}{2x} \dots\dots\dots(6)$$

結果若  $f_s$  代表面風端錨頭螺栓之應力,則得

$$A = \frac{T}{f_s} = \frac{bf_c(h-x)^2}{2f_s x} \dots\dots\dots(7)$$

(4) 及 (7) 二式所得之結或有出入,若  $x$  之值在大於  $0.8h$  與等於  $h$  之間,則其錯誤甚微,可略去也,若  $e$  近於  $\frac{1}{2}h$  時,則其結果之錯誤甚大,可改用三次方程式法求得之(見 Engineering news record, Oct. 17, 1914),然實際上具此種情形者亦罕有焉。

#### 非常風力率作用

如風力率之大遠較於  $P$ , 使  $e$  之數值或超過  $\frac{1}{2}h$ , 而結果荷重必出於底板之外,則此法不能應用,然可以二項三次方程式解答之,然實際上不致成爲事實,可無容細論矣。

## 森林與逝流之關係

楊 國 華

昔者，一般水利學者咸認為森林於逝流有莫大之裨益：(一)森林可貯積地面上之水流，使其緩緩流下，如遇暴雨，因有樹枝與樹葉之阻礙，可不致暴注於河道而使流量平均；(二)森林可阻止春間融雪之過速，因林中積雪，不直收日光，故雪融較緩，致河水暴漲之機會亦少；(三)可增加雨量；(四)可防止坡降陡峻之地面上沙泥之衝蝕，以免水道、水庫等有沙泥沉積之虞。

於一九〇八年自美國 H. M. Chittenden 之論文發表後，謂「經研究之結果，森林與逝流之關係，實與曩者之持論大相逕庭，故森林之存否，似與逝流無關」自此以後，對此問題，遂有不少之爭辯與研究焉。

任何工程問題，如有數量上證明，常較可信，乃有美國哈氏 (Hogt) 及特氏 (Troxell)，從事於此項工作之研究，本文所述，即二氏研究之經過及結果。

二氏以美國 Colorado 之 Wagonwheel Gap 及 South California 兩地之森林，為研究之資料，於 Wagonwheel Gap 之各種紀載，係由美國 Forest Service 及 U. S. Weather Bureau 共同施測者，而 South California 因在一九二四年時有森林曾遭火災，且該森林所在之流域，其流量已有七年之紀載，故此二地，實為本題最適合之研究資料，哈特兩氏即將此二地之各種水文紀載，加以整理及分析，以證明森林與逝流在數量上之關係，茲將其梗概，分述如下：

在 Wagonwheel Gap (以下簡稱威地) 所選擇之面積為相毗連之兩流域 (為便利計稱為面積 A 與面積 B)，其水位高在 9000 與 11000 呎之間，面積 A 有 222.5 畝，面積 B 有 200.4 畝，因面積太小，其地質與天文之情形，可謂無甚差異。於 1919 年夏季，面積 B 上之森林完全砍去，其樹根以及蕪草於 1921 年亦皆焚去，但茲後七年又莽草叢生，竟有高至三呎至六呎者，此兩面積內每年平均溫度約  $34^{\circ}\text{F}$ ，其變化在六、七、八月之間約為  $80^{\circ}\text{F}$ ，而在十月

至三月間，溫度亦有至零度以下者，每年平均雨量有21吋，其中一半為雪，氣候情形於森林被砍之前後，均甚相似。

在 South California (以下簡稱加地) 因 1924 年八月間加省 Azusa 之北有一森林被焚，且蔓延區域甚大，在此被災區域內，每一小河，均設有測站以紀錄水位及流量。在諸河流中，以 Fish Creek 之流量紀錄最佳，因測站上流，並無築壩等工事之障礙，故選定 Fish Creek 之紀錄為研究之資料。

Fish Creek 大火後，所有峽谷兩壁之樹草，均被焚去，次夏又復滋長，迄至 1930 年夏季，已恢復災前之狀況矣，其每年平均溫度，無直接紀錄，然鄰近之 Mount Wilson 約為  $55.7^{\circ}\text{F}$ ，每年溫度變化，在夏季約為  $100^{\circ}\text{F}$ ，在冬季有至  $32^{\circ}\text{F}$  以下者。

哈特爾氏研究之目標，在決定此兩區域內，森林之存否與 (1) 逝流總量及其分佈之影響，(2) 最大流量及發生日期之影響，(3) 夏季流量之影響，(4) 最小流量及發生日期之影響，(5) 衝蝕作用及沙泥含量之影響。

#### (1) 每年逝流總量及其分佈之影響

(以下簡稱森林被砍前為第一時期，被砍後為第二時期) 欲知森林之存否對於諸面積之影響，必先須確定在第一時期面積 B 及 Fish Creek 之逝流如何，今以面積 A (森林未伐者) 與面積 B 比較，並以 Santa Anita Creek (未受火災者) 與 Fish creek 比較之。

哈特二氏將此威地之流量紀錄分為三時期，1912, 1917 兩年逝流最大時期，1914, 1915, 1916, 1919 四年為逝流均穩時期，1913, 1918 兩年為逝流最小時期，在此三時期中，分別以面積 A 之日流量為縱座標，面積 B 之日流量為橫座標，用一曲綫以表明其互相之關係，則在第二時期，可根據面積 A 之日流量，在諸曲綫上，求得一面積 B 之日流量，此所求得之流量即面積 B 如森林未砍時所應有之日流量，哈特二氏名之曰尋常日流量。(Normal Daily Discharge) Fish Creek 與 Santa Anita Creek 亦以同法比較之。

根據上法,求得面積B之實測流量與尋常流量之差以第二時期之第三年為最大,有2.141吋,以後即逐年減少,在Fish Creek之最大差,在火災後之第二年有3.12吋。下圖(1)即表明威地面積B較面積A逝流之累積差,(2)表明加地Fish Creek較Santa Anita Creek逝流之累積差,虛綫代表尋常流量,實綫代表實測流量。

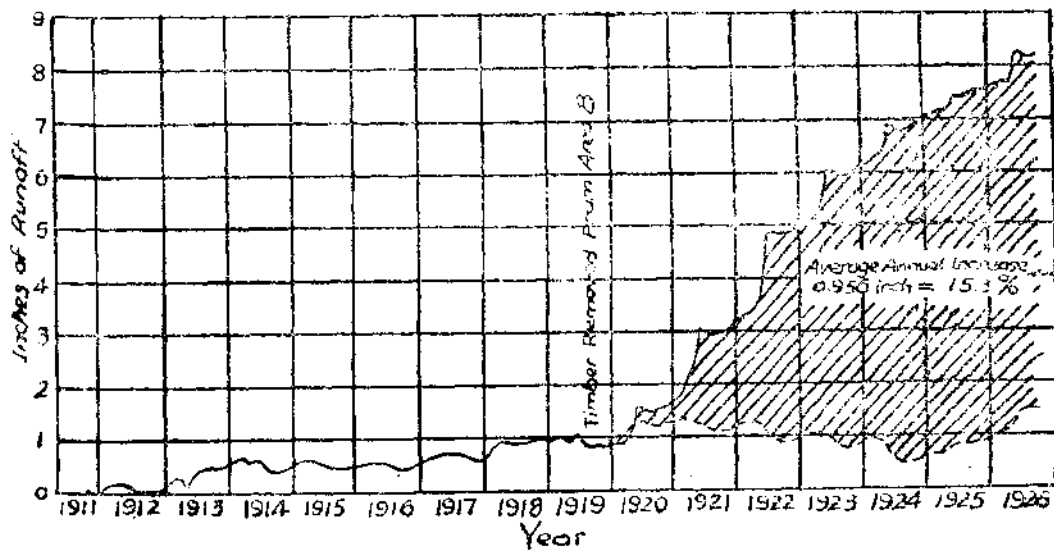


Fig. (1)

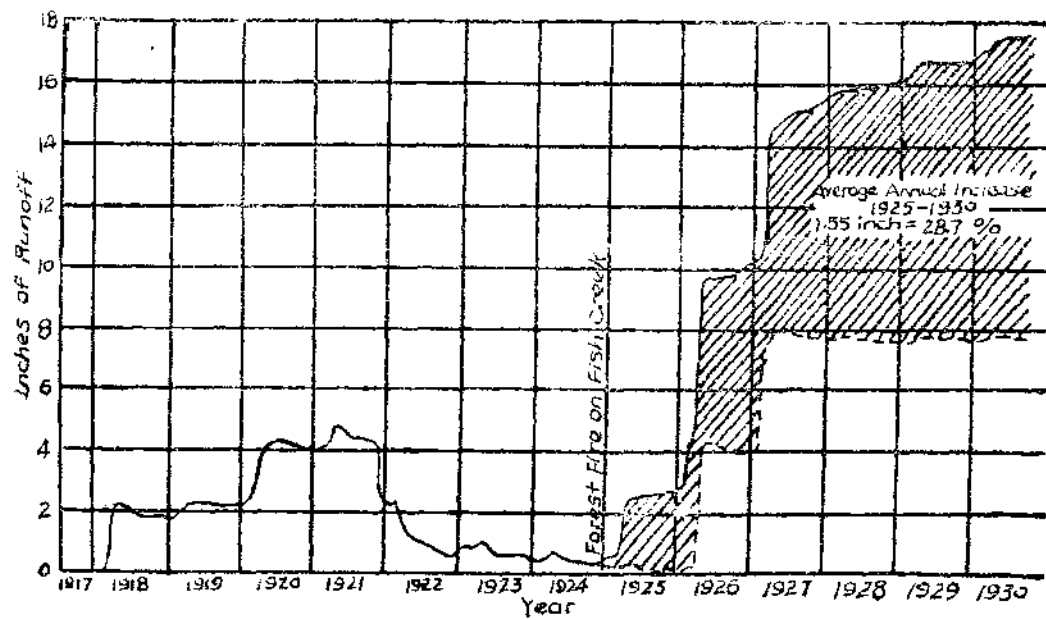


Fig. (2)

至於逝流增加之分佈情形,一般意見以為森林移去後,在洪水水位時,逝流必增加,在低水位時,逝流必減少,此說是否正確須待研究。

在威地及 Fish Creek 洪水所發生之原因則完全不同,前者因受高溫度而使雪融所致,後者則完全由於雨水所致,在威地之逝流約在四月即逐漸增加,而至五月廿日達於洪峯,以後又漸次降低,在加省洪水可發生於雨後之任何時間,大約均在十二月與五月之間,加地之洪水,可於雨後數小時達於洪峯,而鮮有過三日者。

下表即表示在第二期逝流增加或減少之分佈情形:

| 年份 (以九月卅日為年終) | 增加總量 (吋) | 在洪水時季之增加或減少 (吋) | 在其他月份時之增加 (吋) | 年份 (以九月卅日為年終) | 增加總量 (吋) | 在洪水時季之增加或減少 (吋) | 在其他月份時之增加 (吋) |
|---------------|----------|-----------------|---------------|---------------|----------|-----------------|---------------|
| 在 威 地 之 面 積   |          |                 |               | 在 加 地 之 面 積   |          |                 |               |
| 1920          | 0.297    | -0.039          | 0.336         | 1925          | 2.47     | +1.51           | 0.96          |
| 1921          | 1.529    | +0.698          | 0.831         | 1926          | 3.12     | +1.61           | 1.51          |
| 1922          | 2.141    | +1.212          | 0.929         | 1927          | 1.58     | +0.85           | 0.73          |
| 1923          | 1.195    | +0.600          | 0.595         | 1928          | 0.68     | +0.08           | 0.60          |
| 1924          | 1.204    | +0.760          | 0.444         | 1929          | 0.69     | +0.15           | 0.54          |
| 1925          | 0.310    | +0.000          | 0.310         | 1930          | 0.74     | +0.23           | 0.51          |
| 1926          | 0.019    | -0.008          | 0.027         | ---           | ---      | ---             | ---           |

由上表可知在威地其逝流之最大增加在第二時期之第三年,在第一年及最末年,洪水時逝流反形減少,其主要之增加,係在第二,三,四,五年。

在加地逝流之最大增加,在火災後之第二年,洪水時其主要逝流之增加,均在第二時期之前三年,其後三年之增加部分殊微,幾可略去。

由上述之紀載可知主張森林可以保全給水說之不確,因森林移去後,平均每年總雨量之增加,在威地有 15%,而在加地亦有 29%。至於逝流增加

之分佈情形，與一般意見適得其反，在威加二地，雖非洪水時季，亦有52%之增加，此逝流之增加部份，乃取源於地下之泉水也。蓋地面上之樹木草原除去後，雨水可多量儲積，因既無樹根沼澤等之截阻，且植物之蒸發量亦可減少，但以後數年逝流之增加逐漸減少，即表明地面上之樹草又復蔓生及植物蒸發量之增加矣。

### (2) 最大日流量及發生日期之影響

在威地第一時期面積B之逝流與面積A之逝流平均比為1.19，而至第二時期平均比為1.65，增加39%。在加地Fish Creek之逝流與Santa Anita Creek逝流之平均比，災前為1.55，災後則每年之變化甚大，其第一年曾因暴雨而發生四次洪水，其中之最大比有高至47.7者。但至第二年，幾降至災前之比數。最大日流量之發生日期，面積B因森林之移去提早約三日，而在加地，似與森林之存否並無影響。

威地之最大日流量，於森林伐去後，平均有46%之增加，此乃由於泉源流量之增加。在Fish Creek災後第一年之洪水量，較災前之平均洪水量大16.2倍，因此可知，地面上之草樹移去後，可增高尋常洪水位。(Normal Flood Height)但第二年Fish Creek之洪水量減少至巨，係表明地面上已有新植物生長。然面積B上植物之再生，所以無影響於洪水時之逝流，乃因大部份逝流已成泉源而注入河中。威地洪峯之提早三日，乃因融雪較早所致，而加地之洪峯，因受雨量之支配，故森林之存否，與時間無關。

### (3) 夏季逝流（七月至十月）之影響

威地於第一時期面積B與面積A之夏季逝流之平均比為0.93，在第二時期，則比為1.03，森林砍去後七年，面積B之夏季逝流，平均每年有12%之增加。

加地於第一時期Fish Creek與Santa Anita Creek之夏季逝流之平均比為0.45，第二時期，則比為1.69。火災後六年，Fish Creek夏季逝流之增



加,平均每年有 475%。

普通以爲地面上有森林或草原之生長,可以增加夏季逝流,並縮短低水位時期,蓋雨水之儲蓄,可因此增加之故,但以此迥不相同之二面積言,尙屬疑問,威地之夏季逝量平均每年有 12% 之增加,在加地則有 475% 之增加,但二者逝流增加之絕對值則幾相等,因 Fish Creek 在平常狀態下夏季逝流殊小,故所增加之百分比乃高,此種增加或由於地下泉水蓄量之增加及植物蒸發量之減少所致。

#### (4) 最小日流量及發生日日期之影響

在第一時期面積 B 與面積 A 最小流量之平均比爲 0.98; 在第二時期比爲 1.10, 此表明逝流有 12% 之增加, 在 Fish Creek 火災前之七年有七分之四之時間, 河水均告乾涸, 其與 Santa Anita Creek 最小流量之比爲 0.32, 第二時期則比爲 1.67。

自森林砍去後, 面積 B 夏季最小流量之發生日日期較前約遲五日。Fish Creek 火災後, 最小流量之發生日日期約遲月餘。

冬季面積 B 與面積 A 日流量之比, 在第一時期爲 1.24, 在第二時期爲 1.27, 在加地因溫度不低, 不可得一相當之低逝流。

此係夏季逝流增加之故, 遂有平均最小夏季逝流之增加及低水位時期之縮短。至於冬季之低逝流, 以威地情形而言, 似無影響。

#### (5) 衝蝕作用之影響

在第一時期之八年中, 面積 A 之每年平均含沙量每畝有 3.15 磅, 而面積 B 之每年平均含沙量每畝有 2.85 磅。在第二時期之七年中, 面積 A 之含沙量每畝有 2.15 磅, 而面積 B 之含沙量則每畝有 16.7 磅, 此雖較第一時期之含沙量增加八倍之多, 但仍不可表示即爲衝蝕作用所受之影響, 因每年每畝所增加之沙泥量, 仍極微小, 且坡地上之衝蝕現象, 均不易見, 由小溝壑中所衝蝕之泥沙, 常沉積於平坦之道路上, 而不注入河流中, 故此含沙量之

增加,雖比值甚大,仍不可表示即森林砍去後,衝蝕作用所受之影響,如森林未除,則面積 B 之含沙量,未始即無增加。

在 Fish Creek 火災後之第一年,其峽谷兩壁荒草樹根之類,均被焚去,故所受之衝蝕甚深,鄰近之果園,公路均成澤國,至第二年,地面上之植物又復滋長,是以沙泥含量即減少甚多,迄至 1930 年,與災前之情形已無二致矣。

查衝蝕作用乃受地面流水所致。在威地之沙泥衝蝕,並無因受森林影響之證據,此或係無直接地面流量之故。加地火災後因地面流量增加,衝蝕作用亦大,如在 Fish Creek 有如威地仍有樹根及草層等之殘留,則衝蝕現象,必如地面上有樹草時之情形相同。

#### 結論

根據以上分析之結果,可知森林之存在,有減低洪水位及防止沙泥衝蝕等之效用,但此說是否亦能實用其他情形不同之面積,尙屬疑問。威特二氏係主張須培植及保護森林者,此篇論文發表後,諸專家如 Stevus, Mead 等對於問題均曾有討論,有主張森林之生長,消耗極大部分之水量,且阻止雨雪之滲入土中,並因枝葉關係增加蒸發量,若森林除去後,所消耗之水量,皆可化爲逝流,至於提早或延遲最大及最小流量之說均不可靠。又有認爲森林之生長可增加雨量,若森林砍去後,則雨量之減少,必使河流及泉源均告枯涸。又有主張森林於適當之雨量下,必生長榮茂,而森林於雨量則無影響。總之,森林與逝流,若謂二者絕無關係似不可信,但森林是否有害或有利於逝流,當視各面積之情形而異,蓋逝流之影響,與地形,地質,泥土,及流域之大小及形狀等等均極有關係,非僅森林之存廢問題,即歸諸於逝流所受影響之原因。故美國有多數之觀察者曾得一結論 "In respect to runoff, each stream is a law unto itself,"

原文見 A. S. C. E. Aug., 1932.

