

中華民國廿五年拾月廿九日

部

# 土木工程

國立浙江大學  
土木工程學會會刊

## 本期要目

|  |     |
|--|-----|
| 灌溉總渠計劃綱要   | 徐世大 |
| ANALYSIS OF CONTINUOUS PRISMATIC BEAMS<br>BY THE METHOD OF MOMENT DISTRIBUTION   | 黃中  |
| THE PRINCIPLE AND METHOD FOR CONSTRUCTING<br>THE NOMOGRAPHIC CHART OF HAZEN &<br>WILLIAMS FORMULA FOR HEAD LOST IN PIPES | 李紹惠 |
| 杭州市自來水工程改進問題   | 周鎮綸 |
| 杭江鐵路之計劃完成與其前途發展之希望   | 杜鎮遠 |
| 浙省海塘工程   | 張自立 |
| 陝西考察經過   | 徐南驍 |

第二卷 第一期



二十二年三月

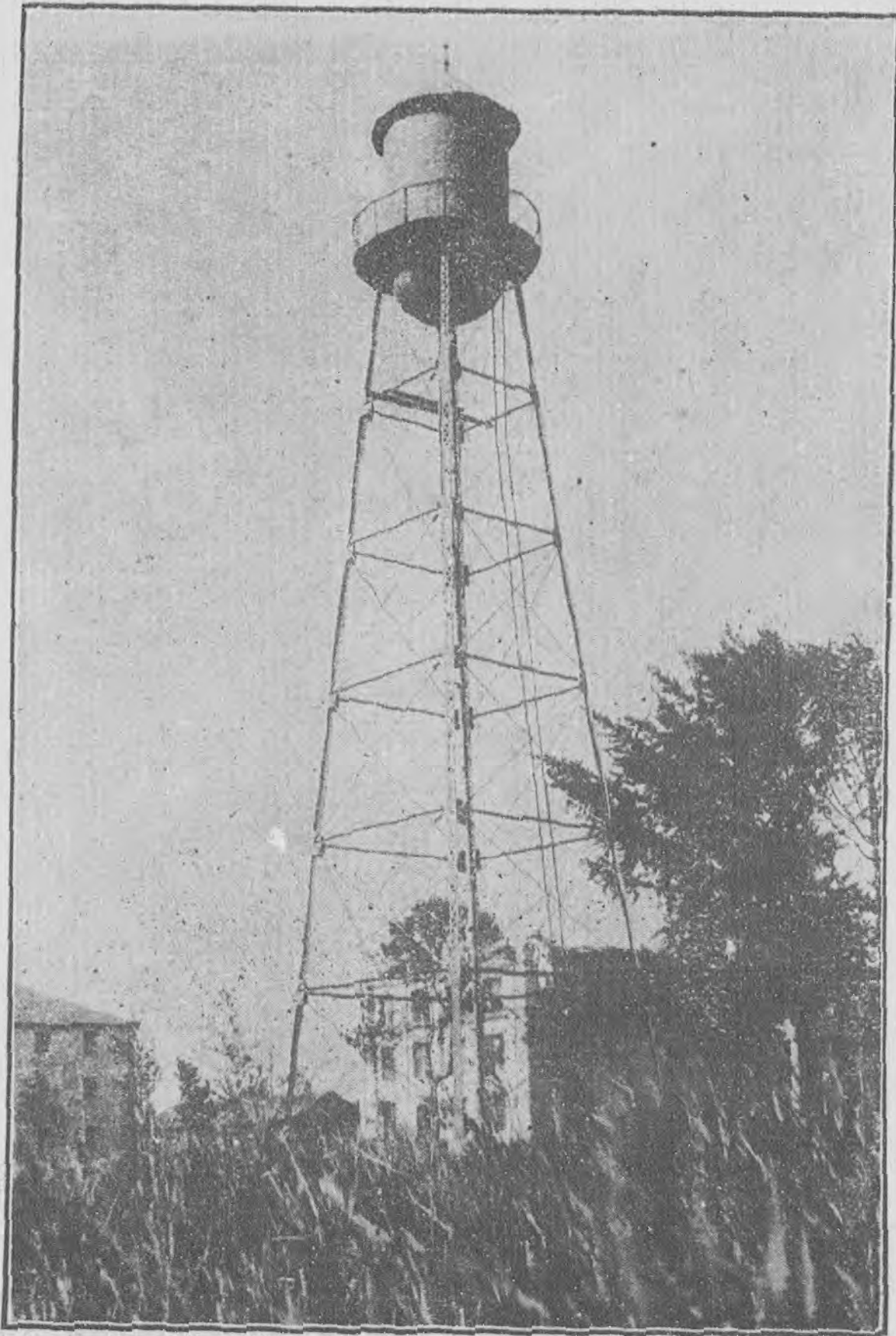
國立浙江大學土木工程學會發行

國立北平圖書館藏

# 新中工程股份有限公司出品

## 自來水塔

上海江西路三七八號



### 出品綱要

柴油引擎

全提士十四至百五十四

抽水機

一時至十二時

壓氣機

十二立方呎至四百立方呎

鋼鐵建築

水塔橋樑屋頂油池

米機火爐銅鐵

翻砂等

## 土木工程第二卷第一期目錄

土木工程學會全體會員攝影

本屆畢業會員攝影

水力實驗室之一部

材料試驗室之一部

側量儀器室之一部

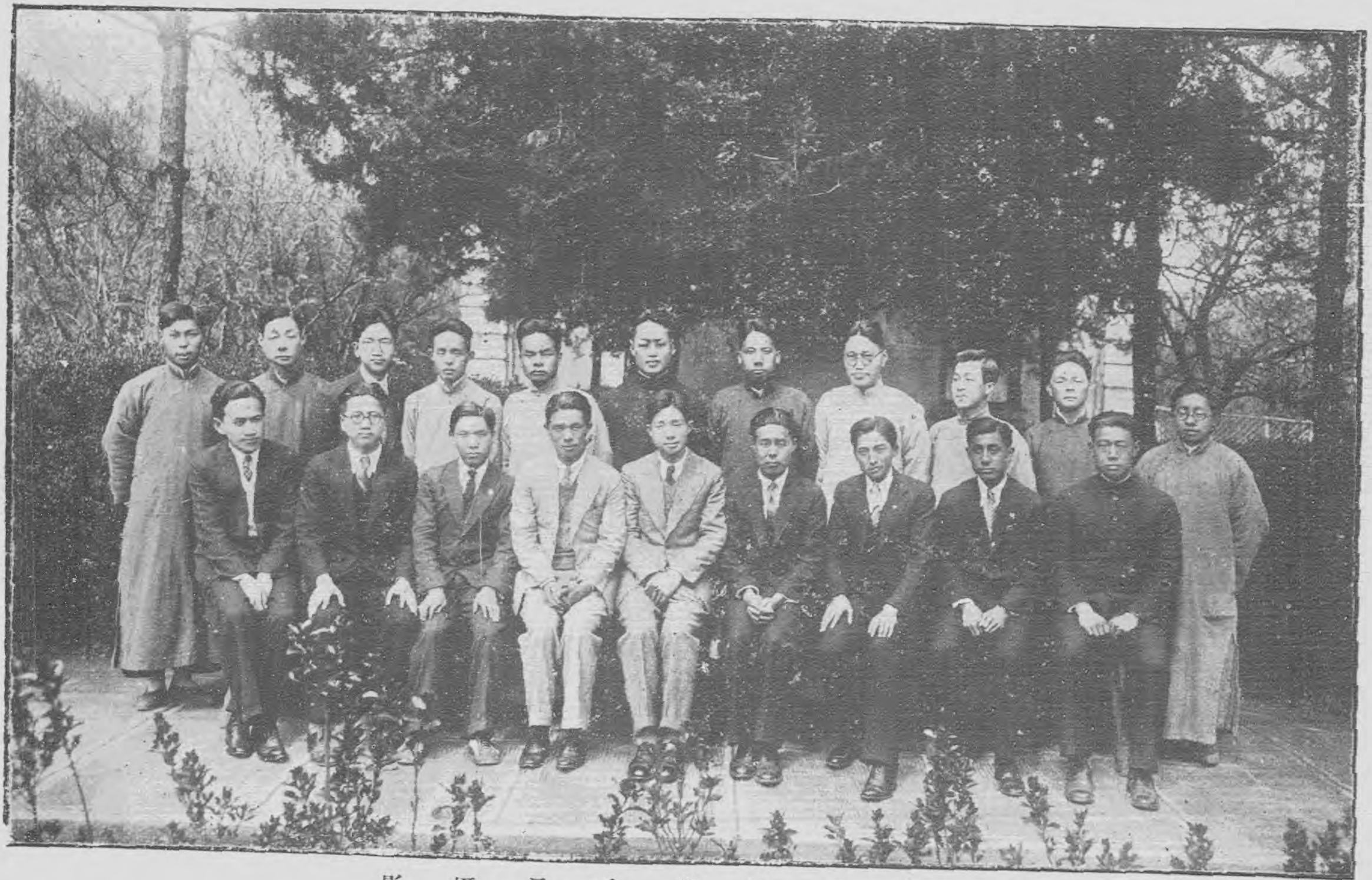
儀器修製工場之一部

|  |                    |    |
|--|--------------------|----|
| 灌溉總渠計劃綱要   | 徐世大                | 1  |
| 計劃鑼釘接合所用之圖表  | 潘碧年節譯              | 4  |
| 五十年來橋樑工程之進展  | 趙祖唐節譯              | 11 |
| 鋼筋混凝土樑設計的簡便法   | 王同熙,王之忻譯著          | 18 |
| 圓弧及切線之捲尺測法   | 惲新安譯著              | 25 |
| Analysis of Continuous Prismatic Beams by the Method Moment Distribution   | 黃中 Chung Huang     | 30 |
| 混凝土柱子新公式的需要  | 金學洪,李宗綱譯述          | 39 |
| 先非而特之給水工程  | 翁天麟譯               | 45 |
| 解三四次方程式  | 王德光譯               | 57 |
| Some Slide Rule Short Cuts for Designing Rectangular Reinforced Concrete Beams                                     | 粟宗嵩 Tsung-Sung Suh | 64 |
| The Principle and Method for Constructing the Nomographic Chart of Hazin & Williams Formula for head Lost in Pipes | 李紹憲 Shelden S. Lee | 76 |
| 杭州市自來水工程改造問題   | 周鎮綸演講<br>劉楷記錄      | 90 |

|                  |                      |     |
|------------------|----------------------|-----|
| 杭江鐵路之計劃完成與其前途之展望 | 杜鎮遠演講<br>劉楷記<br>吳錦安錄 | 96  |
| 浙省海塘工程           | 張自立演講<br>吳錦安記錄       | 101 |
| 陝西考察之經過          | 徐南騶演講<br>吳錦安記錄       | 104 |
| 鋼筋磚土工程概況         | 湯辰壽譯                 | 108 |
| 雙曲線路冠            | 王同熙譯                 | 112 |
| 鋼筋混凝土之原理         | 王德光, 栗宗嵩譯            | 116 |
| 北甯路山海關工廠實習記      | 羅元謙                  | 123 |
| 民二三級土木工程科暑期測量實習記 | 姚寶仁                  | 137 |
| 民二四級赴諸暨蠡山附近地質考察記 | 趙琇孫, 吳沈鈺             | 143 |
| 雜錄數則             | 羅元謙                  | 147 |
| 本校土木工程學系概況       | 吳觀銓                  | 155 |
| 會務報告             |                      | 165 |

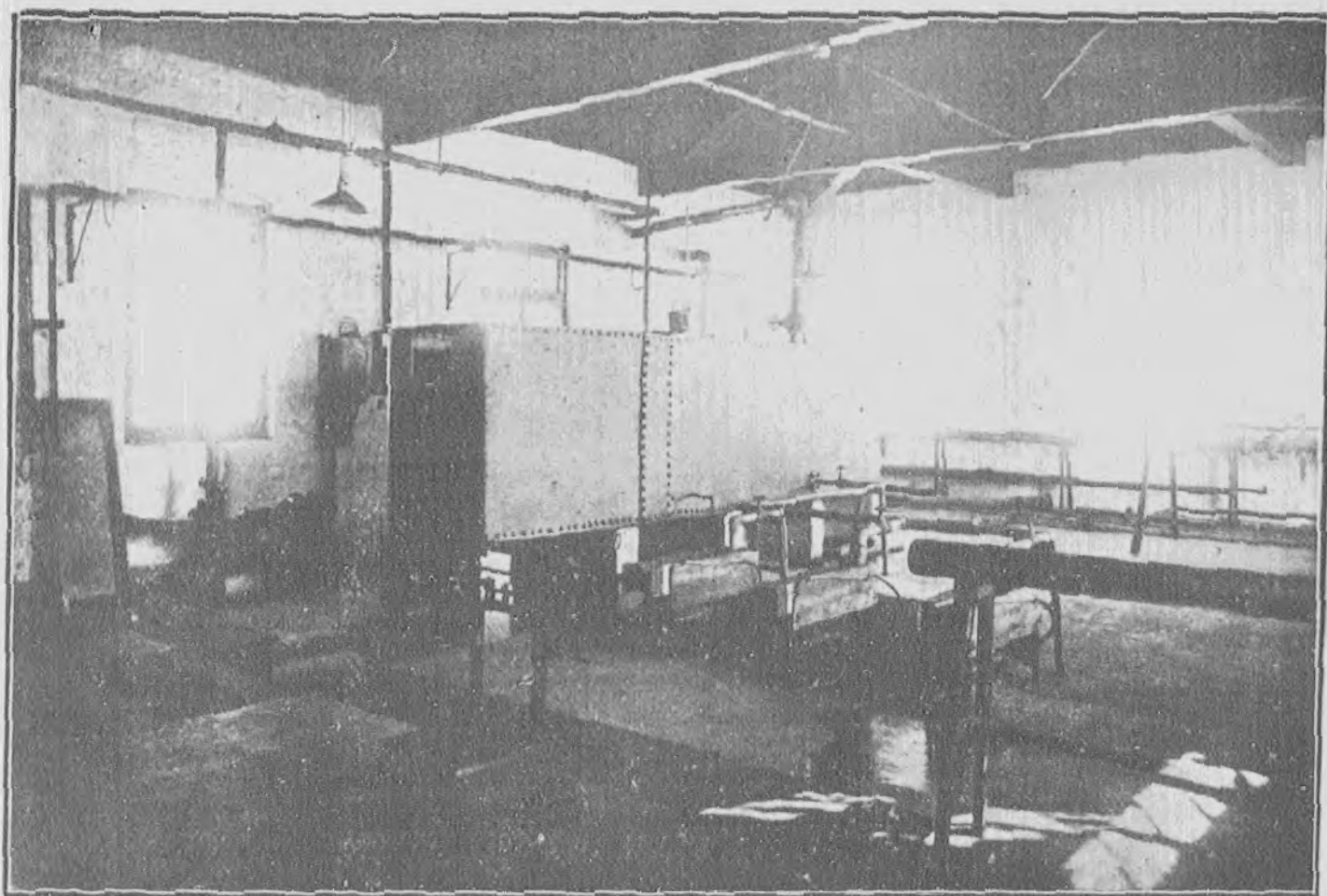
國立浙江大學土木工程學會全體攝影



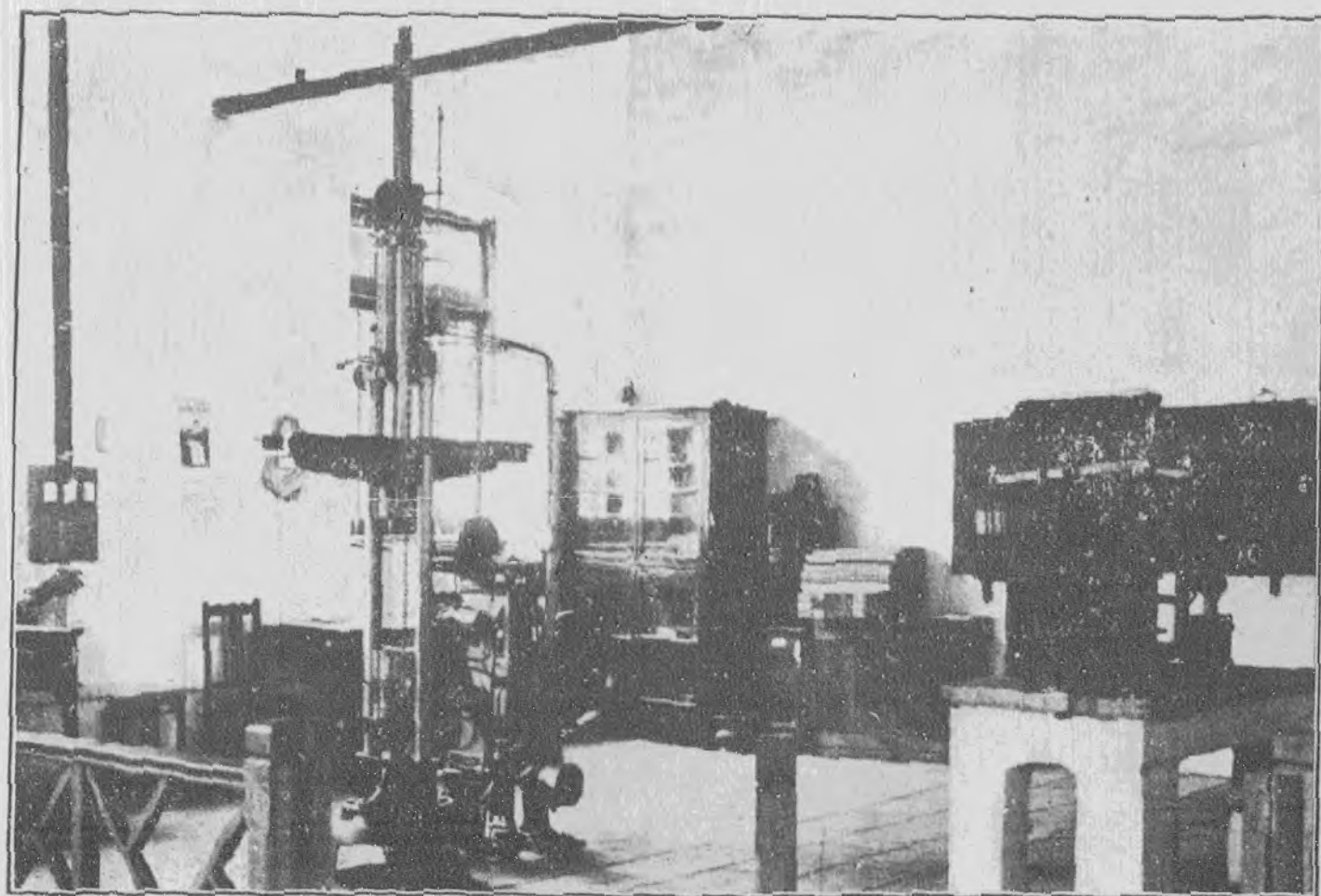


本屆畢業會攝員影

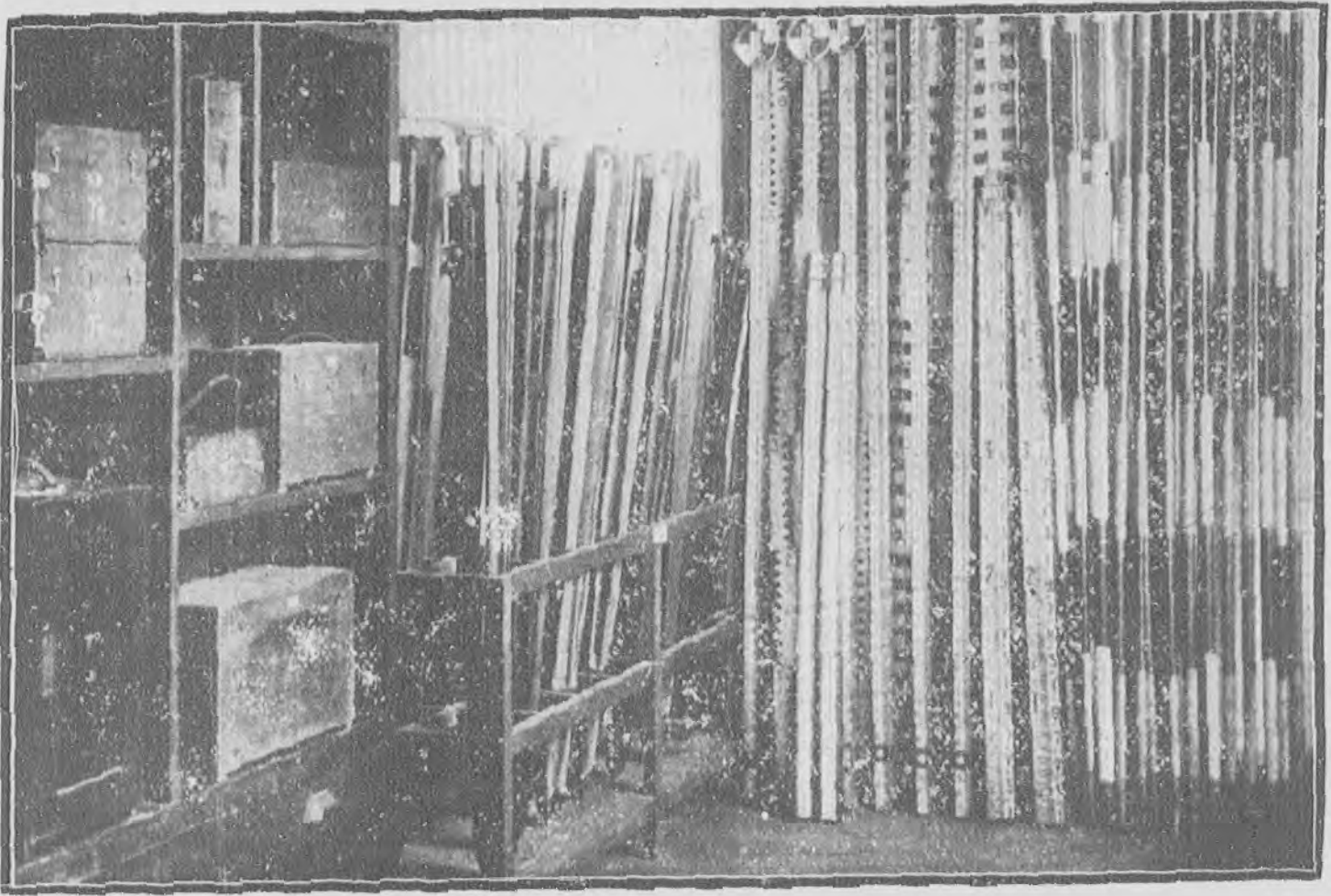
未攝入者：張農祥君 徐世齊君 徐學嘉君



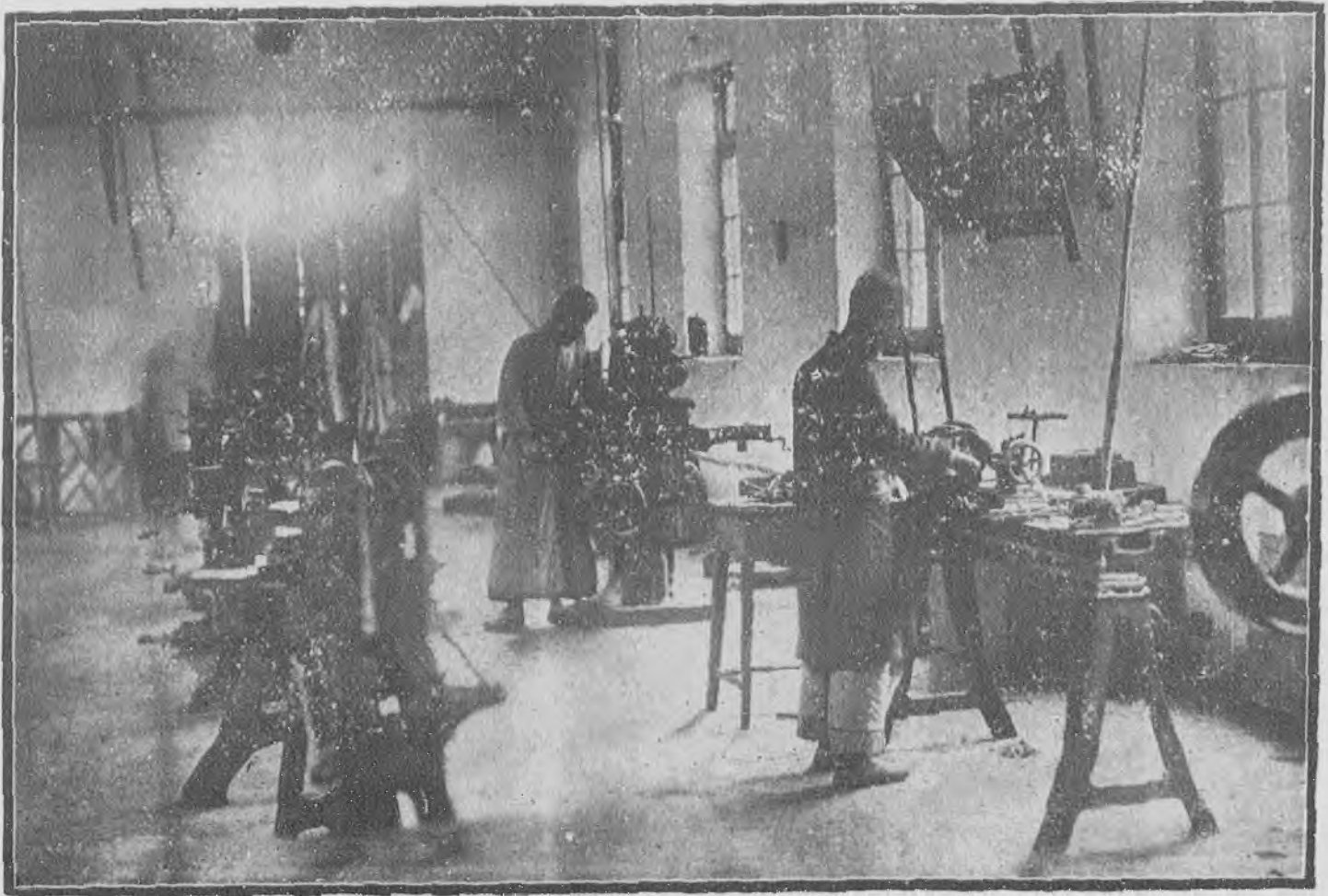
部一之室驗實力水



部一之室驗試料材



測 量 儀 器 室 之 一 部



儀 器 修 製 工 場 之 一 部



## 灌溉總渠計劃綱要

徐世大

灌溉總渠依灌溉及引水之方法,可分爲下列之三種。

(甲) 自較高之地點,依自然下行之力,以達於灌溉之區域者;此種渠道之進水方法,有以攔水壩蓄水於上游而導水者,有以滾壩或堰增高水位以導水者,有以抽水機升高水頭以導水者。

(乙) 以渠導引河水入離河較遠之地,而還洩於本河,或其他河道者。

(丙) 以渠導引河水入離河較遠之地,而止於灌溉區域之終點,或分渠之終點者。

甲種方法,似最爲普通,其進水處之水位既高,渠道得依地勢而定渠底及水面之傾度。最適當經濟之渠,爲半挖半填之剖面,即以所挖之土,作爲兩邊堤岸之用,而渠之寬深,則依所取渠底傾度及兩邊坡度而定。其主要之問題爲(一)如何使寬深之比例,成爲最小剖面面積,蓋剖面面積縮小,則工費可以節省。(二)如何使渠道不致淤淺,亦不致沖刷,即使平均流速受一種限制。(三)如何使滲漏之量成爲最小,即濕周及水深均爲最小,蓋滲漏之量依此而定也。

半挖半填之渠,因地勢之關係有不可能者,然至少應占全渠之大部份,其有因地勢過高而需要甚深之挖土,或有因地勢過低而需要填土者,其計劃之目標亦無異於前,而工費之經濟問題尤爲重要。

挖土最甚之處,有時不如以隧道代之,則其計劃尤須顧及隧道之安全,與施工所需之地位,而以經濟問題爲最後解決之理由。

填土爲渠,滲漏之量大增,有時土方所費亦甚大,尤以沿河而建之渠,須顧及洪水之泛濫與沖刷,故有以橋梁或高架或懸繩增加渠底高度,而以木、鐵或鉄筋混凝土爲渠身者,謂之水槽,此項計劃,尤須比較各種材料之工價

壽命及管理方法，而取每年所需之利息折舊及管理費用三者總數之最低者；然有時亦為資本所限，而不得不取建築費之最廉者。至於流水之順利，水頭之保持，及建築物之安全，運用之便利等，自均在注意之列。

如地勢平衍，受水之處，水面常低於灌溉之區，因可以抽水機引水上升至相當高度，而繼以渠道；然如渠道之位置亦在平地，則填多挖少，滲漏之水，每致附近之土質，因灌溉而變性，故不如挖一渠道通至本河，而渠道之尾閘，則能洩水於較近之處，是為乙種。

乙種渠道，傾度所限，為受水處之水位高度，及引水處與洩水處水位高度之差數。其灌溉所需之水，則沿渠以人力或抽水機引至水溝，以達田地，此種渠道，以在江南浙西一帶為最多，此渠之剖面，因用水之量，甚難估算，其計劃頗為複雜，以理論言之，自進水口至洩水口，用水量自最高降至最小，如以一固定之傾度為準則，剖面面積可逐漸縮小，而實際則殊不然，蓋用水之時間，不能一律，且為經濟計，亦可不必也，如沿渠取水之時間，可以分成若干段，而每段所需水量能預先規定，則此渠計劃，當以一段或數段所需水量最大時為準，而尤以最後數段為要，因此之故，此等渠道之剖面，大都係均勻不變的，取水之時，各段水頭略有不同耳。有時因經濟或其他問題，自河流引水至灌溉地，其引水渠不復還接本河，亦不復洩入他河，成一斷港渠，「吾鄉名之曰澮」，則其計劃又異於乙種，是為丙種。

丙種渠道與乙種殊異之點，即是乙種渠道之水面傾斜與河底傾斜，可以平行，蓋洩水之路本通也。若丙種渠道應向引水口傾斜，即口低而終點高，則不免淤積之虞，不特田地之水亦藉此下洩也，而引水之時，水面傾斜正與此相反，即在河口之水面，高於灌溉處之水面也。因此之故，若此渠道之剖面一律不變，則剖面面積離河口愈遠愈形縮小，若取水地點沿渠排列甚多者，其變化尚不顯著，若須集中於離河口甚遠之處，則惟有將全河之面積擴大，而在渠口附近，或渠之中段取水時，土方所費，甚不經濟矣。故此種渠道最好

能沿渠同時取水,剖面面積大致可以均一,若有時需集中在渠之終點,則應將渠之寬度,自渠口逐漸展寬,成一倒漏斗形,以補償深度之損失。

按丙種渠道,在平地引水,其例甚多,而普通開渠者,殊少按上述方法計劃,(1)此種渠道每多短促,(2)即發生困難,亦無人研究其弊也。

上述三種渠道,在水力學可分為(1)勻定流 Uniform Steady Flow,甲種渠與乙種渠之依最後段用水量計算者屬之,(2)非勻流 Non-Uniform Flow,丙種渠之依最終點用水量計算者屬之,(3)非勻定流 Non-Uniform Steady Flow,乙丙兩種渠之沿河用者屬之。

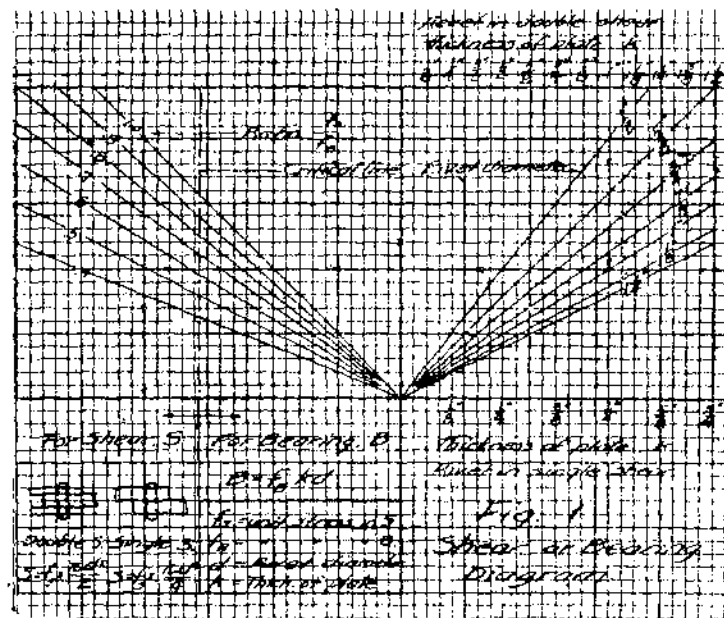
## 計劃鑼釘接合所用之圖表

潘碧年節譯

Mr. Odd Albert 在久長的設計生活裏，因求簡捷起見，製成了不少關於計劃鑼釘接合之圖表，有了這些圖表，就可不必再去引用公式來計算了。

### I. 關於剪力 (Shear) 與載力 (Bearing)

設有載重，平均分佈於各鑼釘上，此鑼釘接合之計劃，應使其不有任何鑼釘被剪斷，或任何接合板被撕破。設板厚及釘直徑已定，則從 Fig.1 可看出此接合之計劃，究應根據剪力抑或載力



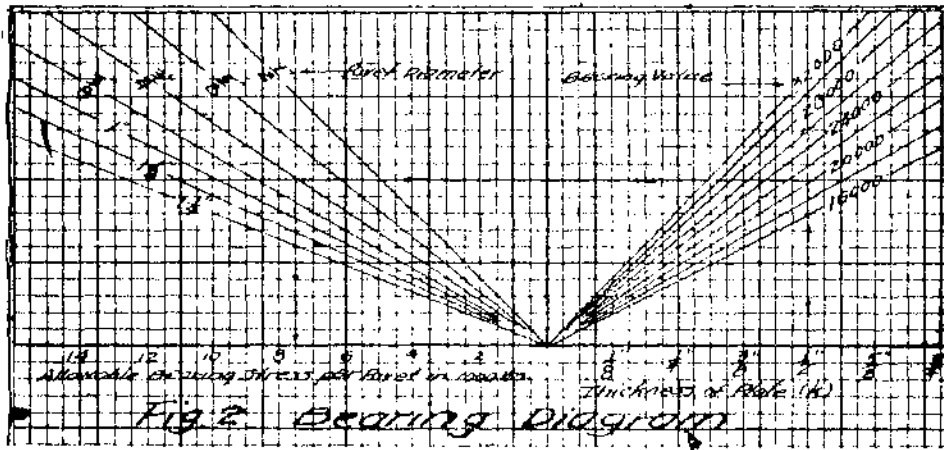
[例] 設有一受雙層剪力 (Double shear) 之鑼釘接合。鑼釘直徑為 1 吋，接合板厚亦為 1 吋。安全載力為每方吋 20,000 磅。安全剪力為每方吋 10,000 磅。此接合究應根據剪力抑或載力計劃。

$$\frac{f_s}{f_B} = \frac{10,000}{20,000} = 0.5$$

從 Fig 1. 在  $k=1$  吋處順箭頭向下，至直徑為 1 吋處折左至與  $\frac{f_s}{f_B} = 0.5$  相交。此最後之相交點係在判定線 (Critical line) 之左，在剪力部分。故此接合應根據剪力計劃，如  $f_s$  為每方吋 14,000 磅， $f_B$  為每方吋 20,000 磅即

$\frac{f_s}{f_B} = 0.7$ . 則最後之相交點即在判定線之右。此接合即應根據載力計劃矣。

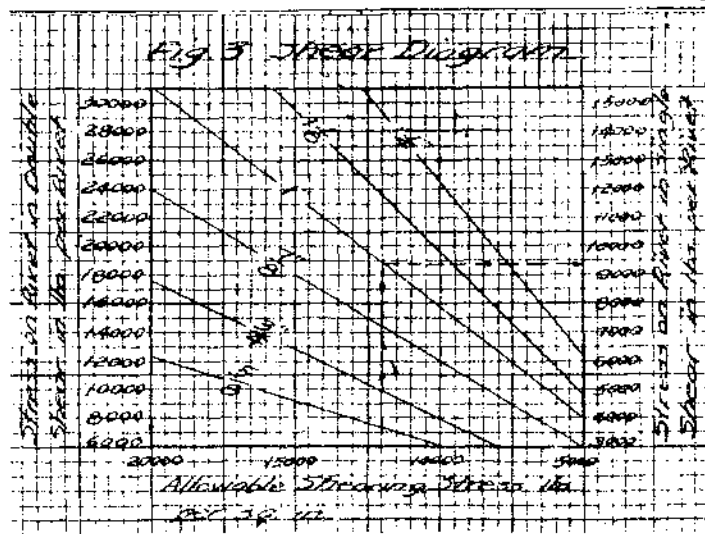
在某接合之應根據剪力或載力決定後，其次即為求得每一鑄釘之安全剪力或載力。



從 Fig.2 可看出每一鑄釘之安全載力。

[例] 設有一鑄釘接合，鑄釘直徑為  $\frac{1}{2}$  吋， $k = \frac{1}{2}$  吋， $f_B$  為每方吋 20,000 磅。

在 Fig 2  $k = \frac{1}{2}$  吋處順箭頭向上，至  $f_B = 20,000$  處折左，至與鑄釘直徑為  $\frac{1}{2}$  吋相交處折下，讀得 7500 磅。此 7500 磅即為每一鑄釘之安全載力。



從 Fig.3 則可看出每一鑄釘之安全剪力。

[例] 設  $f_s$  為每方吋 12,000 磅，鑄釘直徑為 1 吋，所受者為單層剪力。



鉚釘中之偏心剪力為  $S_m, S_m \frac{r_1}{r}, S_m \frac{r_2}{r}, \dots, S_m \frac{r_{n-1}}{r}$  其方向則各垂直於從鉚釘羣重心引至該鉚釘之直綫。因力距積 (Moment) 必須平衡,故

$$WL = S_m r + (S_m \frac{r_1}{r}) r_1 + (S_m \frac{r_2}{r}) r_2 + \dots + (S_m \frac{r_{n-1}}{r}) r_{n-1}$$

即  $WLr = S_m(r^2 + r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_{n-1}^2) = S_m I$

故  $S_m = \frac{WLr}{I} \dots \dots \dots (2)$

在上式中  $I$  即  $r^2 + r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_{n-1}^2$  之和,即視作該鉚釘羣之極軸安幾 (Polar moment of inertia)

各鉚釘中偏心剪力之方向,均假定其各垂直於其力距  $r, r_1, r_2, \dots, r_{n-1}$  等。觀 Fig.4, 可知

$$\sin \theta = \frac{e}{2r} \quad ; \quad \cos \theta = \frac{\sqrt{4r^2 - e^2}}{2r}$$

由上所得各關係式,再參看 Fig.4 可知

$$S = \sqrt{(S_a + S_m \sin \theta)^2 + (S_m \cos \theta)^2} \dots \dots \dots (3)$$

$S$  即釘羣重心最遠一鉚釘中之剪力,亦即該鉚釘羣中之最大鉚釘剪力。將已知各關係式代入(3)則

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(S_a + S_m \sin \theta)^2 + (S_m \cos \theta)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{W}{N} + \frac{WLr}{I} \cdot \frac{e}{2r}\right)^2 + \left(\frac{WLr}{I} \cdot \frac{\sqrt{4r^2 - e^2}}{2r}\right)^2} \\ &= \frac{W}{N} \sqrt{1 + \frac{LNe}{I} + \frac{N^2 L^2 r^2}{I^2}} = \frac{W}{N} \sqrt{1 + A + A^2 B} \dots (4) \end{aligned}$$

在上式中  $A = \frac{LNe}{I} \quad ; \quad B = \frac{r^2}{e^2}$

(4) 即為偏心載重之鉚釘接合中,求最大鉚釘剪力之公式,因原文中未有證明,故為之引證如上,以期格外明瞭。

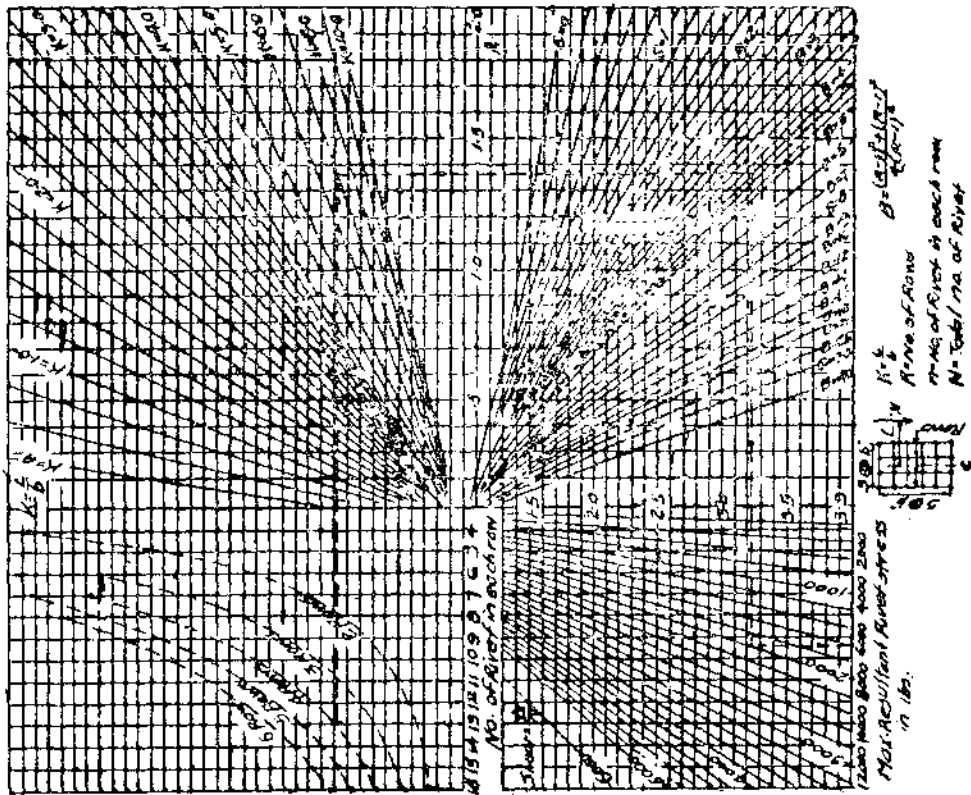


Fig. 5 Eccentric Rivet Connections  
More than One Row of Rivets

若鉚釘係對稱排列。縱間隔為  $a$ ，橫間隔為  $b$ 。又縱列數為  $R$ ，橫列數為  $n$ 。則

$$A = \frac{12Lb(R-1)}{a^2(n^2-1)+b^2(R^2-1)}$$

$$B = \frac{a^2(n-1)^2+b^2(R-1)^2}{4b^2(R-1)^2}$$

如遇偏心載重之鉚釘接合，用上各式計算未免過煩。故亦將其製成一圖，如 Fig.5。其用法舉例如下。但此圖僅限於縱橫間隔相等時可用。

[例] 設有一偏心接合，鉚釘數  $N=52$ 。縱列數  $R=4$ 。鉚釘之縱橫間隔均為 4 吋。載重  $W=104,000$  磅。偏心距  $L=28$  吋。橫列數  $n = \frac{N}{R} = \frac{52}{4} = 13$ 。

$$K = \frac{L}{b} = \frac{28}{4} = 7$$

在 Fig.5. 中  $n=13$  處順箭頭向上，至  $R=4$  處折右，至與  $K=7$  相交處，再折下，至  $B = \frac{(n-1)^2+(R-1)^2}{4(R-1)^2} = \frac{(13-1)^2+(4-1)^2}{4 \times (4-1)^2} = 4.25$  處折左，至剪力



$$S_d = \frac{W}{N} = \frac{104,000}{52} = 2,000 \text{ 處折下讀得 } 6450 \text{ 磅即爲最大之鑼釘剪力。}$$

III. 受張力之鑼釘接合。

如 Fig.6. 中接合,各鑼釘中即有張力,各鑼釘所受張力之大小,比例於至轉動中心,即最下一鑼釘,之距離,設每一列鑼釘所負荷之力距積 (Moment) 爲 M. 則

$$M = S_T(n-1)a + S_T \frac{n-2}{n-1}a + \dots + S_T \frac{1}{n-1}a$$

$$\begin{aligned} \text{或 } (n-1)M &= S_T a [(n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1^2] \\ &= S_T a \frac{n(n-1)(2n-1)}{6} \end{aligned}$$

$$\text{故 } S_T = \frac{6M}{n(2n-1)a}$$

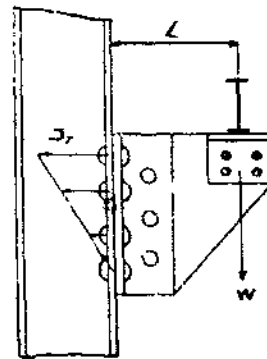
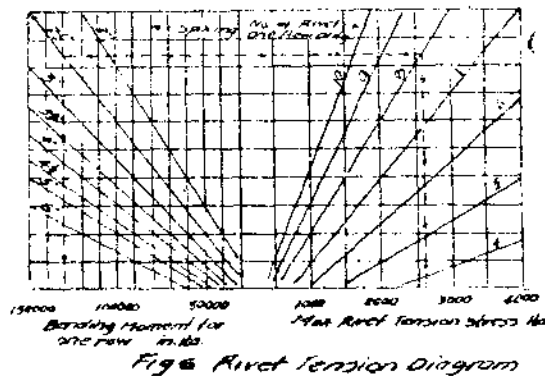
$S_T$  即鑼釘中之最大張力 (Tension),

$n$  爲每一列之鑼釘數,

$a$  爲鑼釘之間隔 (Spacing)。

此種鑼釘接合之計劃,用公式計算固不繁,但用圖表則更形便利。舉例如下:

[例]  $M = 260,000$  吋磅,鑼釘列數爲 2, 每列 8 鑼釘,間隔爲  $2\frac{1}{2}$  吋,每列鑼釘所受之  $M$  爲 130,000 吋磅。



在 Fig.6. 中之  $M=130,000$  吋磅處順箭頭向上,折右,折下讀得 2,600 磅,即最大之鏢釘張力也。

工程問題之解決,當求其簡而不略。此文頗能當之。鋼結構工程之損壞,常為鏢釘接合之不勝其任,其所以不能勝任者,則因計劃時之求簡便,常假定各鏢釘負荷平均,而忽略偏心載重等情形也。

### 浙江省工業教育二十週紀念塔建築近訊

民國二十年六月,本院舉行浙江省工業教育二十週紀念會,暨工業展覽會時,校友會所捐建之紀念塔,早已設計就緒,因塔頂立一勞働之神,彫刻費時,故未能早日興築,聞彫刻現已竣事,故已勘址本院大講堂前曠地,于去冬興築混凝土基礎,其後因天寒暫停,諒于暑假前當可觀成。該塔以鋼筋混凝土為骨架,金山石作石級,四周敷以意大利石,中嵌碑文,頂立神像,設計與彫刻,均為校友義務之作,聞工料一項,需費五千金以上云。

## 五十年來橋梁工程之進展

趙祖唐節譯

本篇譯自 D. B. Steinman 所著『五十年橋梁工程之進步』係一九二九年在美國鋼鐵建築會所發原文甚長茲不揣淺陋節譯數段以當全豹之一斑讀者其諒之。

### 引 言

余今爲諸君述橋梁，不欲論學理，談構造，而願於其富于冒險性的富于戲劇性的種種，作一動聽之敘述，以導諸君入勝境，使知造橋之親切有味，一如讀戲劇傳奇與詩詞，余願敘述幾許人的夢想，和他們的毅力，他們的奮鬥，他們的悲慘的結局，和他們的光榮的勝利，使曉然於溯橋梁之往跡，是一部歷史，記載着人類的理想和勇氣，希望和失望，可歌可泣的奮鬥，和足以嚮往的成功，觀乎橋梁跨度之逐漸增長，知先哲之與自然爭者固自有在，絕非按步就班的進步而已，是故一橋之成，不徒資利便之用，其建築之偉大，至足發人深省，蓋一橋之成，不僅鉄與石而已，實人類之腦力，心力，手足胼胝之具體表現，實人類之創造慾所以征服自然，使臻美化之表現，是故橋乃人類夢想與渴望之結晶，有志者之紀功碑也。

