

年

卷

期

8

5

第

第

工程

中國工程師學會會刊

第八卷第五號 廿二年十月一日

發展中國機器 工業之意見

德國實業考察團報告書
之第三篇內容平淡切實
鉅細無遺凡從事實
業者尤宜詳讀



其他要目

鐵路鋼橋上之衝擊力
城市計劃新論
湘鄂路第五號橋決口
防護混凝土滲水法
公路彎道簡便作法



中華郵政局特准掛號認為新聞紙類

內政部登記證警字第七八八號

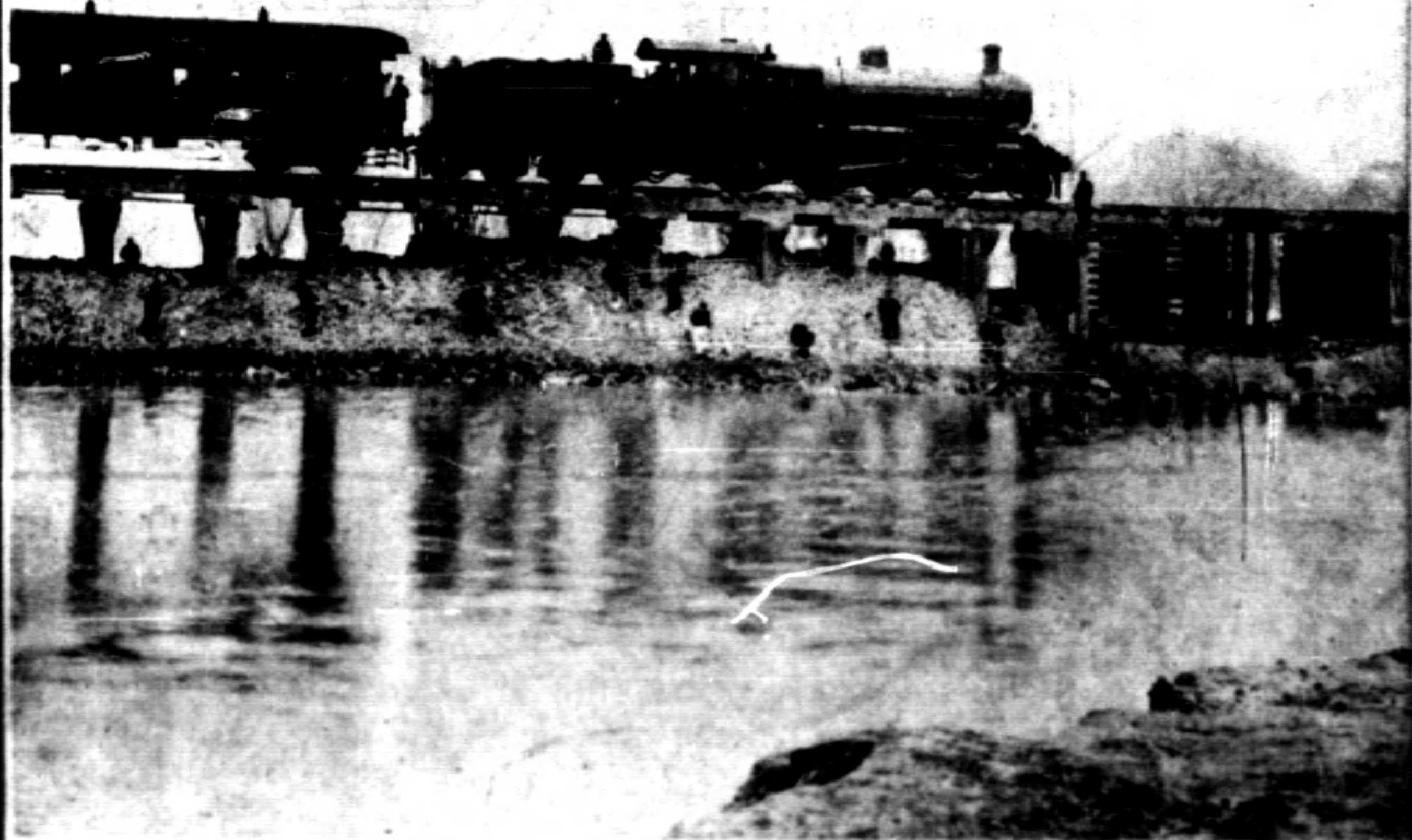


決口後之第三日



湘鄂鐵路第五號橋
被水沖毀旋即修復

修復後試車情形



德威洋行

上海博物院路十七號

HARDIVILLIERS, OLIVIER & CIE.,

No. 17, Museum Road,
SHANGHAI.

Electrical machinery
Meters
Watermeters
Pumps
Pipes
Diesel engines
Railway material
Heavy chemicals
Machinery for chemical industry
Metals
Machinery for all that concerns textile
Machine tools

上海北京

路第二號

立興洋行

電話一二

五一六號

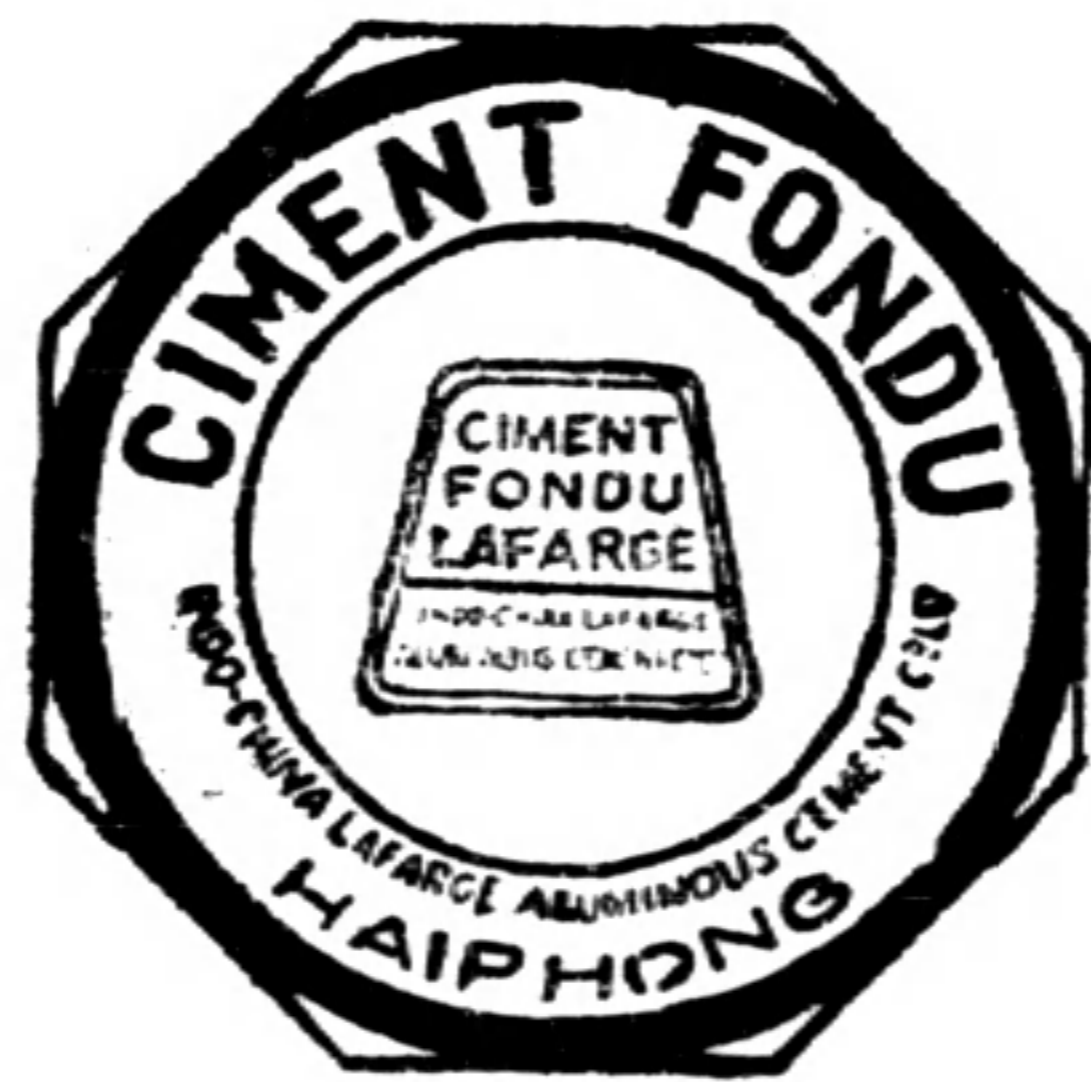
一四一七

八號

快燥水泥

(原名西門放塗)

最合海塘及緊急工程之用因其能
於念四小時內乾燥普通水泥則需
四星期之多 立興快燥水泥為法



屬印度支那海防之拉其水泥廠所特

製世界各國無不聞名
為最佳最快燥之礮土水泥雖海水
侵襲決無絲毫影響打樁·造橋·
基礎·碼頭·機器底脚及汽車間
地板最為合用如荷垂詢無任歡迎

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

工程

中國工程師學會會刊

編輯：

黃 炎 (土木)
 董大酉 (建築)
 胡樹楫 (市政)
 鄭 璠 (水利)
 許應期 (電氣)
 徐宗凍 (化工)

總編輯：沈 怡

編輯：

蔣易均 (機械)
 朱其濤 (無線電)
 錢昌祚 (飛機)
 李 儼 (礦冶)
 黃炳奎 (紡織)
 宋學勤 (校對)

第八卷第五號目錄

論著

發展中國機器工業之意見.....	德國貢德爾 富 禮	391
鐵路鋼橋上衝擊力之新理解.....	稽 銓	415
城市計劃新論.....	盧毓駿	425
受偏心軸載重之鐵筋混凝土材之斷面決定法及應力計算法.....	趙國華	434
粵漢鐵路湘鄂段修理第五號橋報告.....	邱鼎汾	467

雜俎

混凝土面髮裂之原因.....	稽 銓	480
修補損壞混凝土之方法.....	稽 銓	480
防護混凝土滲水方法.....	稽 銓	482
公路彎道簡便作法.....	李富國	484
用離心力製造混凝土溝管.....	黃 炎	487
高力之鋼.....	黃 炎	488

中國工程師學會發行

分售處

上海望平街漢文正權印書館
 上海民智書局
 上海福州路中國科學公司
 南京正中書局
 重慶天主堂街重慶書店

上海徐家匯蘇新書社
 上海四門新書局
 上海生活書店
 福州市南大街萬有圖書公司
 漢口金城圖書公司

上海四馬路現代書局
 上海福州路作者書社
 南京太平路鐘山書局
 濟南芙蓉街教育圖書社
 漢口交通路新時代書店

工程八卷四號正誤聲明

該號係二十二年八月一日出版，其中「土壓力兩種理論的一致之討論」係由筆者一手編輯。印出後發見錯誤十餘處，筆者應負百分之八十的責任。茲特聲明更正如下：

350 版第十圖(b)的 W 線應垂直。

350 版圖下第七行「 W 和 R 的交點」應改為「 W'' 和 R'' 的交點」。

此地 W'' 和 R'' 是指 ABC 自由體而言的。上下文的 $W, R,$ 和 R' 是指 ABD 自由體而言的。

355 版第十六圖的左面開方符號裏的 $\cos \delta$ 應改為 $\cos^2 \delta$ 。

361 版(十五)式以前的公式裏 $\sin \delta$ 之前應加一「等於」號。又(十八)式右邊分子中開方符號裏的 $\cos \delta$ 應改為 $\cos^2 \delta$ 。

363 版第八行 $0.40 h$ 之後應加「以上」兩字。

369 版末行「底高三分之一處」應改為「底高二分之一處」。

374 版(27)式應改為 $a = (2 - v)uh$ 及 $b = (v - 1)uh$ 。又(28)式裏的 $(v - 1)$ 和 $(2 - v)$ 亦應同樣對調。

375 版第二十二圖 $K'I'$ 線應垂直。

376 版計算例題數字全錯，應更正如下。表下第四行

$a = 0.055h$ 。 第五行 $b = 0.219h$ 。 第八行 $b = .385$ 公尺，
 $a = 1.533$ 公尺。 第十一行頂寬 0.631 公尺，底寬 1.533 公尺。
第十二行 $E = 5.95W$ 和 $d = 2.37$ 公尺。(孫寶墀)

發展中國機器工業之意見

德國全國實業協會中國考察團團員貢得爾起草

德國機器製造同業公會代理營業主任富禮編輯

一. 應用機器之急要

孫中山先生在其著作中，特別在其所著國際共同發展中國實業計劃一書內，屢次聲明機器之應用，在中國各種實業中，為增加生產及救濟貧窮之唯一方法。民族幸福，因應用機器而得邁進之程度，實足驚人。歐洲因應用機器自1800年以來，人口由187,000,000增至470,000,000，換言之，人口增加至兩倍半。在此不到一百五十年之過程中，人口增加之數與以前每一千年中者比較，無論任何時代均無如是之盛。同時人民對於各種日用品及飲食品之需求，亦一併增加至數倍之多。

機器工業之發展，前進無已，據最近之調查，每國人民消耗機械之價目，列表如下：

	每人平均
德國及英國	50馬克
法國及意大利	15馬克
日本	7馬克
中國	0.20馬克

由上觀之，機械之應用，為民族富強之關鍵，殆無疑義。

* H. Von Gontard und Free, Anregungen für die Entwicklung der Maschinenwirtschaft in China.

二. 德國實業考察團參觀中國機器工廠 對於已有機器設備之改良意見

德國實業考察團(以下簡稱考察團),應中國政府之聘請,在居留中國期內,參觀中國國有之各工廠。參觀之廠,如上海漢陽遼寧三兵工廠以及隸屬於鐵道部之多數國有鐵道修理廠。因參觀時間不多,實業考察團祇能得一概念,故以下雖縷述參觀之意見,並有改良工廠之建議,但非具體辦法,祇能備供採擇用以促進生產品質之改良,減低製造之用費,及增加生產能力而已。

各翻砂廠中,完全未有翻砂機之設備,用機器較之手工,對於多量相同料件之翻砂,必可減低成本極鉅,且出品速而佳,殆毫無疑義。翻砂機器,在兵工廠內應用,似最適宜,例如製造鑄鐵砲彈飛機炸彈等等。在鐵道修理廠中,可用翻砂機製造車輪制動器,鑄鐵爐條以及一定之幾種配件。

在所參觀之煨鐵廠內,以用手工煨煉為最多。此種工作多數廠中,似可改用壓鐵機及吊錘機以代替之。機器煨煉不僅將造價減輕,且能將煨件煨成準確之大小,減少以後之工作,此實為用機之優長。漢陽兵工廠中設有數個分離之煨鐵場。各個煨鐵場是否應合併在一處,此層似頗有實驗之價值,蓋彙總工作,似覺較能便利也。

倘工作機工場中所用材料,事前能在材料庫中按照必需之尺寸分開堆放及供給,俾不靡費工料,自必減輕成本。此種情形最顯著者,為棍狀之材料,例如造槍管之高質鋼條,欲達到此目的,似應在此種材料庫中附設一特別工作部,以備由外運來之半完成之料件,按照規定長短預為切斷,由是可省昂貴之材料,於工作時之殘廢與無謂之轉運。此種設備凡已行之者,均覺省費極多。

在鐵路工廠中新式焊接法,已能應用適當,輕養切斷器亦然。輕養切斷器之優點,在於節省工價極多。近年來此種方法已有極

大之改良。

各鐵路修理廠之鍋爐廠，似有添設水壓力及空氣壓力設備之必要。用此設備可使機車鍋爐安全可靠，並增長應用時間。在已參觀之各工廠內，尚無此種設備。至於利用空氣壓力，在鍋爐上擊密細縫車旋縲紋等工作，以及利用水力在鍋爐上緊帽釘，均能較手工優良節時，已為各廠所深悉矣。

在兵工廠之裝配工場內，發見製成零件欠於準確，似尚有改良之處，其所以不準確之原因，在未應用新式工作機與新式工作方法。因此之故，零件用手工之裝配，費時甚多，以致出品價格昂貴，且零件亦不能彼此互相交換應用。軍用槍砲上零件之交換，關係如何重要，此處姑不贅述。實業考察團在遼寧兵工廠步槍部參觀，覺該廠已有相當之進步，但其他仍多用舊法，例如上海兵工廠之機關槍裝配部，每一槍之零件均用手工裝配。如此複雜之機器，能用手工裝配，由此可以證明中國工人何等機巧，但此中尚有缺點者，大都由於設備上經濟上之缺乏，譬如精確磨光機精細測量器等價值昂貴，未能購置也。

參觀各鐵路工廠及在各鐵路旅行之後，考察團得到中國各鐵路所用各種車輛之印像。國有鐵路各線上所用之車輛與機車，構造及裝配各不相同，相差極多，其原因不外乎各路係借外債築成，各債權國均採用其本國所出之材料所致。

以前德國在國家鐵道公司，將各私人所有路線，收歸國有之初期時，亦曾有此極相同之情形。當時約有三百種之機車式樣，當經規定統一辦法，在短期內將多數構造相近之機車併合成幾種形式。此項工作，係經德國國家鐵道公司會同各機車製造廠之專家努力之結果。現在中國國有鐵路似急須倣效此項辦法，德國各機車製造廠甚願相助。如欲更進一步再求修養經費之減輕，則應將各式機車零件儘力使其構造相同。

為求縮短修理車輛之時間，在鐵路工廠內，最好採取標準零

件。設遇車上有零件損壞時，能即從材料庫中取出同樣之新件，毋須重新工作，即可裝上。如此自能節省時間與手續。採用此種方法非實行標準制與精確之工作同時並須用精確之工作機不可。購買工作機時，不但應注意該機價值之是否適當，尤應考究其工作精確至如何程度。

關於購置上述之設備，如中國有意於此，考察團甚願竭誠貢獻意見及策劃。

三. 中國大規模應用機器之先決問題

除上述機器工廠之促進方法外，中國政府似應對於以下問題決定方針，即中國人民如何能於最短期間達到大規模的及普遍的利用機器之程度，並且須力求避免各國於機器工業發展上所受之無益經驗。

1. 改良交通 孫中山先生對於改良交通事業曾經非常注意，因之影響於中國政府之建設計劃者，實非淺鮮。改良交通實為發展機械與工業之先決問題。僅就運輸費用一項計算，亦可知一國家之購買力及機器工廠之生利，取受交通方面所影響之重大。例如在德國工廠對於原料之購入及將成品運至購買者處，如運入運出之距離，各在450公里內，其運費平均合賣價九分之一至十分之一。現時在中國運費之昂貴，往往超過於物價。

凡規模甚大用機器之工廠，以有運輸便利及低廉之交通為最要。因機器工廠照例適合製造大宗相同或相類之出品，故其運銷範圍務求遠廣。工廠之組織及工作愈新式愈專門，則便利之交通愈為切要。考察團報告書之另一部，有關於鐵路與河道之著述，但為求達發達交通至極大之範圍，除鐵路河道外建設道路網亦屬非常重要，蓋道路建造較易，且其建築用費可無需如鐵路河道等，必須由中央政府擔負，但造路所須注重者，則為路面須能任重車通行並堅固耐久。此種道路若以通行時間計算，反較輕便道路

爲賤。蓋後者易受天氣影響，在短期內即行毀壞礙及交通，並易致車輛受損也。

2. 創造便利之度量衡 每種貨物之交易，幾無一不須依照一定之度量衡以作標準及覆驗尺寸或重量之用。在工業方面度量衡之計算，常極複雜。計算法不僅加減尚須乘除和開方等等。此項計算耗費時間精神金錢之多，實非意想所能及。故如將度量衡採用簡單制度，則所節省者，正非淺鮮也。

中國國民政府現已決意採用公尺制，作爲普遍通用之度量衡，但事實上尙未能實行，而英尺寸制度仍難廢除。

多數根據英尺所造之機器，運銷於中國，其所需補充零件，必需亦按英尺制者添置。故中國各修理廠不得不採英尺制度。現欲改用公尺制，中國各工廠仍須於長時期內準備公尺制及英尺制之兩種工具及量器等。照此情形其費用勢必加倍而工作反複雜且易發生錯誤。公尺制之簡便清楚遠非英尺制所能及。

由此可見中國方面，實有於最短期內，決心採用公尺制度之必要。所有工業設備工具量器及圖樣等，應全按公尺制度從外國購入或在本國製造。以下舉出數例，證明公尺制度較英寸制度之簡便。（根據德國 Carl Mahr (Esslingen a. N.) 度量衡製造廠之報告）。

英 寸 制

公 尺 制

1 碼 = 3 呎 = 36 吋

1 公尺 = 100 公分 = 1000 公厘

例如有長 1275 公厘用公尺或英寸計算比較如下：

1 碼 2 呎又 7 吋

1.275 公尺

= 5 呎又 7 吋

= 127.5 公分

= 67 吋

= 1275 公厘

可見用英寸制者數目字均變動，公尺制之數目字則不變，僅移動其小數點號而已。

加 法 之 例

<u>英 寸 制</u>		<u>公 尺 制</u>
1 碼	2 呎 7 英寸	1.275 公尺
2 碼	2 呎 9 英寸	2.900 公尺
+ 7 碼	1 呎 11 英寸	+ 8.021 公尺
<hr/>		<hr/>
10 碼	5 呎 27 英寸	12.196 公尺
= 12 碼	1 呎 3 英寸	
=	37 呎 3 英寸	
=	447 英寸	

在英寸制須有三種不同之數目及三次之換算,公尺制則全屬同一數目,毋須換算。

乘 法 之 例

<u>英 寸 制</u>		<u>公 尺 制</u>
長 1 碼	2 呎 6 英寸	長 1.27 公尺
乘		乘
寬 4 碼	1 呎 1 英寸	寬 4.21 公尺
<hr/>		<hr/>
等於	5 呎 6 英寸	面積 = 5.3467 平方公尺
乘	13 呎 1 英寸	= 53467 平方公分
又等於	66 乘 157 英寸	= 5346700 平方公厘
面積 =	10362 平方英寸	
	= 71 平方呎 138 平方英寸	
	= 7 平方碼 8 平方呎 138 平方英寸	

在英寸制須反復換算而有三種之數目,公尺制祇須計算一次,毋須再加換算。以面積之單位論,英尺制中已分數項,可見其複雜,下如:

<u>英 寸 制</u>	<u>公 尺 制</u>
1 平方呎 = 144 平方英寸	1 平方公尺 = 10,000 平方公分
1 平方碼 = 9 平方呎 = 1296 平方英寸	或 1,000,000 平方公厘

以上英尺制度各單位之相互比例,為極複雜之數目。公尺制度之數目均係一百之倍數。世界各國在科學方面因便利起見,多

數均已採用公尺制，即向用英尺制之國家，亦在許多事務方面採用公尺制矣。

在機器工業中凡須精細者，其準確之程度，每須量至百分之幾公厘。機械圖樣倘按英尺制標記尺寸，則圖中標滿百分之幾或千分之幾之英寸，且同時常有二種不同之進位法，即十進及十二進，因此極易發生錯誤。

螺絲之大小及三角學中之尺碼，倘用英寸制度，亦有同樣不便之處，例如直角三角形兩邊之長為 $\frac{3}{4}$ 英寸與 $1\frac{1}{2}$ 英寸，其對面之線則為1.458英寸，此處又須用十進計算法。

照上所述，在英尺制度中精確計算，用至千分之一英寸。在公尺制度則用至百分之一公厘。數既較簡單且其準確程度較之千分之一英寸又精細兩倍半。

此外最緊要者，公尺制中度量衡之各種單位，彼此有相互之關係，即如電學中所用之單位，亦屬一致。英尺制度則不然，例如固體之長及面積或體積，固可以尺碼計算，對於液體則另用加侖計算。加侖之大小與立方英寸立方英尺等毫無關係，不若在公尺制度，一立特等於一立方公尺之容積。茲將比例開列如下：

<u>英 寸 制</u>	<u>公 尺 制</u>
1 噸 = 2240 磅	1 噸 = 1000 公斤
1 磅 = 16 盎司	1 公斤 = 1000 格蘭姆

就上所述，倘用英尺制計算物體之重量，不能如公尺制可以根據「比重」計算，蓋其比重為磅，噸，或盎司，數目各不相同。譬如：

<u>英 尺 制</u>	<u>公 尺 制</u>
1磅/立方英寸 = 0.7714噸/立方呎	1公斤/立方公尺 = 1噸/立方公尺

最後可以推想於各工廠各商店所用之計算機及簿記機，若論方便簡單，自非公尺制者莫屬。

現在中國中東鐵路已完全採用公尺制，目前中國似應從速推行公尺制於全國，藉此減輕全國人民與科學界之工作。且在工

業尙未十分發達以前，一切機器量尺重量等，苟能立即採用公尺制，較之將來工業發達後，改用公尺制時省費實多。

3. 向企業家及全體人民說明提倡機器工業應取之途徑 就歐洲各國所得經驗，機器工業發達過速每致忽生障礙。故首先普及智識。至教導之法，不僅對於青年應使學習工業，即對已成年者，亦當灌輸工業智識，蓋籌款設廠之企業家及管理工廠及機器之工人，多為成年之人也。更關緊要者，須時常反復宣傳關於機器對於公衆之利益，以免人民易受煽惑，如歐洲工人曾受極大之煽惑即其前例。再者倘人民對於機器無信仰之心，則對於機器之使用及修養必發生厭惡，其結果使機器能力減少，或先期損壞，致受時間之損失及進步之阻礙。

為求達到普及機械工業智識之目的，最好莫如在中國各大日報上，附印工業畫報，專用中文說明，不用其他外國文字。柏林德國工程師協會甚願擔任供給此項編輯材料及圖畫等，但印刷宜在中國，例如上海。

4. 機器出險與工人及公衆之安全 倘欲使工人及公衆對於應用機器能同情滿意，必先使工人及公衆設遇機器出險而受傷害時，有所保障。中國方面對於此層甚有及早注意之必要，不可俟事至難於收拾時，再圖補救。

德國政府數十年來與工業界密切合作，規定各種法例及規則可供中國國民政府之參考，其中最要者如下：

製造及管理蒸汽鍋爐之規則

對於 C_2H 氣及汽壓盛具之規則

電梯規則

運輸礦油之規則

德國防止出險公會對於防止出險之規則

本意見書之附件第二號『保護機器』(Maschinenschutz)一書係由德國機器製造同業公會(Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten)

所編印，內中對於機器構造上防止出險之方法，以及防止出險之設備，均已按照機器種類分門說明，德國機器製造同業公會（地址在 Berlin W.10, Tiergarten Str.35）對於此種問題中國如有所問，極願竭誠相告。現時德國已有之工會組織與防止出險公會，防止出險工人公會之組織方式，按照現在中國狀況，尚不能仿照組織。因在德國管理工廠之方法及機關與中國不同也。但對於防止工廠出險之規則關於機器安全上所需要之條件，則幾可完全適用。

以極適當方法，防止機器出險可以至某種程度之問題，德國至今仍在按照最近之進步繼續努力中。德國經五十年之研究，其所定之條例多為他國所取法。自 1907 年至 1925 年在德國動力機馬力之增加為 2.75 倍，按照機器增加數似出險數較之以前多出三倍亦不為奇，但實際上當時出險照未增加機器數目計算，減至 22.5%，換言之在 1907 年至 1925 年之間，較以前應出險一百次者，減少至二十八次。

德國在戰前約略估計，每次出險資本之損失約為 3,000 馬克。在現在情形下之出險損失，當較更大。可見無論如何，每年機器出險之損失，即除去人命損害不計外，其數目實屬不小。中國情形或有稍異，但對此問題決不能避免，必須鄭重注意。

四. 特別工業之建設事業

除上述普通觀察點之外，建設中國機器工業，必先解決種種先決問題。因解決此項問題，須費多時之進行也。

1. 原料工業之建設 製造機器工業之重要原料，首先以設立大規模之鋼鐵廠為最要。普通之輓輾鐵料如圓鐵各種形式之鐵條及鐵皮，尚可暫時由外輸入，最難者為粗而罕用之各形式之斷面柱 Proficen 及較厚之鐵皮，因其裝儲費太貴故也。除此之外，舶來鐵料鐵皮常有固定之尺寸，工作時每因尺寸過大，棄廢材料亦多。如向本國鐵廠定購，則可按照需要尺寸製造，既少遺棄而運費

與關稅亦省。

中小重量之生鐵鑄件，在中國已能製造，但鑄鋼一項則似尙付缺如，多數機件均須用鑄鋼製造，故鑄鋼對於機器工業至爲重要。至若按照模型向外國定造鑄件，因運輸模型往返之困難，事實上不可能。

本國倘自有鋼鐵工廠可免在外交上發生問題時，原料輸入被人杜絕。關於鋼鐵工廠之發展，已在別篇報告中詳加列論，此處從略。

2. 編輯中文工業書籍 編輯多數中文工業書籍，以備中國多數人士之研究，使其可不讀外國文，即能學習。欲達此目的，先須選擇外國工業書籍譯成中文。關於出版之先後，應將理論及研究部分作爲第二步，首先應將各種機器，在各類工廠之應用以及合理之管理等，採爲編譯材料。關於製造機器之書籍，應擇中國最近需要甚多之機器，否則甚難銷售，且工業書籍甚易變舊，每致虛擲印刷費用。

3. 編製中文教材及教育用品以備造就藝徒工頭及技師之用 普通有一種誤解，以爲未受訓練之工人亦可管理機器者，實屬大謬。按經驗所得，機器工廠之效能與工人之熟練有極大之關係。

德國現在機器工廠中，每 1000 工人中有

525 人爲曾受教育之專門工人，平均學過三年至四年。

190 人爲受過教育之工人，曾學過某種工作數月。

105 人爲未受教育之助工。

其餘爲學徒與女工等。

德國機器工廠不僅注重製造無論何種多數同樣之機器，即少數構造不同之特別機器，亦可按照定貨人之要求，以低廉之價可靠之構造，迅速製成之。中國機器工廠因機器銷路尙不甚多，故不能專製一種專門機器，各工廠遂不得不同時製造各種形式不

同之機器,以使廠中工作無有間斷。於是所用工人,必須對於各種機器均須熟識而有經驗。工頭及高級人員亦然。再修理工廠亦需此項工人,因其多利用簡單機器修理極複雜之機器也。

如欲教育上述各項工人,當以編製適當之中文工業教材為先決條件。

德國工業教育聯合會(簡稱 Datsch)與工業教育品製造所多年合作,規定學程及製造各種教育用品。例如:

訓練各種機械工廠及製造廠所需專門工人之學程(配裝機器工人,煨鐵匠,車匠,馬口鐵匠等)

鐵製及木製之教育標本

用有色之掛圖指示工作之錯誤與正確

德國工業教育聯合會 (Der Deutsche Ausschuss für technisches Schulwesen) 之工作目錄,亦附在本報告內。該會地址為德國 Berlin W. 9, Potsdamerstr 119B, 中國政府如有咨詢,該會甚願供獻其經驗與工作。

4. 專門工人之訓練 中國工人以勤工與機巧著稱,但機器之製造與修理,每有一定工作之方法,此則為其所不識。德國工人之訓練,即在機器廠工作場中。十四歲之少年,自初級小學校畢業,後即可進作藝徒,通例四年後學藝完成。在此四年中,同時入職業學校及補習學校,專學工廠內與工作有關之種種理論。大機器工廠專設有特別工藝學校,此種學校日見發達,尚有對於藝徒,使其在第一二兩年在一工頭指導之下學習技藝,以後再作專門工人之助手。

此種藝徒教練部分,中國鐵路之大修理廠,兵工廠,電氣廠等,似亦有需要。此外應在相當學校中,附設藝徒實習工廠。蓋中國多數工廠尚不能收容及教練學徒也。德國藝徒數目,等於機器廠專門工人百分之廿至廿二。此數恰能適合各工場之需要,惟須注意者,德國機器工人以製造出口貨為多。若僅製供給本國之機器,其

需要必無此之多。中國機器工廠正在建設時期，藝徒之需要，必須經過數年後漸漸增加，但將來需要數目或較德國為多。

5. 工頭及技師之教練 除訓練專門藝徒之外，在中國尚有教練工頭及技師之必要。此種人員之程度，均在工科大學畢業生之下。此項人員應在各大規模及設備完全之工廠中選擇之，教練時所須注重者，即在使對於管理保養修理機器有充分之能力。

德國國立及私立機器工業學校，均各專設造就工頭及技師及非大學畢業之工程師之部分。中國方面似可酌量情形仿照辦理。

上述學校之入學資格，祇須國民學校高級班修業期滿，並毋須如入大學者，必須在中學畢業。惟在入學之先，須在工廠內實習兩年，甚至已有學生，在入學以前，已在機器工廠充任畫圖生。凡學習普通機械學者，其時間為兩年至三年。學習期內，特別注重工廠內實驗上之細節及工場之管理，藉此學校之畢業生可為各工廠所樂用。為造就各種機器工廠之工頭及技師起見，在德國設立多數專門學校。肄業期限為一年至二年。其所學之專門，例如紡織工廠中之各部份工作，陶磁器工業包括磚瓦及木料工業，造紙工業，鐘表工業，鋼鐵工業，儀器製造業，翻砂工業，採礦冶金等等。

如中國學生願入此類學校肄業，本會當盡介紹之責。德國國立機械學校，照例為德國學生所佔滿，但德國各工廠尤其德國工業教育聯合會仍極願設法，使中國學生入內肄業。

6. 高級工程師之造就 對於造就機械工業大學出身之工程師，所設學校可以吳淞同濟大學機械科為模範。因按照歐洲標準設立此項學校，需用經費必甚巨，非中國今日之經濟能力所能辦到也。至於課程方面，即在此項學校之內，亦不必過於偏重理論與最新發明之研究。要在造就管理工作之工程師，其能力足以管理中國設立之各種工廠，並對於工廠中之機器之能力及動作有確切之認識，並對工人及技術員之管理可以得當，且可追隨歐洲

工業之進步。

以上種種問題，皆為中國工程師於以後數十年內所應解決之問題，其中尤關緊要者，為中國工程師應於學習期內得有充分經驗。所惜中國今日新式機器廠為數尚不多。故惟一方法，祇有多派工程師到其他先進國學習。德國甚願收納此種工程師，使其就捷徑學習。向來德國工業之宗旨，極願與他國交換經驗發生友誼關係，藉此促進兩國經濟之發展。此類留學生應行練習之事項，如城市建設，自來水廠，鐵道製造和管理電氣工業，造船工業，採礦冶金化學工業，紡織工業等是。練習期間，至少須兩年，中國工程師在其本國甚易得到領導者之位置，而在德國及他國則非有多年之經驗不能至領袖地位。故中國學生更當多多實習，方可多得經驗。非實地經驗充足，不足以避免將來辦事之錯誤。青年工程師在機械製造廠內實習，即有得到製造某種機器經驗之可能。

7. 已在工業界任事工程師之高深造就 最後對於已在工業界任事工程師之高深造就，亦應注意。在德國有工程師協會之組織，會員共三萬一千人。此種組織已覺極為重要，而並得有極好之結果。在工業發達之城市，皆有其分會。按時舉行講演與討論會，參觀有趣之工業，並刊行工業雜誌。其雜誌為世界著名者之一，對於逐年工業進步，紀載頗詳。

中國工程師學會已經成立，似應盡力促其發展。上文所述，目前亟需之中文工業書籍，倘能由該會編輯提倡，收效必宏。

五. 購買舶來之機器及儀器

中國之希望，當盼能於最短期內不購舶來貨品。但全部不買外貨，事實上有所不能。就經驗言之，即工業最發達之國家，購買外國機器為數亦多。例如每年德國機器之輸出，佔出品四之分三，全售於歐洲各國，其中三分之二係銷售與西歐及中歐諸國。

現時中國製造複雜之機器，不甚相宜。因目前中國需要機器

不多，不能按同樣圖式製出多數機器。製圖費在中國恐不低廉，而製造方法又難經濟。中國自製之機器即使價較輸入者廉，但使用之後，漸漸可以發覺運用不靈，反使購買者受損失。此種經驗非短時間內所能得到。價賤之機器往往較之價貴者，效率低小多，費原料，常需修理，時生工作障滯。機器之好壞及其可靠與否與工廠之生利大有關係。設一種機器為無多年經驗之廠家所造，則購買者可受極大之損失。故中國購買機器時，須先向製造廠索問其一切經驗。