## 重力式堤岸及複式防水壩

(Gravity Bulkheads and Cellular Cofferdams).

(應用鋼板樁之主要學理)

Raymond P. Pennoyer 著 石家瑚節譯

重力式鋼板樁堤岸,有二行互相連繫而平行之樁壁;壁間充以泥土或碎石,因外面之泥土,水或其他壓力所生之顛覆,扭歪及滑動等傾向,得以賴壁間泥土或碎石之重量以阻止之。

堤壩之設計步驟有五:

(一)定外面泥土或水之旁壓力;(二)定堤之適當寬度以抗顛覆;(三)求滑動安全率;(四)求樁壁內物質之內剪力;(五)定因壁間物質之旁壓力而生之彎曲權 (Bending Moment)。

第一圖為問題之表率,堤中祇填以泥土,其中高度以呎為單位。

記號:  $P_e$  = 乾土或濕土之相當液體平壓力 (Horizontal liquid pressure) 之增加量;

$P_{e\text{in}w}$  = 淹沒泥土之相當液體平壓力之增加量; (每平方呎上之磅數為單位)

$P_w$  = 靜水壓力之增加量, (單位以每平方呎上之磅數) =  $W_w$ , 每立方呎水之磅數;

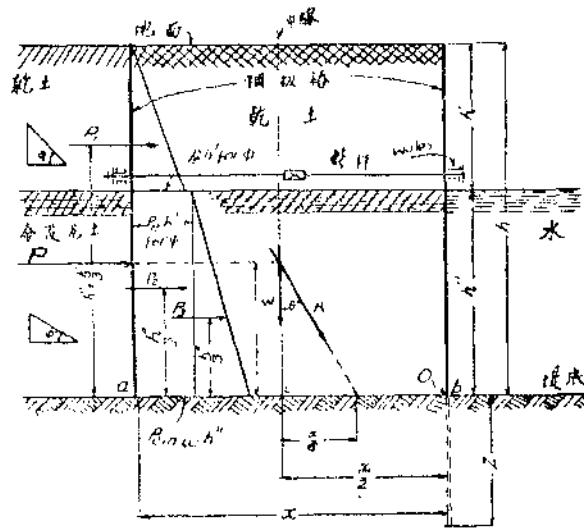
$P_{e\text{omb}}$  = 淹沒泥土及水之混合相當液體旁壓力之增加量, (以每平方呎上之磅數) =  $P_{e\text{in}w} + P_w$ ;

$W_s$  = 每立方呎乾土或濕土之磅數;

$W_{e\text{in}w}$  = 每立方呎淹沒泥土之磅數;

$\phi$  = 乾土或濕土之土坡原角 (Angle of repose);

$\phi'$  = 淹沒泥土之土坡原角。



第一圖 重力式堤岸所受之合力

庫倫氏 (Coulomb) 公式內之泥土重量, 須先化成相當平壓力才能應用。

$$P_e = W_e \tan^2 (45^\circ - \frac{1}{2}\phi) \dots \dots \dots (1)$$

$$P_{einw} = W_{einw} \tan^2 (45^\circ - \frac{1}{2}\phi') \dots \dots \dots (2)$$

在第一圖中, 外面旁壓力之分配以三角形及長方形說明之, 其面積則代表旁壓力  $P_1$ ,  $P_2$ , 及  $P_3$ 。(以每呎寬所受之磅數為單位)

$$\text{於是 } P_1 = \frac{P_e (h')^2}{2} \dots \dots \dots (3)$$

$$P_2 = P_e h' h'' \dots \dots \dots (4)$$

$$P_3 = \frac{P_{einw} (h'')^2}{2} \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{合力 } P = P_1 + P_2 + P_3 \dots \dots \dots (6)$$

$$\because \sum Ma = 0, \therefore \bar{y} = \frac{P_1 \left( h'' + \frac{h'}{3} \right) + P_2 \left( \frac{h''}{2} \right) + P_3 \left( \frac{h''}{3} \right)}{P} \dots \dots \dots (7)$$

因  $P$  而生之顛覆傾向, 為二樁壁間之土或碎石之重量所抵禦, 其重力經過堤之重心, 令  $x$  為堤之未知寬度, 則其重心在  $\frac{x}{2}$  處。

若  $P$  及  $W$  之合力,  $R$ , 交底邊,  $ab$ , 在中央三分之一之內, 則堤之後跟無引力, 於是此堤亦無顛覆之憂, 其中  $W$  為一段  $x$  呎寬及 1 呎厚之堤之重量。

$$W = x(W_e h' + W_{einw} h'') \dots \dots \dots (8)$$

於是  $\tan\theta = \frac{P}{W} = \frac{x}{6} \div y, \quad x = \frac{6py}{W}$

或  $x = \sqrt{\frac{6py}{W_e h' + W_{e i n w h''}}} \dots\dots\dots(9)$

如 x 之值至少等於此值,則此堤關於顛覆可保安全. y 之尺寸(Dimension) 爲由 P 之作力點至堤之旋轉點之距離,此旋轉點在堤底,該堤底須爲岩石如係土壤,則此旋轉點當在底以下若干距離,該距離視土壤之穩度及被動抵抗力而定.

如在第一圖中 ab 以下爲岩石,其中鋼板樁不能打入,則土壤在石上之摩擦力爲滑動之唯一阻力,倘 R 及垂直綫所成角  $\theta$  之正切小於摩擦係數 f 時,則滑動可保安全,假使堤岸築在土壤上,且因建造關係而無須打板樁至 ab 面以下,則 ab 面上下之同樣成分及密度之土壤之內部摩擦係數必超過  $\theta$ . 如上下土壤不同,則摩擦係數尙無已知值可用.

尋常重力式堤岸是築在土壤上,板樁打至堤底以下必要深度,如第一圖中 O 點以下之虛綫卽是,如此才能阻止因土壤之被動力而生之滑動,於是單就滑動之抵抗力而論,土壤之內部摩擦力可以不計.

表一. 土壤在各種岩石上之摩擦係數 (Brennecks-Lohmeyer 氏所定)

| 土壤之種別                  | 岩石之種類  |       |       |       |       |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 粗花崗岩   | 平滑砂石  | 粗砂石   | 平滑磚石  | 粗磚石   |
| 礫石與沙                   | 乾..... | 0.54  | ..... | ..... | ..... |
|                        | 濕..... | 0.48  | ..... | ..... | ..... |
| 細沙                     | 乾..... | 0.70  | ..... | ..... | ..... |
|                        | 濕..... | 0.53  | ..... | ..... | ..... |
| 流體膠土 (Fluid Slime)     | .....  | ..... | ..... | 0.05  | 0.10  |
| 較固定膠土                  | .....  | ..... | ..... | 0.10  | 0.20  |
| 濕粘土與肥土 (Clay and loam) | .....  | ..... | ..... | 0.20  | 0.30  |

|     |       |       |       |      |       |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|
| 乾沙  | ..... | ..... | ..... | 0.6  | 0.70  |
| 濕沙  | ..... | ..... | ..... | 0.3  | ..... |
| 乾礫石 | ..... | 0.57  | 0.61  | 0.40 | 0.50  |
| 濕礫石 | ..... | 0.60  | 0.62  | 0.40 | 0.50  |

其次定板樁須打下之深度 Z, 以防因外力 P 而生之滑動, 該滑動為土壤之被動壓力所抵禦, 按庫倫氏定律, 此被動壓力為:

$$P_p = W_e \tan^2(45^\circ + \frac{1}{2}\phi) \dots\dots\dots(10)$$

其中  $P_p$  為土壤之相當被動液體抵抗力 (Equivalent liquid passive resistance) 之增加量 (單位以每方呎上之磅數), 如泥土係淹沒者, 則用  $W_{eInw}$  代替  $W_e$ , 於是  $P_p$  必須大於 P 或等於 P. 故  $Z \geq \sqrt{\frac{2p}{P_p}} \dots\dots\dots(11)$

若 Z 等于或大於此比值, 則此堤無滑動之虞。

倘 ab 係一岩石面, 則板樁前趾在此面上之滑動抵抗力, 乃一未知安全率, 該抵抗力甚大, 蓋大石之不為鋼穿鑿至數吋深者甚少, 如與岩石所接觸之土壤係穩定之沙, 礫石, 黏土或碎石, 除特殊之外面沈重旁負重外, 其摩擦力足以完全抵禦滑動, 且有一大安全率。

如二樁壁間之物質充填不穩固, 則該物質之內剪力特別重要, 按虎克定律 (Hooke's Law), 在一彈性固體中, 任何一點, 其單位縱橫剪力相等。沿堤之外壓力假定相同, 則最大縱內剪力在縱中綫與 ab 平面之交點, C (第一圖)。在經過堤岸之任何水平面上, 其總內剪力等於在此平面以上之總旁負重。剪力在平面之中綫最大, 至樁壁為零。

應用力學定律, 在 C 點之縱橫內剪力, S, (單位以平方呎上之磅數) 為

$$S = \frac{P \left( \frac{x}{4} \right) \left( \frac{x}{2} \right)}{\frac{x^3}{12}} = \frac{3P}{2x} \dots\dots\dots(12)$$

其中 P 為 C 點以上之外界總旁壓力 (每呎長之堤所受之磅數為單位), x

為堤之寬度(以呎作單位)。

以中線為軸,畫內剪力。如  $P$  為常數,則此曲綫為拋物綫形,其值在  $ab$  平面上最大,在堤頂為零。大半  $P$  為變數但其曲綫大致仍保持拋物綫狀。設  $\phi$  為土壤內抵抗力之角,則真正在  $ab$  平面上之單位剪力抵抗  $S_e$  為

$$S_e = (W_e b' + W_e i_n w h'') \tan \phi' \dots \dots \dots (13)$$

如將此剪力抵抗之值畫在與真正內剪力之同一縱軸上,假定剪力抵抗自頂至底相同,則結果此圖為一三角形,但因大半堤岸含有不同剪力抵抗值之土層,代表剪力抵抗之各綫,將在此土層處中斷,但結果大致仍為三角形。剪力抵抗當然須大於內部剪力,安全率愈大愈妙。如堤內物質之剪力抵抗不足,則此堤須較顛覆所需之寬度更大。

在繫杆及幫板 (Wales) 上之灣曲權 (Bending moment) 及負重 (Loads)

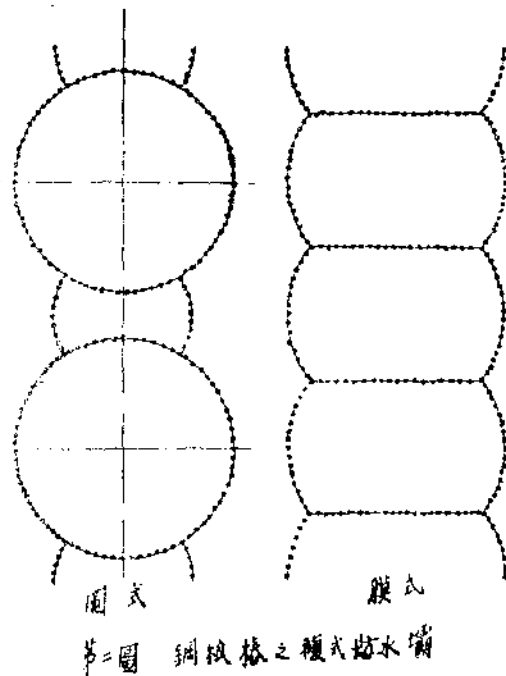
在外樁壁內,(因堤內泥土之旁壓力及在幫板與繫杆上之負重而生)之灣曲權其計算法可參考著者在一九三三年十一月在 Civil Engineering 中所發表之 "Details of Steel Sheet-piling Bulkheads". 外壁所受堤內物質之壓力與發生滑動或顛覆之外力並無關係,應分別討論。第一圖為特殊情形;外負重與內負重適相同。

$ab$  平面為大石時,須有相當設備以阻止外壁之板樁趾為內部壓力向外移動;其法或在岩石中鑿一溝,或炸成許多洞以納板樁。

另一奏效方法為二對面每一間隔之板樁用繫杆互相連結,此項繫杆在未打樁前預先裝在樁上;如此連結之二板樁同時打下至一定深度。

以上所述只限於持外樁壁之棟樑強力 (Beam strength) 以抗內壓力之堤岸,並不適用於複式堤岸。

重力式堤岸之代表為複式防水壩,各種基礎 (Foundations) 或其他建築如在極深之水中,或築在極深處,或單牆防水壩不合實用時,則須用此項計劃。



複式防水壩之板樁打成連接之細胞狀，其中填以碎石或泥土，使其重量足以抗外力，第二圖中所示之膜式細胞狀堤岸(Diaphragm type)其外壁之樁打成一組弧形，用Y片連接，Y片之幹部用板樁所成之膜牆橫貫堤岸相連結，同圖中尚有圓式之複式防水壩，板樁打成許多短弧連接之全圓。膜式較圓式所需板樁為少，但圓式較穩固，膜式必須分期充填，使鄰近細胞中之填土至同樣高度以免膜壁扭歪，然此項膜壁可稍如弓形以勝此困難，但Y接頭中所生之應力為可疑之應力，蓋此時Y為三連接之弧形也。

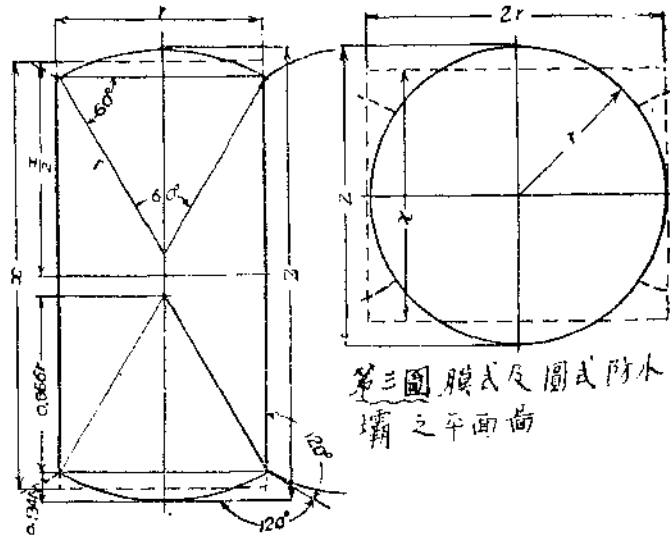
雖複式堤岸尋常用於防水壩，此乃暫時之建築物，但其原則亦可應用於永久之建築物如碼頭及擋土牆等。

複式堤壩與直牆重力式之異點為前者外牆之樁打成弧形或圓形及其幫板與繫杆代以樁壁，使全部板樁受引力，外牆之旁側移動為內牆所抵禦，二者設計之異同至為重要，茲略述於后：

外力，外力之合力及其作力點，與抵禦顛覆所需之寬度等計算法，一如直牆重力式。因複式之外牆係曲綫形，其寬度必須增加，使填物足以抗顛覆，



一如長方式,長方式牆之適當寬度決定後,其問題為求與長方形同斷面係數 (Section Modulus) 之複式堤之直徑。



第三圖 膜式及圓式防水壩之平面圖

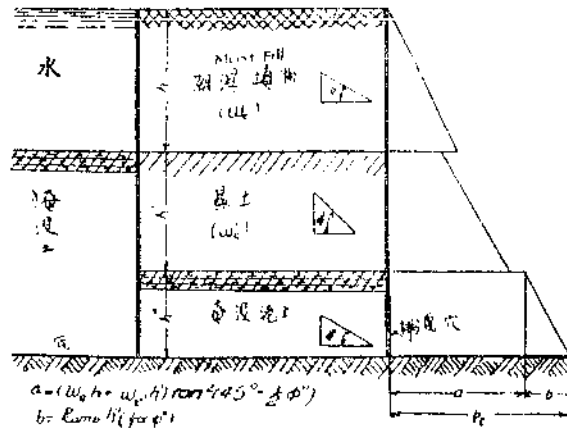
第三圖中  $x$  代表長方形堤之寬度【由(9)得來】 $r$  為具相同斷面係數之圓之未知半徑。長方形之斷面係數為  $\frac{2rx^2}{6}$ , 或  $\frac{rx^2}{3}$  及圓之斷面係數為

$$\frac{\pi}{4} r^3 = 0.7854r^3 \text{ 於是 } 0.7854r^3 = \frac{x^3}{3} r \quad \text{或 } r = \sqrt{\frac{x^3}{2.3562}} \dots\dots\dots(14)$$

如各細胞中之各圓有此半徑則在連接圓之短弧中物質之承載值 (Supporting Value) 可不顧,蓋此項錯誤在安全方面,普通直徑  $Z$  作為  $0.80$  除長方形之寬度,  $x$ , 所得之商,則此堤岸之斷面係數與寬度  $x$  及長度  $2r$  之長方形之斷面係數大約相等。(如第三圖)

若堤為膜式,則問題更複雜,除特殊情形外,複式防水壩之  $Y$  接頭之各股間角度皆為  $120^\circ$ . 所以在各細胞中之弦等于半徑  $r$ , 且連接弦端之半徑間之角度為  $60^\circ$ . 直接求細胞之寬度,  $Z$ , (其斷面係數與寬  $x$  及長  $r$  之長方形相同) 頗為複雜,大概為:  $Z = x + 0.16r$ , 或  $\frac{x}{0.9}$

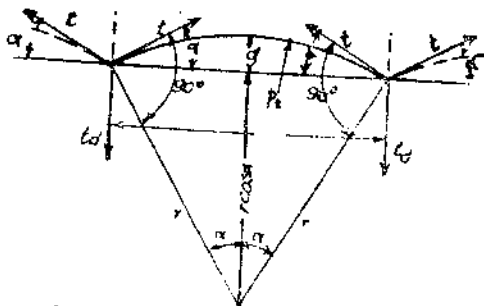
於是可定兩相對弦中間之長方形之斷面係數與兩頭弓形之係數相併合。



第四圖 複式防水壩之內壓力圖

因複式堤岸之外壩打成弧形或圓形,故其中泥土之旁壓力須持板樁之引力及連鎖(Interlocks)以抵禦之。以下所論僅關於連鎖之板樁之最小強力部分。

如內外泥土壓力不等,則當分別討論。無論複式堤岸築在岩石上或泥土上,其最大之旁壓力總在堤底,如第四圖令  $P_t$  爲此單位旁壓力(以每平方呎上之磅數爲單位)參考第五圖在連鎖中之引力,  $t$  (堤每長一吋之磅數爲單位)。



第五圖 連鎖中之最大引力圖

$$\text{爲 } t = \frac{P_t r}{12} \dots\dots\dots(15)$$

用最大安全引力,  $f$  (每長一吋之磅數爲單位)代替  $t$ ,於是弧之最大半徑(呎作單位)爲

$$r_{\max} = \frac{12f}{P_t} \dots\dots\dots(16)$$

再從第五圖可得,  $\text{COS}\alpha = 1 - \frac{d}{r_{\max}} \dots\dots\dots(17)$

及  $C = 2r_{\max} \cdot \text{Sin}\alpha \dots\dots\dots(18)$

無論圓式或膜式堤壩,其最大半徑不使連鎖之引力超過  $f$  均可由(16)式得來,除防水壩外,如擋土牆及碼頭等用  $r_{\max}$  亦較爲有益,再者如因各種

關係,此類堤岸之弧之高度  $d$  (rise) 有限制,則以此  $d$  定弦長  $C$ ,而不使超過  $r_{max}$ .