### 勃羅克麟橋 (The brooklyn Bridge)

五十年前，勃橋正在建築中，是橋之成，羅皮麟氏 (John A. Roebling) 之功也。羅氏嘗運用其心智果敢，得創架空綫引索法，并建懸橋甚多；如尼加拉 (Niagara) 新新納締 (Cincinnati) 等之長橋是也。乃進而造勃橋，竟以身殉，方氏以架懸橋經東河 (East River) 之計劃公諸世也，人多挾偏見陋識，比嗤以鼻，氏則諄諄曉諭，不慢不懈，卒得築橋之權，舉一切障礙而掃除之，宜其得享盛名，惜乎，開建第一年，氏忽以辛勤謝世，未觀全功，羅氏之子，克紹箕裘，得竟其志，然犧牲亦至大，當沉橋基時，木槓之內，驟告失火，小羅氏奮身不顧，

站立高量之空氣壓力下，達二十四小時，橋基雖告無恙，氏則成殘廢矣，後該橋行落成典禮時，參與盛典之大隊，經羅氏之門以示敬，偉哉羅氏父子！

一八八三年，勃橋告成，舉世驚嘆，詎為偉蹟，實則以橋梁之全部歷史言，是橋之成，猶方在襁褓中也，最粗淺之懸橋解析法，於時尚未發明。是橋結構，不甚堅固，但負重已超過當時規定者至二三倍，橋身雖弱，似宜更換，至塔與懸索與橋樁，猶可經數百年而勿替也。

### 五十年來之進展

過去五十年間，橋梁工程，實有空前之進展，現所採用之建築法，并勃橋而過之，茲將橋梁設計及建築之進步錄於下端。

(一) 新材料之發明——以鋼鉄造橋，始於一八七四年完成之意芝橋。(Eads) (在聖魯意) (St louis) 於是木料熟鉄，均盡被代替矣，更因合金之發明，橋梁之材料更得進步，如門哈頓 (Manhattan) 寬司瑟落 (Queensboro) 寬倍克 (Quebec) 密却帕里司 (Metropolis) 與費拉特費亞 (Philadelphia) 橋，均用鍊鋼建造之，然銻鋼則更為經濟，如用於費拉特費亞 (Philadelphia) 喀寬施 (Carquinez) 夢脫霍潑 (Mt hope) 地却特 (Detroit) 聖約翰 (St Johns) 與赫得孫 (Hudson) 橋所用材料是也。

其後鍛鋼之術更精，鋼鉄中不復滲其他金屬物，惟用特殊鍛法，使鍛成之鋼，負重可增至尋常鋼鉄三倍以上。一九二六年，巴西 (Brazil) 完成之福洛連拿破立司 (Florianopolis) 橋，即以此建造。此種鋼鉄，因其負重力之大，用以建築長跨度橋梁至為合宜。

(二) 築橋基法之進步——自勃橋與意芝橋首用氣壓櫃以造橋基，後置橋基法大為進步，其深度亦增加不少，如近今喀立福尼亞地 (California) 所完成之喀寬施橋之基礎，雖在急流中，竟能下達九十英尺，距水面則至一百三十五英尺。海爾蓋脫 (Hell-Gate) 橋基造時，發現河底基石，有大裂罅，乃跨裂罅於水面七十呎下，造一混凝土拱，以承橋基。橋基建築方面之進

步如是橋梁之設計因亦得百尺竿頭更進一步焉。

(三) 橋梁設計理論之進步——一年來橋梁之分析與設計之數學理論,愈益精進,橋梁各部之大小配置,亦可以最新方法分析,以求經濟。一磅之鉄,必盡其用,橋之載重能量,亦據解析以計算,不復若往昔之賴經驗以猜定矣。用料既省,式樣美觀,橋體復固。如福祿連拿破立司橋之堅挺架, Stiffening Truss 以科學法設計者,較之舊法,用料祇占三分之二而堅固程度竟大四倍。

(四) 構造法——現今所用之構造法,對效率安全與速率方面,大有進步,如勃橋之完成,費時達十年以上,以今計之,同樣之橋,或更大者,四年足矣。如短時間內可造大懸橋之錨索,是進步之一例。舊于勃橋懸索造時,每索不過九百噸鋼絲,須時二十一月,威廉堡格橋 (Williamsburg) 每索千一百噸,須時祇七月;門哈頓橋每索千六百噸,費時四月;費爾特爾費亞橋之每索三千三百噸,僅費時五閱月而已。

(五) 橋梁之美化——今日之橋梁已注重於美化矣。昔者鋼橋之建,專重於用,不計其式,更有如福施橋 (Forth) 者,是直蠻力之表現而已。然橋梁一物,足示斯世之文明進化程度,計劃時理應注意美觀,不然則吾人職有未盡,功尚有虧,謂為今時產物胥覺不稱,有於通都大邑建紀念橋者,建築上之美麗需要尤甚焉。

#### 鋼橋之式樣

現今橋梁因其進展式樣之用於長跨度者,已有五種。即普通橋架,連式橋,鋼造拱橋,臂梁橋,及懸橋是也。

(一) 普通橋架——普通橋架中跨度之最長者,即橫越沃哈沃河 (Ohio) 之密却帕立司橋,其跨度之長為七百二十呎。

(二) 連式橋梁——此項橋梁之最大者,首推橫越沃哈沃河之蕭吐維爾橋, (Sciotoville) 該橋完成於一九一七年,跨度為千五百五十呎,橋柱有

三。

(三) 鋼拱橋——鋼拱本以海爾蓋脫橋為最大,每兩支端之跨度為九百七十七呎半,即兩橋墩面之距離一千零十六呎,最近復有二橋,其跨度之長,實超越之。一為雪得尼港拱 (Sydney Harbor) 橋,其跨度為千六百十呎;一為凱爾凡古爾 (Kill-van Kull) 之拱橋,該橋位於紐約之施推頓島 (Staten) 與倍庸 (Bayonne) 之間,跨度為千六百七十五呎,現此兩橋均在建築中。

(四) 臂梁橋——福施橋本為此式橋中之最大者,有兩跨度皆長千七百呎,殆一九一七年,寬倍克橋成而讓位焉。寬倍克橋經兩次失敗而完成,其跨度為千八百呎,占臂梁橋之世界紀錄。

(五) 懸橋——勃橋之跨度為千五百九十五呎半,本為懸橋中之最大者。待一九〇三年而威廉堡格橋成,跨度為千六百呎,遂為最長之懸橋。其後復有一九二四年完成之比爾山橋, (Bear-Mountain) 跨度為千六百三十二呎,一九二六年完成之費拉特費亞喀門敦橋, (Philadelphia-Camden) 跨度為千七百五十呎,與一九二九年於地却特 (Detroit) 完成之安倍薩杜 (Ambassador) 橋,其跨度達千八百五十呎,則超越前古矣。上述諸橋,均屬鋼索橋,稱最長之 Eye-Bar 懸橋,即布達配司脫 (Budapest) 地橫越丹奴倍 (Danube) 河之伊立莎伯 (Elizabeth) 橋,此橋完成於一九〇三年,跨度為九百五十一呎,至一九二六年,較巴西 (Brazil) 地完成之福洛連拿破立司橋,其跨度為千一百十四呎又遜色矣。然以上諸橋之跨長,較之新成或仍在計劃中各懸橋,則仍有遜色,如在紐約五十七街橫越赫特遜河之橋梁,其跨度為三千二百四十呎,該橋係林登塔爾 (Lindentals) 所設計;又如紐約一百七十八街越赫特遜河之橋梁,其跨度為三千五百呎,現此橋正在建造中又如羅賓遜 (Robinson) 與施坦門 (Steinman's) 設計之自由 (Liberty) 橋,其跨度為四千五百呎,該橋橫越勃羅克麟與施推頓島之最狹處。

## 歐芝橋 (Eads)

歐芝橋一如勃橋足資紀念，因創造者乃剛毅而多能之建造家也。此橋係開必丹傑姆司 (Captain-James) 所設計，在聖魯意地方橫越密西西比 (Mississippi) 河，當氏設計時，人皆目為癡狂。然氏則毅然不顧，犧牲一己，卒於一八七四年完成該橋。雖已過半世紀之久，至今猶能載負巨重之火車汽車及電車。歐芝橋實當時最偉大之拱橋也。創用新法，為數十年來橋梁造法之嚮矢，因其首用巨量之鋼鐵；首用氣壓沉櫃法作橋基；首用釘合之管形弦材，弦材為鉻鋼 (Chrome-Steel) 管，直徑十七吋，橋為無樞兩端固定式。(Hingeless, fixed-ended) 凡應用數學以分析各桿間受力及構造時之較準；是橋皆曾顧慮及之。今之工程師，不能專美矣。因美觀關係，歐氏堅持橋之中部跨度應較兩旁為長，故其設計，在兩旁者之長為五百零二呎，中間為五百二十呎，不意當兩半環接合時，始知其間間隙尚短四吋，不能合龍。氏時已操勞過甚，又為要幹逗遛英國，接得該項報告時，即回電曰：「以冰圍橋，合時見告」。冰圍兩環，環縮而間隙增長，橋遂得合。

## 寬倍克橋 (Quebec)

世界上最長之杆臂橋，即橫越聖勞倫斯 (St Lawrence) 河之寬倍克橋也。最初之決定，乃以杆臂法建造跨梁，其法先搭架以造錨臂，(Anchor Span) 然後由兩岸向河心建造杆臂 (Cantilever Arm) 與懸梁，(Suspended Span) 俟兩半相接時，再以樞交節接合之。不意一九〇七年八月二十九日，南半將造到河心時，因一底弦錯置失宜，致全橋倒塌，死傷者八十二人。世間最痛心之事，孰有如大功將成忽告毀壞者乎！時古巴氏 (Theodore Cooper) 為總工程師，古氏曾貢其一生於橋梁工程，亦當時有名之橋梁家也。事前曾急電橋工，着速全體離橋，惜電到已遲，致橋工不能免矣。自此禍發生後，氏乃退隱，失望之餘，未數年即抑鬱以死。悲哉！究其失敗原因，實由受壓力之弦材未能結好 (Lacing) 乃致毀壞；經數年之研究與審問，始從新設計，較前益固，

式樣亦改，惟載重前後雖同，所用之鋼較前則多兩倍有半，并決定不用杆臂法建造掛橋。(Suspended Span) 而創升舉法。其法以大力水力起重機將掛橋由撥船吊起，可升至一百五十呎高，不意當掛橋方吊起至十二呎時，吊起具忽然損壞，致掛橋驟墜入河，十三人死焉。翌年，新掛橋始完成，先用撥船撥到河心，再以水力機慢慢吊起，經四日之升舉，乃得安然接成矣。寬倍克橋雖遭兩次慘禍，其有益於工程學識則不少，該橋亦至足紀念也。世界橋梁跨度最長之紀錄，亦因此由千七百呎增至千八百呎矣。

#### 喀寬施峽橋 (Carquinez Strait)

一九二七年五月二十一日，乃加利福尼亞 (California) 地喀寬施峽橋舉行落成典禮之日也。自加拿大至墨西哥，道經太平洋沿岸，此橋實總其成，是橋乃加利福尼亞商人漢福 (Aven J. Hanford) 所創議，既竭心力為橋籌款開築，然不幸先半年而死，不克睹其成焉。當此橋設計與構造時，困難百出，而天工人代，卒抵于成。該峽水流甚急，潮長又高，水深九十呎，水底泥土淤積，再下四十五呎，始及堅石，于堅石上築橋墩凡六，均認為於世上最深之橋墩焉。橋梁設計，注意防範及地震者，首推喀寬施橋，於伸縮之關節處，有六個水力緩衝機以制振動。關於緩衝機之計劃，則依各種地震力之記載以定其大小及吃力之多少。喀寬施橋用三種不同之鋼，即普通結構用之鋼鐵，受引力各材用之鍛鋼，及受壓力用之硅鋼也。採用硅鋼則可省六十萬元之費用。喀寬施橋本身長度為三千三百五十呎，分兩主要跨間，各長一千一百呎。此兩跨間之塔，祇長一百五十呎。在每主要跨間中段，有一四百三十三呎之空間，所以裝置掛橋也。裝時用升舉法以上升之。至於此橋所用升舉法，亦頗新奇，不以水力起重機，而用大力之鋼索及沙箱，於掛橋之四角端，置沙箱以取平衡，每箱容沙五火車，需時九十六小時。始將掛橋升至一百五十呎。十年之後，歷經改良，該橋南段之掛橋，僅費三十五分即升達同等之高度。於掛橋之升舉也。兩岸佇立而觀者達萬人，爭欲一睹新奇，或存隔岸觀火之心，欲一見



其敗者；吾知其必失望而歸矣。然凡關心是橋者，當得安抵於成之電訊時，心頭必覺如釋重負也。

### 鋼之美觀

有一點余正欲告於各地設計橋梁工程師者，即余欲傳佈「鋼之美觀」之教也。蓋鋼鐵之爲物，具有至高之美點。質言之，美觀與力量，用鋼都能有和協的表現。今所稱美的鋼之建築物，實未盡鋼之美也。在鋼鐵降臨之前，高大橋塔，當然皆用磚石，經百數年來之應用，石料建築物胥達美的境界，而最初用鋼之人，不知其美的可能性與需要故所建之鋼塔及橋梁等，但求實用，其後始漸加裝潢，以求華麗。今則已達用鋼之第三期，於鋼之美的可能性，應能深識，不宜專務裝潢，更應進而求材料式樣之改善，使具美觀於單純之中。或有建築家因受石工建築之影響，或因先期建築者之痼見，而就鋼之建築物，如大鋼橋橋塔等，更加以混凝土或石面，以飾觀瞻，依余之見，乃粉飾而非美的建築，真的美，非塗飾之謂也。夫鋼鐵乃主要材料，余實不願其湮沒於不必要之材料中，而無所顯。余信真實之美，祇能於鋼鐵得之，莊嚴之鋼塔，以及長大之橋穹均當使具有驚人與持久之美，設計者可使之成各種美的姿式；如壯麗和優雅的線條；如勻稱和協調的比例；皆爲鋼所獨具，故吾輩不宜固於成見，不應徒務菲飾，當盡其固有之美，固有之美爲何？即鋼之堅強有力與壯麗也。倘鋼與磚石能善爲利用，任何大橋必能壯觀瞻而無碍於橋之美。

### 結 論

五十年來橋梁之建築已如上述，然尙有一點當表而出之者，即計劃必經二步；（一）想像，（二）努力使想像實現，先哲工程師既憑其想像，復以其身體，其心力，或終其一身，盡瘁於其所夢想，以得志竟功成，生今之世，吾人克紹前業，復從而光大之，後之人將撫拾吾人之業，亦期其更進而擴展焉。由此觀之，橋梁者人類進化之簡史耳；吾人于昔人創造之忠忱，固宜繼承而勿失，亦當身圖力行，使此精神傳之後世而不替，則今後之年，將猶以往之日，能化夢想爲實境，由實境更生夢想，以成更偉大之功。

## 鋼筋混凝土樑設計的簡便法

王同熙 王之焯 譯著

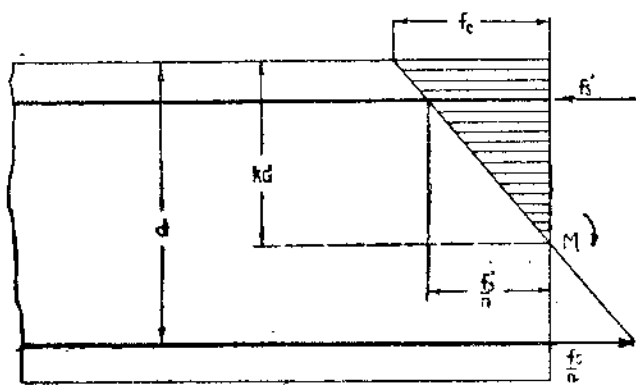
在鋼筋混凝土的設計中, (Reinforced Concrete Beam Design) 有很多的簡便法, 用簡單的公式, 表或圖表都可以使計算便利。

在這個簡便法裏, 只講到長方形的鋼筋混凝土樑:—

- (1) 只用受張力的鋼筋之樑, (Tension Steel).
- (2) 用受張力和壓應力兩種鋼筋的樑 (Tension & Compression Steel)
- (3) 鋼筋混凝土板的設計 (Reinforced Concrete Slab)

### I. 只用受張力的鋼筋之樑

我們從任何鋼筋混凝土學書中, 可以得到下面的公式。



$$f_c = \frac{2M'}{jkb d^2} \dots\dots(1)$$

$$f_s = \frac{M'}{A_s j d} \dots\dots(2)$$

$$k = \frac{1}{1+m} \dots\dots(3)$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = \frac{3m+2}{3(1+m)} \dots\dots(4)$$

圖 一

公式中  $A_s$  = 鋼筋之橫段面積 (Cross-sectional area of steel).

$b$  = 樑之闊 (Width of beam).

$d$  = 樑之有效深度 (Effective depth of beam).

$f_c$  = 混凝土之單位壓應力 (Unit comp. stress in concrete).

$f_s$  = 鋼筋之單位張力 (Unit tens. stress in steel).

$j$  = 抵抗偶力距與有效樑深之比數 (Ratio of arm of resisting couple to depth)

$k$  = 中和軸距與有效樑深之比數 (Ratio of neutral axis to depth)

$$m = \frac{f_s}{nf_c}$$

$M'$  = 彎曲距重, 單位為吋-磅 (Bending moment in in-lbs.)

$M$  = 彎曲距重, 單位為呎-磅 (Bending moment in ft-lbs.)

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$E_s$  = 鋼筋之彈性率 (Modulus of elasticity of steel)

$E_c$  = 混凝土之彈性率 (Modulus of elasticity of concrete)

以公式 (1) 中  $M'$  改為呎-磅, 則

$$d^2 = \frac{24M}{f_c j k d} \dots \dots \dots (5)$$

公式 (3) 乘 (4), 得

$$j k = \frac{2 + 3m}{3(1 + m)^2} \dots \dots \dots (6)$$

以 (6) 代入 (5), 得

$$d^2 = \frac{72M(1 + m)^2}{f_c(2 + 3m)b} \dots \dots \dots (7)$$

以  $K_1$  代  $(1 + m) \sqrt{\frac{72}{f_c(2 + 3m)}}$ , 代入公式 (7), 得

$$d = K_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \dots \dots \dots (8)$$

同時以  $K_2$  代  $\frac{j f_s}{12}$ , 代入公式 (2), 得

$$A_s = \frac{M}{K_2 d} \dots\dots\dots(9)$$

由以上公式,我們可以造一表如“表(一)”

表(一) (n=15)

| f <sub>c</sub> (磅/方吋) | f <sub>s</sub> =16,000 磅/方吋 |                |                 | f <sub>s</sub> =18,000 磅/方吋 |                |                 |
|-----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
|                       | K <sub>1</sub>              | K <sub>2</sub> | *K <sub>3</sub> | K <sub>1</sub>              | K <sub>2</sub> | *K <sub>3</sub> |
| 650                   | 0.334                       | 1,165          | 0.096           | 0.345                       | 1,325          | 0.099           |
| 700                   | 0.315                       | 1,157          | 0.091           | 0.326                       | 1,317          | 0.094           |
| 750                   | 0.300                       | 1,150          | 0.086           | 0.309                       | 1,309          | 0.089           |
| 800                   | 0.286                       | 1,143          | 0.083           | 0.294                       | 1,302          | 0.085           |

有了公式(8),(9)和表(一),我們便可很簡便的計算了。

[例] 設一樑闊16吋,所受的彎曲距重為 14,000 呎-磅。

試求此樑之深? (n=15; f<sub>s</sub>=18,000 磅/方吋; f<sub>c</sub>=750 磅/方吋)

用公式(8)得  $d = .309 \sqrt{\frac{14,000}{13}} = 28.9$  吋

用公式(9)得  $A_s = \frac{14,000}{1309 \times 28.9} = 3.70$  方吋

我們再可由以上公式,造圖表(一)。于是樑之深可直接從圖表(一)得到,即前題用虛線表示于圖表中。

先在 f<sub>s</sub>=18,000 處之頂起向下,在 n=15 處轉向橫方,然後在 f<sub>c</sub>=750 處向下,得 K<sub>1</sub>=0.309, 繼續向下,遇 M=14,000 處,轉向橫方,遇 b=16 吋,又轉向下,則得 d=28.9 吋,

\*K<sub>3</sub> 是從末段鋼筋混凝土板之設計得來。

### II. 用受張力和壓應力二種鋼筋之樑

假使我們的樑之深闊已有了限止,那末或者要用受壓應力的鋼筋時,我們也可用同樣的方法,得到公式,表和圖表如下。

$$k = \frac{l}{l+m} \dots\dots\dots(3)$$

$$A_s = \frac{M}{K_2 d} \dots\dots\dots(9)$$

$$f'_s = n f_c \left( \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} \right) \dots\dots\dots(10)$$

由圖, —  $M = A_s f_s j d = \frac{1}{2} f_c b k d \left( d - \frac{k d}{3} \right) + f'_s A'_s (d - d') \dots\dots\dots(11)$

公式中  $f'_s$  = 鋼筋之單位壓應力 (Unit comp. stress in steel)

$d'$  = 受壓力之鋼筋和受壓力這邊的樑面之距離 (The distance from compressive face of the beam to the plane of the compressive reinforcement)

$A'_s$  = 受壓應力之鋼筋之橫段面積

(Cross-sectional area of compressive reinforcement)

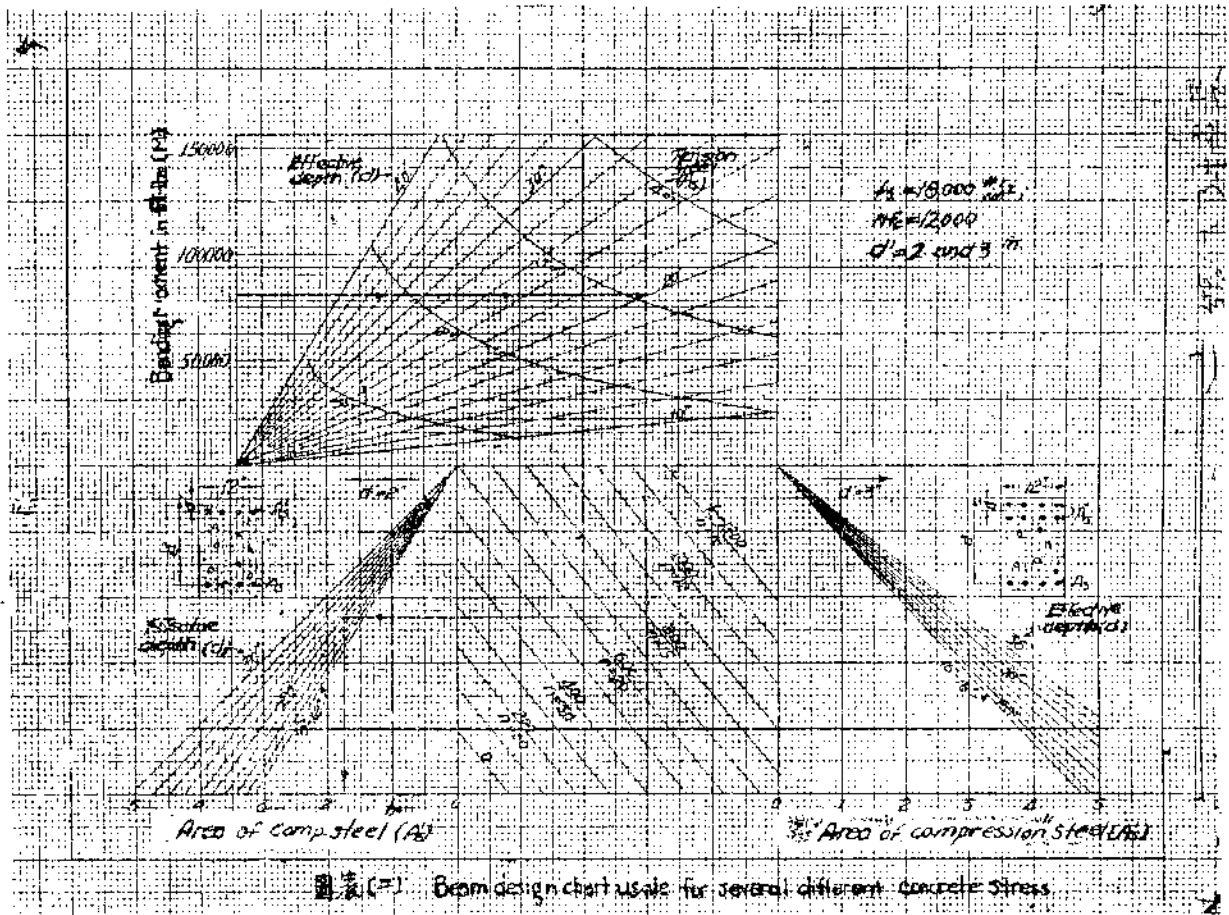
由公式 (10) (11) 以  $p$  代  $\frac{f_c k}{2 f_s}$ ;  $K_4$  代  $\frac{f_s}{f'_s} \left( \frac{j}{1 - \frac{d'}{d}} \right)$ . 使得

$$A'_s = K_4 (A_s - P b d) \dots\dots\dots(12)$$

由以上公式我們可以造表和圖表 (如表(二); 圖表(二))

表 (二)

| $\frac{d'}{d}$ | $K_4$ ( $f_s$ 18,000磅/方吋; $n=15$ ) |                  |                  |                  |
|----------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                | $f_c = 650$ 磅/方吋                   | $f_c = 700$ 磅/方吋 | $f_c = 750$ 磅/方吋 | $f_c = 800$ 磅/方吋 |
| 0.20           | 4.74                               | 4.11             | 3.64             | 3.06             |
| 0.18           | 4.08                               | 3.59             | 3.19             | 2.71             |
| 0.16           | 3.56                               | 3.17             | 2.84             | 2.43             |
| 0.14           | 3.15                               | 2.77             | 2.55             | 2.19             |
| 0.12           | 2.81                               | 2.53             | 2.30             | 1.99             |
| 0.10           | 2.54                               | 2.29             | 2.10             | 1.81             |
| 0.08           | 2.30                               | 2.09             | 1.91             | 1.66             |
| 0.06           | 2.10                               | 1.91             | 1.76             | 1.53             |
| $p$            | 0.0063                             | 0.0072           | 0.0080           | 0.0089           |



[例] 設一樑為 12 吋 × 22 吋，所受之彎曲距重為 80,000 呎-磅。

試求應用之鋼筋？(n = 15; f<sub>s</sub> = 18,000 磅/方吋; f<sub>c</sub> = 800 磅/方吋)

(1) 用公式 (8)，得

$$d = 0.294 \sqrt{\frac{80,000}{12}} = 24 \text{ 吋。}$$

但此樑之深已被限止 (20 吋)，故須用受壓力之鋼筋，(凡深度不夠時，須用受壓力之鋼筋)。

用公式 (9)，得

$$A_s = \frac{80,000}{1,302 \times 20} = 3.1 \text{ 方吋}$$

再由表 (二) 和公式 (12)，得

$$A'_s = 1.81(3.1 - 0.0089 \times 12 \times 20) = 1.75 \text{ 方吋。}$$

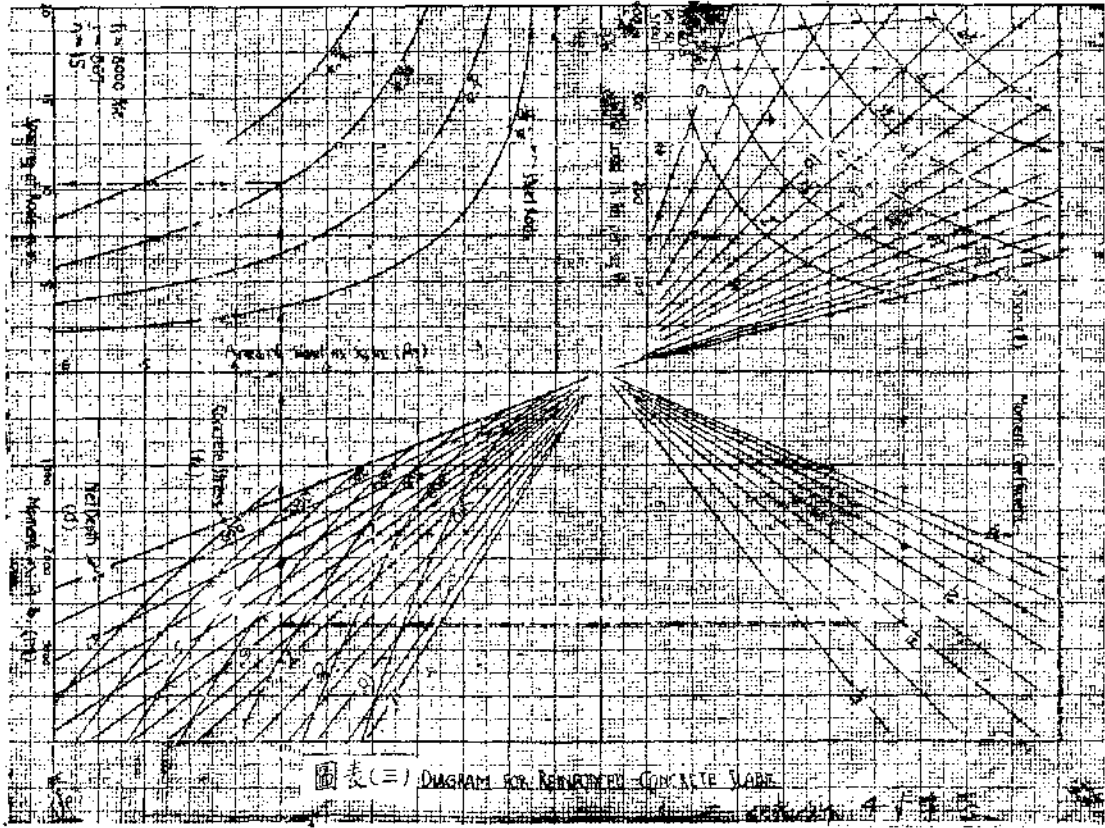
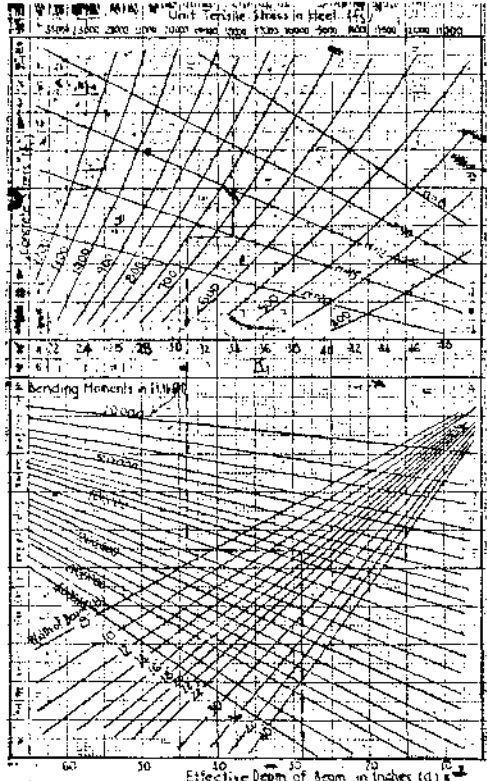


圖 表 三



圖表一 DESIGN CHART FOR RECTANGULAR REINFORCED CONCRETE BEAMS

# 圖表一



(2) 再上題可由圖表(二),得  $A_s$  和  $A'_s$ 。如圖表中之虛線,自上圖左邊  $M=80,000$  處向右,遇  $d=20$  吋時(得  $A_s=3.1$ )轉向下遇  $f_c=800$ ;  $n=15$  吋,轉向左(如  $d'=3'$ ,則轉向右)遇  $d=20$  吋時又轉向下,得  $A'_s=1.75$  方吋。此圖表(二)維因有限止, ( $f_s=18,000$  磅/方吋;  $nf_c=12,000$ ;  $d'=2$  或  $3$  吋)故如  $f_s=16,000$  吋,或  $nf_c$  另一數時,必須另造圖表。

再者,如  $b$  不等于  $12$  吋時,我們可以改此樑所受之彎曲距重,然後按法再讀,譬如一樑為  $24$  吋  $\times$   $30$  吋,所受  $M$  為  $200,000$  呎-磅,我們就可改  $M$  為  $\frac{12}{24} \times 200,000 = 100,000$  呎-磅然後按圖查得之  $A_s$  和  $A'_s$ , 即此樑所需之鋼筋也。

### III. 鋼筋混凝土板的設計

公式(8)和(9)可以用于設計鋼筋混凝土板。

設  $b=12$  吋,則公式(8)變為

$$d = K_3 \sqrt{M} \dots \dots \dots (13) \quad (K_3 = K_2 \sqrt{\frac{1}{12}})$$

所須鋼筋之橫段面積,可以用公式(9),  $A_s = \frac{M}{K_2 d}$ 。

[例] 設一塊  $10$  呎的連續板,上面所載的重量是每方呎內  $240$  磅,自己的重量是每方呎內  $90$  磅,(每方呎共載重  $330$  磅),  $f_c=600$  磅/方吋;  $f_s=18,000$  磅/方吋。

圖表(三)之虛線,由  $330$  處向上,遇  $10$  呎處轉向右,同時,可知每方吋之剪力 (Shearing stress) 為  $40$  磅時的最小  $d=4.0$  吋。在距重之係數 (Moment Coefficient)  $= \frac{1}{12}$  處,轉向下,遇  $d=6$  吋時,轉向左方,同時得  $M=2750$  呎-磅,及  $A_s=.35$  方吋,再于  $5/8''\phi$  處又向下得二根鋼筋間之距離 (Spacing of reinforcement) 為  $10.5$  吋。

$6$  吋板所受之剪力為  $\frac{3.9}{6} \times 40 = 26$  磅/方吋。

倘使用公式計算,則

$$d = .106 \sqrt{2,750} = 5.56 \text{ 吋。 (最小深度)}$$

$$A_s = \frac{2750}{1334 \times 6} = .893 \text{ 方呎。 (相當于 } d=5.56 \text{ 吋時所須之鋼筋橫段面積)}$$

此圖表(三)亦有限止, (1)  $f_s = 18,000$  磅/方吋。

(2)  $j = .867$ 。

(3)  $n = 15$ 。

在  $j = .867$  時,  $f_c = 800$  磅/方吋, 故  $f_c$  較小時, 用此圖表更為安全。

### 浙建廳籌建錢塘江大橋

培

錢塘劃全省為東西二部, 江面遼闊, 河床變易無定, 久為浙省交通之障礙, 雖當時政府久有跨江建橋之意, 但因經費與設計上之困難, 及時局之影響, 迄未實現, 近年浙省交通事業, 各方均有特殊之進展, 如杭江路之建造, 公路網之完成, 此橋之興築, 益感亟需, 聞建廳已着手進行鑽探工程已告蒞事, 其橋址大概在閘口六和塔附近, 跨度約一公里以上, 橋面暫擬設火車道一, 汽車道二, 行人道一, 若將來運輸增加及經濟充裕時尚可放寬, 橋架之式樣, 不外為 Pettit 式或臂梁式, 其長度與橋墩之數目, 俟水文及鑽探之結果而定, 故詳細計劃尚未擬就, 經費約需二百五十萬元, 由中央擔任四成, 其餘六成, 由地方籌集云。

## 圓弧及切線之捲尺測法

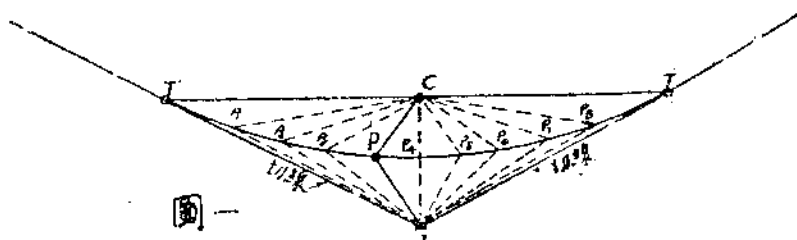
憚新安譯著

圓弧及切線之捲尺測設法,係普渡大學教授華蘭氏 (Howland) 所發明,載於 Civil Engineering (A. S. C. E.) No.1, 1932 據氏云:此法根據奈端氏微分 (A Treatise of the Method of Fluxions and Infinite Series by Sir Isaac Newton 1737) 中之一例題,但此書已罕見,無從考證。因是法于圓弧及切線之測設,頗為簡便,故節譯是文并略加證明于後。

### (A) 圓弧之測法

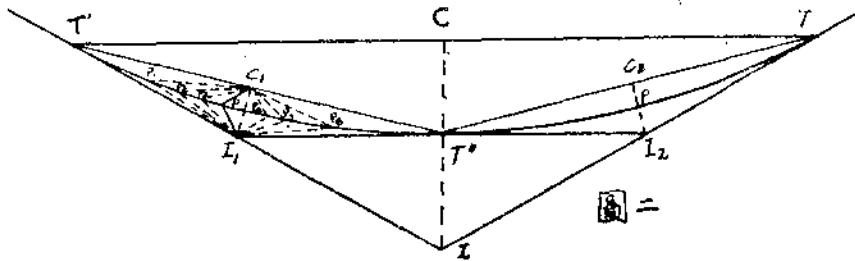
凡某點 P 與二已知點 C 及 I 之距離之比為常數 k 時,則此點 P 之軌跡為一圓。(如圖二) 此常數 k,為所求圓上之任何點 P,至任何弦 TT' 之中點 C 之距;與 P 點至該弦兩端 T 及 T' 所作切線之交點 I 之距之比,即  $k = \frac{PC}{PI} = \cos^2 \theta$ , 如以  $\frac{k}{1-k^2}$  乘二已知點之距 (CI = E) 即得所求圓之半徑 R, 以 k 除半徑 R 則得圓心至圓外定點之距離 OI,

根據以上原理弧線之測設至為簡易,無須應用表及經緯儀即可,如弧線不甚長者,僅需捲尺二支, T 與 T' 均為已知之點。(如圖一) I 亦可由切線引長相交而得。量出二分之一之弦長,及切線之長,則得 k 值,因  $k = \frac{\overline{TT'}}{2} \div \overline{TI}$  或  $= \frac{\overline{TT'}}{2} \div \overline{T'I}$ , 作  $\overline{PC} = \frac{4}{5} \overline{TC}, \frac{3}{5} \overline{TC}, \frac{2}{5} \overline{TC} \dots$  等值,  $\overline{PI} = \frac{4}{5k} \overline{TC}, \frac{3}{5k} \overline{TC}, \frac{2}{5k} \overline{TC}, \dots$  等值,以二捲尺之各端套于 I 及 C 之樁頂,以上值用交點法而得 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, ……等圓弧上所需之各點



圖一

如圓弧過大,捲尺長度不敷應用時,則分爲兩部或數部,如分爲兩部,由  $CT'' = \frac{CI}{1 + \frac{1}{k}}$  (註一) 而作平行於弦  $T'T'$  之  $I_1 I_2$  線,依前法求  $k$  而作弧上各點,視圖二即可瞭然,以理論言,此法作弧,並無限制,但于實際分作二部份以上,已不易真確,普通以弦長二百尺左右,即最長之  $\overline{PI}$  不滿一百呎者(一捲尺長)最爲適宜,



**幾何上之證明** 設  $O$  爲所求之圓過  $\overline{CI}$  作  $X$  軸作線  $\overline{TO} \perp \overline{TI}$ , 與  $\overline{OX}$  交於  $O$  則  $O$  爲所求圓之圓心。 $\overline{OY} \perp \overline{OX}$  相交于  $O$  點,  $OY$  爲  $Y$  軸。

圖三,  $P, I,$  及  $C$  三點之座標爲  $P(x, y), I(-\frac{R}{k}, 0),$  及  $C(-kR, 0)$

$P$  原爲圓上之任何點,當  $P$  與  $T$  合時,

則  $R = \overline{TI} \cot \theta$

$\overline{TI} = E \csc \theta$

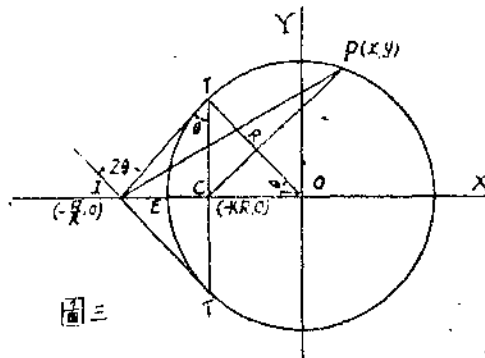
$R = E \csc \theta \cot \theta$

$= E \csc \theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

$= E \frac{\cos \theta}{\sin^2 \theta}$

$= E \frac{\cos \theta}{1 - \cos^2 \theta}$

$= E \frac{k}{1 - k^2} \dots \dots \dots (1)$



現以座標解析之則  $k$  之義益明。  
所求圓之方程式爲:

$x^2 + y^2 = E^2 (\frac{k}{1 - k^2})^2 \dots \dots \dots (2)$

$$k = \frac{\overline{PC}}{\overline{PI}}$$

$$\frac{\overline{PC}^2}{\overline{PI}^2} = \frac{(x+kR)^2+y^2}{(x+\frac{R}{k})^2+y^2} = \frac{x^2+y^2+2kRx+k^2R^2}{x^2+y^2+2\frac{R}{k}x+\frac{R^2}{k^2}}$$

$$= \frac{E^2(\frac{k}{1-k^2})^2+2kRx+R^2k^2}{E^2(\frac{k}{1-k^2})^2+2\frac{R}{k}x+\frac{R^2}{k^2}}$$

$$= \frac{k^2E^2+2kRx(1-k^2)^2+k^2R^2(1-k^2)^2}{k^2E^2+2\frac{Rx}{k}(1-k^2)^2+\frac{R^2}{k^2}(1-k^2)^2}$$

$$= \frac{k^4E^2+2k^3Rx(1-k^2)^2+k^4R^2(1-k^2)^2}{k^2E^2+2kRx(1-k^2)^2+R^2(1-k^2)^2}$$

(此處  $E^2 = R^2(\frac{1-k^2}{k})^2$ )

$$= \frac{k^2R^2(1-k^2)^2+2k^3Rx(1-k^2)^2+k^4R^2(1-k^2)^2}{k^2R^2(1-k^2)^2+2kRx(1-k^2)^2+R^2(1-k^2)^2}$$

$$= \frac{k^2[R^2(1-k^2)^2(1+k^2)+2kR(1-k^2)^2x]}{R^2(1-k^2)^2(1+k^2)+2kR(1-k^2)^2x}$$

$$= k^2$$

$$\therefore \frac{\overline{PC}}{\overline{PI}} = k$$

於此可見任何點與二已知定點之距離之比確為一常數  $k$  時其軌迹為圓無疑

(B) 切線之測法

如在上述所測圓上之任何點  $P$ , 須作一切線, 則連接  $P$  與二定點  $C$  及  $I$ , 得線  $\overline{PC}$  與  $\overline{PI}$  如於點  $C$  及  $I$  各作垂直線于其連接之  $PC$  及  $PI$  得交點  $Q$ , 接連  $P$  與  $Q$ , 則線  $PQ$  即為所求之切線 (如圖四)

幾何上之證明

設  $P(x,y)$  為任何切點 (視圖四)

$$\overline{CQ} \perp \overline{PC}$$

$$\overline{IQ} \perp \overline{PI}$$

$\overline{CQ}$  之斜度為  $-\frac{(x+kR)}{y}$

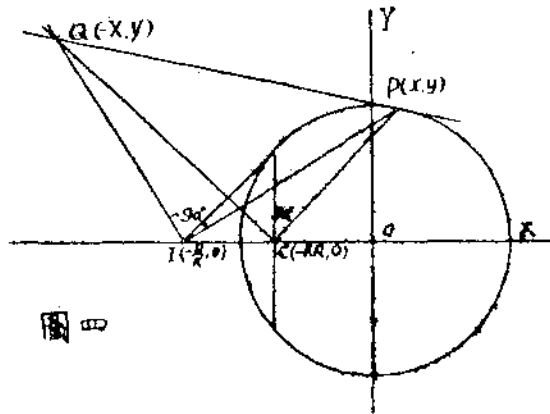


圖 四

則  $\overline{CQ}$  線方程式

$$Y = \frac{-(x+kR)}{y} (X+kR) \dots\dots\dots (3)$$

$\overline{IQ}$  之斜度為  $-\frac{(x+\frac{R}{k})}{y}$

則  $\overline{IQ}$  線之方程式為

$$Y = \frac{-(x+\frac{R}{k})}{y} (X+\frac{R}{k}) \dots\dots\dots (4)$$

從 (3) (4) 得

$$X = -\frac{R(1+k^2)+kx}{k}$$

$$Y = \frac{(x+kR)(kx+R)}{ky}$$

$$\begin{aligned} \overline{PQ} \text{ 之斜度} &= \frac{Y-y}{X-x} \\ &= \frac{\frac{(x+kR)(kx+R)}{ky} - y}{-\left(\frac{R(1+k^2)+kx}{k}\right) + x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -\frac{[(x+kR)(kx+R)-ky^2]}{y[R(1+k^2)+kx+kx]} \\
&= -\frac{kx^2+k^2Rx+Rx+kR^2-ky^2}{y(kx+R+Rk^2+kx)} \\
&= -\frac{k(x^2-y^2+R^2)+Rx(1+k^2)}{y[2kx+R(1+k^2)]} \\
&= -\frac{2kx^2+Rx(1+k^2)}{y[2kx+R(1+k^2)]} \\
&= -\frac{x}{y}
\end{aligned}$$

即  $\overline{QP} \perp \overline{OP}$ .

於是  $\overline{QP}$  即為所求之切線矣

(完)

(註 --)  $\frac{\overline{CT''}}{\overline{T''I}} = k, \quad \overline{T''I} = \overline{CI} - \overline{CT''}$

$$\overline{CT''} = k(\overline{CI} - \overline{CT''})$$

$$\therefore \overline{CT''} = \frac{\overline{CI}}{1+k}$$

## 丹麥未來之大橋

綱

丹麥政府將在馬斯納都島 (islands of Masnedo) 及福爾斯脫 (Falster) 之間擬築一大橋倘建築完成之後則該橋將為歐洲最長之橋橋長凡一萬零六百三十呎闊凡十八呎需建築費一千萬金元該橋須在 1939—40 年方可完成云

---

ANALYSIS OF CONTINUOUS  
PRISMATIC BEAMS BY THE METHOD OF  
MOMENT DISTRIBUTION

by Chung Huang (黃中)

I Introduction

In the Year of 1930, Prof. Hardy Cross of the University of Illinois, U. S. A., Published his analysis of "Continuous Frames by Distributing Fixed-end Moments"\* Possibly he made the greatest single contribution to the theory of stress analysis of redundant structures in a generation. Now, a theoretically exact solution of many statically indeterminate structures can be made with almost no mathematical drudgery. Moreover, the engineer can easily visualize the action of the structure while the solution is unfolding and can thus develop a sense of continuity which is seldom acquired in the application of any other methods.

The general method of moment distribution, as Prof. Cross hinted in his concluding words, is applicable to endless number of specific problems. The pages which follow will be devoted only to a discussion of moment distribution method in determining negative bending moments at supports of continuous prismatic beams.

---

\*The paper by Hardy Cross, M. Am. Soc. C. E. was published in Proceedings. Am. Society of Civil Engineers, May 1930. Discussions of the paper have appeared in proceedings as follows: Sept., 1930; Oct., 1930; Nov., 1930; Feb., 1931; March, 1931; May, 1931; Nov., 1931; Jan., 1932; March, 1932; April, 1932.

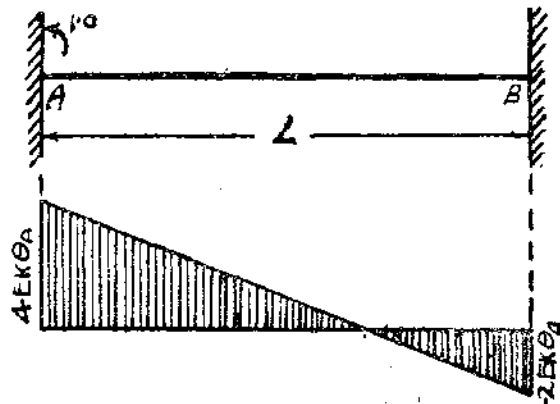


II. The General Principle of Moment Distribution

An attempt will be made to give a general outline of the steps taken in the analysis of continuous beams by Cross' Method. First take a continuous beam consider all joints locked against rotation. Then, allow any joint to move until equilibrium is set up at that joint while the other joints being held rigid, then the unbalanced moment at that joint will be distributed among the members there connected in proportion to their values of  $\frac{I}{L}$ . Each joint of the beam in succession can thus be allowed to rotate while all other joints being temporarily locked. Multiply the moment distributed to each member at a joint by  $\frac{1}{2}$ \* (Carry over factor) and carry over to the far end with opposite sign. The procedure, of course, will unbalance joints which are already balanced. The process of distribution must be repeated until all joints are balanced. Add all moments at each end of the member to obtain the actual negative moment at each end.