因此之故，在工業尚在建設之國家，照例予機器輸入之便利。中國政府於1930年十二月二十九日，對於機器輸入之稅，特別減輕，辦法可稱適當。在歐洲多數國其辦法更進一層，對於新建工廠之機器，政府認為重要者，完全免稅入口。例如意大利。

正在建設工業之國，初時用入口稅不多而精確可靠之外國機器，比較由本國工廠草創初製者為有利。中國現在之情形，似用機器者比較製造機器多出數倍。

中國勢必即將建設多數機器工廠，一面為保護本國出品之故，或即行增加進口稅。如此辦法是否有利中國，自應十分加以考慮。中國現尚為機器銷費國，倘將進口稅加高，以致購機工廠，增加擔負，足以阻礙其發展，似非經濟之道。

同一機器，製造精細不同。倘或本國祇能製造較簡單者，則精細之機器，非由外國輸入不可。精細準確工作，非用精確機器製造不可，但機價亦昂，例如上等工作機，往往較普通者昂貴至三倍。

由是中國於若干年內，似必須機器輸入，而政府對之應視為一種生產貨品，特輕其入口稅。再者中國機器之需要，在數年內增減無定，因現在已有之機器設備，尚屬極少，及至一般人民漸知採用機器，再加普通工業逐漸發達，鐵路及其他交通上之需要增加，他如農業之開墾，鑛產之開掘，同時並興，是時機器之需求，立見增多，而可使本國機器工業，成立鞏固之基礎，並即迅速發達也。

以前所述,各國每人每年需要機器之數目,約如下表:

德國荷蘭	每年每人平均佔	50 馬克
法國意國	每年每人平均佔	15 馬克
日本	每年每人平均佔	7 馬克
中國	每年每人平均佔	0.15 馬克

由上表中可見中國倘欲自製機器,其基礎尚過薄弱。以中國土地之大,然以應用機器國而論,須列置於二十三國之後。

六. 中國之機器工業

1. 前身爲修理廠 中國機器工業之起點,爲各商埠紡紗廠及麵粉廠之修理及裝配工廠,此種工廠由修理逐漸進步,開始製造極簡單之機器,如壓油機打米機棉花抽純機,不久即造較複雜之機器,例如石印機印書與釘書機及柴油機等。

中國自造機器之中,有一部機器完全依照外國機器之模型所仿造。如此對於製造機器,不能認爲有充分能力。因製造機器先須設計繪圖,完全了解機器之動作。選擇各部分材料及其力學上之計算。凡此無一不關重要,否則即有缺點,足使機器使用不久,立生障礙。

應用大宗機器之機關,譬如鐵路電氣工廠礦場冶金廠等,應附設極有能力之修理工廠。由此修理工廠,將來可以製造相當之機器,自用或出賣。

2. 兵器工廠改造普通用品 中國國內平靜後,倘能將兵工廠改造普通用品,得益當非淺鮮。譬諸兵工廠之製造大砲,彈藥車,迫擊砲等者。在平時可以改造別種機器,如鐵路上之車輛,電車,各種大鐵箱池,各工廠之房屋鐵結構,輕便鐵橋梁,火車轉盤,簡單鍋爐。兵工廠內之精細工作部份,如信管,步槍及機關槍之製造部份,可以改爲製造電信,電報,鐵路上之信號設備,紡織機之零件,以及工具與量具等之用。

3. 單獨發展之機器工廠 以前所述,在中國以首先製造簡單之機器為最有利益。實因此類機器,祇須規定少數式樣,每一式樣製造數量極大,藉可節省畫圖工作,亦可儘量利用現有之中國打樣人材。故選擇製造之機器,必須已經用途最廣銷售最多之機器。反之,中國不宜承造宏大而僅能出售一套之機器設備。因此類機器設計繪圖頗非簡易,製圖者經驗既恐不足,且其圖樣一次用過後,不能再加利用。

此外中國製造機器不宜用重大之鑄鋼鑄鐵或重鐵片及須特別製之輓轆鐵等,因其購價頗昂也。

再者精確機器中國亦尚不宜製造,例如精確至一百分之一公厘之車床鑽床銑床磨床之類。因製造此項機器,必須用同樣精確之工作機器及精確之測量儀器。其購置費用極大,非有長久不斷充分之利用不能合算。但中國現時尚不能有如此多之精細工作。倘將簡單及極粗之工作,在精確機器上工作,不僅其利息及折舊過重,且機器容易磨傷。

至於中國現時以製造何種機器最為有益,暫時甚難回答,須視各處當地情形與以後發展趨向而定。

七. 建設機器工業之普通輔助方法

下列數點雖不為發展機器工業之直接條件,但於輔助工業發展上有相當價值,其中兩項屬於技術方面,二項屬於法律方面。

1. 機器工業必需材料之採購條件 在機器或修理工廠內所需維持工作之用料及附屬材料,佔支出費用之大部分,例如油漆顏料棉紗木料等。對於此項物品之是否必需或請購之理由是否正當,每有疑問。若不注意,足使購入不甚合宜之材料,或用不得當,於是在德國有購料條件委員會 (Reichsausschuss für Lieferbedingungen) 之設,由德國工程師學會及其他團體暨政府機關之幫助,規定許多購貨之技術條件。就本會之意見,此種條件極有譯成中

文之價值，以備各廠採擇施行。本意見書之附件第四，即為購料條件之目錄。

2. 實行標準制 在工業十分發達之國家，前經發覺一種缺點，即許多常用之物品，從各工廠製造者，形式與大小不能統一。實際上如早能統一，早已收益不少。故遂有多數國家實施標準制。德國久由標準規定委員會 (Deutscher Normenausschuss) 專任此事，規定之出版品有三千四百張，成效頗著。中國已成立之工廠，似有及早參攷德國已成之標準，參照中國情形，加以規定。標準制成立之後，可使機械畫圖設計，節省工作，大都可由已規定之圖式中尋出所需之形式與大小。無一國家可以免去標準制而另覓途徑，故實其施標準逾早，所省愈多。否則必須更改許多已成之設備，方可達到實施標準制之一途。

本意見書之附件第五至第十二為：

德國標準之印刷品一份 (附件五)

德國之標準圖目錄(為 1931 年所決定者) (附件六)

德國商船標準委員會出版之商船標準目錄 (附件七)

德國標準委員會出版之德國專門分類工業標準書

與袖珍德國工業專門分類標準書之目錄 (附件八)

德國建築標準書 (附件九)

德國採礦標準書 (附件十)

德國醫院標準書 (附件十一)

德國紡織標準書 (附件十二)

德國標準委員會對於各項標準有所咨問時，極願盡力解釋及作答，其會址如下：

Deutscher Normenausschuss, Berlin Dorotheenstr 4/7

3. 中國專利法之製定 專利法為獎勵工業發展上之有效方法，中國政府已於 1928 年七月有此項法律之公佈。但僅限於本

• 附件因篇幅過多，不便轉載，故略。

國人，外國人則無專利之權。此實爲其缺點，及至 1931 年四月，又將此律取銷。如是使外國人之發明無法保護，在中國可以任意仿造。專利法不成立之時愈久，流弊愈多。因外國工廠倘欲供給有利之發明，即有被他人仿冒製造之可能，而致使中外工業合作發生困難也。

例如倘遇中外公司訂立條約，以外國之發明，由中國工廠製造而給專利者以許可製造之利益。在此情形之下，倘無專利法則其發明者必慮無法律之保護，不能將其製造授之於中國工廠。

倘外國發明可以憑專利權授之於中國工廠，則於中國頗有益處，因外國工業上之經驗，即可傳之於中國工廠。世界各國尚無他國如中國不保護外國之專利權者。但中國若一變以前之辦法，於中國實業上實有利益。中國對此或可參考德國之專利法。因德國之專利法向爲他國公認爲模範。對於此事中國倘願討究，可咨詢德國機器製造同業公會 Verein Deutscher Maschinenbau Anstalten, Tiergarten Str. 35, Berlin W. 10, 該會甚願詳細答復。

4. 機器所有權之保留 如售貨者於機器買價未收清以前，能得該貨所有權之保留，則在訂貨者可減輕經濟上之籌劃。據本團同人所悉，在中國所有權之保留，爲常有之事，且有訂立契約以資雙方遵守者。但在法律上迄無明文規定。無此法律，則在貨價未付清前售貨者如須轉賣，極爲困難。由是可見所有權絕對之保留，尙未成立。本團意見，中國以後機器交易極多，如規定此項法律，於中國極有利益。此項法律似可根據下列意見規定之。

『機器與房屋部分或地基相聯結後，祇須聯結部分毋須重大破壞即可取出機器時，對於機器之所有權之保留，毫無阻礙。倘因取回機器而損壞水泥底腳或牆壁時，不得認爲破壞』

八. 德國機器工業之狀況(輸出及組織)

1. 德國機器工業之範圍 德國機器工業以其出品量暨其

工人數目以及輸出貨品數量計算,最低限度可與英美兩國並駕齊驅。現因世界經濟恐慌,工廠縮小範圍,共計現有工廠三千五百所,工人約五十五萬人。上述工廠數目中,凡修理工廠等所用工人數目在二十五名以下者,均不在計算之內。故上所舉三千五百工廠,純指製造新出品而輸出外國者而言。此外如電氣工廠鐵路車輛及汽車工業鍋爐工廠暖汽用品工廠亦不在內,蓋此等工廠在德國通例須另外計算也。

德國機器之出品,每年約值四千萬萬馬克,其出產能力為五千五百萬萬馬克。

德國機器公司,就技術經濟人事種種關係,分成若干等級。外國所知者,僅為德國大工廠。概計德國機械工廠中工人,在一百至一千之數者,約佔百分之五十。其餘大工廠工人數目可達五萬人以上。

中等大小之工廠,在德國最為重要,因此項工廠,最能適應買主之需要。

2. 德國機器工業之職工 德國機器工業之出品,其構造及工作之精良,全賴數量極多老練之工人之能力,其數目為別國所少見。

1930年七月一日在德國機器工業中每1000人中有:

512人為專門工人,曾經四年以上學習時期之訓練者。

147人為藝徒,係備練成專門工人之用者。

兩數相加為659人,等於全數工人65.9%

其中未受教練之助工,僅佔9.6%,青年及女工等僅5.5%,曾經受教練之助工為19%。

在德國機器工業,每1000工人中,按1930年計算,職員270人,其中:

商業職員100人(37%)

技術職員(如工程師技術員及工頭等)170人(63%)

自戰後以來職員之數目增加如下：

1914 年 在每千工人中有 195 職員。

1930 年 在每千工人中有 270 職員。

換言之，在：

1914 年 每 5.1 工人中有一職員。

1930 年 每 3.7 工人中有一職員。

以上職員增加數目，全屬技術職員。

增加技術員之數目，可證明德國工業在戰後如何努力，使工人之工作能力增加，製造進步，並使最新科學研究結果，應用於製造方面。

3. 德國機器之輸出 德國戰後，幣制混亂之時，機器輸出之多，普及於全世界，由此可以證明德國機器之價廉物美。

在 1923 年及 1924 年減至三萬五千萬馬克，以後又漸增加：

1925 年約	500 百萬馬克
1926 年約	570 百萬馬克
1927 年約	960 百萬馬克
1928 年約	1,169 百萬馬克
1929 年約	1,428 百萬馬克

雖當全世界經濟恐慌之際，於

1930 年尚能維持 1,429 百萬馬克。

以 1923 年及 1924 年之最低輸出為比較，現已增至四倍。戰後 1927 年間，英國機器輸出遠在德國之上，但以後德國機器之輸出已超過之。在 1930 年美國機器輸出已低減極多。以 1930 年全年計算，美國雖居德國之上，但以其下半年而論，德國則又超過於美國。

自 1927 年以來，三國發展之比較如下：

機器輸出	英 國	美 國	德 國
1927 年	919.5	1,442.6	959.8

1928 年	1,065.8	1,684.3	1,168.0
1929 年	1,105.0	2,022.7	1,428.0
1930 年	* 925.0	1,643.0	1,429.0

以上係以百萬馬克為單位 *為估計數

1927 年至 1930 年機器輸出增加之百分數如下:

英國	0.6%
美國	13.9%
德國	48.9%

美國於大戰中各國之金錢流入極多,戰後因上述之結果,一落千丈,影響於美國經濟者,實有注意之價值。

德國輸出之機器,不僅限於某一種之機器,實平均分配於各種工業上:

1930 年輸出之分配如下:

工作機	226.6 百萬馬克
紡織機	198.1 百萬馬克
摩托及其他動力機	194.3 百萬馬克
造紙機切紙機印刷機	114.2 百萬馬克
起重機及轉運機	109.3 百萬馬克
唧機及打風機壓氣機	80.8 百萬馬克
農業器具	72.6 百萬馬克
鐵路機車	58.1 百萬馬克
建築所需之機器	40.6 百萬馬克
食料所用之機器	26.0 百萬馬克
其他機器	308.0 百萬馬克

共 1,428.6 百萬馬克

機械輸入於德國者,為數甚少。其全數為德國所需機器 4-5%。自 1927 年以來,輸入機器數又減去 20%。德國所徵機器稅至多不

過 6.5 %

4. 輸入中國之德國機器 中國之機械輸入, 德國現佔第四位, 但尚未恢復戰前之原狀。1913年, 中國之機器, 三分之一自英國輸入。自德國輸入19%, 自日本輸入10%, 自美國輸入9%。現在英國仍居首位。但至1929年其輸入數減至28.4%, 在同年中, 美國與日本之輸入數目, 驟然各增至20%, 同年德國為14.3%。

德國機器銷售中國者, 以特種工作機居其輸出之大部, 約合60%。餘如鍋爐與機器零件佔16.8%, 工具機器佔12.9%。

中國輸入之工作機, 以德國出品居首位。於1929年中國此項輸入德貨佔36.4%。

據德國對外貿易之統計, 於1913, 1928至1930年德國機器之輸出, 銷售於中國者如下:

機器之種類	工作機	紡織機	農具機	火車頭	其他各種機器	鍋爐與機器零件	輸入中國機器總數
1913年	273	541	51	606	2220	339	4030
1928年	2165	1237	103	115	4821	905	9346
1929年	1637	1204	114	210	9856	1521	14542
1930年	1278	586	53	276	6074	1570	9938
1930年輸入中國機器之百分率	12.9%	5.9%	0.5%	2.8%	61.1%	16.8%	100%

下表照中國統計, 指示各國對於中國機器之輸入:

各國於1913, 1927, 1928, 1929年輸入中國之機器:

以一千兩海關銀*為單位

	機器輸入總數	英國	日本	美國	德國	香港	比國	俄國	法國	以上各國之共計
1913年	6560	2173	653	582	1242	599	541	473	131	6394
1928年	23635	6018	5094	6504	2634	1059	139	789	182	22417
1929年	36862	10476	7435	7336	5258	1495	508	454	171	33133
1929年全體機器輸入之百分率	100%	24.8%	20.1%	19.9%	14.3%	4.0%	1.4%	1.2%	0.5%	89.8%

*海關銀一兩等於:

3.07 馬克	(1913 年)
2.89 馬克	(1927 年)
2.98 馬克	(1928 年)
2.70 馬克	(1929 年)

5. **德國機器工業之組織** 爲擴充德國機器工業與同時提高其經濟能力起見,於 1892 年全國機器工廠有一聯合組織,名爲德國機器製造同業公會。自 1914 年以後,會址設於柏林。近年以來,該會漸形發達,已成爲德國極大之經濟團體。內中有用直接名義或用團體名義參加者,共計二千二百餘公司。所有德國全國有名之機器工廠儀器工廠以及中等以下之機器製造廠,幾全在會內。會中專門團體,共有六十七個,俱分別包括在以下十三組之中:

1. 工作機及工具
2. 紡織機
3. 農業機及農具
4. 機車
5. 動力機
6. 氣體液體之工作機
7. 冶金煉鋼軋鐵之設備及機器
8. 搬運機器(起重機升降機等)及車輛
9. 造紙及印刷機器
10. 食料及化學工業之機器
11. 搗碎機及提擇機
12. 特別機器及機器零件
13. 儀器

德國機器製造同業公會重要之宗旨,即以全德機器工業最高代表之資格,注意各個工廠之情形,並爲各工廠圖謀共同之經濟利益,其辦法如增加各工廠之合作,調和大小工廠相對之意見,此外於可能範圍以內,使各工廠調劑營業,交換經驗及需要,並可

使各工廠彼此廉價購貨，以及購買機器者，達到廉價購貨之願望。最後努力向德國政府及民衆代表以及本國暨外國之公衆思想界，報告及解釋關於機器製造於政治經濟方面關係之重要。

關於德國機器製造同業公會會務之大概，見於附件第十三項該會報告書中。由其報告書中可知該會之工作，不僅圖謀會中技術事業之利益，凡關於國民經濟，增加輸出，改良原料，恢復德國經濟，改進交通，防止出險，訓練藝徒等問題，均皆顧及。此外德國機器製造同業公會並與德國最大之工業科學團體即德國工程師協會密切合作，其目的不外求工業不斷之繼續發展，藉促文化之進步及國民幸福之增進也。(完)

鐵路鋼橋上衝擊力之新理解

嵇 銓

鐵路鋼橋上所受應力，以機車過橋時，發生之衝擊力，最為重要。顧其性質異常複雜，不易分析。其原因錯綜變化，頗難檢定。其理論較為深奧，不易了解。十餘年前，橋梁設計家對於此力，無深切之認識。乏充分之理解。計算此力，咸以班氏公式（Pencoyd Formula）
$$I = \frac{300}{300+L}$$
為主。前交通部頒發之橋梁規範，亦採用與此相仿之公式。
$$I = \frac{30000}{30000+L^2}$$
但此係完全根據經驗約略酌定之公式，既無真實理論之根據，復乏精確實驗之證明，其準確性早成疑問。自近代機車加重，車速增高，往往有舊建橋梁，若照此公式核算其應力，頗多負重逾限超越危度者。乃事實表現，並不如此嚴重。於是班氏公式及與此性質相同之公式，益覺不可靠。自非對於此力，在理論上作分析之研究，在實際上作精微之試驗不可。

1923年英國各鐵路當局有鑒于此，成立一橋梁應力研究委員會，招集著名專家十餘人，技師二十餘人，實地試驗鋼橋，自16英尺至345英尺跨度者五十二座。用各種機車，在各種速度駛過各種跨度鋼橋時，以最精確之儀器，量測橋桁之撓度，及各桿件之變度。並請數理名家，作理論上分析之研究，經八年之久。得若干有價值之結論。所有關於衝擊力之性質量度，變化，及與機車衡重，橋梁勁度之種種關係。並班氏公式之假定，在實際上不相符，在理論上不可通各點，研究詳盡，闡發靡遺。可謂在衝擊力研究上得一新理解，在橋梁設計史上闢一新紀元。茲姑撮其大要，將所有與衝擊力有

關各因素,關於研究衝擊力之新結論。並班氏公式理想錯誤各點,分別條舉於下:

一. 與衝擊力有關之各因素

與衝擊力有關之因素甚多,可分主因及從因兩種。凡發生此力之最初原因,曰主因。凡參加此力之活動範圍,而能增減此力之數量者,曰從因。

(一)主因:

(子)在機車方面者:

(甲)車輪之錘擊力 (Hammer Blow),其來源可分為二:

(a)圓轉部份之離心力 (Centrifugal Force of Revolving Parts) 機車之曲拐銷,(Crank Pin) 拐銷座,(Crank Cheek) 聯桿,(Coupling Rod), 及搖桿 (Connecting Rod), 之一部份之共質,以輪軸及曲拐銷為圓心而旋轉,照圓轉速度乘方而發生一種離心力。如不在其行動地位之對面,配置一相等重量曰衡重者,以抵制之,則此力即於車輪每一轉時,錘擊軌道一次。

(b)失衡重之離心力 (Centrifugal Force of Unbalanced Weight) 凡因(一)衡重之位置,及重量未能與圓轉部份確相符合, (二)為抵制往復部份 (Reciprocating Parts) 變速所生之力,而特加之衡重, (三)列車後附掛損壞機車,有衡重而聯桿搖桿均除去者之種種關係,超過或不足圓轉部份所需之衡重。其超過或不足部份曰失衡重。此失衡重,因圓轉速度關係,發生一種離心力。亦於車輪每一轉時,錘擊軌道一次。

(乙)機車左右搖擺之錘擊力 (Lurching Effect of Engine) 機車以軌道不平,或其他原因,左右搖擺,使左右兩軌負重不等,一軌較他軌受力較大。

(丙)扁輪 (Flat Wheel) 輪箍不圓,在軌上滾行時發生錘擊。

(丑)在橋梁方面者

(甲)軌節 (Rail Joints) 軌節處,軌平(Rail Level)往往低陷,車輪過時發生錘擊力。

(乙)軌平不平 軌道平面高低不平,車輪滾行,發生錘擊力。

此兩項錘擊力均屬細微,佔衝擊力之極小部份。

(寅)在機車及橋梁雙方者

(甲)機車錘擊頻數,與橋梁顫動頻數,在完全或部份合拍時,發生累積顫動,而引生之遞增外力 (Cumulative Effect due to whole or Partial Synchronism of Frequency of Hammer Blow of Locomotive with Natural Frequency of Bridge with transient load)

錘擊力分靜的效果(Static Effect),及動的效果(Dynamic Effect)。上項所述失衡重之離心力,係動的重量,乘圓轉速度乘方而得之數,為錘擊力之靜的效果。至動的效果,係因橋梁顫動頻數,(即每秒鐘上下擺動次數)與機車錘擊頻數,(即每秒鐘錘擊次數)合拍關係,橋之上下擺度累積而擴大,於是因此擺度增速率而產生之特殊外力,亦擴大而遞增。此為衝擊力之最重要的主因,如無天然限制,此力可擴至無限,而發生意外事變。

(二)從因:

(子)在機車方面者:

(甲)失衡重之支配(Distribution of Unbalanced Weights)抵制往復部份之衡重,即失衡重。有集中一主動輪者,有分配各動輪者,其分配之比例有相等者,有不等者。支配得宜,可減少衝擊力。

(乙)抵制往復部份之衡重與往復部份本身重量之比例 (Proportion of Weight of Reciprocating parts to be balanced) 此部衡重即所謂失衡重。此比例愈大,失衡重愈大,最大者為三分之二。

(丙)往復部份之重量 (Weight of Reciprocating Parts) 汽缸活塞及柄 (Piston and Rod),十字頭 (Cross head),及搖桿之一部份 (Part of Connecting Rod)等往復部份,因變速而發生一種直力及旋力 (Force and Couple)。此力之大小,以往復部份之重量而異。如用輕質作往

復部份,失衡重可以減輕,衝擊力亦可減少。

(丁)錘擊頻數 (Frequency of Hammer Blow) 每秒鐘錘擊之次數,錘擊力即視此頻數而增減。

(戊)車速 (Train Speed) 機車過橋時之速度,每小時所行距離,以英里計。

(己)彈簧負重與非彈簧負重 (Spring Born Load and Non Spring Born Load) 機車在低速度時,彈簧被磨阻力所阻,等于鎖住,不能活動。全機車重量一同隨橋梁上下顫動者,曰非彈簧負重。如在高速時,橋梁顫動過甚,勝過彈簧阻力,彈簧乃大肆活動。必有一部份重量,被彈簧負擔,並不隨橋梁顫動而上下者,曰彈簧負重。此與橋之顫動質量有關,間接與衝擊力有關。

(庚)阻顫力 (Damping) 橋端各種阻力,阻礙橋之自由顫動。及彈簧在高速時,發生活動作用,吸收大部份之顫能 (Oscillation Energy), 而減少其顫度者,曰阻顫力。衝擊力之不致過度擴大者,即恃此力。

(辛)主動輪徑 (Diameter of Driving Wheel) 在同一速度時,輪徑愈大者,錘擊頻數愈少。

(丑)在橋梁方面者:

(甲)跨度 (Span) 跨度愈長者,顫動頻數愈慢。愈短者頻數愈速。

(乙)活重 (Live Load) 即列車過橋時之重量。

(丙)死重 (Dead Load) 即橋梁軌道及其他固定之重量。

(丁)橋之勁度 (Stiffness of Bridge) 視跨度死重及橋之高度而異。勁度愈大,顫動愈小。

(戊)橋空載時之自然頻數 (Natural Frequency of Bridge When Unloaded) 在橋未載重時,受一種搖力,發生顫動時之每秒鐘顫動次數。

(己)橋在負重時之自然頻數 (Natural Frequency of Bridge When Loaded) 即機車過橋時,每秒鐘顫動次數,較空載時之頻數為慢,因

機車重量參加顫動質量之故。且活重過橋時，重量隨時不同，此頻數亦隨時而異。

(庚)撓度(Deflection)橋梁受死重活重及錘擊力而撓曲向下之數，曰撓度。

(辛)橋之顫動(Oscillation of Bridge)橋受錘擊力而上下搖擺，曰顫動。

(壬)合拍度(Synchronism)橋之顫動頻數，與機車錘擊頻數相符者，曰合拍度。此合拍度，有完全者，有部份者。

(癸)危險速度(Critical Speed)凡車速使機車錘擊頻數，與橋之顫動頻數相合拍者，曰危險速度。

二. 衝擊力與各因素關係之新結論

(一)上下肢桿，因死重活重衝擊力三者關係，所生之變度及應力(Strain and Stress)，與全橋之撓度，其增減完全一致。跨度在100英尺以內，撓度紀錄可完全代表變度紀錄。即因衝擊力所生之變度，與中部撓度另加之數為正比例。

(理由)上下肢桿變度及應力與彎力率為正比例。彎力率又與橋之中部撓度為正比例。故撓度最大時，即變度及應力最大時。

(二)腰桿(Webmember)變度及應力，與橋中部撓度，其增減並不一致。

(理由)腰桿變度及應力，隨垂直剪力而異。任何截面，因活重發生之剪力最大時，即活重前端適至該截面處。但活重在此地位時，橋之中部撓度，並非最大之時。即因橋之顫動發生之剪力，並非最大時。故腰桿變度與上下肢變度不同，與撓度之增減，並不一致。

(三)腰桿在橋之末端及中部者，受衝擊力影響甚小。惟在跨度四分之一處，衝擊力為最大。

(理由)橋端因活重發生之剪力最大時,即機車在橋端時。但此時顫動極微,因衝擊力發生之剪力極小。中部則因死重關係發生之剪力為零數。至跨度四分之一處,位在中部與末端間。機車至此地位時,因活重發生之剪力為最大。而因顫動關係所生之衝擊力,雖已過極大之點,而其數量尚甚大,故只此處剪力須酌加衝擊力。橋之中部及末端,可不必加也。

(四)任何建築,在顫動時,無論原動力為何種,只要一有顫動,其應力必生循環而定期間歇的變化 (Periodic Variation)。照顫動之增速 (Acceleration),顫動之質量 (Mass) 而異。此係完全在發生顫動之錘擊力之外之另外一種力。

(五)上項之力,如顫動與錘擊合拍,則累積而擴大。往往較發生此力之錘擊力本身為大。

(六)橋之中部最大撓度處之顫動狀態。頗近似即可作為第一和諧運動 (First Harmonic)。至撓度曲綫上確尚有次高之和諧運動 (Higher Harmonic)。但加入第一和諧運動,其變動極微。與第一和諧運動,無甚影響。

(七)在橋的方面之衝擊力,不能以跨度一項,為唯一之因素。
(Span Length not the only Criterion)

(理由)關於橋之自然頻數,視橋之勁度而異,而勁度又視橋之跨度重量惰性力率而異。故橋之高度,亦為重要因素之一。

(八)專以橋之撓度及彎力率而言。橋顫動時,沿跨度各點之擺度 (Amplitude)。與橋端距離之關係,係一正弦曲綫 (Sinusoidal Curve)。擺度與時間之關係,可作為和諧曲綫 (Harmonic Curve)。

假定橋顫動時,錘擊力已停止。如以(m)為橋每英尺長之質量,(y)為最大擺度,(n)為顫動頻數,照和諧運動之數理,控制此(m)在(y)地位,需要一種力,等於 $\frac{4\pi^2 n^2 y m}{g}$ 。此即等於每尺長之等重 (Equivalent Load) 所生之結果,惟實際上顫動最大時,發生顫動之錘擊力,並未停止,仍在工作中。但此錘擊力佔等重極小部份,影響此等重性甚

微。仍以 $\frac{4\pi^2 n^2 y m}{g}$ 代表每尺長之平勻載重，亦無不可。照試驗結果，每機車衝擊力之總量最小者為 $0.2n^2$ ，最大者為 $0.6n^2$ 噸。此係指英式機車而言，別式機車，各有其個性也。

(九)中等跨度橋，常發現極明顯之兩危險速度。(Two Distinct Critical Speed in Some span of moderate Length)。

(理由)此係彈簧活動時減少橋之顫動質量之故。在中等跨度橋上，機車以逐漸高之速度駛過，往往先發現第一危險速度(First Critical Speed)。錘擊與顫動合拍，而發生累積效果。再令機車加速至相當速度時，往往又發現第二危險速度。此由於機車在低速度時，彈簧未生作用，機身全部重量加入顫動質量，至高速度時，激起彈簧作用，機車一部份重量，被彈簧負起，不參加顫動，於是顫動頻數增高。在較高速度時，又與錘擊合拍，而發現第二危險速度。

(十)危險速度在實際上並非一明顯而確定者(No Sharp Defined Critical Speed)。

試令機車以各種速度過橋，必有一某速度撓度為最大，發現顫動與錘擊合拍，但此非一明顯而確定為唯一之數。若在較此數稍高或稍低之速度，亦可發現相當之合拍。

(十一)橋之顫動頻數，與機車錘擊頻數之合拍度，不過部份的非完全的。即有完全合拍，亦係頃刻的，非長久的。

(理由)橋之顫動頻數，係無定的。因機車過橋，活重隨時而異，橋之顫動質量，亦隨時而異，其頻數當然非一定的。但機車速度過橋時，係一常數。求常數與非常數合拍。其時間必極短，不過頃刻間而已。大部份合拍度，所謂部份合拍(Partial Resonance)而已。

(十二)錘擊力因錘擊頻數與橋顫動頻數合拍關係產生之累積效果(Cumulative Effect)，實際上並不致過分擴大。而隱受以下三種限制：

(子)繼續錘擊之次數，為跨度長度所限。

(丑)橋之顫動,被各種阻顫力所限:(一)建築之彈性不完全(Imperfect Elasticity)。(二)橋墩上橋座之阻力。(三)顫能被橋墩及周圍土質所吸收。(四)機車彈簧之磨阻。機車緩行時,橋之顫動太小,不足以激起彈簧之活動。機車急行時,顫動劇增,激起彈簧活動,其磨阻力乃吸收大部份顫能。在小顫動時,此阻顫力為數甚微,在劇顫動時,則甚可觀。

(寅)照上條橋之顫動頻數,係一變數。機車錘擊頻數在過橋時,係一常數。常數何能與變速常常合拍。有之亦不過頃刻間事。如是合拍既不能常,累積效果,當然不是無限的。

(十三)極長且重之橋,活重佔死重極小部份,似與橋之顫動頻數無甚影響。橋之顫動頻數,既可稱為常數,一旦在危險速度時,錘擊與顫動合拍,所佔時間必長,累積效果亦必甚。殊不知此種長橋,其顫動頻數必小,車速不必在最高速時,即可與之合拍。但車速不高時,其錘擊力又不甚大。故錘擊力之最大靜的效果,與最大動的效果,在長橋上,不致同時相遇。

(十四)關於鼓動橋之顫動之各種原動力,並不一致。且相互抵銷者。

(理由)照上條錘擊力靜的效果最大時,動的效果未必大。且顫動一大,彈簧發生作用,阻顫力立刻阻止顫度之擴大,此橋之受過分衝擊力而損壞者不常見。而以前對於衝擊之因果及量度不甚明瞭者,均以此故。

(十五)照機車錘擊之動的效果之量度分析。橋之跨度可分為三種:

(子)40英尺及40英尺以下者為短橋。

(丑)40英尺至250英尺者為中橋。

(寅)250英尺以上者為長橋。

(理由)40英尺以下橋之自然頻數,縱在負載活重之時,亦為數甚高。決非普通最大車速(每小時90英里)能追蹤及之,故短橋

無危險速度,即將錘擊力作爲靜力論,亦無不可。

中等跨度橋,其危險速度與特別快車速度相近。

長跨度橋其自然頻數較低,其危險速度,最小者幾與貨車速度相近。

(十六)兩機車聯掛時,如其錘擊頻數,前後合拍,其衝擊大。反之則小。

(十七)三或四汽缸式機車衝擊力小。兩汽缸式機車則衝擊力大。

(理由)三或四汽缸式機車,其往復部份,因變速發生之力,可以自相抵銷而得衡,動輪上失衡重甚小,錘擊力可減至極小限度。至兩汽缸式機車,往復部份,無法使之得衡也。

(十八)長跨度橋上,機車後列車,有阻顫作用。

(十九)機車因軌道不平正而左右搖擺時,左右兩軌負重不等,機車平直行駛時,應各負重量之半。一有搖擺,此軌之負重,乃移至他軌。照活重之百分計,最多者,可至二十五。此指順梁及主梁而言,與橫梁無關。

(二十)因軌節 (Rail Joints) 及其他建築上不規則而發生之衝擊力,甚爲複雜。照試驗結果,其數量如作爲集中重力,約等于 $\frac{n^2}{6}$ 噸。如作爲均勻重力,約等于 $\frac{n^2}{3}$ 。

三. 班氏公式理想錯誤及與事實不符各點

(一)班氏公式,及其他類似公式,係假定衝擊力與活重爲正比例。在活重應力之外,另加一百分數, $\frac{300}{300+L}$ 但事實與理論證明不合。近代機車採用三或四汽缸式,衡重配置非常平衡,失衡重甚小,衝擊力自小。舊式輕機車均係兩汽缸式,失衡重甚大,衝擊力自大。

(二)班氏公式,假定衝擊力與跨度爲反比例,跨度愈短者,衝擊力愈大。跨度愈長者,衝擊力愈小。現照實驗與理論證明,短橋無合拍性之衝擊力。長橋有合拍可能,易致累積顫動,而發生鉅大之衝

擊力。

(三)班氏公式,其意義頗似含有材料疲性問題(Fatigual Question)。照吳氏(Wohler)應力變限公式(Formula for Range of Stress)應力之變限愈大,變速愈大者,材料發生疲性亦愈甚,耐力爲之減小,班氏公式,想亦採用此意。故短橋衝擊力大,或准許應力(Working Stress)須用較小者。即因短橋死重較小,活重過橋時其應力變限必大。長橋死重甚大,活重佔死重極小部份,應力變限決不甚大。衝擊力可作較小,即准許應力可用較高者。但實際試驗衝擊力來源,完全與疲性無關。且照普通鋼橋,所受應力程度,尙不致發生疲性。並未聞鋼橋之損壞有因疲性關係者。故短橋須用較小應力,長橋可用較大應力之說,無理論上之基礎。

(四)班氏公式,以爲衝擊力之來源,係由于活重驟加于有彈性建築之故(Sudden Application of Load to Elastic Structure),但係完全錯誤。凡驟加一重量于彈簧,此簧伸長數,必倍于緩加重量之時。班氏以爲機車上橋,與此相仿。殊不知經伊克利教授(Proffessor Inglis)研究結果。鐵路鋼橋,並無此種影響。其受重情形,不能與驟加重量于彈簧情形相比,如欲與此相似,除非機車到橋之中點,須較現狀爲快。機車離去中點時,須較現狀爲慢。但事實上不可能。故驟加性不成問題。