如已擇定  $d$ ,代入(17)式中可得  $\alpha$  於是解(18)式可得最大弦  $C$ ,實際弧之度量(Dimensions)務須由弧中板樁之寬度,計算得來 (Y片之度量亦算在內)如先擇最大弦則從(18)及(17)式中可得  $\alpha$  及  $d$ .

實際  $\alpha$  之最大值為  $30^\circ$  使 Y 之各股間之角度成  $120^\circ$  然因建築關係不常用此值,結果 Y 片中之引力得以減少,設  $t_d$  為二接連弧之引力合力,  $\alpha$  等子  $30^\circ$  時則 Y 片中各股之引力  $t_d = t = \frac{P_t r}{12}$  .....(19)

倘  $\alpha$  小於  $30^\circ$ ,則膜式連鎖之引力  $t_d$  常小於  $t$ , (Y 接頭之弧形牆之引力  $t$ ) 在圓式防水壩中之弧應愈短愈妙(普通 5 至 7 塊板樁)蓋在連鎖中之真實應力難斷也。

#### 複式堤岸之滑動及內剪力

複式堤岸之滑動安全率與箱式者同樣求法,在  $ab$  平面上之平均剪力可由有同樣顛覆抵抗力之長方式堤(一呎長)上所受之總外旁壓力除以  $x$  呎寬得來;此值可稱安全。

若複式防水壩築在泥土上,在外牆之樁,應打至足夠深度,以防禦水壩下漏水,及阻止靜水壓力之顛覆傾向,有時亦可阻壩之滑動,在內壁之樁,只須打至足夠深度,以擋壩中之土。排水穴(Weepholes)應置在內壁板樁中,以排洩積聚在內之水,此乃填土不為水之浮力而減輕之保證物,且可保證不超過連鎖中之安全引力,內剪力可由(13)式研究得來。鋼膜式牆,亦可持連鎖中之摩擦力以抗禦堤之變形(Deformation),此乃計算內剪力中一不定安全率。

## 計算尺上解二次或三次方程式

楊 欽

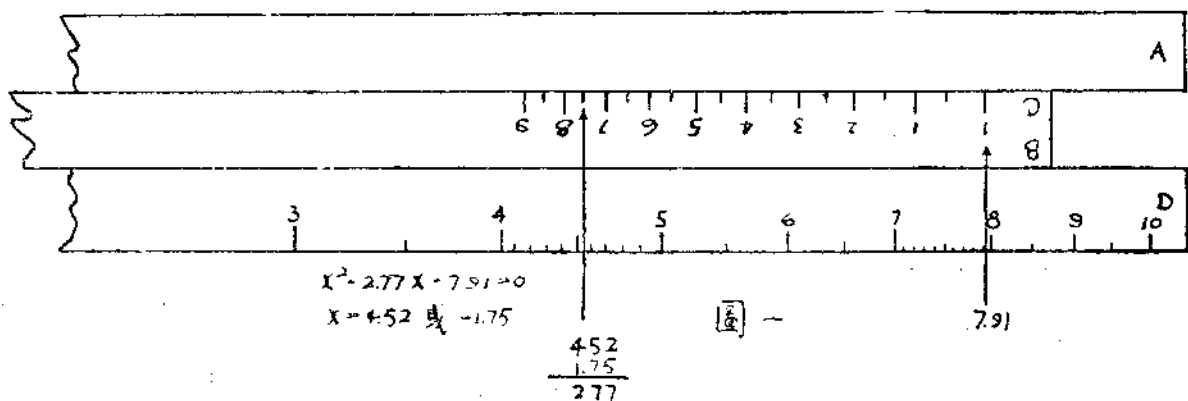
解二三次方程式之方法，雖有數種，然迅速而仍準確者，殊不多見。茲於工程新聞雜誌 (Engineering News Record) (一九三五年一月份) 上，見有用計算尺解法一則，以其頗合工程上之應用，爰摘譯之，以供同好。

二次方程式 普通一般之二次方程式，皆得寫作下式：

$$x^2 + px + q = 0$$

從代數學上知道，此方程式之兩根與  $x$  之係數，有一定之關係。(1) 二根之積必為  $q$ 。(2) 兩根之和必為  $-p$ ；再我們如將計算尺之滑尺，倒置於槽內 (C 行在上 B 行在下)，且將 C1 指於 D 行之某數，則玻指示器 (Cursor) 黑線所切之任何一對數之積，皆為某數，所謂一對數者，即 C 行上一數，與相對之 D 行上一數也。從此二點我們可用以解二次或三次之方程式矣。

解法 將滑尺倒置，且使 C1 指  $q$  於 D 行上，則玻指示器所切之二數一在 C 行上，一在 D 行上，皆適合 (1) 之條件。現在如將玻指示器逐漸移動，俟所切一對數之和或差，(即為負時) 則 (2) 之條件又適合矣，以故此二數即欲求之根也。見圖一。



三次方程式 (甲) 三次方程式中間二行之任一行缺少者，每常遇到。

普通一般之三次方程式如下式：

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0$$

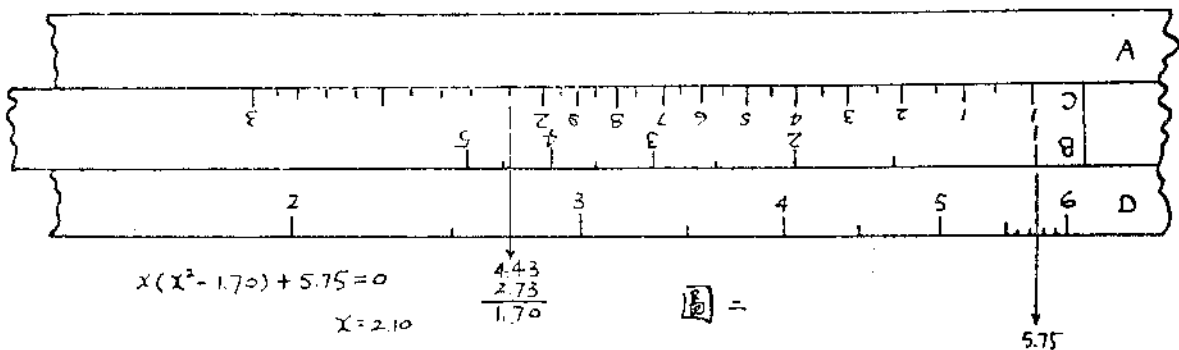
若將  $(x + \frac{1}{3}a)$  代  $x$ ，則  $x^2$  行即消去

$$(x + \frac{1}{3}a)^3 + \frac{3b - a^2}{3}(x + \frac{1}{3}a) + \frac{2a^3 - 9ab + 27c}{27} = 0$$

於是變成下式

$$x^3 + px + q = 0 \quad \text{或} \quad x(x^2 + p) = -q$$

解法 將滑尺倒置，使 B 行及 C 行倒讀，再將 C1 指  $q$  於 D 行上，然後移玻指示器，俟 B 行之數超出 D 行上之數為  $p$  時，則  $x$  值於 C 行上讀之即得。見圖二。



理由 玻指示器所切之任何二數之積為  $q$ ，(二數為 C 行及 D 行上之二數) 所以亦即  $x$  與  $(x^2 + p)$  之積為  $q$ 。但 B 行之數適為 C 行之數之平方，(即  $x^2$ ) 則  $(x^2 + p)$  當然超過 B 行上  $x^2$  值為  $p$  矣。

三次方程式(乙)  $x$  行缺者  $x^3 + px^2 + q = 0$  亦往往遇到。

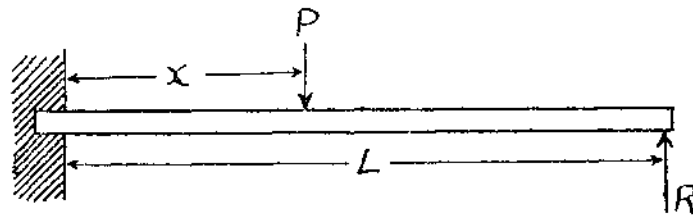
例如圖三中之求  $x$ ，即此類方程式。

$$\left(\frac{x}{L}\right)^3 - 3\left(\frac{x}{L}\right)^2 = -\frac{2R}{P}$$

如將  $x^3 + px^2 + q = 0$  寫成  $x^2(x + p) = -q$ ，可於計算尺上求其根矣。

解法 將滑尺倒置使 C 1 指  $q$  於 A 行上，然後移玻指示器俟 A 上之數超過倒 C 行上之數為  $p$  時，則 C 上之數即為  $x$  之解答矣。

理由與前相仿，蓋在此處 A 行之數適為 D 行之數之平方也。



圖三

以上之法雖云簡便，然於未解之前，當略知其近似值，否則亦不能見其便利之處也。所幸工程上之問題，不若數學上之問題之空虛，而難於猜度，如前例， $\frac{x}{L}$  必在 0 與 1 之間而 R 必小於簡單之樑 (Simple beam) 之 R，因此  $\frac{x}{L}$  必稍大於  $\frac{R}{P}$  也。

### 通 訊

接奉 來書，囑錄粵漢鐵路株韶段工程情況，本當早日應命，藉副雅望。奈實以事餘乏暇，未克如願，深以為歉。本局各總段工程進行，尚稱順利，現已次第鋪軌，預計明年年底可全路工竣通車。偉大工程如洙河洙河耒河三大橋之積極施工，虎口瀾烏鴉山之如限鑿通，皆更非拙筆所能盡述；平日藉悉其大略者，咸賴本局所出版之工程月刊，茲特購奉最近五期，謹備 垂閱。至於 貴個人心得，實因閱歷尚淺，經驗未豐，愧無以告。惟敢介紹於 諸同學前者，即本局出版之『監工須知』一冊，內容尚佳，頗合實用，如欲服務於鐵路上者，更有參看之價值，每冊國幣二元，可向本局總務課定購也。本段工程局設於衡州，為本路全線之中心點，地位重要，故車站站場，均已在積極佈置中矣。此上

編輯部轉諸同學公鑒。

趙祖唐謹啓 二四，二，八。

## 中國近年土木工程之簡略調查

編 輯 部

吾國昔有偉大之長城工程，秦漢以強；有艱巨之運河工程，隋唐以盛。今日凡百建設，前未可比古人，外不能擬歐美，以致國勢積弱至此；窮兵黷武者之隨處摧殘，固當負其全責，任事工程者之不多努力，亦難辭其咎也。

在此民窮財盡之秋，欲謀各項建設之同時進行，勢所不可。惟衡其輕重，權其緩急，以吾國之地大物博而致民生凋疲，災黎遍野，則生產與交通之建設，絕為刻不容緩之事。因是復興祖國，負責土木工程者更較仔肩重大。

土木工程方面門類衆多，吾國尚未見一有系統之記載，因將十餘項土木工程之已有成績，依重要之次序，作以下簡略之統計，以便參考。

### 〔一〕 灌溉工程

吾國素稱以農立國，農民佔國民百分之八十以上，年來炮火災荒，炊斷流亡者不知幾千萬人，為狀之慘，莫此更甚。今日而欲濟此燃眉之急者，維灌溉工程之舉辦是也。曩昔渭北有鄭國白公兩渠，溉田 4,450,000 畝，漢中有山河大堰等渠，溉田 650,000 畝，河套有八大渠之建設，溉田 7,800,000 畝，成都有岷沱江之利用，溉田 400,000 畝，甯夏有漢唐渠之興修，溉田 1,500,000 畝，因得歲有豐收，安居樂業；何如後竟湮廢無存。邇來各方注意及此，次第籌築科學方法之灌溉事業，正風起雲湧。惟較大工程之已成者僅下表所列，建築中者則陝西有洛渭兩渠，甯夏有興業諸渠，以及冀省滹沱河畔，蘇省江北方面等處。

| 渠 堰 名 稱 | 灌 溉 區 域 | 幹 渠 長 度 | 渠 水 流 量                           | 灌 溉 面 積   | 完 成 年 份 |
|---------|---------|---------|-----------------------------------|-----------|---------|
| 涇 惠 渠   | 陝西渭北五縣  | 117 公里  | 16 $\frac{\text{立方公尺}}{\text{秒}}$ | 600,000畝  | 1932    |
| 民 生 渠   | 綏遠薩托兩縣  | 70      |                                   | 1,700,000 | 1931    |
| 蓮柄港灌溉工程 | 福建長樂縣   | 29      | 5                                 | 60,000    | 1929    |

## 〔二〕 鐵道工程

一國實業生產之發展，經濟文化之進步，賴於鐵道之貫輸力最大。該項工程為世界各國最暢盛之一種事業，吾獨瞠乎人後，偌大國境，幹綫寥寥，與國土相等之美國比較，不及其百分之二，路網較密之東三省，今又淪於強鄰，國人對此更當有所警惕，非急謀進展不可。下為已成之鐵路表。

| 鐵路名稱       | 幹線長度       | 支線長度    | 最大坡度  | 鋼軌重量                            | 通車年期 |      |
|------------|------------|---------|-------|---------------------------------|------|------|
| 平漢鐵路       | 1,214.49公里 | 96.83公里 | 0.88% | 75—85 <sup>磅</sup> <sub>碼</sub> | 1906 |      |
| 津浦鐵路       | 1,009.16   | 96.03   | 0.67  | 85                              | 1912 |      |
| 北甯鐵路       | 834.14     | 492.08  | 1.00  | 85—87 <sup>磅</sup> ●            | 1907 |      |
| 平綏鐵路       | 812.34     | 57.49   | 3.33  | 85                              | 1922 |      |
| 京滬鐵路       | 311.04     | 16.09   | 0.63  | 85                              | 1908 |      |
| 滬杭甬鐵路      | 滬杭段        | 195.83  | 13.77 | 0.33                            | 85   | 1916 |
|            | 甯甬段        | 77.90   | —     |                                 | 85   | 1914 |
| 膠濟鐵路       | 395.20     | 68.48   | 0.67  | 87 <sup>磅</sup> ●               | 1904 |      |
| 隴海鐵路 海州西安段 | 1,025.91   | —       | 1.50  | 85                              | 1934 |      |
| 正太鐵路       | 243.00     | —       | 1.84  | 56                              | 1907 |      |
| 道清鐵路       | 150.45     | 15.65   | 0.87  | 75                              | 1925 |      |
| 粵漢鐵路 湘鄂段   | 417.30     | 90.40   | 2.10  | 85                              | 1920 |      |
| 粵漢鐵路 廣韶段   | 224.15     | 48.92   | 0.70  | 85                              | 1916 |      |
| 吉長鐵路       | 127.73     | —       | 1.25  | 80                              | 1912 |      |
| 吉敦鐵路       | 210.40     | 11.00   | 1.50  | 75                              | 1918 |      |
| 四洮鐵路       | 314.97     | 115.06  | 0.76  | 64—85                           | 1923 |      |
| 洮昂鐵路       | 224.28     | —       | 0.70  | 80                              | 1925 |      |