Cross' Method is, then, one of successive distribution of unbalanced moments. The final result may be found with any degree of precision

\*Consider a fixed beam of uniform section subjected to a unit rotation at one end. This rotation is equivalent to an angle.



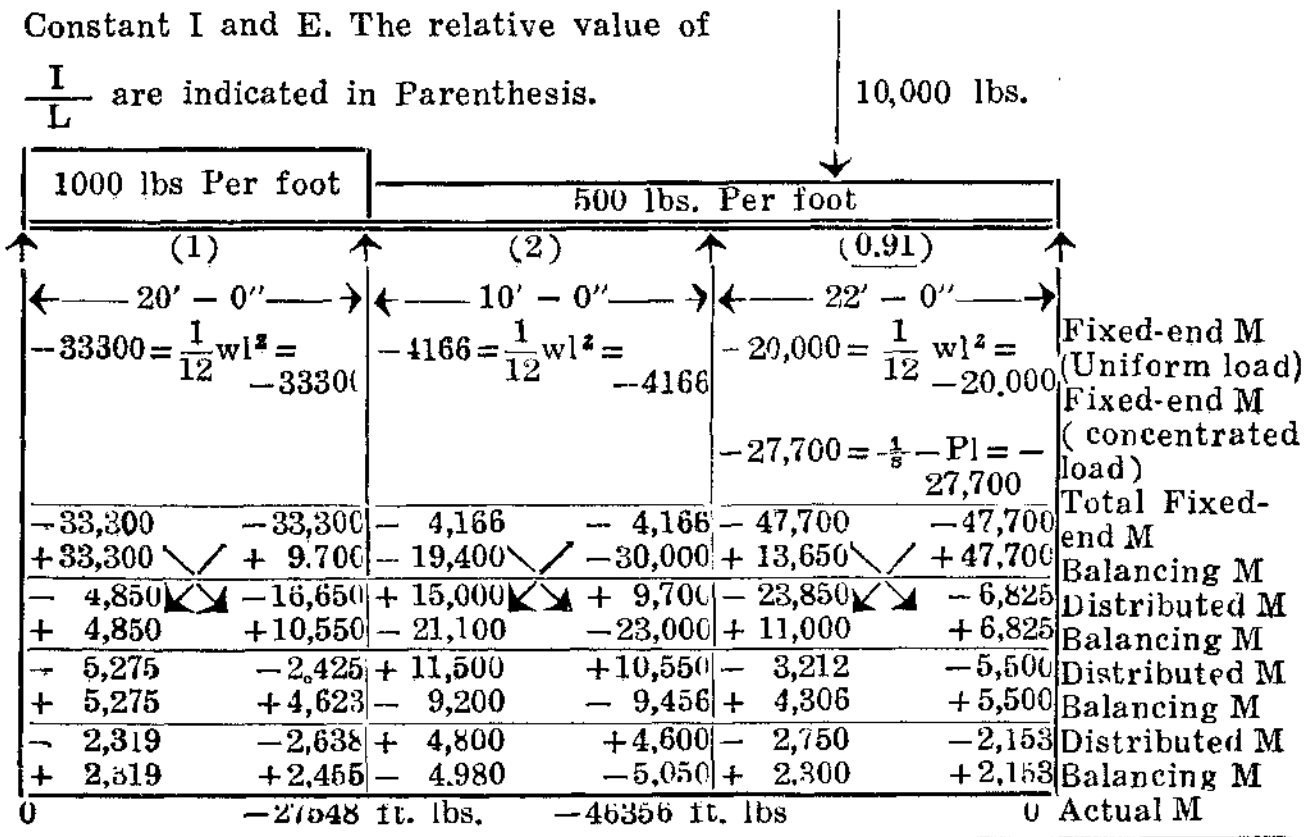
desired. Therefore, Cross' method is not an approximate one. No matter how complicate the loading and structure are, there is no need of general formulas or graphical constructions; attention is only centered on the laws of statics. How simple the method is!

III. Illustrations

A. A continuous Beam with Ends Simply Supported.

Constant I and E. The relative value of

$\frac{I}{L}$  are indicated in Parenthesis.



$$\left. \begin{aligned} M_{AB} &= 2Ek(2\theta_A + \theta_B - 3R) \\ M_{BA} &= 2Ek(2\theta_B + \theta_A - 3R) \end{aligned} \right\}$$

General equations for moments at ends of a member carrying no transverse load in terms of the relative changes in position of the ends. (see Hool and Johnson, "Concrete Engineers' Handbook" p. 412)

For unit rotation at A,

$$\begin{aligned} R &= 0, \text{ and } \theta_B = 0 \\ M_{AB} &= 4Ek\theta_A \\ M_{BA} &= -2Ek\theta_A = -\frac{1}{2}M_{AB} \\ \therefore \text{Carry over factor} &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Fig. I. Three Spans. Ends Free.

The fixed-end moments\* are first computed considering each span separately as a simple fixed-ended span, and joints considered locked with these moments. Continuity is thus preserved but the moments at the joints are unbalanced. Unlock the joints in any order and distribute the unbalanced moment: Beginning at the left,  $-33,300$  released throws  $+33,300$  into this end of the beam as there is no other member at the joint. At the second joint the unbalanced moment (the difference between the fixed-end moments on each side of the joint) is likewise  $-29,134$  ( $33,300 - 4,166 = 29,134$ ). When this is released the relative value of  $\frac{I}{L}$  of the first and second spans being 1 and 2 respectively, it will divide  $+9,700$  ( $29,134 \times \frac{1}{1+2}$ ) on the left end and  $-19,400$  ( $29,134 \times \frac{2}{1+2}$ ) on the right, the signs being determined by the required static balance. At the 3rd joint the unbalanced moment is  $-43,534$  ( $47,700 - 4,166$ ). The relative values of  $\frac{I}{L}$  of the 2nd & 3rd spans being 2 and 0.91 respectively, it will divide  $-33,300$  ( $-43,534 \times \frac{2}{2+0.91}$ ) on the left and  $+13,650$  ( $-43,534 \times \frac{0.91}{2+0.91}$ ) on the right. At the right end of the beam  $-47,700$  released throws  $+47,700$  into the beam.

The joints having been unlocked, it will be noticed that the joints are now balanced and the net result at each joint would give us the actual

---

\*Equations of fixed-end moments are given in Table I.

moments except for the portion carried over to the other end of the beam in each case of unlocking. In the 1st. span when  $+33,300$  was released at the left end, one-half of its opposite sign or  $-16650$  was carried over to the other end. When the right end received a moment of  $+9700$ , one-half of its opposite sign or  $-4850$  was carried over to the left end. Similarly considering each joint in turn we get the 3rd. line of distributed moments which become the new unbalanced moments. These need to be released, balancing the joints, and distributed as before. The series converges rapidly and may be continued until there is nothing further to distribute, if desired. Each column of figures is added to obtain the negative moment at the end. Obviously, for the intermediate joint the adding on only one side is necessary.

#### B. A Continuous Beam with Fixed Ends.

Fig.2 illustrates a general problem of this kind. The ends are fixed. They may be locked and unlocked as before. But the work will be found simpler, if they remain locked. The difference between the final moment at the second joint  $-583.45$  and the fixed-ended moment in the first span  $-1250$  is  $+666.55$ . One-half of this value of opposite sign or  $-333.25$  will then need be added to the moment at the left fixed end. The numerical work at the right fixed end is the same.

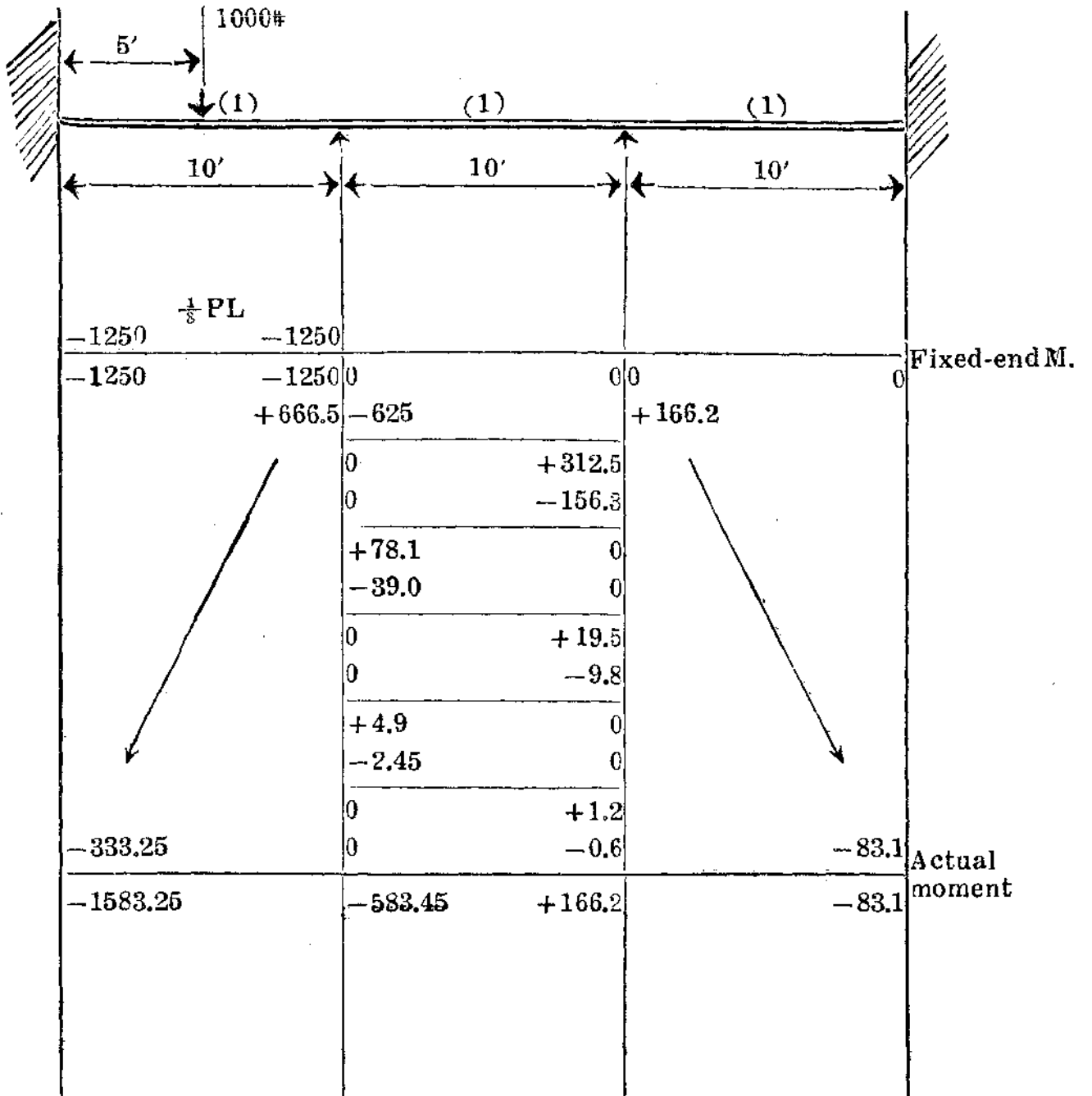


Fig.2 Three spans—Fixed ends.

Assuming constant I and E.

The relative values of  $\frac{I}{L}$  are indicated in paranthesis

IV. Modification of general method  
for beams with ends simply supported

It is not necessary to keep on locking and unlocking the end joint as shown in the illustrative prob. (a). When once unlocked it should be left free to rotate. At the next joint, any unbalanced moment is to be distributed between two members one of which is free at its far end and other fixed at its far end. For prismatic beams, the  $\frac{I}{L}$  value of the member with one end fixed and one end free is to be taken  $\frac{3}{4}$ \* as great as the relative  $\frac{I}{L}$  value would indicate; and the fixed-end moment of the same member would be calculated by the equation in Table I.

Using the reduced  $\frac{I}{L}$  values in the end spans, Fig. 3, the rotation at the 2nd and 3rd joints will be divided between the adjacent spans in proportion of  $\frac{0.75}{2.75}$ ,  $\frac{2}{2.75}$ , and  $\frac{2}{2.68}$ ,  $\frac{0.68}{2.68}$  as shown in the figure. In the case of the center span (or any intermediate span) one half of the balancing moment will be carried over to the other end in each case. In the end spans nothing will be carried over as the outer ends always remain free. The numerical work is thus simplified.



\* When A is subjected to a unit rotation and B is made a hinge, the general equations  $M_{AB} = 2Ek(2\theta_A + \theta_B - 3R)$  and  $M_{BA} = 2Ek(2\theta_B + \theta_A - 3R)$  become.

$$M_{AB} = 2Ek(2\theta_A + \theta_B)$$

$$0 = 2Ek(2\theta_B + \theta_A)$$

Combining these two equations to eliminate  $\theta_B$  gives

$$M_{AB} = 3Ek\theta_A.$$

This shows that a beam hinged at one end is  $\frac{3}{4}$  as stiff as a beam fixed at both ends.

Constant I and E. The relative values of  $\frac{I}{L}$  are indicated in parenthesis

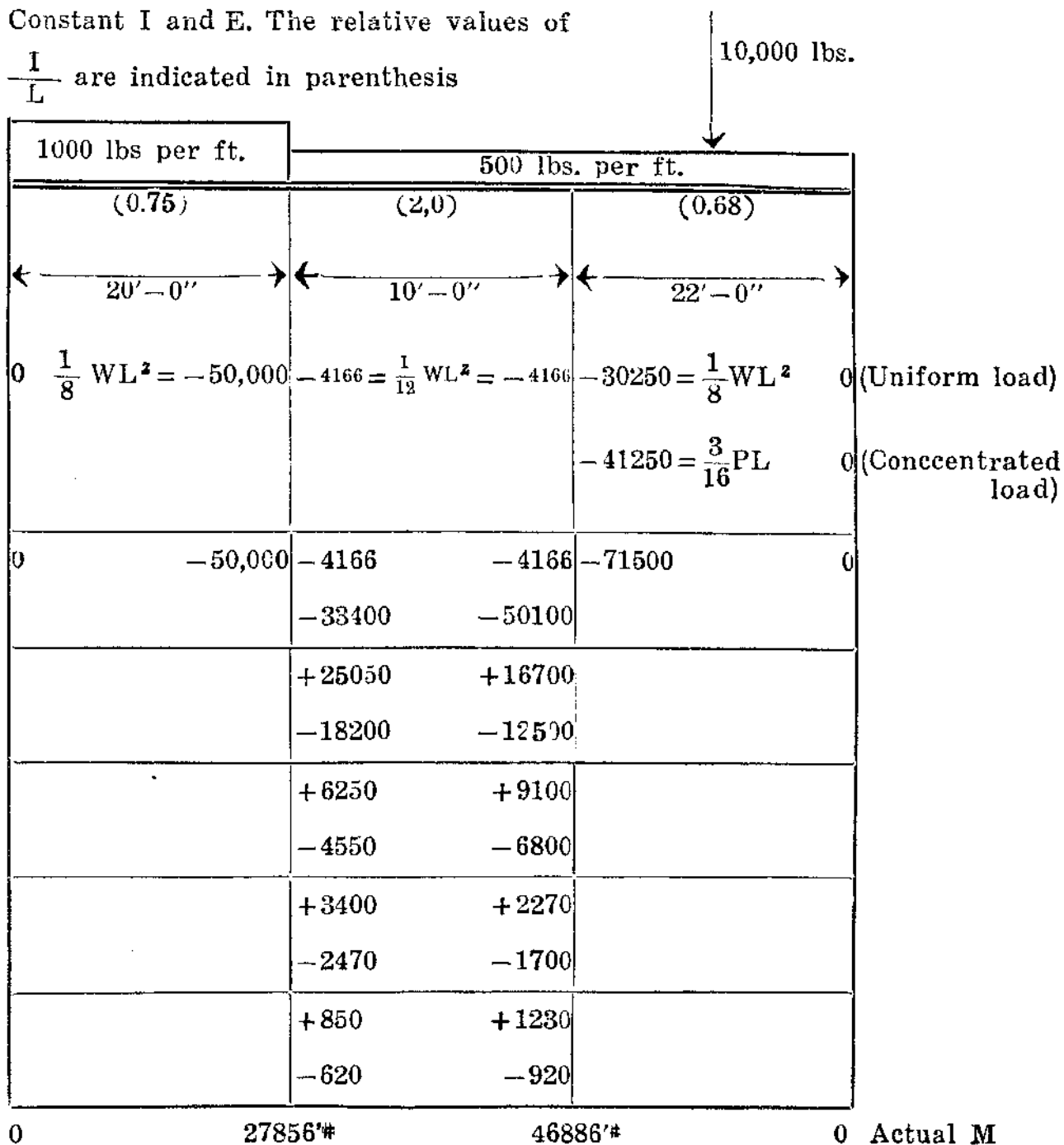


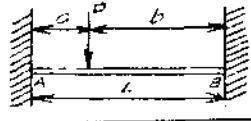

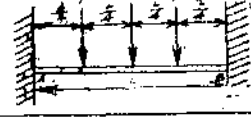


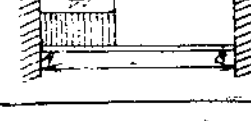
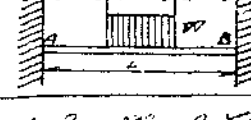



Fig.3 Three spans. Ends free

Table I Equations of Fixed-End Moments

| Loading Condition   | $M_A$                                   | $M_B$                              | Fixed at A<br>Hinged at B<br>$M_A$       | Fixed at B<br>Hinged at A<br>$M_B$ |
|---|---|------------------------------------|--|------------------------------------|
|    | $\frac{1}{8}PL$                         | $\frac{1}{8}PL$                    | $\frac{3}{16}PL$                         | $\frac{3}{16}PL$                   |
|    | $\frac{1}{12}WL$                        | $\frac{1}{12}WL$                   | $\frac{1}{8}WL$                          | $\frac{1}{8}WL$                    |
|   | $\frac{Pab^2}{L^2}$                     | $\frac{Pba^2}{L^2}$                | $\frac{Pab}{2L^2}(L+b)$                  | $\frac{Pab}{2L^2}(L+a)$            |
|  | $\frac{2}{9}PL$                         | $\frac{2}{9}PL$                    | $\frac{1}{3}PL$                          | $\frac{1}{3}PL$                    |
|  | $\frac{5}{16}PL$                        | $\frac{5}{16}PL$                   | $\frac{15}{32}PL$                        | $\frac{15}{32}PL$                  |
|  | $\frac{1}{10}WL$                        | $\frac{1}{15}WL$                   | $\frac{2}{15}WL$                         | $\frac{7}{60}WL$                   |
|  | $\frac{Wn}{30L^2} (3n^2 - 8nL + 10L^2)$ | $\frac{Wn}{30L^2} (5L - 3n)$       | $\frac{Wn}{60L^2} (3n^2 - 15nL + 20L^2)$ | $\frac{Wn}{60L^2} (10L^2 - 3n^2)$  |
|  | $\frac{Wn}{12L^2} (3n^2 - 8nL + 6L^2)$  | $\frac{Wn}{12L^2} (4L - 3n)$       | $\frac{Wn}{8L^2} (2L - n)^2$             | $\frac{Wn}{8L^2} (2L^2 - n^2)$     |
|  | $\frac{W}{12L} (L^2 + 2nL - 2n^2)$      | $\frac{W}{12L} (L^2 + 2Ln - 2n^2)$ | $\frac{W}{8L} (L^2 + 2nL - 2n^2)$        | $\frac{W}{8L} (L^2 + 2nL - 2n^2)$  |
|  | $\frac{Wn}{12L} (3L - 2n)$              | $\frac{Wn}{12L} (3L - 2n)$         | $\frac{Wn}{8L} (3L - 2n)$                | $\frac{Wn}{8L} (3L - 2n)$          |



## 混凝土柱子新公式的需要

金學洪 李宗綱 譯述

原著: Herbert J. Gilkey and Warren Reader From Civil Engineering volume 1, Number 10 July 1931

用鋼筋混凝土來做柱子, 在這十五年來, 有二點已經引起了一般工程家特別的注意: 第一點, 是乾後之收縮 (Shrinkage, when drying); 第二點是受載重後形體之改變 (flow Under Sustained load) 這二點經過了利哈大學與伊利諾大學續漸的試驗, 加以美國混凝土學會的保證使解決這二點, 已有一線曙光, 關於這兩點對於柱子內的鋼條應力, 其影響如何, 近年來亦已得了不少的報告。

格拉夫氏 (Otto Graf) 於 1921 年, 曾在德國工程學會會刊第五十六卷, 發表他六年中所試驗的混凝土與鋼筋混凝土, 收縮不同的結果, 格氏所試驗的樣品, 為二十公分見方, 一公尺長, 經六年的觀察, 格氏謂混凝土所做成的, 一共縮去 0.512 公厘, 倘用 3.16 平方公分的鋼條放入時, 則僅縮 0.225 公厘, 這是很顯著的, 是因為有了鋼條的緣故, 這種現象, 是能使鋼條支受壓力, 混凝土承受拉力, 且所構成的總壓力和總拉力, 係互成平衡。

伊利諾大學在 1921 年, 發表他們所研究的鋼筋混凝土, 因收縮而生應力的結果, 該校曾做了三種含鋼不同成分的  $6'' \times 6'' \times 24''$  柱子, 以作試驗, 其中混凝土之成分為 1:2:4, 而含鋼則為: (1)  $4 - \frac{1}{4}'' \phi$  即  $p = 0.5\%$  (2)  $4 - \frac{3}{8}'' \phi$  即  $p = 1.23\%$  (3)  $4 - \frac{1}{2}'' \phi$  即  $p = 2.18\%$  此等試驗品, 在九十九天之內, 其濕度乃從 40% 到 80%, 在該時期間, 鋼之抗壓力, 與混凝土之抗壓力, 同時增加, 他們得到的結果, 含鋼成分最少的, 鋼的應力每平方吋竟達 18000 磅, 而鋼的成分最多的, 混凝土所受的拉力每平方吋為 250 磅。

從這樣看來，僅爲了混凝土的收縮，鋼已超出了所計劃的應力，若將載重加上，則鋼條所受的壓力要增加，而混凝土所受的拉力，反見減少。至於其中的關係，要視鋼條成分之多寡而定，鋼愈多，牠所受的應力愈小，鋼愈少，牠所受的應力愈大。

形體之改變，也能增加鋼條在柱子內的壓力，

近來丹氏 (R. E. Davis 和 H. E. Davis) 在美國混凝土學會 1931 年三月份的會刊上發表：混凝土與鋼筋混凝土，對於收縮和形體改變的影響，這個試驗歷十八月之久，所有結果如下：

| 應力      | 磅/平方寸  |
|---------|--------|
| 關於載重的   | 5,700  |
| 關於形體改變的 | 11,400 |
| 關於收縮的   | 13,200 |
| 合計      | 30,300 |

照以上情形，關於後面二種的應力，要比由載重而發生的應力大四倍，差不多等於生損點的四分之三，或是超過所計劃的可充應力的二倍。

形體改變與收縮，在鋼筋混凝土柱子內所造成的結果。使外來的載重，都壓在鋼條上，我們曉得鋼未到生損點的時候，其變形，有一定的比例，就是  $\frac{\text{應力}}{\text{強性係數}}$ ，但是混凝土有移形的關係，情形就有不同了，所以當載重加上的時候，混凝土便瞬息不停的會發生變形，此時混凝土雖未續加重量，但已足使牠逐漸的損壞下去，因此，由於鋼尚在健全，而混凝土漸次損壞，遂使鋼所受的力，絡續增加：直至鋼條也到了生損點的時候。則鋼條也起移形的變化，不過假使鋼的移形變率大而混凝土的變率小時，則鋼遂不再負擔此時所增加的力，至於混凝土雖已不受載重，但至此情形，亦不得承受其一部份之壓力。

照上面的種種現象看來，就引起了許多問題：

- (1) 假使鋼已到生損點之後，柱子所能承受的載重，究有多少？
- (2) 柱內的鋼，已到生損點，鋼條是否就要損壞？或是另有別種情形，使柱子不能安全。
- (3) 是否混凝土或混凝土與纏鐵的硬度，能夠支撐已過生損點的鋼條，使柱子得能安全。
- (4) 我們普通所用的柱子公式為： $p=f_c A [1-(n-1)p]$  這個公式是根據鋼與混凝土所受力為  $n$  比之假設而來，在柱子沒有受到收縮和形體改變的時候，尚能符合，但是當柱子完成之後，此種現象，立即發生，而使混凝土的應力減少，鋼的應力增大，牠們所受的力為  $n$  比之原則，乃不能存在，我們當用怎樣一個公式，纔適合于此種情形呢？

因此種種難題，使大家去注意和研究，作者由湯沫氏(W. H. Thoman)之幫助，曾做成了三種大小不同的試驗品：

(1) 6"×12" 圓柱，其中有些圓柱，是放有一條  $\frac{1}{2}$ " 方的鉄條，在柱之中心，（一部份係加用纏鉄）有些是放有六條  $\frac{1}{2}$ " 方的鉄條，在柱的周圍，並以纏鉄纏固之，

(2) 3"×6" 圓柱，其中有用一條半吋方的鋼條者二種，一為加用纏鉄，另一則否；又同一大小的柱，有用六條  $\frac{1}{2}$ " 圓鋼條 ( $p=8\%$ )，亦有用十二條  $\frac{1}{4}$ " 圓鋼條 ( $p=4\%$ ) 二者均以纏鉄纏固之。

(3) 3"×24" 圓柱，所放鋼條，與(2)同

鋼條的兩端，都磨光。其中除了 6"×12" 圓柱試驗品，其鋼條與混凝土底平外，其餘的，柱內鋼條，都比柱子本身要長，有些鋼條上面塗了油，或用油紙色裹，藉以阻止牠們中間的黏力，有些試驗品，則僅為混凝土，有些則加用纏鉄。

他們試驗時，係分三個時期觀察：(1)當鋼到了生損點的時期，(2)當

試驗品到了生損點的時期，(3)破壞以後。

現在且把他的結果敘述一下：

(1) 當鋼條的應力到了生損點的時候，凡有纏鉄的試驗品，仍是一點也沒有毛病，就是把凸出在外面的鋼條壓入，破裂也很少。不過 6"×12" 圓柱，則到了損壞的時候，其周圍是有些裂痕，至於合於柱子實際情形的 3"×24" 圓柱，那是一點也沒有裂痕發現。

(2) 關於 6"×12" 圓柱，其鋼條曾經塗油而兩端平的柱子，當抽到了破壞的時候，也並無裂痕發現。這種現象，或者是由於混凝土受不到凸出在外的鋼壓入于混凝土中影響，故所有同類的圓柱，即鋼條曾經塗油，總比沒有塗油的，要能多承受一點的載重。

(3) 在 3"×24" 試驗品中，加有 4% 的縱鋼筋與 1.4% 的纏鉄圓柱（根據美國混凝土學會的公式，能載重 11600 磅）經試驗結果，其生損點達 13000 磅，而最大強度，一為 37,400 磅，一為 40,800 磅，這種數值，差不多要大于 3"×24" 混凝土柱的最大強度加上鋼的生損點強度，且其周圍並無裂痕發生。

(4) 沒有用纏鉄的試驗品，當鋼一到生損點的時候，圓柱就會發生縱長的裂痕。

這許多試驗所得的結果，可知道除了柱內加有適當的纏鉄外，只要鋼一到生損點，柱子立刻就發現破裂，其裂痕，至少也有三吋多，且任何柱子，均有此種破裂之情形，即簡單箍鉄柱，亦是如此。

因此，倘放有適當纏鉄的柱子，即使鋼已到了生損點，可是仍沒有危險；關於 3"×24" 圓柱，其直徑與長之比為 1:8，柱內放有 4% 縱鋼筋及 1.4% 纏鉄，其載重雖加到鋼的生損點，但與其最大載重較之，祇及三分之一，故載重就是到了生損點時，而柱子的安全係數仍有三。

從上面的試驗，可知纏鉄為柱子內的重要要素。纏鉄可以保護混疑

土的硬度，不使鋼條屈曲；同時亦能使混凝土自己，不會發生多大的裂痕，即使發生，則混凝土亦不至于倒塌。

從上面所說，關於收縮和形體改變的現象，我們可以明瞭，以前所依照鋼條與混凝土的應力比為  $n$ ，而得的公式，已覺沒有理由。在柱子初成時，此公式，或能適合，不過倘使受了收縮和移形影響以後，則  $n$  乃不能成立，因為在混凝土移形的時候，我們沒有方法，可以決定  $n$  之值，在收縮的時候，其所受的應力，一為拉力，一為壓力，又不能一樣。故在試驗品中，將鋼條塗油，使兩種物質，所受的作用，無連帶的關係，而能明白的顯示出來，這種現象，又似乎是兩者間，無黏力，而各自受力的作用時，其最後結果反優。

現在我們需要一個根據理論而又合實際情形的公式，這個公式，其二者，有效強度，須無連帶關係，可是混凝土與鋼條，須由纏鐵而定之，有適當的纏鐵，在發現破裂前，可以達到其有效強度；且其最大強度，大概是鋼的生損點強度與混凝土的最大強度之和。

結構工程家，大家都承認，最近將有最新的公式，那個公式一定與鋼的生損點強度及混凝土的最大強度，有極大的關係，至于纏鐵與縱鋼筋應成什麼比例，在這幾個試驗中，尚未注意到

試驗中所得到的重要幾點：

- (1) 簡單箍鐵柱，只要鋼到生損點時，就要裂開。
- (2) 有適當纏鐵的柱子，鋼到生損點時，仍無危險。
- (3) 假使鋼的兩端，無損壞時，則在纏固柱中，其鋼條與混凝土的黏力，不大重要。
- (4) 在鋼筋混凝土柱中的彈性係數， $n$ ，完全無用。

#### 中英文對照

tied column 簡單箍鐵柱

yield point 生損點

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| Spiral column 纏固柱              | flow 移形                |
| shrinkage 收縮                   | factor of safety 安全係數  |
| longitudinal reinforcement 縱鋼筋 | ultimate strength 最大強度 |
| spiral reinforcement 纏鐵筋       |                        |
| bond 黏力                        |                        |
| Modulus of elasticity 彈性係數     |                        |
| effective strength 有效強度        |                        |
| stiffening 硬度                  |                        |

### 世界最大之水力發電廠

綱

現今世界水力發電廠之最大者為俄國之尼坡水力發電廠(Dnieper Hydro-electric Plant), 該廠已於去年竣工, 並於七月間開始發電, 其發電力為 756,000 馬力, 係利用尼坡河之水力以混凝土築成之, 拱式重力堰堤, 可得最大落差 37.5 公尺, 其堰堤之長達 750 公尺, 所用水車有九座, 均係美國 G. E. Co. 出品, 每機可出 92,000 馬力。(日本電氣學會年報)

## 先非而特城之給水工程

### —愛或籐山谷中之新工程—

(The Engineer, page 124, Jan., 31, 1930.1)

翁天麟譯

緒言

鮑落姆海特<sup>1</sup>與麻阿好而<sup>2</sup>之二蓄水池,及先非而特<sup>3</sup>公社給水部在愛或籐<sup>4</sup>山谷中經營數年之各種工程,至去年十月十一日始由衛生部長<sup>5</sup>正式付於實用,在 1888 年先非而特給水公司歸公社所直轄,在是年之二十年前此公司得國會之許可,其建築之工程如下:

(1) 建築愛或籐山谷中之鮑落姆海特及麻阿好而二蓄水池。——位於勞克斯雷<sup>6</sup>山谷之北。

(2) 淮特斯雷之預備蓄水池<sup>7</sup>

此項工程開工甚早,而至去年始竣工。其遲延之原因有四:

- a. 在 1870 年,制定用水規則,以妨濫用,經政府之力助,結果用水過度者可得檢查而取締之。因此欲減少費用水量之故,致水池之建造因之而展延。
- b. 歷數年後,水源仍能供給城市之需,如最初購地時相等,因之建堤之工程復加遲延。
- c. 因 1895 年朋斯雷<sup>8</sup>公社上書國會要求管轄立得而堂<sup>9</sup>水域<sup>10</sup>,但先非而特城視此區域屬於自己範圍,並可應擴充之需求,故準備提出抗議。是時朋斯雷已得上議院之通過,方下議院接收此案時,國會已

1. Broomhead.

2. More Hall.

3. Sheffield.

4. Ewden Vally.

5. Rt. Hon. Arhur Greenwood.

6. Loxley Valley.

7. Service reservoir at Wadsley.

8. Barnsley.

9. Little Don.

10. Watershed.

解散。在第二次會議中，先非而特城提出辯駁，結果明斯雷得收容海爾<sup>1</sup>溪中之水量，而先非而特得管轄立得而堂山谷水域之權，並得于彼處建造來恩珊脫<sup>2</sup>及恩特引恩克<sup>3</sup>二蓄水池。同時先非而特公社須自來恩珊脫蓄水池，供給落實哈姆<sup>4</sup>，與堂開斯脫<sup>5</sup>二公社每日2,600,000加倫之水量，所以立得而堂山谷種種工作之必先經營，因之鮑落姆海特及麻阿好而二蓄水池之工程遂又擱置。

- d. 又數年後，有建造給水工程于特溫脫<sup>6</sup>與哀曉潑<sup>7</sup>山谷中之提議。在1899年，經國會長時間之討論以及先非而特給水部總管<sup>8</sup>亦頗熱烈贊助，於是特溫脫山谷給水會成立矣。是會為特備<sup>9</sup>府之鮑落州<sup>10</sup>，立雪斯脫<sup>11</sup>，騰汀海姆<sup>12</sup>，先非而特各城及特備府之州議會各代表所組織。1899年經特溫脫山谷給水會之第八十九次工程會議，須開始建造特溫脫山谷之給水裝置，每日至少須能供給一千二百萬加倫之水量，但先非而特城無論用水與否，須負擔總費之百分之二十五。此外先非而特城又須負擔隧道之建築費——立佛冷<sup>13</sup>隧道，計長四又三分之一哩——以完成此區域給水之工程，因欲避免二費之並用及公費之浪廢，所以愛或騰山谷之工程又經遷延。

雖然，為應發展之需要，在1913年，鮑落姆海特及麻阿好而二蓄水池終于開始建造，斯時戰爭開始，不獨工作為之延遲，即物價亦因之提高。給水董事會決定由駐監工程師監視僱工開始工作，此工程師對於設計及建築須負完全責任，再有一顧問工程師，其責任在審查各種設計及計劃，並視察工

1. Hagg Brock.

2. Langsett.

3. Underbank.

4. Rotherham.

5. Doncaster.

6. Derwent Valley.

7. Ashop Valley.

8. William Terry.

9. Derbyshire.

10. Borough County.

11. Leicester.

12. Nottingham.

13. Rivelin.



作之進行,及指導報告等事,此二蓄水池爲考林克來爾<sup>1</sup>所設計,當建築時彼並監視工作,惜彼未目睹工程之完竣,已去世于去年九月十一日,而新建設不久即已供諸實用也。顧問工程師爲回四脫密納斯脫<sup>2</sup>城之梯海或克斯雷<sup>3</sup>君與西海或克斯雷<sup>4</sup>君所任,此項工程共用人四百至五百,爲時共十年。

二蓄水池之工程及其情形。

先非而特城給水水源之二新蓄水池以及另外之積水區域,其位置所

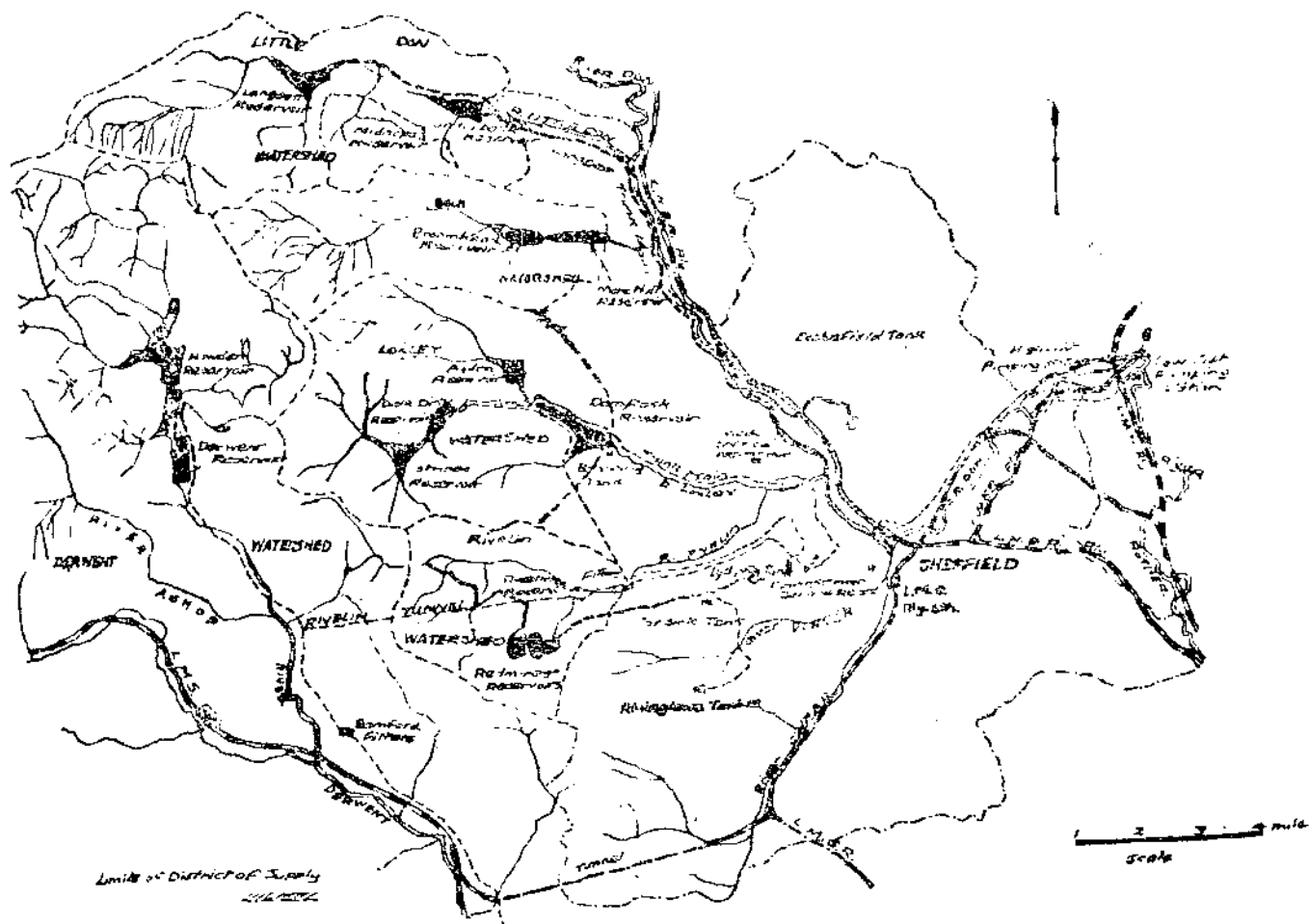


FIG. 1. MAP SHOWING SOURCES OF THE WATER SUPPLY OF SHEFFIELD

1. Mr. Colin Clegg M. Inst. C. E.  
2. Westminster.

3. T. Howksley.  
4. C. Hawksley.

在可參觀前頁之附圖一。而二新蓄水池之相互位置如圖二所示,其容納之流水集諸六千四百九十六畝之瀉水面<sup>1</sup>,每日平均可得用水 7,249,536 加侖,但餘每天 2,629,373 加侖之水量作為賠補愛或籐小川<sup>2</sup>外,其餘每日 4,620,000 加侖之水量作為城內及此區域內之用。

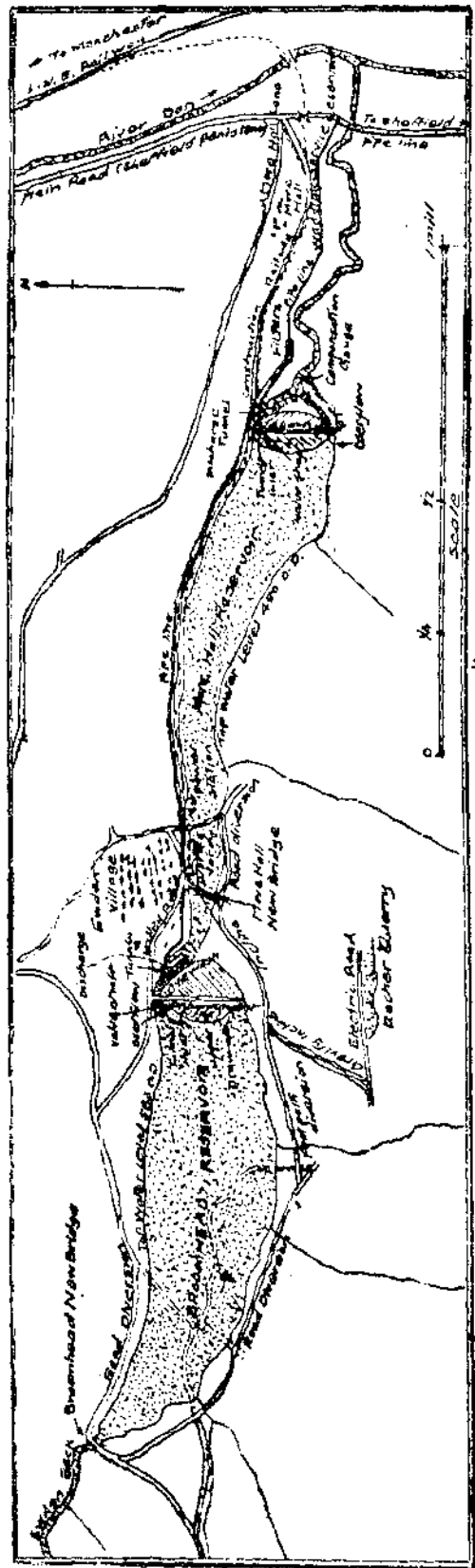
二蓄水池之池基大部為泥沙<sup>3</sup>所構成,而其上下綿延占地甚廣,此等磨石與砂礫層中之砂泥佔立佛冷,或雀四完斯<sup>4</sup>砂礫之上部以及中層砂礫之下部。綜觀之其岩石之傾斜係自西南至東北橫貫山谷成 10° 之斜度,山谷中之崩陷土壤記載于地質檢查圖中,此種土壤從發掘中得來,遇必要時則須移去之。鮑落姆海特與麻阿好而二蓄水池之底脚皆須掘至超過預算之深度,因發掘時發現底下地層曾經移動之痕跡也。

其二蓄水池之構造及其工程分述之如下:

【A】鮑落姆海特蓄水池。

1. 此蓄水池之堤堰斷面如圖三。
2. 水泥溝之構造。

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. Drainage area. | 3. Shales.     |
| 2. Ewden Beck.    | 4. ChatsWorth. |



圖二 鮑落姆海特及麻阿好而二蓄水池之平面圖

- a. 溝長一千一百四十八呎。
  - b. 最大深度爲一百五十八呎。
  - c. 平均深度爲一百二十呎。
  - d. 溝底闊六呎。(下部同闊)
  - e. 溝頂闊一十二呎。(上部同闊)
  - f. 溝中實以三萬三千立方碼混凝土。
3. 在掘發時,常有多量之水流入,每日約 2,500,000 伽倫,必須用抽水機打去之。
4. 泥土牆之構造:
- a. 牆底寬二十四呎。
  - b. 牆頂寬六呎。
  - c. 全牆所用泥土須四萬一千立方碼。
  - d. 牆基低于地面數尺,建于水泥之溝頂上。
  - e. 須建至堤堰之頂部,作爲不透水之堤心。
  - f. 其堤心牆,牆面之斜度爲一三之比例<sup>1</sup>。
5. 尖形牆<sup>2</sup>之構造及其功用。
- a. 其功用爲保護堤心牆。
  - b. 牆身之材料須用擇物料<sup>3</sup>。
  - c. 外牆面之斜度爲一四之比例<sup>4</sup>。
6. 上流<sup>5</sup>部之堤身構造。
- a. 堤脚端砌以碎石,寬七十呎。
  - b. 堤身上流部斜度爲三比一。
  - c. 全部自頂至脚皆護于碎石。

1. 1 To 3.

2. Tapering Wall

3. Selected Filling

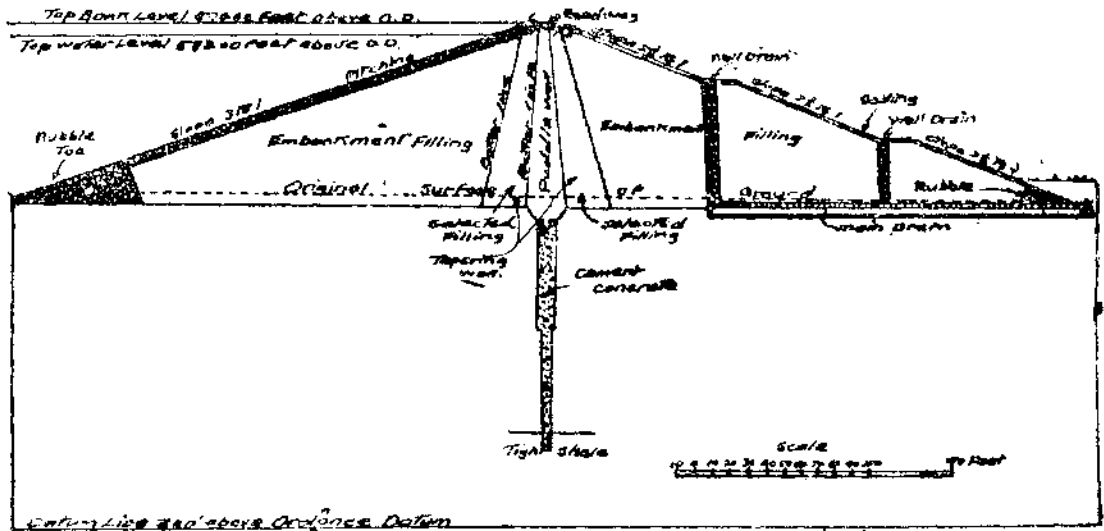
4. 1 To 4.

5. upper Stream.

7. 下流<sup>1</sup>部之堤身構造。

- a. 堤脚端砌二十五呎之碎石。
- b. 中建二道垂直之瀉水牆,下接于底部之總排水管。
- c. 此牆之功用即能分全身之斜面為三級,使瀉水不致自頂至末,冲損堤身。
- d. 每級之斜度為1比2 $\frac{1}{2}$ ,比之自頂直下之斜度為平,因之水流之加速度亦減低不少。

8. 堤頂之設置。



圖三 龍溪河堤身之剖面

- a. 頂上平行堤身築一十五呎寬之道路,以利交通。
- b. 傍蓄水池之路邊建一短牆,一防池水浸入,二增加安全。

9. 隧道之建築。

- a. 此隧道穿掘于南面山邊之岩石中。
- b. 此隧道用以導水至池外,而在建築時則用以導河水。
- c. 道身全長為一千一百呎。
- d. 斷面為馬蹄形,寬十二呎,高10呎。

1. down stream.