城市計劃新論

戈畢意著 盧毓駿譯

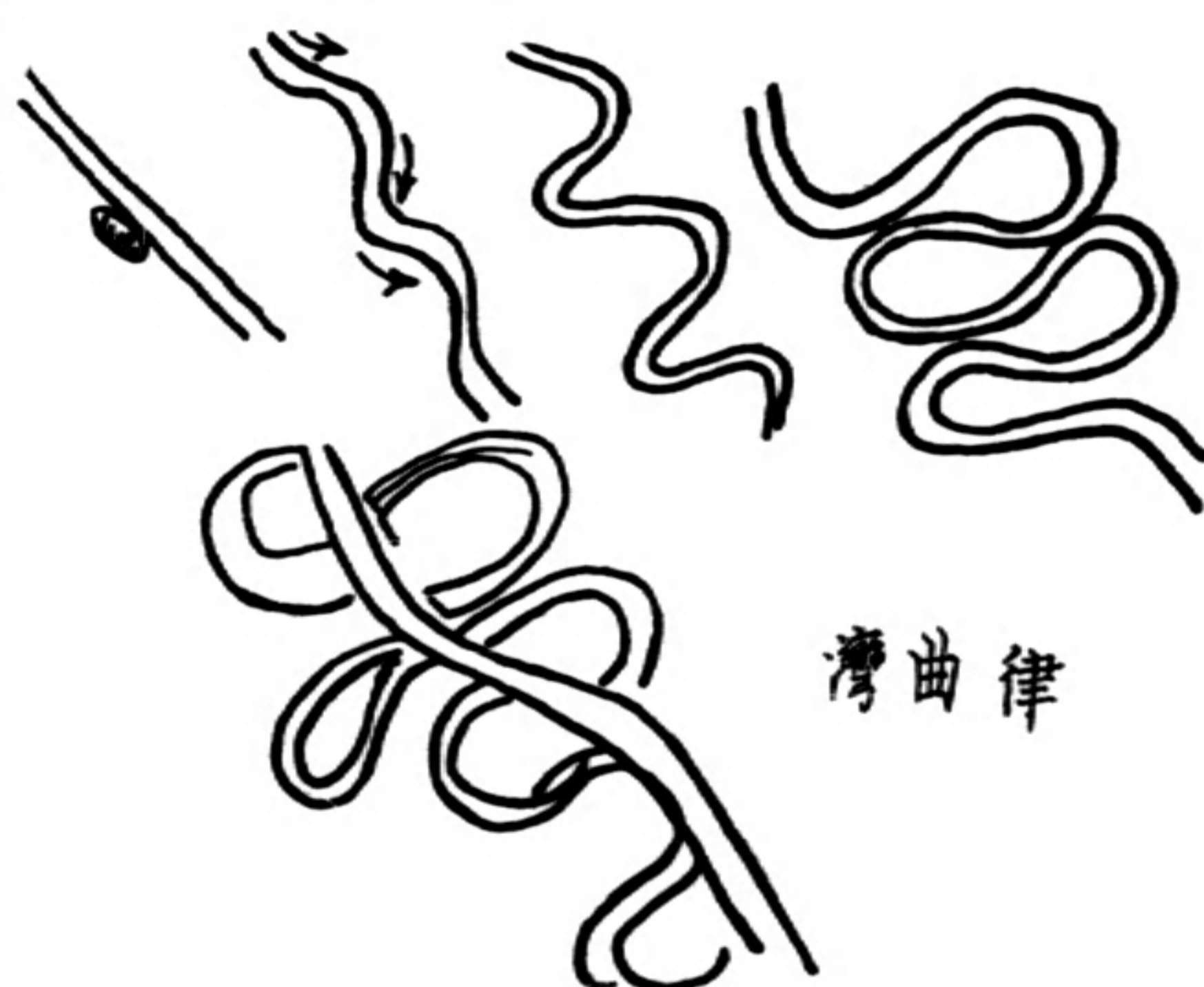
近世飛機發達，平面戰爭已變為立體戰爭，而都市計劃亦因空防問題，一變舊日之集團建築，而為散開建築。茲編係譯戈畢意氏(Le Coubusir)于1930年在蘇俄真理科學院演講之一，其主張為主要街道須極廣闊，房屋建築之距離須遠，市內及其周圍須有多數之廣場與公園等，並提倡架空建築，以減少空襲時破壞之烈，並免杜絕交通。現在蘇俄各都市之改良，即參照此旨。德國改訂城市建設條例，亦加注意。此篇之譯，在使國人知城市計劃之新趨勢，加以研究，而不再蹈舊說之有政治工業等分區，將中央各機關集于一處建築，以增行政效率；工業區則將大工場之所有各部，建于一地，以符合理化。實則以今日交通之進步與速度之突飛，此均不成問題，而由防空方面言之，則均重散佈主義也。譯者誌

一個人=一個細胞

諸細胞之集合=城市

現在來講「彎曲律」(Loi de meandre)。近世大城市，因機械工業猛進的結果，陷入極紛亂的狀態，改革之呼聲，到處日高。大家想了許多新花樣，和解決方案，仍屬徒然，甚且有治絲益棼的現象。然而天下事奇莫奇於解決方案有

第一障礙物→



(圖 一)

灣曲律

不期而至者。怎麼講呢？擾亂者(指機器)不斷的創造新現象，由因生果，復由新果生新因，再生其他的新果，始終順應着自然法則，把一

切阻礙漸漸的減除,最後自然的達到簡單和有效的解決方法。你以為奇怪麼?一點也不奇怪。

我畫一河道(圖一)由此至彼,順一定的方向。意志也好像河道,受外界或流勢或地勢或地質等極小極小的影響。河水向左岸沖激,由左岸復受些外力,打到右岸,河道就漸漸變成彎曲了。河道的方向和流量發生變化時就影響到流勢,更加惹起河道的變化,同時河道的變化又影響到流勢,又惹起河道的新變化。初則沖刷左岸,繼則沖刷右岸,或左或右,愈沖愈深,而彎曲愈大,結果直線變為蚯蚓形之正弦曲線。再利害些,蚯蚓形漸漸變成8字形了。否極自然泰來,這時已達到了這最大彎曲的時期,自然的沖破了8字形,使成片段,而河道又回復到直線。思想的變遷,也像河道的變遷,循着彎曲律。於極危難極紛歧的中間,忽然發現新途徑,新方案,而新時代開始,而生活可以暫時回復常態。

現在全世界的城市與大城市,其市政建設,至今尚未得其道。所謂計劃,大抵只講美術化而已。以現代汽車這樣的發達,和未來航空戰爭化學戰爭的可怕,這種城市計劃,不是很危險的麼?

我以準備(Equipement)二字,代替市政建設(Urbanisme)。我已經把這個字面用于傢具論中,這是證明我們的態度,要有工具可以工作,不願意飢餓而死於錦繡的美術市裏面。

我們若不知道走何方,乃是因為吾們不知來自何處。我們應當研究病象,找出一條出路來。

我現在畫條河道,畫幾個同心圓(圖二)我畫村,鄉,城市和護城,外城和第二重第三重第四重護城。我們由羅馬時代而到今日的新時代,沒有變換過我們居住的中心。

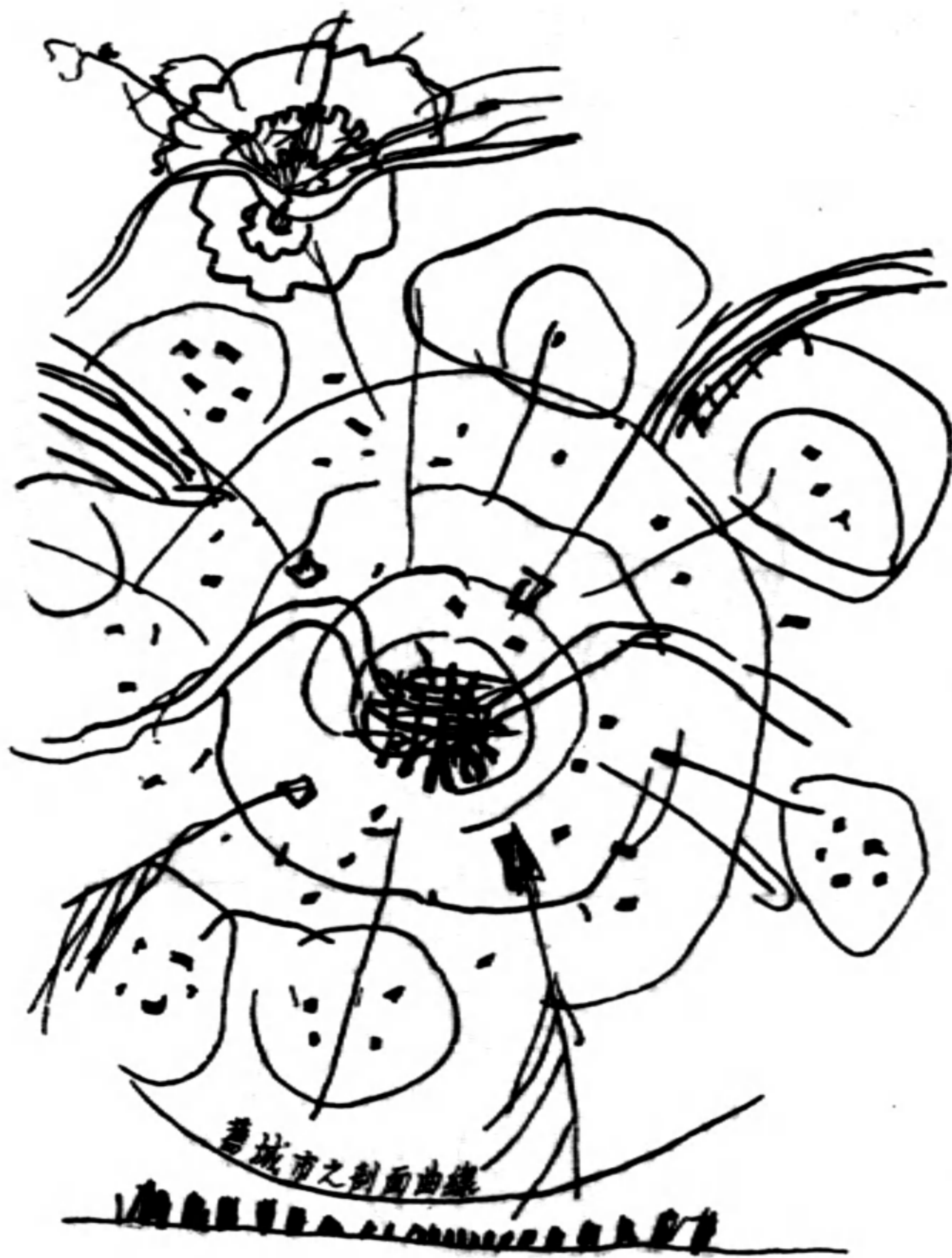
再說起宗教全盛時代,教堂四佈于曠野中,頂禮者絡繹于途,就成了村間交通孔道,歷久演進城市,而舊日的村道,遂變為今日的幹道。

再于第二圖上加了鐵路和車站。要知城外和大城外的名詞

的成立，是從有鐵路而來。因為有鐵路而城市的範圍變大(圖三)。

我自己發問這樣廣大的範圍如何組成？我用黑點來表示人口的散佈，我看日間則人口集中市中心，晚間則返回城外或鄉間。可見每日城市之作用有二時，一時集中，一時分散。更可見城市彷彿大車輪，四方八面的人衆輻聚于車轂。

(圖二)



(圖三)

(圖四)

設畫城市的斷面，我覺得各世紀道路的放寬，和建築的增加，若以曲線來表明，就成爲中凹的曲線。牠的兩端聳起，因建築物少而空氣清潔，牠的中部就凹進去，因爲建築物擁擠(圖四)。

這種實際情形，我若假想用同心圓來表明，那麼愈近市中心，則同心圓愈密接。無他，這是『交通流』增漲的原因。在象徵圖上看來，就是向城外的『交通流』愈大而向城中的就愈小，這就叫做城市急增膨脹的現象(圖五)。

我用歷史記載法分之，1850年以前，算是車馬交通時代。

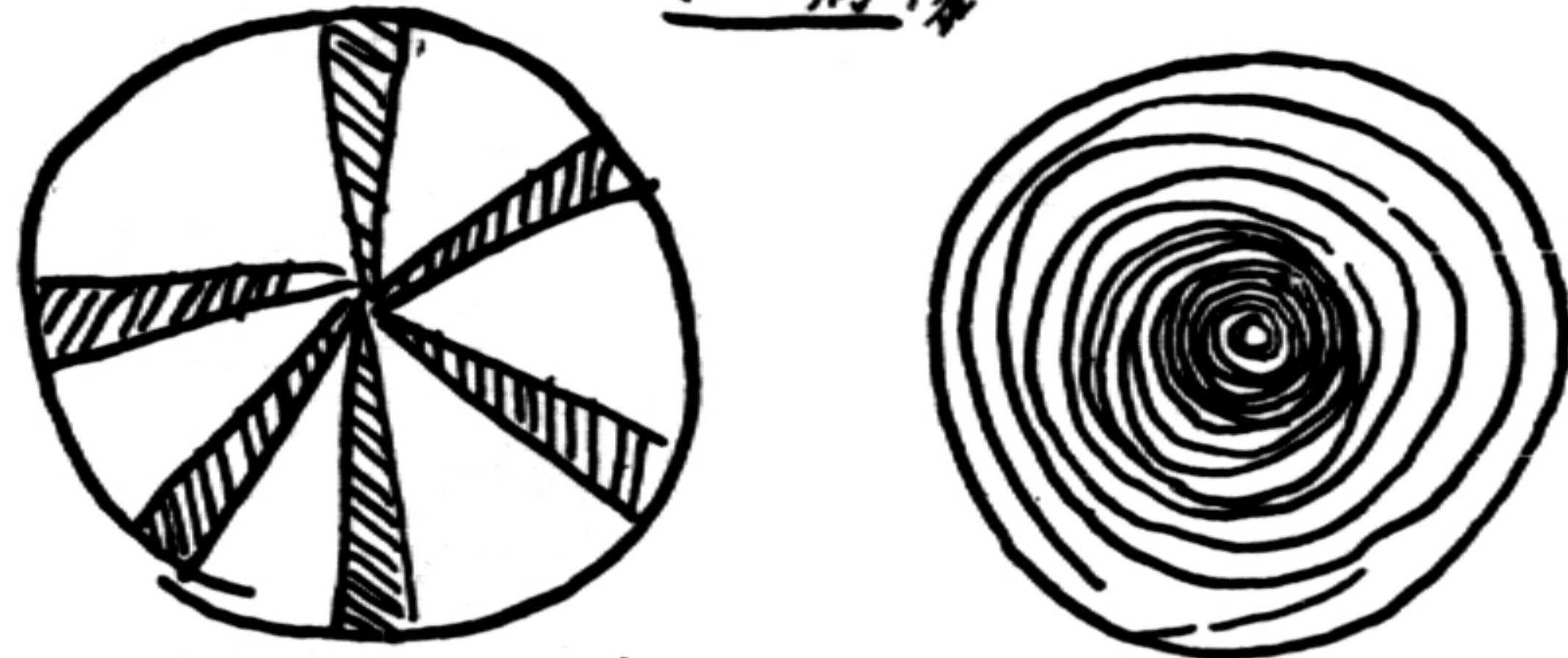
同樣的圖，上面加有車站的，我稱作鐵路交通時代(圖六)。

鐵路的作用，是運送羣衆集聚于市中，又運返人口散布于鄉間。現在吾人速度的觀念，已大異于昔日，昔日的速度不外人步與

馬步。現在我畫一水平線而寫 1850 年,到了 1880 年速度大進步,曲線向上急昇,正因為有了鐵道輪船飛機飛艇汽車電報無線電電話一大串東西的緣故(圖七)。

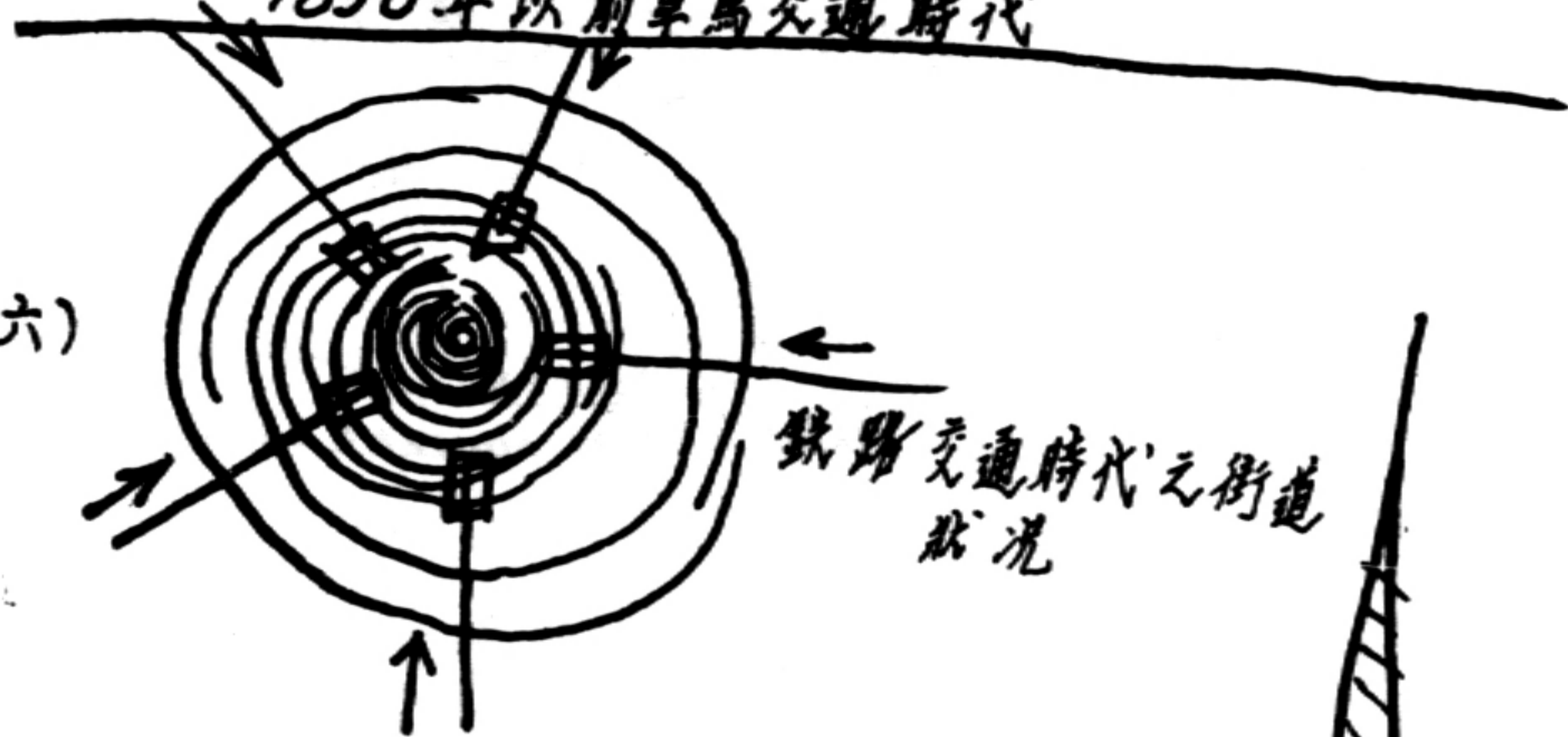
(圖 五)

街道之病像



1850年以前車馬交通時代

(圖六)



鐵路交通時代之街道狀況

無線電
飛機
電報
汽船
鐵路

1850

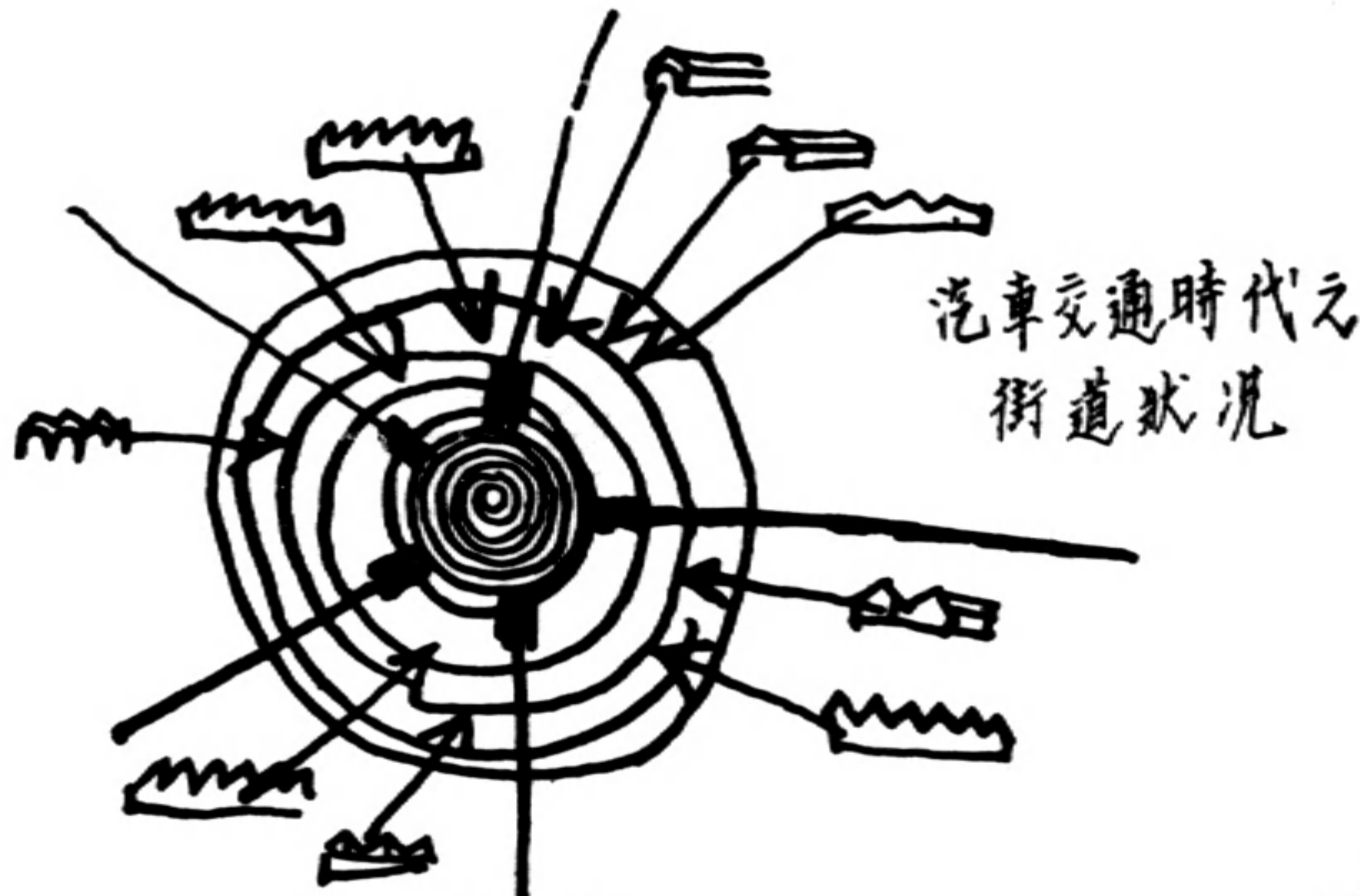
速度遞進之曲線

(圖 七)

我畫同樣的圖,我畫車站,並于城外畫停車場,我稱作汽車交通時代(圖八)。

我繼續畫一個圓,于牠的中心用黑點點滿,假設愈近市中心則黑點愈多愈密,此即交通愈發達的情形(圖九)。我另畫「交通流」指明道路的現狀(圖十)。我又重畫剛畫過的人口集中的狀況圖(圖十一)。而與第九圖的交通發達的狀況,用括符以連絡他。

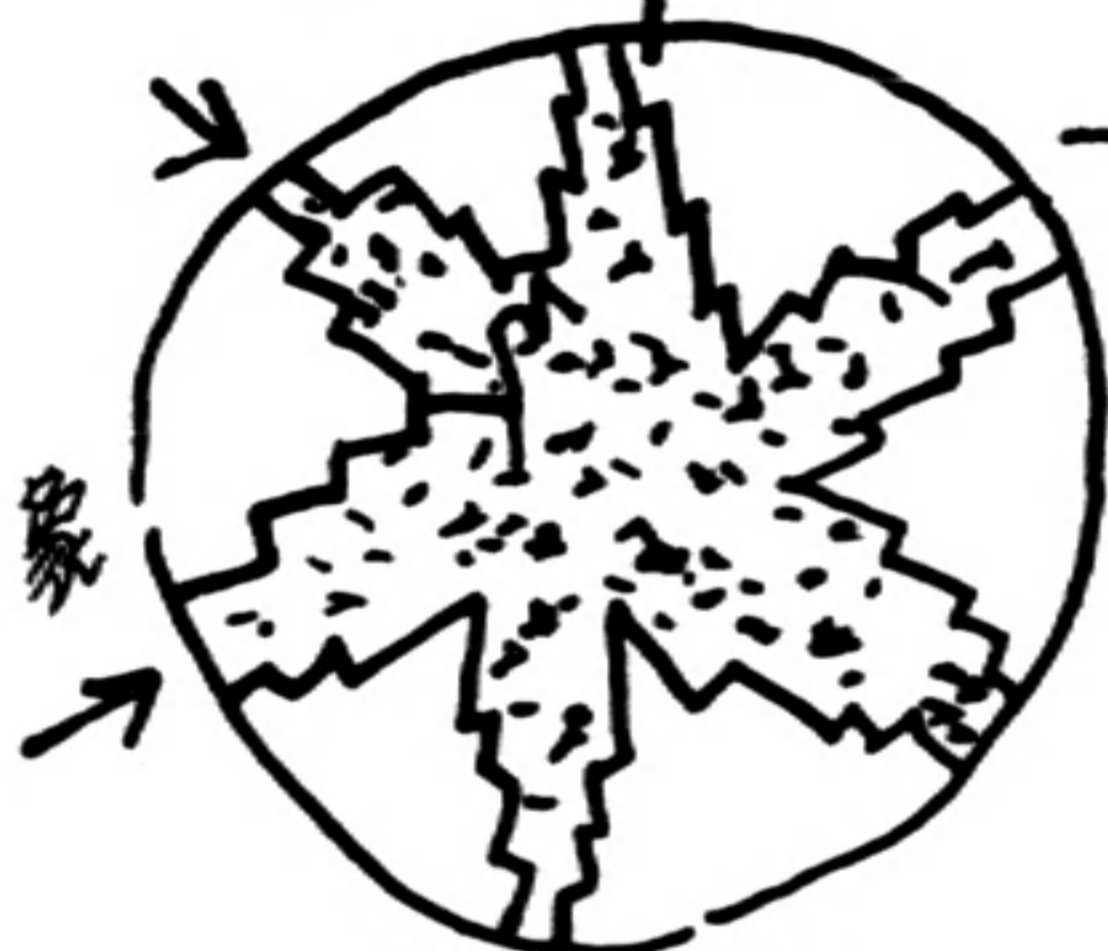
(圖八)



汽車交通時代之
街道狀況

(圖九)

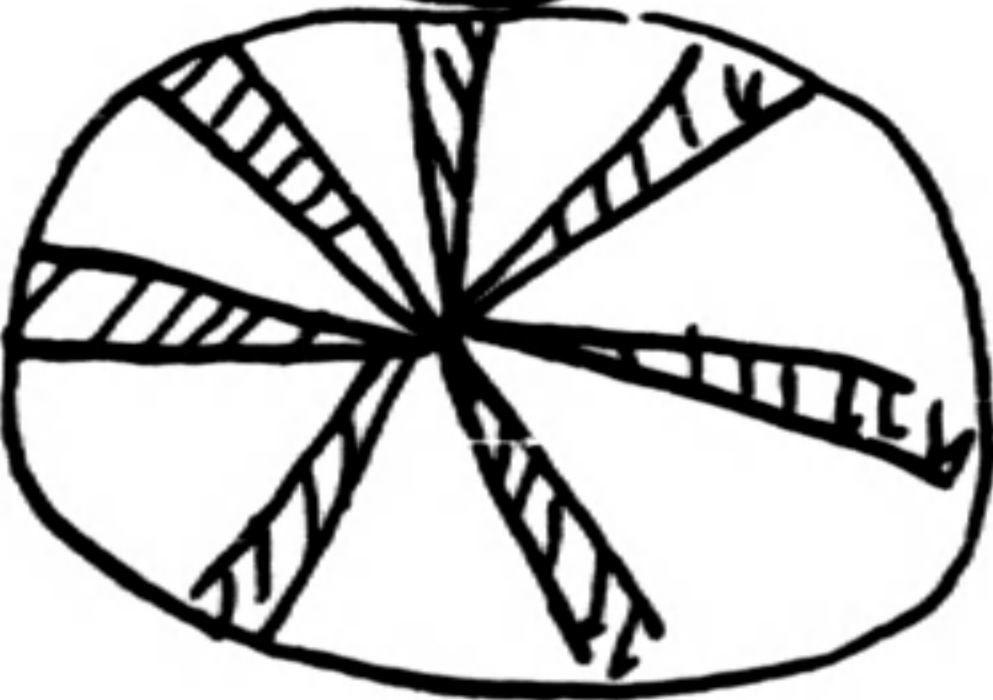
交通現象



各種衝突現象而
生人口集中膨脹之呼聲

(圖十)

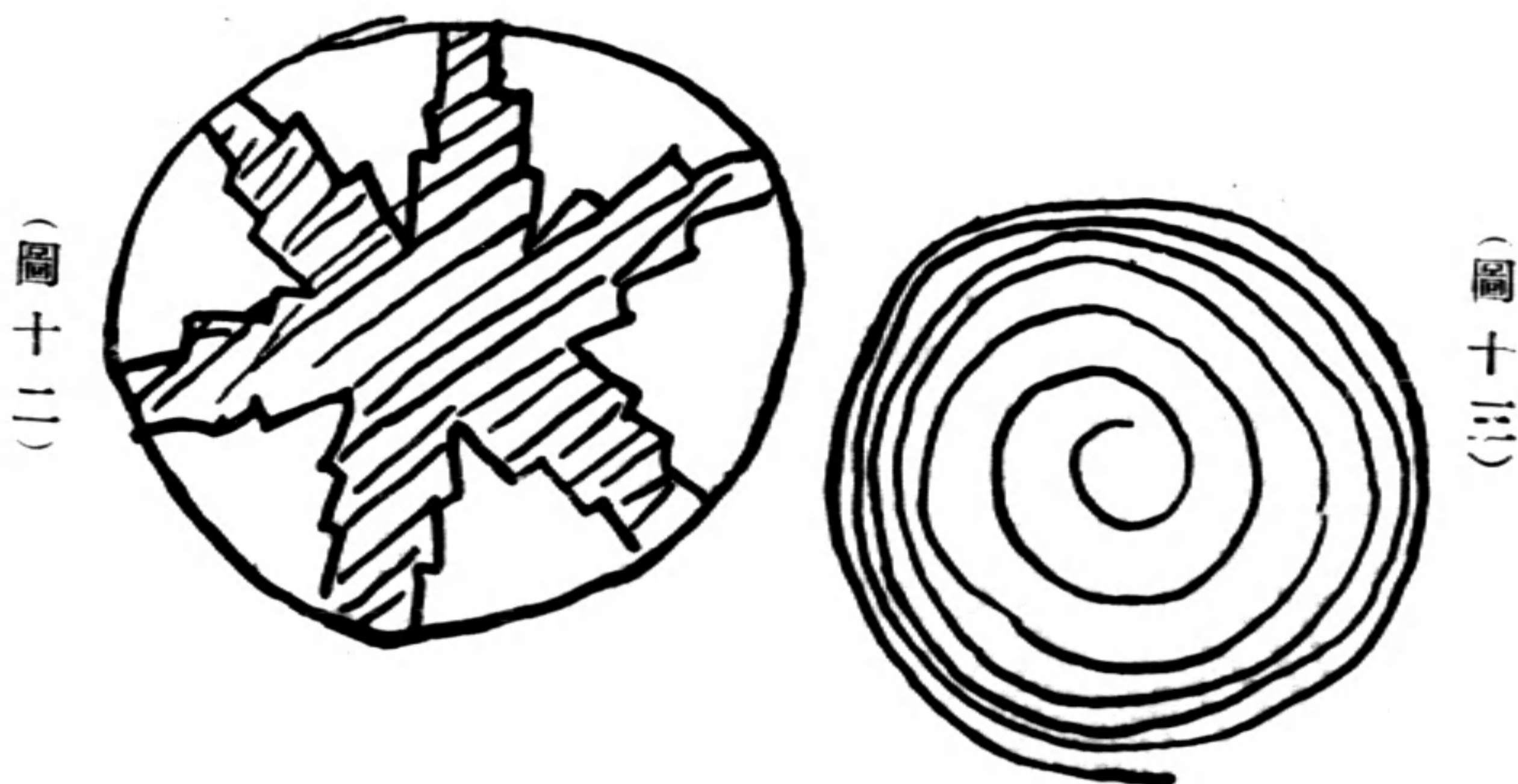
街道現象



(圖十一)

我若將這兩圖重疊起來看,就知道現代交通的情況,和現代城市的構造狀,實在有衝突。

我再畫個象徵圖,我假定交通河與人潮,同為星形。要解決這城市集中唯一的方法,就是同心圓須向中漸稀而向外漸密(圖十三)。



所需要之街道現象以解決人口集中膨脹之呼聲

呀!我找到解決的方法了,我來建議:

我畫汽車,鐵路,和飛機交通時代的城市的新面目。于市中心的道路要極闊,郊外路則可稍狹,而廣植樹木,以為保衛區,所以保留城市將來擴大的餘地,再遠些為小交通。

我不是講過這般人每日有兩個時候;一個時候,是來自城外,而工作于城中;一個時候是歸返于城外而休息。我的理想不是失敗了麼?城中忽來了這樣多的羣衆,那有許多地方來容納呢?你可放心,科學的新進步,能做二百公尺高的建築物,這樣一來我增加了四倍或十倍市中心的密度,而可以縮地到四倍以上。

你要講『未免跑得太快』。

凡百事業都到于工作敏捷的人們,故善于準備的人,就得成功,城市也何莫不然,一市而準備適當,就是一市的勝利。一國的首都而準備適當,就是一國的勝利。

或將有人詰我：『怎麼你的病象在圓軸在輪殼，而你的處方用縱橫軸，不是方柄圓鑿嗎？』

我現在離開經濟家之用象徵圖畫來研究現實，而返于建築家的立場。建築家應該廣用直角，現代建築的大毛病，就是離開了直角的穩固的地盤，而喜弄銳角或鈍角，不特沒有美術，簡直顯了醜態和浪費。

二百公尺高的沖霄廈，和極廣闊的街道，吾人不是盡變了城市的常規嗎？

若就歷史眼光來觀察，也不見得有什麼稀奇，中古時代的城市街道甚窄，房子又小，每距20,40乃至50公尺，就有一街巷。到了魯易十四時代，大輦出世，不得不先將路線改直和放寬，房屋的段落也分得較大。

Hausmann 時代此種趨勢，更加顯著。天井既放大，衛生警察和其他市政問題都已注意到了。

你們還記得剛才講的速度演進的曲線嗎？我畫200公尺高的沖霄廈，150至200公尺高的邊。這龐大建築物，每座相隔400公尺。這種距離可說是適應現代交通工具——若地道車，若汽車，若公共汽車的好距離。每隔離400公尺纔有十字街口。

我已做過一番計算，我認為建築面積只要5%，空地是95%。

我曾在他處講過樁架式的房屋的地下層，可以供人的往來，街道與房屋不相阻礙。此種房屋架空而建，按直角的，合秩序的，整齊佈置，既樸實又美觀。這樣一來，道路可以曲直自如。交通好比河流，街道好比河道，這裏河道的支流，可隨數學的分支。河流不可稍有障礙物，不然影響到河道的寬度。所以船隻要有牠的停泊港不使充塞河道。汽車之於交通河，好比船隻要有停車場。

全城市佈滿綠茵，空氣與日光盡可濫用，用不着什麼天井，因天井實無補于事，要知在光天化日之下，工作的成績，一定優良，在150乃至200公尺的高處看東西，比較更為心曠神怡。

我若畫這新城市的剖面,則其剖面不是向下凹的曲線,而是向上凸的曲線,這種新城市纔是合理和正確(圖十四)。



(圖十四) 表示新時代城市之曲線

再參看所畫的象徵圖,更見理論的正確,唯正確纔是真理。到了現在,就是缺乏這個東西,我們要把他建立起來。

諸君,我講了半天纔講到題目,可見問題太大了。參看我其他的演講,可以增加許多了解;集合所有理論,可得城市計劃的真理。

我已經寫了一本書,討論這個問題,經過許多精密的科學研究,我發現了幾個緊要的原則:

城市好比一所工廠,房屋要看做住的機器,所以城市計劃可說準備工具。既是工具,當然是要實用大,獲利大,和效率大。

城市之美術化,要和生物組織,社會組織,經濟組織,同時解決,纔可稱美術化。

世人所講美術化的城市計劃,費錢太多,叫人民負擔太重,對於城市生機,沒有什麼裨益。真正的城市計劃,要能利用科學來解決痛苦。我曾說過合于經濟原則的城市計劃,須能自動生利。這種經濟計劃的實現,非靠政府的力量不可。

我曾譚過政府如何參加這種財政計劃,我指出什麼事業應由國營,並且那一級的政府,須要參加和如何來參加。

我前面所有的話,都是以解決城市人口過剩為依據。解決的方法,就是研討細胞和細胞的集合利用機器時代的新方法,消除這可怕的灣曲環。再講明一點,就是截破這灣曲環,使成片段,然後城市的生命可以復活,而什麼問題迎刃解決了。

古典主義的思想,到今天有什麼用處?