● 8.磅/碼 為鐵道部部定標準鋼軌 43公斤/公尺



|               |          |       |       |                     |      |
|---------------|----------|-------|-------|---------------------|------|
| 南 潯 鐵 路       | 128.35公里 | ——公里  | 1.00% | 60—76 <sup>磅碼</sup> | 1916 |
| 廣 九 鐵 路       | 178.55   | ——    | 0.60  | 85                  | 1911 |
| 浙 贛 鐵 路 杭 玉 段 | 344.49   | 22.74 | 1.00  | 35                  | 1934 |
| 新 甯 鐵 路       | 109.93   | 28.62 | 1.60  | 60                  | 1913 |
| 潮 汕 鐵 路       | 42.07    | ——    | 0.66  | 75                  | 1906 |
| 潘 海 鐵 路       | 257.44   | 69.12 | 1.00  | 60—90               | 1927 |
| 吉 海 鐵 路       | 183.40   | ——    | 0.80  | 75                  | 1929 |
| 呼 海 鐵 路       | 216.50   | 8.00  | 1.00  | 65                  | 1928 |
| 齊 克 鐵 路       | 203.50   | 53.10 | 0.70  | 60                  | 1930 |

### [三] 公路工程

公路於中國三四年來進展甚速，惟皆在內地興築，邊陲仍稀少如舊，觀下表可知。今者一九三六年危機已迫，若再不加修邊省之公路，恐將無以鞏固國防矣！

| 省 別 | 已成公路    | 省 別 | 已成公路    | 省 別 | 已成公路    | 省 別 | 已成公路    |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 江 蘇 | 4907 公里 | 浙 江 | 3400 公里 | 福 建 | 2480 公里 | 江 西 | 2760 公里 |
| 安 徽 | 3136    | 陝 西 | 2052    | 綏 遠 | 2410    | 察哈爾 | 3898    |
| 熱 河 |         | 遼 寧 |         | 吉 林 |         | 黑龍江 |         |
| 山 東 | 2600    | 山 西 | 2760    | 河 南 | 2638    | 河 北 | 3600    |
| 寧 夏 | 1977    | 甘 肅 | 3399    | 青 海 | 1584    | 新 疆 | 4350    |
| 廣 東 | 7962    | 廣 西 | 6530    | 湖 南 | 1870    | 湖 北 | 2695    |
| 四 川 | 4700    | 貴 州 | 1752    | 雲 南 | 1342    | 西 康 | 554     |
| 蒙 古 | 2880    | 西 藏 | 926     |     |         |     |         |

## 〔四〕 橋樑工程

鐵道公路發展中，橋樑之急於建築理所當然。尤以該項工程，吾國自古即有石拱鐵索等橋之發明，外人極力式效，當今歐美各國已早無渡河之難，而吾國南北交通，反仍多以江流中阻，可不浩嘆？總計國內大橋在四百五十公尺（約即一千五百呎）以上者僅表列數處。

| 橋名   | 橋址            | 橋身長度  | 橋身質料 | 載重量  | 築成期  |
|------|---------------|-------|------|------|------|
| 蘆溝橋  | 平漢路永定河上       | 468公尺 | 鋼    | E 30 | 1898 |
| 新樂橋  | 平漢路沙河上        | 503   | 鋼    | E 20 | 1900 |
| 滹沱河橋 | 平漢路滹沱河上       | 553   | 鋼    | E 25 | 1903 |
| 黃河橋  | 平漢路黃河上        | 2533  | 鋼    | E 35 | 1905 |
| 淮河橋  | 津浦路淮河上        | 549   | 鋼    | E 30 | 1911 |
| 肥河橋  | 津浦路肥河上 曹老集附近  | 567   | 鋼    | E 35 | 1911 |
| 大汶河橋 | 津浦路大汶河上       | 460   | 鋼    | E 20 | 1911 |
| 黃河橋  | 津浦路黃河上        | 1255  | 鋼    | E 35 | 1912 |
| 灤河橋  | 北寧路灤河上        | 670   | 鋼    | E 35 | 1893 |
| 六股河橋 | 北寧路六股河上 綏中縣附近 | 506   | 鋼    | E 35 | 1899 |
| 大凌河橋 | 北寧路大凌河上       | 792   | 鋼    | E 35 | 1904 |
| 遼河橋  | 北寧路遼河上        | 610   | 鋼    | E 35 | 1908 |
| 南嶺橋  | 北寧路錦票支線大凌河上   | 488   | 鋼    | E 50 | 1923 |
| 東洋河橋 | 平綏路東洋河上 柴溝學附近 | 488   | 鋼    | E 35 | 1910 |
| 桑乾河橋 | 平綏路桑乾河上       | 548   | 鋼    | E 35 | 1913 |
| 三江口橋 | 四洮路遼河上        | 640   | 鋼    | E 45 | 1917 |
| 西遼河橋 | 四洮路西遼河上 魏家屯附近 | 570   | 洋松   | E 50 | 1921 |

|     |          |       |       |      |      |
|-----|----------|-------|-------|------|------|
| 嫩江橋 | 洗昂路嫩江上   | 752公尺 | 木     | E 50 | 1926 |
| 洛陽橋 | 福建晉江洛陽江上 | 1200  | 石     |      | 1927 |
| 寶界橋 | 江蘇無錫太湖邊  | 510   | 鋼筋混凝土 | 20噸  | 1934 |

### [五] 給水工程

交通以外，吾國所急於需要者當為自來水工程。每年夏秋之交，因飲水不潔而亡於疫病者不知凡幾；免此人禍，務須在下列各地外，擇人口較密諸城市次第興辦。

| 地 名     | 水 源   | 水管總長度  | 每日給水量     | 擇常壓力                             | 供水年份 |
|---------|-------|--------|-----------|----------------------------------|------|
| 南 京     | 揚 子 江 | 335 公里 | 8,800 千加侖 | 164 $\frac{\text{磅}}{\text{方吋}}$ | 1933 |
| 上 海 閘 北 | 黃 浦 江 | 70     | 7,000     | 45                               | 1910 |
| 上 海 南 市 | 黃 浦 江 | 85     | 15,000    | 45                               | 1902 |
| 上海公共租界  | 黃 浦 江 | 267    | 45,000    | 35                               | 1882 |
| 上 海 法 界 | 黃 浦 江 | 123    | 8,800     | 65                               | 1907 |
| 青 島     | 井 水   | 155    | 2,860     | 14.7                             | 1905 |
| 北 平     | 境 孫 河 | 20     | 2,670     | 200                              | 1910 |
| 天 津     | 西 河   | 41     | 3,600     |                                  | 1903 |
| 天津英工部局  | 井 水   | 23     | 1,740     |                                  | 1921 |
| 廣 州     | 珠 江   | 49     | 16,000    | 80                               | 1905 |
| 漢 口     | 襄 河   | 101    | 14,500    | 80                               | 1906 |
| 廈 門     | 山水雨水  | 21     | 500       | 35                               | 1926 |
| 汕 頭     | 梅 溪   | 15     | 300       |                                  | 1907 |
| 鎮 江     | 長 江   | 35     | 936       | 45                               | 1926 |

|   |   |          |      |        |                                  |      |
|---|---|----------|------|--------|----------------------------------|------|
| 杭 | 州 | 貼沙河      | 70公里 | 400千加侖 | 190 $\frac{\text{磅}}{\text{方呎}}$ | 1931 |
| 昆 | 明 | 翠湖九龍池    | 139  | 266    |                                  | 1920 |
| 吉 | 林 | 松花江      | 32   | 500    | 100                              | 1929 |
| 香 | 港 |          |      |        |                                  |      |
| 大 | 連 | 馬蘭河      | 159  | 2,270  |                                  | 1901 |
| 旅 | 順 | 龍眼寺溝及大孤山 | 51   | 309    |                                  | 1879 |

附註：南滿鐵路方面已辦有二十餘處，不列在內。

【以下各項待續】

## 美國胡佛水壩效用預計

雙 寅

美國 Nevada 省之胡佛水壩 (Boulder Dam, or Hoover Dam), 為世界最高大之水壩, 近來西方各大雜誌幾每期有此項工程之研究討論, 本刊第二卷第一期亦曾記其概況。此壩係屬 Arch-gravity 式, 高有 726 呎, 重約 6,500,000 噸, 開工於 1930 年, 用工人 9,000 餘日夜趕造, 每夜工地裝電燈 24,000 盞, 平均每二十四小時建造 7000 立方碼, 五年來已完成五分之二工程, 再四年可全部告竣, 共需混凝土計 3,400,000 立方碼, 與世界最大石工埃及金字塔容積 3,450,000 立方碼相差無幾矣。

壩成以後, 水力方面可有 2,000,000 h. p. 之應用, (Niagara 祇 557,000 h. p.) 以之發電, 能年供電力 4,333,000,000 kw. hrs.; 節流方面, Spillways 可容 200,000 c. f. s. 之調制, 防洪方面, 即使 Colorado 河增至 48,000 c. f. s. 亦無危險; 給水方面, Boulder City 之自來水, 能日給 2,000,000 gal.; 灌溉方面, 受其水惠之區域當在 2,000,000 acres 以上; 自 Colorado 至 South California, 並築 All-American Canal 以引水焉, 效用如此之廣, 宜其為近世最偉大之工程也。1938 年底, 請拭目以待其成。

PROOF OF MERRIMAN'S  
GENERAL FORMULA FOR MAXIMUM  
EARTH THRUST

$$E = \frac{1}{2}wh^2 \frac{\sin(\theta - \delta)\sin(\theta - x)\sin(x - \phi)}{\sin^2\epsilon\sin(x - \delta)\sin(\theta + z - x + \phi)}$$

on p.492 Baker's A Treatise on Masonry Coustruction

where E = the pressure of the earth against the back of the wall;

w = the weight of a cubic unit of the earth;

h = the vertical height of the wall;

$\theta$  = the angle between the back of the wall and the horizontal;

$\phi$  = the angle of repose of earth;

$\delta$  = the angle of surcharge;

x = the unknown angle between the plane of rupture and the horizontal;

z = the unknown angle between the resultant earth pressure and the normal to the back of the wall.

$$\text{Let } \frac{1}{2}wh^2 \frac{\sin(\theta - \delta)}{\sin^2\theta} = K \quad E = K \frac{\sin(\theta - x)\sin(x - \phi)}{\sin(x - \delta)\sin(\theta + z - x + \phi)}$$

$$\begin{aligned} \sin(x - \phi) &= \sin(x - \theta + \theta - \phi) = \sin(x - \theta)\cos(\theta - \phi) + \cos(x - \theta)\sin(\theta - \phi) \\ &= -\sin(\theta - x)\cos(\theta - \phi) + \cos(\theta - x)\sin(\theta - \phi) \end{aligned}$$

$$\sin(x - \delta) = \sin(x - \theta + \theta - \delta) = -\sin(\theta - x)\cos(\theta - \delta) + \cos(\theta - x)\sin(\theta - \delta)$$

$$\sin(\theta + z - x + \phi) = \sin(\theta - x + z + \phi) = \sin(\theta - x)\cos(z + \phi) + \cos(\theta - x)\sin(z + \phi)$$

$$\text{Let } \theta - \delta = A \quad z + \phi = B \quad \& \quad \theta - \phi = C$$

$$E = K \frac{\sin(\theta - x)[- \sin(\theta - x)\cos C + \cos(\theta - x)\sin C]}{[- \sin(\theta - x)\cos A + \cos(\theta - x)\sin A][\sin(\theta - x)\cos B + \cos(\theta - x)\sin B]}$$

$$\begin{aligned}
 &= K \frac{\sin(\theta-x)[\sin(\theta-x)\cos C - \cos(\theta-x)\sin C]}{[\sin(\theta-x)\cos A - \cos(\theta-x)\sin A][\sin(\theta-x)\cos B + \cos(\theta-x)\sin B]} \\
 &= K \frac{\sin^2(\theta-x)\cos C - \sin(\theta-x)\cos(\theta-x)\sin C}{\sin^2(\theta-x)\cos A\cos B + \sin(\theta-x)\cos(\theta-x)\cos A\sin B - \sin(\theta-x)\cos(\theta-x)\sin A\cos B - \cos^2(\theta-x)\sin A\sin B}
 \end{aligned}$$

Dividing numerator & denominator by  $\sin^2(\theta-x)$

$$E = K \frac{\cos C - \cot(\theta-x)\sin C}{\cos A\cos B + \cot(\theta-x)\cos A\sin B - \cot(\theta-x)\sin A\cos B - \cot^2(\theta-x)\sin A\sin B} \dots\dots\dots(A)$$

Call the numerator S & denominator T

$$\begin{aligned}
 \frac{dE}{dx} &= \frac{K}{T^2} \left[ T \left\{ -\sin C[-\csc^2(\theta-x)](-1) \right\} - S \left\{ \cos A\cos B[-\csc^2(\theta-x)](-1) - \sin A\cos B[-\csc^2(\theta-x)](-1) - \sin A\sin B 2\cot(\theta-x) \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. [-\csc^2(\theta-x)](-1) \right\} \right] \\
 &= K \frac{\csc(\theta-x) \left\{ -T\sin C - S[\cos A\sin B - \sin A\cos B - 2\cot(\theta-x)\sin A\sin B] \right\}}{T^2} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\therefore -T\sin C = S[\cos A\sin B - \sin A\cos B - 2\cot(\theta-x)\sin A\sin B]$$

$$\begin{aligned}
 \text{or } [\cos A\cos B + \cot(\theta-x)\cos A\sin B - \cot(\theta-x)\sin A\cos B - \cot^2(\theta-x)\sin A\sin B][-\sin C] &= [\cos C - \cot(\theta-x)\sin C][\cos A\sin B - \sin A\cos B - 2\cot(\theta-x)\sin A\sin B]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{or } -\cos A\cos B\sin C + \cot^2(\theta-x)\sin A\sin B\sin C &= \cos A\sin B\cos C \\
 -\sin A\cos B\cos C - 2\cot(\theta-x)\sin A\sin B\cos C + 2\cot^2(\theta-x)\sin A\sin B\sin C
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \sin A\sin B\sin C\cot^2(\theta-x) - 2\sin A\sin B\cos C\cot(\theta-x) + \cos A\sin B\cos C \\
 - \sin A\cos B\cos C + \cos A\cos B\sin C = 0
 \end{aligned}$$

Dividing by  $\sin A \sin B \sin C$

$$\cot^2(\theta - x) - 2\cot C \cot(\theta - x) + \cot A \cot C - \cot B \cot C + \cot A \cot B = 0$$

$$\therefore \cot(\theta - x) = \frac{2\cot C \pm \sqrt{4\cot^2 C - 4[\cot A \cot C - \cot B \cot C + \cot A \cot B]}}{2}$$

$$= \cot C + \sqrt{\cot^2 C - \cot A \cot C + \cot B \cot C - \cot A \cot B}$$

$$= \cot C + \sqrt{\cot C(\cot C - \cot A) + \cot B(\cot C - \cot A)}$$

$$= \cot C + \sqrt{(\cot C + \cot B)(\cot C - \cot A)}$$

$$= \frac{\cos C}{\sin C} + \sqrt{\frac{\sin(B+C)}{\sin B \sin C} \times \frac{\sin(A-C)}{\sin A \sin C}}$$

$$= \frac{\cos C + \sqrt{\frac{\sin(B+C)\sin(A-C)}{\sin A \sin B}}}{\sin C}$$

$$= \frac{1}{\sin C} \left[ \cos C + \sqrt{\frac{\sin(B+C)\sin(A-C)}{\sin A \sin B}} \right]$$

Let  $\frac{\sin(B+C)\sin(A-C)}{\sin A \sin B} = G$

$$\cot(\theta - x) = \frac{1}{\sin C} \left[ \cos C + \sqrt{G} \right]$$

$$\therefore \cot^2(\theta - x) = \frac{1}{\sin^2 C} [\cos^2 C + 2\sqrt{G} \cos C + G]$$

From Eq. (A)

$$E = \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin A}{\sin^2 \theta} \times \frac{\cos C - \sin C \frac{1}{\sin C} [\cos C + \sqrt{G}]}{\cos A \cos B - [\sin A \cos B - \cos A \sin B] \frac{1}{\sin C} [\cos C + \sqrt{G}]}$$

$$\frac{-\sin A \sin B \frac{1}{\sin^2 C} [\cos^2 C + 2\sqrt{G} \cos C + G]}{\sin^2 C}$$

$$= \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin A}{\sin^2 \theta} \times \frac{\sin^2 C [\cos C - \cos C - \sqrt{G}]}{\cos A \cos B \sin^2 C - [\sin A \cos B - \cos A \sin B] [\sin C \cos C + \sin C \sqrt{G}] - \sin A \sin B [\cos^2 C + 2\sqrt{G} \cos C + G]}$$

$$= \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin^2 C}{\sin^2 \theta} \times \begin{aligned} & -\sin A \sqrt{G} \\ & \cos A \cos B \sin^2 C - \sin A \cos B \sin C \cos C + \cos A \sin B \sin C \cos C \\ & - \sin A \sin B \cos^2 C - \sqrt{G} [\sin A \cos B \sin C - \cos A \sin B \sin C \\ & + 2 \sin A \sin B \cos C] - G \sin A \sin B \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin^2 C}{\sin^2 \theta \sin(B+C)} \times \begin{aligned} & \sqrt{\frac{\sin^2 A \sin^2(B+C) \sin(B+C) \sin(A-C)}{\sin A \sin B}} \\ & - \cos A \cos B \sin^2 C - \cos A \sin B \sin C \cos C \\ & + \sin A \cos B \sin C \cos C + \sin A \sin B \cos^2 C \\ & + \sqrt{G} [\sin A \cos B \sin C + \sin A \sin B \cos C \\ & + \sin A \sin B \cos C - \cos A \sin B \sin C] + G \sin A \sin B \end{aligned}$$