- e. 用人工開掘,全身皆以混凝土填堅,道面砌磚。
- f. 在上流處接一塞門井<sup>1</sup>,此塞門即一混凝土之水閘也,長十七呎有半,而在下流面則鑲有呎半之鑄鐵板以護之。
- g. 經此塞則接于一 54 吋至 36 吋之尖形出水管。

#### 10. 塞門井之設置.

- a. 此井深穿于山邊,約在導水隧道之中部,曾經長時之發掘,粉拭,以及蔭架之工程。
- b. 井深一百呎,直徑為二十呎,
- c. 全井砌磚。

#### 11. 瀉水道<sup>2</sup>之位置.

瀉水道築于蓄水池之南端水頂線<sup>3</sup>上,全長二百呎,專供放瀉洪水之用。此道之水下瀉入支水道<sup>3</sup>。

#### 12. 支水道.<sup>3</sup>

支水道係四十八級灣石弧所成,寬五十呎,用一小橋近接于瀉水道。

#### 13. 堤身之建築.

- a. 堤全長一千呎,底寬五百九十四呎,高一百零四呎。
- b. 全身須土工 686,000 立方碼,碎石 230,000 立方呎。

鮑落姆海特水池共占瀉水面五千四百二十七畝,如滿時池水面積為一百二十三畝,容量為 1,142,000,000 咖倫。頂水面高于 O. D.<sup>5</sup> 五百八十三呎,堤頂高于 O. D. 五百九十呎,蓄水池最深處為九十三呎。

#### 【B】麻阿好而蓄水池

1. Valve shaft  
2. Spill way  
3. Top water line

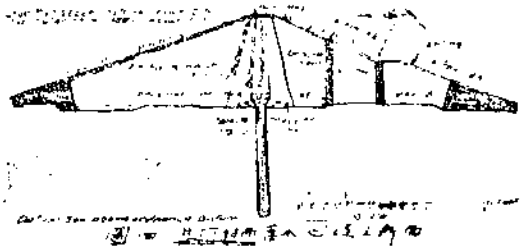
4. Bye wash.  
5. Ordnance Datum.

1. 此蓄水池堤堰之斷面如下圖。

2. 水泥溝之構造。

a. 溝長一千零二十九呎,寬自頂至脚皆六呎,最大深度為一百零三呎,平均深度為八十呎。

b. 全溝實以水泥,共費一萬九千立方碼。



3. 泥土牆之構造。

全牆皆上狹下寬,底寬十七呎,頂寬六呎,共須泥土二萬零五百立方碼。

4. 上流部之堤身與鮑落姆海特堤同。

5. 下流部之堤身共分二級,間以二垂直之瀉水壩。

第一級斜度為  $2\frac{1}{2}$  比 1, 第二級則為  $2\frac{3}{4}$  比 1, 堤脚端築一較寬之碎石趾,用以堅固底脚。

6. 隧道之構造與鮑落姆海特相同,惟下斜度較大,道身直穿山谷南方之岩石。道長七百六十一呎,斷面積為  $(12' \times 10')$  一百廿方呎。

7. 塞門井深八十呎,直徑十四呎,以混凝土築成,全井分五層,各層以扶梯運通之。

8. 瀉水道長二百六十呎餘與鮑落姆海特同。

9. 支水道長七百呎,寬五十八呎。

10. 堤身全長八百二十呎,底寬四百六十二呎,堤頂高出河面八十呎,共需材料 354,000 立方碼,碎石 176,000 立方呎。

麻阿好而蓄水池共占瀉水面一千零六十九畝,全池水滿時占面積六五畝,容量為 476,000,000 咖噏,頂水面高于 O. D. 四百八十呎,最深處為七三呎。此池之下流堤脚下又建一水蕩,用以積蓄賠補及洪水之水量,然後再送入河道。

因欲知放下之賠補水量,所以在堤脚外置一自轉之測量器此器為一長方刻度之量器,水流經過此器能自動記載。

濾水器之構造及其裝置。

鮑落姆海特蓄水池之出水須經一 140 呎長及 71 呎闊之石屋,此屋為裴得生建築公司<sup>1</sup>所造,屋內光線皆由頂面穿入,內部則裝有一排三十二個壓力濾水器,每個濾水器直徑為八呎,濾水面一百六十方呎,此種設置每日能濾清 4,000,000 加倫,但此屋頗廣足能添置濾水器二十四座,因此每日最高量能濾 7,000,000 加倫。其他又有一種裝置,全賴蓄水池來水之流動力,帶動水車輪,使之發動配合化學物之抽水機,與藥箱內之攪拌器。

其抽水機能注入相當量之凝結物 (Coagulant), 于未製之水中,此機裝在未製水水管與濾水器石屋之中途。此種工作是用水輪所發動之突進抽水機,而在總管內又設一凡缺立測器<sup>2</sup>使其繼續記載經過濾水器之流量。其濾水之設置之程序如下圖。

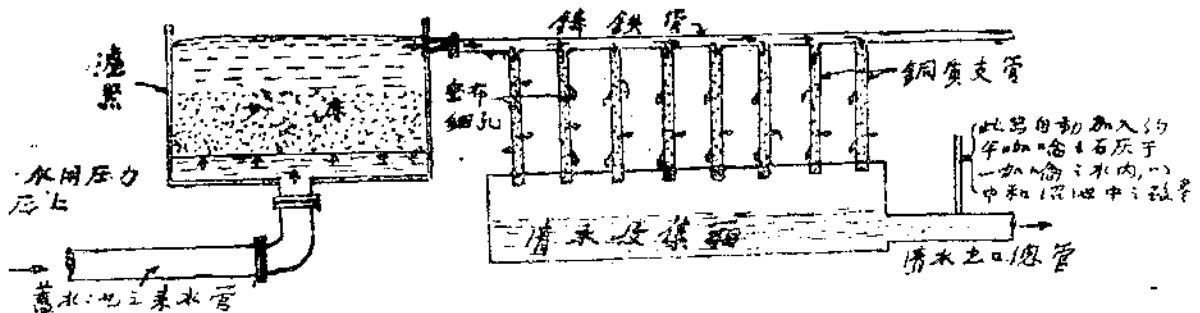


圖 五

濾清之水以 36 吋徑之幹管導出,管長七哩半,一部份則注入蒙興預備蓄水池<sup>3</sup>,另一部則導入魏特斯雷<sup>4</sup>蓄水池,此項工程亦新近所成者也。然後再從此三池導至較底之區域。

輸運與石料

- |                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1. Paterson Engineering Company, Ltd. | 4. Wadsley                |
| 2. Venturimeter.                      | 5. North-Eastern Railway. |
| 3. Moonshine Service Reservoir        |                           |

因輸運之須要,特建一標準軌之鐵道,在倫敦與東北線<sup>1)</sup>中間之黃根克立夫森林<sup>2)</sup>,全路長二哩又半。

石料皆用于砌工及混凝土中,取之于山谷南之落雀<sup>3)</sup>鑿石區,其輸運方法皆利用斜度及地心力。

### 模範村之建設

1. 房屋——全村之房屋共分二種,一種供給有家室之人,內分坐落室一間,爐房一間,臥室三間。一種供給寄宿者之用,每宅住十三人,內分臥室十三間,中央總飯廳一間,坐落室一間以及門房與其眷屬之臥室一間,外有花園,全屋皆裝電燈,並備有洗澡室及廁所等。
2. 發電所——全村之用電皆賴于發電所,內裝有440/500伏脫之直流機,此機為一汽油機所發動。
3. 另種建設——禮拜堂一幢,作公共用之大屋 85'×28' 一座,病院一座,酒樓一間及販賣場一所,極完美之救火隊管理防火機,此機置于直貫全村之幹路間。

### 鮑落姆海特之塞門井

1. 井深一百呎,共分六層,每層載于鑄鐵之梁上,上蓋透水之鑄鐵板。
2. 每層連于熟鐵之扶梯,梯皆雙道<sup>3)</sup>,地板上留一空地作為上下物件通道,四週以熟鐵欄圍之。
3. 井底置有二個三十六吋徑並豎之塞門,直接于54"至36"徑之尖形管上(如前述)經一閘則通至蓄水池之出水溝,第二個36"徑塞門之外緣釘於一伸縮節頭之丁字管,此便於拆換及修理塞門之用也。
4. 此伸縮之節頭中實以砲銅(90%銅與10%錫之合金)鑲在填充箱之底以及砲銅之覆蓋上。

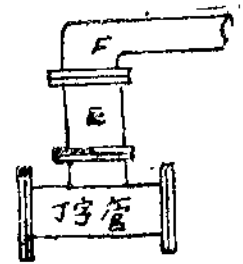
1. Wharncliffe Woods.

2. Rocher.

3. double rungs.

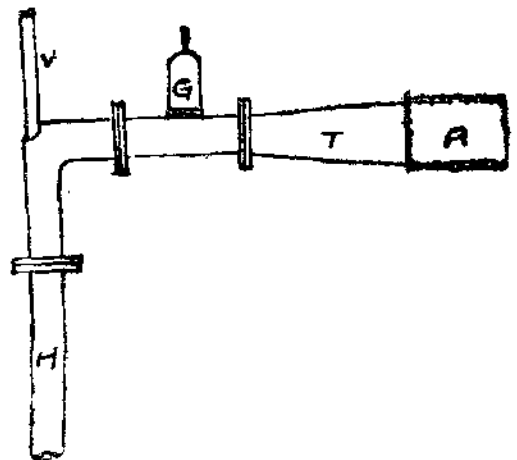


5. 如外面二 36" 之塞門完全關閉,則節頭上之底壓力皆為安全螺釘所負載。
6. 在丁字管之另端則連于第三個並豎之 36" 塞門,在需要時其水流得能直接通過三個塞門,經放水隧道瀉至 麻阿好而 蓄水池。
7. 假設如此放出,則水必經一 36" 徑之消散管,此管釘于第三個 36" 塞門之外緣上,此管有一作用能消失水力,使其流入隧道內成為小枝,不致損及鑲填以及粉拭之物質。
8. 丁字管另端接一 30" 豎立之塞門E,外再接一直直灣之 30" 管 F,此管通濾水器,中有自動活塞。
9. 在丁字管之頂端置一 12" 之彈簧負重之開放塞門<sup>1</sup>,其功用假使在出水管塞門忽然關閉時,則因水流之沖擊發生一極強之壓力,可頂起彈簧而瀉入隧道內。
10. 在彈簧開放塞門之下部裝一 12" 之水塞,流水必先經此塞,則功用在當彈簧塞門經修理時,得閉其水塞,不致有害工作。



以上所述皆低于水面 91' 之井底裝置工程,下面再述一二端關於高 60' 之裝置。

11. 此處用一 3" 之塞門釘 (G) 釘于一尖斜管 (T) 上,後端接于磚砌之長方水道通于蓄水池。塞門之另端接一灣管,在灣上連一上向約高于池水面之通風管,灣管再下接于 33" 徑之直立管 H, H 管直至井底,用一 30" 之活塞接至



1. Spring-loaded relief Valve.

30' 徑之下管通至濾水器。

以上種種導管及各個塞門，皆得隨意啓閉，其通道如：

(1) 井底設置之通道。

- a. 瀉水直接或間接經水道而入麻阿好而蓄水池。
- b. 放水至濾水器。
- c. 同時流隧道及濾水器。

(2) 60' 處設置之通道。

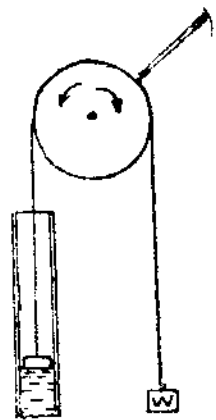
- a. 瀉至隧道或濾水器，或同時並流。

塞門之構造。

塞門皆用平行面式 1，其青銅滑動塞連于鋼質之起塞桿，塞門之啓閉皆賴井頂層之各個絞盤，絞盤輪爲砲銅所製，上置木柄以轉之，頂層全部重量載于二 20"×7½" 之桁及鑄鐵之橫梁上。板用 1" 厚之透光物質所製成。

水平記戴器之構造

此器每圖能記戴七日之數字，準確度爲  $\frac{1}{8}$ ，記戴數以一格表 1 呎。此器構造一部如鐘表，用一操縱機及木柄倒懸一極重之鐘擺以記時，另一部爲記池水高下之用，以一 12" 徑之開口管，直立至井底用一 1" 徑之銅管接于 36" 之塞門適于池水之出水管。所以開口管中之水面，即等于池水之水平面。於是置一浮質物于管內上繫一繩圍于一可轉之圓柱上，繩之他端懸一重物，使之上下靈便也。所以池水之乾滿，使浮物上下，因重物攙制關係，圓柱亦因之而轉動，而柱面包一記水平圖格，並連鉛筆，如此裝置，則時數得同時並記也。



全部工程之費用至 1929 年三月三十一日止共 1,750,365 金磅

## 解三四次方程式

王德光譯

(By F. T. Llewellyn, Engineering News' Record, August 14, 1930)

三四次方程式，於結構設計中，不常見之。但遇此等方程式時，務須正確解之，不可以貿然視之也。一般工程師，僉謂實際上三四次方程式之根，以摸索法 trial method 求之，較任何直接法 direct method 為便利，然此節之目的，為表明直接法，更可寫成一尤切實用之形式。

晚近作者解該種方程式，嘗感應用一般式之困苦，然亦覺通常摸索法之不適用，便將困難所在之原因分析之，然後改變其形式，定出規例 academic rule，就作者個人之經驗，是項規例，大有利于應用。結構問題中所遇之方程式，其係數甚為錯綜，往往不能以學校例題相應付。矧各教本所舉之普通方法，係根據卡屯氏之二項消去，因其列成式子，徒示最初淵源，而不涉及直接應用，遂嫌簡而不明。其他關於直接方法，應用上之缺點，即未能確定逐步正確，而使其所得結果，一如所需要者，再則摸索法，每有揣測失當之慨，例如作者近來設計旋轉橋梁之機件時，輒相需解四次方程式，用摸索法，曾得一極近適于實用之單一值，而應用教本內方法，可獲兩個正實根 positive real roots，一根近於摸索值 trial value，而他根為摸索值二十分之一，以兩根相差如許之大，工程師可本過去之經驗，顯知此題擇小值摸索為不合理，摸索法可無問題，但若在未嘗經驗而無線索之題目，或兩根相近之題目中，即含糊莫審，在此情形一似適當而非適當之值，容或即以摸索法求得之值，其設計之結果，必太弱或太強，除非以他法校對之。

實際需要，並非欲一部分數學家作更進一步之探討，而為一簡單直接應用之方法，凡有基本數學之健全知識與習用表格者，即可得極正確之數值，作者欲本此旨，業已蒐集普通最適用之公式，整理其係數及正負號，排成

一組規例,能於極經濟時間,得以運用,凡推源端倪,與本題無關者,概行從略,此處所舉各規例,已使用於許多習題,計算時既可免選擇適當方法之猶豫,復可屏除解公式之疑難,其便利非他法足以比擬也。

### 實用於結構題目中之解三四次方程式規例

Rules for the solution of cubic and quartic equations arranged  
for practical use in structural problems.

#### A. 三次方程式

步驟 (steps)

1. 寫方程式為一般形如次:  $y^3 + 3Ay^2 + 3By + C = 0$
2. 將 A, B 及 C, 用題目中一般形之係數, 列成一表。
3. 用題目中一般形之係數, 定 q 與 r 之值, 即

$$q = (B - A^2) \text{ 及 } r = (\frac{1}{2} AB - \frac{1}{2} C - A^3)$$

4. 計算 q 與 r 之數值, 分別命為 +Q 與 +R, 不顧實在符號。
5. 依第七步, 擇其可應用之 I, II, III, 三種情形。
6. 依第八步計算 u 值, 然後依第九步計算 z 值。
7. 可應用情形
 

|                       | I   | II  | III     |
|-----------------------|-----|-----|---------|
| 倘 q 為                 | 負   | 負   | 正       |
| 及 $Q^{\frac{3}{2}}$ 為 | > R | < R | 兩者(any) |
8.  $R \div Q^{\frac{3}{2}} =$ 

|      |       |       |
|------|-------|-------|
| cosu | coshu | sinhu |
|------|-------|-------|
9.  $z = \frac{r}{R} Q^{\frac{1}{2}}$  乘以  $2\cos(\frac{1}{3u})$        $2\cosh(\frac{1}{3u})$        $2\sinh(\frac{1}{3u})$
10. 從次式求第一步方程式內 y 之三根
 
$$y_1 = Z - A; y_2 \text{ 或 } y_3 = -\frac{1}{2}(3A + y_1) \pm \sqrt{\frac{C}{y_1} + \frac{1}{4}(3A + y_1)^2}$$
11. 校對:  $y_1(y_2 + y_3) + y_2y_3 = 3B.$

#### B. 四次方程式

步驟

1. 寫方程式為一般形如次:  $x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$

2. 將 a, b, c 及 d 等值, 用題目中一般形之係數, 列成表格。

3. 計算  $\frac{1}{2}a$ ,  $\frac{1}{4}a^2 - b$ ,  $\frac{1}{3}b$  及 d 之數值, 類符號。

4. 用題目中一般形之係數, 定 q 與 r 之值, 即

$$q = \frac{1}{3}ac - \frac{1}{9}b^2 - \frac{4}{3}d \quad \text{及} \quad r = \left( \frac{1}{2}a^2d - \frac{1}{6}abc + \frac{1}{27}b^3 - \frac{4}{3}bd + \frac{1}{2}c^2 \right)$$

5. 如三次式之第四至第九步, 蟬聯而下, 於是  $y = z + \frac{1}{3}b$

6. 從次式求第一步方程式中 x 之四根。

$$x^2 + x \left( \frac{2}{3}a + \sqrt{\frac{1}{3}a^2 - b + y} \right) = -\frac{1}{3}y \pm \sqrt{\frac{1}{3}y^2 - d}$$

當  $\frac{1}{2}ay - c$  為負時, 用同根號

$\frac{1}{2}ay - c$  為正時, 用異符號

7. 校對  $x_1 x_2 x_3 x_4 = d$

注意: 符號差誤最易發現於三次式之第一至第三步; 及四次式之第一至第四步。關於該處, 必須重行校對, 實際上四次式須先將各項通分母, 使 q 與 r 化為極簡。

以上規例中各步驟, 不必逐步援用。例如有一羣三次方程式, 其中有一不求可得之根 self-evident, 在此情形, 需求根顯然能以三次式之第十步, 立

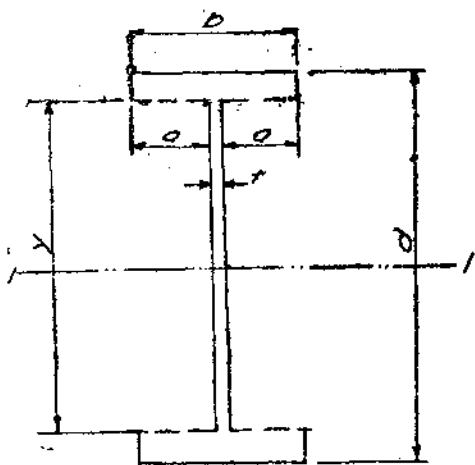
即求出, 而無須經第一至第九各步也。

例題

1. 解無已知根之三次方程式

第一圖即說明解無已知根之三次方程式

欲求一梁斷面(第一圖)  $\frac{I}{A}$  為最大之凸緣厚 thickness of the flange, 其餘已知尺寸如圖所示之 b, d 及 t。



第一圖

此處需求之凸緣厚 =  $\frac{1}{2}(d - y)$  令  $2a = b - t$  則全面積  $A = db - 2ya$

$$I_{1-1} = \frac{1}{12} (d^3b - 2y^3a) \qquad \frac{I_{1-1}}{A} = \frac{d^3b - 2y^3a}{12bd - 24ya}$$

當  $\frac{d}{dy} \left( \frac{I_{1-1}}{A} \right) = 0$  則  $\frac{I}{A}$  爲極大

即 
$$y^3 - \frac{3dby^2}{4a} + \frac{d^3b}{4a} = 0$$

應用三次式之規例,

$$A = -\frac{db}{4a}, \quad B = 0, \quad C = \frac{d^3b}{4a}$$

$$q = -\frac{d^2b^2}{16a^2} \dots\dots \text{負}, \quad r = \frac{d^3b^3}{64a^3} - \frac{d^3b}{8a}$$

若斷面之  $d=24, b=9.75, t=.405, 2a=9.315$

$$\frac{r}{R} = -1, \quad Q^{\frac{1}{2}} = \frac{db}{4a} = 12.52$$

$$A = -12.52, \quad c = 7,211.52$$

$$R \div Q^{\frac{3}{2}} = \frac{8a^2}{b^2} - 1 = .8373 < 1$$

故應用 I 情形即  $Q^{\frac{3}{2}} > R$

$$0.8373 = \cos u \qquad \therefore u = 0.579 \text{ radians}$$

$$\frac{1}{3u} = .193 \text{ radians} \qquad \therefore \cos \left( \frac{1}{3u} \right) = .98143$$

$$z = -1(12.52)(1.96286) = -24.576$$

$$y_1 = z - A = -24.576 - (-12.520) = -12.056$$

以此數代入三次式規例之第十步之二次式內

得  $y_2 = 28.96, y_3 = 20.65$

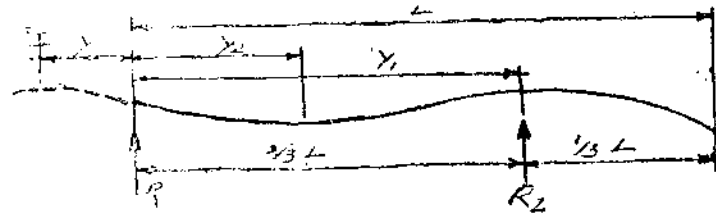
並以第十一步校對之爲  $-12.056 (28.96 + 20.65) + 28.96 \times 20.65 = 0$

或  $-599 + 599 = 0$ .  $y_3$  當爲需求值,此即表明凸緣厚爲

$$\frac{1}{2}(24 - 20.65) = 1.675 \text{ 者,能得最大之 } \frac{1}{A}.$$

2. 解有已知根三次方程式:

第二圖說明解有已知根之三次方程式



第二圖

一梁其長為  $L$  及二支柱為  $R_1$  與  $R_2$  如圖所示,荷有均勻載重 uniform load, 任何點之彎曲量,均位於從  $R_1$  至其切點之距離  $y$ , 此例之公式為

$$y^3 - \frac{3}{4} Ly^2 + \frac{1}{27} L = 0$$

此可以三次式解之,但已知有一切點位於  $R_2$ , 則步驟可省多矣。

即  $y_1 = \frac{2}{3}L$

代此式於三次式之第十步

$$\text{得 } y_2 = \frac{1}{24}(1 + \sqrt{33}) = .281L \quad \left[ \begin{array}{l} A = -\frac{1}{3}L, B = 0 \\ C = \frac{1}{27}L^3 \end{array} \right]$$

$$y_3 = \frac{L}{24}(1 - \sqrt{33}) = -.1982L$$

以三次式之第十一步校對之

$$\frac{2}{3}L \left[ \frac{L}{24}(1 + \sqrt{33}) + 1 - \sqrt{33} \right] + \frac{L^2}{576}(1 - 33) = 0$$

$y$  之三值,一在  $R_2$ , 一在距  $R_1$  右 .281  $L$  一點,又點距  $R_1$  左 .198  $L$  一點,第三值不適于該題目,  $y_2 = .281L$  當為需求值。

### 3. 解四次方程式:

求在最短時間內開啓一跨度 span, 齒輪上之力 rack force. 該題引自 Hoveys' Book on "Movable Bridge" 第二卷第二章問題  $B_2$ , 其式為

$$x^4 - \frac{4fR_1}{F}x^3 - \frac{2(1-3f^2)R_1^2}{F^2}x^2 - \left(\frac{2N}{F} - \frac{4fR_1^3}{F^2}\right) + \left(\frac{R_1^4}{F^2} + \frac{2fRN}{F^2}\right) = 0 \quad (7A)$$

此處  $q = \frac{-16R_1^4}{9F^4} \left( \frac{3}{2} \frac{fNF^2}{R_1^3} - 3f^2F + \frac{1-6f^2+9f^4}{4} + \frac{3F^2}{4} + \frac{3fNF^2}{2R_1^3} \right)$

$$r = \frac{2N}{F^2} + \frac{64R_1^3}{27F^6}$$

$$\therefore Q^{\frac{1}{2}} = \frac{4R_1^2}{3F^2}, \quad \frac{r}{R} = +1$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{令 } F = 1 - f^2 \\ N = \frac{(550)^2 p^2 M}{c_1} \end{array} \right]$$

$$R \div Q^{\frac{3}{2}} = \frac{27N^2 F^4}{32R_1^3} + 1$$

故可應用情形爲 II

設  $R_1 = 12,590$ ,  $N = 820,523$ ,  $C_1 = 29,335$

$P = 119$ ,  $f = .25$

$$\therefore \frac{1}{2} a = -\frac{8R_1}{15} = -6,714.7$$

$$\frac{1}{4} a^2 - b = \frac{32R_1^2}{15} = 338,150,600$$

$$\frac{1}{3} b = -97,687,950$$

$$d = \frac{128}{225} (.2R_1^4 + N) = 8,867,643 \times 10^7$$

$$R \div Q^{\frac{3}{2}} = 2,350.59 = \cosh u \quad \therefore u = 8.45557$$

$$\frac{1}{3u} = 2.81852 \quad \therefore 2\cosh\left(\frac{1}{3u}\right) = 16,8118$$

$$Q^{\frac{1}{2}} = 240 \times 10_6 \quad z = 4,042,606,500$$

$$y = 3,944,918,600$$

$$\sqrt{\frac{1}{4}a^2 - b + y} = 65,445.1$$

$$\sqrt{\frac{1}{4}y^2 - d} = 1,733,156,500$$

因  $\frac{1}{2}ay - c$  爲正,故用異符號

$$x^2 + x(-6,714.7 \mp 65,445.1) = +(-1,972,459 \pm 1,733,156) \times 10^3$$

用上面兩符號

$$(x - 36,079.9)^2 = (-239,303 + 1,301,760 = 1,062,457 \times 10^3)$$

$$x = 36,079.9 \pm 32,595.35$$

$x_1 = 68,675.25 =$  在最短時間內,啓跨度所需力



$x_2 = 3,484.55 =$  在最長時間,啓跨度所需力。

用下面兩符號

$x_3$  及  $x_4 = -29,365.2 \pm 53,322.5 \sqrt{-1}$

校對:

$x_1 x_2 x_3 x_4 = 8,867,618 \times 10'' = d$  準確在 .0003% 內。

規例中之步驟,有二要點必須注意:第一點,四次式之第四步之運算,似甚繁複,但實際上,作者以為先以數字代入,未有一般方程式,而不可使  $q$  與  $r$  化爲一項或至多兩項者,職是之故,計算之工夫既可減省而準確率又可增加矣。第二點之須注意者,即關於四次式第六步左右兩邊方根之交變符號,教本中若示一邊上下兩根號各與他邊上下兩根號同,作者以為規例,殊乏普遍性,在旋轉橋梁方程式中則不適用,於是在規例中,配成符號爲偶,復推演爲一簡單之基本原理。

### \*世界鐵道綫之最近統計

1929 之統計世界各國鐵道總長爲 1,258,279 公里可繞赤道 31 週其中  
以美國爲最多。幾佔全世界鐵道總長三分之一;以比國爲最密,每  
百方公里佔 36.5 公里;中國鐵道密度每百方公里僅佔 .1 公里。

[鐵路協會月刊第四卷第十期]

SOME SLIDE RULE SHORT CUTS  
FOR DESIGNING RECTANGULAR REINFORCED  
CONCRETE BEAMS

By Tsung-Sung Suh (粟宗嵩)

Owing to the expediency in computation, slide rules are nowadays widely used among the engineers. However, in certain type of computation frequently made, with a propular arrangement of the figures involved and a propular setting of the cursor the process may be further simplified. In this article the writer presents some slide-rule short cuts for designing rectangular reinforced concrete beams. Charts and tables are commonly used for this work, but in the design of hundreds of such beams the work could be done much quicker with slide rule alone by the methods discribed hereafter.

In Civil Eng., March, 1932, a method was given by Chesley J. Posey. But its application subjects to certain conditions; and besides introducing a corresponding error, it requires marking different temporary marks on the icursor, inconveiciency prevails again. The methods here given are all free from such troubles, and considerable amount of time may be saved in practical wark.

Formulas:

$$bd^2 = \frac{M}{pf_sj} \quad (1)$$

$$bd^2 = \frac{M}{\frac{f_c k j}{2}} \tag{2}$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} \tag{3}$$

$$u = \frac{V}{\sum o j d} \tag{4}$$

$$v = \frac{V}{b j d} \tag{5}$$

The first step in the design is to determine the proper size of the beam by either eq (1) or (2) For specified values of  $n$ ,  $f_s$  and  $f_c$ ,  $pf_s j = \frac{f_c k j}{2} = \text{constant}$ , denoted by  $K$ , then eq. (1) or (2) may be reduced to

$$bd^2 = \frac{M}{K} \text{ (M in ft. lbs.)} \tag{6}$$

To express  $M$  in in. lbs., multiply eq. (6) by 12,

$$bd^2 = \frac{M}{K} \times 12 = \frac{12}{K} \times M \tag{7}$$

The value of  $k$  may be obtained either from tables or by direct computation.

Now, set the value of  $K$  on the B scale opposite the value of 12 on the A scale (both on the left portion of the slide rule). Place the line of the cursor at  $M$  on the B scale. Without disturbing the cursor, set 1 on the B scale opposite an assumed value of  $b$  on the A scale, the corresponding value of  $d$  is found under the cursor line on the C scale; or, alternately, set the assumed value of  $b$  on the B scale opposite the cursor line, read the corresponding value of  $d$  on the D scale opposite the left end of the C scale.

Illustrative problem: Design a simply supported rectangular reinforced concrete beam of 20-ft. span, carrying a total load (live plus dead) of 1,800-lb. per ft., using  $f_s = 18,000 \text{ lb/in.}^2$ ,  $f_c = 700 \text{ lb/in.}^2$  and  $n = 15$ .

Here,  $M = \frac{1}{8}WL^2 = \frac{1}{8} \times 1,800 \times 20^2 = 90,000$  ft. lbs. For the specified values of  $f_s$ ,  $f_c$ , and  $n$ ,  $K$  is found to be 113.1.

Set  $K=113.1$  on the B scale opposite 12 on the A scale, place the cursor line at  $M$  ( $M=90,000$ ) on the B scale, then read  $\frac{12}{K} \times M = 9,540 = bd^2$  on the A scale. Now, if set  $b=16$  in. on the B scale opposite the cursor line, read  $d=24.4$  in on the D scale, use  $24\frac{1}{2}$  in. If, alternately, set the left end of the B scale opposite  $b=16$  in. on the A scale,  $d$  is found on the C scale. similarly, when  $b=14$  in.,  $d=26.1$  in., use  $26\frac{1}{4}$  in.; and when  $b=12$  in.,  $d=28.2$  in., use  $28\frac{1}{4}$  in.

The method is applicable no matter the value of  $K$  is greater than 120 or less than 100. In the latter case use the value of 12 at the middle portion of the A scale. Thus, in the above problem, if using  $f_c$  as 800 lb./in.<sup>2</sup>,  $K$  becomes 138.7; by simirlar procedure we get  $bd^2=7,810$ ; and when  $b=14$  in.,  $d=23.6$  in., use  $23\frac{5}{8}$  in. Similarly, if  $f_c=600$  lb./in.<sup>2</sup>,  $K=88.9$ , and  $bd^2=12,400$ ; when  $b=14$  in.,  $d=29.4$  in.

On a given job the same values of  $n$ ,  $f_s$ , and  $f_c$  may be used throughout, hence to mark down on the B scale those values of  $K$  mostly used would be of great advantage in computations.

Amount of tensile steel is determined by

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} \quad (3)$$

Multiplying  $M$  by 12 to reduce it to in-lbs. and use the approximate value  $\frac{7}{8}$  for  $j$ , eq. (3) becomes,

$$A_s = \frac{M \times 12}{\frac{7}{8} \times f_s d} = \frac{96}{7} \times \frac{M}{f_s d} = 13.7 \frac{M}{f_s d} \quad (8)$$

Set  $f_s$  on the C scale opposite 13.7 on the D scale and place the cursor

line at  $M$  on the  $C$  scale, then the value of  $\frac{M}{f_s}$  appears under the cursor line on the  $D$  scale. without disturbing the cursor, set the value of  $d$  on the  $C$  scale opposite the cursor line, then either the left end or the right end of the  $C$  scale opposite  $A_s$  on the  $D$  scale. In a design only by setting the slide for different values of  $d$  the corresponding amount of steel is obtained.

Now, having known the value of  $A_s$  and without shifting the slide, set the cursor line opposite the cross sectional area "a" of any size of bars selected on the  $D$  scale, then the number of the bars required appears under the cursor line on the reciprocal scale. By setting the cursor at different values of "a" the number and size of bars required found at once. If bar spacings for a slab is desired, divide  $A_s$  by  $b$  ( $b=12$ ), leaving the left end of the  $C$  scale opposite  $\frac{A_s}{12}$  on the  $D$  scale, the bar spacings are then found on the  $C$  scale opposite areas on the  $D$  scale. This method may also be used for checking the value of  $b$  for placing the selected bars.

Numerical example: In the above illustrative proplem,  $M=90,000$  ft. lbs.,  $f_s=18,000$  lb./in.<sup>2</sup>, following the specified procedure the value of  $13.7 \times \frac{M}{f_s}$  is found to be 68.6, If set  $d=23\frac{1}{2}$  in. on the  $C$  scale opposite the cursor line, read  $A_s=2.89$  in.<sup>2</sup> on the  $D$  scale opposite the left end of the  $C$  scale (when  $d=28\frac{1}{2}$  in.,  $A_s=2.43$  in.<sup>2</sup>). The cross sectional areas of  $\frac{1}{4}$ -in. round bars and  $\frac{1}{2}$ -in. square bars are 0.601 and 0.25 in.<sup>2</sup> respectively. Now set the cursor line opposite the former on the  $D$  scale, read number of  $\frac{1}{4}$ -in. round bars required as 4.82 on the reciprocal scale. Similarly, 11.55 of  $\frac{1}{2}$ -in. square bars are required, or use 12 at two layers. If a slab, it requires to provide either  $\frac{1}{4}$ -in. round bars at  $2\frac{1}{2}$  in.,  $A\frac{1}{2}$ -in. square bars at 1 in., 1-in. round bars

(cross sectional area = 0.785) at  $3\frac{1}{4}$  in., or 1-in. square bars at 4.15, or 4 in.,.....etc.

The coefficient 13.7 may be permanently marked on the D scale and denoted by any sign. The cross sectional areas of those bars mostly used also may be marked on both C and D scales; (e. g. mark the 0.601 and 0.25 points on the two scales with the notation  $\frac{1}{8}$ "  $\phi$  and  $\frac{1}{2}$ "  $\phi$  respectively, ...etc.) They serve the purposes of selecting the number and size of bars as well as for figuring bond stress which will be shown latter.

If it is desired to find  $A_s$  and number and size of bars for another value of  $d$  as  $d'$ , then set the cursor at the original value of  $d$  on the C scale opposite  $d'$  on the C scale. The value of  $A_s$  appears on the D scale. The number and size of bars can be obtained in the same manner.

Numerical example. If instead of  $23\frac{3}{4}$  in.,  $d$  taken as  $28\frac{1}{2}$  in. Set the cursor at  $23\frac{3}{4}$  in. on the C scale, opposite  $d' = 28\frac{1}{2}$  in. on the same scale,  $A_s$  is found to be 2.43 in.<sup>2</sup> And 4.05, or  $4\frac{1}{4}$ -in. round bars will be required; or 5.52,  $\frac{3}{4}$ -in. round bars are necessary, use 6.

The principle of utilizing the reciprocal scale to select number and size of bars may be illustrated as follows:

Let  $A_s$  = total amount of tensile steel required.

$a$  = cross section area of any size of bar to be used.

$m$  = number of bars required.

$$\text{Then. } m = \frac{A_s}{a} = \frac{1}{\frac{a}{A_s}} = \frac{1}{a \times \frac{1}{A_s}}$$

Place the left end of the C scale opposite the value of  $A_s$  on the D scale and read the value of  $\frac{1}{A_s}$  on the C scale opposite the right end of

the D scale. Set the cursor line at the value of a on the D scale,  $a \times \frac{1}{A_s}$  will be under the cursor line on the C scale and that on the reciprocal scale will be  $\frac{1}{a \times \frac{1}{A_s}}$ , or m.

This method is applicable to those slide rules with reciprocal scale only, otherwise one may make such a scale himself (only the integral figures are needed); or, read the value of m ( $m = A_s \times \frac{1}{a}$ ) directly on the D scale opposite the sign of the bar marked on the C scale at the point of  $\frac{1}{a}$ . Thus, in the above example, (for  $A_s = 2,89 \text{ in.}^2$ ), the  $\frac{1}{8}$ "  $\phi$  mark at the point 1.665 ( $\frac{1}{0.601} = 1.665$ ) on the C scale opposite  $m = 4.2$  on the scale, etc.

Determination of bond stress

$$u = \frac{V}{\sum o_j d} \tag{4}$$

since,  $V = W \times \frac{L}{2} = \frac{WL}{2}$  (for uniform load only) and use the approximate value  $\frac{1}{8}$  for j, eq. (4) can be written as:

$$u = \frac{WL}{2} \times \frac{1}{\sum O \times \frac{1}{8} \times d} = \frac{4WL}{7d} \times \frac{1}{\sum O} \tag{9}$$

Now, let D = Diameter of the bar to be used

P = eight times the diameter =  $8 \times D$

a = cross area of the bar used

m = number of bars used

If round are to be used,

$$\sum O = m \times \pi D = m \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \times \frac{4}{D} = \left(m \times a \times \frac{4}{D}\right) \times \frac{8}{8} = \frac{32ma}{P}$$

If square bars are to be used,

$$\sum O = m \times 4D = \left(m \times D^2 \times \frac{4}{D}\right) = \left(m \times a \times \frac{4}{D}\right) \times \frac{8}{8} = \frac{32ma}{P}$$

In either case, eq (9) can be written as:

$$u = \frac{4WL}{7d} \times \frac{1}{\frac{37ma}{P}} = \frac{WL}{56d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m}$$

First, place the cursor line opposite the value of  $\frac{WL}{56d}$  (calculated) on the D scale, then set the mark of "a" of the bar used on the C scale opposite the cursor line; move the cursor line to P (P may be calculated mentally) on the C scale, the total bond stress will be found on the D scale. set m on the C scale opposite to it we get the unit bond stress on the D scale opposite the end of the C scale. If set the allowable unit bond stress on the C scale opposite the total bond stress on the D scale, the least number (m') of required bars to be provided for bond is found on the D scale, whence (m-m') gives the excess bars that may be bent up for web reinforcement (m being greater than m' in this case, otherwise, deformed bars should be used or special anchorage should be provided).

Numerical example. Let  $L=20$  ft,  $w=1,800$  lb./ft., and  $d=23\frac{1}{2}$  in. Set the cursor line at  $\frac{WL}{56d}=27.1$  on the D scale. If five  $\frac{1}{2}$ -in. round bars are used, set the mark of  $\frac{1}{2}$ "  $\phi$  on the C scale (at the point of 0.601) opposite the former, read  $\frac{WL}{56d} \times \frac{1}{a}=45.2$  on the D scale opposite the left end of the C scale; and move the cursor line to  $P=8 \times \frac{1}{2}=7$  on the scale the total bond stress = 316 lbs. on the D scale. If allows 80 lb./in.<sup>2</sup> for 2000-lb. concrete, 4 bars should be provided at the end of the beam and (5-4=1) 1 bar may be bent up as web reinforcement if needed. If allow  $u=120$  lb./in.<sup>2</sup>, for cases with special anchorage, 3 bars are required, and 2 bars may be bent up. If all of the bars go straight to the end of the beam, the unit bond stress is about 63 lb./in.<sup>2</sup> which is on the safe side.



Similarly, if twelve  $\frac{1}{2}$ -in. square bars are used, total bond stress for this size of bars would be 434 lbs. and  $m'$  would be 6 (allowing  $u=30$  lb./in.<sup>2</sup>). Then 6 bars may be bent up. If all bars extend to the end, the unit bond stress is around 36 lb./in.<sup>2</sup> which is under its allowable value.

In checking a design with  $V$  known only, replace  $\frac{WL}{2}$  for  $V$  in eq. (10), then.

$$u = \frac{WL}{2} \times \frac{1}{28d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m} = \frac{V}{28d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m} \quad (11)$$

This equation applies to beams carrying uniform, or concentrated loads, or the combination of the two. For in, these cases,

$$u = \frac{V}{jd} \times \frac{1}{\sum o} = \frac{V}{\frac{1}{8}d} \times \frac{1}{\frac{32ma}{p}} = \frac{V}{28d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m}$$

which is identical with eq. (11).

The formula for unit shear is

$$v = \frac{V}{bjd} \quad (5)$$

Substituting  $V = \frac{WL}{2}$  (for uniform load) and  $j = \frac{1}{8}$

$$v = \frac{WL}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{8}bd} = \frac{4WL}{86d} \times \frac{8}{8} = \frac{WL}{56d} \times \frac{32}{b} \quad (12)$$

Having placed the cursor line at the value of  $\frac{WL}{56d}$  on the D scale during the computation of  $u$ , now, only set the value of  $b$  on the C scale opposite to it,  $v$  is found on the D scale opposite 32 on the C scale. Marking the 32 point on the C scale by any sign,  $v$  can be found very conveniently.

Numerical example. Adopt the design of 14" x 23  $\frac{3}{4}$ " (for  $f_c=800$  lb./in.<sup>2</sup>) in the above problem. Set  $b=14$  in. on the C scale opposite  $\frac{WL}{56d} = 27.1$  on the D scale; move the cursor to 32 on the C scale  $v=62$  lb./in.<sup>2</sup> on the D scale

For beams with concentrated loads, eq. (5) may be used in the form of

$$v = \frac{V}{jbd} = \frac{8V}{76d} \times \frac{32}{32} = \frac{V}{23d} \times \frac{32}{b} \quad (13)$$

Note that  $bd^2$  is a constant and the values of  $b$  and  $d$  are cor-relative to each other. With a different value of  $d$  we have different values of  $\frac{WL}{56d}$  and  $b$ , and also  $u$ ,  $m'$  and  $v$ .

If stirrups are necessary, the following method suggested by Chesley gives results that are always on the safe side and a great amount of time can be saved in computation. He suggested that if we have a beam of 11 in. by 12 in. (net) on a 20-ft. span, carrying a total uniform load of 2,200 lb./ft. (the end shear = 2,200 lbs.), one-fourth of 22,000 lbs. must be taken for design at the center of the span. With a decrease of 1,650 lb./ft. the spacing of stirrups will be determined as:

$$\text{Stirrups spacing} = \frac{jd \times (\text{total allowable stress on one stirrup})}{(\text{shear to be carried by stirrups})} \quad (14)$$

The product of  $jd$  and the total allowable stress on one stirrup are constant as long as the depth is constant. If  $\frac{3}{8}$ -in. round bar U-stirrups are used in the above example this quantity of ( $jd \times$  total allowable stress on one stirrup) is  $\frac{1}{8} \times 220. \times 0.22 \times 16,000 = 67,800$ .

If set the end of the C scale to opposite the above value, the stirrup spacing required will be found on the D scale opposite the shear to be carried by stirrups on the C scale. The computation takes the following form which is self-explanatory:

Total shear at end = 22,000 lbs.

Total shear carried by the concrete, at 50 lbs./in.<sup>2</sup> =  $V = v \times jbd = 50 \times \frac{1}{8} \times 11 \times 22 = 10,600$  lbs.

That to be carried by stirrups =  $22,000 - 10,600 = 11,400$  lbs.; hence, it requires  $\frac{67,800}{11,400} = 5.96$  in. spacing, use 1 at 3 in.

At the section of 3 in. from the end of the beam the decrease of shear =  $3 \times \frac{1650}{12} = 410$  lbs., hence total shear to be carried by stirrups =  $11,400 - 410 = 10,990$  lbs.; requires 6.18 in. spacing; use 3 at 6 in.

At a section 21" ( $3 + 3 \times 6 = 21$  in.) from the end, the decrease of shear =  $18 \times \frac{1650}{12} = 2,475$  lbs., and total shear to be carried by stirrups =  $10,990 - 2,475 = 8,515$  lbs.; the beam requires 8 in. spacing, use 2 at 8 in.

Similarly at a section 37" ( $21 + 2 \times 8 = 37$  in.) from the end, we have another decrease of shear =  $16 \times \frac{1650}{12} = 2,200$  and  $V = 8,515 - 2,200 = 6,315$  lbs., hence the beam requires 10.75 in spacing.

Since 11 in. is the maximum spacing allowable in this case, use 11 in. spaces for the remainder of the distance over which stirrups are required. The number required will be

$$\left( \frac{\text{total shear to be carried by stirrups}}{\text{shear carried by one stirrup at maximum spacing}} \right) = \frac{6,315}{11 \times \frac{1650}{12}} = 4.2, \text{ use 4.}$$

Hence the stirrups for the above beam ( $\frac{3}{8}$ -in. round bars U-stirrups) have the following spacings: 1 at 3 in., 3 at 6 in., 2 at 8 in. and 4 at 11 in. The computation takes its convenient form as follows:

Total end shear 22,000 lbs.

Total shear carried by concrete  $\frac{10,600}{11,400}$  requires 5.96 in. spacing

use 1 at 3 in.,  $3 \times \frac{1650}{12} = \frac{410}{10,990}$  requires 6.18 in. spacing,

use 3 at 6 in.,  $18 \times \frac{1650}{12} = \frac{2,475}{8,515}$  requires 8 in. spacing

use 2 at 8 in.,  $16 \times \frac{1650}{12} = \frac{2,200}{6,315}$  requires 11 in. spacing (max. spacing allowable)

use 4 at 11 in.,  $11 \times \frac{1,650}{12} = 4.2$

To check the actual working stress of steel and concrete of a beam already designed, it is necessary to locate the position of the neutral axis. For a rectangular beam without compressive steel, use the relation  $k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn$ , whence

$$\frac{k^2}{1-k} = 2pn \quad (15)$$

Set the left end of the B scale opposite  $2pn$  on the A scale, finding a reading on the D scale opposite a value on the left half of the B scale such that the two values add up to be 1.00. The reading on the D scale is the desired value of  $k$ . The reason is that the value of  $k$  on the D scale falls on the value of its square on the A scale; set  $(1-k)$  on the B scale opposite the latter, then  $2pn = \frac{k^2}{1-k}$  appears on the A scale opposite the left end of the B scale, and reversely. To find  $j = 1 - \frac{k}{3}$ , set 3 on the C scale opposite  $k$  on the D scale, read  $j$  on the D scale backward.

Numerical example. Assuming a beam of 14"  $\times$  23 $\frac{3}{4}$ " (net); and  $A_s = 2.89$  in.<sup>2</sup>, using five- $\frac{1}{8}$ "  $\phi$ . Now,  $p = \frac{A_s}{bd} = \frac{2.88}{14 \times 22.75} = 0.89\%$ ,  $2pn = 2 \times 869 \times 15 = 2602$  numerically. Following the procedure mentioned above, found  $k = 0.396$  and  $j = 0.868$ . Then check  $f_s$  and  $f_c$  by the following formula:

$$f_s = \frac{M}{A_s j d} = \frac{90,000 \times 12}{3 \times 0.868 \times 23.75} = 17,450 \text{ lb./in.}^2$$

$$\text{and } f_c = \frac{2f_s p}{k} = \frac{2 \times 17,450 \times 0.869}{0.396 \times 100} = 764 \text{ lb./in.}^2$$

For convenience in designing a rectangular beam with methods described in this article, the reduced formulas may, be restated as follows

$$bd^2 = \frac{12}{K} \times M \text{ (M in ft. lbs.)} \quad (1)$$

$$A_s = 13.7 \times \frac{M}{f_s d} \text{ (M in ft. lbs.)} \quad (2)$$

$$m = \frac{1}{ax \frac{1}{A_s}} \quad (3)$$

$$u = \frac{WL}{56d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m} \text{ (for uniform load only)} \quad (4)$$

$$n = \frac{V}{28d} \times \frac{P}{a} \times \frac{1}{m} \quad (5)$$

$$v = \frac{WL}{56d} \times \frac{32}{b} \text{ (for uniform load only)} \quad (6)$$

$$v = \frac{V}{28d} \times \frac{32}{b} \quad (7)$$

$$\text{stirrup spacing} = \frac{jd \times (\text{total allowable stress on one stirrup})}{(\text{shear to be carried by stirrups})} \quad (8)$$

$$\frac{k^2}{1-k} = 2pn \quad (9)$$

$$f_s = \frac{M}{A_s jd} \quad (10)$$

$$f_c = \frac{2f_s p}{k} \quad (11)$$

---

THE PRINCIPLE AND METHOD FOR  
CONSTRUCTING THE NOMOGRAPHIC CHART OF HAZEN  
& WILLIAMS FORMULA FOR HEAD LOST IN PIPES

By Sheldon S. Lee (李紹熹)

I. INTRODUCTORY REMARKS

The necessity of simplicity, speed, and accuracy in the computation or design work of different branches of engineering, makes certain charts or diagrams of utmost importance and value. Such charts or diagrams are seen inserted so often in standard books or current papers. There is no doubt that most of the upper classes know how to use these for their respective work. But I do doubt that many of them do not know how some of the charts or diagrams are constructed.