城市計劃可說是地上和地以上之組合現象,時至今日,地上

交通工具的速度日增,地面的房子也與日俱增,衛生和快樂的問題不能顧到,而發生了許多紛歧的解決方法者,無他,吾人的思想尙踟躕於平面,而沒有同時發揮高與遠的思想。

城市計劃的主要原則,是要促進成爲『住居的機器』須消除一切市囂,若城市革新,而不能解決塵囂問題,是不合理。新機械之趨勢,是無聲的,最近的將來,我相信可有靜謐的城市。

我們已講過新城市要佈滿樹木,這是肺部需要的東西,也是我們賞心怡目的東西,更可說是鐵造和鋼骨混凝土造時代,充量應用幾何形,所必有的調節東西。

我會請教育部長下令全國,強迫每個小學生應種樹一株于城市的任何地方。耗費極小,但須有整個的計劃,則在五十年六十年後這些男女,自壯至老,在這長大的樹蔭底下,一定非常滿意的。

我今以城市計劃的成形要素和詩境要素,來做結論。

平面一派極目綠陰。立視方面則交通河(即道路)貫穿八方。船港(即停車場)的周圍也多植樹木。

這裏爲架空汽車快道。

于樹蔭中見疊層的道路,彷彿若二級層或三級層的房屋,而建有的咖啡館百貨商店和步行道等。

那裏廣大的公共機關,廢除天井,朝公園而建。

玻璃質牆面的冲霄廈,好像水晶宮,與日輝掩映于空中。所住的人們,其高不過一公尺七十公分以上。這種人口密度增加的新城市,不消說到處綠茵,房屋建築用鋼骨混凝土造或鐵造。而牆壁滿用玻璃磚。你看這種城市含有多少高超的詩境,這都是受科學新進步的賜啊!

要知道新時代的開始,必須要充滿新思潮。

受偏心軸載重之鐵筋混凝土材 之 斷面決定法及應力計算法

趙國華

第一節 緒言

凡外力作用于構材 (member) 成直角向者,生彎矩 (Bending moment) 棟梁等屬之。外力順構材之軸心作用者,生直應力 (Direct Stress), 支柱等屬焉。苟外力之作用與構材成斜角,或直壓力 (Direct Compression) 作用于支柱不沿軸心而生偏距 (Eccentricity) 者,則彎矩與直應力同時發生,拱輪,圓管,框架之柱等皆屬之。此時棟梁支柱等公式俱勿適用,需另立公式以求之,本篇即就此項問題加以詳細之討論者也。

第二節 計劃與複核時所起諸問題及其說明

第一款 關於計劃時所起諸問題,可分成三種言之:

(一)假定鋼筋百分比及斷面一邊之寬,由已知外彎矩 (External Bending moment), 外直力 (External Direct loading) 及材料許可應力 (allowable unit stress) 等以定斷面積。

例如框架建築物之柱寬,恆依橫樑之寬為準,他如拱坂,圓管等恆以單位寬度為設計之標準,故可稱曰已知。又因求材料之經濟,施工之便捷,恆將鋼筋與混凝土之斷面有一定之限制,故可將鋼筋百分比先行假定。

(二)假定鋼筋百分比及斷面寬廣之比,由外彎矩外直力及材

料之許可應力以定其斷面積。

例如受彎矩之柱，寬廣不受限制時，得隨寬廣之比求得種種不同之結果，由此分別考慮以定最經濟之斷面。又正方形及圓形等斷面之決定，亦可歸納于此，蓋正方形與圓形之寬廣有一定之比例故耳。

(三)假定斷面尺寸，由外彎矩外直力及材料之許可應力，以定鋼筋百分比。

例如構材斷面尺寸為其他條件所限制，而不足以抵抗外力時，增加鋼筋以求其平。

第二款 關於複核時所起諸問題，可分成二種言之：

(一)由已知之斷面積及材料之許可應力以求其最小內抵抗力。

(二)由已知之斷面積及外彎矩外直力以求其最大應力。

通常書籍所載，大都關於複核上所起各問題加以相當研究者，而關於計劃上所起諸問題，用以決定其斷面，僅有將混凝土及鋼筋斷面先行假定，然後算定其應力，以檢驗其是否安全與經濟（見 M. Abe's Reinforced Concrete Engineering., Mörsch. Der Eisenbetonbau., Hool's Reinforced concrete Construction Vol. 1., etc.），此外又有先行假定混凝土之斷面，其不足以抗外力者，插入鋼筋以補其強，即為解決第三種問題之方法（見 M. G. Espitallier. Cours de Béton Arme'. Livre. 11），以上兩種解法，手續既繁，結果難確，在實用上並無重大價值，查此項斷面決定法，在英美書籍中論者極少，即在德國亦僅有 Wisse-luik; Spangenberg; Thullie; Kunze 等方法，以及 Föerster 氏所著之“Die Gremdzuge des Eisenbetonbaues”及 Hager 氏所著之“Théorie des Eisenbetons”等書籍中略有簡單之記載，中以 Kunze 氏之方法較為良善，法由已知之 M, NB 假定或已知斷面一邊之寬，利用表格以定斷面之高及鋼筋之量，惟所列之表格範圍較狹，且缺點甚多，故在實用上，尚屬困難，本篇對於此項問題，曾加以甚大之努力，將關

于計劃及複核上所起諸問題,用極簡單之方法解決之。

第三節 斷面全部起應壓力時之斷面決定法 及應力計算法

外力循斷面軸心作用時,所起之應力為均佈,其強為

$$f_c = \frac{N}{A(1+np)} \quad (1)$$

上式中之 f_c 為斷面所起應力之強, N 為外力之強, A 為混凝土之斷面積, P 為鋼筋百分比, $n=15$,

又 A 值,如斷面為距形 $A=bd=\gamma d^2$

如斷面為正方形 $A=b^2$

如斷面為圓形 $A=\pi\gamma^2$

如斷面為八角形 $A=3.3137\gamma^2$

(γ 為八角形斷面之中心軸長之半)

惟(1)式僅能適合于次列之規定範圍以內,過此規定,即須使用第(22)式及(23)式計算之。

(一)材長不超過距形或正方形斷面之最小邊長之十三倍。

(二)材長不超過圓形或八角形斷面之直徑或中心軸長之十一倍。

由(1)式,如已知 N , f_c , 兩值,並預先假定 p 值,由次列之四式,以定混凝土之斷面積,即

$$bd = \gamma d^2 = \frac{N}{f_c(1+15p)} \quad (b = \gamma d).$$

$$\text{或} \quad d = \sqrt{\frac{N}{\gamma f_c(1+15p)}} \quad (2)$$

• (註) A 之正確值,應為構材之斷面積減去軸鐵筋總斷面積之純混凝土斷面積,但軸鐵筋之總斷面積至多不過3%,故全斷面積內不除軸鐵筋斷面積時所起應力之差誤至多不過2.1%,故為求計算之簡單,仍用全斷面積作為構材之有效斷面積。

• 設 $1+\gamma:l = \frac{1}{1+(n-1)p} : \frac{1}{1+np}$. 今設 $n=15$, $p=3\% = .03$. $.690 = 1.021$.
 $\therefore \gamma = 0.021 = 2.1\%$

$$b = \sqrt{\frac{N}{f_c(1+15p)}} \quad (3)$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{N}{\pi f_c(1+15p)}} \quad (4)$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{N}{3.3137 f_c(1+15p)}} \quad (5)$$

又假定混凝土斷面積,以定 p 值,可依次列各式計算之。

$$p = \frac{1}{15} \left(\frac{N}{f_c \gamma d^2} - 1 \right) \quad (6)$$

$$= \frac{1}{15} \left(\frac{N}{f_c b^2} - 1 \right) \quad (7)$$

$$= \frac{1}{15} \left(\frac{N}{\pi \gamma^2 f_c} - 1 \right) \quad (8)$$

$$= \frac{1}{15} \left(\frac{N}{3.3137 \gamma^2 f_c} - 1 \right) \quad (9)$$

更可由已知之 N, A, p , 三值,依次列各式以求斷面所起之最大應力。即

$$f_c = \frac{N}{bd(1+15p)} \quad (10)$$

$$= \frac{N}{b^2(1+15p)} \quad (11)$$

$$= \frac{N}{\pi \gamma^2(1+15p)} \quad (12)$$

$$= \frac{N}{3.3137 \gamma^2(1+15p)} \quad (13)$$

或由 f_c, p, A 三值依次列各式以定斷面所起之最小抵抗力。

$$N = f_c \gamma d^2(1+15p) \quad (14)$$

$$= f_c b^2(1+15p) \quad (15)$$

$$= f_c \pi \gamma^2(1+15p) \quad (16)$$

$$= f_c \times 3.3137 \gamma^2(1+15p) \quad (17)$$

應用以上各式,計算計劃及複核上所起諸問題,極為簡單,自可無庸加以詳細說明。

又于斷面爲圓形或八角形等,求施工之便利或因斷面受限制而施用螺旋筋以補強者,此項計算方法,門戶極多,迄未有正鵠之解答,例如德國恆用次式:

$$N = f_c A (1 + np + 3np_h)$$
。(上式之由來及證明見拙譯『日本土木學會編鐵筋混凝土標準條例及註譯』)。

法國用 $N = f_c A (1 + np + 2.4np_h)$ 。(根據 Considere 氏之試驗而規定者)。

美國用 $N = [300 + (0.10 + 4p)f'_c](Ac + npA)$ 。(其見解以軸鐵筋之多寡與柱之抗壓強度相關,而視螺旋筋無與此事者。故在僅用柱旋筋柱而不用軸鐵筋者,或僅用以維繫其螺旋筋之節距 (pitch) 者之 longitudinal crimped spacing bar 時,不認螺旋筋爲有效,而不加入計算。見 Report of the Joint Committee on Standard specifications for Concrete and Reinforced Concrete. 1924.)

此外 日本土木學會鐵筋混凝土條例調查委員會曾提出次式

$$N = (1.8 + 5p) \left[1 - \frac{1}{8} \left(1.5 - \frac{p}{p_h} \right) \right] f_c A c (1 + np)$$

(惟茲式招大會討論否決,仍採用德國之算式。見加藤次郎著『日美德鐵筋混凝土條例之說明及例題』1928. p. 257)。

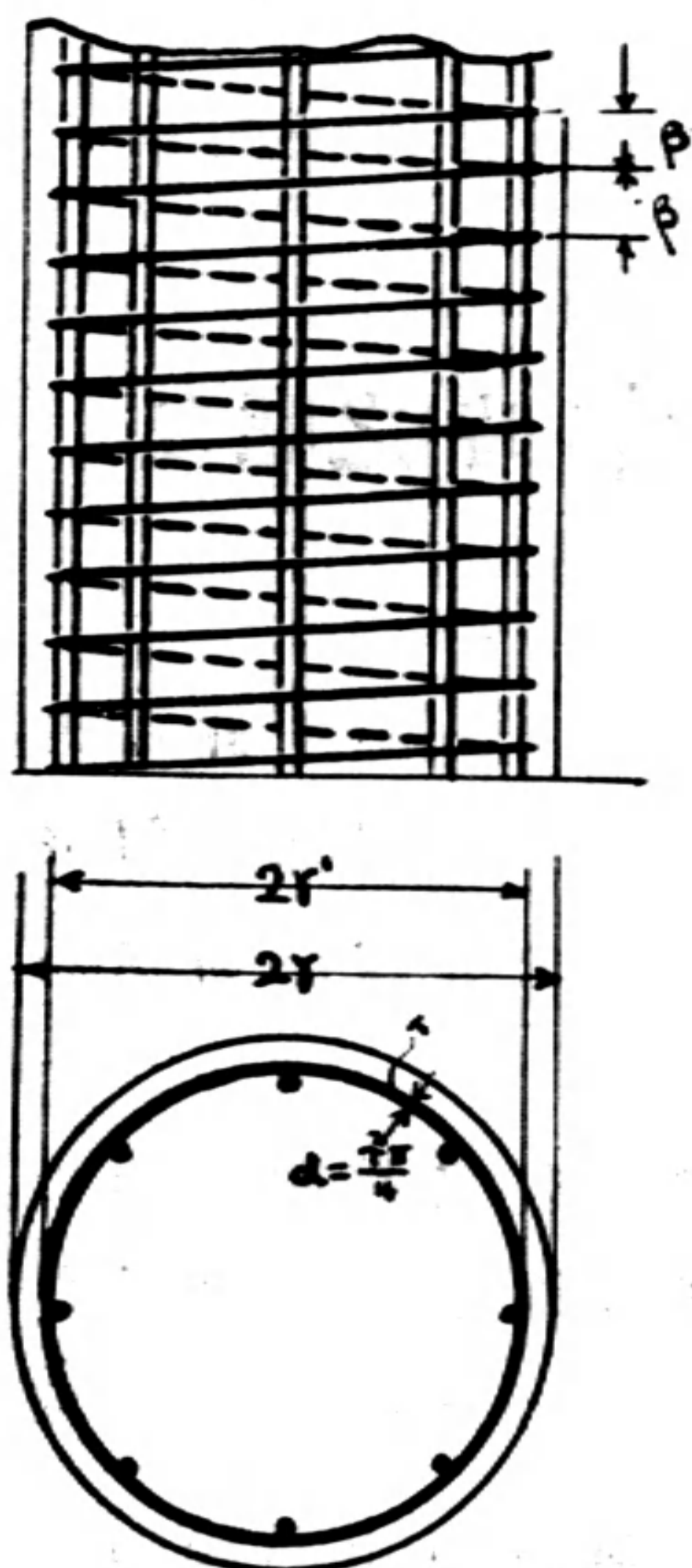
今依德國算式,凡鋼筋混凝土柱如兼用螺旋筋時,斷面上所起之應力爲

$$f_c = \frac{N}{\pi \gamma'^2 (1 + 15p + 45p_h)} \quad (18)$$

上式中之 γ' 爲螺旋筋圈之半徑, p_h 爲螺旋筋之百分比,

而
$$p_h = \frac{2\pi\alpha\gamma'}{\beta A} \quad (19)$$

* (註二) 螺旋筋柱受破壞載重以上時,則螺旋筋之效力得充分發揮,即使螺旋筋外側之混凝土脫落淨盡,仍可繼續受非常之載重,故恆根據其極限強度,採用相當之安全率,以求許可中心軸備之量。此係德國訂定標準條例時之見解,而非美國條例中所許可,蓋螺旋筋柱未達破壞載重時,螺旋筋之效力並不顯著故耳。今從德例,故螺旋筋柱之混凝土有效面積應以螺旋筋圈內所包圍之面積計算之。



附圖 1.

上式中之 α 為螺旋筋之斷面積, β 為螺旋筋每節間之距離, A 為混凝土有效斷面積(見附圖一)。

惟須注意者 $[1+15p+45p_k]$ 之值不得大于 2, 即 $15p+45p_k$ 之值應小于 1, 換言之, 鋼筋斷面所能承受者不能超過混凝土斷面所能承受者。又因依實驗之結果, 具螺旋筋者與純混凝土柱達破壞程度及生同樣縮短時, 螺旋筋柱約較純混凝土柱強 2.5 倍, 為安全計, 故採用為 2。又因過此限制, 不僅易生危險且不經濟, 蓋鋼筋與混凝土價格之比與應力之比, 不相稱故耳。

按此語言經濟, 鋼筋與混凝土價格之比, 約在六十至七十倍之間, 其應力用于柱者僅為十五倍左右故有此語。

為求便利計算起見, 可先將 $15p+40p_k$ 合成一項假定為 $15p_r$ ($p_r = p+3p_k$), 則 (18) 式, 可化成 (1) 式, 故計劃複核皆可依同一方法求之。

又如柱長超過前列之規定, 柱之許可軸載重, 應由短柱之軸載重乘以次列之係數

$$\left[1.33 - \frac{l}{120i} \right]$$

(見 Report of the Joint Committee on Standard Specifications for Concrete & Reinforced Concrete. 1924 p.60)

上式中 l 為柱長, i 為全斷面積之最小環動半徑(Radius of gyration)

即
$$N' = N \left[1.33 - \frac{l}{120i} \right] \quad (20)$$

N' 為長柱之許可軸載重, N 為短柱之許可軸載重。

如依德國條例所載之表格(見“工程譯報”第二卷第二期 p. 96) 設法誘導, 可得次列之公式即

$$N' = N \left(1.45 - 0.01 \frac{l}{i} \right) \quad (21)$$

今由短柱公式乘某係數而得長柱公式,故以後僅及短柱不再論長柱,以求簡單。

第四節 斷面一部分起應張力($f'_o < \frac{1}{5}f_o$ 時)之應力 計算法及斷面決定法

平時恆假定混凝土不受應張力者,惟在應張力小于許可應壓力之 $\frac{1}{5}$ 之絕對值時,如依本節所述之方法計算,與視應張側混凝土為無用者,所得之結果,相差不過 5%,故為求計算之簡單,特提本節之計算法如次。

外力不循斷面中軸而生偏距,除起應壓力外又起應彎曲力,其偏于外力側者,所起之應力假定為正,他側為負。令外直力 N 作用于斷面積 A 時所起之應力為 $\frac{N}{A}$, 距斷面中心軸 y 處所起之單位應彎曲力為 $\frac{My}{I}$ (I 為斷面之二次幕, y 為任何點距中心軸間之距離), 故斷面內任何一點距中心軸 y 處所起之應力在外力側之一部應為

$$f_o = \frac{N}{A} + \frac{My}{I} \quad (22)$$

其在外直力之他側距中心軸 x 點所起之應力為

$$f'_o = \frac{N}{A} - \frac{Mx}{I} \quad (23)$$

故斷面內上下邊緣 (Extreme fiber) 所起之最大及最小應壓力或最大應張力應為

$$f_o = \frac{N}{A} + \frac{Md}{2I} \quad (24)$$

$$f'_o = \frac{N}{A} - \frac{Md}{2I} \quad (25)$$

(25)式中若 $\frac{N}{A} > \frac{Md}{2I}$ 時斷面內所起之 f'_o 值為最小應壓力

$\frac{N}{A} < \frac{Md}{2I}$ 時斷面內所起之 f_c 值為最大應張力

$\frac{N}{A} = \frac{Md}{2I}$ 時斷面內所起之 f_c 值為零

今就各種鋼筋混凝土構材斷面說明之如次。

第一款 斷面矩形時(見第二圖)

$$A_i = bd(1 + 15p)$$

$$I_i = I_c + 15I_s = \frac{bd^3}{12} + 15p \cdot bda^2 = bd^3 \left[\frac{1}{12} + 15pa'^2 \right]$$

上式中之 A_i 為等值面積, I_i 為等值二次幕, a 為斷面內鋼筋關於中和軸所起之環動半徑, 又 $a' = a/d$ 。

又因 $M = Ne$ 。

故由 (24), (25) 兩式, 得

$$f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{1}{1 + 15p} + \frac{6e'}{1 + 180pa'^2} \right] = \frac{N}{bd} K, (e' = e/d). \quad (26)$$

$$f'_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{1}{1 + 15p} - \frac{6e'}{1 + 180pa'^2} \right] = \frac{N}{bd} K' \quad (27)$$

外力一邊鋼筋所起之最大應壓力為

$$f'_s = nf_c = \frac{15N}{bd} K. \quad (28)$$

他邊鋼筋所起之最大應張力或最小應壓力為

$$f_s = nf'_c = \frac{15N}{bd} K' = K' \quad (29)$$

由 (28), (29) 兩式所求得鋼筋上所起之應力, 與該項材料所具之抵抗應力比較, 相差甚鉅, 其影響極微, 恆可免覆, 故以後不再詳論。

第二款 斷面正方形時。

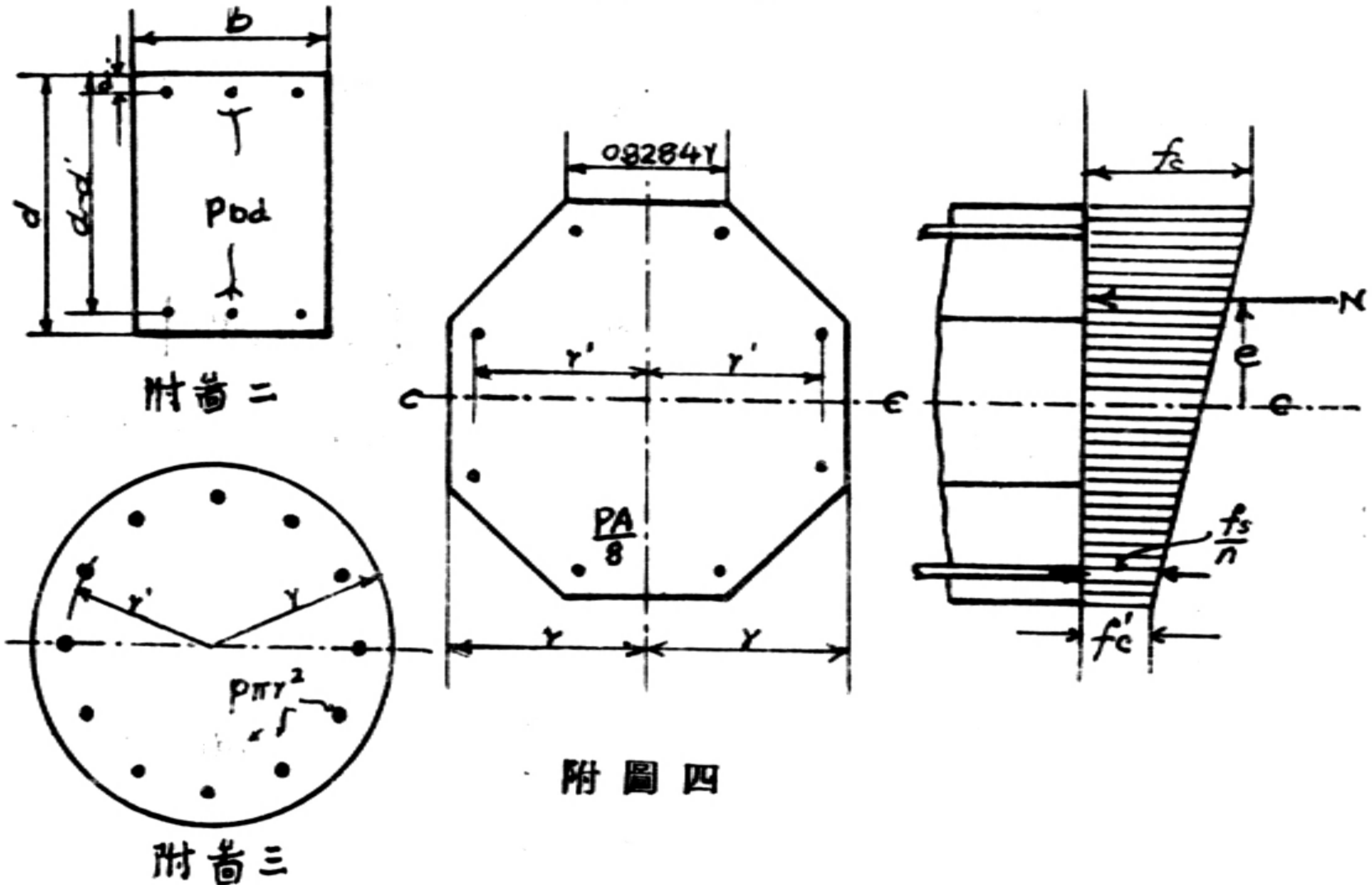
$$A_i = b^2(1 + 15p)$$

$$I_i = \frac{b^4}{12} + 15pb^2a^2 = b^4 \left[\frac{1}{12} + 15pa'^2 \right] \quad (a' = a/b)$$

$$f_c = \frac{N}{b^2} \left[\frac{1}{1 + 15p} + \frac{6e'}{1 + 180pa'^2} \right] = \frac{N}{b^2} H \quad (30)$$

$$f'_o = \frac{N}{b^2} \left[\frac{1}{1+15p} - \frac{6e'}{1+180pa'^2} \right] = \frac{N}{b^2} H' \quad (31)$$

第三款 斷面圓形時(見第三圖)



$$A_i = \pi\gamma^2(1+15p)$$

$$I_i = \frac{\pi\gamma^4}{4} + \frac{nasy'^2}{2} = \frac{\pi\gamma^4}{4} \left[1 + 30p \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 \right] = \frac{\pi\gamma^4}{4} (1+30p)$$

$$f_o = \frac{N}{\pi\gamma^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{4e''}{1+30p} \right] = \frac{N}{\pi\gamma^2} J \quad (e'' = e:\gamma) \quad (32)$$

$$= \frac{4N}{\pi d^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{8e'}{1+30p} \right] \quad (e' = e:d)$$

$$f'_o = \frac{N}{\pi\gamma^2} \left[\frac{1}{1+15p} - \frac{4e''}{1+30p} \right] = \frac{N}{\pi\gamma^2} J' \quad (33)$$

$$= \frac{4N}{\pi d^2} \left[\frac{1}{1+15p} - \frac{8e'}{1+30p} \right]$$

第四款 斷面八角形時(見第四圖)

$$A_i = 3.3137\gamma^2(1+15p)$$

$$I_i = \frac{2\gamma(2\gamma)^3}{12} - 4 \left[\frac{(2-\sqrt{2})\gamma(2-\sqrt{2})^3\gamma^3}{36} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} (2-\sqrt{2})^2\gamma^2 \left\{ \frac{1}{3} (1+\sqrt{2})\gamma \right\} \frac{2npA}{2} (4-2\sqrt{2})\gamma^2 \right]$$

$$= \gamma^4 \left[0.8758 + 1.9411 np \left(\frac{\gamma^1}{\gamma} \right)^2 \right]$$

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \left[\frac{1}{3.3137(1+15p)} + \frac{e'}{0.8758 + 29.117p \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)} \right] = \frac{N}{\gamma^2} Q \quad (34)$$

$$f'_c = \frac{N}{\gamma^2} \left[\frac{1}{3.3137(1+15p)} - \frac{e'}{0.8758 + 29.117p \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)} \right] = \frac{N}{\gamma^2} Q' \quad (35)$$

以上各式俱可用以覆核已知斷面所起之應力，後附圖表第一種之甲圖，即為覆核用之圖表，今特舉例以明其應用。

例一 由已知斷面積，外力偏心距及許可應力，以判定斷面所起之應力，及其極限之範圍。

[此項問題之研究，在通常書本上極少陳述，僅見 Turneure, Maurer 二氏合著之“Principles of Reinforced Concrete Construction. p 101. 中曾列有一表，惟範圍極狹，不敷應用，如利用本圖表，即可求得範圍極廣之判決]。

[解] 將三角板或明角尺之一邊，一端切于 $\frac{f_c bd}{N}$ 行之零點，一端切 $\left(p, \frac{a}{d} \right)$ 圖網上已知之 p 及 $\frac{a}{d}$ 一點，交 $\frac{e}{d}$ 線上之一點，如 $\frac{e}{d}$ 值小于外力之偏心距與斷面一邊之比時，則斷面之一部起應張力，大于此數，則僅起應壓力，在計算時如已知斷面之一部起應張力（其強不過許可應壓力五分之一），或斷面全部起應壓力時，可用本節之方法，否則需用後節所述之方法解決之。

例如	$\frac{f_c bd}{N} = 1.5$	$\frac{a}{d} = 0.4$	
如	$p = 2\%$	$\frac{e}{d} < 0.195$	全部起應壓力。
		$\frac{e}{d} > 0.195$	一部起應張力。
	$p = 3\%$	$\frac{e}{d} < 0.255$	全部起應壓力。
		$\frac{e}{d} > 0.255$	一部起應張力。
	$p = 0$	$\frac{e}{d} < 0.167$	全部起應壓力。
		$\frac{e}{d} > 0.167$	一部起應張力。

$p=0$ 時，即為純混凝土斷面之偏心極限比為 $\frac{1}{6} = 0.167$ ，即在中央

三分之一間不生張力。

以上所述僅就復核上所起諸問題加以討論，茲將計劃時所需之斷面決定法述之如次。

設已知外直力 N ，外彎矩 M ，及混凝土之許可應壓力 f_c 。（在實際上，鋼筋所起之應力恆小於其材料所能抵抗者遠甚，又 f_c 值在本範圍內亦甚微小，故決定斷面時，只需顧慮混凝土之許可應壓力為主）以定構材之斷面積。

第一款 矩形斷面決定法。

$$\text{由(26)式中 } f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+180pa'^2} \right]$$

$$\text{假定 } a' = 0.4, \quad b:d = \gamma$$

$$\text{則上式化為 } f_c = \frac{N}{\gamma d^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+28.8p} \right]$$

將上式兩邊各乘以 e^2 ，則得

$$f_c e^2 = \frac{N e^2}{\gamma d^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+28.8p} \right]$$

$$\text{或 } \frac{\gamma f_c e^2}{N} = e'^2 \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+28.8p} \right] \quad (\because e' = e:d)$$

$$\text{或 } e'^3 + \frac{1+28.8p}{6(1+15p)} e'^2 - \frac{\gamma}{6} (1+28.8p) \frac{f_c e^2}{N} = 0 \quad (36)$$

上式中如 N, e ($\because e = \frac{M}{N}$) 及 f_c 三值為已知，又假定 γ 及 p 之二值後，即可由(36)式 e' 之三次方程式而得 e' 值，但因 $e' = e:d$ ，故 d 值不難求得，而 $b:d = \gamma$ 則 b 值求之亦易，再進而以 p 乘 b, d 之積，即為所需鋼筋之斷面積。

第二款 正方形斷面決定法。

$$\text{由(30)式得 } f_c = \frac{N}{b^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+28.8p} \right]$$

與上款同樣兩邊各以 e^2 乘之，然後再加以整理則得

$$e'^3 + \frac{1+28.8p}{6(1+15p)} e'^2 - \frac{1+28.8p}{6} \frac{f_c e^2}{N} = 0 \quad (37)$$

此式與(36)較,僅將 γ 一值置之為 1,故(37)式不過(36)式中之一特別情形耳。

第三款 圓形斷面決定法

$$\text{由(32)式得 } f_c = \frac{4N}{\pi d^2} \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{8e'}{1+30p} \right]$$

與上款同樣兩邊各以 e^2 乘之,然後再加以整理,則得

$$e^3 + \frac{1+30p}{8(1+15p)} e^2 - \frac{1+30p}{8} \cdot \frac{\pi f_c e^2}{4N} = 0 \quad (38)$$

第四款 八角形斷面決定法

$$\text{由(34)式得 } f_c = \frac{N}{\gamma^2} \left[\frac{1}{(1+15p) \times 3.3137} + \frac{e'}{0.8738 + 29.117 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 p} \right]$$

與上款同樣兩邊各以 e^2 乘之,然後加以整理,而得

$$e^3 + \frac{0.8738 + 29.117 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 p}{3.3137(1+15p)} e^2 - \left[0.8738 + 29.117 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 p \right] \frac{f_c e^2}{N} = 0$$

置 $\gamma':\gamma=0.4$,

$$e^3 + \frac{0.8738 + 4.6587p}{3.3137(1+15p)} e^2 - \left[0.8738 + 4.6587p \right] \frac{f_c e^2}{N} = 0 \quad (39)$$

第五款 矩形斷面一邊為已知(或假定)之決定法

由(26)式兩邊各乘 e 得

$$f_c e = \frac{N}{b} e' \left[\frac{1}{1+15p} + \frac{6e'}{1+28.8p} \right]$$

整理上式得

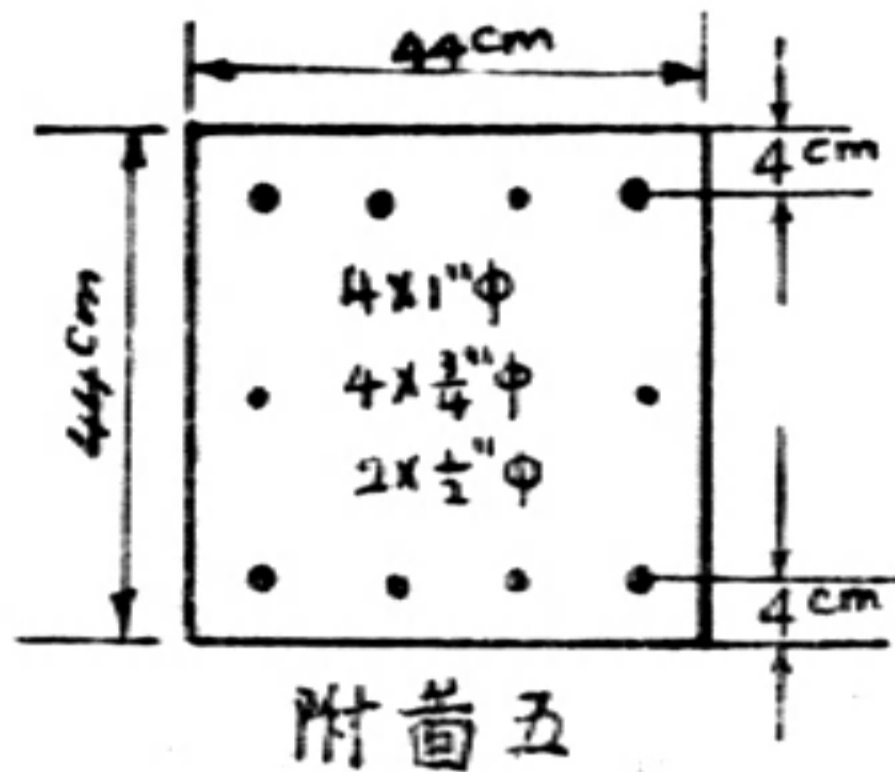
$$e^2 + \frac{1+28.8p}{6(1+15p)} e' - \frac{(1+28.8p)f_c e b}{6N} = 0. \quad (40)$$

解上式之 e' 值以定 d 值又屬易易。

綜上列各式,對於斷面決定諸問題,大致皆可解決,但欲決定一值,而須解一二次或三次方程式,又屬不合實用。茲利用圖表術將(36), (37), (38), (40)四式製成圖表一紙, [(39)式因圖表上無容納餘地,暫從割愛,好在八角形斷面平時用之極少,即偶然引用,亦可利用本篇所附之三次式圖表求之,極為便利,故不插入。] 苟所需之

各條件已知時,在一分鐘內,即可立即求得相當之答案。茲舉例說明之如次。

例二 試設計一正方形斷面之支柱,已知外彎矩為 500,000 kg/cm^2 , 直壓力為 40,000 kg , 假定鋼筋百分比為 2%, $f_c = 42 kg/cm^2$