Call  $\frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin^2 C}{\sin^2 \theta \sin(B+C)} = M$

$$E = M \begin{aligned} & \sqrt{\frac{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}{\sin B}} \\ & - \cos A \sin C [\cos B \sin C + \sin B \cos C] + \sin A \cos C [\cos B \sin C + \sin B \cos C] \\ & + \sqrt{G} [\sin A (\cos B \sin C + \sin B \cos C) + \sin B (\sin A \cos C - \cos A \sin C)] \\ & + G \sin A \sin B \end{aligned}$$

$$= M \begin{aligned} & \sqrt{\frac{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}{\sin B}} \\ & - \cos A \sin C \sin(B+C) + \sin A \cos C \sin(B+C) + \sqrt{G} [\sin A \sin(B+C) \\ & + \sin B \sin(A-C)] + G \sin A \sin B \end{aligned}$$

$$= M \begin{aligned} & \sqrt{\frac{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}{\sin B}} \\ & \sin(B+C) [\sin A \cos C - \cos A \sin C] + \sqrt{G} [\sin A \sin(B+C)] \\ & + \sqrt{G} [\sin B \sin(A-C)] + G \sin A \sin B \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
& \sqrt{\frac{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}{\sin B}} \\
= & M \frac{\sin(B+C) \sin(A-C) + \sqrt{G} \sin A \sin(B+C) + \sqrt{G} \sin B \sin(A-C)}{+ G \sin A \sin B} \\
= & M \frac{1}{\sqrt{\frac{\sin^2(B+C) \sin^2(A-C) \sin B}{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)} + \frac{\sin(B+C) \sin(A-C) \sin^2 A \sin^2(B+C) \sin B}{\sin A \sin B \sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}}} \\
& + \sqrt{\frac{\sin(B+C) \sin(A-C)}{\sin A \sin B} \times \frac{\sin^2 B \sin^2(A-C) \times \sin B}{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}} \\
& + \sqrt{\sin^2 A \sin^2 B \times \frac{\sin^2(B+C) \sin^2(A-C)}{\sin^2 A \sin^2 B} \times \frac{\sin B}{\sin A \sin^3(B+C) \sin(A-C)}} \\
= & \frac{M}{\sqrt{\frac{\sin(A-C) \sin B}{\sin A \sin(B+C)} + \sqrt{1} + \frac{\sin^2(A-C) \sin^2 B}{\sin^2 A \sin^2(B+C)} + \frac{\sin(A-C) \sin B}{\sin A \sin(B+C)}}} \\
= & \frac{M}{1+2 \sqrt{\frac{\sin(A-C) \sin B}{\sin A \sin(B+C)} + \frac{\sin(A-C) \sin B}{\sin A \sin(B+C)}}} \\
= & \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin^2 C}{\sin^2 \theta \sin(B+C)} \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(A-C) \sin B}{\sin A \sin(B+C)}} \right]^2 \\
= & \frac{1}{2} wh^2 \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \sin(\theta + z)} \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + z)}{\sin(\theta - \delta) \sin(\theta + z)}} \right]^2
\end{aligned}$$

## 西北雜記

鄧才名

這兒所說的西北，是指陝西省的一部份。照我們地圖上的地位看，陝西是我國的腹心，可是一般人提起西北總包括着這個地方。自東北三省被侵佔後，開發西北這問題，便逐漸的為一般人所注意，由口號而至切實研究。許多人組織調查團參觀團前去實地攷察，政府現正努力於道路之興築，因為交通是各種事業發達之基礎，現在中央政府在那邊主辦的交通事業，在鐵路方面有隴海路的積極展修，公路方面有兩條幹線的興築，一是由西安到蘭州的西蘭公路，一是由西安至漢中的西漢公路；地方政府也有公路網的計劃，預備逐步施行。

去年暑假，學校保送呂壬君馬梓南君和我到全國經濟委員會公路處。呂君往江西做測量工作，馬君到西蘭公路，我被派在西漢公路鳳留段測量隊。現在先將我們的測量工作情形談談，再報告些西北的見聞。

西漢公路的起點是西安，終點是漢中，貫通陝南，緊接四川，為川陝交通孔道，全長四百餘公里。此路工程分兩期。由西安至寶雞一段現有路基，長一百六十公里，晴天可通汽車，天雨時路途泥濘，車輛不能行駛，且坡度過大，將來尚須改綫及添築路面，這屬於第二期工程。由寶雞至漢中，橫跨秦嶺山脈兩百餘公里，即昔時棧道所經的路綫，工程極為艱鉅。興築這段路基的預算是二百二十萬元，其工程之大可想而知，這算第一期工程。我們測量這一段路綫共分三隊，寶雞至鳳縣為第一隊，鳳縣至留壩為第二隊，留壩至漢中為第三隊。每隊分五組。今將我們隊中各種工作略叙于后：

1. 定線組 由隊長選擇路綫。我們的路綫全是在山裏面穿來穿去，定線非常困難。經濟委員會規定最大坡度為百分之八，平均坡度不得超過百分之五，Reverse Curve 中間的公共切綫（Common tangent）最少要三

十公尺,所以在跨越山嶺的地方尤其困難。遇着跨嶺的時候,定線不能由山脚朝嶺頂定去,恐怕無從越過;總是從嶺頂上向嶺的兩邊繞行而下。在嶺頂選定路線必經的一點,將經緯儀安置在這點上,根據決定用的坡度,算出經緯儀上應有的 Vertical Angle, 轉動經緯儀,找得一個適當的交點 (Point of Intersection), 再將經緯儀移到這交點上,仍沿用前法,一點一點的,往下面做去。因山勢複雜,需要延長路線以減少坡度,所以用 Switch-Back 的地方很多,山坡的斜度很大,路線沿山坡而行,路基的寬度不能用填土來滿足,所以大多是開挖。我們隊中有段路線跨越柴關嶺,上嶺下嶺長僅十一公里,定線費時一月餘,足徵地形之複雜。

2. 中線組 在地形少變化的地方,每二十公尺打一個樁子。彎道全用 Simple Curve, 最小半徑規定為十五公尺,但為地勢所限,間有用十公尺的,惟為數絕少。打彎道的時候,大多用 Tangent-Offset Method, 根據中心角和要用的半徑,可由表中檢得切線長度, (Length of Tangent), 曲線長度 (Length of Curve), 及 External Distance, 曲線之起點中點及終點亦隨之定出。

3. 縱斷面組 每公里做一個水準基點 (Bench Mark)。我們隊裏水平組是用 Double Setting Method 做的。除中線組的樁須挨次做外,尚須審酌地形之變更加樁,使土方計算得以精確。

4. 地形組 經濟委量會的規定,地形須做夠中綫兩邊各三百公尺,以便路線不好時,可在地形圖上定線 (Paper Location)。用的儀器是有 Alidade 的平板儀,以減少室內計算工作。在學校做野外測量的地形時,用經緯儀,在外面做測量工作,很少用經緯儀測地形的。

5. 橫斷面組 沿山坡的路線,大多是開挖,而且有時因限於地勢,有挖到八九公尺的,山的斜度很陡,多在四十五度左右,所以每個斷面需要做得很遠。山係荒山,遍生荆棘,非砍伐不能上下;且地形複雜,加樁很多,用的儀器又是沒有 Vertical Angle 的手水準儀,因為這種困難,每天工作有僅做

二三百公尺的。

測量是流動性的，因工作進行關係，幾天便遷居一次；但在山地裏各組工作速度不能相同，我們全隊有時分住在三處。每天的工作很有規則，天明即起，進早餐後，隨即出發測量。在工作地點離住處很遠時，我們便不回去午餐，由小工送到野外來吃；既可節省往返的時間，又不致太多跑路使身體疲乏，對於工作速率是有相當增加的。天晚歸來，飯後略事休息，或閑談，或閱報，或寫信，再開始整理各種圖表，至十一時左右始就寢。天雨不能出外工作，在家整理圖表，可稍資休息，我們是沒有禮拜日或任何假期的。山間氣候，變幻莫測；往往在工作時候，本來皓日當空，忽爾彤雲密佈，大雨傾盆而下，須臾復雨過日出，深以為苦。測量工作已如上述，今再將西北情況，略為介紹：

**交通運輸** 西北的棉產及他種產品原極豐富，惟因交通不便，致難大量輸出。他們的運輸工具，不是日行千里的火車汽車；而是每天走八九十里的騾馬或人力。時間上既不經濟，運輸貨物的數量亦甚微，運費更昂貴不堪，往往一種貨物由上海運進去，價格漲至兩倍以上；這並不是商人故意抬高價格，冀獲厚利，實在運費太貴了。去年夏天到西安時，隴海鐵路尚未修到，在西安喝汽水，每瓶大洋伍角。最近隴海車通至西安，客運貨運均極旺盛，西京市面也繁榮得多了。因為交通不便，消息傳遞亦極迂緩，九一八事變，在陝西許多地方，竟有在一月之後才知道的。一個國家的交通網，恰似一人身上的脈絡，一個部份的不靈活夠影響及於全身的，所以發展西北交通不單是為繁榮西北，實際上是整個中國的問題。

**水利及森林** 我把水利及森林放在一處說，因為牠們是有密切關係的。五年以前，西北荒旱頻仍，草皮樹根俱食盡，現在隨處都看見破瓦頽垣，足證當時災家之慘！釀成這樣大的旱災，一方面固由于水利不修，致不能臨時救濟；然而沒有調劑雨量的森林，也是一個大的原因。在陝西看見的山，全是童山，沒有一處大的森林，因為幾千年來，關中係歷代帝王建都之地，蓋宮庭，

建房舍，森林早已伐盡，用後又不知栽種培養。關於水利方面，能夠利用來灌溉田地的河道極少，農業的收穫全賴天時，今後若不多開溝渠以資灌溉，培植森林以調節雨量，則欲使西北富庶，直是夢想。

人民生活 山間的人民百分之九十九還是過着上古時代的生活，日出而作，日入而息，生活非常簡陋，他們絕未夢想到現代一切新奇事物。鄉間的住屋，多係矮小草房，廚房寢室豬牛同在一個屋子裏睡的是土炕，有的全家人都睡在一張炕上。更有不少的人還住在土窖裏，所謂土窖，就是掘就的土洞。食：食米者少，大都吃麵食及玉蜀黍，更少菜蔬佐餐；山中窮苦人家，有終年不吃鹽的，以致身體發生變態，頸項逐漸脹大。衣：衣服穿得齊整的，除城市中人外，很少看見，材料俱係自織土布，貧人在冬季禦寒的棉衣很單薄，而且破濫不堪，全仗燒柴火取暖。

教育 因一般人民的衣食住尚顧不到，更談不到怎樣去教育他們的子女，所以文化程度很低，教育極不普遍。教育不普遍的結果，使人民徒安於現實，絕沒有想到去改善他們的日常生活。陝西吸鴉片烟的人很多，甚至十二三歲的小孩也有癮，一則因為政府以稅收關係，沒有嚴厲禁烟；但人民智識過淺，不知這是亡國滅種的禍患，不肯立意戒除，就不能不歸咎于教育之不普遍及了。陝西的面積并不算小，全省沒有一個大學，最近在籌備創辦一所西北農林專校，高級中學僅西安有一個，初級中學在全省不滿三十，數量既如此少，而他們的設備又極簡單。在偏僻的縣份，每縣的小學也不過二十，由小學畢業的學生，其親友家中都有人送報條來，恰如前清科舉登科，即此可見受教育人數之少。

我到陝西，時間上只有短短的半年多，空間上也僅僅一極小的地域，觀感自然不深切普遍，不敢說整個西北都是這樣；但西北需要迫切的開發交通，興修水利，普及教育，改進人民生活，却是鐵一般不可否認的事實。

二十四年二月。

## 揚子江水道整理委員會工作報告

### 戴 顛

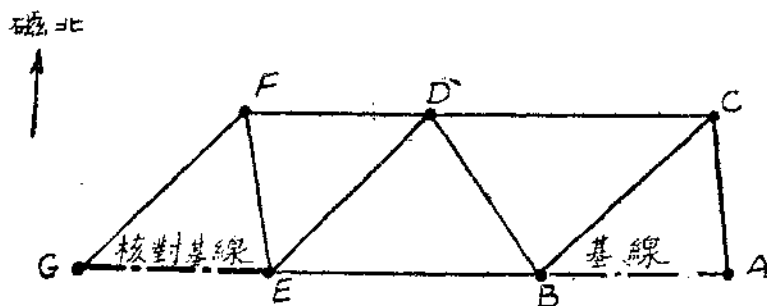
人生離合，百感交集，昔日六載同堂，談笑終天，樂何如之，一旦勞燕分飛，天各一方，而獲重叙者，幾鳳毛麟角；若專籍私人書牘，互通消息，終恐難濟於事，本刊之出版，既供專門學術之研究，更可藉此而溝通聲氣，良有以也。今本刊編者，屢囑寫稿，其情之殷，使不文者，亦所難却。因將離校以後，從事工程工作之經過，約略報告，並望諸同學時賜教益，以匡不逮。

一九三三年六月，奉吳主任命，赴浙江公路局服務，派在設計室工作；設計主任係留美康乃爾大學吳必治先生，為人和藹可親，學有專長，飽具經驗，國家得如斯磐磐大材，其造福人羣，當非淺鮮。最初估計路局標準圖之材料，為時約一閱月之久，結果甚佳，頗得上峯嘉許，深堪自慰。至於估計材料，原係工程上最簡單之工作，不過務須謹慎從事，不可有數字或小數點之差誤，並須完全明瞭各種面積體積之計算法，有時亦可輔以圖解，然後始可應付裕如，不然則差之毫厘，謬之千里，貽人笑柄。以後即擔任設計工作，先後共設計三孔大拱橋一座，木架橋一座，及其他鋼骨混凝土橋等。晚上又應陳局長及葉科長約為家庭教師，故此數月間，辛苦異常。

一九三四年三月上旬，曾一度由王勁夫先生介紹江蘇建設廳服務，後應南京趙志游先生召，又適母校同學有欲來廳者，余即改就揚子江水道整理委員會所委之新職，派在製圖及設計室服務，最初以求積器量河流斷面之面積，及計算流量，迨後繪製一切水文圖表，及翻譯年報，協助辦理鎮江水道計劃等工作；對水文方面，頗多所得，但因經費關係，未見開工，實為美中不足。六月初旬，揚子江水整會代測江西公路測量隊幫工程司張元綸同學辭職，會中即派余赴贛代理，余即於六月十日晨乘三北公司長興號離京，經蕪湖、大通、安慶，十一日下午四時，安抵九江，翌日晨改乘南潯鐵路，中午抵南昌。

對岸，乘輪過贛江，抵省已一時許矣。當時留贛同學甚多，由周處長鞏候先生，謝技正治民先生等發起，先後數度聚餐，並攝影以留紀念，實屬難能可貴。

七月間由贛返京，奉命測量揚子江江陰鎮江間之地形，地形圖所用之比例尺，為一萬分之一，前曾採用二萬分之一，因比例過小，往往堤壩河溝不能辨別清晰，而今華北導淮諸水利機關俱以前者為取。測量之方法，係先測三角網，同時測量各三角點之水準，然後計算及校正各三角點之座標，繪成圖表；地形隊即以此三角點為根據，測量導線及地形。三角測量，分定點及讀角二班，此間因已有海軍部測量之三角點，余等即選定適用之二點為將測三角網之基線；不然必須先自行測量基線之長度及方位。至於選點，務使三角形之角，大於  $30^\circ$ ，小於  $120^\circ$ ，每邊不可過長，同時使讀角班易於測讀，能得近似正三角形為最佳；據測量結果，近似正三角形者，角之合差僅二秒左右，（三角和須等於  $180^\circ$ ）或有因地形關係，使三角形不能不有極銳角者，則其合差竟有達 30 秒以上，故三角形之形狀，影響三角網之正確程度極大。每邊不得過長，因每張地形圖上，可有二點以上之三角點，定點時須攜帶之儀器，為望遠鏡六分儀各一架，（如無六分儀亦可）平板儀一副，小羅盤儀一個，三稜尺一支，插針一枚，及已畫就基線及磁北方向之二萬分之一圖紙一張。



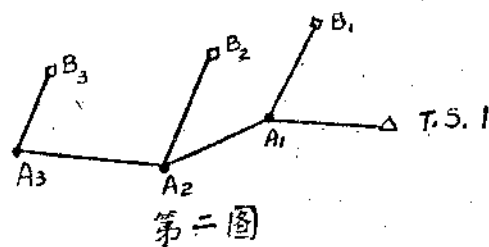
第一圖

上圖  $AB$  為已知之基線，如欲定  $C$  點，先將羅盤儀放在畫就之磁北線上，使圖板依方向放妥，以小照準儀瞄準  $A$  及  $B$ ，畫  $BC$  及  $AC$  二線，如是  $C$  點定矣。瞄準時如目力所不能及者，可輔以望遠鏡， $C$  角之大約度數，可用六分儀核對之，然後即於  $C$  點上豎竹竿標旗，最簡單者，竹竿離頂三分之一處，

繫以三條長鐵絲，每條末端繫以 2"×2"×0'-4" 木椿，以便竹竿豎直時，打入地中；爲固定竹竿末端適在三角點上起見，亦用小木椿打入竹竿旁之地中，以鐵絲繫住。如一株竹竿尙覺太短時，可接一株，三條鉛絲不足時，可用六條，分上下各三條。讀角班讀角，經緯儀鏡正反讀內角各三次，外角亦各三次，如三角站周圍障礙物甚多，必須搭架者，最簡單方法，厥惟以三桿長木椿，其長度視障礙物高低而定，打入地中約十五公分，成正三角形，同時使三椿頂約在一水平面，然後將經緯儀安放椿頂上，讀角者可另疊棹几或其他方法，站立讀之。水平班分主線及副線二班，以資核對，如限于儀器或人員，可用雙桿法 (Double-rod Method) 卽一人利用一架水平儀，四桿大尺，同時讀前視後視各二數，隨時可互相核對，此法極適用於長距離之水平測量。地形班每班二人，一司經緯儀，一司繪圖，測夫二人，分司導線前後點，四人專司跑點，另一測夫立經緯儀旁，以旗語指揮司跑點之測夫，導線，導線點之高度，及地形同時測量，隨讀隨畫，如有平板儀之長處，更可增測量之速率及精確，國內水利機關故多樂於採用之。