The purpose of this article is, therefore, to explain with illustrations the principle and method for constructing one of that type of chart known as Nomographic or Alignment chart as used in water works. We know, of course, we can chart equations on Rectangular Co-ordinates as the simplest form of chart for the computation of a large number of problems. This simple charting has, however, certain disadvantages:

1. The labor involved in the construction is great, especially when the representing curves are not straight lines;
2. The interpolation must largely be made between curves rather than along a scale, and thus accuracy is sacrificed;

3. The final charts appear very complex, especially if the methods extended to equations involving more than three variables.

The method to be soon given, on the other hand, has certain advantages over the former:

1. The chart uses very few lines, and is thus easily read;
2. The interpolation is made along a scale rather than between curves, with a corresponding gain in accuracy;
3. The labor of construction is very small, thus saving time and energy;
4. The chart allows us to note instantly the change in one of the variables due to change in the other variables.

The above disadvantages and advantages, quoted from late Prof. J. Lipka of M. I. T. are so simple yet striking that one is instantly induced to like the Nomographic type, the construction of which is, nevertheless, little known to many.

## II. FUNDAMENTAL PRINCIPLE

Before I actually take up the method for constructing such a chart for the given conditions as included in the title of this article, let me first make clear, here, the underlying principle together with the construction of scale and the form of equation.

### (a) Principle stated

As stated by late Prof. J. Lipka, the fundamental principle involved in the construction of Nomographic or Alignment charts consists in the representation of an equation connecting three variables  $f(u,v,w)=0$ , by

means of three scales along three curves (usually using straight lines) in such a manner that a straight line (known as index line) cuts the three scales in values of  $u$ ,  $v$ , and  $w$ , satisfying the equation. From this statement we see, at once that the items primarily involved are (1) the equation of the variables; and (2) the construction of the scales, which, I think, deserve some explanation here.

#### (b) Scale Construction

The fundamental equation of scale is expressed as,  $x = mf(u)$ , where,  $x$  is the distance from origin or end point along the scale,  $m$  is the scale modulus or length unit in linear measure, and  $f(u)$  is the function represented by the scale readings. As the most common and convenient scale used is of the logarithmic nature, we have, then, for the logarithmic scale,  $f(u) = \log u$ . In Fig. 1,  $x = m \log u$ , where the length  $m$  arbitrarily

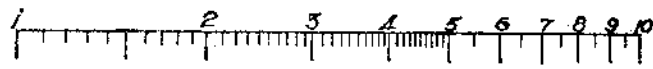


Fig. 1 (Full Size)

chosen to represent the unit segment used in laying off the values of  $f(u)$  equals to 4 inches. It is interesting to note that in the case of logarithmic scales the segment representing the interval from  $u=1$  to  $u=10$  is of the same length as the segment representing the interval from  $u=10$  to  $u=100$ , which fact makes the plotting of such scales very easy and convenient as we will later realize.

The simplest arrangement of the scales—one scale for one variable, of course, is usually of three parallel axes laid off at equal or unequal



distance apart, and with origin or end point at same or different level as deemed convenient in regard to pre-supposed or pre-determined conditions. For the construction of say three logarithmic scales in representation of an equation of three variables, we must, therefore, first decide

- (1) the three scales to have same or different range;
- (2) the scale modulus of each to be same or otherwise;
- (3) the distance between scale axes to be equal or otherwise.

All these are governed by the size of the chart to be made and by the ranges of the values of the variables as needed for practical use. They are therefore all to be assigned and tested when actual construction is made. In most case they are all necessarily different in practice.

#### (c) Equation Form

The following geometric relations illustrate very well the underlying principle of such construction for on equation of three variables usually with three parallel logarithmic scales. The equation is in the form

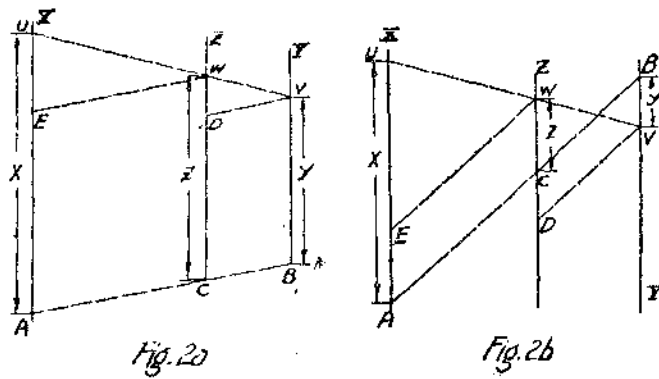
$$f_1(u) + f_2(v) = f_3(w) \quad \text{or} \quad f_1(u) \cdot f_2(v) = f_3(w)$$

The second form can be easily brought into the first form by taking logarithms of both members; thus,

$$\log f_1(u) + \log f_2(v) = \log f_3(w)$$

where  $u$ ,  $v$ , and  $w$ , are the variables. And this process, as we will later see, is usually so done as to facilitate the construction on logarithmic basis.

In Fig. 2 a, let  $AX$ ,  $BY$ ,  $CZ$  be three parallel axes with  $ABC$  as the base line. Draw any index line cutting the axes in the points  $u$ ,  $v$ ,  $w$  respectively, so that  $Au = x$ ,  $Bv = y$ ,  $Cw = z$ . We can at once see the



geometric relation, as  $AC:CB = m_1:m_2$ ; and if through  $v$  and  $w$  we draw lines parallel to  $AB$ , then in the similar triangles  $uEw$  and  $wDv$ ,  $uE:WD = wE:VD = AC:CB$ . or  $x-z:z-y = m_1:m_2$

$$\therefore m_2x + m_1y = (m_1 + m_2)z \quad \text{or} \quad \frac{x}{m_1} + \frac{y}{m_2} = \frac{z}{\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}} = \frac{z}{m_3}$$

where  $m_3 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ . Now if  $AX, BY, CZ$  carry the scales  $x = m_1 f_1(u)$ ,  $y = m_2 f_2(v)$ ,  $z = m_3 f_3(w)$ , respectively, the last equation becomes  $f_1(u) + f_2(v) = f_3(w)$ , and any index line will cut the axis in three points whose corresponding values  $u, v, w$  satisfy this equation. It is also to be noted that for the equation  $f_1(u) - f_2(v) = f_3(w)$ , the scales  $x = m_1 f_1(u)$  and  $y = -m_2 f_2(v)$  are constructed in opposite directions, as in Fig 2b.

The relation of the distances between the axes is also clearly shown in Fig. 2a or Fig. 2b. We know, at a glance, that  $\frac{c}{e} = \frac{m_1}{m_2}$  or  $\frac{e}{c} = \frac{m_2}{m_1}$ .

Adding  $\frac{c}{c} = \frac{m_1}{m_1}$  to this, we have  $\frac{e}{c} + \frac{c}{c} = \frac{m_2}{m_1} + \frac{m_1}{m_1}$  or  $\frac{e+c}{c} = \frac{m_1+m_2}{m_1}$ .

Therefore  $\frac{c}{d} = \frac{m_1}{m_1+m_2}$ , as  $d = e+c$ , all being horizontal distances in same units. Conversely, we can also get the same result, as  $\frac{c}{d-c} = \frac{m_1}{m_2}$  or  $cm_2 = dm_1 - cm_1$ , therefore,  $\frac{c}{d} = \frac{m_1}{m_1+m_2}$ . From this we can very easily find the proper distance between any two axes with sufficient

given or assumed data.

(d) Charting Rules

With all the above principles and relations clear in mind, we can now start constructing a Nomographic Chart in logarithmic scale in representation of an equation of three variables, by the following rules:—

1. Draw two parallel axes (x--and y--axes) at certain (given) distance (d) apart, and on these construct the scales  $x = m_1 \log u$  and  $y = m_2 \log v$  where  $m_1$  and  $m_2$  are arbitrary scale moduli (usually given). The graduation of the u--and v--scales starting at any point on th axes between any convenient point can be simply made by setting a slide rule against the axis in such a manner that the slide rule graduations then projected by parallel lines on to the axis are correspondingly true;
2. Draw a third line (z--axis) parallel to x--and y--axes, such that (distance from x--axis to z--axis = c):(distance from z--axis to y--axis = e) =  $m_1:m_2$ . As the distance between x--and y--axes is usually given, it is, then, only necessary to find the distance from x--axis to z--axis by the relation  $\frac{c}{d} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$ .
3. Determine the starting point for the graduation of the w-scale, by solution of the basis equation  $f_1(u) + f_2(v) = f_3(w)$  after assigning a pair of values one of which must be on the w--axis. If the range of scales and the starting points on the three axes are all different, as it is usually the case, "cut and try" computations must be made, so as to get a good value.
4. From the starting point for graduating the w--scales between any convenient point a slide rule may be similarly used such that

$$z = m_3 \log w = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \log w.$$

But before actual construction begins bring the given formula into the standard form, making the constant term and co-efficient, if any, standing out. The given or computed  $m_1$ ,  $m_2$ , and  $m_3$  with their co-efficient, if any, in their respective equation combined by multiplication will give the practical scale moduli  $M_1$ ,  $M_2$  and  $M_3$  actually employed in the construction in question. All these will now be illustrated by the example in the following.

### III. ILLUSTRATIVE CONSTRUCTION

The construction of the Nomographic chart for Head Loss as used in Water Works, with illustrations of detail computations and actual plotting here, is based on the

- (1) Basic Discharge Formula  $Q = \frac{\pi d^2}{4} V$  (d=diameter in ft.)
- (2) Hazen & Williams Formula  $V = CR^{0.63} S^{0.54} 0.001^{-0.04}$  (C=100 assumed)

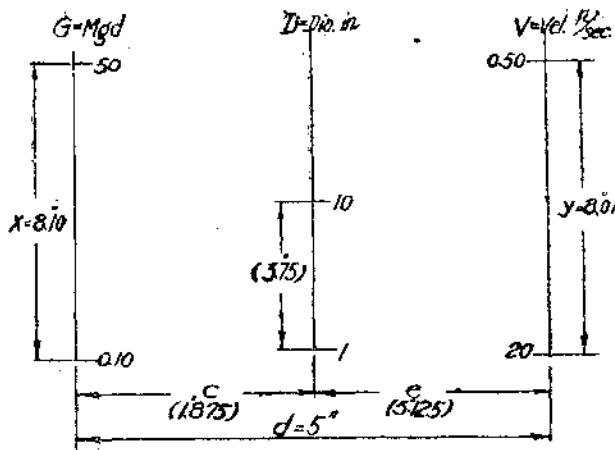


Fig. 30 (Not to Scale)

Note  
 Ranges given & Moduli computed.  
 d given & c, e computed, as in paragraph

with the other necessary data as given in Fig. 3a Fig. 3b. For convenience, these two formulas must be first simplified and then constructed dependently though separately, such that the combination chart (Fig. 4 or 5) will show truly the relation of the variables G, D, V, and  $h_L$ , and if any two of these are known, the other two may be instantly determined on the index line cutting through the known points. Note that the scale used here is logarithmic, and the nomenclature of the terms are the customary ones in practice.

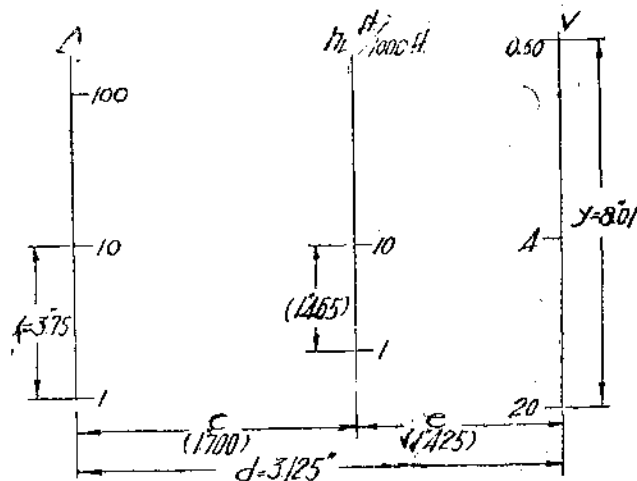


Fig 3b (Not to Scale)

Note: Data being given or from above & computed

(a) Computation & Construction for Equation (1)

$$G = Mgd = KQ = K \frac{\pi d^2}{4} V \quad (K \text{ being a constant in conversion})$$

$$\text{or } G = \frac{7.43 \times 60 \times 60 \times 21}{1,000,000} \times \frac{3.14 D^2}{4 \times 144} V = \frac{D^2}{283.5} V \quad (D \text{ is now diam. in inches})$$

The simplified form of equation (1) is therefore,  $283.5G = D^2V$  Putting in logarithmic form,

$$\text{Log } 283.5 + \text{Log } G = 2\text{Log } D + \text{Log } V$$

$$\text{or as } K = \text{Log } 283.5,$$

$$\text{Log } G - \text{Log } V = 2\text{Log } D - K$$

Then, the equations of scale for values of G, V and D, as from Fig. 3a,

$$x = m_1 \text{Log} G; \quad M_1 = m_1; \quad M_1 = \frac{x}{\text{Log} G}$$

$$\therefore M_1 = \frac{8.10}{\text{Log} 50 - \text{Log} 0.10} = \frac{8.10}{1.7 - (-1)} = \frac{8.10}{2.7} = 3 \text{ inches}$$

$$y = m_2 \text{Log} V; \quad M_2 = m_2; \quad M_2 = \frac{y}{\text{Log} V}$$

$$\therefore M_2 = \frac{8.01}{\text{Log} 0.50 - \text{Log} 20} = \frac{8.01}{0.3 - (-1.3)} = \frac{8.01}{1.6} = 5 \text{ inches}$$

$$z = m_3 2 \text{Log} D; \quad M_3 = 2m_3; \quad M_3 = \frac{z}{2 \text{Log} D}$$

$$\text{But } m_1 = 3; \quad m_2 = 5; \quad m_3 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{3 \times 5}{3 + 5} = \frac{15}{8}$$

$$\therefore M_3 = 2m_3 = 2 \times \frac{15}{8} = 3.75 \text{ inches.}$$

Again, the distances between axes are, as in Fig. 3a or Fig. 4,

$$c = \frac{m_1}{m_1 + m_2} d = \frac{3}{3 + 5} \times 5 = 1.875 \text{ inches}$$

$$\text{And } e = d - c = 5 - 1.875 = 3.125 \text{ inches}$$

Then, the distances along the axes are, as in Fig. 4.

On G-Line, from "50" to "10" Mark,

$$x = M_1 \text{Log} G = 3(\text{Log} 50 - \text{Log} 10) = 3(1.7 - 1) = 3 \times 0.7 = 2.1 \text{ inches}$$

On V-Line, from "0.50" to "1" Mark,

$$y = M_2 \text{Log} V = 5(\text{Log} 0.50 - \text{Log} 1) = 5(0.3 - 0) = 5 \times 0.3 = 1.5 \text{ inches.}$$

Finally, the starting point on the third axis as D-Line, is by

$$V = \frac{283.5 \times 2}{10 \times .10} = 5.67 \text{ (mark)}$$

if assuming  $G = 2 \text{ Mgd}$  and  $D = 10 \text{ inches}$

With the above detail computations, the critical points on the axes for graduation of finer scales between, can be easily done by a slide rule as explained before. Such should be true as the distance between any

two axes has been correctly established in accordance with the existing relations and the given data.

(b) Computation & Construction for Equation (2)

Since,  $R = \frac{D}{4}$ ;  $S = \frac{h_L}{L}$  or  $S = \frac{h_L}{1000}$  if  $L = 1000$  ft;  $C = 100$  as assumed.

Then,  $V = 100 \frac{D^{0.63}}{48^{0.63}} \times \frac{h_L^{0.54}}{1000^{0.54}} \times 0.001^{-0.04}$  (D = diam. in inches)

Also  $\text{Log} V = \text{Log} 100 + (0.04)\text{Log} 0.001 - (0.63)\text{Log} 48 - (0.54)\text{Log} 1000$   
 $+ 0.63\text{Log} D + 0.54\text{Log} h_L$

If k representing the constant,  $\text{Log} k = 2 + (0.12) - 1.96 - 1.62 = -0.56$  or  $1.44$

Then,  $\text{Log} V = 0.63\text{Log} D + 0.54\text{Log} h_L - 0.56$

or  $\text{Log} h_L = \frac{\text{Log} V - 0.63\text{Log} D + 0.56}{0.54} = \frac{\text{Log} V}{0.54} - \frac{0.63\text{Log} D}{0.54} + \frac{0.56}{0.54}$

$\text{Log} h_L = 1.850\text{Log} V - 1.167\text{Log} D + 1.037$

The simplified form of equation (2) is therefore,  $h_L = 10.85 \frac{V^{1.850}}{D^{1.167}}$

Or  $1.167\text{Log} D - 1.850\text{Log} V = k - \text{Log} h_L$  (k = 1.037)

Then, the equations of scale, for values of D, V, and  $h_L$ , as from Fig. 3b,

$x = m_1 1.167\text{Log} D$ ;  $y = m_2 \text{Log} V$ ;  $z = m_3 \text{Log} h_L$

And as  $M_1 = 3.750$  and  $M_2 = 5$  from above,

$M_1 = 1.167m_1$   $\therefore m_1 = \frac{3.750}{1.167} = 3.215$  inches

$M_2 = 1.850m_2$   $\therefore m_2 = \frac{5}{1.850} = 2.700$  inches

Since  $m_3 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{3.215 \times 2.700}{3.215 + 2.700} = \frac{8.680}{5.915} = 1.465$   $\therefore M_3 = m_3 = 1.465$  inches.

Again, the distances between axes, are, as in Fig. 3b or Fig. 4,

$c = \frac{m_1}{m_1 + m_2} d = \frac{3.215}{3.215 + 2.700} \times 3.125 = \frac{10.50}{5.915} = 1.700$  inches

And  $e = d - c = 3.125 - 1.700 = 1.425$  inches.

Then, the distances along the V-Line from the "20" mark as in Fig. 4 for instance,

for locating "5.67" mark,  $y = M_2 \text{Log} V = 5(\text{Log} 20 - \text{Log} 5.67) = 5(1.301 - 0.754)$

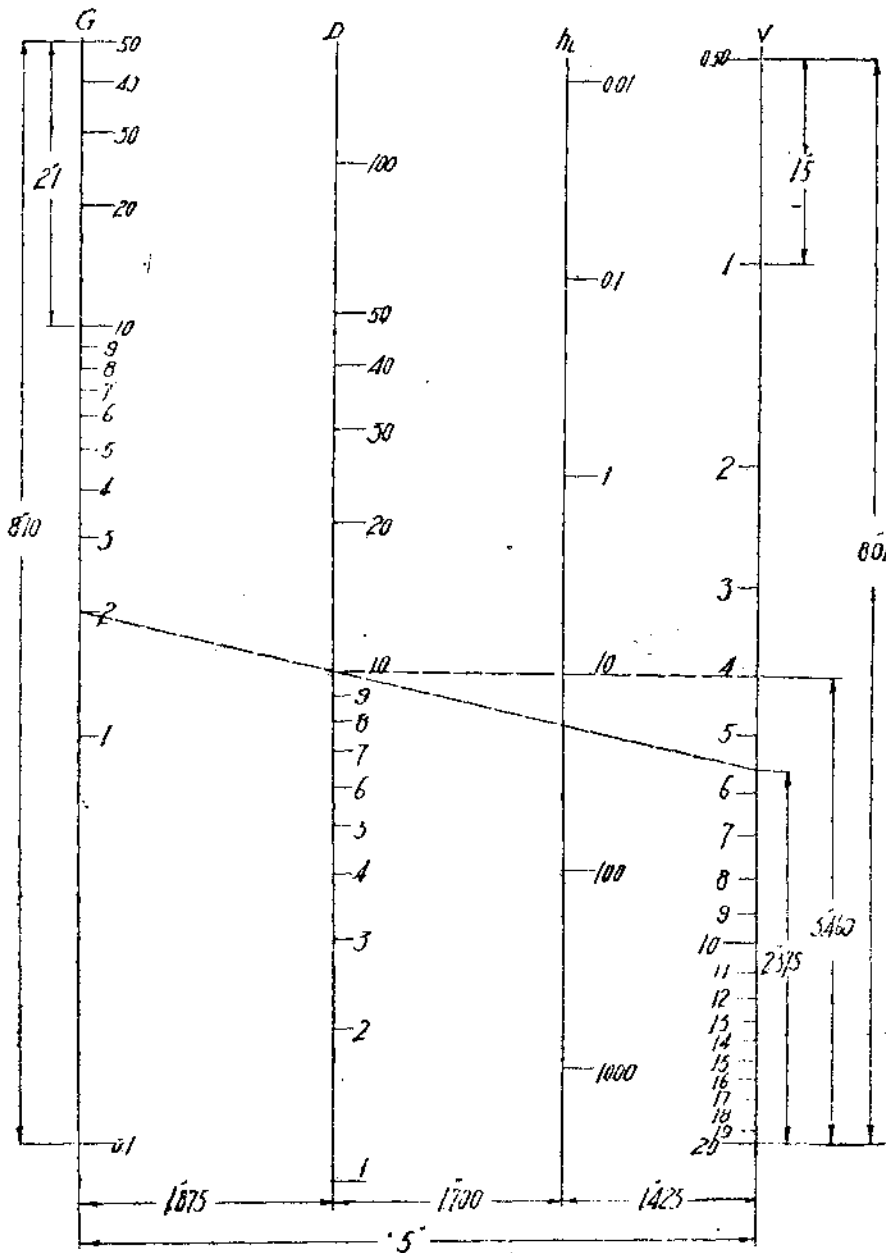
$$\therefore y = 5 \times 0.547 = 2.735 \text{ inches}$$

for location "4.08" mark,  $y = M_2 \text{Log} V = 5(\text{Log} 20 - \text{Log} 4.08) = 5(1.301 - 0.610)$

$$\therefore y = 5 \times 0.691 = 3.460 \text{ inches.}$$

Finally, the starting point on the third axis as  $h_L$ -Line is by

Fig 4 (True Scale)





$$1.85 \log V = \log 10 + 1.167 \log 10 - \log 10.85 \text{ or } \log V = \frac{1 + 1.167 - 1.037}{1.85} = 0.610$$

∴ V = 4.08 (mark) if assuming D = 10 inches, and h<sub>L</sub> = 10 ft. per 1000 ft.

The detail graduations may be similarly constructed, and combined as in Fig. 4. or Fig. 5.

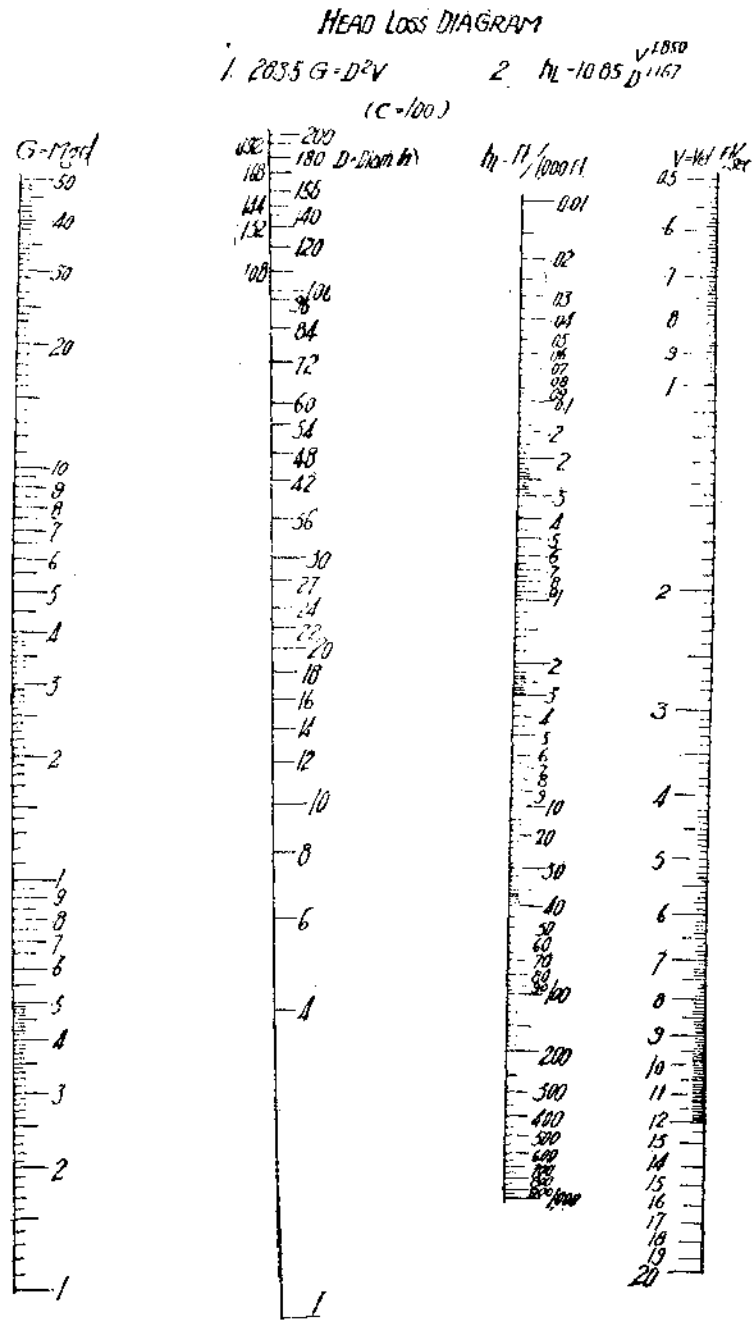


Fig. 5

(Constructed by S.S. Lee)

## (c) Comparison of Computation &amp; Diagram Results

Fig. 4 shows the skeleton of the Nomographic Chart or Diagram with the relative positions and critical points of the axes determined as above. Fig. 5 is the final chart with finer graduations of the scales properly interpolated with a slide rule. An examination of the results scaled off directly with those computed by formula convinces us of the reasonable accuracy and extraordinary simplicity thus available for any two variables known.

For Formula  $283.5 = D^2V$

$$\text{If } G = 5; \quad D = 16 \quad \therefore V = 5.33 \text{ ft/sec.} \quad \text{o.k.}$$

$$\text{If } D = 10; \quad V = 10 \quad \therefore G = 3.53 \text{ Mgd.} \quad \text{o.k.}$$

$$\text{If } G = 20; \quad V = 45 \quad \therefore D = 35.4 \text{ inches} \quad \text{o.k.}$$

For Formula  $h_L = \frac{V^{1.850}}{D^{1.167}}$

$$\text{If } V = 35; \quad D = 6 \quad h_L = 13.61 \quad \text{ft/1000 ft.} \quad \text{o.k.}$$

$$\text{If } V = 5; \quad D = 6 \quad h_L = 25.90 \quad \text{ft/1000 ft.} \quad \text{o.k.}$$

$$\text{If } V = 8; \quad D = 54 \quad h_L = 4.45 \quad \text{ft/1000 ft.} \quad \text{o.k.}$$

## IV. CONCLUDING REMARKS

We know, then, that the principle and method for constructing such a chart is, in fact, very simple indeed. Any other graphical representation can not be any simpler and better than this chart. The process for simplifying the adopted or given formula or equation is nothing more than common mathematics. The equation in the illustration is confined to three variables, thus it is necessary, as in the Hazen & Williams Formula, we have taken a particular yet common value of C. Any straight edge serving as

the index line may be used for determining the required values intersected on respective axes if laid through any two known ones on the diagram.

For equation of four or more variables, the method is naturally more complex although the principle is mainly the same. The applications to many other fields of engineering may be extended with ease as above. Those who have special interest in this subject, may read "Graphical and Mechanical Computation" by Prof J. Lipka, and "The Construction of Graphical Charts" by Prof. J. B. Peddle, both being available in our library.

### 杭州新電廠廠基之特殊地質

杭州新電廠,建于閘口錢塘江濱,廠基由淺灘填築而成,伸入江中者有 100 公尺以上,是處木行林立,沿江一帶,向為各行停儲木筏之所,凡木材甫由上江運到閘口,距斧伐之期當無多日,故其表皮,均未脫去,迨經多時之浸蝕與潮力之激盪,漸次零落,沉于水底,故每停留一次新木材,必增一層木皮之沉澱,加以水中挾沙之沉澱,即成木皮與沙土之積層,如是者近百年,故此積層厚度在一丈以上,此次電廠建築,遇此情形,頗為困難,因木皮混于沙土中,非特使沙土鬆疏,且腐爛發熱而生氣體,因之時有氣泡上冲,曾有一尺厚尚未凝固之混凝土,為此氣泡冲破,後以加厚混凝土或挖深基礎補救之,故增加建築費用不少,我國沿江都市有類似情形者甚多,我工程界人士頗堪注意焉。 編者

## 杭州市自來水工程改進問題

周鎮綸先生演講

劉 楷記錄

今天本來想將浙江省水利局所築海塘情形與諸位談談,但是因為時間局促,沒有相當的預備,所以現在祇好拿大家感覺到較有興趣的杭州市自來水的現狀和改進問題與諸位研究一下。前鄙人曾在中央大學演講此題,費時甚久,今日因時間關係,恐不能一一詳盡。

現在我祇可以分開兩點來講:

I. 自來水的水源和水質。

II. 設計,建築工程和管理問題。

茲分別一一加以研究。

(I) 自來水的水源和水質 創辦自來水的目的,無非欲使市民有良好的飲料,免除不少的疾病,便利市民取給,所以水質關係民衆的衛生和工廠中爐爐所受的影響很大,非得加以詳細精密的試驗探討不可。現在自來水廠的水源,是貼沙河,水質很是不好。這是出乎我意料之外,與我前在杭州市自來水籌備會供職時所認定的永源完全兩樣,就將現在貼沙河的水質來研究一下,大概可以分三點來講:

- (1) 從物理方面觀察。
- (2) 從化學方面觀察。
- (3) 從生物方面觀察。

(1) 從物理方面觀察: 物理現象係包括人目所能見的東西和鼻所能感覺到的氣味等等,我們現在就貼沙河的實際情形來加以分析。

(a) 在貼沙河的上游,望江門與南星橋的中間一段,湧金橋沿城河至望江門一段,所有陰溝的污水,都流注入河,據勘查結果報告,在這二段河中,陰溝的總數共有三百五十一處之多;所以貼沙河的水源,就根本不清潔。

(b) 貼沙河兩旁的土地,大都向貼沙河傾斜,兩旁的土地多數種植蔬菜之類,所以當施用肥料的時候,一部分的糞質,可以滲透到河中去;假如一旦遇雨,那麼所有的肥料,就完全衝到河裏去了。

(c) 在日裏,河裏有魚船來往捕魚,吐垢納污極為恆見;在夜裏,糞船來往很多,船身如有滲漏,即不免污及河水。

(d) 在自來水總廠附近,有好幾個皮革廠,他們廠中所放出的污水和不潔的東西流入河中,極易使河水發生臭氣。

(e) 貼沙河兩旁居民,都在此河洗刷衣物糞桶等類,有碍水質,莫此為甚。

(2) 從化學方面觀察: 當鄙人在自來水籌備會供職時,曾經費了不少的時候去探尋水源,其中以徐村與梵村兩處的水質為最好,彼時政府當局和杭市諸紳都很贊同,自後鄙人赴美,自來水的水源也就變更了。依浙江省衛生試驗所所檢定,貼沙河的水質大略如下:

| 類 別      | 每百萬分水中含有數 |
|----------|-----------|
| 總殘渣      | 372       |
| 灼熱殘渣     | 217       |
| 固定殘渣     | 155       |
| 鐵        | 2.3       |
| 氯化物      | 89.1      |
| 銻中氮      | 2.0       |
| 蛋白銻中氮    | 0.25      |
| 亞硝酸化合物中氮 | 1.5       |
| 硝酸化合物中氮  | 17.0      |
| 耗氯量      | 4.2       |
| 鹼度       | 10        |

我們從試驗的結果看來，貼沙河水的耗氧量是很大，這個雖然無大妨礙，但是水中空氣或氧氣的缺少，是影響到水的味道，所以現在廠中設法將礮水與混水和合後，成瀑布狀沖入沉澱池上之攔板，以增加養化的面積。

(3) 從生物方面觀察：水中的微菌，是我們人目所不能見，微菌的繁殖和生存，全視天時，氣候，溫度的轉變而定。依照浙江省衛生試驗所所檢定貼沙河水的微菌數，每立方糲 (c.c.) 約有 3,750。這微菌數不能算為很大，因為細菌有一種自相殘殺的性質 (Antagonism) 故也。

以上所講的，皆就現在貼沙河的水源水質而言，在實際上貼沙河的水質不佳，是不可諱言的。但是現在所以採用貼沙河為水源者，據前杭州市自來水籌備會根據之理由有四：

- (a) 水源就在總廠的旁邊，建築省時，可以提早供水。
- (b) 當初預算全部工程，須要二百五十萬，採用貼沙河為水源，可減少到一百五十萬經費，容易籌劃，工程不致於中斷。
- (c) 將來永久水源決定後，總廠無須變更，現在的計劃，而貼沙河河水，仍可以準備在不測的時候應用。
- (d) 現在的設計是一個範圍較小的水廠，將來用水量增加時，可以逐步擴充，經費也可以陸續籌集，這是比較經濟。

由上面看起來，現在所以採用貼沙河為水源的原因，無非在初創時節省經費而已，但貼沙河的河水，因為質地不佳，非加以特別的濾製，不能就這樣的供作飲料，這筆濾製經費，確實也不小，濾製出來的水，仍舊不能得如所期望的結果，所以我覺得反而有點不經濟。

II. 設計，建築工程和管理問題：水廠內的出水程序，是先從貼沙河的進水口 (Intake) 用三十六吋三和土進水管導入進水機間，用低壓打水機，送到混攪槽 (Mixing chamber)，同時將礮水加下，然後依次流入沉澱池，沙濾池，加氯之後，再由清水流水溝及十六吋生鐵管送到清水池，末了到出

水機間用高壓打水機將水送出去使用於是廠中所應有濾製工作就此完畢。就大部分而言，自來水廠的設計，建築工程和管理方面，有許多地方，應當設法加以改良。

(1) 由調節間至清水池其間清水流水溝與十六吋生鐵管交接處，沒有設置一個進入洞 (Manhole)，這是該廠設計上的最大缺點，因為溝中日久淤積起來，洗淨非常困難，若要洗淨，非將清水池一同掃洗不可，此種辦法，未免太不經濟，如用了進入洞那麼污水就可以從這洞放去，手續就便當得多了。

(2) 大陰井無出水口，這也是設計時忽略的地方，凡是廠中的洗刷水管的水和污水，一統流入大陰井內，所以井內淤積不堪，現在聽說水廠已將十二吋洋灰管接入貼沙河中，但井底污泥非用抽水機仍舊不能取出的！

(3) 沙濾池的牆基很不好，因為沒有打基樁，這是建築方面不對的地方，池內的水位有十呎高，影響到池的上部的建築很大，依現在的情形看來，有一部分已經有了變動，因牆外地下二十四吋不閉塞接頭之洋灰洩水管將牆底細泥隨流帶出之故也，應當設法加以補救。

(4) 杭州市內的供水管網的建築，亦有很大的錯誤；就是單行管太多，結果弄得死頭 (Dead Ends) 太多。我們曉得死頭一端的水，終日流動的機會很少，而且微生物都圍集在這一頭，此處的水質越變越壞，對於衛生方面是有妨礙的，這種死頭在自來水初築成時，雖不能絕對避免，但應設法減至最少限度。

(5) 混凝槽的建築和管理方面，似很適當，混凝槽內水的速度，從 1.8 ft./sec.，到 2.0 ft./sec.，自加入礬水後，有二十分鐘的時間混凝，亦很相當，可惜第末槽的水流入沉澱池的時候，如瀑布一樣，不免將已結成的凝塊 floe 衝碎，使不能沉落在沉澱池中，竟帶到沙濾池中去淤積在沙面上，大碍沙濾的工作，就是廠中每日所加的明礬，亦不是依照水之 PH Value 而定的，並且有

一件事體是我們所引為最痛心的，就是中國礬的効力，祇及洋礬之半。所以我們希望中國礬的製造，應當大加改良，才可以與舶來品相競爭。

(6) 調劑蓄水池 (Regulating Reservoir) 是建築在紫陽山上，施工時比較困難一點，依照外國的情形，蓄水池的底面，應當裏面高外面低，但是紫陽山上的蓄水池則反是。並且池內無凹槽 (Gutter)，洗刷的時候非但不便當，而且很費時間。我們知道一旦蓄水池停止供水時，則水廠中完全依賴抽水機打水以供給，因為今年抽水機不是連續不息的二十四小時工作。所以蓄水池的洗刷工作，應當特別迅速，否則如有火災，就有斷絕供水的危險。

(7) 沙濾池內的沙石不大好，再加之貼沙河的水加礬後不易凝成塊狀，在沉澱池中仍不能停下，因之就隨水帶到沙濾池，大部都停留在沙裏面，所以隔了相當的時期，沙濾池裏上面的污沙，應當調換洗刷。可惜當初水廠不知這樣辦法，祇知扒動污沙增加濾水的速率，所以弄到後來，污泥攪入沙石的中間，以致洗刷不易，濾下的水，發生惡烈的臭味。

(9) 貼沙河河水中有不少的微細生物，如海藻 (Algae) 之類，雖經製濾之後，但是一旦見了日光，仍有繁殖的可能。所以清水蓄水池上面，應當有遮蓋，免得使水見日光，令此種微菌繁殖。這種海藻能分泌出一種臭氣，於水質很有妨礙，普通可用胆礬 (硫酸銅  $\text{CuSO}_4$ ) 除殺之，胆礬因有毒性，故不能加入多量。上海各自來水廠中之水，亦有此種之微生物，但無杭市如此之多者。

現在杭州自來廠的營業，尚沒有到發展的地步，大部民衆仍舊喜歡用井水，以致水廠的現況很不好，每月需支出電費約 1,000 元，一切工程及經常費約 5,000 元，而收入方面，祇有每月營業所得約 2,000 元和市政府撥借 3,500 元，收支兩方仍不能相抵。但是一件新創事業，這種情形，是不可避免的。雖然現在境況不好，將來能漸漸改進，前途一定有希望的。

改進杭州市自來水廠的方法共有兩種，即消極整理和積極整理是也。此種方法，已在鄙人所著的整理杭州市自來水工程計劃書中詳細論述，不



久就要出版,現在時間不早恐怕不能多談了。

總之,一個自來水廠雖然管理和使用起來都很容易,但是水廠的初步計劃和施工,却很艱難,因為鄙人曾參與水廠的初步一切工作,所對於水廠各處都比較的明悉,今天所講的不過拿所見到的研究一下,其餘極須改進的地方尚多,將來如有機會,鄙人願與諸位再談。

## 美國 胡 佛 水 壩

### 世界近代最大工程之一

胡佛水壩,建于 Arizona, Nevada 兩省間之 Black Canyon 深峽,跨關係上下游七省水利之 Colorado 河,于 1930 年 9 月 19 日舉行開工典禮,預定于 1937 年 8 月 1 日全部完工,估價美金 165,000,000 元,材料由公家供給,工作由六大著名建築公司聯合承包,包價約美金 50,000,000 元,此壩有防洪,灌溉,航行,水力發電,調節流量及供給自來水等六大效用。底厚 198 公尺,頂寬 137 公尺,高 223 公尺,為世界最高大之壩。上下游有攔水壩各一道,又有 17 公尺直徑之引水隧道四。共長 4880 公尺。

壩址四周均甚荒涼,距最近之城市有 43 公里,因建壩築鐵道 94.5 公里,經山洞五座, (最長者有 335 公尺), 築汽車道 40 公里,電力輸送線 362 公里,復于隙地造壩工 5000 戶之住宅,商店,學校,自來水廠,影戲院,運動場等,于此可見工程浩大之一斑。

## 杭江鐵路之計劃完成與其前途發展之希望

杜鎮遠先生演講

劉 楷 記 錄  
吳 錦 安

鄙人辱承寵邀，早想來此和諸位談談，只因公務繁冗，未克抽暇。今天居然能到此地，與諸君相晤一堂，無任欣幸！現在所要講的是：「杭江鐵路之計劃完成與其將來發展之希望」。

這幾年來，我們中國外而暴日侵凌，內而共匪猖獗，農村破產，百業衰落，政治經濟的不景氣，社會生活的不安定，全國同陷於恐怖之中，是無可諱言的。何以浙江能在這樣風雨飄搖的時候，從容計劃完成牠的鉅大建築——杭江鐵路呢？當然也不是毫無原因偶然倖致的。浙江雖是幅員最狹小的省分，因其地勢僻處東南海濱，又有山脈環繞，據之不可以控制四方，退亦不足以閉關自守，向在我國軍事上，被視為非關重要的地位，所以在從前的頻年內亂，都能倖免破壞。等到民國十六年，國民革命軍勘定東南各省，張靜江先生來主浙政，認清民生需要，致力建設事業，尤以發展交通為大前提。當時計劃造成全省公路網，並謀建築貫通蘇皖贛閩四省的鐵路，曾經前建設廳長程振鈞先生委派徐世大先生，先往勘測浙皖浙贛兩綫，擬有輕便鐵路工程計劃報告，載在建設廳月刊，後來因為築路經費未有着落，暫時擱置不辦。到了十七年底，張先生感覺到浙西的杭嘉湖三屬，交通便利，社會亦較繁盛；反觀上游的金衢嚴一帶，交通困難，風氣閉塞；這種畸形的狀態，實非全省共同的福利，要想救濟這樣不均衡的缺陷，只有與築通上江的鐵路一法。然從杭州錢塘江上游各縣經過金衢一帶以達江西省境的一綫，在浙省視之，雖頗重要；但在鐵道部所擬全國鐵路綫網分期建築計劃書中，則列在第三期，若欲待其實現，尚須多歷歲月，所以決由浙省自力經營。鄙人受命踏勘該路，當即組織踏勘隊，由杭州閘口起點，溯富陽桐廬而上，以達江山；沿途察勘地勢，調查物產，所得結果，甚為滿意，覺得此線築成鐵路，將來必有發展的希望，當

時擬築造標準鐵道，俾與滬杭路聯運，直達上海。返命之後，復經張先生提出省府委員會議議決：通過採用標準制度，定名「杭江鐵路」，即委鄒人承乏本路籌備處主任，此為本路發軔之始。

當時浙省的建設，真所謂經緯萬端，百廢俱興，但是一個偏小的省分，資力究屬薄弱，焉能同時舉辦這許多偉大的事業？因為受着經濟的限制，雖具整個計劃，事實上不得不隨時勢而變更，所以現在的杭江鐵路所經的路線，以及工程上一切設計，比較最初的計劃，自然是大有變遷的了。

鐵路的種類甚多：講軌距，有寬狹之別；講動力，有汽電之分。如美國講「大車之經濟」(Economics of Large Cars)，不以每車載重五十噸七十噸為已足；英國則仍墨守陳規，利用小車；牠們固有不同的情形，所以各有各的打算，絕不相侔。我人考察所及，多見則多得審擇的機會，擇其適于國情地勢及善者而從之。這是就工程方面而論；但是整個鐵路計劃尚須顧及經濟方面，依一定之公式，有數字之比較，以為最後選擇之標準。雖然國營鐵路固不僅以自身牟利為目的，但是我國國家經濟，艱困至於斯極，不採營業方式，進行更多棘手。故目前經營鐵路，必須顧及經濟，以百分率利益(Percentage of Profit)為前提：第一要建築費最省；第二要每年收入最大，第三要每年支出最小。在經濟學上的公式，為 $\frac{R-E}{C} = P$  (R = 總收入, E = 總支出, C = 總資本, P = 總利率) 此項公式不僅適用於鐵路，任何工商事業，都可適用。現在我國國有鐵路，類多舉借外債而成，資本頗大，在無戰事破壞的時候，歲入頗豐，但其歲出亦大，以致利潤微薄，不足以償本身債務。如能彀一方面切實改良客貨運，以冀歲入的增加，一方面竭力樽節開支，以謀歲出的減少；是則各路所欠內外債，就也不難還清了。

杭江鐵路所以由浙江省自辦，及我國現時自辦的鐵路所以要顧到經濟力和利潤，都在前面說過了。至於路線的變遷，計劃的更張，也就因為一省的財力有限，不得不如此遷就，大致情形，鄒人已在時事新報發行的建設

特刊——新浙江號發表過，諸位諒多曉得：現在的杭江鐵路所經各縣不全是最初所定的路線；牠的建築方式，也不是最初的工程設計；僅僅是一條寬軌的輕便鐵路罷了。

鐵路費用的大小，率以軌距寬狹軌條輕重為轉移。普通以 60# /碼 以上者為重軌，適用於標準軌距；（即 4'—8½" 軌距）以下者為輕軌，常用于狹軌距。惟杭江鐵路獨以 36# /碼 的輕軌，採用標準軌距，實開各國之先例，據我們的調查，36# /碼 以上的鋼軌，因有鋼軌托辣司，各國時價統一，不得自由競賣；自此以下，各廠商便可競以廉價發售；本路所以採用 35# /碼 的鋼軌，就是這個緣故。又根據計算 35# /碼 鋼軌的載重，每軸可用 8.5 噸，所以本路製造機車客貨車等，均用此重載為設計之根據。凡建築有永久性者，仍照國有鐵路標準載重設計，以便將來更換重軌。至於狹軌，素為鄙人所反對；蓋以一經採用，將來無法改造，勢必全部廢棄，所以為本路他日發展計，一定要用標準軌距。然以輕軌設施於標準軌距之上，雖無前車可鑒，但是，江邊至蘭谿全段，通車將近一年，行駛安穩毫無危險，也就可解工程界之惑了。

以上所講大都是關於一般的說明，現在再講專門的技術：

(1) 鋼軌之橫斷面 美國鐵路工程學會 (A. R. E. A.) 無此輕軌斷面，惟美國土木工程學會 (A. S. C. E.) 有之；但所有者為支點啣接法，(Supporting Joint) 魚尾板 (Fish Plate) 長僅十六吋；本路雖為輕軌而每軸之重為八噸半，若用支點啣接法，將來結果，必致支點低陷，(Low Joint) 而起懸樑作用 (Cantilever action) 的弊病，所以要改用懸點啣接法，(Suspension Joint) 不能整個採用美國土木工程學會之規定，而須改良設計。

(2) 枕木 枕木佔建築費用甚巨，規定尺寸，頗費躊躇。國有各路普通用 6" × 9" × 8' = 3 立方英尺，本路現用 6" × 6" × 8' = 2 立方英尺，為將來改用重軌時不致全部廢棄計，六吋厚度，不能減少，只可在闊的方面加以節省。至枕闊，則隨道釘所佔地位而定，本路全綫現既限期竣工，通車玉山以後，營業發

達，自在意料，一旦改用重軌，倘因枕木過小，而須全數更換，且將損失不貲，抑在軌道下尚有可應用之枕木，一經取出，便不能再用，此為稍具經驗者所皆知，今為改用重軌時載重及道釘握力 (Holding Power) 等設想，均不可不用此厚度；是亦本路經濟設計之一端，故特舉而出之。

(3) 軌長 美國普通軌長 33 呎至 39 呎，本路定為 30 呎，依學理論，自當以長軌為經濟，因可減少唧接；但就實地觀察，此項輕軌似以 30 呎長度為最合宜，輕軌過長，易于灣曲，溫度高下，易使軌條長縮，養路頗為不易。

(4) 唧接 歐美近代都用互錯唧接，(Stagger Joints) 本路則仍用舊式之相對唧接。(Square Joints) 蓋緣歐美路基堅實，為減少震動力求顧客舒適計，自當採用互錯唧接；本路採用輕軌，路基新築，不免沉陷，倘用互錯唧接，則必致相對兩軌之面成為複雜波浪式，反不如相對唧接之穩妥。

(5) 道碴 本路採取道碴，亦以力求經濟為前提，所用碴料，大都採自沿線附近，如開山鑿石，每英方工價運費共須八元以外，然選擇沿綫溪河之多卵石者，設一臨時支綫，伸至岸邊，運取卵石，每方所費不過一元二角而已；就地取材為工程經濟之原則，不可忽也。

(6) 道基 鐵道部規定道基闊度須 20 呎，本路減窄至 13 呎，即每邊縮小 3.5 呎，有許多人不以此為然。但鄙人亦為經濟設想，不得不爾；因在美國時曾見同等寬度之路基，此固減省土方工程不少。將來收入有餘，有增加寬度之必要時，再為改正，亦無不可。

(7) 弧度 本路規定最小弧度半徑為 300 公尺，惟在蕭山附進有 250 公尺半徑之弧，此為應付特殊情形，將來當設法改正。

(8) 坡度 本路最大坡度為百分之一，為數不多，亦不甚長。

(9) 信號 美國鐵道所用的信號，在主要軌道 (Main track) 上，大都為自動式分段信號；(Automatic Block Signal) 在鐵道交叉處，用互相控制信號，(Interlocking Signal) 現在我國國有鐵路，多用人工分段信號 (Manual

Block Signal)其式樣概爲Semaphore,本路則因經費關係,如本國Semaphore式之信號,尙不能設,更無論其他之自動式,目前客貨運均未發達,故暫用簡單之旗式信號,(Flag Signal)尙無不便。下半年江蘭段擬添置進站遠近揚旗,可以增加行車速度,及其安全。

(10) 車站機廠 鐵路之車站房屋,站台,堆棧,水塔機廠,車庫等,亦佔資本支出之一大部分。本路開辦伊始,經費頗感不足,所以各項設備,只得因陋就簡,或借附近廟宇,或築臨時車站,以資辦公。現在已將重要車站之貨物站台及貨棧碼頭等,次第興築,以便商旅。各站給水,在未建正式水塔以前,暫以枕木高架木桶代用,見者或將資爲笑談。但在我國前有某路,釘道材料尙未辦楚,已先將各處車站房屋建築完竣,巍巍大廈,固極美觀,卒因經費不繼,致陷停頓,房屋雖美,只得廢棄,以此例彼,緩急自判。至於本路機廠,雖在西興江邊已建一小工廠及機車庫,但其地位狹隘,只能裝置少數小機器,以備另星修理之用,將來通車玉山,即當設法擴充。

上述種種,雖只本路之一斑,總而言之:本路之一切設計,均因財力有限,不得不用最經濟的方法來謀減輕資本,況且本路既爲全國省辦鐵路之嚆矢,其成敗,實爲中外人士所注目,成則各省知所效尤,敗則國人益將視此爲畏途,故當不憚困難,竭其全力,以底于成。現在商辦之蕪乍鐵路,及江西省政府籌辦之贛浙鐵路,(路線:已擬定由南昌經進賢,臨川,東鄉,餘江,餘干,貴溪,弋陽,鉛山,上饒,至玉山,長約三百二十公里。)均擬仿照本路成法修築。此後繼起築路者,既有前規可蹈,勢必勃然而興。

現時本路江蘭段路線,因有水路競爭,故貨運較少,每月收入約十萬元;其中貨運,如鹽,茶,米,腿等,僅佔全部收入百分之二十;客運約佔百分之八十。惟鐵路業務,當以貨運爲主要;本路亦因創辦之初,經濟困難,所定貨物運價,比較國有各路,或嫌稍高;但實不得已之舉,刻正調查研究沿綫各地物產之市價,擬在可能範圍內,力謀減低運費,以裕民生。又凡交通事業,在初創的時候,每因特殊情形,難期事事週密,俟過相當時期,獲得種種經驗,自可漸臻完善。我國各鐵路客貨運統計,如不受時局影響,大約每過四年可增一倍;但此爲自然之增加。本路通車玉山以後,對於客貨運,均當積極改良,以迅速,安全,舒適,清潔,爲目的,預料日後貨運,亦必陡增。如江西省再能於短期內造成贛浙鐵路,與本路接軌,則本路將來的使命,豈僅開發上江富源,溝通浙贛文化而已哉!