[解] 今因
$$e = \frac{M}{N}$$

$$= \frac{500,000}{40,000} = 12.5 \text{ cm.}$$

$$\therefore \frac{f_c e^2}{N} = \frac{42 \times 12.5^2}{40,000} = 0.164$$

先在附圖表一之乙圖上之 $\frac{f_c e^2}{N}$ 行上 0.164 點,將三角板之一邊相截于茲點,然後將三角板之邊徐徐移動截斜線 $p\%$ 于 2% 點上,此時三角板之一邊截于無分格線上之一點,將此點點出,然後將三角板移動,一端仍截于無分格線上之一點,另截 $\frac{f_c e^2}{N}$ 線側之 $p\%$ 行之 2% 點,此時交于曲線 $\frac{f_c e^2}{N}$ 行之一點 (0.294), 即為所求之 e' 值。

今 e' 已得,則由 $e' = \frac{e}{d}$ 式可反求 d 值,即

$$d = \frac{12.5}{0.294} = 42.5 \text{ cm. 用 } d = 44 \text{ cm.}$$

$$a_s = 2\% \times 42.5^2 = 36.1 \text{ cm.}^2$$

顧慮實際施工之便利,鋼筋之斷面,及數量,及佈置方法,如圖所示(見第五圖)。

$$4 \times \frac{3''}{4} \Phi = 15.52 \text{ cm}^2$$

$$4 \times 1'' \Phi = 20.27 \text{ cm}^2$$

$$2 \times \frac{1''}{2} \Phi = \frac{2.53 \text{ cm}^2}{38.32 \text{ cm}^2}$$

[注意] 于 (36), (37), (38), (40) 等式中 a' 一值,俱假定為 0.4,但實際上恆因鋼筋佈置之不同而生差異,故計劃時所需鋼筋與實施應用

時,需略有增減,以求適合,是項增減之量恆與鋼筋斷面積繞斷面中心線所起之環動半徑之平方成反比例,如以算式表明之,

即
$$a_{s2} : a_{s1} = 0.16 : R$$

或
$$a_{s2} = \frac{0.16 a_{s1}}{R} \quad (41)$$

上式中之 a_{s1} 為 a^2 為 0.16 時所需之鋼筋總斷面積。

a_{s2} 為 a^2 為 R 時所需之鋼筋總斷面積。

R 為鋼筋實施排列時所起之環動半徑之平方。

此項 R 值,如鋼筋置于上下二側且僅為一系列時,則為其斷面之重心線至鋼筋中心線間之距離之平方。

如鋼筋排列成二行或二行以上時,則 R 之值為各列鋼筋之面積與距斷面重心線間之距離之平方之和與鋼筋總面積之商,如以算式表明之,即

$$R = \frac{\sum_1^m d_r^2 \alpha_r}{\sum_1^m \alpha_r} \quad (42)$$

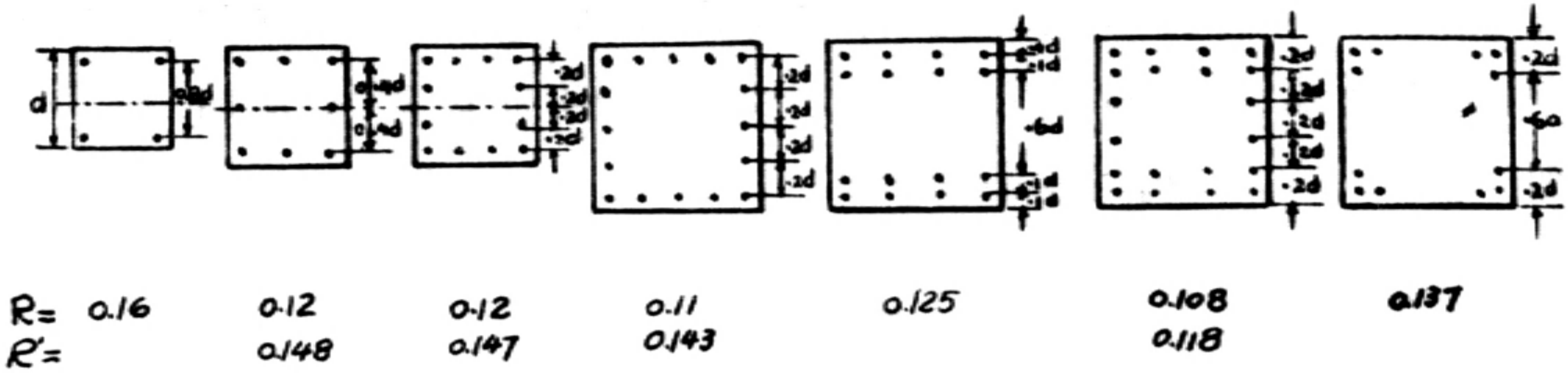
上式中之 d_r 為 γ 行鋼筋距斷面重心線間之距離, α_r 為 γ 行鋼筋之總斷面積。

如兩側鋼筋面積不等時,可先求上下二側鋼筋之重心線位置,然後依此而求其 R ,在平時遇之極少,且所起之結果在實際上毫無重要可言,故可略而不論。

若混凝土斷面內之鋼筋為工字鋼廢鐵軌,或角鐵鋼板等所組成者,則 R 即為此等斷面對於重心線所起環動半徑之平方,此項計算方法,在鋼鐵構造學上論之甚詳,故不贅述。

茲再就普通所常遇之鋼筋排列情形若干種,分別求得 R 諸值,以便計劃者有所準繩(見第六圖)。

在實際上離邊緣愈近用較粗之鋼筋較為經濟,其離重心線愈近者愈不經濟,故離重心線近處之鋼筋不宜用之過粗,只需足夠維繫箍鐵所需之尺寸已足。例如第二,三,四,六等斷面,如將離重



附 圖 六

心線較近處之鋼筋之半徑減小一半時,結果使材料經濟,而實際毫無所損,表中 R' 值即為鋼筋斷面之一部減小一半後所起之環動半徑之平方值, R 則同上義。關於其他鋼筋排列之方法,當在例題中隨時說明,不再重述。

例三 試覆核例二所得之結果。

$$[\text{解}] \quad \text{今} \quad R = \frac{\sum_1^m \alpha_r d_r^2}{\sum_1^m d_r} = \frac{2(10.14 + 7.76) \times 18^2}{38.32} \doteq 3.04 \doteq 17.4^2$$

$$\therefore \alpha' = \frac{17.4}{44} = 0.395$$

$$\text{又} \quad p = \frac{38.32}{44 \times 44} = 1.98\%$$

$$e' = \frac{e}{d} = \frac{12.5}{44} = 0.284$$

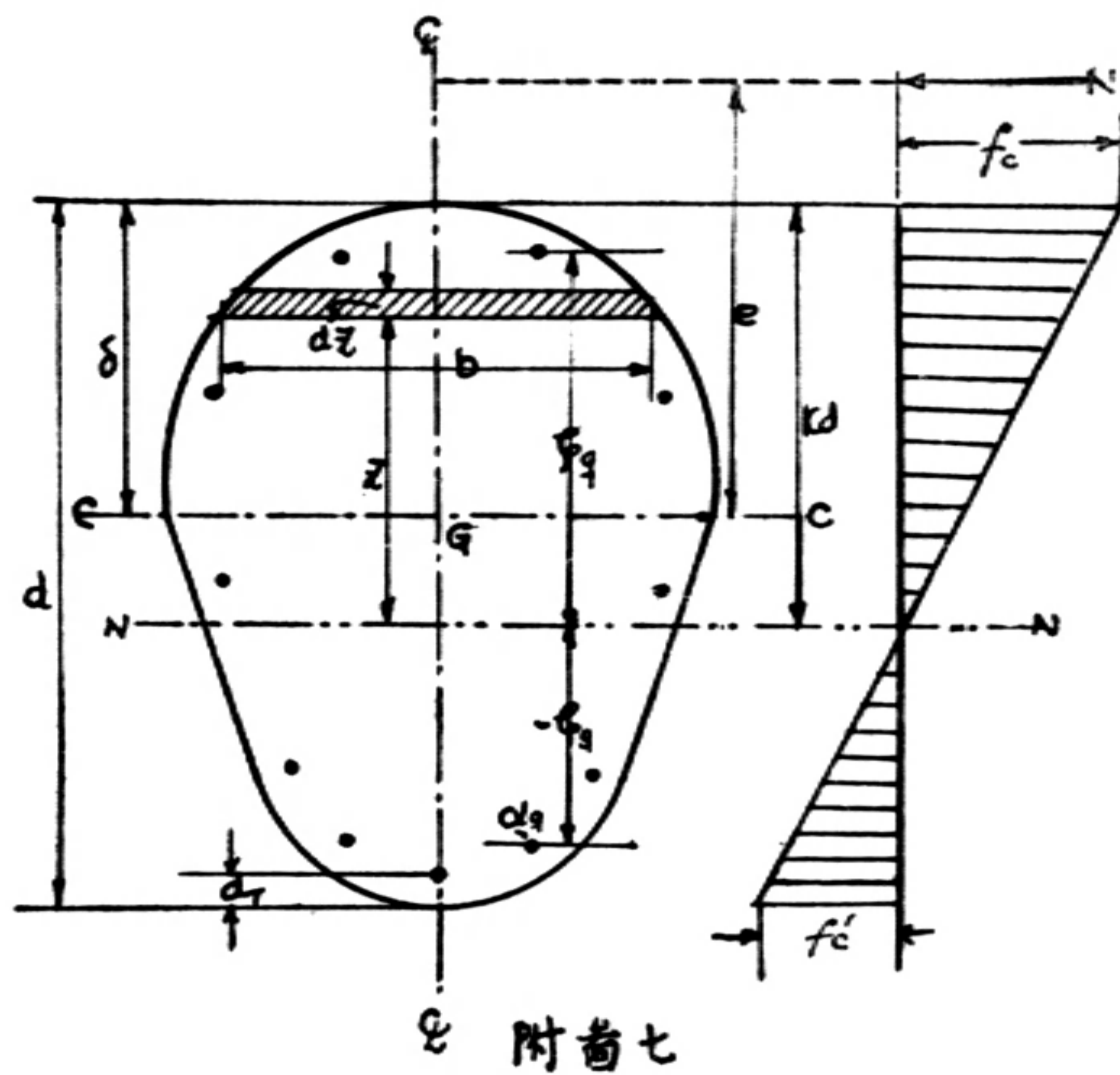
$$\text{由圖表一得} \quad \frac{f_c b d}{N} = 1.87, \quad \frac{f'_c b d}{N} = -0.31$$

$$\therefore f_c = \frac{40,000 \times 1.87}{44 \times 44} = 38.6 < 42 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = \frac{40,000 \times 0.31}{44 \times 44} = -6.4 < \frac{42}{5} = 8.4 \text{ kg/cm}^2$$

第五節 斷面起應張力時之應力計算法 及斷面決定法

斷面受外直力作用,因距重心線較遠而使一側起應張力,若



附圖七

應力超出其 $\frac{1}{5}$ 之許可應壓力之絕對值時，所有應張力必需認為完全付予鋼筋承受之，換言之，凡斷面起應張力部份之混凝土視為無用，因此該項計算方法與上節所述者不同，茲先將定已知斷面所起應力用之普遍公式之誘導方法，並逐次推演其他種種之情況所用諸公式。

設鋼筋混凝土材之斷面如 7 圖，受外直力 N ，偏心距 e ，彎矩 M ，依靜力學之平衡條件，可得次列二公式

$$\begin{aligned}
 N &= \int_0^{kd} b \cdot dz \cdot f_c \cdot \frac{z}{kd} + \sum_1^m \alpha_g \frac{nf_o \delta_g}{kd} \\
 &= \frac{f_c}{kd} \left[\int_0^{kd} bz \cdot dz + n \sum_1^m \alpha_g \delta_g \right] \quad (43) \\
 &= \frac{f_c}{kd} \left[\text{有效斷面積繞中和軸 (Neutral axis) 所起之靜力矩 (Static Moment)} \right] \\
 M &= \int_0^{kd} bz \cdot dz \cdot f_c \cdot \frac{z}{kd} + \sum_1^m \alpha_g \delta_g \frac{nf_o \delta_g}{kd} \\
 &= \frac{f_c}{kd} \left[\int_0^{kd} bz^2 dz + n \sum_1^m \alpha_g \delta_g^2 \right] \\
 &= \frac{f_c}{kd} \left[\text{有效斷面積繞中和軸所起之二次矩 (Moment of Inertia)} \right] \\
 &= Ne_N
 \end{aligned}$$

$$=N(e+kd-\delta). \quad (44)$$

上式中之 δ 爲斷面重心線至抗壓側邊緣間之距離。

將(43), (44)兩式相除,則得

$$e+kd-\delta = \frac{M}{N} = \frac{\int_0^{kd} z^2 b \cdot dz + n \sum_1^m \alpha_g b_g^2}{\int_0^{kd} z \cdot b \cdot dz + n \sum_1^m \alpha_g b_g} \quad (45)$$

上式爲本節求應力計算用諸公式之總式,茲分別由總公式推求之如次。

第一款 矩形斷面,鐵筋圍繞四周時(第 8 圖)

由第七八兩圖得 $b_g = kd - d_g$

依(45)式先求得

$$N = \frac{f_c}{kd} \left[\frac{b \bar{kd}^2}{2} + nkd \cdot \sum_1^m \alpha_g - n \sum_1^m \alpha_g d_g \right] \quad (46)$$

$$M = \frac{f_c}{kd} \left[\frac{b \cdot kd^3}{3} + nkd^2 \sum_1^m \alpha_g - 2nkd \sum_1^m \alpha_g \cdot d_g + n \sum_1^m \alpha_g \cdot d_g^2 \right] \quad (47)$$

$$e+kd-\delta = \frac{\frac{bkd^3}{3} + nkd^2 \sum_1^m \alpha_g - 2nkd \sum_1^m \alpha_g \cdot d_g + n \sum_1^m \alpha_g \cdot d_g^2}{\frac{bkd^2}{2} + nkd \cdot \sum_1^m \alpha_g - n \sum_1^m \alpha_g d_g}$$

整理上式得次列之 k 之三次方程式

$$k^3 + 3 \left(\frac{e}{d} - \frac{\delta}{d} \right) k^2 + \frac{6n}{bd} \left[\sum_1^m d_g \cdot \frac{d_g}{d} + \sum_1^m \alpha_g \left(\frac{e}{d} - \frac{\delta}{d} \right) \right] k - \frac{6n}{bd} \left[\sum_1^m \alpha_g \left(\frac{d_g}{d} \right)^2 + \sum_1^m \alpha_g \cdot \frac{d_g}{d} \left(\frac{e}{d} - \frac{\delta}{d} \right) \right] = 0 \quad (48)$$

但上式中之 $p_g = \frac{\alpha_g}{bd}$ = 每根鋼筋之斷面百分比。

如斷面之重心線與抗壓側邊緣間之距離 δ , 根據有效斷面積所起之靜力矩而求得者,爲一含 k 之二次式,如是(46)式化成一 k 之四次式, (見 Kunze. Bestimmung von Eisenbetonguerschnitten. Armierter Beton. 1916. S.186)。但因其影響極微,故仍沿舊習以 $\frac{d}{2}$ 代之,以求簡單,故(48)式化成

$$k^3 + 3 \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right) k^2 + 6n \left[\sum_1^m p_g \frac{d_g}{d} + \sum_1^m p_g \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right) \right] k - 6n \left[\sum_1^m p_g \left(\frac{d_g}{d} \right)^2 + \sum_1^m p_g \frac{d_g}{d} \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right) \right] = 0. \quad (49)$$

解上式而得 k , 更由次列各式以定其應力度。

由(46), 或(47)式得混凝土之最大應壓力為

$$f_c = \frac{M}{bd^2} \left[\frac{3k}{k^3 + 3n \sum_1^m p_g \left(k - \frac{d_g}{d} \right)^2} \right] \quad (50)$$

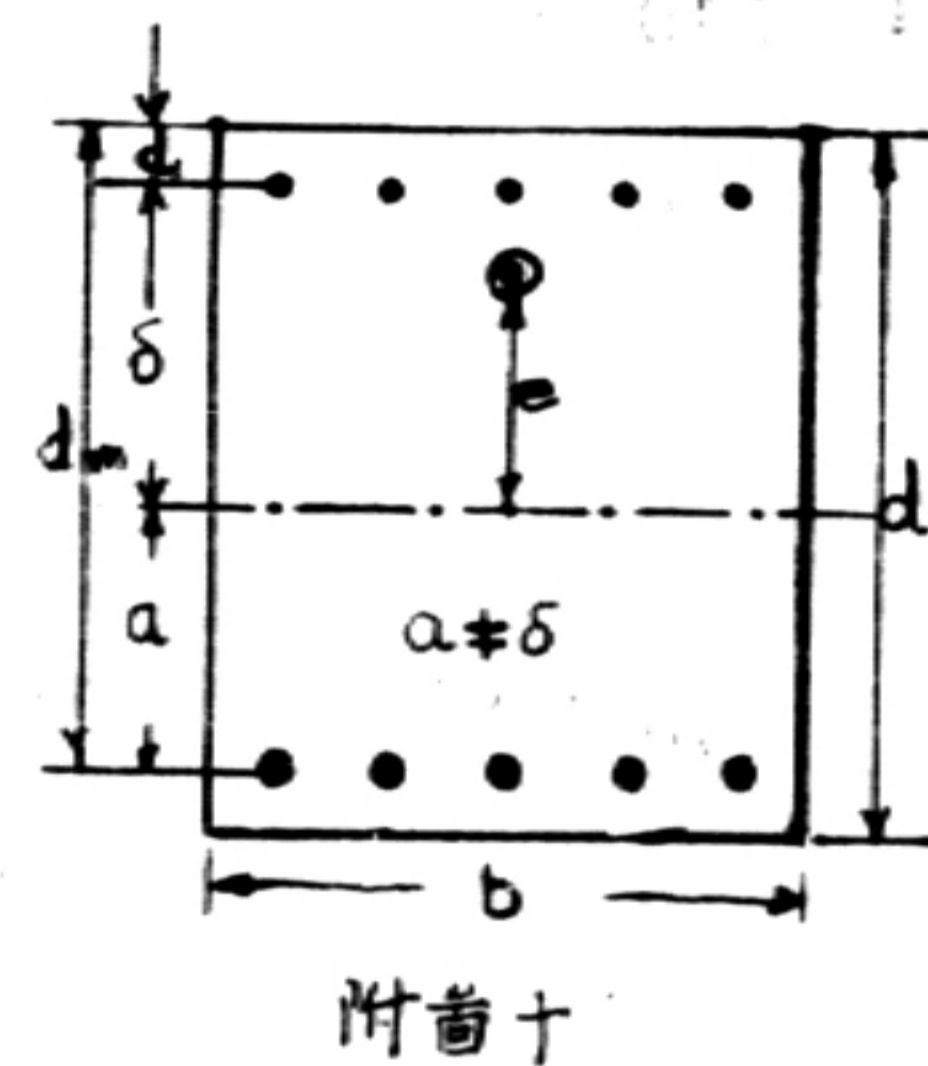
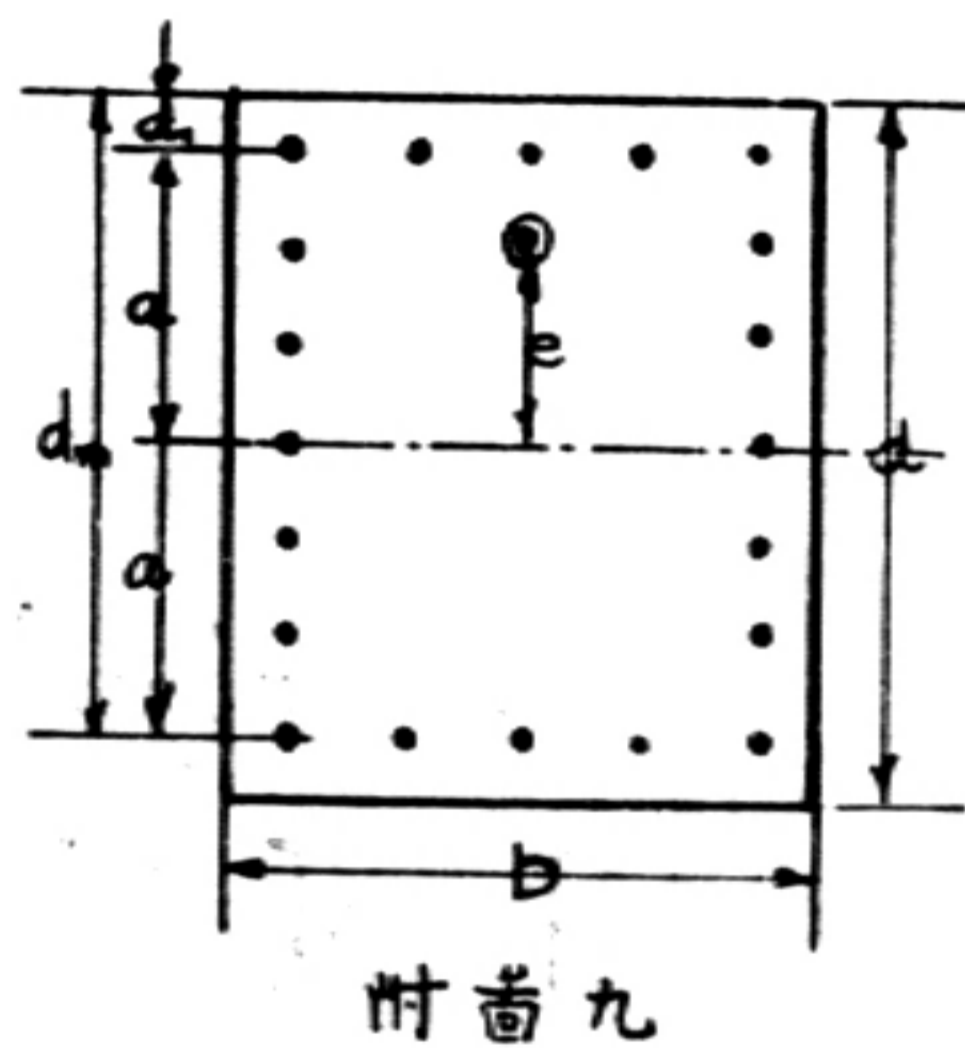
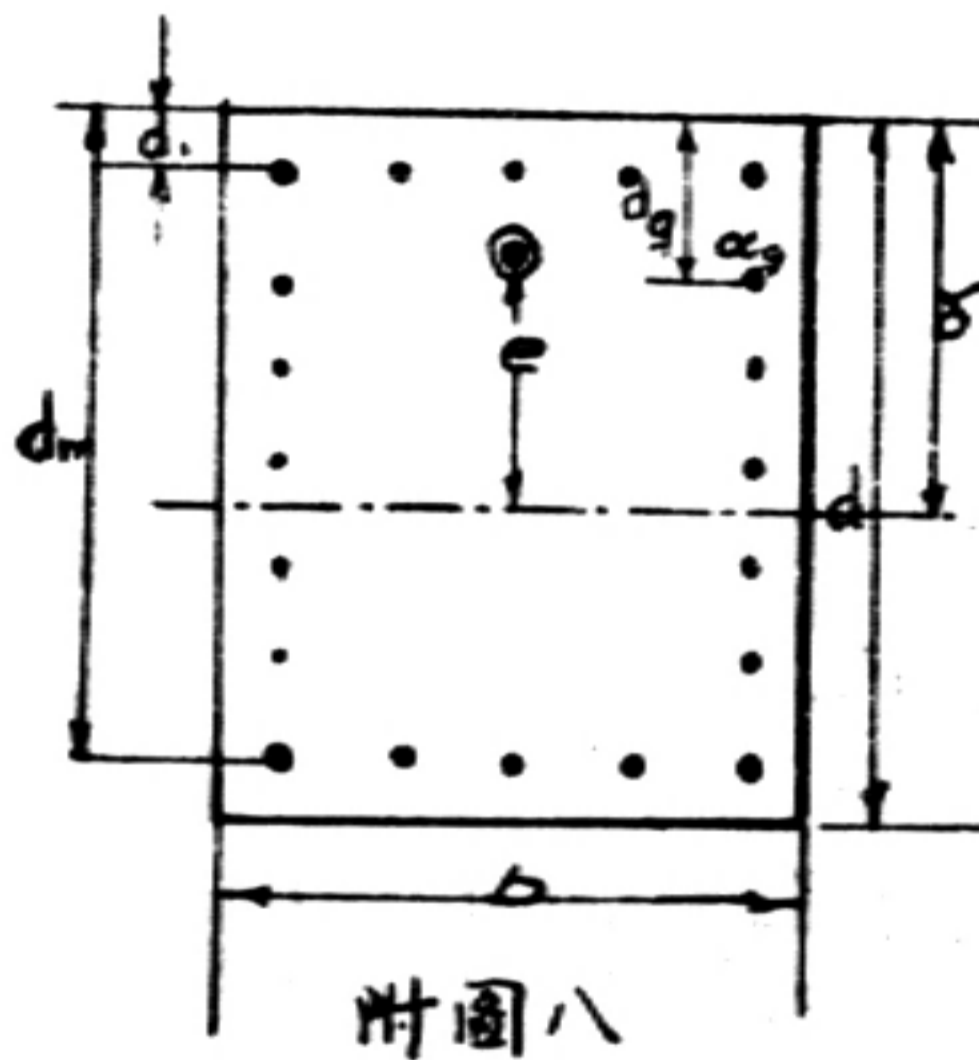
$$= \frac{N}{bd} \left[\frac{2k}{k^2 + 2n \sum_1^m p_g \left(k - \frac{d_g}{d} \right)} \right] \quad (51)$$

下側鋼筋所起之最大應張力為

$$f_s = n f_c \left(\frac{d_m}{kd} - 1 \right). \quad (52)$$

上側鋼筋所起之最大應壓力為

$$f'_s = n f_c \left(1 - \frac{d_1}{kd} \right). \quad (53)$$



[推論一] 鋼筋之排列與斷面重心線相對稱時(第9圖)

$$\begin{aligned} \text{今} \quad d_1 &= d - d_m, & p_1 &= p_m \\ d_2 &= d - d_{m-1}, & p_2 &= p_3 = \dots = p_{m-2} = p_{m-1} \\ & \dots, & p &= \sum_1^m p_g. \end{aligned}$$

依(49)式得

$$k^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n\frac{e}{d}pk - zn\left[2\sum_1^m p_g \left(\frac{d_g}{d}\right)^2 + p\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)\right] = 0$$

但
$$2\sum_1^m p_g \left(\frac{d_g}{d}\right)^2 - \frac{p}{2} = 2\sum_1^m \left(\frac{\frac{d}{2} - d_g}{d}\right)^2 p_g = 2p\left(\frac{a}{d}\right)^2 = 2pa^2.$$

即置
$$a^2 = \frac{\sum_1^{m/2} \left(\frac{d}{2} - d_g\right)^2 p_g}{\sum_1^m p_g}$$

$$\therefore k^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6np \cdot \frac{e}{d} \cdot k - zn p \left[\frac{e}{d} + 2\left(\frac{a}{d}\right)^2\right] = 0 \quad (54)$$

由(51)式得
$$f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{2k}{k^2 + 2npk - np} \right] \quad (55)$$

由(52)式得
$$f_s = nf_o \left(\frac{d_m}{kd} - 1 \right) \quad (56)$$

由(53)式得
$$f'_s = nf_o \left(1 - \frac{d_1}{kd} \right) \quad (57)$$

〔推論二〕 鋼筋僅置于上下側各一列,數量不等位置不稱時
(見第10圖)

今
$$\begin{aligned} d_1 &\neq d - d_m \\ p_1 &\neq p_m, \\ p_2 &= p_3 = \dots = p_{m-2} = p_{m-1} = 0. \end{aligned}$$

由(49)式得
$$\begin{aligned} k^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n\left[p_1\frac{d_1}{d} + p_m\frac{d_m}{d} + (p_1 + p_m)\right. \\ \left.\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)\right]k - 6n\left[p_1\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 + p_m\left(\frac{d_m}{d}\right)^2 + \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)\right. \\ \left.\left(p_1\frac{d_1}{d} + p_m\frac{d_m}{d}\right)\right] = 0 \end{aligned}$$

如置
$$\frac{d}{2} - d_1 = a_1, \quad d_m - \frac{d}{2} = a_m,$$

則上式化爲

$$\begin{aligned} k^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n\left[(p_1 + p_m)\frac{e}{d} - \left(p_1\frac{a_1}{d} - p_m\frac{a_m}{d}\right)\right]k - 6n \\ \left[p_1\frac{d_1}{d}\left(\frac{e}{d} - \frac{a_1}{d}\right) + p_m\frac{d_m}{d}\left(\frac{e}{d} + \frac{a_m}{d}\right)\right] = 0 \quad (58) \end{aligned}$$

由(51)式得
$$f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{2k}{k^2 + 2n(p_1 + p_m)k - 2n \left(\frac{d_1 + d_m}{d} \right)} \right] \quad (59)$$

f_c, f'_c 兩式與 (56), (57) 同。

[推論三] 鋼筋僅置于上下兩側各為一系列,數量相等,位置相稱時(見第 11 圖)。

今
$$d_1 = d - d_m, p_2 = p_3 \dots \dots \dots p_{m-2} = p_{m-1} = 0$$

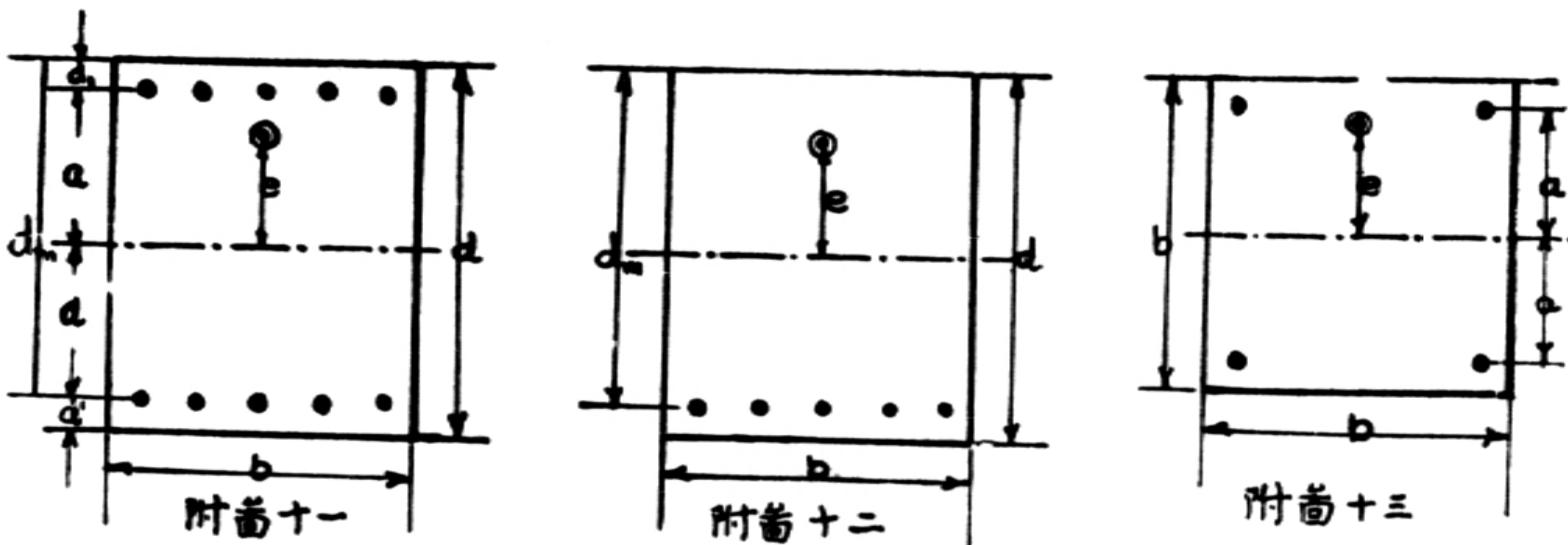
$$p_1 = p_m \quad p_1 + p_m = p$$

由(49)式得
$$k^3 + 3 \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right) k^2 + 6np \cdot \frac{e}{d} \cdot k - 2np \left[\left(\frac{d_1}{d} \right)^2 + \left(\frac{d_m}{d} \right)^2 + \frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right] = 0$$

置
$$\left(\frac{d_1}{d} \right)^2 + \left(\frac{d_m}{d} \right)^2 - \frac{1}{2} = 2 \left(\frac{a}{d} \right)^2 = 2a'^2.$$

則得
$$k^3 + 3 \left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2} \right) k^2 + 6np \cdot \frac{e}{d} \cdot k - 2np \left[\frac{e}{d} + 2 \left(\frac{a}{d} \right)^2 \right] = 0 \quad (60)$$

由(51)式得
$$f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{2k}{k^2 + 2npk - np} \right] = \frac{M}{bd^2} \left[\frac{2npa^2}{kd^2} + \frac{k}{4} - \frac{k^2}{6} \right]^{-1} \quad (61)$$



[推論四] 鋼筋僅置于抗張側而成一系列者(見第 12 圖)。

今
$$d_1 = d_2 = d_3 = \dots \dots \dots = d_{m-1} = 0$$

$$p_1 - p_2 = p_3 = \dots \dots \dots = p_{m-1} = 0$$

$$p_m = p.$$

$$\begin{aligned} \text{由(49)式得} \quad k^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6np\left(\frac{e}{d} + \frac{a}{d}\right)k - 6np\left(\frac{a}{d} + \frac{1}{2}\right) \\ \left(\frac{a}{d} + \frac{e}{d}\right) = 0 \end{aligned} \quad (62)$$

$$\text{但上式中} \quad a = d_m - \frac{d}{2} \quad \therefore \quad \frac{a}{d} = \frac{d_m}{d} - \frac{1}{2}$$

$$\text{由(51)式得} \quad f_c = \frac{N}{bd} \left[\frac{2k}{k^2 - 2np\left(\frac{d_m}{d} - k\right)} \right] \quad (63)$$

〔推論五〕 斷面爲正方形，鋼筋圍繞四周，並與重心線成對稱者（見第13圖）。

求 k 值用之三次式與推論一中之(54)式同，求混凝土之最大應壓力之公式應改爲：

$$f_c = \frac{N}{b^2} \left[\frac{2k}{k^2 + 2npk - np} \right] \quad (64)$$

例四 試求14圖所示之斷面上起之最大應壓力。

〔解〕 已知 $M = 1,200,000 \text{ kg.cm.}$ $N = 40,000 \text{ kg.}$

$$b = 50 \text{ cm.}, \quad d = 60 \text{ cm.}, \quad a_s = 10 \times 1''\Phi = 50.67 \text{ cm.}^2$$

$$A = bd = 60 \times 50 = 3,000 \text{ cm}^2.$$

$$p = \frac{a_s}{bd} = p_t + p_c = \frac{50.67}{3,000} = 1.69\%$$

$$\frac{a}{d} = \frac{30 - 5}{60} = 0.417.$$

$$e = \frac{M}{N} = 30 \text{ cm.}$$

$$e' = \frac{e}{d} = \frac{30}{60} = 0.5.$$

由第2圖表甲圖得 $K = 0.585.$

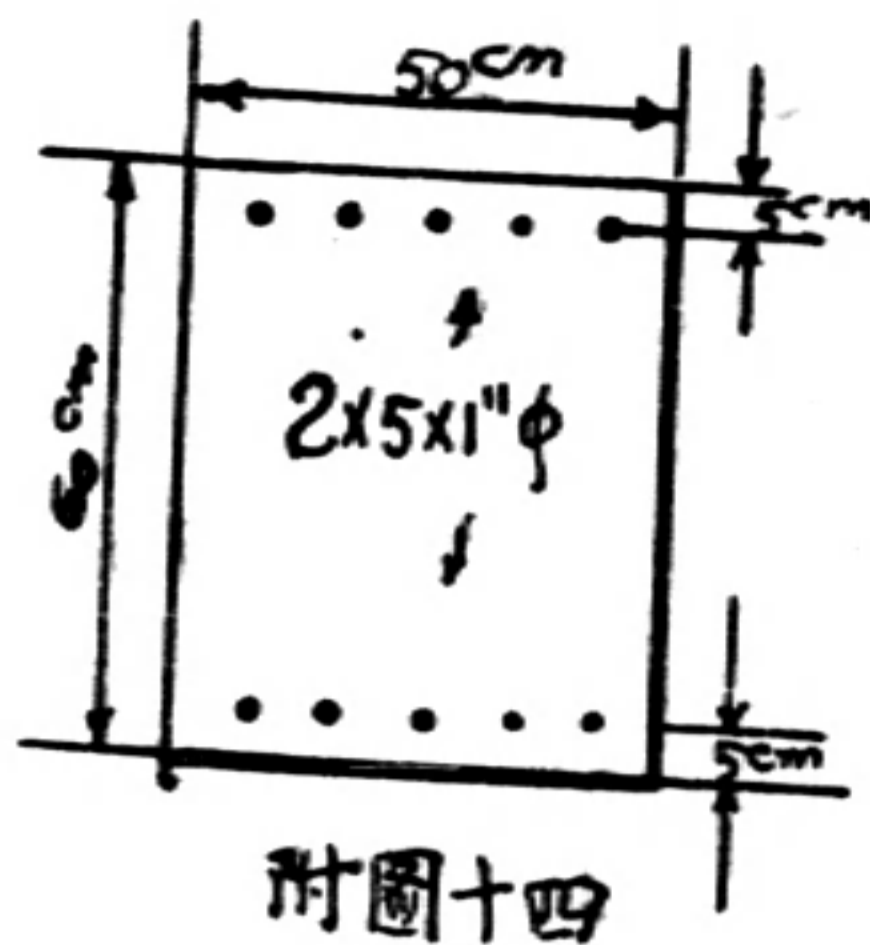
由第2圖表乙圖得 $\frac{M}{f_c bd^2} = 0.167.$

$$\therefore \quad f_c = \frac{1,200,000}{0.167 \times 50 \times 60^2} = 40 \text{ kg/cm}^2 < 42 \text{ kg/cm}^2.$$

故該斷面尚稱安全。

例五 試求 15 圖之斷面上所起之最大應壓力

[解] 已知 $M=1,200,000 \text{ kgcm}$ $N=40,000 \text{ kg}$.