九月間赴揚子江中游設立水尺，及測量江道窄狹處之水面陂降十九處，陂度最小者爲  $\frac{1}{1,700,000}$ ，最大者爲  $\frac{1}{91,000}$ ，施測之路程經江蘇，安徽，江西，湖北四省。十二月中旬，赴鎮江錘測

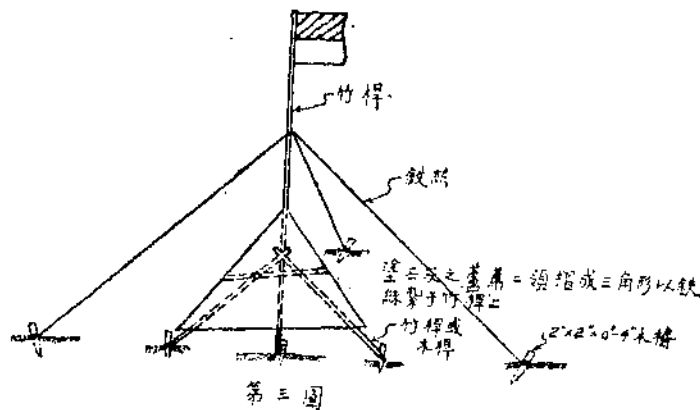
江道，余等卽根據會測就之三角點，測量導線，並定錘測斷面線之方向 (Range)。測量之前須先備會繪就三角網及江岸之二萬分之一圖一張。測量



方法與上述測地形相同，亦二人分司經緯儀及繪圖，如圖二，T. S. 1 爲三角點，A<sub>1</sub>，A<sub>2</sub>，A<sub>3</sub>，……爲導線點，每點相距約二百公尺；至於定斷面線 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>，A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>，A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>……等，其大概方向，可先在圖上決定之，然後由司鏡者實測之，如是斷面線之排列必佳，將來畫等高線時，既感便利，而又精確，兩岸每隔一



公里餘，于導線點上或三角點上，豎立標旗。（如圖三）測夫二人，持二有旗之花桿，放於欲測之斷面線 AB 樁上，最好 B 點高于 A 點，易於觀測，故往往定 B 點於堤上。測量者即以六分儀開始觀測，揚子江河面遼闊，有時標旗及花桿旗，不能辨別清晰，則於標旗下，加塗白石灰之蘆蓆二領，摺成三角形狀，（藉便與房屋白牆分別）如是，雖天氣陰暗，或測量者目力較差，亦可應付裕如。其搭架之方法，可參考圖三，此種標誌，乃為臨時工作而設，永久者，須用木桿，桿上懸以漆白之木球狀者，一如航道上常見之燈球。



最近，沿江查勘堤工，及補測精密水準。至於查勘堤工，只須測量堤之斷面，及記載堤或閘有無損壞，及其他危險之可能性。測量精密水準，乃任何河流最重要之基本工作，揚子江起自吳淞，迄於宜昌，曾於一九二三年測就，流程相距，凡一千七百七十公里，其所測與覆測水平差度，僅三十一公厘，較諸現代歐美各國規定之可能差率，不及七分之一，其工作之造詣，可謂精深。惟恐時過境遷，水準點間有損壞，故此次沿江補測，亦一異常重要之工作，測量所用之儀器，為美國倍求氏海岸及大地測量水準儀，野外工作時每日須校正水準儀一次，其方法及其他應注意之點，詳見大地測量書籍，不再詳述；茲將其野外之記載，及計算之方法，舉例子后，藉使參攷焉。

From Light House to 30' Mark Forward

| No. of Station | Thread Reading Back-sight $\frac{1}{2}$ mm. | Mean $\frac{1}{2}$ mm. | Thread Interval $\frac{1}{2}$ mm. | Sum of intervals $\frac{1}{2}$ mm. | Rod        | Thread Reading Foresight $\frac{1}{2}$ mm. | Mean $\frac{1}{2}$ mm. | Thread Interval $\frac{1}{2}$ mm. | Sum of intervals $\frac{1}{2}$ mm. | Remark |
|----------------|---|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------|
| I              | 2681  | 2605.33                | 76                                | 151                                | 373<br>372 | 4128                                       | 4011.00                | 117                               | 234                                |        |
|                | 2605  |                        | 75                                |                                    |            | 4011                                       |                        | 117                               |                                    |        |
|                | 2530  |                        |                                   |                                    |            | 3894                                       |                        |                                   |                                    |        |
| II             | 3457  | 3344.00                | 114                               | 376                                |            | 4357                                       | 4289.67                | 68                                | 268                                |        |
|                | 3343  |                        | 111                               |                                    | 4289       | 66   |                        |                                   |                                    |        |
|                | 3232  |                        |                                   |                                    | 4223       |  |                        |                                   |                                    |        |
| III            | 0976  | 0873.67                | 103                               | 580                                |            | 5201                                       | 5095.67                | 106                               | 578                                |        |
|                | 0873  |                        | 101                               |                                    | 5095       | 104  |                        |                                   |                                    |        |
|                | 0772  |                        |                                   |                                    | 4991       |  |                        |                                   |                                    |        |
| IV             | 2817  | 2782.00                | 35                                | 650                                |            | 2196                                       | 2158.33                | 38                                | 653                                |        |
|                | 2782  |                        | 35                                |                                    | 2158       | 37   |                        |                                   |                                    |        |
|                | 2747  |                        |                                   |                                    | 2121       |  |                        |                                   |                                    |        |

B.S. 9605.00

F.S. 15554.67 (Diff. = -5949.67)

From 30' Mark to Light House Backward

|     |      |         |     |     |            |      |         |     |     |  |
|-----|------|---------|-----|-----|------------|------|---------|-----|-----|--|
| I   | 2094 | 2056.00 | 38  | 76  | 373<br>372 | 2690 | 2655.00 | 35  | 70  |  |
|     | 2056 |         | 38  |     |            | 2655 |         | 35  |     |  |
|     | 2018 |         |     |     |            | 2620 |         |     |     |  |
| II  | 5050 | 4947.00 | 103 | 282 |            | 0851 | 0747.33 | 104 | 277 |  |
|     | 4947 |         | 103 |     | 0747       | 103  |         |     |     |  |
|     | 4844 |         |     |     | 0644       |      |         |     |     |  |
| III | 4376 | 4336.33 | 40  | 361 |            | 3384 | 3301.33 | 83  | 442 |  |
|     | 4336 |         | 39  |     | 3301       | 82   |         |     |     |  |
|     | 4297 |         |     |     | 3219       |      |         |     |     |  |
| IV  | 2602 | 2504.67 | 98  | 555 |            | 1352 | 1297.00 | 55  | 552 |  |
|     | 2504 |         | 96  |     | 1297       | 55   |         |     |     |  |
|     | 2408 |         |     |     | 1242       |      |         |     |     |  |
| V   | 2912 | 2875.00 | 37  | 629 |            | 3018 | 2982.33 | 36  | 623 |  |
|     | 2875 |         | 37  |     | 2982       | 35   |         |     |     |  |
|     | 288  |         |     |     | 2947       |      |         |     |     |  |
| VI  | 2967 | 2929.33 | 38  | 704 |            | 2749 | 2912.00 | 37  | 697 |  |
|     | 2929 |         | 37  |     | 2712       | 37   |         |     |     |  |
|     | 2892 |         |     |     | 2675       |      |         |     |     |  |

Left Page

| Book, Page, Bench Mark | No. of Sta. Forward or Backward | Sum of Rod Intervals $\frac{1}{2}$ mm. | Distance                |           | Rod Int. $\sum B-F$<br>$\frac{1}{2}$ mm. | Ave. Sight $\frac{1}{2}$ mm. | Mean Rod Readings             |                               | Approx. Diff. of Elevation  |          | Approx. Elev. m. |
|------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|-----------|--|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|------------------|
|                        |                                 |  | From B. M. to B. M. Km. | Total Km. |  |                              | $\sum B$<br>$\frac{1}{2}$ mm. | $\sum F$<br>$\frac{1}{2}$ mm. | Each Line $\frac{1}{2}$ mm. | Mean mm. |                  |
| B.1 P.1                | F                               | 1303                                   |                         |           | -3                                       | 162.9                        | 9605.00                       | 15554.67                      | -3949.67                    | -974.83  | 5.67566          |
| B.1 P.2                | B                               | 1401                                   | 0.231                   |           | +7                                       | 116.7                        | 19648.33                      | 13695.00                      | +5953.33                    | +1976.67 | 2.70091          |

Right Page

| Rod Used No | Instru. Error | Curve & Refr. mm. | Corrections        |                 |                   | Diff. of Elevation |           | Mean Elevation m. | Divergence B-F mm. | Date & Hour of Beginning | Sun or Calm or Cloudy Windy |
|-------------|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------|-------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|
|             |               |                   | Level Error mm.    | Index Error mm. | Length of Rod mm. | Temp. of Rod mm.   | Total mm. |                   |                    |                          |                             |
| 373,372     | -0.0056*      |                   | +0.01 <sup>⊕</sup> |                 |                   |                    |           | 5.67667           | +1.83              | Sept. 23 6:52            | W                           |
| "           | "             |                   | -0.02              |                 |                   |                    |           | 2.70094           |                    | Sept. 23 8:05            | "                           |

\* C (Obtained by adjustment) = -0.0656

⊕  $C \times (\sum B - \sum F) = (-0.0056) \times (-3) = 0.0168$  in  $\frac{1}{2}$  mm. or +0.0084 mm. Say +0.01 mm.

## 本會歷屆畢業會員一覽

## 第一屆——民二十級

| 姓名  | 字  | 籍貫   | 現在通訊處               | 永久通訊處      |
|-----|----|------|---------------------|------------|
| 吳光漢 |    | 浙江杭縣 | 上海黃浦灘滄浦工程局          | 杭州豐禾巷西當舖弄  |
| 劉俊傑 | 震南 | 江蘇南通 | 杭州平海路市政府工務科         | 南通金沙觀音堂    |
| 茅紹文 | 繼香 | 江蘇海門 | 武昌全國經濟委員會江漢工程局第二工務所 | 江蘇海門江家鎮達生號 |
| 徐邦甯 |    | 浙江上虞 | 浙江省公路局三門灣國防公路處      | 上虞永和市恆和號   |
| 丁守常 | 守常 | 浙江長興 | 杭州浙江省公路局            | 長興大東門      |
| 羅元謙 |    | 江西高安 | 杭州開口錢江大橋工程處         | 江西高安       |
| 顏壽曾 |    | 浙江平湖 | 上海市土地局              | 平湖甘河橋      |
| 陳允明 | 洵甫 | 浙江平湖 | 開封黃河水利委員會           | 平湖大南門      |
| 翁天麟 | 步青 | 浙江海甯 | 上海市工務局              | 王店四十間下     |
| 高順德 | 亞初 | 浙江杭縣 | 蕪湖獅子山後江南鐵路公司京蕪線     | 杭州湖墅老益茂棧轉  |
| 葉澤深 | 友文 | 浙江孝豐 | 蕪湖獅子山後江南鐵路公司京蕪線     | 孝豐三五鎮      |
| 湯武鉞 |    | 江蘇崇明 | 鎮江縣政府土地局            | 崇明城內北街     |
| 胡鳴時 |    | 江蘇無錫 | 南京全國經濟委員會水利處        | 無錫三里橋正豐號轉  |
| 孫經楞 |    | 浙江瑞安 | 南京中正路參謀本部技術訓練班      | 瑞安棋盤坦      |

## 第二屆——民二十一級

| 姓名  | 字  | 籍貫   | 現在通訊處       | 永久通訊處 |
|-----|----|------|-------------|-------|
| 王同熙 |    | 江蘇無錫 | 杭州開口錢江鐵橋工程處 | 無錫石皮巷 |
| 王德光 | 潤身 | 浙江麗水 | 已故          |       |

|     |    |      |                   |              |
|-----|----|------|-------------------|--------------|
| 任開鈞 | 小松 | 浙江海鹽 | 上海陸家浜中華職業學校       | 硤石轉沈蕩信順烟號    |
| 李恆元 |    | 江蘇泰興 | 麗水浙江省公路局第四區公路管理處  | 江蘇泰興霞幕圩西姚順泰號 |
| 金學洪 | 蔚南 | 浙江嘉善 | 福州福建省建設廳          | 嘉善神仙宮下塘      |
| 邵毓涵 |    | 浙江金華 | 陝西漢中漢白路工程處        | 金華四牌坊庇常巷     |
| 陳乙彝 | 薦常 | 江蘇鹽城 | 浙江省公路局屯建壽路第三分段工程處 | 鹽城湖堽西虹橋樵葭社   |
| 曹鳳藻 | 芹波 | 浙江麗水 | 南昌全國經濟委員會公路工程督察處  | 麗水三坊口        |
| 錢元爵 |    | 江蘇常熟 | 陝西漢中漢白路工程處        | 常熟田莊         |
| 蔡建冰 | 韓慕 | 江蘇松江 | 崑山蘇崑工程處           | 松江松隱         |
| 朱立剛 | 維根 | 江蘇無錫 | 上海市工務局            | 無錫梅村         |
| 翁郁文 |    | 浙江瑞安 | 南昌江西公路處           | 瑞安河口堂郵驛轉漁潭地方 |
| 宋夢漁 | 世忠 | 浙江嵊縣 | 南京揚子江水道整理委員會      | 嵊縣西前街三泰莊     |
| 吳仁濟 | 靜川 | 浙江衢縣 | 杭州浙江省水利局          | 衢州坊門街王嘉盛號    |
| 童第肅 | 莊孫 | 浙江鄞縣 | 杭州浙江省水利局          | 甯波韓嶺市轉童家香    |
| 任彭齡 |    | 浙江黃岩 | 南京湯山砲校校舍工程處       | 黃岩路橋後子       |
| 李兆槐 |    | 江蘇江都 | 台州海門東亞建築公司        | 鎮江仙女廟        |
| 李春松 |    | 浙江金華 | 上海浚浦局             | 金華碼門李乾源號     |
| 凌熙庶 | 百高 | 浙江紹興 | 南京兵工署             | 湖州新倉前五號      |
| 陳廷綱 |    | 浙江上虞 | 南京中央軍官學校          | 杭州武林門外西冷冰廠隔壁 |
| 湯辰壽 | 雅萍 | 浙江杭縣 | 浙江省公路局麗水各路工程聯合辦事處 | 金華大巷六號       |
| 董夢鯨 |    | 浙江奉化 | 江蘇句容赤山湖河工賑處       | 奉化大橋裏連山會館轉   |
| 張元綸 |    | 江蘇常熟 | 淮陰導淮入海工程處轉淮安段     | 南京乾河沿二路      |
| 張德錫 | 曉窗 | 浙江海鹽 | 浙江省水利局            | 海鹽城內邑廟前      |
| 潘碧年 | 默之 | 江蘇宜興 | 已故                |              |

## 第三屆——民二十二級

| 姓名  | 字  | 籍貫   | 現在通訊處              | 永久通訊處      |
|-----|----|------|--------------------|------------|
| 戴顥  | 敬莊 | 浙江瑞安 | 南京揚子江水道整理委員會       | 溫州雙穗場      |
| 葉震東 |    | 浙江蘭谿 | 南京皇殿側浙贛鐵路中興工程公司    | 蘭谿栢茂布莊轉百聚社 |
| 李宗綱 | 道生 | 浙江松陽 | 全國經濟委員會公路處         | 松陽靖居口      |
| 邵本悖 |    | 浙江衢縣 | 南昌軍事委員會行營交通處       | 衢州聚秀堂轉     |
| 杜鏡泉 | 一瀆 | 浙江衢縣 | 杭州浙江省水利局           | 衢州杜澤       |
| 王文煒 | 畏三 | 浙江嘉興 | 杭州浙江大學工學院          | 嘉興北門大街     |
| 吳錦安 |    | 江蘇江陰 | 上海市工務局             | 無錫顧山       |
| 張農祥 | 石民 | 浙江海寧 | 上海市工務局             | 硤石橫山       |
| 劉楷  | 子模 | 江蘇南通 | 南京破布營華中建築公司        | 南京金沙觀音堂    |
| 趙祖唐 |    | 江蘇松江 | 湖南衡陽粵漢鐵路株韶段工程局     | 松江城內三公街    |
| 陳允冲 | 涵甫 | 浙江平湖 | 上海楊樹浦自來水公司         | 平湖大南門      |
| 徐世齊 |    | 浙江紹興 | 開封黃河水利委員會          | 紹興棲鳧       |
| 王之炘 | 景炎 | 浙江平湖 | 杭州浙江省公路局           | 平湖東門大街     |
| 沈其湛 | 文衡 | 浙江吳興 | 鎮江江蘇省建設廳           | 杭州平海路善承里一號 |
| 曹秉銓 |    | 浙江平湖 | 南京全國經濟委員會水利處       | 平湖新埭       |
| 洪西青 |    | 江蘇宜興 | 江蘇省建設廳             | 無錫周鐵橋      |
| 惲新安 |    | 江蘇武進 | 南京全國經濟委員會水利處       | 常州娑羅巷五十九號  |
| 許陶培 | 軼羣 | 浙江嘉興 | 湖北金口全國經濟委員會金水建閘辦事處 | 嘉興北大街許祥和銀樓 |
| 沈衍基 | 建初 | 浙江嘉興 | 江蘇宿遷導淮委員會劉老澗船閘工程局  | 嘉興賢昌街      |
| 金培才 | 養初 | 浙江嘉興 | 江蘇淮陰導淮委員會淮陰船閘工程局   | 嘉興東門東弄     |
| 綏   | 則靈 | 浙江諸暨 | 衢州浙江省公路局第三區公路管理處   | 杭州大學路花園弄三號 |

|     |    |      |                |        |
|-----|----|------|----------------|--------|
| 許壽崧 | 潤庫 | 浙江嘉興 | 常熟江蘇省建設廳錫滬路工程處 | 嘉興新塍東棚 |
| 徐學嘉 |    | 浙江德清 | 上海極司非而路428弄4號  | 無錫顧山   |