## 浙省海塘工程

張自立先生講

吳錦安記錄

今天的題目是浙省海塘工程，諸位中本省的人很多，大概都很明白，外省的同學，那未必知道，所以兄弟約略的講講，海塘的名稱，專門指禦海的塘工說的，不過浙江的海塘工程，因為錢塘江口和黃海的界限不很清楚，所以是包括一部份江塘在內，普通杭州灣南北兩岸的叫海塘，杭州灣以上便叫江塘，現在塘工則自浦陽江口以至杭州灣止，都包括在內。

講塘工以前，先要講潮，錢塘潮是世界有名大潮之一，每月有兩次大潮，錢塘潮所以這麼利害，現在還沒有一定的解釋，普通都認為因揚子江口沙礫淤積，錢塘江上游亦挾沙而下，故自乍浦以至尖山一帶，沙灘很多，江漕極不規則，因為這不規則的淤積和不規則的江漕，潮到尖山附近，激成潮頭。初露時僅一線水花，高一二尺，至海甯則由五六尺而至一丈，因為潮力向海岸的衝擊力量很大，所以特地有塘工的設施。潮頭分為二路，沿岸而來的叫東潮，力量比較小些，自南岸反射過來的叫南潮，衝擊海塘為害較大，普通海甯看潮所見的，大半是東潮，要能看到南潮與東潮撞擊很不容易，兩潮相激，所以形勢格外的洶湧，有時竟有二丈多高的潮花。

據歷史上考察所得，在越國的時候，塘工即已開始建築，以一斛之土，作錢千文，故名錢塘，宋後（909年）建築方法略有進步，把竹籠納巨石後，加土成塘，與現時用鋼絲籠罩石之堵築方法同一作用，1708年改用柴塘，至石塘始於1044年紹興湯尹，嗣後凡土塘出險，逐漸都改石塘，現在有石塘約132公里，土塘85公里，民二民四間，曾築混凝土塘2公里，近幾年，把舊塘改作斜坡式的約有1公里，石塘的裏面都有土備塘作出險後萬一的補救，杭州至海甯，有土備塘約111公里，這是指北岸的塘工而言，南岸潮力很弱，所以無需土備塘，土塘石塘土備塘等共計有331公里。

舊石塘大概：舊石塘都是重心式 (Gravity Type) 坡度自 1:10 至 1:15, 塘基闊約一丈, 密佈梅花樁, 樁距約 10 寸至 20 寸不等, 塘身是 5 尺長 2 尺寬 1 尺厚的巨石, 丁順相間, 疊砌而成, 逐級向上收狹, 到塘頂寬約 4 尺許, 塘背填土, 舊塘的建築方法當然不甚經濟, 不過在從前科學未昌明的時代能夠造成如此偉大的建築, 確是難能可貴, 塘身很堅固, 基面也很節省, 祇是于基脚樁一層, 因為從前, 沒有什麼研究, 不甚完善, 缺點頗多, 現在海塘出險, 大半由于基礎不固的原故, 海甯一帶的地質, 曾用鑽探機試驗過, 到地下 160 呎, 還都是沙土而不見石礫, 所以塘基的建造非常困難, 塘身之外再打樁, 一排或兩排, 叫做護塘樁, 保護塘基, 護塘樁之外, 再造坦水, 坦水是緊貼在塘基之前, 以條石靠砌或豎砌或平砌而成, 以片石為坦基, 坦坡約  $\frac{1}{5}$ , 坦水外再打坦水樁, 樁深約 15 呎, 倘然一排坦水還不夠, 使用二排以至三排, 其名為頭坦二坦三坦等, 以能保護樁基為度。

修理方法: 現在為經濟所限制, 不能把舊塘完全改造, 要完全拆去舊塘改良塘基, 也不經濟, 故為維持現狀只有把舊塘設法保護, 所以修理坦水的工作很多, 其次便是理砌石塘工程, 把原有石塘拆開, 重行整理就是了, 民十九二十年間, 海甯附近出險五處, 修葺時有四處改建光面斜坡塘, 其塘面即以舊塘石豎砌坡面前部, 復打 6"×12"×25'-0" 陰陽縫洋松板樁一排, 使塘基前後隔絕, 泥土不致外流, 但若干時後, 斜坡塘面仍略有衝損, 故今年修建時, 又加改良, 以平鋪塘面改作階級塘面, 即以矩形塘石, 垂直置之, 得階級式之斜坡塘, 如是使退潮時落水較為和緩, 減少鬆動塘石之力。

新舊塘之比較: 舊塘之弊, 因昔日無水泥等膠結材料, 石塊間僅以鐵錐互連, 歷時過久, 縫隙滲濕, 致塘背泥土, 時為潮水浸蝕, 且南潮來時, 潮浪甚高, 每越塘頂而倒灌塘背, 潮退之後, 即由空隙挾土流出, 塘背塘基逐漸空虛, 故塘身有前仆外傾之象, 新斜坡塘之利, 則因塘面有坡度, 潮水衝激之力頓減, 下有板樁, 泥土外流之弊遂絕, 確較舊塘可靠, 歲修方面, 舊塘坦水, 二三年須



一修,新塘則無需巨修,但因建造未久,有何弱點尙難察出,故一時不能斷言,現有斜坡塘 829 公尺,建造銀 248,000 元,每公尺僅費銀 298 元,較之新造豎立式之石塘,尙爲便宜。

整理計劃:整理有治本治標之分,治本之計須長期研究,始可定奪,水利局成立迄今,僅三四年,預備工作,如水文測量,地形測量,及杭州灣之水深測量,均須明年六月始可結束,現于閘口西興試作挑水壩不少,但因時間過短,未能得確切之結果,壩與河漕之角度,從前係向上游成  $105^\circ$ ,之角度,現在改用  $90^\circ$ ,因爲錢塘江有潮水的關係,水流方向,時上時下,所以理想上的角度,當然以  $90^\circ$  爲最宜,壩的高度,係分頭建築先築至低水位,次築至中水位以後再築高,西興上游約一公里處之第 105 號壩,係中水位壩,結果尙好,本年六七月山洪暴發時,上游的淤積很多,八月大潮汎時,則下游的淤積很多,將來可希望淤成與壩同高之平地,錢塘江因爲缺乏人工管理,沒有固定整齊的河漕,所以兩岸時有此坍彼漲的現象。現在的岸線,和十年以前大不相同若不加以整理,則十年後,當更不堪設想,現在爲財力所限制,治本計劃,勢難實現,祇能從事于治標工作,治標的辦法,祇有一面,把原有的石塘保持常態,使勿衝毀;一面就財力所及,進行整理基礎之工作;以期逐漸將塘基鞏固。

整理計劃,與中外工程專家都討論過,大家認爲修葺舊塘,比完全改造爲經濟,且浙省塘工爲我國古代偉大工程之一,現在固然要求經濟和堅固,也應顧到古蹟的保存,所以整理舊塘是最妥善的方法,前述的斜坡塘,不過是在已經沖毀的地方,重築時不得已之舉。

舊塘大約分爲三部分,基脚部分要用板樁,并將板樁上部與塘身用混凝土塊聯絡,塘身部分,空隙處用機器以  $40\text{lb./}\square$ — $50\text{lb./}\square$  的壓力,把水泥灰漿灌入,塘頂部分要有相當的傾斜,使雨水及越頂之潮浪可以流淨不至浸潤塘身,現時需要整理的海塘在杭海段約 5400 公尺,工款約 1,070,000 元,每公尺單價約 200 元,鹽平段約需工款五十餘萬元。

至于現在歲修工程費用,每年約 100,000—150,000 元之譜,如照上述計劃加以整理,預計約需 1,600,000 元,整理後歲修費用當然可節省不少,不過現在省庫支絀,整理經費無法籌措,計劃之實現,不得不待諸來日耳。

## 陝西考察之經過

徐南騷先生講

吳錦安記錄

隴海鐵路爲西北諸省交通之樞紐，人皆知之，自靈寶越潼關而增築至西安，益臻重要；國人于西北之今後，亦因以注意焉。西北問題，茲事體大，非空言所能辦，非旦夕所能及；需費之鉅，需才之衆，人所共知；然于計劃前之詳細調查，以作計劃之根據者，尤爲重要。是故隴海路局有陝西考察團之組織，是團之組織也；聘國內大學教授，及實業經濟等團體數十人，分農林，工商，水利，礦產，特產，電力等六組，本校之被聘者有朱瑞節陳慶堂二先生，時余尙在中央大學，故由中大名義參加之，團分二組；一至陝南，一至陝北，余隸陝北組，每組又分前述之六門，每門又分若干項，使人各專其司。于二十一年八月五日自浦口出發，十五日至西安，遂開始工作，迨十月一日始返，前後計約二月。

今試以災况述之，民十八，陝患旱，被災之重，諸君當于報紙上見之矣，時賑災會曾攝影片至各埠映演，見者每以其宣傳性質，未敢全信，不料于三年後而至是處者，猶感演映之非虛構，經某縣時，我儕于夾窩中外望，見白骨一大堆，聞係牛骨也，陝人耕種，全恃牛力，故均敬愛而鮮有幸之者，但民十八時，因食品斷絕，不顧一切而宰之以充饑，堆積其遺骸不忍遽棄，而此情之悲慘，可想見矣。沿途村鎮，皆呈衰象，居屋頹廢，雞犬不聞，蓋陝人苦天災于前，遭苛政于後，農田生息，不足以償捐稅，致出售田產，無人願購，卽贈人亦誰能受之，故皆以田單黏于門，棄家而逸，由此可知天災人禍之重，已不能以言語形容矣。抵潼關時，丐者麇集，羣來求乞，余適無銅幣，卽以車中因袋破所遺之米指之，言未發而爭者十餘人矣，我儕食梨時，所去之皮尙未墮地，圍而候之者已有人矣，時疫癘頗盛，我儕食白饅亦去皮，圍而候之者更衆，半由饅皮之較爲充饑，半由白饅之屬罕見也。予曾參觀一小學，詢之教員薪水，答以年俸銀二十餘元，比以江浙之奴婢不如也。夫陝之所以至此者，我不曰天災而曰人禍，

蓋苟天災後而能挽之以人力，不至于此也，我謂人禍而不責之以苛捐，蓋苟苛捐而以之實用，亦不至于此也，陝之長官，藉種植嬰粟，為歲收之大宗，因之嬰粟遍地，棉穀無收，今糧食之所以告缺，半由于此，誰知西北同胞之陷于水深火熱而至于此耶？

陝人性忠厚，甘貧苦，雖窮迫，甯餓死而鮮作竊盜者，但好安逸，不事生產，生活簡單，不知歲月，渾噩一生，惟日出而起，日入而息而已，鮮燃燈燭，固無需而亦無力也，普通居民無房屋而宿于土窖，窖長二三丈，挖拱頂，支以梁柱，可容十餘人，我儕嘗宿數次，確有冬暖夏涼之妙，惟多蟲蚤，商業操于晉人之手，農人則來自川魯，交通利器，陸上惟驢馬及夾窩，夾窩日行約七十里，需費五元，水道僅數處可行舟楫，西安市上外省貨物，因運輸困難，昂貴不堪，汽水每瓶需八角，煤則每噸須五六十元。此次考察二月，僅達其半，途行四五日而不見人煙，乃為常事，可見荒涼之一斑也！

陝田有三，在高原者曰原田；位于斜坡者曰坡田，處于低窪者曰川田。川田最貴，原田最劣，其灌溉法，以井渠為源，據十九年之調查，陝北十七縣有井三萬八千強，灌地二十九萬畝，平均每井僅七畝餘，每渠一里，平均可灌田一百零七畝，每畝需灌溉水3.3寸，井深普通為三四十丈，深者五六十丈取水之法，以盤車汲之，于需水時，終日汲水入田，備形勞苦，但所獲尚難糊口，原田因水分不足，其收穫不及川田之半，嘗見所產觀音粟，相去二倍奇。清初，有韓城縣縣令某，廉潔愛民，倡築渠以灌田，渠深大，頂有石蓋，至今尚存，凡沿渠被灌之田，價殊昂貴，每畝約需九十元，與無渠之田，不可同語也，可知陝田非劣，僅須渠道以濟灌溉而已，據陝南組云，漢中縣氣候溫和，出產豐富，勝于江南，白木耳即產于是，米每石價值三元，重三百磅，二十一年尤豐，有餘糧，惜老河口時告匪患，商旅裹足，陝南北豐歉懸殊，僅因秦嶺之隔，雨量不同，此乃地理使然也。

大同大荔等處，民務畜牧，產毛革，惜不知利用科學方法，致出品無進步，

且時患疫癘，牛羊之死者，每千百計，嘗聞北平協和醫院獸醫西人某，擬至該處辦理防疫事務，就商于當局，當局以爲有利可圖，需索留難，因此而罷，殊可惋惜！毛毯及毛衣帽，爲此地之手工業製品，行銷國內外，果產亦豐，柿棗蘋果等，沿途均產之，倘能水利興修，則農產當更臻富有也。

河流有七，曰黃河，曰渭河，曰洛河，曰涇河，曰沮水，曰漆水，曰延河，黃河之經陝者二處，一爲龍王剋，即大禹治水處，因河床峻峭，水花四濺，故名。一爲龍門亦名禹門，河闊僅五十餘公尺，水流湍急，即倡建水力發電處也，但我儕不能貿然即言水力發電，當熟思下列四點，是處最低之水頭與流量各若干？足以發生電力否？此其一也。既發生巨量電力，于相當距離之內，有巨量之應用否？此其二也。鄰近煤產頗富，以水力發電，是否經濟？此其三也。且龍門位于晉陝之間，設無適宜之組織與應付，應用此天然動力，定多糾紛，此其四也。綜上數端，可知短期間尚難實現。黃河之水非黃，徒因兩岸黃土，沿途剝蝕，混于水中，至中游始呈黃色，歷屆記載，其最大含沙量，有百分之四十重，又以河牀時時改道，此二點與修治河者以莫大之困難。據民十八之調查黃河運貨，歲入有二十四萬元之譜，渭河則舟楫更便，據十九年之調查，歲入有六十萬元之巨，輸出貨物有棉麻藥材菸葉等。

陝省惟一之困難在「水」，今更有一例說明之，西安之雞價元可五六頭，而鴨則每頭三四元，魚則每尾二元，此于水陸難易之情形明矣。故欲開發陝西，以解決「水」之問題爲首要，欲解決一「水」之問題，須以已往水文記載爲根據，陝省九十二縣中，有水量之記載者，共五十二縣，爲李儀祉先生長建廳時所設，故歷史未深，目前計劃亦殊困難，全省雨量缺乏，有數縣亦嫌雨量過多，反有冲刷田地之害，苟能調濟得宜，不難利用貧瘠之地，一躍而爲富饒之區也。

灌溉設施，當由省辦，但省庫支絀，無暇及此，曾建議辦法數端，因時局不靖無從着手，其法如山鄉省負責或代辦之，其本息則逐年分還，如招商承租

立約若干年，年納租金若干，甚至如荒地出售，全由商人經營，由是則非僅荒蕪盡闢，民食解決，其米麥棉粟之運銷于外者，更不可計矣，但不及時而作救陝之謀，而任其自趨滅絕則縱有忠厚之美德而能永保其不蹈鄂贛之覆轍者難矣，蓋因衣食足而後知榮辱，今連年災禍，不善其後，逼其挺而走險，誰能責之，余固為陝人危，亦即為國人危也，深盼政府諸公，有以思之，與其籌來日成千累萬之剿匪軍費而僅得砲火燬損民命民財之果，何不及時以千百萬而建設作惠民安邦之施哉！

我國無處不患飢荒，即江浙二省，倘無暹米美麥之進口，亦將無以維持民食，推原其因，固由種植方法之不善，天災人禍之頻呈，而以荒蕪之不事開發為主要之原因，試觀工廠之借外債以苟延，銀行之以紙券相搪塞，國內經濟之危狀，實有旦不保夕之虞，要皆由生產之不足以自給，衣食均仰給于外人，而以僅存膏血涓滴外輸所致，故欲挽危為安，惟有全國國民從事生產之一法，諸君研習工程，致力土木，應以開發生產事業之責自負，一旦離校，毋以謀蠶國害民之一官半職以為榮，應以實際生產為職責，生存一日，當以塗塞一分漏卮為至要，尤以西北諸省，亟需開發，希諸君共起而圖之。

## 葛鏡橋

綱

檀萃黔囊（小方壺齋輿地叢鈔第七帙本）：「平越之東，五里許，兩山側塞，岸高澗深，下通麻哈江，昔人鑿石通道，懸絙以渡，稱難阻焉。里人葛鏡乃發鴻願，伐石為之，工程浩大，旋建旋圯，垂三十年而產幾盡矣，而其氣不衰，復收餘燼，鳩聚羣材，於是齋百日，率妻子刑牲江上，而誓曰：「橋之不成，有如此水」，情詞慷慨，般倕感涕，奮力就工，晝夜無間，水殺其勢，不敢暴漲，而橋以成，因字之葛鏡。」按葛鏡為明嘉靖天啓間人，能糜金巨萬，悉罄家資以造橋，而利行旅，且百折不足消滅其氣，其志意可謂偉矣。

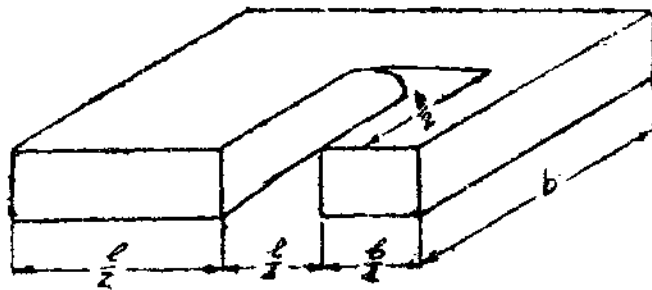
## 鋼筋磚土工程概況

湯 辰 壽 譯

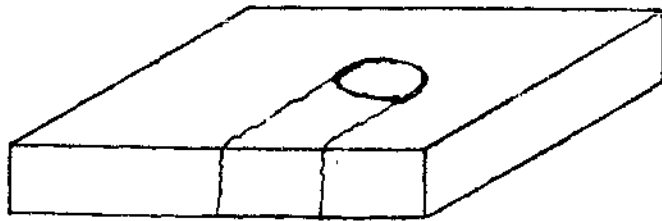
原載 Engineering News-Record

1. 鋼筋之和砌於磚土內,使增加其拉引力 (Tensile stress)。
2. 有缺口 (notch) 之磚,其砌法仍與尋常磚同。
3. 理論,設計,計算之可能。

鋼筋混凝土工程,於近代建築上,已佔極重要之地位,以其有耐久,便利,價廉幾種特點,已成為近世建築上唯一之材料,惜其中仍有不能免之缺點,故最近又有所謂鋼筋磚土工程 (Reinforced Brickwork) 出現,其目的無非欲補鋼筋混凝土之缺點,此種工程,日本現已採用,如最近一部分新造之房屋,涵洞,牆,皆已在試用中,即美國於海港工程及道路建築上,亦有時試用之,當十年前,有日人名 Dr. Shigeyuki Kanamori 者,得日本內務省及美國之內務部之許可試建,而據 Dr. Kanamori 研究試建之結果,此種工程內磚石,質料上可與普通尋常的同,形式上亦是大同小異,長,闊,厚,亦相同,所不同的,祇用於鋼筋磚土的,多一個砌鋼筋的缺口,此種磚土,因中部開一缺口,製造上手續較繁,故價格較尋常磚略貴,且運輸受震動更易碎裂,因此損失亦較大,最近將其形式上稍事改良,損失較小,變更後形式,將缺口改為圓孔,用時則將圓孔打碎,使成為一自然的缺口,如圖所示



未改良前,有缺口磚土之形式。



變改後之形式,有曲綫之處,即為用時應打碎之處,

此種建築之砌法,與普通磚亦同,就 English 或 Flemish 砌法亦都能應用於這種磚土,在日本,關於用這種磚砌牆速度,已有幾次試驗,比較結果,所費之時間與工資,並未較普通磚所費有差別,此種有缺口磚土砌法,先將鋼條位置及空距 (spacing) 放妥,鋼條與鋼條之間,並用細鋼絲縛定,以維持一定空距,且此種鋼絲之位置,須留意勿與磚相交,應將細鋼絲恰置於磚與磚之灰漿內,若築牆,更先應將鋼條放於牆腳內,並做成一堅固之混凝土牆腳,務使所放下的鋼條位置固定,勿使搖動,以免損及鋼條與灰漿之黏應力。

此種磚土之理論,完全根據于鋼筋混凝土之理論,所以計算方法也很類似,根本上就是磚或混凝土,都是承受壓力 (compression),鋼條承受拉引力。Dr. Konamori 規定普通常用於設計中的工作應力據實驗所得:

鋼 = 16000 磅 / 平方吋,

磚 = 700 磅 / 平方吋,

磚之剪力 = 60 磅 / 平方吋,

鋼與水泥灰漿黏應力 = 80 磅 / 平方吋,

以上所列“n”之數值,須以磚之質量而定,好似混凝土之“n”是15或12一樣,所以用較好的磚,“n”可以由25減為20,確實之數目,須得試驗後才能決定,致於鋼條與混凝土之互黏應力,已可見於一般之鋼筋混凝土設計中,而磚與灰土漿之互黏應力,可由試驗而得,總之,該兩種互黏應力,總得平衡,其實,鋼條與灰土漿之互應黏力,亦可以按照缺口大小而定之,不過嚴格地說,該兩種之互黏應力都不能明白確定 Dr. Kanamori 曾做過一種試驗關於

缺口大小與鋼條直徑，大小之關係，設缺口為 $2'' \times 2''$ ，其最大之直徑，不得超過一英寸，則互黏應力每平方寸可至八十磅，假使小於這個比例，其互應黏力之值亦須減少，假使鋼條直徑減小，當然互黏應力愈穩固。

鋼筋磚土與鋼筋混凝土比較優勝各點，詳列於下：

1. 建築手續簡單及價廉 鋼筋混凝土之建築，無論那種形式，必先做一木板之模型，然後將混凝土倒入，使其凝結，而鋼筋磚土之建築，則祇須用少數木板支持磚的重量已夠，如造牆等工程，就是少許的木板，也是不需要，因此可以省許多時間和經濟，並且在鋼筋磚土上修飾工作，又能節省許多。
2. 建築時間之不限定 鋼筋混凝土建築時，最好為春季，設在夏季或冬季，受氣候溫度之限定，往往要減少其應力，而鋼筋磚土，影響則少得多。
3. 地震影響較少 鋼筋混凝土受地震後，很容易決裂而坍塌，而據在日本鋼筋磚土工程之經驗，則影響較好，即使因地震而決裂，修理亦較便利。
4. 修理費用之減少 鋼筋磚土需要修理時，祇須將該修理部份修理之，並不致妨礙全部，尤其許多重要工程，能得其便利，故修理費用可減少。
5. 造成後可隨意鑿孔 鋼筋磚土本身是用磚塊合成，倘需要洞孔為通電流，水流，蒸汽及污水，煤氣引入的時候，祇須將少數磚塊拿開，不若鋼筋混凝土鑿孔或事前顧慮之麻煩。
6. 抗熱力與耐火力強 這點是磚土之特性，為混凝土所不及。

鋼筋磚土及鋼筋混凝土各點，亦詳列於下。

1. 磚塊本身之缺點 普通磚塊成分不均勻，往往因製造上的疏忽，而後應力減少。
2. 互黏應力之不能確定及計算時困難 關於互黏應力在鋼筋磚土工程，先應做實驗，方能決定，而鋼筋混凝土內所用  $j, k, p,$  等數，因  $n$  不能確定，所以也很難隨便決定，計算上很感困難。
3. 橫鋼絲放置之困難 鋼絲之安置，往往易與磚相交，此點於施工前



特別注意,而鋼筋混凝土並無此困難。

致於施工時所應注意各點,關於磚土方面的,須注意接榫,大致與土石結構同,所不同者,鋼條得絕對固定,其他得注意者,爲缺口內務須滿置灰土漿,否則,鋼條與灰土漿的互黏應力,必因灰土漿之不滿而減少。

---

Bond stress 互黏應力

mortar 灰土漿

joint 接榫

ratio of moduli of elasticity 彈性率比

## 雙 曲 綫 路 冠

應用雙曲綫路冠之計算

1. 對稱路斷面      2. 不對稱路斷面

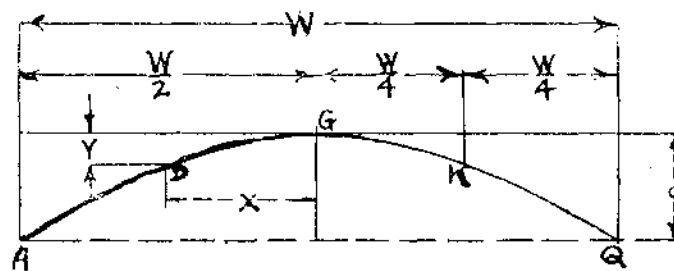
王 同 熙 譯

路冠 (street-crown) 問題, 已受市政工程師 (Municipal engineer) 之注意, 他們在想發現一種簡單而使所有道路能一致採用, 本文所論甚屬有趣, 同時亦較有用。


普通造路, 用拋物綫為切面, 尙可適用, 但中部太平坦, 流水不易, 亦為缺點, 故近時道路設計, 有增加道路切面中部坡度 (Slope) 之傾向, 而使流水較易。

據研究所得, 橢圓切面, 適宜於乾燥地帶, 以其不須有較大之坡度也。其他雨水較多之處, 則以雙曲綫形最為適宜, 蓋雙曲綫中部之坡度較大, 流水甚易也。且此曲綫之測定手續, 亦頗簡單, 裝置 curb 及 gutter 時, 亦無甚困難, 至此曲綫切面之如何實施, 下當詳言之。

(1) 對稱街道之切面 (normal street section)



Conic 切面之方程式, 須通過  $A, D, G, K, Q$  諸點。  $A, D, K, Q$  之坐標以  $G$  為原點, 而以  $c$  (路冠之高) 為單位, 代表坐標之遠近, 路面之闊為  $W$ 。  $D, K$  居  $\frac{1}{4} W$  處 (自  $A, Q$  算起)。至 Conic 切面之變轉關鍵, 全視係數  $m$  而定。例如  $y$  在  $D$  點必為一定數 (設此曲綫為雙曲綫時)  $y = \frac{1}{3} c$  則  $m$  必為 3,  $y = .375 c$ ,

$m=2.666$  等是也, 設  $m=2$ , 則切面必為兩直綫   $m=4$ , 則必為拋物綫,  $m$  小於 2 或大於 4 時, 為橢圓形綫。故 Conic 切面之方程式, 乃自直綫變為雙曲綫, 再變為拋物綫, 更變為橢圓形也。

設  $m=3$ , 則  $y$  之變化如下:

$$\left. \begin{array}{ll} x=0, & y=0 \\ x=\frac{w}{2} \times \frac{1}{4}, & y=0.095c \\ x=\frac{w}{2} \times \frac{1}{2}, & y=0.333c \\ x=\frac{w}{2} \times \frac{3}{4}, & y=0.648c \\ x=\frac{w}{2} \times 1, & y=1.0c \end{array} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

※至此雙曲綫之方程式為,

$$y = \frac{ab^2 - \sqrt{a^2b^4 - ab^2x^2}}{2b^2}$$

$y$  在  $x$  距離 (自  $\phi$  算起) 時為,

$$y = \frac{c}{6} \left[ -5 + \sqrt{25 + \frac{384x^2}{w^2}} \right] \dots\dots\dots (2)$$

$m=8$ ,  $y$  在  $x$  距離時為,

$$y = \frac{c}{16} \left[ 15 - \sqrt{225 - \frac{896x^2}{w^2}} \right] \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{而路冠 } c = \frac{w}{2000} (25-p) \dots\dots\dots (4)$$

此為 Rrof. E. R. Cary 所發明。

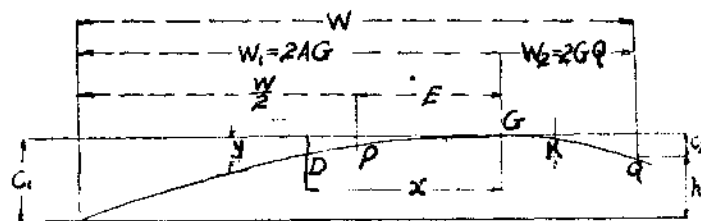
式中之  $p$  為路之縱面坡度用 % 表之也。

表 1 爲計算  $\frac{w}{4}$  處之路冠 drop 係數之用,由此表可知此種雙曲綫之切面,亦有不同之變化也。

表 1

| Coefficients of Determine the Crown-drop |   |                   |                   |                     |                   |           |
|--|---|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| Crown Section index, m                   | Coefficients for Position From Crown center |                   |                   |                     |                   | Remarks   |
|  | crown pt.                                   | $x = \frac{w}{8}$ | $x = \frac{w}{4}$ | $x = \frac{3}{8} w$ | $x = \frac{w}{2}$ |           |
| 2  | 0   | 0.2500            | 0.5000            | 0.7500              | 1                 | Tangents  |
| 2.666                                    | 0   | 0.1180            | 0.3750            | 0.6783              | 1                 | Hyperbola |
| 3  | 0   | 0.0946            | 0.3333            | 0.6480              | 1                 | „         |
| 4  | 0   | 0.0625            | 0.2500            | 0.5625              | 1                 | Parabola  |
| 8  | 0   | 0.0296            | 0.1250            | 0.3156              | 1                 | Ellipse   |

(2) 不對稱之切面



前述之原理亦可應用於不對稱之切面,惟須用方程式(2)及  $m = 3$  爲基礎。今先定兩種假設如下, (1)切面曲綫之坡度自 G 起分向至兩邊,之溝(Gutter)爲止, (identical 恆等數,) 如此情形此曲綫實爲一複弧(compound arc)所形成。(2)切面曲綫爲一連續的通過 G 點之雙曲綫。第二法通常不大用到,因不易得一足夠之坡度而降至高溝也 (high gutter)。

設 S 爲平均橫坡度 (% of AG & GQ) 依 F.S. Basson 在 "City pavement"

上之說法 A 至 G 之升高度為 Q 至 G 之升高度加以 “h” (h 即兩溝相差之高度) A 至 G 之水平距離為 Q 至 G 之水平距離加  $\frac{100h}{s}$  故

$$W = \frac{100h}{s} + GQ + AG + GQ \dots\dots\dots (5)$$

S, W, 尋常為已知數, G Q 之水平距離可先預定, 則 h 可以計算得之, 或先預定 h, 再算 G Q 水平距離亦可。G Q 須為  $\frac{W}{4}$  故由公式(4)可得

$$s = .10 (25 - p) \dots\dots\dots (6)$$

$$E = PG = \frac{W}{2} - GQ \dots\dots\dots (7)$$

$$h = \frac{2Es}{100} \dots\dots\dots (8)$$

在路闊為 W 時, h 之最大值為 2c, 例如 W = 80' P = 0% 由(6)得 s = 2.5。預定 GQ = 16' 由(5)及(7), 得 h = 1.2' 及 E = 24' 以(8)複驗乞 h = 1.2'。

$$C [w = 80' \text{ 時}] = \frac{80 \times 25}{2000} = 1.00'$$

$$C_2 [w^2 = 32' \text{ 時}] = \frac{32 \times 25}{2000} = 0.4$$

$$C_1 [w_1 = 128' \text{ 時}] = \frac{128 \times 25}{2000} = 1.6'$$

最大  $h = 2c = 2 \times 1 = 2.0 = 0.4 + 1.6 = 2.0'$ 。路冠在 K 處之降低度 (即在 G 右邊 8' 處為  $C_2/3 = \frac{.4}{3} = .13$ , 在 G 左邊 8' 處降低度為 .04。

此法於普通應用頗為適宜, 上述之例, 乃就上表 index 3 而言也。

設上述之切面曲綫為一通過 A G 之拋物綫。則 h = 1.5'。則 G Q 之垂直距離僅為 1.6 - 1.5 = .1'。照前之假設(2), 設為連續之雙曲綫, 則 h = 1.45' G Q 之垂直距離為 1.6 - 1.45 = .15'。而照(1)假設, G Q 之垂直距離為 1.6 - 1.2 = .4 排水更不容易耶, 故普通不用之。

## 鋼筋混凝土之原理

王德光 栗宗嵩譯

## The Principle of Reinforced Concrete

譯自 Surveyor Dec., 12, 1930

## T形樑 (Tee beams)

## 慣用符號

B = 凸緣 (Flange) 闊度

 $b_1$  = 樑身 (Stem) 闊度——樑身或譯作樑腰

V = 總剪力 (Total shear)

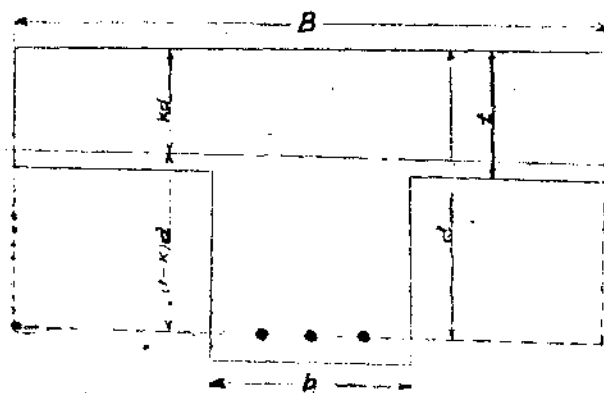
v = 單位剪力 (unit shear)

t = 凸緣深度

設計T形樑時,第一步必須求中和軸 (neutral axis) 位置,通常該軸位在梁凸緣之下,但亦有因板梁 (slab) 深與梁深之比過厚,而位在板梁中者。

(譯者按:此處之板梁,即T形梁之凸緣)則可用矩形梁 (rectangular beams)

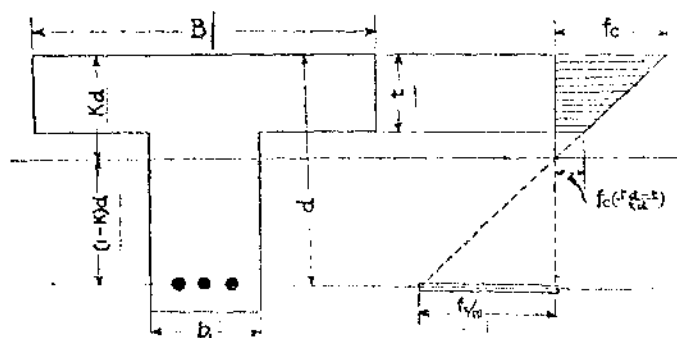
之公式,但以T形梁之深度為矩形梁深,以其凸緣之闊度為矩形梁闊。至所用凸緣闊度,應如何決擇,姑待後述,第一圖即表示在此情形下T形梁之斷面。



第一圖

當中和軸位在凸緣下時,梁腰間些小之壓縮面,(即中和軸與凸緣間之面積),可以不計,其情

形則簡而不繁矣,此易設計而無差誤,其方法於此節中討論之。第二圖即表示中和軸在凸緣下之情形,壓縮力可以圖代表之(若梁腰間之壓縮力可以不計)



第二圖

圖中梯形之平形邊為  $f_c$  及  $f_c(\frac{kd-t}{kd})$ , 其間之距離為  $t$ , 其平均壓力之值為  $\frac{f_c + f_c(\frac{kd-t}{kd})}{2} = \frac{f_c kd + f_c kd - f_c t}{2kd} = \frac{2kd-t}{2kd} f_c$  此值乘此壓力所施面  $Bt$  ( $B =$  凸緣之闊並非梁腰闊), 則得總壓縮力之值。

$$\text{總壓縮力} = \frac{2kd-t}{2kd} Bt f_c \quad (1)$$

一如前述總伸張力為  $A_s f_t$ , 故

$$A_s f_t = \frac{2kd-t}{2kd} Bt f_c \quad (2)$$

與矩形同樣,中和軸之深亦表明之如

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_t}{n f_c}} \quad (3)$$

從方程式 (1) 與 (2), 並消去  $f_c$  及  $f_t$ , 得中和軸之位置為

$$kd = \frac{2ndA_s + Bt^2}{2nA_s + 2Bt} \quad (4)$$

從板梁頂至壓縮部中心之距離,即至梯形重心之距離為

$$x = \frac{3kd-2t}{2kd-t} \times \frac{t}{3} \quad (5)$$

力距  $jd = d - x$ , 於是伸張抵抗權 (tensional. mom. of resist.) 爲

$$M = A_t j d f_t \quad (6)$$

壓縮抵抗權爲

$$M = \frac{2kd - t}{2kd} B t j d f_c \quad (7)$$

從上二式,可求得鋼中及混凝土中之單位應力 (unit stress), 及所需鋼骨筋之橫斷面。

吾人知上述伸張抵抗權方程式之形式與矩形梁之方程式同樣,惟在丁形梁中,鋼筋主管強力,混凝土罕有達其可允應力之值者。

設計丁形梁,首須設計板梁,然後凸緣之深度乃定。

當以板梁若干闊,爲丁形梁之凸緣之問題,則有規例可以解決之,美國與英國之規例,微有迥異,現今美國所用之規例即 London County Council 的規例,茲姑列之如下:

- (1) 有效跨度 (effective span) 四分之一
- (2) 梁與梁中之間隙 (spacing between beams)
- (3) 十二倍於凸緣厚 (twelve times the flange thickness)

就上規例,所求最小尺寸 (dimension) 採用之,且堪應受 (subject) 於所供給之相當縱鋼筋。

設計丁形梁之步驟如下:

- (1) 在板梁已設計就緒時,凸緣之闊度,即可依上列之規例而決定之。
- (2) 假定梁之一相當深度,此深度通常  $\frac{1}{20}$  跨度於輕的載重 (load),  $\frac{1}{8}$  至  $\frac{1}{10}$  跨度,用於重的載重,如公路上之橋梁是也。梁腰之闊度普通從  $\frac{1}{4}$  到  $\frac{1}{2}$  梁深,而此深度,必須有限制;即當此值,代入公式 (7) 時,  $f_c$  不超過其可允值,換言之,即混凝土不受過贖之應力也。

若梁深不大於四倍板梁厚,則一準確之校核 (check), 可用矩形梁

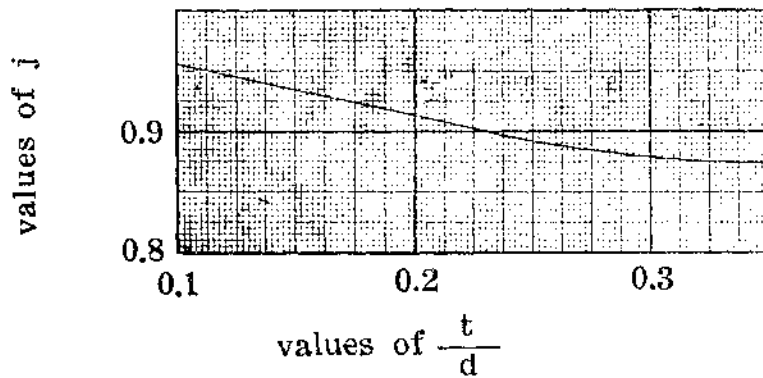


之公式  $d = \sqrt{\frac{M}{KB}}$ 。當應力可用時，則  $K$  值為通常所用之值。故  $f_c = 600$  及  $f_t = 16,000$  時， $d = \sqrt{\frac{M}{95B}}$ ，此處  $d$  為可避免混凝土受過度應力之最小深度， $B$  即如前述之為凸緣闊度。

(3) 假定一梁腰闊度  $b$ ，並用  $v = \frac{V}{b(d-\frac{1}{2})}$  校核之，視值  $v$  是否不超過  $180\#/in.^2$ ， $V$  為梁端總剪力，而  $v$  為其單位剪力，該公式之推演，在剪力節中有所討論。優等 (1:2:4) 混凝土中， $v$  值決不得超過  $180\#/in.^2$ ，即使梁中有相當為剪力而用之鋼筋，亦不得超過此值， $(d-\frac{1}{2})$  用以代  $jd$ ，通常設計，此近似值法實已通用。

(4) 求應需鋼筋之量

用  $A_s = \frac{M}{jdf_t}$  公式時，必須假定  $j$  值，或用公式 (5) 計算之，不然用第三圖亦夠準確，以  $(d-\frac{1}{2})$  之簡單方法，亦得穩妥之結果。



第三圖

(5) 用公式 (4) 求中和軸之位置，若該軸位在板梁中者，則依普通設計，否則，可用該節公式，求混凝土之壓應力。

(6) 設計剪力鋼筋 (shear reinforcement)，在支柱 (support) 處，一繼續丁形梁變而為複鋼筋 (double reinforcement) 矩形梁，尤其是橋梁之該部需要常可核定梁腰之闊度與深度，此皆不可藐然視之。

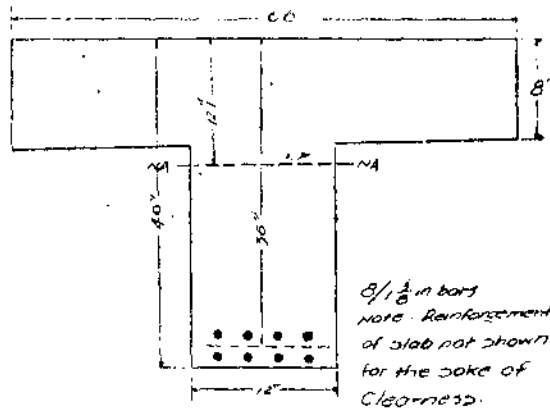
今姑作一例題，以說明各公式之用法。

設計一丁形梁,其彎曲權 (Bending Moment) 含有固定載重 (dead load) 爲 5,832,000 in. lbs., 梁端剪力 (end shear) 爲 70,000#, 板梁總深度 (from the requirement of the floor load) 爲 8 in., 梁之有效跨度爲 28 in., 梁與梁之間隙爲 5 ft. 6 in. 參看第四圖,應力用 16000#/in.<sup>2</sup> 及 600#/in.<sup>2</sup> 知

(1) 梁之凸緣闊度必需爲下列三數中之最小者

$$(a) \frac{28}{4} = 7', \quad (b) 5'6'', \quad (c) 12 \times 8 = 8'0'',$$

故凸緣之闊度爲 5'6''



第四圖

(2) 假定至鋼筋中心點之深度爲 36", 並檢核此深度是否足夠使混凝土不致受過度應力 (over-stressing) 若梁之深度適超過板梁深度之四倍,則可用近似值法,最小深度 =  $\sqrt{\frac{5,832,000}{95 \times 66}} = \sqrt{930} = 30.5''$  適小於 31", 故深度而爲 36" 則此梁之強度視鋼筋爲轉移。

(3) 假定梁身闊度  $b_1 = \frac{1}{8} d = 12$  in. 檢核梁端剪力得  $v = \frac{V}{b \times (d - \frac{1}{2})} = \frac{70,000}{12 \times 32} = 181$  lb. 此值超過 180 lbs. 之數至微,故可認爲無慮。

(4) 求應需鋼筋之量

$$A_s = \frac{M}{f_t j d}, \text{ 因 } \frac{t}{d} = \frac{8}{36} = 0.22, \text{ 由第三圖得 } j \text{ 值爲 } 0.9 \text{ 故 } A_s = \frac{5,832,000}{0.9 \times 36 \times 16000} = 11.22 \text{ sq. in.}$$

用 8-1 $\frac{3}{8}$ " 圓形鋼骨,分兩行排列,  $A_s$  之值可有 11.83 sq. in. (注意:因有兩行

鋼骨再加梁之底部, (cover at the bottom) 梁深需增為 40", 梁之有效深度, 則量至兩行鋼骨垂直距離之中點)。

(5) 用公式 (4) 求中和軸之深度, 而後用 (7) 核核對  $f_c$ 。

$$k d = \frac{2ndA_s + Bt^2}{2An_s + 2Bt} = \frac{2 \times 15 \times 36 \times 11.88 + 66 \times 8^2}{2 \times 15 \times 11.88 + 2 \times 66 \times 8} = \frac{12,830.4 + 4,224}{356.4 + 1,056}$$

$$= \frac{17,054.4}{1,412.4} = 12.1 \text{ in.}$$

故中和軸位在凸緣之下。

$$\text{由公式 (5), } x = \frac{3kd - 2t}{2kd - t} \times \frac{t}{3} = \frac{3 \times 12.1 - 2 \times 8}{2 \times 12.1 - 8} \times \frac{8}{3} = \frac{36.3 - 16}{24.2 - 8} \times \frac{8}{3} = \frac{20.3}{16.2} \times \frac{8}{3}$$

$$= 3.34 \text{ in.}$$

$$jd = d - x = 36 - 3.34 = 32.66 \text{ ins.}$$

用前述之各近似值法由第 3 圖得  $jd$  之值為 32.4 in. ( $d - \frac{t}{2}$ ) 則為 32 in. 兩數相差極有限。

$$\text{由 (7) 式 } f_c = \frac{M \times 2kd}{(2kd - t) \times Btjd} = \frac{5,832,000 \times 24.2}{(2 \times 12.1 - 8) \times 66 \times 8 \times 32.66} = \frac{5,832,000 \times 24.2}{16.2 \times 66 \times 8 \times 32.66}$$

$$= 505 \text{ lb./in}^2.$$

有經驗後則此檢核可不需要, 惟缺乏經驗之設計者, 則必需常為之。

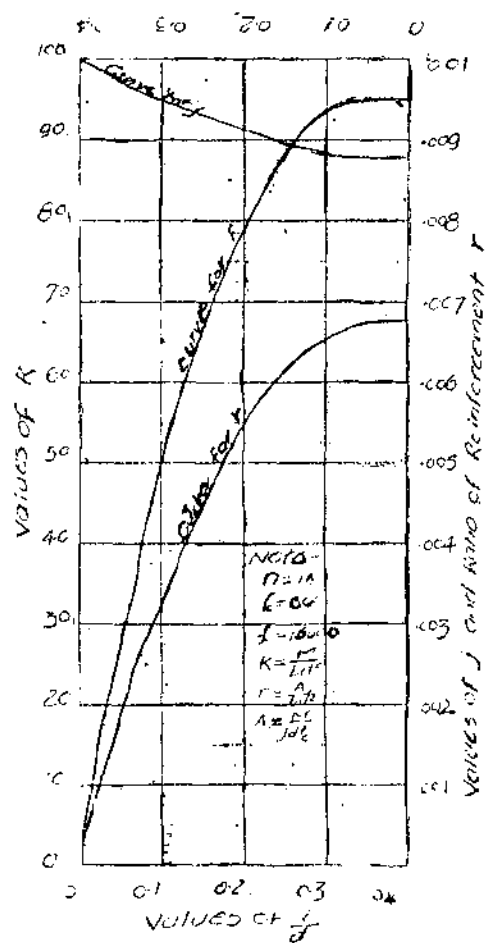
用 (6) 式檢核  $f_t$

$$f_t = \frac{M}{A_s jd} = \frac{5,832,000}{11.88 \times 32.66} = 15,100 \text{ lb./in}^2.$$

(6) 剪力鋼筋之設計可包括於步驟 (4) 之中

丁形梁極少有需用壓縮鋼筋 (compression reinforcement) 者。荷遇有需用者, 則第 (2) 節所述之簡法可資應用。換言之, 即就已定之各種應力限度內求得丁形梁所負荷之灣曲權, 並定在此種情況下, 所應需之伸張鋼筋量, 於是照矩形梁之設計, 平衡 (Balance) 溢餘之伸張鋼筋與壓縮鋼筋。

第五圖可用於設計丁形梁之應力定為 600lb./in.<sup>2</sup> 及 16,000lb./in.<sup>2</sup> 者,已知板梁之厚度 (Thickness),再選定梁之深度,則  $\frac{t}{d}$  之值可以求得,在圖中之此值處,沿縱座標 (ordinate) 直上,至與 R 曲綫相交點,再由此點沿橫座標向左,求得 R 之值,此時在  $R = \frac{M}{bd^2}$  式中之不知數,僅一 b 值,解之得 b 為凸緣之最小闊度—— $f_c$  限為 600lb 者。——苟選定之 b 值大於此值,則  $f_c$  之值小於 600lb., 而梁之強度則以鋼筋為轉移。其次更沿前之縱座標直上,至與 r 曲綫相交處  $r = \frac{A_s}{bd}$  之值即可由圖之右緣讀出。惟須注意者,則此式中之 b 值,須用其理論值 (Theoretical value), 而非用前述任意法所求得之 B 值。



第五圖

在本例題中,  $\frac{t}{d} = \frac{8}{36} = 0.22$ , 由第五圖,沿此值之縱座標直上,至與 R 及 r 兩曲綫相交,在圖之左緣得 R 為 83,在右緣得 r 為 0.00575,在圖之上部得 j 值為 0.91。由  $R = \frac{M}{bd^2}$ , 得  $b = \frac{5,832,000}{83 \times 36 \times 36} = 54$  in. 但由前列諸規例則 b 值實有 66in. 故此梁之強度,以鋼筋為轉移。鋼筋之面積  $A_s = rbd$  (注意 b 值須用 54 in.)  $= 0.00575 \times 54 \times 36 = 11.2$  sq. in. 或  $A_s = \frac{M}{jdf_t} = \frac{5,832,000}{.91 \times 36 \times 16,000} = 11.2$  sq. in.