附圖十四

$$b = 50 \text{ cm} \quad d = 66 \text{ cm}.$$

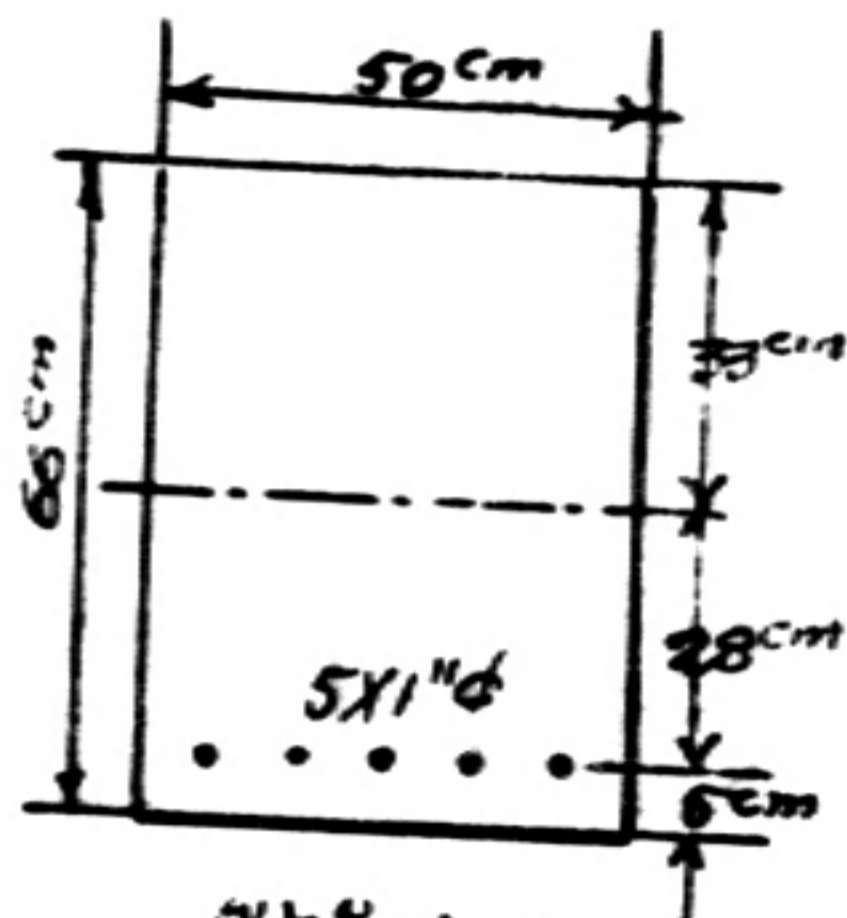
$$a_s = 7 \times 1''\Phi = 35.47 \text{ cm}^2.$$

$$\therefore A = b'd' = 50 \times 66 = 3,300 \text{ cm}^2.$$

$$p_t = \frac{35.47}{3,300} = 1.07\%$$

$$\frac{a}{d} = \frac{28}{66} = 0.425.$$

$$e' = \frac{e}{d} = \frac{30}{66} = 0.455.$$



附圖十五

由第 3 圖表甲圖得 $K=0.665$

由第 3 圖表乙圖得 $\frac{N}{f_c b u} = 0.27.$

$$\therefore f_c = \frac{40,000}{0.27 \times 3300} = 44.8 > 42 \text{ kg/cm}^2$$

查通常所遇者以第三第四兩種為多,故本篇僅就以上兩種所用之公式製成圖表二種,其他各種可用本篇所附之普遍三次方程式圖解用之圖表求之。

第二款 斷面為圓形,鋼筋圍繞四周時(第 16 圖)

設圓形斷面之半徑為 γ , 鋼筋中心線至斷面中心點間之距離為 γ' .

$$\begin{aligned} \text{則由 } N &= \frac{f_c}{2k\gamma} \left[\int_0^{2k\gamma} z b dz + n \sum_1^m a_s b_s \right] \\ &= \frac{f_c}{2k\gamma} \left\{ 2 \int_0^{2k\gamma} [\gamma^2 - (z + \gamma - 5k\gamma)^2]^{\frac{1}{2}} z dz - n a_s \gamma \left(\frac{\gamma'}{\gamma} - 2k \right) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{f_c}{2k\gamma} \left[\int_0^{2k\gamma} z^2 b dz + n \sum_1^m a_s b_s \right] \\ &= \frac{f_c}{2k\gamma} \left\{ 2 \int_0^{2k\gamma} \frac{z^2}{\sqrt{\gamma^2 - (z + \gamma - 2k\gamma)^2}} dz + \frac{n a_s \gamma'^2}{2} + n a_s \gamma^2 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} - 2k \right)^2 \right\} \end{aligned}$$

代入(45)式得

$$e_n = e - (1 - 2k)\gamma = \frac{2 \int_0^{2k\gamma} z \sqrt{\gamma^2 - (z + \gamma - 2k\gamma)^2} dz + nas\gamma^2 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 + \left(\frac{\gamma'}{\gamma} - 2k \right)^2 \right]}{2 \int_0^{2k\gamma} z \sqrt{\gamma^2 - (z + \gamma - 2k\gamma)^2} dz - nas\gamma \left[\frac{\gamma'}{\gamma} - 2k \right]}$$

$$\begin{aligned} \text{但} \quad 2 \int_0^{2k\gamma} z \sqrt{\gamma^2 - (z + \gamma - 2k\gamma)^2} dz &= \frac{1}{4} \gamma^4 (1 - 2k) \left[1 - (1 - 2k)^2 \right]^{\frac{3}{2}} \\ &\quad - \gamma (1 - 2k)^2 \left[(1 - 2k) \sqrt{1 - (1 - 2k)^2} - \sin^{-1} 1 + \sin^{-1} (1 - 2k) \right] \\ 2 \int_0^{2k\gamma} z \sqrt{\gamma^2 - (z + \gamma - 2k\gamma)^2} dz &= \frac{2}{3} \gamma^3 \left[1 - (1 - 2k)^2 \right]^{\frac{3}{2}} + 2\gamma^3 (1 - 2k) \\ &\quad \left[\frac{1 - 2k}{2} \sqrt{1 - (1 - 2k)^2} - \frac{1}{2} \sin^{-1} 1 + \frac{1}{2} \sin^{-1} (1 - 2k) \right]. \end{aligned}$$

置 $1 - 2k = x = \cos \theta$.

則由上式得

$$\begin{aligned} e - \gamma x &= \frac{\frac{\gamma^4}{48} \left[-\sin 4\theta - 28\sin 2\theta + 24e\cos 2\theta + 36\theta \right] + nas\gamma^2 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 + \left(\frac{\gamma''}{\gamma} + x \right)^2 \right]}{\frac{\gamma^3}{3} \left[\sin \theta (2 + \cos^2 \theta) - 3\theta \cos \theta \right] - nas\gamma \left[\frac{\gamma''}{\gamma} + x \right]} \\ &= \frac{\gamma^4 \left[0.393 - 1.333x + 1.571x^2 - 0.667x^3 \right] + n\pi p \gamma^4 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 + \left(\frac{\gamma''}{\gamma} \right)^2 + 2\frac{\gamma''}{\gamma} x + x^2 \right]}{\gamma^3 \left[0.667 - 1.571x + x^2 \right] - n\pi p \gamma^3 \left[\frac{\gamma''}{\gamma} + x \right]}. \end{aligned}$$

暫由上式得

$$\begin{aligned} x^3 - 6e'x + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p \left(2e' + 1 - 3\frac{\gamma'}{\gamma} \right) \right] x + 141.500p \\ \left[1 + \frac{3}{2} \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 - 2\frac{\gamma'}{\gamma} (1 - e') \right] - 4.00e' + 1.179 = 0. \end{aligned} \quad (65)$$

但上式中之 $e' = \frac{e}{2v}$. $\gamma'' = \gamma - \gamma'$.

由(65)式解得 x 值後,即可代入 $\frac{1-x}{2}$ 而得 k 值,或逕將 x 值代入下列各式以定其應力,依(43)式得

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \frac{1-x}{(0.667 - 1.571x + x^2) - 47.124p \left(\frac{\gamma''}{\gamma} + x \right)}. \quad (66)$$

而 $f_s = n f_c \left(\frac{\gamma'}{k\gamma} - 1 \right)$ (67)

$$f'_s = n f_c \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)$$
 (68)

[推論] 設鋼筋外側所包之混凝土視作不受力時(即 $\gamma' = \gamma$)

則(65), (66)兩式化爲

$$x^3 - 6e'x + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p(2e' - 1) \right] x + 141.500p \left[\frac{1}{2} + 2e' \right] - 4.00e' + 1.179 = 0$$
 (69)

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \cdot \frac{1-x}{6.667 - (1.571 + 47.124p)x + x^2}$$
 (70)

若 $\gamma' = 0.95\gamma$ 時, 則(65), (66)兩式化爲

$$x^3 - 6e'x^2 + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p(2e' - 0.85) \right] x + 141.500p \left[2e' + 0.450 \right] - 4e' + 1.179 = 0$$
 (71)

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \cdot \frac{1-x}{0.667 - 2.356p - (1.571 + 44.850p)x + x^2}$$
 (72)

若 $\gamma' = 0.9\gamma$ 時, 則(65), (66)兩式化爲

$$x^3 - 6e'x^2 + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p(2e' - 0.70) \right] x + 141.500p \left[2e' + 0.417 \right] - 4e' + 1.179 = 0.$$
 (73)

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \cdot \frac{1-x}{0.667 - 4.712p - (1.571 + 42.470p)x + x^2}$$
 (74)

若 $\gamma' = 0.85\gamma$ 時, 則(65), (66)兩式化爲

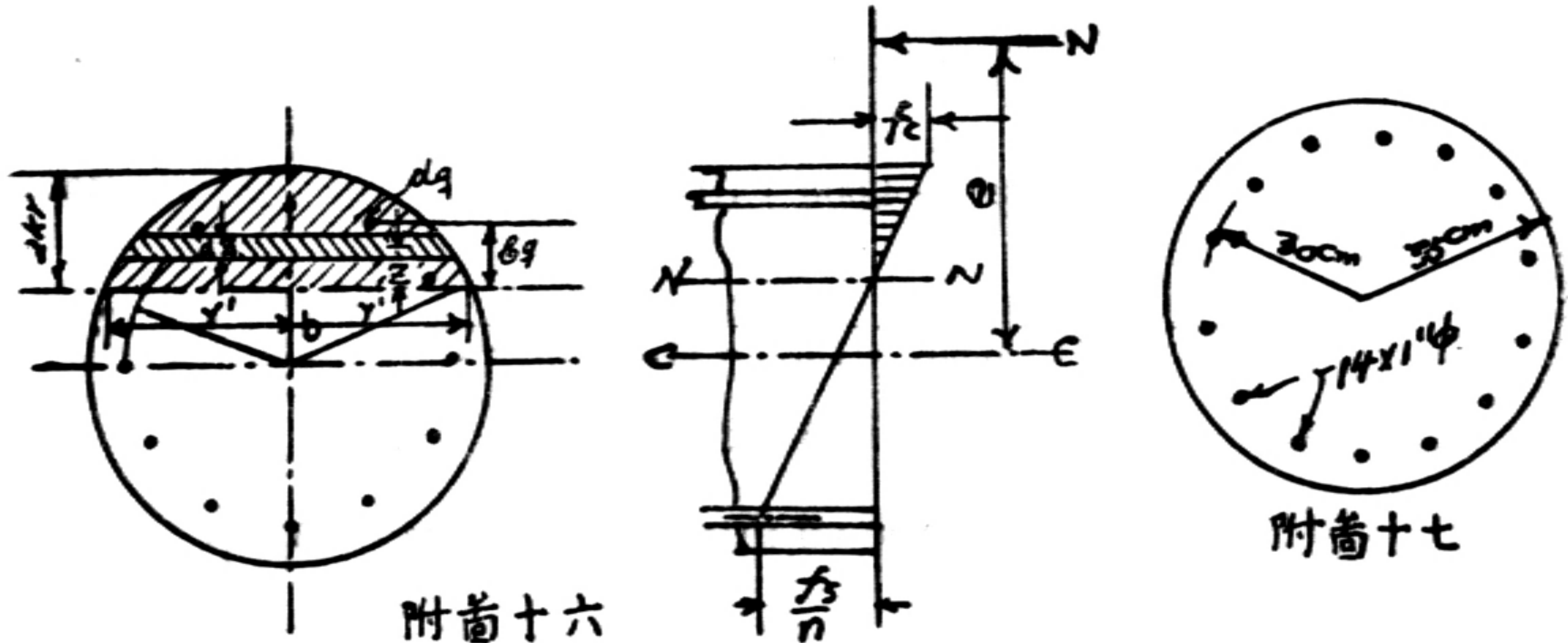
$$x^3 - 6e'x^2 + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p(2e' - 0.55) \right] x + 141.500p \left[2e' + 0.385 \right] - 4e' + 1.179 = 0.$$
 (75)

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \cdot \frac{1-x}{0.667 - 7.069p - (1.571 + 40.120p)x + x^2}$$
 (76)

若 $\gamma' = 0.8\gamma$ 時, 則(65), (66)兩式化爲

$$x^3 - 6e'x^2 + \left[-2.00 + 9.426e' + 141.500p(2e' - 0.55) \right]x + 141.500p \left[2e' + 0.360 \right] - 4e' + 1.179 = 0. \quad (77)$$

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \frac{1-x}{0.667 - 9.425p - (1.571 + 37.720p)x + x^2} \quad (78)$$



以上各式原可就式繪圖,惟爲數過多,一一爲之未免費事,但綜觀各式本爲一 x 之三次式,惟其係數略有不同耳。故可利用一普遍之三次方程式圖表解決之。其法先將某式中各係數求出,然後按圖索解,甚爲便捷,今示一例以明其用。

例六 設已知圖形斷面各值如次,定該斷面所起最大之應壓力(見附圖 17)。

$$\gamma = 35 \text{ cm}; \quad \gamma' = 30 \text{ cm}, \quad M = 9 \text{ t.m} = 900,000 \text{ kg.cm.}$$

$$N = 30 \text{ tons} = 30,000 \text{ kg.} \quad a_s = 14 \times 1''\Phi = 70.96 \text{ cm}^2$$

[解] 今 $e = \frac{M}{N} = 30 \text{ cm},$

$$\therefore e' = \frac{30}{70} = 0.43.$$

$$\frac{\gamma'}{\gamma} = \frac{30}{35} = 0.857$$

$$p = \frac{70.96}{3.142 \times 35^2} = 1.84\%$$

今由(77)式得 $x^3 - 2.580x^2 + 2.809x + 2.709 = 0.$

但 $x = 1 - 2K,$

代入上式得 $k^3 - 0.210K^2 + 0.162K - 0.492 = 0.$

用圖表 4 得 $k = 0.540$

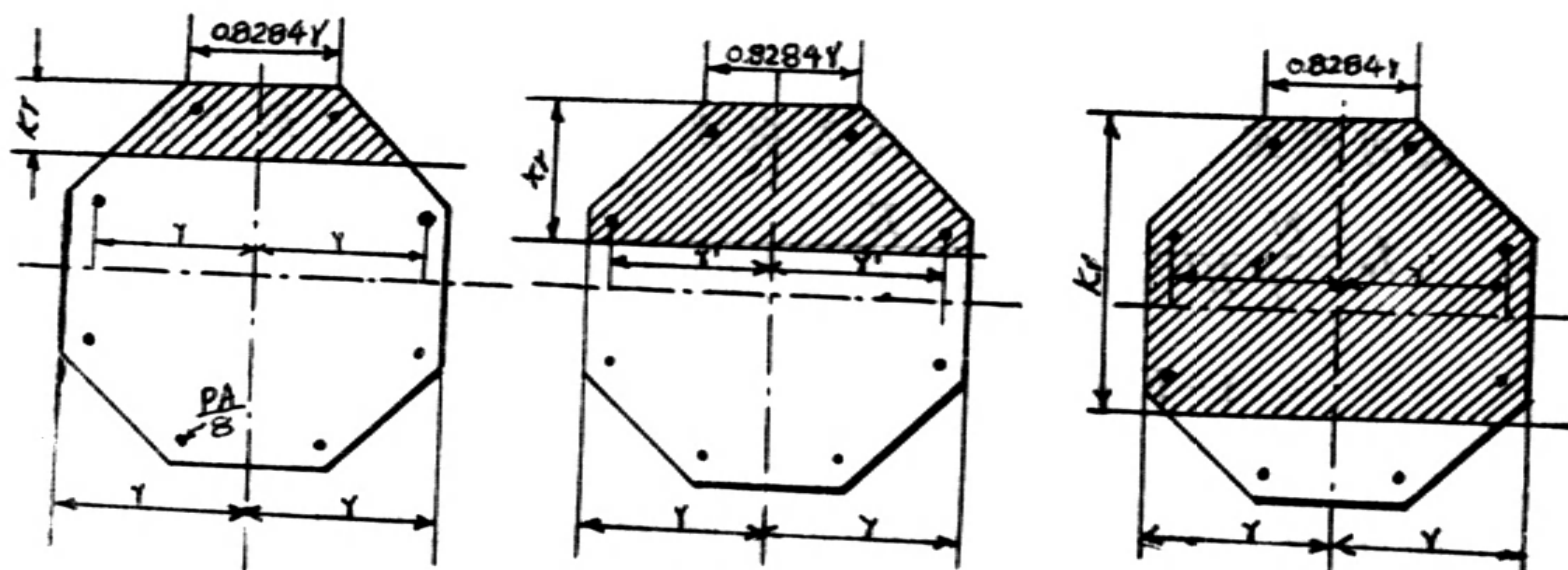
$\therefore x = 1 - 2k = -0.08$

代入(78)式得

$$f_c = \frac{30,000}{35^2} \cdot \frac{1-0.08}{0.667+0.125+0.0064-0.194} = 24.5 \times \frac{0.92}{0.605} = 37.3 \text{ kg/cm}^2 < 40 \text{ kg/cm}^2.$$

第三款 斷面為八角形，鋼筋設置于八隅時。

今設八角形斷面之軸長為 2γ ，其軛鋼筋間之水平距為 $2\gamma^1$ ，受外直力 N ，外彎矩 M 時，得分成三種情形說明之，即



附圖十八

附圖十九

附圖二十

第一種 $0 < K < 0.586.$ ($K = \frac{z}{\gamma}$) (見 18 圖)

第二種 $0.586 < K < 1.414.$ (見 19 圖)

第三種 $1.414 < K < 2.000.$ (見 20 圖)

關於第一種情形之說明：—此時大部分斷面起應張力。

根據本節所述之普遍公式，先求

$$N = \frac{f_c}{K\gamma} \left[0.828\gamma \cdot k\gamma \cdot \frac{K\gamma}{2} + 2 \frac{K\gamma^2}{2} \cdot \frac{K\gamma}{3} - na_s(1-K)\gamma \right].$$

$$M = \frac{f_c}{K\gamma} \left[\frac{0.828\gamma \cdot K\gamma^3}{3} + 2 \cdot \frac{K\gamma(K\gamma)^3}{12} + \frac{na_s}{2} (4 - 2\sqrt{2})\gamma^2 + na_s(1-K)^2\gamma^2 \right]$$

$$\therefore e_n = e - (1-K)\gamma = \frac{M}{N} = \frac{\gamma^4 \left[\frac{K^4}{6} + \frac{0.828K^3}{3} \right] + np\gamma^4 \left[1.941 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 + 3.314(1-K)^2 \right]}{\gamma^3 \left[\frac{K^3}{3} + \frac{0.828K^2}{2} \right] - 3.314np(1-K)\gamma^3}$$

化上式得

$$\begin{aligned} \frac{e}{\gamma} &= \frac{K^2(K+1.243) - K^3 \left(\frac{K}{2} + 0.414 \right) + 5.823np \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2}{K^2(K+1.243) - 9.941np(1-K)} \\ &= \frac{K^2(1.243 + 0.586K - 0.5K^2) + 5.823np \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2}{K^2(K+1.243) - 9.941np(1-K)} \end{aligned}$$

化上式得一 K 之四次方程式

$$\begin{aligned} K^4 - 2 \left(0.586 - \frac{e}{\gamma} \right) K^3 - 2.486 \left(1 - \frac{e}{\gamma} \right) K^2 + 298.234p \frac{e}{\gamma} K \\ - \left[174.702 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 + 298.234 \frac{e}{\gamma} \right] p = 0 \end{aligned} \quad (81)$$

解上式可得 K 值然後再行代入次式以求混凝土之最大應壓力

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \frac{K}{K^2(0.333K + 0.414) - 49.706p(1-K)} \quad (82)$$

$$f_s = nf_c \frac{1-K + \frac{\gamma'}{\gamma}}{K} \quad (83)$$

關於第二種情形之說明：此時斷面一小部分起應張力。

與上法同樣先求 N, M 二值化簡之得

$$\frac{e}{\gamma} = \frac{R^2 - 0.333K^3 - 0.007 - 0.276(K - 0.195) + 1.941np \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2}{K^2 - 0.343(K - 0.195) - 3.314np(1-K)}$$

或化成次之三次式

$$\begin{aligned} K^3 + 3 \left(\frac{e}{\gamma} - 1 \right) K^2 + \left[0.828 - (1.029 - 149.118p) \frac{e}{\gamma} \right] K - \left[87.35 \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right)^2 \right. \\ \left. + 149.118 \frac{e}{\gamma} \right] p + 0.201 \frac{e}{\gamma} - 0.141 = 0 \end{aligned} \quad (84)$$

混凝土之最大應壓力

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \frac{K}{K^2 - (0.343 - 49.706p)K + 0.067 - 49.706p} \quad (85)$$

關於第三種情形之說明：—此時斷面僅起一小部分之應張力。與上法同樣先求 N, M 二值而化簡之，得

$$\frac{e}{\gamma} = \frac{K^2 - \frac{K^3}{3} - 0.007 - 0.276(K - 0.195) - \frac{1}{6}(K - 1.424)^2(0.586 + K) + 1.941np\left(\frac{\gamma'}{\gamma}\right)^2}{K^2 - 0.343(K - 0.195) - \frac{1}{3}(K - 1.414)^2 - 3.314np(1 - K)}$$

$$= \frac{0.167K^4 - 138K^3 + 2.414K^2 - 1.333K + 0.324 + 1.941np\left(\frac{\gamma'}{\gamma}\right)^2}{-0.333K^3 + 2.414K^2 - 2.343K + 1.010 + 3.314np(K - 1)}$$

或化成次之四次式

$$K^4 - \left(2.826 - 2\frac{e}{\gamma}\right)K^3 + \left(36.810 - 14.464\frac{e}{\gamma}\right)K^2 - \left[8 - (14.058 - 298.326p)\frac{e}{\gamma}\right]K + (298.326p - 6)\frac{e}{\gamma} + 1074.702p\left(\frac{\gamma'}{\gamma}\right)^2 + 1.944 = 0. \quad (86)$$

混凝土之最大應壓力

$$f_c = \frac{N}{\gamma^2} \frac{K}{2.424K^2 - 0.333K^3 - (2.343 - 49.706p)K^2 + 1.010 - 49.706p}. \quad (87)$$

查八角形斷面之構材，用作支柱者尚多，起彎幕而生樑之作用者則少。故本節所述，僅就各公式之來源加以說明，關於圖表之製作及應用之實例，暫不插入以節篇幅。（整四次方程式圖表之製法，擬另立『高次方程式之圖表計算法』一題說明之）。

以上所述，僅就覆核上諸問題，加以相當之說明，茲更進而論斷面決定之方法。

第一款 矩形及正方形斷面之決定法。

設已知外直力 N ，外彎幕 M ，混凝土之許可應力 f_c ，由假定之 a' 值及 p 值，以定斷面之大小。又假定兩側鋼筋之排列與中心線成對稱者，用(60)式

$$f\left(K, \frac{e}{d}, \frac{a}{d}, p\right) = K^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)K^2 + 6n\frac{e}{d} \cdot pK - 3np\left[\frac{e}{d} + 2\left(\frac{a}{d}\right)^2\right] = 0.$$

如鋼筋僅置于應張側時，則用(62)式

$$\Phi\left(K, \frac{e}{d}, \frac{a}{d}, p\right) = K^3 + 3\left(\frac{e}{d} - \frac{1}{2}\right)K^2 + 6np\left(\frac{e}{d} + \frac{a}{d}\right)K - 6np\left(\frac{a}{d} + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{a}{d} + \frac{e}{d}\right) = 0.$$

上列二式中如假定 $\frac{a}{d}$ 爲一常數,則以上二式僅爲一含 $K, \frac{e}{d}, p$ 三變數之函數。將以上二式化爲 K 之陽函數,如用解析方法計算,即將以上二個三次式解之,得,

$$K = \varphi\left(\frac{e}{d}, p\right)$$

$$K = \varrho\left(\frac{e}{d}, p\right)$$

複將 K 值代入 (61), (63) 二式而得

$$\frac{f_c}{N} = \frac{1}{bd} \left[\frac{2\varphi\left(\frac{e}{d}, p\right)}{\varphi\left(\frac{e}{d}, p\right) + 2np\varphi\left(\frac{e}{d}, p\right) - np} \right] = \frac{1}{bd} F\left(\frac{e}{d}, p\right) \quad (88)$$

$$\frac{f_c}{N} = \frac{1}{bd} \left[\frac{2\varrho\left(\frac{e}{d}, p\right)}{\varrho^2\left(\frac{e}{d}, p\right) + 2np\varrho\left(\frac{e}{d}, p\right) - 2np\left(\frac{1}{2} + a'\right)} \right] = \frac{1}{bd} G\left(\frac{e}{d}, p\right) \quad (89)$$

由以上二式,已知 $\frac{e}{d}, p$ 兩值,可不需先求 k 值直接定 f_c 值,但本節之目的,並不在於求 f_c 值而在求 b, d 二值,故仍依照第四節所述之方法將 d 值消去,然後用次列之方法解決之,茲分成三種情形言之。

第一種 假定 b 值爲已知或假定時。

將(88)式及(89)式兩邊各乘以 eb 之積,結果使(88), (89)兩式化成

$$\frac{ebf_c}{N} = \frac{e}{d} F\left(\frac{e}{d}, p\right) = B. \quad (90)$$

$$\frac{ebf_c}{N} = \frac{e}{d} G\left(\frac{e}{d}, p\right) = C. \quad (91)$$

今 b, f_c, N 三值爲已知,俟 p 值定之後,即可由(90), (91)兩式以決定 $\frac{e}{d}$ 值,因此 d 值即可求得,或由已知之 b, d 而決定 p 值(即所謂鋼筋插入法),視其需要而施以運用者也。

以上所述如用解析的方法計算,並非不可,惟其繁雜不堪,易生差誤,茲爲求實用之便利,利用圖表方法,設法消去其種種之計

算,而成圖若干,惟因製圖時手續過繁,不免發生細微差誤,在實用上並無重大妨礙,好在計劃後仍需加以複算,雖發生微小差誤,亦可設法補救,故本篇所附之圖表,尚屬合用。對於此項圖表之製法,手續過繁,故不贅述。

第二種 假定 b, d 之比為 γ 時。

將 (88), (89) 兩式各乘以 $e^2\gamma$ 之積,結果得

$$\frac{\gamma f_c e^2}{N} = \left(\frac{e}{d}\right)^2 F\left(\frac{e}{d}, p\right) = D. \quad (92)$$

$$\frac{\gamma f_c e^2}{N} = \left(\frac{e}{d}\right)^2 G\left(\frac{e}{d}, p\right) = E. \quad (93)$$

今 f_c, γ, e, N 四值為已知,假定 p 值後,可定其寬,或由其寬以定其 p ,一如上述,但圖表則稍異焉。

第三種 斷面假定為正方形時。

即將第二種情形,置 $b=d$, 或 $\gamma=1$, 不過為其中特殊情形之一耳。

第二款 圓形斷面之決定法。

設已知外直力 N , 外彎矩 M , 許可應壓力 f_c , 假定 p 值以定其斷面之尺寸。

假定鋼筋排列所成之圓周半徑與斷面半徑比為 0.85, 用 (77) 式化成 x 之陽函數, 更以 x 值代入 (78) 式, 再將 $\frac{\pi}{4}e^2$ 乘二邊, 所得之結果與上列諸式相似, 即

$$\frac{\pi}{4} \frac{e^2 f_c}{N} = \left(\frac{e}{\gamma}\right)^2 \left[\frac{1 - H\left(\frac{e}{2\gamma}, p\right)}{0.667 - (1.571 + 28.939p)H\left(\frac{e}{2\gamma}, p\right) + H\left(\frac{e}{2\gamma}, p\right)^2} \right] \quad (94)$$

將上式利用圖表學方法, 製成圖表以資應用, 如附圖表五。

第三款 八角形斷面之決定。

因用途較小, 解之甚難, 故未加詳細研究, 圖表及說明暫付闕如。

例七 設已知外彎矩 $M=12m.t$, 外直力 $N=40t$, $f_c=42kg/cm^2$. 以決定各種斷面之尺度。

[解] 假定 $b=50cm$.

$$\text{今 } e = \frac{M}{N} = \frac{12}{40} = 0.30 = 30\text{cm.}$$

$$\frac{f_c e b}{N} = \frac{42 \times 30 \times 50}{40,000} = 1.575.$$

(1) 設上下兩側各置 0.8% 之鋼筋, 即 $p_t + p_c = 1.6\%$
由第五圖表之甲圖第一線得

$$\frac{e}{d} = 0.505 = \frac{30}{d}.$$

$$\therefore d = \frac{30}{0.505} = 59.4 \doteq 60\text{cm.}$$

$$\therefore a_s = 50 \times 59.4 \times 0.8\% = 23.75\text{cm}^2.$$

即每側各用 5 根 1" 圓鋼如 14 圖所示。

(2) 設鋼筋散置于四周, 假定 $p_t + p_c = 1\%$.