## 第四屆——民二十三級

| 姓名  | 字  | 籍貫   | 現在通訊處                          | 永久通訊處         |
|-----|----|------|--------------------------------|---------------|
| 李清增 |    | 江蘇如皋 | 鎮江江蘇省建設廳                       | 南通城內小保家巷十號    |
| 姚寶仁 | 子靜 | 江蘇六合 | 蘇州江蘇省建設廳蘇常路工程處                 | 江蘇六合縣         |
| 葛洛儒 |    | 江蘇宜興 | 宜興縣政府                          | 宜興丁山白宕        |
| 陳德華 |    | 浙江紹興 | 杭州閘口錢塘江橋工程處                    | 紹興東浦陳家樓       |
| 吳觀銓 | 穎嘉 | 江蘇如皋 | 蕭山縣政府                          | 南通東馬塘五家院      |
| 盛祖同 |    | 浙江嘉興 | 南京導淮委員會                        | 江蘇盛澤公正染坊轉盛家廊下 |
| 袁則孟 |    | 江蘇崇明 | 南京導淮委員會                        | 崇明城內西街        |
| 夏守正 |    | 江蘇泰縣 | 鎮江江蘇省建設廳                       | 泰縣樓下莊         |
| 魏紹禹 |    | 江蘇蕭縣 | 西安陝西省水利局                       | 徐州唐寨          |
| 繆炳豫 |    | 江蘇江陰 | 杭州浙贛鐵路理事會                      | 無錫楊舍          |
| 馬梓南 |    | 江蘇宜興 | 西安全國經濟委員會西北辦事處                 | 宜興白果巷三十七號     |
| 粟宗嵩 |    | 湖南寶慶 | 南京全國經濟委員會                      | 湖南寶慶田家灣三巷十六號  |
| 謝繼安 |    | 江蘇啓東 | 上海市工務局                         | 啓東合豐鎮         |
| 趙 璞 |    | 安徽五河 | 西安陝西省水利局                       | 安徽臨淮關下游順興集    |
| 呂 任 |    | 江蘇武進 | 浙江省水利局                         | 常州後北岸十六號      |
| 徐洽時 |    | 江蘇宜興 | 上海市工務局                         | 無錫周鐵橋         |
| 屠 達 |    | 江蘇武進 | 常州奔牛文昌閣江蘇省建設廳疏浚鎮武連河工賑處第六段工程事務所 | 常州關帝廟八號       |
| 吳學遜 |    | 浙江吳興 | 上海康腦脫路三星坊八號                    | 杭州橫吉祥巷一號      |

|     |    |      |                  |            |
|-----|----|------|------------------|------------|
| 路榮華 |    | 江蘇宜興 | 金華浙贛鐵路局第四工務段     | 宜興湖汶       |
| 鄧才名 |    | 四川廣安 | 衢州浙江省水利局三堰工程處    | 四川廣安觀音閣鎮   |
| 張毓修 | 景萬 | 江蘇南通 | 蕭山浙贛鐵路局杭玉段工務第一分段 | 南通金沙市      |
| 貢樹梅 |    | 江蘇丹陽 | 南京市工務局下水道工程處     | 丹陽東門貢源恆號   |
| 項景焄 |    | 浙江瑞安 | 江蘇省建設廳鄭海幹線宿銅段測量隊 | 瑞安小東門內     |
| 覃家彥 |    | 廣西容縣 | 全國經濟委員會公路處       | 廣西容縣西橫街萬馨號 |
| 張允朋 |    | 江蘇江都 | 鎮江江蘇省建設廳         | 揚州邵伯喬墅     |
| 徐仁鏞 |    | 江蘇宜興 | 杭州浙江大學工學院        | 無錫漕橋       |
| 李 珣 |    | 四川巴縣 | 江蘇六合縣政府          | 重慶浩池街五十二號  |

### 英 尺 化 公 尺 表

| 十<br>單<br>位 | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0           |       | 0.31  | 0.61  | 0.91  | 1.22  | 1.52  | 1.83  | 2.13  | 2.44  | 2.74  |
| 1           | 3.05  | 3.35  | 3.66  | 3.96  | 4.27  | 4.57  | 4.88  | 5.18  | 5.49  | 5.79  |
| 2           | 6.10  | 6.40  | 6.71  | 7.01  | 7.32  | 7.62  | 7.93  | 8.23  | 8.53  | 8.84  |
| 3           | 9.14  | 9.45  | 9.75  | 10.06 | 10.36 | 10.67 | 10.97 | 11.28 | 11.58 | 11.89 |
| 4           | 12.19 | 12.50 | 12.80 | 13.11 | 13.41 | 13.72 | 14.02 | 14.33 | 14.63 | 14.94 |
| 5           | 15.24 | 15.55 | 15.85 | 16.15 | 16.46 | 16.76 | 17.07 | 17.37 | 17.68 | 17.98 |
| 6           | 18.29 | 18.59 | 18.90 | 19.20 | 19.51 | 19.81 | 20.12 | 20.42 | 20.73 | 21.03 |
| 7           | 21.34 | 21.64 | 21.95 | 22.25 | 22.56 | 22.86 | 23.17 | 23.47 | 23.77 | 24.08 |
| 8           | 24.38 | 24.69 | 24.99 | 25.30 | 25.60 | 25.91 | 26.21 | 26.52 | 26.82 | 27.13 |
| 9           | 27.43 | 27.74 | 28.04 | 28.35 | 28.65 | 28.96 | 29.26 | 29.57 | 29.87 | 30.18 |



## 編 後

本刊創始迄今，爲期五載。前賴歷屆編輯負責之力，轉輾於風雨飄搖之中，滲淡經營，卒樹深固之基礎。今幸社會人士注意漸加，本會會員人數日多，徵稿籌款，多方提挈，因是鈞等受命以來，戰戰兢兢，得未阻越，使本期於西子湖畔羣英會聚之時，尅期問世。此後且已決定年出二期，俾其名實相符。而回溯創刊時工程先進周象賢，杜鎮遠，程文勳，徐世大諸先生期望之殷，更當益自策勵！

本期承羅英，葉家俊，黃述善諸先生寵錫宏論，使本刊增光生色，銘感無已。羅先生文中圖幅甚多，又蒙惠借鋅版，使梓費節省不少，尤須致深切之謝意！羅英先生一文，將錢塘江橋計劃施工，詳盡揭示，使一建築中之偉大工程，已躍然如在眼前；葉家俊，周鎮倫先生兩文，意賅言簡，誠建設進展中所應深資參考者；黃中，余勇兩先生之文，將最新式工程詳示國人，係國內其他雜誌上從未目覩之資料，皆爲不可多得之作品。

此次因時間關係，魏紹禹，盛祖同，粟宗嵩三君皆有甚長稿件，不及按日寄到，祇得見於下期。又因篇幅關係，不得已將可以分斷之數文，留待續刊；以及彭申甫君之“開口梵村測量實習記”，與蘇世俊吳沈鈺君之“華北水利委員會實習報告”，亦皆在下期發表。

是期稿件方面，承<sup>吳</sup>胡薇初黃中兩先生苦心之擘劃，廣告方面，承周鎮倫余勇兩先生多量之設法，內容方面，承張雲青徐南騶兩先生週詳之指示，殊深感激。又對彭申甫君之多處徵稿，錢振蓉君之獨任繪圖，以及任以永，蘇世俊兩君之屢次奔走接洽，亦均一一表示謝忱。

本卷起改用國貨七十磅道林紙，亦爲國貨年中，提倡國貨之一也。

吳沈鈺記

## 勘 誤

第19頁“錢塘江橋工程大概”文中〔十〕預算一節應改正如下：

|      |                        |                    |
|------|------------------------|--------------------|
| 工程費用 | 正橋鋼梁                   | \$1,310,000        |
|      | 正橋橋墩                   | \$1,590,000        |
|      | 引橋工程                   | \$ 640,000         |
|      | 路面軌道                   | \$ 280,000         |
|      | 美術建築                   | \$ 70,000          |
|      | 鋼料檢驗                   | \$ 13,000          |
|      | 購地改移地面建築道路及堤工等         | \$ 60,000          |
|      | 意外及兌換預備費               | \$ 400,000         |
|      | 共計                     | <u>\$4,363,000</u> |
|      | 籌備招標設計鑽探電燈及總務費用(約十分之一) | \$ 437,000         |
| 總計   |                        | <u>\$4,800,000</u> |

總共約計洋四百八十萬元，外洋進口關稅不在內。

# 張裕泰建築事務所

CHANG YUE TAI CONSTRUCTION CO.

承 建 一 切 大 小 房 屋  
 道 路 開 壩 橋 樑 涵 洞  
 碼 頭 駁 岸 各 工 程  
 四 十 年 來 完 成 各 埠  
 大 小 工 程 金 額 逾 一  
 千 三 百 萬 元 以 上

總所上海河南路五〇五號 分所南京中山東路三十號

TEL. NO. 91163

TEL. {OFF. 22968  
YARD 31270

## 土木工程第一卷第一期要目

河北治水方案  
關於工程之地質研究  
道路工程概論  
鋼筋混凝土樑中剪力之研究  
公路工程  
Planning Ahead  
測量學名辭之一部

徐世大  
劉俊傑  
陸鳳書  
丁守常  
陳體誠  
Arthur M. Shaw  
本會研究部

◀ 民國十九年三月出版 ▶

## 土木工程第一卷第二期要目

Modern Water Works for China  
飛機測量於我國之需要  
General Principle of Water Power Development  
材料試驗結果  
Improvement of West Lake at Hangchow  
混凝土樑中腹鋼筋排列之圖解法  
北甯鐵路山海關工廠概觀

H. A. Peterson  
周 尙  
丁人鯤  
陳仲和  
Arthur M. Shaw  
戴 顥  
羅元謙

◀ 民國二十一年三月出版 ▶

## 土木工程第二卷第一期要目

灌溉總渠計劃綱要  
Analysis of Continuous Prismatic Beams by Moment Distribution Method  
Some Slide Rule Short Cuts for Designing Rectangular Reinforced Concrete Beams  
The Principle and Method for Constructing Nomographic Chart of Hazin & Williams Formula for Head Lost in Pipes  
杭州市自來水工程改進問題  
杭江鐵路之計劃完成與其前途發展之希望  
浙省海塘工程  
陝西考察之經過

徐世大  
黃 中  
粟宗嵩  
李紹憲  
周鎮倫  
杜鎮遠  
張自立  
徐南驤

◀ 民國二十二年三月出版 ▶

## 土木工程第二卷第二期要目

The Present General Method of Improving Seawall Along Chien Tang River  
刀面量面儀  
Constructing a Sewer Capacity Diagram for Circular Sections Flowing Full  
太陽儀之構造及原理  
Construction of Rating Curve and Computation of Total Discharge  
一百五十年來結構學之進展  
新洋港水利概述及其改進之商榷

周鎮倫  
徐南驤  
李紹憲  
陳仲和  
粟宗嵩  
姚寶仁  
毅 弘

◀ 民國二十三年六月出版 ▶

浙江大學四大工程雜誌之一

# 化 工

浙江大學化學工程學會主編

## 第二卷第二期要目

|  |       |
|--|-------|
| 皮鞋油磨光劑及其類似之製品                                | 孟心如   |
| 談談高爐鎔滓 (Blast furnace slag)                  | 儲潤科   |
| 弗奧塞法製硝酸 (Fauser process)                     | 吳錦銓   |
| 應城石膏製造之商榷                                    | 吳祥龍   |
| 化學工業中之冷卻法                                    | 蘇元復   |
| 肥料之氮素檢驗                                      | 吳錦銓   |
| Analysis of 27 native fertilisers from China | 朱洪祖   |
| 松香工業   | 宋廷幹   |
| 乾酪素工業 (Casein industry)                      | 汪顯元   |
| 人造橡皮   | 張全元   |
| 介紹一製皂油脂配合之新方法                                | 趙則優   |
| 雪花膏之研究                                       | 李劍青   |
| 沸點測定器之改進                                     | 沈一鳴   |
| 分析報告   | 分析化學室 |
| 幾種無機根旋光性的新發明并解說                              | 江芷    |
| Production of free methyl and ethyl radicals | 浦同烈   |
| 維他命 A  | 胡頤    |
| 維他命 C  | 李世縉   |
| 滋味與化學組成的關係                                   | 龐文煦   |
| 簡單滴管之討論                                      | 孫觀漢   |

|      |            |            |           |
|------|------------|------------|-----------|
| 出版日期 | 二十四年三月一日   |            |           |
| 定價   | 全年二期每期大洋三角 | 郵費國內五分國外二角 |           |
| 登售處  | 杭州浙江大學經售股  | 杭州現代書局     | 杭州西湖小說林書店 |
|      | 南京花牌樓書店    | 廣州現代書局     | 南京羣衆圖書公司  |
|      | 上海雜誌公司     | 上海現代書局     | 上海新中國書局   |
|      | 上海中華雜誌公司   | 上海生活書店     | 上海羣衆圖書公司  |
|      | 漢口雜誌公司     | 漢口漢口書店     | 武昌新光書局    |
|      | 長沙金城圖書文具公司 | 重慶現代書局     | 成都開明書店    |

本刊第一卷已售完第二卷第一期印一千冊現僅存數十冊國內通行各省國外已達日內瓦等處銷路甚廣足見本刊之受社會歡迎凡各大工廠或商店欲登廣告於敝刊者請函浙江大學化工會出版委員會接洽可也

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

浙江大學四大工程雜誌之一

# 電 機 工 程

浙江大學電機工程學會主編

——為國內電工界唯一之半年刊物——

——為全國各電廠各電訊機關之必備讀物——

## 第三卷第一期要目

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 工程教育與工業界           | 胡汝鼎       |
| 複捲電動機之起動           | 王國松       |
| 電話聽筒               | 沈秉魯       |
| 電機之保安制             | 楊耀德       |
| 定向天線概論             | 毛啓爽       |
| 整理蕪湖明遠電氣公司之經過及最近狀況 | 全國民營電業聯合會 |
| 攝波器之一瞥             | 孫潮州       |
| 無線電調波概論            | 沈善澄       |
| 數種整流器之簡述           | 程祖憲       |
| 多相感應電動機之正確圓綫圖      | 俞國順       |
| 供電制度之電壓問題          | 朱承業       |
| 電閘管之預電流            | 沈尙賢       |
| 直流變壓器              | 陶亨豫       |
| 電閘管在繼電器上之應用        | 高凌        |
| 氛氣管                | 樓惟秋       |
| 鈉氣燈                | 萬鐘英       |
| 新亞細喇燈              | 鈕其如       |
| 電子管之特種乙類放大         | 朱國棟       |
| 海外電信新事業之介紹         | 瀧         |
| 直接指示波式因數表          | 汪業鎔       |
| 最新觸地保護法            | 錢啓時       |
| 浙江省長途電話概況          | 俞清堂講 曹寅亮記 |
| 國內各電廠之線路佈置圖        | 李培基       |

出版日期 民國二十四年一月

定 價 零售每冊實價大洋三角外埠另加郵費五分

|     |              |         |
|-----|--------------|---------|
| 發售處 | 杭州浙江大學電機工程學會 | 上海現代書局  |
|     | 廣州現代書局       | 上海雜誌公司  |
|     | 南京東壁書店       | 上海生活書店  |
|     | 長沙金城圖書文具公司   | 上海新中國書店 |
|     | 杭州小說林書店      | 杭州現代書局  |

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

州 杭

中 華 興 業 公 司

本公司創立十有五載經營  
 一切土木建築工程歷年承  
 築各省鐵道、公路、水利  
 、橋梁、及中西房屋等工  
 程經驗豐富成績卓著並代  
 設計建築各式住宅如蒙  
 惠顧或隨時詢問無任歡迎

事務所 杭州南城腳下十四號

電話 二八九五號

電報掛號 二五一四號

# 協盛營造廠

地址 杭州法院路拾柒號

本廠承造  
中西各式建築  
一切大小  
鋼骨水泥工程  
工作迅速  
辦事認真  
經驗豐富  
式樣美觀  
造價克己  
誠實可靠  
如蒙賜顧  
竭誠歡迎