查對通常之丁形梁 K 值可用其略值  $\frac{2}{3}$ ,  $f_c$  之略值則為

$$\frac{M}{(1 - \frac{2}{3} \times \frac{2}{3})dtb} \tag{8}$$

試以此式檢核上例,得  $f_c = \frac{5,832,000}{(1 - \frac{2}{3} \times 0.22)66 \times 8 \times 36} = 480$  lb./in.<sup>2</sup>

用前述較準確之法則得 505 lb./in.<sup>2</sup> 相差殊有限也。

## 北寧路山海關工廠實習記(續)

羅元謙

釘鑄釘法(Riveting)——橋梁及各種鋼鐵建築各部份之互相連接,乃用鑄釘爲之。故鑄釘數量之設計,與建築物本身幹部(Member)之設計並重。鑄釘一有鬆脫或歪斜,建築物即具有危險性。以是鑄釘原料之選擇,燒熱之限度,及釘鑄法之慎密,均爲橋梁之重要原素。今請詳述釘鑄法,鑄釘由鐵工房製造,狀如短圓棒,一端成半球帽頭式,他端則否。鑄釘熾熱,係用氣熾鑄釘炭爐, (Cool fired rivet furnace) 具四脚,上架炭爐旁置管,以接連機器房之空氣壓縮機,管旁有掣柄一,搖之鼓氣熾炭,置釘其中。釘之長度,須視釘之直徑,及所連接鋼件之總厚而異,釘鑄法有三 (一) 壓氣鎚法 (Pneumatic hammer method) 氣鎚狀如手鎚如圖甲鎚柄(A)以鐵管連接壓縮空氣

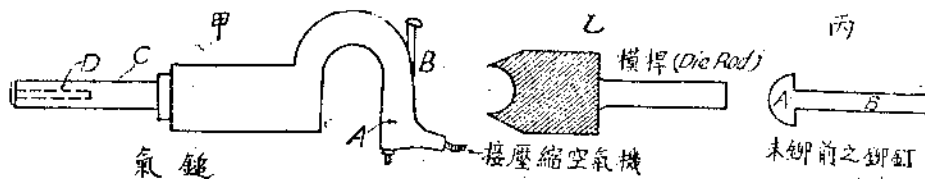


圖 一

機柄有掣柄 (B, Tigger) 工人手執鎚柄鎚頭向下壓下掣柄則壓氣推動鎚桿 (C) 內小鋼鎚頭使之上下運動極速而猛擊鎚內之鑄釘器 (D, Riveting tool) 發聲甚烈震耳欲聾將兩鋼件已鑽孔而拼合無差者用螺旋 (bolt) 間隔連接之一工人將一熾熱之鑄釘置一孔內一工人以橫桿 (die rod) 上製就如鑄釘頭大小之凹面 (見乙圖) 緊頂鑄釘之球端 (見丙圖) 另一工人取氣鎚口對準直端壓下掣柄則於大響之中直端已成半球形矣如是將各孔先後穿入鑄釘再拆下螺栓亦實以鑄釘則此兩鋼件連綴完竣矣第二法爲水力釘鑄機 (hydraulic riveting machine) 機如下圖法已於上段述

之矣第三法爲手工法鋼件連綴亦空間有限或時間急迫未帶釘鑄機時則手工之法尙矣法于熾熱鑄釘置入孔後一工人將A頭敲擊使釘塞緊釘孔次將B敲擊使粗具半球形終則棄錘取一杯狀之衝模(die)置其上一工人用錘重擊則得一整齊之釘頭矣。

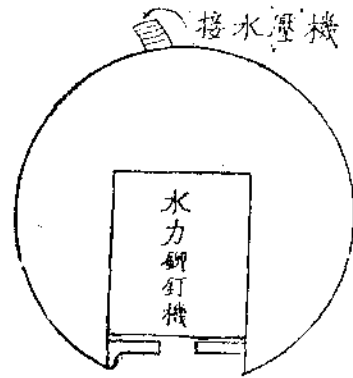


圖 二

檢驗鑄釘健全法 ——

各種製品釘鑄後應逐一檢驗以證鑄釘之健全(Soundness)法用一小錘重約四兩前尖後平執錘以尖對鑄釘軸約成六十度角輕擊釘頂細聆之下則知鑄釘之健全若何矣非錘能檢驗鑄釘全在乎聽者之經驗耳。

割截鑄釘法——鑄釘之割截(Cutting out)非有良好機具費時甚鉅普通都用一種截錘(Cett)如下圖所示錘頭(Sett-head)爲1½吋圓棒或八角式棒以鑄鋼爲

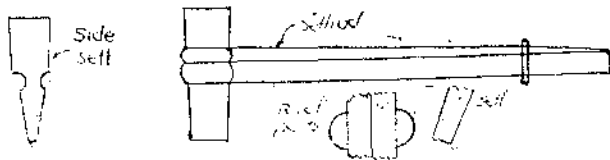


圖 三

之鑄時應極謹慎長約七吋錘尖應極堅硬然不宜脆

擊應用重十七磅當鑄釘爲¾吋時若爲1吋時應用十磅重之擊錘

2. 機器房 (Machine Shop)

- (1) 面積—— 95'×50'約440平方公尺
- (2) 建築—— 平房三角式磚墻木架白鐵瓦稜屋頂
- (3) 工人數—— 約60人
- (4) 工作—— 製造及修理各種鐵路工程用品及刨鑄挫磨等事項
- (5) 機器——

| 機 名                               | 架 數 |
|-----------------------------------|-----|
| 鏟螺機 Nut tapping machine           | 1   |
| 段用鑽機 Bench drilling               | 1   |
| 鑽機 Drilling machine               | 2   |
| 鏟機 Lathe                          | 19  |
| 螺絲機 Screwing machine              | 1   |
| 臥式迴轉削機 Horizontal milling machine | 1   |
| 裝柱鑽機 Pillar drilling machine      | 2   |
| 豎鉋機 Vertical slotting machine     | 1   |
| 磨砥機 Grinder                       | 3   |
| 成形機 Shaper                        | 2   |

鏟機爲一種機械挾持金屬物件而旋轉之置一鋼旋刀于其旁適觸及之物件旋轉時前後移動鏟刀削去外層而成預定形式機式種類甚多視用途而異其相同之點即皆具一鏟座 (lathe bed) 及一級輪座 (head stock) 鏟座爲鐵製長架其上面及邊緣皆極平直級輪座置於鏟座左端有一橫軸支于軸承上與鏟座之中心線平行能旋轉自如又有諸滑輪以爲引帶 (belt) 轉動之用又有一螺絲尾端以承挾持物件之用形式種類不能盡述此種鏟機無論何種工程機廠皆有之乃普通工作必需之機械也豎鉋機所異於普通鉋機 (普通鉋機於道岔內詳述之) 之處爲其鉋刀上下移動而物件固定且僅用以削削小件或凹槽缺口處而罕於削成平面也磨砥機係用以磨平鋼鐵物件之粗糙部分 (多用於翻鑄物件) 機具堅石輪一中承以軸石輪旋轉時取粗面鐵件緊抵輪沿則於火星迸飛之中粗面漸磨平矣。

### 3. 配機房 (Machine Fitting shop)

- (1) 面積——120'×50'約560平方公尺
- (2) 建築——平房三角式磚牆木架白鉄瓦稜屋頂

(3) 工人數——約 123 人

(4) 工作——製造臥式及立式水泵 (water pump) 並配製及修理各種機器。

(5) 機器

| 機 名  | 架 數 |
|--|-----|
| 鏟機 Lathe   | 6   |
| 螺旋機 (Screwing Machine)                                     | 3   |
| 旋轉鑽機 (Wall radial drilling Machine)                        | 1   |
| 轉削切斷扭槎混用機 (Combined Milling, cutting and Twisting machine) | 1   |

#### 4. 鍋爐房 (Boiler Room)

(1) 面積——主要鍋爐房為 65'×50' 約 300 平方公尺西鍋爐房約 200 平方公尺南鍋爐房設於橋梁房後約占 150 平方公尺

(2) 建築——主要及西鍋爐房為平房三角式磚牆木架白鈦瓦稜屋頂南鍋爐房僅用瓦稜屋頂蔽護而已

(3) 工人數——約 20 人

(4) 工作——燒熾鍋爐發生蒸氣轉動汽機機房之蒸汽機全廠原動力之發生處也

(5) 機器:——甲.主要鍋爐房

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 臥鍋機 (Lancashire horizontal boiler) | 二座 |
| 給水機 (Feed water pump)              | 二座 |

#### 乙.西鍋房

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 臥鍋爐 (Horizontal tubular boiler)  | 一座 |
| 立鍋爐 (Vertical cross-tube boiler) | 一座 |
| 給水機 (Feed water pump)            | 四座 |



風扇 (blower) 三座

丙南鍋爐房

立鍋爐 (Vertical cross-tube boiler) 六座

外尚有立鍋爐三座在動力室後尚未應用

(6) 其他種種:

水源——鍋爐用水來自石河用抽水機打入塔內再用給水機打入鍋爐房各鍋爐

用煤量——臥鍋爐每日約九噸立鍋爐每日約五噸工作之繁閉氣節之寒暖用量因之而異。

洗淨及檢查——每隔十四日數工人進入洞 (Manhole) 內將鍋爐內渣滓除去將清冷水放入並檢查各部安是否安全

鍋爐房毘隣汽機房主要鍋爐汽機及氣管之裝置於汽機房內詳述之。

5. 汽機房 Engine room

- (1) 面積——65'×50' 約 300 平方公尺
- (2) 建築——平房三角式磚塔木架白鉄瓦稜屋頂
- (3) 工人數——約 4 人
- (4) 工作——毘隣之鍋爐房所發生之蒸氣由地下氣管傳入汽機房內各蒸汽機以傳動全廠機器及供給橋梁房氣鋸機及水鋸機內氣壓或水壓力。

(5) 機器:——

| 機 名   | 架 數 |
|---|-----|
| 蒸汽機 Steam engine  | 3   |
| 單式壓縮空氣機 Single air compressar                             | 1   |
| 雙管抽水機 Duplex water pump                                   | 2   |
| 蒸汽機計 400-H.p. Compound steam engine, 75-H.p. Single steam |     |

engine 及 60-H.p. double cylinder steam engine 共三架水壓機計 10 噸及 8 噸者各一架

- (6) 其他——鍋爐房及汽機房之機械裝置如下圖所示圖中之(1)為雙式蒸汽機(2)為單式壓縮空氣機(3)為 8 噸水壓機(4)為十噸水壓機(5)為抽水機(6)為臥式鍋爐(7)為大烟囪

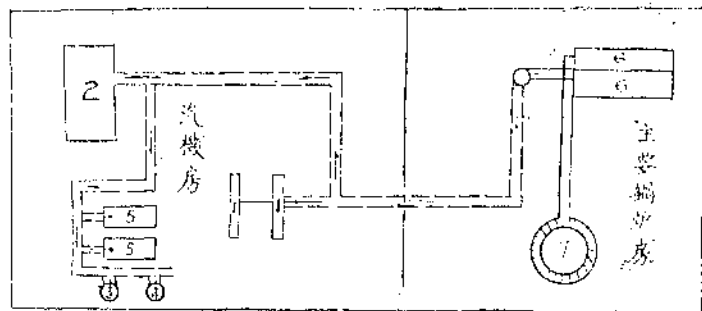


圖 四

又圖中虛線表示汽管埋置地下為傳送蒸汽之用箭頭指示蒸汽到達方向雙式蒸汽機為轉動全廠機械之用其餘二架尚未應用壓縮空氣機壓力為 100 磅/方吋供橋梁房氣鏟機之用水壓機壓力為 1,500 磅/方吋供橋梁房水鏟機之用

#### 6. 道岔房 Pointing and crossing shop

- (1) 面積——180'×60' 約 1,000 平方公尺
- (2) 建築——平房三角式磚牆木架白鉄瓦稜屋頂
- (3) 工人數——約 36 人
- (4) 工作——製造及修理各種道岔及道尖及一切刨平事項
- (5) 機器——

| 機 名                  | 架 數 |
|----------------------|-----|
| 成形機 Shaper           | 4   |
| 螺旋機 Screwing machine | 1   |
| 鉤機 Planer            | 5   |

鉋機係用以刨平各種鋼件或刨削成尖端道岔及道夫之製造及修理用之最多機具一極長之鉄台其面其平有形如倒置丁字槽縫多條所以備置入螺栓而擊定鉋削物件之用也鉋削鋼鉄不若刨木之易雖有極銳鉋刀亦僅能每次刨去一線而已鉋刀每次所鉋者與前次略隔一線而相平行故鋼鉄物面得以完全刨削而成平面如所要為最後之光滑面則所削之線須淺密方能得之其需時也甚久。

(6) 其他：——

道岔通常有兩種 V 式及 K 式是也道岔視岔之闊長而異其名如下圖所示即以 W 等一呎 l 等於若干而定通常 W 比 l 為 1 比 6, 1 比 7, 1 比 8,

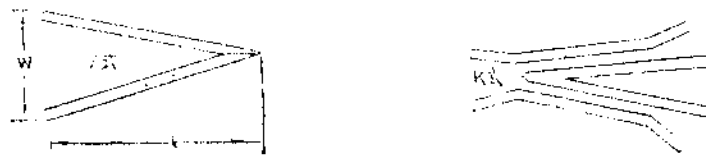


圖 五

1 比 10 最大為 1 比 12 也 K 式不過於 V 式外加兩條鋼軌也道岔通常用 65 磅及 80 磅兩種鋼軌為之出品量以 36 人每日十小時工作計之每月可出 V 式道岔 20 副。

7. 鑄鉄房 Foundry shop

- (1) 面積—— 200' × 50' 約 920 平方公尺附屬烤心型室為 20' × 65, 及 60' × 50' 共約 390 平方公尺。
- (2) 建築—— 平房鋸齒式磚牆鋼架白鉄瓦稜瓦屋頂
- (3) 工人數—— 約 87 人
- (4) 工作—— 鑄造水管門及各種機器鑄鉄零件
- (5) 機器—— 該房祇具鎔鉄爐 (cupola) 三座外有翻沙手工器具甚多鎔鉄爐每次可鎔鉄八噸烤心型室有烘型爐 (core oven) 五隻。

(6) 其他——鑄鐵房計分兩大部翻沙及鑄鐵是也

甲翻沙間——滿地鋪製型黑沙 (mold sand) (除該房用鑄沙外其他各房均係土地) 黑沙常與鑄融之鐵接觸故並無害於衛生工人分羣而蹲以製上下型各種鑄鐵由繪圖房描繪圖樣交模樣房製造再交此處製型型具上下二部併合之成一全型並無其他機具祇上下模型 (pattem) 各一無底鐵型箱 (molding box) 一重鎚一及其他瑣細手具數件而已置型箱內以沙掩蓋用鎚重擊使沙壓緊模型將上下型先後小心取去於沙中用刀穿孔畫槽以備灌入鑄鐵其製型方法與在學校所實習者無異然其動作熟練為事似甚易耳

乙鑄鐵爐——沿房牆豎直之圓鋼筒 (steel cylinder) 三座即鑄鐵爐也直徑約五呎每次可鑄生鐵八噸高約二十餘呎其外面以鑄綴之鋼板圍之內部用火磚 (fire brick) 砌壁近底部處有一中空圓管環繞如帶用以傳送汽機房內之壓縮空氣者筒之半高處有樓板傍牆外有氣絞 (steam winch) 一用以絞載進炭與鐵塊也離樓板約三呎處筒開一孔鉄炭由此放下不可混堆應一層進炭一層生鉄層次放置爐之一端立於地層而閉塞上端高聳而開口若鉄炭已與中段開口處齊則應將該處以火磚砌塞再將炭鉄由上端投入火篋不藉爐條一類之物乃起自密實之底部而取給氫氣於吹入之空氣也火篋不熄者數晝夜熟練工人於適當時間後加以觀察乃將爐底部小孔所塞之粘土塊取去旋見白熱之鉄流出如線入于承受之鉄桶桶用鋼板鑄綴而成內敷沙漿灰層用火烘乾後使之堅硬始可應用此種沙層須逐日更新也鉄桶內承滿後再傾入已製就之沙型內傾就後埋入沙內該房工作三日一換即一日製型三日鑄鉄相間而行也。

#### 8. 鉄工房 (Smith-shop)

(1) 面積——435'×25' 約 970 平方公尺

(2) 建築——平房三角式磚牆木架白鉄瓦棧屋頂

(3) 工人——數約 112 人

(4) 工作——製造及修理螺絲 (screw) 道釘 (dog-spikes) 鉚釘 (rivets) 螺栓 (bolts) 螺帽 (nut) 以及各種熟鐵零件

(5) 機器

| 機 名                                    | 架 數 |
|--|-----|
| 螺栓鉚釘機 Bolts and rivets forging machine | 2   |
| 氣錘 Steam hammer (10 cut and 700 lbs.)  | 2   |

外有手工器具多種如大小手鎚鐵錘等三四工人一組各有風爐一具以燒熾各熟鐵物件

螺栓鉚釘機者為製造螺栓鉚之機較手製多六七倍

9. 木作房 (Carpenter shop) —— 木作油漆模樣三房在一處茲依次序述之

(1) 面積——120' × 50' 約 560 平方公尺

(2) 建築——平房三角式磚牆鋼架白鐵瓦稜屋頂

(3) 工人——數約 36 人

(4) 工作——製造及修理樁架行李車木具及各種鋸鉋鑿筭打眼等事項

(5) 機器——除立式鋸機一架能鋸 20 吋木料外餘均為手工傢具

10. 油漆房 (Painting shop)

(1) 面積——60' × 50' 約 280 平方公尺

(2) 建築——平房三角式磚牆鋼架白鐵瓦稜屋頂

(3) 工人——約 35 人

(4) 工作——油漆各種出品

11. 模樣房 (Pattern and mold shop)

(1) 面積——60' × 50' 約 280 平方公尺附屬之模樣存儲室同大

- (2) 建築——均為平房三角式磚牆鋼架白鐵瓦稜屋頂
- (3) 工人——約25人
- (4) 工作——製造及修理一切木模事項翻沙間所用之模型由繪圖室交與圖樣依樣製造模型製造似屬輕易然苟非心細敏捷者不克勝任
- (5) 設備——均係手工器具無需機器
- (6) 其他——

木型——凡機械中諸金屬部分全由鑄造或鍛冶而成鑄造部分應先照圖樣造成模型模型計分石膏型金屬型木型三種石膏型係用于工藝及美術上之精細物品于機械工業上絕鮮用者木料最易成形除製造爐板及其他極薄鑄造物木型不能用外工業上泰半用木型

木型加大量——金屬熱漲冷縮故製型時尺寸應照圖樣酌量加大以防鑄物冷後收縮加大量多寡視各種金屬而異參看下表

| 金屬種類  | 鑄 鐵                              | 黃 銅                              | 砲 銅             | 鋼                                 | 可鍛鑄鐵             | 鎂               |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| 每尺加大量 | $\frac{1''}{16} - \frac{1''}{8}$ | $\frac{1''}{8} - \frac{5''}{32}$ | $\frac{1''}{6}$ | $\frac{3''}{16} - \frac{5''}{16}$ | $\frac{3''}{16}$ | $\frac{1''}{4}$ |

鑄物有須精製者在木型加大量外仍須酌加若干以備物品精削後與圖樣尺寸符合

精削加大量表

| 種 類    | 黃 銅              | 鑄 鐵             | 鑄 鋼             |
|--------|------------------|-----------------|-----------------|
| 精削加大尺寸 | $\frac{1''}{10}$ | $\frac{1''}{8}$ | $\frac{1''}{8}$ |

## 12. 號燈房 (Lame-fitting shop)

- (1) 面積—— $25' \times 35'$  約 82 平方公尺
- (2) 建築——平房三角式磚牆木架白鐵瓦稜屋頂
- (3) 工人——約 25 人
- (4) 工作——製造號誌燈守車燈三色燈車站柱燈及修理一切號燈

### 事項

(5) 玻離及鉛皮剪削成形用手工配合再送油漆房油漆之外國新式號燈俱能做造效用更佳所費底三四倍

### 13. 號誌房 (Signal-fitting shop)

- (1) 面積—— $100' \times 50'$  約 470 平方公尺
- (2) 建築——平房三角式磚牆木架白鐵瓦稜屋頂
- (3) 工人——約 44 人
- (4) 工作——製造各種號誌近揚旗 (home-signal) 遠揚旗 (distant-signal) 及出站揚旗 (advanced-signal) 並修理一切號誌

### 14. 建橋隊 (Electer) —— 建橋隊之工作甚雜約略分配如下

- (1) 按裝及拆卸橋梁房架搭梁起重事宜
- (2) 鐵料搬運出品裝車材料收卸事宜
- (3) 運煤清除消防及泥瓦工作等

### D 廠外設備

(一) 醫院——醫院附屬于北甯路凡該路路員各廠中員工皆可持證就醫不取醫費

(二) 工人夜校——工人除受高級職員隨時指導外並設工人夜校教授普通常識入夜校者減少一小時工作

(三) 扶輪學校——校為路局所辦凡在關路員之子弟皆得免費入學非專為該廠而設也

(四) 工人福利設施——工人每月准予休息二日如照常工作者可得

雙薪每年准予例假十四日不扣工資每年准給眷屬往返本路免費車券各一次年終給予獎金若干成若有工作優異者亦給獎賞每月給半價煤一噸如有因公致病或死亡者路局給予免費治療或撫卹金服務逾若干年後年老力衰者路局予養老金若干成

(五) 員工住宅——高級職員由路局給以住房底級職員及工人無住房。

(六) 其餘——娛樂及衛生等設備皆未舉辦

#### 標準造出量及獎金表

##### 1. 釘鉚 (riveting)

(a) 水力——八人共一架每日釘六百多釘一釘加銀一分

(b) 風鉚——四人共一架者每日釘 250 多釘四釘加銀一分

五人共一架者日釘 310 多釘五釘加銀一分

六人共一架者日釘 383 多釘六釘加銀一分

##### 2. 鑽孔 (driling)—— $\frac{1}{2}$ 吋徑

(a) 鑽鐵板 (plates):——

板厚  $1\frac{1}{2}$ " 者每日每人鑽 80 孔多鑽二孔加銀一分

板厚 1" 者每日每人鑽 90 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{3}{4}$ " 者每日每人鑽 100 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{5}{8}$ " 者每日每人鑽 130 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{3}{8}$ " 者每日每人鑽 160 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{1}{2}$ " 者每日每人鑽 180 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{3}{8}$ " 者每日每人鑽 220 孔多鑽二孔加銀一分

板厚  $\frac{1}{2}$ " 者每日每人鑽 250 孔多鑽二孔加銀一分

(b) 鑽角鐵 (angles) 及槽鐵 (channels):——

厚 1" 者每日每人鑽 90 孔多鑽三孔加銀一分



厚  $\frac{1}{8}$ " 者每日每人鑽 100 孔多鑽三孔加銀一分  
 厚  $\frac{3}{16}$ " 者每日每人鑽 120 孔多鑽三孔加銀一分  
 厚  $\frac{1}{4}$ " 者每日每人鑽 150 孔多鑽三孔加銀一分  
 厚  $\frac{5}{16}$ " 者每日每人鑽 160 孔多鑽三孔加銀一分  
 厚  $\frac{3}{8}$ " 者每日每人鑽 170 孔多鑽三孔加銀一分  
 厚  $\frac{1}{2}$ " 者每日每人鑽 180 孔多鑽三孔加銀一分

3. 衝子 (punching) —— 孔徑  $\frac{1}{8}$ " 板厚  $\frac{3}{8}$ " 者二人每日衝 600 孔多衝十孔加銀一分
4. 鑿角鐵緣 (angle-edge cutting) —— 每人每日鑿 60 吋多鑿一吋加銀一分
5. 製魚尾螺栓 (fish bolts) 道釘 (dog-spikes) 鉚釘 (rivets) 螺栓釘 (bolts) 釘帽 (nut) ——

(a) 機製者 ——

三人一組每日製 60-lb 或 80-lb 魚尾螺尾栓 400 介多做一百加銀五角  
 三人一組每日製 60-lb 或 85-lb 道釘 400 個多做一百加銀五角  
 三人一組每日製螺栓 400 個多做一百加銀五角  
 三人一組每日製鉚釘 400 個多做一百加銀五角  
 三人一組每日製釘帽 450 個多做一百加銀五角

(b) 手製者: ——

二人一組每日製螺栓道釘 60 個多做一個加銀二分  
 二人一組每日製 80-lb 道釘 45 個多做一個加銀二分

出品一覽

除去各種橋梁屋架爲主要出品外其餘次要者略舉之如鑄鐵水管附各零件生鐵水管噴喉及水龍頭生鐵汽門及截水門機車上水管水櫃兩輪三輪及四輪行李車各式道岔 (V 式或 K 式 60-lb 或 85-lb 者) 幫道鈎頭及魚尾螺栓道釘各式道尖 (60-lb, 85-lb, 及 90-lb 者普通者或保險者) 路口十字

門,三色號燈,站台廊架,候車室房架,天車架,煤氣燈架,各式鍋爐,鑄鐵爐,轉盤附各零件,煖氣爐,火爐,樁挖,樁架,屋頂通風管,機車房烟窗,機車上煤機,及各式號誌等,不勝枚舉,其有外界設計者,亦能依照圖樣製造。

## 民二三級土木科暑期測量實習記

姚 寶 仁

校則規定土木科第二學年結束後，例須舉行暑期測量實習一月，其目的在使學者將平日所學測量上各種零星方法作一有計劃有系統之整個應用，俾他日服務社會，在測一指定地面之先，已胸有成竹，則通盤計劃，不難決定也。我校實習之方法與其他大學迥異，工作分配，採用輪流制，即將參加人數，酌分若干組，每組均須練習各種不同之工作，例如甲組今日測基線，明日測水準，後日測平面角，……，務使各個人對於各種方法有實習之機會，因此所測地面，必經若干組重覆測量，費時既多，而面積亦不便過大也。去歲參觀某校土木科同學來杭實習之情形，見其工作之分配，完全採用分工制，例如測水準者專測水準，測平面角者專測平面角，測基線者專測基線，測地形者專測地形，……。此種方法乃實行測量職務，殊失學生實習之意義也。讀者明乎此，庶不以下文所述實習情形為奇異焉。

我級同學共廿九人，除伍君根深患精神病未參加外，尚有民二二級補習者六人，共卅五人。計分五組如下：

第一組：盛祖同，（組長）鄧才名，馬梓南，繆炯豫，郭仲常，姚寶仁。

第二組：屠達，（組長）徐洽時，呂任，貢樹梅，路榮華，謝繼安。

第三組：粟宗嵩，（組長）李清增，張毓修，吳學遜，趙璞，魏紹禹。

第四組：周和卿，（組長）吳觀鈺，邵本惇，鄭慎植，袁桂官，張允朋。

第五組：葛洛儒，（組長）袁則孟，陳德華，項景熿，許志修，覃家彥。

本屆測量實習地點，事先由吳沐之王同熙兩助教擇定之江大學西七八里之徐村梵村間此地崗巒起伏錢江環繞其下論其地勢頗可供作各種測量實習之所風景清幽猶其餘事吾人為免露營種種不便起見故借住之江大學之東齋至於實習之程序預先由李紹德教授規定如下：

Important Topics on Topographic and Hydrographic  
Surveying of camp

1. Test instrument assigned.
2. Selecting and marking triangulation stations and B. M. S.
3. Base line measurement and corrections.
4. Measurement of angles (Horizontal and Vertical).
5. Establishing B. M. S.
6. Astronomical determination of Base line between triangular stations.
7. Connecting traverse with triangulation.
8. Adjustment of triangulation.
9. Plotting triangulations.
10. Filling in topographic details.
11. Hydaographic surveying.
12. Mapping.
13. Testing instrument to be handed in.

七月七日爲本屆實習開始之日，午後一時，同學三十人皆站立求是橋畔，守候專車及三時始至三時半啓行既達，本科助教吳王二先生出而相迎，全隊借住東齋宿舍，舍前綠蔭蒼翠，清泉映帶其右，背山臨江，風景殊幽靜，移時落日西沉，各備寢事。

八日：上午校正儀器，下午由吳沐之先生率領出發踏勘地形，適遇大雨，避于村中，多時，道路滯滑，極難于行，同學均甚奮發，結果勘定梵村附近之道冠，紅廟，陣家諸山爲地形測量地點，錢塘江支流爲水文測量地點，并決定三角站十，水準標誌七。

九日，各組開始工作，第一，五兩組測基線，即用第一第二兩三角站間之

距離,基線之選擇,須地面頗平坦,故我輩採用已築成之富杭公路,該路係碎石鋪成,測量時,敲釘木樁,殊非易事,且每百尺間須決定一整齊之坡度(grade),木樁之上下移動,極感困難,幸各同學甚努力,重覆測量,六次結果均甚相符,測基線之前,曾架三角架二。第二,三,四,三組測水準,以沿途岡巒起伏費時極多。

十日,第一,四,五組測水準,第一組測自第一標誌至第七標誌間之高度差 (Difference in Elevation) 用普通水準方法來往共測兩次,所得結果,兩次相差僅百分之三英尺,第三組量基線,並測其子午線。量基線之工作,已係第二次,第一次測量時之木樁痕跡,不難覓獲,依跡釘樁,毫不費力,工作甚速,既畢,時近午,太陽之直面角太大,經緯儀無從應用,故以 Observation for Meridian by a single Altitude of the sun 方法定子午線之舉,不能進行,今日機會不佳,祇可待諸他日。第二組在三角站讀平面角及直面角共佔六站,測三十餘角,用複角儀原理,每讀一角,須正視六次,倒視六次,共十二次,頗費時間,平均廿分鐘讀一角,卅餘角,非十二時以上不能完結,且日至晌午,山間瘴氣糜漫空氣折光亦甚太,讀角極感困難,工作殊甚遲緩,是以黎明出發,事畢歸來,已金烏西墮矣。

十一日,第一組讀三角錫之平面角及直面角,佔站六,測角四十餘,該組鑒于昨日第二組讀角甚遲緩,遂分一組為兩小組,各佔三站,分工進行,加以技能較純熟。故午後二時即全部完成,並補測前日以時間關係未測之基線的子午線,時太陽之直面角約四十餘度,易于觀察,未幾即成。第二,四組量基綫及安置  $T_9, T_{10}$  兩站三角架,第三組水文測量,及在  $T_7, T_8$  兩站讀角,第五組續測水準。

十二日,第一,五,兩組同測梵村附近錢塘江岸綫,河深及河牀之形狀等所得結果,最深處不過六呎,河牀甚平坦,係一規則斜面, (Uniform slop), 測量方法,大致如下:分參加者為乘船及登陸二隊,乘船者來往兩岸之間,約每

分鐘用鉛錘線 (Lead line) 沉至河底以測河深,鳴笛及揮紅綠兩旗以示標記,記錄人隨即記下河深,旗色及時間,在岸上之一隊,攜經緯儀二,分置于相鄰之二三角站上,一聞船上之笛聲,即讀船之位角,以定測深處之位置。每站有記錄一人,司記角度,旗色,及時間之責,俾工作完畢後,三方記錄可相互校對也,第二,三組測水準,第四組續測三角網之平面角及直面角。

十三日,第一組續測水準,第五組續測三角網,第二組測基綫及其子午綫,第二,四兩組水文測量,並用平板儀測河岸附近地形,惟以天氣炎烈,汗流浹背,圖紙盡濕,圖跡模糊,成績不佳。

十四日,實習至今日已一週矣,此一週間,日出而作,日入而息,飲食起居均失常態,且氣候炎熱,難免疲勞,故停工一日,以資休息。

十五日,第一,二兩組測導綫 (Connecting traverse with triangulation) 第一組所測導綫 a 須與  $T_1$ ,  $T_2$  相閉塞,第二組所測導綫 b 須與  $T_2$ ,  $T_3$  相閉塞,測量時極注意導綫站之選擇,其方法以地面之大小,地形之變化,儀器之能力而定,並須顧及附近地勢樹林及房屋等之完全測得者為佳,用經緯儀及水準標桿,以照距法 (Stadia Method) 測導綫邊長讀真方角 (Azimuth) 以便計算各邊之縱橫距 (Latitude and Departure), 為繪圖之準備,兩組所測區域,地形複雜,樹木叢疊,障礙極多,且草深沒脛,蛇蝎雜處,攜帶儀器,上下其間殊非易易,第三,四,五,三組續測水準。

十六日,第一,二兩組測水準,第三,四,五三組導綫 c, d, e。區域較小,地形整齊,故少困難。

十七日,上午為室內工作,計算三角網,校正,計算邊長,及四邊形校準練習。平面角校正,分測點校正 (station adjustment) 及圖形校正 (Figure Adjustment) 兩種,前者係察每站各角之和是否為四直角,不符之數,平均分配于諸角內,後者係察三角形三角之和是否等於兩直角,如有錯誤亦平均分配之,唯第一次校正結果,必不能適合此兩條件,須循環推算,則差誤遞

減,卒至于零,我等校正多則七次,少則四次,即可使差誤減至十分之一秒,已適合實用上之準確程度,校正既畢,開始計算邊長。下午繪三角網,用坐標法 (Coordinates Method)

十八日,各組完成導綫。

十九日,室內工作為計算導線及繪圖,先算邊長,即兩導綫站間之距離,次算各邊之縱橫距,唯結果均不甚佳,其連合差 (Error of Closure) 之大者近五百分之一,小者近千分之一,超過差誤之限制,所測導綫均不準確,必行重測,其差誤過大之原因,殆緣邊距過長儀器能力不足應用之故歟。

廿日,各組重測導綫。

廿一日,第一,三,五,三組重測水準,第二四兩組繪測深河岸圖。

廿二日,上午計算導綫,所得結果,較前次為佳,連合差在千分之一以下,合于規定之限制,導綫工作,乃告完成,下午繪圖,連導綫三角網于一紙用坐標法。

廿三日起,測量地形,各組就其導綫區域內位置之,均用經緯儀及照距標尺取點,凡地形複雜,山嶺重疊之處,取點較多,平坦之處,取點頗少,總之以足供繪圖為原則。

廿六七兩日,測斷面及流速,地點在之江大學前錢塘江畔,兩組同時工作,分登陸及乘船兩隊,船之行駛,依照一標準直綫之方向, (Range Line) 測斷面方法,與上述水文測量相同,茲不贅述,流速測量,係用 price current Meter, 採一點測流速法 (single point Method) 即在一直面上僅測一點,求該處之平均流速 (Mean Velocity), 照普通情形,河流每斷之平均速度,約等于該斷水面下十分之六深度處之流速,故我等在測每處流速之先,必測該處之河深,然後計算十分之六深度為若干,而下沉流速計于該點,如此每次往返兩岸共測十餘點,則該斷面之平均流速自知矣。工作時,方潮水高漲後,水流頗緩,所得結果,尚稱準確。

廿八日後,野外工作告一結束,遂開始繪地形圖填于前繪成之三角網及導綫圖紙上,比例長度爲一千二百分之一,地勢高低,用等高綫表明,每十呎一綫,最高者約四百呎,河流最深處在四十呎以上,因地形複雜,等高綫之連結,頗費時間,底圖既竣復集全圖于複印紙上(Tracing-paper)以便翻印,工作至此遂告竣事。

本屆實習,時期雖短,但天氣炎熱,數倍疇昔,且時疫流行,各存戒心,幸寓所背山臨江,風景幽美,每當夕陽西下,徘徊江邊,或相偕游泳,不啻避暑中之唯一清涼劑也。八月二日,繪圖工作大體完成,即作歸計,複印圖未了處,由盛祖同君單獨留杭一手繪好,盛君不辭辛勞,殊堪欽佩。因附誌數語,聊表個人敬意。



## 民二四級赴諸暨橫山附近地質考察記

趙琇孫

吳沈鈺

古人遺告我們：“欲窮千里目，更上一層樓”，在本處的見聞終是有限的。我們也深知道：“秀才不出門，能知天下事，”的一句話已絕不能應合於現在的潮流了。因此我們常常在找機會，想作外埠的旅行；不但是增廣見聞，開拓胸襟，而對於天天面對着英文字，手拉着計算尺的生活，也必得到個莫大的調劑。

這個學期裏，我們讀的地質學一科向例，有一次實地的考察，再加新任地質學教授劉崇漢先生也大以“教室裏的智識無論如何是極有限的”為然，這樣我們便決定了行意。

其次，擇妥目的地，到諸暨橫山去；因為那裏既是山明水秀之區，亦非普通到之地，而且路程不遠，所費無多。但是，為了學校經費拮据，不能照我們預算撥給的緣故，我們全班同去的原議，未告實踐，結果呢，十一月十九日，我們大多數成行。

任何一處的地質，決非一天兩天所能考察詳細，而尤其是我們祇學得一點普通的地質學識者。可是次日的諸暨國民新聞上竟這樣載着：

「國立浙江大學，自程天放氏長校以來，整頓不遺餘力，對於學生功課方面，尤注重于校外實地練習；雖在經費異常竭蹶之際，仍時遣學生赴外埠作考察參觀之舉，藉以增廣見聞。茲悉該校工學院土木工程系地質考察團，由教授劉崇漢先生等領導，于昨日來暨，今晨將赴橫山考察。該山包藏各岩甚豐，而劉教授又極富于地質經驗，想該團此行之研究探討，定有良好成績，足資吾邑發展礦業之借鏡。昨日斜風細雨，而該團精神勃勃，不為稍減，尤足令人欽佩也。」

那麼雖然我們此行大半目的還在增廣見聞，調劑生活，而關於工作方

面,也理當分外努力一下,才不負了他們的話了。

所以下一天清晨出發瑣山後,竭我們的智,盡我們的力,再參加了劉先生的輔助,得到下面四項小結果,工作完畢自然已是日落山後的辰光,精疲力盡的模樣,黃昏時候,但見一行燈籠光在崇山峻嶺間,飛流急湍旁,徐徐回到諸暨城畔。

二十一日上午,便遊西子廟,浣沙溪,拜仰遺跡,感歎之餘,誰都會為現代的一般中國人抱愧!這天晚上歸杭後,整理了這些些的報告:

一.地質史 瑣山附近的地質,可從岩石分布的狀況,和牠的層次上看出來;

在前古生代的時候,實是一個火山活動時期,後來緊接着地殼變動,所以寒武記的岩層,都成不整合的狀態,寒武紀以下,即下古生代的地層,因覆在流紋岩的下面,不易發見,所以不敢斷定,在古生代終了的時候,侵削和地殼變動又大大的活動起來,到中生代將末的時候,有大量的岩漿噴出,但是一方面仍舊受局部的侵削作用,成為虎頭山的凝灰岩,和礫岩等類;以後接着地殼變動,而瑣山附近的大岩基,就在這個時候侵入。同時鋅鉛等礦床便也這個時候告成了。

二.地形 諸暨附近的地形,是一個離海面九百多尺的高原,後因河流的侵溶,漸漸的成為各分水嶺及走向山脈。在諸暨的西面,是浦陽江及其支源的流域。上流多有從西南流向東北的河流,區內岩石的構造,簡單的講來,可以說是一種背斜層,其軸線走向東北西南;浦陽江則沿其一斷層所成的山谷而流入曹娥江。

三.岩石概況

甲.火成岩 瑣山附近發見的火成岩共二種。

1. 流紋岩 流紋岩為瑣山和瑣山附近諸山的基本岩石,分佈的區域可稱最廣,在富陽蕭山諸暨一帶,除去極少數的變質岩和水成

岩的露頭之外 多被此種岩石所覆沒。岩石狀況雖是各地不一，不過牠的層次大約是：

|    |         |        |
|----|---------|--------|
| 底部 | 凝灰岩角礫岩  | 二百公尺   |
| 中部 | 流紋岩流紋斑岩 | 三百五十公尺 |
| 面部 | 礫岩沙岩    | 二百五十公尺 |

礫岩和沙岩的露頭，可在虎頭山找出，岩層傾斜南七十五度，西傾角大約十五度，這種岩石的最上部是礫岩，其次是沙岩，再下又是礫岩，但這層岩的礫石漸小，並且時現綠色。

流紋岩和流紋斑岩的分佈最廣，牠們的性質和形狀雖不一律，大致是一紫色的潛晶；至似玻質的透長石，石英斜長石等的斑晶岩基，大概是流狀結構，有時也有球粒狀結構，並常在流紋岩中能發現綠色的凝灰岩。

角礫岩中的碎裂物，大致是流紋岩和流紋岩的風化生成物，其間礦物大致是長英質結構，並且是一種淺色的潛晶體。

2. 偉晶岩 偉晶岩是火成岩中最普通的一種，其中主要礦物是石英，和正長石，往往是文象連晶結構。此岩脈中含有淺色的細粒圓塊，晶粒雖小，而礦物的成份，實和偉晶岩相同。

乙.變質岩 在開化溪一帶，可以發見變質岩的露頭，牠的附近往往可以發見雲母片岩和石英片岩，變質岩裏最主要的有下列兩種：

1. 片麻岩 片麻岩在魯村附近可以找到，大半是角閃石片麻岩，其中黑白帶狀結構相間而生，帶的寬度各地不同，大致為一二公分。淺色帶為石英石長石，深色帶則為綠色角閃石所成。綠簾石，綠泥石，及褐鐵礦時能於其中發見。其成因乃變質的結果。
2. 閃長岩 閃長岩的露頭，發現在許村附近，成層狀的長條，閃長岩和流紋岩相接的地方，往往成小谷，在洞岩山的西北方，同流紋岩

成了一個斷層接觸，其間礦物大致為石英閃長岩等類。

四、礦產 璜山附近的礦產極多，主要的有銀，鉛，鋅，鐵，銅，等礦。不過此等礦床多合生一處，現在把牠們的產地各別的寫在下面。

甲、塘裏塢 塘裏塢離璜山約十里，在璜山之南，該地礦石大都生在石灰岩中，成一至一公尺半的礦脈，礦脈中的礦物有粗晶粒的石英閃鋅礦，方鉛礦，黃鐵礦和黃銅礦。當地人士很想開採，民國十八年冬季，曾經組織過一個公司，試行探採，可是在最近已停頓了。

乙、高塢坑 高塢坑礦床為一不規則的礦脈，和交換的扁豆形體，有白雲母鐵礦脈，和大理石化的灰岩，所可採的礦乃是閃鋅礦，同少數方鉛礦，其餘因產量較少，不值得去開採。

丙、銀坑大尖 銀坑大尖在璜山西南約二十里，礦石中有多量的鋅礦和少數方鉛礦合生一處，黃鐵礦和黃銅礦不常見。閃鋅礦多沿透輝石的解理，或石榴子石，磷灰石及綠簾石的邊緣，因交代作用而生，方鉛礦雖也可以發見，但因產量太少不值得注意。

丁、洞岩山 洞岩山在璜山東北廿里，成一高出海面三百五十尺的小山，礦床成一不規則的帶狀形，生在再結晶的石灰岩裏。礦床大都是半面晶體的閃鋅礦，小晶體的黃鐵礦，及少許方鉛礦。黃鐵礦和閃鋅礦常互交成帶形，在礦脈裏面方解石是主要的鑛石，成長帶狀，夾在閃鋅礦或黃鐵礦的帶裏面。有時閃鋅礦黃鐵礦和方解石混合而生，沒有以前說的那種分離的現象。洞岩山裏面，以前大豐公司在那裏開採，可是現在却停頓了。

總之璜山附近的礦產很可注意，不可儘地埋沒着，但至於開採問題，必須採礦專家大規模的探測，決非我們學土木的人，費了很少的時間便可知其究竟。本篇之作，僅起礦業家與採礦家對於璜山之注意而已。