由第五圖表之甲圖第一線得

$$\frac{e}{d} = 0.45 = \frac{30}{d}$$

$$\therefore d = \frac{30}{0.45} = 66.67\text{cm.}$$

$$\therefore a_s = 50 \times 66.67 \times 0.01 = 33.33\text{cm}^2.$$

鋼筋用量既多, 斷面又增, 故不經濟, 自宜勿用。

(3) 設混凝土之斷面積為其他條件所限止者。

設混凝土之斷面積為正方形, 每邊為 50cm, 求應插入鋼筋之斷面積。

$$\text{今 } \gamma = b:d = 1,$$

$$\frac{f_c e^2 \gamma}{N} = \frac{42 \times 30^2 \times 1}{40,000} = 0.945,$$

$$\frac{e}{d} = \frac{30}{55} = 0.545.$$

由圖表五之乙圖第一線得

$$1. p = p_t + p_c = 1.7\% \quad (\text{僅在上下二側設置者})$$

$$2. p = p_t + p_c = 2.25\% \quad (\text{在四周設置者})$$

$$1. a_{s1} = 55^2 \times 1.7\% = 51.4 \text{ cm}^2 \doteq 10 \times 1''\Phi \doteq 50.67 \text{ cm}^2.$$

$$2. a_{s2} = 55^2 \times 2.25\% = 68.1 \text{ cm}^2 \doteq 14 \times 1''\Phi = 70.94 \text{ cm}^2.$$

(4) 設斷面為圓形,且兼用螺旋鋼筋設置者。

$$\text{今 } \frac{f_c e^2 \pi}{4N} = \frac{42 \times 30^2 \times 3.1416}{4 \times 40,000} = 0.743.$$

$$\text{假定 } p_c = p + 3p_h = 3\%$$

p_c 為相當主筋百分比, p 為主筋百分比, p_h 為螺旋筋百分比。

由圖表五之乙圖之第二線得

$$\frac{e}{d} = 0.468 = \frac{e}{2\gamma}$$

$$\therefore d = 2\gamma = \frac{30}{0.468} = 64.1 \text{ cm (有效直徑)} \doteq 65 \text{ cm}$$

$$\text{設 } p = 1.8\%$$

$$\text{則 } p_h = \frac{3 - 1.8}{3}\% = 0.4\%$$

$$\therefore a_s = \frac{64.1^2 \times \pi}{4} \times 1.8\% = 58.1 \text{ cm}^2.$$

$$\text{主鋼用 } 10 \times 1''\Phi = 60.80 \text{ cm}^2.$$

螺旋筋用量,假定螺旋鋼之斷面用 $\frac{1}{4}''\Phi$ ($\alpha = 0.317 \text{ cm}^2$),內直徑為 65 cm ,則得

$$\beta = \frac{0.317 \times 65 \times 4 \times \pi}{0.4\% \times 64.1^2 \times \pi} = 5.1 \text{ cm} \doteq 5 \text{ cm}.$$

即每距 5 cm 有螺旋筋一節。

第六節 結 論

綜上所述,關於由外彎矩,外直力,及許可應力以決定其斷面積,或由已知斷面積而定最大應力度等方法,均予以概略之說明。惟對於構材內因外力而起之剪力及斜張應力等研究,本篇未予列入。因歐美書籍中既無所見,即實驗之結果亦未聞發表,究可應用棟樑諸公式求之而不計其直壓力乎,抑或另需設立公式以求

之乎,作者所知不多,無從揣度,故未加任何說明。又關於立體框架設計時,支柱恆起兩向彎矩,其計算方法,聞在德日已有發表,獨英美則無所聞,但依本國現狀而論,計劃工程師對於平面框架計算方法,用者已鮮,惶論立體框架之計算,故此項問題,暫存而不論。

(完)

球形水塔

在愛瑪利大學 Emory University, Atlanta, Ga. 的空場上,新造一十萬加侖的水塔,盛水之箱爲30尺直徑的圓球,擱在100尺高之圓柱上。柱之底部直徑15尺,逐漸收小至頂段爲8尺。柱中空,內有8寸管子以升水,建造時,手脚立在空心柱中,將鋼板逐塊用釘綁牢。圓球漆做銀色,柱深綠色。(黃炎譯自 Engineering News-Record)



粵漢鐵路湘鄂段修理第五號橋報告

邱 鼎 汾

一.冲壞日期 民國二十年,七月二十七日夜間。

二.座落地點 余家灣車站站場內,座落英哩 7.17,該處爲雙軌道,橋孔淨空 10 呎,橋台係洋灰混凝土築成。

三.冲壞之原因 武昌城西武慶堤,是夕在白沙洲附近,被江水冲開,無法防堵。本路路堤,居於武慶堤內,以致同時殃及。最初決口約八十餘尺(參觀照片(1))次晨過百尺,再日逐漸擴充,竟達三百尺,參觀封面照片)所有橋梁橋枕鋼軌概行沉落水底,洋灰橋台,整箇倒塌,當時水流迅急,水頭在路西者,高出路東數尺,聲如瀑布。延至八月五日東西兩面,水流已平,水力減輕,田禾淹沒,平地成湖,計有十日之久。其被淹地段,面積之廣,人民受災之深,不言可知。附近余家灣車站房屋,建在路基下面高地之處,截至八月二十日,水覆屋頂。待水退後,站屋毀壞太半,不能居住矣。

四.五號橋當初建築之作用 查五號橋,係一旱橋,向無積水,與流水經過。建在原有地平之上,因便鄉民往來其下,以免超越軌道,而肇危險。橋之東面,更爲武建營,向駐大多數軍隊。西面爲演武廳,與打靶場。諒此橋之建築,爲後列之緣因居多。

五.二十年度雨量及江水暴漲情形 本路徐家棚,第一工段雨量表,在辦公室已爲洪水淹沒,無從根據。茲由江漢關,抄得歷年降雨表,查是年七月份,降雨最多,約佔全年百份之四十,諒是月降雨量,沿揚子江區域,到處普遍。故上不節其流,下不開其源,江水不

易退落,續漲無已,打破昔年水標紀錄,造成近百年來未有之奇災。本路規定水平位,係在江漢關水位零點之下一百尺。故在武昌附近一帶,路基平水, F. L. 定為 150.0 尺。蓋歷年最高水位,在陽歷八月中旬,除 1870 年,及 1931 年, (即本年) 為 50.5 尺, 及 53.5 尺外,其餘概為 48.0 尺上下。今將江漢關,歷年江水漲至最高水位時,及雨量表,摘錄如下,以供參考。

最高水位表

民國年月日	最高水位
11. 8. 30.	47.0尺
12. 7. 30.	44.5
13. 7. 30.	48.0
14. 7. 30.	44.0
15. 8. 21.	49.0
16. 7. 30.	44.0
17. 8. 21.	37.5
18. 8. 21.	41.0
19. 6. 30.	43.0
20. 8. 20.	53.5

附註

在六十二年前即1869年陽歷七月二十二日,漢口最高水位為 49.5, 八日後水方漸退。

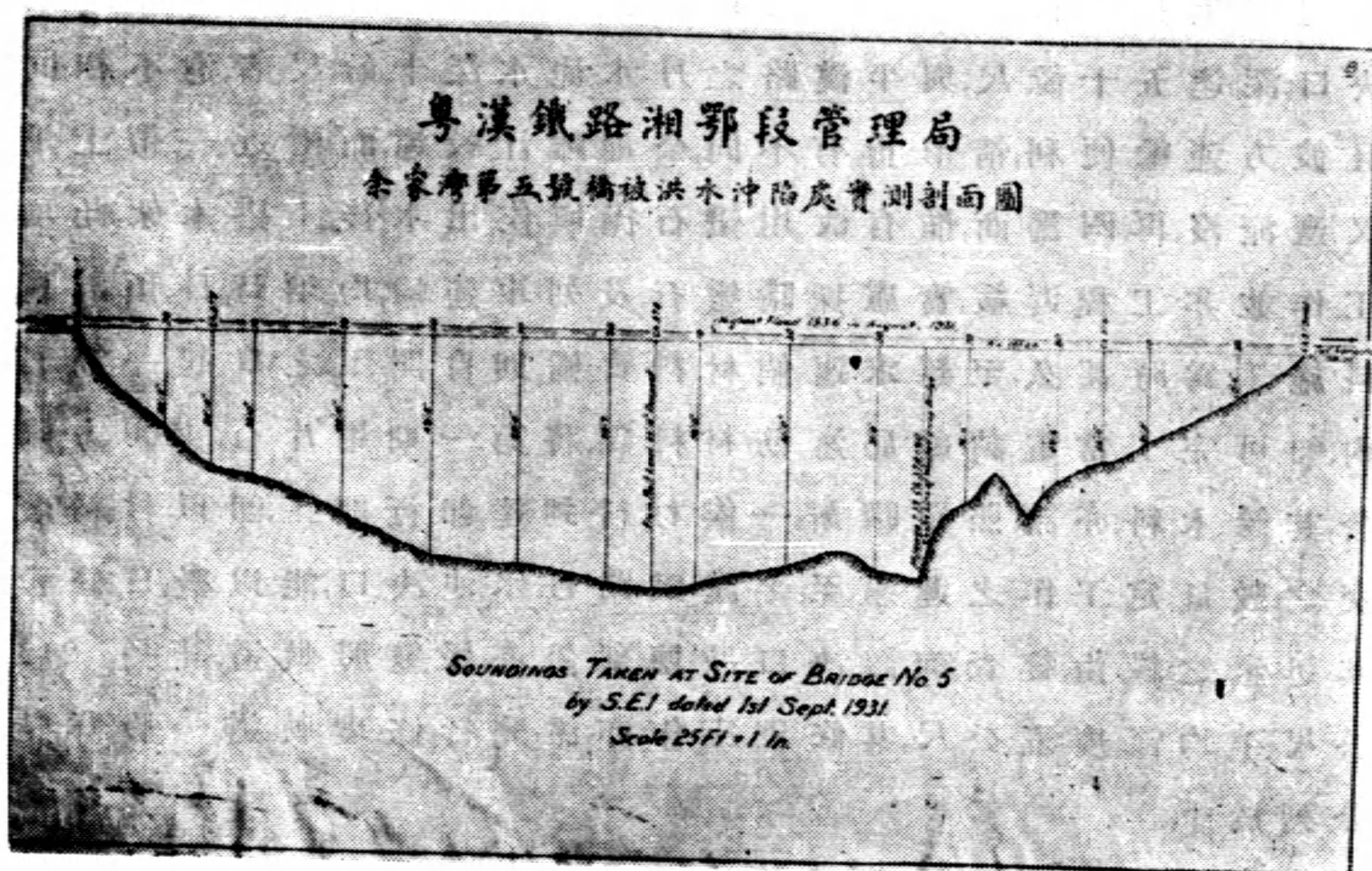
次年即 1870 年八月二日,漢口最高水位為 50.5, 十日後水方漸退。以上由漢口江漢關揚子江水位漲落表照錄。

雨量表

民國	雨量
11年	33.27尺
12年	43.43
13年	38.52
14年	39.85
15年	43.47
16年	50.66
17年	45.02
18年	46.98
19年	47.22
20年	57.42

附註

民國二十年七月份降雨二十二寸,普通平均年度每月約四寸。



第一圖

六.修理困難情形 自武慶堤在白沙洲附近,被水沖破,江水灌入。本路路堤,首被殃及者,為五號橋。鋼梁鋼軌,始則牽連,繼而全部落在水底,洋灰橋台,完全倒塌。於是路堤逐漸坍塌,不三日,由80尺起,展至300尺。該段路堤,原高16尺。自被水沖後,經詳細測量,(參觀第一圖)決口中部漩深56英尺。蓋因水流湍急,附近橋孔,極力設法,日夜防護,毋使再被沖倒。以致該處水流漩渦,如磨墨然,愈漩愈深,竟漩成一大深潭,東西約千餘尺。本處最初計劃,搭一每孔二十尺木架便橋,先行修復一條軌道,恢復全路交通。至是因水過深,無法施工。自堤潰後,不但水落疲緩,而且有進無退。查得七月廿九日,江漢關水位,為五十呎。待至八月廿四日,最高水位,為五三.五呎。截至九月十八日,水位仍退為五十呎,計大水漫過路基,或大水與本路路基齊平者五十日。當時催修之電,急於星火,總局且以平漢路丹水池之決口,來相比擬。殊不知余家灣決口太深,木樁不能施用,惟有堆石一法。然開山採石,緩不濟急,故擬一面先搭浮橋,用駁船十數

隻連接。橋長三百尺，寬約八尺，以便盤渡。一面進行修理，祇以該處決口，深達五十餘尺，與平漢路之丹水池水深十餘尺者，迥不相同。且彼方運輸便利，情形實有不同，余池離江較遠，而附近一帶土地，又遭淹沒，再四籌商，惟有改用蠻石拋填，俟出水後，上搭木架。此項工作，並非工程遲緩，實慮採購蠻石，及列車運輸，均須時日。預計購料施工，為時甚久，至難求速。倘材料齊備，則自開工之日起，一箇月內，即可完工。當電請總局，速飭材料課，將第一期用片石，4700方購發，其餘木料，亦請照單購辦。一俟材料到達，即行開工，即以材料發交之數量，定工作之遲速，至平漢鐵路丹水池決口，能以數日修復其迅速之緣由，經查詢該決口沖壞部份，亦係雙股軌道，計長242公尺。平均深度五公尺，其修理工作，亦係先行修理軌道一股，詳情分列於下：

- (1) 除去蠻石外，用蔴袋裝土，總共拋二十萬個。
- (2) 每袋裝工及拋費，平均約洋三角五分。
- (3) 每二十四小時，包工拋置約二萬件。

以上除去蠻石，計蔴袋一項，約耗七萬元。所丟蠻石，用以維護水中所拋袋土之外層，以免風波洗刷。其蠻石之費用，雖未表明，料亦不少。但本路余家灣五號橋之決口，較平漢丹水池按照來圖計算，工程約多四倍。若用蔴袋，除去蠻石外，需八十萬個，當時湖北水利局，收買蔴袋裝土，用以防堤，市上幾經告罄。不但價高，而且不易收買。即幸得購，每個工料姑以六角計算，需款四十八萬元。本路財力，實有不逮。而且費此鉅款，本路雖能早日通車，所獲車利，亦難償其所耗。再四思維，祇可採用投石，厥為最經濟之辦法。較平漢丹水池辦法，約省洋四十萬元。

五號橋決口工程，既如是困難，而徐家棚紙坊間路堤，及六、七、八、九、十號等橋，概被洪水淹沒，超過路面約三尺許。其中以七號橋，三十尺鋼梁最為危險。蓋該橋南端橋台，於十五年，因軍事行動被炸後，因無款修理，係用道木搭架。此次大水，道木架被水飄流而去，

在未修五號橋決口以前,先須修理七號橋,然後片石方可由官山紙坊運來五號橋決口處。

七.塔臨時浮船便橋 (參看照片 4) 軍運正急,催工之電,急如星火,但因缺乏修理材料,無法着手興修。惟有用船連接,暫搭浮橋,以便決口兩端銜接,便於工作,當於呈奉總局照准後,即僱五十噸駁船九隻,每日每隻六元,於九月廿七日完成。當時徐家棚紙坊間路堤,雖浸在水中,除七號橋加打木樁外,其餘六、八、十號橋,概用片石維護,以濟一時。所幸土堤路基路面,尚無重大損壞。水退之後,當即僱工,趕將漂散石渣爬集,重行墊塞,修整軌道,以備九月廿九日通車。不料九月廿八日夜間,北風怒號,其時路堤,與水齊平,致被風浪沖擊,由二英里至十二英里,崩潰處數甚多。有沖至軌枕之下,或路線中央者,約計需補土四千餘方。比即招工修補,預備雙十節行車,忽於十月七日,又起北風,較前次尤烈,以致新填爐渣泥土,概被風浪沖洗無餘。其中以三英里,至三英里半一段為最甚。因該處正在沙湖之中,故為害最烈。當即趕工用枕木搭架,並用木板木樁柳枝各物,防護路堤,以禦風浪。星夜趨趕,幸於十月十四日,通行列車。在五號橋未行修復以前,上下行列車,均在該決口處盤渡,尚稱便利。

八.變更計劃修理辦法 截至九月七日,決口處水勢稍煞,一再測量,潭水仍深五十四英尺,退落極慢。當此期間,不施工則交通難以恢復,施工必須糜費巨萬,而築土等於無用,且附近亦無處可取。非用大塊蠻石,不克為功。該決口處,正是雙線軌道,茲因籌款維艱,謹先分別第一第二兩期,施工辦法,及預備修理數目,略為說明於下。

第一期

(1) 呈部招標,開通湘門附近紫金山,及紙坊附近官山,兩處石山,約需蠻石 4,680 方,每方四元,連裝卸車費在內,合共約需洋 18,720 元。

(2) 蠻石填後,俟露出水面,再斟酌情形,用枕木搭架,或用木架便橋,以求迅速通車。

第二期俟第一條軌道恢復,再行施工修理蛇綫軌道工程。

(3) 決口深處,仍就繼續填築蠻石,俟露出水面之後,即行停止,約須蠻石 3,720 方,每方四元,共洋 14,880 元。

(4) 蠻石俟出水面後,改用車箱運土,停在第一期先修之軌

道上,向下卸土,約需土 4,400 方,每方一元,合洋 4,400 元。

(5) 蛇綫工程修理竣工後,恢復交通,再行用車裝土,卸在第一期先修軌道之上。同時撤去木架便橋,約需土 4,000 方,每方一元,合洋 4,000 元。

(6) 雜項開支,如出差火食費,搭臨時盤渡浮橋等項,約需洋 3,000 元。

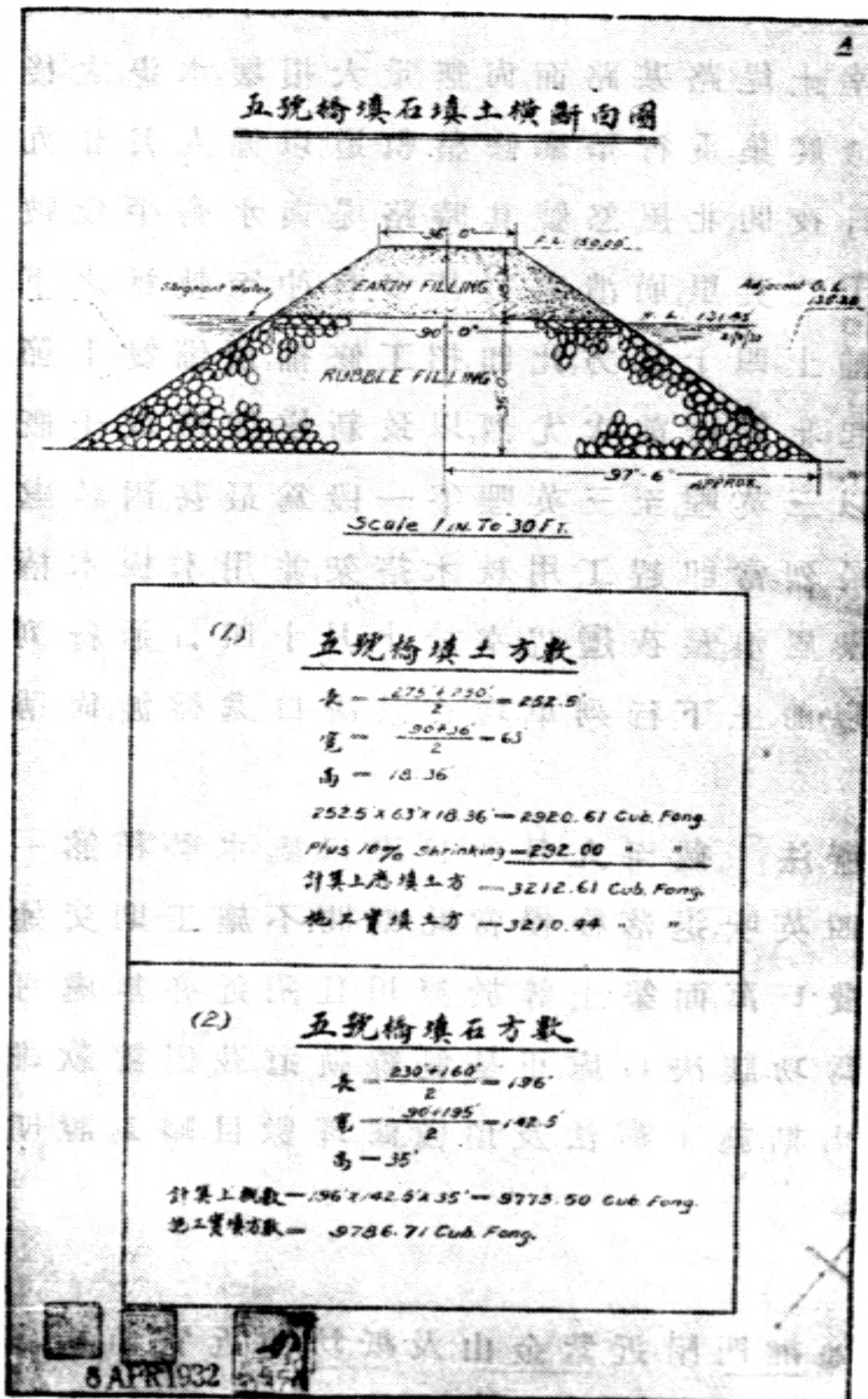
以上兩期,除木料外,約共需洋 45,000 元。蓋木料係由材料課購發也。

九. 施工經過情形

形

(1) 籌備動工日

期 二十年十月二

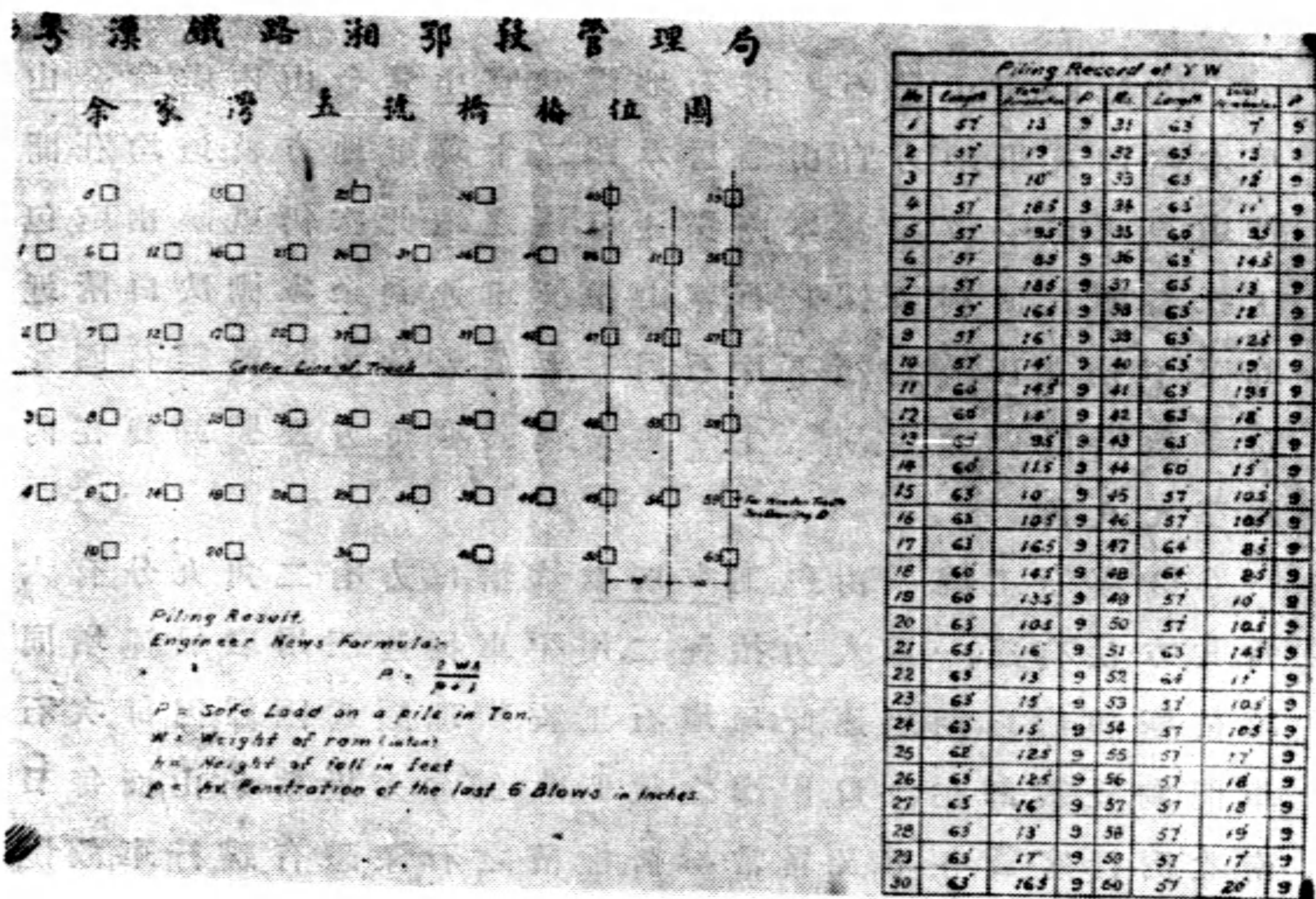


第 二 圖

十六日開工。

(2) 臨時開山鑿石 採石地點，爲官山紫金山兩處。紫金山居本路四英里地方，官山地居本路二十英里地方，軌道均在開挖處，原來釘有叉道，爲本路採運石渣之地。此次仍就該兩處，包工採石，頗爲便利，所採之石，就山中裝車，運到余家棚決口附近卸下，不分晝夜，隨到隨下。片石因需要萬急，故由材料課召四家包工承辦，計郭毓賢、胡玉生、李福全、漢義盛，每方連裝卸費在內，爲三元八角。

(3) 填石工程 由包工李廣泰承辦，每方有二角九分，有六角。其方法有三；一用人力抬運，二用平車推運，三用駁船運填。同時積極趕辦，以期迅速。此項填石工程，辦理頗爲困難。因每次石車開到，先須卸在決口兩端之軌側，愈卸愈多，堆積如山，而每日南北例行客貨各車，又異常擁擠。堆積之石，深恐有誤行車，故隨時妥爲佈置，務使石堆翻平，免肇危險。此爲辦理困難者一也。每次石車到時，須卽刻卸下，常因工人不敷支配，以致卸石遲慢，必須臨時增雇工人，方免延誤。是時列車客貨搬渡甚忙，原有之碼頭工人，難以抽用，不能不另行設法雇工。此爲辦理困難者二也。卸在軌側之石，用人工抬運，嫌其太慢，不能不多用平車推運，除工務第一段平車八輛，全數調作推石之用外，並由工務第二第三兩段，各借平車一輛，共計平車十輛，往來運石，卸投橋下。而各工人所用平車，每多隨意停置，不知顧慮，危險之事，不能不隨時小心檢點。此爲辦理困難者三也。以上工作，殊嫌進步太緩，於是決定在決口深處中部打樁，同時興工。但所投之石，限制不能接近打樁部位，因此不能痛快投石。而軌側之石，積壓過多爲憂。此爲辦理困難者四也。待橋樁告成之後，所有石車，均直接上橋卸石，(參看照片3)從前所感各種困難，斯時一概免除矣。水之深處，約填石三十五英尺，大者每塊約重百數十餘斤，故投下之石，常將橫樑木外層打壞，於是臨時用三寸木板掩護之，又用蔴袋稻



第 三 圖

草捆紮之,所幸施工之際,未曾發生其他危險,如撞車傷人情事,可云慶幸矣。

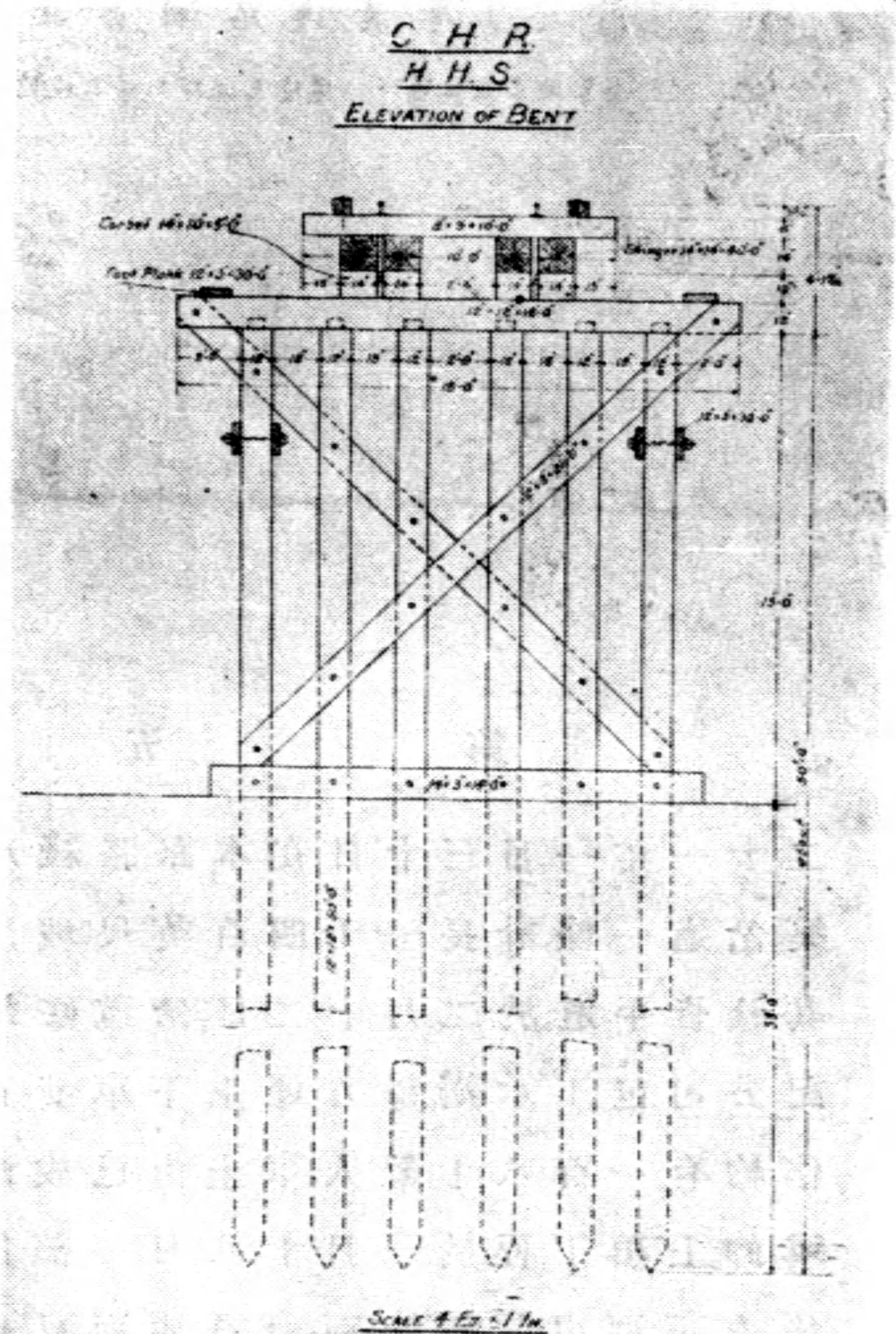
(4) 打樁及架橋工程 十一月七日開工,是時以填石太慢,非打樁架橋,不能急速通車。故於決口中部,(參看照片2及第三圖)共計打樁十二排,每排有四根,有六根。(參看第四圖)原擬打樁六排,每排六根,每孔距離二十尺。後以水量過深,打樁無大把握,故在每孔之間,加打一排,每排四根,將距離減少至十尺,以期穩固。所用打樁架子,共四座,由包工劉玉成,張貴云承辦,分班打樁,晝夜繼續工作,每日夜除陰雨不計外,約能打樁六根。(樁木係洋松一尺見方,其長自五十七尺至六十四尺不等)。入土約深自八尺半,至二十尺不等。共計用樁木六十根。同月十九日,次第打完,隨即配置夾板橫梁,並安設橋梁木等項。惟所施木樁,兩端仍係深潭,其下投石壘壘,打樁不易着手。後將兩端所填之石剷平,上壘枕

木作架。計南端六座，北端五座，與中央木樁十二排啣接。(參看第五圖)全部裝置木梁，於十一月二十三日完全告竣。當用手平車通行，推運片石。至於各木樁之位置，及樁之長度，暨承重力，概已列入第三圖以資參攷。

(5) 實行通車日期
自十一月二十三日，橋梁告竣，通行平車，二十六日起，所有十五噸，及三十噸重量之石車，均直接上橋卸石。(參看照片 3)待全決口填石，露出水面，前慮木樁打入水中，平均深度六十尺，有些活動，斯時多半為所投片石維護，各木

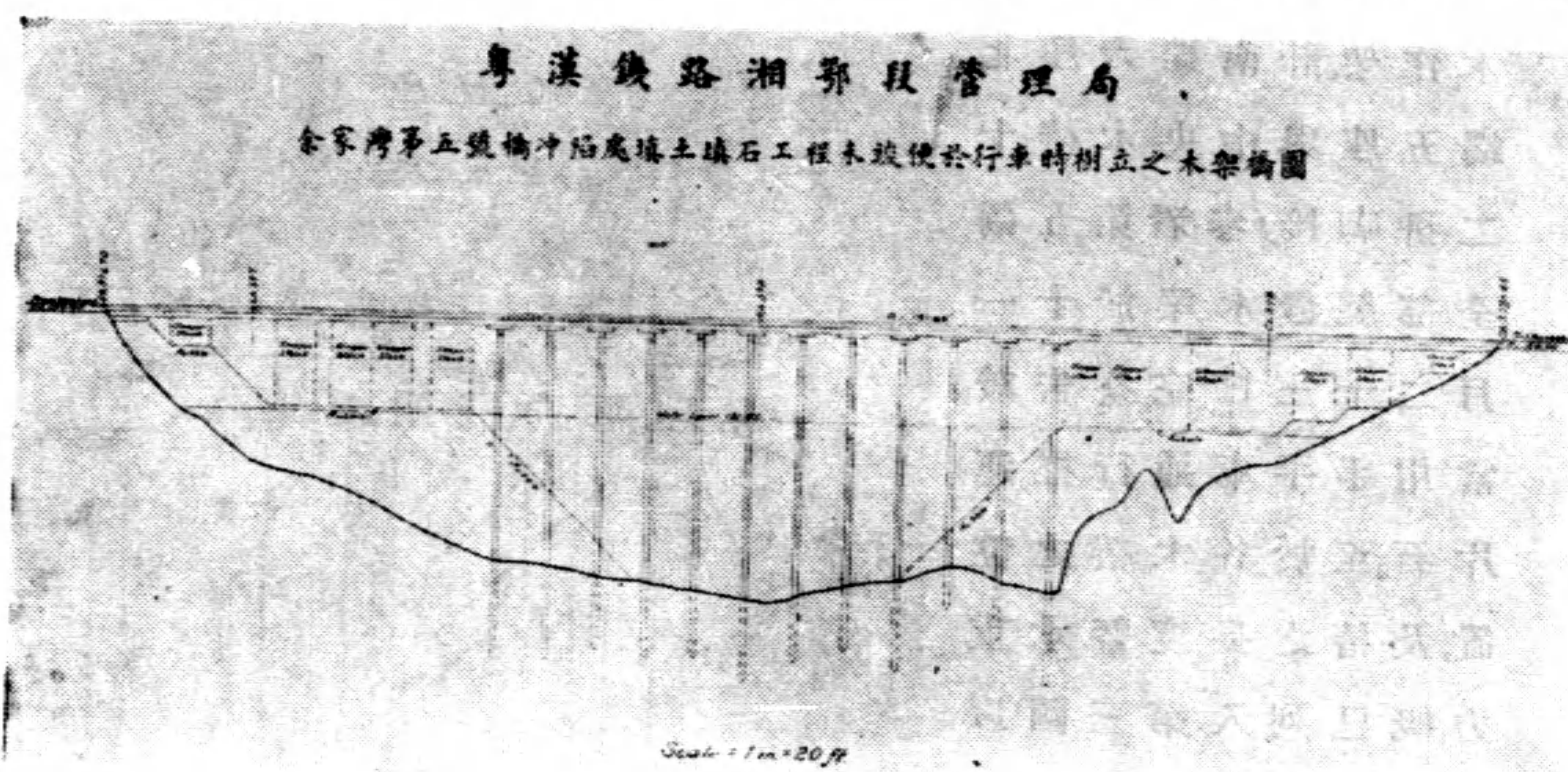
樁架根基已穩，不致危險。遂於十二月一日起，所有客貨車一律通行，盤渡停止。初次列車通過時，用小號機車試行數日，待各項工作檢查妥帖，於十二月九日起，改用大號機車通行。隨由工務處，派臨時旗夫二人，在橋頭日夜照料，以防車行過速，恐生意外。

(6) 填土工程暨工竣日期 自機車牽引客貨列車，通行該橋後，首為該決口之西邊股道。其次項工作，着手籌備者，即在該決口填石上部填土，平均十八尺許。而該橋附近，無土可取，故於



余家灣第五號橋被洪水沖毀處臨時木架圖

第四圖

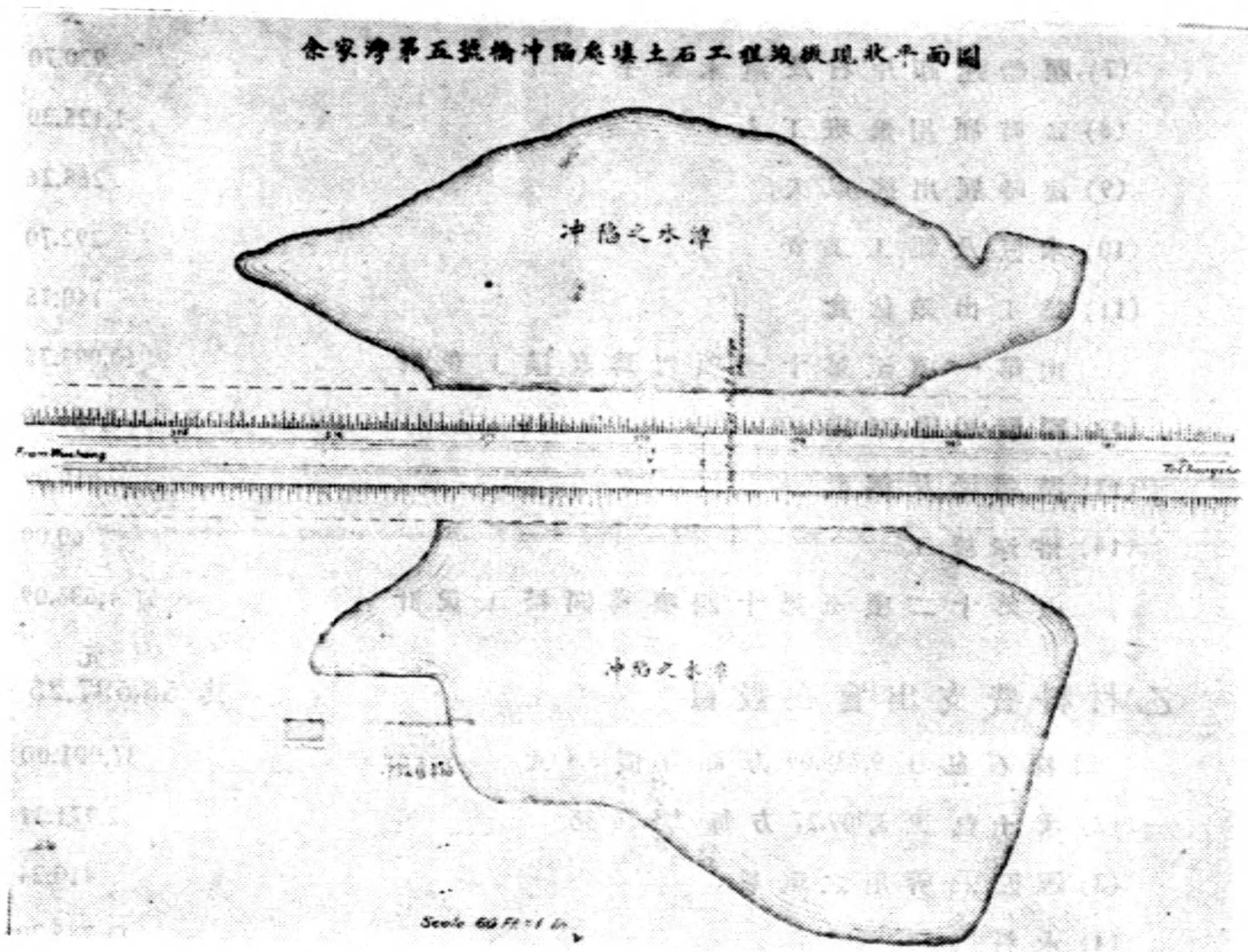


第 五 圖

二十一年一月三十日,在本路路綫八英里處東面,查有餘地,另築岔道一條,計長一千四百英尺,坡度爲八十分之一,長八百尺,其餘皆平道,於二月十二日,岔道修竣,次日即行裝車運土,由泰記公司包工承辦,每方連上下車費在內,價洋七角六分。每日工作,約有一百八十餘人。車土由已成西邊股道經過,向東面股道填卸。上項工程,於三月十八日,一部份告竣。隨即裝鋪軌道,妥帖後,上下列車,改行東面股道。西面已成之股道,復行拆除,並將前架各種橋梁木,及兩端枕木架,一切有用材料,概行取出,以免廢棄。其所打入水中之豎木樁,概行鋸與所投之石上部齊平。然後土車,由東股向西股卸土。截至四月十二日止,填土工程完全竣工。再行裝鋪軌道,接通兩股。於是完全恢復原狀。路基之下,兩面深潭,決口時,爲水所冲,無法規復。且與行車無礙,只好悉仍其自然。(參看第六圖)計自開工之日起,至工竣日止,共計一百七十日,內除三十四個陰雨日,其餘皆晴天。但通行客貨列車,僅自開工日起,只三十六日也。(十月二十六日起至十二月一日止)