# Von Kee

## Building Construction Company

### 馥記營造廠

General Office 33 Szechuen Road

Tel. No. 17336-7 SHANGHAI

|   |   |   |   |    |    |    |   |
|---|---|---|---|----|----|----|---|
| 分 | 分 | 第 | 第 | (總 | (分 | (總 |   |
| 事 | 事 | 二 | 一 | 廠  | 事  | 事  |   |
| 務 | 務 | 堆 | 堆 |    | 務  | 務  |   |
| 所 | 所 | 棧 | 棧 |    | 所  | 所  |   |
| 廠 | 廠 |   |   |    |    |    |   |
| 電 | 電 | 上 | 上 | 上  | 南  | 上  | 電 |
| 報 | 報 | 海 | 海 | 海  | 昌  | 海  | 報 |
| 掛 | 掛 | 浦 | 開 | 戈  | 荷  | 四  | 掛 |
| 號 | 號 | 東 | 北 | 登  | 包  | 川  | 號 |
| 七 | 七 | 西 | 八 | 路  | 巷  | 路  | 一 |
| 四 | 四 | 溝 | 字 | 三  | 五  | 三  | 五 |
| 五 | 五 | 溝 | 橋 | 五  | 九  | 三  | 二 |
| 〇 | 〇 | 慶 | 廣 | 五  | 號  | 六  | 七 |
|   |   | 雷 | 林 | 〇  | 〇  | 一  | 七 |
|   |   | 雷 | 街 |    |    | 六  | 三 |
|   |   | 寺 |   |    |    | 一  | 三 |
|   |   |   |   |    |    | 七  | 號 |
|   |   |   |   |    |    | 七  | 〇 |
|   |   |   |   |    |    | 四  | 五 |
|   |   |   |   |    |    | 五  | 〇 |
|   |   |   |   |    |    | 七  | 〇 |
|   |   |   |   |    |    | 三  | 六 |
|   |   |   |   |    |    | 六  | 七 |
|   |   |   |   |    |    | 七  | 〇 |
|   |   |   |   |    |    | 〇  | 七 |

本廠承造各埠建築達數十處都千萬餘金略舉如下

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 路 | 克 | 白 | 海 | 上 | 涇 | 老 | 劉 | 寺 | 谷 | 靈 | 京 | 南 |
| 路 | 生 | 福 | 海 | 上 | 橋 | 路 | 浙 | 館 | 史 | 黨 | 京 | 南 |
| 路 | 院 | 母 | 聖 | 海 | 橋 | 正 | 中 | 鎮 | 義 | 孝 | 縣 | 鞏 |
| 路 | 培 | 爾 | 亞 | 海 | 場 | 機 | 飛 | 港 | 小 | 島 | 南 | 青 |
| 路 | 南 | 利 | 白 | 海 | 場 | 機 | 飛 | 陽 | 洛 | 南 | 河 | 重 |
| 匯 | 家 | 徐 | 海 | 上 | 口 | 路 | 藏 | 口 | 街 | 新 | 慶 | 杭 |
| 路 | 克 | 白 | 梅 | 海 | 路 | 門 | 富 | 外 | 門 | 平 | 太 | 州 |
| 渡 | 家 | 董 | 東 | 浦 | 樓 | 層 | 二 | 灣 | 牛 | 鐵 | 伯 | 邵 |
| 渡 | 家 | 周 | 東 | 浦 | 頭 | 碼 | 祥 | 街 | 府 | 政 | 縣 | 陰 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 淮 |

◀(號六字南話電)號十七字甲塔和六口關處事辦杭駐▶

# 杭州審美建業公司

## 營業要目

設 計 房 屋 橋 梁  
 計 算 水 泥 鋼 骨  
 監 造 各 項 工 程  
 測 繪 土 地 礦 區  
 經 理 賣 買 地 價

平海路二十九號

電話二四六八號

The National Development Co.

29 Pinghai Road, Hangchow.

Tel. 2468

# 金昌營造廠

廠址 杭州鳳州起三路三號  
電話 二四一九號

本廠承造

銀行公寓 堆棧住宅

學校工廠 旅館商店

各式大小鋼骨水泥工程

辦事認真 工作迅捷

經驗豐富 價格克己

如蒙 委託估價

無不竭誠歡迎

廠 造 營 記 生 沈

本廠承造  
 各省鐵道  
 公路開壩  
 橋梁  
 各地碼頭  
 駁岸學校  
 住屋  
 一切大小  
 土木工程  
 工作謹慎  
 經驗豐富  
 造價低廉  
 限期不誤  
 設計估價  
 均可委託  
 竭誠歡迎  
 多多賜顧

廠址：上海楊樹路新康里一〇四號

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

# 新 義 記 營 造 廠

本廠承造中西住  
 屋廠房道路河壩  
 橋樑一切大小水  
 泥工程造價克己  
 工作迅速認真并  
 代設計打樣規劃  
 一切新式大小工  
 程取費低廉如蒙  
 賜顧均竭誠歡迎

總廠 上海貝禱慶路鉅興里三十二號  
 電話 八四三一五

分廠 杭州青年路見仁里二十二號  
 電話 三四四八

# 上 海 山 海 大 理 石 廠

最新式建築  
 必需大理石

又富麗又堂皇

本處開業以來已歷五載  
 承造銀行公司旅館別墅  
 大理石花岡石美藝石沙  
 石等工程大小不下數百  
 餘處施工精密色樣新穎  
 質料堅固限期準確通常  
 木材易蠹磚瓷縫多若用  
 大理石料飾面定無此弊  
 各式偉大建築一經採用  
 倍覺富麗堂皇名貴莊嚴

杭州分公司事務所設平海路五十一甲號  
 電話 二八八八號

本廠承造  
 中西房  
 屋學校  
 各式鋼骨  
 水泥工程  
 工作極迅速  
 價格極克己  
 並可代為估價  
 一切誠實可靠  
 如蒙委託竭誠歡迎

樓 廠 營 造 記 森

杭 州 平 風 街 八 號  
 杭 州 平 風 街 八 號  
 電 話 一 六 八 一 號

本廠承造  
 中西房  
 屋橋樑  
 道路河壩  
 涵洞以及  
 鋼筋混凝土  
 等一切工程  
 造價克己工作  
 迅速認真如蒙  
 賜顧不勝歡迎之至

方 廠 營 造 記 森

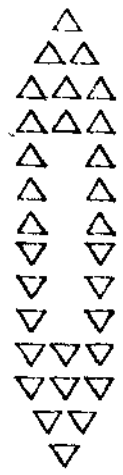
杭 州 延 定 巷 四 七 號  
 廠 址

# 朱永興水電白鐵號

地址 杭州新市場東坡路四十二號  
電話 三 五 八 九 號



|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 所 | 爲 | 耐 | 切 | 鐵 | 本 |
| 讚 | 各 | 久 | 大 | 衛 | 號 |
| 許 | 大 | 價 | 小 | 生 | 專 |
| 如 | 建 | 格 | 工 | 水 | 門 |
| 蒙 | 築 | 低 | 程 | 管 | 承 |
| 賜 | 公 | 廉 | 品 | 及 | 包 |
| 顧 | 司 | 工 | 質 | 家 | 建 |
| 竭 | 營 | 作 | 堅 | 常 | 築 |
| 誠 | 造 | 迅 | 固 | 用 | 水 |
| 歡 | 廠 | 速 | 裝 | 具 | 電 |
| 迎 | 家 | 素 | 置 | 一 | 白 |



# 元昌電料公司

本公司專辦歐美各國電器材料各廠電炮電筒電池及包裝各種電氣工程物美工精久荷各界贊許如蒙賜顧無任歡迎

杭州延齡路九號

電話一五一五號

# 徐鑑記五金號

本號專辦各國五金建築材料厚薄玻璃美術鏡架花素漆布各種地毯銅桿等等式樣新穎定價低廉花色繁多不及細載如蒙賜顧竭誠歡迎

杭州新市場迎紫路六十五號  
六十六號

電話二四一二號



# 商務印書館

上海發行所及各地方分館

## 紀念總廠被燬三周年

廿四年度日出初版新書

# 對折六折預約辦法

無時間與地域之限制 得廉價選購新書之便利

謹啓者：敝館遭遷國難，至今已屆三週，區區學術救國之忱，正復與時俱進。差幸復業以來，生產設備既已全復舊觀，事務管理又復益趨合理，因之出版能力，較一二年已增至一倍有餘。單就去年一年而論，初版新書一項已達二千八百餘冊之多。（包括日出新書及大部書籍教科書等）舉凡各科專著，大部叢書，凡有裨於吾國人士之讀物，無不盡量印行，藉供需要。

敝館前為紀念總廠被燬起見，每屆週年，上海發行所必舉行新書廉價一次，冀於紀念之中，稍寓學術救國之意。惟因此種辦法，期限既不能過長，地域又有限制，好讀書者仍不免有向隅之歎。茲為便利全國人士購讀新書起見，自一月二十八日起至四月底止，特訂二十四年內日出初版新書預約辦法。上海發行所及各地分館一律舉辦，俾全國讀者及圖書館，先付少數定洋，得就全年內日出新書自由選購，兼獲對折或六折廉價之利益。至年終結算，定洋如有餘存，仍可照數收回，可謂一舉數得。茲將預約辦法摘要列下，敬希公鑒。

上海商務印書館謹啓

### 預約辦法摘要

- 一、本館在廿四年度內，除星期日及放假日外，規定每日至少出版新書一種，多則二三種。預計全年約出新書五百種，總定價約計四百元。
- 一、凡在廿四年度四月月底以前，按左列各項預約定洋者，無論選購前條何種新書，均享有左列優待之權利：
  - 甲、圖書館一次預付定洋一百元 選購新書按定價對折計算
  - 乙、圖書館一次預付定洋五十元 選購新書按定價六折計算
  - 丙、個人一次預付定洋三十元 選購新書按定價六折計算
  - 丁、學生（經肄業學校證明）一次付定洋十五元 選購新書按定價六折計算

\* 索備「章簡預約新書」印另法辦細詳 \*

# 杭州許大一和記印刷文具紙號

地址羊壩頭大馬路 電話一三八八號

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 包 | 歡 | 惠 | 約 | 出 | 自 | 以 | 貨 | 主 | 開 |
| 君 | 迎 | 主 | 期 | 品 | 備 | 供 | 品 | 義 | 張 |
| 笑 | 多 | 均 | 絕 | 更 | 鉛 | 各 | 良 | 向 | 年 |
| 逐 | 多 | 稱 | 不 | 屬 | 石 | 界 | 花 | 抱 | 已 |
| 顏 | 賜 | 滿 | 遲 | 精 | 印 | 採 | 色 | 薄 | 數 |
| 開 | 顧 | 意 | 延 | 彩 | 刷 | 選 | 齊 | 利 | 十 |

## 龍門印刷務局

上海老西門陳英士紀念塔南首

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 蒙 | 目 | 定 | 賜 | 精 | 印 | 之 | 承 | 發 | 本 |
| 函 | 及 | 印 | 顧 | 良 | 刷 | 書 | 印 | 明 | 局 |
| 索 | 印 | 章 | 曷 | 倘 | 裝 | 籍 | 各 | 之 | 採 |
| 當 | 刷 | 程 | 勝 | 蒙 | 訂 | 講 | 種 | 新 | 用 |
| 即 | 樣 | 書 | 歡 |   | 備 | 義 | 文 | 法 | 最 |
| 寄 | 品 | 籍 | 迎 |   | 極 |   | 字 |   | 近 |
| 奉 | 如 | 價 |   |   |   |   |   |   |   |

百年老店 規模偉大

各界仕女 同聲贊美

中國唯一大規模的化粧品鼻祖

# 杭州孔鳳春香粉號

註冊



商標

南號 杭州清河坊 北號 杭州官巷口 電話 二四五二

|      |      |
|------|------|
| 蓮花霜  | 各種美容 |
| 美麗粉  | 純用上等 |
| 生髮油  | 原料製造 |
| 鷄蛋搽粉 | 名目繁多 |
| 花露水  | 價目克己 |
| 檀香蜜精 | 如蒙光顧 |
|      | 認明商標 |

價目郵購 單票十元 函索即寄 用通

SHIH LI

## 杭州適麗洋服號

身度合適 花樣美麗  
青年仕女 絕對滿意

杭州最摩登西裝出品處

|      |      |
|------|------|
| 男女西裝 | 學校制服 |
| 花色全備 | 材料豐富 |
| 出貨迅速 | 約期不誤 |
| 價目克己 | 多祈賜顧 |

地址 杭州學士路思鑫坊四十二號  
電話 二一一一號

# 杭 州 瑞 和 製 服 公 司

新 廣 濟 民 路 大 院 斜 對 面  
 一 四 六 二 號  
 地 址 :  
 電 話 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 賜 | 各 | 不 | 各 | 大 | 超 | 自 | 旗 | 專 |
| 顧 | 界 | 盡 | 色 | 衣 | 等 | 運 | 幟 | 辦 |
| 一 | 贊 | 細 | 皮 | 雨 | 技 | 各 | 採 | 政 |
| 律 | 許 | 載 | 件 | 披 | 師 | 國 | 辦 | 警 |
| 歡 | 如 | 早 | 其 | 兼 | 專 | 呢 | 名 | 制 |
| 迎 | 荷 | 蒙 | 餘 | 備 | 製 | 絨 | 廠 | 服 |
|   |   |   | 花 | 軍 | 西 | 嗶 | 異 | 被 |
|   |   |   | 色 | 械 | 裝 | 嘰 | 樣 | 帳 |
|   |   |   | 繁 | 應 | 禮 | 聘 | 綫 | 各 |
|   |   |   | 多 | 用 | 服 | 請 | 呢 | 樣 |

# 中國建設月刊——第十一卷第二期目錄預告

農村衰落原因之研究

王孟昭

鄉村金融組織的現狀和將來

錢世經

農村復興之途徑

吳釗

農人與合作

童玉民

農村復興漫談

童玉民

提倡共營農村之商權

丁冠羣

農本政治

鍾伯毅

灌溉工程述要

胡漢昇

江蘇省實施墾牧計劃

許振

造林與建設

劉海濤

介紹幾種農村副業實施方案

孫啓昌

冊二十年全 冊一月每  
 半分二角二洋大內國 } 售 零  
 角四洋大外國 } 目 價  
 (內在費郵)  
 元二洋大年全內國 } 定 預  
 角四元四洋大年全內國 }  
 巷左廠電都首京南——會協設建國中 所行發  
 局書大各內國 處售代

上海市工業安全協會編輯  
天廚味精廠出版部發行

# 工業安全全月刊

本刊旨在謀工廠之安全，研究災害之防免方法，討論各廠規劃防止工業災害及改善衛生狀況之設施，一面介紹新的知識，一面交換意見，公開商榷，為研究工業安全之唯一專刊，非特工廠所必備，即工業學校，工科教員及學生，亦應置備一冊，以供參考。

零售每冊二分  
五冊全五分  
年十二分  
冊內二分  
連郵國內  
元七角  
國外四角  
元八角

◁ 售分有均社報派及局書大各埠外本 ▷

請聲明由浙大土木工程學會「土木工程」介紹

# 浙 江 省 立 圖 書 館 附 設 印 行 所

浙江省立圖書館爲流行舊藏珍本圖書起見，特設印行所（分木印鉛印兩部），以事翻印，於印行本館出版刊物之外，並設營業股，承印各界刊物，以期推廣文化，不重牟利，茲將鉛印部優點列下：

（一）設備：備有新式印機，出品迅速，無論大小印件，定期不誤，至印刷清晰，套色均勻，俱有獨到的創造，藝術的革新；並自製銅模，優美整齊，足能邀顧主愛美和滿意！

（二）技術：聘請精藝技師，悉心研究，精益求精，印成物品，式樣新穎醒目，能博閱者之稱譽。

（三）工價：兼印各界刊物，志在推廣文化，與專爲營利之印刷商店不同，價目格外低廉，絕無營利意義，如蒙各界惠顧，無不竭誠歡迎！

電話一六一三號

杭州新州民路六十七號：地點 木印部

電話二三八〇號

杭州水陸寺巷七號：地點 鉛印部

國立浙江大學土木工程學會會刊

# 土木工程

THE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING SOCIETY  
NATIONAL CHEKIAING UNIVERSITY

|          |         |
|----------|---------|
| 編輯： 王文煒  | 編輯： 徐仁鏞 |
| 孔廣賢 彭申甫  | 蘇世俊 季 高 |
| 駱 騰 任以永  | 沈沛沅 梁 濤 |
| 虞烈照 趙琇孫  | 毛有倫 宋孤雁 |
| 總編輯： 吳沈鉉 |         |

## 第三卷 第一期

本期於民國二十四年三月出版

|             |                  |
|-------------|------------------|
| <b>本刊定價</b> | 零售每冊大洋三角外埠另加郵費五分 |
|             | 訂閱全年兩期祇收大洋六角郵費在內 |

|      |                   |             |
|------|-------------------|-------------|
| 編輯部： | 杭州大學路國立浙江大學土木工程學會 |             |
| 發行部： | 杭州大學路國立浙江大學土木工程學會 |             |
| 代售處： | 杭州西湖小說林書店         | 杭州迎紫路現代書局   |
|      | 上海四馬路現代書局         | 上海四馬路雜誌公司   |
|      | 上海四馬路生活書店         | 上海四馬路新中國書店  |
|      | 南京花牌樓南京書店         | 南京太平路中央書局   |
|      | 北平文津街北平圖書館        | 西安南院街陝西圖書館  |
|      | 廣州永漢北路現代書局        | 漢口湖北街雜誌公司   |
|      | 成都少城祠堂街開明書店       | 長沙府正街金城圖書公司 |

| 廣告價目表      |     |
|------------|-----|
| 甲 種 (封裏封底) | 二十元 |
| 乙 種 (普通全面) | 十五元 |
| 丙 種 (普通半面) | 八元  |

| Advertising Rates Per Issue |          |
|-----------------------------|----------|
| A. Special                  | \$ 20.00 |
| B. One page                 | \$ 15.00 |
| C. Half page                | \$ 8.00  |



# 東亞工程公司

測量設計繪圖估價承造

水堤船各鋼

專門閘工塢種道鐵

承辦海壩港口水閘

塘海壩港口水閘

鐵橋涵梁橋樓基礎

錢塘大橋引橋工程

本公司最近承造工程之一

總公司上海博物院路一三一號

電話一〇三二四二號

分辦事處杭州閘口金童橋

電話南字二一八號