# 雜 錄 數 則

羅 元 謙

課餘之暇,輒赴圖書館翻閱新到雜誌擇其易懂而有趣者摘譯數則此外並有此次東北考察各工廠參觀略記稍事整理以實土木工程云。

I. 調合時間對於混凝土碎力之影響:——美國最近從40種不同之公路建築,於實地野外情況下,作3,000以上之單獨試驗。意在求調合時間,如何影響混凝土之碎力。圖一即表示此次大規模試驗之結果,從圖可知新式舖道於良好情形之下,45秒鐘為最大碎力混凝土之調合時間。

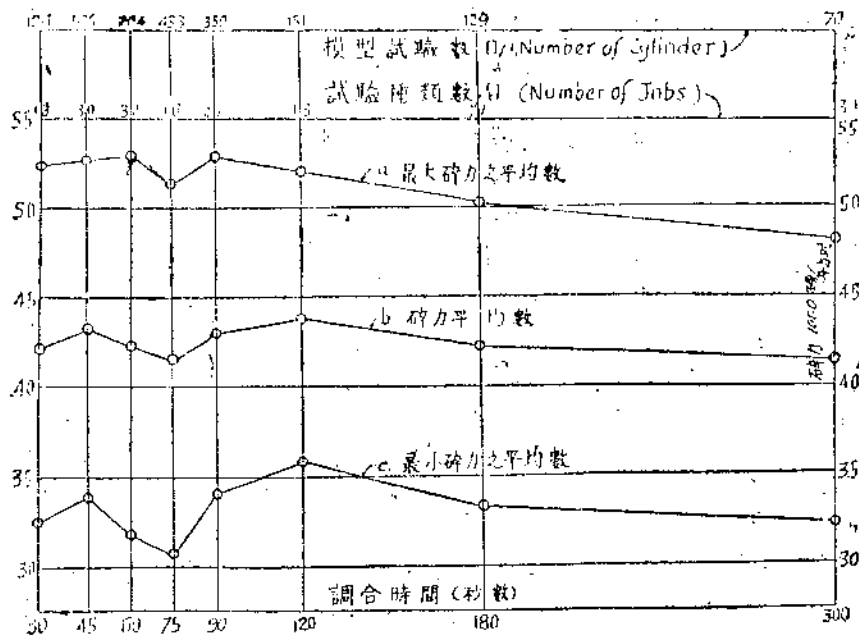
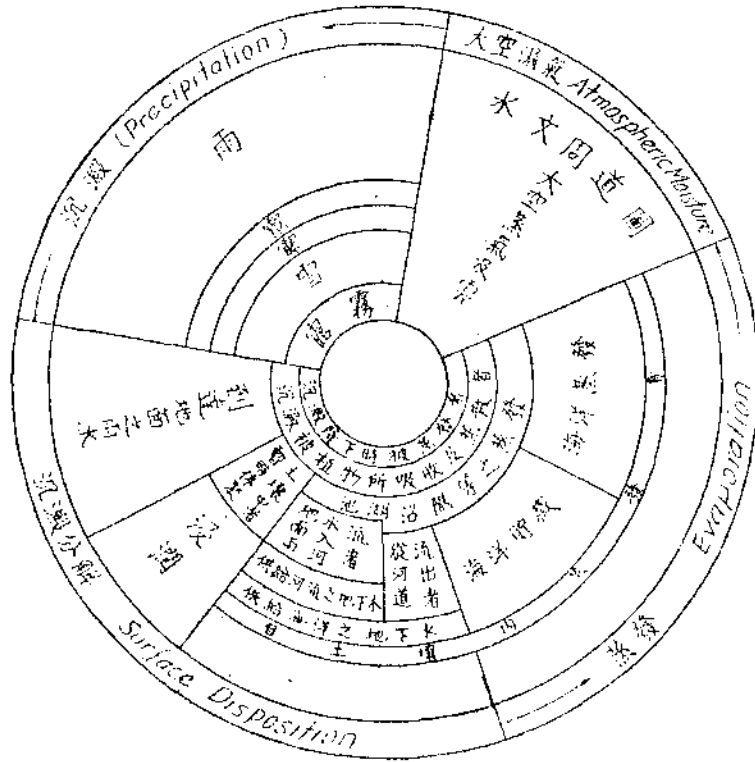


圖1. 調合時間對於混凝土碎力之影響

## II. 水文周道圖 (Hydrologic-cycle)



III. 橫樑之簡捷計算法：——從力距 (Moment) 之計算吾人得一尋求橫樑之簡捷法如下： $\frac{I}{C} = \frac{M}{S}$ 。  $\frac{I}{C}$  為撓率或剖面係數 (Section modulus)。市場上各種工字樑 (I-beam) 之撓率均已定出，設  $M =$  力距 (呎磅) = 呎噸  $\times 2,000 \times 12$  若  $S = 18,000$  磅/平方呎。則  $\frac{I}{C} = \frac{M \times 2,000 \times 12}{18,000} = \frac{4}{3}M$ 。若  $S = 16,000$  磅/平方呎，則  $\frac{I}{C} = 1\frac{1}{2}M$ 。即鋼樑之撓率可等於力距 (呎磅) 之簡單倍數，設力距之數值已知，則以一簡單倍數乘之即可得所需之撓率，根據此所需之撓率，即可在 Hand-book 中查得所適用之橫樑矣。

IV. 暗渠之最小坡度

1. John M. Godell 從試驗中得出之公式：  
 最小坡度 (%)  $p = \frac{100}{5d + 50}$ ;       $d =$  暗渠內直徑吋數。
2. 某學校生經過長期試驗得下列公式：  
 直徑小於 12 吋時  $p = \frac{1}{10 d}$ ;       $d =$  直徑吋數。  
 直徑為 12 吋至 48 吋時;

$$p = \frac{x}{100}; \quad x = 100 S = \frac{60}{D^2 + 10d}$$

在上式中, S 為坡度之正弦, D 為渠徑呎數, d 為渠徑吋數。

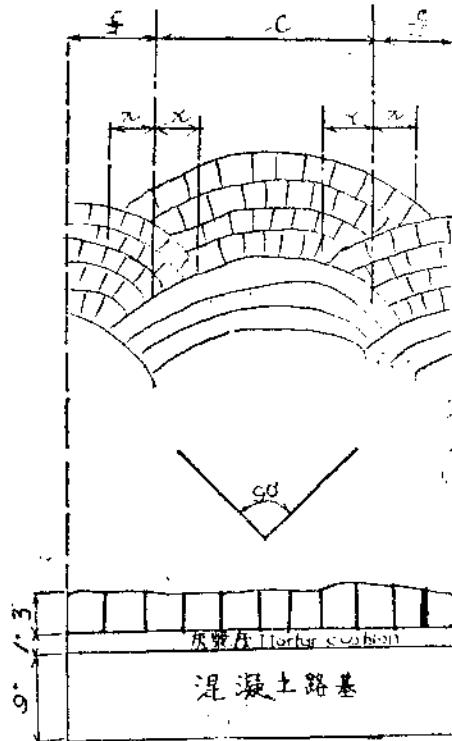
3. Moores and Silcock's "Sanitary Engineering"

|      |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 渠徑吋數 | 8               | 9               | 12              | 15              | 18              | 24               |
| 最小坡度 | $\frac{1}{175}$ | $\frac{1}{250}$ | $\frac{1}{400}$ | $\frac{1}{600}$ | $\frac{1}{800}$ | $\frac{1}{1000}$ |

4. Staley and Pierson's "Separate System of Sewerage."

|      |                                     |                                     |                                    |                                     |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 渠徑吋數 | 6                                   | 9                                   | 12                                 | 24                                  |
| 最小坡度 | $\frac{1}{142} = \frac{0.704}{100}$ | $\frac{1}{203} = \frac{0.494}{100}$ | $\frac{1}{385} = \frac{0.26}{100}$ | $\frac{1}{775} = \frac{0.123}{100}$ |

V. 適用於最高坡之經濟鋪面:——此式採用於日本東京,取其堅欠糙面而又經濟也。故定為坡度大於 4% 之標準鋪面詳見下圖:



VI. 公路築造時間損失之分析:——此種研究,分主要損失 (Major loss) 及次要損失 (Minor loss) 兩種。主要損失,即耽誤時間在十五分鐘以上者。次要損失,即耽誤時間在十五分鐘以下者。此種分析之研究,分佈美國全

部,於一百種以最新式築路器具,從事混凝土鋪面工作。公路局於投標手續完畢後,夫役及器械聚集後,開始工作,審視而記錄之,得調合機 (Mixer) 及汽機鏟 (Steam shovel) 工作時間損失之平均數,以全部有用之工作時間 (Available calendar working hours) 爲100%, 則主要及次要損失之平均數如下:

### 1. 調合機工作時間損失

| A. 主要損失       | 百分率(%)   |
|---------------|----------|
| 雨水            | 9.5      |
| 踏基*之潮濕        | 8.0      |
| 物料之缺乏         | 3.5      |
| 路機移動之耽誤       | 3.5      |
| 踏基缺乏準備        | 3.0      |
| 運料器械供應不足及措置失當 | 3.0      |
| 調合機發生阻礙事件     | 2.0      |
| 調合機內水量缺乏      | 2.0      |
| 載重器械發生阻礙事件    | 1.5      |
| 其他            | 4.0      |
| *             | 共計 40.0% |

Subgrade.

即主要損失佔全部有用工作時間之 40%。

| B. 次要損失       | 百分率(%) |
|---------------|--------|
| 運料機器之供應及使用    | 7.3    |
| 調合機內水量缺乏及發生阻礙 | 1.9    |
| 整正踏基之耽誤       | 1.6    |
| 調合機之使用        | 1.3    |



|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 調合機發生阻礙          | 1.1             |
| 工作地點物料供給缺乏       | 0.7             |
| 路面粉修 (Finishing) | 0.4             |
| 其他               | 1.3             |
|                  | <u>共計 15.6%</u> |

即次要損失佔全部有用工作時間之15.6%或當實用工作時間(Actual working hours)之26%。

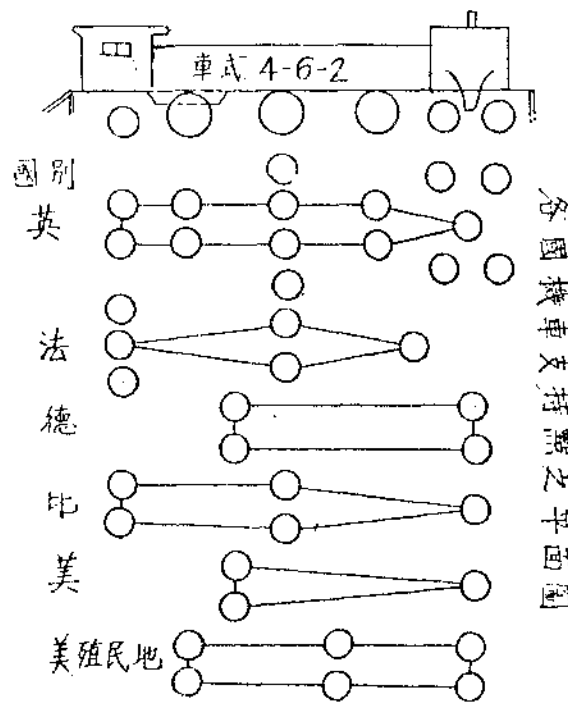
## 2. 汽機鏟工作時間之損失。

| A. 主要損失                      | 百分率(%)          |
|------------------------------|-----------------|
| 汽鏟或其他器械之修理                   | 10.5            |
| 雨水及地面之潮濕                     | 9.4             |
| 鏟機搬移之耽誤                      | 2.8             |
| 鑽掘及炸裂(drilling and blasting) | 2.1             |
| 運料器械供應不足或阻礙                  | 1.4             |
| 燃料及水量之不足                     | 0.9             |
| 其他                           | 3.0             |
|                              | <u>共計 30.1%</u> |

| B. 次要損失   | 百分率(%) |
|-----------|--------|
| 運料器械供應不足  | 8.2    |
| 運料器械使用失當  | 5.4    |
| 汽鏟之搬移     | 3.3    |
| 大石塊及殘幹之搬掘 | 2.5    |
| 汽鏟之修理     | 2.3    |
| 器械使用之耽誤   | 1.1    |
| 加燃料       | 0.7    |

|              |          |
|--------------|----------|
| 炸毀石塊         | 0.4      |
| 校對坡度 (check) | 0.3      |
| 其他           | 2.9      |
|              | 共計 27.1% |

VII. 各國機車支持點之平面圖  
支持者



國別 英 法 德 比 美 美殖民地

IX. 國有鐵路三車廠略記：——此次畢業考試後有國內考察之行歷南京青島遼甯北平天津及上海等處舉凡風景禮俗美術建築名勝古蹟皆在參觀之列而于鐵路工廠方面尤為吾輩習土木工程者所應注意唯以時間短促不暇細究真所謂走馬看花百不得一對於當日所見聞之大概情形盡量記錄略事參考而整理之作爲表式聊作他日迴憶之借鏡耳。

|         |  |   |  |
|---------|--|---|--|
| 名稱      | 北甯路唐山製造廠   | 膠濟路四方機車廠  | 北寧路皇姑屯工廠   |
| 位置      | 河北唐山鎮車站附近  | 山東四方鎮青島西五哩  | 遼甯皇姑廠車站北   |
| 面積      | 全廠地基約六百畝<br>廠房約七十畝   | 全廠地基三百三十畝<br>廠房約三十四畝  | 全廠一千畝<br>廠房一百畝   |
| 性質      | 修理及製造機車及客貨車  | 修理及製造機車及客貨車   | 全上   |
| 每月費用    | 職工及燃料約十萬元  | 不詳  | 不詳   |
| 廠之分部觀   | <p>I. 機車廠—1.打鐵廠<br/>2.建立廠 3.木樣廠<br/>4.打銅廠 5.白鐵廠<br/>6.鍋爐(共三處)<br/>7.翻沙廠—鑄鐵鑄銅<br/>8.鑿釘廠 9.機器廠<br/>10.鍋爐火管洗淨廠</p> <p>II. 客貨車廠—1.修車場<br/>2.鍋爐房 3.車骨廠<br/>4.機器廠 5.車輪廠<br/>6.鋸木廠 7.打鐵廠<br/>8.裁縫廠 9.木廠<br/>10.轉徹架機廠</p> <p>III. 其他不屬上列兩部者<br/>有風閘房油漆房電氣房</p> | <p>I. 第一工場—1.建立廠<br/>2.圓式車房 3.鍋爐房</p> <p>II. 第二工場—1.機器廠<br/>2.銅匠廠 3.錫匠廠<br/>4.裝配廠</p> <p>III. 第三工場—1.翻沙廠<br/>(銅鐵鋼三部) 2.模型廠<br/>3.打鐵廠(包括彈簧廠)</p> <p>IV. 第四工場—1.裁縫廠<br/>2.車骨廠 3.轉車廠<br/>4.油漆廠 5.木廠</p> <p>V. 第五工場—1.原動力房<br/>2.機器房 3.電鍍房<br/>4.壓氣機器房<br/>5.蓄電池房</p> | <p>創辦為時不久故各廠<br/>房構造及佈置尙未完<br/>全備計有機械所建立<br/>所鑄工所模型所鍋爐<br/>房電機房電氣修理廠<br/>客貨車修理廠等</p> |
| 廠房式樣及建築 | 全廠屋頂均為白鐵平屋三角式唯電機房為木板頂三層樓鋼梁磚柱占大多數亦有木梁木柱洋灰柱者除翻沙廠為地外其餘全為洋灰地磚沙   | 全廠大部為平房三角式白鐵屋頂磚牆鋼梁磚柱洋灰地   | 全廠屋頂皆為白鐵平屋三角式唯機械所為新式鋸齒式除機械外餘物用木  |
| 每日工作時間  | 一年內凡變更三次最長十小時最短九小時   | 十小時   | 十小時  |
| 職工      | 職工共約三千人  | 工人約一千五百人  | 不詳   |
| 廠外設備    | 高級職員住宅供給娛樂衛生設備甚少有附設學校廠中子弟可免費入學   | 醫院設廠內職工免費就診廠對面為花園頗軒敞有草池治假山之勝職工住宅在廠後並供給自來水電燈職員住宅供給工人住宅收四分之一房金其餘娛樂設備甚多  | 不詳   |

|    |                         |   |   |
|----|-------------------------|---|---|
| 附註 | 規模之大設備之多為國內各廠冠唯各種設備較舊式耳 | 設備雖不及唐廠然較為新式並具他廠所無之材料試驗室此外娛樂衛生住宅等設備為國內各廠冠該廠本為德人所創辦者歐戰時日人櫻取之太平洋會議以五千萬金馬克贖回 | 民十五議定添設該廠開辦費一百萬元于十七年工竣開始工作一切設備並未完善且空多將來擴充為事甚也 |
|----|-------------------------|---|---|

IX. 平綏路南口八達嶺段略記：——今夏國內考察，由瀋陽至北平，再乘平綏路車至八達嶺，登萬里長城。俯視之下，數千年古蹟長城蜿蜒，層巒疊嶂，煞是天下奇觀。雖拙于文，然亦不可不略記之也。南口至八達嶺段，有山洞四，其一長三千五百餘尺者，適當長城之下，坡度峭峻，工程艱鉅，尤為土木工程者所應詳究。平綏路即前京張路，張家口在居庸關外為通蒙古孔道亦一軍事重鎮，商業盛埠也，路于遜清光緒三十一年九月開工，三十二年八月完竣。測勘興築概用國人，絕不借材他國，為我國唯一純料自造之路。距豐台一百零四里為南口。南口至岔道城之間，有著名之關溝，穿四洞焉。其長為一千二百零四尺，一百八十尺，四百六十三尺，及三千五百八十尺。此段路工有鑿山深至九十餘尺者，最長之峒，（即在長城之下）工程最為艱險。關溝一段，山勢險阻，坡度漸高。南口至八達嶺，高低相差一千八百餘尺。故軌道無論如何繞越，坡度均用至高計，用三十尺升一尺者八哩餘，有用三十三尺或三十四尺升一尺者，方得漸趨平坦。故南口至八達嶺段，須換用馬立特（Mallet）機車（車重96噸，並煤水車共136噸）可行於300尺之半徑軌弧，車上駛時遠瞰山路如行棧道。而沿路層巒疊嶂，盤路峭石，行時，乘客咸屏息忍聲，唯聞機聲隆隆，作喘吼聲。所聞見者，備極驚悸。車上坂度，每十數里退駛平峯（hump）上再加煤鼓氣前進。機軸抵八達嶺麓後，已力疲盡。步行上嶺，登長城，過城級，不知其數，始達最高點。雄關峻嶺，悉歸眼底。長城建築之偉大，於斯始信，徘徊久之，頓覺此身之渺小，而胸襟為之一振也。飽餐雄氣，飢渴亦忘，興盡始下，車下行時，不加煤水，自動轉下至南口，再換別式機車拖載。長城之牆時以手約量得為8'×16'空縫（joint）約1'惜無殘磚，未能攜歸作試驗，否則亦一趣事也。

## 本校土木工程學系概況

吳 歡 銓

土木工程學系,開辦於民國十六之秋,迄今已六年,畢業同學,計有兩班,共三十九人,服務社會,蜚聲羣起,茲將設備,課程,教授,以及會員近況,表列如下:——

### 設 備 一 覽

#### (A) 材料試驗室

| 分 類        | 名 稱             | 件 數   |
|------------|-----------------|-------|
| 機 械<br>附 件 | 安母斯意材料試驗機       | ...   |
|            | 油壓機連馬達          | ...   |
|            | 水泥漲力試驗機         | 二     |
|            | 剪力,壓力,結合力等試驗附件, | 共八件   |
| 儀 器        | 加氏器             | 五     |
|            | 比重瓶             | 五     |
|            | 水泥漲,壓力銅模        | 各十二件  |
|            | 分桿機             | 一     |
|            | 量磅儀             | 一     |
|            | 天秤              | 二     |
|            | 彈簧秤             | 二     |
|            | 其他              | 共三十六件 |
| 用 具        | 白鐵匣,水泥力等        | 共二十六件 |

#### (B) 水力實驗室

| 分 類 | 名 稱                                     | 件 數   |
|-----|---|-------|
| 機 械 | 打水機連馬達                                  | 一     |
|     | 鐵水櫃                                     | 一     |
|     | 鐵水塔                                     | 一     |
| 附 件 | 各種白鐵管,銅管,玻璃管,橡皮管,考克凡而,銅凡而,水汀凡而,各種灣頭及其他。 | 共五七六件 |
| 儀 器 | 水壓計                                     | 二     |
|     | 畢託管                                     | 一     |
|     | 量水計                                     | 三     |
|     | U字水銀管                                   | 一     |
|     | 銅量水門,銅水最孔,銅水櫃等及其他                       | 共四四件  |

## (C) 測量儀器室

| 分 類 | 名 稱                    | 件 數   |
|-----|------------------------|-------|
| 儀 器 | 經緯儀                    | 八     |
|     | 水準儀                    | 五     |
|     | 手持水準儀                  | 四     |
|     | 平板儀                    | 五     |
|     | 羅盤儀                    | 二     |
|     | 六分儀                    | 二     |
|     | 流連儀                    | 二     |
| 用 具 | 銅捲尺,袖珍寒暑表,水準尺,浮標等以及其他。 | 共二五五件 |

學 程 一 覽

大學本土木科第一學年課程表

| 學 程     | 學 程 號 數 | 學 分   |       | 每 週 時 數 |       | 先 修 學 程     |
|---------|---------|-------|-------|---------|-------|-------------|
|         |         | 下 學 期 | 上 學 期 | 下 學 期   | 上 學 期 |             |
| 國 文     | 國 3,4   | 1     | 1     | 2       | 2     | 國 1,2 或同等程度 |
| 英 文     | 英 3,4   | 2     | 2     | 3       | 3     | 英 1,2       |
| 物 理     | 理 3,5   | 3     | 3     | 3       | 3     | 理 2         |
| 物 理 實 習 | 理 4,6   | 1     | 1     | 3       | 3     | 理 (3) (5)   |
| 無 機 化 學 | 203,204 | 4     | 4     | 5       | 5     | 201—202     |
| 無 機 實 習 | 205,206 | 1     | 1     | 3       | 3     | (203)(204)  |
| 微 積 分   | 數 5,6   | 4     | 4     | 4       | 4     | 數 3,4       |
| 投 影 幾 何 | 圖 4,5   | 1     | 1     | 3       | 3     |             |
| 機 械 畫   | 圖 1,2   | 1     | 1     | 3       | 3     |             |
| 木 鑄 工   | 機 1     | 1     |       | 3       |       |             |
| 鍛 金 工   | 機 2     |       | 1     |         | 3     | 機 1.        |
| 黨 義     | 政 1,2   | 1     | 1     | 1       | 1     |             |
| 軍 事 訓 練 | 軍 1,2   | 1½    | 1½    | 3       | 3     |             |
| 總 計     |         | 21½   | 21½   | 36      | 36    |             |

括弧表明可先讀或同讀

大學土木工程科第二學年課程表

| 學 程               | 學程號數  | 學 分              |                  | 每 週 時 數 |     | 先 修 學 程           |
|-------------------|-------|------------------|------------------|---------|-----|-------------------|
|                   |       | 上學期              | 下學期              | 上學期     | 下學期 |                   |
| 英 文               | 英 5   | 2                |                  | 3       |     | 英 4               |
| 物 理               | 理 7   | 3                |                  | 3       |     | 理 4, 理 6          |
| 物 理 實 習           | 理 8   | 1                |                  | 3       |     | 理 4, 理 6<br>(理 7) |
| 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   | 2                |                  | 2       |     | 理 3, 圖 2          |
| 平 面 測 量           | 101   | 2                |                  | 3       |     | (104)             |
| 測 量 實 習           | 104   | 2                |                  | 6       |     | (101)             |
| 平 面 及 水 流 測 量     | 102   |                  | 2                |         | 3   | (105)<br>101      |
| 測 量 實 習           | 105   |                  | 1                |         | 3   | (102)<br>104      |
| 大 地 測 量<br>(附天文學) | 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               |
| 地 質 學             | 171   |                  | 2                |         | 3   |                   |
| 水 力 學             | 131   |                  | 3                |         | 3   | 力 1               |
| 德 文               | 德 1   |                  | 2                |         | 3   |                   |
| 經 濟 原 理           | 經 1   |                  | 1                |         | 2   |                   |
| 黨 義               | 政 3,4 | 1                | 1                | 1       | 1   | 政 2,3             |
| 軍 事 訓 練           | 軍 3,4 | 1 $\frac{1}{2}$  | 1 $\frac{1}{2}$  | 3       | 3   | 軍 2,3             |
| 總 計               |       | 20 $\frac{1}{2}$ | 21 $\frac{1}{2}$ | 33      | 32  |                   |



大學土木工程科第三學年課程表

| 學 程                  | 學程號數                          | 學 分 |     | 每 週 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          |
| 屋 架 計 劃              | 124                           | 1   |     | 3       |     | 力 4          |
| 鐵 道 測 量<br>及 土 工 學   | 141                           | 2   |     | 2       |     | (142)<br>101 |
| 鐵道測量實習<br>及 土 工 計 算  | 142                           | 1   |     | 3       |     | 104<br>(141) |
| 水 力 實 驗              | 132                           | 1   |     | 3       |     | 131          |
| 鋼 筋 混 凝 土 學          | 161                           | 3   |     | 3       |     | 力 4          |
| 材 料 試 驗              | 力 <sup>11</sup> <sub>12</sub> | 1   | 1   | 3       | 3   | 191<br>力 4   |
| 熱 機 關                | 機11                           | 3   |     | 3       |     | 理 4          |
| 簿 記                  | 經 2                           | 1   |     | 2       |     | 經 1          |
| 德 文                  | 德 2,3                         | 2   | 2   | 3       | 3   | 德 1,2        |
| 工 場 管 理              | 經21                           |     | 1   |         | 3   | 經 1          |
| 土 石 結 構 溝<br>及 基 礎 學 | 172                           |     | 2   |         | 3   | 力 4          |
| 道 路 學                | 151                           |     | 2   |         | 3   | 101          |
| 鋼 橋 計 劃              | 125                           |     | 3   |         | 6   | 122          |
| 電 機 大 意              | 351                           |     | 3   |         | 3   | 理 4<br>數 6   |
| 電 機 實 習              | 352                           |     | 1   |         | 3   | (351)        |
| 鐵 道 建 築              | 143                           |     | 2   |         | 3   | 141          |
| 鋼 筋 混 凝 土 計 劃        | 162                           |     | 1   |         | 1   | 161          |
| 總 計                  |                               | 19  | 18  | 26      | 32  |              |
| 野 外 測 量              |                               |     |     | 暑假四星期   |     |              |

大學土木工程科第四學年課程表

| 學 程     | 學程號數       | 學 分 |     | 每 週 授 課 或<br>實 習 時 數 |     | 先 修 學 程    |
|---------|------------|-----|-----|----------------------|-----|------------|
|         |            | 上學期 | 下學期 | 上學期                  | 下學期 |            |
| 河海工程學   | 134        | 3   |     | 4                    |     | 131        |
| 溝渠學     | 136        | 2   |     | 3                    |     | 151        |
| 鋼橋計劃    | 126        | 3   |     | 6                    |     | 122        |
| 鋼筋混凝土計劃 | 163        | 3   |     | 6                    |     | 161        |
| 工程合同及規程 | 經 3        | 2   |     | 2                    | 2   | 四年級讀       |
| 給水工程    | 135        |     | 2   |                      | 3   | 131        |
| 水工計劃    | 133        | 3   |     | 6                    |     | 131<br>161 |
| 雜誌報告    | 183<br>184 | 1   | 1   | 1                    | 1   | 四年級        |
| 房屋建築學   | 192        |     | 2   |                      | 3   | 191<br>124 |
| 選 科     |            | 2   | 10  | 3                    | 18  |            |
| 總 計     |            | 19  | 15  | 31                   | 26  |            |

土木工程科選科表

| 學 程           | 學程號數    | 學 分 |     | 每 週 授 課 或<br>每 實 習 時 數 |     | 先 修 學 程         |
|---------------|---------|-----|-----|------------------------|-----|-----------------|
|               |         | 上學期 | 下學期 | 上學期                    | 下學期 |                 |
| 畢 業 論 文       | 181—182 | 1   | 1   |                        |     | 四 年 級           |
| 德 文           | 德 4     | 2   |     | 3                      |     | 德 3             |
| 鐵 道 管 理       | 經22     | 2   |     | 3                      |     | 經 1<br>143      |
| 高 等 結 構       | 123     | 2   |     | 3                      |     | 122             |
| 鐵 道 經 濟       | 經11     | 2   |     | 3                      |     | 經 1<br>143      |
| 鐵 道 運 輸 學     | 145     |     | 1   |                        | 2   | 143             |
| 灌 溉 學         | 140     |     | 2   |                        | 3   | 131             |
| 水 文 學         | 139     |     | 2   |                        | 3   | 131             |
| 市 政 管 理       | 經23     |     | 1   |                        | 1   | 經 1<br>135, 136 |
| 鋼 橋 計 劃       | 127     |     | 3   |                        | 6   | 122<br>126      |
| 鋼 筋 混 凝 土 計 劃 | 164     |     | 3   |                        | 6   | 161             |
| 道 路 計 劃       | 152     |     | 1   |                        | 3   | 141<br>151      |
| 水 工 計 劃       | 138     |     | 3   |                        | 6   | 131<br>133      |
| 水 力 工 程 學     | 137     |     | 2   |                        | 3   | 131             |
| 鐵 道 計 劃       | 144     |     | 2   |                        | 3   | 143             |
| 估 計           | 經 4     |     | 1   |                        | 2   | 四 年 級           |

自一年級至畢業黨義軍訓及野外測量除外,需修 146

學分,最近又加水紋學 2 學分,現需 148 學分。

## 歷任本科專門教授一覽

| 姓 名   | 担 任 課 程                  | 備 註 |
|-------|--------------------------|-----|
| 吳 馥 初 | 土木科主任，兼授結構原理，鐵道鋼橋計劃工程合同等 |     |
| 張 雲 青 | 應用力學，材料強弱土石結構鋼筋混凝土設計等    |     |
| 徐 世 大 | 水力學                      | 離校  |
| 沈 昌   | 水力學等                     | 離校  |
| 陳 大 受 | 地質學                      | 離校  |
| 柏 脫 森 | 給水工程                     | 離校  |
| 柳 叔 平 | 應用力學，結構等                 | 離校  |
| 錢 寶 琮 | 最小二程方                    | 離校  |
| 腦 美 亞 | 測量，德文                    | 離校  |
| 吳 錦 慶 | 水力學，水工計劃，河海工程等           | 離校  |
| 周 尙   | 材料強弱學，德文                 | 離校  |
| 陸 鳳 書 | 平面大地水文測量道路學等             | 離校  |
| 王 藹 如 | 結構學等                     | 離校  |
| 陳 體 誠 | 道路學                      | 離校  |
| 盧 孝 候 | 鐵道測量，高等結構屋架計劃等           | 離校  |
| 劉 崇 漢 | 地質學                      |     |
| 魏 海 壽 | 地質學                      | 離校  |
| 王 光 釗 | 高等水力學，污水工程水工計劃等          | 離校  |
| 李 紹 德 | 測量，建築材料等                 |     |
| 丁 人 鯤 | 給水工程，河海工程，道路學等           |     |
| 徐 南 騶 | 水工計劃，水文學，水力學等            |     |
| 黃 中   | 房屋建築高等結構鋼筋混凝土學等          |     |
| 杜 光 祖 | 應用力學                     | 離校  |
| 錢 昌 非 | 材料強弱                     | 離校  |

|     |               |
|-----|---------------|
| 胡仁源 | 熱機關，機械原理投影幾何。 |
| 曹鳳山 | 電機大意          |
| 孫潮洲 | 電機實習          |
| 朱纘祖 | 工廠管理，電機實習     |
| 陳仲和 | 材料試驗講師        |
| 吳沐之 | 測量助教          |
| 王同熙 | 測量及結構助教       |

### 畢業會員一覽

#### 第一屆

| 姓名  | 服務機關及其通訊地址              |
|-----|-------------------------|
| 吳光漢 | 上海江海關大廈四樓滄浦工程局          |
| 劉俊傑 | 浙江省公路局麗青路工程處(最近調申某機關未詳) |
| 茅紹文 | 上海市土地局                  |
| 徐邦甯 | 浙江省公路局副工程師              |
| 丁守常 | 甯波江北岸浙江省公路局鄞鎮慈路工程處副工程師  |
| 羅元謙 | 江西省公路局                  |
| 顏壽曾 | 浙江省縉雲雲南村公路局縉麗路工程處       |
| 陳允明 | 浙江省公路局                  |
| 翁天麟 | 上海南市茅家弄工務局              |
| 高順德 | 浙江省杭江鐵路工程局              |
| 葉澤深 | 浙江省公路局                  |
| 湯武鉞 | 南京交通部揚子江水道整委會測量隊        |
| 胡鳴時 | 上海圓明園路慎昌洋行建築部           |
| 孫經榜 | 江蘇導淮委員會                 |

#### 第二屆

- 王同熙 本校助教
- 王德光 浙江省公路局緡麗路工程處
- 朱立剛 南京全國經濟委員會公路工程處
- 任開鈞 浙江省公路局京杭路湖州養路工程處
- 李兆槐 上海博物院路三號光華油公司建築工程處
- 任彭齡 上海南市茅家弄市工務局
- 李 珣 四川重慶馬路局
- 李恆元 浙江省公路局永緡路工程處
- 李春松 上海滬浦工程局
- 宋夢漁 交通部揚子江水道整理委員會測量隊（鎮江日新路祥豐巷九號）
- 吳仁濟 浙江省水利局衢縣流量站
- 金學洪 浙江省公路局設計科
- 邵毓涵 浙江省公路局（現往上海某建築公司未詳）
- 翁郁文 南京全國經濟委員會公路工程處
- 凌熙廣 南京軍政部兵工署
- 陳乙彝 浙江省公路局
- 曹鳳藻 浙江省公路局
- 張元綸 交通部揚子江水道整理委員會測量隊（鎮江日新路祥豐巷九號）
- 陳廷綱 湖北省建設廳（現調浙江公路局）
- 張德鋁 杭江鐵路工程局
- 湯辰壽 南京丁家橋陸軍砲兵學校工程管理處
- 童第肅 浙江省水利局
- 董夢放 甘肅省建設廳公路局副工程師

蔡建冰 全國經濟委員會武漢工程辦事處  
錢元樽 浙江省公路局

## 會 務 報 告

吳 觀 銓

本會成立於民一八之秋，迄今三載有半。第一屆會務，載之於本刊第一卷第一期中，甚詳。第五屆會務，略見於本刊第一卷第二期內，今為第七屆適本刊第二卷第一期出版，乃將本屆與前一屆會務，擇其碌碌大者，報告於下；至二、三、四屆會務報告，早付缺如，明日黃花，不復贅述。

第六屆理事 徐世齊，馬梓南，戴 顛，劉 楷，蔣公魯（已故）許陶培，  
金培才，栗宗嵩，姚寶仁，惲新安，吳觀銓。

|    |      |         |
|----|------|---------|
| 職員 | 總務部長 | 馬梓南     |
|    | 文牘   | 吳觀銓     |
|    | 會計   | 許陶培     |
|    | 庶務   | 惲新安     |
|    | 研究部長 | 戴 顛     |
|    | 調查部長 | 栗宗嵩     |
|    | 編輯部長 | 蔣公魯（已故） |

### 大事記

二十年四月十五日，舉行常會。本系主任吳復初先生蒞會訓詞。

五月二十七日 公推戴顛蔣公魯栗宗嵩吳觀銓擬就土木工程系發展計劃書，當由馬梓南惲新安持呈 程校長，校長面諭，“浙大經費，如入佳境，儘先發展本系”云云。

六月十八日 會徽製就，即行分發，並函畢業會員領取，其號數支配如下。

|            |               |
|------------|---------------|
| 民二〇級會員共14人 | 自第1號至第14號,    |
| 民二一級會員共25人 | 自第15號至第39號,   |
| 民二二級會員共27人 | 自第40號至第66號,   |
| 民二三級會員共17人 | 自第67號至第83號,   |
| 民二四級會員共25人 | 自第84號至第108號,  |
| 民二五級會員共41人 | 自第109號至第149號, |

第七屆理事 洪西青, 劉 楷, 吳錦安, 許陶培, 惲新安, 金培才,  
繆炯豫, 盛祖同, 吳觀銓, 趙琇孫, 馬淑閑。

|    |      |     |
|----|------|-----|
| 職員 | 總務部長 | 洪西青 |
|    | 文牘   | 吳觀銓 |
|    | 會計   | 許陶培 |
|    | 庶務   | 金培才 |
|    | 研究部長 | 劉 楷 |
|    | 調查部長 | 繆炯豫 |
|    | 出版部長 | 吳錦安 |

### 大事記

十月一日 理事會決議本屆出版土木工程第二卷第一期,即由出版部着手進行。並決議,函本院測量系同學,加入本會為會員。

十月三日 測量系全體同學,加入本會為普通會員。

十月六日 舉行本屆常會,校長程天放先生蒞會訓詞;工學院生活指導員徐震池君蒞會惠詞;畢業會員李君兆槐,李君春松出席講演。校長訓詞,節錄如下:——

校長訓詞略謂:今日為浙大土木工程學會舉行常年大會之期,藉與諸同學見面,曷勝歡快!工程關於民生之重要,諸同學係學工程者,當知之甚詳無煩縷 頌聞李君報告,知西北物質生活與東南相較,誠不可同日而語;而



東南物質生活，與西洋相較，又不可同日而語，故欲使西北物質生活，能與東南相埒，非提倡工程事業不可；欲使中國物質生活，能與西洋相埒，亦非提倡工程事業不可。

各種工程中，有為外國輸入者，如電機工程機械工程是；有為中國所略知一二者，如化學工程之造紙製燭是；有為中國所固有者，則為土木工程，其在中國古時，土木工程已發展至相當程度。如長城之建築，運河之穿鑿，皆綿亙數千里，全用人力掘成，其工程之浩大，在西洋亦所罕見，巴拿馬運河全係機械所鑿成，而其長不過五十餘英哩耳！至於建築而藝術化者，如中國宮殿式之房屋，歐美各國，多仿倣之，又如寺院之塔，原為印度所發明，中國人學之，技術更精，開封之琉璃塔，土人名之曰鐵塔，全部十三層，全為琉璃瓦所造成，每當陽光映照，輝煌可愛；鄞江干之六和塔，其於錢塘風光，自亦增色不少！又如橋，蘇州之寶帶橋，有橋洞至七十餘之多。凡此皆足證明土木工程學，在中國已發達到相當程度矣！

電機工程機械工程，非中國所固有，今不如人，無所愧色；至若中國所固有且已發達至相當程度之土木工程，而今反不如人，吾人自省，能不生愧？！諸君既學土木工程，對於土木工程事業，當思有以發展，與西洋並駕齊驅；一方更當採取外國之科學原理與方法；一方更當恢復中國固有之魄力與精神。

現在國難方殷，民生凋蔽，交通水利，各種事業，俱蹶而不振，諸君當努力研究學術，他日能有所貢獻於社會國家，是則兄弟所厚望於君者。

十月二十八日 敦請浙江省水利局工務科長周鎮倫先生演講，題為“杭州市自來水工程改進問題”辭見本刊。

十月二十九日 成立畢業會員通訊處，暫隸出版部下，以資流通畢業會員與在校會員間，或畢業會員與畢業會員間之消息。

十一月十六日 敦請杭江鐵路局長杜鎮遠先生蒞會講演，題為“杭

江鐵路之計劃完成與其前途發展之希望，”辭見本刊。

十二月二十一日 敦請浙江省水利局長張自立先生蒞會講演，題“浙省海塘工程，”辭見本刊。

十二月二十五日 理事會決議舉行徵文比賽，(一)目的——提高觀摩興趣增進研究效率。(二)應徵人員——不限本會會員，校內校外非會員，而應徵者，俱所歡迎。(三)評判員——敦請本系教授及國內土木工程界聞人充任之。(四)給獎辦法——每次比賽，選取三名，其文字除在“土木工程”發表外，並給獎章，以資紀念。(五)舉行時期——每四年舉行一次。

十二月二十六日 敦請本院教授徐商號先生講演陝西考察經過辭見本刊演講欄中。

## 出版部職員及顧問

### 顧問

吳馥初 徐南騶 黃 中 李範前  
盧孝候 徐世大 丁西崙 張雲青

### 出版部長

吳錦安

### 編輯主任

吳錦安

### 編輯

李宗綱 劉 楷 戴 顛 徐世齊  
徐學嘉 許陶培 吳觀銓 馬梓甫  
鄧才名 粟宗嵩 趙琇蓀 季 高

### 事務主任

繆炯豫

### 事務

王恩洽 徐仁鏞

### 廣告主任

潘圭綏

### 廣告

許壽崧 盛祖同

## 理事會會計股公告

茲將本股自廿一年九月至廿二年一月期內所收到諸畢業會員繳來歷屆會費台銜及銀額公佈如下

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 徐邦甯 | 二十年度上學期至廿一年度上學期會費 | 三元 |
| 吳與漢 | ”                 | 三元 |
| 湯武鉞 | ”                 | 三元 |
| 陳允明 | ”                 | 三元 |
| 胡鳴時 | ”                 | 三元 |
| 王德光 | 廿一年度上學期會費         | 一元 |
| 李恂元 | ”                 | 一元 |
| 王同熙 | ”                 | 一元 |
| 張元綸 | ”                 | 一元 |
| 湯辰壽 | ”                 | 一元 |
| 童弟肅 | ”                 | 一元 |
| 宋夢漁 | ”                 | 一元 |
| 李兆槐 | ”                 | 一元 |
| 凌熙廣 | ”                 | 一元 |
| 董夢放 | ”                 | 一元 |
| 李春松 | ”                 | 一元 |

其餘未繳會費諸畢業會員請從速將歷屆會費匯寄本股以利會務不  
勝企盼

會計股啓



# 杭州油墨公司

德商上海油墨廠駐杭總經理

上海強華油墨廠杭州推銷處

本公司開設里仁坊馬  
路三十七號專辦各國  
五彩油墨印刷材料以  
及印石機器一應俱全  
如蒙賜顧竭誠歡迎

# 杭 州

## 志 成 洋 紙 號

本號創設多年專辦歐美各  
國紙料學校文具儀器定價  
低廉馳名遐邇如蒙  
賜顧竭誠歡迎

地址 中國銀行斜對面  
電話 二五三八號

杭 州

## 謙 泰 永 記 洋 紙 號

保佑坊甘澤坊巷 電話二二三六號

中西各紙 定價低廉  
遠近批發 約期不誤  
創辦多年 遐邇馳名  
如蒙賜顧 竭誠歡迎

## 杭州祥綸紙號

附設光華印刷局

本號創設清河坊二四號歷經  
多年經理龍章造紙公司及採  
辦中西名紙各貨俱全定價低  
廉附設光華印刷局兼印書報  
雜誌文憑表冊講義卡片等印  
件刻期交貨出品精美如蒙  
惠顧毋任歡迎

電話 1530 號

本牌汽油雖在嚴寒大雪中亦能  
如常發動馬達而無膠凍之患洵  
具汽油中之特色請一試便知

# 油通地汽油

能使君十分滿意

光華火油公司經理

博物院路叁号式樓



# 慶和五金號

本號專運歐美  
 各國五金路礦  
 建築材料及軍  
 裝皮件等等如  
 蒙賜顧無任  
 歡迎

清泰門石庫門內

## 楊炳記營造廠

杭州小營巷五十四號

本廠承造中西住  
 宅商行工廠學校  
 機關以及鋼筋混  
 凝土建築避水保  
 火工程等等如蒙  
 惠顧不勝歡迎

## 鄔森記木模作

杭州石牌樓葵巷內四十三號

本作專門製造各種引  
 擎幫浦碾米紡織造路  
 等等一切機器模型無  
 不精確適合兼製優美  
 中西木器倘蒙 光顧  
 無任歡迎

# 永興機器製造廠

本廠專造銅  
鐵翻砂各色  
機件如引擎  
邦浦織機耕  
機等等以及  
承造一切定  
件出品迅速  
如期交貨倘  
蒙賜顧竭  
誠歡迎

地址 章家橋石板巷內四十六號

## 張順興西服店

專製 特點

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 摩登西裝 | 童子軍服 | 學校制服 | 空陸軍裝 |
| 國貨材料 | 精美技師 | 約期不誤 |      |

迎紫路井亭橋東

朱餘記水木作

承造

住宅寺廟  
機關學校  
商行工廠  
裝飾修理

地址 東街路王石巷三號



華商屈臣氏汽水

新出鮮橘露——姊妹露

其味美香甜

極合〔宴新婚密月〕時之飲

並且在衛生和消化

均有偉大的利益

杭州代理處直骨牌街十九號

# 一條生路

肺癆乃人類最危險之病久咳即內傷初起之原世界雖不乏專門研究療治之人然亦尚無實効之藥此已早為中外人士所共同公認者本堂養陰丸乃自出世以來霹靂一聲風行遠近其拯救沉痾危症確有出乎用者意料之外不獨能發揚我國藥業之光實足為世界人類之保障凡吐血咳血之後常吐白痰或久咳傷肺胸部翳痛屢醫罔效虛不受補凡此均足為內傷之起點本堂養陰丸救活沉危絕望之症不可數計此丸確實功能續命若以價值而論誠不止抵百萬金錢凡患是症者請速購服必有無限生機金石之言千萬不可以普通賣藥廣告視之每盒定價五角 舖在廣州市漿欄街支店分設香港油蔴地及深水埗歡迎中外代理利優權厚各埠大藥店均有代售

廣州市漿欄街

## 位元堂謹啓

經理處杭州直骨牌街十九號



# 國立浙江大學工學院經售股

## 出售工場出品



絲織風景 棉織風景 五彩喜壽

五彩毯子 各式花呢 斜紋平布

絲葛大綢 沙羅軟緞 金幅被單

肥皂香皂 香精香水 皮箱皮夾

毛巾布 柳條布 公事包 乾電池

無線電收音機

## 定製各種機件

發動機 起重機 吸水機 織布機

製罐機 染洗機 耕種機 碎石機

混凝土混和機 碾米機 車床刨床

科學儀器 以及一切五金製品

火爐熨斗等等

代客設計 各種機械

其他名目繁多，不及備載，倘蒙賜顧，不勝歡迎

地址杭州大學路 電話二二二八

# 毛順安西服商店

## 專製

陸空軍裝 學校制服

男女西裝 童子軍服

本號自備材料最多，花

色全備，出貨迅速，約

期不誤，為杭州最有名

之西服店，凡服西服者

莫不稱道之

地址 迎紫路井亭橋

本大學工程學會出版刊物之一

# 化 工

第一卷 第一期 (創刊號) 要目如下：

|  |            |
|--|------------|
| 墨水   | 孟心如        |
| The calcium carbide industry                                   | 紀育澧        |
| 蠶蛹油  | 潘承圻        |
| 化學工程中之腐蝕問題   | 程瀛章        |
| Preparation of ethyl benzoyl acetate<br>(A Modified Procedure) | 紀育澧<br>李永茂 |
| 日光與桐油作用之研究   | 吳錦銓        |
| 媒染染料與絲織維   | 陳承弼        |
| 數種人造香料之製造  | 葛祖良        |
| 混合與稀薄之計算   | 吳興生        |

第一卷 第二期 要目預告

近十年來世界化學工業進展之趨勢

Solid Solution

活性炭素之工業應用

The theory of colour Production

國立浙江大學化學工程系之概況

Rate of scale formation

|        |                   |
|--------|-------------------|
| 編輯及發行者 | 國立浙江大學化學工程學會出版委員會 |
| 地 址    | 杭州大學路浙江大學工學院本會    |
| 定 價    | 每册大洋三角郵費每册二分      |

請聲明由浙大土木工程學會[土木工程]介紹

本大學工程學會出版刊物之二

# 電機工程

## 編輯及發行者

浙江大學電機工程學會出版股

## 定 價

每期大洋四角郵費每册三分

## 地 址

杭州大學路浙江大學電機工程學會

---

## 創刊號要目

---

|   |              |
|---|--------------|
| New Development in Land Mass Transportation | 郁秉堅          |
| Single Phase Power Supply                   | 倪俊           |
| 近五年來電機工程進展之趨勢                               | 楊耀德          |
| 現代航空無線電概況                                   | 尤佳章          |
| Harmonic Analysis                           | 曹鳳山講<br>宋毓華記 |

第二期二十二年六月出版

請聲明由浙大土木工程學會[土木工程]介紹