十.經費之預算

(1)片石分爲第一第二兩期共8,400方,每方4元 元 33,600.00



第 六 圖

(2) 土方 4,800 方,每方 1 元	元 4,800.00
(3) 木架橋(工料在內)	33,000.00
(4) 意外費用	3,000.00
(5) 浮橋費用	5,640.00
總共約計工料費大洋	83,640.00

十一.經費之決算

(甲)工費支出實在數目	元 共 14,729.84
(1) 投石包工 3,238 方每方價 .6 元 2,945 方每方價 .29 元	2,786.85
(2) 打樁工(打樁每排平均五根計十二排每排160元合洋1,920元樁架八座每座40元其餘因限於紙幅未克細錄)	3,534.00
(3) 搭架工	60.00
(4) 加工伙食及測夫工資	493.74
(5) 釘岔道裝枕木	315.18

(6) 裝橋木	156.27
(7) 雇船運卸片石及道木架子	920.70
(8) 臨時雇用飛班工人	1,125.30
(9) 臨時雇用搖車夫	268.26
(10) 木匠及雜工工資	292.70
(11) 雜工出差伙食	140.75
由第一項至第十一項列為直接工費計	10,093.75
(12) 雇駁船搭浮橋	3,966.00
(13) 撈鋼梁及鋼軌	610.09
(14) 搭浮橋工	60.00
由第十二項至第十四項為間接工費計	4,636.09

元

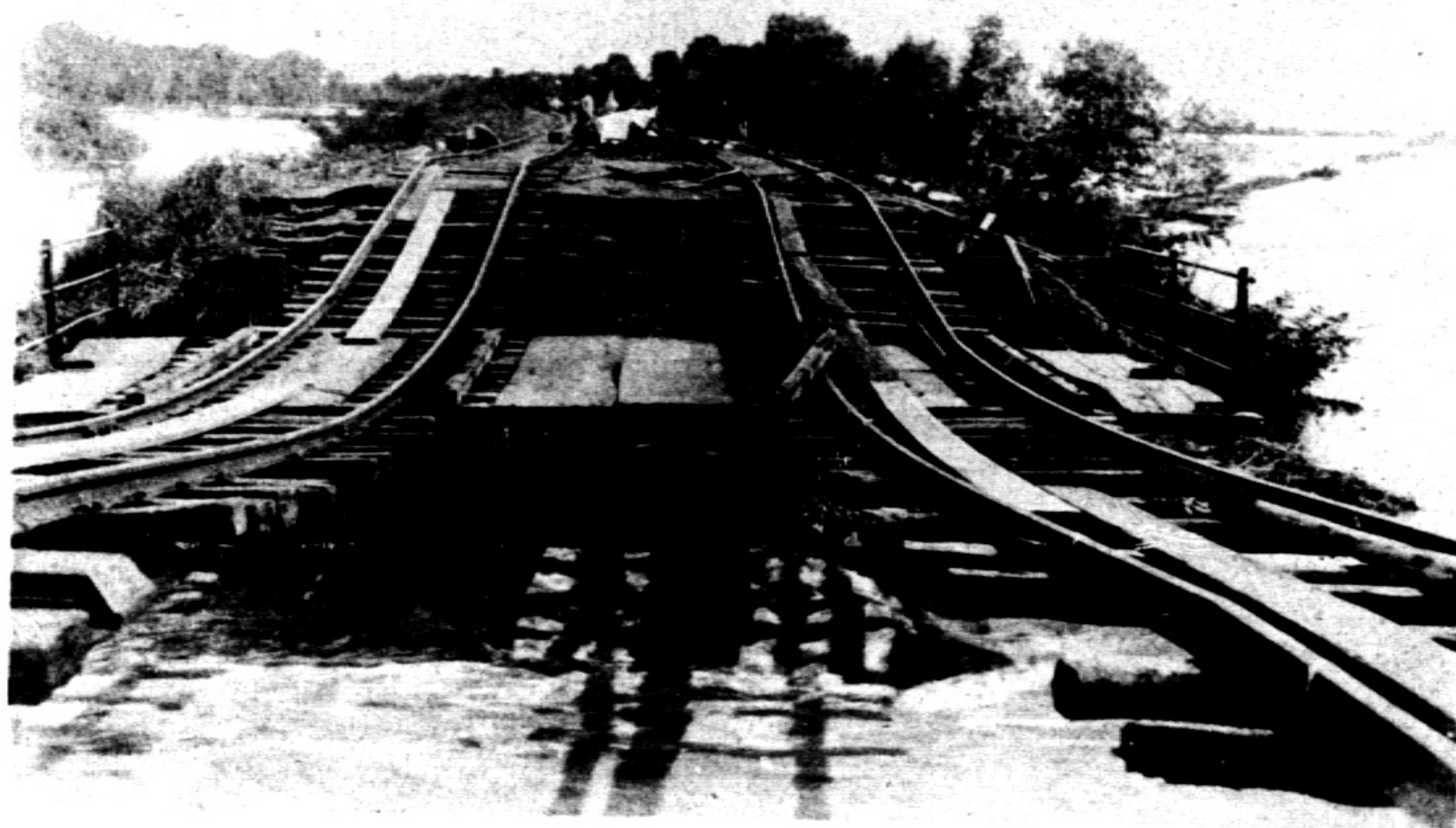
(乙)材料費支出實在數目

共 55,597.25

(1) 採石包工 9,738.09 方 每方價 3.8 元	37,001.00
(2) 填土包工 3,909.27 方 每方 .76 元	2,971.31
(3) 鐵匠及所用之鐵料	410.24
(4) 木料	11,285.20
(5) 竹筐蒲包及雜件	250.48
(6) 零星材料(各種鐵器)	2,931.02
(7) 汽燈租金	748.00
總共甲乙兩大項計工料費大洋	70,327.09

綜上用費較預算少一萬三千三百餘元約合百分之十五強

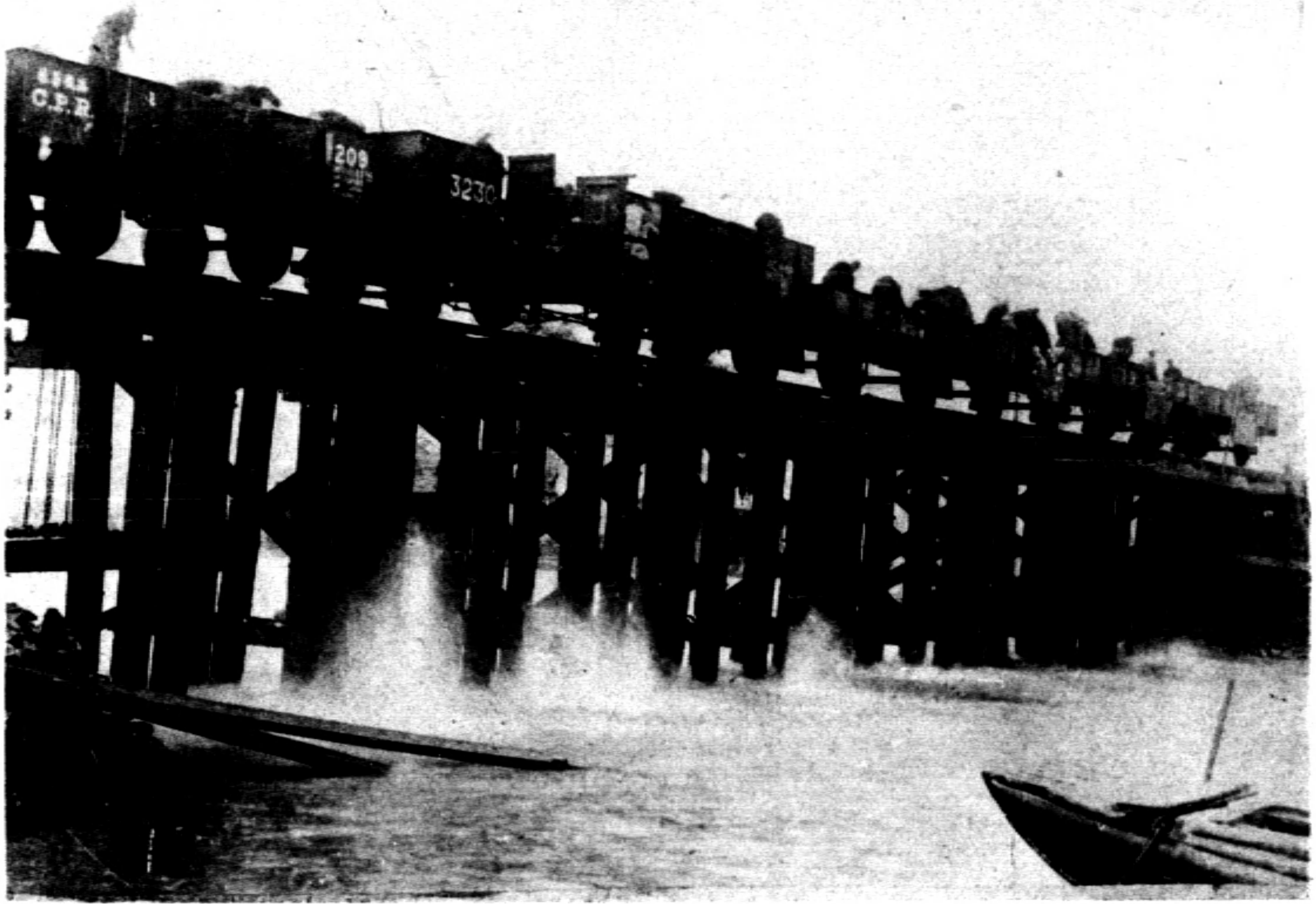
十二.五號橋無再修之必要 當初架設此橋, (跨度淨空十尺, 係雙股道, 故架雙梁)。其用意, 業在前篇第四項下說過。該決口現已填實, 係下部用石, 最深處約填 35 英尺, 底寬 200 英尺, 填石之上部, 再覆以土, 平均約高 18 尺許, 底寬 90 尺, 路面 36 英尺。兩面坡度, 為 1:1.5。土工告成, 堤之斜坡, 滿載草坯柳樹枝, 以防天雨時, 新填之土, 容易沖洗。雖決口路線部位填好, 其在路線東西兩面者, 各有深潭一個, (參看第六圖) 每個約長 300 尺以上, 除路線所佔部位填實外, 西面約寬 300 尺, 東面約寬 200 尺, 無法修補, 只好聽其自然。照此情形, 該處實無修復此橋之必要也。



(照片一) 第五號橋初被大水冲開情形



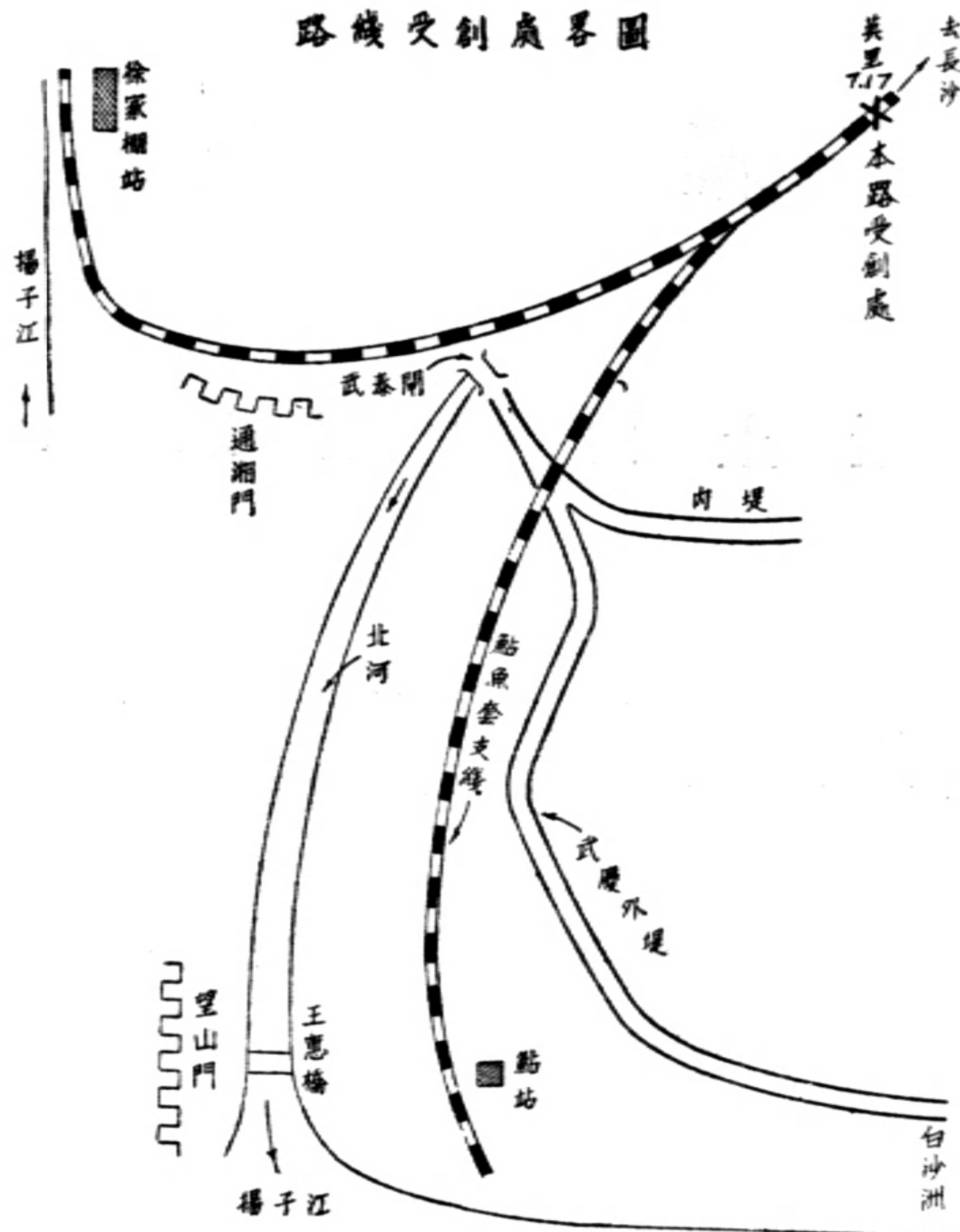
(照片二) 決口中部打樁情形



(照片三) 蠻石車拋卸水中情形



(照片四) 浮橋情形



十三.余家灣車站 查余家灣為一旗站,距本路首站徐家棚英里 7.17,距鮎魚套站約 1.8 英里,為一交叉線站口。如北上車,由南開來者,先行經過該站,而之鮎站,由鮎轉來,復經余站,再之徐家棚首站。或由北開往南下列車,首由徐家棚站開去,經過余站,而之鮎站,再由鮎站返回,而之余站,始向南開往。該站客貨兩項俱無,惟調轉列車至關重要。站屋被水冲塌,站員及站丁不能居住。正式車站,又限於經濟,一時不能恢復建築。站員等於不得已之中,由公家購備木筏上,拆下竹篾茅棚,於該站附近,較高之地,(該地昔日為演武廳地址,土地平曠),羅列成一字行。有走廊,有臥室,有辦公室,有站丁室,暫為棲息,作為辦公地點。外觀上,雖不如磚屋之富麗堂皇,而竹籬茅舍之風味,似佔優勝焉。

雜 俎

混 凝 土 面 髮 裂 之 原 因

混凝土硬化時，如無適當之調治工作 (Curing Work)，土面往往發現無數裂紋，細如髮絲，既不雅觀，又損耐力。西人對其發生原因，研究有素。最初研究之結論，咸以為混凝土燥化時，體質收縮之故。故欲避免髮裂，不外(一)注意調治工作；即土外覆物，以避風日。土面噴水，不使速乾。(二)拌灰時，少用水份，以減少蒸發量。(三)配合沙石大小成分，使濕面之水，至最少限度而已。但最近研究結果，以上所述，尚非最後原因。其髮裂之根本原因，乃係水泥(俗名洋灰)內煇化石灰質，硬化之故。蓋乾水泥主要成份，為石灰矽養鹽，及石灰鈣養鹽 (Lime Silicates and

Aluminates)，和以水份，則變成其他雜質煇化石灰 (Hydrated Lime)。即其中之一數量，約占百分之十。此煇化石灰，一旦與空氣中炭養二氣接觸，即化合而成石灰炭養鹽 (Lime Carbonate)。在此變化時期，水泥內石灰質，本係非結晶體之膠質物，忽變成結晶之石灰炭養鹽。膠質內之水份，完全放出而蒸發，以致體質收縮，而發生裂紋。故城市中烟囱林立之處，炭養二氣較多，混凝土髮裂，亦較鄉間為甚。現西人正籌思保護混凝土面之法，使不與炭養二氣接觸。或拌灰時，設法使煇化石灰，變成中和性，不再變成炭養鹽。(稽銓)

修 補 損 壞 混 凝 土 之 方 法

混凝土建築，發生病態，除負重逾量，自然崩毀外。其最普見者，外

皮剝落，漸及內部，以致沙石團力鬆散，逐漸解體。其原因不外排水，不

良水份，滲入混凝土孔隙，天寒凍脹，質點之粘力，乃逐漸摧毀，以致崩解。故修補此種病態工作，不僅以恢復原狀為目的，必須改善排水，消滅其損壞之原因，方為完善。現時通用之修補方法，計有四種：

(一)外面塗飾(Coating)

(甲)加飾油漆(Paint)

(損壞程度)凡混凝土受風雨侵蝕，外面剝落，僅限表皮，尚未十分侵入內部者，可適用此法。

(修法)將鬆活部分，完全剷除，露出完好部份，乃用一種封固材料；如專用油漆，將外面塗蓋，厚度不得超過 $\frac{3}{4}$ "。

(理由)油漆係不透水材料，塗蓋外面，使滲入孔隙，成一薄層包衣，以避風雨侵蝕。此法專為防止病原，實非恢復原狀。

(成績)現時通用油料之成績，尚未十分明瞭，均不足以認為有永久性。

(乙)噴塗水泥(Gunite and Plaster)

(損壞程度)凡混凝土除去剝損部份，內部表面比較的尚稱完好者，可採用此法。

(修法)將剝落部份除去後，掃

除混凝土面，務使露出乾淨堅實，並粗糙之面，刮淨鐵筋上銹片，並將混凝土面濕透水份，乃用水泥槍，將水泥對之噴射。第一層使與舊料結合，再塗第二層水泥，兩層積厚，不得過 $\frac{3}{4}$ "，塗抹後，須常用水噴濕。

(理由)第一層水泥漿，用槍力噴射，壓力較大，可使深入孔隙，與舊料切實勾結。第二層用壘力將水泥膠灰壘平，以資覆蓋。

(成績)此法如照上述規範，切實遵行，用于並無水壓之處，成績尚佳。否則工作不良，外層所壘水泥膠灰，或將剝落。

(二)局部補綴(Patching)

(損壞程度)凡混凝土局部損壞，大體尚稱完好者，可採用此法。

(修法)除去鬆活部份，刮淨鋼筋上銹塊，呈露完好部份，掃除塵土，鑿粗表面，以水噴濕，加以足度之加勁料件。乃加第一層補綴料，用力塗抹，務使舊土面與補料間，不得留存空氣與塵土。補綴完竣後十日內，不停噴水，並不得不曝露日光。補綴部份與舊面界面，須刻深，使豎面相切，不得如斧形薄面相切，以免起片剝落。如補綴深

度，不超過 $1\frac{1}{4}$ "，可毋須用加勁料件 (reinforcement)。如補綴部份甚厚，可酌用加勁料件，如鋼筋網或鋼棍，繫固于鐵梢上。鐵料距牆面，不得小於 2"。

(理由)舊面不淨不糙，補料不易與舊面結合。頭層塗抹。不使力壓緊，不易深入孔隙。鋼筋太近牆面，易致銹蝕。

(成績)手塗水泥，當然不如水泥槍噴射之有力。但慎重將事，未始不可得良好結果。

(三)全部包裹 (Encasement)

(損壞程度)凡混凝土建築，損及外皮全部或大部者，可採用此法。

(修法)佈置舊混凝土面，一如前法。乃將全部包以新混凝土，加以鋼筋，設法與舊面繫固。頂部亦須完全包藏，上覆避水材料。

(理由)新料收縮，舊料無變動，易致裂縫。加以鋼筋，則縮力勻配。頂部包裹，則水份無由侵入。

(成績)此法如工作合法，不獨改良排水，可完全消滅損壞病原。並有時反可較原建築，格外強固。

(四)內部灌漿 (Consolidation)

(損壞程度)凡混凝土孔隙太多，或裂縫叢生，或接縫不嚴，內部或外部形如蜂窩，以致引水滲入者，可採用此法；

(修法)在裂面及漏孔處，鑽鑿洞眼，用氣壓將灰漿擠入內部，彌填充隙。

(理由)將內部孔隙，完全用灰漿填堵，則混凝土自身避水化矣。

(成績)混凝土受極大水壓者，用此法可使其質點，凝固嚴密，不透水點。(稽銓)

防 護 混 凝 土 滲 水 方 法

混凝土建築之崩解與損壞，其主要原因，不外水份滲入內部之故。因水入混凝土孔隙，以氣候變遷，溫度升降，體質隨之漲縮，乃發生脹力，分解混凝土之團結性，使之逐漸崩解。故欲維持混凝土之永久性，非設法

防護混凝土，使水份絕對不得滲入內部不可。現時通用防護混凝土滲水方法，計有五種：

(一)阻水膠漿或粉調入混凝土 (Integral)

(用法)以一種專賣化學品名

(Integral Waterproofing Paste or Powder)，照每三十四加倫水，一加倫漿，或八磅粉之比例，加入混凝土，切實調拌（天津慎昌洋行出售）。

(理由)此漿或粉，係不透水質料，隨水份混入混凝土，填滿孔隙，使水份無由滲入。

(成績)此法試用最早，結果不甚圓滿，現時採用漸少，或只限於不甚重要之建築。

(二)阻水漿料塗墁混凝土外皮 (Plaster Coat)

(用法)用土瀝青(Bitumen)，或金沙溶液(Concrete Surfacer)，專賣化學品，塗於混凝土外面。土瀝青須煮熱，以布帶塗勻之。金沙溶液，須分兩層塗刷；第一層於混凝土乾後四十八小時，用一磅金沙，溶於兩加倫水中，調勻後，用刷帶塗刷勻淨。隔二十四小時後，再刷第二層，用金沙四磅，溶于兩加倫水中，刷如前法。每磅金沙，可刷一百方英尺之面。

(理由)土瀝青與金粉，均係不透水質，包護外皮，如穿雨衣然，水份無由侵入。

(成績)此法試用，亦甚早，但

粘性不可恃，不能耐久。且抵抗局部應力，亦不甚有效。

(三)紗布瀝青包護混凝土外皮 (Membrane)

(用法)用最軟性，及高鎔度之瀝青(Asphalt)，在混凝土外皮，塗一底層，乃覆以多孔之粗紗布(亦有用氈或細布者)，再用瀝青塗一外層。

(理由)徒用瀝青，不能應付局部應力。加以紗布，則彈性增加，可以抵制拉力。粗布孔多，用壓力塗抹，則布下空氣擠出，上下層之瀝青，可以嚴密勾結，不致隔閡，如用氈或細布，則底層瀝青，與氈布間，有未擠出之一層空氣，瀝青不易密切結合。

(成績)此法之粘力，彈性，及耐久性，均較上法為優。

(四)極薄層阻水液揚飾混凝土 外皮(Paint Coat)

(用法)將阻水化學品，溶解于溶劑中，使成薄液，用油刷或噴器，噴揚于混凝土外皮。此化學品分兩類；(一)透入內部者，用土瀝青或其他阻水物料，溶解于極稀之溶劑中，至適宜之稠度，以便塗抹。

(二)不透入內部者，又分二種；(甲)

I 爲此彎道之彎角； $T(AV)$ 爲切線長； $C(AG)$ 爲半弦長；
 $E(VO')$ 爲外距； $M(O'G)$ 爲中距； VG 爲 $\angle AVB$ 之中線；
 G 爲 AB 弦之中點； P 爲此彎道上之任一點。

[作法]

按照普通公路彎道學中之公式，將其中距及外距，求得之，

即 $M = R \cdot \text{vers} \frac{1}{2} I$; $E = R \cdot E \times \text{ces} \frac{1}{2} I$.

由 V 點引 $\angle AVB$ 之中線 VG ，令 $VG = E + M$ ，即得 G 點之位置。

令 $k = \frac{M}{E}$.

由 G 及 V 引 GP 及 VP 相交於 P ，令 $GP = k \cdot VP$.

則 P 即彎道上之一點。其他彎道上之任何點，均可照此法求之。法以二皮尺，繫其首端於 V 及 G 兩樁之上，用一人持其他兩端，按照計算之尺數，而測得各交點，連此各相交之點，即得此彎道矣。其計算之法，以用計算尺 (Slide Rule) 計算之，最爲便捷。

[證明]

證： $\frac{PG}{PV} = \frac{M}{E}$.

設將圓心 O 移至 O' 點，即以 O' 爲圓心，則 P 點之座標爲 (x, y) 。(其正負符號，可以不計)。

則此圓之方程式，變爲

$$x^2 + (y + R)^2 = R^2, \text{ 即 } x^2 + y^2 = 2Ry \dots\dots\dots (1)$$

因 $PG = \sqrt{(M - y)^2 + x^2}$,,

$= \sqrt{M^2 - 2My + x^2 + y^2}$,,

代入(1)式，

$= \sqrt{M^2 - 2My + 2Ry}$,,

$= M \sqrt{1 + 2y \left(\frac{R}{M^2} - \frac{1}{M} \right)}$

$= M \sqrt{1 + 2y \left(\frac{R - M}{M^2} \right)}$

$$\begin{aligned}
 &= M \sqrt{1 + 2y \left(\frac{OG}{M^2} \right)} \\
 &= M \sqrt{1 + 2y \left(\frac{R \cdot \cos \frac{I}{2}}{R^2 \text{Vers}^2 \frac{I}{2}} \right)} = M \sqrt{1 + 2y \times \frac{\cos \frac{I}{2}}{R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right)^2}} \dots (2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV &= \sqrt{(E+y)^2 + x^2} && \text{,,} \\
 &= \sqrt{E^2 + 2Ey + x^2 + y^2} && \text{,,} \quad \text{代入(1)式} \\
 &= \sqrt{E^2 + 2Ey + 2Ry} && \text{,,} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \left(\frac{R}{E^2} + \frac{1}{E} \right)} && \text{,,} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \left(\frac{R+E}{E^2} \right)} && \text{,,} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \left(\frac{OV}{E^2} \right)} && \text{,,} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \times \frac{R}{\cos \frac{I}{2} \times R^2 \left(E \times \sec \frac{I}{2} \right)^2}} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \times \frac{1}{\cos \frac{I}{2} \times R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right)^2}} \\
 &= E \sqrt{1 + 2y \times \frac{\cos \frac{I}{2}}{R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right)^2}} \dots (3)
 \end{aligned}$$

(2) ÷ (3) 即得 $\frac{PG}{PV} = \frac{M}{E} \cdot$

依同理 $\frac{PG}{PV} = \frac{C}{T} \cdot$

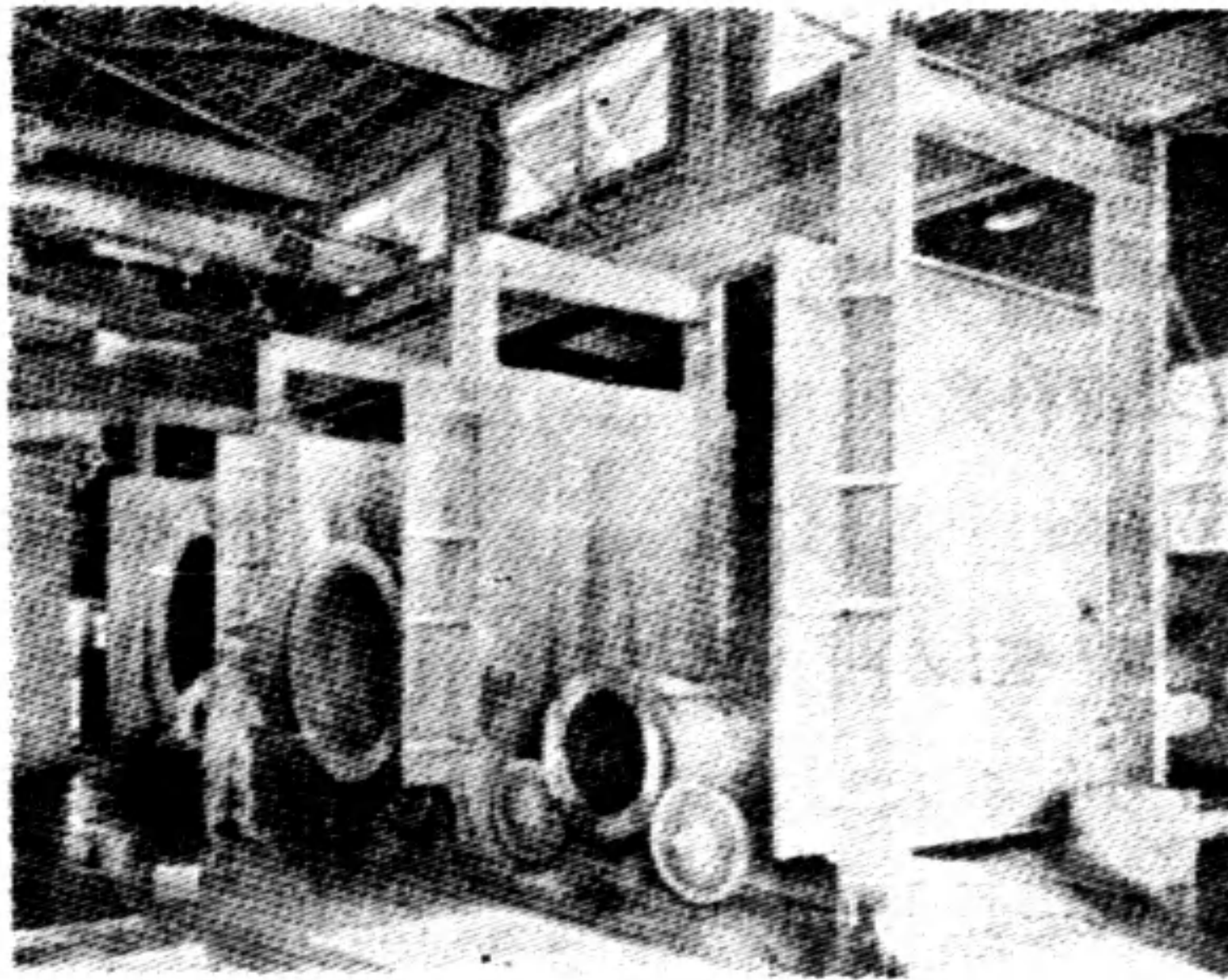
(李富國)

水 門 汀 陰 溝 管

新法製造，用離心力，已在上海設廠籌備

陰溝所用之水門汀管，俗稱瓦筒。上海有瓦筒作場無數，專以製造瓦筒，消售於營造廠家以為生。英租界工部局自有水門汀品製造廠。馬路下所用管子，均係該廠所製。

製造法以拌和之水門汀沙石，傾入內外兩重豎的模子中間，用力的擣，務使結實。惟水門汀中之水與氣，有時過剩，不能排出，致管子裏有蜂窩般的空洞。又大管之有鐵筋者，則有時不免擣斷或擠偏之弊。



較新之法，名 Hume Process，為 Hume Pipe Co. 所專用。製造方法，藉離心力，第一步，將鐵筋紮成籠形，有的用鐵絲網 Wire Mesh，有的用鐵絲，螺旋般繞纏於圓柱體上而成。然後將鐵籠，放入鐵模內。模之面，塗油。遇水門汀不粘。

次之，模子橫放在一機器之上，

有滾軸 Friction rollers, 藉以旋轉。初緩旋，水門汀灌注模內。以模子旋轉生離心力故，水門汀自會勻散於模之裏邊，將鐵筋深深包着。

速度增高。轉數分鐘停止，將過剩之水，被離心力從水門汀中擠出者，放去。機器再轉約二分鐘。用鐵條

在管子的裏面括磨。使成光滑之面。

模子連管子，從機器上拆下來，滾到蒸汽室，用 120° F 的蒸汽，悶蒸七至十二小時。使水門

汀化硬，而同時免除乾坼之弊。

新法做成之管子，較勻而固，其密度 Density 較老法製者重 10% 云。

此外尚可將薄鐵板管子，用上法再做一層水門汀的裏子，以供自來水之用，代替向來所用的生鐵管子，較為經濟。

新加坡 Hume Pipe Co. 已在上海

楊樹浦周家嘴島上，租地建廠，不久便可開始出品。(黃炎譯自 Oil Power

Vol. VIII No. 4)

高 力 之 鋼

上 海 四 行 儲 蓄 會 首 先 採 用

四行儲蓄會，在靜安寺路賽馬場旁建造二十二層新屋，頂點高出地面300尺，為遠東最高之建築，其所用鋼料，為德國 United Steel Works Corporation 所製，西門子洋行經售之高力鋼 High Tensile Steel，名 Union Structural Steel。此鋼在亞洲尚屬第一次購用，所具特性如下：

1. 此鋼之 Yield Point，至少為 23 噸/方吋，較尋常鋼料高 50%。
2. Union 鋼有頭號貳號兩種，頭號最大拉力為 33—40 噸/方吋，貳號為 35—42 噸/方吋。
3. 頭號 Union 鋼最低引長 Elongation 為 20%。試驗條子可冷彎 180°，繞於兩倍條子厚的圓棍上，而不見裂痕。
4. Union 鋼 fatigue 忍乏之力亦高

，可至 20—21 噸/方吋，尋常鋼料僅及 13.3 噸/方吋。

5. 工作上並無困難，鑄釘同尋常一樣，若用電焊，亦無不宜。
6. 有高度抗銹的功能，因之能耐久而漆工較省。
7. 在鋼廠中煉製壓滾，均如尋常鋼一般。
8. 其品質甚勻淨，且不受滾製的響影，滾成闊而厚的鋼板及大的條子，都能照規定之 Yield Point 及拉力。
9. 其價較尋常鋼不過高 15%。

若以尋常鋼料造 22 層大樓，須用 1,800 噸，Union 鋼，則 1,200 噸即足。因之省料約 30%，省費約 20%。

(黃炎譯自 The Commercial Engineer)